

Tohoku University

CROSS OVER

Institute for International
Advanced Research and Education/
Frontier Research Institute for
Interdisciplinary Sciences

東北大学クロスオーバー **21**
08.Apr.2014 No.

東北大学国際高等研究教育院／学際科学フロンティア研究所

※お知らせ※

この度、国際高等研究教育機構は「国際高等研究教育院」と「学際科学フロンティア研究所」という2つの独立した組織として運営されることになりました。

両組織連携による学際・融合領域・領域内連係研究を通して、卓越した知識と「総合知」の素養を持つ若手研究者育成の目標は従来と変更ありません。この機関紙も両組織の情報誌として発行して参りますので、今後とも変わらぬご支援を賜りますようお願い申し上げます。

新領域基盤が創設されました

『デバイス・テクノロジー領域基盤』

この領域では、実世界の情報をセンシングし、それを入力として処理を行い、処理結果により実世界に働きかけるために必須の要素である、半導体デバイス、化学デバイス、ナノデバイス、光デバイス、有機デバイス、MEMSデバイス等による、センサ、処理装置、プロセッサ、記憶装置、表示装置、アクチュエータなどの個々の新規デバイス技術の開拓や、高度な機能が統合された情報機器・装置の研究・開発やそれらの応用展開を図ることができ、未来情報社会の技術牽引力となり得るリーダーを育成します。

今後は学際科学フロンティア研究所と連携し、6つの研究領域で運営して参ります。



東北大学クロスオーバー No.21 CONTENTS

- 新領域創設のお知らせ p.01
- 国際高等研究教育院長挨拶 p.02
- 学際科学フロンティア研究所長挨拶 p.02
- 本年3月修了の平成23年度採用博士研究教育院生
研究成果発表会 p.03
- 本年3月修了の平成23年度採用博士研究教育院生進路 p.04
- 学際科学フロンティア研究所 平成25年度研究成果発表会 p.04
- 融合研究の主なコラボレーション活動 pp.05-06
「縦横無尽に階層・領域をまたぐ融合理工学」セミナー／「英語のショート
プレゼンによる研究交流」セミナー／「融合的アプローチによる人文・社
会科学の刷新に向けて」セミナー／第3回コロキウム
- 学際科学フロンティア研究所
新領域創成研究部特別研究員紹介 pp.07-10
鬼沢直哉・川村広和 …7／金 性勲・張 亦文 …8／
當真賢二・梶田徹也 …9／齋藤大介・杉本周作 …10
- 学際科学フロンティア研究所 成果報告会のご案内 p.10

研究院長挨拶

国際高等研究教育院長
挨拶



これからの
国際高等研究教育院

国際高等研究教育院長

山谷 知行

教育院長を拝命してから、丸一年が過ぎようとしています。国際高等研究教育機構は、国際高等研究教育院による教育と学際科学フロンティア研究所による研究との両輪で、教育研究の最先端を走っている独創的な組織であることを実感しております。年が改まってすぐに、この両輪が組織上分かれてしまうことを知らされ、「無念」の一言を機構長と共有しております。本機構の活動は、基本的に全学からのサポートに支えられていますので、全学の意志に従わざるを得ませんが、教育と研究と一緒に視野に入れたユニークな機構の消滅は、私自身は非常に残念です。一輪になっても、学際科学フロンティア研究所等と実質的な連携をさらに強め、活動を活発化してまいりたいと思っています。

さて、国際高等研究教育院では、ご承知のように融合研究を推進し、これからのアカデミアを支える人財を育成するという極めて大事なミッションをもっております。今後も、この使命は全く変わらないと思われます。本年度は、特に後半から領域基盤ごとのセミナーやパネルディスカッション、コロキウムなどを介して、異分野の教員や大学院生が一緒になって、活発な活動を行ってきました。キラキラと輝く目を見るのは、至福の時間です。優れた研究者や他研究科の仲間と顔なじみになり、これまでの研究室単位の思考を大きく超えた連携が、実質的に始まろうとしています。改組となる来年度以降も、若手教員をはじめ、総合大学の強みを最大限活かした融合研究に関する教育を推進していくつもりでいます。修士研究教育院生は30名、博士研究教育院生は各学年30名で、合計120名の優れた大学院生は、各研究科に所属しながら融合領域研究を模索しています。大所帯ですが、機構の枠がとれた今後は、ますます研究科をはじめ全学のサポートが必要となります。とりわけ、基盤長の先生方や、研究教育院生選抜の審査に携わって下さる先生方のお力添えなくしては、国際高等研究教育院はなりたちませんので、どうぞ宜しくお願い申し上げます。

2月に開催された来年度の研究教育院生募集の説明会のあと、多くの大学院生から融合領域とは何かと質問されました。研究の高度化が進んでいる現在では、全ての学術研究は融合領域研究であり、専門分野と言われている中だけでは優れた研究成果は望めないことを答えました。自分は何を研究したいのかの問いかけが先であり、その達成のために融合研究が不可欠となることや、1人で全ての研究を行うのは不可能なので、信頼できる友人が大切であることも伝えました。1人1人の大学院生が、今後大きな飛躍をすることを心から期待しています。

研究所長挨拶

学際科学フロンティア
研究所長挨拶



ご挨拶

学際科学フロンティア研究所長

佐藤 正明

学内組織の再編により国際高等研究教育機構に所属していた学際科学フロンティア研究所が、平成26年度から独立した形で学内共同教育研究施設の1つとして位置づけられることになりました。また、本研究所は平成25年度に「学際科学国際高等研究センター」と「先端融合シナジー研究所」が統合して発足しましたが、運営体制を含めて詳細は決定されていませんでした。そこで、ワールドクラスの研究推進プロジェクト・チームの下に、「異分野融合による学際的研究を開拓・推進するとともに、新たな知と価値を創出するための具体的な仕組みを策定する」ため、学際科学フロンティア研究推進WGが設置され検討が重ねられてきました。その結果、新たに規程が制定され、「本研究所は、異分野融合による学際的研究を開拓し、及び推進するとともに、各研究科、各附置研究所及び国際高等研究教育院との連携を通じて若手研究者の研究を支援することにより新たな知と価値を創出し、より豊かな人類社会の発展に貢献することを目的とする。」の使命を帯びて活動を開始することになりました。

本研究所は、企画部、先端学際基幹研究部、新領域創成研究部で構成され、企画部と先端学際基幹研究部には専任教員を配置し、若手研究者（助教はメンター教員の下で研究を実施）は新領域創成研究部に所属します。研究所の特徴として、次に掲げる内容が挙げられます。

専任教員による先端的学際研究を推進するとともに学内における学際研究のシーズを発掘する。併せて、若手研究者を国際的に公募し、支援する。これらの目的のために、次の5つのプログラム、「学際研究促進プログラム」、「学際研究支援プログラム」、「尚志プログラム」、「国際的研究拠点支援プログラム」、「海外共同研究および発表支援プログラム」を実施する。全学の研究領域を学際的な視点から整理し、本研究所においては次の6領域、「物質材料・エネルギー」、「生命・環境」、「情報・システム」、「デバイス・テクノロジー」、「人間・社会」、「先端基礎科学」が設定されている。これらの領域は、尚志プログラムにおいて採用される若手研究者の公募・審査に適用されるとともに、研究所の教員はこれらのいずれかの領域に所属し、研究の発展に寄与する。また、若手研究者は、研究と教育を通して国際高等研究教育院の博士および修士研究教育院生と相互に密接な連携を図る。

本研究所の目的を達成するため、研究所教職員が一丸となって諸課題に取り組む所存です。各位のご理解とご支援・ご鞭撻をどうぞよろしくお願い申し上げます。

国際高等研究教育院の博士研究教育院生(D3)の研究成果発表会が行われました。

2月27～28日の2日間に亘り国際高等研究教育院の第4回博士研究教育院生（平成23年度採用）の修了生たちの成果発表会が行われました。本機構のミッションのひとつは融合領域分野で活躍しようとする大学院生を支援することにあります。その4回目の修了生たちの発表会でした。20人の採用者の内18人が3月修了、1人は9月修了予定で1人は来年3月修了予定となっています。

領域基盤	研究科	氏 名	発表題目
物質・生体・エネルギー材料	工 学 研 究 科	吉野 修平	酵素修飾ナノチューブ電極を用いた発電デバイスに関する研究
	工 学 研 究 科	塩貝 純一	スピンエサキ構造を用いた半導体中の電子スピンと核スピンの検出
	環境科学研究科	鈴木 杏奈	複雑系数理モデルに基づく断裂型地熱貯留層における物質・熱移動挙動のキャラクタリゼーションと工学応用に関する研究
ライフ・バイオ・メディカル	医学系研究科	原田 龍一	アルツハイマー病におけるタウ病変選択的な生体用プローブの開発
	薬 学 研 究 科	中永 景太	ミトコンドリア形態形成におけるリン脂質 sn-1 位脂肪酸リモデリングの意義の解明
	工 学 研 究 科	安西 眸	血流数値解析に基づいたステントデザインに関する研究
	工 学 研 究 科	市地 慶	追尾放射線治療のための腫瘍位置変動予測に基づく照射制御に関する研究
	生命科学研究科	小林 穂高	メンブレントラフィックの制御因子 Rab35 による神経突起伸長メカニズム
	生命科学研究科	野村 直生	鳥類特異的な翼の指の本数決定機構の解析
社会・情報工学	工 学 研 究 科	海隅 亜矢	足こぎ車いすのペダリング支援制御
	工 学 研 究 科	平野 大地	柔軟構造物を含む宇宙ロボットの制御と把持
社会言語・人間・社会システム	文 学 研 究 科	吉良 洋輔	複数均衡としての社会規範 ―繰り返しゲームにおける均衡精緻化と協力行動―
	文 学 研 究 科	鈴木 伸生	社会関係資本の形成と効果(中間発表)
	教育学研究科	石田 賢示	若年者のキャリア移動の機会構造と社会ネットワーク
	農 学 研 究 科	池田 真也	経済発展下におけるジャワの農産物流通の変容 ―生産地から都市公設市場に至る多様な伝統的商人に着目して(中間発表)―
先端基礎科学	理 学 研 究 科	福島 啓	擬モジュライの宇宙論的進化とグラヴィティーノ暗黒物質
	理 学 研 究 科	青木 翔平	赤外分光観測による火星大気微量成分の研究
	理 学 研 究 科	草野 修平	機能性オリゴヌクレオチドの開発と遺伝子発現制御への展開
	理 学 研 究 科	荒木 優希	固液界面の原子レベル“その場”観察 ―カルサイトの水和構造と成長速度に対する添加物効果―
	工 学 研 究 科	北本 雄一	誘電率制御分割法の展開と分離法の開発



発表会の風景



進路

平成23年度採用博士研究教育院生進路



2月末までの集計ですが、この春、博士号を取得した研究教育院生は晴れて下の表にあるような進路に進むことができました。今後の活躍を期待します。

就職先	職種	就職先	職種
豊田中央研究所	研究職	東京大学社会科学研究所	研究職
東北大学金属材料研究所	研究職	デロイトトーマツ コンサルティング株式会社	経営コンサル タント職
Stanford University	研究職	東北大学理学研究科	研究職
東北大学	研究職	Yale 大学	研究職
東レ株式会社	研究職	神戸大学理学研究科	研究職
東北大学流体科学研究所	研究職	東北大学工学研究科	研究職
東京大学(分子細胞生物学研究所)	研究職	H27. 3. 31 修了予定者	1人
帝人株式会社	研究職	H26. 9. 30 修了予定者	1人
ブラザー工業株式会社	総合職	就職先未定	2人
東京工業大学社会理工学研究科	研究職		

助教発表会

学際科学フロンティア研究所 平成25年度助教研究成果発表会

学際科学フロンティア研究所助教の研究発表会は3月14日に国際高等研究教育機構大セミナー室で開催されました。昨年度は12名の特別研究員が助教として融合研究に取り組み、その成果の発表を行いました。

	氏 名	発表題目
1	藤村 維子	発達過程の生殖細胞における p51/p63 制御とゲノム安定性維持に関わる因子の探索
2	張 建峰	Surface modification of fine powders by novel rotary CVD
3	三坂 孝志	計測・計算融合による環境適合型航空技術の開発に向けて
4	佐藤 達也	高次脳機能を司る脳領域の発達メカニズムの解明
5	高 俊弘	小胞体ストレス蛋白がインスリン抵抗性と動脈硬化に対する影響
6	高橋 佑磨	遺伝的多様性の進化とその生態的帰結
7	田崎 創平	Travelling bacterial colonies
8	瀧川 裕貴	数理社会的アプローチによる社会的ネットワーク隔離の実証
9	中村 文子	人間の安全保障と地域ネットワーク形成—欧州と東南アジアにおける人身売買対策を事例として
10	善教 将大	自治体間ネットワークと行政の初動対応の分析：被災自治体調査を用いて
11	齋藤 望	化学合成を基盤とするラセン物質の機能開発と領域融合的展開
12	田中 幹人	すばる望遠鏡を用いた近傍銀河の構造と形成史の研究、および理学教育を起点とした研究体験型PBLの開発と実践



研究発表会の様子

融合研究の主なコラボレーション

国際高等研究教育院の研究教育院生と学際科学フロンティア研究所の若手研究者が積極的にセミナーを開催し、異分野のコラボレーション活動を実施しています。以下はその活動報告です。

縦横無尽に階層・領域をまたぐ融合理工学セミナー (先端基礎科学・情報社会工学領域基盤 合同主催セミナー)

先端基礎科学領域基盤および情報工学社会領域基盤の研究教育院生と助教を中心に、「縦横無尽に階層・領域をまたぐ融合理工学セミナー」を開催しました。既存の方法論では成し得ない画期的な研究を進展させるためには、異分野の技術や知識を融合させて新しい領域を切り拓くことが重要になります。このためには、自分の研究領域についての課題や問題点を把握し、同時に周辺領域および他領域の研究について知る必要があると考えました。ひとくちに研究といっても、原子・分子に関する研究やマクロな現実世界における現象の研究、さらに巨大な空間についての研究など、取り扱う事象のスケールは実に多様です。当セミナーでは、このように多様な階層における研究がなされていることを視点のひとつとして取り上げました。研究発表およびディスカッションを通して多様な分野および階層の研究について考えることで、これらの垣根をまたぐ融合研究への種を見出すことを目的としました。

このような主旨のもと、今年度12月6日、1月16日および31日の計3回にわたって、コーヒーやお茶を片手に和やか且つ活発な雰囲気でのセミナーを行いました。ディスカッションを含めて10分間の口頭発表と1時間のポスター発表のうち各自が自由に選択し、各回それぞれ45件ずつの発表を行いました。10分間の口頭発表時間は、熱意にあふれた研究員生の皆さんには少々短く物足りないようにも思いましたが、異なる領域をバックグラウンドとする聞き手に短時間で要点を伝える練習として良い機会であったと思います。発表後のディスカッションも非常に活発であり、発表内容に切り込む質問や、大きく離れた領域ならではの基本的ながら

も本質的で鋭い質問が絶え間なく出続けました。続くポスター発表時間にも、発表者を取り囲んで活気あふれるディスカッションが繰り広げられ、互いの研究について熱く話し込む皆さんの姿が印象的でした。このセミ

ナーを通して、他の領域ではどんな研究がなされているのか、何を考えて研究を行っているのか、自分の研究と併せることで画期的な研究テーマを生み出せないか、など融合研究についてより深く考える良い機会となったと思っています。また、様々な領域の研究者が一堂に会して親睦を深めたことは、ディスカッション仲間や研究協力者を探す第一歩となる貴重な機会であり、融合研究を推進するにあたって重要な成果であると思います。このようなセミナーを継続することによって、より親睦を深めるとともに互いに刺激を受ける機会を作っていきたいと考えています。

最後になりましたが、本セミナーを開催するにあたってご尽力頂きました先生方、国際高等研究教育機構総合戦略企画室の皆さまに感謝申し上げます。

(学際科学フロンティア研究所 助教 斎藤望)



英語のショートプレゼンによる研究交流セミナー (先端基礎科学・情報社会工学領域基盤 合同主催セミナー)

生体・エネルギー・物質材料領域基盤の研究教育院生および助教が中心となり、「英語ショートプレゼンによる研究交流セミナー」が2013年12月10日(火)および13日(金)の二日間、学際科学フロンティア研究所において開催されました。

本セミナー開始前に参加した研究教育院生に聞いてみたところ、皆さん国際学会での口頭・ポスター発表をすでに一回以上経験済みでしたが、英語発表に関しては、得意ではないと答える人が多数でした。通常10～25分程度の英語発表は敷居が高いと感じますが、本セミナーでは3分の短い発表を丁寧に行うことにより、英語発表に対する自信をつけることを目的としました。また、同一領域基盤に属している研究教育院生でも各自の研究テーマは多岐に渡っていることから、自分の専門分野以外の発表に関

心を持ち、質問するための質問力を養成するため、セミナー中の活発な議論を推奨しました。これにより領域基盤内の活発な研究交流を期待しました。

セミナーは二日

に分けて、それぞれ研究教育院生5名、助教1名ずつの発表でした。参加者は両日合わせて20名でした。博士課程前期2年から博士課程後期2年までの研究教育院生は、企画した我々の予想を良い意味で裏切り、非常にしっかりとした発表を行ってくれました。一人10分の枠を確保しておりましたので、各発表3分に対して7分程度、件数にして3、4件の質疑討論が行われました。発表者に対しては、可能な限り英語で受け答えするようにお願いしましたので、皆さん得意不得意に関わらず挑戦してくれました。参加者の専門分野が異なることから、特に英語での議論では消化不良な部分もありましたので、全員の発表後30から40分程度、日本語で発表内容に関する議論を行う時間を設けました。

本セミナーを終えて、英語発表への抵抗を少しでも減らすために気軽にプレゼンテーションを行う機会を提供することの有効性を感じることができました。今回のような企画が単発で終わらず定期的に継続することができればより役に立つ事ができるかと思います。最後に本セミナーを開催するにあたって、開催方法に関するアドバイスを下さった先生方および開催にご協力頂いた国際高等研究教育機構総合戦略企画室の皆様にご感謝申し上げます。山谷知行国際高等研究教育院長には両日ともご参加頂き、また、議論にも加わっていただきました。企画した我々としては大変ありがたく、感謝申し上げます。

(学際科学フロンティア研究所 助教 三坂孝志)



融合研究の主なコラボレーション

融合的アプローチによる人文・社会科学の刷新に向けて (言語・人間・社会システム領域基盤主催セミナー)

2014年1月21日に、言語・人間・社会システム領域基盤の研究教育院生や助教等を中心とするセミナー「融合的アプローチによる人文・社会科学の刷新に向けて」が開催されました。人文・社会科学と一口に言っても、たとえば文学、経済学、社会学、心理学、政治学など、そこには多様な学術領域が存在します。我々が生活する社会についての見識を深め、様々な社会問題や課題を解決していくには、これら既存の学術領域において蓄積されてきた知見を複合的にいかしていくことが不可欠です。くわえて、数理科学や統計学など、いわゆる「理科系」的なアプローチも必要となります。しかしながら、既存の枠組みにとらわれない学際的な志向性を有する人文・社会科学研究はそれほど多くなく、またそのような取り組みが活発に行われているともいえません。本セミナーは、この問題意識を背景に、専門を異とする人の研究報告や討論を通じて相互交流を行うことで、新しい融合的な人文・社会科学について検討することを目的とするものです。

セミナーは、言語・人間・社会システム領域基盤の研究教育院生を中心とする6名の院生が、それぞれ口頭にて20分程度の研究報告を行い、その後、その内容についての質疑応答を行う、という形で進めていきました。さらに、研究報告が終わったのちに、

言語・人間・社会システム領域基盤の助教を中心とする、新しい人文・社会科学研究を進めるにはどのようにすべきかについて考えるフリーディスカッションも行いました。こ



のように研究報告と質疑応答、およびそれを踏まえた議論を行うことで、既存の人文・社会科学の枠組みを超える新しいアプローチの可能性を、報告者だけでなく、セミナー参加者の方々にも理解して頂けたのではないかと思います。

研究教育院生による研究報告は興味深く、いずれも既存の枠組みにとらわれない新しい人文・社会科学研究となる可能性を秘めたものでした。質疑応答も大いに盛り上がり、どの報告に対しても、当初設定していた10分という枠内ではおさまりきれないほど、多くの質問やコメントが寄せられました。

このように質疑応答が想定以上に盛り上がったため、研究報告後に行う予定であったフリーディスカッションの時間が、少し短くなってしまいました。

しかし短い時間ではあっても、それぞれの研究内容に共通する問題・課題や、今後の人文・社会科学研究のあり方に関する意義ある議論を行うことができました。

セミナー終了後は、報告者と参加者を交えた交流会を行いました。時期的な問題もあり、多くの参加者を見込めなかったのは非常に残念ですが、交流会は、研究教育院生や助教の繋がりをさらに深めることに貢献しました。異なる専門領域を背景とする人文・社会科学系の院生や研究者が、一同に集い共通の問題意識をもって議論する機会は、これまでほとんどなかったように思います。異なる専門領域に属する院生や研究者が、1つの場に集まりコミュニケーションを図る場を設けたという意味でも、本セミナーの開催には、大きな意義があると確信しています。

最後に、本セミナーを開催するにあたってお世話になりました先生方、および国際高等研究教育機構総合戦略研究教育企画室に感謝申し上げます。また、お忙しい中お越し下さった参加者の方々にも、ここに記して感謝申し上げます。

(学際科学フロンティア研究所 助教 善教将大)

第3回コロキウム

日時：1月22日(木) 15:00～17:00

会場：国際高等研究教育機構

話題提供：野家啓一先生

(東北大学名誉教授、元理事、元文学研究科長)

アドバイザー：沢田康次先生・井原聰先生

テーマ：「融合領域研究を成功させる秘訣 Vol. 2」

参加人数：16名

異分野融合を推進し、研究教育院生と特別研究員、そして異分野の各研究者の間でのネットワーク作りの場を提供するための本コロキウムも3回目を迎えました。第3回目の今回は、「文系」の視点からの融合領域研究をテーマとして、野家啓一先生をお招きし、「融合と連携のあいだ」というタイトルの話題提供をいただきました。またこれに先立って、沢田康次先生、井原聰先生からは異分野融合、学際研究について歴史的経緯と社会的重要性をテーマとしたお話をきくことができました。野家先生の話題提供の後は、出席した研究教育院生や特別研究員から多くの質問や意見があるなど、活発な意見交換が交わされ、大変刺激的な会となりました。

野家先生のお話では、ご自身が物理学徒から出発して科学哲学の研究を志すにいたったライフヒストリーが語られた後、“science”の語義や「科学」という翻訳の問題、そして、科学の歴史的展開について議論されました。具体的には、科学が16世紀の科学革命を経て、19世紀に社会的に制度化されるに至り、それと同時に個別諸科学へと専門分化していくプロセスを、図表やエピソードを交えながら分かりやすく説明いただきました。こうしたお話は、私たちが現在おかれている

科学をめぐる環境を相対化して、融合研究の可能性や社会的必要性について考える上で、大変有益であったと感じています。また話題提供のなかではご自身の体験に基づいて融合領域研究を進める上で

のアドバイスも含まれていました。なかでも印象的だったのは、融合研究を具体化していくためには異分野へアンテナを張り巡らせておくことが重要であるということ、そしてそのためには偶然の出会いを大切にすべきだというお話です。実際、野家先生が留学されていたプリンストン高等研究所では、様々な分野の超一流の研究者の集うティーパーティが常時行われ、異分野間の研究者の出会いの場を提供していたそうです。本コロキウムもその精神にならって異分野交流の場として機能すべく、多くの方に気軽に参加していただけるよう、さらに工夫を重ねていけたらと思いました。

今回は時間の都合上、予定していたグループディスカッションを行うことはできませんでしたが、次回以降、先のティーパーティの例にならって、参加者同士がインフォーマルに語り合う時間を用意しておく、というのも一つのアイデアかもしれません。次回以降も多くの皆さんに交流の場として参加いただけたらと考えています。

(学際科学フロンティア研究所 助教 瀧川裕貴)



学際科学フロンティア研究所 新採用助教紹介

昨年12月・1月に学際科学フロンティア研究所新領域創成部に採用された助教の研究内容を紹介します。



鬼沢 直哉

(情報・システム領域基盤)

確率的信号処理に基づく
低電力高信頼ネットワーク
VLSIシステムの研究

近年、インターネットに接続する機器の増加に伴い、ネットワークトラフィック量が急速に増加し、今後さらにその傾向が加速されると予測されています。その主な要因として挙げられるのが、近い将来、あらゆるモノがセンサ、アクチュエータ、通信装置等を備えたスマートな機器となるInternet of Thingsであります。これら機器の活用により利便性の高い生活(スマートライフ)を実現するネットワーク社会においては、様々な通信機器における低電力化およびセキュリティの高い通信の実現が重要になりつつあります。

その中で、ネットワーク機器間のデータ通信の中継器となるInternet Protocol (IP) ルータは、データの宛先に応じて適切な経路を選択する機能を持ち、そのハードウェア実現にはTernary Content-Addressable Memory (TCAM)が一般的に用いられています。TCAMは入力データと記憶データとの完全並列検索を実現する高速なハードウェアである一方、入力データとすべての記憶データとの総当たり検索を行うため、それらを接続するサーチラインに起因する消費電力は膨大なものになります。このように、現在主流の手法ではIPルータの低電力化は非常に困難であり、IPルータの低電力化は実用上極めて重要になりつつあります。

私はこれまでTCAMに代わる根本的に新しいアプローチとして、確率的データ構造を持つ Sparse clustered networks (SCN) に基づく検索アルゴリズムを提案しています。SCNはTCAMのようにデータ自体を格納して比較演算を行うのではなく、データ間のリンク(関連性)を格納し、検索の際は入力データに関連するリンク情報に基づき、検索結果を予測することで経路選択を行います。この検索アルゴリズムは簡単な2値の論理演算で実現出来ることから、シンプルなハードウェアでLSI実現が可能となります。さらに、TCAMのような非常に長いサーチラインを用いた総当たり検索が必要ではなくなることから大幅な電力削減が期待できます。本研究を通じてIPルータ用LSIの実現を図るだけでなく、様々なデータベース用処理LSIや車載用・医療用等、信頼性が必要とされる他分野への展開を目指していきます。



川村 広和

(情報・システム領域基盤)

レーザー冷却・捕獲技術を用いた
稀少同位体の超高感度検出

この世界に存在するあらゆる物質は様々な種類の原子から構成されており、原子のほとんどは無限の寿命をもつ安定な原子核から作られています。自然界に安定して存在することができる原子核の種類は300種類程度ですが、現代では、加速器を活用することによって数千種類もの不安定な原子核を人為的に生成できるようになりました。そういった不安定な原子核がもつ独特の性質を利用することにより、宇宙・素粒子物理学などの基礎科学を発展させるだけでなく、近年は医学・工学などへの活用も盛んに進められ、人々により身近なものとなってきています。中でも、不安定核に対してレーザー冷却と呼ばれる技術を適用し、多様な分野へ応用することに着目しています。

サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターでは、加速器を用いて放射性元素フランシウムを生成し、これにレーザー冷却を施し、その性質を極めて精密に測定することを通じて、素粒子標準模型を超える新しい現象を発見することを目標に研究が行われています。レーザー冷却技術は、レーザー光との相互作用を利用して原子の温度をマイクロケルビンという超極低温にまで下げられるもので、原子自身が備える性質を精密測定するのに最適な環境を用意できます。現代の技術力でフランシウムが有限の永久電気双極子モーメントを備えることを示せれば、直ちに未知の物理現象を発見したことを意味します。永久電気双極子モーメントを探索するため、研究開発を進めています。

この放射性元素をレーザー冷却できる技術を発展させ、数の限られた稀少同位体を検出できる技術の確立を目指します。稀少同位体検出技術は年代測定法や医療トレーサー解析など様々な分野で必要とされていますが、レーザー冷却技術を応用することで、たったひとつの原子ですら捕獲・検出することが可能です。これにより、稀少同位体の今まで以上に正確な測定や、今まで不可能だった元素や同位体の検出が行えるようになると期待でき、関連する分野の更なる進展と拡大が促されます。

このような原子核物理学と量子光学を組み合わせた技術を軸にして、他の多くの分野との融合を果たし、新しい研究領域を作り上げていきたいと考えています。

新採用者の紹介



金 性 勲

(デバイス・テクノロジー領域基盤)

Magneto-mechatronic system for biomedical applications

Magneto-mechatronics is a synergistic integration of magnetic, mechanical, and electrical engineering for innovative medical and industrial applications, particularly medical applications that require convenience, rapidity, and safety in diagnosis and therapy.

The primary purpose of magnetic medical devices is to provide new medical solutions as well as interdisciplinary approach combining engineering and medicine. Because magnetic technologies have potentiality and remarkable features for wireless control, battery-free operation, and miniaturization, I am focusing on developing a magnetically actuated multi-scale robot system for minimally invasive treatment, a wireless blood pump, and an implantable power generator.

Traditional robots rely on the stiffness of a mechanical arm to precisely control motion and to apply forces at their tips. As medical robots become smaller and venture deeper into the human body along its natural passageways, it becomes impractical to provide a stiff mechanical coupling to the outside world. This has led to the exploration of concepts for the wireless generation of forces to either augment or replace mechanically transmitted forces. In the last few years, the use of magnetically generated forces and torques has emerged as a promising technique that can provide both sufficient power and precise control. Electromagnetic and permanent magnetic systems have demonstrated the capability to propel miniature devices, steer catheters, and navigate capsule endoscopes and helical swimmers within the human body. Developing any of these magnetic actuation systems and medical devices for clinical use poses a common set of problems, such as optimization of the operational workspace, generation of appropriate forces/torques, accurate device localization, and minimization of the magnetic actuation system footprint. The magnetically actuated robot and control method is one of the methods for minimally invasive treatment. Typically, bio-robots require active locomotion, high controllability, and precision control. For these requirements, a customized magnetic actuation system is being utilized for steering magnetic robots with robotic mechanisms.

For magnetic wireless pumps, I proposed new strategies for a functional blood pump based on wireless control. The newly developed pump has the simplest pump structure: it has a pump housing and a fully magnetic impeller, without a shaft and mechanical bearings. I previously designed blades in the magnet. Therefore, an external rotating magnetic field or the rotation of an external magnet drives the pump without the use of a power cable or implanted battery. The pump has a total volume of 20 cc and weighs 52 g. In addition, the pump produces a maximum flow rate of 8 L/min at 80 mmHg as a centrifugal pump. Because of its small size, the pump is suitable for use as a pediatric pump.

Lastly, I aim to develop power harvesting devices for implantable medical devices. Because of the life-time and safety of batteries, the use of implantable medical devices is limited. In this study, I propose a new approach to guarantee life-time and safety using the blood stream and a magnetic actuation. The power harvesting device will have sensing, control, and generator functions.



張 亦文

(物質材料・エネルギー領域基盤)

高周波軟磁性およびトンネル型
磁気抵抗効果を有する
ナノ複相薄膜の創製

社会の急速な発展や多様化に伴い、近年、新しい多機能デバイスの開発が求められています。複合機能性材料は、全く異なる2つ以上の物質や特性(磁氣的、電氣的、熱的、化学的、生物的、そして機械的性質など)の組み合わせにより、個々の構成物質とは全く異なる新奇な機能性を発現させることができます。すなわち、学際的分野、異分野への新しい機能やコンセプトを提供する新規多機能デバイスの開発が期待できます。

私は新規複合機能性材料の開発を、『ナノ複相薄膜』を作製することにより実現してきました。ナノ複相薄膜とは、セラミックス母相中に金属ナノ粒子が分散した構造を有する薄膜です。ナノ粒径、粒子間距離、構成元素、界面構造などを精密に制御することにより、セラミックス母相を介した金属ナノ粒子間の量子効果により通常の特性和とは異なる機能を発現することが期待出来ます。私がこれまで新しく開発してきたナノ複相薄膜の例として、Co-TiN系ナノ複相薄膜およびCoPd-SrTiO₃系ナノ複相薄膜の作製などがあります。このCo-TiN系ナノ複相膜は、透磁率の磁気共鳴周波数が数GHzに達する優れた高周波軟磁性特性を発現し、大きな電磁波ノイズ抑制効果を示すことを見いだしました。市販のフェライト系電磁波遮蔽材料に比べて約200倍(同じ膜厚の時)特性向上に成功しました。今後急速に高周波化していく携帯デバイスや医療器具のノイズ遮蔽などへの応用にも期待できます。

私は、助教に着任した機会を生かして、これまでの研究における更なる特性向上を目指します。さらに高い磁気特性と誘電特性を兼ね備えた軟磁性ナノ複相薄膜の作製に関する研究、を進めるとともに、新規開拓テーマとして、異なるセラミックス母相とナノ金属との組み合わせにより、耐摩耗性、耐食性および生体親和性を兼ね備えたトンネル型磁気抵抗効果ナノ複相薄膜の作製に関する研究を行い、バイオ分野、医療分野、機械分野など学際領域分野への展開に挑戦していきたいと思います。この研究を推進させるために、異分野の研究者との融合研究を積極的に進めていきたいと思っています。



当真 賢二

(先端基礎科学領域基盤)

ブラックホールジェットの研究とその広がり

私は宇宙における天体現象の物理を研究しており、特にブラックホールが関連する現象に注目してきました。ブラックホールは、重力を記述するアインシュタインの一般相対性理論で予言される存在であり、時空が物質の重力によって最も歪められた状態になっています。長年ブラックホールは理論上の産物にすぎないと思われていましたが、最近の発展した観測により、宇宙のすべての銀河はその中心にブラックホールを有しており、それが銀河の進化を制御していることが確実視されています。しかしながら状況証拠が集まっているだけで、まだブラックホールの時空構造を直接測定したわけではありません。より直接的な証拠を探り、一般相対性理論の検証につなげることが一つの大きな研究の流れであります。

ブラックホールはその強い重力によって、周囲の物質をなんでも吸い込むという印象があるかもしれませんが、実際にはその限りではありません。様々な観測結果から、一部のブラックホールは物質を細く絞って噴出させていることがわかっています。我々はこれをジェットと呼びますが、その速度は光速の99.99%にも達します。ジェットの駆動メカニズムにはいくつか理論シナリオが提唱されていますが、未だ確定した理解には至っていません。

その中の一つに、回転するブラックホールが磁場中にある場合、それが単極誘導電池の役割を果たし、ジェットを作るといったシナリオがあります。これまでは特別な条件下での数学的な解しかありませんでしたが、私の最近の研究で、一般的な状況で回転ブラックホールが電池になりえることが分かりました。今は、時空の歪みの効果が電磁場の非等方な感受率と同等に記述できることに注目し、物性物理との繋がりを模索しようとしています。

ガンマ線バーストという宇宙で最も明るく激しい爆発現象がありますが、これもブラックホールジェットに関連しています。それは遠い宇宙の至る所で起こっています。私は偏光したガンマ線が長距離伝播してくることを利用して、量子重力スケールにおける基礎対称性（CP対称性）に制限を与える、という成果も上げました。このように、ブラックホールジェットは宇宙における重要な構成要素であり、様々な学問分野と関連し、新たな分野創生の可能性が大いに見込まれる研究テーマです。観測方法の探求は工学の発展も促します。これから、様々な研究者との交流を通じて、研究の拡張を図り続けたいと思っています。



梶田 徹也

(物質材料・エネルギー領域基盤)

次世代二次電池負極材料の創製

近年、電力危機により、エネルギー材料に非常に注目が集まっています。特にLi二次電池材料の分野への注目度は、携帯型電子機器の一般化から、ハイブリッド自動車、電気自動車の普及、大規模電力貯蔵を見据え非常に高くなっています。Li二次電池の研究開発における成果は量、質ともに目覚ましく、産学官を巻き込んで世界中で研究開発が行われております。しかしながら、同時にLiイオン二次電池の性能限界も見えてきました。新たなコンセプトの二次電池の研究開発に早急に取り組む必要があります。

最近では、LiイオンではなくMgイオン、Naイオンを用いたポストLiイオン二次電池の研究が注目を集めています。しかし、正極材料に関する研究がほとんどであり、負極の研究は進んでいません。Liイオン二次電池の負極では、その充放電サイクル特性、充放電電位、充放電容量、高い電気伝導率からグラファイトが選ばれていますが、Naイオン、Mgイオンを用いた場合には負極としてグラファイトは使えません。次世代二次電池の実用化のためには、負極材料の創製を行うことがキーとなります。一方、二次電池における固液界面における電気化学反応現象は非常に複雑であり、その詳細は明らかにされていません。固液界面では、複数の化学反応が起きるため、電気化学反応前後の比較のみでは、十分な知見が得られません。したがって、これら固液界面での電気化学反応現象を明らかにするには、電気化学反応中に何が起きているかin-situにて知る必要があります。本研究では、次世代二次電池負極材料を創製すると共に、電気化学反応での固液界面に注目し、in-situ XRD、in-situ Raman、インピーダンス測定を行います。次世代二次電池での固液界面での詳細な電気化学反応現象を明らかにし、負極材料創製にfeedbackし、測定と材料創製を融合させた学際研究を行います。

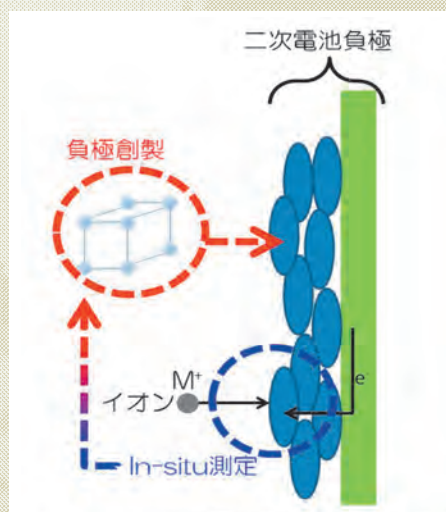


Fig. 次世代二次電池負極材料研究概念図。

新採用者の紹介



齋藤 大介

(生命・環境領域基盤)

鳥類トランスジェニック技術を
基盤とした研究展開と技術・
リソース支援

ニワトリを始めとした鳥類は、きわめて観察と胚操作がしやすいということで、発生生物学を始めとした学術面において優れたモデル実験動物として活用されてきましたし、もちろん重要な家畜としても人類に貢献してきました。さらに近年、鳥類は基礎研究、農畜産応用、および産業医療応用などさまざまな分野に大きな期待がかけられています。例えば、どんどん進歩するイメージング技術をこの観察しやすい動物へ応用するという、トリインフルエンザ等感染症の予防・拡散防止対策、迅速な品種改良および新たなバイオリアクターとしての利用がそれに該当します。このような鳥類のさらなる有効活用には、個体のゲノム(遺伝子)を改変する技術(トランスジェニック技術)が欠かせません。しかしながら鳥類ではいくつかの理由から、ゲノム改変動物の作成が極めて難しいという現実があります。逆に言えば、この困難な問題さえクリアできれば、鳥類が秘めたさらに大きなポテンシャルを発揮できるということで、この問題を克服する革新的技術、および研究拠点が強く求められています。しかしながら、じつは我が国にはトランスジェニック鳥類を作成・維持できる研究者および研究拠点がいまだに存在しておりません。

このような状況のなか私は最近、トランスジェニック鳥類を効率的に作成する革新的な手法を確立しつつあります。この独自の技術を基盤としながら、学際フロンティア研究所では、さまざまな分野の知識・技術を融合・結集させて基礎・応用を問わず数々の諸問題を解決していきたいと考えております。具体的には、恒常性維持・ガン転移・新規ドラッグデリバリーシステムの開発・トリインフルエンザ等疾病予防等の医科学研究、神経細胞・生殖細胞の発生学といった理学的研究、生殖・発生工学、およびトリのバイオリアクター利用・希少鳥類保全といった農学的研究と多岐にわたる研究を予定しています。これらはそれぞれの方面に突出した研究者の方々との共同研究によって解決していきます。また、将来的にはトランスジェニック鳥類の作成と維持を行うリソースセンターとしての機能を担いたいと考えており、その点からも科学的貢献ができればと思っています。



杉本 周作

(先端基礎科学領域基盤)

海が天気を決めている？

海は、地表面の約70%を占めており、平均深度は約4000mにも及びます。かくも広大な海は、その熱容量が大きく、大気の約1000倍にも相当します。すなわち、海とは、巨大な熱の貯蔵庫であり、気候情報を保存するメモリーとしての役割を果たしています。私は、そんな海を、「物理」の観点で理解することを目指し、研究活動を行ってきました。

東北大学からほど近い三陸沖では、黒潮と親潮がせめぎあっており、豊かな漁場としても有名です。また、温帯低気圧は、この三陸沖上空を通過する際に急速に発達することが報告されており、この急発達に伴う暴風・豪雨・豪雪は太平洋沿岸の都市に甚大な被害をもたらします。すなわち、この東北三陸沖というのは、自然科学(海洋学・気象学)的な興味に留まらず、自然災害への防災・減災の観点でも非常に意義深い地域といえます。さて、この三陸沖では、膨大な熱が海洋から大気に向けて放出されていることをご存知でしょうか？ その値、実に、 1000 W/m^2 にも及ぶこともあります。これは、世界最大規模の放出量であり、この熱をエネルギーとすることで温帯低気圧が急発達すると考えられています。従来の知見では、この膨大な熱は、冬の北西季節風に伴い放出されると考えられていました。例えるならば、「熱いお茶をフーフーして冷ます」のと同じ原理です。しかしながら、私は、三陸沖に分布する直径200 km程度の暖水渦が熱放出源としての機能を果たしているのではないかと着目しています。これは、海洋こそが気候変動の主役であるという考えのもとに立っており、従来とは全くことなる挑戦です。

私の研究では、船舶・人工衛星等の様々な観測資料を用いることで、三陸沖暖水渦の実態解明(時空間的変動特性の理解)を目指します。さらに、数値シミュレーションを実行することで、暖水渦から放出される熱が、上空大気の温度構造決定に果たす影響評価を行います。すなわち、私は、自身が専門としてきた「海洋物理学」に、異分野である「大気物理学」を融合させることで、三陸沖気候変動のシナリオを構築し、海から始まる天気予報の確立を目指しています。

ご案内

学際科学フロンティア研究所 成果報告会のご案内

日 時：平成26年4月23日(水) 10時～17時40分

場 所：学際科学フロンティア研究所 大セミナー室



東北大学国際高等研究教育院 総合戦略研究教育企画室

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3 TEL. 022-795-5749 FAX. 022-795-5756
http://www.iare.tohoku.ac.jp/ E-mail. senryaku@iare.tohoku.ac.jp