

第7章

第2部／
文教・科学技術施策の動向と展開

科学技術・学術政策の総合的推進

総論

我が国の科学技術行政は、内閣総理大臣を議長とする総合科学技術・イノベーション会議の基本方針の下で、関係府省が連携しつつ推進しています。文部科学省は、科学技術・学術に関する基本的な政策の企画・立案や推進、研究開発に関する具体的な計画の作成や推進、科学技術に関する関係行政機関との調整などを行っています。

東日本大震災からの復興、少子高齢化への対応、新興国の台頭等による国際競争力の相対的な低下など様々な問題を解決し、我が国の経済社会を発展させていくためには、科学技術によるイノベーションの創出が必要不可欠です。こうした認識を踏まえ、安倍内閣における我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」にするとの方針の下、平成28年1月には、10年先を見通した5年間の科学技術振興に関する総合的な計画である「第5期科学技術基本計画」が策定されています。

文部科学省は、本基本計画に基づき、科学技術イノベーション^{*1}の成果を新産業創出や経済的・社会的課題の解決等に確実ににつなげていくため、幅広い取組を進めることとしています。

第1節 科学技術・学術政策の展開

1 第5期科学技術基本計画

「科学技術基本計画」は、「科学技術基本法」に基づいて、政府が、科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために策定する計画です。平成8年に「第1期科学技術基本計画」を策定して以降、これまで5年ごとに「科学技術基本計画」を策定し、科学技術政策の振興を図ってきました。

平成28年度に開始された「第5期科学技術基本計画」では、1. 世界に先駆けた「Society 5.0^{*2}」の実現に向けた一連の取組に代表される、未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組、2. 経済・社会的課題への対応、3. 人材育成や学術研究・基礎研究など、科学技術イノベーションの基盤的な力の強化、4. オープンイノベーション^{*3}の推進等、イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築の四つを重要な柱と位置付けています。

さらに、政府研究開発投資の目標として、対GDP比1%、総額約26兆円を掲げています。

2 科学技術・学術政策を推進するための取組

(1) 年次報告（科学技術白書）

「科学技術の振興に関する年次報告」（科学技術白書）は、「科学技術基本法」第8条に基づき、政府が科学技術の振興に関して行った施策について、文部科学省が取りまとめて毎年国会に提出している報告書です。令和元年度の年次報告では「科学技術が広げる未来社会の可能性と選択肢」について特集しています。

^{*1} 科学技術イノベーション：科学的な発見や発明等による新たな知識を基にした知的・文化的価値の創造と、それらの知識を発展させて経済的、社会的・公共的価値の創造に結び付ける革新のこと。

^{*2} Society 5.0：狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続くような新たな社会を生み出す変革を科学技術イノベーションが先導していく、という意味を込めている。

^{*3} オープンイノベーション：企業において、組織外の知識や技術を積極的に取り込む取組のこと。

(2) 総合科学技術・イノベーション会議の司令塔強化への対応

平成30年6月15日に閣議決定された統合イノベーション戦略に基づき、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）をはじめとするイノベーションに関連が深い司令塔会議^{*4}について、横断的かつ実質的な調整を図る場として、内閣に統合イノベーション戦略推進会議が設置されました。当該会議において統合イノベーション戦略を推進することとしており、令和元年6月21日に閣議決定された統合イノベーション戦略2019では、Society 5.0の社会実装や創業、政府事業・制度等におけるイノベーション化の推進、AI・量子・バイオ等の主要分野の戦略構築等を盛り込むとともに、第6期科学技術基本計画の検討や、イノベーション創出の振興に関する司令塔機能の強化を行うこととしております。

また、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」や「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）」が推進されるとともに、CSTIが定める野心的目標（ムーンショット目標）の下、関係府省が一体となり、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発を推進する「ムーンショット型研究開発制度」が科学技術振興機構等による基金のもと創設され、プロジェクトマネージャーの公募が開始されるなど、イノベーションに向けた様々な取組みが本格的に進んでいます。科学技術に関する多くの分野の推進を担っている文部科学省も、これらのプログラムに積極的に協力しています。

(3) 第5期科学技術基本計画の着実な実施に向けた取組

第5期科学技術基本計画において、客観的根拠に基づく政策を推進するため、CSTIは、指標・目標値を活用し、計画の進捗及び成果の状況を定量的に把握し、フォローアップを毎年度行うこととしています。文部科学省においても、科学技術イノベーションの中核的役割を担う省として、指標のみならず、定性的な情報も踏まえ総合的に状況の変化を捉えることによって、状況に応じた有効な施策立案や改善につなげることとしています。

第2節

未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組

1 未来に果敢に挑戦する研究開発の推進

新しい知識やアイデアが、組織や国の競争力を大きく左右する現代においては、新しい試みに果敢に挑戦し、非連続なイノベーションを積極的に生み出すハイリスク・ハイインパクトな研究開発を推進していくことが重要です。文部科学省では、平成29年度から開始した「未来社会創造事業」において、社会・産業ニーズを踏まえ、経済・社会的にインパクトのあるターゲット（ハイインパクト）を明確に見据えた技術的にチャレンジングな目標（ハイリスク）を設定し、民間投資を誘発しつつ、多様な基礎研究成果を活用して、実用化が可能かどうか見極められる段階（概念実証：POC）を目指した研究開発を進めています。

^{*4} イノベーションに関連の深い司令塔会議：総合科学技術・イノベーション会議の他、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部、知的財産戦略本部、健康・医療戦略推進本部、宇宙開発戦略本部及び総合海洋政策本部並びに地理空間情報活用推進会議のこと。

2 世界に先駆けた「Society 5.0」の実現

情報通信技術（ICT）の急激な進化により、ネットワーク化やサイバー空間の利用が飛躍的に発展しています。こうしたことから、平成28年度からの「第5期科学技術基本計画」は、サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）を高度に融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす未来社会の姿を提示しました。文部科学省としても、その新たな経済社会である「Society 5.0」の実現に向け、競争力向上と基盤技術の戦略的強化を重視しています。

3 「Society 5.0」における競争力向上と基盤技術の強化

（1）Society 5.0サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術

Society 5.0の基盤技術である人工知能技術について、教育改革、研究開発、社会実装等の観点からの総合的な政策パッケージとして、「AI戦略 2019」が令和元年6月にとりまとめられました。本戦略に基づく取組が、関係府省の連携の下、一体的に進められています。研究開発については、本戦略に基づき、AI関連中核センター（産業技術総合研究所、理化学研究所、情報通信研究機構）を中核とし、大学・公的研究機関をつなぐネットワークである、「人工知能研究開発ネットワーク」が元年12月に設立されました。このほか、戦略では、人工知能に関する基盤的・融合的な研究開発の推進や、研究インフラの整備等を進めることとされています。文部科学省は、「AIP（Advanced Integrated Intelligence Platform Project）：人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト」として、理化学研究所に設置した革新知能統合研究センター（AIPセンター）において、①深層学習の原理解明や汎用的な機械学習の基盤技術の構築、②日本が強みを持つ分野の更なる発展や我が国の社会的課題の解決のための人工知能等の基盤技術の研究開発、③人工知能技術の普及に伴って生じる倫理的・法的・社会的問題（ELSI）に関する研究などを実施しています。令和2年度においては、「AI戦略 2019」に基づき、Trusted Quality AI（AIの判断根拠の理解・説明可能化）等の研究開発を推進することとしています。このほか、科学技術振興機構（JST）において、人工知能等の分野における若手研究者の独創的な発想や、新たなイノベーションを切り開く挑戦的な研究課題に対する支援を一体的に推進しています。

また、平成30年度からは、「Society 5.0実現化研究拠点支援事業」として採択された大阪大学による情報科学技術を核としたSociety 5.0の実証・課題解決の先端中核拠点の形成を支援しています。

（2）新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術

①ナノテクノロジー・材料科学技術分野における研究開発の推進

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多様な研究領域・応用分野を支える基盤であり、その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤です。

文部科学省では、ナノテクノロジー・材料科学技術分野に係る、基礎的・先導的な研究から実用化を展望した技術開発までを戦略的に推進するとともに、研究開発拠点の形成等への支援を実施しています。

令和元年度からは大学・国立研究開発法人等において、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するもののプロセス技術の確立していない材料を社会実装に繋げるため、プロセス上の課題を解決するための学理・サイエンス基盤としてプロセスサイエンスの構築（Materealize）を目指す「材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業」を開始し

ています。

このほか、物質・材料研究機構では、ナノ構造を制御した材料合成技術、ナノスケール特有の現象・機能の探索、および計測技術、シミュレーション技術の高度化など、新物質・新材料の創製に向けた物質・材料の基礎研究と基盤的研究開発を実施しています。また、平成29年度からはナノテクノロジー・材料科学技術分野のイノベーション創出を強力に推進するため、基礎研究と産業界のニーズの融合による革新的材料創出の場や、世界中の研究者が集うグローバル拠点を構築するとともに、これらの活動を最大化するための研究基盤の整備を行う事業として「革新的材料開発力強化プログラム～M³ (M-cube)～」を実施しています。令和元年度は、革新的新材料の創出加速等に向けた研究環境のスマートラボラトリ化のための取組を開始しました。

②量子技術イノベーションの戦略的な推進

量子科学技術（光・量子技術）^{*5}は、例えば近年爆発的に増加しているデータの超高速処理を可能とするなど、新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術です。そのため、米欧中を中心に海外では、「量子技術」はこれまでの常識を凌駕し、社会に変革をもたらす重要な技術と位置づけ、政府主導で研究開発戦略を策定し、研究開発投資額を増加しています。さらに、世界各国の大手IT企業も積極的な投資を進め、ベンチャー企業の設立・資金調達も進んでいます。

こうした量子科学技術の先進性やあらゆる科学技術を支える基盤性と、国際的な動向に鑑み、政府は令和2年1月、統合イノベーション戦略推進会議の下、短期的な技術開発にとどまらず、産業・イノベーションまでを念頭に置き、かつ10～20年の中長期的な視点に立った新たな国家戦略として、「量子技術イノベーション戦略」を策定しました。同戦略では、①生産性革命の実現、②健康・長寿社会の実現、③国及び国民の安全・安心の確保を将来の社会像として掲げ、その実現に向けて、「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、①重点的な研究開発、②国際協力、③研究開発拠点の形成、④知的財産・国際標準化戦略、⑤優れた人材の育成・確保を進めることとしています。

文部科学省では平成30年度から実施している「光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)」において、①量子情報処理（主に量子シミュレータ・量子コンピュータ）、②量子計測・センシング、③次世代レーザーを対象とし、プログラムディレクターによるきめ細かな進捗管理によりプロトタイプによる実証を目指す研究開発を行うFlagshipプロジェクトや、基礎基盤研究を推進しています。このほか、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォームの構築を目指す量子科学技術研究開発機構(QST)では、重粒子線がん治療装置の小型化・高度化の研究や、世界トップクラスの高強度レーザー(J-KAREN^{*6})やイオン照射研究施設(TIARA^{*7})などの量子ビーム施設を活用し、先端的研究を実施しています。さらに、平成31年4月に量子生命科学領域を創設し、量子計測・センシング等の量子科学技術を生命科学に応用し、生命科学の革新や、新たなイノベーションの創生を目指す量子生命科学の基盤技術開発に取り組んでいます。

^{*5} 量子科学技術：「量子」のふるまいや影響に関する科学とそれを応用する技術。

^{*6} J-KAREN：Japan-Kansai Advanced Relativistic Engineering

^{*7} TIARA：TAKASAKI ION ACCELERATORS for ADVANCED RADIATION APPLICATION

第3節

経済・社会的課題への対応

1 持続的な成長と地域社会の自律的な発展

(1) エネルギー、資源、食料の安定的な確保

① エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化

(ア) 省エネルギー、再生可能エネルギー

地球温暖化への危機感と解決策の必要性への認識が世界的に強まる中、日本としても、今世紀後半のできるだけ早期の脱炭素社会の実現を掲げた「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）」及びそのための革新的技術の確立を目指す「革新的環境イノベーション戦略（令和2年1月21日統合イノベーション戦略推進会議決定）」を策定し、温室効果ガスの大幅な削減と経済成長の両立に資する、従来技術の延長線上にない革新的なエネルギー科学技術の研究開発に取り組んでいます。

文部科学省は、徹底した省エネルギー社会を目指した研究開発を関係府省及び関係研究機関と連携して推進しています。例えば、2014（平成26）年のノーベル物理学賞を受賞した青色発光ダイオードの発明に代表される次世代半導体の研究開発は、我が国が強みを有する分野の一つであり、大きな省エネ効果が期待される窒化ガリウム（GaN）等の次世代半導体を用いたパワーデバイス^{*8}等の2030年の実用化に向け、材料創製からデバイス・システム応用までの次世代半導体に係る研究開発を一体的に推進しています。これまでも、半導体デバイスの実現に必要となる、GaN基板の特定の部分のみをp型GaNにする技術の開発に世界で初めて成功するなどの成果を創出しています。

科学技術振興機構（JST）は、「戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発（ALCA）」及び「未来社会創造事業『地球規模課題である低炭素社会の実現』領域」において、温室効果ガス削減に大きな可能性を有する革新的技術の研究開発を推進しており、その中で太陽光利用技術、蓄電技術等の研究開発を推進しています。例えば、2019（令和元）年に吉野彰氏がノーベル化学賞を受賞したりチウムイオン蓄電池の発明に代表されるように我が国が強みを有する蓄電池分野については、現在の蓄電池を大幅に上回る性能を備える次世代蓄電池技術に関する基礎から実用化までの一貫した研究開発を経済産業省と連携しながら推進しています。また、「未来社会創造事業 大規模プロジェクト型」においては、令和元年度より、新たに環境中の熱源（排熱や体温等）をセンサ用独立電源として活用可能とする革新的熱電変換技術の研究開発を開始しています。

理化学研究所は、エネルギー利用技術の革新を可能にする全く新しい物性科学を創成し、エネルギー変換の高効率化やデバイスの消費電力の革新的低減を実現するための研究開発を推進しています。

物質・材料研究機構は、多様なエネルギー利用を促進するネットワークシステムの構築に向け、高効率太陽電池や蓄電池の研究開発、エネルギーを有効利用するためのエネルギー変換・貯蔵用材料の研究開発等、エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化に向けて、革新的な材料技術の研究開発を推進しています。

(イ) 将来的なエネルギー技術の研究開発

核融合エネルギーは、エネルギー問題と環境問題を根本的に解決する将来の基幹的エネルギー源として期待されています。核融合エネルギーの実現に向け、文部科学省は、国際約束

^{*8} パワーデバイス：インバーターやコンバーターなどの電力変換器

に基づき、日本・欧州・米国・ロシア・中国・韓国・インドの7か国（極）共同で「国際熱核融合実験炉（ITER）計画」を推進しています。我が国は、ITERの建設に当たり重要機器の製作を担っており、令和2年1月には世界初となる超伝導トロイダル磁場コイルが完成し、サイトのあるフランスに向け出荷しました。また、ITER計画を補完・支援する先進的研究開発プロジェクトである「幅広いアプローチ（BA）活動」を日欧協力で実施し、2年3月に先進超伝導トカマク装置JT-60SAの組立を完了させるなど核融合研究開発を計画的かつ着実に推進しています。本活動の引き続きの推進のため、同年2年3月、日欧政府間で「幅広いアプローチ（BA）活動の更なる共同による実施に関する日欧政府代表による共同宣言」の署名を行い、核融合エネルギーの研究開発を一層発展させていくことに合意しました。さらには、核融合科学研究所や大学等では、技術の多様性を確保する観点から、研究者の自由な発想に基づく学術研究を推進し、それらを通じた人材育成を進めています。

核融合研究ホームページ Fusion Energy – Connect to the Future
https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/fusion/



ITER（国際熱核融合実験炉）の建設状況（2019年10月）
（仏サン＝ポール＝レ＝デュランス市カダラッシュ）
©ITER Organization



幅広いアプローチ（BA）活動
国際核融合エネルギー研究センター
（青森県六ヶ所村）

（ウ）原子力分野

（i）政府のエネルギー政策上の位置付け

政府は、「エネルギー基本計画」（平成30年7月3日閣議決定）を改定しました。文部科学省は、原子力の安全性の向上に向けた研究や、原子力の基礎基盤研究とこれを支える人材育成の取組、原子力利用の多様化に貢献する高温ガス炉、核燃料サイクル及び放射性廃棄物処理処分などの研究開発に取り組んでいます。また、文部科学省は、東京電力福島第一原子力発電所の安全な廃止措置等を推進するため、国内外の英知を結集し、安全かつ着実に廃止措置等を実施するための研究開発と人材育成に取り組んでいます。高速炉サイクル技術は、消費した燃料より多くの新しい燃料を生み出すとともに、高レベル放射性廃棄物を減らすことができ、我が国の長期的なエネルギー安定供給に大きく貢献します。「エネルギー基本計画」においては、アメリカやフランス等と国際協力を進めつつ研究開発に取り組むこととしています。

（ii）基礎基盤研究と人材育成

原子力の安全性の向上に向けて、軽水炉を含めた原子力施設の安全性向上に必要な安全研究や、原子力の基盤を維持・強化するための研究開発を進めています。また幅広い原子力人材を育成するため、産学官の関係機関が連携し効果的、効率的、戦略的に行う機関横断的な人材育成活動を支援しています。さらに、令和元年6月に科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力科学技術委員会の下に原子力研究開発・基盤・人材作業部会を

設置し、原子力利用の安全性・信頼性・効率性を抜本的に高める新技術等の開発や、産学官の垣根を超えた人材・技術・産業基盤の強化に向けた研究開発・基盤整備・人材育成等の課題について、総合的に検討を行いました。

また、多様な研究開発に活用されるJRR-3の運転再開に向けた取組みや、発電だけでなく、水素製造など多様な熱の産業利用が見込まれ、固有の安全性を有する高温ガス炉について、安全性の高度化、原子力利用の多様化に役立つ研究開発等を推進しています。

(iii) 東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に関する研究開発等に向けた取組

文部科学省は、「東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン」（平成26年6月公表）に基づき、国内外の英知を結集し、安全かつ着実に廃止措置等を実施するため、日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）の「廃炉国際共同研究センター（令和2年4月より「廃炉環境国際共同センター」に名称変更。以下「CLADS」という。）」において、「国際共同研究棟」（福島県双葉郡富岡町）を活用しつつ、燃料デブリの取扱いや放射性廃棄物の処理・処分、事故進展シナリオ解明等の基礎・基盤的な研究を実施しています。また、CLADSを中核として原子力分野だけでなく様々な分野の優れた知見や経験を、大学や研究機関、企業等の組織の垣根を超えて緊密に融合・連携させることにより、中長期的な廃炉現場のニーズに対応する研究開発及び人材育成の取組を推進しています。

(iv) 高速増殖原型炉もんじゅ

高速増殖原型炉もんじゅについては、平成28年12月に開催された原子力関係閣僚会議において、原子炉としての運転は再開せず、廃止措置に移行することとされました。現在、廃止措置計画（平成30年3月原子力規制委員会認可）に基づき、原子力機構において廃止措置に取り組んでいます。まずは、安全確保を最優先に令和4年末までに炉心から燃料池までの燃料体取出し作業を終了することとしています。平成30年8月からは燃料体の炉外燃料貯蔵槽から燃料池への移送を開始し、令和元年9月からは燃料体の炉心から炉外燃料貯蔵槽への移送を開始しました。今後も「もんじゅ」の廃止措置については、立地地域の声に向き合いつつ、安全、着実かつ計画的に進めていきます。

(v) 原子力機構が保有する施設等の廃止措置に向けた取組

平成29年4月、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（原子炉等規制法）が改正され、全ての原子力事業者等は、原子炉等規制法対象施設ごとに廃棄する核燃料物質によって汚染された物の発生量の見込み、廃止措置に要する費用の見積り及びその資金調達の方法その他の廃止措置の実施に関し必要な事項を定めた「廃止措置実施方針」を作成し公表することとなりました。これを受けて原子力機構は、30年12月に、廃止措置実施方針の作成、公表に加えて、原子力機構の保有する原子炉等規制法の対象施設全体の廃止措置にかかる長期方針である「バックエンドロードマップ」を公表しました。原子力機構は総合的な原子力の研究開発機関として重要な役割を果たしており、その役割を果たすためにも、役割を終えた施設については、国民の皆様の御理解を得ながら、安全確保を最優先に、着実に廃止措置を進めることが重要です。文部科学省は、原子力機構の廃止措置にかかる取組を支援し、安全かつ着実な廃止措置を進めていきます。

また放射性廃棄物処理処分に向けた取組については、重要な政策課題である高レベル放射性廃棄物の減容化や有害度の低減に資する研究開発等を実施するとともに、研究施設や医療機関などから発生する低レベル放射性廃棄物の処理処分に向けた取組などを着実にを行っています。

(vi) 原子力国際協力

文部科学省は、アジア原子力協力フォーラム（FNCA）参加国や、アジア諸国を中心と

する原子力新規導入国に対して人材育成支援を実施しています。また、国際原子力機関（IAEA）等の国際機関と連携を強化し、国際的枠組みの下で革新的原子力システムに関する共同研究等を実施しています。

（vii）核不拡散及び核セキュリティ分野

文部科学省は、原子力機構の核不拡散・核セキュリティ総合支援センター（ISCN）を通じて、IAEAなどとの協力の下、アジア諸国などを対象に人材育成支援を実施しています。また、アメリカなどとの協力の下、核物質の測定・検知や核鑑識の技術開発を実施しています。

（viii）国民の理解と共生に向けた取組

原子力発電施設等に関する国民の理解促進や共生を図ることを目的として、立地地域が実施する持続的発展に向けた取組や、原子力等のエネルギー教育に関する取組などを支援しています。

②資源の安定的な確保と循環的な利用

文部科学省は、希少元素代替材料の創成を目指した「元素戦略プロジェクト」を実施しています。本プロジェクトは、物質中の元素機能の理論的解明から新材料の創製、特性評価までを密接な連携・協働の下で一体的に推進することで、様々な先端産業製品に不可欠である希少元素（レアアース・レアメタル等）の革新的な代替材料を開発し、我が国の産業競争力の強化に貢献します。また、本プロジェクトは、経済産業省等の取組と連携し、研究成果の速やかな実用化に向けた仕組みを構築しています。

科学技術振興機構（JST）は、「戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発（ALCA）」及び「未来社会創造事業『地球規模課題である低炭素社会の実現』領域」において、バイオテクノロジー等の研究開発を推進しています。特に、ホワイトバイオテクノロジー^{*9}として、化石資源から脱却した次世代の化成品合成一貫プロセスの研究開発を推進し、食料として利用することのできない植物資源を原料に活用したバイオプラスチックの開発等に成功しています。

理化学研究所は、石油化学製品として消費され続けている炭素等の資源を循環して利活用することを目指し、植物科学、微生物科学、化学生物学、合成化学等を融合した先導的研究を推進しています。さらに、植物バイオマス（植物由来の有機性資源）を原料とした新材料の創成を実現するための、革新的で一貫したバイオプロセス^{*10}の確立に必要な研究開発を実施しています。

海洋資源の安定的な確保に向けて、文部科学省は、海洋資源の探査を行うために必要な先進的・基盤的技術の開発及び開発した技術を用いた調査研究を行っています。平成25年度から実施している「海洋資源利用促進技術開発プログラム」のうち「海洋鉱物資源広域探査システム開発」では、これまで大学等が開発してきた最先端センサ技術の高度化を進め、複数センサを組み合わせた効率的な広域探査システムの開発や、新たな探査手法の開発及びその実用化に向けた実証を行うことで、企業等への技術移転を進めています。

海洋研究開発機構は、我が国の海洋の産業利用の促進に貢献するため、生物、非生物の両面から海洋における物質循環と有用資源の成因の理解を進め、得られた科学的知見、データ、技術及びサンプルを関連産業等に展開しています。

また、海洋生物資源の持続可能な利用の実現に向け、文部科学省は、「海洋資源利用促進技術開発プログラム」のうち「海洋生物資源確保技術高度化」において、海洋生物の生理機能を解明し、革新的な生産につなげる研究開発を行っています。

^{*9} ホワイトバイオテクノロジー：化学産業におけるバイオテクノロジー

^{*10} バイオプロセス：バイオテクノロジーを活用した製造工程

(2) 超高齢化・人口減少社会等に対応する持続可能な社会の実現

健康長寿社会の実現と産業競争力の強化に貢献することを目指し、「健康・医療戦略」（平成26年7月22日閣議決定）等に基づき、iPS細胞（人工多能性幹細胞）研究等による世界最先端の医療の実現や疾患の克服に向けた取組を強力に推進するとともに、臨床研究・治験や産業応用へとつなげる取組を実施しています。日本医療研究開発機構における基礎から実用化までの一貫した研究開発を関係府省と連携して推進するため、文部科学省においては、特に大学・研究機関等を中心とした医療分野の基礎的な研究開発を推進しています。

① オールジャパンでの医薬品創出・医療機器開発

我が国発の革新的な次世代バイオ医薬品創出に貢献するため、大学等における基盤技術の開発に取り組んでいます。また、創薬研究等の幅広いライフサイエンス研究に活用することができる高度な支援基盤の整備を推進しています。さらに、大学等の独創的な技術シーズを広く発掘し、企業等との連携を通じて革新的な医療機器を創出することを目指しています。

② 革新的医療技術創出拠点を活用した革新的な医薬品等の創出

橋渡し研究支援拠点を活用して大学等発の有望な基礎研究成果を育成し、さらに臨床研究中核病院と連携することで革新的医療技術創出拠点として実用化を促進しています。具体的には、各開発段階のシーズ^{*11}について国際水準の質の高い臨床研究・治験への橋渡しを支援する体制を整備し、革新的な医薬品・医療機器等を持続的に、かつ、より多く創出することを目指しています。

③ 世界最先端の医療の実現

山中伸弥京都大学教授によって樹立されたiPS細胞は、再生医療・創薬等に幅広く活用されることが期待される我が国発の画期的成果です。この研究成果をいち早く実用化につなげるため、iPS細胞等の研究を産学官が一体となり戦略的に推進しています。また、がん・生活習慣病等の発症予防、早期診断及び効果的な治療法の開発を目指して、ゲノム情報を活用した個々人に最適な医療の実現に向けた取組を推進しています。

④ がん、精神・神経疾患、感染症等の疾患の克服に向けた研究開発

次世代のがん医療の創生に向けて、がんの生物学的な本態解明に迫る研究、がんゲノム情報など患者の臨床データに基づいた研究及びこれらの融合研究を推進しています。また、認知症やうつ病等の精神・神経疾患等の克服に向けて、その発症に関わる脳神経回路の機能解明を目指した研究開発と基盤整備を強力に進めるとともに、臨床と基礎研究の連携強化による研究を推進しています。さらに、アジア・アフリカの9か国に設置された海外研究拠点を活用した感染症対策に資する研究開発等の推進や、高度安全実験施設（BSL4施設）を中核とした感染症研究拠点の研究支援を実施しています。

⑤ その他健康・医療戦略の推進に必要な研究開発

我が国のライフサイエンス研究の発展に向け、データベースやバイオリソース^{*12}を戦略的に整備するとともに、先端的な基礎研究や国際共同研究、産学連携の取組等を推進しています。また、老化メカニズムの解明・制御を目指す研究開発を包括的に推進しています。

(3) ものづくり・コトづくりの競争力向上

科学技術振興機構は、「イノベーションハブ構築支援事業」の一環として、計算科学・データ科学を活用し未知なる革新的機能を有する材料を短期間に開発する「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ（MI2I）」を推進しています。物質・材料研究の中核的な機関

^{*11} シーズ：医薬品・医療機器・再生医療等製品の候補となる新しい物質等のこと。

^{*12} バイオリソース：研究開発の材料としての動物・植物・微生物の系統・集団・組織・細胞・遺伝子材料等及びそれらの情報。

である物質・材料研究機構をハブとして産学官の人材を糾合し、データベースの構築、データ科学との融合を発展させるとともに、より広範な企業の参画を促し、画期的な磁石・電池・伝熱制御等の新材料設計の実装に取り組んでいます。

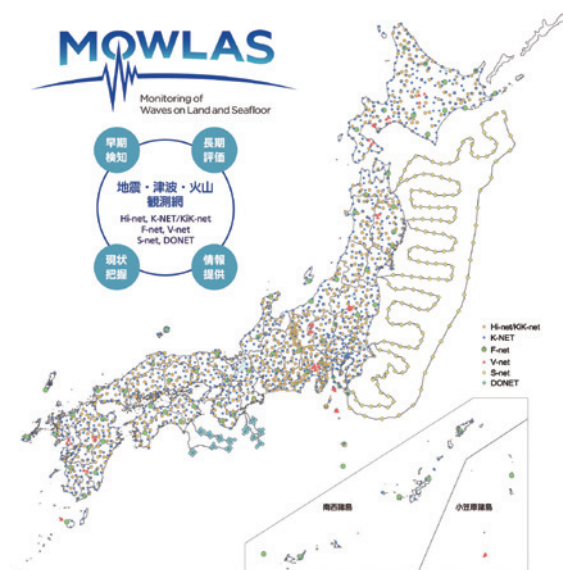
2 国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現

(1) 自然災害への対応

文部科学省は、文部科学大臣を本部長とする地震調査研究推進本部が示した「地震調査研究の推進について（第3期）」（令和元年5月策定）及び「地震に関する総合的な調査観測計画」（平成26年8月策定）に基づいて、関係機関と連携しながら地震発生の将来予測の精度向上や地震の発生メカニズム解明に役立つ調査観測や研究開発等を推進しています。

具体的には、南海トラフ^{ちゅう}広域地震防災研究プロジェクトにおける防災・減災対策に関する研究、地下構造探査、稠密地震観測、津波履歴調査、シミュレーション研究や、日本海地震・津波調査プロジェクトにおける震源断層モデルや津波波源モデルに関する研究を進めています。さらに、平成29年度からは首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクトを推進し、官民連携超高密度地震観測システムの構築、非構造部材を含む構造物の崩壊余裕度に関するデータの収集、官民一体の総合的な災害対応及び事業継続並びに個人の防災行動等に資するビッグデータの整備に取り組んでいます。

防災科学技術研究所は、日本の陸域を均一かつ高密度に覆う約1900点の高性能・高精度な地震計で、人体に感じない微弱な震動から大きな被害を及ぼす強震動に至る様々な「揺れ」の観測を行っています。また海域において、南海トラフ沿いでは地震・津波観測監視システム（DONET）、東北地方太平洋沖を中心とする日本海溝沿いでは日本海溝海底地震津波観測網（S-net）を運用し、地震計・水圧計等の観測機器によりリアルタイムで地震・津波観測を実施しています。これらの観測網に基盤の火山観測網（V-net）を加えて、平成29年度より、全国の陸域から海域までを約2,100の観測点で網羅する「陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）」の本格的な統合運用を開始しました。令和元年度からは、南海トラフ地震の想定震源域のうち、まだ観測網を設置していない高知県沖から日向灘の海域に、南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）の構築を本格的に進めています。



陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）
（図提供：防災科学技術研究所（NIED））



災害拠点建物の災害時機能継続性検証のため、令和元年12月に実施した3階建て鉄筋コンクリート造建物試験体のEーディフェンス振動台実験の様子（写真提供：防災科学技術研究所（NIED））

さらに、MOWLASにより得られた地震観測データに基づく地震災害の観測・予測研究に加え、実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）を活用した耐震工学研究を行っています。今後発生が懸念されている南海トラフ巨大地震や首都直下地震等、巨大地震災害に対する我が国におけるレジリエンス^{*13}の向上に貢献するため、E-ディフェンス等を活用した次世代高耐震技術等に関する研究開発など耐震工学研究を進めています。令和元年度には、市役所など災害拠点建物の災害時機能継続性を検証するため、3階建て鉄筋コンクリート造建物試験体のE-ディフェンス振動台実験を実施しました。

海洋研究開発機構は、南海トラフの想定震源域や日本周辺海域・西太平洋域において、研究船や各種観測機器等を用いて海域地震や火山に関わる調査・観測を大学等の関係機関と連携して実施しています。さらに、これら観測によって得られるデータを解析する手法を高度化し、大規模かつ高精度な数値シミュレーションにより地震・火山活動の推移予測を行っています。

平成26年9月の御嶽山^{おんたけさん}の噴火を踏まえて、28年度から、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトを開始し、火山災害の軽減に貢献するため、他分野との連携・融合を図り、「観測・予測・対策」の一体的な火山研究と火山研究者の育成を推進しています。28年末から大学・研究機関等が参加するコンソーシアムにおいて受講生の受け入れを開始し、専門科目の授業やフィールド実習^{くさつしらねさん もとしらねさん}、火山学セミナー、インターンシップを実施しました。また、30年1月に草津白根山（本白根山）の噴火が発生した際には、現地に研究者を派遣し、臨時観測点を設置しました。

防災科学技術研究所は、MOWLASにおける基盤的火山観測網（V-net）^{くちのえらぶじま}によって火山活動の観測・予測研究を行っています。令和元年度には、浅間山や口永良部島で噴火が発生した際、直後に研究者を派遣し降灰調査を行いました。また、高性能レーダを用いた高精度の降雨予測、土砂災害・風水害の発生予測に関する研究、リアルタイム雪氷災害発生予測に関する研究を行っています。平成28年度からは気象災害の軽減・防止と産業界にプラスの経済的波及効果を生み出すことを目標とした「『攻め』の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」の形成に着手しました。コンビニエンスストア事業を展開する企業と連携して、積雪等センサの新規開発と店舗への設置により積雪予測を高精度化し、大雪時の物流の確保と雪氷災害軽減を両立させる取組等を発展させ、ニーズ主導で地域や産業と共に創る防災課題解決モデルの構築を行っています。

加えて、地震をはじめとした様々な災害の発生確率や危険性評価に関する研究、災害リスク情報の利活用に関する研究など防災に関連する研究開発も行っています。令和元年東日本台風（台風第19号）への対応として、災害情報の共有や発信に関する研究開発成果である「基盤的防災情報流通ネットワーク（SIP4D）」や「防災科研クライシスレスポンスサイト（NIED-CRS）」を介し、自らが行った観測、解析、評価、調査情報に加え、外部機関から発信された情報や、被災地において紙等で発行された情報を一元的に集約し、災害対応機関の状況認識の統一に資する情報を提供しました。その他に発生した多様な自然災害（令和元年6月に山形県沖で発生した地震、元年8月に九州北部で発生した大雨や元年9月の房総半島台風（台風第15号））においても同様の情報提供を行いました。

^{*13} レジリエンス：ハザード（地震、津波等自然現象による外力）にさらされたシステム、コミュニティあるいは社会が、基本的な機構及び機能を保持・回復するなどを通じて、ハザードからの悪影響に対し、適切なタイミングかつ効果的な方法で抵抗、吸収、受容し、またそこから復興する能力。

（２）食品成分情報の集積，提供

文部科学省は，我が国で日常摂取される食品の成分を収載した「日本食品標準成分表」を公表しています。日本食品標準成分表は栄養指導，教育，研究及び行政等において幅広く活用されています。令和元年12月に「2019年における日本食品標準成分表2015年版（七訂）のデータ更新」を公表し，掲載食品の拡充等を行いました。

3 地球規模課題への対応と世界の発展への貢献

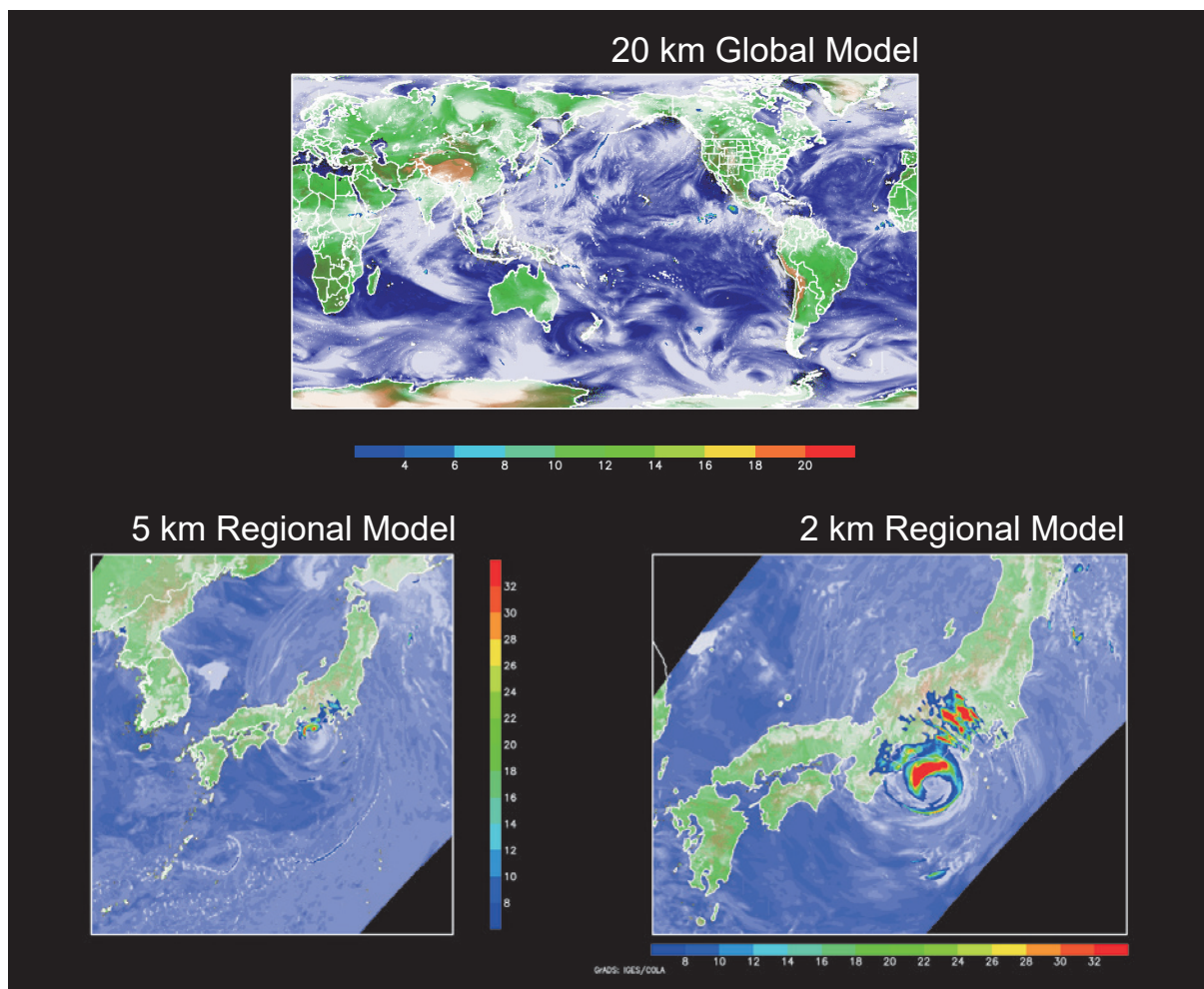
2018（平成30）年に「パリ協定」の実施指針が決定され，先進国と途上国が一体となって共通の目標達成に取り組むための議論が着実に進んでいます。その中で，気候変動をはじめとする世界人類が直面する地球規模課題の解決に対して，我が国の科学技術を生かして国際連携・協力を積極的に関与し，戦略性を持ちつつ，世界の発展へ貢献することが重要です。

文部科学省は，2015（平成27）年11月にメキシコシティで開催された地球観測に関する政府間会合（GEO）閣僚級会合において承認された「GEO戦略計画2016－2025」に貢献するため，人工衛星による観測，漂流フロート，係留ブイ，船舶による海洋観測，南極地域及び北極域における調査・観測などを実施しています。

また，地球シミュレータ等のスーパーコンピュータを活用し，気候モデル等の開発を通じて気候変動の予測技術等を高度化することによって，気候変動によって生じる多様なリスクの管理に必要となる基盤的情報を創出するための研究開発を実施しています。気候変動に関する科学的知見をまとめた「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」の第5次評価報告書において，これまで文部科学省の事業で開発した気候モデルが世界で最も活用されるなど，国際的な貢献も果たしています。

さらに，地球環境ビッグデータ（観測情報・予測情報等）を蓄積・統合解析し，気候変動等の地球規模課題の解決に資する情報基盤として，「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発し，これまでに国内外の研究開発を支えつつ，道路や街区等の浸水状況をリアルタイムで予測するシステム等の成果を創出してきました。また，研究者や企業等国内外の多くのユーザーに長期的・安定的に利用されるための運営体制を構築するとともに，エネルギー，気象・気候，農業等の社会課題解決に資する共通基盤技術の開発を推進しています。

加えて，我が国においては，「気候変動適応法」（平成30年法律第50号）が施行され，適応に向けての取組が加速しています。そこで，地方公共団体等における適応策立案・推進を支援するため，防災，農業，暑熱対策等の実際のニーズを踏まえた，近未来の超高解像度気候変動予測情報等を開発し，DIASに加えて環境省等の関係省庁と連携して取り組む「地域適応コンソーシアム」を通じて，研究開発成果を地方公共団体等に提供しています。



209X年の温暖化した世界における日本周辺の降水量分布予測（写真提供：一般財団法人気象業務支援センター）

地球温暖化の状況等を把握するため、世界中の国や機関により、人工衛星や地上、海洋観測等による様々な地球観測が実施されています。気候変動問題の解決に向けた全世界的な取組を一層効果的なものとするためには、国際的な連携により、それらの観測情報を結び付け、さらに、統合・解析を行うことで、各国における政策決定等の基礎としてより有益な科学的知見を創り出すとともに、その観測データ及び科学的知見への各国・機関のアクセスを容易にするシステムが重要です。「全球地球観測システム（GEOSS）」は、このような複数のシステムから構成される国際的なシステムであり、その構築を推進する国際的な枠組みとして、「地球観測に関する政府間会合（GEO）」が設立されました。GEOでは、「パリ協定」、「仙台防災枠組」、「SDGs」を優先連携3分野として掲げ、2020（令和2）年2月時点で245の国及び国際機関等が参加しています。我が国は、GEOの執行委員国の一つとして、主導的な役割を果たしています。2019（令和元）年には、オーストラリアにおいてGEO閣僚級会合が開催され、持続的な地球観測やデータ共有の重要性を再認識し、気候変動、防災、持続可能な開発に加え、経済活動への地球観測の活用を推奨する「キャンベラ宣言」が採択されました。

人工衛星による地球観測は、広範囲にわたって様々な情報を繰り返し連続的に収集することができる極めて有効な観測手段です。文部科学省は、防災・災害対策や地球環境問題解決に向けて、国内外の関係機関と協力しつつ、陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）、温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」（GOSAT-2）、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）、全球降水観測計画（GPM）主衛星、気候変動観測衛星「しきさい」

(GCOM-C)の運用、先進光学衛星(ALOS-3)、先進レーダ衛星(ALOS-4)、光データ中継衛星などの開発を総合的に推進しています*¹⁴。

海洋観測について、海洋研究開発機構は、自然起源と人為起源による海洋環境の変化を理解し、海洋や海洋資源の保全・持続可能な利用、地球環境変動の解明を実現するため、漂流フロート、係留ブイ、船舶による観測等により、貧酸素化、海洋酸性化などの海洋環境変化に係るデータを取得するとともに、国際連携によるグローバルな海洋観測網を通じて、諸外国のデータも含め活用することにより、海洋環境の観測を推進しています。また、得られた海洋観測ビッグデータを基に、新たな価値を創造するための基盤となる統合データセットを構築・発信しています。

また、文部科学省は、海洋状況把握(MDA)の能力強化に向けて、海洋酸性化・地球温暖化、生物多様性、マイクロプラスチックに関わる海洋情報をより効率的かつ高精度に把握するための機器の研究開発として「海洋資源利用促進技術開発プログラム」のうち「海洋情報把握技術開発」を実施しています。

さらに、文部科学省は、地球環境変動を顕著に捉えることが可能な南極地域及び北極域における研究諸分野の調査・観測等を推進しています。「南極地域観測事業」では、国際協力の下、文部科学大臣を本部長とする「南極地域観測統合推進本部」を中心に、関係府省や国立極地研究所をはじめとする研究機関等の協力を得て、「南極地域観測第IX期6か年計画」(平成28年度から令和3年度)に基づき、南極地域における調査・観測等を実施しています。

北極域に関しては、「北極域研究推進プロジェクト(ArCS)」により、北極域における環境変動と地球全体に及ぼす影響を包括的に把握して精緻な予測を行うとともに、社会・経済的影響を明らかにし、適切な判断や課題解決のための情報をステークホルダー(利害関係者)に伝えることを目指し、国際共同研究等を実施しています。また、2018(平成30)年10月には、北極における研究観測や主要な社会的課題への対応の推進等を目的として、ベルリンにおいて開催された第2回北極科学大臣会合に柴山昌彦前文部科学大臣が出席し、第3回会合をアイスランドとの共催によりアジアで初となる我が国で開催することが了承されたことを受け、東京で開催する予定です。

海洋研究開発機構は、北極海及び周辺海域において海洋環境・海洋生態系の変化を明らかにするため、北極域の国際共同観測プロジェクトMOSAic(The Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate)と連動し、海水の張り出す時期が従来より遅くなりつつある10月に、海洋地球研究船「みらい」による観測航海を実施しています。さらに令和元年度は、観測空白域となっている海水域の観測が可能な国際研究プラットフォームとして検討中の北極域研究船に関して、海水下でも自律航行や観測が可能な自律型無人探査機(AUV)等の要素技術開発を実施するとともに氷海航行支援システムの構築を行いました。

4 国家戦略上重要なフロンティアの開拓

(1) 海洋分野

四方を海に囲まれた我が国は、「海洋立国」にふさわしい科学技術とイノベーションの成果を上げる必要があります。そのため、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術や、生物を含む資源、運輸、観光等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全確保と環境保全に資する技術やこれらを支える科学的知見・基盤的技術の研究開発に着実に取り組むことが重要です。

*¹⁴ 参照：第2部第7章第3節4

このため、文部科学省は、平成30年5月に閣議決定された「第3期海洋基本計画」等を踏まえ、海洋科学技術分野の研究開発を総合的に推進しています。

具体的には、海洋状況把握（MDA）の能力強化や海洋生物資源の持続的な利用の実現に向け、「海洋資源利用促進技術開発プログラム」において、海洋情報をより効率的かつ高精度に把握する観測・計測技術の研究開発^{*15}や、海洋生物の生理機能を解明し革新的な生産につなげる研究開発^{*16}を行っています。

また、東北地方太平洋沖地震とこれに伴い発生した津波により激変した東北沖の海洋生態系を明らかにするため、「東北マリンサイエンス拠点形成事業」を実施し、関係地方公共団体・漁協等と連携・協力した調査研究に取り組んでいます^{*17}。

さらに、「南極地域観測事業」や「北極域研究推進プロジェクト（ArCS）」の実施を通じて、地球環境変動を顕著に捉えることが可能な南極地域及び北極域における研究諸分野の調査・観測等を推進しています^{*18}。

海洋研究開発機構は、我が国における海洋科学技術の中核的機関として基盤的研究開発を推進するため、地球環境変動の把握、海洋資源の有効利用、海域地震や火山活動の実態把握等に向けた研究開発を行っています。同時に、これらの研究開発を推進する上で極めて重要である先端的基盤技術を開発しています。

具体的には、地球深部探査船「ちきゅう」の掘削孔を活用した高精度な海底地殻変動観測や、海洋地球研究船「みらい」及び各種観測機器等を駆使したグローバルな海洋観測網の構築^{*19}など、国内外の研究機関や産業界とも連携した先進的な研究開発を推進しています。



地球深部探査船「ちきゅう」
（提供：海洋研究開発機構（JAMSTEC）／IODP）



海洋地球研究船「みらい」
（提供：海洋研究開発機構（JAMSTEC））

（2）宇宙航空分野

我が国が国際的な優位性を保持し、安全な国民生活を実現していくためには、国自らが長期的視点に立って、継続的に、広範囲かつ長期間にわたって国家存立の基盤に関わる研究開発を推進し、成果を蓄積していく必要があります。このような研究開発については、国として国家存立の基盤に関わる研究開発と位置付けて強力に推進しています。

令和元年6月に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針2019」には、「宇宙開発利用の推進」が明記され、「次期基幹ロケットH3の開発、宇宙デブリ低減に向けた研究開発、Gatewayへの参画に関する方針の年内決定、宇宙探査プロジェクト等を効率的にメリハリを付けながら実施しつつ、我が国の一層の宇宙利用を促す環境整備を進める。」として、

*15 参照：第2部第7章第3節③

*16 参照：第2部第7章第3節①②

*17 参照：第2部第2章第2節②（2）

*18 参照：第2部第7章第3節③

*19 参照：第2部第7章第3節③

宇宙関連施策が経済成長実現に資する重要課題であるとの認識を示しています。

①研究開発の推進方策

気象衛星、通信・放送衛星などの宇宙開発利用は、国民生活に不可欠な存在であり、人類の知的資産を拡大し、国民に夢と希望を与える重要なものです。我が国の宇宙開発利用は、「宇宙基本法」や「宇宙基本計画」によって国家戦略として総合的かつ計画的に推進されています。

政府は、宇宙政策をめぐる環境変化を踏まえ、国家安全保障戦略に示された新たな安全保障政策を十分に反映し、また、産業界の投資の予見可能性を高め、産業基盤を維持・強化するため、新たな「宇宙基本計画」(平成28年4月閣議決定)を策定しました。この計画では、「宇宙安全保障の確保」、「民生分野における宇宙利用推進」、「産業・科学技術の基盤の維持・強化」の三つを宇宙政策の目標として位置付けています。文部科学省は、これらを踏まえながら、関係府省と共に宇宙開発利用の推進に取り組んでいます。

また、我が国の宇宙開発利用をめぐる環境が加速的に変化している中で、令和元年6月より、内閣府宇宙政策委員会を中心に宇宙基本計画の改訂に向けた議論を進めております。

②宇宙・航空分野における取組

(ア) 我が国の輸送システム

我が国独自の宇宙輸送システムを保有することは、宇宙活動の自立性を確保する観点から不可欠です。我が国の基幹ロケットについては、令和元年度は2機の打上げに成功しました。

具体的には、令和元年9月に宇宙ステーション補給機「こうのとり」8号機を搭載したH-II Bロケット8号機を、さらに2年2月に情報収集衛星光学7号機を搭載したH-II Aロケット41号機を打ち上げました。我が国の基幹ロケットは47機連続で打上げに成功しており、その成功率は世界最高水準である98%を超えています。

また、平成26年度から、自立的に宇宙活動を行う能力を維持発展させるとともに国際競争力を確保するため、令和2年度の初号機打上げに向け、次世代の基幹ロケットであるH3ロケットの開発にも取り組んでおり、現在、主エンジンであるLE-9の燃焼試験を進めるなど、着実な開発を進めています。

(イ) 人工衛星による社会貢献

我が国は、大規模自然災害における被災状況の把握、気候変動メカニズムの解明や予測研究など様々な社会的要請に応じて、各種人工衛星の開発・運用を推進し、国内外に貢献しています。

陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)の観測データは、防災関係機関や地方公共団体などに提供されています。最近では、令和元年9月の台風15号及び同年10月の台風19号等において、内閣府(防災担当)、国土交通省等の関係府省・機関から要請を受けて緊急観測を行い、衛星データを提供しました。今後も、様々な災害の監視や広域かつ詳細な被災地の状況把握、森林や極域の氷の観測等を通じ、防災・災害対策や地球温暖化対策などの地球規模課題の解決に貢献していくことが期待されています。



H-II Bロケット8号機打上げの様子
(提供：三菱重工業株式会社(MHI)／
宇宙航空研究開発機構(JAXA))

また、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)は、全球の温室効果ガス濃度分布とその変化を測定し、温室効果ガスの吸収排出量の推定精度を高めるために必要な全球観測を行っています。これまでに二酸化炭素及びメタンの全球の濃度分布やその季節変動を明らかにするといった成果を出しています。また、GOSATの後継機である温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)を平成30年10月に打ち上げました。GOSAT-2は、より高性能な観測センサを搭載して、GOSATの観測対象である二酸化炭素、メタンの観測精度を高めるとともに、新たに一酸化炭素の同時観測を実施します。一酸化炭素は、人間の活動から排出されるものの、森林や生物活動からは排出されません。二酸化炭素と一酸化炭素を組み合わせることで「人為起源」の二酸化炭素の排出量の推定を目指します。

さらに、降水量や海面水温などを地球規模で長期間にわたって観測する水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W)の観測データも、現在気象庁の数値予報システムで利用され、天気予報の降水予測精度の向上に貢献しているほか、漁場把握などの幅広い分野で利用されています。また、気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)の観測データは、気象衛星「ひまわり8号」の観測データを活用することで、黄砂やPM2.5などによる視界の悪化など、日々の生活に影響を与える大気浮遊物質(エアロゾル)の詳細な把握や飛来予測精度の向上に貢献しています。

また、令和元年10月に超低高度衛星技術試験機「つばめ」(SLATS)が実証運用を終了しました。SLATSは軌道高度にして300kmの超低高度軌道を利用する最初の地球観測衛星技術試験機であり、最終軌道保持高度は世界初の167.4kmを記録しました。さらに、宇宙産業の活性化に向けた取組も進めています。宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、民間事業者等とパートナーシップを結び、新たな発想の宇宙関連事業の創出を目指す「宇宙イノベーションパートナーシップ(J-SPARC)」を平成30年5月から開始しています。本取組を通して、JAXAと宇宙に限らない様々な分野の民間事業者が宇宙技術を活用した新規事業のコンセプト等の共創や共同活動を実施しています。例えば、2年1月には、民間企業との共創結果を踏まえて、宇宙を題材にした子供向けVR体感サイエンスツアーのコンテンツサービスパッケージが商品化しました。

そのほか、我が国の安全保障への貢献に向けて、地上からスペースデブリ(宇宙ゴミ)等の状況を把握することにより我が国の人工衛星の安定した運用に貢献する宇宙状況把握システムの構築や、高感度な赤外線センサの人工衛星への搭載技術の研究に、防衛省と共同で取り組んでいます。

また、広域かつ高分解能な撮像が可能な先進光学衛星(ALOS-3)や先進レーダ衛星(ALOS-4)、衛星間光通信を実証する光データ中継衛星、次世代通信衛星技術の獲得を目指した技術試験衛星9号機の開発等にも取り組んでいます。

さらに、準天頂衛星システム「みちびき」については、平成30年11月1日に4機体制による高精度測位サービスが開始されるとともに、令和5年度目途に確立する7機体制と機能・性能向上に向け、5号機、6号機及び7号機の開発が進められています。また、みちびきの利用拡大に向け、自動車や農業機械の自動走行や物流、防災分野等様々な実証実験が進められています。

上記のほか、安全保障、危機管理の分野の衛星として内閣衛星情報センターの保有する情報収集衛星が挙げられます。厳しい国際情



超低高度衛星技術試験機「つばめ」(SLATS)
(提供：宇宙航空研究開発機構(JAXA))

勢等を背景に重要性が高まる中、その拡充・強化や即時性の更なる強化に向け、10機体制を目指し整備が進められており、その開発を通じて得られた成果は我が国の技術力の向上に貢献しています。

(ウ) 宇宙環境利用の総合的推進

日本、アメリカ、欧州、カナダ、ロシアの5極共同による国際協力プロジェクトである「国際宇宙ステーション（ISS）計画」において、我が国は、日本実験棟「きぼう」及び宇宙ステーション補給機「こうのとり」の開発・運用等を通じて参画しています。

令和元年9月、「こうのとり」8号機を打ち上げ、宇宙飛行士の生活に必要な水・食料のほか、ISSの運用の根幹を支える、日本製リチウムイオン電池を使用した新型バッテリーや、JAXAと民間企業が共同開発した光通信実験装置等を輸送しました。

「こうのとり」は、各国が現在運用している物資補給機の中で唯一の成功率100%を誇っており、また、ISSに大型装置を輸送できる唯一の手段として、各国からの期待を集めています。

「きぼう」においては、宇宙環境を利用した取組として、タンパク質結晶生成による創薬研究や、マウスの長期飼育を通じた骨や筋肉等への重力影響とそのメカニズムを解明する実験など、健康長寿社会に向けた研究や、微小重力環境で顕在化する物理現象に関する実験、「きぼう」のエアロックやロボットアームを活用した超小型衛星放出などを実施しています。これらの取組を総合的に進めることにより、基礎的研究開発や産業の振興、国際プレゼンスの確立などの観点で成果を創出しています。

(エ) 国際宇宙探査

宇宙探査を巡っては、様々な国で月面や火星の探査ミッションが多く計画されるなど関心が高まっています。米国は平成31年3月、2024年までに月の南極への有人着陸を行うと表明しました。国際協力で月周回有人拠点「ゲートウェイ」を建設するとともに、月面での持続的な活動に必要な技術を獲得し、それらを足掛かりに、2030年代の火星有人着陸を目指しています。この米国提案による、「ゲートウェイ」を含め、月での持続的な活動を通じて火星有人探査を目指す国際宇宙探査計画は、ギリシャ神話のアポロンの双子の女神の名前から「アルテミス計画」と名付けられました。我が国では、令和元年10月に宇宙開発戦略本部において米国提案による国際宇宙探査計画（アルテミス計画）への日本の参画方針を決定し、我が国の強みを活かした分野で戦略的に参画できるよう参画機関間で調整を進めています。

また、令和4年度に打上げを予定している小型月着陸実証機「SLIM」が月面へのピンポイント着陸を目指すほか、JAXAとインド宇宙機関との間で共同月着陸探査ミッションの実現性について検討を進めています。さらに、火星衛星探査計画（MMX）も将来の有人火星探査の布石という位置づけで、国際宇宙探査計画の一角となりました。

(オ) 宇宙科学研究の推進

太陽系探査、X線・赤外線天文観測、太陽観測など宇宙科学の分野において、平成27年12月に金星周回軌道へ投入された金星探査機「あかつき」は、金星大気メカニズムの解明につながる成果を上げ、28年12月に打ち上げたジオスペース探査衛星「あらせ」は、オーロラ発生の物理プロセスの同定に成功等により、宇宙嵐などの太陽活動と地球の相互作用や



月周回有人拠点「ゲートウェイ」イメージ
（提供：宇宙航空研究開発機構（JAXA））

宇宙環境の理解の深化に貢献しました。26年12月に打ち上げた小惑星探査機「はやぶさ2」は、30年6月に小惑星「リュウグウ」に到着し、探査ローバによる探査、小惑星への人工クレーター形成、同一小惑星への2回の着陸（タッチダウン）成功などの世界初の快挙を成し遂げ、科学的に貴重な小惑星内部のサンプル採取にも成功したと見られています。今後、令和2年末頃に地球への帰還を予定しています。このほか、欧州宇宙機関との国際協力による国際水星探査計画（BepiColombo）の水星磁気圏探査機（みお）（平成30年10月打ち上げ）が運行中であり、我が国初となる月への無人着陸を目指す小型月着陸実証機（SLIM）、X線分光撮像衛星（XRISM）（ともに令和4年度打ち上げ予定）の開発など、国際的な地位の確立や、人類のフロンティア拡大に資する宇宙科学分野の研究開発を推進しています。

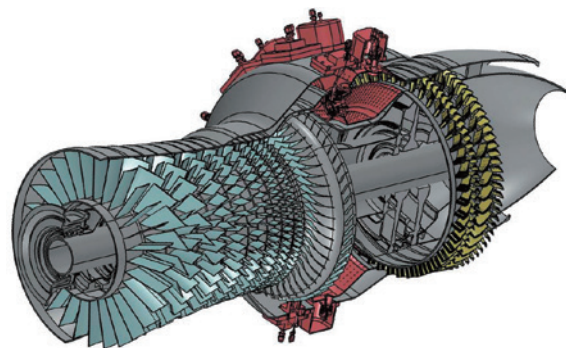


小惑星探査機「はやぶさ2」
（提供：池下章裕氏）

（カ）航空科学技術に関する研究開発

文部科学省は、令和元年10月に「航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン」の中間とりまとめを行いました。その中で、あるべき未来社会像を見据えつつ、我が国の航空機産業を下支えするため、技術的優位性を考慮しながら、ハイリスクな先進的技術や短期間で成果の出にくい基盤技術の研究開発を戦略的に実施するとともに、企業単独では保有の難しい大型試験設備の整備等を進めることとしています。

これを踏まえ、宇宙航空研究開発機構（JAXA）において、燃費と環境負荷性能を大幅に改善するコアエンジン技術（燃焼器、タービン等）や、機体騒音を低減する技術、特殊気象（雪、雷等）に起因する航空事故を防止する技術の研究開発などを実施しています。また、令和元年9月に技術実証用国産エンジン（F7エンジン）を導入し、2年度以降の次世代航空機用エンジン技術の実証試験に向けた準備を着実に実施しています。



コアエンジン技術の研究開発
（提供：宇宙航空研究開発機構（JAXA））

さらに、超音速機技術や航空機電動化技術の研究開発など、将来の航空機の鍵となる技術の研究開発も進めています。

（キ）天文学研究の推進

天文学については、南米チリのアタカマ高地にて、大型電波望遠鏡「アルマ」を日米欧の国際協力で運用しています。その中で日本はACA（アタカマコンパクトアレイ）システムやサブミリ波帯を中心とした受信機システム等の製造を担当し、我が国の高い技術力を背景に世界をリードし、平成31年4月に国際共同研究プロジェクトより発表された、史上初となるブラックホールの撮影成功にも大きく貢献するなど世界的な成果を挙げています。また、米国ハワイ州のマウナケア山頂では大型光学赤外線望遠鏡「すばる」を用いて中性子星合体による重力波発生現象を追跡観測し、金、白金等の重元素合成となる現場を初観測するなど宇宙の起源と歴史の全体像の解明等を推進しているほか、地球型系外惑星の探査等による新たな宇宙像の開拓等を目標に、日米などの5か国の国際共同事業として建設を進める30 m光学赤外線望遠鏡（TMT：Thirty Meter Telescope）計画は、令和9年度の完成を目指しています。



アルマ望遠鏡モリタアレイ
(提供：ALMA (ESO/NAOJ/NRAO))

第4節 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化

1 人材力の強化

(1) 知的プロフェッショナルのとしての人材の育成・確保と活躍促進

①我が国の研究力向上と若手研究者の総合的な支援

近年我が国の研究力は、諸外国と比べて相対的に低下している傾向にあります。このような現状を一刻も早く打破するため、令和元年4月、文部科学省は研究「人材」「資金」「環境」の改革を大学改革と一体的に推進する「研究力向上改革2019」という改革プランをとりまとめました。令和2年度予算にもこの改革プランの内容を反映しています。

また、令和2年1月、内閣総理大臣を議長とする総合科学技術・イノベーション会議において「研究力向上・若手研究者支援総合パッケージ」を決定しました。このパッケージは、若手をはじめとした研究者を取り巻く厳しい状況と研究者という職業の魅力低下に着目し、若手の研究環境の抜本的な強化や研究・教育活動時間の十分な確保、研究人材の多様なキャリアパスの実現、博士課程の魅力の向上等に取り組むものです。文部科学省は、以下に紹介する取組のとおり、若手をはじめとした研究者の支援に取り組んでおり、など、本パッケージを踏まえた政策の展開にあたって中核的な役割を担っています。

②若手研究者の育成・活躍促進

人口減少・少子高齢化が急速に進む中で、我が国が成長を続け、新たな価値を創出していくためには、科学技術イノベーションを担う多様な人材の育成・確保が重要です。特に、意欲と能力のある学生が大学院に進学し、我が国の将来を担う研究者として活躍することができるよう、博士課程の学生や博士課程修了者等に対する経済的支援や研究費の獲得の機会の保証とともに、自らの研究活動に専念することができる環境整備や産業界も含めた多様なキャリアパスの開拓といった取組が重要です。

(ア) 若手研究者が安定的かつ自立的に研究を推進できる環境の整備

文部科学省は、優れた若手研究者が産学官の研究機関において、安定かつ自立した研究環境を得て自主的・自立的な研究に専念できるよう、研究者及び研究機関に対して支援を行う「卓越研究員事業」を平成28年度から実施しています。

また、文部科学省は、優秀な若手研究者が自らの研究に専念することができる環境を整備し、安定したポストに就けるよう、テニュアトラック制を導入する大学等を支援する「テニュアトラック普及・定着事業」を実施しています。

さらに、「科学研究費助成事業（科研費）」において、「科研費若手支援プラン」を策定し、研究者のキャリア形成に応じた支援を強化しつつ、オープンな場での切磋琢磨を促すための

施策に取り組んでおり、令和2年度助成においては、より大規模な研究への若手の挑戦を促進するため重複応募制限を緩和するとともに、次代の学術を担う研究者の参画を得つつ、学術の体系や方向の変革・転換を先導する新種目「学術変革領域研究」を創設するなど、若手研究者への重点支援を行いました。

科学技術振興機構でも「戦略的創造研究推進事業」のうち若手研究者の応募が多い「さがけ」などを実施しています。

(イ) 博士人材の多様な場での活躍促進

文部科学省は、「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築」事業を実施し、複数の大学等とコンソーシアムを形成し、企業等と連携して若手研究者の安定的な雇用を確保しながらその流動性を高め、キャリアアップを図る仕組みを構築する大学等を支援しています。

また、我が国の研究生産性の向上を図るため国内外の先進事例の知見を取り入れ、世界トップクラスの研究者育成に向けたプログラムを開発し、世界のトップジャーナルへの論文掲載や海外資金の獲得等に向けた支援体制など、研究室単位ではなく組織的な研究者育成システムの構築を目指す「世界で活躍できる研究者戦略育成事業」を令和元年度から実施しています。

さらに、各分野の博士人材等について、データサイエンス等を活用しアカデミア・産業界を問わず活躍できるトップクラスのエキスパート人材を育成する研修プログラムの開発を目指す「データ関連人材育成プログラム」を平成29年度から実施しています。

科学技術振興機構は、産学官が連携し、研究者や研究支援人材を対象とした求人・求職情報など、当該人材のキャリア開発に資する情報の提供及び活用支援を行うため、「研究人材のキャリア支援ポータルサイト（JREC-IN Portal）」を運営しています。

③科学技術イノベーションを担う多様な人材の育成・活躍促進

(ア) 研究支援人材の育成・確保

文部科学省は、研究者の研究活動活性化のための環境整備、大学等の研究開発マネジメント強化及び科学技術人材の研究職以外への多様なキャリアパスの確立を図る観点から、リサーチ・アドミニストレーター（URA）の支援方策について調査研究等を実施しています。平成30年度には、URAの更なる充実を図るために、「リサーチ・アドミニストレーター活動の強化に関する検討会」において、その知識・能力の向上と実務能力の可視化に資するものとして認定制度の導入に向けた論点整理が取りまとめられました（30年9月）。さらに、令和元年度からは、この論点整理を踏まえ、認定制度の導入に向けた調査研究を実施しています。

また、科学技術振興機構は、我が国の優秀な人材層にプログラム・マネージャー（PM）という新たなイノベーション創出人材モデルと資金配分機関等で活躍するキャリアパスを提示し構築するため、PMに必要な知識・スキル・経験を実践的に習得する「プログラム・マネージャーの育成・活躍推進プログラム」事業を実施しています。

(イ) 技術者の養成及び能力開発

科学技術イノベーションの推進において、産業界とそれを支える技術者は中核的な役割を果たしています。

文部科学省は、科学技術に関する高度な専門的应用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験などの業務を行う者に対し「技術士」の資格を付与し、その業務の適正化を図る「技術士制度」を設けています。

技術士となるためには、機械、建設などの技術部門ごとに行われる国家試験に合格し、登録を行うことが必要です。技術士試験は、理工系大学卒業程度の専門的学識等を確認する第一次試験と、技術士になるのにふさわしい高等の専門的应用能力を確認する第二次試験で構

成されており、令和元年度は第一次試験6,819名、第二次試験2,819名が合格しました。第二次試験の部門別合格者は（図表 2-7-1）のとおりです。

図表 2-7-1 技術士第二次試験の部門別合格者（令和元年度）

技術部門	受験者数 (名)	合格者数 (名)	合格率 (%)
機械	980	190	19.4
船舶・海洋	10	3	30.0
航空・宇宙	57	8	14.0
電気電子	1,229	150	12.2
化学	135	29	21.5
繊維	39	8	20.5
金属	76	25	32.9
資源工学	21	5	23.8
建設	13,546	1,278	9.4
上下水道	1,446	173	12.0
衛生工学	558	45	8.1

技術部門	受験者数 (名)	合格者数 (名)	合格率 (%)
農業	796	86	10.8
森林	266	57	21.4
水産	126	19	15.1
経営工学	258	36	14.0
情報工学	408	30	7.4
応用理学	576	82	14.2
生物工学	38	10	26.3
環境	493	78	15.8
原子力・放射線	88	17	19.3
総合技術監理	3,180	490	15.4

④大学院教育改革の推進

文部科学省は、高度な専門的知識と倫理観を基礎に自ら考え行動し、新たな知及びそれに基づく価値を創造し、グローバルに活躍し未来を牽引する「知のプロフェッショナル」を育成するための体質改善に取り組んでいます。令和元年度は、引き続き「第3次大学院教育振興施策要綱」（平成28年3月31日文部科学大臣決定）を踏まえた大学院教育の充実・強化を図るとともに、「2040年を見据えた大学院教育のあるべき姿～社会を先導する人材の育成に向けた体質改善の方策～（審議まとめ）」（31年1月 中央教育審議会大学分科会）^{*20}を踏まえた制度改正等により、学位プログラムとしての大学院教育の確立等を推進しています。

博士課程教育については、広く産学官にわたりグローバルに活躍するリーダーを養成するため、産・学・官の参画を得つつ、専門分野の枠を超えて博士課程前期・後期一貫した学位プログラムを構築・展開する大学院教育の抜本的改革を支援する「博士課程教育リーディングプログラム」^{*21}を平成23年度から実施し、令和元年度までに33大学62プログラムを支援しました。

また、平成30年度より、卓越した博士人材を育成するとともに、人材育成・交流及び新たな共同研究が持続的に展開される卓越した拠点的形成するため、各大学が自身の強みを核に、これまでの大学院改革の成果を活かし国内外の大学・研究機関・民間企業等と組織的な連携を行いつつ世界最高水準の教育力・研究力を結集した5年一貫の博士課程教育プログラムを構築することを支援する「卓越大学院プログラム」^{*22}を実施し、令和元年度までに26プログラムを採択しました。

また、学術研究の担い手である優秀な研究者が育ち、十分に能力を発揮することができるよう、日本学術振興会の「特別研究員事業」による博士課程学生やポストドクターへの支援を通じ、優れた若手研究者の養成・確保に努めています。

⑤次代の科学技術イノベーションを担う人材の育成

文部科学省は、次代の科学技術イノベーションを担う人材を育成するために、成長段階や、意欲・能力に応じた様々な取組を実施しています^{*23}。

文部科学省は、平成23年度から全国の自然科学系分野を学ぶ学部学生等が自主研究を発表し、全国レベルで切磋琢磨し合うとともに、企業関係者とも交流を図る場として、「サイ

^{*20} https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/houkoku/1412988.htm

^{*21} https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/hakushikatei/1306945.htm

^{*22} https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/takuetudaigakuin/index.htm

^{*23} 初等中等教育段階における取組については参照：第2部第4章第4節

エンス・インカレ」を開催しています。

(2) 人材の多様性確保と流動化の促進

① 女性の活躍促進

女性研究者の活躍を促し、その能力を発揮させていくことは、我が国の経済社会の再生・活発化や男女共同参画社会の推進に寄与するものです。しかし、我が国の女性研究者の割合は年々増加傾向にあるものの、平成31年3月現在で16.6%であり、先進諸国と比較して依然として低い水準にあります。

文部科学省は、研究と出産・育児等のライフイベントとの両立や女性研究者の研究力向上を通じたリーダーの育成を一体的に推進するダイバーシティ実現に向けた大学等の取組を支援する「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ」を実施しています。

また、日本学術振興会は「特別研究員（RPD）事業」を実施し、出産・育児によって研究を中断した研究者に研究奨励金を支給して研究への復帰を支援しています。

② 国際的な研究ネットワーク構築の強化

我が国の科学技術・学術力強化のためには、科学技術コミュニティが世界の人材流動の動きから取り残されないよう、我が国の頭脳循環の流れを活性化させ、我が国の大学等研究機関が国際研究ネットワークの重要な一角を成すことが必要です。

文部科学省は、我が国の研究者の海外研鑽の機会の提供や優秀な外国人研究者の受入れを通じ、新たなイノベーションの創出やより強固な国際研究ネットワークの構築を目指しています。

(ア) 国際的な頭脳循環の推進

文部科学省は、国際的な活躍が期待できる研究者の育成に資するよう、海外の研究機関と間の研究者の派遣・受入れを行う大学等研究機関を支援する「国際的な活躍が期待できる研究者の育成事業」を実施しています。

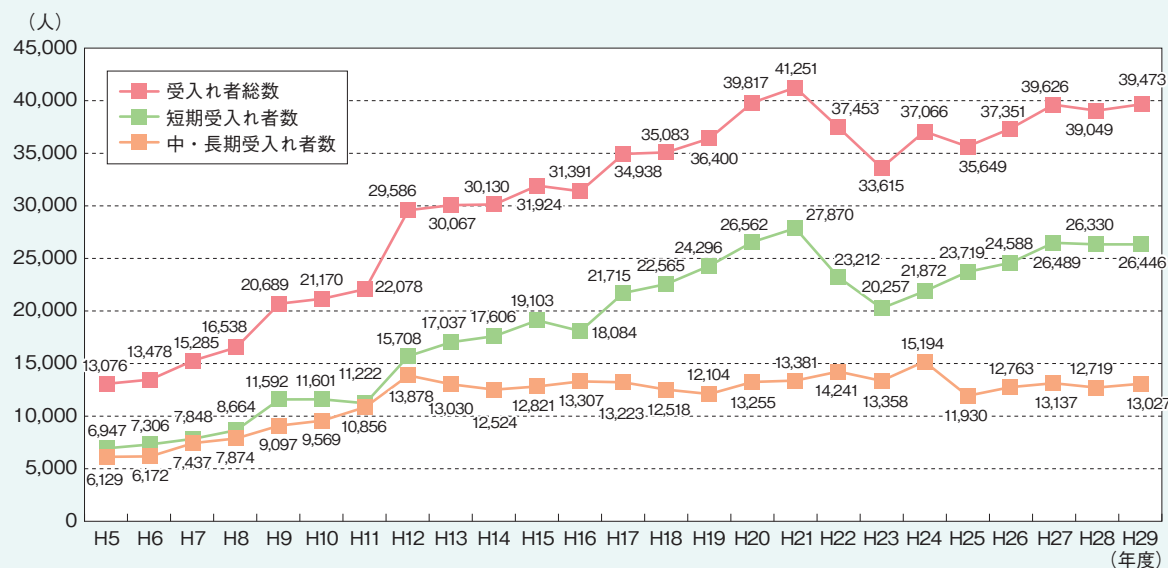
(イ) 外国からの研究者等の受入れの推進

我が国における外国人研究者の受入れ状況についてみると、短期受入れ研究者数は、平成21年度から23年度に掛けて東日本大震災等の影響により減少したものの、その後、回復傾向が見られます。一方、中・長期受入れ研究者数は、12年度以降、おおむね1万2,000人から1万5,000人の水準で推移しています（[図表 2-7-2](#)）。

日本学術振興会（JSPS）は、優秀な外国人研究者を我が国に招へいし、我が国全体の学術研究の推進及び研究環境の国際化の進展を図るため、「外国人研究者招へい事業」により外国人特別研究員等の受入れを実施しています。また、このJSPSの事業経験者等の組織化を図るとともに、再来日の機会の提供などにより、我が国と諸外国の研究者ネットワークの形成・強化を図っています。

科学技術振興機構（JST）は、海外の優秀な人材の獲得につなげるため、アジアを中心とする41の国・地域から青少年（40才以下の高校生、大学生、大学院生、研究者等）を短期間（1週間から3週間程度）招へいする「日本・アジア青少年サイエンス交流事業」を実施しています。

図表 2-7-2 海外からの受け入れ研究者数（総数／短期／中・長期）



注：1. 本調査では、30日以内の期間を「短期」とし、30日を超える期間を「中・長期」としている。
 2. 平成22年度調査からポストドクター・特別研究員等を対象に含めている。
 3. 平成25年度調査から、同年度内で同一研究者を日本国内の複数機関で受け入れた場合の重複は排除している。
 資料：文部科学省「国際研究交流の概況」（令和元年9月）

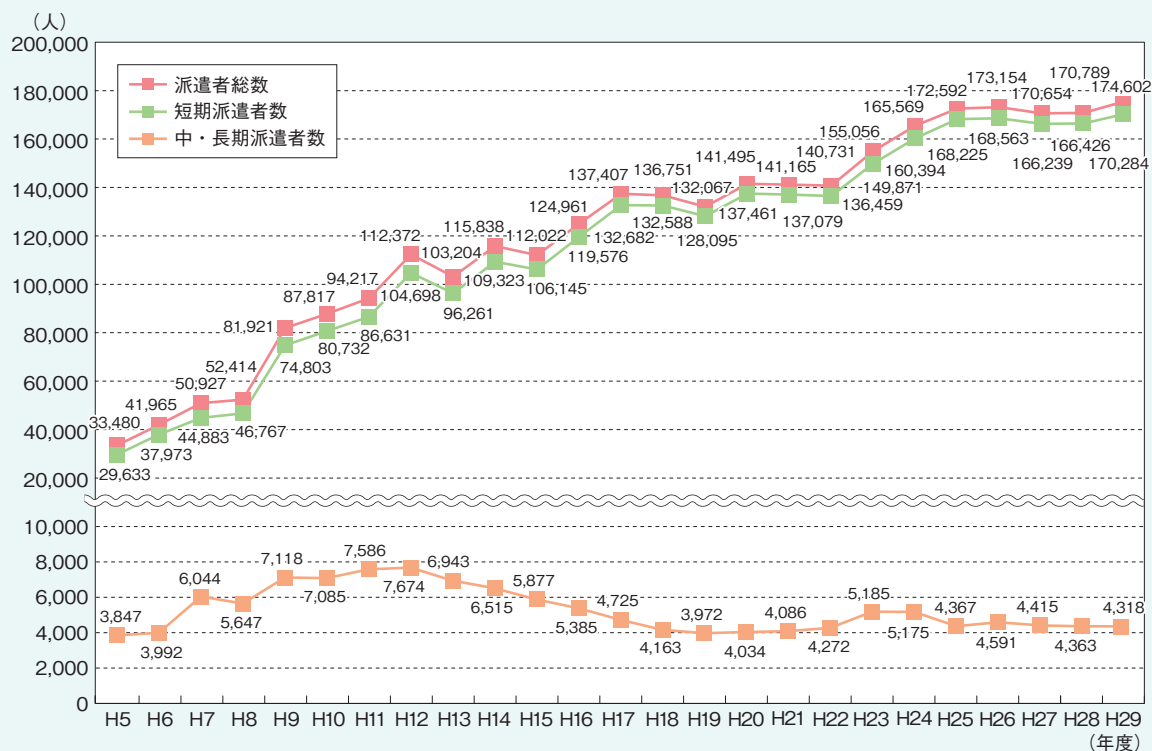
（ウ）日本の研究者等の海外派遣の推進

我が国の大学、独立行政法人等の研究者の海外派遣状況について、短期派遣研究者数は、調査開始以降増加傾向が見られます。中・長期派遣研究者数は、平成12年度から19年度までは減少傾向が見られたものの、20年度以降はおおむね4,000人から5,000人の水準で推移しています（図表2-7-3）。

日本学術振興会（JSPS）は、我が国における学術の将来を担う国際的視野に富む有能な研究者を養成・確保するため、優れた若手研究者が海外の特定の大学等研究機関において長期間研究に専念することができるよう支援する「海外特別研究員事業」を実施しています。また、海外という新たな環境へ挑戦し、3か月～1年程度海外の研究者と共同して研究に従事する機会を提供することを通じて、将来国際的な活躍が期待できる豊かな経験を持ち合わせた優秀な博士後期課程学生等の育成に寄与する「若手研究者海外挑戦プログラム」も実施しています。

さらに、令和元年度から国際コミュニティの中核に位置する一流の大学・研究機関において挑戦的な研究に取り組みながら、著名な研究者等とのネットワーク形成に取り組む優れた若手研究者に対して研究奨励金を支給する「国際競争力強化研究員事業」を創設しました。

図表 2-7-3 海外への派遣研究者数（総数／短期／中・長期）



注：1. 本調査では、30日以内の期間を「短期」とし、30日を超える期間を「中・長期」としている。

2. 平成22年度調査からポストドクター・特別研究員等を対象に含めている。

資料：文部科学省「国際研究交流の概況」（令和元年9月）

（エ）諸外国の学術振興機関との協力

令和元年5月、サンパウロにおいてブラジルサンパウロ州立研究財団（FAPESP）、ドイツ研究振興協会（DFG）、アルゼンチン国家科学技術研究会議（CONICET）の共同主催により、世界各国の主要な学術振興機関の長による国際会議であるグローバル・リサーチ・カウンシル（GRC）の第8回年次会合が開催されました。そこでは、45の国や国際機関から合計49機関の長が出席し、研究支援を取り巻く課題と学術振興機関が果たすべき役割が議論され、成果文書として「社会的・経済的効果への期待に応えるための原則に関する宣言」が採択されました。

③分野、組織、セクター等の壁を越えた流動化の促進

文部科学省と経済産業省は、研究者等が二つ以上の研究機関に雇用されつつ、それぞれの機関における役割に応じて研究・開発及び教育に従事することを可能にするクロスアポイントメント制度の導入を促進するため、内閣府の取りまとめの下、実施に当たっての医療保険、年金等に関する各種法制度関係等を制度官庁に確認し、「クロスアポイントメント制度の基本的枠組みと留意点」を平成26年12月に公表しました。さらに、28年11月に策定された「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」において、クロスアポイントメント制度の導入を促しています。また、令和元年度から更なる促進を図るため「クロスアポイントメント制度の基本的枠組みと留意点」の補強を検討しています。

2 知の基盤の強化

（1）イノベーションの源泉としての学術研究と基礎研究の推進

①学術研究の推進に向けた改革と強化

学術研究とは、各々の研究者自身の内在的な動機に基づいて行われ、真理の探究や課題解決とともに新しい課題の発見が重視されるものです。自主性・自律性を前提として研究者が

知的創造力を最大限発揮することで、独創的で質の高い多様な成果が生み出されます。このため、学術研究は、新たな学際的・分野融合的領域の創出や、幅広い分野でのイノベーション創出の可能性を有しています。

科学技術・学術審議会学術分科会は、平成27年1月に「学術研究の総合的な推進方策について（最終報告）」を取りまとめました。この報告では、学術研究のイノベーションの源泉としての性格を明らかにするとともに、学術研究の現代的な要請（挑戦性、総合性、融合性、国際性）に着目しつつ、その多様性を深化させることで卓越した知の創出力を強化することや、国や学術界が行うべき改革の基本的な考え方を示すほか、具体的な取組の方向性も提示しています。

文部科学省では、こうした学術それ自体に価値を認め、その振興を図る観点から上記のような科学技術・学術審議会における取りまとめや「第5期科学技術基本計画」（平成28年1月閣議決定）などを踏まえ、科学研究費助成事業（科研費）の充実、共同利用・共同研究体制の強化・充実、人文学・社会科学の振興など学術研究の推進のために様々な取組を進めています。

（ア）科学研究費助成事業（科研費）の改革・強化

科学研究費助成事業（科研費）は、人文学・社会科学から自然科学までの全ての分野にわたり、あらゆる学術研究を対象とする唯一の競争的資金であり、文部科学省及び日本学術振興会によって運営されています。科研費は、ピアレビュー（研究者コミュニティから選ばれた研究者による審査）によって優れた研究課題を採択し、研究の多様性を確保しつつ独創的な研究活動を支援することによって、研究活動の裾野を拡大し、持続的な研究の発展と重厚な知的蓄積の形成に資するという大きな役割を果たしています。社会に突破口をもたらす革新的な多くの研究成果が、科研費で支援された研究の中から生み出されています。

令和元年度の予算額は2,372億円となっており、政府の競争的資金全体の5割以上を占めています。同年度においては、主な研究種目全体で10万件を超える新たな応募があり、このうち約2万9,000件を採択しました。前年度から継続する研究課題を含めると約7万9,000件の研究課題を支援しています。

科研費により助成している研究の多くは、長期的視野に立った基礎的・持続的研究であり、社会に変革をもたらす画期的な研究成果を多く生み出しています。

このような科研費の成果については、国立情報学研究所の科研費データベース「KAKEN」を通じて広く公開するほか、最近の研究成果などを年4回ニュースレター「科研費NEWS」を発行して紹介しています。また、体験・実験などを通じて、小中学生や高校生などに研究成果を分かりやすく紹介するプログラム（「ひらめき☆ときめきサイエンス」）を実施しています。

科研費は、これまでも制度を不断に見直し、基金化の導入などの改善を図ってきました。

具体的には、科学技術・学術審議会学術分科会において取りまとめられた「科学研究費助成事業の審査システム改革について」に基づき、平成30年度助成から、400程度に細分化されている審査区分を大括り化した審査区分表に基づいて公募するとともに、「総合審査」などの新しい審査方式による合議審査の一層の充実に努めています。また、令和2年度助成においては、大括り化した審査区分の下で斬新な発想に基づく大胆な挑戦を促す「挑戦的研究（開拓）」を大幅に拡充し、新たに基金化しました。

今後も、更なる学術研究の振興に向け、科研費の充実を図ることとしています。

イノベーションの芽を育む科研費

科研費により助成している研究の多くは、短期的な目標達成よりも、むしろ長期的視野に立った基礎的・持続的研究であり、社会に変革をもたらす画期的な研究成果を多く生み出しています。

「数学教育における
数学的探究の促進に関する研究」

小松 孝太郎 信州大学 准教授

教科教育学では、近年、教科の本質に即した真正な学びの重要性が主張されており、数学教育では児童生徒の数学的探究を充実させることが求められている。

研究の成果

- ・数学的探究を捉える枠組みを、数理哲学者ラカトシュの描いた証明と論駁（ろんぱく）の活動に基づいて構築した。
- ・中学校数学科の幾何領域に焦点を当てて、証明と論駁の活動を実現するための教材を開発し、授業実践を通じてその有効性を明らかにした。

- ・動的幾何ソフトウェアを生徒が活用する環境を想定して、複数の教材を配列した教材系列を開発した。そして、その教材系列によって生徒の数学的探究が漸進的に深まること、および生徒が証明と論駁の活動を通じて新たな数学的知識の構成も経験できることを明らかにした。



動的幾何ソフトを活用した授業の様子

発展の基礎となった科研費の研究

「動的幾何ソフトウェアを活用した協働型探究活動を促進する教材系列の開発と検証」
(平成27～30年度 若手研究(A)) など

科研費では2010年から助成

研究成果の展開

- ・研究成果は、『算数・数学教育における証明指導の改善』(研究成果公開促進費)の他、Educational Studies in Mathematics等の学術誌で発表している。
- ・本研究では、教材開発を理論的に裏付けるメタ的な原理も構築した。教材開発原理は、教師や研究者がそれを参照することで自ら教材を開発できることを可能にするものであり、より多くの場で真正な学びが充実していくことが期待される。
- ・現在は、算数・数学科における前提追究活動に着目し、その活動を促進する教材の開発原理の構築を行っている。



小松孝太郎氏は、「ラカトシュの可謬主義から見た数学的探究とその教育的意義—証明に焦点を当てて—」により、日本科学教育学会から奨励賞(2013年度)を受賞した。

写真提供：日本科学教育学会



「心臓弁近傍の流れに関する研究」

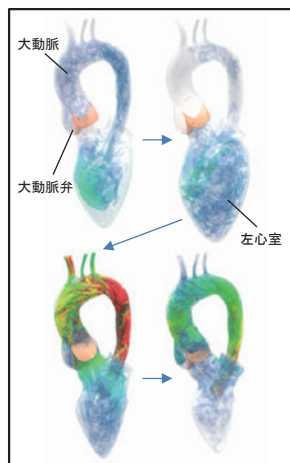
滝沢 研二 早稲田大学 教授

生体の流れは、個性が高く、また実験してみることが出来ない。したがってコンピュータを使ったシミュレーションによる予測が期待されている。一方、心臓弁のように計算領域のトポロジーが変わるような状況で、高精度に流れを予測することは難問とされてきた。なぜなら、流れは周囲との関係で決まるもので、その関係性が時間で変化するからである。

研究の成果

- ・3次元空間で現象を捉えると時間で関連性が変化するが、4次元で捉えると時空間では「変化」ではなく状態となる。こうした見方を変えることで、トポロジー変化が無いときと同等に高精度な予測を実現することを可能とした。

- ・あらたな手法で、左心室や大動脈の影響を考慮した計算ができるようになった。現在は、左心室内にある乳頭筋や僧帽弁が流れに与える影響を調べる研究にも取り組んでいる。



図：左心室から大動脈弁を通して大動脈へ流れる血液のシミュレーション

発展の基礎となった科研費の研究

「赤血球の運動に着目した開閉する心臓弁の流体構造連成解析手法の構築」
(平成30年度～(基盤研究(A))) など

科研費では2012年から助成

研究成果の展開

- ・本手法は心臓弁のみならず物体の接触問題に広く適用できる可能性がある。例えば、自動車のタイヤと路面の接触に関する研究に取り組んでおり、シミュレーションで実際の商品開発に貢献することを目指している。
- ・人工弁に対する流体構造連成解析により、実験では測定しにくい弁内側のせん断応力の時間変化の計算を実現している。これにより、さらに耐久性の高い人工弁の開発が期待される。



滝沢研二氏は、「固体接触を伴う流体解析のための新手法とその現象解明の研究」により、日本学術振興会賞(2018年度)を受賞した。また、Clarivate Analytics社が発表する高被引用論文著者(Highly Cited Researchers)(2015、2016、2017、2018年)に選出されている。

写真：第15回日本学術振興会賞授賞式



「上皮細胞が自律的に
集団で移動するしくみの研究」

倉永 英里奈 東北大学 教授

発展の基礎となった科研費の研究

「多細胞システムを構築する集団細胞移動の動作原理」
(平成28年度～(基盤研究(B))) など

科研費では2005年から助成

受精卵から体が形成される過程では、上皮細胞が同一方向に集団移動することで、複雑な器官を作り上げる。しかし細胞同士の接着を保ったまま、どのように上皮細胞が移動できるのか、その仕組みの多くは謎のままだった。

研究の成果

- ・ショウジョウバエの雄の生殖器は、蛹（さなぎ）期に360度回転しながら作られる。蛍光タンパク質を使って、約12時間の回転形成をライブイメージングした。
- ・生殖器官形成過程においては世界で初めて、生きた個体（蛹）を用いた単一細胞レベルでの長時間ライブイメージングに成功した。

回転は、生殖器を取り囲む上皮細胞が集団で移動することで成し遂げられることを発見した。

・上皮細胞の集団移動には、細胞接着面のスムーズなつなぎ替えが重要であることを解明した。

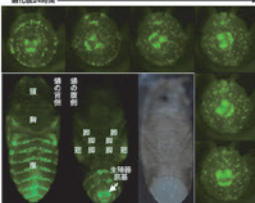


図1 ショウジョウバエの生殖器原基は12時間かけて360度時計回りに回転する

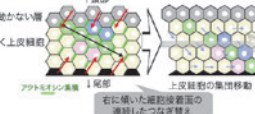


図2 右に傾いた細胞接着面のつなぎ替えが連続して起こることで、上皮細胞を同一方向に集団移動させるしくみの模式図

研究成果の展開

- ・本研究で発見した上皮細胞を集団で動かす仕組みは、上皮としての特性を維持しながら細胞を自律的かつ協調的に動かし組織を変形させる新しい知見として、発生・再生の原理を理解し、操作する上で大いに役立つことが期待できる。
- ・上皮細胞のつなぎ替えを連続してスムーズに起こす仕組みは、創傷治癒などの上皮修復メカニズムの理解に貢献することが期待される。



倉永英里奈氏は、「上皮組織細胞が集団移動する作用原理の解明」により、第16回日本学術振興会賞（2019年度）した。

また、第8回日本分子生物学会三養化学奨励賞（2010年度）等を受賞している。

写真提供：日本学術振興会

（イ）共同利用・共同研究体制の強化・充実

我が国においては、大学に附置される研究所や大学共同利用機関が有する大型の研究施設・設備や大量の資料・データ等を、全国の研究者が共同で利用し、研究を行う共同利用・共同研究体制が整備されています。共同利用・共同研究体制は、我が国独自の仕組みであり、国際的な研究成果を生み出すとともに、国際的な競争と協調による学術研究の大型プロジェクトを推進するなど、学術研究の発展に大きく貢献しています。

文部科学省においては、国立大学法人運営費交付金等により、共同利用・共同研究体制の整備に対する支援を行っており、ノーベル賞受賞につながる研究成果の創出など研究水準の向上や、大学の機能強化に貢献しています。

（い）共同利用・共同研究拠点

文部科学省では、国公私立大学に附置される研究施設のうち、研究実績、研究水準、研究環境等の面で各研究分野の中核的な施設と認められ、全国の研究者の利用に供することを通じて、我が国の学術研究の進展に特に有益である研究施設を共同利用・共同研究拠点として認定しています。令和2年3月現在、全国で54大学の101拠点（国立大学73拠点、公立大学9拠点、私立大学19拠点）が認定を受けて活動しています。

さらに、平成30年度からは、国際的な共同利用・共同研究を実施する研究施設を国際共同利用・共同研究拠点として認定し、国際的な研究環境を整備するための取組を進めています。令和元年度には公私立大学を対象に公募を実施し、立命館大学アート・リサーチセンターを新たに認定しています。2年3月現在、全国で5大学の7拠点（国立大学6拠点、私立大学1拠点）が認定を受けて活動しています。

共同利用・共同研究拠点及び国際共同利用・共同研究拠点では、分野の特性等に応じ、単独の研究施設が拠点として活動するだけでなく、複数の研究施設がネットワーク型の拠点を形成し活動することも可能です。

物質・デバイス領域共同研究拠点は、5大学の研究施設が連携した物質・デバイス領域におけるネットワーク型の共同利用・共同研究拠点です。ネットワークを形成することで、大学等の研究者が共同利用・共同研究に参加できる受け皿を大きくするとともに、各

研究施設の特性を活用し、物質・デバイス領域で多様な先端的・学際的共同研究を推進しています。

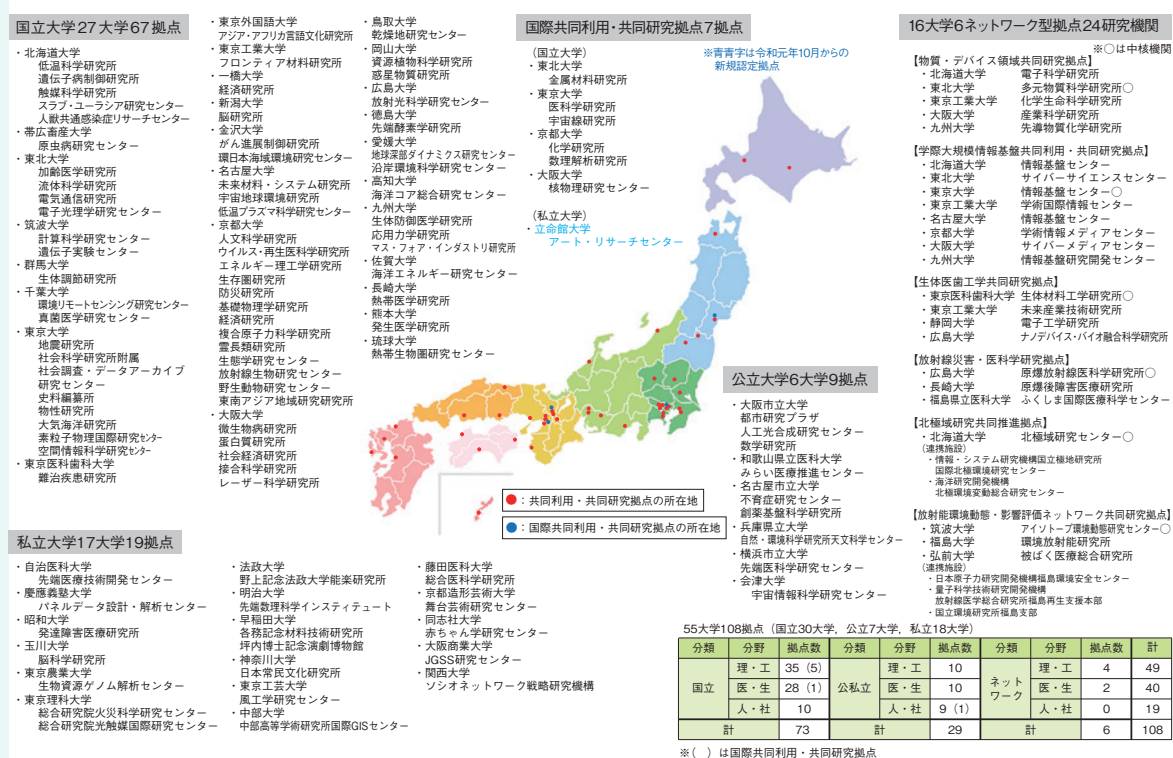
また、公私立大学における共同利用・共同研究拠点の整備については、新たに認定を受けた拠点に対して環境・体制整備に関するスタートアップを支援するとともに、3年間のスタートアップ支援期間が終了した後も、拠点機能の更なる強化を図る取組に対して支援しています。

スタートアップ支援の例としては、大阪市立大学数学研究所では、これまで築いてきた国際・国内ネットワークと支援体制を整備し、数学・数理分野における共同利用・共同研究拠点を構築することで、数学・数理の新しい研究の開拓、国際的な若手研究者育成に寄与する研究拠点となることを目指し、研究活動を行っています。

また、会津大学宇宙情報科学研究センターでは、月・惑星探査ミッションで得られたデータを集約し、宇宙科学と情報科学を融合した共同利用・共同研究拠点を構築して、太陽系天体の起源と進化の解明を高精度・定量的に行うことができる共同研究を推進するなどの、拠点活動を行っています。

文部科学省は、これらの取組が一層促進されるよう、共同利用・共同研究拠点の強化・充実に取り組んでいます（図表2-7-4）。

図表2-7-4 令和元年度の共同利用・共同研究拠点及び国際共同利用・共同研究拠点一覧



(ii) 大学共同利用機関法人

大学共同利用機関法人は、全国の大学等の研究者に共同利用・共同研究の場を提供する研究機関であり、各研究分野の発展に大きく貢献するとともに、国際的な競争と協調の中で世界最先端の大型研究を推進しています。また、総合研究大学院大学をはじめとする全国の大学の大学院生を受け入れるなど、研究と教育を一体的に実施しています。

大学共同利用機関法人は四つあり、各大学共同利用機関法人は、平成28年度からの第3期中期目標期間中の国立大学改革における大学全体の機能強化に貢献するため、新たな学問分野の創出を目指した組織の見直しや、これまで培ってきたデータの基盤構築など、全国の大学等の研究者の支援に取り組んでいます。

○人間文化研究機構

人間文化研究機構は、国立歴史民俗博物館、国文学研究資料館、国立国語研究所、国際日本文化研究センター、総合地球環境学研究所及び国立民族学博物館を設置しています。同機構は、膨大な文化資料に基づく実証的研究、人文学の総合化を目指す理論的研究や自然科学との融合を含めた研究領域の開拓に努め、人間文化の総合的学術研究拠点としての役割を果たしています。

同機構では、国内外の大学等研究機関と包括協定の締結などを行い、大学などの研究機関との連携を通じて、大学の機能強化に貢献しています。また、日本研究の国際的な発展を推進するため、新たに日本研究国際賞を創設し授与しました。

○自然科学研究機構

自然科学研究機構は、国立天文台、核融合科学研究所、基礎生物学研究所、生理学研究所及び分子科学研究所を設置しています。同機構は、宇宙、物質、エネルギー、生命などの自然科学分野の基盤的な研究の推進や各分野の連携による新たな研究領域の開拓と発展などを目指しています。

国際化を飛躍的に促進させるために設置した「国際連携研究センター」では、令和元年度に「定量・イメージング生物学研究部門」を新たに置き、プリンストン大学（アメリカ）と次世代の生物学に関する戦略目標を共有するとともに、研究員を共同で雇用し、世界最先端の研究をさらに発展させることを目指した活動を進めるなど、海外機関と組織的に連携して行う分野融合研究を推進しています。

○高エネルギー加速器研究機構

高エネルギー加速器研究機構は、素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所、加速器研究施設及び共通基盤研究施設を設置しています。同機構は、高エネルギー加速器を用いた国際共同研究の中核拠点として、素粒子原子核物理学から物質・生命科学や産業応用にわたる広範な実験・理論研究を展開するとともに、加速器基盤技術の開発研究、国内外の大学などとの連携・協力を推進しています。

令和元年度は、本格的な稼働を開始した電子・陽電子衝突型加速器（スーパーBファクトリー）において、これまでに確立している標準理論だけでは説明が困難な現象を手掛かりに、新たな物理法則の解明や宇宙の発展過程で反物質^{*24}が消え去った謎の解明を目指し、国際協力の下、実験データの収集・解析を進め、Belle II実験の最初の論文を発表するなど着々と成果を上げています。

○情報・システム研究機構

情報・システム研究機構は、国立極地研究所、国立情報学研究所、統計数理研究所及び国立遺伝学研究所を設置しています。同機構は、情報とシステムの観点から分野を越

^{*24} 反物質：物理法則において、全ての「物質」には対応する「反物質」が存在し、両者が出会うと消滅してエネルギーだけが残る。宇宙誕生時には、両者は同数存在したと考えられているが、現在の宇宙では物質の存在しか確認されていない。

えた総合的な研究を推進し、新たな研究の枠組みの構築と新分野の開拓を目指しています。

令和元年度は、「データサイエンス共同利用基盤施設（DS施設）」に新設された「データ同化研究支援センター」でデータとシミュレーションを融合させる諸技術の提供を開始したことを始め、データサイエンスの推進と大学等の支援を行っています。また、DS施設と4研究所が連携し、データサイエンティストの育成並びに生命科学、極域環境科学及び人文学・社会科学などの多様な分野を対象とした大規模データの共有と解析を進めています。その一つとして、AIによる「くずし字認識」により、過去の日本文化を読み解く新技術の開発に貢献しました。

(iii) 学術研究の大型プロジェクト

文部科学省では、共同利用・共同研究体制の下、最先端の大型研究装置等により人類未踏の研究課題に挑み、世界の学術研究を先導するとともに、国内外の優れた研究者を結集し、国際的な研究拠点を形成する学術研究の大型プロジェクトを「大規模学術フロンティア促進事業」として支援しています（図表2-7-5）。

その代表的な例としては、平成27年度の梶田隆章・東京大学宇宙線研究所長のノーベル物理学賞受賞につながる研究成果を上げたスーパーカミオカンデ（SK）やその次世代計画であるハイパーカミオカンデ（HK）計画が挙げられます。HKは、SKを飛躍的に上回る観測性能を備え、陽子崩壊探索などのニュートリノ研究を通じた新たな物理法則の発見や素粒子と宇宙の謎を解き明かすことを目指しており、令和元年度より建設に着手しています。

また、大型電波望遠鏡「アルマ」計画は、平成31年4月に国際共同研究プロジェクトより発表された、史上初となるブラックホールの撮影成功にも大きく貢献するなど、銀河・惑星系の形成過程や生命起源の謎に迫る成果を着実に上げています。

図表2-7-5 大規模学術フロンティア促進事業（事例）

大規模学術フロンティア促進事業において実施する大型プロジェクト	
日本語の歴史的典籍の国際共同研究ネットワーク構築計画 (人間文化研究機構国文学研究資料館) 日本語の歴史的典籍30万点を画像データベース化し、新たな異分野融合研究や国際共同研究の発展を目指す。古典籍に基づく過去のオーロラの研究、江戸時代の食文化の研究など他機関や産業界と連携した新たな取組を開始。 	大強度陽子加速器施設（J-PARC）による物質・生命科学及び原子核・素粒子物理学研究の推進 (高エネルギー加速器研究機構) 日本原子力研究開発機構と共同で、世界最大級のビーム強度を持つ陽子加速器施設を運営。ニュートリノなど多様な粒子ビームを用いて基礎研究から応用研究に至る幅広い研究を推進。 
大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究 (自然科学研究機構国立天文台) 米国ハワイ島に建設した口径8.2mの「すばる」望遠鏡により、銀河が誕生した頃の宇宙の姿を探る。約129億光年離れた銀河を発見するなど、多数の観測成果。 	高輝度大型ハドロン衝突型加速器（HL-LHC）による素粒子実験 (高エネルギー加速器研究機構) CERNが設置するLHCについて、陽子の衝突エネルギーを10倍に向上し、現在のLHCよりも広い質量領域での新粒子探索や暗黒物質の直接生成等を目指す国際共同プロジェクト。日本はLHCにおける国際貢献の実績を活かし、引き続き加速器及び検出器の整備を国際分担。 
大型電波望遠鏡「アルマ」による国際共同利用研究の推進 (自然科学研究機構国立天文台) 日米欧の国際協力によりチリに建設した口径12mと7mの電波望遠鏡からなる「アルマ」により、生命関連物質の探索や惑星・銀河形成過程の解明を目指す。 	新しいステップに向けた学術情報ネットワーク（SINET）整備 (情報・システム研究機構国立情報学研究所) 国内の大学等を100Gbpsの高速通信回線ネットワークで結び、共同研究の基盤を提供。国内900以上の大学・研究機関、約300万人の研究者・学生が活用。 
30m光学赤外線望遠鏡（TMT）計画の推進 (自然科学研究機構国立天文台) 日米加中印の国際協力により口径30mの「TMT」を米国ハワイに建設し、太陽系外の第2の地球の探索、最初に誕生した星の検出等を目指す。 	スーパーカミオカンデによるニュートリノ研究の推進 (東京大学宇宙線研究所) 超大型水槽(5万トン)を用いニュートリノを観測し、その性質の解明を目指す。2015年梶田博士はニュートリノの質量の存在を確認した成果によりノーベル物理学賞を受賞。また、2002年小柴博士は、前身となる装置でニュートリノを初検出した成果により同賞を受賞。 
超高性能プラズマの定常運転の実証 (自然科学研究機構核融合科学研究所) 我が国独自のアイディアによる「大型ヘカル装置(LHD)」により、高温高密度プラズマの実現と定常運転の実証を目指す。また、将来の核融合炉の実現に必要な学理の探索と体系化を目指す。 	大型低周波力波望遠鏡（KAGRA）計画 (東京大学宇宙線研究所) 一辺3kmのL字型のレーザー干渉計により重力波を観測し、ブラックホールや未知の天体等の解明を目指すとともに、日米欧による国際ネットワークを構築し、重力波天文学の構築を目指す。 
スーパーBファクトリーによる新しい物理法則の探索 (高エネルギー加速器研究機構) 加速器のビーム衝突性能を増強し、宇宙初期の現象を多数再現して「消えた反物質」「暗黒物質の正体」「質量の起源」の解明など新しい物理法則の発見・解明を目指す。前身となる装置では、小林・益川博士の「CP対称性の破れ」理論(2008年ノーベル物理学賞)を証明。 	ハイパーカミオカンデ(HK)計画の推進 (東京大学宇宙線研究所、高エネルギー加速器研究機構) ニュートリノ研究の次世代計画として、超高性能検出器を備えた総重量26万トンの大型検出器の建設及びJ-PARCの高輝度化により、ニュートリノの検出性能を数倍向上。素粒子物理学の大統一理論の検証となる未発見の陽子崩壊探索やCP対称性の破れなどのニュートリノ研究を通じ、新たな物理法則の発見、素粒子と宇宙の謎の解明を目指す。 

(ウ) 人文学・社会科学の振興

人文学・社会科学は、人間・文化・社会を研究対象とし、人間の精神生活の基盤を築くとともに、社会的諸問題の解決に寄与するという重要な機能を有するものです。このため、科学技術・学術審議会学術分科会の報告等を踏まえ、「領域開拓」、「実社会対応」、「グローバル展開」の三つの視点に基づく課題設定型の共同研究や、人文学・社会科学に関する研究データの共有及び利活用を促進する基盤の構築を推進することなどによって人文学・社会科学の振興を図っています。

(エ) 学術研究の推進に寄与する組織・活動

大学等の研究者を中心に自主的に組織された学協会は、研究組織を越えた人的交流や研究評価の場として重要な役割を果たしており、最新の研究成果を発信する研究集会などの開催や学会誌の刊行などを通じて、学術研究の推進に大きく寄与しています。文部科学省は、その活動を振興するため、学術情報の国際発信力強化に向けた取組やシンポジウム・学術講演会の開催などに対して、科研費によって助成しています。

また、そのほかにも、産業界や個人等の寄附を基に研究者に対する研究費の助成を行う研究助成法人や公益信託が、学術振興に極めて大きな役割を果たしています。

②戦略的・要請的な基礎研究の推進に向けた改革と強化

基礎研究は、人類の英知やイノベーションを創出する上で大きな役割を果たしています。

我が国の科学技術イノベーションの礎を確かなものとするため、文部科学省では、持続的な成長の源泉となる幅広い分野の多様な基礎研究の抜本的強化を図っています。

科学技術振興機構が実施している「戦略的創造研究推進事業（新技術シーズ創出）」及び日本医療研究開発機構が実施している「革新的先端研究開発支援事業」は、国が戦略的に定めた目標の下で、競争的資金を通じて、組織・分野の枠を超えた時限的な研究体制を構築し、イノベーション指向の戦略的な基礎研究を推進するとともに、有望な成果について研究を加速・深化しています（[図表 2-7-6](#)）。

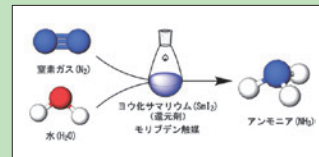
図表 2-7-6 令和元年度の戦略的創造研究推進事業及び革新的先端研究開発支援事業のトピックス

令和元年度の主な成果

① フラスコの中で混ぜるだけ：画期的なアンモニア合成法

アンモニアは窒素肥料や衣服の材料となるナイロン繊維、薬剤などの原材料として幅広く利用されています。また、燃焼させても温室効果ガスである二酸化炭素を発生しない上、液体になりやすく貯蔵や運搬が容易なことから、火力発電などのエネルギー源としても期待されています。現在、アンモニアは「ハーバー・ボッシュ法」により、工場で窒素と水素を化学反応させて合成しています。しかし、反応に高温・高圧（400～600℃、100～200気圧）の環境を必要とすること、原料となる水素の製造過程で石油等の化石燃料を使用し大量の二酸化炭素が発生することから、新たなアンモニア合成法が強く求められていました。

本研究では、世界で初めて、アンモニアを窒素と水から常温・常圧で簡単かつ大量、しかも、高速に合成する画期的な方法を開発しました。この合成法の特徴は、窒素と水を触媒とともにフラスコの中で混ぜるだけでアンモニアを合成できるため、コスト面においても、エネルギー面においても優れていることです。本成果は、今後、環境・エネルギー問題の解決に大きく寄与することが期待され、社会のエネルギー資源のパラダイムシフトを起こす可能性も秘めています。



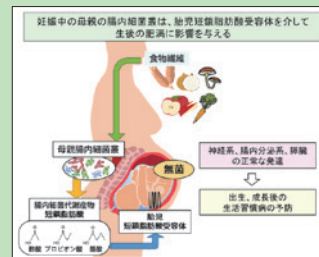
窒素と水による新たなアンモニア合成法
(図提供：東京大学)

② 妊娠中に親が食物繊維を摂取することで子が肥満になりにくい体質に

近年の抗生物質の使用増加や、食物繊維摂取不足等の食生活の変化は、腸内細菌叢に影響を与え、肥満や糖尿病に代表される生活習慣病等の罹患率を高めることがわかってきています。成人の腸内細菌叢と疾患との関連については様々な報告がされていますが、胎児と親の腸内細菌叢の影響に関してはあまり知られていません。

本研究では、腸内細菌を持たず、腸内代謝産物である短鎖脂肪酸を作ることができない胎児期において、親が摂取した食物繊維から腸内細菌叢が産生した短鎖脂肪酸を受け取ることで、胎児の代謝・内分泌系が正常に成熟し、成長時のエネルギー代謝が整うことにより肥満になりにくい体質となることを、マウスを用いた実験により明らかにしました。

母体への食事介入や栄養管理を介した先制医療や予防医学、更には腸内代謝産物が胎児に影響するメカニズムの解明が進めば、新たな代謝性疾患治療薬の開発に寄与する可能性が大いに期待されます。



母親の腸内細菌叢による胎児への影響
(図提供：東京農工大学・慶應義塾大学)

令和元年度の戦略的な目標

- ナノスケール動的挙動の理解に基づく力学特性発現機構の解明
- 最先端光学技術を駆使した革新的基盤技術の創成
- 量子コンピューティング基盤の創出
- 数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開
- 次世代IoTの戦略的活用を支える基盤技術
- 多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出
- 健康・医療の質の向上に向けた早期ライフステージにおける分子生命現象の解明

③ 「創発的研究」の場の形成

我が国が将来にわたってノーベル賞級のインパクトをもたらす研究成果を創出し続けるためには、研究者がしっかりと腰を据えて、自由に挑戦的な研究に打ち込める環境が必要です。このため、文部科学省では、最長10年間にわたる柔軟で安定的な研究費の支援と、研究者を取り巻く研究環境の向上を一体的に推進する「創発的研究支援事業」を新設し、令和元年度補正予算において500億円の基金を国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）に造成しました。併せて、同年度補正予算において研究者のニーズが高い先端的な研究設備の整備を支援しました。整備された研究設備を広く共用することで、若手研究者らの研究力向上を図るとともに、未来の鍵を握る重要分野（物質・材料科学、量子技術、生命科学、情報科学）における我が国の競争力の強化につなげていきます。

④ 国際共同研究の推進と世界トップレベルの研究拠点の形成

「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」では、大学等への集中的な支援を通じてシステム改革等の自主的な取組を促すことにより、高度に国際化された研究環境と世界トップレベルの研究水準を誇る「目に見える国際頭脳循環拠点」の充実・強化を着実に進めており、現在13拠点が活動しています。このプログラムでは、1拠点当たり最大7億円程度（平成22年度以前に採択された拠点においては最大14億円程度）の支援を10年間行っており、丁寧かつきめ細やかな進捗管理を毎年実施しています（図表 2-7-7）。

図表 2-7-7 世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) の概要



これに加え、「研究大学強化促進事業」では、世界水準の優れた研究大学群を増強するため、研究マネジメント人材 (リサーチ・アドミニストレーターを含む) 群の確保・活用と集中的な研究環境改革の一体的な推進を支援しています。さらに、日本学術振興会「研究拠点形成事業」では、国内の大学等における研究拠点と海外拠点との間の国際的な連携を支援しています。

(2) 研究開発活動を支える共通基盤技術、施設・設備、情報基盤の戦略的強化

①共通基盤技術と研究機器の戦略的開発・利用

先端計測分析技術・機器等は、世界最先端の独創的な研究開発成果の創出を支える共通基盤であり、その研究開発の成果がノーベル賞の受賞につながることも多く、科学技術の進展に不可欠な鍵となります。このため、科学技術振興機構は、先端計測分析技術・機器開発プログラムを実施し、産学連携によって、世界最先端の研究者のニーズに応えられる先端計測分析技術・機器・システムの開発等に取り組んでいます。

②産学官が利用する研究施設・設備及び知的基盤の整備・共用、ネットワーク化

(ア) 特定先端大型研究施設

研究施設・設備は、基礎研究からイノベーション創出までの科学技術活動全般を支えるために不可欠であり、これらの整備や効果的な利用、相互のネットワーク化を図ることが重要です。

(i) 大型放射光施設 (SPring-8)

大型放射光施設 (SPring-8) は、光速近くまで加速した電子の進行方向を曲げた時に発生する極めて明るく光である「放射光」を用いて、物質の原子・分子レベルの構造や機能を解析することができる世界最高性能の研究基盤施設です。本施設は平成9年から共用が開始されており、生命科学、環境・エネルギーから新材料開発まで、我が国の経済成長

を^{けん}牽引する様々な分野で革新的な研究開発に貢献しています。令和元年には、これまでに生み出された累計論文数が1万6,000報を超えるなど、産学官の広範な分野の研究者等による利用及び成果の創出が着実に進んでいます。

(ii) X線自由電子レーザー施設 (SACLA)

X線自由電子レーザー施設 (SACLA) は、レーザーと放射光の特長を併せ持った究極の光を発振し、従来の手法では実現不可能な分析を行う世界最先端の研究基盤施設です。

SACLAは、原子レベルの超微細構造、化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析することができます。このため、結晶化が困難な膜タンパク質の解析、触媒反応の即時の観察、新機能材料の創成など広範な科学技術分野において、新しい研究領域の開拓や先導的・革新的成果の創出が期待されています。

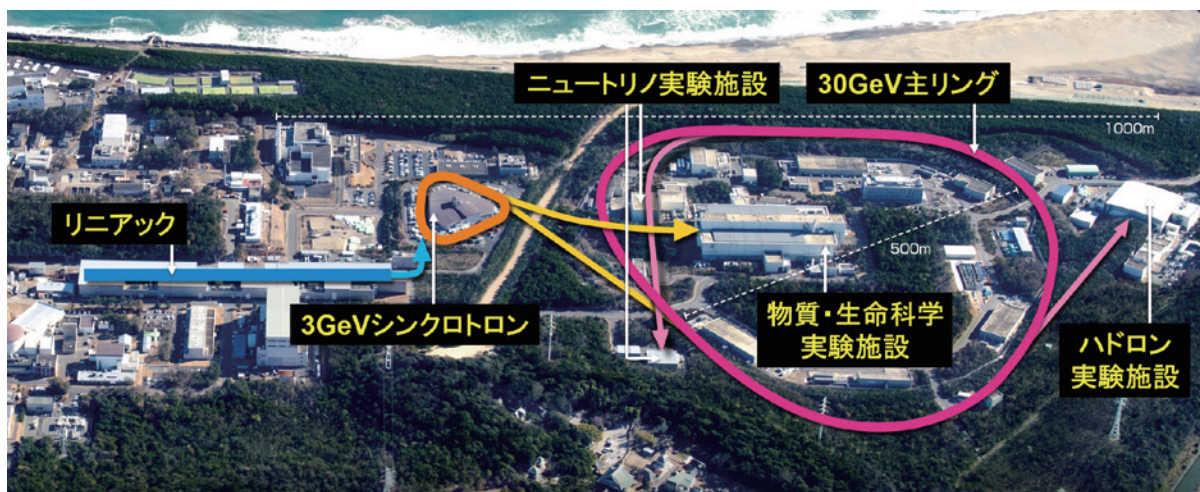
令和元年度には、従来観測できなかった鉄鋼材料の超急速加熱過程（1秒間で1万度の加熱速度）における組織変化の観測に世界で初めて成功するなど、画期的な成果が生まれています。

(iii) 大強度陽子加速器施設 (J-PARC)

大強度陽子加速器施設 (J-PARC) は、世界最高レベルのビーム強度を持つ陽子加速器を利用して生成される中性子、ミュオン、ニュートリノ等の多彩な二次粒子を利用して、幅広い分野における基礎研究から産業応用までの様々な研究開発に貢献しています。物質・生命科学実験施設（特定中性子線施設）では、革新的な材料や新しい薬の開発につながる構造解析等が進められています。例えば、令和元年度には、放射光に加え、J-PARCのパルス中性子ビームによる解析等により、環境に優しい新たな固体冷媒として期待される柔粘性結晶の巨大な圧力熱量効果の機構を解明するなど、産業利用から基礎物理に係わる幅広い分野で研究開発が行われています。原子核・素粒子実験施設（ハドロン実験施設）やニュートリノ実験施設は、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象外の施設ですが、国内外の大学等の研究者の共同利用が進められています。特に、ニュートリノ実験施設では、平成27年にノーベル物理学賞を受賞したニュートリノ振動の研究に続き、その更なる詳細解明を目指して、T2K (Tokai to Kamioka) 実験が行われています。



大型放射光施設 (SPring-8)
X線自由電子レーザー施設 (SACLA)
写真提供：理化学研究所

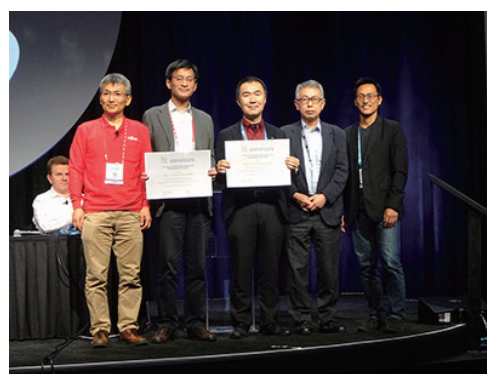


大強度陽子加速器施設 (J-PARC)
写真提供: J-PARC センター

(iv) 特定高速電子計算機施設 (スーパーコンピュータ「京」^{けい}, 富岳)

平成24年9月末に共用が開始されたスーパーコンピュータ「京」^{けい}は、理化学研究所により運用され、医療・創薬の高度化、ものづくりの革新、地震・津波の被害軽減、物質や宇宙の起源の解明など、様々な分野において、世界に先駆けた画期的な成果の創出に貢献し、令和元年8月に運用を終了しました。

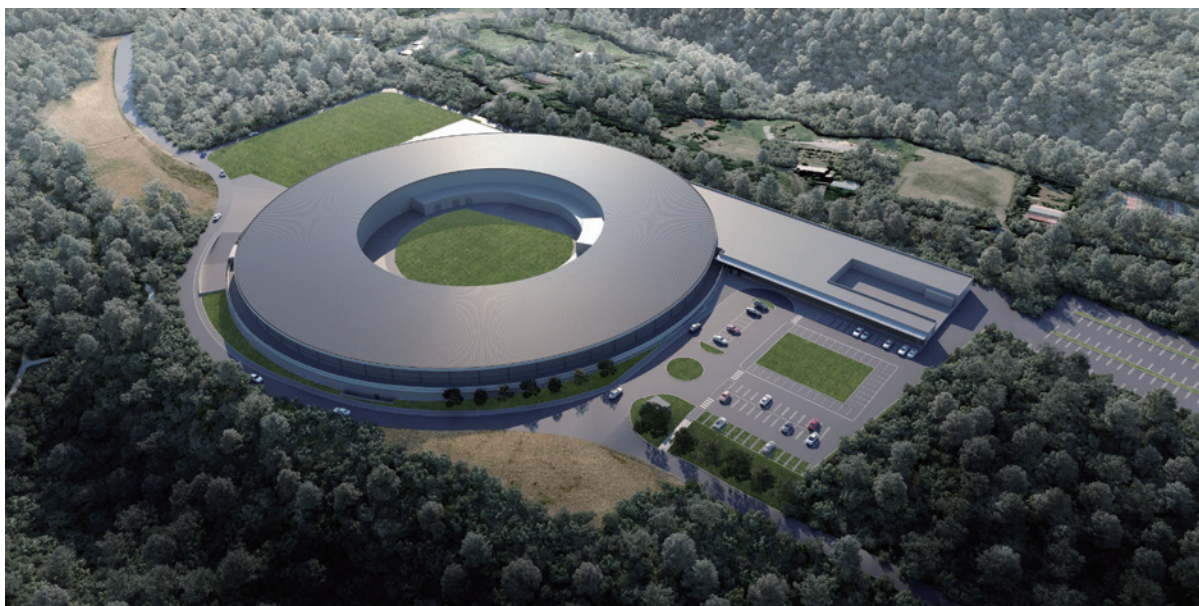
最先端のスーパーコンピュータは科学技術や産業の発展などを通じて国の競争力を左右するものであり、各国がその開発にしのぎを削っています。文部科学省は、我が国が直面する社会的・科学的課題の解決に貢献するため、令和3年度の運用開始を目標に、「京」の後継機であるスーパーコンピュータ「富岳」を開発するプロジェクトを推進しています。このプロジェクトでは、システムと課題解決に資するアプリケーションとを協調的に開発することにより、世界高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指しています。元年11月のスパコンランキングでは、「富岳」の試作機が消費電力性能を示すランキング (Green500) で世界1位を獲得しました。



Green500授賞式の様子
〔「富岳」共同開発の富士通と理研が登壇〕
提供: 理化学研究所

(イ) 次世代放射光施設 (軟X線向け高輝度3GeV級放射光源)

次世代放射光施設は、軽元素を感度良く観察できる高輝度な軟X線を用いて、従来の物質構造に加え、物質の機能に影響を与える電子状態の可視化が可能な次世代の研究基盤施設で、学術研究だけでなく触媒化学や生命科学、磁性・スピントロニクス材料、高分子材料などの産業利用も含めた広範な分野での利用が期待されています。文部科学省は、この次世代放射光施設について官民地域パートナーシップにより推進することとしており、量子科学技術研究開発機構 (QST) を施設の整備・運用を進める国の主体とし、さらに平成30年7月、一般財団法人光科学イノベーションセンターを代表とする、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学及び一般社団法人東北経済連合会の5者を地域・産業界のパートナーとして選定しました。現在、令和5年度の完成を目指して、次世代放射光施設の整備が進められています。



写真：次世代放射光施設完成予想図
提供：（一財）光科学イノベーションセンター

（ウ）研究施設・設備間のネットワーク構築

（i）共用プラットフォーム

文部科学省は、産学官が共用可能な研究施設・設備等における施設間のネットワークを構築する共用プラットフォームを形成することにより、様々な研究者が先端的な研究施設・設備を利用できる体制を整備しています。これにより、分野融合や新領域の拡大、産学官連携の促進、技術専門職のスキル向上等の効果が得られることを期待しています（[図表 2-7-8](#)）。

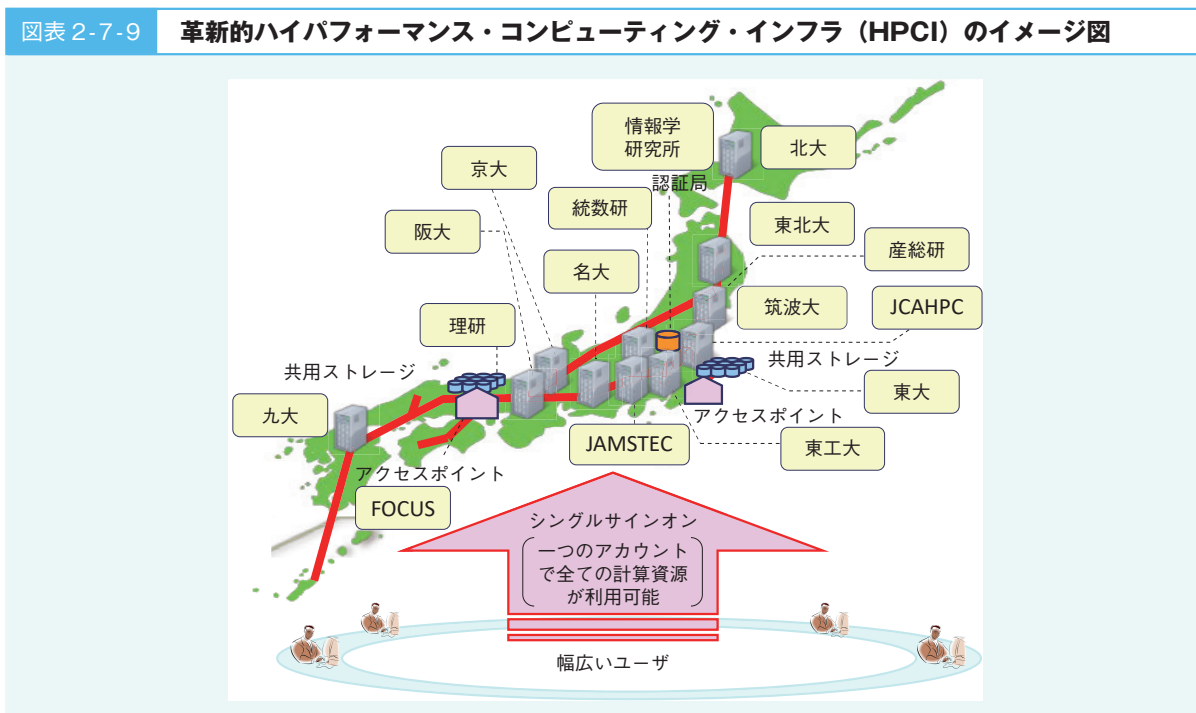
図表 2-7-8 共用プラットフォーム形成支援の採択機関（令和元年度）



(ii) 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築

文部科学省は、国内の大学及び研究機関の多様なスーパーコンピュータと大規模記憶装置を高速ネットワークで接続することにより、多様な利用者の要求・要望に対応した計算環境を提供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（HPCI）を構築しています（図表2-7-9）。また、HPCIの効果的・効率的な運営に努めながら、様々な分野での利用を推進しています。

図表 2-7-9 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）のイメージ図



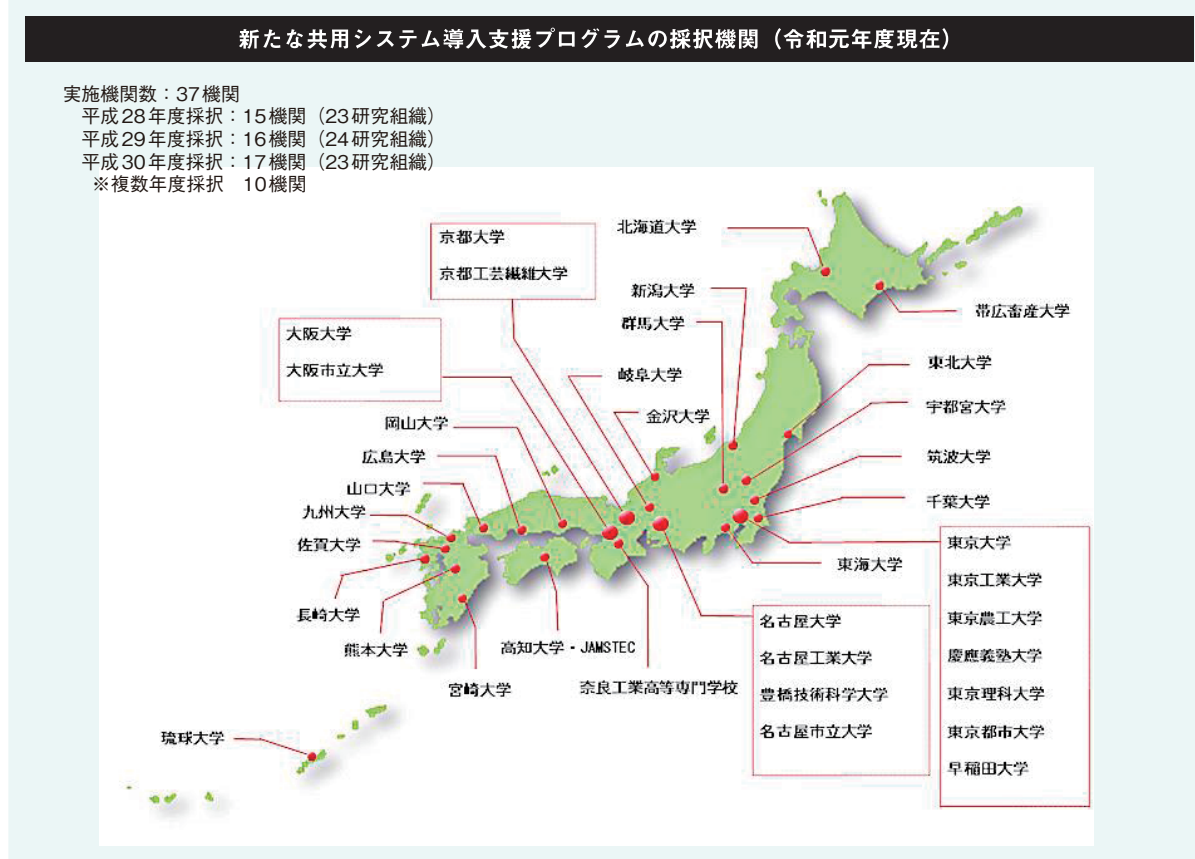
(iii) ナノテクノロジープラットフォーム

文部科学省は、「ナノテクノロジープラットフォーム」により、ナノテクノロジーに関する最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する機関が緊密に連携した全国的な共用体制を構築することで、産学官の利用者に対し最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を高度な技術支援とともに提供しています。本事業の利用件数は、年間3000件にまで増加しており、革新的な研究成果の創出につながることが期待されています。

(エ) 新たな共用システムの導入

文部科学省は、競争的資金改革の一環として、組織としての設備・機器の共用を促進しています。研究者が研究設備・機器を有効活用し、研究能力を最大限発揮し、研究開発投資の最大化を図るため、研究室単位の管理から研究組織単位の管理に移行するよう、大学及び研究機関等における研究設備・機器のマネジメント体制の改革を推進しています。平成28年度から「先端研究基盤共用促進事業（新たな共用システム導入支援プログラム）」として、研究組織単位での新たな共用システムの導入を支援しています。これにより研究費・研究スペースの有効活用、研究者の負担軽減、技術専門職のスキル向上等の効果が得られることを期待しています（図表 2-7-10）。

図表 2-7-10 新たな共用システム導入支援の採択機関（令和元年度）



(オ) 研究機器相互利用ネットワークの導入

研究生産性と地域の研究力向上に資するよう、遠隔利用システム等により、近隣の大学、企業、公設試等の中での研究機器の相互利用ネットワークを構築する実証実験を実施し、大学間、大学と企業間等の研究設備・機器の共用を推進する取組として、新たに令和元年度より「研究機器相互利用導入実証プログラム（SHARE）」を実施しています。大学、企業、公設試等が研究機器の未利用時間を相互に有効活用することにより、産学官連携の促進や地域全体の研究力の底上げを期待しています。

③大学等の教育研究環境を支えるインフラ整備

文部科学省は、大学等の教育研究環境を充実させるため、大学等に対する計画的な研究設備の整備・充実、ネットワークや図書館等の学術情報基盤の整備について支援を行っています。

(ア) 国立大学等における設備の整備

国立大学等の設備は、最先端の研究を推進させるとともに、質の高い教育研究を支える基盤であり、その整備・充実は必要不可欠です。大学が整備する大型の研究設備の整備に対する支援のほか、「ハイパーカミオカンデ（HK）」をはじめとした我が国発の独創的なアイデアによる世界最高水準の研究設備についても「大規模学術フロンティア促進事業」により支援を行っています。

(イ) 学術情報基盤の整備と科学技術情報の発信・流通の促進

教育研究活動の成果である論文や研究データなどの学術情報の公開とその利活用に関わるインフラの整備は、科学技術・学術の振興のための基盤と言えます。近年、電子ジャーナルの価格上昇に伴い、研究成果としての論文などの流通に支障が生じかねない状況の中、学術情報基盤を整備しながら科学技術情報の発信・流通を促進することの重要性が高まっています。

(i) 学術情報基盤の整備・充実

学術情報ネットワーク（SINET）は、大学等の学術研究や教育活動全般を支える基幹的ネットワークとして、情報・システム研究機構国立情報学研究所（NII）により整備されています。令和元年度末で国内の900以上の大学・研究機関等がSINETに接続しています。SINETを通じて、教育・研究に携わる数多くの人々のための学術情報の流通が確保されています。また、国際的な先端研究プロジェクトで必要とされる研究情報の流通を円滑に進めるため、米国や欧州など多くの海外研究ネットワークと相互接続しています。

大学図書館は、学術資料の電子化の進展、大学の教育研究機能の強化の必要性などを背景としてその役割が増大しています。具体的には、電子ジャーナルの整備への対応のほか、主体的学習の場としてのラーニング・コモンズ^{*25}の設置、学内の教育研究成果の積極的な発信などに取り組んでいます。その一環として、多くの大学が、オンライン上に機関リポジトリ^{*26}を設けて、学内の教育研究成果を公開しています。令和元年度末現在で811の大学等が機関リポジトリを構築しています。NIIは、大学のための共用リポジトリシステムを開発・提供し、各大学の機関リポジトリ構築を支援しています。

(ii) 科学技術情報の発信・流通の促進

オープンサイエンス^{*27}の進展に対応し、学協会等の刊行するオープンアクセスジャーナルを育成するため、科学技術振興機構（JST）では電子的な学術誌等の刊行と情報流通を支援するシステム（J-STAGE）の提供を行っています。

また、JSTは、国内外の科学技術に関する文献、特許、研究者等、研究開発活動に関する基本的な情報を体系的にデータベース化し、相互に関連付けた、誰もが使いやすい公的サービス（J-GLOBAL）と、国内外の科学技術文献に関し、書誌・抄録・キーワード等を、日本語で網羅的に検索可能なデータベースとして整備し、さらに、検索集合を分析・可視化できる付加価値をつけた、専門家を支援する文献情報サービス（JDream III）を行っています。

^{*25} ラーニング・コモンズ：学習者の利用目的や学習方法に応じて、図書館の各種資料や情報機器を活用しながら、学習を進めるための総合的な学習環境。設備の利用だけでなく、学生の学習を支援する図書館職員によるサービスも含まれる。

^{*26} 機関リポジトリ：大学等の教育研究活動によって生産された電子的な知的生産物を電子的に保存し、原則として無償で発信するためのインターネット上の保存書庫。

^{*27} 参照：第2部第7章第4節②（3）

さらに、JSTは我が国の研究者情報を一元的に集積し、研究業績情報の管理と提供、大学の研究者総覧の構築を支援する研究者総覧データベース（researchmap）を提供しています。

（3）オープンサイエンスの推進

オープンサイエンスについては、オープンアクセスと研究データのオープン化を含む概念として、世界的にも急速な広がりを見せています。

文部科学省は、国際的な動向や内閣府等における政府全体の検討状況等も踏まえつつ、科学技術・学術審議会等において、研究のエビデンスとしての研究データの保存・公開することに加え、その活用に向けた方策等について検討を進めるほか、研究開発法人などが実施する観測データ等の共有の取組を促進するとともに、資金配分機関による競争的資金で産出された論文の公開や研究データを共有・公開するための取組を推進しています。

3 資金改革の強化

文部科学省は、国立大学法人運営費交付金や私立大学等経常費補助金などの基盤的経費を確保するとともに、科研費をはじめとした競争的研究費の拡充を図るなど、多様な研究資金制度の確保・拡充に努めています。

また、我が国の知の創出機能、科学技術イノベーション創出力、人材育成機能の強化を図るため、大学改革と競争的研究費改革を一体的に推進しています。

（1）基盤的経費の改革

（ア）国立大学について

各国立大学法人は、知識集約型社会において知をリードし、イノベーションを創出する知と人材の集積地点としての役割を担うほか、全国への戦略的な配置により、地域教育研究拠点として、各地域のポテンシャルを引き出し、地方創生に貢献する役割を担うなど、社会変革の原動力となっています。我が国が知識集約型社会へのパラダイムシフトや高等教育のグローバル化、地域分散型社会の形成等の課題に直面する中、国立大学がSociety5.0の実現に向けた人材育成やイノベーション創出の中核としての役割を果たすためには、教育研究の継続性・安定性に配慮しつつ、大学改革をしっかりと進めていく環境を整えていくことが必要です。

令和元年度においては、国立大学が我が国の人材養成・学術研究の中核として継続的・安定的に教育研究活動を実施できるよう、基盤的経費である国立大学法人運営費交付金について、対前年度同額の1兆971億円を確保しました。また、平成28年度から始まった第3期中期目標期間における予算配分の仕組みとして、各大学の強み・特色を踏まえた機能強化の方向性に応じた「3つの重点支援の枠組み」により、評価に基づく重点支援を通じて各国立大学の機能強化を推進するとともに、令和元年度から「成果を中心とする実績状況に基づく配分」の仕組みを新たに導入し、評価のわかりやすさや透明性の向上、各大学の主体的な取組の推進、教育研究の安定性・継続性への配慮のもとで改革インセンティブの向上を図ることとしています。

（イ）国立研究開発法人について

「第5期科学技術基本計画」では、国立研究開発法人には科学技術イノベーション推進の中核機関としての役割が期待されています。文部科学省所管の8つの国立研究開発法人の運営費交付金に着目すると、平成22年度から28年度までは、総じて減少傾向にありました。しかしながら、29年度予算以降、国立研究開発法人が担うミッションの重要性に鑑み、そ

の予算の確保に努めたところ、令和元年度予算において4,747億円（対前年度比1.6%増）を計上しました。

また、国立研究開発法人は、イノベーションシステムの駆動力として、組織改革とその機能強化を求められています。法人の機能強化を支援し各法人の使命・役割に応じた国際的な拠点化や国内外の関係機関との連携、橋渡し機能が効果的に発揮されるよう「イノベーションハブ構築支援事業」を実施していました。

（2）公募型資金の改革

競争的研究費については、研究者の事務負担軽減による研究時間の確保及び研究費の効果的・効率的な使用のため、研究費の使い勝手の向上を目的とした制度改善に取り組んでいます。これまで競争的資金の使用に関して統一化・簡素化したルールについて、競争的資金以外の研究資金にも適用を拡大するとともに、各事業が個別に定めていた応募様式を統一し、府省共通研究開発管理システム（e-Rad）を通じて、統一した様式による申請が可能となるよう対応を進めています。また、政府全体として、競争的資金以外の研究資金についても、平成30年度以降、研究に直接使用する経費（直接経費）の30%に相当する金額を間接的経費^{*28}として原則措置しています。

更に、「研究力向上改革2019」（平成31年4月23日）に基づき、若手研究者の研究機会の拡大に向け、令和2年4月より順次、研究プロジェクトの実施のために雇用される若手研究者のエフォートの一定割合について自発的な研究活動等への充当を可能とします。

（3）国立大学改革と研究資金改革との一体的推進

文部科学省が平成31年4月23日に発表した「研究力向上改革2019」においては、研究「人材」「資金」「環境」の改革を、大学改革と一体的に展開することとしています。

同改革に基づき、研究機関において適切に執行される体制の構築を前提として、研究活動に従事するエフォートに応じ、研究代表者本人の希望により、競争的研究費の直接経費から研究代表者への人件費を支出可能とするよう検討を進めています。これにより、研究機関において、適切な費用負担に基づき、確保した財源を、研究に集中できる環境整備等による研究代表者の研究パフォーマンス向上、若手研究者をはじめとした、多様かつ優秀な人材の確保等を通じた機関の研究力強化に資する取組に活用することができ、研究者及び研究機関双方の研究力向上が期待されます。また、研究者が研究プロジェクトに専念できる時間を拡充するため、所属研究機関において研究代表者が担っている業務（講義等の教育活動やそれに付随する事務等）のうち、研究以外の業務の代行に係る経費を支出可能とするよう検討を進めています。

文部科学省は、これらの取組を通じて、競争的研究費による研究成果の持続的創出を図るとともに、大学改革の鍵となるガバナンス及び人事給与等に係るマネジメントの強化を推進しています。

^{*28} 間接的経費：直接経費（競争的研究費により行われる研究を実施するために、研究に直接的に必要なものに対し、競争的研究費を獲得した研究機関又は研究者が使用する経費）に対して一定比率で手当てされ、競争的研究費による研究の実施に伴う研究機関の管理等に必要な経費として、研究機関又は研究者が使用する経費（いわゆる一般管理費等を言う）。

第5節 イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築

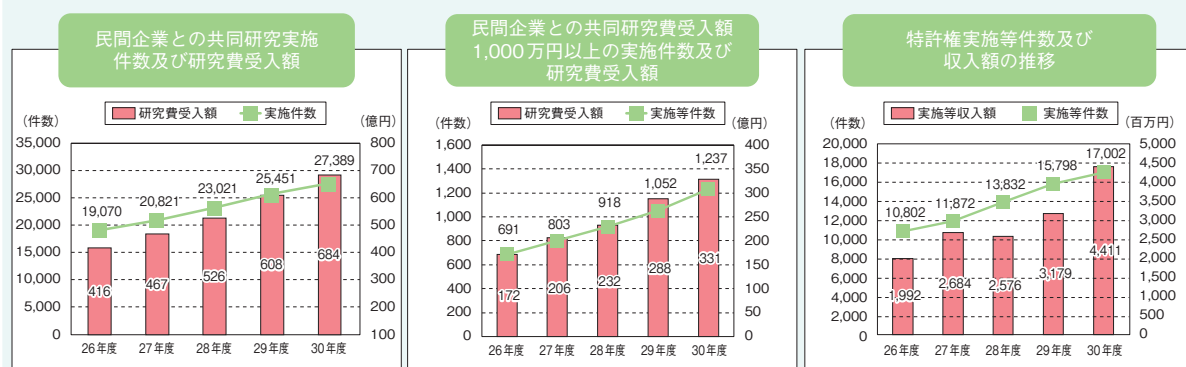
国内外の知的資源を活用し、新しい価値の創出とその社会実装を迅速に進めるため、企業、大学、公的研究機関の本格的連携とベンチャー企業の創出強化等を通じて、人材、知、資金が、組織やセクター、さらには国境を越えて循環し、各々が持つ力を十分に引き出し、イノベーションが生み出されるシステム構築を進め、我が国全体の国際競争力を強化し、経済成長を加速させることとしています。

1 オープンイノベーションを推進する仕組みの強化

平成16年4月の国立大学法人化以降、総じて大学等における産学官連携活動は着実に実績を上げています。平成30年度は、大学等と民間企業との「共同研究実施件数」は2万7,389件（前年度比7.6%増）、「研究費受入額」は約684億円（前年度12.5%増）と、前年度と比べて増加しており、このうち1,000万円以上の「共同研究実施件数」は1,237件、「研究費受入額」は約331億円、また「特許権実施等件数」は1万7,002件になっており、これらも前年度と比べて着実に増加しています（図表2-7-11）。

令和元年8月29日、30日には大学、公的研究機関、民間企業等の関係者が一堂に会する国内最大規模の産業界と大学等のマッチングイベントである「イノベーション・ジャパン2019～大学見本市&ビジネスマッチング～」が東京ビッグサイトにて開催されました。

図表 2-7-11 大学等における共同研究実施件数等の推移



- (注) 1. 国公立の大学等を対象。
 2. 大学等とは大学、短期大学、高等専門学校、大学共同利用機関法人を指す。
 3. 特許権実施等件数は、実施許諾又は譲渡した特許権（「受ける権利」の段階のものも含む）を指す。

(出典) 文部科学省「平成30年度大学等における産学連携等実施状況について」（令和2年1月17日）

(1) 企業、大学、公的研究機関における推進体制の強化

①大学技術移転機関（TLO）や公的研究機関等における取組

(ア) 大学等における産学官連携体制等の整備

政府は、産学官連携の体制を強化し、企業から大学・国立研究開発法人等への投資を今後10年間で3倍に増やすことを目指すこととしています。この政府目標を踏まえ、文部科学省は経済産業省と共同して開催した「イノベーション促進産学官対話会議」において、産業界から見た、大学・国立研究開発法人が産学官連携機能を強化する上での課題とそれに対する処方箋を取りまとめた「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」を平成28年11月に策定しました。文部科学省は、本ガイドラインの普及に努めるとともに、令和

元年度より当該ガイドラインの実効性を向上させるための検討を始めています。また、平成30年度から「オープンイノベーション機構の整備」を開始し、企業の事業戦略に深く関わる（競争領域に重点）大型共同研究を集中的にマネジメントする体制の整備を通じて、大型共同研究の推進により民間投資の促進を図っています。また、令和元年7月、一般社団法人日本経済団体連合会及び経済産業省と共同で「大学ファクトブック2019」を公表し、産学官連携活動に関する大学の取組の「見える化」を進めました。

（イ）技術移転機関（TLO）

技術移転機関（TLO：Technology Licensing Organization）は、大学等の研究成果に基づく特許権等について企業に実施許諾を与え、その対価として企業から実施料収入を受け取り、大学等や発明者である研究者に研究資金として還元することなどを事業内容とする機関です。令和2年1月31日現在で、34のTLOが、「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（平成10年法律第52号）」に基づいて、文部科学省及び経済産業省の承認を受けており、平成30年度における特許実施許諾件数は1万2,032件となっています。

この点、昨今の第四次産業革命への対応とも相俟って、大学における研究成果の社会還元を一層進めることが産業技術の向上や新たな事業分野の開拓に資することとなる。こうしたことから、令和元年度より、文部科学省では、「イノベーションマネジメントハブ形成支援事業」を開始し、大学、産業界、TLOのネットワーク強化を図ることを通じて、大学における知的財産の効果的活用や共同研究の構築に資する環境整備を推進しています。

②科学技術振興機構における主な取組

（ア）大学等の有望な研究成果を基にした大学等と企業との連携による成果展開

科学技術振興機構は、大学等と企業との連携を通じて、大学等の研究成果の実用化を促進し、イノベーションの創出を目指すための「研究成果展開事業」を実施しています。具体的には、「研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）」を通じて、大学や公的研究機関における有望なシーズ発掘から事業化に至るまで切れ目ない支援を行っています。また、大学等の革新的技術を社会還元し、イノベーションにつなげるため、「産学共同実用化開発事業（NexTEP）」を実施し、国から出資された資金等によって、大学等の技術を用いた企業の事業化開発を支援しています。

（イ）技術移転活動に対する総合的な支援

科学技術振興機構は、優れた研究成果の発掘、特許化の支援から企業化開発に至るまでの一貫した取組を進めています。具体的には、「知財活用支援事業」において、大学等における研究成果の戦略的な海外特許取得の支援、大学等の特許情報のインターネットでの無料提供（J-STORE）を実施するとともに技術移転人材の育成強化を図るなど、大学等の知的財産の総合的活用を支援しています。

③民間の研究開発投資促進に向けた税制措置

民間企業の研究開発投資を維持・拡大することにより、イノベーション創出に繋がる中長期・革新的な研究開発等を促し、我が国の成長力・国際競争力を強化するため、企業等の試験研究費のうち一定割合に相当する金額が法人税額や所得税から控除されます。

また、企業等のオープン・イノベーション（OI）を後押しするため、企業等の試験研究費のうち、大学等との共同研究等に要した費用（特別試験研究費）については、より優遇される特例措置（特別試験研究費税額控除制度（OI型））を設けています。

平成31年度税制改正では、オープンイノベーションの更なる促進のため、OI型の控除上限を引き上げることとしました。また、大学や国立研究開発法人等の法人発ベンチャーをはじめとする研究開発型ベンチャーの成長を促進するため、研究開発型ベンチャーとの共同研

究・委託研究を行う場合の控除率の引上げ等の拡充を行っています。

(2) イノベーション創出に向けた人材の好循環の誘導^{*29}

(3) 人材，知，資金が結集する「場」の形成

科学技術によるイノベーションを効率的にかつ迅速に進めていくためには、産学官が協働し、取り組むための「場」を構築することが必要です。文部科学省においては、下記の①～③の事業について、令和元年度より「共創の場形成支援」として大括り化し、一体的に推進しています。

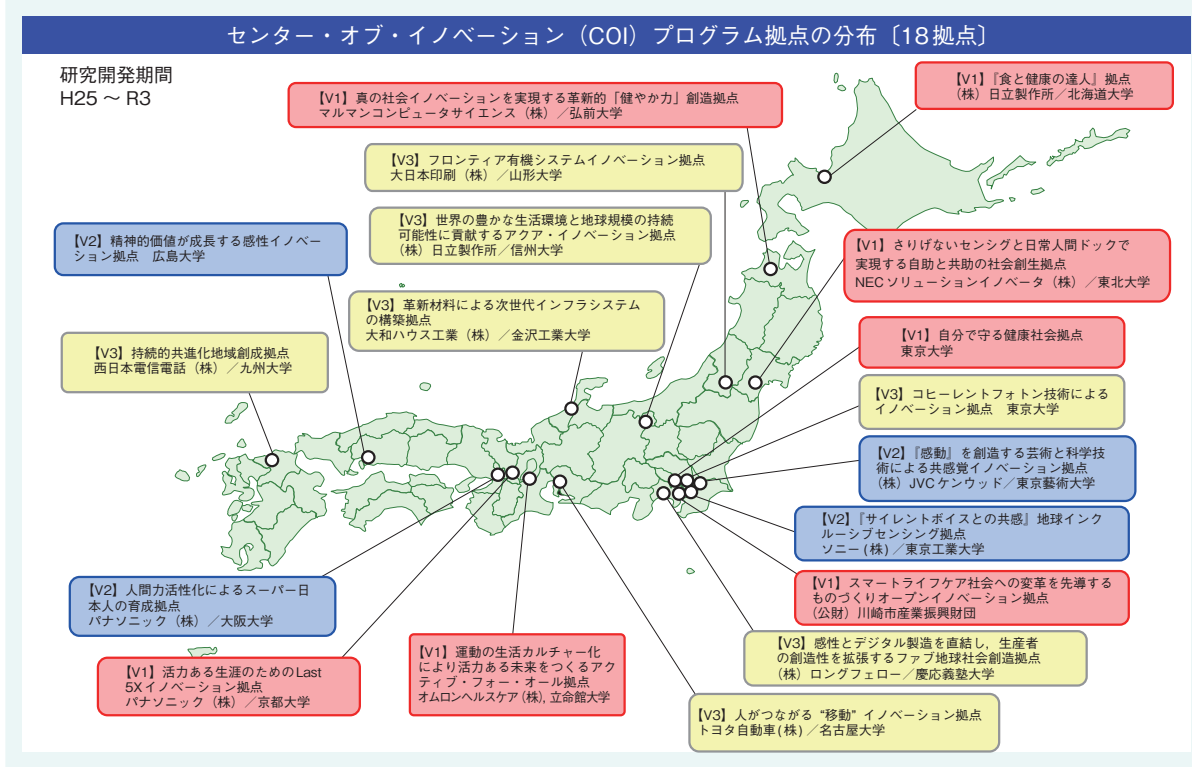
①オープンイノベーションを加速する産学共創プラットフォームの形成

科学技術振興機構は、平成28年度から「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」を実施しています。本プログラムは、企業とのマッチングファンドにより、複数企業からなるコンソーシアム型の連携による非競争領域における大型共同研究と博士課程学生等の人材育成、大学の産学連携システム改革等を一体的に推進することで、「組織」対「組織」による本格的産学連携を実現し、我が国のオープンイノベーションの本格的駆動を図ることを目指しています。

②革新的イノベーション創出に関する主な取組

大学や公的研究機関、企業等が集い、世界と戦える大規模産学連携拠点を構築し、基礎研究段階から実用化までの研究開発を集中的に実施し、革新的なイノベーションの創出を目指す取組として、科学技術振興機構は平成25年度から「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」を実施しています。27年度からは、新たにトライアル拠点から昇格した6か所のCOI拠点を含め、現在、18拠点が活発に研究開発に取り組んでいます（図表2-7-12）。

図表 2-7-12 センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム拠点一覧



^{*29} 参照：第7章第4節(2)③

③世界に誇る地域発研究開発・実証拠点形成に関する主な取組

科学技術振興機構は、世界に誇るイノベーション創出を目指し、地域に集積する産学官金のプレイヤーが共同でビジョンを掲げ、国内外の異分野融合による最先端の研究開発や成果の事業化と人材育成を一体的かつ統合的に展開するための複合型イノベーション推進基盤の形成を目的とした「世界に誇る地域発研究開発・実証拠点（リサーチコンプレックス）推進プログラム」を平成27年度から実施しています。令和元年度は3拠点の支援を実施しました。

2 新規事業に挑戦する中小・ベンチャー企業の創出強化

（1）起業家マインドを持つ人材の育成

文部科学省は、学部学生や大学院生、若手研究者等に対するアントレプレナー育成プログラムの実施により我が国のベンチャー創出力を強化する「次世代アントレプレナー育成事業（EDGE-NEXT）」を平成29年度から実施しています。

（2）大学等発ベンチャーの創出促進

文部科学省は、研究開発成果を核としてイノベーションを実現する「強い大学等発ベンチャー」を創出するため、起業前の段階から事業化ノウハウを有した民間人材との連携、起業家・イノベーション創出人材の育成、知的財産の集約・強化等の大学発ベンチャーの創業及び成長を支える施策を一体的に推進しています。

具体的には、科学技術振興機構が「大学発新産業創出プログラム（START）」を実施し、起業前の段階から、公的資金と民間の事業化ノウハウ等を組み合わせることにより、成長性のある大学等発ベンチャーの創出を目指した支援を行っています。

また、平成29年度からSTARTの中で、成果の社会実装に意欲を持つ人材に対しアントレプレナー教育の提供とビジネスモデル探索活動を支援する取組（SCORE）も実施しています。

さらに、科学技術振興機構は「出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）」を実施し、科学技術振興機構の研究開発成果を活用するベンチャー企業の設立・増資に際して出資及び人的・技術的援助を実施することにより、当該企業の事業活動を通じて研究開発成果の実用化を促進しています。

3 「地方創生」に資するイノベーションシステムの構築

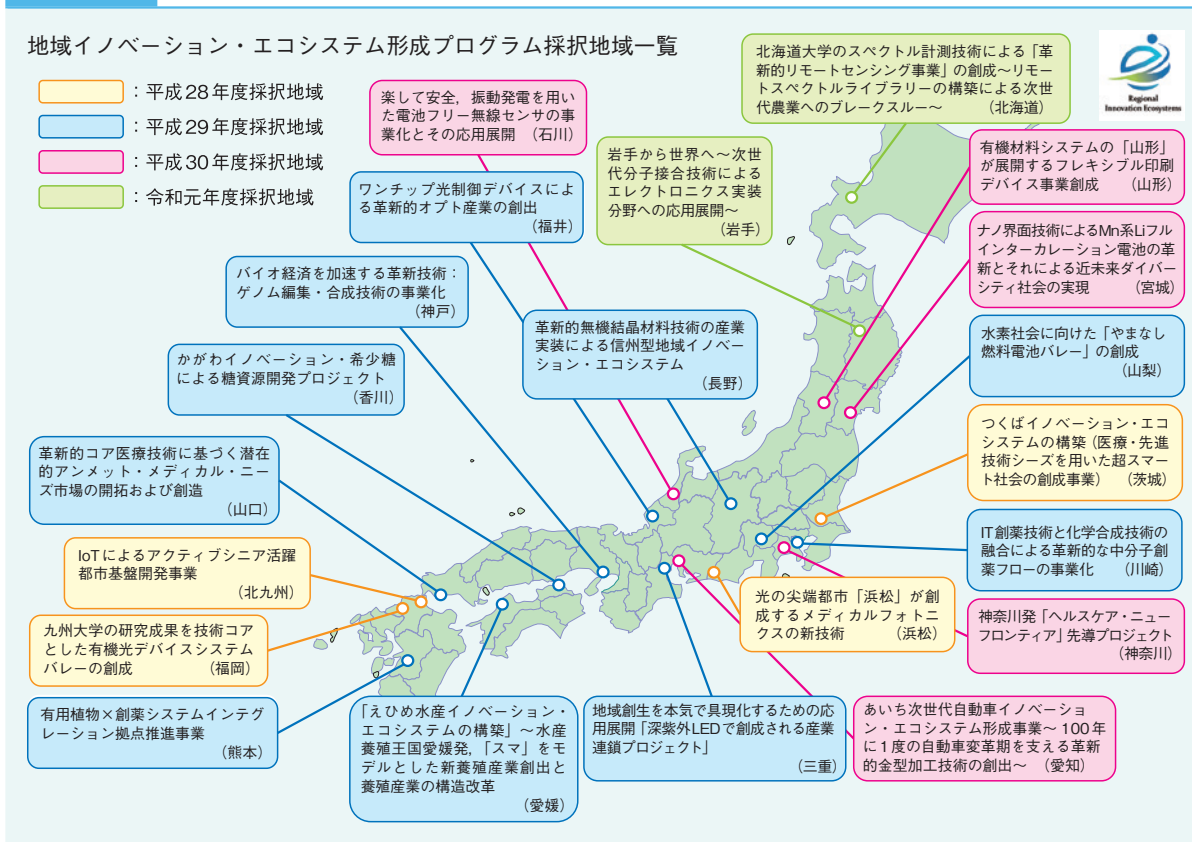
地域における科学技術の振興は、地域イノベーションシステムの構築や活力ある地域づくりに貢献するとともに、我が国全体の科学技術の高度化・多様化やイノベーションシステムの競争力強化にも大いに貢献します。

文部科学省に対しては、地域イノベーション・エコシステム^{*30}の形成と地方創生の実現に向けて、イノベーション実現のきっかけ・仕組みづくりの量的拡大を図る段階から、具体的に地域の技術シーズ等を生かし、地域からグローバル展開を前提とした社会的なインパクトの大きい事業化の成功モデルを創出する段階へと転換が求められています。このため、文部科学省は、平成28年度から開始した「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」により、地域の成長に貢献しようとする大学が事業プロデュースチームを創設し、地域の競争力の源泉となるコア技術等を核に、地域内外の人材や技術を取り込み、グローバル展開が可能な事業化計画を策定して実施する、リスクは高いものの社会的インパクトが大きい

^{*30} イノベーション・エコシステム：行政、大学、研究機関、企業、金融機関などの様々なプレーヤーが相互に関与し、絶え間なくイノベーションが創出される、生態系システムのような環境・状態のこと。

事業化プロジェクトを支援しています。令和元年度までに全21地域を支援しています（図表2-7-13）。

図表 2-7-13 地域イノベーション・エコシステムによる支援地域一覧



文部科学省は、地域の「未来ビジョン」実現に向け、その障壁となる様々な社会課題を科学技術イノベーションによって解決する取組を支援することを通じて、ニーズプル型の地域イノベーション・エコシステムの形成及び地域社会の変革を目指す「科学技術イノベーションによる地域社会課題解決（DESIGN-i）」を令和元年度より開始し、4地域を採択した。

第6節

科学技術イノベーションと社会との関係深化

未来の社会変革や経済・社会的な課題への対応を図るには、多様なステークホルダー間の対話と協働が必要です。また、「科学技術と社会に関する世論調査（平成29年度）」（内閣府）によると、科学技術政策の検討には国民の関わりがより一層必要との認識が高いという結果が明らかとなっています。そのため、国、大学、公的研究機関及び科学館等が中心となり共創の場を設けるとともに、研究の公共性を確保するなどの取組を推進することとしています。

1 世界に先駆けた「Society 5.0」の実現

（1）共創に向けた各ステークホルダーの取組

① 日本科学未来館の整備・運営

科学技術振興機構が運営する日本科学未来館は、先端の科学技術と社会との関わりを来館者と共に考える活動を展開し、展示の制作や解説、講演、イベントの企画・実施などを通じ

て、研究者等と一般の人たちとの双方向の交流を図っています。また、我が国の科学コミュニケーション活動の中核拠点として、科学コミュニケーター^{*31}の養成や全国各地の科学館・学校等との連携を進めています。

②社会問題等を解決する取組の支援

科学技術振興機構は、科学技術イノベーションと社会との問題について、多様なステークホルダーが双方向で対話・協働し、それらを政策形成や知識創造、社会実装等へと結びつける「共創」を推進しています。その活動の一環として、上記の日本科学未来館での取組に加え、日本最大級のオープンフォーラム「サイエンスアゴラ」を開催するとともに地域における共創活動を推進するため地方公共団体等が行う対話・協働活動を支援しています。

③科学技術週間

平成31年4月15日から21日まで、試験研究機関、地方公共団体など関連機関の協力を得て、第60回科学技術週間を開催しました。科学技術週間中は、全国各地の関連機関において、施設の一般公開や実験工作教室、講演会の開催などの様々な行事が実施されました。また大人から子供まで、ひろく科学技術に関する関心と理解を深めるため「一家に1枚日本列島7億年」ポスターを全国の小中高校、科学館・博物館等へ配布しました。

④全国各地への科学技術情報の発信

科学技術振興機構は、科学に関するニュース、各研究機関等のプレスリリース、専門家によるコラムなど一般の方から専門家まで役立つ科学技術に関する最新情報を発信するWEBサイト「サイエンスポータル」^{*32}を運営しています。また、時宜にかなったテーマを取り上げて、科学技術に関する身近な疑問や研究成果等をイラストや写真を使って分かりやすく解説し、読者の科学技術に対する関心を深め、科学技術イノベーションと社会との関係を深化させるウェブマガジン「サイエンスウィンドウ」^{*33}を制作し、配信しています。

(2) 政策形成への科学的助言

①科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」

文部科学省は、客観的根拠（エビデンス）に基づいた合理的なプロセスによる科学技術イノベーション政策の形成の実現を目指し、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）、科学技術振興機構社会技術研究開発センター（RISTEX）及び科学技術振興機構研究開発戦略センター（CRDS）と協力しながら科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業を行っています。

具体的には、科学技術イノベーション政策を科学的に進めるための「科学」を深化させる研究人材や、科学技術イノベーション政策の社会での実装を支える人材の育成を行う基盤的研究・人材育成拠点の整備、公募事業による政策形成の手法や指標などの研究開発の推進、「政策のための科学」に必要なデータを蓄積するためのデータ・情報基盤の構築などを一体的に推進しています。また、それぞれのプログラム等の成果を実際に政策形成に生かすため、平成26年度から政策研究大学院大学（総合拠点）に設置した「科学技術イノベーション政策研究センター（SciREXセンター）」を中心として、東京大学、一橋大学、大阪大学、京都大学及び九州大学（領域開拓拠点）との連携協力・協働の下に中核的拠点機能を整備し、エビデンスに基づいた政策の実践のための指標や手法等を開発しています。

②研究開発評価システムの改善及び充実

我が国の研究開発評価は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日

^{*31} 科学コミュニケーター：科学技術と社会をつなぐ対話の場の設計・実施や、社会の様々なステークホルダーの協働を推進する人材

^{*32} 参照：<https://scienceportal.jst.go.jp/>

^{*33} 参照：<https://sciencewindow.jst.go.jp/>

内閣総理大臣決定。以下、「大綱的指針」という。)に基づいて、各府省がそれぞれの評価方法等を定めた具体的な指針を策定して進めています。文部科学省は、大綱的指針の改定を踏まえ、研究開発プログラム評価の更なる推進や、挑戦的（チャレンジング）な研究開発等の評価に関する記載の充実、研究開発評価に関する負担の軽減等の観点から、29年4月に「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」を改定しました。本指針に基づき、一層実効性の高い研究開発評価を推進することで、優れた研究開発が効果的・効率的に行われることを目指しています。

科学技術・学術政策研究所は、科学技術政策及び学術の振興に関する基礎的な事項を調査・研究する中核的国立試験研究機関として、国内外の関係機関との連携・交流を図りつつ、様々な調査研究活動を積極的に推進しています。令和元年度は、1. 科学技術システムの現状と課題に関する調査研究（科学技術人材、科学技術指標、科学技術に関する国民意識）、2. イノベーション創出のメカニズムに関する調査研究（産学官連携と地域イノベーション、民間企業の研究活動）、3. 社会的課題に対応した科学技術に関する調査研究（科学技術予測、ホライズン・スキャニング^{*34}）、4. 科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」の推進のための調査研究（国内企業におけるイノベーションの状況、知の発展）などの調査研究を行っています。

（3）倫理的・法制度的・社会的取組

①生命倫理に関する問題への取組

ライフサイエンス研究については、「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」、「ヒトES細胞の樹立に関する指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」等に基づき適正な実施を図っています。ヒト受精卵等を用いる研究については、令和元年6月に総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）において、「「ヒト胚の取扱いに関する基本的考え方」見直しに係る報告（第二次）～ヒト受精卵へのゲノム編集技術等の利用等について～」がとりまとめられ、①遺伝性・先天性疾患研究を目的とした余剰胚にゲノム編集技術等を用いる基礎的研究、②生殖補助医療研究を目的とした配偶子又は新規作成胚にゲノム編集技術等を用いる基礎的研究、③ミトコンドリア病研究を目的としたヒト受精卵に核置換技術を用いる基礎的研究について容認することが取りまとめられました。文部科学省及び厚生労働省では、これらの研究を容認するとともに適正な実施の確保を図るため、「ヒト受精卵に遺伝情報改変技術等を用いる研究に関する倫理指針」、「ヒト受精卵の作成を行う生殖補助医療研究に関する倫理指針」及び「特定胚の取扱いに関する指針」の改正に向けた検討を行っています。

また、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」や「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」については、当該指針に係る研究の適正な実施の確保とともに、研究の進展等の状況も踏まえ、文部科学省、厚生労働省及び経済産業省において両指針の整合等に関する見直しに向けた検討を行っています。

②ライフサイエンス分野における安全の確保

遺伝子組換え技術は、人々にとって有用な遺伝子の組合せを新たに作る技術であり、研究から産業まで広く利用されています。一方、生物多様性に対する影響を防止するため、文部科学省は、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」に基づいて安全規制を行っています。特に、新型コロナウイルスに関連する遺伝子組換え実験については、その重要性に鑑みて迅速性と安全性を確立させる取組を行っています。ま

^{*34} ホライズン・スキャニング：体系的かつ継続的なモニタリングを通じて、将来社会に大きなインパクトをもたらす可能性のある新たな動き（変化の兆し）を見いだし、潜在的な機会やリスクを把握する取組。

た、ゲノム編集技術の利用により得られた生物の同法における概念整理が2019年1月に環境省の中央環境審議会自然環境部会で行われたことを受けて、研究開発段階における当該生物の使用上の留意事項等を作成し、広く周知を図りました。

2 研究の公正性の確保

研究不正は、科学への信頼を揺るがし、その発展を妨げる行為であり、絶対に許されるものではありません。文部科学省は、「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」（平成26年8月26日文部科学大臣決定）を踏まえ、研究機関における不正防止等の取組の徹底を図るとともに、日本学術振興会、科学技術振興機構及び日本医療研究開発機構と連携し、研究機関による研究倫理教育の実施等を支援するなど、公正な研究活動を推進するための取組を行っています。

また、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」（平成26年2月18日改正文部科学大臣決定）に基づき、各研究機関における公的研究費の管理・監査体制の整備状況を毎年調査するとともに、必要に応じ、改善に向けた指導・措置を行うなど、公的研究費の不正使用の防止に向けた取組を行っています。

第7節

科学技術イノベーションの推進機能の強化

1 大学改革と機能強化

①リーディング大学院・卓越大学院

文部科学省は、専門分野の枠を超え俯瞰力と独創力を備え、広く産学官にわたりグローバルに活躍するリーダーの養成を目的として、平成23年度から「博士課程教育リーディングプログラム」*³⁵を実施してきました。33大学62プログラムを採択し、31年3月時点で約6,500人の博士課程学生が参加しています。

産学官の参画により国際性・実践性を備えた現場で、優秀な学生が切磋琢磨しながら主体的・独創的に研究を実践しており、学生は在学中から国内外の学会、民間・官公庁イベントでの受賞歴など優れた成果を多く上げており、また修了者の43.5%が民間企業等に就職するなど、博士人材の活躍の場を広げています。

また、平成30年度から「卓越大学院プログラム」*³⁶を実施しています。海外トップ大学や民間企業等と「組織」対「組織」の連携を図り、世界最高水準の教育・研究力を結集した5年一貫の博士課程教育プログラムの構築を目指すもので、平成30年度・令和元年度に計26プログラムを採択し、卓越した博士人材育成の取組を支援しています。

②指定国立大学法人制度

平成28年5月の国立大学法人法の改正により、我が国の大学における教育研究水準の著しい向上とイノベーション創出を図るため、文部科学大臣が世界最高水準の教育研究活動の展開が相当程度見込まれる国立大学法人を「指定国立大学法人」として指定することができる制度を創設しました。この制度により、令和元年度時点で七つの国立大学法人を「指定国立大学法人」として指定しています。

*³⁵ https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/hakushikatei/1306945.htm

*³⁶ https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/takuetudaigakuin/

2 研究開発法人改革と機能強化

平成26年に「独立行政法人通則法」（平成11年法律第103号）が改正され、独立行政法人のうち、我が国における科学技術の水準の向上を通じた国民経済の健全な発展その他の公益に資するため研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした法人が国立研究開発法人と位置付けられました（31年3月31日現在で27法人）。さらに、28年5月には「特定国立研究開発法人による研究開発等の促進に関する特別措置法」が成立（平成28年法律第43号。以下「特定法人法」という。）し、国立研究開発法人のうち、世界最高水準の研究開発成果の創出・普及及び活用を促進し、イノベーション^{けん}を牽引する中核機関として、物質・材料研究機構、理化学研究所、産業技術総合研究所が特定国立研究開発法人として指定されました。その後、28年6月には「特定国立研究開発法人による研究開発等を促進するための基本的な方針」（平成28年6月28日閣議決定、平成29年3月10日改訂）を示しました。

総合科学技術・イノベーション会議評価専門調査会は、平成29年7月4日に「特定国立研究開発法人の見込評価等及び次期中長期目標の内容に対する意見・指摘事項の考え方」を取りまとめました。また、「研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率の推進等に関する法律」（平成20年法律第63号）が30年12月に改正され、名称が「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」となるとともに、研究開発法人による出資等業務の拡大、一定条件の下での研究開発法人等による株式等の長期保有の可能化、資金配分機関への迅速な基金設置の可能化等が規定されました。本改正により、研究開発法人等を中心とした知識、人材、資金の好循環が実現され、科学技術・イノベーション創出の活性化のより一層の促進が期待されています。

3 科学技術イノベーション政策の戦略的国際展開

グローバル化の進行に伴い、単一国では解決が困難な地球規模課題が顕在化し、また、優秀な人材の国際的な獲得競争が激化しています。その中で、我が国の科学技術イノベーションを推進し国際社会における存在感や信頼性の向上につなげていくためには、科学技術イノベーションの戦略的国際展開を強化していくことが重要です。

このため、文部科学省は、地球規模課題の解決への貢献、先端科学技術分野における戦略的な国際協力の推進による多様で重層的な協力の推進や、国際的な人材・研究ネットワークの強化、STI for SDGsの推進等に取り組み、科学技術の国際活動を戦略的に推進しています。