

ものづくりの基盤を支える教育・研究開発

人材は日本が世界に誇る最大の資源であり、ものづくりに新たな価値を生み出し、我が国が成長し続けていくために必要となる科学技術イノベーションの推進においても、優れた若手研究者や多様な場で活躍できる人材、また次代を担う科学技術人材の育成等、理工系分野における「人」をどのように育成・確保していくかが重要な鍵となる。こうした認識の下、我が国のものづくり人材の育成については、大学の工学関連学部、高等専門学校、高等学校の専門学科、専修学校において行われる職業教育が大きな役割を担っている。また、次代を担う人材の育成には、小学校、中学校、高等学校における理数教

育を始めとしたものづくりに関する教育の充実や、あらゆる学校段階を通じた体系的なキャリア教育の推進、産業構造や就業構造が変化する中、成長分野等への人材移動を円滑に進めるための社会人の学び直しの機会を充実すること等が重要である。また、ものづくりについての社会の理解を深めるため、科学技術の理解増進活動や、公民館、博物館などにおける様々な活動を推進することが求められている。さらに、イノベーションの源泉としての学術研究や基礎研究の重要性も鑑みつつ、ものづくりに関する基盤技術の開発や研究開発基盤の整備も不可欠の取組である。

第1節 ものづくりにおける理工系人材の戦略的育成

1. 科学技術イノベーションを推進する人材育成について

(1) 優れた若手研究者の育成、活躍促進

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、若手研究者が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。

文部科学省では、従来、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に「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」の取組を始めとして、キャリアパスの整備や博士課程の学生及び若手研究者等に対する経済的な支援などの取組を講じている。

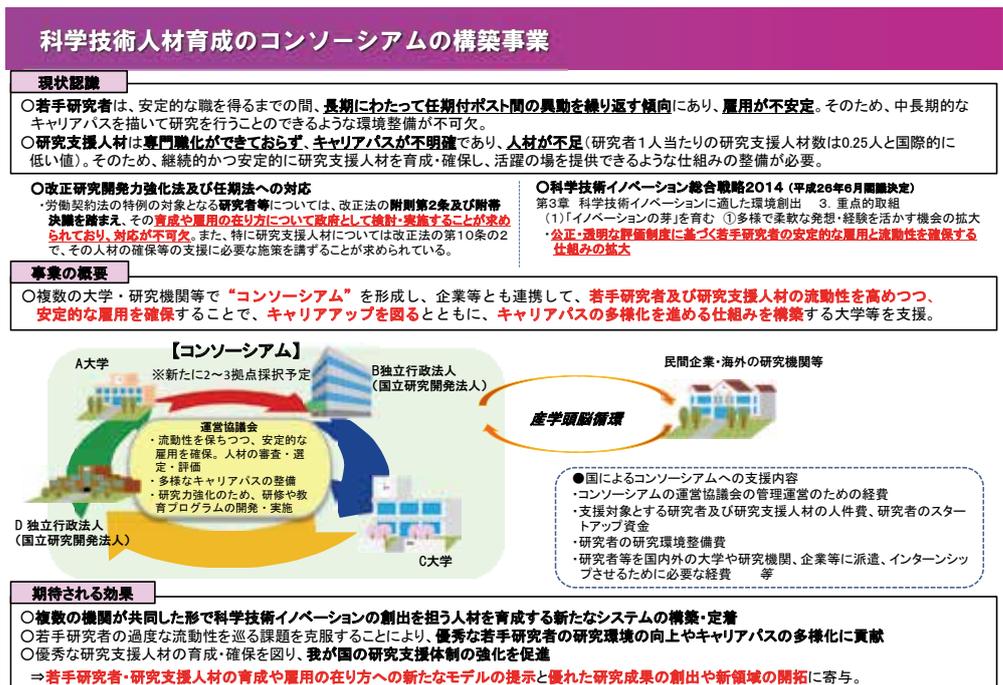
さらに、2014年度からは、複数の大学等でコンソーシアムを形成し、企業等とも連携して、若手研究者等の流動性を高めつつ、安定的な雇用を確保しながらキャリアアップを図るとともにキャリアパスの多様化を進める仕組みについて「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」の取組を開始しており、

2015年度は当該取組を拡大する。

また、2013年12月に公布された、「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性の推進等に関する法律及び大学の教員等の任期に関する法律の一部を改正する法律」において、大学等の研究者などが労働契約法の特例の対象となり、無期労働契約に転換するまでの期間が10年に延長された。これにより、研究者が契約期間中にまとまった研究業績等を上げ、適切な評価を受けやすくなり、安定的な職を得られることが期待されている。

これらの新たな事業や制度等も活用しつつ、引き続き、研究者の育成や雇用の安定などの処遇の改善を図り、若手研究者の活躍を促進していく。

図311-1 若手研究者等のキャリアパスの多様化を進める取組



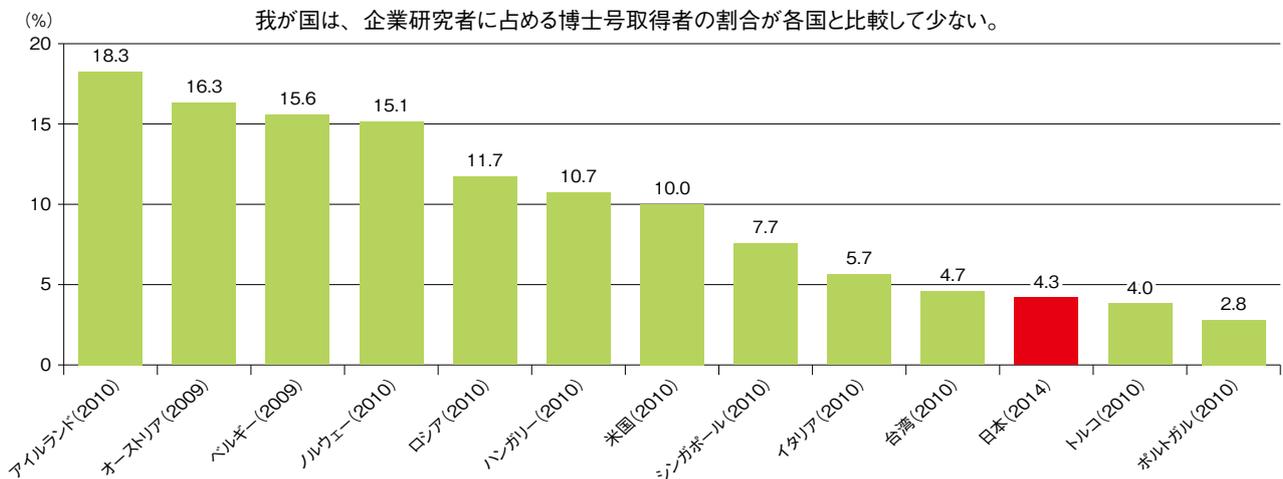
(2) 多様な場で活躍できる人材の育成

我が国の成長の原動力となるイノベーション創出を推進するためには、多様な場で活躍できる人材の育成が必要であり、その担い手となる若手研究者が、早い段階から産業界を含む異分

野・異業種とのインタラクションの機会を得ることが望ましい。

しかし、日本では、企業での博士号取得者の割合が他国に比べて低く、博士号取得者の多様な場での活躍促進が不十分な状況にある。

図311-2 博士号取得者採用企業数の割合(各国比較)



資料:日本は総務省「科学技術研究調査」、米国は「NSF, SESTAT」、その他の国は「OECD Science, Technology, and R&D Statistics」のデータを基に文部科学省作成

この状況を受け、文部科学省では、ポストドクターが企業等における長期インターンシップに参加する機会を提供する大学等を支援する「ポストドクター・キャリア開発事業」を実施し、博士号取得者のキャリアパスの多様化を推進してきている。

さらに、文部科学省では「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2014年より実施し、ベンチャーキャピタルやメーカー等の民間企業や海外の機関と連携しながら、若手研究者や大学院生を対象とした実践的な起業家・イノベーション人材育成を実施する大学を支援している。また、採択された大学における人材育成に加えて、機関横断の取組として、起業家・イノベーション人材育成のノウハウの共有、教員・メンターの育成及び全国的なシンポジウム・コンテストを行っている。これらの取組を通じて、起業家・イノベーション人材を育成するとともに、大学発ベンチャーや新事業創出に必要なネットワークを日本に形成し、イノベーションが継続的に創出される環境の構築を目指す。

また、我が国の大学等では、研究開発内容について一定の理解を有しつつ、研究マネジメントを行う人材が十分でなく、その結果、研究者に研究活動以外の業務で過度の負担が生じている状況にある。このような状況を背景に、2011年4月より文部科学省において、研究者の研究活動を活性化するための環境整備、大学等の研究開発マネジメント強化による研究推進体制の充実強化等に向けて、「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」事業を実施し、大学等における研究マネジメント人材としてのリサーチ・アドミニストレーター(URA)の育成・定着を支援している。また、URAの実務能力を明確化・体系化した指標であるスキル標準及び研修・

教育プログラム等を活用した研修会を実施運用することにより、URAの質の向上を図るとともに、URAシステムの課題を共有し、大学間の連携を促すことでURAのネットワーク構築に向けた取組を進めている。

また、2013年8月より、研究マネジメント人材群の確保・活用や、大学改革・集中的な研究環境改革を組み合わせた研究力強化に向けて、「研究大学強化促進事業」を実施している。

そのほか、国立研究開発法人科学技術振興機構(以下、「科学技術振興機構」と記載。)では2015年度より、「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、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、イノベーションの触媒、目利き、イノベーションの可能性に富んだ研究開発プロジェクトの企画・遂行・管理を担う新たなイノベーション創出人材モデルの育成を開始している。

(3) 次代を担う科学技術人材の育成

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、優れた素質を持つ子供を発掘し、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、理数教育の充実を図っている。

文部科学省では、理数教育を重点的に行う高等学校等を「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」に指定し、各指定校に対して科学技術振興機構が支援を行うことで、将来の国際的な科学技術人材等の育成のための取組を推進している。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、科学技術人材の育成等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。2014年度においては、全国204校の高等学校等が特色ある取組を進めている。

科学技術振興機構では、人材育成活動の実践として、国際的に活躍する次世代の科学技術人材を育成するために、意欲・能力のある高校生等に対して高度で体系的な理数教育プログラムを提供する大学を指定・支援する「グローバルサイエンスキャンパス（GSC）」や、大学等が意欲・能力のある児童生徒を対象に実施する課題研究・体系的教育プログラムを支援する「次世代科学者育成プログラム」、科学部活動を活性化し、専門家との連携により生徒の資質を発掘、伸長する取組を支援する「中高生の科学部活動振興プログラム」等の取組を実施している。

理数系教員に対する支援として、才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導方法の修得や地域の枠を超えた教員間ネットワークの形成を促進する取組を支援する「サイエンス・リーダーズ・キャンプ」や、大学（大学院）が教育委員会と連携して、理数分野に関し優れた指導力を有し、各学校や地域の理数指導において中核的な役割を果たす小・中学校教員を養成する取組を支援する「理数系教員養成拠点構築プログラム」を実施

している。また、児童生徒の知的好奇心、探究心に応じた学習の機会を提供するため、理科教育用デジタル教材等を開発し、インターネット等を通じて提供している。

その他、文部科学省では自然科学系分野を学ぶ大学学部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、研究者・企業関係者とも交流することができる機会として、第4回「サイエンス・インカレ」を兵庫県において開催し、計291組の応募の中から書類審査を通過した計172組が発表を行った。

また、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1}等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等を行っている。2014年度は、全国の高校生等が、学校対抗・チーム制で理科・数学等における筆記・実技の総合力を競う場として茨城県で開催された「第4回科学の甲子園」では千葉代表チームが優勝し、中学生を対象に東京都江東区で開催された「第2回科学の甲子園ジュニア」では茨城県代表チームが優勝した。



写真：科学の甲子園優勝チーム（渋谷教育学園幕張高等学校）



写真：科学の甲子園ジュニア優勝チーム（茨城県立並木中等教育学校）

2. 理工系人材の戦略的育成について

(1) 理工系人材の戦略的育成

労働力人口が減少していく我が国は、国際競争力の維持・向上、活力ある地域経済社会の構築、医療・介護サービスの持続的・効率的提供など、重要課題に果敢に取り組みつつ、豊かさを実感できる社会を力強く構築していかなければならない。その実現において、新しい価値の創造や技術革新など、イノベーションが果たす役割は極めて大きい。イノベーションの創出には、高い技術力とともに発想力、経営力などの複合的な力を備え、新たな付加価値を生み出していく人材の育成が必要であり、その際、理工系分野をこれまで以上に強化することは不可欠である。

2013年6月14日に閣議決定された「日本再興戦略-JAPAN is BACK」では、イノベーション機能の抜本強化と理工系人材の育成の観点から、産業界との対話を進め、教育の充実と質保

証や理工系人材の確保を内容とする「理工系人材育成戦略」を作成し、産学官円卓会議を新たに設置して同戦略を推進することが盛り込まれた。

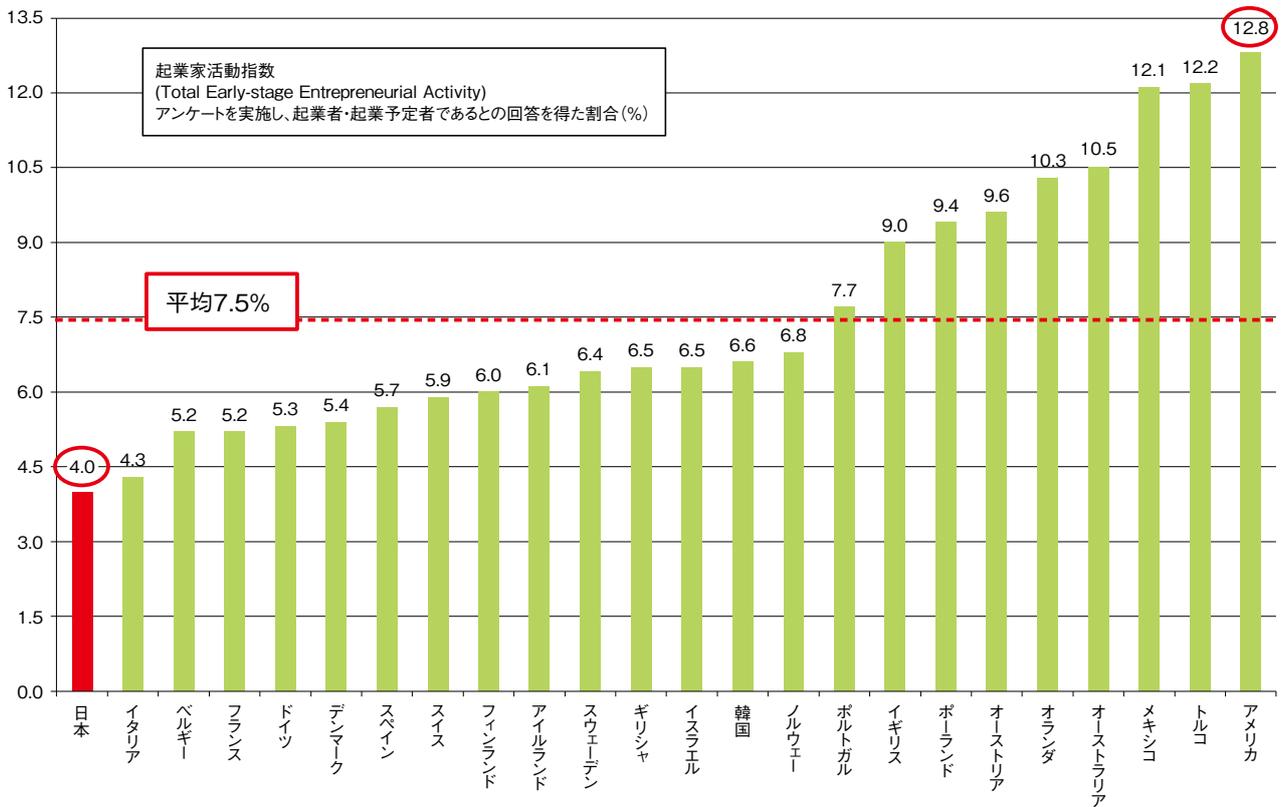
文部科学省では、産学官が協働した理工系人材の戦略的育成の取組を始動すべく、2020年度末までに集中して進めるべき方向性と重点項目を整理した「理工系人材育成戦略」を2015年3月に策定・公表したところである。「理工系人材育成戦略」では、現下及び今後の社会を展望し、理工系人材に期待される活躍の姿として次の四つを掲げ、多角的に取り組むこととしている。

理工系人材に期待される四つの活躍

- 新しい価値の創造及び技術革新（イノベーション）
- 起業、新規事業化（図312-1）
- 産業基盤を支える技術の維持発展
- 第三次産業を含む多様な業界での力量発揮（図312-2）

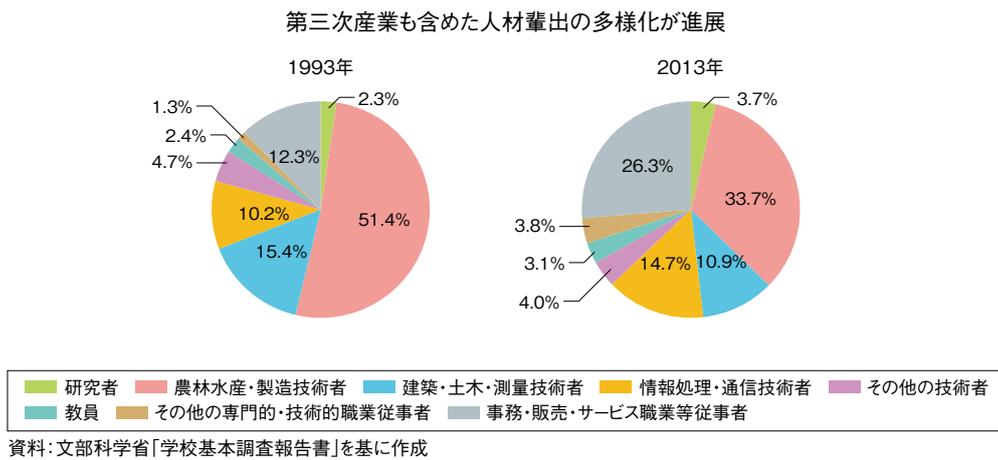
注1 Intel International Science and Engineering Fair

図312-1 起業家活動の国際比較(2012年)



資料:平成24年度 起業家精神に関する調査(GEM)(調査対象国の内OECD主要国を掲載。2011年、2012年のうち直近の数値を使用)

図312-2 理・工・農学分野の就職動向比較(1993年、2013年)



「理工系人材育成戦略」は初等中等教育段階から取組を講じ、特に高等教育段階の教育研究機能の活用を重視する観点から、次に示す三つの方向性と10の重点項目に整理している(図312-3)。

文部科学省では、本戦略に基づき「理工系人材育成に関する

産学官円卓会議」を設置したところであり、産学官それぞれに求められる役割や具体的な対応の検討を進め、協働して理工系人材の質的充実・量的確保に向けて取り組んで行くこととしている。

図312-3 三つの方向性と10の重点項目（理工系人材育成戦略より抜粋）

【戦略の方向性1】 高等教育段階の教育研究機能の強化

重点1. 理工系プロフェッショナル、リーダー人材育成システムの強化

産業界のコミットメントのもと実践的な課題解決型教育手法等による高等教育レベルの職業教育システムを構築し、理工系プロフェッショナル養成機能を抜本的に強化。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、産学官から国内外第一級の教員を結集し、専門分野の枠を超えた体系的な教育を構築するなど博士課程教育の抜本的改革と強化を推進。

重点2. 教育機能のグローバル化の推進

大学等の教育機能の国際化を推進し、世界規模での課題発見・解決等ができる理工系人材を育成。

理工系分野のカリキュラムにおける留学プログラムの設定や海外大学との単位互換を促進。

重点3. 地域企業との連携による持続的・発展的イノベーション創出

重点4. 国立大学における教育研究組織の整備・再編等を通じた理工系人材の育成

【戦略の方向性2】 子供たちに体感を、若者・女性・社会人に飛躍を

重点5. 初等中等教育における創造性・探究心・主体性・チャレンジ精神の涵養

主体的・協働的な学び（アクティブ・ラーニング）を促進するための教育条件整備や観察・実験環境の計画的整備、大学等との連携による意欲・能力のある児童生徒の発掘や才能を伸ばす取組を推進。

重点6. 学生・若手研究者のベンチャーマインドの育成

ベンチャーマインドや事業化志向を身につける大学の人材育成プログラムの開発・実施を促進、大学発ベンチャー業界等に飛び込む人材や新規事業に挑戦できる人材を育成。

重点7. 女性の理工系分野への進出の推進

重点8. 若手研究者の活躍促進

重点9. 産業人材の最先端・異分野の知識・技術の習得の推進～社会人の学び直しの促進～

【戦略の方向性3】 産学官の対話と協働

重点10. 「理工系人材育成－産学官円卓会議」（仮称）の設置

特に産業界で活躍する理工系人材を戦略的に育成するため、産学官が理工系人材に関する情報や認識を共有し、人材育成への期待が大きい分野への対応など、協働して取り組む「理工系人材育成－産学官円卓会議」（仮称）を設置。

(2) 大学（工学系）の人材育成の現状及び特色ある取組

①大学（工学系）の人材育成の現状

ものづくりと関連が深い「工学関連学部」は、2014年度現在、233学部（国立74学部、公立18学部、私立141学部）が設置されており、37万5,655人（国立12万8,870人、公立1万4,789人、私立23万1,996人）の学生が在籍している。2013年度の卒業生8万6,684人のうち約55%が就職し、約36%が大学院等に進学している。職業別では、ものづくりと関連が深

い機械・電気分野をはじめとする専門的・技術的職業従事者となる者が約75%を占めており、産業別では、製造業に就職する者が約26%を占めている（表312-4）。また、工学系の大学院においては、職業別では、専門的・技術的職業従事者となる者が、修士課程（博士課程前期を含む）修了者で就職する者では約92%、博士課程修了者で就職する者でも約92%を占めており、産業別では、製造業に就職する者は修士課程修了者で就職する者では約56%、博士課程修了者で就職する者では約31%を占めている。

表312-4 工学関連学部の状況

	09年度	10年度	11年度	12年度	13年度
卒業者数	89,623	90,049	87,544	86,313	86,684
就職者数	42,328	43,295	43,905	45,714	47,357
就職者の割合	47.2%	48.1%	50.2%	53.0%	54.6%
製造業就職者数	12,309	13,413	13,700	12,770	12,333
製造業就職者の割合	29.1%	31.0%	31.2%	27.9%	26.0%
専門的・技術的職業従事者数	31,488	31,754	32,480	33,808	35,294
専門的・技術的職業従事者の割合	74.4%	73.3%	74.0%	74.0%	74.5%

資料：文部科学省「学校基本調査」

②大学（工学系）の人材育成の特色及び取組等

大学（工学系）では、その自主性・主体性の下で多様な教育を展開しており、我が国のものづくりを支える高度な技術者等を多数輩出してきたところである。各大学においては、より一層、学生が社会で活躍できるよう、産業界と連携した実践的な工学教育など、工学教育の質的改善を不断に進めている。

例えば、実際の現場での体験授業やグループ作業での演習、発表やディベート、問題解決型学習など教育内容や方法の改善に関する取組が進められているほか、教員の指導力を向上させるための取組などが進められている。また、工学英語プログラムの実施、海外大学との連携による交流プログラムなど、グローバル化に対応した工学系人材の育成に向けた取組が行われている。

また、教育再生実行会議「今後の学制等の在り方について（第五次提言）」（2014年7月3日）を受けて、我が国の将来を担う質の高い専門職業人を養成するため、実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関の制度化が検討されている。2015年3

月に取りまとめられた有識者会議における審議のまとめを踏まえ、本年4月に中央教育審議会に諮問が行われ、現在、新たに設置された「実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関の制度化に関する特別部会」で議論されている。

コラム

大学における取組

－金沢工業大学－

金沢工業大学及び金沢工業高等専門学校では、マサチューセッツ工科大学をはじめとする世界100以上の大学や高等教育機関が参画する「CDIO」^{注2} という技術者教育の質向上の国際的枠組みに加盟し、教育改善に努めている。

「CDIO」では、製品の設計と、設計に伴う社会的責任を一つの学習体験で学ぶ等、個人・対人スキルと製品・システム開発スキルを同時に修得する学習体験を重視するとともに、学生同士で学び合い、議論し、ものをつくり、実験できるワークスペース環境の充実も図っている。金沢工業大学では、ユーザーが何を必要としているのかチームで考え、創出した解決策を具体化して、実験・検証・評価するプロジェクトデザイン教育を全学生必修で実施している。



写真：プロジェクトデザイン授業風景

－工学院大学－

工学院大学では、「FDハンドブック－教育力の一層の向上をめざして－」を作成し全教員に配布している。ハンドブックでは、教職員行動規範や授業運営の方法の解説のほか、具体的な学習到達目標を盛り込んだシラバスの作成事例を示しながら、授業の到達目標の考え方が解説されている。毎年4月には新任教員を対象としてこのハンドブックを利用した新任教員研修会や、シラバス作成の実習を行っている。この実習では、各教員が記入した実際の担当科目のシラバスを持ち寄り、新任教員同士で見せ合い、ハンドブックに書かれたチェックポイントを参考に、より教育効果を高めるシラバスとなるようなアドバイスを相互に行っている。



写真：工学院大学 FDハンドブック

(3) 高等専門学校の人材育成の現状及び特色ある取組

① 高等専門学校の人材育成の現状

高等専門学校は、実験・実習を重視した、中学校卒業後から5年間一貫の専門的・実践的な技術教育を特徴とする高等教育機関として、2014年度現在、57校（国立51校、公立3校、私立3校）が設置されており、5万4,354人（国立4万8,651人、公立3,634

人、私立2,069人、専攻科生を除く）の学生が在籍している。

2013年度の卒業生1万307人のうち約58%が就職しているが、就職希望者に対する求人倍率は約16.9倍、就職率も約99%と他の学校種と比べて高くなっている。職業別では、ものづくりと関連が深い機械・電気分野をはじめとする専門的・技術的職業従事者となる者が約93%を占めており、産業別では、製造業に就職する者が約52%を占めている（表312-5）。

注2 CDIOとは、Conceive（考える）、Design（設計する）、Implement（実行する）、Operate（運用する）の頭文字である。

表312-5 高等専門学校状況

	09年度	10年度	11年度	12年度	13年度
卒業者数	10,126	10,155	10,163	10,101	10,307
就職者数	5,219	5,519	5,854	5,845	5,934
就職者の割合	51.5%	54.3%	57.6%	57.9%	57.6%
就職率	98.4%	99.0%	99.0%	99.0%	99.4%
製造業就職者数	2,606	2,926	3,320	3,162	3,080
製造業就職者の割合	49.9%	53.0%	56.7%	54.1%	51.9%
専門的・技術的職業従事者数	4,773	5,149	5,450	5,416	5,554
専門的・技術的職業従事者の割合	91.5%	93.3%	93.1%	92.7%	93.4%
求人倍率	18.4倍	14.9倍	15.1倍	15.7倍	16.9倍

資料：文部科学省「学校基本調査」（求人倍率は文部科学省調べ）

②高等専門学校の人材育成の特色及び取組等

企業の現場を支える実践的・創造的技術者を養成する高等専門学校の教育の特色は、実験・実習を中心とする体験重視型の専門教育にある。高等専門学校での実践的教育の具体的な取組としては、産学連携による教育プログラムの開発や、長期インターンシップの実施、学生の創意工夫を生むための課外活動の充実といった教育内容や方法の改善に関する取組や、企業からの教員派遣や企業での教員研修の実施など教員の指導力を向上させる取組が進められている。これらの取組を通じて、高等専門学校は社会から高く評価される実践的・創造的なものづくり人材の育成に成功している。

例えば、経済協力開発機構（OECD）高等教育政策レビューにおいては、「高等専門学校は、高水準の職業訓練を提供しているだけでなく、産業界（特に製造業部門）のニーズに迅速・的確に答えている」と高く評価されるなど、国際的に見てもものづくり人材の育成に関し優れた教育を行っている高等教育機関であると認識されている。また、「日本技術者教育認定機構（JABEE）」が実施する技術者教育プログラムの認定制度

においても、2013年度までに50校（88%）の高等専門学校が認定されているところである。

また、高等専門学校の卒業生は即戦力となる技術を身に付けていることはもちろん、専門知識や、課題解決力、創意工夫、誠実さなど、現場技術者としての資質について優れていると評価されており、多くの企業から高等専門学校の卒業生に満足しているとの声が寄せられている。

国立高等専門学校の運営を行う（独）国立高等専門学校機構では、高等専門学校教育の高度化及び深化に向けて、教育の質保証に向けたモデル・コアカリキュラムの導入や、産業界や地域の技術者ニーズに対応した学科等の改組、グローバル社会で活躍できる技術者を育成するための英語による専門教育の実施など、様々な取組を強化している。

また、2015年度においては、国立高等専門学校における地域・産業界のニーズを踏まえた新分野・領域教育への展開の一環として、生活支援・社会インフラなど社会的な課題を解決するロボットエンジニアの育成に向けた取組などを行うこととしている。

コラム

高等専門学校における取組 — アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト —

アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト（通称・ロボコン）は全国の高等専門学校生が毎年異なるルールの下、既成概念にとらわれず、自らの頭で考え、自らの手でロボットを作ることの面白さを体験することで、独創的な発想と「ものづくり」の素晴らしさを共有する教育イベントとして、毎年開催されている。

2015年1月にロボット革命実現会議が取りまとめた「ロボット新戦略」においてもロボットによる技術革新を掲げており、政府はもちろん産業界においても、将来の我が国を支える技術者の卵である高等専門学校生たちが、若き英知を競い合う本コンテストを非常に注目している。

2014年度の第27回大会は「出前迅速」という競技課題のもと、ロボットによる「出前」対決にて競い合った。競技は赤・青2チームに分かれ、ロボットがお盆に高く積み上げられた蕎麦の蒸籠を、三つの障害物（スラローム・角材・傾斜）を乗り越えて運び、競技時間の3分間で、少しでも多くの蒸籠を運び終えたチームが勝利となる。

会場である両国国技館には約4,000人が訪れ、高等専門学校生の独創的なアイデアと日々の学びを活かした高い技術力が詰め込まれたロボットと学生たちの白熱の競技に大きな歓声を送られた。

今年の大会では熊本高等専門学校「本気の宅配便（まじのたくはいびん）」が競技の優勝とともに、最も優れたアイデアを実現したチームに送られる「ロボコン大賞」を受賞し、ダブル受賞を達成した。「本気の宅配便」は斬新なアイデアを活かした抜群の走行性能と幾重にも施した安定化装置を武器に、圧倒的な量の蒸籠を運び続けることのできる革新的なロボットで、終始安定した試合運びであった。



写真：競技風景（優勝・ロボコン大賞受賞ロボット「本気の宅配便（まじのたくはいびん）」(熊本高等専門学校)

(4) 専門高校の人材育成の現状及び特色ある取組

① 専門高校の人材育成の現状

高等学校における産業教育に関する専門学科（農業、工業、商業、水産、家庭、看護、情報、福祉の各学科）を設置する学校（専門高校）は、2014年度現在、1,565校設置されており、62万8,195人の生徒が在籍している。2013年度の卒業生19万9,812人のうち、約52%が就職している。この中でも、

ものづくりと関連が深い工業に関する学科は2014年度現在、540校に設置されており、25万8,001人の生徒が在籍している。2013年度の卒業生8万1,325人のうち約65%が就職しており、2014年3月末現在の就職率（就職を希望する生徒の就職決定率）は約99%となっている。職業別では、生産工程に従事する者が約56%を占めており、産業別では、製造業に就職する者が約52%を占めている（表312-6）。

表312-6 工業に関する学科の状況

	09年度	10年度	11年度	12年度	13年度
卒業者数	84,430	83,422	81,601	82,571	81,325
就職者数	48,241	50,392	51,086	52,293	52,621
就職者の割合	57.1%	60.4%	62.6%	63.3%	64.7%
就職率	97.0%	97.8%	98.2%	98.2%	98.8%
製造業就職者数	26,034	29,239	30,028	28,314	27,507
製造業就職者の割合	54.0%	58.1%	58.8%	54.1%	52.3%
生産工程従事者数	34,967	30,919	32,235	29,789	29,252
生産工程従事者の割合	72.5%	61.4%	63.1%	57.0%	55.6%
専門的・技術的職業従事者数	5,326	5,105	4,801	5,325	5,653
専門的・技術的職業従事者の割合	11.0%	10.1%	9.4%	10.2%	10.7%

資料：文部科学省「学校基本調査」(就職率は「高等学校卒業（予定）者の就職（内定）状況調査」。就職を希望する生徒の就職決定率を表している。)

② 専門高校の人材育成の特色及び取組等

現在、経済のグローバル化や国際競争の激化、産業構造の変化、技術革新・情報化の進展等から、職業人として必要とされる専門的な知識・技術及び技能の高度化、また、熟練技能者の高齢化や若者のものづくり離れといったことなどが指摘されている。このような中で、これまで地域産業を担う専門的職業人を育成してきた専門高校は、より一層期待されている。

専門高校では、ものづくりに携わる有為な職業人を育成するとともに、職業人として必要な豊かな人間性、生涯学び続ける力や社会の中で自らのキャリア形成を計画・実行できる力等を身に付けていく場としても大きな役割を果たしている。

文部科学省では、2014年度から、専門高校において、「社会の変化や産業の動向等に対応した、高度な知識・技能を身に

付け、社会の第一線で活躍できる専門的職業人を育成する」ことを目的として、先進的な卓越した取組を行う専門高校（専攻科を含む）を指定して調査研究を行う「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール（SPH）」を開始した。

本事業では、大学・高専・研究機関・企業等と連携し、生徒を対象とした講義の実施、最先端の研究指導、実践的な技術指導等を行うなど、高度な人材を育成するための取組について研究を行っており、事業終了後は、それらの成果の活用及び全国への普及を図ることとしている。

工業科を設置する高等学校の指定校では、ものづくりの高度な知識・技能を身に付け、我が国の産業の発展のため、第一線で活躍できる専門的職業人を育成するため、大学院と連携した研究指導や、航空宇宙産業や自動車産業など地域を代表するグ

ローバル企業と連携した技術指導など、様々な実践的な学習活動に取り組んでいる。

また、指定校以外の工業科を設置する高等学校でのものづくりに関する教育の展開例として、企業技術者や高度熟練技能者を招いて、担当教員とチーム・ティーチングでの指導による高度な技術・技能の習得、そこで身に付けた知識・技術及び技能も踏まえた難関資格取得への挑戦、伝統建築など地域の伝統産業を支える技術者・技能者の育成、年間20日間に及ぶ長期の産業現場における実践的な学習活動、産業界や関係諸機関等と連携を図るなどして地域の課題を解決する取組等、様々な特色ある取組が実施されている。

さらには、生徒の日頃の学習成果や高校生の視点で見た気づきを活かした製品について、試作品の製作、製品企画のプレゼンテーションを行うなどして、地元企業と連携した商品の開発から販売するまでの取組を体験することを通じて、将来、起業や会社経営を目指す生徒はもちろんのこと、それ以外の生徒に

においても社会の変化に対応したビジネスアイデアを提案して商品化することができるような、アントレプレナーシップ（起業家精神）の育成を図る実践的な取組も行われている。

工業科以外の農業、水産、家庭等の学科においても、地域産業を活かしたものづくりのスペシャリスト育成に関する教育が展開されている。例えば、農業科においては、米の消費拡大につながる新たな商品開発に向けた研究や、地域の農村女性起業家との連携による地域特産品やブランド品の共同開発が行われている。水産科においては、未利用資源を貴重な水産資源として有効活用する方法を研究し、地域の特産品を開発するなどの取組や、水産教育と環境教育、起業家教育を融合させた教育が行われている。家庭科においては、専門学校と連携して、テレビ会議システムを使って最新のファッション情報を入手し、国体のユニフォームをデザインするなど、企画から製品製作まで、多くの人に受け入れられる品質の高いものづくりを進めている。

コラム

地域におけるものづくり人材育成の取組 —山形県・岩手県等—

—山形県での取組—

2014年から、教育界、産業界、関係機関等の有志が連携し、「やまがたメイカーズネットワーク（YMN）」を組織し、「県内の小・中学校、特別支援学校、高等学校に県産部材を活用した手作りの3Dプリンタを導入し、教育活動への活用や変化の激しい時代を生き抜くために必要な能力を身に付けさせるための教育活動を展開し、やまがたの次代を担う人材を育成する。」ことを目的としたプロジェクトの推進を図っている。

このプロジェクトでは、県内にある11校の工業科を設置する高等学校へ組立型3Dプリンタの導入、工業科を設置する高等学校によるものづくり体験教室や出前授業等の地域貢献活動の実施、モータやガイド用鋼材などの県内企業産の部材を活用した教育用3Dプリンタの開発、教育用3Dプリンタの小・中・高等学校・特別支援学校への導入、グループでの協同製作など創造的な教育活動の実践などの研究が行われている。

また、本事業では、工業科の教員が、専門性を深め実践的指導力の向上を図るため、長期休業期間等を活用して教育センターなどの関係機関等が主催する研修会に参加し、関連する技術・技能について研修する取組を実施している。

—岩手県での取組—

岩手県は、大阪府、東京都に次いで全国第3位のコネクタ出荷額を誇る。そのうち、約7割は宮古・下閉伊地域^{しもへい}で生産されており、国内を代表するコネクタの産地である。2014年に「宮古・下閉伊モノづくりネットワーク工業部会」の会員事業所において、高等学校の女子生徒を対象に就業体験の機会を与えることによって、将来の優秀な岩手女性技術者の育成・就業に資する取組を実践した。

実習の目標を「所属校の校章の製作」と定め、講師は全て就業体験を実施した企業の社員である機械加工の1級技能士や、地元大学工学部を卒業した女性技術者（いずれも宮古市出身）が担当した。



写真：教育用3Dプリンタを活用しての探究活動
(山形県立寒河江工業高等学校)

製品の研磨やマシニングセンタ（多数の工具を備え、プログラムによる制御に従って工具の着脱や切削加工などを自動的に行う数値制御工作機械）の活用によるアルミニウムの切削加工技術等の高度な技術・技能の習得に取り組んだ。

参加した生徒は、今回の就業体験を通して高等学校での学習と実社会との関連性をより明確に理解することができ、授業での取組態度や成績が飛躍的に向上した。あわせて、今回の就業体験は、授業の活性化はもちろんのこと自分自身の将来を自分自身で築き上げていこうとする意欲の向上にも役立っている。

そして、これらの積み重ねから、今まで以上に女性が輝く宮古・下閉伊地域社会の形成につながるが大いに期待されている。



写真：女性技術者の指導下での機械加工（岩手県立宮古工業高等学校）

－「全国産業教育フェア」における「全国高等学校ロボット競技大会」での取組－

2014年11月8日（土）から9日（日）、「第24回全国産業教育フェア宮城大会」において、「第22回全国高等学校ロボット競技大会」が、「頑張ろう東北！震災復興へ！築け！未来の新技术」のテーマのもと宮城県で開催された。

本競技大会は、全国産業教育フェアの中でも人気の高いプログラムの一つであり、「全国の工業科を設置する高等学校等で学ぶ生徒が、創造力を発揮して新鮮な発想で工夫を凝らし、仲間と協力しながらロボット競技大会への参加を目指し、その過程を通して高度な技術・技能を習得し、ものづくりへの興味・関心を高めさせるとともに、次世代を担う技術者としての資質を向上させる」ことを趣旨として開催された。

毎年、開催地の特色を活かしたストーリーと課題のもとに競技が行われ、第22回大会では、支倉常長ら宮城の先人の偉業にあやかり、「暴風雨など幾多の試練を乗り越えて、最後まで諦めず目的を成し遂げる」という競技イメージであるとともに、東北地方が東日本大震災から復興を成し遂げるという強い志を表現した競技であった。

競技の概要は、競技時間3分間で暴風雨に見立てたプラスチックボトルを相手コートに打ち合う対戦型競技である。競技終了時における相手コート内に入ったプラスチックボトル（暴風雨）と自コート内の青葉城に届けた缶詰（贈り物）による得点により勝敗を決するもので、全国各地の厳しい予選を勝ち抜いた128チームが出場し、熱戦が繰り広げられた（優勝：熊本県立御船高等学校）。



写真：文部科学大臣賞をかけた決勝戦
（熊本県立御船高等学校 対 富山県立砺波工業高等学校）



写真：経済産業大臣賞を受賞したロボット
（大分県立鶴崎工業高等学校）

(5) 専修学校の人材育成の現状及び特色ある取組

①専修学校の人材育成の現状

高等学校卒業者を対象とする専修学校の専門課程（専門学校）では、2014年度現在、工業分野の学科を設置する学校は466校（公立2校、私立464校）となっており、7万6,934人（公立150人、私立7万6,784人）の生徒が在籍している。2013年度の卒業生2万9,230人のうち約82%が就職しており、そのうち関連する職業分野への就職率は約75%を占めている。

②専修学校の人材育成の特色及び取組等

人口減少、少子・高齢化社会を迎える我が国にとって、経済成長を支える専門人材の確保は重要な課題である。専修学校は、職業や实际生活に必要な能力の育成や、教養の向上を図ることを目的としており、地域の産業を支える専門的な職業人材を養成する機関として、ものづくり分野においても、地域の産業界等と連携した実践的で専門的な知識・技術を向上させる取組を各地で行っている。このような取組は、ものづくり人材の養成はもとより、地域産業の振興にも大きな影響を与えている。

また、企業内教育・訓練の変化や、職業人に求められる知識・技能の高度化、産業構造の変化等の中で職業・業種の変更を迫られるケースが増加していることに伴い、専修学校においても、就業者の職業能力の向上や離職者の学び直しなど、社会人の学習ニーズに対する積極的な対応が期待されている。

文部科学省では、専修学校において産業界等のニーズを踏まえた中核的専門人材養成を戦略的に推進していく観点から、各成長分野における人材育成に係る取組を先導する広域的な産学官コンソーシアムを組織化し、中核的専門人材養成のための新たな学習システムを整備する取組を行った。

さらに、「高等教育における職業実践的な教育に特化した新たな枠組みづくり」に向けた専修学校の専門課程における先導的試行として、企業等との密接な連携により、最新の実務の知識等を身に付けられるよう教育課程を編成し、より実践的な職業教育の質の確保に組織的に取り組む「職業実践専門課程」を文部科学大臣が認定し、奨励している（学校数673校、学科数2,042学科（2015年2月17日現在））。

コラム

専修学校における中核的な役割を果たす専門人材を養成するための取組－日本工学院八王子専門学校－

日本工学院八王子専門学校では、2012年度から文部科学省より「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業の委託を受け、東京五輪開催に向けた社会インフラの再整備やこれまでに整備されたインフラの老朽化等に伴うメンテナンス等により、人材需要が高まることが予想される「社会基盤（土木・建築）分野」において、産学官でコンソーシアムを設立し、全国版モデルカリキュラム開発等に取り組んでいる。

3年目を迎えた2014年度は、全国版モデルカリキュラムやシラバス等を完成させるとともに、社会人等の学び直しニーズに応えるため、様々なニーズに合わせてモデルカリキュラムの一部を履修することのできるモデルコースを開発した。また、全国版モデルカリキュラムを地域の特性を踏まえたカリキュラムにしていくため、圏央道や多摩ニュータウンなど多様なインフラがある多摩（八王子）地域において、建設会社の若手社員や建設業への従事希望者などを対象に、BIM^{注3}・CIM^{注4}等の先端技術や建設業の資格と仕事を学ぶ3種類の実証講座を実施し、地域における人材育成を進めている。

今後は、地域連携、企業連携等を深めながら、これまで開発したカリキュラム等を地域の特性を踏まえつつ普及させていく予定である。



写真：「多摩地域における実証講座」風景

注3 BIM

「Building Information Modeling」の略称。コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築すること。

注4 CIM

「Construction Information Modeling」の略称。コンピュータ上に作成した3次元形状情報に加え、材料・部材の仕様・性能、コスト情報等、構造物の属性情報を併せ持つ構造物情報モデルを構築すること。

(6) ものづくりへの関心・素養を高める理数教育の充実等

①小・中・高等学校の各教科におけるものづくり教育

我が国の競争力を支えているものづくりの次代を担う人材を育成するためには、ものづくりに関する教育を充実させることが重要である。文部科学省では、2008年に小・中学校の学習指導要領、2009年に高等学校の学習指導要領を改訂し、小学校の「理科」「図画工作」「家庭」、中学校の「理科」「美術」「技術・家庭」、高等学校「芸術」の工芸や「家庭」など関係の深い教科を中心に、それぞれの教科の特質を踏まえ、ものづくりに関する教育を行うこととしている。例えば、小・中学校の「理科」では、原理や法則の理解を深めるためのものづくりなど、科学的な体験を充実している。中学校の「技術・家庭（技術分野）」では、技術が生活の向上や産業の継承と発展に果たしている役割について関心を持たせるとともに、ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、基礎的な知識と技術を習得し、技術を評価・活用する能力と態度を育成することとしている。現行の学習指導要領は小学校で2011年4月から、中学校では2012年4月から全面实施されており、高等学校でも2013年4月から年次進行で実施されている。

②科学技術を支える理数教育の充実

ものづくりの関心・素養を高めるためには、科学技術の土台となる理数教育の充実を図ることは重要であり、現行の学習指導要領の「理科」や「算数・数学」では、国際的な通用性や小・中・高等学校の各学校段階の円滑な接続等の観点から指導内容の充実を図り、観察・実験やレポートの作成、論述、自然体験

などに必要な時間を十分確保するため、理数系科目の授業時数を増やすなどの改善を図ったところである。

また、将来の国際的な科学技術人材の育成等を目的として、先進的な理数教育を実施する「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」や、全国の高校生等が理科・数学等における筆記・実技の総合力を競う「科学の甲子園」、その中学生版である「科学の甲子園ジュニア」等の取組を通じて、実社会における科学技術との関連の中で児童生徒の学ぶ意欲や探究心の向上を図っている。

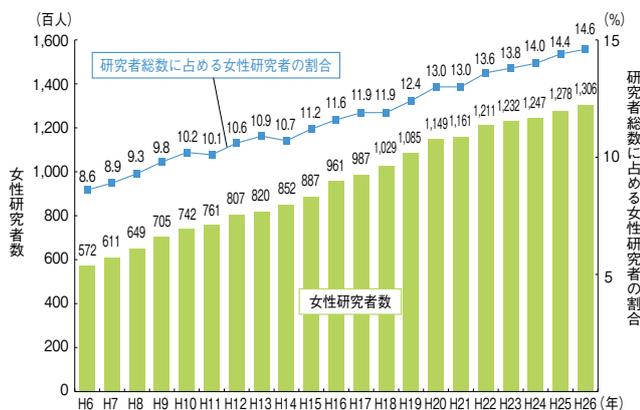
さらに、教員にとって負担の大きい実験の準備・調整等の業務を軽減し、指導に注力できる環境を整えるための理科観察・実験アシスタントの配置支援や教員の観察・実験の技能を磨き資質や指導力の向上を図るための理科の観察・実験指導等に関する研究協議の実施を進めている。あわせて、「理科教育振興法」に基づき、観察・実験に係る理科教育設備の充実を図っており、これらを通じて、理数教育充実のための人的・物的の両面にわたる総合的な支援を実施している。

(7) ものづくりにおける女性の活躍促進

①女性研究者への支援

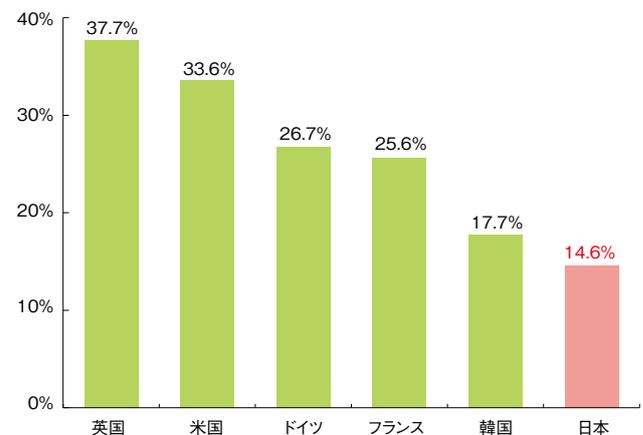
女性研究者の活躍を促し、その能力を発揮させていくことは、我が国の経済社会の再生・活発化や男女共同参画社会の推進に寄与するものである。しかし、我が国の女性研究者の割合は年々増加傾向にあるものの、2014年3月31日現在で約15%であり、諸外国と比較すると依然として低い水準にある（図312-7、図312-8）。

図312-7 日本における研究者総数に占める女性研究者の割合



資料：総務省「科学技術研究調査」を基に文部科学省作成

図312-8 研究者に占める女性割合の国際比較



資料：総務省「科学技術研究調査」(日本：2014年時点)
 「OECD "Main Science and Technology Indicators"」
 (英国、ドイツ、フランス：2011年時点 韓国：2012年時点)
 「NSF Science and Engineering Indicators 2014」(米国：2010年時点)

文部科学省では、文部科学省において設置された『女性の研究推進』タスクフォースの検討も踏まえ、2015年度からは、「研究環境のダイバーシティ実現イニシアティブ」を開始し、女性研究者の研究と出産・育児・介護等との両立や女性研究者の研究力向上等を一体的に推進する大学等を重点支援するとともに、「特別研究員（RPD）事業」として出産・育児による研究活動の中断後の復帰を支援する取組を拡充するなど、女性研究者への支援の更なる強化に取り組んでいく。

② 理系女子支援の取組

次世代を担う人材を育成するための取組の一環として、科学技術振興機構では、「女子中高生の理系進路選択支援プログラム」を実施している。これは、科学技術分野で活躍する女性研究者・技術者、女子学生等と女子中高生の交流機会の提供や実験教室、出前授業の実施等を通して女子中高生の理系分野に対する興味・関心を喚起し、理系進路選択の支援を行うプログラムである。

その一つとして、大阪府立大学が大阪府立産業技術総合研究所の協力の下で実施した取組がある。この取組に参加した女子中高生たちは、講演やグループトークを通じ、女性研究者の在り方を学び、自身の理系進路選択について考えを深めた。また、生徒たちの興味・関心を喚起するため、体験実習や施設見学も併せて実施している。中学生は花の色素を利用した太陽電池を作製し、高校生は備長炭を使った酸化還元反応を利用して電池を作製した。さらに、施設見学の際には、金属やプラスチック粉末をレーザー光で固め複雑な造形物を作る3D プリント技術が、人工関節などへ応用されるものであることが説明された。

こうした取組を通じ女子中高生の理系分野への興味・関心を高め、より多くの自然科学分野で活躍する女性の育成を推進していく。

(8) 経済成長を担うグローバル人材の育成の取組

グローバル化した社会で活躍できるものづくり人材を育成するためには、工学系分野をはじめとする大学教育の国際競争力を強化するとともに、学生の海外留学を促進すること、また、海外でのインターンシップを通じた実践的な経験により、海外でビジネスができる素養を育むことが重要である。

文部科学省は、2014年度から、我が国の高等教育の国際通用性と国際競争力の向上を目的に、海外の卓越した大学との連携や大学改革により徹底した国際化を進める大学を支援する「スーパーグローバル大学創成支援」を開始し、37大学を採択した。また、2012年度から「経済社会の発展を牽引するグローバル人材育成支援」において、充実した英語教育のほかインターンシップの実施等、グローバル人材として求められる能力を育成する大学の取組を支援するほか、「大学の世界展開力強化事業」では、海外の工学系高等教育機関とのダブルディグリー・プログラムの実施等、我が国にとって戦略的に重要な国・地域との間で、質保証を伴った大学間交流の取組を行う大学を支援している。



写真：太陽電池の体験実習風景
ピペットを用いて電解液を滴下（大阪府立大学）

幅広い分野で活躍する実践的・創造的技術者の育成を使命とする高等専門学校では、海外に拠点を持つ企業の支援・協力を得て、国際的に活躍できる技術者養成を目的とした「海外インターンシッププログラム」を実施している。高等専門学校生を海外企業へ派遣し、国際的に展開する企業の現場を直接見て実際に業務を体験することにより、異文化理解やコミュニケーション能力などの国際感覚の涵養に取り組んでいる。各プログラムは、単なる見学にとどまらず、実際に現場で直面している問題の解決策を見出すことを課題として課したり、現地の従業員とのコミュニケーションの機会を設けたりするなど、特色ある効果的な業務体験内容となっている。

また、大学、専門学校においては、我が国の成長分野における職業実践的な教育の質の向上・保証の仕組みや社会人等の実践的な職業能力を育成する効果的な学習体系の構築に向けたカリキュラムの開発・実証及び取組成果の評価等を行うとともに、各分野に共通する国際的な質保証や相互交流を促進する取組を支援している。

経済産業省は、我が国若手グローバル人材の育成や中小企業等の海外展開、インフラビジネスの獲得等に向け、2012年度より若手社会人・学生等を途上国の政府関係機関等に3～6か月派遣し、就業体験をさせる「国際即戦力育成インターンシップ事業」を（一財）海外産業人材育成協会（HIDA）とJETROへ委託して実施している。インターンの受入先は経済産業省、HIDA及びJETROの有するネットワークに加え、我が国での研修経験者による同窓会（HIDA-AOTS同窓会）とのネットワークを活用して開拓している。2014年度は社会人及び学生等計191名を17か国へ派遣した。

インターンシップの結果、派遣されたインターンの異文化適応能力、問題解決能力及び語学力等が向上したほか、企業所属の派遣者の約7割から、本事業が所属先の将来的なビジネス展開に具体的につながる可能性があるとの回答が寄せられた。過去3年間の取組について高い評価が得られ、2015年度以降の事業の実施についても多数の企業から関心が寄せられている。

第2節 ものづくり人材を育む教育・文化基盤の充実

1. キャリア教育・職業教育の充実

(1) キャリア教育・職業教育の充実

2011年1月31日、中央教育審議会において「今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について」の答申が行われた。

(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1301877.htm)

答申では、若年者の完全失業率や非正規雇用率の高さ、若年無業者や新卒者の早期離職者の存在など「学校から社会・職業への移行」が円滑に行われていないこと、また、コミュニケーション能力など職業人としての基本的な能力の低下や職業意識・職業観の未熟さ、進路意識・目的意識が希薄なまま進学する者の増加など、「社会的・職業的自立」に向けた課題が見られることを指摘している。

このような中において、学校教育は重要な役割を果たすものであり、答申では、人々の生涯にわたるキャリア形成を支援する観点から、次の三つの基本的方向性に沿った具体的な方策が提言されている。

- ・ 幼児期の教育から高等教育に至るまでの体系的なキャリア教育の推進
- ・ 実践的な職業教育の重視と職業教育の意義の再評価
- ・ 生涯学習の観点に立ったキャリア形成支援（生涯学習機会の充実、中途退学者などの支援）

この答申を踏まえ、文部科学省では、キャリア教育実践のための指導用資料（小・中・高等学校）の作成やインターンシップの促進、高等教育段階における教育課程の内外を通じた社会的・職業的自立に取り組むための体制整備（大学設置基準・短期大学設置基準の改正）、専門学校等の教育機関や産業界との連携による成長分野等における中核的専門人材養成の推進など各学校段階を通じたキャリア教育・職業教育の充実に取り組んでいる。

職業に関する学習が生涯にわたり行われるためには、その基盤として、様々な職業に必要な能力と、その修得に必要な学習内容が明確化されることが必要である。その際、人々がキャリア形成を図る上での指針・評価指標として、それぞれの職業に必要な能力と、これを修得するための教育プログラムの質が保証・明確化され、相互の関係が体系化・明確化されていることが重要である。

現在、政府は、成長分野における人材の育成・確保を図るため、実践的な職業能力評価の評価・認定制度（キャリア段位制度）を構築するとともに、それに基づく育成プログラムの整備や労働移動の円滑な仕組みづくりを含めた全体を、「実践キャリア・アップ戦略」として推進しており、大学・専門学校等との連携による学習プログラムの構築にも取り組んでいる。これ

まで、「介護プロフェッショナル」「カーボンマネジャー」「食の6次産業化プロデューサー」の3分野について、実践的な職業能力の評価の基準、育成プログラム等について検討を行った上で、2012年度より、レベル認定を実施している。

(2) 社会人の学び直しの取組

社会人となった若者が転職や昇進のために大学等で学び直しを行うことの重要性が高まっているが、教育資金の問題や、企業ニーズに合ったプログラムが大学等にないといった問題により断念している状況が見受けられており、2013年6月に閣議決定された日本再興戦略においても、女性のライフステージに対応した活躍支援や、若者の活躍促進等で、社会人の学び直しが挙げられており、さらに、2014年6月に閣議決定された「日本再興戦略」改訂2014においても、女性のための学び直しの地域ネットワークの創設などの体制整備が盛り込まれている。

文部科学省においては、2014年4月より若者等の学び直しの支援のための奨学金制度の弾力的運用を行うとともに、大学、大学院、専門学校等が産業界と協働して、高度な人材や中核的な人材の育成等を行うオーダーメイド型の職業教育プログラムの開発・実施を推進している。

2. ものづくりの理解を深めるための生涯教育

(1) ものづくりに関する科学技術の理解の促進

科学技術振興機構が運営する「日本科学未来館」では、先端の科学技術を分かりやすく紹介する展示の制作や解説、講演、イベントの企画・実施などを通して、研究者と国民の交流を図っている。常設展示「未来をつくる」では、「創造力」をテーマにした「技術革新の原動力」、「情報社会」をテーマにした「アナグラのうた」、「くらし」をテーマにした「2050年くらしのかたち」などの展示を通じ、持続可能な社会システムや人間の豊かさを実現する未来について考える機会を提供している。

また、制作した展示や得られた成果を全国の科学館に展開することで、全国的な科学技術コミュニケーション活動の活性化に寄与している。「日本科学未来館」が提供する実験教室は、第一線の研究者と科学コミュニケーターと一緒に作り上げている。「導電性プラスチックを作ろう～有機ELへの応用」などのプログラムでは、実験と対話を通じて、先端科学技術への理解を深めるとともに、子供に「ものづくり」の面白さを伝えるなどの取組を実施している。

さらに、科学技術振興機構では、生活の中で目にする様々な製品の製造工程を、科学技術の動画ライブラリ「サイエンスチャンネル」内コンテンツ「THE MAKING」で紹介している。

(2) 公民館・博物館などにおける取組

地域の人々にとって最も身近な学習や交流の場である公民館や博物館などの社会教育施設では、ものづくりに関する取組を一層充実することが期待されている。

公民館では、地域の自然素材などを活用した親子参加型の工作教室や、高齢者と子供と一緒にものづくりを行うなどの講座が開催されている。こうした機会を通じて子供たちがものを作る楽しさの過程を学ぶことにより、ものづくりへの意欲を高めるとともに、地域の子供や住民同士の交流を深めることができ、地域の活性化にも資する取組となっている。

博物館では、実物、模型、図表、映像などの資料の収集・保管・展示を行っており、日本の伝統的なものづくりを後世に伝える役割も担っている。最近はものづくりを支える人材の育成に資するため、子供たちに対して、博物館資料に関連した工作教室などの「ものづくり教室」を開催し、その楽しさを体験し、身近に感じることができるよう取組も積極的に行われている。

また、「(独) 国立科学博物館」では、自然史や科学技術史に関する調査研究と標本資料の収集・保管を行い、人々のものづ

くりへの関心を高める展示・学習支援活動を実施している。展示においては、ものづくりに関連して、常設展では「科学と技術の歩み」をテーマに江戸時代以降における我が国の科学技術の発展について実物資料を中心に展示している。あわせて、人々の興味や関心の高いテーマの特別展や企画展を開催しており、特別展「ヒカリ展」では、様々な光を駆使して、人類が宇宙や地球の様々な現象を明らかにし、また、光をどのように利用しているかを展示するとともに講演会等を開催し、科学の面白さや奥深さを体感し学べる機会を提供した。また、企画展においては、経済産業省の「ものづくり日本大賞」を受賞した人材や技術を紹介する「ものづくり展」を2006年度以降開催しており、第5回（2013年度から2014年度）では、多くの来館者に日本のものづくりの優れた技術を紹介した。このほか、世代別の学習プログラムの普及を行うとともに、体験活動等を通して、自然史や科学技術史についての理解を深め、ものづくりへの関心を高める学習支援活動を実施している。

コラム

産業講座での現場見学とものづくり体験－愛媛県総合科学博物館－

愛媛県総合科学博物館では、毎年約40の博物館講座を開催している。講座の分野は多岐に渡り、自然・科学・産業をカバーしている。このうち産業分野の講座では、愛媛の産業史等を学ぶことを目的に産業の現場見学やものづくり体験を行っている。

2014年度の現場見学では、「化学工場見学会」と題して、市内にある住友化学株式会社愛媛工場を訪れた。住友化学株式会社は、新居浜で生まれた日本トップクラスの総合化学メーカーである。工場見学の際、受講者からは「化学工場はどのように発展してきたのか?」「現在はどうのような製品が製造されているのか?」等、多くの質問が出た。現場の方からの丁寧な説明を受け、充実した工場見学となった。参加した高校生からは、次のような感想が寄せられた。「普段だと絶対に入れないような場所を見学することができて、すごくいい経験になりました。自分の将来の夢は材料系のものを作りたいと思っているので、今回の講座はものすごく役に立ちました。」

ものづくり体験では、「粘土をこねて砥部焼とべやきづくりに挑戦!～夏休みの宿題、大作戦～」と題し、愛媛の伝統産業である砥部焼づくりに講座を開催した。砥部焼の歴史について学ぶと共に、参加者自身で粘土をこねて形をつくり砥部焼を完成させることで、ものづくりの難しさや楽しさを感じてもらうことができた。また、ものづくり体験の講座では実際にその産業に従事している方を講師に招いているため、業界の現状をダイレクトに知ることができる点も参加者に評価されている。

博物館では、今後さらにもものづくりの現場と地域を結ぶハブとなれるよう事業を展開していきたいと考えている。



写真：砥部焼づくり講座の様子

3. 伝統的なものづくり技術等の後世への伝承

(1) 重要無形文化財の伝承者養成

文化財保護法に基づき、工芸技術などの優れた「わざ」を重要無形文化財として指定し、その「わざ」を高度に体得している個人や団体を「保持者」「保持団体」として認定している。

文化庁では、重要無形文化財の記録の作成や、重要無形文化財の公開事業を行うとともに、保持者や保持団体などが行う研修会、講習会や実技指導に対して補助を行うなど、優れた「わざ」を後世に伝えるための取組を実施している。

(2) 選定保存技術の保護

文化財の保存のために欠くことのできない伝統的な技術又は技能で保存の措置を講ずる必要のあるものを選定保存技術として選定し、その保持者又は保存団体を認定している。

文化庁では、選定保存技術の保護のため、保持者や保存団体が行う技術の錬磨、伝承者養成等の事業に対し必要な補助を行っている。また、選定保存技術の公開事業を行っており、2014年度は岩手県盛岡市において「日本の技体験フェア ふれてみよう！文化財を守り続けてきた匠の技」を開催した。

コラム

2014年度選定保存技術公開事業「日本の技体験フェア ふれてみよう！文化財を守り続けてきた匠の技」

2014年度選定保存技術公開事業「日本の技体験フェア ふれてみよう！文化財を守り続けてきた匠の技」においては、文化財庭園保存技術者協議会等の31の選定保存技術保存団体ごとにブースを設置して、団体の活動や材料などの製作工程を分かりやすく紹介するパネル展示や伝統的な修理技法に用いられる材料や道具の展示、屋根葺き、オリジナルの箸づくり、竹の手箒（てぼうき）づくり、伝統的な文様（組子）のコースターづくりなどの体験コーナーを設けた。

多くの来場者が、選定保存技術保存団体の展示・実演・体験コーナーに立ち寄り、中でも体験コーナーは子供たちにも好評で、熱心に取り組む姿が見られた。



写真：竹の手箒（てぼうき）づくりの体験
文化財庭園保存技術者協議会

第3節 産業力強化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

「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、2013年度末の時点で40件以上になる。

2014年度は、実施領域名を「一般領域」から「最先端研究基盤領域」と変更し、領域の趣旨を明確化するとともに、従来の「グリーンイノベーション領域」で行っていた太陽光発電や蓄電池、燃料電池分野を拡充した。

また、PM2.5等をはじめとする大気や水、土壌、屋内環境等における様々な問題解決分野を含めた領域として、「環境問題解決領域」を新たに設置した。

コラム

はやぶさ2 -小惑星探査機に込められた日本のものづくり-

小惑星探査機「はやぶさ2」は、世界で初めて小惑星「イトカワ」から微粒子を持ち帰り注目を集めた「はやぶさ」の後継機として、2014年12月、鹿児島県の種子島宇宙センターからH-IIA ロケット26号機により打ち上げられた。「はやぶさ2」は現在、探査の対象である小惑星「1999 JU3」へ向け、宇宙空間での航行を続けている。「1999 JU3」はC型小惑星と呼ばれ、岩石質の小惑星の中でも始原始的な天体で、「はやぶさ」が探査した「イトカワ」よりも有機物や含水鉱物を多く含んでいると考えられている。これらの有機物等のサンプルを採取し、2020年の暮れに地球へ持ち帰ることが、「はやぶさ2」のミッションである。

「はやぶさ2」では「はやぶさ」から技術的に進歩した点が多くある。例えば、太陽熱などの影響を受けていない有機物を含んだ地下の石や砂を採取するため、小惑星に銅板を衝突させて人工クレーターを作る装置（衝突装置）を新たに搭載した。この衝突装置では、衝突体をどのように高速に加速させるかが高い技術ハードルであったが、爆薬を使用して加速を行うこととし、大量の爆薬を扱いながら装置の密閉性を確保しつつ、更に軽量化を実現した。また、「はやぶさ」で使用されたイオンエンジンについても、長寿命化させつつ推進力を25%向上させた。「はやぶさ2」の機体や搭載装置の開発には、大手メーカーから数人の町工場まで100社以上が携わっており、日本のものづくり技術が結集されている。



写真：(左) 小惑星に向け衝突装置を分離する様子、(右) 衝突装置試験の様子 (提供：宇宙航空研究開発機構 (JAXA))

(2) 最先端の大規模研究開発基盤の整備・活用の推進

① X線自由電子レーザー施設 (SACLA) の整備・共用

SACLA (Spring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser) は、波がそろっており、短パルスの光である「レーザー」と、原子を見分けることのできる高い空間分解能を持った輝度の高い光である「放射光」の両者の特徴を併せ持つ光である「X線自由電子レーザー」を利用できる世界最高性能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つつ開発・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、SACLAの共用開始後、早期に利用研究を開拓していくことを目的とした「X線自由電子レーザー重点戦略研究課題^{注5}」を実施し、2014年度には世界で初めて1兆分の1秒以下で起こる化

学結合形成に伴う分子の生成過程を直接観察するなど、最先端の成果を創出している。今後、医薬品や燃料電池の開発、光合成のメカニズムの解明など、幅広い研究分野で革新的な成果が生まれることが期待される。



写真：電子を光速近くまで加速するCバンド加速管

注5 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。

②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」を中核とし、国内の大学等のスパコンやストレージを高速ネットワークでつなぎ、多様な利用者のニーズに対応する革新的な計算環境を実現するものである。2012年9月末に共用を開始した HPCI を最大限活用し、画期的な成果創



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)

出、人材の育成、最先端計算科学技術研究拠点の形成を目指し、「次世代ものづくり」を含む戦略5分野^{注6}における研究開発や計算科学技術推進体制の構築を推進している。例えば、自動車の開発などで従来行われている風洞実験では実現が難しい、高速走行時に車両が蛇行した際の走行安定性をシミュレーションで実現することで、設計期間の短縮、コスト削減による産業競争力の強化への貢献が期待されている(図331-1)。

図331-1：蛇行運転時の高速走行安定性解析



提供：広島大学、北海道大学、(株)マツダ

③ポスト「京」の開発(フラッグシップ2020プロジェクト)

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ため、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、世界トップレベルのスーパーコンピュータと、課題解決に資するアプリケーションを協調的に開発するプロジェクトを2014年度より着手している。創薬・エネルギー・ものづくり分野を含む9の重点課題を選定し、今後、本格的な研究開発が進められる。

④大型放射光施設(SPring-8)の共用

SPring-8(Super Photon ring-8 GeV)は世界最高性能の放射光を利用する施設である。放射光を用いることで微細な物質の構造や状態の解析が可能なることから、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の産業利用に関する課題数は、全利用数の2割を超えており、放射光を用いたX線計測・分析技術は、材料評価において欠くことができないツールとして、企業のものづくりに関する研究開発を後押ししている。



写真：SPring-8及びSACLA全景

注6 「京」を中核としたHPCIを最大限利用して画期的な成果を創出し、社会的・学術的に大きなブレイクスルーが期待できる分野として、以下の五つの分野を設定している。

分野1：予測する生命科学・医療及び創薬基盤 分野2：新物質・エネルギー創成 分野3：防災・減災に資する地球変動予測
分野4：次世代ものづくり 分野5：物質と宇宙の起源と構造

⑤大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の整備・共用

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) 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やミュオン (素粒子の一種) 等を利用して、新たな燃料電池用触媒の研究開発や機能性高分子材料の開発を行うなど、様々な産業利用に貢献している。特に中性子は、X線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、X線との相補的な利用が期待されている。2015年は加速器の高度化を進め、利用運転における物質・生命科学実験施設への1メガワットのビーム供給を目指す計画となっている。この計画により今後、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の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。

事例1：水素から電子を取る貴金属フリー触媒の開発、*Science*, 339, 682 (2013)

事例2：ITER (国際熱核融合実験炉) 核融合炉用超伝導ケーブルの性能評価【(独) 日本原子力研究開発機構 (JAEA) 核融合研究所、J-PARC センター】

事例3：中性子、X線、可視光を相補的に利用した機能性高分子材料の開発、*Macromolecules* (2013)

(3) 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、エネルギーの制約等の問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・レアメタル等) の革新的な代替材料開発を目指し、四つの材料領域 (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。

(独) 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。

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、産業界をはじ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。

ー先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業ー

採択機関の一つである室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構では、CVI 連続炉や高温超微小硬さ試験機を始めとする最先端の分析機器・加工設備 (図331-2 (a) (b)) を共用利用に供することで、「素粒子研究向けの加速器ターゲット」、「航空宇宙用の軽量耐熱素材」、「長寿命・高安全性を有するエネルギー素材」の開発等の最先端研究から「北海道仁木産天然ゼオライトを基にした土壌中の微細組織の分析」、「産業廃棄物の処理とその再利用」等の地域産業育成に至るまで、幅広い分野で貢献している。

これらの共用事例の一つとして、産業廃棄物を再利用した新商品開発がある。化学繊維、珪藻土^{けいそうど}を大量に含む産業廃棄

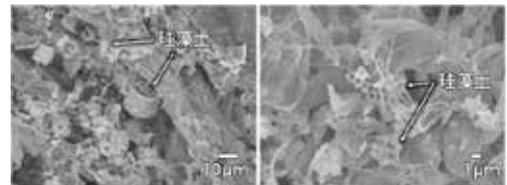
物を特殊処理する事で、軽量で丈夫な脱臭・防湿性に優れた建材および肥料原料としての商品開発が進められている（図331-3 (a)）。産業廃棄物のリサイクルは自然環境保護に役立つだけでなく、新しい付加価値創出による地元企業の競争力強化に繋がる。また、最先端の共用事例として、耐照射・耐熱性に優れた高性能のSiC/SiC製の加速器ターゲットの開発が進められている（図331-3 (b)）。新しい加速器ターゲットは高エネルギー粒子による照射への耐性に優れ、既存ターゲットに比べ、ミュオン生成能力が格段に高い事から素粒子科学の更なる発展に寄与できると期待されている。

図331-2 複合極限環境評価法による
先進材料開発 (FEEMA) 事業で共用している最先端設備



(a) CVI 連続炉及び同装置を用い炭素被覆されたセラミックス繊維 (b) 最新型高温ナノインデンターと同装置のSPM機能を用いた圧痕画像

図331-3 複合極限環境評価法による
先進材料開発 (FEEMA) 事業の共用事例



(a) リサイクル処理した産業廃棄物の電子顕微鏡写真

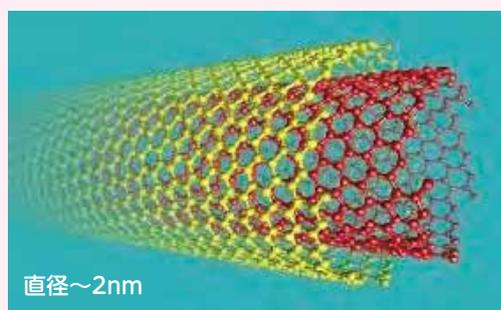


(b) SiC/SiC 複合材料製加速器用のターゲットのスケールモデル

ーナノテクノロジープラットフォーム事業ー

分子・物質合成プラットフォームの採択機関の一つである九州大学では、これまでに蓄積された分子・物質の合成とナノ構造構築に関わる九州大学の最先端研究設備等を活用して、産学官の外部研究者の要請に応じ、有機・無機、有機・無機複合材料の合成とナノ構造の構築及び機能解析支援を推進している。

代表的な支援事例として、2012年度に東レ株式会社がユーザーとなって行った「CNT 複合体の膜形成技術の開発」が挙げられる。東レでは、2層カーボンナノチューブの分散性を著しく向上させることでフィルム上への均一な塗布を可能とし、導電フィルムとしての利用に成功した。本成果の実現に当たっては、九州大学の保有する多彩な設備群を用いて開発したCNT分散液の分散性を定量化する分析手法が大きく貢献しており、その後、電子ペーパー用カーボンナノチューブ透明導電フィルムとして東レが開発に成功、製品化を実現している。また、現在では二者間での共同研究にも発展しており、ナノテクノロジープラットフォームが目指す産学連携が進展した事例として、一つのモデルケースとなっている。



直径~2nm



写真：(左) 2層カーボンナノチューブ、(右) 導電フィルムを用いた電子ペーパー

(4) その他のものづくり基盤技術開発**① 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や微細加工等の産業応用に必要不可欠な基盤技術である。そのため、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くことが必要である。

② ロボット研究に関する取組

文部科学省では、ロボット新戦略の三つの柱のうち【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が重要である。

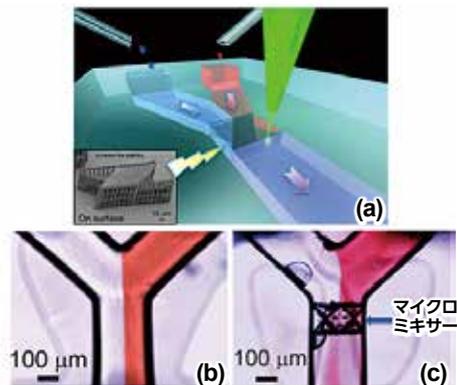
コラム**レーザー多光子過程の科学 – Multiphoton Process –****理化学研究所 光量子工学研究領域**

超短パルスレーザー光を物質に高強度で集光すると、多数の光子が瞬間的に物質中の原子や分子と相互作用する「多光子過程」という現象が起こる。この現象は、光強度が強い場所、すなわちレーザー光が集光する領域のみで選択的に起こすことができる。この特徴を用いることにより、それまで不可能であった透明材料の内部加工や熱影響のほとんどない材料加工、小型のコヒーレント軟 X 線光源等が実現されている。

— 透明材料の内部加工技術の実現 —

パルス幅が極めて短いフェムト秒レーザーを用いると、レーザーを集光した領域に発生する熱の周囲への拡散を抑制することができるため、ガラスなどの透明材料に対しては集光点近傍のみで多光子過程が起こり、外側の材料に熱の影響がほとんどない材料内部の3次元加工を行うことができる。この特長を利用して、フェムト秒レーザーによる3次元フォトニックデバイス、マイクロ流体デバイス、オプトフルイディスクなどの作製が実現している。しかし、この手法では、加工解像度の制約から、マイクロ流体デバイス内に微細なかつ複雑な3次元構造を有する機能素子を形成することが課題となっている。理化学研究所・光量子工学研究領域の研究チームは、フェムト秒レーザーを用いて、より微小で複雑な3次元マイクロ機能素子を、ガラスマイクロ流体構造内部に形成できる技術の開発に成功した。あらかじめガラスの中に作製されたガラスマイクロ流体構造内部に、後から3次元ポリマーマイクロ構造を付加することから、「ボトルシップ型フェムト秒レーザー3次元加工技術」と名付けた。フェムト秒レーザーの多光子吸収を用いることで、他の手法では不可能であった固体内部に後から3次元構造体を形成することを初めて実現した。本技術により作製した、ガラス内部に2液を効率よく混合するマイクロミキサーを備えた Y 字型マイクロ流体素子 (図331-4 (a)) では、マイクロミキサーを備えていないマイクロ流体素子 (図331-4 (b)) と比較して非常に短い距離で2液を効率よく混合できる (図331-4 (c))。

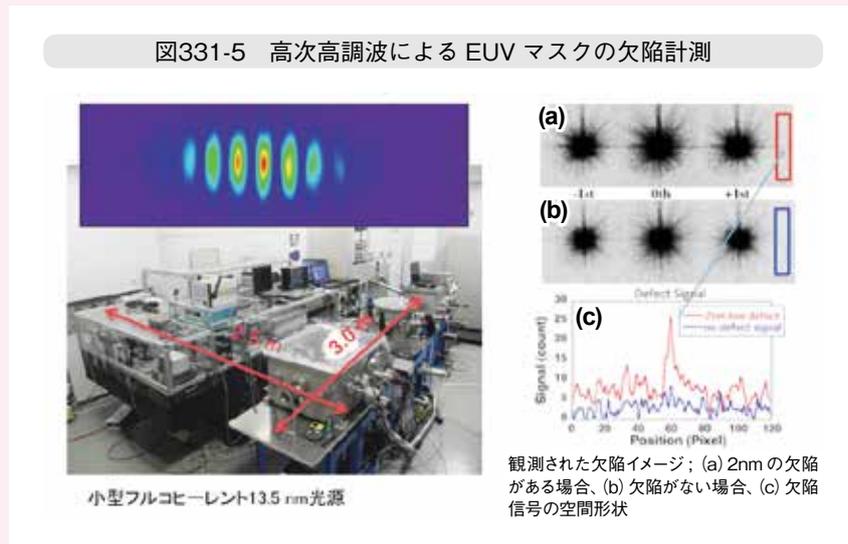
図331-4 マイクロミキサーが形成された Y 字型マイクロ流体素子

**— 小型のコヒーレント軟 X 線光源の実現 —**

高強度のフェムト秒パルスレーザーを気体に照射すると、より高次の多光子過程がおこり、照射レーザー光の振動数の整数倍の振動数を持つ光が発生する。これは「高次高調波」とよばれ、真空紫外 (VUV、波長30~200 nm) 領域から軟 X

線（XUV、波長1~30nm）領域にわたってレーザー光と同様に完全なコヒーレンスを有する光である。最近、高次高調波は次世代の半導体量産化技術において注目されており、特に波長13.5nmの軟X線を用いる「EUV リソグラフィ（extreme ultraviolet lithography: EUVL）」が次世代半導体量産化技術の本命と目されている。しかし、この EUVL では透過光学系が使用できないため、光学系は EUVL マスクを含めてすべて Mo/Si 多層膜の反射光学系を用いているが、このマスクや 13.5nm 光の集光鏡の欠陥や劣化を高精度で計測することが重要な課題となっていた。光量子工学研究の研究チームは、波長13.5nmの小型高次高調波光源を開発し、兵庫県立大学の研究グループと共同でコヒーレント EUV スキャトロメトリーと呼ばれる方法により、マスクの欠陥を2nmの精度で検出することに成功した（図331-5）。この小型高次高調波光源を EUVL に用いることにより、多層膜鏡の高精度検査やマスク欠陥の極微細検出が可能となり、半導体を量産化した際の品質管理の向上に著しく貢献することが期待されている。

フェムト秒レーザーの高出力化や短パルス化、波長変換技術などの進歩によって、多光子過程は基礎科学における研究対象から新しい産業応用を開くものとその発展が期待されている。



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。

こうした産学官連携活動は、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、2013年度は1万7,881件となった（図332-1）。また、2013年度の大学等における民間企業からの受託研究数は、6,677件となっており、大学等の特許権実施件数は、9,856件となっている。なお大学等発ベンチャー数は2013年度末で累計2,246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、資金調達が必要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、「大学発新産業創出拠点プロジェクト（START）」（2015年度より「大学発新産業創出プログラム（START）」として科学技術振興機構に移管して実施予定）では、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。なお、本プログラムではロボティクス分野も含めた技術シーズ発掘のための取組を新たに実施する予定である。

また、起業家・イノベーション創出人材育成のため、2014年度から実施している「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）」では、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。

さらに、「出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）」では、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実設・増資に際して出資又は人的・技術的援助を実施す

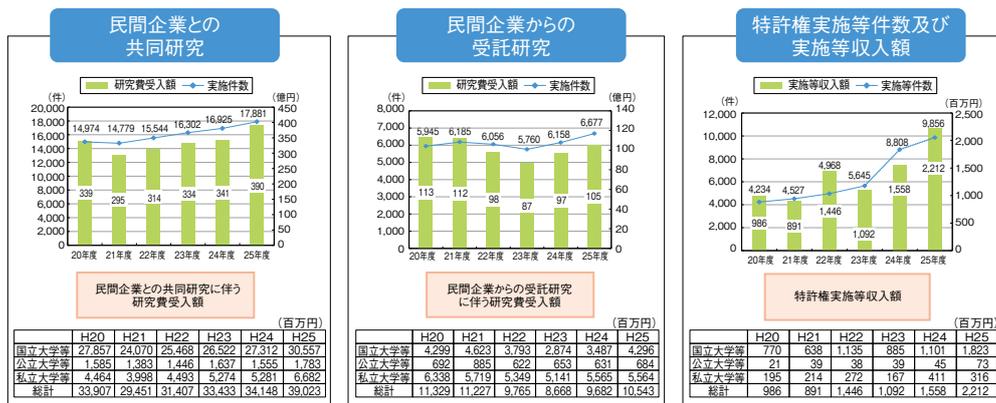
ることにより、当該企業の事業活動を通じて研究開発成果の実用化を促進している。

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、大学の研究成果を基にしたイノベーションが持続的に創出される環境である、イノベーション・エコシステムの構築に取り組んでいる。

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

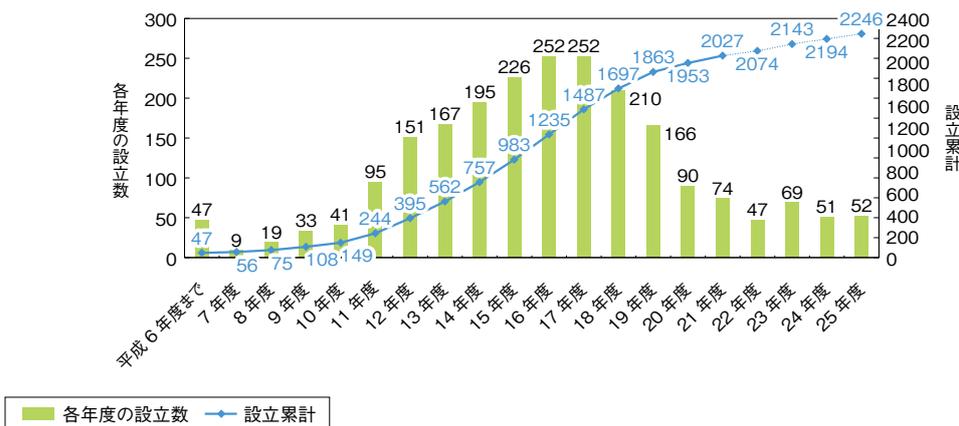
は、大学や公的研究機関、企業等が集い、世界と戦える大規模産学連携拠点を構築し、基礎研究段階から実用化までの研究開発を集中的に実施し、革新的なイノベーションの創出を目指す取組として、2013年度より「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM)」を実施している。2015年度から新たなCOI拠点として活動を行うものを含め、18のCOI拠点が活動を推進している。

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。
 ※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」の段階のものを含む)の数を指す。
 ※平成24年度実施状況調査に当たり、PCT出願を行い、各国移行する前後に実施許諾した場合等における、実施等件数の集計方法を再整理したため、点線としている。
 資料:文部科学省「平成25年度 大学等における産学連携等実施状況について」
 参照:http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1353580.htm

図332-2 大学等発ベンチャーの設立数累計



備考: 1. 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のため、設立累計を点線とした。
 2. 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。
 3. 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。
 4. 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25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を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。

コラム

産学官連携による長期的な研究開発が省エネルギー化の進展に貢献—2014年ノーベル物理学賞—

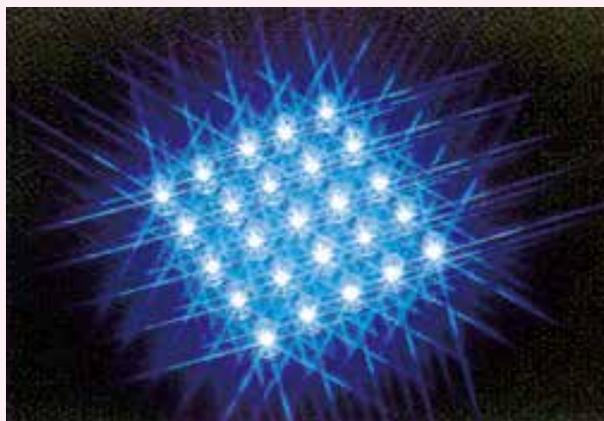
2014年、赤崎勇名城大学終身教授（名古屋大学特別教授）、天野浩名古屋大学大学院教授、中村修二カリフォルニア大学サンタバーバラ校教授がノーベル物理学賞を受賞された。この受賞は、省エネルギー高輝度白色光源の実現を可能とした高効率青色発光ダイオードの発明が高く評価されたものであり、三氏の成果は、長寿命でかつ省エネルギーなLED照明により地球環境への負荷の軽減など社会に極めて大きなインパクトをもたらしたものである。

このうち、赤崎教授の研究は、長い年月をかけて産学官連携により研究開発を進めた好事例である。

赤崎教授は科学研究費補助金による支援を受けるなどして研究を積み重ね、当時学生であった天野教授とともに1985年に窒化ガリウム（GaN）の高品質単結晶を実現した。

その後、豊田合成（株）が1987年から1990年に新技術開発事業団（現在の科学技術振興機構）の委託開発制度を利用し、赤崎教授の研究成果を基に窒化ガリウムの青色発光ダイオードの事業化を目指し、1995年に達成した。この研究開発の着手に当たっては、同事業団の職員が赤崎教授のことを学会誌で目に留めて研究室を訪問したことや、赤崎教授の講演会を聞いた同社が事業化を赤崎教授へ申し入れたことにより、大学のシーズと企業の開発ニーズをマッチングさせることができた。委託開発制度のプロジェクト「GaN 青色発光ダイオードの製造技術」は国に約56億円の実施料収入をもたらしている。これらは、企業の熱意と、公的資金による基礎研究から実用化までの研究段階に応じた息の長い支援が大きな成果を生んだ好例といえる。

今後、窒化ガリウムについては、発光ダイオードのみならず、電力損失を低減する高性能なパワーエレクトロニクスへの応用等、産学官の力を結集した研究開発・社会実装の推進により、圧倒的な省エネルギー化の進展に貢献することを目指している。



写真：(左) 青色発光ダイオード、(右) ノーベル物理学賞授賞式 Copyright © Nobel Media AB 2014. Photo: Alexander Mahmoud

(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）^{注7}は、2015年3月1日現在で36機関となっている。2013年度における特許実施許諾件数は3,596件となり、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）の開催や、イノベーション対話ツールの整備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。

(3) 産業力強化のための地域科学技術振興

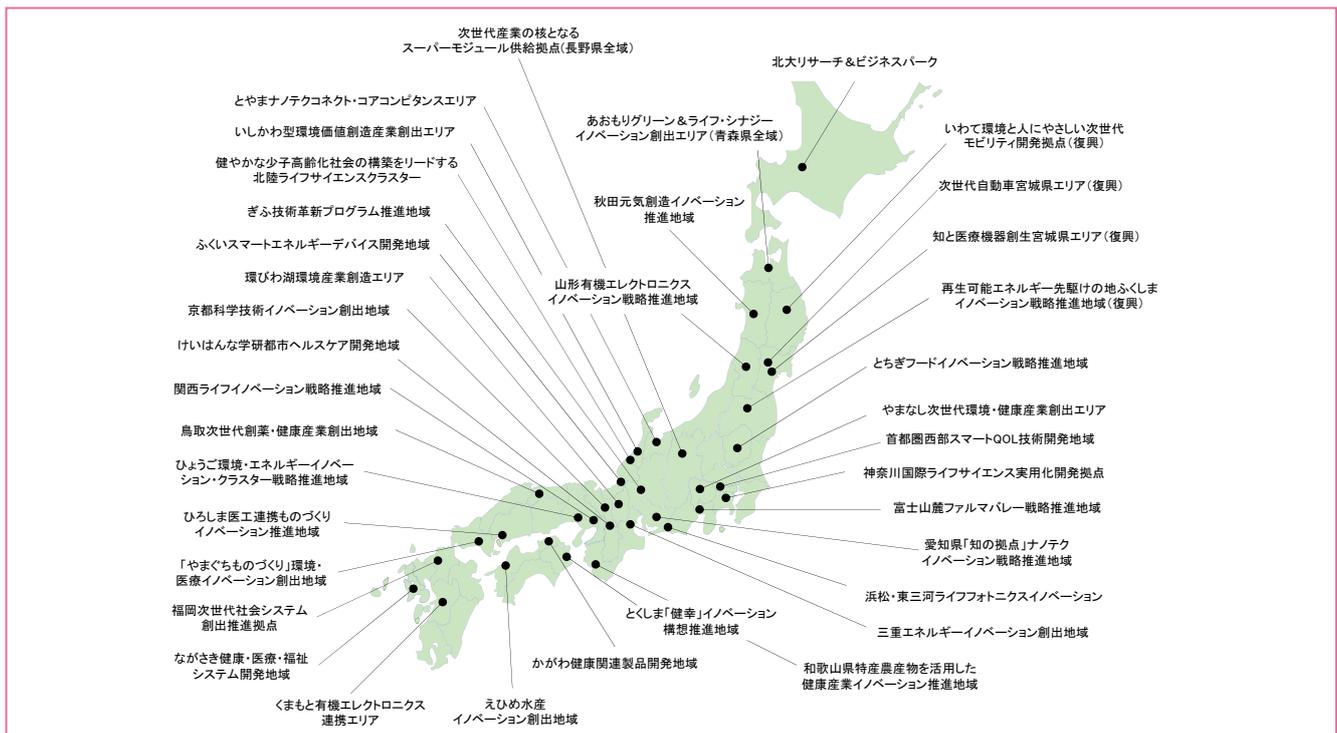
地域における科学技術の振興は、地域産業の活性化や地域住民の生活の質の向上に貢献するものであり、ひいては我が国全体の科学技術の高度化・多様化につながるものとして、国として積極的に推進している。

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た地域の産学官に新たに金融機関が加わり連携し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」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）」として復興庁と共同で選定を行い、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認められる地域に対し、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）。

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（2014年7月1日現在）



注7 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。

コラム

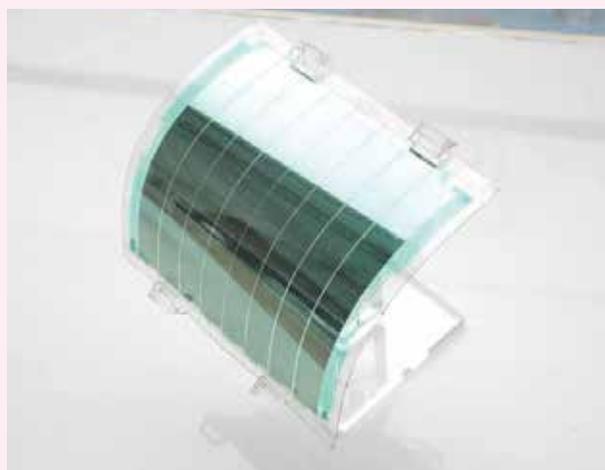
産学官連携による有機エレクトロニクス技術の事業化－山形モデルの地域イノベーションシステムの構築－

地域イノベーション戦略支援プログラム

文部科学省では、本プログラムにより、地域における科学技術イノベーション戦略の実現に大きく貢献すると認められる37地域に対し、知的財産の形成や人材育成など、ソフト・ヒューマンを重視した支援を実施している。

「山形有機エレクトロニクスイノベーション戦略推進地域」では、「山形の強み」である有機 EL 照明をはじめとした有機エレクトロニクス（有機 EL、有機太陽電池、有機トランジスタ）技術の更なる発展と地域における産業化促進のため、本プログラムを活用して、卓越技術者（イノベーター）を招へいし、県内外の企業と共同でプロセスイノベーションの中核技術（印刷によるデバイス製造技術）の実証・技術開発に取り組み、産学官連携による「有機エレクトロニクスといえば山形」の実現を目指している。本取組を通じて、有機 EL 照明を中心に、軽く・薄く・曲げられる回路や発光デバイスなどの有機エレクトロニクス製品が生まれはじめ、有機エレクトロニクス関連産業の集積が進みつつある。

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、新事業創出・雇用創出に向けて、取り組んでいく。



写真：(左) 超軽量 / 薄型フレキシブル有機太陽電池、(右) フレキシブル有機 EL 照明パネル (50mm 角、100mm 角)