

学部・研究科等の現況調査表

研 究

平成28年6月

自然科学研究機構

目 次

1. 国立天文台	1 - 1
2. 核融合科学研究所	2 - 1
3. 基礎生物學研究所	3 - 1
4. 生理學研究所	4 - 1
5. 分子科學研究所	5 - 1

1. 国立天文台

I	国立天文台の研究目的と特徴	1 - 2
II	「研究の水準」の分析・判定	1 - 3
	分析項目 I 研究活動の状況	1 - 3
	分析項目 II 研究成果の状況	1 - 4
III	「質の向上度」の分析	1 - 5

I 国立天文台の研究目的と特徴

- 1 わが国の天文学研究の中核的機関として第一線の天文観測施設を擁し、全国の研究者の共同利用に供するとともに、共同研究を広く組織し、また国際協力の窓口として、天文学及び関連分野の発展に寄与することを目的としている。
- 2 広範な天文学分野において、太陽系からビッグバン宇宙までを対象とした研究を進める。国内外観測所及び観測施設を活用した最先端の観測天文学の推進を行う。
- 3 超高速計算機を開発し、これを活用したシミュレーション天文学や理論天文学の更なる推進を目指す。
- 4 最先端の技術を用いて新鋭観測装置の開発・整備に努めるとともに、新たな科学技術の基盤の創成にも寄与する。
- 5 大型望遠鏡、観測装置、計算機等の開発研究や整備及び運用を円滑に行う。
- 6 天文学に関する一般への情報発信に努め、天文学研究への社会的関心に答える多彩な広報普及活動を行う。
- 7 総合研究大学院大学物理科学研究科天文科学専攻の大学院教育を担当し、また他大学の大学院教育に協力する。

[想定する関係者とその期待]

大学及び研究機関の天文学と関連分野の研究者から、世界トップレベルの観測手段である大型装置等を開発・運用して共同利用に供することで、日本の天文学研究の推進に資することが期待されている。また、大学院生を含む若手研究者を優れた研究環境で人材育成することも期待されている。

世界の天文学者・天文研究機関から、国際的に開かれた研究所として、国境を越えた様々な共同研究や共同開発、役割分担を積極的に担うことが求められており、アジアのリーダーとして、さらなる貢献を期待されている。

一般社会から、市民の知的関心に応える最新の研究状況の発信、わかりやすい解説や普及活動の促進が期待されている。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況)

太陽系からビッグバン宇宙までの広範な天文学分野において、国内外や宇宙飛行体搭載の第一線の天文観測装置を駆使した観測天文学、及び、超高速計算機システムを活用したシミュレーション天文学や理論天文学、並びに重力波検出のための基礎研究を推進し、国際的にも注目度の高い成果を挙げた。

最先端の技術を用いて新鋭観測装置の開発・整備に努め、国際共同建設事業として電波望遠鏡 ALMA(アルマ)のアンテナや受信機等の開発と製作を遂行し、これを完成に導く(資料 01-1、01-2)と共に、口径 30mの次世代超大型望遠鏡 TMT プロジェクトでは、主鏡製作を開始した(資料 01-3)。太陽観測衛星「ひので」のデータと解析環境を提供する科学センターの設置・運用、超高速専用計算機の開発研究・運用、すばる望遠鏡のレーザーガイド補償光学装置の完成・提供やコロナグラフ光学系の開発等、大型望遠鏡、観測装置、計算機等の開発研究や整備及び運用を円滑に行うことで、大きな実績を示した。

以上の研究成果に基づく過去 6 年間(H22-H27)の原著論文数は 2,242 報であり、前期の 6 年間と比べて約 3%増加した(資料 01-4 (a))。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

共同利用研究所として全国の研究者に世界トップレベルの観測研究手段を提供したことに加え、自らも中枢的研究拠点として、天文学関連分野における研究活動を推進した点において、期待される水準以上にやりとげたと判断した。第 2 期末に行った国際外部評価でも極めて高く評価された(資料 01-5)。

観点 共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

すばる望遠鏡やアルマ望遠鏡等の世界最先端の大型装置を共同利用に供し、国際的標準に従い、外部の研究者を主体とする「望遠鏡時間配分委員会」が応募申請に対し、科学的意義に基づく審査を行い、採択・時間配分を決定している。

すばる望遠鏡では観測装置の保守運用・機能向上を精力的かつ効果的に実行し、共同利用に供する夜数は 6 年間で 1,272 夜と順調な運用を続けた。また、最先端の研究テーマに重点的に観測時間を配分する「戦略枠」を平成 22 年度より開始し、ヒアリングを含む慎重な審査によりこれまでに 3 つのプロジェクトに 6 年間で 217.5 夜の集中的な観測時間を配分し、後述の独創的な成果を上げた(業績 1-31, 32)。すばる望遠鏡の観測効率は悪天候等の観測不可能時間を除外して平均 90%と高い。また望遠鏡一台あたりの論文出版数は世界の主要な 8m 級望遠鏡と比較しても遜色なく高いレベルを維持している(資料 01-6)。

日米欧国際共同で建設を推進したアルマ望遠鏡では、アタカマ・コンパクト・アレイ(ACA)用アンテナ 16 台を平成 23 年度までに、高分散相関器及びバンド 4・8・10 受信機を平成 25 年度までに開発・実装した(資料 01-2)。平成 23 年度より一部のアンテナ群による第 1 回共同利用観測を開始し、平成 24 年 4 月には運用主体組織として「チリ観測所」を設置し、順調に運用を続け、成果を挙げた。査読付論文は、平成 28 年 1 月末時点で 337 報を数え、論文数の国別の順位では、日本は米国に次いで 2 位である(資料 01-7)。

野辺山宇宙電波観測所、同太陽電波観測所(平成 26 年度末で廃止)、岡山天体物理観測所、太陽観測所、水沢 VLBI 観測所などでも恒常的な共同利用観測を実施し、6 年間で合計 754 件の観測計画を採択した。また、天文シミュレーションプロジェクトでの天文学専用ス

ーパソコンコンピュータ「アテルイ」(資料 01-8)、天文データセンターやひのでサイエンスセンターのデータベース・アーカイブ、先端技術センターの施設などを共同利用として提供し、重力波検出実験装置「TAMA300」と米国 LIGO との同時観測など、多様な共同研究活動を展開し、成果を挙げた。

韓国天文研究院と協力して、世界で最も大規模な天体 VLBI 観測データ相関処理装置を「東アジア VLBI 相関センター」として平成 24 年に稼働を開始した。また、中国国家天文台、韓国天文研究院、台湾中央研究院と共同で、東アジア中核天文台連合 (EACOA) を結成し、東アジア地域の天文学の将来像について議論を重ね、平成 27 年には東アジア天文台を設立した。

日米中印加の五カ国による国際共同の TMT 事業は、平成 25 年に主協定書を締結し (資料 01-9)、日本の国際分担として望遠鏡本体構造の基本設計並びに主鏡分割鏡材の製造及びその一部研磨 (資料 01-3)、観測装置の一部の基本設計を実施した。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

大学共同利用機関として、すばるやアルマ、科学衛星「ひので」、スーパーコンピュータ「アテルイ」といった世界トップレベルの装置を維持・運用し、共同利用に提供することで日本の天文学に大きく寄与している。国立天文台の施設・設備を用いて生み出された論文数は、日本の天文学・宇宙物理学分野における論文総数の約 4 割に相当する (資料 01-4)。

次世代大型望遠鏡 TMT の建設に向け、コミュニティと議論しながら推進している点も国際的に高い評価を受けており (資料 01-5)、これらを勘案し、期待を上回る水準を達成していると判断した。

分析項目 II 研究成果の状況

観点 研究成果の状況 (共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。)

(観点に係る状況)

広範な天文学分野において、観測的研究及び理論的研究を推進し、大きな成果を挙げた。

すばる望遠鏡では、最も遠方の銀河や銀河団の発見 (業績 1-11、資料 01-10) や宇宙初期の巨大質量星の研究 (業績 1-12)、「戦略枠」による原始惑星系円盤の多様性や最も軽い木星型の系外惑星の直接撮像による発見 (業績 1-31、32) など様々な成果を上げ、世界をリードしている。更に、次世代の超広視野主焦点カメラ (HSC) の開発製作が完了し、暗黒物質分布の測定 (業績 1-10、資料 01-11) で成果を上げつつあり、現在も広視野に対応する主焦点分光装置の開発研究を進めている。

日米欧の国際共同事業として南米チリで建設が進められたアルマ計画では、日本の担当であるアンテナ 16 台及び受信機 219 台を完成させた。「東アジア・アルマ地域センター」を設置し、東アジアの研究者の共同利用支援体制を整備しつつ、順調に共同利用観測を行い、様々な成果を上げた (業績 1-15、16、17、18、19)。

国立天文台が開発・製作した太陽観測衛星「ひので」搭載の可視光・磁場望遠鏡は設計寿命を大幅に超えて観測を続け、新たに発見された短寿命水平磁場 (業績 1-20) や太陽プロミネンスを伝わる波動 (業績 1-23) の発見などで成果を上げた。

また、複数の電波望遠鏡を組み合わせた手法により、天体距離の計測では世界最高の精度を達成し、天の川銀河の立体構造や運動を明らかにすると同時に、銀河系の質量が今までの推定値より 20% 大きいことを発見した (業績 1-2、資料 01-12)。

重力計算に特化した独自開発プロセッサを搭載した重力多体問題専用計算機やスーパーコンピュータ「アテルイ」(平成 25 年度以降) を共同利用に供し (業績 1-26、27、28)、この 6 年間での査読付論文 166 報以上を生み出し、数値天文学の世界的センターとしての水準を維持している。

野辺山宇宙電波観測所やアタカマ・サブミリ波望遠鏡、岡山天体物理観測所、野辺山太陽電波観測所(平成 26 年度末で廃止)、天文データセンター等で共同利用を行い、太陽よりも重い星の周りの系外惑星の発見(業績 1-7)、近傍銀河の分子輝線マッピング(業績 1-5)、分子輝線サーベイ(業績 1-6)、などの成果があった。重力波プロジェクトにおいては、重力波検出装置の実験研究などを実施し(業績 1-29)、共同研究によって米国 LIGO による人類初の重力波検出に関わった(業績 1-30、資料 01-13)。

(水準)

期待される水準を上回る

(判断理由)

上記の研究成果は、天文学の分野では注目度の高い国際誌に掲載され、多数の引用や国際会議での招待講演、受賞、国内外での報道等につながった。すばる望遠鏡では、過去 6 年間(H22-H27)の平均で年間 136 報の査読付論文が出版され、世界の他の 8-10m 級の地上望遠鏡と比較してもトップクラスである(資料 01-6)。アルマ望遠鏡では、平成 27 年に募集を行った第 4 回共同利用観測に 1,582 件の観測提案が提出され、ハッブル宇宙望遠鏡への観測提案を上回る世界最高記録となり、世界の研究者の共同利用への高い期待を示した。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

(1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例 1 「すばるの運用とその効率」

平成 22 年からファイバー多天体分光器、平成 26 年から超広視野主焦点カメラ(HSC)を開発し、共同利用に供した。前者は 400 個の天体を同時に分光観測できるユニークな近赤外線観測装置であり、後者は 従来の主焦点カメラの約 7 倍という、同クラスの望遠鏡の中で圧倒的な広視野を達成し(資料 01-14)、最先端の観測研究を推進する機会を提供している。同時に 90%と高い観測実施率を維持し、ユーザーズミーティング等でのコミュニティからの意見を反映した将来装置計画を策定し、国際協力のもとで開発を推進している。

② 事例 2 「アルマの完成と運用開始」

米欧と共に建設を進めてきたアルマ計画において、日本は担当したアンテナ 16 台及び受信機 219 台の製造すべてを欧米に先駆け終了させ、平成 24 年には「チリ観測所」を、また三鷹地区に「東アジア・アルマ地域センター」を設置し、共同利用体制を整備した。合同アルマ事務所と協力しつつ、アルマ評議会への参加を通じて、アルマの運用で米欧と連携を図り、共同利用を開始した。欧米との三者協定に加え、台湾中央研究院との協力協定を締結し、受信機開発などを通じて、東アジアの天文学の質の向上を図った。

③ 事例 3 「TMT 建設における国際的リーダーシップ」

日米中印加の五カ国で進めている TMT 事業では、日本は平成 24 年に TMT 推進室を設置し、望遠鏡本体構造の設計、主鏡分割鏡材の製造とその一部研磨等を担当し、100 枚を超える主鏡分割鏡材を生産した。平成 26 年には TMT 国際天文台(米国パサデナ)設立と同時に TMT 推進室パサデナ事務所を開設した。また TMT 評議員会副議長には日本の代表が就任し、TMT 科学諮問委員会の委員長を約 2 年間日本人が務めると共に、科学研究を検討する国際チーム 8 分野のうち 5 分野で日本の研究者が共同代表を務め、主導的な役割を果たした。

④ 事例 4 「東アジア天文学連携の推進」

平成 17 年に設置した東アジア中核天文台連合は、平成 26 年度末に「東アジア天文台」という 米国法人を設立し、ハワイにある電波望遠鏡の連携運用を開始した。日本は大型望遠鏡運用の経験を活かし、この電波望遠鏡の維持・運用にリーダーシップを発揮した。ま

た、東アジア VLBI 観測網コンソーシアム、東アジア系外惑星探査ネットワーク等を構築し、共同観測を行った他、「総研大アジア冬の学校」（於 国立天文台三鷹・野辺山、韓国）や「すばる望遠鏡 Winter School/Workshop」（於 韓国、中国）を開催し、東アジアの若手研究者育成に努めた。（資料 01-15）

⑤ 事例 5 「ひので衛星による太陽物理学研究の推進」

第 1 期（平成 18 年）打ち上げの太陽観測衛星「ひので」は、設計寿命を大きく越えて運用を継続し、その後打ち上げられた米国の二つの太陽観測衛星と共同観測を行い、国内外の共同研究を推進した。査読付論文数は第 1 期終了時の 300 報から 1,000 報を超え、世界の太陽物理学をリードした。

(2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

① 事例 1 「すばる望遠鏡の共同利用による成果」

観測夜数を重点的に配分する「戦略枠」プログラムを平成 22 年に開始し、競争力の高いプログラム 3 件に計 460 夜の観測時間を配分するなどして、ユニークな観測装置を共同利用に供することで、査読付論文の平均出版数は第 1 期期間中の約 1.5 倍（94 報から 136 報へ）に伸びた。発表論文数（資料 01-6）及び論文の被引用度数も世界中の同程度の望遠鏡の平均より上回っており、世界最高レベルの科学的成果を生みだしている。

② 事例 2 「アルマ運用による共同利用の成果」

アルマ計画では、初期のアンテナ 16 台を用いて平成 23 年から第 1 回共同利用観測を開始し、平成 26 年度には、その視力が「2000」に相当する解像度を実現した（資料 01-16）。平成 27 年以降の観測提案数はハッブル宇宙望遠鏡を上回る世界最高記録となった。出版査読論文数は、平成 28 年 1 月末時点で 337 報を数え、論文数の国別順位では日本は米国に次いで 2 位である。

③ 事例 3 「スーパーコンピュータによる数値天文学の推進」

平成 25 年度より水沢地区に新しいスーパーコンピュータ「アテルイ」を設置、共同利用運用を開始し、従来の機種（28Tflops）の 35 倍（1002Tflops）に計算性能を向上させた（資料 01-8）。天文シミュレーションプロジェクトの共同利用計算機による平成 26 年度の査読付論文数は 88 報（第 1 期 65 報）に増加した。これは日本のシミュレーション天文学分野の総論文の約 6 割に相当し、数値天文学の推進に貢献した。

2. 核融合科学研究所

I	核融合科学研究所の研究目的と特徴	2 - 2
II	「研究の水準」の分析・判定	2 - 3
	分析項目 I 研究活動の状況	2 - 3
	分析項目 II 研究成果の状況	2 - 4
III	「質の向上度」の分析	2 - 5

I 核融合科学研究所の研究目的と特徴

- 1 制御熱核融合の実現を目指した核融合科学とその基盤となるプラズマ物理学、炉工学等において、学術的体系化を図り、世界に先駆けた成果を上げる。このため、国内外の中核機関として、共同利用・共同研究を促進する。
- 2 大型ヘリカル装置（以下、LHD）を用いてプラズマの高性能化を行い、ヘリカルプラズマ物理の究明や環状プラズマの総合的理解を図り核融合科学の体系化を進める。
- 3 核融合プラズマの振舞いを、スーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーションにより解明するとともに、シミュレーション科学の確立を目指す。
- 4 核融合炉工学研究の中核として大学等との連携を図り、幅広い工学基盤の確立を目指して研究を進める。
- 5 大学等と双方向性を持った共同研究を大学等の装置・設備も有機的に活用して進め、大学等における核融合・プラズマ研究の活性化に貢献する。
- 6 広い裾野を有する核融合科学研究の学術的な展開を担うことができる、幅広い視野を持った国際的で独創性豊かな研究者を育成する。総合研究大学院大学物理科学研究科核融合科学専攻の大学院教育を担当し、また他大学の大学院教育に協力する。

最終的な研究目的が「制御熱核融合の実現を目指した核融合科学の体系化」に集約されるものの、幅広い分野に広がる研究の個々の研究目的を統合した総合科学となっている点が特徴である。

[想定する関係者とその期待]

大学等の核融合科学研究者から、LHDを中心とした学術研究の進展と、大学等の研究の活性化のため、共同利用・共同研究の更なる展開が期待されている。さらに、優れた研究環境下で、大学院生、若手研究者を育成することも期待されている。他分野及び企業の研究者から、研究交流の促進と、新たな学際分野や高度知財の創出を期待されている。社会から、エネルギー・環境問題解決のため核融合エネルギーの早期実現に貢献する学術研究の進展を期待されている。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況)

研究体制を大幅に改革した。2つの研究部と3つの研究センターを一つの研究部にまとめるとともに、新たに4つの研究プロジェクトを設定し、これらを研究部の中で横断的に推進した。これにより、研究所が進める研究の方向性を内外に示すことができ、共同研究を含めた研究の活性化が図られた。各プロジェクトでは、最先端研究環境の整備に努め共同研究者にも提供した。

「LHD計画プロジェクト」では、我が国独自のアイデアに基づく世界最大のヘリカル型磁場閉じ込め装置LHDを用いて、核融合条件を目指したプラズマの高性能化を図り、学術研究を進めた。このためプラズマ加熱装置の整備を進め、LHDの最終目標値のいくつかを達成した(資料02-1、02-2、02-3)。並行して高性能化実現の背景にあるプラズマの輸送や安定性の研究が共同研究で大きく進展した。この成果を基に大規模学術フロンティア促進事業の一つ「超高性能プラズマの定常運転の実証」が平成25年度に始まり、同事業の中心となる重水素プラズマ実験に向け、加熱・計測装置、安全設備等の整備や、許認可等の手続き、地元自治体との協定書の締結等の環境を整えた。

「数値実験炉研究プロジェクト」では、核融合プラズマに内在する様々な物理過程のシミュレーションに必須となるスーパーコンピュータ(以下、プラズマシミュレータ)の性能を飛躍的に向上させ、共同研究者に提供した(資料02-4)。より大規模な数値シミュレーションが可能となったことにより、世界に先駆けた核融合プラズマ(資料02-5)や炉材料(資料02-6、業績2-25)に関する理論シミュレーション研究が進展した。また、統合輸送解析の研究では、作成した物理解析用計算プログラムがLHD実験データ解析にとどまらず、核融合工学研究プロジェクトとの緊密な連携によって核融合炉の立ち上げシナリオ検討へも適用され、核融合炉設計研究が大きな進展を遂げた。

「核融合工学研究プロジェクト」では、LHDの研究成果を背景としたヘリカル型核融合炉の概念設計を行うとともに、原型炉実現に向けた5つの重要工学研究課題を設定して研究開発を進めた。独自の設計解析プログラムを開発し、詳細なヘリカル型核融合炉の設計を世界に先駆けて示した。また、ヘリカル型超伝導コイル(資料02-7、業績2-18)、先進ブランケット、低放射化構造材料、ダイバータ(資料02-8)等に関する研究が大きく進展するとともに、工学課題解決に向けた開発基盤研究に必要な最先端設備を導入し、研究を次段階に進める環境を整えた(資料02-9)。

「連携研究プロジェクト」は、平成25年度の研究力強化戦略室(以下、戦略室)の発足に伴い、その機能を戦略室に移した。戦略室での企画立案に基づき、若手研究者を海外へ派遣するとともに、新たに海外の7研究機関と協定を締結し、活動基盤を整えた(資料02-10)。また、戦略室では共同研究者も含めた発表論文等のデータベース化も進め、IRの基盤構築を開始した。

毎年度「国際土岐コンファレンス」を主催し、核融合関連分野の著名な研究者を招待して常に研究最先端情報の交換に努めている。さらに、核融合分野の主要な国際会議やワークショップの日本開催のホストを務め、国際的COEとしての役割を果たした。

これらの研究活動により6年間で1,659本の論文が発表され、多くの学会での受賞(資料02-11)や国際会議での招待講演等に反映されており、国際的に高いレベルで活動がなされている。これらの研究活動は大学との共同研究を前提に実施されており、多くの共同研究者の貢献が結実したものである。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

研究プロジェクト制の導入により、研究の方向性が明確になり、かつ3つのプロジェクト間の連携が進んだことで研究活動が更に活性化し、期待以上の研究進展に結びついた。LHD 計画プロジェクトでは、加熱機器の整備により最終目標値に近い性能のプラズマを得ることに成功した（資料 02-1）。数値実験炉研究プロジェクトでは、性能評価指数 HPCG Benchmark で国内2位（平成27年6月時点）の性能を持つプラズマシミュレータを導入し、それを駆使した大規模数値シミュレーションにより、現実のプラズマ性能予測を可能にした。さらに、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設計活動が活性化し、その成果を報告書として世界に発信した。研究課題を重点化したことにより原型炉を実現するための技術課題について、基盤となる新たな開発成果を多く輩出した。また補正予算の獲得により世界最先端の研究設備の整備を行うことができた。

観点 共同利用・共同研究の実施状況

（観点到に係る状況）

共同研究は、萌芽的な基礎研究・応用研究をカバーする小規模な「一般」、LHD への適用を主眼とした中規模の「LHD 計画」、核融合研究に関連する国内6大学の研究センターをネットワーク化した大規模な「双方向型」の3つのカテゴリーに分けて実施し、理工学の幅広い分野を内包したコミュニティの多様なニーズに応えた（資料 02-12、02-13）。共同研究の運営は、運営会議の下に置かれた「共同研究委員会」が、3つのカテゴリーに対応した専門委員会を設けて実施した。委員の過半数が所外委員であり、各専門委員会の幹事長も所外委員が務めることでコミュニティの意見が反映され、①研究所の研究教育職員が大学へ出向いて共同研究を行う双方向性の導入、②複数の大学の研究者が同一研究課題を行うネットワーク型の導入、③研究所が所有する高性能計測機器等を大学と共同利用する制度の構築等の改革が行われた。

共同研究者へ常に最先端の研究環境を提供した。LHD では加熱装置の増設等によって新たなプラズマのパラメータ領域を開拓し、共同研究者に提供した。プラズマシミュレータは、平成24年度及び平成27年度に、それまでのそれぞれ4倍及び8倍の性能を有するシステムへと向上させた。新規参画の共同研究者向けの講習会を行い、利便を図った。核融合工学研究では核融合炉の早期実現を目指す基盤研究に必要となる世界トップレベルの機能を有する研究設備の導入を進め、共同研究者への提供を開始した（資料 02-9）。

（水準）

期待される水準を上回る。

（判断理由）

共同研究委員会を軸にしたコミュニティの意見が実施体制にスムーズに反映された。共同研究環境の改善が進み、LHD では加熱機器の整備により世界最先端の研究環境を、数値実験炉研究ではプラズマシミュレータの二度にわたるグレードアップにより核融合分野の専用計算機として世界最高レベルの性能を、核融合工学研究では世界トップレベルの機能を有する研究設備群の拡大強化を、それぞれ実現し、いずれも共同研究者へ提供した。これらの努力により、公募型共同研究の採択課題数は第1期中期目標期間最終年度に比べ約10%増加した（資料 02-14）。

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

観点 研究成果の状況（共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。）

（観点到に係る状況）

LHD 計画プロジェクトでは、ヘリカルプラズマの更なる高性能化に成功した。負イオン方式中性粒子入射加熱（NBI）において世界最大のビーム電力 6.8 MW で大電力長期安定入射を達成（業績 2-3）するとともに正イオン方式 NBI の高効率化により、①イオン温度 9,400 万度の達成（業績 2-8）、②高密度プラズマの生成、③高圧力プラズマの維持（資料 02-2、

業績 2-7) 等、核融合発電の実現に見通しを得る結果を得た (業績 2-3)。また、筑波大学との共同研究で行われた電子サイクロトロン加熱法の開発によりプラズマの高電子温度化に成功した (業績 2-5)。さらに、イオンサイクロトロン加熱 (業績 2-26)、燃料粒子供給や熱流の制御性能を改善することにより、高性能プラズマの 48 分間維持を実現し世界をリードした (資料 02-3、業績 2-4)。定常運転下で問題となるプラズマと壁との相互作用研究については、多くの大学の共同研究者がその進展に貢献した (業績 2-6)。プラズマを閉じ込める磁場の構造は、核融合炉の性能を決定する重要な要素であるが、九州大学との共同研究で実験的な同定が初めてなされ、その遷移現象が世界で初めて見いだされた (業績 2-2、2-11、2-15)。また、プラズマの熱流束が局所の温度勾配で決定されるという従来の考えを覆す「非局所輸送」が発見され、新しい輸送物理機構の概念を提唱した (業績 2-12、2-13、2-14)。

数値実験炉研究プロジェクトでは、ジャイロ運動論的シミュレーションを用いた研究において、イオン温度勾配乱流による異常イオン熱輸送、及び乱流を抑制する帯状流生成に対する閉じ込め磁場配位や平衡電場の影響を解明し、乱流スペクトルの移送過程を定量的に明らかにした (業績 2-20)。さらに、LHD の実験結果との比較・検証により、核融合プラズマ乱流輸送の定量的予測に展望をもたらした (業績 2-21、2-24)。また、マクロとミクロの物理を同時にかつ無撞着に扱うことのできる多階層シミュレーションモデルを開発し、それを磁気リコネクション現象に適用することにより、マクロの物理過程がミクロな過程に及ぼす影響を明らかにした (業績 2-1)。さらに、非線形流体 (業績 2-22) や新古典輸送 (業績 2-23) に関するシミュレーション研究も大きく発展した。

核融合工学研究プロジェクトでは、ヘリカル型核融合炉設計研究と重点化した 5 つの開発研究を進めた。前者では広い分野の共同研究者の協力により、LHD 等の成果に基づいたヘリカル型核融合炉の概念設計・基本設計を進め、必要な研究開発課題とその数値目標を明らかにした (業績 2-17)。後者では、①低放射化構造材料の開発において高純度バナジウム合金の製造、接合及びブランケット用のセラミックス被覆技術の高度化を実現 (業績 2-16)、②プラズマ・壁相互作用研究においてプラズマ運転条件と壁における物質移行の関係を解明 (業績 2-6)、③超伝導コイルの開発研究において高温超伝導導体で 10 万アンペアの世界記録を達成、東北大学との共同研究により低抵抗ジョイントの開発に成功 (業績 2-19) などの成果を得た。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

LHD 計画プロジェクトでは、イオン温度、電子温度、高いプラズマ圧力と磁場圧力比等のプラズマのパラメータ領域が期待以上に大きく拡大し、核融合条件を満たすプラズマの領域に近づいた (資料 02-2)。超高温プラズマ物理の研究においても大きな進展が見られ、国際的な高い評価を受けた (業績 2-9、2-10)。数値実験炉研究プロジェクトにおいては、性能を大きく向上させたプラズマシミュレータを駆使した大規模数値シミュレーションの進展で、世界をリードする成果を上げた。核融合工学研究プロジェクトにおいても核融合炉実現に向けた基盤研究が着実に進展した (資料 02-8)。これらの成果は、主要学術雑誌における高い評価や国内外の学会等における多くの受賞、招待講演への依頼として現れている。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

(1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例 1 「研究体制の改革による研究活動の活性化」

大幅な研究体制の改革を行うことで、研究活動がより活性化した。平成 22 年度から、それまでの 2 研究部 3 センターを 1 研究部体制とし、部内を横断する 4 研究プロジェクト

(LHD 計画、数値実験炉研究、核融合工学研究、連携研究)を設置し、中期計画に沿って研究課題の選択と集約を行った。各プロジェクトでは、複数のテーマ及びタスクグループを構成してリーダーに若手を積極的に登用した。

② 事例2「世界をリードする研究環境の整備」

LHD の加熱設備、数値実験炉のプラズマシミュレータ、核融合工学の世界最高磁場下での熱・物質流動ループ装置や大口径高磁場導体試験装置など、最先端設備の導入を行い、世界をリードする研究環境を整えた。

③ 事例3「コミュニティのニーズに応えた共同研究の推進」

共同研究を、「一般」、「LHD 計画」、「双方向型」の3つのカテゴリーに分けて実施した(資料 02-3)。「一般」では、平成 22 年度より計測器の共同利用制度、平成 23 年度より核融合科学研究所と複数の大学で行う「ネットワーク型共同研究」を開始し、多様な共同研究環境を構築した。「双方向型」ではプラズマ研究を主とした4センター(筑波大学、京都大学、大阪大学、九州大学)に第2期より東北大学と富山大学が参画して、材料照射研究やトリチウム研究など核融合工学研究への展開を図った(資料 02-13)。

④ 事例4「国際的な研究ネットワークの構築」

国際共同研究では、核融合分野の COE 研究機関として第2期で新たに7機関と協定を締結し、国際的な研究ネットワークの構築と連携研究基盤の充実を図った(資料 02-10)。

(2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

① 事例1「ヘリカルプラズマの更なる高性能化」

LHD 計画プロジェクトでは、加熱機器の整備と加熱物理研究の進展によって、9,400 万度のイオン温度の達成や2,300 万度のプラズマの48分間定常維持等に成功し、広いプラズマパラメータ領域でのヘリカル系のプラズマ物理研究を可能とし、新たな現象も発見した。

② 事例2「プラズマシミュレータを駆使した大規模シミュレーションの進展」

数値実験炉研究プロジェクトでは、物理解析用計算プログラムの機能拡張・高精度化を進め、LHD 実験結果の解釈を可能にするとともに、プラズマシミュレータの性能向上を背景として複雑なジャイロ運動論的シミュレーションを発展させ新たな成果を生み出した他、多階層・マルチスケールシミュレーション技法の進展により、より高精度なシミュレーションを実現した。

③ 事例3「核融合炉実現に向けた基盤研究の進展」

核融合工学研究プロジェクトでは、ヘリカル型核融合炉設計を進めてヘリカル方式の特長を明らかにする一方、低放射化鋼の製造・接合技術の開発や耐熱材料の開発研究を進め、高温超伝導導体で10万アンペアの世界最高値を達成した。

このように、核融合炉の実現・核融合科学の体系化に向けた、理学・工学両面での大きな進展があった。

3. 基礎生物学研究所

- I 基礎生物学研究所の研究目的と特徴 . . . 3 - 2
- II 「研究の水準」の分析・判定 3 - 3
 - 分析項目 I 研究活動の状況 3 - 3
 - 分析項目 II 研究成果の状況 3 - 4
- III 「質の向上度」の分析 3 - 5

I 基礎生物学研究所の研究目的と特徴

- 1 生物現象の基本原則に関する総合的研究を行い、卓越した国際的研究拠点として基礎生物学分野の発展に尽力することを目的とする。特に、細胞の構造・機能、発生・分化、環境に対する応答、行動や神経系の働き、共生・進化などの機構を解明するとともに、得られた成果を統合し、生物の基本原則や多様性獲得機構について独創的で世界を先導する研究を推進する。また、大学共同利用機関として以下に述べる活動を行い、共同利用研究・研究集会などを通して、わが国の基礎生物学分野の発展に尽力する。
- 2 独自の装置や生物資源の一層の充実により、共同利用に供する高水準の研究基盤を形成して、わが国の研究力強化に貢献する。基礎生物学分野のさらなる発展のために、新規モデル生物の開発を進めると共に、災害等による生物遺伝資源の損失を防ぐための大学連携バイオバックアッププロジェクト (IBBP) を運営し、生物遺伝資源のバックアップ保管を推進する。
- 3 全国の大学等研究機関との共同研究を推進するとともに、国際的な生物学の知の拠点を形成するため、国際共同研究や連携活動をグローバルに展開する。
- 4 基礎生物学分野において次世代を担う研究者を育成する。総合研究大学院大学生命科学研究科基礎生物学専攻の大学院教育を担当し、また他大学の大学院教育に協力する。国際実習コースやトレーニングコースを実施し、若手育成に努める。

[想定する関係者とその期待]

大学等研究機関の生物学研究者から、①わが国の基礎生物学の中核機関、国際拠点として研究を推進すること、②高い学術的レベルに基づいて、全国の研究者と積極的に共同研究・研究集会などを進め、基礎生物学の推進に貢献すること、更に③基礎生物学の次代を担う大学院生を含む若手研究者を育成することが期待されている。また、生物学以外の大学等研究機関の研究者からは、最先端の生物学研究に基づいた学際的研究の推進が期待されている。一般社会からは、最先端の生物学研究成果の発信と普及活動が期待されている。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況)

基礎生物学研究所では 5 つの重点領域（細胞生物学、発生生物学、進化多様性生物学、神経生物学、環境生物学）を中心として、基盤研究ならびに共同研究において活発な研究活動が行われた。6年間で609報の原著英文論文を發表し（資料03-1）、うち、高いインパクトファクターを持つ学術雑誌(IF>10)に84報の論文が掲載され、それらは総発表論文数の13.8%を占めた（資料03-2）。高被引用論文（Top1%論文）は16報（トムソンロイター・2016年4月現在）である（資料03-3）。

次世代シーケンサーや光シート型顕微鏡（DSLIM）等の先端解析装置の整備や高機能化を図り、幅広い研究活動、共同利用研究に活用され多くの成果が得られた。

外部資金の獲得は6年間で総額7,011,857千円、研究教育職員（平成27年5月1日現在42名）一人あたりの外部資金獲得額は166,949千円となり、高額を維持している（資料03-4）。特に科研費の新学術領域研究において5名が領域代表者を務め、各々の領域を先導してきたことは特筆される（資料03-5）。

研究力強化戦略室の設置とURA（リサーチアドミニストレーター）の配置により、研究者支援体制（広報、共同利用、国際連携分野）を充実した。広報活動においては、第1期と比較してプレスリリース数が大きく増加しており、新たに海外発信を開始している（資料03-6）。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

本研究所の教員一人あたりの外部資金獲得額や獲得数、高いインパクトファクターを持つ学術雑誌への論文掲載状況や、高被引用論文数から、研究活動は期待される水準を上回っていると判断した。新たな研究領域の開拓を目的とする新学術領域研究に第2期に5名の領域代表者を輩出していることから、基礎生物学分野における新領域の開拓に大きく貢献しているといえる。

観点 共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

◎ 共同利用研究実施体制の強化と戦略的再編

本研究所は、大学共同利用機関として全国の大学や研究機関の研究者との共同利用研究を推進している。第2期には、共同利用研究の中核的組織として「生物機能解析センター」を新設した。また、生物学研究者コミュニティの要望に基づき、第2期中に新たに「次世代シーケンサー共同利用実験」「DSLIM 共同利用研究」「生物画像処理・解析共同利用研究」「生物遺伝資源新規保存技術開発共同利用研究」を開始し、実施した。第2期を通じて総件数1,085件の共同利用研究を実施し、その数は第1期の2.6倍に達している（資料03-7、03-8）。

◎ 国際連携の拡大推進

基礎生物学の国際的な拠点化を目指して国際連携活動に積極的に取り組んだ（資料03-9）。第1期から連携する欧州分子生物学研究所(EMBL)やマックスプランク植物育種学研究所(MPIPZ)に加え、プリンストン大学やテマセク生命科学研究所(TLL)と共催で合同シンポジウムや国際実習コースを開催し、活動のグローバル化を進めた。新たな国際連携事業として「ボトムアップ型国際共同研究」を立ち上げ、国際共同研究活動を強化した。また、本研究所が主催する国際会議を新学術領域研究等と共催し、国内研究

者コミュニティと海外研究者との国際共同研究の枠組みづくりに貢献した。

◎ バイオリソース（生物資源）の充実

本研究所では創設以来、数々の優れたモデル生物を駆使した先端的学術研究の推進と、モデル生物の普及に努めてきた。ナショナルバイオリソースプロジェクト「メダカ」の中核機関（資料 03-10）、「アサガオ」の分担機関としての活動を担った。東日本大震災の様な甚大な災害による生物遺伝資源損失への対策として、「大学連携バイオバックアッププロジェクト(IBBP)」を平成 24 年度に立ち上げ、その中核機関として国内の 7 大学と連携するプロジェクトを運営し、生物遺伝資源のバックアップ保管を推進した（資料 03-11）。また、平成 25 年度設置の「新規モデル生物開発センター」では、既存のモデル生物では解明できない重要な生命現象の解明のために、特徴ある新規モデル生物の開発と整備に取り組んできた。

（水準）

期待される水準を上回る。

（判断理由）

共同利用研究実施体制を戦略的に強化し、コミュニティの要望に応えた共同利用研究の拡充により、第 2 期において共同利用件数が格段（第 1 期の 2.6 倍）に増加していることより、共同利用・共同研究の実施状況について期待される水準を上回ると判断した。

また、欧州の機関との連携活動を継続すると共に、アジアや米国の機関との国際連携事業を展開し、新たに開始したボトムアップ型国際連携事業においても具体的な国際共同研究成果をあげている点や、第 1 期より継続するバイオリソース事業を発展させるとともに、第 2 期に開始したバイオバックアッププロジェクト、新規モデル生物開発事業を通して、生物資源の充実に大きく貢献している点も特筆される。

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

観点 研究成果の状況（共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。）

（観点に係る状況）

基礎生物学の国際的な拠点として高い水準の研究活動を推進し、多くの成果を得た。

◎ 細胞生物学・発生生物学領域における研究成果

細胞極性形成が哺乳類組織中で果たす役割について新知見を得た（業績 3-7）。平面葉を形作る分子メカニズムを解明した（業績 3-9）。生殖細胞の性決定機構に関して鍵となる遺伝子を同定するなどの多くの成果を得た（業績 3-10）。

◎ 神経生物学領域・進化多様性生物学・環境生物学における研究成果

体液中の Na⁺濃度変化を感知するセンサーの活性化による塩分摂取抑制機構及び関連する病態について明らかにした（業績 3-1）。マメ科植物と根粒菌との共生バランスを制御する遠距離シグナル分子を同定した（業績 3-8）。環境依存型性決定の分子メカニズムを複数の生物で明らかにした（業績 3-11）。シダゲノムの解明やコケの世代交代を制御する分子の発見などの成果を得た（業績 3-12）。魚類、鳥類、哺乳類の脳深部光受容器を初めて同定し、季節を感知する仕組みを解明した（業績 3-13）。

◎ 共同利用研究による成果

次世代シーケンサーに関する共同利用研究により、カメの特異な形態進化、クロレラと共生するミドリゾウリムシの遺伝子発現の変化解明など多くの成果を得た（業績 3-3）。メダカのバイオリソースを活用した共同利用研究からは色素細胞分化の分子機構や、配偶行動に関わる神経回路の同定などの成果を得た（業績 3-4）。

◎ 国際連携活動による成果

新たに開始した「ボトムアップ型国際共同研究」により、指定難病ソトス症候群の原因遺伝子の同定、哺乳類の精子幹細胞の生体内ダイナミクス、卵管が卵を一方向に輸送する仕組みの解明等の国際共同研究成果が得られた。

(水準)

期待される水準を上回る

(判断理由)

主要な研究成果は、いずれも国際的にインパクトの高い雑誌に掲載され、当該分野を先導するものであり、研究成果の状況について期待される水準を上回ると判断した。高い研究レベルを反映して、多くの学術賞受賞者を輩出しており（資料 03-12）、研究水準の高さは学術コミュニティからも認められている。また、多くの教員が招待講演者として研究成果を国際会議で発表し、プレナリー講演相当に限っても多数に上っている（資料 03-13）ことも、研究水準の高さを裏付けている。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

(1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例1 「大学連携バイオバックアッププロジェクトの立ち上げと運営」

大規模災害による生物遺伝資源の損失を防ぐため、国内7大学と連携し、平成24年度に開始した。平成27年度末までに、保管件数は137件（163万サンプル）に達し、生物遺伝資源新規保存技術開発共同利用研究を28件実施した。また、平成26年度より生物遺伝資源の超低温保存に関する会議を年1回開催し、当該領域の学術コミュニティ形成を目指してきた。本プロジェクトは、我が国の生命科学研究の持続性と再現性の確保に貢献し、大学等の機能強化に資するものである（資料 03-11）。

② 事例2 「統合的なバイオイメージング共同利用拠点の形成」

平成22年度新設の「生物機能解析センター光学解析室」に、DSLM、二光子レーザー共焦点顕微鏡等を設置し、高度な専門知識を備えた教員を配置することでイメージングに関する共同利用研究の充実を図った。これにより、メダカ体幹部皮質骨の起源を初めて示すなど、卓越した共同研究成果が得られた。多次元かつ大容量画像データの解析手法の重要性の高まりへの対応として、「自然科学研究機構新分野創成センター・イメージングサイエンス研究分野」と連携し、「生物画像解析トレーニングコース」及び「生物画像処理・解析共同利用研究」を開始した。さらに、本研究所が中心となって、国内バイオイメージング施設のネットワーク「Bioimage.jp」を立ち上げた。これらの活動は平成28年度からの「統合イメージング共同利用研究」の開設に繋がった。また平成28年度より『文部科学省科学研究費助成事業・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」』において、生理学研究所や国内連携機関と共に、バイオイメージング研究支援中核拠点としての活動を開始する（資料 03-14）。

③ 事例3 「次世代シーケンサーを基盤とした共同利用・共同研究の機能強化」

平成22年度に設置した「生物機能解析センター生物機能情報分析室」では、ゲノム解析機器の高度化を進め、新たに「次世代DNAシーケンサー共同利用実験」を開始した。高度な専門知識を備えた教員が、実験デザインからデータ取得、解析までをシームレスにサポートすることで、国内の大学などと強固な共同研究ネットワークを構築した。平成27年度までに227件の共同利用研究を実施し、28報の共著論文発表をするなど、多くの成果が得られている。これらの活動は平成28年度からの「統合ゲノミクス共同利用研究」の開設に繋がり、さらに発展中である。

(2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

① 事例1 「生殖細胞の発生や性分化に関する卓越した研究推進」

数種類のモデル動物を用いた研究から、生殖細胞の発生と性分化に関して極めて重要な成果が得られた。性を決める生殖細胞内在的な分子メカニズムと、生殖幹細胞を制御するニッチの分子・細胞的実体をショウジョウバエ及びメダカで発見した(業績 3-6、3-10)。マウスでは、分化に向かった細胞が生殖幹細胞に逆戻りして精子形成を維持することや、複雑な幹細胞動態を支配する単純な数学的原理を見出した(業績 3-5)。これらの成果は、基生研研究者が責任著者となって4報の原著論文を Science 誌に公表するなど、国際的に高いインパクトを与え、多数の招待講演などに繋がった。また本研究分野では、平成 25 年度に新学術領域研究「動物における配偶子産生システムの制御」が、前身の「配偶子幹細胞制御機構」に引き続き基生研の研究者を領域代表者として発足しており、この分野の発展に重要な役割を果たしている。

② 事例 2 「脳神経生物学研究分野における卓越した研究推進」

血中 Na⁺レベルが恒常的に高くなる原因不明の本態性高 Na⁺血症の原因と発症機序を初めて解明し、基礎医学及び臨床医学に大きく貢献した(業績 3-1)。時空間分解能が格段に優れた2光子カルシウムイメージング法を開発し、学習した運動がマウス的大脑皮質細胞活動パターンとして記憶されることや、大腦細胞活動のリアルタイム制御を実証し、齧歯類行動を支える脳回路の解明に大きく寄与した(業績 3-2)。また小型霊長類マーモセット脳細胞の形態・活動イメージング法を確立し、マーモセット脳研究の国際的立ち上げに大きく貢献した。

③ 事例 3 「根粒器官発生の全身的制御機構における卓越した研究推進」

マメ科植物と根粒菌の共生関係に影響を及ぼす、根と地上部間の遠距離コミュニケーションを担う分子を明らかにした(業績 3-8)。根と地上部の間で働く長距離シグナル物質を世界で初めて報告すると共に、地上部で働くその受容体やシグナル物質の修飾酵素も発見した。これら成果は高いインパクトファクターを持つ学術雑誌に掲載されるとともに、農学分野への応用も期待されることから広く注目を集めた。

4. 生理学研究所

- I 生理学研究所の研究目的と特徴 4 - 2
- II 「研究の水準」の分析・判定 4 - 3
 - 分析項目 I 研究活動の状況 4 - 3
 - 分析項目 II 研究成果の状況 4 - 4
- III 「質の向上度」の分析 4 - 5

I 生理学研究所の研究目的と特徴

- 1 人体の生命活動の総合的な解明を究極の目標とした人体基礎生理学研究分野の唯一の大学共同利用機関である。
- 2 分子から細胞、組織、器官、そしてシステム、個体、個体間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、それら各レベルにおける研究成果を有機的に統合し、人の脳と体の働き（機能）とその仕組み（メカニズム）を解明する。次の3つを柱とする。(1)生体恒常性に関わる機能分子の働きとその動作・制御機構の解明、(2)認知行動機能の解明、(3)脳・生体分子統合イメージング法の開発と研究推進（資料 04-1）。
- 3 国公立大学をはじめとする国内外の研究機関との間で共同研究を推進するとともに、配備されている研究施設・設備・研究リソース・データベース・研究手法・会議用施設等を共同利用に供する。
- 4 総合研究大学院大学生理学専攻の担当、専攻をまたぐ教育プログラムの実施、トレーニングコース開催や各種インターンシップ等により、国際性と学際性を備えた人材を育成し、全国の大学・研究機関へ供給する。

[想定する関係者とその期待]

本研究所に関係の深い研究者コミュニティは基礎医学の領域であり、特に生理学と脳神経科学領域の研究者とのつながりが強い。そのコミュニティからは、開かれた世界的な研究拠点であることを期待されている。具体的には、先端的な研究を行うとともに共同研究、各種機器の共同利用実験が求められている。また、次世代を担う人材の育成も期待されている。脳神経科学は関係する研究領域が広く、ロボット工学等の理工系領域、心理学等の人文系領域の研究者からも、連携の中心となることが期待されている。社会からは、人体に関する優れた基礎研究の推進により、学術文化の発展に寄与し、健康的生活の指針の科学的根拠を提供することが期待されている。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況)

生理学、脳神経科学等、基礎医科学の領域における学術研究を展開し、シナプス可塑性の分子メカニズムとその異常による病態(業績 4-2, 4-3)、精緻な手指運動における神経回路機構(業績 4-8)、脊髄損傷の回復期における側坐核の役割(業績 4-7)、ヒト精神疾患様行動を示す遺伝子改変マウスの新規同定(業績 4-4)に代表される研究成果を上げた。

平成 22~27 年(第二期)の英文原著論文数は 872 報で、平成 16~21 年(第一期)の 804 報に比し、約 9% 増加している(資料 04-2)。高インパクトジャーナルに多くの論文が発表され、また、論文データベースの上位 1% 及び 10% と判定された論文もそれぞれ 10 編、287 編と、数多く見られた。

競争的資金は、6 年間の総額が 8,182,092 千円であった。第一期の総額 6,264,335 千円に比し 30% 強の著しい増加を遂げた(資料 04-3)。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

発表論文の質・数、共同研究の数、外部資金の獲得数及び額等から、期待される水準以上にあると判断した。

観点 共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

第二期の 6 年間で、一般共同研究 241 件、計画共同研究 320 件、及び各種大型設備の共同利用実験 261 件を実施し、成果を上げた(資料 04-4)。下記の研究会も含む平成 27 年度の共同研究・共同利用実験の採択総数は 169 件で、平成 21 年度(137 件)に比して約 23% 増加した(資料 04-4)。

特に、第二期に新規に開始した、生体神経細胞への遺伝子導入による可視化と機能改変を可能とするウイルスベクターの開発と供給(資料 04-13)、及び電子顕微鏡による生体組織 3 次元構造の高解像度解析(SBF-SEM)(資料 04-12)はコミュニティーに切望される先導的手法である。平成 27 年度には 245 件のウイルスベクターの提供を行い、20 件の SBF-SEM を用いた計画共同研究を実施した。

平成 26 年度末に超高磁場(7 テスラ)ヒト用 MRI 装置が導入され試験運転を進めるとともに、平成 27 年度には共同利用実験の募集を行った。また、それに先立って、全国規模のネットワークの構築を進め、さらに、双方向型連携研究推進委員会を設立した(資料 04-10)。

研究会は、6 年間で 124 件開催された(資料 04-4)。平成 27 年度の、生理研から旅費を支給した参加者は 314 名だったが、旅費自己負担の参加者も含めた研究会の参加者の総数はその数倍であり、非常に多くの研究者が参加した。また、新学術領域研究の発足につながるなど、コミュニティーに対する大きな貢献を果たしている。

国際連携活動の一つとして国際シンポジウムを毎年開催した(資料 04-5)。また、研究会の一層の国際化と充実を図るため、海外の研究者を数名招聘して「国際研究集会」を年 1~2 回開催した。さらに、チュービンゲン大学統合神経科学センター等の海外の研究機関との学術協定 6 件を締結し、合同シンポジウムの開催や、外国人客員教授の招聘等により国際連携活動を推進した。特に、外国人客員教授を 3 年任期の PI(研究室代表者)とする国際連携研究室を新たに設置し研究を実施した。また、日米科学技術協力「脳研究」分野の担当機関として、全国の研究者の日米共同研究の促進を図った(資料 04-6)。

生理科学実験技術トレーニングコース(6 年間で 730 名参加)(資料 04-7)、外国人 NIPS

インターンシップ（約 10 名/年）を継続して実施するとともに、平成 23 年からは、異分野若手研究者を対象とした脳神経科学分野のトレーニング&レクチャーを実施した（約 15 名/年）。平成 27 年度には、IBRO-APRC Advanced School of Neuroscience（参加者 15 名）を開催した。

広島大学とマツダ株式会社が中核機関の COI STREAM「精神的価値が成長する感性イノベーション拠点」に参画し、新しい産学連携の形を構築して、知覚の可視化に関する基礎学術研究を自動車産業に応用した（資料 04-15）。

（水準）

期待される水準を上回る。

（判断理由）

共同研究や共同利用実験の実施数が着実に増加した。また、生理研研究会が母体となり、新学術領域研究の「質感脳情報学」「グリアアセンブリ」「適応回路シフト」「オシロロジー」「温度生物学」「多元質感知」の 6 領域が発足し、そのうち 4 領域において生理研のメンバーが領域代表を務めている（資料 04-9）。これらは生理研がコミュニティに対し際立った貢献を果たしていることを示している。

分析項目 II 研究成果の状況

観点 研究成果の状況（共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。）

（観点に係る状況）

- 1 生体の機能や恒常性維持のメカニズム、及びその異常による病態解明に向け、機能分子の解析等に焦点をあてて、以下の研究を推進した。シナプス可塑性におけるタンパク質の可逆的パルミトイル化脂質修飾機能解明に向け、神経細胞のシナプスのダイナミクスを超解像度で観察することに成功した（業績 4-2）。てんかん関連分子 LGI1 の変異が興奮性シナプスの伝達機能低下を引き起こすこと、本分子の機能回復によりてんかんが軽減することを明らかにした（業績 4-3）。ヒト精神疾患様行動を示す遺伝子改変マウスを新規に同定し、さらにその遺伝子発現変化のヒトの場合との類似性から、このマウスの疾患モデルとしての有効性を示した（業績 4-4）。シナプス可塑性に寄与する構造基盤を解析し、神経細胞間の接着と成熟を促している分子複合体を同定した（業績 4-5）。大脳新皮質トップダウン結合には、電気生理的性質や皮質下投射・局所結合様式が異なる 2 経路があることを明らかにした（業績 4-10）。神経幹細胞の発生及び幹細胞の未分化状態の維持に、Hes5 遺伝子プロモーターの DNA 脱メチル化が必須であることを見出した（業績 4-12）。心筋の興奮を制御するイオンチャンネル複合体 KCNQ1-KCNE1 中の分子数の比を一分子イメージングにより決定した（業績 4-13）。光操作技術を用いて、脳虚血時にはグリア細胞の異常な活動が過剰なグルタミン酸の放出を引き起こし脳細胞死が生じることを明らかにした（業績 4-8）。
- 2 認知・行動の脳内メカニズム解明に向け、幅広いモデル動物研究を駆使し、以下の研究を推進した。サル脳の単一神経細胞活動を記録する手法により、光沢を見分ける神経細胞が下側頭皮質に存在することを明らかにした（業績 4-9）。逆行性ウイルスベクターとイムノトキシンを組み合わせてサル脳の特定の線維連絡のみを除去する手法により、大脳基底核の神経回路の動作原理を明らかにした（業績 4-6）。ウイルスベクター 2 重感染法を用いた経路選択的・可逆的神経活動操作技術を駆使し、脊髄固有神経細胞を介する皮質運動野から運動神経細胞への間接経路も精緻な運動制御に必要であることを明らかにした（業績 4-8）。脊髄損傷からの機能回復において側坐核の果たす役割を明らかにした（業績 4-7）。ラットに新規ウイルスベクターシステムによるユニークな遺伝子導入技術を適用し、脳卒中による運動機能障害を劇的に回復させた（業績 4-7）。ゼブラフィッシュ脊髄の特定の神経細胞の機能を光遺伝学によって操作し、表出行動を解析することにより、神経回路の動作原理を明らかにした（業績 4-12）。
- 3 分子から個体を統合する空間的及び時間的イメージング手法を用い、以下の研究を推進

した。慢性疼痛の際には、脊髄の広汎な部位において神経回路変化が生じていることを明らかにし、新規治療法の開発に寄与した(業績 4-11)。機能的 MRI により、腹側高次視覚野において、様々な素材を見た際の素材識別の仕方と非常に近いパターンの脳活動を示す部位が存在することを明らかにした(業績 4-9)。また、過去に自分のとった行動が実際の好みに影響を与えることを見出し、この変化に帯状回前部や前頭前野背外側部が役割を果たしていることを明らかにした(業績 4-1)。Dual-MRI により、見つめ合いによってお互いに注意を向け合っている状態では、下前頭回の活動が同期することを明らかにした(業績 4-1)。

- 4 『ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「ニホンザル」』の中核機関として、(1)研究用ニホンザルの繁殖・育成、(2)研究用ニホンザルの提供(公募から提供まで)、(3)ニホンザルに関する種々の基礎的データの蓄積等を実施している(資料 04-14)。第二期の6年間で計133件(373頭)提供した(資料 04-14)。また、研究者からの要望に応じて、平成26年度から血液、組織などの研究用試料の提供を試験的に開始した。

(水準)

期待される水準を上回る

(判断理由)

生理学・脳神経科学の研究拠点として活発に基盤学術研究を行ってきた。シナプス可塑性の分子メカニズムとその異常による病態(業績 4-2, 4-3)、精緻な手指運動における神経回路機構(業績 4-8)、脊髄損傷の回復期における側坐核の関与(業績 4-7)、ヒト精神疾患様行動を示す遺伝子改変マウスの新規同定(業績 4-4)等、多数の優れた業績を挙げている。研究の水準の高さは、4人もの新学術領域研究の領域代表者を輩出していること(資料 04-9)、科学研究費補助金その他の競争的外部資金の獲得状況、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰、各種学会賞等の多数の受賞(資料 04-8)、北米神経科学学会等の国際学会における多数の特別講演の実施等からも裏付けられる。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

(1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例1 「発表論文数、獲得外部資金、共同研究数の向上について」

第二期における英文原著論文の発表数は872報で、第一期に比し8%増加した(資料 04-2)。外部資金獲得額は8,182,092千円で、30%強の著しい増加を示した(資料 04-3)。また、平成27年度の共同研究・共同利用実験の採択総数は169件で、平成21年度の137件に比して約23%増加した(資料 04-4)

② 事例2 「共同研究強化に向けた分野追加、機器整備および制度設計」

コミュニティーからの要望や研究動向などを踏まえ、新規に、SBF-SEMの整備(資料 04-12)、遺伝子導入用ウイルスベクター作成・供給システム構築(資料 04-13)を行い、広く共同研究に供した。また、ヒト間コミュニケーションの脳科学を進めるための、二者のMRI同時計測システム(Dual-MRI)を導入して共同利用実験に供した(資料 04-11)。さらに、高解像度イメージングや物質イメージングを可能とする7テスラ用MRI装置を導入して運転を開始した。それに先立ち、連携ネットワークを構築し双方向連携研究推進委員会を設立した(資料 04-10)。また、外国人客員教授をPIとする国際連携研究室を新たに設置し国際共同研究を推進した。

③ 事例3 「新しい形での産学連携研究への貢献」

COI STREAM「精神的価値が成長する感性イノベーション拠点」のサテライト拠点の1つとして、質感認知、顕著性認知、共有感といった基礎脳科学研究で貢献し、新しい形の学際的産学連携に端緒をつけた（資料 04-15）。

(2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

① 事例1「てんかんの病態解明とシナプス可塑性の分子メカニズムの研究について」

家族性側頭葉てんかんの原因遺伝子として新規にLGI1を同定し、その分子機能異常が興奮性シナプスの伝達機能低下を引き起こすこと、分子機能の回復によりてんかんが軽減することを明らかにした。新しい治療法につながりうる発見で高い社会的意義も有する（業績 4-3）。

事例2「精緻な手指運動の神経回路機構の研究について」

ウイルスベクター2重感染法を用いた経路選択的・可逆的神経活動操作技術を世界で初めて霊長類に適用し、脊髄固有ニューロンを介する皮質運動野から運動ニューロンへの間接経路も精緻な運動制御に必要であることを明らかにし、教科書の常識を覆した（業績 4-8）。今回開発された方法の適用により、特定の神経回路を標的とした遺伝子治療の可能性を拓いたため、高い社会的意義も有する。

② 事例3「脊髄損傷の回復期における神経回路機構の研究について」

脊髄損傷後のサルの運動機能回復の早期において“やる気”をつかさどる脳の領域である「側坐核」の神経活動が運動機能回復を支えることを明らかにした（業績 4-7）。この知見は新たなリハビリテーション法の開発につながる可能性を示しており、社会的意義も大きい。

③ 事例4「質感認知に関する研究について」

生理研研究会での活動より発足した新学術領域「質感脳情報学」では学際的連携により、質感認知の情報処理特性を客観的に明らかにしつつ、その基盤となる脳神経メカニズムの解明を進めた（業績 4-9）。また、質感情報の獲得や生成に関する工学技術を発展させた（資料 04-9）。その後、発展的後継領域「多元質感知」が発足し、質感認識の科学的理解を深化させ、産業応用も視野に入れた学際的質感研究を推進している。「質感」という新しい学際的研究分野を切り開き確立した点で大きな意義を有する。

5. 分子科学研究所

I	分子科学研究所の研究目的と特徴	5 - 2
II	「研究の水準」の分析・判定	5 - 3
	分析項目 I 研究活動の状況	5 - 3
	分析項目 II 研究成果の状況	5 - 4
III	「質の向上度」の分析	5 - 5

I 分子科学研究所の研究目的と特徴

- 1 物質の基礎である分子の構造とその機能に関する実験的・理論的研究を行うとともに、化学と物理学の境界にある分子科学の研究推進の中核として、広く研究者の共同利用に供することを目的とする。物質科学の諸分野に共通の知識と方法論を提供することを意図している。
- 2 分子及びその集合体、生体分子やナノ物質などに関する構造及び機能を、量子力学、統計力学、分子シミュレーションを中心とした理論・計算分子科学の方法により解明する。
- 3 様々な分子物質の構造や性質の、様々な波長域の光・電磁波を用いた解明、化学反応や物性の光制御、及びそれらに必要な高度な光源開発等の研究を行う。
- 4 新たな現象や有用な機能の発見を目指して、新規分子・物質の設計・開発やそれらの高次集積化と、電子・光及び低温物性、磁性、反応性、触媒能、エネルギー変換等の研究を行う。
- 5 多彩な生体機能の発現機構を分子レベルで解明するための研究を行う。金属錯体が発現する多彩な機能を生かしたエネルギー及び分子変換、無機小分子の活性化、及びそのための合成手法の開発を行う。
- 6 分子科学分野の次世代を担う研究者を育成する。総合研究大学院大学構造および機能分子科学専攻の大学院教育を担当し、また他大学の大学院生や国外のインターンシップ学生の受け入れ、および共同研究を通じて、関連分野の学生教育に寄与する。

[想定する関係者とその期待]

大学及び研究機関に属する研究者からは、分子科学の世界的な研究拠点として、関連基礎研究分野における、優れた研究資源を用いた最先端の研究と共同研究・共同利用の推進、新たな研究領域の開拓が期待される。また、新分野と次世代を担う若手人材を育成し、大学及び研究機関に還元し研究力強化に貢献する頭脳循環も期待される。

産業界からは、分子科学の産業応用が可能な基盤技術開発への協力・助言や優れた研究環境を活かした共同研究が期待される。

一般社会から、ナノ・バイオサイエンス、環境・エネルギー等、分子が関わる諸問題における基礎研究において先端的な成果を輩出し、分野拠点となることが期待される。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況)

分子科学の広範な研究領域、即ち、分子レベルの現象の解明や予測をする理論・計算分子科学、先端的光源の特性を駆使して分子の性質を解明・制御する光分子科学、有用な特性を示す物質の開発と高次集積化、それらの構造と性質の解明を目指す物質分子科学、錯体の機能を生かした反応性の開拓、及び生体関連物質の機能解明を目指す生命・錯体分子科学の各分野の研究を推進し、国際水準の成果が上がった(資料 05-1、業績 5-1~13)。また分子科学の新領域を切り拓くために、物質スケールの階層をつなぐ新たな分子科学を推進する協奏分子システム研究センターを平成 25 年度に設置し、既存の領域の枠を超えた研究活動を推進し、短期間にめざましい成果をあげた(資料 05-4)。さらに、科学研究費補助金に加え、それを上回る国等の事業を多数受託するなど研究費獲得に努力した(資料 05-2)。それらにより多くの優れた研究者を大学に輩出する頭脳循環を実現するとともに、研究所において開発した研究設備等を譲渡するなど大学の研究力強化に貢献した(資料 05-3)。PI として新たな分子科学を切り拓く若手研究者を養成するため、博士号取得後間もない研究者を 5 年任期の特任准教授として採用し独立した研究室を主宰させる「若手独立フェロー制度」を平成 23 年度末より開始し、3 名を採用して研究室立ち上げ経費等を所長のリーダーシップで措置(資料 05-3)し、内 1 名は平成 28 年度に教授に抜擢することを内定した。

(水準)

期待される水準を上回る。

(判断理由)

分子科学研究における我が国の拠点として、分子科学の各研究分野で先端的な研究活動を展開し、多くの外部資金を獲得するとともに、それらの垣根を超えた開拓的な研究を進めることの期待に対し、協奏分子システム研究センターを新設したこと等により、期待される水準を上回る活動を実施した。また、分子科学分野を先導する PI を育成・輩出する期待に対し、他に類を見ない頭脳循環の実績を上げただけでなく、国内には相当するものがない「若手独立フェロー制度」を開始するなど、研究体制の面でも期待を上回る水準を達成したと判断した。

観点 共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

大学共同利用機関の機能を果たすべく、所外の分子科学及び関連分野の研究者との共同利用研究を旅費及び研究費の一部を支援して推進した。共同利用に参加した研究者、機関は平成 27 年度は 2,770 人、189 機関まで拡大した(資料 05-5)。共同利用研究は、(1)課題研究 (2)協力研究 (3)研究会 (4)連携研究会 (5)UVSOR (極端紫外光研究施設)施設利用 (6)施設利用 (7)若手研究会等、の 7 つのカテゴリーで行った。これらの申請・審査方法と制限事項については不断の見直しを行い、利便性と柔軟性の向上を進めた。研究会等については従来の活動に加え、大学院生の研究会申請の増強、分野形成活動の支援、学術会議や分子科学関連学協会との連携による学術の在り方を議論する連携研究会等を実施した。

受託事業としては、文部科学省の「ナノテクノロジー・ネットワーク」、「ナノテクノロジー・プラットフォーム」事業の「分子・物質合成プラットフォーム」を幹事機関として受託するとともに、研究所として特徴ある研究支援を行った(資料 05-6)。計算機利用においては、計算科学研究センターにおける共同利用に加え、文部科学省の「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI)」における計算物質科学イニシアティブの活動として、計算資源の提供や超並列計算の支援を実施した(資料 05-10)。また、文

部科学省の「融合光新創生ネットワーク」「量子ビーム基盤技術開発プログラム」を受託し、高度なレーザー利用研究、加速器光源開発とその共同利用を推進した。

国際的な共同研究と人材育成を一層推進するため、海外研究機関との学术交流協定を拡張した（資料 05-7）。所内研究者からの国際共同研究の申請を随時受付可能とし、また従来からの岡崎コンファレンスに加え、アジア連携研究会、ミニ国際シンポジウムの枠を設定し研究会の国際化を加速した。海外学術協定先を中心に、若手研究者やインターン学生を半年程度受け入れる国際インターンシップ制度を確立し、また総研大学生の海外でのインターンシップを行い、国際共同研究の推進に資した（資料 05-7）。

（水準）

期待される水準を上回る。

（判断理由）

大学共同利用機関の重要な機能である共同利用研究を順調に推進するとともに、文部科学省のナノテクノロジー関連事業、HPCI 事業、光科学関連事業など、分子科学研究所としての使命を期待を上回る広い範囲で果たすことができた。

大学の変化に対応して研究会を多様化し、国際化を戦略的に支援した。自由な発想に基づく国際共同研究を推進・支援するとともに、新たに開始した国際インターンシップは海外では分子科学のスカラシップ制度として定着し活発に実施されている。中長期の共同研究への発展、留学生の増加など、分子科学研究所を以前に増して国際的な拠点とする努力を継続しており、期待を上回る水準を達成していると判断した。

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

観点 研究成果の状況（共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。）

（観点に係る状況）

理論・計算分子科学の領域では、特に大型計算機の性能を活かした、大規模分子系の理論解析のための新しい方法論の開発と、物質機能・構造の研究で顕著な成果があった。フラーレンやグラフェンの金属内包構造や反応性（業績 5-7）、大きな分子系に適用可能な新しい電子状態理論開発と光合成系への応用（業績 5-8）、原子分子の内殻励起に関する基礎過程の解明（業績 5-9）等で高い水準の成果を上げた。

光分子科学の領域では、特徴的なマイクロチップレーザーの開発に成功し（業績 5-3）、極端紫外光研究施設（UVSOR）は小型放射光源として世界トップレベルの性能を達成した（資料 05-9）。分子による量子情報処理の基礎（業績 5-6）、ナノ微粒子とパルス光の相互作用と力学操作（業績 5-5）、光電子分光による新奇固体物質の電子構造の解明（業績 5-4）等、発展の期待される顕著な成果を多数上げた。

物質分子科学の領域では、新機能を持つ物質の開発（業績 5-7）と、その先端的計測法による特性解明、例えば触媒や磁性材料等の局所表面構造解析手法の開発とその適用（業績 5-11）、多孔性2次元有機高分子構造体の合成とその利用（業績 5-1）、サイズ選択した金属ナノクラスターの合成と機能開拓・解明（業績 5-2）等で、顕著な成果が上がった。

生命・錯体分子科学の領域では、水中で機能する触媒と反応の開発（業績 5-12）、人工光合成の基礎としての、金属錯体を用いた多電子酸化還元反応の研究（業績 5-10）などで突出した成果があった。また磁気共鳴等を用いた糖タンパク質の構造・機能の解明（業績 5-13）においても顕著な成果が上がった。

共同利用研究では化学応用に特徴のある分子科学研究所の研究環境を活かした研究成果が得られた。平成 24 年度に行った高度化によって世界トップレベルの高輝度放射光源性能となった UVSOR 施設では、国際的に先導する 30 nm の空間分解能の軟 X 線顕微分光装置等、多様な化学状態をそのまま計測できる独自の装置群を開発（資料 05-9）するなど、海外から第一線の研究者の利用度が大きく向上し国際的な共同研究の成果が上がった。大型計算機利用研究では、大規模計算のための専有利用枠（全リソースの 14.8%）を運用し、ウイルスカプシド-レセプター間結合の分子機構の解明などの特徴ある顕著な研究成果が上が

った（資料 05-10）。先端的計測設備の共同利用では、生体関連分子科学や物質分子科学分野の共同研究が活発に行われ、NMR によるタンパク質や糖鎖の分子構造・ダイナミクス・相互作用の系統的解析法開発とその適用（業績 5-13）、高磁場電子スピン共鳴測定による内包フラレン分子錯体の分子磁性（業績 5-7）、2次元角度分解光電子分光法によるトポロジカル表面状態の研究（業績 5-4）、小角 X 線散乱法によるタンパク質の溶液構造解明（資料 05-4）などの高い水準の研究成果があった。

（水準）

期待される水準を上回る

（判断理由）

主要な研究成果は、各分野でトップクラス評価の国際誌に掲載され、公表前後から国内外の多くの学会で招待講演の要請を受けているものや、多数引用されているものも多く、第 1 期中期目標期間から継続して、十分に期待に応え高い水準の研究成果を上げていると判断される。その中には、材料、情報、環境・エネルギー、医学等の分野に直接応用可能なものや、基礎として今後一般社会への波及効果が期待される成果が含まれている。大型共同利用設備はいずれも国際的に最高水準の性能を持ち、国内外から多くの研究者が共同研究に集まり、優れた成果の創出に繋がっている。これらの成果に対して受賞・表彰を多数受けている（資料 05-8）。研究所として分子科学とその関連分野でトップレベルの研究水準を保つことで、成果を上げた研究者が次々と PI として主要大学や研究機関に招聘され転出している高い人事流動性（資料 05-3）は、頭脳循環面での学術分野への大学共同利用機関の機能を期待される水準以上に果たしているといえる。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

（1）分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例 1 「極端紫外光研究施設の強化」

光源と計測系の不断の改良を実施している（資料 05-9）。平成 21 年度末と比較し、電子ビームエミッタンスの大幅な向上、アンジュレータの増設・改造、コヒーレント放射光源などの開発、X 線顕微分光等の観測装置の強化により、施設としての高水準な研究成果が継続して上がっている。それに伴って重点化した装置については海外からの利用者が 3 割以上を占めるなど、高い研究水準を保っている。

② 事例 2 「先端的計測機器による支援の強化・多様化」

平成 23 年度まで中部地区ナノテク総合支援事業を代表機関として受託、24 年度からナノテクノロジー・プラットフォーム事業を「分子・物質合成プラットフォーム」の代表機関として受託して展開している。産官学連携を含めたナノサイエンスの共同利用・共同研究として高い水準を維持している（資料 05-6）。

③ 事例 3 「超高速計算機の強化」

計算機の機器更新を進め、現有の二つの計算機システムを一体的に運用した場合の総演算性能は 559 Tflops まで向上した（資料 05-10）。大規模計算のための専有利用率を運用して特徴的な研究成果も上がっており、我が国の分子科学・物性科学の計算機利用研究を支える施設として高い水準を維持している。

④ 事例 4 「分子が作るシステムの理解と創成を目的とした研究の展開」

分子それぞれの性質が階層構造を持つ分子システムの機能発現に結びつく機構を理解し、新たなシステムを創成することを目的とする「協奏分子システム研究センター」を平成 25 年度に発足させた。光を用いた超伝導のスイッチング、生物時計として機能する分子シス

テムの解明、酸水素化物を基軸とした新物質合成法など、既に顕著な成果が高く評価されており、研究の顕著な質の向上があった（資料 05-4）。

（2）分析項目Ⅱ 研究成果の状況

① 事例1 「理論・計算分子科学研究の強化・多様化」

予測精度の高い分子理論及び大規模計算手法の開拓の継続により、以前にも増して大きな分子系・ナノ物質系（同精度であれば平成 21 年度末と比較して数十～百倍程度の原子数）の高精度計算が可能となり、実験の解釈や物質特性の予測の適用範囲が格段に拡張した。それらの国際的評価も高く、研究の質が大きく向上している（業績 5-8）。

② 事例2 「光分子科学研究の強化・多様化」

平成 21 年度末当時では得られなかった中赤外域モノサイクルパルスレーザー光源や超小型電池駆動高出力パルスレーザー等の光源開発（業績 5-3）が進んだ。例のなかった分子量状態制御法（業績 5-6）やナノ光学計測の手法の開拓（業績 5-5）が進み、また高度化された放射光施設によって初めて可能となった顕微 X 線分光法や角度分解光電子分光法の開拓（資料 05-9、業績 5-4）とそれらの利用研究で、突出した成果が上がっており、顕著な研究成果の向上があった。

③ 事例3 「物質分子科学研究の強化・多様化」

様々な有用な機能を有する、有機共有結合性骨格で構成されるナノ空間創成等の新奇な特性を持つ物質群の創成（業績 5-1）、新規有機薄膜太陽電池等のデバイスの開発、気体存在下で初めて観測可能とした X 線光電子分光技術開拓と、その燃料電池研究への適用（業績 5-11）など、国際的評価も高い顕著な成果が上がっており、研究成果の質が向上している。

④ 事例4 「生命・錯体分子科学研究の強化・多様化」

元素と化合物の多様な機能を追求する独自の研究を展開し高水準の研究成果を上げており、高い研究水準を保っている。具体的には、自己集積型超活性触媒や、水からの高効率酸素発生触媒の開発（業績 5-12）、また多様なタンパク分子の動的挙動・機能解明（業績 5-13）など、顕著な成果を上げている。これら成果に基づき新学術領域研究や JST-ACCEL 研究などプロジェクトの拠点が発足した。