

「サイエンスマップ 2010&2012」の公表について

科学技術・学術政策研究所(所長 榊原 裕二)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抽出し、可視化した「サイエンスマップ」を作成し、世界の研究動向とそこにおける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 2010&2012 の結果がまとまりましたので、お知らせします。

国際的に注目を集めている研究領域の数が増加している中、日本が参画している領域数は伸び悩みを見せています。日本の参画割合を見ると、サイエンスマップ 2008 では 41%でしたが、サイエンスマップ 2012 では 33%に低下しました。

サイエンスマップ 2010&2012 では、これまでに発表してきましたサイエンスマップ 2002~2008 に、新たに作成したサイエンスマップ 2010 (2005 年から 2010 年を対象) とサイエンスマップ 2012 (2007 年から 2012 年を対象) を加えた 6 時点のサイエンスマップを用いて、世界の研究動向とそこにおける日本の活動状況の分析を実施しました。

また、日本の 153 大学・公的研究機関等については、サイエンスマップ 2012 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」を作成しました。

今回の調査から明らかになった「サイエンスマップ 2010&2012」のポイントは次頁以降のとおりです。

※ 本報告書につきましては、科学技術・学術政策研究所ウェブサイト

(<http://www.nistep.go.jp/>)に掲載されますので、そちら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：阪(さか)、伊神(いがみ)

TEL : 03-6733-4910

FAX: 03-3503-3996

E-mail: sciencemap@nistep.go.jp

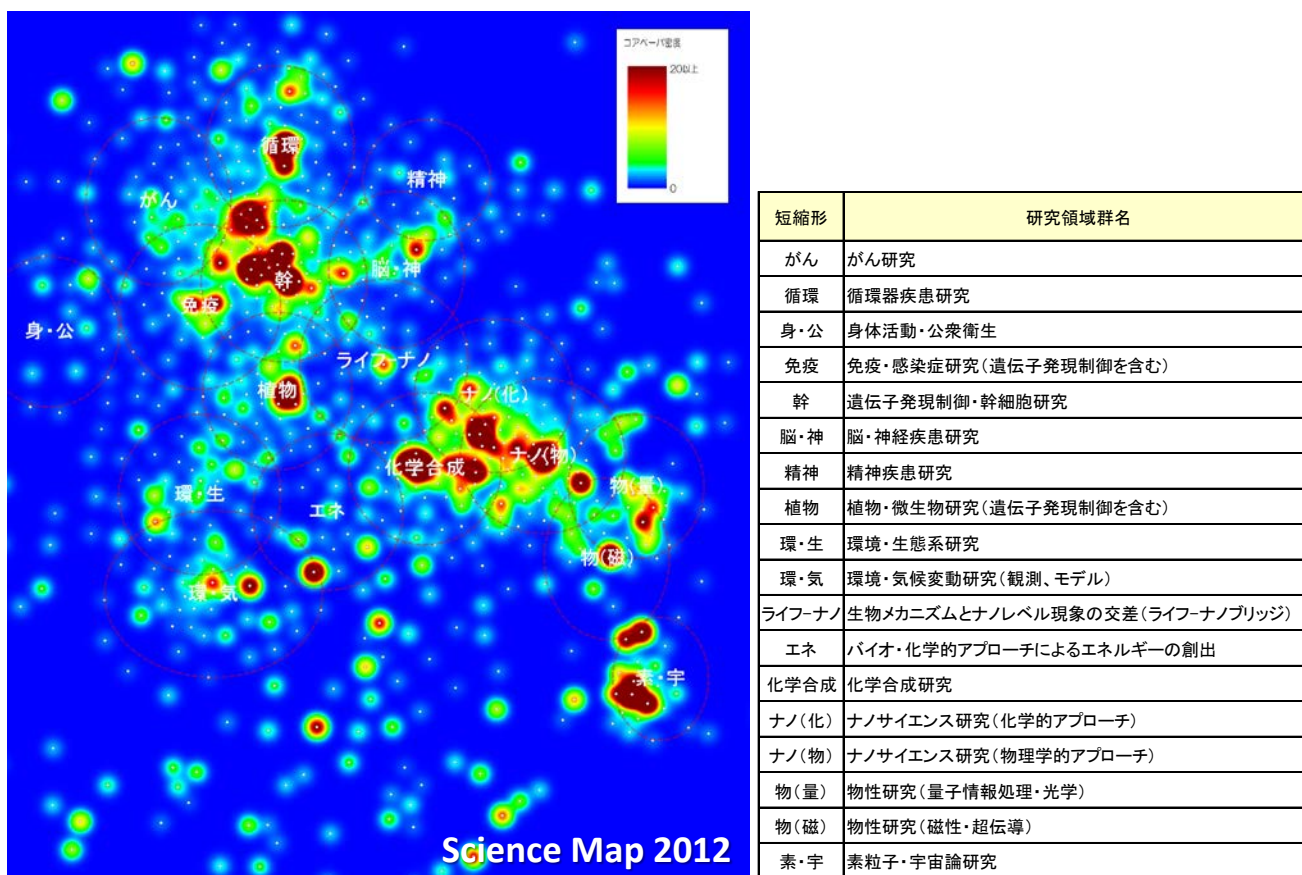
ウェブサイト: <http://www.nistep.go.jp/>

1. サイエンスマップとは？

サイエンスマップとは、科学技術・学術政策研究所において定期的に作成している科学研究の地図です。論文データベースの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抽出し、それらが、互いにどのような位置関係にあるのかを俯瞰図として可視化しています(図表 1 参照)。

サイエンスマップ 2012 では、2007 年から 2012 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、植物・動物学、化学、物理学など 22 分野)の被引用数が上位 1%である Top1%論文(約 7 万件)を出発点としています。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、823 研究領域を抽出しました。

図表 1 サイエンスマップ 2012



(注1) 本マップ作成には重力モデルを用いているため、上下左右に意味は無く、相対的な位置関係が意味を持つ。ただし、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選択し示している。

(注2) 白丸が研究領域の中心位置、赤の破線は研究領域群を示す。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。研究領域群を示す赤の破線は研究内容を大まかに捉える時のガイドである。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、研究領域の質の良し悪し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 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

2. 科学研究の潮流と日本の状況

(1) 世界で注目を集めている研究領域数の増加

サイエンスマップ 2002 から数えて、サイエンスマップ 2012 は 6 時点目のサイエンスマップとなります。サイエンスマップ 2002 では、国際的に注目を集めている研究領域として抽出されたのは 598 領域でしたが、サイエンスマップ 2012 では 823 領域となりました。国際的に注目を集めている研究領域数は増加傾向にあります。この背景として、世界中で発信される論文数が増加していることが挙げられます。

(2) 科学研究全体に拡散する学際的・分野融合的領域

学際的・分野融合的領域の動向を捉えることは、現在の科学の潮流をつかむ上で重要な視点です。サイエンスマップ 2002 から時系列で見ると、世界で注目を集めている研究領域に占める学際的・分野融合的領域の割合はあまり変化しておらず、サイエンスマップ 2012 においては 26%です。ただし、サイエンスマップ 2002 や 2004 では、学際的・分野融合的領域は生命科学系のあたりに集中していましたが、それ以降サイエンスマップ全体に拡散するように変化していることが確認されました。

(3) 生命科学系でも進展をみせる国際共同研究

これまでに科学技術・学術政策研究所は国際共同研究の成果の一つと考えられる国際共著論文が世界の論文に占める割合(国際共著論文比率)が上昇していることを報告しています。今回、サイエンスマップに見られる国際的に注目を集めている研究領域においても、国際共著論文比率が増加しており、研究活動が国・地域のボーダーを跨いで行われるようになってきていることが分かりました。サイエンスマップ 2002 では、素粒子・宇宙論の研究領域群で特に国際共著論文比率が高い状況でした。しかし、時間を経るごとにサイエンスマップ全体で徐々に国際共著論文比率が増加しており、特に生命科学系の研究領域で顕著に増加しています。一方で、化学合成やナノサイエンスの研究領域群ではサイエンスマップ 2002 から 2012 まで一貫して国際共著論文比率が低いままです。このように研究内容によって、その研究活動の在り方が異なり、国際共著論文比率もサイエンスマップ上では一様ではないことが分かりました。

(4) 低下傾向にあるサイエンスマップにおける日本のシェアと多様性

上記のような科学の潮流の中、日本の「存在感」がどのようになっているかについて、3つの指標でモニターしました。

まず、サイエンスマップの研究領域における論文シェアです(図表 2A 参照)。サイエンスマップ 2012 において、日本は 4.1%であり英国やドイツに差をつけられています。また、時系列で確認すると日本のシェアは低下傾向です。

次に、サイエンスマップの研究領域にどれだけ参画しているかに注目することで、世界の注目されている研究領域をどれだけカバーできているか、どれだけの多様性を持っているかを見ることができます(図表 2B 参照)。サイエンスマップの研究領域数が増加している中、日本の参画領域数は伸び悩み、サイエンスマップ上の参画割合を見ると低下傾向にあります。日本は、英国やドイツの参画領域数とは大きく差があり、多様性の観点でも違いが見られます。

さらに、サイエンスマップの研究領域のうち、研究領域をリードしているコアペーパーとそれらをフォローしているサイティングペーパー(Top10%)における参画状況を比較することで、フォロワーの厚みを確認しました(図表 2B 参照)。サイエンスマップ 2012 において、日本はサイティングペーパー(Top10%)における参画領域数においても英国やドイツに大きく水をあけられている状況です。国際的に注目を集めるような研究において、フォロワーの厚みが十分ではないことが示されました。

図表 2 サイエンスマップに見る日本の存在感

(A) コアペーパーにおける主要国のシェア

コアペーパー 分数カウント法	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
サイエンスマップ2008	46.4%	7.2%	6.7%	5.3%	3.7%	1.0%	5.2%
サイエンスマップ2010	42.4%	6.9%	6.9%	4.7%	3.9%	1.1%	6.4%
サイエンスマップ2012	40.6%	7.2%	6.9%	4.1%	3.8%	1.4%	9.2%

(B) コアペーパーにおける日英独の参画領域数の推移

		世界	日本		英国		ドイツ	
		領域数	参画領域数	割合	参画領域数	割合	参画領域数	割合
サイエンスマップ2008	コアペーパー	647	263	41%	388	60%	366	57%
サイエンスマップ2010	コアペーパー	765	278	36%	488	64%	447	58%
サイエンスマップ2012	コアペーパー	823	274	33%	504	61%	455	55%
サイエンスマップ2012	サイティングペーパー (Top10%)	823	607	74%	720	87%	702	85%

(注 1) 図表(A)は、全研究領域を構成するコアペーパーにおける各国の論文シェアを示している。

(注 2) 図表(B)における参画領域数とは、研究領域のコアペーパー(Top1%論文)のうち1件以上に参与している領域数を示している。データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析を実施。

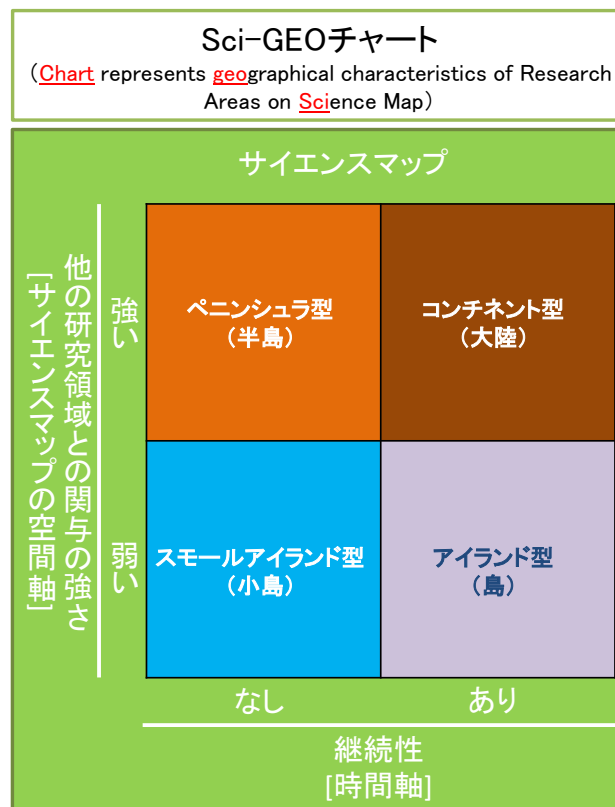
3. Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解

(1) Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類

サイエスマップの時系列変化をみると、科学研究には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」が存在していることが分かります。この「硬い部分」「柔らかい部分」を定量的に分類するために、今回のサイエスマップでは、Sci-GEO チャート(Chart represents geographical characteristics of Research Areas on Science Map)という概念を新たに導入しました(図表 3 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かかわりの強さ(空間軸)を用いて分類します。具体的には図表 3 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係が弱い「アイランド型領域」に分類します。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」に分類します。

図表 3 Sci-GEO チャートによる研究領域の分類



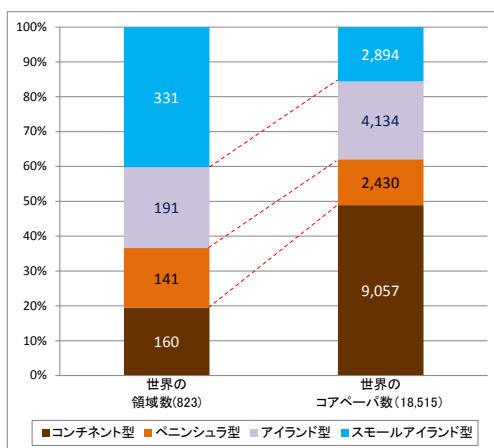
(2) Sci-GEO チャートを用いて見る世界と主要国の研究領域の分類

サイエスマップ 2012 で得られた国際的に注目を集めている 823 研究領域において、領域数に着目するとスモールアイランド型領域数は全体の 4 割、コンチネント型領域数は 2 割を占めていることが明らかとなりました(図表 4A 参照)。他方、研究領域に含まれるコアペーパー数に着目すると、コンチネント型領域は全体の 5 割、スモールアイランド型領域は 2 割弱を占めています。

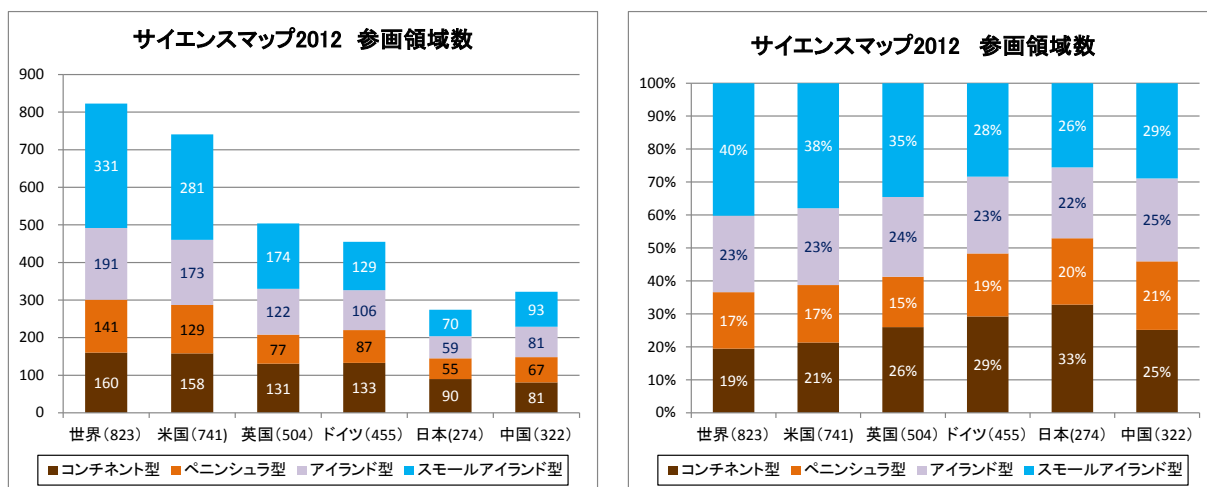
主要国の参画状況について見ると、日本の 274 の参画研究領域においては、コンチネント型が 90、ペニンシュラ型が 55、アイランド型が 59、スモールアイランド型が 70 です。日本と英国やドイツの参画領域について比較すると、スモールアイランド型において一番差がついています(図表 4B 参照)。Sci-GEO チャートによる研究領域タイプのバランスを見ると、日本の場合、スモールアイランド型が 26%、コンチネント型が 33%であり、世界のバランス(スモールアイランド型 40%、コンチネント型 19%)とは違いがあることが明らかとなりました。

図表 4 サイエスマップ 2012 における世界と主要国の状況

(A) サイエスマップ 2012 に見る世界の領域数とコアペーパー数のウェート



(B) サイエスマップ 2012 に見る主要国の参画領域数とそのウェート



(注) 図表 (B) における参画領域数とは、研究領域のコアペーパー(Top1%論文)のうち 1 件以上に関与している領域数を示している。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析を実施。

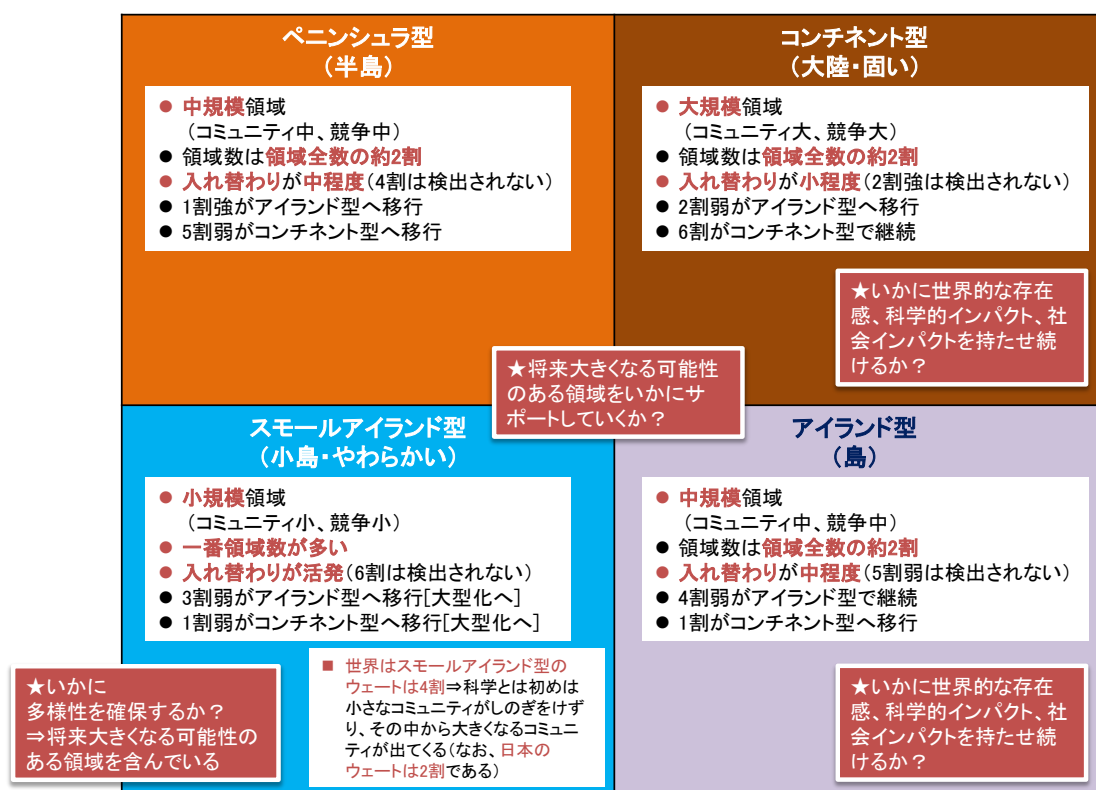
(3) Sci-GEO チャートを用いた研究領域の特徴

Sci-GEO チャートを用いた研究領域タイプ別の特徴を見るため、サイエスマップ 6 時点間において、研究領域のタイプの移行を分析しました(図表 5 参照)。

まず、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、ここから一定の確率でアイランド型(3 割弱)やコンチネント型(1 割)のような継続性を持って発展する研究領域が生み出されることを確認しました。ただし、約 6 割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。これらの事実は、スモールアイランド型領域に対する研究推進に際して、2 つの観点が必要であることを示唆しています。第 1 段階として、このような領域が活発に生み出されるような環境を作ることが必要でしょう。第 2 段階として、有望なスモールアイランド型領域の継続的な発展を可能とするために、領域に参加する研究者コミュニティの大型化を図るような支援が適切なタイミングで求められるでしょう。

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スマップでもコンチネント型領域として継続していました。2 割弱の領域はアイランド型へ移行し、2 割強の領域は次回のサイエ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、かなり安定的です。コンチネント型領域は、研究領域の継続性の観点からみると、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。しかし、継続して国際的に注目を集める研究領域では、それに参画する研究者の数も多いと想定されるので、投入するリソースの規模や、そこでの他国機関との競争と協調のバランスなどを勘案した推進策が必要と考えられます。

図表 5 Sci-GEO チャートによる研究領域タイプごとの特徴と推進策を考える際のポイント



(注) 図表内の星印部分は、考察部分であり、推進策を考える際のポイントである。

データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析を実施。

(4) Sci-GEO チャートを用いたファンディングの特徴分析

これまでに紹介した結果は、Sci-GEO チャートによる研究領域タイプによって、研究を推進するための最適な方策(課題数、研究チームの規模、研究資金の規模)が異なることを示唆しています。そこで、ファンディングがこのサイエスマップの Sci-GEO チャートによる研究領域タイプとどのような関係を持っているかを分析しました。具体的には、日本の主たるファンディングのうち、科学研究費助成事業(科研費)の成果と科学技術振興機構(JST)の成果をサイエスマップ上で比較しました。なお、科研費の成果のうち、Web of Science に連結された論文を「WoS-KAKEN 論文」と呼びます。

まず、WoS-KAKEN 論文の含まれる研究領域は、日本の参画領域の 7 割程度にあたります。つまり、科研費は、日本の研究の多様性の源泉を支えていることが分かります。JST 論文の参画領域は、多くが WoS-KAKEN 論文の参画領域と重なっています。しかし、特にアイランド型とコンチネント型が多いのが特徴です。これまでは、定性的に科研費は我が国の研究の多様性を支え、JST は戦略的に研究を推進しているとされてきましたが、その様子を定量的に捉えることができたと言えます。

図表 6 サイエスマップ 2008 における WoS-KAKEN 論文、JST 論文の参画領域の状況

	日本の参画領域数	W-K論文参画領域数	JST論文参画領域数	W-K論文およびJST論文の共通参画領域数	W-K論文参画領域に占める共通参画領域の割合
スモールアイランド型	64	45	7	6	13%
アイランド型	77	59	27	27	46%
ペニンシュラ型	35	25	4	3	12%
コンチネント型	87	74	25	24	32%
合計	263	203	63	60	30%

(注 1)本分析はサイエスマップ 2008 を用いている。

(注 2)科研費論文(W-K 論文)とは、科研費成果データベースに収録された成果と Web of Science が連結された論文を指す。

(注 3)JST 論文とは、Web of Science に収録されている論文のうち、著者所属に JST の記載のある論文を指す。

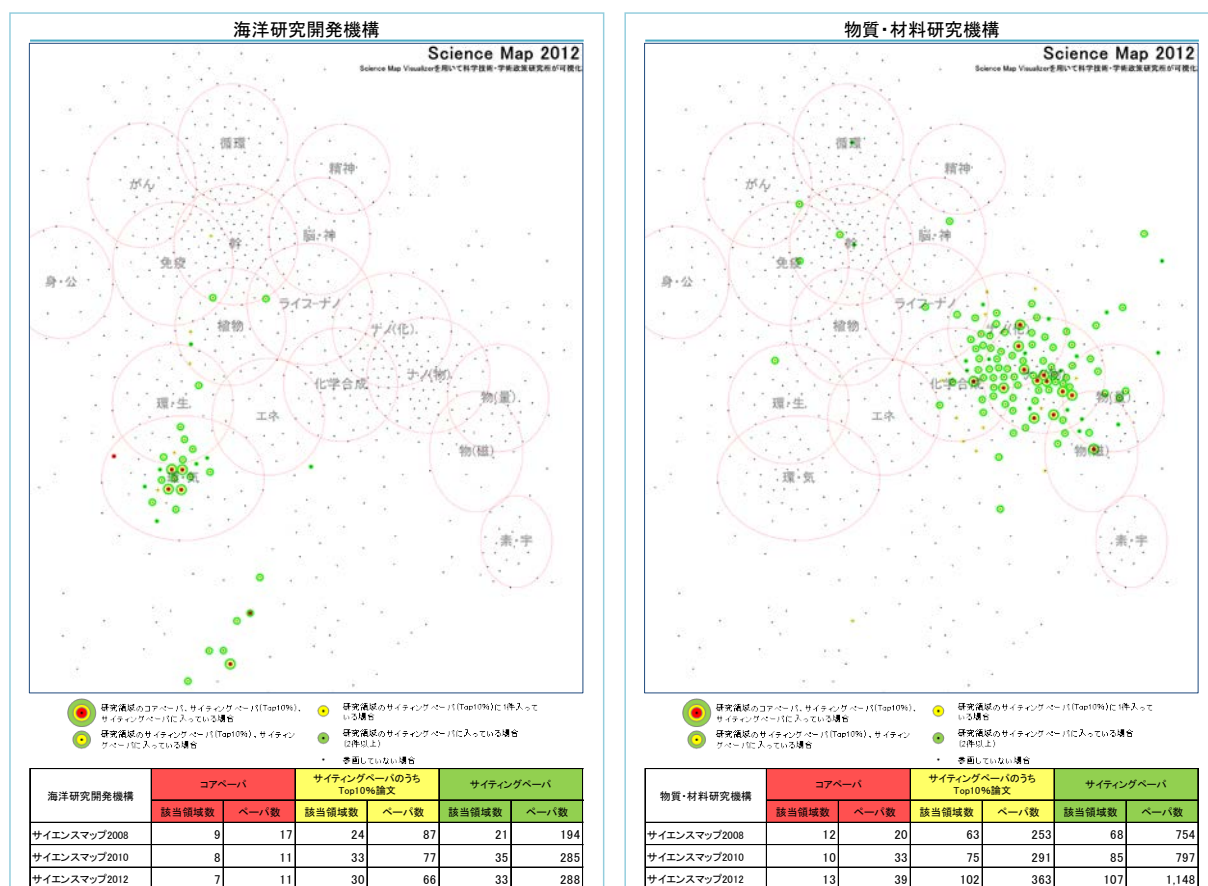
データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析を実施。

4. サイエンスマップを用いた機関レベルの研究活動状況の把握

本報告書には、日本の科学技術・政策立案に関わる方や日本の大学・公的研究機関等においてマネジメント等を考える方に活用してもらうために、サイエンスマップ 2012 の 823 領域それぞれについて、コアペーパー数、主要国シェア、国際共著率などの情報を掲載しています。

また、日本の 153 大学・公的研究機関等¹については、それぞれが、サイエンスマップ 2012 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」を作成しました。これらを活用すると、定量的観点から個別の大学・公的研究機関等の特徴を把握することが出来ます。図表 6 に海洋研究開発機構と物質・材料研究機構のサイエンスマップ活動状況シートを示しており、これらの機関の活動範囲の違いを明確に捉えられていることが分かります。

図表 6 サイエンスマップ活動状況シートによる研究活動の特徴の把握



データ：科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析、可視化 (ScienceMap visualizer)を実施。

¹ くサイエンスマップ活動状況シートに掲載した 153 大学・公的研究機関等について

- ① 調査資料-213 研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング 2011(2012 年 8 月公表)にて、調査対象となった 2002-2011 年の論文数が 1,000 件以上の 128 大学
- ② サイエンスマップ 2012 において、当該機関の論文が、コアペーパーに 1 件以上含まれており、かつ、10 以上の領域において研究領域のサイティングペーパー (Top10%)に含まれている場合で、下記の A)、B)いずれかの条件を満たす機関
 - A) 研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律 (<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H20/H20HO063.html>)において、研究開発法人として挙げられている機関であること(ただし、日本学術振興会は除く)
 - B) 大学等、大学共同利用機関であること