

## 第3節 生産性革命を実現する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

「ものづくり技術」は、製品、プロセス等に新たな価値を付加し、我が国の経済を支える産業の国際競争力の強化のほか、生活水準の向上や安全・安心の確保など国民生活における課題の達成に貢献するものである。第4期科学技術基本計画(2011年8月19日閣議決定)の中でも、我が国の産業競争力の強化に向けて、多様な市場のニーズに対応できるよう、新たなものづくり技術の共通基盤の構築が求められている。ものづくりを更に強化しつつ、新たな産業基盤を創出するため、最先端の計測分析技術・機器の研究開発や最先端の大規模研究開発基盤の着実な整備及び共用等を通じ、多くの産業に共通する波及効果の高い基盤的な領域において、世界最高水準のものづくり技術の研究開発を推進することが重要である。

#### (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ともに、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、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、2015年度末の時点で51件になる。

また、東日本大震災復興特別会計により2012年度から2015年度まで本プログラムの放射線計測領域として28課題の技術・機器及びシステム開発が実施されたが、開発成果が東北地方において250万袋にのぼる米袋の放射性セシウムを高速で測定することに活用されるなど、震災からの復興に貢献した。2015年12月には、福島県郡山市においてこれまでの放射線計測領域の開発成果報告として復興シンポジウムを他事業と共同で開催し、本領域で開発された機器等を、より広く現場に知ってもらうことにより、さらなる復興に繋げる取り組みを行った。

## コラム

### 研究基盤の共用・プラットフォーム化

文部科学省では、大学、独立行政法人等の研究機関が保有する先端研究施設・設備について、産業界を始めとする産学官の幅広い利用者への共用を促進する事業として、多様なユーザーニーズに対応する「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」や、研究機器への依存度が高いナノテクノロジー分野において「ナノテクノロジープラットフォーム事業」を実施している。

－先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業－

採択機関の一つである名古屋工業大学・大型設備基盤センターでは、X線光電子分光装置(XPS)、電界放射型の走査電子顕微鏡(FE-SEM)や電子線マイクロアナライザー(FE-EPMA)、レーザー脱離イオン化質量分析装置(MALDI-MS)などの広義の表面分析装置群(図331-1)を共用に供することで、金属・半導体からソフトマテリアルに至る幅広い分野での材料開発の高度化に貢献している。中部地域の産業界を中心に、年間100課題程度の支援を実施し、種々の製品化、故障解析に寄与している。

これらの共用事例の1つとして、スマートフォンやタブレット端末に使用される粘着剤開発がある。スマートフォンの代表的な構造は図331-2のようになっており、各部材の組み立てに粘着剤(PSA)が使用されている。粘着剤には単に粘着力だけでなく、透明性や耐久性といった複合的な性能が必要とされる。粘着剤成分は一般に柔軟なベースポリマーと少量の硬いタックファイヤーから構成され、複合的な性能を達成するためには、マクロな粘着剤性能をナノスケール構造から設計するマルチスケールでの解析(図331-3)が必須となる。本事業によるマルチスケール解析は、ナノスケールでの表面解析からマクロな材料開発の設計指針の導出、製品化、故障解析に欠かせぬ存在として産業界の強化に貢献している。

図 331-1 共用表面分析装置群



図 331-2 スマートフォン部材構造

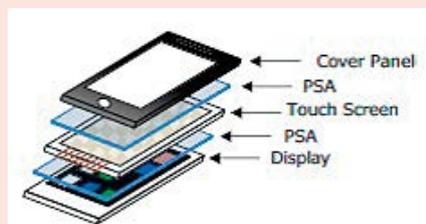
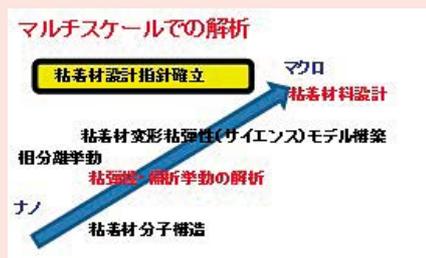


図 331-3 ナノ材料解析によるマクロ材料設計



ーナノテクノロジープラットフォーム事業ー

微細構造解析プラットフォームの採択機関の1つである物質・材料研究機構では、最先端の計測解析設備群と、テクニカルスタッフによる高度な研究支援により、産学官の多様な計測ニーズに対応した研究支援を推進している。また、若手国際研究センター（ICYS）における支援プログラムやインターンシップ制度等の外国人研究者に対する同機構の支援制度を活用し、海外からの研究者による利用促進にも取り組んでいる。

代表的な支援事例として、2014年にブリストル大学がユーザーとして行った「ナノワイヤ結晶成長のその場 TEM 観察」が挙げられる。本支援により、酸化物ナノワイヤの成長プロセスの観察（図 331-4）に世界で初めて成功した。本成果の実現には、物質・材料研究機構が保有する透過型電子顕微鏡（TEM）（図 331-5）とそれを活用する高い技術力が大きく貢献している。酸化物ナノワイヤは原料の塊を加熱することで結晶成長させることができるが、高温な状態のまま、その成長過程を観察できる設備はこれまでになかった。本成果は、高温でも鮮明な結晶格子像が撮影可能な特別な TEM を用いることで初めて得られたものであり、その学術的価値が高く評価され、物質・材料研究機構との共同研究として学術論文誌「Science」にも掲載された。

本成果は、共用施設を中核としたグローバルな人材交流・連携により世界トップレベルの研究成果を創出した事例として、1つのモデルケースと言える。

図 331-4 ナノワイヤの結晶成長の様子

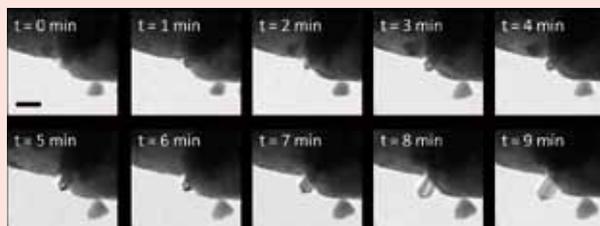
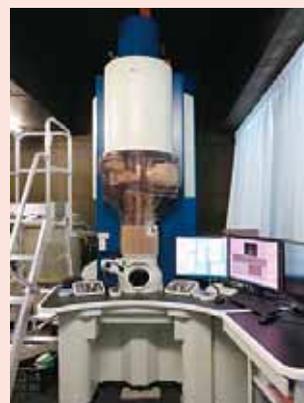


図 331-5 使用された透過型電子顕微鏡（TEM）



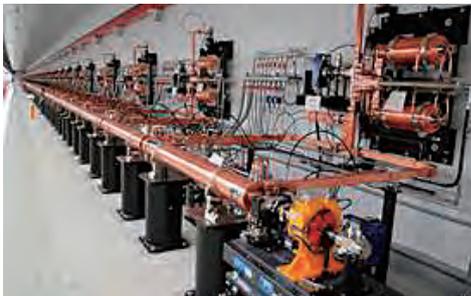
## (2)最先端の大型研究施設の整備・活用の推進

### 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を解析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、日本の復興や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。2015年度からは、既存の研究分野の枠を越えた複合・融合領域等における未踏分野の開拓・創成及びそれに伴う利用の裾野を拡大することを目的とした「新分野創成利用」制度が開始され、今後の成果創出に関して質的・量的な飛躍が期待される。



写真：SPring-8及びSACLA全景



写真：電子を光速近くまで加速するCバンド加速管

### 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徴を併せ持った究極の光を発振し、従来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ある。この光を用いることで、例えば、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・分析することが可能になる。第3期科学技術基本計画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。また早期に利用研究を開拓していくことを目的として、文部科学省は、2012年度「X線自由電子レーザー重点戦略研究課題<sup>注2)</sup>」を実施している。2015年度は、自然界の光合成メカニズムの解明につながる画期的な研究成果も生まれているほか、利用機会の拡大に向けた複数ビームラインの同時稼働など施設の高度化も着実に進められており、今後の更なる成果創出や研究加速が期待される。

### 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、ニュートリノ等の多彩な二次粒子を利用して、革新的な材料や新しい薬の開発につながる構造解析等、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もよく観測できること、ミ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等の特徴を有するため、放射光との相補的な利用が期待されている。2015年は陽子加速器の高度化を進め、試験運転で世界初の1MW(メガワット)のビーム出力を実証した。今後はビーム技術を更に高め、定常的な1MWビームによる利用運転を目指す。これにより、利用者への研究時間配分がより効率的になるとともに、これまで以上に高精度なデータの取得が可能となり、技術的に困難であったタンパク質の大型結晶化を必要としない構造解析法による新たな創薬開発、あるいは少量の試料からの微弱な磁気シグナル検出による新たな磁石材料開発などが進むと期待される。

### ④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」(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等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、HPCIを通じて、多様な利用者のニーズに対応した計算環境が提供されている。文部科学省では、HPCIの効果的・効率的な運営に努めながら、「ものづくり」を含む様々な分野において、画期的な成果を生み出す研究開発を推進している。

例えば、自動車製造では、空気抵抗を1%刻みで低減することが燃費向上に不可欠であるが、「京」を利用したシミュレーションを用いることで、試作車両を用いた風洞実験を代替できる可能性が明らかとなっている。こうした取組が具体化すれば、将来的には、自動車の開発期間の短縮、コスト削減が可能となると見込まれる(図331-6)。

注2：X線自由電子レーザー利用推進計画において重点的に推進すべき分野として「生体高分子の階層構造ダイナミクス」及び「ピコ・フェムト秒ダイナミックイメージング」が指定されている。



写真：スーパーコンピュータ「京」（兵庫県神戸市）  
提供：国立研究開発法人理化学研究所

図 331-6：自動車の周囲の空気の流れ構造に関し、従来のスーパーコンピュータによるシミュレーション（左）と、「京」によるシミュレーション（右）の比較。「京」の高い計算能力を用いると、空間を細かく分割し、空気抵抗に影響する細かい渦が詳細に再現できる。



提供：理化学研究所、協力：(株) 本田技術研究所、北海道大学

## ⑤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等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。文部科学省としては、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、2020年をターゲットとして、世界トップレベルのスーパーコンピュータを開発するプロジェクトに着手している。その際、スーパーコンピュータを活用する重点分野として、創薬・エネルギー・ものづくり分野など計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も協調的に開発されている。

## (3)未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

### 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いる。人工知能分野の研究開発においては、総務省、文部科学省、経済産業省の3省が中心となり、統一した司令塔のもとで、関係府省、学界、産業界と連携を図りつつ、我が国の人工知能技術の高度化と社会実装に向けて取り組むこととしている。3省の具体的な取組として、まず、総務省においては、情報通信研究機構（NICT）において、ビッグデータ処理に基づくAI技術や、脳科学の知見に学ぶAI技術の研究開発に取り組んでいる。また、情報通信審議会において、次世代のAI技術の研究開発の推進方策について検討を行っており、本年7月に取りまとめることとしている。次に、文部科学省においては、未来社会における社会変革に対応するため、

2016年度から、「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」を開始し、理化学研究所に、革新的な人工知能の研究開発拠点を新設することとしている。さらに、これと一体的に、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業を活用して、大学等の多様な研究活動を支援することとしている。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等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。

### ②ナノテクノロジー・材料科学技術の推進

物質の特性を解明し、新たな材料を創出して、有用な機能を発現させるナノテクノロジー・材料科学技術は、科学技術の新たな可能性を切り拓き、先導する役割を担うとともに、複数の領域に横断的に用いられ、広範かつ多様な技術分野を支える重要な基盤技術である。また、我が国が抱える資源、エネルギーの制約やインフラ長寿命化等の社会的課題を克服するために必要な革新的技術の創出の鍵を握っている。

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

ロジック・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・レアメタル等）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」等の研究開発プロジェクトを実施している。また、強固な研究基盤を確立するため、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等の環境・エネルギー材料の高度化等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」を推進している。

## コラム

## 東北素材産業の発展を通じた震災からの復興

『復興・創生期間』における東日本大震災からの復興の基本方針（2016年3月11日閣議決定）において、東日本大震災からの復興に向けた取組の1つとして、イノベーションや研究開発の推進による産業基盤の再構築が求められている。

東北大学では、東北地方の製造業や大学が強みとするナノテクノロジー・材料分野において、産学官協働による研究開発拠点を形成し、世界最先端の技術を活用した新材料を開発する「東北発 素材技術先導プロジェクト」を実施している。このうち、超低損失磁心材料技術領域では、電力変換機器や自動車用モータの内部の部品である磁心に使用される軟磁性材料について、画期的な新規材料を開発した。

磁心からの電力損失は国内電力消費量の3%以上を占めており、素材となる軟磁性材料の開発においては、この損失の低減が大きな課題であった。東北大学が開発した新ナノ結晶軟磁性材料は、軟磁性材料として注目されるアモルファス合金に適切な熱処理等を施すことでナノ構造を制御し、従来の軟磁性材料の課題を克服する高い材料性能を実現した。この新材料が実用化されれば、電力変換機器やモータの電力消費効率の大幅な向上が可能となり、これにより省エネルギー効果が見込まれる。

この技術を活用し、東北大学は本材料「NANOMET®」（登録商標）（図331-7）の製造・販売を行うベンチャー企業「（株）東北マグネット インスティテュート」を設立するとともに、現在、メーカー企業との共同研究により家電製品用モータ（図331-8<sup>(\*)</sup>）の試作など実用化に向けた研究開発を推進している。

東北地域の知見と強みを活用した本研究結果は、今後の東北素材産業の発展を牽引し、復興に貢献していくことが期待される。

(\* 出所：東北大学プレスリリース「世界最高水準の高効率モータを搭載した圧縮機の省エネ性を実証 ―革新的ナノ結晶合金 NANOMET® を用いたモータ搭載圧縮機の試作に成功」<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2016/02/press20160229-03.html>)

図 331-7 新ナノ結晶合金  
NANOMET® の薄帯



図 331-8 新ナノ結晶合金 NANOMET® を  
用いた家電用試作モータ



### ③光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発

光・量子科学技術は、材料、ライフサイエンス、IT 環境等の広範な科学技術分野の進展や微細観測、精密加工、物質創生等の産業応用に必要不可欠な基盤技術である。現代では、目覚ましい科学技術の発展に伴って、これまで不可能であった原子・分子レベルでの加工や物質の構造・技能を詳細に調べるこ

とが求められるため、文部科学省は、2008 年度から「光・量子科学拠点形成に向けた基盤技術開発」を実施し、我が国の光・量子科学技術のポテンシャルと他分野のニーズとを結合させ、産学官の多様な研究者が連携融合するための研究・人材育成拠点の形成を推進している。

## コラム

## 高性能・高品質な低燃費タイヤの開発

世界のタイヤ需要の増加が見込まれる中、地球環境に関する近年の国際的関心の高まりも相まって、自動車用タイヤに求められる性能はますます多様化・高度化しつつある。特に低燃費タイヤの開発は環境保護の観点からも重要視されており、その技術開発の加速が強く望まれている。

一般に低燃費性能はグリップ性能、耐摩耗性能とは相反的な関係にあるため、これらの性能を同時に向上させることは容易でなく、その実現には材料構造研究に加えて物質・材料の機能と直接関係する運動性の理解と制御が欠かせない。特に、タイヤ用のゴムは骨格となるポリマー、補強材（シリカ等のナノ粒子）、添加剤、架橋剤等の多くの材料から作られ、複雑な階層構造を形成してタイヤとしての性能を発揮しているため（図 331-9）、その関係性を調べ、材料設計を行うことには技術的な困難を伴う。

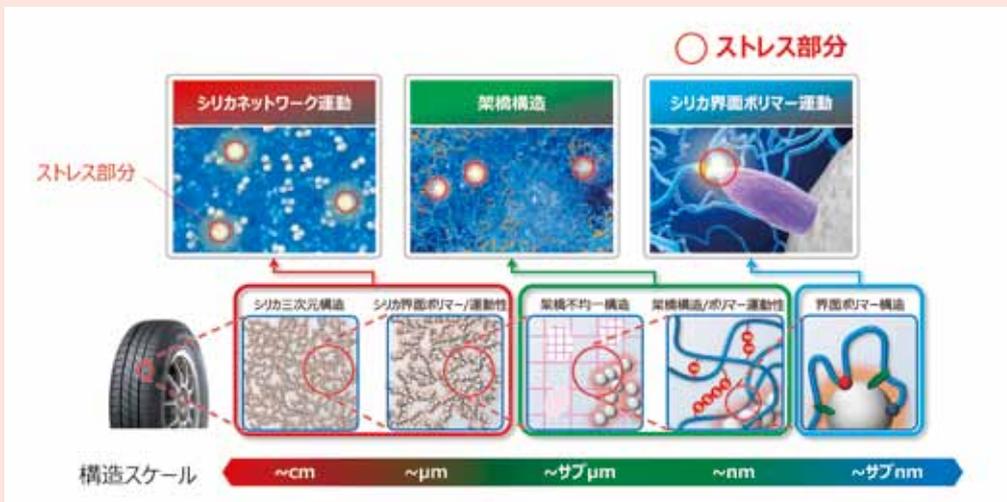
このような困難を、SPring-8、J-PARC、「京」という先端大型研究施設の相乗的活用により乗り越え、低燃費性能、グリップ性能、耐摩耗性能を高次元で確立した最新技術が住友ゴム工業（株）を中心とする研究グループにより生み出され、東京モーターショー 2015 でも注目を集めた（※文部科学省「光・量子科学拠点形成に向けた基盤技術開発」事業他の成果として発表）。

本研究は 2003 年からスタートし、2011 年には SPring-8 の高輝度放射光を利用した構造解析の結果からゴム中のシリカがつくるネットワーク構造が解明された。これにより、高性能・低燃費タイヤに求められる材料を科学的に高精度に設計する技術が確立され、従来品に比べてタイヤの摩擦抵抗の 39% 低減と 6% の燃費向上が達成された。

さらに 2015 年には、SPring-8 によるゴム中の各材料の詳細な構造解析と J-PARC の中性子線実験による運動解析の結果を統合することでゴムの内部構造と分子運動の鮮明な観察が可能となった。更にこれらの知見にスーパーコンピュータ「京」を用いた大規模分子シミュレーションを組み合わせることで、これまでほとんど見えていなかったタイヤ内部で起こっている現象を詳細に把握することが可能となり、発熱や摩耗を生じさせる様々なストレスの原因が解明された。これらの研究成果が効果的に技術開発に活かされた結果、コンセプトタイヤとして、低燃費性能、グリップ性能を維持したまま耐摩耗性能を 200% に向上させることに成功した。

本成果は、先端大型研究施設が日本の高い技術のものづくりを支えていることを示す顕著な成果事例と言える。

図 331-9：ゴム中に形成された階層構造図と摩耗に影響を与えるストレス



提供：住友ゴム工業（株）

## 自然界の光合成メカニズムの全容解明に向けた研究進展

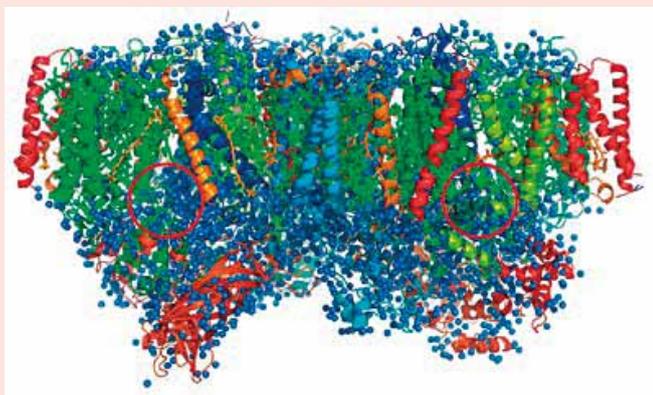
先端大型研究施設の相乗的活用成果は新たな科学フロンティアの開拓にも本質的な貢献を果たしてきている。近年の光合成メカニズム解明に向けた研究もその一例である。

光合成を行う生命体は約 27 億年前に出現したと言われるが、そのメカニズムは現在でも未解明の部分が多い。そのボトルネックの 1 つとされてきた光化学系 II 複合体 (PS II ; 水分解の触媒として働くタンパク質) の構造と反応機構について、最近の SPring-8 と SACLA を利用した研究成果から大きな進展がもたらされている。

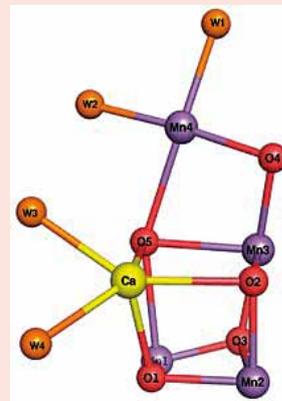
2011 年、岡山大学の沈建仁教授を中心とする研究グループは、大阪市立大学の研究グループと共に、SPring-8 の高輝度放射光を利用した解析により、わずか 1.9 Å (1 Å は 1000 万分の 1 mm) の分解能で PS II の鮮明な立体構造を解明した。その結果、PS II における水分解の触媒中心は 4 つのマンガン原子、1 つのカルシウム原子、5 つの酸素原子、4 つの水分子から構成された“ゆがんだイス”のような構造であることが明らかになった (図 331-10)。これにより、触媒中心の構造的不安定さこそが水分子を取り込み分解するメカニズムの核心部分ではないかと推定されるようになり、本成果は米国の科学誌「Science」の選ぶ「2011 年の画期的 10 大成果 (Breakthrough of the Year)」の 1 つに選出された。その後、2014 年から 2015 年にかけて、SACLA の X 線自由電子レーザーを用いた詳細な解析が行われた結果、SPring-8 での実験時に考慮が必要とされた X 線損傷影響のない、本来の触媒中心の構造を解明することに世界で初めて成功した。

本成果は、太陽の可視光エネルギーを利用した水分解反応を人工的に実現するための触媒の構造基盤を提供するものである。この反応を模倣した人工光合成が実現すれば、太陽からの光エネルギーを高効率で利用することが可能となり、我々が直面するエネルギー問題、環境問題や食糧問題等の諸問題の解決・緩和にも貢献するものと期待される。今後は、J-PARC の大強度中性子線を利用した水素原子の位置や反応に伴う触媒中の各原子の動きに関する解析、スーパーコンピュータ「京」を利用した分子シミュレーション等の成果も相補的に組み合わせることで、自然界の光合成メカニズムの全容解明に向けた研究が更に進展していくことが期待される。

図 331-10 : PS II の全体構造 (左) と触媒中心の構造 (右)。PS II は中心に対称軸があり、2 個の赤丸の場所に触媒中心がある。触媒中心は“ゆがんだイス”の構造をしている。



提供：岡山大学



### (4) その他のものづくり基盤技術開発

#### ① ロボット研究に関する取組

文部科学省では、ロボット新戦略の 3 つの柱のうち [日本を世界のロボットイノベーション拠点とする「ロボット創出力の抜本強化」] の柱において、「次世代に向けた技術開発」として、人とロボットの協働を実現するため、産業や社会に実装され、大きなインパクトを与えるような要素技術となる人工知能、センシング・認識技術、OS・ミドルウェア等 (特にロボットに新たなモジュールを搭載する場合に重要となるインターフェース等) の開発を推進することとしている。また、「次世代の人材育成」として、研究機関や大学等の教育機関に関しては、IoT (Internet of Things) 等に関する分野融合的なカリキュ

ラムを新たに検討するとともに、若者や研究者を惹きつけ、人と技術が一体的に育っていくような魅力的なプロジェクトを実施しつつ、研究開発のみならず、起業等にも挑戦する人材を育成することとしている。

経済産業省では、「ロボット新戦略」に基づき、未だ実現していない次世代の人工知能・ロボット技術のうち中核的な技術の開発を、産学官の連携で 2015 年度から開始した。これにより、ロボットが場面や人の行動を理解する技術や、柔軟に行動する技術等を開発し、ロボットが日常的に人と協働する、あるいは人を支援する IoT 社会の実現に貢献することにより、少子高齢化の中で人手不足やサービス部門の生産性の向上等の課題の解決を図っていく。

## 2 産学官連携を活用した研究開発の推進

### (1) 大学等と企業等の共同研究、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」の拠点である大学等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、2004年4月の国立大学法人化などに伴い着実に実績を上げている。大学等と民間企業との共同研究数は、リーマンショック後の世界的な経済不況の影響もあり、2009年度は前年度に比べて若干落ち込んだが、2010年度以降増加傾向にあり、2014年度は1万9,070件となった(図332-1)。また、2014年度の大学等における民間企業からの受託研究数は、6,953件となっており、大学等の特許権実施件数は、1万802件となっている。なお大学等発ベンチャー数は2014年度末で累計2,311社を数えている(図332-2)。

大学等発ベンチャーにおいては、最適な事業化構想や知財戦略の構築ができずに、販路・市場の開拓、収益確保、資金調達が大きな課題となっている。

また、産学共同研究については、規模が小さく、社会的インパクトの大きな成果が生まれにくく、海外と比べ産業界や社会のニーズに基づく産学連携拠点が無いということが課題となっている。これらの課題に対して、文部科学省は以下の取組を行っている。

大学等発ベンチャーの課題に対して、大学や国立研究開発法人等で生み出された発明(特許)やノウハウを活用して大きく

成長する大学等発ベンチャーの創出の支援のため、「大学発新産業創出プログラム(START)」により、起業前の段階から、ベンチャーキャピタル等の民間人材の事業化ノウハウと市場の視点を活かして、リスクは高いが新規市場を開拓する可能性を持った技術の大学発ベンチャーによる事業化を目指した研究開発を行っている。

また、起業家・イノベーション創出人材育成のため、「グローバルアントレプレナー育成促進事業(EDGEプログラム)」を実施し、ベンチャーキャピタルやメーカー等の民間企業や海外機関と連携しつつ、若手研究者や大学院生を対象としてアントレプレナーシップ、起業ノウハウ、アイデア創出法等を習得する、世界でも先進的な人材育成を行っている。

なお、これらの取組と知財の集約・強化事業を一体的に実施して、大学の研究成果に基づいてイノベーションが持続的に創出されるようイノベーション・エコシステムの構築に取り組んでいる。

さらに、「出資型新事業創出支援プログラム(SUCCESS)」を実施し、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出資、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。

産業界、社会ニーズに基づく産学連携拠点の構築については、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、2013年度より「革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM)」を実施している。2015年度から新たなCOI拠点として活動を行うものを含め、18のCOI拠点が活動を推進している。

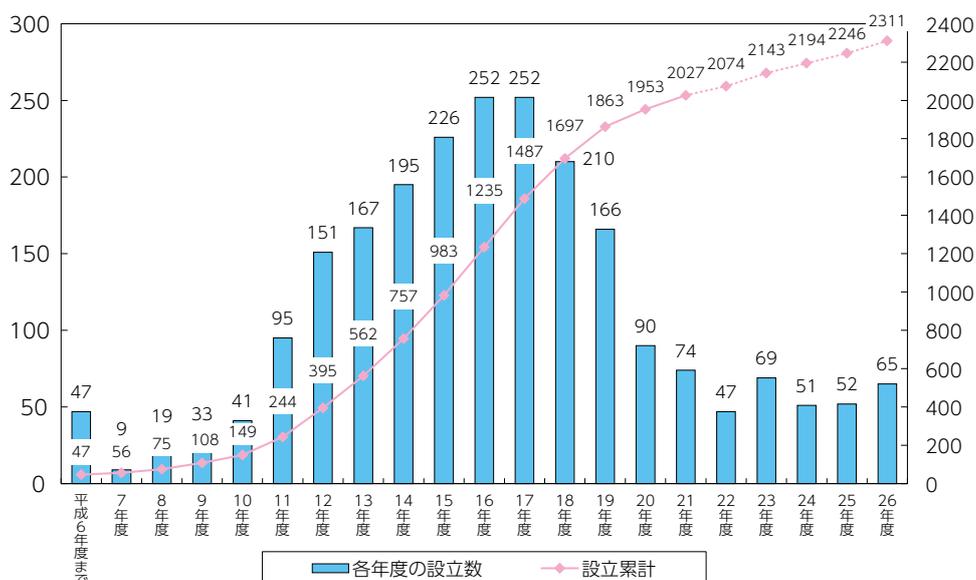
図 332-1 大学等における産学官連携活動



※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。  
 ※平成24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。  
 (参照) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/sangaku/1365479.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1365479.htm)

資料：文部科学省「平成26年度大学等における産学連携等実施状況について」

図 332-2 大学等発ベンチャーの設立数累計



※平成 21 年度実績までは文部科学省科学技術政策研究所の調査によるものであり、平成 22 年度以降の実績は本調査によるものため、設立累計を点線とした。  
 ※平成 21 年度までの大学等発ベンチャーの設立数及び設立累計は、「活動中かつ所在が判明している大学等発ベンチャー」に対して実施された設立年度に対する調査結果に基づき集計を行っている。なお、各年度の調査で当該年度以前に設立されたことが新たに判明した大学等発ベンチャーについては、年度をさかのぼってデータを追加している。平成 22 年度以降のデータについては、当該調査年度に設立された大学等から回答がなされた大学等発ベンチャー数のみを集計している。  
 ※設立年度は当該年の 4 月から翌年 3 月までとし、設立月の不明な企業は 4 月以降に設立されたものとして集計した。  
 ※設立年度の不明な企業 9 社が平成 21 年度実績までにあるが、除いて集計した。

資料：文部科学省「平成 26 年度大学等における産学連携等実施状況について」

その他の取組として、科学技術振興機構においては、産学連携により大学等の研究成果の実用化を促進するため、知的財産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」）や世界最先端の計測分析機器開発（「先端計測分析技術・機器開発プログラム」）、基礎研究の成果を基にした大規模かつ長期的な研究開発（「戦略的イノベーション創出推進プログラム」）、産業界に共通する技術的課題の解決に資する基盤研究（「産学共創基礎基盤研究プログラム」）を「研究成果展開事業」として実施している。また、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や、大学等に散在している特許権等の集約・パッケージ化による活用促進、大学等の特許情報のインターネットでの無料提供（J-STORE）等を通じて、大学等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、共同研究などを通じた試験研究を促進するため、民間企業等が大学等と行う試験研究のために支出した研究費の一定割合を、法人税や所得税から控除することができる税制上の特例措置を設けている。

## （2）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

大学等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、大学等において、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等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3</sup> は、2016 年 3 月 1 日現在で 37 機関に上る。2014 年度における特許実施許諾件数は 3,577 件となっており、近年は、国立大学法人において法人内部型 TLO の設立や、承認 TLO への国立大学法人からの出資など大学と TLO の連携強化に向けた取組が見られている。

文部科学省では、大学等が産学官連携活動を自立的・持続的に実施できる環境の整備を図る取組等を実施してきており、産学官連携によるイノベーション創出に向けて、異分野融合や多様性の受容を意識した対話型ワークショップ（異分野・異業種・異領域の関係者間の対話を通じて新たなアイデアの創出等を行う場）の開催等を通じた大学等におけるオープン・イノベーションの推進を支援している。

注3 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。

(3)地域科学技術イノベーションのための取組

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。

また、都道府県等においては科学技術振興策を審議する審議会等を設置するとともに、独自の科学技術政策大綱や指針等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。

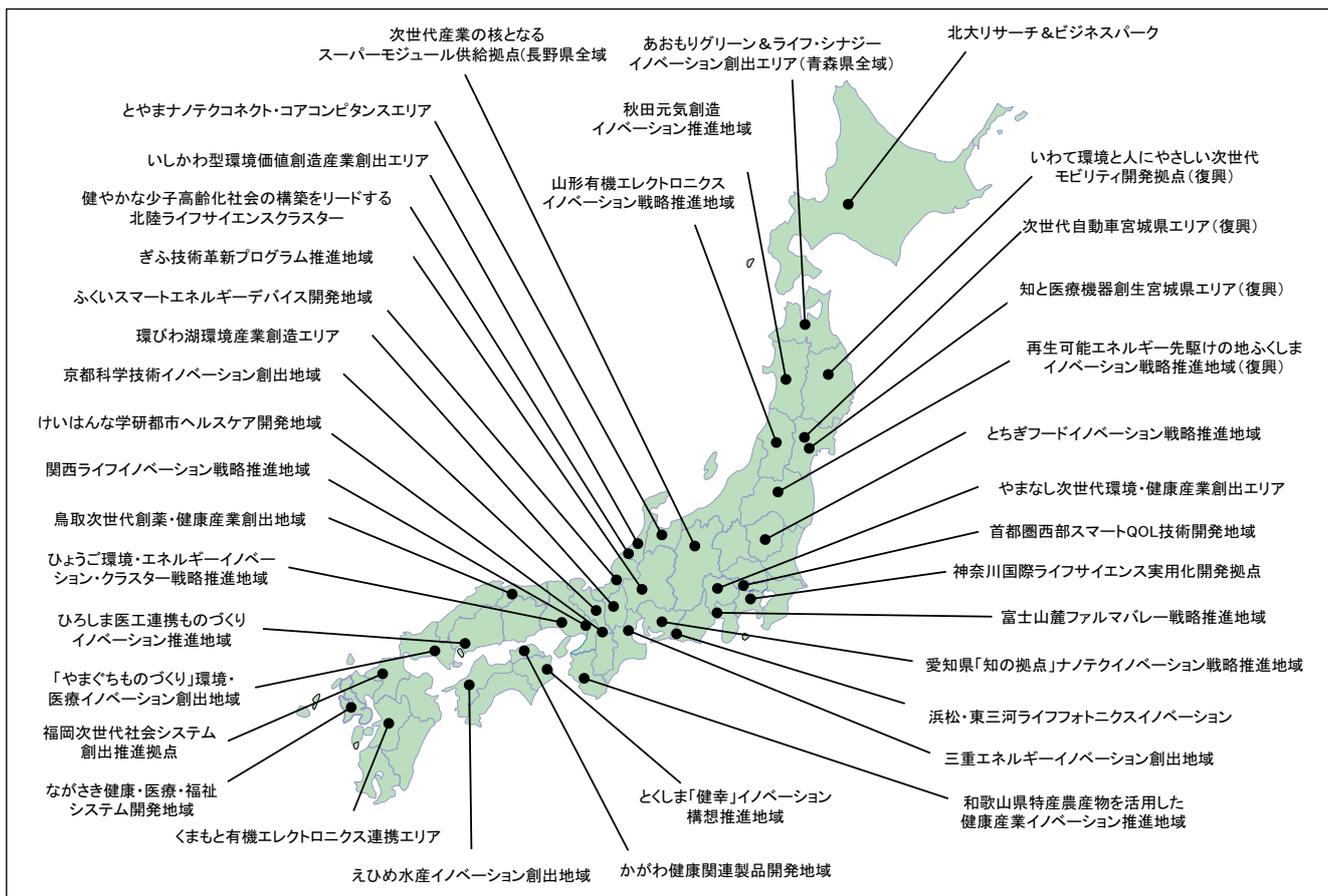
文部科学省、経済産業省、農林水産省及び総務省では、地域イノベーションの創出に向けて、地方公共団体、大学等研究機関、産業界及び金融機関の連携・協力により策定した主体的かつ優れた構想を持つ地域を「地域イノベーション戦略推進地域」として共同で選定を行っている。選定された地域のうち、特に優れた戦略を有する地域に対しては、関係府省の施策を総動員して、大学における基礎研究から企業における事業化までを切れ目なく支援していくこととしている。また、2012年度

から、被災地における地域イノベーションの創出に向けた主体的かつ優れた構想に対して、「地域イノベーション戦略推進地域（東日本大震災復興支援型）」として上記4省及び復興庁が共同で選定を行い、その構想の実現に向けた取組に対して支援をしている。

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、人材育成等のソフト・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」を実施している（図332-3）。

さらに、科学技術振興機構と連携しつつ、全国の大学等シーズと地域の企業ニーズとを目利き人材（マッチングプランナー）が結びつけ、共同研究から事業化に係る展開を支援し、企業ニーズを解決することにより、地域科学技術イノベーションの創出を目的として「マッチングプランナープログラム」を2015年度より実施している。

図 332-3 地域イノベーション戦略支援プログラム支援地域一覧（2015年度現在）



長野県産業の強み「超精密技術」を活かした産学官連携  
—研究シーズ志向と市場ニーズ志向の相乗効果によるイノベーション創出—

—地域イノベーション戦略支援プログラム—

地域イノベーション戦略支援プログラムに採択されている「次世代産業の核となるスーパーモジュール供給拠点（長野県全域）」では、長野県産業の強みである超精密技術と大学等の素材技術シーズに、医療現場等の市場ニーズに応える製品具現化促進システムを融合させることによって、次世代産業の核となるスーパーモジュール供給拠点の形成を目指している。本取組を通じて、写真のような医工連携に携わる人材の育成や医療現場のニーズを活かした多くの医療機器が開発・製品化されるとともに、地域企業の優れた技術の海外への売り込みや海外の大学・研究機関等のネットワークの構築など国際競争力のある医療機器産業の集積が形成されつつある。

このように「地域イノベーション戦略支援プログラム」は、地域におけるイノベーション・エコシステムの構築に寄与しており、今後も地域発のイノベーションによる産業競争力の強化や新事業・雇用の持続的かつ連続的な創出のための取組を推進していく。



写真：耳鼻咽喉科用自動内視鏡消毒器「SED-1」



写真：救急用輸液・薬剤投与一体化セット「IV note」