

我が国の基礎研究力強化に向けて（提言）

ーイノベーションの源泉、学術研究・基礎研究の推進についてー

平成 28 (2016) 年 5 月 26 日
一般社団法人八大学工学系連合会

1. はじめに

急速なグローバル化が進む中、国土が狭く資源もない我が国が世界に伍していくためには、科学技術力がその源泉であることは論を待たない。このため、「科学技術創造立国」が国の重点政策として掲げられ、これまで様々な施策や研究開発投資が行われてきた。

科学技術力と言ったときには、製品開発力・製造技術力もさることながら、それらを支え、将来のイノベーションに繋がる基礎研究力が重要である。しかしながら、いくつかのデータ（例えば学術論文数）から窺える日本の基礎研究力は、停滞もしくは減退傾向にあるという現実がある。八大学工学系連合会は、大学が我が国の工学分野における学術研究・基礎研究の中核を担い、科学技術を通して世界に貢献し続けるために、ここに基礎研究力強化に関する提言を表明するものである。

2. 我が国の基礎研究力と大学の研究環境の現状

2-1 日本の基礎研究力は停滞・減退傾向

学術論文数はその国の基礎研究力を測る指標の一つである。資料 1 に、ここ 30 年間の国別総論文数の推移を示す。大幅な伸びを示す米国や中国を典型例に世界各国が年々論文数を増やしているなか、2004 年以降の日本だけが減少していることが分かる。また資料 2 に示すように、もともと日本からの論文数が多かった工学系において減少の度合いが大きいことが 2000 年を基点とする比率のグラフより読み取ることができる。さらに、論文のレベルに関して資料 3 は、引用件数の多い上位 10%論文及び上位 1%論文の、2001-2003 年期間から 2011-2013 年期間までの世界ランキングの変化を示した表である。全ての分野において日本の順位は下がっているが、ここでも工学、情報系の落ち込みが大きいことがわかる。これらの他にも、国際的論文数のシェアも日本だけ低下、高注目度論文数も日本だけ減少、GDP あたり論文数は先進国中で最低、人口あたり論文数世界 35 位、相対インパクト（1 論文あたりの被引用回数）26 位などのデータもあり、日本の基礎研究力の弱体化は今や深刻な問題になりつつある。

日本の基礎研究は主に大学および公的研究機関が担っており、中でも「工学」については八大学工学系が重要な役割を担っている。そこで以下では、研究活動の源泉たる「研究資金」と「研究人材」について、世界の中の日本もしくは八大学工学系の現状を述べ、課題の抽出と解決策の提案を試みるものである。

2-2 大学の研究資金の現状と課題

大学の研究資金は、定常的に配分される基盤的資金（運営費交付金）と研究プロジェクトで獲得する競争的外部資金（科学研究費補助金、各種公募研究、受託研究、企業との共同研究等）である。資料 4 は八大学+筑波大の基盤的資金と外部資金の推移である。両者を合わせた総額は増加傾向にあるが、ここ何年も基盤的資金の減少と外部資金の増加が続いており、平成 25 (2013) 年度には外部資金が基盤的資金を上回る状況に至っている。これは、2004 年の国立大学法人化以降、競争政策として大学の効率化・活性化を狙いに運営費交付金から競争的資金へのシフトを進めた結果であり、2015 年 10 月の財政制度等審議会資料にあるようにこの政策は今後も継続されるものと思われる。

世界の状況に目を向けてみると、資料 5 の大学研究費の国際比較に示すように日本の大学研究費は、米国、大きく括った EU、および増加の著しい中国に対して 4~5 分の 1 という低いレベルにある。一方で、資料 6 のデータが示すように大学の公的研究資金と単位人口当たりの論文数は正の相関を持っていることから、大学研究費が低レベルに留まっている日本は、人口当たり論文数においてここでの対象国のなかで最下位という状況である。

このような世界の大学研究費の状況のなかで、八大学工学系の研究室の実情を調べてみた。大学の研究室には、運営費交付金や授業料等の基盤的収入から大学運営のための諸経費を差し引いた額が「校費」として配分され、研究室ではさらに運営諸経費や教育経費をここから支出し、残りが研究費となる。実態を見ると、八大学工学系の平均的な研究室は、3~4 名のスタッフと 15 名程度の学生で構成されており、これら全員の教育研究活動を年間 250 万円以下の「校費」のみで賄うことは不可能な状況にある。必然的に教員は外部資金の獲得に奔走せざるを得ないというのが実情である。

この結果として大学研究室の研究費は主に外部資金で賄われているが、代表的な基礎研究の資金は科学研究費補助金（科研費）である。そして、資料 7 に示すように基礎研究を支える研究資金の科研費への依存度は年々高くなり（データで示された時期以降もこの傾向は継続している）、今や、基礎・基盤研究の推進にとって科研費は最重要な研究資金となっている。

次に投入した公的研究資金がどのように論文を生み出しているか調べてみた。資料 8 は、政府提供資金の研究機関別内訳と論文数を表したグラフである。公的研究機関（旧国立研究所）は大型研究を推進するミッションを持つことから、大きな研究費に対して論文数は少なく、論文の量としては大学が大きな部分を占めている。これらのデータは、学術研究・基礎研究を支えているのは主に大学であり、また、研究費を集中すれば多くの基礎研究の成果が得られるとは一概に言えないことを示唆している。

以上の研究費に関する背景のもと、現場の研究者は「外部資金重点化」や「科研費の役割」をどうみているか、八大学工学系の教員・研究者にアンケートを行った。多くの回答の中から抽出した主な意見のうち、まず懸念については次のとおりである。

懸念 1：競争的資金重視は実用性と確実性を重視する短期成果優先の研究姿勢を助長？

基盤的資金と外部資金の性格の違いとして、外部資金は研究計画を評価したうえで採否が決定されるが、出資側としては役に立ち成功の確率が高い研究提案を採択しがちになる。このことが実用性重視の研究テーマへの偏りや基盤的・基礎的研究の衰退につながるものが危惧される。

懸念 2：基盤的資金の減少が長期的、萌芽的、独創的基礎研究を淘汰？

一般に外部資金は特定の研究テーマに対して与えられるものであり、他の研究テーマへの転用は原則禁止である。さらに科研費では一研究者一研究テーマが原則であり、複数の研究テーマを並行して行うことはできない。その傍らで減少し続ける運営費交付金を基盤的研究に差し向けることは難しく、少なくとも近未来には実用には結びつかない基礎研究、次の研究の種・芽を育てる基礎研究、日の当たらない分野の基礎研究といった長期的・革新的基礎研究を支える研究資金の先細りが懸念される。

このような懸念への対応策として八大学工学系連合会は次のような改善策を提案したい。

対応 1：科学技術の裾野を広げ、長期的・革新的研究を絶やさぬよう、最低限一定レベルの基盤的資金の確保に努める。

対応 2：今や最重要な基礎研究資金である 科研費について、小型（小額）種目の研究費枠の引き上げ、研究者を雇用できる研究費システムの構築などの制度改善を進める。

対応 3：これまでの様な個別的・テーマ別の産学連携共同研究のみならず、基礎研究から応用研究展開まで広い範囲をカバーする長期的・包括的な産学連携研究開発を推進する。

対応 4：研究レベルを維持し、さらに進展させるためには現状の競争的資金枠を確保する必要がある。ただ、その運用においては、競争的資金の研究分野や課題の偏りを排し、研究分野や資金額の多様性を確保する。また競争的資金における用途制限を緩和し校費のような効率的で柔軟な資金活用の範囲拡大策を検討する。

対応 5：競争的資金の採否により不安定になる状態を緩和するため、不採択時のセーフティネットを整備する。

以上述べたように、競争的外部資金が科学技術の基礎研究ならびに応用研究を推進する上で重要な役割を果たしていることについては論を待たない。しかしながら、同時に一定程度の安定的・基盤的研究資金の確保が、基礎研究力の強化につながり、さらに独創的な応用研究、革新的な実用科学技術の創出に必須である、というのが多くの大学研究者の思いである。

2-3 大学の研究人材の現状と課題

1) 若手研究者

研究を行うには、設備・施設費などの物件費も大事であるが、それにもまして人材が重要である。資料 9 は研究人材の重要性を示唆するデータである。世界各国の人口あたりの実効大学研究者数と論文数は正の相関を持っており、日本は先進国で最も低い位置にある。

さらに資料 10 に示すように、法人化以降毎年続けられた運営交付金の削減により、国立大学の経常費用に占める人件費の減少と定員削減が各大学で進み、この教員数減少を埋める形で競争的外部資金による任期付特定教員の数が著しく増加した。資料 11, 12 は、学術研究懇談会（RU-11、八大学、筑波大、早稲田大、慶応大の 11 大学）がまとめた任期付き、任期無し教員数の推移である。任期無しのいわゆる定員内教員数が急激に減少し、逆に、任期付き教員数が大幅に増加している。加えて資料 12 の年齢構成に示されるように、任期付きは若手教員に集中してきたことが分る。つまり、若手研究者を中心に研究者雇用の競争的外部資金化が進行したのである。この財政的な事情、短期的な視点をもたらした教員構成の歪は、今後長期に亘って大学教員構成に「若手不足」という悪影響を及ぼすことが危惧される。さらに、より深刻な問題は、不安定な任期付き職に従事する若手教員が、短期研究指向、業績優先、倫理低下、教育軽視、自分本位の性向をもつ研究者になりかねないことである。STAP 細胞事件の教訓を忘れてはならない。

2) 大学教員の研究時間

我が国の大学教員は、研究だけでなく教育及び大学運営に関する業務割合も大きい。そのため、教員数＝研究者数とはならず、研究時間の割合を乗じた値が実効的な研究者数となる。資料 13, 14 は大学教員の研究業務割合に関する全国統計データである。いずれも研究時間が減少傾向にあること、その減少は教授に始まり若手に波及してきたことを示しており、その主因は社会サービスの増加との分析である。学会活動は本来の研究活動として取り組むとしても、各種委員会・審議会の委員、法人化に伴うコンプライアンス対応、前述の外部資金獲得のための諸活動など、教員は教育研究以外に多くのエフォートを割かねばならないのが実状である。八大学工学系についてアンケート調査を行ったところ、研究時間割合は全国データとほぼ同じ 40%前後であるが、現実には半数以上が研究時間の不足を訴えている。実際、運営費交付金の減額・定員削減は直接的、間接的に実効研究者数の減少、研究支援サービスの低下、研究環境の悪化を引き起こし、大学が進める教員の研究時間の確保の自助努力の限界を超えて大学教員の研究時間の減少が進んでしまっているのである。

3) 博士課程大学院生

大学の学術研究・基礎研究には、教員以外のポスドク研究員や博士課程大学院生も重要な貢献をしている。2-2 項でも触れたように八大学工学系の平均的な研究室は、教授/准教授/助教が各 1 名弱という教員の下、研究員 1 名弱、博士学生 2-3 名、修士学生 8-9 名、学部学生 4-5 名から構成されている。

一方、米国主要大学の各研究室ホームページから調べた研究室構成を資料 15 に示す。教授または准教授 1 名の下、ポスドクを主とする研究スタッフ数名と大学院生数名という体制で研究が行われている。米国の大学院は博士・修士一貫課程のため殆ど全ての院生は博

士号取得を目指す研究者の卵、もしくは若手研究者である。つまり、研究室構成員全員が研究者であって、我が国との大きな違いは、大学院学生がポスドクと同様に研究者として給与を手に行っていることである。米国においてはこのような若手研究者、博士課程大学院生が重要な研究人材であることは資料 16 から明らかである。この表には、学術論文の筆頭著者（その論文に最も貢献した著者）における若手研究員（学生、ポスドク研究員）の割合が示されており、その高い割合から若手研究員が研究の中心的存在であることを示している。

これに対して我が国の大学工学系研究室では半数以上が修士/学部学生であって、彼らの後輩として指導し、研究室の研究活動と運営に貢献しているのが博士課程大学院生である。八大学工学系も昨年の提言において高度博士人材育成の重要性を訴えたところであるが、今だ、我が国の博士課程に進む学生は少数である。さらに、資料 17 に示すように近年は会社に在籍したまま博士課程に入学する社会人博士学生が増えている。彼らの多くは会社の業務の傍らの研究活動を行うもので、研究室の研究活動への寄与はフルタイムの学生と比較して期待できないことも多く、実質的に大学の基礎研究に寄与する博士課程大学院生数は実数の 0.6 倍程度ということになってしまう。

このように米国の研究室との比較から、研究人材を育成する博士課程の充実が基礎研究力強化の上で重要なポイントである。昨年度の提言において産官学が協調して総合的な博士人材育成策を講じることを各方面にお願いしたところであるが、その対策の中でも日本学術振興会の特別研究員制度（DC1, DC2）は、博士課程大学院生への経済支援として必須であり、未来の科学技術を牽引する研究人材の育成という意味からも極めて重要である。大学院生に特別研究員という身分を与えて研究者として認定すること、自分で執行できる研究費を与えて自己研鑽の機会と研究者意識をもたせることは、研究者の育成にとっても有効である。しかしながら残念なことに、DC1、DC2 の採択率がここ数年間で 25% から 21% へと低下している現実がある。DC 制度を充実させることは、優秀な学生が博士課程に進学することを支援し、研究室の研究人員の増加を通じて研究力をアップさせ、さらに未来の基礎研究を牽引する人材を育成することになる。これは我が国の基礎研究力を強化するために、戦略的に極めて重要な施策であることを強調しておきたい。

3. 提言

【研究資金に関して】

(1) 運営交付金等による基盤的研究資金の確保

科学技術の裾野を広げ、多様性を保ち、発明発見の土壌を確保するためには、自由なアイデアに基づく探索研究、萌芽研究、長期的研究、挑戦的研究を可能にする自由度が高く安定的な研究費が一定程度必要である。また、基盤的資金の競争的資金への過度な研究費のシフトが研究現場の教員の研究時間を圧迫している実態にも注意を要する。

法人化後 10 年間も続いた一方的な運営交付金削減が引き起こした国立大学の研究力低下、諸制度の歪、弊害は著しく、我が国の科学技術創造立国の構想実現を危うくしている。このような状況にも拘わらず、平成 28 年度から開始される第 3 期中期目標・中期計画の 6 年間、さらに毎年 1.6% の減額が実施されようとしている。背景に「少子化に伴って教育研究の経費を削減」という考えがあるのかもしれないが、「少子化の時代こそ基礎研究力の強化・高度人材の育成」が必要であることを主張したい。ここに、現在の 運営交付金の削減に歯止めをかけ、自由度の高い基盤的研究資金と教員・研究者の研究時間が確保される施策を強く求める ものである。今の時代こそ「米百俵」の精神が大事なのである。

(2) 基礎研究とプロジェクト型研究とが調和した研究力強化

研究者の自由な発想にもとづく基礎研究を育むとともに、芽が出た基礎研究を応用研究、実用化研究に発展させるために、大学は産官との連携をさらに強化したい。

基礎研究に対しては、公的資金による科学研究費補助金が極めて大きな支援であり充実が切望される。科研費は過度な集中よりは広範なテーマへの配算を行うべきであり、特に「基盤研究 A、B、C」、「若手研究 A、B」、「萌芽的研究」などのカテゴリーを研究費増額も含めて充実させることが、基礎研究力の強化に有効であると考え。

プロジェクト型研究については、長期ビジョンの下に産学官連携のプラットフォームを構築し、短期的・個別的なプロジェクト研究のみならず、基盤研究も含めたより長期的・包括的な産学連携研究を展開したい。産業界に対しても、基礎研究の多様なシーズを育成し、将来を担う人材の育成や、社会的価値、市場の創成に結び付けるために、より長期的なスパンでの研究開発投資を要請するものである。

(3) 間接経費の確保

競争的資金の問題点として使用目的が当該研究に直接関与する事柄に限定されており、研究環境整備や共通基盤整備、関連事務経費などには使えないことが挙げられる。これを補うべく間接経費が科研費等には認められているが、運営交付金が年々減額されるという大学が置かれている厳しい財政状況と研究環境の劣化を鑑みると、寄附金を除くすべての外部資金において間接経費 30%を確保することを求めたい。

【研究人材に関して】

(4) 若手研究者の安定的雇用

基礎研究から革新的な成果を生み出すためには、長期間リスクを冒して挑戦し、難問を解き明かす環境が必要である。任期付ポストが若手研究者の不安をあおり、自由な発想ができる若手が地に足の付いた基礎研究を行うことを困難にしている。任期付きポストから安定的な雇用に早期に転換できるよう、若手ポストの増員、任期有／無のポスト比率の適正化、産業界を含めた若手研究者のキャリアパスの確保等、上記提言(1)、(2)、(3)の成果を活かしつつ柔軟な人事制度の構築を進めていきたい。このことは優秀な学生の目に研究者が将来の職業として魅力あるものに映るためにも必要である。

(5) 博士課程大学院生への支援

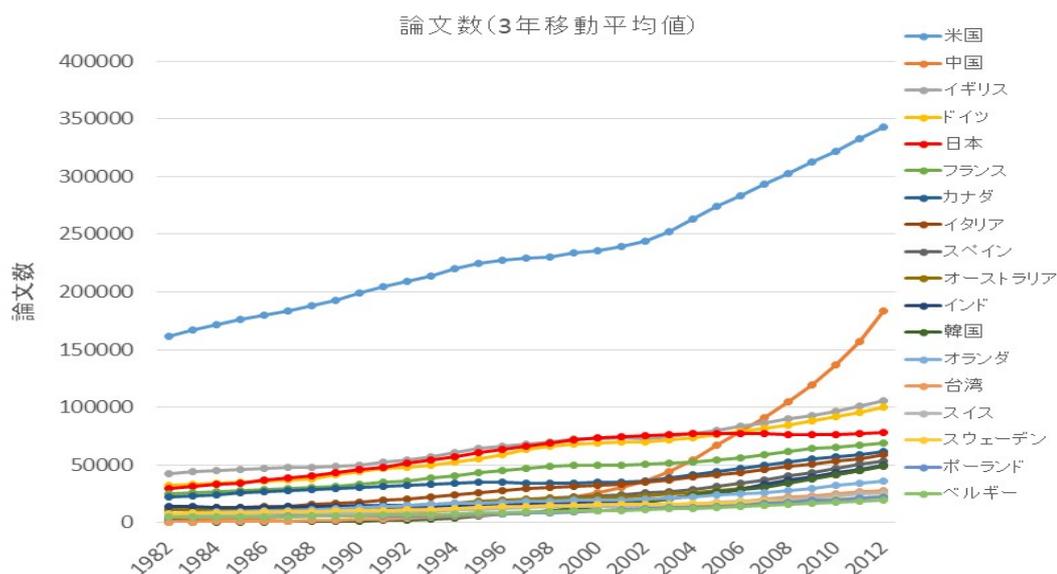
大学における基礎研究の推進には博士課程大学院生が重要な貢献をしている。より多くの優秀な学生が博士課程に進学して RA として研究を推進することにより国の基礎研究力が強化されるための施策が求められる。本提言「我が国の基礎研究力の強化」と、昨年度の提言「イノベーションを支える高度博士人材育成」は一体的に推進することにより大きなシナジー効果が期待できると考えられる。

なお、具体的には、学術振興会による特別研究員制度において、DC1、DC2 への配分枠を増加させ研究に専念するための経済支援と研究者の卵の育成に注力すること、博士課程学生に研究者として活躍してもらえる研究費環境を整備することを要望したい。

本提言のテーマのような我が国の基幹的重要課題については、ここ十数年間の諸施策によってもたらされている状況を総括した上で、長期的戦略の下に、初等中等教育における理系人材育成から大学の基礎研究力、産業界での開発研究力に至るまで、総合的かつ体系的な施策を立案・実行するべきである。本提言は、大学人の立場から大学における現状を訴え、ここで発掘した諸課題とその解決策を諸政策の立案に活かしていただけるよう訴えるものである。

以上

資料1: 論文数国際比較

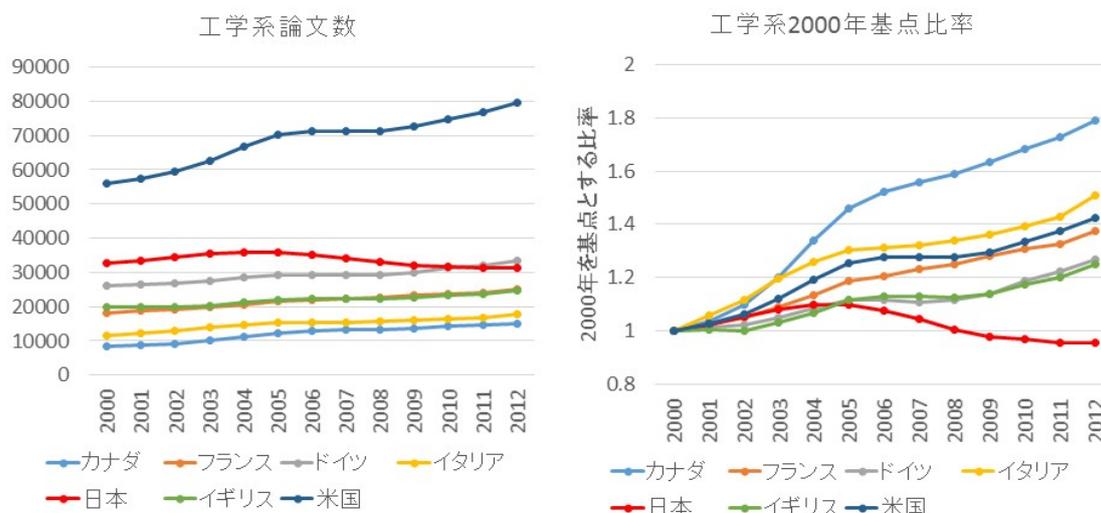


注) トムソン・ロイター InCites™ に基づく。整数カウント法、3年移動平均値。図中の年は3年平均をとった中央年。

(国立大学協会・政策研究所より)



資料2: 工学系論文数の推移



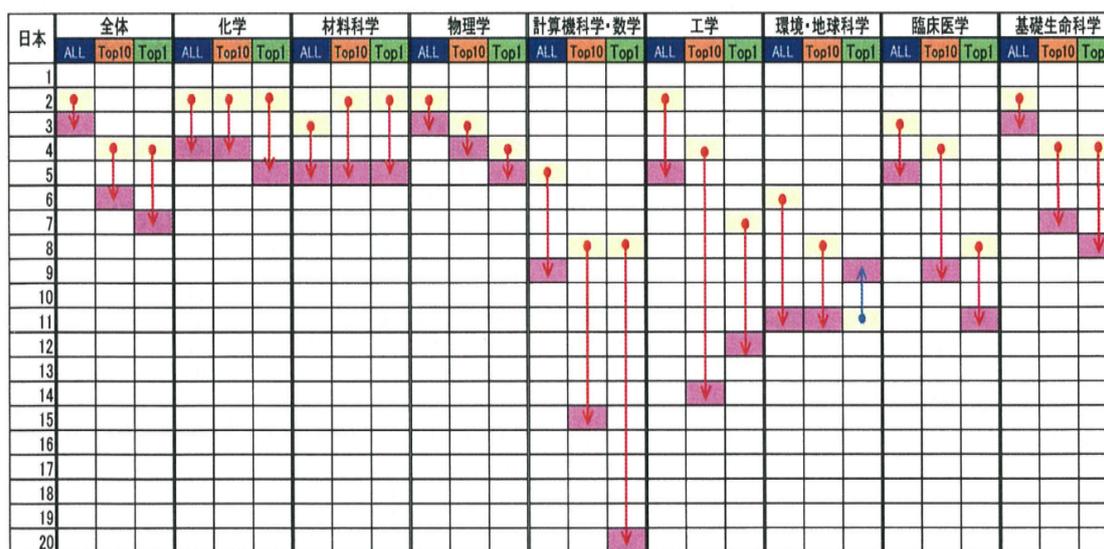
注) トムソン・ロイター InCites™ に基づく。整数カウント法、3年移動平均値。「工学系」とはトムソン・ロイターの Essential Science Indicators 22 分野のうち、「化学」「コンピュータ」「エンジニアリング」「物質科学」「物理」を合わせたもの。

(国立大学協会・政策研究所より)



資料3: 発表論文数ランキングの推移

(2001-2003年) → (2011-2013年)

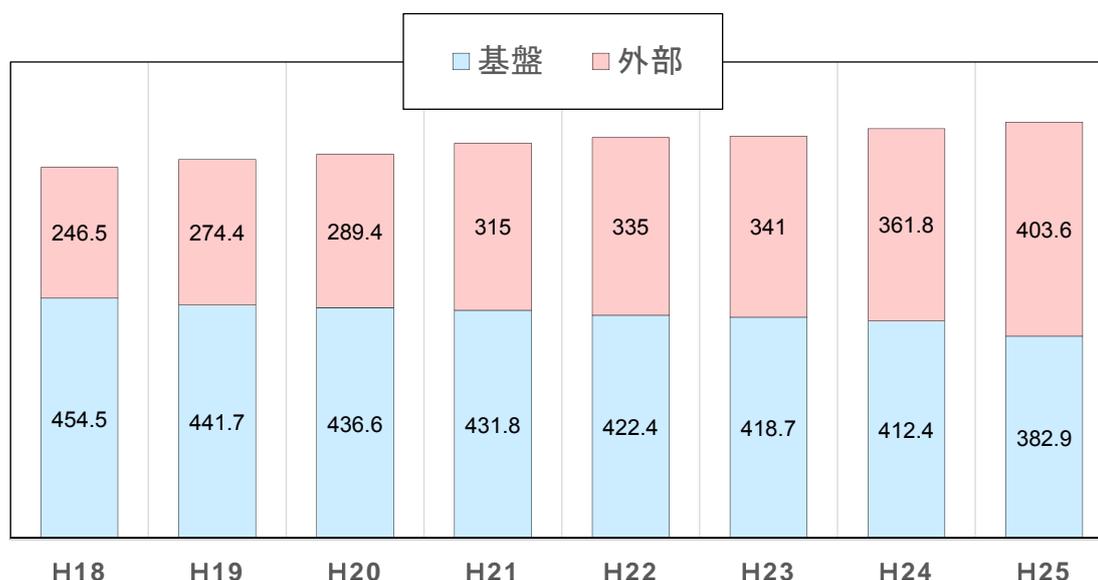


(科学技術・学術政策研究所より)



資料4: 基盤的資金と外部資金の推移

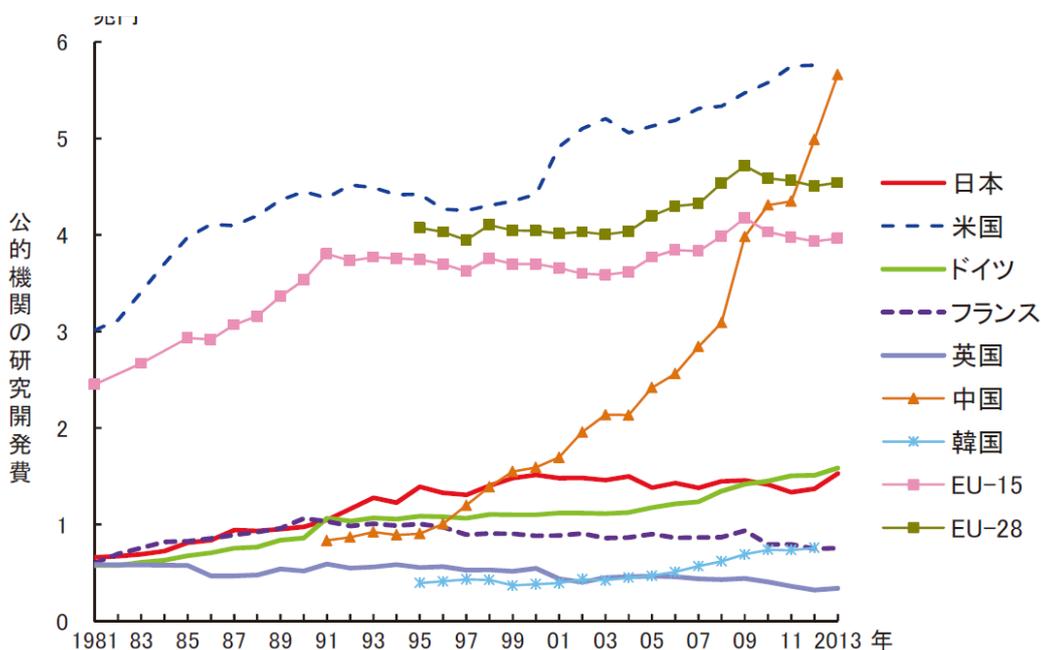
主要国立大学(八大学+筑波)資金の推移 (単位10億円)



(学術研究懇談会(RU11)提言(H26.8.26)のデータより作成)



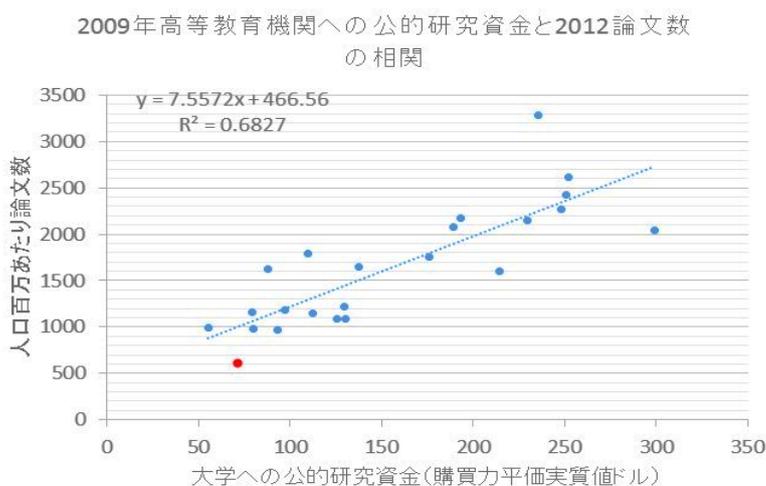
資料5: 大学研究費の国際比較



(科学技術・学術政策研究所より)



資料6: 大学公的研究資金と論文数



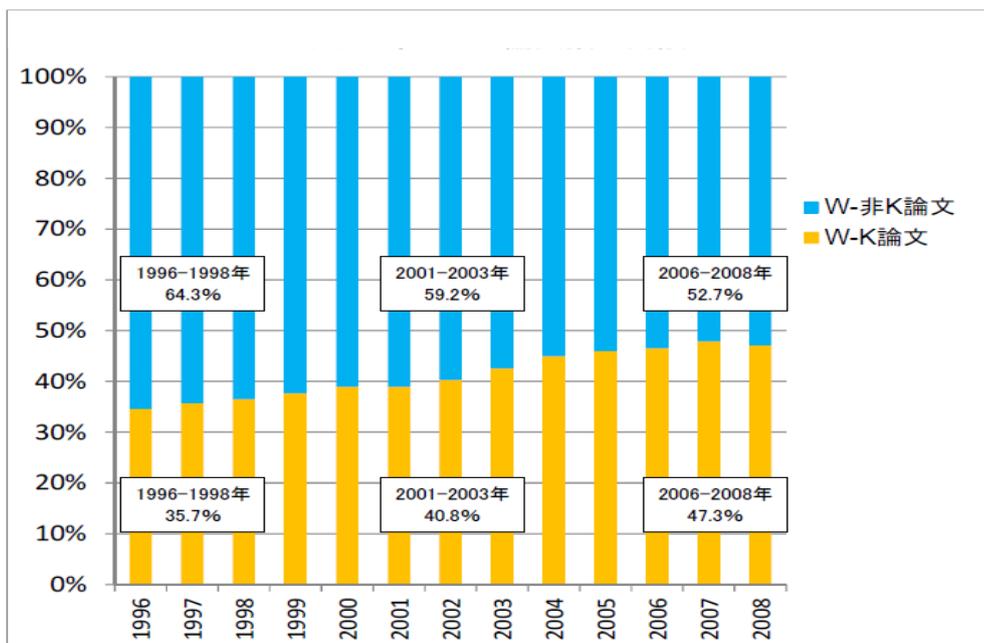
論文数の多い順
スイス
デンマーク
スウェーデン
ノルウェー
オーストラリア
オランダ
フィンランド
シンガポール
ベルギー
カナダ
イギリス
イスラエル
オーストリア
ドイツ
台湾
スペイン
ポルトガル
フランス
米国
チェコ
韓国
イタリア
日本

注) 論文数はトムソンロイターInCites™に基づく2012年3年平均値。研究資金はOECD.StatExtractsのデータに基づく2009年購買力平価実質値(2005年ドルを基準)。スイスとオーストラリアについては2009年値が欠損しているため2008年と2010年の平均値を用いた。

(科学技術・学術政策研究所より)



資料7: 科研費論文数と非科研費論文数の割合



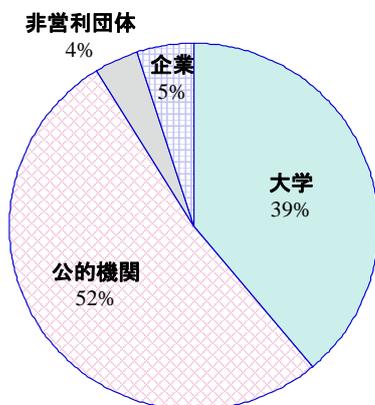
データ: トムソン・ロイター Web of Science XML(SCIE, 2011年12月末バージョン)および KAKEN XML(2012年3月16日更新)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。整数カウント法による。図表内の数値は、3年移動平均値である。

(科学技術・学術政策研究所より)

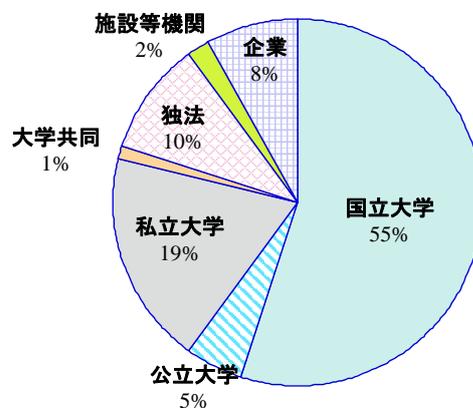


資料8: 研究機関別の政府提供資金と論文数

政府供給研究開発資金の支出先内訳



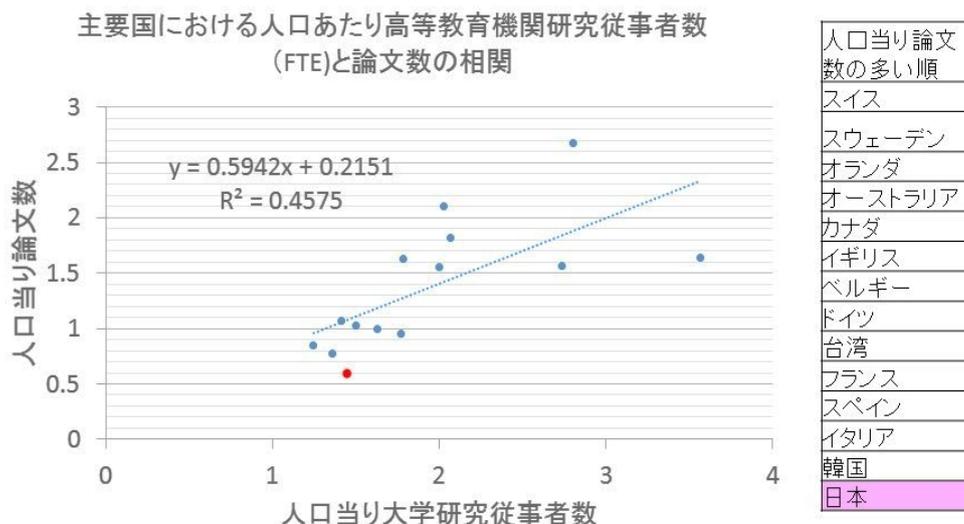
論文数(2009-2011平均)内訳



(科学技術・学術政策研究所より)



資料9: 実効大学研究者数と論文数

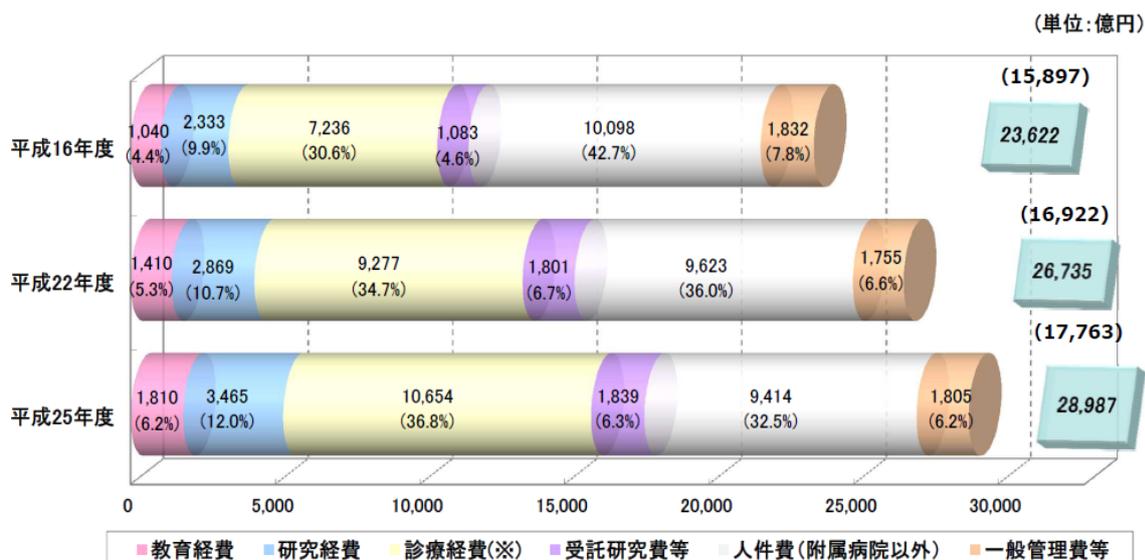


注) OECD.StatExtractsのデータに基づくFTE研究者数の2009年値。オーストラリアおよびスイスは2008年値。論文数はトムソンロイターInCites™のデータに基づく整数カウント法、2008-2010年3年平均値(オーストラリア、スイスは2007-2009年3年平均値)。

(国立大学協会・政策研究所より)



資料10: 国立大学の経常費用の推移

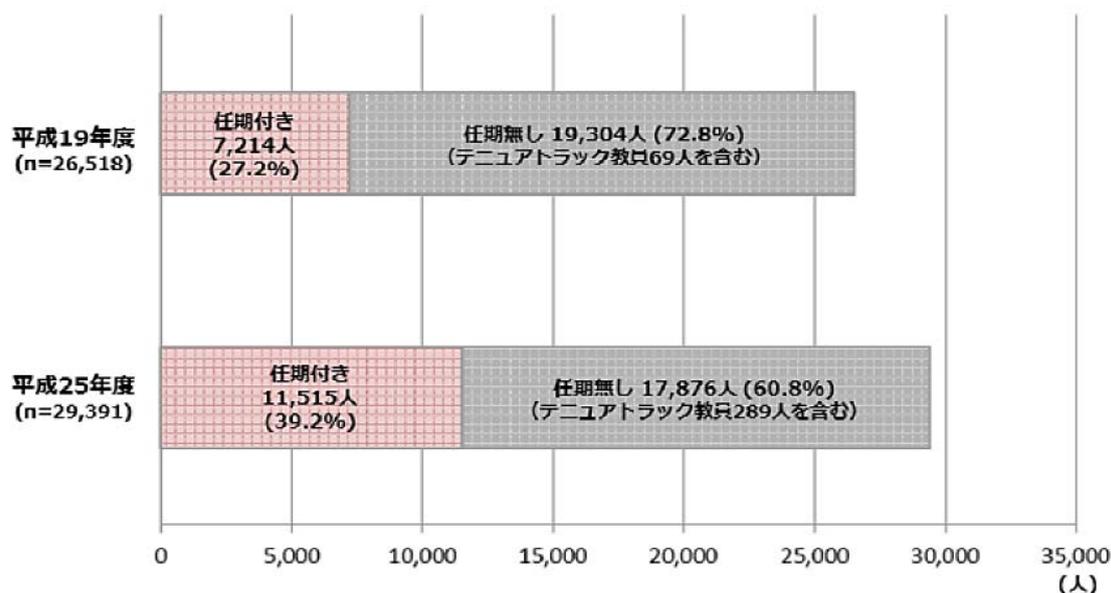


※ 附属病院の教職員人件費を含む
※ ()内は附属病院における経常費用を除いた額

各国立大学法人「平成25事業年度財務諸表」を基に作成



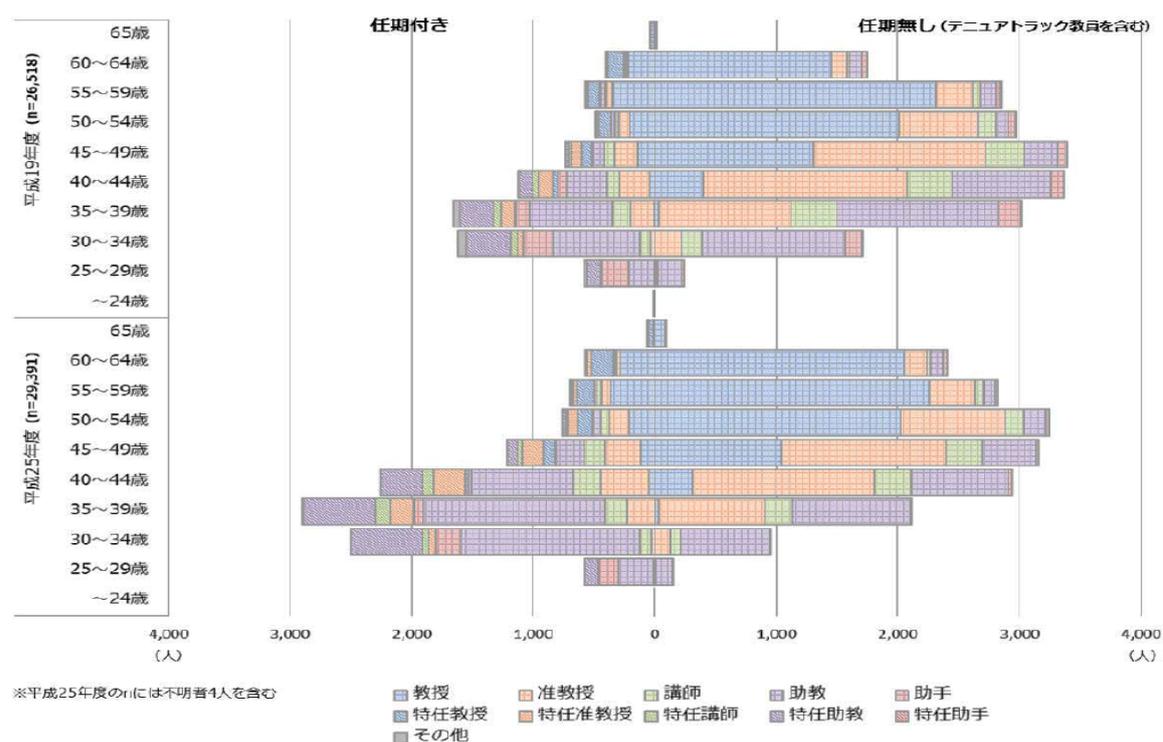
資料11:任期付き・任期無し教員数の推移(RU11)



(科学技術・学術政策研究所より)



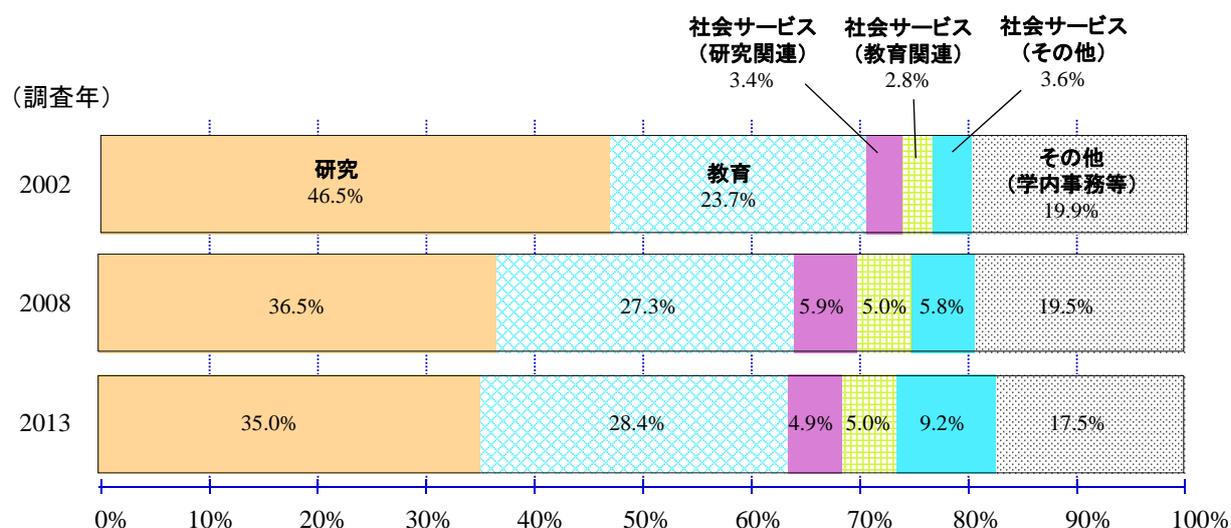
資料12:任期の有無と年齢別職位構成(RU11)



(科学技術・学術政策研究所より)



資料13: 大学教員の職務活動時間割合



(科学技術・学術政策研究所より)



資料14: カテゴリー別の研究時間割合

		研究時間割合			研究時間割合の差分(ポイント)		
		2002年調査	2008年調査	2013年調査	02年調査 → 08年調査	08年調査 → 13年調査	
全大学等		46.5%	36.5%	35.0%	-10.0	-1.5	
カテゴリー	大学の種類別	国立	50.7%	41.0%	42.5%	-9.8	1.5
		公立	47.2%	37.7%	36.6%	-9.5	-1.1
		私立	42.7%	33.3%	29.9%	-9.4	-3.4
	組織の学問分野別	人文・社会科学	46.4%	33.9%	35.0%	-12.4	1.0
		理学	56.9%	48.7%	51.0%	-8.2	2.3
		工学	48.2%	37.7%	39.2%	-10.5	1.5
		農学	50.3%	40.0%	40.2%	-10.4	0.2
		保健	46.0%	38.8%	31.9%	-7.1	-6.9
	個人の職位別	その他	39.2%	28.4%	28.5%	-10.8	0.1
		教授	44.9%	34.2%	33.1%	-10.7	-1.1
		准教授(助教授)	47.4%	34.2%	35.7%	-13.2	1.5
		講師	44.0%	35.4%	31.6%	-8.6	-3.8
	論文シェアによる大学グループ別	助教(助手)	55.8%	52.2%	40.8%	-3.5	-11.4
		第1G	57.3%	50.0%	52.5%	-7.4	2.5
		第2G	50.1%	42.0%	42.0%	-8.1	0.1
		第3G	50.5%	39.0%	37.9%	-11.6	-1.0
	第4G	47.7%	38.6%	33.8%	-9.0	-4.8	

(科学技術・学術政策研究所より)



資料15: 米国主要大学の研究室構成

大学	教授/ 准教授	分野	サンプル 数	研究員(人)		院生(人)	
				平均	標準偏 差	平均	標準偏 差
Harvard	1	計算科学/材料 /バイオ	17	4.1	3.0	5.4	0.8
Caltech	1	化学	24	3.8	2.3	8.0	4.2
MIT	1	材料	13	4.0	3.9	6.2	3.2
Stanford	1	電気/応物	9	1.8	2.0	7.1	3.0

Stanford大・研究室秘書の話

(研究室ホームページより)

「教授の授業負担は1クラス/週」

「研究以外のエフォートは20%くらい」

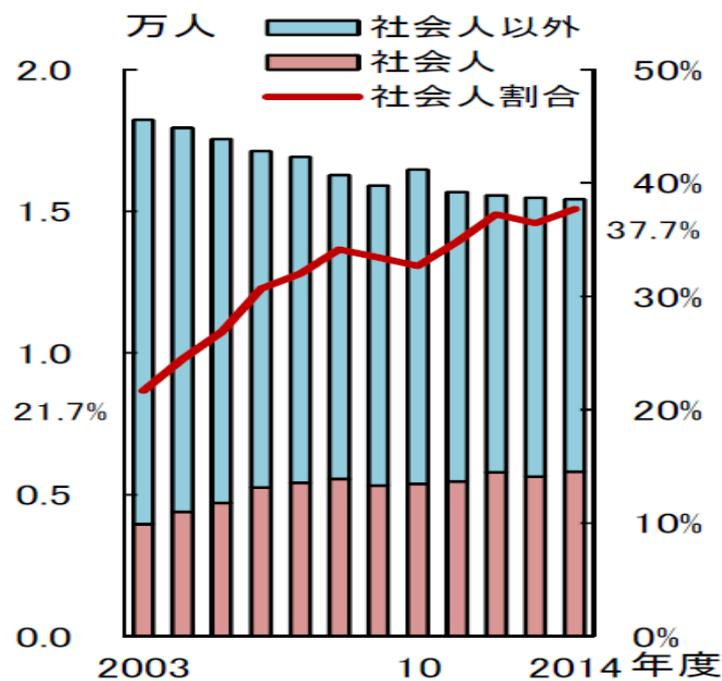
「入試関連業務は専門の部署があり、教授陣は関与しない」

資料16: 対象論文の筆頭著者における 若手研究者(学生、ポスドク)の割合

			回答数	若手研究者の割合		
					学生	ポストドクター
通常論文	日本	自然科学系	849	35%	25%	10%
		物理科学系	448	31%	22%	9%
		生命科学系	270	45%	34%	11%
	米国	自然科学系	606	49%	31%	19%
		物理科学系	298	53%	38%	15%
		生命科学系	117	60%	33%	27%
高被引用度論文	日本	自然科学系	274	39%	19%	20%
		物理科学系	158	33%	18%	15%
		生命科学系	66	52%	20%	32%
	米国	自然科学系	261	51%	23%	28%
		物理科学系	129	57%	38%	19%
		生命科学系	59	64%	14%	51%

(科学技術・学術政策研究所より)

資料17: 博士課程への社会人入学者数の推移



(科学技術・学術政策研究所より)