

融合科学への挑戦

Transdisciplinary Sciencesに向けた
大学院教育の展開

北陸先端科学技術大学院大学・金沢大学
融合科学共同専攻

2018年4月
START!

INTRODUCTION

融合科学への挑戦

～Transdisciplinary Sciencesに向けた大学院教育の展開～

北陸先端科学技術大学院大学と金沢大学は、将来が見通しにくい現代社会で、卓越した発想と行動力を基に、社会を力強く導いていけるような

科学技術イノベーション人材を、北陸の地から輩出したいと考え、大学院レベルでの共同教育課程構想を立ち上げました。

科学技術イノベーションの源泉とも言える、新たな「知」を創造するためには、「異」なる「科学分野」の融合（異分野融合）という観点が必要不可欠です。自分の専門分野をしっかりと持ちながらも、その枠組みに固執することなく、異なる分野の手法や考え方を積極的に学び、ときには自己変革をも恐れず取り入れ、実践する人にこそ、真のイノベーションのヒントが降りてきます。

私たちは、「複雑な社会課題の解決に向けて、既存の科学分野を超える枠組みの下、「科学を融合する方法論」の探究・実践により、複数の科学分野の融合を促進させる」ことを教育理念に掲げ、その理念に基づく教育体制・内容・手法等を準備しています。

新たな「知」を創造し、科学技術イノベーションを生み出すことは、一朝一夕にできることはありません。しかし、地域にも、そして世界にも、様々な課題が山積する今こそ、融合科学の力で、新たな「知」を創造しようという、強い意欲を持つ挑戦者を、社会は強く求めています。

さあ、私たちと一緒に、“新たな「知」”への扉を拓いてみませんか。

北陸先端科学技術大学院大学・学長

浅野 哲夫

金沢大学・学長

山崎 光悦

KEYWORD

融合科学共同専攻ならではの5つのキーワード

1 つのカリキュラム

この共同専攻では、北陸先端科学技術大学院大学と金沢大学の両大学によって、1つの教育課程(カリキュラム)を共同で編成しています。

なお、この共同専攻は、博士課程の設置を見据えており、修士レベルから博士レベルまで5年間を通した体系的な教育プログラムを準備しています。

2 つの大学の強み

北陸先端科学技術大学院大学と金沢大学のそれぞれ得意とする分野の科目を提供しあい、また、異分野融合型の教育研究に対して強い意欲と多くの実績を有する教員が、専任教員として配置されています。(専任教員一覧は、裏表紙を参照)

またインターンシップや研究留学に際し、両大学の幅広いフィールドを活用できます。

3 つのチャレンジ

この共同専攻では、異分野融合型の教育を推進する観点から、コース等は設けていませんが、体系的な学修ができるよう、具体的な3つの枠組みを設定しています。

学生は研究課題に応じて、Ⅰ:ライフィノベーション、Ⅱ:グリーンイノベーション、Ⅲ:システムイノベーションのいずれかの枠組みを選択し、それに応じたカリキュラムを履修します。

MORE SPECIFIC ▶

4 つのフォース

“科学を融合する方法論”を探究・実践するための基礎にあたる、自らの研究分野を超えた異分野に飛び込み、異なる知識背景を持つ他者とコミュニケーションするための「フォース(力)」として、

①データ解析する「力」、②モデル化する「力」、
③可視化する「力」、④デザインする「力」を伸ばします。

MORE SPECIFIC ▶

5 つのコンピテンス

学修成果として、

①課題解決能力、②専門的知識と実践力、
③他分野への理解と実践力、④表現力・コミュニケーション能力、
⑤研究者倫理観、
の5つのコンピテンスの修得を到達指標とします。

3つのチャレンジ

I

ライフイノベーション

例えば、生命科学 × 情報科学に挑む

腫瘍などの病変を遺伝子レベルで解析し、病気の診断や治療に役立つ技術開発を行う場合、どんな知識や技術が必要となるでしょうか。

基礎医学などを含む生命科学について学び、人体の機能や構造、病気のメカニズムの基本について知識を得ることはもちろんですが、それに加えて、膨大な遺伝子情報を扱うためのデータ解析や、高度な画像処理などの情報科学分野についても学び、生命科学と融合させることが必要となってきます。

さらに、近年飛躍的に発達している人工知能の手法も組み合わせることで、迅速で的確な診断、的確な治療方法の提示や副作用の少ない新しい治療薬の開発など、新たな医療技術の可能性が拓けるはずです。

II

グリーンイノベーション

例えば、材料科学 × エネルギー科学に挑む

この21世紀の世界における、様々なエネルギー開発と地球環境の保全・調和とを両立させる技術開発を行う場合、どんな知識や技術が必要となるでしょうか。

光・熱をエネルギーに変換する新材料や、大規模な情報解析を可能とするナノ材料について学び、材料科学全般について知識や技術を得ることはもちろんですが、それに加えて、エネルギーの貯蔵や、様々な資源の再利用・最適化など、理工学、社会学の要素を含む環境科学分野についても学び、材料科学と融合させることが必要となってきます。

さらに、マテリアルデザインの基盤を支える量子力学・量子化学の考え方を学びながら革新的な材料の創製に挑むことにより、人に優しく持続可能な社会の構築に貢献できるはずです。

III

システムイノベーション

例えば、機械工学 × 社会科学に挑む

自律移動型の新たなスマート・モビリティを開発し、新たな交通ツールとして社会に提案する場合、どんな知識や技術が必要となるでしょうか。

機械の設計・製作やセンシング技術、制御技術、情報処理技術等について学び、工学分野全般について知識や技術を得ることはもちろんですが、それに加えて、社会への展開に向けた制度上の課題や、経済的効果分析などの社会科学分野についても学び、技術と融合させることが必要となってきます。

特に、自律移動型のモビリティは、これまでの社会構造を劇的に転換させるものであり、社会科学の知見を取り入れることで、革新的技術を社会に定着させる可能性が拓けるはずです。

Force 1 Force 3

Force 2 Force 4

基幹教育科目、異分野「超」体験科目の履修により、4つのForceそれぞれの基本的な力を養い伸ばす。

入学定員(修士課程)

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科融合科学共同専攻
10名

金沢大学
新学術創成研究科融合科学共同専攻
14名

博士後期課程は、2020年度開設を目指して構想計画中です。

具体的な教育の流れ

基幹教育科目

アントレプレナーシップや研究者倫理、データ分析・統計概論などイノベーション創出に関する基本的知識や態度を養います。

「超」体験科目
異分野

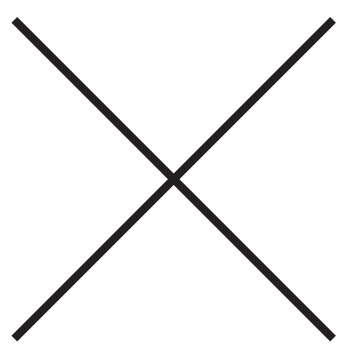
■ 異分野「超」体験セッションI

両大学による共同開講の科目です。この科目では、自分を含めた様々な学生・教員の研究内容を相互に紹介しあい、討議することで、異なる分野の知見や方法を取り入れ、自分自身の研究課題の位置付けや意義に関して理解を深めます。

■ 異分野「超」体験実践I(ラボローテーション)

この科目は、自分の専門分野と異なる複数の研究室(ラボ)に滞在し、実際に実験的・理論的研究を行います。自らの専門を「超」えた幅広い知識やスキルを得ながら、自分自身の研究課題を客観的に捉え直し、融合科学の可能性を模索します。

4つのフォース



融合科学を進展させるための
基礎力

Force 1

データ解析する「力」

融合しようとする各科学分野の視点で、現象を表すデータを多角的に解析する「力」

Force 2

モデル化する「力」

融合分野の基礎に矛盾しないモデルを提唱する「力」

Force 3

可視化する「力」

他分野の人にも分かりやすい“図”を呈示する「力」

Force 4

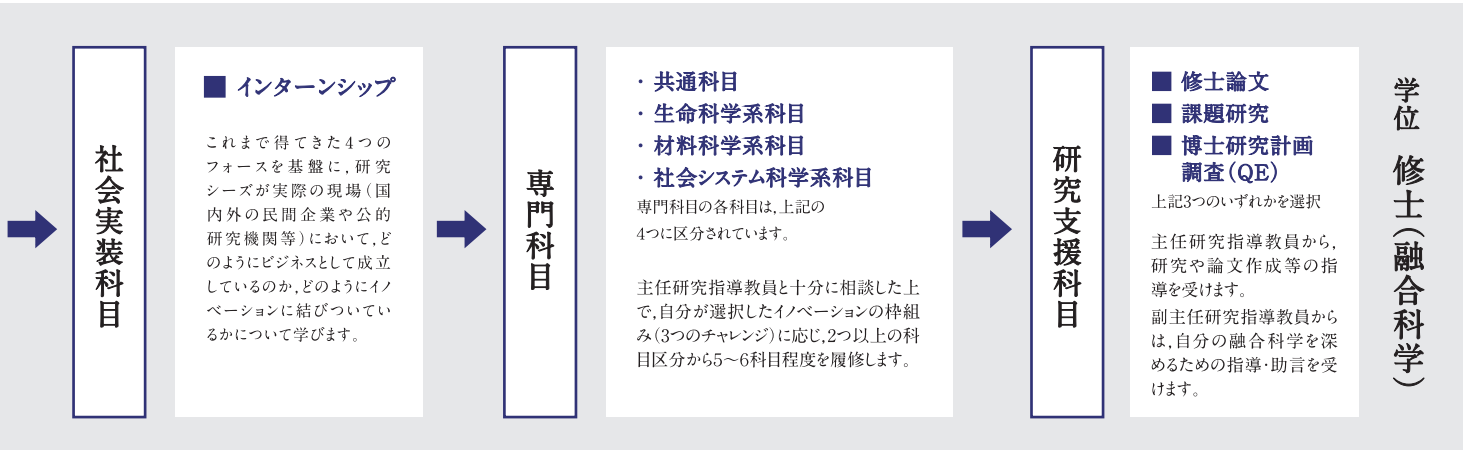
デザインする「力」

他分野及び社会とのインタラクションを通して自己の提案を改変しながら、問題を解決していく「力」

融合科学を進展させる(科学を融合する)方法論の探究・実践は、**狭い専門分野間の壁や、既成の価値観を、各人の科学的思考によって理解・検証・発展させる点に立脚しています。そのための基礎力こそが、「4つのフォース」です。**

この共同専攻には、「異分野「超」体験セッション」や「異分野「超」体験実践」(ラボローテーション)、修士研究の中間発表・最終発表など、異なる知識背景を持つ両大学の学生や教員が一堂に会する場が複数あります。そのような機会に、学生の皆さんは、4つのフォースを基礎として、**自身の研究を発表し、科学的批判・理解・評価を通して、互いにフィードバックを得ることができます。**

こうした学びを通して、常に自分の研究内容を客観的に俯瞰しながら、社会での研究の位置付けを考察し、実社会での展開についても応用できるようになることが、この共同専攻における教育のねらいです。



SPECIAL TALK

“融合科学共同専攻”への期待と可能性

北陸先端科学技術大学院大学
塚原 俊文 教授



金沢大学
飯山 宏一 教授

異分野融合型の大学院教育にける思いとは? いま、社会で求められている新しいタイプの人材とは? この専攻でどんな学びができるのか? どんな学生に学びにきてほしいか? など、教育プログラムの編成にあたって中心となった両名の先生に“融合科学共同専攻”への期待と可能性について語っていただきました。

組織や個人が未来社会で 飛躍するためのカギは 複数の分野の知識・技術

飯山:この両大学による共同専攻は、「異分野融合をコンセプトにした大学院教育」を掲げていますが、こうした教育や人材養成に対する率直な印象は、いかがですか?

塚原:「異分野融合」そのものについては、前向きに捉えています。というのも、私は、もともと大学では化学科だったのですが、その後、専門が生物学寄りにシフトしていき、ずっと境界領域で研究を続けてきた感があります。また、北陸先端科学技術大学院大学(以下「JAIST」と表記。)では、マテリアルサイエンス系に所属し、生体分子や細胞も材料であるという観点から、大学院教育や研究に取り組んでいます。特に、JAISTに来た当初は、最先端の工学ではこんなこともできるんだ、これって使えるな、という新鮮な驚きがあり、ワクワクしたことを覚えていますね。

飯山:私は、金沢大学の電子情報学系に所属していますが、同じ系に所属する教員にも、様々なバックグラウンドを持つ方が

いますし、私自身、化学系の研究者との共同研究に取り組んだこともあります。ただ、共同研究という形ではなく、大学院教育という観点で、異分野融合をどのように実現していくか、すごく難しいなと感じながら、カリキュラムを考えました。

塚原:確かにそうですね。しかし、最近の社会情勢を見ると、組織にしても個人にしても、一つのことをずっと何十年も続けていくだけでは、生き残っていくのは厳しいということが、はっきりと見えてきたのではないかと思います。だから、大学院教育でも、特に、現代の産業界でイノベーション人材として活躍する者を養成するには、単に一つの専門分野を突き詰めていくだけのアプローチでは十分でないと感じます。

飯山: 同感ですね。自分の専門を少しでも外れると基礎的なことも全く知らない、あるいは新聞やインターネットで社会の動きやニーズを得ようとしもない、そんな興味関心の範囲があまりにも狭すぎるような態度では何も生まれません。それを踏まえつつ、異分野融合型の大学院教育を、この両大学が組織的に行うことは、一つの教育モデルを示すという意味でも、大きな意義があるのではないかと思います。

塚原:まさにその通りですね。両大学で既存の研究科・専攻は残しながらも、新たな道として、複数の分野に興味関心を持って、自分の学びを深めていく人材を、この共同専攻では育てていきたいですね。やはり、新しい着想やアイデアは、異なる分野のことも勉強している人から出てくることが多いと思いますので。

飯山:そうした人材を育成し、輩出していくことは、両大学の共通の思いでもありますね。

自分とは異なる専門分野の 者が同じ専攻にいるからできる 「学びの深化」

飯山:企業の方々に話を聞きますと、就職してからずっと同じ分野の研究を続けることはあり得ない、と言われます。やはり、学生時代に学んできた分野と異なる分野であっても、積極的にチャレンジしていける人材が望ましいと。

塚原:私は、以前JAISTで就職支援担当をしていましたが、修士課程修了の学生であっても、企業側は、専門性というよりは、いわゆる人間力というものを見極めようとしていると感じました。企業では、ある部

署が数年後に無くなるかもしれないし、急に新たなプロジェクトが立ち上がるかもしれない。その中で、学生時代に幅広く色んなことに興味を持って勉強してきていて、新しいことにも積極的に取り組む姿勢があると、やはり高く評価してくれますよね。

飯山:アカデミアの世界でも、研究テーマがシフトしていくことは珍しくないですし、複数の分野の知見があるからこそ、発想の転換ができることもありますね。一見、失敗だと思える実験結果も、見方を変えれば、かえって面白い発見があったということも、研究の世界では往々にしてあります。複数の分野に興味関心をもって学んでいると、そうした発想力を養うことができますね。

塚原:この共同専攻のカリキュラムでは、異分野「超」体験セッションやラボローテーションなど、他分野のことを学ぶ機会を確保するよう工夫しました。しかし、受け身ではだめで、やはり学生には、科目履修を通じて、自らどんどんディスカッションの場に出て行って、教員だけでなく、同級生や先輩・後輩とも密に接しながら、様々なことを臆せず探求し、成長して欲しいですね。

飯山:そうですね。カリキュラムでは、異なる分野の者がぶつかり合う「きっかけ」を作っているため、学生同士で互いに学びを深め合っていくことに期待したいですね。さらに、この共同専攻では、融合科学を進展させるための基礎力として「4つの

フォース」を設定しました。

塚原:そうですね。例えば、既知の情報(データ)から生体分子の構造と機能を推定してモデル化・可視化することができれば、その分子を目的に従って改変するための設計が可能になります。この共同専攻で学ぶ学生には、社会のニーズを意識しながら、是非そうした「4つのフォース」を活用してイノベーションに活かせる様な学修を進めて欲しいですね。

飯山:そのためにはそれぞれの分野で深い知識と経験が必要になると思いますが、この共同専攻の学生同士がつながって、お互いに教えあったり、知識や技術を共有しあったりして、それぞれの学びを深められるようになると嬉しいですね。

塚原:この共同専攻(修士課程)は、両大学合わせて、1学年当たり24人ですから、かなり密で面白いコミュニティができるかもしれないと思っています。その中で、大きく成長する学生が次々に出てきて欲しいですね。

「これをやりたい」という 気持ちを出し、共同専攻 での学びに挑戦してほしい

飯山:この共同専攻には、本当に幅広い

分野や背景を持った者が来ることが想定されますね。

塚原:そうですね。でも私は、大学院でこういうことをしたいという気持ちを持てるということも、一つの能力だと思っていますし、実際にそういう学生は、間違いなく伸びます。なので、専門的知識がないからと気後れせずに、「これをやりたい」という気持ちを前面に出して、この共同専攻での学びに挑戦してほしいですね。誰もやっていないことに取り組むことは、困難もありますが、それ以上に面白いものですから。

飯山:学生には、複数分野の学びの中で、未知の世界に挑む面白さや、新たな「知」を得る楽しさを感じてほしいですね。そのためには、融合科学共同専攻独自の教育システムをしっかりと機能させていかなければいけませんし、私たち教員側の責務も大きいと思います。

塚原:学生の情熱に負けないよう、私たちも教育研究者として、日々の研鑽を続けながら、全力で学生と向き合っていきたいと強く感じています。

飯山:私たち自身も、この融合科学という挑戦には期待しています。私たちや、同志を持つ学友たちと、新たな「知」を創造していこうという挑戦者が、共同専攻の門をたたいてくれることを、大いに期待したいと思います。

» PICK UP! 北陸先端科学技術大学院大学独自の取組

先端科学技術専攻との連携



北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科では、世界最高水準の教育・研究を通して、高度な学術や科学技術の知識を備えた「知的にたくましい人材」を育成しています。留学生、社会人経験がある学生、企業派遣研究員などの多様な背景をもつ人々が集まっており、コミュニケーション力や挑戦力が自然と育まれる環境が実現されています。スパコン、3D投影装置、原子分解能電顕、クリーンルームといった先端研究設備、IT基盤を備え、組織的に活用することで世界レベルの研究を展開しています。

新たな給付型奨学金制度の創設



北陸先端科学技術大学院大学では、共同専攻の学生を対象とした給付型の奨学金制度を創設する予定です。その他、本学独自の奨学金制度として、Uターン奨励金【月額5万円給付】、博士後期課程進学時に申請するDRF(Doctoral Research Fellow)制度【月額7万円又は3万円+授業料相当額を3年間給付】などがあります。詳細については、本学Webサイト(TOPページ→学生生活→奨学制度・奨学金/経済支援)で確認してください。

指導教員一覧 (2018年4月現在(予定))

	職・氏名	研究分野・キーワード
北陸先端科学技術大学院大学	教授 塚原 俊文	RNAスプライシング, RNA編集, 遺伝子発現制御, 遺伝子修復
	教授 江 東林	高分子科学, 材料科学, 有機化学, 二次元高分子, 性能性高分子, 有機多孔材料
	教授 小矢野 幹夫	固体物性, 低次元電子デバイス, 熱電変換, 熱電材料, 熱電発電, エナジー・ハーベスティング, 環境科学
	教授 堀田 將	電子デバイス, 固体電子物性, 薄膜形成, 低温作製, 電子材料, シリコン系
	教授 林 幸雄	複雑ネットワーク科学, 無線通信, フラクタル物理, 生物メカニズム, アルゴリズム, 数値最適化, SNS
	教授 小谷 一孔	画像処理, 画像認識, コンピュータビジョン, CG, 画像特徴抽出, 動画画像解析, 顔画像解析, 表情認識, 画像中のオブジェクトの質感, 医用画像解析, 3D画像処理
	教授 青木 利晃	ソフトウェア工学, ソフトウェア科学, 形式手法, 形式検証, 組込みシステム, 車載システム
金沢大学	教授 後藤 典子	幹細胞生物学, がんの分子生物学, 分子標的, バイオマーカー, シグナル伝達
	教授 高橋 智聡	腫瘍分子生物学, がん遺伝学, がん抑制遺伝子, がん代謝
	教授 松本 邦夫	バイオテクノロジー, がんの生物学, 細胞増殖因子, 創薬, タンパク質工学
	教授 鈴木 健之	分子生物学, 機能ゲノム学, ゲノム情報, エピジェネティクス, 転写制御
	准教授 柴田 幹大	生物物理学, ナノバイオサイエンス, タンパク質, バイオイメーキング, 原子間力顕微鏡, 高速AFM
	教授 Richard Wong	細胞生物学, 分子イメージング, 核膜孔, 超解像顕微鏡, 生細胞イメージング
	准教授 小川 数馬	核医学, 放射性薬剤, 分析化学, 癌, イメージング, 分子プローブ
	教授 須釜 淳子	看護学, 健康, スポーツ科学, 看護工学, 臨床研究, 加齢, 老化
	教授 井上 啓	代謝学, 生理学, 食生活学, 糖代謝, 肝臓, インスリン
	教授 佐藤 純	神経科学, 神経発生学, 数理生物学, 脳, 神経回路, カラム, ショウジョウバエ, 数値モデリング
	准教授 河合 望	考古学, 文化遺産学, 博物館学, エジプト考古学, 文化遺産の保存と活用
	教授 水野 元博	ナノ構造化学, 機能物性化学, ナノ構造解析, 超分子, 固体NMR
	准教授 菅沼 直樹	移動ロボット, 自動運転自動車, 知能ロボット, モーションプランニング
	教授 坂本 二郎	設計工学, バイオメカニクス, 最適設計, 材料力学, 計算力学, CAE, 構造最適化, 骨, 筋骨格系, バイオイノベティブデザイン
	教授 當摩 哲也	エネルギーハーベスティング, 環境発電, 有機薄膜太陽電池, 有機デバイス, 分子配向制御, ナノ構造制御, 結晶性制御
	准教授 仁宮 一章	木質科学, 農芸化学, 生物工学, 高分子化学, 木質バイオマス, バイオマスリファイナリー, イオン液体
	教授 松井 三枝	臨床神経心理学, 精神神経科学, 認知脳科学, 記憶, 前頭葉機能, 神経可塑性, 統合失調症, 認知リハビリテーション
	教授 小島 治幸	心理学, 認知科学, 脳科学, 知覚認識, 認知, 行動, 脳神経システム
	教授 飯山 宏一	電子工学, 光エレクトロニクス, 計測工学, 光計測, 光通信, 光ファイバ, 波動信号処理

お問い合わせ先

北陸先端科学技術大学院大学 教育支援課総括・企画係

E-mail / e-soukatsu@jaist.ac.jp

Webサイト / <http://www.jaist.ac.jp/transdisciplinary/index.html>

