

自己点検評価

(平成 28 年～令和元年度)

令和 3 年 3 月

金沢大学理工学域

金沢大学大学院自然科学研究科

金沢大学理工研究域

自己点検評価（平成 28～令和元年度）の報告にあたって

令和 3 年 3 月

ここに，自己点検評価（平成 28～令和元年度）を報告します。

本報告は，国立大学法人金沢大学自己点検評価規程に定められた「部局における自己点検評価指針」（平成 23 年 4 月 1 日施行）を受けたものです。

今回は平成 28 年度から令和元年度までを対象とし，さらに教育だけでなく研究やその他（地域貢献等）も加えて，4 年間の現状と課題について点検評価を行い，その結果を公表するものです。

学内外の皆様には，本報告を御高覧賜りますようお願い申し上げます。

金沢大学理工学域長
金沢大学大学院自然科学研究科長
金沢大学理工研究域長

目次

教育に関する項目（理工学域）	1-1
（１）理工学域の教育目的と特徴	1-3
（２）「教育の水準」の分析	
分析項目Ⅰ 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】	
・項目１ 学位授与方針	1-5
・項目２ 教育課程方針	1-5
・項目３ 教育課程の編成、授業科目の内容	1-5
・項目４ 授業形態、学習指導法	1-7
・項目５ 履修指導、支援	1-9
・項目６ 成績評価	1-10
・項目７ 卒業（修了）判定	1-10
・項目８ 学生の受入	1-10
・項目Ａ 教育の国際性	1-11
・項目Ｂ 地域連携による教育活動	1-11
・項目Ｃ 教育の質の保証・向上	1-12
・項目Ｄ 学際的教育の推進	1-13
・項目Ｅ リカレント教育の推進	1-14
分析項目Ⅱ 教育成果の状況【進路・就職の状況】	
・項目１ 卒業（修了）率、資格取得等	1-15
・項目２ 就職、進学	1-15
・項目Ａ 卒業（修了）時の学生からの意見聴取	1-16
（３）別添資料一覧（理工学域）	1-17
教育に関する項目（大学院自然科学研究科）	2-1
（１）自然科学研究科の教育目的と特徴	2-3
（２）「教育の水準」の分析	
分析項目Ⅰ 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】	
・項目１ 学位授与方針	2-4
・項目２ 教育課程方針	2-4
・項目３ 教育課程の編成、授業科目の内容	2-4
・項目４ 授業形態、学習指導法	2-7
・項目５ 履修指導、支援	2-8
・項目６ 成績評価	2-9
・項目７ 卒業（修了）判定	2-10

・項目8	学生の受入	2-10
・項目A	教育の国際性	2-13
・項目B	地域連携による教育活動	2-14
・項目C	教育の質の保証・向上	2-15
・項目D	学際的教育の推進	2-15
・項目E	リカレント教育の推進	2-17
分析項目Ⅱ	教育成果の状況【進路・就職の状況】	
・項目1	卒業（修了）率、資格取得等	2-18
・項目2	就職、進学	2-18
・項目A	卒業（修了）時の学生からの意見聴取	2-19
(3)	別添資料一覧（自然科学研究科）	2-20
研究に関する項目（理工研究域・大学院自然科学研究科）		
(1)	理工研究域・自然科学研究科の研究目的と特徴	3-3
(2)	「研究の水準」の分析	
分析項目Ⅰ	研究活動の状況	
・項目1	研究の実施体制及び支援・推進体制	3-5
・項目2	研究活動に関する施策／研究活動の質の向上	3-6
・項目3	論文・著書・特許・学会発表など	3-8
・項目4	研究資金	3-8
・項目A	地域連携による研究活動	3-9
・項目B	国際的な連携による研究活動	3-9
・項目C	研究成果の発信／研究資料等の共同利用	3-10
・項目D	総合的領域の振興	3-10
・項目E	学術コミュニティへの貢献	3-11
分析項目Ⅱ	研究成果の状況	
・項目1	研究業績	3-12
(3)	別添資料一覧（理工研究域・大学院自然科学研究科）	3-16

理工学域

(1) 理工学域の教育目的と特徴	・ ・ ・ ・	1-3
(2) 「教育の水準」の分析	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	1-5
分析項目Ⅰ 教育活動の状況	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	1-5
分析項目Ⅱ 教育成果の状況	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	1-15

（１）理工学域の教育目的と特徴

理工学域における教育上の目的

本学域では「基礎科学と工学の先進的な研究を通して理工学の高度な専門知識を育み、高い倫理性と豊かな教養を備え、課題探求能力と国際感覚をもって自然環境と調和のとれた科学と技術の発展を目指し、人類の幸福のため世界で活躍する個性輝く人材を養成すること」を目的としている。

これに基づき、中期目標で掲げる「主体性を涵養する教育により、専門分野における確かな基礎学力と総合的視野を身に付け、国際性と地域への視点を兼ね備えた人材の育成」を達成すべく、本学域では、自然界の挙動を探究するサイエンスと、その原理・法則を利用して人間社会に役立つ技術や製品を開発するテクノロジーを融合した教育課程を編成し、学生個人の希望と選択によって系統的に学ぶことができる自由度と学びの幅を広げる教育体制を構築している。

各学類における教育上の目的

学類	教育目的
数物科学類	現代の科学技術を根底で支えている数学、物理学及び計算科学の教育を通じて、物事に対する根源的な理解と、それを具体的な対象に対して応用し発展させる能力を育み、それによって今日の科学と社会の発展に貢献できる人材を養成することを目的とする。
物質化学類	基礎化学及び応用化学に関する幅広い知識を体系的に身に付け、化学を通じて人類が自然と共生しながら持続的に豊かに生きるための科学、科学技術及び文化の発展と充実に貢献することができる人材を養成することを目的とする。
機械工学類	高度化、精密化、知能化、学際化するものづくりに対して、自然環境との調和を図りながら工業・産業の広い分野で活躍できる技術者・研究者を養成することを目的とする。
フロンティア工学類	先進的かつ安全な近未来人間社会を創造するために、電子情報工学、機械工学、物質工学の知と技を結集して、ナノの世界から宇宙空間までを対象とした様々な未踏領域を切り拓き、工学の飛躍的発展を牽引していくエンジニアや研究者を養成することを目的とする。
電子情報通信学類	電気電子・情報通信工学の専門的な知識と技術を基に、これらが必要とされる様々な分野において、深い洞察力和広い視野により最先端の技術課題を解決し、高い倫理観を持ちながら、社会の持続的な発展に貢献できる技術者・研究者を養成することを目的とする。
地球社会基盤学類	地球環境科学及び土木都市工学に関わる俯瞰的で幅広い基礎知識と特化した専門知識を身に付けた、高度な学理探求を目指す研究者、地球環境の課題解決や人々の豊かな生活と持続的発展を志向する安全で安心な社会の基盤づくりを担う技術者、ならびに次世代の人材育成を担う教育者を養成することを目的とする。
生命理工学類	生物学、バイオ工学及びそれらを支援する生命情報学の観点から、生命と生態系システムの構築と作動原理を解き明かす研究者と、水産業を含む様々なバイオ関連産業に貢献する新技術を開発する技術者、及び次世代の人材を育成する教育者を養成することを目的とする。

金沢大学理工学域

理工学域では、上記目的に即しつつ、第3期中期目標・中期計画に基づき、以下の様な人材育成に取り組むと共に教育改革を進めている。

1. 学域学類制の深化を図るため、ミッションの再定義等を踏まえ、学類における既存のコースを見直し、多様化・高度化する社会の教育ニーズに対応したコース等への再編や教育カリキュラムの改善等に取り組んだ。2018年度には、既存の6学類を、数物科学類、物質化学類、機械工学類、フロンティア工学類、電子情報通信学類、地球社会基盤学類、生命理工学類の7学類に再編した。
2. KUGSが目指す人材像に応じた優れた資質・能力・意欲を備えた学生を確保するため、学域学類制に応じた入試制度改革を行った。2018年度の学類再編において、機械工学類、フロンティア工学類、電子情報通信学類の理工3学類一括入試を導入すると共に、学域の枠を超えた「理系一括」入試の導入も行った。
3. 英語を中心とした外国語による授業を拡大し、第3期中期目標期間終了時に、全授業科目に占める実施率を、学士課程においては30%程度まで増加させるとともに、学士課程において、英語で行われる授業科目の履修のみで修了できる教育プログラムを複数学類で導入することを目的としている。2019年度において、専門科目の英語化率16.7%を達成すると共に、英語のみで卒業できるコースを既に5コース設置している。

理工学域における教育の特徴

理工学域では、学生と社会のニーズに極めて柔軟かつ迅速、適切に応えるために、経過選択制、副専攻制、転学類・転コース制度などを整備している。

経過選択制では、機械工学類、フロンティア工学類、電子情報通信学類の理工3学類入試の学生は2年次4月期に学類移行を行っている。数物科学類と物質化学類では2年次4月期に、その他の5学類では2年次10月期に学生一人ひとりが自分の志望や適性に合わせて専門領域（コース配属・コアプログラム選択）を決めることができ、副専攻制では、所属する主専攻に加え、学類やコースの区分を越えて、学生一人ひとりが主体的に興味関心のある分野を学習することができる。

また、教員免許などの資格・免許取得のためのコース、教育プログラムを整備するとともに、専門英語科目、インターンシップ科目を用意し、キャリア教育を実施している。

(2)「教育の水準」の分析

分析項目Ⅰ 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】

<項目1 学位授与方針>

- 公表された学位授与方針（別添資料1）

<項目2 教育課程方針>

- 公表された教育課程方針（別添資料2）

<項目3 教育課程の編成、授業科目の内容>

- 2018年度の学類改組に伴い、フロンティア工学類の学位プログラム制導入による新カリキュラムや、地球社会基盤学類及び生命理工学類のそれぞれ3つのコース編成による新カリキュラムを体系的に構築するなど、学生と社会のニーズに応える、養成する人材像に基づいた各学類・コースに特色のある新しい教育プログラムを2018年4月に開始した。（別添資料3）
- 国の「AI戦略2019」や、文部科学省の提言を踏まえ、本学では、数理・データサイエンスに係る教育強化を目的に、2020年度4月から同教育を全学的に実施する体制を構築した。これまで共通教育科目の導入科目の位置付けで1年次に必修であった「情報処理基礎」を「データサイエンス基礎」に再編し、本学の情報教育支援を担う総合メディア基盤センターと各学類が連携して実施することとした。授業の前半を同センター、後半を各学類により、データサイエンスの基礎を学ぶものであり、例えば、理工学域生命理工学類においては、「生物と確率、生物と予測」をテーマとした授業を構成するなど、各学類の教育内容に応じた数理データサイエンスの教育を行うこととしている。
- ロボティクス、自動運転、ナノテクノロジー・材料技術など、近年、急速に発展を見せる工学分野において、先進的かつ安全な近未来人間社会を切り拓く人材の養成が切望される社会的背景を踏まえ、2018年度の大規模な学域・学類改組により、既存の「機械工学類」、「電子情報学類」、「自然システム学類」における知と技を結集した「フロンティア工学類」を設置した。従来の工学の専門分野に対応する4つのコアプログラムと、工学分野において本学が卓越した強みを有する、「知能ロボティクス」、「バイオメカトロニクス」などの6つのフロンティアプログラムの異分野間の融合により、従来の工学の枠を超えた未踏領域（＝フロンティア）を開拓する素養を身につける教育プログラムを構築し、実施している。（別

金沢大学理工学域 教育活動の状況

添資料 4)

○ 地球、社会及びそれらを取り巻く環境を対象に、理学と工学の両面から柔軟に思考できる能力を身に付ける必要性が高まっている社会背景を踏まえ、2018 年度の大規模な学域・学類改組により既存の「自然システム学類地球学コース」と「環境デザイン学類」を融合し、新たに「地球社会基盤学類」を設置した。また、地球惑星の本質を理解し、豊かな社会を構築するための先端科学技術を総合的に学ぶことのできる 3 つのコースを設置し、従来の理学・工学に囚われず、複雑化した課題の素因を探究できる科学的な分析力とその実用的な解決を目指す工学的な応用力を身に付ける教育プログラムを構築し、実施している。特に、土木防災コース及び環境都市コースでは JABEE（日本技術者教育認定機構）に認定された国際基準に即したカリキュラムであり、教育の質保証が担保されている。（別添資料 5）

○ 分子レベルにおける生命現象の理解と制御技術が飛躍的に進展している現代において、生命に関する真理の探究という理学的価値観と、生物の産業応用と技術開発という工学的な目的意識を併せ持ち、莫大なバイオデータを自由に解析する能力を備えた人材の養成、また、将来的な食料問題解決のため、年々減少しつつある水産資源の保護と育成を目指す人材の養成が求められている背景を踏まえ、2018 年度の大規模な学域・学類改組により、これまで理工学域に無かった「生物と生命現象の理論と応用を学ぶ」ことに特化した教育を実現するため、新たに「生命理工学類」を設置した。本学類は、生命の原理を解明する理学系の 2 コース（生命システムコース、海洋生物資源コース）と、生物を活かして人の役に立つ技術開発を行う工学系の 1 コース（バイオ工学コース）から成り、初期に理工両方の基礎的な知識と技術を学類全体で学び、その後、実験や演習に重点を置いた専門教育により、各コースで高度な専門的知識と技術を深く学ぶ。さらに、プレゼンテーション能力の向上をめざす指導により、自然の本質を追求し、その成果を豊かな暮らしに応用できる創造性あふれる科学者やエンジニア、教育者を育成する教育プログラムを構築し、実施している。（別添資料 6）

○ 専門を超えた幅広い知識・総合的視野を身に付ける教養教育において、KUGS（金沢大学＜グローバル＞スタンダード）に基づく教育を実践するため、従来の全学出動体制から全学責任体制により教育を実施する「国際基幹教育院」を平成 28 年度に設置し、導入科目や GS 科目を中心とした共通教育科目としてカリキュラム

体系を抜本的に見直した。共通教育科目は、導入科目、GS 科目、基礎科目など、6つの科目区分により体系立っており、このうち、理工学域においては数学や物理学、化学などの自然科学系分野の12科目を基礎科目として配置し、これらを1年次に履修させることで、理工系専門科目を学ぶための基礎を養っている。また、並行して、学類の専門基礎科目を履修させることで、専門科目への効果的な連結を図っている。このほか、理工学域の学域共通科目として、「数学物理基礎リテラシー」を開講し、1年次に履修した数学や物理学の授業の内容を補い、専門科目を学習するために有益な基礎知識や考え方の習熟を図っている。

<項目4 授業形態、学習指導法>

- 本学が目標に掲げるグローバル人材の養成を推進するため、ICT を活用した、主体的学習による英語力強化を図っており、全学生を対象に e-learning 教材による TOEIC L&R テスト対策コースを提供している。本ツールは、スコアアップの「狙い目」を効率よく学習するテスト対策ができるだけでなく、換算点が出る模擬試験により、「実践力」を養うこともでき、また、パソコンだけでなく、スマートフォンやタブレットにも対応しており、学生は時間、場所を問わず効率的に学習できる環境にある。

理工学域においても積極的にこれを利用しており、その結果、理工学域の1年生の TOEIC 平均スコアは、2017 年度から 2018 年度にかけて、535.9 点から 557.8 点へと大幅に上昇した。

- 全学の取組として、アクティブ・ラーニングの推進を図っており、理工学域においては、これを導入した授業科目は、2015 年度の 592 科目から 2019 年度の 890 科目へと増加している。このように、本学域においても能動的学習を促進する教育手法を積極的に取り入れ、学生の自主性を養う教育に努めている。

また、先導的に実践している専門科目を「パイロット科目」として選定し、当該の授業終了後、アクティブ・ラーニングに係る取組の記録として「授業カタログ」を作成しており、理工学域においては 2019 年度現在 104 科目の授業カタログを Web サイトに学内限定で公開し、学内教員に対して情報共有を図るなど、全学におけるアクティブ・ラーニングの導入・拡大に寄与している。

- 産業界では技術者は研究者としての役割も担っており、技術者倫理教育は工学分野では研究者倫理の一部を構成する重要な教育分野である。理工学域の環境デザイン学類では「建設行政及び技術者倫理」を開講したり、物質化学類、電子情

金沢大学理工学域 教育活動の状況

報学類、環境デザイン学類、自然システム学類では「工学における倫理と法」を開講したりするなど、長年、技術者倫理・研究倫理教育に取り組んでいる。

- 地球社会基盤学類や生命理工学類カリキュラムでは、それぞれの学類の特徴から、フィールドワークや野外実習を重視しており、地球社会基盤学類の地球学野外実習 A・B や生命理工学類の生物学実習 7 などに多くの教員が携わり丁寧な学生指導を行うなど、その実施体制の強化にかかる取組を行っている。
- 企業が主体となって提供する多数のインターンシップを分類し、インターンシップ担当教員を学類・専攻毎に配置して、学生のインターンシップのマネジメント、インターンシップ終了報告会開催、終了報告書の刊行など、自然科学研究科と連携して組織的に取り組んでいる。2019 年度には、理工学域 82 名の学生が 106 の企業においてインターンシップに参加した。(別添資料 7)
- 科学者・技術者として必要な英語能力を高めるため、理工学域共通科目の「学域 GS 言語科目 I (理工系英語 I)」や「学域 GS 言語科目 II (理工系英語 II)」を必修科目として開講しており、技術英語<基礎>コースとして、e-learning 教材による理工系のための科学技術英語の学習を推進している。
- 理工学域では、学士課程学生全員に面談教員/アドバイス教員を配置しており、年 2 回の定期的な個人面談のほか、休学からの復学時や就職活動時など必要に応じた面談も実施している。これらを通して、学生生活・学習指導などを行い、定期的に学類会議で情報共有を図り、学生生活のケアを丁寧に行っている。また、留学生に対しても、留学生担当教員を別途配置して留学生特有の課題にも対応するなど、個々の全ての学生にきめ細かな指導を行う体制となっている。(別添資料 8)
- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム (アカンサスポータル) の学務情報サービス機能や教務システムにより、教員は、履修・成績管理、授業評価、ポートフォリオ、シラバス管理、授業評価アンケートなどを行い、これに基づく学習指導を行っている。また、学生においてもこれらを確認できるなど、教員と学生双方のための学習指導における学修成果の可視化を行っている。

＜項目5 履修指導、支援＞

- 本学域での学生面談は相談教員/アドバイス教員が担当し、定例の年2回（前期・後期）及び休学からの復学時に必ず全員実施する体制とし、学習支援の充実、学習意欲向上方策、学習環境の整備をしている。また、面談情報の記録・管理についてはポートフォリオ機能を積極的に活用し、学生・教員双方で情報共有するなど、可視化を図っている。さらには、学生面談に係る詳細な手順書を作成しており、これに基づいた確実な実施と、理工系学生委員会及び代議員会での状況報告など、適切な面談実施体制を確保している。
- 学生・教職員全員が利用するポータルサイト（アカンサスポータル）の学務情報サービス機能や教務システムにより、教員は、履修・成績管理、授業評価、ポートフォリオ、シラバス管理、授業評価アンケートなどを行い、これに基づく履修指導を行っている。また、学生においてもこれらを確認できるなど、教員と学生双方のための履修指導における学修成果の可視化を行っている。
- 学生部就職支援室、理工系事務部学生課、及び学類長、専攻長、学類就職担当教員が学生の進学指導やキャリア形成を支援している。理工学域も協力しながら、学生部就職支援室は毎年、文理系総合業界・企業研究会を開催し、2018年度には5日間で全国から368社の企業が参加し、学生は5日間で延べ2,009名が参加した。理工学域独自でも、各学類に就職担当教員を配置して、学生の学校推薦を積極的に行い、高い就職率を維持している。金沢大学公式Webサイトにある「進学／就職」のページに就職支援室Webサイトがあり、また各学類の就職担当教員を公開している。（別添資料9）
- 2017年度、文部科学省事業「留学生就職促進プログラム」に、本学と信州大学が共同で実施する「かがやき・つなぐ北陸・信州留学生就職促進プログラム」が採択され、「ビジネス日本語教育」、「キャリア教育」、「協働インターンシップ」のプログラムを通じて、外国人留学生の日本企業での就職を促す取組を展開している。中でもキャリア教育企画及び協働インターンシップは理工学域が中心となって企画運営を行い、同プログラムの推進に積極的に寄与している。その結果、2018年度卒業・修了のプログラム受講者23名は全員内定を得るなど、特筆すべき成果を上げている。また、2019年度の間接評価では、「きめ細かな日本語教育、キャリア教育、インターンシップに加え、企業側への支援・啓発など、多岐にわたる教育プログラムやマッチング支援の取組は高く評価できる」と示されたほか、英国経済紙「FINANCIAL TIMES」にも、ダイバーシティによる日本の地域活性化の取組

金沢大学理工学域 教育活動の状況

の一つとして紹介されている。(別添資料 10～12)

＜項目 6 成績評価＞

- 本学では、教育課程方針に則し、厳格・公正な成績評価を実施するため、2019 年度から絶対的評価基準を定めた「科目ルーブリック」を試験的に導入した。

理工学域においては、対象として 36 科目を選定し、「科目ルーブリック」を作成の上、シラバスに明示して、これに基づいた成績評価を行うことで、成績評価の可視化を図っている。

- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム（アカンサスポータル）の学務情報サービス機能や教務システムにより、出席管理、成績管理（入力・確認・開示）を行うなど、教員と学生双方のための成績評価における学修成果の可視化を行っている。

＜項目 7 卒業（修了）判定＞

- 卒業判定手順に則り、具体的な成績資料を基に、要件充足状況を確認の上、各学類において判定し、理工系教育研究会議代議員会及び教育研究評議会の承認を経て、卒業を決定している。

＜項目 8 学生の受入＞

- 本学における教育の特徴として、学域学類制を導入しており、従来の「学部・学科」よりも幅広い枠組みで学びをスタートさせ、入学後に学生自らが学びのテーマを探し、専門分野を選び学ぶ「経過選択制」を採り入れている。本学の第 3 期中期目標にも掲げられている、この学域学類制の深化を図るべく、2018 年度入試から、学域の枠を超えた「文系後期一括・理系後期一括入試」を全学的に導入した。また、理工学域においても、2018 年度の学域・学類再編に併せ、機械工学類・フロンティア工学類・電子情報通信学類の前期入試において、経過選択型の「理工 3 学類一括入試」を導入するなどの入試制度改革も含め、入学者受入方針に基づいた受入体制を整備しており、理工学域の全学類において、2016 年度から 2019 年度までの全ての年度で入学定員を充足していることから適切な入学者を確保しているといえる。(別添資料 13)

＜項目 A 教育の国際性＞

- SGU 事業による本学の構想の実現に加え、本学の中期目標「国際競争力の向上に向けた、本学のグローバル化の推進」を達成するため、中期計画で「英語を中心とした外国語による授業を拡大し、第3期中期目標期間終了時に、全授業科目に占める実施率を30%程度まで増加」と掲げており、専門教育科目の英語化推進を図っている。理工学域においても、この取組に積極的に努めてきた結果、第2期中期目標期間終了時の2015年度において5.6%（全620科目中35科目）であった英語化率が、2019年度には16.7%（全981科目中164科目）にまで増加していることから、目標の達成に向けて着実に進捗しているとともに、教育の国際化を推し進めている。

- 文部科学省「大学の世界展開力強化事業」に採択された「日露をつなぐ未来共創リーダー育成プログラム」による学生交流事業や、モンクット王工科大学トンブリ校（タイ）との理工系教育研修プログラムなど、2019年度は、海外大学との国際交流協定に基づいた20の海外派遣プログラムを理工学域と自然科学研究科の連携により整備し、実施している。また、これらの情報を、手続き等も含め理工学域 Web サイトに掲載しており、海外派遣留学の推進を図っている。その結果、理工学域での留学生数は第2期中期目標終了時の2015年度84名から2019年度には143名と増加している。（別添資料14～16）

- 本学では、外国人留学生の増加に向けた取組として、適切な外国人留学生入試を実施しているほか、多様な留学生受入プログラムを整備している。理工学域においては、2019年度は、理工夏期受入プログラム（タイ・台湾）など、国際交流協定校を中心とした8つの留学生受入プログラムを理工学域と自然科学研究科の連携により整備し、非正規生についても積極的な受入を行っている。その結果、理工学域での外国人留学生数（非正規生を含む。）は2016年度の45名から2019年度の51名と増加しており、キャンパスの国際化を推進している。

＜項目 B 地域連携による教育活動＞

- 2016年7月に石川県能登町と締結した「人づくり・海づくり協定」及び2018年4月に新設した理工学域生命理工学類の設置構想と連動させ、実験室や飼育室等を備えた「理工学域能登海洋水産センター」を、総事業費約6.2億円を能登町が負担するなど、連携して整備し、2019年4月に開設した。
当該センターは、水産資源の確保・技術の高度化といった世界的課題の解決に

金沢大学理工学域 教育活動の状況

向け、世界農業遺産に認定された「能登の里山里海」における、里海の豊かな海洋資源を生かした魚類の養殖技術の研究推進により、地元の水産業における持続的発展・産業振興に貢献し、活力ある個性豊かな地域社会の形成に寄与することを目的としている。また、理工学域生命理工学類海洋生物資源コースの学生を主に、当該センターを活用した地域との連携によるこれらの教育を実施しており、石川県の水産業を担い、地域を牽引する人材の育成を図っている。（別添資料 17～18）

- 平成 27 年度に文部科学省「地（知）の拠点大学による地方創生推進事業」の採択を受け、県内の全 20 の自治体や 8 大学、18 の企業・団体等との連携の下、本学が中心となり、学生の地域理解を深め、地域定着を促進するための取組を実施している。その一つとして、2016 年度から開始した新たな共通教育カリキュラムにおいて、導入科目として全新生を対象とした必修科目「地域概論」を開講した。

本科目では、地域の公設試験場や地域にある有力企業から、実務や現在の社会状況に優れた知見を有する講師を招き、現在の地域の産業構造を教授することで、学類の専門分野を地域との繋がりや社会への貢献の視点から理解させ、地域・社会への関心の向上及びキャリア形成を目的としており、2016 年度の開講以降、本学域生を含む約 1,800 名の新入生全員が受講している。

- 地球社会基盤学類における授業科目「地域概論」や、「初学者ゼミ B / I / II（プレゼン・ディベート論）」などにおいて、石川県や金沢市などの地方自治体、地域の建設業界・コンサルタント業界、国土交通省北陸地方整備局等から多くの実務に精通した講師を招き、キャリア形成や地域産業の理解を目的に講義を実施している。また、地球社会基盤学類の必修科目「地球社会基盤学概論 B」において、2019 年には、地域・社会への関心の向上及びキャリア形成を促進することを目的に、志賀原子力発電所や月浦トンネル・梯川橋梁建設工事、金沢港湾整備事業の現場見学を行うなど、国や地元企業との連携した教育活動を行っている。

<項目 C 教育の質の保証・向上>

- 教育の質向上を図るための取組として、厳格・公正な成績評価を目指し、本学において 2019 年度から絶対的評価基準を定めた「科目ルーブリック」を試験的に導入した。理工学域においては、2019 年度開講科目のうち各学類から 3 科目以上を選定しシラバスに掲載しており、2020 年度以降も対象科目を増やしていくこと

としている。また、作成された科目ルーブリックに基づく成績評価を実施し、その成績分布から問題点の検証を行い、更なる改善や調整を行うといった PDCA サイクルを不断に回し続けることで、更なる教育の質向上を図ることとしている。

- 本学域では、「金沢大学における FD 活動指針」に基づき、教育の質向上を図るべく、学類及び学域で FD 研修会を毎年 1 回ずつ開催しており、留学生対応方法、ポートフォリオ作成、英語化、授業開発、アクティブ・ラーニング、実験科目の検討、JABEE、反転授業など、教育改善の検討活動を実施している。また新任教員研修会も毎年開催している。特に、2019 年度には北陸信越工学教育協会石川県支部との共催で第 12 回 FD シンポジウム「北陸信越工学教育協会産学連携教育フォーラムーこれからの理工系グローバル人材養成と英語による専門教育の在り方ー」を 3 月 18 日に開催予定だったが、新型コロナ禍のために延期に追い込まれた。

学類レベルにおいても、3 学類（機械工学・フロンティア工学・電子情報通信学）合同 FD 研修会や地球社会基盤学類 FD シンポジウム、物質化学類応用化学コース FD 研修会のほか、数物科学類で AIMaP 集会（文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学アドバンストイノベーションプラットフォーム」に採択された研究集会）などを開催している。

また、本学域では、年 4 回クォーターごとに学生による授業評価アンケートを実施し、結果を全教員へフィードバックしており、教員個々が客観的に自己点検評価を行うとともに、学生の授業理解度・満足度を踏まえた授業内容や教授法の改善を行っている。（別添資料 19）

＜項目 D 学際的教育の推進＞

- 学際的、横断的に学ぶことにより、視野を広げ、柔軟な発想力や応用力を養うことを目的に、学生が属する主専攻に加え、学類やコースの区分を越えて、一人ひとりが主体的に興味関心のある分野を副専攻として学習できる「副専攻制度」を平成 20 年度より設計している。

また、副専攻で定められた科目を履修し、単位を修得することで、卒業時に当該分野を副専攻として修了したことが認定されることとなっており、本学域生においても、本制度を積極的に活用し、これまで理工学域内の他分野に留まらず、人間社会学域における人文学系や経済学系といった、学域の枠組みを越えた専攻を履修する学生も数多く存在している。

金沢大学理工学域 教育活動の状況

＜項目 E リカレント教育の推進＞

- 理工学域は 2007 年度から毎年北國新聞社との共催で日本海イノベーション会議を毎年 2 回ずつ開催している。本会議は北陸の企業の技術開発や技術者養成を支援し、「ものづくり」と「ひとづくり」の発展につなげることを目的に、開催している。例えば、「次世代の「モノ造り」の世界的拠点をめざして」、「金沢大学が拓くアクアバイオのフロンティア」、「見えなかった生命現象を観る」、「新エネルギー戦略―振動発電とダイヤモンド―講」、「世界トップレベルの先端材料開発拠点を目指して」、「観光行動から見える金沢の魅力」、「金沢大学が切り開く養殖の未来 ～魚を創って町おこし！～」など、産業界のニーズにも反映した多様な教育を提供しており、また、異分野の専門家にもわかり易い解説を交えた講義により、本学研究者の知的財産でもある最先端科学技術を培うためのリカレント教育を実施している。

以上、項目 1～項目 E から、分析項目 I 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】については、期待される水準を上回ると判断する。

分析項目Ⅱ 教育成果の状況【進路・就職の状況】

＜項目1 卒業（修了）率、資格取得等＞

- e-learning 教材「TOEIC L&R テスト対策コース」の利用推進や、GS 言語科目の履修、授業科目の英語化など、国際化教育の成果として、理工学域1年生における TOEIC 平均スコアは、2017 年度から 2018 年度にかけて、535.9 点から 557.8 点へと大幅に上昇した。
- 世界中から集結したチームがロボットの技術やアイデアを競う、「World Robot Summit 2018」（経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業総合開発機構（NEDO）主催）が 2018 年 10 月に東京で開催され、本学理工学域、自然科学研究科と信州大学との学生主体の合同チーム「JAKS（ジャックス）」が「ものづくりカテゴリー」で第2位の成績を収めた。（別添資料 20）

＜項目2 就職、進学＞

- 2017 年度に採択された文部科学省事業「留学生就職促進プログラム」の「かがやき・つなぐ北陸・信州留学生就職促進プログラム」により、きめ細かな日本語教育、キャリア教育、インターシップに加え、企業側への支援・啓発など、多岐にわたる教育プログラムやマッチング支援の取組を行っており、中でもキャリア教育企画 WG と協働インターンシップ WG は理工学域が中心となり企画運営を行うなど、理工学域においても本プログラムを積極的に推し進めている。これにより、2018 年度卒業・修了のプログラム受講者 23 名は全員内定を得るなど、特筆すべき成果を上げている。（別添資料 10～12（再掲））
- 本学では、約 400 社の企業の参加による大規模な学内合同企業説明会「文理系総合 企業研究会」や、本学との包括的連携協力協定にある北陸銀行との共同での「北陸の優良企業研究会」の開催など、就職支援室を中心に、全学を対象とした様々な就職支援プログラムを毎年実施しており、理工学域生に対してもこれらのイベントへの積極的な参加を促している。このほか、キャリアカウンセラーによる就職相談や面接練習会など、個々の学生に対する就職活動支援も実施している。また、理工学域及び各学類においても就職担当教員がインターンシップの世話や学生の就職活動支援をきめ細かく行っている。
理工学域は、卒業学生のおよそ7割が進学、3割が就職する傾向にあるが、このうち、就職に関しては、これらの取組の結果により、2016 年度から 2019 年度の4年間における就職希望者に対する就職者の割合は、全ての学類において毎年ほぼ 100%と高水準を維持し続けている。（別添資料 21）

<項目 A 卒業（修了）時の学生からの意見聴取>

○ 理工学域では、各学類の FD 委員会を中心に、学位記伝達式の際に、アカンサスポータル上の学務情報サービスを利用した Web 入力による卒業生アンケート（学修成果自己評価アンケート）を実施している。その集計結果は自動的に棒グラフで示されるなど、可視化が図られ、効率的・効果的な分析を可能としており、その結果をカリキュラムの編成、授業方法の改善・充実等に反映させる体制を採っている。

なお、アンケート集計結果から、特に、2018 年度における環境デザイン学類では、全ての設問において、4 段階評価のうちの「十分に達成している」「ある程度達成している」という回答が 9 割以上を占めていることから、本学域の教育による学修成果が上がっていることを示している。

以上、項目 1～項目 A から、分析項目Ⅱ 教育成果の状況【進路・就職の状況】については、期待される水準を上回ると判断する。

(3) 別添資料一覧（理工学域）

	番号	資料・データ名
教育	1	<u>学位授与方針</u>
教育	2	<u>教育課程編成方針</u>
教育	3	<u>理工学域概要</u>
教育	4	<u>フロンティア工学類の概要</u>
教育	5	<u>地球社会基盤学類の概要</u>
教育	6	<u>生命理工学類の概要</u>
教育	7	<u>インターンシップの概要</u>
教育	8	<u>アドバイス教員制度</u>
教育	9	<u>就職支援室における取組及び就職担当教員一覧</u>
教育	10	<u>留学生就職促進プログラム概要</u>
教育	11	<u>留学生就職促進プログラム中間評価所見</u>
教育	12	<u>留学生就職促進プログラム紹介記事</u>
教育	13	<u>入学者受入方針</u>
教育	14	<u>世界展開力事業の概要</u>
教育	15	<u>海外留学の概要</u>
教育	16	<u>海外派遣プログラム一覧</u>
教育	17	<u>理工学域能登海洋水産センター関連資料</u>
教育	18	<u>理工学域生命理工学類案内</u>
教育	19	<u>金沢大学FD活動報告書</u>
教育	20	<u>World Robot Summit2018の概要及び結果</u>
教育	21	<u>就職関連資料</u>

自然科学研究科

(1) 自然科学研究科の教育目的と特徴	・ ・ ・ ・	2-3
(2) 「教育の水準」の分析	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	2-4
分析項目Ⅰ 教育活動の状況	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	2-4
分析項目Ⅱ 教育成果の状況	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	2-18

（１）自然科学研究科の教育目的と特徴

自然科学研究科における人材の養成に関する目的その他の教育研究上の目的

自然科学研究科は、博士前期及び博士後期の課程を置き 5 年一貫の教育が可能な区分制大学院であり、専攻構成は、数物科学専攻、物質化学専攻、機械科学専攻、電子情報科学専攻、環境デザイン学専攻、自然システム学専攻の 6 専攻であり、それぞれの博士前期課程、博士後期課程がある。

本研究科では、人材の養成に関する目的その他の教育研究上の目的を、次のとおり定めており、これに基づき、中期目標に掲げる「主体性を涵養する教育により、高度な専門的知識・技能と学際性を兼ね備え、国際的視野を有する研究者及び専門職業人等、グローバル化する社会を積極的にリードする人材の育成」を実現すべく教育体制を構築している。

課程	目的
博士前期課程	理学及び工学の基礎及び応用に係る自然科学系分野において、学類での基礎教育を発展させ、「総合性」及び「学際性」に富んだ職業人と研究者を養成すること並びに博士後期課程への基礎課程としての教育研究を行うことを目的とする。
博士後期課程	科学技術分野における学術研究が専門化及び先端化する中で、「学際性」、「総合性」及び「独創性」に富んだ高度な研究者・技術者を養成することを目的とする。

また、自然科学研究科では、上記目的に即しつつ、第 3 期中期目標・中期計画に基づき、以下の様な人材育成に取り組むと共に教育改革を進めている。

1. グローバルマインドを持ち、専門知識と課題探究能力を有する高度専門人材を育成するため、授業科目の英語化を推進し、英語による授業科目の割合 55.1%を達成している。英語で行われる授業科目の履修のみで学位を取得できる教育プログラム導入の検討も進めている。
2. 大学院グローバル・スタンダード GS 科目の導入・整備を推進し、現在 1 単位科目で 29 科目設定しており、今後さらにその GS 科目内容の充実・実質化を図る。また大学院生の海外派遣を推進している。
3. 2016 年度に金沢大学では大学院 GS リーディングプログラム事業を開始した。自然科学研究科はその中核教育組織として、博士後期課程において、先端科学力と社会のニーズを捉えることのできる、優秀で視野の広い博士人材を養成し、産業界やアカデミアなどに広く人材輩出することを目的として、産学連携イノベーション人材養成コース GS-HRI、分野融合型数物科学グローバル人材育成コース GS-GHR、国際インタラクティブ ESD コース、GS-II-ESD の 3 つのコースで、異分野研究を必修化した博士人材育成を行っている。また、自然科学研究科は文部科学省の卓越大学院プログラムにも毎年度積極的に応募し、2019 年度に採択された金沢大学「ナノ精密医学・理工学プログラム」にも参画しており、異分野融合博士人材育成を加速している。
4. 受入留学生の増加と海外派遣留学を加速するため、2014 年度から専門教育科目の英語化推進を開始し、現在の英語化率は 55.1%である。

(2) 「教育の水準」の分析

分析項目Ⅰ 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】

＜項目1 学位授与方針＞

- 公表された学位授与方針（別添資料1）

＜項目2 教育課程方針＞

- 公表された教育課程方針（別添資料2）

＜項目3 教育課程の編成、授業科目の内容＞

- 本学は、グローバル化する社会を積極的にリードする人材育成に資するため、2014年に金沢大学大学院〈グローバル〉スタンダードを策定し、その実現のため、大学院〈グローバル〉スタンダードの理念を踏まえた「大学院GS科目」を2017年度から設定している。博士前期課程においては、全学共通の必修科目「研究者倫理」に加え、「数理科学」や「バイオ工学基礎」など本研究科の特性に応じた全29の選択必修科目を設け、履修させている。また、博士後期課程においては、全学共通の必修科目「研究者として自立するために」を履修させ、大学院課程における基幹教育を実施している。
- 金沢大学大学院における異分野融合型の人材育成を目的として、2016年度から自然科学研究科博士後期課程内に「産学連携イノベーション人材養成コース（GS-HRI）」、「GS国際インタラクティブESDコース（GS-II-ESD）」、「分野融合型数物科学グローバル人材育成コース（GS-GHR）」の3コースを設け、「自然科学研究科GSリーディングプログラム」を実施している。これらのコースでは、学内外や海外の他研究室で研究を行う「異分野研究」や「長期インターンシップ」、「海外研究留学」、「海外インターンシップ」等の新機軸の科目をカリキュラムに組み込んでおり、優秀で視野の広い博士人材を育成し、アカデミアや産業界に輩出するといった、社会ニーズに即した教育プログラムを実施しており、2019年度までに18名（HRIコース3名、ESDコース9名、GHRコース6名）を輩出している。（別添資料3）
- 優秀な留学生を獲得し、各国の人材育成への貢献や我が国の経済社会の発展、科学技術・学術の振興、世界で活躍できる人材の育成などに資するため、本研究科（博士前期課程及び博士後期課程）の強み・特色を生かした「次世代の計算科

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

学・データサイエンスを担う数物科学のグローバル人材育成（GHR）」、「エネルギー・環境技術を担う国際インタラクティブ工学人材育成プログラム（II-ESD）」、「超スマート社会に寄与する電子情報科学分野の高度 IT 研究開発人材養成プログラム（EECS5）」の3つの教育プログラムを構築しており、2017年度及び2018年度の文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に採択された。

- 自然科学研究科では、次世代宇宙科学・工学を担う研究者・技術者を育成することを目的として、博士前期課程の全専攻を横断する形で、2018年4月「宇宙理工学コース」を開設した。2018年度に6名、2019年度には7名が本コースに属し、基礎科学・応用工学（技術）の両者の視野・スキルを身に付けるため、講義・実験・実習のほか、学生主体の手作り人工衛星の設計・製作を行わせることで、実践技術の醸成を図っている。（別添資料4）

- 本学は、大学院の教育研究の一層の拡充と整備を図るとともに、研究交流の促進を図ることを目的として、民間企業及び研究機関等と教育研究に対する連携・協力協定を結び、「連携講座」を設置している。

本研究科においては、2016年度に「一貫生産基盤技術創成講座」（YKK株式会社）、2017年度に「先進鋼構造デザイン講座」（新日鐵住金株式会社）など、2019年度現在13講座を開設している。

2018年度には、新たに、共同研究、特許出願、インターンシップ受入等、本学と交流実績を有し、ユニークなセルロース事業を長年世界的に展開している株式会社ダイセルと連携・協力協定を締結し、10月、本研究科博士後期課程物質化学専攻に、一貫生産基盤技術分野における研究者・技術者を養成するため、「次世代セルロース科学連携講座」を新たに設置した。理工学諸分野の研究と企業の研究環境や設備、豊富な人材を融合することにより、各分野において世界に通用する研究者・技術者を養成しており、2019年度に2名を受け入れている。（別添資料5）

- 日本産業の再生には、技術を活かすマネジメント力を備えた技術者を養成し、幅広い分野でそのような技術者が活躍することが必要である。そのため、技術を効率よく企業化・産業化するための技術経営（Management of Technology: MOT）教育を実践すべく、自然科学研究科では2004年度から各専攻の枠を越え、MOTコースを開講している。2017年度からは、大学院GS科目の基幹科目としても

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

位置付け、計 8 科目の MOT 関連科目に再編し、産業界をはじめ各界からの講師陣が自らの経験に基づいてオムニバス形式の講義により実施している。これにより、工学系のみならず、理学系専攻の学生も履修し、年間履修者数は 2015 年度の 300 名から、2017 年度 687 名、2018 年度 627 名、2019 年度 631 名と 2 倍以上に増加している。なお、これは授業のクォーター化に伴い 2 単位科目を 1 単位科目に分割したためであり、実質的な年間履修者数はこれらの年度を通じて堅調に推移している。（別添資料 6）

○ 本研究科に進学を志望する成績優秀な本学学域学生に対し、本研究科の授業科目を入学前においても履修する機会を提供する「先取履修制度」を理工学域との連携により 2020 年 4 月から開始し、大学院での効率的な学修の促進を図ることとしている。

○ 本学は、大学院自然科学研究科、医薬保健学総合研究科、先進予防医学研究科及び新学術創成研究科の学生を対象とし、これら研究科の枠を超えた研究科横断型かつ、複数の民間企業や海外トップ大学の参画による、世界最高水準の教育力・研究力を結集した新たな 5 年一貫型の博士課程学位プログラムとして「ナノ精密医学・理工学卓越大学院プログラム」を構築し、文部科学省 2019 年度「卓越大学院プログラム」に採択された。

本プログラムは、2017 年度に採択された文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」により設立した、世界トップレベルの研究力・研究者を有する「金沢大学ナノ生命科学研究所（NanoLSI）」の卓越した研究環境・実績の下、最先端のナノ解析技術を活用し、医薬保健学・理工学へと応用する術を習得することで、人類の健康基盤構築のためのイノベーションを起こしうる卓越した博士人材を育成することを目的としており、2020 年 4 月から開始する。

本プログラムは、プログラムの基盤となる基礎科目「ナノ科学概論」「数理・データサイエンス概論」などにより、ナノ科学における俯瞰力と独創力を養う「プログラム基盤課程」と、「ナノ先制医学コース」「ナノ脳神経学コース」「ナノ環境科学コース」「ナノ診断開発コース」の 4 コースの中から選択履修し、国際的視野と高度な専門性を養う「専門コース課程」で構成し、技術に強いナノ精密医学プロフェッショナル・医学に強いナノ精密理工学プロフェッショナルを育成するといった、本学の強みを生かした教育カリキュラムを構築した。（別添資料 7）

＜項目 4 授業形態、学習指導法＞

- 金沢大学大学院における異分野融合型の人材育成を目的として、2016 年度から自然科学研究科博士後期課程内に 3 コースを設け、「自然科学研究科 GS リーディングプログラム」を実施している。

これらのコースでは、「長期インターンシップ」、「海外研究留学」、「海外インターンシップ」、「海外フィールドワーク」のほか、国内または国外で開催される国際会議で発表する「国際プレゼンテーション」、海外でのサマースクール等の短期プログラム又は海外での国際会議に参加する「海外研修」などをカリキュラムに組み込んでいる。特に、ラボローテーションとして、所属研究室と分野を異にする学内の研究室で 2 週間以上滞在して実験研究・理論研究を行う「異分野研究 A」や、本学以外の国内又は海外の研究室に滞在して主研究室の研究と関連する研究を行う「異分野研究 B」を配置し、全てのコースにおいて必修科目としている。

このように、自らの専門分野にとらわれず、国内外をフィールドとした、多様かつ実践的な学修プログラムにより、幅広い知識やスキルの涵養を図っており、これまで計 42 名（2016 年度 6 名、2017 年度 12 名、2018 年度 6 名、2019 年度 18 名）の学生が履修している。（別添資料 8）

- 本学は、グローバル化する社会を積極的にリードする人材育成に資するため、2014 年に金沢大学大学院〈グローバル〉スタンダードを策定し、その実現のため大学院〈グローバル〉スタンダードを基軸とした理念を踏まえた「大学院 GS 科目」を 2017 年度から設定している。博士前期課程においては必修科目「研究者倫理」を開講し、博士後期課程においても必修科目「研究者として自立するために」を開講している。
- 「5 大学大学院間の単位互換に関する協定書」に基づき、本研究科（博士前期課程）数物科学専攻計算科学コースの授業科目「計算物性科学」において、新潟大学との遠隔講義による単位互換を実施し、第 3 期中期目標期間において計 18 名（2016 年度 4 名、2017 年度 3 名、2018 年度 3 名、2019 年度 8 名）が履修している。
- 本学では、学生に対する研究指導を柔軟かつ効果的に行い、新たな学術分野を切り開き、専攻横断的・研究科横断的な分野融合教育を実現するため、主任指導教員及び副指導教員による複数教員での研究指導を行う複数指導教員体制をとっている。また、本研究科の各専攻では、これとは専門領域を異にする教員を

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

研究連携協力教員として定め、アドバイス教員として学生指導にあたっている。
2019年5月1日現在、博士前期課程で318名、博士後期課程で267名の研究指導教員を配置しており、1人当たりそれぞれ2.6人、0.9人の学生を指導していることから、学生一人ひとりにきめ細かな研究指導を行うための体制を確立し、大学院教育の質の向上を実現しているといえる。

- 自然科学研究科 GS リーディングプログラムのカリキュラムにおける「国際コミュニケーション演習」、「国際コミュニケーション基礎演習」、「学内基礎研修」、「キャリアパス形成ゼミ」などの各種科目を一般学生にも開放し、研究発表・討論、英語論文作成等に必要な英語力の育成を図っている。また、「学内基礎研修」において、博士後期課程学生を対象とした「プレゼンセミナー」を開催し、研究発表におけるプレゼン資料作成の基礎を学ばせるなど、大学院生のキャリア形成に必要な、日本語、英語によるプレゼンテーション能力の強化を図っている。
- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム（アカンサスポータル）の学務情報サービス機能や教務システムにより、教員は履修・成績管理、授業評価、ポートフォリオ、シラバス管理、授業評価アンケートなどを行い、これに基づく学習指導を行っている。また、学生においてもこれらを確認できるなど、教員と学生双方のための学習指導における学修成果の可視化を行っている。

<項目5 履修指導、支援>

- 本研究科各専攻では、学生面談は主任・副指導教員以外の研究連携協力教員が担当し、定例の年2回（前期・後期）及び休学からの復学時に必ず全員実施する体制とし、学習支援の充実、学習意欲向上方策、学習環境の整備をしている。また、面談情報の記録・管理についてはポートフォリオ機能を積極的に活用し、学生・教員双方で情報共有するなど、可視化を図っている。さらには、学生面談に係る詳細な手順書を作成しており、これに基づいた確実な実施と、理工系学生委員会及び代議員会での状況報告など、適切な面談実施体制を確保している。
- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム（アカンサスポータル）の学務情報サービス機能や教務システムにより、教員は、履修・成績管理、授業評価、ポートフォリオ、シラバス管理、授業評価アンケートなどを行

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

い、これに基づく履修指導を行っている。また、学生においてもこれらを確認できるなど、教員と学生双方のための履修指導における学修成果の可視化を行っている。

- 2010 年度に文部科学省・JST により採択されたイノベーション創出若手研究人材養成事業「産学連携による博士人材のキャリア形成教育プログラム」（2010-2014 年度）の自立化を図るため、本学独自の博士人材のキャリア形成教育支援事業「大学院 GS リーディングプログラム」を 2016 年度に立ち上げ、本研究科博士後期課程内に 3 コース設置している。これら各コースにおける、各種海外活動や異分野研究活動を通して、産業界やアカデミアなどへの人材輩出に向けたキャリア形成を支援しており、これまで計 42 名（2016 年度 6 名、2017 年度 12 名、2018 年度 6 名、2019 年度 18 名）の学生が履修し、18 名（2017 年度 1 名、2018 年度 6 名、2019 年度 11 名）の修了生を輩出している。（別添資料 8（再掲））
- 2017 年度、文部科学省事業「留学生就職促進プログラム」に、本学と信州大学が共同で実施する「かがやき・つなぐ北陸・信州留学生就職促進プログラム」が採択され、「ビジネス日本語教育」、「キャリア教育」、「協働インターンシップ」のプログラムを通じて、外国人留学生の日本企業での就職を促す取組を展開しており、本研究科においてもこれまで研究科で開講している「創成研究Ⅰ」、「創成研究Ⅱ」、MOT 科目を提供するのみならず、「企業文化組織論 A/企業文化組織論 B」を新たに企画・開講することにより、積極的に全学プログラムに貢献している。2018 年度卒業・修了のプログラム受講者 23 名（うち、自然科学研究科学生 13 名）は全員内定を得るなど、特筆すべき成果を上げている。また、2019 年度の間評価では、「きめ細かな日本語教育、キャリア教育、インターンシップに加え、企業側への支援・啓発など、多岐にわたる教育プログラムやマッチング支援の取組は高く評価できる」と示されたほか、英国経済紙「FINANCIAL TIMES」にも、ダイバーシティによる日本の地域活性化の取組の一つとして紹介されている。（別添資料 9～11）

<項目 6 成績評価>

- 個々の科目の成績評価基準については、ディプロマ・ポリシーに基づいて策定し、シラバスに記載して学生に周知を図っている。シラバスの「評価の割合と方法」欄に、授業中の発表の評価、試験の成績等の評価項目とその割合を示しており、学習達成度に応じて、大学院学則第 22 条及び自然科学研究科規程第 24 条に定める、S

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

(90%以上)、A(80%以上 90%未満)、B(70%以上 80%未満)、C(60%以上 70%未満)、不可(60%未満)の5段階、又は合(60%以上)、否(60%未満)の2段階で評価している。また、成績評価の客観性、厳格性を担保する組織的な取組として、成績評価の結果に対する不審等に対応し、学生による異議申立て制度を定め、その旨を記載した大学院便覧を学生に配付し、周知を図っている。(別添資料12)

- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム(アカンサスポータル)の学務情報サービス機能や教務システムにより、出席管理、成績管理(入力・確認・開示)行うなど、教員と学生双方のための成績評価における学修成果の可視化を行っている。

<項目7 卒業(修了)判定>

- 本研究科博士前期課程の修了要件は、「当該課程に2年以上在学し、31単位以上を修得し、かつ、必要な研究指導を受けた上、修士論文の審査及び最終試験に合格すること」としている。また、博士後期課程の修了要件は、「当該課程に3年以上在学し、11単位以上を修得し、かつ、必要な研究指導を受けた上、博士論文の審査及び最終試験に合格すること」としている。

これに基づき、本研究科では、主任指導教員・副指導教員の複数教員により、学生個々の単位修得状況を詳細に確認した上で自然科学研究科会議代議員会に附している。論文審査に関しては、本研究科独自で審査要項を定めており、委員の選出を含め、予備審査、学位論文審査委員会、学位論文検討会と、複数の審査機関による厳格な審査体制で実施している。なお、委員の選出に当たっては、必要に応じ、他専攻や他研究科担当の教員のほか、他大学大学院等の教員を加えるなど、異分野からの見地も入れつつ、客観性を担保した審査体制としている。また、審査に当たっては、教育目的と研究内容に即した専攻ごとの詳細な審査基準を定めており、これに基づいた厳格な審査を行っている。(別添資料12(再掲))

<項目8 学生の受入>

- 社会人学生としての入学者増加を図るべく、本研究科博士後期課程の各専攻において、理工学諸分野の研究と企業等の研究環境や設備、豊富な人材を融合することにより、世界に通用する研究者・技術者を養成することを目的とした「連携講座」を設けており、社会人学生の受入を推進している。2019年度現在、10機関による13の連携講座を開設しており、2016年度から2019年度まで30名を受け入れている。

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

なお、本研究科においては、大学院設置基準第14条に定める教育方法の特例を適用するほか、早期修了制度や長期履修制度を設け、社会人学生が学びやすい体制を整備している。2019年10月現在、社会人学生28名（博士前期課程20名、博士後期課程8名）が本研究科に在籍しており、これらを活用した計画的な履修を行っている。

- 本研究科における更なる入学者の増加に向け、2017年度及び2018年度に採択された新たな3つの国費留学生優先配置プログラム（GHR、II-ESD、EECS5）や、外国政府派遣留学生特別枠、二重学位プログラムなどを活用した受入制度により、外国人留学生の確保を強化している。

特に、二重学位プログラムに関して、複数の海外大学との協定を結び、2017年度にガジャマダ大学（インドネシア）、チェコ工科大学、2018年度にはモンクト王工科大学（タイ）、カザン連邦大学（ロシア）、2019年度には台湾政治大学とのプログラムを新たに開始しており、2016年度から2019年度まで61名を受け入れ、31名に学位を授与している。また、今後の更なるプログラムの拡充に向け、2019年度にプリンスオブソクラ大学（自然システム学専攻）やモンクト王工科大学（電子情報システム学専攻）などとの協定締結に至っている。

また、これら海外の留学生を対象としたWeb出願や、SkypeやTV会議システムを用いたオンラインによる遠隔面接試験など、ICTを活用した入試を実施しており、海外在住の留学生の利便性にも配慮している。

このほか、2020年10月期には、世界ランキング上位20校に絞った遠隔選抜試験を実施し、5名の留学生に入学料免除による経済面での支援を実施予定であり、受入数の拡大に加え、優秀な学生を確保する体制を整備している。

- 本学で2016年度から開始された、大学院GSリーディングプログラム事業において、本研究科博士後期課程内に、異分野融合型の人材育成を目的とした3コース（GS-HRI、GS-HRI、GS-II-ESD）を設け、優秀な博士前期課程の学生に対する、博士後期課程への学内進学を促進を図り、定員充足率の向上を目指している。

また、本科生（博士後期課程履修者）及び予科生（博士前期課程2年次在籍者で博士後期課程へ進学を希望する者のうち、選抜試験に合格した者）の選抜試験成績優秀者に対して、月額5万円の奨学金を給付したり、カリキュラム履修に伴う海外渡航旅費を支援したりするなど、支援体制を充実しており、入学者の受入を推進している。

これにより、本プログラムにおいて、これまで56名（2015年度6名、2016年

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

度 10 名、2017 年度 18 名、2018 年度 7 名、2019 年度 15 名・本科生と予科生の合計）の優秀な学生の確保に至っている。（別添資料 8（再掲））

- 本学は、大学院自然科学研究科、医薬保健学総合研究科、先進予防医学研究科及び新学術創成研究科の学生を対象とし、これら研究科の枠を超えた研究科横断型かつ、複数の民間企業や海外トップ大学の参画による、世界最高水準の教育力・研究力を結集した新たな 5 年一貫型の博士課程学位プログラムとして「ナノ精密医学・理工学卓越大学院プログラム」を構築し、文部科学省令和元年度「卓越大学院プログラム」に採択された。

本プログラムは、2017 年度に採択された文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」により設立した、世界トップレベルの研究力・研究者を有する「金沢大学ナノ生命科学研究所（NanoLSI）」の卓越した研究環境・実績の下、最先端のナノ解析技術を活用し、医薬保健学・理工学へと応用する術を習得することで、人類の健康基盤構築のためのイノベーションを起こしうる卓越した博士人材を育成することを目的としており、2020 年 4 月から開始する。

本学の強みを核にした本教育プログラムにより、更なる入学者の増加を図ることとしており、2020 年度入学において募集人員 12 名に対し、12 名（うち、自然科学研究科学生 1 名）が志願し、12 名（うち、自然科学研究科学生 1 名）の入学者を確保した。（別添資料 7（再掲））

- 本研究科においては、一般選抜のほか、社会人や外国人留学生、出身学部等限定といった特別入試制度を設けるなど、多様な学生の入学促進・志願者の増加を図るべく、受入体制を整備しており、入学定員充足率は、博士前期課程において 2015 年度 118.0%、2016 年度 117.0%、2017 年度 118.8%、2018 年度 113.5%、2019 年度 113.5%、博士後期課程においては、2015 年度 93.2%、2016 年度 78.6%、2017 年度 74.8%、2018 年度 71.8%と、適切な入学者の確保がなされている。

- 自然科学研究科博士前期課程入試においては、TOEIC や TOEFL 等の英語外部試験を利用して英語能力の審査を行っている。

また、本学では、英語能力強化の一環として、2018 年度から博士前期課程に入学する全員に、原則として在学中に英語検定試験の受験を求めている。本研究科博士前期課程では、各専攻で開講される必修科目の単位認定要件、又は修了要件として、TOEIC テスト等の英語検定試験を受験して、そのスコアを提出することを義務付けている。（別添資料 13）

＜項目A 教育の国際性＞

○ SGU 事業による本学の構想の実現に加え、本学の中期目標「国際競争力の向上に向けた、本学のグローバル化の推進」を達成するため、中期計画で「英語を中心とした外国語による授業を拡大し、第3期中期目標期間終了時に、全授業科目に占める実施率を60%程度まで増加」と掲げており、専門教育科目の英語化推進を図っている。本研究科においても、この取組に積極的に努めてきた結果、第2期中期目標期間終了時の2015年度において博士前期・後期課程を合わせ22.5%（全573科目中129科目）であった英語化率が、2019年度には55.1%（全1,467科目中809科目）にまで大幅に増加していることから、目標の達成に向けて着実に進捗しているとともに、教育の国際化を推し進めている。

○ 2017年度、文部科学省「大学の世界展開力強化事業～ロシア、インド等との大学間交流形成支援～」に、本学の「日露をつなぐ未来共創リーダー育成プログラム」が採択された。

本プログラムは、日本とロシアの互いの＜特殊性＞と＜普遍性＞から、各人の専門知識・技術を駆使して新時代の価値を創造し、それを礎に両国の未来を共に創り上げていくことのできるリーダーを育成することを目的としており、カザン連邦大学、クラスノヤルスク医科大学、ロシア科学アカデミー・極東支部などと連携した多層的な交流プログラムを通じて本プログラムを推進している。

その中でも自然科学研究科は2018年度からの「理工系ロシア短期留学プログラム」として、基礎科学プログラム及び先端科学技術プログラムを企画・運営しており、2～4週間の滞在期間にわたり、大学研究室における研究交流やインターンシップ及びアントレプレナーシップ教育体験による学生の相互交流等を行い、教育の国際化を推進している。基礎科学プログラムではダブル・ディグリープログラムも実施している。その結果、交流学生数について、2018年度のプログラム開始から2019年度まで、派遣・受入ともに毎年の計画を遥かに上回る実績を得ることができた。（別添資料14）

○ 文部科学省「大学の世界展開力強化事業」に採択された「日露をつなぐ未来共創リーダー育成プログラム」による学生交流事業や、モンクト王工科大学トンブリ校（タイ）との理工系教育研修プログラムなど、2019年度は、海外大学との国際交流協定に基づいた20の海外派遣プログラムを理工学域と自然科学研究科

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

の連携により整備し、実施している。また、これらの情報を、手続き等も含め Web サイトに掲載しており、海外派遣留学の推進を図っている。その結果、自然科学研究科での海外派遣留学生数は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響による 150 名を除き、2016 年度 187 名、2017 年度 241 名、2018 年度 218 名と高い実績を上げている。（別添資料 15～16）

- 本学では、外国人留学生の増加に向けた取組として、適切な外国人留学生入試を実施しているほか、多様な留学生受入プログラムを整備している。本研究科においては、2019 年度は、理工夏期受入プログラム（タイ・台湾）など、国際交流協定校を中心とした 8 つの留学生受入プログラムを理工学域と自然科学研究科の連携により整備し、非正規生についても積極的な受入を行っている。その結果、自然科学研究科での留学生数（非正規生を含む。）は博士前期・後期課程を合わせ、2016 年度 172 名、2017 年度 190 名、2018 年度 210 名、2019 年度 220 名と着実に増加しており、キャンパスの国際化を推進している。

- 教育の国際化に向け、本研究科においては、国際交流協定校との複数の二重学位プログラムを確立しており、2017 年度にガジャマダ大学（インドネシア）、チェコ工科大学、2018 年度にはモンクット王工科大学（タイ）、カザン連邦大学（ロシア）、2019 年度には台湾政治大学とのプログラムを新たに開始し、自然科学の基礎及び発展研究における諸問題に対応できる高度な教育を行っている。2016 年度から 2019 年度まで 61 名を受け入れ、31 名に学位を授与しており、国際競争力を備えた人材を養成している。また、今後の更なるプログラムの拡充に向け、2019 年度にプリンスオブソンクラ大学（自然システム学専攻）やモンクット王工科大学（電子情報システム学専攻）などとの協定締結に至っている。

<項目 B 地域連携による教育活動>

- 自然科学研究科博士前期課程において、物質化学専攻、機械科学専攻、電子情報科学専攻、環境デザイン学専攻、自然システム学専攻を横断する、「環境・エネルギー技術国際コース (ETIC)」を設置し、我が国が有する卓越したエネルギー・環境に係る要素技術を、各国の地域性や文化を考慮しつつ、その国の実情に見合った技術へと進化させ、国際的に展開することのできる人材を育成し、国際社会に輩出することを目的として、教育を行っている。中でも、地域性を活かした合宿型集中演習科目として、「環境・エネルギー技術地域研修」を開講して、石川県の能登地域や富山県砺波地域をフィールドとした産学官の連携による地域

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

演習により、人と技術の関わりを直接的に学び、課題発掘・問題解決能力の育成を図っている。

これにより、本コースでは、2016 年度から 2019 年度まで 61 名（2016 年度 14 名、2017 年度 18 名、2018 年度 14 名、2019 年度 15 名）の修了生を輩出した。

（別添資料 17）

<項目 C 教育の質の保証・向上>

○ 授業科目に適切な番号を付し分類することで、学修の段階や順序等を表し、教育課程の体系性を明示するため、2019 年度に本研究科の全専攻において、全科目のナンバリングを実施した。（別添資料 18）

○ 本研究科では、「金沢大学における FD 活動指針」に基づき、教育の質向上を図るべく、専攻及び研究科で FD 研修会を毎年 1 回ずつ開催しており、留学生対応法、ポートフォリオ作成、英語化、授業開発、アクティブ・ラーニング、実験科目の検討、JABEE、反転授業など、教育改善の検討活動を実施している。また新任教員研修会も毎年開催している。特に、2019 年度には北陸信越工学教育協会石川県支部との共催で第 12 回 FD シンポジウム「北陸信越工学教育協会産学連携教育フォーラムーこれからの理工系グローバル人材養成と英語による専門教育の在り方ー」を 3 月 18 日に開催予定だったが、新型コロナ禍のために延期に追い込まれた。学類・専攻レベルにおいても、3 学類（機械工学・フロンティア工学・電子情報通信学）合同 FD 研修会や地球社会基盤学類 FD シンポジウム、物質化学類応用化学コース FD 研修会のほか、数物科学類で AIMaP 集会（文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学アドバンストイノベーションプラットフォーム」に採択された研究集会）などを開催している。

また、本研究科では、年 4 回クォーターごとに学生による授業評価アンケートを実施し、結果を全教員へフィードバックしており、教員個々が客観的に自己点検評価を行うとともに、学生の授業理解度・満足度を踏まえた授業内容や教授法の改善を行っている。（別添資料 19）

<項目 D 学際的教育の推進>

○ 本研究科における大学院 GS リーディングプログラムの 3 つのコースでは「異分野研究 A/B」、いわゆるラボローテーションを実施している。学生の所属する研究

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

室と分野を異にする研究室に2週間以上滞在し、当該研究室で自らの研究と関連する最新の科学技術や産業界の動向などを学ばせ、実際に実験研究・理論研究を行わせるといった、自らの専門分野にとらわれない学際的で幅広い知識やスキルを養う教育を推進している。

- MOT (Management of Technology、技術経営) 科目を2004年度から自然科学研究科で開講してきた。2017年度から大学院GS科目の基幹科目としても位置付け、専攻横断的に現在8科目8単位でMOT科目を開講している。本科目群は、個別専門分野から離れた俯瞰的視野から夫々の技術を展望し、科学技術政策・技術動向・技術史・研究開発計画・品質管理・危機管理について理解できると共に、長期的な自らのキャリアを設計できる人材を養成することを目的としている。2020年度からは、既存のMOT科目中の「環境マネジメント論A、B」を廃止して、イノベーションや起業に不可欠で、社会や学生のニーズの高いデータサイエンス教育のために新たに「数理データサイエンス論(2単位)」を開講予定である。(別添資料6(再掲))

- 本研究科博士前期課程において、分野横断型の「環境・エネルギー技術国際コース(ETIC)」を設置しており、物質化学専攻(応用化学コース)、機械科学専攻、電子情報科学専攻、環境デザイン学専攻、自然システム学専攻(化学工学コース)の各専攻・コースから学生を募り、必修科目として異なる専門分野の教員を1名以上含む複数指導体制をとっている。また、本コースでは、講義・実習・実地見学を通じた環境・エネルギー技術に関する高度な知識と技術の習得のみならず、環境・エネルギー技術地域研修科目における講義・施設見学・グループワークを通じて、地域の環境問題を発掘する能力を養い、問題解決のため技術・プロセスを提案しそのための社会制度設計について考究する能力を養えるよう、分野横断型カリキュラムを実施して学際的な教育を推進している。(別添資料17(再掲))

- 「特色ある優れた取り組み(Good Practice)」を重点的に支援することにより全学的に教育改善活動を促進させることを目的とした金沢大学教育改革GPにおいて、金沢大学重点課題(I)「基幹教育から大学院課程に至るイノベーションマインド育成に関する取組」に、2018年度から3年計画で「起業マインド醸成学生コミュニティの形成」事業を申請し採択された。イノベーションや起業には専攻分野を超えた俯瞰的な視野が不可欠であり、2019年度はSNSによるオンラインコミュニティを形成し、自然科学研究科の学生を中心とした分野横断的な学生31名が参加する「金大起業部」を発足させ、アントレプレナー活動を開始すると共に、年度末には

金沢大学自然科学研究科 教育活動の状況

学生 12 名が中国深圳市での起業現場の見学と実習を行った。

- 本学は、大学院自然科学研究科、医薬保健学総合研究科、先進予防医学研究科及び新学術創成研究科の学生を対象とし、これら研究科の枠を超えた研究科横断型かつ、複数の民間企業や海外トップ大学の参画による、世界最高水準の教育力・研究力を結集した新たな 5 年一貫型の博士課程学位プログラムとして「ナノ精密医学・理工学卓越大学院プログラム」を構築し、文部科学省令和元年度「卓越大学院プログラム」に採択された。

最先端のナノ解析技術を活用し、医薬保健学・理工学へと応用する術を習得することで、人類の健康基盤構築のためのイノベーションを起こしうる卓越した博士人材を育成することを目的としており、2020 年 4 月から開始する。（別添資料 7（再掲））

<項目 E リカレント教育の推進>

- 県内の高等教育機関の相互連携・協力により、県内大学等の学生や社会人に高等教育を提供する、公益社団法人大学コンソーシアム石川が運営する「いしかわシティカレッジ」事業において、長年、本研究科で開講していた MOT 科目の「ベンチャービジネス論 A/B」「技術経営論入門 A/B」「技術マネジメント基礎論 A/B」の 6 科目 6 単位を 2020 年度から新たにシティカレッジ科目として提供し、石川県内のリカレント教育に資することとしている。（別添資料 20）

- 本学は、大学院の教育研究の一層の拡充と整備を図るとともに、研究交流の促進を図ることを目的として、民間企業及び研究機関等と教育研究に対する連携・協力協定を結び、「連携講座」を設置している。

本研究科博士後期課程の各専攻においても、理工学諸分野の研究と企業等の研究環境や設備、豊富な人材を融合することにより、世界に通用する研究者・技術者を養成することを目的として、「連携講座」を設け、連携企業等からの社会人学生の受入れを行っている。2019 年度現在、10 機関による 13 の連携講座を設けており、2016 年度から 2019 年度までに社会人学生 30 名を受け入れている。

以上、項目 1～項目 E から、分析項目 I 教育活動の状況【教育の実施体制、教育内容、教育方法、学業の成果】については、期待される水準を上回ると判断する。

分析項目Ⅱ 教育成果の状況【進路・就職の状況】

＜項目1 卒業（修了）率、資格取得等＞

- 学生・教職員全員が利用するオンラインネットワークシステム（アカンサスポータル）の学務情報サービス機能や教務システムにより、出席管理、履修・成績管理（入力・確認・開示）に加え、ポートフォリオ、授業評価アンケートなど、教員と学生双方のための学修成果の可視化を図っている。これらにより、例えば、欠席しがちの学生に関し、授業担当教員や相談教員へ自動アラートが送信され、学生の学習状況・生活状況の問題発見が早期に行われているなど機能しており、それが本研究科における留年率・退学率・休学率の低さにも表れている。
- 世界中から集結したチームがロボットの技術やアイデアを競う、「World Robot Summit 2018」（経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業総合開発機構（NEDO）主催）が2018年10月に東京で開催され、本学理工学域、自然科学研究科と信州大学との学生主体の合同チーム「JAKS（ジャックス）」が「ものづくりカテゴリー」で第2位の成績を収めた。（別添資料21）

＜項目2 就職、進学＞

- 2017年度に採択された文部科学省「留学生就職促進プログラム」事業における、本学と信州大学との共同事業「かがやき・つなぐ北陸・信州留学生就職促進プログラム」では、きめ細かな日本語教育、キャリア教育、インターシップに加え、企業側への支援・啓発など、多岐にわたる教育プログラムやマッチング支援の取組を行った。その結果、2018年度卒業・修了のプログラム受講者23名（うち、自然科学研究科学生13名）は全員内定を得るなど、特筆すべき成果を上げている。（別添資料9～10（再掲））
- 大学院GSリーディングプログラムにおいて、産業界に活躍の場を求めている博士前期課程学生（GSリーディングプログラム予科生）及び博士後期課程学生を対象に、その研究成果・キャリアを産業界にアピールする機会を設けるとともに、博士人材と企業との直接的な相互交流を通して、博士学生は企業が求めるものを知り、企業は優秀な博士人材を発見することを目的として、企業マッチング交流会を毎年開催している。2018年度には合わせて42名（内ポスター、口頭発表23名）の博士後期課程学生、28社の企業が参加した。

金沢大学自然科学研究科 教育成果の状況

- 上記の取組の結果、博士前期課程においては、2019 年度修了者（415 名）のうち 368 名が就職を希望し、そのうちの 366 名が就職しており、就職率は 99.5% である。また、博士後期課程については、2019 年度修了者 73 名のうち、57 名の就職希望者全員が就職するに至っており、各専攻で身に付けた素養を活かすことができる企業、機関等に就職している。

<項目 A 卒業（修了）時の学生からの意見聴取>

- 本研究科では、各専攻の FD 委員会を中心に、学位記伝達式の際に、アカンサスポータル上の学務情報サービスを利用した Web 入力による修了生アンケート（学修成果自己評価アンケート）を実施している。その集計結果は自動的に棒グラフで示されるなど、可視化が図られ、効率的・効果的な分析を可能としており、その結果をカリキュラムの編成、授業方法の改善・充実等に反映させる体制を採っている。

なお、アンケート集計結果から、特に、2018 年度における博士前期課程数物科学専攻、物質化学専攻、機械科学専攻などでは、全ての設問において、4 段階評価のうち、「十分に達成している」「ある程度達成している」という回答が 8 割以上を占めていることから、本研究科の教育による学修成果が上がっていることを示している。

以上、項目 1～項目 A から、分析項目Ⅱ 教育成果の状況【進路・就職の状況】については、期待される水準を上回ると判断する。

(3) 別添資料一覧（自然科学研究科）

	番号	資料・データ名
教育	1	<u>学位授与方針</u>
教育	2	<u>教育課程方針</u>
教育	3	<u>自然科学研究科GSリーディングプログラムの概要</u>
教育	4	<u>「宇宙理工学コース」の概要</u>
教育	5	<u>連携講座一覧</u>
教育	6	<u>MOT（技術経営）コースの概要</u>
教育	7	<u>ナノ精密医学・理工学卓越大学院カリキュラムの概要</u>
教育	8	<u>GSリーディングプログラム募集要項</u>
教育	9	<u>留学生就職促進プログラム概要</u>
教育	10	<u>留学生就職促進プログラム中間評価所見</u>
教育	11	<u>留学生就職促進プログラム紹介記事</u>
教育	12	<u>金沢大学大学院自然科学研究科規程</u>
教育	13	<u>博士前期課程学生募集要項</u>
教育	14	<u>世界展開力事業の概要</u>
教育	15	<u>海外留学の概要</u>
教育	16	<u>海外派遣プログラム一覧</u>
教育	17	<u>環境・エネルギー技術国際コースの概要</u>
教育	18	<u>科目ナンバリング</u>
教育	19	<u>金沢大学FD活動報告書</u>
教育	20	<u>いしかわシティカレッジ開講科目一覧</u>
教育	21	<u>World Robot Summit2018の概要及び結果</u>

理工研究域・自然科学研究科

(1) 理工研究域・自然科学研究科の研究目的と特徴	・・・	3-3
(2) 「研究の水準」の分析	・・・	3-5
分析項目Ⅰ 研究活動の状況	・・・	3-5
分析項目Ⅱ 研究成果の状況	・・・	3-12

(1) 理工研究域・自然科学研究科の研究目的と特徴

理工研究域・自然科学研究科（以下、本研究域）では、「幅広い視野と高度な専門知識により根源的命題を理論的・実験的に解明し、新しい知的価値を創成すること、その知的価値により得られた成果を自然環境と調和のとれた技術として社会に還元すること」を研究目的としている。これらの研究目的に基づき、本研究域では、以下の7つの領域ごとに、それぞれの目的を定め、中期目標に掲げる「日本海側に位置する世界に誇る教育・研究拠点として、強み・特色のある分野の研究実績を基に、分野融合型研究や新興分野研究等の先進的・独創的な研究を推進するとともに、教育・研究拠点としての基盤となる学術研究の多様性の進化を図る。」を達成するため、特色ある研究を推進している。

各領域における研究目的

領域	目的
数物科学領域	<p>○数学、物理学、計算科学の探求を通じた、自然現象の根本原理とそこに隠された数理の世界を追求する自然科学の本質的な解明</p> <p>○数理科学、宇宙物理学、物性物理学、走査型プローブ顕微鏡等に係る研究成果の社会への還元、数物科学分野の研究への寄与</p>
物質化学領域	<p>○物質の性質・構造・反応などの原子、分子レベルでの解明及びその成果の利用可能な技術への変換</p> <p>○機能物性化学や応用化学分野等の研究成果をいかした安全で持続可能なエネルギー生産技術の核となる研究、機能性超分子創成化学に関する研究等、化学分野の研究への寄与</p>
機械工学領域	<p>○産業技術の基盤となる機械技術全般から持続発展が可能な社会実現のための消費に配慮した技術、材料やエネルギー消費に配慮した技術の開発</p> <p>○設計工学、生産工学等に係る研究成果の還元及びサステナブルな社会構築への寄与</p>
フロンティア工学領域	<p>○従来の工学の枠を超えた未踏領域（＝フロンティア）を開拓するための種々の工学の知識や技術を融合・統合した研究の推進</p> <p>○知能ロボティクス、計測制御システム、バイオメカトロニクス、マテリアルデザイン、ナノセンシング、ヒューマン・エコシステム等に係る研究成果の還元及び持続的社会の構築への寄与</p>
電子情報通信学領域	<p>○地球環境の維持・改善に向けたエレクトロニクス・IT・エネルギーの分野における研究の推進</p>

金沢大学理工研究域・自然科学研究科

	<ul style="list-style-type: none"> ○豊かな社会の実現に向けた，創・省エネルギー，安全，低環境負荷技術に係る研究の推進 ○通信工学等に係る研究成果の還元及び持続的社会的構築への寄与
地球社会基盤学領域	<ul style="list-style-type: none"> ○地球惑星の本質を理解し，自然と調和した国土の創造，持続的発展の可能な都市システムや安全・安心な社会基盤の整備のための様々な理論や技術の開発 ○地球環境科学に係る研究成果を活用した分野横断的研究の推進及び循環型社会の構築への寄与 ○地域社会の抱える問題解決及び地域活性化への寄与
生命理工学領域	<ul style="list-style-type: none"> ○生命現象の系統的な解明，海洋生物の保護と育成，各種生物の産業応用と技術開発，生命に関する膨大なデータを解析する情報処理技術の開発 ○生命科学に係る研究成果を活用した分野横断的研究の推進及び循環型社会の構築への寄与

このほか，本研究域内の附属研究施設として，「人工衛星や宇宙探査機を用いた科学」に焦点を絞り，先端的な観測技術の開発とそれを用いた科学観測により，太陽地球系から遠方宇宙までを包括的に理解し，宇宙理工学分野における研究の発展及び人材育成に資することを目的とした「理工研究域先端宇宙理工学研究センター」を2019年度に新設した。

なお，本研究域は，理工学分野における幅広い専門的分野を有し，新しい研究領域を創成することを目的として戦略的に教員を配置していることに加え，2015年度に本学が設置した「新学術創成研究機構」への参画を始め，2017年度の「ナノ生命科学研究所」，2018年度の「ナノマテリアル研究所」，2019年度の「設計製造技術研究所」と，連続して設置された学内の附置研究所の基盤となる教員群を本研究域から多く輩出している。

(2) 「研究の水準」の分析

分析項目Ⅰ 研究活動の状況

<項目1 研究の実施体制及び支援・推進体制>

- 本研究域における世界最先端のバイオ SPM（走査型プローブ顕微鏡）技術を核にした、世界トップレベルの研究拠点構想が 2017 年度文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」に採択された。

これにより、最先端の走査型プローブ顕微鏡技術と超分子科学技術を融合・発展させ、生体分子を直接観察、分析、操作する「ナノ内視鏡技術」を開発し、生命の誕生や疾患、老化などの生命現象の仕組みを根本的に理解することを目的として、2017 年 10 月に「ナノ生命科学研究所」が設立され、理工研究域から 10 名の教員を輩出した。（別添資料 1～2）

- 2018 年度概算要求により、本学の強みであるナノサイエンス・ナノテクノロジー分野の研究を更に加速・発展させるため、本研究域の 5 つの研究グループの技術・業績を結集し、2018 年 8 月「ナノマテリアル研究所」を設立した。

本研究所は、優れた省エネ・創エネ性能を発現する革新的なナノ材料やデバイスの開発を通してスマート社会実現に貢献することを目的として、これまで持続可能エネルギーに関わる研究開発を展開していた、本研究域内のサステナブルエネルギー研究センターを発展的に解消し、更なる研究力強化を図るために大学の附置研究所の位置付けとして設立されたものであり、理工研究域から 4 名の教員を輩出した。（別添資料 3）

- 個性や感性に応じた個別設計・生産を迅速に行う次世代スマート設計生産システムを構築し、産学連携・国際連携による第 4 次産業革命を主導する製造業の競争力強化のための拠点を形成することを目的として、2016 年 10 月、理工研究域内に「先端製造技術開発推進センター」を設置した。

また、2019 年度概算要求により、本センターを更に拡充・強化するため、発展的に解消し、2019 年 6 月に大学の附置研究所の位置付けとして、「設計製造技術研究所」を設立し、理工研究域から 6 名の教員を輩出した。（別添資料 4）

- これまでに展開してきた宇宙理工学研究の経験を基に、「人工衛星や宇宙探査機を用いた科学」に焦点を絞り、先端的な観測技術の開発とそれを用いた科学観測により、太陽地球系から遠方宇宙までを包括的に理解するための研究拠点を形成することを目的として、2019 年 7 月、理工研究域内に「先端宇宙理工学研究センター」

金沢大学理工研究域・自然科学研究科 研究活動の状況

を設置した。（別添資料5）

- 水産生物に焦点を当て、能登町や石川県の特性を生かした水棲生物の生殖・発生・成長に関する基礎・応用研究を世界に発信し、オーガニック養殖や生殖工学を駆使した次世代養殖技術の研究・開発などを通じて、地域や国際社会に貢献できる人材を養成することを目的として、2019年4月に、域内に「能登海洋水産センター」を設置した。（別添資料6）

- 本学は2008年度から、教育（学生）組織である学域・学類と、教員（研究）組織である研究域・系が分離する、いわゆる教教分離を導入している。本研究域は、2018年度に、教育組織である理工学域の学類改組に合わせ、教員組織である「系」も従来の6系から7系へと改組しており、理工学分野における幅広い専門的分野を有し、新しい研究領域を創成することを目的として戦略的に教員を配置している。（別添資料7）

- 従来、「人を対象とした研究」に関する倫理審査については医薬保健研究域の倫理審査委員会に審査を委嘱していたが、感性に係わる研究の増加にともない、2017年度、理工研究域内に倫理審査委員会を設置し、明らかに人体への影響が小さな、非侵襲の「人を対象とした研究」に関する倫理審査については、当該委員会にて行う体制を整備することで、倫理審査の効率化と利便性を向上させた。

＜項目2 研究活動に関する施策／研究活動の質の向上＞

- 本学は、本学が有する知的価値を技術として社会に還元するため、「産学連携包括協定」を積極的に締結し、社会還元を務めているが、第3期中期目標期間中に締結した4協定のうち、3協定は本研究域が主体的に進めてきた共同研究を母体とする協定である。

さらにこれらの取り組みを進化させ、大学が施設や設備を提供し、企業から教員と研究費を受け入れることにより、企業と共に大学の研究成果の社会実装および産業展開を目指す新たな研究制度「共同研究講座」が設けられ、2019年7月、大学院自然科学研究科に、株式会社ダイセルとの共同研究講座「先導科学技術共同研究講座」を設置した。これにより、本学が有する最先端研究の知見と、同社が有するセルロースを活用したモノづくりに関する知見とを融合・協働することで、先導科学技術の研究と応用に取り組んでいる。（別添資料8）

金沢大学理工研究域・自然科学研究科 研究活動の状況

○ 本学では、学際研究の推進と若手研究者育成のため、「部局主導（ボトムアップ）型研究課題」として部局自らが学際的研究課題を設定し、これに基づいた教員配置計画の下、研究活動を行っている。本研究域でも複数の学際的研究課題を設定しており、教員はそのいずれかの研究課題に属し、また、各研究課題に一定の研究費を配分することにより、戦略的な教員配置に基づく学際的研究の推進を図っている。

○ 以上の特色ある研究の成果として、研究指導教員として携わる教員も含め、本研究域の教員が、2016 年度から 2019 年度までの 4 年間で、国際的・国内的に権威のある数多くの表彰を受賞している。

その中でも特筆すべき成果として、本研究域を中心とした研究グループによる「超分子による革新的マテリアル開発の拠点形成」プロジェクトにおいて、2016 年 4 月から本学のリサーチプロフェッサー（招へい型）として参画しているジャン=ピエール・ソヴァージュ教授が、「分子機械の設計と合成」を授賞理由に 2016 年 10 月ノーベル化学賞を受賞したことが挙げられる。

また、文部科学大臣表彰や日本学術振興会賞などといった、国内においても権威のある表彰を数多く受賞するなど、本研究域の研究成果が高く評価されている。

○ 若手研究者育成のため、助教任用時は原則テニュアトラック (TT) 制を採用する一方、TT 教員へのスタートアップ経費として研究域独自の財源により、採用初年度または次年度と合わせ 80 万円の研究費支援を行っている。さらに、本研究域のみならず、がん進展制御研究所や環日本海域環境研究センターも含めた、TT 教員によるランチセミナーを原則として月に 1 回開催し、研究交流を促進している。その結果、分野を超えた連携が様々に行われ、共同研究として複数の科研費申請や大型外部研究資金申請が行われているほか、一部の成果は現在論文としてまとめられつつある。

○ 本学では、国内外の優秀な研究者の確保・育成を目的に、第 2 期中期目標期間に導入した「年俸制制度」、「リサーチプロフェッサー制度」、「コンカレント・アポイントメント制度」などといった多様な人事制度を運用している。これに加え、ピアレビューを含め階層化された厳格な評価を実施し、その結果を昇給等の処遇に反映する「新たな年俸制制度」、さらには文部科学省の卓越研究員事業による「卓越研究員制度」等を第 3 期から新たに導入し、運用している。

本研究域においても、2019 年 5 月 1 日現在、年俸制適用者数 77 名、リサーチ

金沢大学理工研究域・自然科学研究科 研究活動の状況

プロフェッサー15名配置，コンカレント・アポイントメント適用者1名など，これらの人事制度を積極的に活用しており，優秀な研究者の確保・育成を図っている。（別添資料9～12）

<項目3 論文・著書・特許・学会発表など>

○ 2017年度以降，学内組織の再編に伴い，本研究域から教員1割以上を全学の研究拠点に輩出している。それにもかかわらず，一人当たりの著書・論文の研究成果の創出について，2016年度の2.3本に比し，再編のあった2017年度は2.7本，2018年度は3.1本と，研究活性は高いレベルを維持するに留まらず，むしろ更に向上させている。

○ 国内外の学会等における研究発表・招待講演数について，第3期中期目標期間においては，年平均で約1,250件（一人当たり約4.8件）実施しており，第2期中期目標期間における年平均の約715件（一人当たり約2.8件）に比し，大幅に増加している。これらの活動の結果，多くの学会賞等の受賞に至っている。

○ 本研究域では，第3期中期目標期間を通して，継続的に特許を出願，取得している。2016年度から2019年度において，104件の出願，83件の取得に至っており，本研究域における知的財産権の総数は129件となった。なお，2017年度から2019年度にかけて，特許を比較的多く保有する本研究域教員が，ナノ生命科学研究所，ナノマテリアル研究所及び設計製造技術研究所へ配置換えとなったにもかかわらず，2015年度末時点での総数93件と比較して1.3倍の増加となっている。

また，第3期中期目標期間中には，「磁性粒子複合粘弾性体及びそれを用いた可変剛性型動吸振器」（特許第6032727号（2016年度））や「ダイヤモンドの製造方法」（特許第6561402号（2019年度））など，社会実装を目的とした特許を数多く取得していることから，学協会や社会に影響を与える研究を推進していることがいえる。

<項目4 研究資金>

○ 本研究域における第3期中期目標期間中の外部資金獲得に関し，2期末（2015年度）と比較すると，一人当たりの科研費申請件数，採択内定率，内定金額や，競争的資金・共同研究・寄附金獲得状況における一人当たりの獲得件数，金額について，維持あるいは年度によっては向上させている。なお，2017年度以降，学内組織の再編に伴い，本研究域から教員1割以上を全学の研究拠点に輩出しているにもかかわ

らず、上記の成果が上がっているものであり、外部資金獲得への努力は高いレベルを維持しているといえる。

- 2017 年度以降、学内組織の再編に伴い、本研究域から教員 1 割以上を全学の研究拠点に輩出し、さらに他大学への教員転出もあり、特許出願時の所属と現在の教員所属がかなり複雑になっている。また、本学の発明特許に係る技術移転業務を委託する「金沢大学 TL0」の運営方針も精選して特許を出願することになり、一人当たりの出願数やライセンス収入は減少傾向となっている。しかし、一人当たりの特許取得数やライセンスは維持あるいは年度によっては増加しており、高い研究活性レベルを維持している。

第 3 期中期目標期間にライセンス収入の多かった特許は第 2 期中期目標期間中に登録されたものが多いが、「項目 3」で示した「磁性粒子複合粘弾性体及びそれを用いた可変剛性型動吸振器」や「ダイヤモンドの製造方法」などの特許が次期の中核技術となることが期待される。

＜項目 A 地域連携による研究活動＞

- 平成 28 年 7 月に本学と能登町が締結した「人づくり・海づくり協定」に基づき、2019 年 4 月、能登地域における教育・研究拠点として、「理工学域能登海洋水産センター」を設置した。本研究域においても、当該センターを研究拠点として活用しており、水産生物に焦点を当て、能登町や石川県の特性を生かした水棲生物の生殖・発生・成長に関する基礎・応用研究を世界に発信し、オーガニック養殖や生殖工学を駆使した次世代養殖技術の研究・開発を行うなど、地域と連携した研究活動を実施している。（別添資料 6（再掲））

＜項目 B 国際的な連携による研究活動＞

- 2015 年度「頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム」に採択された、本研究域の「革新的機能性超分子材料開発に向けた日米欧加研究ネットワークの戦略的構築」事業を展開している。

本事業では、「機能性超分子創製」「機能性超分子解析」「機能性超分子応用研究」の 3 つの研究領域の融合により、世界トップレベルの研究機関（マサチューセッツ工科大学、アムステルダム大学、ブリティッシュコロンビア大学、サウサンプトン大学）と連携し、先端的共同研究を実施している。これにより、本学の若手研究者を派遣したり、海外の著名な研究者を本学のリサーチプロフェッサー（招へい型）として登用したり、本学に招き国際シンポジウムを開催したりと、海外研究機

金沢大学理工研究域・自然科学研究科 研究活動の状況

関とのネットワークが構築された。

このように、超分子の研究が大きく発展し、国内外で強い研究ネットワークが構築された本取組が認められ、WPI 事業採択による「ナノ生命科学研究所」と、超分子材料の実用化を目指す「ナノマテリアル研究所」が学内に設置された。（別添資料 13）

<項目 C 研究成果の発信／研究資料等の共同利用>

○ 2016 年度から 2019 年度まで、本学の Web サイト上の研究トピックにより、本研究域の最新の研究成果を 29 件リリースした。このほか、日本語でリリースした研究成果を英語化し、海外に向けても本研究域の研究成果を積極的に発信している。

また、本学では、2016 年度から、研究内容を分かりやすく図やアニメーション等を用いて研究者自身の言葉で紹介する 3 分ほどの研究紹介動画「ココカラ」を制作しており、本学 Web サイトでの公開、北陸放送での毎週の TV 放送により、広く社会一般に発信している。本研究域からは、これまで、全 40 回のうち 11 回の研究内容を紹介しており、今後も更に多くの研究内容を社会・国民に対し、積極的に情報発信していくこととしている。（別添資料 14～15）

○ 本研究域を主体とし、北國新聞社との共催で「日本海イノベーション会議」を 2007 年度から毎年開催しており、「ものづくり」「ひとづくり」の観点から地域産業の活性化や技術開発力の革新を目的に、本研究域における自然科学系研究者の研究成果を、講演会等を通じて地域社会や企業等に積極的に発信している。

2016 年度から 2019 年度においては、年 2 回計 8 回開催しており約 500 名の参加者を得た。2019 年度は、6 月に地球社会基盤学系から「観光行動から見える『金沢の魅力』」をテーマとした講演を行い、約 120 名の参加者を、9 月には生命理工学系から「金沢大学が切り開く養殖の未来～魚を創って町おこし！」をテーマとした講演を行い、約 50 名の参加者を得るなど、研究成果を広く発信している。

<項目 D 総合的領域の振興>

○ 本学では、「部局主導（ボトムアップ）型研究課題」として部局自らが学際的研究課題を設定し、これに基づいた教員配置計画の下、研究活動を行っている。本研究域でも、7 系の研究領域だけに留まらず、理学分野・工学分野の融合による研究といった、学際的研究課題も設定している。2019 年度現在、本研究域として 20 の研究課題を設定し、教員はこれらのいずれかに属して研究を実施しており、理学と工学の総合領域としての研究の振興を図っている。

<項目 E 学術コミュニティへの貢献>

○ 本研究域における国内及び国際研究集会等の主催について、第3期中期目標期間においては、年間平均で約100件実施しており、第2期中期目標期間における年間平均の約51件の約2倍と、大幅に増加している。

また、2016年度においても第2期中期目標期間の年間平均を上回る89件を実施していることに加え、2017年度以降、学内組織の再編に伴い、本研究域から教員1割以上を全学の研究拠点に輩出しているにもかかわらず、研究活性の更なる向上により、2018年度には115件、2019年度は121件と増加していることから、学術コミュニティへ積極的に貢献していることがいえる。

以上、項目1～項目Eから、分析項目I 研究活動の状況については、期待される水準を上回ると判断する。

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

＜項目1 研究業績＞

(当該学部・研究科等の目的に沿った研究業績の選定の判断基準)

本研究域は、幅広い視野と高度な専門知識により根源的命題を理論的、実験的に解明し、新しい知的価値を創造すること、その知的価値により得られた成果を自然環境と調和のとれた技術として社会に還元することを目的としており、先進的研究拠点の形成に向け、7つの領域ごとに特色ある研究を推進している。そのため、本研究域の研究業績については、数理や自然界の理解を深めたか、世界的に高く評価されたか、学際領域を開拓したか、社会に貢献したか、という判断基準で選定した。

特に、学術面においては、普遍的かつ学界等への波及効果が高い学術雑誌や国際的に重要とされる学術雑誌等で発表された研究成果であること、学術賞受賞等評価が高い研究成果であること等を考慮して選定した。また、社会、経済、文化面においては、秀でた研究成果を基に、国内外の自治体や企業に提供され、利用者に対しての効果が顕著な研究成果であることを考慮して選定した。(別添研究業績集)

本研究域において、特に優れた研究業績は以下のとおりである。

○ 数物科学領域

【天文学関連】(業績番号1)

ガンマ線バーストの特徴として広く知られている米徳関係式が、相対論的ジェット内部に存在する光球面放射によって自然に説明できることを見出した。さらに、高エネルギーのガンマ線放射は、シンクロトロン放射の逆コンプトン散乱で説明可能であることを提唱した。また、重力波源として注目されている短時間ガンマ線バーストの放射は、磁場を介することで回転するブラックホールからエネルギーを引き抜いている兆候を突き止めた。

○ 物質化学領域

【高分子材料関連】(業績番号11)

外部の刺激に応答してらせんの巻き方向が反転する、動的ならせん状ポリアセチレン誘導体の特性を活用して、従来の分光学的方法では検出ができなかった「見えないキラリティ」を明確に認識する画期的な手法を確立した。また、金属イオンに応答してらせんの巻き方向が固体状態でも変化するらせん状ポリアセチレンの特性を活用して、異なる光学分割能を示す3つの状態に自在に切替えが可能な前例のないキラル固定相の開発に成功した。

当該研究成果は、著名な国際誌 Journal of the American Chemical Society(IF

= 14.695) に掲載され、当該雑誌の表紙として採択されただけでなく、注目論文としても取り上げられ被引用回数は、25 回を超えている。また、らせん構造を有する分子や高分子の合成と応用に関する研究をまとめた総説論文は、国際的に影響力の極めて高い総説誌 Chemical Reviews に掲載された。その被引用回数が 472 回にも達していることから、これら「らせん高分子」の学術的意義の高さが伺える。

○ 機械工学領域

【加工学・生産工学関連】（業績番号 22, 27）

金属 AM で得られた構造物は、造形後の変形や内部に生じる気孔など多くの課題を有している。これらの課題を原因療法的に解決するため、造形プレート内部に生じるひずみ・温度分布の実験的・計算力学的評価による変形抑止技術の開発、高速度カメラを用いた熔融池の可視化による金属粉末の熔融・凝固メカニズムの解明、造形物内部に生じる気孔の発生メカニズム解明と気孔の低減技術の確立を行った。

また、種々の構造・機能材料は所用の形状・精度・品位および能率で加工しなければ実用に供されない。本研究では高強度耐熱合金から炭素繊維複合材料（CFRP）にいたる種々の材料を対象に、その適切な加工手法の開発と材料除去機構を明らかにするものである。研究内容は研削加工，切削加工，レーザ加工およびそれらの複合加工における，加工手法の開発，切削工具を対象としたコーティング膜の開発，環境に配慮した加工法の提案などである。

○ フロンティア工学領域

【機械力学・メカトロニクス関連】（業績番号 31）

本研究テーマは、外部磁場に応じて粘弾性を可変にできる磁気応答性材料開発、物性モデル化、制振デバイス応用に関するものである。磁気応答性材料を機械要素に組み込み、適応性を有する制振デバイスを実現し、医療機器、構造物、車両等の実製品への展開を図っている。基礎としての物性研究をはじめ、応用段階としての制御ロジック及びデバイス開発、新規のセンサ開発に取り組んでいる。

関連する外部資金として、科学研究費補助金では 2015 年度基盤研究（B），2016 年度萌芽的研究及び 2017 年度国際共同研究加速基金等の科学研究費補助金 3 件（総額約 3,000 万円）を獲得した他、産業界への応用展開を推進し、企業 5 社との産学連携研究を実施した。基礎研究を進める一方で、磁気粘弾性エラストマ及び応用装置の開発に関して、実用製品への応用を目指した取り組みを連携企

金沢大学理工研究域・自然科学研究科

業とともに推進している。特に自動車メーカーとの共同研究では、10 件を超える特許出願による知的財産権の獲得と、世界初の技術としての制振デバイス商品化に向けた取り組みを継続している。

○ 電子情報通信学領域

【計測工学関連】（業績番号 34）

電波の計測・可視化システム開発に関する本研究は、プラズマ波動の地上、衛星観測に基づき高エネルギープラズマが飛び交う地球周辺宇宙環境の詳細解析と、その計測技術を応用し電波の空間分布をその場で目に見えるように可視化する技術開発をしたものである。これは、安定した人工衛星の運用に関わる地球周辺宇宙環境のリモートセンシングから身の回りの産業機器へのノイズ対策までの広い電磁環境調査に貢献するものである。

このため、産業界から大きく注目されており、関連特許（登録は H27 以前）は企業 3 社へライセンスされ、うち 1 社により「空間電磁界可視化システム」として平成 24 年 7 月に製品化された（H28～R1 の関連製品売上高は約 2 億円、ライセンス収入は約 700 万円）。また CEATEC をはじめとする各種展示会へ出展し（6 件、のべ 2,500 名以上の来場者）、併せて、平成 28 年から令和元年の間に日本経済新聞、日経産業新聞、北陸放送テレビなど、マスコミで取り上げられ（新聞 4 件、Web ニュース 8 件、金沢大学プレスリリース 1 件、テレビ 1 件、技術者向け講演会 2 件、雑誌記事 2 件）、企業との共同研究（3 件）につながっている。電波の計測・可視化技術に関して国際会議での招待講演を 8 件行った。国際学会（2016 Asia-Pacific Radio Science Conference）より Young Scientist Award、国内学会（地球電磁気・地球惑星圏学会）より 2017 年に大林奨励賞をそれぞれ受賞した。

○ 地球社会基盤学領域

【土木環境システム関連】（業績番号 41）

処理方式や処理条件に応じて異なる複合微生物系の下水処理プロセスにおける機能と役割について、次世代シーケンス解析等を駆使し、MBR 膜ファウリングの原因となる膜面付着微生物群や、微生物間情報伝達物質を担う汚泥微生物群の特定、溶存メタン削減を担うメタン資化細菌の役割、硫酸還元細菌とリン蓄積細菌の共生関係の存在を明らかにした。

第 3 期中期計画期間中に本研究に関連する計 10 篇の成果を SCIE 掲載誌に発表し、2018 年の日本水環境学会の WET 優秀論文賞【J. Water Environ. Technol.

16(1), 40-53】，国際会議発表賞 3 件【CESE2019 (2019 年 11 月)，WET2019 (2019 年 7 月)，WET2018 (2018 年 7 月)】，国内学会発表賞 2 件【第 52 回水環境学会年会 (2018 年 3 月)，第 49 回日本水環境学会年会 (2015 年 3 月)】を受賞した。

○ 生命理工学領域

【木質科学関連】（業績番号 46）

これまでの植物バイオマスの有用物質への変換（バイオマスリファイナリー）は、エネルギーコストが高く、また多量の酸などを使用するため、どれも環境負荷が高いものであった。そこで我々はイオン液体と呼ばれる特殊な溶媒を利用することで低エネルギーコスト、あるいは酸触媒を利用しないプロセスを開発し、環境低負荷なバイオマスリファイナリーを達成した。

まず、世界で初めてワンポットでのセルロース系バイオエタノール生産を達成した。これによりエタノール生産におけるエネルギーコストが大きく低下した。論文は Journal of the American Chemical Society 誌に掲載され、Supplemental Cover に選ばれた。次に酸触媒を超える触媒を提案し、効率的なバイオエタノール生産を行った。さらに世界で初めて、酸を使わずにバイオマス由来の成分のみで植物プラスチックを作製した。論文は Green Chemistry 誌に掲載され、Back Cover に選ばれている。これらの成果は反響が大きく、2019 年 the 2019 International Green and Sustainable Chemistry Conference など、合わせて国際学会 11 件・国内学会 4 件にて招待講演を行った。

現状のバイオリファイナリーでは、バイオエタノールやバイオプラスチックを作れば作るほどに環境を汚していく。そのため、より洗練されたバイオリファイナリーを開発することは必須であり、本研究成果はそれに大きく資する。セルロース系バイオエタノール生産はその課題の難しさから難航しているが、本研究は主要課題の一つを克服するブレイクスルーとなり、その成果が評価されて、セルロース学会「奨励賞」を受賞（2019 年）した。さらに、イオン液体を用いたセルロース樹脂の新規合成技術が認められ、株式会社ダイセルと金沢大学との包括連携が 2018 年に締結され、その後金沢大学では初めてとなる「先端科学技術共同研究講座」の設置が行われ、社会実装へ向けて動き出した。

以上、分析項目Ⅱ 研究成果の状況については、期待される水準を上回ると判断する。

(3) 別添資料一覧（理工研究域・自然科学研究科）

	番号	資料・データ名
研究	1	<u>新学術創成研究機構概要</u>
研究	2	<u>ナノ生命科学研究所概要</u>
研究	3	<u>ナノマテリアル研究所概要</u>
研究	4	<u>設計製造技術研究所概要</u>
研究	5	<u>先端宇宙理工学研究センター概要</u>
研究	6	<u>能登海洋水産センター概要</u>
研究	7	<u>理工学域概要</u>
研究	8	<u>共同研究講座「先導科学技術共同研究講座」の開設</u>
研究	9	<u>国立大学法人金沢大学年俸制適用教員の給与等に関する規程</u>
研究	10	<u>国立大学法人金沢大学2号年俸制適用教員の給与等に関する規程</u>
研究	11	<u>国立大学法人金沢大学リサーチプロフェッサー制度に関する規程</u>
研究	12	<u>国立大学法人金沢大学コンカレント・アポイントメントに関する規程</u>
研究	13	<u>頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム「革新的機能性超分子材料開発に向けた日米欧加研究ネットワークの戦略的構築」事業の概要</u>
研究	14	<u>研究トピック例</u>
研究	15	<u>研究紹介動画「ココカラ」</u>

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
1	天文学関連	宇宙最大の爆発「ガンマ線バースト」の放射メカニズムおよび周辺環境の研究 ガンマ線バーストの特徴として広く知られている米徳関係式が、相対論的ジェットの内側に存在する光球面放射によって自然に説明できることを見出した。さらに、高エネルギーのガンマ線放射は、シンクロトロン放射の逆コンプトン散乱で説明可能であることを提唱した。また、重力波源として注目されている短時間ガンマ線バーストの放射は、磁場を介することで回転するブラックホールからエネルギーを引き抜いている兆候を突き止めた。	(1)は、2004年に発見した経験則(引用数460超)を数値計算で再現することに成功した研究論文であり、Nature Communications(IF:11.878)に掲載されている。さらに、nature index のResearch Highlight でも取り上げられた。(2)は、史上初めて検出されたテラ電子ボルトを超えるガンマ線放射のメカニズムが、シンクロトロン放射の逆コンプトン散乱であることを観測的に示した研究論文で、Nature(IF:43.070)に掲載されている。(3)は、短時間ガンマ線バーストの包括的なデータ解析により、指数関数的に減光するX線放射の物理過程が、磁場を介してブラックホールの回転エネルギーを引き抜くことと磁場の散逸が重要であることを指摘した研究論文で、米国天文学会誌(The Astrophysical Journal, IF:5.580)に掲載され、2019年10月に本学の paper of month に選出されている。いずれの論文も朝日新聞など、多数の新聞・メディア等で紹介されているものである。	(1)	Ito, Hirotaka; Matsumoto, Jin; Nagataki, Shigehiro; Warren, Donald C.; Barkov, Maxim V.; <u>Yonetoku, Daisuke</u>	The photospheric origin of the Yonetoku relation in gamma-ray bursts	Nature Communications	10・1	1504	2019	10.1038/s41467-019-09281-z
				(2)	MAGIC Collaboration; Acciari, V. A.; <u>Arimoto, M.</u> et al. (全306名)	Observation of inverse Compton emission from a long γ -ray burst	Nature	575・7783	459-463	2019	10.1038/s41586-019-1754-6
				(3)	<u>Kagawa, Yasuaki</u> ; <u>Yonetoku, Daisuke</u> ; <u>Sawano, Tatsuva</u> ; <u>Arimoto, Makoto</u> ; Kisaka, Shota; Yamazaki, Ryo	Exponentially Decaying Extended Emissions Following Short Gamma-Ray Bursts with a Possible Luminosity-E-folding Time Correlation	The Astrophysical Journal	877・2	147	2019	10.3847/1538-4357/ab1bd6

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
11	高分子材料関連	動的らせん高分子の特性を活かしたキラルマテリアルの開発 外部の刺激に応答してらせんの巻き方向が反転する動的ならせん状ポリアセチレン誘導体の特性を活用して、従来の分光学的方法では検出ができなかった「見えないキラリティ」を明確に認識する画期的な手法を確立した。また、金属イオンに応答してらせんの巻き方向が固体状態でも変化するらせん状ポリアセチレンの特性を活用して、異なる光学分割能を示す3つの状態に自在に切替えが可能な前例のないキラル固定相の開発に成功した。	(1)及び(2)に挙げた研究成果は、いずれも人工らせん高分子の特徴を活用した機能発現に関するものである。当該研究成果は、どちらもインパクトファクター(IF)が14を超える著名な国際誌「Journal of the American Chemical Society」(IF = 14.695)に掲載されている。特に、(1)の研究成果は、当該雑誌の表紙として採択されただけでなく、注目論文としても取り上げられ被引用回数は、25回を超えている。(3)は、らせん構造を有する分子や高分子の合成と応用に関する研究をまとめた総説論文であり、国際的に影響力の極めて高い総説誌「Chemical Reviews」(IF = 47.928)に掲載された。その被引用回数が472回にも達していることから、これら「らせん高分子」の学術的意義の高さが伺える。	(1)	<u>Maeda, K.</u> ; <u>Hirose, D.</u> ; Okoshi, N.; Shimomura, K.; Wada, Y.; <u>Ikai, T.</u> ; <u>Kanoh, S.</u> ; Yashima, E.	Direct Detection of Hardly Detectable Hidden Chirality of Hydrocarbons and Deuterated Isotomers by a Helical Polyacetylene through Chiral Amplification and Memory	Journal of the American Chemical Society	140・9	pp. 3270-3276	2018	10.1021/jacs.7b10981
				(2)	<u>Hirose, D.</u> ; Isobe, A.; Quinôa, E.; Freire, F.; <u>Maeda, K.</u>	Three-State Switchable Chiral Stationary Phase Based on Helicity Control of an Optically Active Poly(phenylacetylene) Derivative by Using Metal Cations in the Solid State	Journal of the American Chemical Society	141・21	pp. 8592-8598	2019	10.1021/jacs.9b03177
				(3)	Yashima, E.; Ousaka, N.; Taura, D.; Shimomura, K.; <u>Ikai, T.</u> ; <u>Maeda, K.</u>	Supramolecular Helical Systems: Helical Assemblies of Small Molecules, Foldamers, and Polymers with Chiral Amplification and Their Functions	Chemical Reviews	116・22	pp. 13752-13990	2016	10.1021/acs.chemrev.6b00354

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
22	加工学および生産工学関連	金属Additive Manufacturing (AM)で造形した構造物の高精度化技術の開発 金属AMで得られた構造物は、造形後の変形や内部に生じる気孔など多くの課題を有している。これらの課題を原因療法的に解決するため、造形プレート内部に生じるひずみ・温度分布の実験的・計算力学的評価による変形抑止技術の開発、高速度カメラを用いた熔融池の可視化による金属粉末の熔融・凝固メカニズムの解明、造形物内部に生じる気孔の発生メカニズム解明と気孔の低減技術の確立を行った。	【学術的意義】 (1)は金属AMで得られた造形物の変形メカニズムを解明するための中核となる論文。Journal of Materials Processing Technology (IF=4.178)に掲載。Scopusによる被引用回数は5回。 (2)は高速度カメラによる可視化を通して熔融池で生じる現象を解明した中核となる論文。CIRP Annals, Manufacturing Technology (IF=3.826)に掲載。2016年、第17回国際工作機械技術者会議にて最優秀賞を受賞。Scopusによる被引用回数は8回、FWCI値は1.75。(3)はシミュレーションで用いた三次元水管経路を金属AMにより製作し、三次元水管の性能評価を実証した論文であり、International Journal of Advanced Manufacturing Technology (IF=2.496)に掲載。Scopusによる被引用回数32回、88パーセンタイル、FWCI値は4.73)。 【社会・経済・文化的意義等】 上記の業績に関連して、精密工学会や型技術協会などの各種学会等で招待講演を25回以上(2016年度6回、2017年度7回、2018年度8回、2019年度6回)行うとともに、学会誌等へ解説記事・展望を10件以上執筆した。また、サポイン事業など競争的資金の獲得数が4件、企業との共同研究が延べ15件であり、主な企業は、パナソニック、小松製作所、ソディック、大同特殊鋼、信光社、小山鋼材、アルテックなどである。	(1)	<u>Tatsuaki Furumoto</u> Ryoji Ogura, Kiichi Hishida, <u>Akira Hosokawa</u> , <u>Tomohiro Kovano</u> , Satoshi Abe, Takashi Ueda	Study on Deformation on Restraining of Metal Powder Fabricated by Selective Laser Melting	Journal of Materials Processing Technology	245	207-214	2017	10.1016/j.jmatprotec.2017.02.017
				(2)	<u>Tatsuaki Furumoto</u> Kyota Egashira, Kenta Munekage, Satoshi Abe	Experimental investigation of melt pool behaviour during selective laser melting by high speed imaging	CIRP Annals – Manufacturing Technology	67, 1	253-256	2018	10.1016/j.cirp.2018.04.097
				(3)	<u>Kitayama, S.</u> , Miyakawa, H., Takano, M. Aiba, S.	Multi-objective optimization of injection molding process parameters for short cycle time and warpage reduction using conformal cooling channel	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	88・5-8	1735-1744	2017	10.1007/s00170-016-8904-x

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
27	加工学および生産工学関連	難削材の高精度・高能率加工の研究 種々の構造・機能材料は所用の形状・精度・品位および能率で加工しなければ実用に供されない。本研究は高強度耐熱合金から炭素繊維複合材料(CFRP)にいたる種々の材料を対象に、その適切な加工手法の開発と材料除去機構を明らかにするものである。研究内容は研削加工、切削加工、レーザ加工およびそれらの複合加工における、加工手法の開発、切削工具を対象としたコーティング膜の開発、環境に配慮した加工法の提案などである。	研削加工では工作物の熱損傷が大きな問題であることから大量の研削液を使用している。(1)は熱損傷なく研削液の供給量を大幅に低減できる研究である。掲載誌のAnnals of the CIRP (IF=3.826)は生産加工分野で最も権威ある学会誌であり、引用回数は4回である。(2)は同じくAnnals of the CIRP に掲載された論文で、FAD法による高平滑膜および摩擦係数の小さいVN膜の創成に成功している。CIRPに掲載された両論文はそれぞれ2017年度(公財)工作機械技術振興財団及び2018年度科研費(基盤研究(B))ならびに2018/2019年度(公財)大澤科学技術振興財団ほかに採択されており、研究テーマ自体が当該分野で評価されている。一方、(3)はロータリ工具による難削材の旋削加工に関する論文で、J. of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing に掲載されている。この研究も第1報はCIRP に掲載され(引用回数39回)、本報はそれを発展させたものである。 これらの研究はすべて企業との共同研究に関わるもので、工作機械等の無償貸与(3台)や切削工具・加工材料ならびに研究資金を継続的に得ている。	(1)	Akira HOSOKAWA, Keita TOKUNAGA, Takashi UEDA, Takahiro KIWATA, Tomohiro KOYANO	Drastic reduction of grinding fluid flow in cylindrical plunge grinding by means of contact-type flexible brush-nozzle	CIRP Annals	65・1	317－320	2016	10.1016/j.cirp.2016.04.092
				(2)	Akira HOSOKAWA, Goushi HOSHINO, Tomohiro KOYANO, Takashi UEDA	Cutting characteristics of PVD-coated tools deposited by filtered arc deposition (FAD) method	CIRP Annals	67・1	83-86	2018	10.1016/j.cirp.2018.03.012
				(3)	Akira HOSOKAWA, Haruki YOSHIMATSU, Tomohiro KOYANO, Tatsuaki FURUMOTO, Yohei HASHIMOTO	Turning of difficult-to-machine materials with an actively driven rotary tool (ADRT) – Proposition of reciprocating turning contingent on fundamental cutting characteristics–	Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	12・5	JAMDSM0103	2018	10.1299/jamdsm.2018.jamdsm0103

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
31	機械力学 およびメカトロニクス関連	磁気応答性材料の数値モデリングと制振デバイス応用の研究 本研究テーマは、外部磁場に応じて粘弾性を可変にできる磁気応答性材料開発、物性モデル化、制振デバイス応用に関する。磁気応答性材料を機械要素に組み込み、適応性を有する制振デバイスを実現し、医療機器、構造物、車両等の実製品への展開を図る。基礎としての物性研究をはじめ、応用段階としての制御ロジック及びデバイス開発、新規のセンサ開発に取り組んでいる。	【学術的意義】 (1)は、新規機能性材料の物性モデル化に関する研究であり、各種物理刺激に対する応答を、在来研究と比較して高精度に予測することを可能にした。(2)は、当該材料の非線形特性等、不確実なパラメータを含む振動系に対して、特異性を回避しつつ制御効果を最大化するロバスト適応型コントローラを構築し、制振性能、従来制御における残留振動の問題、電力消費等を著しく改善できることを理論的に示した。さらに、(3)では実製品に実装可能な当該材料による制振装置を考案し、産業応用を念頭に制振性能を評価している。これら一連の研究は数理的側面から当該材料の精緻なモデル化に基づく制御の高性能化手段を提案するだけでなく、実用化検討も含み、関連分野への技術的貢献及び学術的価値は高い。代表的な研究成果として挙げたこれら3件の学術論文に関する2018年時点のインパクトファクターは、(1)5.005、(2)3.123、(3)2.978と報告され、機械工学系学術誌の中ではいずれも高い数値である。 【社会・経済・文化的意義等】 関連する外部資金として、2015年度基盤研究(B)、2016年度萌芽的研究及び2017年度国際共同研究加速基金等の科学研究費補助金3件(総額約3,000万円)の獲得をはじめ、産業界への応用展開を推進し、企業5社との産学連携研究を実施した。基礎研究を進める一方で、磁気粘弾性エラストマ及び応用装置の開発に関する研究活動の一環として、展示会への出展等を通して新技術を社会へ発信するとともに、実用製品への応用を目指した取り組みを連携企業とともに推進している。特に、自動車メーカーとの共同研究では、10件を超える特許出願による知的財産権の獲得と、世界初の技術としての制振デバイス商品化に向けた取り組みを継続している。	(1)	Xuan Bao Nguyen, Toshihiko Komatsuza ki and Nong Zhang	A nonlinear magnetorheological elastomer model based on fractional viscoelasticity, magnetic dipole interactions, and adaptive smooth Coulomb friction	Mechanical Systems and Signal Processing	Available online (in press)	106438	2019	10.1016/j.ymssp.2019.106438
				(2)	Xuan Bao Nguyen, Toshihiko Komatsuza ki , Yoshio Iwata and Haruhiko Asanuma	Robust adaptive controller for semi-active control of uncertain structures using a magnetorheological elastomer-based isolator	Journal of Sound and Vibration	Vol. 434	192-212	2018	10.1016/j.jsv.2018.07.047
				(3)	Toshihiko Komatsuza ki , Toshio Inoue and Osamu Terashima	Broadband vibration control of a structure by using a magnetorheological elastomer-based tuned dynamic absorber	Mechatronics	Vol. 40	128-136	2016	10.1016/j.mechatronics.2016.09.006

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
34	計測工学 関連	地球周辺電磁環境探査と電波の計測・可視化システム開発への応用 本研究は、プラズマ波動の地上、衛星観測に基づき高エネルギープラズマが飛び交う地球周辺宇宙環境の詳細解析と、その計測技術を応用し電波の空間分布をその場で目に見えるように可視化する技術開発をしたものである。これは、安定した人工衛星の運用に関わる地球周辺宇宙環境のリモートセンシングから身の回りの産業機器へのノイズ対策までの広い電磁環境調査に貢献するものである。	【学術的意義】 (1)は地球周辺電磁環境探査に関する研究の中核となる論文。Nature Communications (インパクトファクター11.880) に掲載、被引用数5。 (2)は(1)の計測データの要となった世界トップクラスの検出感度をもつ宇宙用磁界センサ開発に関する論文。Earth, Plants and Space (インパクトファクター2.736) に掲載、Scopusによる被引用数16。Web of Scienceより、2019年1-2月の時点で地球惑星科学分野の論文で引用数の多い論文の上位1%に含まれるhighly cited paperとして選出。 (3)は電波の計測・可視化システム開発に関連する電波吸収体の構造を検討した論文であり、Impact Factorの高いScientific Reports誌に掲載されたものである (インパクトファクター4.122)。	(1)	<u>Ozaki, M.</u> et al.	Visualiza tion of rapid electron precipita tion via chorus element wave- particle interacti ons	Nature Communica tions	10(1)	257	2019	doi:10.1038/s41467-018-07996-z
			【社会・経済・文化的意義】 電波の計測・可視化システム開発に関する本研究は、電波の空間分布を手軽に計測・可視化できるものとして、産業界から大きく注目されている。関連特許（登録はH27以前）は企業3社へライセンスされ、うち1社により「空間電磁界可視化システム」として平成24年7月に製品化された (H28～R1の関連製品売上高は約2億円、ライセンス収入は約700万円)。またCEATECをはじめとする各種展示会へ出展し（6件、のべ2,500名以上の来場者）、併せて、平成28年から令和元年の間に日本経済新聞、日経産業新聞、北陸放送テレビなど、マスコミで取り上げられ（新聞4件、Webニュース8件、金沢大学プレスリリース1件、テレビ1件、技術者向け講演会2件、雑誌記事2件）、企業との共同研究（3件）につながっている。電波の計測・可視化技術に関して国際会議での招待講演を8件行った。国際学会（2016 Asia-Pacific Radio Science Conference）よりYoung Scientist Award、国内学会（地球電磁気・地球惑星圏学会）より2017年に大林奨励賞をそれぞれ受賞。	(2)	<u>Ozaki, M.</u> <u>S. Yagitani,</u> et al.	Magnetic Search Coil (MSC) of Plasma Wave Experiments (PWE) aboard the Arase (ERG) satellite	Earth, Planets and Space	70(1)	76	2018	doi:10.1186/s40623-018-0837-1
				(3)	H. Wakatsuchi, F. Gao, <u>S. Yagitani,</u> D. Sievenpiper	Responses of waveform- selective absorbing metasurfa ces to oblique waves at the same frequency	Scientific Reports	Vol.6	31371	2016	doi:10.1038/srep31371

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
41	土木環境システム 関連	下水処理プロセスにおける汚泥複合微生物系の機能と処理性能に与える影響の理解 処理方式や処理条件に応じて異なる複合微生物系の下水処理プロセスにおける機能と役割について、次世代シーケンス解析等を駆使し、MBR膜ファウリングの原因となる膜面付着微生物群や、微生物間情報伝達物質を担う汚泥微生物群の特定、溶存メタン削減を担うメタン資化細菌の役割、硫酸還元細菌とリン蓄積細菌の共生関係の存在を明らかにした。	(1) IF 7.015、MBRファウリングの原因となる膜面付着微生物叢を決定する因子には未解明の部分が多く、その一因を膜面付着微生物叢と生育条件の変化から解明した。 (2) IF 5.108、実処理場の活性汚泥において微生物間情報伝達物質の生成に関連がある微生物候補を初めて明らかにした。関連論文を npj Clean Waterにも発表。 (3) IF 4.865、硫酸源の投入による硫酸還元細菌とリン蓄積細菌、メタン生成菌の共益関係によるリン除去とメタン生成の向上を明らかにした。 その他、上3編を含むSCIE掲載誌に計10篇の成果を発表、2018年の日本水環境学会のWET優秀論文賞【J. Water Environ. Technol. 16(1)、40-53】、国際会議発表賞3件【CESE2019(2019年11月)、WET2019(2019年7月)、WET2018(2018年7月)】、国内学会発表賞2件【第52回水環境学会年会(2018年3月)、第49回日本水環境学会年会(2015年3月)】を受賞した。	(1)	Phuc-Nguon Hong, <u>Mana Noguchi</u> , <u>Norihisa Matsuura</u> , <u>Ryo Honda</u>	Mechanism of biofouling enhancement in a membrane bioreactor under constant trans-membrane pressure operation	Journal of Membrane Science	592	117391	2019	10.1016/j.memsci.2019.117391
				(2)	Smarch Panchavinin, Tomohiro Tobino, <u>Hiroe Hara</u> - <u>Yamamura</u> , <u>Norihisa Matsuura</u> , <u>Ryo Honda</u>	Candidates of quorum sensing bacteria in activated sludge associated with N-acyl homoserine lactones.	Chemosphere	236	124292	2019	10.1016/j.chemosphere.2019.07.023
				(3)	Sui Kanazawa, <u>Norihisa Matsuura</u> , <u>Ryo Honda</u> , <u>Ryoko Yamamoto-Ikemoto</u>	Enhancement of methane production and phosphorus recovery with a novel pre-treatment of excess sludge using waste plaster board	Journal of Environmental Management	255	109844	2020	10.1016/j.jenvman.2019.109844

研究業績集(抜粋)

業績番号	小区分名	研究テーマ 及び 要旨【200字以内】	判断根拠(第三者による評価結果や客観的指標等) 【400字以内。ただし、「学術的意義」及び「社会、経済、文化的意義」の双方の意義を有する場合は、800字以内】	代表的な研究成果・成果物 【最大3つまで】							
					著者・発表者等	タイトル・表題等	発表雑誌・出版社・会合等	巻・号	頁	発行・発表年等	掲載論文のDOI (付与されている場合)
46	木質科学 関連	イオン液体を利用した環境低負荷なバイオマスリファイナリー これまでの植物バイオマスの有用物質への変換（バイオマスリファイナリー）は、エネルギーコストが高く、また多量の酸などを使用するため、どれも環境負荷が高いものであった。そこで我々はイオン液体と呼ばれる特殊な溶媒を利用することで低エネルギーコスト、あるいは酸触媒を利用しないプロセスを開発し、環境低負荷なバイオマスリファイナリーを達成した。	【学術的意義】 （１）世界で初めてワンポットでのセルロース系バイオエタノール生産を達成した。これによりエタノール生産におけるエネルギーコストが大きく低下した。論文はJournal of the American Chemical Society誌（IF: 14.7）に掲載され、Supplemental Coverに選ばれた。（２）これまでの酸触媒を超える触媒を提案し、効率的なバイオエタノール生産を行った。論文はACS Sustainable Chemistry & Engineering誌（IF: 7.0）に掲載された。（３）世界で初めて、酸を使わずにバイオマス由来の成分のみで植物プラスチックを作製した。論文はGreen Chemistry誌（IF: 9.4）に掲載され、Back Coverに選ばれている。（１）、（３）は特に反響が大きく、International Green and Sustainable Chemistry Conference(2019年)など、合わせて国際学会11件・国内学会４件にて招待講演を行った。	(1)	Kosuke Kuroda , Heri Satria, Kyohei Miyamura, Yota Tsuge , Kazuaki Ninomiya , Kenji Takahashi	Design of Wall-Destructive but Membrane-Compatible Solvents	Journal of the American Chemical Society	139・45	16052-16055	2017	10.1021/jacs.7b08914
			【社会的意義】 現状のバイオリファイナリーでは、バイオエタノールやバイオプラスチックを作れば作るほどに環境を汚していく。そのため、より洗練されたバイオリファイナリーを開発することは必須であり、本研究成果はそれに大きく資する。セルロース系バイオエタノール生産はその課題の難しさから難航しているが、本研究は主要課題の一つを克服するブレイクスルーとなり、その成果が評価されて、セルロース学会「奨励賞」を受賞（2019年）した。さらに”日刊工業新聞:25面、「拓く研究人」、2018年３月14 日”および”北國新聞:42面(社会面)、2017年10月20日”に掲載された。また、イオン液体を用いたセルロース樹脂の新規合成技術が認められ、株式会社ダイセルと金沢大学との包括連携が2019年に締結され、その後金沢大学では初めてとなる「先端科学技術共同研究講座」の設置が行われ、社会実装へ向けて動き出した。	(2)	H. Satria, K. Kuroda , T. Endo , K. Takada , K. Ninomiya , K. Takahashi	Efficient hydrolysis of polysaccharides in bagasse by in situ synthesis of an acidic ionic liquid after pretreatment	ACS Sustainable Chemistry & Engineering	5・1	708-713	2017	10.1021/acssuschemeng.6b02055
				(3)	Daisuke Hirose , Samuel Budi Wardhana Kusuma, Daiki Ina, Naoki Wada , Kenji Takahashi	Direct one-step synthesis of a formally fully bio-based polymer from cellulose and cinnamon flavor	Green Chemistry	21・18	4927-4931	2019	10.1039/C9GC01333D