

最先端研究開発戦略の強化補助金

「最先端研究基盤事業」
事後評価報告書

平成30年（2018年）3月

最先端研究基盤事業 事後評価委員会

－ 目 次 －

I. はじめに	1
II. 最先端研究基盤事業外部評価結果	
1. 最先端研究基盤事業について	3
(1) 事業概要	3
(2) 補助対象事業決定の経緯	3
(3) 本事業による設備の整備状況等	3
2. 事業全体の評価	8
(1) 総合所見	8
(2) 評価の観点に関する評価	9
III. 外部評価結果（各事業の事後評価）※【】はとりまとめ機関	
①海底下実環境ラボの整備による地球科学—生命科学融合拠点の強化（「ちきゅう」を活用） （国立研究開発法人海洋研究開発機構）	11
②世界最先端研究用原子炉の高度利用による国際的研究開発拠点の整備—原子力研究開発 テクノパークの創成—（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）	16
③コヒーレント光科学研究基盤の整備（【国立大学法人東京大学】、国立研究開発法人理化学 研究所）	21
④次世代パルス最強磁場発生装置の整備（国立大学法人東京大学）	25
⑤生命動態システム科学研究の推進（【国立大学法人大阪大学】、国立研究開発法人理化学 研究所）	30
⑥新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備（【国立大学法人北海道大学】、国立大学 法人東京大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人、国立大学法人長崎大学）	35
⑦心の先端研究のための連携拠点（WISH）構築（国立大学法人京都大学）	39
⑧ゲノム機能医学研究環境整備事業（国立大学法人熊本大学）	44

- ⑨化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備（【国立大学法人京都大学】、国立大学法人北海道大学、国立大学法人東北大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人長崎大学）……………51
- ⑩大強度陽子加速器施設（J-PARC）を中心とした中性子科学の研究環境整備（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）……………56
- ⑪低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備（【国立研究開発法人理化学研究所】、国立大学法人東北大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人名古屋大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学、国立大学法人岡山大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構基礎生物学研究所）……………60
- ⑫e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進（【国立大学法人東京大学】、国立大学法人筑波大学、国立大学法人京都大学）……………64
- ⑬大型低温重力波望遠鏡の整備（国立大学法人東京大学）……………70
- ⑭素粒子分野における世界最先端研究基盤の整備－KEKBの高度化による国際研究拠点の構築－（大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構）……………74

IV. おわりに……………77

参考資料

1. 最先端研究基盤事業事後評価委員会委員名簿……………79
2. 最先端研究開発戦略的強化事業運用基本方針（平成23年7月29日改訂 総合科学技術会議）……………80
3. 最先端研究基盤事業における選定の観点について（平成22年5月26日文部科学省）…85
4. 最先端研究基盤事業の選定プロセス……………88
5. 最先端研究基盤事業補助対象事業……………90
6. 最先端研究基盤事業補足資料……………93
7. 最先端研究基盤事業選定理由……………101

I. はじめに

「最先端研究基盤事業」は平成 22 年度（2010 年度）予算において計上された「最先端研究開発戦略的強化費補助金」の一部を活用して実施された事業である。当時の政策の主要課題であったグリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションを実現するための施策を中心に、基礎研究から出口を見据えた研究開発を行う最先端の研究設備の整備・運用に必要な支援を行い、「頭脳循環」の実現による研究開発力の強化を図ることを行うことを目的として、平成 22 年度（2010 年度）から平成 26 年度（2014 年度）まで実施（当初平成 24 年度（2012 年度）で終了予定であったが、東日本大震災の影響や開発中のトラブル等のため、一部事業は繰越により平成 26 年度（2014 年度）まで継続）された。

本事業は、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、研究ポテンシャルが高い研究拠点において、最先端の研究成果の創出が期待できる設備を整備するとともに、運用に必要な支援を行うこととし、総合科学技術会議（当時。以下同じ。）の基本方針に基づき文部科学省が 14 事業を選定した。

本事業による最先端の研究成果の創出が期待できる設備の整備状況について、その運用も含めて事後評価を実施するため、文部科学省に外部有識者からなる評価委員会を設置し、本事業の実施機関を対象としてその実績について事後評価を行った。

なお、本事業は研究基盤の整備を行うものであることから、その整備による成果を真に評価するためには、その後の運用等を含めて評価することが必要であるため、本事業終了後一定期間（数年程度）を経てから事後評価を行うこととし、今般実施したものである。

評価に当たっては、実施機関等から提出された成果報告書及び自己評価票による書面審査を、①科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的な取組が行われたか、②本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか、③国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか等の観点に基づき実施し、審議を重ね、公正かつ適正に評価を行った。

本評価報告書は、その結果を取りまとめて作成したものである。

II. 最先端研究基盤事業外部評価結果

1. 最先端研究基盤事業について

(1) 事業概要

平成 22 年度（2010 年度）予算において、最先端研究開発戦略的強化費補助金（以下「本補助金」という。）が創設され、平成 22 年（2010 年）4 月 27 日に開催された総合科学技術会議において、本補助金に係る基本方針（最先端研究開発戦略的強化事業運用基本方針）（参考資料 2）が決定された。

文部科学省ではこの決定を受け、本補助金の一部を活用し、若手研究者及び女性研究者が活躍する研究基盤等の強化を図る「最先端研究基盤事業」を実施した。

本事業は、若手研究者及び女性研究者による研究開発への支援を行う「最先端・次世代研究開発支援プログラム」を補完し、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションを中心に、基礎研究から出口を見据えた研究開発を行う最先端の研究設備の整備・運用に必要な支援を行い、「頭脳循環」の実現による研究開発力の強化を図ることを行うことを目的とした。

このため、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、研究ポテンシャルが高い研究拠点において、最先端の研究成果の創出が期待できる設備を整備するとともに、運用に必要な支援を行った。

(2) 補助対象事業決定の経緯

研究者からの意見募集や日本学術会議との意見交換、有識者を含めたヒアリング等を実施し、補助対象事業を選定する際の「選定の観点」（参考資料 3）を決定するとともに、その結果等を踏まえ、文部科学省において、最先端の研究を実施している又は研究ポテンシャルを有する拠点の中から、補助対象事業 14 件を選定した。

(3) 本事業による設備の整備状況等

各補助対象事業の個別の評価は後述（「III. 外部評価結果（各事業の事後評価）」）のとおりである。各事業は、それぞれの研究目標等の達成に向けて、世界トップレベルの技術開発の達成や、ネットワーク研究拠点の形成など、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を進めた。

各事業における主な設備整備状況の概要は、以下のとおりである。

① 海底下実環境ラボの整備による地球科学

国立研究開発法人海洋研究開発機構において開発・整備された2機の自律探査機「じんべい」及び「おとひめ」は、世界的にもトップレベルの設備機器である。これらは我が国が誇る地球深部探査船「ちきゅう」と一体的に運用する設備であり、このような高機能な設備を保有・運用することにより、良質な海底深部地下圏コア試料を収集・保管するとともに海底環境センシングを可能とした。また、同機構の高知コア研究所にはNanoSIMS、高性能X線CT、単一細胞高速分析システム、そしてそれらを清浄な環境で稼働させるクリーンルームなど、極めてスペックの高い機器や設備が導入され、我が国では比肩しうる施設がないレベルの高度化が図られた。

② 世界最先端研究用原子炉の高度利用による国際的研究開発拠点の整備

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）において、照射試験炉（JMTR）施設内に軽水炉実機水環境模擬照射装置、高精度照射時間制御型汎用照射設備、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置、複合型微細組織解析装置、視覚機能装備型の高機能マニピュレータ及び照射試験炉シミュレータを整備した。

しかしながら、照射試験炉（JMTR）については、平成23年（2011年）3月の東日本大震災以降、停止状態であり、原子力規制委員会によって設定された耐震基準に関する「新規制基準」に適合させることが経費及び工期の点から困難になったため、JAEAはJMTRの廃止も含めた中長期計画を平成29年（2017年）4月1日に公表した。これらの理由等により、照射試験炉シミュレータ以外の設備の運用が中断されており、当該事業の「国際的研究開発の拠点化」という目的が未達となった。

③ コヒーレント光科学研究基盤の整備

国立大学法人東京大学及び国立研究開発法人理化学研究所において、従来、放射光やX線自由電子レーザー（XFEL）などの巨大施設で提供されてきた短波長光源の性能を凌駕する画期的な光源技術を実験室レベルで実現した。特に、高次高調波光源では従来の1,000倍程度の高繰り返し周波数を実現し、外部共振器での高次高調波発生、アト秒X線光源を開発して分光実証に成功した。また、測定系においても、高速可視化技術に資する軟X線顕微鏡の開発、テラヘルツカメラの開発など、これまでにない測定系の開発にも成功した。さらに、光電子分光装置においても、飛行時間計測型時間分解により従来型の100倍以上の測定効率を実現できる装置を開発した。

④ 次世代パルス最強磁場発生装置の整備

国立大学法人東京大学において、欧米が有する磁場発生装置の約 10 倍の性能を持つ 1,000 テスラ発生可能なパルス最強磁場発生装置システムの導入を目指した。

しかしながら、調達装置の納期の遅れとその後が発生した様々な初期不良、深刻な故障の対応のために超強磁場 1,000 テスラ発生装置の完成は大幅に遅れたものの、同大学の運営費交付金により開発を継続し、平成 30 年（2018 年）1 月末に完成した。また、1,000 テスラ級の超強磁場発生と併せて、巨大磁場領域での信頼性あるデータ取得システム構築及び物性測定精度の向上も達成した。さらに、国際的な拠点として強磁場施設を有する主要な国々（特に東アジア諸国）との密接な共同研究体制を構築した。

⑤ 生命動態システム科学研究の推進

国立大学法人大阪大学及び国立研究開発法人理化学研究所において、細胞膜上のタンパク質 1 つ 1 つの動きを追跡可能とする全自動の細胞内 1 分子スクリーニングシステム（AiSIS）を開発した。また、タンパク質の革新的な立体構造解析を可能とする次世代超高分解能クライオ電子顕微鏡の分野においても、自動制御クライオ試料ステージの技術開発が進展した。さらに超解像蛍光顕微鏡に関しても、動態解析を可能とする従来よりも 100 倍高速なシャッター速度を実現するなど、「分子の動態を見る」という切り口から必要となる各種技術を重層的に開発した。クライオ電子顕微鏡や蛍光顕微鏡等の技術への需要が世界的に急激に高まる中、先見性を持って基盤整備を早期に実現した。

⑥ 新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備

国立大学法人北海道大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人大阪大学及び国立大学法人長崎大学において、網羅的病原体解析システム、無菌動物飼育維持設備、ゲノム解析高速コンピュータシステム、感染症分子イメージング基盤システム等の設備を整備・運用し、人獣共通感染症、腸管免疫・HIV 感染症、未知病原体の検出や感染症に対する宿主免疫応答及び熱帯医学といった各大学の特色を活かし、それぞれの分野における国際共同研究を推進した。また、感染症研究国際展開戦略プログラム（J-GRID）等の研究プログラムとの連携により国内外の拠点を構築し、感染症に関する研究環境を整備した。

⑦ 心の先端研究のための連携拠点（WISH）構築

国立大学法人京都大学において、他者との相互作用による心のはたらかの機構解明を目指した先端研究推進のため、心理学・認知科学等の研究機関と連携し、チンパンジー等の大型類人猿を対象とした比較

認知科学実験設備及び社会認知神経科学推進のための fMRI 連携設備を整備した。大型霊長類の比較認知実験を行うネットワーク研究拠点を整備したことで、我が国が世界をリードする霊長類学と、心理学、認知科学、脳科学などを有機的に融合した新たな学問分野を創出し、学際的な研究拠点を構築した。

⑧ ゲノム機能医学研究環境整備事業

国立大学法人熊本大学において、ヒト疾患の最適モデルの開発のため、系統的・網羅的なマウス表現型解析のための機器・装置を整備し、臓器・組織別の表現型解析プラットフォームを構築した。また、本事業で導入した研究設備を基にして、熊本マウスクリニック (KMC) を開設し、遺伝子改変マウス作製と一体化した表現型解析研究基盤とアジアを中心とした関連研究ネットワークを構築した。

⑨ 化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備

国立大学法人京都大学など 6 国立大学において、20 万化合物を所蔵する国立大学法人東京大学の化合物ライブラリーとの連携により、拠点間のネットワーク体制を構築し、各拠点において、ハイスループットスクリーニングシステム、ハイコンテンツスクリーニングシステム、Biacore 等の相互作用解析装置等を整備することで、医薬品開発のシーズを効率的に発掘する創薬等技術支援基盤が大幅に強化された。

⑩ 大強度陽子加速器施設 (J-PARC) を中心とした中性子科学の研究環境整備

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構において、J-PARC の根幹である陽子加速器のうち、特にリニアック及び 3 GeV シンクロトロン的高度化を平成 22 年度 (2010 年度) から平成 24 年度 (2012 年度) の 3 か年かけて実施するとともに、物質・生命科学実験施設における中性子を発生させる中性子源の高度化を併せて平成 23 年度 (2011 年度) に実施した。加速器の高度化は、調整を行いながら陽子ビーム出力を上昇させ、平成 26 年度 (2014 年度) に 1 MW を達成する目標であった。

目標としていたビーム出力 1 MW については、事業期間終了後の平成 27 年 (2015 年) 1 月に 1 MW 相当 (シングルショット) を実証したものの、その後、水銀ターゲット容器に不具合が発生した。その原因調査のための運転停止と、改良期間中の 150~200kW 低出力運転を経て、平成 29 年度 (2017 年度) 末にビーム出力は 400kW まで回復したものの、1 MW 定常運転による中性子科学研究という目標は未達の状況にある。しかし、運転停止を最小限に抑え、低出力運転であっても中性子利用時間を確保し、共用施設・研究拠点の役割を担った。

⑪ 低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備

国立研究開発法人理化学研究所など9研究機関がネットワーク体制を構築することにより、植物科学において、メタボローム研究から器官・細胞解析研究、形質転換に関する研究、形質評価に至る一貫型の基盤が構築された。このことにより、日本独自の連携型最先端研究基盤（メタボローム等の代謝解析、プロテオームやゲノムの統合解析から評価まで）と、世界のトップリーダーたちの推進する研究グループが一体となった運営体制を構築した。

⑫ e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進

国立大学法人東京大学情報基盤センター（東拠点）と国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構（西拠点）に、それぞれ、10ペタバイト程度のストレージ、データ解析・可視化システム、ポータルマシン設備を整備した。また、本事業で整備される設備の運用利便性を向上させるためのシステムソフトウェアが開発された。東拠点・西拠点のストレージ・アーカイブ・可視化システムが整備され、京コンピュータと全国基盤センター群のコンピュータが構成するHPCI資源に組み込まれ、計算科学シミュレーションのデータ保存・処理を担った。

⑬ 大型低温重力波望遠鏡の整備

国立大学法人東京大学において、重力波の世界初観測を目指して大型低温重力波望遠鏡の整備を行った。事業期間内に観測を開始するという目標については、東日本大震災の影響や冷凍機システムのトラブルによって計画に遅れが生じたため、低温での本格観測は平成30年（2018年）3月現在実現していない。また、欧米の重力波望遠鏡に比して10倍の世界最高の検出感度で重力波の世界初観測を目指すという点においては、米国のLIGOに先を越されたが、他方で、米国及び欧州の三大重力波観測ネットワークの一角となりうる計画として国際コミュニティに認識されており、まもなく観測開始が予定されている。計画実現に向けての施設整備や環境整備は飛騨市の協力のもと着実に進められた。

⑭ 素粒子分野における世界最先端研究基盤の整備

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構において、新しい物理法則の存在を明確にすることを目的としてKEKBの高度化に取り組んだ。事業期間（平成22年度（2010年度）～平成25年度（2013年度））終了後も同機構において開発を継続し高度化が完了した（スーパーKEKB）。

スーパーKEKBでは、平成30年（2018年）3月からPhase 2実験が開始され、また平成31年（2019年）2月には崩壊点位置検出器を含む全ての検出器を実装したBelle II実験がデータ取得を始める予定になっている。標準理論を超える物理に対する感度が格段に向上し、国際的な求心力が増した結果、共同研究への参加者を2倍近くにし、アジア諸国をはじめとする諸外国からの参加者数も順調に増加した。

2. 事業全体の評価

(1) 総合所見

上記1.（3）で示したとおり、世界トップレベルの技術開発の達成及びネットワーク研究拠点の形成など、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、各事業それぞれにおいて、地域の特性を活かしつつ、最先端研究基盤の構築及び運用が行われ、多数の優れた論文の創出や国際共同研究の推進など、世界をリードする最先端の研究成果が得られている。

我が国の強みを持つ分野における、トップレベルの機器設備を用いた国際共同研究を発展させるとともに、基礎研究の振興や宇宙・海洋などフロンティアを開拓し、アジア諸国との国際共同研究等におけるパートナーシップが推進されている。

また、著名な外国人研究者の招へい等による国際共同研究の推進や国際会議の開催などの取組により、外国人研究者の参画が増加するなど、世界トップレベルの研究拠点の構築が進められた。

各事業において、若手研究者及び女性研究者が主体的に研究を進めることができる支援体制の構築に努めるとともに、外部研究者の利用に配慮がなされたことから、それらの研究者も含む共同利用者数が増加している。

それぞれの研究拠点において、これらの取組が勢力的に行われ、本事業期間後もその運用を継続していることは、医学、理学、工学、薬学、農学、環境、エネルギーなど幅広い分野における基盤技術を高め、これらの分野の我が国の研究水準の引き上げに寄与するとともに、各研究分野の人材育成が促進されることから高く評価できる。

一方で、東日本大震災の影響や開発中のトラブル等により、当初目標から開発時期が遅延した事業（「次世代パルス最強磁場発生装置の整備」及び「大型低温重力波望遠鏡の整備」）があったが、整備計画の変更を適切に行いつつ開発を進め、既に設備整備及び運用に目途が立っている。

また、「大強度陽子加速器施設（J-PARC）を中心とした中性子科学の研究環境整備」については、1MW定常運転は未達の状況にあるが、運転停止を最小限に抑え、低出力運転であっても中性子利用時間を確保することで共用施設・研究拠点としての役割を果たしており、今後、目標としたビーム出力での定常運転の実現に期待する。

照射試験炉（JMTR）の最先端照射設備等の整備については、東日本大震災以降、原子力規制委員会によって設定された耐震基準に関する「新規制基準」に適合させることが経費及び工期の点から困難となったため、JMTRの廃止も含めた中長期計画を平成29年（2017年）4月1日に公表している。このため、照射試験炉シミュレータ以外の設備の運用が中断されているが、他施設への移設も含め、最も効果的に再活用できるよう創意工夫することが求められる。

以上のことを踏まえれば、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、最先端の研究成果の創出が期待できる設備の整備を行うという本事業目標については、今後課題を残す事業も一部にはあるものの、事業全体としては、概ね達成されたと認められる。

本事業における各事業実施者の適切な運用管理により、研究成果について、世界をリードするものが多数創出されている。今後も引き続き、それぞれの研究基盤の一層の国際化、研究基盤の整備の高度化等を図るとともに、若手研究者及び女性研究者等の利用を促進することで、我が国の基礎科学力の向上につながるような論文発表や特許などの先駆的成果が、より一層創出されることに期待する。

（2）評価の観点に関する評価

① 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか

各拠点による最先端研究基盤の構築により、我が国の強みを持つ分野におけるトップレベルの機器設備を用いた国際共同研究が進展し、基礎研究の振興やフロンティアの開拓を推進している。

日本のプレゼンスを維持・発展させていく上で、国際共同研究等の枠組みの中におけるパートナーシップの推進は、政策的に重要である。特に各拠点の取組では、アジア諸国から多くの研究者が受け入れられており、これらの国々の科学技術水準の向上に貢献するなど、アジア諸国等とのパートナーシップの進展もみられる。

また、環境・エネルギー研究、新興・再興感染症研究など地球規模の問題解決に向けての開発途上国等との協力関係の展開にも貢献していると評価できる。

今後も引き続きこのような取組を発展させることにより、科学技術外交や中長期的な成長戦略への貢献を果たしていくことに期待する。

② 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか

国際水準の研究拠点として、各拠点において、世界トップレベルの設備等を活用しつつ、世界をリードする成果として、多くの論文発表がなされており、被引用度が高い論文が創出されている。

研究成果の海外発信については、著名な外国人研究者を招へいするなどにより、外国人研究者の参画が増加するとともに、国際共同研究の推進や国際会議の開催などの取組により、世界トップ水準の研究拠点の構築がなされていると認められる。

また、マルチメッセンジャー天文学、大型霊長類を使った比較認知科学実験など、新たな研究分野の開拓につながる研究波及効果が得られた事業もあった。

今後も引き続き、イノベーションの源泉たるシーズの創出等に資する国際水準の国際研究拠点を一層発展させていくことを期待する。

③ 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか

各拠点において、若手研究者及び女性研究者に主体的に研究を進めることができる支援体制の構築に努めるとともに、外部研究者の利用に配慮がなされたことから、それらの研究者も含む共同利用者数が増加している。

特に、若手研究者及び女性研究者によるスーパーコンピュータ及び大規模ネットワーク機器等の大型計算資源を使用した研究を対象とした公募型プロジェクトの実施や、若手研究者を教育・研究のリーダーへと育成することを目的に、テニユアトラック制を導入し、採用したテニユアトラック研究者の研究機器使用料に優遇措置を実施するなどの取組が行なわれていることは評価できる。

また、若手研究者には共同利用研究の代表者として課題申請するように奨励するとともに、ポストを得た若手研究者には優先して共同利用研究費を支給するなどの取組が実施された。

今後も、引き続き、国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境の構築に向けて、若手研究者、女性研究者及び外部研究者の利用を促進するため一層の創意工夫に努めることを期待する。

Ⅲ. 外部評価結果（各事業の事後評価）

事業名	①海底下実環境ラボの整備による地球科学—生命科学融合拠点の強化（「ちきゅう」を活用）
実施機関名	国立研究開発法人海洋研究開発機構

1. 研究目標等

近年の海洋科学掘削における最大の成果の一つとして、地下圏に広がる莫大な微生物細胞の発見がある。地球上のあらゆる環境の生態系において、微生物活動は有機物の最終分解者であると同時に無機化合物から炭化水素等を合成する一次生産者としての末端機能を担い、地球史における環境変動や生態系バランスの維持に重要な役割を果たしている。しかしながら、広大な海底地下圏に生息する未知微生物群の生理生態や代謝機能、環境適応や進化プロセス、地球規模の物質循環における役割等に関する知見は限られている。

一方、産業革命以降の文明の発達に伴い、現在、大気中の二酸化炭素濃度は急速な上昇を続けており、それに伴う地球温暖化や海洋酸性化等によって、海洋環境や生態系のバランス等が大きく崩れつつある。我が国では、温室効果の主要因と考えられている大気中への産業的二酸化炭素の排出削減が極めて重要な課題となっている。その具体的な対応策の一つとして、海底地層中への二酸化炭素貯留が検討されているが、地層中における二酸化炭素の物理化学的な挙動や安定性、生物学的な炭素循環への影響等における知見は乏しく、科学的に検証若しくは改良されるべき課題が山積している。

本事業では、①海洋研究開発機構高知コア研究所への海底下の実環境を保持したままコア試料を研究する環境の構築、②同機構が保有する地球深部探査船「ちきゅう」の掘削試料採取能力の強化と世界最高深度の地質・生物コア試料の採取、③CO₂等の海底下貯留状況（漏えいや海底面の異常等がないか）等の監視・検出を可能とする小型高性能の自律型無人探査機（AUV）の開発と広域環境アセスメントへの適用、を行い、海底下深部環境における生命活動や炭素・エネルギー循環システムの実態解明及び利活用手法の創出等を図る。

具体的には、平成23年度（2011年度）第1四半期までに、海底下深部と同様の物理化学条件をラボ内に再現し、掘削コア試料の地質学的・地球化学的・生物学的特性を測定・分析できる研究環境（海底下実環境ラボ）を高知コア研究所に整備する。また、「ちきゅう」により、下北半島沖約80km沖合の海底下から2,200mを超える世界最深部の科学掘削コア試料を採取し、高知コア研究所に整備された実環境ラボ内での「CO₂—鉱物—生命」の相互作用に関する基盤研究・応用開発研究等に供する。さらに、今後の下北沖海域をはじめとする日本近海におけるCO₂海底下貯留を見据え、平成23年度（2011年度）内に深海底でのCO₂漏えいや海底面異常等の検出・発見等、

環境監視を可能とする各種センサ等を搭載した小型高性能 AUV を開発し、同海域等における試験運用に着手する。

本事業の実施に当たり、「ちきゅう」による下北半島沖掘削の際に、若手・女性研究者の優先乗船枠を設定し、次世代を担う研究者に掘削科学の現場を体験させ、世界トップクラスの研究者と乗船研究を共にする機会を提供する。また、高知コア研究所が高知大学と共同運営している高知コアセンターの枠組み等を活用した共同研究・共同利用等を推進し、地域拠点における研究活動の活性化を図る。さらに、「ちきゅう」や AUV により採取した分析試料や超詳細海底地形データ等を広く国内外の若手研究者等に供し、人材育成と頭脳循環拠点としての機能を強化する。

2. 総合所見

本事業は海底地下に広がる微生物生命圏の実体並びに地下生命圏の地球化学的な役割を明らかにすること、さらには二酸化炭素の海底下貯留の実現性を明らかにすることを最終目的とし、1) 海洋研究開発機構が保有する地球深部探査船「ちきゅう」の性能強化とそれに基づく海底掘削による実環境を反映したコア試料の獲得、2) 得られたコア試料を実環境に近い状態で保持するための高知コア研究所の設備整備、3) 二酸化炭素の海底貯留を含めた海底圏の広域環境アセスメントを可能にする小型高性能の自立型無人探査機 (AUV) の開発、を主要な目的として実施された。

まず本事業によって開発・整備された2機の自律探査機は世界的に見てもトップレベルの機器設備である。これらは我が国が誇る地球深部探査船「ちきゅう」と一体的に運用する設備であり、こうした高機能な設備を保有・運用していることが、良質な海底深部地下圏コア試料を収集・保管するとともに海底環境センシングを可能にしたのは明らかである。また、高知コア研究所には超高解像度二次イオン質量分析機 (NanoSIMS)、コア試料を非破壊で解析する高性能 X 線 CT、単一細胞高速分析システム、そしてそれらを清浄な環境で稼働させるクリーンルームなど、極めてスペックの高い機器や設備が導入され、我が国では比肩しうる施設がない高度化が図られた。こうした中で得られつつある優れた研究成果は、高知コア研究所を国際的に見てもトップレベルの研究所に押し上げたのは言を俟たない。

本事業によって次世代のトップクラス研究者・女性研究者並びに国外の研究者が積極的に「ちきゅう」に乗船し、文字通り世界トップクラスの国際共同研究が推進されたこと、その結果、平成 24 年 (2012 年) の IODP 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」研究航海で国際的な研究成果が生み出され、下北沖海底深部に眠る石炭層地下圏の存在並びに微生物活動の実体を明らかにする研究につながった。深部地下微生物生命圏という手の届かなかった世界に関する新たな知見を、広く世界に知らしめたことは特筆すべき点であり、とりわけ高く評価できる。

本事業によって世界トップレベルの研究施設になったこと、そしてこれらの施設整備によって世界的に広く知られる研究成果を生み出したこと、さらにはこうした施設を活用した若手人材育成が図られてきたことは、本事業の明確な成果である。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業は海底地下に広がる微生物生命圏の実体並びに地下生命圏の地球化学的な役割を明らかにすること、さらには二酸化炭素の海底下貯留の実現性を明らかにすることを最終目的とし、1) 海洋研究開発機構が保有する地球深部探査船「ちきゅう」の性能強化とそれに基づく海底掘削による実環境を反映したコア試料の獲得、2) 得られたコア試料を実環境に近い状態で保持し解析するための高知コア研究所の設備整備、3) 二酸化炭素の海底貯留を含めた海底圏の広域環境アセスメントを可能にする小型高性能の自立型無人探査機 (AUV) の開発、を主要な目的として実施された。

本事業では「ちきゅう」乗船者を次世代のトップクラス研究者並びに国外の研究者を積極的に優先乗船させ、国際共同研究を推進することを大きな柱の一つとして掲げている。この事業は平成 24 年 (2012 年) の IODP 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」で実現している。各国から選ばれた多分野の研究者が本航海に乗船、下北沖海底深部に眠る石炭層地下圏の存在並びに微生物活動の実体を明らかにする研究につながっている。これらの成果は文字通り国際共同プロジェクトの成果として *Science* (2015) 並びに *Proceedings of National Academy of Science (USA)* (2017) に掲載された。深部地下生命圏の実体を明らかにし、それを広く世界に知らしめた点で高く評価できる。

平成 28 年 (2016 年) の IODP 第 370 次研究航海「室戸沖限界生命圏掘削調査」では海底ケーブル観測ネットワーク DONET2 による地震観測データの取得に成功し、南海トラフ沖地震の発生予測につながるデータを行政に提供している。このデータが今後どのように活かされていくのかについては詳細を理解するには至らなかったが、引き続きこうした社会貢献を期待したい。

本事業では巡行型並びに作業型の自律型無人探査機 (AUV) の開発が進められた。巡行型 AUV「じんべい」は公募による運用を行っており、巡行型 AUV「おとひめ」は機構内で運用されている。平成 26 年 (2014 年) に開始した内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の次世代海洋資源開発技術課題「海のジパング計画」においても活用されている。

総じて国際共同研究の推進、「ちきゅう」という海洋研究開発機構がもつ最先端掘削船を用いたフロンティア研究開拓という点で国際的なプレゼンスを表出したことは高く評価できる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本事業によって開発・整備された2機の自律探査機「じんべい」「おとひめ」は、世界的に見てもトップレベルの機器設備である。これらは我が国が誇る地球深部探査船「ちきゅう」と一体的に運用する設備であり、こうした高機能な設備を保有・運用していることが、膨大な海底深部地下圏コア試料を収集・保管するとともに海底環境センシングを可能にしたのは明らかである。また、高知コア研究所には超高解像度二次イオン質量分析機(NanoSIMS)、コア試料を非破壊で解析する高性能X線CT、単一細胞高速分析システム、そしてそれらを極めて清浄な環境で稼働させるクリーンルームなど、極めてスペックの高い機器や設備が導入され、我が国では比肩しうる施設がないレベルの高度化が図られた。蓄積された総計100kmにおよぶ海底深部地下圏コア試料とそこから得られつつある研究成果は、地質学、地震学、地球化学、生物学の発展に貢献しうる人類共通の財産となり、高知コア研究所が文字通り国際的にトップレベルの研究所となったことは明らかである。

平成24年(2012年)のIODP第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」では日本列島の成り立ち、海底深部に眠る石炭層地下圏の存在とそこに生存する微生物の実体を明らかにする研究成果がScience(2015)並びにProceedings of National Academy of Science(USA)(2017)に掲載された。これらの学術論文は本事業の特筆すべき成果である。特にScience誌においては、海底地下2,500mに存在する石炭層にメタン生成菌を初めとする深部地下圏微生物の沃野があることを見いだした点で、大きな衝撃を与えるものであった。またこれらの成果は世界のトップレベル研究者が航海並びに研究に参画している点でも重要である。本事業が国際水準の研究拠点の整備並びにその成果発信につながったことを最も端的に示したものであると言える。

こうした設備整備は有効に活用され、高知コア研究所の高精度分析技術とあいまって、上述の研究のみならず様々な画期的な発見につながっている。例えば南太平洋の外洋域調査と海底堆積物の解析の結果から実に海洋の38%では海底下数100mの深さまで好氣的な環境が広がっている可能性が示された。通常、海底下の堆積物は、表層から数センチメートルよりも下層部は完全に無酸素環境になると信じられており、この通説を大きく覆すものとなった。本成果はNature Geoscience(2015)に発表され大きな反響を呼んだ。また、二酸化炭素地下貯留に向けた掘削調査研究により今

後あり得る貯留位置の提案並びに高精度 CO₂-pH ハイブリッドセンサーなどの開発に至った。

このように本事業によって世界に誇れる国際水準の研究施設が整い、その成果がトップジャーナルに発信されている現況は非常に高く評価できる。こうした成果から具体的なグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションが生まれていくかは今後の研究の展開に負うところが大きい。これらの成果はイノベーションのシーズを生み出した、という総括はおおむね妥当であると評価できる。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業によって一定数以上の若手研究者・女性研究者の活躍を促したことは評価できる。平成 24 年（2012 年）には最先端研究拠点ワークショップが高知コア研究所において開催され、平成 29 年度（2017 年度）からは国際級の若手研究者を育成するための海底下 100m までのピストンコア採取プログラムがスタートした。特に後者の事業は学生、ポスドク、若手教員が地球深部探査船「ちきゅう」に乗船する機会を与えた点で画期的な試みである。これによって彼らは実際に船上にて海底地下圏の試料を得る体験をし、得られた試料を用いた研究が始まっていることは高く評価できる。また、高知コア研究者の施設利用者は本事業終了後の平成 24 年度（2012 年度）から 1,000 名余となっており、多くの研究者によって活用されてきたことが示されている。

こうした若手研究者の育成の結果は今後更に長い時間をかけなければ評価することは困難である。また、上述のような試みは今後も継続的に行っていただくことが肝要と思われる。一方、本事業のような最先端基礎研究の推進に当たっては若手研究者のアカデミアとしてのポジションが十分に用意されなければならない。残念ながら現況においてはこうした挑戦的な研究を行う若手に与えられるポストは極めて限定的であり、極言すればほとんどないと言って良い状況にある。国内外の研究者・研究支援者を惹きつけ、切磋琢磨してもらうためには、その先のキャリアパスが極めて細くなってしまうと、研究を挑戦的に行おうとする若手の減少につながりかねない。この点については実施者のみならず、行政並びに全大学、全研究機関で考えていくべき本質的課題である。少なくとも、当該実施機関から巣立ち助教のポストを得ている者が複数いることは朗報である。

事業名	②世界最先端研究用原子炉の高度利用による国際的研究開発拠点の整備－原子力研究開発テクノパークの創成－
実施機関名	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 研究目標等

世界有数の高い中性子束と広い照射領域を有し、あらゆる試験ニーズに対応可能な世界唯一の照射試験炉 JMTR に、以下に示す最先端照射設備等の整備を行い、世界共通研究課題である軽水炉長寿命化対策、科学技術の向上等のための課題の解決に活用される研究開発基盤を構築し、国際的研究開発の拠点化を達成する。

具体的には、JMTR に最先端照射設備を整備することにより、JMTR 及び隣接するホットラボ施設群での次世代軽水炉の開発や医療用ラジオアイソトープ製造技術の開発などグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションを支える研究環境を実現する。これにより、最先端の照射設備を活用した研究開発が可能となり、産業界の行う軽水炉の長寿命化や次世代軽水炉の開発に係る応用研究から、大学などが行う材料の挙動解明などの原子力エネルギー基盤研究までの幅広い研究を実施でき、世界的に求心力を持たせ、それに刺激された国内外の優秀な若手研究者が結集し、切磋琢磨しつつ、技術の習得や優れた研究成果を挙げる環境を構築する。

また、日本で学んだ外国の研究者が、帰国後第一線で活躍し、日本の最先端の照射技術を世界に広めることにより新たな技術開発が促進され、その照射技術を世界に波及させることにより新たな若手研究者の来日を促して頭脳循環を加速する。これにより、グローバルな視点で研究活動ができる環境が構築でき、若手研究者が育成される。また、汎用照射試験炉国際会議やアジアシンポジウム等を開催することにより、照射試験炉の相互補完的な利用を行うワールドネットワーク及び原子力人材育成を中心としたアジアネットワークを構築し、国内外の優秀な研究者の頭脳循環を更に加速するための国際的な研究開発拠点を構築する。

さらに、本事業により、将来的に年間約 200 人の原子力人材を受け入れ、原子力人材育成の推進や原子力発電・試験研究炉の導入を計画している開発途上国との協力関係の推進、ひいては科学技術外交への貢献に資する。

※研究目標等設定時（平成 22 年度（2010 年度））以降の状況変化に対応した目標の修正等

JMTR は再稼働に向けて平成 25 年（2013 年）12 月 18 日に施行された「新規制基準」への適合確認を行うため、設置変更許可申請を平成 27 年（2015 年）3 月 27 日に規制庁に提出し、想定した基準地震動に基づいた耐震評価を進めてきた。その結果、新規制基準に適合させるには、原子炉建家の耐震補強工事を行う必要があり、JMTR を再稼働させるためには、補強工事を含め

て400億円以上、工期が最低7年かかることが判明した。なお、本工事に当たっては、当該事業で整備した設備も一時撤去する必要がある。このため、原子力機構では、JMTRを廃止する施設として検討する経営判断を行い、利用者の意見等を踏まえた上で、平成29年（2017年）4月1日にJMTRを廃止する施設とした施設中長期計画を正式に公表した。

このような状況の下、JMTR原子炉施設内に整備した軽水炉実機水環境模擬照射装置、高精度照射時間制御型汎用照射設備、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置及び複合型微細組織解析装置については、現在運用を中断し、運用方法を検討しているところである。現在、文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力科学技術委員会原子力研究開発基盤作業部会の下でJMTR代替炉の議論が進められているが、当該事業に係る装置の整備及び運転経験を通じて得られた知見・経験は、代替炉のための照射設備等の計画・設計の指針策定ための検討に活用していく予定である。

2. 総合所見

本事業は、世界有数の高中性子束と広い照射領域を有し、あらゆる試験ニーズに対応可能な照射試験炉（JMTR）及びその附帯施設に最先端照射設備等の整備を行い、世界共通課題である軽水炉長寿命化対策、科学技術向上等のための課題解決に活用される研究開発基盤を構築し、国際的研究開発の拠点化を達成するものとして計画された。そして、その目的を達成するため、平成22年度（2010年度）から平成24年度（2012年度）（一部繰越承認を経て平成25年度（2013年度）まで）にかけて最先端照射設備等の整備を行い、その後はJMTRの再稼働に向けた準備が進められてきた。

しかしながら、東日本大震災以降、原子力規制委員会によって設定された耐震評価に関する「新規制基準」に適合させるには、原子炉建家の耐震補強工事を行う必要があり、JMTRを再稼働させるためには、補強工事を含めて400億円以上、最低7年の工期がかかることが判明したため、原子力機構はJMTRを廃止する施設とした施設中長期計画を正式に公表した。このような状況の下で、JMTR原子炉施設内に整備された軽水炉実機水環境模擬照射装置、高精度照射時間制御型汎用照射設備、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置及び複合型微細組織解析装置については運用が中断され、今後の対応方策が検討されているところである。このように、照射試験炉シミュレータ以外の原子炉施設及びホットラボ施設内に整備した大半の設備の運用について、照射試験ができないことから、当該事業の「国際的研究開発の拠点化」という目的自体が未達となった。なお、現在、文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力科学技術委員会原子力研究開発基盤作業部会の下でJMTR代替炉の議論が進められているところであり、当該事業に係る装置の整備及び運転経験を通じて得られた知見・経験が、代替炉のための照射設備等の計画・設計の指針策定の検討のために活用されることが期待される。また、本事業で整備され、現在運用が中断されている設備装置

類の今後の対応方策の検討に当たっては、原子力機構の外部（国内外の大学や研究機関等）からも幅広く意見を聞き入れ、原子力機構の内外問わず移設についても躊躇せず、最も効果的に再活用できる方法を創意工夫してもらいたい。

一方、本事業で整備された照射試験炉シミュレータ、視覚機能装備型の高機能マニピュレータについては、これらを活用して海外から若手研究者・技術者を招へいし、延べ 103 名（当初目標の年間約 10 名以上）についてオンサイト研修を実施するとともに、193 名の国内大学生等に対する研修が行われ、一定の成果が得られてきている。今後は、これらの設備について、移設の可能性も含め、引き続き有効に活用されることが期待される。

このように、実施期間中に発生した東日本大震災を受けた「新規制基準」の変更と原子力機構の経営判断を受けた JMTR 自体の廃止という、当初計画時点では予測不可能な事態におかれたため、本事業で整備した多くの設備については運用が中断されているものの、一部設備については、これらを活用した国内外の若手研究者、学生等に対する研修等が行われ、一定の成果が得られてきている。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成できなかったが、一定の成果は認められる。

3. 評価の観点に関する評価

（1）科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業は、世界有数の高中性子束と広い照射領域を有し、あらゆる試験ニーズに対応可能な照射試験炉（JMTR）及びその附帯施設に最先端照射設備等の整備を行い、世界共通課題である軽水炉長寿命化対策、科学技術向上等のための課題解決に活用される研究開発基盤を構築し、国際的研究開発の拠点化を目指すことを目的とし、これを達成するため、平成 22 年度（2010 年度）から平成 24 年度（2012 年度）（一部繰越承認を経て平成 25 年度（2013 年度）まで）にかけて最先端照射設備等の整備を推進し、完了した。しかしながら、東日本大震災以降、原子力規制委員会によって新たに設定された耐震評価に関する「新規制基準」に適合させるためには、JMTR 原子炉建家の耐震補強工事を行う必要があり、JMTR を再稼働させるためには、補強工事を含めて 400 億円以上、最低 7 年の工期がかかることが判明したため、原子力機構は JMTR を廃止する施設とした施設中長期計画を正式に公表した。このような状況の下で JMTR 原子炉施設内に整備した軽水炉実機水環境模擬照射装置、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置については運用を中断し、今後の運用方法が検討されているところである。また、高精度照射時間制御型汎用照射設備については、同じく規制基準等の変更により設置ができなかった。さらには、視覚機能装備型の高機能マニピュレータや複合型微細組織解析装置を設置しているホッ

トラボ施設が排気筒取替え工事のため使用停止となり、その後、当該施設も廃止措置対象となったため、使用が可能となっても期間限定となる。

以上、東日本大震災の影響により上記の6台の大型装置が整備されながらも、現時点でも5台が運用できる状況にはないということは極めて残念である。もちろんこのことについては不可抗力の面があることは否めないが、我が国の強みを持つ分野における国際共同研究等の促進、国際的な大規模プロジェクトへの発展、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの源泉たるシーズの創出やブレークスルーをもたらす研究開発の推進、関連する基礎研究の振興、上記の研究を支える知的基盤の整備という面では、当初の目的を達成できなかったと言わざるを得ない。

なお、本整備と並行して、アジア諸国／発展途上国との研究協力関係、さらには国際的研究開発の拠点化を達成すべく、汎用照射試験炉に関するアジア国際会議の開催や、そこでの人材交流への働きかけを推進するとともに、本事業により設置した照射試験炉シミュレータや上記視覚機能装備型の高機能マニピュレーターを用いて、招へいた海外若手研究・技術者へのオンサイト研修を行い、ある程度の成果を得ている。したがって、開発途上国との協力関係の推進、アジア諸国等とのパートナーシップの推進に関しては、十分ではないが、ある程度の成果を上げたものと考えられる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

JMTRは、平成19～22年度（2007～2010年度）にかけて再稼働のための改修を実施し、高い中性子束と広い照射領域を持つ利点を最大限活用し、世界有数の照射実験施設の整備を目指してきた。このため、平成22～24年度（2010～2012年度）（一部繰越承認を経て平成25年度（2013年度）まで）にかけて最先端照射設備等の整備を推進し、当該事業に係る設備整備は完了した。

特に、軽水炉実機水環境模擬照射装置、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置、複合型微細組織解析装置、視覚機能装備型の高機能マニピュレーターは軽水炉材料の安全性研究等を加速させ、原子力エネルギーの有効活用によるCO₂放出量削減に貢献するものであり、また高精度照射時間制御型汎用照射設備は医療用短半減期RI等の製造の国産化を目指し、ライフ・イノベーションの創出に寄与するものと期待されてきた。さらには、照射試験炉シミュレータは、若手研究者・技術者によるオンサイト研修を通じて原子力人材育成に活用すべく設置された。そして、これらの設備整備の完了や人材育成の活動により、国際化への拠点化が進められてきた。

しかしながら、(1)で述べたように、原子力機構は、原子力規制委員会によって設定された耐震評価に関する「新規制基準」への適合を前提と

した JMTR の再稼働を断念し、廃止を決定したことから、JMTR 原子炉施設内に整備された軽水炉実機水環境模擬照射装置、高精度照射時間制御型汎用照射設備、炉出力追従型の次世代キャプセル温度制御装置及び複合型微細組織解析装置については、運用が中断され、今後の運用方法が検討されているところである。

以上のような状況であり、当初計画した研究成果の海外への発信、研究波及効果、優れた外国人研究者等の参画等については、全く実現できていないと言わざるを得ない。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

(2) に記載したように、当該事業で計画された設備については順調に整備が行われ、照射試験炉シミュレータを用いた人材育成については、ある程度の成果が得られつつあったが、JMTR が再稼働されず、廃止予定となってしまったことから、整備した設備を運用することができず、当初の目的を達成することができていない。したがって、当初計画された海外を含む若手研究者の参画や若手研究者が競争的環境の下で主体的に研究を進める仕組み、グローバルな視点で活動できる若手研究者の育成、外部の研究者が利用できるための適切な配慮等については、実現できずに現在に至ってしまっている。

事業名	③コヒーレント光科学研究基盤の整備
実施機関名	国立大学法人東京大学、国立研究開発法人理化学研究所

1. 研究目標等

超高周波数の電磁波である光を波としてその位相や振幅を究極的に制御する技術、コヒーレント光テクノロジー、が近年急速に進展している。本事業はこの最先端のレーザー技術をベースとしてそこに新しい概念を導入することによって、これまでにない、強力かつ安定なコヒーレント光を発する小型の光源装置を開発整備する。この光源は、テラヘルツから軟 X 線までの幅広い領域において、極短パルス光を高繰り返しで発生するものである。さらに、この光源の特性を引き出す、コヒーレント光による計測装置を開発整備する。これらを東京大学本郷キャンパスに世界に先駆けて整備することで、最新の光技術の成果を幅広い分野の研究者に提供し、融合学術の創出と分野を超えた頭脳循環を促す仕組みとして活用する。

まず先端レーザー技術を駆使して、パルス光の安定性を維持しつつ強度を大幅に増大させる技術を開発し、高強度高安定高繰り返しのコンパクトな光源装置を開発する。これは、光エネルギーの高効率利用という特長をもつ。極超短パルス光によって、従来の限界を超える超高速時間領域での電子や原子の応答を捉え、気相、液体、固体あるいはそれらの界面での反応や励起ダイナミクス計測・分析が可能となる。具体的には、多波長のコヒーレント光源の同時照射が可能な光源として、高精度同期可能な、高強度・高繰り返し光源とその波長変換装置を開発整備する。従来の 100 倍以上の繰り返しを実現する。光格子原子時計技術や量子光学研究で培った冷却原子を利用した高精度周波数安定化技術や超低損失パラメトリック変換技術を活用する。波長変換部は、高次高調波発生装置、高輝度テラヘルツ光源などを備える。これにより、軟 X 線領域の顕微画像計測装置、テラヘルツイメージング装置などを開発し、生体の動的計測技術、気液ナノ界面での電子励起過程の観察などを行う計測装置群を整備する。レーザー計測を専門としない、バイオ分野や材料分野の研究者にとってバリアのない利用研究環境を整える。また、この装置の応用として、今後のレーザー技術展開を見据え、強い光電場下で劣化のない鏡や結晶、ファイバーなどを実現するための利用研究も推進する。利用技術として、特に、テラヘルツカメラの高感度化と軟 X 線顕微鏡の高精度化を実施する。この開発において、民間企業とも連携し、民生技術を積極的に活用する。

また、本事業における光源整備とその利用環境整備において、若手の気鋭の研究者を雇用する。特に、若手・女性研究者の活動を先端光科学ネットワーク拠点事業などとの連携により幅広く支援していく。これらにより、様々な分野の優秀な若手研究者や大学院学生が国内外から集う場を形成し、彼らの切磋琢磨により、科学技術及び学術を牽引するリーダー人材が多数育成さ

れる頭脳循環のハブとなることを目指す。本事業の中核を担う、東京大学光量子科学研究センターで同時に進められる先端光量子科学国際教育研究プログラムとも連携させ、本事業の成果を効果的に活用し波及させ、我が国の成長に資するものとする。

※研究目標等設定時（平成 22 年度（2010 年度））以降の状況変化に対応した目標の修正等

事業終了後、本整備設備の有効活用は、光量子科学の研究開発プロジェクトとの連携により進めてきた。特に、機関連携で実施してきた先端光量子科学アライアンス（平成 20～29 年度（2008～2017 年度））、大学の研究成果の社会実装を進めるための COI STREAM 事業（平成 25～33 年度（2013～2021 年度））や NEDO 事業（平成 28～32 年度（2016～2020 年度））では、本施設が大きな役割を担ってきた。

このほか科研費、AMED-PRIME、CREST など本事業で育成された若手が主導する多数の研究プロジェクトへと展開している。

2. 総合所見

本事業により、従来、放射光や X 線自由電子レーザー（XFEL）などの巨大施設で提供されてきた短波長光源の性能を凌駕する画期的な光源技術を実験室レベルで実現した。特に、高次高調波光源では従来の 1,000 倍程度の高繰り返し周波数を実現し、外部共振器での高次高調波発生、アト秒 X 線光源を開発して分光実証に成功するなど、光源開発に関する目標は十分に達成されたと認められる。

また、測定系においても、高速可視化技術に資する軟 X 線顕微鏡の開発、テラヘルツカメラの開発など、これまでにない測定系の開発にも成功した。さらに、光電子分光装置においても、飛行時間計測型時間分解により従来型の 100 倍以上の測定効率を実現できる装置を開発し、物質表面から深部の測定を可能にするなど物質科学に大きく寄与できるものと期待され、目標を十分達成したと認められる。

これらの設備は、本郷キャンパスと柏キャンパスに設置され、国内外の研究アクティビティの集まる地域の特性を生かして、今後の拠点としての活用が期待される。

加えて、これらの成果を今後の新規事業展開に資する活動も始まっており、成果の有効な展開が期待される。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

- (1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業においては、先端レーザー技術に基づく新しい概念の強力なコヒーレント光を、テラヘルツから軟 X 線までの幅広い領域において極短パルスで発生させる装置、及びそれを用いた先端計測装置を世界に先駆けて整備した。

その結果、増幅機能を有する光蓄積リングという独創的手法により、従来の 1,000 倍に及ぶ、測定の圧倒的な高速化・効率化を実現する MHz 級の超高繰り返し高次高調波発生装置を実現した。また、増幅媒質のないパッシブ共振器を用いた光増幅技術において短波長の高次高調波発生を実現するなど、世界に競争力のある技術を開発した。このような光源は世界的に見ても例がなく、我が国が強みを持つ材料技術分野などにおいて世界的優位性を維持し続ける求心力として重要な成果であり、国際共同研究等の促進に資するものと評価できる。

また、計測装置では、軟 X 線顕微鏡、高性能光電子分光装置、テラヘルツカメラなどの装置開発を行い、それによって、次世代半導体製造装置として現在急速に開発が進められている極端紫外リソグラフィで用いられる 13.5nm の像の観察に成功し、また、安全・安心社会の構築や環境計測、グリーン・イノベーションに資するテラヘルツ波による可視化技術を提供する基盤技術を実現した。さらに、光電子分光装置では従来と異なる方式の採用により、時間分解能が格段に進歩し、境界面で起きる光と物質の様々な物理過程を追跡できるようになるなど、光と物質の相互作用に関する学理の構築に大きく寄与すると期待される。このような技術は、レーザーによるものづくりの推進に大きな役割を果たすと考えられ、Society 5.0 の実現に向けても、フィジカル空間側の高度化の面で寄与が期待できる。

このように、本事業では、世界的にも類を見ない極めて挑戦的な技術を開発し、それらを集積した設備を構築した。今後、その活用を進めることで、基礎研究から産業応用まで幅広い研究の基盤提供に資すると期待される。これらの成果は、光技術をもとに、我が国の強みを持つ物質科学、半導体分野、ものづくり産業等を強化し、国際共同研究等の促進に資するものと評価できる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本事業によって整備された設備は、世界的にも例がない高い研究水準のものといえる。

光蓄積リングによる超高繰り返し高次高調波光源は、従来の 100~1,000 倍の繰り返し周波数を実現しており、計測時間が大幅に短縮されることに資する。また、同時に THz から軟 X 線までの広帯域にわたって互いに同期された超短パルスが得られる装置は画期的であり、様々な形態のポンプ・プローブ計測や、これまで放射光施設などの大型施設でのみ実現可能だっ

た軟 X 線領域の吸収分光が、テーブルトップ規模のレーザー装置で可能となることにより、物質・材料科学や分子化学をはじめ、新たな研究分野の開拓に資する波及効果を持つと評価できる。

また、アト秒精度での電子移動の実時間観測技術や、時間分解光電子分光によって、光化学反応における超高速電子過程や固体の電子状態を直接観測できる技術が進み、今後、光触媒反応、太陽電池などの光励起固体系に適用することで、グリーン・イノベーションに資する物質設計や現象理解に新たな視点を提供することが期待される。

これらの研究成果の発信においても、100 名を超える外国人研究者が来訪し、被引用数 100 を超える論文 3 報を含む、49 報の研究論文、100 報を超える国際会議での招待講演等により、国際的に高いアクティビティを実現している。

これまでも、国内外の共同研究をはじめとする多数の国際的な研究展開が進められてきたが、今後は、整備・調整を終えて本格的な利用・供用を予定しており、その進展が期待される。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業の遂行の中で、整備された最先端の設備の活用により、多くの国内外の人的ネットワークができることによって、結果として多くの若手研究者、女性研究者が活躍しており、育成の場を提供できていると考えられる。また、本事業に参加していた若手・女性研究者たちが大学や公的研究機関の研究職への採用に至っていることは、直接的な因果関係は見えにくいものの、国際的な研究環境が人材育成・輩出に寄与していたと考えられる。

取り組みとしても、実施者たちが同時に行ってきた先端光量子科学アライアンス事業、リーディング大学院事業などとの連携を行い、光量子科学を軸とした卓越した研究を牽引力として、若手研究者の育成を目指したことは評価できる。

また、産業界との連携によって、若手研究者や大学院生と産業界の研究者との接点を生み出し、そのキャリアパス形成に寄与していることも評価される。

外部利用者への配慮に関して、幾つかの実績ができつつあり、対応可能な環境にあると考えられる。

事業名	④次世代パルス最強磁場発生装置の整備
実施機関名	国立大学法人東京大学

1. 研究目標等

本事業により、米欧が有する磁場発生装置の約 10 倍の性能を持つ 1,000 テスラ発生可能なパルス超強磁場発生システムを導入する。現有の装置を用いて（これは一部老朽化しているが）、磁場発生は 700 テスラの室内世界最高磁場発生に成功している。また、これを用いた物性計測では 600 テスラまで精密かつ信頼性ある磁性体の磁化測定に成功している。これも物性計測の世界記録である。600 テスラは物質科学にとって重要意味を持つ臨界磁場値である。これ以上の磁場では、磁場による電子のサイクロトロン運動が 1 ナノメートル以下になる。言い方を変えると、磁場の磁力線の数が原子の数と同じ程度に達し、ひいては、磁場が原子の配列を感じ取り、その周りにへばり付いた電子に強く作用し、あるいは、その電子の情報を取り出すことができるように作用し始める。600 テスラ以上の磁場で物性計測に成功した例は世界では報告がない、全く未知の領域に踏み入ることになる。本事業により、

- 1) 導入された装置を用いて磁場発生技術を格段に引き上げることにより 600 テスラから 1,000 テスラまでの安定した磁場発生を可能とする。
- 2) また、磁場発生だけでなく様々な物性計測を可能とし、それだけでなく、この人類未踏の磁場領域での信頼性のあるデータ取得システムを構築する。
- 3) 100 テスラから 600 テスラの磁場発生と物性計測の信頼性及び精度を格段に引き上げ、実験アクセスを容易にし、超強磁場物性科学の発展を促進する。

これにより、我が国が強みを持つ強磁場科学を格段に発展させ、人類未踏の極限物性科学の領域を開拓し、我が国の基礎研究の進展を図るとともに、国際的なプレゼンスの強化につなげる。

さらに、本設備により新規材料開発研究の進展に貢献する。環境エネルギー分野に役立つ基盤となる物質・材料の研究開発（高性能電池材料、超伝導材料、磁性材料、電気磁気複合材料等の開発）を加速する。これらのことを通してグリーン・イノベーション等に貢献する。

なお、現在世界の 3 極（日、米、欧、それに近未来の中国）では、非破壊パルス磁場 100 テスラの磁場発生と物質科学の展開に力が注がれており、多くの優秀な若手研究者が参画し、様々な材料科学の成果が報告されている。しかし、それ以上の強い磁場での物性計測は物性研究所の独壇場であり、本事業により世界の多くの若手研究者の参入が見込まれる。そこで、ヨーロッパ強磁場ネットワーク（ユーロマグ・ネット）の機構長、ドイツドレスデン強磁場施設の長、米国国立強磁場研究センターの長にアドバイザー委員を委嘱し、若手研究者の交換交流を推進する。アジアでは中国武漢のパルス強

磁場施設長との科学・技術交流を締結し、若手研究者の具体的な交流を通して中国での物質材料若手科学者の参画を奨励する。

※研究目標等設定時（平成 22 年度（2010 年度））以降の状況変化に対応した目標の修正等

平成 22 年度（2010 年度）事業による第 1 期の 1,000 テスラ用超強磁場発生装置のうち高エネルギーコンデンサ電源部の製造を米国 L3 アプライドテクノロジー社に依頼した。調達契約成立後（平成 23 年（2011 年）4 月）直ちに設計に入り製造を開始したが、平成 24 年（2012 年）、全システムの核となる主コンデンサ電源部の製造完了見込みが大幅に遅延することが製造元より知らされ、その後の第 2 期調達分も主コンデンサ電源部は第 1 期のそれを拡大したものであり、基本的には同じ構造であるため、本装置の納品設置の大幅な遅延が予測された。また、平成 25 年度（2013 年度）末には、全ての装置が納品設置されたものの、その後の試験運転において様々な予期しない深刻な故障が継続した。したがって、本事業の 1,000 テスラ超強磁場発生装置が性能を十分に発揮でき、安全に稼働できる状態にすることを完成とみなし、その完成に全力を投入することを第一目標とした。一方で、本事業の最終目標は、新装置を導入して 1,000 テスラの超強磁場を発生することのみではなく、その磁場領域での物質科学を開拓することにあつた。そこで、上記に加え、当該強磁場施設の既存の装置をフルに活用して、あるいは一部完成した装置と旧装置と組み合わせることで、これは、上記 3) の目標とも一部重なるが、1) 海外では困難である 100 テスラ以上の物性計測技術の開発、物質科学の展開、2) 1,000 テスラ装置の完成後をにらんだ電磁濃縮超強磁場の発生機構の解明、精密物理測定法の開発、超強磁場物性科学の探索を行うことを目標と定めた。

2. 総合所見

従来技術の 10 倍もの高い目標を目指した前人未到の研究を遂行するには、予想すらしていなかった多くの障害に直面し、それらを乗り越えなければならないことは容易に想像できる。また、そのために完成まで予想以上の時間を要したことも、やむを得ない結果であったと考えられる。むしろ、ここまで粘り強く取り組み続け、最後に目標通りの結果を出された本事業の関係者に、心から敬意を表したい。

当初の研究目標に対する達成度については、調達装置の納期の遅れとその後発生した様々な初期不良、深刻な故障の対応のために超強磁場 1,000 テスラ発生装置の完成は大幅に遅れたものの、平成 30 年（2018 年）1 月末に完成するに至った。1,000 テスラ級の超強磁場発生と合わせ、巨大磁場領域での信頼性あるデータ取得システム構築及び物性測定精度の向上については、計画通り達成されたと評価できる。

一方、装置の完成が遅れたために、研究期間中に具体的なグリーン・イノベーション等に貢献する材料開発にまで至らなかった。ただし、国際研究拠点の構築や若手研究者の育成及び参画に関しては、超強磁場が達成できていない難しい状況の中で一定の成果が認められる。

地域の特性を活かした研究の推進状況については、1,000 テスラ発生装置の完成が遅れたため、実質的な研究成果はほとんどなく、具体的な研究推進はこれからの課題である。ただし、強磁場施設を有する主要な国々（特に東アジア諸国）との密接な共同研究体制が構築されているので、今後は国際的な拠点として活発な研究推進が大いに期待できる。

今後の展望については、1,000 テスラ超強磁場発生装置が完成したことは、物質科学や材料開発を行う研究者にとって従来なかった新たな研究ツールが出現した意味で大きな福音である。本装置を最大限活用して、本事業でいまだ達成されていない部分に積極的に取り組んでいただければ、本事業の目標を超えた成果が達成できると確信する。

以上のことから、当初の事業目標は概ね達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業は、米欧が有する装置の約 10 倍となる 1,000 テスラのパルス超強磁場発生装置を開発し、その磁場発生を用いた物性計測と物性制御を用いることで、我が国が強みを持つ強磁場科学を格段に発展させることを目指している。人類未踏の極限物性科学の領域を開拓し、我が国の基礎研究の進展を図るとともに、国際的なプレゼンスの強化を目指すものである。

しかし、装置開発において調達装置の遅れや度重なる故障に見舞われ装置の完成が著しく遅延したため、装置は完成したものの期待されていた基礎研究の進展や国際的なプレゼンスの強化は十分には達成されていない。

我が国の強みを持つ分野における国際共同研究等の促進という点では、1,000 テスラ・パルス超強磁場発生装置の開発途上ではあったが、その完成を見越して米国、フランス、ドイツ等の関連施設と密接な共同研究や人的交流を図った。平成 28 年度（2016 年度）における海外からの利用実績は、延べ 300 名を越えている点は評価できる。

アジア諸国等とのパートナーシップの推進という点では、中国、韓国との共同でアジア強磁場フォーラムを設立し東アジアの国々との強力なパートナーシップの確立を図っている。

グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの源泉たるシーズの創出やブレークスルーをもたらす研究開発の推進という点では、本事業で開発された高精度測定技術と 300 テスラ級の強磁場を利用し、酸素の新相の発見やカーボンナノチューブの電子状態の解明に関連した新しい成

果が得られた。これらの成果は、1,000 テスラ超強磁場発生装置の本格稼働後へ大きな期待を抱かせるものである。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

世界記録 985 テスラが実現した今、原子レベルでのナノマテリアルの物理パラメータを探索することが可能な状態となり、今後における未知の物質の性質解明が大いに期待できる。また、1,000 テスラは世界の中でもずば抜けて優れた性能であることから、今後世界の強磁場物性科学を牽引する拠点に発展することに疑問の余地はない。

国際的なベンチマーキングによる研究水準の評価という点では、事業開始時点においても、100 テスラ以上での物性計測は、東京大学物性研究所以外では困難であり、国際的拠点として既に高く認知されていた。今回の事業は、世界の強磁場科学のコミュニティーからも熱い期待が注がれており、平成 30 年（2018 年）1 月末に発表した世界記録 985 テスラのニュースは、国内はもとより、米国、ヨーロッパ、中国の強磁場施設からの大きな反響があった。今後、ここでしかできない数多くの研究成果が発信されるならば、国際的な中心拠点として認知されていくものと考えられる。

研究成果の海外への発信という点では、装置の完成が遅れその開発に多くの労力が割かれたため、現時点において海外へ発信された研究成果は多くはない。ただし、平成 30 年（2018 年）9 月には柏キャンパスで 1,000 テスラ超強磁場発生装置の公開を兼ねたメガガウス国際会議（MG-XVI2）の開催が計画されており、研究成果の海外への発信は、今後大いに期待できる。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

若手研究者の参画、特に海外を含む外部からの若手研究者の参画の増加が見込まれるかという点では、米国、ドイツ、フランス、中国、台湾、韓国との研究交流や共同研究を実施し、多くの成果をあげている。若手を中心とした海外研究者の利用者数は年々増加し、台湾、中国、韓国を中心に平成 26 年度（2014 年度）：121 人、平成 27 年度（2015 年度）：168 人、平成 28 年度（2016 年度）：331 人を数えた。1,000 テスラ装置が完成した今後は、更に多くの若手研究者の参画が見込まれる。

グローバルな視点で活動できる若手研究者の育成が期待できるかという点では、1,000 テスラの磁場は利用できない状況ではあったが、本事業に関係した若手研究者たちは国際的な業績を上げており、育成の効果はある程度認められる。

研究支援の体制を含め、研究を継続的に実施できる運営体制が構築されているかという点では、大阪大学強磁場センターとの国内共同利用連携事業を新たに開始するなど、装置の有効利用に向けた体制作りへの努力が認められる。ただし、国内の特定大学ではなく、国内外の多くの研究者に認知してもらい有効に利用してもらえようような運営体制の工夫が求められる。

事業名	⑤生命動態システム科学研究の推進
実施機関名	国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人理化学研究所

1. 研究目標等

新たなライフサイエンス研究である生命動態システム科学研究の推進に必要な「計測」・「計算」・「デザイン」に関する研究基盤を整備し、当該研究基盤を活用した世界最先端の技術の創出と、その利用に関する中核的拠点の構築を目指す。

本事業により基盤整備が行われることで、複雑な生命動態システムの解明にとって必要不可欠な、最先端計測とシミュレーションを駆使した研究を強力に推進することが可能になる。

具体的には、細胞内の分子の動態等を計測する生命動態計測基盤、生命動態シミュレーション基盤等の整備により、拠点が有する細胞内の1分子の動きの超精密測定などの最先端かつ日本オリジナルの計測技術のさらなる高度化（例えば、多種分子の同時計測や深部組織の高解像イメージング、1細胞ハイスループット質量分析法など）を実現する。また、計測データと計算とを連携させた高精度計算シミュレーション技術の高度化（例えば、生命分子における現状の「ナノ秒間」シミュレーションから、生命分子の反応時間スケールである「ミリ秒間」シミュレーションへの高度化）を実現する。これらの技術的革新により、将来的にはターゲットとするタンパクの結晶構造近傍ではない動的多型に基づいた新しい創薬戦略や、個々の細胞の状態を基にした病態の理解や薬効の予測、移植医療における再生臓器の制御技術などの全く新しい生命科学の進歩の道が拓けると期待される。

また、当該研究基盤の活用のため、当該研究分野に関するコンソーシアムを形成し、他研究機関・大学等との連携研究を通じて生命の動態システムを解明しようとする大学等とニーズと技術の共有を図る。また、拠点オンサイトでの若手研究者等の受入れ等を通じ、最先端計測技術、計算生命科学、分子生物学、細胞生物学、有機合成化学、数理科学、マイクロエンジニアリング等の様々な研究分野の研究者が集うオープン型の研究環境を構築し、異分野融合研究により若手を惹きつける新しい生命科学研究を促進する。

さらに、本研究基盤の強化を通じて、我が国の特色や優位性を活かした国際的頭脳循環に貢献する。大阪大学では、グローバルCOEプログラム等を活用し、国際的にも先導的な異分野融合教育によって、国際社会の発展を担う人材育成を引き続き進めていく。理化学研究所においても外国人研究者等の積極的登用を図り、国際化に努める。

2. 総合所見

本事業は、遺伝子・タンパク質など多くの要素が複雑に絡み合っている生命システムの原理を理解し、計測・計算科学を活用して生命を動態システムとして把握することを目的として展開された。

本事業の政策的な意義を考えたとき、以下の3点で高く評価できる。第一に、本事業は我が国の大きな強みである最先端計測技術を、ライフサイエンス分野の先端テーマに対して適用したものであり、分子・細胞計測に関する我が国のトップ研究者が関連企業と密接な協力関係を築きながら実施したことにより、当該分野の中長期的な体制強化につながった。具体的には、まず細胞膜上のタンパク質1つ1つの動きを追跡可能とした全自動の細胞内1分子スクリーニングシステム(AiSIS)の開発が評価できる。膜タンパク質は生命システムにおける細胞間の情報の授受に関わり、創薬の重要なターゲットである。膜タンパク質の革新的な立体構造解析を可能とする次世代超高分解能クライオ電子顕微鏡の分野においても、本事業によって自動制御クライオ試料ステージの技術開発が進展した。さらに、超解像蛍光顕微鏡に関しても、動態解析を可能とする従来よりも100倍高速なシャッター速度を実現するなど、「分子の動態を見る」という切り口から必要となる各種技術を重層的に開発した。第二に、クライオ電子顕微鏡や蛍光顕微鏡等の技術への需要が世界的に急激に高まる中、先見性を持って基盤整備を早期に実現したことは時宜を得たものであり、我が国の競争優位性につながった。第三に、これらの研究基盤を維持する組織体制が整備され、人材育成や国際交流の拠点として稼働している。

これらの成果は、生命動態システム分野の拠点形成につながっただけではなく、我が国のライフ・イノベーションの先導役と認識され、生命科学分野全体に波及効果をもたらしている。

分子動力学専用計算機 MDGRAPE-4 の開発は、世界において米国と我が国だけが挑戦し得た最先端の内容であり、我が国独自のノウハウの蓄積に基づく計画であった点が高く評価できる。しかし、理化学研究所が別途関与したスパコン開発事業では異なる形式が検討されたなどの背景もあり、後年度の支援が必ずしも十分な規模では実施されなかった点はやや惜しまれる。

本補助金で整備された設備を利用して実施された研究は、世界を牽引する最先端のレベルの成果に結実し、著名な国際論文誌上に多数の発表論文が掲載されている。理化学研究所生命システム研究センター(QBiC)及び大阪大學生命機能研究科生命動態イメージングセンターは、本事業を受けて平成24年度(2012年度)から整備が進み、生命動態システム研究に関する大型拠点として、地理的な近さを活かした連携を保ちながら順調な発展を続けている。

QBiCでは、研究スタッフの約1割が外国籍であり、諸外国から優れた外国人研究者を招へいすることなどを通じて国際的な交流拠点に育ちつつある。例えば、国際主幹研究員として5年間在席した外国籍の研究者が、後にスイスETH Zurichに研究室主宰者として転身した例などは、神戸と大阪が

当該分野における世界的な人脈づくりの輪の一角を成しつつあることの証左の一例といえる。

女性研究者及び若手研究者の参画を高めるための施策も積極的に進められており、例えば QBiC では育児期間復帰後の研究費助成制度等の支援が準備されている。大阪大学生命機能研究科では、文部科学省のグローバル COE やリーディング博士課程教育プログラム等を通じた人材育成や交流プログラムを実施し、海外からの大学院生の招待など、国内外研究機関との交流が積極的に進められた。さらには将来の若手研究者育成策として、理研 QBiC が毎春に実施している学部生・大学院生を対象とした研究室での受入れ実習コースも有益と考えられる。

本事業では、主に高度イメージング技術に基づく生命動態システムの解析が行われてきたが、一方で近年、1細胞解析技術の大きな進展により、細胞単位でのトランスクリプトーム・プロテオーム・メタボローム等の網羅的なデータ解析も可能になりつつある。前者は生きたままの活動を非侵襲的に観察できるのに対して、後者は網羅的ではあるが細胞を破壊する必要があるため、相補的な手段と考えられる。当該拠点では将来に向けて、動的イメージングと網羅的オミックスの大規模な情報統合の研究アプローチを進めつつあり、その発展が期待される。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業は、遺伝子・タンパク質など多くの要素が複雑に絡み合っている生命システムの原理を理解し、計測・計算科学を活用して生命を動態システムとして把握することを目的として展開された。本事業の政策的な意義を考えたとき、以下の3つの点で高く評価できる。

第一に、本事業は我が国の大きな強みである最先端計測技術を基盤として、ライフサイエンス分野の先端テーマに対して適用したものであり、分子・細胞計測に関する我が国のトップ研究者が関連企業と密接な協力関係を築きながら実施してきた点である。このため、単に助成期間における研究の加速だけにとどまらず、当該分野における我が国の研究開発体制の中長期的な強化につながった。具体的には、まず細胞膜上のタンパク質1つ1つの動きを追跡可能とした全自動の細胞内1分子スクリーニングシステム(AiSIS)の開発が評価できる。膜タンパク質は生命システムにおける細胞間の情報の授受に関わっており、創薬の重要なターゲットである。その膜タンパク質の革新的な立体構造解析を可能とする次世代超高分解能クライオ電子顕微鏡の分野においても、本事業によって自動制御クライオ試料ステージの技術開発が進展して、2.6Åの分解能を記録する等の成果を上げた。さらに、超解像蛍光顕微鏡に関しても、従来までの静止画レベルではなく、

動態解析を可能とする 100 倍高速なシャッター速度を実現するなど、「分子の動態を見る」という切り口から必要となる各種技術を重層的に開発した。

第二に、上記の各技術への需要が特に近年世界的に急激に高まり、クライオ電子顕微鏡や蛍光顕微鏡の普及と高度化が構造生物学及びシステム生物学研究において危急の課題となっている点が挙げられる。当事業の申請時において、これらの動向はある程度は予想可能であったが、上述の重層的な基盤整備を早期に計画し実現したことの先見性の高さは評価に値する。

第三に、これらの研究基盤を維持する組織体制が中長期的に整備され、人材育成や国際交流の拠点として稼働している点である。理化学研究所生命システム研究センター (QBiC) と大阪大学生命機能研究科生命動態イメージングセンターの間では、生命動態システム研究に関する地域的連携が成立しており、諸外国から PI を招へいするなど国際性豊かな研究環境となった。

分子動力学専用計算機 MDGRAPE-4 の開発は、世界において米国と我が国だけが挑戦し得た最先端の内容であり、我が国独自のノウハウの蓄積に基づく計画であった点が高く評価できる。しかし理化学研究所が別途関与したスパコン開発 (ポスト「京」) 事業では異なる形式が検討されたため、他のテーマに比べて後年度の支援が必ずしも十分ではなかった点は惜まれる。

(2) 当事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

当事業では、最先端計測技術を用いた生体分子及び細胞・組織のイメージング装置の開発と、計算生命科学の方法論との両輪により、生命システムの動態を観察し設計する技術の地平を拡大する先端的な技術開発が実施された。前項でも詳述したように、全自動細胞内 1 分子スクリーニングシステムの開発、次世代超高分解能クライオ電子顕微鏡のための自動制御クライオ試料ステージの開発、シャッター速度が 100 倍高速な超解像蛍光顕微鏡の開発及び分子動力学シミュレーション計算機の開発は、そのまま拠点内での研究レベルの向上に直結しただけではなく、我が国のライフ・イノベーションの先導役と認識され、生命科学分野の全体をも刺激したことにより期待以上の波及効果をもたらしたと評価できる。

本補助金で整備された設備を利用して実施された研究については、世界を牽引する最先端のレベルの成果が多く、多くの発表論文 (Nature Neuroscience, Nature Chemistry, Science, Developmental Cell, PNAS, 等) が得られている。また、数件の特許申請が行われた。

理化学研究所生命システム研究センター (QBiC) 及び大阪大学生命機能研究科生命動態イメージングセンターは、当事業を受けて平成 24 年度

(2012年度)から整備が進み、生命動態システム研究に関する大型拠点として発展を続けている。QBiCでは全研究スタッフの約1割が外国籍であり、諸外国から優れた外国人研究者を招へいすることなどを通じて、国際的な交流拠点に育ちつつあることが見てとれる。例えば、国際主幹研究員として5年間在席した外国籍の研究者が、後にスイスETH Zurichに研究室主宰者として転身した例などは、大阪と神戸が当該分野における世界的な人脈づくりの輪の一角を成しつつあることの証左と考えられる。

本事業では、生物学データの大規模なアーカイブの形成についても取り組んでおり、標準データ形式の策定や、解析ソフトウェアの開発、データベースの構築なども進められた。これらの点では、まだ国際的に広く認知されるほどの活動実績には至っていないと考えられるが、最先端計測や高性能計算との関連性の深い分野であるため、継続的な注力と発展を期待したい。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業の実施主体である理化学研究所生命システム研究センター(QBiC)及び大阪大学生命機能研究科生命動態イメージングセンターでは、若手研究者及び女性研究者の参画が積極的に進められており、海外を含む外部からの若手研究者の活発な参画が見られる。

海外研究者の登用とその国際コミュニティへの還流については前項でも述べたが、国内若手についても、理研QBiCにおいてPIとして若手研究者を招へいし、約3年間にわたる研究ユニット運営の経験を持たせたところ、当該研究者が国立大学の医学部教授として転出した例などがある。他にも、大学助教級のポジションなどに複数の人材を輩出している。また、将来の若手研究者育成策として、毎年春に40名程度の学生・大学院生を短期間研究室で受け入れ実習を行うコースを実施しており、全国から毎年100名程度の応募がある。一方、大阪大学生命機能研究科では、文部科学省のグローバルCOEやリーディング博士課程教育プログラム等を通じた人材育成や交流プログラムを実施しており、海外から大学院生を招待する夏のリトリートなど、国内外研究機関との交流を積極的に進めている。

女性研究者に関しては、理研QBiCでは約3割が女性研究者であり、育児期間復帰後の研究費助成制度など、参画の増加を進めるための支援も成されている。

以上により、理化学研究所生命システム研究センター(QBiC)と大阪大学生命機能研究科生命動態イメージングセンターは、生命動態システム解析の分野での国際的研究拠点として順調に発展を遂げ、地域的な近接性を活かした持続的な連携関係を構築していると評価できる。

事業名	⑥新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備
実施機関名	国立大学法人北海道大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人長崎大学

1. 研究目標等

北海道大学人獣共通感染症リサーチセンターは人獣共通感染症病因微生物の自然宿主、存続機構と伝播経路の解明、東京大学医科学研究所は臨床応用研究、大阪大学微生物病研究所は感染と宿主応答の解析研究、長崎大学熱帯医学研究所は感染症の疫学研究において優れた実績を有し、これまで本4拠点の中核となり、「感染症研究大学ネットワーク形成プログラム」（国立大学法人運営費交付金（特別教育研究経費）：平成17～21年度（2005～2009年度））により、国内16大学による感染症研究ネットワークの構築と若手研究者の育成を行うとともに、文部科学省「新興・再興感染症研究拠点形成プログラム」（平成17～21年度（2005～2009年度））により、アジア・アフリカ諸国に海外拠点を設置し、各国との人的交流及び共同研究を行うなど、国内及び諸外国の研究教育機関との連携研究を推進してきた。

本事業により、これらの4拠点到新たな研究設備として、網羅的病原体解析システム、病原体変異予測システム、無菌動物飼育維持設備、ゲノム解析高速コンピュータシステム、感染症分子イメージング基盤システム等を整備し、これまでの実績を基盤に、若手研究者をリーダーとする連携体制を構築し、日本発の革新的な感染症対策技術の開発を加速する。

具体的な達成目標は、まず網羅的病原体ゲノム解析システム及び病原体変異予測システムを用いることによって、感染症の発生を予測し流行を防止する効果的な「先回り対策」確立のための学術基盤の提供である。さらに、これまで分離・同定されていない未知の病原体の発見を容易にするとともに、無菌動物飼育維持設備を用いた感染実験により、微生物の感染と病原性発現メカニズムの解明及び感染に対する宿主免疫応答解析等の基礎研究を促進する。また、ゲノム解析高速コンピュータシステムの導入により、これまでに明らかにされた様々な動物細胞の膨大なゲノム情報を利用して宿主細胞と病原体間の分子相互作用を包括的に解析することを可能にし、感染症分子イメージング基盤システムにより、病原体の感染、発症と重症化の機序解明と予防・治療法開発のための知見を蓄積する。

また、平成17～21年度（2005～2009年度）における研究活動を通じ、アジア各国から女性・若手研究者が過去5年間に約200名が集結するとともに、タイ、中国、インドネシア等10か国で30名が活躍する若手研究者を育成した実績を持つ。国際的なパートナーシップを更に強化するために、本事業により整備される相互補完的連携・協力研究環境を「新興・再興感染症共同研究・教育ネットワーク」として国内外の研究者に提供し、各拠点の特長を生かした共同研究と教育プログラム等を推進することによって、人材育成と技

術・情報の共有を図る。また、研究報告会及びシンポジウム等を開催し、国内外の多数の研究者の参画を促進する（3年間で国内約600名、海外約600名：海外のうち約半数はアジアの研究者）。もって若手・女性研究者の学術交流を推進し国際共同研究を展開する。

新興感染症の発地域は主としてアジア・アフリカ地域である。本事業で確立するシステムは、深刻な感染症問題を抱えるそれらの地域の研究者にとっては大きな魅力である。今後発生する感染症の研究・教育を、4拠点がこれまでに築いたアジア・アフリカの海外拠点等を活用して、それらの地域の研究者と共同で実施するとともに、相互協力による人材育成を推進することによって、国際的な頭脳循環に貢献する。また、科学技術外交への貢献として、世界保健機関（WHO）、国際連合食糧農業機関（FAO）や国際獣疫事務局（OIE）等の国際機関と連携し、感染症対策の科学基盤を提供する。

2. 総合所見

新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備事業には、北海道大学、東京大学、大阪大学、長崎大学の4大学が参画し、本事業で整備された設備を活用して、それぞれの大学の特色を活かした国内外の拠点を構築し、感染症に関する研究・教育が行われた。

地域の特性を活かした研究の推進として、北海道大学は北海道に3箇所ある獣医系学部（北海道大学、酪農大学及び帯広畜産大学）と連携し、人獣共通感染症に関する共同研究及び共同教育課程等を推進した。また長崎大学では熊本大学エイズ学研究センターとのベトナムでのHIV大型コホート研究などといった地域内連携研究を推進するとともに、長崎大学内に設置する予定の高度安全実験（BSL-4）施設の稼働に向け、平成29年に長崎大学感染症共同研究拠点が設置された。

北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター、東京大学医科学研究所、大阪大学微生物病研究所、長崎大学熱帯医学研究所は、今後の国内外の拠点間連携の重要性及びこれまでのそれぞれの研究実績に鑑み、「4大学感染症連携研究教育連合」を平成27年（2015年）に設置した。現在、国内4拠点、及び感染症研究国際展開戦略プログラム（J-GRID）海外4拠点の国内・海外における有機的な連携に向けた活動を実施しており、今後の各拠点間のさらなる連携と、人材育成への取り組みが期待できる。

本事業で整備された設備の継続的な運用に関しては、特に人員、運用費の点で各大学ともに苦勞しているようであるが、運営費交付金・競争的外部資金等により、ほとんどの設備が現在も継続して運用されている。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

- (1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

北海道大学、東京大学、大阪大学、長崎大学の4大学では、本最先端研究基盤事業で整備した網羅的病原体解析システム、無菌動物飼育維持設備、ゲノム解析高速コンピュータシステム、感染症分子イメージング基盤システム等の設備を活用し、感染症研究国際展開戦略プログラム（J-GRID）、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム、アフリカにおける顧みられない熱帯病（NTDs）対策のための国際共同研究プログラム、革新的医療技術創出拠点プロジェクト 橋渡し研究戦略的推進プログラム、免疫アレルギー疾患等実用化研究事業 免疫アレルギー疾患実用化研究分野 病態解明治療研究、国際分野国際科学技術共同研究開発推進事業 戦略的国際共同研究プログラム（e-ASIA JRP）、インドネシアと二国間交流事業等の事業を通じて、国際的な大規模プロジェクト、地球規模の問題に関する開発途上国との協力関係、アジア諸国等とのパートナーシップの推進に取り組んできた。北海道大学は人獣共通感染症、東京大学は腸管免疫・HIV 感染症、大阪大学は未知病原体の検出や感染症に対する宿主免疫応答、長崎大学は熱帯医学といった各大学の特色を活かし、それぞれの分野における国際共同研究を推進したことは評価できる。また、北海道大学は WHO 指定人獣共通感染症対策研究協力センター及び OIE（世界動物衛生機関）と FAO（世界食糧農業機関）のレファレンス・ラボラトリーとして、長崎大学は熱帯性ウイルス感染症に関する WHO 研究協力センターとして機能しており、これらの点は、我が国の感染症研究における国際的な存在感（プレゼンス）の強化に役立っている。

産学連携・技術移転事業 大学発新産業創出プログラム（START Program）プロジェクト支援型による「ノロウイルス感染症に対する予防及び治療薬の開発」、免疫アレルギー疾患等実用化研究事業 免疫アレルギー疾患実用化研究分野 病態解明治療研究による「腸管免疫統合的制御による炎症性腸疾患新規予防・治療戦略研究開発」等の研究は、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの源泉たるシーズの創出をもたらす可能性のある研究として評価できる。

（2）本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター、東京大学医科学研究所、大阪大学微生物病研究所、長崎大学熱帯医学研究所は、本事業に関連した研究成果を、論文あるいは国際学会等で発表しており、発表された論文の被引用数も多い。

また、優れた外国人研究者等の参画という点では、各大学ともそれぞれの大学の強み・特色を活かした国際連携研究・教育の推進に取り組んでおり、多くの外国人教員・研究者を受け入れている。特に北海道大学では、人獣共通感染症リサーチセンターを核として人獣共通感染症グローバルス

テーションが組織され、メルボルン大学、アイルランド国立大学ダブリン校、アブドラ王立科学技術大学の3大学から世界トップレベルの研究者が率いる研究ユニットを誘致し、研究活動を展開している。また、東京大学では、パスツール研究所と東京大学医科学研究所の間で国際的な感染免疫ワクチンに関する先進的研究を展開するために両研究機関に国際共同研究ユニットを設立し、両国間における共生微生物解析データを構築、そのデータベースを基にした感染免疫ワクチン開発研究基盤のプラットフォーム形成を進めている。

国際的なベンチマーキングによる研究水準、研究成果の海外への発信、新たな研究分野を開拓して世界を牽引するような研究波及効果、優れた外国人研究者等の参画のいずれの視点からも、事業の目的は概ね達成されていると考えられる。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

各大学ともに、本事業で整備された設備を利用した共同利用・共同研究拠点として、国内外の若手研究者・女性研究者を受け入れ、研究活動支援を行っている。海外からの研究者受入れに関しては、「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」（北海道大学）及び「博士課程教育リーディングプログラム」（北海道大学、大阪大学、長崎大学）により、世界各国から大学院後期博士課程学生として受け入れ、感染症に関する教育が実施されている。

グローバルな視点で活動できる若手研究者の育成、外部の研究者が利用できるような研究・教育体制、研究を継続的に実施できる運営体制などについても配慮されたものになっているが、受入れのキャパシティは、4大学間で差があるようである。今後も積極的に、感染症の基礎及び臨床研究を行う若手研究者を受け入れられるようなプログラムを継続していただきたい。

事業名	⑦心の先端研究のための連携拠点（WISH）構築
実施機関名	国立大学法人京都大学

1. 研究目標等

本事業では、京都大学が、心理学・認知科学等を実施する大学等の研究機関と連携して、ヒト、チンパンジー等の比較認知実験等を行うネットワーク研究拠点を整備し、心理学、認知科学、脳科学や社会科学の分野を超えた学際研究を行い、他者との相互作用による心のはたらきを解明するための先端研究を推進してきた。本事業により、①比較認知科学実験設備（10億円）と②fMRI連携設備（4億円）を京都大学に整備した。これらの設備をもちいて行う研究の特色として、心理学、認知科学、脳科学、社会科学のみならず、我が国が世界をリードする霊長類学をも有機的に統合した「心の先端研究」拠点の構築により、我が国独自の学問領域の創成を目指し、基礎研究の振興とともに、国際的なプレゼンスの強化を図った。

本事業により、いつまでに、何をどこまで達成しようとしたかを具体的に述べる。

「比較認知科学実験設備」は、ヒト・チンパンジー・ボノボのヒト科3種の認知機能を比較研究する設備である。設備を2か所に年次計画で設置した。まず平成22年度（2010年度）に愛知県犬山の京都大学霊長類研究所に実験設備本体等、熊本県宇土の京都大学野生動物研究センター熊本サンクチュアリにその関連設備を設置し、平成23年度（2011年度）に熊本サンクチュアリに実験設備本体等を設置し、平成24年度（2012年度）においても熊本サンクチュアリに実験設備本体等を設置した。これによって、世界で初めてボノボの比較認知科学研究が可能になるとともに、当初の目標である「遠隔地の研究者による、ヒト・チンパンジー・ボノボのヒト科3種の比較認知科学研究」の実現を目指した。これによって、3年間で、人間とチンパンジーとボノボの知覚・認知・記憶・表象機能の相似と相異を明らかにでき、また、他者理解と互惠性と象徴機能の習得について大きな違いの証明を目指した。

「fMRI連携設備」は、人間のみを対象とした社会的交渉実験を行うもので、初年度の平成22年度（2010年度）は導入のための準備にあて、平成23年度（2011年度）にfMRIの本体1台を京都大学こころの未来研究センターに導入した。さらに、平成24年度（2012年度）に京都大学のfMRIを遠隔地（玉川大・慶応大・東大・理化学研究所・生理学研究所）にある既存のfMRIとのあいだで連携し、社会的交渉実験とその脳活動記録の実施を目指した。

こうして平成24年度（2012年度）終了時点までに、ヒト科3種を対象とした比較認知科学実験設備と遠隔間fMRI連携設備を連動させることによって、霊長類異種間のコミュニケーション研究や社会的交渉に関する研究の実施を計画した。心理学・認知科学と脳科学や社会科学の研究拠点を結んだ「心の先端研究のためのネットワーク」を整備することで、人間を特徴づけるく

他者との相互作用による心のはたらき>、すなわち他者理解や共感や互惠性の進化と発達について解明を目標とした。この結果として、日本が先導する霊長類研究と人間の発達・社会・脳科学を融合した、生物学的人間観に基づく全体的なアプローチによる我が国独自の心の学問領域の創成を目指した。

若手・女性研究者や外国人研究者を惹きつける具体的な取り組みもすすめた。本設備整備により、世界に類例のないヒト科3種の比較認知科学研究の実験場を確立して関連研究者が共同で活用するとともに、fMRI連携による社会脳研究という心の研究の新領域を確立し、拠点間連携を一層推進した。これによって国内外の若手等研究者を惹きつける研究環境の実現を図った。また、既存の国際連携体制を活用することで、国内外から100を超える多くの若手研究者、女性研究者の参画がかなった。本事業は、人間の心の起源に迫る、国際的にも関心の高い研究内容であり、独国マックスプランク進化人類学研究所、英国ケンブリッジ大学、米国ハーバード大学、及びカリフォルニア工科大学との間で構築した既存の国際連携体制を活用することで、世界中から多くの優れた研究者が参画した。

2. 総合所見

本事業では、大型霊長類の比較認知実験を行うネットワーク研究拠点を整備したことで、我が国が世界をリードする霊長類学と、心理学、認知科学、脳科学などを有機的に融合した新たな学問分野を創出し、学際的な研究拠点を構築した。以上の成果から、当初の目標は十分達成されたと評価できる。

本事業で構築した比較認知科学実験設備の中では、チンパンジーの居住エリアに設置された大型ケージ内で、その社会性である離合集散型の暮らしを維持したままで「いつでも、どこでも、だれとでも」認知課題を行うことができるという、極めてユニークなものである。既に「ジャパニーズ・スタイル」と国際的にも高く評価される比較認知科学の研究を行ってきた実績を元に、本事業では、集団そのものを対象にした「グループブース」を導入することで、他者との相互作用による心のはたらきを解明する「心の先端研究ユニット」を構築し、国際的プレゼンスを強化することに成功した点は、極めて高く評価できる。

さらに、このネットワークを基盤として包括的に支援するために、日本学術会議「心の先端研究と心理学専門教育分科会」が設置され、これらを背景として、科学研究費補助金の新学術研究領域が複数立ち上がっている点も注目に値する。

これらの成果の象徴として、平成25年(2013年)には、本事業の中心研究者である京都大学・松沢哲郎氏(比較認知科学)と、連携していた機関である北海道大学・山岸俊男氏(社会心理学)が文化功労者に顕彰された。

一方で、社会認知神経科学推進のためのfMRI連携設備に関しては、既存のfMRIとの間でネットワーク化して社会的交渉実験を行った研究のさらなる強化が今後の課題である。また、比較認知実験設備とfMRI連携設備は共

に、社会脳研究という心の研究拠点構築に貢献する点は評価できるものの、拠点間連携をどのように推進するのかを含め、拠点間連携の意義をより明らかにする研究成果を今後期待したい。

全体を総合的に判断し、当該事業は極めて高い成果を上げたとして評価できる。以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業では、他者との相互作用による心のはたらきの機構解明を目指した先端研究推進のため、京都大学が、心理学・認知科学等の研究機関と連携し、1) チンパンジー等の大型類人猿を対象とした「比較認知科学実験設備」及び2) 社会認知神経科学推進のための「fMRI 連携設備」を整備した。

具体的な科学技術外交と中長期的な成長戦略への貢献として、本事業は、我が国が世界的に見てもユニークな地位を占める霊長類学を基盤とした比較認知科学研究を推進するための大型実験施設を整備し、さらに、これを社会認知脳科学の研究基盤と連携させたことで、オールジャパンによる心の最先端研究のための設備的・人的ネットワークを構築した点が最大の成果である。

これらの設備を用いて行う研究の特色として、日本が世界をリードする霊長類学を、心理学、認知科学、脳科学、社会科学と有機的に統合した「心の先端研究」拠点を構築した点、さらに、この拠点により我が国独自の学問領域を創出したとともに、国際的なプレゼンスの強化を図った点が挙げられる。また、この研究基盤を広く国際的に活用できるよう、海外からの研究者を数多く受け入れた（年間平均 10 名前後）。さらに、事業終了後の平成 26 年度（2014 年度）から、日本学術振興会拠点形成事業（先端拠点形成型）「心の起源を探る比較認知科学研究の国際連携拠点形成」助成により、国外からの共同研究者も受け入れている（これまでの 4 年間で計 72 名来日）。比較認知科学実験設備を導入した霊長類研究所は、ソウル動物園や韓国生態研究院と学術交流協定を結び、アジアにおける霊長類学・比較認知科学研究の発展を図った点（霊長研から 3 名の韓国人博士号取得者）も評価に値する。平成 25 年度（2013 年度）からは文部科学省／日本学術振興会「博士課程教育リーディングプログラム」の京都大学「霊長類学・ワイルドライフサイエンス・リーディング大学院」との密接な連携のもと、国際的な舞台で活躍する若手人材の育成に努めている点も大きな貢献であり、以上の成果は政策的に高い重要性が認められる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本事業で整備された「比較認知科学実験設備」は、チンパンジー、ボノボ等の認知機能を比較研究する、世界に類を見ない設備であり、京都大学霊長類研究所及び熊本サルクチュアリに設置された。これによって、世界で初めてボノボの比較認知科学研究が可能になり、さらに、遠隔地の研究者によるヒト科3種の比較認知科学研究も可能となった。

また本事業で整備された「fMRI連携設備」は人間のみを対象とした社会的交渉実験を行うものであり、既存のfMRIとの間で連携し社会的交渉実験を行うことで、複数fMRI連携による社会脳研究という心の研究の新たな研究分野を開拓することに成功した。

以上の成果は、国際水準の研究拠点整備を加速させ、研究拠点を構築したのものとして高く評価できる。

これらの設備を利用して、比較認知科学実験設備では21報、fMRI連携設備では10報の論文を発表され、それぞれ高い評価を得ている総合学術誌に掲載されたとともに、文献被引用数も高い。特に、ウェアラブル・アイ・トラッカーをチンパンジーに応用することに世界で初めて成功し、チンパンジーの日常的な視点を捉えることで、挨拶行動や動作模倣の際の視線の動きのパターンを明らかにした(2013, PLoSOne)。さらに、この実験系を応用し、大型類人猿もヒトと同様に他者の誤信念に基づき予測的な注視をすること、すなわち他者の思考を推し量ることを明らかにした(2016, Science)。従来の研究では、大型類人猿は人間と異なり誤信念の理解が困難であると信じられていたが、本研究により、心の理論の複雑さを初めて明らかにした(Science誌が選ぶ2016年の10のブレークスルー研究のひとつに選ばれた)。

一方、fMRI連携設備からは、他者との人間関係の中に埋め込まれた存在として自己を捉える「相互協調的自己感」が強い個人ほど、眼窩前頭皮質の容量が少ないことなどを見いだした(2017, PNAS)。

また、リーディング大学院と連携し、英国オックスフォード大学のDora Biro氏、米国カリフォルニア工科大学のRalph Adolphs博士、英国リンカーン大学のAnna Wilkinson博士らを招へいし、国際共同研究を推進した実績も評価できる。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業では、世界に類例のないヒト科3種の比較認知科学研究の実験現場を確立し、さらに、複数fMRI連携による社会脳研究という、心の研究の新たな研究分野を開拓することで、国内外の若手等研究者を惹きつける研究環境の実現に成功したといえる。

国内の研究者については、京都大学霊長類研究所の共同利用・共同研究制度のもと、当該設備を活用した共同研究が進められている（毎年4～6件）。さらに、平成26年度（2014年度）からは日本学術振興会研究拠点形成事業「心の起源を探る比較認知科学研究の国際連携拠点形成」の支援の下、海外の研究者を招へいし、当該設備を活用している（延べ来日研究者72人。うち、若手研究者44名、女性研究者40名）。また、リーディング大学院のプログラムにおいても当該設備は積極的に活用されており、これまでに延べ35人以上が本プログラムを履修した（うち14名は留学生）。また、京都大学大学院理学研究科やリーディング大学院プログラムと連携した次世代の若手研究者教育の場、高大接続事業、さらに、心の最先端研究のアウトリーチの場としても活用された（年平均200人を受け入れた）。さらに、野生動物研究センター熊本サンクチュアリにも、平成23～24年度（2011～2012年度）に本実験設備が設置された。野生動物研究センターも共同利用共同研究拠点であり、国内の研究者による利用実績は平均して年5件の共同利用研究を受け入れており、霊長類研究所と同様、若手研究者の教育や研修の場にも活用されている（年平均300人を受入れ）。

以上のように、比較認知科学実験設備は、霊長類研究所及び野生動物研究センターの共同利用研究を通じて広く国内外の若手研究者に活用され、若手育成に貢献している。

また、fMRI連携設備の共同利用研究においても、平成24年度（2012年度）以降、年間10件強の研究課題が実施されており、その多くは若手研究者（80%）、女性研究者（30%）、海外からの研究者（10%）である。設置以降これまで、運営費交付金や外部資金を利用して運営を継続し、また平成28年度（2016年度）からは利用料金の徴収も開始している。以上のように、広く認知脳科学研究全般の利用に供され、若手育成に貢献している。

一方で、比較認知科学実験設備は通常の個別実験型の小規模設備に比べ、定期的な保守点検が頻繁に必要であり、またMRI装置の安定的運用にはメーカーによるフルメンテナンス契約が必要であることから、今後の中長期的な安定運用のためには継続的資金確保が課題であろう。加えて、若手研究者、女性研究者の研究活動に対して、研究費の助成など適切な支援がなされているかに関しては、今後さらなる強化が望まれる課題であるといえる。

事業名	⑧ゲノム機能医学研究環境整備事業
実施機関名	国立大学法人熊本大学

1. 研究目標等

ヒト疾患の原因遺伝子は数多く発見されつつあるが、病因・病態のメカニズムの解明にいたっていない疾患も多く存在し、治療法の開発の効率化に結びついていないという問題がある。この問題の解決にはヒト疾患の病態を忠実に反映する「最適なヒト疾患モデルマウス」の開発が急務である。この開発のためには、詳細な表現型の解析を行い、最適かどうかの判断を行うことが最重要のポイントとなっている。

本事業により整備する設備を用いて、臓器別の詳細な表現型解析である「専門外来的表現型解析」システムを構築し、表現型解析に関する大幅な性能向上を達成する。このシステム構築に必要な機器を1箇所に集中的に設置することで、系統的・専門的な表現型解析を行い、ヒト疾患の最適モデルが迅速に選択できるようになる。

さらに、現状は表現型解析の方法が研究者や研究機関ごとに異なることにより、得られるデータの比較ができない等の問題が生じているが、システムを一括することで、表現型解析をセンター化し、そこで標準化された方法で解析することで、データの比較が容易になり、統一された方法での表現型解析が可能となる。順次、臓器別の表現型解析に必要な機器を整備し、3年後には臨床化学・血液系、病理系、呼吸器系、循環器系、脳・神経系、代謝系、発生・形態系、免疫系等の臓器・組織別の詳細な表現型解析を可能にすることを目的とする。

このように本事業の整備により、遺伝子改変マウスの「開発・保存・供給・表現型解析」を一元化し、遺伝子改変マウスの開発から表現型解析までの一貫したプラットフォームを提供し、ヒト疾患の最適モデルを迅速に開発・選択できるようにすることが達成目標となる。

具体的な取り組みとしては、ヒト疾患の最適モデルの開発のための情報提供と支援、系統的・網羅的表現型解析のための機器の使用法の教授と実際の解析支援、これらを実施する上で必要な実験室の提供である。それに加え、欧米やアジアでのノックアウトマウスや表現型解析と関連するコンソーシアムでの活動を通して最新の研究成果を取り入れつつ研究を実施できる体制も構築する。

アジアマウスミュタジェネシス及びリソース連合の会合を毎年1回開き、研究成果の発表とともに、コンソーシアム活動として遺伝子改変マウスの開発、保存・供給、そして表現型解析について、お互いの進捗状況と連携方策について意見交換を行う。また、欧州が組織した European Conditional Mouse Mutagenesis Program (EUCOMM) が開いている毎年の進捗状況報告会に出席し、意見交換を行う。「国際マウスゲノムカンファレンス」は遺伝

子改変マウスや疾患モデルマウスに関連した国際的な学術集会であるが、毎年開催されているので、ここでの発表と討論を行う。上記のような国際的な活動に加え、国際的なコンソーシアムや研究者間のネットワークを使って、本事業による研究環境や研究体制及びその効果を周知することで多くの研究者の参画を促進する。現在は国内及び6か国から200名の研究者が参画しているが、国際マウスリソース連合、国際ノックアウトマウス連合等との連携により、更に100名以上の研究者の参画を目標とし、国内外の若手、女性研究者の登竜門的な拠点として、研究者の国際的流動・循環に貢献する。

2. 総合所見

本事業の第1の達成目標は、ヒト疾患の最適モデルの開発のための系統的・網羅的なマウス表現型解析のために機器・装置を整備し、それらを用いた表現型解析プラットフォームを構築し、それによる実際の解析支援や表現型解析に必要な周辺技術の普及及び実験室の提供であった。第2の達成目標は、欧米やアジア・オセアニアにおけるマウスリソースや表現型解析に関する国際コンソーシアムに参画して、遺伝子改変マウスの開発・保存・供給、そして表現型解析の進捗状況と連携方策について、各国の関連機関と意見交換を行い、グローバルな視点で活動できる若手や女性研究者を育成し得る研究拠点を形成することであった。

上記の目標の達成度に関して、表現型解析プラットフォームの構築と解析支援については、事業が終了した平成24年度（2012年度）末までに計画した全ての機器・装置の導入が完了し、臓器・組織別の表現型解析プラットフォームの構築を完成させた。さらに、表現型解析を実施することで多数の遺伝子改変マウスについての表現型情報を収集し、それらの成果は学術論文とし公表した。一部の機器については、専任のオペレーターを配置して解析費用の一部を利用者負担とする受託解析も行っている。また、本事業で導入した研究設備を基にして、熊本マウスクリニック（KMC）開設し、遺伝子改変マウス作製と一体化した表現型解析研究基盤を構築した。この設備は、現在学内のみに供与されているが、平成30年（2018年）4月からは、学外への共同利用を開始する予定である。第2の目標については、アジアマウスコミュニティジェネシス連合（AMMRA）を主導して、アジア・オセアニアを中心とする研究機関のネットワーク形成に大きな貢献があった。また、マウスの開発・保存・供給・表現型解析を支える重要な周辺技術である生殖工学技術を普及するための研修会を主催し、女性や若手研究者を含めた研究者及び技術者の育成にも尽力した。

地域の特性を活かした研究の推進については、熊本県に患者が集積する難治性の心不全を示す家族性アミロイドポリニューロパチー（FAP）の原因遺伝子であるマウス *Ttr* をヒト *TTR* 変異型に置換したヒト化マウスを開発し、その表現型解析を行い、世界で初めて変異型マウスが末梢神経におけるアミロイド沈着を起こすことを発見した。さらに、治療薬候補の投与実験により、

部分的な治療効果を明らかにすることができた。このように、本事業は、地域の特性を活かした研究において成果を上げている。

今後の展望として、本事業修了後に構築した表現型解析プラットフォーム（熊本マウスクリニック）の共同利用は、現時点では学内のみであるが、平成30年度（2018年度）からは、マウス飼育施設も含め学外の研究者が利用できる共同利用体制へと転換する予定である。それにより、マウス表現型解析の世界のハブ拠点の一つとして発展させていく計画となっている。現在申請中の文科省共同利用・共同研究拠点に認定されると、この計画が実現することが期待できる。

これらを総合的に判断すると、本事業によりマウス表現型解析プラットフォームの基盤構築は完了し、それを用いた研究成果の実績が上がっている。整備された機器・装置の活用によって発表された論文等の被引用回数や招待講演数などのデータからみると、得られた研究成果がライフ・イノベーションの源泉たるシーズの創出やブレークスルーをもたらす可能性があると評価できる。国際連携や研究ネットワーク形成については、アジアを中心とした貢献が認められる。特に、本事業の周辺技術である生殖工学の普及や若手及び女性を含めた人材育成については、特に大きな貢献が認められる。

以上のことから、当初の事業目標は十分に達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

事業実施機関である熊本大学生命資源研究・支援センターは、ヒト疾患変異型アレルを作製可能な「可変型遺伝子トラップ法」により多数の遺伝子改変マウスを作製し、そのライブラリーをデータベース化して公開してきた。本事業では、この成果をベースにして、変異マウスが示す多様な表現型解析システムを構築することで、遺伝子改変マウスの「開発・保存・供給・表現型解析」を一元化し、ヒト疾患の最適モデルを迅速に開発・選択できるようにすることを第一の達成目標とした。加えて、遺伝子改変マウス開発や表現型解析に関する国際コンソーシアムとの研究交流を通じた頭脳循環により、若手・女性を含む優れた国内外の研究者が参画する研究拠点を形成することも本事業の達成目標であった。これらは、早期診断法や治療法の開発につながるライフ・イノベーションの中長期的な成長戦略にとっても大きな貢献になると期待された。

以上の達成目標のうち、表現型解析のための機器・装置の導入については、事業終了の平成24年度（2012年度）末までに、詳細な表現型解析を可能とする全ての機器・装置の導入が完了した。これにより、臨床化学・血液系、病理系、呼吸器系、循環器系、脳・神経系、代謝系、発生・形態系、免疫系など、臓器・組織別の言わば専門外来的な表現型解析プラットフォームの構築を完成させた。さらに、国際共同研究を含めてそれらを用

いた体系的な表現型解析を実施することで多数の遺伝子改変マウスについての表現型情報を収集した。全自動血液学解析装置や生化学自動分析装置などの一部の設備については、専任のオペレーターを配置して解析費用の一部を利用者負担とする学内を対象とした受託解析も行っている。本事業の終了後は、整備した機器・装置を活用して熊本マウスクリニックを構築し、ヒトの遺伝子を発現させたマウスの作製技術とその臓器別の詳細な表現型を解析するシステムを一体化することに成功した。また、産業界との連携については、これらの成果は熊本大学と熊本県が連携して採択された平成 29 年度（2017 年度）文部科学省地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「有用植物 X 創薬システムインテグレーション拠点推進事業」、国際先端医学研究機構を中心とした先端研究基盤共用促進事業「国際先端生命科学研究推進センター」、生命科学研究部を中心とした「健康長寿基盤研究センター」、生命資源研究・支援センターを中心とした日本医療研究開発機構（AMED） 老化研究推進・支援拠点、文部科学省新学術領域研究学術研究支援基盤形成「先端モデル動物支援プラットフォーム」及び機能強化経費「ヒト疾患リソース世界のハブ拠点形成」等に活かされた。これらの状況から、表現型解析プラットフォームの構築とその運用については、当初の目標が達成されたと評価できる。関連する研究水準の評価は、（2）にとりまとめた。

第二の目標である外国人研究者を惹きつける研究環境の整備による頭脳循環の実現については、アジアマウスミュータジェネシス及びリソース連合（Asian Mouse Mutagenesis Resources Association: AMMRA）の設立と運営において、理研バイオリソースセンターとともに主導的な役割を果たした。日本、中国、韓国、台湾、オーストラリア及びシンガポールの 6 か国の 11 研究所から毎年 200 名程度が参加しており、研究コミュニティの大きさから判断して、この地域での関連研究者の多くがこの会合に参加していると判断できる。また、欧州が組織した European Conditional Mouse Mutagenesis Program（EUCOMM）が開催する年会に参加して、遺伝子改変マウスの開発、保存・供給、表現型解析について情報交換を行った。さらに、遺伝子改変マウスや疾患マウスモデルを議論する国際学会である International Mouse Genome Society（IMGS）が開催するカンファレンスに毎年参加して発表と討論を行った。以上から、関連コンソーシアムとの交流によって、頭脳循環の実現が図られていると言える。なお、現在、本事業の実施機関はマウス表現型解析のための国際コンソーシアムである International Mouse Phenotype Consortium（IMPC）には参画していない。IMPC への参加は、今後の課題である。

また、特筆すべきこととして、遺伝子改変マウスの保存・供給や表現型解析のための周辺技術である生殖工学技術（体外受精、胚・精子の凍結保存、胚移植等）については、国内外の研究者が参加する研修会を計 7 回開催しており、受講生が 100 名に達している。AMMRA からの参加メンバー

も増えており、生殖工学技術の普及状況から判断して、アジアやオセアニア諸国とのパートナーシップの強化や遺伝子改変マウスを用いた研究の振興に大きな貢献していると評価できる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本事業で整備された機器・装置を使った遺伝子改変マウスの表現型解析によって、これまで総数 127 報の原著論文が発表された。その内、5 報は、インパクトファクターが 10 以上の雑誌に発表されている。その中の 15 報は国際共同研究の成果であり、多くはヒト疾患モデルマウスに関する研究である。中でも、Tian et al. (Nat commun, 2016) は、心不全モデルとなる遺伝子改変マウスの心エコー装置を活用した解析により、病的心負荷下心筋細胞から過剰発現・分泌される液性因子 ANGPTL2 が心不全発症・進展を促進することを見いだした。また、「心不全の予防又は治療のための医薬組成物」(PCT/JP2016/082673) として特許出願し、ANGPTL2 阻害に向けた心不全治療薬の開発として製薬企業と共同研究を行っている。さらに、これらの研究成果より「ANGPTL2 を標的とする画期的心不全等遺伝子治療薬の開発」として、遺伝子治療の基盤技術の実用化に向けたプロジェクトが採択されている(科学技術振興機構大学発新産業創出プログラム (START)「プロジェクト支援型」(平成 29 年(2017 年)11 月～平成 32 年(2020 年)3 月))。この他、Mbd5 遺伝子変異マウスはヒト 2q23.1 microdeletion syndrome のモデルとして、Wdr11 遺伝子変異マウスはヒト Kallman syndrome のモデルとして評価されている。具体的な研究水準の評価としては、病理系、代謝系解析システムを用いた成果として、Yoshizawa et al. (Cell Metab 2014 [IF 18.164 被引用回数 50])、Sato et al. (Cell Metab 2014 [IF 18.164 被引用回数 28])、Wei et al. (Cell Metab 2015 [IF 18.164 被引用回数 21]) など、研究発表により大きな反響があった。全体としては、論文数 127 編の総被引用回数は 2,247 であった。また、国際学会の招待講演数は、平成 27～29 年度(2015～2017 年度)の 3 年間で 46 件であった。以上から、本事業で構築された表現型解析系の利用によって得られた研究成果は国際的に発信され、大きな波及効果を与えていると言える。

マウス表現型解析の周辺技術である生殖工学技術については、胚や未受精卵の簡易ガラス化保存法、精子の凍結保存法、胚/精子の冷蔵保存・輸送法、超過剰排卵誘発法など、様々な技術や保存液、培養液及び排卵誘発剤を開発し、特許を取得して製品化した。さらに、アジア諸国や欧米において技術研修会を 4 回主催し、生殖工学マニュアル(日本語、英語、中国語、韓国語、スペイン語、フランス語)の作成、オンライン・マニュアルを立ち上げなどの海外への成果発信(論文数:100 以上、国際学会等での

発表：100 以上）を活発に行った。これらの生殖工学技術の中には、現在グローバルスタンダードとなっているものがある。さらに、計 12 の海外の実験動物関係の研究機関と部局間協定を締結し、生殖工学及びマウスリソースバンクに関する講演や研修会の開催、共同研究、研修生の受入れなど、活発な国際交流を展開した。

その他の国際交流として、アジアマウスミュータジェネシス及びリソース連合（AMMRA）を主導して遺伝子改変マウスの開発・保存・供給・表現型解析の進捗状況と連携方策についてアジア・オセアニア諸国との活発な意見交換を行っており、国外の優れた関連研究者との交流を深めている。

以上から、本事業によって整備された表現型解析機器・装置によって世界水準の研究成果が出ており、国際的な研究拠点への発展が期待できる。また、周辺技術である生殖工学技術についても、世界標準となるような方法論の開発・改良により大きな波及効果を上げている。また、アジアやオセアニア諸国との研究交流による頭脳循環では、主導的な活動を展開していると評価できる。

（3）国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

熊本大学では、若手研究者を教育・研究のリーダーへと育成することを目的に、テニュアトラック制を導入している。この制度を活用して、本事業の実施機関は採用したテニュアトラック准教授のマウス系統導入経費やマウス飼育経費、マウス系統樹立、熊本マウスクリニック（KMC）の研究機器使用料に関し優遇措置を講じることで若手研究者の研究推進をサポートしている。また、女性及び若手研究者の国際的活躍の支援、研究と家庭生活の両立の支援を図っている。これらにより、若手・女性研究者のマウス飼育や KMC の機器を利用した継続的な研究が可能となっている。

本事業の実施機関が主導するアジアマウスミュータジェネシス及びリソース連合（AMMRA）では、毎年日本及びアジア・オセアニアの 6 か国から 200 名以上の研究者が参画し、マウスリソースと表現型解析に関する活発な情報交換を行っている。また、本事業の実施機関が世界各国で開催した国際生殖工学技術研修会（合計 11 回開催）には、海外 27 か国から合計 200 名以上の研究者・技術者（若手及び女性が 100 名以上）が参加した。さらに、海外から 40 名以上の研究者・技術者（フランス、スペイン、中国、台湾、韓国、インド、ブラジル）を本事業実施機関に受け入れ、生殖工学の技術指導を行った。国内の技術研修会（合計 46 回開催）においても、20 代から 30 代前半の若手研究者・技術者の参加が年々増加している（300 名以上）。また、熊本大学の学部生及び修士・博士課程大学院生（10 名）や共同研究員（女性 6 名）を様々な国際学会や上述した国際生殖工学技術研修会等に参画させ、活発な国際交流を行った。

これまでところ、表現型解析用の機器・装置の共同利用については、学内研究者に限定した運用となっている。利用に当たっては、生命資源研究・支援センターのホームページ内に、本事業終了後に新たに創設した熊本マウスクリニック（KMC）のウェブサイトを開設し、KMC の利用内規、機器一覧表、機器管理責任者一覧、各機器の詳細情報等を公開し、機器予約システムを整備して各機器の使用状況の確認及び利用予約をウェブ上でできるように工夫している。

以上のように、本事業の実施機関では、国内外の若手や女性研究者が切磋琢磨する研究環境が構築されている。研究推進体制については、生命資源研究・支援センターにおいて、本事業の補助期間中では、遺伝子改変マウスの開発・保存・供給を担当する動物資源開発研究部門と、表現型解析を担当する資源解析部門が同格で並列した構成になっていた。しかし、事業終了後は、表現型解析の担当部門が表現型解析の一分野に格下げになっているように見え、構築した表現型解析基盤を使った今後の事業展開をどのように考えているのかが明確でない。学外の研究者への機器・装置の共同利用については、平成 31 年度（2019 年度）の文科省認定を目指して、理研バイオリソースセンターや筑波大学とネットワークを組んだ共同利用・共同研究拠点『マウスフェノゲノミクス医学研究拠点』を申請する予定である。認可されれば、病態及び表現型を解析するための熊本マウスクリニック（KMC）の機器・装置の全国共用化を進めることで、高度研究支援システムの創出が実現するであろう。この他、熊本大学が平成 29 年度（2017 年度）に採択された先端研究基盤共用促進事業『国際先端生命科学研究推進センター』に、平成 30 年度（2018 年度）1 月から熊本マウスクリニック（KMC）の機器の一部を追加登録した。4 月からは機器の学外への共同利用が開始され、今後は利用者の大幅な増加が期待できる。

事業名	⑨化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備
実施機関名	国立大学法人京都大学、国立大学法人北海道大学、国立大学法人東北大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人長崎大学

1. 研究目標等

我が国では、これまでにライフサイエンス研究分野への重点投資が行われ、欧米主要国と並び高い研究開発力を有し、基礎研究の優れた成果を輩出している。このようなライフサイエンスの研究開発力を背景として、大学・研究機関から創薬開発に利用可能な多彩なシーズが創出されている。製薬企業では、企業内で創薬シーズを見いだすことが困難になってきており、我が国が当該分野での国際競争力を維持、強化していくためには、企業が自ら行う研究開発を加速することはもちろんのこと、大学・研究機関から生み出される知的資源、創薬シーズから企業と大学・研究機関が共同で積極的に新薬や医療技術等の開発を進めることが必要である。

本事業は、化合物ライブラリーを活用した多検体スクリーニング設備を地域の拠点（大学等）に導入することにより、大学・研究機関から最先端の創薬シーズを生み出すとともに、創薬研究人材を育成し、積極的な外部開放を実施することにより、オールジャパンでの創薬等最先端研究・教育基盤を構築し、革新的な創薬・医療技術シーズを着実かつ迅速に医薬品等に結びつける革新的創薬プロセスを実現することを目標とした。

具体的には、

① 総合的な連携体制の構築：

本設備の導入によって、地域におけるスクリーニング拠点を構築し、近隣の大学・研究機関の創薬医療技術を積極的に支援する。

② 創薬人材の育成：

本設備の導入によって、創薬に携わる大学院生や若手・女性研究者に最先端の創薬研究環境を提供し、我が国の創薬人材が切磋琢磨し、研究能力を高める。

③ 外部開放の実施：

他の大学・研究機関及び企業に対して積極的に外部開放を行うことにより、国際的な水準の創薬研究を推進する。

これらの機能を備えた拠点（北海道大学、東北大学、京都大学、大阪大学、九州大学、長崎大学）における最先端の創薬研究によって、世界に先駆けた新たな研究シーズとなる材料・原理・技術等の創出を目標とした。また、若手・女性研究者等の優先的利用を促進し、世界トップレベルの創薬研究を行うことにより、次世代の創薬研究のリーダーとして育成するとともに拠点を中心とした頭脳循環を加速する。さらに、創出された創薬・医療技術等を拠

点間でネットワーク化することにより、創薬機能の大幅な強化と我が国の創薬研究分野の国際競争力の強化への貢献を目標とした。

2. 総合所見

本事業により我が国において新たに6か所のスクリーニング拠点が整備された。これによって国際的に立ち後れていた我が国のアカデミア創薬の競争力を強化し、大きく進展させるための革新的な基盤が形成された。また、拠点形成によって効率的なスクリーニングが可能となり、新たな医薬品開発のシーズとなる化合物が得られている。その中のいくつかからはリード化合物が得られ、医師主導治験や企業共同開発等へと段階が進んでいる。さらに、地域の他機関の研究者も利用できるよう、共用設備としてスクリーニング設備を設置した。個々の設備の利用状況、外部への解放については一部の特殊な機器を除き、概ね良好であったと判断する。加えて、いくつかの拠点では若手研究者を対象とした競争的な創薬研究助成を行ったり、講習会、演習、講義を実施するとともに国際シンポジウムを含む各種シンポジウムを開催したりする等によって良好な研究・教育環境の構築が達成されたと評価できる。

ただ、当初計画の達成状況は、拠点間で大きな差が認められる。一部の機関では当初の目標を上回る成果を挙げた一方で、具体的な成果が明確でない拠点も見受けられた。また、各拠点同士の相互連携や運営その他の情報共有化については、十分ではない点も見受けられ、より有機的なネットワークの構築が求められる。

以上のことから、当初の事業目標は概ね達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本事業は、北海道大学、東北大学、京都大学、大阪大学、九州大学、長崎大学の6拠点到に化合物ライブラリーを活用した大規模多検体スクリーニング設備等を整備し、それらを積極的に外部開放することにより、各地域の研究者が保有する有用な創薬シーズから医薬品として利用可能性のある物質が効率的に探索できる革新的創薬プロセス基盤を構築することを目的としている。また、こうした事業を通じて、創薬に携わる人材の育成をも目指したものである。当該6拠点は、既に設立されていた20万化合物を所蔵する東京大学の化合物ライブラリーを中心とした拠点間のネットワーク体制を整備し、オールジャパンの創薬等先端研究・教育基盤の構築する計画となっている。事業選定の観点としては、研究機関のネットワーク体制を構築し、医薬品開発のシーズを効率的に発掘する創薬等技術支援基盤を強化し、ライフ・イノベーションへの貢献が期待されることが挙げられている。

このような基礎生命科学の成果を創薬へ橋渡しする研究基盤の構築は、平成 17 年（2005 年）頃から国立衛生研究所（NIH）を中心にスクリーニングネットワークの構築を進めた米国に比べ、大きく立ち遅れていた。我が国に数か所のスクリーニング拠点を構築して創薬シーズの実用化を支援する本事業は、国際競争力を強化し、生命科学の成果の社会還元のために極めて重要なものである。東京への一極集中となることなく、北海道から九州まで地域の拠点が構築できたことは政策的な観点からも重要な成果である。また、一部の拠点では、積極的に海外の大学との国際連携を行うとともに、大手製薬企業や医薬系ベンチャー育成プログラムにも設備を開放し、産学連携にも努めており、我が国の創薬支援基盤を強化する上で十分な活動を行っているとは評価できる。こうした活動が創薬シーズの開拓だけでなく、国際ネットワークの構築や若手人材の育成にもつながっている。各拠点ともに事業終了後も創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業、創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業、先端研究基盤共用促進事業などを通じて活動を継続していることは高く評価する。一方で、利用料を含めた運用方法や成果の展開方法などについては、拠点ごとに方針が異なっており、ネットワーク構築による十分な討議と拠点間の方針の共有化がなされたのかは疑問が残る。

（2）本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本事業の選定理由として以下の 2 点が挙げられている。

- 1) 本事業により効率的なスクリーニングが可能となることによって、新たな活性物質を見いだし、医薬品開発のシーズとなると同時に関連する生命現象の解明に大きく貢献することが考えられ、世界に伍する研究成果が期待できる。
- 2) スクリーニング設備を整備し、シーズとなる化合物を見い出すことを通じて、医学、薬学のみならず、構造生物学等様々な分野の研究の進展が考えられ、異分野融合型の新たな研究分野を開拓する研究波及効果が期待される。

その評価の基となったのは、本事業の事業計画書において、「得られたシーズ化合物は、各拠点の化合物合成技術を用いて多様な構造に即した合成展開を行い、周辺化合物を網羅的に探索し、スクリーニング結果の検証及びリード化合物の創製への展開を目指し、インシリコスクリーニング等も活用した構造最適化、インシリコ薬物動態予測での創薬リード候補品の選定、非臨床試験を経て、早期探索的臨床試験に効率的に導入する体制を整備する」という研究計画が述べられていたからであろう。真にこのような体制が整備されれば、国際的にも誇るべき創薬研究拠点の構築が期待で

きると同時に、得られた化合物は生命現象の解明につながるツールとして著名な成果となることが期待される。

上記計画が実際に効率よく実施されたか否かを評価するには、論文発表や特許出願の件数ではなく、治験の実施（医師主導を含む）、最終製品又は開発候補品を包含する特許の製薬企業への導出、そのための企業共同開発契約又は公的資金の獲得などが重要な評価基準となる。そのような観点で評価すると、著しい成果が上がっている拠点とさほどでもない拠点とが混在する。特に京都大学のワンストップ創薬拠点においては、医師主導治験開始が1件、導出のための製薬企業との共同研究6件が行われており、極めて高く評価できる。北海道大学では2件のベンチャー企業設立、東北大学では製薬企業共同研究1件、評価系の企業導出が3件あった、長崎大学では得られたシーズの6件がAMED創薬ブースターに採択されている。また、大阪大学でもAMED創薬支援ネットワークに1件採択された。各拠点の活動が継続することによって、こうした成果は今後も増加することが期待される。

整備された設備の利用状況は、概ね良好であった。維持コストの割に使用頻度の低い設備の運用停止決定は正しい判断であったと評価する。一方で、スクリーニングと一般研究の両方に利用可能な機器の一部で、スクリーニングにはほとんど利用されていないと思われるものも混在する。例えば、事業計画では「世界でも極めて先進的なスクリーニング系になる」として導入された高度化スクリーニングシステム（超多種リン酸化タンパク質同時解析装置等）については、基礎研究には有効利用されているものの、スクリーニング研究に関連する成果は見当たらない。スクリーニング設備以外の周辺機器も創薬関連研究に重要であることは論を俟たないが、それらについては化合物標的分子の同定や薬効評価への利用など、事業目的に即した活用も併せて希望したい。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業の選定理由として、地域その他機関の研究者も利用できるよう、共用設備としてスクリーニング設備を設置することで本格的な創薬研究プロセスを若手研究者が身をもって理解することになり、国内外の若手研究者を引きつけ、お互いに切磋琢磨する研究・教育環境が構築できるということが挙げられている。

我が国において生命科学の基礎研究成果が創薬等の社会実装につながらない理由の1つが、化合物スクリーニング、化合物合成展開、リード最適化、薬物動態/毒性評価など創薬のプロセスに横たわる谷間であると言われている。アカデミアではこれらの専門家が決定的に不足しており、その育成が急務である。リード最適化以降の創薬後期のプロセスにおいては、企業連携が必須となってくるが、スクリーニングからリード同定までのプロ

セスはアカデミアのユニークなシーズを生かす上で公的機関が取り組むことが求められる。本事業によって各拠点において、ハイスループットスクリーニングシステム、ハイコンテンツスクリーニングシステム、Biacore等の相互作用解析装置等のいずれか、あるいは複数が整備され、医薬品開発のシーズを効率的に発掘する創薬等技術支援基盤が大幅に強化された。これらは、概ねそれぞれの地域において、他機関・学外利用のためにも解放され、創薬を目指した化合物ライブラリースクリーニングが拠点機関のみならず、広く一般に利用可能になったのは本事業の大きな成果である。また、一部では国際共同研究にも利用された。企業共同研究や知財導出などの成果においては、現状では拠点の学内からのものが中心であるが、既に一部には学外からの成果も含まれており、今後増加することが期待される。

女性研究者、若手研究者の設備利用とそれによる研究・教育活動の構築状況については、各拠点から提供された数値情報も限られており、評価は難しい。しかし、幾つかの拠点では若手研究者を対象とした競争的な創薬研究助成を行ったり、講習会、演習、講義を実施するとともに国際シンポジウムを含む各種シンポジウムを開催したりする等によって良好な研究・教育環境を構築するための活動が行われた。スクリーニング基盤の利用とそれによる成果が目に見えて生まれるようになれば、更に若手研究者の強い興味を惹くことは間違いない。各拠点とも運営費交付金や後継事業により設備運営の一部が支援されており、今後の拠点の継続的な活動により、多くの優秀な人材が輩出されることが期待される。

事業名	⑩大強度陽子加速器施設（J-PARC）を中心とした中性子科学の研究環境整備
実施機関名	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 研究目標等

J-PARC は、世界最高性能の中性子線実験施設やニュートリノ振動実験施設等がそろった複合研究拠点として国内外の多くの研究者が利用しており、国際的な研究拠点となりつつある。

J-PARC の中性子線を利用した物質・生命科学の研究施設は、欧米施設と並ぶ施設になりつつあるが、物質の内部構造やタンパク質における水分子機能の詳細解析等を可能にする必要がある。例えば、グリーン・イノベーションに不可欠なリチウム電池や燃料電池などの環境技術開発において、イオンや水素等の挙動を分単位で解析する必要がある。また、ライフ・イノベーションに貢献するタンパク質解析による画期的新薬創製では、注目されている約 100 個のタンパク質における水分子を介した薬候補科学物質との相互作用を 1 年程度で解析する必要がある。これらを実現するため、J-PARC の陽子ビーム出力を現在の 10 倍（0.1MW→1 MW）に増強する。

そして、1 MW に対応した世界で未経験の最高強度中性子ビームにより、中性子の新たな性質を解明するとともに、これまでの静的な構造・機能解析から、中性子による動的な解析を実現させることで、国際拠点としての地位を確固たるものにする。さらに、国際競争の激しいこれらの分野で、我が国がイニシアティブを確保することに資する。

具体的には、J-PARC の根幹である陽子加速器のうち、特に、リニアック及び 3 GeV シンクロトロン的高度化を実施するとともに、物質・生命科学実験施設における中性子を発生させる中性子源の高度化を併せて実施する。加速器の高度化は、平成 22～24 年度（2010～2012 年度）の 3 か年かけて行い、その後、調整を行いながら陽子ビーム出力を上昇させ、平成 26 年（2014 年）に 1 MW を達成する計画である。一方、物質・生命科学施設における中性子源の高度化は平成 23 年（2011 年）に実施する。

J-PARC の陽子ビーム出力の向上により J-PARC でのみ可能となる研究課題が増加し、これまで以上に海外の若手研究者を含めた多くの研究者を惹きつけることになる。特に、J-PARC は複合施設であるため、中性子を利用した構造解析や固体物理の研究者から、原子核・素粒子分野の研究者が一施設に集まり、広範な分野の研究者の交流が期待される。この環境は若手や女性研究者に研究開発への刺激を与えるものである。

また、J-PARC ではユーザーオフィスを整備し、外部研究者が施設を利用する際に必要な生活支援等を一括して行い、利用者からの意見を取り入れ、業務改善を図っており、施設利用の利便性向上の取組を行っているところである。実際、本格的利用を開始した初年度である平成 21 年度（2009 年度）

での J-PARC 中性子利用者は既に 1,200 人に達し、そのうち外国人が約 50%、若手研究者はおよそ 40%、女性研究者は約 4%であった。上記の効果が発揮することで、年間の中性子利用研究者数が 3,000 人を超えることを目標とする。ここでは、現状の割合を適用すると、それぞれ、外国人研究者は、700 人／年、若手研究者 1,000 人／年、女性研究者 100 人／年を超えるものとなる。

2. 総合所見

本事業が目標としていたビーム出力 1 MW については、平成 27 年（2015 年）1 月に 1 MW 相当（シングルショット）を実証したものの、その後、水銀ターゲット容器に不具合が発生した。その原因調査のための運転停止と、改良期間中の 150～200kW 低出力運転を経て、平成 29 年度（2017 年度）末にビーム出力は 400kW まで回復したものの、1 MW 定常運転による中性子科学研究という目標は未達の状況にある。しかしながら、運転停止を最小限に抑え、低出力運転であっても中性子利用時間を確保し、共用施設・研究拠点の役割を果たし続けたことは大いに評価できる。

また、本事業は J-PARC の陽子ビーム出力の 1 MW 増強により、リチウム電池や燃料電池などの環境技術開発において「イオンや水素等の挙動の分単位での解析」や、タンパク質解析による画期的新薬創製において「注目されている約 100 個のタンパク質における水分子を介した薬候補科学物質との相互作用を 1 年程度での解析」を実現し、グリーン・イノベーションやライフ・イノベーションに貢献することを目標としていたが、水銀ターゲット容器の不具合により 1 MW 定常運転は実現しておらず、その目標は未達の状況にある。しかしながら、これまでも中性子線の特長を利用した数多くの研究成果をあげてきており、また、中性子標的の改良によってビーム出力は 400kW まで回復してきていることから、1 MW が定常的に得られるようになったときの将来性（伸び代）が期待される。

本事業の「年間の中性子利用研究者数が 3,000 人を超えることを目標とする。ここでは、現状の割合を適用すると、それぞれ、外国人研究者は、700 人／年、若手研究者 1,000 人／年、女性研究者 100 人／年を超えるものとなる。」という目標に対して、平成 28 年度（2016 年度）は「中性子線利用者数 2,400 人に達し、そのうち外国人は 3 分の 1、約半数は 35 歳以下の若手研究者と見られ、女性研究者も全体の 1 割に近い」という成果をあげており、総利用者数は目標を満たしていないものの、ここ数年間の運転停止や低出力運転などの運転実績を考慮すると、その努力が評価できる。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成できなかったが、一定の成果は認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

本評価観点について、本事業は J-PARC の陽子ビーム出力を 0.1MW から 1 MW に増強し、それに対応した世界で未経験の最高強度中性子ビームにより中性子の新たな性質を解明するとともに、これまでの静的な構造・機能解析から、中性子による動的な解析を実現させることで、国際拠点としての地位を固め、さらに、国際競争の激しいこれらの分野で、我が国がイニシアティブを確保することに資することを目標としていた。

J-PARC が米国 SNS (陽子ビーム出力 1.4MW) や英国 ISIS (同 0.2MW) と比肩される世界有数の大強度中性子線利用施設・国際研究拠点であり、得られる中性子ビームの安定度やスペクトルのクオリティが高いことから、世界中から利用者を集めるとともに、幅広い分野で数多くの研究成果をあげてきていることは、数多くのプレスリリースや論文発表により明らかである。また、欧州連合 ESS や中国 CSNS など、現在建設中の大強度中性子線利用施設に対しても技術協力や技術提供を行い、我が国の強みを持つ分野における国際共同研究を促進している。さらに、アジア圏における中性子線利用の普及促進のために、AONSA (Asia-Oceania Neutron Scattering Association) の中性子スクールや技術交流会の開催にも協力し、我が国の国際的プレゼンスを強化している。

本事業が目標としていたビーム出力 1 MW については、平成 27 年 (2015 年) 1 月に 1 MW 相当 (シングルショット) を実証したものの、その後、水銀ターゲット容器に不具合が発生した。その原因調査のための運転停止と、改良期間中の 150~200kW 低出力運転を経て、平成 29 年度 (2017 年度) 末にビーム出力は 400kW まで回復したものの、1 MW 定常運転による中性子科学研究という目標は未達の状況にある。しかしながら、運転停止を最小限に抑え、低出力運転であっても中性子利用時間を確保し、共用施設・研究拠点の役割を果たし続けたことは大いに評価できる。

J-PARC の意義や政策的重要性は「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」に基づいて実施された「大強度陽子加速器施設中間評価結果 (平成 24 年 (2012 年) 6 月)」においても認められているが、直近 5 年間の進捗状況に対して行われる、本年 2 月下旬からの中間評価結果が重要と考えられる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本評価観点について、本事業は J-PARC の陽子ビーム出力の 1 MW 増強により、リチウム電池や燃料電池などの環境技術開発において「イオンや水素等の挙動の分単位での解析」や、タンパク質解析による画期的新薬創製において「注目されている約 100 個のタンパク質における水分子を介した薬候補科学物質との相互作用を 1 年程度での解析」を実現し、グリーン・イノベーションやライフ・イノベーションに貢献することを目標としてい

たが、水銀ターゲット容器の不具合により 1 MW 定常運転は実現しておらず、その目標は未達の状況にある。しかしながら、これまでも中性子線の特長を利用した数多くの研究成果をあげてきており、また、中性子標的の改良によってビーム出力は 400kW まで回復してきていることから、1 MW が定常的に得られるようになったときの将来性（伸び代）が期待される。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本評価観点について、本事業の「年間中性子利用研究者数が 3,000 人を超えることを目標とする。ここでは、現状の割合を適用すると、それぞれ、外国人研究者は、700 人／年、若手研究者 1,000 人／年、女性研究者 100 人／年を超えるものとなる。」という目標に対し、平成 28 年度（2016 年度）は「中性子線利用者数 2,400 人に達し、そのうち外国人は 3 分の 1、約半数は 35 歳以下の若手研究者と見られ、女性研究者も全体の 1 割に近い」という成果をあげており、総利用者数は目標を満たしていないものの、ここ数年間の運転停止や低出力運転などの運転実績を考慮すると、その努力が評価できる。

また、以下に特筆した取り組みを、本事業終了後においても継続的に実施してきた結果、成果公開型の利用実験課題公募には世界各国からの応募があり、1 MW 定常運転時には利用者数の増加が見込まれる。

- ① 国内外からの利用者に対するユーザズオフィスによるサポート体制や英語ホームページなどの充実
- ② J-PARC 研究棟を物質・生命科学実験施設の直近に新設することで、利用者がストレスなく実験準備やデータ処理をできる居室や環境を整えるとともに、専門分野を超えて身近にコミュニケーションをとれるような配慮
- ③ ビームラインごとに配置されたスタッフが、利用者の試料取扱いやデータ解析をサポートするとともに、J-PARC オリジナルソフトウェアの開発提供も含めて、各種解析用ソフトウェアを利用できる環境を整備するなど、利用者の経験が浅くても研究を継続的に実施できる運営体制の構築
- ④ 利用実験課題公募を原則英語で行うとともに、J-PARC の新利用者に対する「新利用者支援課題」のカテゴリーの設置

また、J-PARC は原子力施設に併設されていることから、セキュリティ確保のために入構手続等が煩雑になる点は避けられないものの、平成 25 年（2013 年）5 月にハドロン実験施設で発生した放射性物質漏えい事故（本事業の範囲外）の経験を踏まえた安全管理体制の強化と、安全教育や安全文化醸成活動の充実についても評価できる。

事業名	⑩低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備
実施機関名	国立研究開発法人理化学研究所、国立大学法人東北大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人名古屋大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学、国立大学法人岡山大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構基礎生物学研究所

1. 研究目標等

二酸化炭素濃度の上昇に伴う環境の変化、人口増加による食糧不足、化石資源の減少に伴うバイオマス利用の需要拡大により、植物科学研究に対する要求が多様化し、各々の個別研究分野だけでは迅速かつ十分な対応が難しい。このため、植物を利用したグリーン・イノベーション実現に向け、モデル植物（シロイヌナズナ）のゲノム研究や代謝研究の知識を基にした研究から、イネ、コムギなどの作物やバイオ燃料、バイオマス生産に利用するための有用作物への応用につなげるために、多様な植物の代謝産物、タンパク質などを迅速に解明できる計測基盤の強化、大規模な形質転換育成・形質評価基盤の強化が喫緊に必要とされている。

本事業では植物ゲノム機能、代謝機能の総合解析基盤と形質転換育成・形質評価基盤を集中整備し、オールジャパンの植物研究基盤拠点を強化することにより、植物バイオマスの生産性の向上、光合成による二酸化炭素の固定量の増大、植物バイオマス利用による新素材・有用物質の創成等の連携研究・イノベーション研究を格段に促進させる。具体的な目標値としては、C3型植物を二酸化炭素固定効率の良いC4型植物に改変（※）し、植物による二酸化炭素の固定量2倍を実現するため、平成27年（2015年）までにメタボロームなどの統合解析と形質転換による代謝改変を可能にし、平成32年（2020年）までに代謝工学によるバイオマス増産と二酸化炭素資源化技術を確立する。

さらに、持続的食糧生産や有用なバイオマス生産、新素材開発につながる植物科学研究については、諸外国との国際プロジェクトへの貢献や、遺伝子組換え樹木の栽培試験などアジア諸国とのパートナーシップの推進にも役立つことが期待される。また、光合成やバイオマス生産の基盤となるメタボロームやプロテオームなどのゲノム解析拠点設備と人材をワンストップ化することにより、植物研究のアジア拠点としての役割を果たすなど、世界のトップレベルの植物研究者との人材交流や科学技術外交への貢献が大きく期待される。

また、世界トップレベルの研究者で構成する最先端研究拠点ネットワークを強化することにより、国内外の若手・女性研究者や地域の研究者がネットワークにアクセスしやすい環境を提供し、幅広い研究の多様なアプローチに

対して若手研究者が広い視野を持つ機会を組織的に支援し、研究と頭脳循環を加速する。

植物研究コミュニティの研究ネットワークの強化を通じて次世代若手リーダー、女性リーダーの育成を進める。さらに、海外、特にアジアの若手研究者に魅力ある研究基盤を提供することにより植物生産性向上の技術開発に貢献するための長期的な研究体制の構築を進める。

※ C4 型植物（トウモロコシ、サトウキビ等）は、CO₂濃縮のための C4 経路を持ち、C3 型植物（イネ等）に比べて光合成効率が高い。

2. 総合所見

今回の基盤整備事業により、国際的にも認知度の高い 9 拠点が基盤整備と技術支援を組織的に行うことで、植物研究者のネットワークがより確立されたものとなり、植物科学研究の全体的な発展に寄与する結果となっている。理化学研究所の技術支援のホームページより、全組織の利用可能機器と技術にワンストップでアクセスできるシステムが整備され、多くの利用につながった。基盤整備と支援ネットワークの構築により多くの研究者が技術支援を受けたことも要因の一つとなり、近年の研究成果では、**Highly Cited Researchers** に多くの植物科学研究者が選出され（72 名中 28 名が植物学分野）、科学技術政策研究所のサイエンスマップでも日本の植物科学の国際的優位性が示されている。

本事業にて植物バイオマスの生産性の向上、光合成による二酸化炭素の固定量の増大、植物バイオマス利用による新素材・有用物質の創成等の連携研究・イノベーション研究が促進された。当初の研究の具体的目標値として示された「C3 型植物を二酸化炭素固定効率の良い C4 型植物に改変し、植物による二酸化炭素の固定量 2 倍を実現するため、平成 27 年（2015 年）までにメタボロームなどの統合解析と形質転換による代謝改変を可能にし、平成 32 年（2020 年）までに代謝工学によるバイオマス増産と二酸化炭素資源化技術を確立する。」については、平成 27 年（2015 年）までの代謝改変可能性については、平成 27 年（2015 年）時点で可能域に近づき、平成 30 年（2018 年）時点ではほぼ可能となってきた。実際に形質転換等で代謝改変を行い、平成 32 年（2020 年）までにバイオマス増産と二酸化炭素資源化技術が確立されるのは、少なくとも部分的には実現可能と思われる。植物による二酸化炭素の固定量 2 倍をどの時点で達成できるかは現時点では明確ではないが、目標に近づきつつあることは確かであり、目標の到達に向けて本事業が果たした役割は大きい。

更に研究拠点ネットワークができたことにより植物科学分野の内外の研究者の交流が進むことで分野全体がレベルアップし、全体の効果として、本事業は植物科学研究の今後の発展にも重要な役割を果たしたと判断できる。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

低炭素社会実現のため、植物科学研究は重要な役割を担う必要がある。本事業は、日本が世界の研究を牽引している植物研究分野で、時代に即して先端の基盤整備を行うことで、持続的食糧生産や有用なバイオマス生産に関わる研究を推進することを主眼として行われた。事業により整備された機器により、作物やバイオマス生産の基盤となるゲノム解析やメタボローム解析、植物ホルモン解析などの最先端の設備利用と技術支援をセットで提供することが可能となり、植物研究のシーズやフロンティア開拓の研究推進が加速した。また、国内外の若手・女性研究者や地域の研究者がアクセスしやすい技術支援を提供でき、幅広い共同研究の発展に貢献した。

本事業における基盤整備により、アジア諸国とのパートナーシップが形成され、東アジアや東南アジアの多くの国や機関とのイネ、キャッサバ、サトウキビ、ゴムなど様々な作物開発に関する連携が進展し、作物の開発に貢献している。このパートナーシップにより、今後も地球規模の問題解決に向けての開発途上国等との協力関係の展開にも貢献できると評価する。

また、最近の研究動向では、クラリベイト・アナリティクス社（旧トムソンロイター社）の Highly Cited Researchers（引用度の高い論文を発表した研究者）として多くの日本の植物科学研究者が選出されており（72名中28名が植物学分野）、今回の予算で整備した最先端の研究基盤と各研究機関、大学の研究者の技術基盤もこれらの研究展開の一端を担ったものとして、その貢献を評価する。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

本基盤整備事業では、植物科学で国際的なプレゼンスを示している理化学研究所と奈良先端科学技術大学院大学の2機関が中核となり、大学共同利用研究の拠点である基礎生物学研究所、岡山大学、筑波大学の3機関に、トップクラスの植物科学研究者の集まる4大学を加えた9機関で、最先端の研究技術基盤をネットワークとして構築し、システムティックな技術支援により植物科学分野の発展に貢献した。ネットワークのホームページ（事務局・理研）から各機関の研究技術と支援の内容を提供して、幅広く研究技術を提供できる体制とした。このような研究拠点ネットワークができたことにより植物科学分野の国内外の研究者の交流も進み、分野全体のレベルアップに貢献したと評価できる。

平成22年（2010年）の本事業採択後は、科研費（新学術領域研究）における植物科学の採択率も向上し、「CREST」や「さきがけ」などの戦略基礎研究課題にも植物科学分野の課題が採択され、研究費も増大した。論

文引用度を基にしたサイエンスマップ（科学技術政策研究所）でも、日本の植物科学は国際的に強い研究領域が多数あることが示されており、日本の植物科学は世界的に高く評価される分野に発展した。モデル植物シロイヌナズナ研究のみならず、イネ研究が大きく発展したのは、本事業などによるゲノム解析やメタボローム解析への初期段階からの投資や技術的な発展によるところが大きい。タイムリーな最先端研究基盤ネットワーク形成が、これらの研究の発展を支えたと評価できる。これらの成果から、本事業は国際水準の研究拠点の整備を形成し、今後のグリーン・イノベーションの国際的研究拠点として構築と展開が期待できる。

（3）国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

本事業で複数の機関がネットワーク体制を組むことにより、植物科学において、メタボローム研究から器官・細胞解析研究、形質転換に関する研究、形質評価に至る一気通貫型の基盤が構築された。このことにより、日本独自の連携型最先端研究基盤（メタボロームなどの代謝解析、プロテオームやゲノムの統合解析から評価まで）と、世界のトップリーダーたちの推進する研究グループが一体となった運営体制が構築でき、国内外の若手・女性研究者がこの体制の中で研究できる機会を提供した。これらのシステムや機会を通じて、若手や女性研究者の育成と頭脳循環の加速が図られ、グローバルな視点を持つ若手研究者の育成が進んだと評価できる。

本事業で整備した研究基盤を用いた各拠点の研究支援技術及び利用申請は、事務局（理研）のウェブサイトから閲覧でき、外部からの利用が容易であった。申請は国内及び海外からも多数あり、国内からは若手研究者からの申請が半数近く、女性研究者からも1割以上あり、若手研究者、女性研究者の研究へ幅広い支援ができた。また、最先端基盤の運営にも若手リーダー、女性リーダーを積極的に登用し、人材育成を行った。これらの状況から判断して、事業効果は高かったと評価する。

事業名	⑫e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進
実施機関名	国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人京都大学

1. 研究目標等

我が国の科学技術をより強化し、研究分野や国・地域を越えた連携を推進するためには、「e-サイエンス」（インターネットを活用して計算、実験、観測結果等の巨大データや計算資源を共用するという新しい科学の方法論）へのパラダイムシフトを図ることが必要であり、e-サイエンスを支える世界トップレベルの最先端研究情報基盤の整備充実が不可欠である。

本事業では、ユーザーニーズに応じて、PC クラスタから基盤センターに設置されているスーパーコンピュータ、さらには次世代スーパーコンピュータをシームレスかつオープンに利用できるコンピューティング環境を実現し、国際的に競争環境にある大規模コンピューティング環境分野において、世界に先駆けて革新的な大規模並列計算及び大規模データ解析の研究拠点を構築する。

このために、東京大学情報基盤センターと神戸に設置される理化学研究所計算科学研究機構に、それぞれ、10 ペタバイト程度のストレージ、データ解析・可視化システム、ポータルマシン設備を整備する。本整備で設置されるストレージは、スーパーコンピュータが使用する・生成するデータやゲノム情報等大容量のデータ解析に必要なデータを蓄積し、インターネットを介して国内外の研究者がデータをアクセスできる環境を構築する。

また、本事業で整備される設備の運用利便性を向上させるためのシステムソフトウェアを開発する。スーパーコンピュータとストレージ間、ストレージとストレージ間をシームレスに利用できる計算環境を提供するために、平成 22 年度（2010 年度）中に、プログラミング言語処理系、ファイル I/O ライブラリ及びファイルシステム系の基本機能を提供する。

加えて、本事業で整備される設備を用いて利用した大規模科学技術計算・データ解析の研究を実施する。

さらに、ゲノム、地球規模気候変動、素粒子・宇宙等の重要分野において、平成 22 年度（2010 年度）には大規模データの蓄積・利用のためのデータグリッド等の基盤整備を行い、平成 23 年度（2011 年度）以降において、次世代スパコンと当該グリッドを組み合わせ・活用する研究を実施する。

他方、東京大学情報基盤センターでは、若手研究者を対象としたスパコンの無償利用制度を設けているが、今後は、全国 8 大学の情報基盤センターから構成される「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」の中核拠点として、また、筑波大学の「先端学際計算科学共同研究拠点」と連携し、若手研究者、女性研究者への超大容量ストレージの優先利用制度を導入する。

加えて、産業界も含めた若手研究者、女性研究者を対象に、本事業で整備されるストレージ、システムソフトウェアを利用した大規模科学技術計算、データ解析に関する高度利用技術解説書を制作する。

2. 総合所見

東拠点・西拠点のストレージ・アーカイブ・可視化システムは、平成24年（2012年）より立ち上がった京コンピュータを頂点とする HPCI（High Performance Computing Infrastructure）資源として、HPCI 公募、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）公募を通じて提供され、京コンピュータを初めとする HPCI スーパーコンピュータ群による計算科学シミュレーションのデータ保存、処理に大いに活用された。ストレージは全体で68%以上の高い利用率を達成しており、産業利用を含む年度平均で約38件のプロジェクト（44件（平成24年度（2012年度））、6件（平成25年度（2013年度））、34件（平成26年度（2014年度））、42件（平成27年度（2015年度））、65件（平成28年度（2016年度））、35件（平成29年度（2017年度）））によって利用された。大規模乱流、機器低騒音化、格子 QCD、ブラックホール、地球環境変動等の科学・工学の多岐にわたる大規模シミュレーション、データ解析等、各分野における先端的研究に寄与している他、金融シミュレーションなど社会科学分野の研究にも活用された。また、研究機関だけでなく企業ユーザにも一定の審査の上利用可能となっており、産業界への貢献も大きい。さらに、東京大学情報基盤センターの共同研究協約を通じて、欧米、アジアの研究者にも活用されている。

それぞれ10PBを超える、当時は、国内では例を見ない高性能・大規模なストレージであり、京コンピュータを初めとする HPCI スーパーコンピュータ群の処理能力と相まって、我が国の情報処理基盤を形成し、安定な運用を続けたことにより、各分野における先端的研究の飛躍的な進展に貢献し、当初の研究目標を十分に達成したと判断できる。関係機関の努力に敬意を表する。一方で、非居住者を含む外国人研究者の利用については、法令により煩雑な手続を必要とするなどの制限から、国際的な展開が進まなかった面もある。

東拠点ストレージのうち、470TBがJLDG（Japan Lattice Data Grid）、すなわち、国内の格子 QCD（Quantum Chromodynamics、量子色力学）及び関連分野の研究者のための広域分散型データグリッドとして、筑波大、京大、名古屋大、高エネ研など国内の9グループによって利用された。JLDGは当該分野の国際的な枠組みとしてILDG（International Lattice Data Grid）とも連携しており、ILDGからJLDGへのアクセスも可能となっていることから、JLDGは日本における当該分野の発展に大きく寄与していると言える。

地域的にも、東拠点（東大・柏）と西拠点（理研・神戸）はそれぞれ我が国における最大級の計算資源を有するサイトに設置されるとともに、HPCI フラッグシップシステム（京）、北海道から九州まで広く分布する第二階層

(北大・東北大・筑波大・東大・東工大・名古屋大・京大・阪大・九大・統数研・JAMSTEC)の大規模計算資源とのネットワークを介した有機的連携による HPCI システムとしてシームレスな運用が実現され、我が国の重要な研究基盤となっている。

なお、東拠点・西拠点のストレージシステムは平成 29 年度 (2017 年度) 中をめどにそれぞれ 40~50PB 級の最新システムへリプレースを進めている。今後、計算機システムの大型化、性能向上によるデータ容量増加、計算科学・データ科学融合型研究により、大規模ストレージの重要性と期待は今後も大きくなっていくものと予想される。継続的に、信頼性が高く利用しやすいシステムを構築、運用していくことが重要である。特に、医療データなど個人情報を含む大容量データへの需要も増大するものと考えられるため、セキュリティ対策の検討・整備が急務である。

また、国際的な利用制度の整備、調達期間の問題、光熱費、保守費の負担問題、運用する人材の確保と育成など様々な課題を解決する必要がある。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

我が国の科学技術をより強化し、研究分野や国・地域を越えた連携を推進するためには、「e-サイエンス」(インターネットを活用して計算、実験、観測結果等の巨大データや計算資源を共用するという新しい科学の方法論)へのパラダイムシフトを図るための世界トップレベルの最先端研究情報基盤の整備充実が重要であり、そのため、東京大学情報基盤センターと神戸の理化学研究所計算科学研究機構に、それぞれ、10 ペタバイト程度のストレージ、データ解析・可視化システム、ポータルマシン設備が整備された。また、本事業で整備される設備の運用利便性を向上させるためのシステムソフトウェアが、開発された。

整備開発された東拠点・西拠点のストレージ・アーカイブ・可視化システムは、平成 22 年 (2010 年) と平成 23 年 (2011 年) に整備され、平成 24 年 (2012 年) から、当時立ち上がったばかりの京コンピュータと全国基盤センター群のコンピュータが構成する HPCI 資源に組み込まれ、計算科学シミュレーションのデータ保存・処理に活用された。

HPCI 共用ストレージ東西拠点は、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 (JHPCN) の利用公募、HPCI の利用公募に採択された課題に利用され、それぞれ最大 7.5PB・7.9PB の利用量で、全体で 68%以上の高い利用率を達成しており、産業利用を含む年度平均で約 38 件のプロジェクト (44 件 (平成 24 年度 (2012 年度))、6 件 (平成 25 年度 (2013 年度))、34 件 (平成 26 年度 (2014 年度))、42 件 (平成 27 年度 (2015 年度))、65 件 (平成 28 年度 (2016 年度))、35 件 (平成 29 年度 (2017 年度)))

によって利用された。大規模乱流、機器低騒音化、格子 QCD、ブラックホール、地球環境変動等の科学・工学の多岐にわたる大規模シミュレーション、データ解析等、各分野における先端的研究に寄与しているほか、金融シミュレーションなど社会科学分野の研究にも活用されている。

例えば、平成 27 年（2015 年）から採択された「ゲリラ豪雨予測を目指した『ビッグデータ同化』」は従来の計算科学とデータ科学を融合した新しい方法論に基づき、昨今大きな社会的問題となっているゲリラ豪雨の予測を目指す実用的研究であり、大きな成果をあげている。また、京コンピュータ、HPCI 共用ストレージ東拠点・西拠点を利用した大気海洋連成シミュレーションによって、エルニーニョ現象の急激な終息の原因となった「マッデン-ジュリアン振動（MJO）」のメカニズムが世界で初めて明らかにされるなど、高速な性能を有し、安定性に優れた HPCI 共用ストレージの果たした役割は非常に大きい。

東京大学情報基盤センターの計算資源は平成 20 年度（2008 年度）から大学、研究機関だけでなく企業ユーザにも一定の審査の上利用可能となっており、産業界への貢献も大きい。

国際的な展開に関しては、東京大学情報基盤センターが共同研究協約を締結し、共同研究を実施している、Lawrence Berkeley National Laboratory（USA）、Georgia Institute of Technology（USA）、国立台湾大学（台湾）、国立中央大学（台湾）、国家理論科学研究中心（台湾）、Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg（ドイツ）、Bergische Universität Wuppertal（ドイツ）、German Aerospace Center（DLR、ドイツ）、Università della Svizzera italiana（スイス）等の各機関の 50 名以上の研究者が東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用しているほか、一般利用グループでは合計 5～10 名程度の外国人利用登録者がある。また、平成 26 年度（2014 年度）から毎年 1 回～2 回、国立台湾大学、国家理論科学研究中心と共同で、上記共同研究協約に基づき、台湾において、東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用した並列プログラミングのための集中講義を実施している。平成 30 年（2018 年）2 月まで合計 5 回実施されているが、合計 300 名近い受講者があり、台湾における人材育成、国際交流に大きく貢献している。

さらに、JHPCN では平成 28 年度（2016 年度）から国際共同研究課題の募集を開始しており、平成 28・29 年度（2016・2017 年度）の各年 2 件は東京大学情報基盤センターとの共同研究課題であり、東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用しているなど、アジア各国をはじめとして、欧米に対する国際的な研究活動にも貢献している。

東拠点ストレージのうち、470TB が JLDG（Japan Lattice Data Grid）、すなわち、国内の格子 QCD 及び関連分野の研究者のための広域分散型データグリッドとして、筑波大、京大、名古屋大、高エネ研など国内の 9 グループによって利用された。JHDG は HPCI 戦略プログラムの分野 5「物

質と宇宙の起源と構造」、ポスト「京」重点課題⑨「宇宙の基本法則と進化の解明」の一環として実施されており、国際的にも高い評価を受けている。

本事業で開発した、並列プログラミング言語 XcalableMP は京コンピュータ、Oakforest-PACS などの最先端のスーパーコンピュータシステムで現在も広く使用され、大気シミュレーション、プラズマシミュレーション、格子 QCD シミュレーション等に適用されており、また、現在開発中のポスト京システムにも並列プログラミング環境の一つとして採用される予定であることから、今後大きなインパクトを与えることが期待される。また、並列スクリプト言語 Xcrypt は京コンピュータ、Oakforest-PACS などの最先端のスーパーコンピュータシステムで現在も広く使用されており、二酸化炭素地下貯留シミュレーションにおいて、掘削坑の位置の最適化に使用されるなど、効果を発揮している。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

整備開発された東拠点・西拠点のストレージ・アーカイブ・可視化システムは、平成 24 年（2012 年）から、当時立ち上がったばかりの京コンピュータと全国基盤センター群のコンピュータが構成する HPCI 資源に組み込まれ、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）の利用公募、HPCI の利用公募に採択された課題に大いに活用され、我が国のシミュレーション、データ分析のための情報基盤となっている。

国際的な展開に関しては、東京大学情報基盤センターが共同研究協約を締結し、共同研究を実施している、Lawrence Berkeley National Laboratory (USA)、Georgia Institute of Technology (USA)、国立台湾大学(台湾)、国立中央大学(台湾)、国家理論科学研究中心(台湾)、Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (ドイツ)、Bergische Universität Wuppertal (ドイツ)、German Aerospace Center (DLR、ドイツ)、Università della Svizzera italiana (スイス) 等の各機関の 50 名以上の研究者が東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用しているほか、一般利用グループでは合計 5～10 名程度の外国人利用登録者がある。また、平成 26 年度（2014 年度）から毎年 1 回～2 回、国立台湾大学、国家理論科学研究中心と共同で、上記共同研究協約に基づき、台湾において、東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用した並列プログラミングのための集中講義を実施している。平成 30 年（2018 年）2 月まで合計 5 回実施されているが、合計 300 名近い受講者があり、台湾における人材育成、国際交流に大きく貢献している。

さらに、JHPCN では平成 28 年度（2016 年度）より国際共同研究課題の募集を開始しており、平成 28・29 年度（2016・2017 年度）の各年 2 件は

東京大学情報基盤センターとの共同研究課題であり、東京大学情報基盤センターの計算資源、東拠点ストレージを使用しているなど、アジア各国をはじめとして、欧米に対する国際的な研究活動にも貢献していると考えられる。

東拠点ストレージのうち、JLDG (Japan Lattice Data Grid) は、国内の格子 QCD 及び関連分野の研究者のための、広域分散型データグリッドとして整備された。JLDG は当該分野の国際的な枠組みとして ILDG (International Lattice Data Grid) とも連携しており、ILDG から JLDG へのアクセスも可能となっていることから、JLDG は日本における当該分野の発展に大きく寄与していると言える。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

東京大学情報基盤センターでは、若手研究者（各年度4月1日時点において40歳以下、学生を含む）及び女性研究者（年齢は問わない）による、スーパーコンピュータ、大規模ネットワーク機器などの大型計算資源を使用した研究を対象とした公募型プロジェクトを実施しており、平成22～28年度（2010～2016年度）は合計延べ74件、平成29年度（2017年度）は単年度で合計35件の課題が採択、実施され、若手・女性研究者の育成に大いに寄与している。特に、これらの課題の多くが、Oakleaf-FXシステムの外部ストレージである東拠点ストレージを使用している。また、データ解析&可視化システム東拠点版、データ解析&可視化システム東拠点版アクセラレーション部（GPUクラスター）を使用している課題もある（平成23年度（2011年度）：11件、平成24年度（2012年度）：15件）。

このように、本整備によって若手研究者や女性研究者の活動が支援されている。

事業名	⑬大型低温重力波望遠鏡の整備
実施機関名	国立大学法人東京大学

1. 研究目標等

アインシュタインがその存在を予言した重力波の世界初観測を目指す。重力波を検出することは、一般相対性理論の予言する重力と時空の検証という基礎科学の極めて重要なテーマであるのみならず、天体物理学や宇宙論へも大きな寄与が期待されている。重力波を観測することはブラックホール生成を真に直接観測する唯一の方法である。すなわち、高密度天体が重力崩壊してブラックホールとなる際に発生する様々な波長の光やニュートリノを観測して中心で起こっていることを推論するのではなく、重力波はブラックホール生成時の時空のダイナミクスそのものをとらえることができるという意味である。本事業では、このような重力波を直接検出するため、7億光年先までの現象を検出できる究極の高感度を目標とする3km基線長の高感度大型レーザー干渉計を整備し、感度調整作業を行って速やかに観測を開始する。観測開始後1年以内に重力波検出を目指す。本設備は欧米の重力波望遠鏡に比して10倍の世界最高の検出感度を有しており重力波の世界初観測が期待される。

重力波の発見に続いて、ブラックホール合体に伴う重力波、連星中性子星合体の際の重力波、我々の銀河系で発生する超新星爆発に伴う重力波などの観測が期待される。これらの重力波観測を国際的に複数の観測施設と共同で行うことにより、重力波天文学と呼ばれる新たな研究分野の創成と開拓を行う。重力波天文学においてアジア・オセアニア地域の拠点となる本設備は、この地域の頭脳が集う国際観測拠点となる。

本設備は、超高真空系の整備に2年（平成24年（2012年）前半まで）を要し、その完成時にインストールが可能なように製作・準備を行う光学系、レーザー系、防振系、基線伸縮補償系の整備を進め、最終年度の3年次の半ばから後半にかけてインストールを行って、3年次終了までに調整を行う。なお、これと並行して、重力波のデータ収集と解析のためのソフトウェア開発は3年かけて進める。平成24年度（2012年度）以降、観測研究が行われる。観測データの解析は柔軟な思考力をもった若手研究者の独壇場であり、アジア・オセアニア地域から多くの若手研究者の共同研究への参加が期待される。本設備完成時には国内外合わせて総勢200名、そのうち若手研究者130名の国際共同研究グループの形成を目指す。このように、重力波研究分野における世界中の研究者が集って切磋琢磨するグローバルな研究拠点を形成する。

宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設は、既にニュートリノ研究において国際的研究拠点として認知されている。本設備が加わることで、世界に

も類のない地下を利用した基礎科学研究の総合的な国際研究拠点としての発展を目指し、その利点を生かした科学成果を長期にわたって創出する。

※研究目標等設定時（平成 22 年度（2010 年度））以降の状況変化に対応した目標の修正等

本事業は、重力波の世界初観測を目指して開始された。しかし、平成 27 年（2015 年）9 月に米国の LIGO 重力波望遠鏡単独での連星ブラックホール合体からの重力波が初めて観測された。その後、平成 29 年（2017 年）8 月には、LIGO と欧州の Virgo 重力波望遠鏡の共同観測により、我々が競争で追い続けていた連星中性子星合体イベントもとらえられている。したがって、当初目的は達成できなかったが、その後は、LIGO や Virgo との国際共同観測を行うことに目標を切り換えて装置の完成を目指している。その観測網への参加準備は既に始まっており、実現すれば日米欧の研究機関が連携して重力波天文学を展開してゆくことになる。今後は日米欧の 3 極観測により重力波源の方向をいち早く同定し、光学望遠鏡や電波望遠鏡などの追観測により天体の姿を解き明かしてゆくマルチメッセンジャー天文学が開拓されてゆくことになる。

2. 総合所見

欧米の重力波望遠鏡に比して 10 倍の世界最高の検出感度で重力波の世界初観測を目指すという点においては、米国の LIGO に先を越された。また、期間内に観測を開始するという目標についても、東日本大震災の影響や冷凍機システムのトラブルによって計画に遅れが生じたため、低温での本格観測はまだ実現していない。一方で、三大重力波観測ネットワークの一角となりうる計画として国際コミュニティに認識されており、間もなくの観測開始が予定されている。計画実現に向けての施設整備や環境整備は飛騨市の協力のもと着実に進められている。東京大学宇宙線研究所、国立天文台、高エネルギー加速器研究機構からは常駐又はそれに近い形で現地滞在のものと研究が進められており、国内外 90 弱の機関、300 人余りの共同研究者が参加する国際的な大規模プロジェクトへと発展している。講演会やメディアを通じた社会への発信も行われており、社会的な認知度も高い。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成できなかったが、一定の成果は認められる。

3. 評価の観点に関する評価

（1）科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

重力波天文学を推進する施設として欧米の同様の大型重力波望遠鏡計画と伍する大型低温重力波望遠鏡の構築を進めている。世界初観測は米国の計画に譲ったものの、重力波の発生天体の位置特定やより詳細な情報を得

るために必要となる三大重力波観測ネットワークの一角となる計画として認識されている。協調観測の準備として先行計画との学術交流協定や覚書を締結しており低温での観測開始が待たれる。学術協定や学術交流の覚書締結は韓国、台湾、ベトナムなどのアジア・オセアニア地区や先進技術を有するイギリス、ドイツ、フランス、イタリア、オーストラリアとも行われており、本事業で推進されてきた KAGRA 計画では当初国内外 32 機関、共同研究者数 100 名程度の規模であったものが、現在は国内外 90 弱の機関、300 人余りの共同研究者という国際的な大規模プロジェクトへと発展している。電磁波観測母体へも共同研究対象を広げており、マルチメッセンジャー天文学を開拓し更に発展していくことが期待される。

三大重力波観測拠点の一角を担うための居室スペースや研究棟、人員の増強も行われ、学内組織は新たに重力波観測研究施設として改組され研究基盤の整備が進んでいる。

(2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

低温での観測で期待通りの性能が発揮されれば欧米の先行実験と肩を並べる性能となることが期待される。同じ地下で稼働しているスーパーカミオカンデニュートリノ検出器との同時観測により超新星爆発のメカニズム解明に大きく貢献できるポテンシャルを有しており、三大重力波観測の一角としても高い重要性を有している。低温技術・地下環境の利用では世界を先導しており、欧米の次世代計画に対して牽引役として共同研究を推進している。また、国内の電磁波多波長観測連携組織との共同研究などによってマルチメッセンジャー天文学の開拓も推進している。

研究成果は光学系や真空系、懸架・低温系などの要素技術の開発や重力波検出やデータ解析に関する研究を中心に論文発表されている。共同研究の拡大によって外国人研究者も取り込み、平成 29 年度（2017 年度）には 342 名の共同研究者のうち 111 名が中国、韓国、インド、オーストラリア、アメリカ、イタリア、台湾、ベトナムなどの国外の研究機関に所属している。

KAGRA が設置されている岐阜県飛騨市神岡はニュートリノ観測を中心とした地下実験が多数展開されており、それらが交わることで基礎科学研究の総合的な国際拠点として相乗的な発展をしている。

(3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

重力波観測は電磁波との同時観測も実現し、関連する研究者は重力波研究者のみならず一般天文学へも広がっており、今後さらなる研究者の参画が見込まれる。重力波研究に限っても、重力波望遠鏡の技術開発、重力波

発生理論、大容量データ解析を包含する総合科学であり、多くの大学が参加することで広範囲の若手を惹きつけており、若手研究者に大型プロジェクトの推進を経験する機会を与えるとともに、プロジェクト遂行の経験によって人材育成を行っている。

黎明期の重力波天文学では多くの画期的な研究のアイデアが生まれており、若手研究者に対して魅力的な環境を提供できている。設備完成後は130名の若手研究者の参加を見込んでいる。若手研究者には共同利用研究の代表者として課題申請するように奨励するとともに、ポストを得た若手研究者には優先して共同利用研究費を支給することで研究を支援しており、観測開始後は、若手研究者の研究発表の機会を増やし若手研究者が代表となる共同利用研究の課題数を倍増することを目指している。欧米の観測拠点との交流としては、優れた技術を伝えるワークショップを開催しており、外国人客員ポストを若手にまで対象を拡大する仕組みを構築しつつある。

事業名	⑭素粒子分野における世界最先端研究基盤の整備－KEKB の高度化による国際研究拠点の構築－
実施機関名	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

1. 研究目標等

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) では平成 11 年 (1999 年) 以来、KEK・B ファクトリー (KEKB) による素粒子の研究を行ってきた。これは、電子と陽電子の衝突によって大量の B 中間子と呼ばれる粒子を加速器で作出し、物質と反物質が従う物理法則の違い (CP 非対称性) を明らかにし、小林・益川理論を検証するとともに、B 中間子などの崩壊現象を通して新しい物理法則を探索することを目的としてきた。この研究ではルミノシティと呼ばれる電子と陽電子を衝突させる加速器の性能が特に重要であるが、KEKB ではこの性能において世界最高を達成し、これを背景として、これまでに数多くの物理学上の成果を上げてきた。その中で最も顕著な業績は、B 中間子における CP 非対称性を発見して小林・益川理論を証明したことである。このことによって、素粒子物理学の「標準理論」と呼ばれる理論体系の確立に貢献した。また、これに加えて、小林・益川理論だけでは説明が困難な新しい現象を複数発見しており、標準理論を超えた未知の物理法則を解明する端緒となる結果として世界的に注目されている。素粒子物理学においては、ほとんどの実験結果は現在の標準理論によって説明することができるが、宇宙から反物質が消え去った理由や暗黒物質、暗黒エネルギーの正体など、人類の自然理解の根幹に関わる謎は標準理論では説明できず、未解決のまま残されている。本研究計画は、KEKB を更に高度化することによって、これまで KEKB 実験で得られている標準理論では説明が困難な現象を突破口として新しい物理法則の存在を明確にすることを目的とする。

この研究を行うためには、世界最高を誇る現 KEKB のルミノシティを更に 3～4 倍に高め、さらに大量のデータによって B 中間子などの極めてまれな崩壊現象を精密に測定することが必要である。このために本研究計画では、KEKB 加速器における陽電子ビームのバンチ (多数の陽電子のかたまり) サイズを小さく絞ってルミノシティを向上させるために、陽電子リングの真空システム及び電磁石システムの改造を行う。これらを平成 24 年度 (2012 年度) 中に完成させる。

これまで KEKB で研究を行ってきた Belle (ベル) グループは、もともと世界 15 か国・地域、62 の研究機関から参加する約 400 人の研究者で構成される国際研究グループであった。そのうち、外国人は約 260 名、40 歳以下の若手研究者は約 250 名、女性研究者は約 50 名である。素粒子物理学の分野では、世界的に最先端の研究拠点に優秀な若手研究者が集中し、主体的に研究を行う伝統があり、現在の参加者数もそれを裏付けている。

本事業により、国際的な頭脳循環の拠点の形成と若手研究者がこれまで以上に切磋琢磨できる環境を構築する。そのため、KEKに更に100名程度の若手研究者を世界中から集結させる。これまでのKEKB実験では、蓄積したデータの活用は研究者に任されており、独創的な発想を若手研究者に競争させることによって若手の活躍を奨励する仕組みが既に構築されている。本事業においても、若手研究者の独創的研究がこれまで以上に開花するよう、引き続き若手研究者が活躍できる環境と研究支援体制を充実させる。具体的には、優れた研究には、年齢に関わらずモチベーションの高い者をリーダーとして研究班を組織し、データ解析のための計算機資源の優先的な割当てなどから、その研究提案への支援を行う。

2. 総合所見

本事業（事業期間：平成22年度（2010年度）～平成25年度（2013年度）及び事業終了後は運営費交付金等により平成26年度（2014年度）にKEKBの高度化が完了した（スーパーKEKB）。事業終了後は、同機構の運営費交付金等により整備を継続しており、平成30年（2018年）3月からスーパーKEKBのPhase2実験が開始され、また平成31年（2019年）2月には崩壊点位置検出器を含む全ての検出器を実装したBelle II実験がデータ取得を始める予定になっている。標準理論を超える物理に対する感度が格段に向上し、国際的な求心力が増した結果、共同研究への参加者は2倍近く増加し、アジア諸国をはじめとする諸外国からの参加者数も順調に増えている。また、40歳以下の若手研究者の数が本実験の開始前にも関わらず約100名増加しており、Belle II実験に関わる過半数の組織で若手が主体的にリーダーシップを発揮できる立場に就いている。

以上のことから、当初の事業目標は十分達成されたと認められる。

3. 評価の観点に関する評価

(1) 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要な取組が行われたか。

先行プロジェクトであるKEKBでは、15か国・地域から約400人の研究者が実験に参加していたが、スーパーKEKBへの高度化により、標準理論を超える物理に対する感度が格段に向上し、国際的な求心力が増した。その結果、参加国・地域は25か国、参加研究者数は約750名とKEKB比で2倍に近くなった。特に中国、韓国、台湾、インド、タイ、マレーシア、ベトナムなどから多くの研究者を受け入れており、これらの国々の科学技術水準の向上に貢献している。加速器の大型計画は、ホスト国のみで推進するのは極めて困難な規模になっており、高エネルギー分野で日本のプレゼンスを維持・発展させていく上で、アジア諸国の科学技術水準の底上げと、スーパーKEKBにおける国際共同実験の枠組みの中でのパートナーシップの推進は、政策的に重要である。

- (2) 本事業で整備された設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションなど、国際水準の国際的な研究拠点の構築がなされているか。

先行プロジェクトである KEKB は約 260 名の外国人研究者が参加しており、国際的な研究拠点として活動していた。本事業により、スーパー KEKB での Belle II 実験がほぼ予定通り実施されるめどが立ったため、外国人の参加人数は、平成 24～28 年（2012～2016 年）にかけて毎年コンスタントに約 50 名増加しており、更に強力な国際的な研究拠点の構築が期待通り順調に進んでいる。

- (3) 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境が構築されているか。また、外部の研究者が利用できるよう配慮がなされているか。

素粒子物理学分野は、最先端の研究拠点に優秀な若手研究者が集中し、主体的に研究を行う伝統があり、先行プロジェクトの KEKB でも約 400 名の参加者の内、約 250 名が 40 歳以下の若手研究者であった。本事業でも 40 歳以下の若手研究者の数が本実験の開始前にも関わらず約 100 名増加しており、若手研究者を惹きつける環境が維持されていると判断できる。Belle II 実験の研究に関わる 48 組織のうち 29 組織において、若手が主導的な立場に就いており、組織面でも KEKB 以上に若手がリーダーシップを発揮する環境が整っている。

IV. おわりに

今回の最先端研究基盤事業の事後評価においては、実施機関からの要望等を併せて把握した。その結果、本事業に対して主に以下のような要望が寄せられた。

- ・ 本事業で最先端機器を集中的に導入した技術支援のネットワークを整備したことで当該分野全体がレベルアップしたことから、今後も国際水準で維持・発展させるため、同様の整備事業の実施の検討
- ・ 整備機器のランニングコスト及び修理・メンテナンスコストに関する継続的な支援

今後、同様の施策を推進するに当たって、内閣府、文部科学省等の行政機関においては、留意すべき事項である。

また、今後の取組として、本事業において最先端研究基盤を構築した拠点において、ポストドクター、若手研究者及び女性研究者について、多様なキャリアパス構築の体制整備にも継続して取り組むことを期待する。

最先端の研究設備の整備に対する期待は大きく、国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な拠点の構築の研究基盤となる技術開発という目標を実現するために本事業が果たした役割は大きい。

各実施機関においては、本評価結果等を踏まえ、今後も更に効率的・効果的な研究開発が推進され、我が国の強みを持つ分野における国際共同研究の推進、若手研究者及び女性研究者の研究環境の整備、外部の研究者の利用促進などに一層努めることを期待する。

最先端研究基盤事業事後評価委員会委員名簿

(五十音順・敬称略)

- 秋山 泰 東京工業大学情報理工学院教授
- 井上 邦雄 東北大学ニュートリノ科学研究センター長
- ◎岩田 敏 国立がん研究センター中央病院感染症部長
- 貝沼 亮介 東北大学大学院工学研究科金属フロンティア工学専攻教授
- 鎌形 洋一 産業技術総合研究所生命工学領域研究戦略部長
- 倉田 のり 農業・食品産業技術総合研究機構理事
- 下條 真司 大阪大学サイバーメディアセンター長
- 城石 俊彦 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所副所長
- 寺井 隆幸 東京大学大学院工学系研究科教授
- 中野 貴志 大阪大学核物理研究センター長
- 林崎 規託 東京工業大学科学技術創成研究院教授
- 美濃島 薫 電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
- 吉田 稔 理化学研究所環境資源科学研究センターケミカルゲノミクス研究グループグループディレクター
- 渡部 文子 東京慈恵会医科大学総合医科学研究センター臨床医学研究所教授

◎主査、○副主査

最先端研究開発戦略的強化事業運用基本方針

平成 22 年 4 月 27 日
平成 23 年 7 月 29 日改訂
総合科学技術会議

総合科学技術会議は、平成 22 年度一般会計予算に計上された最先端研究開発戦略的強化費補助金に基づく支援策の名称を「最先端研究開発戦略的強化事業」とし、当該事業に係る運用に関して以下の基本方針を決定する。

1. 最先端研究開発支援プログラムの加速・強化

(1) 事業目的

世界をリードし、世界のトップを目指す研究開発を通じて、我が国の中長期的な国際競争力の強化等を目指す「最先端研究開発支援プログラム」を加速・強化する。平成 22 年度においては、100 億円程度の助成（以下「強化事業」という。）を行う。

(2) 事業内容

「最先端研究開発支援プログラムの対象となる中心研究者及び研究課題について」（平成 21 年 9 月 4 日 総合科学技術会議決定）で決定された中心研究者・研究課題の研究開発を一層加速・強化するために、

- ① 95 億円程度を当該中心研究者・研究課題の研究開発の加速・強化
- ② 5 億円程度を国際シンポジウム等最先端研究開発支援プログラム全般及び当該中心研究者・研究課題の研究内容を広く公開する活動

に対してそれぞれ助成を行う。

(3) 実施方法

① 実施体制

ア) 本基本方針の他、強化事業の運用に関して必要な事項は、科学技術政策担当大臣、科学技術政策を担当する内閣府副大臣及び内閣府大臣政務官（なお、内閣官房副長官が内閣府の事務のうち科学技術政策に参画する場合、当該内閣官房副長官を含む。）、並びに総合科学技術会議の議員のうち内閣府設置法（平成 11 年法律第 89 号）第 29 条第 1 項第 5 号及び第 6 号に掲げる者による最先端研究開発支援推進会議（以下「推進会議」という。）を開催し、決定する。推進会議における検討状況は、適宜総合科学技術会議に報告する。

イ) 対象となる中心研究者・研究課題及び助成額については、推進会議による検討を経て、総合科学技術会議が決定する。

ウ) 強化事業に係る評価は、推進会議が実施する。

エ) 推進会議の活動に係る事務は、内閣府科学技術政策担当部局が担当する。

②選定の手続き

ア) 推進会議による決定案の作成

1) 研究開発の加速・強化

推進会議は、中心研究者・研究課題の研究費総額の査定を通じて得られた知識に基づき、加速・強化が必要な中心研究者・研究課題に重点的に配分するための助成額の決定案を作成する。

2) 研究内容を広く公開する活動

推進会議は、最先端研究開発支援プログラム全体及び中心研究者・研究課題の研究内容を広く公開する活動について提案を募り、対象となる活動及び助成額の決定案を作成する。

イ) 総合科学技術会議による決定・意見具申

総合科学技術会議は、推進会議が作成した上記1)、2)の決定案に基づき最終決定を行い、関連する事項を取りまとめ、文部科学大臣に意見具申を行う。

(4) 評価

推進会議は、最先端研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価に併せて、強化事業の評価を行い、当該内容を総合科学技術会議に報告する。

2. 若手・女性研究者が活躍する研究基盤等の強化

事業目的

若手・女性研究者による研究開発への支援を行う「最先端・次世代研究開発支援プログラム」(以下、「次世代プログラム」という。)を補完し、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションを中心に、基礎研究から出口を見据えた研究開発を行う最先端の研究設備の整備・運用に必要な支援を行うとともに、海外への若手研究者派遣の支援を行い、「頭脳循環」の実現による研究開発力の強化を図る。平成 22 年度においては、300 億円程度の助成を行う。

なお、本基本方針において、若手研究者とは次世代プログラムにおける年齢要件を満たす者とする。

2-1. 頭脳循環を促す世界水準の研究設備の整備

(1) 事業内容

国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、研究ポテンシャルが高い研究拠点において、最先端の研究成果の創出が期待できる設備を整備するとともに、運用に必要な支援を行う。

(2) 支援対象

① 対象機関

日本国内の大学、大学共同利用機関法人及び独立行政法人であって、以下の2要件をすべて満たす研究機関。

- ・最先端の研究活動を実施していること又は実施しうるポテンシャルを有していること
- ・健全な財務基盤を有すること

② 支援対象とする研究設備

以下の2つのテーマにおける課題の解決に資する研究開発を中心とする研究基盤となる設備であって、1年～3年で整備できるものを対象とする。なお、補助金の一定割合(事業費ベースで4割以下を目安)については、以下の2つのテーマ以外からも選定できることとする。

ア) 科学・技術によるグリーン・イノベーションの推進

グリーン・イノベーションでは、環境・資源・エネルギー・食料分野にこだわることなく、基礎研究から出口を見据えた研究開発まで、地球温暖化を克服し、持続的な発展が可能な社会の実現を目的とした挑戦的な研究開発を幅広く推進。

イ) 科学・技術によるライフ・イノベーションの推進

ライフ・イノベーションでは、生命機能や疾患原因の解明等の基礎研究から出口を見据えた研究開発まで、健康社会の実現を目的とした挑戦的な研究開発を幅広く推進。

③ 対象経費

研究設備の設置及びその運用に必要な経費を対象とする。運用に必要な経費については、若手・女性研究者が本補助金により整備された研究設備を利用して研究を行う場合の研究費を含めることができる。

④ 支援期間

研究設備を整備する期間(最大3年間)

(3) 選定

① 選定の観点

- 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。
- 本補助金により整備される設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として、国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できるものであること。

○国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるよう配慮されていること。

○地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。

②選定の手続

文部科学省は、本補助金を助成する研究テーマ、研究機関、補助額等を取りまとめた事業計画案を作成し、推進会議の了承を得た上で、決定する。

また、文部科学省は事業計画を決定した後、その結果を総合科学技術会議に報告するものとする。

③透明性の確保

本補助金は競争的資金ではないが、選定に当たっては、第一線の研究者や学術関係機関からの意見聴取を行うなど多様な意見を反映させるとともに、選定過程を公開するなど、その透明性を確保するものとする。

また、導入する研究設備についての必要性や価格の妥当性等についても十分配慮するものとする。

(4)評価

文部科学省は、支援期間終了後、各研究テーマの特徴を踏まえつつ、(3)①に掲げる各観点について評価を実施するものとする。この場合、支援の対象となった機関が行う自己評価を踏まえて行うことを基本とする。

2-2. 頭脳循環を活性化する海外への若手研究者派遣

(1)事業内容

若手研究者が世界水準の研究に触れ、世界中の様々な課題に挑戦する機会を拡大するとともに、海外の大学等研究機関との研究ネットワークを強化することを目的として、優れた国際共同研究に携わる若手研究者の海外派遣を支援する。これにより、我が国の科学技術の振興のための国際的な頭脳循環の活性化を図る。

(2)支援対象

①対象機関

日本国内の大学、大学共同利用機関法人、独立行政法人、民間団体のうち、文部科学省科学研究費補助金の応募資格を有する機関

②対象者

若手研究者(大学等が若手研究者(1名以上)を選抜し、海外の研究機関等に派遣)

③派遣期間

1～3年間程度

④対象経費

渡航費、滞在費、国際共同研究等に必要な研究費等の経費

(3) 審査・選定

幅広い分野の外部有識者から構成される「国際企画委員会(仮称)」において、派遣先の相手国・地域別に応じて重要な研究分野などに関する派遣戦略を策定する。当該戦略を踏まえ、実施機関を募り、同委員会の下に設置する審査会で以下のような観点から審査・選定を行う。

○派遣先機関との研究協力関係

○共同研究に参画する研究者の研究業績、応募された研究計画の内容

平成22年 5月26日
文 部 科 学 省

最先端研究基盤事業における選定の観点について

グローバル化が進展し、国際的な頭脳獲得競争の激化による人材の流動性が高まる中、我が国の科学技術水準の向上を図るためには、我が国の研究者が海外で研鑽を積み、帰国後さらに活躍できる機会を充実するとともに、海外の優秀な研究者が我が国で活躍できる国際的な「頭脳循環」を実現することが重要になっている。

最先端研究開発戦略的強化費補助金の一部を活用した若手・女性研究者が活躍する研究基盤等の強化を図る事業（以下「最先端研究基盤事業」という。）は、国際的な頭脳循環の実現に向け、国内外の若手研究者を惹きつける研究基盤の整備を強化・加速するため、研究ポテンシャルの高い研究拠点において、最先端の研究成果の創出が期待できる設備を整備し、我が国の研究開発力の強化を図ることを目的とするものである。

このため、本事業では、文部科学省において既に高い研究ポテンシャルを有する拠点から補助対象を選定することとしている。また、文部科学省が補助対象を選定する際の観点として、「最先端研究開発戦略的強化事業運用基本方針（平成22年 4月27日総合科学技術会議決定）」により次の4つが決定されている。

1. 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。
2. 本補助金により整備される設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として、国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できるものであること。
3. 国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるよう配慮されていること。
4. 地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。

補助対象の決定に当たっては、以上の4つの観点を総合的に判断した上で選定を行うこととしており、その具体的な考え方と視点については、次のとおりである。

1. 科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。

本事業による研究基盤の強化を通じて、研究者の国際的な移動・交流や国際水準の研究成果が見込まれ、これらを通して我が国のプレゼンスを高めることが可能となり、科学技術外交に大きく貢献できることが期

待できる。

また、本事業を活用して得られた研究成果は、イノベーション創出の重要なシーズとして期待できるものもあり、我が国の中長期的な成長戦略にも大きく貢献しうるものである。

本事業では、このような政策への貢献に対する期待度が極めて高いものを支援する。

このため、補助対象となる研究拠点の選定に当たっては、本事業により次のような具体的な政策目的の達成に資することが期待できるかとの視点から判断することとする。

あわせて、事業の緊急性（国民の安全・安心に関わるものかどうか、早急に措置しないと国際競争の上で不利になるかどうか）も考慮することとする。

<科学技術外交への貢献>

- ・我が国の強みを持つ分野における国際共同研究等の促進
- ・国際的な大規模プロジェクトへの発展
- ・地球規模の問題に関する開発途上国との協力関係の推進
- ・アジア諸国等とのパートナーシップの推進
- ・我が国の国際的な存在感（プレゼンス）の強化

<中長期的な成長戦略への貢献>

- ・グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションの源泉たるシーズの創出やブレークスルーをもたらす研究開発の推進
- ・基礎研究の振興や宇宙・海洋など新フロンティアの開拓の推進
- ・上記の研究を支える知的基盤の整備

<その他>

- ・上記のほか、安全・安心社会の実現などの早期に解決が求められる研究開発の推進

2. 本補助金により整備される設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として、国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できるものであること。

本事業では、最先端の研究設備の整備や他に類を見ないような研究設備の整備により、世界水準の研究成果や独創的な研究成果を創出することが期待されるものを支援する。また、これらの研究成果が世界の研究を牽引したり、多方面で刺激を与え、新たな研究分野の創出に貢献しうるものを支援する。

このような研究成果をできるだけ早期に期待するには、新たに研究プロジェクトを立ち上げゼロから支援するのではなく、既に最先端の研究

活動を実施している，又は実施しうるポテンシャルを有している研究拠点を集中的に支援することとする。

このため，補助対象となる研究拠点の選定に当たっては，次のような視点から判断することとする。

- ・ 国際的なベンチマーキングによる研究水準の評価
- ・ 研究成果の海外への発信（被引用論文数・国際学会等での発表等）
- ・ 世界を牽引したり，新たな研究分野を開拓するような研究波及効果
- ・ 優れた外国人研究者等の参画

3. 国内外の若手研究者を惹きつけ，切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際，外部の研究者が利用できるよう配慮されていること。

本事業による研究基盤の整備を通じて，国内外，特に海外から若手研究者等が多数集い，研究活動を行う中で互いに切磋琢磨し，研究能力を高めることが期待される研究拠点を支援する。

このため，補助対象となる研究拠点の選定に当たっては，次のようなことが見込まれるかとの視点から判断することとする。

- ・ 若手研究者の参画，特に海外を含む外部からの若手研究者の参画の増加が見込まれるか。
- ・ 研究テーマの内容により，若手研究者が，競争的環境の下で，主体的に研究を進める仕組みが設けられているか。
- ・ 若手研究者，女性研究者の研究活動に対して，研究費の助成など適切な支援がなされているか。
- ・ グローバルな視点で活動できる若手研究者の育成が期待できるか。
- ・ 外部の研究者が利用できるよう適切に配慮されているか。
- ・ 研究支援の体制を含め，研究を継続的に実施できる運営体制が構築されているか。

4. 地域の特性を活かした研究テーマについては，選定において配慮すること。

「頭脳循環」は，特定の地域のみで実現されるのではなく，バランスよく実現されることが望ましい。

このため，選定の過程において地域の特性を配慮することとする。

最先端研究基盤事業の選定プロセス

①研究者からの意見募集(4月28日～5月14日)

- ・補助対象を選定する際の「選定の観点」(案)、支援すべき研究拠点候補等について、研究者から意見を募集。(意見総数:2,369件)

②日本学術会議との意見交換会(5月12日)

- ・日本学術会議が取りまとめた「学術の大型施設計画・大規模研究計画」(マスタープラン 43プロジェクト)等について、文部科学省政務三役(中川副大臣、後藤政務官)が日本学術会議と意見交換。

③日本学術会議のマスタープランに盛り込まれた研究計画について学術分科会作業部会において審議(5月13日～5月21日)

- ・研究計画についてヒアリングを行い、研究者コミュニティの合意、計画の実施主体、共同利用体制、計画の妥当性等について確認。この審議内容も事業候補の選定に活用。

④事業候補22件について、有識者を含めてヒアリングを実施(5月27日～31日)

- ・意見募集や日本学術会議との意見交換結果等を踏まえ、「選定の観点」を決定し、文部科学省(担当部局)において、最先端の研究を実施している又は研究ポテンシャルを有する拠点の中から、事業候補22件を選定。
- ・各事業候補について、有識者とともにヒアリングを実施。

(最先端研究基盤事業の選定に係る検討会 有識者)(平成22年5月現在)

安 西 祐一郎	慶應義塾学事顧問
磯 貝 彰	奈良先端科学技術大学院大学長
岩 澤 康 裕	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
大 垣 眞一郎	国立環境研究所理事長
郷 通 子	情報・システム研究機構理事
佐 藤 勝 彦	自然科学研究機構長
中 西 重 忠	大阪バイオサイエンス研究所長

(五十音順)

⑤ヒアリング結果を踏まえた政務三役、有識者による全体評価会議(6月3日)

- ・文部科学省政務三役(中川副大臣、後藤政務官)及び有識者の出席のもと、個別の事業候補について全体評価を実施。

⑥文部科学省における事業計画の決定(6月15日)

- ・文部科学省政務三役会議において、事業計画案として補助対象事業14件を選定。

⑦総合科学技術会議調整会合及び内閣府政務三役会議における了承と事業計画の決定

- ・内閣府政務三役、総合科学技術会議有識者議員で構成される調整会合(6月17日開催)、内閣府政務三役会議の了承を経て、文部科学省において事業計画として補助対象事業14件を決定(6月22日)。

最先端研究基盤事業 補助対象事業

	事業名	事業実施機関	事業概要	実施期間	補助金額 上段:初年度所要額 下段:(事業総額)
1	海底下実環境ラボの整備による地球科学—生命科学融合拠点の強化(「ちきゅう」を活用)	海洋研究開発機構	○高知コア研究所における, 海底下の実環境を保持してコア試料を研究する環境の構築や, 地球深部探査船「ちきゅう」のコア採取機能の高度化等を行い, 海底下深部環境における炭素・エネルギー循環システムの解明を図る。	2年	35億円 (48億円)
2	世界最先端研究用原子炉群の高度利用による国際的研究開発拠点の整備—原子力研究開発テクノパークの創成—	日本原子力研究開発機構	○最先端照射設備を整備し, 軽水炉の長寿命化等に係る安全研究や原子力人材育成を行うとともに, アジア諸国の原子力ニーズに対応した研究開発協力を実施する。	3年	8億円 (29億円)
3	コヒーレント光科学研究基盤の整備	東京大学, 理化学研究所	○コヒーレント光(波長と位相がそろった光)を, 幅広い波長領域において極短パルスで発生させる光源装置及びそれを用いた先端計測装置を開発し, 太陽光エネルギー変換機構の解明等を進める光科学技術基盤を整備する。	3年	20億円 (40億円)
4	次世代パルス最強磁場発生装置の整備	東京大学	○1000テスラのパルス超強磁場を開発し, 臨界磁場・臨界電流破壊実験を実施し, 高性能電池材料や超伝導材料などにつながる新物質・材料の研究開発を加速する。	2年	8億円 (15億円)
5	生命動態システム科学研究の推進	大阪大学, 理化学研究所	○複雑な生命システムの制御原理を解明する生命動態システム科学研究の推進に必要な, 最先端計測とシミュレーションを行う研究基盤を整備する。	3年	27億円 (37億円)
6	新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備	北海道大学, 東京大学, 大阪大学, 長崎大学	○若手研究者をリーダーとする連携体制を構築し, 病原体の生態や伝播経路の解明, 未知の病原体の探索, 感染症の発生と流行を予測する基盤技術の開発等により, 感染症対策技術の開発を加速する。	3年	16億円 (21億円)

	事業名	事業実施機関	事業概要	実施期間	補助金額 上段: 初年度所要額 下段: (事業総額)
7	心の先端研究のための連携拠点 (WISH)構築	京都大学(心理学・認知科学等を実施する大学, 研究機関と連携)	○ヒト, チンパンジー等の比較認知実験等を行うネットワーク研究拠点を整備し, 心理学, 認知科学, 脳科学や社会科学の分野を超えた学際研究を行い, 他者との相互作用による心のはたらきを解明するための先端研究を推進する。	3年	5億円 (14億円)
8	ゲノム機能医学研究環境整備	熊本大学	○遺伝子改変マウスの臓器別の詳細な表現型を解析する研究環境を整備し, 学内外の研究者が利用できる形で, 遺伝子改変マウスの開発・保存・供給・表現型解析を一貫して行う体制を構築し, 疾患の病因・病態解明等を促進する。	3年	1億円 (6億円)
9	化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備	創薬研究を行う大学(拠点の適切な選定方法を今後検討し, 拠点の選定終了まで交付は保留)	○創薬シーズの探索の加速化を図るため, 多検体スクリーニング設備を, 研究ポテンシャルが高く, 外部の研究者の供用に供することが可能な拠点に導入することにより, 創薬等最先端研究・教育基盤を構築する。 ※創薬支援基盤の確立を目指し, 国が定める戦略的な運営方針に従い実施する。	1年	5億円 (次年度以降は初年度の実績を踏まえ継続の可否を判断)
10	大強度陽子加速器施設(J-PARC)を中心とした中性子科学の研究環境整備	日本原子力研究開発機構	○物質の内部構造や機能の詳細解析を可能にするため, J-PARCの中性子ビームの増強(現行の10倍)を図り, 物質・材料科学や生命科学の進展を支える中性子科学の研究基盤の充実を図る。	3年	12億円 (48億円)
11	低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備	【大規模拠点】 奈良先端科学技術大学院大学, 理化学研究所 【地域拠点】 東北大学, 筑波大学, 東京大学, 名古屋大学, 京都大学, 岡山大学, 基礎生物学研究所	○植物機能の総合解析基盤を集中整備するとともに, オールジャパンの植物研究基盤体制を強化することにより, バイオマスの生産性の向上, CO2の固定量の増大, 植物利用による新素材や有用化合物の生産等を目指す。	1年	27億円 (27億円)

	事業名	事業実施機関	事業概要	実施期間	補助金額 上段: 初年度所要額 下段: (事業総額)
12	e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進	筑波大学, 東京大学, 京都大学	○e-サイエンス(インターネットを介して, 実験, 観測結果等の巨大データや計算資源を活用する科学の方法論)実現のため, 大規模ストレージ, ネットワーク環境等の実証基盤の構築を行い, 様々なコンピューターをシームレスに利用できる大規模ネットワーク研究環境を構築する。	1年	30億円 (次年度以降は初年度の実績を踏まえ継続の可否を判断)
13	大型低温重力波望遠鏡の整備	東京大学	○神岡地区に世界最高感度の一辺3kmのL字型レーザー干渉計を整備し, アインシュタインが予言した「重力波」を世界に先駆けて検出する。	3年	22億円 (98億円)
14	素粒子分野における世界最先端の研究基盤の整備—KEKBの高度化による国際研究拠点の構築—	高エネルギー加速器研究機構	○KEKB加速器を高度化し, 現在の物理の「標準理論」では説明が困難な宇宙の初期にしか起きなかった極めて希な現象を再現することにより, 「新たな物理法則」の存在を明確にする。	3年	64億円 (100億円)

- : グリーンイノベーション
- : ライフイノベーション
- : グリーン&ライフイノベーション
- : 基礎科学研究

〔※具体的な補助金額については, 事業実施機関に詳細な事業計画の提出を求め, 内容を精査した上で確定〕

合計	280億円 (564億円)
----	------------------

グリーンイノベーション	4件
ライフイノベーション	5件
グリーン&ライフイノベーション	3件
基礎科学研究	2件
合計	14件

最先端研究基盤事業 補足資料

○海底下実環境ラボの整備による地球科学-生命科学融合拠点の強化(「ちきゅう」を活用)	1
○世界最先端研究用原子炉群の高度利用による国際的研究開発拠点の整備 -原子力研究開発テクノパークの創成-	2
○コヒーレント光科学研究基盤の整備	3
○次世代パルス最強磁場発生装置の整備	4
○生命動態システム科学研究の推進に向けた研究基盤の整備	5
○新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備	6
○心の先端研究のための連携拠点(WISH)構築	7
○ゲノム機能医学研究環境整備	8
○化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備	9
○大強度陽子加速器施設(J-PARC)を中心とした中性子科学の研究環境整備	10
○低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備	11
○e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進	12
○大型低温重力波望遠鏡の整備	13
○素粒子分野における世界最先端の研究基盤の整備 -KEKBの高度化による国際研究拠点の構築-	14

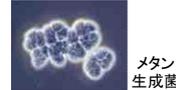
海底下実環境ラボの整備による地球科学—生命科学融合拠点の強化(「ちきゅう」を活用)

初年度所要額 35億円
(事業総額 48億円)

概要

JAMSTEC高知コア研究所に海底下の実環境を保持して、コア試料を研究する環境(海底下実環境ラボ)を整備するとともに、「ちきゅう」、自律型無人探査機により採取したコア試料や海底微細地形データ等、その分析・解析装置等を広く若手研究者等に供することにより、人材育成を図り、地球科学—生命科学融合分野における頭脳循環拠点の形成を図る。

◎ 地球科学・生命科学分野における「ナンバー1/オンリー1」のポテンシャル

<p>高知コア研究所</p>  <p>○ 地球掘削科学における世界的なコア保管・研究施設</p>	<p>地球深部探査船「ちきゅう」</p>  <p>○ 大深度の海底のコア試料を科学目的で採取できる世界唯一の科学掘削船</p>	<p>自律型無人探査機「うらしま」</p>  <p>○ 世界一の連続航走距離記録を持つ自律型無人探査機</p>	<p>研究拠点の魅力</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 海底下の大規模炭素循環システムの解明 ◆ 海底下の大規模生命圏におけるメタン生成機構の解明 ◆ 生命の起源及び進化過程の解明 ◆ 海洋資源の調査・探査技術の開発・供用 	 <p>メタン生成菌</p>
---	---	---	--	---

地球規模課題の解決に貢献する、
地球科学—生命科学の新フロンティアを拓く革新的研究拠点

◎ 海底下実環境ラボの整備

<p>多様な分野の国際的に有望な若手研究者等を糾合</p> <p>大学 独法 民間企業 研究所</p> <p>(関連分野) 微生物学、地質学、エネルギー創成等</p>	<p>頭脳循環拠点の機能強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 高知コア研究所の研究設備の高度化 <ul style="list-style-type: none"> ・ コア試料の極微細な成分解析が可能なシステムを整備 ・ 実環境を保持したコア試料の解析・分析装置の整備 ◆ 「ちきゅう」のコア採取機能の高度化及び自律型無人探査機の整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 海底下の実環境を保持して試料採取できるよう高度化 ・ 海底微細地形データ等が取得可能な高精度センサーを積んだ小型自律型無人探査機の整備(海洋鉱物資源の探査活動等にも展開可能) ◆ コア試料及び分析・解析装置の供用 <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内外の若手研究者等に、コア試料、研究環境を提供 	<p>期待される効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 先端分野の頭脳循環拠点の形成とイノベーションを創出する人材の育成 ◎ 新たな資源エネルギー生成システムの開発の促進 ◎ 下北沖におけるCO2封入(CCS)ポテンシャルの評価 ◎ 「ちきゅう」を使った掘削・コア採取技術の開発・実証 ◎ 海洋資源状況の把握
---	---	--



ナノレベル質量分析システム (5億円)



保圧コアパレル (1億円)



高精度小型自律型無人探査機 (8億円)

世界最先端研究用原子炉の高度利用による国際的研究開発拠点の整備

— 原子力研究開発テクノパークの創成 —

初年度所要額 8億円 (事業総額 29億円)

既存照射試験炉JMTRの特徴

- 世界有数の高い中性子束と広い照射領域を有し、様々な照射設備の設置が可能
- JMTRとホットラボが水路で直結しており、照射後試験後に照射した試料をホットラボ内で特殊キャプセルに遠隔再装荷し、照射試料の再照射試験が可能
- 世界最高水準の照射技術を持った世界を代表する照射試験炉

- 照射試験炉JMTRの改修により
- 軽水炉の長寿命化等に係る安全研究の中核的拠点としてリニューアル
 - 老朽化している原子炉機器を更新し、安定運転確保による世界トップレベルの稼働率70%を達成 → **データ取得期間の短縮**
 - 世界トップレベルを今後20年間維持可能

最先端照射設備の整備により

- 核燃料物質を使用しない **医療診断用^{99m}Tcの国産化技術開発**
- **超高温(2000℃)までの照射環境実現**
- **軽水炉実環境(温度、圧力、水質)が模擬可能な照射場提供**
- **照射後試験による原子レベルの材料複合解析システム構築**

JMTR隣接ホットラボ施設群

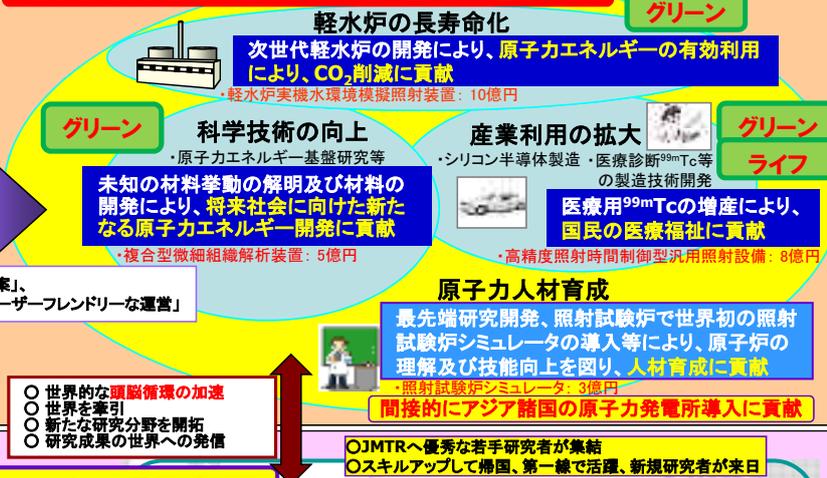
- 産学官連携により、基礎基盤研究から実証試験まで多様な研究基盤が準備でき、若手研究者がより集まりやすい環境を提供可能
- ★この施設群のみでユーザーが要求する全ての照射後試験データを迅速に提供

隣接ホットラボ施設群

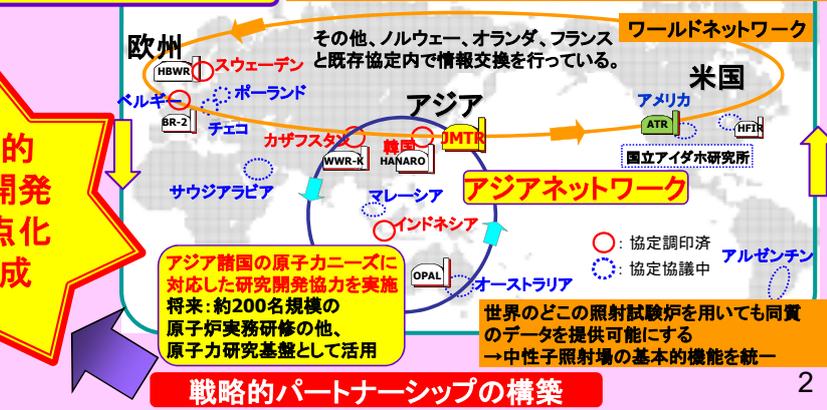


「グリーン」と「ライフ」を支え、かつ、国際的に活用される研究基盤の構築

最先端研究開発により世界の共通課題を解決



頭脳循環の加速



コヒーレント光科学研究基盤の整備

初年度所要額 20億円 (事業総額 40億円)

事業の背景

グリーン・イノベーションの創出に向けて必要な太陽光の利用に資する**エネルギー変換機構の解明**や、ライフ・イノベーションの創出に向けて必要な医薬品開発に資する**生きた細胞のリアルタイム計測等のキーテクノロジー**として、**高性能・高精度なコヒーレント光等の光科学技術が近年急速に成長**している。

事業の目的

東京大学及び理化学研究所は、光波の完全制御を目指した光科学技術研究拠点として研究開発を実施。**光科学技術の分野で世界をリードする研究実績**(コヒーレント光源技術、極短パルス・高繰り返し光源技術、光を用いた新物質創成技術等)を有しており、これらの**技術を高度化・融合**することにより、世界に先駆けて、**新型コヒーレント光源装置を開発・整備**する。本装置は、**幅広い波長領域でコヒーレント性の極めて高い光を自由に操**ることできるほか、**SPRING-8やXFEL等との相補的な利用**により、**光学的分析機能の更なる高度化が期待**できる。さらに、**本装置の応用の広さ**から、**環境科学技術分野やライフサイエンス分野に限らず、異分野研究者が世界から集い、協働・交流する国際的拠点**が形成される。

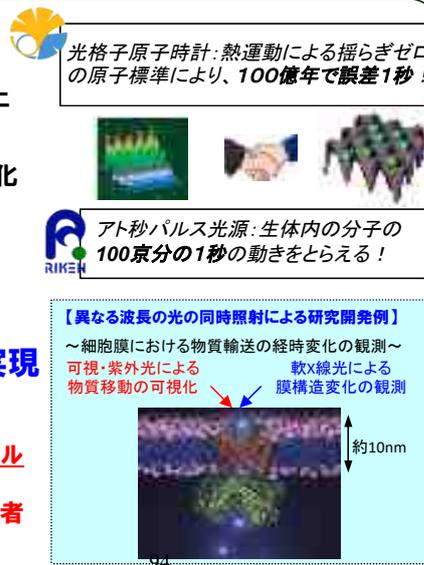
事業の内容

【要素技術の高度化】

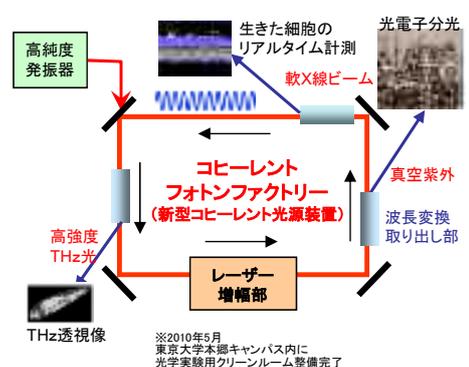
- コヒーレント性の高い光※の実現による計測性能の向上
- 極短パルス光の発生によるアト秒(100京分の1秒)オーダーの変化の計測
- 1秒間に100万回の高繰り返し光源の開発による経時変化の計測
- 先端光物性計測技術開発 等
- ※光の山と谷の現れるタイミングの揃った光

【要素技術を本事業により統合】

- 循環型の新型コヒーレント光源装置の実現**
- テラヘルツから軟X線に及ぶ幅広い波長領域をカバーした**独創的なコヒーレント光源装置を実現**
- 異なる波長の光を同時に照射することで、**現象のリアルタイム計測が可能**
- 実験室サイズの光源装置が実現**することで、**利用研究者の利便性に貢献**



【循環型の新型コヒーレント光源装置のイメージ】



- ◎以下の装置を、東京大学及び理化学研究所に設置
- 高強度・高繰り返し光源(東大及び理研) 9億円
- 高強度高調波発生装置(東大及び理研) 7億円
- 極限コヒーレント制御装置(東大) 6億円
- 先端光物性計測装置(東大) 9億円

【所要額】 (単位:億円)

	初年度	2年目	3年目	計
	20	11	9	40

次世代パルス最強磁場発生装置の整備

初年度所要額 8億円
(事業総額 15億円)

事業の目的

東京大学物性研究所で、室内**世界最高のパルス磁場を誇る1000テラ磁場発生装置**を整備する。本装置を用いた臨界磁場・臨界電流破壊実験を通じ、我が国の強磁場科学分野をさらに発展させ、**人類未踏の極限物性科学の領域を開拓**するとともに、環境エネルギー分野に役立つ基盤となる**新物質・材料の研究開発**（高性能電池材料、超伝導材料、磁性材料、電気磁気複合材料等の開発）を加速する。

注)パルス磁場:瞬間的に発生される磁場 テラ:磁場の強さを表す単位



本事業により期待される成果

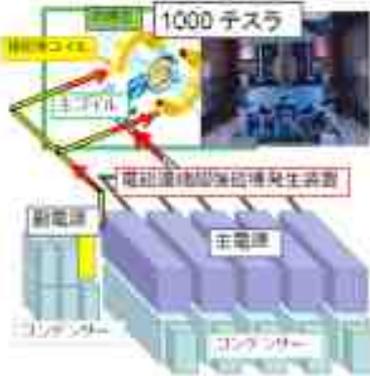
400テラまでのカーボンナノチューブの磁気光学測定、600テラまでの新規磁性体の精密な物性計測を実現

磁場の影響を物質中の原子間隔にまで到達させるには、1000テラの超強磁場発生装置が必要。

米欧の強磁場装置をはるかに凌ぐ約10倍の磁場を発生する装置を整備

- ① 原子一個一個、個別に磁場の磁束を張り付け、原子近くの電子の情報を正確に引き出すことが可能。
- ② カーボンナノチューブ、ナノグラフェンなどの**ナノマテリアルの振る舞いを原子レベルで探索し、物質の未知の性質を解明。**

未知の物質機能の発見、高性能燃料電池材料、ナノバイオセンサー、高温超伝導材料開発などグリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションに貢献



ポテンシャル

- 物性研究所は、既に強磁場物性科学の国際的研究拠点として認知されており、現在、18カ国40機関から約300名の研究者が結集(うち、若手研究者約160名)
- 物性研究所は、現在も700テラの室内世界最高のパルス超強磁場発生装置を有しており、様々な物性測定と研究で成果をあげている。

所要額

初年度	2年目	計
8億円	7億円	15億円

国際的な頭脳循環への貢献・科学技術外交への貢献

- 欧米中の類似機関に比して**世界最高レベルの磁場発生装置の整備**により、400名を超える国内外の研究者が参画。
- 日米欧の3拠点体制の中、**アジアの拠点**として多数の研究者の結集が期待。



生命動態システム科学研究の推進

初年度所要額: 27億円
事業総額: 37億円

— 今後のライフサイエンスの潮流を先取りした研究による未来医療技術の開発へ —

◎数理・計算科学と精密定量実験研究の連携による「**生命を動態システム**」として把握する研究が急速に進展

※最先端計測とシミュレーション(計算機)を駆使した、複雑な生命システムの制御原理の解明に関する研究

◎最先端計測・計算生命科学の分野で日本は世界トップレベル、**研究基盤整備による競争力強化で世界を先導**

現状

- **生命動態システム科学研究**(※)は、21世紀の科学全体に大きな影響を与え得る可能性を持った研究分野。
- 我が国の数学、物理学、情報・計算科学は**世界トップレベル**。生命科学と数理計算科学の融合により、新たな研究領域を創出できる。
- (例) 細胞内・細胞表面の分子を観測する技術を世界に先駆けて開発し、分子1つ1つの動きを見る**1分子イメージング**で世界を先導
タンパク質のダイナミックな動きを高速にシミュレーションするための専用計算機で**世界最速を実現**(ペタフロップス(1000兆演算/秒)のピーク性能)

現在の課題

- **遺伝子、タンパク質等の個別要素の解明が急速に進展**
- 生命の理解のためには、これら個別要素が複雑にからみあう細胞・組織などのシステムの**統合的理解**が課題

生命システムの計測・予測を行うための最先端研究基盤等を整備・強化
生命現象のふるまいを理解するため実験生物学と計算科学の融合を強力に推進

新たな展開

- 計測・計算科学基盤の高度化、新たな基盤技術開発の推進とともに、これらを活用して、**複雑な生命システムの制御原理を解明**
- **生命システムの理解に基づく革新的医療技術の開発**

研究体制

先端計測・計算科学基盤を結集し、実験生物学と計算科学の融合拠点を強化

生命動態システム研究基盤技術
(大阪大学・理化学研究所)

・細胞動態計測システム (6億円)



・大規模分子シミュレーション専用計算機(7.4億円)

・細胞計測・操作用マイクロデバイス作成装置(1.5億円)

産業界
計測機器・医薬・医療産業

海外連携
イギリス(エジンバラ大)等

既存の連携体制を基に、新たな連携プログラムと連携体制の強化へ

◎最先端計測基盤を用いた精度の高い解析データと高性能シミュレーションを用いて生命現象の予測を確立。

◎生命動態システム研究で世界を先導し、ライフ・イノベーションの基盤技術の構築を図る。

創薬・分子設計・制御

製薬産業

- ① 効果的かつ安全性の高い薬剤の開発のための基盤的な技術を確認
- ② タンパク質の動態を操作する薬剤やタンパク質検出するための分子の開発

細胞動態の制御

製薬産業、再生医療、医療産業

- ① タンパク質などの単因子のみに着目した調節から、細胞内の動態の調節に着目した薬剤設計・合成へ
- ② 発生・免疫系といったより高次の生命システムの研究や操作法の開発への貢献も期待

多細胞システムの制御

(組織・器官等)

再生医療、医療産業

- ① 機械などの人工システムとは異なる、超複雑な多細胞システムの制御原理の解明
- ② 組織・器官中の細胞の状態変化(がん化等)の解明と医療への応用

事業の目的

4大学の研究所(北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター、東京大学医科学研究所、大阪大学微生物病研究所、長崎大学熱帯医学研究所)の実績をベースに、**新たな研究設備の整備と若手研究者をリーダーとする連携体制の構築により、世界の脅威となっている感染症の克服を目指し、日本発の革新的な感染症対策技術の開発を加速する。**また、若手研究者の養成とアジア・アフリカ諸国とのパートナーシップを強化する。

事業の内容

若手研究者中心の連携

- アジア・アフリカ諸国における疫学研究によって、**感染症病原体の生態**を明らかにするとともに、出血熱ウイルス、蚊などが媒介する微生物と共生する動物ならびに**伝播経路を解明(北大・長崎大)**。
- 疫学調査で収集した試料から**未知の病原体を探索(阪大・北大)**。
- 検出された病原体について、**感染した動物の免疫との相互作用を解析**するとともに、**細胞中での作用を定量的に解析(東大・長崎大)**。
- 上記で得られる成績をバイオインフォマティクスにより解析し、**新興・再興感染症の発生と流行を予測する基盤技術を開発(北大・阪大)**。

4研究所の特徴

- 北大:人獣共通感染症の出現機構解明に実績
- 東大:臨床応用研究に実績
- 阪大:感染と宿主応答の解析研究に実績
- 長崎大:感染症の疫学研究に実績

新たな研究設備

- 網羅的病原体解析システム(北大) (3億円)
- 無菌動物飼育維持設備(東大)(3億円)
- ゲノム解析高速コンピュータシステム(阪大)(2億円)
- 感染症分子イメージング基盤システム(長崎大)(6億円) 等

病原体の生態や伝播経路の解明、未知の病原体の探索、感染症の発生と流行を予測する基盤技術の開発等を加速

4研究所のポテンシャル

北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター

人獣共通感染症研究の拠点

東京大学医科学研究所

附属病院を持つ基礎・臨床応用医学研究の拠点

大阪大学微生物病研究所

微生物病研究の拠点

長崎大学熱帯医学研究所

我が国唯一の熱帯医学研究の拠点

これまで、4拠点が中核となり国内16大学による感染症研究ネットワークの構築と若手研究者の育成に貢献。

アジア各国から女性・若手研究者が共同研究等で集結(5年間で約200名を受入)



国際的な頭脳循環・科学技術外交への貢献

若手が主体的に参加するプログラムの推進

本設備の整備により、感染症研究を加速する魅力的な研究環境を提供し、多数の研究者(うち約半数はアジアを中心とした海外の研究者)の参画が期待される。

国際機関との連携活動の加速

世界保健機関(WHO)、国連食糧農業機関(FAO)、国際獣疫事務局(OIE)等と連携して、感染症研究と人材育成を推進し、科学技術外交に貢献する。

所要額

初年度	2年目	3年目	計
16億円	4億円	1億円	21億円

6

心の先端研究のための連携拠点(WISH)構築

事業の目的

京都大学こころの未来研究センターを中核とした8研究機関が連携し、心理学・認知科学と脳科学や社会科学の研究拠点を結んだ「心の先端研究のためのネットワーク」を整備し、**他者との相互作用による心のはたらきを解明するための先端研究を推進する。**

心の先端研究拠点の特徴及び期待される成果

現状

○人間を特徴づける「他者の心を理解し協力し互恵的にふるまう心のはたらき」を解明するため、**心理学・認知科学、脳科学、社会科学、霊長類学**の分野で**ポテンシャルを持つ研究機関を有機的に統合した「心の先端研究」拠点の構築**が必要。

拠点構築のために導入する設備

- 遠隔地の研究者による、ヒト・チンパンジー・ボノボの比較認知実験を可能にするネットワーク化設備(サーバ、視線追従装置、脳波計、サーモセンサー等 計10億円)
- fMRI(3億円)及びfMRI用ネットワーク化装置(サーバ 1億円)

実験例と期待される成果



ヒト科3種(人間・チンパンジー・ボノボ)の各組合せで、遠隔地を結んで、2者間の同調行動や表情模倣等を計測し、人間知性の特性を解明

遠隔間fMRI連携設備:複数台の同時計測



遠隔地のfMRIを結んで脳活動を並列記録するという新手法により、相手の出方で対応が変わる社会交渉の実験を通じ、他者理解の脳活動を解析し、他者との相互作用による心の発達や障害との関連を解明

日本が先導する霊長類研究と人間の発達・社会・脳科学を融合した、我が国独自の学問領域の創成に寄与。

ポテンシャル

京都大学こころの未来研究センター(関連部局:文学部、教育学部、総合人間学部、人間環境学研究所、情報学研究所、霊長類研究所、野生動物研究センター、高次脳機能研究センター、高等教育研究開発推進センター)、北海道大学社会科学実験研究センター、東京大学進化認知科学研究センター、お茶の水女子大学生涯発達追跡研究センター、自然科学研究機構生理学研究所、慶應義塾大学人間知性研究所、玉川大学脳科学研究所、理化学研究所脳科学総合研究センター
(国立4大学と私立2大学については、いずれも21世紀COEやグローバルCOEに採択されている国際的研究拠点)

所要額

初年度	2年目	3年目	計
5億円	5億円	4億円	14億円

国際的な頭脳循環への貢献・科学技術外交への貢献

○独国マックスプランク進化人類学研究所、英国ケンブリッジ大学、米国ハーバード大学およびカリフォルニア工科大学と、**日独米英の連携体制を構築。**

○本設備の整備により、国内研究者400名(うち若手200名、女性160名)、国外研究者200名(うち若手100名、女性120名)を超える参画が期待できる。

7

事業の目的

熊本大学生命資源研究・支援センターでは、ヒトのタンパク質を発現する遺伝子改変マウスを作成する技術「**可変型相同組換え法**」を開発。本事業で、遺伝子改変マウスの臓器別の詳細な表現型を解析できる装置群を整備し、遺伝子改変マウスの開発・保存・供給・表現型解析を一貫して行う体制を構築する。これにより、遺伝子改変マウスを用いた疾患の病因・病態解明等を促進する。

期待される成果

疾患の治療法開発のためには病因・病態の解明が必須
このため、ヒトの遺伝子を発現するマウスが有用

「生化学自動解析装置」(1億円)、「心エコー」(2台、1億円)、「NanoSpect/CT」(1億円)、「行動解析装置」(4台、1億円)等
(装置については、外部研究者の利用に供する)



臓器別の詳細な表現型の解析が可能

遺伝子改変マウス → 臓器別の詳細な表現型の解析

病因・病態解析に最適な遺伝子改変マウスの開発

ヒト疾患の病因・病態の解明に貢献

ポテンシャル

- 遺伝子改変マウス作製の独自技術を開発及びアジア独自のリソースを確立
- アジア地域における遺伝子改変マウスの作成・保存・供給に関わる研究機関のコンソーシアムの設立を主導

国内及び6カ国7機関から200人の研究者が参画

国際的な頭脳循環(政策的重要性、国際拠点、若手参画、地域特性)

ヒトの遺伝子を発現するマウスを作製する**可変型相同組換え法**と開発・保存・供給・表現型解析の一元化

学術目的において、世界で二極の1つを担い、ゲノム機能解析とヒト疾患モデル作製の研究拠点として国内外の若手・女性研究者が参画

【科学技術外交への貢献】

- 国際コンソーシアムを通じたパートナーシップの強化、国際的プレゼンスの強化

【国際的な研究拠点の構築】

- 遺伝子改変マウスの開発、保存、供給、表現型解析に関する拠点の構築

【若手・女性研究者の参画】

- 300名を超える国内外の研究者(うち100名は海外の研究者)の参画

【地域の特性】

- 荒尾地域に家族性アミロイドポリニューロパチー(FAP)の患者が集積。ヒト化モデルの表現型解析により治療法開発に寄与

FAP	年
病気の発見	1953
変異蛋白の発見	1983
遺伝子の発見	1985

所要額

初年度	2年目	3年目	計
1億円	3億円	2億円	6億円

化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備

初年度所要額: 5億円

※次年度以降は初年度の実績を踏まえ継続の可否を判断

- ◎高齢化社会を迎え、国民の健康を守る新規医薬品の創製(創薬)は重要性が増大。
- ◎大学等における革新的な創薬・医療技術シーズを着実かつ迅速に医薬品に結びつける**革新的創薬プロセスの実現に貢献**。

現状

- 大学、研究機関等が**創薬研究に利用可能な我が国唯一の公的化合物ライブラリーを整備**。
- イメージング技術の開発、遺伝子解析技術の開発など、**創薬プロセスや医療の現場で活用可能な技術基盤の整備が進展**。

現在の課題

- 我が国の創薬基盤を支える**多検体スクリーニング拠点が不足**
- スクリーニング拠点の整備と**我が国のネットワーク強化が必要**

大学等に多検体スクリーニング機器を整備・強化

新たな展開

- 最先端設備導入により研究者が自ら利用可能な多検体スクリーニング拠点を整備**

化合物ライブラリーを活用した、**大学等の最先端研究からの創薬シーズを活用**
大学等における創薬研究を支援

研究体制

大学・研究機関に新たに多検体スクリーニング設備を設置し、化合物ライブラリーを中核としたネットワークを強化

- 世界最高水準の公的化合物ライブラリー(東京大学)**



- ◎創薬研究の基盤として**約20万サンプルの化合物**を保有。
- ◎医学、薬学のみならず、構造生物学など**異分野融合した研究が進展**。
- ◎協議会を設置し、技術支援等を行う。

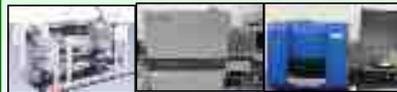
化合物・スクリーニング技術の提供・支援



協議会への参加
連携強化等

- スクリーニング拠点(大学・研究機関)**【補助金により整備】

- ※ 文部科学省が東京大学を除いた大学等からスクリーニング拠点を公募し、設置
 - ・多検体スクリーニングシステム 3.5億円
 - ・スクリーニング結果検証装置 1.2億円



- ◎創薬・医療技術の研究・教育のための**多検体スクリーニング設備**を設置。
- ◎ライブラリーのさらなる質的高度化のために、**ネットワークを強化し**、若手研究者育成のための技術支援や講習会に参画し、**大学等における創薬研究の促進を支援**。

オールジャパンでの創薬研究基盤を構築

創薬人材の育成

大学院生、若手研究者

全国の創薬に携わる学生や若手研究者に最先端の創薬研究環境を提供

創薬シーズの産業化

製薬産業、再生医療、医療産業

創薬・医療技術シーズを着実かつ迅速に医薬品等に結び付ける拠点体制の整備

積極的な外部開放

創薬ベンチャーの育成

積極的に外部開放を行うことにより、日本発創薬ベンチャーの活性化

大強度陽子加速器施設(J-PARC)を中心とした 中性子科学の研究環境整備

初年度所要額: 12億円
(事業総額: 48億円)

事業の目的

J-PARCは、世界最高性能の中性子線実験施設やニュートリノ振動実験施設等が揃った複合研究拠点であり、国内外の多くの研究者が利用する、国際的な研究拠点となりつつある。

中性子線を利用した研究開発は、グリーンイノベーションに不可欠なリチウム電池や燃料電池などの環境技術開発や、ライフイノベーションに資するタンパク質解析による画期的新薬創製などに不可欠であり、国際競争も激しい。

すでに国際的な注目を集めているJ-PARCを、物質・生命科学を始めとする様々な分野で数多くの成果を創出し国内外の若手研究者を惹きつける国際的な一大拠点とするため、更なる高度化を行い、中性子科学の研究環境を整備する。



事業の内容

支援対象機関: 日本原子力研究開発機構 (JAEA)

○欧米施設と並ぶ国際拠点としての地位を確固たるものとするJ-PARCの大幅な性能向上

➡ 出力をこれまでの**10倍**(0.1MW→1MW)に増強

本整備で、J-PARCが世界最高強度に到達

・世界最高強度中性子ビームを実現することによって、

- 1) 中性子の新たな性質の解明 ➡ 素粒子物理学の進展
- 2) 静的な構造・機能解析から、より動的な解析が可能

Cf: 水素吸蔵合金の吸蔵・放出過程における水素挙動の解明
タンパク質と水分子の相互作用研究にブレークスルー

➡ 高性能電池によるグリーンイノベーション、創業によるライフイノベーション

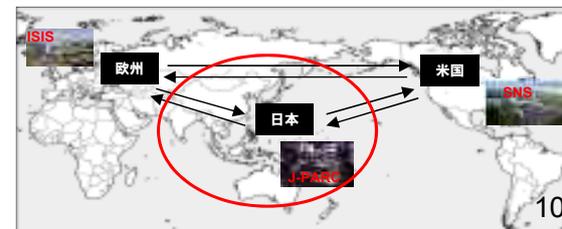
<具体的な内容>

- ・加速器の高度化: J-PARCの根幹である陽子加速器(リニアック、3GeV)の高出力化(46億)
- ・物質・生命科学実験施設の高度化 陽子ビーム標的の高出力化対応(2億)

年度	H22	H23	H24	合計
金額	12	19	17	48

世界に誇る最先端研究拠点を整備

- 中性子を利用した新材料開発、創薬等により我が国の環境技術・医療技術へ貢献
- 世界最先端の研究拠点として欧米と連携・協力を図るとともに、アジア・オセアニア地域の中核として研究を牽引
- 国内外の若手研究者の頭脳循環を可能とする研究環境を形成



低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備

初年度所要額: 27億円
事業総額: 27億円

◎ 環境の変化・食糧不足・バイオマス利用の需要により、植物科学研究に対する要求が多様化

◎ ネットワーク型の特色ある拠点の連携により、オールジャパン体制で植物科学研究の推進を総合的にアプローチ

現状

■我が国の植物科学研究は、世界トップレベル。高い潜在能力を有する拠点が存在。

(例) 国際的な標準モデル植物である「シロイヌナズナ」の全ゲノムデータの解析に成功(日本は25%を解読)
日本の主導で、米の生育改良に役立つイネの全ゲノム解読を完了
理化学研究所篠崎一雄氏は、過去10年の植物科学研究分野の論文引用数で世界第1位

現在の課題

- モデル植物(シロイヌナズナ)を用いて植物そのものの理解は深化
- しかし、植物共通機能の理解に留まっている。

植物の多様な未知機能の抽出が可能なる先端基盤を整備

網羅性・精密性・計測速度の次世代化を図り、様々な植物の機能理解と実利用へ

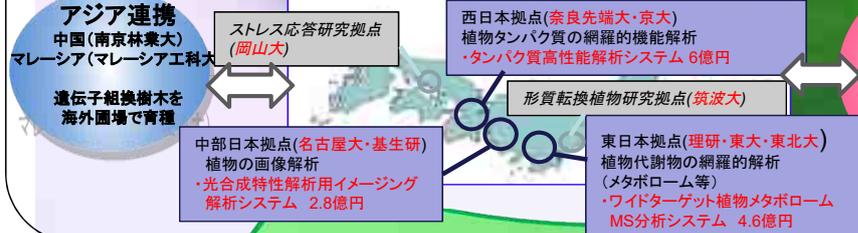
新たな展開

- シロイヌナズナの理解から、多様な植物の機能理解へ
- 多様な植物の実際の育成環境への実用化、CO₂の固定化・資源化の促進を目指す

研究体制

- 従来のモデル植物の知識を基にした植物解析基盤に、最先端の先端計測機器を整備することで、植物の未知機能を引出し、多様な植物の機能理解と利用に貢献。
- 各拠点のネットワーク化を強化し、アジア植物計測の中核になるとともに、各拠点で先導的研究を若手研究者が連携して推進。

既存のオールジャパンの連携体制



農水省等

(森林総研、産総研等) 基盤の相互利用により基礎から応用まで一貫貫貫で農作物に成果を展開
産業界 化学産業・製紙産業

低炭素社会

地球環境保全

食糧問題解消

- 既存の連携体制を基に、新たな連携プログラムと連携体制を強化
- 基礎からイノベーションを目指す若手研究者の育成に貢献

◎石油代替の植物バイオマスから化学製品原料、バイオプラスチック、バイオ燃料につなげる革新的なバイオプロセスを確立

◎CO₂排出量削減に資するグリーンテクノロジー産業を創出

バイオマス増産

製紙会社、樹木育種機関

- ①乾燥地・塩害地で生育可能な植物の開発、ポプラ・ユーカリなど遺伝子組換え樹木を海外圃場で育種
- ②木質の理解により、バイオマスの生産性・分解性を向上

CO₂固定・資源化

製紙会社、樹木育種機関、バイオ産業

- ①光合成の炭素固定効率に関わる遺伝子の解明、及び改変技術の開発によりCO₂固定量を増大
- ②資源化できる新規植物バイオマスの創出

新素材・植物工場

バイオマス化学産業 (バイオプラスチック・バイオ燃料)

- ①植物利用の新素材(バイオプラスチック)等のバイオ製品の生産量向上
- ②遺伝子の解明により植物でしか作れない有用化合物1(医薬品等)を生産

※次年度以降は初年度の実績を踏まえ継続の可否を判断

我が国の科学技術をより強化し、研究分野や国・地域を越えた連携を推進するためには、『e-サイエンス』(インターネットを活用して計算、実験、観測結果等の巨大データや計算資源を共用するという新しい科学の方法論)へのパラダイムシフトを図ることが必要であり、e-サイエンスを支える世界トップレベルの最先端研究情報基盤の整備充実が不可欠。

そこで、ユーザーニーズに応じて、PCクラスタから基盤センターに設置されているスーパーコンピュータ、さらには次世代スーパーコンピュータをシームレスかつオープンに利用できるコンピューティング環境を実現し、国際的に競争環境にある大規模コンピューティング環境分野において、世界に先駆けて革新的な大規模並列計算および大規模データ解析の研究拠点を構築する。

支援対象機関:

- ・東京大学(東京大学を中心とした大学の情報基盤センター等の機関がネットワーク型の拠点を形成。理化学研究所や国立情報学研究所も連携)
- ・東大情報基盤センターは、全国8大学の情報基盤センターから構成される『学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点』の中核拠点
- ・これまでも全国の大学研究者等と共同研究の実績

既存事業の具体的内容
(『e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの研究開発』:H20~23年)

PCクラスタから大学情報基盤センター等に設置されているスパコンまでシームレスに接続するコンピューティング環境の構築

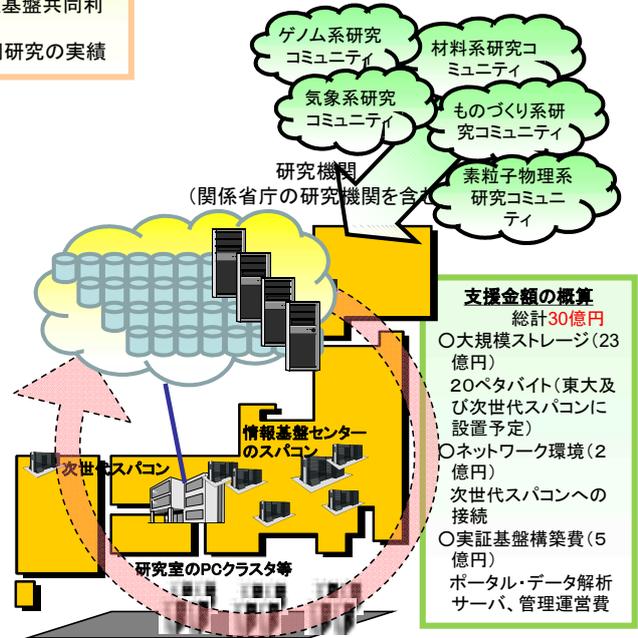
- ①大量データ高速転送機構
- ②分散環境におけるファイルシステム
- ③並列プログラミング言語機能

新たな課題

- ①増大する大容量データへの対応(現行4PB程度)
- ②次世代スパコンなど新たなコンピューティング環境への応用

本施策の内容

- ① 20ペタバイトクラスの大容量ストレージを設置
- ② 次世代スパコン等との接続



拠点機能の強化

超膨大な科学計算が可能で大規模オープンコンピューティング環境を次世代スパコン完成の平成24年度までに整備。世界トップクラスの研究者が集積する国際的頭脳循環拠点が形成。

ネットワーク接続環境下で、次世代スパコンを含めシームレスに接続

創出される研究成果等

- ・分散していた地球環境分野の超大容量データ(地質データ、気象データ、衛星画像データ等)を同一ストレージ上で有機的に結合することで、**超高精細かつ高精度な地球温暖化シミュレーションが実現。**(平成27年度まで)
- ・複数研究機関が保有するゲノム情報を一括参照することにより、**大規模ゲノム解析を可能**。医学上の新たな発見や、**革新的新薬の開発が加速。**(平成27年度まで)
- ・平成22年度から推進する革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ構築への寄与。
- ・計算機資源の優先的利用枠の創設や、インターネット経由でのアクセス環境構築により、**若手・女性研究者の研究環境が改善。**
- ・全国各地において科学データの高度活用が可能となり、**地域性を活かした研究開発が促進。**

大型低温重力波望遠鏡の整備

初年度所要額 22億円
(事業総額 98億円)

事業の目的

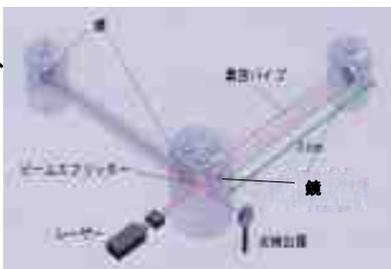
東京大学宇宙線研究所で、大型低温重力波望遠鏡を整備することにより、アインシュタインが予言した「**重力波**」を世界に先駆けて検出する。それにより、人類の空間に対する概念を変え、ブラックホール生成の瞬間などを研究する**重力波天文学の国際的研究拠点を構築**する。

重力波:時空のひずみがさざ波のように空間を伝わる現象。存在は確実であるが、未だ直接検出されていない。



設備の特長及び期待される成果

- 直交する2本のレーザー干渉計(長さ各3km)を地下深部に整備し、重力波を検出
- 7億光年先のブラックホール生成まで観測できる**世界最高の検出感度**(欧米に比べて10倍遠くの宇宙まで観測)を有する装置を実現。



欧米:100年に1度の検出感度(重力波未発見、現在改良中)
日本:**1年に数回以上の検出が可能**

- 超新星爆発やブラックホール生成の瞬間など、宇宙で最も劇的な天体の形成メカニズムと、時空構造の激変を解明
- 一般相対性理論の重力と動的時空の概念の検証が可能となり、ノーベル賞につながる研究成果が期待**

緊急性・国際的期待

- 欧米では装置の改造に着手。日本が世界初観測を達成するためには緊急の整備が不可欠
- 重力波国際委員会が本設備の速やかな予算化を要請

ポテンシャル

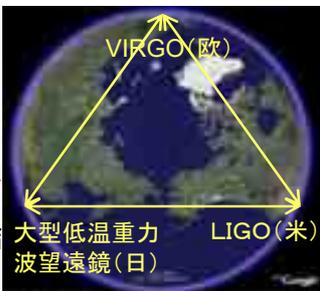
- 神岡地区(岐阜県飛騨市)は既にスーパーカミオカンデ(ニュートリノ研究)で国際的研究拠点として認知。**
- 若手研究者が切磋琢磨する世界に類のない**地下を利用した基礎科学研究の総合的な国際研究拠点**を形成
- 宇宙線研究所は1990年代半ばからレーザー干渉計を用いた**重力波検出器の開発研究で世界をリード。**

所要額

初年度	2年目	3年目	計
22億円	37億円	39億円	98億円

国際的な頭脳循環への貢献・科学技術外交への貢献

- 重力波天文学**には3角測量のように世界に3拠点が不可欠
- 日米欧の3拠点を核とした若手の国際的な頭脳循環
- アジア・オセアニア地域の拠点**として、世界中から**200名(うち、若手130名)を超える研究者**が集積することが期待



素粒子分野における世界最先端の研究基盤の整備

～KEKBの高度化による国際研究拠点の構築～

初年度所要額：64億円
(事業総額：100億円)

事業の目的

高エネルギー加速器研究機構(KEK)で、世界一のビーム強度を誇り、2008年の小林・益川両氏のノーベル賞受賞を決定づけた電子・陽電子衝突型加速器(KEKB)の衝突性能を更に増強することにより、素粒子物理学分野における世界最先端の研究環境の整備・提供を通じて、世界中から優れた若手研究者を惹きつける国際研究拠点の構築を図る。



KEKB(茨城県つくば市)

事業の内容

研究設備を高度化してナノ・サイズの陽電子ビームを実現することにより、宇宙初期にしか起きなかった極めて稀な現象をこれまで以上に多数再現することが可能となるため、同設備を活用し、以下の研究を行う。

○これまでKEKBで発見した「小林・益川理論」では説明できない現象を突破口として、物質の根源を司る「新たな物理法則」の存在を更に明確化する。

○この「新たな物理法則」により、宇宙から反物質が消え去った理由を解明する端緒を開く。

ポテンシャル

▶我が国が得意とする素粒子物理学分野で世界のトップを堅持。
現在、15ヶ国・地域の62機関から約400人が参画。
(うち、約250人は40歳以下の若手研究者)

▶KEKBは、現在の『標準理論』では説明が困難な新たな物理法則の糸口を発見。世界中から注目。

▶電子・陽電子を用いたB中間子実験ができるのは、世界ではKEKBのみ。その高度化に世界中の研究者が期待。

研究設備

- 陽電子ビームパイプの高性能化 57億円
- 陽電子電磁石の増強 43億円

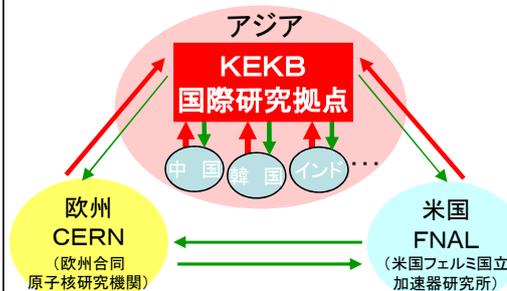
【所要額】

(単位：億円)

初年度	2年目	3年目	計
64	16	20	100

流動的環境の構築による頭脳循環の確立

『新たな物理法則』構築を通じた頭脳循環体制



■素粒子物理学の新たなパラダイムを目指す国内外の若手研究者へ世界最先端の研究環境を提供。

■世界の素粒子物理学分野における国際的な研究体制の更なる拡大・強化により、欧州CERN等と並んだ世界の一大拠点の地位を確立。

■日・米・欧間の国際拠点間の研究グループの流動・循環が図られるとともに、素粒子物理学の振興を目指すアジア域内の若手人材の育成に貢献。14

最先端研究基盤事業 選定理由

<p>事業名</p> <p>海底下実環境ラボの整備による地球科学—生命科学融合拠点の強化(「ちきゅう」活用)</p>	<p>選定の観点1</p> <p>(科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。)</p>	<p>選定の観点2</p> <p>(本補助金により整備される設備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として、国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)</p>	<p>選定の観点3</p> <p>(国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるよう配慮されていること。)</p>	<p>選定の観点4</p> <p>(地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)</p>
<p>1</p>	<p>○本事業は、海底下の生物地球化学的な炭素循環機構やメタン生成機構の解明を図ることを目的としており、これらの成果は、地球温暖化緩和策として注目される二酸化炭素貯留技術開発及び海底下深部の微生物活動を活用した二酸化炭素を原料とするエネルギー再生の基礎となる研究である。このため、本事業は、グリーン・イノベーションに貢献するものである。また、海洋という新フロンティアの開拓や海底資源確保の観点から、我が国の中長期的な成長戦略にも貢献するものである。</p>	<p>○高知コア研究所は世界の三大コア保管庫の一つである。また、「ちきゅう」は世界で唯一大深度の海底下からコア試料の採取できるライザー掘削が可能な科学研究船であり、ともに国際的な研究拠点として認知されている。</p> <p>○本事業により、海底下の環境を保持したままサンプルを採取・保管することが可能となることにも、世界でも類を見ない海底下深部の高温・高圧・無酸素の極限的環境を地上で再現することで、世界で唯一、海底下の実環境サンプルを保持することが可能となる。</p> <p>○サンプルの分析を通じて、地球内部生命圏や炭素循環メカニズムの解明を飛躍的に進めることが可能となり、海底下深部生命圏研究の世界トップ拠点が形成できる。これにより、多くの新たな知見の獲得が期待でき、海洋科学分野において世界を牽引する研究成果が見込まれる。</p>	<p>○高知コア研究所は、海底下実環境の下で海底下生命圏に関する研究ができる唯一の拠点であり、約100名の若手研究者が活動しており、外国人研究者も活躍している。</p> <p>○海底下深部生命圏研究は学際横断的な研究分野であり、掘削試料や研究機能、情報を積極的に公開することで、国内外の各分野の優秀な若手研究者が集まりやすい環境を整備する。また、本事業で整備する研究設備についても、外部の研究者の利用に広く供する予定である。さらに、下北沖での「ちきゅう」の掘削航海では若手・女性研究者の優先乗船枠を設け、先端研究に携わる機会を提供する予定である。</p> <p>○このように、本事業は、若手研究者・女性研究者の研究活動への支援が明確になっており、外部研究者への利用にも配慮がなされている。</p>	<p>○高知コア研究所は、高知県における世界的研究拠点であり、多くの研究者が集まることで、地域の研究交流の活性化が期待できる。</p>
<p>2</p> <p>世界最先端研究用原子炉群の高度利用による国際的研究開発拠点の整備—原子力研究開発テクノロジーパークの創成—</p>	<p>○地球温暖化対策の観点から原子力発電の果たす役割が大きくなる中、軽水炉の長寿命化対策や次世代軽水炉開発に向けた材料研究等がますます重要となっている。本事業は軽水炉材料の安全性研究等を加速化させ、原子力エネルギーの有効活用によるCO₂削減に貢献するもので、政策的に重要な内容である。また、医療診断等で使用される^{99m}Tcの国産化を目指すことで、我が国の安全安心を確保する上でも政策上重要である。</p> <p>○本事業により、将来的に年間約200人の原子力人材を受け入れる研修拠点となることが見込まれる。国外、特にアジアからの研究生の受け入れの促進を図られ、アジア諸国等とのパートナーシップを推進し、科学技術外交に貢献できるものである。また、原子力パークの体系的な輸出に貢献することが期待でき、我が国の中長期的な成長戦略に貢献できる。</p>	<p>○JMTRIは高い中性子束と広い照射領域を持つ照射試験炉であり、世界有数の照射実験施設となっている。本事業により、PWR型次世代軽水炉に係る研究開発が加速されるなど、軽水炉材料照射実験の高度化が図られ、軽水炉長寿命化等に係る安全研究の国際的な拠点がさらに高めることができる。</p> <p>○また、本事業により照射試験炉を国際的に相互補完して利用するフルネットワークによる連携が強化され、優れた外国人研究者の研究への参画が期待でき、頭脳循環の進展が期待できる。</p>	<p>○大などが行う材料の挙動解明などの原子力エネルギー基盤研究から、次世代軽水炉の開発などに係る応用研究までの幅広い研究を実施できる設備を整備され、若手研究者に世界的に高い品質な照射試験・照射後試験の機会を提供することが可能となり、多くの国内外の優秀な若手研究者が参画し、切磋琢磨しつつ優れた研究成果を挙げられる環境を構築できる。</p>	

3	事業名 コヒーレント光科学研究基盤の整備	選定の観点1 (科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。) ○光科学技術は、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス等の先端分野研究に不可欠な基盤的技術であり、科学技術政策上、重要度の高い分野の一つである。 ○また、本事業は、国際的に優位性を有する光科学技術分野において、世界に先駆けて、幅広い波長領域でコヒーレント性の極めて高い光を自由に操縦することができる新型コヒーレント光源装置を開発するものである。従来に比べ2000倍も速い反応の計測・分析が可能となり、これまで観察できなかった現象の解明が可能となる。 ○グリーン・イノベーション等の基盤となる光科学技術が大きく進展することで、中長期的な成長戦略に大きく貢献できる。	選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。) ○本事業の主体である東京大学及び理化学研究所は、年間でのべ500人の研究者が活動し、「先端量子科学アライアンス」としてネットワーク研究拠点として認知されている。これまでも世界トップレベルの研究者との交流が続けられているが、本事業により、優れた研究者との共同研究がさらに期待される。 ○また、新しい光源装置開発により、物質・材料研究など様々な研究分野において新しい知見の獲得が期待でき、新たな研究分野の開拓が見込まれる。	選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。) ○すでに世界中から200人以上の若手研究者が研究を行っており、多くの研究成果があがっている。また、教育プログラムとの連携により、先端科学技術を牽引する国際的なリーダーとなるよう育成に取り組んでいる。 ○本事業により、さらに多くの若手研究者の参加が見込まれるものであり、海外からの研究者も多く、互いに切磋琢磨する環境の中で、若手研究者を国際的な視点を持った人材として育成することが期待できる。	選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)
4	次世代パルス最強磁場発生装置の整備	○本事業により整備する1000テスラのパルス超強磁場発生装置は、米欧が有する装置の約10倍の性能を有し、世界最高の磁場発生を用いた物性計測と物性制御を可能とする。これにより、我が国が強みを持つ強磁場科学を格段に発展させ、人類未踏の極限物性科学の領域を開拓し、我が国の基礎研究の進展を図るとともに、国際的なブレゼンセンの強化につなげるものである。 ○また、本設備を利用した新奇材料開発研究の進展が期待でき、グリーン・イノベーション等に貢献することが期待できる。	○現時点において、100テスラ以上の物性計測は、東京大学物性研究所以外では困難であり、既に国際的拠点として認知されている。 ○本事業により、原子レベルでのナノメートルの物質パラメータを探索することが可能となり、未知の物質の性質の解明が期待できる。これにより、世界の強磁場物性科学を牽引する拠点到発展することが大いに期待できる。	○本事業により、世界中から約400人を超える研究者の参画が期待できる。 ○また、本拠点では、独創的な発想を持つ若手研究者に競争させる仕組みが導入されており、若手研究者が、競争的環境下で切磋琢磨しつつ、優れた研究成果をあげることができている研究環境の充実に期待される。	
5	生命動態システム科学研究の推進	○遺伝子、タンパク質等の個別要素の研究の進展により、これらの要素が複合的に理解し、計測・計算科学を活用して生命を動態システムとして把握する研究が急速に進展している。 ○最先端計測・計算生命科学において、我が国は世界トップレベルにあり、この強みを生かして生命動態システム科学研究で世界を先導することが可能であり、本事業により、研究の更なる進展が見込まれ、我が国の国際的な存在感の強化に貢献できる。 ○また、生命動態システム科学研究の進展は、新しい治療法の有効性・安全性の予測や人工臓器の設計、再生医療開発などライフサイエンス全般への応用、発展が期待できるものであり、ライフ・イノベーションや我が国の中長期的な成長戦略に貢献するものである。	○本事業により、一分子計測技術やスパコン等の計算科学技術など我が国が保有する世界トップクラスの計測技術と分析技術を融合することで、新しいライフサイエンス研究を開拓し、世界をリードすることが可能である。 ○本研究基盤の強化を通じて、本研究領域において我が国の特色や優位性を活かした国際的頭脳循環を主導することが可能となる。既に複数の海外機関が連携を希望しており、優れた外国人研究者等の参画が期待され、国際的な研究拠点到発展する。 ○また、生命動態システム科学は、ライフサイエンス研究全般への波及効果が大きく、新しいライフサイエンス研究分野の開拓が期待できる。	○理化学研究所においては、各種人材育成制度を設け、若手研究者を支援しており、優れた若手研究者が活躍する環境を整備している。 ○大阪大学においては、グローバルCOEプログラム等を活用し、国際的にも先進的な異分野融合教育によって、国際社会の発展を担う人材育成を進めている。 ○これら拠点においては、国内外の優れた若手研究者を惹きつける可能性は極めて高く、頭脳循環の拠点になることが期待される。	

	事業名 新興・再興感染症の克服に向けた研究環境整備	<p>選定の観点1 (科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。)</p> <p>○感染症の脅威への対応は、人類共通のグローバルな課題となっており、国民の安全の確保と地球規模問題への貢献の両面から、我が国及び我が国と交流が深いアジア地域にとって、感染症研究及びこれを支える人材養成の強化が喫緊の課題である。</p> <p>○感染症研究の中枢として国際的にも認知されている4大学への重点支援による研究の加速化により、我が国の安全・安心社会の実現のみならず、国際共同研究の進展やWHO等の国際機関への協力を通じて、特にアジア・アフリカ地域の研究振興や人材養成などに貢献でき、科学技術外交への貢献が期待できる。</p>	<p>選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)</p> <p>○本事業により、感染症の発生と流行を予測する基盤技術を開発するとともに、未知の病原体を探査し、WHO、FAO、OIE等の国際機関に感染症対策を提言する体制の整備が期待できる。</p> <p>○4大学間の連携と効率的な役割分担の下で、個々の研究所ではなし得ない感染症の基礎及び応用研究の飛躍的な発展が期待でき、アジア地域の感染症研究拠点としての地位を確立することが期待できる。</p>	<p>選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)</p> <p>○感染症研究を担う多くの若手研究者の参画が見込まれ、世界から優れた研究者が結集した環境の下で研究活動を行うことにより、グローバルな視点を持った研究者の育成が期待できる。</p> <p>○実施機関である4研究所は、共同利用・共同研究拠点として、国内外の若手研究者・女性研究者の参加の機会を広く展開しているとともに、研究者に対する居室・宿泊施設等の提供や、外国人研究者の生活支援等の体制を既に整備している。</p>	<p>選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)</p> <p>○北海道大学及び長崎大学はそれぞれ人獣共通感染症、熱帯医学研究の実績を有しており、今回の設備整備により、更なる地域の活性化にもつながることが期待される。</p>
6			<p>選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)</p> <p>○本事業により、感染症の発生と流行を予測する基盤技術を開発するとともに、未知の病原体を探査し、WHO、FAO、OIE等の国際機関に感染症対策を提言する体制の整備が期待できる。</p> <p>○4大学間の連携と効率的な役割分担の下で、個々の研究所ではなし得ない感染症の基礎及び応用研究の飛躍的な発展が期待でき、アジア地域の感染症研究拠点としての地位を確立することが期待できる。</p>	<p>選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)</p> <p>○感染症研究を担う多くの若手研究者の参画が見込まれ、世界から優れた研究者が結集した環境の下で研究活動を行うことにより、グローバルな視点を持った研究者の育成が期待できる。</p> <p>○実施機関である4研究所は、共同利用・共同研究拠点として、国内外の若手研究者・女性研究者の参加の機会を広く展開しているとともに、研究者に対する居室・宿泊施設等の提供や、外国人研究者の生活支援等の体制を既に整備している。</p>	<p>選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)</p> <p>○北海道大学及び長崎大学はそれぞれ人獣共通感染症、熱帯医学研究の実績を有しており、今回の設備整備により、更なる地域の活性化にもつながることが期待される。</p>
7	心の先端研究のための連携拠点(WISH)構築	<p>○心理学、認知科学、脳科学、社会科学のみならず、我が国が世界をリードする霊長類学をも有機的に統合した、「心の先端研究」拠点の構築により、我が国独自の学問領域の創成が期待でき、基礎研究の振興とともに、国際的なプレゼンスの強化につながる。</p>	<p>選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)</p> <p>○国際的にも関心の高い研究内容であり、独逸マックスプランク進化人類学研究所、英国ケンブリッジ大学、米国ハーバード大学、及びカリフォルニア工科大学との間で構築した既存の国際連携体制を活用することにより、世界中から多くの優れた研究者の参画が期待できる。</p>	<p>選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)</p> <p>○設備整備により、世界に類例のないヒト科3種の比較認知科学研究の実験場面を確立して、関連研究者が共同で活用するとともに、複数fMRI連携による社会脳研究という、心の研究の新領域を確立し、拠点間連携を一層推進することで、国内外の若手等研究者を惹きつける、研究環境の実現が期待できる。</p> <p>○既存の国際連携体制を活用することで、国内外から600名を超える研究者(うち若手研究者300名、女性研究者280名)の参画が期待できる。</p>	<p>選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)</p> <p>○北海道大学及び長崎大学はそれぞれ人獣共通感染症、熱帯医学研究の実績を有しており、今回の設備整備により、更なる地域の活性化にもつながることが期待される。</p>
8	ゲノム機能医学研究環境整備	<p>○本事業により、ヒトの遺伝子を発現させたマウスの作製技術と、その臓器別の詳細な表現型を解析するシステムを一体化し、研究者の要望に応じた遺伝子改変マウスの迅速な開発が可能となり、ライフサイエンス研究の基盤が強化される。</p> <p>○これにより、機能ゲノム学の進展はもとより、疾患の早期診断、創薬の効率化による波及効果として、産業界へのシーズの提供が可能となり、中長期的な成長戦略への貢献が期待できる。</p> <p>○アジアにおいては、熊本大学が主導して設立した、遺伝子改変マウスに関する「アジアマウスネットワーク」のパートナーシップを基に、アジア諸国とのパートナーシップが更に強化され、科学技術外交への貢献が期待できる。</p>	<p>選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)</p> <p>○熊本大学は、遺伝子改変マウスの開発、保存、供給、表現型解析を一元的に実施する研究機関として、独逸ヘルムホルツミュンヘン研究所と世界の二極の1つを担っており、世界のリソースセンサーの連合体であるFIMReIに参加するなど、国際的中核的な拠点として認知されている。</p>	<p>選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)</p> <p>○現在、国内及び61カ国から200名の研究者が参画しており、本事業による、アジアマウスコミュニティ・タジェネシス及びリソース連合、国際マウスリソース連合、国際ノックアウトマウス連合等との連携を通じて、研究者の更なる参画が見込まれる。</p>	<p>選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)</p> <p>○熊本県に偏在しているヒト優性遺伝病の遺伝子改変マウス作製の作製に成功しており、本事業の表現型解析により、病因・病態を特定できれば、コストのかからない治療法の開発が期待できる。</p>

	事業名	選定の観点1 (科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。)	選定の観点2 (本補助金により整備される整備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)	選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)	選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)
9	化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備	○本事業は、我が国の創薬等最先端研究・教育基盤の確立を目指す。国が定めた方針に従って、戦略的に運営することとしている。実施に当たっては、研究機関のネットワーク体制を構築し、医薬品開発のシーズを効率的に発掘する創薬等技術支援基盤を強化するものであり、ライフ・イノベーションへの貢献が期待できる。	○本事業により効率的なスクリーニングが可能となることにより、新たな活性物質を見出し、医薬品開発のシーズとなることと同様に関連する生命現象の解明に大きく貢献できることが考えられ、世界に伍する研究成果が期待できる。 ○スクリーニング設備を整備し、シーズとなる化合物を見出すことを通じて、医学、薬学のみならず、構造生物学等様々な分野の研究の進展が考えられ、異分野融合型の新たな研究分野を開拓する研究波及効果が期待される。	○地域の他機関の研究者も利用できるよう、供用設備としてスクリーニング設備を設置することで本格的な創薬研究プロセスを若手研究者等が身をもって理解することになり、国内外の若手研究者を惹きつけ、お互いに切磋琢磨する研究・教育環境が構築できる。	
10	大強度陽子加速器施設(J-PARC)を中心とした中性子科学の研究環境整備	○J-PARCは中性子科学の世界三大拠点の一つであり、アメリカ、ヨーロッパと激しい性能競争を行っている。今回の整備により欧米を遙かに凌ぐ世界最高強度の中性子ビーム強度(11MW)を実現することにより、世界最先端の中性子研究拠点として、国際的な存在感を示すこととなる。 ○特に、物質材料やタンパク質の研究において重要なリチウムイオンや水素などの挙動・機能解析が可能となるなど、グリーン・イノベーションとライフ・イノベーションの促進に貢献できる。 ○また、加速器による中性子施設を保有しているのはアジア圏では我が国のみであり、中性子を利した材料開発などを通じたアジア諸国等とのパートナーシップの推進に資することが期待される。	○J-PARCは中性子科学の世界三大拠点の一つであり、既に国際的な拠点として認知されている。本事業により、世界最高性能の中性子ビームとX線が利用可能になることにより、J-PARCを利用するたため世界各地から優れた研究者が集まることが期待できる。 ○また、物質材料やタンパク質の研究において重要なリチウムイオンや水分子などの挙動・機能解析が可能となるなど、世界に先駆けて新たな知見を発見することにも貢献でき、多くの研究成果が創出されることにも、新たな研究分野を開拓するための大きな推進力となることが期待できる。	○ビーム強度が世界最高になることで、J-PARCのみ可能な研究課題が増加し、これまでに以上で海外の若手研究者を含めた多くの研究者を惹きつけることが期待される。 ○また、J-PARCではユーザーオフィスを整備し、外部研究者が施設を利用する際に必要な生活支援等を一括して行い、利用者からの意見を取り入れ、業務改善を図っており、施設利用の利便性向上の取組が行われている。	
11	低炭素社会実現に向けた植物研究の推進のための基盤整備	○植物研究は、二酸化炭素の吸収量増大のための光合成能力の強化、バイオマス増産技術の開発や植物でしか作れない有用化合物(医薬品等)の生産などを旨とするものであり、グリーン・イノベーションやライフ・イノベーションへの貢献が期待できる。 ○また、持続的食料生産につながる植物科学研究について、国際プロジェクトへの貢献や中国をはじめとするアジア諸国とのパートナーシップの推進が期待されるなど、科学技術外交への貢献が期待される。	○我が国の植物科学研究は、イネの全ゲノム解読への貢献やモデル植物等で環境ストレス耐性機構解明など、植物バイオテクノロジーや植物ゲノム科学において世界トップクラスの成果をあげている。本事業により、植物の光合成や生長に関する基盤研究が推進されるとともに、画期的な植物生産能力の増強技術や植物機能操作技術の開発等が期待でき、植物機能を活かしたイノベーションによる新たな研究分野の開拓が見込まれる。	○奈良先端科学技術大学院大学と名古屋大学のグローバルCOEプログラムによる若手研究者支援や基礎生物学研究所の共同利用支援等を活用し、多様な研究アプローチに対応する最先端研究基盤のノウハウと設備を若手研究者に提供するこにより、若手研究者の研究を組織的に支援し、国際社会で活躍でき、プロジェクトを担う自立した研究者の養成が期待される。	

	事業名	選定の観点1 (科学技術外交への貢献、中長期的な成長戦略への貢献など、政策的に重要であること。)	選定の観点2 (本補助金により整備される準備により、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションを中心として国際水準の研究拠点の整備を加速させ、国際的な研究拠点の構築が期待できること。)	選定の観点3 (国内外の若手研究者を惹きつけ、切磋琢磨する研究環境を構築できること。その際、外部の研究者が利用できるような配慮されていること。)	選定の観点4 (地域の特性を活かした研究テーマについては、選定において配慮すること。)
12	e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進	<p>○本事業は、ユーザーのニーズに応じて、PCクラウドから各大学の基盤センターに設置されているスーパーコンピュータ、さらには次世代スーパーコンピュータをシェアリング環境を実現するものであり、地球温暖化問題研究の先導、大規模ゲノム解析によるテラメイト医療への貢献など、グリーン・イノベーション及びライフ・イノベーションに貢献する研究を支える基盤が整備され、中長期的な成長戦略に貢献することが見込まれる。</p> <p>○また、こうした研究開発環境を発展途上国やアジア諸国の研究者にオープンにすることにより、国際共同研究が促進されるなど、我が国の科学技術外交に貢献するものである。</p>	<p>○本事業により大容量ストレージと多様なニーズを有する利用者に対する利便性向上の仕組みが整備され、これまでも不可能であったネットワーク接続環境下での多様な計算が次世代スパコンを含めて可能となり、超膨大な量の科学計算を実施できる世界的にも卓越したオープンコンピューティング研究環境が整備される。</p> <p>○当該オープンコンピューティング研究環境が様々な研究分野で活用されることで、新しい研究分野の開拓が期待できる。</p>	<p>○オープンコンピューティング環境を必要とするゲノム、気象、素粒子物理学等の多様な分野において、国内外から多くの若手研究者が集まり、こうした環境の下で若手研究者の切磋琢磨が実現し、未来の科学技術を牽引する人材が多教育成されることが期待される。</p> <p>○また、若手研究者を対象としたスーパーコンピュータの無償利用制度を既に導入しており、今後は、超大容量ストレージの優先利用制度の導入も予定されている。これらは女性研究者にも適用される予定であり、若手・女性研究者への適切な研究支援が期待できる。</p>	
13	大型低温重力波望遠鏡の整備	<p>○米欧の先行する重力波望遠鏡に比して、10倍の世界最高の検出感度を有し、アジア・オセアニア地域の研究拠点の形成はもとより、世界中からの研究者の結集が期待でき、我が国の国際的なプレゼンスの強化が期待できる。</p> <p>○21世紀の新たな天文学となる「重力波天文学」を国際共同で進めるものであり、今後数十年にわたる中長期的な基礎研究の振興に貢献できる。</p> <p>○また、米欧との競争が激しく、今着手しなければ、「重力波」の世界初の検出が困難になり、極めて緊急性が高い。</p>	<p>○本事業の実施主体は、既にニュートリノ研究における国際的拠点として認知されている。本設備が加わることで世界にも類のない地下を利用した基礎科学研究の総合的な国際拠点としての発展が期待でき、国内外から優れた研究者の参加が期待できる。</p> <p>○本事業により一般相対性理論の重力と動的時空の概念の検証が可能となり、ノーベル賞につながる研究成果が期待でき、世界の宇宙物理学を牽引することが見込まれる。</p>	<p>○これまでに行われた240編の論文の執筆及び約700回の国際学会における講演の約8割が若手研究者によって行われたものであり、多くの若手研究者が主体的に研究を進める研究環境が整っている。</p> <p>○本事業により、国内外合計で200名(うち130名が若手研究者)となることが見込まれ、優秀な若手研究者が数多く参加することで切磋琢磨する研究環境が更に充実する。</p>	<p>○神岡地区はスーパー・カミオカンデ等による宇宙素粒子物理学のメッカとなっており、本設備の整備により更なる地域活性化が期待される。</p>
14	素粒子分野における世界最先端の研究基盤の整備 - KEKBの高度化による国際研究拠点の構築 -	<p>○我が国の素粒子物理学研究は世界をリードしている。KEKBは、電子・陽電子を用いたB中間子実験ができる世界唯一の研究施設であり、世界中の研究者がその高度化に期待している。</p> <p>○本事業により、KEKB実験は更なる大規模国際プロジェクトへと発展するとともに、我が国が世界的に強みを持つ当該分野における国際的優位性が揺るぎないものとなる。また、アジア諸国の基礎科学の発展に更に貢献するなど、我が国のプレゼンスを高めるものである。</p> <p>○本事業により、素粒子物理学の分野において今後10年以上先を見据えた中長期的な基礎研究の新興に貢献できる。</p>	<p>○これまでKEKBに参加した研究者が発表した論文は約740編、その被引用論文数は15,800回であり、世界の素粒子物理学論文の被引用数の1/3に上るなど高い研究水準を有している。</p> <p>○また本実験には15カ国・地域から約400人の研究者が参加しているなど、現在も世界トップレベルの研究拠点を形成しており、本事業によりポテンシャルの高い研究拠点の整備がさらに強化・加速できる。</p> <p>○本事業により、KEKBの高度化を図ることで、世界水準の研究成果をさらに創出することが期待でき、世界の素粒子物理学を牽引することが見込まれる。</p>	<p>○現段階で約200名の外国人研究者がKEKB実験への参加を希望しているなど、特に海外の研究者からの参加増が見込まれる。</p> <p>○また、優れた研究提案については、年齢に関わらず提案者をリーダーとする研究班を組織し、支援する仕組みが構築されており、既存の30組織のうち10組織については40歳以下の若手研究者がリーダーとなっているなど、若手研究者等が主体的に研究活動を行う体制及びこれを支援する体制が整備されている。</p>	

- : グリーンイノベーション
- : ライフイノベーション
- : グリーン&ライフイノベーション
- : 基礎科学研究