

「サイエンスマップ 2014」の公表について

科学技術・学術政策研究所(所長 川上 伸昭)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ます。この度、最新版となるサイエンスマップ 2014(2009~14 年を対象)の結果がまとまりましたので、お知らせします。

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ました。日本の参画割合は、サイエンスマップ 2008 では 41%でしたが、サイエンスマップ 2014 では 32%に低下しています。

サイエンスマップとは、科学技術・学術政策研究所が定期的に作成している科学研究の地図です。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定量的に見だし、それらの位置関係を俯瞰図として可視化しています。最新のサイエンスマップ 2014(2009~14 年を対象)では、国際的に注目を集めている 844 の研究領域が見いだされました。

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ました。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ました。

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ました。また、日本の 170 大学・公的研究機関等については、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」も併せて公開します。「サイエンスマップ 2014」のポイントは次頁以降のとおりです。

※ 本報告書は、下記ウェブサイトで電子媒体を入手することが可能です。

<お問合せ>

科学技術・学術政策研究所 科学技術・学術基盤調査研究室

担当：伊神、福澤、村上

TEL：03-6733-4910(直通) FAX：03-3503-3996

e-mail：sciencemap@nistep.go.jp

ウェブサイト：http://www.nistep.go.jp/

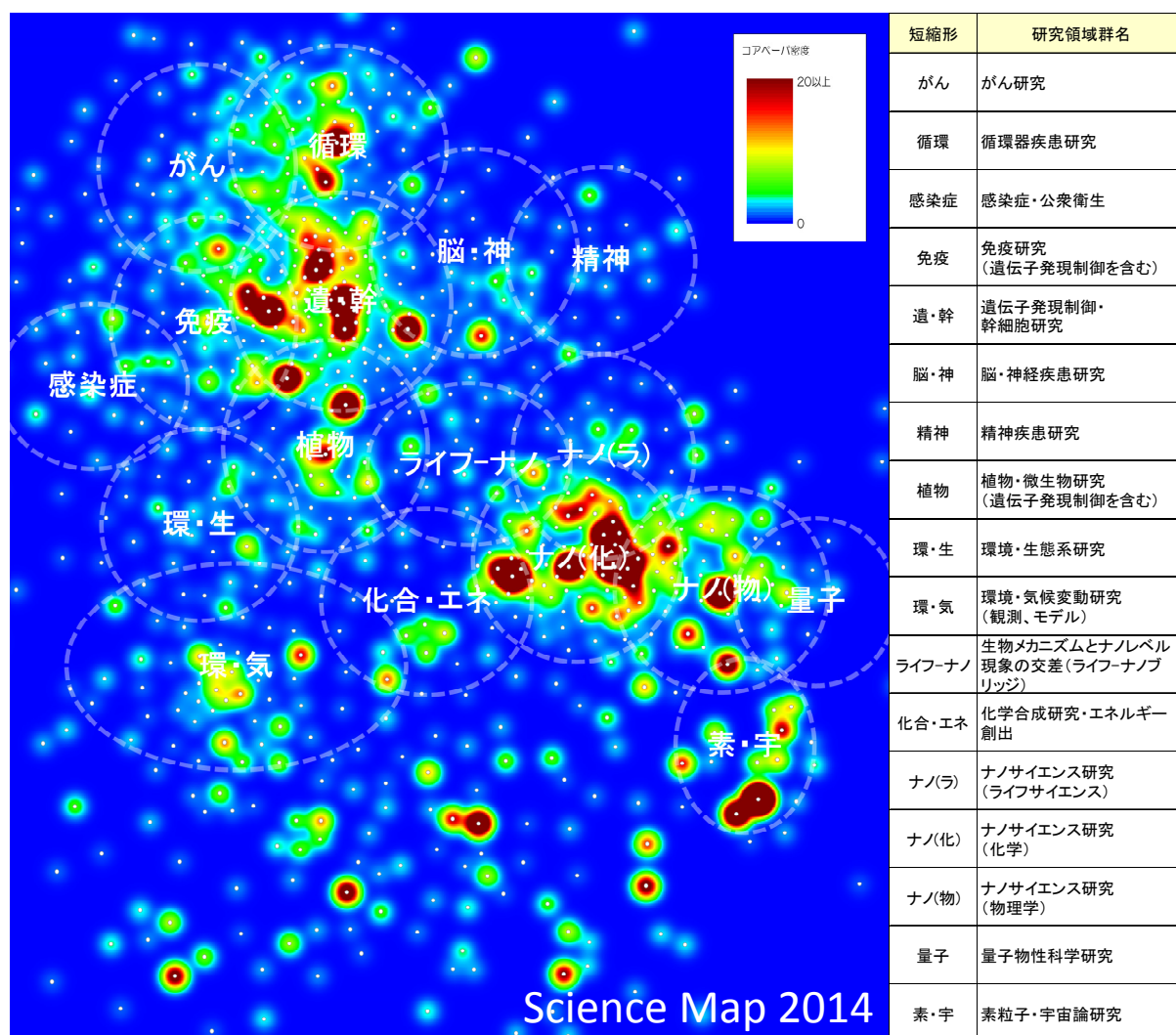
1. サイエンスマップに見る科学研究の潮流と日本の状況

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)を分析に用いました。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 研究領域を得ました(概要図表 1)。844 研究領域を構成する Top1%論文は研究領域を先導する論文と考えることができます(以降では、コアペーパーと表記)。

📍 ポイント1 過去 10 年にわたって、科学研究は拡大を続けています。

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%増加しています。研究領域数の増加は、世界における論文数の増加、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す。

概要図表 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き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るときのガイドである。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。

📍 **ポイント2 論文のタイトルやアブストラクトの分析から科学研究の状況把握を行いました。**

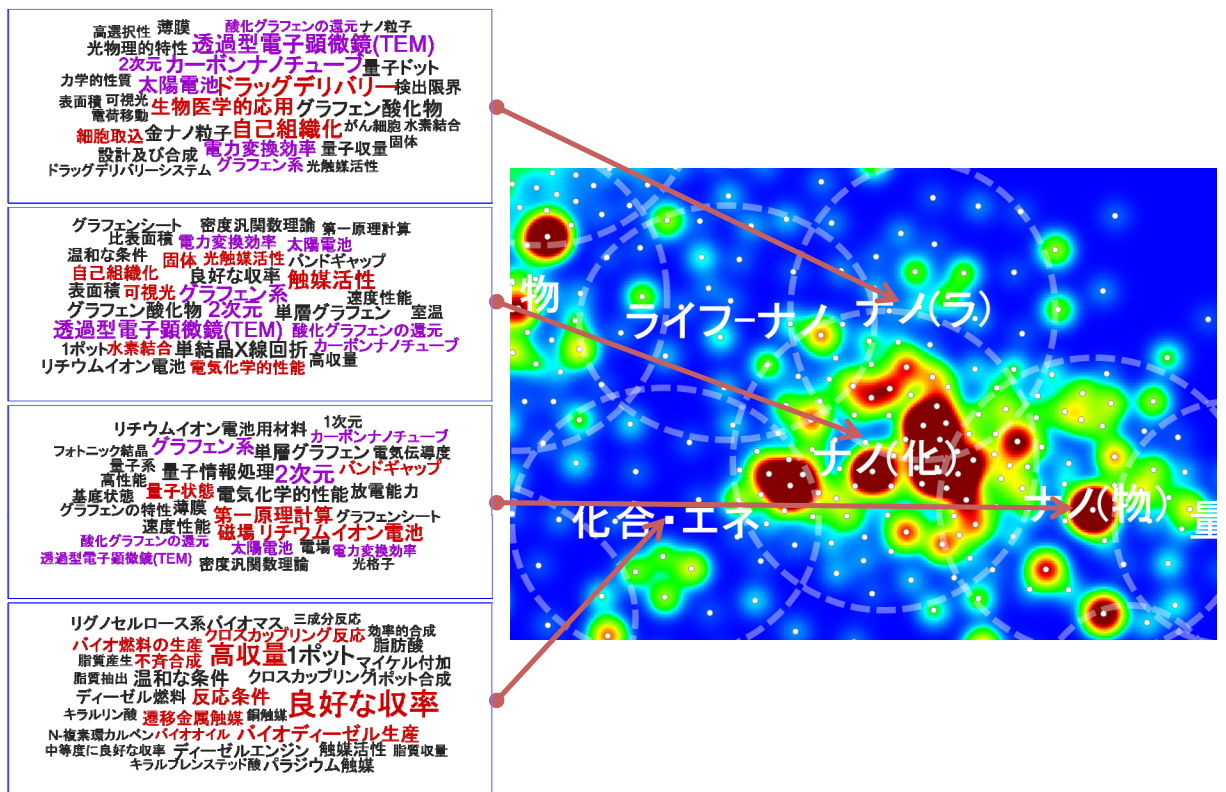
サイエンスマップ 2014 では、研究領域を構成する論文のタイトルやアブストラクトから、研究領域の内容を示す特徴的な言葉(特徴語)を自動抽出しています。各研究領域で得られた特徴語を研究領域群単位で集計することで、研究領域群の内容を理解することができます。

概要図表 2 は、サイエンスマップ 2014 のナノサイエンスや化学合成にかかわる研究領域群の部分の拡大図です。ナノサイエンスにかかわる3つの研究領域群は重なり合っており、互いに影響し進展していることが分かります。これらのいずれでも、「透過型電子顕微鏡(TEM)」、「カーボンナノチューブ」、「グラフェン系」、「酸化グラフェンの還元」、「2次元」、「太陽電池」、「電力変換効率」といった特徴語が上位30に入っています。

それぞれの研究領域群の特徴語に注目すると、『ナノサイエンス研究(ライフサイエンス)』においては、「ドラッグデリバリー」、「自己組織化」、「生物医学的応用」、「細胞取込」という特徴語が多数出現しており、ナノサイエンス研究の中でもライフサイエンスとのかかわりが大きい研究領域が含まれています。『ナノサイエンス研究(化学)』においては、11の研究領域において「触媒活性」が特徴語にあがっています。『ナノサイエンス研究(物理学)』においては、「2次元」、「第一原理計算」、「磁場」、「量子状態」、「バンドギャップ」という特徴語が多数出現しており、低次元系に注目した研究が行われていることが分かります。

『化学合成・エネルギー創出』に含まれる10研究領域において「良好な収率」が特徴語にあがっています。また、化学合成にかかる特徴語の他に、「バイオディーゼル生産」、「バイオ燃料の生産」、「バイオオイル」という特徴語も見られており、エネルギー創出にかかわる研究が行われていることが分かります。

概要図表 2 ナノサイエンスや化学にかかわる研究領域群



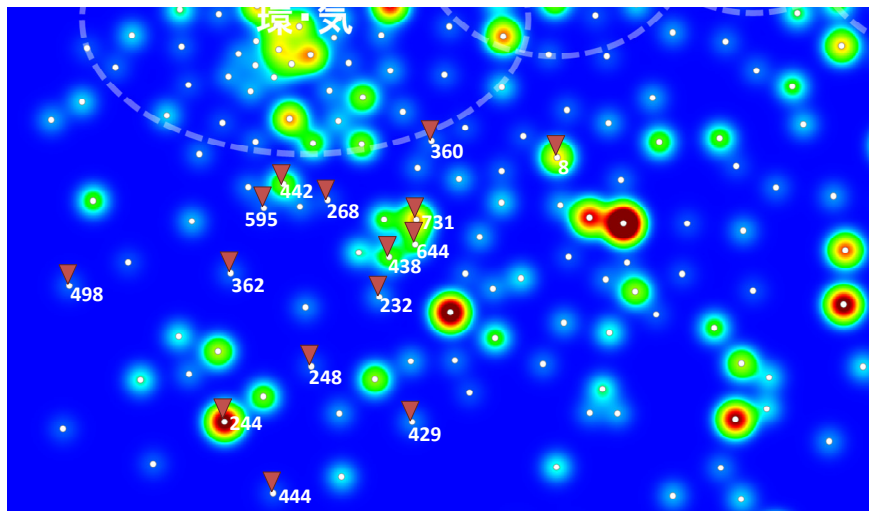
注1: 白丸が研究領域の位置、白色の破線は研究領域群の大きな位置を示している。
 注2: 特徴語のワードクラウド中の文字の大きさは、特徴語の出現頻度に比例している。各ワードクラウドでは出現数上位30までの特徴語を示している。なお、文字の大きさは、研究領域群ごとに決定しているため、研究領域群間では文字の大きさを比べることはできない。赤と紫は報告書中で言及している特徴語である。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

👉 **ポイント3** 人工知能に関連すると考えられる研究領域が、サイエンスマップ 2014 上に多く出現していることを確認しました。

人工知能に関連すると考えられる研究領域が、サイエンスマップ2014に多く出現していることを確認しました。(概要図表 3(A))。研究領域の特徴語を概要図表 3(B)に示しています。グループ意思決定、最適化問題、ニューラルネットワーク、ファジー理論、顔認識、音声認識、遺伝的アルゴリズムといった特徴語がみられます。人工知能の研究は、遺伝アルゴリズム、エキスパートシステム、音声・画像認識等の多様な研究から構成されています¹。先に述べたナノサイエンスの研究とは異なり、現状の人工知能の研究は、関連するさまざまな研究が弱く相互に関係しながら進展しているようにみえます²。

概要図表 3 人工知能に関連すると考えられる研究領域

(A) 研究領域の位置(マップ下方の拡大図)



注: 白色又は黄色の丸は研究領域の位置を示している。黄色はコアペーパー数が 20 以上の研究領域である。人工知能に関連すると考えられる研究領域を赤色のマークで示している。

(B) 研究領域の情報

研究領域ID	特徴語	コアペーパー数
244	グループ意思決定; グループ意思決定の問題; 集計演算子; 直感的ファジー集合; Ordered weighted averaging aggregation operator	115
O731	人工蜂コロニーアルゴリズム; 人工蜂コロニー; 粒子群最適化(PSO); 重力探索アルゴリズム; 最適化問題	59
O8	ニューラルネットワーク; 高木-菅野ファジーモデル; ファジー論理制御; 制御システム; ファジー理論にもとづく	53
442	実験結果; 提案手法; 次元圧縮; 顔認識; 状態	30
438	Teaching-learning-based optimization; 最適化アルゴリズム; テストシステム; 多目的最適化; 最適化問題	25
O644	差分進化; 最適化問題; 進化的アルゴリズム; 差分進化アルゴリズム; 粒子群最適化(PSO)	20
O232	Type-2ファジー; Interval Type-2ファジーロジックコントローラ; Type-2ファジー集合; Type-2ファジー機構; Type-2ファジーロジック機構	8
O429	最小二乗サポート・ベクター・マシン(LSSVM); 人工ニューラルネットワーク(ANN); 最適化された最小二乗サポート・ベクター・マシン(LSSVM)モデリング; 強制採収法(EOR); 最小二乗サポート・ベクター・マシン(LSSVM)モデル	7
O498	自動音声認識; ディープニューラルネットワーク(DNN); 大語彙連続音声認識(LVCSR); 混合ガウスモデル(GMM); 隠れマルコフモデル	5
362	ファジールールベース; 進化アルゴリズム; 機械学習; ノンパラメトリック統計検定; データセット	5
O360	ELM(Extreme Learning Machine); 単一隠れ層フィードフォワードニューラルネットワーク; 一般化能力; ニューラルネットワーク; 実験結果	5
O595	スパース表現; 顔認識; スパース表現にもとづく分類; 訓練サンプル; 実験結果	4
O444	人工ニューラルネットワーク(ANN); 人工ニューラルネットワーク(ANN)モデル; ウェーブレット変換; 時系列; 平均二乗誤差(RMSE)	4
O268	ハイバースペクトル画像; ハイバースペクトル画像分類; スペクトル空間; 空間情報; 古典的なサポート・ベクター・マシン(SVM)	4
O248	最適化モデル; 提案モデルの有効性; 遺伝的アルゴリズム; ファジー最適化アプローチ; ファジー変数	4

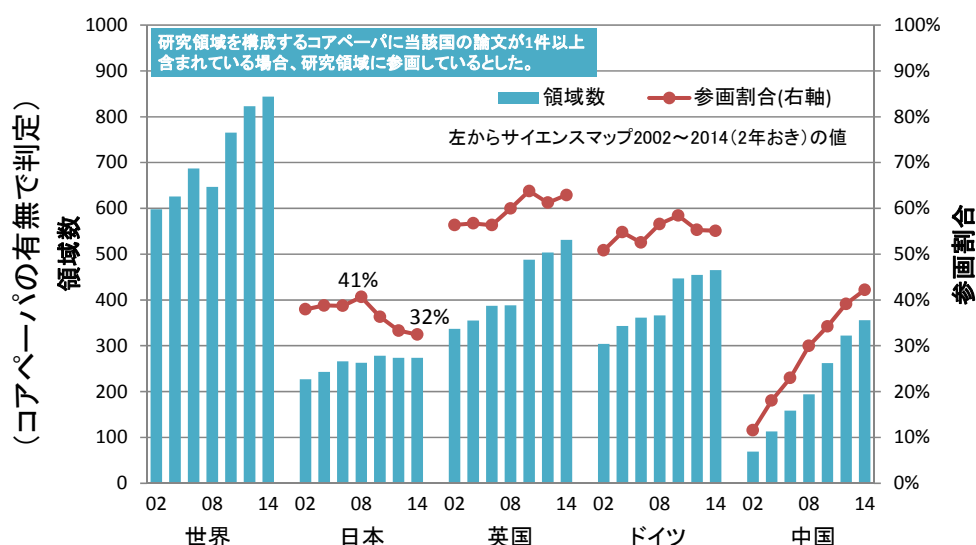
注: 研究領域 ID に円をつけた研究領域は、サイエンスマップ 2012 とのコアペーパーの重なりからの連続性がないと判定された領域。
データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

¹ What's AI 人工知能研究、人工知能学会(<http://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/Alresearch.html>; 2016 年 8 月 6 日アクセス)
² 人工知能にかかわる研究の中でも、論文による成果発表を行う研究と行わない研究が存在しているため、サイエンスマップでは部分的に観測されている可能性も考えられる。

📌 **ポイント4 世界の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ます。**

サイエンスマップ 2002 からの時系列を見ると、日本の参画領域数はサイエンスマップ 2008 以降、停滞しています(概要図表 4)。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 ポイント低下しました。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 割を保っています。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ます。

概要図表 4 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。

サイエンスマップの研究領域のうち、研究領域を先導している論文(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(概要図表 5)、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ます。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ります。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ます。

概要図表 5 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	世界	日本		英国		ドイツ		中国	
	領域数	参画領域数	割合	参画領域数	割合	参画領域数	割合	参画領域数	割合
コアペーパー	844	274	32%	531	63%	465	55%	356	42%
サイティングペーパー (Top10%)	844	640	76%	774	92%	744	88%	729	86%
		43%		69%		63%		49%	

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」、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。

👉 **ポイント5 鉄系超伝導体の研究領域などで日本は高い存在感を見せています。**

サイエンスマップ 2014 において、日本の存在感が高い(コアペーパーにおける日本のシェアが高い)研究領域を概要図表 6 に示しました。ここでは、大規模な研究領域(コアペーパーが 51 件以上)、中規模な研究領域(コアペーパーが 21~50 件)、小規模な研究領域(コアペーパーが 20 件以下)において、日本シェア(分数カウント)が高い上位 10 領域を抽出しています。

概要図表 6 日本のコアペーパーシェアの高い研究領域

(A)大規模な研究領域(コアペーパーが 51 件以上)で日本シェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数
587	鉄系超伝導体; フェルミ面; 単結晶; 超伝導転移温度; スピン密度波	物理学	147	14.8%	4,641
630	薄膜; 磁気トンネル接合; ドメイン・ウォール; 垂直磁気異方性; 電場	物理学	86	13.9%	3,966
819	イオン電池; ナトリウムイオン電池; Naイオン電池; 電極材料; カソード材料	学際的・分野融合的領域	65	13.2%	1,426
836	非小細胞肺癌(NSCLC); 上皮成長因子受容体(EGFR); チロシンキナーゼ阻害剤; 進行した非小細胞肺癌(NSCLC); 上皮成長因子受容体(EGFR)変異	臨床医学	122	11.6%	7,323
678	ゲノムワイド関連; 一塩基多型; 量的形質遺伝子座(QTL); コピー数多型; 候補遺伝子	学際的・分野融合的領域	285	9.4%	12,726
1	有限要素法; 平滑化有限要素法; アイソジオメトリック解析; 要素辺で平滑化; 流体-構造相互作用(FSI)	学際的・分野融合的領域	80	9.4%	1,027
529	硫化水素; 蛍光プローブ; 検出限界; 生細胞; 高選択性	化学	62	9.4%	2,243
844	パラジウム触媒; 良好な収率; クロスカップリング; 銅触媒; 温和な条件	化学	487	9.3%	11,636
823	可視光; 光触媒活性; 可視光照射; 拡張光触媒活性; 光触媒性能	学際的・分野融合的領域	109	9.0%	7,055
334	窒素空孔(NV); 量子情報処理; 電子スピン; 量子ドット; 核スピン	物理学	57	8.3%	2,349

(B)中規模な研究領域(コアペーパーが 21~50 件)で日本シェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数
226	平成23年(2011年)東北沖地震; 沈み込み帯; 大地震; 地震の発生; プレート境界	地球科学	35	42.7%	1,078
649	合成カンナビノイド; 合成麻薬; バスソルト(危険ドラッグ); 質量分析法; 依存性薬物	学際的・分野融合的領域	26	30.8%	638
781	第一原理計算; 2次元; バンドギャップ; 密度汎関数理論計算; 電子物性	物理学	36	25.0%	1,006
635	胃がん; 進行胃がん; 生存期間(OS); リンパ節; 食道がん	臨床医学	32	20.4%	2,430
710	アブジジン酸(ABA); シロイヌナズナ; 非生物学的ストレス; ストレス応答; 植物ホルモンのアブジジン酸(ABA)シグナル	植物・動物学	40	16.1%	1,898
837	二酸化炭素; 環状カーボネート; プロピレンオキシド(PO); プロピレンカーボネート; 環状カーボネートの合成	化学	27	14.8%	1,371
246	アンモニアボラン(AB); 水素貯蔵; 水素発生; アンモニアボラン(AB)の加水分解; 水素貯蔵材	工学	29	13.8%	1,107
32	カソード材料; リチウムイオン電池; 放電能力; 電気化学的性能; リチウムリッチ層	学際的・分野融合的領域	23	13.0%	645
843	ギ酸; ピンサー型錯体; ピンサー型配位子; 二酸化炭素; 触媒活性	化学	25	13.0%	1,435
673	有機発光; 有機発光ダイオード; イリジウム(III)錯体; 最大外部量子効率; 外部量子効率(EQE)	学際的・分野融合的領域	49	12.9%	2,549

(C)比較的小規模な研究領域(コアペーパーが 20 件以下)で日本シェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数
377	比表面積; 透過型電子顕微鏡(TEM); メソポーラスシリカ; 交互積層法(LbL法); ソルゲル法	材料科学	5	82.7%	790
336	金属絶縁体転移(MIT); 二酸化バナジウム(VO2); 相転移; 電気二重層; 薄膜	材料科学	7	57.1%	550
102	FLOWERING LOCUS T(FT); 開花時期; 短日; 花成促進; 開花制御	植物・動物学	7	56.0%	158
12	原子力発電所; 福島第一原子力発電所; セシウム134とセシウム137; 福島原発事故; 福島第一原子力発電所の事故	学際的・分野融合的領域	14	52.3%	566
321	シロイヌナズナ; 細胞分裂; 受容体様キナーゼ(RLKs); 茎頂分裂組織; 気孔の発達	植物・動物学	15	47.3%	475
410	重金属; カドミウム; 鉄; 亜鉛; 金属トランスポーター	植物・動物学	12	46.5%	471
86	免疫グロブリン(IgG4)関連; 自己免疫性膵炎; 免疫グロブリン(IgG4)関連疾患; 免疫グロブリン(IgG4)陽性形質細胞; 血清免疫グロブリン(IgG4)レベル	臨床医学	10	42.6%	668
680	脂肪酸; Gタンパク質共役型; Gタンパク質共役受容体; ドコサヘキサエン酸(DHA); 多価不飽和脂肪酸	学際的・分野融合的領域	6	40.1%	630
208	幹細胞; 人工多能性幹細胞(iPS細胞); ヒト胚性幹細胞(hESCs); 網膜色素上皮; 網膜細胞	学際的・分野融合的領域	5	40.0%	269
485	生理学的薬物動態(PBPK); 血液脳関門; P糖タンパク質(P-gp)及び乳がん耐性タンパク質; 乳がん耐性タンパク質; 薬物相互作用	薬学・毒性学	13	35.5%	706

注: 論文シェアの計算には分数カウントを用いた。コアペーパー数及びサイティングペーパー数は世界における数である。
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。

2. 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

👉 **ポイント6** 過去のマップとの継続性及び他の研究領域との関与の強さを用いて研究領域の分類を行いました。

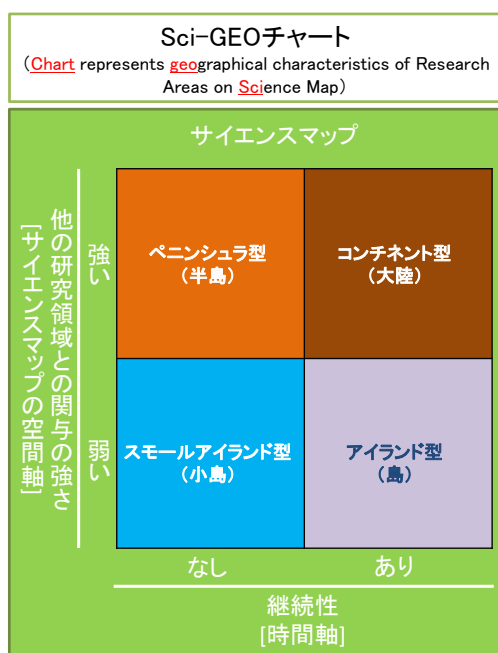
サイエスマップの時系列変化を見ると、研究領域が継続的に存在しており、他の研究領域との関係性も強い「硬い部分」と、常に変化を続けている「柔らかい部分」が存在しています。この「硬い部分」「柔らかい部分」を分類するために、サイエスマップ 2010&2012 において、Sci-GEO チャート(Chart represents geographical characteristics of Research Areas on Science Map)という概念を導入しました(概要図表 7 参照)。

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)を用いて分類します。具体的には概要図表 7(A)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」に分類しました。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」に分類しました。

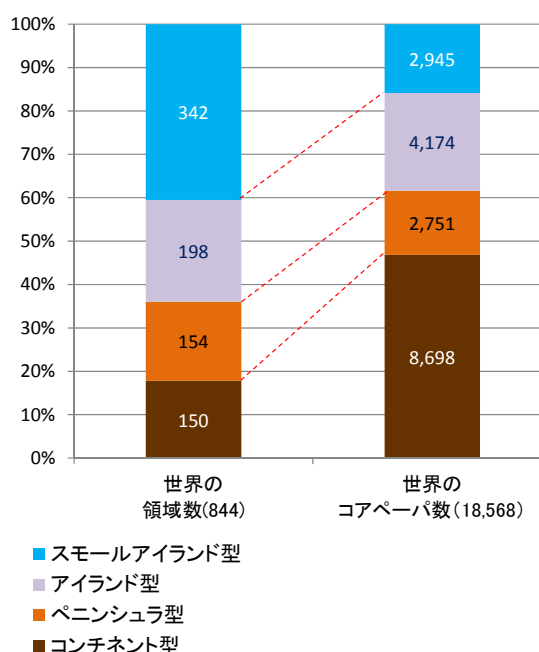
サイエスマップ 2014 で得られた国際的に注目を集めている 844 研究領域の中で、スモールアイランド型領域は全体の 4 割、コンチネント型領域数は 2 割弱を占めています(概要図表 9(A))。他方、研究領域の中に含まれるコアペーパー数に注目すると、コンチネント型領域に 5 割弱の論文が含まれており、スモールアイランド型領域には 2 割弱の論文が含まれています。

概要図表 7 Sci-GEO チャートによる研究領域の分類

(A) Sci-GEO チャートの考え方



(B) 世界の研究領域数とコアペーパー数(サイエスマップ 2014)

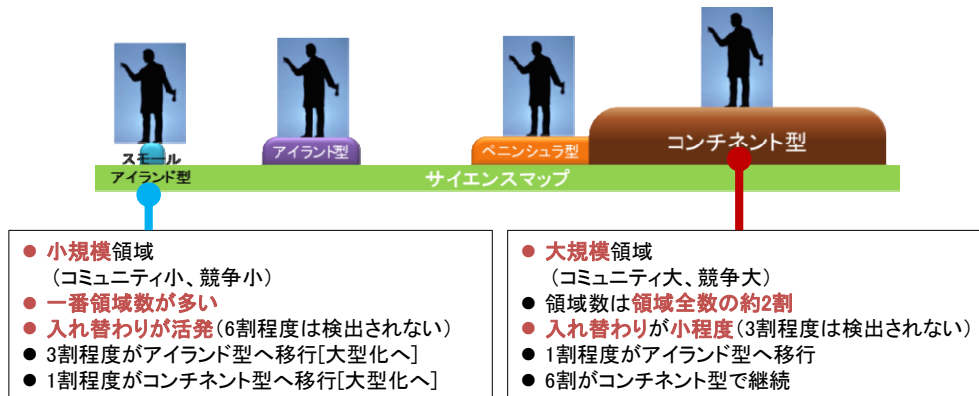


データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2015 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

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ことが分かります。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します(概要図表 8)。ただし、6割程度の領域が次回のサイエスマップでは検出されず、入れ替わりが活発です。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す。

コンチネント型領域については、6割程度の領域が次回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ます。1割程度の領域はアイランド型へ移行し、3割程度の領域は次回のサイエンスマップでは検出されません。全体で7割の領域が継続しており安定的です。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ますが、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ります。

概要図表 8 スモールアイランド型研究領域とコンチネント型研究領域の特徴



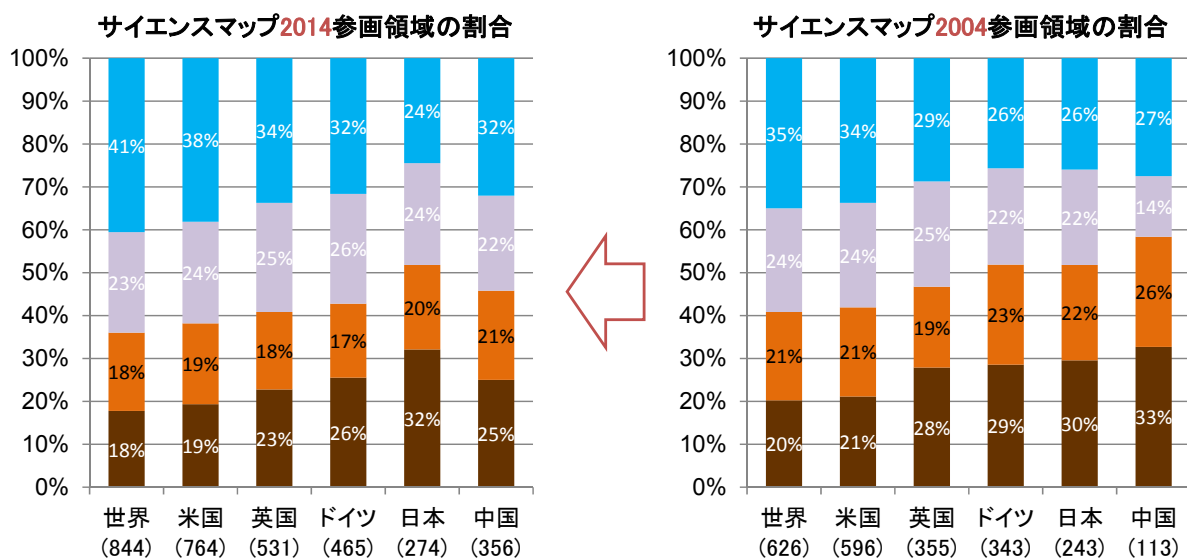
👉 **ポイント7** Sci-GEO チャートに見る日本の研究領域タイプのバランスは、世界の主要国とは異なっています。この違いは過去10年の間に顕著となりました。

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(概要図表 9(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%)とは違いがあります。サイエンスマップ 2004 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ません。

概要図表 9 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

(B) サイエンスマップ 2004



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. サイエンスマップと技術のつながりの分析

👉 **ポイント8** サイエンスマップと技術のつながりを初めて分析し、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確認しました。

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ました(概要図表 10)。

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ます。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%です(概要図表 10 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ります。コアペーパーは論文あたり約 15 回特許(2015 年時点)に引用されていますが、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)に引用されています(概要図表 10 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ます。

概要図表 10 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。

👉 ポイント9 IGZO 系酸化物半導体や iPS 細胞(人工多能性幹細胞)の研究において、我が国発の論文は、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ています。

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 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りました(概要図表 11)。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られます。

概要図表 11 特許からの被引用数が大きい 7 件のコアペーパー

連番	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	コニカミノルタメカトロニクス株式会社, 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。

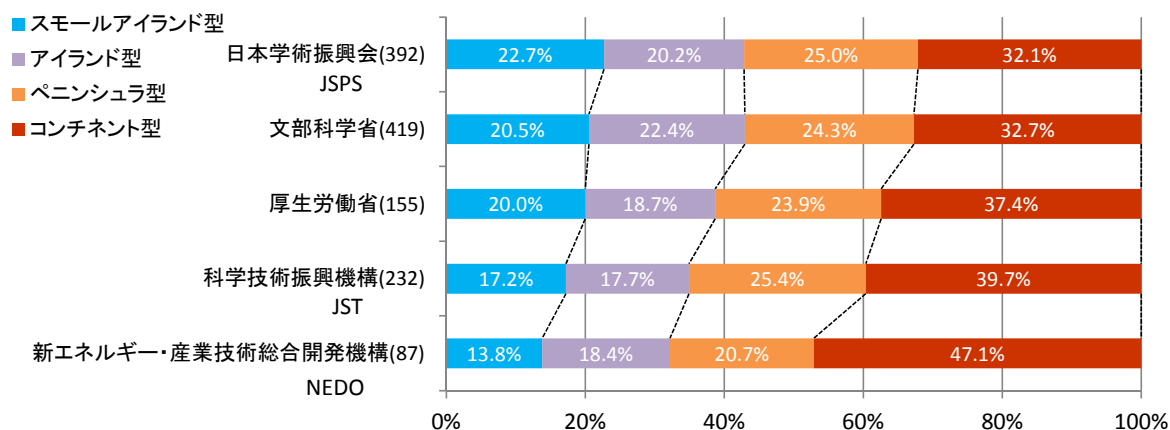
👉 **ポイント 10** 論文謝辞情報の試行的な分析から、我が国の主要な資金配分機関等の Sci-GEO チャートに見る研究領域タイプのバランスの違いを初めて示しました。

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、重要な情報です。謝辞情報を用いた分析には限界が存在しますが、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ません。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ました。

概要図表 12 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す。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ました。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ます。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くなっています。

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ません。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す。

概要図表 12 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。