

東北大学重点戦略支援プログラム（平成22～26年度）
「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」

平成23年度活動報告

プログラムリーダー
情報科学研究科・教授
尾畑 伸明

目次

1. 概略	1
2. 研究組織	2
3. 研究集会の主催・共催	3
4. ワーキンググループ	13
5. SMART セミナー	14
6. プログラム専任助教の実績	16
7. 23年度中に終了したワーキンググループ報告	28
8. 参考資料	38

1. 概略

プログラム2年目にあたる（ただし、1年目は4か月だけであり、もっぱら準備にあてられた）。プログラム専任助教6名が着任して本格的な活動を開始した。国際研究集会、ウィンタースクール、ワークショップなどを実施し、様々なレベルで異分野交流を推進した。ワーキンググループを中心に共同研究を推進するとともに、萌芽的な研究課題の探索を継続している。

2. 研究組織

リーダー

尾畑 伸明 情報科学研究科・教授

サブリーダー

小谷 元子 理学研究科数学専攻・教授

数理材料科学領域

小谷 元子 (班長) 理学研究科数学専攻・教授

宮岡 礼子 理学研究科数学専攻・教授

平山 祥郎 理学研究科物理学専攻・教授

阿尻 雅文 原子分子材料科学高等研究機構・教授

久保英夫 情報科学研究科・教授

*前田昌也 理学研究科数学専攻・助教

数理生命科学領域

高木 泉 (班長) 理学研究科数学専攻・教授

小川 卓克 理学研究科数学専攻・教授

木村 芳孝 国際高等研究教育機構・教授

西田 有一朗 医学系研究科・助教 (平成 23 年 10 月まで、退職)

*鈴木 香奈子 情報科学研究科・助教 (平成 24 年 3 月まで、転出)

*三浦佳二 情報科学研究科・助教

*小野寺有紹 理学研究科数学専攻・助教

IT コミュニケーション領域

徳山 豪 (班長) 情報科学研究科・教授

宗政 昭弘 情報科学研究科・教授

出口 光一郎 情報科学研究科・教授

小林 直樹 情報科学研究科・教授 (平成 24 年 3 月まで、転出)

田中 和之 情報科学研究科・教授

*大館陽太 情報科学研究科・助教 (平成 24 年 3 月まで、転出)

社会環境システム領域

尾畑伸明 (班長) 情報科学研究科・教授

*長谷川雄央 情報科学研究科・助教

3. 研究集会の主催・共催

異分野研究者との研究交流の場を作るために、学内外の研究者を招聘して、研究集会を主催・共催した。東日本大震災のため、活動は後半に集中している。

3.1. 数学連携シーズ探索ミニワークショップ

日時：2011年10月21日（金）9:50～17:00

場所：東北大学理学研究科合同棟 508 室

概要：本学において数学と諸分野との連携を推進している若手研究者による集中セミナー

プログラム：

9:50-10:00 東北大学数学連携活動の紹介 - 尾畑伸明

10:00-10:20 前田昌也

Construction of blow-up solutions for Zakharov system on T^2

10:30-10:50 義永那津人

Active soft matters: 自発運動と細胞の力学

11:00-11:20 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

11:30-11:50 黒田紘敏

周期的なハミルトニアンの状態密度について

13:30-13:50 田中亮吉

Hydrodynamic limit in crystal lattices.

14:00-14:20 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

14:30-14:50 小布施祈織

ジェット形成と発展 -- 2次元回転球面上の Navier-Stokes 流

15:30-15:50 松江要

Topological characterization of spatiotemporal patterns

16:00-16:20 鈴木香奈子

ある現象を記述する数理モデルのメカニズムと空間パターンについて

16:30-17:00 萩田克美（防衛大学）

高分子物理と数学による材料との連携

17:00 閉会の挨拶 - 西浦廉政



3. 2. 国際会議 Mathematical Models of Biological Phenomena and their Analysis

日時：2011 年 11 月 21 日（月）～24 日（木）

会場：仙台国際センター

Scientific Committee：Yoh Iwasa (Fukuoka), Willi Jaeger (Heidelberg), M. Kotani (Sendai), M. Mimura (Tokyo), Y. Nishiura (Sapporo)

Organizing Committee：A. Marciniak-Czochra (Heidelberg), K. Suzuki (Sendai), I. Takagi (Sendai)

Sponsors：東北大学「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」プログラム、JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research (A) #22244010

参加者総数：62 人（内、海外ゲストは 2 カ国（ドイツとポーランド）から 8 人）

プログラム

November 21, 2011

14:00 Opening

14:10 - 14:40 Motoko Kotani (Tohoku University)

Smart Innovation based on mathematics

14:50 - 15:40 Atsushi Mochizuki (RIKEN Advanced Science Institute)

Structure of regulatory networks and dynamics of bio-molecules: Predicting unknown from known

16:00 - 16:50 Grzegorz Karch (University of Wroclaw)

Unstable patterns in reaction-diffusion systems

17:00 - 17:50 Takayoshi Ogawa (Tohoku University)

Asymptotic behavior of solutions to degenerate drift-diffusion system

November 22, 2011

10:00 - 10:50 Atsushi Tero (Kyushu University)

Adaptive network theorem with true slime mold

11:00 - 11:50 Ikuko Motoike (Tohoku University)

Branching pattern formation with excitation wave propagation

13:30 - 14:15 Agnieszka Ulikowska (University of Warsaw)

Introduction to structured population dynamics, 1

14:15 - 15:00 Agnieszka Ulikowska (University of Warsaw)

Introduction to structured population dynamics, 2

15:15 - 17:30 Poster Session

Steffen Haerting (University of Heidelberg): Non-Turing patterns in a Turing-type system

Alexandra Koethe (University of Heidelberg): The role of multistability in biological pattern formation

Masaaki Kudo (Tohoku University): Movement of solutions with a boundary spike to a semilinear parabolic equation

Madoka Nakayama (Tohoku University): Stationary solutions of a head regeneration model of hydra based on receptor-ligand reaction

Harunori Monobe (Tohoku University): Existence and behavior of spherically symmetric solutions for a free boundary problem related to amoeba motion

Thomas Stiehl (University of Heidelberg): Mathematical modelling of stem cell dynamics: Insights into blood regeneration and leukemia

Masaki E. Tsuda (RIKEN Advanced Science Institute): Computational analysis for the rotation of *Drosophila* male terminalia

Agnieszka Ulikowska (University of Warsaw): Two-sex, age-structured population model

November 23, 2011

10:00 - 10:50 Yasumasa Nishiura (Hokkaido University)

Is codim 2 singularity imbedded in the dynamics of contemplative amoeboid locomotion?

11:00 - 11:50 Piotr Gwiazda (University of Warsaw)

Discrete and continuous models of cell differentiation and division

13:30 - 14:20 Masayasu Mimura (Meiji University)

Active aggregation in two-mode randomly dispersing models

14:30 - 15:20 Andres Chavarria (University of Heidelberg)

Modelling growth and transport processes in plants

15:40 - 16:30 Yoh Iwasa (Kyushu University)

Evolution of masting: synchronized and intermittent reproduction of trees

16:40 - 17:30 Mario Mommer (University of Heidelberg)

Automatic upscaling of transport through disordered media using random walk data from atomistic models

November 24, 2011

9:45 - 10:35 Takashi Teramoto (Chitose Institute of Science and Technology)

Spot dynamics with peanut instability in dissipative systems

10:45 - 11:25 Masakado Kawata (Tohoku University)

Genetic mechanisms for limits to adaptive evolution

SMART 23 年度活動報告

11:30 - 12:00 Roundtable

12:00 Closing



3.3. 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

講師：安生健一（株式会社オー・エル・エム・デジタル）

梶原健司（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授）

金谷健一（岡山大学自然科学研究科教授）

Konrad Polthier（ドイツ Freie 大学教授）

Sami Brandt（フィンランド、Oulu 大学/デンマーク、Copenhagen 大学教授）

Ernie Esser（米国、カリフォルニア大学アーバイン校研究員）

受講者：本学 10 名、本学外 16 名（企業関係 1 名を含む）



プログラム

11月24日（木）Mathematical aspects of Computer Graphics

10:00-12:00 Ken Anjyo

Transforming 2D image to 3D animation – From a practitioner's viewpoint

13:30-16:30 Konrad Polthier

Discrete Differential Geometry – Concepts and Applications

11 月 25 日 (金) Variational Methods for Computer Vision

9:00-12:00 Kenji Kajiwara

Discretization of planar curve motions and discrete integrable systems

13:30-16:30 Ernie Esser

Primal Dual Algorithms for Convex Optimization in Imaging Science

11 月 26 日 (土) Optimal Estimation for Computer Vision

9:00-12:00 Kenichi Kanatani

Optimal Estimation for Computer Vision Applications

13:30-16:30 Sami Brandt

On the probabilistic multi view geometry

3.4. 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)

開催趣旨：東北大学は重点戦略支援プログラムの一つとして「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」(略称：SMART プログラム) (平成 22～26 年度) を採択し、5 年間で数学と諸分野の連携を強化し、総合大学としての学術基盤を構築することとなった。本ワークショップでは、このプログラムを通して得られてきた数学連携の知見をもとに、数学を現実の問題に適用していく上で困難さの原因は何か、その困難さを乗り越えるためには何が必要か、そして真の意味でのブレークスルーをもたらすための方策はどのようなものかについて議論を深め、数学連携の目指すべき方向性を現況報告とパネル討論を通して探ってゆきたい。

講演者：坪井俊 (東京大学大学院数理科学研究科)

庄子哲雄 (東北大学エネルギー安全科学国際研究センター & 未来科学技術共同研究センター)

SMART 23 年度活動報告

木下賢吾（東北大学大学院情報科学研究科）

平山祥郎（東北大学大学院理学研究科）

徳山豪（東北大学大学院情報科学研究科）

高橋真木子（理化学研究所）

プログラム

1300-1310 開会挨拶

亀山充隆（東北大学大学院情報科学研究科長）

太田慎一（文部科学省研究振興局基礎研究振興分析官）

1315-1345 坪井俊

なぜ私がこのワークショップに？ ～数学者はどのように連携すべきか～

1350-1420 庄子哲雄

金属/酸化物界面における酸化の局在化・加速化過程と応力腐食割れ発生

1440-1500 木下賢吾

生命科学と数学の連携例と今後の課題

1510-1530 平山祥郎

量子物性研究における理論と実験

1540-1600 徳山豪

ゾーンダイアグラム：新しい勢力均衡図とその数理

1620-1730 パネル討論：異分野融合を進めるには

コーディネーター：小谷元子

パネリスト：尾畑・高橋・庄子・平山・木下・徳山

1620-1630 尾畑伸明 東北大学における数学連携の取り組み

1630-1650 高橋真木子 リサーチアドミニストレーター～その機能と展開について～

1730 閉会挨拶 尾畑伸明

ポスター展示：SMART プログラムの研究活動



3.5. 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) 10:00～18:00

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」

プログラム

12 月 21 日(水)

10:00-12:40 長谷武志（東京医科歯科大学）

タンパク質間相互作用ネットワークの構造、進化、そして、薬剤標的分子の探索への応用 (* UST)

14:00-16:40 望月敦史（理化学研究所／東京工業大学）

生命の複雑制御ネットワークの構造とダイナミクス (* UST)

17:00-18:00 大林武（東北大学・情報科学研究科）

遺伝子共発現ネットワークの比較 (* UST)

12 月 22 日(木)

10:00-12:40 田中剛平（東京大学）

振動子ネットワークの頑健性と相転移

14:00-16:40 竹本和広（さきがけ／東京大学）

代謝系—ネットワークからの理解 (* UST)

17:00-18:00 岩寄航（東北大学・生命科学研究科）

新奇形質の進化における隠蔽変異の寄与：遺伝子制御ネットワークの個体ベースモデル (* UST)

23 日(金・祝) グループディスカッション（予備日）

※ 特記事項：一部の講演(*UST)を USTREAM によって中継した。

3.6. 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) 10:30～12:00

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）

SMART 23 年度活動報告

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」

補注：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。

プログラム

2月6日(月) 10:30~12:00 齊藤和巳 (静岡県立大学)

ソーシャルネットワーク上での情報拡散・意見形成モデル

2月7日(火) 10:30~12:00 長谷川雄央 (東北大学)

複雑ネットワーク上の感染症モデルの数理

2月8日(水) 10:30~12:00 岡田 好美 (株式会社 アイ・エム・ジェイ)

ウェブマーケティングにおけるレコメンドと購買行動について

2月9日(木) 10:30~12:00 林幸雄 (北陸先端科学技術大学院大学)

フラクタル階層分割によるネットワーク構築 -近未来の通信網に向けて-

2月10日(金) 10:30~12:00 鳥海 不二夫 (名古屋大学)

東日本大震災時の Twitter における情報共有

※ 特記事項：月、火、木、金の講演は USTREAM によって中継した。

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～
日時：2012年2月6日(月)から10日(金)毎日10:30から12:00
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7

プログラム

6日(月) 10:30-12:00
講演者：齊藤 和巳 (静岡県立大学)
題 目：ソーシャルネットワーク上での情報拡散・意見形成モデル

7日(火) 10:30-12:00
講演者：長谷川 雄央 (東北大学)
題 目：複雑ネットワーク上の感染症モデルの数理

8日(水) 10:30-12:00
講演者：岡田 好美 (株式会社 アイ・エム・ジェイ)
題 目：ウェブマーケティングにおけるレコメンドと購買行動について

9日(木) 10:30-12:00
講演者：林 幸雄 (北陸先端科学技術大学院大学)
題 目：フラクタル階層分割によるネットワーク構築 -近未来の通信網に向けて-

10日(金) 10:30-12:00
講演者：鳥海 不二夫 (名古屋大学)
題 目：東日本大震災時の Twitter における情報共有

講演概要：http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/events/view/751
アクセス：http://suuin.jp/kyushu-u.ac.jp/info/index.html
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」



USTREAM

番組 すべての番組		
期間 2012/02/05 - 2012/02/12		
詳細		
Days	Unique viewers	Viewer hours
2012/02/06	37	21.58
2012/02/07	20	10.61
2012/02/08	12	4.62
2012/02/10	12	4.30
合計		
Days	Unique viewers	Viewer hours
	81	41.11

3. 7. 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

Organizing Committee: Nobuaki Obata, Motoko Kotani, Keiji Miura, Michiaki Onodera, Masaya Maeda

Sponsored by: Tohoku University's Focused Research Project Interdisciplinary Mathematics Toward Smart Innovations

Program

March 13 (Tue)

10:00-10:20 Takehisa Hasegawa

(Graduate School of Information Sciences, Tohoku Univ.)

Novel percolation transition in complex networks and nonamenable graphs

10:20-10:40 Keiji Miura (Graduate School of Information Sciences, Tohoku Univ.)

An unbiased estimator of noise correlations under signal drift

11:00-11:20 Hiroto Kuroda (Graduate School of Science, Tohoku Univ.)

The density of state of the Tomonaga-Luttinger liquid with geometric conditions

11:20-11:40 Kaname Matsue (Graduate School of Science, Tohoku Univ.)

Rigorous numerical verification of local dynamics around equilibria of dynamics in infinite dimensions

13:10 Michitaka Kameyama (Graduate School of Information Sciences, Dean)

Welcome Address

13:20-13:40 Masaya Maeda (Graduate School of Science, Tohoku Univ.)

Concentration of the least energy solution in a thin domain

13:40-14:00 Michiaki Onodera (Graduate School of Science, Tohoku Univ.)

A new geometric flow of surfaces and its application

14:00-14:20 Kanako Suzuki (Graduate School of Information Sciences, Tohoku Univ.)

Patterns in activator-inhibitor systems based on the diffusion driven instability

14:45-15:35 Uzy Similansky (Weizmann Institute of Physical Sciences, Israel)

Oscillations and Vibrations - The Sturm and Courant Theorems Revisited

16:00-16:50 Yoshitaka Kimura (International Advanced Research and Education

Organization, Tohoku Univ.)

Mathematical formulas of gene-protein network

SMART 23 年度活動報告

March 14 (Wed)

10:00-10:30 Etsuo Segawa

(Graduate School of Information Science and Technology, Univ. of Tokyo)

Brief invitation to quantum walks

11:00-11:20 Ryokichi Tanaka (WPI-AIMR Tohoku Univ.)

Mendel-Naor's ultrametric subsets and geometric data analysis

11:20-11:40 Natsuto Yoshinaga (WPI-AIMR Tohoku Univ.)

Self-propulsion of a drop driven by Marangoni flow

13:30-14:20 Hiroya Nakao (Graduate School of Information Science and Engineering,

Tokyo Institute of Technology)

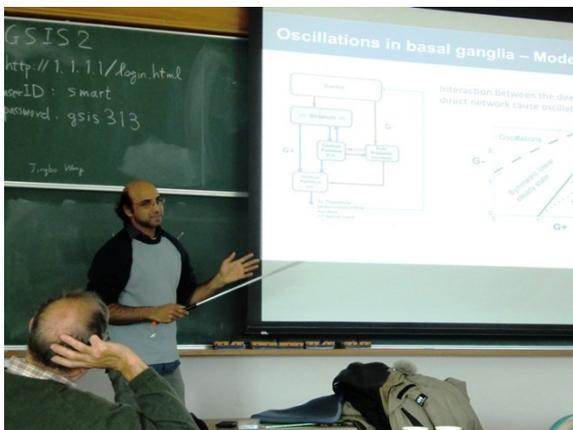
Spatio-temporal pattern formation in reaction-diffusion systems on complex networks

15:00-15:50 Arvind Kumar (University of Freiburg, Germany)

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

16:10-17:00 Uzy Smilansky (Weizmann Institute of Physical Sciences, Israel)

Nonlinear schrodinger equation on networks



4. ワーキンググループ

番号	名称	責任者	期間
1*	数理生物学研究集会組織委員会	高木泉	22.12.1～23.11.24
2	光が拓く材料工学と数理科学の新接点 WG	久保英夫	22.12.2～
3	応用代数学研究 WG	宗政昭弘	22.12.16～
4	情報科学研究科CMRU発足記念シンポジウム実行委員会	尾畑伸明	23.1.10～2.24
5	複雑に結合した系の統計物理を研究する WG	長谷川雄央	23.4.1～
6*	数学・数値解析学・生物学の連携によるパターン形成のメカニズム解明WG	鈴木香奈子	23.4.1～24.3.1
7*	低混雑度ネットワーク設計WG	大舘陽太	23.4.1～24.3.3
8	脳型情報処理	三浦佳二	23.4.1～
9	情報幾何学	三浦佳二	23.4.1～
10	発生生物学のパターン形成の数理モデルの解析と実験	高木泉	23.4.1～
11*	ハートリー方程式研究 WG	前田昌也	23.4.5～24.3.31
12	幾何学的保存則による界面運動の解析 WG	小野寺有紹	23.4.7～
13	量子伝達の数理	小谷元子	23.4.25～
14	SMART-ZiF Joint Research on Mathematical Approach to Social Networks	尾畑伸明	23.5.1～
15	ソフトマターの数理	小谷元子	23.5.9～
16*	画像処理とコンピュータビジョンの数理的側面(MAIPCV)ウィンタースクール実行委員会	出口光一郎	23.5.17～24.3.31
17	生命データ解析勉強会	三浦佳二	23.5.24～
18	数学連携星陵サテライト組織委員会	三浦佳二	23.5.26～
19*	東北大=北大 数学連携Summer Institute 2011組織委員会	三浦佳二	23.6.13～8.24
20	e-サイエンスにおける幾何学データ処理	徳山豪	23.6.24～

SMART 23 年度活動報告

21	遺伝子ネットワークの非線形数理解析	木村芳孝	23.7.1～
22	生態系モデルの解析 WG	長谷川雄央	23.8.10～
23*	CMRU研究会「ネットワークから見る生命」 組織委員会	長谷川雄央	23.6.1～23.12.23
24*	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」組織委員会	長谷川雄央	23.9.30～24.2.10

網掛けのものは前年度までに終了したもの

* 23 年度中に終了したもの（7 章に報告書がある）

5. SMART セミナー

毎週金曜日には、若手研究者が中心となって話題提供と討論を目的としたセミナーを実施している。発表者は形式にとらわれずに、問題を掘り下げて討論ができるように配慮している。23 年度は 24 回開催した。



5 月 1 3 日（金）	小野寺有紹	Hele-Shaw流とモーメント問題
5 月 2 0 日（金）	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 移現象
5 月 2 7 日（金）	鈴木香奈子	ある発癌モデルの数理解析

6月10日(金)	前田昌也	非線形シュレディンガー方程式
6月17日(金)	三浦佳二	圧縮センシングについて
7月1日(金)	大館陽太	グラフのisomorphism判定問題を解くためのグラフの階層化アルゴリズム
7月8日(金)	瀬川悦生 (東京大学)	量子ウォークについて
7月15日(金)	黒田紘敏	特異拡散方程式による画像修復
7月22日(金)	尾畑伸明	量子確率論とグラフのスペクトル解析について概説
7月29日(金)	鈴木香奈子	頭蓋骨の成長モデル
8月5日(金)	小野寺有紹	質点系のつくる重力場と等しいポテンシャルをもつ密度一様分布の領域の存在について
9月9日(金)	三浦佳二	Hodge 分解の Netflix 懸賞問題への応用
10月7日(金)	前田昌也	How to construct a blow-up solutions of PDE
10月14日(金)	長谷川雄央	複雑ネットワーク上の感染症モデルの解析と動的ワクチン接種の理論構築
10月28日(金)	鈴木香奈子	楕円型方程式の定数解と非定数解の関係
12月2日(金)	大館陽太	Erdos-Sos 予想と部分グラフ同型性について
12月9日(金)	松江要	区間演算と Conley index
12月16日(金)	前田昌也	変分法と量子ホール効果
1月6日(金)	小野寺有紹	Hele-Shaw 流から見たモーメント問題 I
1月13日(金)	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
1月20日(金)	黒田紘敏	量子細線の数理
1月27日(金)	小野寺有紹	Hele-Shaw 流から見たモーメント問題 II
2月3日(金)	前田昌也	1次元以上の集中点をもつ楕円型方程式のピーク解について
2月24日(金)	長谷川雄央	スピン系における分配関数の零点と臨界点について

6. プログラム専任助教の実績

6.1. 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。

6.2. 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ール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・ビーレフェルド大学訪問の際、同大学 Phillippe 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。

6.3. 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, 大舘陽太

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) 130 + 120 万円

採択課題: 混雑度の低い疎なネットワークの設計 [23800004]

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。

6. 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42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て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への応用
- [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

6.5. 小野寺有紹（理学研究科数学専攻助教）

発表論文リスト

- [1] M. Onodera, Stability of the interface of a Hele-Shaw flow with two injection points. *SIAM J. Math. Anal.* 43 (2011), no. 4, 1810-1834.
- [2] M. Onodera, On the shape of solutions to an integral system related to the weighted Hardy-Littlewood-Sobolev inequality. *J. Math. Anal. Appl.* 389 (2012), no. 1, 498-510.

口頭発表リスト

- [1] RIMS Conference on "Progress in Variational Problems --- Variational Methods in the Study of Evolution Equations ---", 京都大学数理解析研究所, 2011 年 6 月 8 日, "Profiles of solutions to an integral system related to the weighted Hardy-Littlewood-Sobolev inequality".
- [2] RIMS Conference on "微分方程式に対する幾何解析の展開", 京都大学数理解析研究所, 2011 年 7 月 26 日, "Hele-Shaw 流における自由境界の漸近挙動について".
- [3] Workshop "Operator theory and integrable systems", Mittag-Leffler Institute, Djursholm, Sweden, 2011 年 09 月 28 日, "Stability of a Hele-Shaw flow with two point sources in H^{∞} older spaces".
- [4] 杜の学校 2011 -- 複素解析的方法による自由境界問題の解析, 東北大学, 2011 年 12 月 17, 18 日, "Theory of quadrature domains applied to the Laplacian growth".
- [5] 2011 Taiwan-Japan Joint Workshop on PDEs and Geometric Analysis, National Center for Theoretical Sciences, Hsinchu, Taiwan, 2011 年 12 月 20 日, "Stability of quadrature domains under Hele-Shaw evolution with two point sources".

研究概要

発表論文[1] では, **Hele-Shaw** 流の問題に対し, 初期時刻における領域の境界に摂動が加えられた場合に, 時刻とともにその摂動がどのような振る舞いをするかについて, 自由境界問題を無限次元力学系の問題へと再定式化し函数解析学的手法により考察した. 本研究では, この界面の安定性の問題を抽象発展方程式の枠組みで考察し, 作用素の解析的半群の理論および最大正則性の理論を用い, 界面に与えられた摂動が 2 階微分 (したがって, 曲率) まですべて時刻とともに減衰することをその精密な評価とともに示した.

発表論文[2] の表題にある応用上重要な不等式の最良定数を求める問題は, 制限付き変分問題として捉えることができ, その **Euler-Lagrange** 方程式は非線型積分方程式系によって記述される. 不等式に現れる指数や解を特別な場合に制限する場合, 問題は単独の積分方程式に帰着され, 山辺の問題などでよく知られる半線型の楕円型方程式と同値になる. この場合, **Lieb** や **Gidas, Ni, Nirenberg**, また **Caffarelli, Gidas, Spruck** により, 上記の微分方程式の解が球対称となることが示されている. 本研究では, 一般の指数に関する積分方程式系に対し, 解が球対称となること, およびその正則性と原点や無限遠点の近傍における形状を求めた. 証明では, **Chen, Li, Ou** による積分版移動平面法とともに, 非線形作用素を導入し不動点定理を適用した. 得られた結果は, 先行結果を一般の指数に対し拡張したものである.

現在進行中の研究

原点から流体の注入点とする **Hele-Shaw** 流において, 各時刻の流体領域の 1 次以上の全てのモーメントは時間に対して不変量となるという極めて特徴的な性質をもつ. このことから, 工学的応用の重要性から要請される **Hele-Shaw** 流の問題を, 数学的厳密な手法によって解析することを可能となる. また, 古典的モーメント問題や **Newton** 力学における重力場に関する問題もまた, この“流れ”を用いて解析できる.

本研究では, 同様の性質をもつ閉曲面の発展を記述する数学的“流れ”を考える. すなわち, 各時刻の曲面のモーメントが時間に対して不変となるような曲面流を定式化し, それを用いることで, 対応するモーメント問題や重力場の問題を解析する. 現在は, その曲面流が実際に滑らかな解を一意的に持つこと, また, その安定性について, 抽象発展式の理論, 特に作用素の半群理論と **Fourier** 作用素の理論を用いて調べている.

6. 6. 前田昌也 (理学研究科数学専攻助教)

発表論文リスト

[1] M. Maeda and J. Segata: Existence and stability of standing waves of fourth order nonlinear Schrödinger equation related to vortex filament,” *Funkcialaj Ekvacioj*, 54 (2011), 1-14.

アーカイブ投稿中

- [2] M. Maeda: Stability of bound states of Hamiltonian PDEs in the degenerate cases, arXiv:1107.3629.
- [3] M. Maeda and S. Masaki: An example of stable excited state on nonlinear Schrödinger equation with nonlocal nonlinearity, arXiv1109.2653.
- [4] N. Kishimoto and M. Maeda: Construction of blow-up solutions for Zakharov system on T^2 arXiv1109.3528.
- [5] M. Maeda: Stability of ground states of NLS with fourth order dispersion, preprint.
- [6] M. Maeda and S. Masaki: A survey on nonlinear Schrödinger equation with growing nonlocal nonlinearity, preprint.

口頭発表リスト

- [1] 前田昌也 “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,” 応用数学連携フォーラム第 19 回ワークショップ, 東北大学 2011/6/8.
- [2] M. Maeda and N. Kishimoto (講演者は Maeda) “Construction of blow up solutions for Zakharov system on \mathbb{T}^2 ,” The 4th MSJ-SI Nonlinear Dynamics in Partial Differential Equations, 九州大学 2011/9/14.
- [3] 前田昌也, 眞崎聡 (講演者は前田) “A stable excited state for negative Hartree equation,” 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学 2011/10/1.
- [4] 前田昌也 “Stability of bound states of Hamiltonian PDEs in the degenerate cases,” 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学 2011/10/1.
- [5] 岸本展, 前田昌也 (講演者は岸本) “Blow-up for the Zakharov system on 2D torus,” 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学 2011/10/1.
- [6] 前田昌也 “On the standing waves of negative Hartree equation,” 第 98 回神楽坂解析セミナー, 東京理科大学 2011/10/22.
- [7] 前田昌也 “Hamiltonian PDE の孤立波解の安定性について,” 東北大学理学研究科数学専攻談話会、東北大学 2011/10/31.
- [8] Masaya Maeda “Construction of blow-up solutions for Zakharov system on \mathbb{T}^2 ,” Stability problems in nonlinear dispersive PDEs, University of Cergy-Pontoise, Paris, France 2011/11/23.

研究概要

23 年度は非線形シュレディンガー方程式の解の挙動の解析を中心に研究した。非線形シュレディンガー方程式 (NLS) は非線形光学, プラズマ物理学, 流体力学, Bose-Einstein 凝縮など物理学の様々な分野に登場する方程式である。この NLS の解として最も有名で特徴的

なものとしてソリトン解（または孤立波解）が挙げられる。ソリトン解は空間的に局在化している解であり、NLS とそれに類似した方程式（4 階 NLS, Zakharov 方程式）において存在すると考えられている。近年、NLS のソリトン解の存在、安定性、挙動は光ファイバー中のパルス、プラズマの崩壊現象、流体中の渦糸と密接にかかわりを持っていることからますます注目を集めている。私はソリトン解の安定性について

- ・抽象的な枠組みにおけるソリトン解の安定性の判定条件の導出 ((1)2),
- ・物理学において現れる個々の NLS 型方程式のソリトン解の存在と安定性の研究 ((1)1,3,5,6),
- ・ソリトン解を用いたプラズマの不安定性の研究 ((1) 4),

を行った。特に、(1) 3, において、私は学習院大学の眞崎聡氏との共同研究において半導体に現れる NLS を低次元において考察し、今まで知られていなかった高エネルギーにもかわらず安定となるソリトン解の存在を証明した。この結果は今までの予想(高エネルギーのソリトンは全て不安定)を覆し、数学、物理学ともにあまり注目してこなかった高エネルギー解がじつは解の挙動、物理系の性質に対して重要な役割を担っている可能性があることを示唆している。

現在は、

- ・ソリトン解を用いたプラズマの不安定性の研究
- ・生物モデルの方程式に対して NLS の手法を適用すること

の二点を研究中である。まず、一点目について説明する。2 次元、3 次元におけるプラズマの挙動は非線形シュレディンガー方程式 (NLS) と類似の Zakharov 方程式において記述される。物理学においてプラズマは乱流状態になることが知られているが、このことに関する数学的な研究は少なかった。私は京都大学の岸本展氏と共同で 2 次元周期境界条件下での Zakharov 方程式の爆発解をソリトン解を用いて構成することに成功した。この解は物理学的な視点ではプラズマの乱流に相当すると考えられている。もちろん、現実世界は 3 次元であり、現在は空間 3 次元における Zakharov 方程式の爆発解を構成することを目指している。次に二点目について説明する。従来、私のような物理学をモデルとする偏微分方程式 (NLS など) の研究者は生物学や数理生物学に対してあまりかかわりを持ってこなかった。しかしながら、SMART プログラムの活動により、同じく SMART 助教であり、生物学をモデルとして研究している鈴木香奈子氏と討論するようになり、NLS の研究で培われてきた技術が生物学をモデルとする数学においても適用できることを発見した。より具体的には細い領域中のパターン形成の問題に関してソリトン解を求める手法を適用することを考えている。来年度はこのことを突き詰めパターンの構成、挙動を研究するつもりである。さらに、より広く物理数学と生物数学を横断するような問題探していきたい。

7. 23 年度中に終了したワーキンググループ報告

ワーキンググループ名称	【1】数理生物学研究集会組織委員会
ワーキンググループ・リーダー	高木 泉
提出日	平成 23 年 11 月 26 日
活動期間	平成 22 年 12 月 1 日発足～平成 23 年 11 月 24 日
目的	Heidelberg 大学の数理生物学を中心とする応用数学者のグループと本学の数学者及び他分野研究者との共同研究を推進するため
ワーキンググループ・メンバー	高木 泉, 小谷元子, 鈴木香奈子
活動記録	2011 年 11 月 21 日から 24 日まで仙台国際センターにて Heidelberg 大学等から 8 名の海外研究者を招き, "Mathematical Models of Biological Phenomena and their Analysis"を開催した. Heidelberg 大学から 2 名, Warsaw 大学から 2 名, Wroclaw 大学から 1 名, 本学から 4 名, 国内他大学等から 6 名が講演し, 8 名がポスターによる発表をした. 62 名の参加を得た.
特記事項	Heidelberg 大学からの参加者から帰国後, 今後の協力体制構築に向かって具体的に検討したい旨, 提案があった.

ワーキンググループ名称	【6】数学・数値解析学・生物学の連携によるパターン形成のメカニズム解明 WG
ワーキンググループ・リーダー	情報科学研究科数学連携推進室・鈴木香奈子
提出日	平成23年4月7日
活動期間	平成23年4月1日発足～平成24年3月1日解散
目的	自然界に見られるパターン形成のメカニズム解明に向けて、反応拡散系の解析からアプローチを行う。数学、数値解析学、生物学の連携による新たな研究分野確立も目指す。
ワーキンググループ・メンバー	鈴木香奈子（情報科学研究科）
活動記録	<p>4月1日 ワーキンググループとして始動</p> <p>4月19日 これまでの活動を論文にまとめ学術誌に投稿し、新たな課題の設定を始める</p> <p>7月4日～8日 ハイデルベルグ大学に滞在し、新たな課題について議論と準備をする</p> <p>11月 論文の素案をまとめる</p> <p>2月16日から3月1日 ハイデルベルグ大学に滞在し、論文を投稿できる段階に仕上げWGを解散する</p>
特記事項	<p>研究は、A. Marciniak-Czochra（ハイデルベルグ大学）のグループと連携して進める。本ワーキンググループは、特に数理モデルの理論的解析を担う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 6月21日 国際研究集会 Second Italian-Japanese Workshop GEOMETRIC PROPERTIES FOR PARABOLIC AND ELLIPTIC PDE's (Italy) において、本研究の内容を含む講演を行った。 ● 6月27日 共同研究者の A. Marciniak-Czochra が、国際研究集会 8th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology (Poland)において、本研究の内容を含む講演を行った。 ● 11月4日 国際研究集会 Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations--China-Japan Joint Project for Young Mathematicians (China)において、本研究の内容を含む講演を行った。 ● 11月21日 共同研究者の G. Karch が、国際研究集会 Mathematical Models of Biological Phenomena and their Analysis（仙台）において、本研究の内容を講演した。 ● 2012年1月23日 国際研究集会「第29回九州における偏微分方程式研究集会」（九州大学西新プラザ）において、本研究内容の講演を行った。 ● 2012年2月3日 研究集会「松山解析セミナー 2012」（愛媛大学理学部）において、本研究内容の講演を行った。

ワーキンググループ名称	【7】低混雑度ネットワーク設計 WG
ワーキンググループ・リーダー	情報科学研究科・助教・大舘陽太
提出日	平成 23 年 4 月 7 日
活動期間	平成 23 年 4 月 1 日発足～平成 24 年 3 月 3 日終了
目的	構造的グラフ理論の手法を用いて、ネットワークを模倣する低混雑度・低密度のサブネットワーク設計に対する高速アルゴリズムを与える事を主目的とする。
ワーキンググループ・メンバー	大舘陽太（情報科学研究科・助教）
活動記録	<p>平成 23 年度</p> <p>【5 月】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京で行われた国際会議 TAMC 2011 にて研究成果を発表した。 <p>講演題目: Hardness Results and an Exact Exponential Algorithm for the Spanning Tree Congestion Problem</p> <p>学会名: 8th Annual Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC 2011)</p> <p>日時: 2011 年 5 月 23-25 日</p> <p>【6 月】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・チェコで行われた国際会議 WG 2011 にて研究成果を発表した。 <p>講演題目: Approximability of the Path-Distance-Width for AT-free Graphs</p> <p>学会名: 37th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science</p> <p>日時: 2011 年 6 月 21-24 日</p> <p>【7 月】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・韓国で行われた国際会議 WAAC 2011 にて研究成果を発表した。 <p>講演題目: Subgraph isomorphism in graph classes</p> <p>学会名: 14th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation (WAAC 2011)</p> <p>日時: 2011 年 7 月 8-9 日</p>

【10月】

・国際会議 GROW に合わせて韓国の KAIST に 1 週間滞在し，研究成果の発表およびアルゴリズム的グラフ理論研究者との交流・議論を行った。（期間 2011 年 10 月 25-30 日）

【11月】

・チュニジアで行われた国際会議 TJASSST11 に本研究のこれまでの成果についてのサーベイを発表した。

講演題目: Designing low-congestion sparse networks

学会名: Tunisian Japanese Symposium on Science, Society and Technology 2011

日時: 2011 年 11 月 11-13 日

【3月】

・WG の終了に向けて資料整理および論文執筆などを行った。

特記事項

当研究に対して，以下の賞を受賞した。

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, 大舘 陽太

ワーキンググループ名称	【11】ハートリー方程式研究 WG
ワーキンググループ・リーダー	前田昌也
提出日	平成 23 年 4 月 5 日
活動期間	平成 23 年 4 月 1 日発足～平成 24 年 3 月 31 日
目的	低次元シュレディンガーポアソン系は無限遠で増大するポテンシャルをもつハートリー方程式とみなすことができる。無限遠で減収するポテンシャルをもつハートリー方程式は詳しく調べられているが増大するものに関する研究は少ない。そこで低次元シュレディンガーポアソン系の理解を目標として正のべき乗型ポテンシャルを持つハートリー方程式の解析を行う。
ワーキンググループ・メンバー	前田昌也（理学研究科数学専攻）小川卓克（理学研究科数学専攻） 眞崎 聡（学習院大学理学部数学科）
活動記録	<p>発表論文（プレプリント）</p> <p>M. Maeda and S. Masaki “An example of stable excited state on nonlinear Schrodinger equation with nonlocal nonlinearity,” arXiv1109.2653.</p> <p>M. Maeda and S. Masaki “A survey on nonlinear Schrodinger equation with growing nonlocal nonlinearity,” preprint.</p> <p>口頭発表</p> <p>前田昌也 “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,” 応用数学連携フォーラム第 19 回ワークショップ, 東北大学 2011/6/8.</p> <p>前田昌也, 眞崎聡 (講演者は前田) “A stable excited state for negative Hartree equation,” 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学 2011/10/1.</p> <p>前田昌也 “On the standing waves of negative Hartree equation,” 第 98 回神楽坂解析セミナー, 東京理科大学 2011/10/22.</p> <p>活動成果</p> <p>低次元におけるシュレディンガーポアソン方程式の一般化となる無限遠で増大するポテンシャルを持つハートリー方程式について局所適切性, 定在波解の安定性解析を行った。この研究により今まで知られていなかった高エネルギーにもかかわらず安定となるソリトン解の存在が示された。この結果は今までの予想(高エネルギーのソリトンは全て不安定)を覆し, 数学, 物理学ともにあまり注目してこなかった高エネルギー解が実は解の挙動, 物理系の性質に対して重要な役割を担っている可能性があることを示唆している。</p>

ワーキンググループ名称	【WG16】画像処理とコンピュータビジョンの数理的側面(MAIPCV)ウィンタースクール実行委員会
ワーキンググループ・リーダー	出口光一郎
提出日	平成 23 年 5 月 26 日
活動期間	平成 23 年 5 月 17 日発足～平成 24 年 3 月 31 日
目的	若手の研究者を対象にした、数理科学の画像処理応用研究の促進、数学者と工学者の交流による数学応用分野の拡大と問題の発掘等に向けてのセミナー活動を行う。
ワーキンググループ・メンバー	出口光一郎、宮岡礼子、尾畑伸明、徳山豪、岡谷貴之、儀我美一（東京大学）、泉屋周一（北海道大学）、利根川吉廣（北海道大学）、三浦佳二、大館陽太
活動計画（記録）学会発表や論文発表も含む	<p>画像処理とコンピュータビジョンの数理的側面(MAIPCV)ウィンタースクールを以下のよう に開催した。</p> <p>セミナー名称：Mathematical Aspect of Image Processing and Computer Vision (MAIPCV) Winter School 2011</p> <p>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</p> <p>概要：博士課程学生を中心とする若手研究者 26 名（公募）に対して、外国からの招待を 含む講師 6 名による画像処理とコンピュータビジョンの数理的側面についてのセミナー を、2011年11月24日（木）～26日（土）の間、東北大学青葉記念館（5階会議 室）において行った。</p> <p>支援：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」、東北大学情報科学研究科、東北大学理学研究科</p> <p>プログラム：</p>

24日(木) “Mathematical aspects of Computer Graphics”

- 10:00-12:00 安生健一(株式会社オー・エル・エム・デジタル)
- 13:30-16:30 Konrad Polthier (ドイツ、Berlin Freie大学 教授)

25日(金) “Variational Methods for Computer Vision”

- 9:00-12:00 梶原 健司(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授)
- 13:30-16:30 Ernie Esser(米国、カリフォルニア大学アーバイン校 研究員)
- 17:00～ 懇親会

26日(土) “Optimal Estimation for Computer Vision”

- 9:00-12:00 金谷健一(岡山大学自然科学研究科 教授)
- 13:30-16:30 Sami Brandt(フィンランド、Oulu大学/デンマーク、コペンハーゲン大学 教授)

出席者：

約 40 名 (内参加学生 26 名)

セミナーの様子：



特記事項

講義で使用したスライド等の資料は Web に掲載 (ただし、パスワード要)

ワーキンググループ名称	【19】東北大=北大 数学連携 Summer Institute 2011 組織委員会
ワーキンググループ・リーダー	三浦 佳二
提出日	平成 23 年 6 月 21 日
活動期間	平成 23 年 6 月 13 日発足～平成 23 年 8 月 24 日解散
目的	北大と東北大の数学連携室の構成員の交流・議論を促して共同研究を推進するため
ワーキンググループ・メンバー	鈴木香奈子, 長谷川雄央, 大館陽太, 尾畑伸明
活動計画 (記録)	<p>2011 年 8 月 19 日から 24 日まで北海道大学電子科学研究所にて, 「東北大=北大 数学連携 Summer Institute」を開催した. 毎日午前に一時間程度, 数学連携室助教 4 名が交代で講演するとともに, 午後には自由討論の時間を設け, 北大と東北大の数学連携室のメンバーの交流を深めた. 単に大震災の影響による節電のため・避暑のためではなく, むしろ普段会わない人が活発に議論する“Summer Institute”として機能することを目指した.</p> <p>http://www.dais.is.tohoku.ac.jp/~amf/information/index.html に写真を掲載。</p> <p>講演プログラム:</p> <p>8/19 (金) 10:30-11:30 三浦佳二「イベント発生時刻の不規則性」</p> <p>8/22 (月) 10:30-11:30 鈴木香奈子「発癌メカニズムを記述するある反応拡散系の 解がつくる空間パターンの安定性」</p> <p>8/23 (火) 10:30-11:30 大館陽太「Designing low-congestion sparse networks」</p> <p>8/24 (水) 10:30-11:30 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」</p>

ワーキンググループ名称	【23】CMRU 研究会「ネットワークから見る生命」 組織委員会
ワーキンググループ・リーダー	長谷川雄央
提出日	平成 23 年 9 月 27 日
活動期間	平成 23 年 6 月 1 日発足～平成 23 年 12 月 23 日終了
目的	ネットワーク科学と生命科学の融合的研究を促進するべく、関連する研究者を招聘し、研究会を開く。具体的にはタンパク質相互作用ネットワーク、代謝ネットワーク、遺伝子転写ネットワーク、振動子、の 4 つのトピックについてそれぞれの専門家を学外から招聘し、導入から最新の成果までのレクチャーを受ける機会を設ける。
ワーキンググループ・メンバー	長谷川 雄央(情報科学研究科数学連携推進室) 大舘 陽太(情報科学研究科数学連携推進室) 鈴木 香奈子(情報科学研究科数学連携推進室) 三浦 佳二(情報科学研究科数学連携推進室)
活動計画 (記録)	・ 2011 年 12 月 21 日-23 日、情報科学研究科 5F 小講義室にて、研究者を学外から 4 名、学内から 2 名招聘して開催した。活発な議論が行われ、参加者だけでなく講演者にも有益な研究会となった。3 日目 23 日は予備日であったが、有志の参加者によって追加講演が行われた。期間中の(会場)参加者は 20 名、USTREAM によるインターネット中継のユニーク視聴者数は 34 となった。
特記事項	主催は数学連携推進室、共催は情報科学研究科および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」となる。 研究会の詳細は下記のページに記載： http://www.dais.is.tohoku.ac.jp/~smart/forum/index.html#CMRU_network_biology_2011_12_21 また、はじめての試みとして、USTREAM による講演の配信を行う。

ワーキンググループ名称	【24】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」組織委員会
ワーキンググループ・リーダー	長谷川雄央
提出日	平成24年1月4日
活動期間	平成23年9月30日発足～平成24年2月10日終了
目的	ネットワークの理論的な研究を行っている研究者、実データに基づいた研究を行っている研究者、実際使用する立場にある企業の人間が集まり、お互いの知識と問題意識を共有、解決していくことで、ソーシャル・ネットワークを例とする大規模ネットワークの特徴を効率的に抽出するアルゴリズムの提案や人間の社会行動の数理の研究の発展、新しい viral marketing や recommendation の提案へと繋がる研究を発展させる。
ワーキンググループ・メンバー	長谷川 雄央(情報科学研究科数学連携推進室・助教) 大舘 陽太(情報科学研究科数学連携推進室・助教) 鈴木 香奈子(情報科学研究科数学連携推進室・助教) 三浦 佳二(情報科学研究科数学連携推進室・助教) 尾畑 伸明(情報科学研究科・教授)
活動計画(記録)	2011年2月6日-10日、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所にて短期共同研究「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」を実行。下記公開プログラムでそれぞれの研究課題について紹介し、そこで出てきた問題について議論、研究シーズを探った。 公開プログラムとして研究会「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」を開催した。プログラムの直接参加者は15名。また、月・火・木・金の講演については USTREAM による中継を行った。USTREAM ライブ配信の合計ユニーク視聴者数は81(図1)となった。期間を限定して録画を公開しているが、2012年2月12日現在の4講演の合計録画視聴者数は66となっている。
特記事項	上記プログラムは平成23年度九州大学マス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究の採択課題である。短期共同研究に関わる費用の主な支援を九州大学マス・フォア・インダストリ研究所に依っている。 研究会の詳細は下記のページに記載： http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/events/view/761

8. 参考資料

【運営委員会】(1) 委員会の構成

尾畑伸明（リーダー）・小谷元子（サブリーダー、数理材料科学領域班長）・
 高木泉（数理生命科学班長）・徳山豪（IT コミュニケーション班長）・
 平山祥郎（数理材料科学領域）・阿尻 雅文（数理材料科学領域）・
 木村 芳孝（数理生命科学）

(2) 運営委員会の役割

運営委員会はプログラム遂行を大所高所から評価し、重要な方針を決定する機関とする。半年程度を1クールとして、その活動を総括し、全体計画に関わる方針を決定することを主な役割とする。したがって、年2回程度開催とする。

【ワーキンググループ (WG)】本プログラムのモットーは、数学と諸分野が本気でコミュニケーションして新しい科学をつくることである。したがって、4つの研究領域それぞれの特性を考慮しつつも、領域を横断する波及効果を重視する。プログラム実施において、柔軟性と機動性を確保するために、特定のミッションをもったワーキンググループを組織し、プログラムの遂行の実働部隊とする。特定のミッションとは、研究・政策・実務などに関連し、

プログラムメンバーによる学際的共同研究

各領域における新しい取り組み（各領域班長が中心となって）

領域横断的な数学的手法の研究・開発

研究集会の企画と実施

外部資金、各学会、海外連携先などの調査・交渉、など。

【記録】

22.7.26 東北大学重点戦略支援プログラムの公募

22.11.16 本提案の採択

22.11.22 運営委員会を立ち上げ、基本方針を策定

23.4.1 助教6名（情報科学研究科4名、理学研究科2名）の着任