

## 第3節 Society5.0の実現に向けた持続可能な社会の構築のための研究開発の推進

### 1 ものづくりに関する基盤技術の研究開発

#### (1) 新たな計測分析技術・機器の研究開発

先端計測分析技術・機器は、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的な基盤であると同時に、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キーテクノロジーである。このため、(国研)科学技術振興機構が実施する「研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)」を通じて、世界最先端の研究者やものづくり現場のニーズに応えられる我が国発のオンリーワン、ナンバーワンの先端計測分析技術・機器の開発などを産学連携で推進することで、研究開発基盤の強化に取り組んでいる。開発されたプロトタイプ機が製品化に至った事例は、2018年度末の時点で61件になる。

#### (2) 最先端の大型研究施設の整備・活用の推進

##### ①大型放射光施設(SPring-8)の整備・共用

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ときに発生する極めて明るい光である「放射光」を用いて、物質の原子・分子レベルの構造や機能の解析が可能な世界最高性能の研究基盤施設である。本施設は1997年から共用が開始されており、環境・エネルギーや創薬など、我が国の経済成長を牽引する様々な分野で革新的な研究開発に貢献している。SPring-8で実施された産業利用に関する課題数は全課題数の2割を超えており、放射光を用いたX線計測・分析技術は、特に材料評価において欠くことができないツールとして、企業のものづくりを支えている。2018年には生み出された累計論文数も14,000報を超えるなど、産学官の広範な分野の研究者などによる利用及び成果の創出が着実に進んでいる。



写真：SPring-8及びSACLA全景 提供：(国研)理化学研究所

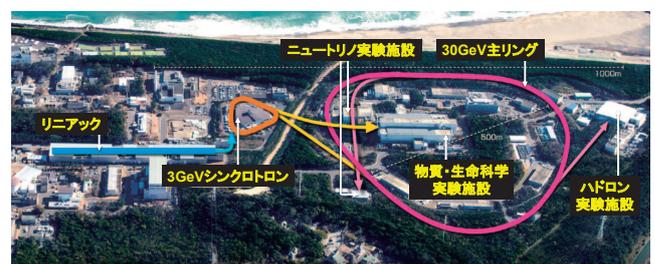
##### ②X線自由電子レーザー施設(SACLA)の整備・共用

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、原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析する世界最先端の研究基盤施設であり、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る。第3期科学技術基本計画(2006年3月28日閣議決定)における国家基幹技術として、2006年度より国内の300以上の企業の技術を結集して開発・整備を進め、2011年6月に世界最短波長の光の発振に成功、2012年3月に共用を開始した。2018年度には、SACLAの軟X線自由電子レーザーを用いて、非線形光学効果と呼ばれる現象により、物質内部に埋もれた界面の元素分布の可視化が技術的に可能であることを実証するなど、画期的な成果が着実に生まれてきている。

##### ③大強度陽子加速器施設(J-PARC)の整備・共用

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から生成される中性子、ミュオン、ニュートリノなどの多彩な二次粒子を利用して、素粒子物理から革新的な新材料や新薬の開発につながる研究など、幅広い分野における基礎研究から産業応用まで様々な研究開発に貢献する施設である。特に中性子は、放射光と比較して軽元素をよく観測できること、マイクロな磁場が観測できること、物質への透過力が大きいことなどの特徴を有するため、他の量子ビームとの相補的な利用が期待されている。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などが進められている。例えば、2018年度には、物質・生命科学実験施設(特定中性子線施設)において、放射光に加え、J-PARCのパルス中性子ビームによる解析などにより、エネルギー変換デバイスとして期待される層状結晶化合物内部の熱の伝わり方を世界で初めて明らかにするなど、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る。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では、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象外の施設であるが、国内外の大学などの研究者の共同利用が進められている。特に、ニュートリノ実験施設では、2015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)実験が行われている。



写真：大強度陽子加速器施設(J-PARC)の全景 提供：J-PARCセンター

## ④官民地域パートナーシップによる次世代型放射光施設の推進

文部科学省では、2016年11月から科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 量子科学技術委員会 量子ビーム利用推進小委員会において、軟X線に強みを持つ高輝度3GeV級放射光光源（次世代放射光施設）に関し、その科学技術イノベーション政策上の意義、求められる性能、整備・運用の基本的考え方と具体的方策などについて審議検討を行い、2018年1月、「新たな軟X線向け高輝度3GeV級放射光光源の整備等について（報告）」を取りまとめた。これを踏まえ、文部科学省は、官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の具体化などを進めるため、地域・産業界のパートナーの募集及び調査検討を行い、2018年7月、文部科学省において、（一財）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（一社）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た。文部科学省は、引き続き、地域・産業界のパートナーとともに、次世代放射光施設を推進していく。

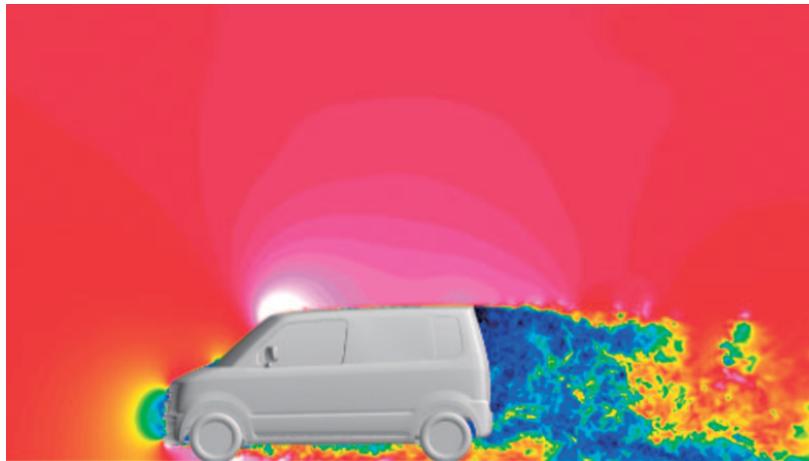
## ⑤革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築

HPCIは、世界最高水準の計算性能を有するスーパーコンピュータ「京」（けい）（2012年9月供用開始）と、高速ネットワークでつながれた国内の大学及び研究機関のスーパーコンピュータやストレージから構成されており、多様な利用者のニーズに対応した計算環境を提供するものである。文部科学省では、HPCIの効果的・効率的な運営に努めながら、その利用を推進している。HPCIを通じて、ものづくりを含む様々な分野での研究開発で成果が創出されており、我が国の産業競争力の強化などに貢献している。



写真：スーパーコンピュータ「京」（兵庫県神戸市）  
提供：（国研）理化学研究所

図 431-1 自動車周りの空力解析



提供：重点課題8代表機関 東京大学生産技術研究所

## ⑥ポスト「京」の開発

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で国の競争力を左右するものであり、各国が開発にしのぎを削っている。文部科学省では、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、2021年から2022年の運

用開始を目標に、「京」の後継機であるポスト「京」を開発するプロジェクトを推進している。その際、ポスト「京」を活用する重点分野として、ものづくり・創薬・エネルギー分野など計9課題が指定されており、そうした分野で用いるアプリケーションについても、システムと協動的に開発が進められている。

放射光施設は、その黎明から50年以上にわたる歴史の中で、科学技術発展の基盤としての地位を確立してきた。

我が国では、1980年代に整備されたフォトン・ファクトリー（茨城県つくば市）やUVSOR（愛知県岡崎市）において基礎研究が進められ、1997年に整備された大型放射光施設 SPring-8（兵庫県佐用町）により、我が国の科学技術の幅広い分野において物質の詳細な構造解析が飛躍的に進展した。我が国では、放射光の産業利用の有用性が強く認識され、SPring-8は諸外国の同規模の施設と比べても高い産業利用割合（約2割）を有し、学術研究のみならず産業利用においても科学的、社会的、経済的に高いインパクトを与える研究成果を数多く創出している。

一方、近年の科学技術の進展により、物質の構造解析に加え、物質表面で起こる現象を詳細に解析するニーズが高まっており、物質表面の電子状態の変化を時間的に追える高輝度の軟X線利用環境は、この重要な研究開発ツールとして認識されている。近年の加速器技術などの発展もあいまって、軟X線領域でも高輝度の放射光を発生させられるようになったことから、欧米や中国など各国が競って次世代の放射光施設の新設、高度化を進めており、我が国においても、触媒化学、高分子材料、生命科学など、多様な研究分野の研究力、産業競争力に貢献する軟X線向けの高輝度放射光源の早期整備が求められている。

これらを背景として、2018年1月、文部科学省の有識者会議（科学技術・学術審議会 量子ビーム利用推進小委員会）において、次世代放射光施設（軟X線向け高輝度3GeV級放射光源）を官民地域パートナーシップにより早期整備することなどを取りまとめた。これをもとに、文部科学省は、地域・産業界のパートナーの募集を行い、同年7月、（一財）光科学イノベーションセンターを代表機関とする、同財団、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、（一社）東北経済連合会の5者をパートナーとして選定した。

次世代放射光施設は、仙台駅から地下鉄で約9分という高いアクセス性を有する東北大学青葉山新キャンパス内に整備される。施設が大学のキャンパス内に立地するという特徴を活かし、民間企業の抱える課題に対して、施設の持つ人材やビームラインなどのリソースを横断的に提供して「組織」対「組織」で共同研究を行うことなど、本格的産学連携の推進が見込まれる。また、宮城県及び仙台市は、施設を中核としたリサーチコンプレックス形成加速に向けて民間企業などの誘致施策を展開することとしている。首都圏に近く都市部からのアクセスが良いという特長や、インフラなどの利便性の高さもあいまって、産・学・官・金が地域にさらに集積し、施設を中心として、研究開発や人材育成、事業化の好循環を生み出すイノベーション・エコシステムが構築されることが期待されている。

このような施設の特長は、産業界にとっても魅力的で高い期待が寄せられている。現在、（一財）光科学イノベーションセンターが中心となり、本計画に賛同し、施設を利活用した研究開発を展開することが見込まれる民間企業などから資金を募っており、既に60社以上から資金拠出の意向が表明されている。

整備が着実に進めば2023年から運転を開始することとしており、最先端の研究開発の進展に加え、施設を中心とした本格的な産学連携やリサーチコンプレックスの形成などにより、我が国の研究力向上、産業競争力強化に大きく貢献することが期待される。

図1 東北大学青葉山新キャンパス



図2 次世代放射光施設完成図(イメージ)



### (3) 未来社会の実現に向けた先端研究の抜本的強化

#### ①次世代の人工知能に関する研究開発

社会・経済の様々な場面において人工知能の役割への関心が大きく高まっており、人工知能技術の研究開発と社会実装に向けて、2016年4月に創設された「人工知能技術戦略会議」を司令塔として、内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省の関係府省が連携して取組を進めてきた。

具体的な取組として、まず、総務省においては、(国研)情報通信研究機構(NICT)と連携しながら、ビッグデータ処理に基づく人工知能技術や、脳科学の知見に学ぶ人工知能技術の研究開発に取り組んでおり、NICTユニバーサルコミュニケーション研究所において主にビッグデータ解析技術や多言語音声翻訳技術などの研究開発を、またNICT脳情報通信融合研究センター(CiNet)では脳の仕組みを解明し、その仕組みを活用したネットワーク制御技術、脳機能計測技術などの研究開発を行っている。さらに、現在、情報通信審議会において、「自然言語処理技術」及び「脳情報通信技術」について重点的に議論し、次世代人工知能の社会実装の推進方策について検討を行っている。次に、文部科学省においては、「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、(国研)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、革新的な人工知能基盤技術の構築や、再生医療、ものづくりなどの日本が強みを持つ分野を更に発展させるため、また高齢者ヘルスケア、防災・減災、インフラの保守・管理技術などの我が国の社会的課題を解決するための人工知能などの基盤技術を実装した解析システムの研究開発を実施するとともに、(国研)科学技術振興機構(JST)において、人工知能など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る。経済産業省においては、先進的な人工知能の開発・実用化と基礎研究の進展の好循環(エコシステム)を形成するため、2015年5月1日に(国研)産業技術総合研究所に「人工知能研究センター」を設立した。人工知能研究センターでは、脳型人工知能やデータ・知識融合型人工知能の大規模目的研究や、人工知能技術の標準的評価手法などの共通基盤技術の整備をすることで、基礎研究を社会実装につなげるための研究開発を実施している。また、海外の研究機関・大学と協力関係を構築しており、国内外問わず活動を進めている。

さらに、現在、2018年7月に内閣官房長官を議長として首相官邸に設置された「統合イノベーション戦略推進会議」の下、人工知能技術戦略などの内容を発展・強化するための方策について検討し、新たなAI戦略を策定するための議論を関係各省で実施しているところである。

#### ②ナノテクノロジー・材料科学技術の推進

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る。その横断的な性格から、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技術である。

文部科学省では、これらの重要性を踏まえつつ、ナノテクノロジー・材料科学技術に係る、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している。具体的には、我が国の資源制約を克服し、産業競争力を強化するため、材料の高性能化に不可欠な希少元素(レアアース・レアメタルなど)の革新的な代替材料開発を目指し、4つの材料領域(磁石材料、触媒・電池材料、電子材料、構造材料)を特定して、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「元素戦略プロジェクト」などの研究開発プロジェクトや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、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て最先端設備の利用機会と高度な技術支援を提供する「ナノテクノロジープラットフォーム」を実施している。

(国研)物質・材料研究機構においては、新物質・新材料の創製に向けたブレークスルーを目指し、計測・評価技術、シミュレーション技術、材料の設計手法や新規作製プロセスの開拓、物質の無機、有機の垣根を越えたナノスケール特有の現象・機能の探索など、物質・材料の基礎研究及び基盤的研究開発を行っている。また、環境・エネルギー・資源問題の解決や安心・安全な社会基盤の構築という人類共通の課題に対応した研究開発として、超耐熱合金や白色LED照明用蛍光材料、次世代太陽電池材料などの環境・エネルギー材料の高度化などに向けた研究開発や、機構に設置した構造材料研究拠点において、構造材料の信頼性や安全性を確保するための研究開発を実施している。さらに、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(M<sup>2</sup>I)」を推進している。加えて、ナノテク・材料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)」を開始した。2018年度はSociety5.0を世界に先駆けて実現するために、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実社会)の融合を図る基礎・基盤研究を推進するグローバル拠点として、「センサ・アクチュエータ研究開発センター」を設置した。

図 431-2 革新的材料開発力強化プログラム～M<sup>3</sup> (M-Cube) プログラム

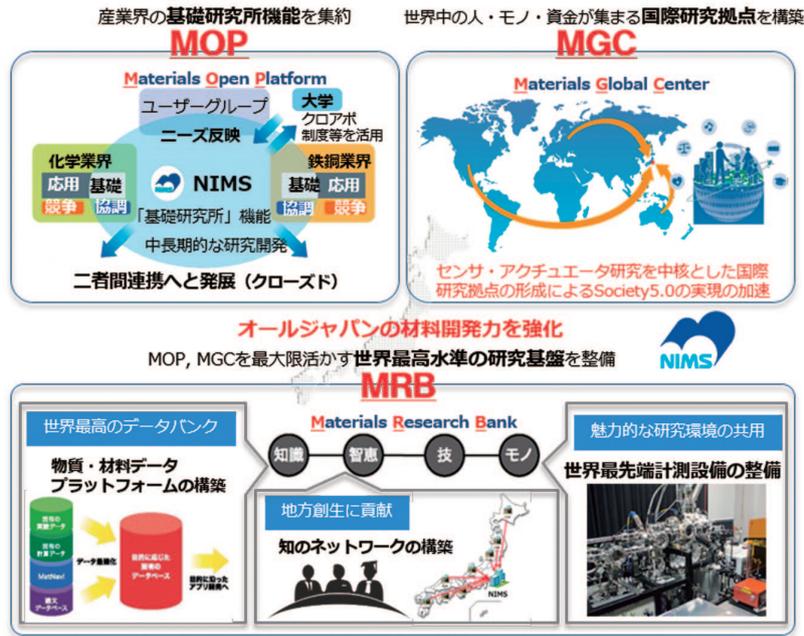
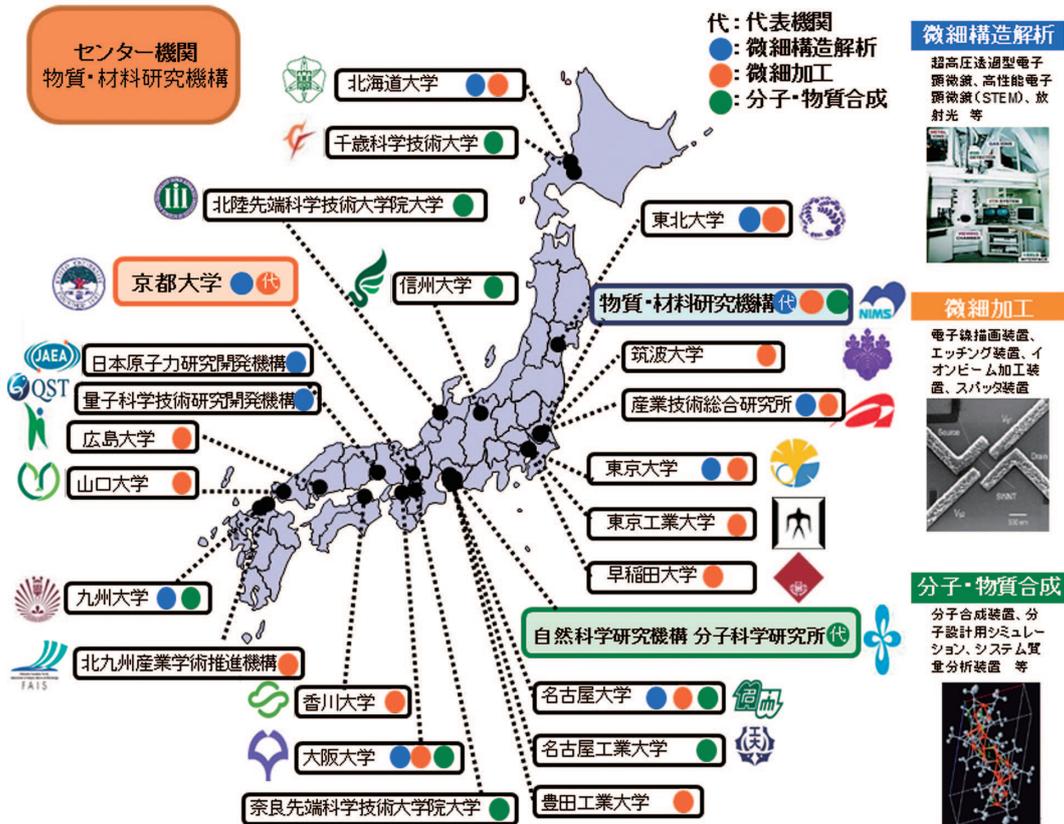


図 431-3 ナノテクノロジープラットフォームの推進体制 (2018 年度)



### ③量子科学技術（光・量子技術）分野における研究開発の推進

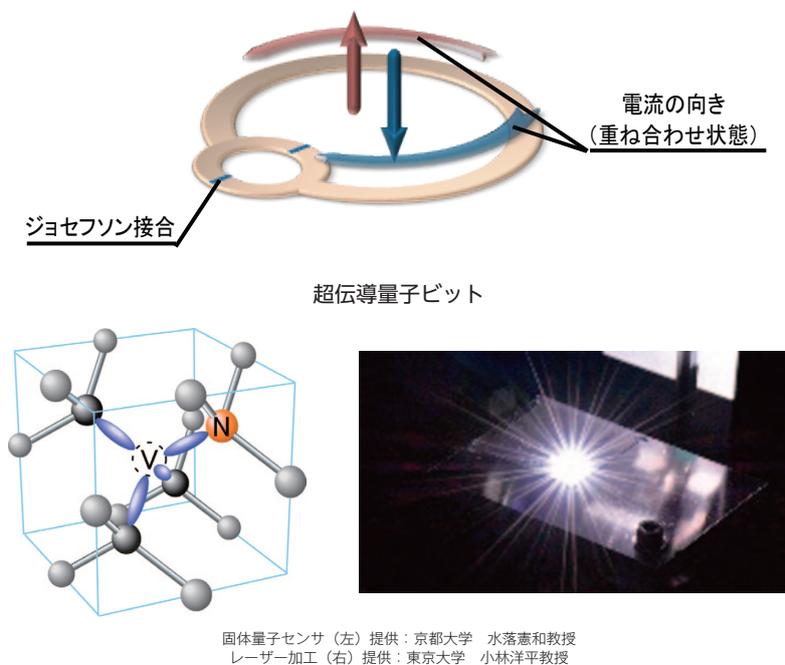
量子科学技術は、例えば近年爆発的に増加しているデータの超高速処理を可能とするなど、新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術である。そのため、米欧中を中心に海外では、「量子技術」はこれまでの常識を凌駕し、社会に変革をもたらす重要な技術と位置づけ、政府主導で研究開発戦略を策定し、研究開発投資額を増加している。さらに、世界各国の大手IT企業も積極的な投資を進め、ベンチャー企業の設立・資金調達も進んでいる。

このような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、国際的な動向を鑑み、2018年12月、統合イノベーション戦略推進会議の下、政府は我が国としての光・量子

分野の総合的な戦略の検討を開始した。

文部科学省では、科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 量子科学技術委員会において、量子科学技術の今後の推進方策について「量子科学技術（光・量子技術）の新たな推進方策 報告書」を取りまとめ、2018年度より「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」を開始した。本プログラムでは、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る。

図 431-4



### ④環境・エネルギー分野における研究開発の推進

エネルギー転換・脱炭素化に挑戦し、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を推進することが重要である。

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る。例えば、2014年のノーベル物理学賞を受賞した青色発光ダイオード（LED）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）などの次世代半導体を用いたパワーデバイスなどの2030年の実用化に向け、理論・シミュレーションも活用した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る。また、2018年度より新たに高周波デバイスに係る研究を開始している。

科学技術振興機構（JST）は、温室効果ガス削減に大きな可能性を有し、かつ従来技術の延長線上にない革新的技術の研究開発を競争的環境下で推進しており、その中で太陽光利用技術、蓄電技術などの研究開発を推進している。例えば、次世代蓄電池に関して、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一貫した研究開発を推進している。また、2018年度より、新たに水素発電、余剰電力の貯蔵、輸送手段などの水素利用の拡大に貢献する高効率・低コスト・小型長寿命な革新的水素液化技術の研究開発を開始している。

青色LEDをご存じだろうか。2014年、青色LEDを発明した3人の日本人にノーベル物理学賞が授与された。赤色LEDと黄緑色LEDは1960年代に開発されていたが、波長が短く光エネルギーの高い青色LEDの発明によって、初めて補色となる黄色の蛍光体と組み合わせた白色LED電球が実現できるようになった。この白色LED電球は発熱が少なく、従来の白熱電球の8倍以上の効率で発光できる。ノーベル物理学賞受賞者の1人である名古屋大学の天野教授によれば、2020年には日本の照明の70%がLEDに置き換わると推定され、この時の省エネ効果は原子力発電所十数基分に相当するという。

青色LEDの正体は、GaNという次世代半導体である。GaNは照明以外、例えば自動車のモーター制御器や通信機器に用いると、従来の半導体に比べて優れた性能・省エネ効果を発揮すると期待されている。身近なところでは、ノートパソコンのACアダプターにGaNを用いると、ACアダプターがノートパソコンに内蔵可能なほど小さくできるという。しかし、青色LEDより光エネルギーの高い紫外線光源や自動車のモーター制御器、通信機器、超小型ACアダプターなどの電子デバイスを実現するためには、さらに高品質なGaNを安定して作る技術が必要となる。

そこで、名古屋大学が中心となって、GaNの品質評価や製造技術の高度化などを通じて、高品質なGaNの作成とそれを活用した電子デバイスの実現に向けた研究開発を進めている。

図 次世代半導体 GaNは、光エネルギー、パワーデバイス、電波エネルギーなどに活用でき、省エネルギー社会の実現に多様な側面から貢献が可能(図:名古屋大学 提供)



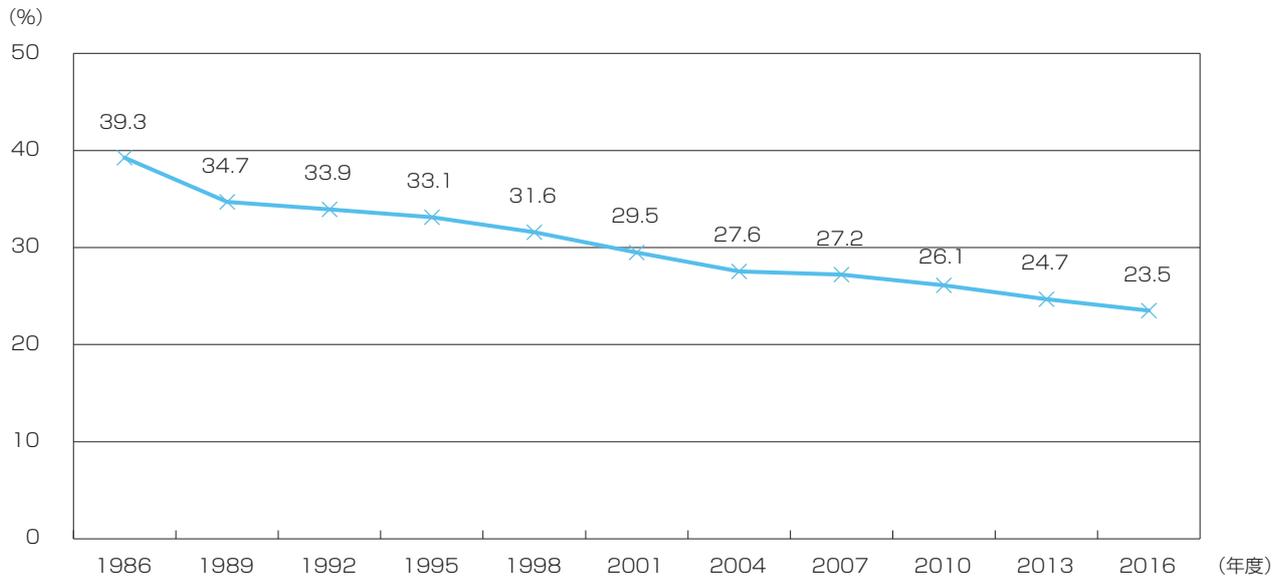
(4) 科学技術イノベーションを担う人材力の強化

①若手研究者の安定かつ自立した研究の実現

科学技術イノベーションは我が国の成長戦略の重要な柱の一つであり、我が国が成長を続け、新たな価値を生み出していくためには、これを担う創造性豊かな若手研究者の育成・確保が重要である。そのためには、若手研究者の安定した雇用と流動

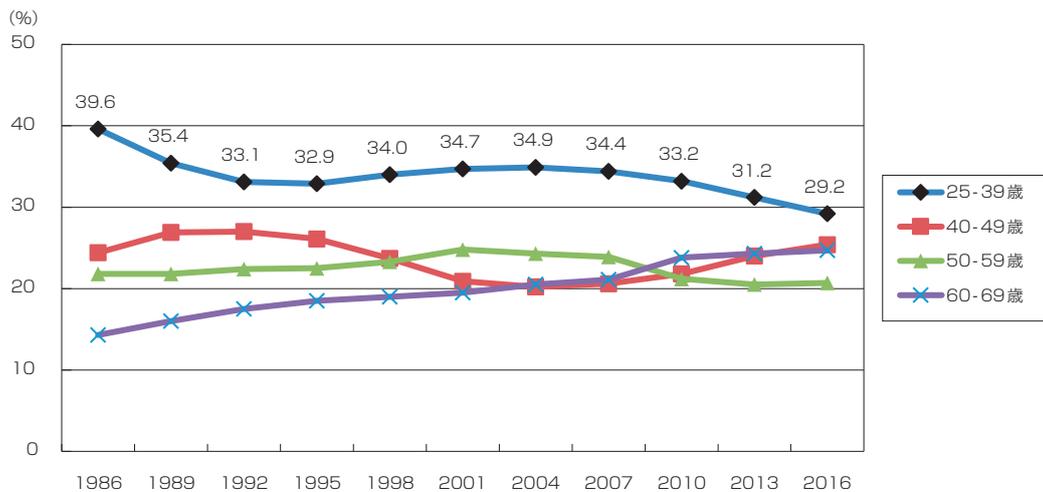
性の両立を図りながら、自らの自由な発想に基づいた研究に挑戦することができるよう、研究環境を整備していくことが求められている。しかし、近年、我が国における25歳から39歳の人口比率の減少と比べて、大学本務教員に占める40歳未満の若手の割合がより低下するなど、若手研究者が厳しい状況に置かれている(図431-5、図431-6)。

図 431-5 大学における40歳未満の本務教員の割合



資料：文部科学省「学校教員統計調査」により文部科学省作成

図 431-6 人口に占める各年代人口の割合



資料：総務省「人口推計」に基づき文部科学省作成

文部科学省では、新たな研究領域に挑戦するような優秀な若手研究者に対し、安定かつ自立して研究を推進できるような環境を実現するとともに、全国の産学官の研究機関をフィールドとして新たなキャリアパスを提示する「卓越研究員事業」を2016年度より実施している。

また、優秀な若手研究者が自らの研究に専念できる環境を整備し、安定的なポストに就けるようにするため、「テニュアトラック制<sup>注10</sup>」を導入する大学などを支援する「テニュアトラック普及・定着事業」を行っている。

## ②キャリアパスの多様化

科学技術イノベーションの推進に向けては、優秀な若手研究者が、社会の多様な場で活躍できるように促していくことが重要であり、多様な職種のキャリアパスの確立を進めることが求められる。

文部科学省では、複数の大学などでコンソーシアムを形成し、企業などと連携して、研究者の流動性を高めつつ、安定的な雇用を確保しながらキャリアアップを図る「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」を実施している。

また、各分野の博士人材などについて、データサイエンスな

注10 若手研究者が自立的に研究できる環境を整備し、要件（①公募を実施するなど公正で透明性の高い選考方法であること、②一定の任期を付して雇用すること、③任期終了前に公正で透明性の高いテニュア審査が設けられていること）を満たした形態で教員・研究者を採用する人事制度。

どを活用しアカデミア・産業界を問わず活躍できる棟梁レベル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2017年度から実施している。

さらに、(国研)科学技術振興機構においては、産学官で連携し、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、「研究人材キャリア情報活用支援事業」を実施しており、「研究人材のキャリア支援ポータルサイト (JREC-IN Portal)」を運営している。

### 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

研究者のみならず、多様な人材の育成・活躍促進が重要であり、文部科学省では、研究者の研究活動活性化のための環境整備、大学など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も含め、大学などにおける研究マネジメント人材(リサーチ・アドミニストレーター)の支援方策について調査研究などを実施している。特に、2018年度においては、大学などにおけるリサーチ・アドミニストレーター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た(2018年9月)。

そのほか、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などで活躍するキャリアパスを提示・構築するために、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・活躍促進プログラム」を実施している。

また、科学技術に関する高等の専門的応用能力を持って計画、設計などの業務を行う者に対し、「技術士」の資格を付与する「技術士制度」を設けている。技術士試験は、理工系大学卒業程度の専門的学識などを確認する第一次試験と、技術士になるのに相応(ふさわ)しい高等の専門的応用能力を確認する第二次試験から成る。2018年度は、第一次試験については6,302名、第二次試験については2,355名が合格した。第二次試験の部門別合格者は表431-7のとおりである。

表 431-7 技術士第二次試験の部門別合格者 (2018年度)

技術部門	受験者数 (名)	合格者数 (名)	合格率 (%)	技術部門	受験者数 (名)	合格者数 (名)	合格率 (%)
機械	1,058	224	21.2	農業	952	131	13.8
船舶・海洋	8	3	37.5	森林	314	66	21.0
航空・宇宙	59	11	18.6	水産	147	31	21.1
電気電子	1,448	187	12.9	経営工学	278	57	20.5
化学	137	25	18.2	情報工学	431	28	6.5
繊維	46	12	26.1	応用理学	589	70	11.9
金属	114	53	46.5	生物工学	39	16	41.0
資源工学	17	6	35.3	環境	519	66	12.7
建設	14,175	886	6.3	原子力・放射線	103	22	21.4
上下水道	1,552	182	11.7	総合技術監理	3,279	209	6.4
衛生工学	649	70	10.8				

資料：文部科学省作成

④次代の科学技術イノベーションを担う人材の育成

次代を担う科学技術人材を育成するため、初等中等教育段階から理数系科目への関心を高め、理数好きの子供たちの裾野を拡大するとともに、その才能を伸ばすため、次のような取組を総合的に推進し、理数系教育の充実を図っている。

文部科学省では、先進的な理数系教育を実施する高等学校などを「スーパーサイエンスハイスクール (SSH)」に指定し、(国研) 科学技術振興機構を通じて支援を行うことで、生徒の科学的な能力や科学的思考力を培い、将来の国際的な科学技術人材などの育成を図っている。具体的には、学習指導要領によらないカリキュラムの開発・実践や課題研究の推進を通じた科学技術人材の育成などを実施するとともに、他校への成果の普及に取り組んでいる。2019年度においては、全国212校の高等学校などが特色ある取組を進めている。

(国研) 科学技術振興機構は、意欲・能力のある高校生を対象とした、国際的な科学技術人材を育成するプログラムの開発・実施を行う大学を「グローバルサイエンスキャンパス (GSC)」において選定し、支援している。これに加え、2017年度から、理数分野で特に意欲や突出した能力を有する

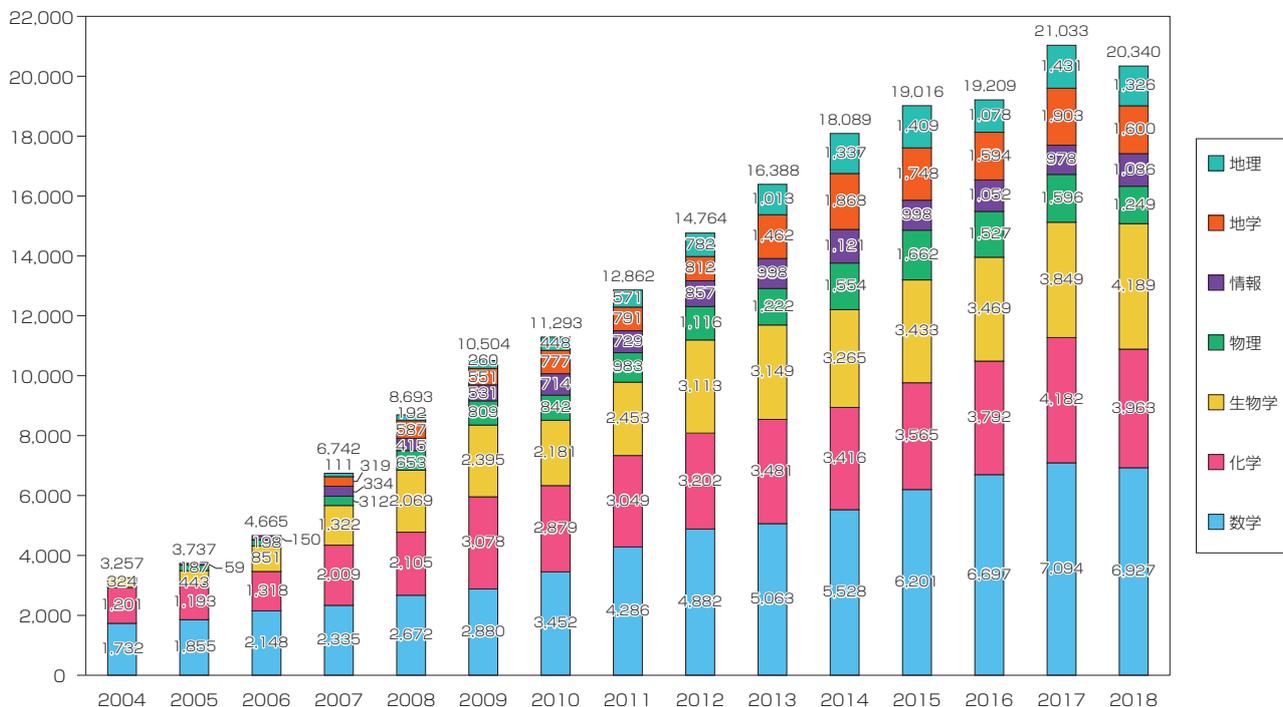
小中学生を対象に、その能力の更なる伸長を図るため、大学などが特別な教育プログラムを提供する「ジュニアドクター育成塾」を開始した。

加えて、文部科学省では、全国の自然科学系分野を学ぶ大学学部生などが自主研究を発表し、切磋琢磨し合うとともに、企業関係者とも交流を図ることができる機会として、「第8回サイエンス・インカレ」(2019年3月2日から3日)を東京都豊島区において開催し、書類審査を通過した計100組が発表を行った。

さらに、(国研) 科学技術振興機構では、数学、物理、化学、生物学、情報、地理、地学の国際科学オリンピックやインテル国際学生科学技術フェア (Intel ISEF) 注11などの国際科学技術コンテストの国内大会の開催や、国際大会への日本代表選手の派遣、国際大会の日本開催に対する支援などを行っている。また2018年度は、全国の高校生などが、学校対抗・チーム制で理科・数学などにおける筆記・実技の総合力を競う場として「第8回科学の甲子園」(2019年3月15日から18日)が埼玉県さいたま市で開催され、愛知県代表チームが優勝した。

表 431-8 国際科学オリンピック国内大会への参加者数の推移

※参加者数は次年度の国際大会に向けた、主に高校生を対象とした国内大会の受験者数を指す。



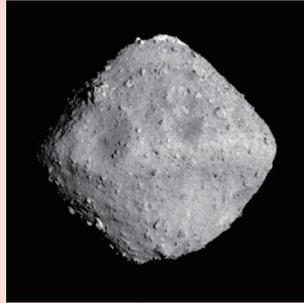
注1: 「数学」はJMO (高校生以下対象) とJJMO (中学生以下対象) の二つの国内大会の合計値  
資料: 文部科学省作成

注11 Intel International Science and Engineering Fair





「はやぶさ2」外観図  
(イラスト：池下章裕氏)



「はやぶさ2」が撮影した小惑星「リュウグウ」  
(提供：JAXA 等)



衝突装置によって形成されたクレーターに着陸するイメージ図  
(イラスト：池下章裕氏)

コラム

宇宙から大地へ～準天頂衛星や農業だけじゃない、地上に活かされる宇宙技術

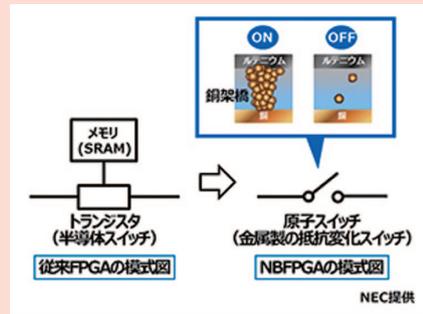
宇宙は以前と比べ、とても身近な存在となっている。気象衛星、衛星放送や正確な位置を因る GPS など、普段格別に意識することなく、我々の生活は宇宙の技術によって支えられている。宇宙技術の代表例としては、ロケットの打上げや人工衛星が挙げられやすいが、今後は、「宇宙に行くこと」、「地球を測ること」のみならず、「宇宙を使う」、「宇宙で試す」という観点が重要になってくる。

文部科学省では、宇宙利用の裾野を広げる可能性を秘めている大学や民間企業などに対して、宇宙空間における実証の機会を提供する機会を提供しており、2018年1月には大学や企業から実証テーマを公募した「革新的衛星技術実証1号機」を打ち上げた。このうち日本電気(株)(NEC)の実証は、小型で電力消費量が低く、放射線の影響も受けにくい画期的なFPGA「ナノブリッジFPGA」を宇宙空間で実証するものである。同社は、今回の実証によりナノブリッジFPGAの信頼性を評価することで、人工衛星などの宇宙機のみならず自動車や医療分野など、より高い信頼性が求められる分野への応用展開も考えているところである。

文部科学省及びJAXAでは、これまでの宇宙開発・利用にとどまらず、非宇宙分野も含めた新たな発想を取り込み新事業創出などを目指すJ-SPARC事業を2018年度から開始した。宇宙の利活用の可能性は、宇宙空間のように無限に広がっており、今後も我々の身近な生活の向上などにも資する宇宙技術に挑戦していく。



革新的衛星技術実証1号機  
(写真提供：JAXA)



宇宙での実証を行うFPGA回路  
(写真提供：JAXA / NEC)

## 2 産学官連携を活用した研究開発の推進

### (1) 省庁横断的プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」

SIPは、総合科学技術・イノベーション会議（以下、CSTI）が司令塔機能を発揮して、省庁の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーションを実現するため2014年度に創設したプログラムであり、国民にとって真に重要な社会的課題や日本経済再生に寄与し、世界を先導する11の課題に取り組んでいる。

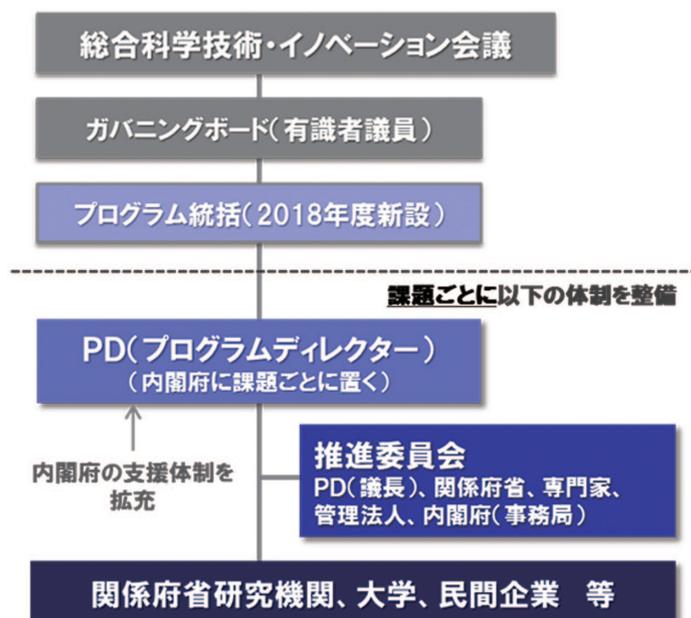
本プログラムの特長は、課題ごとにプログラムディレクターを選定し、これを中心に省庁連携による分野横断的な取組を産学官連携で推進し、基礎研究から実用化・事業化の出口までを

見据えて一貫通貫で研究するものであり、社会実装を控えた成果が生み出され、産業界からの評価も高い。

一例として、自動走行システムで開発したダイナミックマップを農業用機械の自動走行やインフラの点検に用いるなど、省庁の壁を越えた成果の活用が見られる。

本プログラムは2018年度までの5年間の期限とするものであるが、2016年12月に取りまとめられた「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」において、本プログラムの継続的な実施が必要とされており、内閣府において2017年度補正予算によって、次期SIPの予算を措置するとともに、CSTIにおいて2018年3月に新たに12の対象課題とプログラムディレクターを決定した。

図 432-1 SIPの実施体制



写真：IT農業を推進する無人トラクターの走行実験

## (2) 官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)

日本経済の力強い再生を目指し、科学技術イノベーションの一層の活性化、効率化と、経済社会と科学技術イノベーションの有機的連携の強化を図る観点から、「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」が2016年12月に取りまとめられ、これを踏まえ、2018年度に内閣府にPRISMを創設した。

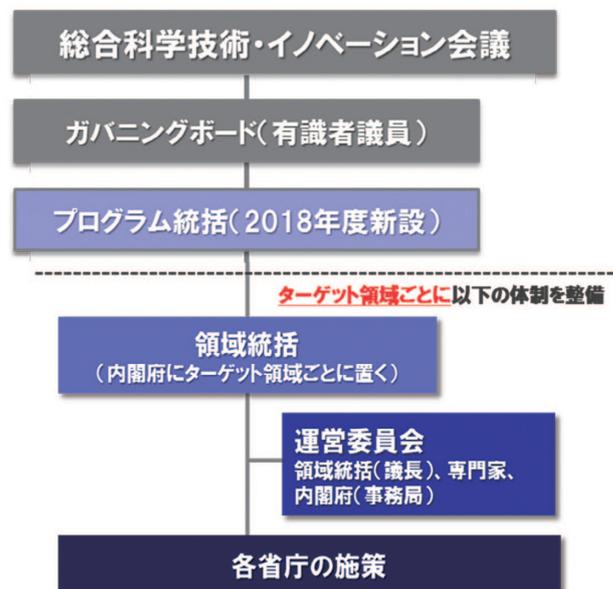
本プログラムは、研究開発成果の活用による財政支出の効率化への貢献にも配慮しつつ、官民で民間研究開発投資誘発効果の高い領域を「ターゲット領域<sup>注12)</sup>」として設定。科学技術・イノベーション会議と産業界で検討した上で対象施策を選定し、推進費を活用して対象施策の事業費の一部を内閣府からも

拠出することによって、研究開発を加速するものである。

プログラムの実施に当たっては、ターゲット領域ごとに、推進費の配分や評価などに強い権限を持った領域統括を設置し、省庁を越えた施策の連携を促すなど、各施策の効率的・効果的实施を確保している。また、対象施策ごとに各省庁がプログラムディレクターを任命し、全体の研究計画の策定・変更、予算配分の権限を集中させることなどを必須要件としており、SIP型マネジメントの各省庁への拡大を図っている。

2018年度は、6月に閣議決定した「統合イノベーション戦略」を踏まえ、農業、創薬、インフラなどのデータ連携基盤の確立や研究開発を通じた先端IT人材の育成に係る取組に重点化し配分を実施した。

図 432-2 PRISMに係るマネジメント体制



## (3) 産学共同研究等、技術移転のための研究開発、成果の活用促進

ものづくり基盤技術の高度化や新事業・新製品の開拓につながる多様な先端的・独創的研究成果を生み出す「知」の拠点である大学などと企業の効果的な協力関係の構築は、我が国のものづくりの効率化や高付加価値化に資するものである。

このような産学官連携活動はこれまで増加傾向にあり、大学などと民間企業との共同研究実施件数は2017年度には2万5,451件、大学などにおける民間企業からの受託研究実施件数は7,598件、大学などの特許権実施等件数は1万5,798件となっているなど、着実に進展している(図432-4)。

一方、1件あたりの共同研究の規模は2百万円程度に留まり(図432-5)、未だ我が国の産学官連携は本格化していないという課題がある。

このような課題を踏まえ、「日本再興戦略2016」(2016年6月2日閣議決定)においては、研究者個人と企業の一組織(開発本部)との連携に留まってきた産学官連携を、大学・国立研究開発法人・企業のトップが関与する、「組織」対「組織」の本格的産学官連携へと発展させるため、産学官連携の体制を強化し、企業から大学・国立研究開発法人などへの投資を2025年までに3倍に増やすこととされている。

このため、文部科学省及び経済産業省は、「イノベーション促進産学官対話会議」を共同で開催し、大学・国立研究開発法人が産学官連携機能を強化するうえ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」を策定し、その普及に努めている。

また、本格的な産学官連携の実現に向けて、(国研)科学技術振興機構では、産学官が集う大規模産学連携拠点を構築し、

注12 革新的サイバー空間基盤技術、革新的フィジカル空間基盤技術、革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術。

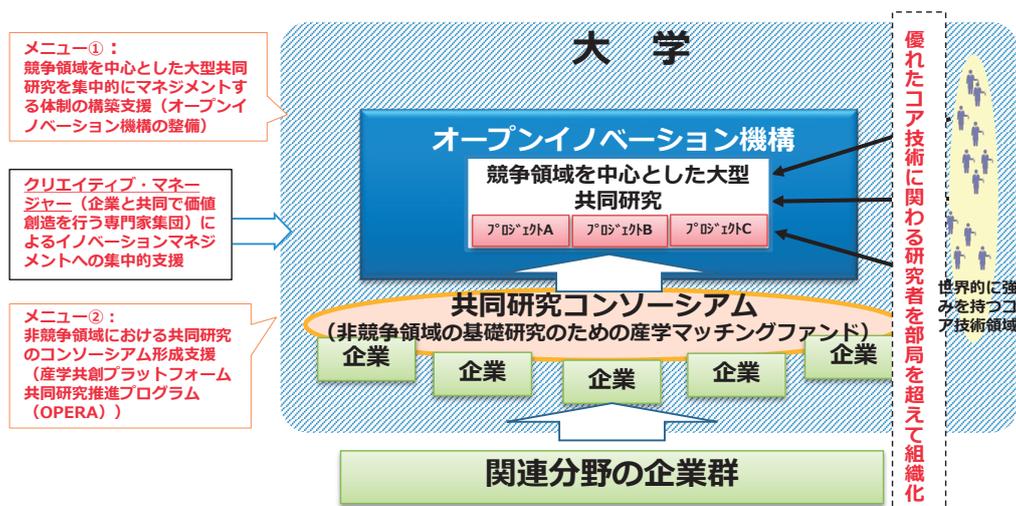
基礎研究段階から実用化までの研究開発を集中的に実施し、革新的なイノベーションの創出を目指す取組として、2013年度より「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」を実施している。トライアル拠点として採択された中から正式拠点到昇格した拠点を含め、18のCOI拠点が活動を推進している。

さらに、2016年度より「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」を実施しており、民間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などの人材育成、大学の産学連携システム改革など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る。

加えて、2018年度より、文部科学省では、「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大型共同研究（競争領域に重点）を集中的にマネジメントする体制の整備を通じて、大型共同研究を推進している。

図 432-3 オープンイノベーション促進システムの整備（大学）



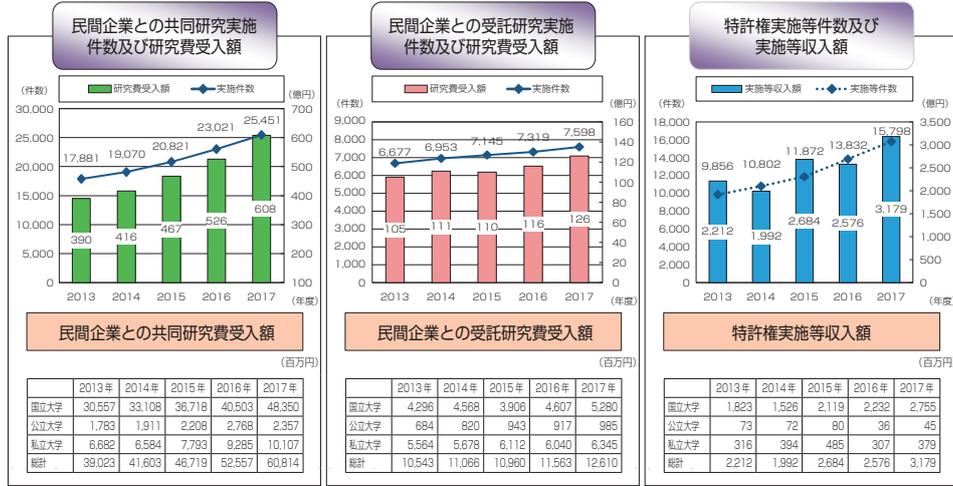
大学発ベンチャーの新規創設数は、一時期減少傾向にあったが、近年は回復基調にあり、2016年度の実績は127件となった。今後は、真に市場ニーズを捉え、強くグローバルに成長することのできる質の高い大学発ベンチャーの創出に向けて、創業後の販路開拓などのビジネス面含め、持続的な経営に資する環境を整備していく必要がある。

このため、(国研)科学技術振興機構では、起業前の段階から、公的資金と民間の事業化ノウハウなど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う「大学発新産業創出プログラム（START）」を実施してい

る。さらに、「出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）」を実施し、(国研)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、出資や人的・技術的援助を行うことにより、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る。

また、文部科学省では、学部学生や大学院生、若手研究者など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2017年度から実施している。

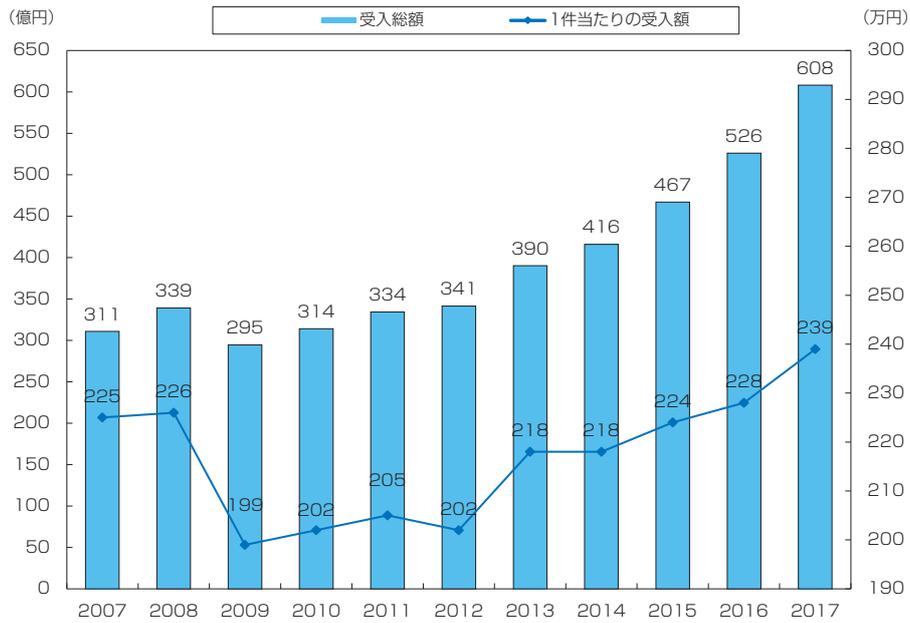
図 432-4 大学等における産学官連携活動



※国公立大学（短期大学を含む）、国公立高等専門学校、大学共同利用機関が対象。  
 ※百万円未満の金額は四捨五入しているため、「総計」と「国公立大学等の小計の合計」は、一致しない場合がある。  
 ※2012年度より特許権実施等件数の集計方法を変更したため点線にしている。

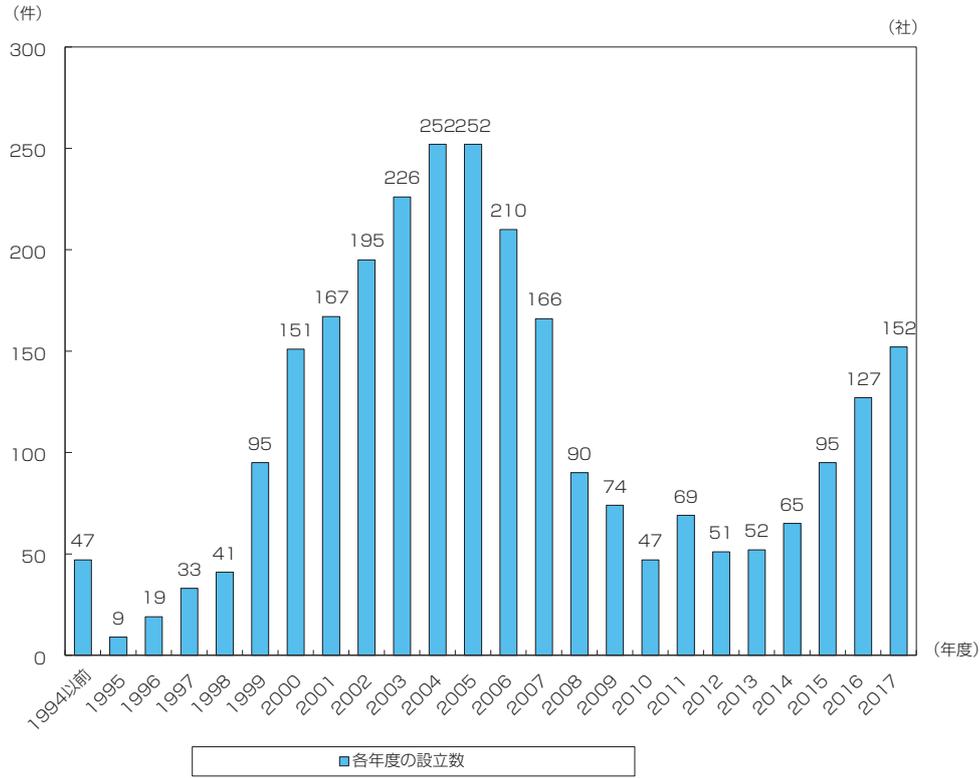
資料：文部科学省「2017年度大学等における産学連携等実施状況について」（2019年2月27日）

図 432-5 大学等における民間企業との1件当たりの共同研究受入額の推移



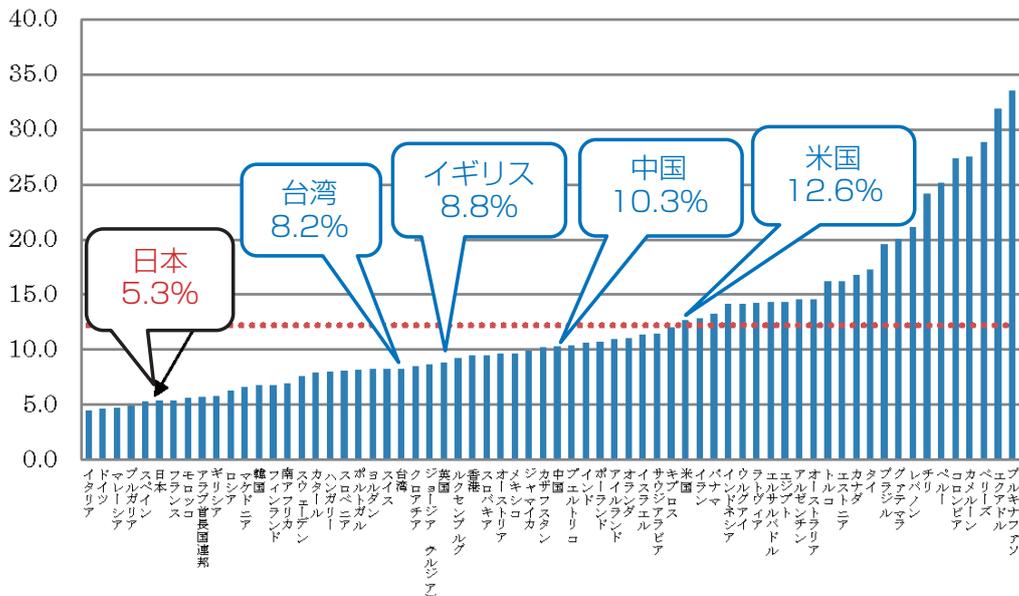
資料：文部科学省「2017年度大学等における産学連携等実施状況について」

図 432-6 大学等発ベンチャーの設立数累計



※本調査における大学等発ベンチャーとは、大学等の教職員・学生等を発明者とする特許を基に起業した場合、関係する教職員等が設立者となった場合等における企業を指す。  
 資料：文部科学省「2017年度大学等における産学連携等実施状況について」（2019年2月27日）

図 432-7 各国の起業活動率



出典：経済産業省「2016年起業家精神に関する調査（GEM）」

その他の取組として、(国研) 科学技術振興機構においては、産学連携により大学などの研究成果の実用化を促進するため、大学などの成果を活用した産学による共同研究開発(「研究成果最適展開支援プログラム」)、大学などにおける研究成果の戦略的な海外特許取得の支援や、大学などに散在している特許権などの集約・パッケージ化による活用促進、大学などの特許情報のインターネットでの無料提供(J-STORE)などを通じて、大学などの知的財産活動の総合的活用を支援する「知財活用支援事業」を実施している。

また、研究開発税制について、共同研究などを通じた試験研究を促進するため、民間企業が大学などを行う試験研究のために支出した試験研究費について、一般の試験研究費よりも高い税額控除率を適用できる措置を設けている。

#### (4) 大学等における研究成果の戦略的な創出・管理・活用のための体制整備

大学などの優れた研究成果を活かすためには、成果を統合発展させ、国際競争力のある製品・サービスとするための産業界との協力の推進が不可欠であり、これはものづくり産業の活性化にも資するものである。そのため、大学などにおいて、研究成果の民間企業への移転を促進し、それらを効果的にイノベーションに結びつける観点から、戦略的な産学官連携機能の強化を図っている。

1998年に制定された「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(大学等技術移転促進法)」は、上記のような研究成果移転の促進により、我が国の産業の技術の向上と大学などにおける研究活動の活性化を図ることを目的とした法律である。本法に基づき実施計画を承認されたTLO(Technology Licensing Organization)<sup>注13</sup>は、2017年度末で35機関に上り、これらの機関の特許実施許諾件数は9,120件(2016年度)となっている。

この点、昨今の第四次産業革命への対応ともあいまって、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、「大学における産学連携機能の充実強化に関する検討会」において、イノベーションシステムにおける大学の研究成果の活用を推進する方策として、大学とTLOとの連携の在り

方や技術移転の拠点構築などに関する議論のまとめが報告された(2018年7月)。

#### (5) 地域科学技術イノベーション創出のための取組

地域における科学技術の振興は、地域産業の活性化や地域住民の生活の質の向上に貢献するものであり、ひいては我が国全体の科学技術の高度化・多様化につながるものとして、国として積極的に推進している。一方、地域イノベーション・エコシステムの形成と地方創生の実現に向けては、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などを活かし、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る。

このため、文部科学省では、2016年度より開始した「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地域大学に事業プロデュースチームを創設し、地域の競争力の源泉(コア技術など)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、リスクは高いが社会的インパクトが大きい事業化プロジェクトを支援している。2018年度までに全19地域が採択されている(図432-8)。

さらに、これまでも文部科学省、経済産業省、農林水産省及び総務省では、地域イノベーションの創出に向けて、地方公共団体、大学などの研究機関、産業界及び金融機関の連携・協力により策定した主体的かつ優れた構想を持つ地域を「地域イノベーション戦略推進地域」として共同で選定を行い、2013年度以降、関係府省の施策を総動員して、大学における基礎研究から企業における事業化までを切れ目なく支援してきた。特に、文部科学省では、当該選定地域のうち、地域イノベーション戦略の実現に大きく貢献するとみられる地域に対し、研究者の集積、知的財産の形成、人材育成などのソフト・ヒューマンを重視した取組を支援する「地域イノベーション戦略支援プログラム」を実施してきている(図432-9)。

なお、都道府県などにおいても、科学技術振興策を審議する審議会などを設置するとともに、独自の科学技術政策大綱や指針を策定するなど科学技術振興への積極的な取組がなされているところである。

注13 大学等の研究成果に基づく特許権など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、大学等や研究者(発明者)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。

図 432-8 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム支援地域一覧

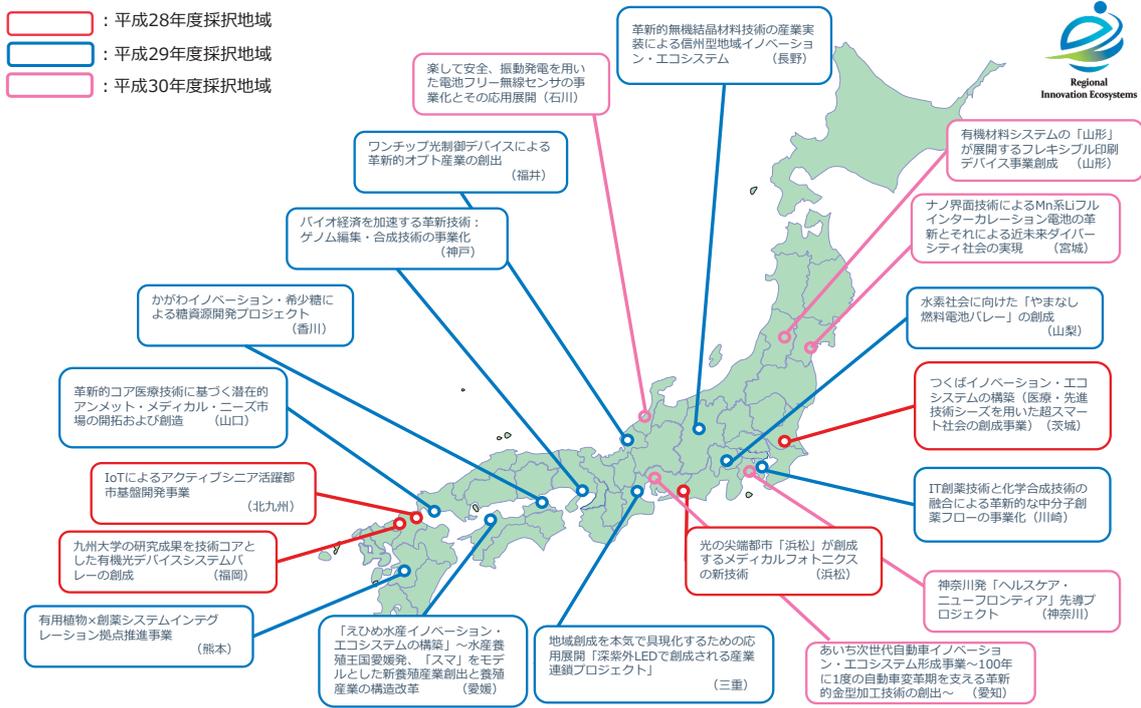


図 432-9 地域イノベーション戦略支援プログラム支援地域一覧

