

## 10. 異分野基礎科学研究所

(1) 異分野基礎科学研究所の研究目的と特徴	10-2
(2) 「研究の水準」の分析	10-3
分析項目Ⅰ 研究活動の状況	10-3
分析項目Ⅱ 研究成果の状況	10-10
【参考】データ分析集 指標一覧	10-12

## 岡山大学異分野基礎科学研究所

### (1) 異分野基礎科学研究所の研究目的と特徴

「世界レベルの特色ある研究及び強化すべき学術領域の研究を一層推進するとともに、各領域の基礎研究力を強化し研究成果の質の維持向上を図る」という岡山大学の第3期中期目標に基づいて、ミッションの再定義から明らかになった本学の研究の強みである「物理学」「基礎生命科学」を飛躍的に発展させることを目的として、2016年4月に異分野基礎科学研究所が設置された。以下に異分野基礎科学研究所の特徴を示す。

1. 研究実績において岡山大学が世界トップレベルにある「量子宇宙・ニュートリノ研究、光合成 - 構造生物学、超伝導材料・デバイス科学」の各研究を一体的に推進し飛躍発展させることを目的としている。また、それらの研究を融合した異分野融合科学を切り開く研究イノベーション拠点として位置づけされる。
2. 岡山大学における研究の国際化を担う最先端研究拠点の一つとして位置づけられており、外国人招聘教員の主催する複数の研究グループの設置を始めとして、国際的な研究ネットワークの中での研究展開を基軸に据えて研究活動を展開している。
3. 国際的に活躍する世界的レベルの次世代の研究者層の育成や、岡山大学の基礎科学研究の世界トップレベルへの押し上げを通じて、我が国の基礎科学研究レベルの向上に貢献することを目指す。また、岡山大学の研究推進システムの抜本的な改革のためのパイロット的な役割を果たすことが期待される。

## (2) 「研究の水準」の分析

### 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

#### <必須記載項目1 研究の実施体制及び支援・推進体制>

##### 【基本的な記載事項】

- ・ 教員・研究員等の人数が確認できる資料（別添資料 6410-i1-1）
- ・ 本務教員の年齢構成が確認できる資料（別添資料 6410-i1-2）
- ・ 指標番号 11（データ分析集）

##### 【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 学長の強いリーダーシップと戦略的研究経営システムの改革により、ミッションの再定義で示された本学の研究の強みである「物理学」「基礎生命科学」を飛躍的に発展させるために、2016年4月1日、第3期中期目標期間の開始と同時に「量子宇宙・ニュートリノ研究，光合成－構造生物学，超伝導材料・デバイス科学・エネルギー物質科学」の一体的な研究推進を図る「異分野基礎科学研究所」を創設した。これにより、この分野のトップの研究集団を本学に層として構築し、各分野の個別研究力を向上・発展させるとともに、分野の壁を越えた新しい切り口や着想により、従来の学問体系に留まらない異分野融合研究を促進する組織的な取り組みを開始することができた。[1.1]
- 異分野基礎科学研究所内では、研究分野間を超えた共同研究体制が構築されており、たとえば「理論化学と生物科学分野の共同研究」などの異なる研究分野間を融合した研究活動が進んでいる。また、同じ研究分野においても異なる切り口で研究を進めるために、異なる研究グループ間での共同研究が活発に行われている。更に異分野間の研究交流と融合を進めるために、研究所内の取り組みとして研究集会を行って、研究所に所属する全教職員・学生の参加のもとで、「量子宇宙・ニュートリノ研究，光合成－構造生物学，超伝導材料・デバイス科学・エネルギー物質科学」に関する研究報告をしている。一方、量子宇宙研究コアを中心にした素粒子系の教員と、岡山大学社会文化科学研究科の考古学系の教員が、「ミューオンを使った考古学研究」という形で交流を開始しており、異分野基礎科学研究所量子宇宙研究コアの教員が、岡山大学文明動態学研究センターの兼任教員となって、「理文融合研究」という更に枠の広がった異分野交流研究を展開している。[1.1]
- 更に、「研究活動を国際的なネットワークの中で進める」ことを念頭に、国際共同研究の推進に努めてきた。その中の一つの施策として、第3期中期目標期間内に、世界トップクラス外国人招聘教員部門として、超伝導・機能材料研

## 岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

究コアに1グループ、光合成・構造生物学研究コアに1グループを配置した。超伝導・機能材料研究コアには、フランクフルト大学から招聘した Harald O. Jeschke 教授によって主宰される物性物理学の理論研究グループが設置された。同グループでは、これまでに、Nature 系の関連雑誌や Physical Review Letters 誌などの物理系のトップクラス論文での報告が出ている。光合成・構造生物学部門については、シンガポール分子・細胞生物学研究所から Robert C. Robinson 教授を迎えた。同グループでは、Nature での研究成果の発表が行われるとともに、いくつかの大型研究費の獲得がなされている。[1.1]

- 大学の新規の事業として始まった「大学改革促進のための国際研究拠点形成プログラム (RECTOR)」による海外招聘研究者(海外PI)として、研究所が提案したハーバード大学の John M. Doyle 教授が採用され、異分野基礎科学研究所の量子宇宙研究グループとの共同研究体制が構築された(1名の准教授が共同研究のために配置された)。また、海外への若手研究者や大学院生の派遣、海外からの若手研究者や大学院生の受け入れを積極的に行って、第3期中期目標期間中の派遣者数は25名、海外からの受け入れ数は115名となっている。

[1.1]

### <必須記載項目2 研究活動に関する施策／研究活動の質の向上>

#### 【基本的な記載事項】

- ・ 構成員への法令遵守や研究者倫理等に関する施策の状況が確認できる資料 (別添資料 6410-i2-1~6)
- ・ 研究活動を検証する組織、検証の方法が確認できる資料 (別添資料 6410-i2-7)
- ・ 博士の学位授与数 (課程博士のみ) (入力データ集)

#### 【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 第3期中期目標期間開始とともに発足した異分野基礎科学研究所では、「世界に類を見ないオリジナルな研究を積極的に推進する」姿勢を貫いている。また、そのような研究を研究所として積極的に支援している。実際に、量子宇宙研究分野において、トリウム同位体の一つである  $^{229}\text{Th}$  を用いた原子核フォトンクスの研究を進めてきた。 $^{229}\text{Th}$  は原子核の第一励起準位のエネルギーが約 88 eV と非常に低い領域に存在することが知られており、励起寿命も 1000 秒程度と非常に長いと見積もられている。このように低いエネルギーであればレーザーによる原子核の励起が可能である。また、原子核遷移は電子遷移に比べ外乱に強く、長いコヒーレンス時間を保つことができる。そのため究極の安定度を持つ周波数

## 岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

標準や、それを応用した物理定数の恒常性検証などが提案されている。この研究は、2019年度にNature誌において報告を行った。[2.1]

- 光合成分野では、天然光合成における光エネルギーの吸収・伝達，電子伝達，水分解・酸素発生反応にかかわっている各種膜タンパク質複合体の立体構造を放射光X線やX線自由電子レーザー(XFEL)を利用して解析する研究が行なわれている。2017年に光化学系II(PSII)の水分解反応中間体の一つであるS3状態の構造をフェムト秒XFELを利用して解析し，成果をNature誌に発表した。また，2018年には光合成細菌由来光捕集アンテナI-反応中心複合体LH1-RCの構造を放射線X線を利用して高分解能で解析し，Nature誌に発表した。さらに同年，紅藻由来光化学系I-光捕集アンテナI超複合体の構造をクライオ電子顕微鏡で解析し，論文をPNAS誌に発表した。また，2018～2019年度中にNature PlantsならびにScienceにおいて3報ずつの論文が公表されている。[2.1]
- その他，超伝導研究においては，トポロジカル絶縁体や新規な超伝導物質合成に関する実験ならびに理論研究においてNature Communication, Physical Review Lettersへの継続的な論文公表が行われるとともに，有機エレクトロニクス研究においてもCTR散乱を使ったチャネル形成領域の有機結晶表面の構造に関して，J. Am. Chem. Soc.での論文発表が行われるなど，高い研究レベルが維持されている。[2.1]
- 異分野基礎科学研究所としては，上記に代表される世界的に類を見ないオリジナルな研究や，世界最先端レベルの研究成果を積極的に支援する方針をもって，若手研究者の雇用の財政的支援，論文成果の公表の際の財政的な支援を行っている。また，海外との共同研究や海外の研究機関での実験参加のための旅費等の支援も行っている。[2.1]
- 2018年度中に外部評価用資料を作成し，6名の外部の有識者に，研究所の管理・運営，研究活動，教育活動に関する外部評価を行ってもらった。その結果は，(別添資料6410-i2-2(再掲))において示す。この結果をもとに，2019年度中に対応策を研究所の全承継教員に意見を求めて検討を行い，「外部評価委員からの意見に対する異分野基礎科学研究所の対応と今後の対策」としてまとめた。これを，研究所の更なる飛躍と発展に生かしていきたいと考えている。[2.1]
- 教員活動評価において，より研究に重点を置いた評価となるように重みづけの基準を設け，特に研究活動の優れている教員に対して高い評価を与えるようにした。[2.2]

<必須記載項目3 論文・著書・特許・学会発表など>

【基本的な記載事項】

- ・ 研究活動状況に関する資料（理学系）（別添資料 6410-i3-1）
- ・ 指標番号 41～42（データ分析集）

【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 第3期中期目標期間の開始年度の2016年4月1日に異分野基礎科学研究所が発足した。2016年4月1日以降の第3期中期目標期間における研究所教員のNature/Scienceで論文公表数は7件である。更に、2019年10月31日時点において、2010年1月1日から2019年10月31日までの約10年間に、異分野基礎科学研究所と、本研究所発足の母体となった3研究組織（量子宇宙研究センターおよび極限量子研究コア、光合成研究センター、エネルギー環境新素材拠点）に属する教員が報告した原著論文1793件の中で、引用回数トップ1%ならびにトップ10%の論文が占める割合は、6.30%ならびに26.88%である。この値は、それぞれ1%ならびに10%が世界の研究機関の平均値であることを考えると、極めて高い数値といえる。なお、研究所からは年間およそ200報の原著論文が報告されている。また、研究所内の共同研究も多数行われており、「共通の目標を掲げた研究課題を研究所の総力を挙げて取り組む」という体制が作られている。なお、研究所から公表された論文については、2016年から2019年においておよそ70%前後が国際共著論文である。また、60%以上はQ1ジャーナルでの公表論文である。なお、2016年度からのインパクトファクター9.5以上の総論文数は、50件である。[3.0]
- 2016年度以降の研究に関する主要な受賞（学会賞以上の主要なもの）について述べる。2016年度以降の主要な受賞（学会賞以上のもののみ）は、第23回超伝導科学技術賞特別賞（2019年：秋光純）、The First Jalal Aliyev Lecture Scholarship Award, International Society of Photosynthesis Research, Baku, Azerbaijan, Dec. 17-18, 2018（2018年：沈建仁）、内閣府総理大臣表彰「みどりの学術賞」（2017年：沈建仁）、岡山県三木記念賞（2017年：沈建仁）、日本植物学会学術賞（2017年：沈建仁）、日本錯体化学会貢献賞（2017年：沈建仁）、日本植物生理学会奨励賞（2017年：菅倫寛）、日本数学会賞建部賢弘特別賞（2017年：楠岡誠一郎）、日本物理学会若手奨励賞（2017年：岡本隆一）、日本光生物学協会第2回協会賞（2016年：沈建仁）、日本結晶学会西川賞（H28：沈建仁）、第20回超伝導科学技術賞（2016年：野原実、工藤一貴）、文部科学大臣表彰若手科学者賞（2016年：菅倫寛）である。更に、光合成活性中心の構造

## 岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

生物学研究を進める沈健仁教授は、スウェーデン王立科学アカデミーより結晶学の分野で優れた業績を上げた研究者に贈られる「2020年度グレゴリー・アミノフ賞 (Gregori Aminoff Prize)」を受賞することが決定している。このように、超伝導研究、光合成研究ならびに数理科学研究全般にわたって、受賞等の面からも研究上の高い評価を得ていると判断できる。[3.0]

### <必須記載項目4 研究資金>

#### 【基本的な記載事項】

- ・ 指標番号 25～40, 45～46 (データ分析集)

#### 【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 異分野基礎科学研究所は、承継教員ならびに特任教員ともに積極的な競争的資金への応募を進めてきた。研究所の超伝導研究を国際的な共同研究に基づいて推進する日本学術振興会 人材育成事業 (若手研究者の海外派遣) に、「高い超伝導転移温度を有する超伝導物質の実現を目指す国際研究ネットワーク形成」(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 (代表者: 横谷尚睦教授) が2015年に採択されて、第3期中期目標期間を含む2015-2017年度において、本プロジェクトのもとで、海外の研究グループとの国際共同研究を推進した (総額 86,229 千円)。[4.0]
- 更に、第3期中期目標期間において、研究所の教員が「(1) 原子コヒーレンスによる微弱 QED 過程の極限制御 (戦略的創造研究推進事業 (さきがけ), H28-31, 植竹智), (2) フェムト秒パルス光を用いた光化学系 II の酸素発生機構の解明 (戦略的創造研究推進事業 (さきがけ), 2016-2019, 秋田総理), (3) 量子技術を適用した生命科学基盤の創出 (戦略的創造研究推進事業 (さきがけ), H30-33, 菅 倫寛)」の3件のさきがけ研究に採択されている。さらに、2016年度以降において、基盤研究 (S), 新学術領域研究 (研究代表), 基盤研究 (A) を始めとする大型科研費に採択されており、2016年度から2019年度において、異分野基礎科学研究所教員は、それぞれ 280,890 千円, 382,455 千円, 268,113 千円, 341,835 千円の科学研究費助成事業を得ている (直接経費と間接経費を合わせた額。承継教員と特任教員の合算)。また、2020年度の継続科学研究費の保持率は 62.1%となっている (承継教員のみ)。このように、承継教員 29 名, 特任教員 27 名程度の組織としては、比較的大きな科研費の額を得ている。[4.0]

### <選択記載項目B 国際的な連携による研究活動>

## 岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

### 【基本的な記載事項】

(特になし)

### 【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 2016年4月の異分野基礎科学研究所の発足以降、世界トップレベルの大学・研究所との国際共同研究（ドイツ：マインツ大学、ミュンスター大学、ボン大学、スイス：ジュネーブ大学、ベルン大学、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、イタリア：ローマ大学、ナポリ大学、マルシェ科学技術大学、ベルギー：ルーベンカトリック大学、デンマーク：コペンハーゲン大学、米国：コーネル大学、カナダ：ブリティッシュコロンビア大学等）ならびに上記大学等の海外研究機関への若手研究者派遣による海外滞在型研究などを実施してきた。これまでに、1年半の長期にジュネーブ大学に1名の助教を派遣し、界面超伝導に関する研究を行っている。また、1～数ヶ月程度の海外での滞在研究を教員ならびに大学院学生が行っており、海外滞在研究に対して研究所からの助成を行った。更に、海外からの研究者ならびに大学院学生の受け入れを行った。また、海外への若手研究者や大学院生の派遣、海外からの若手研究者や大学院生の受け入れを積極的に行っている。第3期中期目標期間中の派遣者総数は25名、海外からの受け入れ総数は115名となっている。なお、日本学術振興会 人材育成事業（若手研究者の海外派遣）「高い超伝導転移温度を有する超伝導物質の実現を目指す国際研究ネットワーク形成」（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（代表者：横谷尚睦教授）に2015年に採択されて、第3期中期目標期間を含む2015年から2017年度において、本プロジェクトのもとで、海外の研究グループとの国際共同研究を推進した。[B.1]
- 第3期中期目標期間の開始後に本研究所独自に、国際交流協定15件の締結を進めた（一部は更新）。内訳は、大学間協定4件、部局間協定11件であって、国際交流協定を積極的に締結することによって、海外からの教員ならびに大学院生の受け入れならびに海外への研究所の教員・大学院学生の派遣による国際共同研究体制を強化してきた。また、国際連携による研究活動推進のために、研究所が各分野の国際共同研究集会開催を支援している。とくに、海外においても2回の超伝導に関する国際ワークショップを開催した（2017年度ローマ大にて開催、2019年度ナポリ大にて開催）。更に、研究所の教員が組織委員となって、ワルシャワ工科大学で、European Material Society (E-MRS) Fall meeting の超伝導のセッションを2018年度に開催した。なお、2019年度においては、本研究所の教員が中心となって、岡山において強相関電子系の国際会議（SCES2019）を開催し、全

## 岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

世界から 900 名（34 か国）の参加があり，研究所も積極的な活動支援を行った。

[B. 2]

### <選択記載項目 D 学術コミュニティへの貢献>

#### 【基本的な記載事項】

（特になし）

#### 【第 3 期中期目標期間に係る特記事項】

- 国際雑誌を始めとする著名な雑誌の editor などを務めている。更に，学会等の役員や各種賞・助成金等の審査委員等を異分野基礎科学研究所の教員が担当している。このように，研究所教員は学会コミュニティに大きく貢献している。（別添資料 6410-iD-1） [D. 0]

## 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

### ＜必須記載項目1 研究業績＞

#### 【基本的な記載事項】

- ・ 研究業績説明書

(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)

異分野基礎科学研究所は、物理学と生命科学を中心に、自然科学の幅広い領域における研究分野を対象とし、それぞれの研究を深化・発展させると同時に、それぞれの研究を融合・発展させる中から新しい学問分野を創造することを目指している。この目標を踏まえて、異分野基礎科学研究所の研究業績として、世界的レベルにあり、それぞれの研究分野で特に優れた研究業績と認められるものを「S」とし、これら「S」以上の研究業績のうち、国際的に評価の高い論文誌で研究成果が公表されているものを「SS」とするという判断基準で選定している。したがって、「S」以上の研究成果は、今後、各研究分野において「重要論文」として認識されるものである。

#### 【第3期中期目標期間に係る特記事項】

- 特に優れた研究成果として、研究業績説明書記載の業績番号3の「素粒子，原子核，宇宙物理に関する実験研究」と、業績番号5から10の「構造生物化学関連の研究」および「植物分子および生理科学関連の研究」をあげる。いずれも、Nature, Science, Nature Plants を始めとする一流の国際雑誌において研究成果を公表している。具体的には、前者は「超精密原子核時計」の実現にむけた基礎技術研究であり、後者は「異なる光合成生物から光化学系 I, 光化学系 I-光捕集アンテナタンパク質 I 超分子複合体や光化学系 II-光捕集アンテナタンパク質 II 超分子複合体の構造の解析」を始めとする一連の光合成研究であって、いずれも大きなインパクトを与えた。

さらに、固体物理系の研究（業績番号1, 2および4）として、カイラルな結晶構造を持つ単体テルルにおける電流誘起磁性の初めての実験的観測に成功した。また、計算物質科学による量子磁性体、非従来型超伝導および強相関電子系物質の熱電現象に対する理論研究において大きな研究成果を得ている。これらの研究は、Nature Communications, Nature Chemistry, Physical Review Xなどの優れた国際雑誌で研究成果が報告されている。価数起源の量子臨界現象の発見なども特筆される研究成果である（業績番号11）。この研究は、Scientific Advancesにおいて公表がなされた。研究業績の報告数制限のために研究業績報告書に載せ

## 岡山大学異分野基礎科学研究所

ていないが, J. Am. Chem. Soc. 等の一流国際雑誌において, 化学系の優れた研究業績が報告されている。このように, 本研究所全体において, 優れた研究成果が一流の国際雑誌で活発に公表されている。 [1.0]

岡山大学異分野基礎科学研究所 研究活動の状況

【参考】データ分析集 指標一覧

区分	指標番号	データ・指標	指標の計算式
5. 競争的外部 資金データ	25	本務教員あたりの科研費申請件数 (新規)	申請件数(新規) / 本務教員数
	26	本務教員あたりの科研費採択内定件数	内定件数(新規) / 本務教員数 内定件数(新規・継続) / 本務教員数
	27	科研費採択内定率(新規)	内定件数(新規) / 申請件数(新規)
	28	本務教員あたりの科研費内定金額	内定金額 / 本務教員数 内定金額(間接経費含む) / 本務教員数
	29	本務教員あたりの競争的資金採択件数	競争的資金採択件数 / 本務教員数
	30	本務教員あたりの競争的資金受入金額	競争的資金受入金額 / 本務教員数
6. その他外部 資金・特許 データ	31	本務教員あたりの共同研究受入件数	共同研究受入件数 / 本務教員数
	32	本務教員あたりの共同研究受入件数 (国内・外国企業からのみ)	共同研究受入件数(国内・外国企業からのみ) / 本務教員数
	33	本務教員あたりの共同研究受入金額	共同研究受入金額 / 本務教員数
	34	本務教員あたりの共同研究受入金額 (国内・外国企業からのみ)	共同研究受入金額(国内・外国企業からのみ) / 本務教員数
	35	本務教員あたりの受託研究受入件数	受託研究受入件数 / 本務教員数
	36	本務教員あたりの受託研究受入件数 (国内・外国企業からのみ)	受託研究受入件数(国内・外国企業からのみ) / 本務教員数
	37	本務教員あたりの受託研究受入金額	受託研究受入金額 / 本務教員数
	38	本務教員あたりの受託研究受入金額 (国内・外国企業からのみ)	受託研究受入金額(国内・外国企業からのみ) / 本務教員数
	39	本務教員あたりの寄附金受入件数	寄附金受入件数 / 本務教員数
	40	本務教員あたりの寄附金受入金額	寄附金受入金額 / 本務教員数
	41	本務教員あたりの特許出願数	特許出願数 / 本務教員数
	42	本務教員あたりの特許取得数	特許取得数 / 本務教員数
	43	本務教員あたりのライセンス契約数	ライセンス契約数 / 本務教員数
	44	本務教員あたりのライセンス収入額	ライセンス収入額 / 本務教員数
	45	本務教員あたりの外部研究資金の金額	(科研費の内定金額(間接経費含む) + 共同研 究受入金額 + 受託研究受入金額 + 寄附金受入 金額)の合計 / 本務教員数
	46	本務教員あたりの民間研究資金の金額	(共同研究受入金額(国内・外国企業からのみ) + 受託研究受入金額(国内・外国企業からのみ) + 寄附金受入金額)の合計 / 本務教員数