

○伊神正貫, 阪 彩香, 桑原輝隆 (文科省・科学技術政策研)

1. 目的

我が国は、現在、科学技術を巡る国の施策が大きく変化する途上にある。第2期科学技術基本計画(2001～2005年度)においては、初めて優先的に推進すべき研究分野が明示され、また、総合科学技術会議の設立によって、研究開発資源の戦略的重点化が行われるようになった。国の財政事情が逼迫する中で、研究投資を最大限に活用するための重点化は今後一層強化される環境にある。このような重点化政策を進める上では、優先順位付けを行うための有意義な情報収集が必要であり、かつ、その情報がタイムリーに提供され、政策決定者が的確な決定をなせるようにすることが重要である。

世界における科学技術の発展スピードが加速化しつつある現在では、新たに発展しはじめた研究領域をいち早く把握することが重要と考えられる。このような領域の把握は、次世代へ投資という意味合いを持つ科学技術政策の決定への有意義な情報となりうる。

本研究の第一の目的は、論文データベース分析により急速に発展しつつある研究領域の現状について客観的に分析し、将来的な重点分野・領域の策定に資する情報提供を行うことである。

また、発展しつつある研究領域の把握には、最先端の専門知識が必要であるとともに、個々の領域にとらわれない研究領域全体への俯瞰的な視点も求められることから、科学技術の代表的なアウトプットのひとつである論文というデータに注目し、論文データベース分析によって発展しつつある研究領域を俯瞰的・客観的に把握する手法の開発も目的とした。

なお、本研究は平成 15～16 年度科学技術振興調整費事業で実施中の「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査」の一環として行った。

2. 論文データベース分析の手法について

分析の実施に当たってはまず、論文データベース分析から現在どのような研究領域が存在しているのかを把握し、その中から急速に発展しつつあるものを抽出する為の手法開発を行った。具体的には、論文の集合を発見する手段として論文の共引用[注 1]の関係に注目し、共引用の関係をういた論文のグルーピングによって研究領域を見いだす手法を開発した[1]。分析対象には、Thomson ISI 社の論文データベースに収録されている 1997 年～2002 年までの 6 年間に発行された論文の中で、各年、各分野(臨床医学、化学、物理学など 22 分野)において被引用数が上位 1% である高被引用論文(約 4 万 5 千件)を用いた。

3. 急速に発展しつつある 51 の研究領域について

上記に述べた論文データベース分析から 679 の研究領域が得られた。その内、研究領域を構成する論文(以後 コアペーパー[注 2]と呼ぶ)の被引用数が急増を見せている 51 領域を急速に発展しつつある研究領域として抽出した(図表 1 参照)。51 の研究領域の中で臨床医学や植物・動物学といったライフサイエンスの特定の分野にコアペーパーが偏るものが 13 領域抽出された。その他の分野として、化学にコアペーパーが偏るものが 7 領域、物理にコアペーパーが偏るものが 6 領域抽出された。少数であるが工学、材料科学、地球科学、宇宙科学、社会科学などにコアペーパーが偏る領域も抽出された。

また、51 領域の約 3 割である 17 領域が学際的・分野融合的領域となった。この結果から、新たに発展しつつある研究領域の相当数が学際的・分野融合的性格を持つことが分かった[注 3]。

図表 1 急速に発展しつつある51の研究領域

分野	研究領域名	分野	研究領域名
臨床医学	急性冠症候群に関する研究	工学	生体試料や環境試料の微量元素分析
	シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の研究	材料科学	生体構造再生材料
	疾患治療を目的とした免疫研究	地球科学	地球規模の気候変動研究
	高血圧症治療に関する研究		古気候における地球規模の気候変動
	ウイルス性肝炎	宇宙科学	宇宙の構造と進化
	ホルモン療法	社会科学・一般	知識と情報技術をベースとした組織・経営論研究
植物・動物学	クエン酸シルデナフィルに関する研究	経済学・経営学	法学および経済学における行動主義的分析
	生物時計に関する研究		地域経済発展とネットワーク
	植物ホルモン・アブシジン酸の機能解析	学際的・分野融合的	ベルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究
	シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究		神経変性疾患についての研究
植物ホルモン・オーキシンの機能解析	①グルタミンレセプター ②がんの成長阻害		
分子生物学・遺伝学	DNAメチル化		カーボンナノチューブ
精神医学/心理学	統合失調症		アポトーシスの分子機構
化学	酵素・錯体触媒		プロテオミクス
	有機/無機ハイブリッド材料		脂肪細胞分泌ホルモン
	イオン性液体		幹細胞からの再生に関する研究
	高効率炭素-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応		メゾポーラス材料とナノワイヤー
	バイオ分析用デバイス		DNAマイクロアレイによる遺伝子発現解析
	ナノ結晶粒子のバイオ分野への応用技術		インフルエンザに関する研究
	分子デバイス/分子機械		病原微生物のゲノム解析
物理学	ニュートリノ研究		マラリア原虫のインプレノイド生成経路に関する研究
	重イオン衝突による高温・高密度物質の探求		大気中粒状物質の健康影響
	弦理論に基づく素粒子論的宇宙論		細胞膜チャンネル
	酸化物高温超伝導物質		RNAi (RNA interference)
	量子コンピュータ	テロメラーゼ研究	
	金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質		

4. 研究領域における日本の存在感について

研究領域を構成する論文に占める日本論文の比率は、研究領域における日本の存在感を示す指標の1つと考えることが出来る。以下では、コアペーパーに占める日本論文の比率をもとに、日本の存在感を考察した結果についてまとめる。

図表 2 に日本論文の比率が、7.0%以上の研究領域(上位 22 領域)を示す。ここでは、論文の著者(多くは複数)の所属機関に、1 つでも日本の組織が含まれれば日本論文としてカウントした。

(1) 日本の存在感が相対的に大きい研究領域

物理学と植物・動物学の研究領域において、日本のコアペーパーが多い。即ち、日本の存在感が相対的に大きい。

物理学の 6 領域でコアペーパーにおける日本論文の比率[注 4]が 7.0%を超えている。最も日本論文比率が高い研究領域は、「酸化物高温超伝導物質」で比率が 33.8%である。この値は 51 領域中で最も高い。加えて、「ニュートリノ研究」(17.1%)や「金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質」(14.2%)といった研究領域は、日本における研究がブレイクスルーとなって発展している研究領域であることが確認された。

(2) 日本の存在感が相対的に小さい研究領域

臨床医学と社会科学における研究領域において、日本の存在感が相対的に小さい。

臨床医学の7領域が抽出されているが、そのうち3領域で日本論文がコアペーパーに占める割合が0%となっている。臨床医学に関連する領域全体の平均値も約2%と日本の存在感は他の分野に比べて相対的に小さい。

社会科学・経済学に関連する研究領域は3領域が抽出されているが、すべてで日本論文の比率は0%となっている。

物理学における日本の存在感は大きい。2004年春に開催されたAAAS主催の第29回科学技術政策年次フォーラムにおいてジョン・H・マーバーガー科学技術担当大統領補佐官が、冷戦後の物理科学や工学に対する研究投資の沈滞を米国の弱みの1つに挙げている。物理学における日本の存在感の大きさは、世界に対して優位性を示していることの1つの証拠と言える。

5. 論文データベース分析の特徴について

本手法の特徴は、①既存の学問分野にとらわれない研究領域全体の俯瞰的な分析、②統計情報に基づく客観的な研究領域の分析、③時系列分析による研究領域の変遷の把握の3点が可能な点である。

近年、学際的・分野融合的な研究領域が重要との認識が高まっているが、これまで、どのような研究領域がこれに該当するのかを定量的に見分ける方法は無かった。本手法と用いると学際的・分野融合的な研究領域の客観的かつ定量的な把握が可能となる。

例えば、「プロテオミクス」は全部で147件のコアペーパーを持つが、その分布を見ると化学が約5割、生物学・生化学が約2割あり、その他として工学などが含まれている。

また、物理学、化学、材料科学の境界に「カーボンナノチューブ」、材料科学と化学の境界に「メソポーラス材料とナノワイヤー」が位置していることが分かった。

また、領域の内容分析を行うことで「プロテオミクス」では、機器開発と科学的知見の獲得が相互に関連を持ちながら発展しており、1999年を境に研究の主な内容が機器開発から、その技術を利用した科学的知見の獲得へ移行したことが示された。

6. 次のステップ

現在は、これまでに得られた知見をもとに、以下の視点から分析を実施中である。講演では、これらの分析結果についても述べる予定である。

① 上位51の研究領域のみでなく、もう少し下位の研究領域の分析

今回の分析ではエネルギー分野、情報通信分野などについては、研究領域が抽出されなかった。ただし、論文データベース分析で得られた上位52位以降の領域を見ると、人工知能、画像処理、核融合に関する研究領域など情報通信、エネルギーに関連する基礎研究に近い研究領域が入っていることを確認している。このことから、今回得られた研究領域より下位についても分析を行うことで、情報通信、エネルギーに関連する研究領域を把握することが可能と考えられる。

② 研究領域の時系列変化の分析

本分析を継続的に行うことで、新たに生じた研究領域、継続して発展がみられる研究領域などの把握を試みる。今回の分析では、2003年3月現在のデータを用いたが、データの時期を変えて同じ分析を行う事で、研究領域の時系列変化を分析する。

③ 研究領域において中心的な研究機関の分析

各研究領域において、我が国をはじめ、世界のどのような機関が中心的な役割を担っているかを分析する。

【用語説明】

- [注1] 共引用とは、ある論文が複数の論文を同時に引用することを指す。頻繁に共引用される論文は、その内容に一定の共通点があると考えられ、それらをグループ化する事で、研究内容に共通性のある論文の集合を得ることが出来る。本研究では論文のデータベースとして Thomson ISI 社の Essential Science Indicators を用いた。
- [注2] コアペーパーとは、共引用を用いてグループ化された研究領域を構成する論文のこと。
- [注3] 研究領域を構成するコアペーパーの分野分布を調べ、1つの分野にコアペーパーが偏らない(もともとコアペーパー多い分野でも、その割合が6割以下)の場合に学際的・分野融合的領域とした。

図表 2 日本論文の比率が 7.0%以上の研究領域(上位 22 領域)

研究領域名	コアペーパー数	コアペーパー中の日本論文数	日本論文比率(%)
酸化物高温超伝導物質	133	45	33.8
生物時計に関する研究	135	24	17.8
ニュートリノ研究	117	20	17.1
炭素-炭素結合形成反応	224	36	16.1
金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質	106	15	14.2
脂肪細胞分泌ホルモン	184	25	14.1
マラリア原虫のイソプレノイド生合成経路に関する研究	64	9	13.6
神経変性疾患についての研究	258	30	12.1
植物ホルモン・アブジジン酸の機能解析	66	8	11.6
病原微生物のゲノム解析	63	7	11.1
ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究	236	24	10.2
酵素・錯体触媒	141	14	9.9
DNA メチル化	145	13	9.5
重イオン衝突による高温・高密度物質の探求	298	28	9.5
弦理論に基づく素粒子論的宇宙論	347	32	9.4
アポトーシスの分子機構	190	18	9.2
シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究	95	9	9.0
テロメラーゼ研究	70	6	8.6
量子コンピュータ	309	26	8.4
植物ホルモン・オーキシンの機能解析	68	5	7.4
バイオ分析用デバイス	209	15	7.2
シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の研究	70	5	7.1

参考文献

- [1] 伊神正貫、桑原輝隆、「論文データベースを用いた新興科学技術領域の俯瞰的探索手法」、研究・技術計画学会 第18回年次学術大会 講演要旨集、pp. 522-525