慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	統合数理科学 : 現象解明を通した数学の発展 : 平成15年度成果報告書
Sub Title	Integrative mathematical sciences : progress in mathematics motivated by natural and social phenomena
Author	慶應義塾大学21世紀COEプログラム統合数理科学研究センター(Keio gijuku daigaku 21seiki COE puroguramu togo suri kagaku kenkyu senta)
Publisher	慶應義塾大学21世紀COEプログラム統合数理科学研究センター
Publication year	2004
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	一部、図が削除されている
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO52002001-20030000-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

平成１５年度　成果報告書

「統合数理科学：現象解明を通した数学の発展」

慶應義塾長　安西 祐一郎

慶應義塾の建学者であり、近代日本を導いた福澤諭吉は、わが国に必要とされるものとして「有形において数理学、無形において独立心」と述べています。「慶應数理科学」の源流をなした福澤の精神は、日本初となる数理科学専攻の創設・データサイエンスの開講、幾何学、数理解析、離散数学、コンピュータ科学等への貢献など、次々と具現化されてきました。２００３年度２１世紀ＣＯＥプログラム「統合数理科学：現象解明を通した数学の発展」拠点は、福澤以来の「慶應数理科学」の伝統と発展のもとに採択されたものであります。本拠点は、数理の側面から様々な現象を解明し、その成果を数学の発展へと循環させるオリジナルな世界的研究教育拠点形成を使命としております。先端的研究者の力を結集して、新しい「慶應数理科学」の構築と、それに共鳴し実践する人材の育成に励む場となる本拠点は、数学の発展に計り知れない意義を持つとともに、「慶應数理科学」の伝統を革新に変える大きな可能性を秘めています。今回刊行いたします平成１５年度成果報告書は、本拠点の目的、研究教育活動、進捗状況等を社会に発信することを目的としております。今後とも本拠点への皆様のご指導ご支援を賜りたく、よろしくお願い申し上げます。

真の数理科学教育・研究拠点形成への期待

理工学研究科委員長　稲崎 一郎

慶應義塾大学大学院理工学研究科は、2000 年に完了した改革により、従来の分野別縦割り教育研究体制を改め、基礎理工学専攻、総合デザイン専攻、開放環境科学専攻の 3 専攻から構成される分野横断型に生まれ変わりました。その狙いは、極度に専門化された領域設定の再融合を図ると同時に、未来開拓分野への取り組みを容易にする流動性と可変性の達成にあります。本プロジェクト拠点の母体となる基礎理工学専攻　数理科学専修は、1985 年に理工学研究科内に全国で始めて開設されたユニークな数理科学専攻を前身とします。純粋数学の発展を目指すだけでなく、自然界や社会の現象の裏にある数理的構造を見抜き、それを解析する手段を構築発展させることで、現象の数理的解明に資するとともに純粋数学をより豊かにしようとする本プロジェクトの狙いは、まさに慶應義塾大学大学院理工学研究科における伝統的な数学教育研究の狙いに合致したものです。綿密に練られた計画と、改革によって可能となった組織の流動性と可変性によって、本プロジェクトが初期の目標を達成することを確信しています。

目 次

第I部　研究教育活動拠点の活動概要

1 はじめに 1

2 拠点の組織と事業推進体制 2

3 研究拠点概要
3.1 研究拠点の沿革概要 4
3.2 研究教育拠点の目的・必要性 4
3.3 本ＣＯＥプログラムの特色と重点研究教育目標 5
3.4 研究実績計画 7
3.5 教育・若手育成実施計画 7
3.6 国際研究教育連携計画 9
3.7 平成１５年度の進捗状況 9
3.8 国内外への情報発信の状況 11

第II部　成果活動概要

4 横断研究１の成果活動概要 12

5 横断研究２の成果活動概要 16

6 COE事業推進担当者　研究成果報告
6.1 横断研究1
前田 吉昭 20
石井 一平 24
池田 薫 26
亀谷 幸生 29
戸瀬 信之 30
森吉 仁志 33
太田 克弘 36
小田 芳彰 39
マイケル キーン 42

仲田 均 44
宮崎 琢也 48
6.2 横断研究2
柴田 里程 50
前島 信 52
谷 温之 54
厚地 淳 58
大野 克嗣 60
加藤 剛 62
菊池 紀夫 64
清水 邦夫 66
下村 俊 70
神保 雅一 73
グレゴリー セレジン 75
田村 要造 80
野寺 隆 81
丸山 徹 84

7 COE研究員成果報告
7.1 COE博士研究員（PD）
クリストファー マクメイカン 86
上田 肇一 89
小川 聖雄 91
佐古 彰史 94
中筋 麻貴 97
7.2 COE研究員（RA）
伊藤 弘道 98
加藤 大典 101
加藤 伸幸 105
上村 新吾 108
熊田 直樹 110
甲賀 淳一朗 113
高橋 弘 116
立谷 洋平 119
夏井 利恵 121
西尾 憲吾 123
波田 陽子 126
平瀬 和基 129
藤沢 潤 132
吉村 繁樹 135

第III部　研究活動詳細

8 定期セミナー報告

8.1 データサイエンスセミナー 138
8.2 組合せ論セミナー 143
8.3 非線形解析セミナー 148
8.4 超局所解析セミナー 153
8.5 代数解析セミナー 159
8.6 幾何学セミナー 162
8.7 Dynamics and Arithmeics セミナー 168
8.8 数理科学特別セミナー 170
8.9 経済の数理解析セミナー 174

9 研究集会報告

9.1 非可換幾何学と数理物理学 179
9.2 International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics 181
9.3 Modeling, Mathematics, and Computation 183
9.4 International Workshop on Combinatorics 184
9.5 破壊現象の数理 186
9.6 スペクトル幾何学、漸近解析とその周辺 187

10 UK-Japan Winter School 報告 189

11 Pathways Lecture Series 報告 192

12 国際会議報告

12.1 Kick-off meeting 194
12.2 Noncommutative Geometry and Physics 2004 195
12.3 Cherry Bud Workshop 198

13 研究者招聘リスト 201

14 研究者派遣リスト

14.1 ＣＯＥ事業推進担当者 207
14.2 ＰＤ，研究員 209
14.3 学生 210
14.4 国際インターンシップ 213

15 論文リスト

15.1 ＣＯＥ事業推進担当者 215
15.2 ＰＤ 225

15.3 学生 226

16 拠点活動業績

16.1 国際会議発表 230
16.2 著書 237
16.3 学位取得者 238
16.4 ＣＤ，講義録収録 239

第Ⅰ部

研究教育活動拠点の活動概要

1　はじめに

文部科学省平成１５年度２１世紀 COE プログラム、数学・物理学・地球科学分野研究教育拠点の一つとして慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻の数理科学系と経済学研究科が提案した「統合数理科学：現象解明を通した数学の発展」が採択された。慶應義塾大学の全面支援のもと、本 COE プログラムは世界的研究教育拠点形成に向けて動き出した。

本 COE プログラムは、慶應義塾が国内初めての数理科学科および数理科学専攻を設置し国内をリードする研究教育拠点であるという実績を踏まえ、２１世紀に向かった数理科学研究教育を提案し進展させ国内外から評価される研究教育拠点の形成を目指している。本 COE プログラムは平成１５年度８月に正式に採択され、ほぼ半年の期間に事業推進担当者が中心となり、慶應義塾内における数理科学関連研究者や博士課程学生の参加のもとに精力的な事業推進活動を行なってきた。この成果報告書は平成１５年度の活動および研究教育上の成果をまとめたものであり、これからの研究教育拠点形成の基礎作りと位置づけている。平成１５年度の事業成果をもとに、本 COE プログラムを平成１６年以降の活動の進展を目指している。

2　拠点の組織と事業推進体制

本拠点の組織は、理工学研究科基礎理工学専攻数理科学専修と経済学研究科を中心として教員約４０名と博士課程学生約３０名により事業推進が行われている。その教員のうち、中核となる事業推進担当者は以下の２５名である。

氏名	所属部門・職名	現在の専門・学位	役割分担
前田　吉昭	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	微分幾何学･理学博士	拠点リーダー・非可換微分幾何学の構築
森吉　仁志	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	トポロジー・Ph.D	非可換多様体の指数定理
亀谷　幸生	理工学研究科基礎理工学専攻・専任講師	トポロジー･理学博士	Seiberg-Witten 不変量
石井　一平	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	トポロジー･理学博士	3 次元多様体の位相的性質
宮崎　琢也	理工学研究科基礎理工学専攻・専任講師	数論・博士（理学）	数論多様体と保形形式理論
戸瀬　信之	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	代数解析･理学博士	超局所解析の展開
池田　薫	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	無限積分可能系･理学博士	量子積分可能系
菊池　紀夫	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	変分解析･理学博士	変分問題・非線形解析
谷　温之	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	偏微分方程式論･理学博士	流体の自由境界問題
下村　俊	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	常微分方程式論･理学博士	Painlevé 方程式・値分布論
前島　信	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	確率論・工学博士	基礎数理分野リーダー・自己相似過程
田村　要造	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	確率論・理学博士	確率解析・無限粒子系
厚地　淳	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	確率論・理学博士	確率論的ダイナミックス

仲田　均	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	エルゴード理論･工学博士	数論的離散群のダイナミックス
太田　克弘	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	グラフ理論･理学博士	位相幾何学的グラフ理論
小田　芳彰	理工学研究科基礎理工学専攻・専任講師	グラフ理論・博士（理学）	離散数学・計算量理論
神保　雅一	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	組合せ論･理学博士	実験数理分野リーダー・組合せデザイン
野寺　隆	理工学研究科基礎理工学専攻・助教授	数値解析･工学博士	非線形最適化アルゴリズムの開発
柴田　里程	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	データサイエンス･理学博士	データサイエンス分野リーダー
清水　邦夫	理工学研究科基礎理工学専攻・教授	統計科学･理学博士	気象・生態系の相互作用数理モデル構築
加藤　剛	理工学研究科基礎理工学専攻・専任講師	統計科学･理学博士	連続観測金融時系列のモデル化
丸山　徹	経済学研究科経済学専攻・教授	経済数理・Ph.D	経済現象の数理解析
大野　克嗣	理工学研究科基礎理工学専攻･特別招聘教授	数理生物学･理学博士	国際研究連携・くりこみ理論
マイケル　キーン	理工学研究科基礎理工学専攻・客員教授	エルゴード理論・Ph.D	国際研究連携・エルゴード理論
グレゴリー　セレジン	理工学研究科基礎理工学専攻･教授（有期）	偏微分方程式論・Ph.D	国際研究連携・Navier-Stokes 方程式

3　研究拠点概要

3.1　研究拠点の沿革概要

本拠点の母体となる慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻数理科学専修は、1985 年に当時としてはユニークな数理科学専攻として全国で初めて発足し、2000 年に理工学研究科組織変革のもとで改組された。本専修では、解析学、幾何学、離散数学等の基礎数理分野、データサイエンス分野と実験数理分野を 3 つの柱として、独創的な研究成果の発信と人材育成を行ってきた。さらに、経済学研究科を含む慶應義塾大学の 40 名を超える数理科学研究者は、密接な連携研究を行い、国際標準な学術雑誌への論文発表、国際会議等講演、国外研究者招聘がそれぞれ年間 50 件を優に超え、年間一度の国際研究集会主催等の継続的な成果が結実している。常に年 20 余名の後期博士課程在籍者を精力的に指導し、課程博士を積極的に育成している。過去 25 年の間に、70 名を超える博士修了者が研究職につき、日本数学会幾何学賞、建部賞を受賞する学生および若手研究者が輩出されている。さらに、評価の高い国外研究者を採用し、本専修と連携研究を展開、実績をあげている。以上の研究教育実績について、平成 14 年度には外部評価を受け、優秀な研究教育業績について高い評価を得た。

3.2　研究教育拠点の目的・必要性

数理科学は、いわゆる純粋数学の自律的発展を目指すだけでなく、自然界や社会の現象の裏にある数理的構造を見抜き、それを解析する手段を構築発展させることで現象の数理的解明に資するとともに純粋数学をより豊かにしようとする学問分野である。現象を支配する本質的な数学的構造の発見は現象の真の理解への第一歩である。その数学的理解は数学の普遍性を通して広汎な現象の理解を助けることになり、諸成果は柔軟に応用されうる。この過程で純粋数学的な意味においても深い問題が現れ数学そのものが涵養されることも十分期待される。本 COE が目指すものは、従来の純粋数学と応用数学という二分を克服し、数学を用いた現象の理解を単なる応用数学に終わらせない、真の意味での抽象と具体が統合された数理科学である。

高度な複雑化と高密度化が急速に進む 21 世紀の社会では、在来の数理的手法やその単なる改良では解明できない自然・社会現象が飛躍的に増大しつつあり、その解明に有為な人材育成の拠点形成が望まれる。そのためには、新しい数学手法や数学理論の創始展開を計る研究者が同時に教育者でなければならない。本 COE プログラムは、実績のある数理解析、幾何学、離散数学を核とし、現象とのインタフェースを担うデータサイエンス、現象の漸近的数理構造のモデル化を通した把握と、それを解析するためのアルゴリズムの開発を担う実験数理部門との有機的な連携を確立し、世界をリードする「統合数理科学」研究教育拠点形成である。このために、本 COE では拠点リーダーのダイナミックな運営の下に、「統合数理科学研究センター」を設置し、現在までの数理科学研究、人材育成、国際連携の実績をもとに統合数理科学として、現象解明から生み出される独創的な数学手法と数学理論の発信を目指す。優秀な博士課程大学院生や若手研究者を国内外から集め、分野横断的かつ国際連携を重点とする研究教育拠点を目指す。

3.3　本ＣＯＥプログラムの特色と重点研究教育目標

本 COE の大きな特徴は、基礎数理、データサイエンス、実験数理の 3 つの柱を連携し、現象解明を通して数学手法と数学理論の開発を行うことを目的とした統合数理科学研究センターが率いる強力な研究教育拠点を形成することにある。特に、データサイエンスという新しいパラダイムを提唱しているのは、国内では当該専修が唯一である。さらに、複雑な現象の中から数学として価値のある問題を発見していく実験数理を強化することも特色ある構想である。日本で初めて設立された数理科学専攻の精神を受け継ぎ、時代の要求する新たな数理科学の役割を求め、人材育成も含め国際的に発信していくことが、日本の科学技術をさらに発展させるエネルギーの供給源の一つとなる。

数学手法や数学理論を開発する研究教育分野である基礎数理分野は、2 つの焦点「解析」と「離散」をもち、非可換幾何を中心とする核、それを覆うダイナミックス、さらにその外側に非線形最適化を配した 3 重オーバル構造で構成する。この中から、一般臨界点解析を目指した離散モース流法の整備・開発、位相幾何学的グラフ理論や力学系を利用した 3 次元多様体の位相的性質、数論のエルゴード理論的アプローチ等の数学的手法と Painlevé 方程式の解析による新しい非線形特殊関数の発見、可積分系や力学系の離散化や量子化の展開、量子現象の幾何学的描像を構築する非可換幾何学等の数学理論の独創性のある具体的な成果が期待される。一方、データサイエンス分野は、これらの研究の進展をにらみながら、データから様々な数理モデルを生み出し、基礎数理分野の研究成果を実際現象に結びつけ、それを基礎数理分野にフィードバックする。また、実験数理分野は他の分野が必要とする大規模で複雑な現象の効率のよいアルゴリズムの開発、計算機実験などによる数学として価値のある問題を提供する。この形で、データサイエンスと実験数理が基礎数

理を牽引していく。この連携のもとで、現象に密着した、しかし高度に抽象化された数理モデル、新しい数学手法と数学理論が数多く構築され、その過程で創りだされた数理モデル、新たな数学、計算技術は，貴重なライブラリーを形成することになる。事業終了後はこのような財産をもとに統合数理科学研究センターとして自立することを目標においている。このような研究体制のなかで博士課程学生や若手研究者は、独創性に富み、建設的な研究テーマや数理モデル開発に自由に参加する。これにより、自らの興味から生まれる問題を見出し、それを解決する意欲のある人材の育成が行われる。本 COE では、海外研究教育拠点の事業担当者を加え、具体的な国際連携を行うことも重要な目的としている。このことは、学生や若手研究者が研究の交流や国際感覚を身に付けていく絶好の機会となる。また、海外からの学生や若手研究者を受け入れる双方向の交流から、世界水準の国際研究教育拠点の形成を目標としている。

本 COE プログラムでは、他に例のない特徴ある数理科学研究の方向性を明確にした拠点形成を行っていくことにある。このような組織構築から、今まで以上に開かれた数理科学研究の成果を上げることを実施していく。成果の拡大を目指して、本 COE では、他分野研究との研究交流を図るために、統合数理科学研究センターが研究融合の役割を果たす。国外からの若手研究員の受け入れや、年間 50 件を超える活発な国際会議講演や国外での共同研究も国際的な評価の実績をもとに、国外研究拠点と International Research Alliance プログラムを策定し実行することにより、研究教育に関する充実した国際連携の確立を目指す。本 COE に学生が自ら参加することにより、広範な知識と創造性を有する質の高い人材が育成される。必ずしも大学研究職にとどまらず、企業やその研究機関で活躍する柔軟な人材の育成を行なっていくことである。

3.4　研究実績計画

本 COE の目的を達成するために、研究教育分野が密接な連携をとり並行して進行させる。そのために、統合数理科学研究センターを設置し、拠点リーダーの強力なリーダーシップのもと、具体的な研究課題をダイナミックに割り振り，研究進行を管理し、進行状況に応じて適宜研究会を開催し成果を十分検証の上、次のステップに進むといった循環型研究スタイルを構築する。また、人材育成に関しても、PD や RA の選定を含め総合的な計画と管理を行う。下記のような国際研究教育連携プログラムを円滑に運営することも責務である。この研究センターでは、本拠点の研究と他分野の研究や社会との接点を積極的に拡大する役割も担う。ホームページを更新し、広く研究成果を徹底的に公開し、研究活動を国際的にアピールすることもこの研究センターが積極的に行なっていく。本 COE プログラムは、特化した 2 つの横断研究テーマとして、a) 非可換幾何学の枠組みによる非可換多様体と離散的幾何対象の研究、b) データサイエンスによる非線形現象の解析をおき横断的チーム編成による研究を開始する。この 2 つの横断研究テーマに沿って、定期セミナーを組織開催する。また、国内外の専門家を集めた研究集会や国際会議の開催を行なっていく。

本ＣＯＥ事業推進担当者を中心として、学会・研究集会発表、国際会議および国際ワークショップへの参加や講演への支援を行なっていく。共同研究推進のために、国内研究者、国外研究者の招聘も積極的に行う。また、国内外から国際的に評価の高い研究者、教育者を招聘し、事業推進担当者との共同研究、特別講義シリーズの開催、国内外研究機関との連携等国際研究拠点形成への実施を行なっていく。

3.5　教育・若手育成実施計画

これからの数理科学を担う人材の育成 2000 年におこなわれた理工学研究科改組の精神である「分野横断的な研究教育体制」にのっとって、数学を基本的な道具として駆使しながらも、現象に対する幅広い洞察力をもち、自ら問題を見出し、それに挑戦し、次世代をリードしていくような、意欲あふれる人材の育成を目標とする。これは本塾の創始者福沢諭吉が『福翁自伝』に述べている「有形において数理学と、無形において独立心」の精神を踏襲したものでもある。幸いに後期博士課程への進学希望者、入学希望者は年々増加の傾向を示しており、本 COE で進行する各研究は彼らの旺盛な好奇心を喚起する。独創的な研究を創発するためには、十分な基礎教育だけでなく自発的雰囲気の醸成やさまざまな形での感動を与えることも必要である。一方、理工学研究科では、博士学位の取得修了要件を明確に明示し、基本的に学位を 3 年で取得できるような指導体制を敷いており、早期学位取得者も輩出している。できるだけ早期に没頭できるような研究テーマを見つけさせ、一方で様々な形でのインセンティブを与えることが重要であると認識し、その実現を目指していく。

(1) インセンティブ教育プログラム

世界的なスケールでの好奇心の喚起と専門性の高いセミナー、学生が独自に計画する

セミナー、国際的な専門家を招聘しての集中講義や研究指導等を定期的に行なうことを目的として、毎月平均一回の予定で Pathways Lecture Series in Mathematics の特別講義シリーズを開催している。また、内外との頭脳交流を深め、世界的なスケールでの好奇心を喚起するとともに、海外研究機関への派遣、国内外研究拠点からの大学院生や博士研究員の受け入れを通じて、国際競争力を身に付けさせる。また、現象に対する幅広い洞察力を養うため、他分野との共同研究にも積極的に参加させる。

(2) 研究支援プログラム
後期博士課程在籍者を対象に、研究に没頭できるための支援と、インセンティブの一つとして COE 研究員（RA）制度を設ける。理工学研究科ではすでに、後期博士課程在籍者を対象に研究費補助を行っているが、さらに COE 研究員として、競争的に採用し雇用する。また、博士研究員 (PD) として、博士号あるいは PhD 取得者を国内外から雇用する。これらは学術振興会特別研究員、海外特別研究員制度を補完し、研究教育の進行を加速するためのものである。

(3) キャリアサポートプログラム
インセンティブの一つでもあるが、統合数理科学研究センターが中心となって学位取得後の就職先を確保する。本 COE プログラムの実施を通じて、大学などの教育機関のみならず、民間企業の研究機関とも密接な連携体制を確立することにより、本拠点での学位取得者の活躍の場を確保する。また、就職後も数理科学研究教育拠点として強力にバックアップする

(4) 研究環境支援
学生を含む研究者のために、開放的な研究情報交換・発信の場として Keio NetMath を構築・整備し、その潤滑な運営を図る。Keio NetMath には、研究成果速報、研究進行状況、セミナー・研究集会案内、海外拠点情報等を掲載する。また、本研究教育拠点の博士課程在籍者には、各自が研究に没頭できる環境支援を行う。具体的には、研究用ブースの提供、強力な計算機環境の提供、標準的な図書・雑誌の整備である。今後の学生の増加等を考えて、学生達が自由に研究討論ができる居室の確保等の研究環境整備を行っていく。学生が学会等に参加し、研究成果の発表や討論に参加できるようにするための支援を行う。

(5) International Research Alliance プログラム
本 COE プログラムでは、国際水準の教育を目標としている。そのために、英語による国際水準の研究教育プログラムを策定し、海外からの留学者をより受け入れやすくし、日本の学生や若手研究者との学術交流を促進する。また、独創性の高い萌芽的研究で成果を上げつつある学生や若手研究者を、研究テーマに即した海外研究拠点への派遣を行う国際インターンシップも実施する。博士課程在籍者や若手研究者が、国際的な研究機関で能力を開花させ、真に国際競争力を備えた研究者に育つための計画である。また、国外拠点事業推進担当者の連携により、学生・若手研究員の交換プログラムも実施する。これにより、海外からの優秀な大学院生や博士研究員が本 COE に

参加でき、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を一層促進することができる。

(6) 日英ウインタースクール
1999 年より始めた、日英ウィンタースクールを拡大し、日本と欧米の学生・若手研究者が自発的に行う研究交流の支援を国内研究機関との連携およびウォーリック大学を中心とした英国の大学と連携して行う。平成１５年度はダーラム大学において「Geometry and Analysis Towards Quantum Theory」 をテーマに行なった。

(7) 立科ヤングサマーセミナー
学生および若手研究者が積極的に、興味のある研究主題を選び、自主的に研究討論の場をつくることを目的として、慶應義塾大学立科山荘において、ヤングセミナーの開催を支援している。これには、事業推進担当者森吉と亀谷の指導の下に、学生および若手研究者が中心となりセミナーの企画と運営を行っている。

3.6 国際研究教育連携計画

統合数理科学研究センターの先導のもと、これまでの国外研究者の招聘と研究交流の実績をふまえ、欧米の研究教育機関との連携、相互研究協力を積極的に行う。これには、国外研究拠点にも所属している事業担当推進者の協力を仰ぐ。特に、セレージンは Navier-Stokes 方程式の一意・大域解、キーンはエルゴード理論、大野は実験数理の展開をテーマにそれぞれの国外研究拠点と本 COE の研究教育連携の中心となる。今まで以上に開かれた数理科学研究の成果を上げることが期待できる。このような成果の拡大を目指して、本 COE では、他分野研究との研究交流を図るために、統合数理科学研究センターが研究融合の役割を果たす。IHES,MSRI,ETH, ステクロフ研究所、スタンフォード大学等のほか欧米を中心とした国外数理科学研究機関からの訪問が多いのは、国際的な研究実施機関として認知されていることによる。また、国外からの若手研究員の受け入れや、年間 50 件を超える活発な国際会議講演や国外での共同研究も国際的な評価といえる。この実績をもとに、国外研究拠点と International Research Alliance プログラムを策定し実行することにより、研究教育に関する充実した国際連携が確立される。

3.7 平成１５年度の進捗状況

(1) 研究拠点の運営組織
拠点リーダーの下に、全体の事業計画を統括する幹事４名からなる幹事会を組織し、事業計画の立案をダイナミックに行い、事業推進担当者の中から組織する COE 運営会議において事業計画を提案していく。COE 運営会議での検討の上、速やかに事業を推進する体制をとっている。事業推進を滑らかに推進するために、専任事務職員を２名採用した。研究面の推進は、特化した２つの横断テーマにそれぞれの事業推進担当者および学生が参加し、テーマリーダーのもとで積極的な研究が展開されている。

教育面では、事業推進担当者および本COEに協力する教員の下での研究指導、教員全体によるオープンディスカッションの場を絶えず提供し、国内外の研究者、若手研究者を含めたトータルな研究教育が行われている。また、慶應義塾の支援として、統合数理科学センターのためのスペース確保の検討が始められている。

(2) 研究経費の使途

研究経費の主たる使用は、横断研究テーマによる研究プロジェクトの実施、学生および若手研究者の育成、国際研究協力に関わるものであった。平成１５年度は約半年間の事業期間であったが、研究プロジェクトの実施に関しては、定期セミナー、研究集会の開催、国内外研究者の招聘による共同研究、学会発表、研究集会参加、国際会議講演・討議等のための研究拠点からの研究者の国内外への派遣に主に経費が使われた。学生および若手研究者の育成については、RA、PDの採用、学会や国際会議発表、研究集会への参加による討議、国際インターンシップへの支援を行なった。国際研究教育連携に関しては、本COEプログラムに参加している国外拠点に本務をもつ事業推進担当者３名が本研究拠点に滞在し、本COEプログラムの研究推進に参画した。また、Cherry Bud Workshop国際会議の開催、International　Workshop on Navier-Stokes Equationsの開催企画等を行なった。また、本COEプログラムのアドバイザリーボードメンバーを招聘し、国際研究教育連携の基礎作りを始動した。(3.8 研究活動詳細参照)

(3) 研究活動における成果

事業推進担当者を中心として積極的な研究成果が挙げられている。事業推進担当者を中心とした研究者の学術雑誌への発表９６件、国際会議講演２３が得られている。また、主要な成果として横断研究テーマ１）非可換幾何学の枠組みによる非可換多様体と離散的幾何対称の研究、２）データサイエンスによる非線形現象の解明のそれぞれから成果が得られている。(4, 5 成果活動概要及び 15 論文リスト　参照)

(4) 教育・若手研究者育成の状況

大学院学生および若手研究者の積極的な研究活動は、本COEの大きな特徴といえる。平成１５年度には、RA 14名、PD ５名の採用を行なった。国際インターンシップとして、大学院生の国外研究機関への一定期間への派遣を３件、学会、研究集会や国際会議発表等国内外への派遣支援を４件行なった。これらの支援によって、平成１５年度には学術論文発表４４件、国際会議発表１１等が積極的に行なわれている。(8 定期セミナー報告、10 UK-Japan Winter School 報告、11 Pathways Lecture Series 報告、14 研究者派遣リスト、16.3 学位取得者　参照)

(5) 国際連携の状況

本COEプログラムの１つの柱である国際連携の強化を開始している。慶應義塾として友好協定を締結している北京大学、ケルン大学、リオン第一大学とは、特に数理科学研究分野とは連携を蜜にしてきた。現在これらの大学との定期相互訪問、学生の交流、研究集会の開催準備を行なっている。本COEプログラムは、国際的な活動として

推進するために、特に、以下の７名の国外研究者をアドバイザリーボードのメンバーとして加えた。

- J.P. Bourguignon (Director, IHES)
- K.D. Elworthy (Director, MRC, Univ. of Warwick)
- P. Embrechts (Professor of Mathematics at ETHZ)
- R. Mullin (Professor, Florida Atlantic University, Distinguished Professor Emeritus, University of Waterloo)
- R. M. Schoen (Professor, Stanford University)
- P.J. Thomson (Director, Statistics Research Associated Ltd.)
- A. D. Weinstein (Professor, University of California at Berkeley)

本 COE は、これらのアドバイザリーボードの提言を受け、事業推進を行っていくことにした．特に事業推進を始めるにあたり、本事業を立ち上げるために、キックオフミーティングを開催した．この会議においては、今後の事業推進に対する基調講演、招待講演を行った．本 COE プログラムのアドバイザリーボードである国外研究者の定期的な訪問による国際連携への提言を受け、新しい国外研究機関との連携を計画している。また、国外研究拠点にいる事業推進担当者３名の研究機関との連携も検討中であり、これらを速やかに実施に移したいと検討を行なっている。

3.8 国内外への情報発信の状況

本ＣＯＥプログラムでは、高度ＩＴ環境整備により、本ＣＯＥプログラムの研究教育実施計画および情報公開、研究教育の中心的役割を担う理工学研究科と経済学研究科および国外に研究教育拠点を持つ事業推進担当者たちが相互の連携を円滑にとれるようなＩＴ環境整備を行なっていく。特に、ＣＯＥ統合数理科学研究拠点ホームページの作成、 セミナー、研究会、研究集会、国際会議等案内と記録、バーチャルラボラトリーの構築等が挙げられる。また、国内外の招聘研究者の講演のインターネット公開、Keio NetMath の推進を行っている。

第II部

成果活動概要

4　横断研究1の成果活動概要

1．主題

非可換幾何学の枠組による非可換多様体と離散的幾何対象の研究

2．構成員

チームリーダー：前田
メンバー：仲田、太田、森吉、亀谷、石井、宮崎、戸瀬、池田、小田、キーン

3．目的

指数定理・ゲージ理論・積分可能系で成功した非可換幾何学の手法を発展させ、非可換多様体の統合的理論構築を行う．たとえば、３次元多様体の量子不変量に対する組合せ的計算手法はグラフ理論の基礎研究と結びつき、これはDNAやたんぱく質配列に至る幅広い問題と関連する．非可換多様体上では連続的対象である多様体から離散的幾何対象への興味深い移行が生じている．この現象は量子カオス・数論における幾何学やエルゴード力学系と深い関わりをもつため、グラフ理論や力学系で展開された数学的手法を用いてこの現象を究明する．本拠点は、国内唯一ともいえる特色ある非可換幾何学研究教育を実践し、国内外から高い評価と注目をあびている．研究実施の第一の目標として、実績をもとにした非可換幾何学の構築と展開をすすめる．非可換幾何学が果たす大きな役割は、量子的な現象の数学としての定式化とその解明である．第二には、研究テーマに参加する積分可能系、超局所解析を中心とする大域解析、微分幾何学、トポロジー、数論、組み合わせ論とエルゴード理論の研究グループは、その研究実績、人材育成、国際研究連携について十分な実績をもち、国内外からの評価をうけ注目される特色ある研究を行っている．その実績をさらに、非可換手法（特に幾何学的な視点として）を取り入れ、これらの研究分野での様々な問題への適用と展開を行う．本横断テーマでの重点目標として、研究の推進の下で、多くの若手研究者の育成、国際連携を目指している．そのために、国際的にも評価される研究を行い、人材育成と国際研究教育連携を重点に実施する．

4．研究教育事業実施概要と成果

A) 研究教育プロジェクト事業実施
横断研究テーマ１においては、プロジェクト研究として、

a) 非可換幾何学と数理物理

b) 代数解析と積分可能系

c) Dynamics and Arithmetics

d) 組合せ論とその応用

を立ち上げて、研究および教育の推進を行った．各プロジェクト研究では、定期セミナーの実施、国内外研究者の招聘、研究者の学会・国際会議等への派遣を積極的に行った．又、各プロジェクト研究は、個々独立に実施されたものではなく非可換幾何学の構築に向けた相互連携の形で推進された．各プロジェクトの主な成果は以下の通りである．

a) 非可換幾何学と数理物理
事業推進担当者である前田、森吉、亀谷、石井が中心となって推進された．今年度は、変形量子化問題、非可換多様体上の指数定理、Seiberg-Witten 理論と４次元多様体、および３次元多様体の位相的研究に主眼をおき、研究推進され、それぞれに成果が得られている．又、理論物理（素粒子論、超弦理論）との研究連携を行ったことも大きな成果である．

b) 代数解析と積分可能系
事業推進担当者である戸瀬、池田が中心になって研究が進められた．今年度は、「代数解析セミナー」において、古典的・量子的な積分可能系に関連する幅広い研究を行い、「超局所解析」において、代数解析的な手法に基づく超局所解析に周辺分野、すなわちD加群とその指数定理、擬微分作用素論、層の超局所解析、接触（シンプレクティック）な多様体の量子化などの研究を行った．

c) Dynamics and Arithmetics
事業推進者である仲田および宮崎が中心となって、研究活動が行われた．今年度は１次元写像の作る力学系の混合性の問題について、Tel Aviv 大学の Jon Aaronson との共同研究で下記の成果を挙げることができた：多くの１次元写像においてφ混合性が成立しないが、逆φ混合性が成立する．また、φ混合性の成立はψ混合性の成立を意味する．さらに、LIRMM (Montpellier) の Valerie Berthe との共同研究で dynamics の方法を用いた metric number theory の研究を開始し、成果を挙げつつある．Delft 工科大学 Cor Kraaikamp、Oregon 大学 Tom Schmidt との共同研究も行われている．

d) 組合せ論とその応用
事業推進担当者である太田，神保，小田が中心となって，幾何グループとの連携の下に，閉曲面上のグラフの組合せ構造と代数構造の関連に関する研究，グラフデザインとその応用，離散幾何とアルゴリズムに関する研究を推進した．週１回のペースで開催した「組合せ論セミナー」では，主に若手研究者がグラフ理論など組合せ論に関する新しい研究成果や予想，論文紹介などを中心に活発な議論を行ない，その中から成果も上がっている．

B) インセンティブプログラム事業実施

a) 立科ヤングセミナー
トポロジー、幾何学の若手研究者を中心として、慶應義塾大学立科山荘にて 9 月 6 日〜10 日まで立科ヤングセミナーを開催した．他大学の学生や若手研究者との研究交流の場を提供した．

b) Pathways Lecture Series in Mathematics, Keio
学生や若手研究者が数学および数理物理の研究分野へ興味を向けるべく、著名な専門研究者によるレクチャーシリーズの開催を行った．第１回は、J.P. Bourguignon(IHES)、第２回は、M. Spivak(Publish & Perisk) である．これには、講義ビデオの収録、レクチャーノートの刊行が準備されている．

c) UK-Japan Winter School 2004
日英の学生及び若手研究者の研究交流と育成を目的にして、英国でのウインタースクールを実施した．今回は、ダーラム大学にて、「Geometry and Analysis to Towards Quantum Theory」をテーマに約５０名の参加者があった．英国からは、M. Atiyah 教授 (Edinburgh) の参加を得ることが出来た．このウインタースクールのビデオ記録、講義録作成の準備も行っている．

d) 数理科学特別セミナー
数理科学の最近の研究動向についての概説を行うために横断研究テーマ２の協力を得て、事業推進担当者（前田、戸瀬、厚地、池田)、2003 年度の PD（上田、小川、佐古、中筋）および外部からの研究者を招き、週一回の定期セミナーを行った．この中から PD による講義録を発刊する準備を進めている．(講師の詳細については、資料 13 研究者招聘リストを参照.)

C) 若手研究者育成プログラム事業実施
横断研究１では、学生・若手研究者の育成プログラムの立ち上げに重点をおいた．これはプロジェクト研究への参加を求め、各プロジェクト研究が、学生や若手研究者を育成していく形で実施された．(14 研究者派遣リスト参照)

D) 研究集会事業実施
横断研究１プロジェクト推進のために、以下のような研究集会を活発に行った．

a) 非可換幾何学と数理物理
2003 年 10 月 22 日〜25 日、日吉キャンパス来往舎、参加者約 30 名

b) Holonomic 系の漸近解析の最近の発展
2003 年 11 月 7 日、日吉キャンパス来往舎、参加者約　18 名

c) 量子化の代数解析
2004 年 3 月 18 日、19 日、日吉キャンパス来往舎、参加者約 20 名

d) International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics
2003 年 12 月 17 日〜 20 日、理工学部、参加者約 50 名

e) International Workshop on Combinatorics
2003 年 1 月 20 日〜 22 日、日吉キャンパス来往舎、参加者約 50 名

f) スペクトル幾何学、漸近解析とその周辺
2003 年 2 月 3 日〜5 日、理工学部、参加者約 30 名

E) 国際会議

• Noncommutative Geometry and Physics 2004
2003 年 2 月 26 日〜 3 月 3 日、参加者約 90 名）非可換幾何学と数理物理の研究交流を推進する事を目的として、2004 年 2 月に国際会議を開催した．主な討論内容は、deformation quantization, micro local analysis, symplectic topology, super string theory, quantum field theory to noncommutative geometry についてであった．これらは、ビデオでの記録とプロシーディングスの作成が進んでいる．

F) 国際連携事業
本 COE プログラムのアドバイザリーボードとの研究交流および本 COE への協力体制を討議し、その実施計画を検討した．J.P.Bourguignon (IHES) の招聘による IHES との研究交流、A. Weinstein (Berkeley, USA), T. Ratieu (Laussane 自由大学), N. Zung(Toulouse 大学) との欧州、アジアの Paissan 幾何学研究連携計画、D. Elworthy(Warwick) との UK-Japan Winter School 実施計画があげられる．事業推進担当者である森吉は、交流協定を締結しているブラウン大学を訪問し、研究交流を行った．又、交流協定を結んでいるケルン大学、北京大学との研究交流実施計画の作成や、新たな研究拠点との研究交流を実施計画している．

G) Keio NetMath 事業実施
研究拠点形成のために、研究サーバー空間の空間を計画し、事業実施を始めている．これには、

(a) バーチャルラボラトリー構築

(b) Keio Archives in Mathematics

の作成を主としている．バーチャルラボラトリーでは、研究者紹介、プレプリントサーバー、メールサーバー及びディスカッションサーバーの立ち上げを行っている．Keio Archives in Mathematics では、COE で行った講義シリーズや研究集会、国際会議等のビデオを搭載する．この開放は、2004 年を目指している．

H) 出版物発刊計画
事業の成果の記録を以下の様に準備している．

(a) Keio Seminar Note 発刊準備
UK-Japan Winter School 講義録、Spivak 講義録

(b) Proceedings of Noncommutative Geometry and Physics 2004
World Scientific Publishing Co. Ltd.

5　横断研究2の成果活動概要

1. 主題

データサイエンスによる非線形現象の解析

2. 構成員

チームリーダ：柴田
メンバー：菊池，谷，下村，前島，丸山，神保，大野，清水，田村，厚地，野寺，加藤，セレージン

3. 目的

データサイエンス分野の主導により，具体的ないくつかの現象をとりあげ，非線形モデルの構築とその解析に至るまで，一環した研究を行う．具体的な現象としては，気象，地震などの天然現象，金融市場に代表される社会現象，脳神経ネットワークや生態系など生物現象に注目し，そこに潜む共通な非線形構造のモデル化を中心課題とする．具体的には，適切なデータ収集と DandD(Data and Description) による組織化と属性記述を通して，メンバー全員が各現象に対する的確な理解を得ることからはじめ，その上で微分方程式を中心とした適切な非線形モデルの探索を行う．そのうえで，解の性質，非線形最適化による解法，極小モデルの構築，幾何学的な解釈などの研究を，実験数理分野の協力のもとにおこない，数理モデルとしての完成を通して数学の発展に寄与する．

4. 実施と成果

本研究の初年度にあたる平成 15 年度は，実質的な研究実施期間が平成 15 年 9 月からの半年間に限られたため，今後の研究実施に向けて必要な準備に重点を置いて実施した．中心的な研究テーマを，

1. 生物現象：ネットワーク現象の数学モデル
   神経細胞ネットワーク、DNA 配列など
2. 天然現象：連続体現象と連続体近似できる現象のモデル方程式の数学解析
   気象現象，地震現象など

3. 社会現象：経済変動の非線形解析
経済変動を記述する非線形微分方程式の解析
経済変動の最も重要な鍵をにぎる設備投資の変分学的分析
金融資産価格変動の理論

の３つに絞り，それぞれ独自に研究を進める一方，月一回程度の全体会議でそれぞれの研究成果を報告しあい，研究進行の調整と交流を計った．その上で，平成 16 年３月 21 日から 23 日にかけて，国際会議 ”Cherry Bud Workshop – Analysis of Natural and Social Phenomena: Data Science and System Reduction – ” を開催し，研究成果を報告するとともに，招待講演者による関連した講演と討論を通じて，今後の研究の方向性をより明確にすることができた．

各テーマごとの研究実施状況は次のとおりである．

1. 生物現象
神経細胞ネットワークに関しては，生命情報専修の岡浩太郎助教授との密接な共同研究体制で研究を進めた．岡助教授の研究室では，ミミズの神経細胞のアクティベーションをカルシウム濃度の変化を染色を介して２次元画像として観測する実験を行っており，その実験データから神経細胞のネットワークを同定することを一つの目的としている．本研究では，これまでノイジーなため，ほとんど解析できなかったデータに高度な多変量時系列解析の手法を適用することにより，完全なネットワークの同定まではないが，部分的な同定は可能となり，そこからミミズの蠕動運動のメカニズムがある程度まで解明できるようになった．

2. 天然現象
地震，気象，血流などに共通な破壊現象に焦点を当て，偏微分方程式の解の挙動からの説明をつける一方，平成１６年２月２日から３日まで，ワークショップ「破壊現象の数理（地震，気象，血液の流れなど）」を開催し，コンピュータシミュレーションによる解明が現在どこまで進んでいるか，それぞれの専門家に講演していただき，理論とのすり合わせをおこなった．

3. 社会現象
金融データから市場の非線形メカニズムを明らかにすることに重点を置いて研究を進めた．秒単位で観測された為替レートを解析することによって，日単位の平均レートからはわからないさまざまな市場メカニズムを明らかにすることができた．なかでも新たな呼び値の発生頻度と値のボラティリティの間に存在する非線形関係を発見できたのは大きな成果である．

5. 教育活動

各グループでの定期的なセミナーに下記のような方を適宜お招きして最先端の研究を解説していただいたくことによって，大学院生の研究意欲を大いに向上させることができた．また，アドバイザリーの一人である，Peter Thomson 博士に6週間滞在していただき，院生の研究成果を個々に聞いていただいた上で長時間議論していただけたことは，まさに国際的に活躍できる研究者育成という本プログラムの趣旨に合致した貴重な教育となった．

訪問研究者リスト

- 堀本　勝久（東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター　バイオスティックス人材育成ユニット）
- One Seng Huat (University of Malaya)
- 齋藤　成也（国立遺伝学研究所）
- Dening Li (West Virginia University)
- Ansgar Juengel (Univ. Mainz)
- 松井　伸也（北海道情報大学）
- Charles D. Levermore (Univ. Maryland)
- 高橋　秀慈（東京電機大学理工学部数理科学科）
- 鹿野　忠良（大阪大学理学部）
- Shu-Ang Zhou (Korolinska Institutet, Sweden)
- A. Maholov (Arizona State Univ.)
- 西畑　伸也（東工大情報理工）
- Edriss S. Titi (Weizmann Institute, Israel)
- 内海　幸久（東京工業大学）
- 佐柄　信純（法政大学）
- 河合　伸（名古屋大学）
- Volker Böehm (Bielefeld University)
- 高橋　明彦（東京大学）
- 齋藤　誠（一橋大学）

- 西篠　辰義（大阪大学社会経済研究所）
- Joanquim Silvestre (University of California, Davis)
- Diego Pallara (Lecce University)
- Vlker Pluschke (Martin-Luther-University-Halle-Wittenberg)
- Karol Mikula (Slovak University of Technology)

6　COE事業推進担当者　研究成果報告

6.1　横断研究1

非可換微分幾何学に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　前田　吉昭

1. 研究概要

非可換幾何学は、Alain Connes が提唱し、現在欧米において、目覚しい発展をとげている研究分野といえる。非可換幾何学は、従来の多様体を最も基本においた空間認識による幾何学的対称物の記述を、関数環により記述し直すことからはじまる。それは、作用素環のなかで行われていた研究方法である。関数環が空間を記述しなおすことから、関数環を基に幾何学を作りあげることである。この考え方を非可換な関数環へ推し進めていくのが非可換幾何学の考え方となっている。特に、作用素環を用いることで、多様体の位相的性質について研究が進展してきた。この考え方では、より位相幾何学的な方法が取られてくる。

我々が提唱しようとしているのは、微分幾何学的な非可換幾何学へのアプローチである。具体的に言えば、非可換環へ（あるいは非可換空間ともいうべきものへ）微積分を発展させて、微分幾何を非可換にな形へ進展させたいというのが究極ともいえる目的である。この考えかたは、現在 A.Connes を中心とした、非可換幾何学の研究者も行ってきているものでもある。

現在我々が、焦点を当てているのは、変形量子化によって得られる非可換環である。これは、ポアソン環（ポアソン多様体から作られる関数環）の変形によって得られる非可換環である。これは、代数的な意味での古典力学の量子化として考えられる非可換環である。変形量子化の問題は、形式的な意味での量子化の存在と同値性にあった。シンプレクティック多様体に関する変形量子化の存在は、De Wilde-P.Lecomte, H.Omori-Y.Maeda-A.Yoshioka, B.Fedosov による存在の証明、および Deligne, H.Omori-Y.Maeda-N.Miyazaki-A.Yoshioka, B.Fedosov 等による同値性の研究が知られている。一般のポアソン多様体に対しては、M.Kontsevich によりその存在が示された。現在では、これらの研究を発展する問題が扱われている。

我々の研究は、特に収束する変形量子化問題に向かっている。ここでは、形式的な変形量子化問題とは違った側面が得られて来ている。また、フレッシェ環に定義される変形量子化の例およびその具体的構成、トレースのある変形量子化問題が現在扱っている問題である。

2. 研究成果

上記の研究目的と研究概要の最後にのべた研究について、現在までの成果について述べる。

1. ワイル代数における２次形式の指数関数のなす群構造についての成果

   複素数を体にするワイル代数における２次形式全体は, 複素リー環 $sp(n, C)$ と同型になる。このリー環を $*$-積（ワイル代数の積）によって指数関数を作りその積構造を調べることを行った。実数の体の場合は、Metaplectic 群（シンプレクティック群の２重被覆群）が作られる。複素の場合にこの具体的構成を行うことで、flat bundle Gerbe の例を構成することが出来た。さらにこの構造を詳しく調べると、Gerbe 以上のもっと詳細な性質が得られる。これにより、従来の幾何学的な概念を拡張した空間概念が設定できるように思えてきている。これらの解析が、次年度の主な研究計画となる。

2. Strict deformation quantization についての成果

   収束する変形量子化の違う側面として、Rieffel 等が行っている群不変性を持った変形量子化のより適切な関数環を探す問題について研究を行った。Rieffel 等が行っているのは、可換な群（トーラス作用）であったが、これを非可換群の作用で不変な変形量子化へ拡張しようというものである。現時点で成果が得られたのは、$ax + b$ -群についての詳細な変形量子化の構成とそれを一般にした Solvable 群への成果を得た。現在この研究をさらに推し進めている。

3. Closed Star Product についての成果

   変形量子化のなかで、特にトレースを持つような非可換環の構成は、サイクリックコホモロジーの問題、指数定理との関連で興味が持たれている。ここでは、純代数的なアプローチからどのような性質が閉変形量子化を構成するか、また指数定理をいかに再現するかを研究した。これらの成果を一般のポアソン代数の変形量子化に考察することを行っている。

3. 業績リスト

原著論文

1. K. H.Omori, Y.Maeda, N.Miyazaki, A.Yoshioka, Strange phenomena related to ordering problems in quantizations, J. Lie Theory, 13(2003), 481-510

2. A.Inoue, Y.Maeda, On a construction of a good parametrix for the Pauli equation by Hamiltonina path-integral method- an application of superanalysis, Japanese J. Math. 29(2003), 27-107.

3. Y.Maeda, Deformation quantization , Sugaku expositions 16(2003), 1-23.

4. Y.Maeda, H.Kajiura, Noncommutative geometry and string theory, Sugaku 55(2003), 245-265.

5. P.Bielievsky, P.Bonnue, Y.Maeda, Universal Deformation Formulae for Three-Dimensional Solvable Lie groups, to appear.

6. P.Bielievsky, P.Bonnue, Y.Maeda, Universal Deformation Formulae, Symplectic Lie groups and Symmetric Spaces, to appear.

7. H.Omori, Y.Maeda, N.Miyazaki, A.Yoshioka, Star exponential functions as two-valued elements, to appear.

国際会議発表

1. Y.Maeda, An example of gerbes of star exponenital functions of quadratics in the Weyl algebra, North California Seminar, April, 2003, Stanford, USA.

2. Y.Maeda, The group structure of star exponential functions of quadratics in the Weyl algebra, Euro Conference on Poisson Geometry, Quantization and Representation Theory, June, 2003, Bruxelles

3. Y.Maeda, Star exponential functions as two-valued elements, AlanFest, ESI international Workshop, August, 2004, Vienna

その他口頭発表

1. 前田　吉昭、ワイル代数での２次関数の指数関数とその群構造について、非可換幾何学と数理物理、2003, 9 月、慶應義塾大学

2. 前田　吉昭、非可換微分幾何学入門、日本数学会企画特別講演、2004 年 3 月、筑波大学

著書

1. 大森　英樹、前田　吉昭、量子的な微分積分、シュプリンガー社

4. その他

1. COE プログラム国際研究集会「Noncommutative Goemetry and Physics 2004」組織委員

2. 学術振興会外国人研究者受け入れ（Alan Weinstein, UC Berkeley, Professor, April, 2004）

3. 学術振興会外国人研究者受け入れ（Steven Rosenberg, Boston University, April-June, 2004）

4. COE プログラムによる外国人研究者受け入れ（Sylvie Paycha, Blaise Pascal University, February, 2004）
5. COE プログラムによる外国人研究者受け入れ (J.P.Bourguignon, IHES, Director, February, 2004)
6. COE プログラムによる外国人研究者受け入れ (Mchael Spivak, Publish & Perish, March, 2004)

３次元多様体 の 組合せ構造 に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 助教授　石井 一平

1. 研究概要

本研究は次の (1), (2), (3) を主な研究目的としている。
(1)　３次元多様体の組合せ的構成法および組合せ構造を代数的に記述する方法を研究し、３次元多様体の分類理論の新たな方法を開発すること。
(2)　既知の位相不変量（Reidemeister torsion, Turaev-Viro 不変量など）が３次元多様体の分類に有効であることを我々の記述方法によって検証すること。また、新たな位相不変量を構成すること。
(3)　ザイフェルト構造、双曲構造等の３次元多様体の幾何学的構造を組合せ的あるいは代数的に記述すること。

既に、ヘゴード種数２の３次元多様体を有限個の自然数パラメタによって代数的に記述する方法が得られており、これがヘゴード種数２の３次元多様体の完全分類を与えているのではないかと予想している。この予想に基づき、現在次のような具体的研究が進行中である。

(i)　様々な位相不変量の適用により、異なるパラメタで表示される多様体が実際に異なる多様体であることを示すことを試みる。

(ii)　既に得られているザイフェルト多様体の標準的表示と比較することにより、パラメタの値のうちでザイフェルト多様体に対応するものを決定する。

(iii)　上述のパラメタが基本群の表示を与えるので、この基本群の表示から双曲群か否かを判定するアルゴリズムを研究する。

2. 研究成果

３次元向き付け可能閉多様体に対し、「ブロック数」と名付けた新しい不変量を導入し, そのいくつかの性質を明らかにすることによって、３次元多様体の分類に対するこの不変量の有効性を示した。

ここに導入された「ブロック数」は、３次元向き付け可能閉多様体 M とその上の非特異ベクトル場 X の対 (M, X) の同値類（”combed manifold” と呼ばれる）に対して M の flow-spine を用いて定義されるもので、よく知られた不変量「M のヘゴード種数」と密接な関係があることが示され、ヘゴード種数が 2 以下の M に対しては「ブロック数」は「ヘゴード種数」を精密化する真に新しい不変量であることが示された。すなわち、M がヘゴード種数 2 以下のザイフェルト多様体のとき、「ブロック数 = ヘゴード種数」を実現する combed manifodld (M, X) は標準的（非特異ベクトル場 X がファイ

バーに平行なベクトル場にホモトピック）なものであることが示された。ブロック数１の既約な flow-spine は完全に決定され、レンズ空間の組み合せ的表示が flow-spine によって一意化される。これは既に知られたことの新たな表現方法に過ぎないが、ブロック数２の多様体に対しても組み合せ的表示の一意化が可能であろうと思われる。実際、ブロック数２の既約な flow-spine が有限個の系列に（組合せ的に）分類され、それぞれの系列が４〜８個の自然数パラメタによって表示されることが示されている。また上に述べた系列のいくつかは既に決定されており、この範囲においては組み合せ的表示の一意化を与えていることも示した。ブロック数２の多様体の完全なリストを完成させることは、3 次元多様体の分類理論の雛形ともなり得る重要な問題であると考える。

さらに今後の課題としては、ブロック数とヘゴード種数との関係の解明、高いブロック数を持つ多様体の研究などが考えられる。

3. 業績リスト

原著論文

1. M. Endoh and I. Ishii, A new complexity for 3-manifolds, Tokyo J. Math. (to appear)

量子化戸田格子の可積分性とラグランジアンファイバー上のラドン変換に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　池田　薫

1. 研究概要

ある種の偏微分作用素の族の可換性の研究を行った。この可換性は量子化された戸田格子の可積分性を保障する。$P \in \mathbf{R}^{2n}$ に対して戸田格子のラックス行列 $L(P)$ が定義される。その特性多項式 $\det(\lambda - L(P))$ の λ の係数が古典的戸田格子の保存量となる。その正準量子化を $\hat{L}$ としその特性多項式 $\det(\lambda - \hat{L})$ を考える。この際 λ の係数は偏微分作用素となる。今回の研究テーマはその可換性を証明することである。２０年以上前量子化された戸田格子の可積分性はアメリカの数学者コスタントにより表現論の枠内で証明された。しかし今回は与えられた偏微分作用素の可換性という解析学の問題として捉え初等的な解析学の枠内でこの問題を解決したい。換言するとコスタントの研究した一般化されたカシミール元、ハリッシューチャンドラー準同型あるいはホイッタカー加群を具体的に解析的な実態として把握したいということである。もしこのことが達成されたならいまだ未解決の量子化戸田格子のスペクトル解析に関数解析、超局所解析の手法が導入出来るであろう。

2. 研究成果

$\mathbf{R}^{2n}$ 上の急減少関数の空間を $\mathcal{S}(\mathbf{R}^{2n})$ としよう。$\mathbf{R}^{2n}$ 上のフーリエ積分の空間を

$$F(\mathbf{R}^{2n}) := \{\int_{P=(q,p)\in\mathbf{R}^{2n}} a(P)e^{ipx}dP | a(P) \in \mathcal{S}(\mathbf{R}^{2n})\}$$

で定義しよう。以後この空間のある種の双対を $\mathcal{D}$-加群と考える。その双対はつぎのように定義される。今 $b(P)$ を $\mathbf{R}^{2n}$ 上の関数と考える。そのとき $T_b \in F(\mathbf{R}^{2n})'$ を

$$T_b(\int_{P\in\mathbf{R}^{2n}} a(P)e^{ipx}dP) = \int_{P\in\mathbf{R}^{2n}} a(P)b(P)e^{ipq}dP \tag{1}$$

で定義する。(1) の右辺が意味を持つ $b(P)$ 全体を $\mathcal{S}(\mathbf{R})^*$ としよう。

$$F(\mathbf{R}^{2n})^* := \{T_b | b(P) \in \mathcal{S}(\mathbf{R}^{2n})^*\}$$

と定義する。$\mathcal{D}_{\exp}$ を指数関数係数の偏微分作用素環とする。$\mathcal{D}_{\exp}$ の $F(\mathbf{R}^{2n})$ への作用は

$$\partial_j T_{b(P)} = T_{(-ip_j)b(P)}, \tag{3}$$

$$\exp(ip'x)T_{b(P)} = T_{\exp(ip'q)b(P+(0,p')} \tag{4}$$

となる。(3),(4) により $F(\mathbf{R}^{2n})^*$ は $\mathcal{D}_{\exp}$-加群になる。さらに $F(\mathbf{R}^{2n})^*$ は空間として十分大きく超関数として $\mathbf{R}^n$ 上の有界関数の空間を含む。よって $P \in \mathcal{D}_{\exp}$ が $F(\mathbf{R}^{2n})^*$ 上 0 ならば微分作用素として 0 である。戸田格子の相空間 $\mathbf{R}^{2n}$ の等位集合による葉層構造を考えよう。今

$$\det(\lambda - L(P)) = \lambda^n + D_{n-1}(P)\lambda^{n-1} + \cdots + D_0(P)$$

とする。また $P = (q,p) \in \mathbf{R}^{2n}$ にたいして $\tilde{P} = (iq,p)$ と定義する。$M = {}^t(M_0, \ldots, M_{n-1}) \in \mathbf{C}^n$ にたいして実解析的多様体 S_M を

$$S_M := \{P \in \mathbf{R} | D_j(\tilde{P}) = M_j, j = 0, \ldots, n-1\}$$

で定義する。$e = (1, \ldots, 1) \in \mathbf{R}^n$ としたとき S_M は $(e,1)$ 方向への平行移動に関して不変だから S_M は平行移動をあらわすパラメーター $\alpha \in \mathbf{R}$ によりより細かい曲面の族 $S_{M,\alpha}$ により $S_M = \cup_{\alpha \in \mathbf{R}} S_{M,\alpha}$ と分解される。さらに S_M の M は $m \in \mathbf{R}^n$ でパラメトライズされていて m が $\mathbf{R}^n$ をまた α が $\mathbf{R}$ を隈なく動き回ると $S_{M(m),\alpha}$ たちがが相空間 $\mathbf{R}^{2n}$ を埋め尽くす。すなわち等位集合 $S_{M(m),\alpha}$ をファイバーとするファイブレーション $\pi : \mathbf{R}^{2n} \to \mathbf{R}^{n+1}$ を得る。従って先のフーリエ積分はモジュライ方向の積分とファイバー方向への積分に分解される。このファイバー方向への積分をラグランジュアンファイバー束上でのラドン変換とみなした。フーリエ積分のラドン変換に伴い先に定義した $T_b \in F(\mathbf{R}^{2n})^*$ のラドン変換も定義できる。さらに各ファイバーは $n-1$ 次元のラグランジアン多様体なのでコンパクト化し $n-1$ 次元のトーラスにすることができる。よって $T_{b(P)}$ の $b(P)$ をトーラス上の周期関数とみなせる。こうした古典的戸田格子の可積分性に関する幾何学的事実を用い量子化戸田格子の可積分性を証明する。

3. 業績リスト

原著論文

1. K.Ikeda, Integrability of the quantum Toda lattice and Radon transform, preprint
2. K.Ikeda, A geometry of the quantum Toda lattice, preprint

国際会議発表

1. A geometry of quantum Toda lattice, 2004 年 1 月 U-K Winter School ダーラム大学（英国）

その他口頭発表

1. 量子化戸田格子の幾何学, 2003 年 11 月, 研究集会「組み合わせ論的表現論の諸相」京都大学数理解析研究所

2. 量子化戸田格子の可積分性とラグランジュアンファイバー上へのラドン変換, 2004年4月20日, リー群論表現論セミナー（東京大学）

4. その他

COE事業との関連で代数解析セミナーをこの期間中以下のように５回催した。

1. 乙藤　隆史氏（日本大学工学部）無限次元グラスマン多様体の量子コホモロジー 2003年11月29日

2. 水町　徹氏（横浜市立大学大学院総合理学研究科）Asymptotic stability of solitary wave solutions the regularized long wave equation, 2003年12月13日

3. 山根　宏之（大阪大学大学院情報科学研究科）A Serre-type theorem for the elliptic(super) algebra with rank ≥ 2, and related topics, 2004年1月17日

4. 高崎　金久氏（京都大学大学院人間・環境学研究科）Tyurinパラメーターと可積分系、2004年1月24日

5. 井上　玲氏（東京大学大学院総合文化研究科）アファインJacobi多様体の行列実現とLotka-Volterra格子の代数解析的完全可積分性について、2004年2月7日

同変ホモトピー論に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 専任講師　亀谷 幸生

1. 研究概要

ゲージ理論は４次元多様体を調べる上で重要な役割を果たしているが、特に Seiberg-Witten 方程式を同変ホモトピー論の視点を通して理解したいと考えている。

現在は、Seiberg-Witten 方程式の有限次元近似を使って古田幹雄氏（東大数理科学）によって得られたスピン４次元閉多様体の交叉形式の制限を１次元ベッチ数がある場合へ拡張することを同氏と共同で研究している。

2. 研究成果

４次元 spin^c 閉多様体に巡回群が作用しているときにコホモロジーに関するある条件の下で Seiberg-Witten 不変量が群の位数だけ割り切れることが Fang によって示されているが、その別証明を得た。その証明は K-理論における Adams 作用素を使う Fang の証明と違って幾何的であり、単純な写像度の問題に帰着するものである。この証明は安定ホモトピー Seiberg-Witten 不変量まで適用できるかもしれないので今後の課題としたい。

3. 業績リスト

口頭発表

1. 同変写像と K-theory, 佐賀大学理工学部応数談話会, 2003 年 9 月.

4. その他

1. 立科ヤングセミナー（平成 15 年 9 月 6 日〜9 月 10 日）を主催した。

偏微分方程式系の代数解析的研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　戸瀬　信之

1. 研究概要

代数解析的な方法による超局所解析の研究、特に第２超局所解析に関する様々な問題を研究した。

2. 研究成果

（特異的なフーリエ積分作用素と第２超局所解析）線型双曲型微分方程式の解の特異性の伝播の研究においては、解の特異性の分岐、conical refraction など様々な現象が解析されてきた。特に解の特異性の conical refraction の現象は、結晶光学の研究に現れる自然なものとして多くの視点から研究が進められてきた。1985 年ころから、この conical refraction の研究に第 2 超局所解析を用いて分析を行うことが試みられ、P. Laubin や私の研究により一定の結果を得ることができた。第 2 章超局所解析は、余接束 (cotangent bundle) の包合的（involutive）な多様体に沿って爆裂 (blow-up) を行い、より精密に特異性の分解を行うものである。上で述べた、conical refraction の解析の中で途中のままになっているものに、第 2 超局所解析の枠組みでの方程式の変換理論がある。超局所解析では、量子化接触変換、フーリエ積分作用素によって、擬微分方程式が単純特性的な点において簡単な標準形 (canonical form) に移ることを示されているが、この点では第 2 超局所解析の研究はまだ不十分である。今年度の研究は、第 2 超局所解析における変換理論を解のレベルでの積分作用素と関連付ける形で研究を行った。
(第 2 超関数の基礎的な研究)　第 2 超局所解析で自然に現れる第 2 超関数 (2-hyperfunctions) の層は、正則な包合的多様体上に制限した佐藤のマイクロ関数の層を含む。この第 2 超関数の層を退化した偏微分方程式の境界値問題に応用する研究を行った。

3. 研究集会の主催等

(1) 京都大学数理解析研究所研究集会　”Microlocal Analysis and Asymptotic Analysis “（2004 年 3 月 8 日から 12 日、京都大学数理解析研究所）を副代表者として主催した。
(2) 21 世紀 COE 研究集会 “Noncommutative Geometry and Pysics 2004” を主催した。
(3) 21 世紀 COE「超局所解析セミナー」を主催した。

第 1 回 (03 年 9 月 3 日)

Liess, Otto	Bologna Univ.	Microlocalization through weighted phase functions
D'Agnolo, Andrea	Padova Univ.	On the Fourier-Mukai transform for D-algebras

第 2 回 (03 年 11 月 17 日)

Waschkies, Ingo	Padova Univ.	Microlocal Riemann-Hilbert correspondence
本多　尚文	北海道大学	The functorial construction of strongly asymptotically developable sheaves
Schapira, Pierre	Paris VI	Finiteness theorem on complex compact symplectic manifolds

第 3 回 (03 年 12 月 20 日)

熊ノ郷　直人	工学院大学	Feynman Path Integral as Analysis on Path Space
Ruzhansky, Michael	London Imperial College	Regularity of Fourier integral operators with complex phases and applications I and II

第 4 回 (04 年 3 月 13 日)

B.-W. Schulze	Potsdam	The Zaremba problem in edge Sobolev spaces
Witt, Ingo	Freiberg	Mixed initial-boundary value problems for weakly hyperbolic operators
Dreher, Michael	Freiberg	Sharp energy estimates for weakly hyperbolic systems by time slicing approximation

第 5 回 (04 年 3 月 18 日,19 日)

Y. Laurent	Grenoble	Regularity of the D-module associated to a symmetric pair: Solution to a conjecture by Sekiguchi
L. Boutet de Monvel	Paris VI	Related Toeplitz and semiclassical star-algebras
山崎　晋	日本大学	Hyperfunction Solutions to Fuchsian Hyperbolic Systems
Rouchdi Bahloul	Kobe Univ.	Local Bernstein-Sato polynomials via the analytic Groebner fan
L. Boutet de Monvel	Paris VI	Related Toeplitz and semiclassical star-algebras
B. Gramsch	Mainz	Deformation quanitization on Poisson manifolds and the Oka principle

第 6 回 (04 年 3 月 22 日)

Polesello, Pietro	Paris VI/Padova	Higher Monodromy

非可換幾何学における指数定理の研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 助教授　森吉　仁志

1．研究概要

非可換幾何学とは，1980 年代後半から 90 年代にかけて A. Connes により提唱された幾何学の新しい枠組である．この枠組は微分幾何学・位相幾何学・作用素環論・エルゴード理論・大域解析学などの分野に大きな刺激を与えており，さらには弦理論などの理論物理学においても現在その応用が活発に研究されている．この非可換幾何学において中核を成す研究対象の一つが Atiyah-Singer 指数定理である．Atiyah-Singer 指数定理とは多様体の位相幾何不変量と多様体の解析不変量の関連性を導く深い定理であり，性質の全く異なる二つの不変量を結びつけている点でその有用性は著しく高い．そして Connes が非可換幾何学という枠組を提唱した動機の一つには，間違いなく指数定理の一般化という目標があったと察せられる．実際，彼は K 理論・巡回コホモロジー群などの手段を非可換幾何学に導入して，葉層多様体・エルゴード的群作用をもつ多様体・非コンパクト等質空間などに対して指数定理を拡張した．

一方近年 3・4 次元多様体論において，指数定理を用いて注目すべき多くの結果が導かれている．特に Casson, Donaldson, Floer, Freed, Taubes, Witten 等の研究者により，3 次元ホモロジー球面の Casson 不変量と Floer ホモロジー群の関連が明らかにされ，3・4 次元多様体論は大きな進展を遂げた．そして指数定理より派生するスペクトル流・エータ不変量・ Analytic torsion 等を媒介として，多様体の幾何不変量と解析不変量との深い結びつきが次第に明らかにされている．

本研究においては，3・4 次元多様体論が与える豊富な具体例を背景とし，非可換幾何学の枠組をこれらの対象上で展開して，そこに指数定理という背骨を確立することを意図する．主要な研究目的は以下のとおりである：

1. 3 次元多様体上の余次元 1 葉層構造を取り上げ，葉層多様体上の Connes 指数定理と一般の二次特性類との関連性を明確にし，指数定理の位相幾何公式を導く；

2. 非可換幾何学の枠組を用いてスペクトル流・エータ不変量・Analytic torsion などの解析的二次不変量が関わる指数定理を導く；特に Chern-Simons 二次特性類・R-torsion 等の幾何的二次不変量との関連性を探る；

3. 境界付多様体における Mod p 指数定理を非可換幾何学の枠組で理解し，エータ不変量・作用素の Determinant との関連性を導く；

4. 3 次元双曲多様体を具体例として完備非コンパクト多様体上の指数定理を確立し，この多様体の縁（エンド）が成すフラクタル集合上の非可換幾何学を展開する．

2. 研究成果

この研究目的に関し，本年度では次の成果を得た．2003年8月22日〜9月9日まで Paolo Piazza (ローマ大学: Universita di Roma "La Sapienza") を COE プログラムにより招聘し，共同研究を行った．これより，境界つき葉層多様体上の指数定理の研究に関して大きな進展を得た．また被覆空間上の被覆変換群作用に関して Twisted Γ-index theorem を証明した．詳しくは次のとおりである：

変換群 Γ をもつ正規被覆空間 $M \to M/\Gamma$ を考える．さらに $U(1)$ に値をもつ Γ の 2-コサイクル σ をとり，σ で捻った Γ の C^* 群環 $C^*(\Gamma, \sigma)$ を考える．ここで技術的な条件として，σ が実数値の 2-コサイクル c に持ち上がっていると仮定する．即ち，$\exp(\sqrt{-1}c) = \sigma$ である．このとき微分型式 $\Omega^q(M)$ を係数加群とする群 Γ の二重チェイン複体 $C^p(\Gamma, \Omega^q(M))$ において，c は Γ 不変な M 上の 2 型式 ω とコホモローグになる．さらに σ が定める中心拡大 $\widehat{\Gamma}$ に関して，積束 $L = M \times C$ 上に Γ 作用と両立する $\widehat{\Gamma}$ 作用が定義され，さらにこの作用に関して不変な接続 ∇ が存在する．このとき次の定理が成り立つ．
上で与えられた直線束 L に係数をもつ Dirac 作用素を D^∇ とするとき，

1. $IndD^\nabla \in K_0(C^*(\Gamma, \sigma))$ であり；
2. τ を $C^*(\Gamma, \sigma)$ のトレイスとし $R = \nabla^2 = \sqrt{-1}\omega$ とすると，以下が成り立つ．

$$\tau(IndD^\nabla) = \int_{M/\Gamma} \widehat{A}(M/\Gamma) e^{\frac{\sqrt{-1}}{2\pi}R}$$

この定理の応用として次の結果が成り立つ．
シンプレクティック閉多様体 M が aspherical, 即ちその普遍被覆空間が可縮ならば，M は正スカラー曲率をもつリーマン計量を許容しない．

ここで M はスピン多様体でなくともよい点を注意しておく．この結果は，任意の closed aspherial manifold は正スカラー曲率をもつリーマン計量を許容しないだろうという Gromov-Lawson 予想の部分的解決になっている．

3. 業績リスト

原著論文

1. H. Moriyoshi, A twisted Γ-index theorem, Abstract in Geometry of Foliations 2003, Kyoto, 2003.

国際会議発表

1. A twisted Γ-index theorem, Coarse Geomery 研究集会，Kyoto, 2004年1月

その他口頭発表

1. A twisted K-theory and the index theorem,　福岡微分幾何研究会 (Geometry and Something)，福岡 2004 年 1 月
2. 擬群 C^* 環と指数定理,「C^*-環と関連する力学系」（数理研短期共同研究集会），京都 2004 年 1 月
3. シンプレクティック多様体と量子化，第 30 回 Encounter with Mathematics，中央大学，東京 2004 年 1 月

4. その他

ＣＯＥ横断研究１において幹事を務める.

グラフの組合せ的性質と位相幾何学的性質に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　太田 克弘

1．研究概要

グラフとは，頂点集合と呼ばれる有限集合と，その上で定義された対称的２項関係により構成される，組合せ的対象である．しかし，グラフが特定の曲面に辺の交差なく描画できるかどうかという，位相幾何学的性質が，グラフの組合せ的性質を大きく規定することがある．たとえば，平面グラフの研究が盛んに行なわれるきっかけとなった４色問題（現在では４色定理と呼ばれる）によれば，すべての平面グラフは高々４色を使って，どの隣接する頂点も色が異なるように塗り分けられる．また，Tutte の定理によれば，すべての４連結平面グラフは，ハミルトン閉路を持つことが知られている．

逆に，グラフ理論の組合せ的問題の本質に，位相幾何学的グラフ理論が自然に現れるケースが多々見られるようになった．例えば，長年の未解決問題である，閉路２重被覆予想は，閉曲面への強埋め込み可能性問題と同値であり，また，近年のグラフ理論の主導原理となっている Robertson-Seymour のグラフ・マイナー理論では，あるグラフを禁止マイナーとするグラフの族の特徴付けにおいて，ある閉曲面に埋め込めるグラフが中心的な役割を演ずる．

このように，位相幾何学的グラフ理論の研究は，純粋に組合せ的問題の中でも重要性を増しており，様々な角度からの研究が必要となってきている．本研究ではとくに，グラフ理論の中でもとくに盛んに研究されている分野であるハミルトン性に関わる性質に着目して，位相幾何学的性質との関連を研究する．

2．研究成果

平面上の同じ頂点数を持つ２つの三角形分割は，対角変形と呼ばれる局所変形操作の繰り返しで互いに移りあうことが知られているが，その際に必要となる操作の回数については，最善の値が知られていない．論文１（業績リスト参照）では，まず，ハミルトン閉路をもつ２つの三角形分割の一方から他方へ移すのに必要な対角変形の回数の上限を求め，それを用いることにより，一般の２つの三角形分割同士の場合にいての変形回数の上限を大幅に改良することに成功した．

閉曲面に局所平面的に埋め込まれた３連結グラフは，平面の３連結グラフと同様に，ある程度ハミルトン性に近い性質を持つことが知られている．例えば，最大次数 4 の全域木や，3-walk と呼ばれる全域歩道の存在が知られている．論文２では，オイラー種数 k の閉曲面上に埋め込まれた局所平面的な３連結グラフを k だけに依存する分岐性を持った平面グラフに切り開くための一般的な手法を開発し，それを用いて，次数 4 の頂点数が $2k-5$ 以下であるような最大次数 4 の全域木，訪れる回数が 3 であるような頂点の個

数が $2k-4$ 以下であるような 3-walk の存在を示した．これら $2k-5$ や $2k-4$ といった数値は最善の値である．また，それ以外にも，与えられた頂点数の連結部分グラフで次数和の小さいものの存在，次数の大きい頂点の少ない全域２連結部分グラフの存在についても，最善の結果を証明した．さらに，論文４では，辺の数の少ない２連結全域部分グラフに関する結果も証明している．

論文３では，２部グラフにおいて，指定した頂点をそれぞれ１点ずつ含む点素な閉路からなる２因子の存在に関する結果として，最小次数条件，非隣接２点の次数和条件について最善の条件を与える結果を証明した．

3. 業績リスト

原著論文

1. R. Mori, A. Nakamoto and K. Ota, Diagonal flips in Hamiltonian triangulations on the sphere, Graphs Combin. 19 (2003), 413–418.

2. K. Kawarabayashi, A. Nakamoto and K. Ota, Subgraphs of graphs on surfaces with high representativity, J. Combin. Theory Ser. B 89 (2003), 207–229.

3. G. Chen, H. Enomoto, K. Kawarabayashi, K. Ota, D. Lou and A. Saito, Vertex-disjoint cycles containing specified vertices in a bipartite graph, J. Graph Theory 46 (2004), 145–166.

4. A. Kaneko, K. Kawarabayashi, A. Nakamoto, K. Ota and K. Yoshimoto, 2-Connected spanning subgraphs of small size in circuit graphs, preprint.

口頭発表

1. 太田 克弘, Spanning subgraphs of 3-connected graphs on surfaces, 研究集会 Designs, Codes, Graphs and their Links IV, 京都大学数理解析研究所, 2003 年 8 月.

2. 太田 克弘, On generalized circuit graphs, 組合せ論・離散幾何研究集会 2003, 琉球大学, 2003 年 8 月.

3. 太田 克弘, On generalized circuit graphs, 京都大学数理解析研究所 短期共同研究「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」, 京都大学数理解析研究所, 2003 年 10 月.

4. その他

2004 年 1 月 20 日 (火)〜22 日 (木) の期間，慶應義塾大学 日吉キャンパス 来往舎１Ｆシンポジウムスペースにおいて，COE 主催の国際研究集会 “International Workshop on

Combinatorics” を主催した．

また，週１回のペースで「組合せ論セミナー」の開催を続けている．この「組合せ論セミナーは」，主に若手研究者の情報収集と身近な発表の場として，近隣大学の組合せ論研究者，大学院生が集まって開催されているセミナーである．毎回グラフ理論など組合せ論に関する新しい研究成果や予想，論文紹介などを中心に活発な議論を行なっており，その中から新しい成果も上がっている．

巡回セールスマン問題と計算幾何学に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 専任講師　小田 芳彰

1. 研究概要

巡回セールスマン問題 (以下、TSP) とは与えられた複数の都市をすべて 1 回ずつ通り、出発点に戻ってくるような最短経路を見つける問題である。この問題は NP 困難のクラスに属し、都市数が増えたとき実用的な時間 (多項式時間) で最短経路 (最適解) を求めるのは不可能と予想される代表例になっている。そこで、実社会での応用の観点から、実用的な時間で最適解に近い解を求める近似解法の研究がさかんに行われてきた。その一方、理論的な観点からはどのような性質があれば、TSP の最適解が多項式時間で得られるかについて研究されてきた。本研究では、特に後者について着目する。

この分野では、これまで理論的側面から三角不等式や対称性を仮定しないさまざまな多項式時間で解けるクラスが示されてきた。しかし、実社会の問題への適用を考えると平面性を仮定して考えてもよい場合が多く、本研究では、特にボロノイ図やデローネ三角形分割などのようにユークリッド距離を考慮した平面上の幾何的性質や計算量理論と密接に関連している計算幾何学の観点から TSP の特に平面性に特化した多項式時間で解けるクラスについて考える。

また、これまである条件を仮定の下で多項式時間で最適解を得るためのアルゴリズムを考案してきた。その中にピラミッド型巡回路を緩和した概念を探索対象とするアルゴリズムがある。このアルゴリズムを適用することにより、いくつかの多項式時間で解けるためクラスを示すことができたが、この概念に平面性を仮定することにより、より高速なアルゴリズムを考案したいと考えている。この研究では、ボロノイ図、ユークリッド最小木など計算幾何学の概念を基にすることが鍵になるのではないかと考えている。

2 つめの研究テーマとして、計算幾何学について特にボロノイ図をあげる。ボロノイ図は計算幾何学の代表例であり、種々の施設（母点）の商圏やなわばり、またその設置計画など応用範囲の広い概念である。本研究では、平面上の母点集合に対するボロノイ図についてある指定した領域（以下、指定領域）内のみを描画することを考える。この場合全母点に対するボロノイ図を計算し、指定領域内を取り出す方法が容易に考えられるが、母点の数が多くなると無駄な計算を行うことになり、非常に効率が悪い。そこで、指定領域内のボロノイ図を正確に描画するのに必要な母点を含む領域（以下、探索領域）について考察し、理論的な性質を示すとともに、実社会で有用な概念・手法を提案する。

2. 研究成果

TSP の多項式時間で解けるクラスの中にモンジュ性とよばれる条件がある。このモンジュ性は TSP に限らず、さまざまな組合せ最適化問題においても効率よく解が得られる

条件として広く知られている。

このTSPに関する研究成果として、このモンジュ性を弱めた条件についても多項式時間でTSPの最適解が得られることを示した。まず、n都市の問題に対し、最適解が$O(n^5)$時間で求められることを示した。この時間計算量を保証するために、"cut number" の概念を導入した巡回路に関するアルゴリズムが利用できることを示し、このアルゴリズムが多項式時間で解けるクラスに有用であることを裏づけることができた。この証明は簡潔であることから他の条件についても利用できるのではないかと考えている。

さらに、他のアルゴリズムを用いることにより、$O(n^2)$時間で最適解が求められることを示した。これまで示されてきた多くの条件は$O(n^2)$時間かかることから既存の条件と比べて遜色のない条件であると考えられる。今回得られた条件は対称性は仮定しているものの三角不等式などの平面性については特に仮定していない。実社会の問題に適用できる条件を得るには平面性との相性について考えることは興味深いと考えている。

また、計算幾何学については、ボロノイ図の指定領域とその探索領域について次の研究を行った。

平面上の指定領域が長方形で指定領域内の母点数が１の場合はKuhnにより、２の場合は岡本-小田-坂上-早川により、面積が最小となる最善の探索領域(以下、最適探索領域)が決定できていたが、一般の（３以上の）場合の最適探索領域が複数の円の和領域で表せることを示した。さらに長方形領域だけでなく、指定した領域が凸多角形の場合も同様の性質が成り立つことがわかった。

しかし、計算機を用いて計算・描画を行う場合、このような複雑な和領域に含まれる母点を抽出するのは計算効率のよい方法とは言えない。そこで、実用性を考慮し、計算機を用いて抽出しやすいような最適探索領域を包含するいくつかの領域（以下、近似探索領域）を導くことが今後の課題である。また、指定領域が凹多角形の場合についても同様の議論が成り立つのではないかと考えている。

実際に計算機を用いてボロノイ図を計算し、ディスプレイ上にすべての母点を含むように描画すると、母点数が大きい場合ボロノイ領域が小さくなり人間が判断しにくくなる。実際には局所的な施設（母点）の商圏やなわばりについて観察することから、ディスプレイに表示すべき領域（長方形）を指定領域と考えることにより、必要な部分についてのみ正確に描画することができる。このように、本研究の遂行により計算幾何学上の理論的な性質の発見のみならず、実社会上で利用されるボロノイ図関連のアプリケーションプログラムに対して計算効率の改善が期待できる。

3. 業績リスト

原著論文

1. K. Kawarabayashi, A. Nakamoto, Y. Oda and M. Watanabe, Acute triangles in 4-connected maximal plane graphs, preprint.

2. A. Nakamoto, Y. Oda and K. Ota, 3-trees with a few vertices of degree 3 in circuit

graphs, preprint.

3. Y. Oda, Some relaxed Monge properties and the Traveling Salesman Problem, preprint.

国際会議発表

1. Y. Oda, Some relaxed Monge properties and the Traveling Salesman Problem, CO (Combinatorial Optimization) 2004, Lancaster University, p.44, March 28-31, 2004.

その他口頭発表

1. 小田 芳彰, Cut numbers of the tours and the TSP, 京都大学数理解析研究所 短期共同研究「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」, 京都大学数理解析研究所, 2003 年 10 月

4. その他

組合せ論セミナーの世話役

Analysis and Probability

Graduate School of Science and Technology
School of Fundamental Science and Technology Center for Mathematics
Professor Michael Keane

1. RESEARCH SUMMARY

In the report year, I have worked on many topics in percolation theory, ergodic theory, random walks, analysis, and statistics, and published seven articles which are listed below. There are too many results to list all the details here, and I refer to the articles for these. In addition, I have been collaborating with the COE member Professor Hitoshi Nakada, and hope to continue developing our ideas in the coming period.

2. RESULTS

The obtained results are contained in seven articles published in the report year; references, as far as available, are given in the next section under list of achievements. A number of other results are in preparation, and will be soon available.

3. LIST OF ACHIEVEMENTS

Published articles in the report period:

1. Tubular recurrence, *Acta Mathematica Hungarica* 97, 207–221 (2003). With S.W.W. Rolles.

2. Finitary coding for the 1-D T, T^{-1}–process with drift, *Annals of Probability* 31, 1979–1985 (2003). With Jeffrey E. Steif.

3. Weak Bernoullicity of random walk in random scenery. *Japanese Journal of Mathematics* 29, 389–406 (2003). With F. den Hollander, J. Serafin, and J.E. Steif.

4. Marches Aléatoires Renforceés, in *Leçons de Mathématiques d'Aujourd'hui* Vol 2, 347–360. Cassini, Paris, 2003.

5. Entropy in Ergodic Theory, Chapter Seventeen of the book *Entropy*, A.Greven, G.Keller, G.Warnecke Editors, Princeton University Press, 2003.

6. The dimension of graph directed attractors with overlaps on the line, with an application to a problem in fractal image recognition. To appear in Fundamenta Mathematicae, 2004. With Károly Simon and Boris Solomyak.

7. Nonparametric estimation of a change in defect density. To appear in the Journal of the Royal Statistical Society (Series C). With D. Denteneer.

4. International Conference and other talks

This year's lectures and conferences:

Place	Institution	Date	Type of lecture
College Park	UMD	21 Mar	Colloquium Lecture
Denton	UNT	04 Apr	Colloquium Lecture
Ithaca	Cornell	21 Apr	Probability Seminar
Los Angeles	UCLA	7-9 May	Colloquium, Seminar
Oxford-Coventry	Univ Warwick	2-6 Jun	Conference Organizer
Jerusalem	Hebrew Univ	17 Jun	Furstenfest, Plenary lecture
Okayama	Hayashibara Forum	12 Jul	Public Lecture
Corvallis	OSU	25 Jul	Closing Lecture, NSF Conference
Indianapolis	IUPUI	12 Oct	Lecture, Midwest Dyn Syst Conf
Chapel Hill	UNC	24-26 Oct	AMS Regional Meeting (no lecture)
Lunteren	Bijeenkomst Stoch	16-19 Nov	Conference Organizer
Erlangen	Univ Erlangen	28 Nov	Festkolloquium Jacobs
Tokyo	Keio Univ	20 Dec	Closing Lecture, Conference
Eindhoven	Eurandom	08 Jan	Plenary Lecture, Conference
Chapel Hill	UNC	22 Feb	Conference Lecture
Princeton	Princeton Univ	04 Mar	Lecture, Sinai Seminar
College Park	UMD	20 Mar	Conference Lecture

Dynamics and Arithmetics に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　仲田 均

1. 研究概要

力学系理論、確率論、数論を横断的に研究し、これらの分野に新たな視点を与えることを目的とする。本年度はその中で特に,ergodic equivalence relation 上の不変測度の特徴付けの問題、連分変換を中心とする数論的変換のエルゴード理論とその metric nimber theory への応用を中心に研究を行った。具体的には以下の３項目に分けられる。

(1) エルゴード変換上の同値関係上の σ-有限不変測度の決定 (joint work with J. Aaronson (Tel Aviv), and O. Sarig (Pen State))

この問題は De Finite の定理とよばれ 完全シフトの場合には確率の中で非常に良く知られている結果の一般化に相当する。しかし問題自身は Maharam 変換の不変測度の特徴付けや foliation 上の非特異 measure の構造など幅広い問題と密接につながっている。サブシフト上に制限される adding machine とその Maharam 変換の不変測度の特徴付けについては, 有限マルコフシフトの場合について, 本報告者と J. Aaronson (Tel Aviv), O. Sarig (Pen State), R. Solomyak (Seatle) による結果がすでにある。今回の研究では β-シフト, 可算マルコフシフトの場合についてマハラム変換の不変測度の特徴付けを, J. Feldman, C. Moore のエルドード同値類の枠組みに合わせ行った。これをサブシフトの議論に還元することで, サブシフトに関する invariant measure の exchangeable に対する不変性を議論した。

(2) Hecke 群に付随する Diophantine Approximation と Rosen 型連分数の研究 (joint Work with C. Kraaikamp (Delft), and T. Schmidt (Oregon))

古典的な正則連分数の場合, Legendre 定数よりも Hurwitz 定数が小さいため, Hurwitz 定数の議論のためには連分数の議論で十分であることは良く知られている。しかし, Hecke 群に関する Hurwitz 定数は Rosen 型連分数の Legendre 定数より大きい。そのため, Hecke 群の Hurwitz 定数を Rosen 型連分数を用いて議論するにはその中間近似列が必要であることを明らかにした。本研究では、中間近似を導く１次元写像を定義し、その natural extension の２次元表現を構成した。これらのエルゴード理論的性質を示しながら, 同時に Legendre 定数と Lenstra 定数の関係について議論した。さらに, Hecke 群の Hurwitz 定数との関係を議論した。

(3) 非 arcimedean 数体上の Diophantine approximation と連分数に関する Metric Theory (joint work with V. Berthé (Montpellier), E. Deligero (Keio), and R. Natsui (Keio))

本研究テーマに関しては次の二つのテーマについて研究している。(a) joint work with D. Deligero : 非 arcimedean 数体上の Diophantine approximation の解の個数に関する中心極限定理が, 成立する条件についての研究を行った。この問題への手がかりとして, 与えられた有理関数に対して Diophantuine inequality をみたす形式的べき級数の集合に対して

その定義関数を考えると、ある条件の下では自然な形で 1-dependent process が構成出来ることに着目した。これにより, 従来知られていた連分数を用いた証明よりも広い条件での中心極限定理の証明が可能になった。b) joint work with V. Berthé and R. Natsui : 非 archimedean 連分数の定義を変形し、近似分数分母の多項式が常に monic になるようなものを定義した。これにより Diophantine approximation の解の arithmetic property について連分数を用いて自然な形で議論できるようになった。また、連分数変換の群拡大の成果を Jacobi-Perron algorithm の skew product にも適用し、その近似分数の arithmetic distribution に関する結果を得た。

2. 研究成果

今期の研究では上記３つの項目についてそれぞれ下記の結果を得た。このうち, (1), (2) の成果については論文を準備中であり, (3) についてはすでに論文を投稿中である（下記業績リストの論文 [6]）。

(1) β-シフト上の adding machine の不変測度が一意であることを証明した。また, その他の exchangeable な invariant measure を conformal measure として特徴付けた。

(2) Rosen 型連分数の中間近似の Lenstra 定数が その Legendre 定数と一致していることを証明した。また、中間近似の Lenstra 定数を完全に決定した。、また, その定数が Hecke 群の Hurwitz 定数よりも大きいことを証明した。

(3) non-archemedean Diophantine inequality において評価不等式が近似分母多項式の次数にのみ依存した関数で与えられる場合について議論した。もし, その関数が単調非増加のとき, その解の個数に対して中心極限定理が成立することを証明した。

3. 業績リスト

原著論文

1. K. Inoue and H. Nakada, The modified Jacobi-Perron algorithm over $F_q(X)^d$. Tokyo J. Math. 26 (2003), 447–470.

2. K. Inoue and H. Nakada, On metric Diophantine approximation in positive characteristic. Acta Arith. 110 (2003), no. 3, 205–218.

3. H. Nakada and R. Natsui, Some strong mixing properties of a sequence of random variables arising from α-continued fractions. Stoch. Dyn. 3 (2003), 463–476.

4. H. Nakada, On non-archimedean metric diophantine approximations. to appear in 数理解析研究所講究録.

5. G. H. Choe, T. Hamachi and H. Nakada, Mod 2 normal numbers and skew products. to appear in Studia Math.

6. E. Deligero and H. Nakada, On the cental limit theorem for Non-archimedean Diophantine approximations, preprint.

国際会議発表

1. H. Nakada, On ϕ-mixing property of β-transformations. International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics, 慶應義塾大学理工学部, Dec. 2004.

2. H. Nakada, Continued fraction mixing processes with barely infinite expectations. Workshop on "DYNAMICS OF COMPLEX SYSTEMS ", 京都大学数理解析研究所, Jan. 2004.

その他口頭発表

1. H. Nakada, 非アルキメデス的ディオファンタス近似について, 研究集会「解析的数論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, Oct. 2003.

2. H. Nakada, Stationary processes with barely infinite expectations Colloquium at Leiden University, Leiden University, Feb. 2004

3. H. Nakada, On St. Petersburg game, Seminar at LIRMM, Montpellier, March 2004.

4. E. Deligero and H. Nakada, On the central limit theorem for the non-archimedean Diophantine approximations, 日本数学会年会, 筑波大学, March 2004.

4. その他

平成１５年１０月より、Dynamics and Arithmetics Seminar を主催した。主な講演者と講演題目は以下の通りである：

１０月４日
S. Troubetzkoy (IML, Marseille)
How complex is the game of billiards

１０月１６日
J. Aaronson (Tel Aviv)
Exchangeable measures for subshifts

１月２２日
D. Dolgopyat (Maryland)
Regularity of physical measures

２月７日
Y. Pesin (Penn-State Univ, Pennsylvania)

Dynamics of the Discretized FitzHugh-Nagumo Equation

また, 平成１５年１２月は Dynamics and Arithmetics Seminar 特別企画としてセミナーを集中的に行うと共に、G. H. Choe, C. Kraaikamp, M. Keane, T. Schmidt, F. Schweiger, M. Stadlbauer らを招待し, International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics を開催した。

齋藤・黒川保型表現の性質に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 専任講師　宮崎 琢也

1. 研究概要

$GSp(2)$ の保型表現を研究する上で齋藤・黒川保型表現の性質の理解は重要である．齋藤・黒川表現は一般化された Ramanujan 予想の反例となるような尖点的保型表現を与えるものとして従来から注目されている．また近年著しい発展をみせる Selberg-Arthur 跡公式の研究のなかから生み出された，このような保型表現たちが形成するとされる非緩増大 Arthur packet の定式化（Langlands-Arthur 予想）において，齋藤・黒川表現はその典型的な対象を与えるものとして，本質的な研究対象となる．

齋藤・黒川表現はまた $\widetilde{SL_2}$ から $SO(5)$ への theta correspondence として得られる半整数 weight の尖点的保型表現の持ち上げとして理解することができる (Oda, Rallis-Shiffmann, Kudla)．特にこの theta correspondence の表現論的取り扱いが Waldspurger, Piatetski-Shapiro らによってなされたが，そのなかですべての素点における局所成分が Siegel 放物型部分群に由来する Langlands 商表現に同型であるような齋藤・黒川表現が存在することが明らかにされていた．この表現に関しては実アルキメデス素点における局所許容表現は non tempered であり，また古典的に研究されてきた最高 weight 表現，特に正則な表現，ではない．他方この表現は算術的商多様体の局所係数コホモロジーの記述に本質的に寄与するものであることが知られている (Vogan-Zuckerman).

このような非正則な齋藤・黒川保型表現に関して，表現論性質からさらに踏み込んでより具体的な保型形式としての性質の記述を行おうとするのが本研究の最初の目的である．特に無限素点の情報において完全な記述を目指し，結果の具体性において古典的な正則保型形式の場合と比較できるものをまず目標にする．さらに直交群 $O(4)$ の $O(5)$ への埋め込みに対応する Siegel modular variety の中の Heegner 因子の幾何的および数論的性質との関係について考察する．

2. 研究成果

$\widetilde{SL_2}$ と $SO(5) \simeq PGSp(2)$ の間の theta correspondence に関して研究を行った．その結果，　$PGSp(2)$ の non tempered　derived functor module を実局所成分にもつ齋藤・黒川保型形式の Fourier 展開の明示的公式を，　退化 Whittaker 関数の表示もこめて得た．さらにこの結果この non tempered 保型形式の 2 乗可積分性を確認した．これらの結果は以下項目 3. にあげた論文にまとめられ，学術誌に掲載される予定である．またこの結果を基としてこの非正則齋藤・黒川保型形式の Petersson 内積の計算，性質についての研究を行っている．

3. 業績リスト

原著論文

1. T.Miyazaki, On Saito-Kurokawa lifting to cohomological Siegel modular forms, manuscripta mathematica 89 (2004), 207–229.

口頭発表

1. On Saito-Kurokawa lifting to cohomological Siegel modular forms, 保型形式月例セミナー 東京大学　April 2003

2. On Saito-Kurokawa lifting to cohomological Siegel modular forms, Number Theory seminar University of Minnesota, U.S.A., March 2004

6.2　横断研究2

データからモデルへ

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　柴田 里程

1. 研究概要

現象の放つ光を運ぶデータ，そこからどれだけよいモデルが引き出せるか，このような興味を土台に研究を進めている．そのために，さまざまな現象とそこから得られるデータを実際に扱うばかりでなく，データの取得の仕方，データのクリーニング，組織化，ブラウジングなどデータの変容の全過程にわたるさまざまな問題に挑戦している．もちろん，データそのものの属性に応じたデータの適切な扱いと対象となるモデルの絞込みに関する一般理論の構築も長期的な研究目標としてきた.

2. 研究成果

1. 多変量分布の相関構造．とくにグラフィカルモデリングに関連して，偏相関と条件付相関が条件付独立性とどのような関係にあるかについて明らかにした．また，相関行列のモデルとして積構造モデルがかなり汎用であり，さまざまな現象に対して役立つことを確かめた.

2. 確率的ニューラルネットワーク．確率的な挙動を示すニューロンのネットワークである確率的ニューラルネットワークの学習方法として，最尤法が強力であることを示し，実際に TOPIX の上昇，下降の予測に応用し，極めて有効であることを検証した.

3. 生態と環境．野鳥羽数の変化と宅地開発などによる人工的な環境改変との関係を多段階局所回帰によって明らかにした.

4. データサイエンスのインフラストラクチャ構築．データからモデルへの道筋をトータルにサポートする　DandD ルールの構築と支援ソフトウエアの開発，さらにはインターデータベースの実装.

3. 業績リスト

原著論文

1. K.Baba, R.Shibata and M.Sibuya, Partial Correlation and Conditional Correlation as a Measure of Conditional Independence, 2003, to appear in Australian & New Zealand Journal of Statistics.

2. S.Kamitsuji and R.Shibata, Effectiveness of Stochastic Neural Network for Prediction of Fall or Rise of TOPIX, 2003, to appear in Asian-Pacific Financial Markets.

3. S.Kamitsuji and R.Shibata, Likelihood Based Learning for Stochastic Neural Network, 2003, submitted to Neural Networks.

4. Y.Aoki, T.Kato and R.Shibata, Ground Surface Reconstruction from Radar Signal Received on Satellite, 2003, submitted to IEEE trans Signal Processing.

5. 島津秀康，柴田里程,「局所回帰による時系列の分解から明らかになった野鳥羽数の環境要因変化との関連性」，2003, 日本統計学会誌（投稿中）.

6. 柴田里程「スポーツデータの高度利用」第７回日本水泳科学会講演論文集，2003, 24-27.

7. D.Yokouchi and R.Shibata, DandD Client Server System, 2004, to appear in the Proceedings of COMPSTAT 2004, Springer.

8. R.Shibata, InterDatabase, to appear in the Proceedings of COMPSTAT 2004, Springer.

9. K.Baba and R.Shibata, Multiplicative Correlation Matrices, 2004, preprint.

4. その他

横断研究２のチームリーダとして，研究計画の策定とその実施に従事したほか，国際会議 “Cherry Bud Workshop – Analysis of Natural and Social Phenomena: Data Science and System Reduction – ” を主催.

無限分解可能分布のサブクラスの特徴づけに関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　前島 信

1．研究概要

無限分解可能分布は、確率論の中で最も重要な役割をもつ分布族である。それらは独立確率変数族の和の極限として特徴づけられ、また、加法過程、レヴィ過程の周辺分布としても特徴づけられるからである。近年それらのサブクラスとして、自己分解可能分布、半自己分解可能分布、タイプ G 分布、B-クラス分布、T-クラス分布など様々なものが、純数学的な関心と、ファイナンス、物理などへの応用の重要さと相まって、新たにあるいは再認識されて研究が活発になってきている。ここでの研究は、それらのいろいろな分布族の特徴づけをを統一的に扱う原理を模索することである。

上で述べたサブクラスは、それぞれ、無限分解可能分布の特性関数に現れるレヴィ測度で特徴づけられるが、それらの中にはレヴィ測度の変換として捉えられるものと、その無限分解可能分布に対応している加法過程またはレヴィ過程に関する確率積分として捉えられるものがある。それらをすべて、レヴィ測度の変換および確率積分の積分核によって特徴づけることを目標のひとつとしている。。

2．研究成果

１．対称安定確率変数の分限分解可能分布による混合として表される無限分解可能分布を、タイプＳと命名。その性質、レヴィ測度に対する必要十分条件などを求めた。このクラスは、タイプＧと呼ばれるクラスのサブクラスであることがわかった。（中島誠との共同研究）

２．Kesten や Vervaat によって研究されてきた確率差分方程式の連続版として、Langevin 方程式と Black-Sholes 方程式を同時に含む確率微分方程式を定式化した。その解の存在と一意性は一般論から得られるが、定常な解が存在する条件を示し、ある特別な場合について、その定常解の分布が上記タイプＳと呼ばれるものであることを示した。（新山洋平との共同研究）

３．半自己分解可能分布のサブクラスに属する確率変数について、その確率積分表現を必要十分の形で求めた。そこでは、前島が導入した概念 semi-Lévy 過程に関する佐藤健一とのとの共同研究の結果が重要な役割を果たした。（三浦学との共同研究）

４．Barndorff-Nielsen が導入したレヴィ測度の新しい変換 Υ 変換についてその性質を深く研究し、Bondesson class と Thorin class がその変換で特徴づけられることを発見し証明した。（佐藤健一、 Barndorff-Nielsen との共同研究）

５．増加レヴィ過程とは限らない増加過程による、確率過程の時間変更について、無限分解可能性、自己分解可能性との関係で、多くの定理を証明した。これらは数理ファイナ

ンスの分野での応用が期待される。（佐藤健一、Barndorff-Nielsen との共同研究）

3. 業績リスト

原著論文

1. M. Maejima and K. Yamamoto, Long-memory stable Ornstein-Uhlenbeck processes, Electr. J. Probab. 8 (2003) paper no. 19, 1–18.
2. 入沢正人, 前島信, 下村俊, 長期従属性をもつ分散発散確率変数の重みつき和に対する極限定理, in 無限分解可能過程に関連する諸問題（８）, 統計数理研究所共同研究レポート 170, (2004), 39–43.
3. M. Maejima and K. Sato, Semi-Lévy processes, semi-selfsimilar additive processes, and semi-stationary Ornstein-Uhlenbeck processes, J. Math. Kyoto. Univ. 43 (2003), 609–639.
4. M. Maejima and M. Nakajima, Some subclasses of type G distributions, preprint.
5. M. Maejima and Y. Niiyama, The generalized Langevin equation, preprint.
6. M. Maejima and M. Miura, A characterization of subclasses of semi-selfdecomposable distributions, preprint.

国際会議発表

1. The generalized Langevin eqaution, The workshop on Lévy processes and bases : Theory and Applications, February, 2004, Aarhus, Denmark.

その他口頭発表

1. 長期従属性をもつ分散発散確率変数の重みつき和に対する極限定理, 統計数理研究所研究集会, 2003 年 10 月

連続体現象に現れる非線形問題の数学解析に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　谷　温之

1. 研究概要

自然界で起こっている現象は総じて非線形である. 将来起こりうる現象の予測のために, 過去に起こった現象, 現在起こっている現象の観測に基づき, 数値実験を含む実験を行い, 理論化し, それに基づくモデル方程式を導き, 数学的に解析することが重要である.

これまでの自然科学における研究を通して, 現象の連続体近似は信頼に値する基礎方程式系を提供してきたし, また将来にわったってもその重要性は揺るがないと思われる.

本研究の目的は, そのような具体的な非線形現象を連続体基礎方程式系の初期-境界値問題として定式化し, その well-posedness を確立することにある. well-posedness に関する問題は Hadamard 以来の数学解析, 数理物理学分野の最重要課題である. 基礎方程式系は色々な考察からほぼ確立されたものとみなせるが, 境界条件は観測, 実験が難しく, 未だ確立されたものとは言い難い. しかし, 興味ある現象は境界近辺で生じているため, 現象解明の観点からは物理学的, 化学的にリーゾナブルと考えられる境界条件の下で, 数学解析を行うことが重要である.

研究の概要をまとめると, ３態 (気相, 液相, 固相) の運動を統一的に記述した連続体基礎方程式系に対する自由境界問題, 境界上で滑りのある初期値問題, 亀裂を含む境界値問題等の well-posedness を確立することにある.

2. 研究成果

3. 業績リストにそって記す.

1. 非圧縮性 Navier-Stokes 方程式に対する境界上で滑りのある初期値問題の Hölder 空間に属する解を構成した. 構成した解は空間３次元では時間局所解, ２次元では時間大域解である. ２次元の場合, データが小さいという 仮定無しで時間大域解が構成出来たことは特筆できる. また, ここでの境界上での滑り条件は, Navier が既に考察していた条件を含む一般化された条件で, 境界上で部分的に滑る箇所, 滑らない箇所がある場合を想定したものである.

2. 空間２次元帯状無限領域における非圧縮性 Euler 方程式に対する自由境界問題の Sobolev 空間に属す時間局所解を構成した. 同じ幾何学的形状領域における渦無し非圧縮性 Euler 方程式に対するこの問題は, 古くから「水の波」として有名な問題である. 我々の結果はそれの２方面での拡張になっている. １つは渦無しの仮定を

渦ありに変えたこと，１つはこれまでの解空間が解析関数の空間であったのを有限の滑らかさを持つ Sobolev 空間に変えたことで, いずれもより現実の現象に近い設定のもとでの結果と言える.

3. 空間３次元帯状無限領域における圧縮性 Navier-Stokes 方程式に対する自由境界問題の Sobolev 空間に属す時間大域解を構成した．ここでは自由境界上で表面張力の作用を考慮していること, トリヴィアルでない熱対流解を含むことが新しい点である．数学的には, 境界上で表面張力の作用を考慮した境界条件は, いわゆる coercive な境界条件になっていないので偏微分方程式の一般論が適用できない点を指摘しておく.

4. 境界上で閾値滑り条件を満たす非圧縮性 Newton 流体の定常運動を Sobolev 空間で決定した．ここで, 閾値滑り条件とはストレステンソルの境界法線成分がその点に及ぼす力に相当するが, その力の接線成分の大きさがある閾値 を越えた時点で滑り出すような条件で, 現実ではよく目にする現象である．数学的には近年研究され出した問題であるが, 条件の付け方が物理学上リーゾナブルでなかったり, well-posed の観点からは不満足なものが殆どであった．我々の結果はそれらを克服するものである．この方向での研究はこれから拡大する必要がある.

5. 非圧縮性 Euler 方程式の自由境界問題のこれまでの研究成果の総括とこれからの研究の方向性を明示した．この研究２００年以上の歴史があり, 主要な論文を１００篇挙げ, 良い結果, 悪い結果の代表を示唆したつもりである．２．ではトリヴィアルな解のまわりで解を構成したが, ２００年近く前に得られている Gerstner によるイグザクトな解の近くで解を構成することと空間３次元での問題を考察するために２．におけるのとは異なる問題設定を与えた．基礎方程式系で議論するには方程式系が非常に難しいので, モデル方程式で議論した方が結果が得易いし, その特徴が掴み易いのは事実である．しかし, 物理学におけると同様,　数学においてもモデル方程式での結果を基礎方程式系の中できちんと位置付けることが必要であることも指摘した.

6. 地震のモデルとして, 空間２次元帯状無限領域において, 半無限亀裂がある場合の線形弾性体基礎方程式系の定常問題の well-posedness を重みの付いた Hölder 空間で証明した．これまでは数値解析や重調和関数を用いた議論が殆どであり, 偏微分方程式系として厳密に議論した初めての結果である.

7. non-Newtonian 流体は, これまでに Navier-Stokes 方程式として記述されてきた Newtonian 流体以外の流体で, 血液や高分子などの流体を想定している．その中で一番

簡単な second grade とよばれている流体の定常流を一般化された Navier の境界滑り条件のもとで構成した. non-Newtonian 流体に対する境界条件としては粘着境界条件は物理学上不自然であることが指摘されている. しかし, この境界条件下での well-posedness に関する考察は我々の所でしかなされていない.

8. 半無限亀裂をもつ空間 2 次元帯状無限領域において, 線形粘弾性体基礎方程式系に対する非定常問題の weak well-posedness を重みの付いた Sobolev 空間で証明した. 現実の地震現象のモデル方程式としては, 粘弾性体の方が弾性体よりは良いと考えられている.

3. 業績リスト

原著論文

1. S. Itoh, N. Tanaka and A. Tani, The initial value problem for the Navier–Stokes equations with general slip boundary condition in Hölder spaces. *J. Math. Fluid Mech.*, 5 (2003), 275–301.

2. M. Ogawa and A. Tani, Incompressible perfect fluid motion with free boundary of finite depth. *Adv. Math. Sci. Appl.* 13 (2003), 201–223.

3. N. Tanaka and A. Tani, Surface waves for compressible viscous fluids. *J. Math. Fluid Mech.*, 5 (2003), 303–363.

4. C. Le Roux and A. Tani, Steady flows of incompressible Newtonian fluids with threshold slip slip boundary conditions. In: *Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics*, edited by S. Nishibata and A. Matsumura. RIMS Kôkyûroku, 1353, RIMS Kyoto Univ., 2004, 21–34.

5. A. Tani, Topics on free boundary problems for ideal fluids. In: *Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics*, edited by S. Nishibata and A. Matsumura. RIMS Kôkyûroku, 1353, RIMS Kyoto Univ., 2004, 35–48.

6. H. Itou and A. Tani, A boundary value problem and crack propagation in an infinite (visco) elastic strip with semi-infinite crack. In: *Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics*, edited by S. Nishibata and A. Matsumura. RIMS Kôkyûroku, 1353, RIMS Kyoto Univ., 2004, 49–71.

7. A. Tani and C. Le Roux, Steady solutions of the equations for the second grade fluid flow with general Navier's slip boundary conditions. *Zapiskii Nauchnyh Seminarov POMI*, 306 (2004), 210–228.

8. H. Itou and A. Tani, Existence of a weak solution in an infinite viscoelastic strip with a semi-infinite crack. To appear in *Math. Models Meth. Appl. Sci.*, 12(2004).

国際会議発表

1. Free boundary problems for Euler equations in 2-D. Conference "Free Boundary Problems in Fluid Mechanics", Nottingham, UK, September 15–18, 2003.

2. Steady-state solution to the equation of the secong grade fluid with slip boundary conditions. International Conference on "Trends in Partial Differential Equations of Mathematical Physics", Óbidos, Portugal, June 7–10, 2003.

その他口頭発表

1. Topics on free boundary problems for ideal fluids. 研究集会 流体と気体の数学解析 , 京都大学数理解析研究所２００３年７月

4. その他

２００４年２月に
Workshop：破壊現象の数理 - 地震, 気象, 血液の流れなど -
を野寺隆氏と共同で企画し, 開催した.
また, COE 関連事業として, 「非線形解析セミナー」 を主催している.

確率解析的方法を用いた幾何学的関数論に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 助教授　厚地 淳

1．研究概要

調和関数とブラウン運動の合成はマルチンゲールになるというブラウン運動、マルチンゲールと調和関数の関係は古くから知られている。また、正則関数と複素ブラウン運動の合成が等角マルチンゲールになり、さらにこれは複素ブラウン運動を時間変更したものになるという Levy の定理も基本的である。これらの関係は、調和写像・多様体上のマルチンゲール、正則写像・正則マルチンゲールという概念を用いることで多次元化した世界でも成立する。これらの基本的関係に基づき、幾何学的関数論の世界に確率解析的方法を導入することができる。幾何学的関数論は、多様体上の調和関数・正則関数の性質や、正則写像の値分布などと、それらの関数・写像の定義域や値域の幾何学的性質の関係を研究する分野である。本研究では従来の関数論的方法では得られなかったような結果を得ることを目標とする。我々の確率解析的方法のメリットは、扱う関数の滑らかさにあまり依存せずに解析できる点にある。たとえば、滑らかではない劣調和関数は、幾何学的関数論においては重要な研究対象であるが、一般には、容量零の集合上に特異性を持つ。このような関数と出発点がこの関数の特異集合に属さないブラウン運動の合成は、連続な道を持つ局所劣マルチンゲールとなり確率解析の対象となる。このような観点からさらに、単に滑らかでない関数や写像を研究対象に含むばかりでなく、その定義域や値域が従来扱われているものより一般のものに対象を広げることができると期待できる。最近では、種々の無限次元空間やフラクタル集合、アレキサンドロフ空間などの上の確率解析が多くの人々によって研究されており、将来、このような空間の上の関数論を展開することも可能になると考えられる。

2．研究成果

１．極小曲面の全曲率の有限性と射影体積の関係（論文１）。

全曲率有限な極小曲面については非常によく研究されており、全曲率有限性が他のどのような大域的性質によって特徴付けられるかは興味あるところである。今、有限個の端を持ち、種数有限である極小曲面を考える。このような極小曲面でプロパーにはめ込まれたものに対して、全曲率が有限になるという条件として体積が２次の増大度を持つことが知られている（Jorge-Meeks、Q.Chen）。この特徴づけはプロパーにはめ込まれたものに対してのみ意味を持つことに注意したい。我々は必ずしもプロパーにはめ込まれていないものに対してもこのような特徴づけが可能であるかを考察した。２次の体積増大度に代わるものとして Tkachev による射影体積の有限性を用いると、プロパーでない極小曲面についても同様なことが言えることがわかった。これは従来のプロパーにはめ込まれた場合も

含んでいる。

2. $\delta-$ 劣調和関数の解析と調和写像の Liouville 型定理への応用（論文２）。

$\delta-$ 劣調和関数とは、局所的に劣調和関数の差でかけるものとして定義される。これは容量零の集合で特異性を持ち、この関数の解析には確率論的方法を用いることが適していると考えられる。本研究では、まず、多様体の放物性（多様体上の標準的な拡散過程の再帰性）を $\delta-$ 劣調和関数を用いて特徴付けた。この特徴づけを用いて、放物的多様体からカルタン-アダマール多様体へのエネルギー有限な細調和写像の Liouville 型定理を導いた。

3. $\mathbf{C}^n$ 内の複素部分多様体上のネヴァンリンナ理論 (論文 3).

ネヴァンリンナ理論は正則写像の値分布を定量的に研究する分野である。特に、第一主要定理と第二主要定理と呼ばれる等式と不等式を得ることが重要な課題である。第一主要定理については、局所劣マルチンゲールについての等式として一般的に成立することを 筆者が以前指摘した。これに対し、ネヴァンリンナ理論の本質ともいえる第二主要定理は、写像の定義域と値域の幾何学的性質を強く反映し、一般に得ることは難しい。本研究は、$\mathbf{C}^n$ 内の複素部分多様体上の有理型関数についてこれがどのような形で成立するかを考察した。

3. 業績リスト

原著論文

1. A. Atsuji, Parabolicity, projective volume and finiteness of total curvature of minimal surfaces. to appear.

2. A. Atsuji, Parabolicity, divergence theorem for $\delta-$subharmonic functions and its application to Liouville theorems for harmonic maps. submitted

3. A. Atsuji, A second main theorem of Nevanlinna theory for meromorphic functions on complex submanifolds in $\mathbf{C}^n$.
   submitted.

くりこみ理論的な系の逓減と大量データの解析に関する研究

Graduate School of Science and Technology
School of Fundamental Science and Technology Center for Mathematics

Univedrsity of Illinois at Urbana-Champaign
Professor of Physics and Institute for Genomic Biology
教授　大野 克嗣（Yoshi Oono）

1. 研究概要

統計物理学およぶ応用物理数学を専攻する者として、主な関心は統計物理学の基礎的諸問題とその適用範囲の拡張にある。今や統計数学における主要な手法として統計力学起源の手法（例えばマルコフ連鎖モンテカルロ法）が使われるようになったことに端的に現れるように、今や統計物理は純粋数学的にだけでなく応用数学的に見ても重要な分野になっていることを認識すべきである。統計物理はいろいろな系や現象の大きく異なった二つの階層を関連づけようとする。これらの階層は従来はいわゆるミクロとマクロの階層であったが、今やそれは短時間挙動と長時間挙動の関係であったり、個体と群集社会の関係であったり、遺伝型と表現型の関係であったりする。二十年以上前に現象論的アプローチとそれを支えるくりこみ理論がこのための枠組であることを納得して以来、くりこみの哲学を系統的に系の逓減と粗視化されたモデル構成に応用する方法を開発することに努力してきた。

本 COE プログラムにおいては、複雑かつ大規模な系の大域的漸近的性質を逓減的くりこみ理論およびその拡張によって抽出する方法を系統的に追究する。これはイリノイ大学の生物学研究所でのプログラムとも並行している。くりこみの基本的思想は系のモデルやそれを記述する方程式の与える構造安定な諸特徴を抜き出せばそれは系の粗視化された漸近的記述を与えるだろうというものである。よく知られているように、中心極限定理や大数の法則はくりこみ理論で自然に与えられる。そこで統計数学におけるデータの縮約およびデータマイニングと、応用数学、物理数学側の系の逓減との関係を追究することが自然な目標となる。所属している研究所の関係から実例としては当然ながら生物学的問題が関心の中心となろう。今まで主に道具の開発に従事してきたが、計算の理論の生物学版、、つまり真の意味の基礎生物学を構築することも真剣に取り組むべき課題である。

2. 研究成果

くりこみ理論特に Stückelberg-Pettermann 流の理論によって微分方程式系の逓減は実用的には完成しているが、この立場からデータ解析、特に特徴抽出を理解出来る端緒が得られた。これに基づき大規模データの特徴抽出の新たな手法が編み出されその汎用性安定性などの研究を始めるところまで来た。一部はすでに総説中に発表されている。Microarray data の解析法も試行中である。

3. 業績リスト

原著論文

1. Y-h. Taguchi and Y. Oono, Temporal patterns of gene expression via nonmetric multidimensional scaling analysis, submitted to Bioinformatics.

2. P. Sankar and Y. Oono, Phenomenology of kinesin, submitted to Biochemistry.

国際会議発表

1. Y-h. Taguchi and Y. Oono, Nonmetric Multidimensional Scaling as a Data Mining Tool —Conventional Method Applied to New Targets— , YITP INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON Geometrical Structures of Phase Space in Multi-Dimensional Chaos: Applications to Chemical Reaction Dynamics in Complex Systems (Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University Kyoto JAPAN Date: 2003/10/26-11/1).

2. Y-h. Taguchi and Y. Oono, Application of non-metric multidimensional scaling to ecological system of soil bacteria, International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Environmental Sciences (Shizuoka University, Hamamatsu, Shizuoka, Japan, 2004/3/14-17).

3. Y. Oono, Connecting Disparate Description Levels, Internat Union Biol. Sciences Symposium on stochastic process and biology (Hayama, Nov 29-30, 2003).

4. Y. Oono, Data Mining and System Reduction: conversations possible? COE International Workshop [Cherry Bud Workshop] (Yokohama, March, 2004).

総説

1. Y-h. Taguchi and Y. Oono, Nonmetric Multidimensional Scaling as a Data Mining Tool — New Algorithm and New Targets, to appear in Advances in Chemical Physics.

衛星レーダー受信波に含まれる地表面反射率のウェーブレットを用いた推定の研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 専任講師　加藤 剛

1. 研究概要

人工衛星が発したレーダーの反射波を用いて地表画像を復元するときは，照射されたレーダーがどの程度地表で反射されるかを表す地表面反射率を受信波から抽出することが重要になる．なぜならば，反射率の相違から，海面，緑地，砂漠といった地表面の状態に関する情報を得ることができるからである．ところが，地表面反射率を受信波から抽出する方法において，その正当性が理論的にきちんと証明できる方法は，現時点ではないようである．そこで，受信波に含まれる地表面反射率を推定する方法を，理論的正当性を伴う形で求めたい．これをウェーブレットを利用して行うのが本研究の目的である．

衛星レーダーを用いた従来の地表画像取得の方法は，レーダーを反射する点は地表面上に離散的に存在し，受信波は各離散点からの反射波の和として表現されることを前提に行われてきた．しかし，レーダーを反射する点は地表面上に連続的に存在するはずであり，受信波は，それらの点からの反射波すべての合成，つまり，積分形で表現されると考えるのが自然である．そこで，本研究では，受信波は積分形として表されることを前提とする．このとき，地表面反射率の不連続的な変化が起こる点が積分区間内にあれば受信波に波形が現れ，なければ波形は現れないことがこれまでの研究からわかっている．さらに，本研究では，受信波には確率的に変動する（ランダムな）雑音が混じることを仮定する．ウェーブレットは，信号に不連続的な変化があった場合，その変化点の位置と変化の幅（程度）を検出する能力に長けている．この特性を利用して，上記の構造を持った受信波に対してウェーブレットを適用し，地表面反射率の変化が起こった点と反射率そのものの値を推定する．

2. 研究成果

衛星が発したレーダー波の地表面での反射波を $x(t)$，雑音を $z(t)$ とすると，衛星の受信波 $y(t)$ は，$y(t) = x(t) + z(t)$ と書ける．レーダー受信波に含まれる地表面反射率をウェーブレットを用いて推定する方法は，$y(t)$ から $z(t)$ を除去する wavelet による雑音除去法の範疇に含まれる．しかし，平成 15 年 10 月以前の研究結果により，地表面反射率は $x(t)$ に直接的には反映されず，積分の被積分関数として間接的に含まれることがわかって

いる．このことから，本研究の目的を達成するためには，間接データに対する雑音除去が要求される．しかも，本研究においては，雑音 $z(t)$ として長期記憶性をモデル化できる fractional Brownian motion を仮定したい．研究を進める過程で，以上の要求を満たすためには，wavelet-vaguelette 分解と呼ばれる手法の利用が適切であることがわかった．期間中の研究において，wavelet-vaguelette 分解を利用した地表面反射率の推定方法を考案し，それがどの程度実用に耐えるかを確かめるための数値実験を行った．得られた結果は，雑音の分散が小さければ実用に耐えると考えられるものの，当初の期待は下回るものであった．しかし，現在実用に供せられている技術は，そもそも，ランダムに変動する雑音が受信波に混入するという仮定にすらもとづいていない．そのため，fractional Brownian motion を雑音に仮定しても，地表面反射率の情報を抽出することはある程度可能ということを示した点では意味がある．

3. 業績リスト

原著論文

- T. Kato and E. Masry. A Time-Domain Semi-parametric Estimate for Strongly Dependent Continuous-Time Stationary Processes. Journal of Time Series Analysis **24** (2003), 679–703.

口頭発表

- 加藤 剛，青木義充．Wavelet - Vaguelette 分解による非定常雑音の処理. 科研費シンポジウム「量子推測理論の数理統計学的基礎とその応用」．2003 年 12 月．よこはまアーバンカレッジ.

4. その他

- ”慶應義塾大学 21 世紀 COE プログラム「統合数理科学：現象解明を通した数学の発展」” 対外広報用ホームページ http://coe.math.keio.ac.jp 全体の総設計．ホームページ運用規則ならびに掲載依頼用書式の整備.

- 投稿論文で，査読者の意見をもとに現在書き直し中のもの.
  Y. Aoki, T. Kato and R. Shibata. Ground Surface Reconstruction from Continuously Mixed SAR Signal. (IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems へ投稿)

多変数変分問題の一般臨界点解析

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　菊池 紀夫

1. 研究概要

多変数変分問題主に調和解析の変分問題の Morse 流「非線形放物型方程式系で規定される最急勾配流」の解析を本研究課題の一つである。M.Giaquinta & E.Giusti 及び R.Schoen & K.Uhlenbeck による調和写像の最小化写像の正則性研究を受けて Morse 流（最急勾配流）を構成しその時間無限大の極限として一般臨界点解析を行うことが当面の目標である。1983 年に提唱した「初期条件から始めて逐次変分汎函数を導入しその最小化函数を求めることにより近似 Morse 流を構成する・離散 Morse 流法」の数理解析を推し進めている。

2. 研究成果

（1）Rothe 型差分偏微分方程式に対して De Giorgi-Nash の Hölder 評価の成り立つこと見出している。この評価は方程式系に依存しないことを用いてこの差分方程式の解が対応する放物型方程式の解へ Hölder ノルムにおいて収束することを証明した。

（2）離散 Morse 流法は変分汎関数の最小化性を活用するため弱い正則性の仮定のもとで解析出来ることに利点がある。有界・可測距離を持つ多様体から非正断面曲率を持つ Riemann 多様体への調和型変分問題において Morse 流を構成した。

（3）調和写像の離散 Morse 流を規定する非線形発散型放物型偏微分方程式系の線形化方程式に対して Campanato 評価を得た。この評価は近似方程式系に依存しないものであるため離散 Morse 流解析を通して Morse 流の構成問題に適用できる。従って放物型偏微分方程式の正則性解析に活用されている Campanato 理論は解の構成問題にも適用出来ることとなった。離散 Morse 流法による Morse 流の構成問題には内部評価のみならず境界評価及び初期状態の精密な解析を要する。非発散型方程式における Hölder 空間 Sobolev 空間 H^2 における正則性解析も行っている。

3. 業績リスト

原著論文

1. Norio Kikuchi, Jozef Kacur, Convergence of Rothe's method in Hölder space, Applications of Mathematics 5: 353-365 (2003)

2. Jun-Ichi Haga, Keisuke Hoshino, Norio Kikuchi, Construction of harmonic map flows through the method of discrete Morse flows, Computing and Visualization in Science 7: 53-59 (2004)

3. Jun-Ichi Haga, Norio Kikuchi, Campanato interior estimates of the solutions to the Rothe's scheme to parabolic partial differential systems, submitted

4. Jun-Ichi Haga, Nobuyuki Kato, Norio Kikuchi, Campanato boundary estimates to difference partial differential systems of elliptic-parabolic type with constant coefficients, submitted

5. Jun-Ichi Haga, Norio Kikuchi, Morrey-norm estimates of the solutions for Rothe's scheme to parabolic partial differential systems, submitted

口頭発表

1. 平成15年9月 Comenius大学 (Slovakia) 離散Morse流法と非線形最適化の数値実験

2. 平成16年1月 Oxford大学 (England) 変分問題の一般臨界点解析・離散Morse流解析

3. 平成16年2月 Augsburg大学 (Germany) Rothe近似方程式系の正則性解析

4. その他

平成17年度予定の国際会議「Quasi-convex variational problems and related topics」開催の準備を進めている。

環境科学のデータサイエンスに関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　清水 邦夫

1. 研究概要

確率変数 X がパラメータ μ $(-\infty < \mu < \infty)$, σ^2 $(0 < \sigma < \infty)$ の 2 母数対数正規分布にしたがうとは，X の対数変換 $\log X$ の分布が平均 μ，分散 σ^2 の正規分布にしたがうときを言う．対数正規分布は非対称で裾の重い分布であり，降雨強度データによく適合することが知られている．以前の研究において，対数正規分布の理論的研究と共に，地球環境科学における応用として，しきい値法による降雨強度推定アルゴリズムの研究を行った．降雨は時間的・空間的に変動が大きい現象であるが，その研究では時空間構造はモデルに反映されていなかった．それにもかかわらず，アルゴリズムはよく働いた．しかしながら，時空間構造を取り入れられれば，さらによい解析ができるであろうことは想像に難くないので，本研究では研究目的を環境科学における時空間データ解析の理論と実際を総合的に科学することに設定した．また，自然科学のみならず社会科学，工学，医学，薬学等のデータの多くが時空間構造を有していることから，これらの分野における応用可能性についても研究した．

しきい値法が降雨強度推定に役に立ったように，解像度の低い連続データを使用するより離散化してデータ解析をする方が有利なことがある．時系列解析における交差点数法は，数えやすい交差点数から時系列の構造を明らかにすることを意図した方法であるので，交差点数のもつ統計的性質について調べた．

風向に代表されるような方向データのモデル化と解析は環境科学において重要である．研究は，円周上の分布だけでなく，球面上，シリンダー上，トーラス上，複素球面上の分布へと，その範囲を拡大させた．応用としては，環境科学における風向・風力・波高データのモデル化と解析を意図している．さらに，分子生物学への応用可能性として，バクテリアの遺伝子の位置のデータサイエンスを将来課題として探っているところである．

2. 研究成果

過程 $\{Y_t\}$ $(-\infty < t < \infty)$ は強定常正規尺度混合過程とする．ここでいう強定常正規尺度混合過程とは，任意の自然数 n，異なる任意の実数 $t_1, \ldots, t_n$ に対して，確率ベクトル $(Y_{t_1}, \ldots, Y_{t_n})'$ の同時確率密度関数が平均ベクトル 0，分散共分散行列 $a^2 R$ $(R > 0$：相関行列) をもつ n 変量正規分布同時確率密度関数の正値分布関数 $F(a)$ による混合で表され

る場合をいう．多変量正規分布はもちろんであるが，ピアソン VII 型分布，ロジステイック分布，一般ラプラス分布は，このクラスに属する．分布の裾の重みが異なる分布のいくつかを統一的に論ずることが可能であるので，重要な分布のクラスである．Shimizu and Tanaka (2003) は強定常正規尺度混合過程からの等間隔標本 $Y_1, \ldots, Y_N$ から計算される one-step および two-step レベル交差点数の期待値公式を与えた．ここで，one-step レベル交差点数とは，固定されたレベル u, v $(u > v)$ に対して，$[Y_t \geq u$ かつ $v \leq Y_{t-1} < u]$ または $[v \leq Y_t < u$ かつ $Y_{t-1} \geq u]$ または $[v \leq Y_t < u$ かつ $Y_{t-1} < v]$ または $[Y_t < v$ かつ $v \leq Y_{t-1} < u]$ となるような t $(2 \leq t \leq N)$ の個数をいい，two-step レベル交差点数とは $[Y_t \geq u$ かつ $Y_{t-1} < v]$ または $[Y_t < v$ かつ $Y_{t-1} \geq u]$ となるような t $(2 \leq t \leq N)$ の個数をいう．また，Shikama, Shimizu and Tanaka (in preparation) は one-step および two-step レベル交差点数の分散の評価式を与えた．

Tanaka and Shimizu (submitted) は回遊長の漸近的性質について調べている．単位区間 $[0, 1]$ を幅 Δ の $N-1$ $(N \geq 2)$ 個の部分区間に分割する．したがって，$(N-1)\Delta = 1$ である．強定常正規尺度混合過程からの離散過程を $X_k = X((k-1)\Delta)$ $(k = 1, 2, \ldots, N)$ とし，X_k をレベル u で 2 値化した過程を $Z_k^{(X)}$ とする．すなわち，$k = 1, 2, \ldots, N$ に対して $Z_k^{(X)} = 1$ $(X_k \geq u), = 0$ $(X_k < u)$ である．上昇交差点数は $N_u(N) = \sum_{k=2}^{N} Z_k^{(X)} - \sum_{k=2}^{N} Z_k^{(X)} Z_{k-1}^{(X)}$ で表され，レベル u 上の回遊長は $Z_u(N) = \Delta \sum_{k=2}^{N} I_{[X_k \geq u]}$ で定義される．I は指示関数であり，$I_{[X_k \geq u]} = 1$ $(X_k \geq u), = 0$ $(X_k < u)$ を表す．平均回遊長は，連続な場合の定義を参考にして，比 $I_u(N) = E[Z_u(N)]/E[N_u(N)]$ で定義する．$u \to \infty$ とするとき，適当な $H_0 > 0, k \geq 0$ に対して $\lim_{N \to \infty} I_u(N) \sim H_0 u^{-k}$ ならば，$\lim_{N \to \infty} I_u(N)$ の漸近的オーダーは u^{-k} であるといい，$H(u) = H_0 u^{-k}$ を漸近的オーダー関数という．一般化ラプラス過程とロジスティック過程のときの漸近的オーダー関数が，自己相関関数が原点で 2 階微分可能という条件のもとで求められた．二つの過程で漸近オーダーは $k = 1/2$ と同じ値である．

風向データは円周上のデータと考えることができる．円周上の分布にはさまざまなものが提案されており，その中でも（対称）von Mises 分布はよく知られている．データによっては非対称分布を想定する方が望ましい場合があり，エントロピー最大化原理から作られる非対称 von Mises 分布が知られている．Kato and Shimizu (submitted) は，線形空間における 2 変量 t 分布において，ベクトルの長さを所与としたときの角度の分布として円周上の非対称 t 分布を導き，分布の諸性質を調べた．円周上の非対称 t 分布は，自由度を無限大にするにつれて非対称 von Mises 分布に収束するので，円周上の非対称 t 分布は von Mises 分布より柔軟性をもつモデルである．同様な考えで，シリンダー上および複素球面上の t 分布が構成されている．円周上の分布は風向データの解析に，シリンダー上の分布は風向・風速・波高データの解析に，そして複素球面上の分布は形の統計解析 (shape analysis) に応用可能である．

その他の研究として，つぎのことを行った．Yan et al. (2003) は窒素肥料からの一酸

化窒素射出の地球規模推定を行い，Graham et al. (2003) は生物の対称性の指標の統計学的分布を導き測定誤差が積型のとき薦められる指標を与えた．Kitano et al. (submitted) は，提案される連続二項漸化式を満たす離散分布を合流型超幾何関数のある公式から導き，分布のモーメントや確率母関数などの諸性質について考察した．また，損保数理の言葉で，クレーム件数が提案される連続二項漸化式を満たす離散分布でクレーム額が離散分布のときクレーム総額の分布の確率関数がしたがう漸化式を求めた．Okamoto et al. (submitted) は視力の２変量正規分布モデルで不完全データからのモデルの最尤推定について考察した．

3. 業績リスト

原著論文

1. K. Shimizu and M. Tanaka, Expected number of level-crossings for a strictly stationary ellipsoidal process. Statistics & Probability Letters 64 (2003), 305–310.

2. X-Y. Yan, K. Shimizu, H. Akimoto and T. Ohara, Determining fertilizer-induced NO emission ratio from soils by statistical distribution model. Biology and Fertility of Soils 39 (2003), 45–50.

3. J.H. Graham, K. Shimizu, J.M. Emlen, D.C. Freeman and J. Merkel, Growth models and the expected distribution of fluctuating asymmetry. Biological Journal of the Linnean Society 80 (2003), 57–65.

4. M. Tanaka and K. Shimizu, Asymptotic behavior of the expected length of excursions above a fixed level for some ellipsoidal processes. Submitted.

5. S. Kato and K. Shimizu, A further study of t-distributions on spheres. Submitted.

6. M. Kitano, K. Shimizu and S.H. Ong, The generalized Charlier series distribution as a distribution with two-step recursion. Submitted.

7. M. Okamoto, M. Minami and K. Shimizu, Maximum likelihood estimation for a partially exchangeable normal distribution with missing observations. Submitted.

8. Y. Shikama, K. Shimizu and M. Tanaka, Variance of the number of level-crossings for a strictly stationary ellipsoidal process, In preparation.

口頭発表

1. 清水邦夫，空間統計学の最前線，東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム「海洋GIS と空間解析－そのサイエンスと未来－」，東京大学海洋研究所，2003 年 12 月 11 日.

4. その他

ＣＯＥ主催の Cherry Bud Workshop (２００４年3月２１日－２３日）において，セッション座長.

解析的非線形微分方程式に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　下村 俊

1．研究概要

非線形微分方程式の解の性質の研究は新しい特殊関数を見出すという意味において非常に興味ある問題である．本研究においては特に Painlevé 方程式，Riccati 方程式に対してその有理型関数解についてその解析的な性質を明らかにすることを目的とする．

Painlevé 方程式により定義される超越有理型関数に関しては，その位数は基本的な量であり，値分布との関連においても本質的な役割をはたす．Painlevé 超越関数の場合，位数を評価することは極（または $a-$ 点）の個数の分布を調べることと同値である．ここでは極の（または $a-$ 点）の個数の分布を Painlevé 方程式の各型に対して明らかにする．さらに Painlevé 方程式の高階版のものについても位数の評価を与えることをめざす．線形方程式で係数が二重周期関数の場合は，Lamé 方程式，Hill 方程式などの興味深い方程式を含み，その定義する周期関数は重要な特殊関数である．ここではその類似として二重周期関数を係数にもつ Riccati 方程式についてその二重周期解について調べた．

2．研究成果

１．Painlevé 方程式の (I), (II), (IV) について，その解の極の個数について上からの評価を得た．またその超越有理型関数解について，極の個数の下からの評価も得た．そして特に (I) の解についてはその位数が 5/2 であることがいえた．さらに Painlevé 方程式 (III), (V) の modify されたものについてその解の位数は有限であることが証明された．

２．高階 Painlevé 方程式の (I) 型のものについてその超越有理型関数解の位数の下からの評価を与えた．またこの結果を手がかりにその位数に関してある予想を述べた．

３．Painlevé 方程式は，そのすべての解は有理型であるという性質 (Painlevé property) をもつ．この性質の証明の方法はいろいろなものが知られているが，そのうちのひとつを見通しのよいものに整理して，(I) から (VI) までのすべての型について Painlevé property を統一的な方法で証明した．この方法は他の方程式の類似の性質を証明するのに役立つことが期待される．

４．二重周期関数を係数にもつある Riccati 方程式 についてすべての周期解を決定した．それらはすべて二重周期的であり単周期解は存在しないことがわかった．

５．前島教授を中心とする無限分散確率変数の和に関する極限定理の研究において，定積分の評価についての部分で協力させていただいた．

3. 業績リスト

原著論文

1. S. Shimomura, Growth of the first, the second and the fourth Painlevé transcendents. Math. Proc. Camb. Phil. Soc. 134 (2003), 259–269.

2. K. Ishizaki, I. Laine, S. Shimomura and K. Tohge, Riccati differential equations with elliptic coefficients, II. Tohoku Math. J. 55 (2003), 99–108.

3. S. Shimomura, Meromorphic solutions of Painlevé differential equations. Complex Differential and Functional Equations, Mekrijärvi 2000, ed. by I. Laine, University of Joensuu, Department of Mathematics, Report Series, no 5, (2003), 107–124.

4. S. Shimomura, Lower estimates for the growth of Painlevé transcendents. Funkcial. Ekvac. 46 (2003), 287–295.

5. S. Shimomura, Proofs of the Painlevé property for all Painlevé equations. Japan. J. Math. 29 (2003), 159–180.

6. S. Shimomura, On the number of poles of the first Painlevé transcendents and higher order analogues II. 数理解析研究所講究録 1316 (2003), 13–18.

7. S. Shimomura, Growth of modified Painlevé trascendents of the fifth and the third kind. Forum Math. 16 (2004), 231–247.

8. S. Shimomura, Poles and α-points of meromorphic solutions of the first Painlevé hierarchy. Publ. Res. Inst. Math. Sci. 40 (to appear).

9. S. Shimomura, Lower estimates for the growth of the fourth and the second Painlevé transcendents. Proc. Edinburgh Math. Soc. (to appear).

10. M. Irisawa, M. Maejima and S. Shimomura, A limit theorem for weighted sums of infinite variance random variables with long-range dependence. Preprint.

口頭発表

1. S. Shimomura, Painlevé 超越関数の増大度について.　研究集会「有理型函数の力学系と値分布論」高知大学理学部 2003. 9. 16

2. S. Shimomura, Painlevé 超越関数について.　短期共同研究「複素領域における微分方程式の大域解析と漸近解析」京都大学数理解析研究所 2003. 10. 10.

3. S. Shimomura, ある２階非線形方程式について．　研究集会「複素領域の微分方程式」神戸大学瀧川記念学術交流会館 2004. 1. 14

著書

1. S. Shimomura, Nevanlinna 理論の微分方程式への応用．Rokko Lectures in Mathematics 14, 神戸大学理学部数学教室 2003, 89 頁．ISBN 4-907719-14-0

DNA Library screeningのための最適検査行列の構成とポジティブ識別アルゴリズムの研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 教授　神保 雅一

1. 研究概要

本研究では，組合せデザインの新しい応用について研究を行ってきた．本年度は，組合せデザインのDNA解析への応用の研究，RAID，光直交符号，最適ホッピング系列の構成への応用に関する研究を行ったが，特にDNA library screeningのためのpositive発見アルゴリズムの開発に顕著な進展を見た.

2. 研究成果

(1) DNA library screeningのためのpooling designの構成と解析アルゴリズムについてDNA解析において, 多くの塩基列の中からある塩基列と対を成す塩基列を見出すscreening実験がよく行われる. その際，実験回数を減らすためにpooling experimentと呼ばれる実験方法が用いられることがある. 本年度は，昨年度までの研究に加えて，各poolの実験結果からpositiveなcloneを見出すための効率的なアルゴリズムを開発した．本アルゴリズムはLDPCと呼ばれる符号の誤り訂正アルゴリズムあるいはベイジアンネットワークと呼ばれるアルゴリズムの一種であり，従来のMCMCによる判定アルゴリズムより100倍程度計算が速くなっている。本アルゴリズムは，実用に供するために慶應義塾大学から特許申請中である．また，実験回数を削減するための効率的なpooling designの組合せ論的構成法も見出した.

(2) RAIDの記録効率と誤り訂正能力向上のためのcluttered orderingおよびerasure resilient code　RAIDにおいてinformation diskへの書き込みの順序を最適化することにより, 書き込みを行わなければならないcheck diskの数を削減し, 記録効率を向上できるが知られている. 本研究では,2次元parityと呼ばれるRAIDについてwrapped ρラベリングを用いて効率的な書き込み順序を求める方法を見出し, 具体的にいくつかのwrapped ρラベリングを求めた. また，誤り訂正能力を一定に保ったもとでinformation diskに対するcheck diskの比を小さくするerasure resilient codeについても研究を行い, アフィン幾何から作られるerasure resilient codeの誤り訂正能力の高さを示した.

3. 業績リスト

原著論文

1. H-L. Fu, F. Hwang, M. Jimbo, Y. Mutoh, C.L. Shiue, Decomposing Complete Graphs into $K_r \times K_c$'s. J. Statist. Plan. Inference 119 (2003), 225-236.

2. M. Mueller, M. Jimbo, Concecutive positive detecable matrices and group testing for consecutive positives. Discrete Math. (2004) to appear.

3. K. Ozawa, S. Mejza, M. Jimbo, I. Mejza, S. Kuriki, Incomplete split-plot designs generated by some resolvable balanced designs. Statistics and Probability Letters (2004) to appear.

4. M. Mueller, M. Jimbo, Erasure-Resilient Codes from Affine Spaces. Discrete Applied Mathematics (2004) to appear.

5. Y. Mutoh, M. Jimbo and H.L. Fu, A resolvable r × c grid-block packing and its application to DNA library screening. Taiwan Mathematical J. (2004) to appear.

国際会議発表

1. M. Jimbo and H. Uehara, A positive detecting code and its decoding algorithm for DNA library screening. 2nd East Asian Cnference on Algebra and Combinatorics, Fukuoka, Nov. 2004.

著書その他

1. 著書：間瀬茂，神保雅一，鎌倉稔成，金藤浩司,「工学のためのデータサイエンス入門」, 数理工学社，(2004.3)

2. 特許出願：「分析システムおよび、プログラム」　発明者：神保雅一　出願者：慶応義塾大学番号：特願 2003-385395　出願日：2003 年 11 月 14 日 （審査中）

4. その他

1. International Workshop on Combinatorics, Keio University, 2004 Jan. 20-22 を共同で主催

Regularity for the Navier-Stokes equations

Graduate School of Science and Technology
School of Fundamental Science and Technology Center for Mathematics
Professor Gregory Seregin

1. RESEARCH SUMMARY

During the period, October 2003 - March 2004, two problems for the three-dimensional Navier-Stokes equations in a half space were considered.

In the first of them, it was assumed that weak solutions to the initial boundary value problem for the Navier-Stokes equations in a half space belong $L_{3,\infty}$-class which is the marginal case of the called Ladyzhenskaya-Prodi-Serrin condition. It was shown that this additional condition, imposed on the weak Leray-Hopf solution, implies regularity of it.

In the second problem, other additional conditions on weak Leray-Hopf solutions were considered. In the case of the Cauchy problem, these conditions may be regarded either as boundedness of the pressure from below or as boundedness of the Bernoulli function from above. It turns out that they provide regularity of weak solutions in the case of a half space as well.

2. RESULTS

I. Smoothness of $L_{3,\infty}$-solutions to the Navier-Stokes equations in a half space

Our goal was to prove smoothness of the so-called $L_{3,\infty}$-solutions to the Navier-Stokes equations up to a flat part of the boundary. In particular, Theorem 1, formulated below, implies the result announced in the paper:
Escauriaza, L., Seregin, G., Šverák, V., Backward uniqueness for the heat operator in half space, Algebra and Analiz, 15(2003)1, pp. 201–214.
It was stated there that $L_{3,\infty}$-solutions to the initial boundary value problems for the Navier-Stokes equations in a half space are smooth if the initial data are smooth. As in the case of the Cauchy problem, this statement was deduced from the theorem on local regularity of $L_{3,\infty}$-solutions near a flat part of the boundary.

The main idea how to treat boundary regularity of $L_{3,\infty}$-solutions is similar to the case of interior regularity: reduction to a backward uniqueness problem for the heat operator, see:

Seregin, G., Šverák, V., The Navier-Stokes equations and backward uniqueness, Nonlinear Problems in Mathematical Physics II, In Honor of Professor O.A. Ladyzhenskaya, International Mathematical Series II, 2002, pp. 359–370;
Escauriaza, L., Seregin, G., Šverák, V., On backward uniqueness for parabolic equations, Arch. Rational Mech. Anal., 169(2003)2, pp. 147–157;
Escauriaza, L., Seregin, G., Šverák, V., $L_{3,\infty}$-Solutions to the Navier-Stokes Equations and Backward Uniqueness, Russian Mathematical Surveys, 58(2003)2, pp. 211-250.
The second part of such analysis has been already done in
Escauriaza,L., Seregin, G., Šverák, V., Backward uniqueness for the heat operator in half space, Algebra and Analiz, 15(2003)1, pp. 201–214,
where the backward uniqueness result for the heat operator in a half space was established.

However, serious difficulties occur if we scale and blow up the Navier-Stokes equations at singular boundary points. In particular, since $L_{3,\infty}$-norm is invariant with respect to the natural scaling, the global $L_{3,\infty}$-norm of the blow-up velocity is bounded. In the interior case, we were able to prove global boundedness of $L_{\frac{3}{2},\infty}$-norm of the the blow-up pressure. We do not know whether the same is true near the boundary. If it would be so, the proof of boundary regularity could be essentially simplified. Unfortunately, we cannot even show that there is a reasonable global norm of the blow-up pressure which is finite. This makes our proof a bit tricky. The key point is a suitable decomposition of the pressure.

The main result of the paper is as follows.

Theorem 1. *Let a pair of functions v and p has the following differentiability properties:*

$$v \in L_{2,\infty}(Q^+) \cap W_2^{1,0}(Q^+) \cap W^{2,1}_{\frac{9}{8},\frac{3}{2}}(Q^+), \qquad p \in W^{1,0}_{\frac{9}{8},\frac{3}{2}}(Q^+). \tag{6.1}$$

Here, $Q^+ = \{z = (x,t) \parallel |x| < 1,\ x_3 > 0,\ -1 < t < 0\}$.

Suppose that v and p satisfy the Navier-Stokes equations a.e. in Q^+, i.e.:

$$\left.\begin{array}{c} \partial_t v + \div v \otimes v - \Delta v = -\nabla p \\ \div v = 0 \end{array}\right\} \quad in \quad Q^+ \tag{6.2}$$

and the boundary condition

$$v(x,t) = 0, \qquad x_3 = 0 \ and \ -1 \le t \le 0. \tag{6.3}$$

Assume, in addition, that

$$v \in L_{3,\infty}(Q^+). \tag{6.4}$$

Then v is Hölder continuous in the closure of the set

$$Q^+(1/2) = \{z = (x,t) \parallel |x| < 1/2,\ x_3 > 0,\ -(1/2)^2 < t < 0\}.$$

Explanations why conditions (6.1) are natural can be found in the paper
Seregin, G.A., Local regularity of suitable weak solutions to the Navier-Stokes equations near the boundary, J.math. fluid mech., 4(2002), no.1, 1–29,
see Theorem 2.2 there. We just briefly note that any weak Leray-Hopf solution to initial boundary value problems in a half space together with the associated pressure satisfies (6.1). So, the real additional assumption of Theorem 1 is condition (6.4).

II. Sufficient conditions on regularity for the Navier-Stokes equations in a half space

In the paper
Seregin, G.A., Šverák, V., On solutions to the Navier-Stokes equations with lower bounds on pressure, Arch. Rational Mech. Anal., 163(2002), pp.65–86,
the following fact was proved. Let the velocity field v and the pressure p be a solution to the Cauchy problem. Assume that they satisfy one of the following to conditions: either p is bounded from below or $|v|^2 + 2p$ is bounded from above. Then both v and p are smooth functions. It is worthy to note that the pressure in those conditions is normalized, i.e., it has the form

$$p(x,t) = \frac{1}{4\pi} \int\limits_{\mathbb{R}^3} \frac{1}{|x-y|} v_{i,j}(y,t) v_{j,i}(y,t)\, dx. \tag{6.5}$$

The natural question to ask is what happens if we consider domains different from the whole space $\mathbb{R}^3$. The point is that, for those domains, formula (6.5) is not valid anymore. In fact, the pressure is presented then as the sum of the Newtonian potential of type (6.5) but over the corresponding domain and a harmonic component depending on time. For the Cauchy problem, this harmonic component is a constant in space variables and therefore may be taken as zero.

To figure out what kind of changes in conditions should be expected, it is enough to consider the initial boundary value problem in a half space. The answer is as follows. Let

$$P_0(x,t) = \frac{1}{4\pi} \int\limits_{\mathbb{R}^3_+} \frac{1}{|x-y|} v_{i,j}(y,t) v_{j,i}(y,t)\, dx, \tag{6.6}$$

where

$$\mathbb{R}^3_+ = \{x = (x_i) \parallel x_3 > 0\}.$$

Then conditions that provide regularity of solutions are the same as in the case of the Cauchy problem but the real pressure p must be replaced with the Newtonian potential P_0, see Theorem below for the exact statement.

Theorem 2. *Let v be a weak Leray-Hopf solution to the Navier-Stokes equations in a half space. Assume that either*

$$|v|^2 + 2P_0 \leq \alpha \tag{6.7}$$

or

$$P_0 \geq -\alpha \tag{6.8}$$

a.e. in $Q_T^+ \equiv \mathbb{R}^3_+ \times]0,T[$ for some positive α and for some positive T. Here, P_0 is defined by (6.6). Then v is smooth and unique in Q_T^+.

The proof of Theorem 2 relies upon two important identities:

$$\frac{1}{R} \int\limits_{B(x,R)} \Big(3P(y,t) + |u(y,t)|^2\Big)\, dy =$$

$$= R^2 \int\limits_{\mathbb{R}^3 \setminus B(x,R)} \nabla_y^2 \Big(\frac{1}{|x-y|}\Big) : u(y,t) \otimes u(y,t)\, dy =$$

$$= \int\limits_{B(x,R)} \frac{1}{|x-y|} \Big(2P(y,t) + |\widehat{u}^x(y,t)|^2\Big)\, dy$$

for all $x \in \mathbb{R}^3$, for all $t \in]0,t_0[$, and for all $R > 0$. Here,

$$\widehat{u}^x(y,t) \equiv u(y,t) - \widetilde{u}^(y,t), \qquad \widetilde{u}^x(y,t) \equiv u(y,t) \cdot (x-y) \frac{x-y}{|x-y|^2},$$

and u stands for the extension of v to the whole space by zero. They are true for all moments of time till the time t_0 when probably the first singularity occurs. Our task is to show that they are still valid at $t = t_0$ and then, using arguments of continuity and monotonicity from the proof of the main result in the paper cited above, to conclude that the first singularity does not appear at all.

3. LIST OF ACHIEVEMENTS

1. It was proved that the weak Leray-Hopf solutions to the 3D Navier-Stokes equations in a half space are smooth if they belong to $L_{3,\infty}$-class which is the marginal case of the Ladyzhenskaya-Prodi- Serrin condition.

2. It was proved a sufficient condition for the regularity of the weak Leray-Hopf solutions to the 3D Navier-Stokes equations in a half space. For the Cauchy problem, this condition makes sense of either boundedness of the pressure from below or boundedness of the Bernoulli function from above.

List of Publications

1. Seregin, G., On smoothness of $L_{3,\infty}$-solutions to the Navier-Stokes equations up to boundary, Preprint PDMI-16/2003, submitted to Mathematische Annalen,

2. Acerbi, E., Mingione, G., and Seregin, G., Regularity results for parabolic system related to a class of non- Newtonian, Ann. I. H. Poincare-AN 21 (2004), pp. 25-60,

3. Seregin, G., Sufficient conditions on regularity for the Navier-Stokes equations in a half space, submitted to "Zapiski Nauch. Semonar. POMI"

International Conference

Nonlinear Analysis and Numerics, in honor of Professor Jens Frehse, October 27-29, Bonn, Germany.

Other talks

1. Kick-off meetings of COE program, October 2003,

2. Mathematical Department of Keio University, December, 2003.

フラクタル上のランダム媒質の極限定理 に関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 助教授　田村 要造

1. 研究概要

半自己相似性を持つ図形とは、ある縮小率をもつスケーリング変換によって不変な図形である。このようなフラクタル図形は例えば、相転移が起きているときの理想的な構造のモデルと考えられる。そこで、相転移のような巨視的な変動を許すランダムな環境下での粒子の漸近挙動を調べる第一歩として、フラクタル上のランダムな媒質の中の粒子の極限挙動を調べることは意味かあると考えられる。

そこでまず、ランダムネスがある種の独立性をもつ場合の粒子の極限挙動として、均質化の問題を扱う。次にランダム媒質の問題等の強いランダムネスをもつ場合の極限定理を調べ、更に多次元化、相転移等の環境の変化も含む極限定理を調べていくことを目的とする。

2. 研究成果

半自己相似的図形であるフラクタル上のランダムウォークの均質化の問題を扱った。フラクタル上の均質化の問題としてはこれまで、熊谷-楠岡 (1996) によって有限分枝を持つ連結フラクタル上の問題が、ランダムな媒質が有限の平均をもつ場合に得られていた。そこでは、ディレクレ形式とランダム行列の理論が用いられている。そこでここでは、カントール集合のような非連結なフラクタル上の均質化の問題を一次元拡散過程の一般論を用いて扱った。

その結果ランダム媒質に平均がある場合には連結な場合と同様の均質化の結果が得られること、更にランダム媒質に平均がない場合にも、媒質のもつ半自己相似性を反映した新たなスケーリングをとることで、新しい半自己相似過程へ収束することがしめされた。

3. 業績リスト

原著論文

1. H. Takahashi and Y. Tamura, Homoginization on disconneced selfsimilar fractalsets in **R**. to appear in Tokyo J. Math.

大規模疎行列計算のためのソルバーに関する研究

理工学研究科 基礎理工学専攻
数理科学専修 助教授　野寺 隆

1. 研究概要

研究の目的バイオインフォマティクスで必要となる膨大なデータ処理や大規模探索問題に対処するための並列分散処理方式の支援ツールの開発研究とその応用を目的としている．特に，生命現象や遺伝子制御ネットワークを支援するための大規模探索問題を効率よく求める算法の開発は，並列計算処理なくしては行うことができない．

タンパク質立体構造の理論的研究に基づき，統計的な解析を基本とした構造認識法，遺伝子認識法，分子モデリング法の開発支援ツールの開発を行なっている．特に，PVM や MPI を利用し超大規模な PC クラスタ環境で利用可能な計算ツールの開発研究をめざすものである．また，近年，インターネットを利用した GRID の研究開発も盛んに行われており，将来的には GRID の支援ツールとして活用できるソルバーの開発を行っている．

2. 研究成果

以下，研究成果について述べる．

1. 今まで，不可能と思われていた GMRES(m) 法のリスタート周期をある程度まで自動的に決定し，GMRES(m) 法の収束性の向上を期待できる算法を開発した．

   (i) 自動リスタート型の GMRES($\leq m_{\max}$) 法の開発

   (ii) リスタート周期を動的に変える Ritz-GMRES(m) 法の開発

2. 残差ノルムの収束停滞を適応的に回避し，ほぼ自動でリスタート周期を決め，計算を続行する GMRES(m) 法の開発と並列計算機への実装を行った場合の算法の有効性を示した．

3. Ritz 値と調和 Ritz 値を利用した自動リスタート型の GMRES(m) 法の提案と高速計算機への実装により算法の有効性を示した．

4. 近似逆行列を用いた行列の前処理反復法を用いて大規模な線形方程式を効率よく解くためには，行列の前処理を行なう必要がある．現在までに，さまざまな前処理技法が研究開発されて来たが，非定常反復法で近似逆行列を計算し，前処理行列とす

る試みはほぼ行なわれていなかった．我々は，非定常反復法の中の１つである最小残差法を利用して近似逆行列を計算する試みを行なった．現在，並列計算機への実装を行い，算法の有効性を検証中である．

3. 業績リスト

原著論文

1. 森屋 健太郎，野寺 隆,「残差ノルムの収束判定を利用した GMRES($\leq m_{max}$)」，情報処理学会論文誌，Vol. 45, to appear.

2. 張 臨傑，野寺 隆,「Ritz 値を考慮した GMRES(m) 法の適応的なリスタート」，情報処理学会論文誌，Vol. 45, to appear.

国際会議発表

1. T. Nodera and M. Moriya, "New adaptive GMRES($\leq m_{\max}$) algorithm with using convergence test of the residual norm," Preconditiong 2003 Conference in Napa, California, Oct. 27-29, 2003.

その他口頭発表

1. 渡辺 智敦，野寺 隆,「対角閾値を用いた前処理行列の構成」, 日本応用数理学会 2003 年度年会講演予稿集，pp. 310-311，2003.

2. 井上 俊夫，野寺 隆,「ブロック分割による reduced system の前処理」，情処研報，Vol. 2003, No. 102, pp. 7-12, 2003.

3. 張 臨傑，野寺 隆,「Ritz 値を使った GMRES 法の収束性の評価について」，情処研報, Vol. 2003, No. 102, pp. 13-18, 2003.

4. 森屋 健太郎，野寺 隆,「残差ノルムの収束性を用いる適応的な GMRES($\leq m_{\max}$) 法」，"数値解析と新しい情報技術 "研究集会，京都大学数理解析研究所，2003 年 12 月.

5. 森屋 健太郎，野寺 隆,「ピボットブレイクダウンを回避する ML(k)BiCGStab 法」，HPCS2004，1 月 15〜16 日，2004.

4. その他

2004 年 2 月 3，4 日と慶應義塾大学理工学部において,「COE ワークショップ：破壊現象の数理」を開催した．重なテーマは，地震、気象、血液の流れなどであり，12 名の国内では第一人者と呼ばれる人たちによる講演が行われた．特に，現時点では数学的な解析が十分に行われていない領域でもあり，流体関連の若い研究者にとっては刺激的な研究集会であったと思われる．なお，このワークショップの幹事は，谷 温之と野寺 隆が担当した．

経済現象の非線形解析

経済学研究科　教授　丸山 徹

1．研究概要

研究紹介：経済理論の数学的構造をとくに解析学の立場から研究している。最近の重点的研究主題は次のようである。

I.　経済分析にあらわれる変分問題、とくに解の存在をめぐる基礎理論。この目標に迫るために、(１) 非線形積分作用素の解析的性質、(２) Sobolev 空間の弱位相構造、(３) Radon 測度の積分分解などにおける理論の開発に努力している。

II. 景気変動を記述する非線形常微分方程式および確率過程の研究。とくに数学的には、(１) 分岐理論、(２) Poincare 写像の解析、(３) 弱定常確率過程の Fourier 解析を用いた基礎研究を中心としている。

III. 一般均衡理論の数学的構造の研究（多価写像の解析学を含む)。

2．研究成果

本 COE プログラムの横断研究テーマにそって、経済現象の解明をとくに非線形解析の立場から進めるために、数理経済学研究センター（設立：平成 9 年）と本 COE プログラムの連携を強化した。数理経済学研究センターとタイアップしての研究活動は以下の三つを基本として行なわれた。

(1)　セミナー「経済の数理解析」：　毎週月曜の午後にセミナーを開き研究を重ねた。毎回第一線で活躍する経済学者および数学者を招き、２時間ほどの講演と討論を行った。平成 15 年度 10 月以降に招いた講師は経済学者、数学者をあわせて、総数 11 名である。

(2)　京都大学数理解析研究所研究集会の開催：　上記セミナーは三田キャンパスで開催しているため、共同研究を行う参加者・報告者は東京地区にかたよる傾向がある。その不足を補うために、京都大学数理解析研究所において毎年開催される研究集会「経済の数理解析」（研究代表者：丸山）に協力、参加した (本年は平成 15 年 11 月に開催)。この研究集会では、海外および全国の研究者を招いて、3 日間にわたる共同研究が行なわれ、研究成果は京都大学数理解析研究所講究録として出版された。

(3)　Advances in Mathematical Economics, Vol.6 の刊行：　数理経済学研究センターの機関誌として、Advances in Mathematical Economics, Vol.6 を刊行した。本機関誌は第一線の経済学者、数学者の共同研究の成果および投稿論文から構成されており、毎年 Springer Verlag 東京から毎年定期的に発行されている。

3. 業績リスト

原著論文

1. Periodic behavior of weakly stationary Stochastic process : slutsky effect (preprint)
2. Disintegration theory of Radon measurers with applications to caluculus of variations (preprint)

著書

『積分学：実函数と多価函数』（Springer Verlag, 東京）　執筆完了、原稿交付

4. その他

1. 京都大学数理解析研究所研究集会「経済の数理解析」主催
2. 京都大学数理解析研究所講究録「経済の数理解析」編集
3. Advances in Mathematical Economics, Vol. 6 編集

7　COE研究員成果報告

7.1　COE博士研究員（PD）

Lie algebras of vector fields on affine varieties

ＣＯＥ博士研究員（ＰＤ）　Christopher Macmeikan

1. 研究概要

Vector fields on manifolds and algebraic varieties carry a lot of information about the underlying geometric space. For instance, an affine variety is smooth if and only if its Lie algebra of vector fields is simple. We study certain sets of vector fields on affine varieties as follows. Take an affine variety X and write $\mathrm{Der}(\mathcal{O}_X)$ for the set of vector fields on X i.e., the set of derivations of the coordinate ring $\mathcal{O}_X$ of X. Take a closed subvariety $Y \subset X$ with defining ideal I_Y and consider the set of vector fields $D(Y) := \{\theta \in \mathrm{Der}(\mathcal{O}_X) |\, \theta(I_Y) \subset I_Y\}$. Geometrically these are the vector fields on X which lie tangent to the subvariety Y. This set is equipped with a Lie algebra structure and a module structure over $\mathcal{O}_X$ and is called the tangent algebra of Y.

One of the most thoroughly studied cases is when X is the affine space $\mathbb{A}^n$ and Y is a union of hyperplanes in $\mathbb{A}^n$ i.e., a hyperplane arrangement. In this case Y is given by a homogeneous polynomial f and and $D(Y) = \{\theta \in \mathrm{Der}(\mathcal{O}_{\mathbb{A}^n}) |\, \theta(f) \in (f)\}$. An arrangement where $D(Y)$ is a free $\mathcal{O}_{\mathbb{A}^n}$-module is called a free arrangement. One may associate a sequence of non-negative integers to such a free arrangement and these numbers have an interpretation in the cohomology of the corresponding hyperplane complement. The so called reflection arrangements are an example of a hyperplane arrangement. Here a complex reflection group is acting irreducibly in a vector space and one takes the union of fixed point hyperplanes of all reflections in the group for Y. Reflection arrangements are known to be free arrangements.

A less familiar example is obtained by taking an algebraic torus T with coordinate ring $\mathcal{O}_T$ and a subvariety which is the union of a finite set of kernels of characters of T. We call this a toral arrangement. Recently I have succeeded in producing some interesting examples where the module of derivations of $\mathcal{O}_T$ tangent to such a subvariety is free. These arise in the theory of semi-simple algebraic groups and are also related to certain hyperplane reflection arrangements. One goal of this research is to understand the theory of such toral arrangements. Some of the questions I am particularly interested in are: is there a connection between the freeness of such an arrangement and the cohomology of the corresponding toral complement, explore further the connection between a toral arrangement and the corresponding hyperplane arrangement obtained by taking the dif-

ferential. In order to tackle these problems it is important to find more examples of free toral arrangements.

Another focus of this research is to further explore tangent algebras. One possibility here is to compute the Lie algebra (co)homology. In general, it is not clear that the Lie algebra (co)homology is even finite-dimensional but in the case of hyperplane arrangements it is possible to show the (co)homology is finite dimensional and so the problem of computing the Lie algebra co(homology) is tractable. Below we outline some preliminary results on the computation of the Lie algebra homology for the reflection hyperplane arrangements.

2. 研究成果

Let $\mathcal{A}$ be a finite collection of hyperplanes in $\mathbb{A}^n$ and let $D(\mathcal{A})$ be the set of derivations of $\mathcal{O}_{\mathbb{A}^n} = \mathbb{C}[x_1, \ldots, x_n]$ tangent to $\bigcup_{H \in \mathcal{A}} H$. It is easy to see that every hyperplane arrangement contains the Euler vector field $E = \sum_{i=1}^n x_i \frac{\partial}{\partial x_i}$ since the defining polynomial of $\bigcup_{H \in \mathcal{A}} H$ is homogeneous. It follows from a result of Fuks and Gelfand that the Lie algebra homology $H_i(D(\mathcal{A}), A)$ with coefficients in any finite dimensional representation A of $D(\mathcal{A})$ is finite dimensional (the corresponding statement in cohomology is also true).

Consider a reflection arrangement as above i.e., G is a complex reflection group acting irreducibly in the affine space $\mathbb{A}^n$ and $\mathcal{A}$ is the set of all fixed point hyperplanes of reflections in G. Then the following is true:

- The Lie algebra homology of $D(\mathcal{A})$ with coefficients in the trivial representation $\mathbb{C}$ is non-zero of dimension one in degrees zero and one, and is zero elsewhere. That is,

$$H_i(D(\mathcal{A}), \mathbb{C}) \cong \begin{cases} \mathbb{C}, & \text{i=0,1;} \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

3. 業績リスト

口頭発表

1. December 8th 2003, Tokyo Metropolitan Univeristy. Title: Modules of derivations for semi-simple groups

2. March 3rd 2004, Nagoya University. Title: Modules of derivations and semi-simple groups

4. その他

With the support of the COE program I was able to visit the Graduate School of Mathematics in Nagoya University for discussions with T.Shoji and other colleagues on my research in the COE program from March 3rd to March 5th. During my visit I also gave a presentation. This was a very instructive and productive visit.

反応拡散系にみられる遷移ダイナミクスに関する研究

ＣＯＥ博士研究員（ＰＤ）　上田 肇一

1．研究概要

複雑時空パターンや遷移ダイナミクスの解明においてパルス同士の強い相互作用を理解することは必要不可欠である．例えば，貝殻の模様にみられる自己相似解や最近化学実験で発見された白金上における一酸化炭素の酸化過程にみられる複雑パターンの発生メカニズム解明において進行パルスの対消滅や反射のダイナミクスを数理的に理解することは必要不可欠である．反応拡散系における自己相似パターンは早瀬・太田 (Phys.Rev.Lett.) による数値シミュレーションによって発見されている．そのようなパターンがなぜ現れるかという数理的説明が期待されるが，そのようなパルスの衝突とその後のダイナミクスという入出力関係を数理的に明らかにするためには大変形を伴う解の解析が必要となり，現象の一部始終を解析的に厳密に扱うことは困難である．これは有名な FitzHugh-Nagumo 方程式にみられるパルスの対消滅現象に対する厳密証明がされていないことからも明らかである．このような背景のもと遷移ダイナミクスを理解する理論的枠組みの構成が求められている．

これまでの研究においてはパルスの衝突現象において考察し，その入出力関係が質的に変化するときに分水嶺解とよぶ不安定解を発見し，対消滅・反射現象はその解の周りの有限次元不安定多様体の振る舞いから理解できることを示した．特に，Gray-Scott 方程式，Ginzburg-Landau 方程式，ガス放電系の 3 種反応拡散方程式においてパルスの対消滅と反射を隔てる臨界パラメータ付近において解はある形を経由した後，対消滅か反射のどちらかの運命を辿ることを数値シミュレーションにより発見した．その経由する解は方程式やパラメータによって不安定定常解や不安定周期解であるなど普段では目にすることができないものであるが，実際 Newton 法などの数値的手法によりその存在を確かめることができる．その解を分水嶺解と呼び，衝突後の解がどのようなに遷移するかはその分水嶺解を通して理解できることを示した．すなわち，衝突後の解の大変形過程は分水嶺解の不安定多様体の振る舞いによって決定し，衝突後どのような解に遷移するかはその多様体がつながっている解によって特徴付けられる．

2．研究成果

1. 離散空間上におけるパルス解の数値実験

生体内においてパルス信号は，多数の神経細胞が連結されて構成される単純な１本の連続的な経路内を理想的な環境下で伝播しているのではない．外部環境からのノイズを受け

ながら伝播することもあれば，不連続な経路内を伝播することもある．このような非一様的環境はパルス信号の伝播において無視できない影響を与える．今年度は数値シミュレーションを行うことにより，パルスが離散的な神経細胞から構成される不連続な経路を伝播する場合，カオス的な運動をすることを発見した．このメカニズムを分岐追跡ソフトウェアを用いた大域分岐構造の解析と，安定進行パルスからカオス的パルスに変化する臨界パラメータ付近によってみられる分水嶺解の局所ダイナミクスの性質から説明した．

2. 安定振動パルスの散乱現象

ある Activator-Inhibitor-Substrate 系の 3 変数反応拡散系においては振動しながら伝播するパルス（安定振動パルス）が存在する．一定の形で伝播するパルスに関してはパルスの散乱後のパターンは方程式に含まれる変数の値によって決定され，分水嶺解から延びる不安定多様体の振る舞いが散乱後のパターンを特徴付けていることがわかっている．安定振動パルスの散乱においては変数の値だけではなく，衝突時における２つのパルスの振動の位相が散乱後のパターンに影響することが数値実験によって明らかになった．このような状況においてみられる散乱後の出力においても，それが変化する臨界点においてみられる分水嶺解周りにおける局所的なダイナミクスを調べることによって予測できることが明らかになった．この結果は論文によって公表される．

3. 業績リスト

原著論文

1. T.Teramoto, K.-I Ueda and Y.Nishiura, Phase-dependent output of scattering process for traveling breathers. Phys. Rev. E, (to appear)

口頭発表

1. “空間離散化によってみられるパルス解の数値解析”，上田　肇一，
   「非線形科学の深化と情報科学への応用」研究会　山口大学　2003 年 12 月
2. “反応拡散系にみられる進行パルスの散乱現象”，上田　肇一，西浦　廉政，寺本　敬，
   応用数学合同研究集会　龍谷大学　2003 年 12 月

非圧縮性理想流体の自由境界問題に関する研究

ＣＯＥ博士研究員（ＰＤ）　小川 聖雄

1. 研究概要

水の波の運動を調べることは, 流体力学における古典的な問題の１つである. この運動は, 非圧縮性理想流体の自由境界問題として定式化される.

渦がある場合の水の波の問題については, 初期時刻の渦度が小さいとき, 時間局所解が一意に存在することが示されている. 従って, 今までに構成された解は, 渦度が小さな解, ということになる. これに対して, 渦度の大きな解を構成することが, 本研究テーマの目的である.

具体的には, ２次元平面内にある円環状領域に対する自由境界問題を考察した. 円環状の内側の境界が固定されており, 外側が自由表面で, 流体はその間の二重連結領域を流れている. これは, 地球を覆っている海を考え, その断面を想定した問題である.

この問題に対しては, 渦をもつ定常解として, 自由表面が円で, 流体が一定の角速度で回転する解がある. 本研究では, この定常解に近い初期値が与えられたときに, 自由境界問題の時間局所解が存在することを示した.

2. 研究成果

２次元平面内の円環状領域で, 非圧縮性理想流体の自由境界問題を考える. 即ち, 流体は, 水底 Γ_b と自由表面 $\Gamma_s(t)$ の間にある, 次の領域 $\Omega(t)$ に満たされているとする.

$$
\begin{aligned}
\Omega(t) &= \{z = (\gamma\cos\varphi,\ \gamma\sin\varphi);\ r_0 + b(\varphi) < \gamma < r_1 + \eta(t,\varphi),\ 0 \le \varphi < 2\pi\},\\
\Gamma_b &= \{z = (\gamma\cos\varphi,\ \gamma\sin\varphi);\ \gamma = r_0 + b(\varphi),\ 0 \le \varphi < 2\pi\},\\
\Gamma_s(t) &= \{z = (\gamma\cos\varphi,\ \gamma\sin\varphi);\ \gamma = r_1 + \eta(t,\varphi),\ 0 \le \varphi < 2\pi\}.
\end{aligned}
$$

そして, この流体の運動は,

$$
\begin{aligned}
&\rho\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}\cdot\nabla_z)\mathbf{v}\right) + \nabla_z p = \rho g \nabla_z \frac{1}{|z|} && \text{in } \Omega(t), \quad t > 0,\\
&\nabla_z \cdot \mathbf{v} = 0 && \text{in } \Omega(t), \quad t > 0,\\
&p = p_e && \text{on } \Gamma_s(t), \quad t > 0,\\
&\left(\frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{v}\cdot\nabla_z\right)(\gamma - r_1 - \eta) = 0 && \text{on } \Gamma_s(t), \quad t > 0,\\
&\mathbf{v}\cdot\mathbf{n} = 0 && \text{on } \Gamma_b, \quad t > 0,\\
&\eta(0,\varphi) = \eta_0(\varphi), \quad \mathbf{v}(0,z) = \mathbf{v}_0(z) && \text{on } \Omega(0)
\end{aligned}
\tag{E}
$$

によって記述される．ここで, ρ は一定の密度, $\mathbf{v}=(v_1,v_2)$ は 速度, p は圧力, g は重力定数, p_e は一定の大気圧, $\mathbf{n}$ は Γ_b に対する外向き単位法線である．

$b\equiv 0$ のとき, 問題 (E) に対して, 定常解

$$\begin{cases} \eta(\varphi)=0, \\ \mathbf{v}(z)=(-\alpha z_2,\ \alpha z_1), \\ p(z)=\dfrac{\rho\alpha^2}{2}\left(|z|^2-r_1^2\right)+\rho g\left(\dfrac{1}{|z|}-\dfrac{1}{r_1}\right)+p_e \qquad (\alpha:\text{定数}) \end{cases}$$

が存在する．この解は一定の角速度で回転する流れを表し, 渦度は 2α である．

そこで, この定常解に近い初期値を与えて, 問題 (E) の解 (速度 $\mathbf{v}$, 圧力 p, 流体領域 $\Omega(t)$) を求める．

いま,

$$P=\frac{p-p_e}{\rho}-\frac{g}{|z|}$$

と置き, (E) を Lagrange 座標で書き換える．

$$z=x+\int_0^t \mathbf{u}(\tau,x)d\tau\equiv\Phi_{\mathbf{u}}(x;t).$$

但し, $\mathbf{u}(t,x)=\mathbf{v}(t,\Phi_{\mathbf{u}}(x;t))$ は Lagrangian 速度である．すると, 自由境界問題 (E) は固定境界問題に変換される:

$$\begin{aligned} &\mathbf{u}_t+\nabla_{\mathbf{u}}q=0 && \text{in } \Omega(0), \quad t>0, \\ &\nabla_{\mathbf{u}}\cdot\mathbf{u}=0 && \text{in } \Omega(0), \quad t>0, \\ &q=-g\left|x+\int_0^t \mathbf{u}(\tau,x)d\tau\right|^{-1} && \text{on } \Gamma_s(0), \quad t>0, \\ &\mathbf{u}\cdot\mathbf{n}(\Phi_{\mathbf{u}}(x;t))=0 && \text{on } \Gamma_b, \quad t>0, \\ &\mathbf{u}|_{t=0}=\mathbf{v}_0 && \text{in } \Omega(0). \end{aligned} \tag{L}$$

ここで, $q(t,x)=P(t,\Phi_{\mathbf{u}}(x;t))$, $\nabla_{\mathbf{u}}={}^t(\partial\Phi_{\mathbf{u}}/\partial x)^{-1}\nabla_x$, $\nabla_x=(\partial/\partial x_1,\partial/\partial x_2)$.

もし, 問題 (L) の解 $(\mathbf{u},q)$ が決定されれば, 次の関係式により問題 (E) の解が求められる．

$$\mathbf{v}(t,z)=\mathbf{u}(t,\Phi_{\mathbf{u}}^{-1}(z;t)),\quad P(t,z)=q(t,\Phi_{\mathbf{u}}^{-1}(z;t)),\quad \Omega(t)=\Phi_{\mathbf{u}}(\Omega(0);t).$$

従って, 問題 (L) の解 $(\mathbf{u},q)$ を求めればよいことになる．

以下の定理が成り立つ．

定理．$\alpha^2 < g/r_1^3$, $s \geq 4$ とする．このとき, 次を満たす正の定数 $\delta = \delta(\alpha)$ が存在する：
もし

$$\begin{cases} \eta_0 \in H^{s+2}(0, 2\pi), \quad b \in H^{s+3}(0, 2\pi), \quad \mathbf{v}_0 \in H^{s+3/2}(\Omega(0)), \\ \|\eta_0\|_{H^{2+1/2}} + \|b\|_{H^2} + \|v_{01} + \alpha x_2\|_{H^{2+1/2}} + \|v_{02} - \alpha x_1\|_{H^{2+1/2}} \\ +\|\omega_0 - 2\alpha\|_{H^{2+1/2}} \leq \delta, \end{cases}$$

さらに, $\mathbf{v}_0$ が両立条件を満たすならば, 問題 (L) に対して時間局所解 $(\mathbf{u}, q)$ が一意に存在する．そして,

$$\begin{cases} \mathbf{u} \in C^j([0,T]; H^{s+3/2-j/2}(\Omega(0))), \quad j = 0, 1, 2, 3, \\ q \in C^j([0,T]; H^{s+2-j/2}(\Omega(0))), \quad j = 1, 2 \end{cases}$$

を満たす．ここで, $\omega_0 = \nabla_x^\perp \cdot \mathbf{v}_0$, $\nabla_x^\perp = (-\partial/\partial x_2, \partial/\partial x_1)$.

定理の条件 $\alpha^2 < g/r_1^3$ は, 重力加速度の方が, 回転による加速度よりも大きいことを表す．この条件が成り立つとき, 2α に近い渦度をもつ解が構成できたことになる．

3. 業績リスト

原著論文

1. M. Ogawa, Incompressible ideal fluid motion with free boundary far from equilibrium. 京都大学数理解析研究所講究録 No.1353 (2004), 9–20.

口頭発表

1. 小川聖雄, Incompressible ideal fluid motion with free boundary far from equilibrium. 東北大学応用数学セミナー 2003 年 11 月.

2. 小川聖雄, Vortical flows of an incompressible ideal fluid in annular domain with free boundary. 広島大学 研究集会 (Recent Topics in Nonlinear Partial Differential Equation) 2004 年 1 月.

3. 小川聖雄, 非圧縮性理想流体の自由境界問題．慶應義塾大学数理科学特別セミナー 2004 年 1 月.

非可換幾何と場の理論の関係の研究

ＣＯＥ博士研究員（ＰＤ）　佐古 彰史

1. 研究概要

２１世紀を迎え、数学のむかうべき新たな方向性の一つとしては、非可換幾何を含めた量子幾何学への拡張があげられるであろう。例えば、近年目覚しく発展している超弦理論において、またその非摂動的定式化である行列模型などで、自然と非可換幾何を内包し、従来の多様体の概念から逸脱した幾何を必要されている。しかし、コンヌ達によって発展してきた非可換幾何も、殆ど未解明な分野であり、その研究は急務である。

興味を持って研究しているのは、非可換空間における位相不変量に対応するもので、従来行われてきたK理論からのアプローチとは異なる立場から、非可換化に依らない不変量を構築することである。（非可換空間のなんらかの位相不変量であることも予想できる。）現在までに非可換ユークリッド空間上で、非可換パラメータの変形にたいして期待値が不変な場の理論を、スカラー場のソリトン解のモジュライ空間のオイラー数として構築できた。次の目標は、より重要なゲージ理論について拡張することだ。非可換空間上のゲージ理論の分配関数（非可換化に依らない不変量）を計算することが重要になる。このために必要なインスタントン解の性質やインスタントンモジュライ空間と非可換幾何におけるADHM構成などについても、現在までも研究しているが、さらに理解を進める必要がある。さらに、ケーラー商空間上では簡単な非可換化が可能であることが知られているので、上述の不変量の構築と相性がいいと思われる。これらの多様体上に上述の理論を拡張することが出来た時、非可換幾何に真に新しい幾何学的分類を与える理論を構築したことになる。それは位相的場の理論を非可空間を分類する新しい道具として再構築するとも言える。

2. 研究成果

研究成果を以下に論文の要旨として述べる。

（１）「Noncommutative Cohomological Field Theories and Topological Aspects of Matrix models」

プレプリント (hep-th/0312120,KSTS/RR-03/007)

非可換時空のトポロジーを議論する場合、代数的K群の分類が必ずしも場の理論における連続変形とよい対応関係を示すものではない。例えば非可換パラメータを無限小だけ連続変形した非可換トーラスはK_0のランクにより区別されるが、場の理論ではその違いが生じない場合が多い。位相的場の理論はそういった理論の一つであり、K理論より粗視的でありながら非自明な大局的分類を与える可能性がある。射影演算子の集合でモジュライ空間として与えられる位相的場の理論を導入し、特にモヤル空間における分配関数（モジュライ空間のオイラー数の母関数）を具体的に計算した。同一視できる行列模型を与え、そのモジュライ空間がグラスマン多様体で与えられることを利用し、グラスマン多様体のトポロジカルな性質のみから幾何学的に計算することという方法で計算した。またモヤル空間で非可換パラメータの変形に対してモジュライ空間のトポロジーが不変であること、あるいはモヤル空間と非可換トーラスでK理論を変えない変形で分配関数が不変であることなどが示されている。上の行列模型のモジュライ空間のトポロジーとの対応関係は一般の理論で適応可能であり、別な例として非可換空間上の位相的Yang-Mills理論と行列模型の対応関係も存在することを示した。その詳細な解析は今後の問題である。

（２）「Ring Structure of SUSY $*$ Product and 1/2 SUSY Wess-Zumino Model」
Phy.Lett.B.vol. 582/1-2 pp,127-134

超弦理論的見地から、非可換超多様体（超対称性を持つ非可換空間）上の場の理論に拡張が注目が集まっている。また私の現在進めている、非可換空間上で定義された位相的場の理論の構成を考えるためには非可換な超空間は必要不可欠な概念である。（位相的場の理論は超対称場の理論の変形として構成可能さあるから。）しかし非可換性を超空間に導入すると、場の理論の超対称性は一般的には失われ、どのような場合にどの程度超対称性が保存されるのかはわかっていない。そこで、我々は超空間の座標の非可換性をモヤル積で導入した理論に対して、超対称の半分が保たれる、モヤル積で積が定義された環を発見した。それを用いて超対称が半分保存される超対称非可換場の理論を構築する方法を与えた。またローレンツ不変性に対しても保証することを示した。

3. 業績リスト

原著論文

1. A.Sako, Noncommutative Cohomological Field Theories and Topological Aspects of Matrix models. プレプリント (hep-th/0312120,KSTS/RR-03/007) .

2. A.Sako, T.Suzuki, Ring Structure of SUSY $*$ Product and 1/2 SUSY Wess-Zumino Model. Phys.Lett.B.582/1-2 ,p127-134.

国際会議発表

1. 佐古彰史：
   「Ring Structure of SUSY $*$ Product and 1/2 SUSY Wess-Zumino Model」
   UK-Japan Winter School " Geometry and Analysis Towards Quantum Theory"
   University of Durham,（平成１６年１月）

2. 佐古彰史：
   「Noncommutative Cohomological Field Theories and Topological Aspects of Matrix models」
   "Noncommutative Geometry and Physics 2004" Keio University

双曲多様体におけるスペクトル理論 に関する研究

ＣＯＥ博士研究員（ＰＤ）　中筋 麻貴

1. 研究概要

本研究では，双曲多様体上に定義されたラプラス作用素のスペクトルの状態の解明を目的とする．特に，最小固有値（最小の離散スペクトル）の究明，スペクトル分布の一様性の確認，離散および連続スペクトルの Weyl の法則における量的寄与の割合を検討する．

2. 研究成果

ラマヌジャン予想を, スペクトルや表現論に一般化した「Generalized Ramanujan Conjecture」について研究し，新しい評価を得た．具体的には，数体 F のアデール環 $\mathbf{A}_F$ の元で構成される群 $GL_n(\mathbf{A}_F)$ の cuspidal 保型表現を用い，その局所成分が不分岐となる F の各素点に関する Satake parameter を考え，これまで得られていた $F = \mathbf{Q}$ の結果を F が類数一般の虚 2 次体の場合に拡張した時の評価を得た．また，この新しい評価より，類数一般の虚 2 次体の整数環を基本群とする 3 次元双曲多様体上のラプラス作用素の最小固有値 λ_1 が，$\lambda_1 \geq 975/1024 = 0.95\cdots$ と評価できた（予想は $\lambda_1 = 1$）．

3. 業績リスト

原著論文

1. M. Nakasuji, Generalized Ramanujan conjecture over general imaginary quadratic fields. (preprint)

口頭発表

1. 中筋麻貴, “ラマヌジャン予想の一般化”, 慶応大学, 平成 15 年 12 月, 数理科学特別セミナー.

2. 中筋麻貴, “Generalized Ramanujan conjecture over general imaginary quadratic fields”, 日本数学会, 平成 16 年 3 月, 筑波大学.

7.2 COE研究員（RA）

地震における破壊現象の解析及びクラック解析に関する研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　伊藤 弘道

1．研究概要

地震の被害は時に未曾有なものであり、今日、何らかの手法を用いてその予測理論を構築する事が広く期待されている。1960 年代にはプレートテクトニクスの理論「地震はプレートの相対運動によって生じた弾性歪みエネルギーを間欠的に解消する過程である」の出現により地震に対する共通認識が確立された。つまり、地震現象は、地球表層部に蓄積された弾性歪みエネルギーが不均質な地殻内に存在する力学的弱面（例えばき裂（クラック））に沿った動的せん断破壊によって解放される過程である。現状では、観測とそのデータを用いた数値解析による理論的検証が主な研究手段であるが、この方法では地域の特殊性（地形や地質など）が強く影響し、典型的データが得られず決して一般的な地震理論の構成には至らない。又、今までの地震の研究は地震予知や観測の方面に重点が置かれている様に思われる。そこで、本研究では地震への数学的アプローチの１つとして、き裂に沿って破壊現象が起こる様子を連続体力学によって解析する事を主目的としており、この様な問題意識は新しい事であるといえる。その第１段階としてき裂を含む（粘）弾性体領域における境界値問題および初期境界値問題を研究した。また、数学の分野でも滑らかな領域における偏微分方程式は今まで多くの研究者によって研究されてきた。しかし、より実際の物理現象に近い研究をするためにはこの様な問題を角やき裂がある領域の様な滑らかでない領域で取り扱う必要がある。しかし、この様な分野はまだ新しいので未解決な問題が多い。そこで目下の問題としてはき裂を含む物体に負荷がかけられた時にき裂がどの様に伝播するのかという事を記述する方程式を導出する事である。当然、負荷のかけ方、き裂や領域の形状に依る事が予想される。その具体的な依存性を求める事が目的であるが、この問題は地震学の分野だけでなく材料力学、破壊力学など様々な分野においても非常に意義のある本質的な問題である。その際、変分法を用いる事が考えられるが、き裂が時間変化するため領域に関する変分を考えなければならず非常な困難が予想される。よってこの問題については新たな手法を用いる必要があり、現在模索中である。き裂の伝播を記述する方程式が得られれば、その後き裂を自由境界として問題を考えたい。そして、より現実の現象に近いモデルの解析をおこない、地震という現象の解析の発展に貢献していきたい。

2. 研究成果

プレートの下には非常に流動性の高いアセノスフェア（asthenosphere）と呼ばれる粘弾性層が存在し、それを無視しては地震時の弾性的な変形に引き続いて起こる過渡的な地殻変動、あるいは次の地震発生に向けての応力蓄積過程とそれに伴う地殻変動を説明する事はできない。そこで今までの弾性体における研究の続きとして、さらに粘性の効果を取り入れた非定常問題を考察した。その際、非有界なき裂を含む２次元粘弾性体の無限帯状領域を考えた。その運動方程式は均質等方的な弾性体の運動方程式に散逸応力をさらに考慮する事によって方程式系を導出する事ができた。境界条件は帯状領域の下側では固定、つまり変位が０という Dirichlet 条件、帯状領域の上側では表面力が働いているという Neumann 条件、またき裂上では free traction condition をそれぞれ課した。そこで、この非定常問題（初期境界値問題）を時間に関する Laplace 変換を用いて楕円型偏微分方程式系の境界値問題に変形し、Riesz の定理を用いて一意的な弱解の存在を示した（下記の論文 [1]）。ここでの研究の特色は領域が非有界なので、Rellich の定理の代わりに前述のような方法を用いた点にある。また、最終的に Riesz の定理に持ち込む際に、粘性の項があるために工夫が必要である。そしてその解が正則（holomorphic）になっている事を示し、解の逆 Laplace 変換の存在を示した。次にその Laplace 変換した問題の弱解が元の Laplace 変換する前の問題の弱解になっている事を本質的には Parseval ’s equality を用いて示した。最後に一意性は、問題を弱形式で表すと、正値二次形式になっている事から証明する事ができた。結局、領域がき裂を含んでいるという特異性や非有界性は適当な試験関数を採用する事で克服できた。今までにはき裂を含む領域での非定常問題の研究はなされていない。それは前述の様にき裂の時間変化（発展）を記述する方程式が未だ確立されていないからである。この研究ではき裂は固定して考えているが非定常問題を扱った事は新しいといえる。

そして今までの研究結果をまとめ、下記の論文 [1] とを合わせて博士論文（下記の論文 [2]）を完成する事ができ、学位を取得する事ができた。その後、平成１６年３月に広島へ出張し、広島国際学院大学の大塚厚二教授と共に破壊進展経路についての共同研究を行った。この問題は破壊現象を記述する上で重要な問題である。前述の様に未だ破壊を記述する方程式は確立されていない。しかし、き裂伝播方向を決定する規準はいくつか知られており、それらの規準が同等でない事も知られているが、どの規準が最も実際の破壊現象に適しているか不明である。1920 年代に出現した Griffith の energy balance criterion によると、き裂面積が増加して新しい平衡状態に移行する時、物体に貯えられている歪みエネルギーと外力のもつポテンシャルエネルギーとの合計、すなわちこの力学系の全エネルギーは減少する。すなわちエネルギーが余分になって解放され、これがき裂を新たに成長させるための仕事やき裂が高速で伝播するために要する運動エネルギーの供給源となりうる事が知られている。そこで本研究では、Griffith の理論に従い、き裂はその先端におけるエ

ネルギー解放率が最大となる方向に伝播するという規準について考えた。ここでき裂先端でのエネルギー解放率はき裂が単位面積（または長さ）伸びた時に解放されるポテンシャルエネルギーで定義される。その際、特に屈折的なき裂発展の場合はき裂先端に特異性が現れるため、その処理は困難であり、数学的な結果は未だにない。そこでこの共同研究では、未だ明らかにされていない屈折き裂進展におけるいくつかの規準の違いの数学的評価と破壊進展経路決定問題に関して考察し、現在、何らかの結果が得られる見通しでいる。

3. 業績リスト

原著論文

1. Hiromichi Itou and Atusi Tani, Existence of a weak solution in an infinite viscoelastic strip with a semi-infinite crack, to appear in Mathematical Models and Methods in Applied Sciences.

2. Hiromichi Itou, Boundary value problems and crack propagation in elastic or viscoelastic media with cracks, Ph. D. thesis submitted to Keio University, (2003), (学位論文).

口頭発表

1. Hiromichi Itou, Boundary value problems and crack propagation in an infinite elastic strip with a semi-infinite crack, (Recent Topics in Nonlinear Partial Differential Equation, 広島大学, January 7, 2004).

超多様体の G 構造の積分可能性問題

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）加藤 大典

1. 研究概要

非可換ゲージ場を量子化する方法としては、現在 Yang-Mills-Utiyama 形式、Seiberg-Witten形式、BRST形式、Batalin-Vilkovisky形式などが知られている. Yang-Mills-Utiyama 形式、またはそれと同値であると考えられている Seiberg-Witten 形式が最も精密な結果が得られ、実用性が高いが、ゲージ代数が Lie 代数でなければ適用できないため、例えば超重力理論などでは用いることができない. 本研究では最も一般的な状況で適用できる Batalin-Vilkovisky 形式に焦点を当てて研究した. O.M.Khudaverdian, A.S.Schwarz, T.Voronov などの貢献により、Batalin-Vilkovisky 形式は幾何学的解釈が可能である. この理論では Lagrangian は superspace $\mathbb{R}^{(m,m)}$ 上の関数として定義される. Lagrangian $\mathcal{L}$ が Batalin-Vilkovisky 方程式

$$\{\mathcal{L},\mathcal{L}\} - ih\Delta\mathcal{L} = 0$$

を満たすならば、特定の条件を満たす Lagrangian subsupermanifolds L_1, L_2 に対して

$$\int_{L_1} \exp\big(-\frac{i}{h}\mathcal{L}\big)dx = \int_{L_2} \exp\big(-\frac{i}{h}\mathcal{L}\big)dx \tag{7.1}$$

と、経路積分が一致することが Schwarz によって証明された. この証明には ”拡張された Darboux の定理 ”が用いられているが、この定理は従来正しいとされてきた方法では証明できないことが判明した. このため、本研究では超多様体の G 構造、特に odd symplectic (periplectic) 構造を調べることによって Darboux の定理を証明する手法を試みた.

幾何学の本質をつきつめていくと、その 1 つの解答として”Erlangen Program” がある. これは「幾何学とは空間 V と V への群 G への作用の組 (V, G) の性質を研究対象とする分野である」という立場である. このとき群 G を微分できるもの、すなわち Lie 群にとったものが G 構造であるととらえることもできる. このため、G 構造が常に幾何学の本質的な位置にあるといっても言い過ぎではないと思われる. superspace 上では微積分学の基本定理が成り立たないために、古典的な多様体では自然に思われていた性質が supermanifold 上では必ずしも自然ではない. 研究の方向性を見失わないためにもまず G 構造を研究することは有意義であると考えられる.

G 構造の積分可能性は、与えられた G 構造と自明な G 構造の間に構造保存関数が存在するか否かによって判定される. 本研究では具体的に構造保存関数を構成することによって G 構造が積分可能であるための必要十分条件を決定することを試みた. このことが可能

であるためには、G 構造のファイバーバンドルとしての構造群の局所構造がよくわかっていることが前提条件であるが、一般に、super Lie 群の構造については殆ど何もわかっていないというのが実情である. そこで本研究では super Lie 群、特に古典型 super Lie 群の構造（periplectic Lie 群はこれに含まれる）を解明することを第一の目的とした. 一言で「super Lie 群の構造を解明する」といってもなすべきことは非常に多くのことがあるが、ここで重要視しているのは次の 2 点である.

1. 指数写像から誘導される"canonical coordinate"を具体的に求めること
2. その canonical coordinate を用いて問題とする super Lie 群の群構造を具体的に書き下すこと

super Lie 代数と super Lie 群との対応はすでに Berezin, Manin などによって得られているため、この構成を追っていけば指数写像の表式が得られ、canonical coordinate はこれから直ちに得られると考えられる.

2. 研究成果

$X \in \mathfrak{X}(\mathbb{R}^{(m,n)})$ を座標系 $(x_1, \cdots, x_{m+n})$ を用いて

$$X = \sum_{i_1}^{m+n} v_i \frac{\partial}{\partial x_i}$$

とかき、X から生成される 1 助数変換群を φ_t とかくことにする. $\alpha \in \Omega^{(p,q)}(\mathbb{R}^{(m,n)})$ 及び X に対して、Lie 微分及び内部積を

$$L_X(\alpha) := \lim_{t \to 0} \frac{\varphi_t^* \alpha - \alpha}{t}$$
$$i_X : \mathrm{d}x_{i_1} \mathrm{d}x_{i_2} \cdots \mathrm{d}x_{i_{p+q}} f \mapsto \mathrm{d}x_{i_2} \cdots \mathrm{d}x_{i_{p+q}} f v_{i_1}$$

と定義すれことにより $D_k \circ i - i \circ D_k \quad (k = 0, 1)$ の各項が通常の場合のようにうまく相殺するようにできるにもかかわらず、拡張された Cartan の homotopy 公式

$$L_X \alpha = D_k \circ i_X - i_X \circ D_k \tag{7.2}$$

は成立しないことを示した. 実際の証明は $(2, 2)$ 次元の場合に限定して行ったが、証明の過程から (7.2) は一般の次元について成り立たないであろうことは容易に類推される.

次に、superspace 上に与えられた odd symplectic form に対して、対応する G 構造の定義を与えた. この定義は odd symplectic 構造に限らず、一般の G 構造について同様の定義を与えることが可能である. 定義は次のようにして行う. $\mathbb{R}^{(m,n)}$ から自分自身への微分同

型写像の Jacobi 行列は、$C^\infty(\mathbb{R}^{(m,n)}$ を係数に持つ可逆 $(m,n)\times(m,n)$-supermatrix 全体のなす群 $GL(m,n)$ の元である．既に構造 g が当てられているとするとき、g を不変にする $GL(m,n)$ の元全体は $GL(m,n)$ の部分群であるが、これを g に対応する G 構造と定義する．これを $\mathbb{R}^{(m,n)}$ の underlying manifold $\mathbb{R}^m$ の 1 点 $x\in\mathbb{R}^m$ に制限したものはやはり群構造を持っていることは明らかである．このように定義された G 構造が supermanifold の構造を持っているということは未だ証明できていないが、G 構造の積分可能性を扱う限りにおいては必要ではないと考えられる．

$\mathbb{R}^{(2,2)}$ 上の odd symplectic form ω に対応する G 構造 B_ω 及び $\mathbb{R}^{(2,2)}$ 上の canonical odd symplectic form $\omega_0 := \mathrm{d}u\mathrm{d}\xi + \mathrm{d}v\mathrm{d}\eta$ に対応する G 構造を B_{ω_0} に対し、B_ω と B_{ω_0} との間に 1 階構造保存関数が存在するための、ω に対する必要十分条件を決定した．

Theorem 1.

$$\omega = A\mathrm{d}u\mathrm{d}v + B\mathrm{d}u\mathrm{d}\xi + C\mathrm{d}v\mathrm{d}\xi + D\mathrm{d}u\mathrm{d}\eta E\mathrm{d}v\mathrm{d}\eta + F\mathrm{d}\xi\mathrm{d}\xi + G\mathrm{d}\xi\mathrm{d}\eta + K\mathrm{d}\eta\mathrm{d}\eta$$

について、B_ω と B_{ω_0} との間に *1* 階構造保存関数が存在するための必要十分条件は

$$A = C = D = F = K = 0, \quad B = E$$

である． また、構造保存関数の *2-jet* φ は

$$\varphi^\#(x) = u + \left.\frac{\partial B}{\partial x}\right|_0 u^2$$
$$\varphi^\#(y) = v + \left.\frac{\partial E}{\partial y}\right|_0 v - 2$$
$$\varphi^\#(\gamma) = \left(1 + \left.\frac{\partial B}{\partial y}\right|_0 v\right)\xi - \left.\frac{\partial E}{\partial x}\right|_0 v\eta$$
$$\varphi^\#(\delta) = -\left.\frac{\partial B}{\partial y}\right|_0 u\xi + \left(1 + \left.\frac{\partial E}{\partial x}\right|_0 u\right)\eta$$

で与えられる．但し、(u,v), (ξ,η) は *domain* のそれぞれ *even coordinate, odd coordinate,* (x,y), (γ,δ) は *target* のそれぞれ *even coordinte, odd coordinate* であり、$\varphi^\#$ は $\varphi = (\bar\varphi, \varphi^\#)$ の構造層の側の写像である．

より高次元に対して G 構造の積分可能性を調べるためには Lie 群の構造がある程度わかっていることが前提条件であるが、本研究では $B(0,0)$ の $n=1$ Grassmann 拡大に対して、その Levi 分解を与えた（ここで n は拡大の係数である Grassmann 代数の generator の個数).

Lemma 1. $B(0,0)$ の $n=1$ *Grassmann* 拡大 $\mathrm{Gr}_1(B(0,0))$ に対して、その *Levi* 分解は

$$\mathrm{Gr}_1(B(0,0)) = \mathfrak{sp}(2:\mathbb{R}) \times_\sigma \mathbb{R}^2$$

で与えられ、根基は $\mathbb{R}^2$ である．但し、$\sigma : \mathfrak{sp}(2;\mathbb{R}) \to \mathfrak{gl}(2;\mathbb{R})$ は

$$\sigma\left(\begin{pmatrix} a & b \\ c & -a \end{pmatrix}\right) := \begin{pmatrix} -a & -b \\ -c & a \end{pmatrix}$$

で与えられる．

3. 研究業績

原著論文

1. D. Kato, The Poincaré type lemma for superspaces, Preprint.

国際会議発表

1. 会議名; UK-Japan Winter School "Geometry and Analysis Towards Quantum Theory"
   題目; The Poincaré type lemma for superspaces.
   日時; 2004 年 1 月 7 日
   場所; Department of Mathematics, Durham University, England.

その他の口頭発表

1. 会議名; 非可換微分幾何学と数理物理
   題目; 超多様体上の微分形式と奇 symplectic 構造の
   日時; 2003 年 10 月 23 日
   開催場所; 慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎大会議室

2. 会議名; 接触構造、特異点とその周辺分野
   題目; 超多様体の構造関数
   日時; 2004 年 1 月 23 日
   開催場所; 松本市中央公民館

3. 会議名; 日本数学会　2004 年度年会　幾何学分科会一般講演
   題目; 超空間のコホモロジー群
   日時; 2004 年 3 月 29 日
   開催場所; 筑波大学　第一学群　D 棟 201 号室

p-調和写像の最急勾配流の構成について

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　加藤 伸幸

1. 研究概要

p 調和写像の解析に向けて, p-エネルギー汎関数の臨界点を与える関数が満たす Euler-Lagrange 方程式に時間変数の微分を寄与させた p-Laplacian 発展方程式系の初期・境界値問題

$$\begin{aligned} &\partial_t u = \mathrm{div}(|\nabla u|^{p-2}\nabla u) \quad \text{in} \quad (0,T)\times\Omega \\ &u = u_0 \quad \text{on} \quad (0,T)\times\partial\Omega \quad \text{or} \quad \{t=0\}\times\Omega \end{aligned} \tag{7.3}$$

の解の構成を試みる. 解の構成方法としては, 初期条件から変分汎関数の列を逐一導入し, 各汎関数の最小化関数を求めることによって "離散 Morse 流" を構成する. この離散 Morse 流は, (7.3) を時間に関して差分化した, 非線形楕円・放物型差分偏微分微分方程式系を満たす. またこのようにして構成された "離散 Morse 流" の解析には, 線形化された系の解析に帰着し, Campanato の理論を基礎理論として用いる. 楕円型, および放物型偏微分方程式系については S. Campanato の創始的成果を始めとして幾つかの正則性解析の重要な成果が得られている. 当研究では, "いかなる差分近似方法にも依存しない正則性評価" によって, 最急勾配流の構成問題を考える.

2. 研究成果

線形方程式系の解析に向けて, $p=2$ とした, 線形楕円・放物型差分偏微分方程式系の議論から出発する. $\{u_n = (u_n^1, \dots, u_n^M)\}$, $n = 0, \dots, N$ を

$$\begin{aligned} &u_0 = g, \quad \frac{u_n^i - u_{n-1}^i}{h} = \sum_{\alpha,\beta=1}^{m}\sum_{j=1}^{M} A_{ij}^{\alpha\beta}(x) D_{\alpha\beta} u_n^j \quad \text{in} \quad \Omega, \\ &u_n = g \quad \text{on} \quad \partial\Omega, \quad g \in H^2(\Omega), \quad h = T/N, \quad n = 1, \dots, N \end{aligned} \tag{7.4}$$

を満たす関数列, Γ を 1 の分解に伴う $\partial\Omega$ の平らな部分, $A_{ij}^{\alpha\beta}(x)$ を Legendre-Hadamard 条件を満たす有界可測関数とする. この時, u_n $(n = 1 \dots, N)$ の 2 階導関数に対して, 領域の内部, および境界片 Γ 付近での Campanato 型局所評価が h の値に応じて得られる.

定理 1. Ω または Γ 上の点 x_0 と正数 $r > 0$ に対して $\Omega_r(x_0) = \{x \in \Omega : |x - x_0| < r\}$, $n_0 = 1, \dots, N$ に対して $t_{n_0} = n_0 h$ とし, $Q_r = Q_r(t_{n_0}, x_0) = (t_{n_0} - r^2, t_{n_0}) \times \Omega_r(x_0)$ と置く. さらに $\widetilde{u_h}(t) = u_h(t-h)$ とする. この時, h に依存しない正の定数 C が存在して

(i) $r^2 \geq 12([m/2]+3)^2 h$ の時, $0<\rho<r$ に対して

$$\begin{aligned}\iint_{Q_\rho} |D^2 u_h|^2\,dxdt &\leq C(\rho/r)^{m+2}\iint_{Q_r}|D^2u_h|^2\,dxdt \\ &\quad + C\iint_{Q_r}|A(x)-A(x_0)|^2|D^2u_h|^2\,dxdt + Cr^2\int_{\Omega_r(x_0)}|D^2g|^2\,dx\end{aligned}$$

(ii) $r^2 < 12([m/2]+3)^2 h$ の時, $0<\rho<r$ に対して

$$\begin{aligned}\iint_{Q_\rho} |D^2 u_h|^2\,dxdt &\leq C(\rho/r)^{m+2}\iint_{Q_r}|D^2u_h|^2\,dxdt + Ch^{-1}\rho^2\iint_{Q_r}|D^2\widetilde{u_h}|^2\,dxdt \\ &\quad + C\iint_{Q_r}|A(x)-A(x_0)|^2|D^2u_h|^2\,dxdt + Cr^2\int_{\Omega_r(x_0)}|D^2g|^2\,dx\end{aligned}$$

が成り立つ. 特に $\Omega_r(x_0)$ が中心 x_0, 半径 r の球に一致するならば, 各評価式の右辺の最終項を取り除いた評価式が成立する.

定理 1 から (7.4) の解 u_n, $n=1,\dots,N$ に対して, h に依存しない, 即ち差分近似に依存しない正則評価性が得られる.

定理 2. $\{u_n\}_{n=0}^N$ を (7.4) を満たす関数列とする. $A_{ij}^{\alpha\beta}(x)$ が Ω 上一様連続で, g の 2 階導関数 D^2g が Morrey 空間 $L^{2,m-2+2\mu}(\Omega)$ $(0<\mu<1)$ に属するならば, 全ての $h>0$ に対して, h に依存しない定数 $C>0$ が存在して

$$\|D^2u_h\|_{2,m+2\mu,Q} \leq C\|D^2g\|_{2,m-2+2\mu,\Omega}$$

が成り立つ. 従って, $p=2$ の時, (7.3) の近似解 u_h^* の 1 階導関数は, 指数 μ の一様 Hölder 評価

$$[Du_h^*]_{C^\mu(Q)} \leq C\|D^2g\|_{2,m-2+2\mu,\Omega}$$

を持つ.

3. 業績リスト

原著論文

1. J. Haga, N. Kato, and N. Kikuchi, Campanato-type Boundary Estimates for Homogeneous Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type. to be submitted to Ann. Mat. Pura Appl.

2. N. Kato, Interior Estimates for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type. to be submitted

3. N. Kato, Boundary Estimates for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type. to be submitted

4. N. Kato, Global Regularity for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type. to be submitted

量子空間上の指数定理とHochschild次元

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　上村 新吾

1. 研究概要

本研究では古典空間に近い量子空間の候補として、主にHochschild次元の退化しない量子空間に注目する。量子空間というのは飽くまでも仮想的な対象であり、実際にはそのような量子空間を仮想的な低空間として持つような非可換な座標環が研究対象である。

可換な座標環を持つ古典空間の場合には、座標環のHochschild次元は低空間の通常の次元と一致している。従って、非可換な座標環を持つ量子空間の場合にもHochschild次元の退化しないものは自然な量子化であり、重要な研究対象となる。　そのような座標環を具体的に構成し、古典空間上の様々な概念を座標環上に代数化した上で、量子空間の性質を調べることが本研究の目的でる。

2. 研究成果

第一に、Hochschild次元の退化しない量子化として、直交群やユニタリー群の場合には反対称変形というものが従来知られていたが、報告者は更に一般の場合として直交群やユニタリー群の等質空間の反対称変形を定義し、次元の非退化性や分裂公式を証明した。

第二に、連続群の量子化の研究が盛んに行われている中で、報告者は離散群の量子化の問題に取り組んだ。離散量子群の定義としては様々なサイズの行列環の直和を考え、その上のHaar測度という最も基本的な構造の存在と構成についていくつかの成果を得た。

3. 業績リスト

原著論文

1. S. Kamimura, Antisymmetrically deformed quantum homogeneous spaces, J. Math. Phys.(submitted).

2. S. Kamimura, Haar measures on discrete quantum groups(preprint).

国際会議発表

1. Quantum Homogeneous Spaces Deformed by Antisymmetric Matrices, Geometry and Analysis Towards Quantum Theory, Durham Univ., January 6-9(2004)

2. Discrete Quantum Groups, Workshop Coarse Geometry and Kyoto Coarse Geometry School, Kyoto Univ., January 12-20(2004)

非線形力学系のモデリングと
パラメータチューニングに関する研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　熊田 直樹

1．研究概要

「複雑系」「創発系」の研究が話題となって久しくなるが，それらは非線形系そのものやそれらの結合系から発生する複雑で解析困難な現象の解析を目指すものである．当初は理学的な観点からの研究が主流であったが，近年では工学的なアプローチもなされるようになった．本研究でもその「複雑系」「創発系」の一翼を担うべく工学的な立場からの接近を試みている．

本研究のテーマを大きくとらえると「複雑系・創発系のモデリングと設計・制御に関する研究」ということができる．非線形現象に対する工学的なアプローチは，そのカオス現象や結合振動子系の同調現象が示すように，必ずしも「安定化」が本質的な目的や前提条件にはならないことが大きな特徴であり，たとえば

１．カオス軌道の中に埋め込まれた不動点や周期解の推定
２．所望のリミットサイクルやヘテロクリニックサイクルの推定
３．結合振動子系における同調現象の創発

など，所望の非安定な現象を保つことを前提としたもとでの推定，予測，設計，制御といった工学的課題にその意義が存在する．

一方これら推定，予測，設計，制御のためには非線形系のモデリングが大前提となり，局所的な観測データからは予測もつかない大域的なふるまいを生じる非線形現象に対して，大域的にも精度のよいモデルを構築することが必要となる．そのために

４．局所的なモデルから大域的な非線形モデルを構築する手法の開発

といったモデリング手法の開発も研究テーマのひとつである．

またこれらの問題をすべてオンライン化することで，制御の分野への応用を実現することを目標とし，物理現象や生態現象，また社会現象に至るまでさまざまな現象に適用できるようなモデルの構築手法とその解析手法の確立を目指して研究をすすめている．

本研究では，いずれの問題においても所望の非線形現象を実現する非線形系のパラメータを決定するために最小化問題を定式化し，その最小化関数の勾配を求め，その勾配を用いた勾配法による数値計算で定式化した最小化問題を解くという手法を用いて研究をすすめている．

2. 研究成果

平成15年度に取り組んだ研究内容は下の２つである.

１．非線形写像の周期解推定と周期解を与えるパラメータの推定

非線形写像はパラメータの変化にともなって解の挙動が変化する分岐現象という特徴をもっているが，一般的に非線形写像の周期解とパラメータの関係は分岐図を描くことで知ることができる．本研究では非線形系の周期解を推定するための最小化問題を定式化し，その最小化問題を勾配法を用いて解くことにより分岐図を描くことなく与えられたパラメータのもとでの周期解を推定する手法を提案した.

また，この逆の問題として，所望の周期解を与える非線形系のパラメータを推定する手法を提案した．一般的に周期解を与えるパラメータの値を知るためにも，分岐図を描くことが必要となるが，与えられた所望の周期解をもとにその周期解を与えるパラメータを推定する最小化問題を定式化し，その最小化問題の勾配を求め数値計算を用いて解く手法を提案した.

２．所望の同調現象を実現するための結合パラメータ推定

複数の非線形振動を有する振動子を拡散結合することでそれら複数の振動子が互いに一定の周期と位相差をもつ振動を示す現象を同調現象という．同調現象のふるまいは結合項の比例定数である結合パラメータの値により変化するが，一般的に結合パラメータは経験により与えられることが多い．本研究では所望の周期振動をもち，かつ所望の時刻に同調現象が実現されるようなパラメータを推定するための問題を定式化し，その勾配を用いて数値計算により解く手法を提案した.

一方，カオス制御のひとつの手法であるｄｅｌａｙｅｄ　ｆｅｅｄｂａｃｋ制御と呼ばれる手法があるが，この手法は非線形振動を与える単一の振動子が自身の過去の値と同調することで非周期な不安定軌道を周期解に安定化することを実現させる手法である．このｄｅｌａｙｅｄ　ｆｅｅｄｂａｃｋ制御に上で提案した所望の同調現象を与える結合パラメータ推定手法を応用することで，カオスの不安定な非周期軌道を所望の時刻に周期解に安定化する手法を考えている.

3. 業績リスト

原著論文

1. 熊田直樹，相吉英太郎　”ニューラルネットワークを用いたカオスデータのモデリングと周期解推定 ”計測自動制御学会論文集 （２００４，５月掲載予定）

2. 熊田直樹，相吉英太郎　”非線形結合振動子における所望周期の同調現象発現のためのパラメータ推定 ”　電気学会論文集Ｃ部門　（投稿中）

口頭発表

熊田直樹，相吉英太郎　”所望周期を有する同調現象発現のためのパラメータ推定 ”
計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会２００３

強結合法による凝縮系のモデリング

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　甲賀 淳一朗

1. 研究概要

いわゆる強結合法は, 凝縮系を扱うにあたって強力な手法の一つである. この方法では, 一電子波動関数を原子軌道関数によって展開し, ハミルトニアン・重なり行列の行列要素を扱う. その結果, 電子状態計算はいわゆる一般化固有値問題を解くことによって得られる. 強結合法の長所は, 効率の良い計算が行える点にある. 特に, 電子状態計算では通常オーダー N^3 (N は考えている系に含まれている原子の数) の演算が必要だが, 強結合法の場合適切な近似を導入することによりこのスケーリングをオーダー N になるよう定式化することが可能である. 他方, 強結合法の短所は, 経験的な方法ゆえに物理や化学の諸問題への適用可能性はいつも自明というわけではない, という点にある.

私たちは, 強結合法の発展と応用, 特に現実的な系への適用および適用可能範囲の拡大, といった点に重点を置いて研究を行っている. この方針のもと, これまで強結合法を用いてナノ構造の光学的性質や, 複雑液体および対応するアモルファス固体の高圧下での構造などについて新たな知見を得ることに成功している. さらに, これまでは非常に素朴な強結合模型においてのみ行われてきたオーダー N 化を, 比較的複雑な強結合模型に適用し, 分子動力学計算に拡張することに成功している. 今後より幅広い系について未知の問題を解決すると同時に, 計算効率・計算精度を改良していく予定である.

2. 研究成果

この期間得られた研究成果としては, 次の二点が挙げられる.

1. 博士学位論文の作成・審査
2. ハロゲン系に対するの強結合モデルの作成・液体ヨウ素の金属化と分子解離のメカニズムの解明

これまで修士・博士課程において複数の分野で研究を行い, 一定の成果を挙げることができた. これを受け, 本年度は今までの研究をまとめ, 一つの論文に仕上げた. 作成後, 審査を行い, その結果博士号取得の運びとなった.

学位論文と独立の研究成果として, 液体ヨウ素の計算機シミュレーションが挙げられる. まず, ヨウ素について transferable(幅広い温度・圧力下で使用可能) な強結合モデルの構

築に成功した．このモデルにより, 結晶ヨウ素のバンド構造, 結晶構造の安定性などを, 幅広い圧力域において正しく記述できることを確認できた．この強結合モデルは, 通常の強結合モデルと比較して次のような特徴を持つ.

1. ヨウ素の分子内および分子間相互作用を正しく記述するため, 長さのスケールを二種類導入している.

2. transferability 向上のため, 原子軌道関数の非直交性をあらわに考慮している.

さらに, ここで得られた方法によって液体ヨウ素を加圧する, というシミュレーションを行った．本研究は, 主として次の二つの目的のもと行った.

1. 液体ヨウ素は常圧で半導体だが, 3-4 GPa という圧力下において金属化することが知られている．この金属化は, 結晶の場合の 15 GPa という圧力と比較して非常に低圧にて実現する．液体ヨウ素においていかなるメカニズムで, なぜ結晶よりもはるかに低い圧力で金属化するか, という問題は未知であり, 計算機シミュレーションによる解析で明らかにする.

2. 結晶ヨウ素は二原子分子より構成される分子性の結晶であり, 約 20 GPa という圧力下で“分子解離” (すなわち分子内原子間距離と分子間距離が等しくなる) という現象を経て単原子相へ一次転移する．同じように常圧下において液体ヨウ素は二原子分子より成る分子性の液体だが, 圧力をかけていくと結晶と同様とある圧力下で分子解離し, 単原子液体になるものと予想される．液体中の分子解離が不連続に起こるか連続的に起こるか, また結晶と比較してどの程度の圧力下で生じるか, というのは未知の問題であり, これを私たちの計算機シミュレーションによって明らかにする.

シミュレーションの結果, 上記の疑問に対し以下のようなことが明らかになった.

1. 比較的低圧で報告されている非金属-金属転移は, 主に分子間の距離が短くなることにより生じる．結晶の場合は分子間距離の短縮は一通りしかないが, 液体の場合様々な近づき方が考えられる．その結果, 状態密度の lone-pair バンドの広がり方が結晶の場合よりも大きくなる.

2. いわゆる分子解離は, 結晶の場合と異なりかなり低圧からはじまり, 連続的に生じる.

本研究で得られた知見はこれまでほとんど知られていなかったことであり, 特に計算機シミュレーションによる加圧下での液体ヨウ素の計算機シミュレーションの成功例は本研究以外ないと思われる．さらに, 結晶と液体での振る舞いのほかアモルファス系での, 特に加圧下での振る舞いなども明らかにしていこうと考えている.

3. 業績リスト

原著論文

1. J. Kōga, K. Nishio, F. Yonezawa, and T. Yamaguchi: "Order-N tight-binding molecular dynamics and its application to the study of glass transition in germanium", Journal of the Physical Society of Japan, 73 pp. 136 (2004).

2. J. Kōga, K. Nishio, T. Yamaguchi, and F. Yonezawa: "Tigh-binding molecular dynamics study on the structural change of amorphous germanium with the increase of density", Journal of the Physical Society of Japan, 73 pp. 389 (2004).

3. K. Nishio, J. Kōga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa: "Confinement-Induced Stable Amorphous Solid of Lennard-Jones Argon", Journal of the Physical Society of Japan, 73 pp. 627 (2004).

4. J. Kōga, F. Yonezawa, K. Nishio, and T. Yamaguchi: "Computer analysis on the structure of low-density and high-density amorphous germanium", Journal of Non-Crystalline Solids, 印刷中 (2004).

5. K. Nishio, J. Kōga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa: "Freezing of a Lennard-Jones system in an open-ended and finite-length nanopore: A molecular-dynamics study ", Physical Review B, 印刷中 (2004).

著書その他

1. J. Kōga, "Modeling of condensed–matter systems by the tight-binding method: from nanostructures to complex liquids", 学位論文, 慶應義塾大学 (2003).

自己相似性を持つランダム媒質中の拡散過程について

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）高橋 弘

1．研究概要

Random media の性質を調べるために 70 年代から始められた数理物理学者の仕事によりフラクタル図形が注目された．彼らの取り上げたモデルとしては，対象自体は決定的であるものと，かびや結晶などが成長していく様子などの対象がランダムなものに分けられる．いずれの場合についても，全体と部分が相似であるという自己相似性を用いて研究が進められてきた．

現在進めている研究は自己相似性を持つランダムな媒質の中の拡散過程についてであり，その極限過程の性質に興味がある．多くの場合，ランダム媒質のモデルとして自己相似過程を考えている．ここで自己相似過程とは時間と空間の適当なスケーリングの下でその分布が不変となるような確率過程のことをいう．このような自己相似性は自然現象，社会現象などのランダムな現象の中に多く見られ，統計物理やファイナンスの分野でも広く応用されている．

問題となるのは，媒質をランダムとみなしたときにその中を動く粒子の長時間にわたる振る舞いである．このとき媒質のランダムネスと媒質を固定したときに粒子の持つランダムネスの２つのランダムネスが存在し，媒質のランダムネスの影響で粒子の動きが決定されることが知られている．その様子を確率論の手法で調べることを目的とした研究を進めている．

2．研究成果

[I]　3 進 Cantor 図形のような非連結な $\mathbf{R}$ 上のフラクタル図形上に，近隣点との距離から定まる推移確率を持つランダムウォークの極限として自明でない確率過程（これをフラクタル図形上の拡散過程と呼ぶ）を構成した．このようなフラクタル図形上のランダムウォークによる拡散過程の構成は成されていなかったが，適切なスケーリングをとることでその拡散過程の広がり具合を示すランダムウォーク次元を得られた．

またその推移確率にランダムネスを組み込んだ新たなランダムウォークについて，その長時間における漸近挙動について調べる，拡散過程の均質化の問題を考察した．ここでは推移確率を定めるランダムネスを媒質のモデルとみなす．平均が存在する確率変数を扱う場合，その適当なスケーリングを取った極限過程がフラクタル図形上の拡散過程の定数倍の時間変更をした確率過程に弱収束することを示した．これは連結しているフラクタル図

形上で熊谷-楠岡 (1996) によって考察された場合に対応する結果となっている．また与えられたランダムネスから自己相似過程の代表的な例である安定過程を構成できるような，平均が存在しないような媒質も考えることができ，上記の場合と異なるスケーリングをとることで，極限過程が媒質から定まる新たなフラクタル図形上の確率過程に弱収束することを示した．

[II]　半自己相似性を持つランダムな媒質の中の拡散過程の漸近挙動とその極限過程の性質を考察した．ここでは半自己相似性を持つランダム媒質として半自己相似過程を考える．半自己相似過程は自己相似性過程の拡張として導入され，時間と空間のスケーリングの取り方についてより弱いものを許すことから，現象のモデル化において順応性が高いと考えられている．

考える拡散過程は次の形式的な確率微分方程式を満たす確率過程 $\{X(t)\}$ に対応している：

$$dX(t) = dB(t) - \frac{1}{2}W'(X(t))dt,\ X(0) = 0. \tag{7.5}$$

ここで $\{B(t)\}$ は 1 次元 Brown 運動，$\{W(x)\}$ は半自己相似過程である．(7.5) に対応する $\{X(t)\}$ は $W(x)$ から定まる適切なスケーリングを 1 次元 Brown 運動にとることで構成される．すなわち，$\{W(x)\}$ は $X(t)$ の漸近挙動に影響を与えることから，ここでは $\{W(x)\}$ を媒質とみなす．得られた結果は $X(t)$ の分布は適当な部分列に沿って収束することであり，河津-田村-田中 (1988) によって考察された自己相似性を持つ場合の拡張となっている．また得られた極限分布および極限過程に関して，媒質の半自己相似性から導かれるいくつかの特徴が得られた．

[III]　多次元の自己相似性を持つランダム媒質中の拡散過程の漸近挙動について考察した．ここで考える多次元拡散過程は，(7.5) に対応する d 個の独立な $\{X(t)\}$ を並べて構成したものである．その多次元拡散過程に関してその再帰性（任意の開集合に有限の時間に確率１で戻ってくる性質）と非再帰性を調べた．

[II] で述べたように，この拡散過程は d 個の独立な Brown 運動に適当なスケーリングを施したもので実現される．一般的に d が 3 以上であればそのような多次元 Brown 運動は非再帰的であることが知られている．ここではどの次元でも再帰的である自己相似性を持つ媒質と 2 次元以上で非再帰的となる自己相似性を持つ媒質の条件を調べた．

3. 業績リスト

原著論文

1. H. Takahashi and Y. Tamura, Homogenization on disconnected fractal sets on **R**. Tokyo J. Math., to appear.

2. H. Takahashi, Diffusion processes in semi-selfsimilar random environments. J. Math. Sci. Univ. Tokyo, 11(2004), 49–64.

3. H. Takahashi, Recurrence and transience of multi-dimensional diffusion processes in random environments. Submitted.

口頭発表

1. ランダム媒質中の多次元拡散過程の再帰性について, 無限分解可能過程に関連する諸問題, 統計数理研究所, 2003 年 10 月.

2. 非連結なフラクタル図形上の拡散過程とその均質化，東京確率論月曜セミナー, 東京工業大学，2003 年 11 月.

著書その他

高橋　弘, ランダム媒質中の多次元拡散過程の再帰性について, 統計数理研究所共同研究リポート, 無限分解可能過程に関連する諸問題 (7)(2004) に掲載決定.

Mahler 関数の代数点における値の代数的独立性、及びその応用

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　立谷 洋平

1. 研究概要

超越数論の大きなテーマのひとつに解析関数の代数点における値の数論的性質の研究がある。この方面では特に線形常微分方程式の解に関する Siegel-Shidlovskii の E 関数の理論や、関数方程式の解に対する Mahler 関数の理論がある。私は複数の Mahler 関数の代数的独立性、及びそれらが代数点でとる値の代数的独立性に興味を持っている。西岡は p 進数の理論や Nesterenko 理論を用いて一変数 Mahler 関数の理論を大きく発展させたが、多変数の場合には今までのところ Mahler の方法の域を出ず、未だに多くの基本的問題が残されている。 この問題を解決するために、私は Nesterenko 理論を Mahler 関数の研究に積極的に応用することによって、関数の独立性を導く判別定理を構築し、新たな数の超越性、代数的独立性を示すことを目指している。

2. 研究成果

今回, 私は論文「Transcendence of certain infinite products」(20 type pages, submitted to Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, February 24, 2004.) において、数多くの応用を含んだある無限積の超越性を導くことに成功した. 例えば, $\{F_n\}_{n\geq 0}$ を Fibonacci 数列とするとき, 任意の整数 $r \geq 2$, $a \neq 0$ に対し,

$$\prod_{\substack{k=0 \\ F_{r^k} \neq -a}}^{\infty} \left(1 + \frac{a}{F_{r^k}}\right)$$

は超越数であることがわかる. これをはじめ多くの例は, 今回の論文の主結果である関数の有理性とその値の超越性を結びつける Transcendence Criterion によって導かれるものである. Transcendence Criterion は, Duverney-西岡 (Acta Arith. **110.4**(2003), 305–330.) が general series に対し, その超越性を証明するために導入した Induction method とよばれる方法を用いることによって得られる. 今後の研究では Mahler 関数の零点評価や代数的独立性の証明に Nesterenko 理論を積極的に応用していくことで, より一般化された関数方程式（特に多変数）をみたす Mahler 関数の研究を行い, 新たな Mahler 関数の理論を開拓していきたいと考えている.

3. 業績リスト

原著論文

1. Y. Tachiya, Transcendence of certain infinite products, 20 typed pages, submitted to Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, February 24, 2004.

口頭発表

1. 立谷 洋平, Irrationality of cartain Lambert series, 解析的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 平成 15 年 9 月 29 日〜10 月 3 日.

数論的変換のエルゴード理論に関する研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　夏井 利恵

1．研究概要

本研究テーマの研究目的は，連分数変換を中心とした様々な数論的変換を通して diophantine approximation に関する metric theory の研究をエルゴード理論，確率論，数論のアプローチから行うことである．本研究の概要は，non-archimedean continued fraction を具体的な研究対象として，その数論的離散群の dynamics をエルゴード理論的手法を用いて解明し，さらにそこから non-archimedean diophantine approximation の metric property を得ることへと発展させるものである．

2．研究成果

正規連分数の arithmetic な性質に対する metric theory は R.Moeckel によって modular surfaces 上の geodesic flows のエルゴード性を用いて証明された，正規連分数の主近似の相対頻度に関する研究に端を発している．その後，H.Jager と P.Liardet は別の群に対して，同様の結果を正規連分数変換の group extension のエルゴード性を用いて証明している．本研究では，non-archimedean continued fractions に対する metric theory，特に，ほとんどいたるところでの収束の議論を H.Jager と P.Liardet の研究と同様の方向性で行い，次のような成果が得られた．non-archimedean continued fraction transformation の group extension を構成し，それがエルゴード的であることを証明した．そして，ここにエルゴード定理を適用することにより，先の R.Moeckel の結果の non-archimedean case を得ることに成功した．さらにこのエルゴード性から continued fraction mixing とよばれる正規連分数がもつ重要な性質が non-archimedean の場合でも成り立つことも証明している．従って，non-archimedean の場合にも，正規連分数と同様，中心極限定理や大数の法則などの様々な metric theory を arithmetic な性質の条件の下で得られることがわかった．また，本 COE の国際インターシップ支援によるフランス滞在中にこれらの結果の Jacobi-Perron algorithm への拡張を研究した．その成果は V. Berthe，H. Nakada との共同論文として準備中である．

3. 業績リスト

原著論文

1. R. Natsui, *On the group extension of the transformation associated to non-archimedean continued fractions*, preprint. (KSTS/RR-03/009,Dec.10,2003)

2. R. Natsui, *Principal convergents and mediant convergents associated to α-continued fractions*, preprint.（KSTS/RR-03/008,Dec.10,2003)

3. R. Natsui, *Measurable dynamical systems associated to α-continued fractions*, Ph. D. thesis, 2003.

国際会議発表

1. Rie. Natsui, On the group extension of the non-archimedean continued fraction transformation, International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics, Keio University (Japan), Dec. 2003.

2. Rie. Natsui, Ergodicity of group extensions of the non-archimedean continued fraction map, UK-Japan Winter school 2004, Durham University (UK), Jan. 2004.

3. Rie. Natsui, On the isomorphism problem for 1- parameter family of infinite measure preserving transformations, Dynamics of Complex Systems, Kyoto University (Japan), Jan. 2004.

4. Rie. Natsui, On the isomorphism problem of 1-parameter family of alpha-Farey maps, Beta-numeration, generalized substitutions and tilings, CIRM in Marseille (France), March 2004.

その他口頭発表

1. Rie. Natsui, A decomposition of 1-dependent processes arising from non-archimedean Diophantine approximations, 日本数学会年会統計数学分科会，筑波大学、2004 年 3 月

細孔内 Ar の凝固・融解現象の解明

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　西尾 憲吾

1. 研究概要

ナノ空間に閉じ込められた物質はバルク状態の物質とは異なる性質を持つ．学術的興味に加え，ナノ空間を鋳型として用いた物質作製といった応用面からもナノ空間内での物質の振る舞いは注目を集めており，近年盛んに研究が行われている．対象となる系は非極性物質，極性物質，有機物質，金属と多岐に渡る．その中でもアルゴン (Ar)，クリプトン，キセノンといった希ガス系は球形原子からなる単純な系であるため，ナノ空間内物質の性質に関する基本的な知見を与えてくれると期待されている．

本研究ではシリカ細孔内 Ar の凝固・融解現象を分子動力学シミュレーションによって研究する．分子動力学シミュレーションでは，系を構成する全ての原子の位置と速度の情報を得ることができる．これらの情報は実験では決して得ることができない情報である．この強みを生かして原子レベルで細孔内 Ar の凝固・融解現象を研究する．

Ar 原子間の相互作用は Lennard-Jones ポテンシャルによって記述する．シリカ (SiO_2) に吸着した Ar 原子は Si 原子よりも酸素原子と強く相互作用することから，シリカ内の酸素原子と同じ密度の Lennad-Jones 酸素原子の集合体をシリカのモデルとする．シミュレーションの間，酸素原子は固定しておく．一辺 6.8nm の立方体形モデルシリカに中心軸が z 軸方向を向いた半径 1.7nm, 高さ 6.8nm のシリンダー形の穴を空け，それをシリカ細孔のモデルとする．シリンダーの高さが立方体の一辺の長さと一致しているため細孔の両端は開いている．z 軸方向に細長い直方体形 (6.8nm × 6.8nm × 280.5nm) のシミュレーションボックスにシリカ細孔を配置する．x，y 軸方向では立方体形モデルシリカの一辺とシミュレーションセルの長さは一致しているのに対し，z 軸方向のシミュレーションセルの長さ 280.5nm はモデル細孔の長さ 6.8nm と比べてかなり長い．その結果，かなりの広さの自由空間が Ar 気体に確保される．

自由空間に Ar 気体を挿入し，温度 90K の条件で分子動力学シミュレーションを実行すると，自由空間内の Ar 原子は細孔内部へと入り込む．Ar 気体の密度を増加させるにしたがい細孔内に吸着される Ar 原子の数は増加し，最終的には細孔内に Ar の液相が形成される．その後，系の温度を 90K から 12K まで徐々に下げ，細孔内 Ar 液体を固化させる．動径分布関数，ボロノイ面パラメター，ボンド配向の秩序パラメターを評価することによって，冷却に伴う細孔内 Ar の原子構造の変化を解析する．

2. 研究成果

細孔内 Ar 固体の原子構造を動径分布関数，ボロノイ面パラメター，ボンド配向の秩序パラメターを用いて解析した結果，細孔内 Ar 固体は 20 面体的局所構造をたくさん含むアモルファス構造を取ることを明らかにした．類似した構造がバルクの Ar ガラスにも見られるが，両者には安定性という点で大きな違いが存在する．熱力学的に準安定状態であるバルク Ar ガラスは，アニーリングを行うと熱力学的に最安定である最密充填結晶へと変形する．バルクのアモルファス構造は壊れやすく，結晶化が起こるのに必要なアニーリングの時間は 0.3ns 程度である．ところが，40ns 以上のアニーリングを行ったにも関わらず細孔内アモルファス Ar 構造には変化が見られなかった．

細孔内 Ar 固体のアモルファス構造の安定性を説明する 2 つのシナリオを提案した．

安定なアモルファス構造

ある臨界サイズを超えたクラスターは，20 面体的な構造を取るよりも，hcp や fcc といった最密重点構造を取った方がエネルギー的に安定である．しかし，幾何学的な制限によって，ナノ細孔内部のクラスターはその臨界サイズを超えて成長することができない．また，結晶構造よりも構造の自由度が高いアモルファス構造は，細孔の形状にスムーズに適応する事ができる．したがって，ナノ細孔内部では，局所的な 20 面体的な構造を多く含むアモルファス固体が安定となる．

非常に高い活性化エネルギーを持つ準安定なアモルファス構造

ナノ細孔内では原子の運動が制限されるため，バルク系と比べて原子構造の再配置が起こりにくい．その結果，準安定なアモルファス相と (もしも存在するならば) 何かしらの規則的な構造を持った安定な固相とを隔てる活性化エネルギーは高くなると予想される．したがって，バルク Ar ガラスが結晶化するのに必要な時間と比べて非常に長い時間が経ったにもかかわらず，細孔内 Ar のアモルファス固体は活性化エネルギーを越えることができないため構造に何も変化が現れない．

閉じこめ系の Ar 固体において，2 つのシナリオのうちどちらのシナリオが実現しているのかを定めることは現段階では難しいが，いずれの場合にせよ，本研究で得られた「バルク Ar ガラスが結晶化するのに必要な時間と比べて非常に長い時間に渡る MD シミュレーションを行ったにも関わらず，細孔内アモルファス固体の結晶化が起こらなかった」という結果から，細孔内ではアモルファス固体が ‘実質上’ 安定に存在することを明らかにした．

Si や Ge といった共有結合系や Fe, Ag, Au といった金属系では，アモルファス固体を比較的簡単に作ることができるのに対し，Ar 等の希ガス系はアモルファス構造を取りにくいことが知られている．1990 年に，香内らは蒸着法によってアモルファス Ar 固体の作製に初めて成功したが，それは 10K という非常に低い温度で，しかも非常にゆっくりと Ar

気体を蒸着させることによってのみ可能である．温度を 20K にまで増加させると，アモルファス Ar 固体は fcc 結晶へと結晶化してしまう．このように，最もアモルファス固体になりにくいとされている Ar ですら細孔内ではアモルファス構造が安定に存在するのである．したがって，どのような物質であれ，ナノ細孔を用いればアモルファス構造のナノ物質を容易に作製することが可能であると，本研究の結果かから期待できる．

3. 業績リスト

原著論文

1. K. Nishio, J. Kōga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa.
   ”Confinement-Induced Stable Amorphous Solid of Lennard-Jones Argon”
   J. Phys. Soc. Japn. 73 (2003) in press.

2. K. Nishio, J. Kōga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa.
   ”Freezing of a Lennard-Jones system in an open-ended and finite-length nanopore: A molecular-dynamics study ”
   Phys. Rev. B in press.

その他

1. 西尾憲吾
   ”ナノ物質と構造秩序　ー物性と構造形成ー”
   平成１５年度学位論文

2. J. Kōga, K. Nishio, T. Yamaguchi and F. Yonezawa.
   ”Computer analysis on the structure of low-density and high-density amorphous germanium”
   J. Non-Cry. Solids in press.

3. J. Kōga, K. Nishio, T. Yamaguchi and F. Yonezawa.
   ”Tight-binding molecular dynamics study on the structural change of amorphous germanium with the increase of density”
   J. Phys. Soc. Jpn. bf 73 (2004) 389.

4. J. Kōga, K. Nishio, T. Yamaguchi and F. Yonezawa.
   ”Order N tight-binding molecular dynamics and its application to the study of glass transition in germanium”
   J. Phys. Soc. Jpn. bf 73 (2004) 136.

シリコン量子ドットにおける電子状態の理論研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　波田 陽子

1. 研究概要

量子ドットとは非常に小さな領域に電子を閉じ込めた系のことで、多彩な物理現象が見られる。例えばガリウム砒素縦型量子ドットではフント則など天然の原子に似た性質を示す実験報告がされ、これを説明する理論も研究されてきた。また量子ドット系は電子を一つずつ制御できるため、単電子デバイスへの応用でも注目されている。その中でもシリコン量子ドットは加工の容易さや長いスピン緩和時間などの性質が、室温動作の単電子デバイスや量子コンピューター素子としての利用などに対しアドバンテージを持つ。そのため種々の研究が行われているが、それらは主に実験であり、理論研究は少ない。

このような状況を踏まえて、我々はシリコン特有の性質（伝導バンドが複数の底を持つ多谷構造である点、有効質量の異方性、ゼーマン効果による磁場依存性）を考慮した量子ドット内部の電子状態およびスピン配置の理論研究を行っている。今までは主に単独の量子ドットの電子・スピン状態について有効質量近似を用いた方法で調べてきた。その結果、よく知られたガリウム砒素などの底を一つしか持たない量子ドットに比べ、高スピン状態が現れやすいということが分かった。

今年度はその応用系として、量子ドットを２つ結合した２重量子ドット系（ドット分子）における電子・スピン状態について調べた。量子ドットは天然の原子と似たような性質を示すことから人工原子と呼ばれることがあるが、２重量子ドット系は２電子状態におけるスピン結合など天然分子に似た性質を示す。しかも２重量子ドット系の場合は天然分子と異なり、２つの量子ドット間の結合の強さを制御することが出来る。そうして２つのドット間の結合がクーロンエネルギーよりも比較的小さい状況を設定して２電子状態を考えた場合に、谷が一つしかない２重量子ドット系では、２つの電子はそれぞれのドットに分かれて入るが、スピン結合を保ち、スピンが逆向きになる低スピン状態が実現する。しかしシリコンでは多谷構造であるために最低エネルギーを持つ１電子準位が複数存在し、どのようなスピン配置になるかは自明ではない。また、スピン結合があるとすれば、低スピン状態とスピンの向きが揃った高スピン状態のエネルギー差、すなわちスピン結合の強さを理解することが、シリコン量子ドットにおける電子スピンを量子コンピューターのビットとして用い制御するために重要である。これらを調べることが本研究の目的である。

2. 研究成果

上で述べたようにシリコンの特徴の一つに伝導バンドの多谷構造がある。１つの谷に対し１つの最低エネルギーを持つ１電子準位が求まるため、この性質を考慮すると、まず単独のドットでは、最低エネルギーを持つ１電子準位が複数存在することになる。歪みによる谷の分裂を考慮して、ここでは単独ドットには最低エネルギーを持つ１電子準位が２つあり、これらは谷のラベルで区別されるとする。また、これらの１電子準位間では散乱がないとする。このように１つのドットに１電子準位が複数ある場合は、２つのドットの電子準位間の遷移をドット間のトンネルバリアのポテンシャルの変化の様子によって場合分けしなければならなくなる。

トンネルバリアのポテンシャルが比較的緩やかな変化を持つ場合は許される遷移が制限され、２つのドットの同じ谷の準位間でしかトンネル結合を持たない。その結果、最低エネルギーを持つ１電子状態が複数存在する。また２電子状態を考えた時に、２つのドットにある２電子間にはスピン結合がなく、最低エネルギーを持つスピンの異なる状態が複数存在する。そのために弱磁場でも高スピン状態が現れる。

それに対しトンネルバリアのポテンシャルが急峻な変化を持つ場合、２つのドットの異なる谷の準位間でもトンネル結合が存在し、最低エネルギーを持つ１電子状態は一通りに決まる。また２電子状態では、２電子間にはスピン結合が存在し低スピン状態が実現することが分かった。またこのスピン結合の強さ J が

$$J = \frac{1}{2}\left[\sqrt{16(t+t')^2 + (U_0 - U_1)^2} - \sqrt{16t^2 + (U_0 - U_1)^2}\right]$$

で表されることが分かった。ただしここで

t: ２つのドット間の同じ谷の１電子準位間のトンネル結合の強さ
t': ２つのドット間の異なる谷の１電子準位間のトンネル結合の強さ
U_0: 同じドットにある電子間のクーロンエネルギー
U_1: 異なるドットにある電子間のクーロンエネルギー

である。これは特に量子コンピューターの応用で考えられているような、トンネル結合がクーロンエネルギーより小さい場合には

$$J \simeq 4t'(2t + t')/(U_0 - U_1)$$

と表される。

次にドット内での１電子準位間散乱がある場合を調べたが、この場合は定性的にはトンネルバリアのポテンシャルの変化が緩やかな場合と同じ結果を示すことが分かった。ただしスピン結合の大きさはドット内１電子準位間散乱の大きさの影響も受ける。

3. 業績リスト

原著論文

1. Y. Hada and M. Eto, Electronic States in Si Quantum Dots: Multivalley Artificial Atoms. Physical Review B 68 (2003).

2. Y. Hada and M. Eto, Exchange Coupling in Silicon Double Quantum Dots. Japanese Journal of Applied Physics in press.

情報・認識構造と経済行動との関係についてのゲーム理論的分析

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　平瀬 和基

1. 研究概要

私の研究テーマは、経済主体が持つ情報・認識構造と経済行動・経済現象との関係を分析する、というものである（情報という言葉は情報の内容を意味し、認識構造という言葉は経済主体による情報の捉え方・活かし方を意味する）。複数主体の関係を扱うゲーム理論の手法は、情報と経済行動・経済現象との関係の分析におおいに役立っている。また、ひとりの主体の認識構造と意思決定については過去に様々な分析がなされている。しかし、例えば同じ情報を持っていても情報の活かし方が変われば行動も変わるということが有り得るにも関わらず、情報と認識構造の両方を考慮した複数主体間の行動についてはあまり研究がなされてこなかった。私の研究はその点に着目し、ゲーム理論に認識構造を取り入れているということに特徴がある、と言える。

現在までに、認識構造を扱うことの重要性、非協力ゲームの枠組みにおいて経済主体がどのような情報や認識構造を持っていれば支配戦略と呼ばれる戦略を選ぶのか、純粋交換経済において経済主体がどのような情報や認識構造を持っていれば均衡状態に至るのか、等という点について注目して論文を作成してきた。

特に最近では、協力ゲームと呼ばれる枠組みを使って、経済主体が持つ情報と協力ゲームの均衡概念のひとつであるコアとの関係について論文を作成している。

2. 研究成果

上の研究テーマの下、Payoff Improvement of Measurable α-cores through Communications というタイトルで論文を作成し、数理経済学研究センター主催のシンポジウム「経済の数理解析」（京都大学数理解析研究所）で発表することが出来た。この論文では、協力ゲームの枠組みを使って、経済主体が持つ情報とコアとの関係について分析した。コアというのは協力ゲームの均衡概念のひとつである。

具体的には、経済主体間で情報交換を自由にできるケースと全くできないケースを考えて、コアにおいて主体が得るの利得の大きさ等について分析した。その結果、情報交換を

自由にできるケースの方がどの経済主体についてもコアにおける期待利得が大きくなること・論文で考えたコアにおいては、（同じ経済主体を考えた場合、）より細かい情報をもつことが期待利得の増加を意味することなどを証明することができた。また、従来研究が純粋交換経済を扱っていたのに対し、本論文では標準ゲームの枠組みをモデルの出発点に採用した。純粋交換経済では経済主体の利得は他の経済主体の行動に影響を受けないのに対して、標準ゲームの枠組みでは各経済主体の利得は他の経済主体の行動にも依存することになる。この点もこの研究文脈の中での特徴・貢献になるのではないかと考えている。また 2004 年に入ってから、条件を少し変えた場合について、日本語論文「コミュニケーションを考えたαコアの特徴」を作成した。具体的には、経済主体がとる戦略の可測性条件を外した場合について上の論文と同じような分析をした論文である。

現在は、情報交換が完全に自由とか全くできないといった極端なケースでなく、その中間の、より自然な情報交換のみが許されるようなケースをモデル化すべく研究を進めている、という状況である。例えば、一部の経済主体とだけ情報交換が可能なケースを上手くモデル化できれば、と思っている。特に、ネットワークで結ばれた主体同士のみが情報交換をすることが出来るような状況を考えた場合について関心を持って研究している。また、ここまでの研究では時間の流れを考慮していないので、時間の流れを取り入れた動学ゲームを使って、上のような議論をすることも考えている。

3. 業績リスト

原著論文

1. K. Hirase and Y. Utsumi, Payoff Improvement of Measurable α-cores through Communications. VALDES Research PaperSeries E, No.VRP-E-03-04 (2003), 1–26.

2. 平瀬和基 - 内海幸久, コミュニケーションを考えたαコアの特徴. (2004). プレプリント.

口頭発表

論文“ Payoff Improvement of Measurable α-cores through Communications ”を以下の機会に発表。

1. 慶應義塾大学月曜セミナー「経済の数理解析」,2003 年 10 月 6 日, 慶應義塾大学.（共著者の内海氏が発表）

2. 慶應義塾大学データサイエンスセミナー, 2003 年 11 月 12 日, 慶應義塾大学.

3. 数理解析研究センター主催シンポジウム「経済の数理解析」, 2003 年 11 月 28 日, 京都大学数理解析研究所.

重みつきグラフにおける重いサイクルや ラムゼー問題に関する研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　藤沢 潤

1. 研究概要

グラフの各辺に非負実数の「重み」が与えられているグラフを重みつきグラフという。本研究では、一般のグラフの持つ性質に関して、重みつきグラフにおいても同様の性質を持つかどうかを調べ、持たない場合はどのような差異があるかということを解明することを目的とする。特にこのことを「重いサイクルの存在」「ラムゼー問題」という 2 つの視点からアプローチする。

一般のグラフにおいて、ハミルトンサイクルや長いサイクルの存在に関する研究はグラフ理論の中心的話題であり盛んに研究されている。またその中で、指定した点を通る長いサイクルの存在に関する研究が行われており、グラフの連結度を上げると指定する点の数を増やしてもそれらの全てを通る長いサイクルが存在することが知られている。また、重みつきグラフにおいても指定した点を通る重いサイクルの存在に関しての研究が行われているが、既存の結果は 2-連結グラフにおけるものにとどまっている。そこで本研究では連結度の高い重みつきグラフを扱い、連結度を上げた時に指定する点の数を増やしてもそれらの全てを通る重いサイクルが存在するかどうかを調べる。

またラムゼー問題に関して、一般のグラフにおける頂点数 6 の完全グラフ（辺数 15）の各辺を赤・青の 2 色で塗った時、そのグラフには必ず単色の 3 角形が存在するという有名な事実が知られている。本研究では、重みつきグラフにおいて同様の性質が得られるかどうかを調べ、得られなかった際には重みつきグラフの辺の重さに関する条件を加え、どのような重みつきグラフにおいて同様の結果が得られるか考察する。

2. 研究成果

重みつきグラフに関して、3-連結グラフにおいて指定した 3 点を通る重いサイクルの存在が示された。既存の結果では 2-連結グラフにおいて指定した 2 点を通る重いサイクルの存在が知られており、一般のグラフにおける結果と同様、連結度を 1 上げると指定する点の数を一つ増やせるということがわかる。

またラムゼー問題に関して、以下の結果が得られた。

Theorem 1. G を頂点数 6 で $w(G) \geq 15$ となる重みつき完全グラフとする。G の各辺を赤・青の 2 色で塗った時、G は重さが 15/7 以上の単色三角形を含む。

15/7 が 2 より真に大きいことから、この問題に関しても一般のグラフにおける性質が重みつきグラフにおいても得られることがわかる。

3. 業績リスト

原著論文

1. J. Fujisawa and K. Ota, Weighted Ramsey Problem. Preprint.
2. Hajo Broersma, J. Fujisawa and K. Yoshimoto, Backbone colorings along perfect matchings. Preprint.
3. J. Fujisawa and T. Yamashita, Degree conditions in induced subgraphs for Hamiltonicity. Preprint.
4. J. Fujisawa, Heavy cycles and paths in weighted graphs of large connectivity. Preprint.

国際会議発表

1. J. Fujisawa, Heavy paths and cycles containing some specified vertices in weighted graphs. International Workshop on Combinatorics. Keio University, 2004 年 1 月

その他口頭発表

1. 藤沢 潤, Backbone coloring on graphs and planar graphs. 京都大学数理解析研究所 短期共同研究「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」. 京都大学数理解析研究所, 2003 年 10 月
2. J. Fujisawa, Heavy subgraphs in weighted graphs of large connectivity. 応用数学合同研究集会. 龍谷大学, 2003 年 12 月
3. 藤沢 潤, Heavy fans and paths in weighted graphs of large connectivity. 日本数学会 2004 年度年会 応用数学分科会. 筑波大学, 2004 年 3 月

4. その他

2004 年 2 月 2 日〜2 月 28 日の期間に若手研究者育成プログラム（国際インターンシップ）により University of Twente へ出張し、Hajo Broersma 氏と共同研究を行った．この共同研究では、グラフの彩色問題と重みつきグラフにおける重いサイクルの存在につい

て、という二点をターゲットに絞り研究を進めた．まず彩色問題に関しては、Backbone coloring と呼ばれる彩色を扱い、いかなる平面グラフとその Backbone となるマッチングに関しても $\{1, 2, \cdots 6\}$ で Backbone coloring できるということを四色定理を使わずに証明するということを目標にした．今回の研究では証明が得られなかったものの、この問題におけるグラフの持つ性質や部分的な証明、そして証明に必要な課題が明らかになり、今後の研究に向けた重要な指針を得ることができた．また重みつきグラフにおける重いサイクルの存在に関して、出張前に日本で得られていた成果をもとに、3-連結グラフにおいて指定した 3 点を通る重いサイクルの存在を示す定理の証明を出張期間に完成させた．

動学一般均衡理論における貨幣と金融の理論・実証研究

ＣＯＥ研究員（ＲＡ）　吉村 繁樹

1. 研究概要

経済において貨幣は様々な目的で使われる。貨幣は財の購入の対価としての支払い手段として使われる他にも、貯蓄として銀行に預ける手段や、金融資産を売買する手段、また他国で生産された財を購入する際に必要な通貨と交換する手段としても使用される。そのように貨幣が果たす様々な役割や経済に対して与える影響を、一般均衡理論体系における理論の枠組みの中で整合的に考察するとすることが私の研究テーマである。

さて、動学一般均衡理論体系においては、経済主体は財への請求権として債券を発行することができ、また全ての経済主体の最大化問題の解であるような市場均衡においては、実際に財の対価として債券を発行して取引する。そのような財の請求権としての債券は、一般均衡理論の体系内で内生的に取引される貨幣という意味での内部貨幣として考えることが出来る。そして今日のマクロ経済学では、経済主体が内部貨幣を発行して取引するような動学一般均衡理論から様々な経済現象を説明しようとする立場が主流であり、そのような分析方法は RBC(Real Business Cycle) と呼ばれている。一方、一般の動学一般均衡理論体系には様々な貨幣理論があって、理論体系内で内生的に取引される内部貨幣を考慮した RBC の理論の他にも、法定不換紙幣 (fiat money) あるいは外部貨幣が取引的な目的で使われることを説明した世代重複モデルやサーチ・モデル、また貨幣が物価や利子率の決定に対して与える影響を考察した Money-in-the-Utility Function モデル等などがあり、様々な貨幣の理論研究が続けられている。

他方、Bernanke and Gertler(1989) が論じたように、完全（完備）な市場を想定する限りでは、RBC のモデルにおいて金融機関の存在そのものは理論の中では本質的なものとはならない（なくとも理論的な不都合はでない）。RBC の枠組みで金融市場や金融仲介機関の考察を行う際には、各金融取引や個々の金融仲介機関行動の個別の性質を理論に明示的に導入することにより、それら金融仲介機関の行動が経済に対して与える影響が考察される。

経済学における金融市場や金融仲介機関、また貨幣の理論的定式化の問題は過去に渡って議論されてきたが、Freeman(1990,1996,1999) の論文は、世代重複モデルにおいて、取引的目的以外にも債券の決済の為にも外部貨幣が使用されることを明らかにし、外部貨幣が使用される新たな理論的枠組みの定式化を通じた金融市場や金融仲介機関の分析を行っている。私はその議論の拡張として、世代重複モデルの体系上で、預金として外部貨幣を集め、債券や手形を購入する形で外部貨幣を貸し出すような銀行行動を定式化することを

通じて、外部貨幣が市場均衡における名目利子率や名目価格、資源配分の決定に果たす役割の理論的考察している。本研究が想定する枠組みにおいて、外部貨幣は財への請求権である一方、債券は外部貨幣への請求権として改めて定義され、銀行はそのような外部貨幣や債権が流通する際に基本的な役割を果たすことになる。

他方、金融市場や金融仲介機関の分析のための今一つの視点として、現在研究成果が蓄積されている動学一般均衡モデルの計量モデル分析の研究を進める予定である。貨幣の理論的な研究を別にしても、学術的に意義深いものとなると考えている。

2. 研究成果

取引に基づく貨幣理論のほかに、新たな外部貨幣の描写を通じた銀行と中央銀行の定式化を通じて外部貨幣が財取引の手段の他、貸借の手段として用いられるようなモデルを考案し、”A Model of Banks and the Central Bank with Fiat Money ”と題した論文を執筆して、発表した。

本研究は、経済学的な問題としても、経済モデルにおける数理的な問題としても新たな課題を含んでいる為、本年度中の完成にはいたらなかったが、便宜的に市場均衡の持つ性質をしらべ、まとめた。比較的新しい発想で考察を始めたつもりであるが、どこかに理論として厳しいところがあるのではないかと思って一年ほど考え続けたが、そうであったとしても研究を続けること通じていろいろなことが明らかになってきており、問題点もよく理解できるようになってきたので、仮に色々間違いがあっても、本研究は何か新しい理論的な知見を含んでいるように思う。さて、上で書いたような従来の動学一般均衡理論では、市場均衡の相対価格のみしか議論の対象に出来なかったが、本論文で、全ての変数の名目価格が外部貨幣の取引によって決定され、それは現金通貨と預金通貨の双方の総量と比率、及び金融仲介機関の行動全てに依存する。

本年度は均衡の性質を便宜的に調べたが、今後の課題は市場均衡の存在（とその一意性）の証明の議論を含めて市場均衡を定式化して求め、一つの枠組みにおいて整合的にその性質を論じ、まとめることである。さらに将来的には期待、成長や開放経済における為替の決定、といった問題が残っている。また本論文で研究したようなテーマは当たりはずれが極めて大きいと思うので、そうでない研究も並行して研究して、まとめていくつもりである。

3. 業績リスト

原著論文

1. 吉村　繁樹, Optimal Growth and the Financial Intermediaries in Cash-In-Advance Economy, preprint.

2. 吉村　繁樹, Model of Stochastic Growth and the Bank Behavior with Fiat Money, preprint.

3. 吉村　繁樹, A Model of Liquidity Preference and the Asset Pricing with Fiat Money, preprint.

4. 吉村　繁樹, On Determination of Currency Rate in a Monetary Equilibrium, preprint.

その他口頭発表

1. 吉村　繁樹,「流動性の罠の理論」　（修士論文），マクロ・ミクロ経済学合同演習, 2003 年 5 月

2. 吉村　繁樹, A Model of Banks and the Central Bank with fiat money，マクロ経済学演習, 2003 年 7 月

3. 吉村　繁樹,「流動性の罠の理論」　（修士論文），データ・サイエンス・セミナー, 2003 年 10 月

4. 吉村　繁樹, A Model of Banks and the Central Bank with fiat money，マクロ・ミクロ経済学合同演習, 2003 年 12 月

4. その他

1. 2004 年 3 月に行なわれた国際会議 ”Small Saving Mobilization in Asia and Remittance ”に出席し討論を行なった。

第III部

研究活動詳細

8　定期セミナー報告

8.1 データサイエンスセミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 1 日（水）
講演者名	熊坂　夏彦（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	DandD とデータ解析ソフトウェア R
講演要旨	DandD サーバを介して DandD インスタンスを R に取り込むインタフェースの設計と実装に関して報告した。DOM によるサーバとのソケット通信をサポートするだけでなく、R のオブジェクトベースな特性を生かしたインタフェースを構築することによって、インスタンスに記述されたデータの属性と構造を反映した多様なデータに対する汎用的な解析をサポートできることが検証できた.

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 8 日（水）
講演者名	加藤　昇吾（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	トーラス上の分布
講演要旨	本報告では，トーラス上の分布について現在取り組んでいる研究について報告した．具体的には，トーラス上の分布の確率密度関数がどのように定義されるかを述べ，分布の例として一般化 von Mises-Fisher 分布とトーラス上の正規分布を紹介した．また新たな分布としてトーラス上の t 分布を提案し，その性質について報告した.

第３回

開催日	平成 15 年 10 月 15 日（水）
講演者名	吉村　繁樹（COE 数学 RA/慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程）
講演題目	流動性の罠の理論
講演要旨	本報告では、2002 年度に作成した流動性の罠の理論と題した論文を発表した。そのおおまかな内容は次の通りである。Krugman(1998) の論文で指摘された現代経済理論における「流動性の罠」の理論的な可能性について、本報告で発表した論文においては各個別経済主体の最適化行動等を改めて考察し直して、一つのミクロ的基礎を持つ動学的一般均衡モデルを構築し、伸縮的な価格調整を想定した場合と固定的な価格調整を想定した場合の双方において Krugman(1998) の論文の主張の論証を試み、市場均衡の性質と意義を再解釈した。また同時に、政策的対応について考察と議論を行った.

第４回

開催日	平成 15 年 10 月 22 日（水）
講演者名	田中　路子（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	悪性黒色腫の解析
講演要旨	皮膚癌の一種である悪性黒色腫の診断に，樹形モデルと数量化 II 類を用いて検討を行った結果について報告した．

第５回

開催日	平成 15 年 10 月 29 日（水）
講演者名	堀本　勝久（東京大学医科学研究所・ヒトゲノム解析センター・バイオスタティックス人材育成ユニット）
講演題目	グラフィカル・ガウシアン・モデリングの遺伝子発現プロファイルへの適用による遺伝子制御関係の推定
講演要旨	我々は、グラフィカル・ガウシアン・モデリング (GCM) を酵母の全遺伝子の発現プロファイルに適用し、遺伝子の制御関係の推定を試みた．発現データ及びモデルの解析上の問題から、各遺伝子対の関係は推定できないため、階層クラスタリングを用いて、発現プロファイルが類似パターンを示す遺伝子群に分離した後、GGM によってクラスター間の関係について推定した．手法の評価をおおなうために、推定された制御関係を既知の関係と照応し、推定された関係が高い再現性を示すことを確かめるとともに、推定されたネットワークのグラフにおける辺の有無、条件付き独立・従属の関係が、分子生物学における転写開始因子とそれが直接制御する遺伝子との関係の強弱を示していることが判明した．このことは、GGM による理論的な相互作用推定が分子生物学的な現象を探求する上において有効であることを示している．

第６回

開催日	平成 15 年 11 月 5 日（水）
講演者名	翁　真哉（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	rpart における指標の比較アルゴリズム
講演要旨	本報告では，因果関係を探りたいデータの組を質的変量によって 2 分類する際の，効果的なアルゴリズムについて考察する．証明では，偏差平方和以外の場合も成り立つ，より一般的な補題を用いて，偏差平方和と同様の議論から，絶対変沢を基準とした分類アルゴリズムを示す．

第７回

開催日	平成 15 年 11 月 12 日（水）
講演者名	平瀬　和基（COE 数学 RA/慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程）
講演題目	Payoff improvement of measurable alpha-cores through communications
講演要旨	The purpose of this paper is to clarify the relationship between coarse α-core and fine α-core in strategic form games with differential information. We analyze the role of information transmission among members in a coalition.

第８回

開催日	平成 15 年 11 月 19 日（水）
講演者名	株田　雄啓（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	悪性黒色腫データの解析
講演要旨	悪性黒色腫は色素性母斑と臨床的に良く似た一種の皮膚癌である．転移が早く危険であり，早期発見が重要であるとされている．本報告では，ロジスティック回帰モデルによるあてはめを行った結果，二種類の誤判別確率を 5 %程度にすることが可能であることを明らかにした．

第９回

開催日	平成 15 年 11 月 26 日（水）
講演者名	Ong Seng Huat (University of Malaya)
講演題目	Discrete Orthogonal Moments For Image Analysis
講演要旨	Recently Mukundan, Ong and Lee ([1], [2]) and Yap et al. [3] introduced the discrete Tchebichef and Krawtchouk moments, respectively, for image analysis. These moments have been shown to be useful as pattern features in the analysis of two-dimensional images. One of the advantages of these moments is that their implementation does not involve any numerical approximation because the basis set is discrete in the domain of the discretized image coordinate space. In this presentation, these moments will be reviewed, and further generalizations in terms Hahn moments are introduced. A number of properties of these moments useful in feature representation and applications will be discussed. [1] R. Mukundan, S.H. Ong, P.A. Lee, “ Image analysis by Tchebichef moments ”, *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 10, issue 9, pp. 1357-1364, Sept. 2001 [2] R. Mukundan, S.H. Ong, P.A. Lee, “ Discrete Orthogonal Moment Features Using Tchebichef Polynomials ” International Conference on Vision and Image Computing New Zealand 2000, November 27-29 2000, University of Waikato, Hamilton, New Zealand

	[3] Yap P.T., P. Raveendran, S.H. Ong,“ Image Analysis by Krawtchouk Moments ”, *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 12, no. 11, November 2003

第１０回

開催日	平成 15 年 12 月 3 日（水）
講演者名	斎藤　成也（国立遺伝学研究所）
講演題目	比較ゲノム解析の方法と実際
講演要旨	講演の最初に遺伝子進化の基礎概念を話したあと，霊長類を中心とする ABO 式血液型遺伝子の進化，ゲノム進化において中心的な中立進化理論，ヒトを含むヒト上科における Hox 遺伝子クラスターの進化，およびマウスとラットゲノムの比較解析による遺伝子変換の解析について紹介した。特に最後のトピックスについては，数学的な取り扱いを詳細に解説した.

第１１回

開催日	平成 15 年 12 月 10 日（水）
講演者名	村田　恵（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	特殊なレヴィ過程におけるパラメータの最尤推定
講演要旨	ある特殊な Lévy 過程からの、離散観測値に基づく、パラメータの最尤推定を行った。通常は、尤度方程式の解として最尤推定量が得られるが、この Lévy 過程における尤度方程式を直接解くことは困難であるため、近似尤度を考え、そこからある推定量を構成した．この推定量は、漸近的には最尤推定量と同等であることが示された.

第１２回

開催日	平成 15 年 12 月 17 日（水）
講演者名	島津　秀康（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	局所回帰について
講演要旨	局所回帰平滑化について，残差の性質からデータ本来の滑らかさを平滑曲線として十分に抽出されているかを判断するという新たなアプローチを試みた．結果，平滑幅より大きな幅での残差平均はほとんど 0 となることが判明し，局所回帰平滑化によりデータ本来の滑らかな構造を十分に反映した平滑曲線が抽出されることを明らかにした.

第１３回

開催日	平成 16 年 1 月 8 日（水）
講演者名	高崎　淳一（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	降雨データに対する対数正規モデルのあてはめ
講演要旨	九州地域における１９９４年４月から２００２年１２月までの AMeDAS

	(Automated Meteorological Data Acquisition System) の１０分値降水量データに対し、空間的補間法の一つのクリギングにより日降水量の非観測点における予測量を求めた。その過程でバリオグラムの方向依存性を検討し、日降水量について東西方向の強い相関性を量的に検出した.

第１４回

開催日	平成 16 年 1 月 15 日（水）
講演者名	鹿間　勇樹（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	強定常正規尺度混合過程におけるレベル交差点数の分散
講演要旨	本報告では，強定常正規尺度混合過程からの等間隔標本から計算される one-step および two-step レベル交差点数が持つ統計的性質について調べ，それらの分散の評価式を与えた．シミュレーションを行った結果についても報告した.

8.2　組合せ論セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 14 日（火）
講演者名	榎本　彦衛（広島大学大学院理学研究科）
講演題目	有向グラフの有向閉路への分割問題と関連する埋め込み問題
講演要旨	有向グラフを有向四角形に分割できるための十分条件となる最小次数に関する定理の証明の概略を説明する。また、それに関係する埋め込み問題について考察する.

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 24 日（金）
講演者名	藤沢　潤（慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻）
講演題目	重みつきグラフにおける指定した点を通る重いパスについて
講演要旨	重みつきグラフにおいて、指定した点を端点に持ち、さらに指定した 2 点を通る重いパスの存在について考察する。また、それに関連する連結度が高いグラフにおける重い Fan の存在について考察する.

第３回

開催日	平成 15 年 10 月 31 日（金）
講演者名	松村　初（慶應義塾大学大学院理工学研究科）
講演題目	独立数と点素な閉路について
講演要旨	独立数 α が与えられたときに k 個の点素な閉路を含まないグラフの位数の最大値を $f(k,\alpha)$ とする。この関数 $f(k,\alpha)$ に関してはこれまでに知られているいくつかの結果があり、それについての紹介と今回得られた結果と予想について述べる.

第４回

開催日	平成 15 年 11 月 7 日（金）
講演者名	榎本　彦衛（広島大学大学院理学研究科）
講演題目	指定した頂点を通る短い通路
講演要旨	適当な k 点に対し、それらを通る通路の長さがすべて l 以上となるような c-連結グラフの位数の最小値を $N_k(c,l)$ と定義する。$k \leq 3$ のとき、この値が決定できることを示す.
講演者	森　隆一（横浜国立大学教育人間科学部）
講演題目	$(3,3)$-separable graph について
講演要旨	任意に指定された 2 つの点素な 3 頂点集合 A,B に対し、A,B をそれぞれ含む点素な連結部分グラフが存在するとき、そのグラフは $(3,3)$-separable であるという．本講演では、平面グラフが $(3,3)$-separable で

	あるための必要十分条件は、そのグラフが４連結極大平面グラフであるという事実を証明し、この定理にまつわるいくつかの話題を紹介する．

第５回

開催日	平成 15 年 11 月 10 日（月）
講演者名	大庭　経示（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	$\chi(G+K_n)=ch(G+K_n)$ となる自然数 $n=n(G)$ について
講演要旨	グラフ G と完全グラフ K_n の結び $G+K_n$ の染色数 $\chi(G+K_n)$ と染色数 $ch(G+K_n)$ については，次の定理が知られている．定理：任意のグラフ G について次を満たす自然数 $n_0=n_0(G)$ が存在する：$n \geqq n_0$ ならば $\chi(G+K_n)=ch(G+K_n)$ 本講演では，上の定理を満たす n_0 の最小値はどれぐらいか検討する予定である．

第６回

開催日	平成 15 年 11 月 25 日（火）
講演者名	Hao Shen (Shanghai Jiao Tong University)
講演題目	Existence of Resolvable Group Divisible Designs
講演要旨	A group divisible design with block size k, group size m and index λ, denoted GD$(k,\lambda,m;v)$, is an ordered triple $(\mathcal{X},\mathcal{G},\mathcal{A})$, where $\mathcal{X}$ is a v-set of elements, $\mathcal{G}$ is a set of m-subsets (called groups) of $\mathcal{X}$, and $\mathcal{A}$ is a collection of k-subsets (called blocks) of $\mathcal{X}$ such that $\mathcal{G}$ forms a partition of $\mathcal{X}$ and each pair of distinct elements of $\mathcal{X}$ from same group is contained in no blocks and each pair of elements from distinct groups is contained in precisely λ blocks. A GD$(k,\lambda,m;v)$ is called resolvable and denoted RGD$(k,\lambda,m;v)$ if all the blocks can be partitioned into parallel classes. The existence problem for resolvable group divisible designs has been studied extensively since 1970's and tremendous progress has been obtained. The purpose of this talk is to survey the known results and give some new progress on the existence and construction of RGD$(k,\lambda,m;v)$s. We will focus our attention on the case $k=4$.
講演者名	Dianhua Wu
講演題目	Generalized Steiner systems
講演要旨	The concept of an H-design was first introduced by Hanani as a generalization of Steiner systems (the notion of H-design is due to Mills). An $H(v,g,k,t)$ design is a triple $(\mathcal{X},\mathcal{G},\mathcal{B})$, where $\mathcal{X}$ is a set of points whose cardinality is vg, and $\mathcal{G}=\{G_1,\cdots,G_v\}$ is a partition of $\mathcal{X}$ into v sets of cardinality g; the members of $\mathcal{G}$ are called groups. A transverse of $\mathcal{G}$ is a subset of $\mathcal{X}$ that meets each group in at most one point. The set $\mathcal{B}$ contains k-element transverse of $\mathcal{G}$, called blocks, with the property that each t-element transverse of $\mathcal{G}$ is contained in precisely one block.

	When $t = 2$, an $H(v, g, k, 2)$ is just a group divisible design of group type g^v and denoted by k-GDD(g^v). Etzion stated that an optimal $(g+1)$-ary (v, k, d) constant weight code (CWC) can be constructed from a given $H(v, g, k, t)$. In the code which is related to an $H(v, g, k, t)$, we want that the minimum Hamming distance d is as large as possible. The reason is that the minimum Hamming distance d is related to the ability of error correcting and error detecting. It is not difficult to see that $k-t+1 \leq d \leq 2(k-t)+1$. According to Etzion, an $H(v, g, k, t)$ which forms a code with minimum Hamming distance $2(k-t)+1$ is called a generalized Steiner system GS(t, k, v, g). An $H(v, g, k, t)$ which forms a code with minimum Hamming distance d was denoted by GS$_d(t, k, v, g)$. In this talk, I will present a survey of the current results on generalized Steiner systems and mention some open problems.
講演者名	Dean G. Hoffman (Auburn University)
講演題目	Gregarious G-Designs, G-Orthogonal Arrays, and Graph Homomorphisms
講演要旨	There are direct constructions for designs, and recursive ones. Typically, it is the direct constructions that lean heavily on algebraic techniques. Here we give an algebraic underpinning to a common recursive technique, and equate it to a generalization of orthogonal arrays (= mutually orthogonal latin squares). The notion of a graph homomorphism, in this context, reveals a critical role played by the chromatic number of G in the construction of G-designs.

第７回

開催日	平成 15 年 11 月 28 日（金）
講演者名	太田　克弘（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	Star forests in graphs
講演要旨	複数の star を点素に含むようなグラフについて考える。本講演では、グラフの最小次数を仮定することにより、連続した頂点数の star $K_{1,1}, K_{1,2}, \ldots, K_{1,t}$ が disjoint に取れることを示す.

第８回

開催日	平成 15 年 11 月 28 日（金）
講演者名	山下　登茂紀（神戸大学大学院自然科学研究科）
講演題目	A lower bound for the circumference of a k-connected graph
講演要旨	k 連結グラフに対して新しい次数和に関する条件を定義する。この次数和の仮定により、それに応じた長い閉路が存在することを証明する.

第９回

開催日	平成 16 年 1 月 9 日（金）
講演者名	松村　初（慶應義塾大学大学院理工学研究科）
講演題目	独立数と点素な閉路について２
講演要旨	独立数 α が与えられたときに k 個の点素な閉路を含まないグラフの位数の最大値を $f(k,\alpha)$ とする。今回は、$f(3,\alpha)=2\alpha+6$ という予想について講演する.

第１０回

開催日	平成 16 年 2 月 27 日（金）
講演者名	Vladimir Levenshtein (Keldysh Institute for Applied Mathematics, Russian Academy of Sciences)
講演題目 1	Combinatorial problems motivated by comma-free codes
講演題目 2	Coding theory and Two-Stage Testing Algorithms
講演要旨	Levenshtein 教授は、符号理論の分野における世界的権威のひとりであり、まず、講演１では、insertion/deletion code, error correcting comma free code などの新しい符号を提案し、組合せ論の分野にさまざまな新しい問題提起をし、これらの新しい符号について概説を行った．さらに、講演 2 では、遺伝子情報解析における pooling experiment についても、実験回数の評価に関する新しい結果を紹介した．これらの話題は、組合せデザインの研究に非常に関係が深く、参加者にとって研究上大いに刺激になるものであった.

第１１回

開催日	平成 16 年 3 月 1 日（月）
講演者名	中本　敦浩（横浜国立大学教育人間科学部）
講演題目	N-flips in even triangulations on the sphere— 変形ネタにおける N の数学
講演要旨	三角形分割と四角形分割における対角変形の理論は大きな流れを形成している．その第３の対角変形の場を even triangulation （各頂点が偶次数の三角形分割）に求めたい．本講演では、even triangulation の変形として N-flip を定義し、球面上の２つの even triangulation G,G' が N-flip で移りあうための必要十分条件は、G と G' の３部グラフとしてのそれぞれの部集合の大きさが等しいことである.

第１２回

開催日	平成 16 年 3 月 24 日（水）
講演者名	藤沢　潤（慶應義塾大学大学院理工学研究科）
講演題目	重み付きグラフにおける重いサイクルの存在について
講演要旨	グラフ G を３連結重み付きグラフとする．グラフ G の各頂点に対し、その頂点から出ている辺の重み和が d 以上であれば、任意に指定された 3 頂点に対して、それらを通る重さ $2d$ 以上のサイクルが存在する、という定理の紹介をする．この定理の証明のキーとなっているのは、Perfect の定理を重み付きグラフに拡張し、指定された点からの重いファンの存在を保証する定理を示すことにある．

8.3 非線形解析セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 15 日（水）
講演者名	Dening Li (West Virginia University/ 東京工業大学)
講演題目	Conical Shock Waves in Supersonic Flow
講演要旨	Conical shock waves are generated as sharp conical solid projectiles flies supersonically in the air. We study such conical shock waves in steady supersonic flow using isentropic Euler system. The linear stability and existence of such conical shock flow are established under the assumption of supersonic downstream flow, in addition to the usual entropy condition.

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 22 日（水）
講演者名	Ansgar Juengel (Univ. Mainz)
講演題目	Fluiddynamical models for modern semiconductor devices
講演要旨	For ultra-small semiconductor devices in which quantum effects are present, the corresponding mathematical models have to incorporate the quantum mechanical phenomena. Roughly speaking, these models can be divided into two classes: microscopic and macroscopic quantum models. Microscopic models include quantum kinetic equations, like the Wigner equation and the Wigner-(poisson-) Fokker-Plank model, and Schroedinger-Poisson systems. It has been known since the early days of quantum mechanics that these microscopic models can be written in hydrodynamic form using macroscopic quantities like electron density or current density. The hydrodynamic form of quantum kinetic equations is termed quantum hydrodynamic models.

第３回

開催日	平成 15 年 10 月 28 日（火）
講演者名	松井　伸也　(北海道情報大学)
講演題目	An Operatorial Approach to The Navier-Stokes Equations in a Half Space with Non-decaying Initial Data
講演要旨	n 次元半空間における非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の初期-境界値問題の弱解を, $\lvert x\rvert \to \infty$ のとき減衰しない初期データに対して, 作用素論的方法で構成する.

第４回

開催日	平成 15 年 11 月 6 日（木）
講演者名	Charles D. Levermore (Univ. Maryland)
講演題目	Gas Dynamics Beyond Navier-Stokes
講演要旨	Regimes where intermolecular collisions are important but not numerous enough to bring a gas into local thermodynamic compressible Navier-Stokes equations do not model a gas correctly while Boltzmann or particle-based simulations are prohibitively that extend into the transition regime and that formally locally dissipate entropy.

第５回

開催日	平成 15 年 11 月 12 日（水）
講演者名	G. Seregin (慶應義塾大学/Steklov Institute Math.)
講演題目	Navier-Stokes with lower bound on pressure
講演要旨	We prove that weak solutions of the three-dimensional incompressible Navier-Stokes equations are smooth if the negative part of the pressure is controlled, or if the positive part of the quantity $\|v\|^2+2p$ is controlled.

第６回

開催日	平成 15 年 11 月 19 日（水）
講演者名	高橋　秀慈 (東京電機大学理工学部数理科学科)
講演題目	爆風方程式のための存在定理
講演要旨	We consider the existence of solution for the point-source blast wave propagation caused by instantaneous explosion. No similarity solutions of the Euler equations satisfy the conservation law on the shock front, so far as the atmospheric pressure ahead of the shock is not neglectable. To describe the initial state it is imposed that total amount of energy carried by the blast wave is constant. By a hodograph transform this free boundary problem is converted into an eigenvalue problem for a system defined on a bounded rectangle such that this initial state assumption is satisfied. The solution is prescribed in the form of power series expansion in one of the variables $y = C^2/U^2$ for the front shock speed U and the sound velocity C. Its convergence is shown by applying the fixed point theory of contractive mapping defined through linearization of the system. Our solution is local in y and exact there.

第７回

開催日	平成 15 年 12 月 17 日（水）
講演者名	鹿野　忠良 (大阪大学理学部)

講演題目	二次元流の長い水面波を近似する高次 KdV 方程式の列と水面波方程式の“ 漸近的ハミルトニアン構造 ”
講演要旨	長い水面波を近似する KdV 方程式と高次近似する高次 KdV 方程式を導く．この高次 KdV 方程式のハミルトニアン構造を通して水面波方程式の漸近的ハミルトニアン構造を考察する．

第８回

開催日	平成 16 年 1 月 9 日（金）
講演者名	Shu-Ang Zhou (Korolinska Institutet, Sweden)
講演題目	Electrodynamics of Moving Deformable Superconductors
講演要旨	An electrodynamic theory for deformable superconductors is proposed, in which the effect of inertia of superelectrons, the effect of anisotropy, the vortex dynamic effect, the thermoelastic, thermomagnetic effects may all be taken into account self-consistently. It is shown in the theory that the commonly used hypothesis that macroscopic electromagnetic properties of moving media in an instantaneous rest-frame are unaffected by acceleration of the moving media is not appropriate for modelling superconductors even at the low velocity and low acceleration approximations. This implies also the fact that the classical ways of generalising Minkowski's theory to model moving deformable media is not appropriate to model moving deformable superconductors.

第９回、１０回

開催日	平成 16 年 3 月 2 日（火）
講演者名	A. Mahalov (Arizona State Univ.)
講演題目	3D Navier-Stokes and Euler Equations with Uniformly Large Initial Vorticity (I)
開催日	平成 16 年 3 月 4 日（木）
講演者名	A. Mahalov (Arizona State Univ.)
講演題目	3D Navier-Stokes and Euler Equations with Uniformly Large Initial Vorticity (II)
講演要旨	We prove existence on infinite time intervals of regular solutions to the 3D Navier-Stokes Equations for fully three-dimensional initial data characterized by uniformly large vorticity; smoothness assumptions for initial data are the same as in local existence theorems. There are no conditional assumptions on the properties of solutions at later times, nor are the global solutions close to any 2D manifold. The global existence is proven using techniques of fast singular oscillating limits and the Littlewood-Paley dyadic decomposition. The approach is based on the

	computation of singular limits of rapidly oscillating operators and cancellation of oscillations in the nonlinear interactions for the vorticity field. With nonlinear averaging methods in the context of almost periodic functions, we obtain fully 3D limit resonant Navier-Stokes equations. We establish the global regularity of the latter without any restriction on the size of 3D initial data. With strong convergence theorems, we bootstrap this into the global regularity of the 3D Navier-Stokes Equations with uniformly large initial vorticity.

第１１回

開催日	平成 16 年 3 月 18 日（木）
講演者名	西畑　伸也 (東工大情報理工)
講演題目	非有界領域上における圧縮性 Navier-Stokes 方程式の時間大域解の挙動
講演要旨	We consider the asymptotic behavior of a spherically symmetric motion of ideal polytropic gas in the field of external force over an unbounded exterior domain in $\mathbb{R}^n (n \geq 3)$.

第１２回

開催日	平成 16 年 3 月 19 日（金）
講演者名	Edriss S. Titi (Weizmann Institute, Israel)
講演題目	Mathematical Study of Certain Geophysical Models
講演要旨	The basic problem faced in geophysical fluid dynamics is that a mathematical description based only on fundamental physical principles, which are called the “ Primitive Equations ”, is often prohibitively expensive computationally, and hard to study analytically. In this talk we will survey the main obstacles in proving the global regularity for the three dimensional Navier–Stokes equations and their geophysical counterparts. However, taking advantage of certain geophysical balances and situations, such as geostrophic balance and the shallowness of the ocean and atmosphere, geophysicists derive more simplified and manageable models which are easier to study analytically. In particular, I will present the global well-posedness for the three dimensional Benard convection problem in porous media, and the global regularity for a three dimensional viscous planetary geostrophic models. Furthermore, these systems will be shown to have finite dimensional global attractors. If time allows I will present the deriviation of certain two dimensional shallow water approximate models for the three dimensional Euler equations in a basin with slowly spatially varying topography, the so called “ Lake Equation ” and “ Great Lake Equation ”, which should represent the behavior of the physical system on time and length scales of interest.

	These approximate models will be shown to be globally well-posed. I will also show that the Charney-Stommel model of the gulf-stream, which is a two dimensional damped driven shallow water model for ocean circulation, has a global attractor. Whether this attractor is finite or infinite dimensional is still an open question.

8.4 超局所解析セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 9 月 3 日（水）
講演者名	Otto Liess (Bologna University)
講演題目	Microlocalization through weighted phase functions
講演要旨	今回の講演では、Liess 教授が最近研究を始めた Dirichlet-Neumann 写像の特異性の研究、あるいはシュレディンガー作用素の平滑化現象の研究に共通した超局所解析の枠組みに関する発表があった．すなわち ware front を定義するのに、Lipschitz 連続な位相関数を用いた変換を用いるものである．これに付随して、non-quasi-analytic な超関数族の新たな構成に関する応用も与えていたのも印象深かった．この講演の中で最も刺激を受けたのが、Dircichlet-Neumann 写像の最近の研究に関する部分であった．微分方程式の解に対して初期曲面上の Dirichlet データから別の曲面上の Neumann データを対応させるこの問題自体はかなり昔から研究されていた．彼が部分的に示した例の計算から、Liess 教授、岡田助教授との共同研究の枠組みにかなりのる部分があったことに気がついたのも収穫であった．
講演者名	Andrea D'Agnolo (Padova Univ.)
講演題目	On the Fourier-Mukai transform for D-algebras
講演要旨	彼がこの１０年間ずっと研究している２つの多様体の対応に伴う積分変換の代数解析的な研究に関する総合的な報告であった．D-加群や層の佐藤-Fourier 変換のアナロジーをアーベル多様体上のベクトルバンドルに対して行う Fourier-向井変換の代数解析的な研究について特に詳しい報告がなされた．その中でも Beilinson-Bernstein の D-algebra を用いた Fourier-向井変換の研究を彼自身の研究を用いて再構成した研究に重点が置かれた講演であった．

第２回

開催日	平成 15 年 11 月 17 日（月）
講演者名	Ingo Waschkies (Padova Univ.)
講演題目	Microlocal Riemann-Hilbert correspondence
講演要旨	古典的な Reimann-Hilert 対応は、P1 上の有限個の点とその周りのモノドロミーを与えたとき、解としてそのモノドロミーを持つ確定特異点型の微分方程式を構成するものであった．この古典的な問題は Deligne によって解決された．この問題点の高次元化は、柏原正樹（京都大学数理解析研究所）教授によって解決された．柏原教授は、確定特異型のホロノテックな D 加群と Perverse 層との対応によってこの問題について解答を与えた．柏原教授のこの研究の後に確定特異点を持つホロノミック

	はE加群に対応するオブジェクトの研究が始まった．これに対する解答を与えたが、私のパリでの共同研究者 E. Andronikof であった．Androkikof の研究は、柏原教授と河合隆裕（数理研）教授とによるホロノミック D(E) 加群の研究を本質的に用いる点で、不満足なところがあった．今回の Waschkies 氏の研究は、この点を改良するのみならず、柏原教授、P. Schapira (Paris 第 6 大学) 教授の最近の研究による Ind 層の理論を援用して透明な構成を与えるものであった．
講演者名	本田　尚文（北海道大学）
講演題目	The functional construction of strongly asymptotoically developable sheaves
講演要旨	正規交差を持つ有理接続の解の漸近挙動を研究するために、真島秀行（お茶大）教授は強漸近展開可能な関数の層を構成した．　本多尚文氏は、V. Colin 氏 (Liege 大) と真島秀行教授と共同で、この強漸近展開可能な層を、独自な blow-up を構成することにより、関与的に再構成した。この研究により、いくつかの応用が可能になった．
講演者名	Pierre Schapira (Paris VI)
講演題目	Finiteness theorem on complex compact symplectic manifolds
講演要旨	シンプレクティック多様体あるいは接触多様体の量子化は、古典力学と量子力学の関係を数学的に捉えた重要な問題である。局所的に接触多様体は底空間の余接球束 (cotangent bundle) と同型であることは、すでに 19 世紀に Lagrange, Jacobi によって示されていたことである。また、その量子化のレベルでも、局所的には、量子化接触変換を通して擬微分作用素の層と同型であることが既に佐藤幹夫・河合隆裕・柏原正樹（京都大学数理解析研究所）によって 1970 年代初頭に示されていることである。佐藤幹夫教授らは、局所的な量子化を全て記述したという点でも著しい結果を残している． 　その後問題となったのは、大局的に接触多様体が与えられているときに、その量子化が大局的に存在して、局所的に佐藤・河合・柏原の量子化に一致するようにできるかという問題である。最近、幾何学的にもこの問題は重要性をましている。柏原はこの問題を１９９０年代の末に肯定的に解決した． 　今回の P. Schapira 教授の講演は、接触多様体の場合より困難なシンプレクティック多様体の大局的な量子化に関するものであった。シンプレクティック多様体の量子化の存在と一意性について、多様体のコホモロジー群に関して仮定をおくことで解決をした非常に画期的な結果であった。昨年の慶應義塾における講演では、シンプレクティック多様体のコホモロジー群の消滅に関する仮定をおいていたが、今回の講演ではこの仮定が必要ないことが示された．　この結果とともに、最近の J.P. Schneiders との共同研究についても説明があった．W 代数上の連接層の

	解層に関する有限性定理であった．今後は、指数定理に関する研究が続くのであるが、それに関する予想も説明された．

第３回

開催日	平成 15 年 12 月 20 日（土）
講演者名	熊ノ郷　直人（工学院大学）
講演題目	Feynman Path Integral as Analysis on Path Space
講演要旨	Feynmann 経路積分は、Schroedinger 方程式の基本解を構成するために用いられるが、すべての経路上の積分で数学的には不完全な対象である．この「積分」を、time slicing approximation　というアイデアで合理化をしようとする試みであった。そうして得られる「経路積分」と積分、極限、半古典近似などの操作との交換が成立するかを調べる．
講演者名	Michael Ruzhansky (London Imperial College)
講演題目	Regularity of Fourier integral operators with complex phases and applications I and II
講演要旨	非退化で正値な複素位相を持つフーリエ積分作用素に関して、自乗可積分な空間などの上での有界性など、様々な実解析的な研究が紹介された．それらの応用として、Oblique derivative の問題の well-posedness に関する最近の研究が紹介された．

第４回

開催日	平成 16 年 3 月 13 日（土）
講演者名	B.W. Schulze (Potsdam)
講演題目	The Zaremba problem in edge Sobolev spaces
講演要旨	多様体 M の境界が２つの部分に分かれていて、M の Laplace Beltrami 方程式の境界条件が、その一方の部分では Dirichlet 条件、他方の部分では Neumann 条件を課す Zembra 問題に関する最新の研究が紹介された．講演では、境界の２つの部分の交わりが conical な特異点をもつ場合の研究にも及んだ．
講演者名	Ingo Witt (Freiberg)
講演題目	Mixed initial-boundary value problems for weakly hyperbolic operators
講演要旨	Ingo Witt 博士の講演は、線型双曲型微分方程式の混合問題に関するものであった。混合問題とは、境界値問題と初期値問題を同時に考えるものであるが、私が１９８８年ころに研究をしていた問題と非常に近い問題を Witt 博士は研究していた。Witt 博士の研究では、考える双曲型作用素の（双曲型作用素であるので実である）特性根が初期面で退化している弱双曲型方程式に対して混合問題を考えていた点で、私が 1988 年ころに東京大学の片岡清臣教授と研究していた方向性と若干異なるものであり、そこにおける解析はかなり難しいものであった．考えている弱

	双曲型作用素のクラスに対しては、以前、ジョンズ・ホプキンス大学のHanges 教授が初期値問題や特異性の伝幡、特にその分岐について様々な研究がなされていたが、今回の Ingo Witt 氏の研究は混合問題を考えるという点で新たな方向性を打ち出していた。他方、方法論的に B.W. Schulze 教授が角のある領域における楕円型方程式の境界値問題の研究のために導入した Edge 型の Sobolev 空間を用いて問題の解析がきれいにされていた.
講演者名	Michael Dreher (Freiberg)
講演題目	Sharp energy estimates for weakly hyperbolic systems by time slicing approximation
講演要旨	上記の Ingo Witt 氏との共同研究で、解析的な部分、特に精密なエネルギー評価を対象の作用素に対して、しかも Edge 型の Sobolev 空間上で研究を行っていた.

第５回

開催日	平成 16 年 3 月 18 日（木）, 19 日（金）
講演者名	Y. Laurent (Grenoble)
講演題目	Regularity of the D-module associated to a symmetric pair: Solution to a conjecture by Sekiguchi
講演要旨	半単純 Lie 群 G 上の不変な超関数で、G の作用に関して両側不変な微分作用系の固有ベクトルとなっているものはホロノミックな D 加群の解となっている（ホロノミックな D 加群とは、特性多様体がラグランジアンとなっている、方程式が極大に連立された線形微分方程式系のことである）。ハリシュ・チャンドラの著名な定理を用いて柏原正樹教授（京都大学数理解析研究所）と堀田正良教授（岡山理大）は、このホロジックな D 加群が確定特異点型であることを証明して、様々な結果を導いた. 　さらに、関口次郎（東京農工大）教授は、この半単純 Lie 群に対して定めた D 加群をより一般に対称対に対して定義したが、関口教授はこの D 加群も確定特異点型であることを予想していた。今回の Yves Laurent 教授の講演は、この関口予想を解決し、さらにいくつかの結果を導いていた。その中には、対称対の不変固有関数の局所可積分性もあった. この Lie 群の表現論に関する今回の Laurent 教授の講演の中で、代数的な結果の背景に解析的に意義のある新たな結果もいくつかあった。Regular な佐藤・ベルンシュタイン多項式（b 関数）を持つ D 加群に対して、その b 関数の根の虚部の符号を用いて tame という概念を導入して、その条件の下でその D 加群の分布解が局所可積分性を持つことを示していた。この結果は、今後多くの結果を導くものと予想されている.

講演者名	L. Boutet de Monvel (Paris VI)
講演題目	Related Toeplitz and semiclassical star-algebras
講演要旨	1970年頃、B.Kostaut教授(MIT)はLie群の表現の研究のために、幾何学的量子化(geometric quantization)を導入した。Lie群に対して、ケーラー多様体上の無限階微分可能な関数の空間上の作用素系の列を与えていて、これが変形量子化の実例、従ってスター積(star product)をもつ半古典代数(semi-classical algebra)の実例を与えている。この半古典的代数は、複素ユークリッド空間の単位球の内部で正則かつ自乗か積分な関数からの境界への関数へのセーゲ作用素をもとに作るToeplitz作用素がなすToeplitz代数の不変な部分代数として実根されることも知られている．このことはBoutet de Monvel教授がGuillemin教授との共同研究において示していることであった. 今回の Boutet de Monvel 教授の講演は、一般に単位円群 (circle group)U(1) の作用を持つ半単純代数が与えられたときに、それがあるToeplitz代数の不変な部分代数として実現される必要な条件を半古典代数から自然に定まる2次元のコホモロジー類であるFedosov曲率が定数であることによって与えるものであった．さらに、Toeplitz代数が、半古典代数を含むかどうかの判定条件も、Fedosov曲率によって記述されることも示された．Fedosov教授（ポツダム大学）は、2月末に日吉キャンパスで開催されたNoncommutative Geometry and Physics 2004で招待講演を行ったばかりであることを考えれば、非常に時宜を得た講演であった.
講演者名	山崎　晋（日本大学）
講演題目	Hyperfunction Solutions to Fuchsian Hyperbolic Systems
講演要旨	Y. LaurentとT. Monteiro-Fernandesが定めた、near-hyperbolic なフックス型のD-modulesに関して、境界値問題・初期値問題のwell-posednessを佐藤超関数の空間。マイクロ関数の空間で研究を行っていた．アプローチは、正則な解を解析接続するBony-Schapiraの非常に古典的な研究手法と、層の超局所解析を組み合わせたものであった.
講演者名	Rouchdi Bahloul (Kobe Univ.)
講演題目	Local Bernstein-Sato polynomials via the analytic Groebner fan
講演要旨	一般的な佐藤・Bernstein 多項式の存在の証明を、これまで与えられたSabbahらの証明と違って、Goebner fan を用いた構成的な手法で与えた.

講演者名	B. Gramsch (Mainz)
講演題目	Deformation quanitization on Poisson manifolds and the Oka principle
講演要旨	今回の講演では、フレッシェ代数に対して submultiplicative なセミノルムという概念を導入して、そこから得られる興味深い結果を導いていた. Submultiplicative なセミノルムがフレッシェ代数の位相を定める例として、古典的な擬微分作用素の環や変形量子化 (deformation quantization) を記述する代数、あるいは楕円型境界値問題に関連する Boutet de Monvel 代数などがある。このクラスのフレッシェ代数に対して得られる抽象的な分解定理 (factoralization) を用いると、古典的な Riemann-Hilbert 問題が解けることと関連して、岡-Cartan の原理とも関連することが説明された。抽象的な関数解析の定理を通して、変形量子化、Riemann-Hilbert 問題、岡-Cartan の定理が関連することを知り、感慨深いものを感じた.

第 6 回

開催日	平成 16 年 3 月 22 日（月）
講演者名	Pietro Polesello (Paris VI/Padova)
講演題目	Higher Monodromy
講演要旨	古典的な高次のホモとピー群の構成を、最近の Stack の理論を用いて非常に透明性の高い手法で構成した研究であった.

8.5 代数解析セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 11 月 29 日（土）
講演者名	乙藤　隆史（日大工学部）
講演題目	無限次元グラスマン多様体の量子コホモロジー
講演要旨	一般のケーラー多様体のうえにグロモフーウィッテン不変量を用いて通常のコホモロジー環のカップ積の変形環を考える．それを量子コホモロジー環という．この講演では、Givental-Kim らにより明らかにされた非周期的戸田格子と量子コホモロジー環の関連を紹介した上、講演者の無限次元グラスマン多様体の上の量子コホモロジー環に関する研究結果が紹介された．

第２回

開催日	平成 15 年 12 月 13 日（土）
講演者名	水町　徹（横浜市立大学大学院情報科学研究科）
講演題目	Asymptotic stability of solitary wave solutions to the regularized long wave equation
講演要旨	RLW(regularized long wave) 方程式の孤立波解の漸近安定性について講演した。RLW 方程式は KdV 方程式と同様浅い水の表面を一方向に伝わる長波長の波の運動を記述する方程式である。RLW 方程式の孤立波解全体は sech^2 を用い記述することができる。RLW 方程式の解はハミルトニアンとモーメントの２つの保存量を持つため、エネルギー空間 $H^1(R)$ の強位相では、解の安定性は期待できない。このため今まではリャプノフの意味での解の安定性を調べるか、重みつきの空間で漸近安定性を研究するかのいずれかであった。本講演では「孤立波解の H^1 近傍にある解で、H^1-mass のほとんどが時間がどれほど経過しても後も有界な範囲にとどまるものは孤立波解しかない」という性質（Liouville 型定理）を導くことで、孤立波解の $H^1(R)$-弱位相での漸近安定性と $L^2_{loc(R)}$ での漸近安定性を示した．

第３回

開催日	平成 16 年 1 月 17 日（土）
講演者名	山根　宏之（大阪大学大学院情報科学研究科）
講演題目	A Serre-type theorem for the elliptic (super) algebra with rank $geq2$, and related topics
講演要旨	Elliptic Root System は斎藤恭司氏により導入された概念です。Simplly-laced Elliptic Lie algebra については（そのセール関係式も含めて）すでに斎藤-吉井で紹介されています．Elliptic Lie algebra の導入は斎藤-

	竹林で要請されていました。また吉井ではセール型の定義関係式について言及されています．ちなみに吉井氏の論文では中心拡大による一般の Elliptic Lie Algebra の構成が与えられています。当日の講演ではこの問題に関する山根氏の３編の論文に基づく最新の成果が発表された．

第４回

開催日	平成 16 年 1 月 24 日（土）
講演者名	高崎　金久（京都大学大学院人間・環境学研究科）
講演題目	Tyurin パラメーターと可積分系
講演要旨	今日知られているさまざまな可積分系の大半はいわゆる「スペクトルパラメータ」に依存する有限次元行列によって Lax 方程式や零曲率方程式の形に表示されるが，多くの場合，これらの行列はスペクトルパラメータの有理函数または楕円函数である．近年，種数が一般の Riemann 面（複素代数曲線）に関連する可積分系が関心を呼び，さまざまな方向から研究が行われている．ここではその中でも「Tyurin パラメータ」と呼ばれる概念に基づくアプローチに注目する． Tyurin パラメータはもともと代数幾何学において代数曲線上のあるクラスの正則ベクトル束のモジュライの定式化として導入された．その後，1970 年代後半の Krichever と Novikov の可換微分作用素環の研究を通じて，可積分系の問題とも密接に関連することが明らかになった．さらに，Krichever は最近の研究において，Tyurin パラメータの概念を駆使して，一般種数の複素代数曲線上に付随する可積分系を一般的に構成した．これらの研究は高種数の代数曲線に関連する可積分系を考える上で Tyurin パラメータやその背後の正則ベクトル束の構造が鍵となることを示している． Tyurin パラメータによって定式化される可積分系は大別して，Hitchin 系に代表される有限自由度系，ならびにソリトン方程式の拡張と呼ぶべき無限自由度系に分かれるが，ここでは特に後者に関心がある（これは可換微分作用素環の研究とも密接に関連する場合である）．ソリトン方程式に関しては，1980 年代前半に，無限次元 Grassmann 多様体に基づく統一的な枠組が見いだされている．ただし，そこで扱われたソリトン方程式はほとんどがいずれも Riemann 球面に付随するものである．その意味で，一般種数の複素代数曲線上で Tyurin によって定式化される方程式の位置づけが問題になるが，講演者の私の研究によって，それらの方程式もやはり無限次元 Grassmann 多様体の枠組で自然に理解できることが明らかになった． 本講演ではこのような Tyurin パラメータと可積分系の関わりについて紹介する．

第５回

開催日	平成 16 年 2 月 7 日（土）
講演者名	井上　玲（東京大学大学院総合文化研究科）
講演題目	アファイン Jacobi 多様体の行列表現と Lotka-Voltera 格子の代数的完全可積分性について
講演要旨	スペクトルパラメーターの多項式で書かれる Lax 行列の特性多項式は代数曲線を与え、Lax 行列の等位集合をこの代数曲線の Jacobi 多様体の開部分集合に移す写像を作ることが出来る．この写像が同型であるときこの Lax 行列を Jacobi 多様体の行列実現という．一方この Lax 行列がある条件をみたす時間発展をするときその時間発展は Jacobi 多様体上で線形化される．この条件と Lax 行列で記述される力学系の可積分性とは密接に関係している．本講演では Jacobi 多様体の行列実現を行いかつ Jacobi 多様体上での時間発展が線形化されるような N 次行列の族を構成し、この族が非線形力学系のモデル「周期的境界条件をもつ拡張された Lotka-Volterra 格子」の Lax 行列を周期によって分類するという事実に基づいてモデルの代数的可積分性を議論する．

8.6 幾何学セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 8 月 28 日 (木)
講演者名	Paolo Piazza（ローマ大学）
講演題目	「Higher signatures and elliptic operators」のための大学院生向け入門
講演要旨	In this first talk I will speak about the signature operator on compact manifolds. I will explain the Atiyah-Singer index theorem for the signature operator and how it allows to reprove the Hirzebruch signature formula. I will then move to manifolds with boundary and explain the Atiyah-Patodi-Singer index theorem and its topological consequences. This first talk should be thought of as an introduction to the colloquium. However, the colloquium will be independent of the first talk.

第２回

開催日	平成 15 年 9 月 1 日 (月)
講演者名	Paolo Piazza（ローマ大学）
講演題目	Higher signatures and elliptic operators, II
講演要旨	In this talk I will discuss recent results in collaboration with Thomas Schick. On an odd dimensional manifold without boundary it is possible to define the Atiyah-Patodi-Singer rho invariant; it is a difference of suitably defined eta invariants. Keswani has proved that if the Baum-Connes map for the maximal C^*-algebra of the group is bijective, then this rho-invariant is a homopopy invariant. I will present a new proof of this fact, together with new results following from this new proof.

第３回

開催日	平成 15 年 9 月 29 日 (月)
講演者名	Daniel Sternheimer (Universitè de Bourgogne)
講演題目	Deformations and Physics Model Building: Examples and Epistemological Implications
講演要旨	The effectiveness of mathematics in physics, and vice-versa, is, Wigner notwithstanding, very reasonable. A perfect example is given by deformation theory, a powerful tool in modeling physical reality. We start with a short historical and philosophical review of the context and present three directions where deformation theory is essential in bringing a new framework: When Minkowskian space-time is deformed into Anti de Sitter, massless particles become composite, which opens

	new perspectives in particle physics. Important results for nonlinear group representations and covariant field equations are obtained when these are viewed as a deformation of their linear (free) part. Last but not least, classical mechanics on a Poisson phase space can be deformed to quantum mechanics; this frontier domain in mathematics and theoretical physics, deformation quantization, has now multiple ramifications, avatars and connections going from algebraic geometry to M-theory.

第４回

開催日	平成 15 年 10 月 6 日 (月)
講演者名	楯　辰哉（慶應義塾大学　理工学部）
講演題目	Lattice path combinatorics and asymptotics of multiplicities of weights in tensor powers.
講演要旨	We give asymptotic formulas for the multiplicities of weights and irreducible summands in high-tensor powers $V_\lambda^{\otimes N}$ of an irreducible representation V_λ of a compact connected Lie group G. The weights are allowed to depend on N, and we obtain several regimes of pointwise asymptotics, ranging from a central limit region to a large deviations region. We use a complex steepest descent method that applies to general asymptotic counting problems for lattice paths with steps in a convex polytope.

第５回

開催日	平成 15 年 10 月 20 日 (月)
講演者名	三上　健太郎（秋田大学）
講演題目	Foliations associated with Nambu-Jacobi structures
講演要旨	We define a Nambu-Jacobi structure as a bracket of several functions which satisfies the Fundamental Identity. Then we express the Nambu-Jacobi structure in terms of two tensor fields and show the necessary and sufficient conditions they should satisfy. We investigate the foliations associated with a Nambu-Jacobi structure. This allows us to give many examples of Nambu-Jacobi manifolds.

第６回

開催日	平成 15 年 10 月 27 日 (月)
講演者名	Ke Wu (Academia Sinica)
講演題目	Global solution of Einstein-Dirac equation on conformal space
講演要旨	The difference between Riemann and Lorentz spinor manifolds of four dimensions is that the Dirac operator of the former is elliptic and that of the latter is hyperbolic. Moreover the spinor group of the former is a compact group and that of the latter is a noncompact group which is

	isomorphic to $SL(2,\mathbb{C})$. Hence the results and their interpretation coming from the two theories are different. In this talk, we study only the Lorentz spinor manifold and, in particular, the solutions of Einstein-Dirac equations on the conformal space, which is closely related to the AdS/CFT correspondence.

第７回

開催日	平成 15 年 10 月 27 日 (月)
講演者名	福本　善洋（鳥取環境大学）
講演題目	spin-c Dirac 作用素の指数と Fourier-Dedekind 和の相互法則について
講演要旨	The main purpose of this talk is to explain a generalization of a reciprocity law of a trigonometric sum which are related to the index of the spinc Dirac operator on higher-dimensional weighted projective spaces. We use Atiyah-Singer-Kawasaki V-index theorem for the weighted projective spaces, which are V-manifolds, to derive a reciprocity formula.

第８回

開催日	平成 15 年 11 月 10 日 (月)
講演者名	Sam Yates（明治大学理工学研究科）
講演題目	Continuity of the spectral density function of algebraic Harper operators
講演要旨	The Harper operator acts on functions over the vertices of a graph with a free action of a discrete group, as defined by Sunada, and arises in the study of the quantum Hall effect and fractional quantum Hall effect. In the case that the group is amenable, and when the Harper operator H satisfies some algebraicity constraints, the eigenvalues of the operator must be algebraic. Further, the spectal density function can be shown to obey a weak log Hölder continuity property, and the Fuglede-Kadison determinat of $H-\lambda$ can be shown to positive at some algebraic points λ in the continuous spectrum. These results are presented for a class of operators that include the Harper operator, together with a vector-valued generalization.

第９回

開催日	平成 15 年 11 月 17 日 (月)
講演者名	杉山　健一（千葉大学）
講演題目	３次元多様体論と整数論の類似性について
講演要旨	有限体上定義された代数曲線の局所系に対して、L関数が定義されこの関数はオイラー積や関数等式をもつことが知られている．L関数の関数等式での折り返し点での値は、局所系に付随した幾何学的な不変量で表されることが予想されている．また、Langlands 対応によりL関数は有

	限体上の“ 保型形式 ”と関係するのであった。（以下、この関数を数論的Ｌ関数と呼ぶことにする.）一方、３次元多様体に与えられた局所系に対しても、数論的Ｌ関数をモデルにして、同様の定義をすることができ、得られた関数を“ 位相的Ｌ関数 ”と呼ぶことにする．位相的Ｌ関数は、関数等式、（ある条件下で）オイラー積を持つことがわかる.（ちなみに自明な局所系に付随した位相的Ｌ関数は Alaxaner 多項式となる.）また、位相的Ｌ関数の、関数等式での折り返し点での値は、局所系に付随した幾何学的な不変量で表されることがわかり、数論的Ｌ関数の特殊値に関する予想の位相幾何学的な類似が成立することがわかる．また、Langulands 対応に相当するものもあり、この対応を通じて位相的Ｌ関数は３次元多様体の量子不変量に関わりを持つと予想される.

第１０回

開催日	平成 15 年 12 月 1 日 (月)
講演者名	石渡　聡（東北大学）
講演題目	Geometric and analytic properties in the behavior of random walks on nilpotent covering graphs
講演要旨	In this talk, we introduce geometric and analytic properties in the behavior of random walks on nilpotent covering graphs. (1) Central limit theorem (2) Berry-Esseen type theorem (3) Gaussian estimates for the transition probability (4) Lp boundednesss of the Riesz transform

第１１回

開催日	平成 15 年 12 月 8 日 (月)
講演者名	Sylvie Paycha (Univ. Blaise Pascal)
講演題目	Regularised integrals of symbols: of their uses in geometry and physics
講演要旨	Extending the ordinary trace on matrices to a linear functional on pseudo-differential operators on a closed manifold, requires regularizing integrals of symbols of such operators. We discuss and compare various ways of extracting a “ finite part ” of otherwise diverging integrals of symbols. We also discuss the case of iterated integrals that arise in quantum field theory. Such regularized integrals lead to the Kontsevich-Vihik canonical trace on non integer order pseudo-differential operators, from which one can build, extracting here again a finite part, a linear functional on integer order pseudo-differential operators which we call “ weighted trace ”. Weighted traces can sometimes serve as a substitute for the ordinary trace; e.g. they can be used to build a“ first Chern form ”on a $H^{1/2}$ based loop groups. But in general, leaving out a ”finite

	part" leads to various discrepancies. We discuss how this type of discrepancy leads to anomalous phenomena in geometry and quantum field theory.

第１２回

開催日	平成 15 年 12 月 15 日 (月)
講演者名	吉村　浩明（早稲田大学）
講演題目	Variational Principles, Dirac Structures and Implicit Lagrangian Systems
講演要旨	This talk is based on a joint research with Jerrold Marsden at Caltech. In our talk, we develop a framework of it implicit Lagrangian systems in conjunction with Courant-Weinstein 's Dirac structure in the context of variational principles, which is applicable even to degenerate Lagrantian systems. We illustrate how the implicit Lagrangian system is liked to the variational principle, and also how the Lagranged ' Almebert principle can be incorporated into the framework of the implicit Lagrangian system, together with applications to interconnected systems such as non-holonomic constrained systems and L-C circuits.

第１３回

開催日	平成 16 年 1 月 13 日 (火)
講演者名	Daniel Sternheimer (Universitè de Bourgogne)
講演題目	On the connection between internal and external symmetries of elementary particles - revisited after 40 years.
講演要旨	In 1964 Flato and I started working on the problem. In 1965 our objection to the "O'Raifeartaigh theorem" caused some turmoil, even after we completed it by counterexamples. The "Coleman-Mandula theorem," where the claimed result is in fact a hidden hypothesis, goes in the same direction: to "show" there can be no connection other than direct product. Nowadays it is clear that the question is more complex than the particle spectroscopy of the 60 's. Assuming (possibly an effect of compactified higher dimensions) a tiny negative curvature (anti De Sitter) of space-time in the microworld, massless particles become composite of "singletons" and we get (Flato-Fronsdal 1988) QED with composite photons. Introducing singletons in 3 flavors, a subtle mix of space-time and internal (including flavor) symmetries going beyond the Standard Model, gives composite leptons that can be massified by Higgs bosons (Fronsdal 2000) explaining neutrino oscillations, predicting new heavy mesons and posing challenging mathematical problems. Hadrons

	remain to be treated in that spirit, e.g. with quarks composed of singletons.

第１４回

開催日	平成 16 年 2 月 2 日 (月)
講演者名	Pavel Bleher (Indiana University-Purdue University Indianapolis)
講演題目	Large N limits in random matrix models
講演要旨	Random matrix models are defined as unitary invariant ensembles of Hermitian random N times N matrices. They have many applications to high energy physics, solid state physics, quantum chaos, statistical physics on random surfaces, combinatorics, number theory, etc. The main problems concerning the random matrix models are related to the large N limits of the partition function and correlations between eigenvalues of the random matrices. The theory of random matrix models is closely related to the theory of integrable systems, Riemann-Hilbert problem, and orthogonal polynomials with exponential weights. In the talks we will give an introduction to the theory of random matrix models and describe some recent results on the large N limits in these models.

8.7 Dynamics and Arithmeics セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 4 日 (土)
講演者名	S. Troubetzkoy (IML, Marseille)
講演題目	How complex is the game of billiards
講演要旨	I will review various results on the metric entropy, topological entropy, word complexity and growth of generalized diagonals of polygonal billiards and then compare the results.

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 16 日 (木)
講演者名	J. Aaronson (Tel Aviv)
講演題目	Exchangeable measures for subshifts
講演要旨	We attempt to identify invariant measures for the exchangeable relation restricted to Markov and beta subshifts. Joint work with Nakada and Sarig.

第３回

開催日	平成 15 年 12 月 4 日 (木)
講演者名	熊田直樹（慶應義塾大学理工学研究科）
講演題目	所望周期を有する同調現象発現のためのパラメータ推定
講演要旨	非線形現象におけるカオスと同調現象について応用物理の立場からいくつかの研究成果について解説を行った.

第４回

開催日	平成 16 年 1 月 22 日 (木)
講演者名	D. Dolgopyat (University of Maryland)
講演題目	Regularity of Physical Measures
講演要旨	The question of differentiability of physcial measures with respect to parameters has several applications in geometry, ergodic theory, differential equations and statistical mechanics. This question is quite well understood in uniformly hyperbolic setting. In this talk we concentrate on systems with singularities. We discuss several examples and present open problems.

第 5 回

開催日	平成 16 年 2 月 7 日 (土)
講演者名	Jakov B. Pesin (Pennsylvania State University)
講演題目	Dynamics of the Discretized FitzHugh-Nagumo Equation.
講演要旨	will consider the FitzHugh-Nagumo PDE. It is well-known in neuroscience and is used to describe the propagation of voltage impulse through a nurve axion. Its discrete version provides a competing model that I discuss in the talk. I present some results on the dynamics of the evolution operator on the space of traveling wave solutions and in particular, show that this dynamics changes from Morse-Smale type to a chaotic attractor to a horseshoe as a leading parameter (corresponding to the Reynolds number) of the system varies.

8.8　数理科学特別セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 9 日 (木)
講演者名	津田　一郎（北海道大学大学院理学研究科）
講演題目	複雑系再考

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 16 日 (木)
講演者名	佐古　彰史（慶應義塾大学ＣＯＥ統合数理科学特別研究助手）
講演題目	超弦理論と非可換幾何学
講演要旨	超弦理論入門と若干の幾何学的応用について物理的バックグラウンドを必要としない範囲で概論を紹介する．弦理論は重力を含むすべての相互作用を含む統一理論のほとんど唯一の候補理論であり、十分に理解されている理論ではないが数学的にも魅力的な側面が多い．特に非可換幾何学的な側面についても若干触れる．

第３回

開催日	平成 15 年 10 月 23 日 (木)
講演者名	上田　肇一（慶應義塾大学ＣＯＥ統合数理科学特別研究助手）
講演題目	反応拡散系にみられる遷移ダイナミクスの数値的解析
講演要旨	反応拡散系においてみられる遷移ダイナミクス、特に自己複製パターンやパルスの散乱現象の解析は化学実験系にみられる複雑時空パターンの発生機構の解明において重要である。講演では時間とともに拡大する領域上でみられる自己複製パターンの発生機構とその遷移過程について大域分岐構造の幾何学という視点から説明する。また、時間があればパルスが対衝突することによってみられる散乱パターンについても触れたい．

第４回

開催日	平成 15 年 10 月 30 日 (木)
講演者名	戸瀬　信之（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	超局所解析入門
講演要旨	この講演では、超局所解析とは何かについて、その基本的なアイデアを解説する。超局所解析の構成法は、大まかにいうと、2 通りあるが、この講演では佐藤幹夫教授による代数解析的な方法論に基づいて話をする．正則関数を係数とする微分方程式系とその一般化である D 加群があるとき、その特性多様体が余接束上で定義される。特性多様体が、微分

	方程式の正則関数解の存在と解の延長に関する Cauchy Kowalevsky の定理を記述する基本的な不変量となる。そして、複素領域に関する結果のみならず、実領域に関する解の特異性に関する結果も導かれる。

第５回

開催日	平成 15 年 11 月 6 日 (木)
講演者名	内田　素夫（大阪大学大学院理学研究科）
講演題目	超局所解析入門（２）
講演要旨	線形微分方程式系とは $\mathcal{D}_X$ 加群に他ならない．この講義では、超局所解析（１）の続きとして、$\mathcal{D}_X$ 加群の基本的な性質（$\mathcal{D}_X$ 加群の操作、特性多様体、 Cauchy-Kowalevski の定理、ホロノミック系、等）について解説する．$\mathcal{D}_X$ 加群の超局所化として得られる $\mathcal{E}$ 加群の概念についても触れる．

第６回

開催日	平成 15 年 11 月 13 日 (木)
講演者名	白井　朋之（金沢大学　理学部）
講演題目	フェルミオン測度とその周辺
講演要旨	正定値対称行列がある条件を満たせば，その行列に対してフェルミオン測度という確率測度が定まる．この確率測度は最近色々な分野で登場して重要なものとなっている．この確率測度の定義を述べた後，その性質と応用例などを述べたい．

第７回

開催日	平成 15 年 11 月 27 日 (木)
講演者名	池田　薫（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	戸田格子と幾何学
講演要旨	可積分系、主に戸田格子と幾何学の関連について述べたい．１回目の講演では古典的な有限自由度の戸田格子とその解をパラメトライズする旗多様体について Kostant や Flaschka,Haine の結果を中心に紹介する．KP 方程式系の解が普遍 Grassmann 多様体の点でパラメトライズされるという佐藤幹夫氏の理論の有限次元版で Lie 代数との密接な繋がりも見ることが可能である．Kazdan,Kostant たちは一般化された戸田格子の可積分性を証明するために Lax 行列の座標環に対角線からいくら離れているかを示す次数を導入した．この次数付けが戸田格子のさまざまなレベル、すなわち線型化方程式のレベル、τ 関数のレベルでも生きつづけていくことをみる．その応用として旗多様体の任意の cell の点でパラメトライズされる有理解について述べる．

第８回

開催日	平成 15 年 12 月 4 日 (木)
講演者名	池田　薫（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	戸田格子と幾何学
講演要旨	可積分系、主に戸田格子と幾何学の関連について、第一回の講演につづき、第二回目は量子化された戸田格子と旗多様体の量子コホモロジーについて述べる．旗多様体が戸田格子の等エネルギー面と位相同型であることを示し、量子化戸田格子の保存量（偏微分作用素）の同時固有関数の基本解を等エネルギー面の上に構成する。この基本解の集まりを旗多様体上の複素直線束とみなすことにより、この基本解の直線束から定義される 1-st Chern class を定義する．このように定義した 1-st Chern class の生成する代数が旗多様体の量子コホモロジーと同型であることを示す.

第９回

開催日	平成 15 年 12 月 11 日 (木)
講演者名	中筋　麻貴（慶應義塾大学理工学部ＣＯＥ統合数理科学特別研究助手）
講演題目	ラマヌジャン予想の一般化
講演要旨	ラマヌジャン予想とは，上半平面上に定義された $SL_2(\mathbf{Z})$ の重さ 12 の保型形式 Δ のフーリエ係数の評価に関係するものである（Deligne によって証明された）．この予想は，Hecke 作用素の固有値や，Δ に関係する保型表現の部分既約表現を用いて解釈することができる．本セミナーでは，ラマヌジャン予想を，このようにスペクトルや表現論に一般化した「Generalized Ramanujan Conjecture」について述べる．特に，数体 F のアデール環 $\mathbf{A}_F$ の元で構成される群 $GL_n(\mathbf{A}_F)$ の保型表現を用いた ”Generalized Ramanujan Conjecture” について，これまで得られていた $F = \mathbf{Q}$ の結果に加え，新しく得られた，F を虚 2 次体とした時の結果を紹介する．

第１０回

開催日	平成 15 年 12 月 18 日 (木)
講演者名	厚地　淳（慶應義塾大学理工学部）
講演題目	デルタ劣調和関数の解析のための確率解析から
講演要旨	局所的に劣調和関数の差で書ける関数を $\delta-$ 劣調和関数という。これは、幾何学的関数論で重要な役割を果たす。一般に、このクラスの関数は滑らかでなく、容量零の集合を除いてのみ意味を持つ。このようなことから、この関数の解析には確率論的方法の有効性が期待できる。この講義では基本的な stochastic calculus(伊藤の公式、田中の公式、Dirichlet 空間の理論など) を用いるアプローチについて解説したい。時間があれば、細調和写像のリューヴィル定理などへの応用についても述べたい。

第１１回

開催日	平成 16 年 1 月 15 日 (木)
講演者名	小川　聖雄（慶應義塾大学理工学部ＣＯＥ統合数理科学特別研究助手）
講演題目	非圧縮性理想流体の自由境界問題
講演要旨	水の波の運動を調べることは, 流体力学における古典的な問題の 1 つである. この運動は, 無限に広がる帯状領域における, 非圧縮性理想流体の自由境界問題として定式化される. 即ち, 固定された水底と, 時刻によって変化する自由表面の間に流体が満たされており, その速度, 圧力, さらに, 流体領域を決定するという問題である. しかし, 流体方程式が非線形であることに加え, 方程式が成り立つ領域自身が未知であるため, 問題の解析は非常に困難である. 本講演では, この自由境界問題に対して, 時間局所解が一意的に存在することを示す.

8.9 経済の数理解析セミナー

第１回

開催日	平成 15 年 10 月 6 日 (月)
講演者名	内海　幸久（東京工業大学）
講演題目	Payoff improvement of measurable alpha-cores through communications variety for a society
講演要旨	The purpose of this paper is to clarify the relationship between coarse α-core and fine α-core in strategic form games with differential information. We analyze the role of information transmission among members in a coalition. In this paper it is proved that players can be better off through communications.

第２回

開催日	平成 15 年 10 月 20 日 (月)
講演者名	増澤　拓也（慶応義塾大学）
講演題目	Punishment strategies make the α-characteristic functions ordinal convex and balanced
講演要旨	We present a sufficient condition for the α-characteristic function of a strategic form game to be balanced, ordinal convex, and marginal convex. The n-person prisoners' dilemma games satisfy this condition.

第３回

開催日	平成 15 年 10 月 27 日 (月)
講演者名	佐柄　信純（法政大学）
講演題目	Nonparametric maximum likelihood estimation of probability measures: existence and consistency
講演要旨	This paper formulates the nonparametric maximum likelihood estimation of probability measures and generalizes the consistency result on the maximum likelihood estimator (MLE). We drop the independence assumption on the underlying stochastic process and replace it with the assumption that the stochastic process is stationary and ergodic. The present proof employs Birkhoff's ergodic theorem and the martingale convergence theorem. The main result is applied to the parametric and nonparametric maximum likelihood estimation of density functions. *Mathematics Subject Classification (2000)*: Primary 62G20; Secondary 62G07, 62F12

第４回

開催日	平成 15 年 11 月 10 日 (月)
講演者名	河合　伸（名古屋大学）
講演題目	Multiple Price Equilibria in a Customer Market
講演要旨	This paper considers the existence of multiple price equilibrium in a customer market, in which customers can purchase an indivisible commodity at low-price stores with *congestion effects*. The multiple price Nash equilibria exist and the market has a prisoner's dilemma characteristic.

第５回

開催日	平成 15 年 11 月 11 日 (火)
講演者名	Volker Böehm (Bielefeld University)
講演題目	CAPM Basics
講演要旨	This paper discusses demand behavior of consumers and existence of equilibria for the standard capital asset pricing model (CAPM) with one riskless and finitely many risky assets, mean variance preferences of consumers, and subjective expectations. By treating individual expectations explicitly and parametrically, the model encompasses the description of individual as well as aggregate demand behavior for heterogeneous expectations. The paper provides a basic factorization formula for individual asset demand which implies the mutual fund property for agents with homogeneous expectations. This approach unveils some of the hidden structural features of the CAPM model often not discussed in the literature. Applying notions from standard static consumer theory, a characterization of the demand for risk from assumptions on risk preference is provided. The paper provides sufficient conditions on preferences to generate differentiable and globally invertible asset demand behavior of consumers parameterized by wealth and arbitrary subjective expectations. In addition, the paper proves existence, uniqueness, and determinacy of equilibria for the case of arbitrary homogeneous expectations, thus complementing amending, and generalizing existing results. Examples indicate to what extent the conditions are necessary.

第５回

開催日	平成 15 年 11 月 17 日 (月)
講演者名	高橋　明彦（東京大学）
講演題目	ファイナンスにおけるモンテカルロ・シミュレーション

第６回

開催日	平成 15 年 12 月 8 日 (月)
講演者名	細矢　祐誉（慶応義塾大学）
講演題目	Coalition Games with Directed Communication Paths
講演要旨	本稿の目的は、提携形成のためのコミュニケーションの手段がなんらかの意味で単一方向に偏っている際の妥当な配分ルールについて考察することである．従来、提携形成をなんらかの形で制限した場合の配分ルールに関しては多くの既存研究が存在するが、本稿では特に、グラフによって提携形成を制限する種類の議論を取り扱う．この分野は Myerson(1977) によって開拓されたものであり、そこでは与えられたゲームと無向グラフに対して、どのような形で妥当な配分が決定されるか、ということが問題とされた．本稿では、このグラフが有向グラフである際の配分ルールに議論の焦点を絞る．

第７回

開催日	平成 15 年 12 月 15 日 (月)
講演者名	齋藤　誠（一橋大学）
講演題目	On an Interaction between Monetary Environment and Incentive Compatibility: A Case of Dynamic Insurance Contract
講演要旨	This paper examines an interaction between monetary environment and incentive compatibility conditions of dynamic insurance contracts. In particular, it demonstrates that incentive compatibility constraints could be relaxed with higher rates of inflation, so that more efficient insurance contracts are implementable in inflationary environment. This dependence of incentive compatibility constraints on inflation rates mitigates welfare costs of money-holdings due to inflation, thereby raising optimal steady-state rates of inflation to some extent.

第８回

開催日	平成 16 年 1 月 8 日 (木)
講演者名	西篠　辰義（大阪大学社会経済研究所）
講演題目	Secure Implementation: Strategy-Proof Mechanism Reconsidered
講演要旨	Strategy-proofness, requiring that truth-telling is a dominant strategy, is a standard concept used in social choice theory. However, the concept of strategy-proofness has serious drawbacks. First, announcing one's true preference may not be a unique dominant strategy, and using the wrong dominant strategy may lead to the wrong outcome. Second, almost all strategy-proof mechanisms have a continuum of Nash equilibria, and some of which produce the wrong outcome. Third, experimental evidence shows that most of the strategy-proof mechanisms

	do not work well. We argue that a possible solution to this dilemma is to require double implementation in Nash equilibrium and in dominate srategies, which we call secure implementation. We characterize environments where secure implementations is possible, and compare it with dominant strategy implementation. An interesting example of secure implementation is a Groves mechanism when preferences are single-peaked. *Journal of Economic Literature* Classification Number: C92, D71, D78, and H41.

第９回

開催日	平成 16 年 1 月 19 日 (月)
講演者名	木戸　一夫（慶應義塾大学）
講演題目	Convergence theorems for ℓ_{p}-norm minimizers and a new approximation of the nucleolus
講演要旨	We investigate a new type of convergence theorem to the nucleolus of an n-person cooperative game. First, we define an ℓ_{p}-nucleolus as a generalization of the least square nucleolus of Ruiz et al. (1996) to a kind of ℓ_{p} norm minimizer. Next, we deal with the convergence of the ℓ_{p}-nucleolus to the nucleolus as $p \to \infty$. This result gives not only a ew characterization of the nucleolus, but also a new approximation method to calculate the nucleolus.

第１０回

開催日	平成 16 年 3 月 2 日 (月)
講演者名	Joaquim Silvestre (University of California, Davis)
講演題目	Reflections on Gains and Losses: A $2 \times 2 \times 7$ Experiment
講演要旨	What determines risk attraction or aversion? We experimentally examine three factors: the gain-loss dichotomy, the probabilities (0.2 vs. 0.8), and the money at risk (7 amounts). We find that, for both gains and losses and for low and high probabilities, the majority display risk attraction for small amounts of money, and risk aversion for larger amounts. Thus, when examining the risk attitudes of the majority, what matters is the amount of money at risk, and not the gain-loss dichotomy, or the probabilities. Yet the frequency of risk-attraction behavior does vary according to the gain-loss dichotomy and to the probabilities involved. Since Kahneman and Tversky, the literature has studied gain-loss refrections. We submit that a reflection can be decomposed into a “translation” and a probability “switch”. We find (a)

	a translation effect for low probabilities of the bad outcome, but not for high ones; (b) a strong switch effect for gains, but not for losses, and (c) a strong reflection effect for high probabilities of gains, but not for low ones. We also argue that, while both the translation effect and the switch effect contradict the expected utility hypothesis, the translation effect implies a deeper violation of preference theory, invalidating non-paternalistic welfare economics.

9　研究集会報告

9.1　非可換幾何学と数理物理学

日時： 平成１５年１０月２３日〜２５日
場所： 慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎

プログラム

	2003 年 10 月 23 日（木）
10:00–11:00	上村　新吾（慶應義塾大学理工学部） Bosonic quantum principal bundles
11:15–12:15	伊師　英之（横浜市立大学数理） A realization of a bounded homogeneous domain in the Siegel disk
	昼食
13:30–14:30	浅田　明（Freelance） Zeta regularization and noncommutative geometry
14:45–15:45	竹村　剛一（横浜市立大学数理） 量子可積分系とフックス型微分方程式
16:00–17:00	友田　敦（慶應義塾大学理工学部） ホモロジー球面から得られるホモロジーハンドルの Floer ホモロジー
17:15–18:15	谷村　省吾（大阪市立大学） Quantization without position operators

	2003 年 10 月 24 日（金）
10:00–11:00	内野　京介（東京理科大学） Special submanifolds of Dirac manifolds
11:15–12:15	前田　吉昭（慶應義塾大学理工学部） Star exponential functions and $\mathbb{Z}_2$-gerbes
	昼食
13:30–14:30	岩井　敏洋（京都大学） Stratified reduction of n-body dynamical systems with rotational symmetry
14:45–15:45	井伊　清隆（山形大学） On representations of Poisson algebras of the Kepler problem

16:00–17:00	藤井　一幸、東田　杏子、加藤　良輔、和田　由佳子（横浜市立大学数理） N-Level System with RWA and Analytical Solutions Revisited
17:15–18:15	待田　芳徳（沼津高専） タイプ $(4,7)$ の分布について

	2003 年 10 月 25 日（土）
10:00–11:00	加藤　大典（慶應義塾大学理工学部） 超多様体上の微分形式と奇シンプレクティック構造
11:15–12:15	五味　清紀（東京大学学振研究員） Reduction of equivariant grebes with connection
	昼食
13:30–14:30	大森　英樹（東京理科大学） ２次の $*$-指数関数の表示と相互変換の不定性について

9.2 International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics

日時： 平成１５年１２月１７日〜２０日
場所： 慶應義塾大学理工学部

Program

	2003 年 12 月 17 日（水）
13:30–14:20	Opening Address: F. Schweiger (Salzburg) Ergodic theory of multidimensional continued fractions
14:30–15:20	M. Yuri (Sapporo) Large deviations for countable to one Markov systems
15:50–16:40	D. H. Kim (KIAS) The waiting time for the irrational translation
16:50–17:40	H. Nakada (Keio) On phi-mixing property of beta-transformations

	2003 年 12 月 18 日（木）
9:30–10:20	K. Nakaishi (Tokyo) Strong convergence of additive MCF algorithms
10:30–11:20	Sh. Ito (Kanazawa) Fractals and tilings in ergodic theory I - on Doiphantine applox-imations -
13:30–14:20	T. Schmidt (Oregon) Commensurable continued fractions
14:30–15:20	R. Natsui (Keio) On the group extension of the non-archimedean continued fraction transformation
15:50–16:40	Short communications B.K. Seo (KAIST) Asymptotic behaviors of the first return time of translations on a torus
	E. Deligero (Keio) On the central limit theorem for non-archimedean diophantine approximations
16:50–17:40	M. Stadlbauer (Bielefeld) On a measure preserving transformation acting on the limit set of a Kleinian group (joint work with Bernd O. Stratmann)

	2003年12月19日（金）
9:30–10:20	M. Mori (Nihon) Discrepancy of sequences generated by dynamical system
10:30–11:20	Sh. Ito (Kanazawa) Fractals and tilings in ergodic theory II - on Pisot substitutions -
	昼休み
13:30–14:20	C. Kraaikamp (Delft) A new continued fraction algorithm with non-decreasing partial quotients (joint work with Fritz Schweiger, Jun Wu, and Yusuf Hartono)
14:30–15:20	J. Hatomoto (Tokyo Metropolitan) Ergodic measures and entropies for SRB-attractor
15:50–16:40	R. Abe On the geometry of Markoff numbers: an approach to the three dimensional case
16:50–17:40	G. H. Choe Design of rigorous computer simulations of dynamical systems based on the Lyapunov exponent

	2003年12月20日（土）
9:30–10:20	H. Ei (Chuo) An atomic surface of an invertible substitution of rank d and its boundary
10:30–11:20	Sh. Ito (Kanazawa) Fractals and tilings in ergodic theory III - on beta expansions -
11:30–12:20	Closing Address: M.S. Keane (Amsterdam, Keio Wesleyan) The binomial transformation

9.3 Modeling, Mathematics, and Computation

日時： 平成１６年１月１９日～２０日
場所： 慶應義塾大学理工学部

Program

	2004年1月19日（月）
15:00–17:00	Diego Pallara (Lecce University, Italy) Special functions of bounded variation in doubling metric measure spaces
	Koji Kikuchi (Shizuoka University, Japan) Linear approximations to quasilinear hyperbolic equations having linear growth energy
	Volker Pluschke (Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Germany) A free boundary value problem in a multi-component domain
	Kouichi Asakura (Keio University, Japan) Spontaneous formation of spatially periodic dewetting structure

	2004年1月20日（火）
13:00–13:30	Toshiaki Makabe (Keio University, Japan) Multi-scale plasma etching model for next generation ULSI
13:40–14:40	Kenichi Kanatani (Okayama University, Japan) Uncertainty modeling and geometric inference
14:50–15:50	Karol Mikula (Slovak University of Technology, Bratislava) Image segmentation by Riemannian mean curvature flow
	Diego Pallara (Lecce University, Italy) Special functions of bounded variation in doubling metric measure spaces
	Volker Pluschke (Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Germany) A free boundary value problem in a multi-component domain
16:00–17:00	Kenji Yasuoka (Keio University, Japan) Molecular dynamics simulations by special purpose computer MDGRAPE-2
	Shinnosuke Obi (Keio University, Japan) Alternative computational approaches to problems in fluid mechanics

9.4 International Workshop on Combinatorics

日時： 平成１６年１月２０日〜２２日
場所： 慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎

Program

2004年1月20日（火）	
Invited Talk 1	
13:30-14:20	Marco Buratti, University of Perugia, Italy Regular or rotational cycle decompositions
Session 1	
14:30-15:00	Ryoh Fuji-Hara, Tsukuba University Some problems on finite projective geometries
15:00-15:30	Hikoe Enomoto, Hiroshima University Orthogonal (g, f)-factorization of a graph
Session 2	
16:00-16:30	Daniel Paulusma, University of Twente, the Netherlands The computational complexity of the minimum weight processor assignment problem
16:30-17:00	Tomoki Yamashita, Kobe University A degree condition for the circumference of a k-connected graph
17:00-17:30	Hajime Matsumura, Keio University Vertex-disjoint cycles containing specified vertices and edges

2004年1月21日（水）	
Invited Talk 2	
10:00-10:50	Robert E. L. Aldred, University of Otago, New Zealand 2-Factors in regular graphs
Session 3	
11:00-11:30	Kiyoshi Ando, University of Electro-Communications Contractible edges in a 4-connected graph
11:30-12:00	Atsuhiro Nakamoto, Yokohama National University Generating 3-connected quadrangulations on surfaces
	Lunch
Invited Talk 3	
13:30-14:20	Vladimir Tonchev, Michigan Technological University, USA Symmetric nets and generalized Hadamard matrices over groups of order 4

Session 4	
14:30-15:00	Masaaki Harada, Yamagata University Self-orthogonal designs related to extremal doubly-even self-dual codes
15:00-15:30	Akihiro Munemasa, Tohoku University On additive Steiner quadruple systems
Session 5	
16:00-16:30	Mariko Hagita, Nagoya Institute of Technology Error-correcting sequence
16:30-17:00	Mikio Kano, Ibaraki University Balanced intervals of two sets of points on a line or a circle
17:00-17:30	Shinya Fujita, Science University of Tokyo Existence of vertex-disjoint subgraphs
18:00 -	Party

2004年1月22日（木）	
Invited Talk 4	
10:00-10:50	Gloria Rinadi, University of Modena and Reggio Emilia, Italy Fractrozations of complete graphs with vertex-regular automorphism groups
Session 6	
11:00-11:30	Ying Miao, Tsukuba University Triangle-free packings for low-density parity-check codes
11:30-12:00	Yukiyasu Mutoh, Keio University Decompositions of a complete graph into colorwise simple edge-colored graphs
	Lunch
Invited Talk 5	
13:30-14:20	Akira Saito, Nihon University Forbidden subgraph and matching in graphs
14:30-15:00	Kenji Kimura, University of Electro-Communications Factors and vertex-deleted subgraphs
15:00-15:30	Jun Fujisawa, Keio University Heavy paths and cycles containing some specified vertices in weighted graphs

9.5　破壊現象の数理

日時： 平成１６年２月２日～３日
場所： 慶應義塾大学理工学部

プログラム

2004 年 2 月 2 日（月）	
9:30-10:30	複雑な形状を持つ断層系の形成と断層間相互作用の効果 安藤　亮輔（東京大学地震研究所）
10:45-11:45	血液ー血管壁の連成シミュレーションによる未破裂動脈瘤の破裂予測 大島　まり（東京大学生産技術研究所）
11:45-13:15	昼食（創想館（14 棟）7 階ラウンジ）
13:15-14:15	2003 年十勝沖地震津波の特徴と波源の推定 高橋　智幸（秋田大学工学資源学部土木環境工学科）
14:30-15:30	動脈内流れのバイオメカニクスと医療技術への応用 谷下　一夫（慶應義塾大学理工学部）
15:45-16:45	大気海洋結合モデルにおける大気海洋相互作用現象 飯塚　聡（防災科学技術研究所）
17:00-18:00	大動脈内の血液流れ- 大動脈瘤との関連 松澤　照男、渡邊　正浩（北陸先端技術大学院大学情報科学センター）

2004 年 2 月 3 日（火）	
9:30-10:30	理化学研究所における血流シミュレーション研究 松永　奈美、姫野　龍太郎（理化学研究所）
10:45-11:45	破壊現象に適した境界値問題の一般的な解析理論とその数値解法 堀　宗朗（東京大学地震研究所）
11:45-13:15	昼食（創想館（14 棟）7 階ラウンジ）
13:15-14:15	高分解気候モデルによる気候予測 住　明正（東京大学気候システム研究センター）
14:30-15:30	血流シミュレーションへの粒子法への適用 和田　成生、坪田　健一、山口　隆美（東北大学大学院工学研究科）
15:45-16:45	地震破壊の始まり- 短期予測の可能性 芝崎　文一郎（建築研究所国際地震工学センター）
17:00-18:00	バイオ流体の数理 劉　浩（千葉大学工学部電子機械工学科）

9.6　スペクトル幾何学、漸近解析とその周辺

日時： 平成１６年２月３日～５日
場所： 慶應義塾大学理工学部

プログラム

2004年2月3日（火）	
10:00-11:00	小谷　元子（東北大学） Magnetic transition operators on a crystal lattice
11:15-12:15	高橋　淳也（東北大学） Vanishing of cohomology groups and large eigenvalues of the Laplacian on p-forms
	昼食
14:00-15:00	樋口　雄介（昭和大学） Boudary Area Growth and the Spectrum of Discrete Laplacian
15:15-16:15	石渡　聡（東北大学） Random walks on nilpotent covering graphs
16:30-17:30	Sam Yates（明治大学） Algebraic eigenvalues and the Harper operator on non-amenable

2004年2月4日（水）	
10:00-11:00	野村　祐司（東工大） Anderson localization for 2D discrete Schrödinger operators with random magnetic fields
11:15-12:15	中野　忠彦（東北大学） Random magnetic fields on line graphs
	昼食
14:00-15:00	Pavel Bleher (Indiana Univ. - Purdue Univ. Indianapolis) Double scaling limit in random matrix models and orthogonal polynamials
15:15-16:15	永尾　太郎（大阪大学） Matrix Brownian Motion and Quantum Graphs
16:30-17:30	今村　卓史（東京大学） Random Matrix Thoery and Polynuclear Growth Model

2004年2月5日（木）	
10:00-11:00	宮西　吉久（東工大） Semiclassical ergodicity with Coulombic potentials
11:15-12:15	近藤　剛史（京都大学） Probability distribution of metric measure spaces

10 UK-Japan Winter School 報告

国際研究教育連携プログラムの第一実施計画として、日英研究教育連携として、英国 Durham 大学にて UK-Japan Winter School の実施を行った。今回は、「Geometry and analysis towards Quantum theory」をメインテーマとして、講義コースと講演を行った。M. Atiyah 教授も招待講演を行った。

プログラム

Time	Monday, 5 January
18:45 – 19:30	Dinner

Time	Tuesday, 6 January
8:00 – 8:45	Breakfast
9:00 – 10:00	Registration and coffee
10:00 – 11:00	Richard Ward (University of Durham): *Symmetric calorons (and instantons, monopoles, skyrmions)*
11:00 – 11:45	Coffee
11:45 –12:45	Alexander Veselov (University of Loughborough): *Spectra of Sol-manifolds: Geometry and Arithmetic (I)*
13:00 – 13:30	Lunch
14:15 – 15:15	Akito Futaki (Tokyo Institute of Technology): *Asymptotic Chow semistability and integral invariants*
15:30 – 16:30	Ed Corrigan (University of York): *Integrable models with boundaries and defects (I)*
16:30 – 17:15	Tea
17:15 – 17:35	Man-yue Mo (University of Oxford): *Twistor theory of Frobenius manifolds*
17:35 – 17:55	Toshihiro Shoda (Tokyo Institute of Technology): *Components of the moduli of trigonal minimal surfaces in 4-dimensional flat tori*
17:55 – 18:15	Martin Svensson (Lund University): *Harmonic morphisms from hyperbolic spaces*
18:45 – 19:30	Dinner
19:30 –	Wine reception

Time	Wednesday, 7 January
8:00 – 8:45	Breakfast
9:00 – 10:00	Alexander Veselov (University of Loughborough): *Spectra of Sol-manifolds: Geometry and Arithmetic (II)*
10:00 – 10:30	Coffee
10:30 – 11:30	Ed Corrigan (University of York): *Integrable models with boundaries and defects (II)*
11:45 – 12:45	Paolo Piazza (University of Rome La Sapienza): *Bordism and rho-invariant*
13:00 – 13:30	Lunch
14:30 – 15:30	Vadim Kuznetsov (University of Leeds): *Well integrable and completely separable*
15:30 – 16:00	Tea
16:00 – 17:00	Hajime Sato (Nagoya University): *Geometric structures and differential equations*
17:15 – 17:35	Shingo Kamimura (Keio University): *Quantum homogeneous spaces deformed by skew symmetric matrices*
17:35 – 17:55	Akifumi Sako (Keio University): *Ring structure of SUSY star product and 1/2 SUSY Wess-Zumino model*
17:55 – 18:15	Daisuke Kato (Keio University): *The Poincare type lemma for superspace*
18:45 – 19:30	Dinner

Time	Thursday, 8 January
8:00 – 8:45	Breakfast
9:00 – 10:00	John Rawnsley (University of Warwick): *Symmetries of star products (I)*
10:00 – 10:30	Coffee
10:30 – 11:30	Simon Salamon (Imperial College): *Explicit metric with holonomy G_2(I)*
11:45 – 12:45	Mark Gross (University of Warwick): *Amoebas of complex curves and tropical curves (I)*
13:00 – 13:30	Lunch
15:45 – 16:15	Tea
16:15 – 17:15	Kaoru Ikeda (Keio University): *Construction of line bundles on the iso-level set of Toda lattice and its application to quantum cohomology*
17:30 – 17:50	Rie Natsui (Keio University): *Ergodicity of group extensions of the non-archimedean continued fraction map*

17:50 – 18:10	Eveyth Deligero (Keio University): *On the central limit theorem for solutions of Diophantine approximations-non-archimedean*
19:00 – 20:30	Special dinner

Time	Friday, 9 January
8:00 – 8:45	Breakfast
9:00 – 10:00	John Rawnsley (University of Warwick): *Symmetries of star products (II)*
10:00 – 10:30	Coffee
10:30 – 11:30	Simon Salamon (Imperial College): *Explicit metric with holonomy G_2 (II)*
11:45 – 12:45	Mark Gross (University of Warwick): *Amoebas of complex curves and tropical curves (II)*
13:00 – 13:30	Lunch
14:45 – 15:45	Akito Hattori (University of Tokyo): *Multi-fan and its orbifold elliptic genus*
15:45 – 16:15	Tea
16:15 – 17:15	Sir Michael Atiyah (University of Edinburgh): *The geometry behind some string theory dualities*
18:45 – 19:30	Dinner

Time	Saturday, 10 January
8:00 – 9:00	Breakfast
9:00 – 12:00	Discussion Day

11 Pathways Lecture Series報告

第1回　Pathways Lecture Series in Mathematics, Keio

開催日	平成16年1月19日（月） 15:00 - 16:00 プレレクチャー（前田吉昭） 16:30 - 18:00 Pathways Lecture Series
講演者名	Prof. J.P. Bourguignon (CNRS-IHES/ Ecole polytechnique)
講演題目	Holonomy: a unifying concept in Geometry bringing many surprises
開催場所	慶應義塾大学理工学部
講演要旨	ホロノミー群の概念は共変微分を用いて多様体の上に定義されるものであるが、それは空間の大域的な幾何学的構造を調べるために重要な道具である．特に、リーマン幾何学においては、特殊ホロノミー群の性質は固有な幾何学的構造を引き出す．最近では、弦理論の考察のために、理論物理では特に重要な概念として取り扱われている．

開催日	平成１６年１月２３日（金）10:30 - 12:00
講演者名	Prof. J. P. Bourguignon (CNRS-IHES/ Ecole polytechnique)
講演題目	Kählerian Geometry, a Crossroad of Geometries
開催場所	慶應義塾大学理工学部
講演要旨	ケーラー幾何学はリーマン幾何学、複素幾何学やシンプレックス幾何学の交差の上にある．William Hodge 博士の研究により、代数幾何学における様々な重要な問題の研究に有効な手法を与えた．その典型的な問題として、ケーラー・アインシュタイン計量の存在問題がある．これは、１９３２年にすでにケーラー教授によってすでに示唆された問題である．その問題の解はリーマン面の一様性の一般化を引き出す．ケーラー・アインシュタイン計量の存在については、第一チャーン類が零または負であるときに、Yau 教授によって解決された．正の第一チャーン類をもつ場合には、（Fano 多様体に対応する）その存在に対する障害があり、興味のある問題となっている．この問題のシンプレクティック幾何学の立場からはケーラー幾何学への視点としては長い間研究されていなかったが、コンパクトな Fano 多様体の上のケーラ・アインシュタイン計量の存在問題により多くの興味が湧き出てきた．

第2回　Pathways Lecture Series in Mathematics, Keio

開催日	平成16年3月4日、5日、11日、12日、18日、19日、25日、26日
講演者名	Michael D. Spivak (Publish or Perish, Inc., President)
講演題目	”Elementary Mechanics From a Mathematician ’s Viewpoint” Lecture 1: Introduction Lecture 2: How Newton actually analyzed planetary motion Lecture 3: Arguments about foundational questions, from Newton ’s time to the present Lecture 4: The basic conservation laws of mechanics, versus conservation of energy Lecture 5, 6: Rigid bodies Lecture 7,8 : How to do elementary physics problems (constraints) and some not-so-elementary ones (statically indeterminate problems)
開催場所	慶應義塾大学理工学部
講演要旨	Elementary mechanics courses face a dilenmma: interesting problems about particles (”point masses”) generally require more mathematics than the students can be assumed to know, while so-called elementary problems almost always involve, in one way or another, concepts that are usually regarded as even more advanced (e.g., rigid bodies). The present lectures might be regarded as an outline of the kind of course that could be given if one had the luxury of assuming that students already knew any required mathematics. We will often refer to concepts from differentiable manifold theory and differential geometry, but more advanced mathematics will hardly ever be needed.

12　国際会議報告

12.1 Kick-off meeting

Integrative Mathematical Sciences:
Progress in Mathematics Motivatedby Natural and Social Phenomena
日時：２００３年　１１月８日（土）
場所：慶應義塾大学理工学部

Program

Morning Session (Overview of the 21st Century COE Program at Keio)	
10:00 - 10:15	*Opening address* Ichiro Inasaki (Dean of Faculty of Science and Technology, Keio University)
10:20 - 10:40	*Integrative Mathematical Sciences* Yoshiaki Maeda (The COE Leader, Keio University)
10:40 - 11:20	*Overview of Transversal Project 1: Non-commutative manifold and discrete geometric objects in the framework of non-commutative geometry* Hitoshi Moriyoshi (Keio University) *Overview of Transversal Project 2: Analysis of nonlinear phenomena in the framework of data science* Ritei Shibata (Keio University)
11:30 - 12:00	*Possible directions for the Navier-Stokes equations in the COE program* Gregory Seregin (Keio University/Steklov Institute, St. Petersburg)

Afternoon Session (Scientific Program)	
14:00 - 14:50	*Holomorphic solutions of D-modules: classical results and open problems* Pierre Schapira (University of Paris VI)
15:10 - 16:00	*Concepts of infinite divisibility* Ole E. Barndorff-Nielsen (University of Aarhus)

12.2 Noncommutative Geometry and Physics 2004

日時： 平成１６年２月２６日（木）～３月３日（水）
場所： 慶應義塾大学日吉キャンパス

Program

2004 年 2 月 26 日（木）	
13:00 - 14:00	B. Fedosov (Potsdam) *Deformation quantization: pro and contra*
14:15 - 15:15	J. Madore (Orsay) *On the regularization of space-time singularities I*
15:15 - 15:45	Coffee Break
15:45 - 16:35	S. Iso (KEK) *Matrix models and Noncommutative geometry I*
16:45 - 17:35	S. Iso (KEK) *Matrix models and Noncommutative geometry II*
18:00 - 19:30	Welcoming Party

2004 年 2 月 27 日（金）	
10:00 - 11:00	B. Fedosov (Potsdam) *On index theorem for symplectic orbifolds*
11:30 - 12:30	H. Fuji (KEK) *Nonperturbative Aspects of Gauge Theories via Matrix Models*
14:00 - 14:50	K. Ito (TITECH) *$N = 2$ Supersymmetric U(1) Gauge Theory in Noncommutative Harmonic Superspace*
14:50 - 15:20	Coffee Break
15:20 - 16:10	G. Dito (Dijion) *Deformation quantization on a Hilbert space*
16:20 - 17:10	C. Oikonomides (Keio Univ.) *K-theory and foliations*

2004年2月28日（土）	
10:00 - 11:00	J. Madore (Orsay) *On the regularization of space-time singularities II*
11:30 - 12:30	H. Steinacker (München) *Quantized Gauge theory on the fuzzy sphere as random matrix model*
14:00 - 14:50	M. Hamanaka (Nagoya Univ.) Noncommutative Solitons and Integrable systems
14:50 - 15:20	Coffee Break
15:20 - 16:10	Y. Kimura (KEK) *Higher dimensional spherical D-branes and matrix model*
16:20 - 17:10	A. Inoue (Titech) *Witten's deformed Laplacian and its classical mechanics*

2004年3月1日（月）	
10:00 - 11:00	S. Waldmann (Feiburg) *Strong Picard groups of deformed $*$-algebrasStrong Picard groups of deformed $*$-algebras*
11:30 - 12:30	P. Polesello (Padova) *Algebroids of WKB-differential operators on symplectic involutive manifolds*
14:00 - 14:50	A. Cardona (Keio Univ.) *Anomalies and noncommutative geometry*
14:50 - 15:20	Coffee Break
15:20 - 16:10	P. Bieliavsky (ULB) *Towards noncommutative locally anti-de Sitter (BTZ) black holes*
16:20 - 17:10	A. Sako (Keio Univ.) *Noncommutative Cohomological Field Theories and Topological Aspects of Matrix Models*

2004年3月2日（火）	
10:00 - 11:00	K. Hashimoto (Univ. of Tokyo) *The shape of nonabelian D-branes*
11:30 - 12:30	G. Landi (Trieste) *sigma-model instantons in noncommutative geometry I*
14:00 - 14:50	J. Grant (Univ. Aberdeen) *Symmetries and Moduli Spaces of the Self-Dual Yang-Mills Equations*
14:50 - 15:20	Coffee Break
15:20 - 16:10	S. Watamura (Tohoku Univ.) *Fuzzy CPn and Line Bundle*
16:20 - 17:10	N.K. Ho (National Cheng-Kung Univ.) *Connected components of surface group representations*

2004年3月3日（水）	
10:00 - 11:00	K. Ono (Hokkaido Univ.) *Filtered A∞-algebras associated to Lagrangian submanifolds*
11:30 - 12:30	G. Landi (Trieste) *sigma-model instantons in noncommutative geometry II*
14:00 - 14:50	H. Bursztyn (Tronto) *Picard groups in Poisson geometry*
14:50 - 15:20	Coffee Break
15:20 - 16:10	R. Chang (Academia Sinica, Taipei) *Hamiltonian SU(2) and SO(3) actions*

12.3 Cherry Bud Workshop

日時： 平成１６年３月２１日（日）～３月２３日（火）
場所： パンパシフィックホテル横浜

Program

Sunday 21 March 2004	
9:00 -	*Registration*
9:30 -	*Opening* Ritei Shibata (Keio Univ.)
9:45 -	Yoshitsugu Oono (Keio Univ./University of Illinois at Urbana Champaign) *Data mining and system reduction for point processes.*
10:30-	Morning tea
11:00 -	David Vere-Jones (Statistics Research Associates and Victoria University of Wellington, NZ) *Long-range dependence and self-similarity for point processes.*
11:45 -	Jiancang Zhuang (Institute of Statistical Mathematics, Tokyo) *Visualizing goodness-of-fit of point-process models for earthquake clusters.*
12:30 -	Lunch
14:15-	Grace S. Shieh (Academia Sinica, Taiwan) *Reconstructing genetic networks from microarray gene expression data.*
15:00 -	Afternoon tea
15:30 -	Dan S. Wilks (Cornell University) *Space-time stochastic modeling of daily weather data: "weather generators"*
16:15 -	Xiaogu Zheng (National Institute of Water and Atmospheric Research, NZ) *Statistics in weather and climate predictions*

Monday 22 March 2004	
9:00 -	Toshinobu Shimoi (Keio Univ.), Daisuke Yokouchi (Keio Univ.) *Estimation of motor neuron connectivity in earthworm nervous system.*
9:45 -	Hiroto Ogawa (Saitama Medical School, Japan) *Optical imaging analysis of neural computation: internal representation and processing of sensory sugnals.*
10:30 -	Morning tea
11:00 -	Kunihiko Shimazaki (Univ. of Tokyo) *Activation, quiescence, and b-value change of the background seismicity in inland Japan.*
11:45 -	Yan Y. Kagan (University of California at Los Angeles) *Earthquakes: statistical analysis, stochastic modeling, mathematical challenges.*
12:30 -	Lunch
13:30 -	Yasumasa Nishiura (Hokkaido Univ.) *Unstable objects control the scattering process of moving particles in dissipative systems.*
14:15-	Shigeo Kamitsuji (Keio Univ.) *Data driven classification of protein sequences and identification of the preserved block.*
15:00 -	Afternoon tea
15:30 -	Richard W. Katz (National Center for Atmospheric Research, U.S.A.) *Statistics of extremes in climate change.*
16:15 -	Meihui Guo (National Sun Yat-Sen University, Taiwan) *Modeling of heavy tailed financial returns.*

Tuesday 23 March 2004	
9:00 -	Thomas J. Anastasio (University of Illinois at Urbana Champaign) *Statistical inference as one possible function of computation by neurons.*
9:45 -	Andrew Sornborger (University of Georgia) *Harmonic analysis, experimental design and the visual cortex.*
10:30 -	Morning tea
11:00 -	Emery N. Brown (Harvard University) *State-space modeling of point process systems with applications to information encoding by neural systems.*
11:45 -	David Harte (Statistics Research Associates, NZ) *Fractals, point processes and earthquakes.*
12:30 -	Lunch
13:30 -	Edriss S. Titi (Weizmann Institute of Science, Israel) *Finite dimensional long-term dynamics of infinite dimensional dissipative evolution equations and their reduction methods.*
14:15 -	Glenn Stone (CSIRO Mathematical and Information Sciences, Australia) *Massively multivariate data mining-applications to microarray data.*
15:00 -	Afternoon tea
15:30 -	Kazuyoshi Nishijima (University of Tokyo) *Modeling of strong wind speed driven by typhoon and its spatial dependency with multivariate extreme value distribution.*
16:15 -	Peter Thomson (Statistics Research Associates, NZ) *Fitting hidden semi-Markov models to breakpoint rainfall data.*

13　研究者招聘リスト

13　研究者招聘リスト

招聘者（所属）	専門分野	滞在期間	世話人
Gregory Seregin (Steklov Institute, St. Petersburg)	微分方程式	2003.4.01-2004.3.31	菊池　紀夫
Paolo Piazza (Mathematics Dept., Universita di Roma ‘ La Sapienza ’	幾何学	2003.8.22-9.09	森吉　仁志
Andrea D’agnolo (Univ. di Padova, Dipratimento di Matematica)	代数解析	2003.9.03	戸瀬　信之
Otto Liess (Univ. Bologna, Istituto di Matematica)	偏微分方程式	2003.9.03	戸瀬　信之
S. Troubetzkoy (IML, Marseille)	エルゴード理論	2003.9.26-10.05	仲田　均
J. Aaronson (Tel Aviv)	エルゴード理論	2003.10.09-10.22	仲田　均
Dening Li (West Virginia University/東京工業大学)	偏微分方程式	2003.10.15	谷　温之
Ansgar Juengel (Univ. Mainz)	偏微分方程式	2003.10.22	谷　温之
Ke Wu (首都北京大学)	数理物理学	2003.10.27	前田　吉昭
Charles D. Levermore (Univ. Maryland)	偏微分方程式	2003.10.28	谷　温之
Ole E. Barndorff-Nielsen (University of Aarhus)	確率論、確率過程論、数理ファイナンス	2003.11.05-11.09	前島　信
Volker Boehm (Bielefeld University)	経済学	2003.11.11	丸山　徹
Pierre Schapira (Université Pierre et Marie Curie Institut de Mathématiques)	代数解析	2003.11.17-11.18	戸瀬　信之

Ingo Waschkies (Univ. di Padova, Dipratimento di Matematica)	代数解析	2003.11.17	戸瀬　信之
Ong Seng Huat (University of Malaya)	統計的分布論	2003.11.23-11.30	清水　邦夫
Dean G. Hoffman (Auburn University)	組合せ論	2003.11.25-11.27	神保　雅一
Hao Shen (Shanghai Jiao Tong University)	組合せ論	2003.11.25	神保　雅一
Dianhua Wu (Guangxi Normal University)	組合せ論	2003.11.25	神保　雅一
Sylvie Paycha（ブレイズパスカル大学）	無限次元解析、数理物理学	2003.12.07-12.19	前田　吉昭
Thomas A. Schmidt（Oregon State University）	数論、離散群	2003.12.12-12.29	仲田　均
Manuel Stadlbauer (University of Goettingen)	力学系・離散群	2003.12.14-12.21	仲田　均
Cor Kraaikamp (Technical University of Delft)	測度論的数論・エルゴード理論	2003.12.15-12.22	仲田　均
Fritz Schweiger (University of Salzburg)	測度論的数論・エルゴード理論	2003.12.15-12.21	仲田　均
Geon Ho Choe (Korea Advanced Institute of Science and Technology)	エルゴード理論	2003.12.16-12.20	仲田　均
Daniel H. Sternheimer（Bourgogue 大学）	数理物理学、変形量子化問題	2003.12.17-1.17	前田　吉昭
Michael Ruzhansky (London Imperial College)	偏微分方程式	2003.12.20	戸瀬　信之
Shu-Ang Zhou (Korolinska Institutet, Sweden)	偏微分方程式	2004.1.9	谷　温之
Jean Pierre Bourguignon (E'cole Polytechnique, Director of IHES)	微分幾何学、大域解析、数理物理学	2004.1.18-1.25	前田　吉昭
Marco Buratti (University of Perugia, Italy)	組合せ論	2004.1.18-1.25	神保　雅一

Gloria Rinaldi (University of Modena, Italy)	組合せ論、符号理論	2004.1.18-1.25	神保　雅一
Vladimir Tonchev (Michigan Technological University)	符号理論、組合せ論	2004.1.18-1.25	神保　雅一
Diego Pallara (Lecce University)	変分解析	2004.1.19-1.20	菊池　紀夫
Volker Pluschke (Martin-Luther-University-Halle-Wittenberg)	偏微分方程式	2004.1.19-1.20	菊池　紀夫
Robert E. L. Aldred（オタゴ大学・ニュージーランド）	グラフ理論	2004.1.20-1.22	太田　克弘
Karol Mikula (Slovak University of Technology)	偏微分方程式の数値解析	2004.1.20	菊池　紀夫
Daniel Paulusma（トゥウェンテ大学・オランダ）	グラフ理論	2004.1.20-1.22	太田　克弘
D. Dolgopyat (University of Maryland)	エルゴード理論、可微分力学系	2004.1.21-1.24	仲田　均
Pavel Bleher (Indiana University-Purdue University Indianapolis)	ランダム行列理論、数理物理学	2004.2.01-2.06	楯　辰哉
Michael D. Spivak (Publish or Perish 出版社)	幾何学・トポロジー	2004.2.01-3.31	前田　吉昭
Jakov B. Pesin (Pennsylvania State University)	可微分力学系	2004.2.05-2.10	仲田　均
Boris V. Fedosov (Max-Plank-Institute für Mathematik)	変形量子化、指数定理	2004.2.14-2.29	前田　吉昭
Peter Thomson (Statistics Research Associates Ltd.)	Time Series Analysis, Financial Data Analysis, Meteorological Data Analysis	2004.2.16-3.29	柴田　里程
James D.E. Grant (University of Aberden)	微分幾何学、大域解析学、相対論	2004.2.19-3.20	前田　吉昭

Giuseppe Dito （ブルゴーニュ大学数学教室）	非可換幾何学	2004.2.22-3.07	戸瀬　信之、前田　吉昭
John Madore （パリ南大学理論物理学教室）	理論物理学	2004.2.23-3.07	戸瀬　信之、前田　吉昭
Henrique Bursztyn （トロント大学数学）	非可換幾何学	2004.2.24-3.04	戸瀬　信之、前田　吉昭
Giovanni Landi （トリエステ大学数理科学研究室）	理論物理学	2004.2.24-3.05	戸瀬　信之、前田　吉昭
Pietro Polesello （パリ第六大学数学科）	代数解析	2004.2.24-3.23	戸瀬　信之、前田　吉昭
Stefan Waldmann (フライブルグ大学 物理教室)	非可換幾何学	2004.2.24-3.04	戸瀬　信之、前田　吉昭
Pierre Bieliavsky （ブリュッセル自由大学数学教室）	非可換幾何学	2004.2.25-3.04	戸瀬　信之、前田　吉昭
River Chiang (Academia Sinica, Taipei 数学教室)	シンプレクティク幾何学	2004.2.25-3.03	戸瀬　信之、前田　吉昭
Nan-Kuo Ho (Cheng-Kung 大学数学教室)	幾何学	2004.2.25-3.03	戸瀬　信之、前田　吉昭
Vladimir Levenshtein (ロシア科学アカデミー)	符号理論	2004.2.25-2.28	神保　雅一
Harold Steinacker （ミュンヘン大学物理学科）	理論物理学	2004.2.25-3.03	戸瀬　信之、前田　吉昭
Alex Mahalov (Arizona State Univ.)	偏微分方程式	2004.3.02-3.04	谷　温之
Joaquim Silvestre (University of California at Davis)	経済学	2004.3.02	丸山　徹
Francesco de Blasi (Roma University)	微分方程式	2004.3.04-3.27	菊池　紀夫
Yves Laurent (フランス CNRS)	代数解析	2004.3.07-3.27	戸瀬　信之
Michael Dreher （フライブルグ大学数学情報教室）	偏微分方程式論	2004.3.12-3.14	戸瀬　信之
Bert-Wolfgang Schulze (ポツダム大学数学教室)	偏微分方程式論	2004.3.13-3.15	戸瀬　信之

Ingo Witt （フライブルグ大学応用解析教室）	偏微分方程式論	2004.3.13-3.15	戸瀬　信之
Louis Boutet de Monvel (パリ第六大学数学教室)	偏微分方程式論、代数解析	2004.3.16-3.27	戸瀬　信之
Bernhard Gramsch (Johannes Gutenberg Univ.)	関数解析	2004.3.18-3.19	戸瀬　信之
Edriss Titi (Weizmann Institute of Sicence, Israel)	System Reduction	2004.3.18-3.27	柴田　里程
Thomas J. Anastasio (University of Illinois at Urbana Champaign)	Neurobiology	2004.3.19-3.28	柴田　里程
Dan S. Wilks (Cornell University)	Meteorological Phenomena	2004.3.19-3.25	柴田　里程
Emery N. Brown (Harvard University)	Earthquakes and Point Processes	2004.3.20-3.25	柴田　里程
Meihui Guo (National Sun Yat-Sen University, Taiwan)	Financial Markets	2004.3.20-3.23	柴田　里程
David Harte (Statistics Research Associates, NZ)	Earthquakes and Point Processes	2004.3.20-3.26	柴田　里程
Yan Y. Kagan (University of California at Los Angeles)	Earthquakes and Point Processes	2004.3.20-3.31	柴田　里程
Richard Katz (National Center for Atmospheric Research, USA)	Meteorological Phenomena	2004.3.20-3.24	柴田　里程
Grace S. Shieh (Academia Sinica, Taiwan)	Biological Sequences	2004.3.20-3.31	柴田　里程
Andrew Sornborger (University of Georgia)	Neurobiology	2004.3.20-3.24	柴田　里程
Glenn Stone (CSIRO Mathematical and Information Sciences, Australia)	Biological Sequences	2004.3.20-3.24	柴田　里程

David Vere-Jones (Statistics Research Associates, NZ)	Earthquakes and Point Processes	2004.3.20-3.27	柴田　里程
Xiaogu Zheng (National Institute of Water and Atmospheric Research, NZ)	Meteorological Phenomena	2004.3.20-3.24	柴田　里程
小林　昭七（University of California, Berkeley）	微分幾何学、複素双曲多様体論	2004.3.24-5.15	前田　吉昭

14　研究者派遣リスト

14　研究者派遣リスト

14.1　ＣＯＥ事業推進担当者

氏名	出張期間	用務先	目的
太田　克弘	2003.9.29-10.03	京都市、京都大学数理解析研究所	位相幾何学グラフ理論のグラフマイナー的アプローチについて」での研究発表及び共同研究・研究討論
亀谷　幸生	2003.9.06-9.10	長野県　慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
森吉　仁志	2003.9.06-9.10	長野県　慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
宮崎　直哉	2003.9.06-9.10	長野県　慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
Gregory Seregin	2003.10.03-10.13	St. Petersburg, Russian, Steklov Institute of Mathematics	研究打ち合わせ
菊池　紀夫	2003.11.15-11.25	イタリア、Scuola Normale Superiore, Pisa	１．研究成果「離散モース流とその正則性解析」の連続講演 ２.「多変数変分問題の正則性解析」の研究交流、研究集会開催の企画計画の打ち合わせ
柴田　里程	2003.11.21-11.23	山形県鶴岡市、慶應義塾大学鶴岡タウンキャンパス	第７回「日本水泳科学研究会」に参加・研究討論

太田　克弘	2003.12.07-12.13	アメリカ、テネシー州、ナッシュビル Vanderbilt 大学	「Vanderbilt Workshop on Graph Factors」に参加、講演および研究討論
菊池　紀夫	2003.12.28-12.30	東北学院大学教養学部　上之郷高志研究室	「神経モデリングとその非線形解析」研究打合せと、「非線形偏微分方程式の解の構成法と定性的解析」についての共同研究
菊池　紀夫	2004.1.04-1.11	イギリス、オックスフォード、Mathematical Institute	研究成果「離散モース流の正則性について」の講演
楯　辰哉	2004.1.04-1.11	カナダ、モントリオール CRM 研究所	研究集会「Large N. limits of U (N) gauge theory in physics and Mathematics」に参加、研究討論
池田　薫	2004.1.05-1.11	イギリス、Durham Durham 大学	「UK-Japan Winter School 2004」にて研究討論
伊藤　雄二	2003.1.05-1.12	イギリス、Durham Durham 大学	「UK-Japan Winter School 2004」にて研究討論
前田　吉昭	2004.1.05-1.13	イギリス、Durham Durham 大学	「UK-Japan Winter School 2004」にて研究討論
森吉　仁志	2004.1.05-1.11	イギリス、Durham Durham 大学	「UK-Japan Winter School 2004」にて研究討論
仲田　均	2004.1.05-1.12	イギリス、Durham Durham 大学	「UK-Japan Winter School 2004」にて研究討論

谷　温之	2004.2.19-2.26	イタリア、フェラーラ、ファラーラ大学	ファラーラ大学数学科教授との共同研究
仲田　均	2004.3.07-3.22	マルセイユ、CIRM, モンペリエ、LIRMM	1. Workshop on “ Generalized substitisions, tiling and numerarion ”に参加、研究討論 2. Hecke 群上の Rosen 連分散に関する研究打ち合わせ 3.　連分数変数の群拡大及び Jacobi-Perron Algorithm 変換の skew product に関する共同研究
楯　辰哉	2004.3.14-3.22	アメリカ、ボルチモア	「Conference on Asymptotic and Effective Results in complex geometry」に参加・講演
戸瀬　信之	2004.3.15-3.16	京都市、京都大学数理解析研究所	代数セミナーの進行・武井助教授との共同研究

14.2　ＰＤ，研究員

氏名	出張期間	用務先	目的
佐古　彰史	2003.9.06-9.10	長野県　慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
中筋　麻貴	2003.11.01-11.02	福岡県飯塚市、近畿大学　九州工学部	名古屋大学の松本耕二教授との研究打ち合わせ
中筋　麻貴	2003.11.21	京都市、京都大学　数理解析研究所	「数論合同セミナーにて Zhengyu Mao 教授との共同研究」
上田　肇一	2003.12.18-12.20	滋賀県大津市、龍谷大学瀬田キャンパス	「応用数理合同研究集会」での研究発表、研究討論
佐古　彰史	2004.1.01-1.10	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論

小川　聖雄	2004.1.05-1.07	広島県、広島大学	「Recent Topics in Nonlinear PDEs2003」に参加、研究討論
上田　肇一	2004.2.12-2.13	北海道、北海道大学電子科学研究所	反応拡散系にみられるパルスの散乱現象に関する研究打ち合わせ
上田　肇一	2004.2.23-2.24	京都市、京都大学数理解析研究所	反応拡散現象と流体現象が係る現象解明に関する研究打ち合わせ
Christopher Macmeican	2004.3.03-3.05	名古屋市、名古屋大学多元数理科学	名古屋大学多元数理科学研究室で共同研究
佐古　彰史	2004.3.09-3.26	イタリア、トリエステ、LNF	「Noncommutative Cohomological Field Theory and Topological Aspects of Matrix models」と「Spring School on Superstring Theory and Related Topics」に参加、研究討論
上田　肇一	2004.3.18-3.19	京都市、京都大学数理解析研究所	反応拡散現象と流体現象が係る現象解明に関する研究打ち合わせ
中筋　麻貴	2004.3.27-3.28	茨城県つくば市、つくばセンター	日本数学会　発表、研究討論

14.3　学生

氏名	出張期間	用務先	目的
藤沢　潤	2003.8.30-9.08	Strara Lesna, Slovakia	Workshop Cysles and Colourings‘ 03 に、参加、講演、研究討論
青木　義充	2003.9.02-9.05	名古屋市、名城大学	2003 年度統計関連学会連合大会に参加、発表
上原　啓明	2003.9.02-9.05	名古屋市、名城大学	2003 年度統計関連学会連合大会に参加、発表
熊坂　夏彦	2003.9.02-9.05	名古屋市、名城大学	2003 年度統計関連学会連合大会に参加、発表

島津　秀康	2003.9.02-9.05	名古屋市、名城大学	2003 年度統計関連学会連合大会に参加、発表
横内　大介	2003.9.02-9.05	名古屋市、名城大学	2003 年度統計関連学会連合大会に参加、発表
友田　敦	2003.9.06 - 9.10	長野県、慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
加藤　大典	2003.9.06 - 9.10	長野県、慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
城田　悠希	2003.9.06 - 9.10	長野県、慶應義塾大学　立科山荘	研究集会「指数定理とその可能性」に参加、研究討論
夏井　利恵	2003.9.28-9.29	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「解析的整数論とその周辺」に参加、研究討論
大庭　経示	2003.9.29-10.03	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」に参加・研究討論
藤田　健介	2003.9.29-10.03	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」に参加・研究討論
藤沢　潤	2003.9.29-10.03	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」に参加・討論
大西　幸周	2003.9.29-10.03	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」に参加・討論
兵頭　由剛	2003.9.30-10.02	京都市、京都大学数理解析研究所	研究集会「位相幾何学的グラフ理論のグラフ・マイナー的アプローチについて」参加・討論

熊坂　夏彦	2003.11.21-11.23	山形県鶴岡市、慶應義塾大学鶴岡タウンキャンパス	第７回日本水泳科学研究会に参加、発表
島津　秀康	2003.11.21-11.23	山形県鶴岡市、慶應義塾大学鶴岡キャンパス	第７回日本水泳科学研究会に参加、発表
横内　大介	2003.11.21-11.23	山形県鶴岡市、慶應義塾大学鶴岡キャンパス	第７回日本水泳科学研究会に参加、発表
上原　啓明	2003.12.03-12.06	和歌山県白浜町、白浜かんぽの宿	研究集会実験計画法とその周辺における組合せ的構造の解明とその応用参加、発表
三村　健太郎	2003.12.03-12.06	和歌山県白浜町、白浜かんぽの宿	研究集会実験計画法とその周辺における組合せ的構造の解明とその応用参加、発表
武藤　幸康	2003.12.03-12.06	和歌山県白浜町、白浜かんぽの宿	研究集会実験計画法とその周辺における組合せ的構造の解明とその応用参加、発表
藤沢　潤	2003.12.17-12.20	滋賀県大津市、龍谷大学　瀬田キャンパス	研究集会「応用数学合同研究集会」に参加、研究討論
大庭　経示	2003.12.17-12.20	滋賀県大津市龍谷大学　瀬田キャンパス	研究集会「応用数学合同研究集会」に参加、研究討論
伊藤　弘道	2004.1.05-1.07	広島市、広島大学	研究集会「Recent Topics in Nonlinear PDEs 2003」に参加、研究討論
Deligero E.	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論
夏井　利恵	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論

上村　新吾	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論
友田　敦	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論
加藤　大典	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論
廣田　祐士	2004.1.05-1.12	イギリス、ダーラム Univ. of Durham	「UK-Japan Winter School 2004」に参加、研究討論
夏井　利恵	2004.1.25-1.29	京都市、京都大学数理解析研究所	Workshop on ”Dynamics of complex systems ”に参加、研究討論
上原　啓明	2004.3.07-3.14	アメリカ、フロリダ Florida Atlantic Univ.	”Thirty-fifth Southeastern International Conference on Combinatorics, Graph Theory and Computing ”に参加、研究討論
伊藤　弘道	2004.3.08-3.18	広島市、広島国際学院大学工学部	大塚厚二教授と破壊進展経路の解析についての共同研究

14.4　国際インターンシップ

氏名	出張期間	出張先	目的
友田　敦	2003.11.19-11.28	Providence,RI, U.S.A. Brown 大学	森吉助教授、野水教授と３次元多様体と Floer ホモロジー理論についての研究討論
藤沢　潤	2004.2.02-2.28	University of Twente, The Netherlands	オランダの University of Twente に約１ヶ月間滞在し、Hajo Broersma 氏の下で共同研究
武藤　幸康	2004.2.22-3.17	カリフォルニア工科大学 (USA, CA)	R.M.Wilson 教授と完全グラフの辺彩色グラフへの分解の漸近存在に関する共同研究

夏井　利恵	2004.3.07-3.22	マルセイユ、CIRM, モンペリエ LIRMM	1. Workshop on “ Generalized substitutions, tiling and numeration ”へ参加、研究討論 2. Prof. Valerie Berthe と共同研究を行い、non-archimedean continued fractions に関する ergodicity や limit behaviors の convergence rate の研究結果、又、Jacobi-Perron Algorithm に関する研究成果を得ることが出来た.

15　論文リスト

15.1 ＣＯＥ事業推進担当者

著者名	論文題目	学会誌名	出 版 年
H. Omori, Y. Maeda, N. Miyazaki, A. Yoshioka	Strange phenomena related to ordering problems in quantizations	J. Lie Theory 13, 481-510	2003
A. Inoue, Y. Maeda	On a construction of a good parametrix for the Pauli equation by Hamiltonian path-integral method	Japanese J. Math. 29, 27-107	2003
Y. Maeda	Deformation quantization	Sugaku expositions 16, 1-23	2003
前田　吉昭、梶浦　宏成	弦理論と変形量子化	数学５５巻、第３号, 21-41	2003
P. Bieliavsky, P. Bonneau and Y. Maeda	Universal deformation formulae, Symplectic Lie groups and Symplectic spaces	to appear in J. Math. Physics	
K. Ikeda	Integrability of the quantum Toda lattice and Randon transform	preprint	
K. Ikeda	A geometry of the quantum Toda lattice	preprint	
M. Keane and S.W.W. Rolles	Tubular recurrence	Acta Mathematica Hungarica 97, 207-221	2003
M. Keane and Jeffrey E. Steif	Finitary coding for the 1-D T, T^1-process with drift	Annals of Probability 31, 1979-1985	2003
M. Keane, F. den Hollander, J. Serafin, and J. E. Steif	Weak Bernoullicity of random walk in random scenery.	Japanese Journal of Mathematics 29, 389-406	2003
M. Keane	Marches Aléatoires Renforceés, in Leçons de Mathématiques d'Aujourd'hui Vol 2, 347-360	Cassini, Paris	2003

M. Keane	Entropy in Ergodic Theory, Chapter Seventeen of the book Entropy	Princeton University Press	2003
M. Keane and Károly Simon and Boris Solomyak	The dimension of graph directed attractors with overlaps on the line, with an application to a problem in fractal image recognition.	to appear in Fundamenta Mathematicae	2004
M. Keane and D. Denteneer	Nonparametric estimation of a change in defect density.	To appear in the Journal of the Royal Statistical Society (Series C).	
H. Moriyoshi	A twisted τ-index theorem	Abstract in Geometry of Foliations 2003	2003
K. Kawarabayashi, A. Nakamoto, Y. Oda and M. Watanabe	Acute triangles in 4-connected maximal plane graphs	preprint	
A. Nakamoto, Y. Oda and K. Ota	3-trees with a few vertices of degree 3 in circuit graphs	preprint	
Y. Oda	Some relaxed Monge properties and the Traveling Salesman Problem	preprint	
Seregin, G.	On smoothness of $L_{3,\infty}$-solutions to the Navier-Stokes equatioins up to boudary	Preprint PDMI-16/2003, submitted to Mathematische Annalen	
Acerbi, E, Mingione, G. and Seregin, G.	Regularity results for parabolic system related to a class of non-Newtonian	Ann. I.H. Poincare-AN 21, 25-60	2004
Seregin, G.	Sufficient conditions on regularity for the Navier-Stokes equations in a half space	submitted to " Zapiski Nauch. Semonar. POMI "	
K. Shimizu and M. Tanaka	Expected number of level-crossings for a strictly stationary ellipsoidal process	Statistics & Probability Letters, 64, 305-310	2003

X.Y. Yan, K. Shimizu, H. Akimoto and T. Ohara	Determining fertilizer-induced NO emission ratio from soils by statistical distribution	Biology and Fertility of Soils, 39, 45-50	2003
J. H. Graham, K. Shimizu, J.M. Emlen, D.C. Freeman and J. Merkel	Growth models and the expected distribution of fluctuating asymmetry	Biological Journal of the Linnean Society, 80, 57-65	2003
M. Tanaka and K. Shimizu	Asymptotic behavior of the expected length of excursions above a fixed level for some ellipsoidal processes	submitted	
S. Kato and K. Shimizu	A further study of t-distributions on spheres	submitted	
M. Kitano, K. Shimizu and S.H. Ong	The generalized Charlier series distribution as a distribution with two-step recursion	submitted	
M. Okamoto, M. Minami and K. Shimizu	Maximum likelihood estimation for a partially exchangeable normal distribution with missing observations	submitted	
Y. Shikama, K. Shimizu and M. Tanaka	Variance of the number of level-crossings for a strictly stationary ellipsoidal process	in preparation	
M. Maejima and K. Yamamoto	Long-memory stable Ornstein-Uhlenbeck processes	Electron. J. Probab. Vol 8, paper no. 19, 1-18	2003
M. Maejima and K. Sato	Semi-Lévy processes, semi-selfsimilar additive processes, and semi-stationary Ornstein-Uhlenbeck processes	J. Math. Kyoto Univ. 43, 609-639	2003
入沢正人、前島信、下村俊	長期従属性をもつ分散発散確率変数の重みつき和に対する極限定理、in 無限分解可能過程に関連する諸問題（８）	統計数理研究共同研究レポート 170, 39-43	2004

M. Maejima and M. Nakajima	Some subclasses of type G distributions	preprint	
M. Maejima and Y. Niiyama	The generalized Langevin equation	preprint	
M. Maejima and M. Miura	A characterization of subclasses of semi-selfdecomposable distributions	preprint	
S. Shimomura	Growth of the first, the second and the fourth Painlevé transcendents	Math. Proc. Camb. Phil. Soc. 134, 259-269	2003
K. Ishizaki, I. Laine, S. Shimomura and K. Tohge	Riccati differential equations with the elliptic coefficients, II	Tohoku Math. J. 55, 99-108	2003
S. Shimomura	Meromorphic solutions of Painlevé differential equations. Complex Differential and Functional Equations	University of Joensuu, Department of Mathematics, Report Series, no 5, 107-124	2003
S. Shimomura	Lower estimates for the growth of Painlevé transcendents	Funkcial. Ekvac. 46, 287-295.	2003
S. Shimomura	Proofs of the Painlevé property for all Painevé equations	J. Math. 29, 159-180.	2003
S. Shimomura	Poles and α-points of meromorphic solutions of the first Painlevé hierarchy	to appear in Publ. Res. Inst. Math. Sci. 40	
S. Shimomura	Lower estimates for the growth of the fourth and second Painlevé transcendents	to appear in Proc. Edinburgh Math. Soc.	
S. Shimomura	On the number of poles of the first Painlevé transcendents and higher order analogues II.	数理解析研究所講求録 1316, 13-18	2003
S. Shimomura	Growth of modified Painlevé transcendents of the fifth and the third kind.	Forum Math. 16, 231-247	2004

J. Aaronson and H. Nakada	Trimmed sums for non-negative, mixing stationary processes	Stochastic Process. Appl. 104-2, 173-192	2003
H. Nakada and R. Natsui	On the metrical theory of continued fraction mixing fibred systems and its application to Jacobi-Perron algorithm.	Monatsh Math 138-4, 267-288	2003
K. Inoue and H. Nakada	On metric Diophantine approximation in positive characteristic	Acta Arith. 110-3, 205-218	2003
K. Inoue and H. Nakada	The modified Jacobi-Perron algorithm over $F_q(X)^d$.	Tokyo J. Math. 26-2, 447-470	2003
H. Nakada and R. Natsui	Some strong mixing properties of a sequence of random variables arising from α-continued fractions	Stoch. Dyn. 3, 463-476	2003
G. H. Choe, T. Hamachi and H. Nakada	Mod 2 normal numbers and skew products	to appear in Studia Math.	
H. Nakada	On non-archimedean metric diophantine approximations	to appear in 数理解析研究所講究録	
E. Deligero and H. Nakada	On the central limit theorem for Non-archimedean Diophantine approximations	preprint	
森屋健太郎、野寺隆	残差ノルムの収束判定を利用した GMRES($\leq m$ max)	to appear in 情報処理学会論文誌 Vol. 45	
張臨傑、野寺隆	Ritz 値を考慮した GMRES(m) 法の適応的なリスタート	to appear in 情報処理学会論文誌 Vol. 45	
T. Miyazaki	On Saito-Kurokawa lifting to cohomological Siegel modular forms	manuscripta mathematica 89, 207-229	
M. Endoh and I. Ishii	A new complexity for 3-manifolds	to appear in Tokyo J. Math.	

K. Baba, R. Shibata and M. Sibuya	Partial Correlation and Conditional Correlation as a Measure of Conditional Independence	to appear in Australian & New Zealand Journal of Statistics	2003
S. Kamitsuji and R. Shibata	Effectiveness of Stochastic Neural Network for Prediction of Fall or Rise of TOPIX	to appear in Asian-Pacific Financial Markets	2003
S. Kamitsuji and R. Shibata	Likelihood Based Learning for Stochastic Neural Network	submitted to Neural Networks	2003
Y. Aoki, T. Kato and R. Shiabta	Ground Surface Reconstruction from Radar Signal Received on Satellite	submitted to IEEE trans Signal Processing	2003
島津秀康、柴田里程	「局所回帰による時系列の分解から明らかになった野鳥羽数の環境要因変化との関連性」	日本統計学会誌（投稿中）	2003
柴田里程	「スポーツデータの高度利用」	第 7 回日本水泳科学会講演論文集、24-27	2003
D. Yokouchi and R. Shibata	DandD Client Server System	to appear in the Proceedings of COMPSTAT 2004, Springer	2004
R. Shibata	InterDatabase	to appear in the Proceedings of COMPSTAT 2004, Springer	2004
K. Baba and R. Shibata	Multiplicative Correlation Matrices	preprint	2004
Y. Mutoh, T. Morihara, M. Jimbo and H.L. Fu	The existence of 2×4 grid-block designs and their applications	SIAMJ. Discrete Math. 16, 173-178	2003
H. L. Fu, F.K. Hwang, M. Jimbo, Y. Mutoh and C.L. Shiue	Decomposing complete graphs into $K_r \times K_c$'s	J. Statist. Plann. Inference. 119, 225-236	2003

T. Adachi, M. Jimbo and S. Kageyama	Discrete structure of group divisible designs with designs with $r = \lambda_1+2$ and $n = 4$. Statistical Methods and Practice: Recent Advances.	N. Balakrishnan, N. Kannan and M.R. Srinivasan, eds. Narosa Publishers Ltd. (Springer affiliate), 233-254	2003
T. Adachi, M. Jimbo and S. Kageyama	Combinatorial structure of group divisible designs without a-resolution classes in each group	Discrete Math., Vol. 26, 1-11	
M. Muleller and M. Jimbo	Concecutive positive detectable matrices and group testing for consecutive positives.	to appear Discrete Math.	
M. Mueller, T. Adachi and M. Jimbo	Cluttered ordering for the complete bipartite graph.	Discrete Math. 印刷中	
K. Ozawa, S. Mejza, M. Jimbo, I. Mejza, S. Kuriki	Incomplete split-plot designs generated by some resolvable balanced designs.	to appear in Statistics and Probability Letters	
M. Muleller, M. Jimbo	Erasure-Resilient Codes from Affine Spaces.	to appear in Discrete Applied Mathematics	
Y. Mutoh, M. Jimbo and H.L. Fu	A resolvable $r \times c$ grid-block packing and its application to DNA library screening.	to appear in Taiwan Mathematical J.	
H. Takahashi and Y. Tamura	Homogenization on disconnected selfsimilar fractalsets in $\mathbf{R}$	to appear in Tokyo J. Math.	
N. Kikuchi and J. Kacur	Covergence of Rothe's method in Hölder spaces	Applications of Mathematics 48, No. 5, 353-365	2003
Jun-Ichi Haga, Keisuke Hoshino, Norio Kikuchi	Construction of harmonic map flows through the method of discrete Morse flows	Computing and Visualization in Science 7, 53-59	2004

Jun-Ichi Haga, Norio Kikuchi	Campanato interior estimates of the solutions to the Rothe's scheme to parabolic partial differential systems	submitted	
Jun-Ichi Haga, Norio Kikuchi	Morrey-norm estimates of the solutions for Rothe's scheme to parabolic partial differential systems	submitted	
K. Kawarabayashi, A. Nakamoto and K. Ota	2-Connected 7-coverings of 3-connected graphs on surfaces	J. Graph Theory 43, 26-36	2003
R. Mori, A. Nakamoto and K. Ota	Diagonal flips in Hamiltonian triangulations on the sphere	Graphs Combin. 19, 413-418	2003
K. Kawarabayashi, A. Nakamoto and K. Ota	Subgraphs of graphs on surfaces with high representatively	J. Combin. Theory Ser. B 89, 207-229	2003
G. Chen, H. Enomoto, K. Kawarabayashi, K. Ota, D. Lou and A. Saito	Vertex-disjoint cycles containing specified vertices in a bipartitie graph	J. Graph Theory 46, 145-166	2004
H. Enomoto, J. Fujisawa and K. Ota	A σ_k type condition for heavy cycles in weighted graphs	to appear in Ars Combinatoria	
S. Itoh, N. Tanaka and A. Tani	The initial value problem for the Navier-Stokes equations with general slip boundary condition in Hölder spaces	J. Math. Fluid Mech. 5, 275-301	2003
M. Ogawa and A. Tani	Imcompressible prefect fluid motion with free boundary of finite depth	Adv. Math. Sci. Appl 13, 201-203	2003
N. Tanaka and A. Tani	Surface waves for compressible viscous fluids	J. Math. Fluid Mech.,5, 303-363	2003

C. Le Roux and A. Tani	Steady flows of imcompressible Newtonian fluids with threshold slip slip boundary conditions.	RIMS Kokyuroku, 1353, RIMS Kyoto Univ., 21-34	2004
H. Itou and A. Tani	A boundary value problem and crack propagation in an infinite (visco) elastic strip with semi-infinite crack	RIMS Kokyuroku, 1353, RIMS Kyoto Univ., 49-71	2004
A. Tani and C. Le Roux	Steady solutions of the equations for the second grade fluid flow with general Navier's slip boundary conditions	Zapiskii Nauchnyn Seminarov POMI 306, 210-228	2004
H. Itou and A. Tani	Existence of weak solution in an infinite viscoelastic strip with a semi-infinite crack	to appear in Math. Models Meth. Appl. Sci. 12	2004
A. Tani	Topics on free boundary problems for ideal fluids.	RIMS Kokyuroku, 1353, RIMS Kyoto Univ. 35-48	2004
A. Atsuji	Parabolicity, projective volume and finiteness of total curvature of minimal surfaces	to appear	
A. Atsuji	Probability, divergence theorem for δ-subharmonic functions and its application to Liouville theorems for harmonic maps.	Submitted	
A. Atsuji	A second main theorem of Nevanlinna theory for meromorphic functions on complex submanifolds in $\mathbf{C}^n$.	submitted	

Y-h. Taguchi and Y. Oono	Temporal patterns of gene expression via nonmetric multidimensional scaling analysis	submitted to Bioinformatics	
P. Sankar and Y. Oono	Phenomenology of kinesin	submitted to Biochemistry	
T. Kato and E. Masry	A Time-Domain Semi-parametric Estimate for Strongly Dependent Continuous- Time Stationary Processes	Journal of Time Series Analysis 24, 679-703	2003

15.2 ＰＤ

著者名	論文題目	学会誌名	出版年
T. Teramoto, K.-I Ueda and Y. Nishiura	Phase-dependent output of scattering processes for traveling breathers.	to appear in Phys. Rev. E.	
M. Ogawa	Incompressible ideal fluid motion with free boundary far from equilibrium.	京都大学数理解析研究所講究録 No. 1353, 9-20	2004
A. Sako	Noncommutative Cohomological Field Theories and Topological Aspects of Matrix models.	Preprint (hep-th/0312120, KSTS/RR-03/007)	
A. Sako, T. Suzuki	Ring Structure of SUSY * Product and 1/2SUSY Wess-Zumino Model.	Phys. Lett. B. 582/1-2, 127-134	2003
M. Nakasuji	Generalized Ramanujan conjecture over general imaginary quadratic fields.	preprint	

15.3 学生

著者名	論文題目	学会誌名	出版年
Hiromichi Itou and Atusi Tani	Existence of a weak solution in an infinite viscoelastic strip with a semi-infinite crack	to appear in Mathematical Models and Methods in Applied Sciences	
D. Kato	The Poincaré type lemma for superspaces	preprint	
J. Haga, N. Kato, and N. Kikuchi	Campanato-type Boundary Estimates for Homogeneous Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type	to be submitted to Ann. Mat. Pura Appl.	
N. Kato	Interior Estimates for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type.	to be submitted	
N. Kato	Boundary Estimates for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type.	to be submitted.	
N. Kato	Global Regularity for Difference Partial Differential Systems of Elliptic-Parabolic Type.	to be submitted.	
S. Kamimura	Antisymmetrically deformed quantum homogeneous spaces	submitted in J. Math. Phys.	
S. Kamimura	Haar measures on discrete quantum groups	preprint	
熊田直樹、相吉英太郎	ニュートラルネットワークを用いたカオスデータのモデリングと周期解推定	計測自動制御学会論文集	2004
熊田直樹、相吉英太郎	非線形結合振動子における所望周期の同調現象発現のためのパラメータ推定	submitted in 電気学会論文集C部門	

J. Koga, K. Nishio, F. Yonezawa, and T. Yamaguchi	Order-N tight-binding molecular dynamics and its application to the study of glass transition in germanium	Journal of the Physical Society of Japan, 73, 136	2004
J. Koga, K. Nishio, T. Yamaguchi, and F. Yonezawa	Tigh-binding molecular dynamics study on the structural change of amorphous germanium with the increase of density.	Journal of the Physical Society of Japan, 73, 389	2004
K. Nishio, J. Koga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa	Confinement-Induced Stable Amorphous Solid of Lennard-Jones Argon	Journal of the Physical Society of Japan 73, 627	2004
K. Nishio, J. Koga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa	Freezing of a Lennard-Jones system in an open-ended and finite-length nanopore: A molecular-dynamics study	Physical Review B, 印刷中	2004
H. Takahashi and Y. Tamura	Homogenization on disconnected fractal sets on **R**.	to appear in Tokyo J. Math.	
H. Takahashi	Diffusion processes in semi-selfsimilar random environments.	J. Math. Sci. Univ. Tokyo, 11, 49-64	2004
H. Takahashi	Recurrence and transience of multi-dimensional diffusion processes in random environments.	submitted	
Y. Tachiya	Transcendence of certain infinite products	submitted to Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society	2004
R. Natsui	On the group extension of the transformation associated to non-archimedean continued fractions	preprint (KSTS/RR-03/009)	2003
R. Natsui	Principal convergents and mediant congergents associated to α-continued fractions.	preprint (KSTS/RR-03/008)	2003

K. Nishio, J. Koga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa	Confinement-Induced Stable Amorphous Solid of Lennard-Jones Argon	J. Phys. Soc. Japn. 73 in press	2003
K. Nishio, J. Koga, T. Yamaguchi and F. Yonezawa	Freezing of a Lennard-Jones system in an open-ended and finite-length nanopore: A molecular dynamics study	Phys. Rev. B in press	
Y. Hada and M. Eto	Electronic States in Si Quantum Dots: Multivalley Artificial Atoms.	Physical Review B 68	2003
Y. Hada and M. Eto	Exchange Coupling in Silicon Double Quantum Dots	Japanese Journal of Applied Physics in press	
K. Hirase and Y. Utsumi	Payoff Improvement of Measurable α-cores through Communications.	VALDES Research PaperSeries E. No. VRP-E-03-04, 1-26	2003
平瀬和基、内海幸久	コミュニケーションを考えた α コアの特徴	preprint	2004
J. Fujisawa and K. Ota	Weighted Ramsey Problem.	preprint	
Hajo Broersma, J. Fujisawa and K. Yoshimoto	Backbone colorings along perfect matchings.	preprint	
J. Fujisawa and T. Yamashita	Degree conditions in induced subgraphs for Hamiltonicity.	preprint	
J. Fujisawa	Heavy cycles and paths in weighted graphs of large connectivity.	preprint	
吉村繁樹	Optimal Growth and the Financial Intermediaries in Cash-In-Advance Economy	preprint	
吉村繁樹	Model of Stochastic Growth and the Bank Behavior with Fiat Money	preprint	
吉村繁樹	A Model of Liquidity Preference and the Asset Pricing with Fiat Money	preprint	

吉村繁樹	On Determination of Currency Rate in a Monetary Equilibrium.	preprint	
Y. Mutoh	On the existence of balanced incomplete block designs with nested rows and columns	submitted to J. Statist. Plann. Inference.	

16　拠点活動業績

16.1 国際会議発表

講演者名	論文題目	国際会議名	開催日
K. Ikeda	A geometry of quantum Toda lattice	UK-Japan Winter School ダーラム大学	Jan. 2004
M. Jimbo and Y. Uehara	A positive detecting code its decoding algorithm for DNA library screening	Kyusyu University	Nov. 17-21, 2003
Y. Maeda	The group of star exponential functions of quadratic forms in the Weyl algebra	The international workshop on Poisson Geometry, Quantization and Representations, Euro Conference, Bruxelles	June, 2003
Y. Maeda	Star exponential functions as two-valued elements	Erwin Schrodinger Institute, Alan Festa	August, 2003
M. Maejima	The generalized Langevin equation.	Workshop on Levy processes and bases. Theory and Applications, University of Aarhus, Denmark	Feb. 26-27, 2004
H. Moriyoshi	A twisted - index theorem	Coarse Geometry 研究集会	Jan. 2004

H. Nakada	On f-mixing property of β-transformations	International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics, extension of the Keio Univ.	Dec. 17-20, 2003
H. Nakada	Continued fraction mixing processes with barely infinite expectations	Workshop on "DYNAMICS OF COMPLEX SYSTEMS" 京都大学数理解析研究所	Jan. 26-30, 2004
T. Nodera and M. Moriya	New adaptive GERES ($\leq m_{\max}$) algorithm with using convergence test of the residual norm	Predonditiong 2003 Conference in Napa, California	Oct. 2003
Y. Oda	Some relaxed Monge properties and the Traveling Salesman Problem	CO (Combinatorial Optimization) 2004, Lancaster University	Mar. 28-31, 2004

Y-h. Taguchi and Y. Oono	Nonmetric Multidimensional Scaling as a Data Mining Tool- conventional Method Applied to New Targets	YITP INTERNATIONAL ON Geometrical Structure of Phase Space in Multi-Dimensional Chaos. Applications to Chemical Reaction Dynamics in Complex Systems. (Yukuwa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University)	Oct. 2003
Y. Oono	Data mining and system reduction	COE International Workshop on Data Science and system reduction, Yokohama	Mar. 2004
Y-h. Taguchi and Y. Oono	Application of non-metric multidimensional scaling to ecological system of soil bacteria	International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Environmental Sciences. (Shizuoka University)	Mar. 2004
Y. Oono	Connecting Disparate Description Levels, Internat Union Biol.	Sciences Symposium on stochastic process and biology (Hayama)	Nov. 2003

A. Tani	Free boundary problems for Euler equations in 2-D.	Conference " Free Boundary Problems in Fluid Mechanics ", Nottingham, UK	Sep. 15-18, 2003 (基調講演)
A. Tani	Steady-state solution to the equation of the secong grade fluid with slip boundary conditions.	International Conference on "Trends in Partial Differential Equations of Mathematical Physics ", Obidos, Portugal	June 7-10, 2003
E. Deligero	On the central limit theorem for non-archimedean diophantine approximations	International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics, Keio Univ.	Dec. 17-20, 2003
E. Deligero	On the central limit theorem for solutions of Diophantine approximations - non-archimedean case	UK-Japan Winter School "Geometry and Analysis Towards Quantum Theory " University of Durham	Jan. 6-9, 2004
J. Fujisawa	Three conditions for heavy cycles in weighted graphs	Workshop Cycles and Colourings ' 03 Stara Lesna, Slovakia	Sep. 2003
J. Fujisawa	Heavy paths and cycles containing some specified vertices in weighted graphs	International Workshop on Combinatorics, Keio Univ.	Jan. 2004

S. Kamimura	Quantum Homogeneous Spaces Deformed by Antisymmetric Matrices	Geometry and Analysis Toward Quantum Theory, Durham Univ., England	Jan. 2004
D. Kato	The Poincaré type lemma for superspaces	UK-Japan Winter School "Geometry and Analysis Towards Quantum Theory ", Dept. of Mathematics, England	Jan. 2004
H. Matsumura	2-factor with k components containing specified vertices and edges	Vanderbilt Workshop on Graph Factors, Vanderbilt Univ.	Dec. 2003
H. Matsumura	Vertex-disjoint cycles containing specified vertices and edges.	International Workshop on Combinatorics, Keio Univ.	Jan. 2004
Y. Mutoh	Multiple edge-coloured graph decompositions of complete graphs and their applications	The 19th British Combinatorial Conference, (Bangor, Wales, UK), University of Wales	2003
Y. Mutoh	Decompositions of complete graphs by colorwise simple edge-colored graphs.	The second East Asian Conference on Algebra and Combinatorics: An International Conference of Kyusyu University 21st Century COE program, (Fukuoka, Japan), Kyusyu University	2003

Y. Mutoh	Decompositions of a complete graph into colorwise simple edge-colored graphs.	International Workshop on Combinatorics, Keio Univ.	Jan. 2004
R. Natsui	On the group of the non-archimedean continued fraction transformation	International Workshop on Ergodic Theory of Number Theoretic Transformations and Related Topics, Keio Univ.	Dec. 17-20, 2003
R. Natui	Ergodicity of group extensions of the non-archimedean continued fraction map.	UK-Japan Winter School " Geometry and Analysis Towards Quantum Theory " University of Durham	Jan. 6-9,2004
R. Natui	On the isomorphism problem of a 1-parameter family of infinite measure preserving transformations	Workshop on "DYNAMICS OF COMPLEX SYSTEMS " 京都大学数理解析研究所	Jan. 26-30, 2004
Rie Natui	On the isomorphism problem of 1-parameter family of alpha-Farey maps	Workshop on Beta-numeration, generalized substitutions and tilings. Centre de formation, Luminy	Mar. 8-12, 2004

Y. Uehara and M. Jimbo	A positive clone detecting algorighm for DNA library screening.	Thirty-fifth Southeastern International Conference on Combinatorics, Graph Theory, and Computing, Florida Atlantic University	Mar. 8-12, 2004

16.2 著書

著者名	タイトル	出版	出版年
S. Shimomura	Nevanlinna 理論の微分方程式への応用	Rokko Lectures in Mathematics 14, 神戸大学理学部数学教室 2003, 89 頁	2003
間瀬茂、神保雅一、鎌倉稔成、金藤浩司	工学のためのデータサイエンス入門	数理工学社	2004.03
大森英樹、前田吉昭	量子的な微分積分	シュプリンガー社	2004
丸山徹	積分学：実函数と多価函数	Springer Verlag, 東京	執筆完了, 原稿交付

特許

発明者	特許出願	出願者	出願日
神保雅一	分析システムおよび、プログラム	慶應義塾大学番号：特許 2003-385395	2003.11.14（審査中）

16.3　学位取得者

氏名	現職	学位論文題目
伊藤　弘道	慶應義塾大学訪問研究員	Boundary value problems and crack propagation in elastic or viscoelastic Media with cracks
高橋　弘	慶應義塾大学訪問研究員	Stochastic processes in random environments and their limiting processes characterized by the semi-selfsimilarity
夏井　利恵	慶應義塾大学特別研究助手（COE 博士研究員）	Measureble dynamical systems associated to α-continued fractions
武藤　幸康	名古屋大学訪問研究員（学振特別研究員）	Existence and construction of array type block designs and their generalization to edge-colored graph decompositions
甲賀　淳一郎	アドバンスソフト株式会社　開発センター	Modeling of condensed-matter systems by the tight-binding method: from nanostructures to complex liquids
西尾　憲吾	産業技術総合研究所計算科学部門　モデリンググループ	ナノ物質と構造秩序－物性と構造形成－

16.4　ＣＤ，講義録収録

媒体	タイトル	著者、編者、講演者	発行年
DVD (1 本)	Kickoff Meeting		2003
DVD（10 本）	UK-Japan Winter School 2004		2004
DVD（13 本）	Noncommutative Geometry and Physics 2004		2004
DVD（1 本）	Pathways Lecture Series	J.P. Bourguignon	2004
DVD（1 本）	Pathways Lecture Series	Michael Spivak	2004
DVD（5 本）	超局所解析セミナー		2004
慶應セミナーノート No. 28	破壊現象の数理－地震、気象、血液の流れなど－	谷　温之、野寺　隆	2003
慶應セミナーノート No. 29	Pathways Lecture Series	Michael Spivak	2003