

**「日本の科学技術力の現状:その実態と克服すべき課題を検証する」
調査研究結果概要**

公益財団法人未来工学研究所 情報通信研究センター 林 隆臣

1. 調査研究の概要

近年我が国の科学技術力や研究力の低下が、学術雑誌やマスメディアでもしばしば取り上げられるようになった。本調査研究では、これらの言説の論拠に対し、新たに構想した「思考の方法論」を緻密に適用することにより精査し、現象の実態を把握すると共に、本来取り組むべき真の課題が何であるかを追究し、検証結果から「真の課題」追究のための仮説を設定した。

2. 調査研究の内容と進め方

(1) 専門的研究者ヒアリング

我が国の科学技術力や研究力に関し、独自の分析や言説を表明している専門機関内部の専門的研究者からヒアリングを実施（表1参照）し、その認識の根拠についてまとめた。

表 1 専門的研究者のヒアリング内容

氏名	所属・職名	テーマ	実施日
林 隆之	大学評価・学位授与機構 教授	国立大学法人評価結果からみる現在の大学の改革方法	2018. 5. 7
富澤 宏之	科学技術・学術政策研究所 総括主任研究官	日本の科学技術の状況を考察・議論するためのファクト集	2018. 5. 28
隅蔵 康一	政策研究大学院大学 教授	日本における科学技術イノベーションの現状～民間企業・知的財産・産学連携に着目して～	2018. 6. 11
小林 信一	未来工学研究所 監事	科学技術人材問題 研究人材の育成・確保を巡る諸問題について 科学技術・学術審議会人材育成委員会・中央教育審議会大学分科会大学院部会合同部会の議論から	2018. 6. 25
調 麻佐志	東京工業大学 理工学研究科 教授	計量科学研究者がみる大学ランキング	2018. 10. 15

(2) 文献調査

主に2018年度の科学技術白書、およびメディア等で報じられる有識者の言説と根拠とを対象に、我が国の科学技術力について論じられている内容を精査し、現状認識と根拠の分析を行った。

(3) 「真の課題」の追究

政策が関与すべき課題の多くは複合的であり、要因を整理していくと階層的構造や中核的課題に収斂する中心構造を成していたりするが、未来工学研究所で共有する「思考の方法論」を用いて、ヒアリング調査と文献調査の内容について検討を行い、未来研で独自に蓄積してきた知見と比較し、現段階で認識される仮説的な「真の課題」の追究を試みた。

3. 調査研究結果の概要

(1) 専門的研究者ヒアリング

ヒアリングを行った専門的研究者（表1）が取り上げたテーマは大きく以下のように分類できる。

- 1) 日本の科学技術力の低下の実態
- 2) 日本の科学技術力の中で重要なウエイトを占める人材の状況

また、これらについて、主に大学の視点で論じるものと企業の視点で論じるものに分けられる。さらに、現状を示したものと、将来に対する問題点を指摘したものがあつた。

上記の議論は以下の図1のように構成されている。

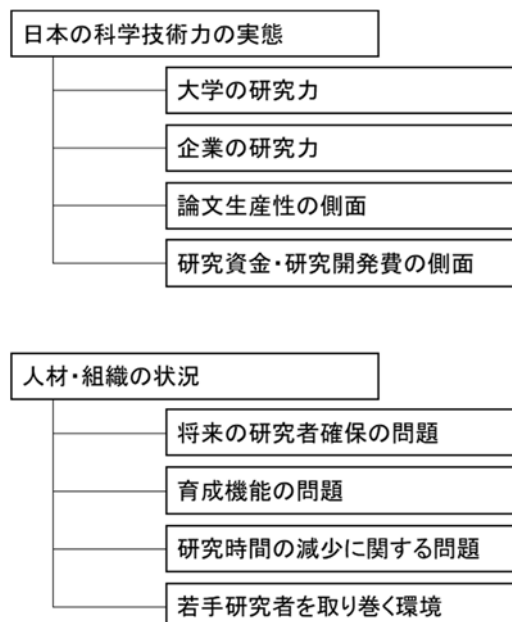


図1 専門的研究者のテーマの構成（総括）

(2) 有識者の見解と既存データによる分析のまとめ

メディア等での有識者の指摘や、科学技術白書等の公表データを用いて、データ等が指摘する問題の分析を行った。識者の見解の総括においては、日本の科学技術力は低下しており、主に大学を中心とした領域に問題があるとの指摘がなされている。その中でも、現在の若手研究者を取り巻く環境と、将来の研究者の確保、研究資金の配分に大きな問題があるとされ

ている。以下に、中心的に論じられている4点、①論文数、②特許・事業創造、③研究人材、④研究環境に絞って、それぞれの論点を抽出した結果を示す。

①論文数の観点

- ・「我が国の論文数は減少傾向にある」
- ・「国際的に比較した際の論文数ランキングは低下している」
- ・「論文の質の高さを示す指標の一つである Top10%補正論文数ランキングについても、諸外国の論文数の飛躍的な拡大を背景に相対的に低下している」
- ・「国際的に注目度の高い研究領域が世界全体では増えている中、我が国においては挑戦的参画が不足している」

②特許数・事業創造の観点

- ・「我が国の特許出願件数は高い水準を維持している」
- ・「大学等における特許権の実施等件数も増加している」
- ・「近年大学発ベンチャー等の設立数は増加傾向にある」
- ・「上場企業の時価総額の総和が1兆円を超えるなど大学発ベンチャー企業等の活躍が広がっている」
- ・「諸外国と比べると未だ不十分ではあるが、大学等と企業の本格的な産学連携は着実に進みつつある」

③研究人材の観点

- ・「若手研究者数の伸び悩み、国際流動性の低さ、女性研究者や優れた外国人研究者を含めた人材の多様性の低さ、産学官のセクター間の人材の流動性の低さなどの面で問題がある」
- ・「次代を担う研究者の確保、若手研究者のキャリアパス形成、経済的負担に対する不安の解消が必要である」
- ・「大学等教員の総職務時間に占める研究時間割合は減少傾向にある」
- ・「大学等における研究支援人材数は総じて増加傾向にある」
- ・「我が国全体の研究者一人当たりの研究支援者数は、諸外国と比べて極めて少ない」

④研究環境（設備・資金・組織）の観点

- ・「特定先端大型研究施設、大学共同利用機関等の供用は促進され、優れた研究成果を創出している」
- ・「基盤的経費は、大学及び国立研究開発法人等において長期的には減少傾向、近年は横ばい傾向にある」
- ・「企業によるオープンイノベーションに向けた意識は高まりつつある」
- ・「共同研究費、寄附金、外部資金等の多様な資金の活用や、オープンイノベーションによる『組織』対『組織』の大型共同研究を一層進める必要がある」
- ・「これらの課題については、組織としての経営力を強化することによって解決可能なものも多い」
- ・「人事の硬直化・高齢化、研究費や研究時間の確保等の課題に対応する大学の戦略的な経営力の強化」、「国立研究開発法人等のベンチャー創出力・成長力の強化に向けた制度上の課題への対応等」が求められている

	Research	Technological development	Product development	Innovation
Academic				
Non-academic				

図2 本研究で対象とする領域（網掛け部分）

ところで、本調査研究では「科学技術力」を対象としている。「イノベーション力」については異なるアプローチが必要であるので、考察の対象には入れていない。「科学技術力」は、目的としては「アカデミック」と「ミッション指向（非アカデミック）」を含み、「研究」と「技術開発」のステージ（Research and Technological Development: RTD）に関係している。それは、発見や発明にかかる知識や概念の領域であり、具体的な製品やサービス及びそれらを実体化するプロセスにかかる領域は含まない（それは Product development に相当する）。さて、上記の四つの観点の内、この領域には「論文数」と「研究人材」が直接関わり、「特許数・事業創造」と「研究環境」は部分的に関係している。そして、実際に事業に結びつきイノベーションを起こすための環境づくりは成果をあげつつあるが、基盤的な人材（特に若手）や、人材育成の結果としてあらわれてくる論文生産については、依然として課題があることが指摘されている。

（3）「真の課題」の追究：第一段階仮説の検証

本調査研究では、申請書に記したように未来研で共有している「思考の方法論」を以下の手順で適用した。

「思考の方法論」は二段階探索手法であり、第一段階では手近に集められるデータに基づき「第一段階仮説」を形成するものであり、第二段階では第一段階仮説にあわせて独自のデータを収集し、また高度な分析手法を適用して第一段階で得た仮説を検証することにより「真の課題」を得ようとするものである。本プロジェクトでは許される時間と費用の関係で、申請書に記したように、以前に未来研で独自に収集したデータを含めて第一段階仮説を形成することにしていたが、両者間で結論としての仮説が大きく異なることが判明したので、時間的には前後するが、専門的研究者や有識者達による仮説を第一段階仮説とし、未来研独自に収集したデータと第一段階のデータを高度に運用することにより得られる知見とに基づきこの第一段階仮説を検証することにした。

1) 未来研独自のデータと分析アプローチ

未来研独自分析のデータは以下の4点からなる。

①「被引用数 Top10%国別論文数の総論文数に対する割合と国別総論分数 2009-2011 平均」(2011)

質と量に相当する指標を縦軸と横軸にとって各国が占める位置を確認すると、欧米諸国とオーストラリア、カナダは12.5-18.5%に分布し、アジア新興国とBRICは4.5-8%の領域に分布する。両領域は平均値10%のラインをはさんで大きく水をあけている。そして日本は後者の領域に属している。

②「被引用数 Top10%国別論文数の総論文数に対する割合の1981-2011年の30年間トレンド」

日本が10%を越えた年は1回も無くほぼ横ばいであるが、1984年までと2007年以降にわずかに上昇局面がある。同様にほぼ横ばいである米国、カナダ以外は総じて右肩上がりとなっているが、欧州諸国はこの期間を通じて右肩上がりのスイス、デンマーク、ドイツ、フランスと2000年代に入って停滞を脱し急上昇するイスラエル、連合王国、フィンランド、スウェーデン等がある。中でもドイツとフランスは8%程度の低位から徐々に上昇し、90年代になって10%を越えていることに注目すべきである。これが両国の実力か、それとも使用した指標のいたずらか。

③「非引用論文数の総論文に対する割合の推移 1991-2010、主要 5 カ国比較」(2011)

2011 年までに 1 回も引用されなかった論文数の総論文数に対する割合のトレンド。日本は 1991 年非引用論文割合が 5 カ国中最も少なかったが、1995 年以降米英に離され、また 2003 年にドイツに抜かれ、2007 年にフランスにも抜かれる。ドイツとフランスは 2000 年代の初頭まで非引用論文割合を下げている、ついには我が国を抜くに至る。

④「被引用論文の平均引用回数の推移 1991-2010、主要 5 カ国比較」(2011)

1991 年のみ日本はドイツを上回るが、それ以降はすべて最低のままである。この期間を通じほぼ米、英、独、仏、日の順が維持され変化がない。

これらの動向は、世上注目されていない新たな局面を示唆している。

・英語を母国語としない国の場合、英語論文の質的位置づけに少なくとも 2 通りの傾向がある。英語による投稿が強く奨励される前の段階（90 年代まで）では、日本では質の高い事案の場合では英語論文として投稿していたが、ドイツとフランスの場合は質の高い事案は自国で発行される自国語雑誌を優先する傾向があり、英語による論文の混載を開始しても質の高い内容はしばらくの間自国語で投稿を続ける傾向が続いたのではなかろうか。本格的に英語論文に移行するのは 2000 年代に入ってからであった。これが新たな仮説である。少なくとも独仏の実力がこの間に極端に向上したためではない。

・NISTEP データ¹はシェアを指標とする表現を優先的に用いてきたが、構成各国の状況を考察するためにはシェア指標は不適切である。シェア指標のトレンドは対象の内部構造の変化を示すためには有効であるが、対象の構成要素の特性を表現するためには不適切である。上記の分析結果を 7 年前の学会で示したところ²、日本の状況がシェアで見ると期待できるものでない結果に接し多くの聴衆は反発を示した。その後、中国のシェアが急拡大し、我が国のシェアが縮小してきている図から、我が国のアクティビティそのものが悪くなったとして、その原因究明が最近になって行われることとなった。したがって、このように誤認した多くの論者は近年変化した現象にその原因を求めている。

・専門的研究者の指摘は、大学ランキングの下落は評価指標の交換に大きく影響を受けている、日本の英語論文の生産性は 20 年間研究費当たりにしても研究者当たりにしても大きくは変化していない、先進国のほぼ半分のままである、博士課程進学者の減少はポスドクの苦闘より定年の延長による若手研究者の減少状況による失望にある、等であった。

2) データ分析の高度化

シェア指標のトレンドで当該国の状況を論じることは明らかに間違いであるが、単純な指標で全体像を描くことも危険である。以下に、分析を高度化して見えてくる状況を列挙する。

・日本の場合、Top10%論文数は分野ごとにノーマライズするとその総和は 2006 年以降増加している、前記のように全体像として整数カウントで同様の傾向が見える、分数カウントでも 1993 年をピークとしてわずかながら長期低落傾向が続き 2007 年から反転増加トレンドに

¹ 科学技術基盤調査研究室、科学技術のベンチマーキング 2012—論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況— (2013) 等

² 平澤 冷 研究・技術計画学会 第 27 回年次学術大会 公開シンポジウム「日本の競争力強化のためのイノベーションの実現に向けて」基調講演「科学技術イノベーション政策の研究：政府の競争力強化への寄与」一橋大学 (2012 年 10 月 27 日)

入っている。これらが我が国の真の姿である。

・同世代人口でノーマライズすると博士課程在籍者割合は増加している。博士課程在籍者の減少は同世代人口の減少に真の原因がある。

・学生当たりの公的資金は横ばい、内訳としての運営費交付金は減少、競争的資金は増加、大型・イノベーション型にシフトしている。

・1991年から2000年まで続く7旧帝大+2の大学院重点化等の安易な組織改編を始めとする大学院の教育体制変革の功罪、プログラム化の遅れ等の資金配分過程の改革、等検討すべき課題も残っている。

3) 「真の課題」(第2次仮説)への取り組み

前段までの考察で、第一段階仮説を独自のデータで検証した限りにおいて相当する新たな第二段階仮説を得た。残念ながらこれらが「真の課題」であるとは断定できないが、もしその候補だとした場合、以下のような措置を加えていけば「真の課題」の解決に近づけるであろう。

- ・研究者の高齢化と高齢研究者割合の増加の是正＝若手研究者の優先採用（高齢研究者は論文生産性が低い）
- ・大学院教育改革（課程在籍者の論文生産性が低い）
- ・研究者育成システムの改革（論文生産性の最も高いポストドクとて国際的には比較劣位）
- ・研究機関別「トップ10%論文割合」の上位機関に関する長期トレンドの分析（部門別では、現在、国立研究開発法人が高く、大学はそれに劣る。大学ランキングの上位（8位まで）のみが先進国並み。その実態はどのようになっているか）

(4) 組織論・制度論に基づく「第一段階仮説とその検証」試論

本章では組織論・制度論の立場から独自に国立大学法人のあり方を試論として分析する。第一段階仮説として以下の記述を仮定する。「国立大学法人制度が今日に至るまで日本の科学技術力に強い影響を及ぼし、日本の科学技術研究者・科学技術コミュニティにおける活力を低下させた。」

国立大学法人制度の把握については、国立大学法人法の法律条文から「制度設計図」を抽出する方法をとった。そして、国立大学法人法から抽出された国立大学法人制度の制度設計図を次の視点から評価した。

1) 組織論的評価：

競争のダイナミクス・市場メカニズムが創出され、競争的な組織がつけられたかについての評価。以下の2視点の評価に分解した：

- ・ 製品開発・イノベーションの競争のダイナミクスの概念的枠組みからの評価
- ・ 科学技術の競争のダイナミクスの概念的枠組みからの評価

2) 人的資源開発視点からの評価：

内的動因を中心とした人的資源開発の観点からの評価

その結果、国立大学法人制度について、以下の評価を結論として導き出した：

1) 組織論的評価：

- 製品開発・イノベーションの視点からみると、国立大学法人制度は、制度設計上は、単一統制的、静的、能力開発抑制的であり、製品開発・イノベーションの競争のダイナミクスはほとんど機能していない。
- 科学技術の視点からみると、国立大学法人制度は、制度設計上、プリンシプル不適合的、有機的ではなく固定的・大規模的であり、利己的な振舞いが促進され、科学技術の競争のダイナミクスがほとんど機能していない。

2) 人的資源開発視点からの評価：

国立大学法人制度は、制度設計上、ヒューマン・ファクターへの配慮が欠けており、科学技術研究者や科学技術コミュニティの内的動因を劣化させ、クラウディング・アウトを起こしやすい。

この第一段階仮説の検証結果をふまえ、本調査研究の次期、第二段階仮説検証では、以下のデータ収集に基づき、より深く、絞り込んだ制度要因の特定と科学技術力の関連性を突き詰めていく計画が考えられる。本章の文脈上から、現時点では、以下のような第二段階仮説検証のためのデータ収集が想定される：

1) 国立大学法人制度以外の制度要因のファクト・ファインディング

- 競争的研究資金（競争のダイナミクスは機能しているか、ヒューマン・ファクターは考慮されているかなど）
- 2015年の国家公務員法改正、それに関連した科学技術力に関連する政策意思決定構造の変更

2) 制度要因に影響を与えるほどの運用実態の把握

- 国立大学法人の実際の中期目標の中身（挑戦的革新的試みが含まれているか）
- 挑戦的・革新的な中期目標をたてた国立大学法人の事例研究
- 挑戦的・革新的な試みを実践している私立大学の事例研究
- 政府の制度要因に依存しない戦略的研究開発を進めている企業の事例研究

以上