

# 情報科学研究科数学連携推進室

## 平成 23 年度活動報告書

2012 年 3 月 26 日

### 【概要】

数学連携推進室は、本研究科において数学と諸分野が連携し、研究・教育に関わる企画・立案や数学連携推進に関わる事業を行うことを目的として平成 23 年（2011 年）1 月 1 日に発足した。前年は発足から 3 か月の活動期間であったが、キックオフシンポジウムの開催と新任助教の人選を行った。今年度は若手研究者 4 名を推進室専任助教として迎え、本格的な活動を開始した。数学連携推進室連絡会議を毎月 1 回開催して、応用数学連携フォーラムワークショップや研究集会の企画・運営を議論するとともに、各室員の得た研究情報の共有を図った。東日本大震災のため前半は活動がやや低調であったが、後半には多くの研究集会を開催するなどして、内外に数学連携推進室が認知され始めた。今後の課題としては、情報科学研究科の標榜する学際研究推進に貢献するためのより一層の具体策と、重点戦略支援プログラムによる資金援助が終わった後の方策の検討があげられる。

1. 組織と運営委員会
2. 応用数学連携フォーラムワークショップの開催
3. 情報科学特論の開講
4. 研究集会の主催、共催等
5. 専任助教の活動実績

## 1. 組織と運営委員会

### 【数学連携推進室】

室長：教授 亀山充隆（情報基礎科学専攻、研究科長）  
副室長：教授 尾畑伸明（システム情報科学専攻）  
室員：助教 鈴木香奈子（システム情報科学専攻・システム情報数理学 2 分野兼務）  
助教 大館陽太（システム情報科学専攻・情報システム評価学分野兼務）  
助教 長谷川雄央（システム情報科学専攻・システム情報数理学 2 分野兼務）  
助教 三浦佳二（応用情報科学専攻・生命情報システム科学分野兼務）

### 【数学連携推進室運営委員会】（平成 22 年度～24 年度）

亀山充隆（数学連携推進室長）  
尾畑伸明（数学連携推進室副室長）  
徳山豪（情報科学研究科長補佐）  
木下賢吾（応用情報科学専攻教授）  
宗政昭弘（情報基礎科学専攻教授）

※ 運営委員の任期は 2 年（運営委員会内規）であるが、年度途中の発足であることを考慮し、平成 22 年度に着任した運営委員は平成 24 年度まで務めることとなった。

## 2. 応用数学連携フォーラムワークショップの開催

第 18 回 2011 年 5 月 12 日(木) 15:00-17:00

情報科学研究科 2 階中講義室

大舘 陽太 (情報科学研究科・数学連携推進室)

「Designing low-congestion sparse networks」

三浦 佳二 (情報科学研究科・数学連携推進室)

「イベント発生時刻の不規則性」

第 19 回 2011 年 6 月 8 日(水) 15:00-17:00

情報科学研究科大講義室

長谷川 雄央 (情報科学研究科・数学連携推進室)

「伝播する攻撃に対するネットワークの頑健性」

前田 昌也 (理学研究科・数学専攻)

「増大する非局所型非線形項をもつシュレディンガー方程式について」

第 20 回 2011 年 6 月 29 日(水) 15:00-17:00

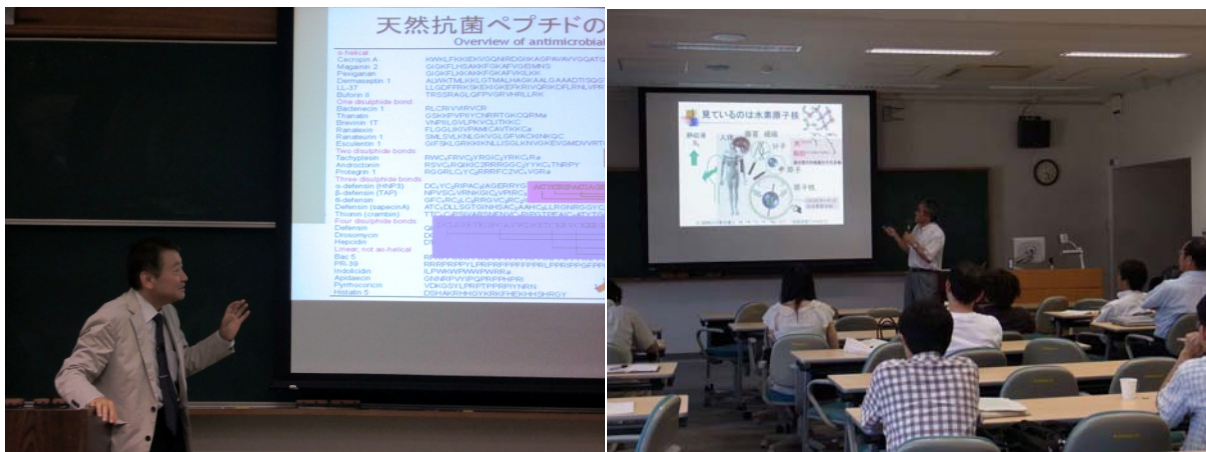
情報科学研究科大講義室

小川智久 (東北大学大学院生命科学研究科)

「真珠の輝きの秘密：タンパク質による真珠アラゴナイト結晶系および配向性の制御」

吉田徹彦 (東亜合成株式会社先端科学研究所所長、慶應義塾大学先端研究センター)

「ペプチド創薬—細胞膜透過性ペプチドと抗菌ペプチドの観点から」



第 21 回 2011 年 8 月 11 日(木) 15:00-17:00

情報科学研究科 2 階中講義室

小山内実 (東北大学大学院医学系研究科)

「大脳基底核線条体における自発カルシウムリズムの特徴とその機能のシミュレーションによる考察」

町田好男 (東北大学大学院医学系研究科)

「MRI の画像形成：原理/発展および画質」

第 22 回 2011 年 10 月 6 日(木) 15:00-17:00

情報科学研究科大講義室

細谷俊彦 (理化学研究所脳科学総合研究センター)

「脳に基本単位回路はあるか」

平岡裕章 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

「タンパク質構造とトポロジー」

第 23 回 2011 年 10 月 20 日(木) 15:00-17:00

青葉記念会館大研修室

堀山貴史 (埼玉大学理工学研究科)

「回転によるタイリングと繰り返し模様」

上原隆平 (北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科)

「複数の多面体を折れる展開図」



第 24 回 2012 年 1 月 11 日(水) 15:00-17:00

情報科学研究科大講義室

室井芳史 (東北大学大学院経済学研究科)

「2 項分岐木を用いたグリークスの計算法について」

弥永真生 (筑波大学大学院ビジネス科学研究科)

「法律学における統計学的知見の利用」

第 25 回 2012 年 1 月 26 日(木) 13:30-17:00

情報科学研究科棟 6 階小講義室

戸田晃一 (富山県立大学大学院工学研究科)

「『広田の双線形化法』の多重線形化について」

久保英夫 (東北大学大学院情報科学研究科)

「モスアイ構造への数理科学的アプローチ」

第 26 回 2012 年 3 月 14 日 (水) 15:00-17:00

情報科学研究科大講義室

Arvind Kumar (University of Freiburg, Germany)

「The critical role of striatal inhibition in shaping the oscillatory activity in the basal ganglia」

Uzy Smilansky (Weizmann Institute of Physical Sciences, Israel)

「Nonlinear Schroedinger Equation on Networks」

### 星陵サテライト「生命科学者のための使える数学セミナー」

生命科学者が数学に期待するものの 1 つは、「アイデアがあることで、実験データの見方を変えるような理論」だと言える。例えば、近藤滋先生が動物の縞模様をチューリングパターンで説明した例が挙げられる。そこで、様々な数学を武器として使う情報・数学系研究者に、毎回チュートリアル的な講演をお願いする。紹介された数学手法で、各々の実験データが説明できそうかを、互いに議論するという「お見合い」の場を提供することを目的とする。

第1回 2011年7月6日(水) 17:00-  
星陵キャンパス 加齢医学研究所 研究棟1F 西側大会議室  
青柳富誌生 (京都大学大学院情報学研究科)  
「リズムと同期の数理モデル—神経ネットワークを中心として—」

第2回 2011年10月5日(水) 17:30-19:00  
星陵キャンパス 加齢医学研究所 研究棟1F 西側大会議室  
後援: バイオインフォマティクス学会東北支部  
平岡裕章 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 准教授)  
「タンパク質構造とトポロジー」

第3回 2011年12月13日(火) 17:30-19:00  
星陵キャンパス 医学部1号館2F 第1セミナー室  
後援: バイオインフォマティクス学会東北支部  
合原一幸 (東京大学生産技術研究所 教授)  
「生命の数理: 脳の数理モデル、ガンの数理モデル」



### 3. 「情報科学特別講義 II」の開講

【単位】 1

【期間】 23年度前期、5月9日の週から開講する

【開講時と場所】 毎週月曜日4講時、中講義室

【言語】 講義は日本語、講義録は英語

【ねらい】 数学と諸分野の連携の具体例を紹介し、本研究科の目指している学際研究の現場を知ってもらう

【講義内容】

1. 空間パターンを作る反応拡散系の機構を探る (鈴木)  
生物現象におけるパターン形成のモデルとして重要な役割を果たす反応拡散系を考察する。空間パターンを得るための数学的アイディアの解説を、いくつかの具体例を使って行う。
2. 構造的グラフ理論の低混雑度ネットワーク設計への応用 (大館)  
ネットワーク設計問題においてグラフ理論の応用は盛んに行われている。本講義では、グラフマイナー理論を代表とする構造的グラフ理論を用いての低混雑度ネットワーク設計について紹介する。

3. 複雑ネットワーク入門 (長谷川)  
複雑ネットワークは数学、物理、生物学、工学といった分野で盛んに研究されている。本講義では複雑ネットワーク理論の初歩的な紹介を行う。(i) グラフ理論の初歩と実ネットワークにおける普遍的性質、(ii) 複雑ネットワークの数理モデル、(iii) 複雑ネットワーク上の格子モデル
4. 情報幾何学を応用するために知っておくこと (三浦)  
どんな形であれ確率モデルを使って研究する大学院生を対象に、情報幾何学をユーザーとして使うのに必要な知識をなるべく応用例を示しながら学んでもらう。

【受講者】 正規の大学院生の受講生は 1 名に加えて若手研究者等が受講。

【講義録の出版】 研究科ジャーナル

Interdisciplinary Information Sciences Vol. 17 (2011) , No. 3

GSIS SELECTED LECTURES: Exploring Collaborative Mathematics

として、2011 年 11 月に発刊した。4 つのサーベイ論文からなる：

Mechanism Generating Spatial Patterns in Reaction-Diffusion Systems  
pp. 131-153  
Kanao SUZUKI

An Introduction to Maximum Likelihood Estimation and Information Geometry  
pp. 155-174  
Keiji MIURA

An Introduction to Complex Networks  
pp. 175-195  
Takehisa HASEGAWA

Designing Low-Congestion Networks with Structural Graph Theory  
pp. 197-216  
Yota OTACHI

## 4. 研究集会の主催、共催等

### 4.1. 東北大×北大 数学連携 Summer Institute

日時：2011 年 8 月 19 -24 日

場所：北海道大学電子科学研究所 中央キャンパス総合研究棟 2 号館

開催責任者：三浦佳二

※ 東日本大震災に際して、北海道大学電子科学研究所の好意により、同所に滞在し、北大と東北大の数学連携室のメンバーの交流を深めた。

### 4.2. 画像処理とコンピュータビジョンの数理的側面 (MAIPCV2011) ウィンタースクール

日時：2011 年 11 月 24 日 (木) ~26 日 (土)

場所：東北大学青葉記念会館 (5 階会議室)

主催：SMART プログラム、情報科学研究科、理学研究科

実行委員会：出口光一郎、尾畑伸明、宮岡礼子、大館陽太、三浦佳二

受講者：本学 10 名、本学外 16 名 (企業関係 1 名を含む)



4.3. 平成 23 年度 数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ  
 広がっていく数学 ～期待される『見えない力』～ 数学をコアとするスマート  
 イノベーションの探索

日時：2011 年 11 月 29 日(火) 13：00～17：30

場所：東北大学大学院情報科学研究科 2F 大講義室（青葉山キャンパス）

主催：東北大学大学院情報科学研究科、東北大学大学院理学研究科

共催：文部科学省

運営責任者：尾畑伸明、小谷元子

一般参加者 34 名、講演者 7 名（数学系 16 人、諸科学 21 人、産業界 2 人、その他 2 人）



4.4. CMRU 研究会「ネットワークから見る生命」

日時：2011 年 12 月 21 日(水)～23 日(金)

場所：青葉山キャンパス情報科学研究科 5F 小講義室

主催：東北大学大学院情報科学研究科数学連携推進室

支援：東北大学大学院情報科学研究科「学際的研究プロジェクト」開拓支援経費

東北大学重点戦略支援プログラム「数学をコアとするスマート・イノベーション融  
 合研究共通基盤の構築と展開」

参加者：20 名

USTREAM によるインターネット中継：ユニーク視聴者数 34 名

※ USTREAM によるインターネット中継が好評であったため、今後充実を図る。



#### 4.5. ソーシャルネットワークの構造とダイナミクス～ヒトの社会活動の理解予測に向けて

日時：2012年2月6日(月)～10日(金)

場所：九州大学マス・フォア・インダストリ研究所中セミナー室（数理・IMI 図書館棟 3F）

主催：九州大学マス・フォア・インダストリ研究所

共催：東北大学重点戦略支援プログラム「数学をコアとするスマート・イノベーション融合研究共通基盤の構築と展開」

開催責任者：長谷川雄央

※ この研究集会はマス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究「大規模ネットワークの特徴を抽出するアルゴリズムの開発と社会行動の予測」（研究代表者：東北大学大学院情報科学研究科・長谷川雄央）の公開プログラムとして開催。

#### 4.6. SMART Workshop: Exploring Collaborative Mathematics

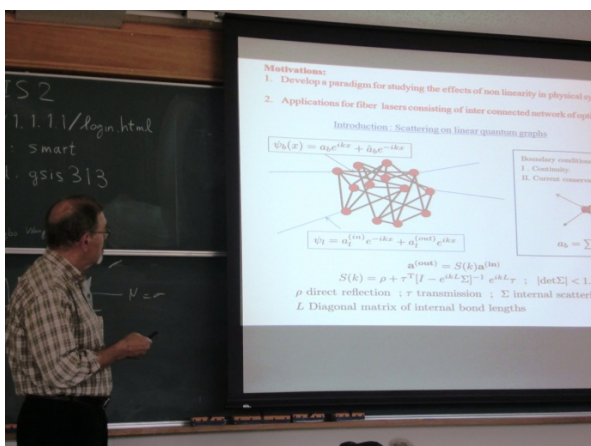
日時：2012年3月13～14日

場所：情報科学研究科大講義室

主催：東北大学重点戦略支援プログラム「数学をコアとするスマート・イノベーション融合研究共通基盤の構築と展開」

組織委員会：尾畑伸明、小谷元子、三浦佳二、小野寺有紹、前田昌也

参加者：25名



## 5. 専任助教の活動実績

### 5.1. 鈴木香奈子（情報科学研究科数学連携推進室助教）

#### 発表論文リスト

- [1] Kanako Suzuki, Izumi Takagi: On the role of basic production terms in an activator-inhibitor system modeling biological pattern formation, *Funkcialaj Ekvaciojm* Vol.54, 237-274, 2011.
- [2] Grzegorz Karch, Kanako Suzuki: Blow-up versus global existence of solutions to aggregation equation with diffusion, *Applicationes Mathematicae*, Vol.38, No.3, 243-258, 2011.
- [3] Kanako Suzuki: Mechanism generating spatial patterns in reaction-diffusion systems, *Interdiscip. Inform. Sci.*, Vol.17, No.3, 131-153, 2011

#### 口頭発表リスト

- [1] Patterns in systems of a single reaction-diffusion equation coupled with ODE equations, Second Italian-Japanese Workshop GEOMETRIC PROPERTIES FOR PARABOLIC AND ELLIPTIC PDE's, 2011年6月21日, Cortona in Italy.
- [2] Spatial patterns in some reaction-diffusion systems with the diffusion driven instability", Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations--China-Japan Joint Project for Young Mathematicians, 2011年11月4日, Center for Partial Differential Equations, East China Normal University.
- [3] Large time dynamics of the kinetic system of a three-component reaction-diffusion system, 微分方程式の総合的研究, 2011年12月18日, 東京大学大学院数理科学研究科
- [4] Basic mechanism for reaction-diffusion systems modeling pattern formation, Workshop on Non-commutative Harmonic Analysis with Applications to Real World Complex Phenomena, 2012年1月17日-18日, Hanyang University in Korea
- [5] Unstable patterns in a reaction-diffusion system modeling pattern formations, 第29回九州における偏微分方程式研究集会, 2012年1月23日, 九州大学西新プラザ
- [6] 自己増殖作用をもつある微分方程式系の不安定な空間パターン, 松山解析セミナー 2012, 2012年2月3日, 愛媛大学理学部

#### 外部資金等（代表者として）

若手研究(B) 「空間非一様パターンを形成する反応拡散系がもつ構造の体系的理解」平成 23-25年, 23度経費 100万円

#### 研究概要

パターン形成のモデルにおける、拡散項の役割に関する問題に取り組んでいる。本年度は、拡散項のない方程式と拡散項を含む方程式から成る連立方程式系の空間パターンの存在と安定性を考察し、ほとんどの場合において空間パターンが不安定になることを証明した。多くの反応拡散系は、20世紀半ばにチューリングによって提唱された「拡散誘導不安定性」という原理に基づいている。この原理は、異なる拡散率をもつ二種類の粒子が相互作用をしつつ拡散するとき空間的非一様性が出現し得る、というものである。この考えは、平衡点近傍での局所的なダイナミクスのみから導かれるため、空間パターンのダイナミクスに関する情報は何も示していないが、本研究結果により、数理モデルにおいて、パターンを安定に形成するには、すべての物質が拡散することの重要性の一端が明らかになった。

この研究を基に、どのような非線形性ならば同じ結果が成り立つのか、より一般のクラスの反応拡散系について理論を構築している。また、解が空間パターンに収束しない場合の解のダイナミクス解明にも取り組んでいる。解の有界性や爆発解の存在、爆発解の形状について、拡散項がどのような影響を与えるのかについて考察を進めている。したがって、対応する常微分方程式系の解の挙動との比較において、反応拡散系の解の挙動を理解することを考察している。



本研究は、生物学や医学との協同的研究である。今日、反応拡散系は、特定の現象により合うように未知関数を増すなど、様々な改良版が提唱されている。しかし、これらは個別の研究対象となっており、どのような構造の違いがあるか比較するという視点からはあまり研究されていない。現象の本質を理解するには、それぞれに共通の基本構造を取り出すことが重要になる。本研究では、各項やパラメータが数理モデルに及ぼす影響を詳しく理解することにより、他の反応拡散系との構造の比較が可能になり、数理モデルの視点から現象の共通点と相違点を明らかにすることができる。そして、この理解が正しいかを実際の生物実験により検証し、数理モデルの改良と現象の基本構造の理解につながっていく。また、数理モデルが複雑になると、さらに数値解析の重要性が高まる。逆に、数値解でしか捕えられない現象が重要な意味を持つことも考えられる。そのようなときにも、数理モデルにおける各項やパラメータがダイナミクスに与える影響が整理されていれば、正しい理解が可能になる。この結果、生物学や医学との連携がスムーズになり、協同研究がさらに進むと期待される。

## 5.2. 長谷川雄央 (情報科学研究科数学連携推進室助教)

### 発表論文リスト

- [1] T. Hasegawa, M. Sato, and K. Nemoto: "Phase transition without global ordering in a hierarchical scale-free network", *Physical Review E* 85 (2012) 017101;1-4.
- [2] T. Hasegawa: "An Introduction to Complex Networks", *Interdisciplinary Information Sciences* Vol.17 (2011) pp.175-195.
- [3] T. Hasegawa and N. Masuda: "Robustness of networks against propagating attacks under vaccination strategies", *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (2011) P09014; 1-17.
- [4] T. Hasegawa, N. Konno, N. Masuda: "Numerical study of a three-state host-parasite system on the square lattice", *Physical Review E*, Vol.83 (2011) 046102; 1-9.

### 口頭発表リスト

- [1] T. Hasegawa, T. Nogawa, and K. Nemoto, "Percolation on complex networks and nonamenable graphs", TJASSST'11 (Tunisian Japanese Symposium on Science, Society and Technology 2011), Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011
- [2] T. Hasegawa, "Percolation on complex networks and nonamenable graphs", *Stochastic Dynamics in Mathematics, Physics and Engineering*, Bielefeld, Germany, November 2-4, 2011
- [3] 今野敬太、長谷川雄央、根本幸児：感染が引き起こすネットワークのパーコレーション転移と次数相関の関係、日本物理学会 2011 年秋季大会、ポスター番号 22pPSB-1、富山、2011 年 9 月 21 日～24 日 (\*発表者：今野)
- [4] 能川知昭、長谷川雄央、根本幸児：Cayley tree とその dual graph における Potts model の境界条件依存相転移、日本物理学会 2011 年秋季大会、講演番号 22aEC-9、富山、2011 年 9 月 21 日～24 日 (\*発表者：能川)
- [5] 長谷川雄央、今野敬太、根本幸児：感染が引き起こすネットワークのパーコレーション転移と次数相関の効果、第 8 回ネットワーク生態学研究会、湘南台、2012 年 3 月 15～16 日
- [6] 長谷川雄央：複雑ネットワーク上の感染症モデル、研究会「ソーシャルネットワークの構造とダイナミクス～ヒトの社会活動の理解予測に向けて」(マス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究「大規模ネットワークの特徴を抽出するアルゴリズムの開発と社会行動の予測」公開プログラム)、福岡、2012 年 2 月 6～10 日
- [7] 長谷川雄央：ネットワーク・トポロジーと相転移現象の数理的關係の解明に向けて、数学連携シーズ探索ミニワークショップ、仙台、2011 年 10 月 21 日
- [8] 長谷川雄央：ユークリッド格子から遠く離れて：Nonamenable Graph と Complex Network の相転移、東北大×北大 数学連携 Summer Institute、札幌、2011 年 8 月 24 日
- [9] 長谷川雄央：伝播する攻撃に対するネットワークの頑健性、AMF 第 19 回ワークショップ、仙台、2011 年 6 月 8 日

研究会の主催 (2件)

[1] CMRU 研究会「ネットワークから見る生命」、仙台、2011年12月21日-23日

[2] 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究“大規模ネットワークの特徴を抽出するアルゴリズムの開発と社会行動の予測”公開プログラム「ソーシャルネットワークの構造とダイナミクス〜ヒトの社会活動の理解予測に向けて」、福岡、2012年2月6日〜10日

外部資金等 (代表者として)

[1] 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究「大規模ネットワークの特徴を抽出するアルゴリズムの開発と社会行動の予測」80万円

[2] 東北大学大学院情報科学研究科「学際的研究プロジェクト」開拓支援経費「数学をコアとした生命科学とネットワーク科学の融合研究プロジェクト」30万円

## 研究概要

私の研究テーマは「複雑ネットワークにおける相転移現象」である。複雑ネットワークとは、WWWやインターネット、人間関係、航空網等を模した、複雑に結合したグラフである。このような複雑ネットワークの上でパーコレーションや確率過程モデルといった数理モデルを調べることはインターネットの故障に対する頑健性や人間社会における感染症の拡がり方などに関する知見を与える。さらには、これまで対称性の高いユークリッド格子系のみを考えてきた統計物理学の相転移理論の理論的枠組みを一般的なネットワーク系に拡大する試みへと繋がるものである。今年度はこの研究テーマに関して、臨界相と呼ばれる新奇の相を含む相転移の解析(論文[1],発表[1,2,4,7,8])、感染が引き起こすネットワーク構造の相転移の解析(論文[3],発表[3,5,6,9])を行った。

また、上記研究テーマとは別に生態系に関する解析的研究を行った。host-parasite モデルと呼ばれる数理生物学の標準的なモデルの解析について、統計物理学で培われた大規模数値計算の解析手法を持ち込むことで、従来の研究に比べて数値的に高精度な相図を求めた(論文[4])。

複雑ネットワーク研究は物理学、数学、情報科学から生物学、社会科学に至る学際的研究分野である。来年度以降、他分野との学際的研究を計るため、今年度は「生物学と複雑ネットワーク研究の接点」、「社会科学と複雑ネットワーク研究の接点」をテーマとした研究会をそれぞれに開催した。

## 現在進行中の研究

現在、以下4つのテーマに関する研究を進めている。

(1) メインとなる研究テーマ「複雑ネットワーク上の相転移現象」に関しては、引き続き「複雑なネットワーク構造が引き起こす新しいタイプの相転移の解析と理論構築」を目指している。現在東京大学能川知昭氏、北海道大学根本幸児准教授と新しいタイプの相転移を解析するための有限サイズスケリング法について研究している。この話題について現在論文1本が投稿中、1本が準備中である。今年度学会等で発表した「感染が引き起こすネットワーク構造の相転移」に関しても、現在論文準備をしている。さらに新しい話題として、「幾何的群論の理論を使ったネットワーク構造と相転移の数理的關係」に関する研究も行っている。

(2) 11月のドイツ・ビーレフェルト大学訪問の際、同大学 Phillipe Blanchard 教授との議論を通じて、複雑ネットワークの構造に関する問題と感染症モデルに関する問題について、幾つかの研究シーズを得た。来年度実際に研究遂行させるために現在研究準備を行っている。

(3) 今年度4月より静岡大学の数理生物学のグループと幾つかの生態系の数理モデルの研究を行っている。統計物理学の解析手法を提供する形で協力、研究している。現在論文1本が投稿中である。

(4) また、社会科学で扱われる数理モデルについての解析を北海道大学のグループと行っている。具体的には innovation、fads のモデルのマスター方程式に基づく解析とモンテカルロシミュレーションに基づく解析である。この研究を足がかりに社会科学系の研究者との連携を探りたいと考えている。

### 5.3. 大館陽太 (情報科学研究科数学連携室助教)

#### 発表論文リスト

- [1] Hans L. Bodlaender, Fedor V. Fomin, Petr A. Golovach, Yota Otachi, and Erik Jan van Leeuwen: Parameterized complexity of the spanning tree congestion problem, *Algorithmica*, to appear.
- [2] Katsuhisa Yamanaka, Yota Otachi, and Shin-ichi Nakano: Efficient enumeration of ordered trees with  $k$  leaves, *Theoretical Computer Science*, to appear.
- [3] Masanobu Ishikawa, Katsuhisa Yamanaka, Yota Otachi, and Shin-ichi Nakano: Enumerating all rooted trees including  $k$  leaves, *IEICE Transactions*, E95-D (2012), to appear.
- [4] Toshiki Saitoh, Yota Otachi, Katsuhisa Yamanaka, and Ryuhei Uehara: Random generation and enumeration of bipartite permutation graphs, *Journal of Discrete Algorithms*, 10 (2012) 84-97.
- [5] Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, and Takeaki Uno: Hardness results and an exact exponential algorithm for the spanning tree congestion problem, *Journal of Graph Algorithms and Applications*, 15 (2011) 727-751.
- [6] Kyohei Kozawa and Yota Otachi: Spanning tree congestion of rook's graphs, *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, 31 (2011) 753-761.

#### 口頭発表リスト

- [1] Meng Li, Yota Otachi, and Takeshi Tokuyama, Efficient algorithms for network localization using cores of underlying graphs, 7th International Symposium on Algorithms for Sensor Systems, Wireless Ad Hoc Networks and Autonomous Mobile Entities (ALGOSENSORS 2011), September 8-9, 2011, in Saarbrücken, Germany. *Lecture Notes in Computer Science*, to appear.
- [2] Shuji Kijima, Yota Otachi, Toshiki Saitoh, and Takeaki Uno, Subgraph isomorphism in graph classes, 14th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation (WAAC 2011), July 8-9, 2011, in Busan, Korea. *Proc. of WAAC 2011*, pp. 185-192.
- [3] Yota Otachi, Toshiki Saitoh, Katsuhisa Yamanaka, Shuji Kijima, Yoshio Okamoto, Hiroataka Ono, Yushi Uno, and Koichi Yamazaki, Approximability of the path-distance-width for AT-free graphs, 37th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG 2011), June 21-24, 2011, in Teplá, Czech. *Lecture Notes in Computer Science*, 6986 (2011) 271-282.
- [4] Yoshio Okamoto, Yota Otachi, Ryuhei Uehara, and Takeaki Uno, Hardness results and an exact exponential algorithm for the spanning tree congestion problem, 8th Annual Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC 2011), May 23-25, 2011, in Tokyo, Japan. *Lecture Notes in Computer Science*, 6648 (2011) 452-462.
- [5] Meng Li, Yota Otachi, and Takeshi Tokuyama, On the point set reconstruction from graphs, 4th Annual Meeting of Asian Association for Algorithms and Computation (AAAC 2011), April 16-17, 2011, in Hsinchu, Taiwan. *Proc. of AAAC 2011*, p. 28.

#### 受賞

情報処理学会 2011 年度コンピュータサイエンス領域奨励賞  
対象論文: Spanning tree congestion of  $k$ -outerplanar graphs  
著者: Hans L. Bodlaender, 小澤恭平, 松島孝佳, 大館陽太

#### 外部資金等 (代表者として)

2011-2012 年度: 科学研究費補助金 (研究活動スタート支援) 「混雑度の低い疎なネットワークの設計」 130 万円 + 120 万円

#### 研究概要

今年度は主に「混雑度の低い疎なネットワークの設計」を研究した。ネットワークから性質のよいサブネットワークを探す問題において最近導入された混雑度という指標について、初めて計算

理論的困難性・容易性を解明した。多くの論文発表を行うことができ、情報処理学会から「2011年度コンピュータサイエンス領域奨励賞」を与えられた。現在も引き続き「混雑度の低い疎なネットワークの設計」の研究を多なっている。さらに、2012年度は「グラフ同型性および部分グラフ同型性問題」の研究を行う。

#### 5.4. 三浦佳二 (情報科学研究科数学連携推進室助教)

##### 発表論文リスト

[1] 三浦佳二: ポピュレーションコーディングにおけるノイズ相関の影響, 日本神経回路学会誌 (2011/6/5)

[2] Keiji Miura: An Introduction to Maximum Likelihood Estimation and Information Geometry, *Interdisciplinary Information Sciences*, Vol. 17 (2011), No. 3, pp. 155-174. (2011/11/30)

##### その他の解説記事

[3] 三浦佳二: 数学連携推進室 ～ゼロからの出発～, 情報科学研究科 NEWS LETTER, Vol. 2, p. 2, 2011 (2011/10/5)

##### 口頭発表リスト

##### 国際会議発表:

[1] Kazuki Nakada, Keiji Miura, Hatsuo Hayashi, Noise-induced Phenomena in Two Strongly Pulse-coupled Resonate-and-Fire Neuron Models, *Dynamic Days 2011*, Chapel Hill, NC (2011/1/7)

[2] Keiji Miura, An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, *EASIAM 2011*, Kitakyushu, Japan (2011/6/28)

[3] Keiji Miura, Application of information geometry to neuroeconomics, *ICIAM 2011*, Vancouver, Canada (2011/7/20)

[4] Keiji Miura, An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, *International Exchange Meeting for Young Researchers at Neuroscience 2011*, Yokohama, Japan (2011/9/14)

[5] Keiji Miura, An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, *Neuroscience 2011*, Yokohama, Japan (2011/9/16)

[6] Keiji Miura, An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, *Dynamical Neuroscience XIX*, Washington DC (2011/11/10)

[7] Keiji Miura, Naoshige Uchida, Impact of structured noise correlations on efficacy of population coding, *Society for Neuroscience*, Washington DC (2011/11/15)

[8] Alice Wang, Keiji Miura, Naoshige Uchida, The dorsomedial striatum, a site for energizing and directing behavior, *Society for Neuroscience*, Washington DC (2011/11/16)

[9] Kazuki Nakada, Keiji Miura, Hatsuo Hayashi, Noise-induced Phenomena in a Two Strongly Pulse-coupled Spiking Neuron Models, *50 Years of Chaos: Applied and Theoretical*, Kyoto, JAPAN (2011/11/30)

[10] Keiji Miura, Zachary F. Mainen, Naoshige Uchida, Fast, efficient population codes in olfactory cortex through decorrelation and synchronization to theta-frequency sniffing, *Frontiers in Neuroscience: From Brain to Mind*, Kyoto, JAPAN (2011/12/8)

[11] Keiji Miura, An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, *Japanese Neural Network Society 2011*, Okinawa, Japan (2011/12/17)

##### 国内会議発表

[1] 三浦佳二: 神経活動の相関が嗅覚情報表現におよぼす影響, 加齢研セミナー (2011/4/14)

[2] 三浦佳二: イベント発生時刻の不規則性, 応用数学連携フォーラム 第18回ワークショップ, 仙台 (2011/5/12)

[3] 三浦佳二: イベント発生時刻の不規則性, 東北大×北大 数学連携 Summer Institute, 札幌 (2011/8/19)

[4] 三浦佳二: 時間変動するデータから変動しない情報を取り出す数学: 相関関数を例として, 第

#### 4 2回情報科学研究科談話会 (2011/7/7)

[5] 三浦佳二: 時間変動するデータから変動しない情報を取り出す数学, 数学連携シーズ探索ミニワークショップ(2011/10/21)

[6] 三浦佳二: An unbiased estimator of noise correlations under signal drift, 平成 23 年度 数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ 広がっていく数学 ～期待される『見えない力』～ 数学をコアとするスマートイノベーションの探索 (2011/11/29)

[7] 三浦佳二: 時間変動するデータから変動しない情報を取り出す数学, 越境する数学 (2011/12/20)

#### 外部資金等 (代表者として)

“情報幾何学の計算論的神経科学への応用”, さきがけ「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」領域, 代表, 総額 600 万円, 平成 20 年 10 月-平成 24 年 3 月, 科学技術振興機構

#### 研究概要

本年度は主に、無限次元の情報幾何学を利用したデータ解析手法の開発に関する研究を行った。その目的と将来性について以下にまとめた。

研究の目的: 脳活動などの, トレンドを持って時間変動するデータに対しては, 定常性を仮定した従来のデータ解析手法では, 必ずしも十分な情報が得られないため, 非定常な時系列に対応できるデータ解析手法が必要とされている。特に, 時系列のトレンドには“無限に多くの可能性”が存在する中で, その時間変動形に一切何の仮定も置かなくとも揺らぎや相関などの高次統計量を推定できれば, 大変有用なデータ解析手法となりうる。そこで, 時間変動するデータから, 時間変動しない情報のみを幾何学的に「射影」して取り出す数学的方法を考案する。仮にトレンドの可能性を場合分けしてプログラムを書いたとしても, “無限の可能性”に対応することは原理的に不可能であるが, これが情報幾何学の数学を有効に活用することで初めて可能となる。時系列データをこのような視点で捉えることで, 脳科学を中心とした諸分野における重要問題の解決を目指した。波及効果や将来性: 開発された方法は, データ解析一般の道具立てとなりうる。特に, 従来の多変量解析法の「非定常版」を提供することで, あらゆる科学の基盤となるデータ解析手法を提供することを目指している。特に応用面でのブレークスルーを常に意識して, 諸分野において重要な問題を解決したいニーズと, 数学サイドから提案可能な方法論のシーズのマッチングを探求し続けたい。諸分野のニーズに駆動された数学の発展を目指す。

#### 現在進行中の研究

- [1] 記号列データへの情報幾何学の応用
- [2] グラフの Hodge 分解の物質・生命データへの応用
- [3] 時間遅れを伴う系の位相縮約の一般理論