

Advanced Institute for Materials Research

•材料科学、物理、化学、工学を統合し、新しい材料科学を構築し、社会に貢献する。

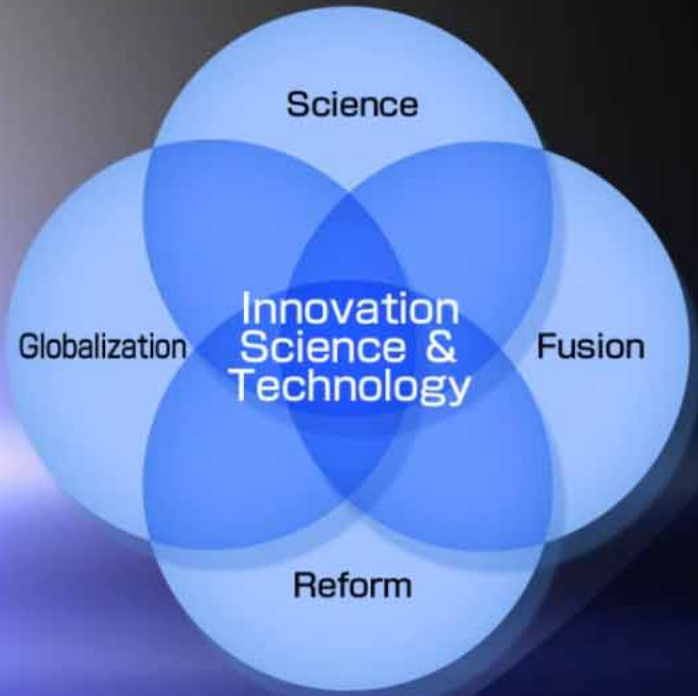
2007~: 文部科学省の
世界トップレベル研究拠点プログラム
主任研究員 33名 (外国人14名)
全研究者数 146名 (50%が外国人)
(全スタッフ数 220名)
公用語: 英語

最高峰の研究と第一級の研究環境・支援体制
2011年 数学ユニット設置





- 1** Science : Leading-edge research level
- 2** Globalization : Realization of an international research environment
- 3** Reform : Reform of the research organization
- 4** Fusion : Creation of interdisciplinary domains



World Premier International Research Centers

AIMR	東北大学	材料科学(数学の)
MANA	物財機構	ナノテクノロジー
IPMU	東京大学	数物連携
iCeMS	京都大学	物質－細胞
IFReC	大阪大学	免疫
I ² CNER	九州大学	エネルギー

世界のなかで
「目に見える」研究拠点

頭脳循環のハブ



AIMRの研究目標

既存の研究分野を超えて融合研究を行うことで
新しい材料科学を創造し、社会に貢献する

- 異なる材料に共通な機能発現の背後にある
基本原理の解明
- この原理に基づき新たな機能や新しい材料を
予測する基盤の構築
- 創エネルギー、省エネルギー、環境浄化に貢
献するグリーンマテリアルの創製

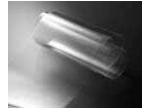
New Scientific Principles

Green Materials

“energy harvesting”
“energy saving”
“environmental clean-up”



Bulk
BMG

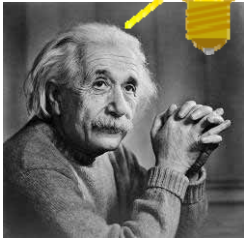


Polymer



Crystal

Materials(warp)



Genius's intuition



Mathematical View (weft)

Atoms & Molecules





TOHOKU
UNIVERSITY

数学—材料連携

異なる分野に渡る融合研究を加速し、より充実した方法を打ちたて、科学技術にブレークスルーをもたらすために、数学の視点を取り入れる。数学には科学技術の全分野に共通の言語を提供してきた長い伝統がある。更に、数学は複雑かつ多様な現象を単純化し、それらの現象から原理を抽出する。そのようにして抽出した原理に基づき、新しい機能性材料を予測し製できる可能性がある。数学が触媒として融合研究に刺激を与え、そして新しい材料科学を構築する。

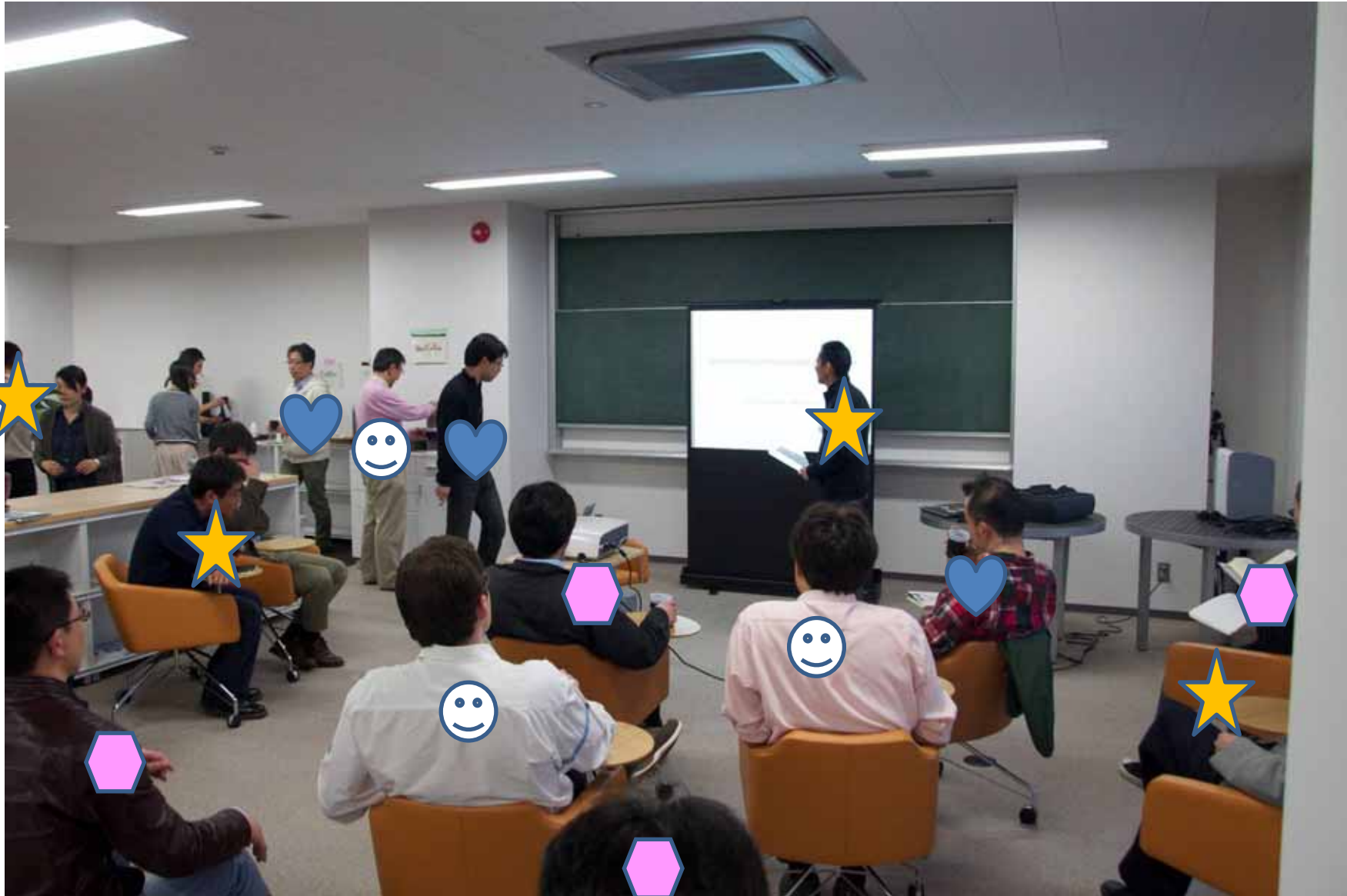
このように組織だった数学—材料連携は世界に例がない。

- 数学的力学系に基づく非平衡材料
- トポロジカル機能性材料
- 離散幾何学に基づくマルチスケール階層性材料



TOHOKU
UNIVERSITY

分野を超えた熱い議論at Tea

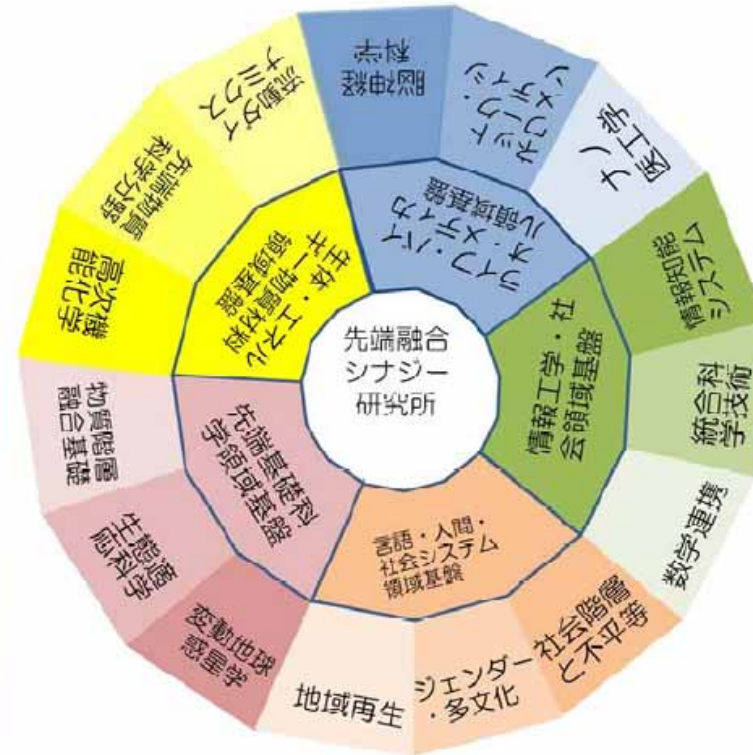
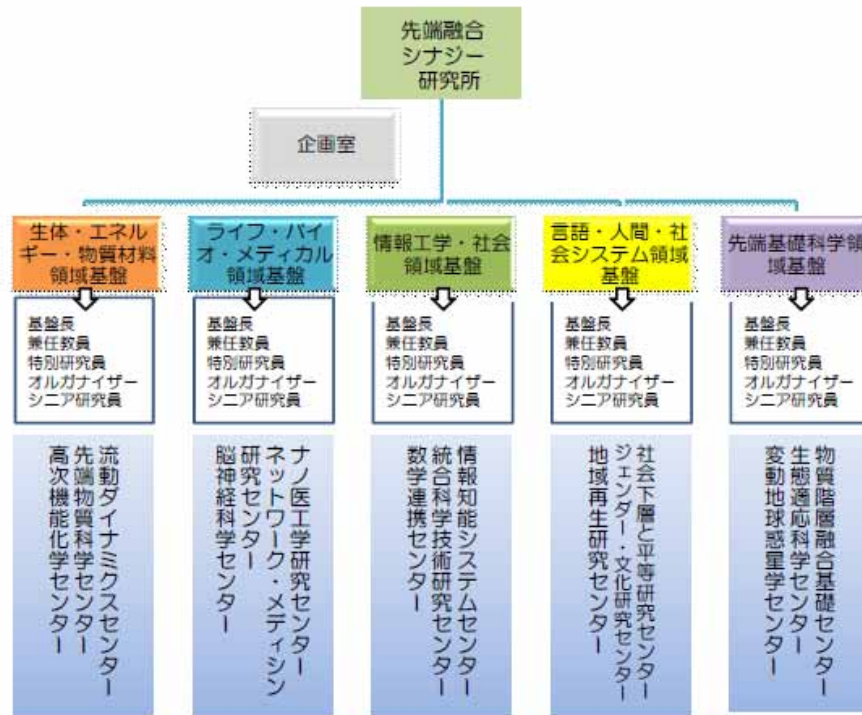




TOHOKU UNIVERSITY

国際高等研究教育機構先端融合シナジー研究所

平成24年度～



数学連携センター (Collaborative Mathematics Center)

《目的》 数学をコアとする分野横断型の研究推進のため、数学者と他分野研究者との研究ネットワークを形成し、共同研究シーズ探索・研究企画のためのコーディネーターとしての役割を果たす。従来の共同研究のスキームにとらわれず、「何を研究すべきかを研究する」という観点から新しい研究分野を開拓する。そのために、並置されている他のセンターとも協力して、先端分野における高度な融合研究を推進するためのプラットフォームを形成する。さらに、異分野交流の現場に参画させることで、複眼的視野を備えた若手研究者を育成し、本学の持続的発展の基盤を形成する。



TOHOKU
UNIVERSITY

課題

結局は「人」そして「ネットワーク」

特定の分野でそれなりに強く、かつ、それと直接関係しなくてもほかの学問に強い好奇心があり、しなやかに研究交流できる、そのような人材をいかに育て、活躍の場を与え、新しい研究分野を切り開けるか。それが、日本の復興の鍵ではないか。

● 数学へのニーズの発掘・協働研究につなげるための方策について:

うまくいった例0: CREST 数学領域(数学が主体のプロジェクト <= 他分野の参加を招く)

うまくいった例1: 関連の数学者1名 & 他分野1名の講演 + お茶の時間

うまくいった例2: 広がりがありかつ具体性のあるテーマ設定(ターゲットプロジェクト)

うまくいった例3: 「生命科学者のための使える数学セミナー」(ニーズに響くネーミング)

うまくいかなかった例: ウェブ掲示板(日本人のシャイな性格には合わない? 顔が見えるコンタクトの必要)

● 数学と諸科学・産業との連携に必要な人材の育成に関して:

うまくいった例1: 若手の定期的インフォーマルセミナーとプロジェクト提案(伯楽の暖かい指導のもとで)

うまくいった例2: 月1回のスタディグループ(具体的な問題) => 特許申請へ

うまくいかなかった例: あまりにも限定したテーマ設定(自主性を発揮できる余地)

● 今後の推進方策として何が必要か

成功モデル(キャリアパス、インセンティブ)

教育

日常的な出会いの場(異なる背景、問題意識の共有、自由な時間)

重力中心(「ここに行けば人に会える」というスペース)

※ 東北大学 メディカルメガバンク 医学と情報と数理統計のわかる人材が急募



応用数学連携フォーラム年表

2007. 9. 4	第1回ワークショップ開催(AMFの発足)
2007. 12. 3	数学相談窓口(ADAM)開設
2008. 2. 16	鈴木香奈子助教採用(国際高等融合領域研究所)
2008. 4. 1	応用数学連携フォーラム事務局の設置、鈴木香奈子が事務局代表に就任 小谷元子・尾畑伸明が国際高等融合領域研究所兼任 国際高等研究教育院共通基盤科目「離散数学」「確率モデル論」の開講
2008. 10. 1	JST研究領域「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」の下、CREST プロジェクト「離散幾何学から提案する新物質創成と物性発現の解明」採択(研究代表者:小谷元子、20~25年度、2.5億円)
2009. 2. 18	北海道大学数学連携研究センターとの連携合意(相互リンクの開始)
2009. 5. 22	第8回ワークショップ「数学と脳科学」開催(学内外から80名の参加) 北海道大学数学連携研究センターと本学GCOE「脳神経科学を社会へ還流する教育研究拠点」との共催
2009. 9. 15	理学研究科GCOE「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」との課題探索的共同研究開始
2010. 2. 22	文科省委託事業「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査・検討」公開シンポジウム「拡がっていく数学—社会からの期待」(東京大学) 報告書に積極的先進推進例として取り上げられる
2010.11.16	東北大学重点戦略支援プログラムに採択(代表者:尾畑伸明、22年度~26年度、2.2億円)
2011. 1. 1	情報科学研究科数学連携推進室設置
2011. 4. 1	応用数学連携フォーラム事務局を情報科学研究科数学連携推進室に移設、鈴木香奈子が事務局代表に就任
2012. 4. 1	鈴木香奈子(茨城大学准教授として転出)に代わって長谷川雄央が応用数学連携フォーラム事務局代表に就任 国際高等研究教育機構先端融合シナジー研究所数学連携センター発足

参考資料



TOHOKU
UNIVERSITY

SMART WG (実施中)

No	WG 名称	期間	責任者*と 主な協力者	概要	参考資料
2	光が拓く材料工学と数理科学の新接点WG	22.12.2~	久保英夫*	近年、光の特性を応用したナノスケールにおける材料工学の発展が顕著な一方で、その数理的構造の解明は不十分なのが現状である。そこで、分野横断的な交流を活性化し、新たな知見を深め、未知の構造の発掘・解析を進めることを目指す。	
3	応用代数学研究WG	22.12.16~	宗政昭弘*・田中太初・野崎寛・須田庄・栗原大武	代数的な手法を用いて離散数学、情報科学の諸問題に解決の糸口を与えること、問題解決に向けた効率的なアプローチを提案することを主目的とする。	
5	複雑に結合した系の統計物理を研究するWG	23.4.1~	長谷川雄央*	Complex networkおよびnonamenable graph上の多自由度数理モデルの示す振舞いを解析し、協力現象とネットワークポロジーの関係を明らかにすることを目的とする。特に、これまで幾何的群論で発展したhyperbolicityの議論を複雑ネットワーク理論に取り入れることを試みる。	
8	脳型情報処理	23.4.1~	三浦佳二*・林初男・中田 一紀	結合位相振動子の理論を応用したアナログデジタルコンバータなど、神経回路網の数理から学んだ機能的集積回路の実現を目指す。	
9	情報幾何学	23.4.1~	三浦佳二*・Arvind Kumar・Zachary F. Mainen・内田直滋・Alice Wang・細谷俊彦	確率モデルに対して主として情報幾何学を用いることで、脳信号などの時間変動するデータから、有意義な情報のみを取り出すことを目指す。	
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	23.4.1~	高木 泉*・東海林 亘・鈴木香奈子	生物の発生過程における形態形成については、様々な数理モデルが提唱されているが、次の段階として、実験結果と照合により、モデルの有効性の評価をするなどの研究が必要となるであろう。本研究は、ゼブラフィッシュの体節形成などに焦点を絞り、モデルの構築と実験との比較を行うものである。	
11	ハートリー方程式研究WG	23.4.5~	前田昌也*	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。	

参考資料

12	幾何学的保存則による界面運動の解析 WG	23.4.7～	小野寺有紹*	Hele-Shaw流に現れる界面運動は、複素モーメントと呼ばれる幾何学量が時間に対して不変量となることが示されている。他の界面運動に対し、このような大域的な数学的構造に着目することで、新しい視点からの解析的アプローチを導入し発展させる。
13	量子伝達の数理	23.4.25～	小谷元子*・平山祥郎・弓削達郎・前田昌也・井上和	半導体量子構造に関して、実験系と数学が議論を重ねることにより、実験に即した理論を構築する。特に量子ホール効果、量子スピンホール効果、核スピン偏極の拡散、非アーベル統計、トポロジカル絶縁体などについて研究する。
14	SMART-ZiF Joint Research on Mathematical Approach to Social Networks	23.5.1～	尾畑伸明*・長谷川雄央・Philippe Blanchard	現実社会に現れる複雑ネットワークの生成プロセスの解明と制御に関して、ビーレフェルト大学境界領域研究所(ZiF)との本格的共同研究に向けた具体的な研究課題の探索と研究組織づくりを行う。
15	ソフトマターの数理	23.5.9～	小谷元子*・阿尻雅文・中嶋健・中山幸仁・小野寺有紹	ソフトマターの物性について実験系研究者と数学が議論をすることで、実験に即した理論を構築する。特に、ネットワーク構造に注目し、そのトポロジー的不変量によって物性を特徴づけられないか検討する。
17	生命データ解析勉強会	23.5.24～	三浦佳二*・布施俊光	生命系と数学・情報系の大学院生・研究者の交流・議論を促して共同研究を推進するため
18	数学連携星陵サテライト組織委員会	23.5.26～	三浦佳二*・小谷元子・元池育子・大隅典子	生命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」だと言えます。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します。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」の場を提供するのが目的です。
20	e-サイエンスにおける幾何学データ処理	23.6.24～	徳山豪*・周暁・全眞嬉・塩浦昭義・伊藤健洋・大館陽太	7月上旬に北海道において計算幾何学のワークショップを行う。夏から秋にかけて国内外の研究者の招聘を行う。
21	遺伝子ネットワークの非線形数理解析	23.7.1～	木村芳孝*・伊藤拓哉・佐藤尚明・尾畑伸明	遺伝子とタンパク質、代謝系の作る複雑ネットワークを構築、これをいくつかのネットワーク機能モチーフに分解する方法を研究する。
22	生態系モデルの解析WG	23.4.1～	長谷川雄央*	数理生物学の分野で用いられる様々な生態系モデルの解析を統計物理の解析・数値計算手法により推進していくことを目的とする。震災の影響により4月に滞在した静岡大学のスタッフとの共同研究の形で主に進めていく。

参考資料

25	複雑ネットワーク・サマースクール組織委員会	23.3.11～	長谷川雄央*・三浦佳二・尾畑伸明	確率論・情報科学・統計物理などの分野における複雑ネットワーク研究の第一人者を講師に招き、各分野におけるネットワーク科学を研究するモチベーションと最新成果をレクチャーする。この新しい分野への参入のきっかけを学生・研究者に与え、更なる学際的研究の契機を各分野の専門家に提供することを目的とする。スクールと同時に研究会形式の研究発表の場を提供し、最新の研究成果の情報交換の場とする。
26	Young Scientist Meeting of Statistical Physics and Information Processing (YSM-SPIP) 2013組織委員会	24. 4. 9 ～	安田宗樹*・長谷川雄央・大関真之・杉山友規	本研究会は統計力学と情報科学の接点を深め、お互いの領域の垣根を越えるために、若手研究者によって2010年より企画/実施されてきた。平成24年度は東北大学が研究会運営を引き受け、今後の当該分野の拠点形成を目指す。
27	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 短期共同研究「光ファイバーとそれに関連する非線形偏微分方程式の研究」組織委員会	24.4.9～	前田昌也*・尾畑伸明	本共同研究における目的は広がりつつある様々なモデルのNLSの研究者を集め、横につながった専門家達の間で議論すると同時に、数値計算の専門家ならびに産業界より専門家を招き、NLSの数学的研究と光ファイバーなどへの応用の関係を明確にするという縦の議論を行うことにある。
28	構成的手法による非線形分散型方程式の大域解析WG	24.4.1 -	前田昌也*・瀬片純市	非線形シュレディンガー方程式、KdV方程式、Zakharov方程式を含む非線形分散型方程式の大域解を終値問題を解くことにより構成する。特に爆発解、散乱+ソリトン解の構成を通して非線形分散型方程式の解の大域挙動の理解を深める。
29	医用画像処理における数理的諸問題の探求	24.4.23 -	尾畑伸明*・マルガレータ・スリスティヨニングシー	医用画像(主にPEM =Positron Emission Mammography による)処理の現場の問題を数理的に理解し、問題解決に数理的な知見を導入することをめざす。特に、1) Segmentation (領域の識別)2) Noise recognition (ノイズ認識)3) Noise reduction (ノイズ削減)4) Image reconstruction (画像再構成)などに関する諸問題に取り組む。
30	研究集会「量子確率論と量子ウォーク」組織委員会	24.4.14 -	瀬川悦生*・尾畑伸明	非可換な世界を記述する量子確率論で展開される独立性、極限定理、大偏差原理、グラフのスペクトルなどに関する議論の、量子ウォークへの適応の可能性を探る。

(終了したWG)

参考資料

1	数理生物学研究集会組織委員会	22.12.1～ 23.11.24	高木泉*・小谷元子・鈴木香奈子	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、数理生物学研究集会を開催する。
4	情報科学研究科CMRU発足記念シンポジウム実行委員会	23.1.10～ 2.24	尾畑伸明*・田中和之・木下賢吾・桑原雅夫	実世界ネットワークのモデル化とシミュレーションを基軸とした数理的研究を分野横断的に推進するため、外国招待研究者2名を加えた諸分野研究者によるシンポジウムを開催して、多角的な討論と情報交換をする機会を設ける。数学連携推進室の発足(平成23年1月1日)を受けて、本研究科重点研究プロジェクトの連携を築き、分野横断的な研究シーズ探索を狙う。
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	23.4.1～ 24.3.1	鈴木香奈子*	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
7	低混雑度ネットワーク設計WG	23.4.1～ 24.3.3	大館陽太*	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。
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	23.5.17～ 24.3.31	出口光一郎*・宮岡礼子・尾畑伸明・徳山豪・岡谷貴之・儀我美一・泉屋周一・利根川吉廣	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。
19	東北大=北大 数学連携 Summer Institute 2011 組織委員会	23.6.13～ 8.24	三浦佳二*・鈴木香奈子・長谷川雄央・大館陽太・尾畑伸明	東北大の数学連携推進室の構成員が北大にて講演することで、北大の数学連携研究センターの構成員との議論・交流を促すことを目的とした。単に大震災の影響を避けて北大に滞在するというだけではなく、普段会わない人が活発に議論する“Virtual Summer Institute”として機能することを目指した。
23	CMRU研究会「ネットワークから見る生命」組織委員会	23.6.1～ 12.23	長谷川雄央*・大館陽太・鈴木香奈子・三浦佳二	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。
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	23.9.30～ 24.2.10	長谷川雄央*・大館陽太・鈴木香奈子・三浦佳二・尾畑伸明	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的研究の発展、新しいviral marketingやrecommendationの提案へと繋がる研究を発展させる。