

第2章 科学技術でイノベーションの可能性を^{ひら}くために

イノベーションを実現するためには様々な要因が関係しているが、その基盤として、科学技術が優れた成果を産み出すことが重要である。国を挙げてイノベーションの実現を目指す今、科学技術力の強化は、必要不可欠である。

本章では、第1節で、研究開発活動の活性化や、研究開発環境の整備、国際ネットワークの構築、イノベーション人材の育成について課題と今後の取組の方向性を明らかにする。第2節では、我が国における、科学技術イノベーション政策に関する動向を示す。

第1節 イノベーションを実現するための科学技術活動の活性化

1 研究開発活動の活性化

第1章では、我が国の論文が質・量ともに他国との比較において相対的に低下する傾向にあることを見た。ここでは、研究活動を巡る動向として、国際共著論文の動向、世界が注目する研究分野や新興・融合領域への参画状況、これまでの研究の単なる延長線上ではないハイリスクな研究への取組の現状等について分析するとともに、今後の推進すべき方向性や新たな研究開発評価手法について論じる。

(1) 研究活動の質を巡る我が国の課題

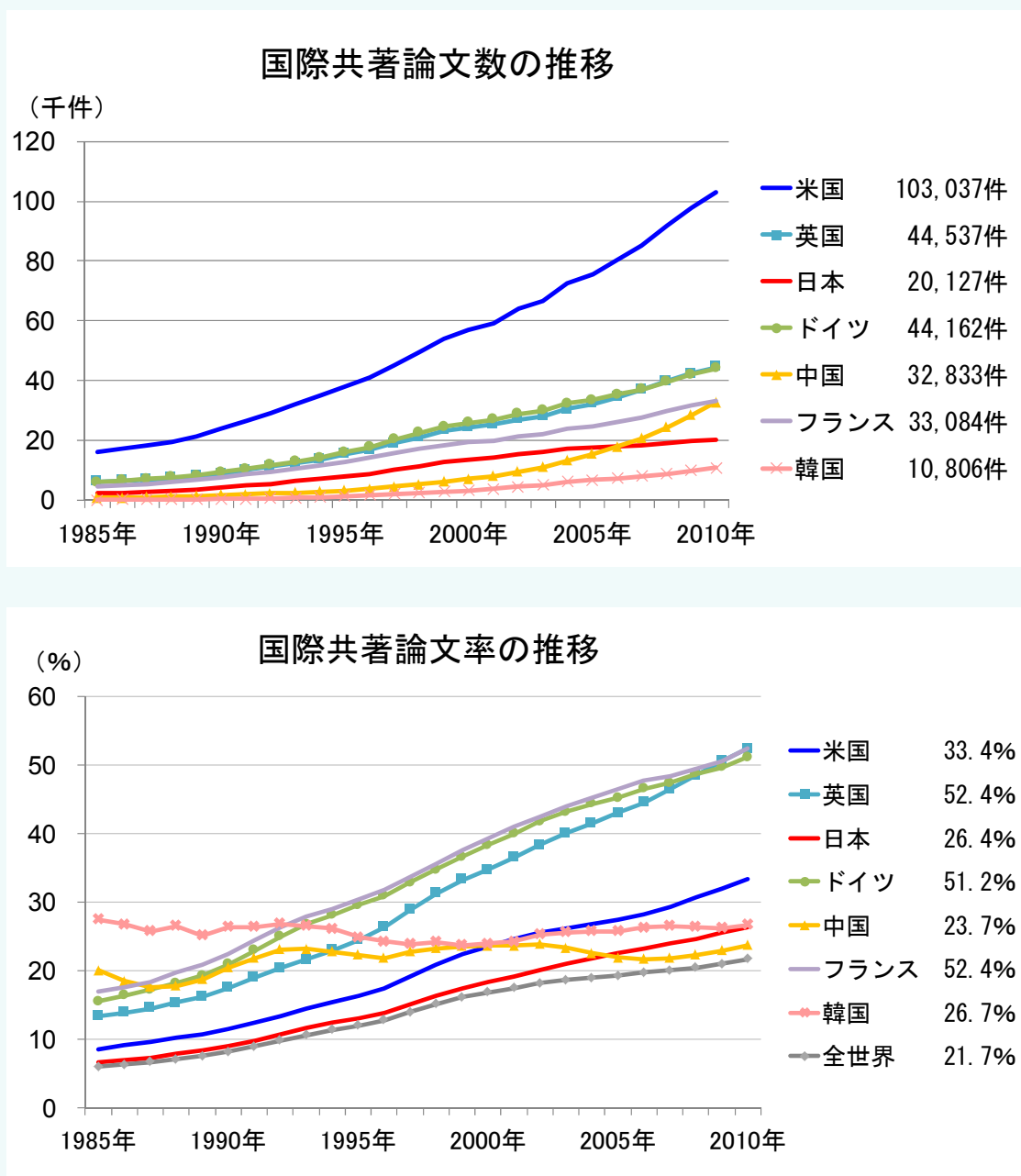
① 国際共著論文

我が国の論文数及び質の高い論文数の増加率が他の主要国に比べて低いことについて、国境を越えた組織間の研究者による共著論文（以下、「国際共著論文」という）に着目して分析する。

近年、世界では、国際頭脳循環が活発化するなどにより世界各国で国際共著論文が急激に増加している（第1-2-1上図）。

我が国でも国際共著論文が増加しており、2010年時点で、全論文の26.4%を占めている。しかしながら、英国の国際共著率52.4%、フランスの国際共著率52.4%、ドイツの国際共著率51.2%と比べると、かなり低い水準であることが分かる（第1-2-1下図）。

第1-2-1図／国際共著論文数、国際共著論文率の推移



注：1. Article, Article & Proceedings (article扱い), 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。

2. 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
資料：科学技術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2012」（平成25年3月）

国際共著論文の特徴を捉えるため、論文の質的指標である被引用数に着目し、主要国の論文を、当該国内の研究機関のみによる論文（以下、「国内論文」という）と国際共著論文に分けて、その被引用数を比較する（第1-2-2表）。これによると、例えば、我が国の場合、国内論文の1本当たりの平均被引用回数が11.7回であるのに対し、国際共著論文の平均被引用回数は20.5回であり、国内論文の被引用回数を上回っている。この傾向は他の主要国にも共通しており、国際共著論文は国内論文に比べて被引用数が高くなっている。このことから、国際共著論文には、被引用数が高い論文が多く、一般的には、質の高い論文である可能性が大きいとみることができる。

第1-2-2表／国内論文と国際共著論文における論文当たり被引用数

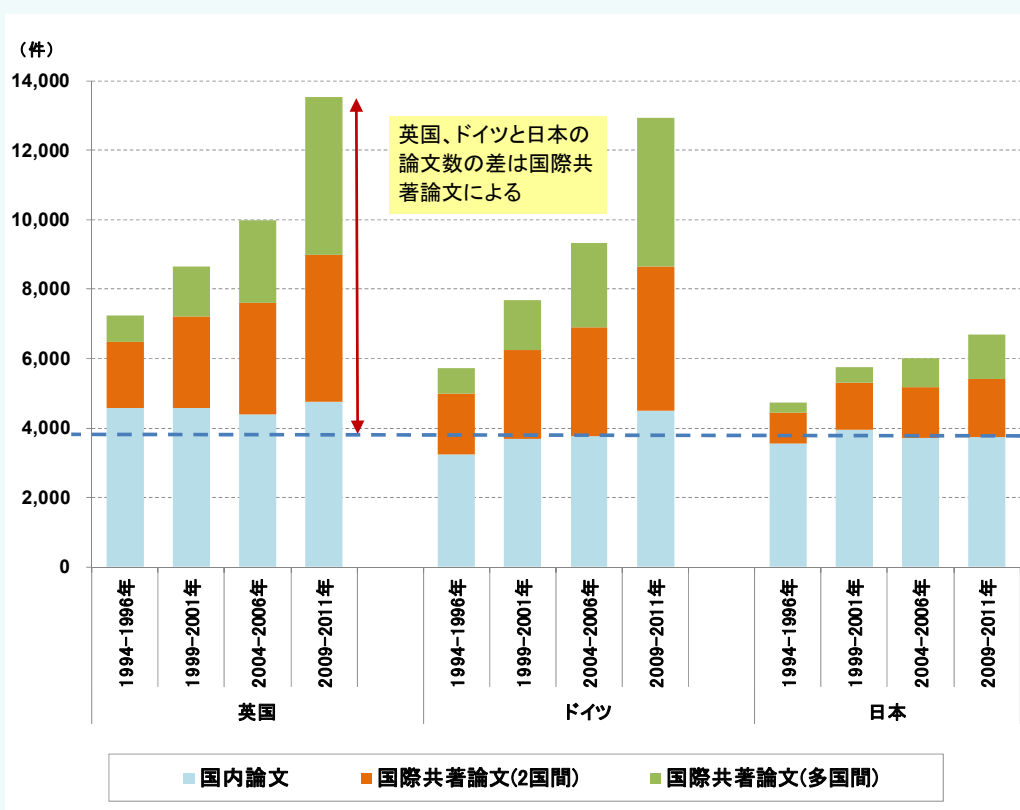
国名	国内論文	国際共著論文
米国	20.9	25.6
英国	16.0	25.7
日本	11.7	20.5
ドイツ	14.5	23.7
中国	9.1	16.5
フランス	13.1	22.1
韓国	9.3	16.3

注：1. Article, Article & Proceedings（article扱い）、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。
 2. 国内論文とは、当該国の研究機関の単独で産出した論文と、当該国の研究機関の複数機関の共著論文を指す。
 3. 国際共著論文とは、国境を越えた組織間の研究者による共著論文を指す。
 4. 2004-2006年の論文が2011年末までに引用された回数の平均値である。
 5. 数値は、トムソン・ロイター社“Web of Science”に基づき科学技術政策研究所で集計したもの
 資料：科学技術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2012」（平成25年3月）を基に文部科学省作成

次に、日本、英国及びドイツのトップ10%補正論文数¹の内訳を、国内論文と国際共著論文に分けて比較した図をみる（第1-2-3図）。この比較から、①国内論文数は、日本、英国、ドイツで同程度であり、直近の15年間であまり変化していないこと、②国際共著論文数は、英国、ドイツで大きく伸びているのに対して我が国では伸びが小さく、そのためにトップ10%補正論文数の全体に差が生じていることが分かる。

¹ トップ10%補正論文数とは、被引用回数が各年各分野で上位10%に入る論文の描出後、実数で論文数の1/10となるように補正を加えた論文数を指す。

第1-2-3図／トップ10%補正論文数における、日本、英国、ドイツの国内論文と国際共著論文の時系列変化



注：1. Article, Article & Proceedings (article扱い), 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。
 2. 国内論文とは、当該国の研究機関の単独で産出した論文と、当該国の研究機関の複数機関の共著論文を指す。
 3. 国際共著論文とは、国境を越えた組織間の研究者による共著論文を指す。
 4. 数値は、トムソン・ロイター社“Web of Science”に基づき科学技術政策研究所が集計
 資料：科学技術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2012」（平成25年3月）

以上より、我が国のトップ10%補正論文数が他国に比べて増加率が低い理由の一つとして、近年の世界的な国際共著論文の増加に我が国が追随できていないことが挙げられる。また、国際共著論文は、一般的に国内論文に比べて被引用回数が大きいことから、他の主要国と比べて優れた論文数が伸び悩んでいる状況につながっていることも推察できる。

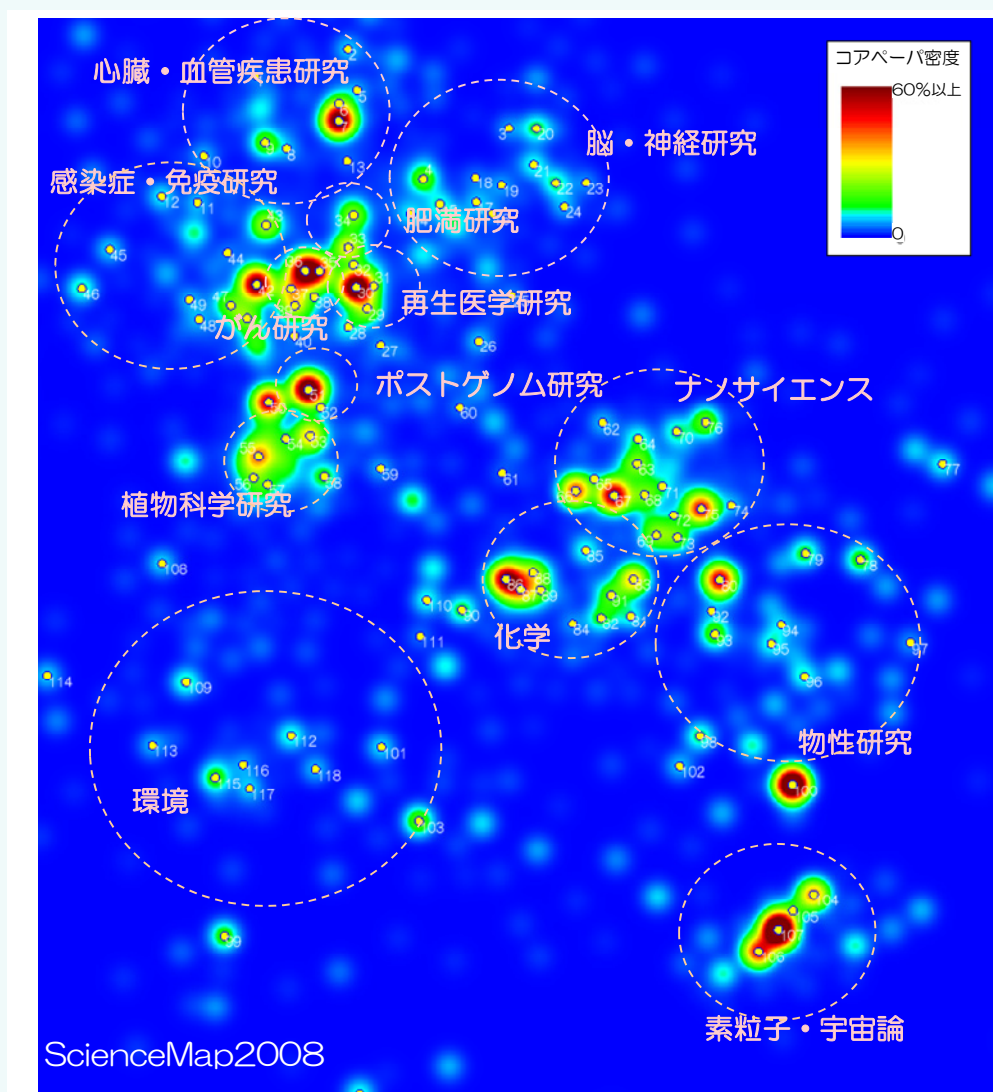
これらをまとめると、国境を越えて優れた研究者が協力して取り組む研究を推進することが、我が国の研究活動を活性化させる一つの方策と考えられる。

② 国際的に注目を集める研究領域 (学際的・分野融合的領域等)

科学技術・学術審議会は、平成25年1月17日に「東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の在り方について（建議）」を提出した。この建議では、東日本大震災により、特に地震研究においては、人文・社会科学も含めた幅広い分野の知見を統合した研究が不足していたことが顕在化したことを踏まえ、改めて、高度化、複雑化する課題の発見、同定、解決のためには分野間連携・融合や学際研究が必要と指摘している。ここでは、新たな領域を開拓するような研究の視点で、その動向を見ていく。

第1章に見たように、学術論文データベース¹に収録される世界の論文数は年々増加を続けており、近年では年間110万件を超える膨大な量の論文が収録されている。その中には被引用数の多い論文が活発に発表されていることで注目を集める研究領域がある。科学技術政策研究所（N I S T E P²）では、高被引用論文（2003年から2008年の、各年、各分野のトップ1%論文）をグループ化することで、国際的に注目を集めている計647の研究領域を抽出し、その研究領域の関係性を可視化したサイエンスマップを作成している（第1-2-4図）。この国際的に注目を集めている研究領域には、山中伸弥・京都大学教授らの論文をコアとする「再生医学と幹細胞研究」や細野秀雄・東京工業大学教授らの論文をコアとする「鉄系超伝導物質」などの研究領域がある。

第1-2-4図／サイエンスマップ2008



注：1. 本マップ作成には重力モデルを用いているため、上下左右に意味はなく、相対的な位置関係が意味を持つ。

ここでは、生命科学系が左上、素粒子・宇宙論研究が右下に配置されるマップを選択し示している。

2. 黄色の丸が研究領域の中心位置を示す。点線で囲んだ研究領域群は目安である。

資料：科学技術政策研究所「サイエンスマップ2008」（平成22年5月）

¹ トムソン・ロイター社 Web of Science, 自然科学系

² National Institute of Science and Technology Policy

国際的に注目を集めている研究領域の特徴は、学際的・分野融合的領域が多いことである。研究領域は、構成している論文の分野の組合せから、単一の分野（臨床医学、化学、物理学など）に軸足を持つ研究領域と、複数の分野が関わる研究領域である学際的・分野融合的領域に分類される（第1-2-5表）。単一分野に軸足を持つ研究領域が一番多く該当する分野は臨床医学分野（116研究領域）であるが、学際的・分野融合的領域には、それよりも多い151研究領域が該当する。さらに、学際的・分野融合的領域に属する研究領域は、単一分野に軸足を持つ領域の研究に比べて研究活動が盛んであり、かつ、比較的新しい研究成果が生み出されていることが観察されている（コラム1-1参照）。

第1-2-5表／国際的に注目を集める研究領域への日本の参画状況

分野	該当領域数	日本参画	英国参画	ドイツ参画
総計	647	263	388	366
学際的・分野融合的領域	151	66	96	81
臨床医学	116	41	82	75
化学	64	28	32	38
物理学	61	35	39	39
工学	44	9	12	14
植物・動物学	36	20	24	24
地球科学	30	19	26	21
神経科学・行動学	17	12	12	12
計算機科学	17	4	8	10
環境／生態学	15	4	10	9
数学	14	1	3	6
社会科学・一般	13	1	7	5
精神医学／心理学	12	2	7	6
生物学・生化学	11	6	4	6
経済・経営学	9	0	5	1
宇宙科学	8	3	7	7
農業科学	8	3	4	4
材料科学	7	4	1	3
分子生物学・遺伝学	5	2	4	3
微生物学	5	1	4	0
薬学・毒性学	3	1	0	1
免疫学	1	1	1	1

注：トムソン・ロイター社“Essential Science Indicators”を基に科学技術政策研究所が集計
資料：科学技術政策研究所「サイエンスマップ2008」（平成22年5月）

コラム
1-1

学際的・分野融合的研究領域の特徴

サイエンスマップは、2002年の初版以来、2年ごとに作成されてきた。これらの変遷を見ることで、科学研究のダイナミクスを垣間見ることができる。トップ1%の個々の論文の関係性（共引用関係：ある論文群が他の論文から複数回同時に引用されていれば、その論文群は内容的に類似性、関係性を持つと定義される。）の強さを計算し、それを基に、2段階のクラスタリングを行う。個々のトップ1%論文をグループ化し、リサーチフロント（複数のトップ1%論文を含む）を得て、更にそれらをグループ化し、研究領域（複数のリサーチフロントを含む）を抽出している。

表は、学際的・分野融合的研究領域の特徴を見ることを目的として、サイエンスマップ2002から2008までを観察し、研究領域数、研究領域に含まれる平均リサーチフロント数、急増リサーチフロント数、最新年リサーチフロント数を比較したものである。

まず、全研究領域数に占める学際的・分野融合的研究領域の割合をみると、サイエンスマップ2002以降、20%程度とほぼ一定である。次に、研究領域に含まれる平均リサーチフロント数、急増リサーチフロント数（表の（注1）参照）及び最新年リサーチフロント数（表の（注2）参照）をみると、全てにおいて、学際的・分野融合的研究領域の方が、単一領域の平均に比べて多いことが分かる。このことから、学際的・分野融合的研究領域は、比較的多くのトピックスが含まれ、かつ被引用数の著しい増加が認められ、さらに、比較的新しい研究成果を取り込むという特徴を持つことが示唆される。すなわち、学際的・分野融合的研究領域とは、他の研究領域と比べて活発な知識生産が行われている研究領域であることが分かる。

また、サイエンスマップ2002とサイエンスマップ2008の内容を比較すると、学際的・分野融合的領域が生命科学系の研究領域付近に集中していた配置からサイエンスマップ全体に広がった配置へと変化し、生命科学系と非生命科学系との組合せが増加している。このことから、学際的・分野融合的領域については、質的な変化が継続的に起きていると言える。

サイエンスマップ 2002

	研究領域数	リサーチフロント数 (平均)	被引用数急増 リサーチフロント数 (平均)	最新年リサーチ フロント数 (平均)
学際的・分野融合的領域	150	6.86	0.75	0.59
単一領域	448	5.33	0.51	0.40
総計	598	5.71	0.57	0.45

サイエンスマップ 2004

	研究領域数	リサーチフロント数 (平均)	被引用数急増 リサーチフロント数 (平均)	最新年リサーチ フロント数 (平均)
学際的・分野融合的領域	137	7.63	0.90	0.66
単一領域	489	5.02	0.52	0.38
総計	626	5.59	0.60	0.45

サイエンスマップ 2006

	研究領域数	リサーチフロント数 (平均)	被引用数急増 リサーチフロント数 (平均)	最新年リサーチ フロント数 (平均)
学際的・分野融合的領域	146	6.75	0.73	0.53
単一領域	541	4.74	0.48	0.38
総計	687	5.17	0.54	0.41

サイエンスマップ 2008

	研究領域数	リサーチフロント数 (平均)	被引用数急増 リサーチフロント数 (平均)	最新年リサーチ フロント数 (平均)
学際的・分野融合的領域	151	7.21	0.89	0.69
単一領域	496	5.14	0.55	0.49
総計	647	5.62	0.63	0.54

注：1. 急増リサーチフロントは以下の方法で決定した。リサーチフロントごとに、各年のコアペーパー1本あたりの被引用数の増減に対する回帰直線の傾きが分野平均より高く、コアペーパーの平均出版年が分析対象期間の後半2年（サイエンスマップ2008の場合は、2007年以降）のリサーチフロントを急増フロントとして抽出した。

2. 最新年リサーチフロントとは、当該リサーチフロントが分析対象期間の最終年（サイエンスマップ2008の場合は2008年）に新規に現れたリサーチフロントを指す。

3. トムソン・ロイター社“Essential Science Indicators”を基に科学技術政策研究所が集計

資料：科学技術政策研究所「サイエンスマップ2008」（平成22年5月）