

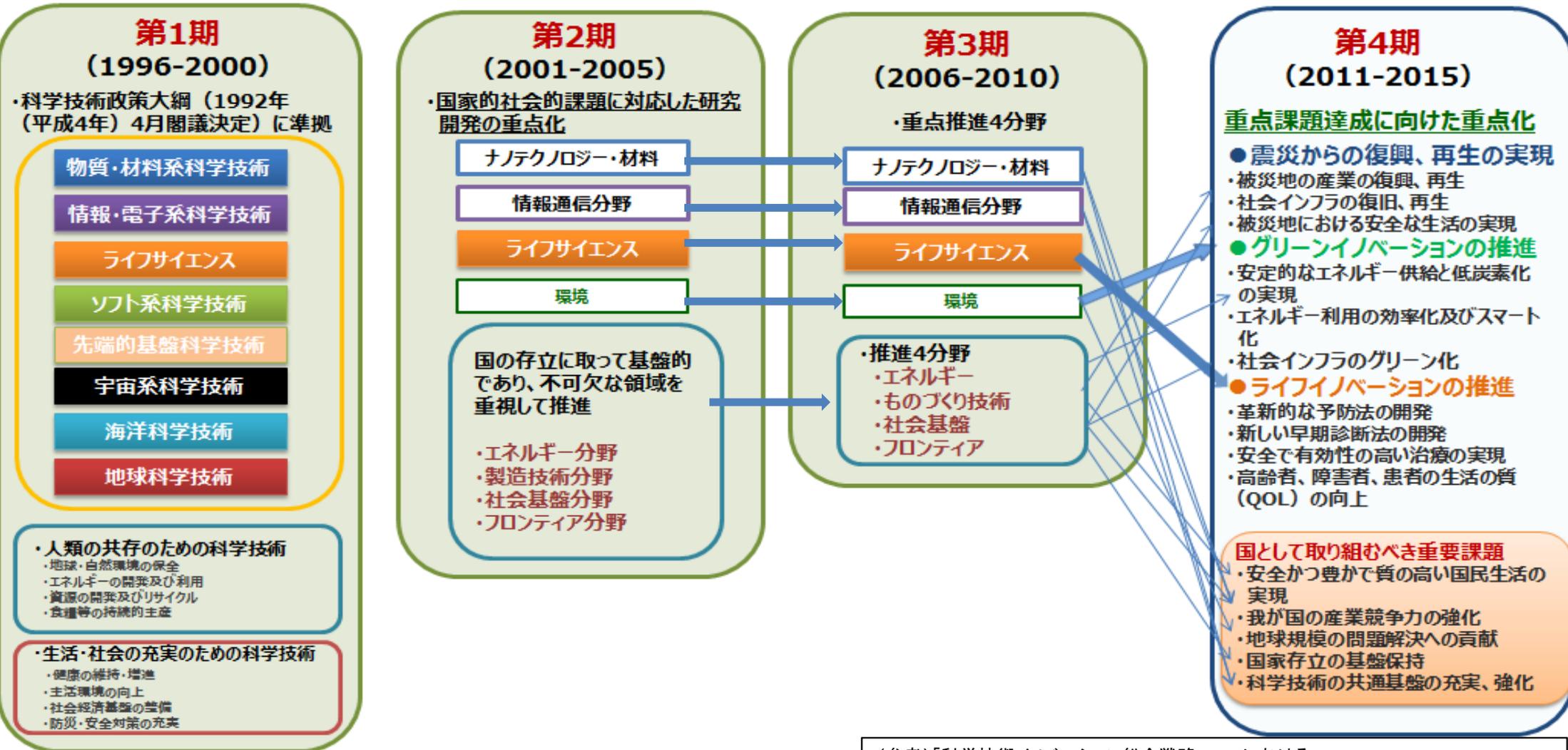
第5期科学技術基本計画の検討に向けた 主な論点についての関連資料

平成27年3月

経済産業省産業技術環境局

1. 科学技術基本計画における研究開発の重点化の変遷

○過去の科学技術基本計画では、科学技術の視点から重点分野を設定し研究開発を推進していたが、第4期科学技術基本計画で「課題達成型」アプローチに大きく転換。



(参考)「科学技術イノベーション総合戦略2014」における科学技術イノベーションが取り組むべき課題

○政策課題

エネルギー、健康長寿、次世代インフラ、地域資源、復興再生

○産業競争力を強化し政策課題を解決するための分野横断技術

ICT、ナノテクノロジー、環境技術

(出所)内閣府資料を基に経済産業省作成

2. 「基盤戦略技術」の研究開発の必要性①

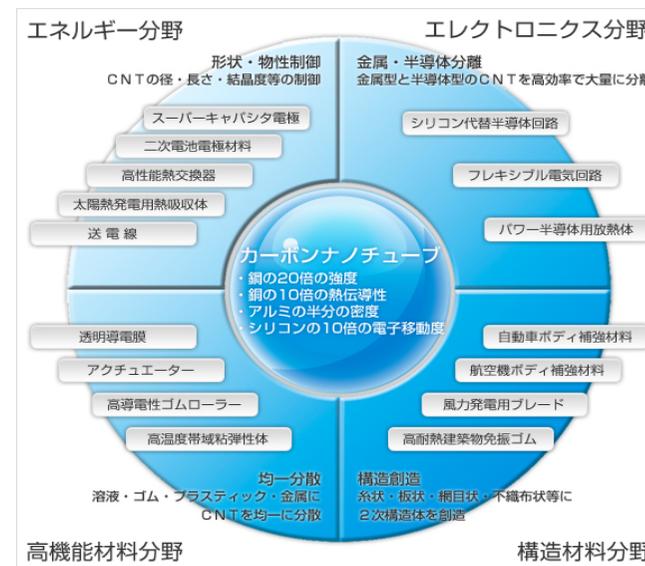
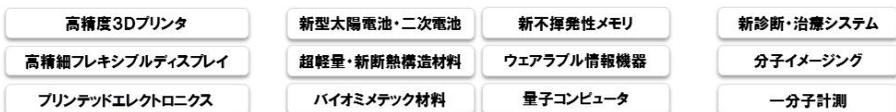
○我が国の産業競争力を向上し、経済成長を実現していくためには、「課題達成型」研究開発に加え、車の「両輪」として、幅広い分野での新産業の創造に展開可能性のある波及効果の大きい汎用型キーテクノロジー（「基盤戦略技術」）の研究開発を重点的に推進・強化すべき。

【「基盤戦略技術」の具体的分野例① 新材料、ナノテク】

・ナノテク分野は、多くの分野の基盤となる技術。技術の進展に伴い、分子レベル・原子レベルでの新材料開発や材料特性の追求、ナノレベルでの加工や特徴を持った機能性物質が重要に。

・例えば、カーボンナノチューブは非常に優れた材料特性（高強度、高熱伝導性、軽量、高電子移動度等）を持つ。今後、新規機能の発現や用途の拡大により、新産業創出・イノベーションが期待。

<新産業群／新製品の創出>

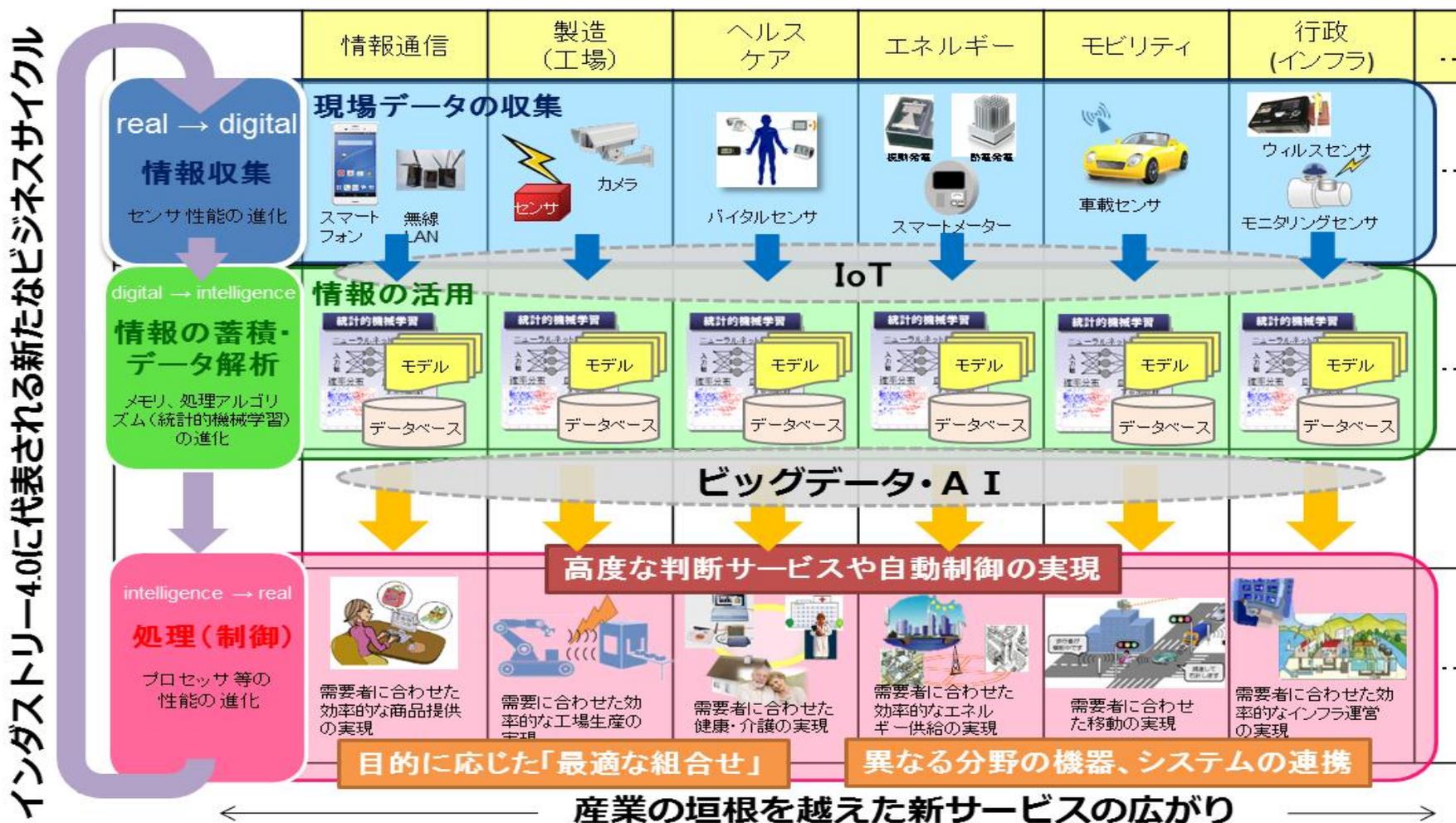


(出所) 単層CNT融合新材料研究開発機構HP
<http://www.tasc-nt.or.jp/project/industry.html>

2. 「基盤戦略技術」の研究開発の必要性②

【「基盤戦略技術」の具体的分野例② IoT】

IoTの更なる進化した社会の実現を見据えて、①高性能・高効率センサー、新原理電子デバイス、②高度な通信技術やデータ解析技術、セキュリティ技術、③迅速かつ柔軟な統合制御技術・システム化、が重要。



2. 「基盤戦略技術」の研究開発の必要性③

【「基盤戦略技術」の具体的分野例③ 人工知能技術(AI)】

センサのネットワーク化や、クラウド化の進展等により、利用可能なデータの量が爆発的に増加。また、計算機の処理能力も指数関数的に向上。これらは、人工知能が扱えるデータ量の増大や、計算速度の向上を意味するものであり、今後、現実社会の幅広い課題に、人工知能が適用されると見込まれる。

(ネットワーク/ウェブサービス) (専門サービス) (流通、設計) (ロボット、製造、自動運転) (官庁、公共部門)

応用分野

通信、携帯	医療・介護	商品サービス企画	ヒューマノイドロボット等	防災・減災
インターネットプロバイダ	金融・保険	大規模設計支援	産業用ロボット、製造技術	法務・特許
電子商取引市場等 インターネットビジネス	セキュリティ	流通管理	自動車（自動運転）	インフラ

コア技術開発

<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク監視AI 不正アクセス・不正パケット探知 自動コンテンツ生成 	<ul style="list-style-type: none"> 診断支援 AI 自動取引アルゴリズム 不審行動探知 	<ul style="list-style-type: none"> マーケティング支援AI 高度engineering支援 需要予測・操業計画 Business Intelligence 	<ul style="list-style-type: none"> 革新的対話システム 超高度マシンビジョン 危険認識・回避システム 	<ul style="list-style-type: none"> 防災・減災支援AI 特許・商標審査支援 事故情報・クレーム分析
--	---	--	--	---

目的基礎研究

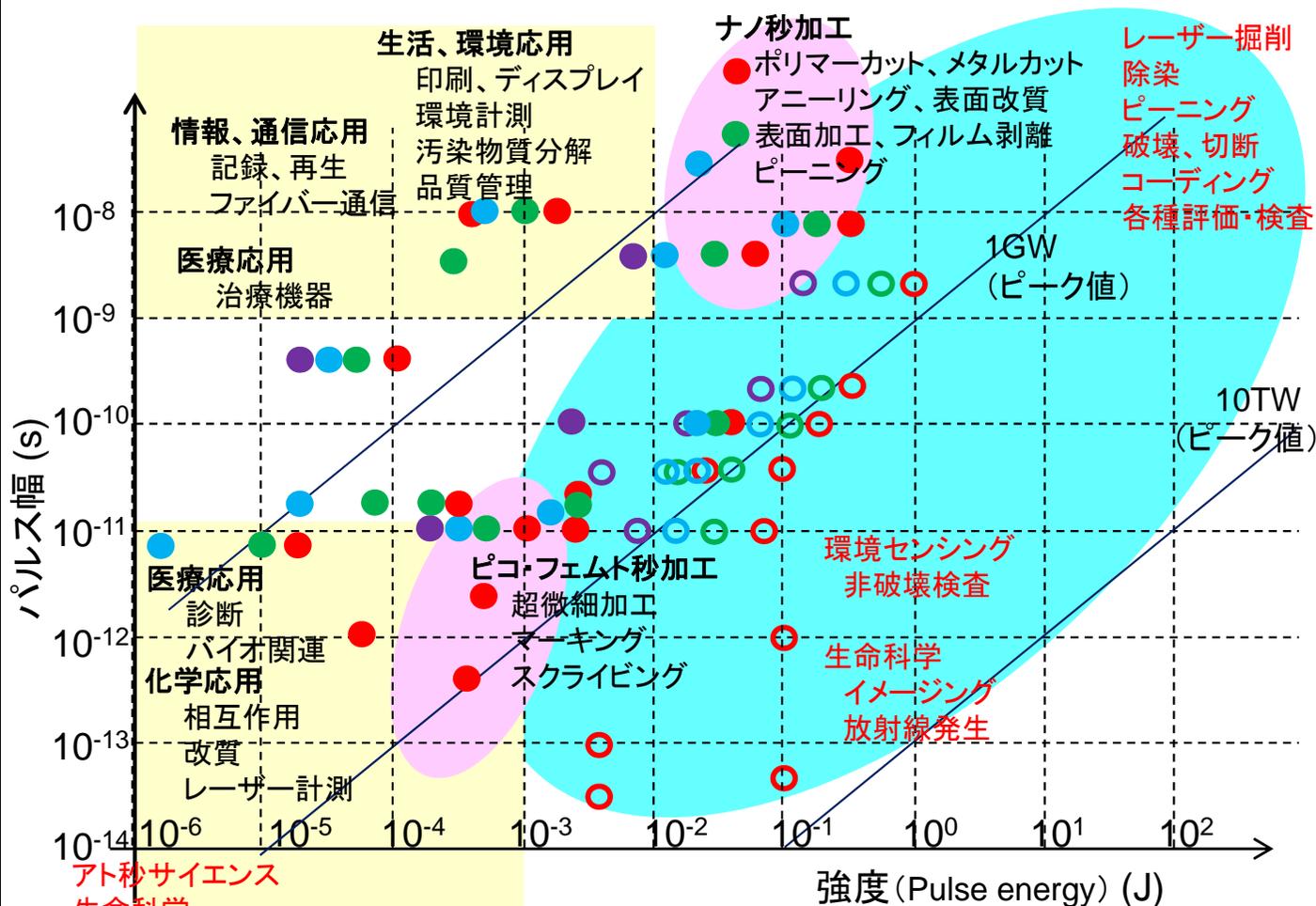


2. 「基盤戦略技術」の研究開発の必要性④

【「基盤戦略技術」の具体的分野例④ 製造・加工(レーザー技術、バイオ(生物機能活用))】

・レーザー技術は、これまでも情報通信から様々な計測、製造・加工など幅広い産業で用いられてきた重要技術。更なる性能(パルス幅、強度、波長)の向上により、多様な応用先が期待される。

・生物機能活用技術は、微生物や酵素、更には、人工遺伝子を組み合わせ、これまでの化学合成では困難であった資源や高機能な物質を、効率的に生産可能とする技術。生物が有する高度なメカニズムをいかに活用するか、重要な視点であり、大きな可能性が期待される。



生物機能の活用技術例

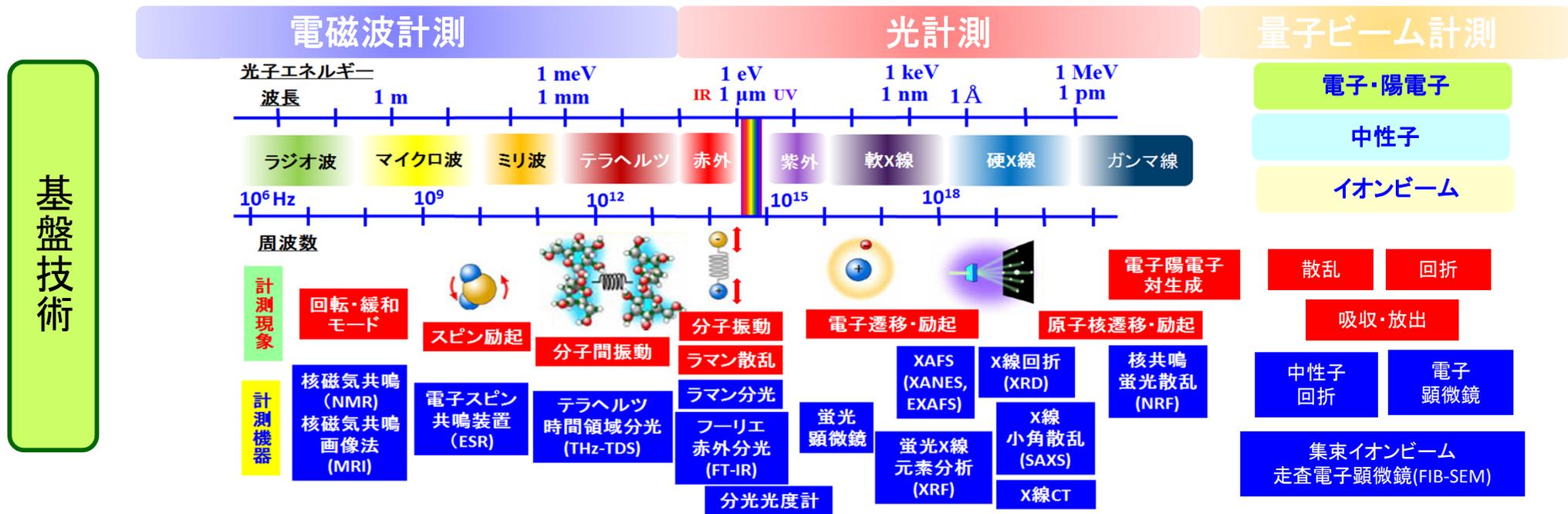
- 汎用化学品・機能性化学品の高効率、大量合成
- 生物機能を活用した新素材や燃料などの生産
- 安全性の高い、高機能な、抗体医薬・蛋白医薬
- 機能性食品や香料の増加
- 生物機能を活用したエネルギー生産

→これらを活用した全く新しい、大きく機能向上した製品やサービスの開発に

2. 「基盤戦略技術」の研究開発の必要性⑤

【「基盤戦略技術」の具体的分野例⑤ 先端計測技術】

先端計測は、あらゆるものを対象とした基盤技術であり、これまで見えなかったものの見える化を実現。新機能材料の開発や用途の拡大、新機能の発見や微量・微細な変化の早期発見を可能に。それにより、人々のQOLの向上や新産業創出・イノベーションが期待される。



課題 【時間・空間・エネルギー(波長)分解能の向上】 【高度な光源線源・検出器・計測手法】

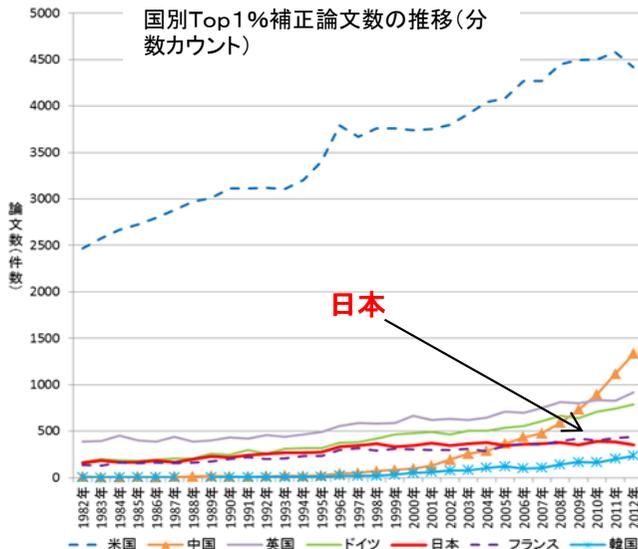
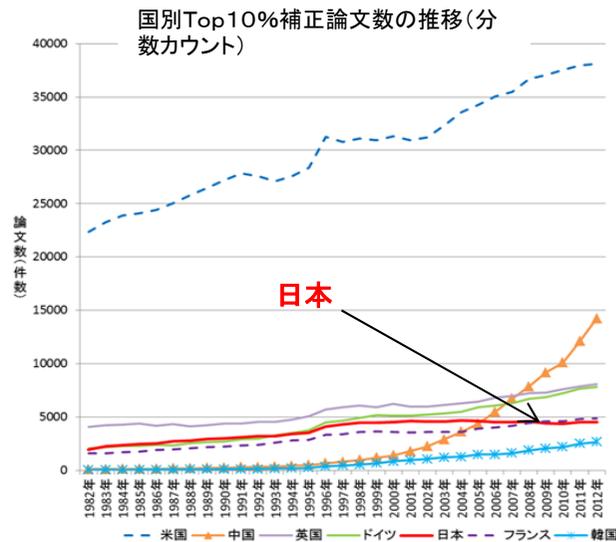
先端計測 (例) テラヘルツモグラフィ 超解像顕微鏡 イメージングXAFS 3D-TEM 陽電子顕微鏡

計測対象 原子・分子 機能性膜 禁止薬物 構造材料 インフラ構造物 人体・生体

社会への広がり 新材料開発 新エネルギー 安全・安心 自動車安全性 インフラ診断 高度医療

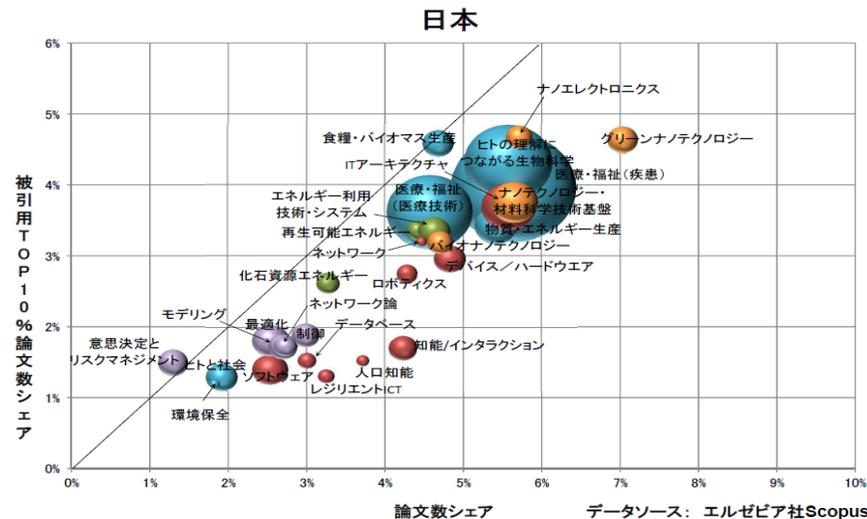
3. 我が国の基礎研究力の低下

引用度の高い論文数が、海外主要国では増加しているのに対し、日本だけが低迷。



(出所)NISTEP「科学技術指標2014」を基に経済産業省が作成

殆ど全ての論文において、世界の論文数シェアに比べて、トップ10%論文数シェアの方が低い。



(出所)JST/CRDS研究開発の俯瞰報告書(2013)

日本	全体			化学			材料科学			物理学			計算機科学・数学			工学			環境・地球科学			臨床医学			基礎生命科学			
	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	ALL	Top10	Top1	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												

1999-2001年の日本の位置 ● → 2009-2011年の日本の位置

殆どの学術領域において、近年、被引度の高い論文における世界ランキングが低下する傾向。

注: article, letter, note, reviewを分析対象とし、整数カウントにより分析。3年移動平均値である。Allは全論文における日本の順位、Top10はTop10%補正論文数における日本の順位、

Top1はTop1%補正論文数における日本の順位をプロットしている。トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術政策研究所が集計

出典: 科学技術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2012」調査資料-218

(出所)NISTEP 日本の大学における研究力の現状と課題(2013)

競争的資金と基盤的経費

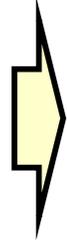
第1期(1996-2000)

<競争的資金>

○競争的資金の大幅な拡充を図り、これにより、競争的資金が研究資金において占める比率が高まるよう措置。

<基盤的経費>

○研究者が経常的に使用できる研究資金及び研究開発施設・設備の運営に係る経費の充実を図る。



第2期(2001-2005)

<競争的資金>

○競争的資金を引き続き拡充し、**第2期期間中に倍増**を目指す。

<基盤的経費>

○基盤的経費については、**競争的な研究開発環境の創出に寄与すべきとの観点から、その在り方を検討**。



第3期(2006-2010)

<競争的資金>

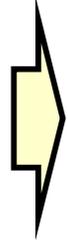
○科学研究費補助金等の競争的資金は、**引き続き拡充**を目指す。

<基盤的経費>

○教育研究の基盤を支える基盤的資金は**確実に措置**。

<双方の組合せ>

○基盤的資金と競争的資金の**有効な組合せ**を検討。



第4期(2011-2015)

<競争的資金>

○競争的資金制度の多様性を確保した上で、制度の一層の改善及び充実に向けた取組を進める。

<基盤的経費>

○大学運営に必要な基盤的経費を充実する。

ポスドクター

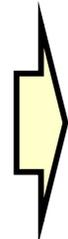
○若手研究者の養成、拡充等を図る「**ポスドクター等1万人支援計画**」を平成**12年度までに達成**するなどの施策により、支援の充実を図る。



○今後は、研究費でポスドクターを確保する機会の拡充、能力に応じた処遇、優秀な博士課程学生への支援充実等、**ポスドクトラル制度等の質的充実を図るとともに、その効果を評価**。



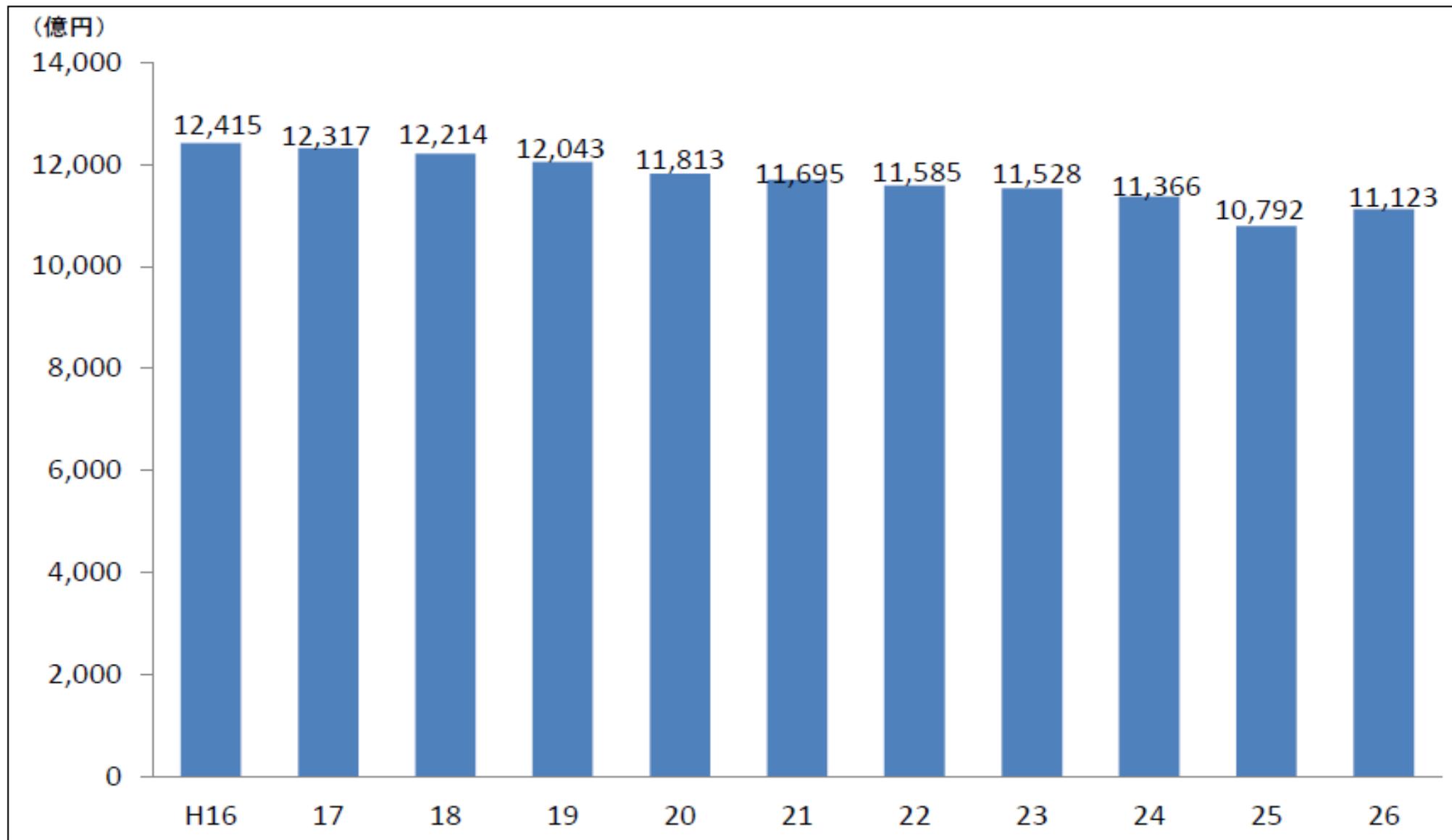
○ポスドクターはいまや、我が国の研究活動の活発な展開に大きく寄与しているが、**ポスドクター後のキャリアパスが不透明**。
○**研究職以外の進路も含めたキャリアサポートを推進**するため、民間企業等とポスドクターの接する機会の充実を図る。



○博士課程の学生や修了者、ポスドクターの適性や希望、専門分野に応じて、キャリア開発の支援を一層推進。
○産業界には、博士課程修了者やポスドクターの能力を評価し、研究職以外でもその登用を進めていくことを期待。

5. 国立大学の運営費交付金の推移

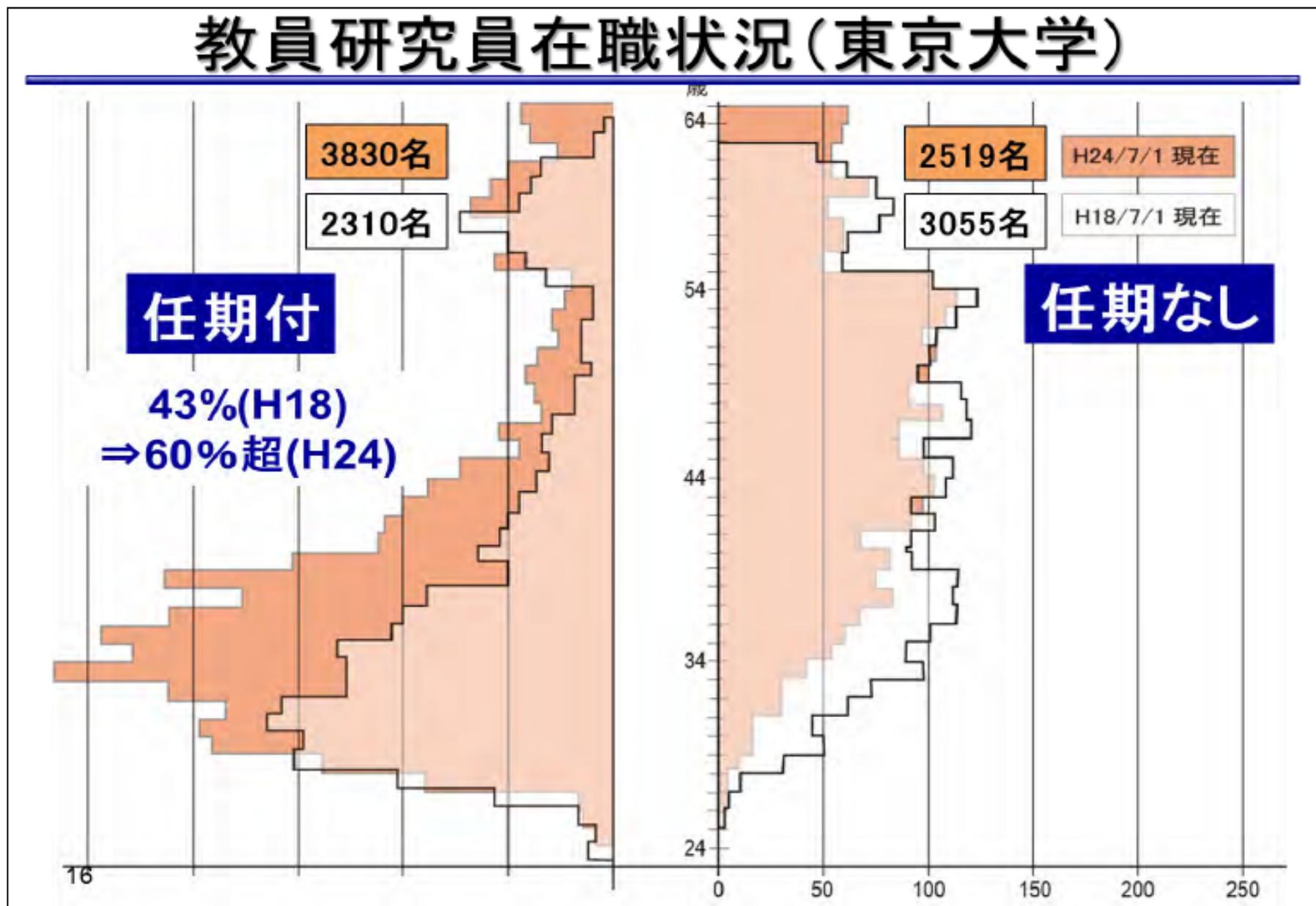
○国立大学の運営費交付金は、この10年間で減少。



(出所)文部科学省科学技術・学術審議会総合政策特別委員会(第9回)

6. 若手教員・研究者の在職状況(任期付、任期なし別)

○東京大学では、任期付若手教員・研究員が増加している一方、任期なしの若手教員・研究員が減少。

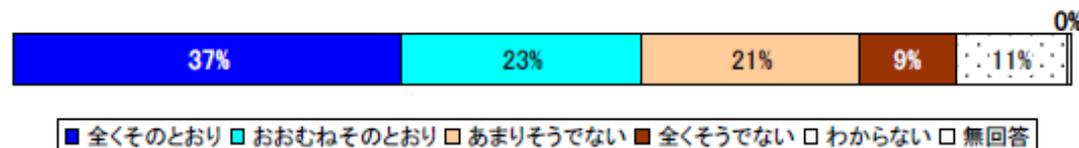


(出所)東京大学五神教授作成資料

7. 研究者一人当たりの経常的研究費の減少

○多くの研究者が自分に配分される経常的研究費の減少を実感。

Q. 5年前と比べ、自分に経常的に配分される研究費(競争的資金以外の研究費)は減少した。



Yes:59 No:30

- ・ 大多数の研究者が経常的な研究費の減少を実感。
- ・ 特に国公立大学及び公的研究機関のシニアな研究者においてそうした傾向。
- ・ 分野別では「工学」及び「農学」において特に顕著。

<属性別の回答傾向の特徴:概要データ(「Yes」の割合)>

- ・ 国公立大学64%、私立大学47%、公的研究機関68%
- ・ 教授65%、准教授60%、講師48%、助教(任期なし)49%、助教(任期つき)41%
- ・ 数物系科学55%、化学62%、工学67%、生物学52%、農学72%、医歯薬学55%
- ・ 産学連携関与者64%、産学連携非関与者54%
- ・ 競争的資金応募経験20件以上68%、1~5件46%
- ・ 競争的資金採択経験10件以上68%、1~2件54%

(出所)JST/CRDS 我が国における研究費制度のあり方に関するアンケート調査～現状、問題点、改善方策～(2012)

【額の減少の具体例】

- ・ 現在、定常的に確保されている研究費は年間40万円程度。10年以上前は120万円程度あった。
- ・ 現在、所属大学では毎年定常的に配分される金額が10万円を割り込んできている。基盤的な資金がないと新しい研究をスタートさせる下地を得ることができない。競争的資金を自転車操業的繰り返しもらえない状況。

※地方国立大学においては、教員一人当たりの基盤配分額が年間11万円という事例もある。

(出所)文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会(2014年8月)

8. 英国等における大学向け交付金の配分の仕組み

○英国等では、大学の基盤を支える経費として、研究の観点から大学(学部)単位で評価し、研究向け交付金を配分。

組織の業績評価により研究向け交付金を配分している国の例

英国における大学向けの政府資金のイメージ

	配分項目	配分方法	
		外形指標連動型(※1)	組織業績連動型(※2)
イギリス(イングランド)	教育: HEFCE Teaching Grant	○	
	研究: HEFCE Research Grant with REF (research excellence framework)		○
オーストラリア(国立大学)	教育: Common-wealth Grant Scheme	○	
	教育: Learning and Teaching Performance Fund		○
	研究: Research Training Scheme		○
ニュージーランド(国立大学)	教育: Student Achievement Component		○
	研究: Performance-Based Research Funding		○

競争的資金

基盤的経費

約30億ポンド

(※各Research Councilが抱える研究所の研究資金や人件費等を含む)

- ・自然科学及び人文・社会科学をカバーする7つのResearch Councilごとに予算を配分
- ・ピアレビューに基づき、毎年2500件以上のプロジェクトを採択

教育向け交付金(約16億ポンド)

学生数等の指標に基づき配分

<配分手法のポイント>

- ・学生数をベースに、学生の属性(学部生or大学院生)や分野別(医学、実験科学、その他)のプライスグループごとの係数を乗して計算

(備考)

近年、学部学生の授業料を引き上げ、教育交付金を減らしているが、高コスト分野や大学院等に重点化。
別途、学生向け授業料ローン等の支援を充実。

研究向け交付金(約16億ポンド)

REF (Research Excellence Framework) 方式による組織評価により配分

<評価のポイント>

- ・アウトプット(研究成果の独自性、重要性 等)
- ・インパクト(経済、社会、文化への影響の広がり、重要性 等)
- ・研究環境(研究戦略、人員、収入、設備 等)

(※1) 学生数や職員数といった指標に基づき算出するモデル

(※2) アウトプットやアウトカムの指標に基づき算出するモデル

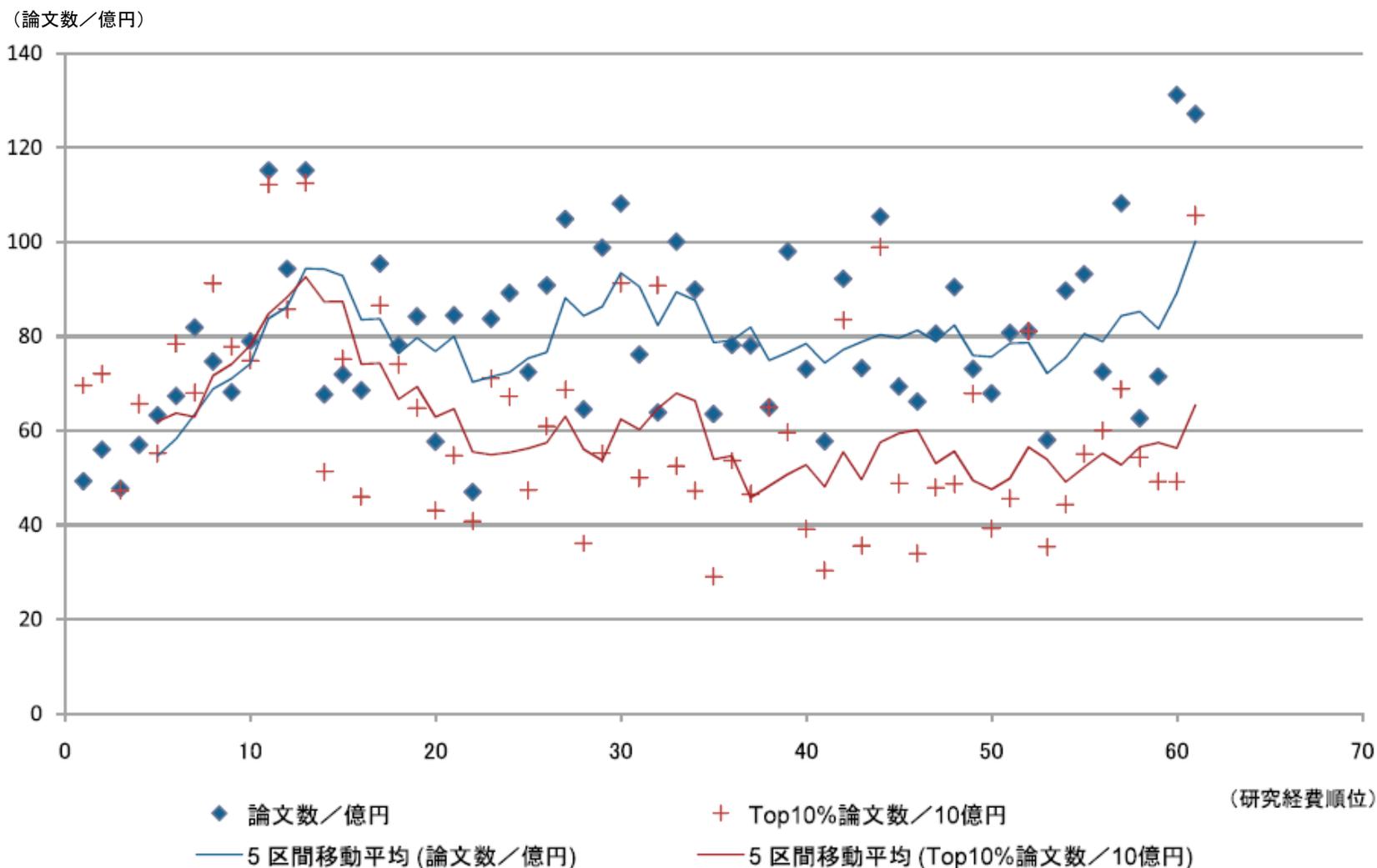
(出所) JST/CRDS 我が国の研究費制度に関する基礎的・俯瞰的検討に向けて～論点整理と中間報告～(2014)を基に経済産業省作成

(出所) RESEARCH COUNCILS UK Impact Report 2014、Guide to funding and student number controls 2013-14 and 2014-15、JST/CRDS 我が国の研究費制度に関する基礎的・俯瞰的検討に向けて～論点整理と中間報告～(2014)を基に経済産業省作成

9. 国立大学における研究経費と論文生産性の関係

○資金が特に集中している上位数校が、研究資金あたりの論文生産性において優位性があるとは必ずしもいえない傾向がみられる。

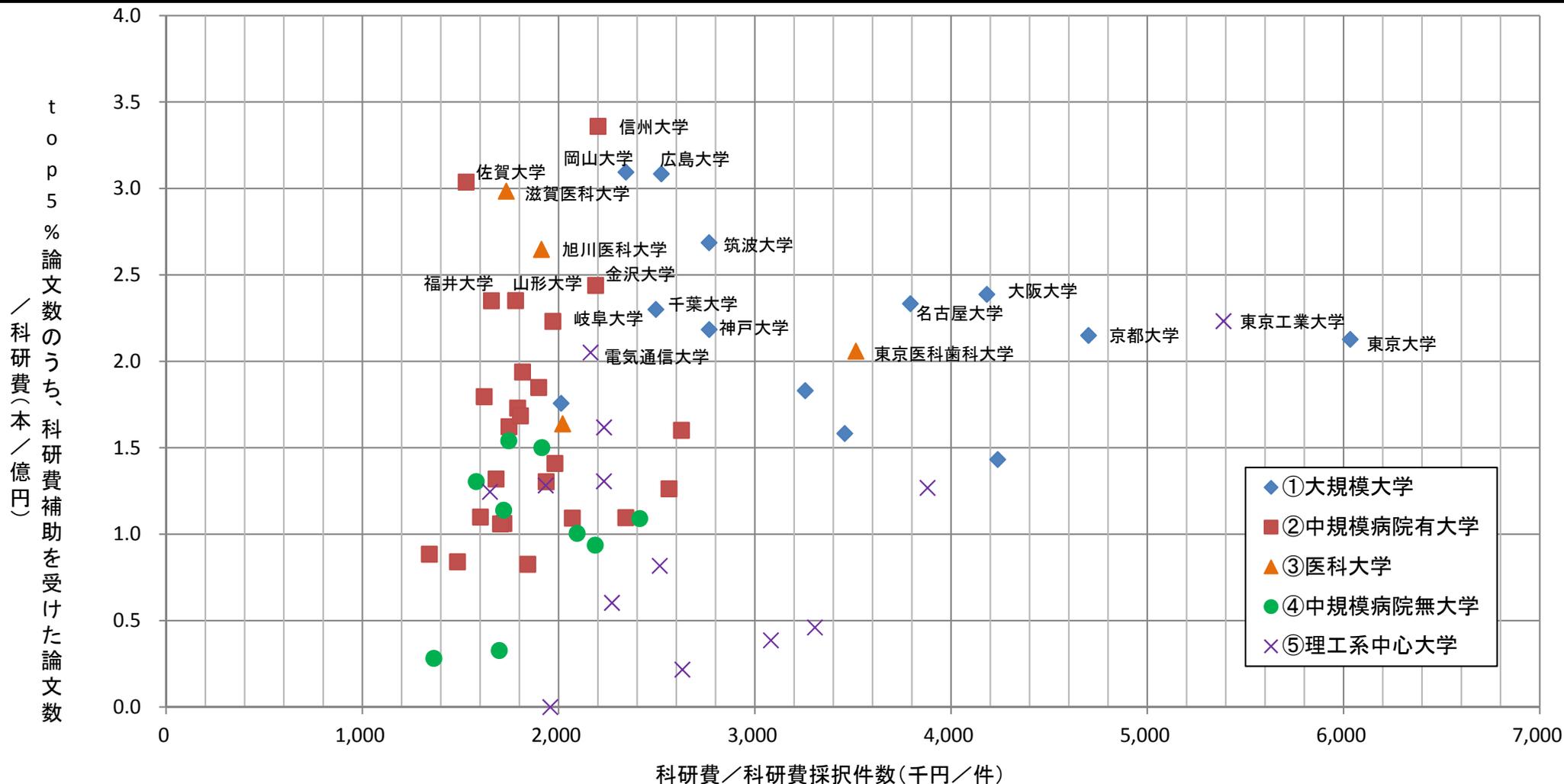
国立大学における研究経費と論文生産性の関係



9. 研究効率と研究資金の関係： 論文生産性

○研究費あたりのtop5%論文の数(論文生産性)は科研費採択件数一件当たりの科研費が大きい方が高い訳ではない。

※各大学の科研費、科研費採択数は、研究代表者の所属機関に配分されたものと見なして整理していることから、各大学における実際の使用額と異なることに留意が必要。



(出所) 論文数: トムソン・ロイター社「Web of Science (国際的な英文の学術誌に掲載された論文に係るデータベース)」を基に、平成27年2月時点における被引用回数が上位5% (全分野通算) の原著論文および総説のうち、助成金提供機関に科研費相当の記載のある論文数 (平成21年度、平成22年度、平成23年度の平均) を集計
 科研費: 日本学術振興会科研費データ (平成20年度、平成21年度、平成22年度の平均)
 科研費採択数: 日本学術振興会科研費データ (平成20年度、平成21年度、平成22年度の平均)
 以上のデータを基に経済産業省作成

10. 多様で独創的な基礎研究に腰を据えて取り組める環境の重要性①

○NISTEPの研究者の研究状況に関するアンケート調査によれば、研究者は「成果の出る確実性が高い研究」、「短期的に成果が生まらせる研究」、「一時的な流行を追った研究」が多くなったと感じる一方で、「長期の時間をかけて実施する研究」、「新しい研究領域を生み出すような挑戦的な研究」が少なくなったと感じている。

NISTEP「科学技術の状況に係る総合的意識調査(2009)」における、基礎研究の状況に関する調査の結果

1. 調査方法

○回答者は、「長期の時間をかけて実施する研究」などの9タイプの研究それぞれについて、2001年頃と比べた場合の状況変化(増減)について、6段階(1: 少なくなっている~6: 多くなっている)から最も相応しいものを選択。

○得られた回答について、各段階ごとに、「1」→0ポイント、「2」→2ポイント、「3」→4ポイント、「4」→6ポイント、「5」→8ポイント、「6」→10ポイントにそれぞれ変換し、平均値を算出。

○5ポイントを基準値「0.0」として、当該平均値との乖離幅を計測。

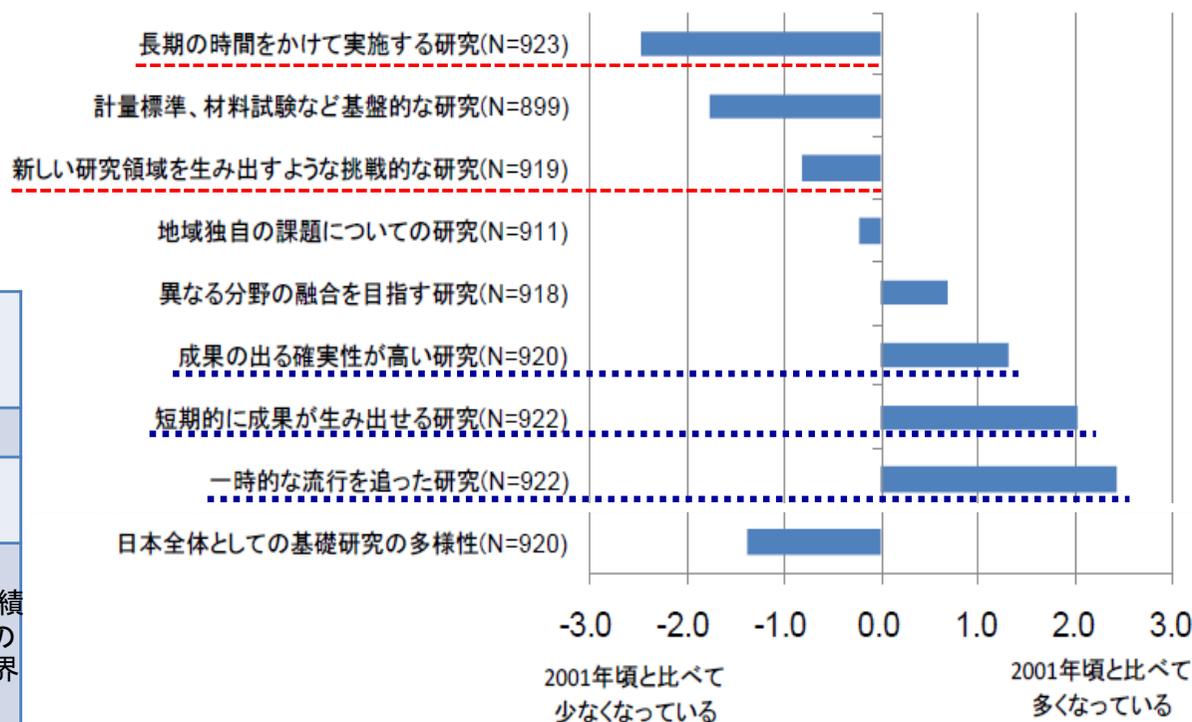
2. 回答者の属性

○NISTEP調査委員会が以下のとおり約1,400名を選定

約 1,400 名	我が国の科学技術システムの実態に精通している代表的な研究者・有識者430名	科学技術政策関連の審議会の有識者、CTO等企業関係者、ベンチャー経営者、ファンドマネージャ、NPO代表、ジャーナリスト(143名) 大学等研究機関の長(49名) 科研費・JST事業採択者、受賞歴を持つ研究者、女性研究者。3分の1程度は産業界から選ばれるよう考慮。(238名)
	分野ごとの研究者約960名	・ライフサイエンス ・情報通信 ・環境 ・ナノテクノロジー ・材料分野 ・エネルギー ・ものづくり技術 ・社会基盤 ・フロンティア 各分野において、第一線級の研究実績を持つ研究者を、学会や産業界からの推薦により選定。3分の1程度は産業界から選ばれるよう考慮。(約120名×8)

3. 調査結果

基礎研究の状況(2001年からの状況変化)
(回答者は、各項目につき、6段階で回答、値はポイントの平均値)



10. 多様で独創的な基礎研究に腰を据えて取り組める環境の重要性②

○現在の基礎研究環境では、多様で独創的な基礎研究に腰を据えて取り組みにくいという主旨の声がある。

<多様で独創的な基礎研究を要望する研究者の声>

名古屋大学 天野浩教授のコメント(経済産業省によるインタビュー)

- 近年、大学における基礎研究も「出口志向」「成果主義」になってきていて、じっくりと取り組むべき研究ができにくくなっている、というのは事実と思う。また、オリジナリティの高い基礎研究が減っていることも実感。自分の研究室ではそういう点を踏まえ、チャレンジングな研究に極力取り組めるように工夫しているが。
- 「出口指向」の方が研究費が取れる、というのが現場の実感。本当は、金額は年間3~5百万円で良いので、数年間、萌芽的な研究にファンディングする、科研費で言えば「基盤C」のようなリソースを増やして、若手の研究者の裁量で使うことができれば、優れたシーズがより多く出るのではないかと。また、本当に革新的な成果を出すには3年では短いので、ステップアップできる仕組みが必要。
- 任期付き研究者がプロジェクトに100%専従するのは、研究者の「心のバランス」の観点からは良くない。プロジェクトの研究はチャレンジングなものが主体だと思いが、自分自身の発案のものもやりたい筈。雇用形態を少し変え、プロジェクト=5割、自分の研究=3割、学生の研究を指導しながら=2割くらいだと心のバランスがとりやすく、かえって思い切った挑戦もできると思う。
- 「じっくりやる研究」は、厳しい。自分が研究に取り組み始めた時期、「青色もいつかできる」と思っていたし、明確な出口イメージも有していたが、GaNでできると思っていた人は殆どいなかったと思う。学会発表しても他の研究者の関心を惹かない“冬の時代”もあった。論文の引用数や論文誌のIFだけではなく、その分野のプロが、研究者をきちんと評価するしくみがほしい。同時に、研究に向いていない人は、自分で別の道を探る決断もしなければいけない。
- なお、日本人の大学院生については、修士課程がゴールとなっており、博士課程に残る学生が殆どいないことも深刻な問題。

JSTによるアンケート調査の結果

- 競争的資金も必要であるが、申請に時間を取られる上に、審査員が適正に評価できていないように感じる。また、競争的資金が増えると流行の研究に研究費が偏るのではないかと。地味で時間がかかり、流行ではないがまだ誰も解決していない研究課題にも資金が回るよう、一定程度は研究費をばらまく必要がある。
- 競争的資金を獲得できなかった場合、公費がほとんどなく、日常的に思いつく研究を試すためのお金がなくなっている。そのために日本から画期的なイノベーションがどんどん少なくなっていくことが実感され、残念に感じる。
- 研究中心の大学への研究費配分に際して、競争的資金を中心とすることは賛成しかねる。研究は、結果の見えない物事に対し、取り組みと失敗を繰り返すことでしか進まないものであるが、競争的資金は、結果の見えやすいテーマや結果を出してきた研究者に資金が集中しやすく、「失敗を繰り返す」ことの重要性を軽視することになりかねない。
- 研究が飛躍的に発展しているときでも研究費が獲得できないことがある。公費を全く研究に使えない現在、このような状況になると規模を大きく縮小して自費で実験を続けるか、実験を一時停止するかを選択に迫られる。

(出所)JST/CRDS 我が国における研究費制度のあり方に関するアンケート調査～現状、問題点、改善方策～(2012) から抜粋して経済産業省作成

※アンケート調査の回答者は、JSTが運用する研究者データベースReaD&Researchmapより理工系分野の研究者(大学院生除く)を無作為に抽出した者

11. 大学経営力の強化

○平成27年4月に改正学校教育法等が施行。また、平成27年度から運営費交付金の中に、学長の裁量による経費が新設。さらに、平成28年度から、当該経費を随時拡大や取組状況に応じた配分額の変動について、文科省において検討。
 ○こうした仕組みが十分に活用されるためにも、大学の経営能力を強化する重要性が高まっている。

アメリカの大学ガバナンスの状況

執行部 (学長、プロボスト)	理事会	教員組織 (評議会、学部)
○具体的、日常的なマネジメントを担当。	○大学の最終的な意思決定機関。	○教育研究や教員人事の方針など教学に関する事項の意思決定を担当
○学長は対外的な職務を担うことが多いため、その下のプロボスト(provost)が学術面や予算など全般にわたり広汎な権限を有す。	○管理運営に関する多くの権限を学長(執行部)や教員組織に委譲。	○多くの大学が 大学評議会 に相当する教員組織を持つ。大学評議会やその下に設置される委員会、あるいは学部・学科において、意思決定を行う。
○ 学長候補者の人材市場が存在し、外部人材が登用。	○ 大学外部者により構成	

1. 学校教育法の改正

学長のリーダーシップ確立等のガバナンス改革を促進するため、教授会等の役割を明確化。

○改正前

・教授会の審議事項を「重要な事項」と規定。
 ※第九十三条: 大学には重要な事項を審議するため、教授会を置かなければならない。



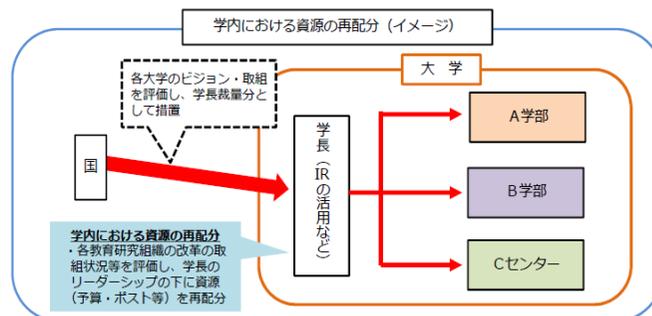
○改正後

・学長が決定を行うに当たり教授会が意見を述べる事ができる事項について、「**学生の入学・卒業、学位授与その他教育研究に関する重要な事項であって学長が教授会に意見を聴く必要があると認めるもの**」と限定し、教授会の役割を明確化。

2. 学長の裁量による経費の新設

○平成27年度予算から、運営費交付金の中に、学長の裁量による経費として新たな区分を新設し、運用開始予定。(一般経費の5%)

○この経費は、学長のビジョンに基づく、学内資源の再配分の取組に対して措置。平成28年度からは、取組状況の評価に応じて、各大学の配分額を変動する方向で検討されている。



(出所) 文部科学省 第3期中期目標期間における国立大学法人運営費交付金の在り方に関する検討会第4回資料1 国立大学法人運営費交付金の見直しの基本的な方向性について(論点整理)

(出所) 文部科学省 組織運営部会(第7回)「参考資料5 諸外国における大学ガバナンスの状況」を基に経済産業省作成。
 ※あくまで基本的な状況を示したものであり、実際の各大学のガバナンス・体制は大学毎に異なることに留意が必要。

<学長やプロボストに、学識経験者の中で、他大学や政府機関勤務等の外部経験を積んだ者が登用されている例>

○ローレンス・サマーズ氏の場合

- ~1991年 ハーバード大学教授
- 1991年 1993年 世界銀行チーフエコノミスト
- 1995年 1999年 アメリカ合衆国財務副長官
- 1999年 2001年 第71代アメリカ合衆国財務長官
- 2001年 2006年 第27代ハーバード大学学長
- 2009年 2011年 第8代アメリカ合衆国国家経済会議委員長

○UCバークレーの副学長兼プロボスト Claude Steele氏の場合

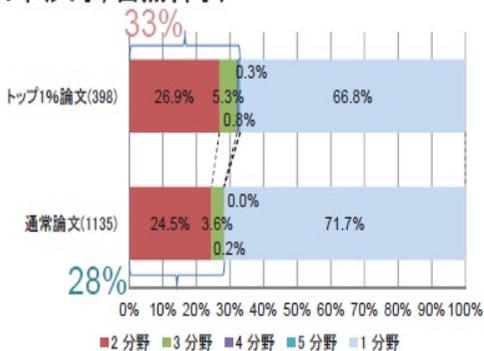
- ~2009年 スタンフォード大学教授
- 2009年 2011年 コロンビア大学プロボスト
- 2011年 2014年 スタンフォード大学学部長
- 2014年~ UCバークレー副学長兼プロボスト

12. 異分野融合の現状

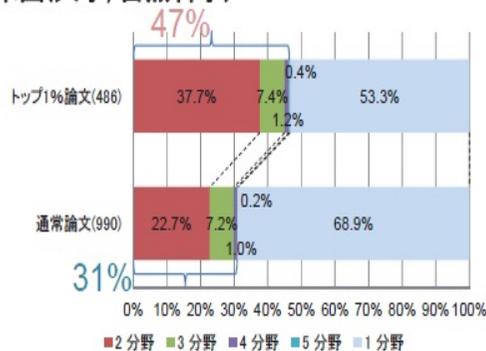
- 米国は、日本と比べより多くの専門分野の研究者で研究チームを構成する傾向。特に、トップ1%論文ではより多くの専門分野をカバーしている割合が高くなっている。
- また、国際的に注目される研究領域について、日本が参画する領域の数は英独と比較して少ないが、特に学際的・分野融合的領域や臨床医学での差が大きい。

研究チームがカバーする専門分野(10分野分類)

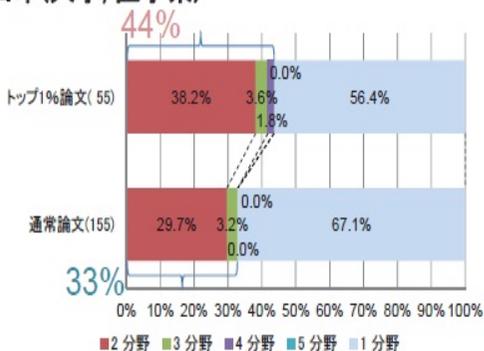
日本(大学, 自然科学)



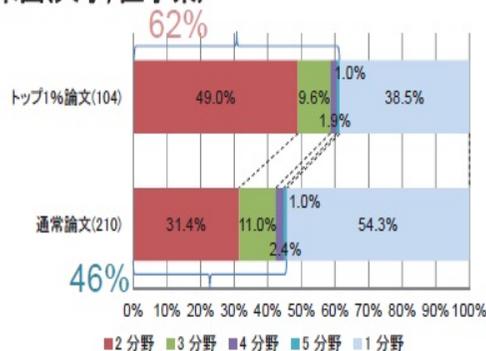
米国(大学, 自然科学)



日本(大学, 医学系)



米国(大学, 医学系)



サイエンスマップ2012における日英独の参画領域数(※)の比較

(※)国際的に注目される823の研究領域におけるコアペーパー(被引用数トップ1%論文)に1件以上関与している場合1カウント。

	サイエンスマップ2012	日本	英国	ドイツ
農業科学	13	5	5	7
生物学・生化学	17	4	12	10
化学	62	28	34	35
臨床医学	146	45	106	92
計算機科学	12	3	8	3
経済・経営学	11	0	5	7
工学	52	10	19	15
環境/生態学	11	0	8	6
地球科学	28	18	25	21
免疫学	4	1	2	1
材料科学	12	4	0	7
数学	29	5	10	9
微生物学	6	4	5	4
分子生物学・遺伝学	11	3	9	6
神経科学・行動学	22	6	15	12
薬学・毒性学	5	0	3	1
物理学	82	42	56	60
植物・動物学	31	18	22	21
精神医学/心理学	16	1	9	6
社会科学・一般	27	1	18	7
宇宙科学	0	4	7	7
学際的・分野融合的領域の数	218	72	126	118
総計	823	274	504	455

データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析を実施。

13. 大学の理工系人材における基礎学力の重要性

○産業界で求められる理工系人材は、どのような分野で活躍するかに関わらず、広く応用できる数学、物理、化学等の基礎学力を強化することが不可欠ではないか。

○産業界が新卒入社社員に大学で身につけておいてほしいこと
(企業21社64名に対するアンケート調査)

○米国の例

(例)	大学の理工系教育に対する産業界のニーズ	
	理工系教育の問題点 (新入社員に対する評価)	身につけておいてほしいこと
化学	<ul style="list-style-type: none"> ・確実に基礎知識レベルが低下。 ・10年ぐらい前の新入社員から最低限の基礎知識が教育されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・有機化学・無機化学・分析化学 ・分子科学（モレキュラーサイエンス）、特に、物理化学、量子化学、シミュレーションサイエンス ・実験手法・実験のプランニング・データ解釈 ・余裕があれば、電気・電子工学、金属工学
機械	<ul style="list-style-type: none"> ・知識レベルが下がってきている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物理、数学
石油	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎知識レベルが10年前と比べて若干落ちてきている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物理化学、化学工学 ・石油精製プロセス開発のみならず生産工程も ・新エネルギー分野では、統計力学、電気・電子工学
繊維	<ul style="list-style-type: none"> ・専門以外の基礎知識が不足。 ・平均的な大学院卒入社者の基礎科学力は、一頃前に比べるとかなり低い。 ・狭い専門領域に興味限定されている割に知識習得レベルが浅く、実践力が弱い。 ・関連他分野に対する興味のもち方、自主的な取り組み姿勢が弱くなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高分子化学、物理学基礎（電磁気学、光学） ・化学基礎（有機合成化学）、化合物の物性 ・物理化学、熱力学 ・生物化学（遺伝子、代謝・生体）
鉄鋼	<ul style="list-style-type: none"> ・体系的基礎知識の不足。 ・個別先端的になり体系的教育の視点がやや希薄。 ・材料力学や機械設計の基礎学力の低下が著しい。簡単な実験装置の設計でさえも。 ・知識の幅（広さ）については低下傾向に。 	<ul style="list-style-type: none"> ・化学熱力学、化学工学、流体力学、伝熱、化学反応、物質移動、塑性加工、電気化学 ・材料力学・機械設計 ・純金属・合金・酸化物・硫化物などの化合物、水素・酸素などのガスの固有物性 ・金属精錬、鋳造、圧延、焼鈍など一連の製造工程、金属材料組織の観察分析などを一連の実験と計算機シミュレーションの両方で修得 ・鉄鋼構造以外に、耐震工学、土質工学、鉄筋コンクリート、計画学などの関連分野 ・統計的品質管理手法
輸送用機械	<ul style="list-style-type: none"> ・極端に基礎知識のレベルが低い人が散見されるようになった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料力学、機械力学、自動車工学、製図、力学、振動工学、熱力学、制御工学、流体力学、電気回路学
建設	<ul style="list-style-type: none"> ・特に数学的素養が必要な分野での学力低下がひどい。 ・公式や技術のポイントなどを丸覚えしており、仕組みや理屈を理解していない。 ・米国は宿題を大量に与え、実際に問題を解かせ、実地に役立つ専門性を身につけさせる。日本は出席、レポート提出で単位になることも。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土質力学、構造力学、材料力学 ・電磁気学、回路理論 ・数値解析 ・土質実験や材料実験などの実習経験 ・基礎知識と実践の同時の学び
電気機器	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎レベルは確実に低下している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・力学・熱力学・電磁気学・化学反応の概念の成り立ちと知識 ・数学、統計学、四力学（熱、構造、流体、振動） ・プログラミングスキル

米国大統領科学技術諮問委員会(PCAST)は、2012年2月に公表したレポート※において、STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)分野の専門家を今後10年間に於いて100万人増員する必要があるとした上で、数学教育の充実、教員の養成、関係者の連携促進など、必要な支援のあり方を提言。

※「ENGAGE TO EXCEL: PRODUCING ONE MILLION ADDITIONAL COLLEGE GRADUATES WITH DEGREES IN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (2012年2月)」

＜レポートにおける数学教育に関する主な指摘例＞

- ・大学に入学する多くの学生は、数学のスキルが不足しており、産業界、政府、軍は、数学のスキルを備えた雇用者を十分に見つけることができていない。
- ・多くの数学の入門コースは、学生にSTEM分野はつまらないという印象を学生に与えており、こうしたギャップを解消するためには、初等・中等教育の段階から対応することが必要。
- ・大学1年目、2年目の数学教育について、最善の方法を調査し、成功している講座を普及させることが必要。

13. 理工系人材と産業界のニーズとの質的・量的ミスマッチの解消

○産業界が求める大学・大学院教育と、現在行われている大学・大学院教育の専門分野に係るギャップを明らかにするために、産業界の技術者を対象としてアンケートを実施。

■ アンケート回答者の基礎情報

- 20歳以上～45歳未満で、産業界で正社員や経営者・役員等の雇用形態で働く技術者が対象。
- 2015年1月下旬から2月上旬にかけてアンケートを実施。最終的に9,822人より有効回答を回収。

最終学歴	高専	学部	修士	博士
(人)	704	6,463	2,389	266

業種	機械系 (自動車、一般機械等)	電気系 (電気機械、半導体、コンピュータ等)	材料系 (金属製品、鉄鋼、非鉄等)	化学系 (化学・化粧品、食品、医薬品等)	情報系 (ソフトウェア、ネットサービス)	建設系 (建設全般)	その他
(人)	1,488	1,758	639	1,152	2,066	856	1,863

職種	研究・開発	生産・製造・品質管理	システムエンジニア	保守・メンテナンス等	その他
(人)	3,150 (うち大学院修了者(修士・博士)は1,417)	2,890	2,007	783	992

■ アンケートの手順

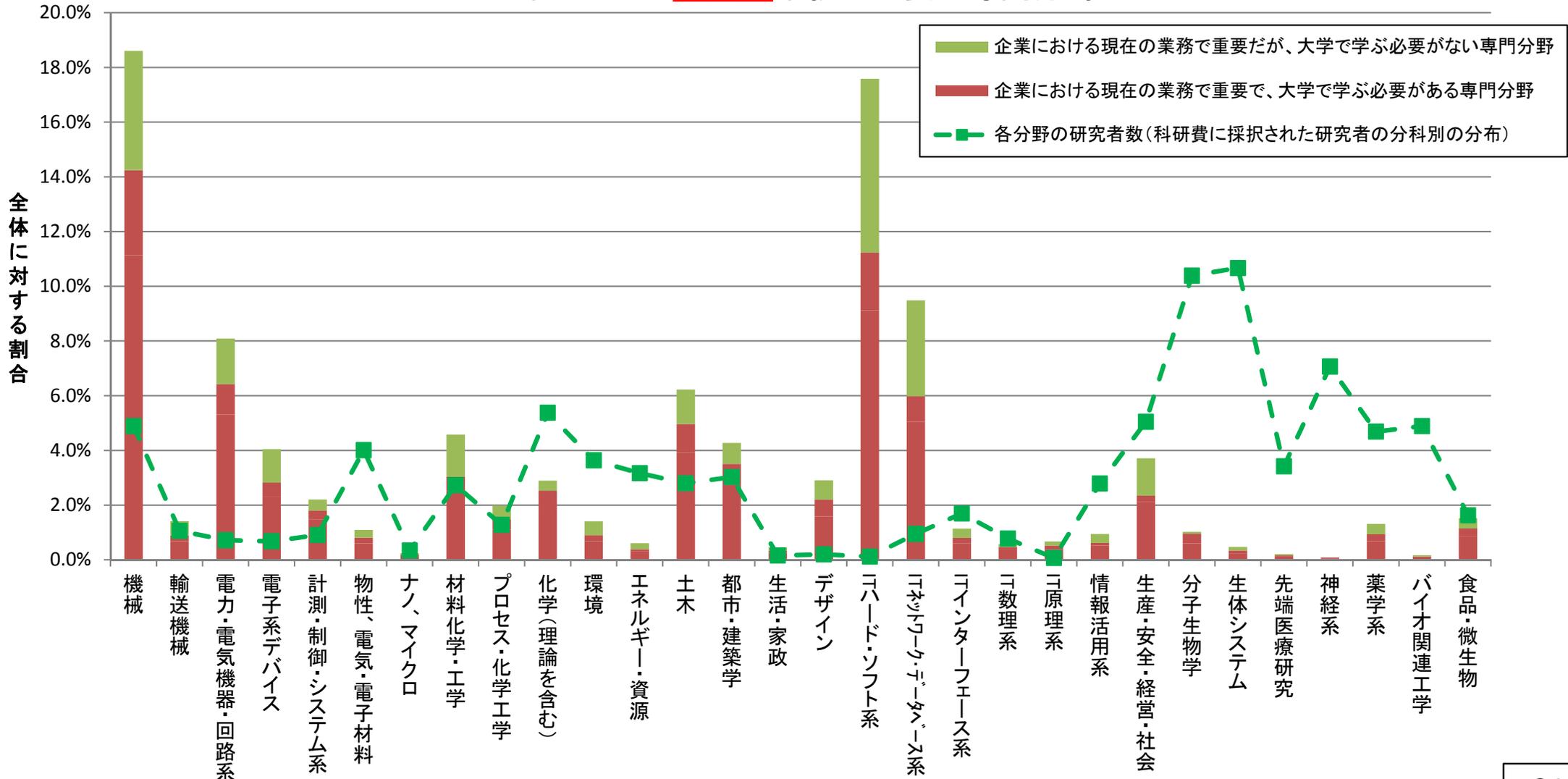
- 専門分野は、科研費の分科に対応した35の分科に分類。
- 回答者は、現在の企業における業務で重要な専門分野(最大3分野)等を回答。

■ 経済産業省において実施(調査実施 河合塾)

13. アンケート結果①企業における現在の業務で重要な専門分野とその分野についての大学教育に係る認識

- 企業の技術系人材を対象として、当該人材の現在の業務に関連が深い専門分野に係る教育ニーズを分析。
- 企業における現在の業務で重要な専門分野としては、機械、電気、土木、ITを選択した者が多く、さらに、いずれの分野についても、大学における教育ニーズが高い。一方、必ずしも大学における教育ニーズが高くない分野でも、研究者が数多く存在している。
- 大学は最先端の研究を行うため、企業の現在業務の求める技術とギャップがあるのは当然ではあるものの、産業界の将来のニーズを見極めた上で、これと大学教育との間のミスマッチがないようにすることが重要ではないか。

企業における現在の業務で重要な専門分野

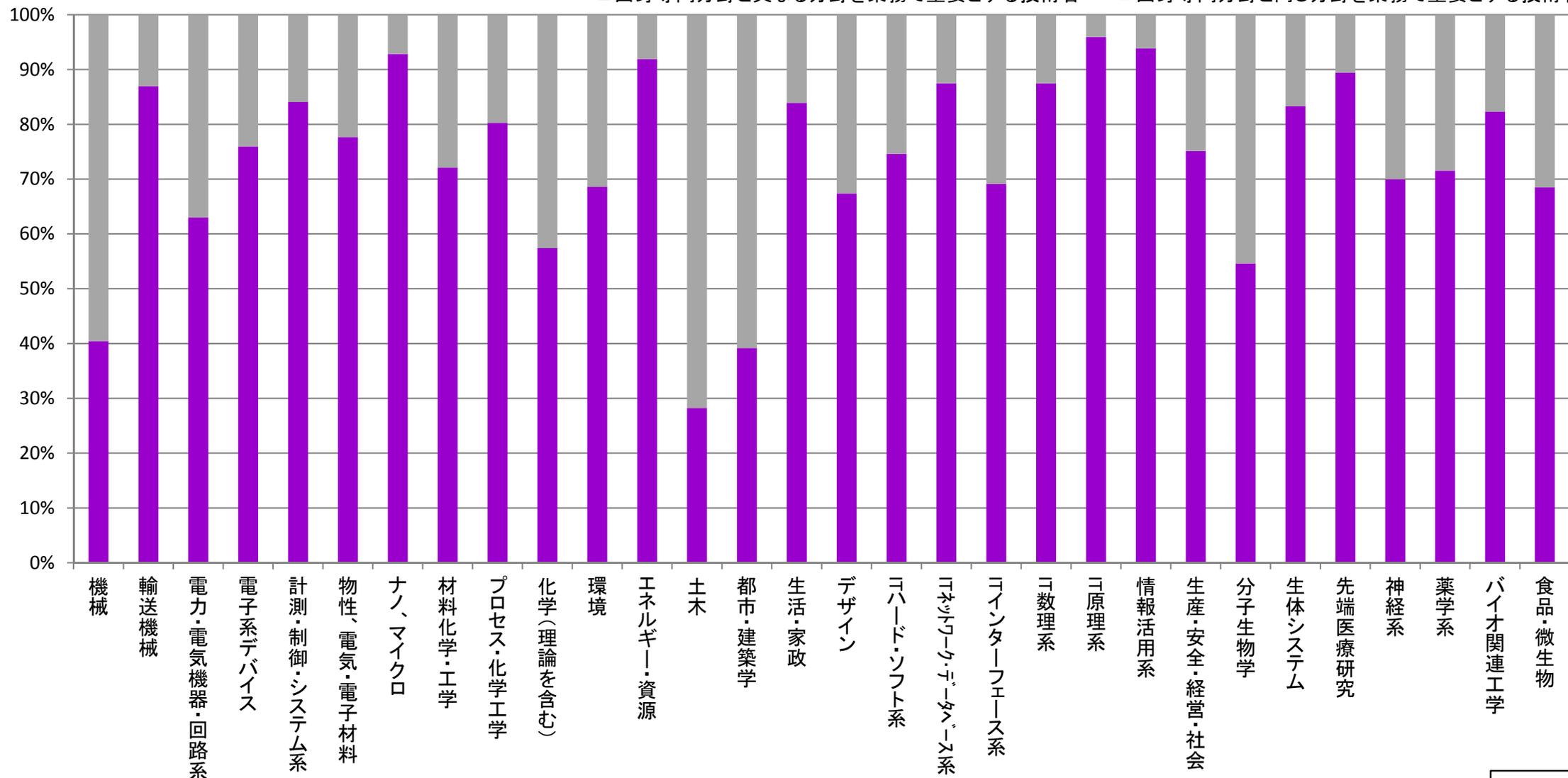


※産業界の技術者が、企業における現在の業務で重要な専門分野を最大3分野選択。企業の技術系業務に関連が深い専門分野について分析。

13. アンケート結果②企業における現在の業務で重要な専門分野のうち大学で学んでおくべきだった分野と出身専門分野との関連性

- 企業における現在の業務で重要な専門分野のうち、大学で学んでおくべきだった(大学で学んだが内容不足だった、あるいは、大学で学んでいなかったが学ぶべきだった)と回答したものは、出身専門分野と異なる専門分野を業務で重要としていることが多い。
- 大学において幅広い分野の履修を可能とするニーズが示唆されるとともに、社会人になって以降の学び直しの機会の拡充を通じた出身専門分野以外の教育ニーズが生じていると考えられる。

■ 出身専門分野と異なる分野を業務で重要とする技術者 ■ 出身専門分野と同じ分野を業務で重要とする技術者



※産業界の技術者が、企業における現在の業務で重要な専門分野を最大3分野選択。企業の技術系業務に関連が深い専門分野について分析。

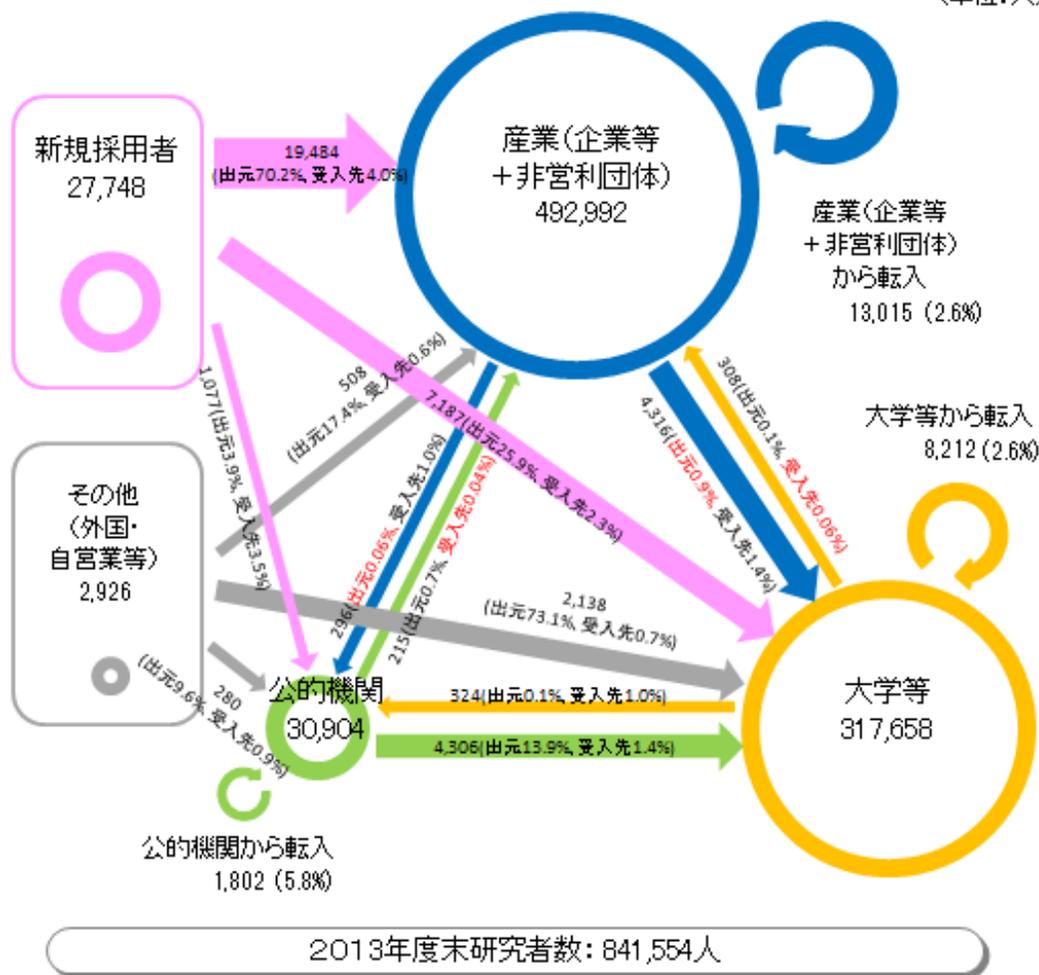
14. 人材の流動化の現状

○産業界、大学、公的機関のセクター間の研究者の流動性を見ると、特に、産業界における大学や公的研究機関からの受入れ割合が低い。

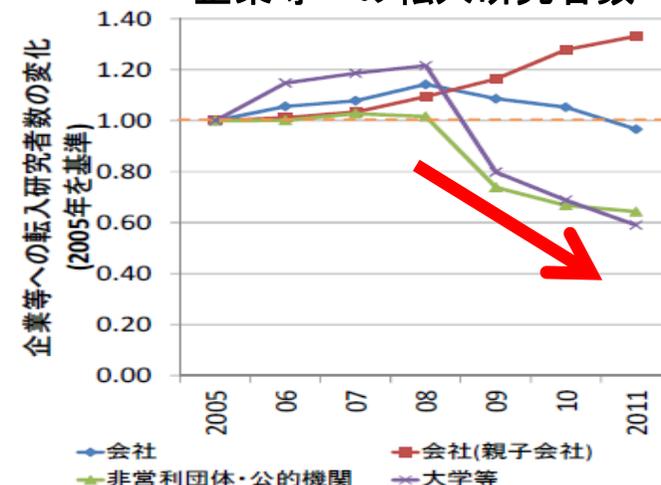
○2008年以降、大学や公的機関から企業への研究者流入が顕著に減少している。

セクター間の研究者の移動の状況(平成25年度実績)

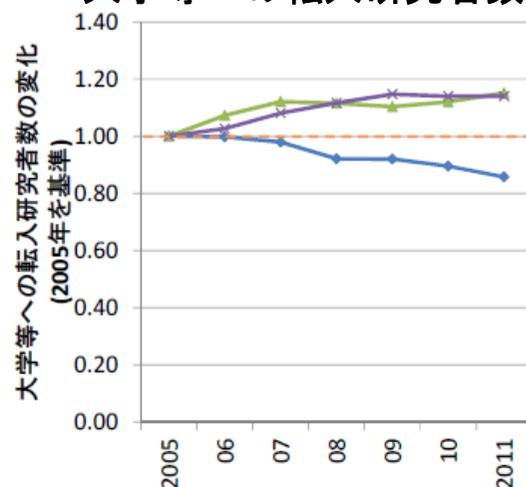
(単位:人)



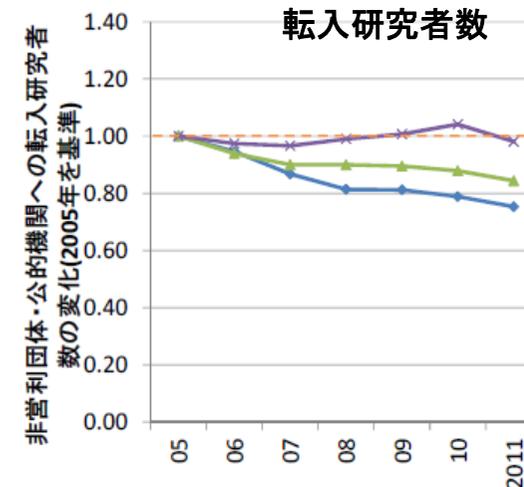
企業等への転入研究者数



大学等への転入研究者数



非営利団体・公的機関への転入研究者数



(出所)総務省統計局「平成26年 科学技術研究調査報告」を基に経済産業省作成
 (注)図中の数値のうち円内は各セクターの年度末研究者数、矢印は各セクター間の研究者の移動(単位:人)

(出所)NISTEP「NISTEP定点調査2013」
 (注)3年移動の平均を示す。2005年は2004-6年、2011年は2010-12年の平均値。

15. オープンイノベーションの重要性

・企業の国際競争力強化のために「オープンイノベーション」の取組が重要。

研究開発戦略による全要素生産性の違い

R&Dタイプ	全要素生産性(TFP)の平均値
R&D無し	0.425
内部R&D	0.887
外部R&D	1.096
内部+外部R&D	3.850
全企業	1.000

(出所) ITO Banri and TANAKA Ayumu "Open Innovation, Productivity, and Export: Evidence from Japanese firms" (RIETI Discussion Paper Series 13-E-006) 2013年2月

備考) 同論文では、統計的分析により、内部・外部R&D実施企業は有意に生産性が高いことを実証している。データソースは、企業活動基本調査(1997~2007年)。

・異なる組織間の共同研究等により、革新的な製品が生まれる。

タイドポッド洗剤 <P&G社>

・タイドポッド洗剤は、3つの異なる洗剤成分を各袋の中に別々に包装し、温水から冷却水までのあらゆる水温において溶ける製品。

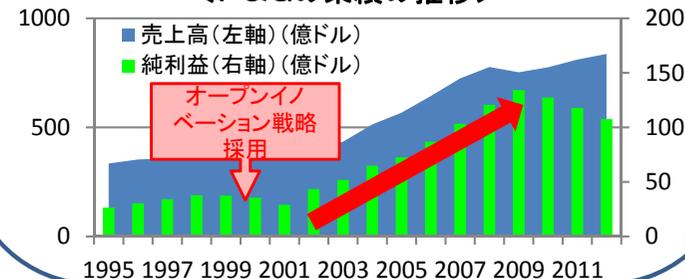
・P&Gは、この開発のために、MonoSol社(米国インディアナ州の中小企業)の水溶性フィルム送達に関する最先端技術を導入し、共同開発し製品化に成功。



・販売開始から1年で5億ドルの製品ブランドに成長。

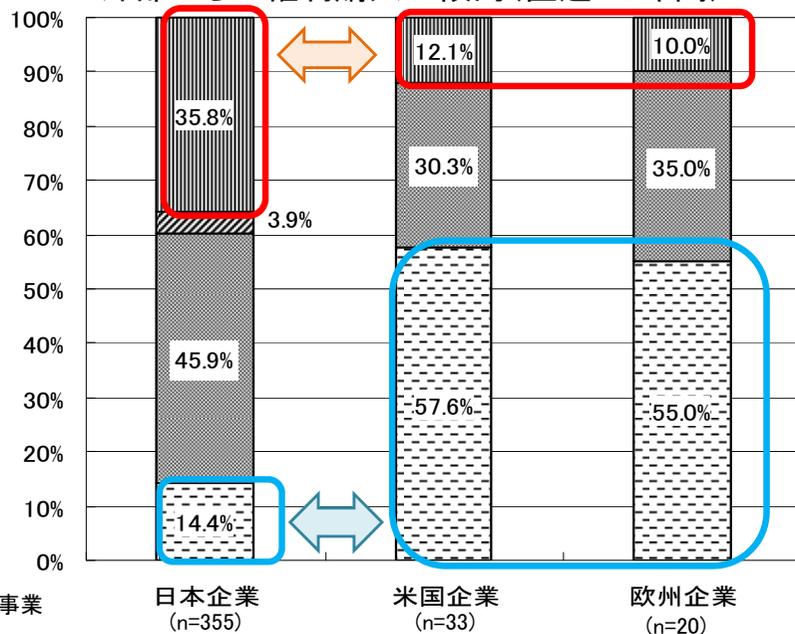
(参考) P&G(米)は、外部との協力によるイノベーションを50%にする目標を設定。それ以降、売上高・純利益ともに拡大。

<P&Gの業績の推移>



・日本では、オープンイノベーションの取組が欧米に比べて遅れている。

外部からの権利購入の傾向(直近10年間)

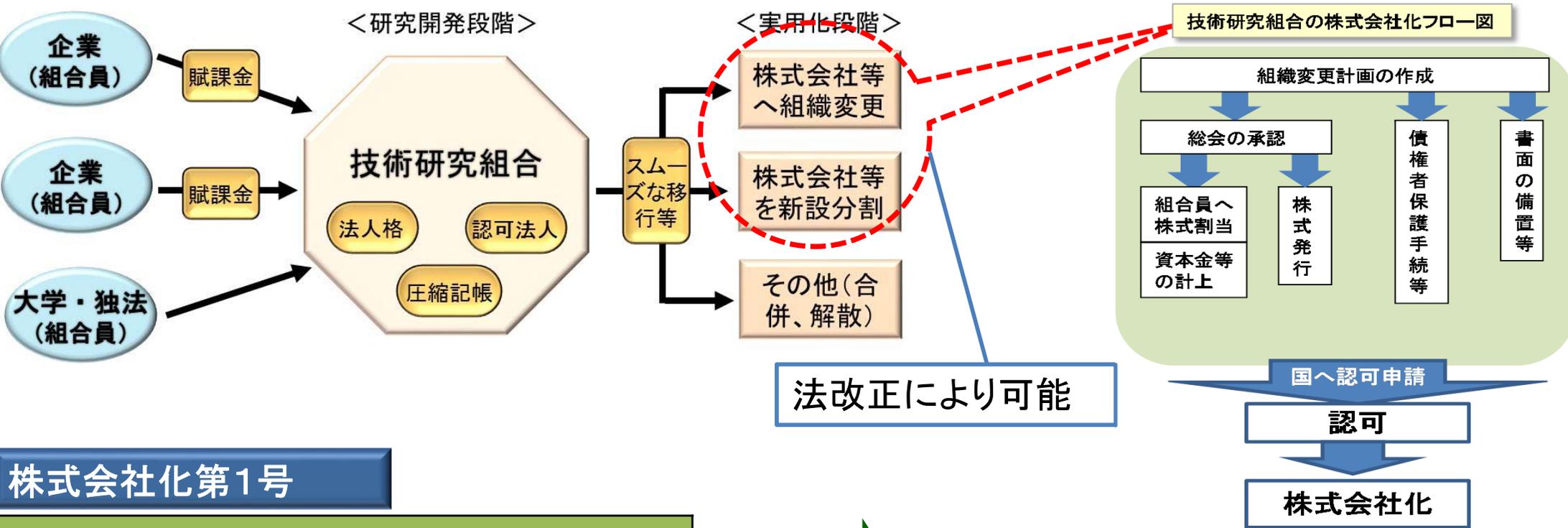


■ 経験なし
 ▨ 減った
 ▩ 変わらない
 □ 増えた

(出所) 特許庁平成24年度知的財産国際権利化戦略推進事業

16. 技術研究組合法の株式会社化の制度の概要

○技術研究組合は、複数の企業や大学・独法等が共同して試験研究を行うために、大臣認可により設立される法人。平成21年6月の法改正により、技術研究組合から株式会社への組織変更が可能となった。
 ○法改正後、株式会社化の第1号案件として、2014年5月に、「グリーンフェノール・高機能フェノール樹脂製造技術研究組合(GP組合)」が「グリーンフェノール(GP)開発株式会社」に組織変更。



株式会社化第1号

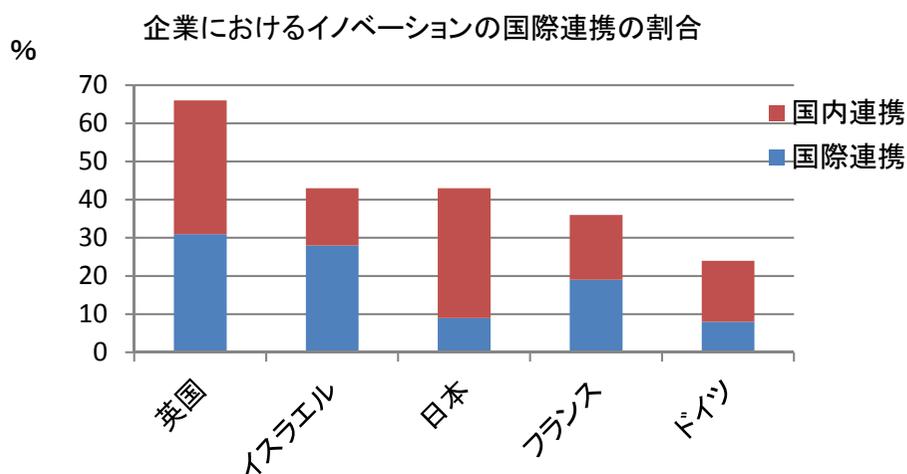
GP組合	
設立	2010年2月15日
組合員	住友ベークライト株式会社 公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)
研究概要	植物資源(非可食)の糖類と遺伝子組換え微生物(RITE菌)を活用した合成樹脂原料のグリーンフェノールの生成・グリーンフェノール樹脂の製造技術開発



GP開発株式会社	
商号	グリーンフェノール開発株式会社
所在地	京都府木津川市
事業概要	グリーンフェノール生産プロセスの実証事業 グリーンフェノールの製造・販売

17. 戦略的な国際展開の必要性

- 我が国のイノベーションに関する企業間の国際連携の割合は、他の主要国と比較して低い。
- 国際共同研究等を通じて、海外の企業等と早い段階から連携していくことにより、我が国企業の技術を踏まえた国際標準化を確立することも可能。
- EUの研究プログラム(Horizon2020)では、EUの世界的な競争力の向上等の観点から国際協力を推進。米国等域外国がプログラムに積極的に参加する一方、我が国の参加は進んでいない。

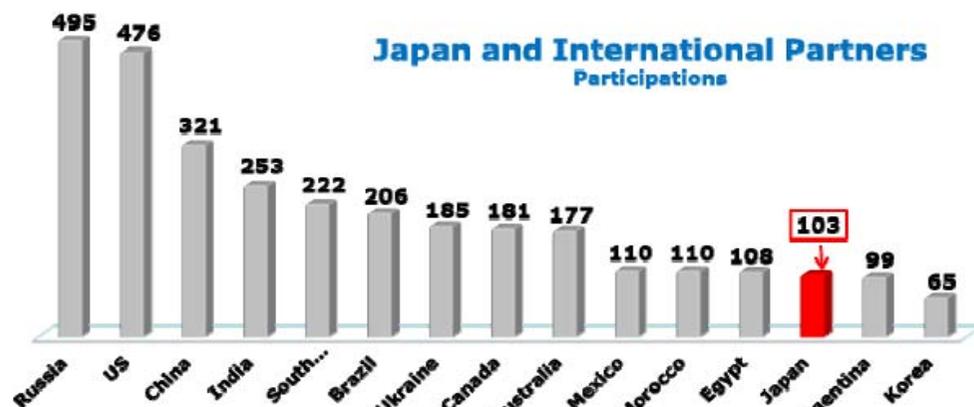


(出所) OECD, based on Eurostat (CIS-2010) and national data sources, June 2013.

標準戦略上の国際共同研究の意義(我が国企業の声)

- 欧州の国際共同研究プログラムに参加することにより、開発計画等の情報収集や国際的なネットワークが広がるとともに、国際標準化関連の情報が入り、非常に意義がある。(電機メーカー)
- 標準化の提案より前の国際共同研究等の段階から、主要な自社の案を盛り込んでおくことが重要。(通信会社)
- 標準戦略上、研究開発段階から海外の各企業や機関と協力して研究を進めることで、標準の規格の決め方のノウハウや過去の標準が決まった経緯なども、欧州の国際共同研究プログラムに参加して初めてわかる。また、国際共同研究を行うことで、普段つきあいのない分野のユーザーからの要求条件がわかる。(通信会社)

FP7プログラムにおけるEU域外各国の参加機関等数



(出所) 日欧産業協力センター資料を基に経済産業省作成

(EUにおけるHorizon2020の活用)

Horizon2020は欧州の世界的な競争力を確保することを目的としたEurope2020計画の実現方策として位置づけられており、欧州は戦略的に国際共同研究を活用。

(EU域外諸国における欧州との連携の取組例)

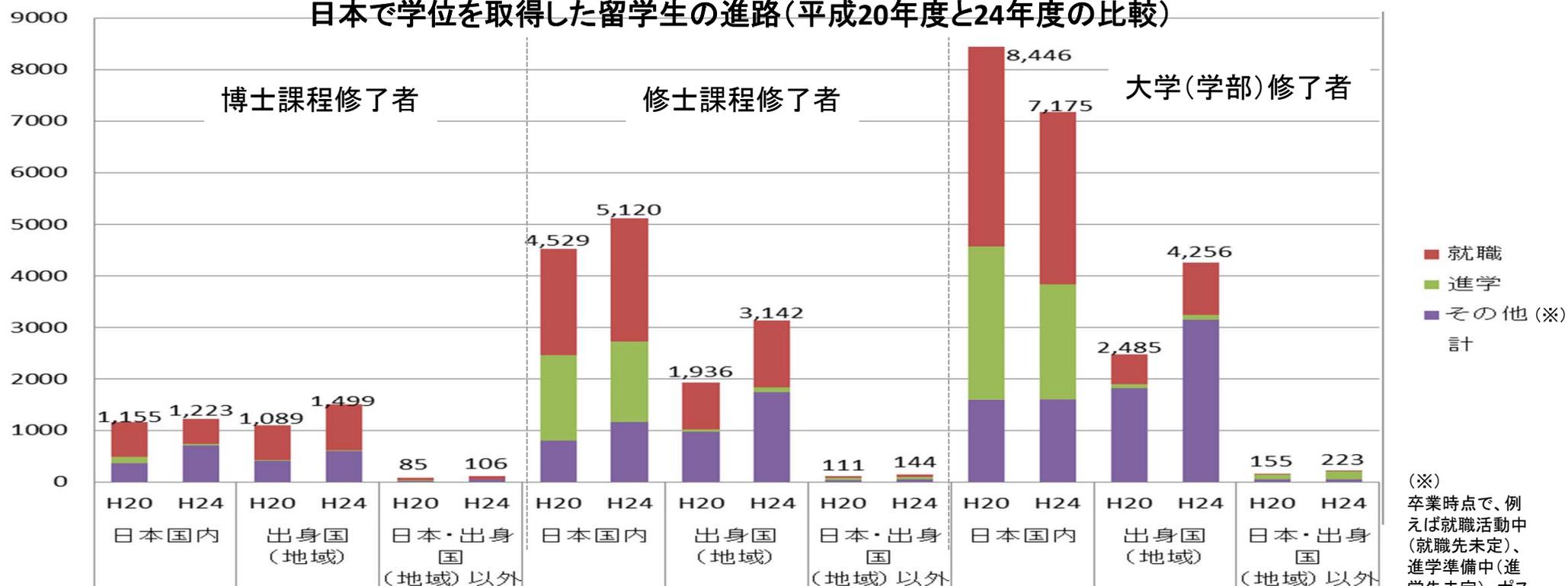
- ・米国では欧州企業についてもNIHが米国プログラムの支援対象としていることから、欧州のHorizon2020の健康医療分野の共同研究でも米国企業に対しては欧州から支援が行われる。
- ・韓国においては、KIC(Korea Research & Innovation Center)を平成25年11月にブラッセルに設置し、韓国中小企業やベンチャー企業とEU企業の連携を支援。

18. 外国人留学生の進路

○日本に留学に来た外国人留学生の進路を見ると、学部、修士修了者は日本国内に留まる割合が出身国に帰国する割合よりも大きいものの、博士修了者については平成24年度では帰国する割合が大きくなっている。

○20年度と24年度を比べると、留学生の数は増えているが、いずれの課程についても修了後、出身国に帰国する学生の割合が増えている。特に、博士修了者について、日本で就職する者が減っており、出身国で就職する者が割合も含めて増えている。

日本で学位を取得した留学生の進路(平成20年度と24年度の比較)

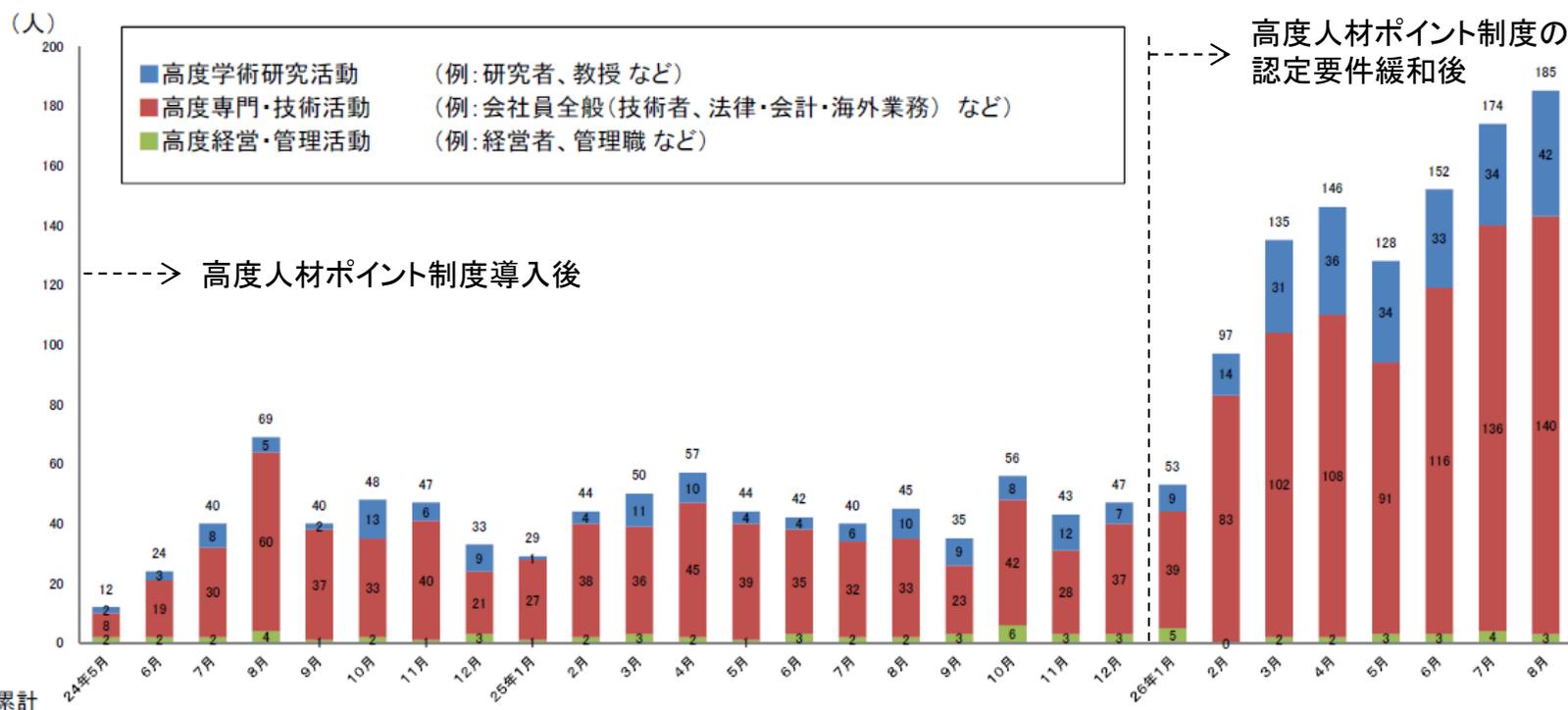


	H20		H24		H20		H24		H20		H24		H20		H24		H20		H24	
	日本国内	出身国(地域)																		
就職	672	483	672	892	58	50	2063	2393	914	1294	32	48	3873	3337	574	1016	19	22		
進学	116	40	14	16	6	5	1669	1574	51	91	37	53	2976	2224	86	87	91	147		
その他	367	700	403	591	21	51	797	1153	971	1757	42	43	1597	1614	1825	3153	45	54		
計	1155	1223	1089	1499	85	106	4529	5120	1936	3142	111	144	8446	7175	2485	4256	155	223		

(※) 卒業時点で、例えば就職活動中(就職先未定)、進学準備中(進学先未定)、ポストドクや研究員として研究室に残ることになった者等が含まれる。

19. 在留資格制度における高度人材ポイント制の認定件数の推移

- 平成25年12月に認定要件を緩和後、高度人材ポイント制(※)のウェブサイト掲載や関係機関へのリーフレット配布のほか、企業・大学等の各種会合に職員を派遣して広報を実施。
- 各在外公館HPからポイント制のウェブサイト参照できるよう随時HPを改修予定。
- 平成27年4月には在留資格「高度専門職」が新設される予定。



※高度人材ポイント制
 現行の外国人受入れの範囲内にある者で、高度な資質・能力を有すると認められる人材(高度人材)の受入れを促進するため、学歴や職歴、年収等の項目ごとにポイントを設け、ポイントの合計値が一定点数に達した場合に、出入国管理上の優遇措置を講ずる制度。

※累計

小計	24年5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	25年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	26年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
高度学術研究活動	2	5	13	18	20	33	39	48	49	53	64	74	78	82	88	98	107	115	127	134	143	157	188	224	258	291	325	367
高度専門・技術活動	8	27	57	117	154	187	227	248	275	313	349	394	433	468	500	533	556	598	626	663	702	785	887	995	1086	1202	1338	1478
高度経営・管理活動	2	4	6	10	11	13	14	17	18	20	23	25	26	29	31	33	36	42	45	48	53	53	55	57	60	63	67	70

(出所)産業競争力会議第5回実行実現点検会合