

1A17 科学技術基本計画の影響に関する計量文献学的データによる マルチレベル構造分析（1）

○富澤宏之（文科省・科学技術政策研），林 隆之（大学評価・学位授与機構），
近藤正幸（文科省・科学技術政策研／横国大）

1. はじめに

著者らは、科学技術基本計画（以下、基本計画と呼ぶ）が我が国の研究開発システムに与えた影響を明らかにするために、計量文献学的手法を適用した分析調査（以下、本調査と呼ぶ）を実施しており、本稿では、その基本的な考え方と、これまでの分析結果の一部を報告する^{1,2}。

計量文献学的手法は、研究開発の知的アウトプットである論文等のデータを活用するが、ここからは、研究開発のアウトプットに関する情報だけでなく、研究開発の多様な側面についての情報を得ることができる。本調査では、ナショナル・イノベーション・システムの構造的変化を明らかにするための手段として計量文献学的手法を用い、世界的にも実施例の稀なマルチレベルでの構造分析を試みた。本稿では、その分析結果を中心に報告する。

2. 分析調査の枠組み

2.1 インプット-アウトプット・モデルとその限界

本調査の基礎となっている考え方のひとつは、単純なインプット-アウトプット・モデルである。つまり、第1期の基本計画において「17兆円の政府研究開発投資」が主要な目標のひとつとされたが、それだけのインプットによって産出された論文あるいは特許を数量的に示すことが調査の重要な目標となっている。ただし、基本計画では、科学論文や特許の数の増加が政策目標とされているわけではないため、科学論文や特許の数自体に意味があるのではな

く、基本計画が日本の R&D システムに与えた影響を示す指標として意味がある。

しかし、このようなモデルは、分析対象をブラックボックスとして扱うことになり、R&D 活動の実態や施策の効果を明らかにすることはできない。

そこで、次項に述べるようにナショナル・イノベーション・システムの構造的変化を分析することにより、基本計画の影響を明らかにすることを試みた。

2.2 マルチレベル構造分析の概念

科学論文を対象とした計量文献学は、マクロレベルとミクロレベルに大別できる。計量文献学の諸研究は、従来、特定の研究グループや研究領域、あるいは特定のジャーナルの論文を対象とする分析、すなわちミクロレベルの分析が多かった。これは、データ入手の高コストに起因するとともに、新たな分析手法の開発に適しているためであると考えられる。

一方、マクロレベルの計量文献学は、科学技術統計・指標の一部として援用されることが多かった。このような分析では、詳細ではなくても網羅性や全体性を備えたデータを得ることが目的となる。

従来、マクロレベルとミクロレベルの計量文献学的分析を、直接的に関連付けて実施した事例はほとんどない。これは、両者に関連付けるためには、「マクロレベル」→「メゾ（中間）レベル」→「ミクロレベル」という階層構造に沿ってデータを整備する膨大なデータ処理が必要なためである³。

本調査では、論文著者の所属機関の名称とアドレス情報に基づいて、それぞれの機関の種類を分類する膨大な作業を行い、このような階層構造を有する「マルチレベル構造分析用データベース」を作成した。これにより、従来のように国別、分野別、年別

¹ 本稿は、文科省科学技術振興調整費（富澤、林、近藤）、科学研究費補助金および大学評価・学位授与機構指標研究プロジェクト（林）の研究成果である。また、本稿で示された見解は著者ら個人によるものであり、著者らの所属する機関を代表するものではない。

² 本調査のこれまでの調査結果は、NSITEP REPORT No.79、「基本計画の達成効果の評価のための調査：科学技術研究のアウトプットの定量的及び定性的評価」（平成15年度～16年度科学技術振興調整費調査研究報告書／平成15年度調査報告書）に詳しい。

³ マクロレベルは「国」、メゾレベルは「産学官のセクター」や「学部系統」、「産業（業種）」、ミクロレベルは「個別研究機関」や「個別研究者・研究グループ」が典型的な集計単位である。

といった切り口だけでなく、産学官のセクター別、被引用度ランク別、といった分析が可能になり、また、例えば「旧7帝国大学」の論文数の算出といった集計を自由に行なうことができる。さらには、後述(3.3節)のように、マクロレベルとミクロレベルを直接的に関連付けた分析も可能となる。

3. 主要な分析結果

本調査は、既に多様な分析を実施し、その中間的成果は公表されている(脚注2参照)。本節では、そのなかから、マルチレベル構造分析用データベースによってはじめて可能となった分析、および、対比的にインプット・アウトプット・モデルに基づく分析の結果について述べる。基本計画の影響に関する、より詳細な分析結果については、林らによる報告(本稿の続報:1A18)を参照されたい。

3.1 論文生産のマクロ・トレンド

図1に日本の科学論文の総数の変化を示した⁴。日本の科学論文は、1980年代から1990年代後半まで、絶対数もシェアも急激に増加した。しかし、1990年代末になり、日本の論文数の増加は鈍化している。すなわち、SCI収録論文で見ると、第1期基本計画によって日本の科学論文の総数が急増したという事実は見出されない。むしろ、第1期基本計画が策定されたのは、日本の科学論文生産の“高度成長期”が終わった時期であるといえることができる。

なお、研究開発費や研究者数も、基本計画のもとで急増したわけではない。日本の研究開発費と研究者数は1980年代に一貫して増加したが、1990年代後半以降、研究開発費や研究者数の伸びがペースダウンしている。基本計画のもとで、公的部門における研究開発投資や研究人材の拡充が図られたことは事実であるので、基本計画は日本全体のペースダウンの傾向を食い止めたという解釈はできる。科学論文に関しても同様の解釈は可能であろう。

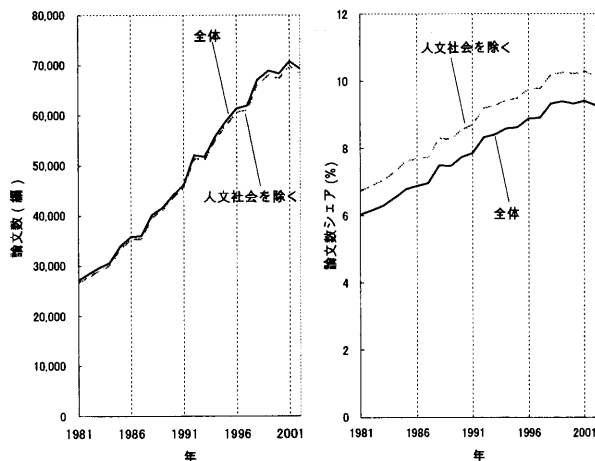


図1 日本の論文数および論文数シェアの推移

3.2 トップレベル論文の増加

前述のように、SCIに収録された日本の論文の総数は最近、停滞しているが、他方で、被引用度が上位の論文、すなわちトップクラスの論文については増加傾向が見られる。

図2は、SCI(CD-ROM版)収録論文のうち、被引用度の上位1%、10%、25%の論文のなかでの日本の論文数シェアを示している。このデータは、SCI CD-ROM版の全収録論文を、被引用度の高い順に並べ、その階級別に論文総数と日本の論文数を集計することによって得られた⁵。

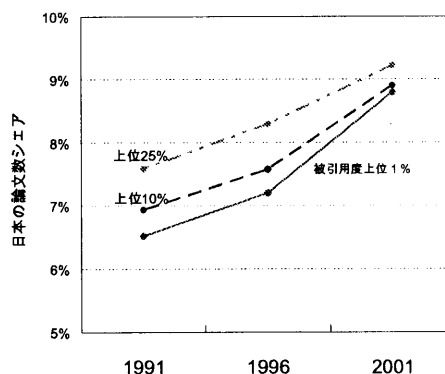


図2 被引用度上位論文における日本のシェア

⁴ 「日本の科学論文」とは、日本に所在する組織に所属する研究者によって書かれた科学論文を指す。

⁵ 被引用回数は分野によって異なるため、特定の分野に偏った結果が得られないよう、168分野ごとに被引用度を計算した。また、一編の論文が複数の分野に分類される場合があるが、そのような論文は、それぞれの分野に按分して計算した。

このようなトップクラス論文のなかでの日本のシェアの増加は、日本の論文の質的向上を示していると解釈できる。

3.3 論文生産のセクター別内訳

次に、論文数のセクター別の内訳の分析結果を示す。セクター別の論文数の集計は、National R&D System の構造を分析するための有用な手段であるが、そのデータ処理は容易でない。なぜなら、科学論文データベースには、著者の所属機関の名称やアドレスが記載されているものの、その機関の種類や性格に関する情報は含まれていないためである。本調査では、論文著者の所属機関の名称とアドレスだけに基づいて、それぞれの機関の種類を分類する膨大な作業を行った。

図3(a)は、SCI データベース収録論文全体に占める日本の論文数のシェア（棒の全体の長さ）と、そのセクター別の内訳を示す。セクター別に見ると、大学の割合が最も大きい。経年的な変化を見ると、ほとんどの部門の論文が増えているが、企業の論文は1996年から2001年の期間において減少している。

図3(b)は、被引用度上位10%論文に占める日本の論文のシェアとセクター別内訳を示している。経年的な変化を見ると、特殊法人（当時）のシェアの増加が目立つ。

特殊法人に関しては、図3(a)と図3(b)を比べることにより、著しい特徴が浮かび上がる。棒全体の長さ、すなわち日本全体のシェアは、図3(a)より図3(b)の方が小さいが、特殊法人のシェアは、図3(b)の方が大きい。このことは、特殊法人は、影響力の大きい論文が多いことを意味しており、しかも、その数は増加している。なお、特殊法人の論文の増加には、科学技術振興機構（JST）と理化学研究所（理研）が特に貢献している。両機関は、制度やマネジメントの改革で常に先頭に立ってきた組織であるので、このように、高いパフォーマンスを発揮していることは、政策が効果を挙げていることの傍証と考えられる。

マルチレベル構造分析は、このように、日本全体のマクロな状況を示すデータと、個別組織の寄与を示すマイクロレベルのデータを関連付けた分析が可能であることが優れた特徴である。

3.4 セクター間の共著論文

論文を産学官等のセクター別に分類することにより、セクター間の共著論文の割合を算出し、共同研究のネットワーク構造を分析することができる。

図4(a)は、企業の論文全体に占める他セクターとの共著論文の割合を示している。大学セクターとの共著論文の割合が最も大きく、しかも年々、増加している。

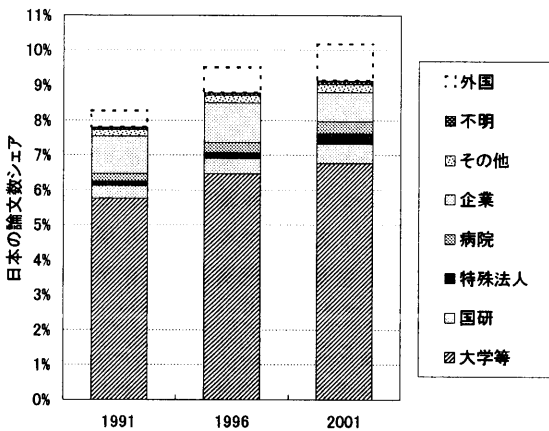


図3(a) SCI収録論文全体における日本のシェア

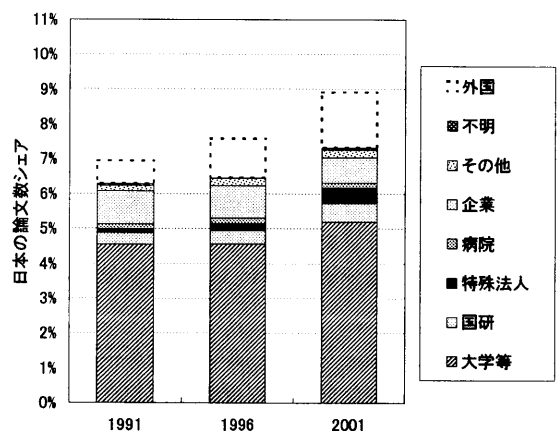


図3(b) 被引用度上位10%論文における日本のシェア

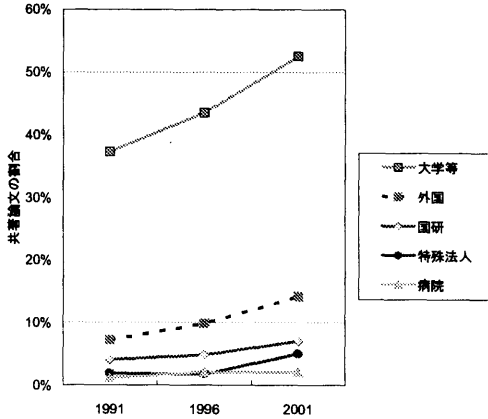


図4(a) 企業の論文全体に占める他セクターとの共著論文の割合

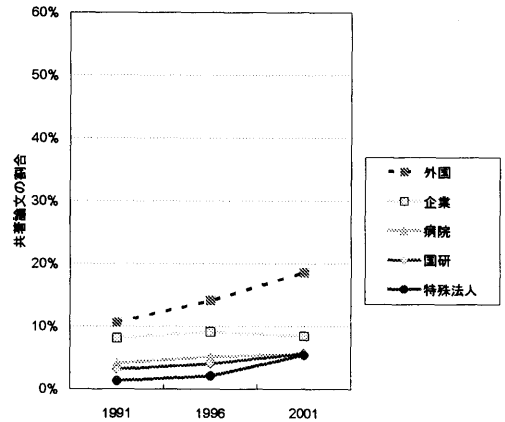


図4(b) 大学等の論文全体に占める他セクターとの共著論文の割合

驚くべきことに、2001年では、企業の論文の半分以上が、大学セクターとの共著である。科学研究に関しては、企業は、過去10年ほどの間に大学への依存を強めてきたと考えられる。

一方、図4(b)は、大学等と他セクターとの共著論文割合を示している。最も割合が大きいのは外国であるが、それを除いた国内では、企業の割合が最も大きくなっている。ただし、この10年間で、その割合は、ほとんど変化していない。

強調すべき点として、どちらの図でも特殊法人の割合が増大している。やはり、JSTと理研が大きく寄与している。

3.5 その他の分析の概要

その他の主要な分析結果について、簡単に触れておく。本稿および本稿の続報(1A18)で述べた構造分析の他に、マクロレベルで詳細な分野別の論文数、論文被引用回数の分析を行なった。日本のアドバンテージのある分野等を明らかにするとともに、世界全体で論文数の増加率の大きい分野を調べ、有望分野を明らかにした。

特許に関してはマクロレベルの分析が中心であるが、分野別の状況に関して科学論文の場合と同様の分析を実施している。

科学論文と特許とのリンケージに関しては、いわゆるサイエンスリンケージ指標の分析を行なうと共

に、より詳しい分析も実施している。この分析では、1996~2000年の米国特許より、重要な特許として、被引用度の高い500件の特許を選び、さらにそれらに引用された科学論文のリストを作成し、それを分析対象とした。比較のために、日本企業が出願した特許の被引用度上位500特許と、それらに引用された科学論文についても分析も対象とした。引用された論文は、1990年代前半に出版された論文が中心であり、したがって、この分析は、基本計画の影響を分析することが狙いではなく、大学において、あるいは公的資金で行なわれた科学研究が、特許化された技術に寄与していることを示すことが目的である。言い換えれば、政府のR&D投資の重要性を主張することが狙いである。

4. まとめ

これまでの分析により、基本計画のポジティブな影響として、トップレベル論文の増加を明らかにすることができた。また、マルチレベル構造分析により、日本の論文生産の内部構造の変化が明らかになりつつあり、理研やJSTといったパフォーマンスの高い組織の寄与を明らかにする手がかりが得られた。今後は、基本計画の施策の効果に関する、より詳しい分析を実施する予定である。