# はじめに

グローバル COE プログラム「数学のトップリーダーの育成」の 5 年間は終了しつつある．この報告書は，本グローバル COE プログラムの平成 20 年度から 21 年度を第 I 期としてその成果をまとめた中間報告書に続く，平成 22 年度から 24 年度における活動と成果の記録である．

本グローバル COE プログラムでは，数学研究のトップリーダーの育成，多様な分野での人材育成，国際数学拠点の発展の 3 つの事業を行った．また，21 世紀 COE で成功した数学吉田塾などの事業を継承・発展させてきた．

本グローバル COE プログラムでは，11 名の特定教員（特定准教授 2 名，特定助教 9 名），40 名の特定研究員，23 名の時間雇用研究員を雇用した.* 特定教員の人事は，理学研究科に設けられたグローバル COE 数学特別講座運営委員会で行なった．特定研究員以上の人事は一部を除いて公募で行った．また，多数の博士後期課程学生を TA・RA として採用し，その研究活動を支援した．

事業推進担当者，およびこれらのグローバル COE プログラムに所属する特定教員・研究員・博士後期課程学生による研究は順調に進展しており，種々の受賞の記録などに見られるように多くの研究成果が上がっており，それが評価されて常勤の研究職を得たものも多い．これらの研究活動の成果は本報告書の後半で報告する．

多様な分野での人材育成事業では，種々の講義やセミナーで従来の数学の枠を超えたものを企画し，大学院生・研究員が 数学が使われる広い範囲の活動に触れる機会を増やすよう努めた．また，大学院生が，数学が使われる幅広い分野に興味をもつことを推奨した．

優秀な学生が博士課程に進学するように，数学に対する興味と意欲を喚起することを目的として，種々の事業を行った．特に，本プログラムにおける多様な分野での人材育成事業は，従来，数学を専門とする博士の学位取得者が活躍していなかった方面へ進出するパイオニアとなる学生の出現を目指したものであった．計画の性格上，そのような学生が多人数輩出するとは言いがたいが，数学を専門とする大学院博士後期課程学生に対する教育の今後のあり方を検討するパイロットプログラムと理解しており，その意味での成果は上がったと思っている．

国際数学拠点の発展を目指す国際交流事業では，海外の様々な研究機関と共同で，研究者の派遣や受け入れ等の事業を行い，また，いくつかの国際研究集会を協賛・主催した．さらに大学院生の国際交流事業も行っている．

留学生数を増やすために，２月に留学生だけを対象とする修士課程の入学試験を新たに開始した．数学の大学院教育に関わる現在の状況は決して良いとはいえず，特に学位取得者に対する研究ポストの不足は深刻であり，それが博士後期課程のレベルの向上に対する大きな障害になっている．それにもかかわらず，本グローバル COE プログラムでは，博士後期課程の教育プログラムとしても，現時点で一定の成果を上げることができたと考えている．

深谷 賢治（拠点リーダー）

*時期により異なる複数の職名で雇用したものについては，上位の職名 1 ヶ所のみ数えている．

# 目 次

**はじめに** **i**

**1 構成員と運営に関する基本情報** **1**
1.1 グローバル COE メンバー . . . . . 1
1.2 博士後期課程学生 . . . . . 5
1.3 組織と運営 . . . . . 7
1.4 財務状況の報告 . . . . . 8
1.5 中間評価の結果 . . . . . 15

**2 数学研究のトップリーダーの育成** **21**
2.1 受賞等 . . . . . 21
2.2 研究費獲得状況 . . . . . 22
2.3 特定教員・研究員・学生等の進路について . . . . . 25
2.4 テニュアトラック特定准教授 . . . . . 30
2.5 少人数国際共同研究 . . . . . 30
2.6 招聘特任教員（教授と同格の業績を要するもの） . . . . . 31
2.7 主催・協賛した研究集会 . . . . . 31
2.8 GCOE tea time . . . . . 34

**3 多様な分野での人材育成** **38**
3.1 全般的な活動と成果 . . . . . 38
3.1.1 多様な分野での人材育成・アドバイザリボード . . . . . 38
3.1.2 多様な分野での人材育成プログラムに適した学位基準の設置 . . . . . 38
3.1.3 集中講義「数学と自然科学・社会科学」 . . . . . 39
3.1.4 離散幾何解析セミナー . . . . . 45
3.2 各分野ごとの活動と成果 . . . . . 47
3.2.1 保険数学・経済学 . . . . . 47
3.2.2 生命科学 . . . . . 51
3.2.3 コンピュータを用いた数学 . . . . . 52
3.2.4 大学一般教育教員の養成 . . . . . 57
3.2.5 中高教員の養成 . . . . . 58
3.2.6 GCOE に係る多様な分野での人材育成について（日本アクチュアリー会理事長 野呂順一氏） 60
3.2.7 招聘外国人研究者（Paul Embrechts 氏）によるレポート . . . . . 61
3.3 その他の活動と成果 . . . . . 62
3.3.1 数学のジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）活動の受け入れ . . . . . 62
3.3.2 数学史 . . . . . 64

**4 国際交流事業** **65**
4.1 グローバル COE 期間中に締結した国際交流に関する協定 . . . . . 65
4.2 HSE（ロシア国立研究大学高等経済学院）との交流 . . . . . 65
4.3 復旦大学との交流会 . . . . . 69
4.4 ソウル大学との若手数学者交流会 . . . . . 70

4.5 ボン大学ハウスドルフセンターとの交流 . . . . . 71
4.6 オーフス大学と PIMS との交流 . . . . . 74
4.7 そのほかの若手研究者の海外派遣 . . . . . 74
4.8 招聘外国人研究者（Seok-Jin Kang 氏）によるレポート . . . . . 80
4.9 海外渡航援助を受けた若手研究者の感想文 . . . . . 80

**5 優れた博士後期課程学生を惹き付けるための活動 84**
5.1 城崎新人セミナー . . . . . 84
5.2 琵琶湖若手数学者勉強会 . . . . . 89
5.3 白浜研究集会 . . . . . 89
5.4 数学吉田塾シニア . . . . . 92
5.5 数学吉田塾・入門合宿 . . . . . 94
5.6 吉田塾・連続講義 . . . . . 95
5.7 世話人経験者のレポート . . . . . 97

**研究成果報告 101**

# 1　構成員と運営に関する基本情報

## 1.1　グローバル COE メンバー

### 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 事業推進担当者

**深谷 賢治 (Kenji FUKAYA)** 教授
**河野 明 (Akira KONO)** 教授（平成 22 年 10 月 1 日付 同志社大学に転出，同時に数理解析研究所 客員教授に着任．平成 24 年 3 月 31 日付 事業推進担当者辞退）
**三輪 哲二 (Tetsuji MIWA)** 教授
**重川 一郎 (Ichiro SHIGEKAWA)** 教授（平成 24 年 4 月 1 日付 追加）
**加藤 和也 (Kazuya KATO)** 教授（平成 21 年 8 月 31 日付 退職により辞退）
平成 21 年 9 月 1 日よりシカゴ大学数学科 教授
**堤 誉志雄 (Yoshio TSUTSUMI)** 教授（平成 23 年 4 月 1 日付 追加）
**國府 寛司 (Hiroshi KOKUBU)** 教授
**森脇 淳 (Atsushi MORIWAKI)** 教授
**池田 保 (Tamotsu IKEDA)** 教授
**藤原 耕二 (Koji FUJIWARA)** 教授（平成 24 年 4 月 1 日付 追加）
**加藤 毅 (Tsuyoshi KATO)** 教授
**中西 賢次 (Kenji NAKANISHI)** 准教授

### 数理解析研究所 ー 事業推進担当者

**柏原 正樹 (Masaki KASHIWARA)** 教授（平成 22 年 3 月 31 日付 定年退職により辞退）
平成 22 年 4 月 1 日より 京都大学数理解析研究所 特任教授
**森 重文 (Shigefumi MORI)** 教授
**向井 茂 (Shigeru MUKAI)** 教授
**岡本 久 (Hisashi OKAMOTO)** 教授
**中島 啓 (Hiraku NAKAJIMA)** 教授（平成 20 年 10 月 1 日付 理学研究科数学・数理解析専攻より異動）
**大槻 知忠 (Tomotada OHTSUKI)** 教授（平成 22 年 4 月 1 日付 准教授より昇任）
**熊谷 隆 (Takashi KUMAGAI)** 教授 （平成 22 年 10 月 1 日付 理学研究科数学・数理解析専攻より異動）
**岩田 覚 (Satoru IWATA)** 教授（平成 25 年 1 月 31 日付 退職により辞退）
平成 25 年 2 月 1 日より東京大学大学院情報理工学系研究科 教授
**望月 新一 (Shinichi MOCHIZUKI)** 教授
**長谷川 真人 (Masahito HASEGAWA)** 教授
**望月 拓郎 (Takuro MOCHIZUKI)** 教授（平成 24 年 4 月 1 日付 准教授より昇任）

### 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 特定准教授 (GCOE)

**木田 良才 (Yoshikata KIDA)** （平成 21 年 3 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日）
現職：京都大学大学院理学研究科 准教授
**五味 清紀 (Kiyonori GOMI)** （平成 21 年 2 月 1 日〜平成 23 年 10 月 17 日）
現職：信州大学理学部 数理・自然情報科学科 准教授

## 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 特定助教 (GCOE)

**阿部 拓郎 (Takuro ABE)** （平成 20 年 10 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）
現職：京都大学大学院工学研究科 講師

**榎本 直也 (Naoya ENOMOTO)** （平成 21 年 8 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 25 年 4 月 1 日付 奈良女子大学理学部数学科 特定助教 採用予定

**佐藤 隆夫 (Takao SATOH)** （平成 20 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
現職：東京理科大学 理学部第二部 数学科 講師

**長谷部 高広 (Takahiro HASEBE)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 25 年 4 月 1 日付 Franche-Comte 大学（フランス）研究員 採用予定

**深谷 友宏 (Tomohiro FUKAYA)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)
現職：東北大学大学院理学研究科 講師

**森山 貴之 (Takayuki MORIYAMA)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日：数理解析研究所・研究員 (GCOE)
平成 25 年 4 月 1 日付 三重大学教育学部 准教授 採用予定

**門田 直之 (Naoyuki MONDEN)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 25 年 4 月 1 日付 東京理科大学理学部数学科 助教 採用予定

**矢野 裕子 (Yuko YANO)** （平成 21 年 10 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
現職：京都産業大学理学部数理科学科 准教授

## 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 特定研究員 (GCOE)

**生駒 英晃 (Hideaki IKOMA)** （平成 23 年 11 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)
平成 25 年 4 月 1 日付 東京大学 日本学術振興会特別研究員 PD 採用予定

**佐々木 洋平 (Youhei SASAKI)** （平成 23 年 10 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 7 月 31 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)
平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 9 月 30 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)

**谷田 篤史 (Atsushi TANIDA)** （平成 22 年 11 月 16 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
平成 22 年 6 月 1 日〜平成 22 年 11 月 15 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)
現職：アクサ生命

## 数理解析研究所 ー 特定研究員 (GCOE)

**安部 哲哉 (Tetsuya ABE)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）

**岩成 勇 (Isamu IWANARI)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 7 月 31 日）
現職：東北大学大学院理学研究科 准教授

**大川 領 (Ryo OHKAWA)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）

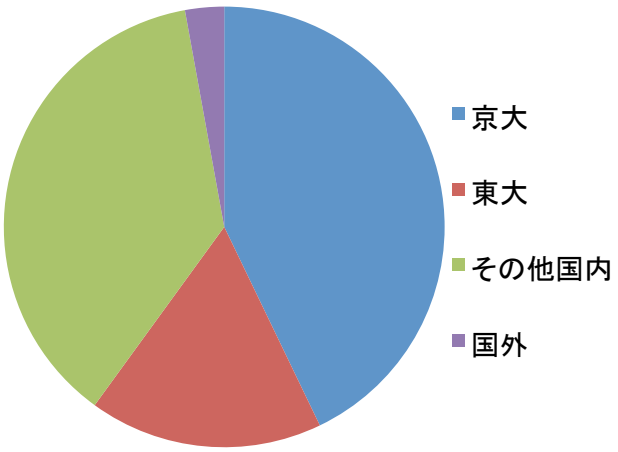
**大橋 久範 (Hisanori OHASHI)** （平成 21 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 31 日）
現職：名古屋大学大学院多元数理科学研究科 特任助教

**岡田 崇 (So OKADA)** （平成 21 年 5 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日：数理解析研究所 研究員 (GCOE)
現職：小山工業高等専門学校 講師

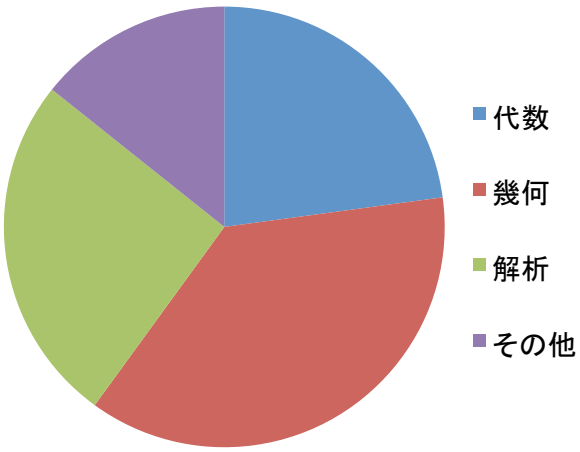
**岡田 拓三 (Takuzo OKADA)** （平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
現職：佐賀大学工学部 講師

**神本 晋吾 (Shingo KAMIMOTO)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）

**木下 武彦 (Takehiko KINOSHITA)** （平成 22 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日）
平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 12 月 31 日：研究員 (GCOE)
現職：京都大学学際融合教育研究推進センター健康長寿社会の総合医療開発ユニット 特定講師
**栗原 大武 (Hirotake KURIHARA)** （平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日）
**小林 幹 (Miki KOBAYASHI )** （平成 21 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）
現職：東北大学原子分子材料科学研究機構 (WPI-AIMR) 助教
**柴山 允瑠 (Mitsuru SHIBAYAMA)** （平成 20 年 9 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）
現職：大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 講師
**鈴木 咲衣 (Sakie SUZUKI)** （平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日）
**田中 守 (Mamoru TANAKA)** （平成 24 年 4 月 1 日～平成 24 年 12 月 31 日）
現職：東北大学原子分子材料科学研究高等機構 助教
**津曲 紀宏 (Norihiro TSUMAGARI)** （平成 24 年 7 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日
**友枝 恭子 (Kyoko TOMOEDA)** （平成 23 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日）
現職：摂南大学理工学部基礎理工学機構 講師
**中村 伊南沙 (Inasa NAKAMURA)** （平成 22 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日）
現職：学習院大学理学部 日本学術振興会特別研究員 PD
**廣恵 一希 (Kazuki HIROE)** （平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日）
**船野 敬 (Kei FUNANO)** （平成 23 年 4 月 1 日～平成 24 年 9 月 30 日）
現職：京都大学大学院理学研究科 助教
**本多 正平 (Shouhei HONDA)** （平成 22 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）
現職：九州大学大学院数理学研究院 助教
**水谷 治哉 (Haruya MIZUTANI)** （平成 23 年 4 月 1 日～平成 24 年 9 月 30 日）
現職：学習院大学理学部数学科 助教
**宮部 賢志 (Kenshi MIYABE)** （平成 23 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日）
平成 22 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日：数理解析研究所 研究員 (GCOE)
**安武 和範 (Kazunori YASUTAKE)** （平成 25 年 2 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日）
**和田 堅太郎 (Kentaro WADA)** （平成 22 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）
現職：信州大学理学部 助教



特定教員・特定研究員の出身大学院



特定教員・特定研究員の研究分野

## 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 研究員 (GCOE)

**青木 昌雄 (Masao AOKI)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）

**川谷 康太郎 (Kotaro KAWATANI)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
現職：名古屋大学大学院多元数理科学研究科 特任助教

**高橋 博樹 (Hiroki TAKAHASHI)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
現職：京都大学大学院工学研究科 講師

**長尾 有晃 (Tomoaki NAGAO)** （平成 21 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
現職：学校法人麻布学園 教員

**松江 要 (Kaname MATSUE)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 9 月 30 日）
現職：東北大学大学院理学研究科 助教 (CREST)

**宮内 通孝 (Michitaka MIYAUCHI)** （平成 21 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
現職：大阪府立大学高等教育推進機構 客員研究員

**森谷 駿二 (Syunji MORIYA)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
現職：京都大学大学院理学研究科 研究員 (研究機関)

**Mohamad ALKASHIF** （平成 22 年 9 月 1 日〜平成 24 年 7 月 31 日）
現職：Assiut University (Egypt) 助教

## 数理解析研究所 ー 研究員 (GCOE)

**浅田 和之 (Kazuyuki ASADA)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 15 日）
現職：東京大学大学院情報理工学系研究科 特定有期雇用教職員

**伊藤 公毅 (Ko-Ki IT0)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 8 月 31 日）
現職：久留米工業高等専門学校 准教授

**尾髙 悠志 (Yuji ODAKA)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
現職：京都大学大学院理学研究科 助教

**木村 嘉之 (Yoshiyuki KIMURA)** （平成 24 年 1 月 24 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
現職：大阪市立大学数学研究所 特任助教

**桑原 敏郎 (Toshiro KUWABARA)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）
現職：Higher School of Economics（ロシア） 助教

**佐野 良夫 (Yoshio SANO)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 4 月 22 日）
現職：筑波大学大学院システム情報工学研究科 助教

**髙尾 尚武 (Naotake TAKAO)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 5 月 31 日）
現職：数理解析研究所 研究機関研究員

**田中 幹也 (Mikiya TANAKA)** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）

**丹下 基生 (Motoo TANGE)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
現職：筑波大学大学院数理物質科学研究科 助教

**土岡 俊介 (Shunsuke TSUCHIOKA)** （平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
現職：東京大学数学連携宇宙研究機構 日本学術振興会特別研究員 PD

**Michele BASALDELLA** （平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 1 月 5 日）
現職：北陸先端科学技術大学院大学先端融合領域研究院 研究員

## 理学研究科 数学・数理解析専攻 ー 教務補佐員 (GCOE)

**山田 智宏 (Tomohiro YAMADA)** （平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 21 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日：理学研究科 数学・数理解析専攻・研究員 (GCOE)

## 1.2 博士後期課程学生

### 理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）

博士後期課程学生のうち，指導教員が理学研究科数学教室に所属する者については，多様な分野での人材育成コースの者とそうでない者との間で学位取得要件が異なるため，入学時においてこれらを区別している．多様な人材育成コースの者には∗印を付けている．(指導教員が数理解析研究所に所属する者については，特に区別していない．)

#### 平成 24 年度入進学者

**石塚 裕大 (Yasuhiro ISHITSUKA)**
**佐藤 敬志 (Takashi SATO)**
**田中 公 (Hiromu TANAKA)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**中西 克典 (Katsunori NAKANISHI)**
**疋田 辰之 (Tatsuyuki HIKITA)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**山崎 陽平 (Yohei YAMAZAKI)**
**呉 帆 (Fan WU)**

#### 平成 23 年度入進学者

**アタルサイハン ガンバト (Ganbat ATARSAIKHAN)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**入江 慶 (Kei IRIE)**　現職：京都大学数理解析研究所 助教
**浦本 武雄 (Takeo URAMOTO) ∗**
**岡本 葵 (Mamoru OKAMOTO)**
**佐々木 建祀郎 (Kenjiro SASAKI)**
**佐藤 信夫 (Nobuo SATO)**
**長坂 友裕 (Tomohiro NAGASAKA)**
**広瀬 稔 (Minoru HIROSE)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**丸橋 広和 (Hirokazu MARUHASHI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**我妻 佳祐 (Keisuke WAGATSUMA) ∗**

#### 平成 22 年度入進学者

**今城 洋亮 (Yohsuke IMAGI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**大下 達也 (Tatsuya OHSHITA)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**竹森 翔 (Sho TAKEMORI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**中田 雅之 (Masayuki NAKADA) ∗**

#### 平成 21 年度以前入進学者

**浅野 義直 (Yoshinao ASANO) ∗**
**大塚 亜人夢 (Atomu OTSUKA) ∗**
**杉山 滋規 (Shigeki SUGIYAMA)**
**田中 亮吉 (Ryokichi TANAKA) ∗**　現職：東北大学原子分子材料科学高等研究機構 助教 (WPI)
**中島 誠 (Makoto NAKASHIMA)**　現職：筑波大学数物系 助教
**三井 健太郎 (Kentaro MITSUI)**　現職：神戸大学理学研究科 特命助教

**宮田 英明 (Hideaki MIYATA) ∗**
**大井 理生 (Masao OOI)**
**前田 昌也 (Masaya MAEDA)**　現職：東北大学理学研究科 助教
**松江 要 (Kaname MATSUE)**　現職：東北大学理学研究科 助教 (CREST)
**森 伸吾 (Shingo MORI)**
**新角 卓也 (Takuya SHINKADO)**　現職：ソシエテ・ジェネラル
**谷田 篤史 (Atsushi TANIDA)**　現職：アクサ生命保険会社
**福山 浩司 (Hiroshi FUKUYAMA)**　現職：洛星中学・高校 教員
**館野 浩司 (Kouji TATENO)**　現職：京都大学理学研究科 研修員

## 理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）

### 平成 24 年度入進学者

**飯島 優 (Yu IIJIMA)**
**石本 建太 (Kenta ISHIMOTO)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**髙山 侑也 (Yuuya TAKAYAMA)**
**樋田 貴紀 (Takanori HIDA)**

### 平成 23 年度入進学者

**石田 和 (Yawara ISHIDA)**
**岩木 耕平 (Kohei IWAKI)**
**岡村 和弥 (Kazuya OKAMURA)**
**佐藤 哲也 (Tetsuya SATO)**
**藤田 健人 (Kento FUJITA)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**若林 泰央 (Yasuhiro WAKABAYASHI)**　日本学術振興会特別研究員 DC

### 平成 22 年度入進学者

**白石 大典 (Daisuke SHIRAISHI)**　現職：京都大学大学院理学研究科 助教
**犬伏 正信 (Masanobu INUBUSHI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
　日本電信電話株式会社 コミュニケーション科学基礎研究所（平成 25 年 4 月 採用予定）
**岡﨑 建太 (Kenta OKAZAKI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**木村 恵二 (Keiji KIMURA)**
　株式会社日立製作所 横浜研究所（平成 25 年 4 月 採用予定）
**佐々木 英一 (Eiichi SASAKI)**
**佐々木 真二 (Shinji SASAKI)**　日本学術振興会特別研究員 DC
**廣瀬 三平 (Sampei HIROSE)**
　オー・エル・エムデジタル 研究開発部門（平成 25 年 4 月 採用予定）

### 平成 21 年度以前入進学者

**星野 直彦 (Naohiko HOSHINO)**　現職：京都大学数理解析研究所 助教
**木村 嘉之 (Yoshiyuki KIMURA)**　現職：大阪市立大学数学研究所 特任助教
**西郷 甲矢人 (Hayato SAIGO)**　現職：長浜バイオ大学 講師
**原田 僚 (Ryo HARADA)**　現職：(株) ワークスアプリケーションズ
**尾髙 悠志 (Yuji ODAKA)**　現職：京都大学大学院理学研究科 助教

**安藤 浩志 (Hiroshi ANDO)**　現職：京都大学数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD
**小布施 祈織 (Kiori OBUSE)**　現職：東北大学原子分子材料科学高等研究機構 助教 (WPI)
**鈴木 咲衣 (Sakie SUZUKI)**　現職：京都大学数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)
**野坂 武史 (Takefumi NOSAKA)**　現職：京都大学数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD
**長谷部 高広 (Takahiro HASEBE)**　現職：京都大学大学院理学研究科 特定助教 (GCOE)

## 1.3　組織と運営

本グローバル COE プログラムは以下の組織によって運営されている.

**拠点リーダー：** 深谷 賢治

**副リーダー：** 岡本 久

**運営委員会：** 深谷 賢治, 岡本 久, 三輪 哲二, 向井 茂, 堤 誉志雄, 國府 寛司, 森脇 淳, 中島 啓, 長谷川 真人, 熊谷 隆

**次世代リーダー育成プログラム：** 中島 啓（委員長）, 岩田 覚, 望月 新一, 望月 拓郎, 中西 賢次

**国際交流プログラム：** 三輪 哲二（委員長）, 森 重文

**多様な分野における人材育成プログラム：** 森脇 淳（委員長）, 熊谷 隆（実行委員長）, 重川 一郎（実行委員）, 加藤 毅（実行委員）, 岡本 久, 堤 誉志雄, 岩田 覚, 藤原 耕二

**数論と代数幾何の融合プログラム：** 向井 茂（グループ長）, 池田 保

**無限と大域の対称性プログラム：** 中島 啓（グループ長）, 大槻 知忠

**複雑現象の数理解析プログラム：** 岡本 久（グループ長）, 國府 寛司

**計算と最適化の応用数理プログラム：** 長谷川 真人（グループ長）, 岩田 覚

**教育能力向上プログラム委員会：** 堤 誉志雄（委員長）, 上田 哲生, 重川 一郎, 加藤 信一, 森脇 淳

**多様な分野における人材育成プログラム・アドバイザリボード：**

湯浅 味代士（アクチュアリー会）
藤吉 好則（名古屋大学創薬科学研究科）
高野 真一郎（大林組）
西村 和雄（京都大学経済研究所）
岩野 和生（日本 IBM）
徳田 久典（三菱東京 UFJ 銀行）

**外部評価委員会：**

宮西 正宜（大阪大学 名誉教授・関西学院大学 客員教授）委員長
松本 幸夫（学習院大学理学部 教授）
藤田 隆夫（東京工業大学理工学研究科 教授）
小谷 眞一（関西学院大学理工学部 教授）
神保 道夫（立教大学理学部 教授）

**運営について**

本グローバル COE 拠点の運営は，運営委員会が中心となって行った．運営委員会は主に電子メールによって行い，事業に関する種々の事項についての運営方針についての意見を拠点リーダーの深谷から求め，運営委員の意見に従って，副拠点リーダーや会計担当などの主要委員が最終的に調整して決定することが多かった．

予算については，理学部数学教室，数理解析研究所の双方で，それぞれの専攻長・所長などと事業推進担当者との議論で素案を作り，GCOE の運営委員会で決定した．理学研究科・数学教室では予算の執行のために，GCOE 事業担当者 3 名，数学教室から専攻長ら 3 名からなる委員会を教室内に作って協議して運営した．

人事については，望ましい候補者が他大学との競合になる事が想定される状況などで，公募を行わなかったこともあるが，特定教員や特定研究員については基本的には公募で行った．

GCOE プログラムに関わる，理学研究科・数学教室が行う特定教員の人事については，理学研究科の規程により，研究科内にグローバル COE 数学特別講座運営委員会が設けられ，規程に従って同委員会で審議された上で，理学研究科教授会で承認を受けた．グローバル COE 数学特別講座運営委員会は本 GCOE から 3 名，理学研究科の数学以外の専攻から 3 名の 6 名からなる委員で構成された．

京都大学大学院理学研究科 グローバル COE 数学特別講座運営委員会（平成 23 年度末現在）：

平野 丈夫（生物科学専攻 教授）委員長
深谷 賢治（数学・数理解析専攻 教授）
堤 誉志雄（数学・数理解析専攻 教授）
加藤 信一（数学・数理解析専攻 教授）
川上 則雄（物理学・宇宙物理学専攻 教授）
小畑 正明（地球惑星科学専攻 教授）
谷村 吉隆（化学専攻 教授）
堀 道雄（生物科学専攻 教授）

グローバル COE 数学特別講座運営委員会における人事の審議プロセスは以下のとおりである：運営委員会は，本 GCOE からの提案に基づき，特定教員の新たな採用の可否などを判断した上で公募を行った．本 GCOE で作る人事委員会で応募者について検討して候補者を絞った上で，グローバル COE 数学特別講座運営委員会での審議を経て特定教員の採用者を決定した．

教育能力向上プログラムの特定助教の採用の際には，本 GCOE の教育能力向上プログラム委員会がその人事委員会を兼ねることとし，書類審査で 3 名程度に選考した候補者による模擬授業を実施して，最終候補者を絞り込み，グローバル COE 数学特別講座運営委員会で決定した．

特定研究員については，初年度に決定する際には，多くの分野の専門家の意見をきくため，本 GCOE の事業担当者だけでなく，理学研究科・数学教室の教員を数名加えた１０名程度の人事委員会を設置して，数回の会議を経て採用者を決定した．その後の補充については，本 GCOE の事業推進担当者からなる 5 名程度の委員会で決定した．数理解析研究所での本 GCOE の特定研究員の人事は，同研究所の同等の非常勤研究員の人事に準ずる方法で行い，同研究所の教授会で決定した．いずれの人事も，本 GCOE の運営委員会に報告され，そこで最終的な決定が行われた．

## 1.4 財務状況の報告

**概要**

平成 22 年度から 24 年度の後半 3 年間は，２度の事業仕分けにより，間接経費の完全カット，直接経費の 1 割削減，という大きな予算減の影響に翻弄された．特に，次年度の予算がどのようになるかの見通しが，年度末に予算額が内示されるまで全く予想できないこと，さらに予算の繰越が極めて困難な制度であるために，余剰が出ても翌年度に回せず，不本意ながら年度内に使い切ることを強いられたこと，その結果として，特定教員や研究員の補充が長期的視点に立って行えず，半年ごとに特定研究員と研究員の身分がめまぐるしく切り替わったり，優秀

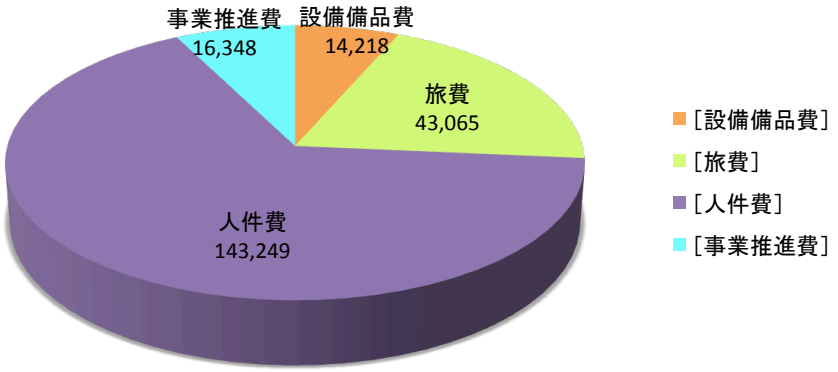
な大学院生や若手研究者に安定的な研究環境が十分に提供できないなど，大変に情けない予算運用とならざるを得なかったことに忸怩たる思いがある．

以下に，時系列的にグローバル COE プログラムの財務関係の状況を振り返ってみる：

**平成 22 年度：**

- 平成 21 年秋から開始された事業仕分けの結果，間接経費が削減され，直接経費のみが交付された．直接経費の額は（20 年度に比べて 7 %減額された）H21 年度交付額と同額であるが，間接経費が完全カットされたために，大学からのグローバル COE プログラムへの支援に対する熱意が失せるのではないかとの強い危惧を感じた．
- 10 月頃に GCOE 廃止という情報（噂）が入ってきて驚愕した．その後，11 月 18 日の再事業仕分けで，GCOE 事業について「予算の 1 割削減」が決まった．
- 1 月 7 日に中間評価について A 評価という結果が届いたが，予算削減の影響は避けられない見通し．
- 2 月 18 日に，約 2000 万円削減された 23 年度予算の内々定額の通知が届いた．
- 3 月 11 日の東北大震災のために，年度末に予定していたいくつかの事業が中止・縮小されるなどの影響もあり，繰越を検討したが，ほとんど時間的余裕がなく（締切：3 月 17 日），手続き上の制限（繰越できる理由が限定的など）により繰越を断念した．

| ＜平成 22 年度実績＞ 経費区分 | GCOE 補助金 | 学内経費 | 外部資金（競争的資金） | 計（千円） |
|---|---|---|---|---|
| ［物　品　費］ | 14,218 | | | 14,218 |
| その他（50 万円以下の物品） | 853 | | | 853 |
| 備品図書 | 7,662 | | | 7,662 |
| サーバーシステム等 | 5,703 | | | 5,703 |
| ［旅　　費］ | 43,065 | | | 43,065 |
| 国内旅費（研究会等） | 9,721 | | | 9,721 |
| 外国旅費（共同研究等） | 14,684 | | | 14,684 |
| 外国人招へい等旅費（共同研究等） | 18,660 | | | 18,660 |
| ［人　件　費］ | 143,249 | | | 143,249 |
| ＴＡ・ＲＡ経費 | 15,651 | | | 15,651 |
| 特定教員（助教・准教授） | 42,188 | | | 42,188 |
| 特任教授・外国人研究員（数理研） | 10,607 | | | 10,607 |
| 特定研究員 | 47,006 | | | 47,006 |
| 研究員 | 23,322 | | | 23,322 |
| 事務補佐員 | 2,420 | | | 2,420 |
| 謝金（講演等） | 2,055 | | | 2,055 |
| ［事業推進費］ | 16,348 | | | 16,348 |
| 消耗品費 | 12,684 | | | 12,684 |
| 借料・損料（会場費等） | 1,012 | | | 1,012 |
| 印刷製本費（報告書等） | 544 | | | 544 |
| 通信運搬費（切手代等） | 53 | | | 53 |
| 会議費（セミナー開催等） | 162 | | | 162 |
| 雑役務費（学会参加費等） | 1,877 | | | 1,877 |
| 交通費（タクシー代　アメリカ出張中） | 16 | | | 16 |
| ［合　　計］ | 216,880 | | | 216,880 |




平成 22 年度実績（経費区分）

**平成 22 年度に実施した主な事業：**

- 特定研究員 6 名，研究員 10 名を新たに雇用した．また，博士課程大学院生を TA・RA として雇用するなどの支援を継続した．
- 昨年度に行った様々な特別講義，セミナー，および城崎新人セミナー，白浜研究集会，吉田塾ジュニア・シニアなどの若手育成プログラムを継続した．
- Fields 賞受賞者の Alain Connes 教授（College de France, IHES）をはじめ，肥田晴三教授（UCLA），Boris Feygin 教授（ランダウ理論物理学研究所），Evgeny Mukhin 教授（Purdue 大学 Indianapolis），Kannan Soundararajan 教授（Stanford 大学）などの著名な研究者を招聘し，特別講義や共同研究を行った．
- 34th Conference on Stochastic Processes and their Applications（平成 22 年 9 月 6〜10 日，千里ライフサイエンスセンター）に協賛し，援助を行った．国内外から 400 名を超える参加者があり，意義深い国際研究集会となった．
- 外部評価委員会による提言に基づき，新しいタイプの研究活動として，３件のテーマについて少人数国際共同研究事業を行った．
- 国際交流関係では以下の事業を行った：

  中国の復旦大学との国際交流として 22 年 11 月に京都大学から博士課程学生 10 名，教員 4 名が復旦大学を訪問，また 23 年 3 月には復旦大学から博士課程学生 12 名，教員 5 名が京都大学を訪問し，両大学の大学院生が共同で研究交流会を行った．

  ドイツのハウスドルフセンターと新たに交流について提携し，ボン大学から数学教室・数理解析研究所に計 5 名の若手研究者（博士課程学生 2 名，ポスドク 3 名）をそれぞれ一ヶ月程度受け入れ，また，日本側からは 4 名の若手研究者をそれぞれ一ヶ月程度派遣した．さらに、平成 23 年 2 月にハウスドルフセンターと数理解析研究所の間で学術交流協定を締結した．

  さらに，カナダの PIMS(= Pacific Institute for the Mathematical Sciences) に大学院生 2 名を派遣するなど，国外の様々な研究機関などに，延べ 20 名以上の若手研究者を派遣した．
- 海外の保険数学の研究者を招いた集中講義として，Laurent Devineau 氏（フランス・アクチュアリー会正会員，アクチュアリー・コンサルティング会社「ミリマン・インク」パリ・オフィス研究調査部門・ディレクター）による「Stochastic Modeling （確率論的モデリング）」を開催した．また，日本アクチュアリー会の年次大会に参加し，日本アクチュアリー会関西支部のセミナーにおいて初めて大学院生が研究発表を行い，それに対して活発な質疑応答がなされるなど，研究・教育に順調な進展があった．

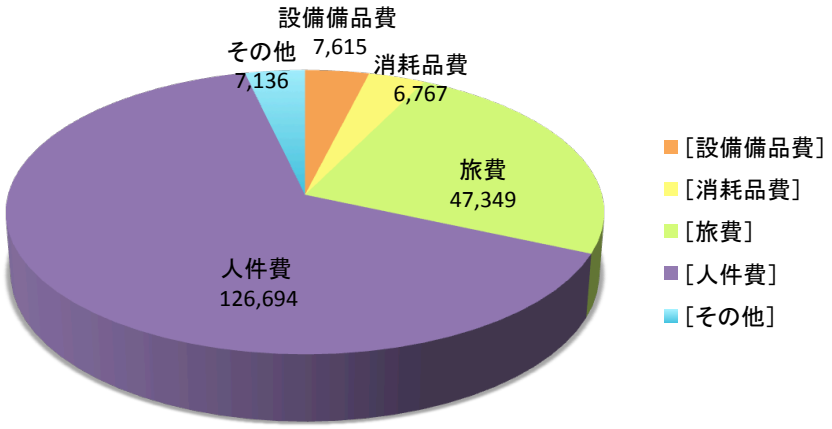
**平成 23 年度：**

- 約 2000 万円の直接経費の削減となった．
- 今後もまた，事業仕分けによる予算削減があれば，24 年度の予算の見通しが心配なので，テニュアトラック准教授の木田氏の専任准教授への採用の検討を 23 年度内に行うことにした．審査の結果，11 月から木田氏は理学研究科准教授に着任した．
- ほぼ同時期に特定准教授の五味氏の信州大学への採用も決まり，人件費に大幅な余剰が出ることになった．
- 次年度の予算の見通しの内示が 3 月になっても届かず（結局，交付内定は 3 月 28 日），一旦は 100 万円を次年度に繰越すことを検討し，文部科学省に連絡を取るところまで手続を進めたが，手続を完了できずに断念した．

| ＜平成 23 年度実績＞ 経費区分 | GCOE 補助金 | 学内経費 | 外部資金（競争的資金） | 計（千円） |
|---|---|---|---|---|
| ［物　品　費］ | 14,382 | | | 14,220 |
| （設備備品費） | 7,615 | | | 7,615 |
| その他（50 万円以下の物品） | 568 | | | 568 |
| 備品図書 | 7,047 | | | 7,047 |
| （消耗品費） | 6,767 | | | 6,767 |
| 書籍，パソコン等 | 6,767 | | | 6,767 |
| ［旅　　費］ | 47,349 | | | 47,349 |
| 国内旅費（研究会等） | 12,091 | | | 12,091 |
| 外国旅費（共同研究等） | 22,553 | | | 22,553 |
| 外国人招へい等旅費（共同研究等） | 12,705 | | | 12,705 |
| ［人　件　費］ | 126,694 | | | 126,694 |
| ＴＡ・ＲＡ経費 | 22,171 | | | 22,171 |
| 特定教員（助教・准教授） | 30,795 | | | 30,795 |
| 特任教授（数理研） | 9,774 | | | 9,774 |
| 特定研究員 | 42,293 | | | 42,293 |
| 研究員 | 20,352 | | | 20,352 |
| 事務補佐員 | 585 | | | 585 |
| 謝金（講演等） | 724 | | | 724 |
| ［そ　の　他］ | 7,136 | | | 7,136 |
| 外注費（サーバ保守等） | 775 | | | 775 |
| 印刷製本費（シンポジウム用冊子等） | 420 | | | 420 |
| 会議費（会場借料、飲食代） | 751 | | | 751 |
| 通信運搬費（切手代等） | 51 | | | 51 |
| その他（諸経費）（学会参加費等） | 5,139 | | | 5,139 |
| ［合　　計］ | 195,560 | | | 195,560 |

**平成 23 年度に実施した主な事業：**

- 特定研究員４名，研究員４名を新たに雇用した．また，博士課程大学院生を TA・RA として雇用するなどの支援を継続した．
- これまでの様々な特別講義，セミナー，および城崎新人セミナー，白浜研究集会，吉田塾ジュニア・シニアなどの若手育成プログラムを継続した．




平成 23 年度実績（経費区分）

- 若手研究者の育成の一環として，海外の優れた研究機関に以下の若手研究者を派遣し，研究討論や研究成果の発表の機会を与えた．

  白石大典（博士後期課程２年）をマイクロソフト研究所（アメリカ，９月～11 月）に派遣し，「ランダムウォークの最近の動向」に関する研究を行った，

  三井健太郎（学振特別研究員 PD）をボルドー大学 IMB（フランス，６・７月）に派遣し，解析曲面に関する研究を行った，またボン大学（ドイツ，９月 15 日～10 月 15 日）に派遣し，代数幾何学に関する研究を行った．

  田中亮吉（博士後期課程３年）をボン大学（ドイツ，９月４日～10 月２日）に派遣し，5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications に参加した後，幾何学に関する研究を行った．

  楠岡誠一郎（学振特別研究員 PD）をボン大学（ドイツ，９月４日～12 日）に派遣し，5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications に参加した後，確率解析の研究を行った．

  中島誠（博士後期課程３年）をボン大学（ドイツ，９月４日～９日）およびパリ第７大学（フランス．９月 10 日～26 日）に派遣し，5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications に参加した後，パリ第７大学で確率論の研究を行った．

- Shmuel Weinberger（シカゴ大学・教授），加藤 和也（シカゴ大学・教授），Carles Broto（バルセロナ自治大学・教授），Konstantin Mischaikow（Rutgers 大学・教授），Warwick Tucker（Uppsala 大学・教授），Joergen Andersen（オーフス大学・教授）などの著名な研究者を招聘し，特別講義や共同研究を行った．

- 22 年度から開始した少人数国際研究協力事業を，23 年度もテーマを公募して３件の計画を採択し，研究を行った．

- 国内外（復旦大学，清華大学，カーディフ大学）から若手研究者を招聘し，若手研究者交流会「Group actions and K-theory」（3 月 12 日～15 日・数学教室）を開催した．

- 以下の国際研究集会を企画・後援した：

  The 7th Hungarian-Japanese Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications（平成 23 年 5 月 31 日～6 月 3 日）

  Adventures of Categories: Collaboration of Different Mathematical Disciplines via Category Theory（平成 23 年 6 月 1 日～3 日）

  The 7th East Asia SIAM Conference & RIMS Workshop on Methods in Industrial and Applied Mathematics（平成 23 年 6 月 27 日～19 日）

  Tropical and Quantum Geometry（平成 24 年 2 月 13 日～17 日）

- 国際交流関係では以下の事業を行った：

  中国の復旦大学との国際交流として，23 年 10 月末から 1 週間，京都大学から博士課程学生８名，若手

研究員４名，教員４名が復旦大学を訪問し，両大学の大学院生らが研究交流会を行った．

交流提携を結んだハウスドルフセンター（ドイツ）で，23 年 9 月 5 日〜9 日の日程で開催された国際研究集会「5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications」を後援し，若手を含む８名の研究者が参加・講演した．

23 年度に京都大学理学研究科とロシアの HSE (Higher School of Economics) との間で部局間学術交流協定を締結し，それに基づいて，HSE の数学教室と交流を開始した．23 年 7 月にはロシア・HSE の博士課程学生６名が京都大学に４週間にわたり滞在し．日本人研究者３名とロシア人研究者２名によるサマースクールを行った．また，24 年 1 月には日本人学生６名，教員３名が３週間にわたり HSE を訪問し，日本人研究者２名とロシア人研究者５名によるウィンタースクールを行った．

24 年２月に韓国ソウル大学の若手研究者 12 名，教員２名を京都大学に招聘して若手数学者交流会 The 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians を開催し，日韓の研究者による基調講演とポスターセッションを行った．講演者は京大から２名，ソウル大から２名，ポスターセッション参加者は京大 10 名，ソウル大 12 名であった．

これら以外に，国外の様々な研究機関などに，延べ 69 名以上の若手研究者を派遣した．

- 海外の保険数学の研究者を招いた集中講義として，廣瀬 賢一氏（ILO 中東欧地域事務所・社会保障専門官）を招聘し，日本アクチュアリー会との協賛で、数学・数理解析専攻アクチュアリーサイエンス部門 保険数学集中講義「社会保障の数理」を開講した．また，日本アクチュアリー会の指導的立場にある２名の研究者（理事長とＥＲＭ委員会委員長）を招聘し，アクチュアリー会特別講演会を行った．

- 本プログラム当初からの計画であった，国際標準を満たす新しい保険数学の教科書「確率から考える生命保険数学入門」を岩波書店から出版した．

**平成 24 年度：**

- 更なる予算削減を大いに心配していたが，何らの特別な理由もなく，思いがけずも約 500 万円の直接経費の増額となった．

- しかし最終年度であるために特別な計画を新たに立てる可能性も限られており，従来の事業を継続する以外に特別に有効な使途を見出すことができなかった．

**平成 24 年度に実施する（予定も含む）主な事業：**

- 特定助教３名，特定研究員 8 名，研究員 4 名を新たに雇用した．また，博士課程大学院生を TA・RA として雇用するなどの支援を継続した．

- これまでの様々な特別講義，セミナー，および城崎新人セミナー，白浜研究集会，吉田塾ジュニア・シニアなどの若手育成プログラムを継続した．

- 以下の若手研究者を含む延べ 21 名を国外に派遣した：

  藤田 健人（博士後期課程 1 年）平成 24 年 2 月 1 日〜6 月 1 日：プリンストン大学（アメリカ）

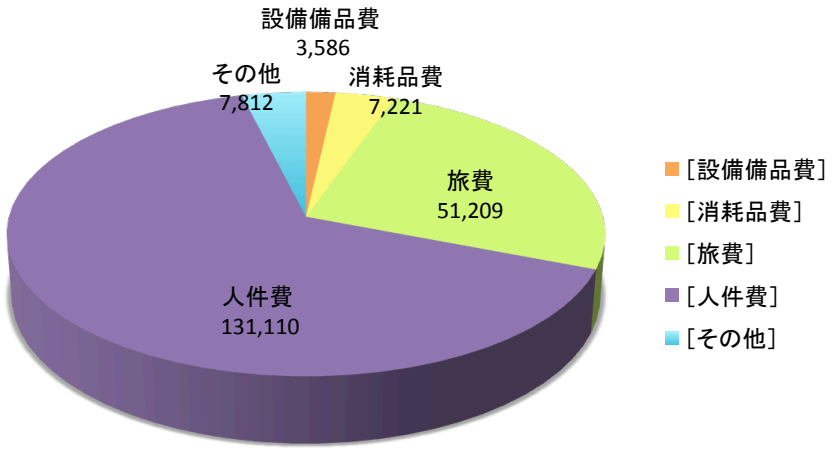
  塚本 真輝（理学研究科・助教）平成 24 年 5 月 9 日〜6 月 5 日，6 月 13 日〜7 月 23 日：パリ第 11 大学（フランス）；平成 24 年 6 月 5 日〜12 日 ヌーシャテル大学（スイス）

  石本 健太（博士後期課程 1 年）平成 24 年 5 月 27 日〜8 月 3 日：Mathematical Institute, University of Oxford（イギリス）

  岡村 和弥（博士後期課程２年）平成 24 年 6 月 9 日〜7 月 7 日：Linnaeus University（スウェーデン），コペンハーゲン大学（デンマー ク），Meininger Hotel Berlin Hauptbahnhof（ドイツ），Nicolaus Copernicus 大学 （ポーランド），Moscow State Open Univ.（ロシア）

  船野 敬（数理解析研究所・特定研究員（GCOE)）平成 24 年 8 月 28 日〜9 月 21 日：ハウスドルフセンター（ドイツ）

| ＜平成 24 年度見込み＞ 経費区分 | GCOE 補助金 | 学内経費 | 外部資金（競争的資金） | 計（千円） |
|---|---|---|---|---|
| ［物　品　費］ | 10,807 | | | 10,807 |
| （設備備品費） | 3,586 | | | 3,586 |
| ストレージ | 1,349 | | | 1,349 |
| その他（50 万円以下の物品） | 0 | | | 0 |
| 備品図書 | 2,237 | | | 2,237 |
| （消耗品費） | 7,221 | | | 7,221 |
| 書籍，パソコン等 | 7,221 | | | 7,221 |
| ［旅　　費］ | 51,209 | | | 51,209 |
| 国内旅費（研究会等） | 11,140 | | | 11,140 |
| 外国旅費（共同研究等） | 18,434 | | | 18,434 |
| 外国人招へい等旅費（共同研究等） | 21,635 | | | 21,635 |
| ［人　件　費］ | 131,110 | | | 131,110 |
| ＴＡ・ＲＡ経費 | 24,147 | | | 24,147 |
| 特定教員（助教・准教授） | 27,655 | | | 27,655 |
| 特任教授（数理研） | 12,446 | | | 12,446 |
| 特定研究員 | 56,349 | | | 56,349 |
| 研究員 | 8,466 | | | 8,466 |
| 事務補佐員 | 0 | | | 0 |
| 謝金（講演等） | 2,047 | | | 2,047 |
| ［そ　の　他］ | 7,812 | | | 7,812 |
| 外注費（サーバ保守等） | 796 | | | 796 |
| 会議費（会場借料、飲食代） | 1,089 | | | 1,089 |
| 通信運搬費（切手代等） | 36 | | | 36 |
| その他（諸経費）（研究成果発表費等） | 5,891 | | | 5,891 |
| ［合　　計］ | 220,938 | | | 220,938 |




平成 24 年度実績（経費区分）

川ノ上 帆（数理解析研究所・助教）平成 24 年 11 月 4 日～平成 25 年 2 月 1 日：ウィーン大学（オーストリア）

佐藤 康彦（学振特別研究員 PD）平成 24 年 5 月 15 日～平成 25 年 2 月 14 日：オレゴン大学（アメリカ），レジャイナ大学（カナダ），バンフ国際研究ステーション（カナダ），オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

今城 洋亮（博士後期課程３年）平成 24 年 9 月 27 日〜12 月 22 日：Imperial College London（イギリス）

アタルサイハン・ガンバト（博士後期課程２年）平成 24 年 12 月 13 日〜23 日：オハイオ州立大学（アメリカ）

- Ivan Cherednik（University of North Carolina at Chapel Hill，教授），Jaume Aguadé （Universitat Autonoma de Barcelona，教授），などの著名な研究者を招聘し，特別講義や共同研究を行った．

- 24 年度も３件の少人数国際研究協力事業の計画を採択した．

- 以下の国際研究集会を企画・後援した：

  国際研究集会「Geometry and Analysis on Discrete Groups」（平成 24 年 6 月 4 日〜8 日）

  合宿型セミナー「Geometry and Analysis on Discrete Groups」（平成 24 年 6 月 11 日〜15 日）

  国際研究集会「Discrete Geometric Analysis」（平成 24 年 8 月 27 日〜31 日）

  国際研究集会「Toward Mathematical Foundation of Complex Network Theory」（平成 24 年 9 月 14 日〜16 日）

  国際研究集会「Paris-Barcelona-Kyoto seminar on Arakelov geometry」（平成 24 年 9 月 18 日〜21 日）

  国際研究集会「Workshop on geometric representation theory」（平成 24 年 9 月 24 日〜28 日）

  国際研究集会「Discrete Convexity and Optimization」（平成 24 年 10 月 15 日〜18 日）

- 国際交流関係では以下の事業を実施した（予定も含む）：

  中国の復旦大学との国際交流として，平成 24 年 12 月 8 日〜12 日に，復旦大学から博士課程学生８名，若手研究員４名，教員４名が京都大学を訪問し，両大学の大学院生らが研究交流会を行った．

  HSE との国際交流として，平成 24 年 7 月 17 日〜8 月 10 日に HSE とフランスの博士課程学生 9 名が京都大学に滞在し，両大学の講師による日露サマースクールを行った．

  ソウル大学との国際交流として，平成 25 年 2 月 18 日〜19 日に 4 回目となる若手数学者交流会をソウル大学で開催した．

- 海外の保険数学の研究者を招いた集中講義として，スイス工科大学チューリッヒ校の Paul Embrecht 教授を招聘し，平成 24 年 8 月 6 日〜9 日に，定量的リスク管理の集中講義を行った．Embrecht 教授は ETH において保険数学と定量的リスク管理を専攻し，“Modelling Extremal Events for Insurance and Finance” の著者の一人でもある．

## 1.5　中間評価の結果

グローバル COE プログラムの平成 20 年度の採択拠点についての中間評価が平成 22 年度に行われた．本拠点に対する評価の結果は次のページのとおりであった．

中間評価においては，資金面での困難から，留学生や海外からのポスドク研究員の受け入れが少ないことについて，大学からの支援を含めて改善を求められた．

本 GCOE では，海外の種々の研究組織との交流を数多く行い，国外の多くの学生に本学へ来る機会を設けたり，海外の学生が大学院を受験する際のサポートや，海外留学生に様々な経済的な支援をはかるなど，可能なあらゆる方法で，留学生や海外からのポスドク研究員を増やす努力を行った．一方で，GCOE 予算は留学生に対して直接的な生活費等として支給することは想定されておらず，また，政府の事業仕分けのために GCOE 事業期間の途中で突然に間接経費が打ち切られたことなど，種々の要因により，大学からの留学生に対する直接の経済的支援を受けることも困難な状況であった．

本学の理学研究科・数学教室や数理解析研究所で受け入れている留学生，ポスドク研究員などの外国人訪問者は，下記の通り相当の人数に達しているが，その数と滞在期間をさらに大幅に拡大するための基本的前提となる経済的な問題に対しては，根本的な解決法が見いだされているとはいいがたい．

「グローバルＣＯＥプログラム」（平成２０年度採択拠点）中間評価結果

| | | | |
|---|---|---|---|
| 機 関 名 | 京都大学 | 拠点番号 | G08 |
| 申請分野 | 数学、物理学、地球科学 | | |
| 拠点プログラム名称 | 数学のトップリーダーの育成 | | |
| 中核となる専攻等名 | 理学研究科数学・数理解析専攻 | | |
| 事業推進担当者 | （拠点リーダー名） 深谷 賢治　　外 17 名 | | |

**◇グローバルＣＯＥプログラム委員会における評価（公表用）**

**（総括評価）**

現行の努力を継続することによって、当初目的を達成することが可能と判断される。

**（コメント）**

大学の将来構想と組織的な支援については､基礎科学の充実と進展を目標に設定しており、評価できる。

拠点形成全体については、数学分野における世界的教育研究拠点として、傑出した伝統と顕著な独自性を活かしながら、広範囲にプログラムを展開しており、今後の成果が大いに期待される。

人材育成面については、数学トップリーダーの育成という面で実績をあげ、教員養成・保険数学など多様な分野で人材育成に取り組み、順調に進展していると評価できる。また、企業で活躍する者などキャリアパスの幅は広がりつつあるが、博士号を持った中高教員養成のためのコースが一層実質化し、機能することが期待される。

研究活動面については、国際的にも高い水準にあり、申し分ない実績をあげている。

留意事項への対応については、世界的にも著名な京都大学数理解析研究所（RIMS）や数学専攻が、資金面での困難のために、留学生やPDを十分に受け入れることができないことは残念である。アジアの一大拠点を目指すという目標に照らしたとき、短期間の交流だけではなく、優秀な留学生を増やす努力が必要であり、授業料免除などの留学生受け入れのための支援を強化し、国際的に多様な人材の受け入れに努力することが望まれる。大学の支援が期待されるところである。

今後の展望については、独自性を保ちつつ世界をリードする気概をもった本拠点を今後も発展させるため、大学が一層明確な方針と戦略を持ち、プログラム終了後における継続的な拠点運営のため、大学として支援を行うことが期待される。

「グローバルＣＯＥプログラム」（平成２０年度採択拠点）中間評価結果

**◇グローバルＣＯＥプログラム委員会における評価（開示用：大学限り）**

**（特記事項）**

＜留意事項＞

・独自性を保ちつつ世界をリードする気概をもった本拠点を今後も発展させるため、大学が一層明確な方針と戦略を持つことが望まれる。

・プログラム終了後も若手人材育成などの継続的な拠点運営には、拠点の自助努力に委ねるだけでなく、財政面で大学からの支援も必要である。

＜参考意見＞

・企業で活躍する者などキャリアパスの幅も広がりつつあるが、博士号をもった中高教員養成のためのコースが一層実質化し、機能することが期待される。

**留学生・長期若手来訪者**

1. Michele Basaldella（日本学術振興会 外国人特別研究員）
   平成 20 年 10 月 6 日〜平成 22 年 10 月 5 日　数理解析研究所（照井 一成）
2. Daniel David Moskovich（日本学術振興会 外国人特別研究員）
   平成 20 年 11 月 16 日〜平成 22 年 5 月 24 日　数理解析研究所（大槻 知忠）
3. Traldi Eliane Zerbetto（Rutgers 大学 博士課程学生）
   平成 20 年 4 月 28 日〜平成 22 年 4 月 27 日　数学教室（國府 寛司）
4. Russell Henrik Julius（デュイスブルク・エッセン大学 研究員）
   平成 20 年 5 月 1 日〜平成 22 年 4 月 30 日　数学教室（加藤 和也）
5. Marcio Gameiro（日本学術振興会 外国人特別研究員）
   平成 20 年 5 月 1 日〜平成 22 年 4 月 30 日　数学教室（國府 寛司）
6. Marcus Wunsch（日本学術振興会 外国人特別研究員）
   平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 18 日　数理解析研究所（岡本 久）
7. Chenrong Chu（KUINEP 京都大学国際教育プログラム）
   平成 21 年 10 月〜平成 22 年 9 月　数学教室（熊谷 隆）
8. Etienne Duchesne（日本学術振興会 外国人特別研究員）
   平成 21 年 11 月 7 日〜平成 22 年 9 月 24 日　数理解析研究所（照井 一成）
9. Pierre-Marie Pedrot（Ecole Normale Supérieure of Lyon, Master's degree）
   平成 22 年 3 月 1 日〜平成 22 年 5 月 29 日　数理解析研究所（長谷川 真人）
10. Yu Shen（国費外国人留学生（修士課程））
    平成 22 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月　数学教室（加藤 文元，森脇 淳）
11. Adriana Koenraadt（Eindhoven University of Technology, Master's degree）
    平成 22 年 4 月 12 日〜平成 22 年 7 月 24 日　数理解析研究所（蓮尾 一郎）
12. Joules Nahas（日本学術振興会 外国人特別研究員（JSPS サマープログラム））
    平成 22 年 6 月 22 日〜平成 22 年 8 月 24 日　数学教室（堤 誉志雄）
13. Sijia Zhong（日本学術振興会 外国人特別研究員）
    平成 22 年 8 月 20 日〜平成 23 年 8 月 29 日　数学教室（堤 誉志雄）
14. Shaun Harker（Rutgers 大学 研究員）
    平成 22 年 8 月 30 日〜平成 22 年 9 月 17 日　数学教室（國府 寛司）
15. Luca Stefanini（日本学術振興会 外国人特別研究員）
    平成 22 年 9 月 1 日〜平成 24 年 8 月 23 日　数学教室（深谷 賢治）
16. Pawel Pilarczyk（University of Minho 研究員）
    平成 22 年 9 月 5 日〜平成 24 年 9 月 18 日　数学教室（國府 寛司）
17. Anna Schilling（交換留学生（修士課程），ハイデルベルグ大学）
    平成 22 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 15 日　数学教室（宍倉 光広）
18. Michele Basaldella（数理解析研究所 研究員 (GCOE)）
    平成 22 年 10 月 6 日〜平成 23 年 3 月 31 日　数理解析研究所（照井 一成）
19. Stella Anevski（University of Copenhagen, Ph.D）
    平成 22 年 11 月 9 日〜平成 22 年 12 月 28 日　数理解析研究所（向井 茂）

20. Jaeyoo Choy（Kyungpook National University, Assistant Professor）
平成 22 年 12 月 27 日〜平成 23 年 2 月 10 日　数理解析研究所（中島 啓）

21. Jean Roydor（日本学術振興会 外国人特別研究員）
平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 8 月 15 日　数理解析研究所（小澤 登高）

22. Chenyang Xu（Massachusetts Institute of Technology, CLE Moore Instructor）
平成 23 年 5 月 24 日〜平成 23 年 6 月 25 日　数理解析研究所（向井 茂）

23. Philippe Humbert（Université de Strasbourg, Ph.D. Student）
平成 23 年 6 月 21 日〜平成 23 年 8 月 23 日　数理解析研究所（葉廣 和夫）

24. Tristan Cyrus Roy（日本学術振興会 外国人特別研究員）
平成 23 年 8 月 1 日〜平成 25 年 7 月 31 日　数学教室（中西 賢次）

25. David Alexander Croydon（University of Warwick, Assistant Professor）
平成 23 年 9 月 28 日〜平成 23 年 12 月 23 日　数理解析研究所（熊谷 隆）

26. Thomas Geert De Jong（ICI-ECP 短期交換留学生，グローニング大学 修士課程 ）
平成 23 年 10 月〜平成 25 年 7 月　数学教室（國府 寛司）

27. Shuxia Wang（京都大学 外国人共同研究者（Chinese Scholarship Council），北京大学数学科）
平成 23 年 10 月 1 日〜平成 25 年 3 月 16 日　数学教室（中西 賢次）

28. Jeremie J. Brieussel（日本学術振興会 外国人特別研究員（欧米短期），パリ第 7 大学 研究員）
平成 23 年 10 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日　数学教室（加藤 毅）

29. Fan Wu（国費外国人留学生（博士課程），首都師範大学）
平成 23 年 10 月 1 日〜（在籍中）数学教室（森脇 淳）

30. Giovanni Morando（University of Padua Postdoc）
平成 23 年 10 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日　数理解析研究所（望月 拓郎）

31. Rune Harder Bak（Rejselegat for matematikere, Researcher）
平成 23 年 10 月 15 日〜平成 24 年 1 月 25 日　数理解析研究所（長谷川 真人）

32. Jifu Xiao（京都大学 外国人共同研究者（Chinese Scholarship Council），大連理工大学 博士課程）
平成 23 年 11 月 9 日〜（在籍中）数学教室（入谷 寛）

33. Casey Kelleher（短期交流学生（学部 4 年），Califolnia Polytechnic State University）
平成 24 年 6 月 1 日〜8 月 31 日　数学教室（小西 由紀子）

34. Maillot Vincert（ジュシー数学研究所 CNRS 研究員 ）
平成 24 年 9 月 16 日〜11 月 15 日　数学教室（森脇 淳）

35. Davide Guzzetti（Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste, Researcher）
平成 24 年 11 月 5 日〜平成 24 年 12 月 12 日　数理解析研究所（森 重文）

36. David Alexander Croydon（University of Warwick, Assistant Professor）
平成 24 年 12 月 24 日〜平成 25 年 3 月 5 日　数理解析研究所（熊谷 隆）

中間評価において，GCOE プログラムの終了後も拠点の自助努力や大学からの財政支援によって，本 GCOE 事業の継続を求められている．このうち，比較的予算的な問題が少ないいくつかの事業は継続が可能であり，そのようにする予定である．たとえば，多様な分野での人材育成事業の中で，数学を専攻する大学院生に，数学が使われる多くの分野・場面を紹介する「数学と自然科学・社会科学」集中講義を含む種々の講義やセミナーなどの試みについては，その相当数が継続される予定である．一方で，教育能力向上プログラムは，その教育実績が学内で高く評価され，またそれを担った特定助教が次々と大学教員の常勤職を得るなどで大きな成果を挙げた事業

であるが，このプログラムの中心的役割を果たす特定助教の雇用については，特別な措置がとられない限り，予算がないという理由で，その継続は困難である．

中間評価においては，博士号をもった中高教員養成のためのコースの充実についての参考意見も付された．本学で数学・数理解析専攻の博士後期課程を修了した，あるいはそこに在籍して高度な数学的能力を身につけて中高教員の職を得た学生の数は，本 GCOE 期間中に増加しており，今後も増加が期待されるので，一定の成果は挙げられたと考えている．一方で，数学の研究論文は専門学術誌に掲載が決定されるのに他分野より長い時間がかかるため，中高教員能力を高める活動を行いながら，同時に，学位取得の前提である論文の執筆とその専門誌での受理を期限内に終えることは，中高教員を目指す博士後期課程学生にとって大きな困難が伴うため，学位取得に必要な研究との両立は容易ではない．数学研究で博士の学位を得た中高教員の人数を増加させるには，このような問題点を解消するために，高度な専門的知識や能力を身に付けることと中高教員としての教育経験や資質を高めることとを両立できるような学位基準の見直しなど，今後とも一層の努力が必要である．

# 2　数学研究のトップリーダーの育成

## 2.1　受賞等

**第 53 回藤原賞（平成 24 年）**

深谷 賢治（理学研究科 数学・数理解析専攻 教授）

**2013 年ハイネマン賞数理物理学部門（平成 24 年）**

三輪 哲二（理学研究科 数学・数理解析専攻 教授）

**日本学士院賞（平成 23 年）**

望月 拓郎（数理解析研究所 准教授）

**日本学術振興会賞**

**（平成 24 年）**

中西 賢次（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**（平成 23 年）**

熊谷 隆（数理解析研究所 教授）

**日本数学会賞**

**（平成 24 年）**

太田 慎一（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**（平成 22 年）**

泉 正己（理学研究科 数学・数理解析専攻 教授）

**日本数学会賞幾何学賞（平成 23 年）**

太田 慎一（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**日本数学会代数学賞（平成 25 年）**

荒川 知幸（数理解析研究所 准教授）

市野 篤史（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**第 30 回大阪科学賞（平成 24 年）**

望月 拓郎（数理解析研究所 教授）

**文科省若手科学者賞**

**（平成 24 年）**

市野 篤史（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

太田 慎一（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**（平成 23 年）**

入谷 寛（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

木田 良才（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）

**日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞**

**（平成 24 年）**

佐藤 康彦（理学研究科 数学・数理解析専攻 日本学術振興会特別研究員 PD）

白石 大典（数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD）

高田 了（理学研究科 数学・数理解析専攻 日本学術振興会特別研究員 PD）

**（平成 23 年）**

今井 直毅（数理解析研究所 助教）

**日本数学会 JMSJ 論文賞（平成 23 年）**

稲場 道明（理学研究科 数学・数理解析専攻 講師）

**RTA 2012 - 23rd International Conference on Rewriting Techniques and Applications Best paper award（平成 24 年）**

照井 一成（数理解析研究所 准教授）

**井上研究奨励賞（平成 24 年）**

星 裕一郎（数理解析研究所 助教）

**京都大学優秀女性研究者賞（たちばな賞）（平成 24 年）**

鈴木 咲衣（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年）

## 2.2 研究費獲得状況

研究期間における直接経費の総額
（金額は平成 22〜24 年度の交付額および期間中の総額．平成 25 年度以降については交付予定額）

**深谷 賢治**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授

**基盤研究 (S)**　平成 23〜27 年度（平成 23〜24 年度交付額：20,100 千円　予定総額：81,600 千円）
「ホモロジー的ミラー対称性の証明」

**基盤研究 (S)**　平成 18〜22 年度（平成 22 年度交付額：14,800 千円　総額：63,200 千円）
「位相的場の理論に基づく，幾何学の新展開」

**三輪 哲二**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授

**基盤研究 (B)**　平成 22〜25 年度（平成 22〜24 年度交付額：3,300 千円　予定総額：4,300 千円）
「代数解析の方法による可積分系の研究」

**重川 一郎**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授

**基盤研究 (B)**　平成 21〜25 年度（平成 22〜24 年度交付額：9,100 千円　総額：12,900 千円）
「無限次元確率解析と幾何学」

**堤 誉志雄**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授

**基盤研究 (S)**　平成 23〜27 年度（平成 23〜24 年度交付額：23,900 千円　総額： 57,700 千円）
「非線形発展方程式の凝縮現象と解の構造」

**挑戦的萌芽研究**　平成 23〜25 年度（平成 23〜24 年度交付額：1,600 千円　予定総額： 2,800 千円）
「確率非線形分散型方程式の可解性理論と解の漸近挙動」

**國府 寛司**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授

**戦略的創造研究推進事業 (CREST)**　平成 21〜26 年度（平成 22〜24 年度交付額：44,100 千円　予定総額：84,103 千円）
「ダイナミクス全構造計算法の発展による脳神経－身体リズム機構の解明と制御」

**基盤研究 (B)**　平成 21〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：8,800 千円　総額：13,200 千円）
「大自由度系を含む力学系の大域的構造と分岐の研究」
**挑戦的萌芽研究**　平成 24〜25 年度（平成 24 年度交付額：1,200 千円　総額：3,000 千円）
「位相計算的方法による力学系の新しい時系列解析法の研究」

**森脇 淳**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
**基盤研究 (A)**　平成 22〜26 年度（平成 22〜24 年度交付額：22,100 千円　予定総額：36,100 千円）
「モジュライ空間と算術多様体の幾何の構築と展開」

**池田 保**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
**基盤研究 (B)**　平成 21〜25 年度（平成 22〜24 年度交付額：5,700 千円　予定総額：9,700 千円）
「保型表現論の研究」
**挑戦的萌芽研究**　平成 20〜22 年度（平成 22 年度交付額：1,000 千円　予定総額：3,300 千円）
「保型形式の明示的周期公式と調和解析」

**藤原 耕二**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
**基盤研究 (A)**　平成 23〜27 年度（平成 23〜24 年度交付額：14,700 千円　予定総額：30,400 千円）
「幾何学的群論と距離埋め込みの最先端研究」
**挑戦的萌芽研究**　平成 23〜24 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,800 千円　総額：2,800 千円）
「群の自己同型空間と群のリミットエレメント」

**加藤 毅**　理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
**基盤研究 (C)**　平成 22〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：3,200 千円　予定総額：3,200 千円）
「無限群作用付きゲージ理論の構成」
**最先端研究開発支援プログラム**　平成 22〜25 年度（平成 22〜24 年度交付額：8,000 千円）
「複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技術応用」

**中西 賢次**　理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授
**若手研究 (B)**　平成 21〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：2,400 千円　総額：3,300 千円）
「非線形波動の分散と共鳴の大域解析」

**森 重文**　数理解析研究所 教授
**基盤研究 (B)**　平成 20〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：5,600 千円　総額：10,300 千円）
「高次元双有理幾何の分類に関する諸問題」

**向井 茂**　数理解析研究所 教授
**基盤研究 (B)**　平成 22〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：4,700 千円　総額：4,700 千円）
「ファノ多様体とエンリケス曲面のモジュライ論的研究」

**岡本 久**　数理解析研究所 教授
**基盤研究 (A)**　平成 24〜28 年度（平成 24 年度交付額：4,500 千円　予定総額 21,000 千円）
「非圧縮流体の運動方程式に対する応用解析」
**基盤研究 (A)**　平成 20〜23 年度（平成 22〜23 年度交付額：9,700 千円　総額 21,700 千円）
「ナヴィエ・ストークス方程式および関連する力学系の応用解析」

**中島 啓**　数理解析研究所 教授
**基盤研究 (B)**　平成 23〜27 年度（平成 23〜24 年度交付額：3,400 千円　総額：7,600 千円）
「インスタントンのモジュライ空間の幾何と表現論」
**基盤研究 (B)**　平成 19〜22 年度（平成 22 年度交付額：1,600 千円　総額：6,300 千円）
「箙多様体の幾何学と表現論」

**大槻 知忠**　数理解析研究所 教授

**基盤研究 (B)**　平成 24〜27 年度（平成 24 年度交付額：1,900 千円　総額：7,900 千円）
「結び目と 3 次元多様体のトポロジー」

**基盤研究 (C)**　平成 21〜23 年度（平成 22〜24 年度交付額：1,800 千円　総額：2,800 千円）
「結び目と 3 次元多様体の同変不変量」

**熊谷 隆**　数理解析研究所 教授

**基盤研究 (B)**　平成 22〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：12,900 千円　総額：12,900 千円）
「複雑な系の上のマルコフ連鎖とその極限過程の研究」

**挑戦的萌芽研究**　平成 24〜25 年度（平成 22 年度交付額：1,300 千円　総額 2,900 千円）
「非局所偏微分方程式における de Giorgi-Nash-Moser 理論の構築」

**挑戦的萌芽研究**　平成 21〜平成 22 年度（平成 22 年度交付額：1,700 千円　総額 3,100 千円）
「低次元臨界確率パーコレーション上のダイナミックスとそのスケール極限」

**岩田 覚**　数理解析研究所 教授

**基盤研究 (B)**　平成 23〜26 年度（平成 23〜24 年度交付額：5,400 千円　総額：9,700 千円）
「劣モジュラ最適化の近似アルゴリズム」

**基盤研究 (C)**　平成 20〜22 年度（平成 22 年度交付額：9,000 千円　総額：3,200 千円）
「離散最適化技法による微分代数方程式モデルの指数減少法」

**長谷川 真人**　数理解析研究所 教授

**基盤研究 (C)**　平成 23〜25 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,800 千円　総額：3,900 千円）
「プログラム意味論と量子トポロジー」

**基盤研究 (C)**　平成 20〜22 年度（平成 22 年度交付額：1,000 千円　総額：3,500 千円）
「高階相互作用の幾何とプログラム意味論」

**望月 拓郎**　数理解析研究所 教授

**基盤研究 (C)**　平成 22〜26 年度（平成 22〜24 年度交付額：1,300 千円　総額：2,800 千円）
「ベクトル束・D加群・調和バンドルの研究」

**榎本 直也**　理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)

**若手研究（B）**　平成 22〜25 年度（平成 22 年〜24 年度交付額：2,400 千円　予定総額：3,000 千円）
「幾何・圏論・組合せ論によるアフィンヘッケ環と量子群の表現論」

**長谷部 高広**　理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)

**若手研究（B）**　平成 22〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：2,100 千円　予定総額：2,100 千円）
「非 Fock 空間における無限次元 Lie 群の表現論の研究」

**森山 貴之**　理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)

**若手研究（B）**　平成 21〜24 年度（平成 22〜24 年度交付額：2,100 千円　予定総額：2,900 千円）
「葉層多様体における横断的幾何構造の研究」

**安部 哲哉**　数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**研究活動スタート支援**　平成 23〜24 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,500 千円　予定総額：2,500 千円）
「絡み目のラスムッセン不変量の研究」

**鈴木 咲衣**　数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**研究活動スタート支援**　平成 24〜25 年度（平成 24 年度交付額：1,000 千円　予定総額：1,900 千円）
「絡み目の量子不変量と底タングルの普遍量子不変量」

**宮部 賢志**　数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**若手研究（B）**　平成 23〜26 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,000 千円　予定総額：3,300 千円）
「ランダムネスを用いた確率概念の拡張」

**木下 武彦**　数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**若手研究（B）**　平成 23〜26 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,000 千円　予定総額：3,200 千円）

「特異性を持つ非線形積分方程式に対する解の数値的検証法の研究」

**木田 良才**　理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授

平成 21 年 3 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日：理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)

**若手研究（A）**　平成 21〜24 年度（平成 21〜24 年度交付額：3,100 千円　総額：4,600 千円）

「測度同値理論的側面からの離散群の研究」

**船野 敬**　理学研究科 数学・数理解析専攻 助教

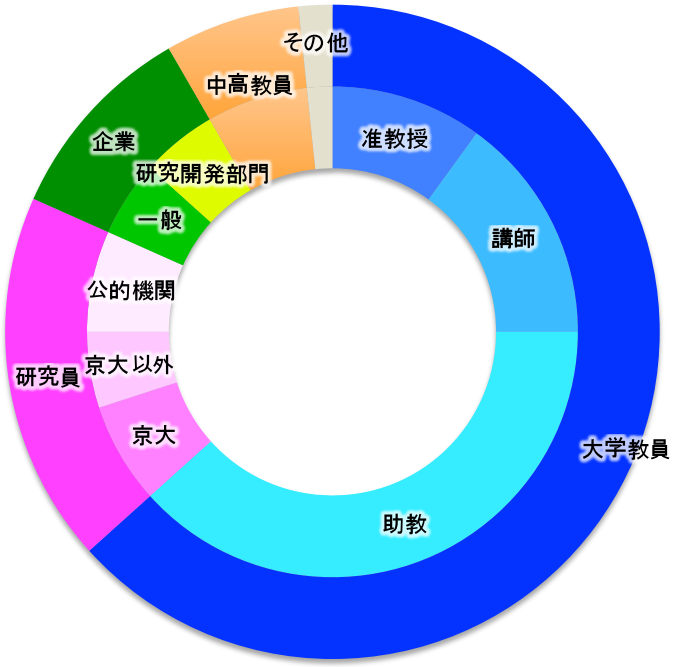
平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日：数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**研究活動スタート支援**　平成 23〜24 年度（平成 23〜24 年度交付額：2,500 千円　総額：2,500 千円）

「測度の集中現象の幾何学的応用」

## 2.3　特定教員・研究員・学生等の進路について

本 GCOE で採用した特定教員，研究員および数学・数理解析専攻所属の博士後期課程学生のうち，平成 22〜24 年度に在籍した下記の者は研究業績等が評価され，次のような職を得ている．なお,「博士課程（数学）」は数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程を,「博士課程（数理解析）」は数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程を意味する．




進路の概要

**木田 良才**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)（平成 21 年 3 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日）

理学研究科 准教授

**五味 清紀**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)（平成 21 年 2 月 1 日〜平成 23 年 10 月 17 日）

信州大学大学院数理・自然情報科学科 准教授

**阿部 拓郎**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 20 年 10 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）

京都大学大学院工学研究科 講師

**榎本 直也**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 21 年 8 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
奈良女子大学理学部数学科 特定助教（平成 25 年 4 月 1 日付 採用予定）

**佐藤 隆夫**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 20 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京理科大学理学部第二部 数学科 講師

**長谷部 高広**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
Franche-Comte 大学（フランス）研究員（平成 25 年 4 月 1 日付 採用予定）

**深谷 友宏**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
東北大学大学院理学研究科 講師

**森山 貴之**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
三重大学教育学部 准教授（平成 25 年 4 月 1 日付 採用予定）

**門田 直之**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
東京理科大学理学部数学科 助教（平成 25 年 4 月 1 日付 採用予定）

**矢野 裕子**

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 21 年 10 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
京都産業大学理学部数理科学科 准教授

**生駒 英晃**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 11 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
東京大学 日本学術振興会特別研究員 PD （平成 25 年 4 月 1 日付 採用予定）

**岩成 勇**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 7 月 31 日）
東北大学大学院理学研究科 准教授

**大橋 久範**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 31 日）
名古屋大学大学院多元数理科学研究科 特任助教

**岡田 崇**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 5 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
小山工業高等専門学校 講師

**岡田 拓三**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
理学研究科 日本学術振興会特別研究員 PD（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
佐賀大学工学部 講師

**木下 武彦**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 12 月 31 日）
京都大学学際融合教育研究推進センター健康長寿社会の総合医療開発ユニット 特定講師

**小林 幹**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京大学生産技術研究所 JST 研究員
東北大学原子分子材料科学研究機構 (WPI-AIMR) 助教

**柴山 允瑠**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 講師

**田中 守**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 12 月 31 日）
東北大学原子分子材料科学研究高等機構 助教 (WPI)

**友枝 恭子**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
摂南大学理工学部基礎理工学機構 講師

**中村 伊南沙**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
学習院大学理学部 日本学術振興会特別研究員 PD

**船野 敬**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
京都大学大学院理学研究科 助教

**本多 正平**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
九州大学大学院数理学研究院 助教

**水谷 治哉**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
学習院大学理学部数学科 助教

**和田 堅太郎**

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
信州大学理学部 助教

**谷田 篤史**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 6 月 1 日〜平成 22 年 11 月 15 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 11 月 16 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
アクサ生命

**川谷 康太郎**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
名古屋大学大学院多元数理科学研究科 特任助教

**高橋 博樹**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京大学生産技術研究所 研究員（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
京都大学大学院工学研究科 講師

**長尾 有晃**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
学校法人麻布学園 教員

**松江 要**

平成 23 年 3 月 23 日 博士課程（数学）修了
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 9 月 30 日）
東北大学大学院理学研究科数学専攻 助教 (CREST)

**宮内 通孝**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
大阪府立大学高等教育推進機構 客員研究員

**森谷 駿二**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (研究機関)

**Mohamad ALKASHIF**

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 9 月 1 日〜平成 24 年 7 月 31 日）
Assiut University (エジプト) 助教

**浅田 和之**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 15 日）
東京大学大学院情報理工学系研究科 特定有期雇用教職員

**伊藤 公毅**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 8 月 31 日）
フランス高等科学研究所（IHES） 客員研究員（平成 23 年 9 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日 ）
久留米工業高等専門学校 准教授

**尾髙 悠志**

平成 23 年 9 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD（平成 23 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
Imperial College London, Research Associates（平成 24 年 5 月 1 日〜平成 24 年 12 月 31 日）
京都大学大学院理学研究科 助教

**木村 嘉之**

平成 24 年 1 月 23 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 1 月 24 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
大阪市立大学数学研究所 特任助教

**桑原 敏郎**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）
Seoul National University（韓国), Postdoctoral Fellow（平成 22 年 10 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日 ）
National Research University Higher School of Economics （ロシア） 助教

**佐野 良夫**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 4 月 22 日）
Pohang University of Science and Technology, 研究員（平成 22 年 4 月〜平成 23 年 3 月）
国立情報学研究所 日本学術振興会特別研究員 PD（平成 23 年 4 月〜平成 24 年 11 月）
筑波大学大学院システム情報工学研究科 助教

**髙尾 尚武**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 5 月 31 日）
数理解析研究所 研究員 (研究機関)

**丹下 基生**

数理解析研究所・研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
筑波大学数理物質科学研究科 助教

**土岡 俊介**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京大学数学連携宇宙研究機構 日本学術振興会特別研究員 PD

**Michele BASALDELLA**

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 1 月日）
北陸先端科学技術大学院大学先端融合領域研究院 研究員

**三井 健太郎**

平成 23 年 3 月 23 日 博士課程（数学）修了
理学研究科 日本学術振興会特別研究員 PD（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京大学大学院数理科学研究科 日本学術振興会特別研究員 PD（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
神戸大学大学院理学研究科数学専攻 特命助教

**前田 昌也**

平成 23 年 3 月 23 日 博士課程（数学）修了
東北大学大学院理学研究科 助教

**新角 卓也**

平成 22 年 4 月 認定退学
ソシエテ・ジェネラル

**福山 浩司**

平成 22 年 9 月 認定退学
洛星中学・高校 教員

**西郷 甲矢人**

平成 23 年 3 月 23 日 博士課程（数理解析）修了
長浜バイオ大学 講師

**原田 僚**

平成 23 年 11 月 24 日 博士課程（数理解析）修了
(株) ワークスアプリケーションズ

**星野 直彦**

平成 23 年 3 月 23 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 助教

**安藤 浩志**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD

**小布施 祈織**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
東北大学原子分子材料科学高等研究機構 助教 (WPI)

**鈴木 咲衣**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)

**白石 大典**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 学振特別研究員 PD（平成 24 年 4 月 1 日〜9 月 30 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 助教

**田中 亮吉**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数学）修了
東北大学原子分子材料科学高等研究機構 助教 (WPI)

**中島 誠**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数学）修了
筑波大学大学院数理物質科学研究科 助教

**野坂 武史**

平成 24 年 3 月 26 日 博士課程（数理解析）修了
数理解析研究所 日本学術振興会特別研究員 PD
九州大学数理学研究院 助教

**入江 慶**

平成 24 年 7 月 23 日 博士課程（数理解析）修了
京都大学数理解析研究所 助教

**犬伏 正信**

平成 25 年 3 月 25 日 博士課程（数理解析）修了見込み
日本電信電話株式会社 コミュニケーション科学基礎研究所（平成 25 年 4 月 採用予定）

**木村 恵二**

平成 25 年 3 月 25 日 博士課程（数理解析）修了見込み
株式会社日立製作所 横浜研究所 （平成 25 年 4 月 採用予定）

**廣瀬 三平**

平成 25 年 3 月 25 日 博士課程（数理解析）修了見込み
オー・エル・エムデジタル 研究開発部門（平成 25 年 4 月 採用予定）

## 2.4 テニュアトラック特定准教授

テニュアトラック特定准教授の木田良才が，審査により平成 23 年 11 月 1 日に理学研究科准教授に専任教員として就任した．木田は平成 21 年度の日本数学会幾何学賞受賞に続き，平成 23 年度に文部科学省若手科学者賞を受賞しており，その研究業績が高く評価されている．また特定准教授の五味清紀も信州大学理学部准教授に採用された．

## 2.5 少人数国際共同研究

平成 21 年度末に行われた外部評価での評価委員会からの提言を受けて，平成 22 年度から少人数国際研究協力事業を開始し，テーマを公募して 1 年に 3 件程度の計画を採択し，共同研究を行った．各年度の具体的なテーマと研究参加者数は以下のとおりである．

**平成 22 年度**

1. Geometry and Analysis（代表者の加藤毅を含む 5 名）
2. 統計力学的手法による Henon 写像の大域分岐問題の研究（代表者の高橋博樹を含む 4 名）
3. Fractional integral operators on metric measure spaces（代表者の澤野嘉宏を含む 3 名）

**平成 23 年度**

1. BMO 関数と分数冪積分作用素または特異積分作用素の生成する交換子の有界性に関する研究（代表者の澤野嘉宏を含む 5 名）
2. 力学系の位相計算理論の研究（代表者の國府寛司を含む 4 名）
3. 群論におけるホモトピー論的手法に関する研究（代表者の岸本大祐を含む 3 名）

**平成 24 年度（予定を含む）**

1. 量子トロイダル代数の表現の構成（代表者の三輪哲二を含む 4 名）
2. 無限次元幾何学（代表者の加藤毅を含む 3 名）
3. 力学系の大域的構造と分岐の研究（代表者の浅岡正幸を含む 5 名）

## 2.6　招聘特任教員（教授と同格の業績を要するもの）

**柏原 正樹 (京都大学・名誉教授) 平成 22 年 4 月〜25 年 3 月**

量子群の結晶基底は，柏原教授と Lusztig により独立に定義された量子展開環の表現上の基底である．結晶基底の応用のひとつとして，Leclerc-Lascoux-Thibon 予想と、その有木進教授（阪大）による解決がある．これにより，$A$ 型のアファイン Hecke 環や，それに類する非可換環の表現論の研究に，結晶基底が重要な役割を担うことが判明した．$A$ 型以外の場合には，近年，Khovanov-Lauda と Rouquier により，アファイン Hecke 環の拡張と考えられる代数が発見され，結晶基底と結び付けられている．また，量子群の表現論にさらに付加構造を付け加えた圏化として，着目をあびている．柏原教授はこの代数，および量子群の表現の結晶基底に対応する cyclotomic 商代数の表現の構造を研究中であり，量子群の結晶基底の理論に新たな展開をもたらしている．

また一方で，Khovanov-Lauda と Rouquier による代数には，幾何学的な構成が Varagnolo-Vasserot によって知られており，これは，中島啓教授の導入した箙多様体による，ある代数の幾何学的な構成と極めて近い関係にある．両者の研究について説明を行ないながら，それぞれ研究を進展させることができた．たとえば後者については，特別な場合には表現のなす Grothendieck 環がクラスター代数の構造を持つことが示されており，さらに拡張するために，対応する構造を前者の枠組みの中で構成する研究を進めた．

**藤木 明（大阪大学・名誉教授）平成 24 年 11 月〜3 月**

藤木教授は代数的でなくケーラー計量ももたない複素解析曲面を研究しているが，それらは複素構造の変形を介して有理曲面と，また，ツィスター空間を介して 3 次元ファノ多様体とそれぞれ密接に関係している．一方，向井茂教授は近年はエンリケス曲面という代数曲面の族を研究している．エンリケス曲面も 2 次ツィストや楕円曲面構造のジャコビアンを介して有理曲面と強く結ばれ．ファノ多様体とも深く関係している．藤木教授と向井教授は両者の研究を説明し合いながら，共同で複素解析曲面の研究の新方向を探っている．

## 2.7　主催・協賛した研究集会

ここでは，国際交流や多様な分野での人材育成などの他項目でまとめて挙げた研究集会・セミナー以外に，本グローバル COE で主催・共催したものをまとめた．

**Kyoto Dynamics Days 9**

**日　程：** 平成 22 年 3 月 8 日〜10 日
**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室
**主催者：** 宍倉 光広（京大・理）
**参加者：** 37 名（うち外国人：4 名）
**主な招待講演者・招聘者：** Blazquez-sanz David，Jeff Xia，柴山 充瑠，鷲見 直也，辻井 正人

**34th Conference on Stochastic Processes and their Applications (SPA Osaka 2010)**

**日　程：** 平成 22 年 9 月 6 日〜10 日
**場　所：** 千里ライフサイエンスセンター
**主催者（Chair)：** 重川 一郎（京大・理）
**参加者：** 396 名（うち外国人：248 名）
**主な招待講演者・招聘者：** Henry McKean, Terry Lyons, Claudio Landim, Gregory Lawler, Karl-Theodor, Sturm, Jean Jacod, Martin Hairer, 渡辺 信三, 熊谷 隆, 日野 正訓

**Non Commutative Geometry and Number Theory**

**日　程：** 平成 22 年 11 月 25 日〜26 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室

**主催者：** 加藤 毅（京大・理）

**参加者：** 30 名（うち外国人：3 名）

**主な招待講演者・招聘者：** A. Connes, N. Kurokawa, K. Consani, Y. Yao, M. Wakayama

**Far-From-Equilibrium Dynamics 2011**

**日　程：** 平成 23 年 1 月 4 日〜8 日

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室・芝蘭会館

**主催者：** 小川 知之（大阪大学大学院基礎工学研究科），上田 肇一（京都大学数理解析研究所）

**参加者：** 162 名（うち外国人：19 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Peter Bates, Kenneth Showalter, Philip K. Maini, Arnd Scheel, Arjen Doelman, Tasso J. Kaper, Björn Sandstede, Christopher K. R. T. Jones, Odo Diekmann, Michael J. Ward, Jack Xin, Konstantin Mischaikow, James P. Keener

**Workshop on Symplectic Geometry and Topology**

**日　程：** 平成 23 年 2 月 14 日〜 18 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室

**主催者：** 深谷 賢治（京大・理）

**参加者：** 24 名（うち外国人：20 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Alberto Abbondandolo, Paul Biran, Octav Cornea, Tobias Ekholm, Francois Lalonde, Klaus Mohnke, Yaron Ostrover, Leonid Polterovich, Dietmar Salamon, Felix Schlenk, Matthias Schwarz, Michael Entov, Lev Buhovsk

**Long Term Workshop - Geometry and Analysis**

**日　程：** 平成 23 年 3 月 7 日〜10 日・3 月 15 日〜18 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 6 号館 402 号室

**主催者：** 加藤 毅（京大・理）

**参加者：** 40 名（うち外国人：10 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Kyoji Saito, Michel Coornaert, Jozek Dodziuk, Toshikazu Sunada, Nigel Higson, Guoliang Yu, Andrzej Zuk

**Kyoto Dynamics Days 10**

**日　程：** 平成 23 年 3 月 15 日〜17 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室

**主催者：** 高橋 博樹（京大・理（当時））

**参加者：** 15 名（うち外国人：3 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Ale Jan Homburg, Samuel Senti, Paulo Varandas

**The 7th Hungarian-Japanese Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications**

**日　程：** 平成 23 年 5 月 31 日〜6 月 3 日

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室・110 号室

**主催者（Organizing Committee）：** Takuro Fukunaga (Kyoto University), Satoru Iwata (Kyoto University) Hiroshi Nagamochi (Kyoto University), Kenjiro Takazawa (Kyoto University)

**参加者：** 103 名（うち外国人：41 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Tibor Jordán, Gyula Y. Katona, Zoltán Király, Géza Tóth

**International Workshop on Tropical and Quantum Geometries**

**日　程：** 平成 24 年 2 月 13 日〜17 日

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室・111 号室

**主催者：** S.Mori, A.N. Kirillov, S. Okamoto

**参加者：** 36 名（うち外国人：11 名）

**主な招待講演者・招聘者：** E.Gorsky, B.Kim, A.Molev, S.Payne, O.Viro

**Conference on Geometry**

**日　程：** 平成 24 年 5 月 28 日〜6 月 1 日

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室

**主催者：** 深谷 賢治（京大・理）

**参加者：** 56 名（うち外国人：7 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Burkhard Wilking, Jun-Muk Hwang, Sven Meinhardt, Daniel Huybrechts, Fan Hui-jun, Andrzej Zuk, Werner Ballmann

**MSJ-SI 2012 Schubert calculus**

**日　程：** 平成 24 年 7 月 23 日〜27 日

**場　所：** 大阪市立大学 学術情報総合センター

**主催者：** （組織委員長）成瀬 弘（岡山大），(Scientific Committee）柏原 正樹（数理解析研究所），他

**参加者：** 158 名（うち外国人：78 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Anders Buch, Alexander Yong, Peter Fiebig, Mark Shimozono, Dave Anderson, Leonardo Mihalcea, K. N. Raghavan, Bumsig Kim, Valentina Kiritchenko, Alain Lascoux, Nicolas Perrin, Sami Assaf, Kelli Talaska, Julianna Tymoczko, Maxim Kazarian, Piotr Pragacz

**Paris-Barcelona-Kyoto seminar on Arakelov geometry**

**日　程：** 平成 24 年 9 月 18 日〜21 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室

**主催者：** 森脇 淳（京大・理）

**参加者：** 20 名（うち外国人：12 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Jose Ignacio Burgos Gil, Martin Sombra, Kazuhiko Yamaki, Christophe Soule, Huayi Chen, Hideaki Ikoma, Yuichiro Takeda, Shun Tang, Damian Rossler

**Workshop on geometric representation theory**

**日　程：** 平成 24 年 9 月 24 日〜28 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室

**主催者：** 加藤 周（京大・理）

**参加者：** 46 名（うち外国人：7 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Rina Anno, Jochen Heinloth, Kevin McGerty, Alexander Braverman, Eric Vasserot, Emanuel Letellier, Michela Varagnolo, Hiraku Nakajim

**Fluid Dynamics in Earth and Planetary Sciences (FDEPS)**
**第 15 回ワークショップ「地球惑星科学における流体力学」**

**日　程：** 平成 24 年 11 月 18 日〜21 日

**場　所：** 関西セミナーハウス

**主催者（運営委員）：** 林 祥介（神戸大・理），石岡 圭一（京大・理），石渡 正樹（北大・理）．竹広 真一（京大・数理研），山田 道夫（京大・数理研）

**参加者：** 39 名（うち外国人：1 名）

**主な招待講演者・招聘者：** Gordon Ogilvie

**Kyoto Dynamics Days 11**
**日　程：** 平成 25 年 2 月 18 日
**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 108 講義室
**主催者：** 浅岡 正幸（京大・理）
**参加者：** 14 名（うち外国人：4 名）
**主な招待講演者・招聘者：** Lorenzo J. Diaz (PUC-Rio)，篠原 克寿（Universite de Bourgogne）

**Kyoto Dynamics Days 12（予定）**
**日　程：** 平成 25 年 3 月 24 日
**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講演室
**主催者：** 浅岡 正幸（京大・理）
**主な招待講演者・招聘者：** Dimitry Turaev (Imperial College London)，篠原 克寿（Universite de Bourgogne）

## 2.8　GCOE tea time

主として博士後期課程学生，ポスドク研究員，助教などの若手研究者が，お互いの研究について知る機会として，GCOE tea time を開催した．これは 21 世紀 COE のときから継続されているもので，企画から講演者の選定まで，若手研究者の間で世話人を決めて運営している．

以下は平成 22 年度から 24 年度の間の記録である．

**平成 22 年度以降の世話人（いずれも数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）：**

| | |
|---|---|
| 平成 22 年度（第 23 回〜第 38 回）： | 岡田 拓三，本多 正平 |
| 平成 23 年度（第 39 回〜第 55 回： | 木下 武彦，宮部賢志 |
| 平成 24 年度前期（第 56 回〜第 61 回）： | 船野 敬，水谷 治哉 |
| 平成 24 年度後期（第 62 回〜72 回）： | 神本 晋吾，津曲 紀宏 |

**第 23 回** 平成 22 年 5 月 11 日（火）
題　目：有理 Cherednik 代数の超局所化と表現論
講演者：桑原 敏郎（京都大学 数理解析研究所）

**第 24 回** 平成 22 年 5 月 25 日（火）
題　目：Riemann 多様体の収束・崩壊と Ricci 曲率
講演者：本多 正平（京都大学 数理解析研究所）

**第 25 回** 平成 22 年 6 月 8 日（火）
題　目：曲面結び目と曲面ブレイド、特に自明なトーラスの被覆の形をした曲面結び目について
講演者：中村 伊南沙（京都大学 数理解析研究所）

**第 26 回** 平成 22 年 6 月 22 日（火）
題　目：Blocks of category O for rational Cherednik algebras and of cyclotomic Hecke algebras of type G(r,p,n)
講演者：和田 堅太郎（京都大学 数理解析研究所）

**第 27 回** 平成 22 年 7 月 13 日（火）
題　目：斜積拡散過程とその時間変更
講演者：嶽村 智子（京都大学 数学教室）

**第 28 回** 平成 22 年 7 月 20 日（火）
題　目：葉層構造と横断的幾何構造とそのモジュライ
講演者：森山 貴之（京都大学 数理解析研究所）

**第 29 回** 平成 22 年 10 月 12 日（火）
題　目：距離関数の凸性と群作用の固定点
講演者：近藤 剛史（神戸大学）

**第 30 回** 平成 22 年 10 月 26 日（火）
題　目：Coarse geometry and Topology of Higson corona
講演者：深谷 友宏（京都大学 数学教室）
**第 31 回** 平成 22 年 11 月 16 日（火）
題　目：結晶格子の幾何とスケール極限
講演者：田中 亮吉（京都大学 数学教室）
**第 32 回** 平成 22 年 12 月 7 日（火）
題　目：自己相似フラクタル上の Laplacian・熱方程式
講演者：梶野 直孝 （京都大学 情報）
**第 33 回** 平成 22 年 12 月 14 日（火）
題　目：数え上げ論から量子確率論へ
講演者：西郷 甲矢人（京都大学 数理解析研究所）
**第 34 回** 平成 22 年 12 月 21 日（火）
題　目：K3 曲面の群作用と有限単純群のつながりについて
講演者：大橋 久範（名古屋）
**第 35 回** 平成 23 年 1 月 25 日（火）
題　目：Banach 空間の幾何学入門
講演者：横田 巧（京大数理研）
**第 36 回** 平成 23 年 2 月 1 日（火）
題　目：GoI (Geometry of Interaction) とラムダ計算の意味論
講演者：星野 直彦（京大数理研）
**第 37 回** 平成 23 年 2 月 22 日（火）
題　目：Cluster algebras and dual canonical basis
講演者：木村 嘉之（京大数理研）
**第 38 回** 平成 23 年 3 月 1 日（火）
題　目：トーリック多様体の導来圏
講演者：大川 領（京大数理研）
**第 39 回** 平成 23 年 4 月 26 日（火）
題　目：代数的基本群への外ガロア作用
講演者：髙尾 尚武 (京大数理研)
**第 40 回** 平成 23 年 5 月 10 日（火）
題　目：代数多様体の安定性と“局所正値性”(Seshadri 定数)
講演者：尾髙 悠志（京大数理研）
**第 41 回** 平成 23 年 5 月 24 日（火）
題　目：ヒルベルトの第 14 問題と加群上の局所べき零導分
講演者：田中 幹也
**第 42 回** 平成 23 年 6 月 7 日（火）
題　目：Analyticity and smoothing effect for the fifth order KdV type equation
講演者：友枝 恭子（京大数理研）
**第 43 回** 平成 23 年 6 月 21 日（火）
題　目：Concentration, convergence, and eigenvalues of Laplacian
講演者： 船野 敬（京大数理研）
**第 44 回** 平成 23 年 7 月 5 日（火）
題　目：特性曲線法の L2 評価 -有限要素および差分スキーム-
講演者：野津 裕史（早稲田大学高等研究所）
**第 45 回** 平成 23 年 7 月 19 日（火）
題　目：$II_1$ 型フォンノイマン環の構造と離散群の測度同値理論
講演者：酒匂 宏樹（京都大学 数理解析研究所）

**第 46 回** 平成 23 年 10 月 3 日（月）
題　目：Programming with Infinitesimals: A WHILE-Language for Hybrid System Modeling
講演者：末永 幸平

**第 47 回** 平成 23 年 10 月 18 日（火）
題　目：I 4 次元多様体の記述法とその応用
講演者：丹下 基生

**第 48 回** 平成 23 年 11 月 1 日（火）
題　目：Dilators: a gentle introduction
講演者：Michele BASALDELLA（京都大学 数理解析研究所）

**第 49 回** 平成 23 年 11 月 15 日（火）
題　目：シュレディンガー方程式の基本解の構成と平滑化作用
講演者：水谷 治哉（京都大学 数理解析研究所）

**第 50 回** 平成 23 年 12 月 13 日（火）
題　目：定常輸送方程式の境界値問題に対する上流差分と台形公式による数値解析
講演者：桂 幸納 (京都大学情報学研究科)

**第 51 回** 平成 23 年 11 月 15 日（火）
題　目：線形化逆作用素を用いた非線形常微分方程式系に対する解の検証理論
講演者：木下 武彦 (京都大学 数理解析研究所)

**第 52 回** 平成 23 年 12 月 27 日（火）
題　目：Taylor model 法による常微分方程式の初期値問題の解の検証理論について
講演者：宮路 智行（京都大学 数理解析研究所）

**第 53 回** 平成 24 年 1 月 10 日（火）
題　目：ランダムネス入門
講演者：宮部 賢志（京都大学 数理解析研究所）

**第 54 回** 平成 24 年 1 月 24 日（火）
題　目：非可換 Reidemeister torsion の応用
講演者：北山 貴裕（京都大学 数理解析研究所）

**第 55 回** 平成 24 年 2 月 7 日（火）
題　目：友愛数について
講演者：山田 智宏（京都大学 数学教室）

**第 56 回** 平成 24 年 5 月 9 日（水）
題　目：散逸項と入力場を伴う非線形シュレーディンガー方程式に対する分岐解析
講演者：宮路 智行（京都大学 数理解析研究所）

**第 57 回** 平成 24 年 5 月 23 日（水）
題　目：グラフのラプラシアンの高次固有値とエクスパンダーグラフの関係について
講演者：田中 守（京都大学 数理解析研究所）

**第 58 回** 平成 24 年 6 月 6 日（水）
題　目：シュレディンガー方程式の完全 WKB 解析
講演者：神本 晋吾（京都大学 数理解析研究所）

**第 59 回** 平成 24 年 6 月 20 日（水）
題　目：離散距離空間の二つの性質—Property A と一様局所従順性
講演者：酒匂 宏樹（京都大学 数理解析研究所）

**第 60 回** 平成 24 年 7 月 11 日（水）
題　目：von Neumann 環について
講演者：安藤 浩志（京都大学 数理解析研究所）

**第 61 回** 平成 24 年 7 月 18 日（水）
題　目：絡み目と底タングルの量子不変量
講演者：鈴木 咲衣（京都大学 数理解析研究所）

**第 62 回** 平成 24 年 10 月 10 日（水）
題　目：ランダムウォークの軌跡の構造について
講演者：白石 大典（京都大学 数学教室）
**第 63 回** 平成 24 年 10 月 31 日（水）
題　目：グラスマン空間上のデザイン理論
講演者：栗原 大武（京都大学 数理解析研究所）
**第 64 回** 平成 24 年 11 月 7 日（水）
題　目：Fuchs 型常微分方程式とアクセサリーパラメーター
講演者：廣惠 一希（京都大学 数理解析研究所）
**第 65 回** 平成 24 年 11 月 21 日（水）
題　目：ファノ多様体に関する向井予想について
講演者：藤田 健人（京都大学 数理解析研究所）
**第 66 回** 平成 24 年 12 月 5 日（水）
題　目：quiver variety と bow variety
講演者：高山 侑也（京都大学 数理解析研究所）
**第 67 回** 平成 24 年 12 月 5 日（水）
題　目：部分多様体の変形理論
講演者：森山 貴之（京都大学 数学教室）
**第 68 回** 平成 24 年 12 月 19 日（水）
題　目：正標数のタイヒミュラー理論と関連する組み合わせ論的な何か
講演者：若林 泰央（京都大学 数理解析研究所）
**第 69 回** 平成 25 年 1 月 16 日（水）
題　目：完全積分可能系に対する完全 WKB 解析
講演者：廣瀬 三平（京都大学 数理解析研究所）
**第 70 回** 平成 25 年 1 月 30 日（水）
題　目：Representation theory of loop algebras and quantum loop algebras
講演者：小寺 諒介（京都大学 数理解析研究所）
**第 71 回** 平成 25 年 2 月 6 日（水）
題　目：アーベル多様体に関する有限性予想 – Rasmussen-Tamagawa 予想 – について
講演者：小関 祥康（京都大学 数理解析研究所）
**第 72 回** 平成 25 年 2 月 20 日（水）
題　目：Galois connections for abstraction of probabilistic systems
講演者：津曲 紀宏（京都大学 数理解析研究所）

# 3　多様な分野での人材育成

多様な分野での人材育成プログラムでは，高度な数学的能力をもった人材を多様な分野で育成し、社会（数学以外の学術分野も含む）へ供給することを目的として，主に

- 保険数学・経済学
- 生命科学
- コンピュータを用いた数学
- 大学一般教育教員の養成
- 中高教員の養成

などの分野で活躍する数学の博士後期課程修了者を育成するために，企業や他分野の第一線の研究者からなるアドバイザリボードを設置し，その助言に基づいて様々な活動を計画した．平成 20・21 年度に引き続き，平成 22〜24 年度においても，下記のような事業を継続して行った．

この多様な分野での人材育成プログラムは京都大学の数学研究拠点としての新しい試みであり，京都大学における数学の博士後期課程修了者のキャリアパスの開拓の可能性を探るものであったと位置づけることができる．その実施にあたっては成果と共に様々な問題点も現れており，それらを踏まえて，実施した事業の中から将来的にも大きな効果が期待できるものを継続・発展させ，また維持が困難な事業については，その問題点の解決と今後の展開の方向性を検討することが重要である．その意味で，本グローバル COE における多様な分野での人材育成プログラムは，将来の新たな展開に向けた種を蒔く試みとして，大きな意義があったといえるだろう．

## 3.1　全般的な活動と成果

### 3.1.1　多様な分野での人材育成・アドバイザリボード

湯浅 味代士（アクチュアリー会）
藤吉 好則（名古屋大学創薬科学研究科）
高野 真一郎（大林組）
西村 和雄（京都大学経済研究所）
岩野 和生（日本 IBM）
徳田 久典（三菱東京 UFJ 銀行）

多様な分野での人材育成事業を開始するにあたっては，このアドバイザリーボードのメンバーの方々を個々に訪問し，それぞれの方に関わる事業について意見を求めた．その後も，事業が進展するに従って状況報告をし，種々のアドバイスや情報を頂いた．たとえば，高野真一郎氏（大林組・技術研究所）には GCOE 初年度に集中講義をしていただき，数学出身で技術系の仕事をするにはどうするとよいか、ご自身の経験を踏まえてアドバイスをいただいた．岩野和生氏（日本 IBM）には「多様な分野での人材育成プログラム」で開催する講義についての助言を頂き，また GCOE 集中講義「数学と自然科学・社会科学」の講師として，IBM 東京基礎研究所所長の森本典繁氏をご推薦頂いた．西村和雄氏（京都大学経済研究所）には,「多様な人材育成プログラム」の金融工学や保険数学に関わるプログラムについての助言を頂き，藤吉好則氏（京都大学理学研究科：当時）には「多様な人材育成プログラム」の生命科学に関わるプログラムについて，助言を頂いた．

### 3.1.2　多様な分野での人材育成プログラムに適した学位基準の設置

狭い意味での数学の研究者以外のものが学位を取得できるように，従来とは異なった学位取得の基準を設けた．

### 3.1.3　集中講義「数学と自然科学・社会科学」

多様な人材育成プログラムの一環として，集中講義「数学と自然科学・社会科学」という科目を 3 種類，開講している（各科目につき 1 単位ずつを認定）.「数学と自然科学・社会科学 I」は主として生命科学に関係するテーマ,「数学と自然科学・社会科学 II」は主として数理ファイナンス関係,「数学と自然科学・社会科学 III」は主として企業や工学に関係するテーマで学内外から講師を選び，平成 22 年度から 24 年度には以下のような講義を行った．自然科学や社会科学に関する数理的視野を幅広く学生に持ってもらうため，この集中講義は年に一回程度の頻度で今後も継続する予定である．

#### 数学と自然科学・社会科学 I

#### 数理脳科学入門

**日　時：** 平成 22 年 11 月 15 日（月）13:00〜14:30，16 日（水）13:00〜14:30，17 日（木）13:00〜14:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講　師：** 甘利 俊一氏（理化学研究所脳科学総合研究センター）

**講義内容：**

**1．統計神経力学と神経場理論**

神経回路網は多数のニューロンを結合した大規模なシステムである．その特性を調べるのに，確率分布を用いてマクロな状態変換の力学を得る．これには，ランダム結合の回路網や，ランダムな記憶パターンを持つ連想記憶モデルなどがある．その力学を調べていくのが統計神経力学であるが，そこには状態遷移をめぐっていわゆる平均場近似がどこまで許されるかという，基本問題に突き当たる．そこから何が得られるのか，その構造を数学的に調べよう．さらに，ニューロンが空間に並んだ場の場合には，これを連続体とみて神経場のダイナミックスを論ずることができる．その数理的な方法について調べ，そこで生ずる多彩なパターン生成のダイナミックスを論ずる．

**2．神経パルスの確率構造と情報幾何**

ニューロンは確率的な揺らぎを伴い，神経パルスを確率的に発生する．ニューロン集団があるとき，その発生するパルスの確率分布には，各ニューロンの発火頻度の情報のみならず，二つのニューロンの発火の相関，さらに三つ以上のニューロンの高次の相関が含まれている．これを調べるには，確率分布全体からなる多様体の幾何学構造を調べる必要がある．これは情報幾何という体系をなし，不変性の原理のもとで，Fisher 情報行列によるリーマン計量と共に，双対構造をなす二つのアファイン接続が導入される．ここでは，情報幾何の入門とその神経パルス解析への応用を述べる．

**3．学習神経回路と多様体の特異構造**

神経回路網は，その結合の重み（シナプスと呼ぶ）を自動的に変えることで，外部の情報構造に適合するように自己を変えていく．これが学習である．特に多層パーセプトロンと呼ぶ神経回路網を用いて，情報の入出力関係を学習させることができる．そこで，神経回路網の全体を多様体と考えて，その座標系としてシナプスの重みを用いる．これは多様体をなすが，その内部に対称性に由来する特異構造を含む．学習のダイナミックスを論ずるときに，この特異構造がその特性に重要な役割を果たす．これを情報幾何の立場から調べる．さらに，最近話題のスパース信号処理の学習と Finsler 幾何についても触れてみたい．

#### 計算論的方法による脳の神経回路情報処理の理解

**日　時：** 平成 23 年 1 月 13 日（木）13:00〜14:30，14 日（金）10:30〜12:00，13:00〜14:30

**場　所：** 1 月 13 日（木）京都大学理学部 6 号館 809 号室，1 月 14 日（金）：京都大学理学部 3 号館 108 号室

**講　師：** 深井 朋樹氏（理化学研究所脳科学総合研究センター脳回路機能理論研究チーム）

**講義内容：** 脳の情報処理の基盤は神経回路であるから，脳の情報処理原理を理解するためには，神経回路で行われている情報処理の原理とその実現メカニズムを明らかにしなければならない．そこで本講義では，脳の神経回路のダイナミクスや情報処理メカニズムを理解するために使われている神経回路モデルや理論的方法について，初歩的内容の解説から最近の話題まで概説する．とくに大脳皮質の神経活動や情報表現を理解するための回路モデルや，機械学習などの方法を神経集団の活動データの解析に用いる方法などについて，我々自身や他のグループの研究を紹介しながら議論する．本講義が数学と神経科学の接点を見出すための一助になれば幸いである．以下が講義の概要である．

1. ニューロンとシナプスのモデル
2. シナプス可塑性と神経回路の学習
3. 大脳皮質の on-going 活動のモデルと情報伝達
4. 多細胞記録と神経集団活動データの特徴検出

**Topology and geometry of RNA and protein folding**

**日　時：** 平成 24 年 1 月 10 日（火）10:00〜11:30，13:30〜15:00，1 月 11 日（水）10:00〜11:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 127 大会議室

**講　師：** Joergen Andersen 氏（Aarhus University）

**講義内容：**

1 月 10 日（火）Topology and geometry of RNA and protein folding I
1 月 10 日（火）Topology and geometry of RNA and protein folding II
1 月 11 日（水）Topology and geometry of RNA and protein folding III

**生物の複雑制御ネットワークを数理的に解明する**

**日　時：** 平成 24 年 11 月 26 日（月）15:00〜，11 月 27 日（火）15:00〜

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講　師：** 望月 敦史氏（理化学研究所 基幹研究所）

**講義内容：** 生物学の発展の過程で，様々な生物現象を支配する重要な遺伝子が同定され，それらの間の制御関係が明らかにされてきた．近年では，生命機能には多くの遺伝子が関与し，それらの間の制御関係が，複雑なネットワークを形成していることが分かっている．これらの複雑なシステムが，分子活性の時間変動や空間パターンを作り出し，そのダイナミクスこそが生命機能の本質なのだと考えられている．しかし，制御ネットワークはシステムに含まれる変数間の依存関係だけを示しており，本来それだけではダイナミクスは決定できない．本講義ではネットワークの構造と，そこから作り出されるダイナミクスとの関係の解明に迫る，数理的研究を紹介する．二つのアプローチを紹介する予定であり，一つはあらゆるネットワークを考慮する確率論的方法，もう一つはグラフ理論と力学系理論における二つの概念を結び付ける新しい理論である．具体的な生物システムを対象として取り上げ，数理理論が生物学に対し実際に有用な結果をもたらすことを示したい．

**タンパク質構造とトポロジー：パーシステント・ホモロジー群入門**

**日　時：** 平成 25 年 1 月 28 日（月）16:30〜19:00，29 日（火）15:00〜17:00，30 日（水）10:00〜12:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講義室

**講　師：** 平岡 裕章氏（九州大学・マスフォアインダストリ研究所）

**講義内容：** 離散データ解析のトポロジカルな手法として，近年パーシステント・ホモロジー群が注目されている．この講義では，パーシステント・ホモロジー群や関連する計算トポロジーの理論的な側面とその具体的な応用例について紹介する．はじめにパーシステント・ホモロジー群を有限生成加群として特徴付け，その基本的な性質を説明する．またパーシステント・ホモロジー群の幾つかの拡張についても紹介する．最後にトポロジーのタンパク質構造解析への応用について解説する．

**数学と自然科学・社会科学 II**

**米国における応用数学教育について**

**日　程：** 平成 22 年 11 月 22 日（月）15:00〜17:00，24 日（水）10:00〜12:00，25 日（木）15:00〜17:00，26 日（金）10:00〜12:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講演室

**講　師：** 正宗 淳氏（Penn State Altoona）

**講義内容：** 米国における応用数学教育の一面を紹介する．

1. 米国における応用数学の定義・概要，現状．
2. Professional Science Master's（PSM）と学部の講義の紹介．PSM は実社会で活躍できる応用数学者の教育を目的として設立された，米国における応用数学の最新のマスター・プログラムである．従来の大学院における応用数学の教育に加え，社会で専門知識を生かすために必要な技術の習得を目的とし，成功を収めている．ここでは同プログラムの概要を紹介し，さらに統計学のコースの講義を解説する．
3. Homogenization 理論の講義の紹介．同理論は材料工学における問題を源にもち，その後，変分問題の一分野として発達しており，“応用数学の純粋数学への応用例”といえる．ここでは，基礎的なアイディアと定理，それに加えて，純粋数学と応用数学における最近の分野の論文を 1 本づつ紹介する．

**金融市場とファイナンス数理**

**日　程：** 平成 23 年 12 月 13 日（火）15:00〜17:00，14 日（水）13:00〜15:00，15 日（木）13:00〜15:00，16 日（金）10:00〜12:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講義室

**講　師：** 筴島 靖文氏（BNP パリバ証券）

**講義内容：** 数理ファイナンスは，様々な金融商品のプライシング，リスクマネージメントに必要不可欠な道具であり，現代の金融市場を支える重要な鍵となっている．本講義においては，まずは基本となるブラックショールズモデルについて解説し，そのエキゾチックオプションへの応用を述べる．次に，実務上重要なボラティリティスマイルを説明するモデルを解説し，数値計算，微分幾何を応用した漸近展開等のいくつかのアプローチを紹介する．また，金利モデルについても解説し，サブプライム危機以降注目されている担保付デリバティブの価格評価についても紹介したい．

**金融市場とファイナンス数理**

**日　程：** 平成 25 年 1 月 22 日（火）13:00〜15:00，23 日（水）13:00〜15:00，24 日（木）13:00〜15:00，25 日（金）10:00〜12:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講義室

**講　師：** 筴島 靖文氏（BNP パリバ証券）

**講義内容：** 数理ファイナンスは，様々な金融商品のプライシング，リスクマネージメントに必要不可欠な道具であり，現代の金融市場を支える重要な鍵となっている．本講義においては，まずは基本となるブラックショールズモデルについて解説し，そのエキゾチックオプションへの応用を述べる．次に，実務上重要なボラティリティスマイルを説明するモデルを解説し，数値計算，微分幾何を応用した漸近展開等のいくつかのアプローチを紹介する．また，リスク管理に関しては，基本となる VaR（バリューアットリスク）や，バーゼル III で注目される CVA（クレジットバリューアジャストメント）についても解説したい．

### 数学と自然科学・社会科学 III

**From Information Retrieval to Web Mining: a mathematical tour**
**(Part I: Overview, Part II: Selected Topics)**

**日　程：** 平成 22 年 10 月 25 日（月）15:00〜17:00，26 日（火）15:00〜17:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講義室

**講　師：** Mei Kobayashi 氏 (IBM Research-Tokyo)

**講義内容：** When I was a graduate student, Linear Algebra and Matrix Computations was my favorite course, because it was a beautiful bag filled with magical tricks. Many years down the road, while working in industry, I was delighted to find that the theorems, fast algorithms, and methods for minimizing error are not only being put to good use by search engines, but constitute the essential core of their service. Of course, no one knows all of the details about all search engines since so much of the knowledge is proprietary, but some basic algorithms that lie at the heart of some famous search systems have been published.

The first of this two-part lecture will be an overview of methods that led to the development of Web search and mining systems. The review will include the evolution of information retrieval systems (from static to dynamic databases), topic detection and tracking, clustering, and some basic algorithms used in Web search engines that exploit link structures. A selection of interesting, emerging topics will be introduced in the second lecture. Topics will include: On-line Discussion Mining, Blog Mining, Web Community Mining, and Recommendation Systems. Some algorithms developed at IBM Research (Almaden and Tokyo Laboratories) will be presented.

Note: This two-part lecture will be accessible to any mathematics or science major with limited background in Web search and mining algorithms. Knowledge of matrix computations will be helpful. Computer science majors familiar with Web-related technologies may want to skip the first lecture.

**講師の紹介：** Dr. Mei Kobayashi graduated from Princeton University with an A.B. in Chemistry and the University of California at Berkeley with an M.A. and Ph.D. in Pure and Applied Mathematics. She worked at Lawrence Berkeley Laboratories as an undergraduate and graduate student intern in the Biochemistry and Math/Physics Divisions and as a Teaching Assistant/Grader for the Chemistry, Astronomy, and Mathematics Departments at Harvard University Graduate School of Arts & Sciences and the University of California at Berkeley.

Dr. Kobayashi has been a Researcher at IBM for over 20 years, during which she worked on developing algorithms to solve inverse problems, simulations in low-end DASDs, wavelet analysis for speech synthesis, data hiding, information retrieval, data mining, and web log analysis. Recently, she was a Technical Assistant to the Director. While at IBM, Dr. Kobayashi taught courses on Matrix Computation and Wavelets at Tsukuba University, Hiroshima University and University of Electro-Communications and was a Visiting Professor at the Graduate School of Mathematical Sciences at the University of Tokyo

for three years. Dr. Kobayashi's research interests include computational chemistry, numerical analysis, matrix computations, signal processing, wavelets, information retrieval and data mining. She has served on Technical Program Committees of SIAM Data Mining, ICPR and KDD and is a Member of the Editorial Board of the Communications of the ACM.

**制御理論と数理**

**日　程：** 平成 23 年 1 月 7 日（金）15:00〜16:30，13 日（木）15:00〜16:30，27 日（木）15:00〜16:30

**場　所：** 京都大学理学部 6 号館 809 号室

**講　師：** 木村 英紀氏 (理化学研究所脳科学総合研究センター)

**講義内容：**

**1 月 7 日（金）「制御とは何か」**

制御工学は産業革命とともに始まったもっとも古い工学の一つであるが，最近では「制御なしには機械なし」とよばれるほど，現代技術の中でのその重要性は高まっている．たとえば自動車は，エンジン，サスペンション，ステアリングなどほとんどすべての機能に高度な制御系が使われ，安全性や乗り心地の向上に貢献している.「制御のかたまり」と言っても過言ではない．他の工業製品も同様であるし，ものを作る工程でもロボットをはじめとする制御装置が省力や省エネルギーを担っている．この講義では現代技術の進化を工学の最深部で担ってきた制御工学の歩みを概観し，科学技術の中でのその位置づけや特徴，そのなかで理論が果たしてきた役割，さらにその将来の方向を概観する．

**1 月 13 日（木）「制御工学における数理」**制御工学では制御系を設計するための制御理論が大きな位置を占めている．制御理論は工学の中で数学の果たす役割のもっとも高い領域と言われている．線形代数，微分方程式だけでなく，微分幾何学，代数幾何学，位相幾何学，関数解析，離散数学，最適化，確率過程論，統計などのかなり高いレベルの結果が，制御系の設計が直面する問題を解くために用いられてきたし，制御理論の発展の様々なフェイズで数学者が制御のコミュ二ティに加わり，問題解決に重要な役割を演じてきた.．この講義では「制御系の安定性」「制御系の構造」「ロバスト制御」などいくつかのトピックスを選んで数学がどのように使われたかを示し，同時に数学者と制御理論家との共同研究の例を示したい．

**1 月 27 日（木）「生物と制御」**制御の広がりの例として，身近な生物における制御について述べる．生物は自律的に生きる機械であり，その活動のすべての面で制御を必要としている.「制御なくして生命なし」と言ってよい．１９３０年代に生まれた「ホメオスターシス」の概念は，制御と生物を結びつける指導原理となった．制御をひとつの普遍的な生命原理の発露と捉えることによって，生命に対する一つの統一的な視点が得られるだけでなく，臨床医学にも新しい進展の方向を生み出す力となる．この講義では，生物を「個体」「臓器」「細胞」の階層に分け，それぞれのレベルにおける制御のメカニズムの実例とそれを解析する数理的なアプローチのこれまでの積み重ねを紹介する．同時に,「ホメオスターシス」の今後の発展について概観する．

**金融機関におけるリスク管理の手法と実務**

**日　程：** 平成 23 年 11 月 21 日（月）13:00〜14:30，22 日（火）13:00〜14:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講義室

**講　師：** 原田　裕氏（株式会社みずほコーポレート銀行　総合リスク管理部）

**講義内容：** 本講義では，金融機関におけるリスク管理を題材に，数学を専攻した人材が企業においてどのようにその能力を生かせるかということについて議論したいと考えている．特に定量的なリスク管理手法とその特徴について説明するが，金融工学の立ち入った話をするのではなく，実際にモデルのアウトプットを使う側に立って考えたことや感じたことなどをお話ししたい．リスク管理と言えばとにかく損失を回避することだと思われるかも知れないが，ビジネスで収益を得るためにはリスクを取ることは必要不可欠である．問題はどのようなリスクをどれだけ取っているかであり，ビジネスが複雑化・グローバル化する中，リスクの全容

を把握することは益々難しくなっている．このような環境下では，現場と経営陣の情報格差を埋める役割が重要になるのであり，まさにここで数学の素養が生きてくるものと私は考えている．講義は 2 つの部分で構成される．前半では，金融機関のリスク管理において広く利用されている，シナリオテスト（ストレステスト）や VaR といった手法の概要及びその意味する所を，独自の解釈も交えて解説する．後半では，サブプライム問題からリーマン・ショックに至る過程で見られたリスク管理上の問題を幾つかピックアップして議論したい．使う数学そのものは高度なものは求められないため，理系学生が一般教養で身に付ける程度で十分かと思われる．金融ビジネスや企業経営管理に興味があれば尚良いであろう．

**数学史における誤謬について**

**日　時：** 平成 24 年 2 月 3 日（金）13:00〜14:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講義室

**講　師：** 岡本 久（京都大学数理解析研究所）

**機械システムの運動と制御 ー宇宙機，ロボットから動物までー**

**日　程：** 平成 24 年 12 月 25 日（火）10:00〜16:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講　師：** 土屋 和雄氏（同志社大学・理工学部・教授），青井 伸也氏（京都大学・大学院工学研究科・助教）

**講義内容：** この講義では，宇宙探査からロボット開発まで，広汎な応用につながる機械工学の最先端やその数理との関わりを，この分野の第一人者により丁寧に解説していただきます．土屋和雄先生は，小惑星「イトカワ」を探査したはやぶさプロジェクトの主要メンバーの 1 人で，プロジェクトリーダーの川口淳一郎博士と共に学界代表として朝日賞を共同受賞されています．青井伸也先生は，土屋先生と共同で，ヒトや動物の歩行運動の解析から 2 足・4 足歩行ロボットやムカデロボットによる工学的実証にいたる多方面の研究をされているこの分野の代表的な研究者の一人です．2 部構成とし，午前は土屋先生による「宇宙機の運動と制御」，午後は青井先生による「ヒトや動物，ロボットの歩行力学と制御」の講義が行われます．

**宇宙機の運動と制御（土屋）**

まず，宇宙探査プログラムの紹介として，小惑星探査機「はやぶさ」プログラムを紹介します．引き続き，宇宙機の運動と制御について，地球観測衛星を取り上げて，その力学原理に焦点を当てて紹介します．なお，講師は，企業と大学で，宇宙工学・技術の研究開発に従事した経歴を持ちますので，研究環境としての企業と大学の違いなどもふれたいと考えています．

**ヒトや動物，ロボットの歩行力学と制御（青井）**

ヒトや動物は複雑な筋骨格系を巧みに制御して，多様な環境の下で適応的な歩行を実現しています．ヒトや動物の優れた運動生成能力の解明に向けて，生物の神経筋骨格系の数理モデルに基づく動力学シミュレーションやロボット実験を通して理解しようとする構成論的な研究が行われています．本講義では，ヒトやサルからムカデに至るまで様々な生物やロボットを対象に，歩行の力学原理や制御について概説します．

**創薬研究における数学**

**日　程：** 平成 25 年 1 月 30 日（水）15:00〜16:30，17:30〜19:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 108 講講義室

**講　師：** 豊柴 博義氏（武田薬品工業株式会社医薬研究本部 生物分子研究所 主席研究員）

**講義内容：** ハイスループット技術の進歩により，一度に大量の遺伝子発現やタンパク発現の変動を観測することが可能になった．このような技術の進歩により，病気や薬理作用の理解が進み，より革新的な薬がもたらされると期待されたが，実際にはその技術革新の恩恵は創薬の現場で十分に活かされていない．薬の生産性はこのような技術革新以前よりもむしろ低下しており，現状を打破すべく様々な試みが行われているが，根本的な問題解決に至っていない．その原因としては，個々の生物学的現象を説明する数学モデルは存在するが，より大きな数学的枠組みで問題を一般化し解決する方法がないことが考えられる．本講義では，創薬研究で直面する様々な問題に対し，数学的に問題を解決する試みを紹介したい．

### 3.1.4 離散幾何解析セミナー

「離散」をキーワードに，幾何学，解析学，応用数学を中心とした幅広いテーマについて，講演者の最近の研究や研究の展望・夢を語って頂く場として，GCOE 事業推進担当者の岩田覚，加藤毅，熊谷隆の 3 名が世話人となって，数学教室において離散幾何解析セミナーを月一回程度のペースで開催している．諸分野の研究者の交流の場として，informal な雰囲気で行うセミナーであり，分野外の聴衆から素朴な質問が出されたり，講演者から研究背景や成果を得るまでの紆余曲折などを聞く事ができるなど，informal なセミナーゆえに得られる情報も多い．以下は平成 22〜24 年度のセミナーの記録である．

**第 10 回** 平成 22 年 3 月 12 日 (金)13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：Ravi Montenegro 氏 (University of Massachusetts Lowell)
題　目：Mixing times and new Cheeger inequalities for finite Markov chains

**第 11 回** 平成 22 年 4 月 23 日 (金)13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：Robert Sinclair 氏 (沖縄科学技術研究基盤整備機構)
題　目：What causes Flat Dendritic Bifurcations?

**第 12 回** 平成 22 年 6 月 4 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：田中利幸氏（京都大学大学院情報学研究科）
題　目：圧縮センシング：数理と応用

**第 13 回** 平成 22 年 10 月 22 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：平井広志氏（京都大学数理解析研究所）
題　目：多品種流について

**第 14 回** 平成 22 年 1 月 21 日 (金) 15:00〜（確率論セミナーと合同で開催）
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室
講演者：砂田利一氏（明治大学理工学部）
題　目：Homological positions of random walks and convex polyhedra

**第 15 回** 平成 23 年 2 月 7 日 (月) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 108 号室
講演者：池田思朗氏（統計数理研究所）
題　目：確率測度の最適化と通信路容量

**第 16 回** 平成 23 年 5 月 27 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：高澤兼二郎氏（京都大学数理解析研究所）
題　目：マッチング森とデルタマトロイド

**第 17 回** 平成 23 年 6 月 24 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：谷川 眞一氏（京都大学数理解析研究所）
題　目：分子構造の一般剛性に対する組合せ論的特徴付け

**第 18 回** 平成 23 年 7 月 1 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：洞彰人氏（名古屋大学多元数理）
題　目：ヤンググラフ上の調和関数と無限対称群の表現

**第 19 回** 平成 23 年 10 月 7 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：小川知之氏（明治大学先端数理科学研究科）
題　目：反応拡散系の多重臨界点と分岐

**第 20 回** 平成 23 年 11 月 25 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：斎藤恭司氏（IPMU）
題　目：不連続群や不連続モノイド上定義された分配関数

**第 21 回** 平成 24 年 1 月 13 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：縫田光司氏 (産業技術総合研究所)
題　目：離散的な関数族間の距離の評価と暗号分野への応用

**第 22 回** 平成 24 年 6 月 1 日 (金) 13:00〜14:30
場　所：京都大学理学研究科 3 号館 552 号室
講演者：澤正憲氏（名古屋大学情報科学）
題　目：Cubature formula, Hilbert identity, isometric embedding

なお，平成 24 年度には数理研プロジェクト研究として「離散幾何解析」が採択されたので，24 年度の多くの活動は数理研プロジェクト研究として行われ，GCOE でも以下の研究集会を共催・協賛した．

**国際研究集会「Geometry and Analysis on Discrete Groups」**

**主催者：** 藤原耕二，加藤毅
**場　所：** 数理解析研究所 420 号室
**日　程：** 平成 24 年 6 月 4 日〜8 日
**講　演：** M.Bestvina (Utah), D.Calegari (Cambridge) の２氏がそれぞれ３時間，J.Manning (Buffalo, USA) が２時間の連続講演を行った．さらに，８コマの１時間講演，５コマの３０分講演を行った．幾何学的群論を主なテーマとして，関連分野の国際的な第一線の研究者を招聘した．

**合宿型セミナー「Geometry and Analysis on Discrete Groups」**

**主催者：** 加藤毅
**場　所：** 鳥羽シーサイドホテル
**日　程：** 平成 24 年 6 月 11 日〜15 日
**講　演：** 離散群作用に関わる幾何解析を主なテーマとして，関連分野の国際的リーダーである Gennadi Kasparov (Nashville, USA), Guoliang Yu (Nashville, USA), Andrzej Zuk (Paris, France) が，それぞれ２時間の講義を行った．さらに，若手を中心に１１コマの１時間の講演を行った．

**国際研究集会「Discrete Geometric Analysis」**

**主催者：** 熊谷隆，岩田覚，加藤毅

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室

**日　程：** 平成 24 年 8 月 27 日〜31 日

**講　演：** 「離散」をキーワードに確率論，離散幾何学，離散最適化を中心とした分野横断的な研究集会を行った．５０分の講演１７コマと３０分の講演８コマを行った．

**国際研究集会「Discrete Convexity and Optimization」**

**主催者：** 岩田覚

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室

**日　程：** 平成 24 年 10 月 15 日〜18 日

**講　演：** 離散凸解析と組合せ剛性理論を中心に，１６名の招待講演者が 1 時間ずつの講演を行った．海外からの招待講演者は，以下の通りである：K. Berczi (Budapest), T. Jordan (Budapest), V. Kaszanitzky (Budapest), T. Kiraly (Budapest), G. Koshevoy (Moscow), T. McCormick (Vancouver), S. Oum (KAIST), P. Tetali (Atlanta), L. Theran (Berlin), S. Zivny (Warwick)

**国際研究集会「Markov Chains on Graphs and Related Topics」**

**主催者：** 白井朋之，熊谷隆

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室

**日　程：** 平成 25 年 2 月 12 日〜15 日

**講　演：** グラフ上の離散幾何解析と離散確率論を中心テーマに据えた研究集会となる予定である．現在のところ，海外から以下の講演者が招待講演を引き受けている．O. Angel (British Columbia), M.T. Barlow（British Columbia), D. Croydon (Warwick), V. Kaimanovich (Ottawa), J. Masamune (Penn State), P. Mathieu (Marseilles), Y. Peres (Microsoft), P. Sousi (Cambridge)

数理研プロジェクト研究「離散幾何解析」については

`http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kenkyubu/proj2012/index.html`

を参照．

## 3.2　各分野ごとの活動と成果

### 3.2.1　保険数学・経済学

**アクチュアリーサイエンス部門の立ち上げ**

平成 22 年 10 月にアクチュアリーサイエンス部門を設立した．すでに保険数学の教育は平成 10 年 4 月から開始され，その教育の成果も上がってきている．学生の間でもその存在は広く知られるようになり，将来アクチュアリーを目指す学生には，充実した教育を提供してくれる場として，信頼度の高いものとなっている．このアクチュアリーサイエンスの教育をより効率的に実施するために，その中核となる教育研究組織を明確にし，人材育成の拠点とするために，新たに部門として立ち上げ，組織的にも明確なものとしてやっていくことになった．現在教員は客員教授 5 名よりなり，主に学部学生，修士課程学生の指導を講義・演習を中心に行っている．また，住友生命の湯浅味代士氏を平成 24 年度から 26 年度までアドバイザーとして委嘱している．湯浅氏は平成 10 年度から 17 年度まで 8 年間，当数学教室で保険数学の教育に従事し，その経験を生かして教育・研究への助言を依頼している．また博士後期課程の学生の指導も依頼している．

### 教育力養成特定助教・GCOE 特定研究員によるきめ細かい学生の指導

保険数学の教育は，日本アクチュアリー会との協定により，生命保険会社より派遣された客員教員により，実施されている．実務経験を生かし，実務に即した教育を行っている．その反面，確率論などの理論的な素養も基礎知識として不可欠であり，それを補完するために教育力養成特定助教・GCOE 特定研究員により，確率論の基礎理論のセミナーを定期的に行い，学生に対するきめ細かな指導を行っている．これにより，実務と理論のバランスのとれた教育が実現されている．この教育力養成の事業は助教の教育・研究能力のステップアップとして効果が上がった部分であり，継続が望まれるが，GCOE 以後は人件費の確保が難しく，今のところ先の見通しは立っていない．

### 保険数学の新しい教科書の作成

保険数学の教科書として「確率で考える生命保険数学入門」京都大学理学部アクチュアリーサイエンス部門編（岩波書店）を平成 24 年 2 月に出版した．著書は，大嶋孝造，南嘉博，鈴木剛，淺野淳，中山素夫，鈴木浩吾，谷田篤史である．国際標準に達するレベルの新しい保険数学の教科書は近年強く求められており，それに応える形で長年の講義経験と議論を通じて，教科書の形にまとめたものである．この間，保険数学の教員に加えて GCOE 特定助教（当時）の塩沢裕一氏，矢野裕子氏や，GCOE で TA に雇用した博士後期課程学生であった谷田氏らの協力により原稿を準備し，実際の講義やセミナーでの使用を通じて細部を充実させ，出版にこぎつけた．本書は日本アクチュアリー会において生保数理の参考書としても指定されている．

### 数理ファイナンスの講義

数理ファイナンスは，ブラック=ショールズによるオプションの価格付け理論などを契機に，金融工学において欠くことのできない理論的素養となってきている．さらに，金融ばかりでなく，保険，年金などにおいても，数理ファイナンスの知識が不可欠となってきており，高度の数学的な素養が一層必要とされてきている．数学教室においては既に保険数学の教育が成果を上げているが，これらをさらに補完，強化するものとして当講義を開始した．また従来から集中講義の形でファイナンス理論の講義は行われてきていたが，時々のトピックに限られるため，基礎からの包括的な教育を提供する目的で，通常の講義として実施することにした．平成 24 年度より開講したが，出席者も多く，学生のニーズに即したものとなっている．この講義は数理ファイナンス理論の啓蒙としての位置づけで，主に基礎理論を中心に講義されているが，研究者養成としては十分なものではない．現在もより専門的な数理ファイナンス理論の習得を目指した博士後期課程の学生もいるが，研究指導委託の形で他大学に依拠しているのが現状である．将来的にはそうした学生の指導もできる専門家を擁することも検討課題である．

### 進路状況

谷田篤史氏は大学院博士後期課程在学中から TA として，また平成 22 年 3 月に学位取得後は GCOE 研究員・GCOE 特定研究員として，保険数学の教育に参画しており，確率論の指導を行った．また保険数学の教科書の編纂にも加わり，確率論の理論的な部分の執筆を担当している．こうした経験を生かし，平成 23 年 4 月より，アクサ生命に就職している．

その他にも，新角卓也氏が大学院博士後期課程を単位取得退学して，ソシエテ・ジェネラルに就職するなど，保険数学・数理ファイナンス関係で職を得る博士後期課程・修士課程の学生を着実に輩出している．

### 博士後期課程学生の受入れ

アクチュアリーサイエンス部門の設置により，組織として整ったものとなったのを契機に 2011 年 4 月より GCOE の多様な分野での人材育成アドバイザである湯浅味代士氏にアクチュアリーサイエンス部門のアドバイザーも委嘱した．湯浅氏は平成 10 年より 10 年間，本数学教室において保険数学の教育に従事し，その折の経験と実績の高い評価により，博士後期課程の学生の指導を委嘱した．また既に金融庁に勤務している我妻佳祐氏を博士後期課程の学生として社会人入学により受け入れている．我妻氏は湯浅氏の指導の下に現在年金の基金制度の有用性や問題点などの研究をすすめており，平成 24 年度の日本アクチュアリー会年次大会において「基金及び基金償却

積立金に関する諸問題」という講演を行っている．現状では博士後期課程学生の指導は効果的に行われているが，湯浅氏の存在によるところが大きい．湯浅氏が高齢であることから今のままの状態を継続することは困難な状況である．保険数学の教員は客員教員として 5 名いるが，修士課程学生が中心で，博士後期課程学生の指導までは手が回らないのが実情である．将来的には博士後期課程学生の指導が出来るような専任教員を配置することも考えていく必要があるが，このことも容易ではない．これらの問題は将来の課題として残っている．

**保険数学の特別講義・セミナー**

保険数学では，この分野における最近の発展もとりいれるために，特別講義やセミナーを開催してきた．特に特別講義では外国から講師を招聘し，最近の話題を講義してもらっている．これらの講義は，修士課程学生，博士後期課程学生の学生ばかりでなく，アクチュアリー会の会員も参加し，啓蒙活動としての役割も果たしている．これらは今後も継続していく予定であり，平成 25 年度の講師は既に決定し，準備を進めている．以下では過去に行った講義，セミナーの概略を述べる．

**Stochastic Modeling「確率論的モデリング」セミナー**

アクチュアリー・コンサルティング会社ミリマン・インクのパリ・オフィス研究調査部門ディレクターとして，生命保険および損害保険における様々なモデリングの研究および実務への応用をサポートしている Laurent Devineau 氏を招聘して，確率論的モデリングの集中講義を行った．Devinaux 氏はフランス・アクチュアリー会正会員であり，現在の主な業務は，ソルベンシー II 内部モデルにおける計算手法の開発およびその具体化です．経済シナリオ・ジェネレーターの構築およびキャリブレーション，信用リスクのモデリング，確率論的死亡モデリング，損害保険における確率論的リザーブ積立手法を始めとするリスクモデリングにも注力している．また，変額年金のプライシングおよびヘッジや保険リスク証券化の経験もある．フランス・リヨンの ISFA(Insurance and Financial Sciences Institute) 数理学部において，保険数理およびファイナンスの講義および共同研究も行っている．

**日　程：** 平成 22 年 11 月 30 日〜12 月 2 日
**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 127 大会議室
**講　師：** Laurent Devineau 氏（ミリマン・インク）

国際アクチュアリー会のモノグラフ「Stochastic Modeling - Theory and Reality from an Actuarial Perspective」（ミリマン・インク編纂）をテキストとし，確率論的モデリングの理論的背景と実務への応用を解説．

11 月 30 日（火）10:30〜12:00 経済シナリオ（リスク中立とリアルワールド）
11 月 30 日（火）14:00〜15:30 死亡・長寿リスクと契約者行動
12 月 1 日（水） 10:30〜12:00 損害保険リスクのモデリング
12 月 2 日（木） 10:30〜12:00 エコノミック・キャピタルとソルベンシー

**アクチュアリー会特別講演会**

アクチュアリー会の理事長である野呂順一氏と日本アクチュアリー会 ERM 委員会委員長である吉村雅明氏を招いてアクチュアリーについての講演会を開催した．本学の学生だけでなく他大学を含めて多数の参加者があった．

**日　程：** 平成 23 年 6 月 17 日
**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室
**第一部：** 「これからのアクチュアリーに求められるもの-アクチュアリー教育の将来ビジョン-」
野呂 順一氏 日本アクチュアリー会理事長（日本生命保険相互会社常務執行役員）
**第二部：** 「ERM（統合的リスク管理）とアクチュアリー-アクチュアリー最先端技術の国際動向-」
吉村 雅明氏 日本アクチュアリー会 ERM 委員会委員長（住友生命保険相互会社企画部担当部長）

3.2.6 節の野呂 順一氏のレポート参照

**「社会保障の数理」セミナー**

ILO 中東欧地域事務所 社会保障専門官廣瀬賢一氏を招聘して社会保障の数理に関する集中講義を行った．

**日　程：** 平成 23 年 6 月 28 日〜7 月 1 日
**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 127 大会議室
**講　師：** 廣瀬 賢一氏（ILO 中東欧地域事務所社会保障専門官）

グローバルな経済の変化と将来見込まれる人口の少子高齢化のなかで，社会保障制度の長期的な持続可能性を確保していくことが全ての国で喫緊の課題となっている．提起される様々な政策の効果を量的に評価し，また，新しい政策を自ら提案していくためには，数理的な手法はなくてはならないものである．そうした手法のうち，講師の 17 年間の国際機関における，主に発展途上国や移行経済国に対する技術協力の経験の中で，有用であったものをいくつか紹介した．また，将来，世界を舞台に数学を活用していくこと（例えば，アクチュアリー）を志望している人のために,「数学の社会における有形・無形の効用」「英語コミュニケーションの技術と対策」「外国からみた日本」「海外生活・留学・勤務のすすめ」といった話題についても説明を行った．

6 月 28 日（火）14:00〜15:30「社会保障入門」
6 月 29 日（水）14:00〜15:30「公的年金財政の数理（附:年金数理の補足）」
6 月 30 日（木）14:00〜15:30「人口分析の方法と人口推計のモデル」
7 月 1 日（金） 14:00〜15:30「社会保障の経済学のいくつかの話題」

**Quantitative Risk Management（定量的リスク管理）セミナー**

スイス工科大学チューリッヒ校の Paul Embrecht 教授を招聘し，定量的リスク管理の集中講義を行った．Embrecht 教授は ETH において保険数学と定量的リスク管理を専攻し，“Modelling Extremal Events for Insurance and Finance” の著者の一人でもある．

**日　程：** 平成 24 年 8 月 6 日〜9 日
**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講義室・127 大会議室
**講　師：** Paul Embrechts（ETH Zurich）

ここ数十年において金融リスク管理という分野は急激な発展を遂げてきた．一方で，近年発生したサブプライム住宅ローン危機，リーマン・ショック，欧州金融危機などの出来事により，金融リスクを適切に管理し，金融機関が十分な資本の余力（バッファー）を確実に保持することの重要性が再認識されている．保険業界においても，現在欧州を中心にしてソルベンシーなどの資本規制についての国際的な検討が進められているが，こうした課題に対処していく上で，定量的リスク管理の基礎概念とそれを支える技術は，リスク管理に必要不可欠な要素となっている．この講義では，講師が著書の一人として執筆した「Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques & Tools」（邦訳「定量的リスク管理-基礎概念と数理技法-」訳者代表 塚原英敦，共立出版）などの内容に基づいて，金融リスク管理に有用な思想や手法の紹介を行った．

8 月 6 日（月）14:00〜15:30 Basic concepts from QRM（QRM の基礎概念）
8 月 7 日（火）10:30〜12:00 Modelling multivariate factor distributions（多変量モデル）
14:00〜15:30 The basics of Extreme Value Theory（極値理論の基礎）
8 月 8 日（水）10:30〜12:00 Modelling dependence beyond linear correlation（線形相関によらない従属モデル）
14:00〜15:30 Some applications, possibly Operational Risk（応用例とオペレーショナルリスク）

3.2.7 節の Paul Embrechts 氏（ETH Zurich）のレポート参照

### 3.2.2 生命科学

#### 数理生命客員教授の任用

理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター（理研 CDB）の上田泰己チームリーダーを京都大学理学研究科の客員教授として任用し，数理生命に関する博士後期課程学生の研究指導委託を行なった．数理生命における既存の手法よりは，むしろこれまで適用されてこなかった数学による，生命現象の新しい記述手法を導入することで，理化学研究所の持つ情報科学のデータに適用することや，また生物の実験に適用することをねらいとした特色を持つ．これにより 1 名の博士後期課程学生が学位を取得し，東北大学 WPI-AIMR の特任助教に採用された．

現実には数学，情報科学，生物学の研究者がそれぞれ斬新なアイデアを持ちつつも，それらを融合するまでには至らなかった．ポスドクなど若手研究者どうしが，分野を超えた連携に関して議論をする場を，日常的に持てるように機会を作ることが今後の課題となる．また今後の活動に関しては，数理生命サイドから，CREST などプロジェクト型の研究を通じて，数学との連携を実現するアプローチも徐々に形成されつつある．

#### セミナーなどの活動とその成果

GCOE による生命科学に関する以下のようなセミナー等での活動により，日本の代表的な若手数理生命研究者たちとの交流がなされた．それにより今後の数理生命に関わる議論を活発に行い，問題意識やその方向性に関する知見を共有することができつつある．

**Colloquium “Topology and geometry of RNA and protein folding”**

**日　程：** 平成 23 年 9 月 27 日
**場　所：** 東京大学生産技術研究所 D 棟 Dw601 号室
**講演者：** Jeorgen Andersen 氏（デンマーク Aarhus 大学 教授）

**Toward Mathematical Foundation of Complex Network Theory**

**日　程：** 平成 24 年 9 月 14 日〜16 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 6 号館 401 号室

**主催者：** 阿久津達也（京都大学，co-chair），加藤毅（京都大学，co-chair），林田守広（京都大学），田村武幸（京都大学）

**参加者：** 79 名（うち外国人：5 名）

自然科学に典型的に現れる巨大な有限グラフの数学的扱いに関する国際研究集会を行った．特に当該分野の国際的リーダーである Albert-László Barabási 氏（Northeasten Univ.）及びその共同研究者たちを招聘し，日本の若手研究者達との研究交流がなされた意義が大きい．Barabási 氏，合原一幸氏（東京大学）が，初日のメイン講演をそれぞれ 1 時間行った．次いで阿久津達也氏（京都大学）を座長として Panel Discussion を行った．さらに 11 コマの 50 分講演を行った．

個別の問題として，Cartan による微分形式の理論を工学における渋滞学に応用する研究プロジェクトを，平成 25 年度から 1 年間，新日鉄の中川淳一氏を代表者として立ち上げる予定である．これは生命科学における制御の問題を，工学の立場から幾何学的に解析する手法を模索するために行われるもので，合原最先端研究プロジェクトと共催する．また，広島大学の渋谷一博氏と，名古屋大学の野田尚廣氏を共同研究者とし，他数名の数理に関わる研究分担者に新たに参加してもらう予定である．2012 年 11 月 30 日にその研究打ち合わせを兼ねた研究集会を東京大学生産技術研究所で開催した．

### 3.2.3　コンピュータを用いた数学

京都大学の数学・数理解析専攻は，数学を基礎において計算機科学の人材育成を行っているという点で国内において希少な大学院であり，これまでも修士・博士後期課程修了者がコンピュータ関連企業などで活躍し，また修士課程修了者は毎年コンスタントに就職実績があるなど，本専攻で計算機科学を学んだ人材への社会からの需要は大きい．一方で，数値解析などの計算機を用いた数学の研究も活発に行われており，特に本グローバル COE で導入した計算サーバを用いて非線型偏微分方程式の計算機援用解析を行う博士課程課程学生が現れるなど，新しい効果が出て来ている．このように計算機を用いた数学研究とそれによる人材の育成，および数学と他分野の連携の基礎となる計算機の実践的活用の促進の２つの側面から，以下のような様々な事業を行った．

#### 計算機科学の分野での人材育成

本グローバル COE での事業により，計算機科学分野でも次代を担う若手の人材が育ってきている．事業期間中，計算機科学分野では７名の博士課程学生が在籍し，うち３名が博士の学位を取得した．さらに，５名のポスドクも雇用した．これら博士号取得者やポスドク在籍者はいずれも，その後も計算機科学の研究・教育に従事してこの分野の発展に大きく寄与している．

以下に顕著な例を幾つか挙げる．GCOE 研究員であった Craig Pastro 氏は理論計算機科学および表現論に関係する圏論の研究で成果を挙げ，九州大学の任期付き准教授に採用された後，教育面での貢献が高く評価され，新年度から任期のない准教授として採用される予定である．博士課程学生であった星野直彦氏は学位修得後，数理解析研究所機関研究員を経て助教となった．星野氏はプログラミング言語の意味論の研究で顕著な成果を挙げ，理論計算機科学のトップクラスの国際会議に毎年論文が採択され，海外からも共同研究のために招聘されるなど，国際的に活躍の場を広げている．同じく博士課程学生であった宮部賢志氏は学位取得後，GCOE 研究員となった．その在籍中，アルゴリズム的情報理論，特にアルゴリズム的なランダム性の研究で顕著な成果を挙げ，国際会議の招待講演や日本数学会の分科会特別講演を依頼されるまでに成長した．新年度からは学振 PD となり，この分野の中心的な研究者としての活躍が期待される．

このように，本グローバル COE 事業では未来の計算機科学を担う多くの若手人材が育ったが，彼らは単に優秀であるだけではなく，本大学院が特色とする数学を基礎においた計算機科学分野の教育・人材育成によって，その数学的センスを計算機科学分野の諸問題の解決に適用できる能力を持ち合わせているという強みも持っている．上で述べた他にも，多様な分野での人材育成プログラム博士課程に現在在籍中の学生は，これまで計算機科学分野であまり顧みられて来なかった数学的手法を適用し，ソフトウェアの新たな解析手法の体系化への入り口を切り開こうとしている．これらは，数学と計算機科学との間で引き起こされた学際的化学反応の結果であると言えるだろう．

博士課程やポスドクだけではなく，修士課程修了者も，毎年コンスタントにシステム・インテグレータ，ソーシャル・ネットワーク・サービス，ソフトウェアハウス等の大小のＩＣＴ関連企業に就職し活躍している．日本のＩＣＴ産業界のソフトウェア研究開発能力の弱さはかねてより指摘されてきているところであるが，本修士課程修了者は計算機科学の専門的知識と数学的応用能力を持ち合わせた人材として，その強みが評価されているものと考えている．このような人材がＩＣＴ業界で働くことによって，計算機科学の理論のソフトウェア研究開発における重要性がより広く認知され，ひいては同業界の発展にも貢献できるものと信じている．

#### 計算機の実践的活用のための事業

この方向では，学生・若手研究者に計算機の数学研究への活用をさらに促進するために，数値シミュレーション，数式処理を用いて数学研究を行っている国内外の研究者による「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナーを継続して行った．数学以外の分野の研究者との交流においては，数値シミュレーションや計算機を用いた解析に基づいた研究結果を土台として議論が行われることが多く，また，計算機 も援用して他分野の研究者にもわかりやすく数学的アイディアを表現することによりコミュニケーションを促進させるなど，様々な良い効果が期待できる，この セミナーでは，特に数学の分野を限定せずに，そのような目的で計算機を数学研究に直接的・間接

的に利用できるようなアイディアや方法を取りあげて，基礎的なところから学ぶ機会を提供するための機会として開催してきた．

平成 22 年度から 24 年度には，これまでの数値計算関係だけでなく，新しいテーマとして，疑似乱数とモンテカルロ法，情報セキュリティ，計算機代数と保型形式，コンピュータグラフィックスも取りあげて，幅広い数学の分野での計算機の活用の可能性を示すことができた．以下はこの期間に実施したセミナーの記録である．

### 第 6 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー

**テーマ：** 計算の品質

**日　時：** 平成 22 年 7 月 23 日（金）10:00〜18:00，7 月 24 日（土）10:30〜16:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 藤原 宏志氏（京都大学情報学研究科），山本 野人氏（電気通信大学情報工学科）

**概　要：「多倍長計算・高精度計算による数値計算の拡がり」**

**藤原 宏志氏（京都大学情報学研究科）**

計算機の普及に伴い，研究・開発における数値的手法の利用が拡大している．また計算機の高性能化に支えられて，従来は数値的な取り扱いが困難とされていた問題に対しても様々なアプローチがなされている．例えば「不安定」な問題に対して，正則化・高精度な離散化・多倍長計算を組み合わせる高精度計算により，信頼性の高い数値計算を実現する枠組が整備されつつある．講義は，数値計算の基本的な概念の解説から始める．幾つかの基本的な離散化やアルゴリズムを述べ，数値計算に特有の計算誤差に注意を与える．さらに，多倍長計算による高精度数値計算の適用例，工学・物理学分野への数値計算の適用例と課題を紹介する．

内　容：

1. 計算機での数値処理と基本的なアルゴリズム
2. 計算誤差と数値計算の信頼性
3. 高精度離散化と多倍長計算による高精度数値計算
4. 物理学・工学における高精度数値計算の利用例

参考文献：

一松信「数値解析」朝倉書店（1982）
伊理正夫・藤野和建「数値計算の常識」共立出版（1985）

**「常微分方程式の精度保証付き計算の理論と技法」**

**山本 野人氏（電気通信大学情報工学科）**

常微分方程式，とくに初期値問題に関する精度保証付き数値計算法についての講義を行う．精度保証付き数値計算になじみのない聴講者を想定して，その概念・原理・適用分野・基本的な技法の解説からはじめる．さらに，常微分方程式初期値問題に対する代表的な精度保証手法である Lohner 法を説明し，具体例に沿って計算手順を示す．また，数値例とともに，時間が許せば，数式処理ソフトを用いた精度保証プログラムの自動生成法についても触れたい．

内　容：

1. 精度保証付き数値計算の概要
2. 精度保証の基本的な技法
3. 常微分方程式初期値問題の精度保証と数値計算例

参考文献：

中尾充宏・山本野人「精度保証付き数値計算」日本評論社（1998）
大石進一「精度保証付き数値計算」サイエンス社（2000）

**第 7 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー**

**テーマ：** モンテカルロ法，乱数，および疑似乱数 Monte Carlo Method, Random Number, and Pseudorandom Number

**日　時：** 平成 22 年 10 月 29 日（金）13:30〜17:00，10 月 30 日（土）13:30〜17:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 杉田 洋氏（大阪大学理学研究科）

**概　要：** モンテカルロ法はとても広く活用されているが,「コンピュータは乱数を生成することができない」という原理的困難により実際には乱数の代わりに疑似乱数を用いて計算を行うため，数学的には正当化されない手法だと思われてきた．しかし，これは先入観に基づく誤解に過ぎない．疑似乱数を用いていても数学的に正当化される場合があり，すでにそれは実用化されている．この連続講演では，そうした事情を，初歩から詳しく解説する．

**10 月 29 日（金）13:30-15:00**
**「モンテカルロ法の数学的定式化」(Mathematical Formulation of Monte Carlo Method)**

モンテカルロ法の目的は何か，乱数とは何か，なぜモンテカルロ法に乱数が必要なのか，どういう疑似乱数を用いればモンテカルロ法は数学的に正当化されるのか，について，一つのモンテカルロ法の実践例を基に解説する．ここで現れる諸概念は後続の三つの講演で詳しく解説する．

**10 月 29 日（金）15:30-17:00**
**「乱数」(Random Number)**

Kolmogorov Complexity に基づく Martin-Loef の乱数理論を紹介する．すでに古典的な理論であるが，計算機科学の専門家以外には，確率論研究者の間でもあまり知られていないのは残念である．乱数の概念はモンテカルロ法の理論的困難を理解するのに本質的に重要であり避けて通れない．ここでは，部分帰納的数，Kleene の標準形，枚挙定理，Kolmogorov Complexity とその計算不可能性，Martin-Loef の定理などを紹介する．

**10 月 30 日（土）13:30-15:00**
**「疑似乱数」(Pseudorandom Number)**

短い $0,1$ -列（種）を長い $0,1$ -列（疑似乱数）に引き延ばす写像を疑似乱数生成器という．暗号理論で発案された疑似乱数生成器の安全性の概念を紹介する．これは，モンテカルロ法の場合にも非常に有用である．安全な疑似乱数生成器の存在問題は PvsNP 問題と絡む難問であり未解決である．後半では，解析的に接近可能な「Weyl 変換による疑似乱数生成器」を紹介する．

**10 月 30 日（土）15:30-17:00**
**「モンテカルロ積分」(Monte Carlo Integration)**

確率変数 X の期待値を推定するために，X の独立なサンプルを多数生成し，その相加平均 (標本平均) をコンピュータで計算する手法をモンテカルロ積分という．モンテカルロ法の実例のほとんどはモンテカルロ積分である．ここでは，用途をモンテカルロ積分に限れば安全な疑似乱数生成器が存在することを示す．すなわち，モンテカルロ積分は疑似乱数を用いていても数学的に正当化できるのである．とても実用的な例として「ランダム Weyl サンプリング (RWS)」と「動的ランダム Weyl サンプリング (DRWS)」を紹介する．

**第 8 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー**

**テーマ：** 数学と情報セキュリティ科学を巡る知の循環，その実例として

**日　時：** 平成 22 年 11 月 12 日（金）14:30〜16:30，11 月 13 日（土）10:00〜12:00・14:00〜16:00

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 縫田 光司氏（産業技術総合研究所 情報セキュリティ研究センター）

**概　要：** RSA 暗号や楕円曲線暗号のように，暗号・認証・電子署名などの技術を扱う情報セキュリティ分野において初等整数論や楕円曲線などの数学が応用されていることは比較的認知されているように見受けられる．本発表ではこれら「数学→情報セキュリティ」という波及効果と逆向きの,「情報セキュリティ→数学」という波及効果の実例として，情報セキュリティ分野の研究過程で見出した数学的研究テーマに関する話者のこれまでの研究について紹介する．特に，冒頭に紹介した初等整数論や楕円曲線のようなよく知られた（代数っぽい）題材に留まらず，凸集合の幾何学や確率不等式，組合せ論的数論など様々な分野の数学が登場することを強調しておきたい．

（なお，本発表においては情報セキュリティ分野についての予備知識は仮定せず，また各コマごとに self-contained な内容にする予定である．）

**11 月 12 日 (金) 14:30-16:30**
**「フィンガープリント符号とガウスの求積法」**
機密電子データの不正流出元を特定するための符号 (フィンガープリント符号) を題材に，数学との関わりを紹介 する．例えば，話者らによる最近の研究によって，ガウスの求積法 (Gaussian quadrature) で用いられるノード と重みの値をパラメータとして使用すると性能の良い符号が生成できることが明らかになった．本発表ではそれ らの結果について述べる．

**11 月 13 日 (土) 10:00-12:00**
**「擬似乱数の安全性評価とルート 2 の二進数展開」**
ある擬似乱数生成アルゴリズムに関する話者の研究では，アルゴリズムにおける不適切なパラメータの割合の評 価式を，ルート 2 の二進無限小数展開におけるある特別な部分列の出現率を用いて与えた．さらに，その部分列 の出現率を，同じ無限小数における「1」の出現率を用いて評価できることを明らかにした．本発表ではこの結果 について紹介する．

**11 月 13 日 (土) 14:00-16:00**
**「量子情報セキュリティの長期的安全性と凸集合の幾何学」**
いわゆる「量子暗号」に代表される量子力学に基づく情報セキュリティ技術について，もし将来的に量子力学を超 越する物理現象が発見され (て，それが暗号攻撃に利用され) たとしても安全性が保たれるかどうか予測するた めの研究が近年行われている．本発表では，話者らの研究を含むそれらの研究と，局所凸位相ベクトル空間にお ける凸集合の幾何学的性質との関連について紹介する．

**世話人：** 阿部 拓郎氏（京都大学大学院工学研究科 機械理工学専攻）

### 第 9 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー

**テーマ：** 保型形式と計算機

**日　時：** 平成 24 年 1 月 20 日（金）〜1 月 21 日（土）

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 横山 俊一氏（九州大学），市野 篤史氏（京都大学），池田 保氏（京都大学）

**概　要：** **「計算機代数システム Magma への誘い / Dive into Magma」**
**横山 俊一氏 （九州大学）**

計算機代数システム Magma は, 豪シドニー大学のチームによって開発・頒布されている汎用ソフトウェアである. 開発が始められた 90 年代中盤から現在に至るまでに, 4,000 を超える論文に引用されており, 信頼性も高く, 幅広い分野の数学研究に利用されている. 本講演は Magma に関する最近の進展状況, 及び保型形式論における利用例を報告すると共に, 初めて Magma を使用される方に向けての「講習会」を兼ねる. このため, 以下のように 2 部構成で行う.

**1 月 20 日（金）14:00-15:30**
**「Part I: Exploring mathematics with Magma: fast forward」**

まず前半で初心者向けの「講習会」を行う. 最初に Magma に関する基礎知識やソフトウェアに関する解説を行い, 続いて幾つか初等的な計算をお見せする. 具体的には次のような内容を取り扱う予定である.

1. 基礎的な指示語とルール, リファレンスブックの読み方
2. Boolean operations
3. 集合と作用素
4. Tuples
5. 写像の構成と取り扱い
6. 具体例（初等的代数学を例に）

**1 月 20 日（金）16:00-17:30**

**「Part II: Modular forms and related topics: a computational approach」**

後半は主に数論研究者向けに, 保型形式論における Magma の使用例を幾つか紹介する. 標準的な有理数体上の保型形式を主に取り扱う. 加えて Hilbert 保型形式や Bianchi 保型形式の計算も紹介する. 最後にやや maniac だが重要と思われる話題を, 保型形式論に関連する内容から幾つか提供する.

7. 有理数体上の保型形式, ニューフォーム, 固有形式
8. 実二次体上の保型形式（Hilbert 保型形式）
9. 虚二次体上の保型形式（Bianchi 保型形式）
10. 複数のソフトウェアの重ね技
11. Magma の弱点, bug fix
12. その他

**1 月 21 日（土）10:00-11:00**

**「Periods of quaternionic Shimura varieties」市野 篤史氏（京都大学）**

Magma には正定値四元数環上の保型形式が実装されている．ここでは，その応用例を紹介する．

**1 月 21 日（土）11:15-12:15**

**「高次 Siegel 保型形式の計算例」池田 保氏（京都大学）**

高次 Siegel 保型形式については，ある種のリフティングが存在することが知られている．ここでは，その計算機による実例について解説する．

**世話人：** 市野 篤史氏（京都大学理学研究科）

**第 10 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー**

**テーマ：** コンピュータグラフィックスと数学の接点

**日　時：** 平成 24 年 7 月 20 日（金）〜7 月 21 日（土）

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 安生 健一氏（株式会社オー・エル・エム・デジタル 研究開発部門），土橋 宜典氏（北海道大学），岡部 誠氏（電気通信大学 総合情報学科/JST PRESTO）

**概　要：** コンピュータグラフィックス（CG）は様々な情報を可視化するという意味で，今やもっとも基本的な情報表現メディアである．それ故に CG 技術も多様化し，さらにそれを支えるべき数学へのニーズも非常に高まっている．本講演では，CG の基本的な考え方から最先端の技術までを紹介しつつ，いくつかの数理的な手法を紹介する．CG では表示対象についての「解析」(analysis) と「生成」(synthesis) を行う．前者は表示したい対象，あるいはその類型についての解析であり，画像解析から大量のデータベースの構築などに相当する．後者は種々のデータを内挿，外挿すること，あるいはベイズ推定，逆問題を解く，ということに繋がる．CG の表示対象は多岐にわたるが，今回は，現在でも最も難しいとされる人間や流体の表現に焦点を絞り，これらに対する CG 表現事例とそれを実現する数理モデルを紹介し議論する．これらの数学的背景には，関数解析・Navier-Stokes 方程式の取り扱い・離散微分幾何・種々の離散数学 などがある．

**プログラム：**

**7 月 20 日（金）午後 1 時から 6 時頃まで**

1. CG 入門 -歴史から最近の動向まで-（土橋/安生）
2. 大量の映像データを用いる CG 手法（岡部）
3. 人間やキャラクタの表情アニメーション手法（安生）

**7 月 21 日（土）午前 10 時から終了まで**

4. 画像ベースおよび物理ベースの CG 流体表現（岡部/土橋）
5. 流体の方程式を援用した CG の演出手法 （土橋）
6. CG で用いるいくつかの補間手法とその数学的背景（安生）

**世話人：** 廣瀬 三平氏（京都大学理学研究科）

**第 11 回「計算機を用いた数学研究」GCOE セミナー**

**テーマ：** 精度保証付き数値計算法入門

**日　時：** 平成 24 年 11 月 30 日（金）14:00〜17:15，12 月 1 日（土）10:00〜16:30

**場　所：** 京都大学理学部 3 号館 110 講演室

**講演者：** 渡部 善隆氏（九州大学情報基盤研究開発センター），山中 脩也氏（早稲田大学理工学術院総合研究所）

**プログラム：**

11 月 30 日（金）
14:00〜15:30　「精度保証付き数値計算」とは （渡部）
15:45〜17:15　エラーフリー変換による区間演算の実装 （山中）
12 月 1 日（土）
10:00〜11:30　精度保証付き数値計算の原理 （渡部）
13:15〜14:45　数値積分の精度保証化技術とその高精度化に向けて （山中）
15:00〜16:30　非線形偏微分方程式への応用 （渡部）

**世話人：** 宮路 智行氏（京都大学数理解析研究所）

### 3.2.4　大学一般教育教員の養成

**教育力養成特定助教**

大学での数学教育の中核を担う有能な人材を供給するため，学位をもつ若手研究者を教育力養成特定助教として雇用し，大学での数学教育の豊富な経験を積んだ教員の指導のもとに，学部における教育の経験を積ませるプログラムを実施した．平成 21 年度までに 3 名の教育力養成特定助教を採用したが，22 年度末までに全員が専任教員の職を得て転出したので，その後，合計 5 名を新たに採用した．

教育力養成特定助教は，数学の全学共通科目（線形代数学，微分積分学）や理学部の専門基礎科目（線形代数学演習）の授業を担当した．特にこの事業を開始した最初の 3 年間は，線形代数学と線形代数学演習において，指導する内容や指導方法について，指導に当たる教員と特定助教が綿密に打ち合わせをし，教科書に匹敵する詳細な教材や演習問題を作成して配布した．その後の 2 年間は，教育力養成特定助教の先輩が後輩を指導し，互いに演習と授業のやり方について意見交換を行い自主的に教育力養成に努めた．また確率論を専門とする特定助教は保険数学の教育にも関わり，専門である確率論の立場から修士課程学生の指導や新しい保険数学の教科書の作成に協力した．

大学の専任教員に採用された 8 名の教育力養成特定助教は皆，この事業に参加した経験が就職に役立ったと語っており，またこのような事業は若手の数学研究者育成に有益であると言う理由で，将来も継続することを強く支持している．一方，給料を下げても良いから，もっと多くの若手研究者を採用して欲しい，雇用期間中に半年程

度海外で研究できる機会が欲しい，などの要望もあった．若い研究者は最初の職が有期雇用であること自体は受け入れているようで，むしろそれによって，より多くの若手研究者にチャンスが与えられるようになることを望んでいるようである．京都大学理学研究科の他専攻の教員からも，この事業の継続を支持する声があり，数学だけでなく理学研究科全体の事業として継続することが強く望まれる．

#### 進路状況

教育力養成特定助教に採用されたものは，その後，以下のような大学の専任教員に採用されており，本プログラムの実績が高く評価されていることの現れであるといえる．

塩沢 裕一（岡山大学自然科学研究科 准教授）
阿部 拓郎（京都大学大学院工学研究科 講師）
佐藤 隆夫（東京理科大学理学部第二部 数学科 講師）
矢野 裕子（京都産業大学理学部数理科学科 准教授）
深谷 友宏（東北大学大学院理学研究科 講師）
森山 貴之（三重大学 教育学部 准教授）平成 25 年 4 月 採用予定
門田 直之（東京理科大学理学部数学科 助教）平成 25 年 4 月 採用予定

### 3.2.5 中高教員の養成

#### 活動の状況

最近，中学・高校の数学教育関係者の間で数学の博士の学位を持つ教員を歓迎する動きがあり，本グローバル COE は，それに応えるべく，十分な数学の能力をもつ中高教員志望者を継続的に育成する試みを行った．

#### 活動の状況

既に教員免許を取得している学生には，中学・高校での教育の訓練の機会を提供することが重要であると考え，実際に教育の経験を積み，教育能力の向上のための実践的トレーニングを行うために，私学での非常勤講師などを斡旋した．

また，京都大学理学研究科において，大阪教育大学・大阪府教育委員会と連携して，博士後期課程学生やすでに博士の学位を取得した研究員が，数学・理科の教員になるためのプログラムを立ち上げ，免許の未取得の者には免許取得からサポートし，免許取得済みの者には教育現場での実際の教育機会を作ることにより，優秀な教員を養成する活動の協力をしている．

このほか，京都府教育委員会の「京都数学グランプリ」に協力してその実施や，それに引き続いて行われている高校生に対する「数学道場」のチューターとなることで教育能力の向上を目指している．
それ以外にも，京都大学理学研究科での ELCAS（最先端科学の体験型学習講座）の活動のサポートを行っている．

#### 実績と成果

これらの活動により，博士の学位を取得，もしくは博士後期課程研究指導認定を得た者が，学校法人麻布学園，洛星中学・高校，神戸大学附属中学・高等学校，に教員として就職するという実績が得られた．このほかに，現在，常勤教員としての就職を目指して東山高校で非常勤講師として勤務しつつ，博士の学位を取得した者もいる．

**今後の課題**

上のように，本グローバル COE の期間に一定の成果は挙がったが，同時に以下のような問題点も明らかになってきた．

すなわち，中高教員となるための教育トレーニングと，博士の学位を取得するための数学の研究との両立が，当初予想した以上に困難であるということが挙げられる．それは教育トレーニングと研究が全く別の活動であるために，一方に努力を傾けることで他方の時間が確保できないなどの困難が生じる，あるいは一方での成果が他方にほとんど利用できないということである．

これを解決するには，例えば学位を理学の博士号ではなく，学術の博士号として，教員になるためのコースはプログラムを別にするということが考えられるが，それは理学研究科における学位規程を大きく変更することになり，直ちに実施できることではない．

このように，教員としてのキャリアを目指すことが，研究者を目指すことと相当に方向性が違っているため，研究者を志望する大学院生に，別のキャリアパスとして教員を同時に考えさせることが難しく，教員免許の取得や教員としての訓練にかかる時間を考えると，教員というキャリアパスを今後，どのように大学院の教育に組み込んで行くかについては，更なる検討が必要であると思われる．

### 3.2.6　GCOE に係る多様な分野での人材育成について（日本アクチュアリー会理事長 野呂順一氏）

われわれアクチュアリーは，保険・年金・金融をはじめとした多彩なフィールドで,「数理業務のプロフェッショナル」としての業務を担っております．現実の業務遂行においては，数学的能力が必要であることは勿論ですが，法律や経済などの社会知識も必要であり，さらには組織内外でのコミュニケーション能力も求められております．京都大学におかれては，GCOE の中で，多彩な分野での人材育成を目的として，企業や他分野の第一線の専門家の助言を活かしながら，教育プログラムを企画しておられ，またコミュニケーション能力の向上にも注力されているようで，今後とも，幅広い分野で活躍する有為な人材が多数輩出されるものと期待しております．日本アクチュアリー会は 1998 年より京都大学へ講師派遣を行なってまいりました．特に GCOE が始まった 2008 年度からは，多様な分野の人材育成という点も視野に入れてまいりました．そうした中で，日本アクチュアリー会からの派遣講師（以下,「派遣講師」）より，次のような報告を受けております．

１．保険数学の特別講義・セミナーでは，年 1 回のペースで，多様な分野で活躍している方々（海外のコンサルティングファーム，ILO 等）に来ていただき（GCOE の予算で招聘），高度な数学が実務の世界で使われていることを伝えていただいたことは，非常に意義深いと考えている．また，講義外ではあるが，GCOE の助教・TA の方々と修士学生には，講師の方と英語のみでのフリートーキングの機会もあり，特に修士学生には，英会話の必要性が実感できたのではないか．

２．GCOE の助教・TA の方々と派遣講師によって，確率モデル，統計的手法，数理ファイナンス等をテーマとした修士論文指導ゼミ（M1，M2 それぞれ 6 名程度）を運営しており，理論的な面は GCOE の助教・TA の方々が担当し，実務的な面は派遣講師が担当している．ゼミの本来の目的は修士学生指導ということではあるが，実際には，派遣講師にとっては，しっかりとした理論を勉強でき，一方で，GCOE の助教・TA の方々にとっては，実務の実態を知っていただけるということで，双方にメリットのあるゼミとなっている．

3．昨年度は，教科書「確率で考える生命保険数学入門」（岩波書店）を刊行したが，この教科書の作成にあたり,「確率過程によるモデル」の章の執筆および全般を通した確率の現代的解釈については，GCOE の TA の方の参加なくしては実現し得なかったものであり，まさに産学連携の結果の産物となっている．この教科書の作成過程で，TA の方に「確率過程をできるだけわかりやすい言葉で伝えて欲しい」とお願いしたこともあり，われわれ実務家にも理解しやすい教科書ができあがったと感謝している．

４．日本アクチュアリー会の関西支部で，GCOE のプログラムの一環として，TA の方に講師となっていただきセミナーを開催したが，専門の分野についてもわかりやすくお話いただき，われわれ実務家にとっては最先端の数学知識を仕入れることができた．一方で，講師となっていただいた TA の方からは「セミナーの中での実務家からの質問が新鮮であった」との感想もお聞きしており，双方にメリットがあったと思っている．修士課程のゼミ学生もその場に出席していたが，彼らには産学両方の見方を知ってもうことができたので，よかったと考えている．

年金制度への社会的な関心が高まる中で，年金数理の基礎知識を持つ人材の育成を目的として，今年度下期から，文理横断型で「年金制度設計論」が開講となりましたが，日本アクチュアリー会からは，年金実務を専門とするアクチュアリーを派遣しております．年金数理の知識・技術が，数学を専攻する学生だけでなく，文科系の学生も含めて広く理解されることは非常に有意義であると考えております．また，私自身のことになりますが，平成 21 年に「民間企業におけるアクチュアリーの活躍」，平成 23 年に「これからのアクチュアリーに求められるもの－アクチュアリー教育の将来ビジョン－」と題して，京都大学で講演をさせていただき，多数の方々のご参加をいただきました．アクチュアリーに関心を持つ学生に，少しでも実社会の雰囲気を感じ取ってもらえればと思っており，日本アクチュアリー会としても，こういうことでお役に立てるのであれば，ご協力させていただきたいと考えております．

社団法人日本アクチュアリー会
理事長　野呂 順一

### 3.2.7 招聘外国人研究者（Paul Embrechts 氏）によるレポート

Report on the Course Quantitative Risk Management (QRM)

The course consisted of 4 teaching blocks on August 6-8:
1) An introduction to the main themes of QRM;
2) Multivariate distributional models;
3) An introduction to the modeling of dependence using copulas, and
4) An introduction to Extreme Value Theory (EVT),
followed by a final block of presentations and questions by the students on August 9. The course was based on excerpts of the handbook "A.J. McNeil, R. Frey and P. Embrechts (2005): Quantitative Risk Management, Princeton University Press" of which a Japanese translation exists. The course was also attended by several participants from the University of Kyoto, as well as from some participants from industry (banking and insurance). The mathematics students belonged to the first and second master course in Insurance Mathematics. A special feature of the course's organization was that during the off-teaching time (lunches, dinners and social program) the master students were always involved and highly encouraged to discuss with me, not only aspects of the course but also beyond. Though speaking English was not always easy for the students, I was impressed by the eagerness of the students participating in these discussions.

A main theme of the course itself consisted of stochastic models beyond the Gaussian (normal, bell-curve) world. Besides given the relevant methodological tools, I also tried to give several examples from practice, and this mainly related to the financial crises like the 2007-2009 subprime crisis, the Euro crisis and the consequences for the insurance industry. I particularly stressed aspects of the ongoing regulatory developments worldwide (Basel III, Solvency 2 and the Swiss Solvency Test).

For me a gratifying highlight was the Thursday morning discussion and question time by the students: they had prepared each a short presentation on the course and then asked questions. These included such topics as:
- The practical use of EVT, and also its relevance for insurance regulation;
- Specific applications of QRM to Life Insurance;
- Possible master thesis topics on copulas and EVT;
- The existence of relevant software;
- What are the main QRM problems going forward, relevant mathematical current and future research;
- The future of the Credit Default Swap Market;
- The actuary's position in an increasingly international environment, and
- A comparison with and between the various actuarial training programs in Europe.

I was impressed by the students' questions and the ensuing discussion. Overall I had a most interested experience teaching this course. The organizing professors, the students, the other participants, as well as the department's administrative staff all contributed to a highly successful week. In particular I would like to thank the Professors Ichiro Shigekawa, Yoshinori Namikawa, Takahiro Hasebe and Hideaki Miyata from the Department of Mathematics, as well as the Lecturers from the Institute of Actuaries of Japan, Kouzou Oshima, Yoshihiro Minami, Jun Asano and Motoo Nakayama. With Kouzou Oshima and Jun Asano I also discussed possible future topics and potential visiting professors for the coming years. I personally wish the master program in Actuarial Mathematics of Kyoto University all the best and am looking forward to revisiting the department in the future.

Paul Embrechts
ETH Zurich

## 3.3　その他の活動と成果

### 3.3.1　数学のジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）活動の受け入れ

数学のジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）活動は，大学・大学院での数学の教育・研究の最先端の現場に，広い意味でのジャーナリスト（ライター，作家，編集者，その志望者も含む）が一定期間滞在して，数学の教育研究に関して自由に執筆や執筆準備活動を行うプログラムであり，東北大学・教授（当時）の藤原耕二氏（現在，京都大学理学研究科教授，京大数学 GCOE 事業推進担当者）が日本数学会の協力を得て，平成 22 年から開始したものである．

現代社会は科学技術なしに成り立たない．数学はその根幹の一つをなしており，例えば，金融工学や通信の暗号理論はその例である．しかし，その内容の本質部分はブラックボックス化しており，それを伝える人材は極度に不足している．最近，事業仕分けで顕在化したように，科学研究にかかわる巨額の研究予算（宇宙開発，スーパーコンピューター，加速器実験など）の妥当性は国民的な検討課題である．しかし，それらを議論し判断する材料を提供する仕組みと人材は極度に不足している．

大学や研究者の一般社会へのアウトリーチ活動（サイエンスカフェ，出前授業，公開講座，日本数学会の出版賞創設など）の重要性は十分認識され，実際，一定の成果を収めているが，これらは研究者から参加する一般市民への一方通行的な形態が多く，また対象となる参加者も限定的である．これからのサイエンスコミュニケーションには，誰が誰に何をどう伝えるかの吟味と，トレーニングが必要である．

JIR プログラムに参加した新聞記者，編集者，通信員，翻訳家など，それぞれの分野でのプロに，数学の最先端分野の研究内容や教育現場を知ってもらうことで，表現のプロではない研究者に代わって，より高度で効率的なアウトリーチ活動が可能になった．JIR は，日本で初めての新しいアウトリーチ活動のモデルを提起して実践したものと位置づけられ，その成功例は，他分野や他機関での応用も可能で，大きな社会的ポテンシャルを有している．

JIR 活動は社会への新しいアウトリーチ活動だけでなく，受け入れた研究機関側にもメリットがある．すなわち，プログラム参加者との交流を通して，数学研究・教育の社会的位置づけ，社会からのニーズについて知ることができた．数学の高度な専門性と抽象性のため，社会との関連が希薄になりがちだが，表現のプロがプログラムに参加することにより，現場における多様性が増すなどの大きなメリットがあることが認識された．また，JIR を通して表現のプロに接した大学院学生にも，サイエンスコミュニケータなどが新しいキャリアパスとして認識されるなど，将来への大きな波及効果も期待できる．

京大の数学グローバル COE は，数学のアウトリーチ活動としての本プログラムの趣旨に賛同し，これまでに以下のようなジャーナリストを受け入れた（予定も含む）：

春日真人（NHK ディレクタ）平成 22・23・24 年度
内村直之（元朝日新聞）平成 24 年度
冨永星（星翻訳事務所）平成 24 年度
鈴木クニエ（勁草書房）平成 24 年度
亀井哲治郎（亀書房）・河野裕昭（フリーカメラマン）平成 24 年度
古田 彩（日経サイエンス）平成 24 年度

また，新しい試みとして，平成 24 年 12 月 6 日に「ジャーナリスト・イン・レジデンス 談話会」を開催し，数学の学部生・大学院生も参加して，数学の科学コミュニケーション活動についての紹介と質疑応答がなされた．このような活動は多様な分野への人材育成プログラム活動としても意義深いものであると考える．

今後の課題は，グローバル COE 終了後もこの活動を継続するために，受入れ機関などがどのように予算を確保するかということである．このようなアウトリーチ活動は，教育や研究に直接関係するとは見なされにくいために，予算確保は切実な問題であり，国や大学などの理解と支援が不可欠であると思われる．

# ジャーナリスト・イン・レジデンス
# 談話会

科学ジャーナリストを目指す人に

**日時：　2012年12月6日(木) 午後1時～2時**
**場所：　京都大学理学研究科3号館 110講義室**

ジャーナリストやライターの方が数学教室に滞在して取材，執筆するプログラム「ジャーナリスト・イン・レジデンス(JIR)」に参加し，京大に滞在される亀井哲治郎氏(編集者)，河野裕昭氏(カメラマン)，内村直之氏(元朝日新聞社)を囲む会を開催します．

三人の方に簡単にお話いただき，あとは参加者を含め自由な話し合いの場を提供できればと思います．どなたの参加も歓迎しますが，科学ジャーナリズムに関心のある学生，大学院生の参加を特にお待ちします．

数学のジャーナリスト・イン・レジデンス (JIR) プログラム
http://www.math.kyoto-u.ac.jp/~kfujiwara/jir/jir.html

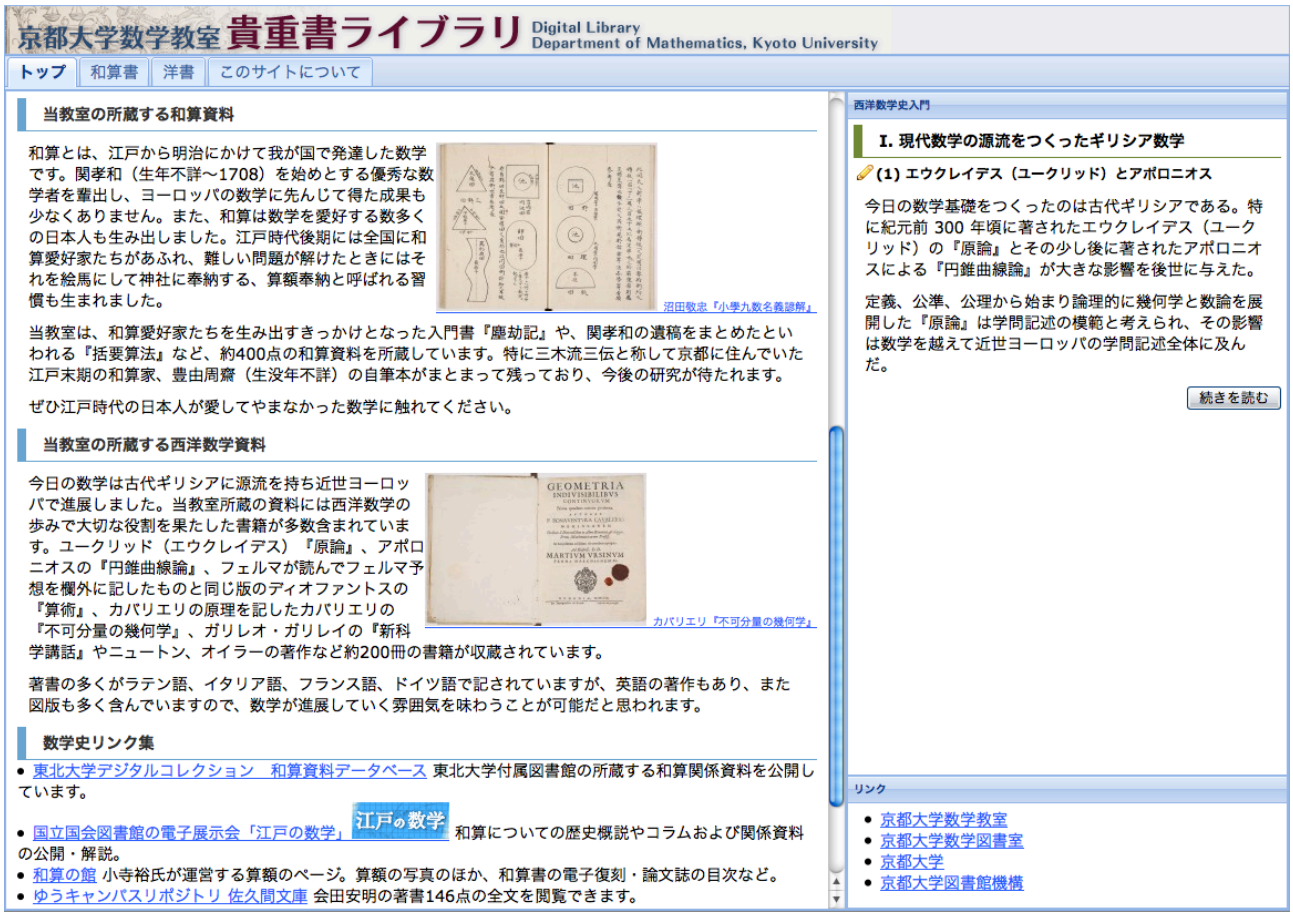
問い合わせ先：藤原 耕二(kfujiwara@math.kyoto-u.ac.jp)

### 3.3.2　数学史

京大・数学教室と数理解析研究所には数学に関する洋書・和書の貴重書が保存されており，それは我が国の数学の発展の歴史を辿る上での重要な資料である．また，これは数学史の研究資料としての重要性だけでなく，教員養成などの教育面でも活用できるので，GCOE では貴重書資料の電子化に積極的に取り組み，

京都大学数学教室　貴重書ライブラリ
http://edb.math.kyoto-u.ac.jp/library/

での公開を進めた．



# 4　国際交流事業

京都大学の数学研究の国際的な地位をより一層高め，世界の第一線の研究者が身近にいて，その研究に接する機会が豊富にあるような環境を提供することは，すぐれた若手研究者の成長を助ける．そのような環境を作るために，世界のトップクラスの研究者の招聘とともに，大学院生や若手研究者の海外渡航を促すための経済的支援を積極的に行い，平成 22 年度から 24 年度に，長期（1 年程度以上）で 3 名，中期（2 ヶ月程度以上）で 13 名を含む多数の大学院生・若手研究者が海外渡航の機会を得た．

一方で，大学院生の間の国際的なネットワークを構築し，それに基づく国際的な交流を行うことで，若手研究者の成長に良い刺激を与える．そのような目的で，以前から継続しているソウル大学や復旦大学などとの国際交流に加えて，HSE（ロシア国立研究大学高等経済学院）の数学教室や，ボン大学ハウスドルフセンターとの交流を開始するなど，一層の充実を図った．

GCOE の終了により，このような若手研究者の国際的研究環境や国際交流の機会が失われることは，京都大学のみならず日本の数学の発展にとっても大きな痛手であり，このような事業を継続することは大変重要である．しかし現状では，若手の海外渡航を支援は個別に行う以外には見通しがなく，また国際交流のための資金を得るために新たな経費を申請するなどの様々な試みを既に行っているが，長期的な経費の採択には至っておらずこちらの見通しも大変に厳しい．今後の国際交流の維持・発展のためには，安定的な予算の確保が最も重要である．

## 4.1　グローバル COE 期間中に締結した国際交流に関する協定

- PIMS（Pacific Institute for the Mathematical Sciences, カナダ）と General Agreement for Cooperation 締結.（平成 21 年 3 月 数理解析研究所）
- 復旦大学数理科学研究科（中国）との間で，博士課程教育プログラムを連携促進させることに合意を得た.（平成 22 年 1 月京都大学理学研究科 数学教室 GCOE）
- 国立数理科学研究所（National Institute for Mathematical Sciences, 韓国）と MOU（Memorandum of Understanding) 締結.（平成 22 年 6 月 数理解析研究所）
- オーフス大学（デンマーク）と協定締結（平成 22 年 7 月 京都大学理学研究科）
- ドイツ連邦共和国ボン大学数学ハウスドルフセンターと学術交流協定を締結.（平成 23 年 2 月 数理解析研究所）
- ソウル国立大学校数理科学科（韓国）と MOU（Memorandum of Understanding) 締結.（平成 23 年 6 月 数理解析研究所）
- HSE（Higher School of Economics, ロシア）と部局間学術交流協定を締結（23 年 8 月 京都大学理学研究科）

## 4.2　HSE（ロシア国立研究大学高等経済学院）との交流

平成 23 年度に京都大学理学研究科とロシアの HSE (Higher School of Economics) との間で部局間学術交流協定を締結し，それに基づいて，HSE の数学教室と交流を開始した．平成 23 年 6 月〜7 月にはロシア・HSE の博士課程学生 6 名が京都大学に 4 週間にわたり滞在し．日本人研究者 3 名とロシア人研究者 2 名によるサマースクールを行った．平成 24 年 1 月〜2 月には日本人学生 6 名，教員 3 名が 3 週間にわたり HSE に滞在し，日本人研究者 2 名とロシア人研究者 5 名によるウィンタースクールを行った．平成 24 年度にも同様に，京都大学でのサマースクールと HSE でのウィンタースクールを行った．

Global COE Program "Fostering Top Leaders in Mathematics - broadeing the core and exploring new ground"

# Japan-Russia Summer School

## June 27 - July 22 , 2011

### Room 108, Faculty of Science Building No. 3
### Department of Mathematics, Kyoto University

**Boris FEIGIN**
**Characters of representations and difference Toda equations**
1. Integrable representations and semi-infinite constructions
2. Coordinate rings of moduli spaces of bundles and Drinfeld and Laumon spaces
3. Fermionic formulas for the characters
4. Toda equations

**Kenji FUKAYA**
**Symplectic geometry and Mirror symmetry**
1. Introduction to symplectic geometry
2. Survey on pseudo-holomorphic curve
3. Introduction to Mirror symmetry
4. Homological Mirror symmetry

**Masaki KASHIWARA**
**Microlocal analysis of sheaves on manifolds**
1. Introduction of sheaves and derived categories
2. Microsupport of sheaves
3. Fourier-Sato transforms and deformation of normal cones
4. Perverse sheaves

**Hiraku NAKAJIMA**
**Monopoles and quasimaps**
1. What is a magnetic monople ?
2. Monopoles and Nahm's equation
3. Quasimaps to flag varieties
4. Quasimaps and representation theory

**Leonid RYBNIKOV**
**Integrable systems and affine algebras at the critical level**
1. Magri - Lenard scheme for classical integrable systems
2. Gaudin algebras
3. Affine algebras at the critical level and quantization of integrable systems
4. Opers on the projective line and spectra of Bethe algebras

• • • • • All lectures start at 17:15 • • • • •

| | Monday | Tuesday | Wednesday | Thursday | Friday |
|---|---|---|---|---|---|
| 6/27 - 7/1 | FUKAYA 1 | FEIGIN 1 | FEIGIN 2 | FUKAYA 2 | FEIGIN 3 |
| 7/4 - 7/8 | NAKAJIMA 1 | RYBNIKOV 1 | FEIGIN 4 | NAKAJIMA 2 | RYBNIKOV 2 |
| 7/11 - 7/15 | FUKAYA 3 | KASHIWARA 1 | KASHIWARA 2 | NAKAJIMA 3 | RYBNIKOV 3 |
| 7/18 - 7/22 | FUKAYA 4 | KASHIWARA 3 | KASHIWARA 4 | NAKAJIMA 4 | RYBNIKOV 4 |

**Japan-Russia Summer School 2011（平成 23 年度，京都大学）**

**日　程：** 平成 23 年 6 月 27 日～7 月 22 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 108 号室

**講義内容：**

Boris FEIGIN (RIMS / Laudau Institute of Theoretical Physics, Russia)
Characters of Representations and difference Toda equations

Kenji FUKAYA (Kyoto)
Symplectic geometry and mirror symmetry

Masaki KASHIWARA (RIMS)
Microlocal analysis of sheaves on manifolds

Hiraku NAKAJIMA (RIMS)
Monopoles and quasimaps

Leonid RYBNIKOV (HSE)
Integrable systems and affine algebras at the critical level

**参加者（ロシア側）：** Vladlena Starichkova（HSE 博士課程），Dmitry Kubrak（HSE 博士課程），George Mutafyan（HSE 博士課程），Alexander Zakharov（HSE 博士課程），Alexey Kalugin（HSE 博士課程），Inna Mashanova（HSE 博士課程）

**Japan-Russia Winter School 2012（平成 23 年度，HSE）**

**日　程：** 平成 24 年 1 月 13 日〜2 月 2 日

**場　所：** HSE 数学科

**講演者および講演題目：**

Boris FEIGIN (RIMS / Laudau Institute of Theoretical Physics, Russia)
Characters of Representations and difference Toda equations

Alexander BUFETOV (Steklov Institute)
Determinantal point processes

Sergey GORCHINSKIY
Mordell conjecture

Syu KATO (Kyoto)
Symplectic nature of representation theory

Takuro MOCHIZUKI (RIMS)
Harmonic bundle and pure twistor D-module

Petr PUSHKAR
Lagrangian tori in a symplectic vector space

Leonid RYBNIKOV (HSES)
Laumon spaces and Representation theory

Nikolay TYURIN
Pseudotoric structures and Chekanov tori

**参加者（日本側）：** 加藤 周（京大・理 准教授），白石 潤一（東大 准教授），今城 洋亮（京大・理 博士課程），丸橋 広和（京大・理 博士課程），入江 慶（京大・理 博士課程），Atarsaihan Ganbat（京大・理 博士課程），岩木 耕平（京大・理 博士課程）

**Japan-Russia Summer School 2012（平成 24 年度，京都大学）**

**日　程：** 平成 24 年 7 月 17 日〜8 月 10 日

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 108 号室

**講義内容：**

Tomoyuki ARAKAWA (RIMS)
Representation theory of W-algeras

Alexander BUFETOV (Steklov / IITP / HSE)
Measure-Preserving actions of infinite-dimensional groups

Ivan CHEREDNIK (North Carolina)
DAHA from scratch

Boris FEIGIN (HSE / Laudau Institute / RIMS)
Rodger-Ramanujan identity, sermonic formulas, affine flag manifolds, Toda integrable system and around ...

Hiroshi IRITANI (Kyoto)
Hodge Theoretic Mirror Symmetry

Leonid RYBNIKOV (HSE)
Gelfand-Tsetlin bases and beyond

Ken-ichi YOSHIKAWA (Kyoto)
An introduction to analytic torsion and Quillen metrics

**参加者（ロシア側）：** Efim Abrikosov（HSE 博士課程），Konstantyn Tolmachov（HSE 博士課程），Andrey Ionov（HSE 博士課程），Pavel Popov（HSE 博士課程），Yaroslav Abramov（HSE 博士課程），Anton Fetisov（HSE 博士課程），Vincent Delecroix（CNRS 博士課程），Nil Venet（Toulouse Univ. 博士課程，Dang Nguyen Bac（UMPA/ENS-LYON 博士課程）

**Japan-Russia Winter School 2013（平成 24 年度，HSE）**

**日　程：** 平成 25 年 1 月 14 日〜2 月 2 日

**場　所：** HSE 数学科

**講義内容：**

Natalia Goncharuk (HSE)
Rotation numbers and moduli of elliptic curves

Alexander Efimov (HSE)
Homotopy finiteness of DG categories from algebraic geometry

Kei Irie (RIMS)
Symplectic homology

Maxim Kazarian (HSE)
Characteristic classes of singularities

Yoshitaka Kida (Kyoto)
Introduction to orbit equivalence for group actions

Vladlen Timorin (HSE)
The Hurwitz sums of squares formulas

Shintaro Yanagida (RIMS)
Stability conditions of sheaves and complexes on algebraic

**参加者（日本側）：** 木田 良才（京都大学数学教室 准教授），入江 慶（数理解析研究所 助教），柳田 伸太郎（数理解析研究所 助教），丸橋 広和（京都大学理学研究科 D2），浦本 武雄（京都大学理学研究科 D1），佐藤 敬志（京都大学理学研究科 D1），田中 公（京都大学理学研究科 D1），高山 侑也（京都大学理学研究科 D1）

## 4.3　復旦大学との交流会

平成 22 年 1 月に復旦大学数理科学研究科（中国）と本グローバル COE 拠点との間で，博士課程教育プログラムを連携促進させることに合意を得た．それに基づき，復旦大学と京都大学の博士課程学生間交流事業を GCOE 実施期間中に計 5 回行った．(平成 22 年 1 月 11 日〜15 日（京都大学)，平成 22 年 11 月 1 日〜5 日（復旦大学)，平成 23 年 3 月 11 日〜14 日（京都大学)，平成 23 年 10 月 31 日〜11 月 4 日（復旦大学)，平成 24 年 12 月 8 日〜12 日（京都大学)) 毎回，博士後期課程の学生 10 名程度と教員 5 名程度が京都大学と復旦大学それぞれから参加し，計 30 名程度の規模の交流事業となっている．博士後期課程の学生の積極的な自立を目指し，実施に先立って，学生のリーダーを京都大学と復旦大学双方からそれぞれ 1 名を決め，企画の段階から学生自身で計画がなされた．参加した学生は京都大学の学生が主に参加し，また近隣の大学からも学生が参加した．企画に関して，必要に応じて適宜教員がアドヴァイスを与えた．また上海で交流会が開催された際，京都大学の教員 4 名程度が同行し，さらに教員と京都大学の学生リーダーが，緊急の際に迅速に連絡がとれるように，安全面においても十分な注意を払って準備した．

この企画は，学生の自主性と国際性双方を促してきたことで成功したと考えており，今後も継続して行う予定でいる．一方で今後の予算の見通しが立たないため，その実行可能性は不明瞭である．

**第 2 回（平成 22 年度，復旦大学）**

**日　程：** 平成 22 年 11 月 1 日〜5 日

**場　所：** 復旦大学

**講演者：** Tsuyoshi KATO (Kyoto), James J. ZHANG (Fudan University / University of Washington), Tomohiro FUKAYA (Kyoto), Yan WU (Fudan University), Yosuke IMAGI (Kyoto), Zhijie WANG (Fudan University), Kenta OKAZAKI (RIMS), Nan CHEN (Fudan University), Jiaxing HONG (Fudan University), Yoshio TSUTSUMI (Kyoto), Can ZHU (Fudan University), Kentaro MITSUI (Kyoto), Liyu LIU (Fudan University), Tatsuya OHSHITA (Kyoto), Shengqiang WANG (Fudan University), Yuji ODAKA (RIMS), Kenichi YOSHIKAWA (Kyoto), Kunyu GUO (Fudan University), Masaki TSUKAMOTO (Kyoto), Wei LIN (Fudan University), Tomoko TAKEMURA (Nara Women's University), Kai DU (Fudan University), Daisuke SHIRAISHI (Kyoto), Masaya MAEDA (Kyoto), Ning'an LAI (Fudan University), Kaname MATSUE(Kyoto), Meng CHEN (Fudan University), Jiangang YING (Fudan University), Ke WANG (Fudan University), Ryokichi TANAKA (Kyoto), Wei HAN (Fudan University), Shehei HONDA (RIMS), Wenya MA (Fudan University), Mitsunobu TSUTAYA (Kyoto)

**第 3 回（平成 22 年度，京都大学）**

**日　程：** 平成 23 年 3 月 11 日〜14 日

**場　所：** 京都大学大学院理学研究科 6 号館 402 講義室

**講演者：** Zhang Yongqian (Fudan University), Takuro Mochizuki (RIMS), Ying Jiangang (Fudan University), Takashi Kumagai (RIMS), Dong Yuxin (Fudan University), Kenji Fukaya (Kyoto University), Wu Quanshui (Fudan University), Hiroshi Iritani (Kyoto University) Qiu Jin-niaol, Huang Genggeng, Ding Qi, Gao Qinjiao, Lu Longjin, Yang Ge, Lai Ning-an, Wu Yan, Wang Zhijie, Zhao Weixia, Hu Dian

Makoto Nakashima (Kyoto), Atarsaikhan Ganbat (Kyoto), Ayaka Shimizu (Osaka city), Kazuya Okamura (Kyoto), Ryokichi Tanaka (Kyoto), Naotaka Kajino (Kyoto), Sanpei Hirose (RIMS), Kentaro Mitsui (Kyoto), Tatsuya Ohshita (Kyoto), Hirokazu Maruhashi (Kyoto), Kei Irie (Kyoto), Mamoru Okamoto (Kyoto)

**第 4 回（平成 23 年度，復旦大学）**

**日　程：** 平成 23 年 10 月 31 日〜11 月 4 日

**場　所：** 復旦大学

**講演者：** Yoshio Tsutsumi (Kyoto University), Hong Jiaxing (Fudan University), Takamori Kato (Kyoto University), Liu Lanming (Fudan University), Kyoko Tomoeda (Kyoto University), Hao Yihang (Fudan University), Lin Hezi (Fudan University), Mamoru Okamoto (Kyoto University), Lei Zhen (Fudan University), Tsuyoshi Kato (Kyoto University), Ding Qi (Fudan University), Yohsuke Imagi (Kyoto University), Gong Huajun (Fudan University), Tomohiro Fukaya (Kyoto University), Huang Genggeng (Fudan University), Yoshinori Namikawa (Kyoto University), Wu Bo (Fudan University), Hirokazu Maruhashi (Kyoto University), Gao Qinjiao (Fudan University), Kentaro Mitsui (Kyoto University), Gao Wenwu (Fudan University), Qu Peng (Fudan University), Makoto Nakashima (Kyoto University), Pu Jiangyan (Fudan University), Kei Funano (Kyoto University), Wei Wenning (Fudan University), Yan Jun (Fudan University), Hiroyuki Inou (Kyoto University), Sampei Hirose (Kyoto University), Shi Xinghua (Fudan University), Sakie Suzuki (Kyoto University), Liu Dengpin (Fudan University), Tatsuya Ohshita (Kyoto University)

**第 5 回（平成 24 年度，京都大学）**

**日　程：** 平成 24 年 12 月 8 日〜12 日

**場　所：** 京都大学大学院理学研究科 3 号館 110 講演室

**講演者：** Shu Kawaguchi (Kyoto University), Jiangang Ying (Fudan University), Hisashi Okamoto (RIMS), Engui Fan (Fudan University), Zhi Lu (Fudan University), Mitsuhiro Shishikura (Kyoto University), Yongqian Zhang (Fudan University), Koji Fujiwara (Kyoto University), Mamoru Okamoto (Kyoto), Yasuhiro Ishitsuka (Kyoto), Kenta Ishimoto (RIMS), Kenta Tottori (Tohoku), Masaki Wada (Tohoku), Kazuto Ota (Tohoku), Miho Hatanaka (Osaka city), Takayuki Okuda (Tokyo), Naoya Umezaki (Tokyo), Takamori Kato (Kyoto) Kanae Akaiwa (Kyoto), Weimin Peng, Yihang Hao, Long Hu, Jinsong Xu, Caixuan Ren, Pengpeng Xie, Jiangyan Pu, Zhenguo Feng, Fei Yang, Chong Zhao

## 4.4　ソウル大学との若手数学者交流会

ソウル大学との若手交流会は 21 世紀 COE の時代から脈々と続いている．GCOE 終了後も是非続けたい事業である．平成 22 年度のソウル大学との若手交流会はソウル大学の都合で開催されなかったが，平成 23 年度は以下のように行われた．

**日　程：** 平成 24 年 2 月 20 日〜21 日

**場　所：** 京都大学大学院理学研究科 数学教室 110 講義室（講演），108 講義室（ポスター）

**講演者および講演題目：**

大槻 知忠（数理解析研究所）

On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of knots

國府 寛司（京都大学数学教室）

Topological-computation method for analysis of global dynamics and bifurcations

Sun-Sig Byun (SNU)

Global integrability of the gradients of solutions to nonlinear elliptic obstacle problems

Dano Kim (SNU)

Extension and division of section rings of adjoint line bundles

**ポスターセッション参加者：**

Jonathan Axtell, Sangmin Chun, Eunhee Jeong, Soojung Kim, Sunho Kim, You Chan Kim, Juhyun Lee, Yunju Lee, Kyeong Dong Park, Hansol Ryu, Seung Jin Ryu, Donggeon Yhee（以上，ソウル大学）

安藤 浩志，長谷部 高広，加藤 孝盛，中村 伊南沙，中村 誠，岡田 崇，白石 大典，鈴木 咲衣，友枝 恭子，山崎 洋平（以上，京都大学）

平成 24 年度はソウル大学において平成 25 年 2 月 18 日〜19 日に開催し，京都大学からは堤誉志雄や向井茂が 10 名程度の大学院生・PD を率いて参加した．

**日　程：** 平成 24 年 2 月 18 日〜19 日

**場　所：** ソウル大学

**講演者および講演題目：**

Takuro Mochizuki (RIMS, Kyoto University)
Harmonic bundles and Toda lattices with opposite sign

Otto van Koert (Seoul National University)
Contact topology and the three-body problems

Jung Hee Cheon (Seoul National University)
A new approach to discrete logarithm with auxiliary inputs

Yoshio Tsutsumi (Department of Mathematics, Kyoto University)
Regularization by noise in nonlinear evolution equations

Dimitar Grantcharov (University of Texas, Arlington)
Queer Lie superalgebra

4.8 節の Seok-Jin Kang 氏（Seoul National University）のレポート参照

## 4.5　ボン大学ハウスドルフセンターとの交流

### 若手研究者交換

ボン大学数学ハウスドルフセンターと京都大学の研究交流をさらに深めることを目指し，GCOE 経費を用いて特に若手の研究交流をサポートすることとなった．この交流の formal な枠組みとして，平成 23 年 11 月 17 日に，ハウスドルフセンターと数理解析研究所との間で学術交流に関する協定を締結した．また，平成 22 年度以降，毎年若干名の若手研究者を数名，一ヶ月から三ヶ月程度お互いに派遣しており，このための資金に GCOE 経費を充てている．京大側からの派遣実績は以下の通りである．さらに，本協定に関連した交流事業として，平成 23 年度には確率解析の国際研究集会をボン大学で開催し，平成 24 年度には幾何学の国際研究集会を数理解析研究所で開催した．

なお，本事業についてはその重要性に鑑み（多少規模を縮小する必要はあるが）今後も科学研究費等で継続する予定であり，既に平成 25 年度にドイツ側から 1 名を受け入れることが決まっている．

**平成 22 年度**

日本側参加者：3 名

- 塚本 真輝（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）助教）
  日　程：平成 22 年 11 月 22 日〜12 月 23 日

- 白石 大典（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）D1）
  日　程：平成 22 年 11 月 14 日〜11 月 26 日
- 土岡 俊介（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系） 研究員）
  日　程：平成 23 年 2 月 25 日〜3 月 31 日

ドイツ側参加者：5 名

- Rowlett, Julie（Bonn 大学 研究員）
  日　程：平成 23 年 2 月 4 日〜28 日
- Maßbberg, Jens Uwe（Bonn 大学 研究員）
  日　程：平成 23 年 1 月 15 日〜2 月 12 日
- Ullrich, Tino（Bonn 大学，研究員）
  日　程：平成 23 年 2 月 6 日〜19 日
- Hartmann, Heinrich（Bonn 大学 博士課程）
  日　程：平成 23 年 1 月 17 日〜2 月 20 日
- Grunwald-Heinrich, Thilo（Bonn 大学 博士課程）
  日　程：平成 23 年 2 月 4 日〜3 月 3 日

**平成 23 年度**

日本側参加者：3 名

- 三井 健太郎（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）日本学術振興会特別研究員 PD）
  日　程：平成 23 年 9 月 15 日〜10 月 15 日
  目　的：リジッド解析曲面の分類の研究（Research on the classification of rigid analytic surfaces）
- 田中 亮吉（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）日本学術振興会特別研究員 PD）
  日　程：平成 23 年 9 月 4 日〜10 月 2 日
  目　的：9 月 5 日〜9 日にボン大学で行われる研究集会「5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications」参加および K.-T. Sturm 教授との交流
- 北山 貴裕（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）日本学術振興会特別研究員 PD）
  日　程：平成 23 年 7 月 8 日〜8 月 2 日
  目　的：

  1. セミナー発表等，自身のこれまでの成果に関する研究連絡
  2. ハウスドルフセンターの Wolfgang Lueck 教授と $L^2$-torsion の homology cylinder への応用に関する議論
  3. Mathematical Institute の Werner Mueller 教授と Analytic torsion と双曲体積との関係に関して議論
  4. Max-Planck 研究所で毎週月曜日に行われているセミナー「Topics in Topology」に出席
  5. Cologne 大学の Stefan Friedl 教授と higher-order Alexander polynomial と 3 次元多様体のファイバー性との関係に関する研究打ち合わせ

ドイツ側参加者：0 名（震災の影響が考えられる）

関連国際研究集会 **5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications**

**日　程：** 平成 23 年 9 月 5 日〜9 日

**場　所：** ボン大学数学教室

**Scientific Board：** K.-T. Sturm (Bonn), A. Bovier (Bonn), Z.-Q. Chen (Seattle), D. Elworthy (Warwick), T. Kumagai (Kyoto), M. Ledoux (Toulouse), M. Röckner (Bielefeld), R. Schilling (Dresden)

確率解析とその応用に関する最新の成果を発表する国際研究集会として開催された．当初予想を遥かに超えた４００名強の参加があり，ヨーロッパにおける確率解析への関心の高さを実感するとともに，主たるオーガナイザーである K.-T. Sturm 教授と関係スタッフのご努力に頭が下がる思いであった．大規模な研究集会であったが，GCOE 協催ということで京大関係者には様々な形で便宜を図って頂き，また，若手交流の観点からもボン大学との研究交流を深めることができた．

GCOE 援助による日本側参加者：5 名（うち 1 名は前述の田中亮吉氏）

- 矢野 裕子（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）特定研究員 (GCOE)）
  日　程：平成 23 年 9 月 4 日〜9 日　ボン大学（ドイツ）
- 船野 敬（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
  日　程：平成 23 年 9 月 3 日〜11 日　ボン大学（ドイツ）
- 楠岡 誠一郎（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）日本学術振興会特別研究員 PD)
  日　程：平成 23 年 9 月 4 日〜9 日　ボン大学（ドイツ）
- 中島 誠（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系） D2）
  日　程：平成 23 年 9 月 4 日〜27 日　ボン大学（ドイツ）

**平成 24 年度**

日本側参加者：2 名

- 若林 泰央（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系） D2)
  日　程：平成 25 年 1 月 14 日〜2 月 16 日
  目　的：
  1. HCM Research Area E “Moduli spaces of geomtric structures and deformation theory” のメンバー（特に Gerd Faltings 教授）との研究討論．
  2. 1 月 2 日〜4 月 19 日に行われる，Hausdorff Trimester Program 「Arithmetic and Geometry」への参加．
- 船野 敬（理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）特定研究員 (GCOE)）
  日　程： 平成 24 年 8 月 28 日〜9 月 21 日
  目　的： ボン大学のスツルム氏とアレキサンドロフ空間上のラプラシアンの固有値の性質について，測度集中や曲率次元条件を用いて行う．

ドイツ側参加者：1 名

- Sarah Scherotzke(postdoctor at the Hausdorff Center for Mathematics)
  日　程：平成 24 年 4 月 6 日〜4 月 20 日

関連国際研究集会 **RIMS Workshop - Conference on Geometry**

**日　程：** 平成 24 年 5 月 28 日〜6 月 1 日

**場　所：** 数理解析研究所 420 号室

**オーガナイザー：** K. Fukaya(Kyoto University）, W. Ballmann (Hausdorff Center. Bonn), D.Huybrechts (Hausdorff Center. Bonn), T.Kato(Kyoto University）, H.Nakajima(Kyoto University）

**講演者：** Koji Fujiwara (Kyoto), Shinichi Ohta (Kyoto), Burkhard Wilking (Munster), Kei Irie (Kyoto), Shinichiroh Matsuo (Osaka), Christian Schnell (IPMU), Kentaro Nagao (Nagoya), Jun-Muk Hwang (KIAS), Sven Meinhardt (Bonn), Osamu Fujino (Kyoto), Kota Yoshioka (Kobe), Daniel Huybrechts (Bonn), Kaoru Ono (Kyoto), Shintaro Yanagida (Kyoto)Fan Huijun (Beigin), Hiroshi Iritani (Kyoto), Andrzej Zuk (Paris), Yoshikata Kida (Kyoto), Werner Ballmann (Bonn)

## 4.6　オーフス大学と PIMS との交流

PIMS (Pacific Institute for the Mathematical Sciences) に関しては、22 年度、24 年度に開催された PIMS Summer School in Probability にそれぞれ大学院生 2 名を派遣した。この夏の学校は 3 〜 4 週間と長期間開催されるため、参加した大学院生は最先端の研究を初歩から学ぶ機会に恵まれ、また世界各国の同世代の研究者との交流も図ることができた。

オーフス大学数理科学科との交流では，平成 22 年に GCOE 特定准教授 1 名が，また平成 24 年に GCOE 特定研究員 1 名が，それぞれ 1 か月間オーフス大学に滞在した．また平成 23 年に，オーフス大学 Andersen 教授が東京大学において京大数学 GCOE と共催により，トポロジーと数理生命に関する集中講義を行った．

## 4.7　そのほかの若手研究者の海外派遣

若手研究者に海外での研究活動をすることを奨励し，また旅費の援助等をおこなった．下記は本 GCOE の経費から旅費を受け取り，海外で研究活動を行った者のリストである．

＊印を付けている者については，4.9 節の感想文参照

**平成 22 年度**

1. 土岡 俊介（数理解析研究所 研究員 (GCOE)）
   平成 22 年 5 月 24 日〜31 日：ノースカロライナ州立大学（アメリカ）
2. 小布施 祈織 (理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3)
   平成 22 年 6 月 18 日〜9 月 10 日：Woods Hole Oceanographic Institution, Scripps Institution of Oceanography, UC San Diego, University of Washington（アメリカ）
3. 中島 誠（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D2）
   平成 22 年 6 月 20 日〜7 月 15 日：University of Washington（アメリカ）
4. 白石 大典（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）
   平成 22 年 6 月 20 日〜7 月 15 日：University of Washington（アメリカ）
5. 安藤 浩志（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）
   平成 22 年 7 月 9 日〜22 日：The Mathematical Research and Conference Center (MRCC), Wroclaw 大学（ポーランド）
6. 小林 幹（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
   平成 22 年 7 月 10 日〜16 日：University of South Wales（オーストラリア）

7. 木村 恵二（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）∗
平成 22 年 7 月 17 日〜25 日：カリフォルニア大学・サンタバーバラ校（アメリカ）

8. 野坂 武史（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）
平成 22 年 7 月 25 日〜31 日：慶北国立大学（韓国）

9. 岡﨑 建太（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）
平成 22 年 7 月 25 日〜31 日：慶北国立大学（韓国）

10. 安藤 浩志（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）
平成 22 年 8 月 16 日〜平成 23 年 5 月 31 日：コペンハーゲン大学（デンマーク）

11. 犬伏 正信（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）
平成 22 年 9 月 4 日〜13 日：Clifton Hotel，ブリストル大学（イギリス）

12. 佐々木 英一（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）∗
平成 22 年 9 月 4 日〜13 日：Clifton Hotel，ブリストル大学（イギリス）

13. 浅田 和之（数理解析研究所 研究員 (GCOE)）
平成 22 年 9 月 23 日〜10 月 5 日：Hyatt Regency Baltimore（アメリカ）

14. 木下 武彦（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 22 年 9 月 25 日〜10 月 2 日：ENS（フランス）

15. 中島 誠（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D2）
平成 22 年 10 月 1 日〜12 月 20 日：パリ大 7 大学（フランス）

16. 長谷部 高広（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）∗
平成 22 年 10 月 16 日〜11 月 1 日：CIMAT（メキシコ）

17. 矢野 裕子（理学研究科 数学・数理解析専攻特定助教 (GCOE)）
平成 22 年 10 月 18 日〜25 日：パリ大 6 大学（フランス）
平成 22 年 10 月 26 日〜11 月 6 日：アンジェ大学（フランス）

18. 岡田 崇（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 22 年 10 月 31 日〜平成 23 年 1 月 2 日：IHES（フランス）

19. 川ノ上 帆（数理解析研究所 助教）
平成 22 年 11 月 10 日〜12 月 1 日：ウィーン大学（オーストリア）

20. 勝股 審也（数理解析研究所 助教）
平成 22 年 11 月 28 日〜12 月 2 日：Hengshan Hotel（中国）

21. 五味 清紀（理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)）
平成 22 年 11 月 23 日〜12 月 23 日：オーフス大学（デンマーク）

22. 木田 良才（理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)）
平成 22 年 11 月 27 日〜12 月 5 日：オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

23. 佐藤 隆夫（理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)）
平成 22 年 11 月 27 日〜12 月 5 日：オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

24. 浅岡 正幸（理学研究科 数学・数理解析専攻 講師）
平成 22 年 12 月 20 日〜29 日：Ecole Polytechnique（フランス）

25. 長谷部 高広（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）∗
平成 23 年 1 月 7 日〜13 日：National Institute for Mathematical Sciences（韓国）

26. 長谷部 高広（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）∗

平成 23 年 1 月 23 日〜平成 24 年 1 月 21 日：ブザンソン大学（フランス），ESI（オーストリア）

27. 宮部 賢志（数理解析研究所 研究員 (GCOE)）
平成 23 年 1 月 29 日〜2 月 7 日：ケープタウン大学（南アフリカ共和国）

28. 西郷 甲矢人（理学研究科数理解析・D3）
平成 23 年 1 月 31 日〜3 月 16 日：Institute for Advanced Study（アメリカ）

29. 尾髙 悠志（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）
平成 23 年 2 月 6 日〜14 日：CIRM（フランス)

30. 澤野 嘉宏（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）
平成 23 年 2 月 21 日〜24 日：中国北京師範大学（中国）

31. 市野 篤史（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）
平成 23 年 3 月 6 日〜13 日：オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

32. 尾髙 悠志（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）
平成 23 年 3 月 8 日〜12 日：ゴールデンバーク大学（スウェーデン)

33. 勝股 審也（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 3 月 16 日〜4 月 3 日：リュブリャナ大学（スロベニア)，パリ第 7 大学（フランス），ザールランド大学（ドイツ）

**平成 23 年度**

1. 安部 哲哉（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 4 月 5 日〜5 月 3 日：インディアナ大学（アメリカ)

2. 勝股 審也（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 5 月 12 日〜15 日：上海交通大学（中国)

3. 三井 健太郎（理学研究科 日本学術振興会特別研究員 PD）
平成 23 年 6 月 2 日〜8 月 1 日：ボルドー大学 IMB（フランス）

4. 木村 恵二（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）＊
平成 23 年 6 月 17 日〜9 月 11 日：Woodshole Oceanographic Institution，カリフォルニア大学ロサンゼルス校，マサチューセッツ工科大学（アメリカ)

5. 星野 直彦（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 6 月 19 日〜26 日：Field Institute, Univ. of Toronto（カナダ)

6. 犬伏 正信（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）＊
平成 23 年 6 月 23 日〜7 月 12 日：University of Maribo（スロベニア)

7. 宮部 賢志（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 6 月 25 日〜7 月 12 日：Sofia University（ブルガリア)， Royal Holloway, University of London（イギリス）

8. 勝股 審也（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 7 月 2 日〜10 日：チューリッヒ大学（スイス)

9. Mikhov, Rossen（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D3）
平成 23 年 7 月 17 日〜24 日：INRIA（フランス)

10. 吉永 正彦（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）
平成 23 年 7 月 24 日〜31 日：University of Science and Technology of China（中国）

11. 船野 敬（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 8 月 17 日〜28 日：MSRI（アメリカ）

12. 佐藤 哲也（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）
平成 23 年 8 月 27 日〜9 月 3 日：Winchester, Stripe Theatre（イギリス）

13. 矢野 裕子（理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)）
平成 23 年 9 月 4 日〜9 日：ボン大学（ドイツ）
平成 23 年 9 月 10 日〜22 日：パリ大 6 大学（フランス）

14. 白石 大典（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）
平成 23 年 9 月 6 日〜11 月 29 日：マイクロソフト研究所，ワシントン大学（アメリカ）

15. 安部 哲哉（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 9 月 8 日〜23 日：インディアナ大学，シカゴ大学（アメリカ）

16. 中島 誠（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D3）
平成 23 年 9 月 10 日〜27 日：パリ大 7 大学（フランス）

17. 水谷 治哉（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 10 月 8 日〜14 日：オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

18. 谷川 眞一（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 10 月 10 日〜22 日：Fields Institute（カナダ）

19. 澤野 嘉宏（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）
平成 23 年 10 月 20 日〜25 日：Institut Teknologi Bandung（インドネシア）

20. 飯田 毅士（山形大学理工学研究科・D3）
2011 年 10 月 20 日〜25 日：Institut Teknologi Bandung（インドネシア）

21. 澤野 嘉宏（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）
平成 23 年 11 月 1 日〜3 日：National Institete for Mathematical Sciences（韓国）

22. 宮路 智行（数理解析研究所 研究員（研究機関））
平成 23 年 11 月 13 日〜14 日：San Diego Marriott Mission Valley（アメリカ）

23. 川ノ上 帆（数理解析研究所 助教）
平成 23 年 11 月 14 日〜平成 24 年 2 月 25 日：ウィーン大学，シュレジンガー研究所（オーストリア）

24. 宮部 賢志（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 23 年 11 月 28 日〜12 月 21 日：Monash Univ.（オーストラリア），Univ. of Auckland（ニュージーランド）

25. 佐々木 英一（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）∗
平成 24 年 1 月 2 日〜9 日：The Sheraton Inner Harbor Hotel（アメリカ）

26. 木村 嘉之（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D5）
平成 24 年 1 月 5 日〜22 日：ボン大学 (ドイツ)

27. 中村 伊南沙（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 1 月 8 日〜13 日：KAIST（韓国）

28. 横田 巧（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 1 月 8 日〜2 月 18 日：ミュンスター大学（ドイツ）

29. 安藤 浩志（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）
平成 24 年 1 月 22 日〜30 日：AIM（アメリカ）

30. 水谷 治哉（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 2 月 1 日〜29 日：オーフス大学（デンマーク）

31. 藤田 健人（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）＊
平成 24 年 2 月 1 日〜6 月 1 日：プリンストン大学（アメリカ）

32. 小布施 祈織（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）
平成 24 年 2 月 6 日〜23 日：ブラウン大学，エール大学（アメリカ）

33. 宮路 智行（数理解析研究所 研究員（研究機関））
平成 24 年 2 月 4 日〜14 日：サンパウロ大学（ブラジル）

34. 市野 篤史（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）
平成 24 年 2 月 11 日〜23 日：University of Vienna（オーストラリア）

35. 白石 大典（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）
平成 24 年 2 月 26 日〜3 月 11 日：Eurandom，高等師範学校（オランダ）

36. 高澤 兼二郎（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 3 月 6 日〜16 日：ETH Zurich，ラマダホテル（スイス）

37. 谷川 眞一（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 3 月 6 日〜16 日：ETH Zurich，ラマダホテル（スイス）

38. 宮路 智行（数理解析研究所 研究員（研究機関））
平成 24 年 3 月 18 日〜24 日：Kauai Beach Resort（アメリカ）

39. 市野 篤史（理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授）
平成 24 年 3 月 18 日〜31 日：National University of Singapore（シンガポール）

**平成 24 年度**

1. 藤田 健人（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）＊
平成 24 年 2 月 1 日〜6 月 1 日：プリンストン大学（アメリカ）

2. 佐藤 康彦（理学研究科 数学・数理解析専攻 日本学術振興会特別研究員 PD）＊
平成 24 年 5 月 15 日〜平成 25 年 2 月 14 日：オレゴン大学（アメリカ），レジャイナ大学（カナダ），バンフ国際研究ステーション（カナダ），オーベルヴォルファッハ数学研究所（ドイツ）

3. 丹下 基生（数理解析研究所 研究員 (GCOE)）
平成 24 年 4 月 19 日〜24 日：テキサス大学（アメリカ）

4. 塚本 真輝（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）＊
平成 24 年 5 月 9 日〜6 月 5 日，6 月 13 日〜7 月 23 日：パリ第 11 大学（フランス）
平成 24 年 6 月 5 日〜12 日：ヌーシャテル大学（スイス）

5. 石本 健太（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D1）＊
平成 24 年 5 月 27 日〜8 月 3 日：Mathematical Institute, University of Oxford（イギリス）

6. 星野 直彦（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 6 月 5 日〜11 日：バース大学（イギリス）

7. 岡村 和弥（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D2）
平成 24 年 6 月 9 日〜7 月 7 日：Linnaeus University(スウェーデン)，コペンハーゲン大学（デンマーク），Meininger Hotel Berlin Hauptbahnhof（ドイツ），Nicolaus Copernicus 大学（ポーランド），Moscow State Open Univ.（ロシア）

8. 宮部 賢志（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 6 月 16 日〜7 月 8 日：University of Cambridge（イギリス）

9. 浅岡 正幸（理学研究科 数学・数理解析専攻 講師）
平成 24 年 6 月 17 日〜22 日：Centre International de Rencontres Mathematiques（フランス）平成 24 年 6 月 13 日〜7 日 2 日：The University of Lodzi（ワルシャワ）

10. 浦本 武雄（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D2）
平成 24 年 6 月 12 日〜20 日：Dalhousie University（カナダ）

11. 星野 直彦（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 6 月 22 日〜7 月 1 日：ドブロブニク大学（クロアチア）

12. 木村 恵二（理学研究科 数学・数理解析（数理解析系）D3）*
平成 24 年 6 月 30 日〜7 月 8 日：リーズ大学（イギリス）

13. 大川 領（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 7 月 15 日〜22 日：ハウスドルフセンター（ドイツ）

14. 森谷 駿二（理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)）
平成 24 年 7 月 22 日〜29 日：Stanford University（アメリカ）

15. 廣惠 一希（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 8 月 7 日〜19 日：ビーレフェルド大学（ドイツ）

16. 栗原 大武（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 8 月 16 日〜23 日：上海交通大学（中国）

17. 船野 敬（数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)）
平成 24 年 8 月 28 日〜9 月 21 日：ハウスドルフセンター（ドイツ）

18. 今城 洋亮（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D1）
平成 24 年 9 月 27 日〜12 月 22 日：Imperial College London（イギリス）

19. 石塚 裕大（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D1）
平成 24 年 9 月 21 日〜30 日：University of Warwick（イギリス）

20. 川ノ上 帆（数理解析研究所 助教）
平成 24 年 11 月 4 日〜平成 25 年 2 月 1 日：ウィーン大学（オーストリア）

21. アタルサイハン・ガンバト（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D1）
平成 24 年 12 月 13 日〜23 日：オハイオ州立大学（アメリカ）

22. 高橋 博樹（大学院工学研究科・講師）
平成 25 年 1 月 8 日〜11 日：ブリストル大学（イギリス）
平成 25 年 1 月 12 日〜20 日：Pontificia Universidad Católica de Chile（チリ）

23. 白石 大典（理学研究科 数学・数理解析専攻助教）
平成 25 年 1 月 9 日〜12 日：ブリストル大学（イギリス）

24. 山崎 陽平（理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）D1）
平成 25 年 1 月 9 日〜12 日：ブリストル大学（イギリス）

## 4.8 招聘外国人研究者（Seok-Jin Kang 氏）によるレポート

REPORT FOR GCOE ACTIVITIES

This is my report on the activities of Global Center of Excellency program at RIMS, Kyoto University. I understand the main purposes of this program are (i) to recruit and support the next generation leaders in mathematics, (ii) to train graduate students work for various fields including industrial mathematics, (iii) to build up an international research center which also carries out education of young prospects.

The level of mathematical research at Kyoto University has been top class in the world, and that has been true of GCOE program as well in all fields in mathematics. So rather than talking about those research achievements during the period, I would like to focus on the exchange program between Seoul National University and RIMS, Kyoto University. The general format of the program consists of:

(i) the 1 hour lectures given by faculty members,

(ii) poster presentation by postdoctoral fellows and graduate students.

The lectures given by faculty members have been very impressive and interesting because the organizers carefully selected the speakers so that young participants can have a clear understanding of the field ? motivation of the research, historical background and recent developments. That is, the speakers have been world-class mathematicians who have produced top level research achievements at the time of workshop. I believe all the young participants have experienced a great deal of stimulation and inspiration. All the Korean participants told me how much they have been excited and inspired by these lectures. Also they shared the excitement and inspiration with other participants as well.

The most important part of this program has been the poster presentation by young participants because the main purpose of this program is to give them opportunities to exchange their ideas. Each year, 12-13 people from each side participated in the workshop. In 2010, the students and postdoctoral fellows from Chines University of Hong Kong also joined this workshop as well.

The poster session was arranged in the following way. First, before the poster session, every participant gave a short presentation on his/her research interest and his/her own result, which served as a helpful guide to all other participants. Then we moved onto the poster session, where young participants mixed up with each other very smoothly. I was quite surprised by the positive and aggressive attitude shown by young participants. This is a very good sign which guarantees a successful feature of this program. I expect and believe this program will results in very fruitful developments such as active collaboration among the participants.

Over all, my evaluation is that this international exchange program has been very successful. I feel very fortunate to be involved in this joint workshop. I really hope this exchange program will continue and flourish for a long time.

Seok-Jin Kang
Seoul National University

## 4.9 海外渡航援助を受けた若手研究者の感想文

**石本 健太（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 1 年）**

平成 24 年 5 月 28 日〜8 月 3 日（10 週間）イギリス/オックスフォードに滞在．Dr. E. A. Gaffney (Mathematical Institute, University of Oxford) 氏との研究打ち合わせ．

私の研究分野は英国をはじめ，欧米諸国での近年の著しい発展と比較し，日本ではまだ研究者の数が少ないのが現状です．このような状況の中，第一線の研究環境での日々は刺激的で大変有意義でした．また，現地の研究会やセミナー等で研究発表を行い，貴重な意見交換ができただけでなく，英国の研究者たちとの交遊が広がり，自身の研究の幅も広がりました．帰国後も定期的に連絡を取り，現在も受け入れ先の先生との共同研究を続けています．

**犬伏 正信（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 3 年）**

私は平成 23 年の 6 月の末から 2 週間，GCOE によって旅費を援助していただき，スロベニアで開催された国際会議・サマースクール LET'S FACE CHAOS THROUGH NONLINEAR DYNAMICS に参加しました．私にとって初めての国際会議での口頭発表や研究者・同世代の学生との議論は非常に刺激的でした．特に参加者との交流・情報交換は現在でも盛んに続いており，研究者として国際的な視野を養うために役立っていると感じております．

**木村 恵二（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 3 年）**

5 度の国内学会への参加，3 度の国際学会への参加および Plumb 教授・Aurnou 教授の研究室訪問を通して，回転球殻内のブシネスク熱対流問題における私自身の研究成果を国内外の研究者に伝えることができました．同時に，国内外の研究者と積極的に交流し，様々な視点から研究へのアドバイスを頂くことができました．特に博士論文の主題である，上記熱対流問題に対する内側球・外側球の回転の影響について，有益な議論を行うことができ，博士論文執筆の際に大変役立ちました．

また Aurnou 教授はこの熱対流問題の分野を牽引する方であり，研究室訪問を通じて第一線で活躍する研究者の研究環境や研究姿勢を肌で感じることができたことは，何物にも代えがたい経験となりました．

**佐々木 英一（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 3 年）**

私は GCOE の補助によって，2 つの海外の国際学会と 5 つの国際学会に参加しました．学会での発表や，多くの研究者との議論によって研究の刺激や考察に有益であった．さらに博士課程における回転球面上の 2 次元流や流体力学の力学系的な研究に関する様々な知見を得ることができた．

**佐藤 康彦（理学研究科 数学・数理解析専攻 日本学術振興会特別研究員 PD）**

平成 24 年度は GCOE の補助を受け，アメリカ，オレゴンでの長期滞在費，カナダとドイツにおける研究集会への出張旅費を援助頂きました．私の専門分野は作用素環，特に $C^*$ 環と呼ばれる数学的対象です．オレゴン大学は，その $C^*$ 環の専門家，Huaxin Lin と Christopher N. Phillips がおられ，世界的に研究が盛んな場所の一つです．特に今年は，毎年開かれているアメリカ西海岸作用素環研究集会 WCOAS の開催地がオレゴン大学であり，私の研究成果を発表する良い機会に恵まれました．

最近の作用素環分類理論において，特に重要な概念の一つとして「分解階数」と呼ばれる数学的に抽象化された次元があります．私はオレゴン滞在中，この分解階数が有限になる条件を解明しました．現在 $C^*$ 環の分類理論において，特に注目を集めている問題の一つに「分解階数がいつ有限になるか？」という問題が挙げられます．分解階数を定義した E. Kirchberg，W. Winter をはじめ，多くの数学者がこの分解階数の有限性について研究し，分解階数が有限であることから様々な応用を得ています．その結果，自然な要望として分解階数が有限になるための判定条件が研究されていました．実際，この有限性の判定条件には有名な予想がたてられています．私は長期滞在中，この問題に対する突破口を開き，ある自然な条件下で分解階数が有限になる判定条件を得る事に成功しました．この結果は，分解階数に関しよく知られていた A. Toms，W. Winter らによる予想を本質的に解決するものです．またこの結果から，Lin が導入した「tracial rank」と呼ばれる概念が分解階数と深い関係にある事が明らかとなり，彼の長年の研究をより抽象的な枠組みで特徴付ける事ができました．

その他，オレゴン滞在中には，私が以前示した定理の一般化を得る事もできました．その一般化は高々有限個の点で解っていた定理を，任意の有限次元位相空間へ拡張するという非常に大きなものです．この結果について，カナダのレジーナにおけるカナダ数学会と，ドイツのオヴァウォルファッハにおける $C^*$ 環研究集会で講演の機会を頂き，研究成果を高く評価頂きました．これらの事から，私は GCOE による助成が数学の進展に対する大きな貢献であったと考えます．

**塚本 真輝（理学研究科 数学・数理解析専攻 助教）**

京都大学・理学研究科・数学教室の GCOE プログラムから旅費の補助をうけて，平成 24 年の 5 月から 7 月にかけてフランスのオルセー大学（パリ南大学）に滞在しました．主な目的は Julien Duval 教授（以下，デゥバル先生）を訪問することでした．

私は「ブロディ曲線」,「平均次元」という数学的対象について研究を続けております．これらの数学的概念は世界的にも研究者が少ないものです．しかし，この訪問の主目的であったデゥバル先生はブロディ曲線についての

非常に優れた研究論文を発表しており，また先生の教え子の Bernardo Freitas Paulo da Costa 氏（以下，コスタ氏）は私の論文を勉強し，私が以前に提案した問題（ブロディ曲線と平均次元に関わるもの）の解決を含む学位論文を準備しておりました.（私の滞在中に学位論文の発表会が行われました.）このように，デゥバル先生の研究室は世界でも数少ない（もしかすると，ほとんど唯一かもしれない）私と共通のテーマに関心をもつグループであったわけです．したがって，以前から機会を得て滞在したいと考えており，今回，GCOE からの旅費の補助を得て，それが実現できたことは大変にありがたいことであったと感謝しております.

滞在中は，まずは「ブロディ曲線の空間の平均次元」というテーマについてのお互いの最近の知見を交換しあうことから始めました．コスタ氏は上でも記したように，私が以前提案した問題を解決しております．解決の結論自体は私の予想の範囲内だったのですが，その手法は非常に美しいもので感心しました．当然，彼の手法からさらに何が出てくるかを議論しあいました．はじめ私は安易な予想を彼らに述べたのですが，しばらくして，ずいぶんと微妙な現象があり，私の認識が間違っていることをデゥバル先生から指摘していただきました．これはかなり驚きました．ブロディ曲線を解析することが，一筋縄ではいかないことを思い知らされる経験で，とても有意義でした．私自身も，最近の自分の定理の中で最も良いと考えているものについて，セミナーで講演し，議論を交わしました.

平均次元に関する事柄のほかにも，デゥバル先生とコスタ氏の最近の共著論文についての議論を行いました．これは Clunie と Hayman の４０年以上前のある定理を驚異的に拡張する論文であり，非常に驚きました.（この分野の大専門家であるアメリカの Eremanko 氏も，この論文を大変ほめていました.）彼らの議論は非常にエレガントなのですが，論文は理解しやすいものではなかったため，直接議論を交わし，理解を深められたことは，とてもありがたい経験でした.

以上のようにこの滞在は，私にとって数少ない共通の興味を持つ研究者との相互理解を深める大変に重要な機会となりました.

**長谷部 高広（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 平成 24 年 3 月修了）**

私の研究分野では，日本国内よりも海外に研究者が多くいますので，GCOE からの海外渡航援助はとても助かりました．博士学生のころから GCOE の援助で何度も海外の研究集会に出かけたり大学に滞在したりしました．主な国はポーランド，チリ，韓国，フランス，メキシコ，オーストリアなどです．海外で知り合った研究者 5，6 人の方々とは現在でも議論を交わしたり，共同論文を発表したりしています．そのうちの一人とは共同論文を 4 つ書きました．彼はたくさんのアイデアや予想を投げかけてくるんですが，すぐに解決できることはあまりなく，日本に帰ってきてからじっくりと考えて，証明をして，共同論文になったりと，なかなか楽しい付き合いです．他の人たちからもたくさんの問題を教えてもらったり，海外のポスドクに応募するのを助けてもらったり，色々と助けてもらいましたし，現在でもお世話になっています.「人脈を作る」ことはさほど意識していませんでしたが，気がつくと知り合いが増えていました.

研究者とは英語で話すので英語が上達したのはもちろんのことですが，日常生活では英語の通じにくい国も多かったので，英語無しでやりくりする術を身につけることもできました.「術」というか，言葉が通じなくてもまあ大丈夫だろうという気持ちが持てるようになってきたのが大きいと思います．そういうこともあって，だんだん海外で感じる緊張は少なくなってきました．海外に何度も行けて，いい経験になったと思います．あらためて振り返ってみると，ずいぶんと GCOE の資金援助に助けられてきたことを実感します.

**藤田 健人（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 2 年）**

私の研究分野は代数幾何学で，特に私が興味を持っているのは，ファノ多様体と呼ばれる対象で，それは極小モデル理論の観点からも重要な代数多様体です．私は平成 24 年の 2 月初めから 5 月末にかけての 4 か月の間，GCOE の援助で米国プリンストン大学に研究指導委託という形で留学させて頂き，大変充実した研究生活を送ることができました．そもそも，プリンストン大学の Kollár 先生の質問に関連した研究を日本で進めてきていて，それを発展すべく Kollár 先生のもとで研究をしようという次第でした．初めての海外渡航ということもあり，入国直後は慣れないことも多かったですが，GCOE の資金援助という精神的余裕のおかげで，終始特に困るようなことはなく，落ち着いた環境下で研究に集中することができたと思います.

Kollár 先生の講義や，議論などを通して，それまでの研究テーマをより深化させることができたと思っております．特に,「重正規多様体」と呼ばれる代数多様体に対する多方向からの理解が得られ，今後「可約ファノ多様

体」に対し様々なアプローチができそうです．また，最新の極小モデル理論についての講義やセミナーを定期的に聞くことができ，その方面の理解が深まり，今後は極小モデル理論関連の研究方向も模索しているところです．

また，プリンストン大学の学生たちと議論をすることで，今までよりも研究の幅が広がったのは非常に良かったと思います．特に，ケーラー・アインシュタイン計量についての話を色々聞けたことで，(以前から研究を進めていた）その方面に関するプレプリントを完成させることができました．また，英語で議論することにそれまで非常に不慣れで英語講演など聞き取れない場合も多かったのですが，渡航を通して英語での議論なども以前より上達したと思います．

上記のように，優れた環境および資金援助の下で研究に勤しむことができたことは大変意義深く，以後の研究に少なからず良い影響を与えていると思います．

# 5　優れた博士後期課程学生を惹き付けるための活動

多様な分野に開かれた柔軟な思考をもつ学力優秀な学生が，本学の数学・数理解析専攻の博士後期課程を多く志望するための取組の一環として，21 世紀 COE プログラムから継続・発展させてきた，博士後期課程学生・若手研究者向けの城崎新人セミナーや白浜研究集会，修士課程学生・学部上級生も参加する吉田塾シニアと称する合宿セミナー，および，数学を志望する優秀な大学院学生の増加を図るための学部学生向けの吉田塾ジュニアの講義・合宿セミナーの活動を平成 22 年度から 24 年度でも継続して行った．

これらの活動では，学生による自主的な運営が大きな特徴である．博士後期課程学生に，城崎新人セミナーや白浜研究集会などの合宿セミナーや，定期的に開催される GCOE ティータイムなど，研究発表・討論を中心とした若手研究者の研究交流の企画を自主的に立案・実施する機会を提供し，それに対する財政的な支援を行った．本グローバル COE プログラムで実施している若手研究者のための合宿セミナーには，京都大学に限らず，他大学からも多くの若手研究者や学生が参加しており，全国の若手研究者との交流の場として高く評価されている．

このような活動を今後も継続することは重要であり，そのための方策を現在，検討している．学部生から修士課程学生対象の吉田塾は，低廉な宿泊施設を利用し，参加する学生にある程度の経費負担を求めれば継続はそれほど困難ではないと考えており，GCOE 終了後も継続をする予定である．一方で，博士後期課程学生が自主的に企画・運営する城崎新人セミナーや白浜研究集会は，学生からの要望も強く，我々もできるだけの努力をして継続できるようにしたいと考えており，予算確保などの検討を行って，持続可能な形式での継続に向けて努力して行きたい．

## 5.1　城崎新人セミナー

**第 8 回 城崎新人セミナー（平成 22 年度）**

**日　程：** 平成 23 年 2 月 14 日（月）～ 2 月 18 日（金）4 泊 5 日

**場　所：** 兵庫県豊岡市　城崎総合支所 2 階　城崎市民センター大会議室

**招待講演者：**

入谷寛（京都大学理学研究科）
幾何学「ローラン多項式とミラー対称性」

木田良才（京都大学理学研究科）
幾何学「Bass-Serre 理論と Stallings の定理について」

坂井哲（北海道大学理学研究院）
解析学「臨界現象の数理」

中村健太郎（慶應義塾大学理工学部）
代数学「$\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$ の $p$-進局所 Langlands 対応について」

福島竜輝（東京工業大学理工学研究科）
解析学「大偏差原理の基本の“き”」

前川泰則（神戸大学理学研究科）
解析学「軸対称 BURGERS 渦の安定性に関する数学解析」

**一般参加者（学生）：**

東大介（大阪大学 M2）
幾何学「ユークリッド空間上の変形量子化の明示公式について」

池田正弘（大阪大学 D1）
解析学「ハートリー・フォック方程式に対する散乱問題について」

井澤昇平（東北大学 M2）
数学基礎論「高階算術における抽象論の逆数学」

石塚裕大（京都大学数学教室 M1）
代数学「$\mathbb{Q}$ 上の楕円曲線の rank の平均と高次合成則」

今城洋亮（京都大学数学教室 D1）
幾何学「円環の中の calibrate された部分多様体のエネルギー」

岩木耕平（京都大学数理研 M2）
解析学「II 型 Painlevé 方程式の完全 WKB 解析」

上山健太（静岡大学 M2）
代数学「幾何的代数と一般化された中山自己同型」

梅本悠莉子（大阪市立大学 M2）
幾何学「フックス群のディリクレ領域について」

浦本武雄（京都大学数学教室 M2）
計算機科学「淡中双対性と並行計算」

小笠原成人（京都大学数学教室 M1）
幾何学「BS$(1, n)$ の quasi-isometric rigidity について」

岡本葵（京都大学数学教室 M2）
解析学「一次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性」

小野田実頼（東京大学 M1）
代数学「イデアル類群と Chow 群」

小畠陽児（大阪市立大学 M1）
幾何学「絡み目のもろて性について」

梶野直孝（京都大学情報学 PD）
解析学「自己相似フラクタル上の Laplacian と熱方程式」

北島孝浩（慶応大学 M2）
代数学「Class Numbers in $\hat{\mathbb{Z}}$-Extensions and Generalized Bernoulli Numbers」

楠岡誠一郎（慶応大学 PD）
解析学「Diffusion Processes in Thin Tubes and their Limits on Graphs」

佐々田槙子（東京大学 D2）
解析学「速度を持つ排他過程に対する流体力学極限」

佐藤敬志（京都大学数学教室 M1）
幾何学「$\underline{\underline{\text{Top}}}$ における homotopy (co)limit について」

芝田賢史（大阪市立大学 M1）
幾何学「有理ホモロジー 3 球面内の結び目の不変量」

高山侑也（京都大学数理研 M1）
幾何学「Taub-NUT 空間上の ASD 接続」

滝岡英雄（大阪市立大学 M1）
幾何学「HOMFLYPT 多項式の 0 番係数多項式について」

田坂浩二（九州大学 M2）
代数学「モジュラー形式と 2 重ゼータ値の関係式について」

田中公（京都大学数学教室 M1）
代数学「非特異な 3 次元 Fano 多様体の分類」

反田美香（近畿大学 M2）
解析学「超幾何微分方程式の WKB 解と超幾何関数の関係」

中島誠（京都大学数学教室 D2）
解析学「ランダム環境中の分枝ランダムウォークの minimal position の漸近挙動について」

中田雅之（京都大学数学教室 D1）
幾何学「群のホモロジーに関する安定問題について」

中西克典（京都大学数学教室 M1）
幾何学「カービー図式による 4 次元多様体の描写」

早野健太（大阪大学 M1）
幾何学「種数 1 の simplified broken Lefschetz fibration について」

東谷章弘（大阪大学 M2）
代数学「与えられた $\delta$ 列を持つ Hermite normal form」

疋田辰之（京都大学数学教室 M1）
代数学「Bezrukavnikov Program について」

広瀬稔（京都大学数学教室 M2）
代数学「Stark 予想について」

福川由貴子（大阪市立大学 M2）
幾何学「旗多様体の GKM グラフとコホモロジー環」

丸橋広和（京都大学数学教室 M2）
幾何学「べき零 Lie 群の作用のパラメータ剛性」

三井健太郎（京都大学数学教室 D2）
代数学「${}_mI_0$ 型の重複ファイバー」

若林泰央（京都大学数理研 M2）
代数学「有限体上の遠アーベル幾何について」

**運営委員：** 今城洋亮（京都大学 D1），梅本悠莉子（大阪市立大学 M2），大下達也（京都大学 D1），白石大典（京都大学 D1），蔦谷充伸（京都大学 D1），長澤弘明（大阪大学 D1），渡辺百合佳（奈良女子大学 D1）

**第 9 回 城崎新人セミナー（平成 23 年度）**

**日　程：** 平成 24 年 2 月 13 日（月）〜2 月 17 日（金）4 泊 5 日

**場　所：** 兵庫県豊岡市　城崎健康福祉センター

**招待講演者：**

眞崎 聡　(学習院大学理学研究科)
「2 次元 Schrödinger-Poisson 方程式系の解析」

高橋 篤史　(大阪大学理学研究科)
「重み付き射影曲線のミラー対称性」

村井 聡　(山口大学理工学研究科)
「単体的セル複体の面の数え上げ論について」

河原林 健一　(国立情報学研究所)
「グラフを使った離散数学とコンピュータサイエンス」

**一般参加者（学生）：**

池田正弘 (大阪大学 D2)
非線形偏微分方程式 「非線形シュレーディンガー方程式に対する small data blow-up について」

井澤昇平　(東北大学 D1)
数学基礎論「代数系のべき等既約分解」

岩木耕平 (京都大学数理研 D1)
可積分系「Painlevé 函数の完全 WKB 解析について」

植木潤 (九州大学 M1)
数論トポロジー「三次元多様体に対する岩澤の定理」

上山健太 (静岡大学 D1)
代数学「balanced dualizing complex を持つ代数について」

梅本悠莉子 (大阪市立大学 D1)
幾何学「双曲 Coxeter 群の growth function について」

大鳥羽暢彦 (慶應義塾大学 M2)
微分幾何学「スカラー曲率一定計量の新しい例」

岡﨑建太　(京都大学数理研 D2)
位相幾何学「$E_6$ , $E_8$ 型部分因子環の平面代数と 3 次元多様体の状態和不変量の組合せ的構成について」

糟谷久矢 (東京大学 D2)
幾何学「二つのアーベル群でできる幾何学」

加瀬遼一 (大阪大学 D1)
代数学「A 型及び D 型道代数における傾箙の辺の数え上げ」

加藤諒 (名古屋大学 D1)
代数トポロジー「完全な剰余体を持つ離散完備付値体の TR 理論」

北島孝浩 (慶應義塾大学 D1)
整数論「有理数体の円分 $\mathbb{Z}_p$ 拡大における K 群の位数について」

兒玉浩尚 (近畿大学 D1)
保型形式「レベル $p$ の 2 次元ジーゲルカスプ形式の具体的構成について」

小西正秀 (名古屋大学 M2)
多元環の表現論　「Khovanov-Lauda-Rouquier 代数について」

佐藤敬志 (京都大学数学教室 M2)
代数トポロジー「平面グラフの clique complex について」

清水達郎 (東京大学 D1)
ホモロジー球面「Casson 不変量の別構成」]

下村健吾 (大阪大学・情報 M2)
フラクタル幾何学「parabolic Cantor set の Hausdorff 次元」

高橋祐人 (名古屋大学 D1)
代数的整数論「拡大次数を制限した類体塔の無限性」

高山侑也　(京都大学数理研 M2)
微分幾何学「bow variety の構成について」

田坂浩二 (九州大学 D1)
多重ゼータ「$n$ 平方和問題と $n$ 三角和問題」

田中公　(京都大学数学教室 M2)
代数幾何学「極小モデル理論について」

反田美香 (近畿大学 D1)
代数解析「超幾何微分方程式の Voros 係数」

塚本靖之 (京都大学数学教室 M2)
有向マトロイド「非連結な実現空間を持つ有向マトロイド」

中島規博 (北海道大学 D2)
超平面配置・微分作用素環「Cauchy-Sylvester の compound determinants と古典的 Coxeter 配置」

永田義一 (名古屋大学 M2)
多変数函数論「Cauchy-Fantappié 形式と特異積分作用素」

中野雄史 (京都大学人間・環境 D1)
力学系・エルゴード理論「確率安定性と転移作用素」

中山雅友美 (首都大学東京 M2)
トポロジー「Seifert fibration からの real Bott 多様体の一般化」

畑中美帆 (大阪市立大学 M1)
トーリック幾何学「fan とトーリック多様体」

早野健太 (大阪大学 M2)
四次元トポロジー「写像類群から視る特異レフシェッツ束」

松岡謙晶 (名古屋大学 M2)
解析的数論「リーマンゼータ関数の新たな漸近公式とその応用について」

嶺山良介　(大阪大学 D1)
幾何学的群論「距離空間の Floyd 境界について」

矢城信吾 (九州大学 D3)
代数幾何学「$\deg X \geq \mathrm{codim} X + 1$ となる射影多様体に関する考察」

八尋耕平 (東京大学 M2)
表現論「有理 Cherednik 代数のウェイト加群」

山崎陽平 (京都大学数学教室 M2)
波動分散型方程式「$\mathbb{R} \times \mathbb{T}_L$ 上の Schrödinger 方程式の線形安定性」

若杉勇太 (大阪大学 D1)
偏微分方程式「消散型波動方程式の拡散構造」

**運営委員：** 浦本 武雄 (京都大学 D1)，岡本 葵 (京都大学 D1)， 小谷 賀子 (奈良女子大学 D1)， 東谷 章弘 (大阪大学 D1)， 広瀬 稔 (京都大学 D1)， 福川 由貴子 (大阪市立大学 D1)， 丸橋 広和 (京都大学 D1)

**第 10 回 城崎新人セミナー（平成 24 年度）**

**日　程：** 平成 25 年 2 月 18 日（月）～ 2 月 22 日（金）4 泊 5 日

**場　所：** 兵庫県豊岡市　城崎総合支所 2 階　城崎市民センター大会議室

**招待講演者：**

加藤 周（京都大学理学研究科）
「Lieb-McGuire 系の幾何学的表現論」

佐々田 槙子（慶応義塾大学理工学部）
「ハミルトン系と流体力学極限」

清水 理佳 （広島大学理学研究科）
「結び目理論から生まれたゲームとその仲間達」

星 裕一郎（京都大学数理解析研究所）
「遠アーベル幾何学概論」

## 5.2 琵琶湖若手数学者勉強会

博士学生を中心とした若手研究者が集まり, いくつかの班にわかれて勉強会を行った。

**第 5 回琵琶湖若手数学者勉強会（城崎新人プレセミナー）（平成 22 年度）**

**日　程：** 平成 23 年 2 月 2 日（水）〜2 月 5 日（土）
**場　所：** 滋賀県高島市安曇川町近江白浜 白浜荘
**参加者：** 今城洋亮，蔦谷充伸，野坂武史，伊藤哲也，木下達也，竹森翔，佐久川憲児，宮谷和尭，平野雄一，三井健太郎，宮崎一徳, 南出大樹
**内　容：** （1）指数定理,（2）$p$ 進微分方程式,（3）相対曲線のヤコビアン

**第 6 回琵琶湖若手数学者勉強会（城崎新人プレセミナー）（平成 23 年度）**

**日　程：** 平成 24 年 2 月 1 日（水）〜2 月 4 日（土）
**場　所：** 滋賀県高島市安曇川町近江白浜 白浜荘
**参加者：** 三井健太郎，宮崎一徳，柳田伸太郎，井澤昇平，大下達也，蔦谷充伸，野坂武史
**内　容：** （1）Artin の近似定理とモジュライの構成,（2）代数的理論の基礎と応用

**第 7 回琵琶湖若手数学者勉強会（城崎新人プレセミナー）（平成 24 年度）**

**日　程：** 平成 25 年 2 月 7 日（木）〜2 月 10 日（日）
**場　所：** 滋賀県高島市安曇川町近江白浜 白浜荘
**参加者：** 大下達也，蔦谷充伸，三井健太郎，宮崎一徳，田中公，石塚裕大，疋田辰之，中西克典，高山侑也，大鳥羽暢彦
**内　容：** （1）Algebraic stack,（2）Elliptic cohomology,（3）Atiyah-Singer index theorem

## 5.3 白浜研究集会

**第 2 回白浜研究集会（平成 22 年度）**

**日　程：** 平成 22 年 11 月 29 日（月）〜12 月 2 日（木）

**場　所：** 和歌山県西牟婁郡白浜町 868 南紀白浜温泉 むさし

**参加者：** 教員 4 名，研究員 6 名，博士課程学生 10 名，修士課程学生 11 名

**プログラム：**

**11 月 29 日（日）**

15:00〜15:35 今城洋亮「Calibrate された部分多様体の円環への収束」

15:45〜16:20 金子元「代数的無理数の b 進展開表示について」

16:30〜17:05 岡村和弥「量子推定理論の再編成と新展開」

17:15〜17:50 白石大典「Collisions of random walks on the random walk trace」

**11 月 30 日（火）**

9:00〜9:35 梶野直孝「On-diagonal oscillation of the heat kernel on nested fractals」

9:45〜10:20 嶽村智子「斜積拡散過程の再帰性について」

10:30〜11:05 長谷部高広「可換及び非可換な確率論におけるレヴィ過程の分布について」

11:15〜11:25(SC) 稲田哲生「伊藤積分と伊藤の公式について」

11:25〜11:35(SC) 堀由昂「確率微分方程式の解の存在と一意性 Kalman-Bucy フィルターへの応用」

13:30〜14:05 友枝恭子「5 次変形 KdV 方程式の時空間解析解の存在及び平滑化効果について」

14:15〜14:50 岡本葵「一次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性」

15:00〜15:35 前田昌也「Stability of bound states for Hamiltonian PDE」

15:55〜16:05(SC) 山崎陽平「半線型 Klein-Gordon 方程式の安定性」

16:15〜16:50 廣瀬三平「微分方程式の大域的解析と完全 WKB 解析」

17:00〜17:35 中川勇人「放物型 Hardy 空間について」

**12 月 1 日（水）**

9:00〜9:35 岸本展「Local well-posedness for the Zakharov system on torus」

9:45〜10:20 池田正弘「空間 1 次元における 3 次の非線形項を持つシュレディンガー型方程式に対する散乱状態の非存在について」

10:30〜11:05 若杉勇太「摂動された波動方程式の解のエネルギー評価について」

11:15〜11:25(SC) 田部井希一「2 階楕円型偏微分方程式の弱解の存在」

11:25〜11:35(SC) 眞鍋秀悟「GPU を用いた多倍長数値計算環境の設計と実装」

13:30〜14:05 和田尚樹「波動の境界観測を用いたグラフ構造の特徴づけについて」

14:15〜14:50 田中大毅「An estimate for perturbation of the attenuation coefficient and the scattering kernel in the transport equation」

15:00〜15:35 松江要「放物型発展方程式の定常解の数値検証法- 存在・局所一意性・双曲性-」

15:45〜16:20 Zhong Sijia「Global existence of solutions to Schrödinger equations on compact Riemannian manifolds below $H^1$」

**12 月 2 日（木）**

9:00〜9:35 木下武彦「楕円型偏微分方程式の解の数値的検証法について」

9:45〜10:20 多羅間大輔「Stability Analysis for a Class of Equilibria of the Free Rigid Body on $\mathfrak{so}$」

10:30〜11:05 桂幸納「定常状態輸送方程式の数値解法について」

11:15〜11:50 三木啓司「離散可積分系と固有値問題 2」

**第 3 回白浜研究集会（平成 23 年度）**

**日　程：** 平成 23 年 12 月 12 日（月）〜12 月 15 日（木）

**場　所：** 和歌山県西牟婁郡白浜町 1011 南紀白浜温泉 白浜御苑

**参加者：** 教員 6 名，研究員 6 名，博士課程学生 20 名，修士課程学生 6 名

**プログラム：**

**12 月 12 日 (月)**

15:30〜16:10 水谷治哉「Strichartz estimates for Schr odinger equations with variable coefficients and unbounded potentials」

16:20〜17:00 宮路智行「Bifurcation analysis for the Lugiato-Lefever equation」

17:10〜17:50 山崎陽平「$\mathbb{R} \times \mathbb{T}_L$ 上の連立 Schrödinger 方程式の線型安定性」

**12 月 13 日 (火)**

9:00〜9:40 岩木耕平「Painlevé 函数の完全 WKB 解析」

9:50〜10:30 廣瀬三平「(1; 4) 型の超幾何系に対する Stokes 幾何について」

10:40〜11:20 中島誠「Large deviation principle for branching processes in random environment with geomet-rical offspring distribution. (ランダム環境中の分枝過程に関する大偏差原理)」

11:30〜12:10 白石大典「ランダムウォークのカットポイントについて」

12:10〜13:30 昼休み

13:30〜14:10 多羅間大輔「Elliptic K3 surfaces as dynamical models and their Hamiltonian monodromy」

14:20〜15:00 嶺山良介「Snowflake 群の測地線について」

15:10〜15:50 佐藤寛之「リーマン多様体上の最適化アルゴリズムおよびその数値線形代数への応用」

16:10〜16:50 池田正弘「空間２次元における Dirac-Klein-Gordon 方程式系の解の漸近的振る舞いについて」

17:00〜17:40 岸本展「Blow-up solution for the Zakharov system on 2D torus」

**12 月 14 日 (水)**

9:00〜9:40 加藤孝盛「Well-posedness for the Kawahara equation with low regularity data」

9:50〜10:30 岡本葵「Chern-Simons-Dirac 方程式の初期値問題の適切性について」

10:40〜11:20 田部井希一「Local Behavior of Positive Solutions of Nonlinear Elliptic Equations」

11:30〜12:30 前川泰則「On fundamental solutions to fractional diffusion equations with divergence free drift」

12:30〜14:00 昼休み

14:00〜14:40 楠岡誠一郎「Diffusion Processes in Thin Tubes and their Limits on Graphs」

14:50〜15:30 堀由昂「Optimal control problem of portfolio with partial infomation: Hamilton-Jacobi-Bellman equation approach」

15:40〜16:20 稲田哲生「Hilbert 空間上における確率偏微分方程式の解の強一意性について」

16:30〜17:30 矢野孝次「安定レヴィ過程とその条件付けについて」

**12 月 15 日 (木)**

9:00〜9:40 岡村和弥「2 次形式と相対エントロピー -量子力学を背景として-」

9:50〜10:30 長谷部高広「遠方での確率測度の級数展開について」

10:40〜11:20 安藤浩志「有限型 Polish 群について」

**第 4 回白浜研究集会（平成 24 年度）**

**日　程：** 平成 24 年 12 月 3 日（月）〜12 月 6 日（木）

**場 所：** 和歌山県西牟婁郡白浜町 868 南紀白浜温泉 むさし

**参加者：** 教員 6 名，研究員 7 名，博士課程学生 8 名，修士課程学生 5 名

**プログラム：**

**12 月 3 日 (月)**

15:20-16:00 加藤孝盛「Unconditional well-posedness of the fifth order KdV equation with periodic boundary condition」

16:10-16:50 池田正弘「絶対値 $p$ 乗の非線形項を持つシュレディンガー方程式に対する解のライフスパンの評価について」

17:00-17:40 中野雄史「A Generalisation of Quasi-compactness and Its Applications」

**12 月 4 日 (火)**

9:00-9:40 廣瀬三平「完全 WKB 解析における標準形について」

9:50-10:30 嶺山良介「Teichmüler 空間の双正則自己同型について」

10:40-11:20 酒匂宏樹「作用素環と距離空間の幾何学」

11:30-12:10 榎本拓実「Asymptotic theory of characters of $U(\mathbf{M}_{2\infty})$」

13:30-14:10 木下武彦「非線形常微分方程式系に対する精度保証付き数値計算」

14:20-15:00 宮路智行「円板領域における Lugiato-Lefever 方程式に対する分岐解析」

15:20-15:40 成亥隆恭 (SC)「べき乗型非線形波動方程式の大域的な古典解について」

15:40-16:00 大木健司 (SC)「Feynman-Kac の公式とその応用例」

16:10-16:30 坂本祥太 (SC)「圧縮性粘性流の初期値問題」

16:30-16:50 西口純矢 (SC)「時間遅れフィードバック制御と Floquet 理論」

**12 月 5 日 (水)**

9:00-9:40 三木啓司「直交多項式と量子状態転送」

9:50-10:30 前田一貴「離散戸田格子の超離散化と箱玉系」

10:40-11:20 岡本葵「Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性について」

11:30-12:10 Shuxia Wang「Small energy scattering for the Klein-Gordon-Zakharov system with radial symmetry」

13:30-14:10 山崎陽平「Transverse instability for a nonlinear Schrödinger equation」

14:20-15:00 若杉勇太「Critical exponent for the semilinear wave equation with scale invariant damping」

15:20-16:00 白石大典「離散トーラス上のランダムウォークと random interlacement」

16:10-16:50 琉佳勳「数理ファイナンスの理論とその非可換化」

17:00-17:40 今村悠里「対称化法によるバリアーオプション価格の数値計算」

**12 月 6 日 (木)**

9:00-9:40 岡村和弥「作用素値積分論と量子測定」

9:50-10:30 長谷部高広「古典確率論と自由確率論」

10:40-11:20 高江洲俊光「フェルミ場が相互作用する系の本質的スペクトルについて」

## 5.4 数学吉田塾シニア

大学院修士課程に入学予定の学生とチューターとして参加を希望する大学院生を対象に,「数学吉田塾シニア@京都府立ゼミナールハウス」を行い，修士・博士後期課程の大学院生をはじめとする若手数学者との交流をはかるとともに，大学院で有意義な数学の勉学・研究を始める支援をした.

**数学吉田塾シニア 2011（平成 22 年度）**

**日　程：** 平成 23 年 2 月 18 日（金）〜2 月 21 日（月）3 泊 4 日

**場　所：** 京都府立ゼミナールハウス（京都市右京区京北下中町鳥谷２番地）

**講義１：** 「非線形波動方程式」中西賢次（理学研究科数学教室）

**講義２：** 「How to see spacetime」Daniel Allcock（Univ.of Texas at Austin）

**セミナー：** 6 班に分かれ，次のテキストをもとに行った.

1. K.lreland, M.Rosen 著 “A Classical Introduction to Modern Number Theory”2nd ed. 第 8 章，第 10 章，第 11 章

2. 松本幸夫著「Morse 理論の基礎」第 3 章まで（岩波書店，岩波講座　現代数学の基礎）
3. 日比孝之著「グレブナー基底」第 6 章まで（朝倉書店，すうがくの風景 8）
4. 岡本清郷著「フーリエ解析の展望」第 5 章まで（朝倉書店，すうがくぶっくす 17）
5. 金子尚武，松本道男著「特殊関数」第 3 章まで（培風館，現代数学レクチャーズ（C-3））
6. 高橋憲一著「ガリレオの迷宮」（共立出版）

**指　導：** 吉永正彦（理学研究科），藤井道彦（理学研究科），前野俊昭（工学研究科），菊地克彦（理学研究科），澤野嘉宏（理学研究科），但馬亨（龍谷大学等），上野雄文（国際医療福祉大），高田智広（四日市大関孝和数学研究所），松本尭生（広島大）

**参加者：** 48 名（教員・オーガナイザー：3 名，教員・講師：11 名，TA・修士 1 年：4 名，TA・修士 2 年：3 名，TA・博士 1 年：1 名，TA・博士 2 年：1 名，TA・博士 3 年：1 名，受講生・学部 2 年：4 名，受講生・学部 3 年：4 名，受講生・学部 4 年：16 名）

**数学吉田塾シニア 2012（平成 23 年度）**

**日　程：** 平成 24 年 2 月 10 日（金）〜2 月 13 日（月）3 泊 4 日

**場　所：** 京都府立ゼミナールハウス（京都市右京区京北下中町鳥谷２番地）

**講義１：** 「勾配流としての熱流」太田慎一（理学研究科数学教室）

**講義２：** 「微分方程式とストークス現象—発散方程式の背後に広がる世界について」竹井義次（数理解析研究所）

**セミナー：** 6 班に分かれ，次のテキストをもとに行った．

1. 堀田良之，渡辺敬一，庄司俊明，三町勝久著　「群論の進化」第 2 章を中心に，関連する話題も含めて（朝倉書店）
2. 黒川信重，栗原将人，斎藤毅著「数論⊠-岩澤理論と保型形式-」第 9 章（岩波書店）参考文献　J.-P. セール著「数論講義」（岩波書店）第 6 章，第 7 章
3. Peter Frankl，前原濶著「幾何学の散歩道（離散・組合せ幾何入門）」第 2 章，第 6 章（共立出版）
4. 高橋陽一郎著「漸近挙動入門」（日本評論社）
5. 安島直円著「弧背術解」（古典数学書院）

**指　導：** 阿部拓郎（工学研究科），榎本直也（理学研究科），千田雅隆（理学研究科），塚本真輝（理学研究科），澤野嘉宏（理学研究科），菊地克彦（理学研究科），小川束（四日市大）

**参加者：** 32 名（教員・講師：9 名，TA・修士 1 年：4 名，TA・修士 2 年：1 名，TA・博士 1 年：3 名，受講生・学部 3 年：2 名，受講生・学部 4 年：7 名，受講生・修士 2 年：2 名，受講生・修士 1 年：3 名，受講生・科目等履修生：1 名）

**数学吉田塾シニア 2013（平成 24 年度）**

**日　程：** 平成 25 年 2 月 15 日（金）〜2 月 18 日（月）3 泊 4 日

**場　所：** アクティプラザ琵琶（滋賀県高島市）

**講義１：** 「Algebraic Topology, High Dimensional Data, and Nonlinear Dynamics」Konstantin Mischaikow（Rutgers University, USA）

**講義２：** 「代数的数の等分布定理について」川口周（理学研究科数学教室）

**セミナー：** 5 班に分かれ，次のテキストをもとに行った．

1. V. G. Kac, A. K. Reina 著「Bombay Lectures on Highest Weight Representations of Infinite Dimensional Lie Algebras」Lecture 4〜7（ボソン・ フェルミオン対応）（World Scientific）参考文献：三輪哲二，神保道夫，伊達悦朗著「ソリトンの数理」（岩波書店）の対応する部分

2. J. P. Serre 著「Trees」(Springer)
3. Peter Frankl，前原濶著「幾何学の散歩道」第 4 章 変形する多面体（共立出版），M. Aigner, G. M. Ziegler 著，蟹江幸博訳「天書の証明」第 11 章 コーシーの剛性定理（シュプリンガー・ フェアラーク東京）
4. 樋口保成著「パーコレーション」(遊星社)
5. L. Euler 著，高瀬正仁訳「オイラーの無限解析」 第 8 章 オイラーの公式の証明)（ 海鳴社）

**指　導：** 榎本直也（京都大）, 木村嘉之（大阪市立大），今井直毅（京都大），塚本真輝（京都大），上野健爾（四日市大関孝和数学研究所所長・京都大名誉教授）

**参加者：** 27 名（教員・講師：11 名，　TA・博士 2 年：1 名，　TA・博士 1 年：1 名，　TA・修士 2 年：3 名，受講生・修士 1 年：1 名，　受講生・学部 4 年：9 名，　学部生・学部 3 年：1 名）

## 5.5　数学吉田塾・入門合宿

主として，理学部 1，2 回生で数学に興味を持つ学生を対象に，2 泊 3 日の数学入門合宿を行い，講義を聞くとともに，自ら考える機会を与えることにより，数学の面白さをより若い学生に伝える活動を行った．

#### 第 8 回数学吉田塾・入門合宿（平成 22 年度）

**日　程：** 平成 22 年 9 月 8 日（水）〜9 月 10 日（金）2 泊 3 日

**場　所：** 京都府立ゼミナールハウス（京都市右京区京北下中町鳥谷 2 番地）

**講義 1：　「楕円曲線の有理点」伊藤哲史氏（理学研究科数学教室・准教授）**

方程式 $y^2 = x^3 + ax + b$ で定義された曲線を楕円曲線といいます．楕円曲線の有理点（座標が有理数の点）は，整数論における重要な研究対象です．フェルマー以来多くの数学者により深く研究されてきましたが，まだまだ未解決の問題も沢山あります．$y^2 = x^3 - x$ の有理点は $(0,0), (1,0), (-1,0)$ の 3 個のみですが，$y^2 = x^3 - 4$ には (5,11), (106/9, 1090/27), (785/484, 5497/10648),... など無限個の有理点が存在します．この 2 つの楕円曲線は，一体何が違うのでしょうか？もっと一般の楕円曲線では，どういうことが成り立つのでしょうか？ この講義では，具体例の計算を通して，楕円曲線の不思議な世界を紹介します．

**講義 2：　「複素力学系入門」稲生啓行（理学研究科数学教室・講師）**

力学系とは，時間に伴って発展する系のふるまいを数学的に調べる分野です．2 次多項式 $f(x) = ax(1-x)$ $(1 \leq a \leq 4)$ の反復合成（ $x_{n+1} = f(x_n)$ という漸化式を解く，と思ってください）のような単純なモデルを考えても，そこから現れる現象は非常に複雑で，コンピュータで簡単な数値計算をするだけでもカオス的な (予測不可能な) ふるまいを見ることができます．さらに，これを複素数の範囲で考えると，ジュリア集合やマンデルブロ集合と呼ばれる，とても美しいフラクタル集合が現れます．この講義では，力学系とは何か，どのような興味を持って研究されているか，といった簡単な紹介から始めて，複素力学系の美しく複雑な現象を数学的に理解する為の基礎的なことについて解説します．

**参加者：** 18 名（TA（修士 1 年）：1 名，TA（修士 2 年）：1 名，学部 1 年：9 名，学部 2 年：7 名）

#### 第 9 回数学吉田塾・入門合宿（平成 23 年度）

**日　程：** 平成 23 年 9 月 7 日（水）〜9 月 9 日（金）2 泊 3 日

**場　所：** 京都府立ゼミナールハウス（京都市右京区京北下中町鳥谷 2 番地）

**講義 1：　「整数と多項式の類似，素数と点の類似」加藤和也氏（シカゴ大学数学科・教授）**

整数と多項式は, 素因数分解ができることなど, 似た性質を持っています．この類似は非常に深いもので, 謎に満ちたものです．この類似をたどって, 整数についての整数論と, 多項式についての代数幾何学が, 互いに刺激し合って発展してきました. そのことを解説します. 特に, 整数論に現われたリーマン予想の, 代数幾何学における類似物を考察することが, 代数幾何学を発展させたことを説明します．

**講義２：「回転数とその応用について」木田良才（理学研究科数学教室・准教授）**

ユークリッド平面内の原点を通らない閉曲線に対し, 回転数という量が定義されます. 直感的には, この量は, 閉曲線が原点の周りを回る回数として解釈されます. また, 回転数は閉曲線の連続変形に関して不変です. 連続変形で不変な性質を通して色々な空間を調べる分野をトポロジーといいます. 講演では, 回転数の定義と性質を述べた後, その応用として, ブラウアーの不動点定理や代数学の基本定理などの有名な定理が得られることを示します.

**参加者：** 23 名（TA（博士 1 年）: 3 名，学部 1 年：10 名，学部 2 年：8 名，学部 3 年：2 名）

**第 10 回数学吉田塾・入門合宿（平成 24 年度）**

**日　程：** 平成 24 年 9 月 10 日（月）〜9 月 12 日（水）２泊３日

**場　所：** 京都府立ゼミナールハウス（京都市右京区京北下中町鳥谷２番地）

**講義１：「Dynamical Systems:from the butterfly effect to Turing patterns」**
**Bernold Fiedler 氏（ベルリン自由大学数学研究所・教授）**

Dynamical systems are concerned with anything that changes. The two lectures will focus on two aspects of change.

1. Anosov and Arnold's cat Rumors claim that V.I. Arnold repeatedly applied an integer 2x2 matrix with determinant one to his cat, in a famous thought experiment. This provides the simplest example of Anosov hyperbolic dynamics: almost any two initial points quickly depart from each other, at first. Paradoxically this happens in a finite volume - which also forces the points to get ever closer later on, again and again. This was popularized as the butterfly effect: can a butterfly in Germany cause a Taifun in Japan, just by a beat of its wing? Or by omitting that beat? Or perhaps conversely? Instead of answering that, we explore some elementary properties of Arnold's cat map.

2. Romeo, Juliet, and Turing's instability Romeo and Juliet are in love, more or less. But so are their identical twins Roberto and Julietta. Unfortunately, both couples go through identical love-hate-cycles on the verge of a break up. Can the twin sisters resolve that by chatting about their adventures? And what if the brothers talk about their girls? The surprising consequences are a dynamic example of what ingenious Alan Turing studied in the last years before his tragic death.

Prerequisites: $2 \times 2$ matrices, maybe eigenvalues, eigenvectors, and the characteristic equation.

**講義２：「レムニスケートの等分問題」三枝洋一（京都大学白眉センター・特定准教授）**

2 点 $(1,0)$, $(-1,0)$ からの距離の積が一定値 1 となる点の軌跡をレムニスケートと呼びます．これは方程式 $(x^2+y^2)2-2(x^2-y^2)=0$ によって与えられる曲線であり，ちょうど 8 の字を横向きにしたような形をしています．本講演では，このレムニスケートの弧長を等分するという問題について考察します．これは一見すると素朴な問題に見えますが，楕円曲線論，類体論，虚数乗法論から志村多様体論に至るまで，整数論における様々な重要な理論と繋がりを持つ，非常に興味深い問題です．講演においては，レムニスケートの等分点の座標が代数方程式の根として与えられること，また，その方程式が「比較的簡単に」解けることをなるべく素朴な方法で観察し，背景に楕円曲線の理論があることにも触れたいと思います．

**参加者：** 22 名（TA（修士 2 年）: 1 名，TA（博士 1 年）: 1 名，学部 1 年：13 名，学部 2 年：7 名）

## 5.6　吉田塾・連続講義

数学吉田塾・入門合宿に引き続き，関連するテーマについて連続講義を行った．

**平成 22 年度**

**「楕円曲線の有理点」伊藤 哲史（京都大学理学研究科数学教室 准教授）**

**日　程：** 平成 22 年 11 月 2 日，9 日，16 日，30 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室

**講義内容：** 方程式 $y^2 = x^3 + ax + b$（$a, b$ は $4a^3 + 27b^2 \neq 0$ をみたす有理数）で定義された曲線を楕円曲線といいます．楕円曲線の有理点（座標が有理数の点）は，整数論における重要な研究対象です．フェルマー以来多くの数学者により深く研究されてきましたが，まだまだ未解決の問題も沢山あります．

$y^2 = x^3 - x$ の有理点は $(0,0), (1,0), (-1,0)$ の 3 個のみですが，$y^2 = x^3 - 4$ には (5,11), (106/9, 1090/27), (785/484, 5497/10648),... など無限個の有理点が存在します．この 2 つの楕円曲線は，一体何が違うのでしょうか？もっと一般の楕円曲線では，どういうことが成り立つのでしょうか？この講義では，具体例の計算を通して，楕円曲線の不思議な世界を紹介します．

予備知識は特に必要ありません．9 月に行われた吉田塾・数学入門合宿で話せなかったことを中心に解説する予定ですので，数学入門合宿に参加された方も，そうでない方も，ふるってご参加ください．

**「複素力学系入門」稲生 啓行（京都大学理学研究科数学教室 講師）**

**日　程：** 平成 22 年 12 月 14 日，21 日，23 年 1 月 11 日，18 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室

**講義内容：** 力学系とは，時間に伴って発展する系のふるまいを数学的に調べる分野です．2 次多項式 $f(x) = ax(1-x)$ $(1 \leq a \leq 4)$ の反復合成（ $x_{n+1} = f(x_n)$ という漸化式を解く，と思ってください）のような単純なモデルを考えても，そこから現れる現象は非常に複雑で，コンピュータで簡単な数値計算をするだけでもカオス的な (予測不可能な) ふるまいを見ることができます．さらに，これを複素数の範囲で考えると，ジュリア集合やマンデルブロ集合と呼ばれる，とても美しいフラクタル集合が現れます．この講義では，力学系とは何か，どのような興味を持って研究されているか，といった簡単な紹介から始めて，複素力学系の美しく複雑な現象を数学的に理解する為の基礎的なことについて解説します．

予備知識は特に仮定しません．9 月に行われた吉田塾・数学入門合宿で話せなかったことを中心に解説する予定ですので，数学入門合宿に参加された方も，そうでない方も，ふるってご参加ください．

**平成 23 年度**

**「整数論の華 類体論」加藤 和也（シカゴ大学数学科 教授）**

**日　程：** 平成 23 年 11 月 28 日〜12 月 2 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室

**講義内容：** 類体論は日本の数学者高木貞治さんが 1920 年頃に作り上げた理論で，当時の整数論の最高の理論であった．私は若い頃，類体論にあこがれ，その発展に寄与できたらと思いつつ，願ったことができぬまま老いぼれてゆきつつある（とほほ）．若い皆さんに類体論のおもしろさを，わかりやすく説明したい．類体論のその後のいろいろの人による発展についても述べたい．予備知識は不要です．吉田塾合宿で話したこととは，整数論であることが共通していますが，そんなに関係はありません．

**「ジョルダン曲線定理」木田 良才（京都大学理学研究科数学教室 准教授）**

**日　程：** 平成 23 年年 12 月 7 日，9 日，14 日，16 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室

**講義内容：** ジョルダン曲線定理とは, ユークリッド平面内の自己交差を持たない任意の連続閉曲線に対し, その補集合はちょうど二つの連結成分から成るということを主張するものです. 内容は一見明らかに思われるかもしれませんが, 証明を理解するには努力が必要になります. 本講義ではこの定理の証明を紹介します. 予備知

識は必要ありません. 位相空間論の言葉に慣れていた方がよいですが, 必要な知識は講義で説明するつもりです. 吉田塾合宿での講義内容について知っている必要もありません.

**平成 24 年度**

**「モジュラー曲線と数論幾何学」三枝 洋一（京都大学白眉センター 特定准教授）**

**日　程：** 平成 24 年 12 月 11 日，13 日，17 日，19 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 108 講義室

**講義内容：** モジュラー曲線とは，複素上半平面を合同部分群というものの作用によって「折り畳んで」得られる図形のことです．今回の講義では，このモジュラー曲線と整数論との繋がりについて概説し，数論幾何学という分野への入門を試みたいと思います．モジュラー曲線が不思議なことに整数係数の方程式で記述できるという話から始めて，ラングランズ予想や BSD 予想などの，現代整数論における難問についても紹介する予定です．

**「双曲幾何と離散群論」藤原 耕二（京都大学大学院理学研究科数学教室 教授）**

**日　程：** 平成 25 年 1 月 11 日，16 日，18 日，21 日（いずれも 18:15〜19:30）

**場　所：** 京都大学理学研究科 3 号館 110 講義室

**講義内容：** 講義ではまず双曲平面の幾何から始めます．上半平面に一次分数変換で不変な距離を考えます．次にグロモフに従い，それを公理化して双曲空間を定義します．一方，有限生成な離散群に対してケイレイグラフと呼ばれるグラフを定義した上で，群に双曲性を導入し，基本的な性質を論じます．このような定義された双曲空間や双曲群は幾何学的群論と呼ばれる分野で中心的な役割を果たし，３次元多様体論や写像類群の研究にも貢献していますが，それも少し紹介できればと思います．

## 5.7　世話人経験者のレポート

**浦本 武雄（理学研究科 数学・数理解析専攻 数学系 博士後期課程 2 年）**

城崎新人セミナーは次の二つの異なる立場から見ても，私自身，大変意義のある活動であったと感じている．その二つの立場とは，(1) 第九回城崎新人セミナーの運営委員長としての立場と，(2) セミナーの一参加者としての立場である．

(1) 第九回城崎新人セミナーの運営委員長として城崎新人セミナーの運営委員長を勤めるのは，決まりはないが代々，京都大学・数学教室の博士課程学生ということになっている．従ってこの立場からのセミナーの意義は，限られた人間にとってのものになるが，しかし決して無視出来ない．なぜなら，数学の研究者のうち，比較的大きな企画の運営に若いうちに携わり，その経験を学んだ人間が少数でも育つことは，その学生にとってのみならず，将来的に彼，乃至彼女がより大きな規模でその経験を生かすことにつながるからである．

私自身，多くの学生をまとめるセミナーを受け持つことは今回が初めてであり，少なからず苦労を要した．しかしながら，ただ苦労だったと感じているばかりではない．実際，まとまった予算を受け，他六名の委員たちと協力しながら，企画を考え準備を進める過程で，多くのことを学べたと実感しており，将来自分が研究者として安定出来たら，この経験を生かして，一研究者の枠に収まらない活動をしたいと強く感じるようになった．

第九回城崎新人セミナーの運営委員長としての立場から，私が特に意義を感じているのは，上記の様な意味においてである．城崎新人セミナーの運営に携わる委員たちは，その経験を通して，将来的に幅広い活動を主導する力を養うことができ，その点で本セミナーは大変有意義である．

(2) セミナーの一参加者として私は第九回は勿論，第八回の城崎新人セミナーに参加しており，一参加者としてもまた本セミナーの意義を感じている．それは，若手研究者が同様の境遇にある者との交流を通して，ともすると狭まりがちな視野を広げる機会を得られるという点である．

第八回にせよ委員長として活動した第九回にせよ，時折見られたのは，自分自身の研究者としての道に悩みをもつ参加者の姿であって，それぞれが少なからず同様の悩みを持っているようであった．もちろん私自身もだ．数

学に限らず，研究者を志す若手共通にあるのは，先が見えない事から来る不安であり，時にそれは客観的には大変優秀で将来が有望に見える学生をも挫折させる力を持っている．興味深いのは，本セミナー初日には暗い顔をしていた参加者が，セミナーが終わる頃になると晴れ晴れとした表情に変わっている事である．決して将来に対する不安が拭える訳ではない．しかし同様の悩み，志をもった学生同士での交流が，それぞれに，より客観的な視点を与えてくれるのだ．これはもちろん，研究者に限らず人の交流が生む一般的な効果の特別な場合にすぎないが，しかしながら，研究者にとってその効果は決して無視出来ない．城崎新人セミナーはその機会を与えてくれる．

もちろん，それ以外にも研究分野に対する視野を広げることができることも，本セミナーの一つの意義である．城崎新人セミナーは，数学を専攻し研究者を志す学生の交流の場として，これまでに日本全体でみても最大級の機会を提供し続けてきた．物理学や化学，計算機科学などの科学技術を支える学問としての数学に携わって行く若手研究者の育成に，城崎新人セミナーが今後も貢献していくことを願ってやまない．

**長谷部 高広（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 平成 24 年 3 月修了）**

GCOE の援助を受けて，京都大学の若手研究者を中心とした「白浜研究集会」を開催してきました．博士課程の 3 年間，毎年その世話人を務めました．世話人の仕事を頼まれたときには，「いつも GCOE の援助で助けられているのだから，これはやらなければ」と思って引き受けました．

研究は周りの人たちと共有しないとあまり意味のないものになってしまいますから，ある程度は研究内容を発信しないといけません．発信した研究結果は使ってもらうか，あるいは聞いて楽しんでもらうか．しかし同じ大学の中でさえ他の研究者や大学院生が何を研究しているかを知る機会というのはあまりありません．そういう状況なので，世話人の仕事は交流の場を作ることだと思って，やりがいを持ってやれたと思います．

修士の頃を思い出してみると，研究集会とは他人の研究発表を聞きに出席し，または自分の研究を発表するためのものというくらいの認識だったと思います．あるいはあまり何も考えていなかったかもしれません．白浜研究集会の世話人を務めて，このように研究集会を開く必要があるのはなぜか，ということが少し分かってくる．また合宿形式でやっているので，普段は忙しいであろう先生方と話す時間もあり，普段の仕事の話など聞けたりする．そうして，数学という分野がどのように成り立っているのかがだんだん見えてくるようになったと思います．もちろん GCOE のような資金援助があるおかげで数学が成り立っていることもあらためて認識し，ずいぶん助けられているんだなあと思います．

**廣瀬 三平（理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系 博士後期課程 3 年（平成 25 年 3 月修了予定））**

私が世話人を務めたのは，2012 年 12 月 3 日から 6 日まで開催された第 4 回白浜研究集会である．

まずこの研究集会の意義・重要性についての意見から述べてみたいと思うが，ここでは通常の研究集会との比較をおこなうことにより，このことを述べてみたい．例えば，数理解析研究所で開催されるような研究集会では，多くの若手は研究集会に出席し聴いているだけであるが，この研究集会では世話人だけでなく，その他の参加者も講演の司会をおこなうなど何らかの形で積極的に研究集会に関わることになる．このことは，参加者が若手であることから世話人からいろいろと頼みやすいというからである．また，若手の多くが，出席する研究集会は自身の興味，つまり現在専門としている分野のみ，あるいはある程度近い分野の研究集会になりがちであるが，この研究集会では (ある程度) 幅の広い話題を聴くことが出来る．ただし，多くの参加者にとって分野外の講演が多いといっても，講演者だけでなく，参加者の多くが若手であるから質問をおこないやすいという点も重要である．さらに修士課程の学生の講演の準備，報告集の作成などの練習に絶好の機会であると考えられる．特に，年齢の近い学生，研究員であるので講演をそれほど緊張せずにおこなうことが出来るのではないかと思われる．そして，このような研究集会をおこなう上では，合宿型である点が非常に重要であると感じた．

次に世話人としての感想文についてであるが，事務の方や会場の方，そして他の委員の方に助けていただいたおかげでそれほど大変なものではなかった．特に，自主的に作業をおこなってくれた委員がいることは非常に助かった．ただ，私自身の好みではあるが，もう少し情報学や工学などにおいて数学を用いている，あるいは必要としている若手と交流することが出来れば良かったと反省している．最後に，このような研究集会をおこなう上で非常に迷ったことであるが，講演内容にどれほど入門的な内容を含めていいただくかが非常に迷ったところである．

# 研究成果報告

以下に，本グローバル COE プログラムの事業推進担当者，および特定教員・研究員・博士課程後期学生の研究業績を報告する．

凡例

「主要論文」の項目には GCOE 実施期間とは無関係に，各研究者の代表的な論文を挙げた．

「平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文」の項目では，当該期間中に学術誌等に掲載された論文もしくは掲載が決定した論文を挙げた．

また，数学の論文は審査に時間を要し，投稿後に掲載が決定されるまで長い時間を要する場合が多いので，本報告書では，本報告書の該当期間である平成 22〜24 年度に執筆され，現時点で掲載が決定していない論文も未出版論文として挙げた．なお，当該期間の一部に在籍した研究者については，在籍期間におけるデータを挙げている．

「講演」については，国際研究集会を中心に，やはり本報告書の該当期間である平成 22〜24 年度のものを挙げている．一部の期間のみ在籍した研究者については，その期間のデータだけを挙げている．

学生については，グローバル COE プログラムの趣旨を考慮して，本 GCOE で TA・RA に採用していない学生も含めており，数学・ 数理解析専攻に所属する博士後期課程の学生で，研究成果報告のあった全員の業績を掲載している．なお，グローバル COE プログラムでの諸事業は，京都大学大学院理学研究科 数学・数理解析専攻に所属するすべての博士後期課程学生を対象として行われていることを付言しておく．

# 研究成果報告書 目次


I **事業推進担当者** . . . . . 105
深谷 賢治 . . . . . 106
三輪 哲二 . . . . . 109
重川 一郎 . . . . . 111
堤 誉志雄 . . . . . 113
國府 寛司 . . . . . 115
森脇 淳 . . . . . 118
池田 保 . . . . . 120
藤原 耕二 . . . . . 122
加藤 毅 . . . . . 124
中西 賢次 . . . . . 127
森 重文 . . . . . 130
向井 茂 . . . . . 132
岡本 久 . . . . . 134
中島 啓 . . . . . 137
大槻 知忠 . . . . . 140
熊谷 隆 . . . . . 142
岩田 覚 . . . . . 145
望月 新一 . . . . . 147
長谷川 真人 . . . . . 149
望月 拓郎 . . . . . 151
II **理学研究科 数学・数理解析専攻**
**特定准教授 (GCOE)** . . . . . 155
木田 良才 . . . . . 156
五味 清紀 . . . . . 159
III **理学研究科 数学・数理解析専攻**
**特定助教 (GCOE)** . . . . . 161
阿部 拓郎 . . . . . 162
榎本 直也 . . . . . 164
佐藤 隆夫 . . . . . 166
長谷部 高広 . . . . . 168
深谷 友宏 . . . . . 171
森山 貴之 . . . . . 173
門田 直之 . . . . . 175
矢野 裕子 . . . . . 177
IV **理学研究科 数学・数理解析専攻**
**特定研究員 (GCOE)** . . . . . 181
生駒 英晃 . . . . . 182
佐々木 洋平 . . . . . 184
谷田 篤史 . . . . . 187
V **数理解析研究所**
**特定研究員 (GCOE)** . . . . . 189
安部 哲哉 . . . . . 190
岩成 勇 . . . . . 192
大川 領 . . . . . 193
大橋 久範 . . . . . 194
岡田 崇 . . . . . 195
岡田 拓三 . . . . . 197
神本 晋吾 . . . . . 198
栗原 大武 . . . . . 200
小林 幹 . . . . . 201
柴山 允瑠 . . . . . 203
鈴木 咲衣 . . . . . 205
田中 守 . . . . . 207
津曲 紀宏 . . . . . 209
友枝 恭子 . . . . . 211
中村 伊南沙 . . . . . 213
船野 敬 . . . . . 215
本多 正平 . . . . . 217
水谷 治哉 . . . . . 219
宮部 賢志 . . . . . 222
和田 堅太郎 . . . . . 225
VI **理学研究科 数学・数理解析専攻**
**研究員 (GCOE)** . . . . . 227
青木 昌雄 . . . . . 228
川谷 康太郎 . . . . . 229
高橋 博樹 . . . . . 230
長尾 有晃 . . . . . 231
松江 要 . . . . . 232
宮内 通孝 . . . . . 234
森谷 駿二 . . . . . 236
VII **数理解析研究所**
**研究員 (GCOE)** . . . . . 239
浅田 和之 . . . . . 240
伊藤 公毅 . . . . . 241
尾高 悠志 . . . . . 242
木下 武彦 . . . . . 244
木村 嘉之 . . . . . 246
桑原 敏郎 . . . . . 248
高尾 尚武 . . . . . 250
丹下 基生 . . . . . 251
土岡 俊介 . . . . . 253
Michele BASALDELLA . . . . . 255
VIII **数理解析研究所**
**研究員（特任教授）** . . . . . 257
柏原 正樹 . . . . . 258

IX **博士後期課程学生**
**（数学系）** . . . . . 261
大井 理生 . . . . . 262
前田 昌也 . . . . . 263
浅野 義直 . . . . . 264
大塚 亜人夢 . . . . . 265
杉山 滋規 . . . . . 266
田中 亮吉 . . . . . 267
中島 誠 . . . . . 269
三井 健太郎 . . . . . 271
宮田 英明 . . . . . 273
今城 洋亮 . . . . . 274
大下 達也 . . . . . 276
竹森 翔 . . . . . 278
中田 雅之 . . . . . 279
入江 慶 . . . . . 280
浦本 武雄 . . . . . 282
岡本 葵 . . . . . 283
佐々木 建祀郎 . . . . . 285
丸橋 広和 . . . . . 286
我妻 佳祐 . . . . . 287
石塚 裕大 . . . . . 288
佐藤 敬志 . . . . . 289
田中 公 . . . . . 290
疋田 辰之 . . . . . 291
山崎 陽平 . . . . . 292
X **博士後期課程学生**
**（数理解析系）** . . . . . 293
星野 直彦 . . . . . 294
西郷 甲矢人 . . . . . 295
原田 僚 . . . . . 296
安藤 浩志 . . . . . 297
小布施 祈織 . . . . . 298
野坂 武史 . . . . . 300
犬伏 正信 . . . . . 303
岡崎 建太 . . . . . 305
木村 恵二 . . . . . 307
佐々木 英一 . . . . . 310
佐々木 真二 . . . . . 311
廣瀬 三平 . . . . . 312
石田 和 . . . . . 314
岩木 耕平 . . . . . 315
岡村 和弥 . . . . . 316
佐藤 哲也 . . . . . 317
藤田 健人 . . . . . 318
若林 泰央 . . . . . 319
飯島 優 . . . . . 320
石本 健太 . . . . . 321
高山 侑也 . . . . . 322
樋田 貴紀 . . . . . 323

# Ⅰ　事業推進担当者

## 深谷 賢治（Kenji FUKAYA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
東京大学理学博士（1986 年）

**研究テーマ：**

**シンプレクティック幾何学，位相的場の理論**

シンプレクティク幾何学は解析力学（ハミルトン力学系）の研究から始まった分野で，シンプレクティック形式という非退化閉２時形式を保つ変換で不変な幾何学を研究する。１９８０年ぐらいから始まった擬正則曲線の理論の発展で，シンプレクティック多様体の大域的研究が発展し，ハミルトン力学系の周期軌道やラグランジュ部分多様体の交叉，ハミルトン微分同相群やシンプレクティック微分同相群の構造，シンプレクティック多様体やそのラグランジュ部分多様体の分類など多様な研究がなされている．一方で，超弦理論における位相的弦理論は，擬正則曲線の理論と等価であると考えられている．特に，超弦理論で見いだされたミラー対称性は，ある空間のシンプレクティック幾何学が別の空間の複素幾何学に対応するという形で定式化され，活発に研究されている．

**研究内容：**

３次元多様体の不変量である（ゲージ理論版）フレアーホモロジーを境界付き３次元多様体に拡張するには，曲面の基本群の表現空間（シンプレクティック多様体）のラグランジュ部分多様体に対して，それぞれ群を決める定式化が自然である．より組織的にするために，シンプレクティック多様体に対して，ラグランジュ部分多様体が対象でフレアーホモロジーが射であるカテゴリ（正確には $A_\infty$ カテゴリー）を導入した．これを確立するには横断正則性の問題があり，それを解決するために，スキームの概念の $C^\infty$ 版を作り，多価の抽象的摂動を考察すればよいことを小野薫氏と見いだした．（これは他の問題にも応用がある．）その後，$A_\infty$ カテゴリーのホモロジー代数の研究や，チェインレベルの交叉の理論などを用いてラグランジュ部分多様体の研究を継続している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

トーリック多様体のフレアーホモロジーの研究を継続している．（小野薫・太田啓史・Y.-G.Oh 氏との共同研究．）トーリック多様体のファイバーのフレアーホモロジーを組織的に計算する方法を見いだした．また，トーリック多様体のホモロジー的ミラー対称性の証明を上記３名と M. Abouzaid の共同研究で行った．（最後の点は論文執筆中．）

ラグランジュ部分多様体の手術とフレアーホモロジーの関係の研究を継続し，長い完全系列を構成した．

フレアーホモロジーの巡回対称性を確立し，非アルキメデス的収束を証明した．これを元に，３次元キャラビ-ヤウ多様体とそのマスロフクラスが消えるラグランジュ部分多様体の不変量を構成した．

$S^2 \times S^2$ のハミルトン微分同相群の普遍被覆群上に無限個の実数全体のなすアーベル群への擬準同型写像写像があることを，小野薫・太田啓史・Y.-G.Oh 氏との共同研究で見いだした．

種数の高い境界付きリーマン面からの写像を使って，ラグランジュ部分多様体の不変量を作るための代数的枠組みを作り（Cielibak-Latschev と共同研究）それをモジュライ空間を実際に使って実現するための研究を継続している．

倉西構造の理論を普及するための書物の執筆を開始し，最初の部分の数学的内容をネットワーク上公開した．（小野薫・太田啓史・Y.-G.Oh 氏と共同．）

**主要論文：**

Kenji Fukaya; *A boundary of the set of the Riemannian manifolds with bounded curvatures and diameters* ; J. Differential Geom.,**28**(1),1-21,1988

Kenji Fukaya; *Collapsing of Riemannian manifolds and Eigenvalues of Laplace operators*, Inventiones Mathematicae 87 (1987) 517-557.

Kenji Fukaya; *Morse homotopy, $A^\infty$-category, and Floer homologies*, Proceedings of GARC Workshop on Geometry and Topology '93 (Seoul, 1993), 1–102, Lecture Notes Ser., 18 Seoul Nat. Univ., Seoul, 1993

Kenji Fukaya and Y.G.- Oh; *Zero-loop open string on cotangent bundle and Morse homotopy*, Asian Journal of Mathematics 1 (1998) pp 96 - 180

Kenji Fukaya and Kaoru Ono; *Arnold conjecture and Gromov-Witten invariant*, Topology,38(5),933–1048,1999

**著書：**

深谷賢治; ゲージ理論とトポロジー, Springer 東京,1995 年

深谷賢治; シンプレクティック幾何学, Springer 東京,2008 年

ミラー対称性入門，深谷賢治（編），日本評論社，2009 年

Lagrangian intersection Floer theory, Anomaly and obstruction, Kenji Fukaya, Y.-G. Oh, Hiroshi Ohta and Kaoru Ono,International Press/Amer. Math. Soc., 2009.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kenji Fukaya, Y.-G. Oh, Hiroshi Ohta and Kaoru Ono; *Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds II: bulk deformations*, Selecta Math. (N.S.) 17 (2011), no. 3, 609-711 (査読つき）.

Kenji Fukaya; *Counting pseudo-holomorphic discs in Calabi-Yau 3-folds*, Tohoku Math. J. (2) 63 (2011), no. 4, 697-727 (査読つき）.

Kenji Fukaya, Y.-G. Oh, Hiroshi Ohta and Kaoru Ono; *Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds: survey*, Surveys in Differential Geom. XVII 229 –299 (2012) International Press (査読つき）.

Kenji Fukaya, Y.-G. Oh, Hiroshi Ohta and Kaoru Ono; *Toric degeneration and non-displaceable Lagrangian tori in $S^2 \times S^2$*, Int. Math. Res. Not. IMRN 2012, no. 13, 2942-2993.(査読つき）.

Kenji Fukaya, Y.-G. Oh, Hiroshi Ohta and Kaoru Ono; *Displacement of polydisks and Lagrangian Floer theory*, to apppear in Journal of Symplectic Geometry, (accepted), arXiv:1104.4267. (査読つき）.

K.Fukaya: *Lagrangian Floer theory and mirror symmetry on compact toric manifolds*, (2010), (with Y.-G.Oh, H.Ohta, K.Ono) to appear in Asterisque, arXiv:1009.1648 (査読つき）.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K.Fukaya, Y.-G.Oh, Hiroshi Ohta, Kaoru Ono; *Anti-symplectic involution and Floer cohomology*, (2009) submitted for publication (with Y.-G.Oh, H.Ohta, K.Ono), arXiv:0912.2646.

K.Fukaya, Y.-G.Oh, Hiroshi Ohta, Kaoru Ono; *Spectral invariants with bulk, quasimorphisms and Lagrangian Floer theory*, (2011) submitted for publication, arXiv:1105.5123.

K.Fukaya: *Lagrangian Floer theory over integers: spherically positive symplectic manifolds*, (2011) submitted for publication (with Y.-G.Oh, H.Ohta, K.Ono), arXiv:1105.5124.

K.Fukaya, Y.-G.Oh, Hiroshi Ohta, Kaoru Ono; *Technical details on Kuranishi structure and virtual fundamental chain*, Preprint.

**講演：**

Lagrangian Floer theory and Mirror symmetry, C.-C. HSIUNG INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN GEOMETRY AND TOPOLOGY,2010 年 5 月 28 日,Lehigh University (International conference)

Anti-holomorphic involution in Lagrangian Floer theory, STRUCTURES REELLES SUR LES VARIETES COMPLEXES : RESULTATS ET PERSPECTIVES,2010 年 6 月 16 日 Lumin (International conference)

Mirror symmetry between Toric A model and Landau-Gizburg B model,Yamabe symposium,2010 年 10 月 10 日,University of Minesota

Hochschild and cyclic cohomology in Lagrangian Floer theory and Mirror symmetry,Higher structure in Math. and Physics 2010,2010 年 10 月 25 日, Schrödinger institute (International conference)

Homological mirror symmetry between toric A model and Landau-Ginzburg B model, Hayashibara Forum, 2010 年 11 月 5 日, 京大数理研 (International conference)

Calculations and applications of Lagrangian Floer cohomology,From Dynamical Systems to Symplectic Topology Conference in honour of Edi Zehnder on the occasion of his 70th birthday,2010 年 11 月 12 日,ETH Zurich (International conference)

ラグランジュ部分多様体のフレアーホモロジーの計算と応用, 京都大学大談話会,2010 年 11 月 17 日, 京都大学

Lagrangian Floer theory, Cheng-Jung Hu Lectures at Academia Sinica, Taipei, 2011 Octorber, Plenary talk,

Chern Centennial Conference at MSRI, 2011, Octorber (International conference)

フレアー理論の種数の高い境界付きリーマン面への一般化, 大阪大学幾何セミナー, April 23, 2012

ホッホシルド・巡回コホモロジーとグロモフウィッテン不変量, 大阪大学談話会, April 23, 2012

Floer homology of arbitrary genus, Workshop on Interactions Between Algebra and Dynamics in Symplectic Topology, Technion (Israel), June 10, 2012 (International conference)

Hochshild-Cyclic homology and Lagrangian Floer theory of arbitrary genus, Workshop on Geometry and Physics of the Landau-Ginzburg model. 数物連携宇宙機構, June 29, 2012 (International conference)

Hochshild-Cyclic homology and Lagrangian Floer theory, Mirror Symmetry and Related Topics in Kunming (20 Aug-24. Aug) Kunming University of Science and Technology, (International conference)

Gluing Analysis and Exponential Decay Estimate for Pseudo-holomorphic Curve with Bubbles, Simons Center for Geometry and Physics, September 4, 2012

Open-closed Gromov-Witten theory, Princeton University Colloquim, September 12, 2012

Involutive bi-Lie infinity structure and Floer homology of arbitrary genus, 数物連携宇宙機構，2012 年 10 月 24 日

Applications of Cardy relation to symplectic geometry, 数物連携宇宙機構，2012 年 10 月 25 日

When and how much can Lagrangian Floer theory determine Gromov-Witten invariant ? 数物連携宇宙機構，2012 年 10 月 26 日

対称性と一般性：genericity 九州大学，2012 年 12 月 14 日

**国際研究集会開催実績：**

May 27-June 1, 2012, Kyoto University, Conference on Geometry

**受賞歴（等）：**

日本数学会幾何学賞 (1989 年度)
日本数学会賞春季賞 (1994 年度)
井上学術賞 (2002 年度)
学士院賞 (2003 年度)
日本学士院会員 (2009 年から)
朝日賞 (2009 年度)
藤原賞 (2012 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (S)，平成 23 年度〜27 年度,「ホモロジー的ミラー対称性の証明」，20,100 千円（総額 81,600 千円）

基盤研究 (S)，平成 18 年度〜22 年度,「位相的場の理論に基づく, 幾何学の新展開」，14,800 千円（総額 63,200 千円）

## 三輪 哲二 (Tetsuji Miwa)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
京都大学理学博士（1981 年）

**研究テーマ：**

**代数解析学、可積分系、無限次元代数の表現論**

代数解析学は、数学や数理物理学の様々な分野に現れる函数を、それらが満たす函数方程式の代数構造をもとに研究する。特に、数理物理の可積分系や無限次元代数の表現論に現われる函数は、無限自由度の系の持つ無限次元の対称性によって統制され、線形あるいは非線形の微分方程式・差分方程式によって特徴づけられる。 このような特殊函数を扱うには複素解析的な手法とともに、組み合わせ論的な研究が必要となる。可積分系への応用を目的として代数解析の方法を開発していくことが研究のテーマである。具体的には２つのテーマを研究している。ひとつは、量子スピン鎖において相関函数を代数的に表示するために、導入された反交換関係を満たす生成消滅作用素についてであり、もうひとつは、無限次元代数の表現の指標公式についてである。

**研究内容：**

F. Smirnov, H. Boos, M. Jimbo, Y. Takeyama の各氏とともに量子スピン鎖 XXZ 模型の相関函数の代数的表示式を与えることを研究して来た。相関函数を準局所作用素の空間の汎函数と考えると、$q$ 振動子代数を用いて、反交換関係を満たす生成消滅作用素を、この空間の上に定義することができる。この作用素を利用して、相関函数を行列式表示することができる。量子スピン鎖の XXZ 模型の相関函数を代数的に記述する鍵となるグラスマン生成作用素は、円筒格子を用いて与えられる汎函数に対して行列式表示を持つという性質がある。すなわち、この汎函数を考える限り、生成作用素を消滅作用素で置き換えることができる。この置き換えを記述する核函数の表示式を求めた。さらに、格子の連続極限で汎函数を考えることにより、共形場理論の極限での核函数を漸近的に計算することによって、グラスマン作用素がヴィラソロ代数のヴァーマ加群に、保存量を法として作用する確証を得た。これは H. Boos, F. Smirnov, M. Jimbo 各氏との共同研究である。この応用として、サインゴルドン模型の 1 点函数を主要場以外の継承場についても求める表示式を得た。グラスマン作用素、あるいはフェルミオンと呼んでもいいのだが、これの作用に、スクリーニング作用素の作用も付け加えることができ、そうするとヴァーマ加群よりも遥かに大きな空間、すなわちヴィラソロ代数の表現でいえば、カッツ表の一連の既約表現を含むような空間になって、それを真空表現の主要場から構成できるという、そのための読み替え規則を発見した。これらは F. Smirnov, M. Jimbo 両氏との共同研究である。もうひとつの研究は、B. Feigin, E. Feigin, M. Jimbo, E. Mukhin の各氏との共同研究で無限次元代数の表現に対するボーズ型あるいはフェルミ型の公式を研究して来た。量子群の Whitacker ベクトルの内積を考え、そこに中心元を作用させることによって、フェルミ型公式の準古典近似が、いくつかの場合に、正確な表示式を与えることを見いだした。指標公式に関しては、Gelfand-Zetlin 基底で Whitacker ベクトルの内積を考えることにより、$A_n$ 型アフィンリー環のレベル $k$ 表現における principal space のボーズ型公式を得た。さらに、新しい方向に研究を転換している。すなわち、Ding と Iohara が導入した２変数パラメタを持つ無限次元の量子代数の既約表現の構成を行った。この代数は無限次元のベクトル表現が連続的パラメタを持つ。代数の持つパラメタと表現のパラメタの共鳴によってテンソル積の空間に部分商として規約な表現を作ることができる。この表現の指標はヴィラソロ代数やその一般化である $W$ 代数の極小表現と同じになることを B. Feigin, E. Feigin, M. Jimbo, E. Mukhin の各氏との共同研究で見いだした。さらに、量子代数の既約表現の構成に関しては、フォック表現よりさらに大きな、平面分割と同じ大きさの空間で、最高ウエイトを持つような表現を構成し、パラメタに共鳴が起きるときの部分商加群として既約表現について調べた。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

サインゴルドン模型では、形状因子の積分表示を生成するフェルミオンとグラスマン作用素の間の対応をつけ、零ベクトルをグラスマン作用素で表示することができることを確かめた。さらに、Ding-Iohara 代数について、その高いランクへの拡張を考え、指標にマクマホン函数が出てくるような表現をフォック表現の無限個のテンソル積を用いて構成した。

**主要論文：**

M. Sato, T, Miwa and M. Jimbo; *Holonomic Quantum Fields*, Publ. RIMS. I,14 (1978), 223-267; II 15 (1979), 201-278, III, 577-629, IV, 871-972, V, 16 (1979), 531-584

E. Date, M. Kashiwara, M. Jimbo and T. Miwa; *Transformation Groups for soliton equations, in Non-Linear integrable systems- classical theory and quantum theory*, World Scientific 1983, 39-119.

B. Davies, O. Foda, M. Jimbo and T. Miwa; *Diagonalization of the XXZ Hamiltonian by vertex operators*, Comm. Math. Phys. 151 (1993), 89-153

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Jimbo, M., Miwa, T., Smirnov, F.; *Hidden Fermionic structure in the sine-Gordon model: form factors and null-vectors.*, Nucl.Phys.B852:390-440,2011.

B. Feigin, E. Feigin, M. Jimbo, T. Miwa, E. Mukhin: *Quantum toroidal $gl_1$ algebra:Plane partition*, Kyoto Journal of Mathematics, 52 No. 3, 621-659(2012)

**講演：**

Plane partitions and Representations of Quantum Toroidal Algebra, 2012,May 17, Yale university, Frenkal 60 conference

**受賞歴（等）：**

日本数学会秋季賞 (1987 年度)
朝日賞 (1999 年度)
ハイネマン賞数理物理学部門 (2013 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B), 平成 22 年度〜平成 25 年度,「代数解析の方法による可積分系の研究」, 3,300 千円（総額 4,300 千円）

## 重川 一郎 (Ichiro SHIGEKAWA)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授（平成 24 年 4 月 1 日付 事業推進担当者追加）
大阪大学理学博士（1984 年）

**研究テーマ：**

**確率解析とその応用**

確率解析は、伊藤の確率積分や確率微分方程式の理論が 1950 年代に完成されてから、確率論の解析に有用な手段をもたらした。それ以後マルチンゲールの理論の枠組みが整理され、伊藤の確率積分の理論はマルチンゲールを用いて統一的に扱えるようになった。変数変換の公式としての伊藤の公式もこの枠組みで定式化され、確率解析の必須の手法となっている。その一方で、ディリクレ形式を用いた関数解析的な手法も発展を遂げている。生成作用素や半群など、一般的な枠組みで考察が可能であり、空間の性質と切り離して議論が進むため、無限次元空間やフラクタルのような複雑な図形の上の確率過程に対しても適用でき、威力を発揮している。また確率解析として一番大きな発展は、マリアバン解析の出現であった。これは有限次元的な問題に、無限次元解析が有効であることを示したばかりでなく、無限次元の問題に自然な微積分理論を提供し、ディリクレ形式の理論とも結びつき、確率過程の研究に大きな貢献をしてきた。これらの確率解析のさまざまな手法は、ファイナンス理論など、現実的な問題にも応用されその適応範囲を広げている。

**研究内容：**

無限次元的な問題としては格子スピン系に対する小平-Hodge 作用素を解明してきた。格子スピン系では、吉田伸生、Helffer、Bodineau、Ledoux などにより、スペクトルの跳びや対数ソボレフ不等式が証明されてきた。これらの結果を微分形式の場合にまで拡張することは自然な発展であり、主に調和形式の非存在について調べ、いくつかの十分条件を与えた。

またディリクレ形式を使ったマルコフ過程の解析では、対称な場合に非常に深い解析が行われているが、扇形条件を付けて非対称な場合にも一般化されている。扇形条件を課さないで、対象部分の双線型形式のみを用いた一般化がどこまで可能かということは新しい方向性であろう。この問題に対して超縮小性や、双対超縮小性などの議論が可能であることを解明することが出来た。さらに典型的な例としてリーマン多様体の上で、非対称な拡散過程の研究も進めた。さらに、マルコフ半群に対して、エルゴード性を $L^p$ 空間を変えることにより収束性に多様性があるが、これらを統御するものとして超縮小性が基本的であることを示した。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

リーマン多様体の上の非対称な拡散過程について考察し、$L^2$ 半群を生成するための作用素の条件を求めた。作用素は Laplace-Beltrami 作用素に一階の微分作用素を加え、一階の項の発散の下からの有界性と、内向き成分が距離に関し 1 次の増大で押さえられることが十分条件であることを示した。また $L^p$ の場合にも同様なことが成立することを示した。さらにそれを用いて、作用素の定義域の特徴づけを行った。

次に半群が凸集合を不変にするための特徴付を生成作用素の条件で与えた。確率過程との対応を考えるとき、マルコフ性や正値性の保存は基本的であるが、これらは凸集合の不変性として定式化できる。一般的な枠組みにより、統一的に取り扱うことが出来た。またディリクレ形式による特徴づけも、一般化することが出来た。

次に楠岡誠一郎氏と共同研究を行い、エルゴード性について、$L^p$ の枠組みで各種の指数を導入し、これらが超縮小性の下で統制できることを示した。さらに生成作用素に正規性を仮定すると、スペクトルの $L^p$ 非依存性を示すこともできた。

**主要論文：**


Ichiro Shigekawa; *Witten Laplacian on a lattice spin system*, Astérisque No. 327 (2009), 115–129 .

Ichiro Shigekawa; *Schrödinger operators on the Wiener space*, Commun. Stoch. Anal. 1 (2007), no. 1, 1–17.

Ichiro Shigekawa; *Defective intertwining property and generator domain*, J. Funct. Anal. 239 (2006), no. 2, 357–374.

Ichiro Shigekawa; *$L^p$ contraction semigroups for vector valued functions*, J. Funct. Anal. 147 (1997), no. 1, 69–108.

Ichiro Shigekawa; *Sobolev spaces over the Wiener space based on an Ornstein-Uhlenbeck operator*, J. Math. Kyoto Univ. 32 (1992), no. 4, 731–748.

**著書：**

重川 一郎; 確率解析, 岩波書店, 1998 年.

Ichiro Shigekawa; Stochastic analysis, Translations of Mathematical Monographs, 224. American Mathematical Society, Providence, RI, 2004.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Ichiro Shigekawa; *Semigroups preserving a convex set in a Banach space*, Kyoto J. Math. 51 (2011), no. 3, 647–672. (査読つき)

Ichiro Shigekawa; *Non-symmetric diffusions on a Riemannian manifold*, Probabilistic approach to geometry, 437–461, Adv. Stud. Pure Math., 57, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2010. (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Seiichiro Kusuoka and Ichiro Shigekawa; Exponential convergence of Markovian semigroups and their spectra on $L^p$-spaces, submitted to Kyoto J. Math.

**講演：**

半群のマルコフ性とその周辺、2011 年 8 月 5 日 (金)、 仙台シンポジウム (於：東北大学大学院情報科学研究科 数学教室)

非対称マルコフ半群の超縮小性とその応用、2011 年 8 月 5 日 (金)、 仙台シンポジウム (於：東北大学大学院情報科学研究科 数学教室)

The spectrum of non-symmetric operators and Markov processes, September 9, 2011, "5th International Conference on Stochastic Analysis and Its Applications" (Bonn University, GERMANY) (International conference)

Exponential Ccnvergence of Markov processes, July 20, 2012, The 8th Workshop on Markov processes and related topics, (At Beijing Normal University and Wuyishang, CHINA) (International conference)

**国際研究集会開催実績：**

May 27-June 1, 2010, Osaka, Senri Life Science Center Building, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Cahir of the Organizing Committee.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

科学研究費 基盤研究 (B)　平成 21 年度〜平成 25 年度, 「無限次元確率解析と幾何学」9,100 千円（総額 12,900 千円）

## 堤 誉志雄 (Yoshio TSUTSUMI)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授（平成 23 年 4 月 1 日付 事業推進担当者追加）
東京大学理学博士（1985 年）

**研究テーマ：**

**非線形波動・分散型方程式，確率非線形発展方程式**

非線形波動・分散型方程式は，非線形波動現象を記述する数理モデルとして物理学や工学に現れ，Korteweg-de Vries 方程式や非線形シュレディンガー方程式を典型例として含む，非線形発展方程式の重要なクラスである．数学的には，初期値問題の適切性（解の存在，一意性および初期値に関する連続依存性の三つを合わせた概念）や解の大域的挙動の解析が基本的問題である．1980 年代までは，セミグループ理論を中心とした函数解析的手法で研究がなされてきたが，1990 年代の Bourgain の仕事以降調和解析学と函数解析を融合させた手法が主流となった．Bourgain は Fourier 制限法という時間局所的解析に有効な手法を提案したが，2000 年代前半に，Colliander, Keel, Staffilani, Takaoka and Tao により I-method とよばれる時間大域的解析に有効な手法が開発された．現在これらの手法を数学の理論としての完成度を高める努力とともに，数理物理学に現れる様々な非線形波動・分散型方程式への適用するための改良が試みられている．また，これらの手法を用いて新しい解の先験的評価を得ることにより，定常解の安定性・不安定性解析にも役立つことが期待される．さらに，確率的摂動項を加えた問題は数理物理的には自然なモデルであるが，偏微分方程式においては特異性の強い項として現れるため，放物型方程式を除いてその扱いは困難であった．しかし，Fourier 制限法や I-method の発展により，強い特異性を扱うことが可能となったため，これらを適用して確率非線形分散型方程式を研究する試みが盛んに行われるようになった．

**研究内容：**

通常の非線形シュレディンガー方程式は無限次元ハミルトン系とみなせ，この観点から（たとえば，変分法を用いた解析によって）解の挙動について多くの結果が得られている．しかし，減衰項や外力を付加するとハミルトン系としての性質が失われるため，新しい手法の開発が必要となる．このような問題設定は，物理的には自然であるためその研究は重要である．Lugiato-Lefever 方程式のように数理物理モデルとして重要な，減衰項と外力が付いた非線形シュレディンガー方程式に焦点を当て，新しい研究手法を探る．

確率偏微分方程式の分野では，“ノイズによる正則化”または “ノイズによる安定化”とよばれる現象がある．それは，ノイズがない場合は，非線形偏微分方程式の解の一意性が成立しなかったり，あるいは解の特異性生成（すなわち，解の爆発）が起こったりしても，ノイズが適当に付加された系では，解の一意性や正則性が回復するというものである．解の一意性については，Flandoli などのイタリアのグループが盛んに研究を行っているが，ノイズが特異性発生を抑制するメカニズムは未だよく分かっておらず，世界的に見ても研究はも始まったばかりである．このため，ノイズをどの非線形発展方程式にどのように付加すると，解の特異性生成が抑制されるかを研究し，ノイズと特異性との関係を明らかにする．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

まず，減衰項と外力が付いた非線形シュレディンガー方程式である Lugiato-Lefever 方程式に対し，定常解の存在を分岐定理を用いて証明した．Lugiato-Lefever 方程式は変分構造を持たないため，通常よく使われる峠の定理のような変分法的手法が適用できない．22 年度は，分岐定理を適用し解析することにより，定常解の存在だけでなくパラメータに応じて線形化作用素のスペクトルを調べ，線形安定性と線形不安定性も証明した．

次に，修正 KdV 方程式の初期値問題に対し，より広い空間（すなわち，より弱空間）で，初期値問題が適切となるかどうか調べた．より弱い関数空間で適切性を考えるためは，より精密に非線形相互作用を研究することが必要となる．23,24 年度は，非線形相互作用により引き起こされる解の振動が適切性成立の障害となっていることを明らかにし，この振動効果を取り除いて解を構成することにより，より広い関数空間で初期値問題の適切性が成立することを証明した．

確率偏微分方程式に関しては，光学ファイバーに現れる数理モデル方程式である，分散係数が白色ノイズであるような５次の非線形性をもつ非線形シュレディンガー方程式の初期値問題の可解性を研究した．通常の５次非線形性をもつ非線形シュレディンガー方程式では，非線形項の符号がマイナスの場合，有限時間で解の爆発が起こることが知られている．しかし，分散係数が白色ノイズである場合，５次の非線形性であっても初期値問題の解は常に時間大域的に存在することを示した．これは，ノイズによる安定化現象の典型例となっている．

**主要論文:**

Yoshio Tsutsumi; *$L^2$-solutions for nonlinear Schrödinger equations and nonlinear groups* ; Funkcialaj Ekvacioj, **30**(1),115-125, 1987. (査読付き)

Yoshio Tsutsumi; *Global existence and asymptotic behavior of solutions for the Maxwell-Schrödinger equations in three space dimension*, Comm. Math. Phys., **151**(3) , 543-576, 1993. (査読付き)

Jean Ginibre, Yoshio Tsutsumi and Giorgio Velo; *On the Cauchy problem for the Zakharov system*, J. Funct. Anal., **151**(2), 384-436, 1997. (査読付き)

Anne de Bouard, Arnaud Debussche and Yoshio Tsutsumi; *White noise driven Korteweg-de Vries equation*, J. Funct. Anal., **169**(2), 532-558, 1999. (査読付き)

Hideo Takaoka and Yoshio Tsutsumi; *Well-posedness of the Cauchy problem for the modified KdV equation with periodic boundary condition*, Int. Math. Res. Not., **2004** (56), 3009-3040. (査読付き)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kenji Nakanishi, Hideo Takaoka and Yoshio Tsutsumi; *Local well-posedness in low regularity of the mKdV equation with periodic boundary condition*, Discrete Contin. Dyn. Syst., **28** (4), 1635-1654, 2010 (査読付き）.

Tomoyuki Miyaji, Isamu Ohnishi and Yoshio Tsutsumi; *Bifurcation analysis to the Lugiato-Lefever equation in one space dimension*, Pyisca D, **239**(23-24), 2066-2083, 2010(査読付き）.

Arnaud Debussce and Yoshio Tsutsumi; *1D quintic nonlinear Schrödinger equation with white noise dispersion*, J. Math. Pures Appl., **96**(4), 363-376, 2011 (査読付き）.

Tomoyuki Miyaji, Isamu Ohnishi and Yoshio Tsutsumi; *Stability of a stationary solution for the Lugiato-Lefever equation*, Tohoku Math. J., **63**(4), 651-663, 2011 (査読付き）.

**講演：**

1D quintic NLS with white noise dispersion, Harmonic Analysis and Nonlinear PDEs, Seoul National University, Seoul, August 24, 2010 (International conference, invited talk).

1D quintic NLS with white noise dispersion, Nonlinear Phenomena: A View from Mathematics and Physics, National Taiwan University, Taiwan, January 14, 2011 (International conference, invited talk).

Gibbs measure for the isothermal Falk model, Mathematical Fluid Dynamics and Nonlinear Waves, Waseda University, Tokyo, August 8, 2012 (International conference, invited talk).

Gibbs measure for isothermal Falk model, The Parabolic and Navier-Stokes Equations 2012, The Mathematical Research and Conference Center, Bedlewo, Septemmber 2-8, 2012 (International conference, invited talk)(予定).

**国際研究集会開催実績：**

February 14-16, 2011, Kyoto University, Nonlinear Wave and Dispersive Equations.

June 14, 2012 Kyoto University Nonlinear Schrödinger Equations and Related Topics.

July 18, 2012 Kyoto University Statistics and SDEs.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (S)，平成 23 年度〜平成 27 年度,「非線形発展方程式の凝縮現象と解の構造」，23,900 千円 (総額:57,700 千円)

挑戦的萌芽研究，平成 23 年度〜平成 25 年度,「確率非線形分散型方程式の可解性理論と解の漸近挙動」，1,600 千円 (総額 2,800 千円)

## 國府 寛司 (Hiroshi KOKUBU)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
京都大学理学博士（1988 年）

**研究テーマ：**

**力学系とその分岐理論，力学系理論の応用**

力学系とは，決定論的な時間発展法則に従って変化する系を数学的に定式化したものであり，微分方程式や差分方程式（写像の反復合成）などの形で定式化される．力学系理論はこれらの解の漸近挙動を定性的に研究する分野であるが，それは位相的，幾何的，解析的，統計的，など異なる観点から様々な手法と問題意識で研究がなされている．特に力学系が定義される相空間での解のなす大域的構造や，力学系がパラメータに依存しているときにその変動に伴って解構造がどのように変化するかという分岐理論的研究が現在の力学系理論の主要なテーマとなっており，活発に研究が進められている．

**研究内容：**

一般に力学系の相空間構造は，回帰的不変集合とそれらの間の勾配的結合に分解されることが知られている（Conley による力学系理論の基本定理）．この分解を具体的に得ることは困難であるが，Morse 分解と呼ばれる有限個の孤立不変集合とそれらの間の勾配的結合への分解は比較的容易であると考えられ，それを具体的に求める方法を整備することは，力学系の大域的構造を理解する上で重要な手がかりとなる．Morse 成分と呼ばれる個々の孤立不変集合のダイナミクスの情報は Conley 指数という位相的不変量からある程度まで知ることができ，またその情報を用いて Morse 成分間の結合軌道の存在を調べることができる場合もある．このような情報を総合して，力学系の大域的構造の位相的モデルを得ることや，そのような情報からパラメータの変動に伴う力学系の大域的分岐の情報を得るための数学的理論を構築する，さらにそれを具体的な力学系の例に応用して有用性を確認することが，現在の主要な研究テーマである．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

力学系の大域的構造とその分岐を計算機を援用して解析する位相計算的方法に関して，以下のような研究を行い，成果を得た．

位相計算的方法を改良し，Morse 分解のパラメータ変化を捉える clutching graph を組み込むことができるようになった（Chaos に掲載済）．位相計算的分岐理論の構築に向けて，サドルノード分岐の位相計算的解析を行った（RIMS Kokyuroku Bessatsu に掲載された）．また，クライシスと呼ばれる大域的分岐現象を位相計算的に捉える理論的枠組みを構築した（NOLTA に掲載済）．

力学系の時系列解析に位相計算理論を取り入れた新しい方法を開発し，それをいくつかの例に適用してその有用性を示した（論文執筆中）．

位相計算的方法以外の研究成果として，ベクトル場の退化特異性の 1 つである Hopf-zero 特異性からの分岐について精密な解析を行い，Shilnikov 型 homoclinic 軌道の生成についての結果を得た（論文投稿中）．

**主要論文：**

Hiroshi Kokubu, *Homoclinic and heteroclinic bifurcations of vector fields*, Japan Journal of Applied Mathematics, **5**, 455–501, 1988

Hiroshi Kokubu, Hiroe Oka, and Duo Wang, *Linear grading function and further reduction of normal forms*, Journal of Differential Equations, **132**, 293–318, 1996

Ale Jan Homburg, Hiroshi Kokubu, and Vincent Naudot, *Homoclinic-doubling cascades*, Archives for Rational Mechanics and Analysis, **160**, 195–243, 2001

Freddy Dumortier, Santiago Ibanez, and Hiroshi Kokubu, *Cocoon bifurcations in three dimensional reversible vector fields*, Nonlinearity, **19**, 305–328, 2006

Zin Arai, William Kalies, Hiroshi Kokubu, Konstantin Mischaikow, Hiroe Oka, and Paweł Pilarczyk, *A database schema for the analysis of global dynamics of multiparameter systems*, SIAM Journal on Applied Dynamical Systems, **8**, 757–789, 2009

**著書：**

Takashi Matsumoto, Motomasa Komuro, Hiroshi Kokubu, and Ryuji Tokunaga; "Bifurcations - Sights, Sounds and Mathematics", 1993, 468+XL pages, Springer-Verlag.

国府寛司; 力学系の基礎, カオス全書第２巻, 2000，121+vi ページ，朝倉書店

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Zin Arai, Hiroshi Kokubu, and Ippei Obayashi, *Capturing the global behavior of dynamical systems with Conley-Morse graphs*, in "Advances in Cognitive Neurodynamics (III)", Proceedings of The Third International Conference on Cognitive Neurodynamics, (Niseko, Japan, June 10-13, 2011), Springer,2012（査読あり）

Zin Arai, Marcio Gameiro, Tomas Gedeon, Hiroshi Kokubu, Konstantin Mischaikow, Hiroe Oka, *Graph-based topological approximation of saddle-node bifurcation in maps*, RIMS Kokyuroku Bessatsu, **B31**, 225-241, 2012.（査読あり）

Hiroshi Kokubu and Konstantin Mischaikow, *A combinatorial framework for analysis of global dynamics and bifurcations*, IUTAM Symposium on 50 Years of Chaos: Applied and Theoretical Procedia IUTAM, **5**, 195-198, 2012.

Hiroshi Kokubu and Hiroe Oka, *A topological computation approach to the interior crisis bifurcation*, Nonlinear Theory and its Applications IEICE, **4** (2013), 97-103. （査読あり）

Justin Bush, Marcio Gameiro, Shaun Harker, Hiroshi Kokubu, Konstantin Mischaikow, Ippei Obayashi, Pawel Pilarczyk, *Combinatorial-topological framework for the analysis of global dynamics*, Chaos, **22** (2012), 047508.（査読あり）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Freddy Dumortier, Santiago Ibanez, Hiroshi Kokubu, and Carles Simo, *About the unfolding of the Hopf-zero singularity* 2012, submitted for publication.

**講演：**

Rigorous Topological Computation of Dynamics and Applications, Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications, Hotel Rako-Hananoi, Kamisuwa, Nagano, Japan, September 19-October 2, 2010 (国際研究集会，招待講演)

A topological-computational method for global analysis of dynamical systems, RIMS Workshop "Structures of Attractors in Dissipative Systems", RIMS, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 15-17, 2010 (国際研究集会，招待講演)

Topological bifurcation theorems for Morse decompositions International Conference "Far-From-Equilibrium Dynamics", RIMS, Kyoto University, Kyoto, Japan, January 4-8, 2011 (国際研究集会，招待講演)

Application of topological computation method for global dynamics of an associative memory model of the Hopfield type, East Asia SIAM 2011, Waseda University Kitakyushu Campus, Japan, June 27-29, 2011 (国際研究集会)

Graph based topological computation for global analysis of dynamical systems, Conference on Computational Methods in Dynamics, ICTP, Trieste, Italy, July 4-8, 2011 (国際研究集会，招待講演)

Computational Analysis of global dynamics and bifurcations, Mini-Symposium "Computational Approach to Global Dynamics", 7th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Vancouver, Canada, July 18-22, 2011 (国際研究集会)

Graph-based topological computation method for global analysis of dynamics and its application to time series analysis, 研究集会「応用トポロジー：情報通信・生命科学との連携を目指して」, 博多シティ会議室, 2011 年 8 月 30 日〜9 月 2 日 (国際研究集会)

Topological-computational methods for analyzing global dynamics and bifurcations, IUTAM Symposium on 50 years of chaos, Kyoto University, Japan, November 28 - December 2, 2011 (国際研究集会，招待講演)

Time series analysis using topological computation method: a preliminary report, ICMC Summer Meeting on Differential Equations, Sao Carlos, Brazil, February 6-8, 2012 (国際研究集会)

Topological-computation method for analysis of global dynamics and bifurcations, 第 3 回 GCOE 若手数学者交流会, 京都大学大学院理学研究科数学教室 110 講義室, 2012 年 2 月 20・21 日 (国際研究集会)

Topological Computation Methods for Global Dynamics and Bifurcations, Part 1: Theory, Part 2: Application, NCTS Workshop on Dynamical Systems, National Center for Theoretical Science, National Tsinghua University, H'sinchu, Taiwan, May 16-29, 2012 (国際研究集会，招待講演)

ダイナミクス全構造計算による新しい相空間構造解析の方法とその応用, 計測自動制御学会, 第 50 回自律分散システム部会研究会 (テーマ：脳・身体に内在する複雑な力学システムの理解に向けて), 京都大学, 2012 年 6 月 15 日 (招待講演)

Topological computation method for global dynamics and its application, Nonlinear Partial Differential Equations, Dynamical Systems and Their Applications (International Conference in honor of Professor Hiroshi Matano), RIMS, Kyoto University, September 3-6, 2012 (国際研究集会，招待講演)

**国際研究集会開催実績：**

Mini-symposium "Computational Approach to Global Dynamics", Organizers: Hiroshi Kokubu and Konstantin Mischaikow, 7th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Vancouver, British Columbia, Canada, 2011 年 7 月 18 日〜22 日

研究集会「応用トポロジー：情報通信・生命科学との連携を目指して」, Organizers: Zin Arai, Yasuaki Hiraoka, Hiroshi Kokubu, 博多シティ会議室, 2011 年 8 月 30 日〜9 月 2 日

Special Session "Applied Topology", International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA), Organizers: Hiroshi Kokubu, Yasuaki Hiraoka, KIPC (Kobe Industrial Promotion Center) Kobe, Japan, 2011 年 9 月 5 日〜7 日

IUTAM Symposium on 50 Years of Chaos , Local Organizing Committee member: Hiroshi Kokubu，京都大学, 2011 年 11 月 28 日〜12 月 2 日

Workshop on Applied Dynamical Systems, Organizer: Hiroshi Kokubu, Department of Mathematics, Kyoto University, 2011 年 12 月 3 日

Sino-Japan Conference of Young Mathematicians "Emerging Topics on Differential Equations and their Applications", Scientific Committee menber: Hiroshi Kokubu, Jiayuan Hotel (Guest House of Chern Institute), Nankai University, Tianjin, P.R.China, 2011 年 12 月 5 日〜 9 日

IV Developers Workshop on the Conley-Morse Database Project , Organizers: Konstantin Mischaikow, Hiroshi Kokubu, Kauai, Hawaii, USA, 2012 年 3 月 19 日〜22 日

Conference "Dynamics, Topology, and Computations", Scientific Committee の 1 人: Hiroshi Kokubu, Mathematical Research and Conference Center, Bedlewo, Poland, 2012 年 6 月 24 日〜30 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および採択全期間中の総額）：**

基盤研究 (B), 平成 21 年度〜24 年度,「大自由度系を含む力学系の大域的構造と分岐の研究」, 8,800 千円（総額 13,200 千円）

挑戦的萌芽研究, 平成 24 年度〜25 年度,「位相計算的方法による力学系の新しい時系列解析法の研究」，1,200 千円（総額 3,000 千円）

JST CREST 研究, 平成 21 年度〜26 年度,「ダイナミクス全構造計算法の発展による脳神経－身体リズム機構の解明と制御」, 44,100 千円（総額 72,300 千円）

## 森脇 淳 (Atsushi MORIWAKI)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
京都大学理学博士（1991 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学，双有理アラケロフ幾何**

代数幾何学の研究を広くしているが，最近は特にアラケロフ幾何を中心に研究を進めている．アラケロフ幾何は，Arakelov の論文に始まるものであり，1 次元のアラケロフ幾何と言える Minkowski による数の幾何学を原型とする算術曲面上における代数・幾何・解析の融合による新しい幾何学の提唱であった．その後，Faltings-Gillet-Soulé により，算術的 Riemann-Roch の定理を含む大きな理論となった．その中でも，双有理アラケロフ幾何の研究を研究課題としており，世界中で活発に研究されている分野でもある．

**研究内容：**

算術的 Riemann-Roch の定理の典型的な応用は，エルミート可逆層におけるノルムの小さなゼロでない大域切断の存在定理である．これは代数多様体上の大域切断の算術的類似であり，その研究はアラケロフ幾何のメインストリームである．これはいわゆる代数多様体における双有理幾何学のアラケロフ幾何版にあたり，その意味で双有理アラケロフ幾何と呼ばれている．とくに，最近は代数多様体上の体積関数の算術的類似を主な研究内容としており，欧州・米国の若い研究者とともにその方面の発展に努めている．この他にも，数論幾何とモジュライ空間の幾何とも密接に関わっており，これについての研究もおこなっている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

• 算術的 **R**-因子の双有理的諸性質は，射影空間上においても，決して自明なものでない．この問題について，種々の結果を得た．特に，如何なる双有理変換を施しても，Zariski 分解のできない例を発見した．

• Pseudo-effective な算術的 **R**-因子に対して，それより，小さな **R**-主因子を見つける問題は，Dirichlet の単数定理の拡張である．この問題を定式化し，基本予想の形にした．さらに，特別な場合にこの予想が正しいことを示した．

• 算術的 **R**-因子から生じる線形系に基底条件を設けた場合の体積についての考察をした．その結果，Zariski 分解について新しい知見を得た．

• 算術的トーリック多様体における巨大な算術的因子が Zariski 分解をもつための必要十分条件を決定した．さらに，算術的トーリック多様体においては Dirichlet の単数定理の類似が成り立つことを示した．これらは，Burgos Gil 氏，Philippon 氏，Sombra 氏との共同研究である．(論文は現在執筆中.)

• 算術曲面上での算術的因子に関する一般化された Hodge の指数定理の等号条件は，その算術的因子がネフであるということを示した．その応用として，Zariski 分解の数値的性質を証明することに成功した．

**主要論文：**

Atsushi Moriwaki; *Arithmetic Bogomolov-Gieseker's inequality*, Amer. J. Math. **117** (5), 1325–1347, 1995 (査読付き)

Atsushi Moriwaki; *Arithmetic height functions over finitely generated fields*, Invent. Math. **140** (1), 101–142, 2000（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *A generalization of conjectures of Bogomolov and Lang over finitely generated fields*, Duke Math. J. **107** (1), 85–102, 2001（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *Relative Bogomolov's inequality and the cone of positive divisors on the moduli space of stable curves*, J. Amer. Math. Soc. **11** (3), 569–600, 1998（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *Continuity of volumes on arithmetic varieties*, J. of Algebraic geometry **18**, 407-457, 2009 (査読付き)

**著書：**

森脇　淳; アラケロフ幾何, 岩波書店, 2008 年

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Atsushi Moriwaki; *Estimation of arithmetic linear series*, Kyoto J. Math. 50, 685-725, 2010（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *Free Basis Consisting of Strictly Small Sections*, International Mathematics Research Notices 2011, 1245-1267, 2011（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *Big arithmetic divisors on the projective spaces over* **Z**, Kyoto J. of Math., **51**, 503-534, 2011（査読付き）

Atsushi Moriwaki; *Arithmetic linear series with base conditions*, Math. Z., (DOI) 10.1007/s00209-012-0991-2 (査読付き)

Atsushi Moriwaki; *Zariski decompositions on arithmetic surfaces*, Publications RIMS , **48**(4)(2012)799-898 (査読付き)

Atsushi Moriwaki; *Toward Dirichlet's unit theorem on arithmetic varieties*, Kyoto J. of Math., **53**(1)(2013)197-259 （査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Atsushi Moriwaki; *Numerical characterization of nef arithmetic divisors on arithmetic surfaces*, (arXiv:1201.6124 [math.AG]).

José Ignacio Burgos Gil, Patrice Philippon, Atsushi Moriwaki and Martín Sombra; *Arithmetic geometry of toric varieties. Positivity properties*, (arXiv:1210.7692 [math.AG]).

**講演:**

Birational Arakelov Geometry, Workshop on Algebraic Geometry, Complex Dynamics and their Interaction, January 4-7, 2011, Singapore (International conference).

Impossibility of Zariski decompositions on arithmetic varieties, Barcelona (Tossa de Mar), Heights in Diophantine and Arakelov Geometry, Dynamical Systems and Computer Algebra (Heights 2011), April/30/2011(26-30).

Toward Dirichlet's unit theorem on arithmetic varieties, Chern Institute of Mathematics (Nankai University, Tianjin, China), Sino-France Summer Institute on Arithmetic Geometry, July/15/2011(11-15).

Dirichlet's unit theorem on arithmetic toric varieties, Kyoto-Paris-Barcelona Seminar on Arakelov Geometry, Barcelona 5 - 9 September 2011.

Birational Arakelov Geometry, Algebraic Cycles and L-Functions, Final Workshop, Regensburg, 27th February - 2nd March 2012.

Birational Arakelov Geometry, Hawaii Conference in Algebraic Number Theory, Arithmetic Geometry and Modular Forms, 6th March - 8th March 2012.

Generalized Hodge index theorem on arithmetic varieties, Arakelov Geometry and $K$-theory, On the occasion of C. Soulé's sixtieth birthday, Toulouse, 21th May - 23th May 2012.

Characterization of nef arithmetic divisors on arithmetic surfaces, Arithmetic Geometry and Arithmetic Dynamics, Conference on the occasion of the 70th birthday of Lucien Szpiro, New York, 29th May - 1st June 2012.

Birational Arakelov Geometry, London Mathematical Society EPSRC Durham Symposium, Interactions of Birational Geometry with other fields, Durham, 2nd July – 7th July 2012.

**国際研究集会開催実績：**

September 21-24, 2010, Kyoto University, Paris-Barcelona-Kyoto seminar in Arakelov geometry

September 18-21, 2012, Kyoto University, Paris-Barcelona-Kyoto seminar in Arakelov geometry

**受賞歴（等）：**

日本数学会賞秋季賞 (平成 13 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (A)，平成 22 年度〜平成 26 年度,「モジュライ空間と算術多様体の幾何の構築と展開」，22,100 千円 (総額：36,100 千円)

## 池田 保 (Tamotsu IKEDA)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
京都大学博士 (理学)（1992 年）

**研究テーマ：**

**数論　とくに保型表現論**

保型表現論は 1970 年代に Langlands らによって始められて以来，数論の分野において重要な成果をあげ続けている．近年の数論における大きな進歩は，Fermat の定理の証明，Sato-Tate 予想の解決などいずれも保型表現論の成果を本質的に用いている．また，モチーフの理論などの代数幾何的な理論との関連も予想されており，数論と代数幾何の融合を考える上で重要な役割を果たすと考えられている．

**研究内容：**

一変数の尖点形式から高次の偶数次 Siegel 尖点形式を構成する新しい方法を与えた．これは Duke と Imamoglu によって提出されていた予想を解決したものである．ここで構成された Siegel 尖点形式は Hecke 作用素の同時固有関数であり，その標準 $L$ 関数は元の一変数保型形式の $L$ 関数を用いて簡単な式で表わされる．また，その Fourier 係数を半整数の重さを持つ保型形式の Fourier 係数を用いて表わす簡明な公式が存在する．さらに類似の結果を Hermite 型の保型形式に関しても証明した．また，Siegel 保型形式の場合には保型表現論を用いてより一般的な定理を示した．これらの結果を応用して宮脇予想を部分的に解決した．

市野篤史氏との共同研究において保型形式の周期を研究し，直交群上の保型形式の Gross-Prasad 型の周期を $L$ 関数の特殊値と結びつける予想を定式化した．

また，平賀郁氏との共同研究で被覆群の跡公式を研究し，重さが半整数の Hilbert modular form に関する Kohnen plus space の理論を構築した．さらにこの結果を用いて Duke-Imamoglu 予想の解決、宮脇予想の部分的解決に関する結果をより一般的な総実代数体上の保型形式に対して拡張した．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

平賀郁氏との共同研究による，重さが半整数の Hilber modular form に関する Kohnen plus space の理論を応用して Duke-Imamogule 型，宮脇型のリフティングを総実代数体上の保型形式に対して拡張した．

**主要論文：**

Tamotsu Ikeda; *Pullback of the lifting of elliptic cusp forms and Miyawaki's conjecture*, Duke Math. J. 131, 469–497, 2006（査読付き）

Kaoru Hiraga, Atsushi Ichino, and Tamotsu Ikeda; *Formal degrees and adjoint gamma factors*, J. Amer. Math. Soc., 21, 283–304, 2008（査読付き）

Atsushi Ichino and Tamotsu Ikeda; *On the periods of automorphic forms on special orthogonal groups and the Gross-Prasad conjecture*, Amer. J. of Math., 130, 74–114, 2008（査読付き）

Tamotsu Ikeda; *On the lifting of elliptic cusp forms to Siegel cusp forms of degree* $2n$, Geom. Funct. Anal. 19, 1378–1425, 2010（査読付き）

Tamotsu Ikeda; *On the location of poles of the triple L-functions*, Compositio Math. 83, 187–237, 1992 （査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

T. Ikeda; *On the lifting of automorphic representation on* $\mathrm{PGL}_2(\mathbf{A})$ *to* $\mathrm{Sp}_{2n}(\mathbf{A})$ *or* $\widetilde{\mathrm{Sp}_{2n+1}}(\mathbf{A})$ *over a totally real field*

K. Hiraga and T. Ikeda; *On the Kohnen plus space for Hilbert modular forms of half-integral weight I*

**講演：**

"Stabilization of the trace formula for the covering groups of $SL_2$ I", Pre-Hakuba workshop I, Kyoto University, Jun. 15, 2010

"Periods of automorphic forms on special orthogonal groups and the Gross-Prasad conjecture", PANT-Kyoto 2010, Kyoto University, Aug, 14, 2010 (International conference)

"Stabilization of the trace formula for the covering groups of $SL_2$, II" Pre-Hakuba workshop II, Nagoya University, Sep. 21, 2010

“On the trace formula for the covering groups of $SL_2$ (joint work with K. Hiraga)”, “Automorphic representations, automorphic forms on covering groups”, 13th Autumn workshop at Hakuba, Nov. 6, 2010, Hakuba Highmount Hotel, Nagano prefecture, (International conference)

“On Kohnen plus space for Hilbert modular forms of half-integral weight (joint work with Kaoru Hiraga)”, Ueda Memorial Conference on Automorphic Forms, Nara Women’s University, Jan. 26, 2011 (International conference)

“Stabilization of the trace formula for the covering groups of $SL_2$ and some applications”, Automorphic Forms: New Directions, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, Mar. 10, 2011, (International conference)

“Stabilization of the trace formula for $SL_2$ and its application to the theory of Kohnen plus spaces (joint work with K. Hiraga)”, Pan Asian Number Theory Conference Beijin Mornigside institute, Beijin, China, Aug. 26, 2011, （招待講演）(International conference)

“On the Kohnen plus space for Hilbert modular forms (joint work with K. Hiraga)”, Waseda University, Feb. 3, 2012

“Hilbert modular form に関する Kohnen plus space について”, 九大代数学セミナー, 九州大学, Feb. 17, 2012

“Stabilization of the trace formula for $SL_2$ and its application to the theory of Kohnen plus spaces (joint work with K. Hiraga)”, Branching laws, National University of Singapore, Mar. 12, 2012 （招待講演）(International conference)

“Fourier coefficient formula for the Duke-Imamoglu type lifting for Hilbert-Siegel modular forms” Pan Asian Number Theory Conference 2012, IISER, Pune, India, Jul. 25, 2012（招待講演） (International conference)

“Kohnen plus space for Hilbert modular forms of half-integral weight”, Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory, National Center of Theoretical Science, Taiwan, Aug. 29, 2012（招待講演） (International conference)

“Liftings and thier periods”, 15th Autumn workshop at Hakuba, Hakuba Highmount Hotel, Japan, Nov. 1, 2012（招待講演）(International conference)

**国際研究集会開催実績：**

2010, Aug. 12–16, Kyoto University, ”アジアにおける数論研究の展開（PANT-Kyoto 2010）”

2010, Nov. 3–7, Hakuba Heimount Hotel, Nagano prefecture, The 13-th autumn workshop on number theory “Automorphic representations, automorphic forms on covering groups”

2011, Jan, 24–26, Nara Women’s University, “Ueda Memorial Conference on Automorphic Forms”

2011, Aug. 22–26, the Morningside Center of Mathematics, Beijing, China, “Pan Asian Number Thoery Conference 2011”

2012, Jul. 23–27, IISER, Pune, India, “Pan Asian Number Thoery Conference 2012”

**受賞歴（等）：**

日本数学会代数学賞 (2001 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B) 平成 21 年度〜平成 25 年度,「保型表現論の研究」, 5,700 千円（総額 9,700 千円）

挑戦的萌芽研究 平成 20 年度〜平成 22 年度,「保型形式の明示的周期公式と調和解析」, 1,000 千円（総額 3,300 千円）

## 藤原 耕二 (Koji FUJIWARA)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授（平成 24 年 4 月 1 日付 事業推進担当者追加 ）
東京大学博士 (数理科学)（1993 年）

**研究テーマ：**

**幾何学的群論**

幾何学的群論は群を幾何学的な手法で研究し、主に代数的な結果を得ることを目的とする。歴史的には、たとえば、１００年ほど前にデーンが有限表示群について三つの基本的な問題を定式化し、それらを曲面群について解決したことは、幾何学的群論の仕事と見なすことが出来る。

幾何学的群論は１９８０年代にグロモフが双曲群の理論を創始したことを起点とし、その後、低次元トポロジー、組み合わせ群論、リー群の格子部分群、リーマン幾何学、最近ではロジックや作用素環論など多くの周辺分野と関わりながら活発な研究分野を形成している。ここ数年では、幾何学的群論の手法を使い３次元双曲幾何における重要な予想のいくつかが Agol らによって一気に解決された。

**研究内容：**

初期の重要な仕事として、有限表示群の「JSJ 分解」の存在を Papasoglu 氏と共同で証明した。これは３次元多様体において知られていた JSJ 分解を有限表示群まで一般化するという仕事であり、今では、有限表示群の研究における基本的かつ重要なツールの一つになっている。

もう一つの重要な成果として、双曲群の２次元有界コホモロジーの計算（Epstein 氏との共同)、その手法の写像類群への応用と超剛性の証明（Bestvina 氏との共同）がある。

最近の研究として、Bestvina-Bromberg 氏との共同で、群の擬ツリーへの作用の構成とその帰結についての一般論を展開し幾つかの顕著な成果を得ている。その一つとして、写像類群の漸近次元が有限であることを示した。これからも多方面への応用が見込まれる。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

数学教室に在籍した 24 年度の成果を述べる。

Bestvina-Bromberg 氏と共同で、群の擬ツリーへの等長作用の構成とその応用について引き続き研究している。これまでの研究で、双曲性を持つ群について擬ツリーへの作用を構成している。双曲性を持つ群の例として、双曲群、写像類群、自由群の外部自己同型群などがある。

応用として、写像類群の各元についてその安定交換子長が正かどうかを決定した。また、擬ツリーへの作用を使って、一様凸なバナッハ空間への等長的な擬作用を構成する一般的な手法を発見した。

**主要論文：**

K. Fujiwara; *Laplacians on rapidly branching trees*, Duke Math Jour. 83, no 1, (1996), 191-202 (査読つき)

D.B.A. Epstein, K. Fujiwara; *The second bounded cohomology of word hyperbolic groups*, Topology 36, (1997), 1275-1289 (査読つき)

M.Bestvina, K.Fujiwara; *Bounded cohomology of subgroups of mapping class groups*, Geometry and Topology, Volume 6 (2002) 69–89 (査読つき)

K.Fujiwara, P.Papasoglu; *JSJ-decompositions of finitely presented groups and complexes of groups*, Geom. and Funct. Anal., 16, no 1 (2006), 70-125 (査読つき)

Koji Fujiwara, Jason Fox Manning; *CAT(0) and CAT(-1) fillings of hyperbolic manifolds*, Jour Diff Geometry Volume 85, Number 2 (2010), 229-270 (査読つき)

**著書：**

藤原耕二 ほか; 微分幾何学の最先端, 培風館, 2005 年
藤原耕二 ほか; 現代数学の土壌 2, 日本評論社, 2001 年
藤原耕二 ほか; 現代幾何学の流れ, 日本評論社, 2007 年

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Koji Fujiwara and Tetsu Toyoda; *Random groups have fixed points on* CAT(0) *cube complexes*, Proc. Amer. Math. Soc. 140 (2012), 1023-1031 (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K. Fujiwara; *Geometry of the Funk metric on Weil-Petersson spaces.* Preprint.

Mladen Bestvina, Kenneth Bromberg, Koji Fujiwara; *The asymptotic dimension of mapping class groups is finite.* Preprint.

M. Bestvina, K. Bromberg, K. Fujiwara, J. Souto; *Shearing coordinates and convexity of length functions on Teichmueller space*, Preprint.

**講演：**

Quasi-cocycles on free groups to uniform convex Banach spaces. Mittag-Leffler Institut, Sweden. 2012.4.24.

Stable commutator length of mapping classes. 微分トポロジーセミナー, 京大, 2012.5.15.

Growth of groups, Intelligence of Low-dimensional Topology, RIMS, Kyoto. 国際研究集会, 招待講演, 2012.5.17.

Quasi-trees and quasi-cocycles. “Topology and functional analysis”, Fudan University, Shanghai, China. 国際研究集会, 招待講演, 2012.5.23.

Quasi-cocycles on free groups to uniformly convex Banach spaces, “Conference on Geometry”, RIMS, Kyoto. 国際研究集会, 招待講演, 2012.5.28.

Hyperbolicity of groups and its application. 京大 数学教室談話会, 2012.6.27.

Quasi-cocycles on free groups to uniformly convex Banach spaces, “Symplecctic geometry, geometric group theory and dynamics”, Obervolfach, Germany, 国際研究集会, 招待講演, 2012.7.16.

Quasi-cocycles on free groups to uniformly convex Banach spaces. “Geometric and combinatorial group theory with applications (GAGTA-6)”, Dusseldorf, Germany, 国際研究集会, 招待講演, 基調講演,2012.8.2.

双曲幾何の話, 公開講座 “現代数学展望”, 京都大学,2012.8.8.

Group actions on quasi-trees (3 lectures). “The 10th KAIST Geometric Topology Fair”, Korea. 国際研究集会, 招待講演, 基調講演,2012.8.13-15.

Group actions on quasi-trees. “Discrete Geometric Analysis”, RIMS. 国際研究集会, 招待講演, 2012.8.

談話会, 名古屋大多元数理研究科, 2012.10

**国際研究集会開催実績：**

2012.6.4-8, Kyoto University, “Geometric Group Theory - Kyoto 2012” 主催者. 一部 GCOE から旅費補助.

**受賞歴（等）：**

日本数学会幾何学賞 (2005 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (A)，平成 23 年度〜平成 27 年度,「幾何学的群論と距離埋め込みの最先端研究」，14,700 千円（総額 30,400 千円）

挑戦的萌芽研究, 平成 23 年度〜平成 24 年度, 「群の自己同型空間と群のリミットエレメント」, 2,800 千円 (総額 2,800 千円)

## 加藤 毅 (Tsuyoshi KATO)

理学研究科 数学・数理解析専攻 教授
京都大学理学博士 (1995 年)

**研究テーマ：**

**非コンパクト空間上の解析、幾何学的離散解析**

**研究内容：**

ここでの研究テーマは，非コンパクト空間上の解析を発展させることと，離散幾何学を発展させることである．

前者は，非コンパクト空間上での函数解析的手法を開発することである．これまで非線形偏微分方程式を用いたコンパクト多様体上の解析は大きく発展してきた．一方で非コンパクト空間上の解析は，アティヤーシンガー指数定理を拡張する研究が大きく進展してきたものの，その非線形版は始まったばかりでありいまだ発展途中である．コンパクト多様体上で機能してきたメカニズムをそのまま非コンパクト空間上で行うことは，一般的にはほとんど不可能であるが，それが実行可能となる幾何学的な空間のクラスを定式化することで，非線形編微分方程式を用いた非コンパクト空間上の大域解析の構成を目指す．次に後者について，離散幾何学の研究手法は，スケール変換を関数解析的に取り扱うことである．偏微分方程式や離散力学系の理論を用いることで，力学系のスケール変換の基礎を構成する．特にオートマトンと偏微分方程式をつなげることで，それぞれに関わる幾何学的対象の間の関係について解析的な研究を行うことが研究な内容である．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

（1）無限次元多様体をターゲットとする概正則曲線のモジュライ空間の構成を行った．具体的には，その多様体が高い対称性，可積分性を持つ場合に，モジュライ空間の線形化写像のフレドホルム性，モジュライ空間のコンパクト性を示すことで，局所コンパクト性を持たない無限次元多様体上でもモジュライ空間の理論のメカニズムが成り立つことを示した．さらにそのような多様体を摂動することで対称性や可積分性を崩しても，その性質が成り立つことを示した．

（2）トロピカル幾何学を用いて，異なる 2 つの発展方程式に対して無限遠でオートマトンによる拘束条件を与えることで，2 変数斉次偏微分方程式全体の間に大域解析的な関係式を与え，それらが非自明であることを示した． Burnside 問題の解とトロピカル幾何学の手法を組み合わせることで，擬再帰的有理力学系の存在を示すことができた．対応する偏微分方程式は Griffith らによる微分形式の理論で典型的に現れる双曲型偏微分方程式系であり，解の存在と一意性，一様有界性など基本的な性質を示した．

**主要論文：**

Tsuyoshi Kato; *Asymptotic Lipschitz cohomology and higher signatures*, Geometric and Functional Analysis **6**, 346-369, 1996（査読有）

Tsuyoshi Kato; *Asymptotic Lipschitz maps, combable groups and higher signatures*, Geometric and Functional Analysis **10**, 51-110, 2000（査読有）

Tsuyoshi Kato; *ASD moduli spaces over four manifolds with tree-like ends*, Geometry and Topology **8**,779-830, 2004（査読有）

Tsuyoshi Kato; *Deformations of real rational dynamics in tropical geometry*, Geometric and Functional Analysis **19**,842 - 882, 2009（査読有）

Tsuyoshi Kato; *Automata in groups and dynamics and induced systems of PDE in tropical geometry*, to appear in Journal of Geometric Analysis (accepted) （査読有）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Tsuyoshi Kato; *Geometric Representations of Interacting Maps*, International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences, Volume 2010 (2010), 48 pages.

Tsuyoshi Kato; *Pattern formation from projectively dynamical systems and iterations by families of maps*, in the Proceedings of the 1st MSJ-SI, Probabilistic Approach to Geometry, Advanced Studies in Pure Mathematics 57, pp.243-262 (2010)

Tsuyoshi Kato; *An asymptotic comparison of differentiable dynamics and tropical geometry*, Mathematical Physics, Analysis and Geometry (14-1), pp.39-82 (2011).

Tsuyoshi Kato and S.Tsujimoto; *Analytic relation on partial differential equations*, Journal of Math. Res. vol4-4, pp.125-139 (2012).

Tsuyoshi Kato; *An asymptotic comparison of differentiable dynamics and tropical geometry*, Journal of Math. Soc. of Japan, vol 64-2, pp.423-487 (2012).

Tsuyoshi Kato; *Automata in groups and dynamics and induced systems of PDE in tropical geometry*, to appear in Journal of Geometric Analysis (accepted)

Tsuyoshi Kato; *Infinite sequences of almost Kaehler manifolds with high symmetry*, their perturbations and pseudo holomorphic curves (submitted) arXiv:1205.2938 (2012)

**講演：**

Growth of Casson handles and smooth structure on 4-manifolds, 2010年6月, Colloquium at Fudan University, China (国際，招待講演)

Growth of Casson handles and smooth structure on 4-manifolds, 2010年6月, Pacific Rim Conference, Stanford University, USA (国際，招待講演)

Automata groups and PDE in tropical geometry, 2010 年 8 月, 確率論と幾何学（東北大学）(招待講演)

オートマタ群と２変数偏微分方程式類, 2010 年 8 月, 幾何学阿蘇研究集会（熊本）(招待講演)

Growth of Casson handles and smooth structure on 4-manifolds, 2010 年 9 月, Colloquium at University of Sourthen California (USA) (招待講演)

A rough analytic relation on the set of PDE, 2010 年 9 月, Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications（上諏訪）(国際，招待講演)

Complexity of smooth structure on four manifolds, 2010 年 11 月, 復旦大学, Shanghai, China (国際，招待講演)

Hyperbolic systems of PDEs and automata groups in tropical geometry, 2010 年 12 月, Universite Paris 7, France, International workshop Geometry and Analysis (国際，招待講演)

Automata groups and large scale analysis of PDE, 2011 年 2 月, 研究集会フラクタルの数学的諸相, 石川県かんぽの宿山代（招待講演）

Automata groups and large scale analysis of PDE, 2011 年 3 月, Long term workshop Geometry and Analsysis, 京都大学 (国際講演)

Hyperbolic systems of PDEs and automata groups in tropical geometry,2011 年 3 月, Workshop on automata groups and non commutative geometry, Universite Paris 7, France (国際，招待講演)

Dynamical Burnside Problem, 2011 年 8 月, 仙台シンポジウム（東北大学）(招待講演)

Dynamical Burnside Problem, Seminar on groups, 2011 年 11 月, Vanderbilt University, USA. (国際，招待講演)

Automata groups, tropical geometry and dynamical Burnside problem, 2011 年 12 月, Seminar on geometry, Universite Paris 7, France. (国際，招待講演)

Automata groups and tropical geometry, 2012年3月, Conference on groups, dynamics and random structures, Texas A & M University, USA. (国際，招待講演)

Symplectic capacity on infinite dimensional spaces, 2012 年 3 月, Topology and Functional Analysis, Fudan Unviersity, China. (国際，招待講演)

Moduli theory over infinite dimensional spaces, 2012 年 9 月, 日中幾何学友好シンポジウム，成都, 中国 (国際，招待講演)

Moduli spaces over infinite dimensional spaces, 2012 年 9 月, Confernce Geometry and Analysis, Universite Paris 7, France. (国際，招待講演)

**国際研究集会開催実績：**

2010年11月1-5日,GCOE国際交流事業, The second Doctorial Forum between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, China(Organizer)

2010年11月25-26日,GCOE主催Non Commutative Geometry and Number Theory, A.Connes氏とK.Consani氏を招聘して行われた国際シンポジウム，Kyoto University (Organizer)

2011年3月7-10, 15-18日,GCOE少人数共同研究事業, Long term workshop Geometry and Analsysis at Kyoto University (Organizer)

2011 年 3 月 11-14 日,GCOE 国際交流事業, The third Doctorial Forum between Fudan and Kyoto Universities, Kyoto University

2011 年 5 月 17, 19, 23 日,GCOE 幾何学連続講義, Aspects of quantative Geometry, Shmuel Weinberger（シカゴ大学）Kyoto Unviersity (Organizer)

2011 年 5 月 21-25 日,International Conference,Topology and Functional Analysis with opening meeting for the new mathematical research institute, Fudan University, Shanghai, China (Organizer)

2011 年 5 月 28 日-6 月 1 日,GCOE 連携国際研究研究集会, Conference of Geometry with Hausdorff Institute, Kyoto University (Organizer)

連続講義　Analysis and Geometry on groups by A.Zuk (2012 年 4 月 12 日-6 月 28 日の毎週木曜日),Kyoto University (Organizer)

2011 年 10 月 31-11 月 4 日,GCOE 国際交流事業, The fourth Doctorial Forum between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University

2012 年 6 月 4-8 日　GCOE 共催 Geometric Group Theory, Kyoto University (Organizer)

2012 年 6 月 11-15 日 GCOE 共催 国際 RIMS 合宿セミナー, Group actions and K theory, 鳥羽 (Organizer)

2012 年 8 月, RIMS プロジェクト研究集会, Discrete Geometric Analysis (Organizer)

2012 年 9 月 14-16 日,GCOE 主催 International conference on Complex Network Theory, Kyoto University (Organizer)

**受賞歴（等）：**

井上学術奨励賞 (1995 年度)

日本数学会建部賢弘賞 (1996 年度)

文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2006 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

最先端研究開発支援プログラム, 平成 22 年度〜平成 25 年度,「複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技術応用」, 8,000 千円

基盤研究 (C), 平成 22 年度〜平成 24 年度,「無限群作用付きゲージ理論の構成」, 3,200 千円,(総額 3,200 千円)

## 中西 賢次 (Kenji NAKANISHI)

理学研究科 数学・数理解析専攻 准教授
東京大学博士 (数理科学) (1999 年)

**研究テーマ：**

**偏微分方程式、特に非線形分散型方程式**

非線形分散型方程式とは、様々な波動現象の時空発展を記述する偏微分方程式のうち、特に波動が空間的局在性を崩して拡がっていく分散性と、重なった波動同士で相互作用が生じる非線形性とが支配的であるものの総称である。対応する物理現象は、高エネルギー（レーザー、プラズマ）や極低温（超流動、超電導)、巨視スケール（水面波、宇宙論)・微視スケール（量子論）など、エネルギー消耗が無視できるような極限的状況下で現れることが多い。代表例としては、非線形 Schrödinger 方程式、非線形 Klein-Gordon 方程式、KdV 方程式、KP 方程式、Benjamin-Ono 方程式などが挙げられる。これらは全て線形部分が異なる場合だが、非線形部分の違いや連立方程式系まで数えれば、非常に多くの方程式がモデルとして立てられ、数学的にも研究されている。これらの方程式が描く現象の特徴は、エネルギーや情報の供給も消耗も無しに、波動の自己集約や崩壊・分散・安定形状の形成など、様々な時空的変化が起きる所である。それらは非線形性と分散性という大きく性質の異なる作用のバランスから生じるものであり、その仕組みを方程式から数学的に解明するのが研究の目的である。

**研究内容：**

非線形 Schrödinger 方程式（以下 NLS と略）及び Hartree 方程式について、非線形項の減衰が弱い場合の散乱理論を研究し、スケール不変な空間での臨界冪より低い場合に弱波動作用素を構成し、重み付き空間での散乱理論を臨界指数や低次元に拡張し、また修正波動作用素の定義域・値域・収束位相を同一の空間で得る事に成功した。非線形 Klein-Gordon 方程式、Maxwell-Dirac 方程式系、Zakharov 型方程式系などの NLS への特異極限を研究し、エネルギー空間での解の収束や散乱作用素の収束、非相対論エネルギーの大域的一様有界性、弱解の無条件一意性、非線形共鳴による消散性特異極限などを得た。非線形 Dirac 方程式の大域解を研究し、その中で 3 次元波動方程式に対する Strichartz 評価の臨界指数での破れが角方向の滑らかさにより回復できることを示した。NLS の解の安定性を研究し、小さな孤立波解のエネルギー空間での漸近安定性、線形化作用素の固有値に対する評価式や漸近挙動、エネルギー空間で弱波動作用素の存在などを得た。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非線形 Klein-Gordon 方程式、非線形 Schrödinger 方程式、非線形波動方程式、Zakharov 方程式系について、全ての解の相空間における分類、及び初期状態から時空大域挙動の予測を目指す研究を行った (Wilhelm Schlag, Joachim Krieger, Zihua Guo, Shuxia Wang との共同研究)。非線形分散型方程式の解は、大域的分散性、孤立波、爆発など様々な挙動を示す事が知られ、個々の場合や特殊解近傍の漸近解析では非常に多くの研究結果がある。しかし、それら異なる挙動の解の相互関係や時間的遷移を、十分広い解集合において調べる研究はほとんど無かった (完全可積分系など、解の挙動が大幅に限定される場合は除く)。我々は、全エネルギー上限値の制限のみで、上記 3 つの典型的挙動、すなわち散乱波・ソリトン・爆発解の間の時間的遷移をすべて含む、 9 通りの解への分類に成功した。具体的には、基底状態ソリトン周りの中心安定多様体及び中心不安定多様体が、エネルギー空間内の超曲面として、それぞれ時間の正・負方向の挙動を散乱と爆発の 2 領域へ分割し、更に中心安定多様体上の解は分散波を放射してソリトンへ漸近する。 9 通りの各々について一部の初期値に対しては明示的に大域挙動を予測できる。中心安定多様体の構成についてはこれまで線形化作用素スペクトルについて証明困難な仮定を必要としたが、球対称ソリトンについてはほぼ完全に仮定を除去した。さらに高エネルギーの解については、中心（不）安定多様体をエネルギー空間全体へ大域的に拡張し、時間同方向の 3 通りの挙動分類もその近傍まで拡張されることを示した。時間逆方向の挙動分類については、散乱・爆発とも高エネルギーで存在するが単純な 3 分割は成り立たず、特に正負の時刻無限大で異なるソリトンに漸近する解（エネルギー弱位相でのヘテロクリニック軌道）が無限次元存在することを示した。

**主要論文：**

Kenji Nakanishi; *Energy scattering for nonlinear Klein-Gordon and Schrödinger equations in spatial dimensions* 1 *and* 2., J. Funct. Anal. **169** (1999), no. 1, 201–225.

Kenji Nakanishi; *Scattering theory for the nonlinear Klein-Gordon equation with Sobolev critical power.* Internat. Math. Res. Notices **1999**, no. 1, 31–60.

Kenji Nakanishi; *Modified wave operators for the Hartree equation with data, image and convergence in the same space.* Commun. Pure Appl. Anal. **1** (2002), no. 2, 237–252.

Stephen Gustafson, Kenji Nakanishi and Tai-Peng Tsai; *Asymptotic stability and completeness in the energy space for nonlinear Schrödinger equations with small solitary waves.* Int. Math. Res. Not. **2004**, no. 66, 3559–3584.

Nader Masmoudi and Kenji Nakanishi;*Energy convergence for singular limits of Zakharov type systems.* Invent. Math. **172** (2008), no. 3, 535–583.

**著書:**

Kenji Nakanishi and Wilhelm Schlag, Invariant manifolds and dispersive Hamiltonian evolution equations. Zurich Lectures in Advanced Mathematics. European Mathematical Society (EMS), Zürich, 2011. vi+253 pp. ISBN: 978-3-03719-095-1.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Shuji Machihara, Kenji Nakanishi, and Kotaro Tsugawa; *Well-posedness for nonlinear Dirac equations in one dimension*, Kyoto J. Math. Volume 50, Number 2 (2010), 403-451（査読付き）

Nader Masmoudia and Kenji Nakanishi; *From the Klein-Gordon-Zakharov system to a singular nonlinear Schrödinger system*, Annales de l'Institut Henri Poincare (C) Non Linear Analysis, Volume 27, Issue 4, 1073-1096（査読付き）

Nader Masmoudia and Kenji Nakanishi; *Two asymptotic problems for a singular nonlinear Schrödinger system*, American Journal of Mathematics, Volume 132, Number 5, 1311–1336（査読付き）

Gustafson, Stephen ; Nakanishi, Kenji; Tsai, Tai-Peng; *Asymptotic stability, concentration, and oscillation in harmonic map heat-flow, Landau-Lifshitz, and Schrödinger maps on $R^2$*, Comm. Math. Phys. 300 (2010), no. 1, 205–242（査読付き）

Nakanishi, Kenji;Takaoka, Hideo;Tsutsumi, Yoshio; *Local well-posedness in low regularity of the mKdV equation with periodic boundary condition*, Discrete Contin. Dyn. Syst. 28 (2010), no. 4, 1635–1654（査読付き）

Slim Ibrahim; Nader Masmoudi; Kenji Nakanishi; *Scattering threshold for the focusing nonlinear Klein-Gordon equation*, Analysis of PDE 4 (2011), no. 3, 405–460（査読付き）

K. Nakanishi and W. Schlag; *Global dynamics above the ground state energy for the focusing nonlinear Klein-Gordon equation*, Journal of Differential Equations, Volume 250, Issue 5, 2011, Pages 2299–2333 （査読付き）

L. Aloui; S. Ibrahim; K. Nakanishi; *Exponential Energy Decay for Damped Klein-Gordon Equation with Nonlinearities of Arbitrary Growth*, Communications in Partial Differential Equations, Volume 36, Issue 5, 2011, 797–818（査読付き）

Kenji Nakanishi and Wilhelm Schlag; *Global dynamics above the ground state energy for the cubic NLS equation in 3D*, Calculus of variations and Partial differential equations, Volume 44, Issue 1–2, 2012, 1–45（査読付き）

Kenji Nakanishi; Tuoc Van Phan; Tai-Peng Tsai; *Small solutions of nonlinear Schrödinger equations near first excited states*, J. Funct. Anal., Volume 263, Issue 3, 2012, 703–781（査読付き）

Joachim Krieger, Kenji Nakanishi, Wilhelm Schlag; *Global dynamics away from the ground state for the energy-critical nonlinear wave equation*, accepted in American Journal of Mathematics（査読付き）

Kenji Nakanishi and Wilhelm Schlag; *Global dynamics above the ground state for the nonlinear Klein-Gordon equation without a radial assumption*, Archive for Rational Mechanics and Analysis, Volume 203, Issue 3, 2012, 809–851（査読付き）

Joachim Krieger, Kenji Nakanishi, Wilhelm Schlag; *Global dynamics above the ground state energy for the one-dimensional NLKG equation*, accepted in Mathematische Zeitschrift（査読付き）

Kenji Nakanishi and Wilhelm Schlag; *Invariant manifolds around soliton manifolds for the nonlinear Klein-Gordon equation*, SIAM J. Math. Anal. Volume 44, Issue 2, 2012, 1175–1210（査読付き）

Dan-Andrei Geba; Kenji Nakanishi; Sarada G. Rajeev; *Global well-posedness and scattering for Skyrme wave maps*, Communications on Pure and Applied Analysis, Volume 11, Issue 5, 2012, 1923–1933（査読付き）

Slim Ibrahim; Nader Masmoudi; Kenji Nakanishi; *Threshold solutions in the case of mass-shift for the critical Kline-Gordon equation*, accepted in Transactions of the American Mathematical Society （査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Slim Ibrahim, Nader Masmoudi, Kenji Nakanishi; *Trudinger-Moser inequality on the whole plane with the exact growth condition.* arXiv:1110.1712.

Joachim Krieger, Kenji Nakanishi, Wilhelm Schlag; *Global dynamics of the nonradial energy-critical wave equation above the ground state energy.* arXiv:1112.5663.

Zihua Guo, Kenji Nakanishi; *Small energy scattering for the Zakharov system with radial symmetry.* arXiv:1203. 3959.

Zihua Guo, Kenji Nakanishi, Shuxia Wang; *Global dynamics below the ground state energy for the Zakharov system in the 3D radial case.* arXiv:1206.2457.

Zihua Guo, Kenji Nakanishi, Shuxia Wang; *Small energy scattering for the Klein-Gordon-Zakharov system with radial symmetry.* arXiv:1208.1657.

**講演：**

Global dynamics beyond the ground state energy for nonlinear Klein-Gordon equation, Harmonic analysis and PDE, Seoul National University, August 18–20, 2010 (International conference)

Global dynamics above the ground state energy for nonlinear Klein-Gordon equation, 非線形問題に現れる特異性の解析, 関西セミナーハウス, Kyoto, November 29–December 1, 2010 (International conference)

Global dynamics beyond the ground energy for the focusing nonlinear Klein-Gordon equation, The 19th Workshop on Differential Equations and Its Applications, National Cheng Kung University, January 14–17, 2011 (International conference)

Global dynamics above the unstable ground state for nonlinear dispersive equations, Asymptotic Dynamics Driven by Solitons and Traveling Fronts in Nonlinear PDE, Universidad de Chile, July 11–15, 2011 (International conference)

Global dynamics above the ground state energy for nonlinear dispersive equations, The 4th MSJ-SI Nonlinear dynamics in partial differential equations, Kyushu University, September 12–21, 2011 (International conference)

Trudinger-Moser inequality on the whole plane with the exact growth condition, The 8th East-Asia PDE Conference, Pohang University of Science and Technology, December 19–22, 2011 (International conference)

Global dynamics beyond the ground state energy for nonlinear dispersive equations, Journées EDP 2012, Domaine de Francon (France), June 4–8, 2012 (International conference)

Global dynamics of the 3D Zakharov system, Nonlinear Hamiltonian PDEs, Centro Stefano Franscini, July 1–6, 2012 (International conference)

Global dynamics of the 3D Zakharov system, Nonlinear PDE's @ IMPA, Instituto Naciaonal de Matemática Pura e Aplicada, July 30–August 3, 2012 (International conference)

**国際研究集会開催実績：**

September 9-14, 2012, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery Evolution equations of physics, fluids, and geometry: asymptotics and singularities Organizer

**受賞歴（等）：**

日本数学会賞建部賢弘賞 (1999 年度)
日本数学会賞解析学賞 (2005 年度)
日本数学会賞春季賞 (2007 年度)
日本学術振興会賞 (2012 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B), 平成 21〜平成 24 年度,「非線形波動の分散と共鳴の大域解析」,2,400 千円（総額 3,300 千円）

## 森 重文（Shigefumi MORI）

数理解析研究所 所長/教授
京都大学理学博士（1978 年）

**研究テーマ：**

**双有理幾何、極小モデル理論、端射線と端収縮射**

双有理幾何学は，20 世紀のイタリア学派の研究とエンリケス・小平の曲面双有理分類論を基に，1970 年代に飯高・上野等により小平次元を用いて高次元化が提唱・研究された．

1980 年代に森により端射線の理論，リードにより端末・標準特異点の概念が導入され，極小モデル理論の研究が始まった．さらに，ショクロフ・川又・コラール・宮岡等の貢献により大きく発展し，1988 年に森により 3 次元の場合に極小モデル理論は完成した．その後，ショクロフが 4 次元の場合を完成し，2006 年にはビルカー・ヘイコン・マッカーナン・カッシーニにより任意次元で極小モデル理論の実用版は完成した．これにより，極小モデル理論は高次元双有理幾何学を研究する中心的な手法として確立し，さらにモジュライ理論を始め様々な分野で応用されるようになった．

極小モデル理論自身の完成・発展は現在もさらに試みられているが，詳細な分類となると，極小モデル理論における基本的な対象である端射線の端収縮射の分類が必要となり 3 次元でも多くの問題が未解決である．

**研究内容：**

森は，1979 年に射影空間の特徴付についてのハーツホーン予想を解決した．その過程で得た有理曲線存在定理を応用し，双有理幾何学の高次元化の鍵となる端射線の理論を 1982 年に創始した．これは，極小モデルに到達する重要な指標であり，リードの端末・標準特異点と共に，極小モデル理論の中心的概念となった．

1988 年に 3 次元フリップの存在定理を証明し，3 次元極小モデル理論を完成した．その証明の手法を用いて，1992 年にコラールと共に解析的な 3 次元フリップ収縮射を分類した．

このフリップ収縮射の研究手法を発展させ，2008 年に 3 次元端収縮射の一つである $\mathbb{Q}$ コニック束の底空間についてのイスコフスキー予想をプロホロフと共に解決し，現在はさらに、ファイバー次元 $= 1$ である 3 次元端収縮射の分類を目指して共同研究を継続している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

森はプロホロフと共同で、3 次元端収縮射のうちファイバー次元 $= 1$ で未分類のものの分類を開始した。森によるフリップの研究手法を応用できることに気がついたのが端緒である。

その結果、局所分類で (IA) 型と呼ばれるもののうち、特異ファイバーが既約なものの分類が完成した。この場合には、特異ファイバーを含む、自明線形束の一般元の構造を決定する形で分類がなされた (出版済み)．また、局所分類で (IC) 型あるいは (IIB) 型と呼ばれるもののうち、特異ファイバーが既約なものの分類が完成した。この場合には、特異ファイバーを含む、自明線形束の一般元の構造を決定する形で分類がなされた (投稿済み)．さらに、局所分類で (IIA) 型と呼ばれるもののうちで、特異ファイバーが既約なものを一部分類し、完成を目指している。ちなみに、非ゴーレンシュタイン点が 1 点のみで特異ファイバーが既約な場合だと、(IIA) 型が最後に残っている場合である。

**主要論文：**

Shigefumi Mori; *Projective manifolds with ample tangent bundles*, Ann. Math. (2), 110(3), 593-606, 1979 (refereed).

Shigefumi Mori; *Threefolds whose canonical bundles are not numerically effective*, Ann. Math. (2), 116(1), 133-176, 1982 (refereed).

Shigefumi Mori; *Flip theorem and the existence of minimal models for 3-folds*, J. Amer. Math. Soc., 1(1), 117-253, 1988 (refereed).

János Kollár and Shigefumi Mori; *Classification of three dimensional flips*, J. Amer. Math. Soc., 5(3), 533-703, 1992 (refereed); Erratum, 20(1), 269-271, 2007 (refereed).

Shigefumi Mori and Yuri Prokhorov; *On Q-conic bundles*, Publ. of RIMS, 44(2), 315-369, 2008 (refereed).

**著書：**

János Kollár, 森重文; 双有理幾何学, 岩波書店, 2008 年.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Shigefumi Mori and Yuri Prokhorov; *Threefold extremal contractions of type (IA)*, Kyoto J. Math., 51(2), 393-438, 2011 (refereed).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Shigefumi Mori and Y. Prokhorov; *Threefold Extremal Contractions of Types (IC) and (IIB)*, Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society (submitted).

**講演：**

Three dimensional Q-conic bundles and related topics (joint work with Y. Prokhorov), Princeton University, May 21-22, 2010 (mini-workshop).

Three dimensional Q-conic bundles and related topics (joint work with Y. Prokhorov), Pohang University of Science and Technology (POSTECH), Korea, August 5-8, 2010 (international workshop "Workshop on Moduli and Birational Geometry", invited talk)

Three dimensional Q-conic bundles and related topics (joint work with Y. Prokhorov), University of Michigan, October 19, 2010

Three dimensional Q-conic bundles and related topics (joint work with Y. Prokhorov), ICMS (Edinburgh, UK), December 6-10, 2010 (International conference, invited talk).

**国際研究集会開催実績：**

December 1–5, 2008, RIMS, Kyoto University, *On the Resolution of Singularities*, 組織委員、GCOE から経費の援助を受けた。

September 18–23, 2011, Las Casas del Tratado, Spain, *Resolution of Singularities and Related Topics*, 科学委員会委員

June 3–30, 2012, Obergurgl, Tyrolean Alps, Austria, *Clay Mathematics Institute Summer School 2012, The Resolution of Singular Algebraic Varieties*, 組織委員

July 2–7, 2012, University of Durham, UK, *Durham Symposium on interactions of birational geometry with other fields*, 科学アドバイザー

**受賞歴（等）：**

日本数学会弥永賞 (1983 年)
中日文化賞 (1983 年)
日本数学会秋季賞 (共同受賞 1988 年)
井上学術賞 (1989 年)
アメリカ数学会コール賞 (1990 年)
日本学士院賞 (共同受賞 1990 年)
フィールズ賞 (1990 年)
文化功労者 (1990 年)
アメリカ芸術科学アカデミー外国人名誉会員 (1992 年)
日本学士院会員 (1998 年)
トリノ大学名誉博士号 (2002 年)
藤原賞 (2004 年)
名古屋大学特別教授 (2010 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B), 平成 20 年度〜平成 24 年度,「高次元双有理幾何の分類に関する諸問題」,5,600 千円（総額 10,300 千円)

## 向井 茂 (Shigeru MUKAI)

数理解析研究所 教授
京都大学理学博士（1981 年）

**研究テーマ：**

**代数曲面論、K3 曲面と Enriques 曲面、高次偏極 K3 曲面の幾何**

代数曲面は前世紀初頭にイタリア学派等によって分類されたが、その分類の白眉として K3 曲面の発見がある。Torelli 型定理のおかげで 2 次形式論と幾何が結びつき、K3 曲面に関しては多くの著しい結果が得られている。これに対して、Enriques 曲面は K3 曲面を固定点のない対合で割って得られるという簡明な関係で結ばれているにも拘らず目立った結果が少ない。双有理自己同型等の観点からは有理曲面が難しいと思われるが、Enriques 曲面は K3 曲面と有理曲面の間にあって両者の橋渡しをしてくれる対象のように思われる。K3 曲面だけでなく Enriques 曲面も合わせて研究することによって新しい研究の活路を開いて行きたい。

**研究内容：**

上野 (1976 年)，堀川（1978 年），Barth-Peters(1983 年)，向井・浪川（1984 年）等の諸研究を引継ぎ、Enriques 曲面の自己同型でもってその有理係数コホモロジー群に自明に作用するものを研究してきた。それを発展させて Enriques 曲面の対合でそのコホモロジー群に鏡映で作用するものも同様の分類ができることがわかった。これらの研究の過程において，Enriques 曲面のルート不変量の重要さが浮かび上がって来た。これは Nikulin が有限自己同型 Enriques 曲面を調べるのに用いたものであるが，捩れコホモロジーを用いてより厳密に定式化することによって，Enriques 曲面の自己同型に関する別の問題に応用していきたい。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

有限 Mathieu 型作用の分類に関する大橋久範氏との共同研究には幾つかの極大群が現れる．これらの作用する Enriques 曲面の定義式を具体的に書くことを試みた．その一つである 6 次交代群の場合は，5 次元射影空間内にそれが semi-symplectic に作用する次数 10 の Enriques 曲面が存在する．この Enriques 曲面は 10 個の 3 次式で定義されるが，それらの非零線形結合でもって群作用で不変なものを求めることができた．これの定める cubic 4-fold やそれに付随する symplectic 4-fold が問題の Enriques を理解する鍵を秘めていると予想される．大橋氏との別の共著論文では，Hutchinson-Gopel 型の Enriques 曲面を自己同型で特徴付けた．偏極 Enriques 曲面のモジュライとそのコンパクト化は次数 2 の場合に Hans Sterk によって詳しく調べられたが，その後研究が止まっている．研究の別方向への発展の糸口として，次数 4, 6 の偏極 Enriques 曲面のモジュライを調べた．

**主要論文：**

Shigeru Mukai; *Finite groups of automorphisms of K3 surfaces and the Mathieu group*, Invent. Math. 94,183-221, 1988

Shigeru Mukai; *On the moduli space of bundles on K3 surfaces I*, Vector bundles on Algebraic Varieties, 341-413, Oxford Univ. Press, 1987

Shigeru Mukai; *K3 surfaces and Fano 3-folds of genus* $\leqq$ *10*, Algebraic Geometry and Commutative algebra in Honor of Masayoshi Nagata, 357-377, Kinokuniya, Tokyo, 1987

Shigeru Mukai; *Duality between D(X) and D($\hat{X}$) with its application to Picard sheaves*, Nagoya Math. J., 81, 153-175, 1981

Shigeru Mukai; *Curves and symmetric spaces I*, Amer. J. Math., 117, 1627-1644, 1995

**著書：**

向井茂; モジュライ理論 I, II, 岩波書店，2008 年

Shigeru Mukai; ed., Higher dimensional algebraic varieties and vector bundles, RIMS Kokyuroku Bessatsu B9, Res. Inst. Math. Sci., Kyoto Univ., 2008

Shigeru Mukai and Noboru Nakayama; eds., Higher dimensional algebraic Geometry, RIMS Kokyuroku Bessatsu B24, Res. Inst. Math. Sci., Kyoto Univ., 2011

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Shigeru Mukai; *Lecture notes on K3 and Enriques surfaces*,“Contribution to Akgebraic Geometry”, ed. P. Pragacz, European Math. Soc.2012, pp.389-405. 査読無.

Shigeru Mukai and Hisanori Ohashi; *Enriques surfaces of Hutchinson-Gopel type and Mathieu automorphisms*, to appear in “Arithmetic and Geometry of K3 surfaces and Calabi-Yau Threefoolds”, eds. Mschutt, R. Laza and N. Yui, Fields Inst. for Research in Math. Sciences. 査読有.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Shigeru Mukai; *Counterexample of Kodaira's vanishing and Yau's inequality inpositive characteristics*, RIMS-preprint #1736, 投稿中.

Shigeru Mukai: *K3 surfaces of genus sixteen*, RIMS-preprint #1743, 投稿中.

**講演：**

Enriques surfaces with small/large automorphisms, "Classical Algebraic Geometry", Math. Forschungs Institut Oberwolfach, Germany, June 21, 2012 (International conference)

Enriques surfaces and root systems, "Moduli and birational geometry", Busan, Korea, July 10, 2012 (International conference)

Enriques surfaces and Abelian surfaces, " Algebraic and complex geometry ", Univ. Hannover, Germany, September 10, 2012 (International conference)

**国際研究集会開催実績：**

Kyoto University, Minimal models and extremal rays, June 20-24, 2011

**受賞歴（等）：**

日本数学会秋季賞 (1995 年度)
中日文化賞 (2000 年度)
大阪科学賞 (2003 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B), 平成 22 年度〜平成 24 年度,「ファノ多様体とエンリケス曲面のモジュライ論的研究」, 4,700 千円（総額 4,700 千円）

## 岡本 久 (Hisashi OKAMOTO)

数理解析研究所 教授
東京大学理学博士 (1985 年)

**研究テーマ：**

**数理流体力学，ナヴィエ=ストークス方程式**

数理流体力学は、流体力学に現れる諸問題、特に非線形偏微分方程式の研究を目標とするものである。ナヴィエ=ストークス方程式やオイラー方程式といった非線形偏微分方程式の解の存在・非存在といった抽象的な問題から解の安定性といった力学系の問題、あるいは解の数値解法といった問題までを総合的に考察する。実際、こうした問題は皆密接に関連している。

**研究内容：**

ナヴィエ=ストークス方程式やオイラー方程式に解の爆発が起きるかどうかはきわめて重要な問題であるが、解決の困難な問題である。クレイ研究所の 100 万ドルの懸賞金問題のひとつでもあり、多くの研究者が競いっている分野でもある。一筋縄ではいかないので、ナヴィエーストークス方程式と似たような構造を持つ方程式をモデルとして考察し、それから得られた知見をもとに類推で流体の運動についても何らかの知識を得ようというのは自然な発想である。こうした発想で、古くは Burgers 方程式が、また、1985 年には Constantin-Lax-Majda 方程式（以下では CLM 方程式と略記する）が提唱されている。その後、De Gregorio が 1991 年に CLM 方程式の変形（拡張）を提唱した。私は一般化された Proudman-Johnson 方程式をモデルとして提唱し、いくつかの結果を得た。また、バーガース渦のモデル方程式でも新しい結果を得た。水面波の研究、特に解の分岐や特異性についても数値解析的な研究を行っている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

ナヴィエーストークス方程式の非有界な解で、有限時間で爆発するものを発見した。さらに、そこに潜むパラメータを、爆発するものとしないものに分類した。Constantin-Lax-Majda 方程式と Proudman-Johnson 方程式を含む、統一的な爆発のモデルを発見した。また、こうしたモデル方程式を統一的に扱う研究も進めている。

**主要論文：**

H. Okamoto & M. Shoji; *The resonance of modes in the problem of capillary gravity waves*, Physica D, vol. 95 (1996) , 336–350.

H. Okamoto; *A study of bifurcation of Kolmogorov flows with an emphasis on the singular limit*, Proc. Int. Congress Math., vol. III, (1998), 523-532.

K. Kobayashi, H. Okamoto, and J. Zhu; *Numerical computation of water and solitary waves by the double exponential transform*, J. Comp. Appl. Math., vol. 152 (2003), 229–241.

Hisashi Okamoto; *Well-posedness of the generalized Proudman-Johnson equation without viscosity*, J. Math. Fluid Mech. vol. 11 (2009), 46–59.

H. Okamoto & M. Shoji; *Trajectories of fluid particles in a periodic water wave*, Phil. Trans. R. Soc. A 370, (2012), 1661–1676

**著書：**

藤井 宏, 岡本 久; 非線型力学, 岩波書店, 1995 年

岡本 久, 中村 周; 関数解析, 岩波講座「現代数学の基礎」, 岩波書店, 1997 年

H. Okamoto & M. Shoji; The Mathematical Theory of Bifurcation of Permanent Progressive Water-Waves, World Scientific, 2001 年

ナヴィエ=ストークス方程式の数理, 東京大学出版会, 2009 年

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

H. Okamoto; *A nonlinear boundary-value problem with an integral constraint*, RIMS Kokyuroku Bessatsu, accepted. [査読有り]

H. Okamoto; *Blow-up problems in the strained vorticity dynamics and critical exponents*, arXiv:1002.1660. accepted by J. Math. Soc. Japan. [査読有り]

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

S.-C. Kim and H. Okamoto; *The generalized Proudman-Johnson equation at large Reynolds numbers II*, in preparation

**講演：**

The generalized Proudman-Johnson equation at large Reynolds numbers, The 6th East Asia SIAM Conference, University of Kualarumpur, Malaysia 22/06/2010. 国際会議, 一般講演

Steady-States of the Navier-Stokes equations which may be related to 2D turbulence, Mathematics in Science and Technology, ニューデリー,15/08/2010. 国際会議, 招待講演

On the Stokes drift, 第 3 回日中韓数値数学国際会議, 大韓民国江陵市 19/08/2010. 国際会議, 一般講演

The vorticity dynamics of incompressible fluid in linear strain: blow-up and a critical exponent, 4th Euro-Japanese Workshop on Blow-up, Leiden, オランダ王国 06/09/2010. 国際会議, 招待講演

The vorticity dynamics of incompressible fluid in linear strain: blow-up and a critical exponent, 大韓民国仁荷大学数学教室談話会 15/09/2010. Inha University, Korea

Research Institute for Mathematical Sciences, 大韓民国国立数理科学研究所 5 周年記念講演会, 16/09/2010 国際会議, 基調講演：Kyoto University: Its past, present and future.

Stokes drift について, 京都大学数理解析研究所研究集会「非線形波動現象の多様性と普遍性」, 2010 年 10 月 13–15 日

Navier-Stokes, Kolmogorov, 京都大学数理解析研究所研究集会「Far-From-Equilibrium Dynamics」, 2011 年 1 月 4–8 日. 国際会議, 招待講演

Blow-up problems in the strained vorticity dynamics and critical exponents, 2011 Spring Western Section Meeting University of Nevada, Las Vegas, NV 米国. April 30 - May 1, 2011. 国際会議, 招待講演

Recent Developments in Nonlinear Partial Differential Equations: Part II, 16/05/2011. 香港中文大学, 香港, 国際会議, 招待講演：Blow-up solutions of the Navier-Stokes equations with infinite energy.

ストークス漂流について, 慶応大学非線形解析セミナー, 慶応大学理工学部,03/06/2011

A curious bifurcation diagram arising in a scalar reaction-diffusion equation with an integral constraint, The 7th East Asia SIAM Conference, 早稲田大学北九州キャンパス, 28/06/2011. 一般講演

Vortices of large scale appearing in the 2D stationary Navier-Stokes equations at large Reynolds numbers, 早稲田大学流体数学セミナー,11/07/2011. 早稲田大学理工学部

A Survey on Blow-up Problems around the Navier-Stokes Equation , International Congress of Industrial and Applied Mathematics Vancouver Canada. Mini-workshop 18–22/07/2011.

The mathematicians grapple with the Navier-Stokes equations, 明治大学先端数理科学研究科開設記念シンポジウム記念講演会「現象数理学の将来への展望」, 5/10/2011. 明治大学駿河台キャンパス

Vortices of large scale appearing in the 2D stationary Navier-Stokes equations at large Reynolds numbers, The Third Oklahoma PDE Workshop, Oklahoma State University, 12–13/11/2011. 招待講演, 国際会議

Finite Difference Methods for Blow-up Problems , SIAM Conference on Analysis of Partial Differential Equations, 14–17/11/2011.San Diego, 米国

Trajectories of fluid particles in a periodic water-wave, The 8th East-Asia PdE Conference,19–22/12/2011, Pohang, Korea. 国際会議

A Pattern Formation in2D Navier-Stokes Equations at very high Reynolds numbers , 8th Conference of East Asia SIAM2, 25/06/2012. 国際会議, 一般講演

2 次元非圧縮流におけるある種の普遍法則, 非線形現象の数理と数値解析 2012. 26/05/2012. 国内会議, 招待講演

Pattern formation of the Kolmogorv flows at high Reynolds numbers, Nonlinear Partial Differential Equations, Dynamical Systems and Their Applications. 03/09/2012, 国際会議, 招待講演

One-dimensional model equations for fluid motion , UK-Japan Winter School, Nonlinear Analysis, King's College London, 7-11 January 2013. 国際シンポジウム（冬の学校）, 招待講演

**国際研究集会開催実績：**

The 7th East Asia SIAM Conference & RIMS Workshop on Methods in Industrial and Applied Mathematics, 27–29/06/2011

Minisymposium “Analysis of the Fluid Mechanical Equations from the Singularity Viewpoint” in International Congress of Industrial and Applied Mathematics, 22/07/2011

Minisymposium “Numerical Analysis for Nonlinear Evolution Equations” in SIAM Conference on Analysis of Partial Differential Equations (PD11). 14/11/2011.

第 3 回 GCOE 若手数学者交流会 (2012 年 2 月 20 日–21 日)

UK-Japan Winter School, Nonlinear Analysis, King’s College London, 7-11 January 2013

**受賞歴（等）：**

日本応用数理学会論文賞 (1998 年度)

井上学術賞 (2001 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (A), 平成 20 年度〜平成 23 年度, 「ナヴィエ・ストークス方程式および関連する力学系の応用解析」, 9,700 千円（総額 21,700 千円）

基盤研究 (A), 平成 24 年度〜平成 28 年度, 「非圧縮流体の運動方程式に対する応用解析」, 4,500 千円（総額 21,000 千円）

## 中島 啓（Hiraku NAKAJIMA）

数理解析研究所 教授
東京大学理学博士（1991 年）

**研究テーマ：**

**幾何学的表現論, モジュライ空間**

表現論とは、代数的な対象（群や環など）をその ‘表現’ を通じて研究する学問である。ここで ‘表現’ とは、おおざっぱにいってしまえば、行列によって代数的な対象を記述することである。幾何学的表現論は、幾何学的な手法を用いて、リー群等に起源をもつ代数的な対象の表現を研究する分野であり、多様体のホモロジー群や同変 $K$ 群を用いて代数を構成したり、D 加群、偏屈層などを用いて代数の表現を調べたりするのが、その特徴である。

その中でも、以下に紹介するようなモジュライ空間として定められる箙多様体を用いて、量子展開環の表現論を研究することを中心のテーマとしている。

**研究内容：**

1989 年に Kronheimer との共同研究で行った単純特異点 $\mathbf{C}^2/\Gamma$ の極小特異点解消 $M$ 上の反自己双対接続 (インスタントン) の枠つきモジュライ空間の研究に動機付けられて、箙多様体と呼ばれる代数多様体のクラスを 1994 年に導入した。ADE 型のディンキン図式に付随した箙多様体に対して、ある群の作用に関して同変な連接層のグロタンディエク群 (同変 K 群) を考えた。そこに Drinfeld と神保によって定義された量子アファイン展開環の有限次元表現が実現されることを 1999 年に証明した。これをスタンダード加群と呼ぶ。スタンダード加群の中の単純な加群の重複度公式が、箙多様体の交叉ホモロジーの次元で与えられる。(いわゆる Kazhdan-Lusztig 予想の類似) さらに、交叉ホモロジーの次元を計算する組み合わせ論的なアルゴリズムを 2000 年に発見した。これは純代数的な手法では得られていない結果である。

また, 一方で 2003 年から吉岡康太氏との共同研究で, インスタントンの数え上げの問題を研究した. これは, 二次元複素平面 $\mathbf{C}^2$ 上の枠付き連接層のモジュライ空間の同変ホモロジー群の交叉理論の問題であり, Nekrasov により提唱されたものである。特に, そこに現れる分配関数の主要項が Seiberg-Witten のプレポテンシャルに等しいという, Nekrasov の予想を証明した。その後, 分配関数と Donaldson 不変量との関連について Göttsche を含めた共同研究で調べ、2006 年に特に Donaldson 不変量の壁越え公式との関連を明らかにした. また、2009 年には、Donaldson 不変量と Seiberg-Witten 不変量のあいだを結びつける Witten 予想を、代数曲面の場合に証明した。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

上に述べた箙多様体の理論の応用として、量子アファイン展開環の有限次元表現の圏のグロタンディエク環と、クラスター代数の関係に関する Hernandez-Leclerc の予想を肯定的に解決し、その応用としてクラスター代数に関する正値性予想を、bipartite のときに解決した。(この手法は、F.Qin-木村によって、より一般の acyclic なクラスター代数の場合に拡張された。)

箙多様体の変種である、手鋸箙多様体のホモロジー群に shifted Yangian 代数の表現が構成される、という Braverman らの研究を用いて、shifted Yangian 代数の既約表現の次元を、手鋸箙多様体のトーラス固定点の交叉ホモロジー群を用いて表す公式を証明した。さらに、そのトーラス固定点を、以前に研究していた次数付き箙多様体と同一視することによって、交叉ホモロジー群を計算し、Kazhdan-Lusztig 多項式と結びつけた。

Nicolas Guay 氏との共同研究で、アファイン型の Yangian 代数 $Y$ が、余積 $\Delta\colon Y \to Y\hat{\otimes}Y$ を持つことを証明した。ここで、$Y\hat{\otimes}Y$ は、テンソル積 $Y \otimes Y$ の適当な完備化である。有限型の Yangian 代数は、(完備化を取らない通常の意味で) 余積を持つことが知られており、その拡張といえるが、定義はだいぶ異なる。(論文は現在執筆中。)

また、このテンソル積構造に対応する箙多様体の幾何学的構造を研究した。

**主要論文：**

Hiraku Nakajima; *Heisenberg Algebra and Hilbert Schemes of Points on Projective Surfaces*, Ann. of Math.,145(2),379–388,1997.

Hiraku Nakajima; *Quiver varieties and finite dimensional representations of quantum affine algebras*, J. Amer. Math. Soc.,14(1),145–238,2001.

Hiraku Nakajima; *Quiver varieties and t–analogs of q–characters of quantum affine algebras*, Ann. of Math.,160(3),1057–1097,2004.

Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Instanton counting on blowup. I. 4-dimensional pure gauge theory*, Invent. Math.,162(2),313-355,2005.

Lothar Göttsche, Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Instanton counting and Donaldson invariants* , J. of Differential Geometry, **80** (2008), 343–390.

**著書：**

中島啓; 非線形問題と複素幾何学, 岩波書店, 1999 年

Hiraku Nakajima; Lectures on Hilbert schemes of points on surfaces, AMS Univ. Lecture Series, 1999.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Hiraku Nakajima; *$t$–analogs of $q$–characters of quantum affine algebras of type $E_6$, $E_7$, $E_8$*, in "Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups", Progress in Mathematics, Vol. **284**, 2011, 257–272. （査読付き）

Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Perverse coherent sheaves on blow-up. I, a quiver description*, in Adv. Stu. in Pure Math. **61** (2011), 349–386.（査読付き）

Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Perverse coherent sheaves on blow-up. II, wall-crossing and Betti numbers formula*, J. Algebraic Geom. **20** (2011), no. 1, 47–100.（査読付き）

Kentaro Nagao and Hiraku Nakajima; *Counting invariant of perverse coherent sheaves and its wall-crossing*, IMRN, 2011, no. 17, 3885–3938.（査読付き）

Hiraku Nakajima; *Quiver varieties and cluster algebras*, Kyoto J. Math. **51**, No. 1 (2011), 71–126.（査読付き）

Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Perverse coherent sheaves on blow-up. III. Blow-up formula from wall-crossing*, Kyoto J. Math. **51**, No. 2 (2011), 263–335.（査読付き）

Lothar Göttsche, Hiraku Nakajima and Kota Yoshioka; *Donaldson = Seiberg-Witten from Mochizuki's formula and instanton counting*, Publ. of RIMS, **47** (2011), No.1, 307–359.（査読付き）

Hiraku Nakajima; *Handsaw quiver varieties and finite W-algebras*, Moscow Math. Journal, 12(2012), No.3, 633–666.（査読付き）

Hiraku Nakajima; *Quiver varieties and tensor products, II*, in Symmetries, Integrable Systems and Representations, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol.40, 2013, 403–428.（査読付き）

**講演：**

Quiver varieties and crystal bases of quantum affine algebras, NSF-CBMS Conferences, North Carolilna State University, May 25-29, 2010 (国際研究集会, 基調講演)

Quiver varieties and cluster algebras, Edinburgh, June 18, 2010

Quiver varieties and cluster algebras, Leeds, June 22, 2010

Quiver varieties and double affine Grassmann, Cambridge, June 28, 2010

Instanton counting and Donaldson invariants, London Math. Soc. Hardy Lecture, July 2, 2010 (上の三講演は、Hardy Lecture に伴うもの) (国際研究集会, 基調講演)

Donaldson = Seiberg-Witten from Mochizuki's formula and instanton counting, The 5th Pacific Rim Complex and Symplectic Geometry Conference 2010, Nagoya, July 26, 2010 (国際研究集会, 基調講演)

Cluster algebras and quantum affine algebras , Representation Theory of Algebraic Groups and quantum groups, Nagoya, Aug. 3, 2010 (国際研究集会, 基調講演)

Quiver varieties and cluster algebras, I, II, III, Derived categories of Algebro-Geometric origin and integrable systems, the 15th Midrasha Mathmaticae, Jerusalem, Dec. 19 - 24, 2010 (国際研究集会, 基調講演)

Donaldson = Seiberg-Witten from Mochizuki's formula and instanton counting, Kaleidoscopic View of Modern Mathematics, Rencontre autour des Publications Mathmatiques de l'IHS, Jan. 10, 2011 (国際研究集会, 基調講演)

Quantum unipotent subgroup and dual canonical basis (after Y. Kimura), The interaction of representation theory with geometry and combinatorics, Hausdorff Institute in Bonn, Feb. 14, 2011

インスタントンの数え上げとドナルドソン不変量, 臨時講演会 (日本数学会年会の中止に伴う), 京都大学数理解析研究所, 2011 年 3 月 22 日

Quiver varieties and tensor products, Derived categories, The Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences in Cambridge, April 11, 2011 (国際研究集会, 基調講演)

Cluster algebras and canonical base, Cluster algebras, representation theory, and Poisson geometry, Banff, Sep. 6, 2011 (国際研究集会, 基調講演)

Algebras, Quivers, and Representations, 2011 Abel Symposium, Sognefjord, Norway, May 21, 2011 (国際研究集会, 基調講演)

Coproduct on Yangian, SYMMETRIES, INTEGRABLE SYSTEMS AND REPRESENTATIONS, Lyon, France, Dec. 16, 2011 (国際研究集会, 基調講演)

Instanton counting and Donaldson invariants, Groupement de Recherche Géométrie Algébrique et Géométrie Complexe, CIRM, Luminy, Mar. 12 – 14, 2012 (国際研究集会, 基調講演)

AGT conjecture and convolution algebras, Progress in Quantum Field Theory and String Theory Osaka City University, Osaka, Apr. 4, 2012 (国際研究集会, 基調講演)

AGT conjecture and perverse sheaves on instanton moduli, Knot homologies and BPS states, St. John, Virgin Islands, Apr. 27, 2012 (国際研究集会, 基調講演)

Coproduct on Yangian, Perspectives in Representation Theory, a conference celebrating the 60th birthday of Igor Frenkel, Yale, May 13, 2012 (国際研究集会, 基調講演)

Monoidal categorification, revisited, ICRA 2012, Bielefeld, Aug. 14, 2012 (国際研究集会, 基調講演)

**国際研究集会開催実績：**

Nov. 23, 2010, 京都大学数理解析研究所, 高木レクチャー, organizing committee

Nov. 24 - 26, 2010, 京都大学数理解析研究所, Workshop on Quantum Geometry, organizing committee

June 4, 2011, 京都大学数理解析研究所, 高木レクチャー, organizing committee

May 26, 2012, 京都大学数理解析研究所, 高木レクチャー, organizing committee

Nov. 17 - 18, 2012 東大数理, 高木レクチャー, organizing committee

**受賞歴（等）：**

日本数学会幾何学賞 (1997 年度)

日本数学会賞春季賞 (2000 年度)

アメリカ数学会コール賞 (2003 年)

日本学術振興会賞 (2006 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B), 平成 19 年度〜平成 22 年度, 箙多様体の幾何学と表現論, 1,600 千円 (総額 6,300 千円)

基盤研究 (B), 平成 23 年度〜平成 27 年度, インスタントンのモジュライ空間の幾何と表現論, 3,400 千円 (総額 7,600 千円)

## 大槻 知忠（Tomotada OHTSUKI）

数理解析研究所 教授
東京大学博士（数理科学）（1993 年）

**研究テーマ：**

**位相幾何学，量子トポロジー**

3 次元の位相幾何学において、1980 年代以来、Chern-Simons 理論にもとづいて膨大な数の不変量（量子不変量）が発見され、不変量の研究、すなわち、結び目の集合と 3 次元多様体の集合の研究という新しい研究領域（量子トポロジー）がもたらされた。この 20 年間のこの分野の研究の主な動機は Chern-Simons 場の理論の相関関数をトポロジーの立場から理解することにあったが、この分野に関してこの 20 年間になされたさまざまな研究によりその作業はほぼ完了し、今後のこの分野の研究は、そのようにして得られた膨大な数の不変量を研究の基礎として、さまざまな新しい研究の方向性を創出するべき段階にある。

**研究内容：**

3 次元多様体の量子不変量、摂動的不変量、LMO 不変量 や結び目の量子不変量、Kontsevich 不変量、体積予想について、それらと関連する話題にも留意して、研究をすすめている。Kontsevich 不変量と LMO 不変量はそれぞれ結び目と整ホモロジー球面を分類するであろうと期待されている非常に強力な不変量であり、とくに、結び目と 3 次元多様体の分類問題と関連して、Kontsevich 不変量と LMO 不変量について、研究している。また、体積予想は、結び目の Kashaev 不変量の漸近挙動にその結び目の補空間の双曲体積が現れることを主張する予想であり、量子トポロジーと双曲幾何という 2 つの研究領域を関連づける重要な予想であるが、体積予想やこれの精密化について研究している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

有理ホモロジー球面の LMO 不変量から weight system により摂動的不変量が導出されること（LMO 不変量の普遍性）について、筆者は以前の研究で Lie 環が $\mathrm{sl}_2$ のときにこの普遍性を示した。これを発展させ、筆者は栗屋隆仁氏と Thang Le 氏との共同研究で一般の Lie 環に対するこの普遍性を証明した。

体積予想の精密化について、具体的に与えられた結び目の Kashaev 不変量の漸近展開を精密に展開すると、その主要項には双曲体積が現れることが観察されるが、さらにその次の項には twisted Reidemeister torsion が現れ、さらにそれに続く項には未知のべき級数不変量が現れることを、いくつかの結び目について示した。（部分的に横田佳之氏との共同研究。）（関連する 4 つの論文を執筆中であり、1 つ目の論文は投稿中で、のこりの 3 つの論文は準備中。）

**主要論文：**

Tomotada Ohtsuki; *Finite type invariants of integral homology 3-spheres*; J. Knot Theory and Its Rami.,5,101–115,1996（査読付き）

Tomotada Ohtsuki; *A polynomial invariant of rational homology 3-spheres*; Invent. Math.,123,241–257,1996（査読付き）

Thang Le, Jun Murakami, Tomotada Ohtsuki; *On a universal perturbative invariant of 3-manifolds*; Topology,37,539–574,1998（査読付き）

Tomotada Ohtsuki; *The perturbative $SO(3)$ invariant of rational homology 3-spheres recovers from the universal perturbative invariant*; Topology,39,1103–1135,2000（査読付き）

Tomotada Ohtsuki; *On the 2-loop polynomial of knots*; Geometry and Topology,11,1357–1475,2007（査読付き）

**著書：**

Tomotada Ohtsuki, Combinatorial quantum method in 3-dimensional topology , MSJ Memoirs 3, Math. Soc. Japan, 1999

大槻知忠編、大槻知忠、大山淑之、高田敏恵、出口哲生、村上順、村上斉、和久井道久 著、量子不変量–3 次元トポロジーと数理物理の遭遇、日本評論社、1999 年

Tomotada Ohtsuki, Quantum invariants, — A study of knots, 3-manifolds, and their sets, Series on Knots and Everything, 29. World Scientific Publishing Co., Inc., 2002

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takahito Kuriya, Thang T. Q. Le, Tomotada Ohtsuki; The perturbative invariants of rational homology 3-spheres can be recovered from the LMO invariant, J. Topology,5,458–484,2012（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Tomotada Ohtsuki; On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of the $5_2$ knot

Tomotada Ohtsuki, Yoshiyuki Yokota; On the asymptotic expansions of the Kashaev invariant of the knots with 6 crossings

**講演：**

On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of knots, The 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians, Kyoto University, February 20, 2012 （国際研究集会、招待講演）

**受賞歴（等）：**

日本数学会 幾何学賞 (1989 年)
手島工業教育資金団 藤野研究賞 (2001 年)
日本数学会賞春季賞 (2003 年)
日本学術振興会賞 (2008 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (C)，平成 21 年度〜平成 23 年度,「結び目と 3 次元多様体の同変不変量」，1,800 千円（総額 2,800 千円）
基盤研究 (B)，平成 24 年度〜平成 27 年度,「結び目と 3 次元多様体のトポロジー」，1,900 千円（総額 7,900 千円）

## 熊谷 隆（Takashi KUMAGAI）

数理解析研究所 教授
京都大学博士（理学）（1994 年）

**研究テーマ：**

**複雑な系の上の確率過程論と実解析学**

複雑な系の上の物理現象の解明を目指す研究は、高分子やネットワーク、あるいはかびや結晶の成長といったモデルを念頭にした、数理物理学者による研究に端を発する。80 年代後半以降、複雑な系の典型であるフラクタル図形の上での確率過程論・解析学の研究が精力的に行われ、フラクタル上の熱伝導や波動伝播等が数学的に厳密な形で解析されてきた。これらの研究は、ユークリッド空間のような並進対称性を持たない空間における様々な解析の手法を提供しているが、近年の研究で、これらの手法が “理想的な”形状のフラクタルに限らず、何らかの意味で自己相似性に近い構造を持つ図形上でも有効であることが分かってきた。我々の研究テーマは、このような手法を深化・発展させることにより、滑らかでない領域や統計的自己相似性を持つ確率モデルも含む、より一般の「複雑な系」の上で、確率過程論や実解析学を統合的かつ有機的に展開することである。このテーマは、確率論をはじめ調和解析学、関数空間論、大域解析学、解析幾何学など幅広い研究分野と密接に関わっている。

**研究内容：**

複雑な系の上での確率過程の長時間挙動を知るには、熱伝導に関する様々な評価の安定性を保証する理論が有用である。我々は、劣拡散的な熱伝導の性質や熱核の劣ガウス型の評価といったフラクタル特有の性質が、対応する作用素の摂動や rough isometry に関して安定であることを全く一般の空間の上で示した。これにより、幾何学的に見て大域的にフラクタルと見なせる空間において、その大域的な解析の諸性質もフラクタルと同じであることが、ある範疇で数学的に証明されたことになる。近年我々は、安定性理論の研究を通じて確立した手法を発展させ、パーコレーションモデルを典型例とする確率モデルの、臨界点における熱伝導の解析を行い、ランダム媒質上の解析学への展開を進めている。この他、複雑な系の上の飛躍型確率過程についても、広い範疇のクラスで熱核の精密な評価を行い、熱方程式の基本解のアプリオリ評価などを得ている。これらの結果は、ユークリッド空間の場合に限っても新しく、幅広い応用を持つものである。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

確率過程の手法とポテンシャル論的手法を融合し、確率モデルに適用する研究を継続している。 (i) ある種の非対称マルコフ連鎖の熱核のガウス型評価を与え、係数有界な非対称 divergence form の近似理論を確立した。(J-D. Deuschel 氏との共同研究、雑誌に掲載予定。) (ii) 有限グラフの列の上の対称マルコフ連鎖の混合時間が収束する十分条件を、グロモフ-ハウスドルフ収束に関連した収束の概念を用いて与えた。(D.A. Croydon, B.M. Hambly 氏との共同研究、雑誌掲載済み。) (iii) 一般の測度付き距離空間でスケールも一般の範疇において、対称拡散過程に関する熱核の劣ガウス型評価と放物型ハルナック不等式の同値性を証明した。(M.T. Barlow, A. Grigor’yan 氏との共同研究、雑誌に掲載済み。) (iv) 樹木上の臨界確率パーコレーションに絶滅しないという条件を付け、この上のバイアス付きのランダムウォークの漸近挙動を解析した。(D.A. Croydon, A. Fribergh 氏との共同研究、雑誌に投稿予定。) (v) 半平面や 1/4 平面上の優臨界確率パーコレーション上のランダムウォークについて、確率 1 でそのスケール極限が反射壁ブラウン運動になることを証明した。(Z.-Q. Chen, D.A. Croydon 氏との共同研究、現在執筆中。)

**主要論文：**

T. Kumagai; *Brownian motion penetrating fractals -An application of the trace theorem of Besov spaces-*; J. Funct. Anal.,170(1),69-92,2000. 査読付き

Z.-Q. Chen and T. Kumagai; *Heat kernel estimates for stable-like processes on d-sets*; Stoch. Proc. Their Appl.,108(1),27-62,2003. 査読付き

M.T. Barlow, T. Coulhon and T. Kumagai; *Characterization of sub-Gaussian heat kernel estimates on strongly recurrent graphs*; Comm. Pure Appl. Math.,58(12),1642-1677,2005. 査読付き

M.T. Barlow, A.A. Járai, T. Kumagai and G. Slade; *Random walk on the incipient infinite cluster for oriented percolation in high dimensions*; Comm. Math. Phys.,278(2),385-431,2008. 査読付き

M.T. Barlow, R.F. Bass, T. Kumagai and A. Teplyaev; *Uniqueness of Brownian motion on Sierpinski carpets*; J. European Math. Soc., 12, 655–701, 2010. 査読付き

**著書：**

熊谷 隆; 確率論, 共立出版, 2003 年

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

M.T. Barlow, R.F. Bass, T. Kumagai and A. Teplyaev; *Uniqueness of Brownian motion on Sierpinski carpets*, J. European Math. Soc., 12 (2010), 655–701.（査読付き）

Z.-Q. Chen and T. Kumagai; *A priori Hölder estimate, parabolic Harnack principle and heat kernel estimates for diffusions with jumps*, Rev. Mat. Iberoamericana, 26 (2010), 551–589.（査読付き）

R.F. Bass, T. Kumagai and T. Uemura; *Convergence of symmetric Markov chains on* $Z^d$, Probab. Theory Relat. Fields, 148 (2010), 107–140.（査読付き）

Z.-Q. Chen, P. Kim and T. Kumagai; *Global Heat Kernel Estimates for Symmetric Jump Processes* , Trans. Amer. Math. Soc., 363 (2011), no. 9, 5021–5055.（査読付き）

D.A. Croydon, B.M. Hambly and T. Kumagai; *Convergence of mixing times for sequences of random walks on finite graphs*, Electron. J. Probab., 17 (2012), no. 3, 1-32.（査読付き）

M.T. Barlow, A. Grigor'yan and T. Kumagai; *On the equivalence of parabolic Harnack inequalities and heat kernel estimates*, J. Math. Soc. Japan., 64 (2012), 1091–1146.（査読付き）

J.-D. Deuschel and T. Kumagai; *Markov chain approximations to non-symmetric diffusions with bounded coefficients*, to appear Comm. Pure Appl. Math.（査読付き）

Z.-Q. Chen, P. Kim and T. Kumagai; *Discrete Approximation of Symmetric Jump Processes on Metric Measure Spaces*, to appear Probab. Theory Relat. Fields（査読付き）

D.A. Croydon, A. Fribergh and T. Kumagai; *Biased random walk on critical Galton-Watson trees conditioned to survive*, to appear Probab. Theory Relat. Fields（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K. Bogdan, T. Kumagai and M. Kwaśnicki; *Boundary Harnack inequality for Markov processes with jumps.*

**講演：**

Convergence of centered Markov chains to non-symmetric diffusions with bounded coefficients, Random walks, random environments, reinforcement, Marseilles, May 10–14, 2010 （国際研究集会、招待講演）

Random walks on disordered media and their scaling limits (8 Lectures), 40th Probability Summer School, St. Flour, July 4–17, 2010 （国際研究集会（夏の学校)、招待連続講義）

Parabolic Harnack inequalities for stable-like processes on metric measure spaces (2 Lectures), 6th Cornell Probability Summer School, Cornell University, July 19–30, 2010 （国際研究集会（夏の学校)、招待連続講義）

Convergence of symmetric Markov chains on $Z^d$, 34th conference on Stochastic Processes and Their Applications, Osaka, September 7, 2010 （国際研究集会、招待講演）

Convergence of mixing times for sequences of simple random walks on graphs, Combinatorics and Analysis in Spatial Probability, Eurandom, Eindhoven, December 13, 2010 （国際研究集会、招待講演）

Convergence of centered Markov chains to non-symmetric diffusions with bounded coefficients, Stochastic Partial Differential Equations and Related Topics, Tianjin, China, 25 April, 2011 （国際研究集会、招待講演）

Convergence of mixing times for sequences of random walks on graphs, Stochastic Analysis, Oberwolfach, Germany, 2 June 2011 （国際研究集会、招待講演）

On the equivalence of parabolic Harnack inequalities and heat kernel estimates, Aalto University, Finland, 6 June 2011（招待講演）

Random walks on graphs and applications to random media, The First NIMS Summer School in Probability 2011, 15-26, Daejeon, Korea, August, 2011（国際研究集会（夏の学校)、招待連続講義（９講演))

Markov chain approximations to non-symmetric diffusions with bounded coefficients, 5th international conferences on Stochastic Analysis and its Applications, Bonn, Germany, 5 September, 2011（国際研究集会、招待講演）

Convergence of mixing times for sequences of random walks on finite graphs, 4th Cornell Conference on Analysis, Probability, and Mathematical Physics on Fractals, Cornell University, U.S.A., 13 September 2011 (国際研究集会、招待講演)

Convergence of mixing times for sequences of random walks on finite graphs, 10th Workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, 6 December 2011, 高知（国際研究集会、招待講演）

Quenched invariance principle for random walks and random divergence forms in random media on cones, The expanding art of expansions, Eurandom, Netherlands, 14 February 2012（国際研究集会、招待講演）

ランダム媒質中の対称マルコフ連鎖の挙動とそのスケール極限。談話会：４月１３日 京都大学、６月２９日 名古屋大学、１０月３日 東北大学（招待講演）

Random walks on graphs 10:45-12:00 and applications to random media, Spring School in Probability, 23-27 April 2012, Dubrovnik, Croatia（国際研究集会（春の学校)、招待連続講義（３講演)）

Quenched invariance principle for random walks and random divergence forms in random media on cones, Random Media II, 4 September 2012, WPI-AIMR 東北大学（国際研究集会、招待講演）

Random walks on disordered media and their scaling limits, MSJ-KMS Joint Meeting 2012, 17 September 2012, 九州大学（国際研究集会、招待講演）

Quenched invariance principle for random walks and random divergence forms in random media on cones, Stochastic Analysis and Applications, 24-28 September 2012, 岡山大学（国際研究集会、招待講演）

**国際研究集会開催実績：**

16-19 February, 2009, Kyoto University, Random processes and systems (Organizer), GCOE による共催

7-11 September, 2009, Kyoto University, XXIst Rolf Nevanlinna Colloquium (Member of the organizing committee), GCOE による後援

14-15 September 14-15, 2009, Kyoto University, Topics on Random Media (Organizer), GCOE による共催

30 August - 3 September 2010, Osaka, 4th International Conference on Stochastic Analysis and Its Applications (Member of the organizing committee)

6-10 September, 2010, Osaka, 34th conference on Stochastic Processes and Their Applications (Member of the organizing committee), GCOE による後援

5-9 September 2012, Bonn, 5th International Conference on Stochastic Analysis and Its Applications (Member of the scientific committee), GCOE による後援, ドイツ Hausdorff Center for Mathematics との協定の一環としての研究集会

18-23 September 2011, Banff International Research Station (BIRS), Foundations of Stochastic Analysis (Member of the organizing committee)

9-14 July 2012, Bielefeld, Nonlocal Operators: Analysis, Probability, Geometry and Applications (Member of the organizing committee)

27-31 August 2012, RIMS, Kyoto University, Discrete Geometric Analysis (Member of the organizing committee), RIMS プロジェクト研究の一環

10-14 September 2012, Bedlewo (Poland), 6th International Conference on Stochastic Analysis and Its Applications (Member of the scientific committee)

10-14 December 2012, Hong Kong, International Conference on Advances on Fractals and Related Topics (Member of the scientific committee)

12-15 February 2013, RIMS, Kyoto University, Markov Chains on Graphs and Related Topics (Member of the organizing committee), RIMS プロジェクト研究の一環（予定）

**受賞歴（等）：**

日本数学会建部賢弘賞 (1997 年度)

日本数学会賞春季賞 (2004 年度)

日本学術振興会賞 (2011 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B)，平成 22 年度～平成 24 年度,「複雑な系の上のマルコフ連鎖とその極限過程の研究」，総額 12,900 千円（総額：12,900 千円）

挑戦的萌芽研究，平成 21 年度～平成 22 年度,「低次元臨界確率パーコレーション上のダイナミックスとそのスケール極限」，1,700 千円（総額 3,100 千円）

挑戦的萌芽研究，　平成 24 年度～平成 25 年度,「非局所偏微分方程式における de Giorgi-Nash-Moser 理論の構築」，1,300 千円（総額 2,900 千円）

## 岩田 覚（Satoru IWATA）

数理解析研究所 教授（平成 25 年 1 月 31 日付 東京大学に異動・事業推進担当者辞退）
京都大学博士 (理学)（1996 年）

**研究テーマ：**

**劣モジュラ最適化**

離散最適化問題の中には，その構造を利用して効率的に解くことのできる問題と，効率的な厳密解法の開発は本質的に無理であろうと考えられている問題とがある．実用上有用な多くの離散最適化問題が，NP 困難と呼ばれる後者の部類に属するとはいえ，効率的に解くことのできる問題の構造を知ることは，計算困難な問題に対する現実的な対処法を探る際の道具としても重要である．効率的に解くことのできる離散最適化問題に共通の構造として，劣モジュラ関数の重要性が J. Edmonds によって 1970 年に指摘されて以来，劣モジュラ関数に関連した最適化問題の研究が続けられてきた．劣モジュラ関数は，凸関数の離散版に当たり，情報理論，ゲーム理論，待ち行列理論など，応用数学の様々な分野に登場する．特に，機械学習の分野において，劣モジュラ最適化の応用が注目を集めている．

**研究内容：**

劣モジュラ最適化の中でも，最も基本的な劣モジュラ関数の最小化問題に対して，組合せ的な多項式時間アルゴリズムを与えた．この解法を出発点として，加減算と大小比較のみを用いた完全に組合せ的なアルゴリズムを得る一方で，汎用解法の計算量の面での改良も行ってきた．応用分野に現れる劣モジュラ関数には特殊な構造があり，それを利用することで，汎用解法よりも高速なアルゴリズムを得られることが期待される．特に，待ち行列理論への応用に現れる劣モジュラ関数に対して，計算幾何学的な手法を用いた新しいタイプの最小化アルゴリズムが有効であることを示した．劣モジュラ関数最小化のアルゴリズムの開発で鍵となったスケーリング法からは，離散凸解析における Fenchel 型双対定理の両辺の最適解を得る多項式時間アルゴリズムも得られている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

劣モジュラ最適化の応用に関する研究を行った．特に，Goemans, Zenklusen との共同研究では，Schrijver (1978) のポリリンキング・システムを用いたフローのモデルを導入した．この枠組みは，非巡回有向グラフ上の通常のフローの他に，無線通信網における干渉効果を考慮した情報伝送に関する Avestimehr, Diggavi, Tse (2007) の ADT モデルを含んでいる．新たなモデル上での最大流量最小カット定理を導出することによって，ADT モデルに対して知られていた最大流最小カット定理の別証明を与えた．さらに，高速 Fourier 変換と劣モジュラ関数最小化を用いて，ADT モデルにおける最大流量を計算する効率的なアルゴリズムを与えた．

**主要論文：**

S. Iwata: *A capacity scaling algorithm for convex cost submodular flows*, Math. Programming, 76, 299–308, 1997.

S. Iwata, L. Fleischer, and S. Fujishige: *A combinatorial strongly polynomial algorithm for minimizing submodular functions*, Journal of the ACM, 48, 761–777, 2001.

J. F. Geelen, S. Iwata, and K. Murota: *The linear delta-matroid parity problem*, J. Combin. Theory, B88, 377–398, 2003.

S. Iwata: *A faster scaling algorithm for submodular function minimization*, SIAM J. Comput., 32, 833–844, 2003.

S. Iwata and M. Takamatsu: *Index minimization of differential-algebraic equations in hybrid analysis for circuit simulation*, Math. Programming, 121, 105–121, 2010.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

S. Iwata: *Submodular functions: optimization and approximation*, Proceedings of the ICM 2010, Vol. IV, 2943–2963, 2010.

S. Iwata and M. Takamatsu: *On the Kronecker canonical form of mixed matrix pencils*, SIAM J. Matrix Anal. Appl., 32, 44–71, 2011.

M. X. Goemans, S. Iwata, and R. Zenklusen: *A flow model based on polylinking systems*, Math. Programming, 135, 1–23, 2012.

S. Iwata, M. Takamatsu, and C. Tischendorf: *Tractability index of hybrid equations for circuit simulation*, Math. Comput., 81, 923–939, 2012.

S. Iwata and M. Takamatsu: *Computing the maximum degree of minors in mixed polynomial matrices via combinatorial relaxation*, Algorithmica, to appear.

T. Itoko and S. Iwata: *Computational geometric approach to submodular function minimization for multiclass queueing systems*, Japan J. Indust. Appl. Math., to appear.

**講演：**

Submodular Function Minimization and Approximation, SIAM Conference on Discrete Mathematics, Austin, June 2010. (国際研究集会)

Submodular Functions: Optimization and Approximation, International Congress of Mathematicians, Hyderabad, August 2010. (国際研究集会, 招待講演)

Submodular Function Minimization, NIPS Workshop on Discrete Optimization in Machine Learning: Structures, Algorithms, and Applications, Whistler, December 2010. (国際研究集会, 招待講演)

Finding 2-Factorts Covering 3- and 4-Edge Cuts in Bridgeless Cubic Graphs, Joint Mathematics Meetings, New Orleans, January 2011. (国際研究集会)

Pfaffian Orientation, Symmetric Matrices, and Linear Programming, Conference on Graph Theory, Georgia Institute of Technology, May 2012. (国際研究集会，招待講演)

Weighted Linear Matroid Parity, Matching, Matroids, and Extensions, University of Waterloo, June 2012. (国際研究集会, 招待講演)

**国際研究集会開催実績：**

Modern Aspects of Submodularity, Georgia 工科大学, 2012 年 3 月 19 日–22 日

Discrete Geometric Analysiss, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 8 月 27 日–31 日

Discrete Convexity and Optimization, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 10 月 15 日–18 日

**受賞歴（等）：**

文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2007 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (C)，平成 20 年度〜平成 22 年度,「離散最適化技法による微分代数方程式モデルの指数減少法」，9,000 千円（総額 3,200 千円）

基盤研究 (B), 平成 23 年度〜平成 26 年度, 「劣モジュラ最適化の近似アルゴリズム」, 5,400 千円 (総額 9,700 千円)

## 望月 新一（Shinichi MOCHIZUKI）

数理解析研究所 教授
プリンストン大学（米国）数学科 Ph.D.（1992 年）

**研究テーマ：**

**双曲的代数曲線の数論幾何，遠アーベル幾何**

数体や局所体あるいは有限体の上で定義された楕円曲線は数論幾何の中でも中心的な研究対象の一つであり、その研究は 20 世紀初頭まで遡る。特にそのような楕円曲線の等分点へのガロア群の作用や楕円曲線の上で定義されるテータ関数は楕円曲線の数論幾何の研究では重要なテーマである。一方、種数が 2 以上の代数曲線をはじめとする双曲的な代数曲線の数論幾何は比較的最近まで余り熱心に研究されてこなかった。双曲的代数曲線の場合、非アーベルな基本群への基礎体の絶対ガロア群の外作用は楕円曲線の等分点へのガロア群の作用の「双曲的な類似物」と見ることができ、双曲的代数曲線の数論幾何の自然な出発点となるが、その研究は 1980 年代後半の伊原康隆の仕事以降、日本の数論幾何において、取り分け数理解析研究所を中心に重要な研究テーマの一つとなった。1990 年代半ばに得られた遠アーベル幾何の様々な結果もこの文脈の中で興ったものである。また 1990 年代の後半以降、一点抜き楕円曲線の上で定義されたテータ関数を従来の「アーベル系」の視点とは決定的に異なる「遠アーベル的」な視点で扱うホッジ・アラケロフ理論の研究も大きく進展している。

**研究内容：**

1990 年代の自分の研究の殆どは、

(a) $p$ 進タイヒミューラー理論
(b) $p$ 進遠アーベル幾何
(c) 楕円曲線のホッジ・アラケロフ理論

という三つの大きなテーマに分類することができるが、2000 年以降の研究では、

(d) 絶対 $p$ 進遠アーベル幾何と
(e) 組合せ論的遠アーベル幾何

を中心に、上の三つのテーマの「相互作用」や「融合」に関心の対象が移った。特に有限体上の双曲的曲線と数体の間の古典的な類似の延長線上にあるものとして、(a) にヒントを得た形で、((b) の延長線上にある）(d) と (e) を用いて、(c) をスキーム論の枠組みに収まらない幾何の下で再定式化することにより、**「宇宙際タイヒミューラー理論」**（＝「数体に対する一種の数論的なタイヒミューラー理論」）を構築することが大きな目標である。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

**「宇宙際タイヒミューラー理論」**（＝「数体に対する一種の数論的なタイヒミューラー理論」）に関する 4 篇からなる連続論文の執筆作業は 2011 年度中に一通り終了し、現在、プレプリントとしての公開に向けての内容の最終点検をしている最中である。4 篇で 500 頁にも上る連続論文の内容を一言で総括すると、数体上の楕円曲線に付随するテータ関数の値やその周辺にある数論的次数の理論を、絶対遠アーベル幾何等を用いて（比較的軽微な不定性を除いて）**「異なる環論」**にも通用するような形で記述することによってディオファントス幾何的な不等式を帰結するという内容である。

一方、星裕一郎講師と共同で「節点非退化外部表現」の理論を構築し、長年未解決問題であった基礎体の絶対ガロア群の外部表現の単射性に関する定理を証明したり、またその延長線上にある「組合せ論的遠アーベル幾何」に関する、4〜5 篇からなる連続共著論文の執筆に 2010 年度から取り組んでいる。第一論文は 2010 年度に完成し既に「掲載予定」となっており、また第二と第三論文の執筆は（プレプリントとしての公開に向けて）現在最終点検の段階まで進んでいる。2010 年度から 2011 年度に掛けて、特に双曲的曲線に付随する配置空間の副有限基本群の惰性群の群論的特徴付けの理論やアンドレ氏による「緩和基本群」の理論への応用において大きな進展があり、それによって得られた結果は（現在執筆中の）第二および第三論文に既に記録済みである。

**主要論文：**

Shinichi Mochizuki; *A Version of the Grothendieck Conjecture for p-adic Local Fields*, The International Journal of Math. **8** (1997), pp. 499-506.

Shinichi Mochizuki; *The Local Pro-p Anabelian Geometry of Curves*, Invent. Math. **138** (1999), pp. 319-423.

Shinichi Mochizuki; *The Absolute Anabelian Geometry of Canonical Curves*, Kazuya Kato's fiftieth birthday, *Doc. Math. 2003, Extra Vol.*, pp. 609-640.

Shinichi Mochizuki; *Absolute anabelian cuspidalizations of proper hyperbolic curves*, J. Math. Kyoto Univ. **47** (2007), pp. 451-539.

Shinichi Mochizuki; *On the Combinatorial Cuspidalization of Hyperbolic Curves*, Osaka J. Math.**47** (2010), pp. 651-715.

**著書：**

Shinichi Mochizuki; *Foundations of p-adic Teichmüller Theory*, AMS/IP Studies in Advanced Mathematics **11**, American Mathematical Society/International Press (1999).

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Shinichi Mochizuki, *On the Combinatorial Cuspidalization of Hyperbolic Curves*, Osaka J. Math. **47** (2010), pp. 651-715.

Yuichiro Hoshi and Shinichi Mochizuki, *On the Combinatorial Anabelian Geometry of Nodally Nondegenerate Outer Representations*, Hiroshima Math. J. **41** (2011), pp. 275-342.

Shinichi Mochizuki, *Topics in Absolute Anabelian Geometry I: Generalities*, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **19** (2012), pp. 139-242.

Yuichiro Hoshi and Shinichi Mochizuki, *Topics Surrounding the Combinatorial Anabelian Geometry of Hyperbolic Curves I: Inertia Groups and Profinite Dehn Twists*, RIMS Preprint **1719** (April 2011), to appear in Proceedings for Conferences in Kyoto (October 2010) "Galois-Teichmüller Theory and Arithmetic Geometry" (H. Nakamura, F. Pop, L. Schneps, A. Tamagawa eds.).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Shinichi Mochizuki, *Topics in Absolute Anabelian Geometry II: Decomposition Groups and Endomorphisms*, RIMS Preprint **1625** (March 2008), submitted for publication.

Shinichi Mochizuki, *Topics in Absolute Anabelian Geometry III: Global Reconstruction Algorithms*, RIMS Preprint **1626** (March 2008), submitted for publication.

**講演：**

Inter-universal Teichmüller Theory: A Progress Report, Development of Galois-Teichmüller Theory and anabelian geometry, RIMS, Kyoto University, October 25-30, 2010 (国際研究集会、招待講演)

公開講座『数体と位相曲面に共通する「二次元の群論的幾何」』，京都大学数理解析研究所，2012 年 7 月 30 日〜8 月 3 日（4 日間におよぶ講義＋「オフィスアワー」）

**受賞歴（等）：**

日本数学会賞秋季賞受賞 (1997 年度)

日本学術振興会賞受賞 (2005 年度)

日本学士院学術奨励賞受賞 (2005 年度)

## 長谷川 真人（Masahito HASEGAWA）

数理解析研究所 教授
エディンバラ大学 Ph.D.（1997 年）

**研究テーマ：**

**理論計算機科学，プログラミング言語の意味論**

理論計算機科学は，コンピュータ等が行なう計算の原理の究明を目的とし，１９３０年代の計算可能性・決定可能性に関する研究をその端緒とする．現在では，組合せ論的な側面が強いアルゴリズム論，計算量の理論、形式言語とオートマトンの理論，また数理論理学および代数学的側面の強いプログラミング言語の理論，ソフトウェアの理論，および検証論などにおいて，工学的な応用とも呼応しつつ多種多彩な研究が行なわれている．そのなかで，プログラミング言語の意味論は，プログラミング言語およびプログラムによって記述されたソフトウェアに対し正確な議論をするための数学的な基盤を与えることを目的とするものであり，数理論理学や圏論などの手法を活用しつつ活発に研究されている．

**研究内容：**

今日の電子計算機において実現されている，もしくはされつつある多様なソフトウェアとその複雑な計算現象を表現・分析するために，計算に内在する構造を適切に抽象化されたかたちで特定し，そのような構造に関する考察から，計算現象に関する有益な情報を得ることを目標として研究している．いわば「計算の表現論」である．主に，プログラミング言語における制御構造の数学モデルの，代数的・圏論的な手法と，証明論・型理論的な枠組みを用いた分析および応用に取り組んでいる．特に，量子トポロジーとも関連するトレース付きモノイダル圏やリボン圏（トーティルモノイダル圏）と呼ばれる圏論的構造を用いた再帰的な計算や双方向計算のモデルの構築・分析に関連する話題を研究している．最近では，量子トポロジーの知見をより直接的にプログラミング言語の意味論に応用する可能性に期待し、研究を進めている．また，並行して，ジャンプなど非自明な副作用を伴う制御構造を用いたプログラムの，モノイダル圏およびモナド等を用いたモデルの研究にも継続的に取り組んでいる．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

計算のモデルに必要な特徴と，結び目の非自明な不変量を与えるために必要な特徴とを兼ね揃えたリボン圏の具体例を，計算機科学で用いられている圏におけるリボンホップ代数のモジュールの圏として構成した。

さらに，そのようなリボン圏の構成を，トレース付きモノイダル圏からリボン圏への普遍構成を用いて，より簡潔かつ一般的な形で与えた．

**主要論文：**

Masahito Hasegawa; *Recursion from cyclic sharing: traced monoidal categories and models of cyclic lambda calculi*, Proceedings of 3rd International Conference on Typed Lambda Calculi and Applications (Nancy, 1997), 196–213, Lecture Notes in Comput. Sci. 1210, Springer, 1997

Masahito Hasegawa and Yoshihiko Kakutani; *Axioms for recursion in call-by-value*, Journal of Higher-Order and Symbolic Computation, 15(2/3), 235–264, 2002

Yukiyoshi Kameyama and Masahito Hasegawa; *A sound and complete axiomatization of delimited continuations*, Proceedings of 8th ACM SIGPLAN International Conference on Functional Programming (Uppsala, 2003), 177–188, ACM Press, 2003

Masahito Hasegawa; *Relational parametricity and control*, Logical Methods in Computer Science 2(3:3), 1–22, 2006

Masahito Hasegawa; *On traced monoidal closed categories*, Math. Structures Comput. Sci., 19(2), 217-244, 2009

**著書：**

Masahito Hasegawa; Models of Sharing Graphs: A Categorical Semantics of let and letrec, Springer-Verlag, 1999

田辺誠, 中島玲二, 長谷川真人; コンピュータサイエンス入門：論理とプログラム意味論, 岩波書店, 1999

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

M. Hasegawa; *Bialgebras in Rel*, Proceedings of 26th Conference on the Mathematical Foundations of Programming Semantics (Ottawa, 2010), 201-228, Electronic Notes in Theoretical Computer Science 265, Elsevier, 2010（査読付き）

M. Hasegawa; *A quantum double construction in Rel*, Math. Structures Comput. Sci. 22(4):618-650, 2012（査読付き）

**講演：**

Bialgebras in Rel, 26th Conference on the Mathematical Foundations of Programming Semantics, University of Ottawa, 6 May 2010 (International conference)

プログラム意味論とトポロジー–再帰, 相互作用, 結び目–, 日本数学会２０１０年度秋季総合分科会企画特別講演, 24 September 2010 (招待講演)

A model of braided linear logic, RIMS 共同研究集会「相互作用の幾何，トレース付きモノイダル圏と非明示的計算量」, 京都, 7 November 2011

プログラム意味論・テンソル圏・量子トポロジー, 第 14 回プログラミングおよびプログラミング言語ワークショップ（PPL2012）, 白浜, 8 March 2012 （招待講演）

**国際研究集会開催実績：**

6-9 July 2010, Brasilia, 17th International Workshop on Logic, Language, Information and Computation (WoLLIC 2010), Program Committee member

5-7 December 2011, Kenting, 9th Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2011), Program Committee member

**受賞歴（等）：**

日本ソフトウェア科学会高橋奨励賞 (1999 年度)

British Computer Society Distinguished Dissertations Award(1999 年度)

ETAPS Best Theoretical Paper Award(2001 年度)

日本 IBM 科学賞 (2005 年度)

科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2008 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (C)，平成 20 年度〜平成 22 年度,「高階相互作用の幾何とプログラム意味論」，1,000 千円（総額 3,500 千円）

基盤研究 (C)，平成 23 年度〜平成 25 年度,「プログラム意味論と量子トポロジー」，2,800 千円（総額 3,900 千円）

## 望月 拓郎（Takuro MOCHIZUKI）

数理解析研究所 教授
京都大学博士 (理学) (1999 年)

**研究テーマ：**

**調和バンドル, ベクトル束, D-加群**

多重調和計量を持つ平坦バンドル, あるいはヒッグスバンドルを調和バンドルという. 射影多様体上の平坦バンドル, ヒッグスバンドル, 調和バンドルの間の三位一体が確立されて以来, 代数多様体のトポロジー, 特に基本群の非可換ホッヂ理論的な理解を主目的として研究されてきた. さらに, 特異性を持つ調和バンドルの研究が進み, ホッヂ加群のツイスター版であるツイスター $D$-加群が導入され, 代数的 $D$-加群への強力な応用が得られている. このように, 調和バンドルの研究は代数幾何, 大域解析学, トポロジー, 代数解析の交錯する地点で興味深い発展を見せている. 最近では, 非可換代数幾何学におけるホッヂ理論, 正標数多様体上の $\ell$-進層の理論との類似, 非正則な場合の Riemann-Hilbert 対応などの観点からも興味を持たれている.

**研究内容：**

準射影多様体上の調和バンドル, あるいは特異性を持つ調和バンドルの研究において最も重要なのは, 特異点まわりでの挙動を理解することである. (i) 正規交叉因子の補空間で与えられているものを有理型に延長する, (ii) その上で, ワイルド調和バンドルから従順調和バンドル, さらにツイスター巾零軌道への簡約, という二つの操作を確立することによって, 一定の理解に到達した. これを用いて, 有理型接続と調和バンドルの対応や偏極付純ツイスター $D$-加群と調和バンドルの対応を確立し, さらに半単純ホロノミック代数的 $D$-加群に関する強レフシェッツ定理を得た. この過程で, 不確定特異点をもつ代数的有理型接続の変わり目点の解消の存在を証明した. これらは $D$-加群の研究で基本的な役割を果たすものと期待される.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Wild harmonic bundles and wild pure twistor $D$-modules, (Astérisque, 340, 2011) の最終版を書き出版した.

良い有理型平坦バンドルと, そのストークス構造に関する理論を整備した. “各点における形式的完備化が良いドリーニュ・マルグランジュ格子を持つ”, という仮定から大域的な良いドリーニュ・マルグランジュ格子の存在を導いた. これによって, 良い有理型平坦バンドルの理論をより見通しの良いものになった. さらに, ストークス構造の表示をよりわかりやすいものにし, 不分岐型の良い有理型平坦バンドルとストークス構造付局所系の間のリーマン・ヒルベルト・バーコフ対応を確立した. また, 不確定値の変動による良い有理型平坦バンドルの変形の理論を整備した.

調和バンドルや偏極付純ツイスター $D$-加群の理論が確立されたので, それを受けて混合ツイスター $D$-加群についての研究を進めた. 齋藤盛彦やベイリンソンによるアイディアを基にして, 関手性や実構造についての整備を行った.

2 次元トーラス $T$ と 2 次元ユークリッド空間上の $L^2$-インスタントンの漸近挙動について研究した. スペクトル曲線が無限遠まで自然に延長されること, トーラス方向の寄与が指数的に減少することなどを示すことで, トーラス $T$ 上のワイルド調和バンドルと $T \times \mathbb{R}^2$ 上の $L^2$-インスタントンの間の Nahm 変換が得られた. さらに, 常微分方程式の不確定特異点のストークス構造と類似の現象が, $L^2$-インスタントンの研究でも現れることを洞察した. これは, ワイルド調和バンドルによる $L^2$-インスタントンの指数的な近似を得る上で重要なステップになるものと期待される.

**主要論文：**

Takuro Mochizuki; *Asymptotic behaviour of tame nilpotent harmonic bundles with trivial parabolic structure*, J. Diff. Geometry, 62, (2002), 351–559. (査読付)

Takuro Mochizuki; *Kobayashi-Hitchin correspondence for tame harmonic bundles. II*, Geom. Topol. 13 (2009), 359?455. (査読付)

Takuro Mochizuki; *Good formal structures for meromorphic flat connections on smooth projective surfaces*, “Algebraic analysis and around”, Advanced Studies in Pure Mathematics, **54**, Mathematical Society of Japan, (2009), 223–253. (査読付)

Takuro Mochizuki; *Asymptotic behavior of variation of pure polarized TERP structure*, Publ. Res. Inst. Math. Sci. 47 (2011), 419?534. (査読付)

**著書：**

Takuro Mochizuki; Kobayashi-Hitchin correspondence for tame harmonic bundles and an application, Astérisque, 309, 2006 (査読付)

Takuro Mochizuki; Asymptotic behaviour of tame harmonic bundles and an application to pure twistor $D$-modules I, II Mem. AMS. 185, 2007 (査読付)

Takuro Mochizuki; Donaldson type invariants for algebraic surfaces, Springer, 2009 (査読付)

Takuro Mochizuki; Wild harmonic bundles and wild pure twistor $D$-modules, Astérisque, 340, 2011 (査読付)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takuro Mochizuki; *Note on the Stokes structure of Fourier transform*, Acta Math. Vietnam, 35, 107-158, (2010) (査読付)

Takuro Mochizuki; *The third cohomology groups of dihedral quandles*, Journal of Knot Theory and Its Ramifications 20 (2011) 1041–1057 (査読付)

Takuro Mochizuki; *The Stokes structure of a good meromorphic flat bundle*, J. Inst. Math. Jussieu 10 (2011), 675–712.

Takuro Mochizuki; *Asymptotic behavior of variation of pure polarized TERP structure*, Publ. Res. Inst. Math. Sci. 47 (2011), 419–534

Takuro Mochizuki; *Wild harmonic bundles and wild pure twistor D-modules*, Astérisque 340, 2011

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Takuro Mochizuki; *Mixed twistor D-module*, arXiv:1104:3366

Takuro Mochizuki, *Holonomic D-module with Betti structure*, arXiv:1001.2336

Takuro Mochizuki, *Harmonic bundles and Toda lattices with opposite sign*, arXiv:1301.1718

**講演：**

Kobayashi-Hitchin correspondence for D-modules, PRIMA Conference on Geometric Analysis, Vancouver, July, 29, 2010 (International conference, 招待講演)

From Hodge toward Twistor (二回講演), RIMS International Conference on Noncommutative Geometry and Physics and Hayashibara forum on Symplectic Geometry, Noncommutative Geometry and Physics, Kyoto University, Novermber, 1–2, 2010 (International conference, 招待講演)

Wild Harmonic Bundles, NCTS/TPE & TIMS Joint Seminar in Algebraic Geometry, 台湾国立大学, June 10, 2010（招待講演）

From Hodge toward Twistor, トポロジーの多様性, 城崎大会議館, 2010 年 12 月 3 日（招待講演）

調和バンドルの漸近挙動について, 大阪市大集中講義, 大阪市立大学, 2010 年 12 月 6 日〜10 日（招待講演）

調和バンドルについて, 北海道大学数論幾何セミナー (4 回講演), 北海道大学, 2011 年 3 月 8, 9 日（招待講演）

Kobayashi-Hitchin correspondence for D-module, Doctorial Forum Fudan-Kyoto, Kyoto University, March 11, 2011（招待講演）

調和バンドルとツイスター D-加群について, 東北大学 (談話会),2011 年 6 月 13 日

特異性のある調和バンドルについて, 東北大学 (集中講義),2011 年 6 月 14 日〜17 日

微分方程式の不確定特異点 , 京都大学数理解析研究所 (数学入門公開講座),2011 年 8 月 1 日〜8 月 4 日

turning point の解消について, 東京大学玉原国際セミナーハウス (アクセサリー・パラメーター研究会),2011 年 10 月 9 日

Harmonic bundle and pure twistor D-module,National Research University Higher School of Economics(モスクワ/京都大学数学教室と HSE の学生交換事業),2012 年 1 月 30 日〜2 月 2 日

Twistor $D$-module and harmonic bundle, ノボテルホテル釜山 (Symposium on Projective Algebraic Varieties and Moduli),2012 年 2 月 15 日 (招待講演)

Twistor $D$-module and harmonic bundle, 東京大学大学院数理科学研究科 (代数学コロキウム),2012 年 2 月 22 日

ホッジからツイスターへ–調和バンドルとその周辺の話題について–, 東京理科大学 神楽坂キャンパス (日本数学会 特別企画講演),2012 年 3 月 26 日 (招待講演)

The asymptotic behaviour of doubly periodic instantons and Stokes structure, ノースウェスタン大学 (アメリカ合衆国/Spring School on Algebraic Microlocal Analysis) ,2012 年 5 月 23 日 (招待講演)

Harmonic bundle and twistor D-module,CIRM (フランス/SEDIGA conference),2012 年 6 月 4 日 (招待講演)

The asymptotic behaviour of doubly periodic instantons and Stokes structure, 京都大学 (微分トポロジーセミナー),2012 年 7 月 24 日

調和バンドルと戸田格子について, 豊田中央研究所 (豊田中研コロキウム),2012 年 11 月 2 日

調和バンドルと戸田格子, 京都大学 (京都大学大談話会),2012 年 11 月 14 日

Harmonic bundle and Toda lattice with opposite sign, 京都大学 (国際研究集会 Various Aspects on the Painlevé Equations"),2012 年 11 月 27 日

調和バンドルと戸田格子, 大阪大学 (大阪大学幾何セミナー),2012 年 12 月 17 日

**受賞歴（等）：**

日本数学会春季賞 (2006 年)

湯川・朝永賞 (第 1 回)(2008 年)

日本学術振興会賞 (第 6 回)(2009 年)

日本学士院学術奨励賞 (第 6 回)(2009 年)

日本学士院賞 (第 101 回)(2011 年)

大阪科学賞（第 30 回）(2012 年)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (C), 平成 22 年度〜平成 26 年度,「ベクトル束・D 加群・調和バンドルの研究」,1,300 千円 (総額：2,800 千円)

# II　理学研究科 数学・数理解析専攻 - 特定准教授 (GCOE)

## 木田 良才（Yoshikata KIDA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)（平成 21 年 3 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2006 年）

**研究テーマ：**

**群論, エルゴード理論**

可算離散群による測度空間への作用やその軌道構造を調べる分野である測度論的群論を研究している. そのような軌道構造の同型問題は付随するフォン・ノイマン環の同型問題と関連するため, 1950 年代以降, この分野は作用素環論やエルゴード理論の研究者を中心に研究されてきた. この分野における基本的な問題の一つは, どのような二つの群作用が同じ軌道構造をもつかを調べることである. またこの問題は, 与えられた二つの離散群は同じ位相群の格子部分群として実現されるかという問題や与えられた離散群がどのような位相群の格子部分群として実現されるかという問題とも密接に関連している. 近年, 幾何学的群論や組み合わせ群論といった様々な群論における技術がこのような問題に対して有効であることが明らかになってきている.

**研究内容：**

本研究における対象は, 可算離散群による標準確率測度空間への自由な作用で測度を保存するようなものである. そのような二つの作用が軌道同型であるとは, 測度空間の間の同型写像で作用の軌道を保存するようなものがあるときをいう. 具体的な群とその作用が与えられたとき, 群の性質がどの程度作用の軌道構造に反映されるのかという問いに興味をもっている. 過去の研究において, 曲面の写像類群による任意の作用が剛性を満たすこと, つまり, その作用の軌道構造から作用する群や作用の共役類を復元できることを示した. その後の研究では, 剛性を満たす二つの群の融合積で剛性を満たすものを構成した. このように具体的な群の剛性を明らかにすると同時に, 剛性を満たすとは限らない群に対しても興味深い性質を探っていきたいと考えている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

二つの群作用の間の軌道同型は作用からできる亜群の同型に対応することを考慮すると, 与えられた群が剛性を満たすかどうかという問題は, その群の通約群がどのくらい大きくなるかという問題に関連していることがわかる. 山形紗恵子氏との共同研究において, 曲面の写像類群の正規部分群である, トレリ群, ジョンソン核, 曲面組紐群といった群の通約群を計算し, それが写像類群と自然に同型になることを示した. この結果は, 通約群があまり大きくならないことを指し示すものであり, トレリ群等が軌道同型に関する剛性を満たすことを強く期待させるものである. さらに, トレリ群等の群から自身への単射準同型が常に全射になることも示した.

組み合わせ群論において基本的な研究対象であるバウムスラッグ・ソリター群を, 軌道同型の観点から研究した. この群は二つの非零整数 $p$, $q$ に対して定義され, 比 $|q/p|$ は, 楕円的部分群がどれほど正規から離れているかを計る量である. これを基にして, バウムスラッグ・ソリター群の作用から流れを構成し, その同型類が元の作用の軌道同型不変量であることを示した. 一方, $|q/p| \neq 1$ であるとき, 楕円的部分群は従順であり, 正規ではないが擬正規である. このことから, そのようなバウムスラッグ・ソリター群は, 無限従順正規部分群をもつ離散群と軌道同型の下で同一視されるかどうかが問題となる. バウムスラッグ・ソリター群が安定的作用をもつことを示し, この問題を肯定的に解決した.

**主要論文：**

Yoshikata Kida; *The mapping class group from the viewpoint of measure equivalence theory*, Mem. Amer. Math. Soc., 196, 1–190, 2008.

Yoshikata Kida; *Measure equivalence rigidity of the mapping class group*, Ann. of Math. (2), 171, 1851–1901, 2010.

Yoshikata Kida; *Rigidity of amalgamated free products in measure equivalence*, J. Topol., 4, 687–735, 2011.

Yoshikata Kida; *Automorphisms of the Torelli complex and the complex of separating curves*, J. Math. Soc. Japan, 63, 363–417, 2011.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Yoshikata Kida; *Rigidity of amalgamated free products in measure equivalence*, J. Topol. 4 (2011), 687–735. (査読つき)

Yoshikata Kida; *Automorphisms of the Torelli complex and the complex of separating curves*, J. Math. Soc. Japan 63 (2011), 363–417. (査読つき)

Yoshikata Kida and Saeko Yamagata; *Commensurators of surface braid groups*, J. Math. Soc. Japan 63 (2011), 1391–1435. (査読つき)

Yoshikata Kida; *The co-Hopfian property of the Johnson kernel and the Torelli group*, to appear in Osaka J. Math., arXiv:0911.3923. (査読つき)

Yoshikata Kida; *Examples of amalgamated free products and coupling rigidity*, to appear in Ergodic Theory Dynam. Systems, arXiv:1007.1529. (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yoshikata Kida; *Injections of the complex of separating curves into the Torelli complex*, (2009), arXiv:0911.3926.

Yoshikata Kida and Saeko Yamagata; *The co-Hopfian property of surface braid groups*, (2010), arXiv:1006.2599.

Yoshikata Kida and Saeko Yamagata; *Automorphisms of the Torelli complex for the one-holed genus two surface*, (2010), arXiv:1009.0568.

Yoshikata Kida; *Invariants of orbit equivalence relations and Baumslag-Solitar groups*, (2011), arXiv:1111.3701.

Yoshikata Kida; *Stability in orbit equivalence for Baumslag-Solitar groups and Vaes groups*, (2012), arXiv:1205.5123.

**講演：**

Torelli 複体と分離的曲線の複体の自己同型について, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2010 年 9 月 4 日–7 日.

Measure equivalence rigidity of amalgamated free products, AMS Fall Western Section Meeting, UCLA, October 9–10, 2010. (International conference)

Automorphisms of the complex of separating curves and the Torelli complex, Teichmüller Theory, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, November 29–December 3, 2010. (International conference)

Measure equivalence rigidity of amalgamated free products, Geometry and Analysis, Kyoto University, March 7–10, 15–18, 2011. (International conference)

Measure equivalence rigidity of mapping class groups, I–IV, Advanced courses on Geometric and measured group theory, Institut Henri Poincaré, June 21–24, 2011. (International conference)

Rigidity of amalgamated free products in measure equivalence, Geometric and measured group theory, Institut Henri Poincaré, July 4–8, 2011. (International conference)

Invariants for orbit equivalence relations of Baumslag-Solitar groups, 京都作用素環セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 11 月 16 日.

軌道同型理論における剛性定理について, 談話会, 愛媛大学, 2011 年 11 月 21 日.

Measure equivalence rigidity and abstract commensurators of groups, 離散群と双曲空間の解析と幾何, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 12 月 12 日–16 日.

Invariants for orbit equivalence relations of Baumslag-Solitar groups, Conference on von Neumann Algebras and Related Topics, RIMS, Kyoto University, January 9–13, 2012. (International conference)

ある曲面の Torelli 複体における最短閉路について, 写像類群の幾何と解析, KKR ホテルびわこ, 2012 年 2 月 10 日–12 日.

Invariants for orbit equivalence relations of Baumslag-Solitar groups, Group actions and K-theory, Kyoto University, March 12–15, 2012. (International conference)

Stability in orbit equivalence for Baumslag-Solitar groups and Vaes groups, Von Neumann Algebras and Ergodic Theory, UCLA, May 25–28, 2012. (International conference)

Stability in orbit equivalence for Baumslag-Solitar groups, Conference on Geometry, RIMS, Kyoto University, May 28–June 1, 2012. (International conference)

Invariants of orbit equivalence relations and Baumslag-Solitar groups, Geometry and Analysis on Discrete Groups, Toba Seaside Hotel, June 11–15, 2012. (International conference)

III 型作用のエルゴード理論と Baumslag-Solitar 群, 京都大学談話会, 2012 年 7 月 4 日.

Mackey の仮想群と写像類群の軌道同型に関する剛性, 力学系とその周辺分野の研究, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 7 月 9 日–13 日.

Baumslag-Solitar 群の作用の軌道同型不変量 & Baumslag-Solitar 群と Vaes 群の軌道同型安定性, 日本数学会秋季総合分科会函数解析学分科会一般講演, 2012 年 9 月 18 日–21 日. (予定)

Baumslag-Solitar 群と Vaes 群の軌道同型安定性, 作用素環論の最近の発展と関連する話題について, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 9 月 24 日–26 日. (予定)

**受賞歴（等）：**

井上研究奨励賞 (2007 年度)

日本数学会幾何学賞 (2009 年度)

平成 23 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞 (2011 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (A)，平成 21 年度〜平成 24 年度,「測度同値理論的側面からの離散群の研究」，3,100 千円（総額 4,600 千円）

## 五味 清紀（Kiyonori GOMI）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定准教授 (GCOE)（平成 21 年 2 月 1 日〜平成 23 年 10 月 17 日）
東京大学数理科学博士（2002 年）

**研究テーマ：**

**Gerbe, differential cohomology, 及びそれらの場の理論への応用**

Gerbe とは, 非可換コホモロジーの元を代表するものとして導入された幾何学的対象である. 通常の主束のファイバーは群, すなわち集合であるが, それを圏に置き換えるように一般化したものが gerbe であると言える. 一方で, differential cohomology とは, コホモロジー理論を, 多様体の微分形式の情報を含むように一般化した概念である. 常コホモロジーに対する differential cohomology は, Cheeger-Simons cohomology や smooth Deligne cohomology の名前で知られていたが, K コホモロジーなど他の一般コホモロジーに対してもその differential cohomology を考えることができる. いずれの概念も, 最近の場の理論の発展の中で果たす役割が注目され, その研究が活発化している. 特に, gerbe については, その上の接続にあたる概念が弦理論における $B$ 場を幾何的に言い表すものと考えられており, また, gerbe で捩じられた $K$ 理論は, D-brane の Ramond-Ramond charge を記述するものと考えられている. Differential cohomology も, 常コホモロジーに対応するものは, 高次の可換ゲージ理論の研究に用いられ, また, $K$ コホモロジーに対応する differential $K$-cohomology は, Ramond-Ramond 場の記述に用いられ, やはり場の理論の研究で用いられている.

**研究内容：**

一般に, 3 次元 Chern-Simons 理論があれば, それに対応して Atiyah の意味の 3 次元位相的量子場の理論があると考えられている. 数学的には, 量子群の表現のなすモジュラー圏を考えることで, 組み合わせ的に位相的量子場の理論が構成されている. このモジュラー圏は, 位相的量子場の理論を余次元 2 の多様体まで含めるような拡張の中で自然な位置を占める. 特に, そのような圏の Grothendieck 群は, ある gerbe でねじられた $K$ 群に対応すると考えられている. そのような圏を, Chern-Simons 理論を量子化するという立場から, 幾何学的に構成することを目標として研究をしている. 具体的には, (ねじれ)$K$ 群やその differential version に関連したトピックを研究している. また, 関連して, Chern-Simons 理論やその一般化についても研究している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

(22 年度) これまでの研究の結果で, ねじれ $K$ 群の元を, ねじれ Hermite 一般ベクトル束という有限次元的な幾何学的対象によって一般的にあらわすことができることがわかっていた. この結果を推し進めて, コンパクト Lie 群の作用による同変ねじれ $K$ 群の元を, 同様な概念を用いてあらわすことができることを示した. 特に, Clifford 代数の作用を込めた一般化まで与えることができた. (論文執筆中.)

また, ある種のねじれに対するねじれ $K$ 群の元に対する普遍特性類のなす環の基底を与えた. これらの特性類は通常のコホモロジーに値をとるものだが, それをねじれコホモロジーに持ち上げるという問題が, Atiyah と Segal によって言及されていた. この持ち上げの構成は一意ではないが, 不変特性類のなす環の基底を使うことで, Atiyah と Segal が与えた持ち上げ方よりもある意味で簡明な持ち上げを構成することができた. (予稿を改訂予定.)

最後に, differential $K$-cohomology の奇数次数の元を二乗することで得られる準同型を Adams 作用素の一回 delooping を用いて分解できることを証明した. (論文執筆予定.)

(23 年度)「微分ねじれ $K$ 理論」の構成を行った. これは, Fredholm 作用素の有限次元近似を用いたねじれ $K$ 理論の実現という, これまでの研究を土台にしたものである. 具体的には, ねじれ Hermite 一般ベクトル束, その接続と微分形式のなす同値類として構成する. これが期待されるべき性質を証明するためには, 寺嶋郁二氏との共同研究で構成した, ねじれ Hermite 一般ベクトル束に対する Chern 指標写像がある性質を持つことを示す必要がある. その性質とは, 実数をテンソル積した後で, Chern 指標が同型写像を誘導するという性質である. この性質が成り立つことの証明をきちんと与える研究をした. (論文準備中.)

また, 多様体の滑らかな Deligne コホモロジーの表現を用いて定義される, 共形ブロックの空間の類似物が, 有限次元になるかどうかという, 以前から持っていた問題に取り組んだ. 結果, 考える多様体が「シリンダー」であるときに, その類似物が有限次元になることが示せた.

**主要論文：**

Kiyonori Gomi and Yuji Terashima; *Higher-dimensional parallel transports* ; Mathematical Research Letters, 8 (2001), no.1-2, 25–33.

Kiyonori Gomi; *Connections and curvings on lifting bundle gerbes*, The Journal of the London Mathematical Society (2), 67 (2003), no. 2, 510–526.

Kiyonori Gomi; *Central extensions of the gauge transformation groups of higher abelian gerbes*, Journal of Geometry and Physics, Vol. 56 (2006), no. 9, 1667–1781.

Kiyonori Gomi; *Differential characters and the Steenrod squares*, Advanced Studies in Pure Mathematics 52, 2008. Groups of Diffeomorphisms. pp.297-308.

Kiyonori Gomi; *Twisted $K$-theory and finite-dimensional approximation*, Communications in Mathematical Physics. 294 (2010), no. 3, 863–889.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kiyonori Gomi and Yuji Terashima; *Chern-Weil construction for twisted $K$-theory*, Communications in Mathematical Physics. 299 (2010), no.1, 225–254.

Kiyonori Gomi; *Twisted $K$-theory and finite-dimensional approximation*, Communications in Mathematical Physics. 294 (2010), no. 3, 863–889.

Kiyonori Gomi; *Projective unitary representations of smooth Deligne cohomology groups* , Journal of Geometry and Physics, Vol. 59 (2009), no. 9, 1199–1356.

五味清紀; ねじれ $K$ 理論, 数学, 第 64 巻, 第 1 号, 2012 年 1 月号. （査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kiyonori Gomi; *Clifford Modules, finite-dimensional approximaion and twisted $K$-theory*,

K. Gomi; *A basis of the Atiyah-Segal invariant polynomials.*, arXiv:1006.0638

**講演：**

Differential K-theory and the Adams operation, Seminar, Aarhus University, Denmark, Dec 20, 2010. (International)

Atiyah-Segal 不変多項式環の基底, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月.

A basis of the Atiyah-Segal invariant polynomials, 非可換幾何学と数理物理学２０１０, 慶応大学, 2010 年 7 月.

Remarks on characteristic classes for twisted K-theory, Mejiro mini-workshop on geometry and topology, 学習院大学, May 29, 2011. (Invited)

Differential K-theory and the Adams operation, 量子化の幾何学 2011, 早稲田大学, Nov 18, 2011. (Invited)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援，平成 21 年度〜平成 22 年度,「幾何的量子化の圏化による位相的量子場の理論の拡張」, 400 千円（総額 800 千円）

# III　理学研究科 数学・数理解析専攻 - 特定助教 (GCOE)

## 阿部 拓郎（Takuro ABE）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 20 年 10 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）
京都大学博士 (理学)（2006 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学、超平面配置に関連する数学**

超平面配置に関連する数学とは, ベクトル空間内の超平面の有限族として定義される超平面配置と呼ばれる幾何学的対象を, 代数, 幾何, 組み合わせ論, 微分方程式, 及び代数幾何学といった様々な数学的手法を通して研究するものである. これは 1980 年代から盛んに研究されるようになった, 比較的新しい数学の一分野であるが, 2009 年 8 月には第二回日本数学会季期研究所として『超平面配置』が 北海道大学にて二週間行われるなど, 年々その存在感を増し続けている研究対象である. 特に, 季期研究所の講演者の多くが外国人であることからもわかるように, 海外での研究が盛んな研究分野であることも特徴的である. 同時に, 超平面配置は幾何学的対象としては超平面の有限集合という極めてシンプルなものであるが, その研究手法が上述のようにきわめて多様なため, さまざまな分野の数学者との交流が盛んであり, そこから生まれる共同研究なども多く, 注目に値する研究分野として位置づけられている. 私は特に, 超平面配置への代数・代数幾何学的アプローチに興味を持って研究している.

**研究内容：**

超平面配置, あるいは多重配置から定まる重要な代数的, あるいは代数幾何的対象として, 対数的ベクトル場及び対数的微分形式と呼ばれるものがある. これらは齋藤恭司氏が, コクセター群から定まる超平面配置に対して導入したもので, その構造が定めるホッジ分解は, 同氏による平坦構造の導入においてきわめて重要な役割を果たしている. この平坦構造が, 今はフロベニウス多様体構造として数理物理学と幾何学双方において脚光を浴びていることはよく知られている. それ以降も, 特に寺尾宏明氏による自由配置に関する深い洞察及び研究は, 超平面配置研究の中でも重要な位置を占めている.

私はこの対数的ベクトル場及びその自由性について, 主に研究している. 特に超平面配置がいつ自由配置となるかは, 極めて重要であるが同時に難しい問題としても知られており, 私は強く興味を持って研究している. この問題に対して私は, 吉永正彦氏により証明された, 超平面配置に正整数の重さの情報を付与した多重配置の自由性との関係を通したアプローチを試みている. このアプローチはさらに, これまであまり解析が進んでいなかった多重配置の対数的ベクトル場の構造を次々に明らかにしている. また近年は, 超平面配置研究の祖とも言える, コクセター群の鏡映面として得られるコクセター多重配置の自由性や対数的ベクトル場の構造研究に, 不変式論を用いてアプローチしている. さらに私は, 超平面配置のどの性質が, 特にどのような幾何学的性質が, 超平面配置の自由性を特徴づけるのか, という点にも強い興味を抱いている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

在籍期間中は, 超平面配置の自由性とその幾何学的意味づけ, 及び自由配置に関連する問題の中でももっとも大きな予想である寺尾予想に関連した研究で大きな進展を得た. 以下, 研究内容を説明する.

在籍期間中に取り組んだ問題は, 極めて具体的なものである. すなわち, 実平面上の直線配置の族として, その本数及び方向ベクトルという二つの数値的なデータが一定なもの全体からなるものを考える. このとき族の元の部屋（補空間の連結成分）の数の下限を与えることはできるだろうか. また, ある配置の部屋の数がその下限と一致するとき, それは特別な性質を持つ配置であろうか. これらの問題を私は, 無限遠へ制限した結果として得られる中心的な二次元多重配置の代数的な情報に, 吉永正彦氏の結果及び, 私と沼田泰英氏の結果を組み合わせて, そこに私の新しい知見と定理を加えることで解決した. 特に後者の問題については, 下限を与える配置は自由であることを示すことができた. これは即ち, 部屋の数が最も少ないという条件が自由性を示唆することを表しており, 自由配置に関連したきわめて興味深い幾何学的特徴づけということができる. これらの結果は, 複素数体上でならばベッチ数の和の言葉で, また標数がゼロの任意の体上ならば特性多項式の分裂の形の言葉で記述できる. 特にこの, 最小部屋数配置は組み合わせ論的な情報なので, このカテゴリにおいては寺尾予想が正しいこともわかった.

**主要論文：**

Takuro Abe; *The elementary transformation of vector bundles on regular schemes*, Trans. Amer. Math. Soc.,359(9),4285-4295,2007.

Takuro Abe, Hiroaki Terao and Max Wakefield; *The characteriscic polynomial of a multiarrangement*, Adv. in Math. 215(2), 825-838, (2007)

Takuro Abe, Hiroaki Terao and Max Wakefield; *The Euler multiplicity and addition-deletion theorems for multiarrangements*, J. London Math. Soc., 77 (2), 335–348, 2008.

Takuro Abe, Koji Nuida and Yasuhide Numata; *Signed-eliminable graphs and free multiplicities on the braid arrangement*, J. London Math. Soc., 80 (1), 121–334, 2009.

Takuro Abe, Hiroaki Terao and Masahiko Yoshinaga; *Totally free arrangements of hyperplanes*, Proc. Amer. Math. Soc.,137(4),1405–1410, 2009.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takuro Abe and Hiroaki Terao; *A primitive derivation and logarithmic differential forms of Coxeter arrangements*, Math. Z.,264(4),813–828,2010.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Takuro Abe; *Exponents of* 2*-multiarrangements and freeness of* 3*-arrangements*, arXiv:1005.5276.

**講演：**

Chambers and freeness of real arrangements of hyperplanes, Colloquium, US Naval Academy, Annapolis, USA, September 8, 2010 (International colloquium)

Exponents and freeness of 3-arrangements, Geometry on singularities and manifolds, Yamagata University, Japan, September 16, 2010 (International conference)

Exponents and freeness of 3-arrangements, Algebraic geometry and related areas, Hokkaido University, September 2, 2010

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)，平成 21 年度〜平成 23 年度,「多重配置の自由性の解析と関連する幾何学の創出」，1,700 千円 (総額 2,800 千円)

## 榎本 直也（Naoya ENOMOTO）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 21 年 8 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2009 年）

**研究テーマ：**

**ヘッケ環と量子群の表現論，表現論的視座からの写像類群の構造の解明**

リー環や対称群といった代数の表現論は，代数的な観点だけでなく，組合せ論や幾何の立場からも詳細に研究されてきた．1980 年代に導入された量子群は，リー環の量子化として理解され，1960 年代に導入されたヘッケ環は，対称群の量子化として理解されている．他方，表現の係数体を正標数にしたり，代数のパラメータを特殊化したり，あるいは無限次元代数を考えたりするような場合，既約表現の直和への分解が成り立たないこと（完全可約性の破れ）が頻繁に起きる．このような表現論を捉える手法として，従来の代数的・組合せ論的・幾何的な手法に加え，最近では「categorification」とよばれる圏論的手法が導入されており，多くの代数の表現論を捉えるための統一的な視点を与えている．

コンパクトリーマン面に付随する写像類群とそのトレリ部分群の構造を理解する手法のひとつとして，それらの「リー環化」を考え，さらに自由リー代数の微分代数に埋め込む Johnson 準同型は 1980 年代に導入された．この準同型写像の余核の構造，特にシンプレクティック群の表現としての構造は，森田茂之氏らを中心として 1990 年頃から精力的に研究されてきているが，いまだに未解明である点も多く残されている．

**研究内容：**

量子群とヘッケ環の表現論において，両者がお互いの表現論を統制している現象に着目して研究している．より具体的には，アフィンヘッケ環と呼ばれる無限次元の代数の表現論を，アフィン量子群の表現論を用いて記述する Lascoux-Leclerc-Thibon-Ariki 理論とその一般化を対象としている．アフィンヘッケ環の表現の圏の K 群に着目すると，そこには「categorification」の枠組みを通して量子群の表現が定義される．LLTA 理論は，こうした量子群の表現論由来の基底と，既約加群やその射影被覆といったヘッケ環の表現論に付随する基底との変換行列を記述する枠組みである．私の現在の研究は，B 型やさらに一般のアフィンヘッケ環においてこうした枠組みを与え，その組合せ論・幾何学的あるいは圏論的詳細を理解することである．

また，佐藤隆夫氏との共同研究では，種数 $g$ で境界成分を 1 つ持つコンパクトリーマン面に付随する写像類群とそのトレリ部分群から得られる Johnson 準同型をシンプレクティック群の表現論を用いて解析することを目標としている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

(1) 2010 年，Varagnolo-Vasserot によって私と柏原正樹氏による B 型版 LLTA 型予想が解決されたため，対称結晶と B 型アフィンヘッケ環のモジュラー表現論との対応が確かめられたことになるが，表現論の組合せ論的な記述や関連する代数との関連はいまだ未解明な部分が多く，特に，$\widehat{\mathrm{sl}}_e$ に付随する対称結晶の組合せ論的記述や有限次元ヘッケ環の表現論との関係に着目して研究を進めた．

(2) 佐藤隆夫氏との共同研究により，氏の得ていた自由群の自己同型群に関する Johnson 準同型に対する余核の記述を表現論的に解釈し，余核の GL-既約分解公式を得た．これに関する論文を執筆し出版した．さらに，この結果を写像類群に対する Johnson 余核の記述に応用することで，Johnson 余核に現れる Sp-既約表現の新しいクラスを導入した．具体的に記述できる既約成分として，余核に Sp-既約表現 $[1^k]$ ($k \equiv 1 \bmod 4$) が重複度 1 で現れることを示した．これは，森田-中村の結果以降では初めて余核に現れる Sp-既約表現の新しい無限系列である．この結果についての論文を執筆し，現在投稿中である．なお，本成果は，グローバル COE において佐藤氏と同僚となる機会がなければ決してなしえないものだった．

(3) 阿部拓郎氏との共同研究により，quasi-invarinat のなす環の表現論的構造を研究した．quasi-invariant と超平面配置、特にコクセター配置に対する原始微分の関係を見出し，quasi-invariant のなす環の不変式環上の基底についていくつかの組合せ論的な明示公式を得た．現在，論文準備中である．なお，本成果は，グローバル COE において阿部氏と同僚となる機会がなければ決してなしえないものだった．

**主要論文：**

Naoya Enomoto; *A Quiver Construction of symmetric crystals*, Int. Math. Res. Notices, **12**, 2200-2247, 2009

Naoya Enomoto and Masaki Kashiwara; *Symmetric crystals and affine Hecke algebras of type B*, Proc. Japan Acad., **82**(8), 131-136, 2006

Naoya Enomoto and Masaki Kashiwara; *Symmetric crystals for $gl_\infty$*, Publ. RIMS, **44**(3), 837-892, 2008

Naoya Enomoto; *Composition Factors of Polynomial Representation of DAHA and q-Decomposition Numbers*, Jour. Math. Kyoto Univ., **49**(3), 441-473, 2009

Naoya Enomoto and Takao Satoh; *New series in the Johnson cokernels of the mapping class groups of surfaces*, プレプリント, arxiv1012.2175

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Naoya Enomoto and Takao Satoh; *On the derivation algebra of the free Lie algebra and trace maps*, Algebraic and Geometric Topology, **5**, 2861-2902, 2011

Naoya Enomoto; *Corrigendum to "A Quiver Construction of Symmetric Crystals"*, Int. Math. Res. Notices, **5**, 1198-1200, 2012

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Naoya Enomoto and Takao Satoh; *New series in the Johnson cokernels of the mapping class groups of surfaces*, プレプリント, arxiv1012.2175, submitted for publication.

**講演：**

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, 大阪表現論セミナー, 大阪市立大学梅田サテライト, 2011.2.17.

アフィンヘッケ環の Lascoux-Leclerc-Thibon-Ariki 理論について, 京大数学教室談話会, 2011.5.11.

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, RIMS 表現論セミナー, 2011.5.27.

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, 第 14 回代数群と量子群の表現論研究集会, 国民宿舎 小豆島, 2011.6.2-5.

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, RIMS 研究集会 表現論と調和解析における諸問題, RIMS, 2011.6.28-7.1.

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, リーマン面に関連する位相幾何学 2011, 東大数理, 2011.9.3-6.

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, 微分トポロジーセミナー, 京大理, 2011.10.25.

Lascoux-Leclerc-Thibon-Ariki type theory for affine Hecke agebras I, II, Geometric/categorical aspects of representation theory, Hokkaido Univ., 2012.2.19-22.（International Conference）

曲面の写像類群に対する Johnson 余核の Sp-加群構造について, 代数幾何とその周辺, 北大, 2012.8.6-8.8

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B), 平成 22 年度〜平成 25 年度,「幾何・圏論・組合せ論によるアフィンヘッケ環と量子群の表現論」, 2,400 千円（総額：3,000 千円）

## 佐藤 隆夫（Takao SATOH）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 20 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
東京大学博士（数理科学）（2006 年）

**研究テーマ：**

**ホモロジー代数，組み合わせ群論（自由群の自己同型群，Johnson 準同型）**

自由群の自己同型群は，曲面の写像類群や組み紐群の研究と関連して位相幾何学的な背景の下，1910 年代頃から Dehn, Nielsen, Magnus らによって研究され始めた群である．古典的には，自由群の自己同型群自身を対象とした，群の表示や群の表現などの研究が行われてきたが，近年では，曲面の写像類群の研究で発展した理論の類似物を構築する研究が盛んである．特に，1980 年代後半から始まった，Culler, Vogtmann, Hatcher らによる Outer space の幾何を用いた有理自明係数ホモロジー群の計算や，森田茂之, Hain らによる Johnson 準同型を用いた IA-自己同型群の研究など，代数的，及び位相幾何学的に活発な研究がなされている．

**研究内容：**

私は特に，IA-自己同型群と呼ばれる，自由群の自己同型群のある正規部分群の整係数ホモロジー群の構造を解明することを中心に研究を行っている．IA-自己同型群とは，自由群のアーベル化に自明に作用するような自己同型たちのなす群であり，自由群の自己同型群の群論的構造の豊かさや複雑さを数多く反映する．

一般に，自由群の自己同型群のねじれ係数ホモロジー群と，IA-自己同型群の整係数ホモロジー群とは表裏一体の関係にある．特に，IA 自己同型群の整係数ホモロジー群を係数とするような，自由群の自己同型群のねじれ係数ホモロジー群の構造に興味があり，特にその非自明性，安定性などを代数的な立場から研究している．

一方，IA-自己同型群の群論的構造を直接研究する手法として，Johnson 準同型にも興味を持っている．これは，Johnson filtration と呼ばれる，IA-自己同型群のある中心列の次数商を考察するための道具であり，IA-自己同型群の表示やホモロジー群の研究において重要な役割を果たす．特に，Johnson 準同型の全射性に関する障害について組み合わせ群論的立場から研究している．さらに，これらの応用として，榎本直也氏と共同で曲面の写像類群の Johnson 準同型の余核に関する，組み合わせ群論的かつ表現論的研究も行っている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

自由群の自己同型群の Johnson 準同型の研究を継続しており，特に主な研究結果は以下の 3 点である．

まず，自由群の自己同型群の Johnson 準同型を，自由群の IA-自己同型群の整係数群環における添加イデアルが定める自然なフィルトレーションの各次数商に拡張するという結果が得られた．これにより，添加イデアルが定めるフィルトレーションの各次数商の GL-構造に関して新しい知見が得られた．

次に，昨年，自由群の IA-自己同型群の降中心列の各次数商上で定まる Johnson 準同型の余核を決定したが，これの GL 加群としての既約分解に関する組み合わせ論的な記述を，榎本直也氏と共同で研究し特に，自由群の自己同型群の Johnson 準同型の余核に現れる対称テンソル（森田障害）や，交代テンソルの重複度が 1 であることを示した．さらにこれに関連して，森田トレースが自由メタアーベルリー代数の微分代数のアーベル化の生成元になることや，交代テンソルに付随するトレース写像が，自由冪零群の非自明な 2 次元コホモロジー類を定めることも示した．

さらに，榎本直也氏と共同で，上述の結果を曲面の写像類群の Johnson 準同型の余核の研究に応用し，森田障害が重複度 1 で Johnson 余核に現れることの別証明や，$[1^k]$ に付随する Sp 既約表現が $k \equiv 1 \bmod 4$ のときに Johnson 余核に重複度 1 で現れることを示した．

**主要論文：**

Takao Satoh; *Twisted first homology groups of the automorphism group of a free group*, Journal of Pure and Applied Algebra, 204, 334-348, 2006.

Takao Satoh; *New obstructions for the surjectivity of the Johnson homomorphism of the automorphism group of a free group*, Journal of the London Mathematical Society, (2) 74, 341-360, 2006.

Takao Satoh; *The cokernel of the Johnson homomorphisms of the automorphism group of a free metabelian group*, Transactions of American Mathematical Society, 361, 2085-2107, 2009.

Takao Satoh; *On the image of the Burau representation of the IA-automorphism group of a free group*, Journal of Pure and Applied Algebra, 214, 584-595, 2010.

Takao Satoh; *A reduction of the target of the Johnson homomorphisms of the automorphism group of a free group*, Transactions of American Mathematical Society, 363, 1631-1664, 2011.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takao Satoh; *First cohomologies and the Johnson homomorphisms of the automorphism group of a free group*, Journal of Pure and Applied Algebra,217,137-152,2013.

Takao Satoh; *On the lower central series of the IA-automorphism group of a free group*, Journal of Pure and Applied Algebra,216,709-717,2012.

Takao Satoh; *On the augmentation quotients of the IA-automporphism group of a free group*, Algebraic and Geometric Topology,12,1239-1263,2012

Takao Satoh; *On the Johnson filtration of the basis-conjugating automorphism group of a free group*, Michigan Mathematical Journal, 61, 87-105, 2012.

Takao Satoh; *A reduction of the target of the Johnson homomorphisms of the automorphism group of a free group*, Transactions of American Mathematical Society, 363, 1631-1664, 2011.

Takao Satoh; *The kernel of the Magnus representation of the automorphism group of a free group is not finitely generated*, Mathematical Proceedings Cambridge Philosophical Society,151,407-419,2011.

Naoya Enomoto and Takao Satoh; *On the derivation algebra of the free Lie algebra and trace maps*, Algebraic and Geometric Topology,11,2861-2901,2011

Takao Satoh; *On the lower central quotients of the free groups of finite rank of a certain variety*, J. Algebra, 331, 449-465, 2011.

Takao Satoh; *On the fourth Johnson homomorphism of the automorphism group of a free group*, Journal of Algebra, 323, 3182-3201, 2010.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Naoya Enomoto and Takao Satoh; *New series in the Johnson cokernels of the mapping class groups of surfaces.*,

**講演：**

On the Johnson filtration of the automorphism group of a free group, RIMS 研究集会「変換群と手術理論」, 京大数理研，2010 年 9 月 1 日.

On the kernel of the Magnus representation of the automorphism group of a free group, 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」, 東大数理，2010 年 9 月 6 日.

自由群の自己同型群の Johnson filtration について, 日本数学会秋季総合分科会, 2010 年 9 月 22 日

On the Johnson homomorphisms of the automorphism group of a free group, Teichmuller Theory, Oberwolfach, 4 December 2010. (International conference)

自由群の自己同型群のねじれ係数コホモロジーについて I, 信州大学理学部数理・自然情報科学教室 トポロジーセミナー，2011 年 1 月 11 日.

自由群の自己同型群のねじれ係数コホモロジーについて II, 信州大学理学部数理・自然情報科学教室 談話会，2011 年 1 月 12 日.

自由群の自己同型群のねじれ係数コホモロジーについて, 北田先生を囲む研究集会, 京都市大学のまち交流センター, 2011 年 2 月 12 日.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)，平成 21 年度〜平成 23 年度,「自由群の自己同型群の研究」，1,400 千円（総額:2,100 千円）

## 長谷部 高広（Takahiro HASEBE）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2012 年）

**研究テーマ：**

**非可換確率論, 自由確率論**

非可換確率論は量子論の数学的基礎づけから発展してきた分野である. 具体的には確率変数の全体を可換な関数環と見たとき, それを $*$ 演算 (複素共役の一般化) をそなえた $\mathbf{C}$ 上の非可換代数に一般化する. また期待値としてその代数上の正の線形汎関数の組を確率空間と考える. 物理学, 数学のどちらの立場からも研究されている. 特に自由確率論という分野が精力的に研究されている. もともとは自由群のなす群フォンノイマン環の解析を目標に作られた理論だが, ランダム行列の固有値分布との関係が見いだされてからは多くの応用が出てきている. エントロピーや無限分解可能性など, 確率論の諸概念を非可換代数に一般化することが基本的な研究の指針である.

**研究内容：**

大きく分けて 3 つの研究を行っている. 1 つめは, 非可換代数上で「独立性」をどのように考えるべきかという問題である. 重要な例としてテンソル, 自由, ブール, 単調という 4 つの独立性が知られているが, ここ 2,3 年でさらに多様な独立性が提案されてきている. これらの独立性を統一的に理解できるような枠組みを作ることを目標にしている.

2 つめは, 自由確率論における無限分解可能分布の研究である. 具体的な確率分布が自由無限分解可能かどうかを判定するのが困難であり, そのためあまり多くの例が知られていないので, 具体例を探すことを目標にしている. またランダム行列の固有値分布と自由無限分解可能分布の関係について研究している.

3 つめは, キュムラントの研究である. 非可換確率論におけるキュムラント概念をどのように定義するのが望ましいかを研究している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

条件付き単調独立性という新しい独立性を定義し, 単位円板上の解析函数の理論を使って確率測度の畳み込みの研究を行った.

ブール畳み込みという確率測度に対する演算のもとで自由無限分解可能性がどのように変化するかを明らかにした (Arizmendi 氏との共同研究). またベータ分布を含む確率分布の族を導入し, その自由無限分解可能性を示した (Arizmendi 氏との共同研究). 確率変数が対称な自由無限分解可能分布を持てば, その 2 乗も自由無限分解可能な分布を持つことを見つけた (Arizmendi, 佐久間氏との共同研究).

西郷氏との共同研究で, 単調独立性に関するキュムラントを導入した. また集合の順序付き分割を用いることによって, モーメントを単調キュムラントによって書き表す明示式を見つけた.

**主要論文：**

Takahiro Hasebe, *Monotone convolution semigroups*, Studia Math. Vol. 200 (2010), 175–199.

Takahiro Hasebe, *Conditionally monotone independence I, Independence, additive convolutions and related convolutions*, Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat. Top. Vol. 14, No. 3 (2011), 465–516.

Takahiro Hasebe and Hayato Saigo, *The monotone cumulants*, Ann. Inst. Henri Poincaré Probab. Stat. Vol. 47, No. 4 (2011), 1160–1170.

Takahiro Hasebe, *Analytic continuations of Fourier and Stieltjes transforms and generalized moments of probability measures*, J. Theoret. Probab. Vol. 25, No. 3 (2012), 756–770.

Octavio Arizmendi, Takahiro Hasebe, *On a class of explicit Cauchy-Stieltjes transforms related to monotone stable and free Poisson laws*, accepted for publication in Bernoulli.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takahiro Hasebe, *Monotone convolution semigroups*, Studia Math. Vol. 200 (2010), 175–199.

Takahiro Hasebe, *White noise analysis on manifolds and the energy representation of a gauge group*, Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat. Top. Vol. 13, No. 4 (2010), 619–627.

Takahiro Hasebe, *Conditionally monotone independence I, Independence, additive convolutions and related convolutions*, Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat. Top. Vol. 14, No. 3 (2011), 465–516.

Takahiro Hasebe and Hayato Saigo, *The monotone cumulants*, Ann. Inst. Henri Poincaré Probab. Stat. Vol. 47, No. 4 (2011), 1160–1170.

Takahiro Hasebe and Hayato Saigo, *Joint cumulants for natural independence*, Elect. Commun. Probab. Vol. 16 (2011), 491–506.

Takahiro Hasebe, *Differential independence via an associative product of infinitely many linear functionals*, Colloq. Math. Vol. 124 (2011), 79–94.

Takahiro Hasebe, *Analytic continuations of Fourier and Stieltjes transforms and generalized moments of probability measures*, J. Theoret. Probab. Vol. 25, No. 3 (2012), 756–770.

Takahiro Hasebe, *Conditionally monotone independence II, Multiplicative convolutions and infinite divisibility*, to appear in Complex Analysis and Operator Theory. (Available online)

Takahiro Hasebe, *Fourier and Cauchy-Stieltjes transforms of power laws including stable distributions*, Internat. J. Math. **23**, No. 3 (2012), 1250041 (21 pages).

Octavio Arizmendi, Takahiro Hasebe, *On a class of explicit Cauchy-Stieltjes transforms related to monotone stable and free Poisson laws*, accepted for publication in Bernoulli.

Octavio Arizmendi, Takahiro Hasebe, *Classical and free infinite divisibility for Boolean stable laws*, Proc. Amer.Math. Soc. to appear.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Octavio Arizmendi and Takahiro Hasebe, *Semigroups related to additive and multiplicative, free and Boolean convolutions*, arXiv:1105.3344v2.

Octavio Arizmendi, Takahiro Hasebe and Noriyoshi Sakuma, *Free regular infinite divisibility and squares of random variables with 田-infinitely divisible distributions*, arXiv:1201.0311v1.

Takahiro Hasebe and Hayato Saigo, *On operator-valued monotone independence*, preprint.

Takahiro Hasebe, *Free infinite divisibility of measures with rational function densities*, preprint.

**講演：**

13th Workshop: Non-commutative Harmonic Analysis (Będlewo, Poland), “Joint cumulants for natural independence”, 2010 年 7 月 14 日 (International conference).

RIMS 研究集会: 作用素環論の最近の進展について, 「代数の自由積に定義される線形汎関数の結合的な積」, 2010 年 9 月 1 日.

2010 年度関数解析研究会 (道の駅「ゆーさ」(青森県)), 「代数の自由積と確率論的な諸概念の関係」, 2010 年 9 月 16 日.

日本数学会 (名古屋大学), 「代数の自由積上に定義される線形汎関数の積について」, 2010 年 9 月 24 日.

東京確率論セミナー (東京工業大学大岡山キャンパス), 「確率論と非可換確率論に現れる 4 種類の無限分解可能分布について」, 2010 年 10 月 4 日.

Probability seminar in CIMAT (Guanajuato, Mexico),“Moments of Cauchy distributions and their generalization”, 2010 年 10 月 29 日 (International conference).

第 2 回白浜研究集会 (白浜), 「可換及び非可換な確率論におけるレヴィ過程の分布について」, 2010 年 11 月 30 日.

RIMS 研究集会: 独立性と従属性の数理–函数解析学の視点から–, 「独立性の視点から見たレヴィ過程とその確率分布」, 2010 年 12 月 21 日.

ウィナーカオスとその周辺 (愛知教育大学), 「フーリエ変換とスチルチェス変換の解析性について」, 2010 年 12 月 27 日.

The 6th Jikji-Workshop: Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability (Korea, Daejeon), “On a generalized concept of moments”, 2011 年 1 月 10 日 (International conference).

Workshop: Bialgebras in Free Probability (Wien, Erwin Schrödinger Institute), “On Cauchy distributions in non-commutative probability”, 2011 年 2 月 15 日 (International conference).

日本数学会 (早稲田大学), 「フーリエ変換とスチルチェス変換の解析接続によって定義される一般化モーメントについて」, 2011 年 3 月 21 日.

35th Conference on Stochastic Processes and their Applications (Oaxaca, Mexico), “Free infinitely divisible distributions related to the monotone strictly stable distributions”, 2011 年 6 月 20 日 (International conference).

確率論ヤングサマーセミナー (潮来ホテル, 茨城県), 「非可換確率論について」, 2011 年 8 月 5 日.

Introductory Lectures on Quantum Probability (札幌, 北海道大学), “Noncommutative independence and generalized cumulants”, 2011 年 8 月 30 日 (International conference).

Sapporo Workshop on Non-Commutative Analysis and Applications to Complex Phenomena (札幌, 北海道大学), “On a class of explicit Cauchy-Stieltjes transforms related to monotone stable and free Poisson laws”, 2011 年 9 月 1 日 (International conference).

14th Workshop: Non-commutative Harmonic Analysis (Będlewo, Poland), “Semigroups related to additive and multiplicative, free and Boolean convolutions”, 2011 年 9 月 27 日 (International conference).

信州数理物理セミナー (信州大学松本キャンパス)、「キュムラント概念の一般化について」, 2011 年 11 月 29 日.

第三回白浜研究集会 (南紀白浜温泉 白浜御苑), 「遠方での確率測度の級数展開について」, 2011 年 12 月 15 日.

RIMS 研究集会: 独立性と従属性の数理 —代数と確率の出会い—,「自由独立性とその一般化について」, 2011 年 12 月 20 日.

直交多項式・特殊関数が関わる確率論的諸問題とその周辺 (名城大学), 「ベータ分布の一般化と自由無限分解可能性」, 2011 年 12 月 24 日.

第 3 回 GCOE 若手数学者交流会 (ソウル大学と京都大学の交流, 於 京都大学), “Square of random variable in free probability”, 2012 年 2 月 20 日 (International conference, ポスター発表).

京大確率論セミナー, 「自由確率論について」, 2012 年 5 月 16, 23, 30 日.

CMRU 研究会: 量子確率論と量子ウォーク (東北大学), 「独立性・母関数・微分方程式」, 2012 年 7 月 5 日.

The 7th Jikji-Workshop: Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability (Korea, Cheongju), “On free infinite divisibility”, 2012 年 7 月 26 日 (International conference).

日本数学会 (九州大学),「自由確率論における無限分解可能分布の例について」, 2012 年 9 月 19 日.

日本数学会 (九州大学),「Spreadability system に対するキュムラント」, 2012 年 9 月 20 日.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)　平成 22 年度〜24 年度　「非 Fock 空間における無限次元 Lie 群の表現論の研究」，2,100 千円（総額：2,100 千円）

## 深谷 友宏（Tomohiro FUKAYA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2009 年）

**研究テーマ：**

**Coarse 幾何学，幾何学的群論**

Coarse 幾何学とは標語的に言えば,「非コンパクト空間を “荒く” 見る事により見えてくる大域的な構造の研究」である．Coarse カテゴリーにおける対象は，無限離散群や非コンパクト完備 Riemann 多様体といった非有界な距離空間である．そこで考えられる射は擬等長写像もしくは Coarse 写像と呼ばれる．Coarse 幾何学の背景には，Novikov 予想や Baum-Connes 予想への幾何学的なアプローチがある．

Novikov 予想とは，多様体の高次符号数がホモトピー不変量であるという予想である．多様体が単連結の場合は，Hirzebruch の符号数定理である．Novikov 予想は基本群の問題に帰着され，様々なクラスの群に対して証明されてきた．この Novikov 予想と密接に関係する，重要な予想が，Baum-Connes 予想である．$\Gamma$ を局所コンパクト群とする．$\Gamma$ の分類空間の $K$ ホモロジーから，被約群 $C^*$ 環 $C^*_r(\Gamma)$ の $K$ 群への準同型写像が構成され，assembly map と呼ばれている．Baum-Connes 予想はこの assembly map が同型だと主張している．可算群 $\Gamma$ に対し，対応する assembly map が単射であれば，$\Gamma$ を基本群に持つ多様体に対し Novikov 予想が成立することが知られている．Baum-Connes 予想は作用素環，幾何学，群論が交わる場所に存在し，多くの研究者に依って現在も盛んに研究されている．

**研究内容：**

Higson は完備 Riemann 多様体の上での指数定理の研究の為に，あるコンパクト化を構成した．Roe によってその構成は一般の距離空間に拡張され，その境界は Higson コロナと名付けられた．私はこの Higson コロナのトポロジーを研究している．これまでに，双曲群の場合の Gromov 境界の類推で，Higson コロナ上のアーベル群の群作用に関する固定点定理が得られた．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

相対双曲群の Coarse Baum-Connes 予想について研究した．$G$ を有限生成群とし，$\mathbb{P} = \{P_1, \dots, P_k\}$ を $G$ の無限部分群の有限族とする．$G$ が $\mathbb{P}$ に関して相対双曲群であるとき，各 $P \in \mathbb{P}$ に対して，分類空間 $BP$ を有限単体複体で実現でき，Coarse Baum-Connes 予想が成立するなら，$G$ に対しても Coarse Baum-Connes 予想が成立することを示した．

**主要論文：**

Tomohiro Fukaya; *Coarse dynamics and fixed point theorem*, Nagoya Mathematical Journal.202 (2011), 1-13

Tomohiro Fukaya and Masaki Tsukamoto; *Asymptotic distribution of critical values convolutions and related convolutions*, Geom. Dedicata,143,63-67,2009.

Tomohiro Fukaya; *Gröbner basis of oriented Grassmann manifolds*, Homology Homotopy Appl.,10(2),195-209,2008.

Tomohiro Fukaya and Shin-ichi Oguni; *The Coarse Baum-Connes conjecture for relatively hyperbolic groups*, Journal of Topology and Analysis,4(1),99-113,2012

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Masayuki Asaoka, Tomohiro Fukaya, Kentaro Mitsui, Masaki Tsukamoto; *Growth of critical points in one-dimensional lattice systems*, arXiv:1206.6232[math.DS]

**講演：**

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, General and Geometric Topology and its Applications, Kyoto university, Oct. 18 2011.

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, 4th Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan university, Nov. 1 2011 (International conference)

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, Group actions and K-theory, Kyoto university, Kyoto, March 12 2012 (International conference)

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, 日本数学会年会, 東京理科大学, 2012 年 3 月 26 日

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, 幾何学シンポジウム (九州大学), 2012 年 8 月 27 日

“Coarse Baum-Connes conjecuture for relatively hyperbolic groups”, 日中幾何学友好研究集会 (四川大学), 2012 年 9 月 8 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)　平成 23 年度〜平成 26 年度「オートマチック群の幾何とその境界の力学的研究」2,000 千円（総額：3,300 千円）

## 森山 貴之（Takayuki MORIYAMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
大阪大学理学博士（2008 年）

**研究テーマ：**

**葉層構造における横断的幾何構造の研究**

小平とスペンサーによるコンパクト多様体上の複素構造の変形理論はゴメス・モントやデュシャン・カルカ等によって葉層多様体上の横断的な正則構造の変形に応用さた. 更にギルバウ・ヘフリガー・スンダララマン等は横断的な正則構造の倉西空間の存在定理を示した. このように葉層構造の幾何においては横断的に正則な構造を変形するという変形理論は古くから研究されていた. 又, 横断的正則構造の他に横断的シンプレクティック構造も重要な研究対象となっており, その例として接触構造がある. 特に佐々木構造は接触構造の特別な場合であり, 横断的ケーラー構造を誘導する事から近年活発に研究されている対象である.

**研究内容：**

葉層多様体において葉層構造に対し横断的な方向に様々な幾何構造を持つ場合がある. その中でも横断的カラビ・ヤウ構造, ハイパーケラー構造, $G_2$ 構造, Spin(7) 構造といった構造について研究を行った. これらの構造は閉微分形式で特徴付ける事ができ, 更にベーシックな閉微分形式の枠組みで変形を考える事により, その変形やモジュライ空間を構成する事が出来る.

葉層多様体において葉層に対し横断的な情報を持つ部分多様体を考える事が出来る. 但し, これは葉層（をなす部分多様体）と横断的に交わる部分多様体に限らず考える必要がある. 例えば接触多様体におけるルジャンドル部分多様体は次元の関係から分かるように葉層に横断的に交わっているわけではない. しかし, ルジャンドル部分多様体は横断的ラグランジュ部分多様体と見なす事ができ, それらの視点から研究を行った.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

葉層多様体において横断的カラビ・ヤウ構造, ハイパーケラー構造, $G_2$ 構造, Spin(7) 構造のモジュライ空間に滑らかな多様体構造が入る事が分かった. そして, トーラスの線形葉層やヌル佐々木多様体の特性葉層についてそのモジュライ空間の性質について調べた.

葉がコンパクトでないような佐々木・アインシュタイン多様体に対して極小なルジャンドル部分多様を作る事が出来た. 実際にトーリック佐々木・アインシュタイン多様体 $S^2 \times S^3$ におけるトーラス $S^1 \times S^1$ がそのような例である.

**主要論文：**

Takayuki Moriyama; *Asymptotically holomorphic embeddings of presymplectic manifolds*, J. Math. Soc. Japan, 60(3), 905–933, 2008（査読付き）

Takayuki Moriyama; *Deformations of transverse Calabi-Yau structures on foliated manifolds*, Publ. RIMS. Kyoto Univ., 46(2), 335–357, 2010（査読付き）

Takayuki Moriyama; *The moduli space of transverse Calabi-Yau structures on foliated manifolds*, Osaka J. Math., 48(2), 383–483, 2011（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takayuki Moriyama; *Deformations of transverse Calabi-Yau structures on foliated manifolds*, Publ. RIMS. Kyoto Univ., 46(2), 335–357, 2010（査読付き）

Takayuki Moriyama; *The moduli space of transverse Calabi-Yau structures on foliated manifolds*, Osaka J. Math., 48(2), 383–483, 2011（査読付き）

**講演：**

「葉層多様体における横断的カラビ・ヤウ構造のモジュライ空間」第５７回幾何学シンポジウム, 神戸大学, 2010 年 8 月

「葉層多様体における横断的カラビ・ヤウ構造のモジュライ空間」トポロジー幾何セミナー, 広島大学, 2010 年 10 月

「葉層多様体における横断的カラビ・ヤウ構造のモジュライ空間」松江微分幾何学研究集会 2010, 島根大学, 2010 年 12 月

「葉層多様体における横断的カラビ・ヤウ構造のモジュライ空間」東北大幾何学セミナー, 東北大学, 2011 年 7 月

「Special Legendrian submanifolds in toric Sasaki-Einstein manifolds」京都大学談話会, 京都大学, 2011 年 10 月

「Special Legendrian submanifolds in toric Sasaki-Einstein manifolds」ホテルゾンタック（長野・日本）, 2011 年 11 月 (国際研究集会)

「Special Legendrian submanifolds in toric Sasaki-Einstein manifolds, part I, II」第 6 回 GEOSOCK セミナー「幾何学と数理物理」, 大阪市立大,2012 年 3 月

「トーリック佐々木・アインシュタイン多様体における特殊ルジャンドル部分多様体」日本数学会幾何学分科会, 東京理科大, 2012 年 3 月

「Special Legendrian submanifolds in toric Sasaki-Einstein manifolds」“UK-JAPAN MATHEMATICAL FORUM” on Geometry, Probability, and their Applications. 慶應大学（東京・日本）, 2012 年 7 月（国際研究集会）

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究（B），平成 21 年度〜平成 24 年度,「葉層多様体における横断的幾何構造の研究」，2,100 千円 (総額:2,900 千円)

## 門田 直之（Naoyuki MONDEN）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
大阪大学博士 (理学)（2011 年）

**研究テーマ：**

**写像類群，レフシェッツ・ファイバー空間**

曲面の写像類群とは, 曲面の自己微分同相写像のアイソトピー類のなす群として定義され, 位相幾何学・微分幾何学, 代数学, 函数論, 数理物理学など様々な分野に現れる基本的で重要な対象となっている. 一方, レフシェッツ・ファイバー空間は有限個の特異ファイバーを除いて曲面上の曲面束の構造を持つ 4 次元多様体であり, このことからそのモノドロミー表現は写像類群に値を持つことがわかる. よって写像類群の組み合わせ的な議論でレフシェッツ・ファイバー空間を構成することができる. 1990 年代の Gompf と Donaldson の結果から, レフシェッツ・ファイバー空間と 4 次元シンプレクティック多様体との密接な関係が明らかになり, 4 次元トポロジー, シンプレクティック幾何, 写像類群などの観点からも活発に研究されている.

**研究内容：**

写像類群の組み合わせ的な性質・幾何学的群論における性質とレフシェッツ・ファイバー空間の性質の相互応用に興味を持ち研究している.

写像類群のある関係式を与えるとレフシェッツ・ファイバー空間が定まる. このとき, その関係式を変形することでレフシェッツ・ファイバー空間も変形することができる. 様々な変形を繰り返すことでこれまでにない不変量や性質を持つレフシェッツ・ファイバー空間を構成する.

逆に 4 次元シンプレクティック多様体の理論を用いてレフシェッツ・ファイバー空間の (不変量などの) 存在可能域や性質を割り出すことで, 写像類群の関係式には何がしかの制約がかかることがわかる. この制約を具体的に明示し, 幾何学的群論における性質 (例えば, 安定交換子長の理論など) への応用を行う.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

複素代数幾何学の正則ファイバー空間の地誌学問題に由来する, レフシェッツ・ファイバー空間の地誌学問題に取り組んだ. 特に, R. Hain による「任意のレフシェッツ・ファイバー空間はスロープ不等式を満たす」という予想に対し, 反例を構成した. また, $b_2^+ = 1$ となるレフシェッツ・ファイバー空間はスロープ不等式を満たすことを示した.

**主要論文：**

Naoyuki Monden; *On upper bounds on stable commutator lengths in mapping class groups*, Topology and its Applications, **159**, Issue 4, March 2012, 1085-1091.

R. Inanç Baykur, Mustafa Korkmaz and Naoyuki Monden; *Sections of surface bundles and Lefschetz fibration*, Transactions of the American Mathematical Society, to appear.

Naoyuki Monden; *On roots of Dehn twists*, Rocky Mountain Journal of Mathematics, to appear.

Naoyuki Monden; *Generating the mapping class group by torsion elements of small order*, Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, to appear.

Susumu Hirose and Naoyuki Monden; *Degree of roots of disk twists on 3-dimensional handlebodies*, Geometria Dedicata, to appear.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Naoyuki Monden; *Lefschetz fibrations with small slope*, Preprint.

R. Inanç Baykur, Mustafa Korkmaz and Naoyuki Monden; *Multisections of surface bundles, the framed mapping class group, and commutator lengths*, Preprint.

Danny Calegari, Masatoshi Sato and Naoyuki Monden: *On stable commutator length in the mapping class groups of punctured spheres*, Preprint.

**講演：**

Lefschetz fibration の geography 問題について, 談話会, 京都大学, May 16, 2012

曲面上の曲面束, Lefschetz 束の section, KOOK セミナー, 大阪駅前第 2 ビル 6 階 大阪市立大学文化交流センター, June 23, 2012

Lefschetz fibration の geography 問題について, トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, July 10, 2012

Lefschetz fibrations with small slope, The Conference on Group Actions and Applications in Geometry, Topology and Analysis, Kunming University of Science and Technology, Yunnan, China, July 29, 2012 (International conference)

Stable commutator length in mapping class groups, (I), (II), 鳥羽微分トポロジー 2012, 鳥羽市民文化会館, August 7, 2012

Lefschetz fibrations with small slope, リーマン面に関連する位相幾何学 2012, 東京大学, September 4, 2012

## 矢野 裕子（Yuko YANO）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定助教 (GCOE)（平成 21 年 10 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
お茶の水女子大学博士（理学）（2005 年）

**研究テーマ：**

**マルコフ過程の滞在時間に関する極限定理，レヴィ過程の処罰問題**

マルコフ過程とは，ランダムな粒子の動きを数学的に表現する確率過程の中の重要なクラスであり，現在で条件付けると未来が過去と独立になるという性質によって特徴付けられる．最も典型的な例はブラウン運動であり，ウィナーによる創始以来確率論における重要な研究対象である．

既にブラウン運動の様々な興味深い性質が知られるが，本研究では特に次の二つの結果に注目し，拡散過程及びレヴィ過程に対する一般化を考察する．ここで，拡散過程とは連続な道を持つマルコフ過程であり，加法過程とは定常独立増分を持つマルコフ過程である．

Lévy (1939) による逆正弦法則：一次元ブラウン運動の正側滞在時間の分布の漸近挙動に関する結果であり，正側滞在時間分布が明示的な密度関数を持ち，かつそれが滑らかで，更に区間の両端点で発散する U 字型曲線である点が興味深い．

Roynette-Vallois-Yor (2006-) による処罰問題：種々のブラウン汎関数によって重み付けられたウィナー測度に対する極限定理である．ブラウン汎関数による測度変換の極限でブラウン運動と特異な測度を得る一般的な方法を与え，ブラウン運動の新しい側面を照らしだす画期的な研究である．

**研究内容：**

マルコフ過程のクラスとして，拡散過程とレヴィ過程に注目する．拡散過程とは，連続な道を持つマルコフ過程である．特に一次元拡散過程はフェラーの標準測度と尺度関数によって特徴付けられ，Krein 理論及び小谷-渡辺の理論によってスペクトル測度との対応が与えられる．また，笠原の連続定理によって標準測度とスペクトル測度の漸近挙動が対応する．一方，レヴィ過程は独立定常増分を持つマルコフ過程であり，一般に連続な道を持たない．レヴィ過程は，レヴィ-ヒンチン表現によりレヴィ測度によって特徴付けられる．

拡散過程とレヴィ過程とは全く異なる性質を持つが，一方で共にマルコフ性を持つという類似点がある．マルコフ過程の標本路を解析する方法として，伊藤による周遊理論がある．本研究では，この周遊理論に基づく手法によって，一次元拡散過程に対する一般化逆正弦法則とその応用，及びレヴィ過程に対する処罰問題を考察する．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Chaumont (1996) によるレヴィ過程の調和変換過程を用いてあるシグマ有限測度を導入し，これが安定過程の最大値処罰問題を支配することを見出した．このために，安定過程の最大値による経路分解公式を証明した．

藤田岳彦氏との共同研究において，Yano-Yano-Yor (2009) で得られた一般化コーシー分布を用いることで，Hurwitz ゼータ関数の特殊値が計算できることを示した．

梶野直孝氏，熊谷隆氏，Mateusz Kwaśnicki 氏，渡辺信三氏との共同研究において，フラクタル上の拡散過程の片側滞在時間分布について考察し，Watanabe-Yano-Yano (2005) の結果を応用することにより分布密度の端点における漸近挙動を求めた．(現在，共著論文を執筆中．)

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布を考察し，一般化された Williams 公式，二重ラプラス変換公式，及び滞在時間同時分布密度の表現公式を得た．(現在，論文を最終点検中．)

マルチレイ上の拡散過程に対する滞在時間同時分布の長時間スケール極限について考察し，分布収束するための必要十分条件を決定した．(現在，論文を執筆中．)

**主要論文：**

Yuji Kasahara and Yuko Yano; *On a generalized arc-sine law for one-dimensional diffusion processes*, Osaka J. Math., 42(1), 1–10, 2005. (査読付き)

Shinzo Watanabe, Kouji Yano and Yuko Yano; *A density formula for the law of time spent on the positive side of one-dimensional diffusion processes*, J. Math. Kyoto Univ., 45(4), 781–806, 2005. (査読付き)

Yuko Yano; *On the occupation time on the half line of pinned diffusion processes*, Publ. RIMS Kyoto Univ., 42(3), 787–802, 2006. (査読付き)

Kouji Yano, Yuko Yano and Marc Yor; *Penalising symmetric stable Lévy paths*, J. Math. Soc. Japan, 61(3), 757–798, 2009. (査読付き)

Kouji Yano, Yuko Yano and Marc Yor; *Penalisation of a stable Lévy process involving its one-sided supremum*, Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist., 46(4), 1042–1054, 2010. (査読付き)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kouji Yano, Yuko Yano and Marc Yor; *Penalisation of a stable Lévy process involving its one-sided supremum*, Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist., 46(4), 1042–1054, 2010. (査読付き)

Takahiko Fujita and Yuko Yano; *Special values of the Hurwitz zeta function via generalized Cauchy variables*, Kyoto J. Math., 52(3), 465–477, 2012.（査読付き）

Yuko Yano; *A remarkable $\sigma$-finite measure unifying supremum penalisations for a stable Lévy process*, to appear in Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist.（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yuko Yano; *On the joint law of the occupation times for a diffusion process on multiray*, preprint.

Naotaka Kajino, Takashi Kumagai, Mateuz Kwaśnicki, Shinzo Watanabe and Yuko Yano; *Asymptotic behavior of the law of the occupation time for Brownian motion and random walk on fractals.*

**講演：**

安定レヴィ過程の最大値処罰問題, 京大確率論セミナー, 京都大学, 2010 年 6 月 23 日, 30 日, 7 月 7 日.

Sierpinski gasket 上のブラウン運動の片側滞在時間について, 研究会「数理解析の諸相」, 山形大学, 2010 年 8 月 9 日.

Penalisation of a stable Lévy process involving its one-sided supremum, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, 千里ライフサイエンスセンター, 2010 年 9 月 7 日. (国際研究集会，ポスター発表)

On the law of the occupation time for Brownian motion on the Sierpinski gasket, Groupe de travail d'analyse et probabilités, LAREMA Université d'Angers, November 3, 2010.

Sierpinski gasket 上のブラウン運動の片側滞在時間分布について, 京大確率論セミナー, 京都大学, 2010 年 11 月 24 日, 12 月 8 日.

Sierpinski gasket 上のブラウン運動の片側滞在時間について, 確率論シンポジウム, 京都大学, 2010 年 12 月 21 日.

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布, 京大確率論セミナー, 京都大学, 2011 年 1 月 12 日.

Special values of the Hurwitz zeta function via generalized Cauchy variables, 京大確率論セミナー, 京都大学, 2011 年 1 月 26 日, 2 月 2 日.

フラクタル上の拡散過程の片側滞在時間分布について, 九州確率論セミナー, 九州大学, 2011 年 2 月 4 日.

フラクタル上の拡散過程の片側滞在時間分布について, Workshop フラクタルの数学的諸相, かんぽの宿山代, 2011 年 2 月 22 日. (招待講演)

フラクタル上の拡散過程の片側滞在時間分布について, 東京確率論セミナー, 東京工業大学, 2011 年 5 月 16 日.

On the law of the occupation time for Brownian motion on the Sierpinski gasket, 5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications, Universität Bonn, September 8, 2011. (International conference, invited)

フラクタル上のブラウン運動の片側滞在時間分布について, 日本数学会秋季総合分科会統計数学分科会, 信州大学, 2011 年 9 月 28 日.

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布, 日本数学会秋季総合分科会統計数学分科会, 信州大学, 2011 年 9 月 28 日.

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布, マルコフ過程と関連する話題, KKR 鹿児島敬天閣, 2011 年 11 月 5 日. (招待講演)

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布, 統計数理研究所共同研究集会「無限分解可能過程に関連する諸問題」, 統計数理研究所, 2011 年 11 月 10 日.

マルチレイ上の拡散過程の滞在時間同時分布, 非正則な拡散過程における諸問題, 奈良女子大学, 2012 年 1 月 29 日. (招待講演)

On the law of the occupation time for Brownian motion on fractals, Stochastic Analysis and its Applications, 新潟大学, 2012 年 3 月 16 日. (国際研究集会，招待講演)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B), 平成 21 年度〜平成 22 年度, 「処罰問題が切り拓く確率過程論の新展開」, 800 千円 (総額 ：1,900 千円)

若手研究 (B), 平成 23 年度〜平成 26 年度, 「マルコフ過程の汎関数に関する極限定理とその応用」, 1,100 千円 (総額： 3,200 千円)

# IV　理学研究科 数学・数理解析専攻 - 特定研究員 (GCOE)

## 生駒 英晃（Hideaki IKOMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 11 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 10 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2008 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学, アラケロフ幾何学**

アラケロフ幾何学は代数体上の代数多様体の有理点の分布を調べるために始まった分野で, 整数環上のスキームと無限遠点上のエルミート幾何を合わせてできる算術多様体と呼ばれる図形を研究する. 有理点の研究で古典的な, フェルマの無限降下法や高さ函数の概念は, 算術多様体上の交叉理論という幾何学的な大道具に昇華をとげる. アラケロフ, ファルチングス, ドリーニュによる算術曲面の研究を皮切りに, ジレ・スレによる高次元算術多様体上のリーマン・ロッホの定理の確立をもって理論的な基礎固めがなされた. アーベル多様体のモジュライ空間上で高さ函数を考えることにより, シャファレビッチ予想の証明が得られる. グロスとザギエは楕円曲線のヘグナー点の高さと $L$-函数の 1 次微分を結び付けることで, バーチ・スウインナートン予想の部分的な解決をもたらした. 算術多様体上のエルミート直線束のノルムの小さい切断は, 代数幾何における大域切断の類似であり, 小さい切断の存在を使ってモーデル予想の証明やボゴモロフ予想の証明などが得られる.

**研究内容：**

算術多様体上のエルミート直線束のノルムの小さい切断の個数の対数は代数多様体上の直線束の大域切断の次元に相当する. 算術多様体上の線形系の研究はネガティブパートの存在のために困難であったが, 逐次最小の有界性定理を皮切りとしてだんだんわかってきた。算術的オイラー標数を使って体積関数を作っても, 斉次性, 双有理不変性, リプシッツ連続性を持っていることがわかった。また、同じ手法を使って、大域切断の空間が小さい切断からなる基底をもつための条件を求めた。算術的線形系のネガティブパートも対数凹性を持っている可能性が高い。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

算術多様体上のエルミート直線束の大域切断からなる空間について、その対数的逐次最小がテンソル巾に関して線形に増大することを示した。これにより、エルミート直線束の切断容量が双有理不変かつリプシッツ連続であることを証明した。

逐次最小の有界性定理の証明の手法を使って、算術多様体上のエルミート直線束の大域切断の空間が小さい基底が存在するための必要十分条件を得た。これにより、対数的逐次最小はテンソル巾を無限大に近づけるとき収束することがわかった。

小さい基底の存在定理を一般化し、Chen 氏の収束定理を組み合わせると, 算術多様体上でネフなエルミート直線束を体積関数の言葉で特徴付けることができる。また、これをさらに推し進めて、生成的に巨大な R-因子に対する同程度分布定理が得られることがわかった。

**主要論文：**

Hideaki Ikoma; *On the existence of strictly effective basis on an arithmetic variety* ; submitted to Kyoto Jounal of Mathematics.

Hideaki Ikoma; *Boundedness of the successive minima on arithmetic varieties* ; to appear in Journal of Algebraic Geometry.

Hideaki Ikoma; *The Faltings-Moriwaki modular height and isogenies of elliptic curves* ; J. Math. Kyoto Univ.,48(3),661-682,2008

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Hideaki Ikoma; *On the existence of strictly effective basis on an arithmetic variety I* ; in Kyoto Jounal of Mathematics（査読付き）

Hideaki Ikoma; *Boundedness of the successive minima on arithmetic varieties* ; in Journal of Algebraic Geometry（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

H. Ikoma; *On the existence of strictly effective basis on an arithmetic variety II*, in preparation.

**講演：**

On the existence of strictly effective basis on an arithmetic variety, 数理解析セミナー, December 17, 2012

On the existence of strictly small basis on an arithmetic variety, 城崎代数幾何シンポジューム, October 23, 24, 25, 26, 2012 (ポスター発表)

Asymptotic minima and height on arithmetic varieties, Paris-Barcelona-Kyoto seminar in Kyoto 2012, September 18, 19, 20, 21, 2012 (国際研究集会)

How to bound the successive minima on arithmetic varieties, Sino-French Research Program in Diophantine Geometry, Peking University BICMR, August 27 to 31, 2012 (国際研究集会)

How to bound the successive minima on arithmetic varieties, Arithmetic Geometry week in Tokyo, Tokyo University, June 4 to 8, 2012 (ポスター発表)

Boundedness of the successive minima on arithmetic varieties, Number Theory Seminar & Arakelov Geometry Seminar, The Paris VI University, February 27, 2012 (セミナー発表)

On volume functions on arithmetic varieties, Paris-Barcelona-Kyoto seminar in Kyoto 2010, September 21, 22, 24, 2010 (国際研究集会)

## 佐々木 洋平（Youhei SASAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻　特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 10 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 9 月 30 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 7 月 31 日）
北海道大学博士 (理学)(2010 年)

**研究テーマ：**

**回転系の流体運動に関する解の構造と分岐, 数値計算法**

回転系の流体力学は地球・惑星など, 天体での流体現象を記述し考察するための基礎として研究されてきた. 地球および惑星規模の流れの特徴的な性質として, 系が自転している・重力による密度成層構造・領域が球形であることがあげられる. これらの特徴を持つ系の力学は「地球流体力学」と呼ばれており, 現実の複雑な状況を単純化したモデルを構成し, その中に登場するパラメータを変えて解析することによって, 流れの性質を統合的に理解するための理論を構築することが試みられている. 特に回転球殻中の対流運動は, 恒星・巨大ガス惑星の大気・天体中心核を記述するモデルとして 1970 年代頃より研究されている. 計算機性能の向上により, 非線形方程式系の時間発展を数値計算により直接扱えるようになったものの, 解の性質や分岐構造に関する理解は未だ断片的なままである. 単純化したモデルを用いて流れの基本的な性質を掌握しておくことは, さまざまな物理過程を取り込んだより現実的な系を考察する際に, 表現されるべき流体力学過程を明らかにすることとなり, そのことが地球や惑星の構造とその進化に対する予言能力の獲得につながると期待される.

**研究内容：**

恒星・ガス惑星の大気および惑星中心核の単純化したモデルである回転球殻内での対流とこれにともなう磁場生成機構について, 線形安定性解析と非線形時間発展を数値的に実行し, 系の自転角速度, 球殻の厚さ, 粘性率などのパラメータや境界条件を広い範囲で変化させて, 発生する解の構造と形成要因の分析を詳細に行なっている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

三次元回転球殻系において, 境界条件が Dirichelt 型と Neumann 型の場合について調べることで, これまで知られていなかった構造を持つ解を得た. また, 得られた解の性質と分岐構造を調べる研究を行なっており, 現在はその解の性質と分岐構造を調べる研究を継続している.

回転球殻系の対流運動の線形モードを記述する Robert-Busse 方程式について広範なパラメータ空間上で解の構造と分岐について調べ, 物理的解釈を与えた (現在投稿論文執筆中).

数値的な研究を進める上で有用なプログラム構造およびデータ構造, とくに I/O について精査し, 計算機科学の専門家以外にも使い易いインターフェースとして整理し公開した (北大, 石渡准教授らとの共同研究). 現在は空間微分の評価法や区間演算による精度保証計算についても同様のインターフェースを構築している.

**主要論文：**

Ishiwatari, M., Toyoda, E., Morikawa, Y., Takehiro, S., Sasaki, Y., Nishizawa, S., Odaka, M., Otobe, N., Takahashi, Y. O., Nakajima, K., Horinouchi, T., Shiotani, M., Hayashi, Y.-Y., Gtool development group, *gtool5 - development of Fortran90 library for self-descriptive multi-dimensional data input/output interfaces*, Geosci. Model Dev., **5**, 449-455., 2012, doi:10.5194/gmd-5-449-2012., (査読付き)

Sasaki, Y., Takehiro, S., Hayashi, Y-Y., Kuramoto, K., *Weak-field dynamo emerging in a rotating spherical shell with stress-free top and no-slip bottom boundaries*, Phys. Earth Planet. Inter., **188**, 203–213., 2011, doi:10.1016/j.pepi.2011.06.019, (査読付き)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Ishiwatari, M., Toyoda, E., Morikawa, Y., Takehiro, S., Sasaki, Y., Nishizawa, S., Odaka, M., Otobe, N., Takahashi, Y. O., Nakajima, K., Horinouchi, T., Shiotani, M., Hayashi, Y.-Y., Gtool development group, *gtool5 - development of Fortran90 library for self-descriptive multi-dimensional data input/output interfaces*, Geosci. Model Dev., **5**, 449-455., 2012, doi:10.5194/gmd-5-449-2012., (査読付き)

Sasaki, Y., Takehiro, S., Hayashi, Y-Y., Kuramoto, K., *Weak-field dynamo emerging in a rotating spherical shell with stress-free top and no-slip bottom boundaries*, Phys. Earth Planet. Inter., **188**, 203–213., 2011, doi:10.1016/j.pepi.2011.06.019, (査読付き)

佐々木 洋平, 竹広 真一, 熱フラックス固定境界条件下での回転球殻熱対流の線形安定性, ながれ 30 別冊, P. 56., 2011

竹広 真一, 佐々木 洋平, 西澤 誠也, 中島 健介, 林 祥介, 回転球殻ダイナモに対する緯度方向不均一な内側浮力フラックス境界条件の影響, ながれ 30 別冊, P. 57., 2011

佐々木洋平, 竹広真一, 林祥介, 倉本圭; 上端応力無し, 下端滑り無し条件を課した回転球殻中に出現する弱磁場ダイナモ, ながれ, 29 別冊, pp.211 2010

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Sasaki, Y., Takehiro, S.,: *Linear stability of thermal convection in rotating spherical shells with fixed heat flux boundaries*, in prep.

Sasaki, Y., Takehiro, S., Nishizawa, S., Nakajima S., Hayashi, Y.-Y.,: *The effects of latitudinally heterogeneous buoyancy flux conditions at the inner boundary on MHD dynamo in a rotating spherical shell*, in prep.

**講演：**

竹広 真一, 佐々木 洋平, 中島 健介, 林 祥介, 2012 : 熱フラックス固定条件下での高速回転する円筒内の熱対流の線形安定性に対するエクマン摩擦の影響, 日本流体力学会年会 2012, 2012 年 9 月 17 日, 高知大学朝倉キャンパス

佐々木洋平, 竹広真一, 中島健介, 林祥介, 2012 : 薄い回転球殻対流により引き起こされる表層の帯状流, 日本流体力学会年会 2012, 2012 年 9 月 16 日, 高知大学朝倉キャンパス

Sasaki, Y., Takehiro, S., Nishizawa, S., Nakajima, K., Hayashi Y.-Y., 2012 : Effects of latitudinally heterogeneous buoyancy flux conditions at the inner boundary on MHD dynamos in a rotating spherical shell. The 13th Symposium of SEDI, Study of the Earth's Deep Interior, at the University of Leeds, UK, in Parkinson Court, from July 1 to 6, 2012 (poster).

Sasaki, Y., Takehiro, S., Nakajima, K., Hayashi, Y.-Y., 2012: Development of an anelastic convection model in rotating spherical shells for stars, gas and icy giant planets, The 13th Symposium of SEDI, Study of the Earth's Deep Interior, at the University of Leeds, UK, in Parkinson Court, from July 1 to 6, 2012. (poster).

Sasaki, Y., Takehiro, S., Nakajima, K., Kuramoto, K., Hayashi, Y.-Y., 2012: Development of an anelastic convection model in rotating spherical shells for stars, gas and icy giant planets, CPS 9th International School of Planetary Sciences. (poster)

Sasaki, Y., Takehiro, S., Nishizawa, S., Nakajima, K., Hayashi, Y.-Y., 2012: Effects of latitudinally heterogeneous buoyancy flux conditions at the inner boundary on MHD dynamos in a rotating spherical shell, CPS 9th International School of Planetary Sciences. (poster)

佐々木 洋平, 竹広 真一, 中島 健介, 林 祥介, 2012: 恒星・ガス惑星の深部大気対流モデルの構築, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 講演番号 JP-PS21

佐々木 洋平, 竹広 真一, 西澤 誠也, 中島 健介, 林 祥介, 2012: 回転球殻ダイナモに対する緯度方向不均一な内側浮力フラックス境界条件の影響. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会., 講演番号 JS-EM21

竹広 真一, 佐々木洋平, 高橋芳幸, dcmodel 開発グループ, 2012 : ホットジュピターの深部大気循環について. 系外惑星大気ワークショップ, ニチイ学館 神戸ポートアイランドセンター.

佐々木洋平 2012: ガス惑星の回転球殻対流と MHD ダイナモ, 系外惑星大気ワークショップ, ニチイ学館 神戸ポートアイランドセンター.

Sasaki, Y., Takehiro, S., Kuramoto, K., Hayashi, Y.-Y., 2011: Weak-field dynamo emerging in a rotating spherical shell with stress-free top and no-slip bottom boundaries, AGU Fall Meeting 2011, Dec. 5th, 2011, San Francisco, California, USA. (poster)

高橋 芳幸, 杉山 耕一朗, 小高 正嗣, 石渡 正樹, 佐々木 洋平, 西澤誠也, 中島 健介 竹広 真一, 林 祥介, 2011: 共通のプログラムスタイルを持つ大気大循環モデルと雲解像モデルの開発, 日本惑星科学会 2011 年秋季講演会, 2011 年 11 月 25 日, 相模女子大学翠葉会館 (講演番号 S32-06).

高橋 芳幸, 杉山耕一朗, 小高 正嗣, 石渡 正樹, 佐々木 洋平, 西澤 誠也, 中島 健介, 竹広 真一, 林 祥介, 2011: 惑星大気計算のための大循環モデルならびに雲解像モデルの構築, 日本気象学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 11 月 16 日, 名古屋大学東山キャンパス (講演番号 D111).

佐々木 洋平, 竹広 真一, 2011 : 熱フラックス固定境界条件下での回転球殻熱対流の線形安定性, 日本流体力学会年会 2011, 2011 年 9 月 7 日, 首都大学東京南大沢キャンパス.

竹広 真一, 佐々木 洋平, 西澤 誠也, 中島 健介, 林 祥介, 2011 : 回転球殻ダイナモに対する緯度方向不均一な内側浮力フラックス境界条件の影響, 日本流体力学会年会 2011, 2011 年 9 月 7 日, 首都大学東京南大沢キャンパス.

佐々木洋平, 竹広真一, 倉本圭, 林祥介, 2011: 回転球殻 MHD ダイナモの初期磁場依存性, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 26 日, 幕張メッセ国際会議場 (講演番号 S-EM36).

佐々木洋平, 竹広真一, 2011: 熱フラックス固定境界条件下での回転球殻熱対流の線形安定性解析, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 22 日, 幕張メッセ国際会議場 (講演番号 MIS021-P02)

Sasaki, Y., Takehiro, S., Hayashi, Y-Y., Kuramoto, K.; *Weak-field dynamo emerging in a rotating spherical shell with stress-free top and no-slip bottom boundaries*, CPS 7th International School of Planetary Sciences, at Seapal Suma, Kobe, Japan, from January 10 to 15, 2011(poster).

Sasaki, Y., Takehiro, S., Hayashi, Y-Y., Kuramoto, K.; *Weak-field dynamo emerging in a rotating spherical shell with stress-free top and no-slip bottom boundaries*, The 12th Symposium of SEDI, Study of the Earth's Deep Interior, at the University of California at Santa Barbara, California, USA, in the Corwin Pavilion, from July 18 to 23, 2010(oral).

佐々木洋平, 竹広 真一, 林祥介, 倉本圭; 上端応力無し条件下端粘着条件を課した回転球殻中に出現する弱磁場ダイナモ, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 幕張メッセ, 2010 年 5 月 25 日

## 谷田 篤史（Atsushi TANIDA）

理学研究科 数学・数理解析専攻　特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 11 月 16 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 6 月 1 日〜平成 22 年 11 月 15 日）
京都大学博士 (理学)（2010 年）

**研究テーマ：**

**拡散過程とその漸近挙動，保険数学**

拡散過程は，時間とともに変化する確率変数の族を表す確率過程の中でも最も中心的な役割を果たす重要なクラスで，その中にはブラウン運動など非常によく知られた確率過程がたくさん存在する．これらはそれ自身もさることながら，数理ファイナンスへの応用なども含めて，さまざまな研究がなされている．また拡散過程を研究する上で重要な事柄のひとつに，時間を大きく，または小さくしたときの拡散過程の極限的性質を調べることがある．また生命保険数学について，主に数理ファイナンスの考えを取り入れた新しい考え方による理論の再構築が，実務的にも強く求められており，確率・統計を基礎にしてリスク管理などへの応用を確立することが望まれている．

**研究内容：**

拡散過程の 1 変数摂動に関するスペクトル関数の挙動について調べている．特に加藤クラスのポテンシャルを摂動項として加えたときに，スペクトル関数の微分可能性に関する必要十分条件の考察をしている．これは微分可能性は大偏差原理が成立するための必要条件になっている．

また，保険数学において，利息を確率過程として扱い，保険証券を数理ファイナンスの枠組みでいうデフォルト・リスクのある債権である社債と類似の証券であるとみなして，そのプライシングの問題を研究している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

拡散過程の係数にいくつかの仮定をおき，スペクトル関数の微分可能性に関する非対称な作用素に対する結果を求めた．

生命保険数学の確率論をベースにした新しい教科書「確率で考える生命保険数学入門」を共同執筆した．

**主要論文：**

Ryoki Fukushima, Atsushi Tanida and Kouji yano; *Non-Markov property of certain eigenvalue processes analogous to Dyson's model*, Advanced Studies in Pure Mathematics, vol. 57, 119-128 (2010)（査読付き）

Atsushi Tanida; *Differentiability of Spectral Functions for Non-symmetric Diffusion Processes*, Kyoto J. Math. Volume 50, Number 3 (2010), 481-490.（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Ryoki Fukushima, Atsushi Tanida and Kouji yano; *Non-Markov property of certain eigenvalue processes analogous to Dyson's model*, Advanced Studies in Pure Mathematics, vol. 57, 119-128 (2010)（査読付き）

Atsushi Tanida; *Differentiability of Spectral Functions for Non-symmetric Diffusion Processes*, Kyoto J. Math. Volume 50, Number 3 (2010), 481-490.（査読付き）

**国際研究集会開催実績：**

Differentiability of Spectral Functions for Non-symmetric Diffusion Processes, Stochastic Analysis and Applications, Kyushu University, September 11, 2008 (International conference)

# V　数理解析研究所 - 特定研究員 (GCOE)

## 安部 哲哉（Tetsuya ABE）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
大阪市立大学博士（理学）（2010 年）

**研究テーマ：**

**結び目理論**

結び目理論は，余次元 2 の埋め込みの理論であり，特に，閉一次元多様体の三次元球面への埋め込みに関する理論である．初期の結び目理論は，アレキサンダー多項式の構成方法や計算手法から推測されるように代数トポロジーや組み合わせ群論的な色彩が強い分野であった．

作用素環論の研究を通じて 1980 年代にジョーンズ多項式が発見され，量子不変量の理論が誕生し結び目理論は面目を一新した．また，ジョーンズ多項式を経由して結び目理論は，表現論，統計力学，チャーン・サイモンズ理論といった様々な分野と密接に関わるようになった．

1999 年に，ジョーンズ多項式の圏化（コバノフホモロジー），続いて，オズバスとサボーによりアレキサンダー多項式の圏化（結び目フレアホモロジー）が発見されて以来，結び目不変量の圏化は，結び目理論の研究の大きな潮流となった．最近では，結び目理論と数論との関係や，生物学への応用に関する研究も盛んに行われており，その多様性は結び目理論の特徴でもある．

**研究内容：**

**結び目のコンコーダンス群とラスムッセン不変量**

多様体の同鏡群のアナロジーとして，結び目のコンコーダンス群が定義される．コンコーダンス群は，四次元ユークリッド空間や四次元球面の微分構造とも関係があり，その群構造を決定することは結び目理論における基本的な問題の一つである．

私は，コバノフホモロジーに由来するラスムッセン不変量（結び目のコンコーダンス群から $\mathbb{Z}$ への準同型写像）を研究している．元々ラスムッセン不変量は組み合わせ的に定義されたものであるが，現在ではゲージ理論的な解釈も知られている．ラスムッセン不変量の性質の更なる解明は今後の課題である．結び目のコンコーダンス群に関する重要な問題の一つは，リボン・スライス予想である．その予想は，結び目コンコーダンス群の自明な元の代表元の集合は，リボン結び目（と呼ばれる特殊な結び目）の集合と一致するであろう，と主張するものであり未解決である．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

結び目のコボルディズムを構成するごとに, ラスムッセン不変量の評価が得られる．私は，川村友美氏によるコボルディズムの構成を用いてラスムッセン不変量を調べ，その手法により、いつラスムッセン不変量を決定できるのかを書き下した．絡み目のラスムッセン不変量について研究し，結び目の場合のアナロジーが成り立つことを証明した.（論文は準備中）

四次元多様体は，カービー図式により表される．鄭仁大氏、大前裕佳氏、竹内勝則氏との共同研究により，無限個の（一つの枠付き結び目からなる）カービー図式表示を持つ 4 次元多様体を構成した．その手法の応用により，丹下基生氏との共同研究で、リボン結び目かわからないスライス結び目を組織的に構成する方法を得た.（論文は準備中）

バンド手術で結び目をほどくことは，その結び目が四次元球体でどのような曲面を張るのかと密接に関わりがある．金信泰造氏との共同研究により，四次元球体で（自然な高さ関数に対する）臨界点が 2 つの向き付け可能な曲面は張るが，臨界点が 2 つの向き付け不可能な曲面は張れない結び目が無限個存在することを証明した.（論文は投稿中）

**主要論文：**

T. Abe; *An estimation of the alternation number of a torus knot*, J. Knot Theory Ramifications, **18**,(2009), No. 3, 363–379.（査読付き）

T. Abe; *The Turaev genus of an adequate knot*, Topology and its Applications, **156**(2009), Issue **17**, 1, 2704–2712.（査読付き）

T. Abe and K. Kishimoto; *The dealternating number and the alternation number of a closed 3-braid*, J. Knot Theory Ramifications,**19**(2010), No. 9, 1–25.（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

T. Abe; *Lee's homology and Rasmussen invariant*,RIMS Kokyuroku Bessatsu,**1716** (2010),107–118.（査読無し）

T. Abe; *The Rasmussen invariant of a homogeneous knot*,Proc. Amer. Math. Soc.,**139**(2011), 2647–2656.（査読付き）

T. Abe; *State cycles which represent the canonical class of Lee's homology of a knot*, Topology and its Applications, Volume **159** (2012), Issue 4, 1, 1146–1158.（査読付き）

T. Abe, R. Hanaki and R. Higa; *The unknotting number and band-unknotting number of a knot*, Osaka J. Math., **49** (2012) No. 2, 523–550.（査読付き）

T. Abe and M. Tange; *Omae's knot and* $12_{a990}$ *are ribbon*, to appear in RIMS Kokyuroku.（査読無し）

T.Abe, I. Jong, Y. Omae and M. Takeuchi; *Annulus twist and diffeomorphic 4-manifolds*,to appear in Mathematical Proceedings Cambridge Philosophical Society.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

T. Abe and T. Kanenobu; *Unoriented band-surgery on knots and links*, arXiv:1112.2449v1[math.GT].

**講演:**

The Rasmussen invariant of a homogeneous knot, Topology Seminar,Indiana University, April 2011.

The Rasmussen invariant of homogeneous links, Topology Seminar,Indiana University, April 2011.

The Rasmussen invariant of homogeneous links, 新 KOOK セミナー, 大阪市立大学, 2011 年 6 月.

Unoriented band-surgery on knots and links, 筑波大学トポロジーセミナー, 筑波大学, 2011 年 10 月.

Unoriented band-surgery on knots and links, Friday Seminar on Knot Theory, 大阪市立大学, 2011 年 10 月.

On the shake genus and sliceness of a knot, 4 次元トポロジー, 広島大学, 2011 年 11 月.

On the $r$-shake genus of a knot, The 8th East Asian School of Knots, Links and Related Topics in Geometric Topology, KAIST, January 2012. (International conference)

Unoriented band surgery on knots and links, 日本数学会, 東京理科大学, 2012 年 3 月.

アニュラスツイストはリボン性を保つのか？, 神戸トポロジーセミナー, 神戸大学, 2012 年 5 月.

Annulus twist, diffeomorphic 4-manifolds, and slice knots,Intelligence of Low-dimensional Topology, Kyoto University, 2012 年 5 月.

Annulus twist, diffeomorphic 4-manifolds, and slice knots, トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2012 年 5 月.

The knot $12_{a990}$ is ribbon, Friday seminar on Knot Theory, 大阪市立大学, 2012 年 6 月.

Annulus twist, diffeomorphic 4-manifolds, The 6th European Congress of Mathematics, Poland, July, 2012. (International conference)

An approach to the slice-ribbon conjecture, 微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2012 年 7 月.

Omae's knot and $12_{a990}$ are ribbon, 日本数学会 2012 年度秋季総合分科会, 九州大学, 2012 月 9 月.

Annulus twist and ribbon knots, 4 次元トポロジー, 広島大学, 2012 年 11 月.

**受賞歴（等）：**

大阪市立大学数学研究会論文賞受賞（2009 年度）

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援, 平成 23 年度〜24 年度,「絡み目のラスムッセン不変量の研究」，2,500 千円（総額：2,500 千円）

## 岩成 勇（Isamu IWANARI）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 7 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2007 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学，トポロジーや高次圏**

代数幾何学は様々な起源をもつ分野で，基本的には代数方程式で定義された代数多様体を中心に研究する。主に、多くの先駆的仕事のあと 1960 年代に Grothendieck らが発展させた代数的な理論（スキーム理論）を 1 つの軸に発展している。その発展は Deligne による Weil 予想の解決でひとつの頂点に達した。しかしながら現在では、それらの理論だけでは理解できない或いは解決できない現象や問題が多く現れ、また他分野との融合も困難になっている。代数幾何を中心としたホモトピー論、整数論、数理物理等とのインタラクション、新しい空間像に興味がある。

**研究内容：**

大まかに言うと代数幾何学と位相幾何学の類似と差に興味を持って研究をしている。その差は例えば、周期、ホッジ構造、モチーフ、ガロア表現などと様々な概念や理論を通して研究されてきた長い歴史がある。私は、ホモトピー論や代数幾何学の類似を注視しながら、高次圏やその最近の進展を用いつつ、ガロア理論や淡中理論を大きく拡張した双対理論を 1 つの目標に研究している。そのひとつの動機は新しい不変量構成（その構成理論を含む）とその不変量の幾何学的意味を明らかにすることである。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

私が数理解析研究所で研究させていただいたのは 24 年 4 月から 7 月の 4ヶ月間の極めて短い期間であり、従って成果も以下のリスト等もその 4ヶ月間のものである. その短い期間の成果を聞かれても大して意味のあることはかけないかもしれないが、京都の学問的な空気に触れることができ快調に進んだ。実際は京都に来る前に証明していたことをまとめたりしてしていた。

**主要論文：**

Isamu Iwanari; *Logarithmic geometry, minimal free resolutions and toric algebraic stacks*, Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences 45 (2009), 1095–1140.

Isamu Iwanari; *The category of toric stacks*, Compositio Mathematica, 145 (2009), 718-746.

Isamu Iwanari; *Integral Chow rings of toric stacks*, International Mathematics Research Notices, No. 24. (2009) 4709–4725.

Isamu Iwanari; *Stable points on algebraic stacks*, Advances in Mathematics,223 (2010), 257–299.

Hiroshi Fukuyama and Isamu Iwanari; *Monoidal Infinity Category of Complexes from Tannakian viewpoint*, Mathematische Annalen, to appear.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Isamu Iwanari; *Bar construction and tannakization*, preprint(2012)

Isamu Iwanari; *Tannakization in derived algebraic geometry*, preprint(2012)

**講演：**

Derived motivic Galois groups, 名古屋大学ホモトピー代数幾何セミナー, June 4, 2012

## 大川 領（Ryo OHKAWA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
東京工業大学理学博士（2010 年）

**研究テーマ：**

**代数曲面上の半安定層のモジュライ空間, 導来圏**

代数曲面上の半安定層のモジュライの研究は, モジュライ空間の代数多様体としての性質だけでなく, 他分野との関連にも興味を持たれている. とくに, 物理学者 Vafa-Witten の $S$ 双対予想は, モジュライ空間の Euler 数の母関数が保型性を有するという極めて興味深い予想である. 射影平面 $\mathbb{P}^2$ 上では階数が 2 以下の場合に Bringmann-Manschot によりそのような Euler 数の母関数と Ramanujan の mock theta functions との関連も指摘されている. 一方, 物理学者 Douglas のアイデアを元に導来圏上の安定性条件という概念が Bridgeland により導入された. これにより導来圏の半安定対象のなすモジュライ空間というより広いクラスのモジュライ空間の理論が活発に研究されてきた. これらの技術は種々の状況で半安定層のモジュライ空間の不変量の母関数の研究にも有効に活用されている.

**研究内容：**

代数曲面, 特に射影平面 $\mathbb{P}^2$ 上の半安定層のモジュライ空間について研究した. 射影空間 $\mathbb{P}^d$ 上の連接層の導来圏は Beilinson 箙（えびら） と呼ばれるある関係付き箙の表現の導来圏と同値である. ここで, 箙とは向き付けられたグラフという離散的な対象であり, 代数多様体とは著しく性質の異なる数学的対象である. この導来圏の同値を利用し, 射影平面 $\mathbb{P}^2$ 上の連接層と Beilinson 箙の表現という二つの異なる観点から, $\mathbb{P}^2$ 上の半安定層のモジュライ空間について調べた. そのために半安定層や関係つき箙の表現に対する安定性条件の拡張となる「導来圏上の安定性条件」という概念を有効に用いた. この導来圏上の安定性条件を変えることにより, 壁越え現象として半安定層のモジュライ空間のフリップダイアグラムが得られる. 半安定層のモジュライ空間だけでは, このような双有理変換は得られず, 導来圏上の安定性条件の導入により初めて自然な壁越え現象として捉えることができた. さらに, この手法をより一般のトーリック代数曲面に拡張するために, トーリック曲面の導来圏の生成元について調べた.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

平成 24 年度 4 月から現在までの期間に数理解析研究所に在籍した. 射影空間 $\mathbb{P}^d$ と Beilinson 箙との導来圏同値は, Beilinson により発見された導来圏の生成元を基に構成される. 上原北斗との共同研究では, 2 次元 toric Deligne-Mumford stack において, このような生成元を Frobenius 射により構成した. ただし, ここで得られた生成元は Beilinson による生成元より弱く, 一般には関係つき箙との導来圏同値は得られないが, toric Del Pezzo 曲面などの例では, 関係つき箙との導来圏同値が得られる.

**主要論文：**

Ryo Ohkawa; *Moduli of Bridgeland semistable objects on* $\mathbb{P}^2$, Kodai Math. J, Vol. 33, no. 2 (2010), pp. 329–366. (査読つき)

Ryo Ohkawa; *Flips of moduli of stable torsion free sheaves with* $c_1 = 1$ *on* $\mathbb{P}^2$, to appear in Bull. Soc. Math. France. (査読つき)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Ryo Ohkawa; *Flips of moduli of stable torsion free sheaves with* $c_1 = 1$ *on* $\mathbb{P}^2$, to appear in Bull. Soc. Math. France. (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Ryo Ohkawa and H. Uehara; *Frobenius morphisms and derived categories on two-dimensional toric Deligne-Mumford stacks*, (2012) submitted for publication (with H. Uehara), arXiv:1205.6861.

**講演：**

Frobenius morphisms and derived categories on two dimensional toric Deligne-Mumford stacks, Séminaire de Mathématique, Institut des Hautes Études Scientifiques, May 4, 2012

Frobenius morphisms and derived categories on two dimensional toric Deligne-Mumford stacks, 東京大学代数幾何学セミナー, October 1, 2012 (予定)

Frobenius morphisms and derived categories on two dimensional toric Deligne-Mumford stacks, 射影多様体の幾何とその周辺 2012, October 6, 2012 (予定)

## 大橋 久範 (Hisanori OHASHI)

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2009 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学、代数曲面の自己同型**

自己同型群は代数多様体の基本的で重要な不変量であると同時に、しばしば代数多様体の性質の良さ、面白さと言った定義しにくい側面を測る目安としても用いられる。直観的には、定義方程式の対称性が高いほど、現れた多様体がいろいろな性質を持ち得るし、他の対象とも相性が良くなるということである。自己同型群の観点から見た場合、$K3$ 曲面や Enriques 曲面というのは非常に面白い。まず、自己同型群が有限とは限らない離散群になり得る。これは代数曲線では起こり得ない現象である。次に、これらの曲面に対する周期写像や Torelli 型定理と相性が良く、これを通じて曲面の自己同型群が様々な格子の直交群として実現できる。ここから、自己同型群とモジュライ空間上の保型形式の相補的な関係や、これらがある 24 次元の空間上に定義された非常に特別な対象である Conway 群、Leech 格子、Borcherds 積と対応して非常に美しい記述を持つ可能性があるということが知られる。この現象は多くの数学者により関心を持たれ、研究されている。

**研究内容：**

上記の現象の発端は向井による $K3$ 曲面の有限シンプレクティック自己同型群と Mathieu 群の極大部分群の対応定理である。これを原型に、別種の自己同型を考えたり、Enriques 曲面や有理曲面等の別の多様体を考えたりして新しい対応や分類理論を作ることは自然で興味のある問題である。$K3$ 曲面の自己同型分類の新しい例として、Enriques involution、即ちそれで割って Enriques 曲面が得られるような対合について格子理論に基づいた総合的な研究を行った。特に、積型 Kummer 曲面、Jacobian Kummer 曲面の場合にその上の Enriques involution を共役を法として全て分類することを行った。共役類は割って得られる Enriques 曲面の同型類に対応するという意味でこの分類は自然だと考えている。この分類から得られる、Jacobian Kummer 曲面の HW 対合は、金銅による Aut $(X)$ の計算における Weber hexad に関する鏡映の役割を果たしていて、より良い生成系を得る上でも役立っている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Dolgachev と Keum により（自己同型の分類の過程で）発見された標数 11 の超特異 $K3$ 曲面は、自然な楕円ファイブレーション構造を持つ。この楕円 $K3$ 曲面の Mordell-Weil 格子をいろいろな観点から調べた。この格子の数値不変量による特徴付けと実現を与え、binary Golay code との関係を用いてこの格子の接吻数を計算した。これは幾何的には関数体上の楕円曲線と見たときの整点の個数に対応する。また Mordell-Weil 格子の直交群の生成系を明示的に構成した。これに関連して、標数 11 において孤立固定点を持つ野性的自己同型が存在するという Dolgachev と Keum の問題を彼らの方針で解決した。

**主要論文：**

Hisanori Ohashi; *On the number of Enriques quotients of a $K3$ surface*, Publ. Res. Inst. Math. Sci.,43,181-200,2007

Hisnaori Ohashi; *Enriques surfaces covered by Jacobian Kummer surfaces*, Nagoya Math. J.,195,165-186,2009

**講演：**

Enriques surfaces covered by a fixed $K3$ surface, BMS Summer School 2009, Humboldt-Universität zu Berlin, August 23, 2009 (International conference)

Integral sections of some elliptic $K3$ surface and the binary Golay code, 高次元代数幾何の周辺, 京都大学, 12 月 14 日, 2009 年

The Mordell-Weil lattice of an elliptic supersingular $k3$ surface in characteristic eleven, Workshop: $K3$, Enriques and Special Surfaces, Rikkyo Univ., Septemver 2, 2009

Integral points of some elliptic curve through the Niemeier lattices, 第七回代数曲線論シンポジウム, 横浜国立大学サテライトキャンパス,12 月 5 日,2009 年

A Mordell-Weil lattice in characteristic eleven, Category Theory, Computer Science, and Topology, 信州大学,10 月 17 日,2009 年

## 岡田 崇 (So OKADA)

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 5 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
University of Massachusetts Amherst Ph.D.（2006 年）

**研究テーマ：**

**安定性条件と導来圏**

Kontsevich により提唱されたホモロジカルミラー対称性予想などを通し、導来圏は代数幾何学、表現論、シンプレクティック幾何学、また理論物理学の特に超弦理論などの幅広い分野で研究されている。安定性条件は Bridgeland により導入された導来圏に対する新しい概念で、近年活発に研究され、Mumford の幾何的不変式論における安定性条件や理論物理学者の Douglas による超弦理論の研究をモデルとしている。

**研究内容：**

導来圏や箙の表現の圏などに安定性条件を考え、付随したモジュライ問題や Donaldson-Thomas 型の不変量、壁超え現象、自己同値群、モジュラー型式、またホモロジカルミラー対称性予想などを研究している。箙としては m-Kronecker 箙（二つの頂点を持ち m 本の一方向の矢印を持つ有向グラフ）や類似の箙などを扱っている。また、導来圏としては複素射影直線 $P^1$ のサイクルの連接層の導来圏などを扱っている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

21 年度に得た Fermat 型多項式に対するホモロジカルミラー対称性の研究を元に、Fermat 多項式の（同変）導来圏の安定性条件の不変量の母関数の疑モジュラー型式性などを研究した。m-Kronecker 箙の表現の圏の安定性条件と安定表現のモジュライ空間のオイラー標数を研究した。Douglas によりオイラー票数の対数の漸近的公式が予想されている。m-Kronecker 箙のモジュライ空間のオイラー数の対数に関して $m >> 0$ の場合の漸近的な閉じた公式を得た。複素射影直線 $P^1$ のサイクルの導来圏のホモロジカルミラー対称性と安定性条件について Van den Bergh 教授との共同研究が進んでいる。

**主要論文：**

So Okada; *Stability manifold of* $P^1$, J. Algebraic Geom. 15 (2006), 487-505..

So Okada; *On stability manifolds of Calabi-Yau surfaces*, IMRN (2006) Vol. 2006: article 58743, 16 pages, 2006.

Anton Mellit and So Okada; *Joyce invariants for K3 surfaces and mock theta functions*, Communications in Number Theory and Physics, (2009) Vol 3 Num 4 p.655-676.

So Okada; *Homological mirror symmetry of Fermat polynomials*, arXiv:0910.2014v3.

So Okada; *On Euler characteristics for large Kronecker quivers*, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I (2012), doi:10.1016/j.crma.2012.02.008.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

So Okada; *On Euler characteristics for large Kronecker quivers*, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I (2012), doi:10.1016/j.crma.2012.02.008.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

So Okada; *Homological mirror symmetry of Fermat polynomials*, arXiv:0910.2014.

So Okada; *Mirror stability conditions and SYZ conjecture for Fermat polynomials*, arXiv:1010.5397.

**講演：**

On Euler characteristics for large Kronecker quivers, the 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians, Feb 20, 2012 (International Conference), short talk & poster session.

On Euler characteristics for large Kronecker quivers, the 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians, Feb 20, 2012 (International Conference), short talk & poster session.

Rigid semistable objects kinds of modular forms, School and Conference on Modular Forms and Mock Modular Forms and their Applications in Arithmetic, Geometry and Physics, the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, March 15, 2011 (招待講演）.

Homological mirror symmetry of Fermat polynomials, XIV International Conference on Representations of Algebras, National Olympics Memorial Youth Center, Tokyo, Aug 15th in 2010.

**国際研究集会開催実績：**

RIMS Nakajima Seminar, Feb 8, 2011, RIMS.

RIMS Nakajima Seminar, Jan 18. 2011, RIMS.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B), 平成 23 年度〜平成 24 年度, 「導来圏と安定性条件の研究」, 1,600 千円（総額：2,700 千円）

研究活動スタート支援, 平成 21 年度〜H22 年度,「導来圏の研究」, 820 千円（総額：1,710 千円)

## 岡田 拓三（Takuzo OKADA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2009 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学，高次元有理連結多様体, 有理性判定問題**

高次元有理連結多様体の双有理分類に関する研究をしている. 有理連結多様体は, 有理多様体や Q ファノ多様体等を含むクラスであり, 代数多様体の分類において重要な位置を占めている. 3 次元においては, 極小モデル理論の完成を経て, 着実に研究が進んでいる. 一般次元においても, 近年の極小モデル理論等の発展により, 研究の土壌が構築されつつある. 有理性判定問題とは代数多様体が有理的か否かを判定する問題である. 有理連結多様体の双有理分類における特殊ではあるが重要な問題である. 3 次元以上では, 2 次元以下の場合と顕著に異なり, 非有理的な有理連結多様体が数多く存在することが, 主に 3 次元の場合を中心として, 知られてきている.

**研究内容：**

有理連結多様体、その中でも特に Q ファノ多様体あるいは有理連結的森ファイバー空間を対象とし, それらの (非) 有界性に関する研究をしている. 特異点に適切な制限を加えれば, Q ファノ多様体の族は有界, つまり有限個の族からなる, であろうという有名予想があり, 実際に限定的にではあるが解決されている. 一方で, 3 次元の対数端末的 Q ファノ多様体全体を対象とするとそれらは双有理的に非有界であることが示されている. 双有理的非有界性とは, 対象となる多様体が, 双有理同値なものを同一視してもなお有限個の族で尽くせないほど数多く存在することをいう. 昨年度までの研究により, 6 次元以上の任意次元における対数端末的 Q ファノ多様体の双有理的非有界性を示した. 引き続き残る次元における研究, またさらに詳細に有理連結的森ファイバー空間の双有理的非有界性について研究している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

3 次元以上の各次元において, Q ファノ多様体が双有理的に非有界であることを示した. この結果の直接的な系として, (非特異) 有理連結多様体の双有理的非有界性が得られるが, 実際にはさらに強い結果が得られた: 3 次元以上の有理連結的森ファイバー空間は, その全空間の次元 $\geq 3$ 及び底空間の次元 $\geq 1$ を任意に固定しても双有理的に非有界である事を示した. 底空間の次元が 0 である森ファイバー空間は, (端末的)Q ファノ多様体と呼ばれ, それらは有界であろうと予想され, 実際に 3 次元以下の場合は既に証明されている. 従って本研究成果は, 有理連結多様体の双有理的非有界性という観点からは, 考えられうる最大限の結果であると言える. 本成果については, 論文の執筆を終え, 現在投稿中である.

**主要論文：**

Takuzo Okada; *Nonrational weighted hypersurfaces*, Nagoya Math. J.,194,1-32,2009

Takuzo Okada; *On the birational unboundedness of higher dimensional Q-Fano varieties*, Math. Ann., 345, 195-212, 2009.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Takuzo Okada; *Birational unboundedness of log terminal Q-Fano varieties and rationally connected strict Mori fiber spaces*, RIMS preprint RIMS-1706.

**講演：**

3 次元重み付き超曲面の有理性問題について, 早大理工代数幾何学セミナー, 早稲田大学, 2010 年 5 月 14 日.

Q ファノ多様体の双有理的非有界性, 複素幾何セミナー, 首都大学東京, 2010 年 5 月 21 日.

Birational unboundedness of Q-Fano varieties, School (and workshop) on the minimal model program and Sholurov's ACC conjecture, University of Trento, July 4, 2010 (International conference)

Birational unboundedness of rationally connected Mori fiber spaces, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2010 年 11 月 12 日.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援，平成 21 年度〜22 年度,「非有理的有理連結多様体の双有理幾何学的研究」，936 千円 (総額：2,262 千円)

## 神本 晋吾（Shingo KAMIMOTO）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
東京大学数理科学博士（2012 年）

**研究テーマ：**

**特異摂動の代数解析学**

特異摂動の代数解析学では特異摂動型の微分方程式の形式解の性質について調べる. この様な方程式の典型例として Schrödinger 方程式が挙げられる. 量子力学では, プランク定数 $h$ を小さなパラメーターと考え, $h$ に関する形式解 (WKB 解) による波動関数の準古典近似が考えられるが, WKB 解は一般に $h$ に関する発散級数となることが知られている. Borel 総和法により, この形式解から真の解を構成することができ, これにより形式解と真の解との対応を与えることができるが, この対応は不連続的に変化する (Stokes 現象). 特異摂動の代数解析学では, この Stokes 現象の記述が問題となる. 最近では, より一般の方程式, 特に高階の方程式の Stokes 現象の記述を行うべく, 基礎理論の構築が進められている.

**研究内容：**

Stokes 現象の記述を行うためには, まず Stokes 現象の起きる場所 (Stokes 幾何) を決定する必要がある. Stokes 現象は形式解の Borel 変換像の持つ特異点と密接な関係があり, Borel 和を定める積分路上にこの特異点が現れなければ Stokes 現象は起きない. よって, 補集合を考えることにより, Stokes 幾何の決定は形式解が Borel 総和可能となる条件を与えることに対応する. 現在は, 高階常微分方程式の WKB 解の Borel 総和可能性に関する研究を行っている. また, WKB 解の Borel 変換像の特異性の具体的な記述 (alien derivative の計算等) に関する研究も行っている. これは Stokes 係数の具体的な表示を与えていることに対応する.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

近畿大学の青木貴史氏, 京都大学数理解析研究所の河合隆弘氏, 竹井義次氏等により大きなパラメータ $\eta$ を含む Painlevé 方程式の完全 WKB 解析が行われてきた. しかし, ここでの考察の対象となっている形式解の Borel 総和可能性に関しては良く知られていない. 神戸大学の小池達也氏との共同研究では, 大きなパラメータを含む Painlevé 方程式を含む様な, 二階非線形常微分方程式の $\eta^{-1}$ に関する形式冪級数解が Borel 総和可能となる十分条件を与えた.

**主要論文：**

S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike and Y. Takei: *On the WKB theoretic structure of the Schrödinger operators with a merging pair of a simple pole and a simple turning point*, Kyoto J. Math., **50**, pp 101–164, (2010).

S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike and Y. Takei: *On a Schrödinger equation with a merging pair of a simple pole and a simple turning point —Alien calculus of WKB solutions through microlocal analysis* , Asymptotics in Dynamics, Geometry and PDEs; Generalized Borel Summation vol. II, Publications of the Scuola Normale Superiore, Springer, pp 245–254, (2011).

S. Kamimoto, T. Kawai and Y. Takei: *Microlocal analysis of fixed singularities of WKB solutions of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and a simple turning point* , The Mathematical Legacy of Leon Ehrenpreis, Springer, pp 125–150, (2012).

S. Kamimoto and T. Koike: *On the Borel summability of WKB-theoretic transformation series*, To appear in RIMS *Kôkyûroku* Bessatsu.

S. Kamimoto and T. Koike: *On the Borel summability of 0-parameter solutions of nonlinear ordinary differential equations*, To appear in RIMS *Kôkyûroku* Bessatsu.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

S. Kamimoto, T. Kawai and Y. Takei: *Microlocal analysis of fixed singularities of WKB solutions of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and a simple turning point* , The Mathematical Legacy of Leon Ehrenpreis, Springer, pp 125–150, (2012).

S. Kamimoto and T. Koike: *On the Borel summability of 0-parameter solutions of nonlinear ordinary differential equations*, To appear in RIMS *Kôkyûroku* Bessatsu. (査読つき）.

**講演：**

Schrödinger 方程式の完全 WKB 解析—変換論を用いた変わり点の構造解析, 偏微分方程式火曜セミナー, May 22, 2012

**受賞歴（等）：**

東京大学大学院数理科学研究科研究科長賞 (2012 年度)

## 栗原 大武（Hirotake KURIHARA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
東北大学博士（理学）（2011 年）

**研究テーマ：**

**コンパクト対称空間上の対蹠集合から得られるデザインの研究**

私が専門とする代数的組合せ論は純粋数学と応用数学の丁度中間くらいに位置している．実際に扱う対象としてグラフや符号やデザインやアソシエーションスキームが挙げられるが，それぞれの理論は生物学・情報学・社会科学・環境科学などの多くの方面の分野とも密接している．このように代数的組合せ論は多くの分野と関わりを持ちながら，近年急速に発達している分野である．

私は代数的組合せ論で主に扱われているデザインと呼ばれる対象に興味を持っている．最近は今まで球面上で研究されてきたデザインの理論を一般のコンパクト対称空間上に拡張することを目標に研究している．

**研究内容：**デザインとは，ある全体空間を“うまく”近似するような有限個の点集合のことである．デザイン理論は古典的な実験計画法から生まれ，現在では球面やユークリッド空間などの様々な空間上で研究が行われており，多くの応用もある．中でも球面上のデザイン理論では，デザインの位数に関しての不等式があり，奇数デザインの位数がその等号を満たすとき，デザインが対蹠点の関係にあるペアの和集合（極対的集合）になりバランスの良い点集合になることが知られている．私の目標はコンパクト対称空間上のデザイン理論を構築することである．また，対蹠点の一般化にあたる対称空間上の対蹠集合とデザイン理論の関係も調べる．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

私は平成 24 年 4 月より数理解析研究所所属の GCOE 特定研究員の職務を行なっている．その期間内で得られた研究成果を以下で述べる．

まず奇数デザインの中でも最も扱いやすい 1 デザインの性質について，奥田隆幸氏と観察を行った．球面の場合に，最小の位数を持つ 1 デザインは北極と南極からなる 2 点からなる集合であり，これは球面上の対蹠集合である．この事実をグラスマン空間上の場合にどうなるか調べた．実際，グラスマン空間上の最小の位数を持つ 1 デザインは対蹠点からなる集合であり，これは球面上の場合の拡張になっている．また，逆にグラスマン空間 $\mathrm{Gr}(n,m)$ 上の大対蹠集合がどのクラスのデザインになるか調べたところ，$\mathrm{Hom}(\bigwedge^m \mathbf{C}^n)$ デザインと呼ばれる特別なデザインになることがわかった．この結果は現在執筆中である．

**主要論文：**

Hirotake Kurihara; *Character tables of m-flat association schemes* ; Adv. Geom.,**11**(2),293–301,2011.

Hirotake Kurihara and Hiroshi Nozaki; *A characterization of Q-polynomial association schemes*, Comb. Theory Ser. A.,**119**(1),57–62,2012.

Hirotake Kurihara; *An excess theorem for spherical 2-designs*, Des. Codes Cryptogr.,**65**(1),89–98,2012.

**講演：**

Some characterizations of the $Q$-polynomial property of association schemes, 微分トポロジーセミナー, 京都大学, June 26, 2012

An Application of Spherical Designs to Numerical Integration for Invariants of Absolutely Nonsingular Tensors, The 2nd Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting Topic-Contributed Paper Sessions, Tsukuba International Congress Center, July 3, 2012 (International conference)

コンパクト対称空間上の対蹠集合のデザイン理論について, RIMS 共同研究『デザイン、符号、グラフおよびその周辺』, RIMS, July 19, 2012

On the character tables of some association schemes based on $t$-singular linear spaces, 第 24 回有限群論草津セミナー, 草津セミナーハウス, July 28, 2012

On the least number of concentric spheres containing a two-distance set, 2012 Shanghai Conference on Algebraic Combinatorics, Shanghai Jiao Tong University (China), August 19, 2012 (International conference)

コンパクト対称空間上のデザインによる大対蹠集合の特徴付け, 組合せ論サマースクール 2012, 島根県松江市 夕景湖畔 すいてんかく, August 29, 2012

## 小林 幹（Miki KOBAYASHI）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（情報学）（2008 年）

**研究テーマ：**

**数値計算を用いた力学系理論（カオス、乱流）**

本研究の目的は、カオスや乱流の性質を力学系の観点から数値計算を用いて明らかにすることである。今年度は主に、「不安定周期軌道」と「多様体」を用いてカオスや乱流の様々な性質を研究した。このような研究は、数値計算が必要不可欠であり、計算機の発達に伴い急激に発展してきた。特に「不安定周期軌道」や「多様体」を用いた乱流の研究は、大規模な数値計算と高度な数値計算スキルを必要とし、未だに多くの研究課題が残されており、現在多くの研究者によって精力的に研究されている。

**研究内容：**

ナビエ-ストークス乱流のモデルとして知られる GOY シェルモデル乱流における時間間欠性のダイナミクスを特徴づける研究を行った。結果として、時間間欠性のダイナミクスは、リアプノフベクトルの局所リアプノフ指数に密接に関係することを明らかにした。さらに、乱流アトラクターの多様体を用いても特徴づけられることを示した。この結果は、GOY シェルモデル乱流だけにとどまらず、時間間欠性を示す様々な系に共通の性質であると予想し、様々な系を用いて研究を継続している。

ローレンツ方程式における非双曲性を不安定周期軌道を用いて明らかにする研究を行った。実際には、非双曲系の起源を不安定周期軌道を用いることで明らかにし、さらに、ローレンツアトラクターの多様体は、アトラクターに埋め込まれた不安定周期軌道の多様体を用いて近似的に構成可能であることも明らかにした。この結果が他のカオス力学系においても成立するかどうかを明らかにするために現在も研究を継続している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

シェルモデル乱流における時間間欠性のダイナミクスを力学系の観点から研究した。特に、時間間欠性のダイナミクスが局所リアプノフ指数の大きさの入れ替えに関係していること明らかにした。本研究は山田道夫氏との共同研究である。

ローレンツ方程式と蔵本-シバシンスキー方程式における周期窓の発生順序を不安定周期軌道の多様体の構造で特徴づけることを行った。本研究は斉木吉隆氏との共同研究である。

アトラクター・マージング・クライシスを起こす散逸カオス力学系における特異性（ある物理量が特定のパラメターにおいて発散する性質）の臨界指数は、ある種の対称性を持った不安定周期軌道の情報から決定可能であることを示した。本研究は、水口毅氏、藤原直哉氏との共同研究である。

**主要論文：**

Miki U. Kobayashi and Tsuyoshi Mizuguchi; *Chaotically oscillating interfaces in a parametrically forced system*, Physical Review E,73,016212,2006

Miki U. Kobayashi and Hirokazu Fujisaka; *Determination of chaotic dynamical correlations in terms of unstable periodic orbits*, Progress of Theoretical Physics,115,701-715,2006.

Miki U. Kobayashi, Hirokazu Fujisaka and Syuji Miyazaki; *Periodic-orbit determination of dynamical correlations in stochastic process*, Pysical Review E,76,046205,2007.

Miki U. Kobayashi and Hirokazu Fujisaka; *Dynamical correlations for the Kuramoto-Sivashinsky equation*, Progress of Theoretical Physics,118,1043-1052,2007..

Miki U. Kobayashi; *Determination of large deviation statistical structure functions*, European Physical Journal Special Topics,165,85-92,2008.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Yoshitaka Saiki and Miki U. Kobayashi; *Numerical Identification of Nonhyperbolicity of the Lorenz System through Lyapunov Vectors*, J. SIAM Lett. (2) 107-110 (2010) (査読付き)

Miki U. Kobayashi and Michio Yamada；*Temporal intermittency in a shell model turbulence in terms of covariant Lyapunov vectors*,Journal of Physics A: Mathematical and theoretical(査読付き)

Tsuyoshi Mizuguchi, Makoto Yomosa, Naoya Fujiwara and Miki U. Kobayashi；*A detection method of symmetry restoration process of attractor merging crisis*, Eur. Phys. J. B85,230-237(2012)

Masanobu Inubushi, Miki U. Kobayashi, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada；*Covariant Lyapunov analysis of chaotic Kolmogorov flows*, Phys. Rev. E 85, 016331 (2012)Phys. Rev. E 85,016331,1-10(2012)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Miki U. Kobayashi and Yoshitaka Saiki; *Manifold structure of unstable periodic orbits and the appearence of a periodic window in some dissipative systems.*

Yoshitaka Saiki and Miki U. Kobayashi; *Period doubling bifurcation as the origin of tangency in the Lorenz system.*

**講演：**

A characterization of a temporal intermittency of the GOY shell model turbulence, M. U. Kobayashi, Dynamics Days Asia-Pasific 6 , (Sydney,2010,8) (International conference)

カオス力学系における間欠性のリアプノフ解析, 小林 幹 (数理解析研究所) 日本物理学会 第 65 回 秋季大会，講演番号 26pTH-4 (大阪府立大学，2010 年 9 月)

カオス力学系における間欠性のリアプノフ解析, 小林 幹 (数理解析研究所) 「乱流現象及び非平衡系の多様性と普遍性」, (九州大学, 2010 年 11 月)

カオス力学における不安定周期軌道の多様体構造と周期窓の出現, 小林 幹 (数理解析研究所) 第 7 回数学総合若手研究集会 (北海道大学，2011 年 1 月)

## 柴山 允瑠（Mitsuru SHIBAYAMA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 20 年 9 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2007 年）

**研究テーマ：**

**ハミルトン力学系, $n$ 体問題**

$n$ 体問題は最も古くから研究されている微分方程式の 1 つである. 1900 年前後にポアンカレが 3 体問題について非可積分性を示しまたカオス的現象を発見したため, 3 体問題を解決することは困難であることが認識されるようになった. しかし, 20 世紀の間にも, KAM 理論による太陽系の安定性の研究が大きく発展したり, McGehee による衝突多様体理論により 3 体衝突が解の特異的な振る舞いと深く関わっていることも分かってくるなど, 様々な進展があった. 近年も, Xia が衝突多様体理論を応用することにより 5 体問題において非衝突特異性と呼ばれる有限時間に非有界になる解の存在を示したり, Chenciner と Montgomery が 3 体問題において 8 の字解と呼ばれる新たな周期解の存在を証明するなど, 近年も興味深い成果が得られている.

**研究内容：**

Chenciner と Montgomery による変分的方法を応用し, 新たな周期解の存在を調べている. また, その安定性などの力学系的な性質の解明を目指している.

一方, 3 体が非常に接近するが衝突しないときに起こる 3 体近衝突現象に関する研究も行っている. 3 体衝突特異点をブローアップすると衝突多様体という不変多様体が現われ, その上にも微分方程式は拡張される. 衝突多様体上の力学系が理解できるようになれば, その摂動として 3 体近衝突したときの特異的な振る舞いがある程度分かるようになる. 衝突多様体理論を用いて振動解や非衝突特異点といった特異的な解の存在が示されてきたが, その変分法的なアプローチをすることでその分野の大きな発展を目指している.

また, 複素微分方程式論的な手法による Ziglin 解析という別の特異点論がある. Ziglin 解析は可積分性の判定に有効である. 衝突多様体論と Ziglin 解析の関連も調べている.

その上で，平成 22 年度以降の在籍期間中の研究成果の要約をお書きください.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

二等辺 3 体問題という対称性を保つ運動だけに制限した 3 体問題について矢ヶ崎一幸氏と共同研究を継続している. 昨年度に 3 体衝突に関わる相対周期解の族を多く発見したことを踏まえ, それらを含む族に関わる分岐現象を数値計算により徹底的に調べた.

衝突多様体論を用いて 3 体問題の非可積分性を証明した. また, その結果を斉次ハミルトン系に拡張した.

数値計算により発見はされているが理論的な存在証明はなされていない単舞踏解に対して Morse 指数を数値計算により求めた.

**主要論文：**

Mitsuru Shibayama; *Multiple symmetric periodic solutions to the 2n-body problem with equal masses*, Nonlinearity,19(10),2441-2453,2006(査読付き)

Mitsuru Shibayama; *Free-fall and heteroclinic orbits to triple collisions in the isosceles three-body problem*, Journal of Mathematics of Kyoto University,49(4),735-746,2009(査読付き)

Mitsuru Shibayama and Kazuyuki Yagasaki; *Heteroclinic connections between triple collisions and relative periodic orbits in the isosceles three-body problem*, Nonlinearity,22(10),2377-2403,2009(査読付き)

Mitsuru Shibayama; *Non-integrability of the collinear three-body problem*, Discrete and Continuous Dynamical Systems-A,30(1),299-312,2011(査読付き)

Mitsuru Shibayama; *Minimizing periodic orbits with regularizable collisions in the n-body problem* Archive for Rational Mechanics and Analysis,199(3),821-841,2011(査読付き)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

柴山允瑠, 矢ヶ崎一幸; 二等辺三体問題の三体衝突間のヘテロクリニック軌道と相対周期軌道, 数理解析研究所講究録, 1692 巻, 39-45, 2010

Mitsuru Shibayama; *Non-integrability of the collinear three-body problem*, Discrete and Continuous Dynamical Systems-A, 30(1),299-312,2011(査読付き)

Mitsuru Shibayama; *Minimizing periodic orbits with regularizable collisions in the n-body problem*, Archive for Rational Mechanics and Analysis,199(3),821-841,2011(査読付き)

Mitsuru Shibayama and Kazuyuki Yagasaki; *Families of symmetric relative periodic orbits originating from the circular Euler solution in the isosceles three-body problem* , to appear in Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy,110(1),53-70,2011(査読付き)

柴山允瑠; 舞踏解に関する第二変分の数値計算, 天体力学 N 体力学研究会集録,198-206

**講演：**

変分法による超 8 の字解の存在証明, 京都力学系セミナー, 京都大学数学教室, 2010 年 4 月

4 体問題の超 8 の字解の変分法による存在証明, 微分トポロジーセミナー, 京都大学数学教室, 2010 年 5 月

変分法による 4 体問題の超 8 の字解の存在証明, 『 応 用 解 析 』 研 究 会, 早稲田大学理工学部, 2010 年 5 月

Heteroclinic connections between triple collisions and relative periodic orbits in the isosceles three-body problem, The 8th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Dresden University of Technology, Germany, May 2010(International conference)

A variational proof of the existence of Gerver's super-eight orbit in the four-body problem, II UPC Integrability Seminar, Universitat Politcnica de Catalunya, Barcelona, Spain, June 2010 (International conference, invited)

Non-integrability and collision manifold in the three-body problem, 第 4 回「ハミルトン系とその周辺」小研究会, 新潟大学, 2010 年 10 月

Non-integrability of homogeneous Hamiltonian systems through McGehee coordinates, National Tsing Hua University, Taiwan, November 2010.

A variational approach to the n-body problem, National Tsing Hua University, Taiwan, November 2010.

A variational approach to the n-body problem, Dynamical Systems Seminars, National Taiwan University, Taiwan, November 2010

衝突多様体論による可積分性の判定, 数理環境流体セミナー, 北海道大学数学教室, 2010 年 12 月

衝突多様体論による可積分性の判定, 冬の力学系研究集会, 東京工業大学, 2011 年 1 月

衝突多様体論による可積分性の判定, 岡本研セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 2 月

Non-integrability of the three-body problem via blowing-up of the collision singularity, Workshop on Symplectic Geometry and Topology, February 2011

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)，平成 21 年度〜24 年度,「変分法による多体問題の研究」，800 千円（総額:800 千円）

## 鈴木 咲衣（Sakie SUZUKI）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**絡み目と底タングルの量子不変量の研究**

1984 年にジョーンズによって絡み目の多項式不変量が発見されたのをきっかけに,「量子不変量」と呼ばれる大量の不変量が構成された．この時期を転機として 3 次元位相幾何学は大きく発展し，量子不変量に関連した様々な方向への研究が現在も活発に行われている．しかし量子不変量は幾何学以外の道具を用いて記述されているため，絡み目の幾何的な性質との関係が明らかでなく，その応用も十分にできているとはいえない．私の研究目的は絡み目の幾何学的性質と量子不変量の代数的性質の関係の解明である．

**研究内容：**

量子 $\mathfrak{g}$ 不変量とは，絡み目の各成分を量子群 $U_h(\mathfrak{g})$ の有限次元表現で色づけすることにより得られる不変量の族で，形式的冪級数環 $\mathbb{Q}[[h]]$ に値をとる．普遍量子 $\mathfrak{g}$ 不変量とは，$U_h(\mathfrak{g})$ の表現によらずに定義されるタングルと絡み目の不変量で，$n$ 成分底タングルに対しては $U_h(\mathfrak{g})$ の $n$ 重完備テンソル積 $U_h(\mathfrak{g})^{\hat{\otimes} n}$ に値をとる．絡み目 $L$ の量子 $\mathfrak{g}$ 不変量は，閉じると $L$ になる底タングルの普遍量子 $\mathfrak{g}$ 不変量から各表現に付随した量子トレースをとることにより得られる．

絡み目の幾何的性質と量子不変量の代数的性質の関係の解明をするために，底タングルの普遍量子不変量の幾何学的性質を研究している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

リボン，境界，ブルニアン底タングルの普遍量子 $sl_2$ 不変量を研究し，それらが絡み数が 0 の底タングルよりもより小さい部分代数に入ることを示した．応用として「リボン」,「境界」,「ブルニアン」絡み目の量子 $sl_2$ 不変量が $\mathbb{Z}[q^{1/2}, q^{-1/2}]$ のある小さなイデアルに入ることを示した $(q = \exp h)$.

**主要論文：**

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of ribbon bottom tangles.* Algebraic & Geometric Topology,**10** (2010), no. 2, 1027–1061.（査読あり）

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of boundary bottom tangles*, Algebraic & Geometric Topology. **12** (2012), 997–1057.（査読あり）

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of Brunnian bottom tangles*, to appear in Mathematical Proceedings Cambridge Philosophical Society.（査読あり）

S. Suzuki; *On the colored Jones polynomials of ribbon links boundary links and Brunnian links*, arXiv:1111.6408.（査読なし）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of ribbon bottom tangles. Algebraic & Geometric Topology*, **10** (2010), no. 2, 1027–1061.（査読あり）

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of boundary bottom tangles.* Algebraic & Geometric Topology, **12** (2012), 997–1057.（査読あり）

S. Suzuki; *On the universal $sl_2$ invariant of Brunnian bottom tangles*, to appear in Mathematical Proceedings Cambridge Philosophical Society.（査読あり）

S. Suzuki; *On the colored Jones polynomials of ribbon links, boundary links and Brunnian links*, arXiv:1111.6408.（査読なし）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

S. Suzuki; *On the colored Jones polynomials of ribbon links, boundary links and Brunnian links*, arXiv:1111.6408.

**講演：**

国際研究集会における口頭発表

“On the universal $sl_2$ invariant of Brunnian bottom tangles”, Intelligence of Low-dimensional Topology, RIMS, Kyoto university, 2012 年 5 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan university, China, 2011 年 11 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, KNOTS in Poland III, Bedlewo, Poland, 2010 年 8 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, Diagram algebras and related topics, Okinawa, 2010 年 7 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, Quantum groups and quantum topology, RIMS, Kyoto, 2010 年 4 月

国際研究集会におけるポスターセッション

“On the universal $sl_2$ invariant of boundary bottom tangles”, The 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians, Kyoto university, 2012 年 2 月

“On the universal $sl_2$ invariant of boundary bottom tangles”, Swiss Knots 2011, Gwatt-Zentrum at the lake of Thun, Switzerland, 2011 年 5 月

その他の口頭発表

“Quantum invariant of links and bottom tangles”, GCOE tea time, Kyoto University, 2012 年 7 月

“Bing doubling and the colored Jones polynomial”, Friday Seminar on Knot Theory, 大阪市立大学 数学研究所, 2012 年 7 月

“普遍不変量を用いた絡み目の量子不変量の研究”, 第 4 回京都大学優秀女性研究者賞（たちばな賞）表彰式, 京都大学 芝蘭会館, 2012 年 3 月

“On the universal $sl_2$ invariant of boundary bottom tangles”, 京都表現論セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 6 月

“絡み目の量子不変量と底タングルの普遍量子不変量”, Knots in east Osaka IV, 大阪工業大学, 2010 年 12 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, Friday Seminar on Knot Theory, 大阪市立大学 数学研究所, 2010 年 11 月

“結び目の量子不変量について”, 幾何学セミナー, 名古屋大学, 2010 年 11 月

“ブルニアン底タングルの普遍 $sl_2$ 不変量について”, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月

“On the universal $sl_2$ invariant of bottom tangles”, トポロジー金曜セミナー, 九州大学, 2010 年 6 月

**受賞歴（等）：**

京都大学優秀女性研究者賞（たちばな賞）受賞 (2012 年)

**研究費獲得状況 (金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額)：**

学振特別研究員奨励費 DC2，平成 22 年度〜23 年度,「絡み目の量子不変量と普遍不変量」，1,400 千円（総額：1,400 千円）

研究活動スタート支援, 平成 24 年度〜25 年度「絡み目の量子不変量と底タングルの不変量子不変量」，1,000 千円（総額：1,900 千円）

## 田中 守（Mamoru TANAKA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 12 月 31 日）
東北大学 博士 (理学)（2010 年）

**研究テーマ：**

**無限グラフの距離空間への一様埋め込みの研究**

距離空間の幾何学において、ある距離空間の他の距離空間への埋め込み可能性は重要な研究テーマである。特に、一様埋め込みは擬等長埋め込みより粗い埋め込みであり、距離空間の大域的な距離構造のみにより表現される。一様埋め込みの重要な応用に、局所有限な距離空間が Hilbert 空間に一様埋め込み可能ならば、その距離空間に対する粗 Baum-Connes 予想は肯定的であるという Yu による定理がある。ここで、粗 Baum-Connes 予想とは、Atiyah-Singer の指数定理の $K$ 理論における類似、つまり局所有限な距離空間から自然に作られる距離を持つ単体複体のトポロジカルな $K$ ホモロジーから解析的な $K$ ホモロジーのへの或る自然な写像が全単射になるという予想である。粗 Baum-Connes 予想は、特に語距離を持った有限生成群に対し盛んに研究されており、一様埋め込み可能性の研究は幾何学的群論においても重要である。

**研究内容：**

Hilbert 空間やより一般の一様凸 Banach 空間、（条件付の）Hadamard 空間などへ一様埋め込みできない局所有限な距離空間は、エクスパンダーグラフの列と呼ばれる無限グラフが一様埋め込みできる距離空間しか見つかっていない。（ここで、グラフには最短の道の長さにより距離が入っているとみなしている。）そこで、或る固定した距離空間へ一様埋め込み可能な無限グラフとは何であるか見いだすため、エクスパンダーグラフの列を一般化した無限グラフの一様埋め込み可能性について研究するのは自然である。エクスパンダーグラフの列はそのグラフの等周定数を用いて特徴付けられるが、その一般化として高次等周定数で特徴付けられるものを考察してきた。それにはグラフの分割と高次等周定数との関係が重要であり、その関係について研究してきた。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

高次等周定数で特徴付けられるエクスパンダーグラフの列が Hilbert 空間へ一様埋め込みできないことは前年度までに示している。平成 24 年度は、その証明で用いられるグラフの分割と高次等周定数との関係、つまり高次等周定数とグラフの分割に含まれる部分グラフの等周定数を比較する不等式の評価を改善した。

重みつきグラフに対して、高次等周定数とグラフの分割に含まれる部分グラフの等周定数を比較する不等式の評価を与えた。

**主要論文：**

Mamoru Tanaka; *The energy of equivariant maps and a fixed-point property for Busemann nonpositive curvature spaces*, Trans. Amer. Math. Soc., **363**, 1743-1763, 2011 (査読付き)

Mamoru Tanaka; *Property(TB) and Property(FB) restricted to an irreducible representation*, to appear in Groups, Geometry, and Dynamics. (査読付き)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

M.Tanaka; *Multi-way expansion constants and partitions of a graph*, (2012) submitted for publication, arXiv:1112.3434.

**講演：**

Expander graphs and higher eigenvalues of the Laplacians on graphs, 京都作用素環セミナー, 京都大学 数理解析研究所, 2012 年 5 月 16 日

グラフのラプラシアンの高次固有値とエクスパンダーグラフの関係について, GCOE tea time, 京都大学, 2012 年 5 月 23 日

Expander graphs and higher eigenvalues of the Laplacians on graphs, 微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2012 年 6 月 19 日

グラフのラプラシアンの高次固有値とエクスパンダーグラフの関係について, 組合せ論セミナー, 東北大学, 2012 年 7 月 3 日

Expander graphs and higher eigenvalues of the Laplacians on graphs, International Conference ”Random Media II”-Satellite Session : Network Spectra and Related Topics-, Tohoku University, September 7, 2012 (International conference)

Multi-way expansion constants and expander graphs, 確率論と幾何学, 2012 年 10 月 19-21 日

Coarse nonembeddability of a graph containing a sequence of expanders as induced subgraphs, Rigidity Sohool,Tokyo 2012/2013, 東京大学, 2013 年 1 月 7-10 日

## 津曲 紀宏（Norihiro TSUMAGARI）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 24 年 7 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
鹿児島大学理学博士（2012 年）

**研究テーマ：**

**確率的システムに関する数理的技法**

近年，システム開発や検証のための数理的技法 (Formal method) の重要性が高まってきている．数理的技法とは，数学的な記述に基づいた, システムのモデル化や仕様の検証などの技術を含む包括的な手法のことである．一般に自然言語等による仕様記述では曖昧さや誤りを除ききれないため，より厳密な記述に基づくこの手法は高度な信頼性が要求されるシステムにおいて，特に重要である．確率的システムについての数理的技法の研究は，Morgan や McIver らのグループによるものが著名で，2008 年に行われた数理的技法に関するシンポジウムでは，彼らの論文が Best Paper Award を受賞した．このことからも確率的システムに関する数理的技法への関心の高まっていることがうかがえる．しかしながら，標準的なシステムに関する数理的技法と比較すると，未だ明らかでない部分が多く研究の余地は大きい．

**研究内容：**

本研究では，代数系を用いた確率的な遷移を含むシステムの検証方法の確立を大きな目的としている．検証とはシステム利用前に，システムが必要とされる性質を満たしていることや特定の欠陥をもたないことを証明することで，大規模システムの信頼性向上に欠かせない技術である．具体的には，ラベル付き遷移系やプロセス代数など，システムを抽象化した数学的モデル上で形式的な証明を与えることによって行なわれる．近年，McIver らによって確率クリーニ代数を利用した確率的システムの検証方法が提案された．しかしながら，この検証方法で用いられたモデルには確率的な要素が残されているため，コスト面の問題から実用的な規模の検証に適用するのは事実上不可能である．したがって，実用的な検証方法を構築することが今後の課題である．これまでは，そのための基礎研究として，確率的システムの意味論やそれと同じ性質をもつ関係モデル，また検証の道具であるクリーニ代数について研究を重ねてきた．現在は確率的システムの意味論の抽象化，確率的システムの等価性に関する健全かつ完全な代数系の構築に取り組んでいる．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

代数系を用いた確率的なシステムの検証方法の確立を主な研究目標としている．このため，確率的システムの意味論がもつ代数的性質を詳しく調べ，その結果，完備べき等左半環の確率的なモデルを与えた.（論文は投稿中）また，二項多重関係が完備べき等左半環をなすことから，確率的システムの意味論と二項多重関係の間のガロア接続についての研究に着手し，その結果，3 種類のガロア接続を得られた．ガロア接続は抽象解釈という理論において様々な抽象化を記述するのに用いられる．その後，発見した 3 種のガロア接続についてそれぞれが保存する性質を比較し，確率的システムの抽象領域として有力なものを発見した．これについては国内の関連する研究集会で口頭発表を行なった．

**主要論文：**

H. Furusawa, N. Tsumagari, K. Nishizawa; *A Non-Probabilistic Relational Model of Probabilistic Kleene Algebras*, Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol.4988, pp.110–122, 2008. (査読付き)

H. Furusawa, K. Nishizawa, N. Tsumagari; *Multirelational Models of Lazy, Monodic Tree, and Probabilistic Kleene Algebras*, Bulletin of Informatics and Cybernetics, 統計科学研究会, vol.41, pp.11–24, 2009. (査読付き)

津曲紀宏, 西澤弘毅, 古澤仁, 二項多重関係の反射的推移的閉包の構成, 鹿児島大学理学部紀要, 鹿児島大学理学部, vol.42, pp.1–9, 2009.

K. Nishizawa, N. Tsumagari, H. Furusawa; *The Cube of Kleene Algebras and the Triangular Prism of Multirelations*, Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol.5827, pp.276–290, 2009. (査読付き)

H. Furusawa, F. Sanda, N. Tsumagari, *Remarks on Ideal Completion of $*$-continuous Idempotent Left Semirings*, Bulletin of Informatics and Cybernetics, 統計科学研究会, vol.43, pp.1–21, 2011. (査読付き)

N.Tsumagari; *Probabilistic Relational Models of Complete IL-semirings.* Bulletin of Informatics and Cybernetics, 統計科学研究会,vol.44,pp.87-109,2012(査読付き)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

N.Tsumagari; *Probabilistic Relational Models of Complete IL-semirings.*

**講演：**

Galois connections for abstraction of probabilistic systems, 第 10 回 論理と計算に関するセミナー, September 5, 2012

Galois connections for abstraction of probabilistic systems, 第 23 回 代数, 論理, 幾何と情報科学研究集会, September 6-7, 2012

## 友枝 恭子（Kyoko TOMOEDA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
奈良女子大学博士 (理学)（2010 年）

**研究テーマ：**

**壁を伝う粘性流体の数学解析**

水 (などの粘性流体) は壁を伝わるとき表面に薄い膜 (液膜) を形成しながら流れる。このような流れを液膜流と呼ぶ。液膜流に関する研究は 主に流体力学の分野であり, 数学と物理の両方で行われている。物理では, 1948 年に Kapitza が実験により壁面上の液膜流表面から有限振幅波を発見したことから始まる。それ以降, 液膜流表面に現れる様々な構造が観察されている。理論では, 例えば線形安定性解析が行われ臨界値を超えた液膜流に生じる構造が調べられている。また非線形現象に関しては, 長波近似法などを用いて近似方程式を導出し, それを数値計算することで液膜流の波形を調べる研究も行われている。一方 数学では, 液膜流の基礎方程式である Navier-Stokes 方程式の自由境界値問題に対する解の存在性や一意性, 解の安定性に関する研究が盛んに行われている。

**研究内容：**

2 次元液膜流の線形安定解析は Benjamin や Yin によってなされ, 臨界 Reynolds 数を超えたとき最初に不安定になる波数は限りなくゼロに近づくという結果が得られた。この結果に対する数学的正当性を示すため, 解析的手法によって臨界 Reynolds 数を与える。そのためには Reynolds 数に関する評価を導出する必要がある。寺本惠昭教授 (摂南大学) との共同研究により, 周期性のある液膜流の場合, Reynolds 数は Korn の不等式を満たす定数と Poincaré の不等式を満たす定数によって評価されることを見いだした。そして Kron の不等式を満たす最良定数を得ることが出来た。Poincaré の不等式に対する最良定数を導出する研究は継続している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

臨界 Reynolds 数を具体的な数値として与えるためには, Poincaré の不等式と Korn の不等式に対する各々の最良定数が必要であることを, 寺本惠昭教授との共同研究で見いだした。

Korn の不等式の最良定数を得るためには, Stokes 方程式の混合境界値問題に対する解が必要であることを見いだした。Stokes 方程式の混合境界値問題に対する解の一意存在性と正則性の証明を寺本惠昭教授と二人で与えた。Korn の不等式に対する最良定数を寺本惠昭教授との共同研究で与えた。(論文投稿中)

Poincaré の不等式に対する最良定数を導出するための計算を行っている。(寺本惠昭教授との共同研究)

**主要論文：**

N.Hayashi, K.Tomoeda and T.Yanagisawa; *Analyticity for higher order nonlinear dispersive equations*, Gakuto International Series, Mathematical Sciences and Applications, **32** (2010), 111-130. (査読付き)

S.Moritoh and K.Tomoeda; *A further decay estimate for the Dziubański-Hernández wavelets*, Canad. Math. Bull., **53** (2010), 133-139. (査読付き)

K. Tomoeda; *Linear estimates for the initial value problem of the fifth order equation*, Ann. Reports of Graduate School of Humanities and Sciences Nara Women's University, **25** (2009), 295-302. (査読付き)

K.Tomoeda; *Analyticity and smoothing effect for the fifth order KdV type equation*, Proc. Japan Acad. Series A, **86** No.7 (2010), 101-106. (査読付き)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

K.Tomoeda; *Local analyticity in the time and space variables and the smoothing effect for the fifth order KdV type equation*, Adv. Math. Phys. **2011**, (Article ID 238138).（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Y. Teramoto and K. Tomoeda; *Optimal Korn's inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab.*

**講演：**

友枝 恭子, *Analyticity and smoothing effect for the fifth order KdV type equation,* GCOE tea time, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 6 月 7 日, (招待講演)

友枝 恭子, *Local existence of the analytic solution and the smoothing effect for the fifth order modified KdV equation,* 京都大学 NLPDE セミナー, 京都大学, 2011 年 7 月 1 日, (招待講演)

Kyoko Tomoeda, *Optimal Korn's inequality inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab in the two dimension,* Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, 復旦大学 (中国), 2011 年 10 月 31 日, (招待講演)

寺本惠昭, 友枝 恭子, *Optimal Korn's inequality inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab in the two dimension,* 応用数学合同研究集会, 2011 年 12 月 15 日

Kyoko Tomoeda, *Optimal Korn's inequality for solenoidal vector fields on a 2D periodic slab,* The 3rd GCOE Workshop for Young Mathematicians, 京都大学, 2012 年 2 月 20 日, (国際シンポジウム, ポスターセッション),

Kyoko Tomoeda, *Optimal Korn's inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab with application to the Navier-Stokes flow down a vertical wall,* The 4th Nagoya Workshop on Differential Equations, 名古屋大学, 2012 年 3 月 6 日, (招待講演)

Kyoko Tomoeda, *Optimal Korn's inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab with application to the Navier-Stokes flow down a vertical wall,* Nonlinear Wave and Dispersive Equations, 京都大学, 2012 年 3 月 9 日, (招待講演)

寺本惠昭, 友枝 恭子, *Optimal Korn's inequality inequality for solenoidal vector fields on a periodic slab in the two dimension,* 日本数学会春季年会, 2012 年 3 月 29 日

**受賞歴（等）:**

佐保会奨学金 (2009 年度)

## 中村 伊南沙（Inasa NAKAMURA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
東京大学数理科学博士（2009 年）

**研究テーマ：**

**結び目理論**

結び目理論の中でも特に、1 次元の結び目の 2 次元版である曲面結び目について研究している。曲面結び目とは、ユークリッド 4 次元空間内への閉曲面の埋め込みである。曲面結び目の研究は、曲面結び目に全同位により同値関係を与え、その同値類をさまざまな不変量を用いて分類する分野である。1 次元の結び目理論は 1833 年のガウスの論文にまで遡ることができ、DNA や蛋白質の構造への応用などを含め広く研究対象とされてきているが、曲面結び目の研究は比較的新しく、1925 年アルティンが 1 次元の結び目を用いてスパン 2 次元結び目を構成したことが始まりである。曲面結び目は、不変量はもちろんその構成法すらまだよく知られていない分野である。

**研究内容：**

曲面結び目の新たな構成法として、自明なトーラス上の分岐被覆の形をした曲面結び目をトーラス被覆結び目と名付け、その不変量を研究している。自明なトーラス上の分岐被覆を用いてトーラス被覆結び目の不変量を導出することを目指している。特にトーラス型のトーラス被覆結び目の不変量を、1 次元の結び目の不変量を扱うことで研究している。トーラス型のトーラス被覆結び目は、2 つの可換な 1 次元ブレイドから一意に定まるため、その不変量は 1 次元の結び目の不変量を用いて表されることが推測される。1 次元の結び目の不変量はこれまでに研究が進んでいるので、比較的扱いやすい、取り組みやすい対象であるといえる。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

トーラス被覆結び目の結び目解消数について研究した。任意のトーラス被覆結び目は、トーラス上のある種の有限グラフ、チャートで表せる。任意のトーラス型のトーラス被覆結び目について、それが次数 $m$ のチャートで表されるとき、結び目解消数が $m-1$ 以下であることを示した。また、任意の $m$ について、ある 1 次元の $m$-ブレイドであって、それとフルツイストの何乗かから定まるトーラス被覆結び目の結び目解消数が $m-1$ 以上であるようなものが存在することを示した。このトーラス被覆結び目は次数 $m$ のトーラス上のチャートで表されるので、上からの評価と併せて、結び目解消数が任意の自然数であるような、トーラス被覆結び目を構成することができた。上からの評価はトーラス上のチャートを変形することによって示し、下からの評価は先行研究による定理を用いてカンドルの彩色の数を求めることによって示した。(論文執筆中)

また、結び目解消数に類似の三重点解消数という曲面結び目の不変量があり、先行研究によって下からの評価がカンドルコサイクル不変量によって与えられている。このことを利用して、三重点解消数が決定できるトーラス被覆結び目を構成したいと考えて検討した。(検討中)

**主要論文：**

Inasa Nakamura; *Unknotting the spun $T^2$-knot of a classical torus knot*, to appear in Osaka J. Math.

Inasa Nakamura; *Triple linking numbers and triple point numbers of certain $T^2$-links*, Top. Appl. **159** (2012), 1439–1447

Inasa Nakamura; *Braiding surface links which are coverings over the standard torus*, J. Knot Theory Ramifications **21**, No. 1 (2012), Article ID 1250011, 25 p.

Inasa Nakamura; *Surface links which are coverings over the standard torus*, Algebraic and Geometric Topology **11** (2011), 1497–1540

Inasa Nakamura; *Unknotting singular charts with no black vertices by reducing node-pairs*, J. Knot Theory Ramifications **19**, No.9 (2010), 1135–1144

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Inasa Nakamura; *Unknotting the spun $T^2$-knot of a classical torus knot*, to appear in Osaka J. Math. （査読付き）

Inasa Nakamura; *Triple linking numbers and triple point numbers of certain $T^2$-links*, Top. Appl. **159** (2012), 1439–1447 （査読付き）

Inasa Nakamura; *Braiding surface links which are coverings over the standard torus*, J. Knot Theory Ramifications **21**, No. 1 (2012), Article ID 1250011, 25 p. （査読付き）

Inasa Nakamura; *Torus-covering links and their triple linking numbers*, Intelligence of Low-dimensional Topology, 数理解析研究所講究録 1766 (2011), 38–44. （査読なし）

Inasa Nakamura; *Surface links which are coverings over the standard torus*, Algebraic and Geometric Topology **11** (2011), 1497–1540 （査読付き）

**講演：**

トーラス被覆結び目について, 第 35 回トポロジーセミナー, 館山,2012 年 3 月

Surface links which are coverings over the standard torus. The 3rd GCOE International Conference for Young Mathematicians. Kyoto University. February 2012. (International conference, poster session)

Unknotting numbers of torus-covering knots. The 8th East Asian School of Knots and Related Topics. KAIST, Korea. January2012. (International conference)

Unknotting numbers of torus-covering knots. Friday Seminar on Knot Theory. 大阪市立大学.2011 年 12 月

トーラス被覆絡み目の三重絡み数, 日本数学会秋季総合分科会・トポロジー分科会一般講演, 信州大学,2011 年 9 月

トーラス被覆結び目について, トポロジーの諸相 2011, 東京大学玉原国際セミナーハウス,2011 年 7 月

Torus-covering links and their triple linking numbers. 研究集会 “Intelligence of Low Dimensional Topology”. 京都大学,2011 年 5 月

## 船野 敬（Kei FUNANO）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
東北大学理学博士（2009 年）

**研究テーマ：**

**距離空間の埋め込み**

数学の歴史の中で我々は曲線の接線を考えたり, 曲面の接平面を考えるといったことを通して, 空間を線形空間で近似することを行ってきた. 特に与えられた距離空間そのものがヒルベルト空間や馴染みのあるバナッハ空間に (ある意味で) 埋め込めるとその空間の良い理解を得たと言っても過言ではない. この精神のもとに研究が行われているのが距離空間の埋め込み理論である. この分野は値域にバナッハ空間が現れることから自然とバナッハ空間の幾何学と繋がりを持つ. また埋め込む空間として群を持ってくると幾何群論とも関係を持つこともわかる. 更にアルゴリズムの理論への応用の研究も盛んに行われている.

**研究内容：**

距離空間の埋め込み理論では近年ウルトラメトリック空間にまず最初に埋め込むことを通して, ヒルベルト空間に埋め込めることが盛んに行われている. このことは可分ウルトラメトリック空間が, ヒルベルト空間に等長的に埋め込める事実による. 私は可分ウルトラメトリック空間が他の (無限次元) バナッハ空間に等長的に埋め込めるかという自然な問題 (レミンの問題) に興味を持ち, ウルトラメトリック空間の木構造を用いて取り組んでいる. また埋め込めるとしたらどの位の次元の空間に埋め込めるのか, 任意の有限部分集合が埋め込めるなら全体の空間も埋め込めるのかということに興味を持って取り組んでいる.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非線形ドボレツキーの定理に取り組んだ. ドボレツキーの定理は十分大きな “サイズ” の空間はヒルベルト空間にある意味で良く埋め込める大きな “サイズ” の部分集合を含むことを主張するラムゼー型定理である. もともとノルム空間でこの理論は知られていたが (この場合の “サイズ” はノルム空間の次元となる, 埋め込める部分集合は部分空間となる), 近年メンデルとナオルによってこの定理は距離空間に拡張された (この場合の “サイズ” は距離空間のハウスドルフ次元となる). 彼らは閉部分集合をウルトラメトリック空間に埋め込むことを経由して, ドボレツキーの定理を距離空間に拡張した. 可分ウルトラメトリック空間はヒルベルト空間に等長的に埋め込めることが知られているので, 結果的にその閉部分集合はヒルベルト空間に埋め込めることとなる. 彼らは有限次元でこの定理を証明していたが, 私は無限次元の場合にこの定理を証明した. この場合のヒルベルト空間に埋め込める閉部分集合は無限次元となる. 次に閉部分集合をヒルベルト空間ではなく $\ell_p$ に埋め込むことを考察した. その際にプロパーウルトラメトリック空間が $\ell_p$ に等長的に埋め込めることを証明した. このことにより上の閉部分集合が値域を $\ell_p$ に取り換えても埋め込めることがわかった.

**主要論文：**

Kei Funano; *Observable concentration of mm-spaces into spaces with doubling measures*, Geom. Dedicata, **127**, 49–56, 2007.

Kei Funano; *Estimates of Gromov's box distance*, Proc. Amer. Math. Soc., **136**, no. 8, 2911–2920, 2008.

Kei Funano; *Central and $L_p$-concentration of 1-Lipschitz maps into R-trees*, J. Math. Soc. Japan, **61**, no. 2, 483–506, 2009.

Kei Funano; *Exponential and Gaussian concentration of 1-Lipschitz maps*, Manuscripta Math., **130**, no. 3, 273–285, 2009.

Kei Funano; *Concentration of maps and group actions*, Geom. Dedicata, **149**, 103–119, 2010.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kei Funano; *Two infinite versions of nonlinear Dvoretzky's Theorem*, to appear in Pacific J. Math, (accepted), arXiv:1111.1627. (査読付き).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K.Funano; *Embedding proper ultrametric spaces into $\ell_p$ and its application to nonlinear Dvoretzky's theorem*, arXiv:1203.1761.

K.Funano and T.Shioya; *Concentration, Ricci curvature, and eigenvalues of Laplacian.*

**講演：**

S.Y.Cheng による定理の一般化について, 微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2011 年 4 月 12 日

測度の集中現象とラプラシアンの固有値の挙動, 九州大学幾何学セミナー, 九州大学, 2011 年 6 月 3 日.

Concentration, convergence, and eigenvalues of Laplacian, GCOE tea time, 京都大学, 2011 年 6 月 21 日.

測度の集中現象とラプラシアンの固有値の挙動, 東京確率論セミナー, 東京工業大学, 2011 年 7 月 4 日.

Concentration of measure phenomenon and eigenvalues of Laplacian, 5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications, Hausdorff center for mathematics, September 6, 2011 (International conference, keynote)

Some infinite versions of nonlinear Dvoretzky's theorem, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan university, November 3, 2011 (International conference, keynote)

無限版非線形ドボレツキ—の定理について, 測地線及び関連する諸問題, 熊本大学, 2012 年 1 月 8 日.

Infinite and $\ell_p$ versions of nonlinear Dvoretzky's theorem, Group actions and K-theory, Kyoto university, March 14, 2012 (International conference, keynote)

無限版と $\ell_p$ 版非線形ドボレツキーの定理について, 剛性セミナー, 名古屋大学, 2012 年 6 月 8 日.

無限版非線形ドボレツキーの定理について, 幾何学シンポジウム, 九州大学, 2012 年 8 月 27 日.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援，平成 23 年度〜平成 24 年度,「測度の集中現象の幾何学的応用」，2,500 千円（総額：2,500 千円）

## 本多 正平（Shouhei HONDA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学） (2009 年)

**研究テーマ：**

**リッチ曲率に関わるリーマン幾何学**

リッチ曲率に関わる幾何学をリーマン多様体の収束・崩壊理論の立場から研究する．リッチ曲率に関わる幾何学は微分幾何のみならず，代数幾何や解析など，様々な分野と深く関わる．一方で，リーマン多様体の収束・崩壊理論は Gromov に端を発する分野で，粗くいってリーマン多様体を個々に調べるのではなく，リーマン多様体の族を一斉に調べる分野である．そしてこれもリッチ曲率と深く関わる．私はリッチ曲率が下に爆発しないリーマン多様体の極限（それはもはやリーマン多様体とは限らない）を調べることで，リッチ曲率の下限とは何かということを捉えることを目標にしている．

**研究内容：**

リッチ曲率が下に爆発しない，一定次元の完備リーマン多様体のグロモフ・ハウスドルフ極限を考える．この極限を幾何的，解析的に調べることが私の研究内容である．たとえば幾何的には，その極限がどの程度多様体と近いか，また，特異点はどのような性質のものが現れるかなどを調べる．また解析的には，そのラプラシアンの性質はどのようなものがあるか，などといったようなことを調べる．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Ricci 曲率が下に爆発しない，リーマン多様体列とその極限を考える．そのような極限を幾何的，解析的に調べることが本研究テーマである．そこで当該年度においてわかったことは次の 3 つである：

(1) その極限上で角度の概念が well-defined であることを示し，角度のある意味でのヘルダー連続性を与えた．(2) その極限の一次元正則集合が空でなければ空間は 1 次元であることを示した．(3) その極限のハウスドルフ次元が 2 以上 3 未満であれば，その極限の任意の二点を取ると，その二点を結ぶある測地線において，次の (i) または (ii) が成り立つ：(i) その測地線の内点はすべて二次元正則集合上にある (ii) その測地線の内点はすべて特異集合上にある．

**主要論文：**

S. Honda; *Ricci curvature and almost spherical multi-suspension*, Tohoku Math. J. (2009)
S. Honda; *Bishop-Gromov type inequality on Ricci limit spaces,* , to appear in J. Math. Soc. Japan.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

S. Honda; *Ricci curvature and convergence of Lipschitz functions*, to appear in Comm. Anal. Geom.

**講演：**

微分トポロジーセミナー,「リッチ曲率が非負である多様体上の調和関数と多様体の収束」, 京都大学,2010 年 4 月
GCOE tea time,「Riemann 多様体の収束・崩壊と Ricci 曲率」, 京都大学，2010 年 5 月
微分幾何火曜セミナー,「非負曲率多様体上の調和関数とリプシッツ関数の収束」, 筑波大学,2010 年 6 月
NLPDE セミナー,「リーマン多様体上の調和関数について」, 京都大学,2010 年 6 月
幾何学シンポジウム,「非負曲率多様体上の調和関数とグロモフ・ハウスドルフ収束」, 神戸大学,2010 年 8 月
研究集会 Geometry and Probability,「Differential of Lipschitz functions and Gromov-Hausdorff convergence」, 東北大学,2010 年 8 月
日本数学会　幾何学分科会,「空間の収束に伴うリプシッツ関数の微分の収束について」, 名古屋大学,2010 年 9 月 8 日
談話会,「空間と関数を共に動かしたときのソボレフ位相とその応用」, 東京理科大学,2010 年 10 月
Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto universities,「Ricci curvature and convergence of Lipschitz functions」,Fudan university，2010 年 11 月
研究集会多様体上の微分方程式,「非負曲率多様体上の調和関数と漸近錘」, 石川シティカレッジ，2010 年 11 月
幾何学セミナー,「Ricci 曲率と多様体の収束・崩壊と関数空間論」, 九州大学,2010 年 11 月
談話会,「多様体の収束と調和関数」, 愛媛大学，2010 年 12 月
研究集会淡路島幾何学研究集会,「調和関数と多様体の収束」, 淡路島国民宿舎慶野松原荘,2011 年 2 月

日本数学会幾何学分科会特別講演,「Ricci 曲率に関わる多様体の収束・崩壊と関数の収束」, 早稲田大学,2011 年 3 月

**研究費獲得状況：**

研究活動スタート支援, 平成 22 年度〜平成 23 年度,「リッチ曲率に関わる幾何学の研究」, 2,400 千円（総額: 2,400 千円）

## 水谷 治哉（Haruya MIZUTANI）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
東京大学数理科学博士（2011 年）

**研究テーマ：**

**シュレディンガー方程式の初期値問題, 散乱理論**

シュレディンガー方程式は非相対論的量子力学の基礎方程式であり, 半導体の設計から素粒子の理論まで多岐にわたる微視的現象の記述に用いられている. 従って, その構造を数学的に解明することは非常に重要である. 特に, 波動関数の時刻無限大における漸近挙動を解析する散乱理論は数理物理における主要な分野であり, 現在も多くの研究が活発に行われている. また, 偏微分方程式の立場から初期値問題の解析も活発に行われ, 近年は非線形シュレディンガー方程式への応用という視点から平滑化作用と呼ばれる性質の研究が盛んである. また, 配位空間の幾何構造と量子力学との関係性の解明という視点から, 多様体上の解析も活発に行われている.

**研究内容：**

シュレディンガー方程式の特徴として, 散乱状態から出発した波動関数の分布が時刻無限大で空間遠方に広がっていく「分散性」と呼ばれる現象や, 滑らかさが初期状態よりも増大する「平滑化作用」と呼ばれる現象がある. 自由シュレディンガー方程式の解に対するこれらの現象は, ポテンシャルを摂動した場合の初期値問題の適切性や, (散乱理論の主要目的である) 波動作用素の存在・完全性などに応用することができる. さらに非線形問題にも非常に有用であり, 例えば分散型評価やストリッカーツ評価, あるいは加藤型平滑化作用と呼ばれる性質は非線形シュレディンガー方程式の解析で本質的に重要であることが知られてる. このような性質に対して, 「電場や磁場, 配位空間の幾何学的構造が解構造にどのような影響を与えるか？」という視点から研究を行っている. 特に, これまではハミルトニアンが無限遠方でラプラシアンに収束する場合を研究してきたが, 最近はポテンシャルが増大する場合など, 無限遠方における外力の影響についても解析している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

(1) end 構造を持つ非コンパクト多様体上の平滑化作用:
極座標表示を一般化した, 漸近的に錐型構造を持つ end を持った非コンパクト多様体 (いわゆる散乱多様体) 上のシュレディンガー方程式について研究を行った. まず, 磯崎-北田型と WKB 型の 2 種類の方法を組み合わせることで, end 上での基本解の超局所的なパラメトリックス（近似解）を構成し, それを用いてストリッカーツ評価と呼ばれる平滑化作用が end 上で成り立つことを証明した. さらに, 測地流に対する捕捉性の下で, 全空間でストリッカーツ評価が成り立つことも確認した. (Comm. PDE **37**(2012) にて掲載済み)
(2) 非有界なポテンシャルを摂動した場合の平滑化作用:
漸近的ユークリッドな変数係数計量と非有界なポテンシャルが混在するモデルについて研究を行い, 電磁場ポテンシャルが劣臨界指数 (それぞれ劣 2 次, 劣 1 次) の増大度をもつ場合に近似解の構成とストリッカーツ評価について上記と同様の結果を得た. さらに, 計量が漸近的ユークリッドであることを仮定せず, 電磁場ポテンシャルの増大度が臨界指数の場合 (つまり, 一般の変数係数二階楕円型作用素の場合 ) にも, 任意に小さい滑らかさを仮定すれば同様の結果が成り立つことも分かった. (ポテンシャルの増大度が高々線形の場合については J.Math.Sco.Japan にて掲載決定, 一般の場合については現在投稿中である.) さらに, 電磁場ポテンシャルの増大度が優臨界 (優 2 次) の場合にも先行研究を改善した上で変数係数に拡張した (論文投稿中).

定数係数の場合には谷島 (1991), 谷島-Zhang (2004) による先駆的な結果があるが, 変数係数かつ非有界なポテンシャルを摂動した場合の結果はこれが初めてである. また, 時間局所ストリッカーツ評価に対するこれまでの先行研究を統一・一般化するものになっている.

**主要論文：**

H. Mizutani;*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and potentials at most linear at spatial infinity*, to appear in J. Math. Soc. Japan (査読有)

H. Mizutani; *Strichartz estimates for Schrödinger equations on scattering manifolds*, Comm. Partial Differential Equations, **37** (2012), 169–224 (査読有)

H. Mizutani; *Dispersive estimates and asymptotic expansions for Schrödinger equations in dimension one*, J. Math. Soc. Japan, **63** (2011), 239—261 (査読有)

H. Mizutani;*Dispersive estimates for Schrödinger equations in dimension one*, RIMS Kokyuroku Bessatsu vol. B16, (2010), 141—152 (査読有)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

H. Mizutani; *Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and potentials at most linear at spatial infinity*, to appear in J. Math. Soc. Japan (査読有)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

H. Mizutani; *Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, submitted, arXiv:1202.5201.

H. Mizutani; *Remarks on Strichartz estimates for Schrödinger equations with superquadratic potentials*, preprint.

**講演：**

*Parametrices and Strichartz estimates for Schrödinger equations on scattering manifolds*, NLPDE セミナー, 京都大学, 2011 年 4 月 22 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 微分方程式セミナー, 大阪大学, 2011 年 6 月 3 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2011 年 6 月 3 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, Workshop "Scattering Theory, An International Workshop in Tokyo", 東京大学, 2011 年 6 月 22 日. (国際研究集会, 招待講演)

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 熊本大学応用解析セミナー, 熊本大学, 2011 年 7 月 23 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 研究集会「第 33 回発展方程式若手セミナー」, 筑波, 2011 年 8 月 28 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, The 4th MSJ-SI, Nonlinear Dynamics in Partial Differential Equations, 九州大学, 2011 年 9 月 20 日. (国際研究集会)

*Strichartz estimates for Schröodinger equations with variable coefficients and potentials at most linear at spatial infinity*, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011 年 9 月 30 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 数理科学セミナー, 浅間温泉みやま荘, 2011 年 9 月 26 日.

*Reverse quantum ergodicity*, Arbeitsgemeinschaft "Quantum Ergodicity", The Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, 2011 年 10 月 11 日. (国際研究集会)

変数係数シュレディンガー発展作用素のパラメトリックスの構成とストリッカーツ評価, スペクトル理論セミナー, 学習院大学, 2011 年 11 月 5 日.

漸近的平坦でない場合の変数係数シュレディンガー方程式のストリッカーツ評価について, 研究集会「微分方程式と数理物理」, 山形, 2011 年 11 月 13 日.

シュレディンガー方程式の基本解の構成と平滑化作用, 第 49 回 GCOE tea time, 京都大学, 2011 年 11 月 15 日.

*Parametrices and Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients*, 微分方程式セミナー, 名古屋大学, 2011 年 11 月 28 日.

変数係数シュレディンガー発展作用素のパラメトリックスとその応用について, 作用素論セミナー, 京都大学, 2011 年 12 月 9 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials*, 研究集会「微分方程式の総合的研究」, 東京大学, 2011 年 12 月 18 日. (招待講演)

*On Strichartz estimates for Schrödinger equations without asymptotic flatness*, 研究集会「スペクトル・散乱あきう (秋保) シンポジウム」, 仙台,2012 年 1 月 9 日.

*Parametrix construction and Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients*, Analysis seminar, Aarhus Universitet, Denmark, 2012 年 2 月 24 日.

*Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded electromagnetic potentials*, 解析学火曜セミナー, 東京大学, 2012 年 5 月 15 日.

*Remarks on Strichartz estimates for Schrödinger equations on manifolds with ends*, 研究集会「非線形分散型方程式における最近の進展」, 京都大学, 2012 年 5 月 21 日. (招待講演)

*Remarks on Strichartz estimates for Schrödinger equations on manifolds with ends*, 研究集会「調和解析と非線形偏微分方程式」, 京都大学, 2012 年 7 月 3 日. (国際研究集会, 招待講演)

*On Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficientss*, 研究集会「第 34 回発展方程式若手セミナー」, タナベ湘南研修センター, 三浦海岸, 2012 年 9 月 3 日.

## 宮部 賢志（Kenshi MIYABE）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）(2010 年）

**研究テーマ：**

**アルゴリズム的ランダムネス，計算可能解析，確率概念**

アルゴリズム的ランダムネスでは、カントール空間上のランダムな列を計算の側面から定義し、その性質を調べる。様々なランダムの概念が提唱され、その計算可能性との関連が調べられている。一方、計算可能解析は位相空間上の解析を計算可能に行う手法を提供する。これらの分野の手法を組み合わせることで、ランダムな点が定義される空間が一般化される。これにより確率論や力学系で現れる極限定理や微分可能性の定理などが、ランダムネスの言葉をつかって精密化される。

**研究内容：**

von Mises, Kolmogorov, Solomonoff らの研究の根底には，ランダムの概念から確率の概念が現れるとの信念が見て取れる．Solomonoff によるアルゴリズム的確率の理論は哲学的に見て注目すべきものであるが，数学的にいくつかの欠点があった．最近のランダムネスの理論や計算可能解析の発展により，ランダムネスの理論と解析学を融合した研究が見られるようになり，数学的基盤も整備され始めた．そこで，ランダムネスの理論の言葉を用いて，いくつかの予測理論とアルゴリズム的確率との関係を記述することを目標としている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

弱 2 ランダムネス，Martin-Löf ランダムネス，Schnorr ランダムネス，Kurtz ランダムネスに深い関わりのある 4 つの関数族について，2 つの integral test の差，$L^1$ 空間上の計算可能性，Solovay 還元性など様々な特徴付けを与えた．この結果から Kurtz ランダムネスの微分可能性による特徴付けを与えた．

位相空間上の計算可能測度に対し自然な特徴付けを与え，その上のランダムネスが自然な性質を持つための位相の条件を与えた．この結果を用いて，Solomonoff の文字列の予測理論を位相空間上の点列に拡張した．

ランダムネスの理論と関係の深いゲーム論的確率論の研究も行っている．(竹村彰通教授との共同研究.）Reality の決定的な勝利戦略を作る一般的な方法を与え，それを使って級数和がほとんど確実に収束する必要十分条件を与えた．この方法を非有界の場合の重複対数の法則の研究にも応用した．

**主要論文：**

Kenshi Miyabe; *An extension of van Lambalgen's Theorem to infinitely many relative 1-random reals*, Notre Dame Journal of Formal Logic,**51**(3),337-349, 2010（査読付き）

Kenshi Miyabe; *Truth-table Schnorr randomness and truth-table reducible randomness*, Mathematical Logic Quarterly,**57**(3),323-338, 2011（査読付き）

Kenshi Miyabe and Akimichi Takemura; *Convergence of random series and the rate of convergence of strong law of large numbers in game-theoretic probability*, Stochastic Processes and their Applications,**122**,1-30, 2012 (査読付き)

Kenshi Miyabe; *An optimal superfarthingale and its convergence over a computable topological space*, to appear in Lecture Notes in Artificial Intelligence（査読付き）

Kenshi Miyabe; *Characterization of Kurtz randomness by a differentiation theorem*, Theory of Computing Systems,**52**(1), 113-132, 2013（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kenshi Miyabe; *An extension of van Lambalgen's Theorem to infinitely many relative 1-random reals*, Notre Dame Journal of Formal Logic,**51**(3),337-349, 2010 (査読付き)

Kenshi Miyabe; *Truth-table Schnorr randomness and truth-table reducible randomness*, Mathematical Logic Quarterly,**57**(3),323-338, 2011（査読付き）

Kenshi Miyabe; ランダムネスの一般化, 数理解析研究所講究録「形式体系と計算理論」,**1729**,84-94, 2011

Kenshi Miyabe; *The difference between optimality and universality*, Logic Journal of the IGPL,**20**(1),222-234, 2012（査読付き）

Kenshi Miyabe and Akimichi Takemura; *Convergence of random series and the rate of convergence of strong law of large numbers in game-theoretic probability*, Stochastic Processes and their Applications,**122**,1-30, 2012（査読付き）

Kenshi Miyabe; *An optimal superfarthingale and its convergence over a computable topological space*, to appear in Lecture Notes in Artificial Intelligence（査読付き）

Kenshi Miyabe; *Characterization of Kurtz randomness by a differentiation theorem*, Theory of Computing Systems,**52**(1),113-132, 2013（査読付き）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文:**

K. Miyabe; *Algorithmic randomness over general spaces*

K. Miyabe and A. Takemura; *The law of the iterated logarithm in game-theoretic probability with quadratic and stronger hedges*

K. Miyabe and J. Rute; *Van Lambalgen's Theorem for uniformly relative Schnorr and computable randomness*

K. Miyabe; *$L^1$-computability and layerwise computability and Solovay reducibility*

T.Kihara and K. Miyabe; *Lowness for uniform Kurtz randomness*

**講演：**

Limit theorems on a computable topological space, 代数，論理，幾何と情報科学研究集会, 立命館大学, Sep 6, 2010

Algorithmic randomness over general spaces, 数理解析研究所短期共同研究ー形式体系と計算理論ー, 京都大学, Sep 16, 2010

Frequency and belief are probability, 記号論理と情報科学研究集会 東北大学, Nov 2, 2010

Algorithmic randomness over general spaces, Sixth International Conference on Computability, Complexity and Randomness, University of Cape Town, Jan 31, 2011 (International conference)

Towards prediction via randomness, Statistics for Stochastic Processes: Inference, Asymptotic Methods, Finance and Data Analysis, 東京大学, Feb 22, 2011

Degree of non-randomness and uniform Solovay reducibility, Workshop on Proof Theory and Computability Theory, 仙台, Feb 21-24, 2011 (International conference)

Characterizing randomness by integral tests, Computability in Europe 2011, Sofia University, June 29, 2011 (International conference)

An optimal semimeasure and its convergence, 代数，論理，幾何と情報科学研究集会, 東京大学, Aug 23, 2011

Randomness and differentiability, Workshop on Proof Theory and Theory of Computing 2011, 首都大学東京, Sep 12, 2011

An optimal superfarthingale and its convergence over a computable topological space, Solomonoff 85th Memorial Conference, Melbourne, Nov 30 - Dec 2, 2011 (International conference)

Randomness and separation axioms, Analysis and Randomness in Auckland, Auckland, Dec 13 - 14, 2011 (International conference, invited)

Characterization of Kurtz randomness by a differentiation theorem, Twelfth Asian Logic Conference, Victoria University of Wellington, Dec 15 - 20, 2011 (International conference, invited)

Schnorr Layerwise Computability, Workshop on Proof Theory and Computability Theory 2012, Harumi Grand Hotel, Feb 20 - 23, 2012 (International conference)

$L^1$-computability and weak $L^1$-computability, Kyoto computable analysis Symposium 2012, Kyoto Sangyo University, Feb 24 - 27, 2012 (International conference)

微分可能な点はどこにあるか, 日本数学会 2012 年度年会, 東京理科大学, Mar 26-29, 2012

独立同分布でない場合の大数の法則の収束速度, 日本数学会 2012 年度年会, 東京理科大学, Mar 26-29, 2012

アルゴリズム的観点から見た確率解釈, 京都大学文学部 CAPE レクチャー, 京都大学, May 29, 2012

An integral test for Schnorr randomness and its applications, Computability in Europe 2012, University of Cambridge, June 18-23, 2012 (International conference)

Weak $L^1$-computability and Limit $L^1$-computability, Computability, Complexity and Analysis 2012, University of Cambridge, June 24-27, 2012 (International conference)

Schnorr triviality is equivalent to being a basis for tt-Schnorr randomness, Computability, Complexity and Randomness 2012, Isaac Newton Institute, July 2-6, 2-12 (International conference)

Lusin の定理の実効化について, 夏の LA 2012, 天橋立 宮津ロイヤルホテル, July 17, 2012

Schnorr triviality and being a basis for tt-Schnorr randomness, 証明論と複雑性, 京都大学, Sep 12-14, 2012

ゲーム論的確率論入門, 記号論理と情報科学研究集会, 京都産業大学, Sep 15-16, 2012

ランダムの概念が持つべき自然な性質, 日本数学会 2012 年度秋季総合分科会, 九州大学, Sep 18-21, 2012

The law of the iterated logarithm in game theoretic probability, Fourth Workshop on Game-Theoretic Probability and Related Topics, 東京大学, Nov 12-14, 2012

An introduction to algorithmic randomness, Fourth Workshop on Game Theoretic Probability and Related Topics, 東京大学, Nov 12-14, 2012

独立性定理と Radon-Nikodym 微分, 数学基礎論若手の会, 奈良県青少年会館, Nov 23-25, 2012

条件付き確率の計算可能性, 冬の LA, 京都大学, Jan 28, 2013

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

京都大学若手研究者スタートアップ研究費，平成 22 年度〜平成 23 年度,「計算論的ランダムネスによる確率解釈」，510 千円（総額：510 千円）

若手研究 ( B )，平成 23 年度〜26 年度,「ランダムネスを用いた確率概念の拡張」，2,000 千円（総額：3,300 千円）

## 和田 堅太郎（Kentaro WADA）

数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
名古屋大学数理学博士（2010 年）

**研究テーマ：**

**複素鏡映群に付随する代数のモジュラー表現論**

Lie 群, Lie 環や代数群の構造やその表現論を制御する Weyl 群を典型的な例とする鏡映群は古くから活発に様々な研究がされている。Weyl 群に対しては，それに付随する Hecke 代数，affine Hecke 代数，double affine Hecke 代数 (及び, それらの退化したもの) 等が考えられ，広範囲な数学，物理の諸分野への応用が与えられている。一方で，複素鏡映群に付随する cyclotomic Hecke 代数が 90 年代に，また，有理 Cherednik 代数が 2000 年頃に導入され，現在も Weyl 群に関する古典的な結果の拡張のみならず，様々な研究が活発になされている。特に，LLT-有木理論と呼ばれている圏化の手法を通じた Hecke 環のモジュラー表現論と量子群との関係，及びその拡張は，表現論の世界に新たな展開を与え，現在も非常に興味深い研究がなされている。

**研究内容：**

複素鏡映群に付随する cyclotomic Hecke 代数, 及びその quasi-hereditary covers (特に 有理 Cherednik 代数の圏 $\mathcal{O}$) のモジュラー表現論を調べる。特に実鏡映群ではない無限系列の複素鏡映群に付随するものを考えたい。まず，$G(r,1,n)$ 型の cyclotomic Hecke 代数である Ariki-Koike 代数，及びその quasi-hereditary cover の一つである，cyclotomic $q$-Schur 代数に関して，主に組み合わせ論を用いてそのモジュラー表現論を展開し，それらを，有理 Cherednik 代数の圏 $\mathcal{O}$, 及び，他の型の cyclotomic Hecke 代数，有理 Cherednik 代数の圏 $\mathcal{O}$ まで拡張することを目指す。特に，$G(r,p,n)$ 型に対しても LLT-有木理論を構築し，その枠組みで，無限系列の複素鏡映群に付随する代数 (cyclotomic Hecke 代数，有理 Cherednik 代数) のモジュラー表現論を統一的に扱う理論を確立することを目指す。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

主に，Ariki-Koike 代数と cyclotomic $q$-Schur 代数のモジュラー表現を集中して研究した。特に，既に得ていた cyclotomic $q$-Schur 代数の生成元と基本関係式による表示を利用して，cyclotomic $q$-Schur 代数の Weyl 加群の指標を Kostka 数と，Littlewood-Richardson 係数の一般化を用いて与え, モジュラー表現への簡単な応用を与えた。さらに，Weyl 加群の指標達 (Schur 多項式の線形和になる) が対称関数のなす環の新しい基底を与えることを示し，いくつかの性質も得たが，これらについてはまだ理解できていない部分も多い。

また，ランクの異なる cyclotomic $q$-Schur 代数の有限生成加群のなす圏の間に，誘導，制限関手を定義しその性質を調べた。これは，(まだ未解決な部分もたくさんあるが) cyclotomic $q$-Schur 代数に対する LLT-有木理論の一部分を与える。

**主要論文：**

Kentaro Wada; *Presenting cyclotomic q-Schur algebras*, Nagoya Math. J.,201,45-116,2011

Kentaro Wada; *The representation type of Ariki-Koike algebras and cyclotomic q-Schur algebras*, Adv. Math.,224,539-560,2010

Toshiaki Shoji and Kentaro Wada; *Cyclotomic q-Schur algebras associated to the Ariki-Koike algebra*, Represent. Theory,14,379-416,2010

Kentaro Wada; *On decomposition numbers with Jantzen filtration of cyclotomic q-Schur algebras*, Represent. Theory,14,417-434,2010

Toshiaki Shoji and Kentaro Wada; *Product formulas for the cyclotomic v-Schur algebra and for the canonical bases of the Fock space*, J. Algebra,321,3527-3549,2009

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kentaro Wada; *Presenting cyclotomic q-Schur algebras*, Nagoya Math. J.,201,45-116,2011

Kentaro Wada; *The representation type of Ariki-Koike algebras and cyclotomic q-Schur algebras*, Adv. Math.,224,539-560,2010

Toshiaki Shoji and Kentaro Wada; *Cyclotomic q-Schur algebras associated to the Ariki-Koike algebra*, Represent. Theory,14,379-416,2010

Kentaro Wada; *On decomposition numbers with Jantzen filtration of cyclotomic q-Schur algebras*, Represent. Theory,14,417-434,2010

Kentaro Wada; *Blocks of category $\mathcal{O}$ for rational Cherednik algebras and of cyclotomic Hecke algebras of type $G(r,p,n)$*, to appear in Osaka J. Math.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K. Wada; On Weyl modules of cyclotomic $q$-Schur algebras, arXiv:1101.0758.

**講演：**

Induction and Restriction functors for cyclotomic $q$-Schur algebras, Shanghai Workshop on Representation Theory, Tongji University, Shanghai(China), December 12, 2010 (International conference)

On Weyl modules of cyclotomic $q$-Schur algebras, 日本数学会 秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月 25 日

Blocks of category $\mathcal{O}$ for rational Cherednik algebras and of cyclotomic Hecke algebras of type $G(r,p,n)$, 日本数学会 秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月 25 日

On cyclotomic $q$-Schur algebras, Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups '10, Nagoya University, August 4, 2010 (International conference)

On cyclotomic $q$-Schur algebras, Diagram algebras and related topics (RIMS 合宿型セミナー), 健康文化村カルチャーリゾートフェストーネ (沖縄県宜野湾市), 2010 年 7 月 8 日

On Weyl modules of cyclotomic $q$-Schur algebras, 第 13 回代数群と量子群の表現論研究集会, すいとぴあ江南 (愛知県江南市), 2010 年 6 月 5 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援，平成 22 年度〜平成 23 年度,「複素鏡映群に付随する代数達のモジュラー表現論」, 1,610 千円（総額 :1,610 千円）

# VI　理学研究科 数学・数理解析専攻 - 研究員 (GCOE)

## 青木 昌雄（Masao AOKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2005 年）

**研究テーマ：**

**代数幾何学, 代数スタックの理論**

代数スタックとは, 代数多様体やスキームの概念を圏論的視点からより一般化したものである. 点の集合の代わりに点のなす亜群（グルーポイド）を考えることで, 各点に自己同型群の情報を付け加えたものを扱うことができる. これは代数曲線やベクトル束などのさまざまな幾何学的対象のモジュライ空間の構成に使われるほか, 商特異点を持つ代数多様体の研究などにも現れ, 近年注目されているものである. このように拡張された空間の上にも, さまざまな概念が拡張できることが知られており, さらにスタックの研究を進めることでモジュライの問題そのものにも新たな視点や研究方法が提供されることが期待されている.

**研究内容：**

代数多様体やスキームを対象とした古典的な代数幾何で知られている諸概念を, 代数スタックに一般化するとともに, 代数スタックに特有な現象を利用してモジュライの研究に役立てることを目指している. これまでに代数スタックの cotangent complex の構成を利用して変形理論や Hom スキームの存在定理をスタックに拡張したほか, 代数スタックの概念を用いると直線束とある種の射が同一視できることを利用して Picard スキームの一般化である Picard スタックの構成に成功した. 最近は特にスタック上の直線束を主な対象とし, 豊富性などの概念の拡張やモジュライへの応用を研究している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

直線束の豊富性の概念の拡張を試み, 特に標数 0 の Deligne-Mumford スタックの場合についてはスキーム上の場合の自然な一般化を得ることができた. 正標数の場合もやや条件が必要であるが同様の結果が得られている. この結果はモジュライ空間の射影性の研究への応用が可能である. より一般の Artin スタックの場合についても, 部分的な結果が得られている. (学会, 研究集会で発表済み. 論文は現在点検中.)

**主要論文：**

Masao Aoki; *Deformation Theory of Algebraic Stacks* ; Compositio Mathematica,**141**,19-34,2005
Masao Aoki; *Hom stacks*, manuscripta mathematica,**119**,37-56,2006

**講演：**

Ampleness criteria for line bundles on algebraic stacks, 代数幾何学城崎シンポジウム, 兵庫県立城崎大会議館, 2011 年 10 月（ポスターセッション）
Deligne-Mumford スタック上の直線束の豊富性, 日本数学会 2012 年度年会 代数学分科会 (東京理科大学）, 2012 年 3 月 27 日

## 川谷 康太郎（Kotaro KAWATANI）

理学研究科・数学・数理解析専攻 研究員（GCOE）（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
大阪大学理学博士（2011 年）

**研究テーマ：**

**代数多様体上の連接層の圏に対する安定性条件**

Bridgeland は一般の三角圏に対して「安定性条件」という概念を定義した．この元々の動機は, Douglas による “D-ブレーンの Π-安定性” を数学的に理解するためであった．また, ミラー対称性の教えに則ると, 三角圏として射影多様体上の連接層の導来圏の場合が重要である．この場合の安定性条件は, 純数学的に, 「連接層の slope(or Gieseker-丸山)-安定性」の複体への一般化であるとも考えられる．また, 安定性条件の空間は (存在すれば) 複素多様体になることが知られている．

**研究内容：**

特に, K3 曲面上の安定性条件の空間についての研究を行っている．K3 曲面 $X$ の Picard 数を $\rho(X)$ とすると, $\rho(X)+2$ 次元の安定性条件の空間 $\mathrm{Stab}(X)$ が存在することが知られている．

連接層には, slope-安定性や Gieseker-丸山-安定性という概念があった．また, 連接層を導来圏の対象とみなすことで Bridgeland による安定性も定まる．3 つの安定性の関係を, 特別な連接層に対して比較を行った．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

$\rho(X)=1$ の場合に, $\mathrm{Stab}(X)$ に双曲計量が入ることを示した．また三角圏の間の圏同値が導く安定性条件の空間の間の写像が, 双曲計量に関して等長的であることを示した．さらに, この双曲計量の有用性を主張するために, 幾つかの応用例を提示した．応用例の一つとして, 向井-Orlov による Fourier-Mukai パートナーの記述の別証明がある．元々の証明では K3 局面に対する大域 Torelli の定理が, 証明の鍵であったが, それを使わない証明を与えた．この結果は, 将来的に安定性条件の理論が大域 Torelli を包含し得ることを示唆していると考えられる．

**主要論文：**

K. Kawatani; *Stability conditions and $\mu$-stable sheaves on K3 surfaces with Picard number one* ; arXiv:math.1005.3877, to appear in Osaka J. Math.

K. Kawatani; *Stability of Gieseker stable sheaves on K3 surfaces in the sense of Bridgeland and some applications*, arXiv:math.1103.3921, to appear in Kyoto J. Math.

K. Kawatani; *A hyperbolic structure and stability conditions on K3 surfaces with $\rho=1$*, Proceedings of GARC Workshop on Geometry and Topology ’93 (Seoul, 1993), 1–102, arXiv:math.1204.1128, submitted.

K. Kawatani; *Fourier-Mukai transformations on K3 surfaces with $\rho=1$ and Atkin-Lehner involutions*, arXiv:math.1209.1459, submitted.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

K. Kawatani; *Stability conditions and $\mu$-stable sheaves on K3 surfaces with Picard number one*, arXiv:math.1005.3877, to appear in Osaka J. Math.

K. Kawatani; *Stability of Gieseker stable sheaves on K3 surfaces in the sense of Bridgeland and some applications*, arXiv:math.1103.3921, to appear in Kyoto J. Math.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K. Kawatani; *A hyperbolic structure and stability conditions on K3 surfaces with $\rho=1$*, arXiv:math.1204.1128, submitted.

## 高橋 博樹（Hiroki TAKAHASHI）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2006 年）

**研究テーマ：**

**大域解析学（力学系理論）**

力学系理論は, 常微分方程式や差分方程式など, 運動の時間発展を記述する方程式の解の振舞いを定性的に調べることを目標にする. こういった方程式で記述される現象や問題は自然科学や工学から社会科学にいたるまで多岐にわたり, そのような方程式の解の振舞いを詳しく調べることは, それらの方程式が記述する元の問題をよく理解し, さらに将来に起こることを予測したり制御したりすることにつながる. その意味で, 力学系理論の研究は数学的にもまた応用の面からも重要なテーマである.

**研究内容：**

力学系の研究には様々な手法があるが, 私は主に微分位相幾何学的及び測度論的手法を用いている. 力学系のパラメーターを連続に変化させていったときに起こる定性的な様子の不連続な変化, 即ち分岐の問題と, それに伴う “カオス” と呼ばれる振舞いについて興味を持って研究している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

力学系を調べるとき, まず最初にその平衡点, 周期軌道, アトラクターなどの不変集合に注目することは自然である. 数値計算でしばしば確認されるように, 力学系の相空間の次元が高い場合でも, 不変集合それ自身は 1 次元に近い構造を持っていることが多い. 従って, 区間や円周などの 1 次元空間上で定義された写像の反復合成による力学系の性質を調べることは, カオス現象の統一的理解に欠かせないものである.

論文 [1] [2] では, 時間について周期的な外力を受ける常微分方程式と関連して現れる円周上の写像の力学系を考察し, 外力の振動数に対応するパラメーターが無限大に発散する極限においては, 絶対連続不変測度が存在するパラメーターの集合の Lebesgue 測度が全測度に収束することを証明した.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Hiroki TAKAHASI, *Abundance of Nonuniform Hyperbolicity in Bifurcations of Surface Endomorphisms*, Tokyo Journal of Mathematics 34 (2011) 53-113

**講演：**

“馬蹄の破壊について” 力学系研究集会 理論から応用へ 応用から理論へ, 数理解析研究所, 口頭発表, 2010 年 9 月

“Nonexistence of a non-trivial coboundary for nonuniformly expanding 1d maps with logarithmic singularities” 冬の力学系研究集会, 東京工業大学, 口頭発表, 2011 年 1 月

“Destruction of horseshoes” The 1st international symposium on innovative mathematical modelling, 東京大学生産技術研究所, 英語ポスター発表, 2011 年 2 月

Close to optimal induced systems for nonuniformly hyperbolic horseshoes at annihilating homoclinic bifurcations” Kyoto Dynamics Days 10, 京都大学, 英語口頭発表, 2011 年 3 月

“Circle maps with critical and singular points” Kyoto Dynamics Days 10, 京都大学, 英語口頭発表, 2011 年 3 月

## 長尾 有晃（Tomoaki NAGAO）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 10 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士 (理学)（2009 年）

**研究テーマ：**

**リー群の非安定ホモトピー論**

リー群の概念は S. リーによる微分方程式の対称性の研究の中で生まれ，現在では数学のあらゆる分野に現れる重要な対象である．ホモトピー論の観点からは，リー群自身やその等質空間・分類空間は興味ある空間の源泉であり，コホモロジー・ホモトピー群の計算，ホモトピー非可換性や局所化による分解など様々な研究がなされている．

**研究内容：**

これまで，与えられた空間からシンプレクティック群やユニタリー群へのホモトピー類全体のなす群について，具体的に計算する手法およびこの群の構造について研究してきた．空間の次元が低い時，この群は $K$-コホモロジー（または $KSp$-コホモロジー）と一致する．一般の場合にもこの群と $K$-コホモロジーを比較する完全列があり，それを利用するのが基本的なアイデアである．

また空間を局所化した場合にも議論を平行して展開でき，その場合の計算手法についても研究した．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

リー群へのホモトピー集合がなす群の交換子の計算を継続している．特に，河野明・岸本大祐氏との共同研究により，シンプレクティック群の自己ホモトピー群を素数で局所化したとき，いつ可換になるかについての結果を得た．

また，グラフから得られる様々な単体複体のホモトピー型について研究した．特に，岸本大祐氏との共同研究により，平面連結グラフのクリーク複体のホモトピー型が，球面のウェッジ積になることを見出した．また，グラフの平面埋め込みの不変量を与えた．

**主要論文：**

Tomoaki Nagao; *On the groups* $[X, Sp(n)]$ *with* $\dim X \leq 4n+2$, J. Math. Kyoto Univ.,48(1),149-165,2008
Tomoaki Nagao; *On Samelson products in* $Sp(n)$, J. Math. Kyoto Univ.,49(1),225-234,2009

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Daisuke Kishimoto, Tomoaki Nagao; *Commutativity in special unitary groups at odd primes*, Topology and its Applications,157(12),1949-1954,2010

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Daisuke Kishimoto, Akira Kono, T.Nagao; Commutativity of localized self-homotopy groups of symplectic groups

Daisuke Kishimoto, T.Nagao; The homotopy type of the clique complex of a planar graph

## 松江 要（Kaname MATSUE）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 9 月 30 日）
京都大学博士 (理学)（2011 年）

**研究テーマ：**

**無限次元力学系の構造の数値検証**

発展方程式の生成する無限次元力学系はその具体的な振る舞いを理論的に記述する事が一般には困難であるが、計算機援用解析により、放物型偏微分方程式に関しては系の複雑な振る舞い、具体的な解の存在や安定性を記述、可視化することが可能となっている。今テーマは諸研究の一般の、特に放物型と呼ばれる発展方程式系への拡張であり、代数トポロジーの道具を併用する事で力学系の解析の多角的視点からのアプローチを目指す。

**研究内容：**

理論数学のみでは解析が困難な偏微分方程式の解やその力学系の不変集合の存在や力学系的性質を調べるための数値検証法を構築している。周期境界条件を持つ偏微分方程式に関しては、力学系の不変集合に対する不変量である Conley 指数を用いた数値検証法で様々な成果があるが、ここではより一般の境界条件を課した方程式系に適用できる手法、具体的には Conley 型指数と有限要素法を組み合わせた発展方程式の定常解の存在、一意性検証法を構築している。これは安定性や双曲性など、解の力学系としての性質も同時に引き出す手法となっており、力学系の不変集合の大域構造を知るための第一歩となる。これに派生する様々なタイプの解の検証法も同時に考察している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Conley 型指数を用いた定常解の検証法を、有限要素法と組み合わせて構築できる事を示し、梁の方程式のような（2 階あるいは 4 階の）強消散型の発展方程式に実際に適用、定常解の存在と安定性を検証できる事を確かめた。さらに勾配的力学系において、中尾理論として知られる楕円型方程式の解の検証法と組み合わせる事で、得られた解の局所一意性、双曲性も検証できる事を示した。(以上の結果は現在執筆を完了させ、近日中に提出する予定である。)

2010 年度後半には、以上の結果が非勾配的な力学系にも適用できる事を示し、さらに 4 階の方程式に関しては、非凸領域で定義された場合でも以上で述べた数値検証法が適用できる事を示した。(以上の結果は現在執筆をほぼ完了させ、近日中に提出する予定である。)

さらに、上で述べた定常解の双曲性検証法を応用する事で、(無限次元) 発展方程式の定常解間のコネクティングオービットの検証法も構築した。現在は数値検証による検証を行っている。

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kaname Matsue; *Rigorous verification of bifurcations of differential equations via the Conley index theory*, SIAM J. Appl. Dyn. Syst.,10(2011)325-359.

松江　要, 発展方程式の定常解の数値検証の力学系的アプローチ科学技術計算アルゴリズムの数理的基盤と展開, 数理解析研究所講究録, 2010.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kaname Matsue; *Rigorous verification of equilibria for evolutionary equations - Existence, Uniqueness and Hyperbolicity - Part 1. Gradient case*, preprint .

Kaname Matsue; *Rigorous verification of equilibria for evolutionary equations - Existence, Uniqueness and Hyperbolicity - Part 2. General case*, preprint .

**講演：**

*Dynamical approach in rigorous verification of equilibria of evolutionary equations*; Doctorial Forum between Fudan-Kyoto Universities, Fudan University, November 1-5, 2010 (International Workshop).

*Dynamical approach in rigorous verification of equilibria of evolutionary equations*; NLPDE セミナー, 京都大学, April 23, 2010.

*Dynamical approach in rigorous verification of equilibria of evolutionary equations*; 日本応用数理学会, 明治大学, September 6-9, 2010.

*Rigorous numerics for semilinear hyperbolic PDEs via the Conley-Rybakowski index*; 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, September 22-25, 2010.

*Dynamical approach in rigorous verification of equilibria of evolutionary equations*; 科学技術計算アルゴリズムの数理的基盤と展開, 京都大学数理解析研究所, October 18-21, 2010.

放物型発展方程式の定常解の数値検証法 -存在・局所一意性・双曲性- ; 第 2 回白浜研究集会, 南紀白浜旅館むさし, November 29 - December 2, 2010.

発展方程式の定常解の数値検証法 -力学系的アプローチ- ; 理研セミナー, 理化学研究所, December 22, 2010.

## 宮内 通孝（Michitaka MIYAUCHI）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 21 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
神戸大学博士 (理学)（2004 年）

**研究テーマ：**

**$p$-進代数群の表現論**

$p$-進体上の簡約代数群の表現論は, 保型形式やラングランズ予想などの数論と密接に関連する分野である. $p$-進代数群の既約表現の分類は, 既約スーパーカスピダル表現の分類と, 放物型誘導表現の既約因子の分類の 2 つに分けられる. 最近 Kim と Yu は, 与えられた代数群に対して $p$ が十分大きい場合に, 全ての既約スーパーカスピダル表現を構成した. この結果により, $p$ が十分大きい場合については全ての既約表現が構成されたことになり, 表現の具体的実現を用いた数論への応用が現在活発に研究されている.

**研究内容：**

局所ラングランズ対応を考察する上で, 与えられた $p$-進簡約代数群の既約許容表現からその $L$-因子と $\varepsilon$-因子を取り出す問題は重要である. この問題の研究手法のひとつに, ホイタッカー関数のゼータ積分を用いたランキン・セルバーグ法がある. ランキン・セルバーグ法では, $L$-因子を積分表示するニューフォームをコンパクト部分群を用いて特徴付けることが重要である. 最近の研究では不分岐 $\mathrm{U}(2,1)$ に対してニューフォーム理論を確立した. 現在は分岐 $\mathrm{U}(2,1)$ についての研究を継続している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

在籍期間中は不分岐 $\mathrm{U}(2,1)$ のニューフォームを研究した. まず $\mathrm{U}(2,1)$ の開コンパクト部分群の良い系列を導入し, それを用いて既約許容表現のニューフォームを定めた. 次に, ランキン・セルバーグ積分の定める $L$-因子が, ニューフォームの積分で表示されることを証明した. ランキン・セルバーグ積分の定める $L$-因子とガロア側の $L$-因子の比較を現在継続して行っている.

**主要論文：**

Kazutoshi Kariyama and Michitaka Miyauchi; *Fundamental $C$-strata for classical groups*, Journal of Algebra, **279**(1), 38-60, 2004

Michitaka Miyauchi; *On local newforms for unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Manuscripta Math., arXiv:1105.6004

Michitaka Miyauchi; *On epsilon factors attached to supercuspidal representations of unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Transactions of AMS, arXiv:1111.2212

Michitaka Miyauchi; *Conductors and newforms for non-supercuspidal representations of unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Journal of the Ramanujan Math. Soc., arXiv:1112.4899

Michitaka Miyauchi; *Whittaker functions associated to newforms for* $\mathrm{GL}(n)$ *over p-adic fields*, accepted for publication in Journal of Japan Math. Soc., arXiv:1201.3507

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Michitaka Miyauchi; *On local newforms for unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Manuscripta Math., arXiv:1105.6004 (査読つき).

Michitaka Miyauchi; *On epsilon factors attached to supercuspidal representations of unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Transactions of AMS, arXiv:1111.2212 (査読つき).

Michitaka Miyauchi; *Conductors and newforms for non-supercuspidal representations of unramified* $\mathrm{U}(2,1)$, accepted for publication in Journal of the Ramanujan Math. Soc., arXiv:1112.4899 (査読つき).

Michitaka Miyauchi; *Whittaker functions associated to newforms for* $\mathrm{GL}(n)$ *over p-adic fields*, accepted for publication in Journal of Japan Math. Soc., arXiv:1201.3507 (査読つき).

**講演：**

保型表現の depth 概説及び GSp(4) の場合の depth, 研究集会「GSp(4) の数論を中心とした基礎的ワークショップ」, 大阪大学, 2010 年 8 月 2 日から 8 月 6 日

$p$-進不分岐 $U(2,1)$ のニューフォームについて, 研究集会「有界対称領域の算術商のコホモロジーとモジュラー・サイクル 」, 東京大学数理科学研究科・玉原セミナーハウス, 2011 年 8 月 4 日-7 日

不分岐 $U(2,1)$ の局所 newform について, 第 6 回福岡数論研究集会, 九州大学, 2011 年 8 月 23 日-25 日.

不分岐 $U(2,1)$ の局所ニューフォームについて, 大阪大学整数論 & 保型形式セミナー, 大阪大学, 2011 年 10 月 7 日

On local newforms for unramified $U(2,1)$, 研究集会「保型形式と保型的 L 函数の研究」, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 1 月 16 日-20 日 (国際研究集会)

## 森谷 駿二（Syunji MORIYA）

理学研究科 数学・数理解析専攻 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 9 月 30 日）
京都大学博士 (理学)（2010 年）

**研究テーマ：**

**オペラッド，代数的モデルを用いたホモトピー論の研究**

オペラッドは May によって，多重ループ空間をその空間の上の代数的構造によって特徴付けるために開発された概念であり，現在ではホモトピー論や幾何学に現れるさまざまな代数的構造を支配していることがわかっている．例えば，特異コチェインのカップ積は $E_\infty$-オペラッドの作用に拡張され，このオペラッドの作用が $p$-進ホモトピー型を区別することが知られている．このような空間に対応する代数的対象は代数的モデルと呼ばれ，しばしば空間の研究に役立つ．別の例としては，長結び目 (long knot) の空間と Kontsevich オペラッドとの間に密接な関係があることがわかっており，このオペラッドの formality という性質から余次元が 3 以上の場合の long knot の空間のホモロジーが計算されている．

**研究内容：**

代数的モデルの研究では，モデルとしてどのような代数的対象を用いるか，また，空間に関する構成に対応する代数的構成で，分かりやすいものがとれるか，という点が重要である．対称テンソル構造を持つ dg-圏及び同変 dg-代数をモデルとして用いて，Sullivan の有理ホモトピー論の非冪零な場合への拡張を行った．この枠組みで空間へのセルの貼り付けや，自由ループ空間の基本群の中心に属する元に対応する成分のモデルを構成した．これらは Sullivan のモデルの自然な拡張と見なせ，計算可能性に優れている．また，$E_\infty$-代数の bar 複体のコホモロジーに Steenrod 冪を定義し, これが基点付きループ空間の Steenrod 冪と同型を通して一致することを示した．そのほかにもストリングトポロジーにおける代数的モデルの構成などを行っている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

21 年度以前から続けていた非単連結空間の有理ホモトピー論に関する研究を継続し，自由ループ空間の基本群の中心に属するループを含む連結成分の明示的な代数的モデルを構成した．この結果を 21 年度執筆した論文に書き加え，投稿した．

また，$E_\infty$-代数の Bar 複体に抽象的に定まる $E_\infty$-構造の組み合わせ論的な”近似”を明示的に構成した．すなわち，$\mathcal{E}$ を sequence operad と呼ばれる $E_\infty$-operad とし，$A$ を $E$-代数，また $BA$ をその bar 複体としたとき，チェイン写像 $\mathcal{E}(k) \otimes_{\Sigma_k} BA^{\otimes k} \longrightarrow BA$ を構成した．この写像は $E$ 全体では operad の作用にならないが，associative operad (に同型である $E$ の sub-operad) に制限すれば作用になることを示した．特に $A$ が空間の特異コチェインの場合にはこの作用から来る bar 複体のホモロジー上の積がループ空間の特異コホモロジーのカップ積と (適当な同型の下) 一致することを証明した．またこの associative operad の作用が $A$ の $E_2$ 構造のみに依存することを示した．この “近似”から，基点付きループ空間のコホモロジーの Steenrod operation が得られることも分かっている．これらの結果に関する論文は投稿中である．

また，M. Chas と D. Sullivan によって導入された，閉多様体の自由ループ空間のホモロジー上の積 (ループ積) を対称スペクトラムの $A_\infty$-構造に拡張した．この結果に関する論文は現在執筆中である．

また，Sinha によって，$d$ 次元 Kontsevich オペラッドを用いて Bousfield-Kan 型のスペクトル系列が定義され，Lambrechts-Turchin-Volic によってこのスペクトル系列が $d \geq 4$ の時 $E^2$ 項で collapse することが示されたが，彼らの証明を Quillen のモデル圏を用いて単純化することにより，筆者は $d = 3$ の場合にもこのスペクトル系列がで $E^2$ 項で collapse することを証明し，またこのスペクトル系列に自然に入る代数的構造 (Gerstenhaber 代数構造) について非自明な拡大が存在しないことを証明した．この結果に関する論文は現在執筆中である．

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Syunji Moriya; *Rational homotopy theory and differential graded category* ; Journal of Pure and Applied Algebra, **214** (4), 422-439, 2010 (査読付き).

Syunji Moriya; *The de Rham homotopy theory and differential graded category* ; Mathematische Zeitschrift **271** (3-4), 961-1010, 2012 (査読付き).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Syunji Moriya; *Steenrod operations on bar complex*, arXiv:1108.4495.

**講演：**

de Rham homotopy theory for non-simply connected spaces, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会一般講演, 名古屋大学,9 月 22 日-25 日,2010 年.

Schematic homotopy type and its algebraic models, 福岡ホモトピー論セミナー, 福岡大学セミナーハウス,1 月 10 日-11 日, 2011 年.

de Rham homotopy theory, schematic homotopy type and non-abelian Hodge theory I,II, 導来代数幾何勉強会， 京都大学数理解析研究所,4 月 11 日〜4 月 15 日，2011 年.

Bar complex and combinatorial E-infinity operad, 日本数学会 2011 年度秋季総合分科会　一般講演，信州大学, 9 月 28 日〜10 月 1 日，2011 年.

Combinatorial $E_\infty$-operad and bar complex, 城崎ホモトピー論研究会，城崎町総合福祉会館，11 月 3 日〜11 月 5 日，2011 年 (招待講演).

$A_\infty$-structure in string topology, 写像空間のトポロジーとその周辺，沖縄船員会館，5 月 14 日〜5 月 16 日，2012 年　(国際研究集会，招待講演).

A-infinity structure in string topology，第 59 回トポロジーシンポジウム，佐賀大学，8 月 11 日〜14 日，2012 年　(招待講演).

Sinha's spectral sequence and model category of operads, ホモトピー論シンポジウム，山口大学,11 月 2 日〜11 月 4 日，2012 年.

# VII　数理解析研究所 - 研究員 (GCOE)

## 浅田 和之 (Kazuyuki ASADA)

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 10 月 15 日）
京都大学理学博士 (2009 年)

**研究テーマ：**

**プログラミング言語意味論**

プログラミング言語意味論は、種々のプログラミング言語に対しそのプログラムの意味を与え、分析する理論計算機科学の分野である。大きく、プログラミング言語の計算機上での実装に近い意味を与える操作的意味論、プログラムの等しさや振る舞いなどを論理的に推論する公理的意味論、そして、プログラムの意味を関数などの数学的対象として表示する表示的意味論に分かれ、それぞれの流儀での意味論を与えることがまず目標となるが、これら意味論は互いに健全性・完全性や適切性・完全抽象性などで関連づくことが多く、そういった関係を明らかにすることで言語の意味を明らかにすることが重要となる。また言語を他の言語に翻訳し、それにより意味がどのように対応するかなども重要な研究対象となる。圏論や論理学、抽象代数学などを多用し、幾何学などとも関連を持つ。

**研究内容：**

プログラミング言語 Haskell などの関数型言語では従来モナドと呼ばれる型構成子を用いてプログラムの非関数的な機能すなわち計算効果を表現してきた。Haskell は関数型言語の等式理論の構築に相性の良い名前呼び評価を採用しているが、計算効果の処理に相性の良い値呼び評価のプログラミングをこのモナドを用いることで可能にする。このモナドの種類をより増やす拡張として、Arrow という拡張概念が考えられたが、本研究ではその意味論を与える。それまでにも完全性の成り立つ意味論がすでに存在しており、本研究で与える意味論はそれと同等な、別の特徴付けを与えるものである。本研究により Arrow という概念とモナドという概念の関係と相違点の理解が深まり、また幾つかある Arrow の意味論の比較を通して Arrow の意味をより明らかにすることができた。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Arrow を圏、プロファンクター、自然変換の成す双圏の中での strength を持つモナドとして特徴付けることができた。この過程で、Arrow の定義にカルテシアン圏の構造は必要なく、任意のモノイダル圏上で定義できることも明らかにした。(下記論文) 任意のモノイダル圏上で定義可能であることの一つの応用として、Biarrow と呼ばれる Arrow の派生概念に対しても意味論を与えることが可能になった。(論文準備中)

**主要論文：**

Kazuyuki Asada; *Extensional Universal Types for Call-by-Value*, In Proc. The Sixth ASIAN Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2008), India LNCS 5356, pages 122-137. Springer-Verlag.

Kazuyuki Asada and Ichiro Hasuo; *Categorifying Computations into Components via Arrows as Profunctors.*, In Proc. 10th International Workshop on Coalgebraic Methods in Computer Science (CMCS 2010), Cyprus Electr. Notes Comp. Sci. 264(2):25-45, 2010.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kazuyuki Asada; *Arrows are Strong Monads.*, In Proc. Mathematically Structured Functional Programming 2010 (MSFP 2010), USA, ACM Press.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Ichiro Hasuo and Kazuyuki Asada; Categorifying Computations into Components via Arrows as Profunctors. [extended version]

**講演：**

Arrows are Strong Monads,ALGI 2010 (立命館大学・くさつキャンパス),2010 年 9 月 6 日

## 伊藤 公毅（Ko-Ki ITO）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 8 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2006 年）

**研究テーマ：**

**特殊函数論幾何学，代数解析**

オイラー型積分表示とは, 有理型微分形式を適当な超越函数 (大抵の場合, 代数的微分方程式の解) で捻った (広義) 積分である. 例えば, 所謂**特殊函数**(ベータ函数, ガンマ函数, 超幾何函数, Bessel 函数などの**微分方程式の解**云々) は皆全てこの類の積分表示をもつし, リーマンのゼータ函数の積分表示も, これ等の親戚といってよい. このことからも分かるように, 物理・工学等の応用から数論等の純粋数学に亘って現れる**重要**な対象である. 特に, **大域的な量の計算を可能にし**, かつ**その結果が美しくコントロールされている点**で際立っており, 多くの知見を人類に提供してきた. この様なことが惹き起こされるメカニズムは, その背後に**構造**(幾何学) が隠されていることを示唆する. この構造こそ周期であるということを発見したのが青本氏であった.

射影代数多様体上の $\mathscr{D}$ 加群のリーマン・ヒルベルト像は (リーマン・ヒルベルト対応が確立されているとするならば) **代数的ド・ラーム実現**をもつ. 一方, 構成可能層は**ベッチ実現**をもつ. この両者の**比較 (同型)** として産み出される量が**周期**である. 例えば, 確定特異点型 $\mathscr{D}$ 加群の場合には, 所謂超幾何及びその縁者のオイラー型積分表示が周期として現れる.

**研究内容：**

上述の様に, 青本氏により基本原理は確立されている. ところが, **この基本原理がうまく機能するのは極々理想的局面 (確定特異点) に限られている**. その他の場合では, 先ずリーマン・ヒルベルト対応の段階で躓いてしまう. これは**位相的データ (ベッチ構造) の適切な定式化に困難**があるせいである. 現段階では, (確定特異点型を超えると) このベッチ構造を実現する空間は得られていない. そこで, この様な空間を構成する方法を模索した. 特に, 不確定特異点型及び $q$ 差分方程式系を対象に考察した. これまでによく使われてきた手法は, 特異点を膨らませる, 所謂, 方向ブローアップである. この方法により, 解の漸近挙動のデータを載せることができる. ただ, これだけだと特異点近傍の局所的データしかエンコードされない. 遠く離れた特異点に於ける, 漸近挙動の張り合わせを考察する必要がある.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

上述のことを実現する為に, 方向ブローアップされた空間を, 更に,「被覆する単体的集合」を模索した. 特に, $q$ 差分方程式の場合にこの方法が機能するか, 現在検証中である.

超平面配置の補空間の位相幾何学に関する結果（吉永正彦氏との共同研究）を得た. 一般の場合について, 実構造 (チェンバーの情報) から局所有限サイクルを具体的に与える方法を得た.

**主要論文：**

Ko-Ki Ito, Masahiko Yoshinaga; *Semi-algebraic partition and basis of Borel-Moore homology of hyperplane arrangements*, Proc. American Math. Soc. **140-6**(2012), 2065-2074. （査読あり）

Ko-Ki Ito; *Twisted Poincaré Lemma and Twisted Čech-de Rham Isomorphism in case Dimension=1*, Kyoto Journal of Mathematics **50-1**(2010), 193-204. （査読あり）

Ko-Ki Ito; *The Elliptic Hypergeometric Functions Associated to the Configuration Space of Points on an Elliptic Curve I : Twisted Cycles*, J. Math. Kyoto Univ. **49-4**(2009), 719-733. （査読あり）

Ko-Ki Ito; *An Infinitesimal Deformation of the Local System and the Beta Function*, J. Math. Kyoto Univ. **47-2**(2007), 417-428. （査読あり）

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

挑戦的萌芽研究，平成 21 年度〜平成 23 年度,「微分方程式の合流過程と複素解析空間の変形理論」，1,900 千円 (総額：3,100 千円)

## 尾高 悠志（Yuji ODAKA）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
京都大学博士（理学）（2011 年）

**研究テーマ：**

**代数多様体の安定性に関して**

偏極射影代数多様体のＧＩＴ安定性，とりわけK安定性を扱う．これらの主題は元来多様体の擬射影的なモジュライ構成をする際に必要となる，パラメトライズする対象の制限の記述およびそれに伴うモジュライ構成のために導入されたが，近年標準的計量の存在問題との関連によって新たな脚光を浴びて進展している．微分幾何的もしくは複素幾何的な背景を持つ標準計量の存在問題と，代数幾何的な背景を持つ安定性の問題がそれらの同値性の予想・哲学の下に互いに影響しあっており，その意味では学際分野である．

**研究内容：**

そこで重要になるのが，具体的にいつ多様体が安定であるかである．私はこれに主に純代数的なアプローチによって取り組んできた，そして取り組んでいる．より具体的には偏極多様体から定まる Hilbert 点や Chow 点の GIT weight, もしくはその極限である Donaldson による二木不変量の一般化に代数的な公式を与え，それを用いていつ安定/不安定になるのかの判定条件を考えてきた．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

まず，特異性が悪いと安定性が崩れる現象が食い違い係数によってある意味最良の形で記述できるであろうことを修士論文にて提唱して部分的に証明してきたが，技術的困難で進展が滞っていた非正規の場合に３次元まででは問題が解決した．更に一般次元でも条件付では非正規の場合にも解決した．

或いは基本的な不変量である Donaldson-Futaki 不変量の公式を，従来私が得ていたものと X.Wang 氏が得ていた version を含む，任意の半テスト配位に対して確立した．

そしてその Donaldson-Futaki 不変量を Okounkov body という凸多面体を用いて記述しなおして応用を与える共同研究が Julius Ross (Cambridge, UK) 氏および David Nyström 氏（Gotheborg, Sweden) 氏との間で発展し，曲線の安定性のごく初等的な別証明等を得た．

また Fano 多様体の場合の安定性問題に取り組み，Tian が導入した $\alpha$ 不変量による Kahl er-Einstein 計量の存在の十分条件の記述に対応する安定性を純代数的に証明した．これは九州大学の佐野友二助教との共同研究である．Tian は明示していなかった自己同型群への応用もある．Fano 多様対の安定性問題は引き続き研究しており，部分的な成果が出つつある．

安定性に直接関係の無い話としては，特異性を食い違い係数によって記述されるマイルドさだけ許した偏極射影多様体のモジュライの分離代数空間としての構成を，松阪-Mumford(60 年代)，Kollar(80 年代）の方法を引き継ぐ形で行ったが，コンパクト化には至っていない．

**主要論文：**

Y. Odaka; *The GIT stability of Polarized varieties via Discrepancy*, Ann. of Math., Vol.177-2(2013), 645-661.

Y, Odaka and C. Xu; *Log-canonical models of singular pairs and its applications*, Math. Res. Lett., 19(2012), no.2, 325-334.

Y. Odaka; *The Calabi conjecture and K-stability*, Int. Math. Res. Not. IMRN, no.10(2012), 2272-2288.

Y. Odaka and Y. Sano; *Alpha invariant and K-stability of $\mathbb{Q}$-Fano varieties*, Adv. Math. 229(2012),no.5,2818-2834.

**講演：**

On the GIT stability of Polarized Varieties, Algebraic Geometry Seminar, Tokyo University, May 17th, 2010.

On the GIT stability of Polarized Varieties, Kinosaki Algebraic Geometry Symposium, Kinosaki-Onsen, Hyogo, October 25th-29th, 2010.

On the GIT stability of Polarized Varities, Algebraic Geometry seminar, Kyushu University, Fukuoka, January 19th , 2011.

On the CM line bundles on the moduli spaces, A Mini-Conference in Geometry, The Institute of Mathematical Sciences, Chinese University of Hong Kong, HongKong, April 29th, 2010. (International Conference)

On the GIT stability of Polarized Varieties, Lecture Series in Geometry, The Institute of Mathematical Sciences, Chinese University in Hong Kong, April 27th and 30th, 2010 (each, 1.5 hour) (International Conference)

On the GIT stability of Polarized Varieties, Second friendship meeting in mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, Shanghai, China, October 30th-November 6th, 2010. (International Conference)

A formula of Donaldson-Futaki invariants and applications, Extremal metrics : evolution equations and stability, week2 of 0"Complex and Riemannian Geometry", CIRM, Marseille, France, February, 7-11th, 2011. (International Conference)

Alpha invariant, Seshadri constant and K-stability of Fano manifold (joint work with Y.Sano), Gothenburg, Sweden, March 9th, 2011. (International Conference)

On the K-stability of polarized varieties, Algebraic Geometry seminar, Cambridge University, Cambridge, UK, March 16th, 2011. (International Conference)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

特別研究員奨励費　DC1, 平成 21 年度〜平成 23 年度,「多様体の GIT 安定性」,1,400 千円（総額：2,100 千円）

## 木下 武彦（Takehiko KINOSHITA）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
数理解析研究所 特定研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
九州大学博士 (数理学)(2009 年)

**研究テーマ：**

**計算機援用証明の理論**

計算機援用証明とは数学上の問題に対する解の存在および一意性を計算機による数値計算を用いて証明する手法である．計算機援用証明の理論は主に関数解析と数値解析から成り立ち，計算機で得られた近似解の近傍に数学的な厳密解が存在する事を検証する手法の提案を行う．これまでに非線形楕円型境界値問題や重調和問題などに対する解の存在検証が成功しており，数学的に解の存在を示す事が困難な問題に対しても有効に働く場合がある事が示された．一方で，近似解は厳密解の近傍に存在する事が示されるので，近似解を求めるアルゴリズムが妥当であった事を確認出来る．計算機援用証明の理論の研究はこれまで適用出来なかった問題に対して新しい検証手法を提案することや，既存の検証手法より効率的に検証を行う事が出来る新しい手法を提案する事が主な目的となる．

**研究内容：**

2003 年に中尾充宏教授らによって提案された，非線形楕円型境界値問題の線形化逆作用素を用いた計算機援用証明法は検証精度，計算速度ともに優れていると予想され，この手法の更なる効率化及び類似の問題に対する検証理論の構築を研究している．これまでの研究から線形化逆作用素の評価を精緻に行うためには適当な近似線形化逆作用素を定義し，これらの事後誤差評価を用いれば良い事を見出した．これにより既存の検証手法よりも高精度な検証が出来ると期待される．さらに，線形化逆作用素を用いた検証理論はその他の問題にも適用可能と予想される．本年度はこの手法を拡張し，線形連立常微分作用素，線形放物型作用素に対してもその逆作用素の評価を得る方法を提案した．また，これら線形化逆作用素を用いた非線形方程式の解に対する新しい検証理論の構築を進めている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非線形放物型初期値境界値問題の線形化逆作用素に対する事後評価手法を提案した (Computing に掲載．中尾充宏教授・木村拓馬氏との共同研究)．また，線形化逆作用素を用いた非線形放物型初期値境界値問題に対する解の検証理論について上記 2 名との共同研究を継続している．

非線形連立常微分方程式の初期値問題の線形化逆作用素に対する事後評価手法を提案した (Journal of Computational and Applied Mathematics に掲載．中尾充宏教授・木村拓馬氏との共同研究)．また，線形化逆作用素を用いた非線形連立常微分方程式の初期値問題に対する解の検証理論について上記 2 名との共同研究を継続している．

非線形楕円型境界値問題の線形化逆作用素に対する精緻な事後誤差評価手法を提案した (Mathematics of Computation に掲載予定．中尾充宏教授・渡部善隆准教授との共同研究)．

精度保証付き多倍長並列演算の研究および，計算ライブラリの構築を行っている (山本野人教授・渡部善隆准教授・藤原宏志助教・松田望氏との共同研究)．

**主要論文：**

Takehiko Kinoshita and Mitsuhiro T. Nakao; *On very accurate enclosure of the optimal constant in the a priori error estimates for $H_0^2$-projection*, Journal of Computational and Applied Mathematics 234 (2010) 526–537.（査読付き）

Mitsuhiro T. Nakao and Takehiko Kinoshita; *On very accurate verification of solutions for boundary value problems by using spectral methods*, JSIAM Letters 1 (2009) 21–24.（査読付き）

Takehiko Kinoshita, Kouji Hashimoto and Mitsuhiro T. Nakao; *On the $L^2$ a priori error estimates to the finite element solution of elliptic problems with singular adjoint operator*, Numerical Functional Analysis and Optimization 30 no. 3 & 4 (2009) 289–305.（査読付き）

Mitsuhiro T. Nakao and Takehiko Kinoshita; *Some remarks on the behaviour of the finite element solution in nonsmooth domains*, Applied Mathematics Letters 21 (2008) 1310–1314.（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Yoshitaka Watanabe, Takehiko Kinoshita and Mitsuhiro T. Nakao; *A posteriori estimates of inverse operators for boundary value problems in linear elliptic partial differential equations*, to appear in Mathematics of Computation.（査読付き）

Mitsuhiro T. Nakao, Takehiko Kinoshita and Takuma Kimura; *On a posteriori estimates of inverse operators for linear parabolic initial-boundary value problems*, Computing, 94, no. 2 (2012), 151–162.（査読付き）

Takehiko Kinoshita, Takuma Kimura and Mitsuhiro T. Nakao; *A posteriori estimates of inverse operators for initial value problems in linear ordinary differential equations*, Journal of Computational and Applied Mathematics, 236, no. 6 (2011), 1622–1636.（査読付き）

**講演：**

線形放物型逆作用素に対する事後評価について, 日本数学会年会, 2012 年 3 月 29 日, 東京理科大学

斉次初期境界条件を備えた線形放物型逆作用素に対する時間補間 Galerkin 近似を用いた事後評価, 日本応用数理学会春の研究部会連合発表会, 2012 年 3 月 8 日, 九州大学

線形放物型逆作用素に対する事後評価について, 応用数学合同研究集会, 2011 年 12 月 15 日, 龍谷大学

線形化逆作用素を用いた非線形常微分方程式系に対する解の検証理論, GCOE tea time, 2011 年 12 月 13 日, 京都大学数理解析研究所 (招待講演)

A numerical enclosure method of solutions for initial value problems of nonlinear ordinary differential equations, Workshop on reliability in scientific computing and related topics, November 25, 2011, Nagasaki, Japan (Invited Talk)

線形楕円型偏微分作用素の逆作用素に対する事後誤差評価について, 日本数学会秋季総合分科会, 2011 年 10 月 1 日, 信州大学

線形楕円型偏微分作用素の逆作用素に対する高精度な事後評価について, 日本応用数理学会年会, 2011 年 9 月 16 日, 同志社大学

A posteriori estimates of inverse linear ordinary differential operators, East Asia SIAM Conference, June 29, 2011, Kitakyushu, Japan (International conference, Invited Talk)

**受賞歴（等）：**

EASIAM Student Paper Competition (First Prize) (2008)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B)，平成 23 年度〜平成 26 年度,「特異性を持つ非線形積分方程式に対する解の数値的検証法の研究」, 2,000 千円（総額： 3,200 千円）

## 木村 嘉之（Yoshiyuki KIMURA）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 1 月 24 日〜平成 24 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**幾何学的表現論, 量子クラスター代数**

幾何学的表現論とは, 単純加群の分類や分解係数といった表現論的問題を同変偏屈層や同変（コ）ホモロジーといった手法により、統制する表現論の枠組みのことである。具体的な例としては、箙の表現のなす空間とその上の偏屈層を用いる Lusztig による標準基底の理論などがある。（量子）クラスター代数とは、2001 年に Fomin と Zelevinsky によって導入された代数で、双対標準基底と関連する予想が期待されている。また、その正値性予想は、標準基底のもつ正値性を動機づけとして導入された。（クラスター）傾斜理論、離散可積分系、数理物理との様々な分野との関わりの中で活発に研究されている。

**研究内容：**

クラスター代数における基本的かつ重要な予想である正値性予想に取り組んでいる。Fan Qin 氏との共同研究において、非輪状型箙に付随する次数付き箙多様体上の偏屈層と制限関手を用いた（量子）クラスター代数の実現に取り組んでいる。また、その応用として、昨年度研究した、量子冪単部分群における量子クラスター単項式と双対標準基底の間の整合性予想に取り組んだ。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非輪状型箙に付随する次数付き箙多様体とその上の偏屈層とその制限関手の振る舞いを解析した。特に、最も簡単かつ非自明な場合に関して、Fourier-Deligne-佐藤変換を介して、クラスター代数の明示的な展開公式である（量子）クラスター指標を、層理論的に構成した。また応用として、非輪状型 Coxeter 語の二乗に対する量子冪単部分群における量子クラスター単項式と双対標準基底との整合性予想を解決した。

**主要論文：**

Yoshiyuki Kimura; *Quantum unipotent subgroup and dual canonical basis*; Kyoto Journal of Mathematics, Vol.52, Number 2(2012), p277-p331.(査読あり)

Yoshiyuki Kimura; *Unipotent subgroup, cluster structure and its quantization*, 名古屋大学講義録 10,preprojective algebra と量子群に関する勉強会報告集, p24-p47, 2011 年 3 月

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Yoshiyuki Kimura; 次数箙多様体と量子クラスター代数, 2011 年表現論シンポジウム講演集, 57-69

Yoshiyuki Kimura; *Quantum unipotent subgroup and Dual canonical basis(Summary)*, Proceedings of the 44th Symposium on Ring Theory and Representation Theory(査読あり),2011

Yoshiyuki Kimura; *Quantum unipotent subgroup and Dual canonical basis*, 表現論と調和解析における諸問題 数理解析研究所講究録 177096-113

Yoshiyuki Kimura; *Quantum unipotent subgroup and Dual canonical basis*, 第 14 回代数群と量子群の研究集会報告集 96-113

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Y. Kimura and F. Qin; *Graded quiver varieties, quantum cluster algebras and dual canonical basis*, e-print arxiv:1205.2066.

**講演：**

Quantum cluster algebra via the dual canonical base, International Conference on Representations of algebras (International conference), National Olympics Memorial Youth Center, Tokyo, 2010 年 8 月 15 日 (国際研究集会, 基調講演)

量子ベキ単部分群と双対標準基底（Quantum Unipotent Subgroup and dual canonical basis）, 表現論セミナー, 京都大学, 2010 年 10 月 13 日

冪単群とクラスター構造とその量子化 (Unipotent subgroup, cluster structure and its quantization), preprojective algebra と量子群に関する勉強会 , 名古屋大学, 2010 年 11 月 18 日

Cluster algebras and dual canonical basis, GCOE ティータイム, 京都大学,2011 年 2 月

量子ベキ単部分群と双対標準基底, 表現論とその関連分野, 北海道大学, 2011 年 3 月 16 日

Quantum unipotent subgroup an dual canonical basis, 第 14 回代数群と量子群の研究集会,2011 年 6 月,2011, 国民宿舎小豆島

Quantum unipotent subgroup and dual canonical basis, 表現論と調和解析における諸問題,2011 年 6 月,2011, 京都大学数理解析研究所

Quantum unipotent subgroup and dual canonical basis, 第 44 回環論および表現論シンポジウム,2011 年 9 月, 2011, 岡山大学

次数付き箙多様体と量子クラスター代数,2011 年度表現論シンポジウム, 2011 年 11 月,2011, 紀州路みなべ

次数付き箙多様体と量子クラスター代数, 京都大学表現論セミナー, 2011 年 12 月,2011, 京都大学数理解析研究所

Graded quiver variety and quantum cluster algebra, Infinite Analysis '11 Winter School on Quantum Cluster Algebras,2011 年 12 月,2011,Osaka university（国際研究集会）

Graded quiver variety and quantum cluster algebra, Seminar Cluster Algebras and Related Topics,2012 年 1 月,2012,Bonn university

Graded quiver variety and quantum cluster algebra,Geometric/categorical aspects of representation theory,2012 年 2 月,Hokkaido University, 2012（国際研究集会）

次数付き箙多様体と量子クラスター代数, 第 17 回代数学若手研究会,2012 年 3 月,2012, 静岡大学

## 桑原 敏郎（Toshiro KUWABARA）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 22 年 9 月 30 日）
京都大学博士（理学）（2008 年）

**研究テーマ：**

**有理チェレドニック代数などの表現論の超局所解析手法による研究**

有理チェレドニック代数は 2002 年に Etingof と Ginzburg によって導入された比較的新しい非可換代数である。しかし有木小池代数の表現論や $n$ 点のヒルベルトスキーム、量子群のフォック空間などとの関係が明らかになるにつれ近年急速に重要性を認識されつつある。

有理チェレドニック代数はシンプレクティック商特異点の量子化として得られる代数である。さらに著しい性質としてある型の有理チェレドニック代数は量子ハミルトン簡約と呼ばれる手続きによって構成できることが知られている。対称群に付随する有理チェレドニック代数に対して 2008 年に柏原と Rouquier はそのような量子ハミルトン簡約としての構成を基にして $n$ 点のヒルベルトスキーム上に有理チェレドニック代数の局所化を構成した。

一方で同様に量子ハミルトン簡約として構成される非可換代数がいくつか知られている。量子ハイパートーリック代数はそのような代数のひとつであり、1998 年に Musson と Van der Burgh によって導入された。

柏原-Rouquier によって超局所解析的な手法を表現論に応用することが可能になるが、本研究はそのような手法から上に挙げた代数の表現論を研究することが目的である。

**研究内容：**

ある型の有理チェレドニック代数など量子ハミルトン簡約による構成が得られる非可換代数の表現論に対して柏原-Rouquier 型の局所化定理を応用しその構造を超局所解析的な手法で研究することは重要な問題である。大きく分けて次のような 2 つの点が課題である。

(1) 柏原-Rouquier による対称群に付随する有理チェレドニック代数の局所化の結果を他に知られている十分に幅広いクラスの量子ハミルトン簡約で構成される非可換代数にまで拡張すること。

(2) そのようにして得られた非可換代数の局所化を表現論に応用することで表現論の超局所解析的な視点での研究を進めること。

上の (1), (2) 両方の点について、共同研究者の Gwyn Bellamy 氏らとも協力しながら研究を進めた。有理チェレドニック代数の場合に特に重要なのは複素鏡映群 $G(\ell, 1, n)$ の場合であるが、現在の主な研究対象は量子ハイパートーリック多様体という他のクラスの代数の場合である。この代数は $G(\ell, 1, 1) = \mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ に付随する有理チェレドニック代数を含む。この場合には (1), (2) 両方の点においてほぼ完全な結果を得た。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

量子ハイパートーリック代数の局所化について Gwyn Bellamy 氏と共同研究を行った。これは対称群に付随する有理チェレドニック代数の局所化についての柏原と Rouqueir の研究の量子ハイパートーリック代数の場合における類似である。この共同研究では、比較的ゆるやかな仮定の下で量子ハイパートーリックの局所化を構成した。[2]

さらに巡回群に付随する有理チェレドニック代数の場合において、上述した局所化の理論を表現論に応用し、表現論を超局所解析の道具を用いて具体的にその構造を研究した。[1]

ある特定の型の有理チェレドニック代数や量子ハイパートーリック代数は、量子ハミルトン簡約という形で構成できることが知られている。これらの量子ハミルトン簡約に付随して定義される BRST コホモロジーについて研究し、結果としてこれらの BRST コホモロジーの構造を決定した。

**主要論文：**

Toshiro Kuwabara; *Representation theory of the rational Cherednik algebra of type $\mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ via microlocal analysis*, to appear in Publ RIMS. 47,87-110,2013

Gwyn Bellamy and Toshiro Kuwabara; *On deformation quantizations of hypertoric varieties*, Pucific Journal of Mathematic 260(1),89-127,2012

Toshiro Kuwabara; *Characteristic cycles of standard modules for the rational Cherednik algebra of type $\mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$*, J. Math. Kyoto Univ.,48(1),167–217,2008.

Toshiro Kuwabara; *Symmetric coinvariant algebras and local Weyl modules at a double point*, J. Algebra,295(2),426–440,2006.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kuwabara; Representation theory of the rational Cherednik algebra of type $\mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ via microlocal analysis, to appear in Publ. RIMS 47,87-110,2013.

Gwyn Bellamy and Toshiro Kuwabara; On deformation quantizations of hypertoric varieties, Pucific Journal if Mathematics 260(1),89-127.2012.

T.Arakawa, T. KUwabara and F. Makukov; Localization of affine W-algebras arxiv preprint, arXiv:1112.0089v1.

**講演：**

Localization of affine W-algebras at critical level, Workshop Integrable Systems, Rondon Matrices, Algebraic Geometry and Geometric Invariants, February 20-22, 2012, Steklov Math.Institute.(International)

On localization of quantized hypertoric algebras and microlocal analysis, Max Planck Institute Oberseminar, March 10, 2011, Max Planck Institute for Mathematics, Bonn. (International)

On localization of rational Cherednik algebras and other algebras, ミニワークショップ チェレドニック代数入門, January 13, 2011, 名古屋大学多元数理研究科. (Invited)

Microlocal analysis and representation theory of the rational Cherednik algebras, Mini Symposium of Representation Theory, December 16–20, 2010, by Seoul National University, at Busan Seacloud Hotel.

変形量子化代数を用いた有理 Cherednik 代数における幾何学的表現論, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, September 22–25, 2010, 名古屋大学多元数理研究科.

Representation theory of the rational Cherednik algebra of type $\mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ via microlocal analysis, Nagoya International Conference of Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups '10, August 2–8, 2010, Nagoya University. (International, Invited)

Representation theory of the rational Cherednik algebra of type $\mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ via microlocal analysis, 第 13 回 第数群と量子群の表現論 研究集会, June 4–6, 2010, すいとぴあ江南. (Invited)

**国際研究集会開催実績：**

January 14–Febrary 2, 2009, Kyoto University, "Russia-Japan School of Young Mathematicians" (Kyoto University GCOE Program),
`http://gcoe.math.kyoto-u.ac.jp/international/russia-japan.html`

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

若手研究 (B), 平成 21 年度〜平成 22 年度, 「超局所解析的手法による有理 Cherednik 代数の表現論の研究」, 1,170 千円 (総額：2,600 千円)

## 高尾 尚武（Naotake TAKAO）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 23 年 5 月 31 日）
京都大学博士（理学） (2010 年)

**研究テーマ：**

**数論的基本群**

数論的な体の上の多様体の数論的基本群は、ガロア群の情報と多様体の情報を併せ持っており、数論幾何における基本的な研究テーマの一つである。歴史的には Weil 予想の解決に使われたエタールコホモロジー論の中に登場し、その後 Grothendieck の遠アーベル哲学や Deligne によるモティーフ哲学を指導原理として 1980 年頃から活発に研究が進められている。双曲的代数曲線の場合を中心に、基本群やその様々な商（例えば最大副 l 商）に付随する外ガロア表現の核や像、Grothendieck 予想型の定理、普遍モノドロミー表現（曲線の普遍族に付随するモノドロミー表現）など多様な研究がなされている。

**研究内容：**

これまでに、Grothendieck-Teichmüller 群の次数付きリー環版に関する結果 (伊原康隆氏との共同研究)、高次元遠アーベル幾何についての結果 (中村博昭氏との共同研究 ([2]))、普遍モノドロミー表現の核についての織田予想に関する結果 (アファインの場合は中村博昭・上野亮一氏との共同研究 ([1]), 固有の場合は当該研究員の単独研究 ([4]))、を得てきた。織田予想の研究では、曲線の幾何的副 $\ell$ 基本群におけるガロア表現の像に付随する体の無限列と次数付きリー環 (ガロアリー環)、及びガロア表現の像を「写像類群から来る部分」で割った商に付随する体の無限列と次数付きリー環 (普遍ガロアリー環) についての研究も行い、後者について $\ell$ 進体上では曲線の型に依らない事を証明した。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

普遍ガロアリー環の数論的研究を継続している。昨年度の Brown 氏による Deligne-伊原予想の解決によって、$\ell$ 進体上の構造は完全に決定された。しかしながら $\ell$ 進整数環上の構造を決定する問題は未解決である。この問題は、伊原の問題や岩澤理論とも関係している。今年度は、主にこの問題に取り組み、いくつかの知見を得た。

**主要論文：**

H.Nakamura, N.Takao and R.Ueno; *Some stability properties of Teichmüller modular function fields with pro-$\ell$ weight structures.*, Math Ann. 302,197-213 (1995) . (査読付き)

H.Nakamura and N.Takao; *Galois rigidity of pro-$\ell$ pure braid groups of algebraic curves*,Trans. Amer. Math. Soc. 350, (1998), 1079—1102.（査読付き）

Naotake Takano; *Braid monodramies on proper curves and pro-$\ell$ Galois representationsi*,Journal Inst. Math. Jussieu, 11-1,(2012),161—188.（査読付き）

Naotake Takano; *Oda's problem on universal monodromy representations and related topics*, in preparation, RIMS Kokyuroku Bessatsu "Alegebraic Number Theory and Related Topics 2012" に投稿予定.（査読付き）

H.Nakamura, N.Takao and R.Ueno; *Fields of difnition of Teichmuller modular function fields and Oda's problem*, 京都大学数理解析研究所講究録 884 (Moduli spaces, Galois representations and L-functions), (1994-09), 112-123.

N.Takao; 双曲的曲線の配置空間の副 $\ell$ 基本群への外ガロア作用と織田の問題について, 京都大学数理解析研究所講究録 1813 (Various Aspects of Multiple Zeta Values), (2012-10), 139-148.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Naotake Takao; *Braid monodromies on proper curves and pro-$\ell$ Galois representations*, Journal Inst. Math. Jussieu. 11(1), (2012), pp161-188.（査読付き）

高尾尚武; 双曲的曲線の副 $\ell$ 基本群への外ガロア作用と織田の問題について, 京都大学数理解析研究所講究録「多重ゼータ値の諸相」, 京都大学数理解析研究所講究録 1813 (Various Aspects of Multiple Zeta Values) (2012-10),137-148.（査読なし）

**講演：**

代数的基本群への外ガロア作用, GCOE tea time, 京都大学, 2011 年 4 月
Johnson 準同型と外 Galois 表現, 表現論セミナー, 京都大学, 2011 年 5 月
普遍モノドロミー表現に関する織田予想について, 大阪大学整数論&保型形式セミナー, 大阪大学, 2011 年 6 月

## 丹下 基生（Motoo TANGE）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 24 年 4 月 1 日〜平成 24 年 4 月 30 日）
京都大学博士（理学）（2006 年）

**研究テーマ：**

**低次元トポロジー**

低次元トポロジーは一般に 3,4 次元多様体やその多様体に埋め込まれた部分多様体について研究するものである．その手法は多岐に亘る．結び目は 3 次元に埋め込まれた 1 次元部分多様体のことであるが，その多くの興味深い不変量は弦理論における位相的場の理論を用いて定義される．そのような観点から結び目理論と数理物理は深く繋がっている．また，4 次元位相多様体上には無限個の微分構造を持つことがある．この現象は他の次元と比べても異色な性質であり、現在の技術においてはそのことに対する直感的な説明は発見されていない．しかし 1980 年代ドナルドソンはゲージ理論不変量を使って 4 次元多様体の微分構造を検出する方法を開発し，低次元トポロジーの分野に衝撃を与えた．

**研究内容：**

3 次元多様体に埋め込まれた結び目に沿って手術をする方法をデーン手術という．この手術によってどのような多様体が生まれるのか？また、ある多様体を生むのにどのような結び目が存在するのかという問題は基本的だが極めて困難である．それは結び目の補空間ほ幾何構造がデーン手術によって保つとは限らないからである．その例外となる例は有限個しかないことは知られているが、その全ての決定に成功した状況は限られた場合のみである．しかしこの研究では例外的に作られる多様体を分類することを主眼としており、これは既存の不変量で判定できる場合がある．

4 次元におけるエキゾチック多様体（位相同相だが微分同相でない多様体）は多様体の大域的な違いであるが、それを局所的な違いとして捉える研究がある．多様体内のある非自明な部分多様体で、その多様体を 1 つのチャンネル（コルク，プラグ）として回すことで無限個のエキゾチック構造を構成するようなものを構成することが期待される。

リボン結び目は自明にスライス結び目だがその逆は一般には難しい。それが成り立つ条件を求めている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

レンズ空間が 3 次元球面もしくはポアンカレ球面内の結び目から得られるためのよい必要十分条件について研究を続けている．レンズ空間の場合においてライデマイスタートージョンとアレクサンダー多項式という非常に古典的な不変量がレンズ空間が手術から作られるときに得られる必要条件がレンズ空間を得るための十分条件になっていることを示すことでレンズ空間が手術によって実現されるための完全な判定条件になることを示している。その手法を一般化する方向を探っている．

4 次元多様体を 3 次元の結び目を使って手術することで微分構造を変化させることができる．その微分構造の変化はある埋め込まれたプラグを回すことで無限個の異なる微分構造を得ることを示した．

スライス結び目はある構造を持った 4 次元球体のハンドル分解とその中の 2 ハンドルに対応することからその結び目が実際どのようなリボン円板の境界となるのか考察を深めた．実際いくつかの例においてそれを確かめた．

**主要論文：**

Motoo TANGE; *On the diffeomorphisms for Akbulut's knot concordance surgery* ; Journal of knot theory and its ramifications, **14** (5), p.539-564, 2005（査読付き）

Motoo TANGE; *Ozsvath-Szabo's correction term and lens surgery*, Mathematical Proceedings of Cambridge Philosophical Society volume **146**,(1) p.119-134, 2008（査読付き）

Motoo TANGE; *Lens spaces given from L-space homology spheres*, Experimental Mathematics **18**(3) p.285-301, 2009（査読付き）

Motoo TANGE; *Remarks on lens space surgery*, Kobe Journal of Math. **26**(1-2)p.47-58, 2009（査読付き）

Motoo TANGE; *On the non-existence of L-space surgery structure*, Osaka Journal of Mathematics **48** (2) p.541-547, 2011（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Motoo TANGE; *On Nash's 4-sphere and Property 2R*, Turkish Journal of mathematics（accepted）（査読付き）

Motoo TANGE and Yuichi YAMADA; *Four dimensional manifolds constructed by lens space surgeries along torus knots*, Journal of knot theory and its ramifications, **21** 11, 2012 （査読付き）

Motoo TANGE; *Omae's knot and* $12a_{990}$ *are ribbon*, 数理解析研究所考究録（査読なし）

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Motoo TANGE; *A plug with infinite order and some exotic structures*, (2012) submitted for publication arXiv:0912.2646. arXiv:1201.6000

## 土岡 俊介（Shunsuke TSUCHIOKA）

数理解析研究所 研究員 (GCOE)（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 23 年 3 月 31 日）
京都大学博士（理学）（2010 年）

**研究テーマ：**

**圏論化を用いた量子群の研究とヘッケ環への応用**

圏論化とは、構造を忘れることで元の圏が復元されるような高次の圏を構成することであり、有効性が広く認められている。一方でリー環論とは、リー環から派生した対象・理論の総称であり、リー環の数学・物理におけるユビキタスから深く研究されている。

さて、リー環論とは一見無関係に見える対称群は圏論化を通じてリー環論と密接に関係していることが、最近明らかになり、新しい視点と応用がもたらされている。例えば対称群に関するブルエ予想が解決された他、対称群代数が次数付可能であることが 2010 年に初めて示されている。

このような一見異なる数学理論の対応を、圏論化を通じて発見、確立することはそれ自体興味深い問題と言え、活発に研究されている。

**研究内容：**

私の研究目的はリー環論の深化とその応用である。特に圏論化を通じた対称群に関連する代数 (例えばヘッケ環) のモジュラー表現論との相互関係に主眼を置いて、このような異なる理論の対応を確立すること、そしてそれらの表現論に対応するリー環論的対象を研究している。そのうち、最近は非対称なディンキン図形に付随するリー環論、およびそれに関連した種々の代数に興味を持っている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

ヘッケ・クリフォード環が量子標数が偶数において $D_l^{(2)}$ 型リー環論を圏論化するという結果を出版し、さらにヘッケ・クリフォード環と対応するようなヘッケ環のスピン類似を与えることに成功した（柏原正樹氏らとの共同研究。現在、投稿中)。この研究に関連して、クイヤー・リー超代数のカジュダン・ルスティック多項式に関するブランダンの予想について考察し、反例を得た。またアフィン量子群の基本既約表現のシャポヴァロフ形式の行列式を計算した。これにより、基本既約表現が特殊化で既約に保たれるための必要十分条件と、A 型ヘッケ環の次数付カルタン行列式が得られた。さらに対称群のスピン表現論について、一般化された中山予想、一般化されたパーフェクト・アイソメトリー、ブロックの斉次表示等についてリー環論の視点から考察した。

表現論の研究とは別に斎藤恭司教授らと、同教授による前分配関数の理論のための基礎研究として幾何学的群論 (とくにその増大度関数) に関する共同研究を 2008 年度に行い、有限型アルチン半群の標準的生成系に関する測地的有限オートマトンを構成していた。これによる計算例を基に斎藤教授が提出した予想の 1 つを、安田正大氏らとラマヌジャンの半テータ関数を用いて解決した (現在、投稿準備中)。

**主要論文：**

Shunsuke Tsuchioka, *A modular branching rule for the generalized symmetric groups* ; J.Algebra, **316**, pp.459-470, (2007) (査読付き)

Susumu Ariki, Victor Kreiman and Shunsuke Tsuchioka, *On the tensor product of two basic representations of* $U_v(\hat{sl}_e)$ , Adv.Math., **218**, pp.28-86, (2008) (査読付き)

Shunsuke Tsuchioka, *Hecke-Clifford superalgebras and crystals of type* $D_l^{(2)}$, Publ.Res.Inst.Math.Sci.,**46**, pp.423-471, (2010)(査読付き)

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara and Shunsuke Tsuchioka, *Quiver Hecke superalgebras*, arXiv:1107.1039（査読なし）

Shunsuke Tsuchioka, *Graded Cartan determinants of the symmetric groups*, to appear in Transactions of the American Mathematical Society（査読付き）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Shunsuke Tsuchioka, *Hecke-Clifford superalgebras and crystals of type* $D_l^{(2)}$, Publ.Res.Inst.Math.Sci.,**46**, pp.423-471, (2010)(査読付き)

Shunsuke Tsuchioka, *Lie theoretic structures for wreath products*, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu. (査読付き)

Shunsuke Tsuchioka, *Graded Cartan determinants of the symmetric groups*, to appear in Transactions of the American Mathematical Society（査読付き）

**講演：**

Hecke-Clifford superalgebras and related topics, Diagram algebras and related topics, Okinawa, July 6, 2010 (International conference)

Shapovalov determinants of the basic representations of the affine special linear quantum groups, Okayama, July 28, 2010.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

研究活動スタート支援, 平成 22 年度〜平成 23 年度, 「対称群に関連する代数の表現論およびリー環論の研究」, 1,612 千円 (総額 3,029 千円)

## Michele BASALDELLA

数理解析研究所 研究員（GCOE）（平成 23 年 4 月 1 日〜平成 24 年 1 月 5 日）
University of Siena（Italy）Ph.D（2008 年）

**研究テーマ：**

**Towards a Uniform and Interactive Semantics for Logic and Computer Science**

*Proof–theory* is the branch of mathematical logic aimed at analyzing the structure of the logical deductions. *Computer science* — from a theoretical perspective — is the discipline which studies the foundations of the theory of the *computation* in order to provide a better understanding of the mathematical meaning of the programming languages.

In the late sixties, it has been shown that these two fields are in fact deeply connected: a fundamental property known as *Curry–Howard isomorphism* states that there is a precise correspondence between proofs, formulas and normalization in certain logical systems and programs, types and computation in certain programming languages respectively.
This important theoretical milestone has strongly influenced the evolution of both proof–theory and computer science, leading to the design of theoretical systems and frameworks which fruitful combine methods and techniques from both disciplines.

Through its peculiar and clear analysis of the significance and the roles of the *resources*, *interaction*, *duality* and *polarization* in logic and computer science, *linear logic* (Girard, 1987) is a logical system which successfully integrates proof–theoretical and computational features.

This logic has been influential for recent advances in several fields such as programming languages foundations, proof–search, game semantics, process algebra, concurrency and computational complexity theory.

**研究内容：**

Linear logic has also been the starting point of *ludics* (Girard, 2001), an ongoing research programme aimed to provide new insights on some foundational principles governing logic (e.g., the concept of proof and the paradigm "counterproofs–as–models") and computer science (e.g., the concept of type and the paradigm "types–as–sets–of–programs").

It can be briefly described as a form of *game semantics* for linear logic proofs in which the denotational meaning of a formula $A$ is determined by the result of the *computational behaviour* (i.e., *interaction*) between the proof–strategies which attempt to prove $A$ and those which attempt to refute $A$ (i.e., those which attempt to prove its "dual" formula $A^{\perp}$).

Recently, the architecture of ludics has been revisited from a computational perspective (Terui, 2011). This revised framework offers further insights for the discovery of new connections between linear logic (and more generally, proof–theory) and computability theory, automata theory and computational complexity.

My research is aimed at investigating further developments, extensions, applications and abstract generalizations of ludics, in order to be able to better understanding and analyze more and more foundational issues of logical and computational nature.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

（H24 年度）During this period, I am mainly interested to increase the expressive power of ludics by including higher–order features. Precisely, I am studying the issues of full completeness (completeness for proofs) in computational ludics extended with propositional variables and second-order (impredicative) quantifiers. Despite the analysis is still ongoing, I am pretty confident that those investigations can be turned into relevant results.

I also worked on the revision of a previously submitted paper, which has been finally accepted.

（H23 年度）During this period, I was mainly interested in increasing the expressive power of ludics i.e., in finding new (polarized) languages and proof–systems for which ludics can provide a *sound* and *complete* semantics for proofs.

More specifically, I studied *first order classical arithmetic* as formulated in (Coquand, 1995): the language consists of infinitary propositional formulas where the classical universal (resp. existential) quantification is rendered by an infinitary conjunction (resp. disjunction), and a proof–system for this language can be formulated

in terms of a sequent calculus permitting infinitary rules of inferences. I am currently writing a paper which shows that (i) it is possible to give a sound and complete semantics for proofs in this system, (ii) this can be done in a new variant of ludics which allows "backtracking" rather than "full" repetition of moves , (iii) the obtained framework is reasonably simple (compared to the existing variants of ludics which allow (full) repetition of moves).

Using this variant of ludics (or ludics with full repetitions), it also seems to be possible to:

- extend the soundness and completeness to (a polarized version of) $\beta$–logic (essentially, a language in which infinitary conjunctions and disjunctions of ordinal length are allowed; it is the logic underlying the theory of dilators (Girard, 1981)).
- extend the soundness and completeness to polarized languages which includes propositional variables and second-order (impredicative) quantifiers.

The last two points are still ongoing work.

**主要論文：**

Michele Basaldella and Claudia Faggian; *Ludics with repetitions: Exponentials, Interactive Types and Completeness*, Logical Methods in Computer Science **7**(2:13), pages 1–85, 2011.

Michele Basaldella and Kazushige Terui; *On the meaning of logical completeness*, Logical Methods in Computer Science **6**(4:11), pages 1–35, 2010.

Michele Basaldella and Kazushige Terui; *Infinitary completeness in ludics*, Proceedings of Twenty-Fifth Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '10) , pages 294-303, IEEE Computer Society, 2010.

Michele Basaldella, Alexis Saurin and Kazushige Terui; *From focalization of logic to the logic of focalization*, Proceedings of Twenty-sixth Conference on the Mathematical Foundations of Programming Semantics (MFPS XXVI). Electronic Notes in Theoretical Computer Science **265**, pages 161-176, Elsevier, 2010.

Michele Basaldella and Kazushige Terui; *On the meaning of logical completeness*, Proceedings of International Conference on Typed Lambda Calculi and Applications 2009 (TLCA 2009). Lecture Notes in Computer Science **5608**, pages 50-64, Springer, 2009.

Michele Basaldella and Claudia Faggian; *Ludics with repetitions: Exponentials, Interactive Types and Completeness*, Logical Methods in Computer Science **7**(2:13), pages 1–85, 2011.

**講演：**

A gentle introduction to ludics. Research Institute for Mathematical Sciences, Computer Science Seminar, Kyoto, Japan. 21 April 2011.

Infinitary completeness in ludics. Symbolic Logic And Computer Science Workshop (SLACS) 2011, Nara, Japan. 12 September 2011 (National workshop).

Dilators: a gentle introduction. 48 GCOE tea time seminar, Kyoto, Japan. 1 November 2011.

Dilators: a gentle introduction. Workshop on Linear Logic Geometry of Interaction, Traced Monoidal Categories and Implicit Complexity, Kyoto, Japan. 8 November 2011 (International workshop).

# VIII　数理解析研究所 - 研究員（特任教授）

## 柏原 正樹（Masaki KASHIWARA）

数理解析研究所 特任教授（平成 22 年 4 月 1 日〜平成 25 年 3 月 31 日）
（平成 22 年 3 月 31 日付 定年退職により 事業推進担当者辞退）
京都大学理学博士（1974 年）

**研究テーマ：**

**無限次元の表現論を圏論や幾何学の観点から研究すること**

表現論は、数学的な対象の対称性を研究する分野である。19 世紀に群やリー環等の対称性を扱う概念が導入され、表現論の研究が進展してきた。20 世紀後半にはいると、量子群やアフィンヘッケ環などの新しい概念が導入され、それまで扱えなかった対称性を研究できるようになった。近年は、数理物理学、幾何学、トポロジーなどの多岐にわたる分野と相互作用しながら発展している。また、その研究も、20 世紀においては、個々の対象の対称性を扱うことが多かった。しかし、今世紀に入ると。多くの対象を同時に眺めると見えてくる新しい対称性の研究が盛に行われるようになった。

**研究内容：**

表現論、特に量子群や箙ヘッケ環の表現論を、圏論や幾何学に関連させながら研究している。特に、箙ヘッケ環の超数学化を構成した。さらに箙ヘッケ環の、Borcherd 量子群に対応する一般化を導入した。また、箙ヘッケ環の円分商の研究などを行った。これらの環全体の表現をまとめて考えると、それはモノイダル圏となる。それが量子群やその表現の圏化となることを示した。

その他、多様体の構造層の変形に関する研究、超局所的ホロノミック系の研究、不確定特異点の研究など、将来表現論やその他の分野に応用できる可能性のある研究を行った。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

箙ヘッケ環の円分商の表現全体が、量子群の既約表現の圏化であることは、Khovanov-Lauda によって予想されていた。この予想を肯定的に解決した (S-J. Kang と共同研究)。また、箙ヘッケ環の超代数化を導入し、その表現と量子群との関連を研究した （S-J. Kang, Sejin Oh, S. Tsuchioka との共同研究)。

また、将来表現論に重要な役割を果たすと思われる、多様体の構造層の変形論を組織的に研究した（P. Schapira との共同研究)。

これとは別に超局所解析の研究において、重要な結果を得た。ホロノミック系は、その台がラグランジュ集合となる。余次元 2 以上の部分集合の外で与えられたホロノミック系は全体に拡張されれば一意的であることは昔から知られていた。得られた結果は、余次元 3 以上の部分集合の外で与えられたホロノミック系は必ず全体に拡張されるというものである (K. Vilonen との共同研究)。これは、表現論にも応用できる結果である。

またこれとは別に、不確定特異点をもつホロノミック $D$-加群のリーマンヒルベルト対応に大きな進展をした (A. D'Agnolo との共同研究)。リーマンヒルベルト対応は、ホロノミック $D$-加群をトポロジーの言葉で記述しようというものである。しかし、よいトポロジーの言葉がわかっていなかった。この研究ではそれが帰納-層であろうというものである。不確定特異点をもつホロノミック $D$-加群については、最近、望月拓郎と Kedlaya によりその構造が解明された。それをもちいれば、最終的な解決は遠くないと期待できる。

**主要論文：**

M. Sato, T. Kawai, Masaki Kashiwara; *Microfunctions and pseudo-differential equations*, Lecture Notes in Math. **287**, Springer, (1973) 265–259.

T. Kawai, Masaki Kashiwara; *On holonomic systems of micro-differential equations III-systems with regular singularities*, Publ. RIMS, Kyoto Univ., **17** (1981) 813–979.

J-L. Brylinski, Masaki Kashiwara; *Kazhdan-Lusztig conjecture and holonomic systems*, Invent. Math. 64 (1981) 387–410.

Masaki Kashiwara; *The Riemann-Hilbert problem for holonomic systems*, Publ. RIMS, Kyoto Univ., **20** (1984) 319–365.

Masaki Kashiwara; *On crystal bases of the q-analogue of universal enveloping algebras*, Duke Math. J. **63** (1991) 465–516.

**著書：**

代数解析学の基礎, 紀伊国屋数学叢書 **18**, 紀伊国屋書店 (1980)

Sheaves on Manifolds, Grundlehren der mathematischen Wissenschaften **292**, Springer-Verlag (1990) (P. Schapira と共著)

代数解析概論, 岩波講座 現代数学の展開 1, 岩波書店 (2000)

Categories and Sheaves, Grundlehren der mathematischen Wissenschaften **332**, Springer-Verlag Berlin Heiderberg (2006) (P. Schapira と共著)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Toshiki Nakashima, Masato Okado, Masaki Kashiwara; *Tropical R maps and affine geometric crystals*, Represent. Theory **14** (2010), 446–509 (査読つき)

Masaki Kashiwara, Kari Vilonen; *On the codimension-three conjecture*, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **86** (2010), no. 9, 154–158 (査読つき)

Dimitar Grantcharov, Ji-Hye Jung, Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Myungho Kim; *Quantum queer superalgebra and crystal bases*, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **86** (2010), no. 10, 177–182 (査読つき)

Andrea D'Agnolo, Masaki Kashiwara; *On quantization of complex symplectic manifolds*, Comm. Math. Phys. **308** (2011), no. 1, 81–113 (査読つき)

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara; *Categorification of Highest Weight Modules via Khovanov-Lauda-Rouquier Algebras*, accepted by Inventiones Math., arXiv:1102.4677.(査読つき)

Dimitar Grantcharov, Ji Hye Jung, Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Myungho Kim; *Crystal bases for the quantum queer superalgebra and semistandard decomposition tableaux*, to apppear in Journal of Symplectic Geometry, (accepted), arXiv:1104.4267. (査読つき)

Stephane Guillermou, Masaki Kashiwara, Pierre Schapira; *Sheaf quantization of Hamiltonian isotopies and applications to non displaceability problems*, Duke Math. J. **161** (2012), no. 2, 201–245. (査読つき)

Masaki Kashiwara, Pierre Schapira; *Deformation Quantization Modules*, Astérisque **345**, Société Mathématique de France (2012) (査読つき)

Masaki Kashiwara; *Notes on parameters of quiver Hecke algebras*, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **88** (2012), no. 7, 97–102. (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Dimitar Grantcharov, Ji Hye Jung, Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Myungho Kim; *Crystal bases for the quantum queer superalgebra and semistandard decomposition tableaux*, (2011) submitted for publication, arXiv:1103.1456.

Dimitar Grantcharov, Ji Hye Jung, Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Myungho Kim; *Crystal bases for the quantum queer superalgebra*, (2011) submitted for publication, arXiv:1103.3437.

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Se-jin Oh; *Categorification of highest weight modules over quantum generalized Kac-Moody algebras*, (2011) submitted for publication, arXiv:1106.2635.

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Shunsuke Tsuchioka; *Quiver Hecke superalgebras*, (2011) submitted for publication, arXiv:1107.1039.

Masaki Kashiwara; *Biadjointness in cyclic Khovanov-Lauda-Rouquier Algebras*, (2011) submitted for publication, arXiv:1111.5898.

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Euiyong Park; *Geometric realization of Khovanov-Lauda-Rouquier algebras associated with Borcherds-Cartan data*, (2012) submitted for publication, arXiv:1202.1622.

Seok-Jin Kang, Masaki Kashiwara, Se-jin Oh; *Supercategorification of quantum Kac-Moody Algebras*, (2012) submitted for publication, arXiv:1206.5933.

Andrea D'Agnolo, Masaki Kashiwara; *On a reconstruction theorem for holonomic systems*, (2012) submitted for publication, arXiv:1208.6104.

**講演：**

Infinite-dimensional Schubert cells versus finite-dimensional Scubert cells, Schubert calculus, 日本数学会 5-th Seasonal Institute, 大阪市立大学, July 26, 2012 (International conference) 招待講演

**国際研究集会開催実績：**

May 27-June 1, 2012, Kyoto University, Conference on Geometry

**受賞歴（等）：**

日本数学会彌永賞受賞 (1981 年度)
朝日賞受賞 (1988 年度)
日本学士院賞受賞 (1988 年度)
藤原賞 (2008 年度)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

基盤研究 (B)，平成 22 年度〜平成 26 年度,「無限対称性の代数解析」，7,200 千円（総額 11,800 千円）

# IX　博士後期課程学生（数学系）

## 大井 理生（Masao OOI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系） 博士後期課程 5 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**数論的代数幾何学**

数論的代数幾何学は、Grothendieck によって導入された、Scheme というものの数論的性質を調べることが目的である。代数多様体のゼータの Modularity や Beilinson 予想、Artin conductor, Swan conductor などの性質などの主要なテーマがある。代数多様体の基本群も重要なテーマである。

**研究内容：**

任意のモチーフに対して、深谷太香子の定式化を拡張し Beilinson 予想を解く事を目的としている。Modular form の Local で完備な $K$-group に対して、Beilinson 予想の局所完備類似を証明し、また、任意の Motif に対しても $p$-adic Beilinson conjecture を定式化し、それを証明しようとしているが、まだはっきりとしているのは Modular form の積の場合のみである。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Beilinson conjecture の局所完備類似を Modular curve の２つの積の場合に証明した。

代数多様体の Ramification の Codimension 2 の Contribution についての計算を行った。(論文は現在最終点検中.)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

M Ooi; *Differential Euler systems associated to symmetric squares of modular forms(I)* (preprint).

M Ooi ;*On ramifications of Artin-Schreier extensions of surfaces over algebraically closed field of positive characteristic*(preprint)

**講演：**

Differential Euler systems associated to the symmetric squares of modular forms, RIMS 研究集会 代数的整数論とその周辺 2011, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 12 月 1 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 20 年度〜平成 22 年度,「志村・谷山予想の別証明について」，600 千円（総額 1,800 千円）

## 前田 昌也（Masaya MAEDA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**非線形分散型偏微分方程式**

非線形シュレディンガー方程式を含む非線形分散型方程式は非線形光学や Bose-Einstein 凝縮など様々な物理現象を記述する近似方程式である. 1980 年代よりその研究は始められ, 近年では解の時間大域挙動などがさかんに研究されている.

**研究内容：**

非線形分散型方程式は非線形性と分散性がつりあうことによって定在波解と呼ばれる解を持つことがあり, その安定性を知ることは解の時間大域挙動についての理解のみならず物理的にも非常に重要である. Grillakis-Shatah-Strauss は Morse index が 1 である定在波解の安定性, 不安定性の判別条件を構成した. 私は, 彼らの理論を拡張し, Morse index が 2 である場合の判別条件を構成した.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

本年度も Grillakis-Shatah-Strauss の理論の拡張を研究している. Morse index が 1 で線形化作用素の 0 固有値が退化している場合についてその安定性不安定性の判定条件を構成した. その応用としてべき乗型非線形項を持つ非線形 Klein-Gordon 方程式の定在波解の臨界周波数での不安定性を証明した.

**主要論文：**

Masaya Maeda; *Stability and instability of standing waves for 1-dimensional nonlinear Schrödinger equation with multiple-power nonlinearity* ; Kodai Mathematical Journal 31, no. 2, 263–271(2008).

Masaya Maeda and Jun-ichi Segata; *Existence and stability of standing waves of fourth order nonlinear Schrödinger type equation related to vortex filament*, Funkcialaj Ekvacioj, 54 (2011), 1–14.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Masaya Maeda;*Instability of bound states of nonlinear Schrödinger equations with Morse index equal to two*, 2010, Nonlinear Analysis 72, 2100–2113.

Masaya Maeda ;*On the symmetry of the ground states of nonlinear Schrödinger equation with potential*, 2010, Advanced Nonlinear Studies 10, 895–925.

**講演:**

Stabilization of ground states of NLS via fourth order dispersion term, Workshop on solitary waves and related topics, 九州大学, 2010 年 7 月 15 日

Stabilization of ground states of NLS via fourth order dispersion term, 第 32 回発展方程式若手セミナー, 伊豆, 2010 年 8 月 30 日

Stabilization of ground states of NLS via fourth order dispersion term, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月 24 日

Stabilization of ground states of NLS with fourth order dispersion, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, 上海, 2010 年 11 月 4 日

Stability and instability of bound states for the degenerate case, Model Equations in Bose-Einstein Condensation and Related topics, 京都大学, 2010 年 12 月 8 日

Stability and instability of bound states of Hamiltonian PDE in the degenerate cases, 若手のための偏微分方程式と数学解析, 九州大学, 2011 年 2 月 16 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 20 年度〜平成 22 年度,「非線形シュレディンガー方程式の対称性と定在波解の安定性について」，600 千円（総額 600 千円）

## 浅野 義直（Yoshinao ASANO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）休学中
学位：未取得

**研究テーマ：**

**計算機代数，代数幾何学**

計算機代数は数式処理などをはじめ広く応用されている分野であり，代数学や代数幾何学で用いられる各種概念を計算機を用いて計算するための数学的理論や，計算アルゴリズムの効率化など多様な研究がなされている．

**研究内容：**

計算機代数のアルゴリズムや計算機代数の応用対象となる代数幾何学について研究を継続している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

グレブナー基底を応用した各種アルゴリズム，及びコホモロジー類上で一般化された留数の概念や双対性について研究をすすめた．さらにグレブナー基底の計算アルゴリズムおよびグレブナー基底を応用した各種アルゴリズムについて調査し，それらの高速化に関する研究をすすめた．

## 大塚 亜人夢（Atomu OTSUKA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 4 年
京都大学博士 (理学)（2013 年 3 月）取得見込み

**研究テーマ：**

**多変数の保型形式、リフティング**

多変数の保型形式である Siegel 保型形式は C. L. Siegel により 2 次形式を研究するために導入された。保型形式の Fourier 係数は整数論的に重要な意味を持つことが知られており、整数論において重要な研究対象となっている。その保型形式の性質を明らかにするため、リフティングと呼ばれる、ある群に関する保型形式から他の群に関する保型形式を構成する方法が研究されている。また、総実代数体上のシンプレクティック群に関する保型形式である Hilbert-Siegel 保型形式など様々な保型形式の拡張についても研究されている。

**研究内容：**

Saito-Kurokawa lift は齋藤裕と黒川重信によって独立にその存在が予想され、正しいことが H. Maass, A. N. Andrianov, D. Zagier らによって証明された。有理数体上の保型形式に関する lift である Saito-Kurokawa lift は総実代数体上の Hilbert 保型形式でも存在することが表現論的手法を用いて示されている。有理数体上 Saito-Kurokawa lift の研究で得られている性質との類似に着目して、総実代数体上の Saito-Kurokawa lift 研究を進めている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

一般の標数 0 の局所体上のの degree 2 の Siegel series の明示公式を用いて総実代数体上の Saito-Kurokawa lift の像も古典的な Maass relation と同様の関係式を満たすことを証明した。この結果を用いて総実代数体上の Maass relation 及び Maass 空間を定式化した。これらの結果は類数が 1 でなく、またパラレルウェイトでない場合についても成り立つ。

また計算機を用いて liftedform の Fourier 係数を計算することにより、$\mathbb{Q}(\sqrt{5})$ の場合にこれら結果が正しいことを確認した。

現在は池田保によって定式化された総実代数体上の Kohnen plus 空間に属する Eisenstein 級数の研究を進めている。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Atomu Otsuka; *On the image of the Saito-Kurokawa lifting over a totally real number field and the Maass relation*

**講演：**

On the image of the Saito-Kurokawa lifting over a totally real number field and the Maass relation, Automorphic forms and automorphic L-functions RIMS Conference, Kyoto University, January 17, 2012

## 杉山 滋規（Shigeki SUGIYAMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系） 博士後期課程 4 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**Almost universal な 2 次形式の分類について**

Almost universal な 2 次形式とは殆ど全ての自然数を値に持つ 2 次形式である．$ax^2 + by^2 + cz^2 + dt^2$ など，個別に与えられた形式の普遍性については Lagrange, Liouville, Eisenstein などが研究し，初めての組織的な研究としては 1916 年に Ramanujan が $\langle a, a, a, d\rangle$ 型の形式が普遍的であるための条件を導出している．2009 年に Bochnak と Oh の研究によって効果的な分類がなされている．

**研究内容：**

Bochnak と Oh と同様の分類を保型形式の理論を用いて導出できないかを研究している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

現在は特に目立った結果は出ていない．

## 田中 亮吉（Ryokichi TANAKA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**離散幾何解析学, 数理生命科学**

離散幾何解析学は, 例えば, 幾何学的群論に由来する無限グラフの上の解析や, その上のランダムウォークを研究する. また, 多様体上の大域解析学の離散類似の研究に動機付けられ, 離散ラプラシアンの固有値などが調べられている. 一方, ランダムグラフの解析は, 近年, 生命現象に現れるネットワーク構造を研究するモデルになっており, そうした分野との関連における研究も行われている.

**研究内容：**

研究内容は以下の三つに分けられる. 一つ目は, 有限生成べき零群上のランダムウォークの研究. これは可算無限群上のランダムウォークの漸近挙動を詳細に調べる研究である. 二つ目は, 生命科学に動機付けられたタンパク質構造あるいはネットワーク上の拡散過程の研究. これは, 位相幾何学を用いたタンパク質のモデルである Fatgraph に基づいて, そこから生成されるネットワークの構造を調べる研究である. 三つ目は, 結晶格子上の流体力学極限の研究である. 統計力学の問題に動機付けられ, 整数格子上の多粒子系の確率論的モデルから連続極限により, (非線形) 偏微分方程式を導出する問題 (流体力学的極限) が研究されている. この問題を, 結晶格子の場合において考察した.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

まず, 一つ目の有限生成べき零群上のランダムウォークの研究について, Gromov-Pansu のスケール極限の議論を用いて, 極限空間上において, 大偏差原理を証明した. 二つ目の生命科学に関わる研究では, 神戸の理化学研究所に在籍し, 研究を行い, タンパク質の位相幾何学的モデルである Fatgraph を用いて, ネットワーク生成の問題を提案した. 特に, 相互作用を多面体の幾何学を用いて定式化, 提案した. またそれらをランダムに与えた時, 生成されるネットワークとしてどのようなものがあるかを考察した. 具体的には効率的ということを定義し, いつ効率的になるかににについてその十分条件を与えた. 三つ目の結晶格子上の流体力学極限について, 局所関数束を導入し, 結晶格子の場合に局所エルゴード定理を定式化し証明することで, 対称単純排他過程, 弱非対称単純排他過程について流体力学極限を議論し, 第一歩である大数の法則に当たる定理を証明した.

**主要論文：**

Ryokichi Tanaka; *Large deviation on a covering graph with group of polynomial growth*, Mathematische Zeitschift, Vol. 267, No. 3-4:803-833, 2011 (査読付)

Ryokichi Tanaka; *The mutual potential of proteins and interaction networks*, International Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol. 67, No. 2:125-140, 2011(査読付)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Ryokichi Tanaka; *Hydrodynamic limit for weakly asymmetric simple exclusion processes in crystal lattices*, to appear in Communications in Mathematical Physics (査読付)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Ryokichi Tanaka; *Crystal Lattices, Hydrodynamic Limits and Large Deviations*, preprint

**講演：**

“Large deviations on nilpotent covering graphs”, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, SPA OSAKA 2010, Senri Life Science Center Building, 6-11, September, 2010 (国際研究集会)

“Scaling limits of interacting particle systems in crystal lattices”, (Night session) Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications, Hotel Rako Hananoi, Kamisuwa, Nagano, 19 September- 2 October, 2010 (国際研究集会)

Penner-Andersen による「Fatgraph Models of Proteins」の解説, 第 21 回 CREST セミナー, 東北大学, 2010 年 10 月 8 日

“Nonlinear diffusion limits for exclusion processes in crystal lattices”, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, Shanghai, 1-5, November, 2010 (国際研究集会)

結晶格子の幾何とスケール極限, 第 31 回 GCOE tea time, 京都大学数理解析研究所,2010 年 11 月 16 日

Penner と Andersen による「Fatgraph Models of Proteins」, 平成 22 年度 第 23 回数理分子生命理学セミナー, 広島大学, 2010 年 12 月 8 日

“Hydrodynamics limit on equilibrium maps of crystal lattices”, Doctorial Forum Fudan-Kyoto Universities, Kyoto University, 11-14, March, 2011 (国際研究集会)

“Hydrodynamic limit for weakly asymmetric processes in crystal lattices”, 5th International Conference on Stochastic Analysis and its Applications, Hausdorff Center fot Mathematics, Bonn, 5-9 September, 2011 (international confence)

“Large deviations on nilpotent covering graphs”, Seminar, the University of Bonn, 15 September, 2011（口頭発表）

“Penner-Andersen’s Fatgraph Models of Proteins”, Friday Seminar on Knot Theory, 大阪市立大学数学研究所、2011 年 7 月 1 日（口頭発表）

“Hydrodynamic limit for weakly asymmetric processes in crystal lattices”, 東京確率論セミナー, 東京工業大学, 2011 年 10 月 17 日（口頭発表）

結晶格子上の排他過程に対する流体力学的極限, 幾何学的力学系の新展開, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 10 月 31 日–11 月 2 日（口頭発表）

“Hydrodynamic limit in crystal lattices”, 数学連携シーズ探索ミニワークショップ, 東北大学, 2011 年 10 月 21 日（口頭発表）

結晶格子上の格子気体の流体力学極限-勾配系, JST CREST 「離散幾何学から提案する新物質創成・物性発現の解明」流体力学極限の合宿勉強会, 信州春日温泉かすが荘, 2011 年 11 月 17 日から 20 日（口頭発表）

“Large deviations for hydrodynamic limit on crystal lattices”, 新春幾何群論セミナー, 神戸大学, 2012 年 1 月 6 日（口頭発表）

Penner-Andersen によるタンパク質の Fatgraph Model, 第２回院生ポスドク キャリア形成支援セミナー（数学系）, 名古屋大学多元数理科学研究科, 2012 年 1 月 13 日（口頭発表）

結晶格子上の流体力学的極限と大偏差原理, 幾何学セミナー, 九州大学, 2012 年 1 月 27 日（口頭発表）

“Crystal Lattices, Hydrodynamic Limits and Large deviations”, 新潟確率論ワークショップ, 新潟大学, 2012 年 1 月 28-29 日（口頭発表）

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2, 平成 22 年度〜平成 23 年度, 「離散幾何学の手法による発生生物学の研究」, 1,400 千円（総額 1,400 千円）

## 中島 誠（Makoto NAKASHIMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）
京都大学博士 (理学)(2012 年)

**研究テーマ：**

**ランダム環境中の分枝過程について**

分枝過程は物理学や数理生物学などの様々な分野に登場する確率模型である。たとえば人口の発展する様子を確率論的に単純に記述した模型として研究の対象になっている。

特にランダム環境下における分枝過程は実際に確認できる現象に現れる“ノイズ”を考慮した模型となっており応用への期待も持たれる。

**研究内容：**

ランダム環境中の分枝過程には様々な種類がある。その定義の仕方は主に生成分布と呼ばれる各粒子が次の世代に生み出す粒子の数の分布の言葉で表現される。また空間の中を各粒子がランダムに動く分枝ランダムウォークに関しては未解決の問題が多々ある。特に空間を占める粒子の分布やその端にいる粒子の挙動を調べる研究を行った。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

主に二つのことについて研究した。まずある特殊な条件を満たすランダム環境の下での 1 次元分枝ランダムウォークにおける粒子の左端粒子の位置 $M(n)$ の挙動に関する考察である。そのランダム環境の下では $M(n)$ は非ランダム環境中の分枝ランダムウォークには現れなかった挙動をし、さらに強い振動が起こることも確認できた。また、ランダム環境中の分枝過程についてその個体数に関する大偏差原理について考察を行った。この問題は粒子が確率 1 で 1 体以上の粒子を生み出す場合については解かれていたが死滅する可能性がある場合については解かれていなかった。そこでその問題に取り組み一部解決した。

**主要論文：**

Makoto Nakashima; *Central limit theorem for linear stochastic evolutions*, J. Math. Kyoto Univ. Vol. 49, No. 1, page 201-224 (2009) (査読つき)

Makoto Nakashima; *Almost sure central limit theorem for branching random walks in random environment*, Ann. Appl. Probab. Vol. 21, No. 1, page 351-373 (2011)(査読つき)

H. Heil, Makoto Nakashima, N. Yoshida; *Branching Random Walks in Random Environment are Diffusive in Regular Growth Phase*, Electron. J. Probab. Vol. 16, page 1318-1340 (2011)(査読つき)

H. Heil, Makoto Nakashima; *A Remark on Localization for Branching Random Walks in Random Environment*, Electron. Comm. Probab. Vol. 16, page 323-336, (2011)(査読つき)

Makoto Nakashima; *Minimal Position of Branching Random Walks in Random Environment*, to appear in Journal of Theoretical Probability (査読つき)

**著書：**

渡辺信三, 重川一郎 他; 確率論ハンドブック (共著), 第 II 部 第 11.2 節の一部, 丸善, 2012 年

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

H. Heil, Makoto Nakashima, N. Yoshida; *Branching Random Walks in Random Environment are Diffusive in Regular Growth Phase*, Electron. J. Probab. Vol. 16, page 1318-1340 (2011)(査読つき)

H. Heil, Makoto Nakashima; *A Remark on Localization for Branching Random Walks in Random Environment*, Electron. Comm. Probab. Vol. 16, page 323-336 (2011)(査読つき)

Makoto Nakashima; *Minimal Position of Branching Random Walks in Random Environment*, to appear in Journal of Theoretical Probability (査読つき)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Makoto Nakashima; *Lower deviations of branching processes in random environment with geometrical offspring distribution.*

**講演:**

On the behavior for the population density for branching random walks in random environment, Universality and Scaling Limits in Probability and Statistical Mechanics, Hokkaido, September 1st, 2010 (International conference)

On the behavior for the population density for branching random walks in random environment, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Osaka, September 9th, 2010 (International conference)

Phase transition of measure for branching random walks in random environment, 9th workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, Tokyo, September 15th, 2010 (International conference)

Minimal Position of Branching Random Walks in Random Environment, Doctorial Forum between Fudan Kyoto Univerisities, Kyoto, March 11th, 2011 (International conference)

On the behavior of the population density for branching random walks in random environment, Cornell Probability Summer School 2011, Cornell, July 15, 2011(International conference)

Minimal positions of branching random walks in random environment, 確率論ヤングサマーセミナー, 潮来, Aug 4, 2011

Minimal positions of branching random walks in random environment, Stochastic Analysis and its Applications, Bonn, September 9, 2011 (International conference)

Large deviation principle for branching processes in random environment, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Shanghai, November 3, 2011 (International conference)

ランダム環境中の分枝過程の大偏差原理, 第 3 回白浜研究集会, 白浜, December 13, 2011

Large deviations for branching processes in random environment with geometrical offspring distributions, 第 3 回 GCOE 若手数学者交流会, 京都, February 20, 2012 (International conference, ポスター発表)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2, 平成 22 年度〜平成 23 年度, 「ランダム行列の積で表現可能な確率モデルの研究」, 1,400 千円（総額 1,400 千円）

## 三井 健太郎（Kentaro MITSUI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**リジッド幾何学における解析曲面の分類**

リジッド幾何学は非アルキメデス的完備付値体上の解析幾何学である．リジッド幾何学は代数幾何学や数論幾何学において様々な応用が考えられているが, 具体的にどのようなリジッド解析空間が存在するのかという分類問題は, 複素幾何学の場合ほどは明らかになっていない.

**研究内容：**

リジッド解析曲面の分類を目指して，不変量を構成し，得られた不変量の間の関係について研究する．不変量の構成には，リジッド幾何学に特有の現象も用いる．まず代数次元や小平次元を用いて曲面を分類し，さらに詳しい不変量を用いた分類を考える．また，解析的な手法によって得られた結果を代数曲面の研究へ応用する．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

特に楕円リジッド解析曲面を研究した．完備離散付値環上の種数 1 の曲線を研究により，曲線に付随する不変量と，曲線に対応するガロア・コホモロジーの元の間の関係が明かになった．この研究とそれ以前の対数変換の研究により，小平次元 0 の楕円リジッド解析曲面に現れる多重ファイバーを決定した．同様の手法を，代数的楕円曲面の研究に応用することもできた.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kentaro Mitsui; *Bimeromorphic geometry of rigid analytic surfaces*, Int. J. Math.,**22** , no.4, 483–513 (2011).

Kentaro Mitsui; *Logarithmic transformations of rigid analytic elliptic surfaces*, to appear in Math. Ann, 48 pages, DOI:10.1007/s00208-012-0813-1.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kentaro Mitsui; *Classification of rigid analytic surfaces*, preprint.

Kentaro Mitsui; *Multiple fibers of elliptic fibrations*, preprint.

Kentaro Mitsui; *On Zariski's question on Zariski surfaces*, preprint.

Kentaro Mitsui; *Fundamental groups of elliptic surfaces*, preprint.

Masayuki Asaoka, Tomohiro Fukaya, Kentaro Mitsui and Masaki Tsukamoto; *Growth of critical points in one-dimensional lattice systems*, preprint, arXiv: 1206.6232.

**講演：**

Classification of rigid analytic surfaces, Arithmetic geometry and p-adic differential equations, 東北大学, 2010 年 7 月

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, 代数幾何研究集会 2010, 法政大学, 2010 年 7 月

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, 代数幾何の関連する諸分野, 北海道大学, 2010 年 9 月.

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, Doctorial Forum between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, November 2, 2010 (International conference)

Multiple fibers of elliptic fibrations, Doctorial Forum between Fudan and Kyoto Universities, Kyoto University, March 12, 2011 (International conference)

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, 代数幾何研究集会２０１０, 法政大学, July 16, 2010

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, 代数幾何の関連する諸分野, 北海道大学, September 1, 2010

Multiple fibers of type ${}_mI_0$, 第８回城崎新人セミナー, 城崎市民センター, February 16, 2011

Multiple fibers of elliptic fibrations, Doctorial Forum between Fudan–Kyoto Universities, 京都大学, 2011 年 3 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2011 年 4 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, 代数幾何セミナー, 名古屋大学, 2011 年 5 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, Géométrie Algébrique et Géométrie Arithmétique, University of Bordeaux 1, 2011 年 6 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, 代数幾何ワークショップ 2011, 法政大学, 2011 年 9 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, Kinosaki Algebraic Geometry Symposium, 城崎大会議館, 2011 年 10 月.

Multiple fibers of elliptic fibrations, Doctorial Forum between Fudan–Kyoto Universities, Fudan University, 2011 年 11 月.

Rigid analytic surfaces and logarithmic transformations, 代数幾何ワークショップ, 東京大学, 2011 年 12 月.

Zariski's problem for Zariski surfaces and Period–index problems, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2012 年 2 月.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 21 年度〜平成 23 年度, 「リジッド幾何学における解析曲面の研究」， 1,400 千円（総額 2,100 千円）

## 宮田 英明（Hideaki MIYATA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系） 博士後期課程 4 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**数理ファイナンス, ポートフォリオ最適化**

数理ファイナンスは, 金融機関が金融派生商品の価格付けや, リスク管理, ポートフォリオの運用などを行う時に, 有用となる数理モデルを構築し, 分析する研究分野である. 実務や経済学など様々な立場から研究されているが, 数学的には確率論, 統計学, 微分方程式論, 制御理論, 関数解析学などと関係が深い.

**研究内容：**

数理モデル上で, 証券価格, 金利, ポートフォリオ, 損失, 並びにそれらに影響を与える経済因子は, 確率過程を用いて記述される. 特に, それらの変数の時間変化が連続的な場合には, 確率微分方程式が用いられる. モデル上のパラメーターは, 現在のデータから決定されるか, 過去のデータから統計的に推定されることが多い.

例えば, ブラック・ショールズ理論で, 証券価格を表す実確率空間上の確率過程は, ドリフトとボラティリティと呼ばれる二つのパラメーターから決定される. ドリフトは証券価格の瞬間的な収益率の期待値を表し, ボラティリティは瞬間的な収益率の標準偏差を表す. ボラティリティの推定には二通りの方法がよく知られているが, 証券を原資産とする金融派生商品の現在価格から逆算された値をインプライド・ボラティリティといい, 過去の証券価格の時系列データから推定された値をヒストリカル・ボラティリティという. 一方で, ドリフトの推定は非常に難しいことが, L.C.G.Rogers 氏などによって指摘されている.

そのため, 投資家がドリフトの真の値を直接知ることができない, と仮定することは自然である. この仮定は, ドリフトに事前分布をおき, 投資家が利用できる情報を証券価格の時系列データに限定することによって, 表現される. 投資家は, 証券価格のデータが得られる度に, 逐次的にドリフトの推定値を更新しながら, ポートフォリオの構成を変化させていると考える. 以上の設定で, 長期投資の最適戦略について研究を進めている. このような研究は, 保険会社や信託銀行における資産運用と特に関連が深いと思われる.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

上記のような設定で, 危険資産と安全資産からなるポートフォリオの期待効用最大化問題について調べた. 効用関数はべき効用関数を用いた. J.Civitanić 氏や関根順氏は, ドリフトの事前分布を正規分布として, 金利の影響を無視すると, ポートフォリオの期待効用が双曲的に増大することを指摘した. これは, 投資家がドリフトの値を直接知ることができるとしたときに, ポートフォリオの期待効用が指数的に増大することを示した, R.C.Merton 氏の古典的な結果と対照的である.

ドリフトの事前分布の密度関数が原点付近で連続であるとすると, ポートフォリオの期待効用が双曲的に増大することを示した. さらに, 期待効用の成長率が, 剰余項を除くと, 事前分布によらず一定になることを示した. また, 投資家がドリフトの値を知ることができる場合とできない場合の期待効用の比較を行った.

次に, 無限期間にわたる消費過程の累積割引効用の期待値最大化問題について調べた. 特に, 期待効用が有限となる限界の割引率が, 金利の影響を無視すると, 双曲的になることを示した.

行動ファイナンスの分野で, 双曲的割引率は投資家の近視眼的で非合理的な行動を説明するために用いられる. この研究の貢献は, 投資家の利用できる情報を限定して, 双曲的割引率を自然に導き出したことである.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

H. Miyata and J. Sekine; *Bayesian optimal power-utility grows hyperbolically in the long run*, 経済の数理解析, 数理解析研究所講究録 1788, 62-82, 2012.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

T. Hayashi, H. Miyata and J. Sekine; *On hyperbolic growth of optimal Bayesian power-utility*, preprint.

H. Miyata; *Lifetime consumption problems under partial observations*, preprint.

**講演：**

金利の期間構造について, 日本アクチュアリー会第 1 回関西セミナー, 住友生命保険相互会社本社, January 27, 2012

## 今城 洋亮（Yohsuke IMAGI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 3 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**スペシャルラグランジュ部分多様体**

スペシャルラグランジュ部分多様体という概念はキャリブレートされるという特別な性質をもつ体積極小な部分多様体として導入された．将来的には，スペシャルラグランジュ部分多様体はミラー対称性において重要な役割を果たすと信じられている．スペシャルラグランジュ部分多様体の具体例はすでにいくつか知られている．スペシャルラグランジュ部分多様体全体がなすモジュライ空間に関する研究もいくつかある．

**研究内容：**

Mclean の定理によりコンパクトスペシャルラグランジュ部分多様体全体 $\mathcal{M}$ は有限次元多様体の構造を持つ．幾何学的測度論を用いて $\mathcal{M}$ をコンパクト化することができる．しかしコンパクト化された空間 $\overline{\mathcal{M}}$ の構造はほとんど知られていない．私は $\overline{\mathcal{M}}$ の点で最も単純なもの $N$ を選び，$N$ の近傍を詳しく調べた．$N$ は孤立特異点しかもたないが，非孤立特異点を持つスペシャルラグランジュ部分多様体も重要であり、私は今その研究をおこなっている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

スペシャルラグランジュ部分多様体全体がなすモジュライ空間の境界の様子はあまり知られていない．境界の様子を知るためには，スペシャルラグランジュ部分多様体の特異点を詳しく調べなければならない．特異点を解消するためには，スペシャルラグランジュ部分多様体の貼り合せを行う必要がある．特異点は「最も易しい」場合に，私は貼り合せの一意性を証明し，モジュライ空間の境界の一部に多様体の構造を入れた．以上は孤立特異点に関する研究であるが、私は現在，非孤立特異点の研究を行っている．非孤立特異点について知られていることは少ないが，Leon Simon の Cylindrical Tangent Cone に関する手法の応用を考えている．

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yohsuke Imagi; *A Uniqueness Theorem for Special Lagrangian Submanifolds*, arXiv:1102.2546.

Yohsuke Imagi; *A Uniqueness Theorem for Special Lagrangian Submanifolds in Calabi–Yau Manifolds*, arXiv:1105.2628.

Yohsuke Imagi; *Surjectivity of a Gluing for Special Lagrangian Submanifolds of Dimension Three with Isolated Singularities Modelled on the Clifford Torus Cone* , arXiv:1112.4309.

**講演：**

Calibration に付随する作用汎函数, 日本数学会秋季総合分科会,　名古屋大学,　Sep 22, 2010

Calibrate された部分多様体の円環への収束, 日本数学会秋季総合分科会,　名古屋大学,　Sep 22, 2010

Action functionals in calibrated geometry, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, November 1, 2010 (International conference)

Calibrate された部分多様体のグラフ表示，部分多様体論・湯沢 2010, 湯沢町・湯沢グランドホテル, 2010 年 11 月 27 日

Calibrate された部分多様体の円環への収束，第 2 回白浜研究集会，南紀白浜旅館むさし，2010 年 11 月 29 日

Energy of Calibrated Submanifolds of Annuli, UK-Japan Winter School, King's College London, January 11, 2011 (International conference)

スペシャルラグランジュ部分多様体の貼り合せの一意性，第 8 回城崎新人セミナー，城崎総合支所，2011 年 2 月 17 日

A Uniqueness Theorem for Gluing Special Lagrangian Submanifolds, The 3rd OCAMI-TIMS Joint International Workshop on Differential Geometry and Geometric Analysis, Osaka City University, March 14, 2011 (International conference)

スペシャルラグランジュ部分多様体の貼り合わせの一意性, 幾何学シンポジウム, 山口大学, 2011 年 8 月 27 日–8 月 30 日

スペシャルラグランジュ部分多様体の貼り合せの一意性, 日本数学会 2011 年秋季総合分科会, 信州大学，2011 年 9 月 28 日–10 月 1 日

A Survey of L. Simon's Result on Isolated Singularities of Minimal Surfaces, The 4th , Fudan University, October 31–November 4, 2011 (International conference)

スペシャルラグランジュ部分多様体の張り合わせの一意性, 京都大学微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2011 年 11 月 8 日

スペシャルラグランジュ部分多様体の張り合わせの一意性, 北海道大学幾何学コロキウム, 北海道大学, 2011 年 12 月 14 日

スペシャルラグランジュ部分多様体の張り合わせの一意性, 東工大幾何セミナー, 東京工業大学, 2012 年 2 月 8 日

A Uniqueness Theorem for Gluing Special Lagrangian Submanifolds, Geometry and Analysis Seminar, Imperial College, London, March 8, 2012 (International conference)

A Uniqueness Theorem for Gluing Special Lagrangian Submanifolds, Algebraic and Symplectic Geometry Seminar, Oxford University, March 13, 2012 (International conference)

A uniqueness theorem for gluing special Lagrangian submanifolds, Conference on Symplectic Geometry and Mathematical Physics, Beijing International Center for Mathematical Research, Peking University, June 4, 2012 - June 8, 2012 (International conference)

Special Lagrangian submanifolds and Geometric Measure Theory, ポスター発表, Variational Methods for Evolving Objects, Hokkaido University, July 30 - August 3, 2012, (International conference)

スペシャルラグランジュ部分多様体のモジュライ空間の境界について, 日本数学会 2012 年秋季総合分科会, 九州大学，2012 年 9 月 18 日–9 月 21 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 22 年度〜平成 24 年度,「スペシャルラグランジュ部分多様体のモジュライ空間の研究」，2,100 千円（総額 2,100 千円）

## 大下 達也（Tatsuya OHSHITA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系） 博士後期課程 3 年
京都大学博士 (理学)（2013 年 3 月）取得見込み

**研究テーマ：**

**岩澤主予想の精密化**

岩澤理論は整数論の一分野であり，イデアル類群や楕円曲線のセルマー群等，代数的な数論的対象の $\mathbf{Z}_p$ 拡大に沿った挙動（岩澤加群）と，複素解析的な対象である $L$ 関数を $p$ 進世界で結び付ける理論である．その中でも岩澤主予想は，岩澤加群の“特性イデアル”と呼ばれる不変量を，$L$ 関数の $p$ 進類似である“$p$ 進 $L$ 関数”によって記述する，特に重要な定理・予想である．(岩澤主予想が解決しているか否かは数論的対象ごとに異なる．) 特性イデアルは岩澤加群の重要な不変量であるが，それのみでは捻れ岩澤加群の擬同型類の決定等はできず，まだ精密化の余地が残っている．本研究の目標は，特性イデアルよりも深い情報を持ち，擬同型類を決定できる“高次フィッティング・イデアル”と呼ばれる不変量を研究することで，岩澤主予想の精密化を行うことである．

**研究内容：**

栗原将人氏は，総実代数体を基礎体とする，イデアル類群から定まる岩澤加群の奇指標部分の研究を行い，次の意味で，その高次フィッティング・イデアルを決定した：彼は，“ゼータ関数の特殊値から定まるスティッケルベルガー元と呼ばれるガロア群の群環の元を用いて，“高次スティッケルベルガー・イデアル”というイデアルを定義し，それが高次フィッティング・イデアルと一致することを証明した．栗原氏の構成した高次スティッケルベルガー・イデアルは，“ガウス和”型のオイラー系のコリヴァギン微分類を用いて定義されるイデアルであると解釈することもできる．本研究では，栗原氏の先行研究を手掛かりにして，より一般的な“オイラー系をもつガロア表現”に対して，そのセルマー群（あるいは，それに関係のある加群）から定まる岩澤加群の高次フィッティング・イデアルを評価，決定することを目標としている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

私は平成 22 年度までの研究では，奇素数に対して，円単数のオイラー系のコリヴァギン微分類を用いて，高次円分イデアルという岩澤代数のイデアルを構成し，高次円分イデアルが (明示的な誤差を除いて) イデアル類群から定まる Abel 体上の岩澤加群の偶指標部分の高次フィッティングイデアルの上界を与えることを証明した．

平成 23 年度の研究では，平成 22 年度までの円単数のオイラー系に関する研究結果を，楕円単数をはじめとする一般のルビン型のオイラー系に対して拡張した．この研究では，これまでの研究手法を一般化することで，“岩澤主予想”，及びその他のいくつかの技術的な条件を仮定した上で，ルビン型のオイラー系を持つような一般のガロア表現のセルマー群から定まる岩澤加群に対して，明示的な誤差を除いて高次フィッティング・イデアルの上界を与えるようなイデアルを決定した．

平成 24 年度の研究では，平成 22 年度までに得られた円単数の結果を精密化することに成功した．平成 22 年度の結果では，高次円分イデアルが岩澤加群の高次フィッティング・イデアルの“上界”を与えることしか証明できていなかったが，本年度の研究では，メイザー・ルビン両氏によるコリヴァギン系の理論を応用することで，高次円分イデアルが（明示的でない誤差を除けば）高次フィッティング・イデアルの“下界”も与えていることを証明した．今回の進展により，“高次円分イデアルによって，岩澤加群の擬同型類を決定することができる”ということが分かった．また，前年度までの研究では，高次円分イデアルが“グラウンド・レベル”に於けるイデアル類群の $p$ シロー部分群の群構造について，どの程度の情報を持っているのか分かっていなかったが，本年度の研究によって，高次円分イデアルから，“グラウンド・レベル”のイデアル類群の群構造が完全に決定できることも分かった．平成 22 年度までの円単数の結果は，本年度の時点でまだ未出版であったため，それらの結果と本年度の結果を“*On the higher Fitting ideals of Iwasawa modules of ideal class groups over real abelian fields*”という論文に纏めてジャーナルに投稿した．尚，この研究結果は，円単数に限らない，一般のルビン型のオイラー系に対しても，拡張できるはずであり，現在はこの一般化に関する研究を行っている．

**主要論文：**

Tatsuya Ohshita; *The Euler system of cyclotomic units and higher Fitting ideals* ; プレプリント, arXiv:0912.4854.

Tatsuya Ohshita; *On higher Fitting ideals of Iwasawa modules of ideal class groups over imaginary quadratic fields and Euler systems of elliptic units* ; to appear in Kyoto Journal of Mathematics

Tatsuya Ohshita; *On the higher Fitting ideals of Iwasawa modules of ideal class groups over real abelian fields* ; プレプリント，arXiv:1103.3384v3，査読中.

大下達也，佐久川健児，竹森翔，平野雄一，宮谷和尭; $p$ **進微分方程式について**, 第五回琵琶湖若手数学者勉強会報告書, 29-189, (2011)，査読なし.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Tatsuya Ohshita; *On the higher Fitting ideals of Iwasawa modules of ideal class groups over real abelian fields* ; プレプリント，arXiv:1103.3384v3.

Tatsuya Ohshita; *Higher Fitting ideals of Iwasawa modules of Galois representations and Euler systems*; 執筆中.

井澤昇平，大下達也，蔦谷充伸，野坂武史; **代数的** $K$ **理論の基礎とその周辺**，第六回琵琶湖若手数学者勉強会報告書, 出版予定, 査読なし

**講演 (国際研究集会)：**

大下達也，“The Euler system of cyclotomic units and higher Fitting ideals”, Mini-workshop on Iwasawa theory，京都大学，2010 年 4 月 4 日.

大下達也，“On the higher Fitting ideals of Iwasawa modules over real abelian fields”, Second friendship meeting in mathematics between Fudan and Kyoto Universities, 復旦大学（上海），2010 年 11 月 2 日.

大下達也, “The higher Fitting ideal of the Iwasawa module of the ideal class groups over real abelian fields”, University of Chicago Number Theory Seminar，シカゴ大学，2010 年 11 月 23 日.

大下達也, “On the higher Fitting ideals of Iwasawa modules and cyclotomic units”, Doctorial Forum Fudan-Kyoto Universities, 京都大学，2011 年 3 月 12 日.

大下達也，“On one and two variable Iwasawa main conjecture for imaginary quadratic fields and higher Fitting ideals”, Mini-workshop on Iwasawa theory, 京都大学, 2011 年 4 月 9 日.

大下達也, “Iwasawa theory for elliptic curves and higher Fitting ideals”, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, 復旦大学（上海），2011 年 11 月 4 日.

**講演 (国内研究集会)：**

大下達也，“The Euler systems of cyclotomic units and higher Fitting ideals”, 第 9 回仙台広島整数論集会，東北大学, 2010 年 7 月 20 日.

大下達也，“実 Abel 体のイデアル類群に付随する岩澤加群の高次 Fitting イデアルについて”, RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」2010，京都大学, 2010 年 12 月 7 日.

大下達也，佐久川憲児，竹森翔，平野雄一，宮谷和尭，“$p$ 進微分方程式について”（サーベイ）, 第五回琵琶湖若手数学者勉強会，滋賀, 2011 年 2 月 2 日-2 月 5 日.

井澤昇平，大下達也，蔦谷充伸，野坂武史，“代数的 $K$ 理論の基礎とその周辺”（サーベイ），第六回琵琶湖若手数学者勉強会，滋賀，2012 年 2 月 1 日-2 月 4 日.

大下達也，“オイラー系と岩澤加群の高次 Fitting イデアルについて”, 九州代数的整数論 2012，九州大学, 2012 年 2 月 21 日.

大下達也，“Proof of Iwasawa Main Conjecture via Euler System of cyclotomic units”（サーベイ），岩澤理論ワークショップ 2012（招待講演），大阪大学, 2012 年 4 月 3 日-4 月 5 日.

大下達也，“Euler 系の形式論について”（サーベイ），北海道大学数論幾何学セミナー（招待講演），北海道大学，2012 年 7 月 2 日，7 月 3 日.

大下達也，“岩澤加群の高次 Fitting イデアルと Euler 系について”, RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」2012，京都大学，2012 年 12 月 3 日（予定）.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 22 年度～平成 24 年度,「岩澤主予想の精密化」，1,400 千円（総額：1,400 千円）

## 竹森 翔（Sho TAKEMORI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月）取得見込み

**研究テーマ：**

**$p$ 進アイゼンシュタイン級数，アイゼンシュタイン級数のフーリエ係数について**

アイゼンシュタイン級数は保型形式の基本的な例であり，Langlands-Shahidi 法や Rankin-Selberg 法など保型形式の L-関数に応用があるなど，重要な対象である．また，アイゼンシュタイン級数のフーリエ係数も，整数論的に重要であるが，多変数の保型形式の場合フーリエ係数が明示的に分かる場合は少ない．

**研究内容：**

次数 $n$ のジーゲル上半空間 $\mathbf{H}_n = \left\{ Z \in M_n(\mathbf{C}) \,\middle|\, {}^tZ = Z,\ \mathrm{Im}Z \text{ :positive definite} \right\}$ 上のアイゼンシュタイン級数であるジーゲルアイゼンシュタイン級数についての研究を行なっている．具体的にはアイゼンシュタインのレベルや指標が一般の場合にこのアイゼンシュタインのフーリエ係数を明示的に求めたり，アイゼンシュタイン級数の $p$-進解析的な族が存在することを示したり，それらを応用することなどを目標としている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

修士論文では，次数 2 の場合に，ジーゲルアイゼンシュタイン級数のフーリエ係数を求めたり，$p$ 進解析的なアイゼンシュタイン級数の族の存在を示したりしたが，博士課程では，次数 $n$ や体を一般のものにした．

具体的には，以下のようなことをした．次数 $n$ やレベルが一般で指標が原始指標の場合にヒルベルトジーゲルアイゼンシュタイン級数からなる $p$ 進解析的な族を定義した．そのフーリエ係数は，オイラー積表示を持つが，レベルを割る素点でのオイラー因子を求めた．(ジーゲルアイゼンシュタイン級数の場合にはレベルを割らない素点でのオイラー因子は桂田氏 (室蘭工業大学) によって明示的に計算されている)．また，それらが，ほとんどの場合，普通に定義された指標付きのアイゼンシュタイン級数と一致することを示した．

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Sho Takemori; *$p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two* ; Journal of Number Theory, 132(6),1203-1264, 2012. (査読付き).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Sho Takemori, *$p$-adic Siegel Eisenstein of degree $n$*, preprint.

**講演：**

$p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two, 岩沢理論ミニ研究集会, 京都大学, April 3-5, 2010.

$p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two, 仙台広島整数論研究集会, 東北大学, July 20-23, 2010.

$p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two, 整数論サマースクール, 山中温泉, September 6-10, 2010. $p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two, $L$ 関数の特殊値と数論幾何, 京都府美山町, October 8-11, 2010.

$p$-adic Siegel Eisenstein series of degree two, Automorphic forms, trace formulas and zeta functions , 数理解析研究所, January 17-21, 2011 (International conference). $p$ 進 Siegel-Eisenstein 級数について, 大阪大学整数論＆保型形式セミナー, 大阪大学, July 1, 2011.

degree $n$ の $p$ 進 Siegel-Eisenstein 級数について, 保型形式と保型的 L 函数の研究, 数理解析研究所, January 18, 2012.

degree $n$ の Siegel-Eisenstein 級数の Fourier 係数について, 東京大学数理科学研究科, July, 21, 2012.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2, 平成 23 年度〜平成 24 年度,「アイゼンシュタイン級数のフーリエ係数の明示的な表示について」, 1,000 千円（総額：1,000 千円）

## 中田 雅之（Masayuki NAKADA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月）取得見込み

**研究テーマ：**

**はさみ合同とそれに関連する群のホモロジー群の計算**

はさみ合同の問題は，古くから多面体の等積変形とかかわる形で研究されてきた．近年ではこの問題が，多面体の住んでいる空間の等長変換群のホモロジーの構造決定の問題に置き換えられ研究されている．将来的には，代数的 $K$ 理論を含む様々な分野への応用が期待される研究対象である．

**研究内容：**

球面上の多面体のはさみ合同の問題に関連して，直交群および特殊直交群のホモロジー群のホモロジー安定問題について研究している．群のホモロジー安定問題とは，群の射入の列から誘導されるホモロジー群の射がいつ安定的になるかを調べる問題である．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

特殊直交群の整係数ホモロジー群安定問題に対して，その最良の範囲を決定した．(論文は現在執筆中である．)
また，球面上のはさみ合同群の構造へ上記の結果を応用するため，さらに研究を進めている．

## 入江 慶（Kei IRIE）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**シンプレクティック幾何学，とくにシンプレクティック容量の理論**

シンプレクティックトポロジー初期の重要な結果である Gromov の非圧縮性定理は，擬正則曲線を用いてシンプレクティック多様体の「二次元的な広がり」（シンプレクティック容量）を測ることで証明された．その後 Hofer らは，ハミルトン力学系の周期解の研究との深い関係を見出し，シンプレクティック容量の研究の新境地を切り開いた．私はこの方向の発展をめざして研究している．

**研究内容：**

多様体の余接束には，自然にシンプレクティック多様体の構造が入る．これは比較的扱いやすく，かつ重要な例である．主にこの場合に焦点をしぼって，様々なシンプレクティック容量の研究を，シンプレクティックホモロジー（フレアホモロジーの発展形のひとつ）などを用いて研究している．また，より具体的な解析力学の問題，周期ビリヤード軌道の問題などへの応用も考察した．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

23 年度に，任意のコンパクト境界付きリーマン多様体に対して,「短い」周期ビリヤード軌道の存在を証明した．前年度に，ユークリッド空間内の領域の場合に同様の結果が得られていて，これはその拡張である．次に，リュービル領域，とくに余接束の Hofer-Zehnder 容量の有限性に関する研究を行った．この問題については，シンプレクティックホモロジーを用いた Viterbo による基本的な先行研究があり，その方法を自然に発展させる形で，いくつか結果を得た．特に 24 年度は，$S^1$ 同変シンプレクティックホモロジーによるアプローチについて集中的に研究した．

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kei Irie; *Handle attaching in wrapped Floer homology and brake orbits in classical Hamiltonian systems*, accepted in Osaka J. Math.

Kei Irie; *Symplectic capacity and short periodic billiard trajectory* published online in Math. Z. doi:10.1007/s00209-012-0987-y

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kei Irie; *Displacement engergy of unit cotangent bundles*, arxiv:1106.2199

Kei Irie; *Hofer-Zehnder capacity of unit disk cotangent bundles and the loop product*, arxiv:1110.2244

Kei Irie; *Hofer-Zehnder capacity and a Hamiltonian circle action with noncontractible orbits*, (2011) submitted for publication (with Y.-G.Oh, H.Ohta, K.Ono), arXiv:1105.5124.

Yohji Akama, Kei Irie; *VC dimension of ellipsoids*, arxiv:1109.4347

**講演：**

Displacement energy of unit cotangent bundles, 京都大学力学系セミナー，京都大学，June 17, 2011.

Displacement energy of unit cotangent bundles, Second East Asia Symplectic Conference, Korea Institute for Advanced Study, June 25, 2011. (international conference)

Displacement energy of unit cotangent bundles, 第 58 回トポロジーシンポジウム，筑波大学，August 10, 2011.

Hofer-Zehnder capacity of unit disk cotangent bundles and the loop product, 日本数学会年会，March 27, 2012.

Hofer-Zehnder capacity of unit disk cotangent bundles and the loop product, 名古屋大学幾何学セミナー，May 8, 2012.

Hofer-Zehnder capacity and a Hamiltonian circle action with noncontractible orbits, Conference on Geometry, Research Institute for Mathematical Sciences (Kyoto), May 29, 2012. (international conference)

Hofer-Zehnder capacity and a Hamiltonian circle action with noncontractible orbits, Conference on Symplectic Geometry and Mathematical Physics, Beijing International Center for Mathematical Research, June 4, 2012. (international conference)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員研究費 DC1, 平成 23 年度〜平成 24 年度,「フレア理論を用いた古典ハミルトン系の研究」，1,300 千円（総額：1,300 千円）

## 浦本 武雄（Takeo URAMOTO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**淡中双対性の離散類似**

淡中双対定理とは, コンパクト群の表現論において淡中が示した定理であり, 今日では様々な類似や一般化が知られている. 淡中の与えた証明は、圏論により整理され, それを元に圏論的一般化を与える研究が進んでいる. 淡中双対性の離散類似とは, 特に, 集合と二項関係の圏の中のホップ代数に対する, 淡中双対定理の類似のことであり, それが研究テーマである.

**研究内容：**

オートマトンとは有向グラフであって, 各辺がラベルで色彩されているものをいう. シミュレーションとは, 二つのオートマトンの頂点集合の間の二項関係であって, それぞれの辺の構造に関して, ある条件を満たすものをいう. オートマトンを対象とし, シミュレーションを射とするような圏はオートマトンの軌跡意味論 (trace semantics) の文脈で導入されたものの一種だが, この圏の上のモノイダル構造を分類することから始め, その関連で淡中双対定理の類似を研究している. なお, オートマトンの圏上のモノイダル構造は, オートマトンの並列合成として扱われていた構造（の一般化を含む）である.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

集合と二項関係の圏 Rel のホップ代数を, その表現の圏から復元できることをしめした. その構成の過程で, ある種の順序集合の構造を本質的に使うことが必要になったが, Rel を, 束 (Lattice) と準同型の圏 SLat に埋め込む方が, 上記の構成が圏論的に整理されることを観察している. また, この研究の当初の動機であった, オートマトンの圏上のモノイダル構造は, 語 (word) の上の二項演算と一対一対応することが, この淡中双対定理の類似から得られている. (論文は現在投稿準備中.)

**講演：**

On Tannka Dualities, Fundamental Method in Computer Science, Dalhousie univ., June 14, 2012, 並行計算と淡中双対性, 第九回城崎新人セミナー, February 14, 2011

## 岡本 葵（Mamoru OKAMOTO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程２年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**非線形偏微分方程式の適切性に関する研究**

微分方程式の初期値問題は，解の存在，一意性，及び初期値に関する連続依存性が成り立つ場合，適切であると言われる．初期値問題の適切性は，一般に解析が困難である非線形発展方程式の最も基本的な性質であり，多様な研究がなされている．適切性を証明する手法の一つとして，Fourier 制限法が提唱され，90 年代以降盛んに研究されている．

**研究内容：**

初期値を Sobolev 空間 $H^s$ にとり，適切性の成り立つ指数 $s$ の範囲を決定する研究を行っている．正則性が低い場合には，非線形効果が強く現れるため，個々の非線形項の特性を精確に捉えることが可能となる．また，波動方程式及び Dirac 方程式においては，零形式又は零構造と呼ばれる特殊な非線形項が重要な働きをする．零形式や零構造を持つ場合には，方程式の特異性が現れる部分が相殺するという性質があり，どのような非線形項が零構造を有しているかを考察することが必要である．このような零構造に関する評価を用いて，Maxwell-Dirac 方程式や Chern-Simons-Dirac 方程式における適切性の研究を継続している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Lorenz ゲージ条件を課した空間 1 次元 Maxwell-Dirac 方程式の初期値問題に対する適切性の研究を行った．空間 1 次元の場合，ポテンシャルが無限遠で 0 となる仮定の下では自明解しか存在しないため，ポテンシャルの無限遠での挙動がスピノールの初期値に依る条件を課した場合について考察し，スピノールが二乗可積分である場合において適切性が成り立つような Sobolev 空間の指数を決定した．

Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性の研究を行った．Lorenz ゲージ条件を課した Chern-Simons-Dirac 方程式は，非線形項の前に微分を含むため，Maxwell-Dirac 方程式よりも扱いづらい．それを回復するために，零構造と呼ばれる非線形項の構造を用いて低い正則性における適切性の研究を行った．(論文は現在執筆中)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Mamoru Okamoto; *Well-poseness of the Cauchy problem for the Maxwell-Dirac system in one space dimension*, the proceedings of the 4th MSJ-SI “Nonlinear Dynamics in Partial Differential Equations”. (査読つき）.

Mamoru Okamoto; *Well-posedness and ill-posedness of the Cauchy problem for the Maxwell-Dirac system in* $1+1$ *space time dimensions*, Adv. Differential Equations. 18(2013), no.1-2, 179-199

**講演：**

一次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性，第２回白浜研究集会，南紀白浜旅館むさし, November 30, 2010.

一次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性，偏微分方程式京都セミナー，京都大学, January 18, 2011.

一次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性，第８回城崎新人セミナー，城崎市民センター, February 14-18, 2011.

Well-posedness of the Maxwell-Dirac system in $1+1$ space time dimensions, Doctorial Forum Fudan-Kyoto, Kyoto University, March 14, 2011 (International conference).

Well-posedness and ill-posedness of the Cauchy problem for the Maxwell-Dirac system in 1+1 space time dimensions, Nonlinear Wave and Dispersive Equations, Kyoto University, March 7-9, 2012 (International conference).

Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性について，第 3 回白浜研究集会，白浜御苑, December 12-15, 2011.

時空間 2 次元 Maxwell-Dirac 方程式の適切性，第 54 回解析ゼミ，埼玉大学, November 11.

Well-posedness of the Maxwell-Dirac system in $1+1$ space time dimensions, Doctoral Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Shanghai, October 31-November 4, 2011 (International conference).

時空間 2 次元 Maxwell-Dirac 方程式の初期値問題の適切性，日本数学会年会，信州大学, October 1, 2011.

Well-posedness of the Maxwell-Dirac system in $1+1$ space time dimensions, the 4th MSJ-SI, Kyushu University, September 20, 2011 (International conference).

Well-posedness of the Maxwell-Dirac system in $1+1$ space time dimensions, Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics, Kyoto University, July 6-8, 2011 (International conference).

空間 1 次元 Maxwell-Dirac 方程式の局所適切性，RIMS 共同研究「非線形双曲型および分散型方程式の研究」，京都大学, May 23-25, 2011.

Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性について，第 3 4 回発展方程式若手セミナー，タナベ湘南研修センター, September 2, 2012.

Chern-Simons-Dirac 方程式の初期値問題の適切性，日本数学会秋季総合分科会, September 21, 2012.

空間二次元, Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性, 第 61 回解析ゼミ, 埼玉大学, October 11, 2012.

Chern-Simons-Dirac 方程式の適切性について, 第 4 回白浜研究集会, 南紀白浜旅館むさし, December 3-6, 2012.

Well-posedness for the Chen-Simons-Dirac system in two dimensions, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, December 8-12, 2012.

Well-posedness for the Chen-Simons-Dirac system in two dimensions, 波動セミナー, 北海道大学, January 25, 2013.

## 佐々木 建祀郎（Kenjiro SASAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**高次元複素多様体の退化とその位相モノドロミー**

退化とは、大雑把にいうと「なめらかな」図形 (なめらかファイバー) がつぶれていって特異点をもった図形 (特異ファイバー) が現れるものである．その特異点と，退化の位相モノドロミーとが対応することが松本幸夫、J. M. モンテシノスによって示されている．さらに 2 次元の場合 (ファイバーがリーマン面の場合) は，位相モノドロミーとして現れる写像と対応する特異点の形状が具体的に知られている．しかし一方，高次元の場合にはそれが具体的には知られていないため，それを明らかにすることを目標に研究している．

**研究内容：**

高次元の場合の退化の位相モノドロミーとなる同相写像の特徴付けおよび，与えられた同相写像を位相モノドロミーにもつ退化の構成方法を与えることを目標とする．まずその第一歩として高次元の退化の「局所モデル」の位相モノドロミーを，簡単な非孤立「掛け算型」$A$ 型特異点の場合に，サークル・アクションと呼ばれる同相写像の族を使って位相モノドロミーを描写した．その後、より複雑な形の特異点 (例えば、掛け算型 $A$ 型特異点の巡回商など) の場合にも、サークル・アクションを用いた位相モノドロミーの構成・描写を行い，複素多様体の退化の位相モノドロミーとして現れる自己同相写像の性質を調べている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

研究の第一歩として，高次元の退化の「局所モデル」の位相モノドロミーを，簡単な非孤立「掛け算型」$A$ 型特異点の場合に，サークル・アクションと呼ばれる同相写像の族を使って描写した．その結果，$n$ 次元の場合の位相モノドロミーをファイバーの境界上に制限すると，$(n-1)$ 次元の場合の位相モノドロミーが現れることが見出せた．

また、同様の手法を用いて掛け算型 $A$ 型特異点の巡回商の場合にも位相モノドロミーを描写した．(巡回商の場合の位相モノドロミーの描写についての論文は現在執筆中．)

上で描写したモノドロミーと特異点の形状との関連を調べる準備として、掛け算型 $A$ 型特異点 $A_{d-1}$ の巡回群 $\Gamma$ による商空間 $A_{d-1}/\Gamma$ の一意化定理を示した．(高村茂氏との共同研究．)

さらに、これを用いて、$A_{d-1}/\Gamma$ の特異点集合を決定した．(特異点集合の決定に関する結果をまとめた共著論文を現在執筆中．)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

K.Sasaki; *Circle Actions and Topological Monodromies*, (2012) submitted for publication.

K.Sasaki ans S.Takamura; *Singularities, Uniformizations and Monodromies*, (2012) submitted for publication.

**講演：**

Singularities, monodromies and uniformization, 研究集会「接触構造・特異点・微分方程式およびその周辺」, 鹿児島大学, January 19-21, 2012 （高村茂氏との共同講演）

## 丸橋 広和（Hirokazu MARUHASHI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**Lie 群の作用のパラメータ剛性**

Lie 群のコンパクトな多様体への作用があったとき、その作用が軌道分解からどの程度決まるかという問題を考える。一般には同じ軌道分解をもつ作用はたくさんあるが、軌道分解という少ない情報から作用が決まってしまうことがある。そのような作用はパラメータ剛性があるという。

**研究内容：**

どのような Lie 群のどのような作用にパラメータ剛性があるか研究する。可換な Lie 群の作用については Katok や Spatzier などによる様々な研究がある。私はべき零または可解といった少し広いクラスの Lie 群のどのような作用がパラメータ剛性を持つか研究している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

可換な Lie 群の作用のパラメータ剛性は（その作用の軌道たちからなる）葉層構造の 1 次コホモロジーの消滅によって特徴付けられる。これは可換とは限らない場合にも Heisenberg 群については部分的な結果が知られていたが、それを一般の単連結べき零 Lie 群に対して拡張した。本来、非可換な群の作用の場合にはパラメータ剛性を示すために非線型偏微分方程式系を解く必要があるが、この判定条件によるとべき零 Lie 群の場合には線型の偏微分方程式系を解けばよいことになる。その点で有用であり、実際この判定条件を用いることによって多くのべき零 Lie 群に対してパラメータ剛性を持つ作用を初めて構成できた。この判定条件が（べき零より広い）可解 Lie 群のクラスで成り立つかどうかについては現在研究中である。またべき零 Lie 群の作用のうち重要なものとして等質作用があるが、等質作用がいつパラメータ剛性を持つかについて分かっていないなかで最も簡単な例について調べた。

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Hirokazu Maruhashi; *Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups*, Ergodic Theory and Dynamical Systems, Available on CJO2012 doi:10.1017/etds.2012.112 (査読付き).

**講演：**

Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups, Foliations and Groups of Diffeomorphisms 2010, 東京大学玉原国際セミナーハウス, October 26, 2010

Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups, Rigidity Seminar, 名古屋大学, December 9, 2010

Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups, Rigidity School, Nara 2010/2011, 奈良商工会議所, March 6, 2011

Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups, Doctorial Forum between Fudan-Kyoto Universities, Kyoto University, March 14, 2011(International Conference)

Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, November 2, 2011(International Conference)

Parameter rigidity of actions of nilpotent Lie groups, 幾何学セミナー, 首都大学東京, May 18, 2012

Parameter rigidity of actions of nilpotent Lie groups, Kyoto Operator Algebra Seminar, 数理解析研究所, June 20, 2012

Parameter rigidity of actions of nilpotent Lie groups, 第 59 回幾何学シンポジウム, 九州大学, August 28, 2012

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費　DC1, 平成 23 年〜平成 25 年,「Lie 群の放物的作用の剛性」,1,300 千円（総額：1,900 千円）

## 我妻 佳祐（Keisuke WAGATSUMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程２年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**生命保険契約者の会社財産に対する持分の在り方についての研究**

現行の生命保険会社の実務や法制度を数理的な側面から分析し、提言を行なっていく。その中でも、現在それほど数理的な分析が行われていない生命保険契約者の持分について、実社会の変化を踏まえ、現代的な観点からアクチュアリアルな分析を与えるものである。

**研究内容：**

これまでに研究した内容を踏まえ、論文を作成した。大テーマである保険契約者の権利・持分についての考察をに関連し、その中でも相互会社の株式会社化時における相互会社社員の持分権について考察し、保険契約間の公平性をのあるべき形について論文をまとめ、日本アクチュアリー会に査読を依頼したところ。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

生命保険相互会社が株式会社に組織変更する際に、各契約者が保険会社の純資産の形成への寄与分に応じて株式が割り当てられることとなるが、組織変更後も純資産の形成は続くため、結果的に契約者間での不公平性が発生する。特に、契約後間もない若い契約者について大きな不公平性が発生しているであろうことが理論的に推測でき、その実態を調査することが必要であることを提言として論文にまとめた。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

相互会社の株式会社化時における現行の寄与分基準による株式割当ての公平性について（仮題）

**講演：**

「基金及び基金償却積立金に関する諸問題」, 平成 24 年度日本アクチュアリー会年次大会（経団連会館）,2012 年 11 月 5 日

## 石塚 裕大（Yasuhiro ISHITSUKA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**代数群の線形表現の軌道と数論幾何**

ある種の代数群の線型表現の軌道には, 数論的に興味深い対象としての別解釈がある. 最も有名なものは Gauss の研究であり, そこでは 2 次体, およびそのイデアル類群のペアが, 2 元 2 次形式によって対応付けされていた. 近年 Bhargava らのグループがこの種の対応付けのグループを多く発見しており, 応用として, 五次体の密度定理や, 楕円曲線の階数の平均に関する定理を証明している. 対応の背景にある構造の解明や, 新たな対応の発見, その他の応用の模索などを中心に, 現在も活発に研究されている分野である.

**研究内容：**

2 次超曲面 2 つの完全交叉と言えば, 代数幾何では古典的な研究対象である. 一方これらは 2 次形式のペアとも思えるため, それらに自然に作用する空間の軌道の別解釈を考えるのは自然な問題としてあった. 先行研究として Flynn や Skorobogatov による, 5 変数 2 次形式のペアが, 種数 2 の超楕円曲線に由来するガロアコホモロジー群に対応することが知られていたが, それを一般化することを試みた.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

一般の奇数変数の 2 次形式でも, 同様の対応を構成することに成功した. その過程で, ガロアコホモロジー群の単位元に対応する完全交叉の特徴付けや, そのファイバーの決定などを行うことに成功した. この対応は Tate-Shafarevich 群の非自明な元を構成することへの応用があると思われる.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yasuhiro Ishitsuka; *Complete Intersections of Two Quadrics and Galois Cohomology*, (2012)

**講演：**

Complete Intersections of Rational Two Quadrics and Galois Cohomology, 京大数学教室代数幾何セミナー, January 13, 2012

Complete Intersections of Two Quadrics and Galois Cohomology, ミニ研究集会「数論幾何とその周辺」, April 10, 2012 (International conference)

「楕円曲面の特異ファイバーの研究とその応用（基礎事項の解説）楕円曲線のファイブレーション，ガロアコホモロジー」, 玉原代数幾何セミナー 2012, June 20, 2012

Complete Intersections of Two Quadrics and Galois Cohomology, 京大数理解析研究所「代数的整数論とその周辺」, December 7, 2012 (International conference)（予定）

## 佐藤 敬志（Takashi SATO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**有理ホモトピー論**

位相空間は有理化すると比較的扱いやすいものになる。有理ホモトピー論は、それらの空間に対するホモトピー論である。有理化された空間のなす圏と微分次数付き Lie 代数の圏もしくは微分次数付き可換代数の圏（正確にはそれぞれの部分圏）の間には Quillen 同値があり、有理化された空間でのホモトピー論は後者の 2 つの圏でのホモトピー論に翻訳することができる。

**研究内容：**

有理化された空間のホモトピー群が $\mathbb{Q}$ 上有限次元であって、そのコホモロジー群も $\mathbb{Q}$ 上有限次元のときに、その空間を楕円的という。コホモロジー群が $\mathbb{Q}$ 上有限次元で単連結な任意の空間 $X$ と任意の自然数 $n$ に対し、楕円的空間 $Y$ と写像 $f : X \to Y$ が存在して、$f_* : \pi_i(X) \to \pi_i(Y)$ は $i \leq n$ で同型となるという Anick's conjecture に挑戦している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

上記の Anick's conjecture について、いくつかの個別具体的な空間に対して予想を満たす楕円的空間と写像を発見したが、ある程度の一般性をもつ空間に対する解決方法は未だ得られていない。

**主要論文：**

Takashi SATO; *An alternative proof of Berg and Nikolaev's characterization of $CAT(0)$-spaces via quadrilateral inequality*, Archiv der Mathematic, Volume 93, no. 5, pp.487-490, 2009.（査読有）

## 田中 公（Hiromu TANAKA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**正標数の代数多様体に対する双有理幾何学、極小モデル理論**

代数幾何学の双有理幾何学における極小モデル理論という分野を研究している。極小モデル理論は代数多様体たちを分類する為の方法を提示するものである。ゼロ標数の極小モデル理論はかなり発展してきたが、正標数の時には未だ大きな進展はない。

**研究内容：**

正標数の極小モデル理論では、2 次元までは大体分かっているが 3 次元以上ではまだ殆ど何も分かっていない。そこで 3 次元での正標数の極小モデル理論の発展に少しでも寄与できたらと思い、研究をしている。3 次元の結果を出すのが最終目標であるが、その為には 2 次元での既知の結果を精密化したりする事が非常に重要である。そこで、2 次元の場合でもいいから手に付きそうな問題から取り組んでいる。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

京都大学数学教室博士課程に 2012 年 4 月から在籍している。現在は、ゼロ標数で成立する定理たちの内、手の付きやすそうな問題から着手している。具体的には半対数的標準な曲面のアバンダンス定理が正標数で成立する事が分かり、現在論文執筆中である。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Hiromu Tanaka; *Minimal models and abundance for positive characteristic log surfaces*, preprint(2012).

Hiromu Tanaka; *The X-method for klt surfaces in positive characteristic*, preprint(2012).

**講演：**

標数 p における曲面の基定点自由性定理, 代数幾何学サマースクール 2012, 東京大学玉原国際セミナーハウス,2012 年 6 月 21 日.

Algebraic Geometry Seminar, 京都大学,2012 年 6 月 29 日.

正標数のログ曲面に対する極小モデル理論, 第１０回アフィン代数幾何学研究集会, 関西学院大学,9 月 8 日.

正標数の曲面に対する消滅定理, 代数幾何学城崎シンポジウム,10 月.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1, 平成 24 年度～平成 26 年度, 「正標数上の代数多様体に対する双有理幾何学と極小モデル理論」,1,000 千円（総額：3,000 千円）

## 疋田 辰之（Tatsuyuki HIKITA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**幾何学的表現論、代数的組み合わせ論**

幾何学的表現論は表現論を同変 $K$ 群や $D$ 加群などのような幾何学的な道具を用いて研究する分野である。特に、Macdonald 多項式の研究で導入された double affine Hecke algebra やその退化版である（$A$ 型の）rational Cherednik algebra の表現論の場合は affine Springer fiber のホモロジーや $\mathbb{C}^2$ の点の Hilbert scheme 上の連接層などが幾何学的な対象として現れることが知られており、後者は Macdonald 多項式や diagonal coinvariant などの組み合わせ論の研究においても重要な役割を果たしている。最近ではこれらの代数の有限次元表現と torus knot の Khovanov-Rozansky homology との関係が予想されている。

**研究内容：**

$A$ 型 rational Cherednik algebra の有限次元既約表現には適当な filtration が入り、その associated graded には二つの grading と対称群の作用が入っている。特別な場合にはそれは diagonal coinvariant の環と（sign を除いて）同型であり、その bigraded Frobenius series は Macdonald 多項式を用いて表されることが知られている。一方でそれとは異なる組み合わせ論的公式が Haglund, Haiman, Loehr, Remmel, Ulyanov により予想されており、この公式の他の有限次元表現に対する一般化を研究している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

上述の Haglund, Haiman, Loehr, Remmel, Ulyanov による公式に出てくる多項式を、affine Springer fiber の幾何を用いて記述する公式を示した。そこでの計算は一般の $A$ 型 rational Cherednik algebra の既約有限次元表現に対応する affine Springer fiber の場合にも同じようにできて、それにより Haglund らの予想を一般化した。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

T.Hikita; *Affine Springer fibers of type A and combinatorics of diagonal coinvariants*, arXiv:1203.5878.

**講演：**

$A$ 型アファインシュプリンガーファイバーと diagonal coinvariant の組み合わせ論, 表現論セミナー, RIMS, February 3, 2012

Affine Springer fibers of type $A$ and combinatorics of diagonal coinvariants, Geometric/categorical aspects of representation theory, Hokkaido University, February 21, 2012

Affine Springer fibers of type $A$ and combinatorics of diagonal coinvariants, Combinatorial Representation Theory and Related Topics, RIMS, October 9, 2012

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 24 年度〜平成 26 年度,「表現論に関わる代数幾何、組み合わせ論の研究」, 900 千円（総額：2,700 千円）

## 山崎 陽平（Yohei YAMAZAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数学系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**非線形シュレディンガー方程式、定在波解の安定性**

非線形シュレディンガー方程式は定在波解と呼ばれる解を持つことがある。定在波解は方程式の分散性と非線形性の釣り合いによって生じる。定在波解を調べることは非線形シュレディンガー方程式の力学系を調べる上で重要である。そのため、軌道安定性や漸近安定性、定在波解における線形化作用素のスペクトル解析などが研究されている。

**研究内容：**

2 次元上の非線形シュレディンガー方程式において 1 次元だけ周期境界条件を課してその方程式の定在波における安定性を研究している。ここで、1 次元上の方程式において安定であった定在波を 2 次元のうち 1 次元だけ周期境界条件を課した方程式の定在波とみなすと不安定になることがある。この性質を横方向不安定性という。現在、横方向不安定性を分岐理論や定在波の対称性、ハミルトニアンの構造という観点から研究している。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非線形項が Fréchet 微分の意味で $C^2$ でない非線形シュレディンガー方程式系に関する横方向不安定性を示した。(論文は現在最終点検中.)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yohei Yamazaki; *Transverse instability for a system of nonlinear Schrödinger equations*, preprint.

**講演：**

Transverse instability for a system of nonlinear Schrödinger equations, Nonlinear Schrödinger Equations and Related Topics, 京都大学, June 14, 2012 (International conference)

2 連立 Schrödinger 方程式系に対する横方向不安定性, 第 104 回神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, June 23, 2012

Transverse instability for a system of nonlinear Schrödinger equations, 第 34 回発展方程式若手セミナー, タナベ経営湘南研修センター, September 1-3, 2012

2 連立 Schrödinger 方程式の横方向不安定性, 日本数学会 2012 年度秋季総合分科会, 九州大学, September 18-21, 2012

# X　博士後期課程学生（数理解析系）

## 星野 直彦（Naohiko HOSHINO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
京都大学博士（理学）（2011 年）

**研究テーマ：**

**表示的意味論、線型ラムダ計算**

表示的意味論はプログラミング言語の持つ構造を数学的に捉えることを目指した分野で、プログラムの検証や最適化の為の基礎理論への応用をもつ。線型ラムダ計算は値呼び及び名前呼び関数型言語の為の重要なメタ言語であり、線型ラムダ計算を通した多相型言語の等式理論、非明示的計算量理論、計算効果の圏論的構造の研究等がなされている。

**研究内容：**

線型ラムダ計算の表示的意味論である相互作用の幾何学は、トレース付モノイダル圏から **Int** 構成によって得られるコンパクト閉圏において線型ラムダ計算を解釈するものである。適切な具体例を選ぶことでこの解釈から自動的に多相型線型ラムダ計算のある種のコンパイラのようなものが得られることが知られている。これまでの相互作用の幾何学の研究は対象を古典線型論理に集中してなされており、他の言語や線型ラムダ計算の拡張に対する相互作用の幾何学の研究は多くない。このことに対して実現可能性解釈を介して相互作用の幾何学の表示的意味論としての圏論的構造を捉えるアプローチを考えている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

相互作用の幾何学のどのような拡張も不動点演算子を加えた線型ラムダ計算に対する適切な表示的意味論を与えないという問題があり、この問題に対して実現可能性解釈を用いるアプローチを考え、標準的な相互作用の幾何学を修正することによって適切な表示的意味論を与えることに成功した。

**主要論文：**

Naohiko Hoshino; *Linear realizability*; In CSL 2007, volume 4646 of LNCS, pages 420-434, Springer. (査読付き).

Naohiko Hoshino; *A modified GoI interpretation for a linear functional programming language and its adequacy*; To appear in the proceedings of FoSSaCS 2011 (査読付き).

Ichiro Hasuo and Naohiko Hoshino; *Semantics of higher-order quantum computation via Geometry of Interaction*; To appear in the proceedings of LICS 2011 (査読付き).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Naohiko Hoshino and Sinya Katsumata; *A categorical Geometry of Interaction for additives.*

Naohiko Hoshino and Sinya Katsumata; *Int construction and semibiproducts.*

**講演：**

A modified GoI interpretation for a linear functional programming language、記号論理と情報科学研究集会、東北大学、 Nov 1, 2010

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2, 平成 21 年度〜平成 22 年度,「多相型ラムダ計算の構造とその数学的特徴付けの研究」, 700 千円（総額：1,400 千円）

## 西郷 甲矢人（Hayato SAIGO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
京都大学博士（理学）（2011 年）

**研究テーマ：**

**非可換確率論，量子物理学の基礎**

非可換確率論は、確率論を非可換代数の文脈まで拡張することを通して、量子論の基本的枠組みを包含しつつ、作用素環論への応用をも試みる理論である。そこでは「独立性」の類似概念が多様化し、様々な中心極限定理が知られているが、これはグラフのスペクトル解析・ランダム行列の理論などとの関係を通じて、広い範囲の漸近挙動に対する視座を与える。

**研究内容：**

非可換確率論における独立性概念のうち基本的なものは、四種に分類されることが知られている。特に「単調独立性」は、「因果的順序を有する」独立性ということができ、この特性によって他のものとは画然と異なる理論展開がなされてきた。これに対し、極めて簡潔な組み合わせ論的アプローチによる「単調中心極限定理（村木）」の証明を初めて与え、普遍的構造の存在をあぶりだした。この研究を元に、長谷部高広氏とともに、単調独立性に対しては存在し得ない「キュムラント」の概念を一般化し、この一般化キュムラントの簡潔な特徴づけ・一意性・存在を示し、その系として単調中心極限定理やポワソンの少数の法則を導いた。その後、より広範な非可換確率論の展開を求めて、小嶋泉氏と共に「光子の局在化問題」を解決する論文を執筆した。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

非可換確率論の分野における「一般化キュムラント」の研究を継続。（長谷部高広氏と共同）。とくに多変数への拡張（結合キュムラント）の定義・一意性・存在の議論に成功。論文は投稿中。

ニュートン・ウィグナー・ワイトマン以来量子論の基礎に横たわってきた「光子の局在化問題」を、数理物理と光物性の知見を融合・横断させ、「光子の有効質量」の概念を通じて解決。（小嶋泉氏と共同）論文は投稿中。

**主要論文：**

T.Hasebe and H.Saigo；*The monotone cumulants, Annales de l'Institute Henri Poincaré*, to appear.

H. Saigo;*A simple proof for monotone CLT*, Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat. Top. 13, No. 2 (2010), 339-343.

T. Hasebe, I. Ojima and H. Saigo;*No zero divisor for Wick product in* $(S)^*$, Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat. Top. 11, No. 2, (2008), 307-311.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

T. Hasebe and H. Saigo;*Joint cumulants for natural independences*

I. Ojima and H. Saigo;*Who has seen a free photon?*

**講演：**

Who has seen a free photon?, 基研研究会「量子科学における双対性とスケール」, 京都大学基礎物理学研究所, 2010 年 11 月

On a generalized notion of cumulants, RIMS 研究集会,「独立性と従属性の数理：函数解析学の視点から」, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 12 月

## 原田 僚（Ryo HARADA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
京都大学博士（理学）（2011 年）

**研究テーマ：**

**コヒーレント状態系の理論，量子測定理論**

量子測定についての議論は量子力学の誕生時からあったが，POVM（正作用素値測度）と完全正値 instrument の導入により，測定過程の数理的に厳密な記述が可能になった．またコヒーレント状態の概念は当初，量子光学においてレーザー光の状態を表すために導入されたが，現在では Lie 群の表現論の枠組で理解されるより一般的な状態のクラスとして理解されている．これらのトピックは量子情報理論の数理的基礎として，現在も多くの研究がなされている．

**研究内容：**

任意の Lie 代数に関して対応するコヒーレント状態系を構成することができるが，それに内在する幾何的，あるいは調和解析的構造を用いて擬確率分布函数（Wigner 函数や伏見函数の一般化概念）を直接的に構成する手法について研究している．擬確率分布函数の domain である等質空間は物理的に良い性質をもっており相空間と見なすことができる．この視点は，ミクロ系とマクロ系の間の双対性や相補性を研究する上で強力な方法論を与える．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

一般コヒーレント状態系に付随する Wigner 型函数について研究していたが，等質空間上における擬確率分布函数の一般論からのアプローチにより，これらの函数を調和解析的に理解する枠組を定式化した．またこれにより，コヒーレント状態系の相空間の持つ Kähler 幾何構造の物理的解釈を与えることに成功した．

また，小嶋泉氏・岡村和弥氏・西郷甲矢人氏・谷村省吾氏と共同でマルチチャネル系における相補性について研究し，主な成果として，Lie 代数を用いた相補性の定式化および相補性不等式の自然な拡張を与えた（論文は現在執筆中）．

**主要論文：**

Ryo HARADA, Izumi OJIMA; *A Unified Scheme of Measurement and Amplification Processes based on Micro-Macro Duality – Stern-Gerlach experiment as a typical example –*, Open Systems and Information Dynamics,16(1),55-74,2009.

Ryo HARADA; *Operational and harmonic-analytic aspects of quasi-probability distributions*, to appear in Open Systems and Information Dynamics.

## 安藤 浩志（Hiroshi ANDO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
学位：京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**作用素環論，位相群, ユニタリ表現論**

無限次元の Lie 群・Lie 環の構造および関連する位相群の構造を作用素環論の立場から研究している. 作用素環論, 特に von Neumann 環の理論は J. von Neumann によって量子力学の数学的構造を解明するために創始された. 後に Gelfand をリーダーとするソビエト学派の C* 環論, ユニタリ表現論と相補的に発展を続け, 現在では結び目の理論、幾何学的群論をはじめ多岐に亘る分野との関連が見出されている.

**研究内容：**

2009 年度から継続している北海道大学の松澤泰道氏との Lie 環を有する (一般に局所コンパクトでない)Polish 群の共同研究を行っている. このクラスの群は Popa により有限型と呼ばれた。Polish 群 $G$ が有限型とは、$G$ がある有限型 von Neumann 環 $M$ の強閉部分群に同型となる事を言う. 有限型 Polish 群は完備位相 Lie 環を持つが、その非自明な例がどの程度存在するか, 有限型であるための判定条件は何か等, 不明な点が多い. 有限型 Polish 群の研究が主要テーマの一つとなっている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

松澤氏との共同研究の中で, 有限型 Polish 群の判定条件を発見した. すなわち Polish 群 $G$ が有限型であるためには連続正定値関数の族で、$G$ の単位元 $e_G$ と任意の閉集合 $(e_g \notin)A$ を分離するものが存在する事が必要十分である. この判定条件を用いて, 以下の Polish 群が有限型である事を示した (1) Hilbert 空間 $\ell^2$ のユニタリ作用素 $u$ で $u-1$ が Hilbert-Schmidt 型のもの全体のなす群. (2) 可分 $\mathrm{II}_\infty$ 型因子環 $M$ のユニタリ作用素 $u$ で $u-1$ がトレースに関して $L^2$ であるもの全体. (3) 性質 (T) を持つ可分 $\mathrm{II}_1$ 型因子環の自己同型群. さらにユニタリ表現可能な SIN な Polish 群が有限型かという Popa の問に対して、局所コンパクト, あるいは従順群の場合に肯定的解答を与えた. 現在一般の場合に対する Popa の問題の解答を得るために研究を継続している.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Hiroshi Ando; *On the local structure of the representation of a local gauge group*, Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and related topics, vol 13, no. 2 (2010), 223–242.

Hiroshi Ando, Yasumichi Matsuzawa; *Lie Group-Lie Algebra Correspondences of Unitary Groups in Finite von Neumann Algebras*, Hokkaido Math. J.,vol. 41 No. **1**, (2012) 31–39.

Hiroshi Ando, Yasumichi Matsuzawa; *On Polish Groups of Finite Type*, Publ. RIMS に掲載予定

**講演：**

国内講演

基礎物理学研究所研究会「物理と情報の階層構造-情報を接点とした諸階層の制御と創発-」“有限型 Polish 群とその Lie 環について”(口頭発表),2012.1.5-1.7, 京都大学

第 3 回 GCOE 若手数学者交流会 (ソウル大学との交流会) ,“On Polish Groups of Finite Type”(ポスター発表) 2012.2.20-2.21, 京都大学

2012 年度日本数学会年会,“有限型 Polish 群について”(口頭発表),2012.3.26-3.29, 東京理科大学神楽坂キャンパス

国際研究会

NordForsk Network Junior Workshop: Operator algebras and dynamical systems,Sep 14-17, 2011.

(2) 14th Workshop: Non-Commutative Harmonic Analysis,“Embedding of Polish groups into unitary groups of $\mathrm{II}_1$ factors”(口頭発表),2011.9.25-10.1, Bedlewo, Poland

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2，平成 23 年度〜平成 24 年度,「無限次元 Lie 群への作用素環論的アプローチ」，1,300 千円（総額：1,300 千円）

## 小布施 祈織（Kiori OBUSE）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**回転球面上における非圧縮性２次元流体方程式の解の長期的な振る舞い**

回転球面上での非圧縮性２次元流体モデルは, 惑星上の大気や海洋に対して用いられるモデルの中で最もシンプルかつ基本的なものの１つであり, 特に強制問題では多くの惑星に見られるような東西ジェットが形成されるという興味深い性質を持つ. しかしながらその基本的な性質は多くの場合いまだ明らかではなく, ジェットの形成や維持および消滅, エネルギースペクトルについてなど多様な研究がなされている. 本研究で扱う解の長時間的振る舞いも, 惑星大気などを考える際に最も興味深い基本的性質の１つである.

**研究内容：**

回転球面上での非圧縮性２次元流体方程式 (回転効果の入った Navier-Stokes 方程式) の数値時間積分により, 多数本の東西ジェットからなる構造が出現したのち, ジェットの融合 · 消滅を経て少数本のジェットからなる漸近状態が実現されることが見出された. この際のジェットの融合・消滅メカニズムにはジェットの背景に存在する乱流の効果が重要である. そこでこのメカニズムを解明するために, 球面のある一点での接平面 ($\beta$ 平面) 上の南北周期流の上に形成される東西ジェットについて, その解析解, 線形安定性およびジェット間相互作用を調べている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

（22 年度） $\beta$ 平面上の南北周期流の上に形成される東西ジェットについて, その定常解析解および線形安定性を調べた. その結果, それらのジェットは全て線形不安定であり, 不安定化の結果領域全体に拡散することが確認された. このとは, この東西ジェットが背景の小スケールな流れの効果によって不安定化することを示しており, 球面上でのジェットの融合 · 消滅と整合的である.

（23 年度）回転球面上の乱流内に形成される東西ジェットの簡易モデルとして, $\beta$ 平面上の南北周期流の上に形成される東西ジェットを考え, そこでの東西ジェット型定常解析解を用いてジェットの融合 · 消滅過程を調べた。

特に, 定常解析解の間の tail 部分を通じての弱い相互作用を摂動展開で見積もり, ジェット距離の時間変化の解析的表現を得た. その結果, ２つのジェットは互いにゆっくりと近付き, その接近速度はジェット間距離が短くなるにつれて速くなることが見出された. また, ２つの定常解析解を用いた長時間的相互作用を数値的に調べ, ２種のジェットの融合 · 消滅過程が異なったパラメータに対して見られることを確認した.

これらの結果は球面上での数値的時間積分結果と整合的であり, 用いた簡易モデルが重要な物理過程を充分に取り入れていることおよびジェットの融合 · 消滅が隣接するジェット間の tail を通じての相互作用で説明され得る可能性を示唆している.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kiori Obuse, Shin-ichi Takehiro, and Michio Yamada; *Long-time asymptotic states of forced two-dimensional barotropic incompressible flows on a rotating sphere* ; Physics of Fluids, 22(5), 1-9 031004PHF, 2010 (査読あり)

Kiori Obuse, Shin-ichi Takehiro, and Michio Yamada; *Linear stability of steady zonal jet flows induced by a small-scale forcing on a $\beta$ plane* ; Physica D, 240, 1825-1834, 2011 (査読あり)

Kiori Obuse, Shin-ichi Takehiro, and Michio Yamada, “Weak interaction between zonal jets on a $\beta$ plane”, JJIAM, DOI 10.1007/s13160-012-0086-9, 2012

**講演：**

$\beta$ 平面上の帯状流の安定性と乱れの効果, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 幕張メッセ, May 23-28, 2010

回転球面上の強制２次元乱流の漸近状態, 第 23 回惑星大気研究会オンラインセミナー/CPS セミナー, June 3, 2010

Trajectories of a low Reynolds number treadmilling organism near a half-infinite no-slip wall, Geophysical Fluid Dynamics Program 2010 fellows' presentations, Woods Hole Oceanographic InstitutionWoods Hole Oceanographic Institution (USA), August 24-26, 2010 (International)

Long-time asymptotic states of forced two-dimensional barotropic incompressible flows on a rotating sphere, CASPO Wednesday Seminar, Scripps UCSD (USA), September 1, 2010 (International)

ウッズホール海洋研究所 GFD プログラム 2010, 第 23 回惑星大気研究会オンラインセミナー/CPS セミナー, January 19, 2011

$\beta$ 平面における帯状流の相互作用について, 第 60 回理論応用力学講演会, 東京工業大学, March 08-10, 2011

$\beta$ 平面上の帯状流の安定性と乱れの効果, 天文学を中心とした理工学における乱流研会, 国立天文台, March 14-15, 2011

Instability and merging of jets in turbulent flows on the beta-plane, Hierarchical Self-Organization of Turbulence and flows in Plasmas, Oceans and Atmospheres, Kyoto University, March 16-18, 2011 (International)

$\beta$ 平面における帯状流の相互作用について, 日本物理学会 第 66 回年次大会, 新潟大学, March 25-28, 2011

$\beta$ 平面における帯状流の相互作用について, 日本地球惑星科学連合 2012 年度連合大会, 幕張メッセ, May 22, 2011

ジェットの形成と発展 – 2 次元回転球面上の Navier-Stokes 流, 研究会：Emergent Dynamics in Nonlinear Science, 東京大学, May 25, 2011

$\beta$ 平面における東西ジェットの相互作用と消滅について, 日本流体力学会 2011 年度年会,　首都大学, September 8, 2011

$\beta$ 平面における帯状流の融合・消滅について, 日本応用数理学会 2011 年度年会, 同志社大学, September 16, 2011

ジェットの形成と発展 – 2 次元回転球面上の Navier-Stokes 流, 東北大学 WPI 研究会, 東北大学, October 21, 2011

Instability and merging of jets in turbulent flows on a beta-plane, JIFT Workshop, 京都大学, October 25, 2011 (International workshop)

Long-time behavior of zonal flows in two-dimensional turbulence on a rotating sphere, Climate Modeling Seminar, Brown University, February 8, 2012 (International seminar)

Long-time behavior of zonal flows in two-dimensional turbulence on a rotating sphere, Atmosphere/Ocean/Climate Dynamics Seminar Series, Yale University, February 16, 2012 (International seminar)

Long-Time Asymptotic States of Forced Two-Dimensional Turbulence on a Rotating Sphere, The 2012 WPI-AIMR Annual Workshop, 仙台国際センター, February 21-23, 2012 (International workshop)

Zonal flow formation in two-dimensional turbulence on a rotating sphere, ESF-JSPS Frontier Science Conference Series for Young Researchers, フォーシーズンズホテル椿山荘, March 1, 2012　(International conference)

## 野坂 武史（Takefumi NOSAKA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）
京都大学博士（理学）（2012 年）

**研究テーマ：**

**結び目, ３次元多様体, カンドル**

カンドルとは, 分配則を満たす或る代数系であり, おおよそ等質空間に入る良い二項演算のことである. カンドルは, 結び目や低次元トポロジーの不変量の構成に相性がよい. 特に, カンドルの分類空間のホモトピー群が研究の鍵である. そのコホモロジーを調べる上で、分岐被覆理論や代数トポロジー的を使ったアプローチが出来る. また群のコホモロジーとの関係も最近示唆されているが未開拓な部分も多い.

**研究内容：**

カンドルから作られる特性類と、それを使った低次元トポロジーの不変量を研究するものである. これまでカンドルは, 1 次元結び目に対してよく研究されていた. 私はカンドルを使い, 3 次元多様体や球面上レフシッツ束の不変量を考察し, その性質を研究している. また群のコホモロジーからカンドルのコホモロジーと関連を研究している. また代数トポロジー (特に代数 $K$ 群や群のコホモロジー) の手法が幾つか活用でき, 研究を継続している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

（22 年度）まず曲面結び目に関するカンドルを使った研究に対し, (一次元結び目をモデルに) ホモトピー群を使った不変量を定義した. これまでカンドルの特性類を使った議論を包括した視点を, 曲面結び目の場合にも与えたことになる. 他方で, カンドルと群コホモロジーとの関係を研究している. 結び目に沿った分岐被覆空間を通じる事で, 有限体上のカンドルの 3 次コホモロジーは群のコホモロジーから由来する事を示した.

（23 年度） まず球面上レフシッツ束に関する, カンドルコサイクル不変量を研究した. そこではデーンカンドルという写像類群の亜種が鍵である. そのカンドルを使い, 4 次元多様体の符号数を取り出す事に成功した. また写像類群の定理や議論を使うことで, 幾つかのデーンカンドルの 2 次カンドルホモロジーを計算した.

他方で, “アレクサンダーカンドルの $G$ 族”というカンドルのクラスに関し, カンドルのコサイクルを量産するアルゴリズムを見出した. 実際, 不変式論や表現論の結果を使うことでコサイクルを多く得た. これにより計算できる結び目のコサイクル不変量の範疇を大きく広げた.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takefumi Nosaka; *On homotopy groups of quandle spaces and the quandle homotopy invariant of links*, Topology and and its Applications **158** (2011), 996-1011.

Takefumi Nosaka and Eri Hatakenaka; *Some topological aspects of 4-fold symmetric quandle invariants of 3-manifolds*, to appear Internat. J. Math.

Takefumi Nosaka; *4-fold symmetric quandle invariants of 3-manifolds*, Algebraic and Geometric Topology **11** (2011) 1601-1648.

Takefumi Nosaka; *On quandle homology groups of Alexander quandles of prime order*, to appear Trans. Amer. Math. Soc.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Takefumi Nosaka; *Quandle homotopy invariants of knotted surfaces*, (arxiv:1011.6035)

Takefumi Nosaka; *Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere*

Takefumi Nosaka; *Quandle cocycles from invariant theory*

**講演：**

「On homotopy groups of quandle spaces and the quandle homotopy invariant of links, 4 次元トポロジー, 広島大学理学部, 2010 年 1 月 19 日

「Quandle を使った結び目不変量の概説, 関西低次元トポロジー若手セミナー (KLDTFS), 大阪大学理学研究科, 2010 年 3 月 13 日

「奇素数位数の連結 quandle の quandle 整 homology 群の決定, 春季総合分科会　2010 日本数学会トポロジー分科会, 慶應義塾大学, 2010 年 3 月 26 日

「4-fold symmetric quandle invariants of 3-manifolds(畠中英里氏との共同研究), KOOK セミナー 2010 年 5 月会合, 大阪市立大学文化交流センター, 2010 年 5 月 8 日

「4-fold symmetric quandle invariants of 3-manifolds(畠中英里氏との共同研究), 研究集会 Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 6 月 8 日

「4-fold symmetric quandle invariants of 3-manifolds(畠中英里氏との共同研究), Workshop(s): Lefschetz bration and category theory, 大阪大学, 2010 年 6 月 24 日

「3 次元多様体の 4 重対称カンドル不変量 I,II,(畠中英里氏との共同研究), 夏季総合分科会 2010, 日本数学会トポロジー分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月 23 日

「On quandle homotopy invariants of linked curves and surfaces for regular Alexander quandles, 東北結び目セミナー, 遊学館第 5 研修室, 2010 年 10 月 23 日

「3 次元多様体の 4 重対称カンドル不変量」(畠中英里氏 (東京農工大学) との共同研究), 4 次元トポロジー, 広島大学理学部, 2010 年 11 月 16 日

「Mochizuki 3-cocycle invariant of links in S3 is one of Dijkgraaf-Witten invariant, Friday Seminar on Knot Theory（2010 年度), 大阪市立大学, 2010 年 12 月 19 日

「奇素数位数の Alexander quandle における quandle 整 homology 群の決定, 結び目の数学 III, 日本大学文理学部百周年記念館国際会議場, 2010 年 12 月 21 日

「Some notes on quandle homotopy invariants of knoted curves and surfaces, The Seventh East Asian School of Knots and Related Topics, Saijo Hakuwa Hotel Higashi-Hiroshima, 2011 年 1 月 10 日

「カンドルの分類空間のホモトピー群を用いた曲面結び目の不変量について, トポロジー金曜セミナー, 九州大学伊都キャンパス, 2011 年 1 月 14 日

「望月コサイクルを使った不変量と Dijkgraaf-Witten 不変量, 研究集会『Spring Workshop 2011 on Low-Dimensional Topology and its Ramications 』, 名城大学, 2011 年 3 月 3 日

「カンドルの分類空間について, 微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2011 年 5 月 31 日

「Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere, トポロジーセミナー, 大阪大学, 2011 年 7 月 2 日

「Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere, Friday Seminar on Knot Theory（2011 年度), 大阪市立大学, 2011 年 7 月 15 日

「カンドル 3 コサイクルを使った結び目不変量と Dijkgraaf-Witten 不変量, 有限群のコホモロジーとその周辺 (2011 年度), 京都大学 数理解析研究所, 2011 年 8 月 30 日

「Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere, リーマン面に関連する位相幾何学（2011 年度), 東京大学大学院数理科学研究科, 2011 年 9 月 3 日

「 望月 3 コサイクルを使った結び目のコサイクル不変量と 3 次元多様体の Dijkgraaf-Witten 不変量, 夏季総合分科会 2011 日本数学会 トポロジー分科会, 信州大学, 2011 年 9 月 29 日

「The second homotopy groups of some rack spaces, the University of Illinois at Chicago, USA, 2011 年 10 月 6 日

「Mochizuki 3-cocycle invariant of links in $S^3$ is one of Dijkgraaf-Witten invariant, , Special Topology Seminar, The George Washington University, Monroe 451 ,USA, Friday October 7, 2011

「On a topological interpretation of quandle cocycle invariants of classical links, Topology Seminar, University of South Alabama, Department of Mathematics & Statistics, USA, Thursday October 7, 2011

「古典的絡み目のカンドルコサイクル不変量の位相的解釈について, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2011 年 10 月 26 日

「Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere, 4 次元トポロジー, 広島大学理学部, 2011 年 11 月 7 日

「A topological interpretation of quandle cocycle invariants of classical links, The 8th Easy Asian School of Knots and Related topics in Geometric Topology, KAIST, Daejeon, Korea, January 11, 2012.

「Quandle cocycle invariants of Lefschetz brations over the 2-sphere, 4 次元トポロジー, 広島大学理学部, 2011 年 11 月 7 日

「Classifying spaces of quandles and low dimensional topology, The 4th East Asian Conference on Algebraic Topology(2011 年度), 東京大学大学院数理科学研究科, 2011 年 12 月 7 日

「アレクサンダーカンドルの G 族とモジュラー不変式論, 研究集会「結び目の数学 IV, 東京女子大学, 2012 年 12 月 25 日

「A topological interpretation of quandle cocycle invariants of classical links, The 8th Easy Asian School of Knots and Related topics in Geometric Topology, KAIST, Daejeon, Korea, January 11, 2012

「カンドルと低次元トポロジー, 第 8 回数学総合若手研究集会, 北海道大学学術交流会館, 2012 年 2 月 28 日

「On a topological interpretation of quandle cocycle invariants of classical links, Branched Coverings, Degenerations, and Relates Topics 2012, 広島大学大学院先端物質科学研究科, 2012 年 3 月 5 日

「不変式論から構成するアレクサンダーカンドル G 族のコサイクル, 冬季総合分科会 2011 日本数学会代数分科会, 東京理科大学, 2011 年 3 月 26 日

「球面上レフシッツ束のカンドルコサイクル不変量, 冬季総合分科会 2011 日本数学会トポロジー分科会, 東京理科大学, 2011 年 3 月 27 日

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2, 平成 23 年度〜平成 24 年度,「3 次元多様体と結び目のカンドルホモトピー不変量と、カンドル多様体の特性類，1,300 千円（総額 1,300 千円）

## 犬伏 正信（Masanobu INUBUSHI）

理学研究科 数学・数学数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月取得見込み）

**研究テーマ：**

**流体乱流の力学系的アプローチによる研究**

流体乱流の研究の一つに力学系的なアプローチがある. これは流体乱流の力学系的性質を調べ, 物理的性質との関係を考察することで, 流体乱流の理解を深めようというものである. これまでに Navier-Stokes 方程式やモデル方程式の Lyapunov スペクトルや不安定周期軌道などが数値的に求められ, 乱流の特性長や統計量との関係が調べられている.

**研究内容：**

本研究では力学系の重要な性質である双曲性に着目し, 近年提案された共変 Lyapunov 解析を用い,2 次元トーラス上 Navier-Stokes 方程式に従う流れ (Kolmogorov 流) の双曲性を調べている. また,Lyapunov ベクトルの性質も調べている. また Couette 乱流に見られる自己維持過程 (self-sustaining process) を共変 Lyapunov 解析の立場で調べている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Kolmogorov 流は乱流化過程において小さな Reynolds 数では双曲的であるが,Reynolds 数の増大に伴い, ある Reynolds 数で非双曲的となることが見出された. この双曲/非双曲転移に伴う流れの物理的性質の変化は, 長時間の統計的性質に現れると期待される. そこで Kolmogorov 流の乱流化過程において渦度の時間相関関数を数値的に求め, その漸近形を調べた. その結果, 時間相関関数の漸近形は双曲/非双曲転移に伴って変化することが見出された.

また，Couette 流ではストリークの不安定性が実際に sinuous mode によって引き起こされることが共変 Lyapunov ベクトルを調べることで分かった．また，ストリーク不安定性に続いて流れ方向渦の生成による不安定性が起こること，それ以降は指数的不安定性が見られないことが明らかになった（論文は現在準備中）.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Masanobu Inubushi, Miki U Kobayashi, Shin-ichi Takehiro, and Mi- chio Yamada; *Covariant Lyapunov Analysis of Chaotic Kolmogorov Flows*, Phys. Rev. E 85, 016331, 2012. （査読つき）

Masanobu Inubushi, Miki U Kobayashi, Shin-ichi Takehiro, and Mi- chio Yamada; *Covariant Lyapunov Analysis of Chaotic Kolmogorov Flows and Time-correlation Function*, Procedia IUTAM, Volume 5, 2012.

犬伏正信, 小林幹, 竹広真一, 山田道夫; Kolmogorov 流の乱流化と共変 Lyapunov 解析, 数理解析研究所講究録 1742(力学系研究集会ー理論から応用へ、応用から理論へー)pp.33-41 (2011).

**講演：**

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov ベクトルに見られる間欠性について，犬伏正信，竹広真一，山田道夫，第 61 回理論応用力学講演会，東京大学生産技術研究所，2012 年 3 月 9 日.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析， 犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，第 8 回数学総合若手研究集会，北海道大学学術交流会館，2012 年 2 月 29 日.

Covariant Lyapunov Analysis of Chaotic Kolmogorov Flows and Time-correlation Function， Masanobu Inubushi, Miki U. Kobayashi, Shin-ichi Takehiro, and Michio Yamada, IUTAM Symposium on 50 Years of Chaos : Applied and Theoretical, Kyoto University, Clock Tower Centennial Hall, Kyoto, JAPAN，2011 年 11 月 30 日 (国際会議).

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析と時間相関関数, 犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，国立天文台研究集会『天文学を中心とした理工学での乱流研究』，東京大学生産技術研究所，10 月 28-29 日.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov ベクトルに見られる間欠性について，犬伏正信，竹広真一，山田道夫，日本物理学会 2011 年秋季大会，富山大学五福キャンパス， 2011 年 9 月 22 日.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析と時間相関関数，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，日本流体力学会 年会 2011，首都大学東京 南大沢キャンパス，2011 年 9 月 7 日.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫， Control and Noise in Dynamical Systems (Part 1), 北海道大学大学院理学研究院数学部門，2011 年 8 月 15 日–19 日.

Covariant Lyapunov Analysis of Chaotic Kolmogorov Flows and Time-correlation Functions, Masanobu Inubushi, Miki U. Kobayashi, Shin-ichi Takehiro, and Michio Yamada, 8th International Summer School /Conference LET'S FACE CHAOS THROUGH NONLINEAR DYNAMICS, Center for Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Maribor, Slovenia, 2011 年 7 月 2 日（国際会議）.

Covariant Lyapunov Analysis of Chaotic Kolmogorov Flows, Dynamics Days Europe 2010, Bristol, UK, 6-10 September 2010 (国際研究集会，ポスター発表).

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析と時間相関関数，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，日本物理学会，新潟大学 25–28 March 2011.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析と時間相関関数，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，第 60 回理論応用力学講演会，東京工業大学，8–10 March 2011.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，京都大学数理解析研究所研究集会「力学系研究集会- 理論から応用へ、応用から理論へ -」，京都大学数理解析研究所，27–30 September 2010.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，日本物理学会，大阪府立大学，23–26 September 2010.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，流体若手夏の学校 2010，27–29 August 2010.

Kolmogorov 流の共変 Lyapunov 解析，犬伏正信，小林幹，竹広真一，山田道夫，第 59 回理論応用力学講演会，日本学術会議，8–10 June 2010.

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2，平成 24 年度〜平成 25 年度,「コルモゴロフ流の共変リャプノフ解析」，900 千円（総額 1,800 千円）

## 岡崎 建太（Kenta OKAZAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**部分因子環の平面代数を用いた、結び目と３次元多様体の不変量の研究**

平面代数という概念は, 部分因子環の理論を組み合わせ的に記述し, 低次元トポロジーへの応用を与えることをひとつの動機付けとして 1999 年に Jones によって提示された. 平面代数は, 作用素環論と低次元トポロジーとを相互に理解するためのいわば「架け橋」となっている.

**研究内容：**

本研究の主な目標は, 具体的な部分因子環に対しそこから誘導される結び目や 3 次元多様体の不変量を, 部分因子環の理論を経由せず初等的に再構成し, よりよい理解を与えることである.

具体的な研究の対象となるのは, $A$ 型の部分因子環から誘導される色つきジョーンズ多項式（結び目の不変量）, 量子 $SU(2)$ 不変量（3 次元多様体の不変量）, あるいは $E$ 型の部分因子環から誘導される 3 次元多様体の状態和不変量である.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

レンズ空間のスピン精密化量子 $SU(2)$ 不変量を, 絡み目の交差形式がつくるガウス和に帰着させることによって計算し, 値を具体的に表示した.

また, $E_6$ 及び $E_8$ 型の部分因子環に由来した平面代数を作用素環論の知識を経由せず初等的に構成し, それを用いて $E_6$, $E_8$ 型の状態和不変量を組み合わせ的に再定義した. さらにレンズ空間に対するこの不変量の値の一部を, この定義を用いて計算した (ここまでの内容を纏めた論文を現在執筆中である).

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kenta Okazaki; *On the Spin-refined Reshetikhin–Turaev $SU(2)$ Invariants of Lens Spaces*, J. Knot Theory Ramifications 21 (2012) 1250096 (9 pages) (査読つき）.

**講演：**

On the Reshetikhin-Turaev $SU(2)$ invariants of lens spaces associated with spin structures,
量子群と量子トポロジー, 京都大学 数理解析研究所, 111 教室, April 20, 2010.

On the Reshetikhin-Turaev $SU(2)$ invariants of lens spaces associated with spin structures,
The 4th Graduate Student Workshop on Mathematics, Kyungpook National University, Natural Science Building, Room 219, July 27, 2010. (International conference).

On the spin refined Reshetikhin-Turaev $SU(2)$ invariants of lens spaces,
Second friendship meeting in mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan University, School of Mathematical Sciences, Guanghua East Main Building, Room 1501, November 1, 2010 (International conference).

レンズ空間のスピン精密化 Resheikhin-Turaev $SU(2)$ 不変量について,
結び目の数学 III, 日本大学文理学部 百周年記念館 国際会議場, December 21, 2010.

On the spin refined Reshetikhin-Turaev $SU(2)$ invariants of lens spaces,
The Seventh East Asian School of Knots and Related Topics, Saijo Hakuwa Hotel Higashi-Hiroshima, Room B, January 10, 2011 (International conference).

Combinatorial construction of the $E_6$ and $E_8$ subfactor planar algebras,
and state sum invariants of 3-manifolds 結び目の数学 IV, 東京女子大学 24 号館 (安井てつ記念ホール), 24203 教室, December 24, 2011.

$E_6$, $E_8$ 型部分因子環の平面代数と 3 次元多様体の状態和不変量の組み合わせ的構成について,
第 9 回城崎新人セミナー, February 15, 2012 （ポスター発表）.

$E_6$, $E_8$ 型部分因子環の平面代数と 3 次元多様体の状態和不変量の組み合わせ的構成について,
第 8 回数学総合若手研究集会, 北海道大学学術交流会館, 会議室 1, February 28, 2012 （ポスター発表）.

On the Turaev-Viro-Ocneanu invariants of 3-manifolds associated with the $E_6$ and $E_8$ subfactor planar algebras,

The 6th Graduate Student Workshop on Mathematics, 607 Comprehensive Research Bldg. Room 110, Pusan National University, Busan, Korea, July 25, 2012 (International conference)

平面代数と低次元トポロジーへの応用について,
2012 琉球結び目セミナー, てんぶす那覇 3 階会議室, September 4, 2012.

On the Turaev-Viro-Ocneanu invariants of 3-manifolds associated with the $E_6$ and $E_8$ subfactor planar algebra, 日本数学会秋季総合分科会 トポロジー分科会, 九州大学伊都キャンパス, 第 IX 会場, 2403 講義室, September 20, 2012.

On the state-sum invariants of 3-manifolds constructed from the $E_6$ and $E_8$ linear skeins,
東北結び目セミナー, 山形大学小白川キャンパス, 理学部 1 号館 1 3 番教室, October 13, 2012（予定）.

On the state-sum invariants of 3-manifolds constructed from the $E_6$ and $E_8$ linear skeins,
Friday Seminor on Knot Theory, 大阪市立大学, 数学第 3 セミナー室（共通研究棟 4 階 401 室）

3 次元多様体の状態和不変量の組合せ的構成について, 第 3 回関西低次元トポロジー若手セミナー (KLDTFS), 京都大学, 数学教室 大会議室

**受賞歴（等）：**

Award for Presentation Excellence
（第 4 回大学院学生ワークショップ、慶北国立大学、2010 年 7 月 30 日）

Award for Presentation Excellence
（第 6 回大学院学生ワークショップ、釜山国立大学、2012 年 7 月 27 日）

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC2，平成 24 年度〜平成 25 年度,
「部分因子環の平面代数を用いた、結び目と 3 次元多様体の不変量の研究」，900 千円（総額 1,800 千円）

## 木村 恵二（Keiji KIMURA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月取得見込み）

**研究テーマ：**

**回転球殻内における流れの乱流化と分岐構造**

回転球殻内における流れの問題は，単に流体力学的な興味からだけでなく，天体規模で発生していると考えられている流体現象のもっとも簡単なモデルとして，半世紀以上にわたって研究がなされてきている．特に近年，計算機性能の目覚ましい発展により，回転球殻熱対流問題，さらには磁場も含めたダイナモモデルが三次元計算可能となり，天体規模熱対流現象や天体固有の磁場を説明する足がかりとして盛んに研究が行われている．

**研究内容：**

回転球殻内のブシネスク熱対流問題では，両側境界面の温度差を大きくしていくとともに流れは乱流化していくが，その乱流への遷移過程を，解の分岐構造並びに安定性を調べることによって研究している．さらに内側球および外側球の三軸回転運動を許容するモデルを構築し，両側球の運動が熱対流パターンに及ぼす影響を調べている．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

同期回転 (両側球が同じ回転角速度で回転) する回転球殻内のブシネスク熱対流問題について，回転が比較的遅い領域において，臨界点から分岐する，方位角方向に伝播する (非線形) 定常進行波を Newton 法によって求め，その安定領域を固有値計算することによって定めた．またこの定常進行波の伝播方向が，従来提唱されていた渦の伸縮メカニズムだけでなく，非線形効果によって生成される平均帯状流によって決定されることを見出した．

また臨界モードを用いて数値的に弱非線形解析を行い，この平均帯状流の生成メカニズムを明らかにした．

さらに内側球の回転を許容した場合について定常進行波の分岐構造を求め，同期回転の場合と比較して，臨界点から分岐する解の安定領域はほとんど変化しないが，平均帯状流の構造は最大で 20% 程度影響を受けることを見出した (論文は現在最終点検中)．

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Keiji Kimura, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *Stability and bifurcation diagram of Boussinesq thermal convection in a moderately rotating spherical shell*; Phys. Fluids, 23, 074101, 2011. (査読付き)

Keiji Kimura, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *Torques on the inner and outer spheres induced by the Boussinesq thermal convection in a rotating spherical shell*; J. Phys. Soc. Jpn., 81, 084401, 2012. (査読付き)

Keiji Kimura; *On one-fluid MHD models with electron inertia*; Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report 2011 (GFD Program Proceedings Volume 2011).

木村恵二，竹広真一，山田道夫; 回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造, 京都大学数理解析研究所 講究録, 1724 (複雑流体の数理解析と数値解析), pp.200-211, 2011.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Keiji Kimura, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *Stability and bifurcation diagram of Boussinesq thermal convection in a moderately rotating spherical shell allowing rotation of the inner sphere*; submitted for publication.

**講演：**

Equotorial symmetry of chaotic solutions in Boussinesq convection in a rotating spherical shell,34th International Conference on Fluid Mechanics(ICFM2013),Barcelona,Spain,February 27- 28,2013(International conference,poster)

Stability and bifurcation diagram of Boussinesq thermal convection in a rotating spherical shell allowing rotation of the inner sphere,Kyoto RIMS-SNU, workshop,Seoul National University,Seoul,Korea,February 17-20,2013(International conference,poster)

Triaxial rotation of the inner and outer spheres driven by Boussinesq thermal convection in a rotating spherical shell, 13th symposium of Study of the Earth's Deep Interior (SEDI), University of Leeds, Leeds, UK, July 1–6, 2012 (International conference, poster).

Stability and Bifurcation Diagram of Boussinesq Thermal Convection in a Rotating Spherical Shell, Fourth International Symposium Bifurcations and Instabilities in Fluid Dynamics (BIFD2011), Universitat Politecnica de Catalunya, Barcelona, Spain, July 18–21, 2011 (International conference).

Stability and Bifurcation Diagram of Boussinesq Thermal Convection in a Rotating Spherical Shell, 12th symposium of Study of the Earth's Deep Interior (SEDI), University of California, Santa Barbara, USA, July 19–23, 2010 (International conference, poster).

回転球殻ブシネスク熱対流問題におけるカオス解の対称性, 京都大学数理解析研究所研究集会「多重物理・多重スケール乱流現象の数理」, 京都大学数理解析研究所,January 9-11,2013

回転球殻ブシネスク対流におけるカオス解の対称性, 日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学,March 26-29,2013

回転球殻内の Boussinesq 熱対流により引き起こされる両側球の 3 軸回転と南北非対称パターンの発現，日本物理学会 2012 年 年次大会，関西学院大学，March 24–27，2012.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流により引き起こされる両側球の 3 軸回転，第 61 回理論応用力学講演会，東京大学生産技術研究所，March 7–9，2012.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造及び熱対流が両側球に及ぼす影響，第 8 回数学総合若手研究会 –数学を中心とした広範な知識の交流–，北海道大学 大学学術交流会館，February 27–March 1，2012.

両側球の 3 軸回転を許容する回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題，国立天文台研究集会「天文学を中心とした理工学における乱流研究」東京大学 生産技術研究所，February 23–24，2012.（ポスター発表)

回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造及び熱対流が両側球に及ぼす影響，京都大学数理解析研究所共同利用研究集会「乱流の普遍性と個別性：流体乱流を通して宇宙を見る」，京都大学 数理解析研究所，January 11–13，2012.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造及び熱対流が両側球に及ぼす影響，第 13 回地球流体力学研究集会「地球流体における波動と対流現象の力学」，九州大学 応用力学研究所，December 14–15，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造及び熱対流が両側球に及ぼす影響，平成 23 年度共同利用研究集会「乱流現象及び非平衡系の多様性と普遍性」，九州大学 応用力学研究所，November 10–12，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流が内外境界面に及ぼすトルク，国立天文台研究集会「天文学を中心とした理工学における乱流研究」，東京大学 生産技術研究所，October 28–29，2011.（ポスター発表)

A One-Fluid MHD Model with Electron Inertia，CPS セミナー，惑星科学研究センター (Center for Planetary Science)，October 19，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流により引き起こされる両側球の 3 軸回転，日本物理学会 2011 年 秋季大会 (物性関係)，富山大学，September 21–24，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流により引き起こされる両側球の 3 軸回転，日本応用数理学会 2011 年度 年会，同志社大学，September 14–16，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流により引き起こされる内側球の 3 軸回転，日本流体力学会 年会 2011，首都大学東京，September 7–9，2011.

回転球殻内における Boussinesq 熱対流による平均帯状流生成メカニズム，2011 年日本地球惑星科学連合大会，幕張メッセ国際会議場，May 22–27，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流が内外境界面に及ぼすトルク，日本物理学会第 66 回年次大会，新潟大学，March 25–28，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流が内外境界面に及ぼすトルク，第 60 回理論応用力学講演会，東京工業大学，March 8–10，2011.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流問題の安定性と分岐構造，京都大学数理解析研究所研究集会「複雑流体の数理解析と数値解析」，京都大学数理解析研究所，September 27–29，2010.

回転球殻内の Boussinesq 熱対流の安定性と分岐構造，日本物理学会平成 22 年度秋季大会，大阪府立大学，September 23–26，2010.

回転球殻ブシネスク熱対流の安定性と分岐構造について，日本流体力学会年会 2010，北海道大学，September 9–11，2010.

回転球殻内における Boussinesq 熱対流の安定性と分岐構造，日本応用数理学会 2010 年度年会，明治大学，September 6–9，2010.

回転球殻内における Boussinesq 熱対流の安定性と分岐構造について，流体若手夏の学校 2010，August 27–29，2010.

回転球殻内における Boussinesq 熱対流の安定性と分岐構造について，第 59 回理論応用力学講演会，日本学術会議，June 8–10，2010.

回転球殻内における Boussinesq 熱対流の有限振幅パターンの安定性と伝播方向について，2010 年日本地球惑星科学連合大会，幕張メッセ国際会議場，May 23–28，2010.

## 佐々木 英一（Eiichi SASAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月取得見込み）

**研究テーマ：**

**回転球面上の 2 次元帯状流の力学系的性質**

惑星大気には帯状流と呼ばれる緯度によって向きを変える東西方向のジェット流が存在する. 回転球面上の 2 次元 Navier-Stokes 流は惑星大気の最も単純なモデルの一つとして, また境界を持たない有界コンパクト領域内の流れの一例としても興味を集めてきた. このモデルにおける強制乱流の数値シミュレーションが調べられており, 流れ場は少数本のジェットからなる安定な帯状流に漸近することが報告されている.

**研究内容：**

回転球面上の 2 次元流れにおける帯状流の安定性については, 非粘性の場合の安定性が調べられている. たとえば Baines(1976) は典型的な非粘性帯状流の臨界回転角速度をスペクトル法を用いて調べた. 一方, 粘性帯状流の場合, その安定性と不安定化後の非線形解の性質については未だに調べられていない. そこで Kolmogorov 問題を球面に拡張することで, 粘性帯状流の安定性を調べ, さらに不安定化後の定常解の分岐構造を調べた.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Baines(1976) が調べた非粘性帯状流の臨界安定性について追試を行ったところ, 固有関数に特異性が発現するためスペクトル法では臨界回転角速度を得ることができなかった. そこでこの特異性を回避する数値計算法を構築し,Baines が与えた臨界回転角速度を最大 20% 修正した. 次に高 Reynolds 数でのカオス解の平均量の時間変化を分岐解析によって得た不安定定常解を用いた線形写像をによって再現した. この再現手法は前例がなく野心的な研究である. (本研究は全て竹広真一氏・山田道夫氏との共同研究である)

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Eiichi Sasaki, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *A note on the stability of inviscid zonal jet flows on a rotating sphere*, J. Fluid Mech., 710, (2012) 154-165 (査読つき).

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Eiichi Sasaki, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *Linear stability of viscous zonal jet flows on a rotating sphere*, submitted for publication (査読付き).

Eiichi Sasaki, Shin-ichi Takehiro and Michio Yamada; *Bifurcation strucuture of two-dimensional viscous zonal jet flows on a rotating sphere*,in preparation (査読付き).

**講演：**

回転球面上の帯状流の分岐, 青山数理セミナー (青山学院大学), 20 May 2010.

Bifurcation structure of zonal flow solutions on a rotating sphere, DYNAMICS DAYS EUROPE (University of Bristol, Bristol, UK), 6 Sep.-10 Sep 2010 (International conference, ポスター発表).

回転球面上の帯状流の分岐, JST さきがけセミナー「数理環境流体セミナー」 (北海道大学), 22 Oct. 2010.

回転球面上の帯状流の 分岐構造, 日本応用数理学会 (同志社大学), 14 Sep.-16 Sep. 2011.

回転球面上の帯状流の安定性と分岐解の対称性の回復, 日本物理学会 2011 年秋季大会 (富山大学), 21 Sep.-24 Sep. 2011.

回転球面上の帯状流の線形安定性, 第 13 回地球流体力学研究集会「地球流体における波動と対流現象の力学」(九州大学), 14 Dec.-15 Dec. 2011.

Bifurcations of Zonal Flow Patterns and Zonal Mean Flows in 2D Navier-Stokes flow on a Sphere, DYNAMICS DAYS US 2012 (The Sheraton Inner Harbor Hotel, Baltimore, Maryland, USA) 2 Jan.-8 Jan 2012 (International conference, ポスター発表).

Bifurcations and chaotic solutions of two-dimensional zonal jet flow on a rotating sphere, ICFM 2013 : International Conference on Fluid Mechanics (NH Caldern Hotel, Barcelona, Spain) (International conference, ポスター発表, 予定)

## 佐々木 真二（Shinji SASAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**完全 WKB 解析の基礎付け及び応用**

完全 WKB 解析は, (常) 微分方程式の形式解に対して Borel 総和法（Borel 変換 + Laplace 変換）を適用し, その Borel 変換像を詳しく解析することで, 微分方程式の解の大域的な性質を調べようというものである. 2 階線形常微分方程式から研究が起って, 今日では一部の非線形常微分方程式などに対象が広がっている.

**研究内容：**

完全 WKB 解析では, WKB 解の Borel 変換を詳しく解析することが重要となるが, まずは最も基本的である 2 階線形常微分方程式の場合に Borel 変換の Riemann 面の構造を調べている. 特に特殊関数で解がかける Weber 方程式等を詳しく調べる. また, 一般の方程式の WKB 解の Borel 変換を調べるための道具の一つである, 標準形への WKB 解析的変換の Borel 総和可能性を研究している.

また, WKB 解析の応用として, 高階の方程式の場合に現れる, いわゆる新しい Stokes 曲線が物理の計算において本質的に効く例を探している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

Weber 方程式について, WKB 解（の Borel 和）と特殊関数の対応を付けたうえで, 積分表示を用いて Borel 変換の特異点と Riemann 面の構造を調べた. また, 一般の方程式の WKB 解の Borel 変換の特異点を調べる際に有用である標準形への変換論において, 特に Weber 方程式への変換級数, および Whittaker 方程式への変換が (やや強いと思われる仮定のもとだが) Borel 総和可能であることの証明を見出した. さらに, その際の仮定を弱めるために重要となるとおもわれる補題 (WKB 解の Borel 変換の増大度) を証明した.

また, 完全 WKB 解析の応用として, 多準位系の非断熱遷移の問題で, 遷移確率の計算において新しい Stokes 曲線が効く例 (解析接続の際に新しい Stokes 曲線を避けれず, またその接続係数が結果に現れる) を見つけた.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Shinji Sasaki; *On the Classification of Stokes Graphs for Second Order Fuchsian Equations*, in preparation.

Shinji Sasaki; *Resurgence of WKB solutions of the Weber equation through integral representation*, in preparation.

**講演：**

Toward resurgence of WKB solutions of second order linear ODEs — Weber equation as a first step —, Recent Developments in Resurgence Theory and Related Topics, Kansai Seminar House, Kyoto, June 28, 2010

untitled, Exact WKB analysis — Borel summability of WKB solutions, RIMS, Kyoto, September 8-9, 2010

2 階 Fuchs 型方程式の Stokes グラフの分類について, 日本数学会秋季総合分科会, 名古屋大学, September 22, 2010

Stokes グラフの分類について, 微分方程式の総合的研究, 京都大学, December 19, 2010

完全 WKB 解析と Stokes グラフについて, 古典解析セミナー, 大阪大学, January 19, 2011

Classifcation of Stokes graphs for second order linear ODEs, Exponential Asymptotics and Virtual Turning Points, RIMS, Kyoto, March 11, 2011

Borel summability of transformation series concerning fixed singularities of WKB solutions, ボレル総和法と接続問題, 広島大学, March 7, 2012

New Stokes lines and virtual turning points in the exact WKB analysis of nonadiabatic transition problem of three levels, Seminar on Singular Perturbations, RIMS, Kyoto, June 18, 2012

動かない特異点に関係した WKB 解析的変換級数の Borel 総和可能性について, 日本数学会秋季総合分科会, 九州大学, September 18, 2012

Borel summability of transfomations series concerning fixed singularities of WKB solutions, 超局所解析と漸近解析の最近の進展, RIMS, Kyoto, October 25, 2012 (予定)

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 22 年度〜平成 24 年度,「完全 WKB 解析の基礎付け及び応用」，2,100 千円 (総額 2,100 千円)

## 廣瀬 三平（Sampei HIROSE）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 3 年
京都大学博士（理学）（2013 年 3 月取得見込み）

**研究テーマ：**

**微分方程式 (完全 WKB 解析), コンピュータグラフィックス**

完全 WKB 解析とは WKB 法, つまり特異摂動型の微分方程式を発散級数解である WKB 解を用いて解析する手法, を Borel 総和法によって数学的に厳密に取り扱う手法である. この解析手法は方程式の大域的な性質を調べる際に強力な手法であり, これまでに様々な常微分方程式に対して拡張されてきた.

コンピュータグラフィックスは映画やゲームなどのエンターテインメントだけでなく, 医学など様々な分野で発展が望まれる分野である. また数学との結びつきも強く, コンピュータグラフィックスの様々な分野に適用されている.

**研究内容：**

完全 WKB 解析はこれまでに様々な常微分方程式に対して拡張されてきたが, そのホロノミー系 (偏微分方程式系) への拡張は近畿大学の青木貴史氏による研究があるだけであった. 私は完全 WKB 解析のホロノミー系への拡張に向けて研究している. 特にホロノミー系の完全 WKB 解析を通して高階常微分方程式における仮想的変わり点 (あるいは新しい Stokes 曲線) の自然な理解を目標としている.

コンピュータグラフィックスにおいては函数解析や微分幾何など様々な数学が使われており, 今後もその傾向はさらに強まっていくと考えられる. 我々はコンピュータグラフィックスにおける基本的な補間手法であるキーフレーム法や顔の表情, テクスチャの変形などの具体的問題を通して数学の応用を行っている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

完全 WKB 解析に関しては具体的なホロノミー系とその制限として現れる高階常微分方程式の Stokes 幾何の対応を考察し, 常微分方程式の Stokes 幾何に現れる仮想的変わり点, 新しい Stokes 曲線がホロノミー系の Stokes 幾何から自然に理解されることを得た. また完全 WKB 解析において重要な標準形への変換論に関しても, ホロノミー系への (ある種の) 拡張が出来ることを確かめた.

コンピュータグラフィックスに関しては OLM Digital 社の安生健一氏, 九州大学の溝口佳寛氏, 山口大学の鍛冶静雄氏, 首都大学東京の坂田繁洋氏との共同研究でキーフレーム法においてリー環の理論を適用することにより改良が出来ることを得た. このリー環の理論を適用する手法は, コンピュータグラフィックスの他の分野にも適用することが可能なことも見いだした.

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Sampei Hirose; 微分方程式の大域的解析と完全 WKB 解析, 第 2 回白浜研究集会報告書, 2010.（査読なし）.

Sampei Hirose; ホロノミック系に対する完全 WKB 解析, 第 7 回数学総合若手研究集会報告書, 2010.（査読なし）.

Team CG; *Characterizations for rigid deformation*, Study Group Workshop 2011 Lecture and Report, MI レクチャーノート vol.33, 2011.（査読なし）.

Sampei Hirose; (1,4) 型の超幾何系に対する Stokes 幾何について, 第 3 回白浜研究集会報告書, 2011.（査読なし）.

S.Kaji, S.Hirose, S.Sakata, Y.Mizoguchi, and K.Anjyo; *Mathematical Analysis on Affine Maps for 2D Shape Interpolation*, Proceedings of SCA2012 (ACM/Eurographics Symposium on Computer Animation 2012), pp. 71–76.（査読付き）.

Sampei Hirose; *On the Stokes geometry for the Pearcey system and the (1,4) hypergeometric system*, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu, (accepted),（査読付き）.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Sampei Hirose; *On a WKB theoretic transformation for a completely integrable system near a degenerate point where two turning points coalesce*, (2012) submitted for publication, RIMS Preprint 1769.

**講演：**

WKB analysis for a holonomic system related to some integral, Recent Developments in Resurgence Theory and Related Topics, Kansai Seminar House, June 28, 2010 (International conference)

Pearcey 積分の満たすホロノミック系に対する完全 WKB 解析, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, September 22, 2010

微分方程式の大域的解析と完全 WKB 解析, 第 2 回白浜研究集会, 南紀白浜旅館むさし, November 30, 2010

Holonomic 系に対する完全 WKB 解析, 第 7 回数学総合若手研究集会, 北海道大学, March 1, 2011

WKB analysis for holonomic systems satisfied by some confluent hypergeometric functions in two variables, Exponential Asymptotics and Virtual Turning Points, Kyoto university, March 10, 2011 (International conference)

Exact WKB analysis for a holonomic system related to the Pearcey integral, Doctorial Forum between Fudan-Kyoto Universities, Kyoto university, March 12, 2011 (International conference)

Stokes geometry for holonomic systems satisfied by some integrals, Doctorial Forum of Mathematics between Fudan and Kyoto Universities, Fudan university, China, November 4, 2011 (International conference)

On the Stokes geometry for the hypergeometric system of type (1,4), RIMS Symposium on Recent development of micro-local analysis for the theory of asymptotic analysis, Kyoto university, November 18, 2011 (International conference)

(1,4) 型の超幾何系に対する Stokes 幾何, 第 3 回白浜研究集会, 南紀白浜温泉 白浜御苑, December 13, 2011

ホロノミー系に対する完全 WKB 解析, 中村・辻本研究室セミナー, 京都大学 情報学研究科, February 3, 2012

On some geometric indicators for interpolations related to the keyframe method, New Animation Interpolation and Proposal of its Evaluation Indicators, Kyushu University, March 5, 2012

完全積分可能系に対する完全 WKB 解析, GCOE tea time, 京都大学, January 16, 2012

On a WKB theoretic transformation for a completely integrable system near a degenerate point where two turning points coalesce, Several aspects of algebraic analysis - D-modules, singularity theory and computational algebra -, 日本大学, March 16, 2012 (予定)

## 石田 和（Yawara ISHIDA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**プログラミング言語および付随する論理の圏論的意味論とその応用**

プログラミング言語の意味論は大別すれば表示的意味論と操作的意味論に分けることができる。圏論的な手法は表示的意味論に属し、より抽象度が高く数学的に扱いやすいモデルを言語に提供する。圏論的な意味論ははじめ関数型の言語に対して導入され、現在はより一般に副作用のある言語に対して拡張されている。さらに確率的な言語や量子計算を内包する言語などに対しても有用なモデルを提供することが期待され盛んに研究されている。

**研究内容：**

量子計算や一般に量子現象を内包する言語の意味論を構築することを目標としている。量子計算を内包する言語のカリーハワード同型による対応物は線形論理のヴァリアントもしくはリファインメントとなる。線形論理の圏論的モデルは適切なモノイダル圏の間の随伴として特徴づけられることが知られている。よって目標とする意味論はモノイダル圏の間の関手対として表現可能だと期待される。この方向で意味論を構築する研究をしている。とくに二項関係のなす圏やプロファンクターのなす圏の上のモデルの性質を調べている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

線形論理の主要な性質である指数同型性を公理化することで、随伴によらない関手対の圏論的な定式化を与えた。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yawara ISHIDA; *Weakly Commutative Linear Category* (Master Thesis)
Yawara ISHIDA; *A Categorical Framework for the Fock Spaces* (submitted)

## 岩木 耕平（Kohei IWAKI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**複素領域の常微分方程式, 可積分系**

複素領域の常微分方程式の研究の歴史は深く, 古典的なテーマであると言える。しかし, 微分方程式の解が複素平面上でどのような大域的な挙動を示すのか？という問題は非常に難しく, 完全な回答は今日まで得られていない。また, 微分方程式を通じて定義される特殊函数の中でも特に Painlevé 函数などの可積分系と呼ばれるクラスは, 近年では数学の様々な分野だけでなく理論物理の中でも現れるようになった。従って研究されるべきことはまだまだたくさんあると思われる。

**研究内容：**

微分方程式の解法のひとつである完全 WKB 解析を用いて Painlevé 方程式の研究を行っている。特に, 他の分野や理論物理への応用を意識して, Painlevé 函数が満たす公式を見つけることを目標として取り組んでいる。完全 WKB 解析は微分方程式の大域的な解析に非常に有効であり, Stokes グラフから解の大域的な挙動を読み取る。この Stokes グラフが退化するような時に, Painlevé 函数にある種の Stokes 現象 (パラメトリックな Stokes 現象と呼んでいる) が起こることが知られている。この Stokes 現象が起こる原因を調べるために, Voros 係数と呼ばれる量を Painlevé 方程式に対して導入した。この Voros 係数を解析することにより, 上記の Stokes 現象が Painlevé 函数に引き起こす不連続な変化を具体的に記述する接続公式を求めることができる。また Painlevé 方程式は, ある線形微分方程式のモノドロミーによりコントロールされることも知られており, この立場からも研究を行っている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

2 型, 3 型, 高階 2 型の Painlevé 方程式の解に起こるパラメトリックな Stokes 現象の研究を行った。導入した Voros 係数の明示的な表示を求めるとともに, パラメトリックな Stokes 現象を記述する具体的な接続公式を求めることに成功した。II 型 Painlevé 方程式については, 付随する線形方程式のモノドロミーを求めることによっても上述の接続公式が導かれることを確認した。(論文はいずれも準備中。)

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kohei Iwaki; *Parametric Stokes phenomenon for the second Painlevé equation with a large parameter*, arXive:1106.0612.

**講演：**

Parametric Stokes phenomenon for the second Painlevé equation, Painlevé equations and related topics, Euler International Mathematical Institute, June 22, 2011. (International conference.)

Parametric Stokes phenomenon for the second Painlevé equation with a large parameter, Institut de Recherche Mathemátique Avancée (Strasbourg), September 06, 2011.

Parametric Stokes phenomenon for the second Painlevé equation, 日本数学会 2011 年度秋期総合分科会, 信州大学, September 30.

Parametric Stokes phenomena for Painlevé equations, 漸近解析に於ける超局所解析の展望, 京都大学数理解析研究所, November 18, 2011.

Painlevé 函数の完全 WKB 解析, 第 3 回白浜研究集会, December 13, 2011.

Painlevé 函数の完全 WKB 解析, 第 9 回城崎新人セミナー, Feburary 13, 2012.

Parametric Stokes phenomena for Painlevé equations, アクセサリー・パラメータ研究会, 熊本大学, March 17, 2012.

## 岡村 和弥（Kazuya OKAMURA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程２年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**量子情報理論，場の量子論，位相群の表現論**

量子情報理論において，量子推定理論は測定データからシステムの状態やプロセスを推定する目的で研究され，量子測定理論は測定がシステムに及ぼす作用を調べ，また，測定の自由度を利用してシステムを制御する目的で研究されている。また，場の量子論は無限自由度系の量子論の典型で，物性物理学から原子核・素粒子まで多様な現象を記述する体系である。位相群（特に，局所コンパクト群）の表現論はこれらの定式化をする上で鍵となる。

**研究内容：**

作用素環・位相群の表現論及び代数的量子論のセクター理論に基づいて，系の自由度の有限・無限を問わない量子論の定式化と，量子論における統計学的基礎の確立を目標としている。Born の統計公式の導出と Sanov の定理等基本的な大偏差原理の量子版をセクター概念と量子測定理論に従って行った。そして，局所コンパクト群と測定過程の関係について理解を深めている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

小嶋泉氏との共同研究で，量子論の諸概念を統計的に推測する大偏差戦略を提唱し，その第 1 段階および第 2 段階を更に精密化した。また，セクター理論と量子測定理論に基づいて，Born の統計公式を導出した（小嶋泉・西郷甲矢人氏との共同研究，現在論文執筆中)。そして，量子測定理論の力学系的考察を深めることにより，G.W. Mackey の誘導表現・imprimitivity system と測定理論を結びつけることができ，(正準交換関係等の根拠となる）量子化の再定式化に成功した（小嶋泉・西郷甲矢人氏との共同研究，論文執筆予定)。

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Izumi Ojima and Kazuya Okamura; *Large Deviation Strategy for Inverse Problem I* ; Open Systems & Information Dynamics **19**, (2012) 1250021.

Izumi Ojima and Kazuya Okamura ;*Large Deviation Strategy for Inverse Problem II*, Open Systems & Information Dynamics **19**, (2012) 1250022.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kazuya Okamura; *The Quantum Relative Entropy as a Rate Function and Information Criteria*, (2012) submitted for publication, arXiv:1202.2943.

Kazuya Okamura; *From Born rule to large deviations*, (2012).

**講演：**

量子時系列解析に向けて, 2011 年度統計関連学会連合大会, 九州大学, September 3, 2011

量子相対エントロピーを用いた量子状態の推定と精度, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山, September 25, 2011

2 次形式と相対エントロピー -量子力学を背景として-, 第 3 回白浜研究集会, 白浜, December 13, 2011

The Quantum Relative Entropy and Statistical Inference -Hypothesis Testing and Model Selection-, RIMS 研究集会 独立性と従属性の数理, 京都, December 19, 2011

From Born rule to large deviations, 基礎物理学研究所研究会「物理と情報の階層構造 —情報を接点とした諸階層の制御と創発—」, 京都, January 5, 2012

From Born rule to large deviations: Sector theory and Emergence of Macro, The Third Nagoya Winter Workshop on Quantum Information, Measurement, and Foundations, Nagoya, Feburary 14, 2012)

Born Rule and Sector Theory, Quantum Theory: Reconsideration of Foundations - 6, Växjö, Sweden, June 14, 2012 (国際学会)

From Born rule to large deviations, 44 Symposium on Mathematical Physics “New Developments in the Theory of Open Quantum Systems”, Toruń, Poland, June 22, 2012 (国際学会, poster)

The Quantum Relative Entropy as a Rate Function and Information Criteria, 2nd International Conference on Theoretical Physics, Moscow, Russia, July 3, 2012 (国際学会)

代数的量子論における Born 公式と大偏差原理, 2012 年度統計関連学会連合大会, 北海道大学, September 10, 2012

## 佐藤 哲也（Tetsuya SATO）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**余代数を用いたシステムの表現**

余代数を用いたシステムの表現は状態遷移系を抽象化する研究から出発した分野で、状態遷移系の遷移構造を、圏の上の自己関手とその余代数として扱うことで抽象化を行う研究である。並行計算システムの検証、双模倣関係・トレース同値性の圏論的表現、様相論理の抽象化へとしての余代数様相論理などの研究が成されている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

確率的・非決定的状態遷移系のトレース意味論を余代数間の射として記述できるようにするため、非決定的遷移と確率的遷移を両方行うモナドを構成し、そのトレース意味論を余代数間の射として記述した。その中で得られたトレース意味論を余代数間の射として記述するための条件が、構成したモナドのどのような性質に結びつくかを現在調査中である。確率的・非決定的遷移をする状態遷移系のトレース意味論を余代数間の射として記述できるようにするため、非決定的遷移と確率的遷移を両方行うモナドを構成し、そのトレース意味論を余代数間の射として記述した。年度前半では非決定的・確率的言語オートマトンを、構成したモナドを用いて表現し、そのトレースを余代数間の射として記述し、それが確率的オートマトンのスケジューラを経由して構成されることを見出した。年度後半では、この確率的オートマトンを抽象化して、クライスリ圏上に多項式型関手を持ち上げた自己関手の余代数として表現し、多ソート集合の圏における議論を経由し、トレースを余代数間の射として記述した。

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Tetsuya Sato; *A probabilistic monad with nondeterminism for coalgebraic trace semantics*, Cirstea, Corina, Seisenberger, Monika and Wilkinson, Toby (eds.) (2012) CALCO Young Researchers Workshop: CALCO-jnr 2011, 29 August 2011: selected papers, Southampton, GB, University of Southampton, pp12-27

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Tetsuya Sato; *Coalgebraic trace semantics of probabilistic transition systems with nondeterminism*　(国際会議 Twenty-eighth Conference on the Mathematical Foundations of Programming Semantics に投稿中)

**講演：**

A nondeterministic probabilistic monad with nondeterminism for coalgebraic trace semantics, CALCO-Jnr 2011 CALCO Young Researchers Workshop August 29, 2011 (International conference)

非決定性をもつ確率的オートマトンの余代数的トレース意味論, 日本ソフトウェア科学会第 28 回大会, 沖縄産業支援センター, 2011 年 9 月 29 日 (木)

## 藤田 健人（Kento FUJITA）

理学研究科・数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**代数多様体上の有理曲線, ファノ多様体について**

代数多様体上の有理曲線の存在・分布を詳しく解析することは, 代数多様体の具体的な構造を知る上で強力な手法である. 特に, ファノ多様体の分類において, 曲線の錐の端射線上の有理曲線のクラスの解析は基本的な手法の一つである. また, 極小モデル理論においても, 端射線上の有理曲線の次数の評価は重要である.

**研究内容：**

ファノ多様体上の有理曲線の次数の最小値（擬指数）は, ピカール数と次元でもって上から評価できるだろうという予想（一般向井予想）に関連した話題を中心に研究を進めている. 修士論文において考察した「端射線の長さ引く 1 の和」の評価で見出された「多く何か所か膨らんだ」ファノ多様体をすべて分類することに成功し, 更にそこで見出された手法を駆使することで「可約ファノ多様体」及び「対数版ファノ多様体」の基礎理論及び（高次元を含めた）一般向井予想に関連した多くの分類及び評価を完成させ, その応用についての研究を継続している. また, ファノ多様体上の因子に着目するというアイディアを元に, ファノ多様体の曲線に沿ったスロープ安定性についての完全な記述を与え,$K$ 安定性への寄与も模索している.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

ファノ多様体の曲線に沿ったスロープ安定性についての完全な記述を与えた.
4 次元ファノ多様体の端射線の長さ引く 1 の和を評価した.
「可約ファノ多様体」及び「対数版ファノ多様体」の基礎理論の整備, 分類理論及びピカール数の評価を与えた.
一般向井予想に関連した特別なファノ多様体の分類. (論文は現在最終点検中. )

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Kento Fujita; *Fano manifolds which are not slope stable along curves*; Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **87** No.10 (2011), 199–202.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Kento Fujita, *The sum of the length minus one of extremal rays on Fano manifolds*, arXiv:1206.1990.
Kento Fujita, *Simple normal crossing Fano varieties and log Fano manifolds*, arXiv:1206.1994.
Kento Fujita, *The Mukai conjecture for log Fano manifolds*, arXiv:1206.2475.

**講演：**

Classification of Fano manifolds having an extremal ray of type (n-1,0) with large Picard number, 京都大学, 代数幾何セミナー, May 20, 2011
On simple normal crossing Fano varieties and logarithmic Fano varieties with large index (ポスター発表), 代数幾何学城崎シンポジウム, October 26, 2011
On simple normal crossing Fano varieties and log Fano manifolds with large index, 九州大学, 代数幾何学セミナー, December 5, 2011
On simple normal crossing Fano varieties and log Fano manifolds with large index, 日本大学, 特異点セミナー, December 19, 2011
Snc Fano varieties and log Fano manifolds (ポスター発表) （海外）, University of Massachusetts Amherst, AGNES, March 31, 2012
TBA , 京都大学, 代数幾何セミナー, October 12, 2012
The Mukai conjecture for log Fano manifolds, 代数幾何学城崎シンポジウム , October 23 , 2012

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 23 年度〜平成 25 年度,「代数多様体上の有理曲線に関する新視点による研究」，1,300 千円（総額 1,900 千円）

## 若林 泰央（Yasuhiro WAKABAYASHI）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 2 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**双曲的代数曲線の数論幾何学**

数論的体、例えば代数体や p 進局所体などの上で定義された双曲的代数曲線を研究する数論幾何学である。代表的な理論として、双曲曲線の数論的基本群のもつ剛性に反映される幾何的な現象を研究する遠アーベル幾何と呼ばれる分野などがある。近年、他の分野との相互的な応用も見出され、多様な研究がなされている。

**研究内容：**

望月新一氏による p 進タイヒミュラー理論のなかで導入された正標数双曲的代数曲線上の dormant indigenous bundle もしくはさらに一般的な状況を含めた dormant oper のモジュライの大域的な構造を研究している。 これは双曲型リーマン面における Poincaré 計量のような、より精緻で標準的な上部構造を規定しうるものである。また、組み合わせ論的な現象と超越論的手法によって得られた結果 (例えば Gromov-Witten 不変量などのモジュライの交叉理論) を結びつける中間項としての役割が見出され、重要性が増してきている。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

K. Joshi 氏による dormant PGL-oper 及び、dormant SL-oper のモジュライの次数の明示的数え上げ公式に関する予想を、最も重要であるランク 2 の場合を証明し論文を作成した（論文は現在最終点検中)。また、一般のランクの dormant PGL-oper 及び、dormant SL-oper　の場合も証明できることが最近分かったので論文を準備中である。また、それに伴い、Osserman 氏が予想した次数 3 の有限グラフに付随する polytope Ehrhart quasi-polynomial の明示公式も同時に得た。さらにランク 2 の dormant PGL-oper　が曲線の余接空間の標準的な変形量子化を与え、ランク 2 の dormant PGL-oper　のモジュライが PGL-oper　のモジュライの symplectic 幾何的に標準的な座標関数を与えることを見出した。これは曲線の一意化の正標数的類似と考える正当性を与えるものであり、他の結果と合わせて論文を準備する予定。

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Yasuhiro Wakabayashi; *On the cuspidalization problem for hyperbolic curves over finite fields*

**講演：**

RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」京都大学数理解析研究所、2011 年 11 月 28 日 (月) ー 12 月 2 日 (金)

## 飯島 優（Yu IIJIMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**基本群への外 Galois 表現と整数論**

基本群への外 Galois 表現は, 射影直線の 3 点分岐被覆に関する Belyĭ 氏の研究を元に, Grothendieck 氏による遠アーベル哲学, Deligne 氏による基本群のモチーフ論, 伊原氏による射影直線の 3 点分岐被覆の数論的理論等, さまざまな観点から研究されてきた対象であり, 今現在も進展している.

**研究内容：**

代数多様体の (代数的) 基本群への外 Galois 作用, 特に, 代数多様体が曲線やその族になっている場合の外 Galois 作用の数論的情報について興味を持って研究を行っている. 副 $l$ 外 Galois 作用の核に対応する体は, 基礎体に元の代数多様体のある種の $l$ 冪等分点を付け加えた体と見ることができるが, この体の数論的性質, 特に, 一番簡単な場合である, 射影直線引く 3 点の場合における伊原の問題の研究を行っている. また, 写像類群の相対副 $l$ 完備化への外 Galois 作用の研究も合わせて行っている.

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

京都大学在籍前から, 双曲的曲線のモジュライの基本群への外 Galois 作用の研究を行っており. 特に, モジュライが代数体もしくは局所体上定義されている場合, 外 Galois 作用が忠実になることを示し, また, モジュライの基本群 (写像類群) の相対副 $l$ 完備化への外 Galois 作用の核の上からの評価を得ることができていたが, 本年度はその variant として, 代数体もしくは局所体上の双曲的曲線の族の全空間の基本群への外 Galois 作用が忠実になることを示した.

**現時点（もしくは最終在籍時点）の未出版論文：**

Y.Iijima; *Galois action on mapping class groups*, (2012) preprint.

**講演：**

写像類群への Galois 作用について, 第 11 回仙台広島整数論集会, July 19, 2012
写像類群への Galois 作用について, 第 7 回福岡数論研究集会, August 8, 2012

## 石本 健太（Kenta ISHIMOTO）

理学研究科・数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**生物流体力学, 微生物, Stokes 方程式**

生物流体力学は，大きく分けると生物が流体中をどのように運動（飛翔・遊泳）しているのかを調べる外部問題と生体（臓器や血管等）内部の流体に関する内部問題の２つに分類される．いずれも移動境界問題を含む複雑な偏微分方程式の問題になる．また，生物学，工学，物理学，数学にまたがる分野横断的研究領域でもある．

**研究内容：**

微生物の遊泳形態に注目して研究をしている．生物の大きさが微小であれば，運動方程式における慣性項が無視でき (Stokes 流)，系は時間反転対称性を持つ．これにより，帆立貝定理のような生物の運動に関する制限が生まれる．この定理と生物の運動形態の関係を調べている．また，squirmer モデルと呼ばれる流体中の微小変形球モデルを用いて，運動の対称性と運動効率の関係，微小な慣性の影響等を漸近解析や，数値解析を用いて研究している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

帆立貝定理に関して，流体方程式に基づいた新しい完全な証明を与えた．(山田道夫氏との共同研究.）また，生物の慣性の効果や流体の非定常性の効果を漸近解析を用いて調べた．(論文は現在投稿準備中.）さらに，Stokes 流中を任意の変形で遊泳する数値計算プログラムを作成し，特に sqrirmer モデルに関する漸近解析の正当性を調べた．(E. Gaffney 氏との共同研究.）

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

石本健太, 山田道夫; 微生物の流体力学：帆立貝定理とその破れ, 数理解析研究所講究録, 1796 (2012)15-21.

Kenta Ishimoto and Michio Yamada; *A coordinate-based proof of the scallop theorem*, SIAM J.Appl.Math.,72(5),1686-1694,2012 (査読つき）.

石本健太; 球形微生物の運動における慣性の影響, 数理解析研究所講究録,1808(2012)56-72.

**講演：**

球形微生物の運動における慣性の影響, RIMS 共同研究：生物流体力学における同期及び関連する現象, 京都大学, May, 22, 2012

Motion of a spherical microorganism, 8th European Postgraduate Fluid Dynamics Conference, Imperial College London (UK), July, 12, 2012 (international conference, poster presentation)

球形微生物の運動と繊毛波パターン, 日本応用数理学会 2012 年度年会, 稚内全日空ホテル, August, 31, 2012

球形微生物の運動と繊毛波パターン, 日本流体力学会年会 2012, 高知大学, September, 17, 2012

**研究費獲得状況（金額は平成 22 年度から 24 年度の交付額および期間中の総額）：**

学振特別研究員奨励費 DC1，平成 24 年度〜平成 26 年度,「微生物の形態変化に関する流体数理」，1,000 千円 (総額 3,000 千円)

## 高山 侑也（Yuuya TAKAYAMA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**超ケーラー幾何学**

超ケーラー多様体はかなり強い条件をみたす多様体で、正則シンプレクティック多様体でありカラビ＝ヤウ多様体でもある。モノポール方程式の解空間が超ケーラー多様体の構造を持つなど、理論物理的にも重要な多様体である。しかし、どのような多様体に超ケーラー構造が入るか、超ケーラー多様体はどのようなもので尽くされるかなど、未解決な問題も多い。

**研究内容：**

モノポール方程式の解空間自体の性質についてはよく知られている。この解空間に群を作用させて割ったり、箙多様体と組み合わせることで別の超ケーラー多様体が得られる。その多様体が既知のものか、どのような性質を持つかを調べている。

四次元で非コンパクトな超ケーラー多様体でよく知られているものに、ALE と呼ばれる空間がある。ALE でない四次元非コンパクト超ケーラー多様体が、上のような方法で得られるかどうかが当面の課題である。

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

ALE でない四次元非コンパクト超ケーラー多様体にはタウブナット空間と呼ばれるものがある。チェルキスが考えたタウブナット空間の構成法を応用することで、四次元非コンパクト超ケーラー多様体の族を構成し、その一部が ALE でないことを示した。

## 樋田 貴紀（Takanori HIDA）

理学研究科 数学・数理解析専攻（数理解析系）博士後期課程 1 年
学位：未取得

**研究テーマ：**

**数理論理学、計算機科学**

数理論理学は数学の基礎をとことん追求し、確たる土台を提供することを目的とする．近年は計算機科学との交流が深まり、論理学における手法を計算機科学へ応用したり（例えば実現可能性やカリーハワード対応など）、計算機科学の問題を解決するための新しい研究が行われている．

**研究内容：**

数理論理学の中でも特に公理的集合論の計算論的な側面に焦点を当てて研究している．直観主義集合論の計算論的側面の研究は今まで数多くなされてきているが、古典論理上ではまだ数が少ない．そこで計算機科学で用いられている、実現可能性解釈という手法を用いて古典論理上での公理的集合論の計算論的意味を研究している．特に、無限組合わせ論や記述集合論における決定性公理に対する計算論的アプローチが有効であると考え、研究を継続している．

**平成 22 年度から 24 年度における在籍期間中の研究成果：**

古典算術上での決定性公理に対する実現可能性解釈を与えることに成功した．これは連続性という計算の側での性質が開集合であるという位相の側での性質に類似していることを用いて、ゲール・スチュワートの定理と組み合わせることにより得られるものである．系として算術における決定性公理の相対無矛盾性や従属選択公理が高階の選択公理を含意しないことを得た．

現在は古典算術における結果をさらに一般の古典集合論上へと拡張すべく研究を進めている．

**平成 22 年度以降に出版された論文，および現時点で accept されていて出版されていない論文：**

Takanori Hida; *A Computational Interpretation of the Axiom of Determinacy in Arithmetic* ; Proc. of CSL'12,335-349,2012 (査読つき）.

**講演：**

A computational interpretation of the axiom of determinacy, Sixth NII Type Theory Workshop, November 14, 2012