

物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開

Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy

<http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp>

拠点リーダー：井上邦雄

(東北大学大学院理学研究科 ニュートリノ科学研究センター)

運営委員：井上邦雄 (物理), 平山祥郎 (物理), 田村裕和 (物理),
山口昌弘 (物理), 二間瀬敏史 (天文), 小菌英雄 (数学), 小谷元子 (数学)

(東北大学大学院理学研究科数学・物理学・天文学専攻・ニュートリノ科学研究センター・原子核理学研究施設, サイクロトロン RI センター, 原子分子材料科学高等研究機構, 多元物質科学研究所, 文学研究科文化科学専攻)

0. あいさつと数学への期待

これまで読む機会の無かった数学通信ですが, この記事であいさつを書かして頂くことになり, 数学者向けの文章ということに身構えてしまいましたが, 過去の記事をいくつか読ませてもらい堅苦しくない雰囲気になれました. 数学の研究者と協働で書くということで気楽に書かせて頂きます.

さて, これまで私は素粒子ニュートリノの実験的研究に打ち込んできましたが, この分野に限らず, 近年の技術や手法の進展は目覚ましく, 自然科学の研究分野は一段と分化・先鋭化が進んでしまいました. 先鋭化によって研究が深みを増した反面, 統一的に理解や, 研究で得られた知見を広く社会に還元することが困難になってきています. また, 実験的研究にあっては大規模になりすぎて, さらなる深化が困難な分野もあります.

過去の歴史において, 数学と物理がお互いを刺激しつつ相互発展してきた事例は多くありますが, この種の連携の重要性は一段と高まっていると考えています. ニュートリノ研究に限っても, 最先端の観測結果を地球物理や天体物理に展開すれば, 新たな研究分野が創出され大きな発展が期待できるとわかっていても, 分野間の溝を埋めるのは簡単ではありません. 素粒子と宇宙の研究は親和性が高く, そこでの数学の連携は実績を上げつつありますが, さらに原子核・物性・化学・生物・地学・天体といった物質階層への展開を促進するには, より広い数学諸分野との連携が必要になります. 本拠点は非線形や幾何を含む広い研究分野で強力な研究体制が構築されており, 多様な物質階層間の連携を構築するのに最適な拠点だと考えています. また, 「応用数学連携フォーラム」を一例として, 数学者が他分野との相互発展を積極的に推進していることも心強いところです. 数学と

の連携を目玉にした本拠点の発展にご期待頂くとともに、本拠点の活動に対するご協力のほどよろしくお願いいたします。

1. 拠点の概要：サイエンスウェブ

グローバル COE「数学、物理学、地球科学枠」14 件採択のうち、数学単独拠点 4 件と数物連携拠点 1 件の採択があり、その 1 件の数物連携拠点が東北大学の「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」です。素粒子研究の若きホープをリーダーに、物理学、数学、天文学に更に科学哲学による連携で教育研究拠点構想を遂行します。数学専攻の博士課程学生、博士研究員（ポストドクター）および研究者はすべてこの教育研究活動に加わります。 実は東北大学は H19 年度に化学専攻が、H20 年度に数学・物理・天文と地球物理・地学の計 3 件の拠点が採択されたため、理学研究科に所属するすべての博士後期課程の学生がリサーチアシスタントとしてグローバル COE の支援を受けます。グローバル COE プログラムは、大学院の教育研究機能の一層の充実・強化を図り、国際的に卓越した研究基盤の下で世界をリードする創造的な人材育成を図るため、国際的に卓越した教育研究拠点の形成を重点的に支援し、国際競争力ある大学づくりを推進することを目的とするものですから、博士課程の全学生がこれに参画できることは素晴らしいですね。

さて、本拠点構想です。本拠点の広報誌の第一号特集「科学と哲学のあいだ」で、本プロジェクトのメンバーの一人である野家啓一教授（科学哲学）は「宇宙は私をつつみ、一つの点のようにのみこむ。考えることによって、私が宇宙をすすむ」（パスカル「パンセ」）をひき、互いをのみこむ宇宙と人間の関係をウロボロスの蛇にたとえ、さらに人間の尊厳は、究極的には「宇宙のなかの人間の位置」を知ることにあると言っています。その言葉通り、本グローバル COE では、宇宙進化で生じた素粒子、原子核、物性、地球、天体という極小から極大に渡る物質階層とその相互作用を理解し、宇宙物質像を統一的に究明することを目指します。ロゴマーク（図 1）は自分で自分の尻尾をのみこむウロボロスの蛇をデザイン化したものです。蛇の頭には宇宙・天体が、尻尾には素粒子が描かれています。

そのウロボロスの蛇の輪の内側に蜘蛛の巣のようにサイエンスウェブが描いてあるところが、拠点の形成目的を象徴しています。本拠点は 21 世紀 COE「物質階層融合科学の構築」を深化・展開を推進するものですが、21 世紀 COE 活動は「各研究グループが最先端研究を展開中であり、それらのグループの融合により益々の発展が期待される」と評価されました。それを受け、グローバル COE で

は、各物質階層の研究を専門家がそれぞれの好奇心に応じて深める場に、数学が本格的に参画することになりました。数学と言う科学の共通言語により、蜘蛛の巣のように張り巡らされた多次元的連携が可能となり、融合研究開拓が指数関数的に増大する、さらに物質階層の統一的な理解が可能になることを期待しているのです。

このように述べてしまうと数学が道具のように聞こえてしまうかもしれませんが、決してそうではありません。数学の歴史は、自然現象を解き明かす科学から刺激を受け、その時々発展の方向を見出し、それを数学者の好奇心に従って深めていくことの繰り返しでした。

本拠点も、「数学の美しさ」が加わることで科学が発展すると同時に、「自然の美しさ」を刺激として数学分野が拡大するという相互理解・相互発展を目指しています。たとえば、特異点のまわりの幾何構造は宇宙の始まりや形状の理解に、流体やうずの解析はニュートリノ観測に、非可換幾何学やスペクトル解析は物性研究に、曲面論は表面物性や結晶成長にと数学の知見を物理・天文の研究に活かしていく過程で、数学者も問題意識を発展する、さらに、これらの関係研究を数学の言葉に乗せて参加者で共有していくことで、宇宙の本質を見極め、すべての物質階層に共通の統一構造を見出そうという、大胆な試みなのです。

2. 具体的な取り組み：グローバルエデュケーションハブ

国際的な競争環境で広い視野と高いモチベーションを持ち柔軟な思考のできる人材を育成し、サイエンスウェブによって開拓したフロンティア研究を世界に発信することを目指しています。

実施するプロジェクトは次の通りです。

研究参加プロジェクト：広域かつ創造的なサイエンスウェブ上の最先端研究への大学院生や若手研究者の主体的な参加により、新分野への挑戦・創出を実体験させる。連携研究を開始する教員には連携研究スタートアップ奨励金が支給される。

国際協働プロジェクト：本拠点と海外協働拠点校を中心に双方向国際協働教育を展開し、国際社会で主導的役割を果たす人材を育成する。具体的には学生の相互派遣、研究者の派遣・招聘、ジョイント PhD などの共同教育、海外特別課題研究の単位化などを行う。

広域教育プロジェクト：階層融合教育により他階層の思考・手法を理解し、物質階層全体にわたる視野を身につける。副指導教員制度，融合科目，分野交流スクール，国際サマースクール。特に物理・天文の学生に数学の素養を与えることが期待され，数理科学スクールと先端理学入門コースで各種の数学的手法を学び，その後，個別少人数実践数学により新しいアイデアの熟成を図り，正・副指導教員制の下で融合研究を展開する3段階での教育プログラムが実施される。

評価・顕彰プロジェクト：経済的支援も含めた評価・顕彰で研究・学習意欲を向上させる。学生や若手研究者立案の研究奨励のための若手イニシアティブ経費，大学院生へのRA・スーパーRA経費など。

平成20年度GCOE特別研究奨励費(若手イニシアティブ)・連携研究スタートアップ奨励費・リサーチアシスタント(RA)・助教の採択採用数					
	特別研究(学生)	特別研究(助教)	連携研究	RA	助教
物理学専攻	30	2	4	38	2
天文学専攻	3	1	1	6	1
数学専攻	25	2	2	24	2
哲学講座	5			7	
合計	63	5	7	75	5

社会交流プロジェクト：研究の学問的・社会的位置づけを認識させ，アウトリーチ活動，産学連携フォーラム，キャリアパスシンポジウムなどを通して多様なキャリアパスを形成する。広報誌「scienceweb」を学生が企画・執筆することで科学コミュニケーション能力を高める。

これらを実施することで

1. 物質階層を鳥瞰する自然観を持ち，異分野も見渡せる能力
2. 新しい物を生み出す発想力・忍耐力
3. 国際的交流での責任感・リーダーシップ・協調性
4. 科学的倫理観を持ち，科学の活用・普及をする能力

を養成します。

3. 活動状況

6月18日に本拠点が採択され活動を開始しました。

8月に助教5名が採択、9月29日にキックオフミーティング、9月にウェブサイト www.scienceweb.tohoku.ac.jp が公開されました。広報誌「Scienceweb」が9月、1月に発行されています。3月発行の第3号は「数学と物理」特集です。

10月14日～16日：物質階層融合科学特別講義 U. Smilansky, Nodal domains: from Chlandni to Quantum Chaos

2月3日：フィールズ賞受賞者 V. Jones 氏のパブリック・レクチャー
「Planar Algebra」

2月22日～24日春の学校「アインシュタイン方程式の世界観」

その他、9つの GCOE セミナーが既に実施され、3月には数学・物理・天文合同の国際シンポジウムの開催が予定されています。

4. キャリアパス

最後に、このような分野融合型教育の結果、幅広い視野と研究背景を持ち新しい課題に挑戦する若い研究者が育ったときに、その努力に報いるアカデミック・キャリアパスが東北大学には用意されていることをお伝えしておきます。

東北大学は学問分野の大きな変動・融合が予想されるなか既存分野を横断的に融合し、異分野の重なり合う領域に新たな研究分野を創出すること、そしてその研究を推進するなかで新たな知を創出し、知の担い手である若手人材を育成することを目的とし、全国に先駆けて、H19年に国際高等研究教育機構を設置しました。国際高等研究機構の下には教育院と融合研究所という2つの組織があります。

複眼的視野を持った若手人材育成を目指した大学院教育を行う教育院では、全学の修士学生から選抜され特別奨学金を受ける50名の「修士研究教育院生」、更にもの中から選抜され奨学金・研究費・国際インターンシップなどを受ける30名の「博士研究教育院生」を受け入れています。6つの領域（生体・エネルギー・

物質材料領域基盤，ライフ・バイオ・メディカル領域基盤，情報工学・社会領域基盤，言語・人間・社会システム領域基盤，先端基礎科学領域基盤，医歯工学融合領域基盤）がありそれぞれの領域基盤で講義を行っていますが，共通科目として田中耕一やディステイングイシュプロフェッサー達によるオムニバス形式の融合領域研究合同講義の他に，唯一数学の講義（離散数学と確率モデル論）が設定されています．すべての学問の共通言語である数学が，新たな学問分野を創成する学生の共通教育として重要と考えられているからです．

融合研究所では COE で育った若手研究者から選抜し，横断的研究を実施し独創的な研究を開拓する特別研究員を 5 年任期で採用しています．先端基礎科学領域基盤には数学系で教授（兼但）2 名，専任助教 1 名がおり，学内研究者の数学をめぐる研究交流・連携を図るために応用数学連携フォーラムを企画・運営しています．融合研究所の専任教員は 4 名ですから，そのうちの 1 名が数学系であることにも，数学への期待が感じられますね．

図 1 ロゴ

