

## レポート

# 「超スマート社会」の実現に向けて： 企業研究者の現況からみた製造業のサービス化、 非製造業の知識集約度の向上への示唆

科学技術・学術基盤調査研究室 室長 伊神 正貫、上席研究官 神田 由美子

## 概要

本レポートでは、科学技術指標に掲載されている指標やそれらに関係した指標を用いて、日本の企業部門における産業分類別の研究者の状況を概観し、「超スマート社会」の実現に向けて今後生じうる、次のような変化及び示唆を提示する。①電気自動車の発展等の技術トレンドの変化により、産業分類間の研究者の移動、これまで採用対象ではなかった専門分野の研究者の採用等が生じ、産業分類内における研究者の専門分野構成に変化が生じる。②製造業では、迅速に人工知能やビッグデータ等の「情報科学」の知識導入を行うために、国内外の大学・公的研究機関や異業種等との協働・連携、新規・中途採用による研究人材の獲得、既存の研究人材のリカレント教育等が行われていく。③非製造業において、「超スマート社会」において期待されている極めて高度化されたサービスを実現するには、経済学等「人文・社会科学」の研究者の活躍促進も含めた、知識集約度の向上を考えていく必要がある。④企業部門における科学的知識の活用を促すには、博士号人材の活躍促進を考えていく必要がある。

キーワード：科学技術指標、超スマート社会、製造業・非製造業、情報科学、人文・社会科学

## 1. はじめに

第5期科学技術基本計画<sup>1)</sup>では、未来の社会の姿として「超スマート社会」が提示されており、その例として、ユーザーの多様なニーズにきめ細かく応えるべくカスタマイズされたサービスの提供、潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供等を示している。これらは、極めて高度化されたサービスと考えることができ、「超スマート社会」の実現には、製造業のサービス化に加え、サービス業を含む非製造業においても知識集約度の向上が必要である。

ひるがえって日本の研究開発の状況はどうなってい

るのであろうか。図表1は主要国における企業部門の製造業と非製造業<sup>注1)</sup>の研究者数のバランスである。日本は製造業の割合が約9割、ドイツ、中国、韓国は約8割である。他方、米国は約6割、フランス、英国に関しては、製造業の割合が半分以下となっている。これらのデータは、日本の企業部門の研究開発は主要国と比べて製造業の重みが大いであることを示している。

本レポートでは、「科学技術指標 2017」<sup>2)注2)</sup>に掲載されている指標やそれらに関係した指標を用いて、製造業のサービス化、非製造業の知識集約度の向上、博士人材の活用といった観点から、日本の企業部門における産業分類別の研究者の状況を概観し、「超スマー

注1 日本の産業分類は日本標準産業分類に基づいた科学技術研究調査の産業分類を使用した。米国の産業分類はNAICSを使用しているが「Agriculture, Forestry, Fishing and Hunting」及び「Public Administration」は除かれているので、国際比較する際は注意が必要である。他国の産業分類については、国際標準産業分類(Rev.4)に準拠している。

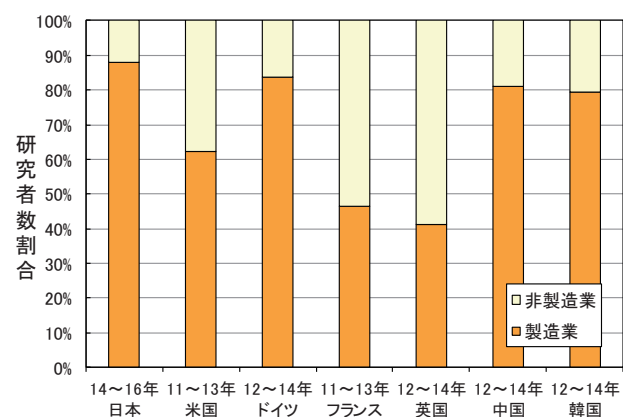
注2 「科学技術指標」は、我が国の科学技術活動を客観的・定量的データに基づき、体系的に把握するための基礎資料である。科学技術活動を「研究開発費」、「研究開発人材」、「高等教育」、「研究開発のアウトプット」、「科学技術とイノベーション」の5つのカテゴリーに分類し、約150の指標で我が国の状況を表している。最新版は2017年8月に公表した「科学技術指標 2017」である。

ト社会」の実現に向けて今後生じうる変化及び示唆を提示する。なお、以下の議論における日本の企業部門のデータは、2016年の科学技術研究調査に依拠している。また、研究者数にはヘッドカウント（頭数）の値を用いている。

## 2. どの産業分類にどのような専門分野を持つ研究者が属しているのか？

日本企業の研究者について、産業分類と専門分野<sup>注3</sup>の対応を図表2に示す。図表2の左側は研究者の専

図表1 主要国における企業部門の製造業と非製造業の研究者数の割合

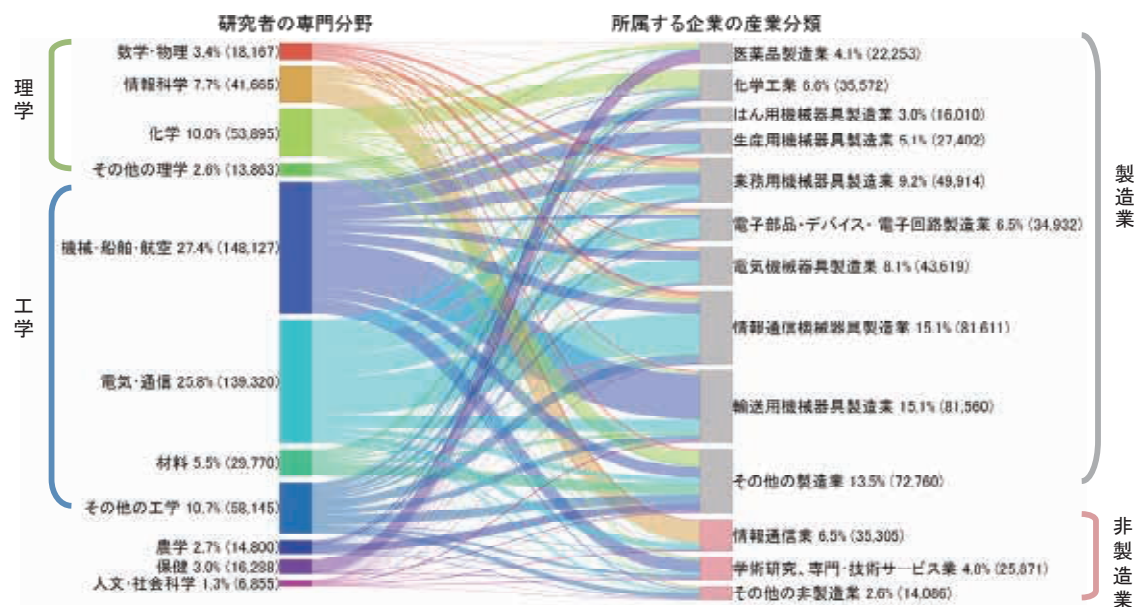


門分野、右側は研究者の所属する産業分類、両者の間を結ぶ帯は産業分類と専門分野の対応を示している。この図表2からは、様々な情報が読み取れるが、ここでは2点に注目する。

まず、産業分類ごとの研究者数に注目すると、製造業が9割、非製造業が1割を占める。先に指摘したように、他の主要国と比べて製造業の割合が高い点が、日本の特徴である。製造業で研究者数が多いのは、「情報通信機械器具製造業」や「輸送用機械器具製造業」であり、共に8.2万人（2016年時点）である。ただし、この両方で時系列の変化は異なっており、2008年時点と比べて「情報通信機械器具製造業」が18%の減少であるのに対して、「輸送用機械器具製造業」は40%の増加をみせている。「医薬品製造業」の研究者数は2.2万人であり、他の産業分類と比べると相対的に小さい。研究者数は2008年時点と比べて、ほぼ横ばいである。非製造業の中では、「情報通信業」の研究者数が3.5万人と最も大きく、これに「学術研究、専門・技術サービス業」が続いている。産業分類別に研究者の専門分野をみると、「情報通信器具製造業」の53%（43,541人）が「電気・通信」、「輸送用機械器具製造業」の63%（51,080人）が「機械・船舶・航空」を専門分野としている。

研究者の専門分野の側から図表2をみると、「機械・船舶・航空」が最も大きく（27.4%、148,127人）、次に「電気・通信」（25.8%、139,320人）と

図表2 日本の企業における研究者の専門分野（2016年）



注：ヘッドカウントによる集計。研究者の専門分野は、研究者の現在の研究（業務）内容により分類されている。

注3 産業分類は、日本標準産業分類に基づいた科学技術研究調査の産業分類による。専門分野は、科学技術研究調査において研究者を専門的知識別に分類するために定められた分野であり、研究者の現在の研究（業務）内容に基づいて分類されている。

なっており、共に工学の専門分野の研究者である。これに続くのが「化学」や「情報科学」を専門分野とする研究者である。「情報科学」を専門分野とする研究者は企業の研究者の7.7% (41,665人) を占めるが、その過半数が「情報通信業」に所属している。「人文・社会科学」が専門分野である研究者については、企業部門の研究者の1.3% (6,855人) を占めるにすぎない。

### 3. 産業分類別の研究人材集約度や高度研究人材活用度

ここでは、産業分類別に1) 従業員に占める研究者割合、2) 研究者に占める博士号取得者の割合の2つの指標をみる。以降の議論においては、前者を研究人材集約度(各産業分類における研究人材の集約度の指標)、後者を高度研究人材活用度(研究者における高度研究人材の活用度の指標)と呼ぶ。

図表3(a)に産業分類別の研究人材集約度を示す。なお、ここでは研究を実施していない企業の従業員数も含めた結果を示している。全産業における研究人材集約度は2.5%である。研究人材集約度は、製造業と非製造業で大きく異なっており、製造業では5.6%、非製造業では0.6%である。

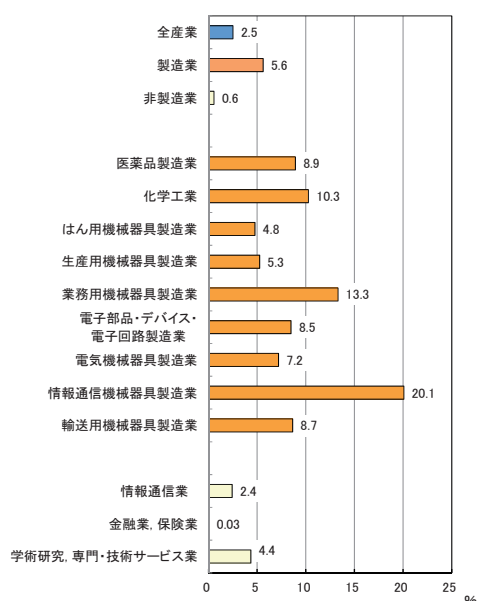
製造業について、ここに示した産業分類の中でみると、「情報通信機械器具製造業」の研究人材集約度が20.1%と最も高く、これに「業務用機械器具製造業」(13.3%)、「化学工業」(10.3%)、「医薬品製造業」(8.9%)が続いている。研究人材集約度が最も低いのは「はん用機械器具製造業」(4.8%)である。非製造業については、「学術研究、専門・技術サービス業」(4.4%)で研究人材集約度が高く、これに「情報通信業」(2.4%)が続く。図表3(a)に示した産業分類の中で、研究人材集約度が一番低いのは「金融業、保険業」の0.03%である。

次に、高度研究人材活用度をみると(図表3(b))、研究人材集約度(図表3(a))とは、産業分類別の傾向が異なる。高度研究人材活用度は、「医薬品製造業」において19.7%と最も高く、これに「化学工業」(8.6%)、「金融業、保険業」(8.1%)、「学術研究、専門・技術サービス業」(7.4%)が続く。「金融業、保険業」は、研究人材集約度は0.03%と低い値であるが、高度研究人材活用度は8.1%と他の産業分類と比べて高い値となっている。

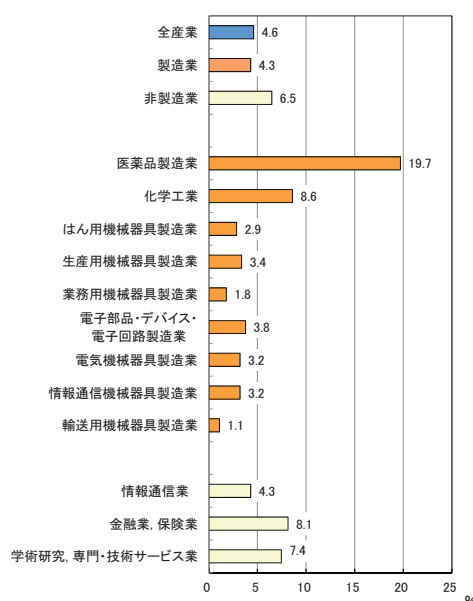
図表4に、研究人材集約度と高度研究人材活用度の関係を示す。横軸が研究人材集約度、縦軸が高度研究人材活用度であり、円の面積が博士号取得者の数に対応している。45度線を基準に考えると、例えば「情報通信機械器具製造業」の研究人材集約度は、ここに示した産業分類の中で最も高い(20.1%)が、高度研究人材活用度は3.2%である。他方で、「医薬品製造業」については、研究人材集約度は8.9%であるが、高度研究人材活用度は19.7%となっている。非製造業の「金融業、保険業」、「学術研究、専門・技術サービス業」については、研究人材集約度は共に5%以下と小さいが、高度研究人材活用度は相対的に高

図表3 従業員に占める研究者の産業別割合(2016年)

(a) 従業員に占める研究者割合



(b) 研究者に占める博士号取得者割合



注：ヘッドカウントによる集計。研究開発を行っていない企業も含めた結果。

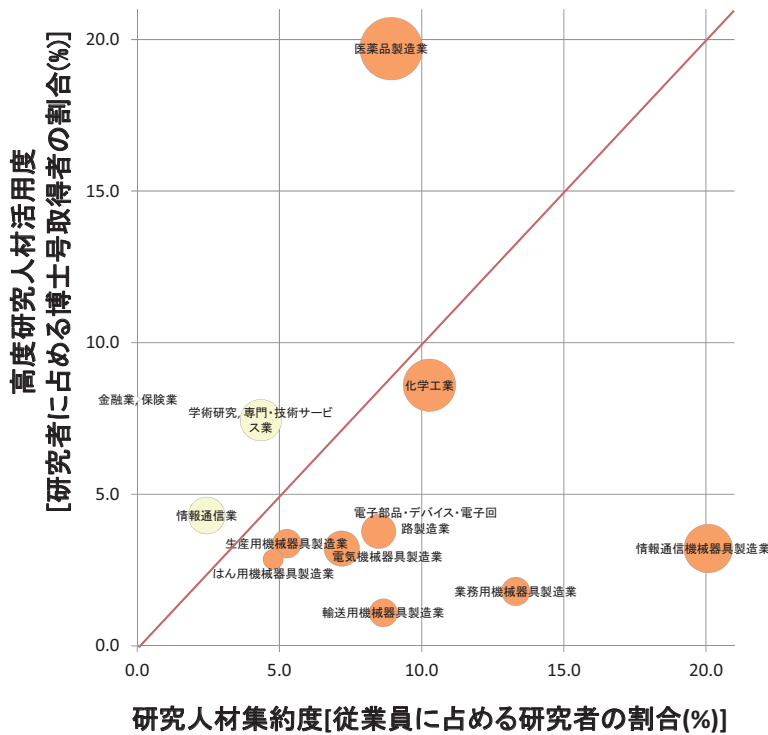
い。このように、産業分類によって研究人材集約度と高度研究人材活用度の状況が全く異なる。

円の大きさに注目すると、博士号取得者数は「医薬品製造業（4,383人）」において最も大きく、これに「化学工業（3,058人）」、「情報通信機械器具製造業（2,621人）」、「学術研究、専門・技術サービス業（1,926人）」、「情報通信業（1,517人）」と続いている。ここで注目すべきは、各産業分類の研究人材集約度や高度研究人材活用度とそこに属する博士号取得者数は必ずしも対応関係が明確でない点である。一例として、「情報通信業」は研究人材集約度（2.4%）や高度研究人材活用度（4.3%）は大きくないが、従業

員数でみた産業規模が145万人と大きいので、ここに示した産業分類の中でみると5番目の博士号取得者数となっている。

なお、高度研究人材活用度はその産業における科学的知識の活用の度合いと関係している可能性がある。図表5(a)は日本のパテントファミリーの中で、論文を引用しているものの割合を技術分野別に示した結果である（「バイオテクノロジー・医薬品」を基準とした）。論文引用割合は、「バイオテクノロジー・医薬品」、「化学」、「バイオ・医療機器」で高いが、これらの技術分野との関連が大きい「医薬品製造業」、「化学工業」では高度研究人材活用度が高い。他方で、技

図表4 研究人材集約度と高度研究人材活用度の関係（2016年）



注：ヘッドカウントによる集計。研究開発を行っていない企業も含めた結果。

図表5 論文を引用しているパテントファミリーの割合

(a) 日本		(b) 欧米の主要国				
技術分野	日本	技術分野	米国	ドイツ	フランス	英国
バイオテクノロジー・医薬品	1	バイオテクノロジー・医薬品	1	1	1	1
化学	0.48	化学	0.58	0.50	0.59	0.60
バイオ・医療機器	0.37	バイオ・医療機器	0.42	0.37	0.40	0.41
情報通信技術	0.21	情報通信技術	0.33	0.38	0.38	0.34
一般機器	0.18	一般機器	0.39	0.32	0.41	0.42
電気工学	0.16	電気工学	0.28	0.21	0.30	0.31
機械工学	0.09	機械工学	0.15	0.09	0.11	0.13
その他	0.08	その他	0.11	0.06	0.06	0.09
輸送用機器	0.07	輸送用機器	0.08	0.06	0.07	0.07

注：全パテントファミリー数（2005-2012の合計値）に占める論文を引用しているパテントファミリー数（2005-2012の合計値）の割合を集計し、各国におけるバイオテクノロジー・医薬品が1となるように正規化した。

術分野の中でも「輸送用機器」では論文引用割合が小さく、産業分類の「輸送用機械器具製造業」でも高度研究人材活用度は小さい。

図表 5 (b) は欧米の主要国について、それぞれの国のパテントファミリーにおける、論文引用割合を技術分野別に示した結果である (各国の「バイオテクノロジー・医薬品」を基準とした)。日本は多くの技術分野において米国、ドイツ、フランス、英国と比較して論文引用割合が小さい。つまり、欧米の主要国と比べて日本は、パテントファミリーにおける科学的知識の活用の度合いが低い傾向にあることが分かる。

## 4. 科学技術指標からの示唆

最後に、製造業のサービス化、非製造業の知識集約度の向上、博士人材の活用という 3 つの観点から、科学技術指標から得られる「超スマート社会」に向けた示唆をまとめる。

### 4-1. 製造業のサービス化の観点から

日本の企業部門の研究者に占める製造業の割合は 9 割を占めており、その中でも「情報通信機械器具製造業」や「輸送用機械器具製造業」の割合が高い。現状では、「情報通信機械器具製造業」では「電気・通信」、「輸送用機械器具製造業」では「機械・船舶・航空」を専門分野とする研究者が主体となっている。今後、電気自動車の発展等の技術トレンドの変化により、産業分類間の研究者の移動、これまで採用対象ではなかった専門分野の研究者の採用等が生じ、それぞれの産業分類内における研究者の専門分野構成が変化していく可能性がある。

「超スマート社会」を実現する上で鍵となる科学技術として、IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボットなどが挙げられているが、これらの推進に際しては「情報科学」と他分野の協働が重要となる。一例として、自動運転技術の実現には、「輸送用機械器具製造業」への人工知能やビッグデータについての知見を持つ研究者の参画が必須であろう。しかしながら、現状では「輸送用機械器具製造業」に所属する研究者 (8.2 万人) のうち、「情報科学」を専門分野とする研究者の割合は 0.6% (480 人) にすぎない。「輸送用機械器具製造業」に限らず、「情報科学」を専門分野とする

研究者の割合は、製造業にかかわる産業分類において小さい。この点からみると、製造業においては、「超スマート社会」にかかわる研究開発に迅速に対応するため、①国内外の大学・公的研究機関や異業種等との協働・連携、②新規・中途採用による研究人材の獲得、③既存の研究人材のリカレント教育、④企業や技術の買収による知識の導入が行われると考えられる。「未来投資に向けた官民対話」<sup>3)</sup>においては、企業から大学への投資を 3 倍にするとの目標が示された。「超スマート社会」実現の動きは、企業が新たな知識の獲得を必要とするという面で、企業と国内の大学の協働・連携を進めるのに追い風となる可能性がある。ただし、企業側からみれば知識を獲得するためのチャンネルは多数存在しており、国内の大学との協働・連携はオプションの一つにすぎない点も認識すべきだろう。

### 4-2. 非製造業の知識集約度の向上の観点から

日本の研究開発が製造業に重点を持つことの裏返しとして、他の主要国と比べて日本の研究開発における非製造業の重みは小さい。加えて、製造業における研究人材集約度が 5.6% であるのに対して、非製造業は 0.6% にすぎない。「超スマート社会」において期待されている、極めて高度化されたサービスの実現には、非製造業においても研究人材集約度や高度研究人材活用度の向上等を通じた知識集約度の向上が必要と考えられる。

非製造業の高度化、生産性の向上においては、経済学等の「人文・社会科学」の専門分野の研究者の活躍促進も望まれる。図表 2 に示したように日本の企業部門において「人文・社会科学」を専門分野とする研究者の数は 1.3% にすぎない<sup>注 4</sup>。加えて、主要国と比べて日本では、人口 100 万人当たりの「人文・社会科学」の修士号取得者や博士号取得者の数が少ない<sup>注 5</sup>。したがって、企業部門における人文・社会科学の専門分野の研究者の活躍促進に際しては、企業部門における人文・社会科学を専門分野とする研究者の登用に加えて、大学等における人文・社会科学の研究人材の育成の両方が必要である。なお、人文・社会科学の専門分野の研究者の活躍促進については、非製造業の知識集約度の向上だけでなく、製造業のサービス化の観点からも重要であろう。

注 4 この点については、企業部門に所属する研究者の専門分野を日本と主要国で比較することで、日本と主要国の違いを明らかにすることができるが、現時点では日本以外の国について図表 2 に対応するデータの存在が確認できていない。

注 5 日本と主要国を比較すると、各国の最新年における人文・社会科学系の人口 100 万人当たりの修士号取得者数は、日本 119 人、米国 1,126 人、英国 1,809 人、ドイツ 814 人、フランス 1,359 人、韓国 769 人、博士号取得者数は日本 14 人、米国 76 人、英国 98 人、ドイツ 81 人、フランス 65 人、韓国 87 人となっている。

### 4-3. 博士人材の活用の観点から

本レポートでは、産業分類別の研究開発集約度の状況について、研究人材集約度（従業員に占める研究者の割合）、高度研究人材活用度（研究者に占める博士号取得者の割合）、博士号取得者数という3つの視点からみた。

産業分類によって研究人材集約度と高度研究人材活用度の状況が全く異なることが確認された。例えば、「情報通信機械器具製造業」は、研究人材集約度は20.1%であるのに対して、高度研究人材活用度は3.2%である。これは言い換えると、研究者に占める修士号取得者や学士号取得者の割合が高いことを示している。他方で、「医薬品製造業」については、研究人材集約度は8.9%であるが、高度研究人材活用度は19.7%となっている。

本レポートに示したように高度研究人材活用度が高い産業分類においては、科学的知識の活用の度合いも高い傾向にあり、両者には関係性が見られる。他方で、欧米の主要国と比較して日本は、パテントファミリーにおける科学的知識の活用の度合いが低い傾向にある。したがって、企業部門における科学的知識の活用を促すには、高度研究人材活用度の向上も重要と考えられる<sup>注6</sup>。

なお、各産業分類の研究人材集約度や高度研究人材

活用度とそこに属する博士号取得者数は必ずしも対応関係が明確でない。これは、研究人材集約度や高度研究人材活用度が小さくても、従業員数でみた産業規模が大きい場合、その産業分類に属する博士号取得者数は多くなるためである。つまり、企業部門における研究者としての博士号取得者の需要の絶対数を考える際は、従業員数でみた産業規模、研究人材集約度、高度研究人材活用度を少なくとも考慮することが必要である。

### 4-4. 最後に

本レポートでは、「超スマート社会」の実現に向けて、今後生じうる変化及び示唆を、企業部門の研究者に注目して議論した。日本の産業貿易収支比をみると<sup>2)</sup>、1990年代には電子機器が日本を牽引していたが、その後貿易収支は継続して悪化し2013年以降は入超となった。自動車では継続して出超が続いているが、電気自動車への移行や自動運転の導入という大きな変化にさらされつつある。「超スマート社会」の到来は、研究開発という観点からも、日本の企業部門にこれまでにない変化を強いるかもしれない。しかし、これをチャンスと捉え、変化を続けることが必要であろう。

注6 米国における高度研究人材活用度（研究者に占める博士号取得者割合）をみると<sup>4)</sup>、製造業で13.7%、非製造業で11.7%となっており、日本の製造業の4.3%、非製造業の6.5%より大きい。

## 参考文献

- 1) 第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）、  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>（2017年10月9日閲覧）
- 2) 科学技術・学術政策研究所 科学技術・学術基盤調査研究室（2017）. 科学技術指標2017, 科学技術・学術政策研究所調査資料-261. <http://doi.org/10.15108/rm261>
- 3) 未来投資に向けた官民対話.  
[http://www.kantei.go.jp/jp/97\\_abe/actions/201604/12kanmintaiwa.html](http://www.kantei.go.jp/jp/97_abe/actions/201604/12kanmintaiwa.html)（2017年10月9日閲覧）
- 4) National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics and U.S. Census Bureau, Business R&D and Innovation Survey, 2010.