

中期目標の達成状況報告書

2020 年 7 月

自然科学研究機構

目 次

I 法人の特徴.....	1
II 中期目標ごとの自己評価.....	3
1 研究に関する目標.....	3
2 共同利用・共同研究に関する目標.....	65
3 教育に関する目標.....	92
4 社会との連携や社会貢献及び地域を志向した教育・研究に関する目標（大項目）.....	105
5 その他の目標.....	112

I 法人の特徴

大学の基本的な目標（中期目標前文）

大学共同利用機関法人自然科学研究機構（以下「本機構」という。）は、宇宙、エネルギー、物質、生命等に関わる自然科学分野の拠点的研究機関を設置・運営することにより国際的・先導的な研究を進めるとともに、本機構が設置する各大学共同利用機関（以下「各機関」という。）の特色を活かしながら、更に各々の分野を超え、広範な自然の構造と機能の解明に取り組み、自然科学の新たな展開を目指して新しい学問分野の創出とその発展を図るとともに、若手研究者の育成に努める。また、大学共同利用機関としての特性を活かし、大学等との連携の下、我が国の大学の自然科学分野を中心とした研究力強化を図る。これらのミッションを踏まえ、特に第3期中期目標期間においては、機構長のリーダーシップの下、以下の組織改革及び研究システム改革を通じて、機能強化を強力に推進する。組織改革については、機関の枠を超え、異分野連携による新分野の創成を恒常に行う新分野創成センターの組織再編、既存機関とは独立した国際的研究拠点の創設、研究基盤戦略会議における機能強化の方針及び資源再配分等の組織改革の方針に基づく教育研究組織の再編等を行う。研究システム改革については、本機構の行う公募型の共同利用・共同研究の申請から審査・採択、成果報告・分析までを統合的に管理するシステム（自然科学共同利用・共同研究統括システム）を整備して、それらの成果の分析評価を行うとともに、本機構と各大学との緊密な連携体制の下で、大学の各分野の機能強化に貢献する新たな仕組み（自然科学大学間連携推進機構）を構築する。また、柔軟な雇用制度（多様な年俸制、混合給与）の導入等の人事・給与システム改革を通じて若手研究者の育成、女性研究者の支援、外国人研究者の招へいに取り組む。これら2つの改革を着実に推進するため、本機構のIR（Institutional Research）機能を整備するとともに、これら第3期中期目標期間における特色ある改革の問題点や課題を、内部的に自己点検を実施し、それを受けて改革の効果について外部評価を受ける。また、研究活動における不正行為及び研究費の不正使用等のコンプライアンスの諸課題についても機構全体で包括的かつ横断的に取り組む。

1. 宇宙、エネルギー、物質、生命等に関わる自然科学分野の拠点的研究機関として、国立天文台、核融合科学研究所、基礎生物学研究所、生理学研究所、および分子科学研究所の5機関を設置し、全国の大学研究者を対象として保有する最先端研究設備の共同利用・共同研究を通じて世界をリードする研究を進めている。
2. 各機関の持つ専門分野を超え、広範な自然の構造と機能の解明に取り組み、自然科学の新たな展開を目指して新しい学問分野の創出とその発展を図るため、機構本部直属の4研究センター（新分野創成センター、アストロバイオロジーセンター、生命創成探究センター、国際連携研究センター）を順次設置し、活動を開始している。
3. 大学の研究力強化に資するため、本機構の行う公募型の共同利用・共同研究の申請から審査・採択、成果報告・分析までを統合的に管理するシステム（NINS Open Use System：NOUS）を開発、運用するとともに、本機構と共同研究で密接に関わる13大学の執行部との間で大学の機能強化について議論する場（NINS Interuniversity Cooperative Association：NICA）を新たに構築し、共通の課題解決に向けた事業を進めている。
4. 次世代を担う若手研究者育成のため、機関の持つ最先端研究環境を活かし総研大や連携大学院等を通して大学院教育を行うとともに、若手研究者を積極的に支援、育成し大学のPIとして輩出している。
5. 年俸制やクロスアポイントメント制度の導入により、海外の著名研究者を招く等、研究力強化を図るとともに、人事は国際公募を原則とし女性限定枠の導入などダイバシティの推進に努めている。
6. 自己点検、外部評価等を活用しPDCAを回すことにより研究推進の方向の妥当性や改

自然科学研究機構

善を図る一方、研究不正、ハラスメント、セキュリティ等、コンプライアンス対策についても目を配り、健全な研究環境を維持している。

[戦略性が高く意欲的な目標・計画(◆)]

- 新たな国際的共同研究拠点の創設を、第2期に開始した機構の組織改革及び研究システム改革の戦略的推進(研究基盤戦略会議による組織再編・資源配分の方針策定及び評価)と併せて、アストロバイオロジーセンターにおいて重点的に推進することにより、異分野融合による真の国際的共同研究拠点の形成を実現する。

(関連する中期計画 1-1-1-2、1-2-1-3)

- 各機関の共同利用・共同研究機能を充実させるとともに、公募型の共同利用・共同研究について、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理する自然科学共同利用・共同研究統括システム(NINS Open UseSystem : NOUS)(仮称)を導入し、共同利用・共同研究の成果内容・水準を把握するとともに、大学の機能強化への貢献度を把握するための機構のIR機能体制を整備する。

(関連する中期計画 2-1-1-1、2-2-1-1)

Ⅱ 中期目標ごとの自己評価

1 研究に関する目標

(1) 中項目 1-1 「研究水準及び研究の成果等」の達成状況の分析

〔小項目 1-1-1 の分析〕

小項目の内容	本機構は、天文学、核融合科学、物質科学、生命科学等の自然科学分野の学術研究を積極的に推進するとともに、各分野間の連携を図り、優れた研究成果を上げる。＜1＞
--------	---

○小項目 1-1-1 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	1
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	1

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

機構長の下に執行部及び機関・センター長からなる「研究基盤戦略会議」（別添資料 1-1-1-a）を置き、従来の研究教育組織だけでなく、運用・マネジメントを担う組織の組織改革も実施した。機構における機能強化の方針や資源再配分等の組織改革の方針を議論し、研究組織の再編等を強力に進めた。研究所の枠をこえた共同利用・共同の推進、異分野融合・新分野創成を積極的に推進した。中でも、特に、研究力強化推進本部（別添資料 1-1-1-b）に共同利用・共同研究室を設置し、共同利用・共同研究の運用から技術面だけでなく、その分析（IR）まで統合的な実施体制を構築した。また、産学官連携共同研究を組織として積極的に進めるため、研究力強化推進本部に産学連携室を設置し、産学連携コーディネーターを配置した。

また、各機関においてはそれぞれの分野の拠点として研究者コミュニティと連携して優れた研究成果をあげている（小項目 1-1-2 から 1-1-6）が、機構全体としては 4 年間（2016-2019 年：暦年）で 5,943 編の論文を輩出し、このうち被引用数 Top10%に入る論文が 703 編、Top 1%に入る論文が 122 編ある。Top 1%論文の輩出数は、全国第 13 位であり、国内でも高いレベルを維持している。

○特記事項（小項目 1-1-1）（別添資料 1-1-1-c）

（優れた点）

- ・ 機構本部においた、機構長をトップとし、理事および各機関並びにセンターの長をメンバーとする「研究基盤戦略会議」を恒常的な議論の場として位置づけたことが機構全体の研究推進に関して有効に働いている。（中期計画 1-1-1-1）
- ・ アストロバイオロジーセンターにおいては、世界第一線の研究者を招くなど研究体制整備・強化を進め、優れた成果を上げるまでになった。大学共同利用機関の特長を活かし、国際的かつ先端的な共同利用・共同研究を推進することで国内大学との連携も深め当該分野の国際的研究拠点を形成しつつある。（中期計画 1-1-1-2）
- ・ 2018 年度に発足した生命創成探究センターは、岡崎統合バイオサイエンスセンター、新分野創成センターのブレインサイエンス研究分野及びイメージングサイエンス研究分野をスクラップアンドビルトし、次世代を切り開く挑戦的な生命研究を、異分野を巻き込みながら進める構成とした（別添資料 1-1-1-d）。（中期計画 1-1-1-3）

（特色ある点）

- ・ 新分野創成センターでは、2018 年度の生命創成探究センターの発足に合わせて、先端光科学研究分野とプラズマバイオ研究分野を新設した。このうちプラズマバイオ研究分野は名古屋大学（共同利用・共同研究拠点との連携）、九州大学とコンソーシアムを構成し、共同利用・共同研究については自然科学研究機構が窓口となるという、これまでにない新しい体制を構築した。（中期計画 1－1－1－3）

（今後の課題）

- ・ 引き続き各機関・センターにおいて最先端研究を推進するとともに、第 4 期中期目標を見据えた研究戦略・計画の策定を行う。機構本部においては、機構全体の研究環境整備・進捗管理を進めるとともに、第 4 期中期目標の策定に向けた議論を行う。（中期計画 1－1－1－1）
- ・ URA（ユニバーシティ・リサーチ・アドミニストレーター）の活動を評価し、内在化に向けた議論を進める。（中期計画 1－1－1－1）

〔小項目 1－1－1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1－1－1－1 に係る状況》

中期計画の内容	大学共同利用機関法人自然科学研究機構（以下「本機構」という）は、天文学、核融合科学、分子科学、基礎生物学、生理学の各分野（以下「各分野」という。）における拠点的研究機関（以下「機関」という。）の役割と機能を更に充実させ、国際的に高い水準の研究成果を上げる。【1】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－1－1）

（A）機構本部に、機構長をトップとし、理事および各機関並びにセンターの長をメンバーとする「研究基盤戦略会議」を置き、機構全体の研究推進に関する議論を行うとともに、本部の進める事業の予算配分や進捗管理を行っている。同会議は毎月行われており、機構長のリーダーシップの下、分野連携を含めた各機関・センターの研究環境を整える上で重要な役割を果たしている。

各機関・センターにおいては、それぞれの特色に合った運営体制を台長・所長・センター長の下に敷き運営を行っている。大学との人事交流が頻繁に行われる大学共同利用機関では、大学同様の職制（教授・准教授・講師・助教）を持ち、基本的に講座制を敷いているが、大型プロジェクトを進めている国立天文台と核融合科学研究所では、部門や講座に捕らわれないプロジェクト制度を導入している。各分野における優れた研究成果については、後の小項目 1－1－2～6 を参照のこと。

文部科学省の「研究大学強化促進事業」の採択を受けて設置された「研究力強化推進本部」（別添資料 1-1-1-b（再掲））は、機構長が本部長を務め、URA を活用した機構全体を視野に入れた共同利用・共同研究、国際、広報、産学連携に関わる研究力強化事業を企画・運営している。

機構全体の研究活動状況を表す例としては、

- ① Clarivate Analytics 社の「インパクトの高い論文数による日本の研究機関ランキング」（2018 年 4 月公表）による本機構の高被引用論文数は 170 報で総合トップ 20 機関中 18 位、高被引用論文数の割合は総合トップ 20 機関中 5 位と高い水準を維持している。
- ② 科研費の採択実績においても、採択件数は毎年 400 件を超えており、採択額は機構全体で見ると全国 18 位相当になっている（機構内の各機関は科研費の機関番号

を独自に保有しているため、自然科学研究機構全体としての値は統計資料に表われない)。特に1件あたりの採択額は、採択件数トップ50機関中5位以内に入っており、質の高さを示している。

- ③ 拠点的研究機関の役割と機能を果たす目安として、機構の査読付き総論文数を挙げれば、第2期中期目標期間最後の2015年の1,335編から、4年後の2019年には1,537編にまで約15%増加しており、より役割と機能を充実させていると言える。また、国際共著論文率は2015年度の48.6%から、2019年度には55.1%に増加しており、国際的な役割と機能もより充実させた。
- ④ 海外から国際的研究拠点とみなされている目安として、国際共同研究数を挙げれば、第2期中期目標期間最後の2015年度の565件から、2018年度には773件にまで約37%増加しており、より重要性が増している。なお、2019年度は集計中である。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画1-1-1-1）

各機関・センターはそれぞれの分野の拠点として研究の個性に合った体制を整備し優れた成果を上げている（小項目1-1-2～6を参照）。

また機構本部の主導の下、各機関の支援も受けながら、機構本部直轄の連携研究を進めるセンターとして既設の新分野創成センターとアストロバイオロジーセンターに加え、新たに生命創成探究センターと国際連携研究センター群が立ち上がり、共同利用・共同研究が開始された。特に国際連携研究センターは中期計画には記載ないものの分野連携の国際化を目指し機構長のリーダーシップで設立されたものである。新分野創成センターでは生命創成探究センターの発足に伴い新たに2つの研究分野を立ち上げた。設立が早いアストロバイオロジーセンターでは幾つかの研究成果が既に上がっている（研究業績説明書（国立天文台）#30-33）。

全体的に、拠点的研究機関の役割と機能を果たす目安として、機構の査読付き総論文数を挙げれば、第2期中期目標期間最後の2015年の1,335編から、4年後の2019年には1,537編にまで約15%増加しており、その役割と機能を充実させている。また、海外から国際的研究拠点とみなされている目安として、国際共同研究数を挙げれば、第2期中期目標期間最後の2015年度の565件から、2018年度には773件にまで約37%増加しており、より重要性が増している。なお、2019年度は集計中である。

機構本部の行う研究推進事業については「研究基盤戦略会議」で議論を行うとともに、予算配分や進捗管理を行っている。事業の具体的な活動の支援には研究力強化推進本部に所属するURA等が中心となって当たっている。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画1-1-1-1）

- (A) 引き続き機構全体の研究環境整備・進捗管理を進めるとともに、第4期中期目標の策定に向けた議論を行う。

《中期計画1-1-1-2に係る状況》

中期計画の内容	アストロバイオロジーセンターにおいて、第一線の外国人研究者の招へい、若手研究者の海外派遣に取り組むとともに、大学等と連携して国際的かつ先端的な共同利用・共同研究を推進し、当該分野の国際的研究拠点を形成する。【2】（◆）
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画1-1-1-2）

- (A) 2016年度に世界的にも第一人者である外国人教員をクロスアポイントメント制度を含む混合給与にて2名に増員し、その体制を引き続き維持し、アストロバイオロジーセ

ンター(以下、ABC という。)の研究者と国際共同研究を行った。ABC の若手研究者の海外の研究所、観測所、国際研究会への派遣を毎年 30 件程度(2019 年度:アメリカ、中国、アイスランド等、35 件)行っている。また、ABC の公募研究の成果報告会や、アストロバイオロジー分野を俯瞰できる勉強会形式のシンポジウムを毎年実施している。さらに、2019 年度には ABC 主催の国際会議(In the Spirit of Lyot 2019, 東京, 参加者 200 名)を開催し、ABC の成果を多数発表するとともに、系外惑星の直接撮像に関して多くの海外の研究者と議論を行った。ABC が中心となって開発してきた高精度赤外線ドップラー装置 (IRD) による系外惑星観測は 2018 年度から開始したが、2019 年度には戦略的観測を本格化し、IRD はすばる望遠鏡において 2 番目に利用時間の長い装置となり、海外からの利用希望も多い装置となっている。IRD の初期成果として、世界で初めてハビタブル地球型惑星系 TRAPPIST-1 のロシター効果を測定し、惑星軌道面が傾いていないことを示した(別添資料 1-1-1-2-a)。また、ABC が主導して開発した多色同時撮像装置 MuSCAT は、ハワイ観測所岡山分室 188cm 望遠鏡用の MuSCAT1 に続き、MuSCAT2 を 2017 年度から開発を進め、2018 年度にスペイン・カナリア天体物理研究所(ライデ観測所)の 1.5m 望遠鏡(TCS)に搭載した。これら MuSCAT 装置群による観測は、NASA の TESS 望遠鏡による系外惑星探査と国際的な協力体制を形成しつつ推進しており、既に 30 編の欧文論文が出版されている。さらに、赤色矮星まわりの系外惑星における光合成や南極の植生での光合成の新知見を出版するなど、生物学と天文学の融合研究も順調に進展している。これらの活発な研究活動の結果、センター構成員による 2019 年度の欧文論文数は 95 編となり、発足時の約 3 倍を達成した。

(B) 2016 年より ABC とは異なるテーマの副拠点形成を目指し、ABC と共同研究を活発に展開し、有機的な研究連携を行うことで、アストロバイオロジー研究をネットワーク型で推進することを目的としたサテライト公募研究(最大 3 年)を開始した。これまで、3 件(3 機関)のサテライト研究が完了し、2019 年度は、7 つの連携拠点(天文系 3 件、生物系 4 件)を国内諸大学(6 機関)に設けている。完了したサテライトの機関では、現在も新たな研究が生まれ、ABC と共同で研究会を開催するなど、現在でもアストロバイオロジー研究における研究連携を継続している。また一方では、アストロバイオロジーという学際領域の研究の裾野を広げ、研究者コミュニティの形成を目的とした、単年度のプロジェクト公募研究を ABC 発足当初から実施している。例年 25 件程度(倍率 2 倍程度)の採択があり、多数の国内大学・機関におけるアストロバイオロジー研究の裾野を広げた。公募研究からの論文数は 2019 年度には年間 60 編を超えている。また、国外では、NASA によるアストロバイオロジー研究活動、ワシントン大学、アリゾナ大学、マックスプランク研究所、カリフォルニア工科大学と連携した国際的研究拠点形成を進めた。

○小項目の達成に向けて得られた実績(中期計画 1-1-1-2)

世界的にも第一人者である外国人教員 2 名を継続して雇用した。センターの研究者を海外の研究所、観測所、国際研究会へ 35 件派遣した。サテライト公募研究を通し、天文分野 3 件、生物分野 4 件の 6 機関 7 件の連携拠点を形成した。センターで開発した装置を海外の観測所に複数設置し、国際的な協力体制を構築し、国際的な研究拠点形成を推進した。さらに、ハワイのマウイ島の望遠鏡に設置するための装置開発や TMT 望遠鏡のための系外惑星装置の設計を開始し、国際的な拠点形成の強化を推進した。また、ABC が主催した国際会議を開催し、系外惑星の直接撮像において国際的に ABC の成果をアピールした。2019 年度に発表した欧文論文は 95 編に上り、発足当初の 3 倍の成果となった。

○2020、2021 年度の実施予定(中期計画 1-1-1-2)

(A) 太陽系外惑星の探査、大気の観測・分析、生命探査装置の開発のために、世界的にも第一人者である招へい外国人研究者を継続雇用する。また、当該外国人研究者を窓口にした新たな外国人研究者及び海外アストロバイオロジー研究機関との交流、センター若手研究者の海外研究所、観測所、国際研究会への派遣を引き続き行い、連携基盤を拡充し、

宇宙生命探査の国際的研究拠点形成を推進する。地球型系外惑星の大規模探査を継続し、検出された系外惑星の大気等の性質を調べ、理論及び生物学の知見と比較する。ハワイ・マウイ島の望遠鏡に搭載し全地球的トランジットネットワークを形成するための MuSCAT3 の開発、及び南アフリカ天文台の望遠鏡に搭載予定の赤外線分光器の開発を進め、国際協力にて系外惑星探査を推進する。センターが開発した各種観測装置の運用・機能向上を行いつつ、次世代超大型望遠鏡のための系外惑星観測装置の開発を国際協力により加速させる。

(B) 系外惑星及び宇宙生命探査のための研究連携拠点を国内の大学に設け、NASA によるアストロバイオロジー活動、ワシントン大学、アリゾナ大学、マックスプランク研究所、カリフォルニア工科大学等と連携し、多分野連携によるアストロバイオロジー研究における国際的研究拠点形成を引き続き進める。

《中期計画 1－1－1－3 に係る状況》

中期計画の内容	機関の枠を超え、異分野連携による新分野の創成を恒常的に担う新分野創成センターにおいて、新分野の萌芽促進及び分野間連携研究プロジェクト等を通じた次世代の学問分野の育成を行う。また、既存のブレインサイエンス研究分野及びイメージングサイエンス研究分野を融合発展させた次世代生命科学センター（仮称）を平成 30 年度に創設する。併せて、機構の 5 機関による機関間連携ネットワークによる共同利用・共同研究事業を推進し、新分野の萌芽を見出だす基盤を整備するとともに、新たな研究者コミュニティの形成を促す。【3】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－1－3）

(A) 新分野創成センターでは、ブレインサイエンス研究分野及びイメージングサイエンス研究分野を融合発展させ、2018 年度に生命創成探究センターを創設した。それに伴い、それまで新分野探査室において検討を進めていた機構で推進すべき萌芽分野として先端光科学研究分野と、機構長のリーダーシップでプラズマバイオ研究分野を新設し、2018 年度から活動を開始した。先端光科学研究分野は、外国から雇用した専任教員が研究を推進するとともに、プロジェクト公募を行い、機構内外で研究を推進した。また、著名な外国人研究者を招へいし、ナノフォトニクスに関するワークショップを開催して、先端的な取り組みを学ぶ機会を設けた。組織的な共同研究の推進のため、国内外の光科学の情勢の調査を行った。プラズマバイオ研究分野では、大気圧プラズマを動植物に直接的・間接的に照射すると稲の発育促進・がん細胞の大幅減少などの現象が見出されていることから、その分子科学的解明をクロスアポイントメント制度による雇用を含む専任教員により推進するとともに、主に動物の現象を研究する名古屋大学の共共拠点のセンターと主に植物の現象を研究する九州大学のセンターとでプラズマバイオコンソーシアムを形成して一体的運営を行い、プロジェクト公募を行った。また、九州大学において勉強会、名古屋大学において成果報告会を開催し、プラズマバイオ分野の課題や成果の共有を行い、コミュニティの形成に寄与した。

新分野探査室においては、恒常的に機構が取り組むべき新分野について議論する体制を取り、機構が実施する分野融合型共同研究事業の採択課題や SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）の各目標について検討を続けている。

(B) 中期計画に記載された「次世代生命科学センター（仮称）」に対応するものとなる「生命創成探究センター」の創設に向けて、岡崎 3 機関の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」では、オリオンプロジェクトとバイオネクストプロジェクトを中心に分

野融合型研究を推進した。また、2017 年度には、設置準備室を設け、岡崎 3 機関とともに生命創成探究センター創設に向けて準備を進めた。2018 年 4 月には、岡崎統合バイオサイエンスセンターを白紙に戻し（スクラップ）生命科学の動向の先を目指して「生きているとは何か」という生命科学の究極の謎を解明することを目標に掲げ、必要な研究部門を選び直すとともに、新分野創成センターのブレインサイエンス研究分野及びイメージングサイエンス研究分野を再編・統合した機構直轄の生命創成探究センターを発足させ（ビルト）、学際的生命科学研究を開始した。新センターは、「創成研究領域」と「極限環境生命探査室（厳しい環境を扱う関連分野の研究機関と連携、客員で構成）」から成り、統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同研究に加えて、バイオネクストプロジェクトで行った試みを基に、大きな課題を幾つか提示し公募、代表者がセンターの複数の研究グループを選択して実施する「ExCELLS 課題研究」、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者を PI として客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの特徴ある共同研究を行っている（別添資料 1-1-1-d（再掲））。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－1－3）

新分野創成センターでは、新分野探査室において検討を進めていた先端的な光科学の手法を他の自然科学分野に応用して展開を図ることを目的とした「先端光科学研究分野」と、機構長のリーダーシップにより半導体デバイスの微細加工等に用いられている低温大気圧プラズマを生命科学・医療に応用する「プラズマバイオ研究分野」の 2 分野を 2018 年に立ち上げ、それぞれコミュニティの拡大のため、広くプロジェクト研究・共同研究を公募し、研究を推進した。また、プラズマバイオ研究分野は、共共拠点である名古屋大学低温プラズマ科学研究センターと九州大学プラズマナノ界面工学センターとコンソーシアムを形成し、分野の確立・発展のためプラズマバイオサイエンスの基礎的研究を連携して進める体制を構築した。これまでに、プロジェクト研究を含む先端光科学研究分野で 7 編、プラズマバイオ研究分野で 1 編、他のプラズマバイオコンソーシアム拠点とプロジェクト研究で 14 編の論文を公表しており、両分野とも順調に滑り出している。岡崎統合バイオサイエンスセンターを白紙に戻し、新たに、岡崎 3 機関、新分野創成センターから必要な人材の結集と、人材の採用を積極的に進めることにより、「生きているとは何か」という生命科学の究極の謎を解明するという挑戦的な目標を掲げて、生命創成探究センターを発足させた。同センターには、創成研究領域を組織し、生体分子の定量的・網羅的解析やイメージング技術を積極的に取り入れた異分野連携研究を組織的に取り組む基盤を確立した。さらに、極限環境生命探査室を設置し、深海といった極限環境における生命の限界や極限環境耐性のメカニズムを機構内外の研究者と協力して研究を進めるために、3 つの研究グループからなる組織を構築した。センター発足後の 2 年間で多くの研究成果が得られており、共同利用・共同研究の成果 17 編を含む 104 編の論文として公表している。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－1－3）

- (A) 先端光科学研究分野ではプロジェクト公募を通じてコミュニティの拡大を図るとともに、新たに国内外と機関と組織的な共同研究の推進を図る。プラズマバイオ研究分野では、プラズマバイオコンソーシアムを通じて引き続きプロジェクト公募を実施するとともに、ワークショップや成果報告会を通じ、分野としての成熟を目指す。
- (B) 「生きているとは何か」という根源的な問いを理解するために、2019 年度までに確立させた生命創成探究センターを基盤に、機構内外の研究者との緊密な連携体制を強化・発展させ、生命科学の幅広い分野にまたがる融合研究を展開する。

【小項目 1－1－2 の分析】

小項目の内容	天文学分野では、太陽系からビッグバン宇宙までを研究対象として、国内外の大型研究基盤施設及び設備の建設・運用を行い、これ
--------	---

	らを大学等の研究者の共同利用に供することにより、我が国の観測天文学、シミュレーション研究、理論天文学を牽引し、人類が未だ認識していない宇宙の未知の領域を開拓する。 国内の研究拠点のほか、アメリカ合衆国に設置したハワイ観測所、チリ共和国に設置したチリ観測所においても業務運営を円滑に実施する。また、日米中印加による国際共同科学事業である 30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）計画のメンバー機関として、アメリカ合衆国ハワイ州において建設を推進する。＜2＞
--	--

○小項目 1－1－2 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	3	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	6	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

国立天文台ハワイ観測所のすばる望遠鏡と超広視野主焦点カメラ（HSC）などの観測装置を安定して運用し、共同利用率 90%以上を維持するとともに、多くの科学成果を上げた。また、新規開発した高精度赤外線ドップラー装置（IRD）等を用いて、太陽系外惑星と惑星の誕生現場に迫る科学成果を生み出した。すばる望遠鏡の次世代観測装置として、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構が中心となって超広視野主焦点分光器（PFS）を国際共同開発し、2022 年からの運用に向けて準備を進めた。

国際共同科学事業であるアルマ望遠鏡（アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計）の運用において、国際分担の責務を果たしてそれに応じた観測時間を確保するとともに、アジア地域の中核機関として国際共同利用・共同研究を推進した。太陽系外の惑星形成や銀河形成の解明に取り組み、生命の材料物質を探索して有機分子の検出に成功した。また、台湾と協力してバンド 1 受信機の開発を進めた。

国際共同事業である 30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）計画では、ハワイ島マウナケア山頂における建設作業の準備を終えたが、反対運動を受けて工事を中断し、TMT 国際天文台を中心に事態打開の道を探るとともに、代替建設候補地を定めて調査・検討を進めた。並行して、日本が分担する望遠鏡本体構造の設計・審査、主鏡分割鏡の製造及び一部研磨加工、第一期観測装置（近赤外撮像分光装置：IRIS）の設計・開発を着実に進めた。

地上からの天文学として、東京大学宇宙線研究所を中心に、国立天文台と高エネルギー加速器研究機構が副推進機関として、岐阜県神岡鉱山の地下において建設を進めてきた日本の重力波望遠鏡 KAGRA を完成させ、観測運転を開始した。野辺山 45m 電波望遠鏡の二周波完全同時観測に成功して共同利用を開始したほか、受信機 FOREST を用いた共同利用・共同研究を順調に継続した。開所から半世紀以上を経て老朽化が進む岡山天体物理観測所を 2017 年度末に閉所し、機能を縮小して「ハワイ観測所岡山分室」として組織変更を行い、隣接して設置された京都大学せいめい望遠鏡を用いた大学共同利用を 2018 年度末より開始した。チリに設置したアステ望遠鏡（アタカマサブミリ波望遠鏡実験）の運用を継続し、新型超伝導受信機（DESHIMA）の試験搭載に成功した。また、世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を含む天文シミュレーションシステムの共同利用率 100% を維持した。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と協力して進める宇宙からの天文学として、太陽観測衛星「ひので」の共同利用・共同観測を継続したほか、赤外線位置天文観測衛星計画「小型 JASMINE」、次期太陽観測衛星計画「Solar-C（EUVST）」を推進し、小惑星探査機「はやぶさ 2」の運用と小惑星調査・サンプル採取に貢献した。

東アジア天文台(EA0)の一員として、ハワイ島マウナケアの JCMT 電波望遠鏡の共同運用や EA0 フェロー等の若手研究者支援事業を行い、東アジア地域の大学・天文学研究機関との連携強化を図った。

○特記事項（小項目 1－1－2）

（優れた点）

- ・ すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ(HSC)を用いた共同利用観測により、2020 年 3 月末までに 209 編の査読付き欧文論文が出版された（別添資料 1-1-2-a）。（代表成果：史上最大の「暗黒物質」の三次元地図の作成、可視光による重力波天体の初観測、超新星爆発のメカニズムの検証、太陽系外縁部（発見時に太陽系で最も遠い地点）における新天体の発見、初期宇宙における大量の超巨大ブラックホールの発見、誕生直後の銀河団の検出、暗黒物質の起源が原始ブラックホールではないことを検証）。HSC の初期成果論文 40 編は、日本天文学会欧文報告誌（Publications of Astronomical Society of Japan; PASJ）の特集号（和訳「すばる HSC サーベイ」）として 2018 年 1 月に出版され、このうち 10 編が Space Science 分野の被引用数 Top 1 %論文となった（研究業績説明書 #1-7）。他に、近赤外観測装置（IRCS）を用いてアインシュタインの一般相対性理論を検証した。（中期計画 1－1－2－1）
- ・ アルマ望遠鏡の高感度を活かした共同利用観測による査読付き欧文論文数は年々増加し、科学運用開始以降 1,800 編を超えた（別添資料 1-1-2-b）。このうち日本の主著論文数（累計 270 編）は米国に次ぐ世界第 2 位を維持した。共同利用の代表成果として、宇宙最遠方の酸素の発見、原始惑星系円盤のもつ多様性と地球軌道スケールの構造の発見、星・惑星形成領域や太陽系天体における有機分子とアミノ酸の原料になりうる分子の発見などが挙げられる（研究業績説明書 #13-16）。（中期計画 1－1－2－2）
- ・ 国際研究グループによる、アルマ望遠鏡を含む地上 8 つの電波望遠鏡を結合させた地球規模のミリ波 VLBI 観測(Event Horizon Telescope; EHT)に参加し、ブラックホールの輪郭の撮影に初めて成功した（別添資料 1-1-2-c）。（中期計画 1－1－2－2）
- ・ 日本の大型重力波望遠鏡 KAGRA を 2019 年 10 月に完成させ、調整・試験運転を経て 2020 年 2 月より観測を開始した。（中期計画 1－1－2－4）
- ・ 周波数分離フィルタの開発により 野辺山 45m 電波望遠鏡の二周波完全同時観測が可能となり、共同利用に供した。また、FOREST 受信機を用いた 3 つのレガシー・プロジェクトの成果論文 21 編が、日本天文学会欧文研究報告（PASJ）特集号（和訳「野辺山 45m 電波望遠鏡：レガシー・プロジェクトと FOREST 受信機」）として、2019 年 12 月に出版された。（中期計画 1－1－2－4）
- ・ 赤外線位置天文観測衛星計画「小型 JASMINE」が 2019 年 5 月に JAXA/ISAS（宇宙科学研究所）の公募型小型計画 3 号機に選定された。（中期計画 1－1－2－5）
- ・ JAXA の 小惑星探査機「はやぶさ 2」の運用とリモートセンシング観測による小惑星調査、サンプル採取に貢献した。小惑星の形状と内部構造に関する重要な科学成果を得て、初期成果論文 5 編（共著）、3 編（主著）を執筆した。（中期計画 1－1－2－5）
- ・ 日本の次期太陽観測衛星計画「Solar-C (EUVST)」の実現をめざして国際パートナーと共に準備を進め、2020 年 6 月の JAXA/ISAS の公募型小型計画 4 号機選定へつなげた。太陽観測ロケット実験「CLASP」により世界初となる太陽遷移層磁場によるハレ効果を確認し、後継実験「CLASP-2」（2019 年 4 月）が世界初となる彩層上部の高精度偏光データの取得に成功した。さらに、太陽観測ロケット実験「FOXSI-3」（2018 年 9 月）が世界初となる太陽コロナの軟 X 線・撮像分光同時観測に成功した。（中期計画 1－1－2－5）

(特色ある点)

- ・ すばる望遠鏡に新しく搭載された観測装置を用いて、太陽系外惑星の探査を行う共同利用観測を開始した。極限補償光学コロナグラフ(SCEXAO)と面分光装置(CHARIS)による高解像度観測と、高精度赤外線ドップラー装置(IRD)による超精密視線速度分光観測の2つの方法による。IRD では低温・低質量の恒星のハビタブルゾーン(生命居住可能領域)にある地球型惑星において、星の自転軸と惑星の公転軸がほぼ揃っていることを初めて確認するなど、重要な初期成果が出始めた。(中期計画1-1-2-1)
- ・ アルマ望遠鏡をはじめとする、超広帯域かつ超高感度の性能をもつ次世代受信機の開発・実証と、同時取得帯域を約5倍に拡大する技術の開発に世界に先駆けて成功し、国内外におけるアルマ望遠鏡の将来開発(アルマ2計画)の方向性に先鞭をつけた。(中期計画1-1-2-2)
- ・ ハワイ観測所岡山分室において、2018年度に新設された京都大学せいめい望遠鏡を用いた全国大学共同利用を開始した。共同利用観測データを順調に蓄積し、第1回目のユーザーズミーティングを開催した。(中期計画1-1-2-4)
- ・ 2016年度に打上げ10周年を迎えた太陽観測衛星「ひので」について、JAXAと協力して円滑な科学運用とデータ公開を継続した。(中期計画1-1-2-5)
- ・ 2018年度にリプレイスを実施した世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイII」を中心とする共同利用計算機システムを安定に運用し、共同利用率100%を維持した。査読付き欧文論文数は国内若手研究者を中心に順調に増加し、2018・2019年度はそれぞれ年間140件に達した。(中期計画1-1-2-5)

(今後の課題)

- ・ 30m 光学赤外線望遠鏡(TMT)においては、ハワイ・マウナケア山頂における建設中断により、計画全体が大幅に遅れている。引き続き TMT 国際天文台と緊密に連携し、計画の推進を図る。(中期計画1-1-2-3)

【小項目1-1-2の下にある中期計画の分析】

《中期計画1-1-2-1に係る状況》

中期計画の内容	すばる望遠鏡及び超広視野主焦点カメラ(HSC)を用いて、従来の約10倍の天域にわたって遠方宇宙を探査することにより、天体の形成過程や宇宙の大規模構造の起源についての研究を推進する。また、太陽系及び太陽系外の惑星形成領域を観測するための装置(分光器、撮像器等)を開発し、惑星の形成過程や、太陽系外惑星の性質についての研究を推進する。第3期中期目標期間終了時まで、次世代観測装置として超広視野主焦点分光器を東京大学等と共同で開発し、初期宇宙、銀河の進化、暗黒物質、暗黒エネルギー等の研究を推進する。【4】
実施状況(実施予定を含む)の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況(中期計画1-1-2-1)

- (A) すばる望遠鏡では、2014年から共同利用を開始した超広視野主焦点カメラ(HSC)を安定して運用し、5～6年かけて300夜もの観測を行う大規模な戦略枠観測プログラム(HSC-SSP)をはじめとした共同利用観測を着実に推進した。HSC-SSPでは、「宇宙の国勢調査」とも言える大規模観測データを2016年度(第1回目)・2019年度(第2回目)に世界に向けて公開し、HSCデータ解析講習会を開催するなど、国際的な共同利用・

共同研究の促進を図った。また、HSC の天体画像を誰もが手軽に見られるよう「HSC ビューワ」を開発し、2017 年度末より公開した。第 3 期中期目標期間におけるすばる望遠鏡を用いた査読付き欧文論文数は年平均 154 編（第 2 期は 140 編）と堅調に推移し、共同利用率は 96%を維持した（別添資料 1-1-2-a（再掲））。

- (B) すばる望遠鏡に新しく搭載された観測装置を用いて、二つの異なる手法で太陽系外惑星の探査を行う共同利用観測を開始した。国立天文台ハワイ観測所が開発した極限補償光学コロナグラフ (SCEXAO ; 2015 年稼働) とプリンストン大学が開発した面分光装置 (CHARIS ; 2016 年稼働) を組み合わせた高解像度観測と、自然科学研究機構アストロバイオロジーセンターが中心となって開発した高精度赤外線ドップラー装置 (IRD ; 2018 年稼働) による超精密視線速度分光観測である。IRD は視線速度測定精度として約 2 m 毎秒を達成し、近赤外線では世界で最も安定性の高い分光装置の 1 つであることを実証し、既に初期科学成果が出始めている（研究業績説明書 #30、別添資料 1-1-1-2-a（再掲））。
- (C) 東京大学が中心となって国際共同開発を進める超広視野主焦点分光器 (PFS) は、2020 年代のすばる望遠鏡の新しい観測装置の目玉となる。2017 年度に PFS を設置するためのクリーンルームを建設するなど、望遠鏡等の改修や望遠鏡制御ソフトウェア等の改修・調整を推進するとともに、PFS の 4 台ある分光器の 1 台目及び光ファイバ位置確認用カメラシステムをすばる望遠鏡に搭載して調整・試験を実施した。また PFS データを処理する解析パイプライン、さらに HSC データと有機的に結び付けた科学データベースの開発を国内外の研究機関と協力して推進した。
- (D) 国立天文台ハワイ観測所の財政状況が厳しくなる中、2019 年で 20 周年を迎えたすばる望遠鏡を引き続き運用していくために、国際共同運用の具体化に向けた検討を進めた。コミュニティとの意見交換会（2016 年度）、運用に関する説明会（2018 年度）を開催し、パートナー候補国（中国、韓国、台湾、カナダ、オーストラリア）との国際ワークショップを開催・支援し、オーストラリア（2017・2018 年度）やインド（2019 年度）などの海外機関と協議を進めた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-2-1）

超広視野主焦点カメラ (HSC) の共同利用観測により、2020 年 3 月末までに 209 編の査読付き論文が創出された（別添資料 1-1-2-a（再掲））。科学成果の代表例として、史上最大の「暗黒物質」の三次元地図の作成（別添資料 1-1-2-1-a）、可視光による重力波天体の初観測（別添資料 1-1-2-1-b）、超新星爆発のメカニズムの検証、太陽系外縁部（発見時に太陽系で最も遠い地点）における新たな天体の発見、初期宇宙における大量の超巨大ブラックホールの発見、誕生直後の銀河団の検出、暗黒物質の起源が原始ブラックホールではないことの証明、等が挙げられる。HSC 初期成果論文 40 編は、日本の天文学コミュニティにより支えられる日本天文学会欧文報告誌 (PASJ) の特集号（和訳「すばる HSC サーベイ」）として 2018 年 1 月に出版され、うち 10 編が Space Science 分野の被引用数 Top1%論文となっている（出典：2020 年 5 月時点の Web of Science）（研究業績説明書 #1、3-7、9）。

HSC の他にも、近赤外観測装置 (IRCS) を用いてアインシュタインの一般相対性理論を検証した（研究業績説明書 #8）。さらに、新たに搭載した最先端装置による高コントラスト撮像観測により、太陽系外惑星と惑星の誕生現場に迫る科学成果を生み出した。極限補償光学装置 (SCEXAO/CHARIS) を用いて、星の周りの極めて若い円盤構造を鮮明に撮影した。高精度赤外線ドップラー装置 (IRD) では、7 つの地球型惑星を持つ低温・低質量の恒星 Trappist-1 系において星の自転軸と惑星の公転軸がほぼ揃っていること、うち 2 つの地球型惑星はハビタブルゾーン（生命居住可能領域）内に位置することを初めて確認するなど、重要な初期成果が出始めている（研究業績説明書 #30、別添資料 1-1-1-2-a（再掲））。

すばる望遠鏡の国際共同運用に向けた海外機関との協議では、2018 年度にオーストラリアとの短期的協力プログラムとして、すばる望遠鏡の補償光学システムのアップグレードに関する技術協力、観測装置の切り替えを容易にするためのビームスイッチャーの基本検討を共同で行ったほか、5 夜のすばる望遠鏡の観測時間をオーストラリアに提供した。

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会による、すばる望遠鏡の共同利用研究に関する進捗評価が 2019 年 7 月に実施された。『大型研究計画に関する進捗評価について（報告）「大型光赤外線望遠鏡「すばる」共同利用研究」について』（2019 年 8 月 27 日）に取りまとめられ、「本プロジェクトは順調に進捗している」との評価を受けた。また、日本学術会議「大型研究計画に関するマスタープラン 2020」の重点計画に、すばる望遠鏡を用いた国際共同研究の推進（「すばる 2」計画）が採択された。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－2－1）

新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、ハワイ時間 2020 年 3 月 25 日より中止していたすばる望遠鏡の共同利用観測を 5 月 18 日から再開した。ハワイ観測所が定めた「コロナウイルス感染症 (COVID-19) に対する対策ガイドライン」に従い当面の観測所業務を行う。

(A) すばる望遠鏡及びその主力観測装置である超広視野主焦点カメラ (HSC) を安定して運用し、大規模戦略枠観測プログラム (HSC-SSP) をはじめとした共同利用観測を推進する。従来の約 10 倍の天域にわたって遠方宇宙を探索・研究する。HSC-SSP 等のデータ解析・配信については引き続き天文データセンターとハワイ観測所が協力して行う。

(B) すばる望遠鏡に搭載された様々な観測装置による共同利用観測を推進し、科学成果を上げる。高精度赤外線ドップラー装置 (IRD) による戦略枠プログラムを推進して、地球型系外惑星の検出を目指す。

(C) すばる望遠鏡の超広視野主焦点分光器 (PFS) については、装置受入れのための望遠鏡・ドームの改修、装置部品の搬入・据付けを引き続き進め、2020 年に試験観測を開始する。2022 年からの PFS の共同利用運用に向けて、国内外の研究機関と協力してソフトウェア等の検討・開発を引き続き行う。

(D) すばる望遠鏡の国際共同運用に向けて海外機関との協議を進め、国際共同運用の骨子を基に初期国際共同運用への道筋をつける。

《中期計画 1－1－2－2 に係る状況》

中期計画の内容	アジア、北米、欧州の国際共同科学事業であるアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（アルマ望遠鏡）を用いて、太陽系外の惑星形成や銀河形成の解明に取り組むとともに、生命の起源に関する様々な物質の探索を行う。アルマ望遠鏡の運用継続のため国際分担責任を果たすとともに、第 3 期中期目標期間終了時までに、次世代のバンド 1 受信機 66 台の組立てを完了する。【5】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－2－2）

(A) 日本の国際分担の責務を果たし、それに応じた観測時間の確保と運営への参加を強化した。アルマ望遠鏡の円滑な共同利用観測を継続して実施しつつ、運用の効率化により、12m アンテナ群の共同利用観測時間を年間 2,100 時間から 4,300 時間に倍増させた。アルマ望遠鏡には現在、バンド 3 からバンド 10 までの受信機が搭載されている。日本が受信機を開発した最高周波数帯（787～950 GHz：バンド 10）を含む 2 周波数帯

を加え、予定どおり全8周波数帯を利用可能とした。アルマ望遠鏡の中で日本が開発した「モリタアレイ」(アタカマ・コンパクトアレイ ACA: 12m4台、7m12台)の単独観測と、アルマの最高解像度(0.01秒角=視力6000)の共同利用観測への提供を始め、全アンテナ配列による安定運用を実現した(研究業績説明書 #11)。

また、国立天文台職員をチリ現地に派遣し、国際職員として運営に貢献したほか、米欧との折衝、チリ現地の関係機関との連絡・調整、チリ事務所運営等を引き続き務めた。2016年度から2019年9月までに共同利用観測サイクル3～6が終了し、10月からサイクル7の観測を滞りなく開始した。(なお、チリにおける新型コロナウイルス感染症拡大の状況を考慮し、2020年3月末にアルマ望遠鏡の観測を一時的に停止した。サイクル7は2021年9月まで延長予定。)

- (B) アジア地域の中核機関としてユーザーコミュニティとの連携を強化し、アルマ東アジア地域センターにおける国際共同利用・共同研究を継続して進めた。各観測サイクルにおける観測公募の案内や観測提案作成に向けた説明会の開催、アルマ国際会議・ワークショップ・セミナーの主催や開催案内など、コミュニティの共同利用への参加を支援した。また、国立天文台天文データセンターと協力して、アルマ望遠鏡のデータを用いた研究を推進するための環境を大学等の研究者に提供するとともに、データ解析講習会を開催した。
- (C) アルマ望遠鏡を用いて超遠方銀河を観測し、銀河形成の謎に挑んだ。また、多数の若い星を観測し、惑星の誕生現場である原始惑星系円盤を多数発見した。太陽系外の惑星形成や銀河形成の解明に取り組むとともに、生命の起源に関する様々な物質の探査を行った。さらに、サイクル4(2016年度)から太陽の共同利用観測を開始した。
- (D) アルマ望遠鏡で最も低い周波数帯(35～50GHz)の観測を可能とするバンド1受信機の開発を台湾と協力して進めるとともに、モリタアレイ用アンテナの次世代分光器の基本設計を韓国と協力して行った。また、アルマ望遠鏡の機能・性能を拡充強化するための基礎開発を進めた(研究業績説明書 #12)。さらに、アルマ望遠鏡の将来開発研究に取り組み、バンド10用に高臨界電流密度接合を適用した超伝導 SIS 素子を開発し、現在の性能を凌駕する広帯域低雑音特性を得ることに成功した。

○小項目の達成に向けて得られた実績(中期計画1-1-2-2)

アルマ望遠鏡の高感度を活かした共同利用観測により、多数の科学成果が創出された。査読付き欧文論文数は科学運用開始(2011年9月)以降1,800編を超え、毎年増加している。優れた観測提案のみが採択され(競争率は約4倍)、観測時間の獲得が困難な中で、日本の主著論文数(累計270編)は米国に次ぐ世界第2位を維持した(研究業績説明書 #11、別添資料1-1-2-b(再掲))。

科学成果の代表例として、以下が挙げられる。131億光年彼方の銀河に酸素ガスを発見し、さらに132億光年、132.8億光年と最遠方記録を更新して宇宙で最初の星や銀河が生まれた時代に迫った(研究業績説明書 #14、別添資料1-1-2-2-a)。多数の若い星を観測し、塵とガスでできた原始惑星系円盤の多様性を高解像度で明らかにした。また、原始惑星系円盤に地球軌道スケールの構造を確認し、地球に似た惑星が形成されている可能性のある現場を初めて撮影した(研究業績説明書 #13)。星・惑星形成領域や太陽系天体において多様な有機分子が放つ微弱な電波の検出に成功した。アミノ酸の原料となりうる分子も発見され、宇宙における生命の材料物質探査に貢献した(研究業績説明書 #15)。2016年度に開始した太陽面観測により、詳細な彩層温度マップなど太陽の新たな物理情報が得られるようになった。

国際研究グループによる、アルマ望遠鏡を含む地上8つの電波望遠鏡を結合させた地球規模のミリ波 VLBI 観測(Event Horizon Telescope; EHT)に参加し、ブラックホールの輪郭の撮影に初めて成功した(研究業績説明書 #17、別添資料1-1-2-c(再掲))。

アルマ望遠鏡の現在の2バンド分(バンド7+8)の超広帯域かつ超高感度の性能を

もつ次世代受信機の開発・実証と、現状 4-8 GHz に限られる同時取得帯域を約 5 倍に拡大する技術の開発、高臨界電流密度接合によるバンド 10 受信機の広帯域低雑音化に世界に先駆けて成功し、国内外におけるアルマ将来開発の方向性に先鞭をつけた（研究業績説明書 #12）。

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会による、アルマ望遠鏡の国際共同利用研究の推進に関する進捗評価が 2017 年 10 月に実施された。『大型研究計画に関する進捗評価について（報告）「大型電波望遠鏡「アルマ」による国際共同利用研究の推進」』（2017 年 11 月 22 日）に取りまとめられ、「本プロジェクトは概ね順調に進捗している」との評価を受けた。また、日本学術会議「大型研究計画に関するマスタープラン 2020」の重点計画に、アルマ望遠鏡を用いた「宇宙と生命の起源を探索する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡アルマ 2 計画」が採択された。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1-1-2-2）

- (A) アルマ望遠鏡の運用・保守の国際的責務を果たし、アルマ望遠鏡の円滑な本格運用（共同利用観測）を継続する。日本の国際貢献分に応じて引き続き観測時間を確保し、運営への参加を強化する。
- (B) アジア地域の中核機関としてユーザーコミュニティとの連携を維持・強化し、高い研究成果を上げる。また、東アジア・アルマ地域センターと国立天文台天文データセンターの協力の下、アルマ望遠鏡のデータ利用者のための解析環境を維持する。
- (C) アルマ望遠鏡が得意とする初期宇宙（超遠方宇宙）や原始惑星系円盤等の観測を継続し、太陽系外の惑星形成や銀河形成の解明に取り組むとともに、生命の起源に関する様々な物質の探査を行う。
- (D) 効率良く生命の起源に関する物質を探査できるよう、アルマの更なる機能拡張のための基礎開発として、新規受信機の国際共同研究開発を継続する。また、次世代のバンド 1 受信機 66 台の組立てを完了する。

《中期計画 1-1-2-3 に係る状況》

中期計画の内容	日米中印加の国際同事業である 30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）の建設を推進し、日本の役割として望遠鏡本体構造の製作、主鏡分割鏡の製造及び一部研磨加工、第一期観測装置の製作を行う。【6】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-2-3）

- (A) ハワイ島マウナケア山頂での TMT 建設に向けて、土地使用許可の取得手続きを進め、2017 年度にハワイ州より承認された。その手続きに対して起こされた裁判も 2018 年度に決着し、現地建設作業の準備を整えた。しかし、2019 年度に建設に反対する人々による道路封鎖を含む反対運動を受けて工事再開を見合わせた。TMT 国際天文台の一員として、反対者を含む地元の関係者との協議に取り組み、事態を打開する道を探っている。一方、2016 年度に選定した代替建設候補地のスペイン領カナリア諸島ラパルマ島についても、建設に必要な行政手続きを 2019 年度に完了し、国立天文台としても観測条件の詳細な検討を進めた。
- (B) TMT 計画において日本が分担している望遠鏡本体構造及び制御系の詳細設計を完了して国際審査に合格し、製造の第一段階として製造図面の作成を進め、方位軸部・高度軸部に関わる部位の製造前審査を完了した。TMT の現地建設中断以降も、完成度の向上とリスクの低減を図りつつ、設計・試作・製作を進めた。並行して、日本の役割の 1 つ

である主鏡分割鏡材を総数 574 枚中 341 枚製作し、研磨加工に向けて 205 枚を米国・インドに供給した（2016 年度～2019 年度）。国内実施分の主鏡分割鏡の研磨加工を進めるとともに、外形加工と（インドが製作する）支持機構への搭載について量産に向けた試作を行った。また、国際協力で開発を進めている第一期観測装置、近赤外撮像分光装置（IRIS）の基本設計を進め、基本設計審査に合格後、詳細設計を開始した。特に、国立天文台三鷹本部において、担当する撮像部の設計・開発を着実に進めた（研究業績説明書 #10）。他に、広視野可視分光器（WFOS）についても概念設計を進めた。

- (C) 装置全体のシステムエンジニアリングをリードし、国際パートナーとの密接な連携を図るため、2019 年度に米国カリフォルニア州パサデナにある TMT 国際天文台本部に「国立天文台カリフォルニア事務所」を設置し、開発・科学運用を担当する職員 6 名を赴任させた。
- (D) 2013 年から毎年開催されている TMT 国際サイエンスフォーラムを、2016 年度にアジア初となる日本（京都）で開催するなど、国際的な科学研究の検討をリードした。また、国内及びハワイで出張説明会を計 5 回開催し、共同利用運用の在り方について国内研究者の間での理解を深めた。TMT 完成後の大学共同利用実施に向け、すばる望遠鏡との連携で大きな成果が期待できる科学研究の検討を 2019 年日本天文学会秋季年会企画セッション「すばると TMT の連携で拓く科学のフロンティア」等で行った。その実現に向けて、すばる望遠鏡との事務・広報・人事における一体運用に着手した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－2－3）

TMT の現地建設中断を受けて延期された、科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会による TMT 計画の再進捗評価が 2019 年度に実施され、『大型研究計画に関する評価について（報告）「30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）計画の推進」について【再進捗評価】』（2019 年 11 月 19 日）に取りまとめられ、現地建設の中断とそれに伴う計画の遅延について厳しい評価を受けた。一方、日本が担当している望遠鏡主要部分については 2019 年 11 月に国際最終設計審査に合格し、TMT 全体が実現性の高い計画であるという国際的な評価を得た。

「次世代超大型望遠鏡 TMT/第一期観測装置 IRIS の光学設計—Co-axis double TMA を利用した極低収差、高スループット光学系の実現—」により、都築俊宏技術員が日本光学会 第 21 回光設計賞 優秀賞（2018 年度）を受賞した。

将来のすばる望遠鏡と TMT との一体的な運用に向けて、TMT で最先端の成果を上げるために優先すべき機能や効果的な連携の在り方について国内研究者コミュニティと検討を行い、独自の科学戦略をサイエンスブック 2020「すばる望遠鏡と TMT が結ぶ新たな宇宙像」にとりまとめて公開した。執筆者は 80 人を超える。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－2－3）

- (A) TMT の建設を担う TMT 国際天文台の共通経費を分担し、ハワイ・マウナケアにおける建設再開に向けた取り組みを進めるとともに、マウナケアでの建設ができない場合の代替建設地の準備など、あらゆる事態に備えた検討と必要な対応をとる。
- (B) 日本が分担している望遠鏡本体構造及び主鏡分割鏡の製作については、現地建設再開時に作業を再開できるよう準備し、再開後は製作を進める。（なお、代替建設地においてもこれまで設計・製作を進めてきたものをそのまま活用可能である。）
- (C) 国際協力で科学研究や観測装置計画の検討を進める。第一期観測装置 IRIS 撮像系の詳細設計を完了する。
- (D) 運用期に向けた大学共同利用・共同研究の準備として、すばる望遠鏡との一体的な運用計画を代替建設地の場合も含めて検討し、準備を推進する。

《中期計画 1－1－2－4に係る状況》

中期計画の内容	大型望遠鏡、次世代観測装置、超高速計算機等の開発研究、整備及び運用を行い、科学技術の発展向上に寄与する。このため全国の大学等と先端的開発研究を進める。【7】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－2－4）

- (A) 国立天文台が副推進機関として、東京大学宇宙線研究所(ICRR)、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と共に 2011 年から岐阜県神岡鉱山の地下で建設を進めてきた日本の重力波望遠鏡 KAGRA において、国立天文台は鏡の防振装置や補助光学システム、主干涉計などの設計・製作・組立・性能評価・現地での設置を主導し、スケジュールにほぼ遅延することなく完了させた。全国の大学等と協働し、2016 年度に実施した常温下での KAGRA の初期運転 (iKAGRA)、2018 年度からの低温下における試験運転 (bKAGRA) の開始に貢献した。2018 年度には国立天文台が担当する全機器の設置を完了し、2019 年 10 月に KAGRA が完成、調整・試験運転を経て 2020 年 2 月より観測運転を開始した（研究業績説明書 #20）。

2020 年 3 月末時点で、KAGRA の本格運転となる国際重力波観測ネットワーク（共同観測 03）への参加に必要な感度の 90%程度を達成したが、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため米国 LIGO と欧州 Virgo の研究グループが観測を停止したため、2019 年度中の国際共同観測への参加は実現していない。

並行して、2021 年度に予定されている第 4 期観測に向けて、三鷹本部地下にある基線長 300m の干涉計型重力波アンテナ TAMA300 の施設を用いて、KAGRA のアップグレードのための技術開発をヨーロッパの研究者等と協力して進めた。そして、次世代重力波望遠鏡で利用が予定されている量子雑音を抑える新技術（周波数依存スクイーミング）を世界に先駆けて実証した（研究業績説明書 #19）。

- (B) 野辺山宇宙電波観測所においては、2016 年度に大阪府立大学等と共同開発した周波数分離フィルタを野辺山 45m 電波望遠鏡（以下 45m 鏡）へ搭載し、2017 年度に 2 周波（22/43GHz 帯）完全同時観測に成功した。これにより観測効率が向上し、天体の物理情報のより詳細な推定が可能となる。周波数分離フィルタを搭載する世界最大の電波望遠鏡として、2019 年 3 月より共同利用観測を開始した。

筑波大学を中心に開発したミリ波連続波アレイ受信機を 45m 鏡に搭載し、2016 年度に月による試験観測、2018 年度に火星による試験観測を実施した。また、45m 鏡に搭載された受信機 FOREST を用いて、2014 年～2017 年にそれぞれ約 1,000 時間の観測を行う 3 つの共同研究観測「レガシー・プロジェクト」が実施された。このうち国立天文台が主導する FUGIN プロジェクトでは、世界で最も広大で詳細な天の川銀河の電波地図を作成した（研究業績説明書 #24）。

野辺山宇宙電波観測所では、2019 年度に本館を閉鎖するなど工夫した運用でコスト削減を図った。2017 年度に韓国・台湾からの遠隔操作による 45m 鏡の試験観測に成功し、2019 年度より 45m 鏡の共同利用観測を遠隔運用形式に切り替えた。

- (C) 岡山天体物理観測所については、2017 年度末の 188cm 反射望遠鏡の共同利用観測終了をもって同観測所を閉所し、2018 年度より「ハワイ観測所岡山分室」として組織変更を行った。ハワイ観測所岡山分室は、2018 年 8 月に同地に隣接して新たに設置された京都大学 3.8m 望遠鏡（せいめい望遠鏡）を 188cm 望遠鏡の後継機として位置づけ、京都大学と覚書を締結の上、京都大学の協力の下、せいめい望遠鏡を用いた全国大学共同利用を 2018 年度末より開始した。2019 年 8 月に第 1 回目となる 2019 年度せいめいユーザーズミーティングを開催した。

一方、岡山 188 cm 望遠鏡については、東京工業大学、岡山県浅口市と共に 2018 年 7

月に運用に関する協定を結んだ。東京工業大学により 2020 年 1 月から国内唯一の自動キュー高分散高分光観測が開始され、太陽系外惑星探索が続けられている。

(D) 2019 年度に天文シミュレーション用の演算加速器として汎用グラフィックプロセッシングユニット (GPU) を用いた並列計算機システムの検討を進め、試験システムの開発と、GPU に最適化したシミュレーションコードの開発を開始した。

(E) 南米チリ・アタカマ高地 (標高 4,860m) に設置、2013 年度より共同利用観測を開始した、国立天文台のアステ望遠鏡 (ASTE: アタカマサブミリ波望遠鏡実験、口径 10m) について、東京大学の協力の下、運用を継続した。オランダと日本の研究チームで共同開発した新型超伝導受信機 (DESHIMA) の試験搭載を 2017 年度に実施し、成功した。老朽化に伴う故障対応のため 2018 年度の共同利用観測を一部見合わせたが、2019 年度に再開した。アステの観測結果に基づくアルマ望遠鏡の観測提案の採択率が上昇するなど、アルマ望遠鏡と相補的な科学観測を実施して成果を上げた。

○小項目の達成に向けて得られた実績 (中期計画 1-1-2-4)	
日本の大型重力波望遠鏡 KAGRA を 2019 年 10 月に完成させ、調整・試験運転を経て 2020 年 2 月より観測を開始した (研究業績説明書 #20)。	
野辺山 45m 電波望遠鏡の二周波 (22/43GHz) 完全同時観測を可能にし、2018 年度より共同利用に供した。また、2014 年～2017 年に展開した 3 つのレガシー・プロジェクトの成果論文 21 編が、日本天文学会欧文研究報告 (PASJ) 特集号 (和訳「野辺山 45m 電波望遠鏡: レガシー・プロジェクトと FOREST 受信機」) として、2019 年 12 月に出版された。(研究業績説明書 #24)。	
ハワイ観測所岡山分室において、京都大学の協力の下、京都大学せいめい望遠鏡を用いた全国大学共同利用を 2018 年度末より開始した。共同利用観測データを順調に蓄積し、2019 年度にせいめいユーザーズミーティングを開催した。	

○2020、2021 年度の実施予定 (中期計画 1-1-2-4)

(A) 2019 年度に実施した重力波望遠鏡 KAGRA の観測運転結果に基づき、東京大学宇宙線研究所 (ICRR) 及び高エネルギー加速器研究機構 (KEK) と密に協力しながら、より高い感度を実現するための KAGRA の機器改修と調整運転を継続し、国際重力波観測ネットワーク (共同観測 04) へ参加する。全国の大学等と共同し、KAGRA のアップグレードに向けて、防振系、補助光学系をはじめとした様々な装置の開発・検討を進める。

(B) 野辺山 45m 電波望遠鏡は、2021 年度末までは遠隔運用形式での共同利用観測を続ける予定である。

(C) ハワイ観測所岡山分室による、京都大学せいめい望遠鏡の大学共同利用を引き続き推進する。

(D) 天文シミュレーション用の演算加速器として汎用グラフィックプロセッシングユニット (GPU) を用いた大規模並列計算機システムを 2021 年度に導入し、共同利用に供する。また、開発した GPU 用シミュレーションライブラリを公開する。

(E) アステ望遠鏡の共同利用観測を継続するとともに、新型超伝導受信機 DESHIMA の更なる性能向上をめざす。

《中期計画 1-1-2-5 に係る状況》

中期計画の内容	地上からの天文学 (地上に設置した望遠鏡やスーパーコンピュータを用いた研究) の推進を軸として、将来の観測装置開発のための基礎的技術研究を推進し、新たな科学技術の基盤の創成に寄与する。【8】
---------	---

実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。
------------------	--

○実施状況（中期計画 1－1－2－5）

(A) 国立天文台が主導する 2 つの位置天文観測衛星計画を推進した。

位置天文観測衛星「Nano-JASMINE」計画に関しては、欧州宇宙機関 ESA の大型位置天文観測衛星「Gaia」のデータ解析チームを招へいし、データ解析やアーカイブに関する議論を行い（2016 年度）、国際協力によって準備を進めた。海外の小型ロケット会社と衛星の打上げに関する交渉を開始し（2017 年度）、打上げ契約締結の準備を進めつつ、衛星実機の維持管理に努めた。

赤外線位置天文観測衛星「小型 JASMINE」計画に関しては、宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙科学研究所（ISAS）の競争的資金である戦略的開発研究費を獲得し（2016・2017 年度）、主要な技術要素の実証実験や衛星システムの成立性の検討を進めた。並行して JAXA/ISAS の 2015 年度公募型小型計画・宇宙計画ミッションコンセプトに提案し、ISAS プリプロジェクト候補選定審査/計画審査を通過し、公募型小型計画 3 号機（打上げ目標は 2024 年度頃）に選定された。

(B) JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」（2014 年 12 月打上げ）の運用とリモートセンシング観測による小惑星調査、サンプル採取に貢献した。

2016 年度は、小惑星 Ryugu 到着に備え、探査機精密位置決定のシミュレーションコードを開発し、軌道決定に関する数値シミュレーションを行った。2017 年度は、「はやぶさ 2」に搭載したレーザ高度計（LIDAR: 探査機とターゲット間の距離を測定）の地上データ処理用パイプラインを完成させた。2018 年のタッチダウン（サンプル採取）本番に備えた着陸地点検討訓練において、LIDAR チームのデータ解析を主導し、軌道決定に貢献した。2018 年度は、6 月末の Ryugu（直径約 1 km）到着後、LIDAR による定常的な観測と定期的な特殊降下運用を実施した。2019 年 2 月までに 210 万ショットの測距値より Ryugu の立体形状モデルを作成し、その後のサンプル採取に貢献した。2019 年度は、11 月の Ryugu 出発までの近傍観測運用中に得られた測距値を元に、引き続き Ryugu の立体形状モデル作成、探査機位置の推定、LIDAR アライメントの確認、クレーター地形の解析、表面反射率の推定を行った（研究業績説明書 #34）。

他に 2018～2019 年度にかけて、ドイツ・スイス・スペインと共同で開発する木星探査機「JUICE」搭載レーザ高度計（GALA）の工学モデル用とプレ・打上げモデル用、それぞれの熱ストラップに関する検討と、弾性定数測定を実施した。

また、JAXA の火星衛星探査計画「MMX」（火星衛星サンプルリターン計画）に参加し、2018 年度に異なる条件の周回軌道における日照条件や視角を調査し、画像撮影条件の検討を進めた。さらに 2019 年度まで、ミッション要求を満たすために必要な軌道精度・姿勢精度・データレート・複数機器による観測の同時性等のシステム要求を検討し、火星衛星の形状モデリング・回転運動観測のための撮像運用に関する検討を進めた。

(C) 2016 年度に打上げ 10 周年を迎えた太陽観測衛星「ひので」について、JAXA と協力して円滑な科学運用とデータ公開を継続し、共同利用・共同研究を推進した。長期間にわたる太陽磁場データの取得や、新規に稼働を開始した衛星や地上観測装置との連携に重点をおいた観測を実施した（研究業績説明書 #27）。

2020 年代の打上げを目指す日本の次期太陽観測衛星計画（「Solar-C」）について、科学目的と国際協力に関する指針を策定する国際チームを立ち上げ（2016 年度）、同計画の尖鋭化を図った。2017 年度に指針策定を完了させ、これに合致した計画を「Solar-C（EUVST）」として JAXA/ISAS の公募型小型計画・宇宙科学ミッションコンセプトに提案した。「Solar-C（EUVST）」計画は、2018 年度に国際科学審査、ISAS プリプロジェクト候補選定審査を終了し、米国において 2019 年度に NASA Heliophysics Mission of Opportunity に採択された。（さらに 2020 年 6 月に、目標であった JAXA/ISAS の公募型

小型計画4号機に選定された。)

日米欧5か国12機関が2015年9月に実施した国際共同観測ロケット実験 CLASP のデータ解析を進め、太陽彩層磁場によるハンレ効果を世界で初めて確認した(研究業績説明書 #26)。並行して準備を進めた後継ロケット実験 CLASP-2 の提案が NASA に採択され(2016年度)、2019年4月に米国での打上げに成功した。CLASP-2 は彩層上部からの紫外線(Mg II h&k 線)の高精度偏光データの取得に世界で初めて成功した。

他に、名古屋大学、東京大学らの研究者と共に2018年9月に太陽観測ロケット実験 FOXSI-3 を米国で打ち上げ、世界初となる太陽コロナの軟X線・撮像分光同時観測に成功した。また、JAXA 小規模計画による支援の下、国際大気球太陽観測実験 SUNRISE-3 のための赤外偏光分光装置の開発を進めた。

- (D) 2018年度に演算性能を従来の3倍(3Pflops)に増強するリプレイスを実施した、世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を中心とする共同利用計算機システムを安定に運用し、日本全国の研究者の共同利用に供した。アテルイ II を含む天文シミュレーションシステムの共同利用率は100%を維持した。(研究業績説明書 #22, 23、別添資料 1-1-2-5-a)。同時に大規模シミュレーション用ハードウェア及びソフトウェアの研究・開発を通じ、日本のシミュレーション天文学拠点として優れた成果を上げた。計算基礎科学連携拠点や HPCI コンソーシアムでの活動を通じ、日本の数値天文学コミュニティの意見集約窓口としての役目を果たした。また、4次元デジタル宇宙(4D2U)プロジェクトの活動を継続し、新たなコンテンツを開発して研究成果を社会に還元した(研究業績説明書 #35)。

○小項目の達成に向けて得られた実績(中期計画1-1-2-5)

赤外線位置天文観測衛星「小型 JASMINE」が2019年5月に JAXA/ISAS の公募型小型計画3号機に選定された。

JAXA の小惑星探査機「はやぶさ2」が2018年6月に小惑星 Ryugu に到着し、2回のサンプル採取を経て、2019年11月に地球帰還に向けて Ryugu を出発した。小惑星の形状と内部構造に関する重要な科学成果を得て、初期成果論文5編(共著)、3編(主著)を執筆した(研究業績説明書 #34)。

太陽観測衛星「ひので」の査読付き論文数が2019年度で累計1,493編に達した(研究業績説明書 #27)。日本の次期太陽観測衛星計画「Solar-C (EUVST)」を国際パートナーと共に推進し、2020年6月の JAXA/ISAS の公募型小型計画4号機選定へつなげた。太陽観測ロケット実験「CLASP」が太陽遷移層磁場によるハンレ効果を世界で初めて確認し、さらに後継実験「CLASP-2」が世界初となる彩層上部の高精度偏光データの取得に成功した(研究業績説明書 #26)。また、太陽観測ロケット実験「FOXSI-3」が世界初となる太陽コロナの軟X線・撮像分光同時観測に成功した。

世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を中心とする共同利用計算機システムを利用した査読付き論文数は、国内若手研究者を中心に順調に増加し、2018・2019年度はそれぞれ年間140件に達した(研究業績説明書 #22, 23、別添資料 1-1-2-5-a (再掲))。

○2020、2021年度の実施予定(中期計画1-1-2-5)

- (A) 位置天文観測衛星計画では、「小型 JASMINE」に関して、期待される科学成果、衛星システム、データ解析等の検討をさらに進め、JAXA/ISAS で実施される次段階の審査の準備を行う。超小型衛星「Nano-JASMINE」に関しては、打上げに備えた準備を継続する。

- (B) 火星衛星探査計画「MMX」は、2019年度に文部科学省宇宙開発利用部会(第53回)において開発移行が審議・了承されたため、2020年度から測地学的手法を用いた火星衛星内部構造探査のための検討を行う。2021年度は測地観測に関する地上データ処理の準備と、軌道決定・形状モデル作成に用いるソフトウェアの選定を進める。小惑星探査機「はやぶさ2」について、2020年度には探査機位置の精密決定に基づき、総合的

な小惑星科学研究を推進するとともに、レーザ高度計（LIDAR）のデータを公開する。2021 年度には小惑星 Ryugu のリモートセンシングデータを分析・解析して、成果論文を公表する。木星系探査機「JUICE」搭載レーザ高度計（GALA）では、必要に応じてドイツ航空宇宙センター（DLR）から欧州宇宙機関（ESA）への打上げモデルの納入審査と打上げ前試験を支援する。

(C) 引き続き太陽観測衛星「ひので」の科学運用を JAXA/ISAS と協力して行い、他の飛翔体・地上設備との共同観測・共同研究を奨励して、太陽活動現象・周期活動に関する新たな研究成果を得る。科学衛星や観測ロケット等の飛翔体を使用した新たな太陽観測計画の実現に向けて、計画案の策定と基礎開発研究を進める。次期太陽観測衛星計画「Solar-C (EUVST)」については、JAXA/ISAS で実施される次段階の審査の準備を行うとともに、日本が主体となって欧米各国と開発を進める。

(D) 世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を中心とする共同利用計算機システムを安定かつ効率的に運用し、日本全国の研究者の共同利用に供する。同時に大規模シミュレーション用ハードウェア及びソフトウェアの研究・開発を通じ、シミュレーション天文学拠点として優れた成果を上げる。特に、ファイルサーバと汎用 GPU（演算加速器）の増強を行い、次期スーパーコンピュータの検討を開始する。計算基礎科学連携拠点や HPCI コンソーシアムでの活動を通じ、日本の数値天文学コミュニティの意見集約窓口としての役目を果たす。また、4 次元デジタル宇宙(4D2U)プロジェクトの活動を継続し、研究成果を社会に還元する。

《中期計画 1－1－2－6 に係る状況》

中期計画の内容	東アジア地域の大学・天文学研究機関との連携を強化するため、東アジア天文台の運用（望遠鏡の共同運用）や若手研究者の育成（研究員の受入れ等）を共同で行う。【9】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－2－6）

(A) 2005 年に結成された東アジア中核天文台連合（EACOA）に、国立天文台は日本の代表として、中韓台の 3 つの天文台・研究所と共に加盟している。この EACOA により 2014 年に発足した東アジア天文台（EAO）の一員として、2015 年に開始したハワイ島マウナケア山頂にある JCMT 電波望遠鏡の共同運用を継続した。

2016 年度には、EAO Board 会議、JCMT Board 会議、JCMT ユーザー会議、を東京（三鷹）の国立天文台で開催した。また、EACOA 加盟機関と協力して 3 年に一度開催する東アジア天文学会議（EAMA）を韓国ソウル大学で開催した。

2017 年度には、JCMT 中期評価をハワイで開催した。

2018 年度には、EAO Board 会議を 2018 年 11 月 26・27 日の両日にわたり国立天文台（三鷹）で開催した。

(B) 2012 年に開始した、若手研究者の育成を目的とした EACOA Fellowship（東アジア中核天文台連合博士研究員給費制度）の運用を継続し、国立天文台にて毎年研究員を受け入れた。2017 年度には、EACOA 加盟機関と協力して 2 年に一度開催する東アジア若手天文学者会議（EAYMA）を沖縄県石垣島で開催した。また、2018 年より EAO の運用支援を含む EAO Fellowship（東アジア天文台博士研究員給費制度）を新たに開始し、募集を行った。2018 年度よりこの 2 つの Fellowship を継続し、EACOA 加盟天文台・研究所（日中韓台 4 か所）に加え、EAO（ハワイ）に滞在して行う研究活動も支援した（別添資料 1-1-2-6-a）。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－2－6）

EACOA/EA0 の一員として、毎年、概ね 2 名の EACOA Fellow（任期 3 年～5 年）と 1 名の EA0 Fellow（任期 3 年：2018 年度より）を新たに採用し、研究活動を支援した。国立天文台では 2016 年度～2019 年度に計 8 名の若手研究者を採用し、共著論文 79 編と主著論文 15 編が創出された（別添資料 1-1-2-6-a（再掲））。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－2－6）

(A) 引き続き東アジア天文台 (EA0) の一員として、米国ハワイ島にある JCMT 電波望遠鏡の運用を東アジア中核天文台連合 (EACOA) 加盟天文台・研究所と協力して行う。

(B) 若手研究者の育成を目指した EACOA/EA0 fellowship（東アジア中核天文台連合/東アジア天文台 博士研究員給費制度）を継続し、EACOA 加盟天文台・研究所（日中韓台 4 か所）及び EA0（ハワイ）における若手研究者の研究活動を支援する。

〔小項目 1－1－3 の分析〕

小項目の内容	核融合科学分野では、我が国における核融合科学研究の中核的研究拠点として、大学や研究機関とともに核融合科学及び関連理工学の学術的体系化と発展を図る。環境安全性に優れた制御熱核融合の実現に向けて、大型の実験装置や計算機を用いた共同研究から、国際協力による核融合燃焼実験への支援までを含む日本全体の当該研究を推進する。＜3＞
--------	---

○小項目 1－1－3 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

核融合科学研究所では、大型ヘリカル装置 (LHD) 計画、数値実験炉研究、核融合工学研究の三つの研究プロジェクトを柱として核融合科学研究を推進した。

LHD 計画では、LHD において、加熱・計測機器、安全管理設備など、必要な設備整備を完了し、予定どおり 2016 年度に重水素実験を開始した。核融合炉の実現に最も重要なプラズマ条件の一つであるイオン温度 1 億 2,000 万度を、中期計画に掲げた時限目標より 4 年早い 2017 年度に達成するとともに、2019 年度にはイオン温度を 8,000 万度という高温に維持したまま電子温度を 1 億 5,000 万度まで上昇させることに成功するなど、核融合炉に外挿可能な高性能プラズマを用いた研究を行うプラットフォームを整えた。また、トカマク型装置で認められていた、重水素では軽水素よりも閉じ込め性能が向上する「同位体効果」が、ヘリカル型装置にも存在することを初めて示すとともに、高エネルギー粒子の閉じ込めや乱流成長への同位体効果のメカニズムに関する知見を得るなど、学術的に意義のある成果を得た。

また、数値実験炉研究では、プラズマシミュレータ（スーパーコンピュータシステム）を有効活用して、各種シミュレーションコードの整備・拡張・高精度化など数値実験炉の構築に向けて必要な研究を進めるとともに、LHD の実験結果の解析や物理機構の解明に貢献した。さらに、バーチャルリアリティ（VR）可視化システムによる支援研究を進め、各種プラズマシミュレーションのデータ解析、炉設計データの可視化や核融合炉構造解析を大きく進展させた。

さらに、核融合工学研究では、ヘリカル炉の概念設計を基に、早期実現性を高めたコンパクト炉の設計解析等の炉設計の精密化を推進するとともに、先進ダイバータやブランケットの基盤研究や必要な基幹機器の高性能化に向けた開発研究を推進するなど、核融合炉の早期実現に向けた研究を推進した。

これら三つの研究プロジェクトを中心に、我が国における核融合研究の中核的研究拠点として、大学や研究機関との大型の実験装置や計算機を用いた共同研究などを通じて、核融合科学及び関連理工学の学術的体系化と発展を図るとともに、大学の機能強化、研究力強化に寄与している。さらに、核融合燃焼実験への支援を含む国際協力研究を進め、環境安全性に優れた制御核融合の実現に向けて研究を推進しており、中期計画を着実に実施し、優れた実績を上げている。

○特記事項（小項目 1－1－3）

（優れた点）

- ・ LHD において、放射線総合監視システムなどの安全管理設備及び放射線計測機器、中性粒子ビーム入射加熱装置などの加熱機器等の整備を完了し、予定どおり 2016 年度に重水素実験を開始した。世界初となる発生トリチウムの全量回収を行う「排気ガス処理システム（トリチウム除去装置）」の最終調整と試験運転を行って、回収率 95%以上の性能と連続運転能力を確認した。重水素実験開始後、2017 年度にはヘリカル型として世界で初めてイオン温度 1 億 2,000 万度を達成するとともに、さらに、2019 年度にはイオン温度を 8,000 万度という高温に維持したまま電子温度を 1 億 5,000 万度まで上昇させることに成功し、核融合炉に外挿可能な高性能プラズマを用いた研究を行うプラットフォームを整えた（別添資料 1-1-3-a）。（中期計画 1－1－3－1）
- ・ LHD において、重水素では軽水素よりも閉じ込め性能が向上する「同位体効果」が、ヘリカル型装置にも存在することを初めて示した（別添資料 1-1-3-b）。また、軽水素と重水素のプラズマが、条件によって混じり合う場合と混じり合わない場合があることを示した。これは将来の核融合炉における混合プラズマの挙動を理解する上で有用な情報を提供するものである。また、重水素実験と理論・シミュレーション研究との協調により、軽水素と重水素で閉じ込め性能を左右する乱流の成長に与える影響が異なることを示すなど、同位体効果のメカニズムに関する重要な知見を得た（別添資料 1-1-3-c）。さらに、ヘリカル型装置が、同規模のトカマク型装置と遜色のない高エネルギー粒子の閉じ込め性能を有することを実証した（別添資料 1-1-3-d）。この成果により、定常運転が本質的に可能なヘリカル方式による核融合炉級高性能プラズマの定常維持の実現に向けた研究を大きく前進させた。（中期計画 1－1－3－1）
- ・ 数値実験炉の構築に向けた磁気流体（MHD）コード、高エネルギー粒子・MHD 連結シミュレーションコード、新古典及び乱流輸送コード、周辺プラズマ輸送コードや統合コードの開発等、各種 3 次元コードの整備・拡張を進め、プラズマシミュレータの有効活用により、LHD や他の装置で観測される様々な高エネルギー粒子駆動の現象をシミュレーションで再現し、それらの物理機構を解明した（別添資料 1-1-3-e）。また、乱流輸送モデルを統合輸送コードへ組み込んだシミュレーションによって、LHD プラズマのイオン温度分布の再現に成功するとともに、LHD プラズマにおける同位体効果や不純物ホール現象等の実験結果の解析や物理機構の解明に貢献した。（中期計画 1－1－3－2）
- ・ ヘリカル型核融合炉の概念設計において、LHD の 4 倍の大きさとなる基本設計をまとめ、装置の主要コンポーネントに関し、各開発課題の数値目標を具体化した。基本設計に基づき、磁場強度を上げて装置サイズを小型化することで核融合炉の早期実現性を高めたコンパクト炉の設計解析を進めた。これらの検討において、ヘリカルコイルの巻線軌跡の変更によるプラズマ閉じ込め性能の向上、トポロジー最適化を用いた電磁力支持構造物の重量低減などを可能とした（別添資料 1-1-3-f）。（中期計画 1－1

－ 3 － 3)

- 液体ブランケットの開発において、世界最強の3テスラの強磁場流動試験装置「熱・物質流動ループ試験装置」を用いて、二回屈曲管中を流れる液体リチウム鉛の MHD 圧力損失（電磁ブレーキ効果）が、磁場と流れ場との相互作用の強さ（磁場強度の2乗を流量で割った値）にほぼ比例して増加することを世界で初めて実証し、液体金属を用いた核融合ブランケット及びダイバータの冷却材流動の、より正確な設計検討を可能とした（別添資料 1-1-3-g）。（中期計画 1－1－3－3）

（特色ある点）

- VR 可視化システムによる支援研究を進め、各種プラズマシミュレーションのデータ解析、炉設計データの可視化や核融合炉構造解析を大きく進展させた（別添資料 1-1-3-h）。（中期計画 1－1－3－2）
- 先進材料の研究開発を進め、低放射化バナジウム合金について、従来と比べて純度を高めることにより、高温における機械的強度を維持しつつ、加工性が格段に向上することを実証した（別添資料 1-1-3-i）。また、ダイバータに用いる銅合金について、機械的合金化法と高温静水圧プレス法の組合せによってナノ粒子を分散させた高強度ダイバータ用銅合金の試作を進め、最適な酸化粒子添加法を見出した。さらに、銅合金とタングステンの接合のために先進ろう付け接合法を開発し、優れた接合強度特性を得るとともに、これを用いてダイバータ小型試験体の製作を行い、設計要求値を大きく超える受熱が可能であることを実証した（別添資料 1-1-3-j）。（中期計画 1－1－3－3）

〔小項目 1－1－3 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1－1－3－1 に係る状況》

中期計画の内容	ヘリカル方式の物理及び工学の体系化と環状プラズマの総合的理解に向けて、大型ヘリカル装置（LHD）の更なる性能向上を目指し、プラズマ制御、加熱及び計測機器、並びに安全管理設備の整備を進めて、重水素実験を実施する。これにより、第3期中期目標期間終了時までに、イオン温度1億2,000万度を達成し、核融合炉に外挿可能な超高性能プラズマを実現する。また、重水素放電におけるイオンの内部輸送障壁形成や粒子リサイクリング特性等に関する水素同位体効果を、共同研究を基盤とする学術研究により検証する。【10】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－3－1）

(A) LHD における重水素実験の実施に向けて、地元自治体（岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市）と核融合科学研究所との間で「核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定」を2013年3月に締結して以来進めてきた建屋及び周辺設備等の準備を、2016年度の「放射線総合監視システム」の完成をもって完了した。

(B) 建屋等の準備と並行して進めてきた、LHD 本体の重水素実験初期段階の整備を終えた。主要な機器としては、重水素実験で新たに必要となる「排気ガス処理システム（トリチウム除去装置）」、「中性子検出器」等が挙げられる。排気ガス処理システムは、核融合科学研究所の他に核融合実験装置を有する施設がそのまま排出していたトリチウムについて、全量回収を目指す世界初の装置であり、規模としても最大である。全量回収するとともに、精密な計測システムを備えていることから、プラント全体のトリチウム収支に関する研究に応用することも可能である。中性子計測器は、実験の安全な遂行と学

術研究の推進に不可欠な重要機器である。設置計画に従って種々の検出器の準備を進め、2016 年度には、中性子総発生量を計測する装置の精密な較正を行って実験開始に備えた。同時に、周辺機器の設計や安全管理に不可欠な、中性子輸送コードの整備も行った。加えて、加熱装置の高性能化・最適化、プラズマの周辺粒子制御を行うためのダイバータの高性能化等も行った。

- (C) 建屋等の準備や LHD 本体の整備を終えて、2017 年 3 月 7 日にヘリカル型装置としては初めてとなる本格的な重水素実験を開始した。加熱装置の調整と真空容器壁の清浄化を進めつつプラズマ生成を重ね、実験開始直後にはイオン温度が 1 億度に到達し、5 か月後には、本中期計画における目標の一つであり LHD の最終目標の一つでもある、イオン温度 1 億 2,000 万度を達成した。さらに、重水素実験の 2 年次となる 2018 年度には、イオン温度を 1 億 2,000 万度に保ったまま、電子温度も 6,400 万度を超えるプラズマの生成に成功し、3 年次となる 2019 年度には、イオン温度を 8,000 万度という高温に維持したまま電子温度を 1 億 5,000 万度まで上昇させることに成功した。
- (D) 重水素実験によるプラズマパラメータの伸長の要因である、同位体効果（通常の軽水素ガスの代わりに質量が異なる重水素ガスを使用するとプラズマが高性能化する現象）の解明に着手した。軽水素プラズマと重水素プラズマの性能を定量的に比較するために、幅広いパラメータ領域に渡るデータセットの収集を行った。また、同位体効果に関する物理機構の解明に向けた理論研究にも着手し、実験と同じ条件のシミュレーションを行った比較研究を開始した。重水素実験では、これまでの軽水素実験では行うことができなかった、中性子を用いた高エネルギー粒子の挙動を調べる実験が可能となる。エネルギーの異なる中性子束を同時に計測することで、高エネルギー粒子の閉じ込めを定量的に評価する実験を行った。さらに、各実験期間終了後には、真空容器内におけるトリチウムの挙動（蓄積）や収支を放射線計測の手法を用いて行った。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-3-1）

2016 年度に、LHD 重水素実験における放射線管理の要となる「放射線総合監視システム」を完成させ、放射線と防災対策に関する安全管理体制を確立し、予定どおりに重水素実験を開始した。2016 年度には、世界初となる発生トリチウムの全量回収を行う「排気ガス処理システム（トリチウム除去装置）」の最終調整と試験運転を行って、回収率 95%以上の性能と連続運転能力を確認した。

2017 年 3 月に LHD において重水素実験を開始し、開始後 5 か月という極めて短期間で、本中期計画における時限目標より 4 年早く、イオン温度 1 億 2,000 万度を達成した。これは、核融合炉の実現に最も重要なプラズマ条件の一つで、ヘリカル型装置としては、LHD が世界で初めて達成したことになる。その後も電子サイクロトロン共鳴加熱装置 (ECH) の最適化等を実施し、イオン温度と共に電子温度の向上を目指した実験を行い、2019 年度には、イオン温度を 8,000 万度という高温に維持したまま電子温度を 1 億 5,000 万度まで上昇させることに成功した。これらの成果は、単なる記録達成にとどまらず、学術的にも極めて価値の高い大きな伸展であり、ヘリカル型の核融合炉を目指した研究を推進する LHD で、核融合炉に外挿可能な高性能プラズマを用いた研究を行うプラットフォームが整ったことを意味している（別添資料 1-1-3-a（再掲））。

高性能重水素プラズマを用いた学術研究としての重要な課題である「同位体効果」について、LHD は、ヘリカル型装置として初めてとなる本格的な重水素実験により、学術的に意義のある成果を上げ、同位体効果のメカニズムに関する重要な知見を得た。まず、中・小型のヘリカル型装置で行われてきた従来の実験では不明瞭であった同位体効果が、トカマク型装置と同様にヘリカル型装置にも存在することを、LHD における重水素実験によって初めて示した（別添資料 1-1-3-b（再掲））。また、同位体効果の検証に向けて高性能化された計測機器によって、プラズマ中の同位体ごとの密度分布を分離して計測することが可能となり、軽水素と重水素のプラズマが、条件によって混じり合う場合と混じり合わない場合があることを示した。これは、LHD の重水素実験で初めて明らかにな

った現象で、今後予定されているイギリスのトカマク型プラズマ実験装置 JET における重水素-三重水素燃焼実験や、将来の核融合炉におけるヘリウム灰の除去に関連して、混合プラズマの挙動を理解する上で有用な情報を提供した。さらに、LHD の高性能重水素プラズマを用いた実験により、ヘリカル型装置における高エネルギー粒子の挙動についても重要な成果を上げた。ヘリカル型装置はトカマク型装置と比べて高エネルギー粒子の閉じ込めに課題があるとされてきたが、同規模のトカマク型装置と遜色のない高エネルギー粒子の閉じ込め性能を有することを実験で明らかにした（別添資料 1-1-3-d（再掲））。これにより、定常運転が本質的に可能なヘリカル方式による核融合炉級高性能プラズマの定常維持の実現に向けた研究が大きく前進した。

本中期計画で行った、ダイバータや加熱装置等の高性能化・最適化研究により、ヘリカル型装置だけでなく、トカマク型装置においても応用可能な成果を上げた。また、重水素実験と理論・シミュレーション研究の協調により、軽水素と重水素のイオン種の違い（同位体）で、閉じ込め性能を左右する乱流の成長に与える影響が異なることを示すなど、同位体効果のメカニズムに関する重要な知見を得た（別添資料 1-1-3-c（再掲））。これらの成果は、核融合炉の実現に向けた研究に大きく貢献するものである。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1-1-3-1）

- (A) 地元自治体との連携を一層密にして、安全を最優先に、今後の実験を遂行する。また、LHD の実験期間中も、メンテナンス期間中の放射線管理の水準を維持するとともに、蓄積されたデータを将来のプラント管理や健康管理に繋がる基礎資料としてまとめる。
- (B) 重水素実験初年度より故障なく運転を継続しているトリチウム除去装置において収集したデータを解析し、トリチウムの挙動とそのプラント内収支に関する知見としてまとめることにより、今後の実験装置、核融合炉の設計・運転に向けた指針を提供する。また、LHD における重水素実験の開始から 3 年次の重水素実験までに得られた成果を基に、電子サイクロトロン共鳴加熱装置（ECH）及び中性粒子ビーム入射加熱装置（NBI）の高出力化・最適化を更に進めるとともに、それに対応した、ダイバータをはじめとするプラズマ対向機器の整備を加速する。
- (C) 核融合炉に外挿可能なプラズマの実現を目指し、(B)で述べた加熱装置の高出力化・最適化等とともに、プラズマの高温化を阻む不安定状態の積極的な回避や周辺部の中性粒子の制御を行い、イオン温度・電子温度が共に 1 億 2,000 万度を超える超高性能プラズマの実現を目指す。
- (D) 同位体効果の解明に向けた取り組みとして、プラズマ性能に大きな影響を与えると考えられている「揺動（揺らぎ）」の構造を調べる先進的な計測システムを整備するとともに、それが生産するデータの解釈に必要なシミュレーション研究を、理論グループと共同で進める。また、高エネルギー粒子閉じ込めに関する研究を推進するために、データベース拡張に必要なイオンサイクロトロン周波数帯加熱装置の整備や、専用の計測器の整備、シミュレーションコードの整備を国際共同研究で進める。さらに、トカマク型装置でも重要な関心事項である、材料中のトリチウム挙動に関する研究も加速する。

《中期計画 1-1-3-2 に係る状況》

中期計画の内容	プラズマシミュレータ（スーパーコンピュータシステム）を有効活用して、数値実験炉の構築に向けたコアプラズマから周辺プラズマ・プラズマ対向壁までを含むシミュレーションコードの整備・拡張・高精度化及び統合化のための研究を進めるとともに、平成 31 年度中において、プラズマシミュレータの性能を現行機種と比べて 4 倍以上に向上させ、それに対応した各種 3 次元コードの最適化を行
---------	--

	う。また、平成 31 年度までに、コアプラズマにおける乱流輸送のモデル化と統合輸送コードへの組み込み、第 3 期中期目標期間終了時までに、各種輸送コードに複数イオン種効果を取り込む。さらに、第 3 期中期目標期間終了時までに、タングステンを中心とするプラズマ対向材の物性値評価に必要であるプログラミングの改善や新たなモデルの構築により分子動力学的シミュレーション技法を開発する。並行して、上記目標を達成するための支援研究として、LHD プラズマを始めとする磁場閉じ込めプラズマの 3 次元平衡、輸送、不安定性、非線形発展についての実験結果との照合によりコードの完成度を高めるとともに、関連する基礎物理等に関するシミュレーション研究を行う。【11】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－3－2）

- (A) MHD・高エネルギー粒子連結コード、多種イオンプラズマ新古典・乱流輸送コード、周辺プラズマ輸送解析コード、統合輸送コード、プラズマ対向材分子動力学コード、磁場配位最適化コード等、数値実験炉構築に向けた各種シミュレーションコードの整備・開発・機能拡張・高精度化を行った。
- (B) 従前の 4 倍以上の性能を有する新たなプラズマシミュレータの導入に向けて、調査研究及び機種を選定を行った。
- (C) MHD・高エネルギー粒子連結シミュレーションにより、LHD 実験で観測された測地的音響モードの周波数変調、半周波数モード励起現象、測地的音響モードによる熱イオン加熱、アルフベン固有モードバースト等の様々な現象をシミュレーションで再現し、それらの物理機構を解明した。
- (D) 拡張された MHD シミュレーションにより、イオンの運動論的安定化効果によって高ベータ LHD プラズマ圧力分布が平衡時に近い形で維持されることを示すとともに、LHD における非共鳴モード不安定性を発見し、ペレット入射に対する磁気島の効果を解明した。
- (E) ジャイロ運動論的乱流輸送シミュレーションによって、LHD 重水素実験における同位体効果の予測と実験結果との定性的一致の確認、並びに LHD 同位体混合プラズマの挙動の理論解明を行うとともに、新古典輸送シミュレーション解析によって、LHD トルク変動実験における NBI 入射方向と径電場形成の間の相関関係を示した。
- (F) LHD 実験解析用統合輸送コードにより、同位体効果研究のための輸送解析データベースを構築し、LHD 実験による同位体効果や高エネルギー粒子挙動の解析に適用した。
- (G) 乱流シミュレーションの計算結果に基づいて構築・拡張した乱流輸送モデルを統合コードに組み込み、LHD プラズマの電子・イオン温度分布を求める輸送シミュレーションを実行し、さらに、データ同化等の統計的手法の導入による熱輸送モデリングと LHD 実験データを用いた検証研究を行った。
- (H) 周辺プラズマ輸送シミュレーションと LHD の実験結果の比較により、LHD 周辺プラズマ内での不純物輸送の機構解明に取り組み、中性粒子輸送コード・周辺プラズマ輸送コード・分子動力学コードの組み合わせ、LHD 中の振動回転準位ごとの水素分子分布の計算を実行した。
- (I) 磁場配位最適化研究を行い、乱流・ゾーナルフロー効果を組み込んだ新たな最適化モ

デルやダイバータ構造制御手法の構築を行うとともに、連続巻きコイルを最適化する計算コードを開発し、新古典拡散等が最適化された準対称磁場配位の連続巻線則を導いた。

(J) 球状トカマク加熱の電磁粒子シミュレーション、トカマクにおけるタングステン不純物の新古典輸送、逆磁場ピンチプラズマにおけるヘリカル構造形成の非線形 MHD シミュレーション、拡張 MHD モデルによる一様等方性乱流シミュレーション解析等の基礎物理研究を含む様々な共同研究を行った。

(K) VR 可視化システムを、粒子・MHD 等のプラズマシミュレーションや炉設計のデータ解析に活用した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－3－2）

数値実験炉の構築に向けた MHD コード、高エネルギー粒子・MHD 連結シミュレーションコード、新古典及び乱流輸送コード、周辺プラズマ輸送コードや統合コードの開発等、各種 3 次元コードの整備・拡張が、プラズマシミュレータの有効活用により、進展した。従前の機種と比べて 4 倍以上に性能を向上させたプラズマシミュレータの導入に向けた調査研究及び調達作業を遂行した。

新たに開発された MHD・高エネルギー粒子連結コードを用いたシミュレーションにより、測地的音響モードの周波数変調等、LHD や他の装置で観測される様々な高エネルギー粒子駆動の現象をシミュレーションで再現し、それらの物理機構を解明した（別添資料 1-1-3-e（再掲））。また、MHD シミュレーションにより、LHD における非共鳴モード不安定性の発見や、磁気島により入射ペレットの侵入が抑制されることを明らかにする等の新たな知見がもたらされた。さらに、MHD コードに運動論的イオン効果を取り入れたシミュレーションにより、LHD の実験で観測される抵抗性交換型モード非線形飽和状態にある高ベータ LHD プラズマの圧力分布の再現に初めて成功した。

コアプラズマ乱流に対して構築された乱流輸送モデルを統合輸送コードへ組み込み、それを用いたシミュレーションによって、イオン温度勾配乱流状態にある LHD プラズマのイオン温度分布の再現に成功した。新古典及び乱流輸送コードに複数イオン種効果を取り込み、LHD プラズマにおける同位体効果や不純物ホール現象等の実験結果の解析や物理機構の解明に貢献した。

タングステン等のプラズマ対向材研究に必要なモデルの構築と分子動学的シミュレーション技法を開発するとともに、分子動力学コード・中性粒子輸送コード・周辺プラズマ輸送コードを連結して、LHD 中の振動回転準位ごとの水素分子分布の計算に成功した。

LHD や他の装置のプラズマ実験との比較により、3 次元平衡・不安定性・輸送等に対する各種シミュレーションコードの検証や改良を進め、実験結果の理解や予測精度の向上に貢献した。開発された様々な理論解析手法・シミュレーションコードが、高性能プラズマ実現のための磁場配位最適化研究や炉設計に役立てられた。

非線形 MHD シミュレーションや電磁粒子シミュレーションによって、逆磁場ピンチプラズマや球状トカマク等の実験結果の再現に成功し、他機関との共同研究を活発化した。磁力線再結合の粒子シミュレーションや拡張 MHD モデルによる一様等方性乱流シミュレーションによって、他機関とのプラズマ基礎物理に関する理論シミュレーション共同研究が進展した。

VR 可視化システムによる支援研究が進み、各種プラズマシミュレーションのデータ解析、炉設計データの可視化や核融合炉構造解析に用いられ、ダイバータ板の設計検討に貢献した（別添資料 1-1-3-h（再掲））。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－3－2）

(A) コアプラズマから周辺プラズマ・プラズマ対向壁までを含むシミュレーションコード群や使用する物理モデル群の整備・拡張・高精度化等を進める。

- (B) 性能が4倍以上に向上したプラズマシミュレータを有効活用するため、各種コードの最適化を行う。
- (C) 高エネルギー粒子・MHD 連結シミュレーションに、イオンサイクロトロン共鳴周波数帯加熱 (ICRF) 波動の効果を導入し、LHD プラズマ等の高エネルギー粒子駆動不安定性についての実験結果と照合することで、コードの完成度を高める。
- (D) 熱イオン、ランダウ減衰や非等方圧力分布等の効果を取り込んで、3次元 MHD モデルの拡張を進め、LHD プラズマの安定化や崩壊現象の物理機構の解明を行う。
- (E) LHD 重水素実験と緊密に連携し、複数粒子種プラズマの新古典・乱流輸送シミュレーションにより、不純物輸送や水素同位体効果に対する解析を進展させる。
- (F) LHD 実験解析用統合輸送コードによる水素同位体効果や高エネルギー粒子挙動の解析を進展させる。
- (G) 乱流輸送モデルの拡張、統合輸送コードへの組み込み及び LHD 実験データを用いた検証研究を進展させるとともに、データ同化等の統計的手法を活用した熱輸送モデリングにより、LHD プラズマの予想性能を向上させ、予測型統合輸送コードの構築を進める。
- (H) 壁材料の分子動力学シミュレーションにより、壁からの水素及び水素同位体の分子状態を求め、中性粒子輸送コードとの連携によって、プラズマ壁相互作用・周辺プラズマ輸送の解析を進展させる。
- (I) 乱流抑制とダイバータ構造が共存する新たな3次元磁場配位のプロトタイプの創成に向け、大規模並列計算用の最適化モデル及びコードの整備・拡張を行う。
- (J) 整備・拡張された粒子及び流体シミュレーションのコード体系を活用して、基礎物理研究を進める。
- (K) 先進的可視化デバイスを活用して新たなデータ可視化表現法に関する研究を行い、プラズマシミュレーションや核融合炉設計への活用を進める。

《中期計画1-1-3-3に係る状況》

中期計画の内容	核融合炉の早期実現を目指し、平成28年度でヘリカル炉の概念設計をまとめ、各開発課題の数値目標を具体化する。炉設計の精密化の推進、それと連動した基幹機器の高性能化と高信頼性、規格基準の確立に向けた開発研究を推進することにより、第3期中期目標期間終了時までに、大型高磁場超伝導マグネットと先進ブランケットシステムの実規模試作の工学設計をまとめるとともに、ヘリカル炉に向けた学術研究ロードマップを報告書にまとめる。並行して、第2期で立ち上げた大型設備である「熱・物質流動ループ」や「大口径強磁場導体試験装置」等の拡充と拠点化による国内外との共同研究の機能強化、及び規格・基準構築に向けての知見の集積化による核融合工学の体系化と学際研究への寄与を図るとともに、関連技術の産業界への展開・促進を図る。【12】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画1-1-3-3）

- (A) ヘリカル型核融合炉の概念設計研究を進め、当初計画どおり2016年度に基本設計としてまとめ、装置の主要コンポーネントについて各開発課題の数値目標を具体化した。

さらに、基本設計を基に、プラズマ閉じ込め性能の一層の向上を図るとともに、コンパクト化、重量軽減化、中性子源への適用可能性の検討など、ヘリカル型核融合炉の早期実現性を高める方策を探った。また、炉設計とのリンクを強めるため、研究開発の現状分析を進めた。

- (B) ヘリカル型核融合炉において、プラズマを閉じ込めるための磁場を発生させる超伝導マグネットの工学設計研究を進め、ヘリカルコイルに先進の高温超伝導線材からなる大型大電流導体を用いる基本設計について検討した。また、ヘリカル型核融合炉より小型となる次世代ヘリカル型装置を対象として、高温超伝導プロトタイプ導体を設計し、試験用サンプルを製作した。並行して、最終試験を行うための「大口径強磁場導体試験装置」の整備を進めた。さらに、高温超伝導マグネットの冷却方式に関する検討を進めた。
- (C) 核融合炉において、核融合反応によって発生する中性子を受け止めて熱に変換するとともに、燃料となる三重水素を再生産する「ブランケット」について、先進的な液体ブランケット方式の開発を進めた。また、液体ブランケットの要素試験及び統合試験を行う「熱・物質流動ループ試験装置」において、強磁場下の液体金属流動と除熱特性の評価実験を遂行するとともに、流動液体金属から水素燃料を連続回収する試験、熔融塩流からの熱除去を促進する手法の検証試験、熔融塩用フリーズバルブ作動試験、第一壁の熱移行試験などの準備を進めた。
- (D) ブランケットの構造材料について、核融合炉の運転停止後に誘導放射能が短時間で減少する低放射化材料の一つである低放射化バナジウム合金を候補として、核融合科学研究所が世界を主導して開発を進め、高純度化の高温長時間の荷重に対する変形耐性への影響を明らかにする試験を行った。さらに、炉内外での使用を想定し、様々な異種金属との接合性の向上を進めた。
- (E) 核融合炉においてプラズマが直接真空容器壁に接触する部分に設置する「ダイバータ」のヒートシンク材として用いる銅合金について、機械的合金化-高温静水圧プレスによる製作プロセスの最適化を行った。また、銅合金と耐熱用タングステンについて、従来よりも優れた特性を有する接合法の開発を進めるとともに、それを応用したダイバータモックアップ製作工程の立案を行った。
- (F) ダイバータの更なる高効率熱除去のための先進的方法として、液体ダイバータに関する新概念の検討を行い、ヘリカル型核融合炉への実装に必要な要素技術の開発及び機能の定量的評価を行った。
- (G) ダイバータ用の電子ビーム熱負荷装置の排気・冷却系を強化することで、高出力長時間熱負荷試験を可能とし、医療機器開発分野等との連携を進めた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画1-1-3-3）

ヘリカル型核融合炉の概念設計において、現在の LHD の 4 倍の大きさとなる基本設計をまとめ、装置の主要コンポーネントに関し、各開発課題の数値目標を具体化した。基本設計に基づき、磁場強度を上げて装置サイズを小型化することで、核融合炉の早期実現性を高めたコンパクト炉の設計解析を進めた。これにおいて、ヘリカルコイルの巻線軌跡を若干変更した磁場配位でプラズマ閉じ込め性能が向上することを、数値シミュレーションにより確認した。巨大な電磁力の支持構造については、トポロジー最適化を用いた重量低減方法を見出した（別添資料 1-1-3-f（再掲））。

超伝導マグネットの工学設計において、先進の高温超伝導線材からなる大型大電流導体を用いた基本設計をまとめ、短い導体を接続しながら巻線を行う方式について具体的な工程を検討した。また、コイルのヘリウムガスをを用いた冷却方法の設計を行った。次世代ヘリカル型装置を対象として高温超伝導プロトタイプ導体の設計を行い、複数種の

サンプルの試作と液体窒素温度（ -196°C ）での系統的な特性試験を行い、比較検討を行った。並行して、最終試験を行うための「大口径強磁場導体試験装置」に関し、冷却配管の追加等により効率的な試験を可能とした。

液体ブランケットの開発において、「熱・物質流動ループ試験装置」で強磁場下の液体金属流動・除熱特性の評価実験を遂行し、二回屈曲管中を流れる液体リチウム鉛の MHD 圧力損失（電磁ブレーキ効果）が、磁場と流れ場との相互作用の強さ（磁場強度の 2 乗を流量で割った値）にほぼ比例して増加し、比例係数が約 0.15 となることを世界で初めて実証した（別添資料 1-1-3-g（再掲））。

低放射化バナジウム合金について、従来と比べて純度を高めることにより、高温における機械的強度を維持しつつ、加工性が格段に向上することを実証した（別添資料 1-1-3-i（再掲））。また、低放射化バナジウム合金と耐熱ニッケル合金を接合する技術を進展させ、爆発圧接による高強度接合に成功した。

ダイバータに用いる銅合金について、機械的合金化法と高温静水圧プレス法の組合せによってナノ粒子を分散させた高強度ダイバータ用銅合金の試作を進め、最適な酸化粒子添加法を見出した。また、銅合金とタングステンの接合のために先進ろう付け接合法を開発し、優れた接合強度特性を得た。これを基にダイバータ小型試験体の製作を行い、設計要求値を大きく超える 1 平方メートルあたり 3 万キロワットの受熱が可能であることを電子ビーム熱負荷試験によって実証した。このろう付け方法をステンレス鋼にも適用し、実際のダイバータに用いる大型モックアップを製作した（別添資料 1-1-3-j（再掲））。

高効率熱除去のために先進的な液体ダイバータの検討を行った結果、全く新しい提案となる低融点金属を用いたペブルダイバータの概念をまとめた。さらに、要素試験を進め、溶融したスズからペブルを大量製造する条件を求めるとともに、ペブルのプラズマ遮蔽効果について定量評価を行った。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1-1-3-3）

- (A) ヘリカル型核融合炉の概念設計について、ヘリカルコイルの巻線軌跡の変更による磁場配位の更なる最適化を行うとともに、電磁力支持構造のトポロジー最適化を進め、コンパクト炉の基本設計を完成させる。これまでの数値目標の精査を行い、設計と要素技術開発のリンクを強めて開発を加速する。また、発電とは別に体積中性子源としての展開を視野に入れた小型炉の設計解析も進める。
- (B) 超伝導マグネットについて、液体窒素の試験によって基本特性を確認した高温超伝導導体を、「大口径強磁場導体試験装置」で試験し、 -253°C の低温、最大磁場 13 テスラにおける電磁力の繰り返し印加で、所定の性能を満たすことを実証する。これによって、大型高温超伝導導体の核融合炉用マグネット応用に向けた技術基盤を確立する。
- (C) 「熱・物質流動ループ試験装置」を用いて、液体金属流体の腐食試験や熱・物質移行試験、溶融塩の熱除去特性試験等を行い、先進ブランケットシステムの実規模試作について工学設計をまとめる。
- (D) 低放射化バナジウム合金について、更なる特性向上、接合性の向上を図るとともに、材料規格・基準の策定に向けたデータ構築を進める。
- (E) 耐熱用タングステン合金について、機械的合金化法と高温静水圧プレス法の組合せによってナノ粒子を分散させた高強度化材の開発を進める。また、先進ダイバータ試験体の高性能化・大型化と、繰り返し耐熱試験による寿命評価、及びプラズマ照射を含む総合性能評価等を行い、LHD に適用するための工学設計を完了させる。
- (F) 規格基準の構築に向けて、データベース化に基づく学術の体系化を進め、ヘリカル型核融合炉の実現に向けた学術研究ロードマップを報告書にまとめる。

(G) 高出力長時間熱負荷試験設備の利用による医療機器開発分野との連携、高温超伝導導体の幅広い産業・民生機器への適用など、関連技術の産業界への展開・促進を進める。

〔小項目 1－1－4 の分析〕

小項目の内容	基礎生物学分野では、遺伝子・細胞・組織・個体の多階層における独創的な研究や研究技術・手法の開発を推進することにより、生物現象の基本原則に関する統合的理解を深め、国内生物学コミュニティを先導し、基礎生物学分野の発展に寄与する。＜4＞
--------	---

○小項目 1－1－4 の総括

＜関係する中期計画の実施状況＞

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

多様な生物現象の基本原則を解明するために、最先端解析技術を用いて、細胞の構造・機能、発生・分化、神経系の働きや行動の制御、共生、進化、外部環境に対する応答等の機構について、基盤研究並びに共同利用研究を推進し、以下に記すインパクトの高い成果を得るなど、中期計画を着実に推進している。（中期計画 1－1－4－1）

遺伝子やタンパク質解析技術、多様な先端顕微鏡によるバイオイメーキング技術の高度化を進め、『生き物研究の世界の拠点』として、世界レベルの高水準の研究基盤を形成し、基礎生物学分野の発展に寄与している。

これまでのモデル生物では解析が困難であった、社会性や共生といった高次な生物現象を研究するために適した新規生物種の繁殖及び遺伝子改変技術を、新規モデル生物開発センターにおいて確立し、生物資源を充実させるとともに、開発した技術の講習会の開催やデータベースの開設など優れた実績をあげており、国内国外の生物学コミュニティを先導している。（中期計画 1－1－4－2）

バイオイメーキング関連施設の国内ネットワークの構築、欧米を含む国際ネットワークへの参加を第 3 期中期目標期間終了時までには実現することを、中期計画に掲げた。先端バイオイメーキング支援プラットフォーム(Advanced Bio-imaging Support (ABiS))の中核機関として、最先端のイメーキング技術をもつ国内ネットワークを構築した。さらに、2018 年に欧州のバイオイメーキング研究ネットワーク(Euro-BioImaging (EuBI))が展開する、グローバルネットワーク(Global BioImaging (GBI))の参加メンバーとなり、国際ネットワークも構築し、既にこの中期計画を達成した。（中期計画 1－1－4－3）

○特記事項（小項目 1－1－4）

（優れた点）

- 細胞の構造・機能、発生・分化、神経系の働きや行動の制御、共生、進化、外部環境に対する応答等の機構の研究について、以下の成果が特筆される。どの研究成果も高いインパクトファクターの学術誌に掲載され、被引用度が Top10%以内や F1000（専門家による重要論文推薦）に選ばれた内容を含んでいる。さらに、新聞やテレビなどのメディアにも取り上げられるなど社会的意義も高く評価されている。

- 窒素固定共生器官の進化過程の解明と難培養性菌根菌（アーバスキュラー菌根；AM 菌）の高精度ゲノム解読について、マメ科植物と窒素固定細菌の共生器官である根粒の形成に鍵となる遺伝子を特定した。また AM 菌のゲノムを高精度で解

読し特殊な遺伝子構造を発見した（研究業績説明書 #1、別添資料 1-1-4-a）。
（中期計画 1-1-4-1）

- 昆虫特異的な適応形質の発生と進化に関する研究において、多様性に富むテントウムシの翅斑紋を創出する遺伝子、カブトムシの角形成に重要な役割を果たす遺伝子群、並びに蝶や蛾に特異的な無核精子の形成に関与する遺伝子を同定した（研究業績説明書 #2、別添資料 1-1-4-b）。（中期計画 1-1-4-1）
 - 過剰光による光合成のフィードバック制御機構の解明について、植物の光合成機能には光エネルギーの利用効率を上げると、反応の場に傷害が起きるという問題があり、植物は強い光を浴びた時に過剰なエネルギーを逃がす仕組みを持っている。この光防御を調節する仕組みを明らかにした（研究業績説明書 #5、別添資料 1-1-4-c）。（中期計画 1-1-4-1）
 - 体液恒常性と血圧調節の脳内機構について、脳内のナトリウム濃度を感知する Na_x という Na チャンネル分子が欲求や摂食行動制御を担っていること、また Na_x は食塩過剰摂取による高血圧症の発症メカニズムに関与していることを明らかにした。（研究業績説明書 #8、別添資料 1-1-4-d）（中期計画 1-1-4-1）
 - 環境適応能力の理解に関して、メダカでは季節に応答して光感受性と色覚が変化し、繁殖などの行動に影響を及ぼすこと、また日長の変化によって発現する遺伝子転写産物が自己防衛やストレス対処行動を制御していること、またサンゴの生存に必須の共生褐虫藻を誘引するのに、サンゴの発現する緑色蛍光タンパク質が重要な働きをすることを明らかにした。（研究業績説明書 #11、別添資料 1-1-4-e）（中期計画 1-1-4-1）
 - ・ 新規モデル生物開発センターに、進化ゲノム学を専門とする教授とゲノム編集技術を専門とする特任准教授を配置し、モデル生物化に必要な、育成・培養方法の確立、遺伝子情報の基盤整備、ゲノム編集技術等を組み合わせた遺伝子機能解析手法の生物種ごとの最適化と、一連の研究をシームレスに実施できる体制を整備した。この基礎生物学研究所のゲノム解析に関する取組は、2019 年 4 月に Nature 誌にて発表された「新たなモデル生物に関する記事」の中で紹介され、研究所の先端性が国際的にも認知された。（別添資料 1-1-4-f）（中期計画 1-1-4-2）
 - ・ 新規モデル生物開発センターが中心となって、社会性や共生といった高次な生物現象の研究に適した新規モデル生物の開発を、共同利用・共同研究を通じて実施し、社会性昆虫のシロアリやミツバチ、体内に菌を共生させているアブラムシ、さらには、イベリアトゲイモリ、ホタル、食虫植物といった新規モデル生物のゲノム解読や遺伝子発現情報解析といった遺伝子情報の基盤整備を進め、イベリアトゲイモリや昆虫等におけるゲノム編集技術を確立した。（中期計画 1-1-4-2）
 - ・ 2016 年度に発足した先端バイオイメーシング支援プラットフォーム（ABiS）において、生理学研究所とともに中核機関を務め、最先端イメーシング機器を運用している国内の大学・研究機関から構成されるバイオイメーシングのネットワークを構築し、4 年間で 986 件の科研費課題を支援した（別添資料 1-1-4-g）。（中期計画 1-1-4-3）
 - ・ 2018 年に、欧州のバイオイメーシング研究ネットワーク「Euro-BioImaging（EuBI）」が展開する、グローバルネットワーク（Global BioImaging（GBI））のメンバーとなり、バイオイメーシングの国際ネットワークを構築した（別添資料 1-1-4-g（再掲））。（中期計画 1-1-4-3）
- （特色ある点）
- ・ 広島大学とのクロスアポイントメント制度を利用し、ゲノム編集技術を専門とする特

任准教授 1 名を 2018 年度から配置し、遺伝子導入・変異・破壊法の開発体制を強化した。(中期計画 1-1-4-2)

- 新規生物資源を国内外の研究者に供するべく、新たにモデル化した生物の遺伝子改変技術講習会を開催するとともに、イベリアトゲイモリのポータルサイト“iNewt”(<http://www.nibb.ac.jp/imori/main/>)を開設した。(中期計画 1-1-4-2)
- ABiS が主催・共催するシンポジウムやワークショップを通じて、最先端イメージングの情報共有を図るとともに、イメージコンテストを開催するなど、イメージング分野の活性化に寄与している。(中期計画 1-1-4-3)
- 毎年開催される Exchange of Experience (EoE、実績・経験に基づく意見交換のための実務者会議)に参加し、国外のバイオイメージングの最新情報の共有化を推進するとともに、バイオイメージングに関する世界共通の問題点や今後の連携について議論を行っている (別添資料 1-1-4-g (再掲))。(中期計画 1-1-4-3)

(今後の課題)

- バイオイメージング、光操作技術、大規模遺伝子解析、バイオインフォマティクス、画像解析における新たな手法の開発や導入を引き続き行い、様々な生物における定量的かつ統合的な生命現象の解析を進めるとともに、独自に開発、導入した生物材料、最新技術、最新機器等を国内外の共同利用研究者に提供することで、共同利用研究を推進し、生物学コミュニティを先導する。(中期計画 1-1-4-1)
- 引き続き、新たなモデル生物の開発や既存のモデル生物の高付加価値化に必要な、繁殖・飼育技術、遺伝子情報整備や遺伝子機能解析手法について、生物種ごとの技術開発・改良を進めるとともに、円滑にかつ効率的につなぐ研究パイプラインの整備を行う。また、新たに技術支援員を配置するなど、新規モデル生物開発センターを継続して安定的に運用するための体制を強化する。(中期計画 1-1-4-1)
- ABiS では、引き続き科研費取得者に対して最先端技術に支援を行い、国内のバイオイメージング研究の底上げにつなげる。利用者のニーズを調査して、柔軟なネットワークを構築し、国内の連携強化を図るとともに、GBI と共同のトレーニングコースやワークショップの開催を行い、国際連携を通じた最先端技術の普及につなげる。この ABiS ネットワークをベースとした国内及び国際連携の流れを断つことなく、次期支援活動への継続、あるいは規模を拡大した後継プロジェクトの発足につなげる。(中期計画 1-1-4-3)

〔小項目 1-1-4 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1-1-4-1 に係る状況》

中期計画の内容	多様な生物現象の基本原則を解明するために、最先端解析技術を用いて、細胞の構造・機能、発生・分化、神経系の働きや行動の制御、共生、進化、外部環境に対する応答等の機構を研究する。遺伝子やタンパク質解析技術や多様な先端顕微鏡によるバイオイメージング技術の高度化を進め、分子から個体レベルで統合的に解明することによって、世界を先導する独創的な生物学研究を推進する。【13】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-4-1）

(A) 小項目の「細胞の構造・機能、発生・分化、神経系の働きや行動の制御、共生、進化、

外部環境に対する応答等の機構を研究する」の達成に向けて、各研究部門・研究室において研究活動を実施した。

- (B) 小項目の「遺伝子やタンパク質解析技術や多様な先端顕微鏡によるバイオイメーシング技術の高度化を進める」の達成に向けて、最先端機器の整備拡充、最新技術の開発及び導入に努め、それらを活用した研究活動を実施した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－4－1）

実施状況(A)の結果、以下の実績を得た。いずれも、研究業績説明書に記載したように高い評価を得た、世界を先導する独創的な生物学研究というべき実績であり、小項目を達成できたと考える。

【細胞の構造・機能】

- 植物を特徴付けるオルガネラである液胞に着目し、液胞への膜輸送経路が、植物独自の膜融合装置を含む複数の輸送経路で成り立っていることを解明し、更にその液胞輸送経路を制御する鍵因子の同定を通じて、植物の液胞輸送経路が他生物には無い仕組みで制御されていることを解明した（研究業績説明書 #11）。
- 細胞の情報処理機能を解析し、ERK と呼ばれる分子の活性の細胞間伝搬方向と細胞集団の移動方向の一致の発見、並びに SAPK と呼ばれる酵素活性の不均一性が細胞の生死を決定しているという発見を通じて細胞の機能に関する知見を深めた（研究業績説明書 #13）。

【発生・分化】

- ほ乳類の精巣で幹細胞が精巣内を動き回りながら自己複製因子 FGF を競合的に取り込むこと、並びに分化誘導因子への感受性を調節することにより幹細胞と分化細胞の細胞数を調節していることを解明した（研究業績説明書 #7）。
- 細胞間シグナルタンパク質 Wnt に関して、Wnt 産生細胞の形態変化による作用範囲変化、Wnt 複合体の集合と解離による拡散距離の規定、並びに細胞表面上の糖鎖との相互作用による Wnt の空間分布の規定を発見し、Wnt の時空間制御の分子機構の理解を大きく進めた（研究業績説明書 #9）。
- リンパ管の弁形成に力学受容チャネル PIEZO1 が必要であることを発見した。また、発生中の胚に力学刺激を加えると、接着班と細胞間接着に関わるタンパク質のリン酸化により、細胞の性質が変化することを発見した（研究業績説明書 #10）。

【神経系の働きの制御】

- 脳内 Na⁺濃度センサーである Na_x の働きの精密な解析を行い、浸透圧のずれにより水分や塩分に対する欲求が生じたり抑えられたりする仕組みを解明した。また食塩過剰摂取による高血圧症にも Na_x が関与していることを発見し、その発症メカニズムを明らかにした（研究業績説明書 #8、別添資料 1-1-4-d（再掲））。

【行動の制御】

- 単純な神経回路を持つゼブラフィッシュ幼魚の遊泳行動における特定の神経細胞の役割の研究を通じて、脊椎動物の運動系神経回路の未知の機能メカニズムを明らかにした（研究業績説明書 #3）。

【共生の機構】

- マメ科植物の共生器官である根粒の進化には共生因子を介した側根の形成因子の流用が重要であることを発見した。植物と共生するアーバスキュラー菌根菌(AM 菌)のゲノムを高精度で解読し、その絶対共生性や特殊な遺伝子構造を明らかにした（研究業績説明書 #1、別添資料 1-1-4-a（再掲））。

【進化の機構】

- 植物において、1 遺伝子を誘導するだけで葉細胞を直接、幹細胞にすることに成功す

るとともに、動物と植物で共通に幹細胞化を促進する因子を発見した（研究業績説明書 #4）。

- ・極めて多様性に富むテントウムシの翅斑紋を創出する遺伝子の解明及び、カブトムシの角形成において重要な役割を果たす 11 個の遺伝子の同定に成功した（研究業績説明書 #2、別添資料 1-1-4-b（再掲））。

【外部環境に対する応答の機構】

- ・植物が強い光を浴びたときに青色光受容体刺激が光保護機構を誘導し光合成を抑制することを発見した。さらに、その青色光シグナルは真核生物に普遍的な酵素によって制御されること、また光保護機構誘導は陸上植物の花成と同じ因子によることを明らかにした（研究業績説明書 #5、別添資料 1-1-4-c（再掲））。
- ・メダカが季節に応答して光感受性や色覚を顕著に変化させていること、さらに、日長の変化によって発現が変動する長鎖ノンコーディング RNA が、繁殖期の行動を制御していることを解明した（研究業績説明書 #12、別添資料 1-1-4-e（再掲））。
- ・植物の重力屈性を解析し、重力感受細胞内で重力情報を膜交通制御に繋げる植物特有の新規遺伝子を発見し、膜交通の環境刺激による制御機構の一端を明らかにした（研究業績説明書 #11）。

実施状況(B)の結果、以下の実績を得、小項目を達成できた。

【遺伝子解析技術の高度化】

- ・多様な新規モデル生物の開発のために、次世代 DNA シーケンシング技術を用いて、発光生物ホタル、食虫植物フクロユキノシタ、花卉植物アサガオのゲノム解読に成功した。これらの情報から、ホタルの発光の源であるルシフェラーゼ遺伝子の進化、食虫性の鍵となる消化酵素の進化、アサガオの多彩な品種を生み出す元となる動く遺伝子の分布などを明らかにした（研究業績説明書 #6）。
- ・細胞の情報処理システムの実態である細胞内シグナル伝達系を構成する分子 ERK、p38、JNK などの活性を生細胞内で可視化する多重蛍光イメージング技術を開発した。更に光遺伝学ツールの開発、並びに内在性のタンパク質の濃度等を生細胞内で定量する技術を開発した（研究業績説明書 #13）。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1-1-4-1）

- (A) 多様な生物現象の基本原理解明するために、各研究部門、研究室において多角的な研究を引き続き実施する。新規に開発するモデル生物の活用を常に検討するなど、新しい発想・手法等による研究の展開を試みる。
- (B) バイオイメージング、光操作技術、大規模遺伝子解析、バイオインフォマティクス、画像解析における新たな手法の開発や導入を進め、様々な生物における定量的かつ統合的な生命現象の解析を引き続き行う。

《中期計画 1-1-4-2 に係る状況》

中期計画の内容	社会性や共生といった高次な生物現象を研究するために適した数種の新規生物種の繁殖及び遺伝子改変技術を確立し、生物資源を充実させる。【14】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-4-2）

- (A) 生物資源の拡充を目標とし、社会性や共生といった高次な生物現象の研究に適した新規モデル生物の開発を、新規モデル生物開発センターが中心となり、共同利用・共同

研究を通じて実施した。モデル生物化に必要な、育成・培養方法の確立、遺伝子情報の基盤整備、ゲノム編集技術やバイオイメージング等を組み合わせた遺伝子機能解析手法といった研究手法を生物種ごとに最適化し、一連の研究をシームレスに実施できる体制の整備を進めてきた。その一環として、2018年度に超ロングリードDNAシーケンサーを導入するとともに、2019年4月に進化ゲノム学を専門とする教授1名が着任し、遺伝子情報整備の体制を強化した。また、広島大学とのクロスアポイントメント制度を利用し、ゲノム編集技術を専門とする特任准教授1名を2018年度から配置することで、遺伝子導入・変異・破壊法の開発体制を強化した。これらの措置により、基礎生物学研究所共同利用研究等を通じて、イベリアトゲイモリ、ホタル、食虫植物等のゲノム解読や遺伝子発現情報解析といった遺伝子情報の基盤整備を進めるとともに、イベリアトゲイモリや昆虫等におけるゲノム編集技術の確立が行われた（別添資料 1-1-4-f（再掲））。

- (B) 新たな生物資源を広く国内外の研究者に供するために、新規モデル生物開発センターのホームページを立ち上げ、開発が進みつつある生物種に関するゲノム配列の決定など各種情報発信を進めた。確立した解析技術に関する技術講習会を6件開催し、若手研究者や大学院生がそれら技術を学ぶ機会を提供した。開発が進みつつある生物種に関する研究会を5件開催し、研究者コミュニティの立ち上げ・拡大を支援した。また、高次な生物現象を示す様々な生物についての主に若手研究者を中心とする研究会を2件開催し、新たにモデル化すべき生物を検討し、共同利用・共同研究の実施につなげるための取り組みを行った。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画1-1-4-2）

発生・再生生物学のモデル生物となるイベリアトゲイモリについては、多様なイベリアトゲイモリ試料を用いたRNA-Seqによる遺伝情報解読を行い、イベリアトゲイモリが保有する全遺伝子の約98%をカバーする網羅性の高い高品質の遺伝子カタログを構築した。本成果は、2019年4月にDNA Research誌にて論文を公開するとともに、ポータルサイト“iNewt”（<http://www.nibb.ac.jp/imori/main/>）を開設して、この遺伝子カタログを世界中の研究者と共有した。他方で、ゲノム編集ツールであるCRISPR-Cas9をイベリアトゲイモリに対して用いることにより、迅速かつ高効率な発生再生遺伝子の機能解析法を確立した。本成果については、2018年9月にDevelopmental Biology誌にて成果論文を公開し表紙を飾った。

発光生物学のモデル生物として、ヘイケボタルや北米産ホタル、さらに、これらの近縁種についてのゲノム解読を行い、それらを比較解析することで、ホタルの発光に重要な遺伝子の獲得の進化過程を明らかにした。この成果は、2018年10月にeLife誌にて論文発表を行い、得られたゲノム情報は今後のモデル生物化に向けての基盤情報となった。シロアリやミツバチ等社会性昆虫においては、ゲノム・トランスクリプトーム解析を共同利用研究として実施し、それらの成果論文を発表している。また、アブラムシやマダラシミを用いて、マイクロインジェクション技術を利用した遺伝子・タンパク質導入を通じて、ゲノム編集技術を確立した。

新たなモデル植物の開発においては、食虫植物のフクロユキノシタのゲノム解読を行うとともに、植物の食虫性の進化解明への糸口を発見した。本成果は、2017年2月にNature Ecology and Evolution誌にて論文発表を行った。他方で、共同利用研究を通じて共生のモデル生物化が進められ、ラン科植物シランにおいては、その無菌培養方法が確立された。

以上の取り組みは、新規の生物種をモデル生物化するために、基盤情報・技術の整備を行ったことで、新たな生物資源の開拓に繋がっている。さらに、2019年4月にNature誌にて発表された「新たなモデル生物に関する記事」の中で、基礎生物学研究所のゲノム解析に関する活動が紹介され、研究所の先端性が国際的にも認知された。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画1-1-4-2）

- (A) 基礎生物学研究所の先見性が国際的にも評価された新規モデル生物の開発については、引き続き第3期の目玉事業として推進する。具体的には、さらなる共同利用・共同研究を展開し、高次な生物現象の研究に適した生物種に関する研究会を開催することで、コミュニティの要望に応じて新たにモデル化すべき生物について検討する。それら生物種に対して、繁殖・飼育技術の確立、遺伝子情報の整備や遺伝子機能解析手法の開発を行う。特に、既にモデル化された生物で用いられている実験手法や新たに開発された解析手法について、それぞれの生物種への導入を進める。また、上述の一連の研究手法について、円滑にかつ効率的につなぐ研究パイプラインを整備し、シームレスに新規モデル生物開発を継続的に安定して実施する体制を構築して世界に打って出る。
- (B) モデル生物化が進みつつある生物種については、得られたゲノム情報等を、ホームページを通じて情報発信するとともに、データベースを作成して国内外の研究者と共有する。特に、日本発の新規モデル生物として国際化を推進する。新たに開発し、個々の生物種に応用した、ゲノム情報解析手法や遺伝子機能解析技術については、その手法・技術に関するトレーニングコースや研究会を開催し、それらを身につける機会を提供する。また同時に、それらトレーニングコースや研究会を国内研究者のみならず海外の研究者にも門戸を開いて開催することでグローバル化を推進する。

《中期計画 1-1-4-3 に係る状況》

中期計画の内容	バイオイメーjing関連施設の国内ネットワークの構築、欧米を含む国際ネットワークへの参加を第3期中期目標期間終了時まで実現する。【15】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-4-3）

- (A) 2016年度より発足した科研費新学術領域研究（学術研究支援基盤形成）「先端バイオイメーjing支援プラットフォーム（Advanced Bioimaging Support (ABiS)）」において、生理学研究所とともに中核機関を務め、各種の先端・特殊イメーjing機器を運用している国内の大学・研究機関から構成されるバイオイメーjingのネットワークを構築し、科研費課題の支援を開始した（別添資料 1-1-4-g（再掲））。
- (B) 基礎生物学研究所の共同研究の1つである、統合イメーjing共同利用研究と連携を図りながら、バイオイメーjing支援体制を整備し、画像の取得から解析に至るまでの支援を行った。具体的には、光学顕微鏡技術支援活動として4D顕微鏡観察支援活動、IR-LEGO顕微鏡支援活動、光シート顕微鏡支援活動、画像解析技術支援活動として生物画像処理・解析用アルゴリズムの開発と技術支援活動、及び画像解析トレーニングを担当している。さらに、生理学研究所とともにABiS事業をとりまとめる総括支援活動を担っている。
- (C) 欧州のバイオイメーjing研究ネットワーク(Euro-BioImaging (EuBI))が展開する、グローバルネットワーク(Global BioImaging (GBI))のメンバーとなり、毎年開催される Exchange of Experience (EoE、実績・経験に基づく意見交換のための実務者会議)に参加し、GBIとの連携強化を図るとともに、バイオイメーjingに関する最先端の情報と技術を共有するために、GBIと共同のシンポジウムとトレーニングコースを開催した（別添資料 1-1-4-g（再掲））。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-4-3）

2019年度で22の大学及び研究機関から構成される国内ネットワークを構築し、科研費課題の支援を進めている。これまでにABiS全体の支援数として2016年度は185件、2017年度は259件、2018年度は287件、2019年度は255件の支援を行った。これらの

成果の一部は既に 1033 件の学会発表や 212 編の論文(2020 年 5 月 21 日現在)として公表されている。また、各種トレーニングコースを年間 9 ～10 件開催し、イメージング技術の普及を図った。岡崎で毎年開催している画像解析トレーニングコースは、地域の利便性も考慮して北海道大学(2018 年度)と熊本大学(2019 年度)でも開催した。

また、種々の学会におけるイメージングに関するシンポジウムやワークショップに共催するとともに、これまでに 4 回の ABiS 主催のシンポジウム、The 1st ABiS Symposium “Towards the Future of Advanced Bioimaging for Life Sciences (2016 年度)”、ABiS International Symposium “MRI and Cohort Studies: Development of Imaging Science in Human Biology (2017 年度)”、The 66th NIBB Conference ABiS International Symposium “Cutting Edge Techniques of Bioimaging (2018 年度)”、ABiS Symposium “Forefront and Future of Electron Microscopic Imaging (2019 年度)”を開催し、国内外のバイオイメーキングの最新情報の共有化と連携構築の推進を図った。

バイオイメーキング分野の活性化を目的として、イメージコンテストを 2 回開催し、若手研究者による応募の中からグランプリを決定し、表彰した。

2018 年 9 月に GBI と締結を結び、ABiS-GBI-OIST-ResonanceBio Joint Symposium “Frontiers in Bioimaging (2018 年 10 月 31 日)”及び GBI-ABiS International Training Course for Bioimage Analysis (2018 年 11 月 1 日 - 4 日)を開催した。また、EoE IV に ABiS メンバーが参加してバイオイメーキングに関する世界共通の問題点や今後の連携について議論を行った。

事業開始から 3 年目にあたる 2018 年度は、中間評価のヒアリングが行われ、「A (プラットフォームの目的に照らして、期待どおりの進展が認められるため、事業計画のとおり継続を認める)」と評価された。

○2020、2021 年度の実施予定(中期計画 1-1-4-3)

(A) 画像取得から解析までを含めた、バイオイメーキング研究の統合支援体制を通して、国内研究者の支援を継続するとともに、画像解析技術普及のためのトレーニングコースを開催する。

(B) 国際バイオイメーキングネットワーク(GBI)のメンバー国として、2020 年度の実務者会議、(EoE V)を岡崎で開催し、イメージング分野の情報共有と意見交換を行う。さらに、2021 年に米国で開催予定の EoE VI に参加し、今後のイメージングの国際連携活動について議論を行う。ABiS 事業の最終年度となる 2021 年度は主催シンポジウムを開催する。

【小項目 1-1-5 の分析】

小項目の内容	生理学分野では、分子から細胞、組織、システム、個体にわたる各レベルにおいて先導的な研究をするとともに、各レベルを有機的に統合し、ヒトの機能とその仕組み、更にその病態の解明に寄与する。 <5>
--------	--

○小項目 1-1-5 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳(件数)	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

生理学研究所では、分子から個体にわたる各階層における作動機構の解明により、究極に於いてヒトの体と脳の機能の仕組みの解明を目指して研究を推進している。以下の小項目 1-1-5-(1, 2, 3)に記すように、各小項目のいずれにおいても、着実に中期計画を実施している。学術的意義が特に高く評価され、社会的意義も有する研究業績が多数発表されたこと（研究業績説明書）など、優れた実績を上げている。

生理学研究所における研究の推進において、中期計画の小項目 1-1-5 に記されている通り、各階層間の有機的統合は重要であり、以下のように着実に推進した。実験操作が可能なサルを用いた動物実験と、より高い社会性を示すヒトを用いた研究をそれぞれ進めることにより、社会性に関する脳機能の理解を深めた。また、摂食の嗜好性というマウスの行動を、一つの酵素のレベルが決定するという分子から行動を連結する研究の成果も挙げた。さらに、活性イオウ・ミトコンドリア分裂・心不全という分子から臓器機能までを連結する研究、てんかんの原因となるシナプス結合を担う分子群複合体の構造解析により神経回路階層の機能の分子基盤を明らかにした研究等の成果を挙げた。

先導的な研究の推進において、革新的方法論の開発は大きなブレークスルーをもたらす。また、多くの研究者の研究推進に寄与するため、大学共同利用機関として取り組むべき重要な課題である。生理学研究所においても積極的に取り組み、光で酵素活性を操作する分子プローブの作成、神経回路をトレースし、かつ活動を操作するウイルスベクターの開発、臓器置換の基盤となる異種間キメラ動物の作成技術の開発、低温位相差電子顕微鏡による巨大分子複合体の観察技術の開発、連続電子顕微鏡画像の取得と再構築に関する技術開発、7テスラ MRI 装置を用いた先端的な画像取得及び解析技術の開発等を推進した。

生理学研究所の研究において、機能の仕組みの解明と共に病態の基礎医学的理解も重要な視座である。今期も、てんかん、痛み、摂食行動、脳梗塞、心不全、自閉症、パーキンソン病、臓器移植等の病態生理学的意義を有する研究を推進し、既承認薬を新しい作用機構を有する心不全の新薬としてリポジショニングする等、唯一の人体基礎生理学の大学共同利用機関としての役目を果たしている。

○特記事項（小項目 1-1-5）

（優れた点）

特に優れた成果を挙げた研究の取り組みとして以下が挙げられる。いずれも研究成果が高 IF 学術誌に掲載され、また、Top 1%もしくは 10%論文や F1000Prime に選ばれたものを含み、多数の招待講演を受けたこと等から示されるように、生命科学分野における学術的意義が特に高く評価されたものである。また、病態メカニズムの本質的理解を深め、新しい治療や創薬の可能性を開いた等によりメディアにて多数取り上げられるなど、広く強いインパクトを与えた社会的意義も高く評価されるものである。

- 炭水化物の摂取を促進する視床下部の神経細胞、甘味感覚を選択的に伝達する脳幹の神経細胞を新規に見出した。さらに、絶食に伴う味覚感受性変化に関与する神経回路を発見し、その機能を明らかにした（研究業績説明書 #4、別添資料 1-1-5-a）。（中期計画 1-1-5-1）
- 臓器欠損となるように遺伝子改変した着床前の受精卵（胚盤胞）に多能性幹細胞である ES 細胞や iPS 細胞を顕微注入することで、生まれてきた動物の体内に多能性幹細胞由来の臓器を作製する「胚盤胞補完法」を、異種動物に適用した。これにより、ラットの体内でマウスの膵臓、胸腺、及び腎臓を再生させることに成功した。今後の再生医療に資する可能性を有し、また、様々な臓器を対象とした生理学研究所に適用するものである（研究業績説明書 #10、別添資料 1-1-5-b）。（中期計画 1-1-5-1）
- 神経ネットワークの基盤であるシナプスに焦点をあて、その構成分子の機能とその異常による疾患を対象とし、光応答性ペプチドの開発や、最先端の三次元構造解析等により、神経機能とその障害に迫った（研究業績説明書 #1、別添資料 1-1-5-c）。（中期計画 1-1-5-1）

- ・ 神経細胞機能に対し補助的役割を果たすのみと考えられてきた脳のグリア細胞に焦点をあて、その一種であるミクログリアが、大脳皮質の神経回路の発達や脳血管関門の破綻予防に積極的に関与していること（別添資料 1-1-5-d）、また、別の種であるアストロサイトが、脳梗塞部位において死滅細胞を貪食除去することを明らかにし、今後の脳障害の治療の新たな戦略を示した（研究業績説明書 #5）。（中期計画 1-1-5-1）
- ・ 社会的認知・行動機能の脳内メカニズムとして、2 個体のサルを用いた研究により、自己と他者の報酬情報が、内側前頭前野細胞にて選択的に処理されること、それらの情報が視床下部及び中脳に送られ、報酬の主観的価値が計算されることを示した（別添資料 1-1-5-e）。自閉スペクトラム症様のサルを見出し、他者の行動に応答する内側前頭前野細胞の欠落と、ヒト精神障害に関係する 2 遺伝子の変異（異常）を特定した（研究業績説明書 #9）。（中期計画 1-1-5-2）

（特色ある点）

生理学、神経科学等の生命科学分野では、革新的な方法論の開発が先導的な研究の進展を引き起こす。そのため、生理学研究所では、研究コミュニティに貢献しうる先導的な方法論の開発と提供に取り組んでいる。今期は、神経回路のトレース・操作を可能とする新しいウイルスベクターの開発と提供、連続電子顕微鏡画像の再構築による組織の 3 次元微細構造解析の推進、独自開発した低温位相差電子顕微鏡を用いた構造解析の展開、7 テスラ MRI による先導的な画像取得及び解析技術の開発を進めた。そして、これらの技術を共同利用に供することにより大学等の研究者の研究の推進にも貢献した。

- ・ 革新的脳情報抽出手法及び神経ネットワーク機能の操作手法の改良として、高効率で逆行性に感染するウイルスベクターを開発した。サルの脊髄損傷モデルに適用し、手指の巧緻運動の回復過程の早期に、損傷を免れた脊髄固有ニューロンを介する神経路が重要な役割を果たすことを明らかにし、ウイルスベクターによる神経ネットワーク機能の操作可能性を実証した（研究業績説明書 #11、別添資料 1-1-5-f）。（中期計画 1-1-5-2）
- ・ カーボンナノチューブをコートしたテープを電子顕微鏡観察法に適用することで、従来法と比し格段に効率の良い、高解像度かつ立体的な脳組織微細構造の観察に成功した（別添資料 1-1-5-g）。また、脳の損傷部位で活性化して増殖・肥大化するグリア細胞が、神経細胞の移動を妨げることを、脳組織微細構造解析等により見出し、それを改善することで脳機能の再生につながることを示した（研究業績説明書 #11）。（中期計画 1-1-5-2）
- ・ 巨大タンパク質複合体やウイルス粒子を対象とし、クライオ電子顕微鏡による単粒子構造解析を行うことで、ウイルスと細胞の相互作用の理解につながる重要な基礎知見等をもたらした（別添資料 1-1-5-h）。特に、生理学研究所独自開発技術である電子顕微鏡用ゼルニケ位相板を解析に応用することで、通常の方法では検出困難であるタンパク質複合体の構造要素を可視化した（研究業績説明書 #12）。（中期計画 1-1-5-2）
- ・ 国外の研究者との連携により、7 テスラ MRI 装置を用いた先端的な画像取得及び解析技術の開発に取り組み、疾患の理解や治療法開発などにつながる新しい手法を開発した。すなわち、超高磁場の特性を活かした画像検出の高分解能化や計測パルスシーケンスの最適化により、脳領域のより詳細な分画及び病変の描出、さらに、脳内物質の測定などの新しい手法を開発した（研究業績説明書 #14、別添資料 1-1-5-i）。（中期計画 1-1-5-3）

（今後の課題）

- ・ 期間中の中期計画の達成に向け、分子からヒト個体、及びヒト個体間までの各階層において、構造と機能の動的側面の解析等による機能メカニズム、生理機能における意義及びヒト病態との関連、それぞれの理解の深化に向けた研究をさらに推進する。また、包括的解明に向け越階層連結を目指した研究を進めるとともに、先端の実験方法論の洗練化と共有を行う。

〔小項目 1—1—5 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1—1—5—1 に係る状況》

中期計画の内容	生体の働きを担う機能分子の構造と動作・制御メカニズム及び細胞機能への統合、代謝調節・循環調節等の動的適応性の遺伝子・分子・細胞的基盤、循環や脳神経情報処理機構の構造的及び分子・細胞的基盤等の解明を目的とする研究を行うとともに、これらの病態への関わりを研究する。【16】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1—1—5—1）

- (A) 生体機能分子の構造と作動機構及び細胞における役割等の解明を目指して、以下の研究を実施した。

大型のポアを持つ Maxi-Cl アニオンチャネルの分子同定に初めて成功し、心臓疾患のひとつである心筋梗塞の急性期に、細胞のアラームシグナルとして働く ATP の放出通路として作動していることを発見した。痛みに関わると認識されていたイオンチャネル TRPV1 と TRPA1 が「かゆみ」にも関与していることを新たに示した。抗寄生虫剤であるイベルメクチンが、G 蛋白質結合型内向き整流性 K⁺ (GIRK) チャネルを活性化することを新たに見出した。

細胞間結合タイトジャンクションが透過バリアとして働く機構について、既知のしくみに加えて、別の新たな機構が存在すること解明した。また、ショウジョウバエを用いて、腸管バリア機能を担う細胞間結合が、幹細胞の増殖と分化の制御を介して腸管の恒常性維持に不可欠であることを示した。

神経細胞同士の結合部位であるシナプスの活動を、光照射により操作することを可能とする「光応答性シグナル分子阻害ペプチド」の開発に成功し、その活用によりマウスにおけるシナプス伝達効率の可塑的变化には一過的な CaMKII の活性化が重要であることを明らかにした。また、シナプスに存在する重要なタンパク質である PSD-95 の局在調節に寄与する脱パルミトイル化酵素として ABHD17 を新規に同定した。てんかんの原因となる分子 LGI1 とその受容体である ADAM22 のタンパク質複合体の構造を、X 線結晶構造解析、低温電子顕微鏡、X 線小角散乱や多角度光散乱を組み合わせた解析により解明した。その結果、LGI1 を介して ADAM22 ファミリーのタンパク質が神経細胞間の橋渡しをする姿が明らかになった。

- (B) 代謝調節、循環調節、及び神経情報処理の、動的側面と分子細胞機構の解明と、病態への関与の探究を目指して、以下の研究を実施した。

脂肪と炭水化物の食べ分けに関するマウスを用いた研究により、脳内視床下部に存在する CRH ニューロンが AMP キナーゼによって活性化されることで、炭水化物の摂取の選択性が促進されることを解明した。また、甘味感覚を選択的に伝達する脳幹の神経細胞を新規に同定した。さらに、栄養状態に依存する味覚感受性の変化に関与する神経回路を発見した。

ミトコンドリア局在型 Cys tRNA 合成酵素により産生される Cys-SSH がミトコンドリア呼吸鎖における電子受容体として働くこと、Cys-SSH がミトコンドリア分裂促進タンパク質 Drp1 に取り込まれ、酸化ストレスから細胞を保護する役割を担うことを新たに発見した。さらに、既承認薬（シルニジピン）が、Drp1 を脱イオウ化することで、ミ

トコンドリアの過剰分裂を抑制し、マウスの心不全を改善することを解明した。

脳内の免疫細胞であるミクログリアが脳回路の発達に関与すること、全身性炎症性疾患時の脳血管破綻の保護に関わっていることを解明した。また、ミクログリアのみに注目されてきた死滅細胞の除去を、脳内で最も多い細胞であるアストロサイトも行うことを明らかにし、今後の治療の新たなターゲットを示した。

「異種胚盤胞補完法」という特殊な方法を用いて、腎臓が欠損したラットの体内に、マウスの胚性幹細胞に由来するマウスサイズの腎臓を作製することに世界で初めて成功した。

先端顕微鏡技術を用いた解析により、慢性疼痛をきたす神経回路の病的再編にグリア細胞が関与することを解明した。また、痛みを感知する感覚神経の活性化が骨粗鬆症の制御に結びつくことを明らかにした。さらに、ミラーイメージペインが、末梢部位の損傷により、大脳皮質でアストロサイトと神経細胞の活動が高まり、同側のみならず対側の大脳皮質にも異常神経回路が形成されることにより発症することを解明した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-5-1）

上皮のバリア機能と透過性を制御する細胞間結合の分子機構に関して、上皮の透過性を制御する細胞間結合の構成分子の遺伝学的アプローチによる機能欠失解析から、細胞間結合の果たす従来知られていなかった新しい役割を見出した（研究業績説明書 #2、別添資料 1-1-5-1-a）。

生体機能において重要な役割を果たすイオンチャネルの構造と機能に焦点をあて、新規アニオンチャネルの分子同定（別添資料 1-1-5-1-b）、TRP チャネルの痒み感覚に対する寄与の発見、薬剤による K⁺チャネルの新規機能修飾の発見とその作用基盤の同定等を行った（研究業績説明書 #3）。

食物嗜好性及び味覚感受機構に関して、炭水化物の摂取を促進する視床下部の神経細胞、甘味感覚を選択的に伝達する脳幹の神経細胞を新規に見出した。さらに、絶食に伴う味覚感受性変化に関与する神経回路を発見し（別添資料 1-1-5-a（再掲））、その機能を明らかにした（研究業績説明書 #4）。

活性イオウによるミトコンドリア品質管理制御基盤に関して、哺乳類が酸素と同様に活性イオウを利用してエネルギー産生することを示唆した画期的な知見を得た。さらに、活性イオウの基本概念をもとに、環境ストレスによるミトコンドリア機能破綻の新たな機序を解明し、それを抑制する既承認薬（シルニジピン）の同定に成功した（研究業績説明書 #7、別添資料 1-1-5-1-c）。

胚盤胞補完法による多能性幹細胞由来の三次元臓器の再生に関して、臓器欠損となるように遺伝子改変した着床前の受精卵（胚盤胞）に多能性幹細胞である ES 細胞や iPS 細胞を顕微注入することで、生まれてきた動物の体内に多能性幹細胞由来の臓器を作製する「胚盤胞補完法」を、異種動物に適用した。これにより、ラットの体内でマウスの膵臓、胸腺、及び腎臓を再生させることに成功した（別添資料 1-1-5-b（再掲））。本手法は、今後、再生医療に資する可能性を有し、また、様々な臓器を対象とした生理学研究に適用しうるものである（研究業績説明書 #10）。

神経回路の基盤であるシナプスに焦点をあて、その構成分子の機能とその異常による疾患を対象とし、光応答性ペプチドの開発や、最先端の三次元構造解析等を行い、神経機能の分子メカニズムとその障害に迫った（研究業績説明書 #1、別添資料 1-1-5-c（再掲））。

神経細胞機能に対し補助的役割を果たすのみと考えられてきた脳のグリア細胞に焦点をあて、その一種であるミクログリアが、大脳皮質の神経回路の発達や脳血管関門の破綻予防に積極的に関与していること（別添資料 1-1-5-d（再掲））、また、別の種であるアストロサイトが、脳梗塞部位において死滅細胞を貪食除去することを解明し、今後の脳障害の治療の新たな戦略を示した（研究業績説明書 #5）。

痛覚の神経基盤に関して、難治性慢性疼痛やミラーペインイメージの発症メカニズム（別添資料 1-1-5-1-d）、痛覚と骨粗鬆症予防との関連等、臨床医学の観点からも意義

を有する多岐に渡る知見を得た（研究業績説明書 #6）。その他、上記（研究業績説明書 #7, #1, #5）も病態生理学的意義を有している。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－5－1）

- (A) 生体機能分子の構造と作動機構及び細胞における役割の解明を目指す研究を進める。
特に、イオンチャネルの機能調節機構の分子基盤の解析、イオンチャネルの動的構造変化の、蛍光非天然アミノ酸を用いた光学的手法及び高速原子間力顕微鏡による解析、イオンチャネルの構造の低温電子顕微鏡を用いた解析、細胞間結合を構成するタンパク質が上皮の組織構築及び機能に果たす役割の解析等の研究を実施する。
- (B) 代謝調節、循環調節及び神経情報処理の、動的側面と分子細胞機構の解明を目指す研究を進める。特に、栄養素の種類やストレスに依存する視床下部の CRH 陽性神経細胞の活動、ミトコンドリア分裂促進 G タンパク質のレドックス修飾による構造・機能ダイナミクスと心筋の頑健性の制御、ミトコンドリアの酸化還元に関わる酵素が活性パースルフィドの硫黄呼吸に果たす役割、抗炎症物質等の作用機序の分子基盤、自己免疫性脳疾患の病態とその分子基盤、慢性疼痛病態の神経メカニズム、痛覚過敏関連シナプスの除去による慢性疼痛の緩和等に関する研究を実施する。

《中期計画 1－1－5－2 に係る状況》

中期計画の内容	認知・行動・感覚などの高次脳機能の脳内メカニズム、心理現象のメカニズムや社会的行動等の神経科学的基盤の解明に迫る。そのための革新的脳情報抽出手法及び神経活動やネットワーク機能の操作手法の導入・改良を行う。【17】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－1－5－2）

- (A) 認知・行動・感覚などの高次脳機能の脳内メカニズム、心理現象のメカニズム、社会的行動の神経科学的基盤の解明に向けて、以下の研究を実施した。
- 認知機能では、自己と他者の認知の脳内メカニズムの解明に向けた研究を推進した。2頭のサルが互いに相手の情報を参照する際の神経活動を、複数の脳領域から同時に計測する実験系を開発することで、自己と他者の区別の神経基盤、及び自閉スペクトラム症モデルでの神経活動変容を特定した。
- 行動機能では、随意運動生成の脳内メカニズムの解明に向けた研究を推進した。げっ歯類やサルをモデル動物として、運動関連脳領域の入出力様式や神経活動を解析することで、随意運動生成の鍵となる中心抑制・周辺興奮のメカニズムを解明した。
- 感覚機能では、視覚の生後発達の脳内メカニズムの解明に向けた研究を推進した。一次視覚野神経回路の入出力結合を、げっ歯類をモデルとして電気生理学的に解析することで、神経細胞同士の同期活動が、視覚体験に依存して形成されるメカニズムを解明した。
- 心理現象では、幸福感と恐怖感の脳内メカニズムの解明に向けた研究を推進した。脳イメージング法（MRI）によりヒトの脳活動を非侵襲的に計測することで、近接する脳領域が対極的な心理現象の発現に関与することを発見した。
- 社会的行動では、二者の協力行動の脳内メカニズムの解明に向けた研究を推進した。ハイパースキャン MRI 法によりヒト二者の脳活動を同時計測し、その相互作用を解析することで、協力行動の神経基盤を解明した。
- (B) 革新的脳情報抽出手法の開発、神経活動やネットワーク機能の操作手法の導入・改良、脳組織や生体分子等の微細構造の解析手法の改良に向けて以下の研究を実施した。
- 革新的脳情報抽出手法の開発、及び神経活動やネットワーク機能の操作・改良に向

け、標的神経細胞または標的神経回路のみに外来遺伝子を高効率に導入できるウイルスベクターシステムを開発した。この新規操作手法を脊髄損傷モデルのサルに適用し、運動機能の回復過程に必須の神経回路を同定した。

脳組織や生体分子等の微細構造の解析手法の改良に向け、カーボンナノチューブをコートしたテープを電子顕微鏡観察法に応用した。これにより、高解像度かつ高画質の電子顕微鏡画像を大規模に収集することに成功した。また、電子顕微鏡画像の三次元的解析手法を開発・改良することで、脳機能の再生過程における神経細胞の微小動態を可視化した。さらに、クライオ電子顕微鏡による単粒子構造解析や、生理学研究所にて独自開発した位相差電子顕微鏡による解析法を改良することで、生体巨大タンパク質分子複合体やウイルス粒子の微細構造を決定した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－1－5－2）

認知機能の脳内メカニズムについては、2頭のサルを用いた研究により、自己と他者の報酬情報が、内側前頭前野細胞にて選択的に処理されること、それらの情報が視床下部及び中脳に送られ、報酬の主観的価値が計算されることを明らかにした（別添資料 1-1-5-e（再掲））。自閉スペクトラム症様のサルを見出し、他者の行動に応答する内側前頭前野細胞の欠落と、ヒト精神障害に関係する 2 遺伝子の変異（異常）を特定した（研究業績説明書 #9）。

行動機能の脳内メカニズムについては、運動野での視床シナプス形成が入力層ごとに特異的に生じること、視床入力と皮質間入力が相補的に働いて、運動野からの適切な出力が形成されることを明らかにした。運動野から大脳基底核への情報入力が、神経活動の中心抑制と周辺興奮を引き起こすことで、必要な運動のみを生成し、不必要な運動を抑制することを解明した。感覚機能の脳内メカニズムでは、生後の視覚体験に依存して一次視覚野の細胞同士に活動同期が生じること、その程度は深層と比し浅層において顕著であることを、精緻な生理学的手法により明らかにした（研究業績説明書 #8、別添資料 1-1-5-2-a）。

心理現象の脳内メカニズムについては、持続的な幸福感が吻側前部帯状回の体積と相関し、一時的な幸福感がポジティブな出来事を想起する際の同領域の神経活動と相関することを解明した。前帯状皮質と扁桃体の機能結合により、恐怖刺激が自律神経系に伝達されることを明らかにした。社会的行動の脳内メカニズムでは、2 個体のヒトを用いた研究により、協力行動の遂行において、他者の影響を受けやすい人ほど、右側の側頭頭頂接合部の前方領域の神経活動が増強することを解明した（研究業績説明書 #13、別添資料 1-1-5-2-b）。

革新的脳情報抽出手法及び神経ネットワーク機能の操作手法の改良に関しては、高効率で逆行性に感染するウイルスベクターの開発に成功した。それをサルの脊髄損傷モデルに適用することで、損傷を免れた脊髄固有ニューロンを介する神経回路が手指の巧緻運動の回復を担うことを解明した（別添資料 1-1-5-f（再掲））。脳組織の微細構造の解析手法の改良では、カーボンナノチューブをコートしたテープを電子顕微鏡観察法に適用することで、従来法と比し格段に効率の良い、高解像度かつ立体的な脳組織微細構造の観察に成功した（別添資料 1-1-5-g（再掲））。脳の損傷部位では、活性化して増殖・肥大化したグリア細胞が神経細胞の移動を妨げることを見出し、それを改善することで脳機能の再生につながることを示した（研究業績説明書 #11）。

生体分子の微細構造の解析手法の改良に関しては、巨大タンパク質複合体やウイルス粒子を対象として、クライオ電子顕微鏡による単粒子構造解析を行うことで、生命科学分野における重要な知見をもたらした（別添資料 1-1-5-h（再掲））。特に、生理学研究所独自開発技術である電子顕微鏡用ゼルニク位相板を解析に応用することで、通常の方法では検出困難であるタンパク質複合体の構造要素を可視化した（研究業績説明書 #12）。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－5－2）

(A) 認知・行動・感覚等の高次脳機能、心理現象、社会的行動の脳内メカニズムの解明を目指す研究を進める。特に、自己と他者の認知における大域的神経回路の役割の解明、随意運動生成及び視覚の生後発達における、大脳新皮質及び皮質下領域の役割の解明、社会的心理現象やコミュニケーション行動の発現・制御における神経ネットワークの動的機構の解明に関する研究を進める。

(B) 革新的脳情報抽出手法の開発、神経活動やネットワーク機能の操作手法の導入・改良、脳組織や生体分子等の微細構造の解析手法の改良に向けた研究を進める。特に、新規高効率遺伝子導入ウイルスベクターの開発とその有用性の検証、脳イメージング画像や脳波などの大規模脳活動データから有意な信号を抽出する新規解析手法の開発、脳組織や生体分子の微細構造の大規模データを自動的に三次元再構築する処理システムの構築に向けた研究を実施する。

《中期計画 1-1-5-3 に係る状況》

中期計画の内容	脳－人体の働きとそのしくみについて、分子から個体を統合する空間的・時間的関連、及び多臓器連関の統合的理解のため、7テスラ超高磁場 MRI によるイメージング等の生体情報計測技術の高度化を行う。また、新規パラメータの取得法や、大規模データ解析法の開発を行う。【18】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-5-3）

(A) 7テスラ超高磁場 MRI によるイメージング等の生体情報計測技術の高度化を目指し、以下のような計測方法の開発、データ解析方法の開発を行った。

ミエリン-水イメージングは、脳におけるミエリン濃度を画像化する方法である。7テスラ MRI を用いて、ミエリン-水イメージングの新たなシークエンスと画像処理方法を開発した。その結果、詳細な白質像を得ることに成功した。これは3テスラ MRI 装置への応用も可能である。

MRI の応用としてパーキンソン病などに対する脳深部刺激療法の際のターゲット同定のために MRI 画像が用いられるが、従来装置では詳細な画像、とくに淡蒼球外節・内節の領域を分けることが困難であった。7テスラ MRI を用いてパルスシークエンスを最適化することにより、淡蒼球外節と内節の境界、内節内の構造など詳細まで描出することが可能になった。

ヒト脳内のグルコース代謝を調べる際に、従来は放射性トレーサーを投与し外来性グルコースを観測していた。7テスラ MRI を用いて、内在性のグルコース濃度を計測する新たなシークエンスとデータ解析方法を開発した。

MRI を用いて、2個体の脳活動を同時に計測・画像化する手法を引き続き開発した。その結果、右側頭頭頂接合部が他者との協調に重要であることを発見した。

また、これらヒト計測の手法で得られたデータをもとに、非ヒト霊長類に特化した撮像コイルの設計を行った。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-5-3）

脳白質のミエリン密度に特化した画像検出技術の高分解能化に関して、7テスラ MRI を用いて、ミエリン-水の比率を画像化する新たな撮影方法と画像処理方法を開発し、MRI画像の高分解能化に成功した。今後、詳細な白質病変の検出への応用が期待される（研究業績説明書#14、別添資料1-1-5-i（再掲））。

脳深部構造の高分解能画像化に関して、7テスラ MRI を用いて、解剖画像計測パルスシークエンスの最適化を実施し、従来装置では描出が困難であった大脳基底核の「淡蒼球外節・内節」の同定分離を可能にした。本技術は、パーキンソン病などに対する淡蒼

球内節—脳深部刺激療法の際、ターゲット同定の高精度化への貢献が期待される（研究業績説明書#14、別添資料1-1-5-i（再掲））。

脳内グルコース計測法の開発に関して、7テスラMRIを用いて、脳内のグルコースを計測するためのMR スペクトロスコピー法を開発した。従来法に比べて、放射性トレーサーを投与する必要がなく、内在性グルコースの観測をも可能にした画期的な手法である（研究業績説明書#14、別添資料1-1-5-i（再掲））。

2個体同時計測に関して、2人の協力行動や脳活動を同時に計測・画像化するための2個体 fMRI 同時計測手法とデータ処理法を開発を行なった。その結果、他者との共同行為の際の脳活動を明らかにすることができた（研究業績説明書#13、別添資料 1-1-5-2-b（再掲））。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－5－3）

（A）7テスラ超高磁場 MRI を用いた高精細解剖画像取得プロトコルの最適化をさらに進める。スペクトロスコピー法を用い計測を行う。また、開発した非ヒト霊長類の撮像コイルを用い、非ヒト霊長類の撮影を行う。

2個体同時計測機能的磁気共鳴画像装置（fMRI）については、引き続き2者間の協調に関係した脳活動の計測を行う。

〔小項目 1－1－6 の分析〕

小項目の内容	分子科学分野では、物質・材料の基本となる分子及び分子集合体の構造、機能、反応に関して、原子・分子及び電子のレベルにおいて究明することにより、化学現象の一般的法則を構築し、新たな現象や機能を予測、実現する。＜6＞
--------	---

○小項目 1－1－6 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

分子科学研究所では、物質・材料の基本となる広い意味での分子とその集合体の構造、反応、機能に関して、量子力学、統計力学や分子シミュレーション等の理論的・計算科学的な扱い（中期計画 1－1－6－1）、分光学的手法を始めとする光分子科学的な実験手法（中期計画 1－1－6－2）、分子物質、ナノ物質、デバイス、生体分子やそれらのモデル物質の設計・開発とそれらの特性・機能解明のための種々の方法論の開発・適用（中期計画 1－1－6－3）といった手段で、主として基礎的な研究領域を推進した。いずれの中期計画においても、以下に記述するように、各研究分野で第一線の優れた研究成果を継続的にあげており、一部の研究分野では、社会的意義も有する応用研究分野にも大きく寄与している。

第3期中期目標期間においては、個々の分子やナノ物質の構造や機能に重点を置いた従来の研究を超えて、（しばしば複数種の分子から成る）構成物質が集合したことにより現れる特徴的な機能とその機構に焦点を当てた研究に重点を移してきた。下記に記す実績の殆どは、その観点で進められた研究業績となっている。また、それらの研究の基盤となる、光源の開発、実験手法の開発や、光と分子の相互作用に関する基礎理論なども含まれている。

分子物質に関する理論的・計算科学的な扱いについては、従前に比較してより大きな系

に対する分子レベルのシミュレーションや電子状態理論の展開、光と分子の相互作用を精密に取り入れた理論の構築とシミュレーションコードの開発などで、分子システムの機能を理論的に直接議論することが可能となっており、分子理論の発展に大きく貢献した。

光分子科学的な実験研究においては、研究基盤としての放射光源やレーザー光源で、新たな偏光状態の光源、超短パルス光源、超小型光源であるマイクロチップレーザーなどの開発でこの分野の発展に貢献し、また物質の量子力学特性を有効に活かす基礎的手法の開発、顕微イメージング手法の開発、またそれらを利用した機能性物質の機能・機構解明などで高く評価される成果をあげた。

物質の設計・開発と特性・機能解明の研究では、特徴的な機能を有する化合物の合成とその特性の利用、有機化合物を基盤とする電子デバイスの展開、自己分子集合システムの創出を通じた「配位結合駆動の自己集合」という物質構築に変革をもたらす新たな概念の開拓など、新物質・新機能開発の研究に貢献する様々な成果をあげた。また生命活動を司る分子物質、特に分子モーター、センサー蛋白分子、神経シグナル伝達物質などの構造、機能、反応の解明に寄与する研究、アルツハイマー病の原因とされるアミロイドβペプチドの凝集機構などで高水準な成果をあげ、生体分子の高次機能解明に貢献した。

○特記事項（小項目1-1-6）

（優れた点）

- ・ 光とナノ構造体の相互作用を記述するソフトウェア SALMON を開発し、オープンソースソフトウェアとして公開した。一連の成果を発表した論文は、物理学及び化学の分野の Top 1 %論文にランクされるとともに、光が物質に作用することで誘起される諸現象を原子・分子及び電子のレベルで究明する成果として高い評価を受けた（研究業績説明書 #11：SS 評価、別添資料 1-1-6-a）。（中期計画 1-1-6-1）
- ・ 深紫外光の波面を渦状に制御できる挿入光源、先端的光学材料を用いた大出力マイクロチップレーザー、テラヘルツ光源、赤外超短パルスレーザー光源を独自開発するとともに、それらの利用研究をとおして、物質や材料のマクロな物性を裏打ちする分子及び分子集合体の構造、機能、反応の解明に大きく寄与した。そのなかでも、放射光挿入光源による光渦発生に関する一連の成果は、高頻度で引用されている他、核物理、原子物理、光物性、宇宙、プラズマなど 7 領域が集う合同シンポジウム（日本物理学会、2018 年）で取り上げられるなど、量子ビーム分野だけでなく物理学の広い領域から注目を集めた（研究業績説明書 #6：SS 評価、別添資料 1-1-6-b）。（中期計画 1-1-6-2）
- ・ sp² 炭素原子を基本ユニットとする 2 次元炭素高分子の合成法を確立し、同高分子がヨウ素ドーピングにより優れた半導体特性を示すことを報じた論文は、化学分野の Top 1 %論文にランクされるなど、新たな分子物質や化学反応系の設計に大きく貢献した（研究業績説明書 #10：SS 評価、別添資料 1-1-6-c）。また、物質の構造が「おのずと組み上がる」という物質構築の新しい概念と手法を展開し、ナノスケール物質やナノ空間のボトムアップ設計・創出を行った。とりわけ、ペプチド鎖と金属イオンの混合により自己集合させたカプセル状構造の合成や、試料の結晶化を必要としない X 線構造解析手法（結晶スポンジ法）の開発は、関連論文の総引用数が 3 万回に及び 2018 年ウルフ賞化学部門の受賞にも繋がるなど高い評価を得た（研究業績説明書 #14：SS 評価、別添資料 1-1-6-d）。その他にも、キャリア注入によってモット転移あるいは超伝導転移を引き起こす有機トランジスタを開発し、新奇な光誘起超伝導デバイスの設計・創製に大きく貢献した。（中期計画 1-1-6-3）

（特色ある点）

- ・ 統計力学や分子シミュレーションの理論的手法を、生命科学／医学分野で重要視されている生体分子やその集合体の動作機構解明に適用して優れた成果をあげた。そのなかでも、アルツハイマー病の原因物質とされるアミロイド β ペプチドの動的構造を

分子動力学シミュレーション等で解析した成果は、多数の招待講演や論文が Top10% にランクされるなど高く評価されている（研究業績説明書 #4：SS 評価、別添資料 1-1-6-e）。（中期計画 1-1-6-1）

- ・ 独自開発した 3 つの光基盤技術（光制御、先端的顕微イメージング、電子状態解析）で原子／分子システムを操作・観察し、同システムに内在する相互作用や高次機能発現機構の解明に大きく貢献した。なかでも、レーザー冷却や光トラップにより光制御された超高速量子シミュレータについては、プロトタイプ機に関する論文が Top10% にランクされるなど、高く評価されている（研究業績説明書 #3：SS 評価、別添資料 1-1-6-f）。その他にも、円偏光を用いた顕微イメージングによる分子システムの高次機能の解明や、放射光分光に基づくトポロジカル絶縁体の 2 次元電子状態解析など、多数の引用を受けている他（研究業績説明書 #9：SS 評価、別添資料 1-1-6-g）、物質系の相互作用の解明や動的挙動の光制御に大きく貢献した。（中期計画 1-1-6-2）
- ・ 先端的分析法を駆使して、錯体や生体分子及びそれら集合体の構造や機能を究明した。結晶性多糖を分解するキチナーゼの 1 分子観測、味物質のセンサーとして働く味覚受容体の X 線／電子顕微鏡構造解析、アルツハイマー病の原因物質とされるアミロイド β ペプチドの動的構造解析などをとおして、生命・錯体分子科学における新たな展開を可能にする基盤的研究の推進に大きく貢献した。（中期計画 1-1-6-3）

（今後の課題）

- ・ 量子力学や電子状態計算等を基盤とする理論・計算科学的手法を開発／改良しつつ、物質や界面の機能・物性を解明する研究を継続して推進する。また、統計力学や分子シミュレーション等を基盤とする理論・計算科学的手法を開発／改良しつつ、生体分子システムの構造・機能・設計に関する研究を継続して推進する。（中期計画 1-1-6-1）
- ・ UVSOR から発する放射光や、レーザー光源に新たな特性を付与する技術や方法論を継続して開発する。超高速量子シミュレータやナノ構造物質のキラル光学特性を光制御する基盤的研究を推進するとともに、有機材料や超電導物質の電子状態を解析するための先端的放射光利用実験を継続する。（中期計画 1-1-6-2）
- ・ 有機太陽電池素子、燃料電池、有機 FET 素子、触媒、錯体、磁性薄膜、生体分子等を対象に、それらの新規機能や物性の探索・評価を継続するとともに、新しい物質輸送、エネルギー変換、物質変換などを司る分子システムの設計・創製を引き続き推進する。（中期計画 1-1-6-3）

〔小項目 1-1-6 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1-1-6-1 に係る状況》

中期計画の内容	量子力学、統計力学、分子シミュレーション等の理論的・計算化学的方法により、小分子系から生体分子、ナノ物質などの高次複雑分子系に至る様々な分子システムの構造・性質とその起源を解明するとともに、新たな機能開拓に向けた研究を行う。【19】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-6-1）

- (A) 量子力学等に基づいた新たな量子化学的手法を開発するとともに、それにより、触媒作用、分子デバイス、光と分子の相互作用等に関する高度な理論・計算的研究を推進し

た。また分子の量子力学的扱いと電磁気学を統合した新たな理論的手法を開発し、ナノ構造体の近接場光相互作用の解析に用いた。

- (B) 統計力学、分子シミュレーション等の理論計算手法を発展させるとともに、これらの手法を様々な機能を持つ生体分子の構造や機能の起原を解析する研究に用いた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-6-1）

単分子触媒、有機太陽電池を始めとする機能性分子・半導体デバイスの動作機構解明や理論設計などの優れた成果をあげ、量子力学を基礎とする分子システムの機能開拓に貢献した。またナノ構造体の近接場光励起電子ダイナミクスの理論的定式化と数値計算、分子集合体の円偏光発光の機構解明などの優れた成果をあげ、量子論を基盤とする分子と光の相互作用に関する基礎研究に大きく貢献した。第一原理計算手法に基づいて光と物質の相互作用を記述するソフトウェア SALMON を開発し、オープンソースソフトウェアとして公開した。この一連の成果を発表した論文は、物理及び化学の分野の被引用数 Top 1% にランクされるなど、高く評価されている（研究業績説明書 #11：SS 評価）。

統計力学、分子シミュレーション等の理論的手法をアミロイドβペプチド、キチナーゼ（生体分子モーター）、トランスポータータンパク質等、生体分子の機能、動作機構解明に適用して優れた成果をあげ、生体分子の構造・機能とその起原の理論解析に大きく貢献した。アミロイドβに関し、その凝集機構解明に向けた分子動力学シミュレーションで構造と動的課程を解析し、その一連の成果は多数の招待講演や論文が Top10% にランクされるなど、高く評価されている（研究業績説明書 #4：SS 評価）。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1-1-6-1）

- (A) 量子力学、統計力学、電子状態計算等を基盤とした理論・計算科学的手法を開発し、表面・界面、ナノ構造物質等の機能・物性、電子励起ダイナミクスの発現機構の解明と、新たな機能開拓に向けた研究を継続して推進する。
- (B) 統計力学、分子シミュレーション等を基盤とした理論・計算科学的手法を開発し、生体分子システムを中心とする複雑分子システムの構造・機能・物性とそれらの起原に関する研究を継続して推進する。

《中期計画 1-1-6-2 に係る状況》

中期計画の内容	光分子科学の新たな展開を可能とする様々な波長域や高強度の光・電磁波を得るための高度な光源の開発及び先端的な分光法の実現を行うとともに、分子システムに内在する相互作用と高次機能発現機構の解明や高次機能と動的挙動の光制御に関する研究を行う。 【20】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1-1-6-2）

- (A) 分子物質と光の相互作用に関する研究を念頭に、放射光施設（極端紫外光研究施設（UVSOR））や新規レーザー光源等の開発を進めた。特に放射光源からの光渦や、大出力マイクロチップレーザー、赤外モノサイクル超短パルス光源など、先端的な新光源の開発を重点的に行なった。
- (B) 極低温原子集団による量子シミュレータの開発、レーザー光源を用いた先端的顕微イメージング法の開発、キラルな光-物質相互作用の研究や、放射光分光を用いた有機半導体や高温超伝導体の基礎物性の研究などを推進した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1-1-6-2）

電子を蛇行させて輝度の高い放射光を得るアンジュレーターからの深紫外域での光渦の発生とその原理の解明、配向と界面を制御した光学材料を用いた大出力マイクロチップレーザーやテラヘルツ光源の開発、赤外超短パルスレーザー光源の開発とその利用研究等の成果をあげ、光分子科学の基盤となる光源開発に大きく寄与した。放射光による光渦発生に関する一連の成果は多数の引用を受けている他、日本物理学会において7領域合同でのシンポジウムとして取り上げられるなど高く評価され(研究業績説明書 #6: SS 評価)、放射光科学、レーザー科学、光分子科学の研究分野における新たな研究領域展開に貢献した。

極低温原子による超高速量子シミュレータの開発ではそのプロトタイプの完成に至り、研究成果に関する論文が Top10%にランクされるなど、高く評価され(研究業績説明書 #3: SS 評価、別添資料 1-1-6-f)、物質系の相互作用の解明や動的挙動の光制御の基礎として大きく貢献した。また円偏光や赤外超短パルス光による先端的顕微イメージング手法の開発などの優れた成果をあげ、分子システムの高次機能と動的挙動解明に貢献し、放射光分光に基づく有機半導体の伝導機構の解明、高温超電導体やトポロジカル絶縁体の電子状態解明など、分子システムの高次機能発現の解明と制御に大きく貢献した。トポロジカル絶縁体の2次元電子状態の研究では、多数の引用を受けている他、数件の新聞発表も行うなど、高く評価されている(研究業績説明書 #9: SS 評価、別添資料 1-1-6-g)。

○2020、2021 年度の実施予定 (中期計画 1-1-6-2)

- (A) 放射光の新たな特性を引き出す方法論や、新たな特性を持つレーザー光源の開発を継続して推進するとともに、高性能レーザー光源技術の社会インフラへの適用を念頭に置いた研究を進める。
- (B) 超高速量子シミュレータ、ナノ構造物質のキラル光学特性、光による物質制御・操作などの新規な光-物質相互作用に関する基盤的な研究を推進する。また放射光利用実験による有機材料、超電導物質等の各種環境下における電子構造の研究を継続して推進する。

《中期計画 1-1-6-3に係る状況》

中期計画の内容	多様な分子計測法を駆使して金属錯体、ナノ物質、生体分子とそのモデル系が示す高次機能や協同現象に対する分子レベルの機構解明に関する研究を行うとともに、新規な電氣的・磁氣的・光学的特性や高効率な物質変換・エネルギー変換を目的とした新たな分子物質や化学反応系の設計・開発を行う。【21】
実施状況 (実施予定を含む) の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況 (中期計画 1-1-6-3)

- (A) 有機太陽電池素子・有機 FET 素子・機能性有機無機化合物・光触媒・磁性薄膜などの創成・開発、及びこれらの分子性物質や生体関連物質・燃料電池・蓄電池・センサーなどの新規機能物性探索と特性向上、さらには機能解析のための新規物性計測手法開発を行った。
- (B) 金属錯体・有機触媒及び生体分子複合体の高次構造・動態・機能の基盤研究、展開研究を行った。特に、機能活性中心分子とこれら分子が機能発現する反応場との統合的な基礎学理探求を基盤とし、新しい物質輸送、エネルギー変換、物質変換などを司る機能性分子システムの設計・創製を推進した。

○小項目の達成に向けて得られた実績 (中期計画 1-1-6-3)

有機エレクトロニクス製品において不可欠の技術となっている「分子ドーピング」に用いるドーパント分子の役割を明らかにすることで、ドーピング有機半導体の電気伝導度を決める鍵となる因子を発見し、有機半導体の伝導機構を解明した。

また、sp² 炭素原子が2次元的に繋がって原子層を形成し、特異な物理・化学特性を示す2次元炭素材料であるグラフェンを研究対象とし、sp² 炭素ユニットから2次元炭素高分子を合成する手法を開拓した。この2次元 sp² 炭素材料は、ヨウ素でドーピングすると、優れた半導体特性を示し、極めて高濃度の有機ラジカル種を発生することが可能であり、低温下では発生したラジカルスピンの同方向に配列することを明らかにした（研究業績説明書 #10：SS 評価、別添資料 1-1-6-c（再掲））。これらの成果は、新規な電氣的・磁氣的特性を示す新たな分子物質の設計・開発に寄与するものである。

有機物のモット絶縁体に関し、キャリア注入によりバンドフィリングを制御する方法の開拓が従来より課題となっていたが、これを電界効果デバイスを用いて実現し、モット転移あるいは超伝導転移を引き起こすトランジスタを開発した。この手法と基板ひずみ技術を組み合わせることにより、モット絶縁体のバンド幅とバンドフィリングを同時に制御することが可能となり、これまで不明であったモット絶縁体の二次元基底状態相図を明らかにすることに成功した。これらの成果は、新奇な超伝導材料の開発や光誘起超伝導デバイスの開発といった機能性材料開発に寄与するものである。

自己集合分子システムの創出と「配位結合駆動の自己集合」という、物質構築の新しい概念と手法を、機能物質構築学へ、さらにはナノスケール物質やナノ空間のボトムアップ創出法へと大きく飛躍させた。特に、スポンジのように有機化合物を吸収する結晶性空間材料を開発し、吸収されたゲスト化合物自身を結晶化の工程を経ずに X 線構造解析する結晶スポンジ法を創出した（研究業績説明書 #14：SS 評価、別添資料 1-1-6-d（再掲））。これらの成果は、新規な物性を示す分子材料の開発、新規な分子構造解析手法の開発に寄与するものである。

バイオ燃料の原料となる結晶性多糖を効率的に分解するキチン分解酵素キチナーゼの作動機構を、独自に開発した先端的光学顕微鏡法等により1分子観測して解明した。

口の中で味物質のセンサーとして働く味覚受容体タンパク質については、細胞外領域に存在する部分の構造変化を解明することで、味覚の仕組みの理解に繋がった。

アルツハイマー病発の原因とされるアミロイドβ (Aβ) ペプチドに関しては、核磁気共鳴分光法等の実験、及びコンピュータを使った分子動力学シミュレーションにより Aβ タンパク質の構造解析を行い、Aβ 凝集体の凝集機構を解明した。これらの研究成果は、生体分子の高次機能解明に寄与するものである。

神経シグナル伝達に関わる Notch 受容体及び免疫応答に必須な Fc 受容体とリガンドとの相互作用において、糖鎖修飾が重要な役割を担っていることを明らかにした。さらに、Notch 受容体やジストログリカンといったタンパク質の糖鎖修飾の破綻が疾患を引き起こすことを明らかにした。これらの研究成果は、生体分子の高次機能や協同現象に対する分子レベルの機構解明に寄与するものである。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－1－6－3）

- (A) 有機太陽電池素子・有機 FET 素子・機能性有機無機化合物・光触媒・磁性薄膜などの創成・開発、及びこれらの分子性物質や生体関連物質・燃料電池・蓄電池・センサーなどの新規機能物性探索・創成と特性向上、さらには機能解析のための新規物性計測手法開発を引き続き行う。また生命システムの自律的機能を階層構造の観点から詳しく解析し、その結果を基に、天然には存在しない新規の分子システムや分子機械を設計する。
- (B) 金属錯体・有機触媒及び生体分子複合体の高次構造・動態・機能の基盤研究、展開研究を継続して行う。特に、機能活性中心分子とこれら分子が機能発現する反応場との統合的な基礎学理探求を基盤とし、新しい物質輸送、エネルギー変換、物質変換などを司る機能性分子システムの設計・創製を引き続き推進する。

(2)中項目 1－2「研究実施体制等の整備」の達成状況の分析

〔小項目 1－2－1の分析〕

小項目の内容	国際的かつ先端的な学術研究を持続的に推進するため、十分な研究体制を確保する。＜7＞
--------	---

○小項目 1－2－1の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	2	1
中期計画を実施している。	1	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	1

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

本機構では第3期中期計画から「戦略的国際研究交流加速事業」を展開し、種々の施策を実施しているが、この施策を発展させ、世界的なグローバル化の進展に対応した国際的拠点のさらに越えるものを生み出すため、第3期中期計画に記載はないものの、これまでに類のない国際連携研究センター（IRCC）を創設し、世界最先端の国際共同研究を実施している。

各機関においては、それぞれの持つ専門分野の世界的な研究動向を見据え、運営会議の意見も聞きながら常に研究実施体制の改善を図っている。また、新たな方向性を探る研究や学際的研究を推進する研究グループの形成支援、若手研究者の支援、競争的資金の獲得支援、国際的研究環境の整備等を積極的に進めている。特に大型プロジェクトを推進する機関では、プロジェクトの進捗に応じて推進体制の見直しを実施するとともに、リーダーやプロジェクトマネージャーなどへの適切な人事配置を行っている。また、プロジェクトの目標達成度や進捗状況に関し、研究者コミュニティの意見を踏まえ、各機関の運営会議等において議論し適切な意思決定を行っている。平行して、立地する地元市民の理解・支援を得るべく、懇談会や地元自治体との密な協議を通したリスクコミュニケーションを実施している。

アストロバイオロジーセンターにおいては、クロスアポイント制度を活用し、センター長や海外機関から最先端の研究者を招へいするなど、国内外の第一線の研究者の配置及び研究支援体制の構築により、国際的かつ先端的な研究を推進できる体制が出来ている。なお、当該研究拠点の外国人研究者の割合は現時点で11.1%であり、第3期中期目標期間終了時までに20%以上とする。

新分野創成センターにおいては、第3期中期目標期間当初のブレインサイエンス研究分野とイメージングサイエンス研究分野と岡崎統合バイオサイエンスセンターとスクラップアンドビルドし、より挑戦的な課題に取り組む「生命創成探究センター」を設立した。

これに伴い、新分野創成センターの新たな研究分野として「先端光科学研究分野」「プラズマバイオ研究分野」を新たな分野として立ち上げ、2018年から活動を開始している。特に「プラズマバイオ研究分野」では名古屋大学・九州大学とコンソーシアムを組み役割を明確にして研究を進める新たな方式を採用した。

生命創成探究センターを、岡崎統合バイオサイエンスセンターを白紙に戻し、人材を選び直すとともに、挑戦的な目標を掲げ、上記2研究分野を加えて設立した。統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同研究に加えて、「ExCELLS 課題研究」と「ExCELLS 連携研究」と言う2つの特徴ある共同研究を実施している

●国際拠点形成（中期計画 1－2－1－3）

1) アストロバイオロジーセンターの発展：

異分野連携に関する「戦略性が高く意欲的な目標・計画」として掲げた「アストロバイオロジーセンター」については、クロスアポイントメント制度を活用し国内外から優秀な研究者を雇用して研究体制を構築（センター長もクロスアポイントメント制度で迎えている）、幅広い国内外との共同研究を展開し我が国における同分野の拠点として発展させた。

2) 国際連携研究センター（IRCC）を新たに設置：

本機構では第3期中期計画から「戦略的国際研究交流加速事業」を展開し、機構と海外機関との間で、共同で戦略的研究目標を設定し、雇用した特任研究員を目標達成のため海外機関と本機構の両方で研究させる組織的な国際共同研究を実施してきた。この方式は両機関の発展に大きく寄与するものであり、この施策を発展させ、世界的なグローバル化の進展に対応した国際的拠点をさらに越えるものを生み出すため、第3期中期計画に記載はないものの、これまでに類のない国際連携研究センター（IRCC）を創設し、世界最先端の国際共同研究を実施している。IRCCでは、従来の国際共同研究とは異なり、国外にブランチを設置して、連携先の海外機関と共同で戦略的研究目標を設定、共同の国際公募・選考による人事、両機関で研究を指導など、外国機関と本機構が一体となって運用する体制を整えた。また、米国・プリンストン大学やドイツ・マックスプランク協会と連携し、アストロフュージョンプラズマ物理研究部門ならびに定量・イメージング生物学研究部門を立ち上げた。IRCCが上記2海外機関と共同で国際公募・選考して雇用する特任研究員は、日本のIRCCではIRCCフェロー、プリンストンとボンのブランチでは、プリンストン滞在型特任研究員あるいはマックスプランク滞在型特任研究員と呼んでいる。特に、プリンストン大学では同大学が雇用するPostdoctoral Research Fellowの身分を与えられており、併任となっている。人件費は機構が負担するものの、社会保障等はプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。なお、これらの国際拠点による活動や、機関の国際共同研究の推進をうけて、国際共著論文率は、2018年度以来、50%を超え、極めて高いレベルで国際共同研究を推進できている。

● 4 センターによる分野間連携研究の発展（中期計画1-2-1-3）

分野間連携については、広く公募に基づく研究課題を支援しているが、重点分野について機構本部に直属のセンターを置き推進している。現在、新分野創成センター、アストロバイオロジーセンター、生命創成探究センター、国際連携研究センターの4センターがある（別添資料1-1-1-a（再掲）、1-1-1-c（再掲））。

1) 生命創成探究センター（ExCELLS）の設置：

分野や機関の枠を超えて、「生きているとは何か」という生命科学の究極の謎を解明することを目標に掲げ、基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所（以下、「岡崎3機関」という。）の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」を白紙に戻し、本研究に必要な部門を選び直すとともに、新分野創成センターの「ブレインサイエンス研究分野」と「イメージングサイエンス研究分野」を加えて、「創成研究領域」と「極限環境生命探査室（厳しい環境を扱う関連分野の研究機関と連携、客員で構成）」からなる機構直轄の新センターを創設した。統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同研究に加えて、大きな課題を幾つか提示し公募、代表者がセンターの複数の研究グループを選択して実施する「ExCELLS 課題研究」、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者をPIとして客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの特徴ある共同研究を行っている（別添資料1-1-1-d（再掲））。

2) 新分野創成センターを刷新：

新分野探査室での議論などにより新分野創成センターを刷新し、新たに2つの研究分野を（「最先端光科学」「プラズマバイオ」）立ち上げた。特に、プラズマバイオ研究分野においては、大学と連携し効率的・効果的に共同研究を推進するため、名古屋大学（共同利用・共同研究拠点との連携）・九州大学とともに「プラズマバイオコンソーシアム」を2018年6月1日に発足し、大学との連携による共同利用・共同研究のオールジャパン体制の構築を図った。

●異分野融合を促進するための研究システム改革の取組み（中期計画1－2－1－1、1－2－1－3）

1) 自然科学共同利用・共同研究統括システム（NOUS）の推進：

機関・分野の壁を取り除き、異分野融合を自然に促進させる機構が統一して行う新たな共同利用・共同研究体制を構築するため、共同利用・共同研究の申請の窓口を1本化し、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析・評価に至るまでを統一的にWeb上で管理する『自然科学共同利用・共同研究統括システム（NOUS）』の構築とその適用を強力に推進した。

2) 分野融合型共同研究事業の実施：

機関・分野の枠を超えた共同研究・共同研究体制構築の一環として、NOUSに加え、大学の研究者と機構内の分野や機関の枠を超えた共同研究を支援した。

3) 若手研究者による分野間連携研究プロジェクトの実施：

機構内の若手研究者が、既存の研究分野にとらわれず、他分野の研究者との連携を通して異分野の研究手法や知見を融合させる取組みを支援した。

4) 大学の研究者も招いた機構内サイトビジットの実施（研究者交流）：

普段は接触の機会のない機関・分野を跨いだ機構内研究者の人材交流の場「機構内サイトビジット」を1～3回／年度実施した。2019年度からは、参加募集を大学に広げた。

5) オープンラボの基盤整備：

機構として、アストロバイオロジーやプラズマバイオロジーの異分野融合研究を多様な研究者を交えて推進するためオープンラボの施設整備を2019年度より実施した。

6) 4機構の異分野融合・新分野創成の取組み：

「大学共同利用機関法人機構長会議」の下に設置した3つの委員会：評価検討委員会、異分野融合・新分野創成委員会、事務連携委員会において、4機構が連携した取組みを企画・実施した。自然科学研究機構は、異分野融合・新分野創成委員会の主査となり、異分野融合を主導した。具体的には、文理横断的研究プロジェクト（共同研究ならびにスタートアップ事業）を公募し採択した。また、4機構に所属する研究者の「出会いの場」としてI-URICフロンティアコロキウムを開催し、毎回文理融合に関わる複数のテーマを掲げ、参加者で意見交換を行う試みを実施した。

○特記事項（小項目1－2－1）

（優れた点）

- ・ 国際的かつ先端的な学術研究を持続的に推進するため、本機構では、大型プロジェクト研究、各分野の先進的研究を持続的に推進する体制に加えて、スクラップアンドビルトなどにより、分野融合・新分野創成を目指した、国際的かつ最先端の研究を行う機構直轄の4センター体制を整備した。センターでは、クロスアポイントメント制度による専任教員の研究などに加えて、それぞれ特徴のある共同研究体制を実施している。特に、アストロバイオロジーセンターにおいては、クロスアポイントメント制度を活用し、センター長や海外機関から最先端の研究者を招へいするなど、国内外の第一線の研究者の配置及び研究支援体制の構築により、国際的かつ先端的な研究を推進し優れた成果をあげている。（中期計画1－2－1－2、1－2－1－3）
- ・ 機関・分野の壁を取り除き、異分野融合・新分野創成を自然に促進させる、機構が統一して行う新たな共同利用・共同研究体制を構築した。このために、第3期中期計画に記載した、共同利用・共同研究の申請の窓口を1本化し、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析・評価に至るまでを統一的にWeb上で管理する『自然科学共同利用・共同研究統括システム（NOUS）』の構築とその適用を強力に推進した。（中期計画1－2－1－3）
- ・ 国際連携研究センター（IRCC）は、従来の国際共同研究とは異なり、国外にブランチを設置して、連携先の海外機関と共同で戦略的研究目標を設定、共同の国際公募・選

考による人事、両機関で研究を指導など、外国機関と本機構が一体となって運用する体制を整えた。この IRCC の運用方式は両機関の発展に寄与している。(中期計画 1－2－1－3)

(特色ある点)

- ・ 自然科学研究機構では天文学と核融合科学における大型プロジェクト 4 件を推進している。大型プロジェクトの推進に当たっては幅広い分野の研究者の参加が必要とされるとともに個々の研究者の深い専門性が問われる。そのため国立天文台と核融合科学研究所においては研究体制も講座（分野）を意識しないフレキシブルな運用をしている。また国際協力・交流にあたっては国際協定の実施機関としての活動を請け負うなど国内の大学を代表する役割を果たしている。(中期計画 1－2－1－2)
- ・ 核融合科学研究所では、地元住民等を対象とした市民説明会を 2006 年度から毎年度開催することで、研究所の活動等について地元住民等の理解を得るよう努めており、2016～2019 年度までの参加者数は延べ 1,100 名を超えている。さらに、地元自治体が共同設置した安全監視委員会で安全管理状況や最新の研究成果等を説明するなど、地元自治体等と情報を密に共有し、リスクコミュニケーションを着実に実施している。(中期計画 1－2－1－2)
- ・ 新分野創成センターの新たな研究分野として立ち上がった「プラズマバイオ研究分野」では名古屋大学・九州大学とコンソーシアムを組み、機構側は基礎過程の探求と共同利用・共同研究の窓口となるという役割を明確にして研究を進める新たな方式を採用した。(中期計画 1－2－1－3)
- ・ 2019 年度に発足した国際連携研究センターがプリンストン大学と共同で国際公募・選考して雇用する特任研究員は、同大学が雇用する Postdoctoral Research Fellow の身分を与えられており、併任となっている。人件費は機構が負担するものの、社会保障等はプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。(中期計画 1－2－1－3)

(今後の課題)

- ・ 引き続き、各機関・センターにおいて研究者の自由な発想による挑戦的な研究活動を促進するための環境整備も含めた支援を継続する。(中期計画 1－2－1－1)
- ・ 大型プロジェクトに関しては、引き続き研究者コミュニティの意見を踏まえ、各機関の運営会議等において迅速且つ適切な意思決定を行う。また、市民との懇談会や地元自治体との密な協議を通したリスクコミュニケーションを着実に実施する。(中期計画 1－2－1－2)

〔小項目 1－2－1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 1－2－1－1 に係る状況》

中期計画の内容	学術研究推進の基本である各研究者の自由な発想による挑戦的な研究活動を促進するため、新たな方向性を探る研究や学際的研究を推進する研究グループの形成支援、若手研究者の支援、競争的資金の獲得支援、国際的環境の整備等を強化する。【22】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－2－1－1）

(A) 機構本部では、以下の活動を実施した。

●新たな方向性を探る研究や学際的研究を推進する研究グループの形成支援

機構長のガバナンスのもと、国際的な拠点形成に向けた取り組みとして、「ネットワーク型研究加速事業」を実施し、分野を跨いだ研究分野におけるネットワーク形成や、分野における国際研究ネットワークの形成につなげるため、6つの事業を実施した。また、分野を跨いだ研究を促進するため、「NINS 分野融合型共同研究事業」を実施し、機構及び国内の大学や研究機関等の研究者による分野融合研究を実施した。また機構として、普段は接触の機会のない機関・分野を跨いだ機構内研究者の人材交流の場「機構内サイトビジット」を1～3回／年度実施し、異分野融合研究を推進する研究グループの形成支援に努めた。2019年度からは、参加募集を大学に広げた。さらに、多様な研究者を交えて推進するためオープンラボの施設整備を2019年度より実施した。加えて4機構連携の一環で「大学共同利用機関法人機構長会議」の下に設置した3つの委員会（評価検討委員会、異分野融合・新分野創成委員会、事務連携委員会）において、4機構が連携した取組みを企画・実施した。自然科学研究機構は、異分野融合・新分野創成委員会の主査となり、異分野融合を主導した。具体的には、文理横断的研究プロジェクト（共同研究ならびにスタートアップ事業）を公募し採択した。また、4機構に所属する若手研究者らが「出会いの場」としてI-URICフロンティアコロキウムを開催し、毎回文理融合に関わる複数のテーマを掲げ、参加者で意見交換を行う試みを実施した。

●若手研究者の支援

若手研究者への支援としては、機構本部の事業として、海外の大学や研究機関への若手研究者の派遣事業（戦略的国際研究交流加速事業）や分野間連携研究助成プロジェクト（若手研究者による分野間連携研究プロジェクト）を実施するとともに、各機関単位でも若手研究者を対象とした研究費支援の事業を行うなど、国際的に活躍する若手研究者の育成を継続して行った。このほか、各機関においては、若手研究者むけの論文執筆支援や研究費の獲得支援に加え、海外連携機関との協力による若手研究者の海外派遣支援や、異分野間での若手研究者による共同研究の推進・支援、さらに若手独立フェロー制度（学位取得後間もない若手研究者に独立研究室を主宰させる制度）等の若手研究者支援を継続して実施した。また、機構の各機関に所属する優秀な実績を残した若手研究者に対して、「若手研究者賞」を授与するなどの表彰を行った。

●競争的資金の獲得支援

外部資金獲得支援においては、機構全体として、科学研究費助成事業・新学術領域など大型予算獲得にむけたURAによるヒアリング対策支援等を実施してきた。また、各機関においても、URA等による獲得支援策をとってきた。たとえば、核融合科学研究所では、競争的資金の獲得を支援するため、ウェブ上の掲載情報等を集約し、メール等を活用して所内の研究者に周知すると共に、若手研究者による科学研究費助成事業への申請書類について、申請者からの希望に応じてURAが指導・助言を行う取組みを行った。基礎生物学研究所でも、研究力強化戦略室の特任教授等による申請書作成に対する指導・助言、科研費を中心とする外部資金の情報提供や情報交換会（科研費カフェ）の開催を行った。また、外部資金獲得に必要となる、ORCID等の研究者情報の取りまとめ方法についての情報提供やアカウント作成、情報更新方法に関する支援を行った。

●国際的環境の整備

国際的環境の整備については、機構の「戦略的国際研究交流加速事業」により、各機関で研究者の国際共同研究を支援した。また、機関独自でも国際共同研究のための海外出張旅費及び研究費を援助した。さらに、機構として、欧州ボンオフィス及び米国プリンストンオフィスを設置し、海外駐在型URAを配置して国際研究機関等との連携強化に向けた取り組みを実施している。具体的には、欧州ボンオフィスの海外駐在型URAが、ドイツ学術交流会（DAAD）及びドイツ研究振興協会（DFG）と交渉を行い、DAADとは、2019年12月に協定を締結した。本機構から、共同研究者を含む3グループを期限2年でドイツの機関に派遣し、ドイツからカウンターグループを自然科学研究機構で受け入れることが決定した。募集は2020年度に行い、実施は2021年度からとなる。DFGとは、引き続き交渉を行っている。また、米国プリンストンオフィスの海外駐在型URAは、

IRCC におけるプリンストン大学との共同研究者公募において、各機関間の研究者ポストの確立に関し積極的な交渉を行い、ポスト獲得に寄与した。また、機構における獲得特許に関し、関係する米国大学や企業等との交渉を行った。

- (B) 各機関・センターで趣向を凝らして新たな研究の支援を行っている。例として、国立天文台では、研究交流委員会による共同開発研究の公募に従来の予算枠を拡大した大型枠を設けるなど、研究者コミュニティからの要望を考慮しつつ、限られた予算の中で効果的に運用できるよう公募事業の制度改革を行った。アストロバイオロジーセンターでは、センター内の研究者向けの内部公募を行い、新しい分野への研究費助成を行った。新分野創成センターでは、それぞれの分野において挑戦的な研究活動を推進する目的で、教員に対して一定の研究費を支援している。機構本部では「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」を実施し、機構内公募により機構の若手研究者が機関の枠を超えた分野間連携研究を促進するための支援を行った。

特に若手研究者の育成については力を入れており、例えば所内公募・審査により優秀な若手研究者に研究費を助成し、自由な発想に基づく学術研究を支援している（基礎生物学研究所、生理学研究所）。また分子科学研究所では学位取得後間もない若手研究者を任期付き特任准教授として採用して研究室を主催させる「若手独立フェロー制度」を実施しており、理論系3名、実験系1名の若手独立フェローが在籍し、所長リーダーシップにより経費等の支援を行った。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画1－2－1－1）

機構本部では分野間連携を推進する事業として「分野融合型共同研究」を国内公募、「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」を機構内公募とし、研究費支援を行っている。また、国際拠点形成を目指した「戦略的国際研究交流加速事業」を実施し、各機関の国際化をバックアップしている。また、欧州ボンオフィスの海外駐在型 URA の働きにより、ドイツ学術交流会（DAAD）と2019年12月に協定を締結した。本機構から、共同研究者を含む3グループを期限2年でドイツの機関に派遣し、ドイツからカウンターグループを自然科学研究機構で受け入れることが決定した。募集は2020年度に行い、実施は2021年度からとなる。

外部資金獲得については、機構全体で大型資金獲得の支援策をとるとともに、各機関とも各種外部資金の公募情報の把握と周知を徹底するなど努力をしている。特に若手研究者に対しては、URAによる申請書作成支援を行っている。実際、こうした支援により、2016年度から2019年度の四年間において、機構の研究者が代表となり獲得した大型外部資金（新学術領域研究、基盤研究（S）、特別推進研究、AMED-CREST、CREST、ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム等）は、17件に上っている。

若手研究者の支援についても、所内公募に採択した課題への支援や海外機関への派遣など各機関で趣向を凝らした支援を行っており、特に分子科学研究所では学位取得後間もない若手研究者を任期付き特任准教授として採用して研究室を主催させる「若手独立フェロー制度」を実施しており、在籍した5名の若手独立フェローのうち、3名がフェローを修了した。3名はそれぞれ高水準の研究成果をあげ、1名は所内の教授公募に、1名は同じく准教授公募に応募して、選考の結果最終候補者となりそれぞれ就任し、1名は所外に特任准教授として転出した。2名は在任中である。また、若手研究者による分野間連携研究プロジェクトにおいては、延べ35名の若手研究者を支援（代表として）。このうち8名が、大学等にポジションをえるなど、若手研究者の育成に大きく貢献している。

さらに、新たな研究の方向を探る意味では、各機関において、それぞれが持つ運営会議において世界の研究の進展を議論し、適切な人事を進めた。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画1－2－1－1）

- (A) 機構本部では、引き続き、「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」を実施し、若手研究者の育成を行うとともに、第4期中期目標期間に向けた事業の展開について

て検討を行う。また、「分野融合型共同研究事業」やサイトビジットを継続的に実施し、分野を跨いだ研究の促進を図る。さらに、機構における「ネットワーク型研究加速事業」についても継続的に実施するとともに、第4期に向けた更なるネットワーク拡大に向けた検討を行う。

- (B) 国立天文台では、引き続き、研究交流委員会による公募事業を実施するとともに、状況に応じて制度の見直しを行う。優れた研究業績を上げた若手研究者に対し、国立天文台若手研究者奨励賞を授与する。

核融合科学研究所では、競争的資金の獲得を支援するため、引き続き外部研究資金の公募情報を研究者に周知すると共に、若手研究者に対して、科学研究費助成事業の申請内容の改善のための助言を行う他、海外機関において国際共同研究を行うための旅費及び研究費の支援を行う。

基礎生物科学研究所では、優秀な若手研究者を対象とした研究費助成を行い、自由な発想に基づく学術研究に対する支援を継続する。また、引き続き、研究力強化戦略室が中心となって設置した申請相談窓口により、競争的資金獲得のための支援を行うとともに、若手研究者を対象とした科研費に関する情報交換会（科研費カフェ）を開催する。

基礎生物科学研究所では、研究力強化戦略室が中心となって設置した申請相談窓口により、競争的資金獲得のための支援を行うとともに、優秀な若手研究者を対象とした研究費助成を行い、自由な発想に基づく学術研究に対する支援を継続する。また若手研究者を対象とした科研費に関する情報交換会（科研費カフェ）を開催する。

生理学研究所では、学位取得8年以内の若手研究者を対象とした、自由な発想による所内グラントを募集し、支援を行うとともに、競争的研究費のさらなる獲得に向けたトレーニングの一環として、申請書作成やヒアリングでの発表の指導を行う。

分子科学研究所では、若手独立フェロー制度を継続し、所長のリーダーシップにより各研究グループの研究のスタートアップ支援を行う。研究会開催等を通じて今後展開すべき研究領域について検討を行い、新たな研究グループ・プロジェクト発足に向けた人事選考を進める。

分野間連携を進める各センターでは、国内外の研究者との共同研究の枠組みを通じて学際的な研究を進めるとともに、ワークショップ等を開催し、若手研究者のスキルアップや国際基準での人材育成・研究マインドの醸成も併せて促進する。

《中期計画1－2－1－2に係る状況》

中期計画の内容	該当する各機関が行う大型プロジェクトに関しては、プロジェクトを適切に推進するための体制構築及びその不断の点検を実施するとともに、リーダーやプロジェクトマネージャーなど推進体制を見直す。また、プロジェクトの達成目標に関し、研究者コミュニティの意見を踏まえ、各機関の運営会議等において迅速且つ適切な意思決定を行う。また、プロジェクトの推進に当たっては、立地する地元自治体や地元住民の理解を得て進めることが必要不可欠であることから、市民との懇談会や地元自治体との密な協議を通じたリスクコミュニケーションを着実に実施する。【23】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画1－2－1－2）

- (A) 国立天文台では、大型国際プロジェクトであるすばる、アルマ、TMTなどの間で人事異動を通じた連携を実施し、体制を強化した。既存プロジェクトの見直しを進め、2017年末に太陽系外惑星探査プロジェクトを廃止して、自然科学研究機構アストロバイオロジーセンターへ移管した。開所から半世紀以上を経て老朽化が進む岡山天体物理観測所を2017年度末に閉所し、機能を縮小したハワイ観測所岡山分室を設置してハワイ

観測所の体制を強化した。2019 年度に 4 つの研究部（理論、光赤外、電波、太陽天体プラズマ）を統合し、新たに「科学研究部」を設置した。また、台外委員を含む 5 つの科学諮問委員会を 2018 年度に発足させ、そこでの議論を反映させながら各事業を推進した。ハワイ観測所やチリ観測所を含む国内外の各ブランチでは地元自治体や地域住民と交流を図り、研究活動に対する一般市民の理解増進に努めた。

核融合科学研究所の LHD 計画プロジェクトでは、国際共同研究を活性化するために「LHD 国際プログラム委員会」を組織した。また、実験に関する英語版 WEB ページの新設や英文マニュアルの整備等により、国内外の共同研究者が LHD で研究を行う際の利便性向上に努めた。さらに、LHD に関して学会等でシンポジウムを開催し、研究者コミュニティとの意見交換を行った。運営会議の半数程度を所外委員とし、研究者コミュニティの意見を反映できる体制を維持した。また、重水素実験について地元住民等の理解を得るため、市民説明会を開催するとともに、地元自治体（岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市）が共同設置した核融合科学研究所安全監視委員会で研究成果等の説明等を行った。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 1－2－1－2）

国立天文台では、科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会により、アルマ望遠鏡の国際共同利用研究の推進に関する進捗評価（2017 年 10 月）、すばる望遠鏡の共同利用研究に関する進捗評価（2019 年 7 月）が実施され、それぞれ「概ね順調に進捗している」、「順調に進捗している」と評価された。

ハワイ観測所やチリ観測所では、地元の方々と交流を図り、天文学の普及と信頼関係の維持に努めた他、2018 年のキラウエア火山噴火に伴うハワイ島の災害に際して地元へ寄附を行い、2019 年の南米皆既日食で観察会を開催（全世界から約 900 名の市民が参加）するなど、国際親善に努めた。野辺山宇宙電波観測所では、合言葉「長野県は宇宙県」を県内外へ発信して地域振興を図り、2019 年に同所の施設利用に関する協定書を地元の南牧村と締結して有償の所内見学ツアー事業を開始した。2019 年に水沢 VLBI 観測所がブラックホールの影の撮影成功に貢献したことを記念し、地元の岩手県奥州市がふるさと納税の御礼品デザインにブラックホールの画像を採用した。

核融合科学研究所では、LHD 計画プロジェクトにおいて、2016 年度に「LHD 国際プログラム委員会」を組織した結果、2017 年度の LHD の実験提案に占める国際共同研究の割合が前年度の 8 %から 14 %に増加した。また、実験に関する英語版 WEB ページの新設や英文マニュアルの整備、会議の言語の英語化を実施した。さらに、国内外の共同研究者の意見を実験計画の策定に反映させた。

核融合科学研究所では、地元住民等を対象とした市民説明会を 2006 年度から毎年度開催することで、研究所の活動等について地元住民等の理解を得るよう努めており、2016～2019 年度までの参加者数は延べ 1,100 名を超えた（別添資料 1-2-1-2-a）。また、地元自治体が共同設置した安全監視委員会で安全管理状況や研究成果を説明するなど、地元自治体等と情報を密に共有し、リスクコミュニケーションを着実に実施した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 1－2－1－2）

(A) 国立天文台では、大型研究プロジェクトに関して、第 3 期中期計画の達成に向け、科学戦略委員会において議論を継続し、プロジェクト間の連携も含め、柔軟な組織運営を推進する。各研究者コミュニティの代表者を含む 5 つの科学諮問委員会を定期的に開催し、そこでの議論を反映させながら事業を推進する。ユーザーズミーティングによる意見回収、ユーザーへの関連情報の伝達、主に台外研究者からなる観測提案採択会議、地元自治体を中心とした関連団体及び地域住民との交流を継続する。ハワイ・マウナケア山頂における 30m 光学赤外線望遠鏡（TMT）の建設再開に向け、引き続き TMT 国際天文台と緊密に連携して計画の推進を図るとともに、地元自治体・関係者・市民とのコミュニケーションを強化する。

核融合科学研究所では、LHD 計画プロジェクトにおいて、「LHD 国際プログラム委員会」を継続して国際共同研究の活性化に努めるとともに、共同研究者が実験に参加しやすくするための「遠隔実験」を可能にし、国内外の共同研究者の利便性を考慮して「テレビ会議システム」を広く導入する。また、運営会議の半数程度を所外委員とし、研究者コミュニティの意見を反映できる体制を維持する。さらに、市民説明会の開催や安全監視委員会での説明等を継続して行い、引き続きリスクコミュニケーションを着実に実施する。

《中期計画 1－2－1－3 に係る状況》

中期計画の内容	アストロバイオロジーセンターにおいては、系外惑星探査、宇宙生命探査、装置開発の各プロジェクト推進のために、海外機関から最先端の研究者を招へいするなど、国内外の第一線の研究者の配置及び研究支援体制の構築により、国際的かつ先端的な研究を推進できる体制を整備する。当該研究拠点の外国人研究者の割合を、第 3 期中期目標期間終了時までには 20%以上とする。 新分野創成センターにおいては、恒常的な新分野の萌芽促進及び育成の仕組みを整備する。また、既存の研究分野について、新たな学問動向を踏まえて融合発展を図る等の見直しを行うことができる体制を整備する。【24】(◆)
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 1－2－1－3）

- (A) アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーの国際拠点となるべく体制の整備を推進した。宇宙生命探査プロジェクト室およびアストロバイオロジー装置開発室において外国人教員をクロスアポイントメント制度を含む混合給与で継続雇用した。系外惑星探査プロジェクト室にて第一線の外国人雇用のための雇用の調整を引き続きすすめた。また同室において外国人研究員の新規公募を行い、採用を決定した。准教授 2 名を引き続き雇用し、装置開発室における准教授雇用のための調整を進めた。さらに、3 室と協力して研究を進めていくための客員を配置するための整備を完了した。このような取組の結果、アストロバイオロジーセンターでの 2019 年度末における外国人研究者の割合は、11.1%となっている。生命を宿しうる太陽系外の惑星（系外惑星）を探査する装置の第一陣を整備し、本格的観測を開始した。系外惑星探査プロジェクト室では、すばる望遠鏡搭載の高精度赤外線ドップラー装置（IRD）を用いた地球型惑星探査を開始した。岡山 188cm 望遠鏡およびスペイン・カナリア天体物理研究所（ライデ観測所）1.5m 望遠鏡に搭載した系外惑星探査装置 MuSCAT1 および MuSCAT2 により、NASA/TESS 宇宙望遠鏡を用いた系外惑星探査のフォローアップ観測を推進し、アメリカの望遠鏡に設置予定の MuSCAT3 の開発を推進した。
- (B) 新分野創成センターでは、萌芽的研究となり得る着想を恒常的に探査し、見出した着想を研究する分野を本センターに設けて、萌芽・育成させ、新分野を形成させる新分野探査室を設置しており、有効に機能している。実際に、新分野探査室で見出した萌芽的研究となり得る着想を研究するため、「先端光科学研究分野」を 2018 年 4 月に設置し、その発展に努めている。また、新分野創成センターに設置していた「ブレインサイエンス研究分野」と「イメージングサイエンス研究分野」は、「生きているとは何か」という生命科学の究極の謎を解明すると言う野心的な目標を掲げて創立した「生命創成探究センター」に不可欠な分野であることから、同センターに発展的に組み込んだ。「生命創成探究センター」は、岡崎 3 機関の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」を白紙に戻し（スクラップ）、必要な研究部門を選び直すと同時に、前述のように新分野創成センターの旧分野を統合し、機構直轄センターとして発足させた（ビルト）。こ

のように、既存の研究分野について新たな学問動向を踏まえて融合発展を図る等の見直しを行う機能は、毎月開催している研究基盤戦略会議に担わせている。研究基盤戦略会議は、機構長、理事、副機構長および機構直轄センター長で構成され、機構の研究を進展させるため、既存研究分野の見直しを含め、新施策の発案、種々の問題の解決等を行う役割を第3期中期計画が始まってから果たしている。

- (C) 中期計画に記載はないものの、機関・分野の枠を超え、異分野連携、新分野の創成に自然に繋がる共同利用・共同研究体制の構築を進めており、その手段として、中期計画に記載した「自然科学共同利用・共同研究統括システム（NOUS）の構築」（中期計画2-1-1-1、2-2-1-1）（別添資料1-2-1-3-a）を行っている。NOUSは、各機関の行う公募型共同研究の申請窓口を一本化し、共同利用・共同研究の情報を一元的に把握するもので、申請から実施までの部分は運用に供し、一本化に合わせて、どの分野からの申請でも受け付ける体制も整えた。また、NOUSを利用した共同利用・共同研究体制を運用するため、機構長を本部長とする研究力強化推進本部に共同利用・共同研究室を設置した。
- (D) 本機構では、新分野の萌芽を育成すべく、NOUSに加え、機構内の若手研究者を対象とした「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」（別添資料1-2-1-3-b）や機構内外の研究者が対象の「分野融合型共同研究事業」（別添資料1-2-1-3-c）を実施し、異分野融合型共同研究を推進している。特に分野融合型共同研究事業は毎年多様な提案課題があり、既に延べ36件の課題を採択し、機構や大学において新分野の芽出しの役割を担っている。また、国際的な研究拠点を目指すべく、ネットワーク型研究加速事業（別添資料1-2-1-3-d）を行い、国際的ネットワークや分野間連携ネットワークによる研究拠点を目指した6事業研究を実施した。さらに、機構として、普段は接触の機会のない機関・分野を跨いだ機構内研究者の人材交流の場「機構内サイトビジット」を1～3回／年度実施。2019年度からは、参加募集を大学に広げた。また、異分野融合研究を多様な研究者を交えて推進するためオープンラボの施設整備を2019年度より実施した。
- (E) 本機構が実施してきた戦略的国際研究交流加速事業を飛躍的に発展させた形で、異分野連携・新分野創成を国際的にも推進するため、2018年度に、これまでに類のない国際連携研究センター（IRCC）を、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の3研究所（太陽システム研究所：MPS、プラズマ物理研究所：IPP、天体物理研究所：MPA）とプリンストン大が共同で設立したMPPC（Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics）に跨る組織として設立した。IRCCには、天文学とプラズマ物理学を融合するアストロフュージョンプラズマ物理研究部門（IRCC-AFP）と生命科学研究分野で次世代の定量・イメージング生物学を生み出す学際的な定量・イメージング生物学研究部門（IRCC-QIB）の2部門を設置し、IRCC-AFPはMPPCと、IRCC-QIBはプリンストン大学の定量生物学、数理科学分野と連携して研究を行っている。これまでの事業では、海外の機関に、研究者の希望する、あるいは相手先の求める研究を行うために研究者を派遣していた。IRCCでは、最先端研究を推進している上記の海外2大学・センターと戦略研究目標を組織として共同で設定、若手の特任研究員を雇用して上記の海外機関と日本のIRCCで研究を実施、海外と日本の両機関がそれぞれの特長を活かして組織的に指導することによって研究を達成し、最先端研究の推進、異分野連携・新分野創成、若手の育成を目標としている。特任研究員は、海外機関として主に研究を行う拠点と、国際共同公募・選考により採用している。特任研究員は、海外ではプリンストン大とボンに設置したIRCCのブランチに所属し、プリンストン滞在型特任研究員あるいはマックスプランク滞在型特任研究員と呼ばれる。プリンストンあるいはマックスプランク滞在型特任研究員の研究活動にあたっては、研究費を海外機関が負担し、身分としては、マックスプランク協会ではNINS Postdoctoral Research Fellow、プリンストン大学では協定により同大学が雇用するPostdoctoral Research Fellowと同じものとな

っている。特に、プリンストン大学の場合、人件費は本機構が負担するものの、社会保障等についてはプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。第3期中期計画から本機構で実施している「戦略的国際研究交流加速事業」の一環として、プリンストン滞在型特任研究員と全く同じ条件で雇用した研究員が、2年の雇用期間でトップオーサーを含む3編、特に、2年の雇用終了後、引き続き IRCC-AFP の特任研究員として雇用された半年で、天文分野では impact factor が上位3誌に入る5.5の専門誌に1編を掲載するなど、IRCCは順調に活動を開始している。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画1－2－1－3）

アストロバイオロジーセンターでは、系外惑星探査プロジェクト室、宇宙生命探査プロジェクト室、アストロバイオロジー装置開発室の3室体制を整備した。そのうち、宇宙生命探査プロジェクト室およびアストロバイオロジー装置開発室において、第一線の外国人教員をクロスアポイントメント制度を含む混合給与で雇用した。系外惑星探査プロジェクト室では、すばる望遠鏡搭載の高精度赤外線ドップラー装置（IRD）を用いた地球型惑星探査を開始した。岡山188cm望遠鏡およびスペイン・カナリア天体物理研究所（ライデ観測所）1.5m望遠鏡に搭載した系外惑星探査装置 MuSCAT1 および MuSCAT2 により、NASA/TESS 宇宙望遠鏡を用いた系外惑星探査のフォローアップ観測を推進した。

新分野創成センターでは、萌芽的研究となり得る着想を恒常的に探査し、見出した着想を研究する分野を同センターに設けて、萌芽・育成させ、新分野を形成させる新分野探査室を設置しており、有効に機能している。更に、「生きているとは何か」という生命科学の究極の謎を解明すると言う野心的な目標を掲げる「生命創成探究センター」は、岡崎3機関の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」を白紙に戻し（スクラップ）、必要な研究部門を選び直すとともに、新分野創成センターの旧分野を統合し、機構直轄センターとして創設した（ビルト）（別添資料1-1-1-d（再掲））。このように、既存の研究分野について新たな学問動向を踏まえて融合発展を図る等の見直しを行う機能は、毎月開催している研究基盤戦略会議に担わせている。研究基盤戦略会議は、機構長、理事、副機構長および機構直轄センター長で構成され、既存研究分野の見直しを含め、機構の研究を進展させるために種々の問題を解決する役割を第3期中期計画が始まってから果たしている。

機構では、NOUS を利用した、機関・分野の枠を超え、異分野連携、新分野の創成に自然に繋がる共同利用・共同研究体制の構築に加え、機構本部の事業として「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」と「分野融合型共同研究事業」を通じて新分野の萌芽の育成を図った結果、採択研究者は多くの論文を発表するだけでなく、特許の取得、採択課題を発展させたCRESTやさがけをはじめとした競争的資金の獲得、他機関に教授として栄転など、若手研究者の育成と新分野の萌芽に貢献した。「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」では18編、「分野融合型共同研究事業」では14編の論文を公表しており、新分野の萌芽の育成という目標を大きく越えて貢献している。

中期計画を着実に実施するとともに、計画に具体的に記載の無かった、新分野創成センターの後継研究分野の立ち上げがスムーズに行われ、研究活動が開始されたこと、NOUS を利用した、機関・分野の枠を超え、異分野連携、新分野の創成に自然に繋がる共同利用・共同研究体制の運用が始まったことは、優れた実績と捉えている。

国際連携研究センター（IRCC）は、従来の国際共同研究とは異なり、国外にブランチを設置して、連携先の海外機関と共同で戦略的研究目標を設定、共同の国際公募・選考による人事、両機関で研究を指導など、外国機関と本機構が一体となって運用する体制を整えた。このIRCCの運用方式は両機関の発展に寄与している。また、

○2020、2021年度の実施予定（中期計画1－2－1－3）

(A) アストロバイオロジーセンターでは、系外惑星探査プロジェクト室、宇宙生命探査プロジェクト室、アストロバイオロジー装置開発室に外国人教員をクロスアポイントメント制度を含む混合給与で雇用し、継続して准教授クラスの室長を配置し、アストロバ

イオロジー分野のより強固な研究基盤を形成する。3室の連携を図るための国内外から特任教員、研究者を採用し、組織の充実を図り、外国人研究者の割合を、第3期中期目標期間終了時までには20%以上とする。系外惑星探査プロジェクト室では、すばる望遠鏡における高精度赤外線ドップラー装置（IRD）による太陽系近傍の地球型系外惑星探査を継続し、NASA/TESS 宇宙望遠鏡等と連携するための多色撮像装置 MuSCAT3 を開発し惑星探査を開始する。宇宙生命探査プロジェクト室では系外惑星における光合成を含む惑星大気の研究を推進する。アストロバイオロジー装置開発では、次世代望遠鏡によるハビタブル地球型惑星における生命の兆候を検出するための観測装置に必要なコロナグラフ及び超補償光学の開発研究を継続し、観測装置の設計と基礎開発を推進する。

- (B) 新分野創成センターにおいては引き続き新たに設置した2研究分野での共同研究を進めるとともに、新分野探査室において、議論を通じて機構が新分野として支援すべき萌芽的研究活動を探査し、勉強会等を行い分野の立ち上げの準備をする。
- (C) 引き続き異分野融合研究支援の事業である分野融合型共同研究と若手研究者による分野間連携研究プロジェクトを実施し、分野融合による新分野の芽出しを進める。また、両事業の効果について検証を行い、第4期中期目標期間に向けて事業の方向性を検討する。ネットワーク型研究加速事業においても、第3期中期目標期間において拠点形成にむけ更にネットワーク連携を強化し研究を実施するとともに、第4期中期目標期間に向けた事業の方向性を検討する。
- (D) 自然科学共同利用・共同研究統括システム（NOUS）については、成果の収集、分析などの機能を組み込んで完成させるとともに、これらを使ったIRにより、大学の研究力強化への寄与などの見える化を図る。
- (E) 国際連携研究センターについては、今後、特任研究員を増員し、研究力を強化するとともに、必要に応じて部門を増設する。

2 共同利用・共同研究に関する目標

(1)中項目2-1「共同利用、共同研究の内容・水準」の達成状況の分析

〔小項目2-1-1の分析〕

小項目の内容	本機構は、各専門分野を先導する国際的学術拠点として、国内外の研究者との共同利用・共同研究を抜本的に強化し、優れた研究成果を上げる。＜8＞
--------	--

○小項目2-1-1の総括

＜関係する中期計画の実施状況＞

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	9	1
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	9	1

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

本機構は大学等と共同利用・共同研究を実施し、成果を共著の論文として公表しているが、2016年から2019年の平均で、これらの論文のTop1%、Top10%、国際共著率の割合は、それぞれ、2.1%、12.3%、56.5%であった。これらの指標が、大学等の日本の総論文に占める割合は、それぞれ、1%、7.9%、32.6%であり、本機構での研究活動は、大学等の研究力強化、機能強化に貢献している。

機構全体で、国内外の約800機関から、およそ12,000名の共同利用・共同研究者を毎年受け入れている。総共同利用・共同研究者は、第2期中期計画期間終盤から、1,000人程度の増減はあるものの殆ど変わっていない。Springer Nature社が提唱する重要な科学論文の生産性を表す指標「Nature Index」の2018年の日本の研究機関のランキングによると、「総合」で国内32位であるが、分野別では「生命科学分野」で4位、「化学分野」で8位と、高い存在感を示している。なお、論文数を整数カウントすると「総合」で6位である。共同研究論文は相手機関との共著者が多くなるため分数カウントすると値は低くなるものであり、このことは本機構が共同利用機関であることを明確に示す結果である。その証拠に、2016年のNature Indexでは、共同研究スコアが日本で第4位であり、トップ共同研究機関として、理化学研究所などと共に特集が組まれた（東京大学、京都大学、理化学研究所、自然科学研究機構の順）（Mallapaty, S., Pleasants, S. & Phillips, N. Top teams to be reckoned with. *Nature* **531**, S127-S130 (2016).）。

各機関が個別に行っている公募型の共同利用・共同研究については、異なる分野からの応募も容易になるよう窓口を一本化するべく、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理する自然科学共同利用・共同研究統括システム（NINS Open Use System : NOUS）の開発を開始し、基盤整備を2019年度に完成した。現在このシステムを用いた公募を全ての機関で行っている。NOUSに登録された共同利用・共同研究実績を論文と紐付けることにより、IRに向けたデータベースを構築し共同利用・共同研究活動の成果内容・水準を把握するとともに、大学の機能強化への貢献度を明らかにすべく作業を進めている。

大学共同利用機関が実施する共同利用・共同研究の実態を大学執行部が認識していないという現場の声を受け、ネットワーク型共同研究に参画している研究者が所属する大学の執行部（研究担当理事）に声がけし、自然科学大学間連携推進機構（NINS Interuniversity Cooperative Association : NICA）を構築・スタートさせた。当初の思惑とは若干異なる方向に議論は進み、現在は、大学における研究力強化を図る上での共通的な課題が議論され、連携して機器共用や技術支援を進める方策を試行することになった。さらに、NICAフェロー制度を設け、国内の若手研究者を中心とした研究者の人材交流の促進を図った。

このほか、各機関でも、国際的かつ先端的な共同利用・共同研究を推進し、一層の機能

強化につなげている。(分析項目 2-1-1-4~8)

本機構直轄のセンターは、スクラップアンドビルトなどにより、第3期中期計画期間中は4機構直轄センター体制とし、共同利用・共同研究を抜本的に強化した。

- ① 新分野創成センターでは、推進すべき萌芽分野として先端光科学研究分野とプラズマバイオ研究分野を新設し、2018年度から共同利用・共同研究を開始した。先端光科学研究分野は、専任教員が研究を推進するとともに、プロジェクト公募を行い、機構内外で研究を推進した。また、組織的な共同研究の推進のため、国内外の光科学の情勢の調査を行った。プラズマバイオ研究分野では、専任教員により研究を進めるとともに、名古屋大学と九州大学とでプラズマバイオコンソーシアムを形成して一体的運営を行い、プロジェクト公募を行った。
- ② アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーの裾野を広げる多様な研究として、単年度のプロジェクト研究25件、センターとは異なるアストロバイオロジーの重要分野の拠点形成として複数年度のサテライト研究7件を公募により採用し、多様かつ多数の研究成果を挙げた(2019年度末現在)。アストロバイオロジーセンター・ワークショップでその成果を広く公表し、査読論文23件を2019年度に発表した。アストロバイオロジーセンター自体からの研究に基づく欧文論文95件(うち査読有68件)を2019年度に発表した。
- ③ 2018年度には、岡崎統合バイオサイエンスセンターを白紙に戻し、「生命創成探究センター」を発足させ、学際的生命科学研究を開始した。新センターは、統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同研究に加えて、大きな課題を幾つか提示し公募、代表者がセンターの複数の研究グループを選択して実施する「ExCELLS 課題研究」、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者をPIとして客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの特徴ある共同研究を開始した。
- ④ 国際連携研究センター(IRCC)を創設し、アストロフュージョンプラズマ物理研究部門と定量・イメージング生物学研究部門を設置した。2部門には、それぞれ10名程度、内外の共同研究者が所属し、運営委員等を務めている。IRCCでは、連携している海外機関と、ワークショップ、シンポジウムの議論などを通して、共同で戦略研究目標を設定し、共同で国際公募・選考することより特任研究員を雇用している。特任研究員は、海外機関と日本で指導を受け、研究を達成する仕組みとなっている。ワークショップ、シンポジウムに参加する共同研究者や、特に、2部門に所属する国内外の共同研究者は、センターの戦略研究目標を決定する過程、あるいは特任研究員の指導の一翼を担っており、センターの活動は国内外の最先端研究を進めようとする大学の研究力強化に寄与している。

○特記事項(小項目 2-1-1)

(優れた点)

- ・ 本機構は大学等と共同利用・共同研究を実施し、成果を共著の論文として公表しているが、2016年から2019年の平均で、これらの論文のTop1%、Top10%、国際共著率の割合は、それぞれ、2.1%、12.3%、56.5%であった。これらの指標が、大学等の日本の総論文に占める割合は、それぞれ、1%、7.9%、32.6%であり、本機構での研究活動は、大学等の研究力強化、機能強化に貢献している。(中期計画 2-1-1-1)
- ・ 各機関が個別に行ってきた公募型の共同利用・共同研究の申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理する自然科学共同利用・共同研究統括システム(NINS Open Use System :NOUS)の基盤整備を計画通り2019年度に完成し運用を開始した。(戦略性が高く意欲的な計画)(中期計画 2-1-1-1)
- ・ 国立天文台では、すばる望遠鏡搭載の超広視野主焦点カメラ(HSC)を用いた共同利用観測により、2020年3月末までに209編の査読付き論文が創出された(別添資料1-1-2-a(再掲))。また、アルマ望遠鏡の査読付き欧文論文数は1,800編を超え、うち日本

の主著論文数(累計 270 編)は米国に次ぐ世界第 2 位を維持した(研究業績説明書 #11、別添資料 1-1-2-b (再掲))。光赤外線天文学研究教育ネットワーク事業(OISTER)において、電磁波では史上初となる高エネルギー宇宙ニュートリノ放射源天体の同定に成功した。(中期計画 2-1-1-1、2-1-1-4)

- 核融合科学研究所では、参画する大学等の装置を同研究所の共同利用設備と同等に見なし、大学等の装置を用いた全国の研究者との共同研究を同研究所の共同研究として受入れる「双方向型共同研究」をはじめ、「LHD 計画共同研究」及び「一般共同研究」という共同研究を設け、大学等からの幅広いニーズに対応した。2019 年度からは、原型炉開発に向けた研究開発を推進するため、新たに「原型炉研究開発共同研究」を開始し、基礎から応用に至る広範囲の共同利用・共同研究を展開することで、大学等の研究力強化に貢献した。(中期計画 2-1-1-5)

(特色ある点)

- 国立天文台が担当する、2018 年度末から開始した岡山にある京都大学せいめい望遠鏡の全国大学共同利用について、2019 年度末から NOUS による公募を開始するなど、大学共同利用機関の役割の一つとして大学の保有する設備の共同利用の世話をする事例がある。(中期計画 2-1-1-1)
- 本機構直轄のセンターでは、スクラップアンドビルト、新設、改組などにより、分野融合・新分野創成を目指した研究を行う 4 機構直轄センター体制とし、クロスアポイント制度による専任教員の研究などに加えて、プロジェクト研究、サテライト研究、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者を PI として客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの、それぞれ特徴のある共同研究を実施している。(中期計画 2-1-1-9)

(今後の課題)

- NOUS によって蓄積される共同利用・共同研究の実績と、その結果生まれた論文等を紐付け、IR に提供できるデータベースを構築する。(中期計画 2-1-1-1)
- NICA において連携して試行を進める①若手研究者流動性支援、②全国的な機器共用システムの整備、③技術支援・技術者育成、を進め、第 4 期中期目標期間における事業への展開を図る。(中期計画 2-1-1-2)

〔小項目 2-1-1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 2-1-1-1 に係る状況》

中期計画の内容	各機関の我が国における各研究分野のナショナルセンターとしての役割を踏まえ、国際的かつ先端的な共同利用・共同研究を推進し、一層の機能強化につなげる。公募型の共同利用・共同研究については、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理する自然科学共同利用・共同研究統括システム(NINS Open Use System :NOUS) (仮称)の基盤を平成 31 年度までに整備し、第 3 期中期目標期間終了時まで共同利用・共同研究の成果内容・水準を把握するとともに、大学の機能強化への貢献度を明らかにする。【25】(◆)
実施状況(実施予定を含む)の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況(中期計画 2-1-1-1)

(A) 本機構は大学等と共同利用・共同研究を実施し、成果を共著の論文として公表してい

るが、2016 年から 2019 年の平均で、これらの論文の Top 1 %、Top10%、国際共著率の割合は、それぞれ、2.1%、12.3%、56.5%であった。これらの指標が、大学等の日本の総論文に占める割合は、それぞれ、1 %、7.9%、32.6%であり、本機構の最も重要な任務である共同利用・共同研究が、大学等の研究力強化、機能強化に貢献している。

機構本部では、2016 年度に NOUS の構築に着手するとともに、研究成果の収集及び分析機能を強化すべく IR 担当者を配置して、機構全体の IR を戦略的に検討する体制を整備した。2017 年度からは、機構の共同利用・共同研究における戦略的な対応を強化するため、NOUS や IR 機能を横断的に検討をするため、新たに「共同利用・共同研究室」を設置した。2018 年度においては、NOUS の IR との連携を強化すべく ORCID を導入することを決定し、インターフェイスの構築を開始した。さらに 2019 年度には、5 機関の公募型共同利用・共同研究において、NOUS の本格的活用に向けた整備を着実に実施した。さらに、NOUS と ORCID との連携改修も実施し、NOUS の更なる活用に向けた機能を整備した。

- (B) 国立天文台では、すばる望遠鏡の共同利用観測の一環として、超広視野主焦点カメラ (HSC) 戦略枠観測プログラムを継続して実施し、「宇宙の国勢調査」ともいえるその大規模観測データの公開を 2016 年度より開始し、国際的な共同利用・共同研究の促進を図った。天文データセンターにおいて 2017 年度に「多波長データ解析システム」の全面的なシステムリプレースを実施し、総合的な処理能力を従来の 3 倍に、利用可能なディスク容量を約 2.2 倍にするなど、天文データ解析専用の計算機リソースを大幅に拡充した。研究交流委員会が実施する公募事業のうち、共同開発研究及び研究集会の申請及び審査に 2018 年度より NOUS を活用したほか、京都大学 3.8m 望遠鏡（せいめい望遠鏡）の共同利用申請においても 2019 年度末より NOUS の利用を開始した。
- (C) 核融合科学研究所では、LHD 計画プロジェクトにおいて、重水素実験の開始によりイオン温度 1 億 2,000 万度に達する核融合炉級の高性能プラズマを実現し、共同研究に供した。また、重水素実験開始に伴って新たに導入した、中性子検出器をはじめとする計測器や、解析コード及びシミュレーションコード等、最先端の研究資源を共同研究に供した。また、核融合工学研究プロジェクトにおいて、既存の大型実験設備のシステム更新と高性能化を進め、国内共同利用装置群、及び国際共同研究プラットフォームとしての機能を向上させた。実験機器予約システムにより、ウェブ上で実験機器の利用状況を確認し、予約を可能とした。
- (D) 基礎生物学研究所では、研究所で開発整備した技術などを共有し、多様な生物種を用いた共同利用・共同研究を国内外の学術機関と展開した。特に 2016 年度より「統合ゲノミクス共同利用研究」および「統合イメージング共同利用研究」を実施するとともに、新学術領域研究・学術研究支援基盤形成「先端バイオイメージング支援プラットフォーム (ABiS)」を中核機関として推進した。共同利用研究施設である大型スペクトログラフでは、共同利用・共同研究での年間稼働率を 90%以上に維持した。2019 年度共同利用研究課題申請から NOUS システム上での受付を実施することで研究者の事務量軽減に繋げた。
- (E) 生理学研究所では、7 テスラ超高磁場 MRI 装置を用いた、より質の高い共同利用・共同研究の推進に向け、重要な手法である、送信コイルの高度な制御により画質向上が期待されるパラレルトランスミッション技術開発と計測、高分解能画像解析の精度・計算速度向上のためのクラスタ解析システム構築を実施し共同利用・共同研究に提供した。
- (F) 分子科学研究所では、極端紫外光研究施設 (UVSOR) の高度化に向け、海外の研究機関と国際的最高水準の研究設備に向けた共同開発のための学術交流協定を締結した。また、共通性が高く高度な研究設備（電子線描画装置、プローブ顕微鏡システム、X 線顕微鏡等）を整備し、共同研究に資する環境を整えた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画2-1-1-1）

本機構は大学等と共同利用・共同研究を実施し、成果を共著の論文として公表しているが、2016年から2019年の平均で、これらの論文のTop1%、Top10%、国際共著率の割合は、それぞれ、2.1%、12.3%、56.5%であった。これらの指標が、大学等の日本の総論文に占める割合は、それぞれ、1%、7.9%、32.6%であり、本機構の最も重要な任務である共同利用・共同研究が、大学等の研究力強化、機能強化に貢献している。

機構本部では、NOUSの基盤整備を計画通り2019年度に完成し、運用を開始した。これにより、今まで各機関が個別に行ってきた公募型の共同利用・共同研究の申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理することが可能となり、多方面の研究者からの連携ニーズを一元的に取り扱うことで、共同利用・共同研究の推進と、分野を跨いだ研究を促進する基盤が整った。また、NOUSによる共同利用・共同研究実施実績データと論文等の成果を結びつけるためのORCIDとの連携改修を実施し、NOUSの更なる活用に向けた機能を整備した。

国立天文台では、すばる望遠鏡搭載の超広視野主焦点カメラ（HSC）を用いた共同利用観測と大規模観測データの公開により、2020年3月末までに209編の査読付き論文が創出された（別添資料1-1-2-a（再掲））。また、2017年度に天文データセンターの「多波長データ解析システム」の全面的なリプレイスを実施し、天文データ専用の計算機リソースを大幅に拡充した結果、共同利用成果論文数は年平均82.5編まで上昇した（第2期中期目標期間は37.5編）。

核融合研究所では、LHD計画プロジェクトにおいて、共同研究により、電子サイクロトロン共鳴加熱装置のマイクロ波入射法の最適化を行い、イオン温度と共に電子温度の伸長を目指した実験を行って、2019年度には、イオン温度を8,000万度という高温に維持したまま電子温度を1億5,000万度まで上昇させることに成功した。また、中国北京大学との中性子スペクトロメータの設計研究や、米国カリフォルニア大学との高エネルギー粒子挙動に関する計測器開発・計算コード開発等の国際共同研究を進め、同位体効果の解明に向けた研究を深化させた。核融合工学研究プロジェクトにおいて、「大口径強磁場導体試験装置」を国際研究プラットフォームとして用い、米国マサチューセッツ工科大学と共同実験を行った。「熱・物質流動ループ試験装置」等で新たな機能を導入して共同利用を促進したことで、主要7装置の共同利用件数が、28件（2015年度）から71件（2018年度）へと大幅に増加した。

基礎生物学研究所では、新たに開始した「統合ゲノミクス共同利用研究」や「統合イメージング共同利用研究」では、4年間で365件の課題を実施して、65編の成果が得られている。ABiS事業では、986件の科研費採択課題の研究支援を行った。また、大型スペクトログラフを用いて、多様な共同利用・共同研究が展開され、16編の成果論文が発表された。この様に、研究所で設備開発した最新技術等を共有、活用し、共同利用研究を展開した。

生理学研究所では、7テスラ超高磁場MRIを用いた共同利用・共同研究において、① ミエリン-水の比率を画像化する新たな撮影方法と画像処理方法の開発によるMRI画像の高分解能化、② 解剖画像計測パルスシーケンスの最適化による、従来装置では描出が困難であった大脳基底核の「淡蒼球外節・内節」の同定および分離、③ 脳内のグルコースを計測するためのMRスペクトロスコピー法の開発などに成功した。その結果、疾患理解やより高精度な治療法開発などにつながる、超高磁場の特性を活かした病変の描出や、脳領域のより詳細な分画、脳内物質の測定などが可能となった。

分子科学研究所では、極端紫外光研究施設（UVSOR）においては、ドイツ・ユーリッヒ研究所との学術交流協定に基づき国際的最高水準の研究設備（光電子運動量顕微鏡）の共同開発に着手し、順調に開発が進んでいる（別添資料2-1-1-1-a）。この取組は海外の国際水準の高い研究機関との協力関係を強化してUVSORを含む国際的研究拠点を形成し、国内外との高度な共同研究の強化に資するものである。また他の研究施設においては、電子線描画装置、プローブ顕微鏡システム、X線顕微鏡等、共通性が高く高度な研究設備を整備し、（国内外の）共同研究に資する環境を整えた。これは国際的に最先端の研

究を推進することに貢献している（別添資料 2-1-1-1-b）。

○2020 年度、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-1）

- (A) 機構本部では NOUS の運用を継続的に進めると共に、共同利用・共同研究のデータベースを構築する機能整備を進める。
- (B) 国立天文台では、引き続き NOUS を活用して京都大学 3.8m 望遠鏡（せいめい望遠鏡）の全国大学共同利用を推進する。
- (C) 核融合科学研究所では、LHD 計画プロジェクトにおいて、イオン温度と電子温度が共に 1 億 2,000 万度を超える、核融合炉に外挿可能な超高性能プラズマの実現を目指す。また、共同研究により、加熱装置、計測器の更なる高性能化を進める。核融合工学研究プロジェクトにおいて、国際プラットフォームとしての「大口径強磁場導体試験装置」による各国との共同実験を更に進展させる。また、「熱・物質流動ループ試験装置」等では、新たな機能を活用した共同研究を進展させる。
- (D) 基礎生物学研究所では、共同利用研究を引き続き推進し、新たに開発整備した技術等を共有して、国内外の学術機関に所属する研究者が進める研究課題を支援する。NOUS システムを用いた共同利用研究課題申請を継続し、申請課題への支援を実施することで、国内外の学術機関等に所属する研究者の研究力強化に貢献する。
- (E) 生理学研究所では、7 テスラ超高磁場 MRI 装置において、質の高い共同利用・共同研究のさらなる推進に向け、ヒトと非ヒト霊長類の種間比較を念頭に、画質向上や高解像画像解析の高度化により、国内外研究施設との連携を強化する。また、NOUS による公募を継続的に実施するとともに、機能拡張して国際公募を開始する。また、NOUS を用いた IR への展開を進め、さらに共同利用・共同研究への貢献等につなげる。
- (F) 分子科学研究所では、極端紫外光研究施設（UVSOR）において、国際的最高水準の光電子運動量顕微鏡の共同開発を継続し、所定の性能が確立した後に共同研究に資する。他の高度な研究設備についても、共同研究に資する運用を行う。

《中期計画 2-1-1-2 に係る状況》

中期計画の内容	自然科学大学間連携推進機構（NINS Interuniversity Cooperative Association：NICA）（仮称）を構築し、各機関における個別の大学間連携を集約し、より広くかつ柔軟に大学の研究力強化を推進する。【26】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2-1-1-2）

- (A) 2016 年度に自然科学研究機構における大学間連携研究のネットワークに複数関係している 13 大学と本機構の対話の場として創設した「自然科学大学間連携推進機構（NICA）」にて、2018 年度までに 4 回の協議会を開催し、大学の研究力強化に向けた共通の課題について検討を行った。第 3 回の協議会においては、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」「若手研究者の流動性支援」の 3 つの課題を整理した。2019 年度からは、協議会を 1 回開催し、2018 年度までの検討をもとに、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」の課題においては、更なる大学間の連携を検討すべくそれぞれの部会を立ち上げ検討を行い、検討のまとめを行った。「若手研究者の流動性支援」の課題については、新たに「NICA フェロー制度」を立ち上げ、組織及び分野の枠を超えて若手研究者や分野の IP となるべき研究者の育成を目的とし、研究者の流動を支援する事業を実施した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2-1-1-2）

NICA を各大学の研究担当理事の意見交換の場としたことにより、大学における研究力強化を進める上で共通的に課題となる点を参画大学の間で共有することが出来、さらに進んでそれらを連携して解決する方策を大学共同利用機関が仲介する形で提案し試行する段階にまで持ってきた。NICA を単なる「対話の場」から「連携して具体的な活動を行う場」として位置づけることが出来た。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-2）

(A) NICA 協議会を継続的に実施するとともに、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」については、部会のまとめをもとに、具体的な事業を計画し実施する。「NICA フェロー」については、引き続き若手研究者の育成の目的のもと実施する。さらに、第 4 期へのあり方について検討を行う。

《中期計画 2-1-1-3 に係る状況》

中期計画の内容	頭脳循環拠点の機能を強化し、優秀な若手研究者の育成と活発な人材交流を通して新たな分野を大学で展開させるなど、大学の機能強化に貢献する。【27】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2-1-1-3）

(A) 機構本部では、NICA において、2018 年から「NICA フェロー制度」を設け、若手研究者が所属大学の枠を越えて他大学・機関において他分野の研究に従事することを支援する「若手研究者の分野・機関を超えた流動性支援」を目的に 7 大学と協定を締結し 6 研究課題を実施した。

(B) 国際連携研究センター（IRCC）では、連携先の海外機関と共同で、異分野融合・新分野創成を目指した戦略的研究目標を設定した後、若手の特任研究員を共同で国際公募・選考して雇用し、研究を両機関で指導することによって目標を達成している。したがって、IRCC では、常に若手の研究者を育成し、国際的な頭脳循環を図っている。IRCC がプリンストンブランチに雇用した、イタリア人と日本人の特任研究員は、IRCC の雇用終了後、それぞれコロラド大学と名古屋市立大学に雇用されており、国際的頭脳循環のハブとしての役割を果たしている。

(C) 頭脳循環拠点の機能を強化するため、クロスアポイントメント制度や混合給与制度、サバティカル制度などを用いた流動化人事を各機関において行った。国立天文台では海外を含めた複数の研究機関とクロスアポイントメント制度を活用した人材交流を行い、国立天文台の機能強化を図った。核融合科学研究所では民間企業からクロスアポイントにより研究者を雇用した。分子科学研究所では、高い業績を持つ研究者を招へいしてその一部のプロジェクトを実施する特別研究部門制度を 2018 年度に発足させた。アストロバイオロジーセンターでは、センター長をクロスアポイントで発令するとともに、当該分野の第一線の研究者を国内から 1 名、海外から 2 名を雇用した。若手研究者育成も各機関で趣向を凝らして行っている。国立天文台では若手海外派遣制度を運用し、台内の若手研究者 2 名に 1 か月程度海外で共同研究を実施する機会を与えた。基礎生物学研究所では、若手研究者を NIBB リサーチフェローとして採用し、独自に進める研究を展開させることで、独立した研究室主催者となるための研鑽を積ませた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2-1-1-3）

国際連携研究センター（IRCC）では、若手の特任研究員を海外機関と共同で国際公募・選考して雇用し、研究を両機関で指導することによって目標を達成している。したがっ

て、IRCC では、常に若手の研究者を育成し、国際的な頭脳循環を図っている。

頭脳循環拠点の機能を強化するため行った例として以下を挙げる。

核融合科学研究所では、民間研究者1名をクロスアポイントメント制度により受け入れ、共同研究の強化に貢献した。また、クロスアポイントメント制度として若手研究者2名の大学及び国立研究機関への派遣、大学研究者1名の受け入れを2020年度から開始できる準備を整えた。2名の研究者を、サバティカル制度を利用し、国内研究機関、外国研究機関に派遣し、共同研究の推進とともに、人材活用を進めることで、頭脳循環拠点の機能強化及び、優秀な若手研究者の育成、並びに活発な人材交流に努めた。

基礎生物学研究所では、NIBB リサーチフェローとして4年間で27名の若手研究者を雇用して研鑽を積ませた。そのうち11名については助教等として他大学へ転出し、2名は海外の学術機関へ移動した。2018年度には、広島大学のゲノム編集技術を専門とする若手研究者をクロスアポイントメント特任准教授として採用し、その技術を多用な生物種に適用する研究を展開させた。こうした取り組みにより、基礎生物学分野での大学等との頭脳循環に貢献した。

分子科学研究所では、2016～2019事業年度の通算で、計3名の教授、准教授を他大学からクロスアポイントメント制度を利用して招へいし、所内の研究グループと協力し、所内の先端的研究設備を用いて集中的に推進する研究プロジェクトを開始した。また、分子科学分野で顕著な業績を上げた研究者を招へいしてその研究をさらに発展させる制度を制定し（別添資料2-1-1-3-a）、2018年度より、同制度で採用した1名の卓越教授を中心とした研究グループが特別研究部門において研究活動を開始し、結晶スポンジ法の顕著な成果につながった（別添資料1-1-6-d（再掲））。また、分子科学研究所で実施される基礎研究の成果を社会実装に繋げることを趣旨とする社会連携研究部門制度を発足させ、1名の特任教授を選考して2019年度から研究室を設置して活動を開始した（別添資料2-1-1-3-b）。

アストロバイオロジーセンターでは、クロスアポイントメント制度を含む混合給与により、センター長を始め、アストロバイオロジー分野の第一線の研究者を国内から1名、海外から2名を継続して雇用した。これにより、当センターのアストロバイオロジー分野での国際性および卓越性をさらに高め、国際研究拠点形成を推進した。

また、若手研究者の育成活動例として、以下を挙げる。

機構本部では、NICAにおいて、2018年からNICAフェロー制度を設け、若手研究者が所属大学の枠を越えて他大学・機関において他分野の研究に従事することを支援する「若手研究者の分野・機関を超えた流動性支援」を目的に7大学と協定を締結し6研究課題を実施した。

基礎生物学研究所では、2016年度からの4年間で13名の若手研究者に対して研究費助成を実施した。うち2名の研究員については、他大学の助教として転出しており、本研究費助成の獲得者は順調にキャリアアップをしている。

分子科学研究所では、2016～2019事業年度の通算で、2名の若手独立フェロー（学位取得後間もない若手研究者を任期付き特任准教授として採用して研究室を主催させる）、21名の助教、7名の特任助教を大学等から採用した。また1名の若手独立フェロー、23名の助教、5名の特任助教が大学等に転出した。これらの活動実績は、分子科学研究所を拠点とした若手研究者の頭脳循環の活性化だけでなく、萌芽的分野を継続的に拡大・育成し、それをもとに共同研究を強化するものである。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画2-1-1-3）

(A) 機構本部では、引き続き、NICAにおいて「NICAフェロー制度」を継続し、若手研究者の分野・機関を超えた流動性支援を積極的に推進する。

(B) 国際連携研究センター（IRCC）においては、引き続き、連携先の海外機関と共同で若手の特任研究員を国際公募・選考して雇用し、研究を両機関で指導する。

(C) 各機関・センターにおいて、引き続き、クロスアポイントメント制度や混合給与制度、

サバティカル制度などを活用し、共同研究の活性化、人事の弾力化、人材交流の活発化を推し進める。

《中期計画 2-1-1-4 に係る状況》

中期計画の内容	天文学分野において、研究者コミュニティの意見を取りまとめ、その総意に基づいて、大型研究基盤施設及び設備の建設・開発・運用を行うとともに、国内観測拠点の整理・統合を進める。アルマ望遠鏡の使用に関する東アジア地域の窓口機関として、日本を含む東アジア地域の研究者に対し、観測提案の準備、観測データ解析、論文文化等の支援を行う。自然科学大学間連携推進機構（仮称）の一環として、光学赤外線分野及び電波 VLBI 分野等における大学間連携を促進し、全国の大学等及び海外の研究機関等が保有する観測装置を連携させた共同利用・共同研究システムを構築するなど、大学等における天文学・宇宙物理学の発展に貢献する。さらに、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、すばる望遠鏡の共同利用率を 90% に、天文シミュレーションシステムの共同利用率を 100% に維持する。【28】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2-1-1-4）

- (A) 台外委員を含む 7 つの専門委員会や 2018 年度からは 5 つの科学諮問委員会、ユーザーミーティング等を引き続き開催し、研究者コミュニティの意見を取りまとめ、その総意に基づいて大型研究施設・設備の運用・開発・建設を進めた。
- (B) アルマ望遠鏡の使用に関する東アジア地域の窓口機関として、日本を含む東アジア地域の研究者に対し、各観測サイクルにおける観測公募の案内や観測提案作成に向けた説明会の開催、アルマ国際会議・ワークショップ・セミナーの主催や開催案内など、コミュニティの国際共同利用・共同研究への参加を支援した。また、天文データセンターと協力して、観測データの解析環境を整備し、データ解析講習会を開催して論文文化等の支援を行った。アルマ望遠鏡の共同利用観測による査読付き欧文論文数のうち、東アジアの主著論文数は 343 編（19%）と、望遠鏡の観測時間の割合（21.4%）と同程度の成果が得られた。日本の主著論文数（累計 270 編）は米国に次ぐ世界第 2 位を維持した。（別添資料 1-1-2-b（再掲））
- (C) 光赤外線天文学研究教育ネットワーク事業（OISTER）においては、ハワイ観測所のすばる望遠鏡と国内参加 9 大学が運用する光赤外望遠鏡を用いて突発現象のマルチメッセンジャー天文学観測や多波長天文学観測を実施した。また、国内 VLBI（超長基線電波干渉計）ネットワーク事業（JVN）においては、水沢 VLBI 観測所の電波干渉計 VERA と国内参加 6 大学が運用する電波望遠鏡などを組み合わせてサーベイ観測や時間領域観測を実施し、大学での研究と教育を推進した。
- (D) すばる望遠鏡の共同利用率を 90% 以上、天文シミュレーションシステムの共同利用率を 100% とする目標値を、それぞれ 4 年間維持した。
- (E) 名古屋大学、京都大学等と協力して、日本の太陽観測衛星「ひので」等により取得された太陽観測データとその解析環境を全国の研究者に引き続き提供し、研究を支援した。全国の大学等と協力して、将来の太陽飛翔体観測に有効な観測装置の共同開発を既存の地上望遠鏡を用いて進めた。チリのアルマ望遠鏡をはじめ、地上の太陽天文台、欧米の太陽観測衛星との共同観測で成果を上げたほか、海外の地上大型望遠鏡への参画を目指して科学観測提案、高速読出し赤外カメラ、面分光装置や近赤外狭帯域フィルタ

など焦点面装置のプロトタイプ品の共同開発を進めた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2－1－1－4）

すばる望遠鏡の共同利用率を 90%以上、天文シミュレーションシステムの共同利用率を 100%とする目標値を、それぞれ 4 年間維持した。

光赤外線天文学研究教育ネットワーク事業（OISTER）において、国内 9 大学が運用する光赤外望遠鏡とすばる望遠鏡を用いて、電磁波では史上初となる高エネルギー宇宙ニュートリノ放射源天体の同定に成功した。

アルマ望遠鏡の査読付き欧文論文数は科学運用開始（2011 年 9 月）以降 1,800 編を超え、毎年増加している。優れた観測提案のみが採択され（競争率は約 4 倍）、観測時間の獲得が困難な中で、日本の主著論文数（累計 270 編）は米国に次ぐ世界第 2 位を維持した（研究業績説明書 #11、別添資料 1-1-2-b（再掲））。

アルマ望遠鏡が 2016 年より太陽の共同利用観測を開始した。国立天文台主導で開発を始め、2014 年から 2016 年に日米欧国際チームで試験観測を繰り返し、電波（ミリ波帯）では史上最高の解像度となる太陽彩層の画像が得られるようになった。

○2020 年度、2021 年度の実施予定（中期計画 2－1－1－4）

(A) すばる望遠鏡、アルマ望遠鏡の運用及び TMT 実現を目指しつつ、研究者コミュニティへの窓口として、科学諮問委員会及びユーザーズミーティング等を開催し、現状分析や天文学の動向を見ながら、大学と共に国内観測拠点の運用に資する。

(B) アルマ望遠鏡の使用に関する東アジア地域の窓口機関として、日本を含む東アジア地域の研究者に対し、観測提案の準備、観測データ解析、論文化等の支援を継続する。

(C) ハワイ観測所岡山分室に隣接して設置された京都大学の 3.8m 望遠鏡（せいめい望遠鏡）については、京都大学の協力の下、国立天文台が主体となって、全国共同利用を継続する。

(D) すばる望遠鏡の共同利用率を 90%に、天文シミュレーションシステムの共同利用率を 100%に維持する。

(E) 引き続き名古屋大学、京都大学等と協力して、「ひので」等によって取得された太陽観測データとその解析環境を全国の研究者に提供し、アルマ望遠鏡や海外の大口径地上望遠鏡、欧米の太陽観測衛星との共同観測を含む太陽研究を支援する。また、全国の大学等と協力し、将来の太陽観測にとって有効となる観測装置の開発を、既存の地上望遠鏡を用いて継続する。

《中期計画 2－1－1－5 に係る状況》

中期計画の内容	LHD による重水素プラズマ実験、プラズマシミュレータによる大規模シミュレーション及び大型試験設備を活用した炉工学研究を高度な共同利用・共同研究として国内外に展開する。国内においては、その質を上げること、国外については、その機会を増やすことを目標とする。自然科学大学間連携推進機構（仮称）の一環としての双方向型共同研究を始めとする大学間ネットワークを整備・活用した共同研究を先導することにより、大学からの研究成果創出に資する。2 国間・多国間協定に基づく連携事業については限られた予算の中で研究計画を重点化し、より高い成果を目指す。国際熱核融合実験炉（ITER）等の国際事業に対しても、卓越した研究拠点として連携協定の下、大学とともに核融合科学研究所が知見を持つ分野で更なる連携協力を図る。また、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、大型ヘリカル装置及びプラズマシミュレータの共同利用率を 100%に維持する。【29】
---------	--

実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。
------------------	--

○実施状況（中期計画 2-1-1-5）

- (A) 国内共同研究では、双方向型共同研究、LHD 計画共同研究、一般共同研究の三つの制度に加えて、新たに 2019 年度から原型炉研究開発共同研究を開始し、四つの形態による共同研究を推進し、LHD の共同利用率を 100%に維持した。四つの共同研究のそれぞれの特徴を活かし、基礎から応用に至る広範囲の学術研究を展開することで、大学の研究力強化に貢献した（別添資料 2-1-1-5-a）。
- (B) 国際共同研究では、重水素実験の開始に伴って「LHD 国際プログラム委員会」を組織し、海外からの共同研究活性化に取り組んだ（別添資料 2-1-1-5-b）。また、政府間協定に基づいた共同研究の枠組みを利用し、各国、各装置に共通の重要課題に関して、長期的な視点に立った共同研究を展開した。
- (C) 国際熱核融合実験炉（ITER）、日欧共同プロジェクトである JT-60SA への貢献を視野に入れた物理研究、工学研究を大学とともに推進した。
- (D) プラズマシミュレータ利用者のためのプログラム開発支援体制を強化し、メール及び対面によるプログラム相談・最適化支援・開発支援を実施するとともに、ホームページ等を通じた利用者向け手引き等の情報発信、大規模ジョブ集中実施期間の設定等のジョブスケジュール調整、スケジュール変更等のアナウンスや意見募集を行い、利用環境を向上させた。
- (E) プラズマシミュレータの利用講習会やプラズマシミュレータシンポジウム等を開催し、プラズマシミュレータを利用する共同研究を推進した。
- (F) プラズマシミュレータの共同利用率を 100%に維持し、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供し、プラズマシミュレータの更新に向けた調査研究を実施した。
- (G) 核融合工学研究プロジェクトでは、拡大炉設計会合共同研究の議論に基づき、ヘリカル型核融合炉設計の精密化を行った。大型試験設備の活用を促進し、高温超伝導マグネット、液体ブランケット、超高熱流材料、低放射化材料等に関して国内の大学や民間等との共同研究、さらに、国際共同研究を進めた。また、文部科学省の策定した「原型炉開発に向けたアクションプラン」に基づいた大学との「原型炉研究開発共同研究」を開始した（別添資料 2-1-1-5-c）。日米科学技術協力事業の共同プロジェクトを推進した。加えて、超伝導マグネットの大型試験設備を ITER 及び JT-60SA の実試験に活用した。
- (H) 二国間・多国間協定等に基づく国際連携事業として、アメリカのウィスコンシン大学との高速トムソン散乱の開発、中国の西南交通大学との新たなヘリカル型実験装置 CFQS 建設に向けた国際共同プロジェクトの開始、ドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所との実験装置 W7-X と LHD との相互交流による比較研究、アメリカのオークリッジ国立研究所及びドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所との燃料ペレット入射装置の開発、アメリカのウィスコンシン大学及びプリンストン大学との研究機器の共同開発などを推進した。
- (I) ITER 等の国際事業について、国際トカマク物理活動への研究者の派遣や、幅広いアプローチ事業における共同研究の実施等により、連携を推進した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2-1-1-5）

LHD で行う全ての実験提案が「一般共同研究」の研究課題として実施され、LHD の共同利用率を 100%に維持した。また、「LHD 計画共同研究」により、計測機器の開発等を実

施するとともに、「双方向型共同研究」により、加熱機器の開発及び最適化を推進し、LHD プラズマの高性能化に貢献した（別添資料 2-1-1-5-a（再掲））。

国際共同研究では、「LHD 国際プログラム委員会」を組織するとともに（別添資料 2-1-1-5-b（再掲））、実験情報配信用の WEB ページをはじめ、各種文書、会議言語の完全英語化を図る等、海外共同研究者への利便性を高めた。また、政府間協定に基づいた枠組みで、海外の研究機関から計測器等を持ち込んで共同研究を実施し、LHD の研究推進に大きく貢献した。

ITER や JT-60SA で計画されている、水素同位体やヘリウムを用いた実験に貢献可能な、同位体効果に関する知見を得た。

プラズマシミュレータ利用者への積極的な情報発信、意見募集、プログラム開発支援やジョブスケジュール調整を行うことにより、プラズマシミュレータの高度な共同利用環境を実現した。プラズマシミュレータ利用講習会やプラズマシミュレータシンポジウム等の開催により、利用者のプログラミング技術の向上や研究者間交流の活発化に寄与し、理論・シミュレーション共同研究の発展に貢献した。プラズマシミュレータの共同利用率を 100%に維持し、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供した。計算機開発動向に関する綿密な調査研究を実施することによって、プラズマシミュレータの高性能化に貢献した。

核融合工学研究プロジェクトでは、共同研究により、ヘリカル型核融合炉の小型化・高性能化、体積中性子源等への展開も視野に入れた検討を進めた。2019 年度から、大学との原型炉研究開発共同研究 6 件を開始した（別添資料 2-1-1-5-c（再掲））。日米科学技術協力事業において、2013 年に開始した「原型炉プラズマ対向機器開発のための要素技術の工学的評価（PHENIX 計画）」を 2018 年度に完遂するとともに、2019 年度からは新たに「原型炉ダイバータにおける界面反応ダイナミクスと中性子照射効果（FRONTIER 計画）」を開始、推進した。

量子科学技術研究開発機構との共同研究により、ITER のトロイダル磁場（TF）コイル用導体接続部の実サンプル試験 11 件を完遂するとともに、JT-60SA の中心ソレノイド（CS）コイルの実試験を行った。

自然科学研究機構のネットワーク型研究加速事業や戦略的国際研究交流加速事業を活用し、ヘリカル方式の核融合研究を進めるドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所との共同研究や中国の西南交通大学との共同プロジェクトを中心に、ウィスコンシン大学及びプリンストン大学と研究機器の共同開発、北京大学と高エネルギー粒子計測装置の共同開発など、LHD 重水素実験のプラズマ高性能化のための国際共同研究を実施した。

○2020 年度、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-5）

- (A) 国内共同研究では、引き続き一般・LHD 計画・双方向型・原型炉研究開発の四つの制度を活用し、コミュニティの意見を幅広く取り入れる仕組みを維持し、LHD の共同利用率を 100%に維持する。
- (B) 国際共同研究では、「LHD 国際プログラム委員会」などを、実験計画の策定や国際共同研究の活性化に活用する。
- (C) ITER や JT-60SA に対しては、国際トカマク物理活動への参加や、LHD における関連実験の実施等により貢献する。
- (D) 新プラズマシミュレータの特徴・利用方法等の利用者への周知、シミュレーションコードの移行支援、プログラム最適化支援を行う。
- (E) 講習会・報告会・シンポジウム等の開催により、シミュレーションコードの高度化等やシミュレーション科学の普及を進め、理論・シミュレーションによる共同研究を積極的に推進する。

- (F) 共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、プラズマシミュレータの共同利用率を 100%に維持し、今後のプラズマシミュレータの更なる高性能化に向けた調査研究を行う。
- (G) 核融合工学研究プロジェクトでは、ヘリカル型核融合炉の小型化・高性能化、体積中性子源等への展開も視野に入れた検討を更に進める。大型試験設備の活用を促進し、高温超伝導マグネット、液体ブランケット、超高熱流材料、低放射化材料等に関して共同研究を更に進める。大学との原型炉研究開発共同研究を進展させる。日米科学技術協力事業において、FRONTIER 計画を引き続き推進し、中間報告をまとめる。
- (H) 二国間・多国間協定等に基づく連携事業を推進する。ドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所とは LHD と W7-X における装置間比較研究、中国の西南交通大学との国際共同研究プロジェクトにおいては新たなヘリカル型実験装置 CFQS 建設に向けた共同研究、アメリカのウィスコンシン大学及びプリンストン大学とは研究機器の共同開発などを進める。
- (I) ITER 等の国際事業について、国際トカマク物理活動への研究者の派遣や、幅広いアプローチ事業における共同研究の実施等により、引き続き連携を推進する。

《中期計画 2－1－1－6 に係る状況》

中期計画の内容	生物機能解析センターの機能を更に高度化し、遺伝子発現や代謝産物の定量的解析、分子や細胞、組織、個体レベルでの時空間動態観察など、統合的な解析を可能にするために、次世代シーケンサーや先端顕微鏡などの設備の高度化、技術支援員などの充実を図る。また、共同利用・共同研究の一部を国際的にも開かれたものとし、第 3 期中期目標期間中に 20 件程度の国際共同利用・共同研究を実施する。 自然科学大学間連携推進機構（仮称）の一環として、大学サテライト 7 拠点との連携により、生物遺伝資源のバックアップ保管数を毎年度対前年度比で約 10%程度増加させる。また新規生物遺伝資源保存技術開発共同利用研究を年間 10 件程度採択するとともに、凍結保存カンファレンスを定期開催（第 3 期中期目標期間中に 6 回）し、生物学・材料科学・有機合成化学の異分野間連携を推進する。さらに得られた成果を中心に保存技術講習会を大学サテライト拠点と共同で開催する。大学間連携による昆虫、海生生物など新規モデル生物開発拠点を形成し、特徴ある生物機能をもつ生物をモデル化することにより、新たな生物機能の解明を目指す研究を推進する。さらに、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、大型スペクトログラフの共同利用率を 90%に維持する。また、先端バイオイメーjing支援プラットフォーム（光学顕微鏡技術支援、画像解析技術支援等）の形成などを通じて、生命科学を包括した支援体制を構築し、我が国の当該分野の高度化及び国際ネットワーク形成を推進する。【30】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2－1－1－6）

- (A) 次世代シーケンサーや先端的顕微鏡等の機器の整備、最新の解析技術の情報収集や共有、顕微鏡室等の環境整備、生物機能情報データベースやその解析手法の拡充を進め、生物機能解析センターの機能の高度化を実施した（別添資料 2-1-1-6-a）。

- (B) 共同利用研究募集要項や申請書類、NIOUS システムの英語化を実施することで、外国人研究者による研究課題申請に対応した。
- (C) IBBP 事業では、研究者からの生物遺伝資源のバックアップ保管申請を適宜受付、審査・承認の上で、その保管を実施した。「生物遺伝資源新規保存技術開発共同利用研究」を展開し、新たな保存技術の開発を大学等の研究者とともに進めた。凍結保存に関するコンファレンスや技術講習会を毎年開催し、保存技術に関する情報共有や技術普及を進めた（別添資料 2-1-1-6-b）。
- (D) 新規モデル生物開発センターを中心として、生物種ごとに、遺伝子情報の基盤整備や遺伝子機能解析手法の最適化を大学等の研究者との共同利用・共同研究により推進した。これらにより、新たな生物機能の解析を行う研究に繋げた（別添資料 1-1-4-f（再掲））。
- (E) 共同利用施設である大型スペクトログラフについては、その共同利用率を 90%以上に維持し、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供した（別添資料 2-1-1-6-c）。
- (F) 多様な顕微鏡、画像解析技術を用い、基本的な画像取得・解析と高度でより先端的な画像取得・解析からなる多層の支援体制を整備し、共同利用・共同研究を推進した。また、バイオイメージング支援の国際ネットワークの形成の観点から、海外のバイオイメージング施設との意見交換や情報共有を実施するとともに、国際シンポジウムを開催した（別添資料 1-1-4-g（再掲））。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2-1-1-6）

共同利用研究の再編成を行い、生物機能解析センターが有する機能を活用して「統合ゲノミクス共同利用研究」と「統合イメージング共同利用研究」を新たに開始し、365 件の課題を支援した。

2016 年からの 4 年間で、海外の学術機関に所属する研究者との共同利用研究を 13 件実施した。

生物遺伝資源のバックアップ保管については、2016 年度 46 件、2017 年度 50 件、2018 年度 58 件、2019 年度 73 件を新たに受け入れ、その保管数は毎年、前年度比 10%の増加を達成している。生物遺伝資源の保存技術開発については、4 年間で 56 件の共同利用研究を通じて実施し、ゼニゴケやカイコ、 TENTOUMシ等の長期保存技術が確立された。開発した保存技術については、大学サテライト拠点等と連携して 15 件の技術講習会を開催し、その普及に努めた。また、凍結保存に関するコンファレンスを毎年 1 回開催し、その情報共有や研究者コミュニティの交流を図った（別添資料 2-1-1-6-b（再掲））。

イベリアトゲイモリの遺伝子カタログの構築やゲノム編集技術を用いた迅速かつ効率的な遺伝子機能解析方法を確立し、発生・再生学研究のモデル生物化を実現した。また、ホタルのゲノム解読を実施し、ホタルの発光に必要な遺伝子の起源を明らかにした。

大型スペクトログラフの共同利用率を 90%以上に維持し、4 年間で 37 件の「大型スペクトログラフ共同利用実験」を実施した（別添資料 2-1-1-6-c（再掲））。

4 年間で先端バイオイメージング支援プラットフォーム（ABiS）事業全体として実施した 986 件の科研費採択課題の研究支援に協力するとともに、生物画像データ解析等のトレーニングコースを年間 9～10 件共催した。ABiS と Global BioImaging (GBI) が締結した連携協定を通じて、イメージング分野での情報共有を進めた。また、毎年 ABiS 主催の国際シンポジウムの開催に協力し、国内外のバイオイメージング分野の連携構築を図った（別添資料 1-1-4-g（再掲））。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-6）

- (A) 生物機能解析センターの機能強化や人員の充実を引き続き進め、「統合ゲノミクス共同利用研究」や「統合イメージング共同利用研究」をより一層推進する。

- (B) 海外の学術機関からの共同利用研究の課題継続や新規受入を行い、第3期中期目標期間での20件程度の実施を目指す。
- (C) 生物遺伝資源のバックアップ保管の申請や審査、管理等をオンライン化により労力を軽減するとともに、バックアップ保管数の前年度比10%増加を進める。共同利用研究を通じた遺伝子資源保存技術開発を継続するとともに、コンファレンスや技術講習会の開催を通じて、その普及に務める。
- (D) 引き続き、特徴ある生物機能を持つ生物種のモデル化を進め、新たな生物機能解析を目指す研究を、共同利用・共同研究も含めて、推進する。
- (E) 大型スペクトログラフの共同利用率90%以上を維持し、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで引き続き提供する。
- (F) 多様な顕微鏡、画像解析技術を用い、基本的な画像取得・解析と高度でより先端的な画像取得・解析からなる多層の支援体制を整備し、共同利用・共同研究の推進を継続する。国際シンポジウムの開催やGBIとの連携活動を介して、国際的なバイオイメージングネットワークによる情報共有を継続する。

《中期計画2-1-1-7に係る状況》

中期計画の内容	分子から細胞、組織、システム、個体にわたる機能生命科学（生理学）及び脳科学分野の共同利用・共同研究拠点としての機能を強化する。年間、共同研究件数100件、生理研研究会20件を維持する。自然科学大学間連携推進機構（仮称）の一環としての7テスラ超高磁場MRI装置等を用いた脳・人体機能イメージングネットワークを構築し、全国の大学等研究機関との共同研究体制を確立する。先端光学・電子顕微鏡を用いた共同研究は、新規の共同研究者を開拓する。研究者へのニホンザルの提供については、安全でユーザーのニーズに沿った付加価値の高い個体の提供を目指し、他機関と協力し、品質信頼性の更なる向上に取り組むとともに、長期的供給体制の整備を継続する。遺伝子改変に用いるウイルスベクターの作成と提供についても更に推進する。また、共同利用研究の国際公募を実施し、国際共同研究を推進する。さらに、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、7テスラ超高磁場MRI装置の共同利用率を60%に維持する。また、先端バイオイメージング支援プラットフォーム（電子顕微鏡技術支援、機能的磁気共鳴画像技術支援等）の形成などを通じて、生命科学を包括した支援体制を構築し、我が国の当該分野の高度化を推進する。【31】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画2-1-1-7）

- (A) 2016, 2017, 2018, 2019 各年度に、それぞれ、共同利用研究を142件, 139件, 146件, 145件実施し、生理研研究会を20件, 24件, 23件, 20件開催した。共同利用のさらなる周知と推進を目的として、生理研研究会の所外開催を、各年度それぞれ、1件(九州大学)、2件(東北大学、玉川大学)、2件(名古屋市立大学、玉川大学)、1件(大阪大学)実施した。
- (B) 2016年度より7テスラ超高磁場MRI装置を使った共同利用研究を実施した。これまでに、コイルの磁場を制御するパラレルトランスミッション技術や撮像の精度向上に関するハードウェア・ソフトウェア開発などにより、7テスラ超高磁場MRI装置の高

感度・高精度化を実施した。それにより、脳局所の賦活状態における入出力信号の分離同定を目指したレイヤーレベルの分解能を持つ機能イメージング計測に取り組んだ。また、サブミリメートルの分解能を持つ構造画像により、精神・神経疾患や意欲に深く関与する深部基底核の微細構造同定技術を確立した。ヒト-非ヒト霊長類種間比較研究に着手し、7テスラ MRI を用いたニホンザル、マーモセットの脳構造・機能画像計測を開始、専用コイルの改良、安静時脳活動の計測パラメータを確立した。共同利用率は85%に達した。

さらに、2017 年度より生理研国際連携研究室の客員教授として、世界最先端の MRI 技術開発機関であるフランス原子力・代替エネルギー庁のニューロスピン研究所前所長を招へいし、脳微細構造の新規撮像法並びに解析法の開発を行うとともに、ヒトに適用し計測を進めた。

(C) 岡崎共通研究施設動物実験センターの機能高度化と SPF (Special Pathogen Free) 化に向けた増改築による改修が決定し、2019 年度末、建物工事が完了した。また、共同利用・共同研究の推進に向けた研究環境基盤を強化するため、2019 年度に同センターを改組し、新たに動物資源共同利用研究センターを設立した。

(D) 「ナショナルバイオリソースプロジェクト (ニホンザル)」は、全国の研究者にニホンザルおよび組織試料を提供している。事業第4期である今期は、2017 年度に、代表機関を京都大学霊長類研究所に移した上で、引き続き協力して事業を推進し、AMED の支援を受け「ニホンザルバイオリソースにおける B ウイルス検査法の開発」(2018—2019 年度)を行うなど、検査体制の充実をはかり、また母群検討委員会において、リタイアしたサルの飼養等について検討を行った。

(E) 2013 年度に開設したウイルスベクター開発室を引き続き運営し、2016, 2017, 2018, 2019 各年度に、国内外の研究室に延べ 214 件、245 件、214 件、203 件のウイルスベクターを提供した。

(F) 数千枚の電子顕微鏡画像から 3 次元構造を再構成する 三次元走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM) 2 台を用い、2016, 2017, 2018, 2019 各年度に、22 件、14 件、14 件、14 件の計画共同研究を実施した。

生理学研究所では、超高压電顕共同利用実験を開所時より推進し、近年は、大阪大学が中心となって実施している超顕微科学研究拠点事業にも参画し、生物系の超微形態解析の共同研究を担ってきた。しかし、機器の老朽化に伴い、運営会議の議を経て、2019 年度、今後の共同利用研究の応募を実施しないことを決定するとともに、研究分野の進展を踏まえた今後の展開についての検討を開始した。

(G) 2016 年度より、新学術領域研究・学術研究支援基盤形成「先端バイオイメージング支援プラットフォーム」の中核機関として、基礎生物学研究所とともに、各種顕微鏡技術、MRI 技術に関する支援を実施するとともに、研究連携センターの学術研究支援室において運営事務局業務を担当した。また、同室では脳科学コミュニティからの要請を受けて人材育成に主眼をおいた取組「次世代脳」プロジェクトの運営サポートを担い、学術集会の企画・運営、ウェブサイト運営を実施した。さらに、2018 年度より、AMED 事業「戦略的国際脳科学研究推進プログラム」の中核的組織として脳科学研究の国際対応に関する国内の調整業務を担当し、また、同事業での研究開発推進支援を進めた。

○小項目の達成に向けて得られた実績 (中期計画 2-1-1-7)

7テスラ超高磁場 MRI 装置等を有する全国の大学等の研究機関との連携ネットワークを構築し、2016 年度より 7テスラ超高磁場 MRI 装置を使った共同利用研究を開始した (別添資料 2-1-1-7-a)。その取組等により、2018 年度には、撮像と画像処理に関する技術的検討・開発のための共同利用実験 3 件、脳機能および構造・コネクティビティ計測のための共同利用実験 2 件を実施し、2019 年度には、計測技術開発 7 件、ヒト脳機能・

構造計測研究 5 件、サル脳計測研究 3 件を実施した。開始以来、共同利用率 60% という高い水準を維持し、2018 年度以降は、共同利用率は 85% に達した。

2019 年度に、岡崎共通研究施設動物実験センターの改組により、新たに「動物資源共同利用研究センター」を設立した。また、SPF (Special Pathogen Free) 化と機能高度化のための建物の増改築を行うことにより、共同利用研究の推進に向けた研究環境基盤の強化を行った。

2017 年度より生理研国際連携研究室の客員教授として、世界最先端の MRI 技術開発機関であるフランス原子力・代替エネルギー庁の NeuroSpin の前所長を招へいし、国際連携の強化を進めた。また、国際共同利用研究の推進に向け、共同利用研究の国際公募を実施することを目指し、検討と準備を行った。

年間、共同研究件数 100 件、生理研研究会 20 件以上という目標値を達成し続けている。2019 年度の件数の総和は 167 件と高い水準にある（別添資料 2-1-1-7-b）。

時代の流れに応じて、新規の共同研究者を開拓するため、三次元走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM) 2 台を導入し、共同利用研究に供している（別添資料 2-1-1-7-c）。2013 年度以降 2019 年度までに、SBF-SEM に関連して、国内共著 22 編、国際共著 9 編を発表した。また、位相差電顕に関連して、国内共著 25 編、国際共著 8 編を発表した。

「ナショナルバイオリソースプロジェクト（ニホンザル）」の活動により、全国の研究者にニホンザルおよび組織試料を提供した。2017 年度に、代表機関を京都大学霊長類研究所に移した上で協力して事業を推進し、検査体制を充実させ、母群検討委員会においてリタイアしたサルの飼養等について検討するなど、中期計画の達成に向けた活動を行った（別添資料 2-1-1-7-d）。

2013 年度に開設したウイルスベクター開発室を引き続き運営し、2016, 2017, 2018, 2019 各年度に、国内外の研究室に、毎年延べ 200 件を超えるウイルスベクターの提供を行った。2013 年度以降 2019 年度までに、国内共著 35 編、国際共著 8 編を発表した（別添資料 2-1-1-7-e）。

新学術領域研究・学術研究支援基盤形成「先端バイオイメーシング支援プラットフォーム」の中核機関（別添資料 2-1-1-7-f）、「次世代脳」プロジェクトの運営サポート事務局、および AMED 事業「戦略的国際脳科学研究推進プログラム」の中核的組織（別添資料 2-1-1-7-g）としての役割を務め、生命科学研究者の技術支援を行い、また脳科学研究者のネットワーク形成と国際化を進めることにより、日本の当該分野の高度化に寄与した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-7）

(A) 年間、共同研究件数 100 件、生理研研究会 20 件の目標を引き続き達成する。さらに、第 3 期の最終年度となる 2021 年度の国際共同利用研究の実施に向け、2020 年 12 月に、共同利用研究の国際公募を限定的に開始する。

(B) 7 テスラ超高磁場 MRI 装置による計画共同研究において、引き続き共同利用率 60% の目標を達成する。また、ヒトと非ヒト霊長類の種間比較を念頭に、MRI 画像の収集とデータ共有の推進により、国内外研究施設との連携を強化する。さらに、最先端の MRI を開発している NeuroSpin から招いた外国人客員教授を中心に、拡散強調画像を用いたヒト脳の機能構造解析に関する国際共同研究を引き続き進める。

(C) 増改築と組織改編がなされた動物資源共同利用研究センターの一部施設の稼働を開始するとともに、その改修を完了させる。実験モデル動物の表現型解析等を強化するための先端技術開発と共同利用・共同研究に向けた研究環境基盤の体制強化のため、人員配置を進める。

(D) ナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）「ニホンザル」事業において、京都大学霊長類研究所への代表機関機能の移行を踏まえ、更なる効率的な運営に向け、事業の集約化を進める。また、繁殖を停止したニホンザルの飼養や取り扱いに関する方策に

ついて引き続き議論を行い、有効利用に関する検討を進める。

- (E) 霊長類、齧歯類、魚類、などの特定神経路において、より特異的かつ高効率な遺伝子導入を可能にするアデノ随伴ウイルスベクター、レンチウイルスベクター等を共同研究者に迅速に提供出来る体制を引き続き維持する。また、胚盤胞補完法を用いた効率的な同種及び異種細胞作製手法の開発を行う。
- (F) 三次元走査型電子顕微鏡（SBF-SEM）等による画像データの効率的解析のため、大容量電子顕微鏡画像データセットの自動3次元再構築処理システムの本格的導入と実質的な運用の開始を目指す。
- (G) 先端バイオイメージング支援プラットフォーム事業などを通じて構築した、生命科学を包括した支援体制を更に充実するとともに、人材育成や成果発表を目的とするシンポジウムを開催する。また、10を超える脳科学研究分野の新学術領域を束ね、連携の基盤となる取組「次世代脳プロジェクト」を引き続き推進し、若手育成を重視した学術集会を運営する。さらに、AMED 事業「戦略的国際脳科学研究推進プログラム」の中核的組織として脳科学研究の国際対応に関する国内の調整業務を担いつつ、同事業での研究開発推進支援を進める。

《中期計画2-1-1-8に係る状況》

中期計画の内容	先端的な放射光光源やレーザーを用いた光科学実験装置、分子計算に最適化された大型計算機、種々の先端的分子計測装置を整備・強化し、それらを用いた分子システムの構造・機能・物性等の研究に対する高度な共同利用・共同研究を国際的に推進する。総合的及び融合的な新分野として、協奏分子システム研究センターにおいて新たな機能を持つ分子システムを創成するとともに、その機能解析のための新たな分子科学計測手法を開拓する共同研究拠点を形成する。また、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供するため、極端紫外光研究施設（UVSOR）の共同利用率を85%に、分子シミュレータの共同利用率を100%に維持する。【32】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画2-1-1-8）

- (A) 極端紫外光研究施設（UVSOR）において、共同利用率を85%以上に維持するため、高輝度放射光源装置の調整運転の効率化を進めるとともに、ナノスケール軟X線透過吸収顕微鏡やスピン・角度・空間分解光電子顕微鏡を含む高性能な装置群の共同利用・共同研究を国際的に推進した。また、分子制御レーザー開発研究センターとのレーザー運用及び応用技術に関する連携によってレーザー・放射光同期実験等を推進した。
- (B) 計算科学研究センターにおいて、スーパーコンピュータの計算資源を100%共同利用に提供し、機能性分子の構造や反応性、触媒反応、タンパク質の構造揺らぎ・構造形成反応や機能に関する理論・計算分子科学研究を推進した。また、ポスト「京」、計算物質科学人材育成コンソーシアム、など関連する計算物質科学のプロジェクトへの各種支援を行った。
- (C) 協奏分子システム研究センターにおいては、複雑で多機能な分子システムの解析や創成に取り組むとともに、装置開発室の共同利用との連携や機器センターが担当する「大学連携研究設備ネットワーク」及び「ナノテクノロジー・プラットフォーム」事業との連携を通じて、先端的計測設備の相互利用による効率的な運用と構造機能物性評価に関する共同利用・共同研究を推進した。機器センターにおいては本務共同利用業務

に加え、前出プロジェクトを通じ、全国の大学設備の効率的な運用、全国の大学に所属する技術職員等の人材育成、共同利用・共同研究の推進に貢献した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2-1-1-8）

(1) 極端紫外光研究施設（UVSOR）において、高輝度放射光源装置の安定化・高度化と老朽化対策を計画的に進め、経年劣化による故障の増大を抑制するとともに故障への迅速な対応体制を確立し、共同利用率 85%以上（2016 年度 87%、2017 年度 86%、2018 年度 88%、2019 年度 89%）を維持し、共同利用機能を持続的かつ高いレベルで提供した。ナノスケール軟 X 線透過吸収顕微鏡の国際共同利用率は、2016 年度 36%、2017 年度 29%、2018 年度 25%、2019 年度 20%と高い水準を維持し、国際的共同利用・共同研究の推進に貢献した（別添資料 2-1-1-8-a）。

(2) 2016 年度～2019 年度のすべての年度において、スーパーコンピュータ及び汎用コンピュータを一体的に運用し、その計算資源の 100%を共同利用に提供し、共同利用・共同研究の推進に貢献した。また、「京」コンピュータの後継機を開発するための文部科学省「フラッグシップ 2020」（通称：ポスト「京」）において、分子科学研究所が責任機関となり、重点課題「エネルギーの高効率な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発」を推進することにより、学術・研究のネットワーク形成に貢献した（別添資料 2-1-1-8-b）。

(3) 分子科学研究所は「大学連携研究設備ネットワーク」事業の事務局として、大学間での研究設備の有効活用体制の構築に貢献している（別添資料 2-1-1-8-c）。設備の学外利用を促進するために、全国 13 の地域から外部利用が期待される設備の補修やコンポーネント追加による高機能化等の提案を支援する相互利用加速事業を実施した。また、マネージャー及びコーディネーター 2 名を配置し、展示会や学会等での啓発活動の強化、参画機関等への訪問・要望調査や他設備共用事業との連携による相互利用・共同利用の推進活動も継続して実施した。その結果、第 3 期中期目標期間（2016～2019 年度）と第 2 期中期目標期間（2010～2015 年度）を比較すると、学外利用件数は、年平均 351 件から 587 件へ増加し、大学間の共同利用の推進に貢献した。

(4) 2012 年度から実施している「ナノテクノロジープラットフォーム事業」を通じて、先端的構造機能物性評価に対する共同利用支援の強化、先端ナノテク分子・物質合成拠点の形成、支援者と利用者双方の若手を育成できる環境の構築などを図っている（別添資料 2-1-1-8-d）。本事業で実施している協力研究の件数は、第 2 期中期目標期間（2012～2015 年度）の 194 件／4 年から、第 3 期中期目標期間（2016～2019 年度）では 270 件／4 年となり、設備共同利用による大学機能強化に貢献した。

○2020 年度、2021 年度の実施予定（中期計画 2-1-1-8）

(A) 極端紫外光研究施設（UVSOR）において、共同利用率を引き続き 85%以上に維持するため、光源装置のメンテナンスや老朽化対策を計画的に行うとともに調整運転の効率化を行う。軟 X 線ナノ顕微鏡や高分解能光電子分光装置群の国際的な共同利用・共同研究による放射光の化学的利用を促進するとともに、最先端設備である運動量分解光電子顕微鏡の開発研究および運動量分解光電子顕微鏡を活用した国際的共同研究を推進する。

(B) 計算科学研究センターにおいて、スーパーコンピュータの計算資源を 100%共同利用に提供し、触媒反応の反応機構、タンパク質の構造形成・機能に関する理論・計算分子科学研究を推進する。また、スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム、計算物質科学人材育成コンソーシアム、など関連する計算物質科学のプロジェクトへの各種支援を行う。スーパーコンピュータの運用においては、可用性の向上及び省電力の検討を引き続き行い、安定した計算環境の構築と運用コストの削減を図る。2022 年 10 月のシステム更新に向けて次期システムの構成を検討する。

(C) 機器センターは本務共同利用業務に加え、「大学連携研究設備ネットワーク」及び「ナ

「ナノテクノロジープラットフォーム」事業を通じて、全国の大学にある先端計測設備の相互利用による効率的な運用、全国の大学に所属する技術職員等の人材育成、構造機能物性評価に関する共同利用・共同研究を引き続き推進する。協奏分子システム研究センターにおいては、非凡な機能を有する分子システムの解析やそれらを基盤としたデバイス開発に取り組む。また、装置開発室の共同利用、機器センターとの連携を通じて、先端計測設備の相互利用による効率的な運用と、構造機能物性評価に関する共同利用・共同研究の推進に取り組む。

《中期計画 2-1-1-9 に係る状況》

中期計画の内容	機構における新たな学問分野の創出を目指し、新分野の探索・萌芽促進・育成を担う新分野創成センター並びに国際的共同研究拠点を目指すアストロバイオロジーセンター及び次世代生命科学センター（仮称）等を設置し、共同利用・共同研究、各種研究プロジェクトの実施等に取り組む。また、岡崎 3 機関が共同運営する岡崎統合バイオサイエンスセンターについては、バイオネクストプロジェクト及びオリオンプロジェクトを推進してその機能を強化した上で、岡崎 3 機関の関連部門も含めた必要な組織改革を行い、平成 30 年度に創設する次世代生命科学センター（仮称）の中核組織として再編・統合する。【33】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2-1-1-9）

(A) 新分野創成センターでは、新分野探索室において検討を進めていた機構で推進すべき萌芽分野として先端光科学研究分野と、機構長のリーダーシップでプラズマバイオ研究分野を新設し、2018 年度から共同利用・共同研究を開始した。先端光科学研究分野は、外国から雇用した専任教員が研究を推進するとともに、プロジェクト公募を行い、機構内外で研究を推進した。また、著名な外国人研究者を招聘し、ナノフォトニクスに関するワークショップを開催して、先端的な取り組みを学ぶ機会を設けた。組織的な共同研究の推進のため、国内外の光科学の情勢の調査を行った。プラズマバイオ研究分野では、クロスアポイントメント制度による雇用を含む専任教員により研究を進めるとともに、名古屋大学の共創拠点のセンターと九州大学のセンターとでプラズマバイオコンソーシアムを形成して一体的運営を行い、プロジェクト公募を行った。また、九州大学において勉強会、名古屋大学において成果報告会を開催し、プラズマバイオ分野の課題や成果の共有を行い、コミュニティの形成と共同研究の推進に寄与した。

アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーの裾野を広げる多様な研究として、単年度のプロジェクト研究 25 件、センターとは異なるアストロバイオロジーの重要分野の拠点形成として複数年度のサテライト研究 7 件を公募により採用し、多様かつ多数の研究成果を挙げた(2019 年度末現在)。アストロバイオロジーセンター・ワークショップでその成果を広く公表し、査読論文 23 件を 2019 年度に発表した。アストロバイオロジーセンター自体からの研究に基づく欧文論文 95 件（うち査読有 68 件）を 2019 年度に発表した。これは当センター発足当初の平均の約 3 倍の成果となった。

中期計画に記載された「次世代生命科学センター（仮称）」に対応するものとなる「生命創成探究センター」の創設に向けて、岡崎 3 機関の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」では、オリオンプロジェクトとバイオネクストプロジェクトを中心に分野融合型研究を推進した。バイオネクストプロジェクトにおいては、岡崎 3 機関外の研究者と連携して創発型連携研究拠点の形成を目指す特別研究を継続するとともに、試験的に共同利用を受け入れた。2018 年度には、岡崎統合バイオサイエンスセンターを

白紙に戻し、新センターに必要な研究部門を岡崎 3 機関から新たに選び直すとともに、新分野創成センターのブレインサイエンス研究分野及びイメージングサイエンス研究分野を統合した機構直轄の「生命創成探究センター」を発足させ、学際的生命科学研究を開始した。新センターは、統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同研究に加えて、バイオネクストプロジェクトで行った試験的な試みを基に、大きな課題を幾つか提示し公募、代表者がセンターの複数の研究グループを選択して実施する「ExCELLS 課題研究」、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者を PI として客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの特徴ある共同研究を行っている。

国際連携研究センター (IRCC) を、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の 3 研究所 (太陽システム研究所: MPS、プラズマ物理研究所: IPP、天体物理研究所: MPA) とプリンストン大が共同で設立した MPPC (Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics) に跨る組織として設立した。IRCC には、アストロフュージョンプラズマ物理研究部門 (IRCC-AFP) と定量・イメージング生物科学研究部門 (IRCC-QIB) の 2 部門を設置した。2 部門には、それぞれ 10 名程度、内外の共同研究者が所属し、運営委員等を務めている。2019 年 2 月には MPPC の年次会合である「MPPC ワークショップ」を東京で MPPC と共催し、参加者は 104 名中約半数が日本からの参加者であった。2020 年 1 月には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンにある MPS で開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。また、IRCC-QIB は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催で「Imaging and Quantitative Biology」と題してジョイントシンポジウムを岡崎で開催し、85 名の参加者を集めた。

これまでの海外事業では、海外の機関に、研究者の希望する、あるいは相手先の求める研究を行うために研究者を派遣していた。IRCC では、上述のワークショップ、シンポジウムの議論などを通して、上記 2 大学・センターと戦略研究目標を組織として共同で設定、若手の特任研究員を雇用して上記の海外機関と日本の IRCC で研究を実施、海外と日本の両機関がそれぞれの特長を活かして組織的に指導することによって研究を達成することにより、最先端研究の推進、異分野融合・新分野創成、若手の育成を促進することを目標としている。上記のワークショップ・シンポジウムに参加する共同研究者や、特に、2 部門に所属する国内外の共同研究者は、センターの戦略研究目標を決定する過程、あるいは特任研究員の指導の一翼を担っており、センターの活動は国内外の最先端研究を進めようとする大学の研究力強化に寄与している。

○小項目の達成に向けて得られた実績 (中期計画 2-1-1-9)

新分野創成センターでは、新分野探査室における検討等を基に、新たな研究領域として先端光科学研究分野とプラズマバイオ研究分野を立ち上げた。特にプラズマバイオでは、共拠点である名古屋大学低温プラズマ科学研究センターと九州大学プラズマナノ界面工学センターとプラズマバイオコンソーシアムを形成し、新たな共同研究のフレームを構築した。これにより、分野の確立・発展のため、プラズマバイオサイエンスの基礎的研究を連携して進める体制が確立した。両分野とも、特に、プラズマバイオはプラズマバイオコンソーシアムとして、プロジェクト・共同研究の公募を行い、共同研究の推進に努めた。

アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーの裾野を広げる多様な研究として、単年度のプロジェクト研究 25 件、ABC とは異なるアストロバイオロジーの重要分野の拠点形成として複数年度のサテライト研究 7 件を公募により採用し (2019 年度)、これらの研究より少なくとも査読論文 23 件を発表した。また、アストロバイオロジーセンター自体からの研究に基づく欧文論文 95 件を 2019 年度に発表した。

岡崎 3 機関の共通施設「岡崎統合バイオサイエンスセンター」を白紙に戻し、新センターに必要な研究部門を岡崎 3 機関から新たに選び直すとともに、新分野創成センターの 2 分野を統合した機構直轄の「生命創成探究センター」を発足させ、学際的生命科学研究を開始した。新センターは、統合バイオでは行わなかった一般的な共同利用・共同

研究に加えて、統合バイオで行った試験的な試みを基に、大きな課題を幾つか提示し公募、代表者がセンターの複数の研究グループを選択して実施する「ExCELLS 課題研究」、センター活動の拡大を意図して外部研究者で構成されたプロジェクトを公募、採択後代表者を PI として客員に採用、実際にはセンター教員も含めて実施する「ExCELLS 連携研究」などの特徴ある共同研究を開始した。

国際連携研究センター（IRCC）を、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の 3 研究所（MPS、IPP、MPA）とプリンストン大が共同で設立した MPPC に跨る組織として設立した。IRCC には、それぞれ 10 名程度、内外の共同研究者が所属し、運営委員等を務める研究部門を、IRCC-AFP と IRCC-QIB の 2 部門設置した。2019 年には MPPC の年次会合を東京で MPPC と共催し、参加者は 104 名中、約半数が日本からの参加者であった。2020 年には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンで開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。また、IRCC-QIB は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催でジョイントシンポジウムを岡崎で開催し、85 名の参加者を集めた。これまでの海外事業では、海外の機関に、研究者の希望する、あるいは相手先の求める研究を行うために研究者を派遣していた。IRCC では、上記 2 大学・センターと戦略研究目標を、上記の年次会合・ジョイントシンポジウムの議論などを通して、組織として共同で設定、若手の特任研究員を雇用して上記 2 大学・センターと日本の IRCC で研究を実施、海外と日本の両機関がそれぞれの特長を活かして組織的に指導することによって研究を達成することにより、最先端研究の推進、異分野融合・新分野創成、若手の育成を促進することを目標としている。上記年次会合・シンポジウムに参加する共同研究者や、特に、2 部門に所属する国内外の共同研究者は、センターの戦略研究目標を決定する過程、あるいは特任研究員の指導の一翼を担っており、センターの活動は国内外の最先端研究を進めようとする大学に広く影響を与え、大学の研究力強化に寄与している。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2－1－1－9）

(A) 新分野創成センターの両分野では、プロジェクト公募を通じて新分野創成に寄与する共同研究やワークショップの支援を行う。また、新分野探査室においては、新たな分野の設立に向けて、萌芽的研究活動の探索や勉強会を行う。

アストロバイオロジーセンターでは、宇宙における生命探査を目的とするセンターとしての機能強化を推進し、公募等による共同研究及びプロジェクト研究を引き続き実施する。

生命創成探究センターでは、機構外の大学・研究機関に所属する研究者を代表とする ExCELLS 連携研究、並びに機構外の研究者がセンター内の教員と行う共同研究である ExCELLS 課題研究をさらに拡充し、国内外の研究者との共同研究を進める。これらに加えて、機構内の研究者がセンター内の教員および機構外の研究者と行う ExCELLS 特別共同研究を引き続き実施し、機構における新たな学問分野の創出を目指した多面的な活動を継続・発展させる。

国際連携研究センターでは、機関・分野を超え海外機関と組織的に連携して行う分野融合研究を推進する。米国・プリンストン大学とドイツ・ボンにブランチを置き、国際選考委員会が国際公募により採用した特任研究員の活動により、「アストロフュージョンプラズマ物理研究部門」及び「定量・イメージング生物学研究部門」の両部門における異分野融合研究、国際交流を推進する。

(2)中項目 2－2「共同利用、共同研究の実施体制等」の達成状況の分析

〔小項目 2－2－1 の分析〕

小項目の内容	共同利用・共同研究機能の強化のため、研究者コミュニティ及び各大学等の要請に対応し得る柔軟な体制を構築する。＜9＞
--------	--

○小項目 2－2－1 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	1	1
中期計画を実施している。	1	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	2	1

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

各機関が個別に行っている公募型の共同利用・共同研究の窓口を一本化し、申請から審査、採択、成果報告・公表、分析に至るまでを統合的に管理する自然科学共同利用・共同研究統括システム（NINS Open Use System : NOUS）の開発にあたっては、各機関の高い専門性を持つ研究職員・技術職員で構成する「NOUS 開発室」を機構長直属として設置して開始。その後開発の進展に応じてその機能を「研究力強化推進本部」の「共同利用・共同研究室」に移し、運用が始まってからは同室内に「NOUS 技術班」と「NOUS 運用班」を設け、各機関からの要求を受ける体制を取る、など進捗に伴い柔軟な体制を取ることで計画通りの開発が出来ている。（中期計画 2－2－1－1）

IR については各機関の研究力強化戦略室等で URA を中心に各分野における IR を進める一方、「研究力強化推進本部」の「共同利用・共同研究室」に「IR 班」を設け、本部の URA と URA が連携し、機構全体の IR 活動を進めている。その結果の一例として、各大学を対象とし、その大学における当機構との共同研究論文とそれ以外の論文とで Top10% の比率を比べると明らかに共同研究論文の比率が高いことを示し、共同利用・共同研究が大学の研究力強化に貢献していることを実証した。（中期計画 2－2－1－1）

大学共同利用機関が実施しているネットワーク型共同研究に参画している研究者が所属する大学の執行部（研究担当理事）に声がけし立ち上げた自然科学大学間連携推進機構（NINS Interuniversity Cooperative Association : NICA）においてネットワーク型共同研究の実績と意義を紹介し、各大学における認知に努めた。更に大学の研究力強化に向けた共通の課題について検討を行い、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」「若手研究者の流動性支援」の 3 つの課題を整理し、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」の課題においては、更なる大学間の連携を検討すべくそれぞれの部会を立ち上げ検討を行い、検討のまとめを行った。「若手研究者の流動性支援」の課題については、新たに「NICA フェロー制度」を立ち上げ、組織及び分野の枠を超えて若手研究者や分野の IP となるべき研究者の育成を目的とし、研究者の流動を支援する事業を実施した。

とくに、NICA の一環として分子科学研究所においては「大学連携研究設備ネットワーク」を推進してきた。これは、当機構と国立大学を中心に全国の 77 機関が連携する事業で、参画大学が所有する研究設備の相互利用と共同利用を推進するとともに、技術者の育成や技術力の向上など横断的な取り組みを実施している。大学連携研究設備ネットワークは、現在、国立大学を中心に 77 機関が参画し、研究設備の外部共用・部局間利用を推進している。設備登録台数は約 2,350 台、年間総利用件数は 15 万件、外部利用は 2,500 件を数え、大学間の相互利用展開に貢献してきた。（中期計画 2－2－1－2）

また、自然科学研究機構は、33 の大学等機関で構成される「研究大学コンソーシアム（Research University Consortium : RUC）」の幹事機関を務めており（1）高度専門人材・研究環境支援人材（URA 等）の活用に関する討議、（2）研究力分析の課題に関する討議、（3）国際情報発信に関する討議を行うとともに、2019 年度より、RUC として EBPM (Evidence Based Policy Making) の普及展開を図る取り組みをすすめている。URA の在り方について、提言等を行うなど、研究大学の研究力強化に資するため、活発な政策提言も行っている。中でも、研究力分析タスクフォースをたちあげ、研究力分析指標を議論するとともに、EBPM について、大学への普及展開の中心的な役割を担っている。また、2019 年には、Times Higher Education の世界大学ランキングに対して、指標改善の申し入れを実施し、先方の分析マネージャーとの交渉を実施した。（中期計画 2－2－1－2）

○特記事項（小項目 2－2－1）

（優れた点）

- ・ NOUS の開発に当たっては、開発の進捗に応じ開発・運用体制を柔軟に変えていくことにより、研究分野間における要求する項目や採択プロセスの違いを一つのシステムの中に統合するという困難な作業を行うことが出来た。（中期計画 2－2－1－1）
- ・ 自然科学研究機構は、33 の大学等機関で構成される「研究大学コンソーシアム (RUC)」の幹事機関を務めるとともに、RUC として EBPM (Evidence Based Policy Making) の普及展開を図る取り組みを進めている。URA の在り方について、提言等を行うなど、研究大学の研究力強化に資するため、活発な政策提言も行っている。また、2019 年には、Times Higher Education の世界大学ランキングに対して、指標改善の申し入れを実施し、先方の分析マネージャーとの交渉を実施した。（中期計画 2－2－1－1）
- ・ 大学共同利用機関はこれまで現場の研究者に受け入れられ支持されてきたが、大学組織（執行部）からの認知度は低い傾向があった。NICA により、現在はまだ 13 大学ではあるが研究担当理事が集まり意見交換を行う場を持てたこと、更に意見交換を越えて大学の研究力強化を進める上での共通課題を認識し、それを連携により解決していく具体的な活動にまで踏み込むことが出来たことは、今後の大学共同利用機関が大学に対して果たしていくべき役割を考える上で大きな意味を持つ。（中期計画 2－2－1－2）
- ・ NICA の一環として分子科学研究所においては「大学連携研究設備ネットワークを推進してきた。これは、当機構と国立大学を中心に全国の 77 機関が連携する事業で、参画大学が所有する研究設備の相互利用と共同利用を推進するとともに、技術者の育成や技術力の向上など横断的な取り組みを実施している。大学連携研究設備ネットワークは、現在、国立大学を中心に 77 機関が参画し、研究設備の外部共用・部局間利用を推進している。設備登録台数は約 2,350 台、年間総利用件数は 15 万件、外部利用は 2,500 件を数え、大学間の相互利用展開に貢献してきた。（中期計画 2－2－1－2）

（特色ある点）

- ・ IR により、大学共同利用機関が実施する共同利用・共同研究が、大学の研究力強化に貢献していることをエビデンスとして示した。（中期計画 2－2－1－2）

（今後の課題）

- ・ NOUS によって作られる共同利用・共同研究の実績データベースと ORCID との連携による成果論文とを紐付けし、IR に役立つデータセットの提供を行う。（中期計画 2－2－1－1）
- ・ NICA において連携して試行を進める①若手研究者流動性支援、②全国的な機器共用システムの整備、③技術支援・技術者育成、を進め、第 4 期中期目標期間における事業への展開を図る。（中期計画 2－2－1－2）

〔小項目 2－2－1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 2－2－1－1 に係る状況》

中期計画の内容	自然科学共同利用・共同研究統括システム: NOUS（仮称）を構築し、大学の機能の強化への貢献度を把握するため、各機関の IR 機能の連携による機構全体の IR 機能体制の整備を行う。【34】（◆）
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2－2－1－1）

(A) 機構全体の IR 機能を強化するため、研究力強化推進本部共同利用・共同研究室に、各機関と機構本部に所属する研究教育職員や URA から構成される IR 班を設置し、各機関の IR 担当者の連携による機構全体の IR の検討を行っている。IR 班では、大学の機能の強化への貢献度を把握するため、一般的な論文データベースでは機構の関与が見えづらい機構の研究者が共著として入っていない共同利用・共同研究の成果の論文も含めて成果論文を収集し、各共同利用・共同研究のカテゴリー毎に分析が可能なカスタムデータベースを構築した（別添資料 2-2-1-1-a）。

一方、NOUS は機構の主な公募型共同利用・共同研究を扱うことが出来るようになり、共同利用・共同研究の実績をデータベースとして構築できる基盤が出来上がった。これを IR に活用できるよう、NOUS においては、ORCID との連携機能を実装し、成果論文を自動的に収集するとともに、共同利用・共同研究実績との紐付けを行うべくシステムの構築を進めている。IR からの要請を NOUS システムにスムーズに取り込むため、共同利用・共同研究室に「NOUS 運用チーム」「NOUS 技術班」を置き「IR 班」との連携を強化している（別添資料 1-2-1-3-a（再掲））。

国際的な観点で、IR を用いた大学や研究機関の研究力強化をすすめるため、国際 IR シンポジウムを東京で開催（2018 年）した。国内の専門家をはじめ、イギリス、ロシア、オランダ、韓国、台湾から、IR ならびに科学計量学の専門家を招待し、活発な意見交換を行った。また、研究力強化推進本部においては、英国スノーボールメトリクスの研究大学グループとの研究力分析に関する意見交換を相互交流で行った。

また、自然科学研究機構が幹事機関である研究大学コンソーシアム（研究大学 33 機関が参画）において、研究力分析タスクフォースを立ち上げ、研究力分析指標を議論するとともに、EBPM (Evidence-Based Policy Making) について、大学への普及展開を図る取り組みを実施した。2019 年には、Times Higher Education の世界大学ランキングに対して、指標改善の申し入れを実施し、先方の分析マネージャーとの交渉を実施した。

このように、大学における IR や EBPM の大学への普及展開について、中心的な役割を担っている。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2－2－1－1）

機構全体の IR 機能を強化するため、研究力強化推進本部共同利用・共同研究室に、各機関と機構本部に所属する研究教育職員や URA から構成される IR 班を設置し、各機関の IR 担当者の連携による機構全体の IR の検討を行う体制を整えた。IR 班では、大学の機能の強化への貢献度を把握するため、一般的な論文データベースでは機構の関与が見えづらい機構の研究者が共著として入っていない共同利用・共同研究の成果の論文も含めて成果論文を収集し、各共同利用・共同研究のカテゴリー毎に分析が可能なカスタムデータベースを構築した。その結果共同利用・共同研究が大学の研究力強化に貢献していることを具体的に示すことが出来た。

4 年にわたるシステム開発により NOUS は機構の主な公募型共同利用・共同研究を扱うことが出来るようになり、共同利用・共同研究の実績をデータベースとして構築できる基盤が出来上がった。これを IR に活用するには成果論文と共同利用・共同研究の実績を紐付ける必要がある。このため NOUS に ORCID との連携機能を実装し、成果論文を自動的に収集するとともに、共同利用・共同研究実績との紐付けを行うべくシステムの構築を進めている。

国際的な観点で、IR を用いた大学や研究機関の研究力強化をすすめるため、自然科学研究機構が主催者となり、国際 IR シンポジウムを東京で開催（2018 年）した。国内の専門家をはじめ、イギリス、ロシア、オランダ、韓国、台湾から、IR ならびに科学計量学の専門家を招待し、活発な意見交換を行った。

また、自然科学研究機構は、33 の大学等機関で構成される「研究大学コンソーシアム

（RUC）」の幹事機関を務めており（1）高度専門人材・研究環境支援人材（URA 等）の活用に関する討議、（2）研究力分析の課題に関する討議、（3）国際情報発信に関する討議を行うとともに、2019 年度より研究力分析タスクフォースを立ち上げ、研究力分析指標を議論し、RUC として EBPM(Evidence Based Policy Making)の大学への普及展開を図る取り組みを進めている。URA の在り方について、提言等を行うなど、研究大学の研究力強化に資するため、活発な政策提言も行っている。さらに、2019 年には、Times Higher Education の世界大学ランキングに対して、指標改善の申し入れを実施し、先方の分析マネージャーとの交渉を実施した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2－2－1－1）

（A）引き続き、共同利用・共同研究の成果論文の収集と実績データベースの蓄積を行い、NOUS を用いた IR の機能の強化を図る。

《中期計画 2－2－1－2 に係る状況》

中期計画の内容	自然科学大学間連携推進機構：NICA（仮称）を通じ、大学との緊密な連携の下に、天文学、核融合科学、分子科学、基礎生物学、生理学の各分野における大学の研究力強化に貢献するため、平成 30 年度までに、資源配分や支援内容の総合的な意見集約のシステムを構築する。【35】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 2－2－1－2）

（A）機構本部では、2016 年度に上記の大学間連携研究のネットワークに複数関係している 13 大学と NINS の対話の場として創設した「自然科学大学間連携推進機構（NICA）」にて、3 回の協議会を開催し、大学の研究力強化に向けた共通の課題について検討を行った。第 3 回の協議会においては、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」「若手研究者の流動性支援」の 3 つの課題を整理し、2019 年度からの具体的な活動に向けた準備に着手した。2019 年度は、2018 年度までの検討をもとに、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」の課題においては、更なる大学間の連携を検討すべくそれぞれの部会を立ち上げ検討を行い、検討のまとめを行った。「若手研究者の流動性支援」の課題については、新たに「NICA フェロー制度」を立ち上げ、組織及び分野の枠を超えて若手研究者や分野の IP となるべき研究者の育成を目的とし、研究者の流動を支援する事業を実施した。

また、NICA の一環として分子科学研究所においては「大学連携研究設備ネットワーク」を推進してきた。これは、当機構と国立大学を中心に全国の 77 機関が連携する事業で、参画大学が所有する研究設備の相互利用と共同利用を推進するとともに、技術者の育成や技術力の向上など横断的な取り組みを実施している。大学連携研究設備ネットワークは、現在、国立大学を中心に 77 機関が参画し、研究設備の外部共用・部局間利用を推進している。設備登録台数は約 2,350 台、年間総利用件数は 15 万件、外部利用は 2,500 件を数え、大学間の相互利用展開に貢献してきた。

自然科学研究機構は、33 の大学等機関で構成される「研究大学コンソーシアム」の幹事機関を務めており、幹事機関にアドバイスをを行う運営委員会（10 機関で構成）の意見を踏まえながら、最終的には全体会議（全機関で構成）において意思決定の上、運営を行っている。この取り組みを通じて、大学共同利用機関として、大学の研究力の向上に貢献している。

本コンソーシアムにおいて、会議体での好事例等の共有のほか、シンポジウム（年 1 回開催）やホームページを活用した情報発信等により、先導的な実践を広く普及させるとともに、URA の役割・意義等について広く周知を図った。また、研究力強化の方策・体制の整備等に関する研究大学群として共通する課題についても、俯瞰的に討議する

場として活動を行うべく企画・運営を支援した。具体的には、2017 年度以来取り上げている 3 つの課題（(1) 高度専門人材・研究環境支援人材の活用に関する討議、(2) 研究力分析の課題に関する討議、(3) 国際情報発信に関する討議）について議論等を行うため、それぞれにより専門性の高いタスクフォースを設置し、それぞれのテーマについて適任の専門家による検討等を継続して行った。URA の在り方について、提言等を行うなど、研究大学の研究力強化に資するため、活発な政策提言も行っている。

さらに、2019 年度より、RUC として EBPM(Evidence Based Policy Making)の普及展開を図るため、研究担当理事を対象としたエグゼクティブセミナーの開催、および、URA のみならず関連業務に関わる事務職員等のスキル向上をめざした人材育成ワークショップの開催を行っている。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 2－2－1－2）

「自然科学大学間連携推進機構（NICA）」では、大学の研究力強化に向けた共通の課題について検討を行い、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」「若手研究者の流動性支援」の 3 つの課題を整理し、2019 年度からの具体的な活動に向けた準備に着手した。「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」の課題においては、更なる大学間の連携を検討すべくそれぞれの部会を立ち上げ検討を行い、検討のまとめを行った。「若手研究者の流動性支援」の課題については、新たに「NICA フェロー制度」を立ち上げ、組織及び分野の枠を超えて若手研究者や分野の IP となるべき研究者の育成を目的とし、研究者の流動を支援する事業を実施した。

また、自然科学研究機構は、33 の大学等機関で構成される「研究大学コンソーシアム（RUC）」の幹事機関を務めており（1）高度専門人材・研究環境支援人材（URA 等）の活用に関する討議、（2）研究力分析の課題に関する討議、（3）国際情報発信に関する討議を行うとともに、2019 年度より、RUC として EBPM(Evidence Based Policy Making)の普及展開を図る取り組みを進めている。URA の在り方について、提言等を行うなど、研究大学の研究力強化に資するため、活発な政策提言も行っている。

また、NICA の一環として分子科学研究所においては「大学連携研究設備ネットワーク」を推進してきた。これは、当機構と国立大学を中心に全国の 77 機関が連携する事業で、参画大学が所有する研究設備の相互利用と共同利用を推進するとともに、技術者の育成や技術力の向上など横断的な取り組みを実施している。設備登録台数は約 2,350 台、年間総利用件数は 15 万件、外部利用は 2,500 件を数え、大学間の相互利用展開に貢献している。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 2－2－1－2）

(A) 引き続き、NICA 協議会を継続的に実施するとともに、「装置共有」、「技術共有・承継・獲得」については、部会のまとめをもとに、具体的な事業を計画し実施する。「NICA フェロー」については、引き続き若手研究者の育成の目的のもと実施する。さらに、第 4 期中期目標期間における事業のあり方について検討を行う。

3 教育に関する目標

(1)中項目3-1「大学院等への教育協力」の達成状況の分析

〔小項目3-1-1の分析〕

小項目の内容	自然科学分野において国際的に通用する高度な研究的資質を持ち、広い視野を備えた研究者を育成するため、総合研究大学院大学（以下「総研大」という。）との一体的連係及びその他の大学との多様な連携によって、本機構の高度の人材・研究環境を活かして、特色ある大学院教育を実施する。＜10＞
--------	---

○小項目3-1-1の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	0	0
中期計画を実施している。	2	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	2	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

自然科学研究機構は、その所属機関が、総合研究大学院大学の基盤機関として、それぞれ専攻を受け持ち、世界最先端の研究環境の下で特色ある大学院教育を実施している。定員は全体で38名である。

- ◆ 国立天文台（天文科学専攻）
- ◆ 核融合科学研究所（核融合科学専攻）
- ◆ 基礎生物科学研究所（基礎生物学専攻）
- ◆ 生理学研究所（生理科学専攻）
- ◆ 分子科学研究所（構造分子科学専攻・機能分子科学専攻）

※アストロバイオロジーセンターは、総合研究大学院大学と協定を締結し、アストロバイオロジー研究に関する教育を実施している。（中期計画3-1-1-1）

機関によっては、設立の経緯や地理的条件から関係が深い大学があり、連携協定等により、該当大学の大学院生の指導を行っている（40名程度）。また全国の大学を対象とした特別共同利用研究員（受託学生）制度により、学生を一定期間（6ヶ月～1年）受け入れて指導を行っている（50名程度）。こちらは大学の教員との個人的なつながりで受け入れているケースが多い。特別共同利用研究員に対しては、機関において独自に修了認定を出している。（中期計画3-1-1-2）

岡崎3機関（基礎生物科学研究所、生理学研究所、分子科学研究所）では、地元の岡崎信用金庫との間に地域連携協定を締結し、「おかしん先端科学奨学金」制度を設け、優秀な大学院生の育成を図っている（中期計画3-1-1-1）

○特記事項（小項目3-1-1）

（優れた点）

- ・ 近年、最先端研究を進める上で専門分野の枠内では収まらず他分野の知識が必須となる場合が増えている。大学共同利用機関が最先端の研究現場を持っている強みを活かし、現場においてインフォマティクスやイメージング技術の知識が必要となっていることを反映し、総研大の中でそれらを取り込むシラバスをフレキシブルに導入している。（中期計画3-1-1-1）

（特色ある点）

- ・ 岡崎3機関及び岡崎信用金庫との間で締結した地域連携協定に基づき、「おかしん先端科学奨学金制度」を実施し、第3期中期目標期間において、延べ33名に合計1,404

万円を支給した。本制度は優秀な大学院生を育成する一助となっている。(中期計画 3-1-1-1)

- ・ 全国の大学を対象とした特別共同利用研究員（受託学生）制度により、学生を一定期間（6ヶ月～1年）受け入れ、最先端の研究環境の下で指導を行うことで、大学における大学院教育に貢献している。(中期計画 3-1-1-2)

(今後の課題)

- ・ 各機関は引き続き総研大の各専攻を担う基盤機関として最先端の研究環境を活かした博士課程教育を行い、当該分野を担う研究者を育成する。(中期計画 3-1-1-1)
- ・ 各機関は引き続き、全国の国公立大学から学生を特別共同利用研究員として受け入れ、最先端の研究環境の下で教育を行うことで、全国の大学の大学院教育に貢献する。(中期計画 3-1-1-2)

〔小項目 3-1-1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 3-1-1-1 に係る状況》

中期計画の内容	総合研究大学院大学（以下「総研大」という。）との連携協力に関する協定に基づき、また、機構長の経営協議会への参加、教育担当理事のアドバイザーボードへの参加等を通じて緊密に連携し、大学共同利用機関としての最先端の研究設備、各分野の基礎研究を支える基盤的設備等の研究環境を活かし、世界の一線で活躍できる若手研究者を育成すると同時に、学術の広範な知識を備え将来様々な分野で活躍するための総合的な能力及び高い研究倫理を大学院生に涵養する。そのため、下記の基盤機関において、それぞれ特色ある大学院教育を実施する。 ◆国立天文台（天文科学専攻） ◆核融合科学研究所（核融合科学専攻） ◆基礎生物科学研究所（基礎生物学専攻） ◆生理科学研究所（生理科学専攻） ◆分子科学研究所（構造分子科学専攻・機能分子科学専攻）【36】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 3-1-1-1）

各機関（専攻）において以下の教育活動を行った（別添資料 3-1-1-1-a）。

- (A) 国立天文台は、総研大・物理科学研究科・天文科学専攻の基盤機関として、総研大生を対象に e ラーニング科目、ラボ・ローテーション、科学英語演習（毎年、延べ8名程度受講）を開講した。また、すばる望遠鏡や野辺山または水沢の電波望遠鏡を利用した観測実習を実施し、自らの独創的なアイデアを基に研究・実験等を計画・実施するための装置開発や物品購入等に使用する経費として「奨励研究費」の公募を行う等、入学後の学習・研究環境の充実を図った。さらに、リサーチアシスタント（RA）制度等を維持し、優れた若手研究者の養成を図った。
- (B) 核融合科学研究所は、総研大・物理科学研究科・核融合科学専攻の基盤機関として最先端の研究環境を活かして専門教育を行うと同時に、研究科の枠を越えた教育プロジェクト「広い視野を備えた物理科学研究者を育成するためのコース別大学院教育プログラム」を実施し、計 11 名のコース修了生を輩出した。また、学術の広範な知識を教授するため、独自に大学院特別講座を提供するとともに、新入生向けに理工学分野の基礎技術を習得する三つの大学院理工学演習も実施した。

- (C) 岡崎 3 機関では、2012 年に岡崎信用金庫との間に地域連携協定を締結し、「おかしん先端科学奨学金制度」を創設し、毎年 3 名の奨学生を選出し、月 3 万円、年 36 万円の支給を行っている。第 3 期中期目標期間においても引き続き実施しており、2017 年度からは、岡崎信用金庫との調整の上、奨学金を月 5 万円、年 60 万へと大幅に増額した。
- (D) 基礎生物學研究所は、総研大・生命科学研究科・基礎生物学専攻の基盤機関として、最先端の研究環境を活かして大学院教育を実施した。研究指導や「基礎生物学議論」などの専攻専門科目に加えて、広範な知識や視野を養う「総研大フレッシュマンコース」への実施協力、専攻の枠を超えたプログラムである「バイオインフォマティクス演習」「イメージング科学」など特色ある科目を提供した。さらに、高い専門性と総合的な能力を備えた研究者の育成するために、生命科学系他専攻と協力して、分野をこえた学術的交流や英語での研究発表を行う「生命科学リトリート」を開催した。
- (E) 生理學研究所は、総研大・生命科学研究科・生理学専攻の基盤機関として専門教育を行うと同時に、専攻を超えた教育システムである「脳科学専攻間融合プログラム」および「統合生命科学教育プログラム」を推進し、2019 年度にはカリキュラム再編を行いコース群として位置づけを新たにした。また、様々な新手法により取得される大規模データを対象とした研究に対応すべく情報科学分野教育についても引き続き実施した。
- (F) 分子科學研究所は、総研大・物理科学研究科・構造分子科学専攻及び機能分子科学専攻の基盤機関として、最先端の分子科学研究環境を活用して世界の第一線で活躍する若手研究者育成のためのカリキュラムを実施し、また、国際交流活動や分野横断カリキュラムへの参画を通じて広い視野を持った学生の育成につとめた。
- (G) アストロバイオロジーセンター（ABC）では、総合研究大学院大学と協定を締結し、ABC 所属の研究者が総研大の客員教授として、アストロバイオロジー研究し直接教育を実施する体制を整備している。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 3－1－1－1）

国立天文台は総研大・物理科学研究科・天文科学専攻の基盤機関として、すばる望遠鏡や野辺山または水沢の電波望遠鏡を利用した観測実習を実施し、自らの独創的なアイデアを基に研究・実験等を計画・実施するための装置開発や物品購入等に使用する経費として「奨励研究費」の公募を行う等、入学後の学習・研究環境の充実を図った。優秀な大学院生の確保と優れた若手研究者の養成を推進し、2016～2019 年の 4 年間で、23 名に博士の学位を授与した。

核融合科學研究所は総研大・物理科学研究科・核融合科学専攻の基盤機関として最先端の研究設備を備えるとともに、広範な研究分野を専門とする多数の教員を擁する研究環境を活かした、研究科の枠を越えた教育プログラムや独自に提供する大学院特別講座等を行っている。これにより、学術の広範な知識を備えた修了生を国内外の研究機関へ輩出しており、2016～2019 年の 4 年間で、15 名に博士の学位を授与した。

岡崎 3 機関及び岡崎信用金庫との間で締結した地域連携協定に基づき、「おかしん先端科学奨学金制度」を実施し、第 3 期中期目標期間において、延べ 33 名に合計 1,404 万円を支給した。支給対象となった学生は、成果発表会にて自身の研究成果を広く一般社会に発表する機会も与えられており、本制度は優秀な大学院生育成の大きな助けとなった。基礎生物學研究所は総研大・基礎生物学専攻の基盤機関として、最先端の研究設備を活用した研究指導や様々な専攻専門科目の授業を提供して大学院教育を実施した。「総研大フレッシュマンコース」や「バイオインフォマティクス演習」、「イメージング科学」など、広範な知識や視野を養う機会を提供した。さらに、生命科学系他専攻と協力して「生命科学リトリート」を開催し、分野をこえた学術的交流や英語での研究発表の場を設けた。これらの活動を通じ、2016～2019 の 4 年間で、21 名に博士の学位を授与した。

生理學研究所は総研大・生命科学研究科・生理学専攻の基盤機関として専門教育を行うと同時に、専攻を超えた教育システムである「脳科学専攻間融合プログラム」および「統

合生命科学教育プログラム」を推進するとともに、様々な新手法により取得される大規模データを対象とした研究に対応すべく情報科学分野教育についても引き続き実施した。これらの取組により、2016～2019年の4年間で、27名に博士の学位を授与し、生理学分野で活躍する、幅広い知識を有する人材の育成に貢献した。

分子科学研究所は総研大・物理科学研究科構造分子科学専攻および機能分子科学専攻の基盤機関として、インターンシップ制度や、同物理科学研究科・高エネルギー加速器科学研究科合同の「物理科学コース別教育プログラム」に基づき、学生の海外派遣・短期留学を推進した。2016～2018事業年度には総研大生18名（33回）に海外での研究発表、共同研究等に参加させた（別添資料3-1-1-1-b）。これらの取り組みにより、2016～2019年の4年間で、25名に博士の学位を授与し、大学院生に国際的な経験を積ませ、世界の一線で活躍できる若手研究者の育成に貢献した。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画3-1-1-1）

- (A) 国立天文台では、総研大の機能強化構想に基づき、研究科や専攻の枠を越えた分野横断教育プログラムを強化し、インターンによる研究指導などを活用し、個々の学生の個性を活かした特長のある大学院教育を行う。また、e-ラーニングの整備を含む基礎教育の充実や複数の専攻の協力による共通講義の整備を引き続き進める。
- (B) 核融合科学研究所では、研究科・専攻の枠を越えて共通する研究課題・テーマをもとに、研究者としての基礎的素養と学際的・統合的な自然観を涵養させることを目的とする授業科目群の履修を推奨する。また、学術の広範な知識を教授する大学院特別講座を提供するとともに、新入生向けに理工学分野の基礎技術を習得する三つの大学院理工学演習も継続して実施する。
- (C) 引き続き、岡崎3機関において「おかしん先端科学奨学金制度」を継続し、優秀な大学院生の育成支援に努める。
- (D) 基礎生物学研究所では、大学共同利用機関としての機能を生かした特色ある大学院教育を実施する。第一線の研究者による専門性の高い講義や実習プログラムに加え、「総研大フレッシュマンコース」など、広範な視野を養うプログラム実施に協力する。また、分野をまたいだ学術的交流とともに、英語での研究発表、議論を行う「生命科学リトリート」を、生命科学系他専攻と協力して開催し、研究者の育成を行う。
- (E) 生理学研究科では、生命科学研究の多様化に対応できる分野横断的な研究者の育成を目指し運営を行う中で、特に、異なる研究科と専攻を横断する「脳科学専攻間融合コース群」と「統合生命科学教育コース群」を引き続き実施する。
- (F) 分子科学研究所では、最先端の分子科学研究環境を活用して世界の第一線で活躍する若手研究者育成のためのカリキュラムを引き続き実施する。また、国際交流活動を通じて広い視野を持った学生の育成につとめる。
- (G) アストロバイオロジーセンターでは、これまでに引き続き、アストロバイオロジー研究に関する学生の育成につとめる。

《中期計画3-1-1-2に係る状況》

中期計画の内容	全国の国公立大学の大学院教育に寄与するため、特別共同利用研究員、連携大学院などの制度を通じて大学院教育を実施する。【37】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画3-1-1-2）

- (A) 本機構では、毎年、およそ50名程度の特別共同利用研究員を受け入れるとともに、

連携大学院制度を通じ、およそ 40～60 名程度の学生を受け入れている。国内外の大学院生に優れた研究環境の場を提供することで、大学院教育に貢献した（別添資料 3-1-1-2-a）。

- (B) 国立天文台では、2019 年度より初めてチリ観測所現地において特別共同利用研究員（鹿児島大学修士 1 名）を受け入れた。

核融合科学研究所では、従来の 2 大学 3 研究科との連携大学院に、新たな連携協定の締結により、東京大学大学院新領域創成科学研究科が加わり、大学院教育に協力する枠組みを拡充した。さらに、大学院特別講座及び理工学基礎演習を、総研大生のみならず連携大学院生にも開講した。

基礎生物学研究所では、名古屋大学大学院リーディングプログラム「グリーン自然科学国際教育研究プログラム」、卓越大学院プログラム「トランスフォーマティブ化学生命融合研究大学院プログラム」に連携機関として参画した。

分子科学研究所では、特別共同利用研究員制度での大学院生の受け入れや交流協定などを通じて、国内の大学との学術交流と若手育成を強化し、国際共同研究事業や総研大交流協定などを通じて、海外の大学との留学生支援・国際共同研究を広く展開した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 3-1-1-2）

国立天文台では、2019 年度より初めてチリ観測所現地での特別共同利用研究員（鹿児島大学修士 1 名）を受け入れた。

核融合科学研究所では、連携大学院の枠組みを拡充し、特別共同利用研究員同様に、優れた研究環境を大学院教育の場に提供している。

基礎生物学研究所では、名古屋大学大学院リーディングプログラム「グリーン自然科学国際教育研究プログラム」、卓越大学院プログラム「トランスフォーマティブ化学生命融合研究大学院プログラム」に連携機関として参画し、授業科目の担当、学生の受け入れ、特任教員の受け入れなど、研究・教育への協力を行った。

分子科学研究所では、特別共同利用研究員制度や交流協定により国公立大学の大学院生を受け入れ、高度な研究設備を利用した特色ある研究指導を行い、若手研究者の育成に貢献した。また総研大物理科学研究科として分子科学研究所 2 専攻が中心になって締結している主として海外の協定先大学から学生の受入を行うとともに、高度な研究環境を生かした学生教育への協力を行い、大学院生の教育に貢献した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 3-1-1-2）

- (A) 自然科学研究機構では、引き続き各機関において、特別共同利用研究員、連携大学院などの制度を通じて全国の国公立大学から学生を受け入れて最先端の研究環境の下で大学院教育を実施し、全国の大学の大学院教育に貢献する。

- (B) 各機関においても、特別共同利用研究員、連携大学院などの制度を通じ、国内外の大学から学生を受け入れて、優れた研究環境を提供し、大学院教育に貢献する。

(2)中項目 3-2「人材育成」の達成状況の分析

〔小項目 3-2-1 の分析〕

小項目の内容	自然科学分野において優れた研究成果を生み出せる大学院生を含む若手研究者の養成を行う。特に、総研大との一体的に係及びその他の大学との多様な連携による大学院教育によって、新しい学術的分野の問題を発掘及び解決できる人材の育成を行い、社会の要請に応える。＜11＞
--------	---

○小項目 3-2-1 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	1	0
中期計画を実施している。	2	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

総研大の学生に対するリサーチアシスタント制度の適用率は90%以上になっており、博士課程学生の就学環境を支援・維持している。また、総研大の在学生には、学位取得までの間に1回以上、海外での国際会議への参加等を奨励しており、多くの学生が修了までに海外で実施される国際会議等へ複数回参加している。これらのことにより、様々な研究者とのコミュニケーションを経験するとともに、国内外の研究動向に目を向け、若手研究者として広い視野を養う経験を積んでいる。（中期計画3-2-1-1）

各機関において国際インターンシップ制度を充実し、学生を受け入れている。これまでに受け入れた人数は363人であり、第2期の実績である349人を超えている。（中期計画3-2-1-1）

海外の学生、若手研究者に教育・研究の場を提供するため、「夏の体験入学」や「アジア冬の学校」などの研修会・教育プログラム等を毎年度各機関で趣向をこらして5回以上実施している。（中期計画3-2-1-2）

中高生などの次世代の科学への関心を高めるため、毎年、自然科学の研究に熱心に取り組み成果を挙げた機構内の若手研究者5名に対し「自然科学研究機構若手研究者賞」を授与し顕彰を行っている。授賞式及び記念講演会は、受賞者の出身高校の生徒も招いて公開の場で行っており、講演が終わった後で受賞者と懇談する「ミート・ザ・レクチャラーズ」を設けている。特に「ミート・ザ・レクチャラーズ」では、毎年出身校の後輩など中高生等から受賞者への活発な質疑があり、好評を得ている。（中期計画3-2-1-2）

各機関において、若手研究者への研究費支援や世界トップレベルの研究機関への派遣など、育成事業を進めているほか、機構本部として若手を対象とした「分野間連携研究支援プログラム」を実施して毎年10件程度の企画を採択、最大1,000万円の支援を行っている。（中期計画3-2-1-3）

分子科学研究所では、博士号を取得後間もない若手研究者を「若手独立フェロー」として採用し、独立した研究室を主宰させ、独自の着想で新たな分子科学を切り拓く若手研究者支援の仕組みを設けている。（中期計画3-2-1-3）

○特記事項（小項目3-2-1）

（優れた点）

- ・ 総研大の在学生には、学位取得までの間に1回以上、海外での国際会議への参加等を奨励しており、多くの学生が修了までに海外で実施される国際会議等へ複数回参加している。また、各機関において国際インターンシップ制度を充実し、学生を受け入れている。これまでに受け入れた人数は363人であり、第2期の実績である349人を超えている。（中期計画3-2-1-1）
- ・ 分子科学研究所では、博士号を取得後間もない若手研究者を「若手独立フェロー」として採用し、独立した研究室を主宰させ、独自の着想で新たな分子科学を切り拓く若手研究者支援の仕組みを設けている。（中期計画3-2-1-3）

（特色ある点）

- ・ 「自然科学研究機構若手研究者賞」の授賞式及び記念講演会（Rising Sun と命名）を、受賞者の出身高校の生徒も招いて公開の場で行い、講演が終わった後で受賞者と懇談する「ミート・ザ・レクチャラーズ」を設けている。この「ミート・ザ・レクチャラーズ」では、毎年出身校の後輩など中高生等から受賞者への活発な質疑があり、好評

を得ている。(中期計画 3-2-1-2)

(今後の課題)

- ・ 引き続き各機関（専攻）において、国内外より優秀な大学院生の受け入れを促進するとともに、国費の支援を受けた学生以外の学生に対するリサーチアシスタント制度の適用率を 90%以上に維持する。国際インターンシップなどにより、第 3 期中期目標期間において第 2 期を上回る学生、若手研究者を受け入れる。また、総研大の学生に対しては学位取得までの間に 1 回以上、海外での国際会議への参加又は研修を受けさせる。(中期計画 3-2-1-1)
- ・ 引き続き各機関において、海外の学生、若手研究者に教育・研究の場を提供するため、サマー／ウィンタースクールなどの研修会・教育プログラム等を毎年度実施する。機構本部は「若手研究者賞」制度を継続し、選考によって選んだ若手研究者による公開講演会並びに高校生等を対象とし「ミート・ザ・レクチャラーズ」を実施する。(中期計画 3-2-1-2)
- ・ 引き続き、各機関において、世界トップレベルの研究機関への若手研究者の派遣や、研究費助成を通じた若手研究者支援による人材育成の取り組みを行う。また分子科学研究所では、30 歳前後の若手研究者に独立した研究室を与える「若手独立フェロー制度」を維持する。(中期計画 3-2-1-3)

〔小項目 3-2-1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 3-2-1-1 に係る状況》

中期計画の内容	総研大との密接な連係・協力によって、国内外より優秀な大学院生の受け入れを促進するとともに、国費の支援を受けた学生以外の学生に対するリサーチアシスタント制度の適用率を 90%以上に維持する。 海外の大学・研究機関と協定し、国際インターンシップなどにより、第 3 期中期目標期間において第 2 期を上回る学生、若手研究者を受け入れる。また、総研大の学生及びこれに準じた体系的な教育プログラムを履修する学生は、学位取得までの間に 1 回以上、海外での国際会議への参加又は研修を受けることとする。さらに、外国人留学生や若手研究者の就学、研究のサポート体制を充実するため、英語による就学・研究活動に関する各種情報提供及び外部資金獲得に関する支援を行う。【38】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施していない。

○実施状況（中期計画 3-2-1-1）

- (A) 自然科学研究機構全体として、国費の支援を受けた学生以外の学生に対するリサーチアシスタント制度の適用率を 90%以上に維持している。(2016 年度：96.6%、2017 年度：97.2%、2018 年度：97.3%、2019 年度：99.1%) また、国際インターンシップなどによる学生及び若手研究者の受け入れについても、2019 年度末において、既に第 2 期の総数 349 人を上回る 363 人となっており、2 年前倒しで目標値を達成した。
- (B) 国立天文台では、全国の学部学生対象事業として、総合研究大学院大学「サマースチューデントプログラム（夏の体験研究）」、「スプリングスクール」、「アジア冬の学校」「電波天文観測実習」を実施した。学習環境の充実の一環として、総研大・天文科学専攻の大学院生を対象に、ハワイのすばる望遠鏡や水沢の電波望遠鏡を利用した観測実習を実施した。総研大・天文科学専攻では、国際会議での英語による研究発表や、外国

の望遠鏡での観測などを奨励するための経費として「海外渡航支援費」の公募を年3回行い、毎年計6～12名を採用し、採用者全員が国際会議での英語による研究発表や外国の望遠鏡での観測などを行った。また、2018年度より毎年、科学技術英語の習得のための科学英語演習と英語によるプレゼンテーション研修を行う集中講義をJAXA宇宙科学研究所と共に開講した（主担当は1年ごとに交代）。外国人留学生等に対し、外国人サポートデスクの活用と日本語教室の受講を促した。また、総研大の事業として、月に一度メンタルヘルス相談を実施したほか、国内外の大学、研究機関、企業等において、将来のキャリア構築につながる共同研究活動や調査活動等に参加する本学学生に対して、必要な経費を支援することを目的とした全学におけるインターンシップ事業の活用を進めた。

核融合科学研究所では、総研大の在学生には、学位取得までの間に1回以上の海外での国際会議への参加等を奨励し、多くの学生が海外で実施される国際会議等へ参加させ、海外経験を積ませた。

基礎生物学研究所では、優秀な大学院生を受け入れるために、大学院説明会や体験入学制度を推進した。NIBB インターンシップ制度およびボトムアップ型国際共同研究を通じて外国人大学生・大学院生を受け入れた。研究所の海外連携機関へ大学院生を派遣するとともに、総研大の学生派遣制度等を利用して、学生が海外において研究活動や研究発表を行った。外国人留学生の滞在支援については、岡崎3機関、岡崎統合事務センターや岡崎市役所が連携して実施した。大学院生や若手研究者に対し、将来のキャリア形成に繋がる各種支援を行った。

生理学研究所内では、大学院生による研究課題の提案を募集し、審査の上、支援を行った。海外の若手研究者、大学院生、大学生を対象に「NIPS インターンシップ」を実施した（年間10名程度）。また、学術協定締結先であるニューサウスウェールズ大学（オーストラリア）から1名の博士課程大学院生が数ヶ月滞在（2016、2017年度）し、マギル大学（カナダ）から4名の大学院生がそれぞれ1ヶ月滞在し、共同研究を行った（2018、2019年度）。総研大生について、学位取得までに1回以上、海外で開催される国際会議や研修へ参加させた。研究力強化戦略室の国際連携担当者による、外国人留学生向けの受入サポートや、来日前後の諸手続きや各種相談窓口などを集約して行うワンストップサービスを実施した。

分子科学研究所では、国内大学生、大学院生を主たる対象とした「夏の体験入学」の内容を改良しつつ実施した。国際交流協定先の大学との複数学位取得システムにより、学生を受け入れる。総合研究大学院大学の学生に対する分子科学若手育成基金の運用や、RA/SRA/FRA制度による支援を継続した。「東アジア若手研究者招へい事業」や「国際インターンシッププログラム」を活用して、ヨーロッパやアジア諸国からの若手研究者受入を促進するとともに、コース別大学院教育プログラムや総研大経費を利用して、学生と若手研究者の海外派遣を促進した。外国人支援を行うサポートスタッフを雇用し、研究や就学に関する情報提供を実施した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画3-2-1-1）

国立天文台では、総研大と連携した学部学生対象の体験学習や大学院説明会の実施、適用率90%以上のリサーチアシスタント制度や奨学金制度による経済的支援、研究費公募の実施など、学習・研究環境を充実させることで、国内外より優秀な大学院生の受け入れを促進した。2016年度に国際インターンシップ制度を確立し、4年間でスペイン・フランス・オランダ・イタリア・中国の計5か国から計17名の大学院生及び大学学部生を受入れ、2～6か月間、教育・研究指導を行った。

核融合科学研究所では、総研大の在学生には、学位取得までの間に1回以上、海外での国際会議への参加等を奨励しており、多くの学生が修了までに海外で実施される国際会議等へ複数回参加している。これらにより、様々な研究者とのコミュニケーションを経験するとともに、国内外の研究動向に目を向け、若手研究者として広い視野を養う経験を積んでいる。

基礎生物学的研究所では、NIBB インターンシップ制度では、4年間で37名の外国人大学生・大学院生を受入れ、研究所や総研大の各種活動を通じた教育を進めた。ボトムアップ型国際共同研究では3名の大学生・大学院生を受入れた。11名の総研大生や他大学院生が研究所や総研大の制度を利用して海外での研究発表や研究活動を行った。また、延べ23名の学生が他の制度を使って海外において研究発表を行った。外国人留学生向けに、滞在時の各種手続きを支援するとともに、岡崎3機関で所有する宿泊施設を大学院生向けロッジとして提供した。2017年度からは日本学術振興会特別研究員への申請に対する支援やキャリアパスセミナーの開催を行った。

生理学研究所内では、大学院生に対し研究課題の提案を募集し、審査の上、支援を行うことにより、独自の発想に基づく研究に対するサポートと、外部研究費獲得のためのトレーニングという点で貢献した。グローバルな視点に立ち、海外の若手研究者、大学院生等を対象に「NIPS インターンシップ」を実施し、また、学術交流締結先である海外の大学の大学院生の1ヶ月程度の滞在による共同研究を行うことにより、研究と教育の国際化を推進した。総研大生について、学位取得までに1回以上、海外で開催される国際会議や研修へ参加させた。研究力強化戦略室の国際連携担当者による、外国人研究者向けのワンストップサービスを実施した。

分子科学研究所では、RA制度の充実のため、2015年度から実施のSRA制度、2016年度から実施の外国人を対象とするFRA制度を導入・継続した（別添資料3-2-1-1-a）。国際交流協定先の大学との複数学位取得システムによる学生の受入れの他、大学間共同研究に基づくダブルディグリー制度の充実に努めた。これらの説明会や諸制度を継続的に運用することで、優秀な大学院生や若手研究者が分子科学研究に専念できるよう環境を整備した。2016年度に、国際インターンシップ事業の対象機関としてインドのIISERを加えた。国際インターンシッププログラム事業（IMS-IIP）等により、2016～2019事業年度の通算で206名の海外インターンシップ生を受入れた（別添資料3-2-1-1-b）。第2期中期目標期間（合計350名）から継続して、順調にプログラムの成果をあげている。また、総研大「SOKENDAI 短期派遣・長期インターンシッププログラム」や、同物理科学研究科・高エネルギー加速器科学研究科合同の「物理科学コース別教育プログラム」などを活用して、2016～2019事業年度には総研大生27名（44回）が海外での研究発表、共同研究等に参加した（別添資料3-1-1-2-a（再掲））。「国際インターンシッププログラム（IMS-IIP）」、「分子研国際共同研究」、「分子科学国際学術協定」等の手続きを含む外国人支援を行うサポートスタッフによるワンストップサービスの提供を継続した。上述のように、総研大や海外の諸大学と連携することで国際的かつ学際的な大学院教育環境を提供し、サポートスタッフによる支援を継続することで、課題解決型人材の育成に貢献した。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画3-2-1-1）

- (A) 自然科学研究機構では、引き続き、国費の支援を受けた学生以外の学生に対するリサーチアシスタント制度の適用率を90%以上に維持するとともに、国際インターンシップなどにより、更なる若手研究者を受け入れる。
- (B) 各機関においても、引き続き、総研大との密接な関係・協力によって、国内外より優秀な大学院生の受け入れを促進する。また、海外の大学・研究機関と協定し、国際インターンシップなどにより、学生、若手研究者を受け入れる。また、総研大の学生及びこれに準じた体系的な教育プログラムを履修する学生は、学位取得までの間に1回以上、海外での国際会議への参加又は研修を受けることとする。さらに、外国人留学生や若手研究者の就学、研究のサポート体制を充実するため、英語による就学・研究活動に関する各種情報提供及び外部資金獲得に関する支援を行う。

《中期計画3-2-1-2に係る状況》

中期計画の内容	海外の学生、若手研究者に教育・研究の場を提供するため、サマー・ウィンタースクールなどの研修会・教育プログラム等を毎年度5回
---------	---

	以上実施する。また、中高生などの次世代の科学への関心を高めるため、毎年度5名程度、選考によって選んだ若手研究者による公開講演会を行う。【39】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画3-2-1-2）

各機関において海外の学生、若手研究者に対する研修会・教育プログラム等を毎年度実施している（各機関で毎年1回以上、機構全体として5回以上開催）。

(A) 機構本部では、毎年度、特に優秀な研究成果を挙げた若手研究者5名程度に若手研究者賞を授与するとともに、受賞者による講演会を開催した。講演会には受賞者の出身高校の生徒も招き、講演会終了後に受賞者と参加者との対話の場「ミート・ザ・レクチャーズ」を設け、参加者、特に次世代の子供たちへの科学への関心を高める取り組みとした。また、2018年度に長崎県公立大学法人と締結した連携協定に基づき、長崎県において講演会を実施した。

国立天文台では、総研大事業として、海外の学生対象の「アジア冬の学校」、国内の学部生対象の「スプリングスクール」、「サマースチューデント」を実施した。天文シミュレーションプロジェクトでは大学院生や学部学生などを対象とした「N体シミュレーションの学校」、「流体学校」を三鷹地区で毎年実施した。ハワイ観測所では、ハワイ大学ヒロ校の学生も含む「すばる観測実習」、「すばる体験企画」を現地で実施した。

核融合科学研究所では、総研大の事業である「夏の体験入学」を毎年度実施し、毎年30名を超える大学生を受け入れ、国内外の大学生及び大学院生に対して、教育・研究の場を提供した。また、「アジア冬の学校」を毎年度タイの大学で実施し、毎年7～8カ国60～80名の学部学生・大学院生に講義等を行うなど、核融合科学の若手研究者を育成するための国際的な取組を行った。2019年度には、ロシアサンクトペテルブルク工科大学との交流協定に基づき、ロシアにおいて合同でプラズマ・核融合に関する「夏の学校」を実施した。

基礎生物学研究所では、外国人大学生・大学院生向けの体験入学プログラム「NIBB インターンシップ制度」を毎年度実施した。海外の大学に所属する外国人学生に加え、海外へ留学している日本人学生や日本国内へ留学している外国人学生も応募対象とし、受入研究室による応募書類の審査を経て、参加者を決定した。参加者は受入研究室に2週間から3ヶ月の間滞在してプログラムを受講した。また、研究所が主催する実習コースの一部では、英語を使用言語として開催することにより、国内外の外国人若手研究者や大学院生にそれぞれのテーマとなる研究手法に関する講義と実習を提供した。

生理学研究所では、多岐にわたる分野に関する国際シンポジウムや研究会、セミナーなどを実施し、自然科学の広い視野と知識にふれる機会を設けた。また、若手研究者を対象とした「生理科学実験技術トレーニングコース」、異分野の研究者を対象とした「生理研異分野融合脳科学トレーニング&レクチャー」、さらには、海外からの体験入学者を受け入れる「NIPS インターンシップ」等を実施した。

分子科学研究所では、東アジアの若手研究者のハブになるようなウィンタースクールを実施するとともに、国際インターンシップの一環であるアジアインターンシップ事業（IMS-IIPA）を継続、発展させた。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画3-2-1-2）

機構本部では、若手研究者賞の受賞者による講演会を実施し、多くの中高生を招待した。講演会終了後には直接受賞講演者と語り合うことができる「ミート・ザ・レクチャーズ」を開き、参加した高校生や大学生等と受賞講演者との間で研究者を志した動機や将来の進路などについて活発なやりとりが行われ、直接学生の科学への道の動機付けになる機会を設けた。参加した生徒・学生は、2016年から2019年までの4年間で延べ

231 名となった。このほか、長崎県公立大学法人との連携協定に基づき、機構の研究者を講師として長崎県へ派遣して講演会を実施した。講演会は2日間にわたって、4名の講師によって行われ、長崎県の高校生を中心に、延べ438名の参加があった。講演後は活発な質疑応答もあり、高校生の科学への関心を大いに高める結果となった。

国立天文台では、総研大の事業として「アジア冬の学校」、「スプリングスクール」、「サマースチューデント」を毎年実施した他、ハワイ観測所では「すばる観測実習」、「すばる体験企画」を現地で、天文シミュレーションプロジェクトでは「N 体シミュレーションの学校」、「流体学校」を三鷹地区において毎年開催し、若手研究者として将来の共同利用ユーザーの獲得につながった。

核融合科学研究所では、総研大の事業として「夏の体験入学」「アジア冬の学校」を継続して実施しているほか、2019 年度には、総研大物理科学研究科とロシアサンクトペテルブルク工科大学との交流協定に基づき、プラズマ・核融合に関する「夏の学校」を合同開催するなど、海外の学生、若手研究者に教育・研究の場を提供する取組を積極的に実施した。

基礎生物学研究所では、2016 年度からの4年間で、NIBB インターンシップ制度にて16カ国から37名の大学生・大学院生を受け入れた。うち15名は東南アジア諸国連合（ASEAN）に属する5カ国（インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナム、マレーシア）の学生、また、2名は海外留学中の日本人学生で、6名は国内留学中の外国人学生であった。また、NIBB 国際実習コースや国内向けのプロテオミクストレーニングコースでは英語を使用言語として3件開催し、国内外の外国人若手研究者や大学院生が計19名受講した。これらのプログラムにより、広く若手研究者や大学院生を受け入れ、将来の研究者育成を実施した。

生理学研究所では、若手研究者を対象とした「生理科学実験技術トレーニングコース」、異分野の研究者を対象とした「生理研異分野融合脳科学トレーニング&レクチャー」、海外からの体験入学者を受け入れる「NIPS インターンシップ」等を毎年度実施した。さらに、2019 年度には、第9回アジア・オセアニア生理学会連合大会（FAOPS2019）の参加者を対象とする実験手技のトレーニングコースを開催した。これらの取組により、若手研究者や海外の学生などに、生理科学の実験技術や脳神経科学の基礎的知識を提供することで、幅広い分野、地域の研究者の研究力強化に貢献した。

分子科学研究所では、国内外の大学院生を含む若手研究者を対象とした「アジア冬の学校」を毎年度1回実施した。国際インターンシッププログラム事業（IMS-IIP）等により、ヨーロッパ諸国、アジア諸国から学生、若手研究者の受入れを促進し、2016 年度から 2019 年度に通算 206 名の海外インターンシップ生を受入れた（別添資料 3-2-1-1-b（再掲））。また、総研大「SOKENDAI 短期派遣・長期インターンシッププログラム」や、同物理科学研究科・高エネルギー加速器科学研究科合同の「物理科学コース別教育プログラム」などを活用して、2016～2019 事業年度には総研大生27名（44回）が海外での研究発表、共同研究等に参加した（別添資料 3-1-1-2-a（再掲））。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 3-2-1-2）

(A) 機構本部では、引き続き、毎年度特に優秀な研究成果を挙げた若手研究者を5名程度選出し「若手研究者賞」を授与するとともに、受賞者による公開講演会を実施する。公開講演会には受賞者の出身高校の生徒も招き、受賞者と対話が出来る「ミート・ザ・レクチャラーズ」を実施し、中高生などの次世代に対して、科学への関心を高める取組とする。

引き続き各機関において、総研大のプログラムや機関の行う研修会、インターンシップなどを活用して海外の学生、若手研究者に教育・研究の場を提供する。

《中期計画 3-2-1-3 に係る状況》

中期計画の内容	世界トップレベルの研究機関への若手研究者の派遣や、30 歳前後の若手研究者に独立した研究室を与える「若手独立フェロー制度」
---------	---

	や研究費助成を通じた若手研究者支援により、人材育成の取組を一層強化する。【40】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画3-2-1-3）

(A) 機構本部では、「戦略的国際研究交流加速事業」を実施し、各機関から国際共同研究を実施する海外の研究機関等への研究者派遣を支援した。また、NICAにおいて、NICAフェロー制度を設け、若手研究者を中心に研究機関等への派遣について組織的な支援を行った。さらに、毎年度特に優秀な研究成果を上げた若手研究者を5名選出し、「若手研究者賞」を授与するとともに、副賞として奨励金10万円を授与している。

(B) 国立天文台では、若手研究者に対して、1か月以上3か月以内の海外派遣を台内公募し、毎年2～3名を採択した。通常は若手職員が多いが、総研大生を採択した年もあった。また、NAOJフェローやプロジェクト研究員といった若手研究者に対し、個人の裁量で研究に自由に使用できる一定額の研究費を配分し、自由な発想に基づく研究の推進を支援した。また、テニュアトラック制度を導入し、5年後に准教授になることを約束する魅力あるポストを2019年度に創設した。

核融合科学研究所では、海外の研究機関に長期滞在を必要とする共同研究提案を所内から募集し、研究力強化戦略室若手研究力強化タスクグループによる審査を経て、4年間で10名の若手研究者を海外の研究機関に派遣した。また、自然科学研究機構の戦略的国際研究交流加速事業の資金により、4年間で21名の若手研究者をアメリカ及びドイツの研究機関に派遣するなど、人材育成に取り組んだ。

基礎生物科学研究所では、自然科学研究機構戦略的国際交流加速事業やボトムアップ型国際共同研究を通じて、若手研究者を相手方研究機関へ派遣した。また、若手研究者をNIBBリサーチフェローとして雇用し研鑽を積ませるとともに、将来の学術研究を担う若手研究者に対して研究費を助成して独自に進める研究活動を支援した。

生理学研究所では、国際学会や、学術交流協定締結機関である、チュービンゲン大学（ドイツ）およびチュラロンコン大学（タイ）や延世大学校（韓国）で開催された合同シンポジウムに若手研究者および大学院生を派遣した。また、若手研究者数名をロシア、ドイツ、フランスの研究機関へ短期派遣し、ハーバード大学およびマックスプランクフロリダ研究所、さらにはマギル大学へ1ヶ月程度、それぞれ1名ずつ派遣した。また、若手研究者の独自のアイディアに基づく研究に対するサポートと、競争的研究費のさらなる獲得に向けたトレーニングを目的として、生理学研究所内の若手研究者を対象に、研究課題の提案を募集し、書面およびヒアリングによる審査を実施し、採択された課題に対する支援を行った。

分子科学研究所では、「若手独立フェロー制度」を継続的に実施し、所長リーダーシップによる研究支援を行なった。またその強化に向けて外部評価を実施、より効果的な支援体制のあり方を検討した。また、大学院生を含む若手研究者には積極的に海外出張を促した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画3-2-1-3）

機構本部では、NICAにおいて設けた「NICAフェロー制度」により、6名の若手研究者を研究機関等に派遣した。また、2016年度から2019年度にかけ、特に優秀な研究成果を上げた若手研究者延べ20名に「若手研究者賞」を授与した。

国立天文台では、NAOJフェロー、プロジェクト研究員といった若手研究者に対し、一定額の研究費を配分し、自由な発想に基づく研究の推進を支援した。期待通りの成果を上げ、特にNAOJフェローによる研究活動や科学成果は台内外から高い評価を得た。

核融合科学研究所では、自然科学研究機構の機能強化推進事業及び戦略的国際研究交

流加速事業の資金を活用して、4年間で31名の若手研究者をアメリカ及び欧州の研究機関に派遣した。

基礎生物学研究所では、助教1名が2016年度からの半年間、ポスドク研究員1名が3年間、米国・プリンストン大学の分子生物学科に滞在し、現地にて国際共同研究を実施した。これにより、発生生物学に関する研究成果3編の発表に繋がり、派遣した若手研究者はともに他大学の助教等として転出した。また、4年間で27名の若手研究者をNIBBリサーチフェローとして雇用した。所内の13名の若手研究者に対し、基礎生物学研究所若手研究費助成を実施し、独自に進める研究課題を推進させた。

生理学研究所では、学術交流協定の下、ドイツ、タイ、韓国で開催された合同シンポジウムに若手研究者を派遣し、また、米国、カナダ等へ、共同研究実施のため、1ヶ月程度、若手研究者を派遣した。また、若手研究者のプレゼンテーション技術や研究費申請の書き方のトレーニングの一環として、若手研究者を対象に、自由な発想による研究課題の提案を募集し、書面およびヒアリングによる審査を実施し、採択された課題に対する支援を行った。本取組により、前期以来、科研費の若手種目の採択率が、50%程度という非常に高いレベルに保たれていることに大きく寄与している。

分子科学研究所では、理論系4名、実験系1名の計5名の若手独立フェローに対して、所長リーダーシップによる研究支援を行った。フェローを終了した3名のうち1名は、分子科学研究所の理論・計算分子科学研究領域の教授として就任、1名は他大学に特任准教授として転出、他の1名は物質分子科学研究領域の准教授として就任した。この制度は分子科学研究コミュニティの強化に大きく貢献する制度となった。また40歳未満の若手研究者は計69名が179回、大学院生は計22名が44回の海外出張を行い、新しい学術的分野の問題を発掘及び解決できる人材の育成に貢献した（別添資料 3-2-1-3-a）。

○2020、2021年度の実施予定（中期計画3-2-1-3）

(A) 引き続き、機構本部及び各機関において、世界トップレベルの研究機関への若手研究者の派遣や、研究費助成を通じた若手研究者支援による人材育成の取り組みを行う。また分子科学研究所では、30歳前後の若手研究者に独立した研究室を与える「若手独立フェロー制度」を維持する。

4 社会との連携や社会貢献及び地域を志向した教育・研究に関する目標（大項目）

〔小項目4－1－1の分析〕

小項目の内容	国民の科学に対する関心を高めるとともに、最先端の研究成果を社会に還元する。＜12＞
--------	---

○小項目4－1－1の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	1	0
中期計画を実施している。	2	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	3	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

機構及び各機関がそれぞれの地域の自治体等と協定を結び、イベントへの協力、出前授業、理科・科学教室への講師派遣を行うなど、理科教育を通して国民へ科学の普及活動を強化するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献している。（中期計画4－1－1－1）

社会人学び直しなどの生涯教育を通じた社会貢献を目的とし、公開講座の実施や専門的技術獲得のためのトレーニングコース等を企画・開催している。（中期計画4－1－1－2）

民間等との共同研究や受託研究等の受け入れ体制を強化するため、産学連携に関わる制度を見直し、研究力強化推進本部に新たに「産学連携室」を設置し「産学連携コーディネーター」を配置してシーズ情報の整備・発信に向けた活動を開始した。（中期計画4－1－1－3）

産業界等との連携を図り技術移転を推進するため、「産学連携会員制度」を新たに立ち上げた。（中期計画4－1－1－3）

○特記事項（小項目4－1－1）

（特色ある点）

- 基礎生物学研究所では、新型コロナウイルス感染症拡大防止のための全国的な臨時休校に対応する企画として、特別授業のネット配信を行なった。また、科学技術広報研究会の「休校中の子供たちにぜひ見て欲しい科学技術の面白デジタルコンテンツ」に関して、企画実施のコアメンバーとして活動すると共に、基礎生物学研究所からもデジタルコンテンツをサイトに提供した。（中期計画4－1－1－1）
- 核融合科学研究所では、地域の要請に基づいて、理科工作教室や科学実験教室等を開催し、毎年度2,200名以上の児童・生徒の参加を得るほか、研究所創立30周年を機に、地元自治体との共催によりプログラミング等を体験する小学生向けの新たな科学イベントを実施するなど、理科教育を通して、国民へ科学の普及を促進するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献した。（中期計画4－1－1－1）

（今後の課題）

- 各機関において引き続き、地元からの要望も踏まえ、国民へ科学の普及活動を強化するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献するつもりであるが、アフターコロナ／ウィズコロナでの「新しい生活様式」を踏まえた対応を取る必要もあり、活動内容の見直しを図る。（中期計画4－1－1－1）
- 第3期中期目標期間終了時において、基礎的な自然科学が産業界のイノベーションに如何に貢献したかに関する実績を取りまとめ、社会へ発信する。（中期計画4－1－1－3）

〔小項目 4－1－1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 4－1－1－1 に係る状況》

中期計画の内容	機構及び各機関がそれぞれの地域などと協力して、出前授業、各種の理科・科学教室への講師派遣を行うなど、理科教育を通して、国民へ科学の普及活動を強化するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献する。【41】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 4－1－1－1）

機構本部及び各機関ではそれぞれが立地する地域と協力で以下の社会活動を実践した。

(A) 機構では 2018 年度に長崎県公立大学法人と締結した協定に基づき、長崎県立大学にて 2 日間にわたって講演会を実施した。長崎県下の中高校生を中心に、延べ 438 名の参加を得た。また、2019 年度には港区と学術協定を締結し、港区みなと科学館における常設展示コンテンツへの資料の提供や展示アドバイス、講師の派遣など、教育研究活動への支援体制を整えた。

国立天文台では、全国の小中学校を対象に出前授業「ふれあい天文学」を実施するとともに、文部科学省や科学技術振興機構（JST）等主催の理科教育事業に協力した。また、各観測所で施設を常時公開し、三鷹本部では 4D2U ドームシアター上映及び定例観望会を実施した。三鷹本部の見学者数は 2018 年度に最多となり（25,648 人/年）、4D2U ドームシアターの来訪者数は 2016 年度より毎年 5,000 人前後に達するなど、順調に事業を展開した（別添資料 4-1-1-1-a）。（新型コロナウイルス感染防止のため、2020 年 2 月 29 日以降は施設公開事業をすべて休止した。）また、三鷹市他との共同運用として三鷹駅前「天文・科学情報スペース」において普及活動を進めるなど、地域に根ざした科学教育・科学コミュニケーション活動を実施した。近隣の教育機関のみを対象に行っていた観測所のガイドを地元以外の教育機関へも拡げた。また、国立天文台と野辺山宇宙電波観測所のある南牧村が国立天文台の研究成果の普及・活用の促進及び南牧村の観光・教育活動の促進のため両者が相互に協力・連携するために協定を締結し近隣の教育機関のみを対象に行っていた観測所のガイドを地元以外の教育機関へも拡げた。

核融合科学研究所では、研究活動について地元住民等からの一層の理解を得るため、研究施設の一般公開（オープンキャンパス）を毎年度開催し、4 年間で延べ 6,400 名の来場者があった。また、広く社会・国民に核融合研究の重要性を伝えるとともに、科学の普及を促進するため、東京都内において、科学イベント（Fusion フェスタ in Tokyo）を開催し、4 年間で延べ 8,400 名の来場者があった。さらに、近隣地域の小学校や公民館等の要請に基づく理科工作教室や科学実験教室を 4 年間で延べ 257 回実施し、毎年度 2,200 名以上の参加を得て、児童生徒の理科教育に貢献した。一般向けの市民学術講演会を毎年度 2 回開催し、4 年間で延べ 1,900 名の来場者があった。LHD における重水素実験とその安全性等について、地域の更なる理解・支援を得るため、地元三市（土岐市、多治見市、瑞浪市）での市民説明会を 4 年間で延べ 92 回実施し、延べ 1,101 名の参加を得た。

基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所は、岡崎市と自然科学研究機構との教育研究活動に係る連携協定に基づき、3 機関共同で理科教育関連イベントの開催、岡崎市教育委員会との連携に伴う市内小中学校への出前授業の実施、職場体験の受け入れ、市政 100 周年記念事業への参画等を行った。また、小中学生が行っている夏休みの自由研究の中で特に優秀な成果を選出し、「未来の科学者賞」の授与を行った。さらに、SSH 指定校に対し、理科教育指導への協力を行った。

基礎生物学研究所では、2017 年度より株式会社ドワンゴと共同で、ニコニコ生放送を利用したアウトリーチ活動を開始した。生物の発生現象の生中継と研究者による解

説を組み合わせた番組を実施し、多くのアクセス（2019 年度までに 6 回実施。アクセス総数は 386 万 9545 件）を得ている（別添資料 4-1-1-1-b）。新型コロナウイルス感染症拡大防止のための全国的な臨時休校に対応する企画として、特別授業のネット配信を行なった。また、科学技術広報研究会の「休校中の子供たちにぜひ見て欲しい科学技術の面白デジタルコンテンツ」に関して、企画実施のコアメンバーとして活動するとともに、デジタルコンテンツをサイトに提供した。

生理学研究所では、岡崎市保健所と連携し、世界脳週間に伴うイベントプログラムとして「せいらけん市民講座」を開催した。本市民講座では、愛知県の SSH 指定校への理科教育指導を目的とし、講演内容の更なる理解を促すためのポスター作成指導や、理科実験を主体としたワークショップの開催指導を行った。

分子科学研究所では、市民講座として分子科学フォーラムを年 4 回実施した。また、各施設・センターを利用したアウトリーチ活動を強化した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 4-1-1-1）

機構では、2018 年度に長崎県公立大学法人と締結した協定に基づき、長崎県立大学にて 2 日間にわたって講演会を実施した。長崎県下の中高校生を中心に、延べ 438 名の参加を得た。また、2019 年度には港区と学術協定を締結し、港区みなと科学館における常設展示コンテンツへの資料の提供や展示アドバイス、講師の派遣など、教育研究活動への支援体制を整えた。

国立天文台では、全国の小中学校を対象に毎年出前授業「ふれあい天文学」を実施し、2019 年度は訪問校数、受講者数ともに過去最多（計 123 校、計 11,951 名）となった。また、各観測所で施設を常時公開し、三鷹本部の見学者数は 2018 年度に過去最多となり（25,648 人/年）、4D2U ドームシアターの来訪者数は 2016 年度より毎年 5,000 人前後に達した。2016 年度より国立天文台が製作した動画等を YouTube で公開し、視聴回数は年々増加して 2019 年度にはフォロワー数が 111 万件に達した（別添資料 4-1-1-1-a（再掲））。

核融合科学研究所では、一般公開（オープンキャンパス）や科学イベント等の開催により、研究所の研究活動等について更なる理解を得るとともに、広く社会・国民に核融合研究の重要性を伝える取組を積極的に実施した。また、地域の要請に基づいて、理科工作教室や科学実験教室等を開催し、毎年度 2,200 名以上の児童・生徒の参加を得るほか、研究所創立 30 周年の機に、地元自治体との共催によりプログラミング等を体験する小学生向けの新たな科学イベントを実施するなど、理科教育を通して、国民へ科学の普及を促進するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献した（別添資料 4-1-1-1-c）。さらに、地元三市（土岐市、多治見市、瑞浪市）で市民説明会を開催し、LHD における重水素実験の成果等について紹介し、科学の普及に努めた。

岡崎 3 機関では、岡崎市と自然科学研究機構との教育研究活動に係る連携協定に基づき、共同で理科教育関連イベントの開催、岡崎市教育委員会との連携に伴う市内小中学校への出前授業の実施（別添資料 4-1-1-1-d）、職場体験の受け入れ、市政 100 周年記念事業への参画等を行った。また、小中学生が行っている夏休みの自由研究の中で特に優秀な成果を選出し、「未来の科学者賞」の授与を行った。さらに、SSH 指定校に対し、理科教育指導への協力を行うなど、岡崎市の理科教育の高度化に貢献した。

基礎生物学研究所では、岡崎市政 100 周年記念事業での実験教室の開催（参加者 50 名）、愛知県立岡崎高校への出前授業や研究発表指導、奈良県立奈良高校などの見学や実習の受け入れ等により、SSH 指定校 6 校の教育活動に協力した。株式会社ドワンゴと共同で、ニコニコ生放送において、生物の発生現象の生中継と研究者による解説との組み合わせ番組を実施しており、2019 年度までに 6 回実施し、アクセス総数は 386 万 9545 件となっている。新型コロナウイルス感染症拡大防止のための全国的な臨時休校時において、特別授業の配信を行った。「プラナリアの再生」などのオリジナル映像に注目が集まった。

生理学研究所では、岡崎市保健所との連携による「せいらけん市民講座」を毎年度実

施した。市民講座では岡崎市内のSSH指定校への理科教育指導を目的とし、講演内容に基づいたポスター作成の指導や、理科実験を主体としたワークショップ指導を行い、地域住民に対し大きく貢献した。その他、施設見学対応や中学校等への出前授業など小中高校生を含めた市民に対する学術情報発信に努め、研究活動内容の理解を得た。

分子科学研究所では、2016～2019事業年度に、16回(年4回ペース)の市民講座(分子科学フォーラム)、2018年度分子研一般公開(3年毎)等を実施した(別添資料4-1-1-1-e)。また、SSH事業の採択高校が主催するイングリッシュ・コミュニケーションの支援の他、国際化学オリンピックへの参加学生2名に対する指導協力の結果、金メダル、銀メダルの受賞に寄与した(別添資料4-1-1-1-f)。これらのアウトリーチ活動を通して、分子科学研究所が実施する最先端の研究成果を広く社会に還元するとともに、一般市民の科学に対する関心の向上に貢献した。

○2020、2021年度の実施予定(中期計画4-1-1-1)

(A) 各機関において引き続き、地元からの要望も踏まえ、国民へ科学の普及活動を強化するとともに、地域が求める教育研究活動に貢献するつもりであるが、アフターコロナ/ウィズコロナでの「新しい生活様式」を踏まえた対応を取る必要もあり、活動内容の見直しを図る。

《中期計画4-1-1-2に係る状況》

中期計画の内容	社会人学び直しなどの生涯教育を通じた社会貢献を目的として、専門的技術獲得のためのトレーニングコースや、小中学校の理科教員を対象とした最新の研究状況を講演するセミナーを実施する。【42】
実施状況(実施予定を含む)の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況(中期計画4-1-1-2)

各機関において、社会人教育として以下のような活動を行った。

(A) 国立天文台では、最新の研究成果等を紹介する一般向けの公開講演会等を主催するとともに、中学校・高等学校の理科教員を対象とした教育事業や教材の提供などを実施した。また、天文教育普及研究会等関係団体と協力して、専門的技術獲得のための天文イベント等を実施した。また、2019年度より研究者と市民と一緒に科学的活動を行う「市民天文学」プロジェクト「GALAXY CRUISE(ギャラクシークルーズ)」を日本語および英語で開始した。

核融合科学研究所では、近隣の理科教員との共同研究である土岐市プラズマ研究会の活動により、連携して近隣における環境放射線の測定を行った。また、研究所の研究教育職員を、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)事業指定校のSSH運営指導委員会委員として派遣するとともに、小中学校理科教員研修における講演や、高等学校の理科教員を対象とした出前講義等を行った。

基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所の岡崎3機関では、岡崎市の小中学校の理科教員を対象に最先端研究を紹介する「国研セミナー」を開催した。(別添資料4-1-1-2-a)。

基礎生物学研究所では、カルチャースクールでの講義や、放送大学の授業の担当により、生涯教育に貢献した。

生理学研究所では、高校の理科教員を対象としたセミナーや、施設見学の受け入れを行った。さらに、医師会、歯科医師会、弁護士会、商工会議所などからの要請を受け、学術講演会や施設見学受け入れなどを開催し、学術情報発信に積極的に取り組んだ。

分子科学研究所は、年間を通して施設見学の受け入れなどを開催し、広く一般市民に対してアウトリーチ活動を推進した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画4-1-1-2）

国立天文台では、天文教育普及研究会と協力して、関東支部集会や系外惑星命名キャンペーンの集約、PAOFITS（FITS 画像を教育に活用する）研究会などを開催した。国際標準天文教育カリキュラムのシラバス・ガイドラインなどを作成した。公益社団法人日本天文学会と協力して、インターネット版「天文学辞典」の編纂を行った。新たな教材として、ジュニア天文教室において火星のオリンポス山の立体地図工作キットを開発した。また、国際天文学連合（IAU）100 周年事業に協力し、学校の教材として使える組立式の国立天文台望遠鏡キットを海外に 350 台、国内に 150 台無償配布するとともに、2019 年 7 月より複数の外部団体と販売契約を結び一般への販売を開始、約 1,500 個の売り上げを得た。2019 年度より「市民天文学」プロジェクト「GALAXY CRUISE」を開始し、2020 年 3 月 15 日時点で 52 か国 3,207 名（国内 2,640 名）が登録した。2020 年 3 月、一斉休校により学習の機会が減った小中高生向けのオンライン授業を 5 回実施した。

核融合科学研究所では、近隣の理科教員との共同研究である土岐市プラズマ研究会の活動により、研究所と連携して近隣における環境放射線の測定を行うなど、理科教員の理解の深化に貢献した。また、小中学校理科教員研修における講演や高等学校の理科教員を対象とした出前講義等を行い、最先端の研究成果を社会に還元するとともに、各校の理科教育を支援することに貢献した。

岡崎 3 機関では、共同で岡崎市の小中学校の理科教員を対象に最先端研究を紹介する「国研セミナー」を毎年度開催し、理科教育の高度化に貢献した。

基礎生物学研究所では、NHK サイエンスゼロや NHK ワールドをはじめとする科学番組制作に協力し、生涯教育に貢献した。

生理学研究所では、高校の理科教員を対象としたセミナーと施設見学の受け入れを毎年度開催した。また医師会・歯科医師会における学術講演会、弁護士会や商工会議所に対する施設見学受け入れと講演会についても毎年度開催し、継続的にコミュニケーションを図ることで、地元教員や医師等の研究活動に対する理解を得た。

分子科学研究所では、年間を通して施設見学の受け入れなどを開催し、広く一般市民に対してアウトリーチ活動の強化・拡大に貢献した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画4-1-1-2）

(A) 各機関において引き続き、社会人や理科教員などを対象とする教育・啓蒙活動を行う。

《中期計画4-1-1-3に係る状況》

中期計画の内容	民間等との共同研究や受託研究等を受け入れるとともに、最先端の研究成果や活用可能なコンテンツについて、産業界等との連携を図り技術移転に努めるとともに、第3期中期目標期間終了時において、基礎的な自然科学が産業界のイノベーションに如何に貢献したかに関する実績を取りまとめ、社会へ発信する。【43】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画4-1-1-3）

(A) これまで各機関が独自に行っていた産学連携の取組について、機構として統一的な対応を行うべく、関係規則等の大幅な改訂等を行った。2019 年度は、産学連携委員会や産学連携室などの体制強化のもと、機構として統一的な産業界との連携に向けた検討を行った。特に、最先端の基礎研究を応用研究に展開する研究を支援する事業を開始し、9 件の研究課題を採択し研究を実施した。また、産学連携研究等のコーディネートを担当する URA を機構本部に雇用するとともに、専門家との顧問契約を行い、産学連携研究の促進や産業界との連携に向けて検討を行った。そのため、産学共同研究においては、直接経費の 30 %にあたる産学官連携推進経費を徴取する仕組みを作った。ま

た、民間機関等からの外部資金をもとに運営することができるよう「産学官連携研究部門」に関する規程を整備し、新たな民間企業等との連携の仕組みを整えた。さらに、産業界との対話の場として、LINK-J と協力し、機構の研究発信を行った。ほかに、機構として、機構発ベンチャーの認定制度を創設し、機構発ベンチャー第一号を認定した。機構全体として、民間資金も含めた財源の多様化をすすめており、外部資金獲得額は、2019 年度において 30 億円に上る（科学研究費助成事業を除く、機構パンフレット 37 ページより）。

(B) 国立天文台では、2019 年度に産業連携準備室を設置し、国立天文台が有する特筆すべき技術の調査を実施し、これをまとめてパンフレットを作成した。また、産業連携の内外の状況を調査し、連携を深め、両者による共同研究・開発・事業につながる 2020 年度の事業計画を策定し、2020 年度に産業連携室へ発展的に改組することを決定した。

核融合科学研究所では、最先端の研究成果や研究設備を活用して民間等との共同研究を推進し、毎年度 30 件以上の共同研究を実施した。特許について、知的財産戦略委員会において利用状況を確認し、適切な管理に努めた。産業界等に対して最新の研究成果を紹介するため、東京で開催される国内最大規模の産学マッチングイベント「大学見本市・イノベーションジャパン」や、地元自治体である岐阜県が主催する「ものづくり岐阜テクノフェア」等に出展するとともに、核融合連携研究の裾野を広げるべく、核融合科学研究所の活動について PR を行った。

基礎生物学研究所では、民間との共同研究に関して、前年度からの継続課題および新規課題を適切に受け入れて推進した。また、産学連携コーディネーターを配置し、民間企業との受託研究や特許に関する窓口機能を強化した。

生理学研究所では、研究力強化戦略室メンバーが、「JST フェア 2018」および「イノベーション・ジャパン 2019～大学見本市&ビジネスマッチング～」に参加して、産官学の連携に関する情報収集を行った。また、2013 年度より文部科学省が進める「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM)」に参画している。生理学研究所は「感性イノベーション拠点」(中核拠点：広島大学)のサテライト拠点として、大学、企業等と連携し、サリエンシー(顕著性)による視線制御メカニズムの研究と実社会への応用、深層学習を用いた顔の微表情の認知手法の開発、複数個体間コミュニケーションの質の定量的計測手法の開発等に取り組んだ。

分子科学研究所では、ナノプラットフォーム事業や大学連携研究設備ネットワーク事業において、付属施設の展示会への出展と情報収集を通じて民間等への窓口を広げ、産業界等との連携を拡大、強化した。基礎研究の成果を社会実装に繋げることを趣旨とする産学官連携研究部門として、産業界からの資金を活用し、分子科学研究所に社会連携研究部門を発足させた。

○小項目の達成に向けて得られた実績(中期計画4-1-1-3)

機構の産学連携関係規則等の大幅な改訂等を行い、産学連携委員会や産学連携室を新たに立ち上げ、機構として統一的な産業界との連携に向けた体制を構築した。特に、最先端の基礎研究を応用研究に展開する研究を支援する事業を開始し、9件の研究課題を採択し研究を実施した。また、産学連携研究等のコーディネートを担当するURAを機構本部に雇用するとともに、専門家との顧問契約を行い、産学連携研究の促進や産業界との連携に向けて体制を強化した。

国立天文台では、2019年度に産業連携準備室を設置し、国立天文台が有する特筆すべき技術の調査を実施し、これをまとめてパンフレットを作成した。また、産業連携の内外の状況を調査し、連携を深め、両者による共同研究・開発・事業につながる2020年度の事業計画を策定し、2020年度に発足する産業連携室の足がかりとした。

核融合科学研究所では、民間等との共同研究を推進する取組により、2017年度にレーザー光学デバイス用の透明セラミックス、2018年度にタングステン接合に関する新たな民間等との共同研究が開始されるなど、産業界等との更なる連携を図った。

基礎生物学研究所では、2019年12月より活動を開始した産学連携係コーディネータ

一によって、それまで滞っていた3件の特許に関する民間企業との折衝や、2020 度の受託研究の継続に関する条件の折衝が進展した。

生理学研究所では、「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM)」の「感性イノベーション拠点」(中核拠点：広島大学)のサテライト拠点として、特に、サリエンシーデバイス化による視線制御に関しては、視線とサリエンシーマップのリアルタイム表示をすることにより、従来のボトムアップ的アプローチを超えて、視線制御のトップダウン的要素を解析することが可能となった。また 2018 年度には、公開シンポジウム、JST フェアへの出展等を行った。2 回目の中間評価において、感性イノベーション拠点は「S+」の総合評価を得た。

分子科学研究所では、ナノプラットフォーム事業や大学連携研究設備ネットワーク事業において、延べ 110 件の展示会出展 (主催シンポジウムを含む)、106 件の民間企業訪問、その他多数の大学・公的研究機関訪問、講習会・研修会の開催を通して、産学連携活動を実施した (別添資料 2-1-1-8-d (再掲))。また民間企業による分子科学研究所の設備の利用は 89 件あった。分子科学研究所で実施される基礎研究の成果を社会実装に繋げることを趣旨とする社会連携研究部門を発足させ、特任教授が就任して研究開発活動を開始した (別添資料 2-1-1-3-b (再掲))。

○2020、2021 年度の実施予定 (中期計画 4-1-1-3)

- (A) 機構本部の産学連携体制強化を引き続き進め、産業界との連携を強化すべく、産学官会員制度の活動を促進することや、基礎研究シーズの発信を強化し、社会への研究貢献を図るべく様々なコミュニケーションの場を提供する。
- (B) 各機関においては引き続き専門分野の特徴を活かした産学連携シーズの発掘と共同研究への展開を図る。

5 その他の目標

(1)中項目5－1「グローバル化」の達成状況の分析

〔小項目5－1－1の分析〕

小項目の内容	我が国の代表的な自然科学分野の国際的頭脳循環のハブとして、人材交流を含む国際間の多様な研究交流を推進する。 <13>
--------	---

○小項目5－1－1の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	3	0
中期計画を実施している。	3	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	6	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

優秀な研究者を集め、国際的な研究機関として広い視点を取り込むため、各機関において外国人研究者の採用を促進している。外国人研究者の割合は 2020 年 3 月末時点において 11.1%であり、第3期中期目標期間終了時までに 8%に引き上げるという中期計画を前倒しで達成している。（中期計画5－1－1－3）

本機構では第3期中期計画から「戦略的国際研究交流加速事業」を展開し、雇用した特任研究員を海外と本機構の両方で研究させるなどの施策を実施してきた。この施策を発展させ、世界的なグローバル化の進展に対応した国際的拠点をさらに越えるものを生み出すため、第3期中期計画に記載はないものの、海外拠点として設置した欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィスの海外駐在型 URA を活用して、必要な協定締結後、国際連携研究センター（IRCC）を創設し、世界最先端の国際共同研究を実施している。（中期計画5－1－1－1）

IRCC を、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の3研究所（太陽システム研究所 MPS、プラズマ物理研究所 IPP、天体物理研究所 MPA）とプリンストン大が共同で設立した MPPC（Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics）に跨る組織として設立し、関連する年次会合・ジョイントシンポジウムを開催した。これまでは、海外の機関に、研究者の希望する、あるいは相手先の求める研究を行うために研究者を派遣していた。IRCC では、上記2大学・センターと戦略研究目標を組織として共同で設定、若手の特任研究員を雇用して上記2大学・センターと日本の IRCC で研究を実施、海外と日本の両機関がそれぞれの特長を活かして組織的に指導することによって研究を達成し、最先端研究の推進、異分野融合・新分野創成、若手の育成を目標としている。特任研究員は、主に研究を行う海外機関と募集要項を十分に吟味・調整した上で、国際共同公募・選考により採用している。

海外駐在型 URA を欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィス（IRCC のランチと共用）に置き、第3期中期目標期間では、その目的を研究情報の収集、学術協定の締結、ファンディングエージェンシーとの交渉、IRCC 設立・運用支援等とし、本機構のグローバル化を推進するための基盤を整備している。学術協定締結、同延長の交渉に加えて、ドイツ学術交流会（DAAD）及びドイツ研究振興協会（DFG）と交渉を行い、DAAD とは協定を締結した。IRCC の設立支援では、必要な4協定の締結、国際共同公募・選考、身分の確定等のための相手先との交渉などで、大きく貢献した。また、ビザの取得のための大学との交渉、住居確保などでも大きな働きが認められた。さらに、欧州・米国で開催された会合に13回出席するとともに、これらの開催情報周知により、本機構から7回延べ10名が出席する等、本機構のグローバル化に大きく貢献している。

各機関・機構直轄センターにおいては、新たな国際協定が締結されているとともに、各

機関が締結した国際交流協定等に基づき、海外の主要研究拠点との研究者交流、共同研究が進んでいる。特に国際シンポジウム及び国際研究集会等をそれぞれ毎年度1回以上開催しており、国際的な研究において中心的な役割を果たしている。(中期計画5-1-1-2)

国際間の研究交流を促進するため、及び第一線の国際的研究者の能力を活用するため、積極的に外国人研究者を招へいしている。2019年度の実績は年間54,779(延べ人日)であり、第3期中期目標初年である2016年度の34,790に比べ50%を超える増加となっており、2年前倒しで既に目標値である20%増を達成している。(中期計画5-1-1-4)

機構の研究活動の国際的評価や国際共同事業等の推進のため、ネット会議等の利用を含めた国際的な会議・打合せを積極的に行っている。2019年度における回数は1,564回に上り、第3期中期目標期間初年である2016年度の1,403回と比べ10%増となっている。これを第3期中期目標期間の最終年までに約20%の増加とする。(中期計画5-1-1-5)

来訪外国人の要望にきめ細かく対応すべく、各種サービスの拡充に努めている。(中期計画5-1-1-6)

○特記事項(小項目5-1-1)

(優れた点)

- 第3期中期計画から開始した戦略的国際研究交流加速事業において IRCC のプリンストン滞在型特任研究員と同じ条件で採用した外国人研究員と、同じく同事業で日本からプリンストン大学に派遣していた特任研究員は、IRCC 設立後に IRCC の特任研究員として雇用され、雇用終了後はそれぞれコロラド大学と名古屋市立大学に採用されており、IRCC は国際的頭脳循環のハブとしての役割を果たしている。(中期計画5-1-1-1)
- 海外駐在型 URA の交渉により、DAAD と 2019 年 12 月にグローバリゼーションに寄与する協定を締結した。本機構から、共同研究者を含む 3 グループを期限 2 年でドイツの機関に派遣し、ドイツからカウンターグループを本機構で受け入れることが決定した。募集は 2020 年度に行い、実施は 2021 年度からとなる。(中期計画5-1-1-1)
- 海外駐在型 URA は海外機関の首脳部との交渉に有効であることが示された。プリンストン大学との交渉の結果、IRCC のプリンストン滞在型特任研究員に同大学の Postdoctoral Research Fellow としての身分が付与され、人件費は本機構が負担するものの、社会保障等についてはプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。(中期計画5-1-1-1)
- 核融合科学研究所は、2016 年度に、核融合研究の最も大きな国際会議である、国際原子力機関 (IAEA) 核融合エネルギー会議 (FEC) を、文部科学省との共催により実施した。FEC は、核融合分野で最も権威のある最大規模の国際会議で、「核融合のオリンピック」と称されており、40 の国と地域から約 1,400 名の参加者があった。FEC を開催することで、理論シミュレーションや核融合炉設計等の分野を含めて、基礎研究から核融合炉開発まで幅広く最新の情報を交換する機会を提供し、核融合分野における国際連携の強化に大きく貢献した。(中期計画5-1-1-2)
- 外国人研究者の割合は 2020 年 3 月末時点において 11.1%であり、第3期中期目標期間終了時までに 8%に引き上げるという中期計画を前倒しで達成している。(中期計画5-1-1-3)
- 国際間の研究交流を促進するため、及び第一線の国際的研究者の能力を活用するため、積極的に外国人研究者を招へいしている。2019年度の実績は年間54,779(延べ人日)であり、第3期中期目標初年である2016年度の34,790に比べ50%を超える増加となっており、2年前倒しで既に目標値である20%増を達成している。(中期計画5-1-1-4)

(特色ある点)

- IRCC で雇用した特任研究員の研究成果を基に、産業連携研究の可能性を探るため、連携している外国機関と共同で企業と交渉を行うなど、IRCC 設立後には、国籍を問わないグローバルな活動が自然に行われている。(中期計画 5-1-1-1)
- 欧州との国際共同研究において、個人情報保護に関する GDPR への対応が必須となっている。機構では、GDPR 対応マニュアルを 2020 年 1 月にまとめ、機構内の研究者に周知した。(中期計画 5-1-1-1)
- 各機関において国際シンポジウム及び国際研究集会等をそれぞれ毎年度 1 回以上開催しており、それぞれの分野において国際的な研究の中心的な役割を果たしている。(中期計画 5-1-1-2)

(今後の課題)

- 引き続き、戦略的に国際共同研究を推進するための実質的な体制の整備を行う。その一環として、ドイツ学術交流会 (DAAD) との協定締結による事業の募集を開始し、若手人材等の交流を支援する。(中期計画 5-1-1-1)
- 国際連携研究センターの活動を継続し、さらに発展させる。国際公募により採用した特任研究員の活動により、機関・分野を超え海外機関と組織的に連携して行う分野融合研究を推進する。さらに、マックスプランク協会傘下の研究所やプリンストン大学と連携し、国際シンポジウムやワークショップ等を実施、広く国内外の若手研究者にも参加してもらうなど、当該分野を担う次世代研究者の育成を推進する。(中期計画 5-1-1-1)
- 新型コロナウイルス感染症の影響により、特に国際的な移動を伴う研究者の招へい・派遣には深刻な支障が出ているため、中期計画の達成が困難になることも考えられる。(中期計画 5-1-1-1、2、3、4)

〔小項目 5-1-1 の下にある中期計画の分析〕

《中期計画 5-1-1-1 に係る状況》

中期計画の内容	機構長のリーダーシップの下、機構が締結した国際交流協定等に基づき、グローバル化の進展に対応した国際的拠点形成のための研究者交流事業や国際共同事業を推進する。【44】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5-1-1-1）

(A) 本機構では第 3 期中期計画から「戦略的国際研究交流加速事業」を展開し、雇用した特任研究員を海外と本機構の両方で研究させるなどの施策を実施してきた。この施策を発展させ、世界的なグローバル化の進展に対応した国際的拠点をさらに超えるものを生み出すため、第 3 期中期計画に記載はないものの、これまでに類のない国際連携研究センター (IRCC) を創設し、世界最先端の国際共同研究を実施している。

海外拠点として設置した欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィスの海外駐在型 URA を活用して、必要な協定締結後、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の 3 研究所（太陽システム研究所 MPS、プラズマ物理研究所 IPP、天体物理研究所 MPA）とプリンストン大が共同で設立した MPPC (Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics) に跨る組織として IRCC を設立した。IRCC には、アストロフュージョンプラズマ物理研究部門 (IRCC-AFP、2018 年 8 月設置) と定量・イメージング生物学研究部門 (IRCC-QIB、2019 年 4 月設置) の 2 部門を置いた。2019 年 2 月

には MPPC の年次会合である「MPPC ワークショップ」を東京で MPPC と共催し、参加者 104 名中、約半数が日本からの参加者であった。2020 年 1 月には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンにある MPS で開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。また、IRCC-QIB は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催で「Imaging and Quantitative Biology」と題してジョイントシンポジウムを岡崎で開催し、85 名の参加者を集めた。

これまでの事業では、海外の機関に、研究者の希望する、あるいは相手先の求める研究を行うために研究者を派遣していた。IRCC では、上述のワークショップ・シンポジウムの議論などを通して、上記 2 大学・センターと戦略研究目標を組織として共同で設定、若手の特任研究員を雇用して IRCC の枠組みで日米独において研究を実施、海外と日本の両機関がそれぞれの特長を活かして組織的に指導することによって研究を達成するとともに、最先端研究の推進、異分野融合・新分野創成、若手の育成を目標としている。

特任研究員については、主に研究を行う海外機関と募集要項を十分に吟味・調整した上で、国際共同公募・選考により採用している。第 3 期中期計画から開始した戦略的国際研究交流加速事業において IRCC のプリンストン滞在型特任研究員と同じ条件で採用した外国人研究員と、同じく同事業で日本からプリンストン大学に派遣していた特任研究員は、IRCC 設立後に、IRCC の特任研究員として雇用され、雇用終了後はそれぞれコロラド大学と名古屋市立大学に採用されており、IRCC は国際的頭脳循環のハブとしての役割を果たしている。また、IRCC-QIB で雇用した特任研究員の研究成果を基に、産業連携研究の可能性を探るため、共同で企業と交渉を行うなど、IRCC 設立後には国籍を問わないグローバルな活動が自然に行われている。

- (B) 第 2 期中期目標期間の終盤に、海外駐在型 URA を欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィス（IRCC のランチと共用）に置き、その目的を研究情報の収集、特定の学術協定実行のための調整としてきたが、第 3 期中期目標期間では、これらに、学術協定の締結、ファンディングエージェンシーとの交渉、国際連携研究センター（IRCC）設立・運用支援等に加え、本機構のグローバリゼーションを推進するための基盤を整備し、計画以上の成果を上げることができた。

ドイツ学術交流会（DAAD）及びドイツ研究振興協会（DFG）と交渉を行い、DAAD とは、2019 年 12 月に協定を締結した。本機構から、共同研究者を含む 3 グループを期限 2 年でドイツの機関に派遣し、ドイツからカウンターグループを自然科学研究機構で受け入れることが決定した。募集は 2020 年度に行い、実施は 2021 年度からとなる。DFG とは、引き続き交渉を行っている。

IRCC の設立支援では、必要な 4 協定の締結、国際共同公募・選考、身分の確定等のための相手先との交渉などで大きく貢献した。特にプリンストン大学との交渉の結果、プリンストン滞在型特任研究員に、プリンストン大学の Postdoctoral Research Fellow として併任と同等の身分が付与され、た。これにより、人件費は本機構が負担するものの、社会保障等についてはプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。また、ビザの取得のための大学との交渉、住居確保などでも大きな働きが認められた。

ベオグラード大学（セルビア）と核融合科学研究所との学術協定締結、プリンストン大学と国立天文台の学術協定更新、欧州・米国で開催された学術的会議、集会及び国際会議に 13 回出席するとともに、これらの開催情報の周知により、本機構から 7 回延べ 10 名出席する等、本機構のグローバリゼーションに大きく貢献している。

また欧州との国際共同研究を推進する上で、個人情報保護に関する GDPR 対応が必須となっている。こうした個人情報保護に関する国際情勢について、研究力強化推進本部が中心となり情報を収集し、機構として、GDPR 対応マニュアルを 2020 年 1 月にまとめ、機構内の研究者に周知した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5-1-1-1）
第 3 期中期計画から本機構で実施している「戦略的国際研究交流加速事業」の一環と

して、海外駐在型 URA の支援の下、プリンストン大学に常駐させる国際特任研究員を同大学と国際共同公募・審査により、2017 年度に 1 名採用した（任期 2 年間）。雇用にあたっては、双方の意図に沿って戦略研究目標を組織として共同で設定し、特任研究員は、主にプリンストン大学が指導するが、一部雇用期間は日本に滞在させて、本機構でも指導を行い、目標を組織的に達成することとした。任期中に、トップオーサー論文 2 編を含む 3 編の査読付き論文を執筆する成果があった。特に、2 年の雇用終了後、引き続き IRCC-AFP の特任研究員として雇用した半年で、天文分野では impact factor が上位 3 誌に入る 5.5 の専門誌に 1 編を掲載するなど、大きな成果が得られた。

上記成果から、この手法を踏襲し、世界的なグローバル化の進展に対応した国際的拠点を超える拠点の構築を目指して、第 3 期中期計画に記載はないものの、国際連携研究センター（IRCC）を創設した。2019 年 4 月には特任研究員 2 名を採用し、IRCC の円滑な立ち上げに寄与した。IRCC は、本機構、プリンストン大学、及びマックスプランク協会傘下の 3 研究所（太陽システム研究所 MPS、プラズマ物理研究所 IPP、天体物理研究所 MPA）とプリンストン大が共同で設立した MPPC（Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics）に跨る組織で、アストロフュージョンプラズマ物理研究部門（IRCC-AFP）と定量・イメージング生物学研究部門（IRCC-QIB）の 2 部門を有している。2019 年 2 月には MPPC の年次会合である「MPPC ワークショップ」を東京で、MPPC と共催し、参加者 104 名中、約半数が日本からの参加者であった。2020 年 1 月には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンにある MPS で開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。IRCC-QIB は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催で「Imaging and Quantitative Biology」と題してジョイントシンポジウムを岡崎で開催し、85 名の参加者を集めた。

また、「戦略的国際研究交流加速事業」の一事業として、基礎生物学研究所で進められていたプロジェクトでは、1 年の任期で 2017 年度と 2018 年度に 1 名ずつ特任研究員をプリンストン大学に派遣したことで大きな研究成果が生まれた。これを受けて、IRCC とプリンストン大学との活発な活動の中で、プリンストン大学とそれぞれ 50% の持ち分で特許の仮出願を行うとともに、共同でニュージャージー州の企業と産学連携を実施するため、プリンストン大の担当者が来日し、今後の方針を決定した。

欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィスに海外駐在型 URA を置き、特に共同利用・共同研究を実施するために必要な研究情報の収集、学術協定の締結、ファンディングエージェンシーとの交渉、国際連携研究センター（IRCC）設立・運用支援等を行うことにより、本機構のグローバル化を推進するための基盤整備ができた。例えば、IRCC の設立支援では、必要な 4 つの国際学術協定の締結、国際共同公募・選考、身分の確定等のための相手先との交渉などで、大きく貢献した。特に、プリンストン大学との交渉では、プリンストン滞在型特任研究員をプリンストン大学の Postdoctoral Research Fellow として併任と同等の身分が付与された。これにより、人件費は本機構が負担するものの、社会保障等についてはプリンストン大学の正規職員と同等の資格が保証されている。また、ビザの取得のための大学との交渉、住居確保などでも大きな働きが認められた。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－1－1－1）

- (A) 国際連携研究センターの活動をさらに発展させる。国際公募により採用するプリンストン滞在型特任研究員及びマックスプランク滞在型特任研究員を、現在の 2 名から 4～6 名に増員する。また、IRCC のブランチに機構から研究者を派遣し、プリンストン滞在型特任研究員及びマックスプランク滞在型特任研究員、欧州ボンオフィス及び北米プリンストンオフィス滞在型 URA の支援を受けて、戦略的な国際共同研究を組織的に発展させ、最先端研究の遂行、分野融合・新分野創成、若手研究者の育成を促進する。さらに、関連する国際シンポジウム・ワークショップ、年次会合等を実施、広く国内外の若手研究者にも参加してもらうなど、特に、当該分野を担う次世代研究者の育成を推進する。

(B) 引き続き、本機構のグローバル化を推進するための基盤を整備する。その一環として、ドイツ学術交流会 (DAAD) と締結した協定に従い、カウンターパートとの相互交流事業を募集し、実施する。また、ドイツ研究振興協会 (DFG) と協定を締結して、ドイツとの国際共同研究の促進を図る。また、引き続き、海外駐在型 URA を活用して、本機構のグローバル化を推進する。

《中期計画 5-1-1-2 に係る状況》

中期計画の内容	各機関においては、各機関が締結した国際交流協定などに基づき、海外の主要研究拠点との研究者交流、共同研究、国際シンポジウム及び国際研究集会等をそれぞれ毎年度 1 回以上開催し、連携を強化する。【45】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5-1-1-2）

(A) 機構本部の直轄センターである、新分野創成センター、アストロバイオロジーセンター、生命創成探究センター、国際連携研究センターにおいて、以下の活動を行った。

新分野創成センターでは、先端光科学研究分野において 2019 年にナノマテリアルのキラル光学特性の分野で最先端の研究をしている 3 名の著名な外国人研究者を招待して第 1 回先端光科学研究分野ワークショップ「Chiro-Optical Effects in Nanomaterials」を開催した。アストロバイオロジーセンターでは、2017 年度にプロキシマ・ケンタウリに小さな探査機を送るスターショット計画や電波観測による宇宙生命探査計画などを紹介した国際ワークショップを、2019 年度にアストロバイオロジーセンター主催の国際会議「In the Spirit of Lyot 2019」を開催し、研究計画の紹介や研究成果を多数発表し、多くの海外の研究者と議論を行った。生命創成探究センターでは、2018 年度に若手研究者が主体的に企画する若手啓発事業として「ExCELLS Young Scientists Forum 2018」を開催し、2019 年度には韓国的高等科学院、台湾のアカデミアシニカとそれぞれ国際シンポジウムと国際ワークショップを開催し、海外機関との交流を深めた。

国際連携研究センター (IRCC) のアストロフュージョンプラズマ物理研究部門 (IRCC-AFP、2018 年 10 月設立) では、2019 年 2 月に連携先の MPPC (Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics) の年次会合である「MPPC ワークショップ」を東京で MPPC と共催し、参加者 104 名中、約半数が日本からの参加者であった。2020 年 1 月には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンで開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。また、定量・イメージング生物学研究部門 (IRCC-QIB、2019 年 4 月設置) は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催で「Imaging and Quantitative Biology」と題してジョイントシンポジウムを岡崎で開催し 85 名の参加者を集めた。

(B) 国立天文台では、東アジア中核天文台連合 (EACOA) 加盟の日中韓台 4 機関が協力して、若手研究者の育成を目的とした EACOA/EA0 Fellowship (東アジア中核天文台連合/東アジア天文台 博士研究員給費制度) を継続・新設し、国際公募により毎年 2 人の EACOA Fellow (任期 3 年～5 年) と 1 人の EA0 Fellow (任期 3 年：2018 年度より) を新たに採用した。また 2017 年に東アジアの若手研究者による国際研究集会“The East Asian Young Astronomers Meeting (EAYAM)”を日本 (石垣島天文台) において開催した他、ひので衛星 10 周年科学国際会議、第 6 回すばる国際会議、など公募による国際シンポジウムの開催支援を行った。

核融合科学研究所では、二国間・国際エネルギー機関下の協定などの政府間協力として、事業委員会の下で、公募による提案を受け付け、キーパーソンによる調整を基に研究計画を決定し、共同研究を進めた。また、新たに 15 機関 (新規 9、更新 3、延長 3) との学術交流協定を締結し、ドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所、中国の西

南交通大学、アメリカのウィスコンシン大学等との国際共同研究を進め、ヘリカル方式の核融合研究を更に推進した。2016 年度に国際原子力機関（IAEA）核融合エネルギー会議を、2017～2019 年度に国際土岐コンファレンスを主催するなど、国際シンポジウム等を毎年度 1 回以上開催した。

基礎生物学研究所では、NIBB 国際実習コースを 2 度開催し、海外連携機関であるシンガポール・テマセク生命科学研究所（TLL）等から研究者を講師として招へいた。また、同じく海外連携機関である米国・プリンストン大学とは、国際共同研究の実施、同大学の研究者 2 名が講師を務めた国内向けのプロテオミクストレーニングコースの共催、双方の研究者が講演を行った合同シンポジウムの開催を行った。その他、NIBB コンファレンスを 4 回開催し、演者として海外学術機関等から研究者を招へいて、国内の研究者との交流機会を設けた。

生理学研究所では、研究連携協定を締結している機関との取組として、マギル大学（カナダ）と 3 回、チュービンゲン大学（ドイツ）とは 3 回、高麗大、延世大（韓国）およびチュラロンコン大（タイ）とは 2 回、合同国際シンポジウムを開催した。海外・国内の第一級の講演者が一堂に介し、全国の当該研究分野の多くの研究者が参加する生理研国際シンポジウムを毎年度、岡崎にて開催した。その他、先端イメージング技術を有する各国の研究機関との人的交流を深めることで、連携研究推進や将来的な連携体制構築に向けた取組を開始した。

分子科学研究所では、学術協定に基づく国際連携事業を強化し、分子研国際共同研究プログラムを活かしてアジア地域及び欧米の分子科学分野の研究者、大学院生を招へいし、共同利用・共同研究を進めた。また、海外研究者の参加を含む岡崎コンファレンス、ミニ国際シンポジウム、アジア連携分子研研究会を開催した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5－1－1－2）

国際連携研究センター（IRCC）のアストロフュージョンプラズマ物理研究部門（IRCC-AFP、2018 年 10 月設立）では、2019 年 2 月に連携先の MPPC（Max-Planck Princeton Center for Plasma Physics）の年次会合である「MPPC ワークショップ」を東京で MPPC と共催し、参加者 104 名中、約半数が日本からの参加者であった。2020 年 1 月には、同ワークショップがドイツのゲッティンゲンで開催され、IRCC-AFP から 13 名が参加した。また、定量・イメージング生物学研究部門（IRCC-QIB、2019 年 4 月設置）は、2019 年 10 月に、プリンストン大学と共催で「Imaging and Quantitative Biology」と題してジョイントシンポジウムを岡崎で開催し、85 名の参加者を集めた。

国立天文台では、若手研究者の育成を目的とした EACOA/EA0 Fellowship（東アジア中核天文台連合/東アジア天文台 博士研究員給費制度）を継続・新設し、国際公募により毎年 2 人の EACOA Fellow（任期 3 年～5 年）と 1 人の EA0 Fellow（任期 3 年）を採用した。すばる 20 周年記念国際研究集会など、公募による国際シンポジウムの開催支援を行った。

核融合科学研究所では、ドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所と、同研究所のヘリカル型装置 W7-X と LHD の損失高速イオン測定装置を用いた比較研究を行った。また、アメリカのウィスコンシン大学と、高速トムソン散乱計測開発の共同開発事業を推進した。さらに、中国の西南交通大学との国際共同プロジェクトとして、中国に新設する実験装置 CFQS の設計・製作を進めるとともに、北京大学と高エネルギー粒子計測装置の共同開発を実施するなど、LHD の重水素実験の推進に貢献した。2016 年度には、核融合科学研究所がホスト機関となり、核融合研究の最も大きな国際会議である IAEA 核融合エネルギー会議（FEC）を開催し、40 の国と地域から約 1,400 名の参加者があった（別添資料 5-1-1-2-a）。また、核融合科学研究所が主催する国際土岐コンファレンスには毎回 200 名以上の参加者があるなど、最新の核融合研究の発信拠点となった。

基礎生物学研究所では、米国・プリンストン大学とは、国際共同研究での成果論文の発表やトレーニングコース実施によるプロテオミクス手法の技術共有を通じて連携を深め、自然科学研究機構国際研究連携センターを通じた生命科学における連携強化に繋げ

た。ドイツ・COS Heidelberg とは、人的交流や国際共同研究実施の実績に基づき、2019 年度に国際連携協定を締結して、新たな国際共同研究プログラムを開始した。また、台湾中央研究院とは、双方向の研究所訪問を通じて国際実習コースの運営や開催に関する議論と情報共有を重ね、連携に向けた可能性を検討した。

生理学研究所では学術交流協定を締結している、マギル大学（カナダ）と3回、チュービンゲン大学（ドイツ）とは4回、高麗大および延世大（韓国）、チュラロンコン大（タイ）とは2回、合同国際シンポジウムを開催し、研究連携を強化した。生理研国際シンポジウムを毎年度、岡崎にて開催することにより、全国の当該研究分野の多くの研究者に対し、海外・国内の第一級の研究者による最新の研究情報を得て、さらに緊密な討論を行い国際交流を深める機会を提供した。

分子科学研究所では、分子研国際共同研究プログラムに基づき欧米及びアジア地区の分子科学分野の研究者（それぞれ 62 名、63 名）、大学院生（それぞれ 66 名、55 名）を招へいし、共同利用・共同研究を進めた他、岡崎コンファレンス（4 件）、アジア連携分子研研究会、海外協定締結研究機関との研究集会を開催することで、海外の主要研究拠点との研究者交流、共同研究の推進等に貢献した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－1－1－2）

(A) 各機関・センターにおいて、国際交流協定などに基づき、海外の主要研究拠点との研究者交流、共同研究、国際シンポジウム及び国際研究集会等を引き続き実施、開催し、連携を強化する。

《中期計画 5－1－1－3 に係る状況》

中期計画の内容	国内外の優秀な研究者を集め、国際的な研究機関として広い視点を取り込むため、外国人研究者の採用を促進し、外国人研究者の割合を第3期中期目標期間終了時までに8%に引き上げる。【46】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5－1－1－3）

(A) 機構本部では、外国人教員を1名雇用している。また、機構直轄の国際連携研究センターでは、外国人教員2名を雇用、教員1名が国際公募中となっている。また、アストロバイオロジーセンターでは、クロスアポイントメント制度を用い、継続して外国人教員2名を雇用した。さらに、新分野創成センターでは、新たな分野の展開において外国人教員1名を雇用した。

国立天文台では、フェロー等の若手研究者を含め、国際公募を積極的に実施する等、外国人研究者の雇用推進を図った。2016 年度から 2018 年度に、准教授、助教、NAOJ フェロー（特任助教）、プロジェクト研究員、特任研究員として、合計 22 名の外国人職員を採用した。

核融合科学研究所では、国内外から学位取得後 8 年以内の優秀な若手研究者をポスドク研究員（COE 研究員）として採用している。当該研究員年俸制度を適用し、任期付き職員として採用することとした。人事公募については、国内だけではなく英文による国際公募も実施し、公募文を海外の学術交流協定締結機関等に送付して周知を依頼するなど、外国人の応募の利便性向上を図った。また、自然科学研究機構の戦略的国際研究交流加速事業の事業計画に基づき、特任研究員の国際公募を行った。

基礎生物学研究所では、教授人事については国際公募を実施するとともに、ポスドク研究員等の公募では若手外国人研究者の雇用を検討することで、優秀な人材確保に努めた。また、混合給与制度の導入等、優秀な人材確保に向けた施策の検討を行った。海外連携研究機関であるドイツ・COS Heidelberg との国際共同研究プログラムでは、研究所の施設等を利用して共同研究を展開する、相手方の若手研究者の選考を実施した。

外国人研究者の研究環境整備については、英語を母国語とし、日本語にも通じた外国人支援員 1 名を雇用して、所内への英語での情報発信体制を強化した。

生理学研究所では、外国人研究者の雇用促進に向け、英語の募集要項による公募を継続して実施した。募集案内は関連学会等の各種団体の協力の下、広く周知した。

分子科学研究所では、教員ポストの公募を全て国際公募とし、海外 Web サイトなどへの積極的周知を図った。

上記の取り組みの実施により、自然科学研究機構における外国人研究者の割合は、2020 年 3 月末時点において 11.1%となっており、既に前倒しで中期計画を達成している。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5－1－1－3）

自然科学研究機構では、国内外の優秀な研究者を集め、国際的な研究機関として広い視点を取り込むため、各機関・センターにおいて国際公募の積極的な実施等を通じ、外国人研究者の採用を促進した。その結果、2019 年度には外国人研究者の割合が 11.1%となり、2 年前倒しで、中期計画（5－1－1－3）での目標値（8%）を達成した。

機構直轄の国際連携研究センターでは、外国人数員 2 名を雇用、教員 1 名が国際公募中となっている。また、アストロバイオロジーセンターでは、クロスアポイントメント制度を用い、継続して外国人数員 2 名を雇用した。

国立天文台では、フェロー等の若手研究者を含め、国際公募を積極的に実施する等、外国人研究者の雇用推進を図った。2016 年度～2019 年度に、准教授、助教、NAOJ フェロー（特任助教）、プロジェクト研究員、特任研究員として、合計 22 名の外国人職員を採用した。

核融合科学研究所では、ポスドク研究員（COE 研究員）としては、2016 年度～2019 年度に外国人 12 名を新規採用した。自然科学研究機構の戦略的国際研究交流加速事業の事業計画に基づき、特任研究員として外国人 1 名を新規採用した。

基礎生物学研究所では、教授人事については国際公募を実施するとともに、ポスドク研究員等の公募では若手外国人研究者の雇用を検討することで、優秀な人材確保に努めた。また、混合給与制度の導入等、優秀な人材確保に向けた施策の検討を行った。

生理学研究所では、外国人研究者の雇用促進に向け、英語の募集要項による公募を継続して実施した。募集案内は関連学会等の各種団体の協力の下、広く周知したところ、前期に比べ、外国人専任教員の割合が倍増した。

分子科学研究所では、研究教育職員の国際公募の際に混合給与による雇用も可能にするように制度を見直した。教員ポストの国際公募を関連 Web サイトへ周知するとともに、2016 年度～2019 年度に 2 名の外国人数員（助教）を採用することで、国際的な頭脳循環や研究交流に貢献した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－1－1－3）

(A) 引き続き、各機関・センターにおいて人事を国際公募として外国人研究者の採用を促進する。

《中期計画 5－1－1－4 に係る状況》

中期計画の内容	国際間の研究交流を促進するため、及び第一線の国際的研究者の能力を活用するため、外国人研究者の招へいを 6 年間で約 20%増加させる。【47】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5－1－1－4）

(A) 自然科学研究機構では、国際連携による共同研究を積極的に推進している。機構本部

では、国際的な研究機関等やファンディングエージェンシーとの組織的な対話を行い、各機関等の国際連携の促進につながる活動を実施した。具体的には、機構と協定を締結しているプリンストン大学とは、研究担当副学長をはじめ主要な研究者や産学連携マネージャーとの対話を行い、組織的な協力の強化に努めた。また、ドイツ学術振興協会（DFG）とは、国際交流に向けた話し合いを行い、具体的な協力に向けた検討を開始した。このような機構本部での組織的協力体制の強化のもと、各機関及び機構直轄センターにおいて第一線の国際的研究者の招へいを行い、研究活動の活性化を図っている。

機構直轄センターでは、外国人研究者の招へいを進め、第一線の国際的研究に積極的に取り組んでいる。特に IRCC においては、IRCC-QIB において最先端の定量生物学をすすめるため、プリンストン大学の Mike Levine 博士、Ireana Christea 博士による講演およびワークショップを実施した。2019 年 10 月には国際ワークショップを開催し、11 名の外国人研究者を含む 85 名が参加した。また、IRCC-AFP においては、マックスプランク 3 研究所およびプリンストン大学との共同で、東京にて国際ワークショップ「MPPC ワークショップ」を開催、外国人招へい研究者 49 名を含む 104 名が参加した。また、プリンストン大学の Samuel Totorica 氏を核融合科学研究所に招へい、これにより、国際共同研究を精力的にすすめている。

国立天文台では、外国人客員教員をより招へいしやすくするため、研究交流委員会において 2017 年度に外国人客員研究者の公募制度の見直しを行った。これまでは雇用をすることでのみ招へいが可能であったが、出張ベースでの受入を可能とし、雇用では招へいすることができなかった研究者も招へいできるようにした。2018 年度には、外国人客員制度によりこれまで招へいした研究者のフォローアップ調査を実施した。

核融合科学研究所では、外国人客員教授（准教授）の採用を促進するため、2016 年度から、長期間の滞在を困難とする相手側の事情を踏まえ日本滞在期間の条件を、3 ヶ月以上から 1 ヶ月以上に緩和した。また、2017 年度から、給与を支給する特任研究員として採用する方法に加えて、特任研究員としては採用せずに称号のみを付与し、旅費・滞在費のみを支給する招へい方法を新設した。さらに、より優秀な人材の確保を図るため、外国人客員教授等に適用する特任教員等年俸表の号俸を引き上げた。

基礎生物学研究所では、欧米やアジア等の学術機関との国際共同研究を展開し、共同研究相手先機関等から外国人研究者や大学院生が来所して個別の共同研究課題に係る実験の実施や研究結果の議論を行った。また海外連携研究機関等から研究者の招聘や受入を行い、合同で開催する実習コース等の実施、国際共同研究プログラムに関する議論やその実施、機関間連携の可能性とその方策に関する議論を行った。

生理学研究所では、国際共同研究の推進のため、外国人研究者が PI として研究を行う国際連携研究室において 2017 年度から 7 テスラ MRI 研究を推進する外国人客員教授を配置している。また、学術交流協定締結機関との合同シンポジウムを開催するとともに、ハーバード大学（米国）、マギル大学（カナダ）等の中心研究者数名の招へいを行い、今後の交流を視野に入れた意見交換を行った。また、マックスプランクフロリダ研究所（米国）との間で、先端光学顕微鏡についての技術・研究交流を推進した。さらに、ボルドー大学（フランス）より PI を招へいしてシンポジウムを開催して連携について議論するとともに、オスナブリュック大学（ドイツ）より短期招へいした PI が生理学研究所における超解像顕微イメージング研究に従事した。

分子科学研究所では、外国人客員部門の制度を実施して、第一線の海外研究者との共同研究を推進した。また、国際的な協定に基づく研究交流、海外の若手研究者・大学院生を一定期間研究所に滞在させて共同研究を行うインターンシップ制度を実施した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5-1-1-4）

国立天文台では、外国人客員教員をより招へいしやすくするため外国人客員の公募制度の見直しを行った。これまで雇用をすることでのみ招へいが可能であったが、出張ベースでの受入を可能とし、雇用では招へいすることができなかった研究者も招へいできるよう、2017 年度に制度の改善を行った。

核融合科学研究所では、2016 年度～2019 年度において外国人研究者 25 名（年平均 6.25 人）を招へいするなど順調に研究交流を進めており、第 2 期中期計画期間の招へい数（年平均 3.66 人）に比べ大幅に増加しており、中期計画の達成が見込まれる。

基礎生物学研究所では、国際共同研究や各種国際連携事業の実施において、第 3 期中期目標期間の 4 年間で延べ 192 名の外国人研究者等が来所し、共同研究の実施や連携に関する意見交換等を行っている。第 2 期中期目標期間の 6 年間では 241 名が来所しており、年間の平均来所外国人数については約 20%増加している。

生理学研究所では、国際連携研究室の主研究者（PI）に着任した、フランス原子力・代替エネルギー庁の世界最先端の MRI 技術開発機関であるニューロスピン研究所の前所長が中心となり、ソウル大学（韓国）、国立衛生研究院（台湾）、ハーバード大学（米国）などより研究者を招へいし、技術開発を中心に 7 テスラ超高磁場 MRI に関する国際連携研究を展開した。学術交流協定を締結しているチュービンゲン大学（ドイツ）、マギル大学（カナダ）等との合同シンポジウム開催に際し、多くの研究者が来所した。また、ハーバード大学（米国）、ボルドー大学（フランス）、オスナブリュック大学（ドイツ）等の、世界各国の研究機関より一線で活躍する研究者を招へいし、先端イメージング技術に関する研究交流を推進した。

分子科学研究所では、2017 年度に、外国人客員部門に教授 2 名を招へいした。海外からのインターンシップは 4 年間で延べ 206 件（52 件/年）で、第 2 期とほぼ同様の高水準で推移している。極端紫外光研究施設（UVSOR）におけるナノ・マイクロスケール軟 X 線顕微鏡について、海外の 4 機関と協力して高度化を進めた（別添資料 2-1-1-1-a（再掲））。これらの活動は研究者交流事業や国際共同事業の推進に大きく貢献した。

上記の取組により、自然科学研究機構における外国人の招へい数は、2019 年度において年間 54,779（延べ人日）であり、第 3 期中期目標期間初年である 2016 年度の 34,790 に比べ 50%を超える増加となっており、2 年前倒しで既に目標値である 20%増を達成した。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－1－1－4）

(A) 各機関・センターにおいて引き続き優れた外国人研究者の招へいを行い、研究の活性化に役立てる。

《中期計画 5－1－1－5 に係る状況》

中期計画の内容	機構の研究活動の国際的評価や国際共同事業等の推進のため、ネット会議等の利用を含めた国際的な会議・打合せの回数を 6 年間で約 20%増加させる。【48】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5－1－1－5）

(A) 国立天文台ではアルマ望遠鏡や TMT などの国際プロジェクトに参加しているため、日常的に英語で打合せを実施している。そのような状況の中、国際的な会議や遠隔打合せの実施状況を調査し、実態を把握した上で、テレビ会議、ネット会議などのより効率的な実施を推奨した。また、国際連携室や事務室（情報担当）によるサポートを拡充した。

核融合科学研究所では、日米・日韓・日中・国際エネルギー機関下の国際協定、研究機関間協定等において、定期的な会合や国際共同研究打合せを、対面に加えて、ネット会議等を利用して積極的に実施した。海外との定期的な会合や国際共同研究打合せを積極的に実施するため、2018 年度にネット会議システム「ZOOM」を導入し、共同研究の打合せやシンポジウムに関連する会議など多岐にわたる会議がネット会議で実施された。

基礎生物学研究所では、EMBL、ドイツ・COS Heidelberg、米国・プリンストン大学、シンガポール・TLL 等との間で、国際共同研究や連携事業を実施しており、計画・企画立案や準備の段階から相手方研究機関と対面やインターネットを介した議論を実施した。また、ABiS の活動においては、バイオイメージング施設の国際的な連携活動に関して Skype や Zoom 等インターネットを利用した会議を定期的の実施した。個別の国際共同研究では、インターネットや対面による打ち合わせを実施することで、共同研究を円滑に推進した。

生理学研究所では、海外の協定締結研究機関や国外共同研究先との対面での打ち合わせの他、インターネット会議による打ち合わせを積極的に開催した。

分子科学研究所では、ネット会議等の利用を含めた国際的な会議・打合せを積極的に行った。

アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーにおける国際共同プロジェクト推進のため、ネット会議等を活用し、国際的な会議を多数実施した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5－1－1－5）

国立天文台では、アルマ望遠鏡や TMT などの国際プロジェクトに参加しているため、これらのプロジェクトでは日常的に英語で打ち合わせを実施している。

核融合科学研究所では、海外との定期的な会合や国際共同研究打合せを積極的に実施するため、2018 年度にネット会議システム「ZOOM」を導入した。2018 年 7 月に運用を開始し、2019 年 3 月までの 9 ヶ月間で 152 件、2019 年度は 413 件のネット会議が実施され、LHD 実験に参加する外国人研究者との打合せや、ドイツのマックスプランクプラズマ物理研究所の実験装置 W7-X を用いた共同研究に係る打合せなど、多岐にわたるネット会議が実施された。

基礎生物学研究所では、連携協定締結機関とは、所長や研究教育職員等の相互訪問を実施し、インターネットを介した打ち合わせも活用して議論を重ねることで、連携協定の締結・更新、双方による新たな国際共同研究や合同シンポジウムの開催等に繋げた。バイオイメージング施設の国際的な連携活動では、年間 4 回程度のインターネットを介した会議を行うとともに、毎年 9 月の対面での全体会議への参加により、意見交換や情報共有を行った。2016 年 11 月には、海外から 3 名の研究者を評価委員として招へいし、研究所の国際評価会議を開催した。

生理学研究所では、対面での打ち合わせの他、インターネット会議を開催することで、具体的な研究計画の検討がスムーズとなり、国際共同研究が加速した。

分子科学研究所では、国際連携の打ち合わせや国際交流協定に基づく国際的な会議・打合せを延べ 65 件実施し、研究者交流事業や国際共同事業の推進に貢献した。

アストロバイオロジーセンターでは、アストロバイオロジーにおける国際共同プロジェクト推進のため、ネット会議等を活用し、国際的な会議を多数実施した。

上記の取組により、自然科学研究機構では、2019 年度における国際的な会議・打合せの回数は 1,564 回にのぼり、第 3 期中期目標期間初年である 2016 年度の 1,403 回と比べ 10%増となっている。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－1－1－5）

(A) 引き続き、各機関・センターにおいて国際共同活動を推進する。

《中期計画 5－1－1－6 に係る状況》

中期計画の内容	本機構のグローバル化を推進するための基盤を整備するため、来訪外国人の要望にきめ細かく対応した外国人研究者の宿泊施設の確保やサポートスタッフの拡充などを行う。【49】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☐ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☒ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5－1－1－6）

(A) 国立天文台では、台内会議における同時通訳の導入を拡大した（教授会議に加え、プロジェクト会議、年始の行事）。一部の専門委員会の議事録の英文化を進めた。国際連携室の体制整備を進め、サポートデスクなどのサポート体制を維持・強化した。借り上げ宿舍の活用や外国人向けサポートデスクに関しては、運用ルールの明確化を進め、サービスの質を向上させた。2018 年度には、保育ルームでは初となる、外国籍職員 3 名の乳幼児の定常利用（月極）の実績があった。また、職員の国際化に対応するため、教授会議を英語で開催した。

核融合科学研究所では、国内外の共同研究者など、外来者の受付等を行うビジターセンターに、英語対応可能なスタッフを配置した。また、ビジターセンターの利用者を対象に、ニーズに関するアンケート調査を継続的に行い、その集計・分析結果を踏まえて、新たに 2018 年度から、国内外の共同研究者等が利用する研究員宿泊施設の使用料等についてクレジットカードによる支払い可能にした。2016 年度に、研究員宿泊施設の予約申込みフォームを分かりやすく見直すとともに、同施設の利用者を対象とした電動自転車の貸出を開始した。さらに、2019 年度から、研究員宿泊施設の各宿泊部屋における無線 LAN の利用を開始した。

基礎生物学研究所では、研究力強化戦略室国際連携グループを中心として、外国人研究者等の来所や滞在に係る手続き支援や英語での情報提供を行っている。2018 年度からは、英語を母国語とし、日本語に通じた外国人支援員 1 名を雇用して、支援体制を強化した。また、2016 年度初頭より岡崎統合事務センターと協働で地元自治体の岡崎市役所・国際課と外国人受入れに係る支援方法等についての協議を開始した。議論を重ねた結果、総合研究大学院大学へ入学した留学生が岡崎 3 機関（基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所）に来所する毎年 10 月初頭に、岡崎市役所による外国人向け説明・相談会を開催することになった。

生理学研究所では、研究力強化戦略室の国際連携担当者による、外国人受入サポートや、外国人研究職員などの来日前後の諸手続きや各種相談窓口などを集約して行う外国人研究者向けワンストップサービスを実施した。

分子科学研究所では、外国人研究者の滞在中の要望（宿泊、各種手続き、翻訳など）に応えるワンストップサービス体制および日常生活支援のサポート体制を改善・整備した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5－1－1－6）

国立天文台では、台内会議における同時通訳の導入を拡大した（教授会議に加え、プロジェクト会議、年始の行事）。一部の専門委員会の議事録の英文化を進めた。国際連携室の体制整備を進め、サポートデスクなどのサポート体制を維持・強化した。借り上げ宿舍の活用や外国人向けサポートデスクに関しては、運用ルールの明確化を進め、サービスの質を向上させた。また、職員の国際化に対応するため、外国人教員が議長を務め教授会議を英語で開催した。

核融合科学研究所では、国内外の共同研究者など、外来者の受付等を行うビジターセンターに、英語対応可能なスタッフを配置するとともに、ビジターセンターの利用者のニーズを踏まえて、新たに 2018 年度から国内外の共同研究者等が利用する研究員宿泊施設の使用料等のクレジットカードによる支払いを導入するなど、外国人研究者等へのサービスを拡充した。また、2016 年度に、研究員宿泊施設の利用者を対象とした電動自転車の貸出を開始するとともに、2019 年度から、研究員宿泊施設の各宿泊部屋における無線 LAN の利用を開始するなど、外来者の要望等に対応し、利便性の向上に努めた。

基礎生物学研究所では、研究力強化戦略室国際連携グループを中心として、延べ 27 件の外国人研究者・大学院生の受入および滞在に係る手続き支援を実施した。また、延べ 11 件の研究所に一時来所した外国人研究者等に対する滞在支援を行った。2016 年度から毎年 10 月初頭に、岡崎市役所が主催する岡崎 3 機関向けの「外国人研究者等滞在支援のための岡崎市役所行政サービス等説明・相談会」を開催した。本説明・相談会では、

外国人研究者や留学生、受入研究室のスタッフを対象に、滞在時の各種手続きに関する資料を作成して、提供を行った。以上の取り組みにより、外国人研究者等の滞在環境の向上に努めた。

生理学研究所では、研究力強化戦略室に引き続き国際連携担当者を配置し、外国人受入サポートや、外国人研究職員などの来日前後の諸手続きや各種相談窓口などを集約して行う外国人研究者向けワンストップサービスを実施することにより、来所に関する手続きをよりスムーズなものとし、また、快適な滞在環境を提供した。

分子科学研究所では、研究力強化戦略室が中心となって外国人に対するワンストップサービスを提供し、各種手続きの支援、生活上の情報提供等を行った。2018年度には外国人研究者の滞在中の日常生活をサポートするウェブサイト Life@OKAZAKI を開設・公開した（別添資料 5-1-1-6-a）。岡崎統合事務センターでは、重要な通知を一部バイリンガル化するなどの対応を行った。これらの取り組みは、来訪外国人の研究活動、日常生活を安定化させ、国際的な研究交流の加速に貢献するものとなった。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5-1-1-6）

（A）引き続き、各機関において、来訪外国人の要望にきめ細かく対応した受け入れ体制の整備・改善を行っていく。

（2）中項目 5-2 「大学共同利用機関法人間の連携」の達成状況の分析

〔小項目 5-2-1 の分析〕

小項目の内容	4 大学共同利用機関法人は、互いの適切な連携により、より高度な法人運営を推進する。【14】
--------	---

○小項目 5-2-1 の総括

《関係する中期計画の実施状況》

実施状況の判定	自己判定の内訳（件数）	うち◆の件数※
中期計画を実施し、優れた実績を上げている。	1	0
中期計画を実施している。	0	0
中期計画を十分に実施しているとはいえない。	0	0
計	1	0

※◆は「戦略性が高く意欲的な目標・計画」

大学共同利用機関法人間の連携として、大学共同利用機関法人機構長会議及び I-URIC（Inter-University Research Institute Corporations：大学共同利用機関法人）4 機構長ミーティングを通して、4 機構法人に共通する諸課題について、情報交換や連絡調整を行い、同会議の下に設置した各種委員会において、計画・評価、異分野融合・新分野創成、事務連携など、I-URIC が連携した取組を企画・実施することにより、より相互を高め合う高度な法人運営を推進した。

○特記事項（小項目 5-2-1）

（優れた点）

- 異分野融合・新分野創成の促進に向けて、調査や研究を実施する「異分野融合・新分野創出支援事業」を各機構から事業費を拠出して 201729 年度より開始した。機構間連携・異分野連携研究プロジェクトとして、201729 年度に 4 課題（機構間連携に向けた研究のフィジビリティ・スタディ 4 件）、201830 年度に 5 課題（共同研究 2 課題、スタートアップ 3 課題）、2019 年度に 3 課題（共同研究 2 課題、スタートアップ 1 課題）を採択し支援した。その中でも、NIHU 国立歴史民俗博物館と KEK 物質構造科学研究所による「負ミューオンによる歴史資料の非破壊内部元素組成分析」プロジェクトでは、

J-PARC MLF ミュオン施設（MUSE）において得られる、世界最高強度の負ミュオンビームを利用した新たな非破壊研究手法を開発した。これまで日本の歴史資料にこの手法が適用された例はなく、今後重要資料への適用が実現すれば、日本の歴史や文化に関する理解が飛躍的に深まることが期待される。またスタートアップ課題は「I-URIC フロンティアコロキウム」の結果として生まれた課題である。本事業は「連合体」における研究力強化に向けた事業としても継続的に取り組むことが想定されている。こうした文理融合の取り組みは、4 機構の枠組みを超えてさらなる展開を見せており、新学術領域研究「ゲノム配列を核としたヤポネシア人の起源と成立の解明」及び「宇宙観測検出器と量子ビームの出会い。新たな応用への架け橋。」の計画研究 B01「負ミュオンビームを用いた新たな非破壊元素分析法」などにおいて、広範な分野の研究者との連携を果たしており、文理融合の潮流をさらに着実なものとする事ができた。（中期計画 5－2－1－1）

（特色ある点）

- ・ 4 機構間の連携を示す「I-URIC」を冠した、社会の時事に応える知識習得のための合同研修や、分野横断的な共同シンポジウム、また、異分野融合・新分野創成事業として予め設定したテーマについて合宿形式で議論する「I-URIC フロンティアコロキウム」や「ROIS/I-URIC 若手研究者クロストーク」などを定着させたことは、異分野融合を構想する機会を設け、「連合体」設立に向けた更なる連携促進の礎を築いた。（中期計画 5－2－1－1）
- ・ 高エネルギー加速器研究機構、人間文化研究機構の共催で文理融合シンポジウムを定期的に開催し、国内におけるミュオンを用いた文化財分析や考古学研究に関する講演や、フランスのソレイユ研究所における量子ビームを用いた文化財研究に関する講演のみならず、放射光、中性子を用いた考古学研究の紹介があり、文理融合研究のプラットフォームの構築に向けての一步を踏み出したことを機構間連携のイベントを通して発信した。（中期計画 5－2－1－1）

【小項目 5－2－1 の下にある中期計画の分析】

《中期計画 5－2－1－1 に係る状況》

中期計画の内容	4 大学共同利用機関法人間の連携を強化するため、大学共同利用機関法人機構長会議の下で、計画・評価、異分野融合・新分野創成、事務連携などに関する検討を進める。特に、4 機構連携による研究セミナー等の開催を通じて異分野融合を促進し、異分野融合・新分野創成委員会において、その成果を検証して次世代の新分野について構想する。また、大学共同利用機関法人による共同利用・共同研究の意義や得られた成果を 4 機構が連携して広く国民や社会に発信する。【50】
実施状況（実施予定を含む）の判定	☒ 中期計画を実施し、優れた実績を上げている。 ☐ 中期計画を実施している。 ☐ 中期計画を十分に実施しているとはいえない。

○実施状況（中期計画 5－2－1－1）

(A) 大学共同利用機関法人機構長会議及び I-URIC 4 機構長ミーティングを通して、4 機構法人に共通する諸課題について情報交換及び連絡調整を行い、同会議の下に設置した各種委員会において I-URIC が連携した取組を企画・実施した。

事務連携委員会では、4 機構事務連携拡大に向けた協議を進め、業務上必要な知識や技能を 4 機構の業務担当者が連携して習得することを企図して、個人情報保護研修、男女共同参画講演会、最高情報セキュリティ責任者（CISO）等研修、知的財産・安全保障輸出管理に関する研修会等を 4 機構共通で開催したほか、機構間の事務職員の人事交

流、AED の共同設置及び各機構会議室の有効利用などを行った。また、3 機構公共工事入札監視委員会の設置に向けた協定を締結した。

- (B) 異分野融合・新分野創成委員会では、新分野における学術の芽を育てるための「機構間連携・異分野連携プロジェクト」を各機構から事業費を拠出して 2017 年度より開始し、延べ 12 課題（2017 年度：4 課題、2018 年度：5 課題、2019 年度：3 課題）を採択し支援を行った。2019 年度採択の課題の一つでは、4 機構連携での、物理学、生物学、情報学、言語学などの文理融合による「知性と認識の情報神経物理学」の構築を目指し、月に 1 回会合を持ち、様々な観点から検討を進めた。

また、異分野融合・新分野創成支援事業として合宿形式の「I-URIC フロンティアコロキウム」や「ROIS/I-URIC 若手研究者クロストーク」を継続して実施した。

- (C) 評価検討委員会では、4 機構連携の取組に関する年度計画を検討・策定し、実施状況を業務実績報告書として取りまとめた。また、本委員会の下に設置した IR 担当者会議においては、大学共同利用機関の大学への貢献を可視化するために、共同利用・共同研究の研究員の受入実績、研究成果としての論文数等を 4 機構共通の評価指標として検討した。

- (D) 大学共同利用機関法人による共同利用・共同研究の成果や大学の研究力強化への貢献について 4 機構パンフレットを作成し、4 機構ウェブサイトと合わせて情報を発信した。4 機構連携企画として「I-URIC」を冠した機構シンポジウム 2019（主催：情報・システム研究機構、共催：高エネルギー加速器研究機構）を開催した。また、「大学共同利用機関シンポジウム」を継続して実施し、多くの一般市民に情報発信を行った。

（来場者数 2016 年度：732 名、2017 年度：627 名、2018 年度 346 名、2019 年度：530 名）

- (E) 4 機構及び総研大において、研究環境基盤部会「審議のまとめ」で言及された「連合体」の設立に向けて検討し、「「連合体」設立準備委員会」を 2019 年 1 月に設立するとともに、4 つのワーキンググループを設置し、①運営の効率化に向けた取組、②研究力の強化に向けた取組、③大学院教育の充実に向けた取組について、検討した。

○小項目の達成に向けて得られた実績（中期計画 5－2－1－1）

- ・事務連携委員会では、合同研修や合同での広報の取り組み、業務上の必要な情報を適時に共有する関係の構築など、4 機構間の連携を業務面で支援していく体制作りを図った。
- ・4 機構を跨ぐ異分野融合・新分野創成の取組を促進するための異分野融合・新分野創成委員会では、異分野融合・新分野創成支援事業として 2016 年度から毎年 I-URIC フロンティアコロキウムを開催している。また、機構間連携・異分野連携プロジェクトにおいて、機構の枠を越えた連携研究課題への支援を行った。特に、NIHU 国立歴史民俗博物館と KEK 物質構造科学研究所による「負ミュオンによる歴史資料の非破壊内部元素組成分析」プロジェクトでは、J-PARC MLF ミュオン施設（MUSE）において、世界最高強度の負ミュオンビームの優位性を生かし、文化財をはじめとする人文科学資料の研究にも活用可能な新たな非破壊研究手法を開発するなど、文理融合研究の可能性の探求を推進した。さらに、文理融合の取組は 4 機構の枠組みを超えて、新学術領域研究「ゲノム配列を核としたヤポネシア人の起源と成立の解明」及び「宇宙観測検出器と量子ビームの出会い。新たな応用への架け橋。」の計画研究 B01「負ミュオンビームを用いた新たな非破壊元素分析法」などへ発展した。
- ・4 機構連携によるパンフレットの作成、ウェブサイトの共同運営、シンポジウムの開催等を通して、共同利用・共同研究の意義や研究成果を広く社会に発信することにより、4 機構法人の活動における知名度向上の一途となった。

○2020、2021 年度の実施予定（中期計画 5－2－1－1）

- (A) 大学共同利用機関法人機構長会議の下に設置した委員会等において各種連携事業を実施する。機構法人の運営の効率化を図りつつその基盤を強化するため、事務連携委員会は、広報、情報セキュリティ及び職員研修等について連携を推進し、I-URIC 連携企画として実施する。
- (B) 新たな学術の芽を育てるため、異分野融合・新分野創成委員会は、4 機構による異分野融合・新分野創出支援事業を継続して推進するとともに、4 機構連携による研究セミナー等を実施し、その成果を検証し、第4期中期目標期間の取組を検討する。
- (C) 共同利用・共同研究の意義を広く国民や社会に発信するため、事務連携委員会は、4 機構合同の広報活動を引き続き進め、その効果を検証する。また、大学等における大学共同利用機関の活動の一層の理解促進のため、評価検討委員会は、共同利用・共同研究の成果や大学の機能強化等への多様な貢献を可視化できる新たな評価指標の案を作成する。
- (D) 共同利用・共同研究の意義を広く国民や社会に発信するため、事務連携委員会は、4 機構合同の広報活動を引き続き進め、その効果を検証する。
- (E) 第4期中期目標期間開始時における4 機構及び総研大による「連合体」の設立をめざし、「連合体」設立準備委員会が中心となって検討を行い、案を作成する。