

Title	サイエンスマップ2014
Author(s)	伊神, 正貫; 福澤, 尚美; 村上, 昭義; 阪, 彩香
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 628-631
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13927
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

サイエンスマップ 2014

伊神正貫, 福澤尚美, 村上昭義, 阪 彩香 (文科省・N I S T E P)

1. はじめに

科学技術・学術政策研究所では、論文データベース分析により国際的に注目を集めている研究領域を俯瞰した「サイエンスマップ」を作成し、世界の研究動向と日本の活動状況の分析を実施している。本報告では、2016年9月に公表したサイエンスマップ 2014(2009～14年を対象)の結果を紹介する¹。

サイエンスマップの分析から、世界における研究領域数が拡大する中、日本の参画領域数は停滞していることが確認された。また、研究領域を継続性及び他の研究領域との関係性の観点から分類する Sci-GEO チャートを用いて、日本の参画領域の特徴を見ると、日本はスモールアイランド型領域(過去のマップとの継続性がなく他の研究領域との関係性の弱い領域)への参画が少ないことが示された。

今回のサイエンスマップでは初めての試みとして、サイエンスマップと技術のつながりの分析及びサイエンスマップとファンディング情報をリンケージした試行的な分析も実施した。「サイエンスマップ 2014」の概要を以下に示す。

2. 科学研究の潮流と日本の状況

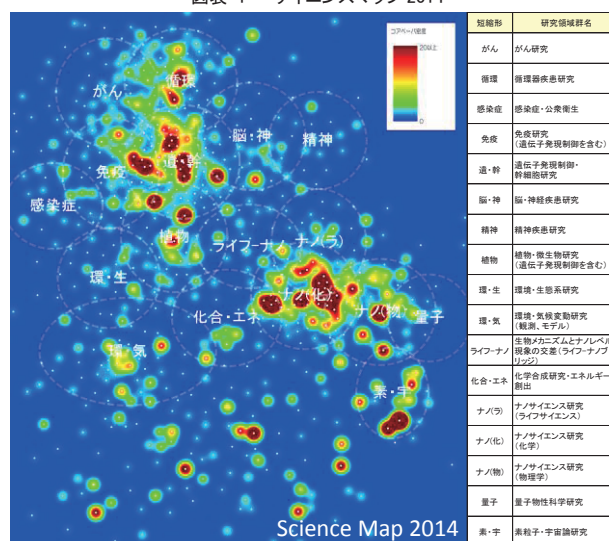
サイエンスマップ 2014 では、2009 年から 2014 年までの 6 年間に発行された論文の中で、各年、各分野で被引用数が上位 1% の Top1%論文(約 7.9 万件)を分析に用いた。これら Top1%論文に対して、「共引用」を用いたグループ化を 2 段階(論文→リサーチフロント→研究領域)行うことで、国際的に注目を集めている 844 研究領域を得た。サイエンスマップ 2014 を図表 1 に示す。

2-1. 過去 10 年にわたって、拡大を続ける科学研究

研究領域数の時系列変化を見ると、サイエンスマップ 2002 で 598 領域、サイエンスマップ 2014 では 844 領域となっており、サイエンスマップ 2002 から 2014 にかけて 41%増加している。研究領域数の増加は、世界にお

る論文数の増加、中国などの新たなプレーヤーの参画による研究者コミュニティの拡大、新たな研究領域の出現、既存の研究領域の分裂等の複合的な要因によるものである。

図表 1 サイエンスマップ 2014



注 1: 本マップ作成には Force-directed placement アルゴリズムを用いているため、上下左右に意味はなく、相対的な位置関係が意味を持つ。報告書内では、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示している。

注 2: 白丸が研究領域の位置、白色の破線は研究領域群の大まかな位置を示している。他研究領域との共引用度が低い一部の研究領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。研究領域群を示す白色の破線は研究内容を大まかに捉えとる際のガイドである。研究領域群に含まれていない研究領域は、類似のコンセプトを持つ研究領域の数が一定数に達していないだけであり、研究領域の重要性を示すものではない。

データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

2-1. 世界の研究領域数が拡大する中、停滞する日本の参画領域数

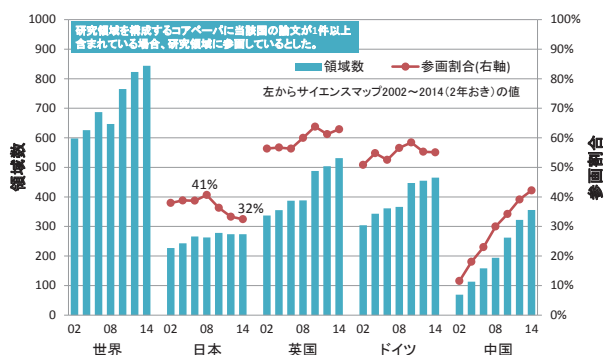
サイエンスマップ 2002 からの時系列を見ると(図表 2)、日本の参画領域数はサイエンスマップ 2008 以降、停滞している。日本の参画割合を見ると、サイエンスマップ 2008 の 41%から、サイエンスマップ 2014 では 32%へと 9 ポイント低下した。英国やドイツの参画領域数は増加しており、サイエンスマップの参画割合も 5～6 割を保っている。中国については、急激に参画領域数及び割合を増加させている。

サイエンスマップの研究領域のうち、研究領域を先導

¹ 本要旨は、研究・イノベーション学会第 31 回年次学術大会における発表のために、科学技術・学術政策研究所から公表した報告書[1]の内容を、再構成したものである。詳細は、当該報告書を参照のこと。

している論文(コアペーパー)と、それを引用しているサイティングペーパー(Top10%) [研究領域において重要な成果を出しているフォロワー]における参画状況を比較すると(図表 3)、いずれの国も、コアペーパーの参画数よりサイティングペーパー(Top10%)における参画数の方が多くなっている。サイティングペーパー(Top10%)まで含めると、日本の参画領域数の英独中との差は小さくなる。しかし、サイティングペーパー(Top10%)での参画数に対するコアペーパーでの参画数の割合を見ると、日本の43%に対して英国は69%、ドイツは63%となっており、日本は研究領域を先導する研究者が少ないことが示唆される。

図表 2 サイエンスマップにおける日英独中の参画領域数(コアペーパーでの参画)の推移



データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

図表 3 サイエンスマップ 2014 におけるコアペーパーとサイティングペーパー (Top10%)での日英独中の参画領域数

サイエンスマップ 2014	領域数	参画領域数			
	世界	日本	英国	ドイツ	中国
コアペーパー	844	274	531	465	356
サイティングペーパー (Top10%)	844	640	774	744	729

注: コアペーパーを引用している論文を「サイティングペーパー」、その中でも被引用数の高い論文を「サイティングペーパー(Top10%)」と呼ぶ。コアペーパーは研究領域を先導する論文であり、研究領域を山に例えるならば山頂部分である。サイティングペーパーはコアペーパーをフォローしている論文であるので山の裾野、サイティングペーパー(Top10%)は山の中腹部分と考えることができる。

データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

3. Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解

サイエンスマップの時系列変化を見ると、研究領域が継続的に存在しており、他の研究領域との関係性も強い「硬い部分」と、常に変化を続けている「柔らかい部分」が存在している。この「硬い部分」「柔らかい部分」を分類するために、サイエンスマップ 2010&2012 において、Sci-GEO チャート (Chart represents geographical characteristics of Research Areas on Science Map) という概念を導入した[2]。

Sci-GEO チャートでは、研究領域を継続性(時間軸)と他の研究領域との関与の強さ(空間軸)を用いて分類する。具体的には図表 4 に示したように、過去のマップとの継続性がある場合、他の研究領域との関与が強い「コンチネント型領域」、他の研究領域との関与が弱い「アイランド型領域」に分類した。また、過去のマップとの継続性がない場合、他の研究領域との関与が強い「ペニンシュラ型領域」、他の研究領域との関与が弱い「スモールアイランド型領域」に分類した。

3-1. 世界の主要国とは異なる Sci-GEO チャートに見る日本の研究領域タイプのバランス

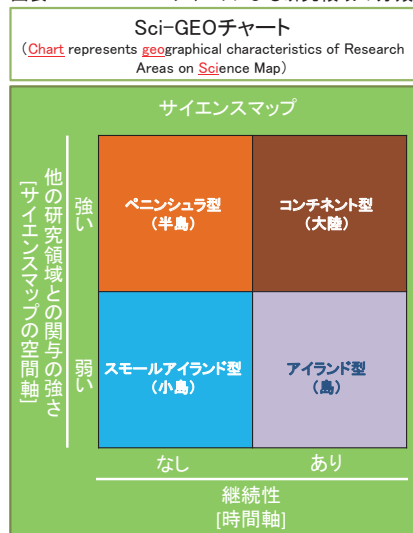
研究領域タイプのバランス(サイエンスマップ 2014)を見ると(図表 5(a))、日本は、スモールアイランド型が24%、コンチネント型が32%であり、世界のバランス(スモールアイランド型41%、コンチネント型18%)とは違いがある。サイエンスマップ 2004 (図表 5(b))との比較を見ると、過去10年で、英国やドイツではスモールアイランド型の割合を増加させている一方、日本の研究領域タイプのバランスについては大きな変化はみられない。

スモールアイランド型とコンチネント型を比較すると、つぎに述べるような違いが存在している。したがって、これらの違いを認識した上で、日本にとってどのようなバランスが望ましいのかを議論していく必要がある。

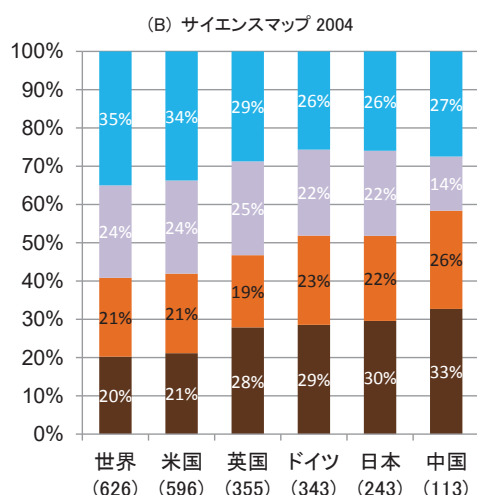
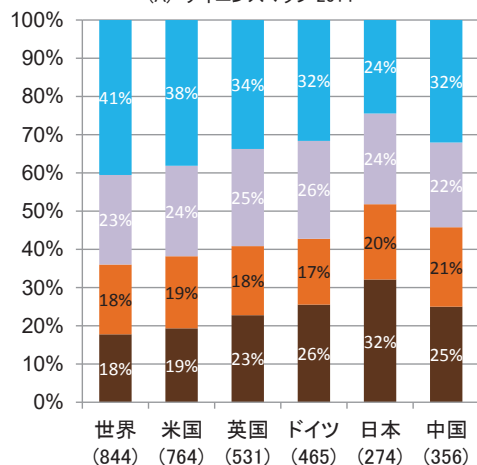
スモールアイランド型領域は数が多いことから、研究の多様性を担う役割が大きい。また、ここから一定の割合が、アイランド型(3割程度)やコンチネント型(1割程度)のような継続性を持って発展する研究領域に移行する。ただし、6割程度の領域が次のサイエンスマップでは検出されず、入れ替わりが活発である。スモールアイランド型領域は小さい領域が多く、存在感を発揮しやすい反面、入れ替わりが活発であることから、このような研究領域が生み出される土壌を耕すことが重要である。

コンチネント型領域については、6割程度の領域が次のサイエンスマップでもコンチネント型領域として継続している。1割程度の領域はアイランド型へ移行し、3割程度の領域は次のサイエンスマップでは検出されない。全体で7割の領域が継続しており安定的である。コンチネント型領域は、研究領域の継続性の観点から見ると、研究推進のターゲットとして他の領域に比べて確実性があると言えるが、コミュニティが大きく、世界的な研究競争が行われおり、存在感の維持には多くの投資が必要となる可能性がある。

図表 4 Sci-GEO チャートによる研究領域の分類



図表 5 Sci-GEO チャートに見る世界と主要国の研究活動動向
(A) サイエンスマップ 2014



データ：科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

4. サイエンスマップと技術のつながりの分析

サイエンスマップと技術のつながりを見るために、特許文献の中に記載されている論文の情報を用いて、特許からのコアペーパーとサイティングペーパーへの引用を分析した(図表 6)。

各年でコアペーパーとサイティングペーパーを比較すると、コアペーパーの方がサイティングペーパーよりも特許に引用されたことがある論文の割合が高くなっている。例えば、サイエンスマップ 2002 では、特許から引用されている論文の割合は、コアペーパーでは 52.0%であるのに対して、サイティングペーパーでは 22.5%である(図表 6 のオレンジの矢印)。また、特許からの被引用数もコアペーパーとサイティングペーパーで異なる。コアペーパーは論文あたり約 15 回特許(2015 年時点)に引用されているが、サイティングペーパーは論文あたり約 6 回特許(2015 年時点)に引用されている(図表 6 の紫の矢印)。

これらの結果は、研究領域を先導する論文(コアペーパー)は、特許からも注目を集めていることを示している。

サイエンスマップ 2006, 2008, 2010, 2012 のそれぞれで、特許からの被引用数が上位 5 位に入るコアペーパー計 20 件を調べたところ、日本の機関に所属している著者の論文が 7 件(のべ 11 件)含まれることが明らかになった(図表 7)。これらの論文は、科学において研究領域を先導したのに加えて、技術の進展にも大きな影響を与えたものと考えることができる。

図表 6 コアペーパーとサイティングペーパーの特許とのつながり

(A) コアペーパーの状況

各サイエンスマップを構成する論文の2015年時点における特許からの引用の状況	研究領域数	コアペーパー数	特許から引用されているコアペーパー		論文あたりの特許からの被引用数
			数	割合	
サイエンスマップ2002	598	15,410	8,007	52.0%	14.8
サイエンスマップ2004	626	15,531	7,597	48.9%	13.3
サイエンスマップ2006	687	15,165	7,040	46.4%	11.3
サイエンスマップ2008	647	15,826	6,251	39.5%	8.4
サイエンスマップ2010	765	17,822	5,664	31.8%	5.9
サイエンスマップ2012	823	18,515	4,176	22.6%	4.4
サイエンスマップ2014	844	18,568	2,145	11.6%	3.0

(B) サイティングペーパーの状況

各サイエンスマップを構成する論文の2015年時点における特許からの引用の状況	研究領域数	サイティングペーパー数	特許から引用されているサイティングペーパー		論文あたりの特許からの被引用数
			数	割合	
サイエンスマップ2002	598	449,282	100,873	22.5%	6.0
サイエンスマップ2004	626	475,697	97,194	20.4%	5.4
サイエンスマップ2006	687	510,747	86,924	17.0%	4.6
サイエンスマップ2008	647	544,175	70,406	12.9%	3.7
サイエンスマップ2010	765	617,545	54,126	8.8%	2.9
サイエンスマップ2012	823	675,158	32,266	4.8%	2.3
サイエンスマップ2014	844	768,255	11,245	1.5%	1.8

注 1: ここではサイエンスマップを構成するコアペーパーとサイティングペーパー(例えばサイエンスマップ 2002 では 1997 年から 2002 年の論文)が、2015 年時点で特許からどのように引用されているかを分析している。したがって、昔のサイエンスマップほど特許からの被引用数が大きくなるので、異なる時点のサイエンスマップ間の結果の比較はできない。

注 2: 特許情報は出願又は登録された特許のみを対象としている。特許中の引用が、発明者、審査官のいずれによるものかの区別はしていない。特許の技術分野数には国際特許分類(IPC)を使用している。IPC は 4 階層(セクション、クラス、サブクラス、グループ)で構成され分類されているが、ここではグループ単位で集計した。

データ：科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。特許データは科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社の

Derwent Innovation Index (2015 年 12 月 抽出)と欧州特許庁の PATSTAT(2015 年秋バージョン)をもとに集計・分析を実施。

図表 7 特許からの被引用数が多い 7 件のコアペーパー

通番	論文タイトル	出版年	ジャーナル	責任著者	所属機関	サイエンスマップ出現年(特許からの被引用数順位)
1	Thin-film transistor fabricated in single-crystalline transparent oxide semiconductor	2003年	SCIENCE	Nomura, K	東京工業大学, 科学技術振興機構 ERATO, 日本	2006(4位) 2008(2位)
2	Transparent thin film transistors using ZnO as an active channel layer and their electrical properties	2003年	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	Masuda, S	コニカミノルタ株式会社, 日本	2006(5位) 2008(3位)
3	Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors	2004年	NATURE	Hosono, H	東京工業大学, 科学技術振興機構 ERATO, 日本	2006(3位) 2008(1位)
4	Amorphous oxide semiconductors for high-performance flexible thin-film transistors	2006年	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 1-REGULAR PAPERS, BRIEF COMMUNICATIONS & REVIEW PAPERS	Nomura, K	東京工業大学, 科学技術振興機構 ERATO, 日本	2010(2位)
5	Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors	2007年	CELL	Yamanaka, S	京都大学, 日本	2010(5位) 2012(2位)
6	Generation of germline-competent induced pluripotent stem cells	2007年	NATURE	Yamanaka, S	京都大学, 日本	2012(4位)
7	Defect energetics in ZnO: A hybrid Hartree-Fock density functional study	2008年	PHYSICAL REVIEW B	Oba, F	京都大学, 日本	2010(3位)

注 1: 特許情報は出願又は登録された特許のみを対象としている。特許中の引用が、発明者、審査官のいずれによるものかの区別はしていない。

注 2: 責任著者の情報及び所属機関は論文データベース上の情報による。
データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。特許データは科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社の Derwent Innovation Index と欧州特許庁の PATSTAT(2015 年秋バージョン)をもとに集計・分析を実施。

5. サイエンスマップとファンディング情報をリンケージした試行的な分析

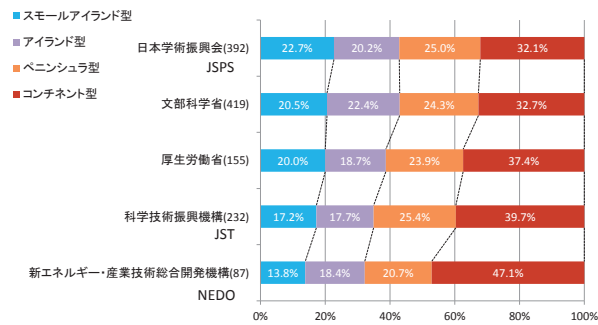
論文謝辞情報の試行的な分析から、我が国の主要な資金配分機関等の Sci-GEO チャートに見る研究領域タイプのバランスの違いを初めて示した。

論文の謝辞情報に含まれる研究資金の情報は、インプットとアウトプットとの関係性を分析する上で、重要な情報である。謝辞情報を用いた分析には限界が存在するが、論文への資金配分機関等の関与を統一的に把握する手段は、現状では謝辞情報しか存在しない。そこで、サイエンスマップ 2014 では、マップに出現している日本の論文の謝辞情報を分析することで、サイエンスマップとファンディング情報をリンクするための試行的な分析を実施した。

図表 8 は、主要な資金配分機関等が関与している研究領域の Sci-GEO タイプのバランスを示した結果である。Sci-GEO タイプを用いて分類すると、資金配分機関等によってそのバランスが異なることが確認された。スモールアイランド型の割合に注目すると日本学術振興会の割合が一番高く、新エネルギー・産業技術総合開発機構の割合が一番低くなっている。他方で、コンチネント型の割合に注目すると、スモールアイランド型とは逆に、新エネルギー・産業技術総合開発機構の割合が一番高く、日本学術振興会の割合が一番低い。

論文謝辞中では必ずしもプログラム名まで記述されているわけではなく、プログラム名が記述されていても表記が統一されていない、プログラムと配分機関の関係が一致していない場合があるなどの理由で、プログラムレベルの集計は現状では限定的にしか行うことができない。今後は、我が国で統一された課題番号等を導入し、それらの利活用を進めることで、公的研究資金とそこから生み出される成果の対応付けが、より効果的に可能となるような仕組みを整備していくことも必要である。

図表 8 主要な資金配分機関等の Sci-GEO タイプのバランス(サイティングペーパー(Top10%)) (試行的な分析)



注 1: 試行的な分析の結果である。謝辞に公的研究資金の活用が書かれていない(資金提供側が謝辞の記述ルールを示していない)、プログラムと資金配分機関の関係が一致していない、謝辞に公的研究資金の活用が記述されていても、その表記の仕方が統一されていないなどの理由で、現状の謝辞情報を用いた分析には限界がある。

注 2: 各省庁及び公的資金配分機関の公的資金には多様なものが含まれている。一例をあげると、文部科学省には「21 世紀 COE プログラム」、「グローバル COE プログラム」、「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」、「私立大学学術研究高度化推進事業」などのプログラムが含まれている。また、科研費の中で文部科学省が担当する分も、文部科学省に計上されている。

データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

5. 最後に

本報告では、サイエンスマップ 2014 で得られた結果の幾つかを紹介した。NISTEP サイエンスマップのウェブページ(<http://www.nistep.go.jp/sciencemap>)では、日本の 170 大学・公的研究機関等を対象に、サイエンスマップ 2014 の何れの研究領域に参画しているかを可視化した「サイエンスマップ活動状況シート」を公開している。これに加えて、特徴語をインタラクティブに検索できるサイエンスマップ 2014(ウェブ版)も公表しているので、ご活用いただきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、サイエンスマップ 2014、NISTEP REPORT No.169、2016 年 9 月
- [2] 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、サイエンスマップ 2010 & 2012、NISTEP REPORT No.159、2014 年 7 月