

サイエンスマップ 2008

論文データベース分析（2003年から2008年）による
注目される研究領域の動向調査

2010年5月

文部科学省 科学技術政策研究所
科学技術基盤調査研究室

阪 彩香 伊神 正貫 桑原 輝隆

Science Map 2008

– Study on Hot Research Areas (2003–2008) by bibliomethod –

Ayaka SAKA, Masatsura IGAMI, Terutaka KUWAHARA

May, 2010

Research Unit for Science and Technology Analysis and Indicators,

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Japan

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

目次

サイエンスマップ 2008 のハイライト	i
----------------------------	---

第 I 部 サイエンスマップ 2008

1. はじめに	1
2. 調査手法	2
2-1 論文のグループ化による研究領域の構築	2
2-2 研究領域のマッピングによる可視化	4
2-3 注目研究領域の内容分析	7
2-4 サイエンスマップで得られる研究領域についての留意点	10
3. サイエンスマップに見る科学研究のダイナミズム	11
3-1 サイエンスマップ 2008 の概要	11
3-2 サイエンスマップから垣間見える科学研究のダイナミクス	17
3-3 新たに抽出された注目研究領域	35
3-4 研究領域相関マップから見える学際的・分野融合的研究の形	36
4. サイエンスマップにみる主要国の活動状況と強み弱み	44
4-1 サイエンスマップに見る日本と主要国の活動状況	44
4-2 高い継続性や波及効果を持つ研究領域の探索	62
4-2-1 分析に用いた指標	63
4-2-2 研究領域の継続性とコアペーパー数・次数中心性との関係	67
4-2-3 研究領域の波及とコアペーパー数・ネットワーク指標との関係	68
4-2-4 サイエンスマップ 2008 への応用	76
4-3 サイエンスマップに見る国際共著論文シェアの時系列変化と機関共著ネットワークの可視化	81
5. まとめ	102
5-1 まとめ	102
5-2 今後の日本の研究推進上留意すべきポイント	106

第 II 部 注目研究領域の内容分析

1. 注目研究領域の内容分析結果の読み方	107
2. 注目研究領域の内容分析の結果	111
3. WEB アンケート調査	236
4. インタラクティブサイエンスマップの試み	247
5. 注目研究領域の情報	257
6. サイエンスマップ上に示す主要国の論文シェアの時系列変化	270

7. 中心性の計算方法について.....	284
8. WEB アンケート調査コメント一覧	285
調査体制	291
謝辞.....	291

サイエンスマップ 2008 の
ハイライト

【本報告書で用いる用語】

○ 高被引用度論文

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%に入る論文。本調査では、2003 年から 2008 年までの 6 年間に発行された論文を対象に、高被引用度論文を抽出した。

○ 共引用

注目する 2 つの論文がその他の論文により、同時に引用されることを指す。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る。従って、共引用によって強く結びつけられる論文をグループ化する事で、研究内容に共通性のある論文のグループを得ることが出来る。

○ コアペーパー

リサーチフロントを構成する高被引用度論文。

○ サイティングペーパー

コアペーパーを引用する論文。

○ リサーチフロント

調査対象年の高被引用度論文を共引用関係を用いてグループ化(第 1 段階)し、得られた高被引用度論文群。

○ 研究領域

リサーチフロントを再度グループ化(第 2 段階)し、得られた高被引用度論文群。

○ 注目研究領域

6 以上のリサーチフロントから構成される研究領域。

○ 準注目研究領域

5 以下のリサーチフロントから構成される研究領域。

○ 研究群

研究領域のグループを指す。心臓・血管疾患、感染症・免疫研究、がん研究、肥満研究、脳研究、ポストゲノム研究、植物科学研究、環境、化学、ナノサイエンス、物性研究、素粒子・宇宙論。

○ 個別研究領域マップ

各注目研究領域がどのような研究テーマで構成されているかを示したマップ。可視化の単位はリサーチフロント。注目研究領域を構成するリサーチフロントを、共引用の度合いが強いほど近くに配置するよう描いた。

○ 研究領域相関マップ

研究領域間の関連性を示したマップ。可視化の単位は研究領域。研究領域を、共引用の度合いが強いほど近くに配置するよう描いた。

サイエンスマップ2008のハイライト

1. サイエンスマップとは？

科学技術政策研究所において作成しているサイエンスマップは科学研究の動的变化を定期的に観測することを目的に行われている調査¹であり、マッピングの対象を研究領域としている点が特徴である。

サイエンスマップを用いた科学研究の分析は、①論文のグループ化による研究領域の構築、②研究領域のマッピングによる可視化、③注目研究領域の内容分析の3つを経て行なわれる。

サイエンスマップ 2008 では、2003 年から 2008 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% である高被引用度論文（約 5 万件）を用いた。これら高被引用度論文に対して、「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）行なった。647 研究領域が得られ、その中で一定の大きさを持つ 121 注目研究領域に対しては、詳細な内容分析を行った。

また、サイエンスマップ 2002（1997 年から 2002 年）、サイエンスマップ 2004（1999 年から 2004 年）、サイエンスマップ 2006（2001 年から 2006 年）との時系列分析を行った。このハイライトでは、専門家へのアンケート調査やインタラクティブサイエンスマップの試みも合わせ、以下に分析した結果を示す。

- サイエンスマップ 2008 から見える科学研究の姿
- サイエンスマップから見える科学研究の大局
- 学際的・分野融合的領域の質的な変化
- サイエンスマップに見る主要国の活動状況
- 関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違い

【サイエンスマップの読み方】

報告書本編においては、2 つのサイエンスマップ（個別研究領域マップ、研究領域相関マップ）を用いて科学研究の可視化および分析を行っている。この概要では、研究領域相関マップによる分析結果のみを紹介するので、研究領域相関マップをサイエンスマップと呼ぶ。

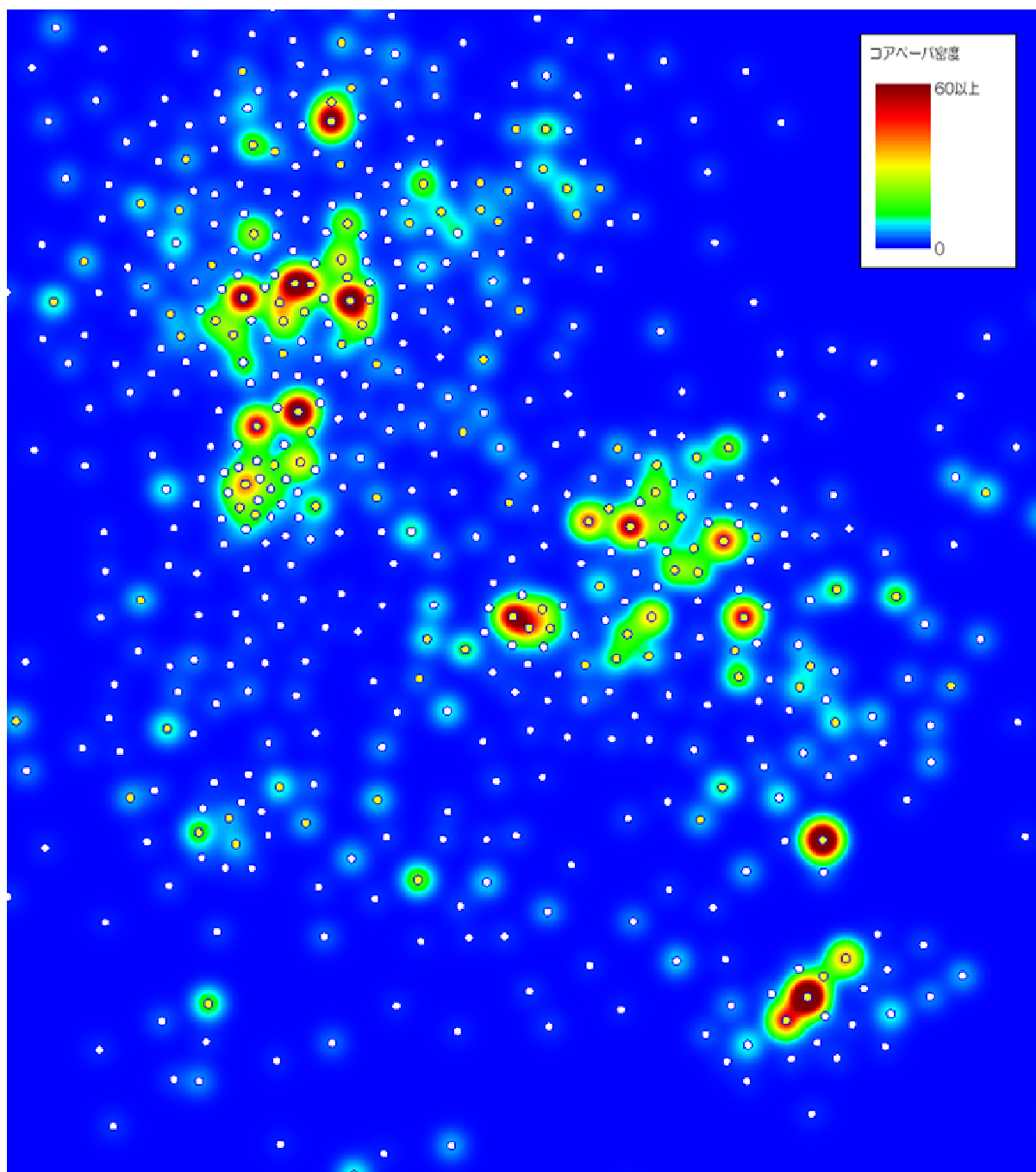
概要図表 1 にサイエンスマップを示した。可視化の単位は研究領域であり、共引用の度合いが強い研究領域を近くに配置するよう描かれている。

サイエンスマップ 2008 では研究領域相関マップに、論文のグループ化で得られた 647 研究領域すべてをマッピングした。そこに内容分析を行った 121 注目研究領域を示すことで、科学研究全体における注目研究領域の位置づけがより明確になることを目指した。概要図表 1 の白丸が研究領域、赤丸が注目研究領域の中心位置を示す。サイエンスマップは、大地にコアペーパーが堆積し形成された科学の山々を上空から捉え 2 次元化した鳥瞰図であり、注目研究領域はある標高を超えた山と例えることができる。

647 研究領域をすべてサイエンスマップ上に表示すると煩雑になるので、本ハイライトでは、概要図表 2 に示したように注目研究領域の位置のみをマップ上に示した。

¹ 本調査は、第 4 回目の報告である。第 1 回目は「NISTEP REPORT No.95 急速に発展しつつある研究領域調査（2005 年 5 月）」、第 2 回目は「NISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ 2004（2007 年 3 月）」、第 3 回目は「NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ 2006（2008 年 6 月）」である。

概要図表 1 サイエンスマップ 2008(全ての研究領域の位置を示したもの)



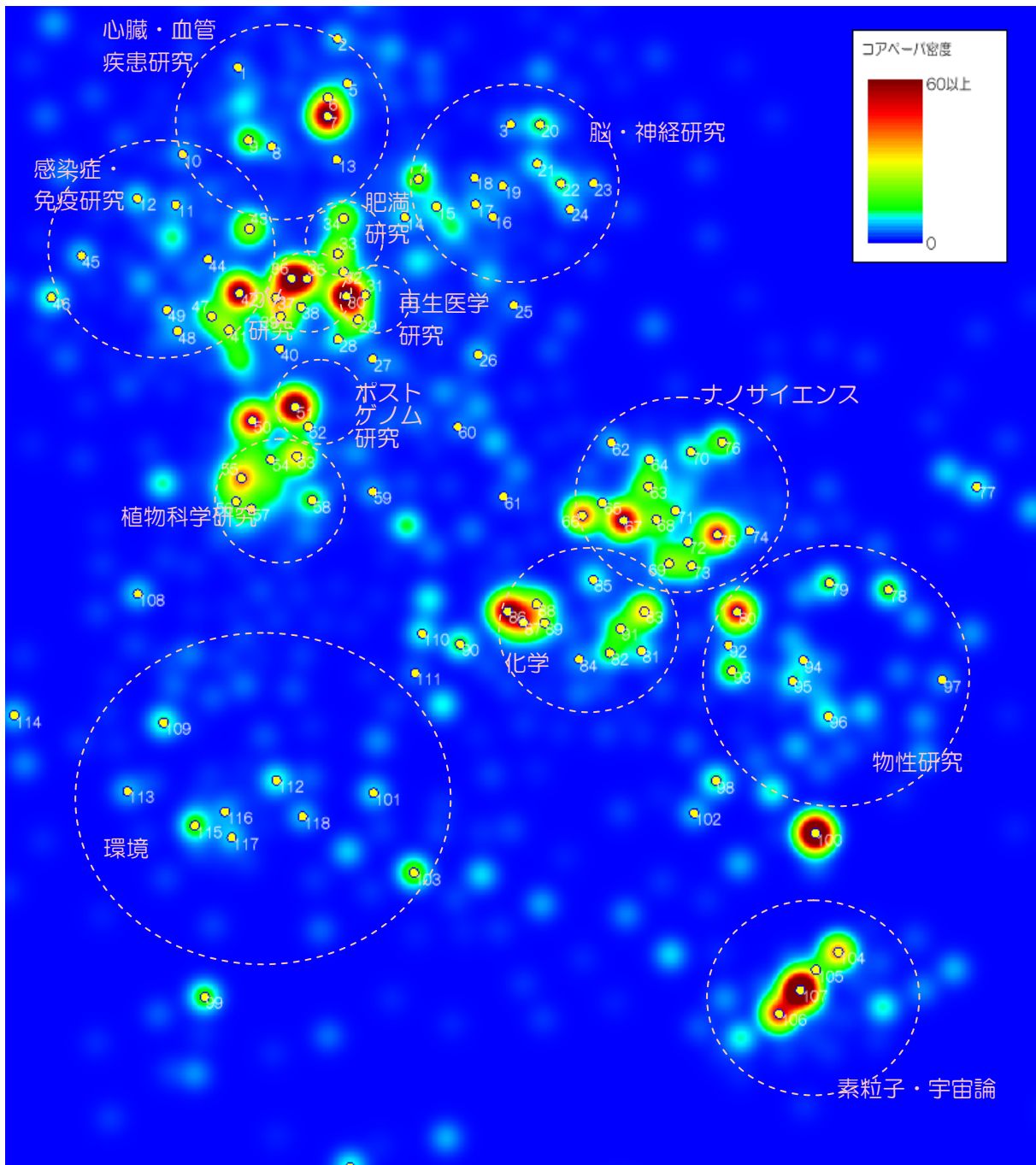
(注1)本マップ作成には重力モデルを用いているため、上下左右に意味は無く、相対的な位置関係が意味を持つ。ただし、報告書内では、生命科学系が左上、素粒子・宇宙論研究が右下に配置されるマップを選択し示している。

(注2)白丸が研究領域、赤丸が注目研究領域の中心位置を示す。他研究領域との共引用度が低い一部の研究領域(ID114, 119, 120, 121)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。

(注3)本マップの作成手順は4段階である。①各研究領域の位置を、各研究領域間の共引用関係の強さに応じて決定する。②各研究領域の位置は丸で表し、そこを中心とした研究領域の広がり仮想的に設定する。③そのマップを、ある一定の面積のメッシュに分割し、メッシュごとにコアペーパー密度(コアペーパー数/メッシュの面積)を割り出す。④値に基づき、色付けを行なう。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

概要図表 2 サイエンスマップ 2008(注目研究領域の位置を示したもの)



(注1)黄色の丸が注目研究領域の中心位置を示し、丸の横に書かれた数字は注目研究領域の ID を示す。

(注2)他研究領域との共引用度が低い一部の研究領域(ID114, 119, 120, 121)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。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

2. サイエンスマップ 2008 から見える科学研究の姿

(1) 生命科学系

生命科学は、マップ上で一番大きな面積を占めている。臨床的な研究(心臓・血管疾患研究、肥満研究、がん研究、再生医学研究)と基礎的な研究(感染症・免疫研究、脳・神経研究、ポストゲノム研究、植物科学研究)が強い関係を持ちつつ、発展している様子が観測された。

<再生医学研究の新展開>

京都大学山中氏らによるiPS細胞の樹立を含む「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」という非常に大きな研究領域が抽出された。この研究領域は、サイエンスマップ 2006 の3つの研究領域が融合し形成されている。専門家は再生医学研究が、今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群として、心臓・血管疾患研究、脳・神経研究、がん研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究を挙げている。また、研究領域を発展させる上で、「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」が必要としている。現在のポストゲノム研究いわゆるゲノム解読後の生命科学系では、より情報の収集の効率化、高速化が求められ、その中から有効な情報をマイニングする技量も必要となってきた。このような技量をベースに、出口の方向として幅広い研究領域群との関係性強化を考えていることが分かる。

<脳・神経研究の進展>

脳・神経研究はサイエンスマップ 2008 では、上記の再生医学研究の新展開の影響もあり位置が変化した。サイエンスマップ 2006 までは生命科学系の中でがん研究のとなりで臨床医学系の研究領域群として固まっていたが、2008 では右上に広がりを持って位置する研究領域群となっている。マップ上左側から、「アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発(2008, ID15)」のような神経生理学的研究、「脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害(2008, ID19)」のような精神医学研究、さらに「情動・共感と真似・文脈の神経機構(2008, ID24)」のように神経生理学的研究と認知科学の側面を持つ研究が位置している。このような3つのアプローチの異なる研究が並んでいる特徴がある。

<生命科学系研究の中のポストゲノム研究の位置づけ>

サイエンスマップ 2006 に引き続き2008においても、ポストゲノム研究が、主に植物や菌類を研究対象とする植物科学研究と、動物や菌類を研究対象とする心臓・血管疾患研究、脳研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究とをブリッジしていることを確認した。また、「ネットワーク科学(2008, ID50)」がポストゲノム研究と近接し現れていることは興味深い。ポストゲノム研究により蓄積されたタンパク質、分子、薬物などのそれぞれ単体の大量の情報をベースに、それらの相互作用ネットワークを考慮した研究へと進展している。

(2) 化学、ナノサイエンス

ナノサイエンス、化学、物性研究の3つは近接しており、これらが深い関係を持っていることが分かる。化学、ナノサイエンスの研究領域には、バイオ、医療、環境を意識した研究領域が散見される。ナノサイエンスは着実に発展し、マップ上広がりを見せている。

<化学>

化学の研究領域群においては、「触媒的不斉合成(2008, ID86)」、「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」の2つの注目研究領域を中心とし、その周辺に他の研究領域群とかかわりを持ちながら注目研究領域が形成されているのが特徴である。ナノサイエンスや物性研究に近い位置にマッピングされている「金(ゴールド)のナノケミストリー(2008, ID81)」、「大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論(2008, ID82)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(2008, ID91)」は、サイエンスマップ 2008 で新たに注目研究領域となった。化学と環境の研究領域群の間にマッピングされている

「微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池(2008, ID90)」についても、サイエンスマップ 2006～2008 の間に研究の規模を拡大させ注目研究領域となった。

〈ナノサイエンス〉

ナノサイエンスを構成する研究領域は、マップ上の位置に依存して研究の内容が異なっている。生命科学系に近い部分にマッピングされている「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」、「ナノファイバーの創生と応用に関する研究(2008, ID64)」等については、ナノファイバーの再生医療への応用や DNA を用いたナノ構造の作製など、生命科学の要素を含んだ研究領域となっている。物性研究の近くで高い山を形成している注目研究領域「有機/有機-酸化半導体 光・電子機能材料・素子(2008, ID75)」は、ナノ材料やそれを用いたデバイス開発についての研究領域である。また、化学に近い部分にはイオン液体を用いて特異な構造を有するマテリアル合成を行う「イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料(2008, ID72)」などがマッピングされている。また、研究領域の具体的な内容をみると、有機 EL 素子、太陽電池、燃料電池などのキーワードが見られ環境にかかわりのある研究領域も存在していることが分かる。

化学とナノサイエンスの専門家は、物性研究を含めた 3 研究領域群の関連性を強めるべきだと考えており、相互の知識共有や知識交換が研究領域の発展のために重要と指摘している。一方、がん研究や感染症・免疫研究などの他の研究領域群の専門家は、化学やナノサイエンスとの関係性を今後強めるべきと回答している。

(3) 物性研究、素粒子・宇宙論

物性研究の研究領域群では、研究テーマの移り変わりが明確である。素粒子・宇宙論は基本的に研究領域群としての変化は無い。しかし、物性研究由来と、素粒子・宇宙論由来の研究領域が、間の位置で融合したことが確認され、物性研究と素粒子・宇宙論の研究領域群の関係は密接になりつつあることが伺える。

〈物性研究〉

物性研究の研究領域群でサイエンスマップ 2002 から 2008 までの変化をみると、コアペーパーが集中している部分が、時間とともに大きく変化している。つまり研究テーマの移り変わりが明確である。一方で、研究領域間の共引用を通じたつながりは小さく、それぞれの研究領域は独立に発展しているように見える。

物性研究の注目研究領域の中では「分子性物質の物理と化学(2008, ID80)」が急激に成長している。研究領域を構成する 54 のリサーチフロントのうち、約 2 割の 12 個で被引用数の急増が見られる。この多くはグラフェン(単層の黒鉛)についての研究である。2004 年のグラフェンの生成、その後の量子ホール効果の発見などで、炭素からなる物質の物性が再び脚光を浴びることになり、グラフェンの物理と化学が急激に進展しつつあると、専門家は指摘している。

2008 年に東京工業大学の細野教授らのグループによって発見された鉄系超伝導物質については、2 つのリサーチフロントから構成されている準注目研究領域として抽出されている。被引用数の増加が特に著しいリサーチフロントを含むことから、サイエンスマップ 2010 以降では鉄系超伝導物質の注目研究領域が観測されると考えられる。

〈素粒子・宇宙論〉

素粒子・宇宙論の研究領域は、「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」を除いて、サイエンスマップ上の位置や広がりに変化はなく、研究活動パターン自体に大きな変化が無いことを示している。これは素粒子・宇宙論においては統一場理論の構築や宇宙の起源の理解といった究極の目標が定まってお

り、その目標に向かって研究が発展し続けている為だと思われる。

3. サイエンスマップから見える科学研究の大局

(1) 研究領域群間で見られる知識の波及および融合

サイエンスマップ 2002 から 2008 にかけて、大まかな研究領域群の配置は変化がないものの、サイエンスマップ 2002 以降、生命科学系研究領域の論文の割合が低下傾向にあり、一方でナノサイエンスなどの非生命科学系研究領域の論文の割合が増加傾向にある。

前回調査のサイエンスマップ 2006 を基準に、サイエンスマップ 2002、2004 を連結、さらに最新のサイエンスマップ 2008 を連結させ、4 時点の時系列変化を追うことができるようにした(概要図表 4)。

時系列変化を見ると、生命科学系の研究領域群は、サイエンスマップ 2002 では比較的高い論文集中度を示す部分があったが、サイエンスマップ 2004 と 2006 では研究領域がやや散在する傾向が見られていた。最新のサイエンスマップ 2008 では、またサイエンスマップ 2002 のような比較的高い論文集中度を示す部分が見られるように変化していることが分かる。ナノサイエンスについては、生命科学系の一步後を追うように、サイエンスマップ 2002、2004、2006 までは比較的高い論文集中度を示す部分があったが、最新のサイエンスマップ 2008 では研究領域が散在する傾向が見られている。サイエンスマップ 2002 以降、生命科学系研究領域の論文数の割合が低下傾向にあり、一方でナノサイエンスなどの非生命科学系の論文数が増加傾向である(概要図表 3)。

概要図表 3 サイエンスマップ時系列変化の定量化

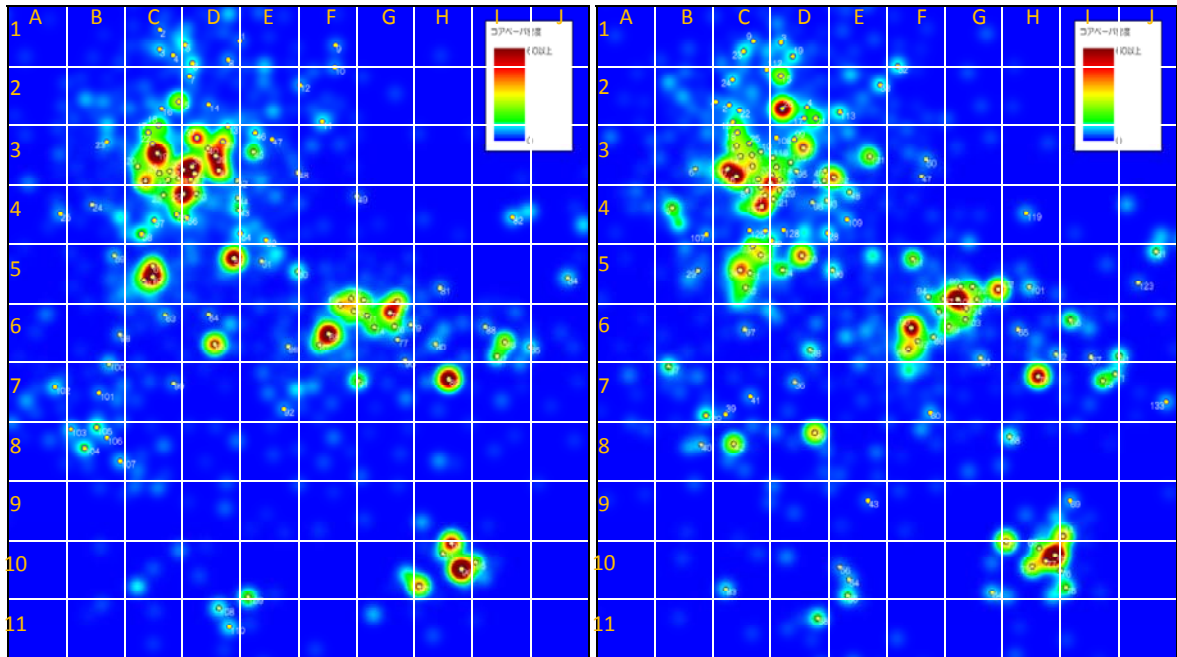
マップのマス目	主に位置する研究領域群	サイエンス マップ2002	サイエンス マップ2004	サイエンス マップ2006	サイエンス マップ2008
	全研究領域のコアペーパー数	15410	15531	15165	15826
A1-J11	マップ範囲に入っているコアペーパー数	14655	14821	14452	14986
		95.1%	95.4%	95.3%	94.7%
A1-F3, A4-E4, A5-D5	生命科学系	7614	7281	6831	6875
		49.4%	46.9%	45.0%	43.4%
F5-G6	ナノサイエンス・化学	1979	2287	2353	2207
		12.8%	14.7%	15.5%	13.9%
E4-I7	ナノサイエンス・化学周辺	3481	3668	3899	4129
		22.6%	23.6%	25.7%	26.1%
G6-I7	物性研究	1739	1342	1425	1619
		11.3%	8.6%	9.4%	10.2%
G8-I9	物性研究と素粒子・宇宙論	150	344	682	906
		1.0%	2.2%	4.5%	5.7%
G10-I11	素粒子・宇宙論	1376	1436	1212	1200
		8.9%	9.2%	8.0%	7.6%
A6-D9	環境	1185	1172	1006	1048
		7.7%	7.5%	6.6%	6.6%

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

概要図表 4 サイエンスマップ 2002-2008

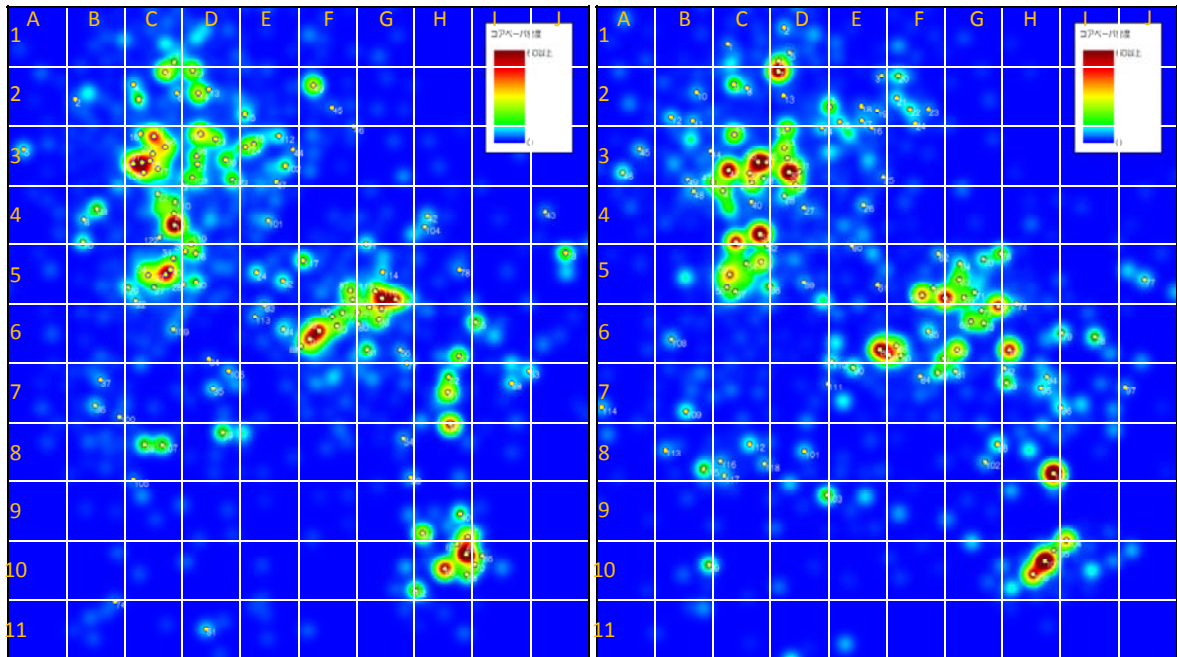
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



(注1)黄色の丸が注目研究領域の中心位置を示し、丸の横に書かれた数字は注目研究領域の ID を示す。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

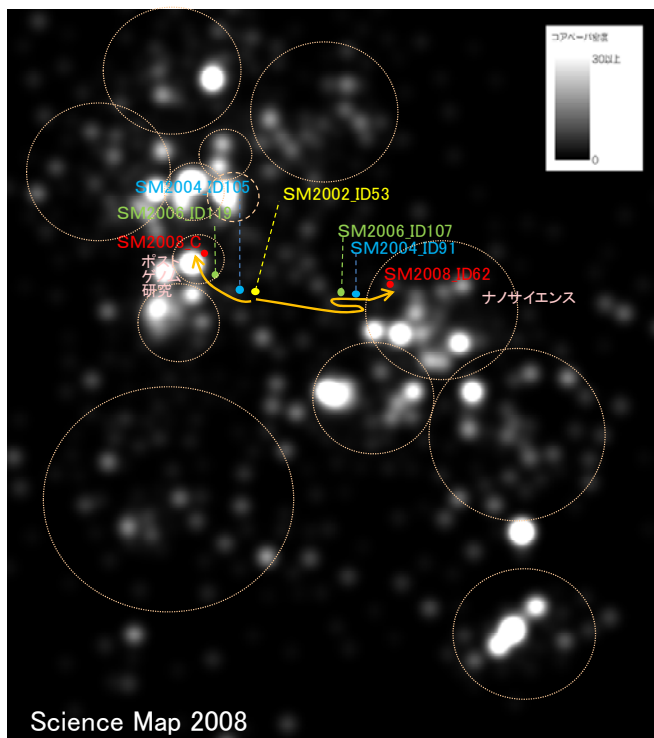
(2) 知識の波及や融合に対応した領域の位置の変化

生命科学とナノサイエンスの間、物性研究と素粒子・宇宙論の間などにおいて、位置を大きく変える、離れていたものが融合するなどの動きを示す領域が見出された。これらは、知識の波及や融合に対応して変化したものと考えられる。

生命科学系とナノサイエンスとの間には、研究領域の配置は密ではないが、両者の連携をもたらす重要な役割を担う研究領域が存在する場所である。サイエンスマップ 2002 の ID53 は生命科学とナノサイエンスの中間地点に位置していた後、生命科学方面とナノサイエンス方面へ分離し、研究領域を継続発展させてきている。生命科学方面への軌跡に注目すると、「プロテオーム(2004, ID105)」、「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006, ID119)」、サイエンスマップ 2008 では注目研究領域ではないものの研究領域として引き続き抽出されており、ポストゲノム研究の中心「遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(2008, ID51)」付近に位置している。一方、ナノサイエンス方面へは、「マイクロチップを用いた化学・バイオシステム(2004, ID91)」、「マイクロバイオ・化学システム(2006, ID117)」、「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」へと継続しナノサイエンスの位置に現在ある。もともと生命科学研究の領域で、DNA やタンパク質の解析などにあたり超微量で迅速かつ高感度な分析で網羅的に調べることが主流となりつつある際に、これを実現するシステムとしてマイクロチップシステムが数多く開発された。このシステムを用いて生命の理解を進める研究の流れと、このマイクロ流路デバイスを用いた化学反応制御、バイオ分析への応用手法開発の流れに分かれ、結果として生命科学系とナノサイエンス両方の研究を加速させることとなったと言えよう。

また、サイエンスマップ 2008 で物性研究と素粒子・宇宙論の間に観測されている「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」は、物性研究と素粒子・宇宙論が融合してできた注目研究領域である。クォーク研究とボース・アインシュタイン凝縮、超伝導・超流動研究は、サイエンスマップ 2002 の段階では、互いに離れて存在していた。しかし、時間の経過とともに①クォークの研究は物性研究の方向に、②ボース・アインシュタイン凝縮や超伝導・超流動の研究は素粒子・宇宙論の方向に位置が変化し、サイエンスマップ 2008 では一つの注目研究領域へと融合したことが、研究領域の軌跡からも分かる。

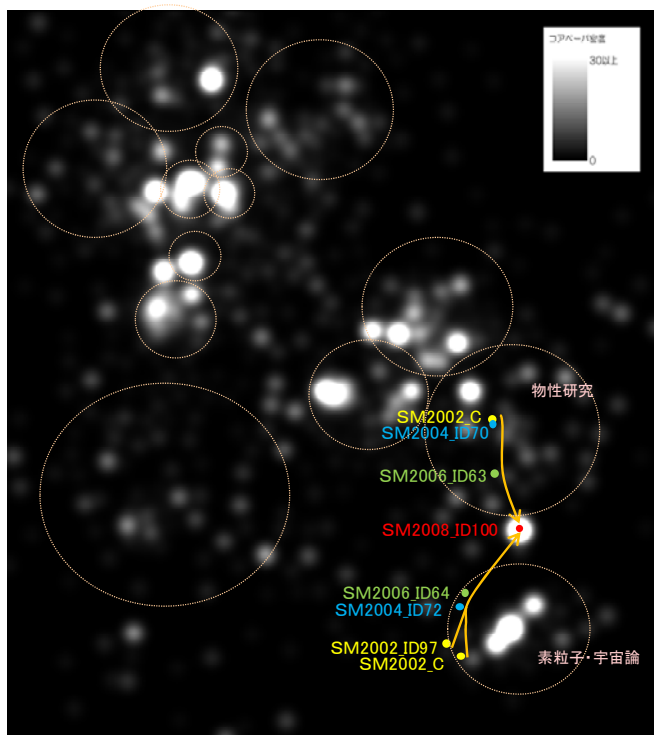
概要図表 5 生命科学系とナノサイエンスの中間に位置したサイエンスマップ 2002 ID53 の軌跡



サイエンスマップ	ID	研究領域名
2002	53	-
2004	105	プロテオーム
2006	119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析
2008	C	
2002	53	-
2004	91	マイクロチップを用いた化学・バイオシステム
2006	117	マイクロバイオ・化学システム
2008	62	マイクロ流路デバイス

(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

概要図表 6 素粒子・宇宙論と物性研究の中間に位置するサイエンスマップ 2008 ID100 の軌跡



サイエンスマップ	ID	研究領域名
2002	C	-
2004	70	量子光学・原子光学・量子ナノ構造と、それに基づく量子情報通信処理
2006	63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相
2008	100	強く相互作用する量子多体系
2002	97	-
2002	C	-
2004	72	量子色力学
2006	64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求
2008	100	強く相互作用する量子多体系

(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

4. 学際的・分野融合的領域の質的な変化

学際研究や融合研究の様相が質的に変化していることがサイエンスマップより読み取ることが出来る。またこのような傾向は、注目研究領域の内容分析を担当した専門家からの指摘からもうかがえる。

学際的・分野融合的領域²は、647 研究領域のうち、151 研究領域(23%)である。これらの領域は、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が取り込まれるような特徴をもつ。

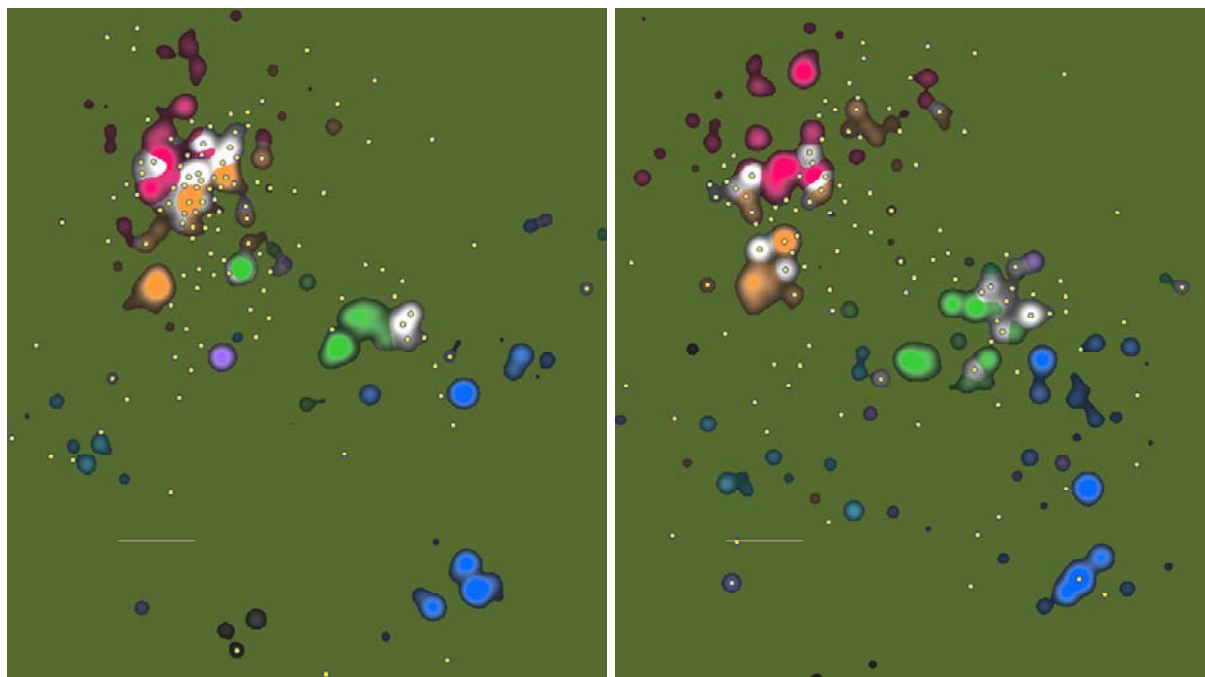
マップ上での学際的・分野融合的研究領域数の占める割合は、サイエンスマップ 2002～2008 の 4 時点において 20%前半でほぼ一定であるが、位置に変化が見られる。サイエンスマップ 2002 と 2008 を比較すると、生命科学系の研究領域に集中していた配置からサイエンスマップ全体に広がった配置へと変化していることが分かる(概要図表 7)。学際的・分野融合的領域を構成する分野についても、生命科学系と非生命科学系との組み合わせが増加している。

注目研究領域の内容分析を担当した専門家らは、各研究領域の今後の大きな前進をもたらす手段として、異なる分野の知識の積極的活用が有効であると回答している。また専門家が挙げた現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待されるトピックスには、学際的・分野融合的と考えられるトピックスが多く含まれている。論文分析から見える学際的・分野融合的領域の質的变化と整合した専門家の意見と考えられる。

概要図表 7 学際的・分野融合的研究領域の位置の変化

(A)サイエンスマップ 2002

(B)サイエンスマップ 2008



(注)特定分野のコアペーパー分布が6割以上を占める部分は分野に対応する色で表示される。特定分野のコアペーパー分布が6割以下の場合、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていない。黄色丸は学際的・分野融合的研究領域。

データ： Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

- 化学
- 材料科学
- 物理学&宇宙科学
- 計算機科学&数学
- 工学
- 環境/生態学&地球科学
- 臨床医学&精神医学
- 基礎生物学
- その他

² サイエンスマップでは、当該研究領域を構成するコアペーパーの分野分布において、特定分野のコアペーパー分布が6割より多く占める研究領域は分野に軸足をもっていると判断する。それ以外の場合を「学際的・分野融合的研究領域」とする。

5. サイエンスマップから見える主要国の活動状況

(1) サイエンスマップに見る主要国の論文シェア

サイエンスマップに現れるホットな研究成果において、日本の関与度、貢献度ともに低下傾向である。

概要図表 8に全研究領域における各国のシェアの時系列変化を示す。日本の関与度(整数カウント法)³は、サイエンスマップ 2008 では8.0%、米英独仏に次いで5位で、サイエンスマップ 2004をピークに低下傾向である。貢献度(分数カウント法)⁴は、サイエンスマップ 2008 では5.4%、米英独に次いで4位で、同様にサイエンスマップ 2002から低下傾向である。

米国は、関与度、貢献度ともに低下傾向にある。しかし、サイエンスマップ 2008での関与度は57.9%、貢献度は43.5%であり、科学全般にわたり大きな知識の源となっていることが分かる。

英国、ドイツ、フランスは、関与度がサイエンスマップ 2002以降上昇傾向にある。一方、貢献度は、英国は低下、ドイツは上昇、フランスはほぼ一定と国によって様相が異なる。これらの国は、関与度と貢献度で相当な違いが見られる。

中国は、関与度、貢献度ともに上昇傾向である。サイエンスマップ 2002と2008を比較すると、関与度は5.9ポイント上昇して7.2%であり、特にナノサイエンスにおいて日本を上回る存在感を示している。

概要図表 8 全研究領域における各国のシェアの時系列変化

(A) 整数カウント法

整数カウント法	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2002	62.9	11.1	12.4	8.6	7.0	1.1	1.3
サイエンスマップ2004	61.9	12.1	12.3	8.7	7.2	1.7	2.7
サイエンスマップ2006	61.0	13.5	12.9	8.5	7.5	1.8	4.5
サイエンスマップ2008	57.9	13.9	13.4	8.0	8.4	1.9	7.2

(B) 分数カウント法

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2002	51.8	6.7	7.8	6.4	3.9	0.7	0.8
サイエンスマップ2004	49.7	7.2	7.3	6.2	3.8	1.0	1.7
サイエンスマップ2006	47.6	7.7	7.2	5.7	3.7	1.1	2.9
サイエンスマップ2008	43.5	7.4	7.0	5.4	3.8	1.0	5.2

(注) 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である。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

³関与度(整数カウント法)は、複数国の共著による論文の場合、それぞれの国に1とカウントする。したがって、各国の論文数の世界シェアを合計すると100%を超える。

⁴貢献度(分数カウント法)は、複数国の共著による論文の場合(例えばA国とB国の共著)、それぞれの国にA国1/2、B国1/2とカウントする。したがって、各国の論文数の世界シェアを合計すると100%となる。

(2) サイエンスマップに見る分野別の主要国の状況

英国やドイツに比べ、日本は臨床医学や学際的・分野融合的領域でシェアを引き離されている。

各研究領域のシェアをサイエンスマップ上に付加させ一覧できるようにすることで、単純な全体のシェアだけでなく、どのような位置にある研究領域で日本が存在感を持っているのか、一方で存在感を出していない研究領域はどのあたりなのかを可視化することが可能となる(概要図表 10)。

日本の場合、化学やナノサイエンスや物性研究のあたりに赤く色づく研究領域が比較的多い。シェアが高い領域は、「高温超伝導体の新奇電子秩序(ID97)」、「自然免疫によるインターフェロン産生(ID41)」、「金属スピントロニクス(ID79)」、「興奮性シナプス可塑性の分子機構(ID25)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(ID91)」などである。

英国の場合、関与度(整数カウント法)では、比較的マップ上まんべんなくシェアを持っているが、貢献度(分数カウント法)をみると、脳・神経研究や環境、素粒子・宇宙論などある程度範囲が限定されていることが分かる。この関与度と貢献度の差は国際共著による。

概要図表 9では、各国のシェアを分野ごとに積み上げた結果である。日本と英国やドイツのシェアの差は、臨床医学や学際的・分野融合的領域において生じていることが分かる。

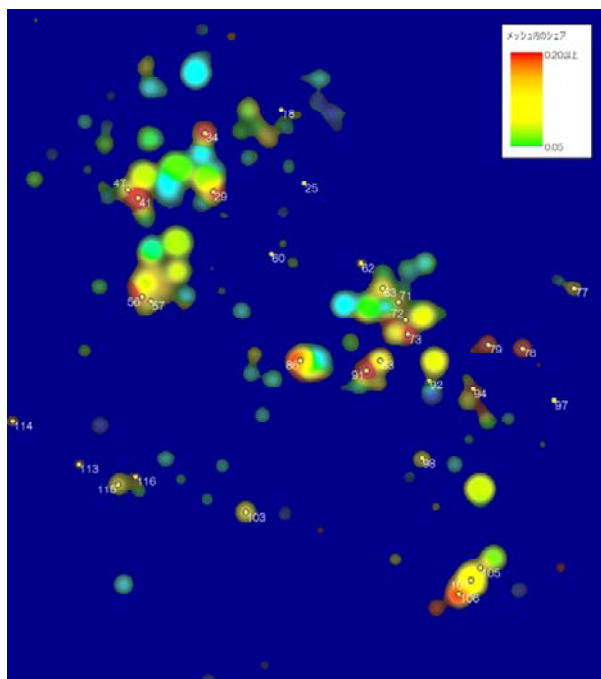
概要図表 9 サイエンスマップ 2008 の各国の分野別シェア

分野	全体	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
農業科学	0.7%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
生物学・生化学	0.8%	0.5%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
化学	13.3%	6.0%	1.6%	1.1%	1.1%	0.7%	0.3%	1.2%
臨床医学	19.1%	12.7%	3.0%	3.0%	0.9%	2.2%	0.2%	0.4%
計算機科学	1.3%	0.9%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
経済・経営学	0.7%	0.6%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
工学	4.0%	1.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.9%
環境/生態学	1.6%	0.9%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
地球科学	3.3%	2.2%	0.6%	0.7%	0.3%	0.4%	0.0%	0.5%
免疫学	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
材料科学	0.7%	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
数学	1.0%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%
微生物学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
分子生物学・遺伝学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
神経科学・行動学	2.0%	1.4%	0.2%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%
薬学・毒理学	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
物理学	14.4%	8.1%	2.7%	1.9%	1.7%	1.7%	0.5%	1.1%
植物・動物学	4.2%	1.9%	0.9%	0.8%	0.6%	0.3%	0.1%	0.2%
精神医学/心理学	1.2%	0.9%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
社会科学・一般	1.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
宇宙科学	0.8%	0.7%	0.2%	0.3%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%
学際的・分野融合的領域	29.1%	17.6%	3.7%	4.0%	2.6%	2.2%	0.6%	2.5%
総計	100.0%	57.9%	13.9%	13.4%	8.0%	8.4%	1.9%	7.2%

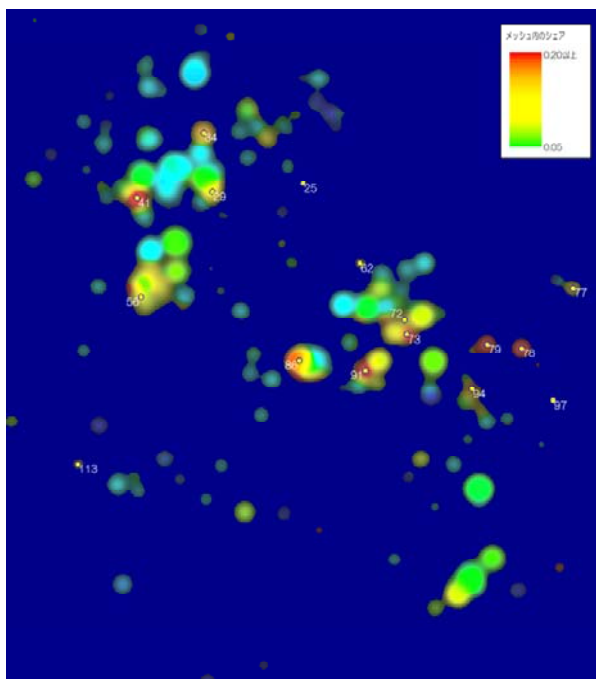
(注)例えば、日本は、サイエンスマップ 2008 では8.0%のシェアであるが、物理学の領域においてそのうちの1.7%を持っていることを指す。

概要図表 10 サイエンスマップ 2008 上に示した論文比率

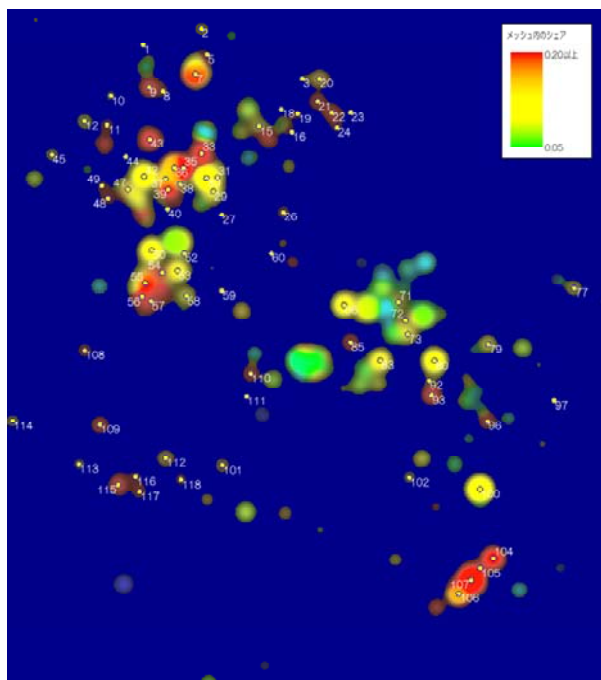
(A) 日本【整数カウント法】



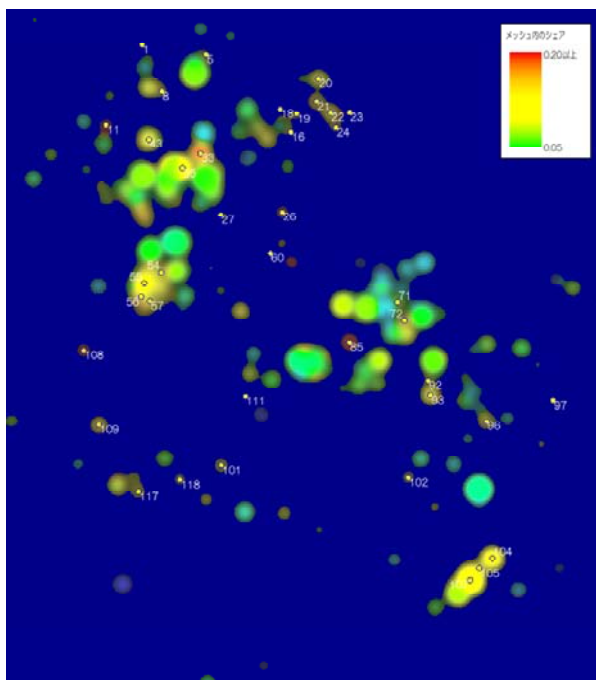
(B) 日本【分数カウント法】



(C) 英国【整数カウント法】



(D) 英国【分数カウント法】



(注)論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

6. 関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違い

国際的に注目を集める研究領域を描いたサイエンスマップにおいて、日本は英国やドイツに関与度で差をつけられている。以下に、サイエンスマップにおいて、関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違いを挙げる。

(1) 英国やドイツに比べて、日本の参加領域の多様性は低い

サイエンスマップにおいて、関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違いの1点目は、参加領域の割合である。英国やドイツはTOP1%論文数が1件以上の研究領域(参加領域)の割合が約6割であるのに対し、日本は約4割に留まる。日本の参加領域の割合は、サイエンスマップ2002以降大きな変化はみられない。英国やドイツに比べ、日本の参加領域の多様性が低いことが分かる。英国やドイツと、日本の参加領域数の差が大きいのは、学際的・分野融合的領域や臨床医学の研究領域である。

概要図表 11 サイエンスマップ 2008 における日英独の参加領域数の比較

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

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) 日本は分析の母集団である TOP1%論文におけるシェアも低下している

英国やドイツと日本の違いの2点目は、分析の母集団であるTOP1%論文におけるシェアである。TOP1%論文において、日本の関与度、貢献度ともに低下傾向にある。これが、サイエンスマップでの日本の存在感の低下の要因と考えられる。

サイエンスマップで英国やドイツの関与度が高いこと背景として、両国の国際共著率が73%、72%と非常に高いことに留意する必要がある。研究活動の国際化に伴い、世界的に国際共著論文が増加しているが、これは国内論文と比較して被引用数が高いことが分かっている。ただし、日本のサイエンスマップ論文の52%は国際共著論文であり、これは全論文の場合を大きく上回っている⁵。

⁵全論文における国際共著率(2007年値)は、英国は46%、ドイツは48%、日本は24%である。

第 I 部

1. はじめに

第3期科学技術基本計画では、多様な知と革新をもたらす基礎研究について、一定の資源を確保し着実に進めるとしている。基礎研究として、研究者の自由な発想に基づく研究と、政策に基づき将来の応用を目指す基礎研究が掲げられている。基礎研究の推進上、前者は課題選択および資源の集中の原理から除かれるものの、分野バランスや学際的・分野融合的領域などの状況を観測し、国として着実に推進されているか確認する必要がある。すなわち、時点ごとに定期的に基礎科学の状況を観測し、長期的な基礎科学政策の有効なベンチマーキングを行なうことが重要である。

この問題意識に基づき、科学技術政策研究所では、2003年度より論文データベースを用いた科学研究の観測を行っている¹。本調査の目的は以下の2つである。

- ① 基礎研究を中心とする科学における近過去の動向を俯瞰的に捉えることのできる「サイエンスマップ」の作成
- ② 研究者から注目を浴びており多数の論文が生産されている注目研究領域の抽出およびそれら研究領域の時系列変化の観測

科学技術の知の構造や発展を計量書誌学の立場から記述する試みは古くからなされている。近年の劇的な情報処理技術の進展や、科学論文や特許のデータベース整備は、この分野の研究に革新をもたらした。特に知識のマッピングは新たな研究として注目を浴びており多くの研究が欧米を中心に行なわれている²。マッピングの対象は多様であり、ジャーナルの引用関係を用いた分野間の関係についての分析、国や組織間の共著関係の分析、研究者間の共著の分析などが研究されている。科学技術政策研究所において作成しているサイエンスマップは、マッピングの対象を研究領域としている点が特徴である。

サイエンスマップ作成にあたり、重要なステップとなる論文のグループ化方法については、サイエンスマップ2004(NISTEP REPORT No.100)で確定し、その後は同じグループ化方法を使用している。このため、NISTEP REPORT No.95急速に発展しつつある研究領域調査(分析年:1997-2002年)については、論文のグループ化方法が異なり、時系列分析に含めることが出来なかった。そこで今回、1997-2002年分のデータを用いて、現行の論文のグループ化方法に従い研究領域の構築を行い、「サイエンスマップ2002」を作成した。そのため、今回はサイエンスマップ2002、サイエンスマップ2004、サイエンスマップ2006、サイエンスマップ2008の4時点の結果を用いた時系列分析が可能となった。

本報告書ではサイエンスマップ2002～2008を用いて「科学研究のダイナミズム」(3章)、「主要国の活動状況と強み弱み」(4章)の分析を行った結果を報告する。調査手法の概要については2章で紹介する。

¹ 本調査は、第4回目の報告である。第1回目は「NISTEP REPORT No.95 急速に発展しつつある研究領域調査(2005年5月)」、第2回目は「NISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ2004(2007年3月)」、第3回目は「NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ2006(2008年3月)」である。

² 総合的なレビューとしては次がある。Börner, K., Chen, C., and Boyack, K. W. (2003), "Visualizing Knowledge Domains", Annual Review of Information Science and Technology, 37, 179-255.

2. 調査手法

サイエンスマップを用いた科学研究の分析は、大きく分けて①論文のグループ化による研究領域の構築、②研究領域のマッピングによる可視化、③注目研究領域の内容分析の3つを経て行なわれる。以下では、調査手法の概要と今回新しく試みたWeb調査および研究機関共著ネットワークの作成について説明する。

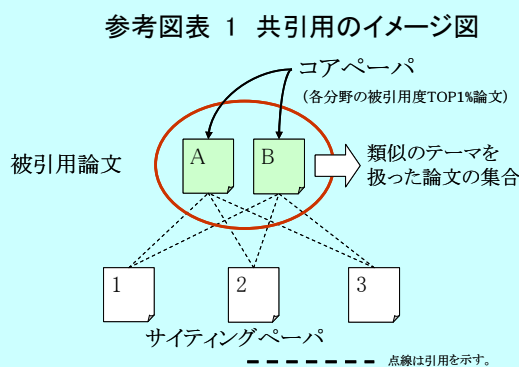
2-1 論文のグループ化による研究領域の構築

論文のグループ化方法はNISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ2004と同じである。サイエンスマップ2008では、論文のグループ化により647研究領域が得られ、その中で一定の大きさを持つ121注目研究領域に対して内容分析を行った。

論文のグループ化には、分析対象とする2003～2008年の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³⁾の被引用数が上位1%である高被引用度論文(約5万6千件)を用いた。これら高被引用度論文に対して、「共引用(参考図表1)」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)行った(参考図表2)。

【共引用とは】

「共引用」とは、注目する2つの論文がその他の論文により、同時に引用されることを指す。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る。従って、共引用によって強く結びつけられる論文をグループ化することで、研究内容に共通性のある論文のグループを得ることができる。本調査では、研究領域の核を構成する論文のグループを「コアペーパー」、コアペーパーを引用する論文を「サイティングペーパー」と呼ぶ。



共引用分析では、論文AとBの間の共引用の度合い(共引用度)は、次式で評価される。

$$N_{\text{norm}} = N_{AB} / \sqrt{N_A N_B} \quad (1)$$

ここで、 N_{AB} は論文AとBを共引用する論文の数、 N_A 、 N_B は、それぞれ論文A、Bを引用する論文の数、 N_{norm} は規格化された共引用回数であり、これを共引用度とする。

(共引用分析についての参考文献)

Small, H. and Sweeney, E. (1985a), "Clustering the Science Citation Index using Co-citations. I. A

³ 22分野とは、以下を示す。農業科学、生物・生化学、化学、臨床医学、計算機科学、経済学・経営学、工学、環境/生態学、地球科学、免疫学、材料科学、数学、微生物学、分子生物学・遺伝学、複合領域、神経科学・行動学、薬学・毒性学、物理学、植物・動物学、精神医学/心理学、社会科学・一般、宇宙科学。

Comparison of Methods”, *Scientometrics*, 7, 3-6, 391-409.

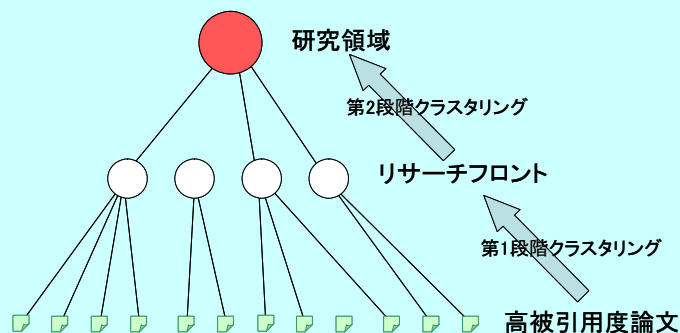
Small, H., Sweeney, E., and Greenlee, E. (1985b), “Clustering the Science Citation Index using Co-citations. II. Mapping Science”, *Scientometrics*, 8, 5-6, 321-340.

参考図表 2に論文のクラスタリングのイメージを示す。第 1 段階のグループ化で得られる論文の集合としてThomson Reuters社のEssential Science Indicators (ESI)に収録されているリサーチフロント(5726 リサーチフロント)を用いた。グループ化する際の共引用度の閾値は 0.3 である。

第 2 段階として、これらリサーチフロントを再度グループ化することで 647 研究領域を得た。このグループ化の際には、①研究領域をクラスタリングする際の閾値を 0.1、②リサーチフロント数が 2 個以上の研究領域、③研究領域に含まれるリサーチフロントの最大数は 100 とし、計算を行った。647 研究領域の中で、6 以上のリサーチフロントから構成される 121 研究領域を注目研究領域とし、専門家による内容分析の対象とした。

参考図表 3にクラスタリングの詳細を示す。今回報告するサイエンスマップ 2008 に加え、1997-2002 年分のデータを用いて、現行の論文のグループ化方法に従い研究領域の構築を行ったサイエンスマップ 2002 についても併記する。

参考図表 2 共引用関係を用いた論文のクラスタリングのイメージ



参考図表 3 クラスタリングの詳細(サイエンスマップ 2002、2004、2006、2008 の比較)

		サイエンスマップ2002	サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
調査対象	期間	1997-2002	1999-2004	2001-2006	2003-2008
	高被引用度論文数	約4万5千件	約4万7千件	約5万1千件	約5万6千件
	引用数計算時点	2002年末	2004年末	2006年末	2008年末
第1段階クラスタリング	全リサーチフロント数	5,221	5,350	5,538	5,726
	に含まれるコアペーパー数	21,183件	21,411件	21,428件	22,669件
第2段階クラスタリング	全研究領域数	598	626	687	647
	に含まれるリサーチフロント数	3,415	3,502	3,551	3,635
	に含まれるコアペーパー数	15,410件	15,531件	15,165件	15,826件
	注目研究領域数	112	133	124	121
	準注目研究領域数	486	493	563	526

(注1) 注目研究領域: 6以上のリサーチフロントから構成される研究領域
 (注2) 準注目研究領域: 5以下のリサーチフロントから構成される研究領域

2-2 研究領域のマッピングによる可視化

研究領域内におけるリサーチフロントの相互関係や研究領域間の相互関連を分析する目的で、以下の2種類のマップを作成した。本報告書の第I部では、研究領域相関マップを用いて、科学全体を俯瞰的に分析した結果について述べる。第II部では、個別研究領域マップを用いて個々の注目研究領域を分析した結果を述べる。

(1) 個別研究領域マップ【第II部参照】

各注目研究領域がどのような研究テーマで構成されているかを示したマップ。可視化の単位はリサーチフロントである。注目研究領域を構成するリサーチフロントを、共引用の度合いが強いほど近くに配置するよう描いた。

(2) 研究領域相関マップ

研究領域間の関連性を示したマップ。可視化の対象は研究領域である。研究領域を、共引用の度合いが強いほど近くに配置するよう描いた。

<研究領域相関マップの作成>

サイエンスマップ 2008 においても、前回と同様に、研究領域相関マップに、論文のグループ化で得られた 647 研究領域すべてをマッピングした。647 研究領域すべてをマッピングし、そこに内容分析を行った 121 注目研究領域を示すことで、科学研究全体における注目研究領域の位置づけがより明確になることを目指した。

このマッピングは地形地図にヒントを得ている。サイエンスマップにおいて注目研究領域は、論文数として一定の規模に達しているものである。これを地形地図に例えると、ある標高を超えた山のみを観測していることに対応している。しかし登山者が山々を旅しようとするなら、このマップは不完全となる。なぜなら、山と山がどのように繋がっているのか(例えば間に谷と峰のどちらがあるのか、谷の深さはどの程度なのか)の情報が欠落しているからである。

サイエンスマップに戻って考えれば、これは注目研究領域間がどのように結ばれているのか(相互を結ぶような研究が存在するのか)という問題に対応するであろう。この点を補うためには、山々の間の情報もまたマップに追加する必要がある。647 研究領域を用いて研究領域相関マップを作成した意図である。

<研究領域相関マップの可視化方法について>

研究領域相関マップの可視化方法は、研究領域の位置を山頂に見立て、コアペーパーの密度をグラデーションで示すマッピングである。これにより、地形地図の等高線表示との類似性を出し、より理解しやすい可視化を採用している。

通常、マッピングからは研究領域の中心位置のみが得られる。従って、マップ上で研究領域の広がりをもつような方法で表現するかについては自由度が残る。個別研究領域マップにおいては研究領域の広がりを円の半径を用いて表現している。

研究領域相関マップでは研究領域の広がりをガウス関数で表現している。これは2つの要因による。1つめの要因はマップと地形地図とのアナロジーを出すというデザイン上の決定である。2つめの要因は円による表現の技術的な問題である。研究領域に含まれるコアペーパー数が最大/最小の比が 10^2 のオーダーとなる為、円の大小でマップを表現する事は困難となる。

具体的には、研究領域のコアペーパーがマッピングプログラムで求められた位置を中心にガウス関数状に分布しているとした。サイエンスマップにおけるコアペーパー分布は、各研究領域に対して得られるガウス関数の重ね合わせ $\rho(x, y)$ (サイエンスマップ 2008 においては 647 研究領域) で表現される。 $\rho(x, y)$ を全平面について積分した値が全コアペーパー数となる。

実際の可視化の際には、コアペーパーの分布を、コンピュータを用いて 2 次元平面に表現するために、サイエンスマップを面積 $dx \times dy$ の微小面積に分割した。次に、微小面積内に含まれるコアペーパー数をカウントし、コアペーパーの密度(コアペーパー数/ $dx \times dy$)で $\rho(x, y)$ を近似した。研究領域相関マップでは各微小面積をコアペーパー密度に対応する色で色づけしている。

<研究領域相関マップにおいてコアペーパー密度が高い部分の意味>

研究領域相関マップは、大地にコアペーパーが堆積し形成された科学の山々を、上空から捉えた鳥瞰図と例えることができる。研究領域相関マップ上で、赤色のグラデーションで示された部分はコアペーパー密度が高い部分である。注目を浴びる論文(高被引用度論文)が多数出版され、加えてそれらが頻繁に共引用される研究領域や研究領域群においてコアペーパーの密度が高くなる。これはマップ上で密度が高い部分全てに共通の特徴である。

<4 時点の研究領域相関マップの接続>

サイエンスマップ 2002 から 2008 までの 4 時点における研究領域相関マップの変化を追跡するために、異なる時点で得られた研究領域相関マップの接続を行った。具体的には、共引用の割合で決まる同一時点の研究領域間の引力に加えて、共通のコアペーパーを持つ異なる時点の研究領域間に仮想的な引力が働くモデルを考えた(並列マッピング)。並列マッピングを用いると「過去の研究領域からの履歴」と「現在の研究領域間の関係」を同時に考慮した形で研究領域相関マップの作成が可能となる。

4 時点の研究領域相関マップの接続は以下の手順で行った。並列マッピングの基準は NISTEP REPORT No. 110 で報告したサイエンスマップ 2006 の研究領域の位置とした。

サイエンスマップ 2006 の座標を基準とし、並列マッピングにより研究領域相関マップ 2006 と 2008 および研究領域相関マップ 2006 と 2004 の接続を行った。この際、研究領域相関マップ 2006 の研究領域の座標は固定したままで動かさない。次に、上記で得られた研究領域相関マップ 2004 の研究領域の座標を用いて、研究領域相関マップ 2004 と 2002 の接続を行った。この際、研究領域相関マップ 2004 の座標は固定したままとした。

以上の手順で 4 時点の研究領域相関マップ(2002、2004、2006、2008)の接続を行った。ここで得られた 4 時点の研究領域相関マップ上の研究領域の位置については今後変化しない。今後、新しい研究領域相関マップを作製する際は、1 時点前の研究領域相関マップを用いて順次マップの接続を行っていく。

並列マッピングでは、研究領域の過去からの履歴を考慮したうえで、次の時点における研究領域相関マップの最適化を行う。したがって、異なる時点の研究領域の位置情報を比較することができる、つまり研究領域の動きに意味がある。たとえば、サイエンスマップ 2002～2008 にかけて位置が変わらない研究領域については、他の研究領域との関係性を変えないままで継続しているものと考えることができる。また、位置が移動する研究領域については、他の研究領域との関係性を変えながら継続しているものと考えることができる。したがって、サイエンスマップ 2002～2008 の間における研究領域の位置の変化(研究領域の軌跡)を追加することで、科学研究全体における研究領域の位置づけの変化について知ることができる。

(3) 研究機関共著ネットワークの作成

個別研究領域マップや研究領域相関マップは、共引用関係を用いて研究内容間の関係性を示したものであり、認知空間のマップと言える。一方で、個々の研究領域を構成している論文の共著関係に注目することで、その研究領域に参画しているプレーヤー間の関係性を調べることもできる。これは社会空間におけるマッピングといえる。

サイエンスマップ 2008 では、特に機関の共著関係に注目し研究機関共著ネットワークを描いた。これにより、研究領域の特徴を、機関間の相互関係という視点から分析することができる。研究機関共著ネットワークを用いることで、たとえば以下についての特徴を明らかにすることを試みた。

- ① 研究領域毎の研究機関共著ネットワークの特徴(研究機関共著ネットワークの密度など)
- ② 国際的な研究機関共著ネットワークにおける各国機関の位置づけ
- ③ 特に学際・分野融合的研究領域における研究機関共著ネットワークの形状

研究機関共著ネットワークの作製の際には、各研究領域を構成するコアペーパーにおける各機関の論文数を整数カウントにより求め、上位約 200 機関をマッピングの対象とした。機関数が 200 に満たない場合は全ての機関を、200 以上の場合は論文数をもとに上位約 200 機関を抽出した。

上記 200 機関間の全ての共著関係を考慮して研究機関共著ネットワークを描くと、共著関係が複雑すぎて研究機関共著ネットワークの構造が明確に見えない。そこで、研究機関共著ネットワークを描く際は、上記 200 機関間の全ての共著関係を考慮するのではなく、特に上位約 20 機関が関係する共著関係⁴を用いてマッピングを行った。また通常、ある機関は複数の機関と共著を行っている場合が多い。そのような場合については最も共著数が多い共著関係のみを抽出した。これらの手法を組み合わせることで、上位約 20 機関を中心として構成される研究機関共著ネットワークの幹となる構造の抽出が可能になる。なお、本報告書で示す分析は研究機関共著ネットワークの特徴把握が目的であり、個別機関名の表記ゆれについて名寄せは行っていない。したがって、研究機関共著ネットワークを用いて個別機関の評価を行うのは適当でない。

⁴ 具体的には、①上位約 20 機関間の共著関係と②上位約 20 機関とその他機関の間の共著関係を考慮した。

2-3 注目研究領域の内容分析

専門家による内容分析から、論文のグループ化で得られた注目研究領域の名称および概要を決定した。加えて、サイエンスマップ 2008 では、内容分析実施者に対し、注目研究領域の発展状況についての Web アンケート調査とインタラクティブサイエンスマップの作成への参加依頼を行い、科学研究のダイナミズムの把握を試みた。

(1) 注目研究領域の内容分析

サイエンスマップ 2008 では、注目研究領域を構成するコアペーパーの執筆者から日本人専門家をリストアップし、コアペーパー執筆者もしくは執筆者が推薦した専門家に内容分析を依頼する方法を取った。注目研究領域のコアペーパー執筆者に日本人が含まれない場合は、インターネット等を用いた情報収集から研究内容が近いと思われる研究者を選定し依頼を行った。具体的な作業は、①論文リスト(英語)と個別研究領域マップの読み込み、②研究領域名(25字程度まで)と研究領域の内容(400~500字)の執筆、③個別研究領域マップへのキーワード等の書き込みである。【第Ⅱ部 1. 注目研究領域の内容分析結果の読み方、2. 注目研究領域の内容分析の結果を参照】

なお、サイエンスマップ 2002 については、論文のグループ化による研究領域の構築のみを行い、注目研究領域の内容分析については行っていない。

(2) 注目研究領域の発展状況についての Web アンケート調査

注目研究領域の内容分析実施者に、Web を用いてアンケート調査を実施した。具体的には、以下の項目について質問を行なった。【第Ⅱ部 3. WEB アンケート調査を参照】

【アンケート票】

質問1 研究領域の特徴					
(1)あなたの担当した研究領域の 2002 年以前と 2003~2008 年(調査対象期間)の変化は、以下の 1~3のどれに当てはまりますか。最も当てはまるものを一つ選択してください。					
1	2002 年以前は別々に存在していた研究領域が、その後研究が進み一つの研究領域へと融合したという性格が強い。				
2	2002 年以前はこのような研究領域としては認識されていなかったが、その後研究が進み一つの研究領域が形成された。				
3	2002 年以前においても研究領域は存在しており、研究量が増加しながら、継続している。				
(2)あなたの担当した研究領域について					
研究領域を取り巻く状況					
1. 2002 年ごろの段階では参加していなかった分野の研究者の参画は、ないか、あるか。					
なし	あり	分からない			
2. 現在、社会的アジェンダ(感染症対策、新産業創出など)とのつながりは強いか、弱い。					
弱い	やや弱い	平均並み	やや強い	強い	分からない
3. 2003~2008 年の間、社会的アジェンダとのつながりは、減少したか、増加したか。					
減少	増加	変化なし	分からない		
研究領域を取り巻く状況競争の状況(あなたの研究グループから見た状況についてお答えください。)					
4. 2003~2008 年の間、競争関係にある海外グループ数(ライバル)が増加したか、減少したか。					
減少	増加	変化なし	分からない		

5. 状況の分かるライバルと比較した現在の研究開発費の状況はどうか。					
ライバルの方が 多い	ライバルの方がや や多い	同程度	自分のグループの方 が少し多い	自分のグループの方が 多い	分からない
6. 状況の分かるライバルと比較して、2003～2008年の間、研究費の差は縮小したか、拡大したか。					
縮小	拡大	変化なし	分からない		
7. 状況の分かるライバルと比較した現在の研究グループの構成員規模はどうか。					
ライバルの方が 多い	ライバルの方がや や多い	同程度	自分のグループの方 が少し多い	自分のグループの方が 多い	分からない
8. 状況の分かるライバルと比較して、2003～2008年の間、研究グループの構成員規模の差は縮小したか、拡大したか。					
縮小	拡大	変化なし	分からない		

質問2 研究領域の更なる発展に向けた手段	
(1)あなたの担当した研究領域において、今後大きな前進をもたらすのに、以下のそれぞれほどの程度有効と考えられますか。それぞれ5段階(低い0～高い4)でお答え下さい。	
a	異なる分野の知識の積極的な活用(例えば、植物ゲノム研究への計算機科学の活用など)
b	国際協調によるデータの収集(世界的な観測網の整備、国ごとの作業分担など)
c	これまでの限界を超える革新的な計測測定技術(時間解像度、処理速度、空間解像度などの大幅な向上)
d	世界で数～数十台程度の大型の実験設備・施設(加速器、スーパーコンピュータ、望遠鏡など)
e	これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索
f	これまで得られた膨大な量の知識の構造化、システム化
g	出口を見据えた研究の実施(臨床研究への展開、産学連携など)
h	その他(右欄にチェックの上、以下にその内容を具体的に書きください。)
(2)あなたの担当した研究領域において、日本が研究推進するにあたり注力すべき、最も重要なものを(1)の8つの選択肢から選択してください。	

質問3 研究領域の更なる発展に向けた方向性			
あなたの担当した研究領域が、今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群を图中的A～M、その他から選択してください(複数回答可、最大3つまで)。なお、あなたの担当した研究領域が含まれる研究領域群も含めてお考えください。			
A	心臓・血管疾患研究	I	環境
B	感染症・免疫研究	J	化学
C	脳・神経研究	K	ナノサイエンス
D	肥満研究	L	物性研究
E	がん研究	M	素粒子・宇宙論
F	再生医学研究		その他
G	ポストゲノム研究		分からない
H	植物科学研究		
質問5 サイエンスマップを見てのご感想、調査方法へのご意見がございましたら、下記にご記入ください。また、サイエンスマップの活用方法について、ご意見がございましたら、お聞かせください。			

(3) インタラクティブサイエンスマップ作成の試み

論文分析による科学の状況把握を行うことは、定量的に分析結果を示すことができる点で優れている。しかしながら、論文の書誌情報や被引用回数などの情報を使うため、近過去の状況となり、これまでに調査分析に参加していただいた研究者の方からは現時点での状況とのギャップを埋める必要性について指摘を受けてきた。

そこで、従来のように定量的に分析できる部分に加え、「現在研究者が体感し、認識している研究領域の情報」を収集することは、近過去から現在・近未来のギャップを埋める作業に有効であり、科学の状況把握をより精度高く行うことができると考えた。また、サイエンスマップ 2008 を科学の世界の座標軸として活用し、その上に「現在研究者が体感し、認識している研究領域の情報」を付加する作業を行ってもらうことで、研究者からの回答の関係性を整理する手間を省くことが可能となる。

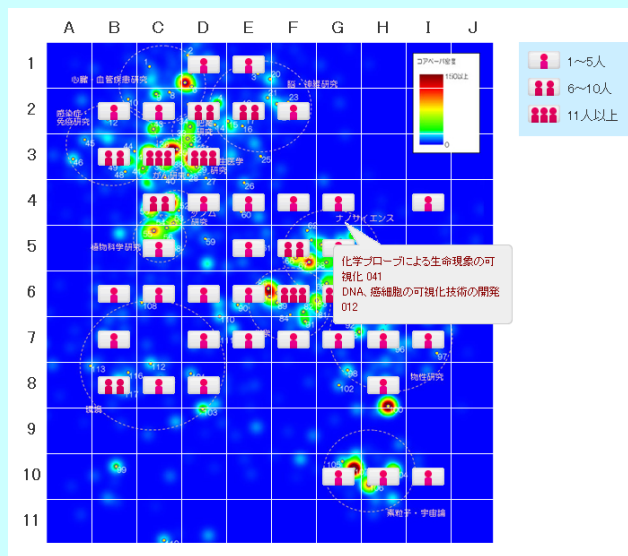
このように、定量的アプローチである論文分析結果と定性的アプローチである研究者の感覚に基づく結果を組み合わせ作成するマップを「インタラクティブサイエンスマップ」と呼ぶこととする(参考図表 4)。具体的には、以下のようにWeb画面上で質問を行なった。【第II部 4.インタラクティブサイエンスマップの試みを参照】

【インタラクティブマップ作成: 操作は Web 画面上】

今回のサイエンスマップ 2008 では2003-2008年の論文を対象としています。科学は日々進展していますので、このマップは近過去の状況を表したものと考えられます。そこで、みなさまから現在・近未来の情報を集めることで、時間のギャップを埋め、インタラクティブサイエンスマップを作成したいと考えています。下記方法に従い、現在急激に注目を集めている研究領域、これから数年のうちに動きがあると強く期待される研究領域について、回答してください。その際、サイエンスマップの位置情報も加味し入力してください。

- 3箇所までにアイコンをたてることができます。
- アイコンを立てたい位置を縦軸・横軸を用いて選択して、研究領域名、キーワード(英語)を入力して、「登録」をクリックすると、マップ上にリアルタイムでアイコンが追加されます。
- アイコンの上にマウスの乗せると、研究領域名とあなたの担当領域 ID が表示されます。他の研究者の回答もリアルタイムに確認することができます。

参考図表 4 インタラクティブサイエンスマップ



2-4 サイエンスマップで得られる研究領域についての留意点

サイエンスマップで得られる研究領域は、高被引用度論文の抽出、それらのクラスタリング等の手順を経て得られたものである。従って、データベースにどのような論文が収録されているかや、クラスタリングに用いる閾値に結果が依存する。従って、本報告書の結果を利用するに当たっては、以下の2点に留意することが必要である。

- (1) 研究成果を論文として発表することが盛んな分野もある一方、応用開発が中心で論文発表がすくない研究領域もある。従って、本報告書で得られたマップが科学の全てを俯瞰している訳ではない。
- (2) 本調査が対象としているのは、論文数として一定の規模に達している研究領域の最近数年の動きである。この為、研究領域の動きが著しく早い場合やまだ規模が小さい研究領域については、抽出できていない可能性がある。

3. サイエンスマップに見る科学研究のダイナミズム

3-1 サイエンスマップ 2008 の概要

(1) 注目研究領域リスト

サイエンスマップ 2008 では図表 1に示した 121 注目研究領域が抽出された。個々の注目研究領域の内容については、第II部に示す。

図表 1 注目研究領域名一覧

ID	研究領域名	ID	研究領域名
1	重症患者管理(特に急性呼吸促進症候群)	32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	34	肥満による生活習慣病発症機序の解明
4	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能	35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術
5	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ
6	冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)	37	多発性骨髄腫/新規薬剤治療
7	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	38	HDAC阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究
8	COX阻害剤の副作用の研究	39	チロシンキナーゼの活性化と薬剤耐性
9	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	40	NF- κ B活性化におけるユビキチン修飾系の役割
10	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	41	自然免疫によるインターフェロン産生
11	気管支喘息の病態と治療	42	T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割
12	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	43	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御
13	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用	44	NK細胞受容体とそのリガンドによる活性制御
14	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	45	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発
15	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発	46	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法
16	パーキンソン病に対する臨床研究	47	C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法
17	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	48	HIV感染の制御
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	49	抗HIV薬に関する研究
19	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	50	ネットワーク科学
20	統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究	51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン
21	情動とその病態の分子神経科学	52	レドックス制御
22	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究	53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析
23	意思決定の脳神経メカニズム	54	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割
24	情動・共感と真似・文脈の神経機構	55	植物の感染防御機構
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン
26	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義	57	植物の発生遺伝学/糖代謝
27	HIF/HIF α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節	58	微生物生態系
28	アポトーシス(細胞死)の分子機構	59	システムバイオロジー/合成生物学
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能
30	再生医学と幹細胞研究	61	タンパク質の動的挙動解析
31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	62	マイクロ流路デバイス

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

注目研究領域名一覧(続き)

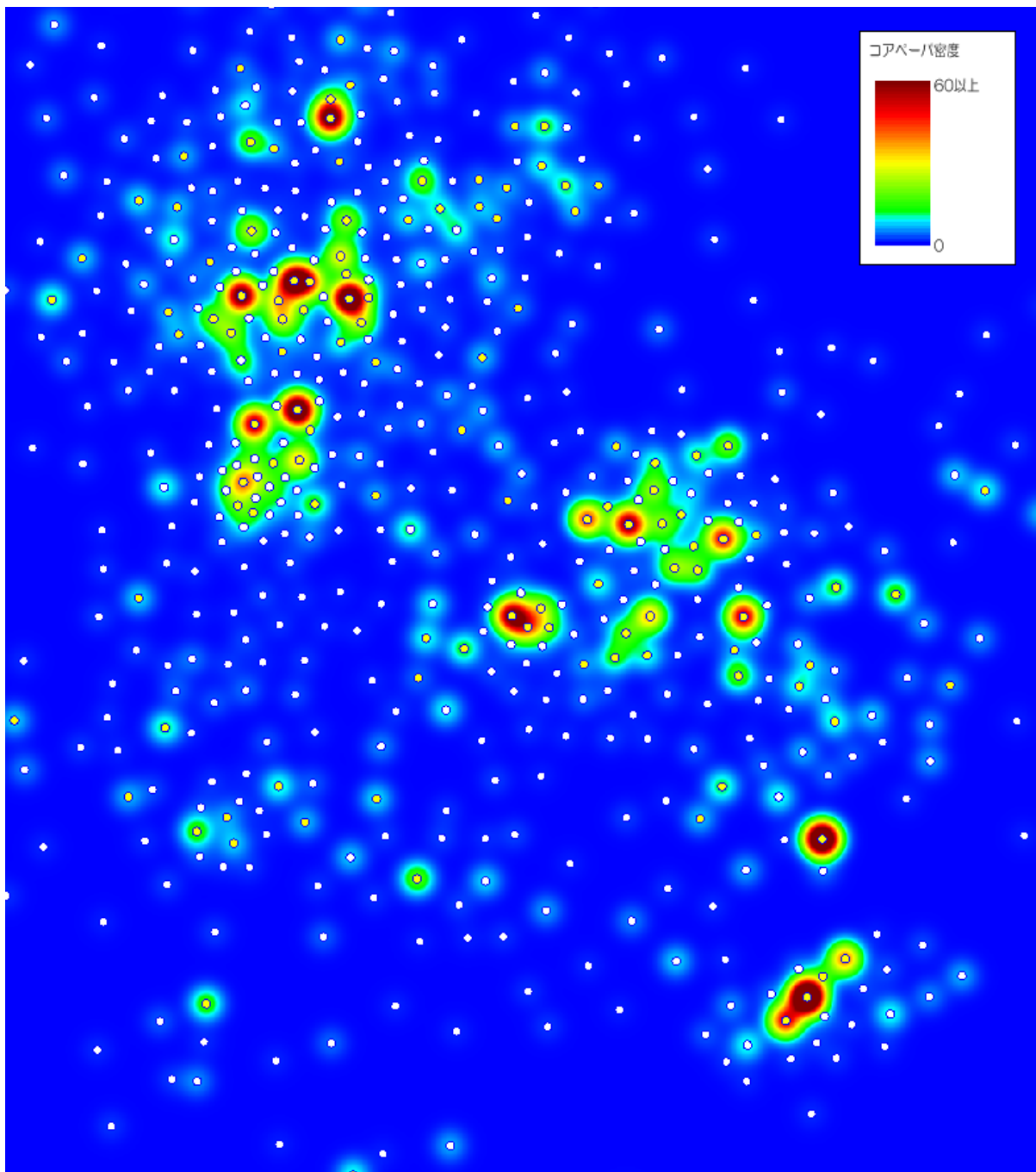
ID	研究領域名	ID	研究領域名
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	94	光量子情報・通信、光ナノサイエンス
64	ナノファイバーの創製と応用に関する研究	95	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン
65	核酸によるナノ構造開発	96	原子系・光子を用いた量子情報科学
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	97	高温超伝導体の新奇電子秩序
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	98	超高速高強度光科学
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	99	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用
69	高効率有機電界発光(EL)素子	100	強く相互作用する量子多体系
70	超撥水表面	101	初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	102	固体酸化物形燃料電池(SOFC)関連新技術
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	103	先カンブリア時代の地球
73	イオン液体	104	ゲージ・重力理論対応とブラックホール解
74	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発	105	ガンマ線バースト
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学
76	固体高分子形燃料電池	107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	108	ホモ・サピエンスの出現過程
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	109	温暖化影響/生物・生態系
79	金属スピントロニクス	110	臭素系難燃剤の環境化学
80	分子性物質の物理と化学	111	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術
81	金(ゴールド)のナノケミストリー	112	有機エアロゾル
82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論	113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究
83	配位空間・配位格子の設計と機能	114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御
84	水素結合の研究	115	大気組成・微量成分
85	アニオンセンサー	116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション
86	触媒的不斉合成	117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環
87	遷移金属触媒による分子変換反応	118	過去の地球環境変動の復元
88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	119	コーポレート・ガバナンス
89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成	120	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池	121	経済地理学の新潮流 ～進化経済学と関係論～
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物		
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答		
93	メタマテリアル		

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) 研究領域相関マップ

図表 2と図表 3は研究領域相関マップである。可視化の単位は研究領域であり、共引用の度合いが強い研究領域を近くに配置するよう描かれている。

図表 2 研究領域相関マップ(全ての研究領域の位置を示したもの)



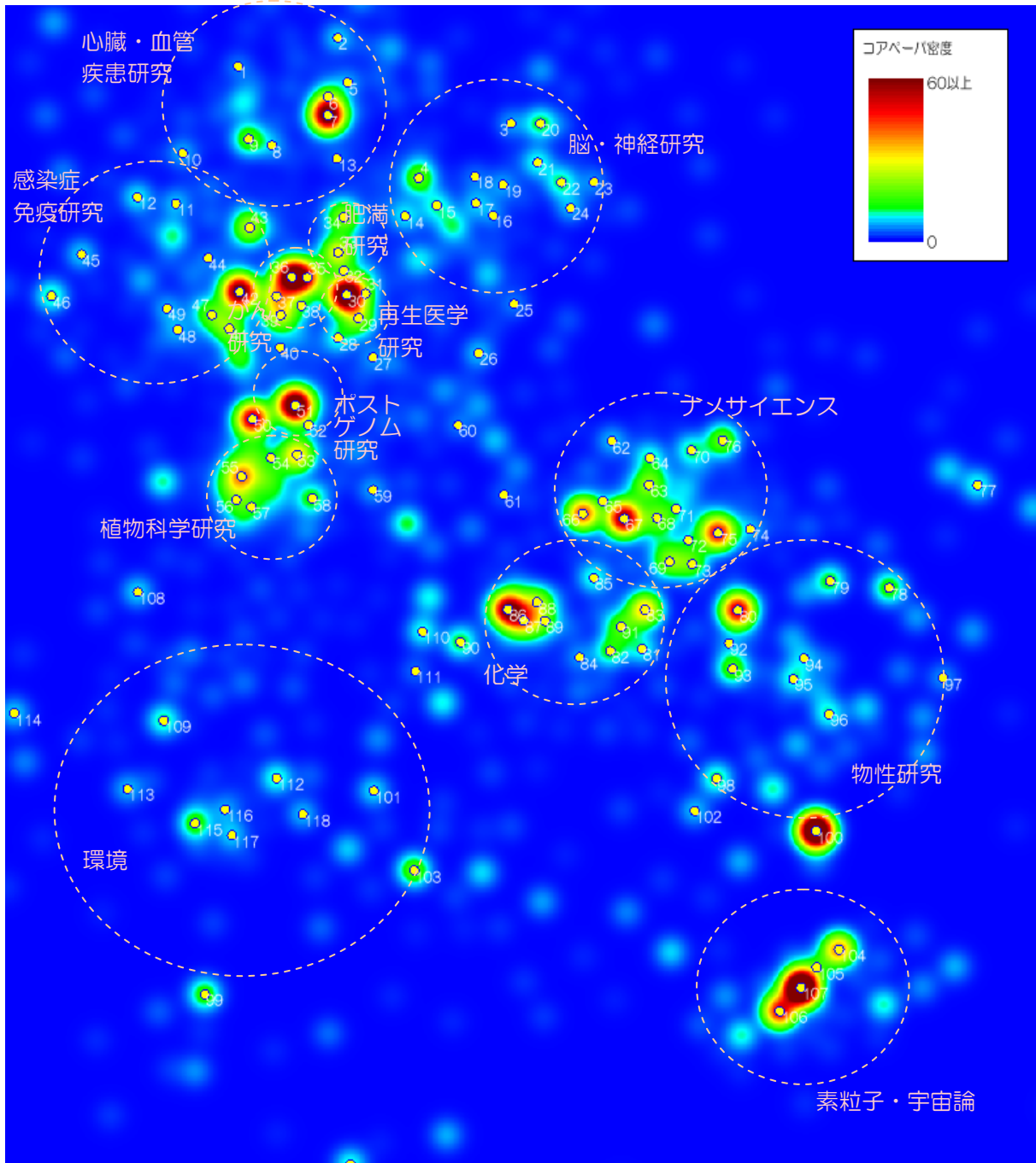
(注1)本マップ作成には重力モデルを用いているため、上下左右に意味は無く、相対的な位置関係が意味を持つ。ただし、報告書内では、生命科学系が左上、素粒子・宇宙論研究が右下に配置されるマップを選択し示している。

(注2)黄丸が注目研究領域、白丸が準注目研究領域の中心位置を示す。

(注3)本マップの作成手順は4段階である。①各研究領域の位置を、各研究領域間の共引用関係の強さに応じて決定する。②各研究領域の位置は丸で表し、そこを中心とした研究領域の広がりを仮想的に設定する。③そのマップを、ある一定の微小面積に分割し、微小面積ごとにコアペーパー密度(コアペーパー数/メッシュの面積)を割り出す。④値に基づき、色付けを行なう。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 3 研究領域相関マップ(注目研究領域の位置のみを示したもの)



(注1)黄色の丸が注目研究領域の中心位置を示し、丸の横に書かれた数字は注目研究領域の ID を示す。

(注2)他研究領域との共引用度が低い一部の研究領域(ID119, 120, 121)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。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

研究領域相関マップでは論文のグループ化で得られた 647 研究領域すべてをマッピングした。そこに内容分析を行った 121 注目研究領域を示すことで、科学研究全体における注目研究領域の位置づけがより明確になることを目指した。図表 2 の黄丸が注目研究領域、白丸が準注目研究領域の中心位置を示す。647 研究領域をすべてサイエンスマップ上に表示すると煩雑になるので、報告書中では、図表 3 に示したように 121 注目研究領域の位置のみをマップ上に示した。マップ中のグラデーションはコアペーパーの密度に対応している。コアペーパーが集中している部分は暖色、コアペーパーの密度が小さくなるにつれ色が次第に寒色に近づく。

相関マップからは 121 の注目研究領域が幾つかのグループ(研究領域群)に分かれ、これらのグループが互いに関係しあっていることが分かる。相関マップの右下の研究領域は、素粒子・宇宙論に関するものである。その上には、物性研究の研究領域群が広がっている。相関マップの中央には、大きく分けて 2 つの研究領域群が存在する。中央右側はナノサイエンスの研究領域群であり、中央左側には化学に関係した研究領域群が広がっている。化学の左下には、環境に関連した研究領域群が存在する。これらは、化学の研究領域のように一箇所に集中するのではなく、空間的に広がりを持って存在している。

相関マップの左上部分には生命科学にかかわる研究領域群が集まっている。一番下の化学に近い部分に存在するのが植物科学研究である。その上にポストゲノム研究が広がり、感染症・免疫研究、がん研究、肥満研究、再生医学研究、脳・神経研究へと繋がっていく。一番上の部分に広がっているのは、心臓・血管疾患にかかわる研究領域群である。ポストゲノム研究が、研究対象が植物である植物科学研究と動物であるがん研究、肥満研究などのブリッジとなっている。

(3) 研究領域相関マップにおいてコアペーパー密度が高い部分の意味

図表 2 に示した研究領域相関マップは、大地にコアペーパーが堆積し形成された科学の山々を、上空から捉えた鳥瞰図と例えることができる。研究領域相関マップ上で、赤色のグラデーションで示された部分はコアペーパー密度が高い部分である。注目を浴びる論文(高被引用度論文)が多数出版され、加えてそれらが頻繁に共引用される研究領域や研究領域群においてコアペーパーの密度が高くなる。これはマップ上で密度が高い部分全てに共通の特徴である。

素粒子・宇宙論の研究領域群が、他の研究領域から離れたところに集中しているのは、コアペーパーが限られた分野のサイティングペーパーから引用されている為と考えられる。素粒子・宇宙論では、統一場理論の構築や宇宙の起源の理解といった究極の目標が定まっており、その目標に向かって実験と理論研究が密接に絡み研究が行われている。従って、特定の論文や研究領域間で共引用が行われる傾向があり、結果として研究領域群がマップ上では比較的狭く分布すると考えられる。素粒子・宇宙論以外の研究領域との共引用は限られているので、時系列を見ても素粒子・宇宙論の山は位置をほとんど変えず、常にコアペーパーが集中した状態が続くと考えられる。

生命科学系の研究領域群では状況が異なる。生命科学系では研究対象が多様(植物、動物、菌類など)であり、またアプローチ方法も多様(分子レベル、細胞レベル、器官レベル、個体レベル)である。従って、多種多様なテーマ設定が可能であり、かつそれらが複雑に絡み合うことで、自然の理解が進む。

この為、科学の進展と共に、これまでは別々に発展してきた研究領域間に繋がりができ、研究領域が移動したり、新たな研究領域が現れたりする可能性もある。従って、コアペーパーが集中している場所が素粒子・宇宙論のように一箇所に固定される必要がない。

また、生命科学系の論文では、被引用行動が始まるのが論文出版後、他分野に比べ早い。つまり、研究領域形成プロセスの新陳代謝が激しく、サイエンスマップのようにある時点のスナップショットを撮った場合、様々なフェーズの研究領域が見られることが予想される。実際、647 研究領域を全てプロットした研究領域相関マップを見ると、生命科学系の部分には多くの研究領域が存在しており、研究テーマのバラ

エティの多さが伺える。

このように、研究領域関連マップ上、生命科学と素粒子・宇宙論ではコアペーパー密度が高いため赤く表示された領域が見られるが、それぞれの山の持つ意味が異なる。

【研究領域関連マップの可視化方法について】

通常、マッピングからは研究領域の中心位置のみが得られる。従って、マップ上で研究領域の広がりをもどのような方法で表現するかについては自由度が残る。個別研究領域マップにおいては研究領域の広がりを円の半径を用いて表現している。

今回、研究領域関連マップでは研究領域の広がりをガウス関数で表現する事とした。これは 2 つの要因による。1 つめの要因は本文にも述べているようにマップと地形地図とのアナロジーを出すというデザイン上の決定である。2 つめの要因は円による表現の技術的な問題である。研究領域に含まれるコアペーパー数が最大/最小の比が 10^2 のオーダーとなる為、円の大小でマップを表現する事は困難となる。

具体的には、研究領域のコアペーパーがマッピングプログラムで求められた位置を中心にガウス関数状に分布しているとした。サイエンスマップにおけるコアペーパー分布は、各研究領域に対して得られるガウス関数の重ね合わせ $\rho(x, y)$ (サイエンスマップ 2008 においては 647 研究領域) で表現される。 $\rho(x, y)$ を全平面について積分した値が全コアペーパー数となる。

実際の可視化の際には、コアペーパーの分布を、コンピュータを用いて 2 次元平面に表現するために、サイエンスマップを面積 $dx \times dy$ の微小面積に分割した。次に、微小面積内に含まれるコアペーパー数をカウントし、コアペーパーの密度(コアペーパー数/ $dx \times dy$)で $\rho(x, y)$ を近似した。研究領域関連マップでは各微小面積をコアペーパー密度に対応する色で色づけしている。

3-2 サイエンスマップから垣間見える科学研究のダイナミクス

(1) サイエンスマップの時系列変化

研究領域相関マップを2002年から2008まで時系列に描いたものが図表6である。時系列のサイエンスマップを比較すると、研究領域群の形成する山の高さや位置が変化をしていることが分かる。これをある程度定量化するために、マップのマス目を用いて、マス目の範囲にある論文数を集計することで、変化の把握を試みた(図表4)。調査手法のところで記述しているように、時系列のマップの位置を比較することが可能である。

図表4 サイエンスマップ時系列変化の定量化

マップのマス目	主に位置する研究領域群	サイエンス マップ2002	サイエンス マップ2004	サイエンス マップ2006	サイエンス マップ2008
全研究領域のコアペーパー数		15410	15531	15165	15826
A1-J11	マップ範囲に入っているコアペーパー数	14655	14821	14452	14986
		95.1%	95.4%	95.3%	94.7%
A1-F3, A4-E4, A5-D5	生命科学系	7614	7281	6831	6875
		49.4%	46.9%	45.0%	43.4%
F5-G6	ナノサイエンス・化学	1979	2287	2353	2207
		12.8%	14.7%	15.5%	13.9%
E4-I7	ナノサイエンス・化学周辺	3481	3668	3899	4129
		22.6%	23.6%	25.7%	26.1%
G6-I7	物性研究	1739	1342	1425	1619
		11.3%	8.6%	9.4%	10.2%
G8-I9	物性研究と素粒子・宇宙論	150	344	682	906
		1.0%	2.2%	4.5%	5.7%
G10-I11	素粒子・宇宙論	1376	1436	1212	1200
		8.9%	9.2%	8.0%	7.6%
A6-D9	環境	1185	1172	1006	1048
		7.7%	7.5%	6.6%	6.6%

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

サイエンスマップ2002から2008において、コアペーパー数及びマップ上に描かれているコアペーパーの総数自体はほぼ変化していない。そのような中、A1-F3とA4-E4とA5-D5からなる27マスは、主に生命科学系の研究領域の多くが位置するエリアであるが、この中にある論文が全体に占める割合を算出したところ、サイエンスマップ2002当時は49.4%であったが2008では43.4%と全体に占める割合が減少していることが分かる。

次に、F5からG6の4マスに注目していただこう。ここはサイエンスマップ2008ではナノサイエンスや化学の研究領域群が位置するエリアである。時系列のマップを比較すると、サイエンスマップ2002-2006にかけてナノサイエンスと近い距離にあった化学の研究領域群が少し離れた位置(E-6)に移動し、ナノサイエンスの研究領域群自体も広がりを増しており、非常に変化の著しいエリアである。しかし、量的な観点からは、サイエンスマップ2002から2006の間で割合が増加したものの、サイエンス2008では減少している。これは、化学の研究領域群が移動した影響である。

さらに、ナノサイエンスを中心にやや広めに集計を行ったのが、E4 から I7 の 20 マスである。このエリアには、ナノサイエンスを中心として距離の近い(即ち、共引用度が高い)化学や物性研究、生命科学研究を一部含む。サイエンスマップ 2002 から着実にコアペーパーを増加させていることが分かり、ナノサイエンスにおける研究内容の質的な変化に伴い、その周辺領域の研究が刺激を受け、研究量の増加を生み出した可能性がある。

また、物性研究と素粒子・宇宙論との関係も変化していることがマップから見えるので、マス目を区切って論文数を集計した。G8 から I9 の 6 マスは、物性研究と素粒子・宇宙論との間に位置するエリアであるが、サイエンスマップ 2002 以降論文数が着実に増加していることが分かる。一方で、素粒子・宇宙論の G10 から I11 は論文数が減っているものの、物性研究と素粒子・宇宙論の研究領域が点在する G6 から I11 の 18 マスの総量としては、増加基調である。

次に、サイエンスマップの全研究領域を構成するコアペーパーの 22 分野構成割合の変化を調べた(図表 5)。上記の方法はマップ上の位置からどのエリアで論文量が増加したかを分析しているのに対し、ここではどの分野に軸足を置くコアペーパーが多いかを知ることができる。生命科学系と生命科学系以外のコアペーパー数およびその割合をみると、サイエンスマップ 2002 では生命科学系の占める割合の方が高いが、サイエンスマップ 2004 以降生命科学系以外の占める割合の方が高くなり、その傾向は強まりつつある。

図表 5 サイエンスマップの全研究領域を構成するコアペーパーの 22 分野構成割合

	サイエンスマップ 2002全研究領域	サイエンスマップ 2004全研究領域	サイエンスマップ 2006全研究領域	サイエンスマップ 2008全研究領域
農業科学	111	131	56	106
生物学・生化学	992	963	763	713
化学	2245	2353	2286	2376
臨床医学	3402	3471	3351	3458
計算機科学	122	157	335	350
経済・経営学	152	166	109	125
工学	735	729	730	971
環境/生態学	293	322	309	364
地球科学	392	395	381	503
免疫学	310	287	254	259
材料科学	494	545	606	597
数学	139	155	142	218
微生物学	291	247	319	289
分子生物学・遺伝学	663	563	494	555
複合領域	69	63	36	27
神経科学・行動学	633	457	432	444
薬学・毒性学	175	134	134	103
物理学	2395	2644	2692	2742
植物・動物学	1008	923	979	849
精神医学/心理学	150	195	234	233
社会科学・一般	323	304	193	177
宇宙科学	316	327	330	367
総計	15410	15531	15165	15826
生命科学系のコアペーパー数	7735	7371	7016	7009
生命科学系以外のコアペーパー数	7675	8160	8149	8817
生命科学系の占める割合	50.2%	47.5%	46.3%	44.3%
生命科学系以外の占める割合	49.8%	52.5%	53.7%	55.7%

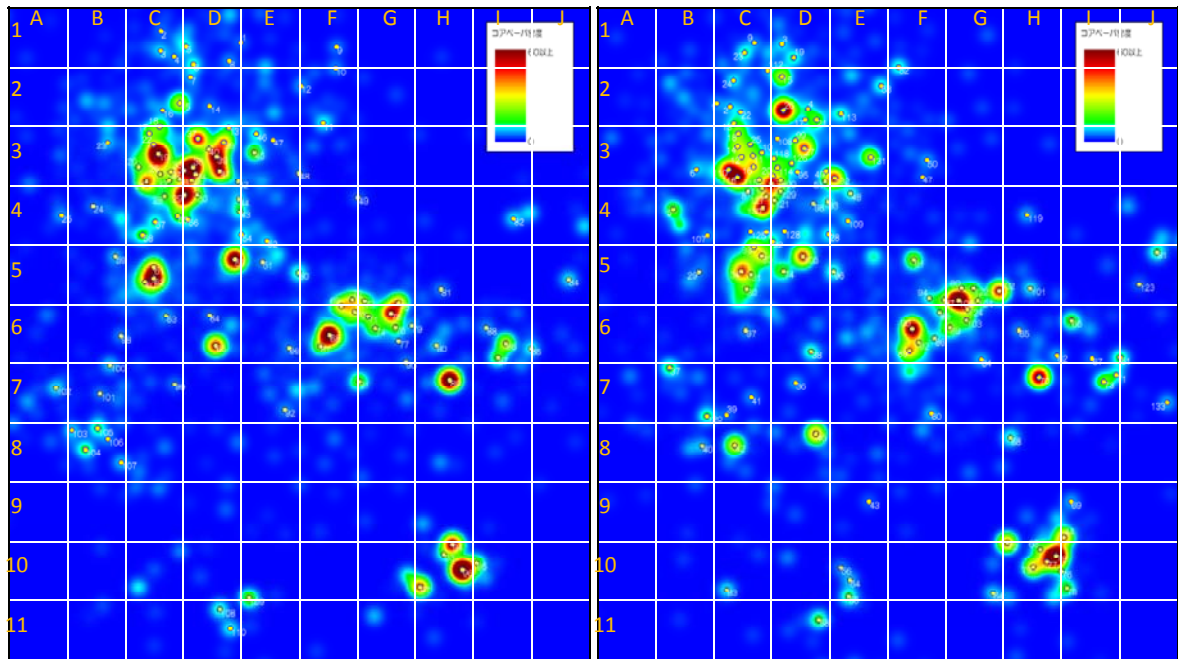
(注)図表中、色付けのある分野を生命科学系としている。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 6 サイエンスマップ 2002-2008

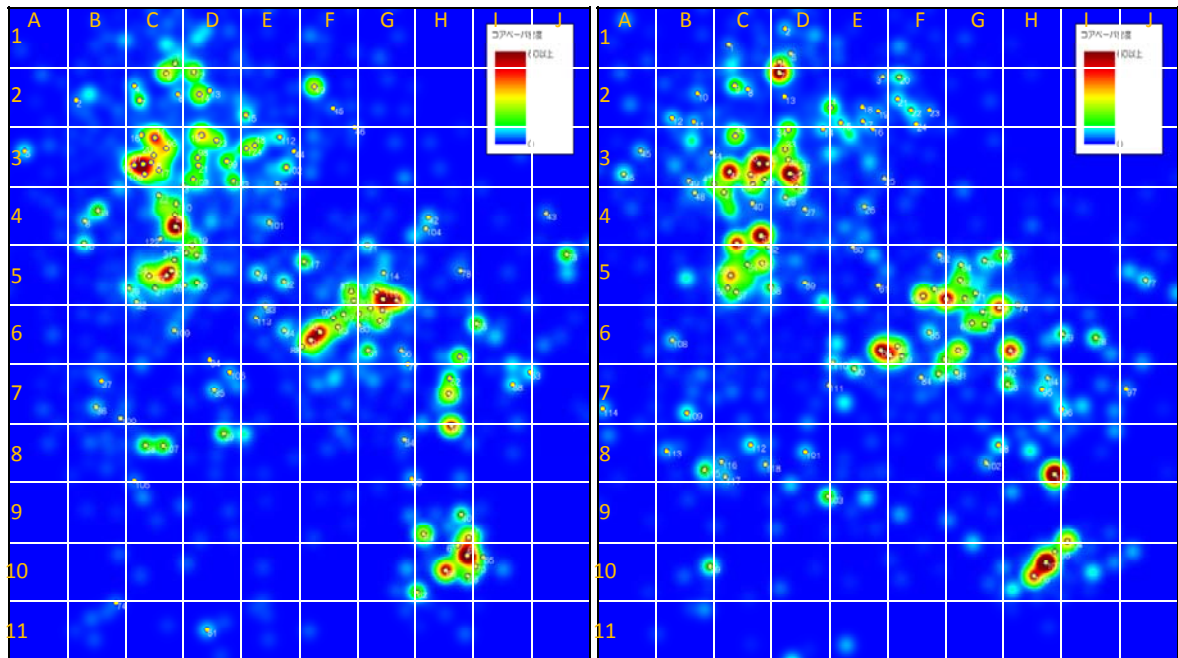
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008

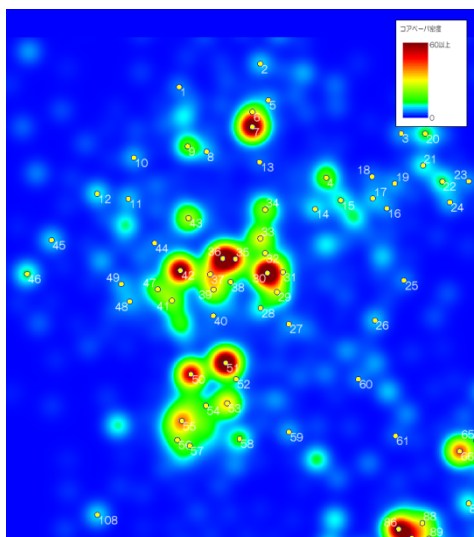


(注)黄色の丸が注目研究領域の中心位置を示し、丸の横に書かれた数字は注目研究領域の ID を示す。
 データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) 生命科学系

生命科学系の研究領域群は、論文数としてはサイエンスマップ全体に占める割合は減少傾向にある(図表 4)が、研究領域は活発な変化を示している。サイエンスマップ 2008、内容分析担当の専門家へのアンケート調査、インタラクティブマップの結果を交え、変化のあった点について紹介する。

図表 7 サイエンスマップ 2008 (生命科学系拡大図および研究領域リスト:A1-F5)



ID	研究領域名	ID	研究領域名	ID	研究領域名
1	重症患者管理(特に急性呼吸促進症候群)	21	情動とその病態の分子神経科学	41	自然免疫によるインターフェロン産生
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	22	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究	42	T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	23	意思決定の脳神経メカニズム	43	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御
4	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能	24	情動・共感と真似・文脈の神経機構	44	NK細胞受容体とそのリガンドによる活性制御
5	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	45	ヒトバビロウマウイルスワクチンの開発
6	冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)	26	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義	46	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法
7	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	27	HIF・HIF α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節	47	C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法
8	COX阻害剤の副作用の研究	28	アポトーシス(細胞死)の分子機構	48	HIV感染の制御
9	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	29	健康と病態におけるオートファジーの役割	49	抗HIV薬に関する研究
10	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	30	再生医学と幹細胞研究	50	ネットワーク科学
11	気管支喘息の病態と治療	31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン
12	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性	52	レドックス制御
13	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用	33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究	53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析
14	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	54	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割
15	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発	35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	55	植物の感染防御機構
16	パーキンソン病に対する臨床研究	36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン
17	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	37	多発性骨髄腫/新規薬剤治療	57	植物の発生遺伝学/糖代謝
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	38	HDAC阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究	58	微生物生態系
19	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	39	チロシンキナーゼの活性化と薬剤耐性	59	システムバイオロジー/合成生物学
20	統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究	40	NF- κ B活性化におけるユビキチン修飾系の役割	60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能
				61	タンパク質の動的挙動解析

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

<再生医学研究の新展開>

まず、サイエンスマップ 2008 の生命科学系での大きな変化として、京都大学山中氏らによる iPS 細胞の樹立を含む、「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」という非常に大きな研究領域が D3 の位置に見られる点である。この研究領域は、サイエンスマップ 2006 の「細胞外環境による組織幹細胞の制御ならびにがん幹細胞の特性に関する研究(2006, ID21)」、「傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用(2006, ID23)」、「胚性幹細胞/神経誘導(2006, ID99)」の研究領域が融合し形成されている。胚性幹細胞の研究は、生命倫理的観点等からその研究の推進には議論があったため限られた研究機関で研究が進むと思われていたが、山中氏らの報告により状況が変わった。どこの研究機関でも参戦することが出来るようになり、競争が激化していくと予想されていたが、その通り多くの研究者の集う研究領域となりサイエンスマップ上でひと際大きな山を形成するようになった。

専門家のアンケート調査では、この研究領域群は「社会アジェンダとのつながりがあり、増加してきている領域」であり、今後の発展のためには、「出口を見据えた研究の実施」が 1 番有効であると評価されている。山中氏らの報告に対し、治療を待つ人々が夢や期待を持っているのに対し、研究者側もそこを目的とし進めていくことを念頭に置いており、相互の意見が一致している。また、「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」が挙げられている。iPS 細胞を用いた再生医学を進めるには、さまざまな臓器や病態に適応させる必要があり、そのケースにより関与する遺伝子やタンパク質等の膨大な量のデータをより効率的に収集する必要性を感じていると考えられる。さらに、専門家が今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群として、心臓・血管疾患研究、脳・神経研究、がん研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究を挙げている。現在のポストゲノム研究いわゆるゲノム解読後の生命科学系では、より情報の収集の効率化、高速化が求められ、その中から有効な情報をマイニングする技量も必要となってきた。このような技量をベースに、出口の方向として幅広い研究領域群との関係性強化を考えていることが分かる。

<脳・神経研究の進展>

脳・神経研究はサイエンスマップ 2008 では、上記の再生医学研究の新展開の影響もあり位置が変化した。サイエンスマップ 2006 までは生命科学系の中でがん研究のとなりで臨床医学系の研究領域群として固まっていたが、2008 では右上に広がりを持って位置する研究領域群となっている。このことから脳・神経研究は、再生医学研究と密接な関係を持っていると考えられる。実際、専門家が 2002 年以前においても脳・神経研究は存在しており研究量が増加しながら継続していると評価し、今後の発展上関係性を強めるべき領域群として再生医学研究を選択していることとも一致する。

マップ上左側から、「アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発(2008, ID15)」や「成体海馬ニューロン新生(2008, ID17)」のような神経生理学的研究、「脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害(2008, ID19)」や「統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究(2008, ID20)」や「情動とその病態の分子神経科学(2008, ID21)」のような精神医学研究、さらに「情動・共感と真似・文脈の神経機構(2008, ID24)」や「興奮性シナプス可塑性の分子機構(2008, ID25)」のように神経生理学的研究と認知科学の側面を持つ研究が位置している。このような 3 つのアプローチの異なる研究が並んでいる特徴がある。

この研究領域群には、学際的・分野融合的研究領域が多く含まれている。「意志決定の脳神経メカニズム(2008, ID23)」は、従来の認知心理学、神経生理学、行動経済学、情報工学や人工知能などで別々に扱われてきた脳の意志決定メカニズムに関する研究の融合領域で、この分野で蓄積された実験手法や理論が有機的に組み合わせられて、近年目覚ましく発展している。この注目研究領域には、経済学の

一部であったヒトの行動選択の数理モデルを用いた衝動性行動や依存性行動など非合理的な行動の神経メカニズムを説明しようとする試みが含まれている。これとリンクして、現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待される研究領域として、経済・経営学の研究領域の担当者(ID119)からは、F2 付近に「ニューロ・エコノミクス」が台頭するであろうとの回答があった。文理融合領域として現状以上に明確な研究領域が確立されると考えられる。

専門家は、この研究領域群の有効な研究推進手段として「出口を見据えた研究の実施」を考えている。ストレスの多くなっている社会の中で精神疾患患者の増加への対応や Quality of Life を向上させるといった問題等がクローズアップされていることと連動していると考えられる。また、「これまでの限界を超える革新的計測測定技術」を有効な研究推進手段として挙げている。サイエンスマップ 2008 の「脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究(2008, ID22)」に見られるように、1980 年代後半から非侵襲的脳機能画像法によるヒトの心理機能と脳領域の関係に関する研究が進み、現在ではヒトに特有な高次脳機能へアプローチできるようになっている。このようなアプローチを可能とさせるのは、計測測定技術の発展であるため、本研究領域では有効な研究推進手段と評価されていると考えられる。

現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待される研究領域として、専門家は E2 に「オプトジェネティクスによる脳機能の解明」といった光学と遺伝学の融合研究を記述した。これに加えて、D4 という脳・神経研究の位置とは異なるポストゲノム研究の場所に、「脳ゲノム多様性」、「精神疾患のゲノム解析」が挙げられ、ゲノムからのアプローチとの融合研究も挙げられている。このように、サイエンスマップ 2008 に引き続き、この研究領域群は革新的計測測定技術の探求、異なる分野の知識やアプローチを用いて研究が進んでいくと示唆される。

<植物科学研究の現状と今後>

研究対象が主に植物や菌類である植物科学研究を見てみよう。サイエンスマップ 2008 では 4 研究領域が抽出されており、前回のサイエンスマップ 2006 では 8 領域であったのに対し減っている。また注目研究領域の過去からの軌跡を分析すると、「植物の感染防御機構(2008, ID55)」は、サイエンスマップ 2002 から毎回注目研究領域として抽出されており、またマップ上の位置が全く変化しない珍しい研究領域であることが分かる。それぞれの注目研究領域内での研究内容の変化は確認されるが、植物科学研究全体としての動きは、生命科学系の他の研究領域群と比べて小さいと考えられる。このような状況下、植物科学研究では、英国、ドイツが高い論文シェアを示していることに加え、サイエンスマップ 2006 に引き続きサイエンスマップ 2008 においてもシェア自体は低い中国論文シェアの増加が確認されている(第 II 部「6. サイエンスマップ上に示す主要国の論文シェアの時系列変化」参照)。今後の動向を注視する必要がある。

専門家は「出口を見据えた研究の実施」を有効な研究推進手段と考えており、また今後発展する上で関係性を強めるべき領域群としてポストゲノム研究と環境を挙げている。マップ上でも確認されるように現時点でもポストゲノム研究との関係性は強く、その関係を維持しつつ、応用(出口)として環境研究を主眼にしていることが示唆される。

<生命科学系研究の中のポストゲノム研究の位置づけ>

サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 の生命科学系全体を見てみると、サイエンスマップ 2006 では、上から下まで背骨のように研究領域が連なった配置へと変化していることが確認できた。これは、ポストゲノム研究が、研究対象が主に植物や菌類である植物科学研究と、研究対象が動物や菌類である心臓・血管疾患研究、脳・神経研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究とを結ぶ位置にあるからであ

る。具体的には、サイエンスマップ 2004 では、「エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究(2004, ID130)」と「植物生命制御および維持機構の解析(2004, ID33)」は、独立の注目研究領域として抽出されていたが、サイエンスマップ 2006 ではこれらの注目研究領域が融合し「生命現象の複階層的な調節機構(2006, ID111)」を形成し、これが研究領域群間をブリッジする様を見ることができた。今回サイエンスマップ 2008 では、動物と植物・菌類の研究が2つに分かれたような変化が見られ、あたかもブリッジが無くなっているように捉えられるが、研究領域間のネットワークを調べると「遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(2008, ID51)」が強力なハブとしての機能を持っていることが示されている。したがって、ID51 を含むポストゲノム研究は動物と植物・菌類の研究とを結びつけ、引き続き生命の理解を進めるにあたり中心的な研究領域群であると言える。

また、「ネットワーク科学(2008, ID50)」がポストゲノム研究と近接し現れていることは興味深い。2000 年前後からネットワークで表せる事象に共通して見られる特徴が明らかにされつつあり、その特徴を利用することでさまざまなネットワークを解析し、その知見を実世界に応用する研究が急速に進んでいる。ポストゲノム研究により蓄積されたタンパク質、分子、薬物などのそれぞれ単体の大量の情報をベースに、それらの相互作用ネットワークを考慮した研究へと進展しているため、マップ上でこの位置に出現していると見られる。ID50 はネットワークという観点から研究領域をなしている学際的・分野融合的領域であり、生命科学、工学、医学など幅広い分野に展開されており、ポストゲノム研究のステージを変化させるであろう。

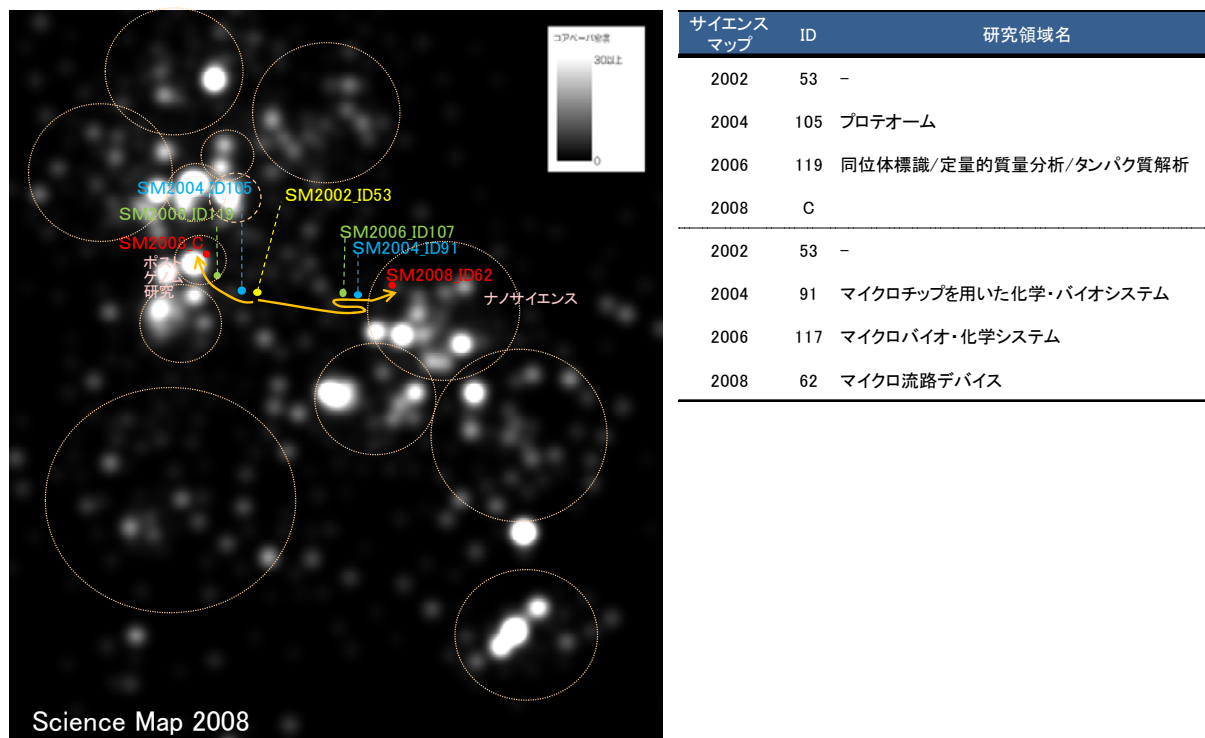
生命科学系の研究者らは、今後発展する上で関係性を強めるべき研究領域群としてポストゲノム研究を挙げるケースが 1 番多い。一方で、ポストゲノム研究に関与している研究者らは、「異なる分野の知識の積極的な活用」を研究推進の手段として有効と判断しており、関係性を強める相手として、ナノサイエンスや環境を挙げている。したがって、ポストゲノム研究は生命科学系のハブとしての役割を持ちつつ、他の研究領域群との橋渡し役としての役割も今後担っていくことが予想される。

<生命科学系とナノサイエンスとの関係>

生命科学系とナノサイエンスとの間は、サイエンスマップ 2008 では「HIF・HIF α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節(2008, ID27)」、「G タンパク質共役受容体の構造と機能(2008, ID60)」のように研究領域が点在するエリアである。研究領域の配置が密ではないが、生命科学系とナノサイエンスとの連携をもたらす重要な役割を担う研究領域が存在する場所と考えられる。

サイエンスマップ 2002 のID53 は生命科学とナノサイエンスの中間地点に位置していた後、生命科学方面とナノサイエンス方面へ分離し、研究領域を継続発展させてきている。図表 8 に研究領域の軌跡を示す。生命科学方面への軌跡に注目すると、「プロテオーム(2004, ID105)」、「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006, ID119)」、サイエンスマップ 2008 では注目研究領域ではないものの研究領域として引き続き抽出されており、ポストゲノム研究の中心である「遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(2008, ID51)」付近に位置している。一方、ナノサイエンス方面へは、「マイクロチップを用いた化学・バイオシステム(2004, ID91)」、「マイクロバイオ・化学システム(2006, ID117)」、「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」へと継続しナノサイエンスの位置に現在ある。もともと生命科学研究の領域で、超微量の試料をもとに、網羅的に迅速かつ高感度な分析でDNAやタンパク質の解析を行うことが主流となりつつある際に、これを実現するシステムとしてマイクロチップシステムが数多く開発された。このシステムを用いて生命の理解を進める研究の流れと、このマイクロ流路デバイスを用いた液滴の物理操作および化学反応制御、高機能エマルションや機能性微粒子の生産に関する研究、単一細胞分析等のバイオ分析への応用手法開発の流れに分かれ、結果として生命科学系とナノサイエンス両方の研究を加速させることとなったと言えよう。

図表 8 生命科学系とナノサイエンスの中間に位置したサイエンスマップ 2002 ID53 の軌跡



(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。

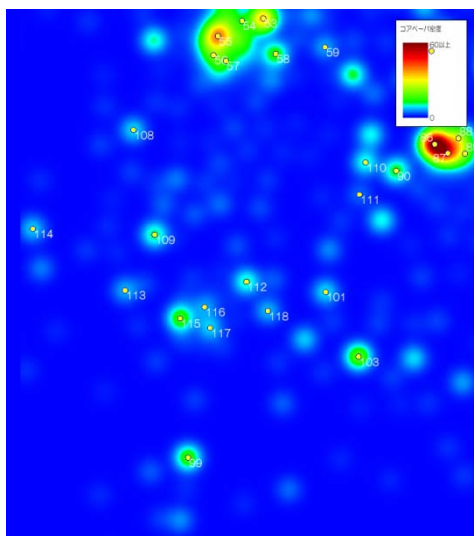
専門家による現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待される研究領域の回答では、ナノサイエンスの研究領域付近の E4 には「ナノファイバーの再生医療への応用」、F5 には「生体高分子の医療応用」のように、応用(出口)として生命科学系を設定した研究領域が台頭してくるだろうと予想されている。また、生命科学系(感染症・免疫研究)の担当者(ID12, ID45)がナノサイエンス付近(G4)に「DNA、がん細胞の可視化技術の開発」や「化学プローブによる生命現象の可視化」が現れるだろうと予想しており、生命科学系からナノサイエンスへの期待感が伺える。さらに、F5 には「生物に学びそれを超える環境にやさしいプロセスからの材料開発」、F6 には「植物由来資源を用いた機能性材料の開発」、I4 には「生体模倣ナノマシン」が出現すると指摘されており、生命科学系の知見をナノサイエンス側で活かすような方向性が見られる。したがって、生命科学系とナノサイエンスの双方方向での関係性強化が今後期待される。

(3) 環境

サイエンスマップ上で環境の研究領域群は、他の研究領域群のようにしっかりとした研究領域間のつながりはみられず、点在しているのが特徴である。この特徴は時系列の中で変化していない。

研究領域自体は、サイエンスマップ 2002 から継続的に注目研究領域となっている研究を含んでいる。また継続している研究領域についても、内容が全く変わっていないわけではなく、サイエンスマップ 2008 の「臭素系難燃剤の環境化学(2008, ID110)」のように、化学から環境へ移動し、また化学方向へ移動しているものや、「医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術(2008, ID111)」のように、生命科学系に近い環境の位置から環境の中心方向へ移動してきている研究領域など、他の分野との関係性に依存し位置を変化させていることが分かる。

図表 9 サイエンスマップ 2008（環境拡大図および研究領域リスト:A6-F9）



ID	研究領域名	ID	研究領域名
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池	112	有機エアロゾル
101	初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究	113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究
103	先カンブリア時代の地球	115	大気組成・微量成分
108	ホモ・サピエンスの出現過程	116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション
109	温暖化影響/生物・生態系	117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環
110	臭素系難燃剤の環境化学	118	過去の地球環境変動の復元
111	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術		

データ： Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

今回サイエンスマップ 2008 では、環境の研究領域群ではない部分にも、環境の視点から注目が高まっている燃料電池に関する注目研究領域が 4 つ現れている。「固体高分子形燃料電池 (ID76)」、「微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池 (ID90)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物 (ID91)」、「固体酸化化物形燃料電池 (SOFC) 関連新技術 (ID102)」である。燃料電池の注目研究領域は、環境技術としての応用という視点を強く持つが、そのベースとなる研究が化学やナノサイエンス、物性研究と幅広い研究領域群で行われているため、マップ上では環境の研究領域群ではないところに位置している。したがって、環境にかかわる研究の広がり図表 9 の範囲よりも広範囲と捉えることができる。

環境の研究領域群を今後発展させる手段としては、「これまでの限界を超える革新的な計測測定技術」と「国際協調によるデータの収集」であると専門家が示している。環境の研究では、世界的な観測網の整備やそこで得られるデータの収集・解析が必要となるからである。

また、環境の研究領域群は、他の研究領域群から今後更なる研究発展のために関係性を強めるべき相手として一番多くの票を得ている。環境—ポストゲノム研究—植物科学研究はトライアングル構造で相互の関係性を強めていくべきとされた。これに加えて、ナノサイエンス—化学—物性研究のトライアングル構造は、化学を通じて環境との関係性を強めるべきとされている。今後、環境を中心に 6 つの研究領域群が緊密な関係となり、知識の生産が行われていくことが予想される。

(4) 化学

サイエンスマップ 2008 では 2 つの注目研究領域が、化学の研究領域群において大きな山を形成している。一つは「触媒的不斉合成(2008, ID86)」、もう一つは「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」である。前者はサイエンスマップ 2004 から、後者はサイエンスマップ 2002 から継続しており、活発な研究が継続して行われていることが分かる。このうち「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」は、2001 年にノーベル化学賞を受賞した野依良治氏により先導されてきた研究領域である。遷移金属を触媒として用いる不斉合成であり、ごく少量の白金やイリジウムなどで大量の回収物があり、触媒活性が高いことが特徴である。

化学の研究領域群においては、上記の 2 つの研究領域を中心とし、その周辺に他の研究領域群とのかかわりを持ちながら注目研究領域が形成されているのが特徴である。ナノサイエンスや物性研究に近い位置にマッピングされている「金(ゴールド)のナノケミストリー(2008, ID81)」、「大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論(2008, ID82)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(2008, ID91)」は、サイエンスマップ 2008 で新たに注目研究領域となった。化学と環境の研究領域群の間にマッピングされている「微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池(2008, ID90)」についても、サイエンスマップ 2006~2008 の間に研究の規模を拡大し注目研究領域となった。

化学の注目研究領域の中でも「配位空間・配位格子の設計と機能(2008, ID83)」は、サイエンスマップ 2002~2008 の間に特徴的な動きを見せている。この注目研究領域を構成している 2 つの研究、多孔性配位子高分子の研究と分子性ナノ量子磁石の研究は、サイエンスマップ 2002~2006 では別々の研究領域として存在していた。サイエンスマップ 2002 では、前者はナノサイエンス、後者は物性研究の位置で観測されていた。その後、この 2 つの研究領域はサイエンスマップ 2004~2008 にかけて図表 11 に示すような軌跡でその位置を徐々に変化させ、サイエンスマップ 2008 では融合して一つの注目研究領域となった。

化学の研究領域に今後大きな前進をもたらす手段として、「異なる分野の知識の積極的な活用」が有効であると専門家は考えている。サイエンスマップ上でも化学の研究領域群が、ナノサイエンスなど他の研究領域群とのかかわりを持ちながら形成されていることが観測されており整合した結果となっている。また、「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」も化学の研究領域に大きな前進をもたらす手段として有効と専門家は考えている。一例として「触媒的不斉合成(2008, ID86)」の個別研究領域マップ(第 II 部参照)を見ると、多くのリサーチフロントが濃密な共引用関係で結びつけられており、触媒の探索のために多様な研究が実施されていることが分かる。ここから見ても分かるように、高性能の触媒や新たな機能を持つ物質を見出すため、膨大な量の物質探索が必要であると、専門家は考えていると思われる。また、化学では「国際協調によるデータの収集」の有効度について、最も低い評価が与えられた点も特徴である。化学の研究領域群では、論文の国際共著率が低いことも明らかになっており、これは化学の研究スタイルにかかわっていると思われる。

化学の専門家は、研究領域の更なる発展のために、ナノサイエンスや物性研究との関係性を強めるべきだと考えている。また、化学は多くの研究領域群から、これから関連性を強めるべき相手と考えられている。具体的には、がん研究、感染症・免疫研究、ナノサイエンス、物性研究、環境の専門家は、これから関連性を強めるべき相手として化学を挙げている。化学—ナノサイエンス—物性研究については、互いの専門家が関連性を強めるべきだと考えており(トライアングル構造)、相互の知識共有や知識交換が研究領域の発展のために重要と考えられている。

(5) ナノサイエンス

ナノサイエンスにおいて異分野の研究の融合が着実に進んでいる。サイエンスマップの時系列変化をみると、サイエンスマップ 2002 から 2008 にかけてナノサイエンスの研究領域群が、その範囲を増しつつあることが分かる。サイエンスマップ 2002 では、ナノサイエンスと化学の研究領域群はひとつに融合したような形で観測されていた。サイエンスマップ 2008 では、ナノサイエンスの研究領域は、化学の研究領域群とは少し離れ、以前と比べて広がりが増した形で観測されている。

ナノサイエンスを構成する注目研究領域は、マップ上の位置に依存して研究の内容が異なっている点の特徴である。生命科学系に近い部分にマッピングされている「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」、「ナノファイバーの創生と応用に関する研究(2008, ID64)」、「核酸によるナノ構造開発(2008, ID65)」、「金のナノロッドのバイオアプリケーション(2008, ID68)」については、ナノファイバーの再生医療への応用や DNA を用いたナノ構造の作製など、生命科学の要素を含んだ研究領域となっている。物性研究の近くで高い山を形成している注目研究領域「有機/有機-酸化化合物半導体 光・電子機能材料・素子(2008, ID75)」は、ナノ材料やそれを用いたデバイス開発についての研究領域である。また、化学に近い部分にはイオン液体を用いて特異な構造を有する材料合成を行う「イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料(2008, ID72)」などがマッピングされている。

上記に加えて、注目研究領域の内容分析をみると、有機 EL 素子、太陽電池、燃料電池などのキーワードが見られ環境にかかわりのある研究領域が存在している点も特徴である。環境技術の進展には、材料やデバイスの創出を通じたナノサイエンスの寄与も不可欠であることが、ここから分かる。

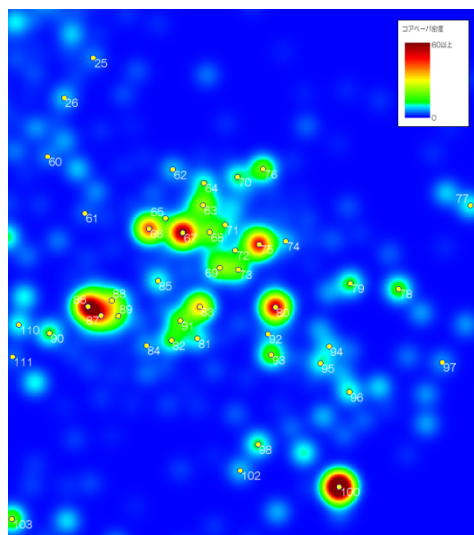
時系列による研究領域の軌跡をみると「リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械(2008, ID66)」は、生命科学寄りの位置から移動し、ナノサイエンスの注目研究領域となったことが分かる。研究領域の中で、特徴的な動きを見せているのが「半導体スピントロニクス材料・磁性半導体(2008, ID63)」である。この研究領域は、サイエンスマップ 2006 では物性研究にマッピングされていたが、サイエンスマップ 2008 では大きく移動しナノサイエンスに位置している。この研究領域は一部に半導体量子ドットの生命科学への応用についての論文を含んでおり、生命科学系の注目研究領域とも一定のつながりを持つ。半導体量子ドットを用いた研究の範囲が広まったことに伴い、サイエンスマップ上での位置づけが変化したと考えられる。研究領域の軌跡からも、ナノサイエンスが異分野融合の場として機能していることが分かる。

ナノサイエンスの研究領域の更なる発展に向けた手段として「出口を見据えた研究の実施」や「異なる分野の知識の積極的な活用」が有効とされた。「出口を見据えた研究の実施」については、生命科学系以外の研究領域群の中では最も有効度が高く評価されている。

ナノサイエンスが今後発展する上で、関係性を強めるべき研究領域群として、化学、物性研究、環境が挙げられている。インタラクティブマップへの回答を見ると、急激に注目を集めている研究領域や今後動きがあると期待される研究領域として、太陽電池、有機エレクトロニクス、ナノ熱変換機関、エネルギーデバイスなど環境を意識した研究領域が多く挙げられている。このことから、回答者はナノサイエンスの応用先として環境を強く意識していることが分かる。

化学と同じく、多くの分野の専門家がナノサイエンスとの関係性を強めるべきであると考えている。具体的には、がん研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究、化学、物性研究の専門家は、これから関連性を強めるべき相手としてナノサイエンスを挙げている。

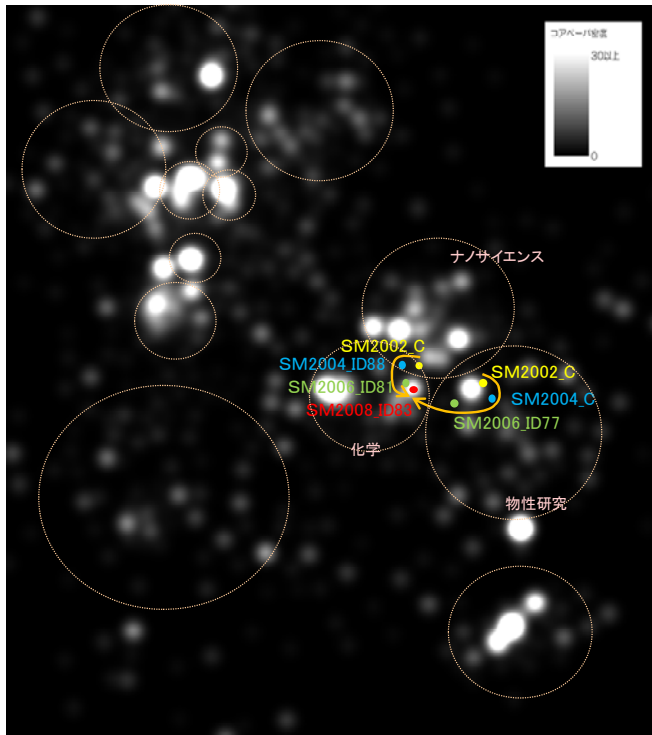
図表 10 サイエンスマップ 2008 (化学/ナノサイエンス/物性研究拡大図および研究領域リスト)



ID	研究領域名	ID	研究領域名
62	マイクロ流路デバイス	81	金(ゴールド)のナノケミストリー
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論
64	ナノファイバーの創製と応用に関する研究	83	配位空間・配位格子の設計と機能
65	核酸によるナノ構造開発	84	水素結合の研究
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	85	アニオンセンサー
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	86	触媒的不斉合成
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	87	遷移金属触媒による分子変換反応
69	高効率有機電界発光(EL)素子	88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用
70	超撥水表面	89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答
73	イオン液体	93	メタマテリアル
74	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発	94	量子情報・通信、光ナノサイエンス
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	95	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン
76	固体高分子形燃料電池	96	原子系・光子を用いた量子情報科学
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	97	高温超伝導体の新奇電子秩序
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	98	超高速高強度光科学
79	金属スピントロニクス	102	固体酸化物形燃料電池(SOFC)関連新技術
80	分子性物質の物理と化学		

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

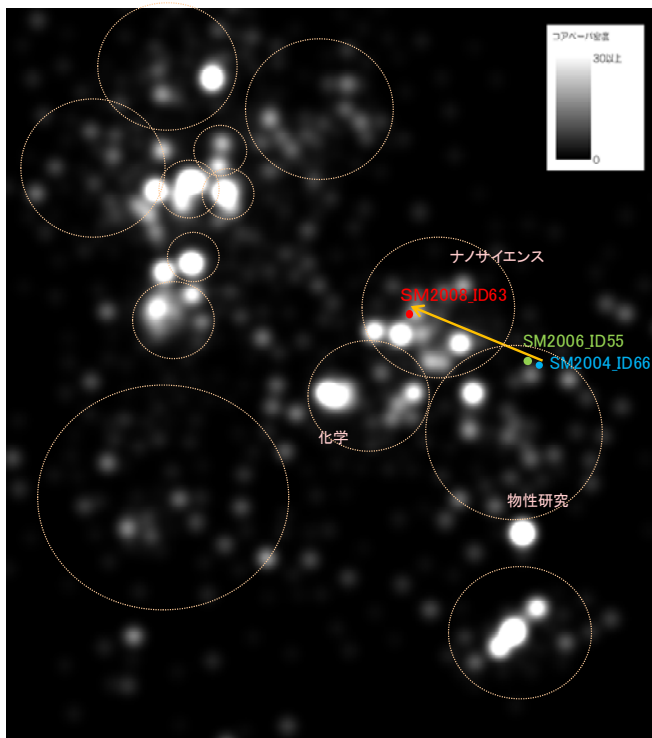
図表 11 サイエンスマップ 2008 の注目研究領域 ID83 の軌跡



サイエンスマップ	ID	研究領域名
2002	C	-
2004	88	金属-有機ハイブリッド多孔性材料
2006	81	多孔性配位高分子
2008	83	配位空間・配位格子の設計と機能
2002	C	-
2004	C	-
2006	77	分子性ナノ量子磁石
2008	83	配位空間・配位格子の設計と機能

(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 12 サイエンスマップ 2008 の注目研究領域 ID63 の軌跡



サイエンスマップ	ID	研究領域名
2004	66	スピントロニクス
2006	55	強磁性半導体スピントロニクス
2008	63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体

(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

<化学とナノサイエンスとの関係>

ここでは化学とナノサイエンスとの関係を調べるために、サイエンスマップ 2002 から 2008 にかけて化学とナノサイエンスの研究領域群の位置関係や、それぞれの研究領域群の広がりがどのように変化したかを分析する。

具体的には図表 13(a)に示したように、化学とナノサイエンスの研究領域を含むサイエンスマップの特定部分に注目し分析を行った。化学とナノサイエンスの境界を厳密に決めることは困難である。ここでは、ACC'A'で囲まれる部分が主に化学、CBB'C'で囲まれる部分が主にナノサイエンスの研究領域から構成されていると考える。図表 13(a)はサイエンスマップ 2008 の例であるが、サイエンスマップ 2002~2006 についても、同様にABB'A'で囲まれる部分を定義した。サイエンスマップ 2002 から 2008 にかけての論文量の変化を図表 13(b)に示した。化学、ナノサイエンスのいずれも論文量を増やしている。化学とナノサイエンスを比べるとナノサイエンスの方が、論文量の増加が大きいことが分かる。

次に研究領域群の位置関係や、それぞれの研究領域群の広がり注目する。図表 13(c)は図表 13(a)で、ABB'A'で囲まれた部分を白の矢印方向からみた図である。これは、化学とナノサイエンスの論文が形成する山々を横から眺めた図と考えることができる。

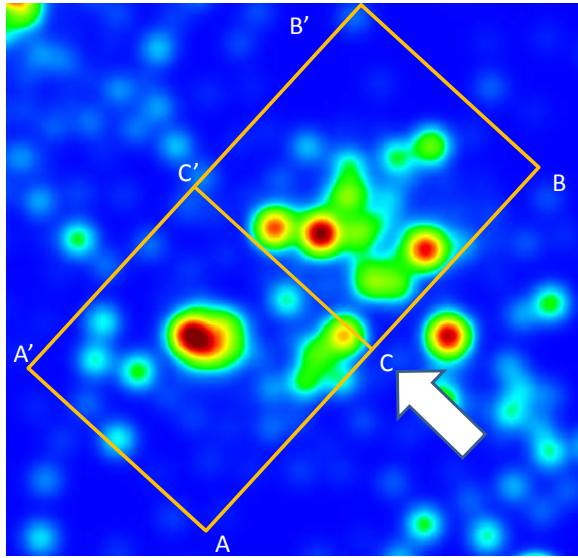
化学の研究領域群は、「触媒的不斉合成(2008, ID86)」と「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」を中心として発展している。サイエンスマップ 2002 から 2008 の変化をみると、これらの研究領域はサイエンスマップ 2002 ではCに近い位置にあったが、徐々に位置をAの方に移動していることが分かる。この間、山の高さ、広がりとも大きな変化は見せていない。

ナノサイエンスについては、サイエンスマップ 2004 の「ナノ構造体の作製および分子・デバイスへの応用に関する研究(2004, ID106)」をピークとし、山の高さは徐々に小さくなっている。一方で、研究領域の広がりを見ると徐々に裾野が広がっている。図表 13(b)で見たように論文量は増加している一方、個々の研究領域が形成する山のピークは小さくなっていることから、研究領域の広がり確認できる。

ナノサイエンスの研究領域が生命科学系や環境の要素を含むようになってきていることが、研究領域の内容からも示されている。ナノサイエンスにおいて異分野の研究の融合が進みつつある結果として、サイエンスマップ上でナノサイエンスが占める面積が増加していると考えられる。

図表 13 サイエンスマップ上でのナノサイエンスの広がりの変化

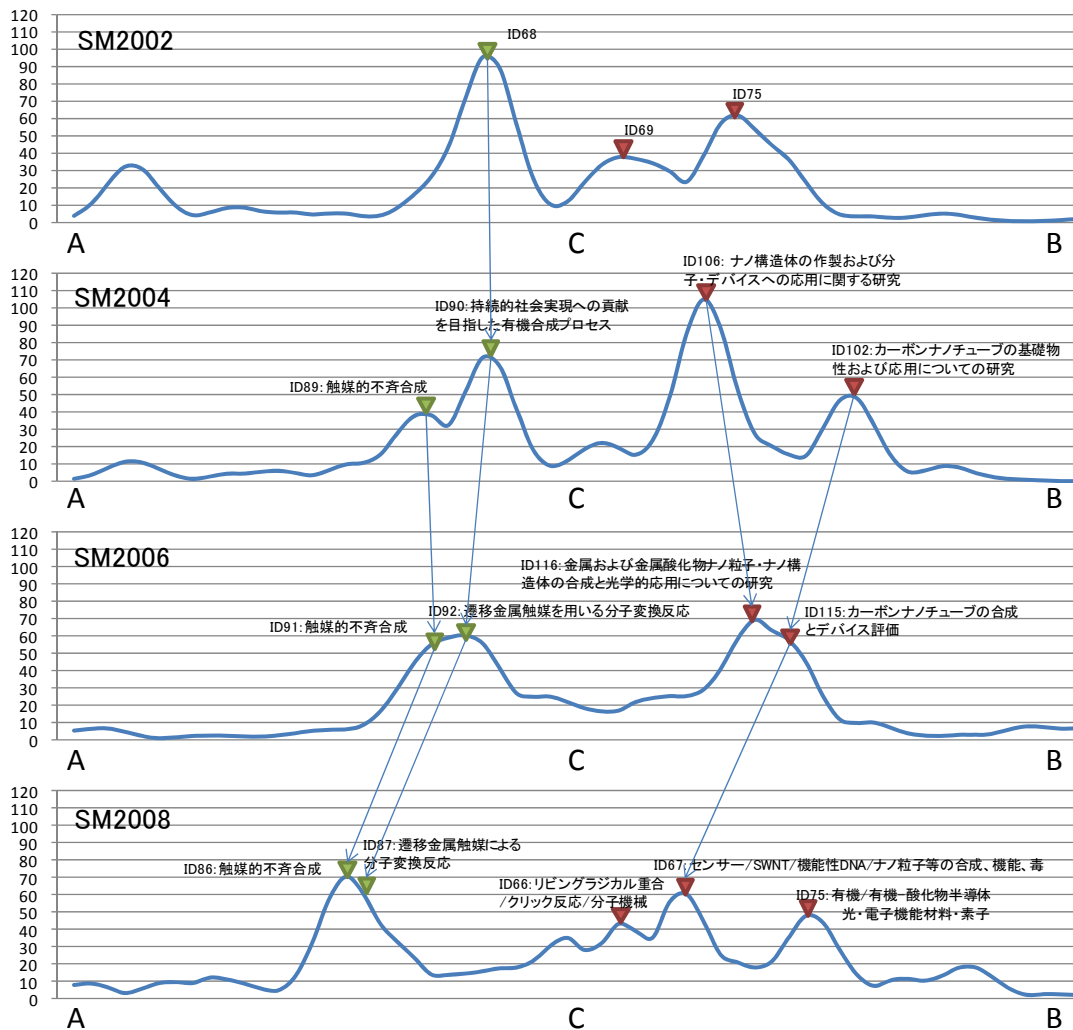
(a)サイエンスマップの投影範囲と方向(SM2008 の例)



(b)化学とナノサイエンス周辺の論文量の変化

	化学周辺	ナノサイエンス 周辺
SM2002	1176	1318
SM2004	1155	1646
SM2006	1202	1672
SM2008	1403	1743
2008/2002の比	1.19	1.32

(c) サイエンスマップ 2002～2008 の投影図



データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(6) 物性研究

物性研究の研究領域群は、サイエンスマップ上では点在した形で観測されている。研究領域の内容をみると、強誘電体、スピントロニクス、分子性物質、メタマテリアル、光量子通信、半導体量子ドット、量子情報処理、高温超伝導体、超高速高強度光科学など、色々な内容が含まれている。それぞれの研究領域は、ナノサイエンスなどと比べると弱い共引用関係で結びついているため、マップ上では広い範囲に点在する形で観測されている。

サイエンスマップ 2006 との比較をみると、「マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性(2008, ID78)」、「金属スピントロニクス(2008, ID79)」、「人工構造体における表面プラズモンの電磁応答(2008, ID92)」の3つが、新たな注目研究領域として抽出されている。ID79 についてはサイエンスマップ 2004 から、ID78 と ID92 についてはサイエンスマップ 2006 から前段となる研究領域が存在していた。これらについては、時間の経過とともに論文数が増加し、サイエンスマップ 2008 で注目研究領域として抽出された。

サイエンスマップ 2006 で抽出された物性研究の研究領域のほとんどが、継続または分裂した状態でサイエンスマップ 2008 でも観測されている。ただし、サイエンスマップ 2006 で物性研究の位置にマッピングされていた「強磁性半導体スピントロニクス(2006, ID55)」は、サイエンスマップ 2008 ではナノサイエンス(「半導体スピントロニクス材料・磁性半導体(2008, ID63)」)の位置にマッピングされており、大きく位置が移動した。

物性研究の注目研究領域の中では「分子性物質の物理と化学(2008, ID80)」が急激に成長している。研究領域を構成する54のリサーチフロントのうち、約2割の12個で被引用数の急増が見られる。この多くはグラフェン(単層の黒鉛)についての研究である。2004年のグラフェンの生成、その後の量子ホール効果の発見などで、炭素からなる物質の物性が再び脚光を浴びることになり、グラフェンの物理と化学が急激に進進しつつあると、専門家は指摘している。

2008年に東京工業大学の細野教授らのグループによって発見された鉄系超伝導物質については、2つのリサーチフロントから構成されている準注目研究領域として抽出されている。サイエンスマップ 2008は2008年末時点の被引用数を用いて研究領域の構築を行っているため、鉄系超伝導物質についての論文発表から2008年末までの期間が短い。このため、鉄系超伝導物質の研究領域については、注目研究領域として抽出される程度の規模まで共引用ネットワークが成長しなかったと思われる。ただし、鉄系超伝導物質の準注目研究領域は、被引用数の増加が特に著しいリサーチフロントを含むことから、サイエンスマップ 2010以降では鉄系超伝導物質の注目研究領域が観測されることが考えられる。

サイエンスマップ 2002から継続していた二ホウ化マグネシウムの研究領域は、サイエンスマップ 2008においてその姿を消した。この要因として、2001年の二ホウ化マグネシウムにおける超伝導の発見から約10年が経過し研究が一段落した、基礎から応用や開発へ研究の段階が移行し研究成果が論文とは別の形態で発表されるようになったなどが考えられるが、実際の状況については更なる分析が必要である。

サイエンスマップ 2002から2008までの変化をみると、物性研究の研究領域群では、コアペーパーが集中している部分が、時間とともに大きく変化する。つまり研究テーマの移り変わりが明確である。一方で、研究領域間の共引用を通じたつながりは小さく、それぞれの研究領域は独立に発展しているように見える。物性研究では、1986年の高温超伝導の発見、1995年の中性原子気体におけるボース・アインシュタイン凝縮の実現、2008年の鉄系超伝導物質の発見など、ブレークスルーがあった所に研究者が集まるとの指摘が、前回調査において専門家からなされている。つまり、研究領域間の知識移転は、研究者自体が研究領域間を移動することで行われる傾向が強い可能性がある。マップの変化は、このような物性研究の特徴を踏まえたものと考えられる。

研究領域の更なる発展に向けた手段として「これまでの限界を超える革新的な計測測定技術」の有効

度が最も高いとされた。これに次いで「異なる分野の知識の積極的な活用」が有効とされた。物性研究が発展する上で今後関係性を強めるべき研究領域群として、化学とナノサイエンスが挙げられている。一方で、化学、ナノサイエンス、素粒子・宇宙論の専門家は、物性研究との関係性を今後強めるべきと考えている。

(7) 素粒子・宇宙論

素粒子・宇宙論の研究領域は、「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」を除いて、サイエンスマップ上の位置がほぼ変化せず、同じ位置で観測されている。「ゲージ・重力理論対応とブラックホール解(2008, ID104)」はサイエンスマップ 2004 から、「素粒子物理学・素粒子宇宙物理学(2008, ID106)」、「宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展(2008, ID107)」はサイエンスマップ 2002 から、継続して注目研究領域として抽出されている。「ガンマ線バースト(2008, ID105)」についても、サイエンスマップ 2002、2006、2008 で注目研究領域として抽出されている⁵。

サイエンスマップ 2002～2008 の間、素粒子・宇宙論の研究領域群は、位置や広がりには変化しておらず、研究活動パターン自体に大きな変化が無いことを示している。これは素粒子・宇宙論においては統一場理論の構築や宇宙の起源の理解といった究極の目標が定まっており、その目標に向かって研究が発展し続けている為だと思われる。

研究領域の更なる発展に向けた手段として「世界で数～数十台程度の大型実験設備・施設」の有効度が最も高いとされた。これは、最先端の研究を行うには大規模な加速器が必要な素粒子・宇宙論の特徴を表した結果である。また、「これまでの限界を超える革新的な計測測定技術」についても有効度が高くなっている。これは、ニュートリノ観測に用いられる光電子倍增管のように素粒子の測定には高い感度を持った計測測定技術が必要なためと考えられる。これらに加えて、「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」についても有効度が高くなっている。

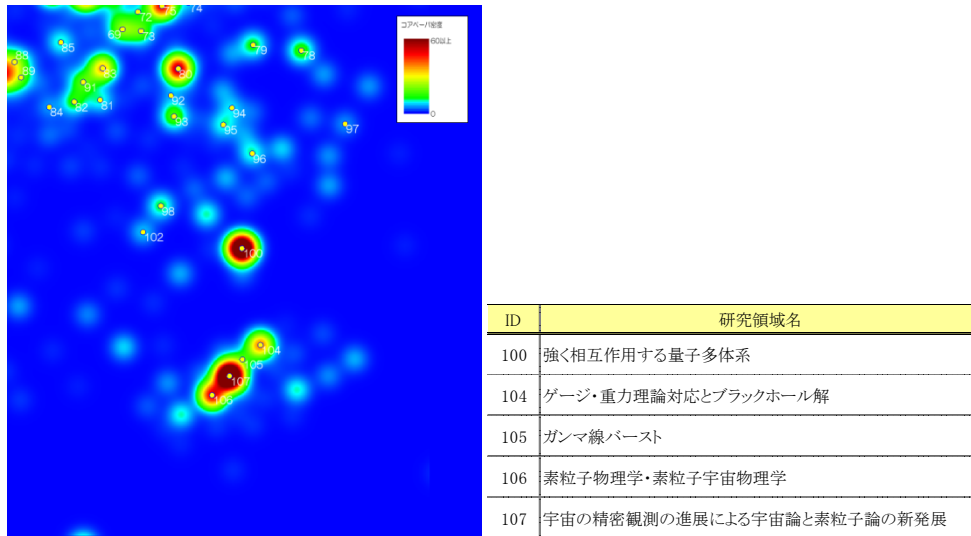
素粒子・宇宙論が今後発展する上で、関係性を強めるべき研究領域群として、物性研究が挙げられている。物性研究と素粒子・宇宙論との間の知識のやり取りについては、サイエンスマップの時系列変化からも見えている。サイエンスマップ 2008 で物性研究と素粒子・宇宙論の間に観測されている「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」は、物性研究と素粒子・宇宙論が融合してできた注目研究領域である。この研究領域は、①クォークの研究、②ボース・アインシュタイン凝縮や超伝導・超流動の研究の 2 つに大別されながら、自発的に対称性の破れた量子場という概念によって結びつけられている。2008 年に南部陽一郎氏が「素粒子物理学と核物理学における自発的対称性の破れの発見」でノーベル物理学賞を受賞したことから分かるように、自発的対称性の破れは物理学において重要な概念である。物性研究では超伝導や超流動、素粒子・宇宙論においては素粒子の質量の起源などに関係している。

サイエンスマップ 2002 の段階では、クォークの研究は素粒子・宇宙論の注目研究領域として、ボース・アインシュタイン凝縮や超伝導・超流動の研究は物性研究の注目研究領域として個別に存在していた。この 2 つの注目研究領域は、時間の経過とともに相互の関係性を増し、サイエンスマップ 2008 では一つの注目研究領域となった。この 2 つの注目研究領域の関係性の変化は、サイエンスマップ上では研究領域の軌跡として観測されている(図表 15)。クォーク研究とボース・アインシュタイン凝縮、超伝導・超流動研究は、サイエンスマップ 2002 の段階では、互いに離れて存在していた。しかし、時間の経過とともに①クォークの研究は物性研究の方向に、②ボース・アインシュタイン凝縮や超伝導・超流動の研究は素粒子・宇宙論の方向に位置が変化し、サイエンスマップ 2008 では一つの注目研究領域へと融合したことが、

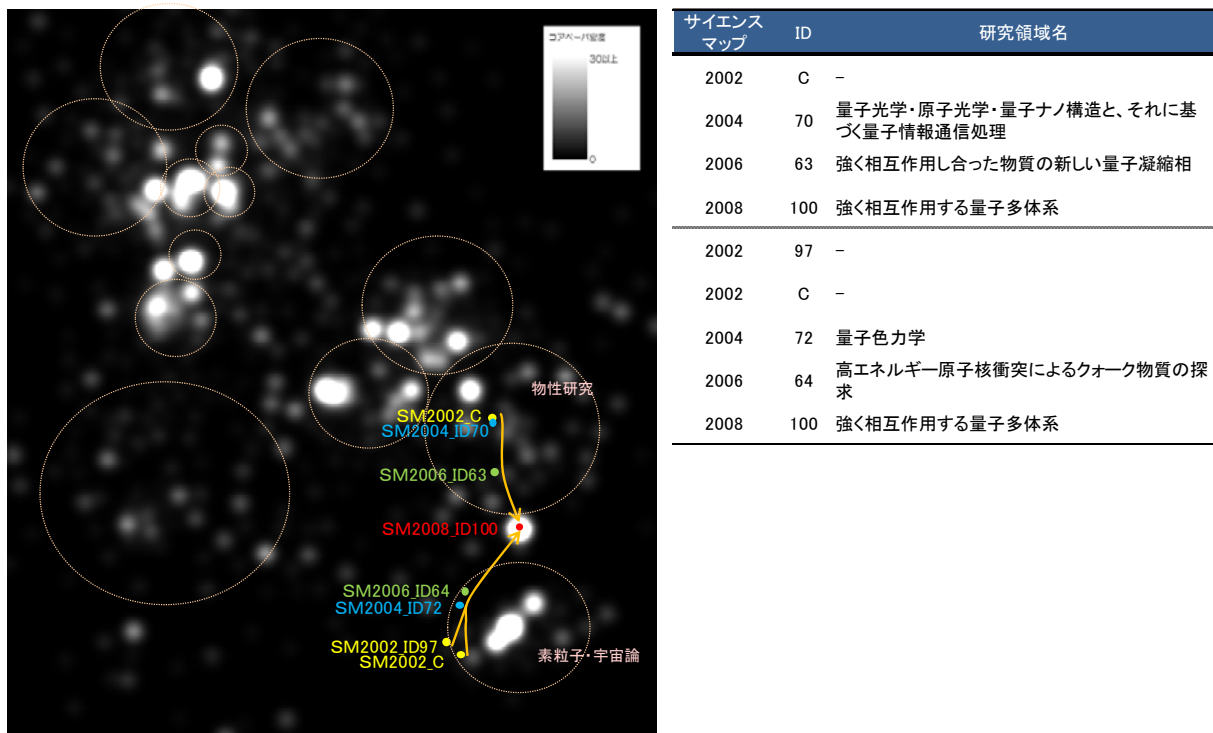
⁵ サイエンスマップ 2004 では準注目研究領域として抽出されているので、サイエンスマップ 2002～2008 で何らかの形で継続して研究領域として抽出されている。

研究領域の軌跡からも分かる。

図表 14 サイエンスマップ 2008 (素粒子・宇宙論拡大図および研究領域リスト)



図表 15 素粒子・宇宙論と物性研究の中間に位置するサイエンスマップ 2008 ID100 の軌跡



(注)研究領域位置を丸で示す。黄色丸:サイエンスマップ 2002、水色丸:サイエンスマップ 2004、緑丸:サイエンスマップ 2006、赤丸:サイエンスマップ 2008。ID 記載の場合は注目研究領域。C の場合は準注目研究領域のため ID が無く、研究領域名は空欄となる。

3-3 新たに抽出された注目研究領域

図表 16に示す 30 注目研究領域のコアペーパーは、サイエンスマップ 2006 で抽出した 124 注目研究領域のコアペーパーと全く重なりが無い。つまり、サイエンスマップ 2008 で「新たに抽出された注目研究領域」と言える。これらの注目研究領域を構成する平均コアペーパー数は、44.0 本であり、全 121 注目研究領域の平均コアペーパー数である 84.8 本の約半分と小さいことが分かる。また、平均出版年は、その研究領域形成のおおまかな時期を示すと考えられる。これらの注目研究領域を構成する平均出版年は 2005.6 年であり、全 121 注目研究領域の平均出版年である 2005.4 年と差がない。これらの新たに抽出された注目研究領域は、3 つのパターン(A, B, C)に分けることができる。

<パターン A>

当該注目研究領域のコアペーパーと、サイエンスマップ 2006 の全研究領域のコアペーパーとの重なりがあり、かつ平均出版年が古い(~2005.4 年)場合。既にある程度成熟した前段となる研究があり、その領域が大きくなる、もしくはその一部が分離してサイエンスマップ 2008 では注目研究領域として抽出されたものが多いと考えられる。例:重症心不全のデバイス治療の効果とその予測(ID2)

<パターン B>

当該注目研究領域のコアペーパーと、サイエンスマップ 2006 の全研究領域のコアペーパーとの重なりがあり、かつ平均出版年が新しい(2005.4 年~)場合。前段となる研究が既にあつたが、新しく出版された論文により共引用関係が強く形成され、サイエンスマップ 2008 で新たに注目研究領域として抽出されたものが多いと考えられる。例:システムバイオロジー/合成生物学(ID59)

<パターン C>

当該注目研究領域のコアペーパーが、サイエンスマップ 2006 の全研究領域のコアペーパーとは重なりがないが、全リサーチフロントを構成するコアペーパーとの重なりがある場合。平均出版年は 2006.4 年と新しい。前段となる領域がまだ形成されていなかったが、サイエンスマップ 2006 以降に、注目研究領域として顕在化した場合である。例:固体酸化燃料電池(SOFC)関連新技術(ID102)

図表 16 新たに抽出された注目研究領域

ID	研究領域名	パターン	コアペーパー数	コアペーパーの平均出版年	サイエンスマップ2008の全リサーチフロントを構成するコアペーパーとの量なり
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	A	34	2004.3	22
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	B	24	2005.5	7
6	冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)	A	51	2005.3	31
11	気管支喘息の病態と治療	A	31	2004.9	15
16	パーキンソン病に対する臨床研究	B	19	2005.5	9
31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	A	32	2005.0	11
32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性	A	14	2003.5	9
33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究	B	137	2006.4	33
40	NF- κ B活性化におけるユビキチン修飾系の役割	A	14	2004.1	6
45	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発	B	35	2005.9	6
59	システムバイオロジー/合成生物学	B	27	2005.4	11
60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能	B	18	2006.2	4
70	超撥水表面	A	51	2005.3	21
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	A	46	2004.9	22
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	B	70	2005.5	26
79	金属スピントロニクス	A	61	2004.8	35
81	金(ゴールド)のナノケミストリー	B	45	2005.6	16
82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論	B	60	2005.7	24
84	水素結合の研究	A	23	2004.6	15
89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成	B	53	2006.5	14
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素/バイオ電池	B	60	2005.7	22
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化合物	B	74	2005.9	10
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	A	20	2004.0	11
99	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用	A	71	2004.9	28
102	固体酸化燃料電池(SOFC)関連新技術	C	32	2006.5	1
108	ホモ・サビエンスの出現過程	B	37	2006.0	8
114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御	A	35	2005.1	7
117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環	B	34	2005.7	15
118	過去の地球環境変動の復元	C	31	2006.2	3
120	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用	C	82	2006.5	14

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

3-4 研究領域相関マップから見える学際的・分野融合的研究の形

ここでは研究領域相関マップ上で、学際的・分野融合的研究領域が、どのように観測されるかについて述べる。注目研究領域を構成するコアペーパーの 22 分野の分布のデータは、第II部「5. (1) 注目研究領域を構成するコアペーパーの分野分布」を用いた。マップ上に分野分類を示す際は 22 分野分類ではなく、22 分野をまとめた 8 分野分類を用いた。図表 17に 22 分野と 8 分野の関係を示す。なお、分野分類はジャーナル単位で行った。

学際的・分野融合的研究領域の定義は難しいが、本調査では便宜的に、特定分野のコアペーパー分布が 6 割以下の場合を「学際的・分野融合的研究領域」とする。したがって、特定分野のコアペーパー分布が 6 割より多く占める研究領域は分野に軸足をもっていると判断する。

研究領域相関マップ上には、図表 17に示した色で分野を表示した。特定分野のコアペーパー分布が 6 割以下である学際的・分野融合的研究領域は、色づけしないため白色となる。

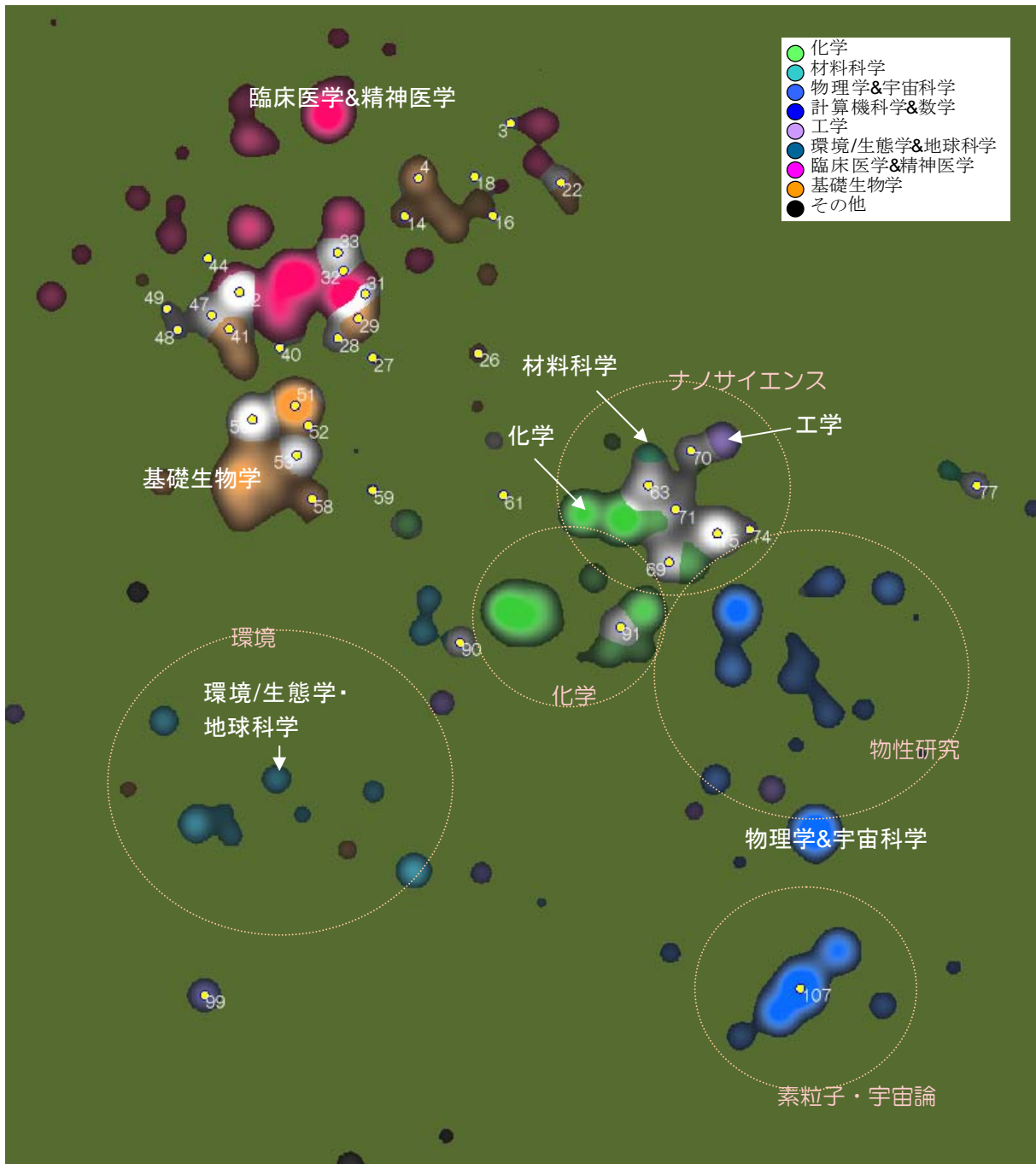
図表 17 22 分野と 8 分野の関係

22分野	8分野
化学	化学
材料科学	材料科学
物理学	物理学&宇宙科学
宇宙科学	
計算機科学	計算機科学・数学
数学	
工学	工学
環境/生態学	環境/生態学・地球科学
地球科学	
臨床医学	臨床医学&精神医学
精神医学/心理学	
農業科学	基礎生物学
生物学・生化学	
免疫学	
微生物学	
分子生物学・遺伝学	
神経科学・行動学	
薬理学・毒性学	
植物・動物学	
経済学・経営学	
複合領域	
社会科学・一般	その他

図表 18は、研究領域相関マップ上にコアペーパーの分野分布を表示し、その上に学際的・分野融合的とされた注目研究領域をプロットした図である。物性研究や化学、素粒子・宇宙論の研究領域群は、それぞれ化学や物理学&宇宙科学の論文から構成されており、マップの色付けが単調である。対して、一般的に分野融合と考えられているナノサイエンスの研究領域群では、化学や工学や材料科学に加え、白色つ

まり学際的・分野融合的研究領域が多くを占めることが分かる。一方、ナノサイエンスと同様に分野融合と
考えられている環境の研究領域群については、物性研究などと同様に色付けが単調で、環境/生態学・
地球科学の論文から構成されていることが分かる。

図表 18 学際的・分野融合的研究領域の研究領域相関マップ 2008 上での位置づけ



(注)特定分野のコアペーパーが6割より大きい場合は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパー分布が6割以下の場合、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていないため白色となる。黄色の丸と数字は、学際的・分野融合性が高い注目研究領域の位置とIDを示す。白字は8分野表示。ピンク字は研究領域群名。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

まず、8分野に軸足を持つ注目研究領域数はサイエンスマップ 2008 では以下ようになる。化学が 15 領域、材料科学が 1 領域、物理学&宇宙科学が 14 領域、工学が 3 領域、環境/生態学・地球科学が 10 領域、その他が 3 領域である。臨床医学&精神医学に軸足をおく注目研究領域が 24 領域、基礎生物学が 11 領域であり、生命科学系の軸足を持つ注目研究領域は 35 領域(29%)である。計算機科学・数学に軸足を持つ注目研究領域は無いが、12 の研究領域を構成するコアペーパー内には含まれている。サイエンスマップ 2008 の特徴として、環境/生態学・地球科学に軸足を持つ研究領域がサイエンスマップ 2006 の 5 領域から 10 領域へ増えたことが挙げられる。また、物理学&宇宙科学がサイエンスマップ 2006 の 21 領域から 14 領域に減っている。

図表 19 22 分野に軸足を持つ注目研究領域数と比率の時系列変化

	サイエンスマップ2002	サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
農業科学	1	0	1	1
生物学・生化学	1	1	0	1
化学	14	11	16	15
臨床医学	21	27	23	21
計算機科学	0	2	3	0
経済・経営学	2	2	1	1
工学	1	2	2	3
環境/生態学	1	3	3	3
地球科学	5	4	2	7
免疫学	0	0	0	0
材料科学	3	2	3	1
数学	0	0	0	0
微生物学	2	1	0	0
分子生物学・遺伝学	0	0	2	0
複合領域	0	0	0	0
神経科学・行動学	1	5	5	5
薬学・毒性学	0	0	0	0
物理学	10	20	19	13
植物・動物学	7	6	8	4
精神医学/心理学	4	2	1	3
社会科学・一般	2	4	1	2
宇宙科学	2	2	2	1
学際的・分野融合的領域	35	39	32	40
総計	112	133	124	121

データ： Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

一方、学際的・分野融合的領域は、121 注目研究領域のうち、40 注目研究領域(33%)である。研究領域相関マップ上にプロットされた学際的・分野融合的注目研究領域の位置を見ると、主にナノサイエンス、生命科学(特に脳・神経研究、再生医学研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究)に多く存在していることが分かる。

サイエンスマップ 2006 の学際的・分野融合的研究領域であった 32 注目研究領域のうち、19 領域がサイエンスマップ 2008 に継続している。その中でも 6 領域が特定分野に軸足を持つ注目研究領域に移行した。「水環境(2006、ID106)」は環境/生態学・地球科学に軸足を持つ「医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術(2008、ID111)」へと継続している。また、「胚性幹細胞/神経誘導(2006、ID99)」は臨床医学に軸足を持つ「再生医学と幹細胞研究(2008、ID30)」へと継続している。サイエンスマップ 2004 から 2006 への間でも同様の現象が確認されており、学際的・分野融合的研究領域が特定分野に軸足を持つ研究領域に移行するプロセスは、研究者コミュニティの形成過程と関係していると考えられる。以下に仮説を述べる。

研究の萌芽期で研究者コミュニティが明確に定義されない時期は、それぞれの研究者が自身の専門分野で成果の発表を行う。この結果として、さまざまな分野で論文が発表されることとなる。ここでの分析では、コアペーパーの分野分布(ジャーナル毎に分野を決めている)にもとづき「学際的・分野融合的研究領域」を判断しているので、このような研究領域は学際的・分野融合的研究領域と分類される。だがその後、時間の経過とともに主となる成果発表の場が研究者コミュニティの中で決まると、特定分野のジャーナルにおいて論文を発表する機会が多くなる。この結果として、学際的・分野融合的研究領域が特定分野に

軸足を持つ研究領域に移行する。この仮説から推測されることは、学際的・分野融合的研究領域は、その内容を常に変容させているため、サイエンスマップで抽出される学際的・分野融合的研究領域の数は一定である必要はなく、常に変化し得るということである。

図表 20では、学際的・分野融合的研究領域の特徴を分析した。サイエンスマップ 2002 から 2008 までの研究領域数、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示した。まず、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、2 割前半程度とほぼ一定であり、サイエンスマップ 2008 では 23%である。次に、平均リサーチフロント数、急増リサーチフロント数および最新年リサーチフロント数をみると、学際的・分野融合的研究領域の方がそれ以外の研究領域よりどの項目においても多いことが分かる。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が取り込まれるような特徴をもつことが示唆される。即ち、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おこなわれている研究領域であることが分かる。また、これらの研究領域のマップ上の位置を確認することで、より活発な動きをしている研究領域の位置を確認することができる。

図表 20 学際的・分野融合的研究領域の特徴

サイエンスマップ2002

	研究領域数	RF数(平均)	被引用数急増RF数(平均)	最新年RF数(平均)
学際的・分野融合的領域	150	6.86	0.75	0.59
上記以外の研究領域	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	RF数(平均)	被引用数急増RF数(平均)	最新年RF数(平均)
学際的・分野融合的領域	137	7.63	0.90	0.66
上記以外の研究領域	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	RF数(平均)	被引用数急増RF数(平均)	最新年RF数(平均)
学際的・分野融合的領域	146	6.75	0.73	0.53
上記以外の研究領域	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	RF数(平均)	被引用数急増RF数(平均)	最新年RF数(平均)
学際的・分野融合的領域	151	7.21	0.89	0.69
上記以外の研究領域	496	5.14	0.55	0.49
総計	647	5.62	0.63	0.54

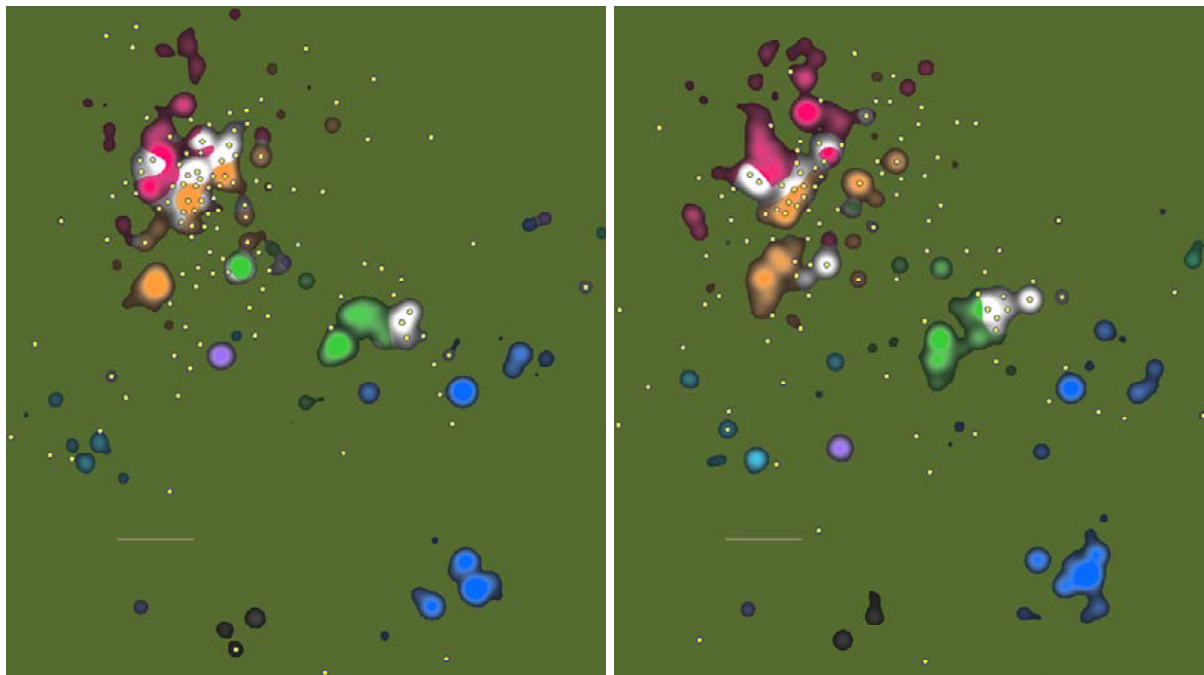
(注1)急増リサーチフロントは以下の方法で決定した。リサーチフロントごとに、各年のコアペーパー1本あたりの被引用数の増減に対する回帰直線の傾きが分野平均より高く、コアペーパーの平均出版年が分析対象期間の後半2年(サイエンスマップ2008の場合は、2007年以降)のリサーチフロントを急増フロントとして抽出した。

(注2)最新年RF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。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

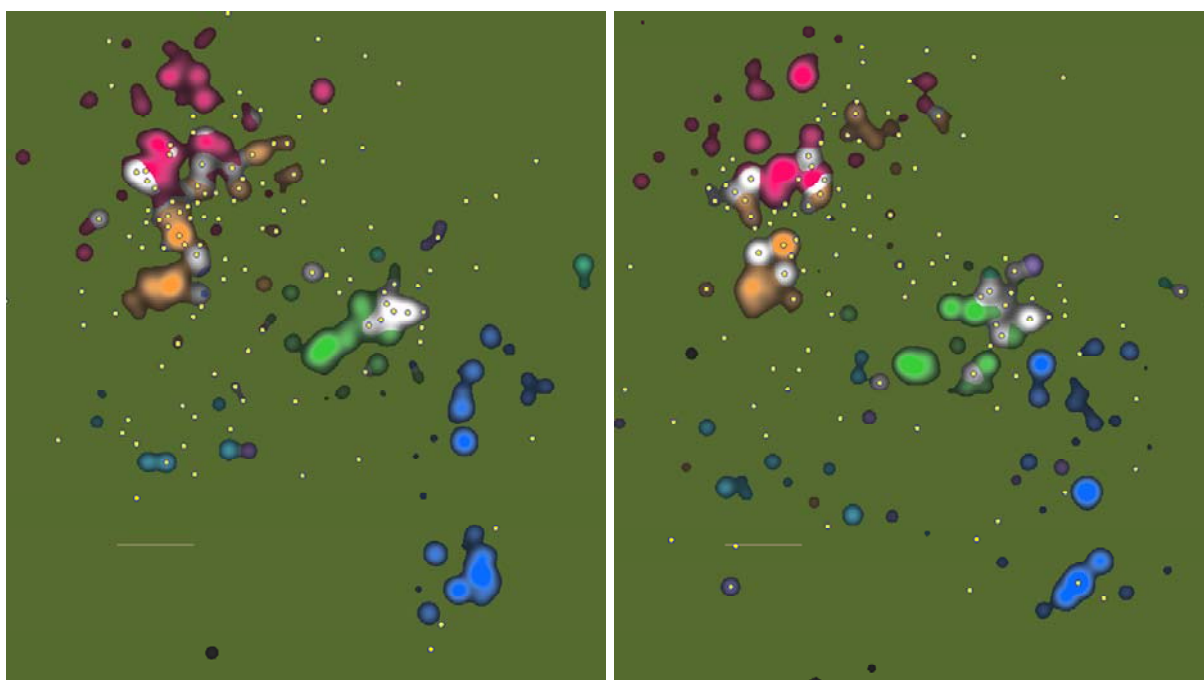
このような観点から図表 21の学際的・分野融合的研究領域の研究領域相関マップ上での位置づけの時系列変化をみると、まず生命科学系での学際的・分野融合的研究領域の位置の変化を確認できる。サイエンスマップ 2002 や 2004 では、生命科学系の中でも臨床医学と基礎生物学との境目あたりのがん研究などあたりに多く集中して点在している。一方、サイエンスマップ 2006 では、それらの位置がより幅広く点在するようになり、サイエンスマップ 2008 ではそれらの点在していた学際的・分野融合的研究領域が、脳・神経研究、再生医学研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究あたりに局在化している様が見られる。

図表 21 学際的・分野融合的研究領域の研究領域相関マップ上での位置づけの時系列変化
 (A) サイエンスマップ 2002 (B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



(注1) 特定分野のコアペーパーが6割より大きい場合は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパー分布が6割以下の場合、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていないため白色となる。黄色の丸は、学際的・分野融合性が高い研究領域の位置を示す。

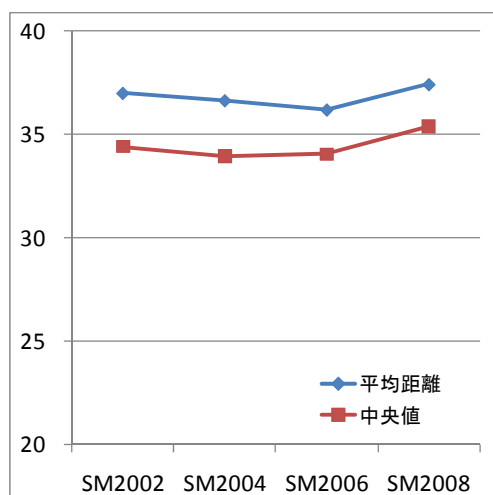
(注2) 10 単位距離に対応する長さをマップ中にスケールとして示している。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

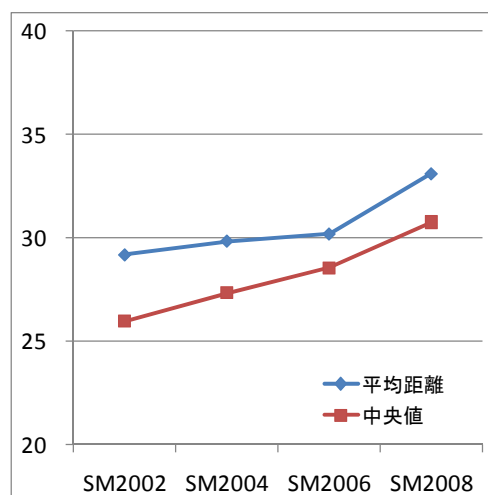
このようなサイエンスマップ上での学際的・分野融合的領域の位置の変化を定量化したのが、図表 22 である。図表 22(A)では、全研究領域の組み合わせについて距離を求め、その平均距離と中央値を示している。サイエンスマップ 2002 から若干平均距離がサイエンスマップ 2006 にかけて減り、サイエンスマップ 2008 で僅かに上昇している。サイエンスマップを比較しても分かるように、脳・神経研究やナノサイエンスを構成する研究領域が広がりを持つよう変化していることなどが影響しているであろう。図表 22(B)では、学際的・分野融合的領域間の全ての組み合わせについて距離を求め、その平均距離と中央値を示している。平均距離および中央値ともに、サイエンスマップ 2002 以降上昇基調にあることが分かる。このことから学際的・分野融合的領域が、サイエンスマップ上で広く分布する傾向が強まっていることが、定量的にも確認できる。さらに、図表 22(C)では、学際的・分野融合的領域間の距離の頻度分布を示しており、サイエンスマップ 2008 では、サイエンスマップ 2002 から 2006 と比べ、ある程度の長い距離を持つ研究領域の配置となっていることが分かる。

図表 22 全研究領域間および学際的・分野融合的領域間の平均距離とその中央値の変化

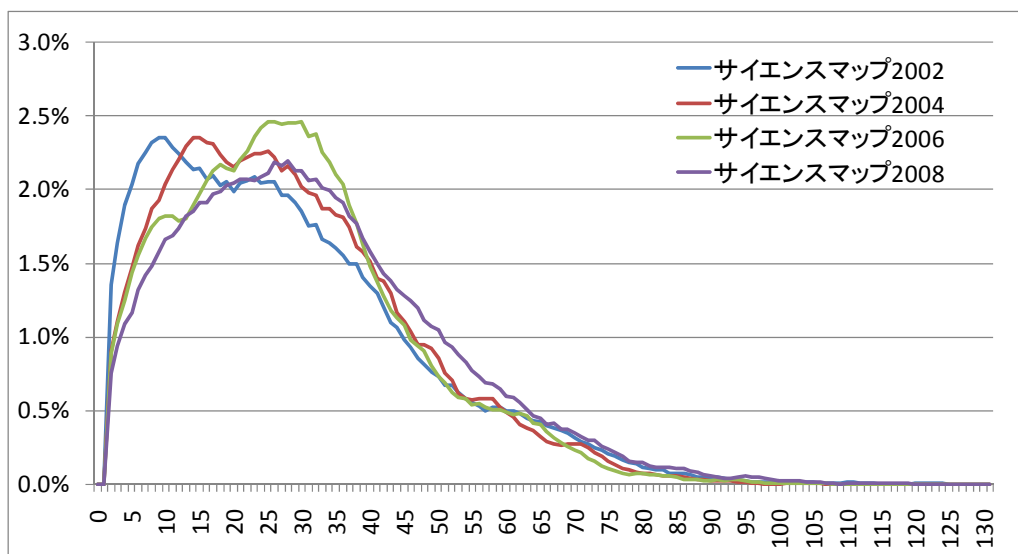
(A)全研究領域



(B)学際的・分野融合的領域



(C)学際的・分野融合的領域間距離の頻度分布



(注)10 単位距離に対応する長さを図表 21 マップ中にスケールとして示している。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

サイエンスマップ上での位置の変化に影響を与える可能性として、学際的・分野融合的領域を構成する分野の組み合わせの変化を調べた(図表 23)。サイエンスマップ 2002 から 2008 の各時点の学際的・分野融合的領域を構成する分野の組み合わせを抽出し、そこで他の分野がどの程度関わっているかを調べた。例えば、臨床医学を含む組み合わせにおいて、精神医学/心理学は 11%に関与し、生物学・生化学は 51%に関与しているとなる。他の組み合わせにおいても同様に整理した。

図表 23(A)では、生命科学系の組み合わせ(図表 23(A)で○が付与された部分)において、多くの場合生命科学系が関与していること、化学など生命科学系ではない分野も多く関与していることが分かる。また、生命科学系ではない分野の組み合わせにおいても、生命科学系以外の分野との関与度とあまり差がないほど生命科学系の関与が顕著であることが分かる。この組み合わせの変化を図表 23(B)で示す。ここでは関与の割合が 2 割を超える組み合わせの数(図表 22(A)で色づけされたセルの数)を数えている。ここから、生命科学系内もしくは生命科学系以外の分野内で学際的・分野融合的組み合わせが増えているのではなく、生命科学系とそれ以外との間での組み合わせが増えていることが分かる。

この結果は、サイエンスマップから観測される学際的・分野融合的研究領域の位置の変化とも整合している。図表 23(B)を見ても分かるようにサイエンスマップ 2002 の時点では、生命科学系内の組み合わせが多い。これを反映して、サイエンスマップ 2002 では学際的・分野融合的研究領域は生命科学系で多くみられる。

サイエンスマップ 2008 においては、生命科学系とそれ以外との間での組み合わせが増えている。生命科学系とそれ以外で分野の組み合わせが生じると、サイエンスマップにおける研究領域の配置上、これらの研究領域は生命科学系とそれ以外の研究領域群の中間にマップされる傾向にある。この結果として、サイエンスマップ 2008 においては学際的・分野融合的研究領域が全体的に広がる配置となったと考えられる。

図表 23 学際的・分野融合的領域を構成する分野の組み合わせ

(A)サイエンスマップ 2008 の学際的・分野融合的領域を構成する分野の組み合わせ

	臨床医学	精神医学／心理学	農業科学	生物学・生化学	免疫学	微生物学	分子生物学・遺伝学	神経科学・行動学	薬学・毒性学	植物・動物学	化学	物理学	宇宙科学	計算機科学	工学	材料科学	数学	環境／生態学	地球科学	経済・経営学	社会科学・一般	複合領域	
当該分野を含む組み合わせ																							
臨床医学(○)		0.11	0.09	0.51	0.27	0.29	0.38	0.36	0.27	0.13	0.24	0.04	0.00	0.09	0.09	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.07	0.11	
精神医学/心理学(○)	0.50		0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.70	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.10	
農業科学(○)	0.57	0.00		0.14	0.14	0.14	0.00	0.14	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	
生物学・生化学(○)	0.51	0.02	0.02		0.18	0.29	0.53	0.27	0.16	0.22	0.40	0.11	0.00	0.18	0.16	0.11	0.04	0.16	0.04	0.02	0.00	0.18	
免疫学(○)	1.00	0.00	0.08	0.67		0.58	0.58	0.25	0.17	0.17	0.17	0.08	0.00	0.17	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.17	
微生物学(○)	0.68	0.00	0.05	0.68	0.37		0.58	0.11	0.11	0.32	0.26	0.05	0.00	0.26	0.16	0.11	0.11	0.16	0.05	0.05	0.00	0.16	
分子生物学・遺伝学(○)	0.59	0.03	0.00	0.83	0.24	0.38		0.41	0.14	0.24	0.31	0.07	0.00	0.24	0.14	0.03	0.07	0.07	0.03	0.03	0.00	0.21	
神経科学・行動学(○)	0.70	0.30	0.04	0.52	0.13	0.09	0.52		0.26	0.09	0.26	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.13		
薬学・毒性学(○)	0.80	0.13	0.13	0.47	0.13	0.13	0.27	0.40		0.00	0.53	0.07	0.00	0.07	0.20	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	
植物・動物学(○)	0.40	0.00	0.00	0.67	0.13	0.40	0.47	0.13	0.00		0.27	0.07	0.00	0.33	0.27	0.07	0.13	0.27	0.20	0.07	0.07	0.13	
化学	0.37	0.00	0.00	0.60	0.07	0.17	0.30	0.20	0.27	0.13		0.23	0.00	0.20	0.40	0.33	0.03	0.07	0.00	0.03	0.00	0.13	
物理学	0.13	0.00	0.00	0.31	0.06	0.06	0.13	0.06	0.06	0.06	0.44		0.06	0.19	0.44	0.50	0.19	0.00	0.06	0.00	0.00	0.25	
宇宙科学	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
計算機科学	0.25	0.00	0.00	0.50	0.13	0.31	0.44	0.06	0.06	0.31	0.38	0.19	0.00		0.56	0.19	0.38	0.06	0.06	0.13	0.00	0.13	
工学	0.15	0.00	0.08	0.27	0.04	0.12	0.15	0.04	0.12	0.15	0.46	0.27	0.00	0.35		0.35	0.23	0.15	0.08	0.00	0.00	0.04	
材料科学	0.07	0.00	0.00	0.33	0.00	0.13	0.07	0.00	0.07	0.07	0.67	0.53	0.00	0.20	0.60		0.13	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	
数学	0.14	0.00	0.00	0.29	0.14	0.29	0.29	0.00	0.00	0.29	0.14	0.43	0.00	0.86	0.86	0.29		0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
環境／生態学	0.15	0.00	0.08	0.54	0.00	0.23	0.15	0.00	0.00	0.31	0.15	0.00	0.00	0.08	0.31	0.08	0.00		0.23	0.00	0.08	0.08	
地球科学	0.17	0.00	0.00	0.33	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.50	0.00	0.17	0.00	0.17	0.33	0.00	0.00	0.50		0.00	0.00	0.17	
経済・経営学	0.33	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.33	0.00	
社会科学・一般	0.43	0.43	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.14		0.00	
複合領域	0.50	0.10	0.00	0.80	0.20	0.30	0.60	0.30	0.10	0.20	0.40	0.40	0.00	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00		

(B) 組み合わせの変化

パターン	サイエンスマップ2002	サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
生命科学系において生命科学系の関与が強い場合	48	43	41	44
生命科学系において非生命科学系の関与が強い場合	6	10	10	14
非生命科学系において生命科学系の関与が強い場合	8	24	17	30
非生命科学系において非生命科学系の関与が強い場合	23	23	23	29

(注)図表(A)では、複合領域については分析から除いている。図表中分野名の後ろにある○印は生命科学系とする。2割を超えるマスに色付けを行った。

データ：Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

4. サイエンスマップにみる主要国の活動状況と強み弱み

4-1 サイエンスマップに見る日本と主要国の活動状況

(1) 各国の活動状況を把握するための論文のカウント方法(整数カウント法と分数カウント法)

1980年代前半に比べ現在は、世界で発表される論文量は約50万件から100万件へ増加しており、世界で行われる研究活動は一貫して量的拡大傾向にある。

そのような状況下、各国の基礎研究力の計測や国の持っている科学研究力を定量化する「分かりやすい指標」として、量を測る場合は論文数が用いられ、一方、質を示す場合には被引用数やTOP10%論文数、今回使用しているTOP1%論文数が用いられる。これらを計算するにあたり、図表24に示すように、「世界の論文への関与度」か「世界の論文の生産への貢献度」のどちらを測りたいかにより、カウント方法を選択する必要がある。

特に、近年、国際共著論文が欧州各国では多く発表されており、カウント方法により、論文数やシェアに差が見られる。したがって、各国の状況の比較を行う際も、得られた結果については、十分吟味し、読む必要がある。

図表 24 整数カウント法と分数カウント法

	整数カウント法	分数カウント法
計算方法	複数国の共著による論文の場合、それぞれの国に1とカウントする。したがって、各国の論文数の世界シェアを合計すると100%を超えることとなる。	複数国の共著による論文の場合(例えばA国とB国の共著)、それぞれの国にA国1/2、B国1/2とカウントする。したがって、各国の論文数の世界シェアを合計すると100%となる。
TOP1%論文数に適用した場合の解釈	世界の非常にインパクトの高い論文への関与度	世界の非常にインパクトの高い論文の生産への貢献度
TOP10%論文数に適用した場合の解釈	世界のインパクトの高い論文への関与度	世界のインパクトの高い論文の生産への貢献度
論文数に適用した場合の解釈	世界の論文への関与度	世界の論文の生産への貢献度

整数カウント法と分数カウント法の結果を比較した際に、整数カウント法のシェアの方が高く結果に大きな違いがある場合は、国際共著論文の割合が高い国と考えられる。つまり、その国の独自の研究力をみたいときには分数カウント法の結果を、国際共著関係も含めた全体の研究力をみたいときには整数カウント法の結果をそれぞれ参照されたい。

(2) 各国の全体的な活動状況

まず大まかな各国の比較を行うため、整数カウント法と分数カウント法を用いて、全研究領域(注目研究領域+準注目研究領域)における各国のシェアの時系列分析を行った(図表 25)。

図表 25 全研究領域における各国のシェアの時系列変化

(A) 整数カウント法

整数カウント法	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2002	62.9	11.1	12.4	8.6	7.0	1.1	1.3
サイエンスマップ2004	61.9	12.1	12.3	8.7	7.2	1.7	2.7
サイエンスマップ2006	61.0	13.5	12.9	8.5	7.5	1.8	4.5
サイエンスマップ2008	57.9	13.9	13.4	8.0	8.4	1.9	7.2

(B) 分数カウント法

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2002	51.8	6.7	7.8	6.4	3.9	0.7	0.8
サイエンスマップ2004	49.7	7.2	7.3	6.2	3.8	1.0	1.7
サイエンスマップ2006	47.6	7.7	7.2	5.7	3.7	1.1	2.9
サイエンスマップ2008	43.5	7.4	7.0	5.4	3.8	1.0	5.2

(注)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である。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

日本は、論文生産への関与度(整数カウント法)では、サイエンスマップ 2004 をピークにシェアが低下していることが分かる。サイエンスマップ 2006 と 2008 では、0.5 ポイント低下であり、分析を開始してから一番低い値となっている。また、論文生産への貢献度(分数カウント法)においても、サイエンスマップ 2002 から低下傾向にあり、分析を開始してから一番低い値となっている。

日本がこのような存在感を示しているのに対し、他国の状況はどうか。米国は、サイエンスマップ 2002 以降、整数カウント法および分数カウント法どちらにおいてもシェアを低下させている。論文生産に様々な国が参加してくるようになってきている現状を鑑みると、最大シェアを誇る米国はシェアでは減少傾向となる。しかしながら、依然高い論文比率を保っているという事実は、世界各国が論文生産量を増加させている状況下においても、米国は科学全般に渡って大きな知識の源であり続けていることを物語っている。

シェアの高い国では同様の影響を受けると考えられるが、欧州圏のドイツ、英国、フランスでは整数カウント法においてサイエンスマップ 2002 と比較してシェアを軒並み上昇させている。特にフランスがサイエンスマップ 2008 においてシェアを上昇させたため、日本は世界第 5 位となった。一方、分数カウント法でのシェアをみると、ドイツ、英国、フランスの大きな変動はみられず、日本は低下したものの世界第 4 位であり、整数カウント法の場合ほどドイツ、英国との差はみられない。

欧州諸国は、近年国際共著論文が当該国の論文の中でも大きなウェイトを占めるようになっており、その影響で整数カウント法ではシェアが高くなる傾向がある。特に、サイエンスマップで分析対象となる高被引用度論文においてその傾向が強い。ドイツ、英国、フランスは、国際共著論文を産出する研究者ネットワークを活用した研究活動にシフトしており、その影響を受けていると考えられる。

また、アジア圏をみると、成長著しい中国のシェアの変化は目を見張るものがある。整数カウント法では、サイエンスマップ 2002 と 2008 を比較すると、5.9 ポイント上昇しており、また分数カウント法においても 4.4 ポイント上昇している。論文生産への貢献度(分数カウント法)においては、サイエンスマップ 2008 の段階で日本のリードはわずか 0.2 ポイントとなっている。一方、韓国は、大きな変化を示していないことが分かる。

日本のシェアの低下傾向が目立つ結果となっているが、この要因を探るべく、まずはサイエンスマップの母集団であるTOP1%論文における各国シェアの変化を調べた(図表 26)。こちらにおいても、日本はシェアを 0.4 ポイント低下させており、TOP1%論文内でのシェアの低下が生じていることが分かった。しかしながら、図表 25と図表 26を比較すると、日本の場合、サイエンスマップ上でのシェアの方がTOP1%論文におけるシェアに比べ顕著に高いことが分かる。

図表 26 サイエンスマップ対象期間の TOP1%論文における各国のシェアの時系列変化

(A) 整数カウント法

整数カウント法	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2006	59.8	11.5	13.2	6.5	7.0	1.4	3.6
サイエンスマップ2008	57.0	11.7	13.6	6.1	7.3	1.8	5.4

(B) 分数カウント法

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2006	48.7	6.8	8.1	4.6	3.8	0.9	2.5
サイエンスマップ2008	45.2	6.6	8.0	4.1	3.7	1.1	3.9

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

そこで、TOP1%論文とサイエンスマップの全研究領域の分野ごとの関係を調べた(図表 27)。サイエンスマップ上では現在、生命科学系以外の占める割合が多いことは前述しているが、TOP1%論文での生命科学系とそれ以外の比率とを比較すると、サイエンスマップの方が生命科学系以外の占める割合が高いことが分かる。日本は、これまでのサイエンスマップの報告でも、化学や物理学を中心として強みを持っていると報告してきている。このように生命科学系以外で強みを持つ国にとっては、TOP1%論文におけるシェアよりサイエンスマップでのシェアの方が高く出ることが分かった。

図表 27 TOP1%論文とサイエンスマップの全研究領域の分野ごとの関係

	サイエンスマップ 2008対象期間の TOP1%論文	サイエンスマップ 2008全研究領域	TOP1%論文からサイエンスマップ2008 の研究領域に含まれた率
農業科学	1151	106	9%
生物学・生化学	3298	713	22%
化学	6777	2376	35%
臨床医学	11550	3458	30%
計算機科学	1789	350	20%
経済・経営学	924	125	14%
工学	4940	971	20%
環境/生態学	1541	364	24%
地球科学	1707	503	29%
免疫学	714	259	36%
材料科学	2717	597	22%
数学	1342	218	16%
微生物学	908	289	32%
分子生物学・遺伝学	1603	555	35%
複合領域	99	27	27%
神経科学・行動学	1725	444	26%
薬学・毒性学	1086	103	9%
物理学	5231	2742	52%
植物・動物学	2987	849	28%
精神医学/心理学	1366	233	17%
社会科学・一般	2280	177	8%
宇宙科学	690	367	53%
総計	56425	15826	28%
生命科学系のコアペーパー数	26388	7009	
生命科学系以外のコアペーパー数	30037	8817	
生命科学系の占める割合	46.8%	44.3%	
生命科学系以外の占める割合	53.2%	55.7%	

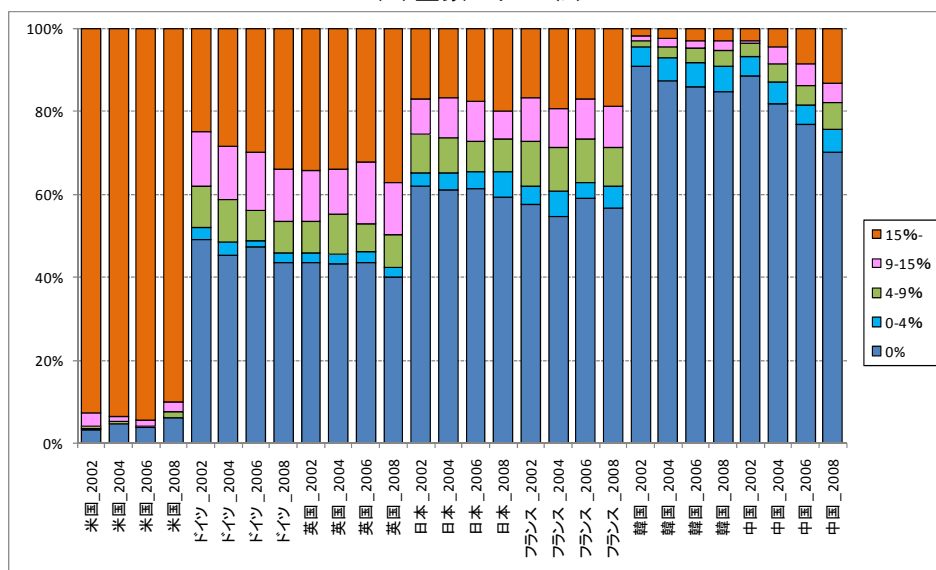
(注)図表中、色付けのある分野を生命科学系としている。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

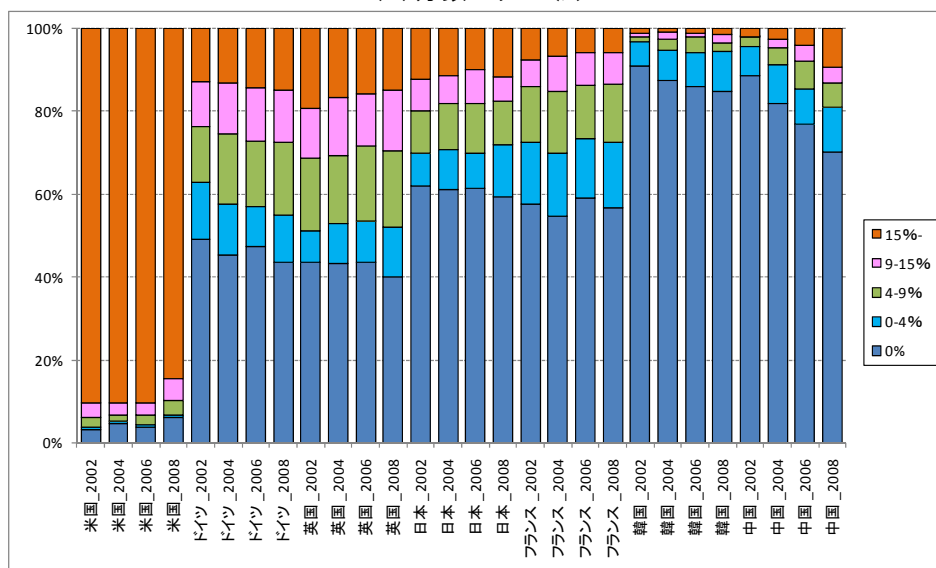
図表 28では、各国の論文シェアごとの全研究領域分布の時系列変化を示す。まず整数カウント法で日本の状況を見る。日本は領域シェアが0%の研究領域がサイエンスマップ 2002 の62%からサイエンスマップ 2008 では59%と僅かに減少したが、依然として4割の研究領域にしか日本の存在感がないことが分かる。また、9%以上のシェアを占める日本の存在感を強く示している研究領域の割合は、サイエンスマップ 2002 から2008 の間に大きく変動していない。

整数カウント法では日本の9%以上のシェアを持つ研究領域の割合は大きく変動していなかったが、分数カウント法では9%以上のシェアを持つ研究領域の割合が徐々に低下してきている。このように、全体としてのシェアが下がっている背景に、日本が存在感を全く示していない研究領域が約6割と高いことと、自国のみで高いシェアを維持する力の脆弱化が示唆される。

図表 28 各国の論文シェアごとの全研究領域分布の時系列変化
(A) 整数カウント法



(B) 分数カウント法



データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

英国、ドイツ、フランスについては、図表 25で見たように、整数カウント法と分数カウント法のシェアに大きな差のある国である。まず、日本と比較して、領域シェアが 0%の研究領域が少ないことが分かる。ドイツ、英国では、9%以上のシェアを占める研究領域、特に 15%以上のシェアを占める研究領域数を着実に増加させていることが整数カウント法での各国のシェアの増加をもたらしている。

一方で分数カウント法では、ドイツではシェアが9%以上の研究領域の増加がサイエンスマップ 2002 から 2006 にかけて見られたが、サイエンスマップ 2008 では同程度で推移している。また、英国については、9%以上のシェアを持つ研究領域の割合はサイエンスマップ 2002 から 2006 にかけて減少したが、2008 でやや増加に転じた。このような変化はあるものの、整数カウント法と分数カウント法で見られる国の状況の差が著しく大きいことが両国の特徴である。英国やドイツは、国際共著という科学研究体制を活用し、より多くの研究領域において知識の生産される現場に絡むことにより、存在感を獲得していることが分かる。

中国は、サイエンスマップ 2002 以降着実に論文シェアを増加させている。これは、9%以上のシェアを占めるような中国の存在感を強く示すことの出来る研究領域数の割合が大きくなっていることと一致する。整数カウント法のみでなく、分数カウント法においても着実にこのような高いシェアを示す研究領域数を増やしていることから、国際共著という科学研究体制の変化にも対応しつつ、自国内での研究力を増加させていることが伺える。

図表 29では、日本、英国、ドイツのTOP1%論文数 1 以上の研究領域(参加領域)の数の比較を分野ごとに示した。ここから、英国とドイツと、日本の参加領域数の差が大きいのは、臨床医学と学際的・分野融合的領域であることが分かる。

図表 29 サイエンスマップ 2008 における日英独の参加領域数の比較

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

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(3) サイエンスマップ上に見る日本の活動状況

ここまで各国のシェアを 1 つの数値で表してきたが、各研究領域のシェアをサイエンスマップ上に付加させ一覧できるようにすることで、単純な全体のシェアだけでなく、どのような位置にある研究領域で日本が存在感を持っているのか、一方で存在感を出していない研究領域はどのあたりなのかを可視化することが可能となる。

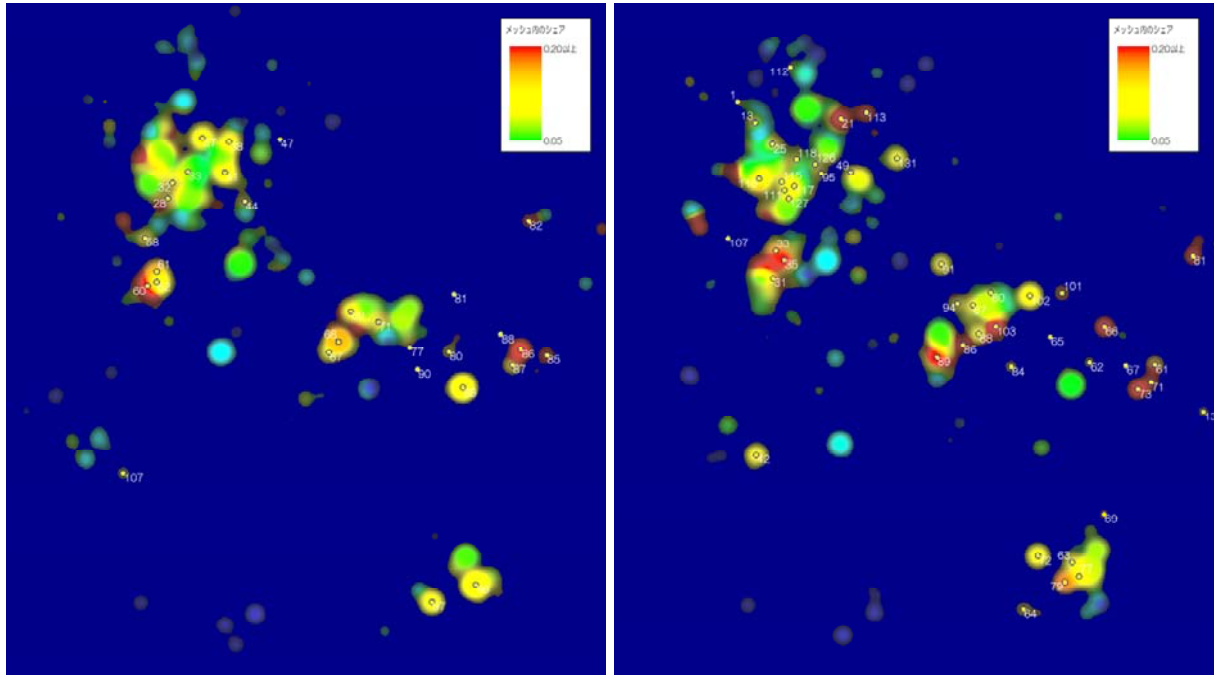
図表 30は、サイエンスマップ 2002 から 2008 までのマップ上に、それぞれの時期の日本のシェアの情報を付加したものである。シェアの情報は、整数カウント法による。マップ上は、日本論文比率が 5%の部分は水色で示し、20%以上の部分については赤色で示している。暖色のところほど、日本のシェアが高い。このマップから、日本の場合、赤いところが点在してことが分かる。比較的、化学や物性研究のあたりに赤く色づく研究領域が多いものの、やはり島が点在しているような配置となっている。

図表 31は、分数カウント法によるシェアの情報を元に、サイエンスマップ 2002 から 2008 までのマップ上に、それぞれの時期の日本のシェアの情報を付加したものである。日本の場合、整数カウント法と分数カウント法の結果の傾向は大きく異ならないが、分数カウント法においては、サイエンスマップ 2002 から 2008 を通じて、化学や物性研究付近に高いシェアをもつ研究領域を持っていることが分かる。このことから、これらの研究領域では日本国内に存在感を示すことのできる研究者が存在することが示唆される。しかしながら、こちらの図表においても、強みと言えるシェアの高い研究領域の位置が点在している。

図表 30 サイエンスマップ上に示した日本の論文比率

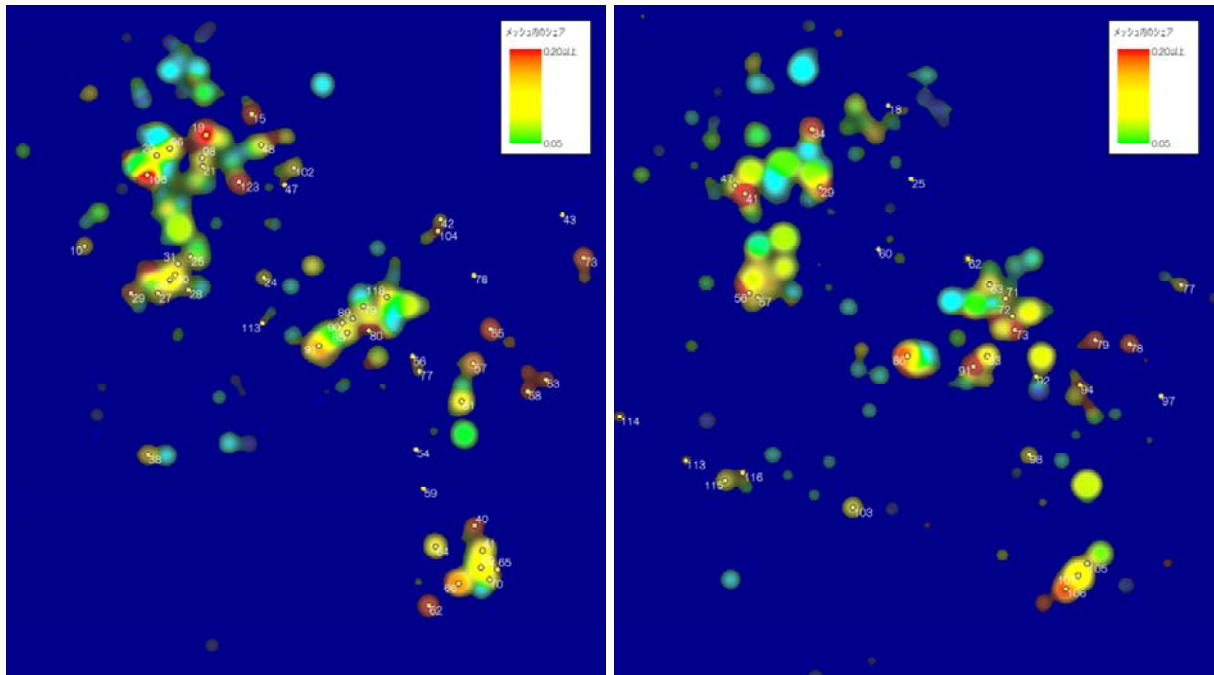
(A) サイエンスマップ 2002【整数カウント法】

(B) サイエンスマップ 2004【整数カウント法】



(C) サイエンスマップ 2006【整数カウント法】

(D) サイエンスマップ 2008【整数カウント法】



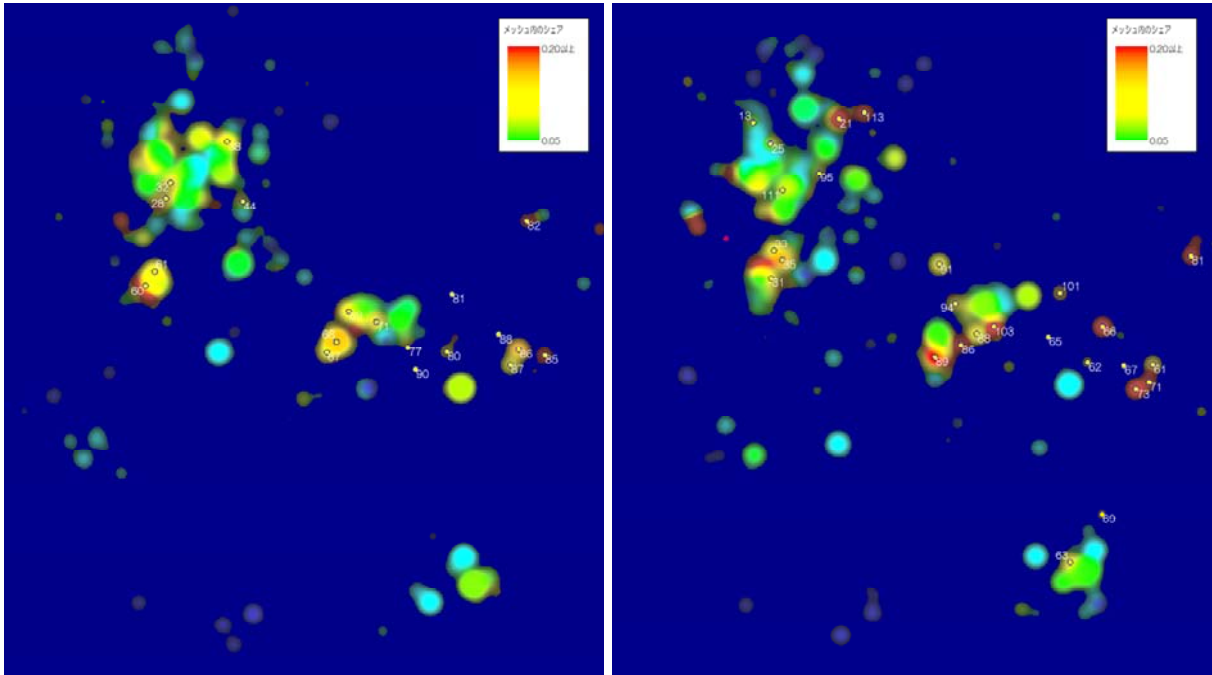
(注)論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 31 サイエンスマップ上に示した日本の論文比率

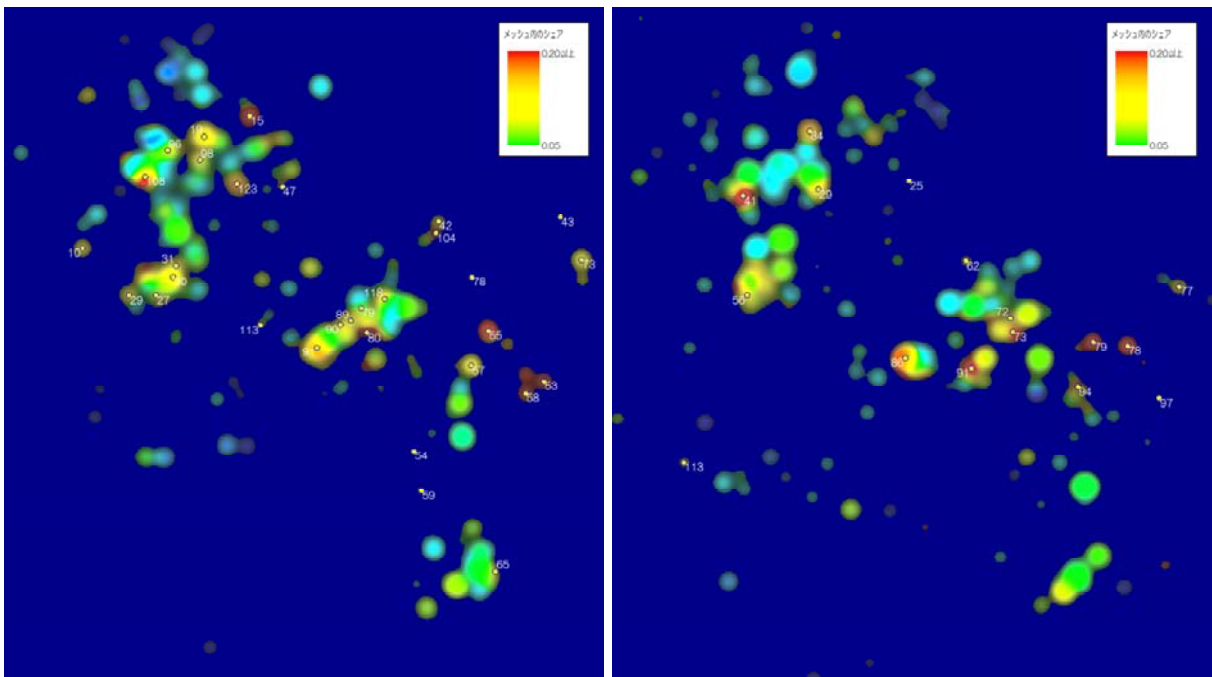
(A) サイエンスマップ 2002【分数カウント法】

(B) サイエンスマップ 2004【分数カウント法】



(C) サイエンスマップ 2006【分数カウント法】

(D) サイエンスマップ 2008【分数カウント法】



(注)論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

具体的に、日本の強みと考えることの出来る日本論文比率が9%を超えている注目研究領域を図表32に示した。整数カウント法によるコアペーパーの日本論文比率が最も大きな注目研究領域は、「高温超伝導体の新奇電子秩序(ID97)」であり、その値は52.2%に達している。これに続いて「自然免疫によるインターフェロン産生(ID41)」、「金属スピントロニクス(ID79)」、「興奮性シナプス可塑性の分子機構(ID25)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(ID91)」で日本論文比率が高い。このうち、ID97とID25は、マップ上では比較的小さくかつ孤立している研究領域であることが分かる。

分数カウント法によるコアペーパーの日本論文比率が最も大きな注目研究領域は、「金属スピントロニクス(ID79)」であり、その値は31.7%に達している。これに続いて「自然免疫によるインターフェロン産生(ID41)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(ID91)」、「光量子情報・通信、光ナノサイエンス(ID94)」、「マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性(ID78)」で日本論文比率が高い。このうち、ID79とID78はマップ上孤立している研究領域である。

121 注目研究領域中、分野の軸足が物理学、基礎生物学(植物・動物学、神経科学・行動学、生物学・生化学、農業科学)の注目研究領域において、日本の存在感が相対的に大きい。

分野の軸足が物理学の13 注目研究領域中7 領域で、日本論文の比率が9%を超えている。その中で、15%を超えている注目研究領域が6 領域存在する。物理学関係の注目研究領域で最も日本論文比率が高いのは、「高温超伝導体の新奇電子秩序(ID97)」の52%である。サイエンスマップ2006の物理学では、19 注目研究領域中14 領域で日本論文の比率が9%を超えていたことと比較すると、やや存在感を低下させていると言える。

分野の軸足が生命科学系の領域では、植物・動物学において、4 注目研究領域中2 領域で日本論文の比率が9%を超えている。その中でも特に「植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン(ID56)」に関する研究領域では、日本論文比率が21%と高くなっている。

分野の軸足が化学では、15 注目研究領域中4 領域で日本論文の比率が9%を超えている。ここで日本論文比率が15%を超えているのは、「イオン液体(ID73)」の24%、「触媒的不斉合成(ID86)」の19%、「マイクロ流路デバイス(ID62)」の17%である。サイエンスマップ2006の化学では、16 注目研究領域中8 領域で日本論文の比率が9%を超えていたことと比較すると、やや存在感を低下させていると言える。

また、学際的・分野融合的領域において日本のシェアが9%を超える領域数は、サイエンスマップ2004では39 領域中19 領域(49%)、サイエンスマップ2006では32 領域中8 領域(25%)、サイエンスマップ2008では40 領域中10 領域(25%)である。学際的・分野融合的領域は、サイエンスマップの中でも研究活動が比較的活発で、注目度を急激に集めている動きのある研究と考えられるので、そこでの停滞は特筆すべきであろう。

図表 32 日本のコアペーパーが9%以上の注目研究領域
(A) 整数カウント法

ID	研究領域名	22分野分類	コアペーパー数	日本論文数	日本論文比率
97	高温超伝導体の新奇電子秩序	物理学	23	12	52.2%
41	自然免疫によるインターフェロン産生	学際的・分野融合的領域	93	39	41.9%
79	金属スピントロニクス	物理学	61	22	36.1%
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	神経科学・行動学	19	6	31.6%
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物	学際的・分野融合的領域	74	23	31.1%
94	光量子情報・通信、光ナノサイエンス	物理学	30	8	26.7%
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	物理学	70	18	25.7%
73	イオン液体	化学	75	18	24.0%
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	学際的・分野融合的領域	99	22	22.2%
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	臨床医学	98	21	21.4%
116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション	地球科学	24	5	20.8%
56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン	植物・動物学	53	11	20.8%
86	触媒的不斉合成	化学	289	56	19.4%
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	物理学	238	45	18.9%
105	ガンマ線バースト	宇宙科学	45	8	17.8%
113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究	農業科学	29	5	17.2%
114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御	工学	35	6	17.1%
62	マイクロ流路デバイス	化学	30	5	16.7%
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	学際的・分野融合的領域	30	5	16.7%
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	学際的・分野融合的領域	46	7	15.2%
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	学際的・分野融合的領域	33	5	15.2%
57	植物の発生遺伝学/糖代謝	植物・動物学	31	4	12.9%
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	学際的・分野融合的領域	16	2	12.5%
107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	学際的・分野融合的領域	519	63	12.1%
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	学際的・分野融合的領域	94	11	11.7%
60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能	生物学・生化学	18	2	11.1%
83	配位空間・配位格子の設計と機能	化学	165	18	10.9%
98	超高速高強度光科学	物理学	57	6	10.5%
115	大気組成・微量成分	地球科学	69	7	10.1%
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	物理学	20	2	10.0%
103	先カンブリア時代の地球	地球科学	83	8	9.6%
47	C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法	学際的・分野融合的領域	76	7	9.2%

(注)論文シェアの計算には整数カウントを用いた。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(B)分数カウント法

ID	研究領域名	22分野分類	コアペーパー数	日本論文数	日本論文比率
79	金属スピントロニクス	物理学	61	19.3	31.7%
41	自然免疫によるインターフェロン産生	学際的・分野融合的領域	93	26.6	28.6%
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物	学際的・分野融合的領域	74	19.0	25.7%
94	光量子情報・通信、光ナノサイエンス	物理学	30	7.3	24.4%
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	物理学	70	15.0	21.4%
73	イオン液体	化学	75	16.0	21.3%
97	高温超伝導体の新奇電子秩序	物理学	23	4.6	20.1%
86	触媒的不斉合成	化学	289	54.5	18.9%
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	神経科学・行動学	19	3.5	18.4%
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	臨床医学	98	17.3	17.7%
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	学際的・分野融合的領域	99	15.3	15.5%
62	マイクロ流路デバイス	化学	30	4.5	15.0%
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	学際的・分野融合的領域	30	3.5	11.7%
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	学際的・分野融合的領域	46	5.2	11.2%
113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究	農業科学	29	3.2	10.9%
56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン	植物・動物学	53	5.2	9.8%

(注)論文シェアの計算には分数カウントを用いた。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(4) サイエンスマップ上に見る英国、ドイツ、中国の活動状況

ここからは、英国、ドイツ、中国の活動状況について、日本と比較しながら論じたい。図表 33には、サイエンスマップ 2008 上に、整数カウント法と分数カウント法により算出した日本、英国、ドイツ、中国の研究領域のシェア情報を付加したマップを示す。

まず、日本と中国は2つのカウント方法によるマップ上の差はあまりないが、英国とドイツは整数カウント法の方が分数カウント法に比べ顕著にシェアが高いという特徴が見られる。このことは、これまでも述べてきたように、英国やドイツでは国際共著論文により科学の世界での存在感を得ているためである。

英国やドイツの特徴は、分数カウント法では特定の研究領域群にシェアが高い研究領域が集まっているが、整数カウント法ではサイエンスマップ全体にわたって一定のシェアを持つ点である。例えば、分数カウント法に注目すると、ドイツは植物科学研究、化学、ナノサイエンスなどに、ドイツ論文シェアが高い注目研究領域(9%以上)が集まる傾向にある。しかし、整数カウント法では、サイエンスマップ上にまんべんなくドイツ論文シェアが15%を超える注目研究領域が広がっている。英国においても同じ傾向がみられる。この両国は自国の知識生産への貢献が小さい研究領域においても、国際共著を通じて知識生産に関与することで、国としての知識の多様性を確保していると考えられる。

英国とドイツの違いをみると、英国は脳・神経研究において自国内で高いアクティビティを示しているのに加えて、国際共同活動としてもその存在感を示しているところである。ドイツはこの研究領域群の活動は活発とは言えない。脳・神経研究は、サイエンスマップ 2008 で大きく変動のあった研究領域群であり、また今後社会科学系の研究とのリンクの強まりが予想されている。このような研究領域群において英国が、研究活動の足場を固めている様子が伺える。

一方、ドイツは、英国が存在感を全く示していない化学において、自国内での研究活動としてもアクティビティをもっており、かつ国際共同活動としてもその存在感を示しているところが特徴である。化学は、ナノサイエンスや物性研究との従来のつながりに加え、環境研究とのつながりも強く意識されてきていることを踏まえると、このような研究領域群に強みを持つことは他の研究領域群への今後の展開を考えると有効であることが考えられる。

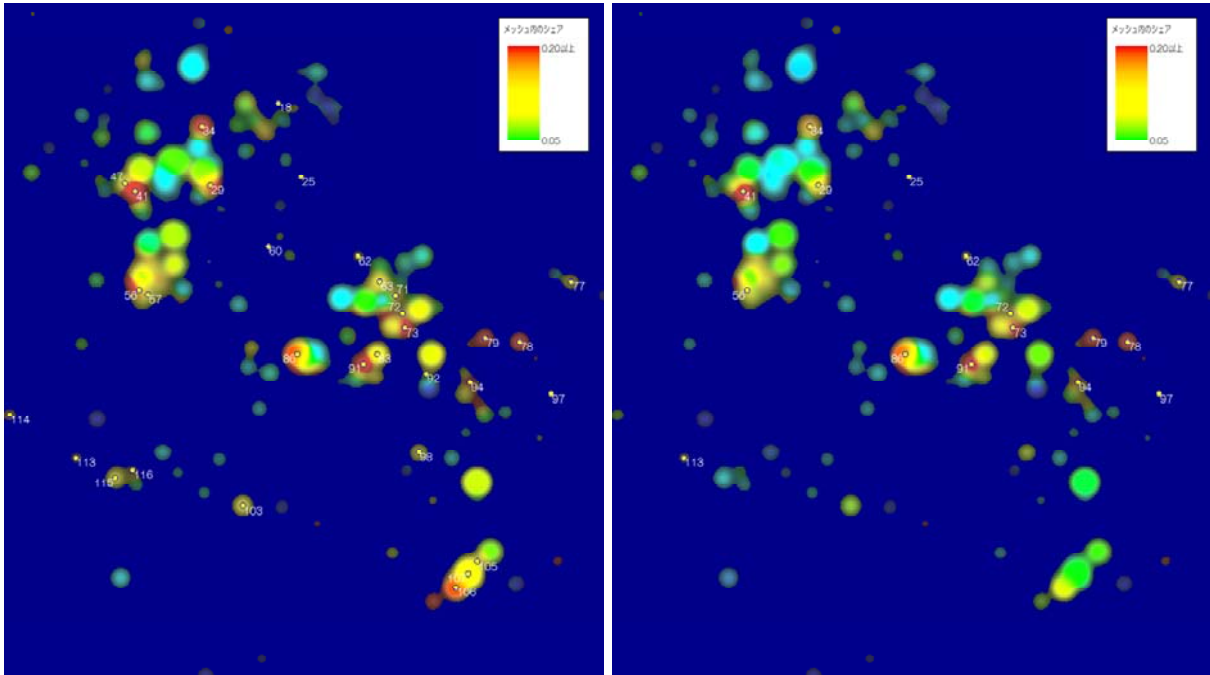
中国については、第Ⅱ部「6. サイエンスマップの時系列変化と主要国の論文シェアの変化」を見てもらうと、科学研究の活動範囲および活性度の両方が増しつつある状況が分かるだろう。中国の科学研究の活動範囲はナノサイエンスを中心としており、生命科学系まで活動範囲が広がりつつあるものの、まだそこでの存在感を示せていないため、強み弱みをはっきり見える構造になっている。ナノサイエンスの部分では、分数カウントでも論文シェアが9%を超えている注目研究領域が多数存在する。つまり、自国内での研究活動に限ったとしても、高いアクティビティによりその存在感を示している。ナノサイエンスの注目研究領域の多くは、学際的・分野融合的研究領域であり、比較的新しくまた注目度が急激に上がっているという特徴をもつ。つまり中国は、既存の分野にはとらわれない新しい知識が生み出されている研究領域において存在感を示している。この点、日本の状況は、分数カウント法で見ると、かなりの苦戦を強いられていることが分かる。

日本と、英独中の3国を比較すると、3国ではいずれのカウント法においても、シェアの高い研究領域(図表中の黄色の丸と数字を参照)がある程度固まって存在しているが、日本の場合はナノサイエンスや素粒子・宇宙論で一部領域が固まっているものの、基本的にマップ上で離れた場所に点在していることが見られる。個別の注目研究領域でみると、日本の研究活動は世界的にも高い存在感を見せているものがあるが、その活動が限定的であり周辺まで広がりを持たない。つまり研究者の層が薄く、マスとしての効力を発揮できていないため、世界での存在感を示すことができている可能性がある。この点、英独では、国際共著を通じて科学研究全体への関与度を高めることで、世界での存在感を示していると考えられる。

図表 33 サイエンスマップ 2008 上に示した論文比率の日英独中の比較

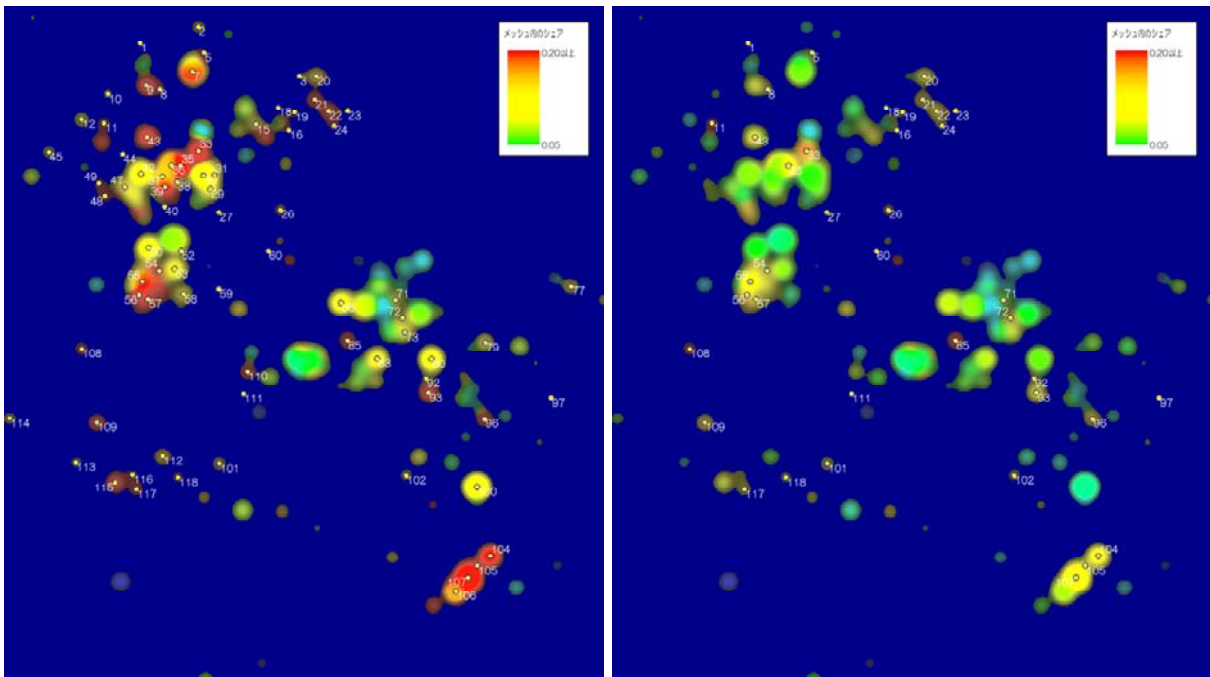
(A) 日本【整数カウント法】

(B) 日本【分数カウント法】



(C) 英国【整数カウント法】

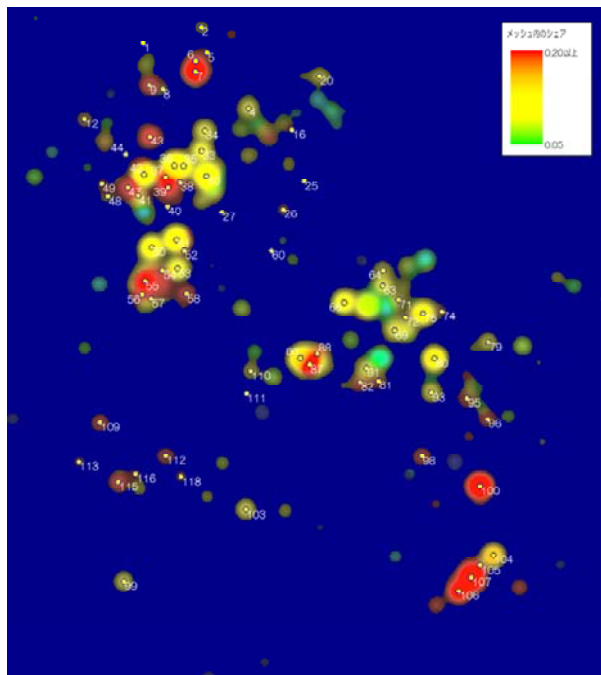
(D) 英国【分数カウント法】



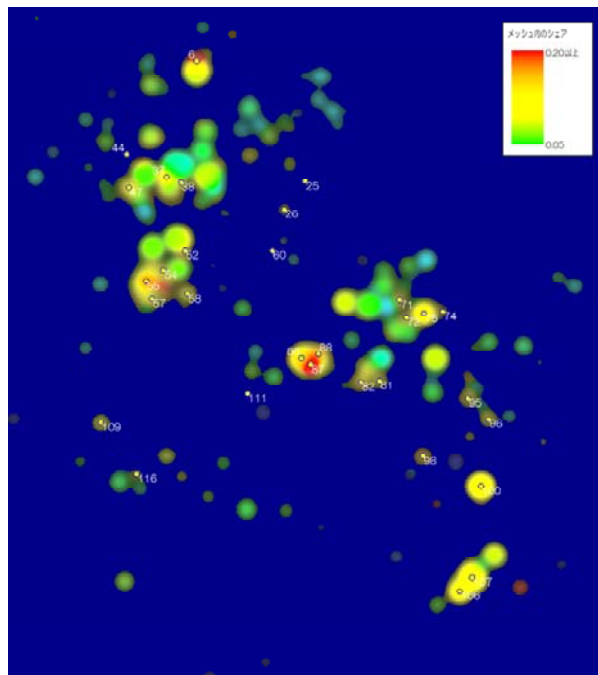
(注)論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

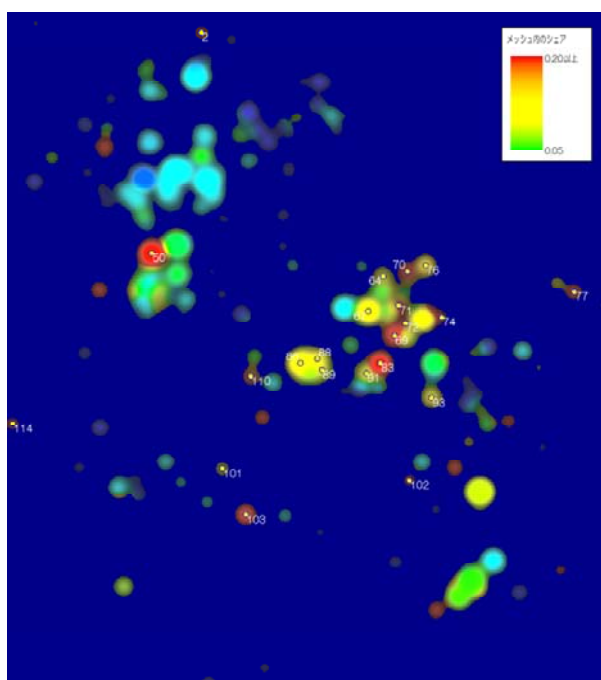
(E) ドイツ【整数カウント法】



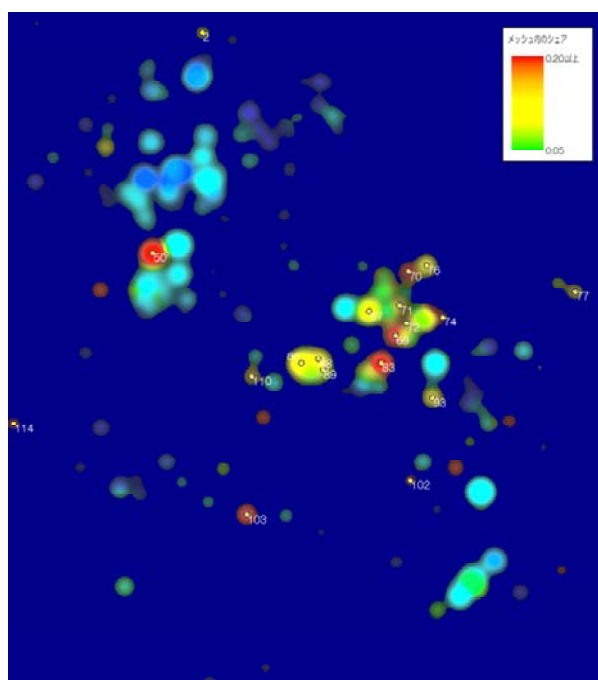
(F) ドイツ【分数カウント法】



(G) 中国【整数カウント法】



(H) 中国【分数カウント法】



(注)論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

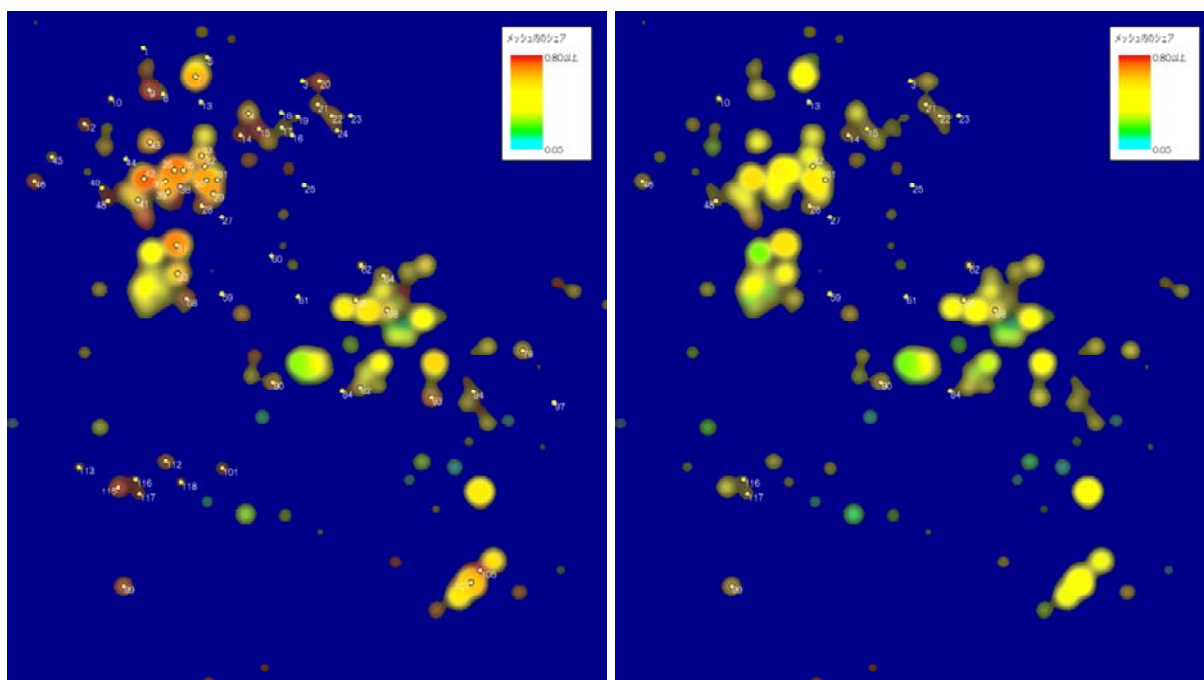
(5) サイエンスマップ上に見る米国の活動状況

図表 34はサイエンスマップ 2008 上に米国の研究領域のシェアの情報を付加している。コアペーパーにおける米国論文シェアは図表 25に示したように、他国と比較しても群を抜いており、科学研究を先導している様子がうかがえる。しかしながら、研究領域相関マップ全体のバランスを見ると、コアペーパーにおける論文シェアに濃淡が存在することが分かる。生命科学や環境の研究領域群が非常に高い論文シェアを示す状況に比して、化学やナノサイエンスの研究領域群での論文シェアが小さい。この傾向は、いずれのカウント法でも同様に見られる。

図表 34 サイエンスマップ 2008 上に示した米国の論文比率

(A) 米国【整数カウント法】

(B) 米国【分数カウント法】



(注)論文シェアが5%を水色で表示し、80%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが60%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ：Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

(6) サイエンスマップの分布と各国の論文分布とのずれ

ここでは、サイエンスマップにおける論文の分布と各国の論文の分布のずれについて調べる(図表 35)。これにより、世界の標準にならった分布であるか、独自の特色を持つ分布であるかが分かる。具体的には、サイエンスマップにおける世界の論文分布と各国の論文分布のずれを以下の式により評価した。

$$\sum_{ij} \{N_{\text{全体}}(i,j) - N_{\text{国A}}(i,j)\}^2$$

ここで $N_{\text{全体}}(i,j)$ はサイエンスマップを構成する全コアペーパー中 (i,j) 番目の微小面積に含まれる論文数、 $N_{\text{国A}}(i,j)$ は (i,j) 番目の微小面積に含まれる国 A の論文数である。和はサイエンスマップ全体に対してとる。 $N_{\text{全体}}(i,j)$ 、 $N_{\text{国A}}(i,j)$ ともにサイエンスマップ全体で和をとると 1 となるように規格化を行った。この値は、サイエンスマップ上における国 A の論文分布が、世界の論文分布と全く一緒であれば 0 となり、ずれの増加にともない大きくなる。

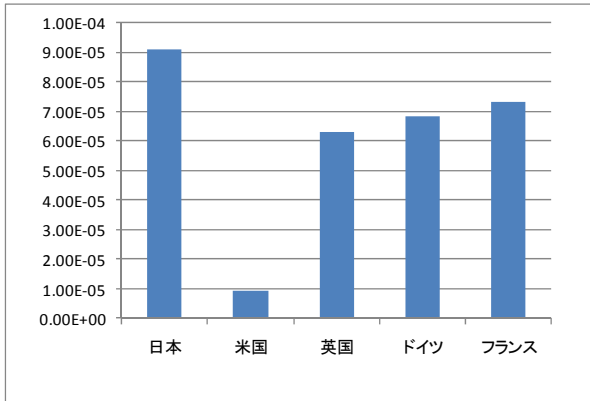
(A) (B)を比較すると、日本、英国、ドイツは、サイエンスマップ 2002 から 2008 にかけて、世界標準に近づき、フランスは逆に世界標準から離れたことになり、独自のポートフォリオを持っていることが伺える。米国については、ずれが非常に小さい。

(C) (D)に示したフランスの論文分布をみても分かるように、サイエンスマップ 2002 ではやや環境にシェアの高い研究領域を持っているものの全体的にサイエンスマップをカバーしている。これと比べてサイエンスマップ 2008 では、臨床医学系の研究領域での存在感が高い一方ナノサイエンスや化学では存在感が低く、マップ上での論文分布の様子が変化していることが分かる。

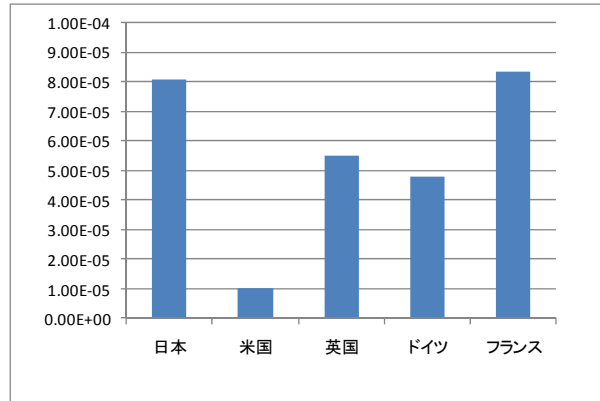
英国、ドイツ、フランスは、サイエンスマップ 2008 でもシェアを伸ばしている国だが、サイエンスマップ上で見られる論文分布の傾向には差があることが分かった。

図表 35 サイエンスマップの分布と各国の論文分布とのずれ

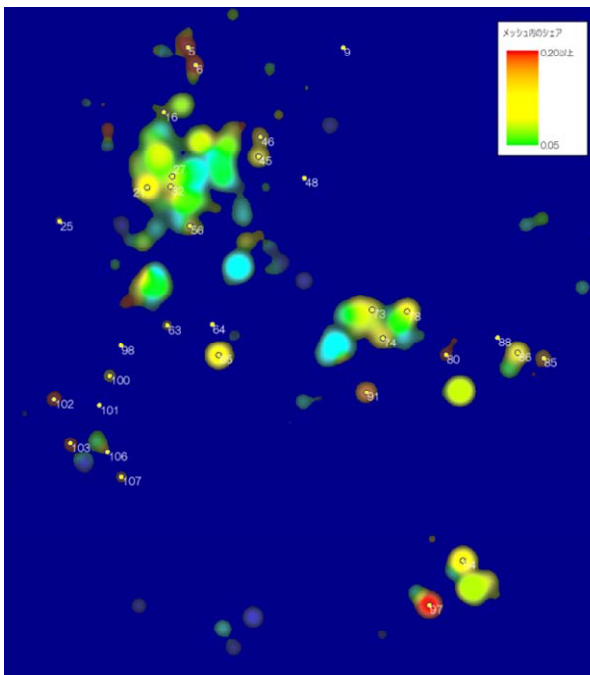
(A)サイエンスマップ 2002



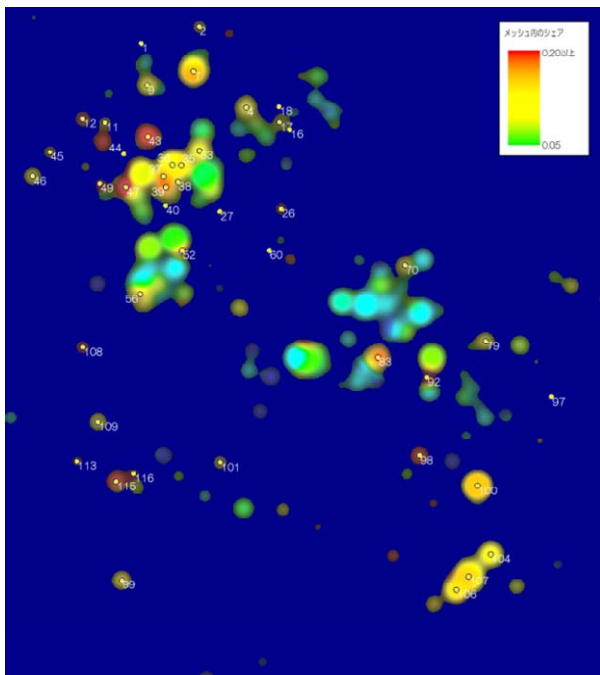
(B)サイエンスマップ 2008



(C)サイエンスマップ 2002 フランス【整数カウント法】



(D)サイエンスマップ 2008 フランス【整数カウント法】



(注)図表(C)(D)では、論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ： Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

4-2 高い継続性や波及効果を持つ研究領域の探索

ここでは、時系列において高い継続性を持ち、他の研究領域に大きな波及効果をもたらすような研究領域を、探索した結果について紹介する。具体的には以下の手順で分析を行った。

① サイエンスマップ 2004 を用いた研究領域の継続性や波及効果とコアペーパー数やネットワーク指標と関係の分析

サイエンスマップ 2004 で得られた研究領域のうち、1)どの程度がサイエンスマップ 2008 まで継続しているのか(継続性)、2)幾つがサイエンスマップ 2008 の研究領域に波及しているのか、その広がりはどうか(波及効果)を調べ、高い継続性や波及効果を持つ研究領域を、コアペーパー数とネットワーク指標を用いて分類した。

結果として図表 36 に示したように、コアペーパー数が多い研究領域ほど高い継続性を示すこと、その中でも高い次数中心性を持つ研究領域が多くの波及研究領域につながる事が分かった。また、媒介中心性が高い研究領域ほど、波及研究領域のマップ上での広がりが大きくなる傾向があることが示された。

② サイエンスマップ 2008 への方法論の適用

サイエンスマップ 2004 で得られた研究領域の分類方法をサイエンスマップ 2008 に適用し、継続性、波及効果という点でポテンシャルを持つ注目研究領域の抽出を行った。

図表 36 継続性や波及効果とコアペーパー数やネットワーク指標との関係

	測定方法	継続性、波及効果と関係のある指標		
		コアペーパー数	ネットワーク指標	
			次数	媒介
継続性	共通度が0.2以上の研究領域の有無	◎	△	—
波及効果	コアペーパーが1本でも共通する研究領域(波及研究領域)の数と広がり	○	波及研究領域数 ○	波及研究領域の 広がり ○

【研究領域の継続性と波及効果】

(研究領域の継続性)

研究領域の継続性については、研究領域間のコアペーパーの共通度を用いて判定した。まず、サイエンスマップ 2004 の研究領域(A)と共通度 0.2 以上でつながっているサイエンスマップ 2006 の研究領域(B)を抽出した。次に、研究領域(B)と共通度 0.2 以上でつながっているサイエンスマップ 2008 の研究領域(C)が存在するかを調べた。研究領域(C)が存在した場合、研究領域(A)はサイエンスマップ 2002 からの継続研究領域とした。

(研究領域の波及効果)

研究領域の波及効果については、数(波及研究領域数)と広がり(媒介)の両面を考えた。

波及研究領域数は、研究領域間の共通コアペーパー数を用いて判定した。まず、サイエンスマップ 2004 の研究領域(a)と 1 件でも共通のコアペーパーを持つサイエンスマップ 2006 の研究領域(b)を抽出した。次に、研究領域(b)と 1 件でも共通のコアペーパーを持つサイエンスマップ 2008 の研究領域(c)を抽出し、これらを研究領域(a)の波及研究領域とした。

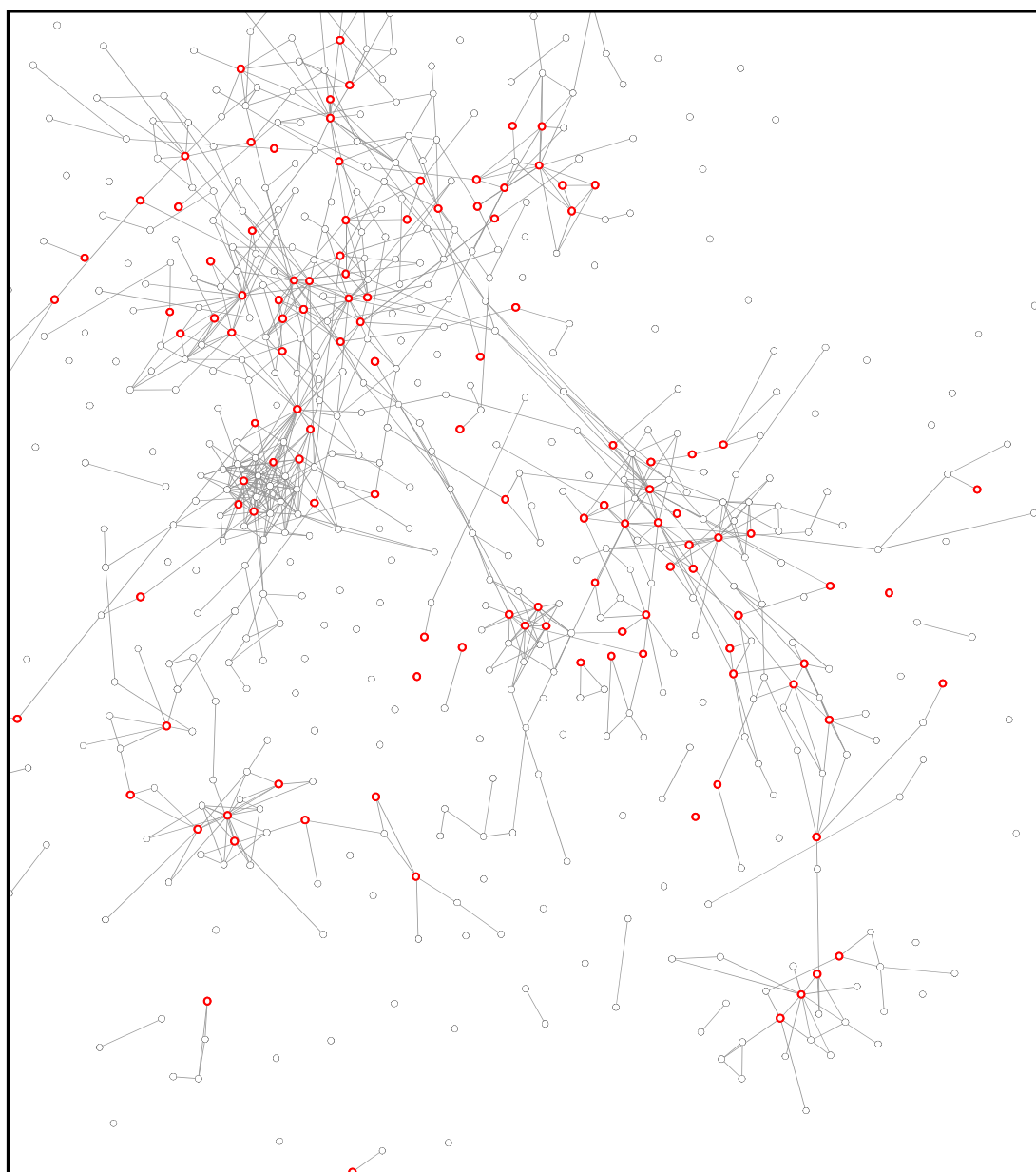
波及の広がり(媒介)は、サイエンスマップ上での位置を確認するとともに、距離を算出し捉えることとした。

4-2-1 分析に用いた指標

(1) ネットワーク指標

ネットワーク指標として、次数中心性、近接中心性、媒介中心性の3つの中心性に注目した。なお、サイエンスマップで幹となる研究領域ネットワークを分析するため、規格化された共引用度が0.02以上のリンク(図表37、実線で示されたリンク)を中心性の計算に用いた。ネットワーク指標の計算の際は、共引用度が0.02以上のリンクについては重みを全て1とした。図表38に、それぞれの中心性の計算方法の概要とサイエンスマップにおける意味をまとめた。詳細な計算方法については、第II部「7. 中心性の計算方法について」に示した。

図表 37 サイエンスマップ 2008 ネットワーク図



(注)ネットワーク図中の丸は研究領域の中心位置を示す。赤丸は注目研究領域に対応している。研究領域間を結ぶリンクは共引用度が0.02以上のものについて図示した。

データ： Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

次数中心性については、全研究領域について計算を行った。サイエンスマップ 2004 では 626 研究領域、サイエンスマップ 2008 では 647 研究領域について、次数中心性の計算を行った。

近接中心性と媒介中心性については、サイエンスマップ中でリンクによりつながっている研究領域数が最も大きなクラスターについて分析を行った。サイエンスマップ 2004 では 338 研究領域が、サイエンスマップ 2008 では 442 研究領域が繋がったクラスターを分析対象とした。

図表 38 次数、近接、媒介中心性の計算方法とサイエンスマップにおける意味

中心性の種類	中心性の計算方法の概要	サイエンスマップにおける中心性の意味
次数中心性	ある研究領域と共引用度が0.02以上の関係でつながっている他の研究領域の数。	最隣接の研究領域とのつながりのみを考慮した値。サイエンスマップにおいては周辺の研究領域とのつながりを示しており、研究領域群で中心となっている研究領域において高い値となる傾向がある。
近接中心性	ある研究領域から他の研究領域へ最短で到達するステップ数(最短経路)を求め、全ての研究領域についてその平均を求めた値。(リンクでつながっていない研究領域は分析の対象外となる。)	他の研究領域との平均的な最短距離を示した値。サイエンスマップにおいては生命科学系の研究領域が約半数を占めるので、生命科学系の研究領域の方が、近接中心性が高い値となる傾向がある。
媒介中心性	研究領域と研究領域を橋渡しする性質の尺度。 2つの研究領域(AとB)を結ぶ全ての最短経路の中で、ある研究領域を通るものが幾つあるかを計算。AとBの対はサイエンスマップ上の全ての研究領域についてとる。AからBに達する際に、必ず通らなといけない研究領域が高い媒介中心性を持つ。(リンクでつながっていない研究領域は分析の対象外となる。)	任意の2つの研究領域を結ぶ最短経路に、ある研究領域がどの程度関与しているかを示した値。サイエンスマップにおいては、異なる研究領域群を結ぶ役割をしている研究領域において高い値となる傾向がある。

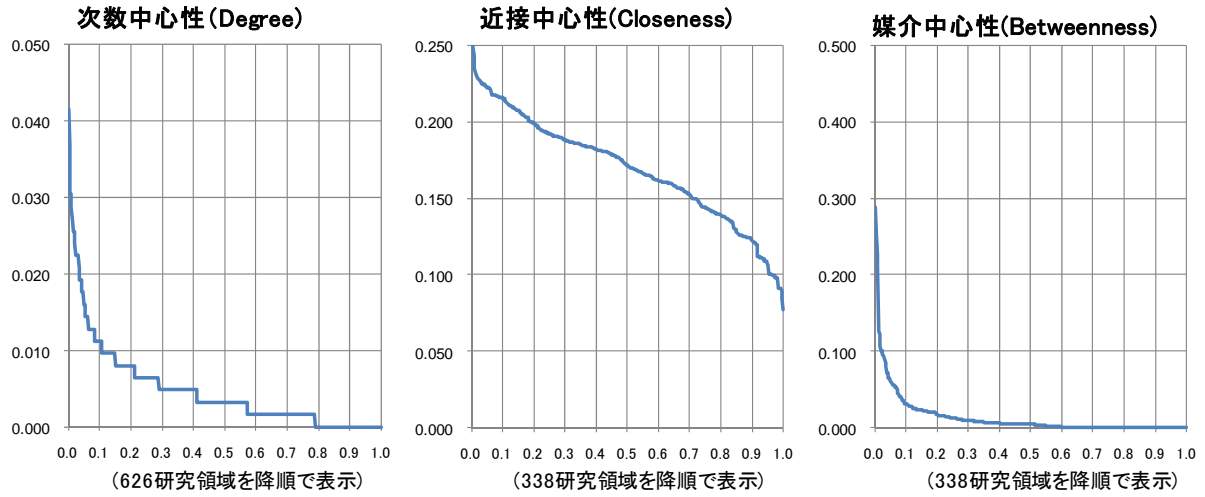
まず、サイエンスマップ 2004 を対象に、次数中心性、近接中心性、媒介中心性を研究領域ごとに求め、降順にソートし、値の分布を見たのが図表 39である。これらを比較すると、次数中心性と媒介中心性は上位と下位との値が 10 倍以上異なるが、近接中心性については 4 倍程度であり値が分散していない。これを基に、3 つの中心性それぞれで、上位 0-5%、5-20%、20-50%、50-100%と研究領域の階層を決定した。

次に、3 つの中心性の階層ごとの分野分布を分析した(図表 40)。注目研究領域の生命科学系と生命科学系以外のバランスに注目すると、次数中心性と媒介中心性については、上位 0-5%の部分では生命科学系の注目研究領域の割合の方が多いたことが分かる。これは、図表 37からも分かるように、生命科学系と生命科学系以外で、研究領域間がリンクで結ばれる度合いが異なることに由来する。

近接中心性については上位 20%までの注目研究領域の全てが生命科学系の研究領域である。これは、近接中心性が、研究領域間のリンクの度合いに加えて、生命科学系と生命科学系以外の研究領域数のバランスにも大きく依存する値であるためと考えられる。

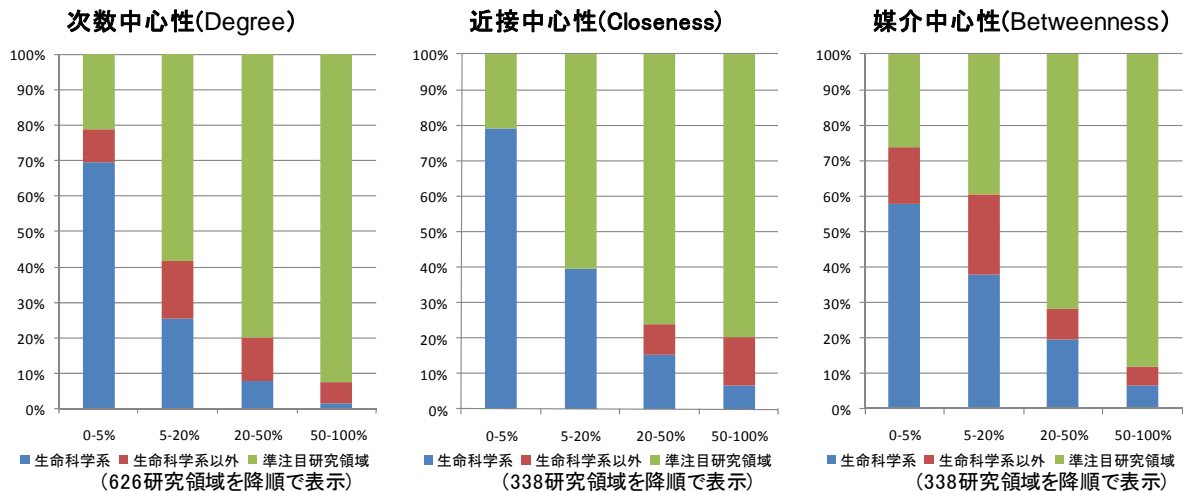
以降では、次数中心性と媒介中心性を用いて、研究領域の継続性や波及効果を分析する。

図表 39 次数、近接、媒介中心性の分布(サイエスマップ 2004)



データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 40 中心性の階層(上位 0-5%, 5-20%, 20-50%, 50-100%)ごとの分野分布(サイエスマップ 2004)



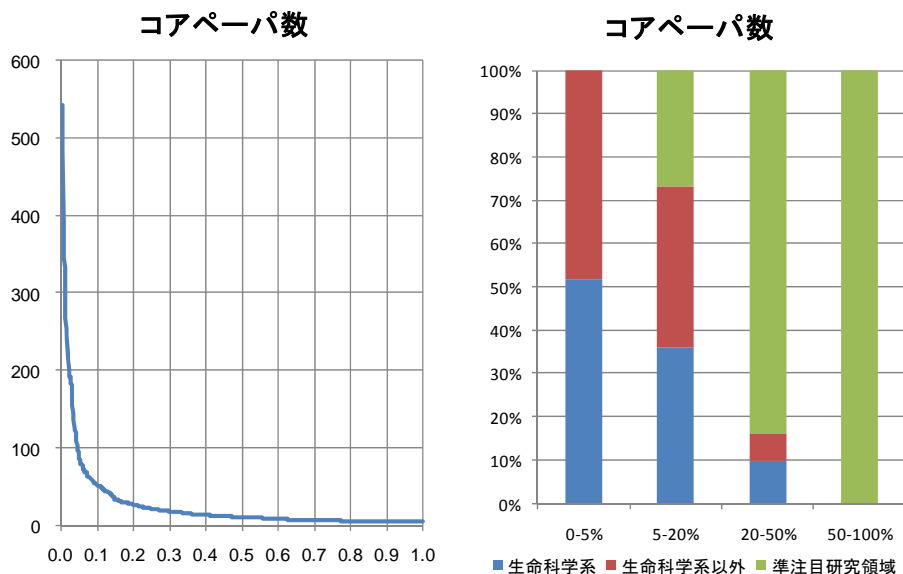
(注1) 注目研究領域については、生命科学系と生命科学系以外に分類している。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) コアペーパー数

サイエンスマップ 2004 の 626 研究領域を対象に、コアペーパー数の分布を図表 41に示した。次数中心性や媒介中心性と同じく、コアペーパー数も上位の研究領域に集中している様子が分かる。しかし、生命科学系と生命科学系以外のバランスをみると、コアペーパー数が上位 0-5%、5-20%、20-50%、50-100%の各階層で、同じ程度の割合を占めていることが分かる。

図表 41 コアペーパー数の分布とコアペーパー数の階層(上位 0-5%、5-20%、20-50%、50-100%)
ごとの分野分布(サイエンスマップ 2004)



(注 1) 注目研究領域については、生命科学系と生命科学系以外に分類している。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

4-2-2 研究領域の継続性とコアペーパー数・次数中心性との関係

まず、研究領域の継続性とコアペーパー数や次数中心性の関係を分析した結果を述べる。

サイエスマップ 2004 の全研究領域(626 研究領域)のうち、サイエスマップ 2008 まで継続しているのは 163 研究領域であり、約 25%の研究領域が継続している。図表 42および図表 43は、サイエスマップ 2004 の研究領域をコアペーパー数、次数中心性を用いて上位 0-5%、5-20%、20-100%の 3 階層に分類し、研究領域数およびサイエスマップ 2004~2008 にかけての研究領域の継続性を示した結果である。

コアペーパー数上位 0-5%の研究領域 31 のうち、約半分は次数中心性でも上位 0-5%に入っている。また、次数中心性上位 0-5%の研究領域 33 のうち、約半分はコアペーパー数でも上位 0-5%に入る。次数中心性とコアペーパー数の相関係数は 0.54 である。

コアペーパー数が上位 0-5%の研究領域は 87%が継続、次数中心性が上位 0-5%の研究領域の 58%が継続している。コアペーパー数や次数中心性が上位の研究領域ほど、継続する割合が高い傾向があることが分かる。コアペーパー数と次数中心性を比べると、コアペーパー数が多い研究領域を抽出した方が、継続する確率が高いことが分かる。

図表 42 研究領域数(コアペーパー数および次数中心性による分類)(サイエスマップ 2004)

		次数中心性			全体
		上位0-5%	上位5-20%	上位20-100%	
コアペーパー数	上位0-5%	15	6	10	31
	上位5-20%	10	35	52	97
	上位20-100%	8	57	433	498
	全体	33	98	495	626

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 43 継続研究領域数と継続割合(コアペーパー数および次数中心性による分類)(サイエスマップ 2004)

		次数中心性			全体
		上位0-5%	上位5-20%	上位20-100%	
コアペーパー数	上位0-5%	12(0.80)	6(1.00)	9(0.90)	27(0.87)
	上位5-20%	5(0.50)	19(0.54)	33(0.63)	57(0.59)
	上位20-100%	2(0.25)	13(0.23)	64(0.15)	79(0.16)
	全体	19(0.58)	38(0.39)	106(0.21)	163(0.26)

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

4-2-3 研究領域の波及とコアペーパー数・ネットワーク指標との関係

(1) 波及研究領域数

次にサイエンスマップ 2004 の研究領域が、幾つの波及研究領域につながったかについて分析する。図表 44に研究領域当たりの波及研究領域数を示す。コアペーパー数が上位0-5%の研究領域は約5.9の波及研究領域につながり、次数中心性が上位0-5%の研究領域は約5.3の波及研究領域につながっている。図表 45から、コアペーパー数が同じ階層の研究領域の中では、次数中心性が上位の研究領域ほど、波及研究領域数が多いことが分かる。

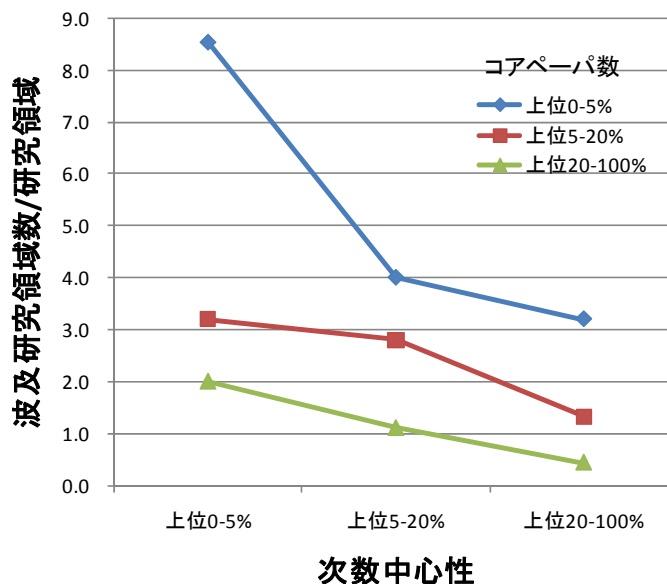
特にコアペーパー数、次数中心性とも上位0-5%の研究領域は、特に波及研究領域数が多く、他の研究への影響が大きいことが分かる。

図表 44 波及研究領域数(コアペーパー数および次数中心性による分類)(サイエンスマップ 2004)

		次数中心性			全体
		上位0-5%	上位5-20%	上位20-100%	
コアペーパー数	上位0-5%	8.53	4.00	3.20	5.94
	上位5-20%	3.20	2.80	1.33	2.05
	上位20-100%	2.00	1.11	0.44	0.54
	全体	5.33	1.89	0.59	

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 45 波及研究領域数の次数中心性依存性(サイエンスマップ 2004)



データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

これまでの考察から、コアペーパー数および次数中心性とも上位の研究領域は、継続性が高く、多くの波及研究領域を生み出す研究領域であることが分かった。図表 46と図表 47にサイエンスマップ 2004 における注目研究領域を、コアペーパー数と次数中心性を用いて分類した結果を示す。

図表 40でみたように、生命科学系と生命科学系以外の次数中心性を比べると、生命科学系の方が大きな値をとる傾向にある。そこで、図表 46と図表 47では生命科学系と生命科学系以外を分けて示した。

コアペーパー数が上位 0-5%の注目研究領域に注目すると、生命科学系では次数中心性が上位 0-5%の割合が最も多いが、生命科学系以外では次数中心性が上位 20-50%の注目研究領域数が最も多い。コアペーパーでみた規模が同じでも、生命科学系と生命科学系以外の研究領域で、他の研究領域とのかかわり方の度合いが異なることが、ここからも分かる。

図表 46 コアペーパー数と次数中心性を用いた注目研究領域の分類(生命科学系、サイエンスマップ 2004)

	次数中心性上位0-5%	次数中心性上位5-20%	次数中心性上位20-50%	次数中心性上位50-100%
コアペーパー数0-5%	<p>14 がんの治療研究 16 白血病の分子病態・治療研究 26 生活習慣病のシグナル伝達分子 27 神経・造血・循環器系の疾患に対する幹細胞治療 33 植物生命制御および維持機構の解析 34 植物のストレス応答 35 生物時計に関する研究 105 プロテオーム 110 ウイルスの感染機構と宿主免疫: C型肝炎ウイルス感染とHIVウイルス 116 免疫研究 117 アポトーシスの分子機構の研究 130 エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究</p>	<p>15 循環器疾患に対する薬物療法の開発研究 132 アルツハイマー病或はパーキンソン病における、蛋白沈着或は非沈着性の発症機構</p>	<p>131 TRPチャネルと細胞感受</p>	<p>5 重症急性呼吸器症候群(SARS)様症状を呈するトリプルエンザの研究</p>
コアペーパー数5-20%	<p>11 多発性骨髄腫の治療研究 21 アディポサイトカインとメタボリックシンドローム発症の分子機構 25 シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の抗腫瘍効果 30 植物ゲノム研究 31 植物ホルモン・アブジジン酸の機能解析 99 代謝ストレスに反応するシグナル伝達機構 100 低酸素応答転写因子HIF-1とがんの増殖・悪性化 114 PI3K/Aktシグナル伝達経路による生存維持の分子メカニズム 121 免疫系のシグナル伝達機構</p>	<p>2 敗血症・心筋梗塞患者への臨床対応方法 12 リソキサンが奏効する疾患の研究 13 骨破壊病変における破骨細胞による骨吸収のメカニズムの研究 18 自己免疫疾患 22 乳癌の予防およびホルモン療法に関する研究 24 鎮痛・抗炎症薬であるシクロオキシゲナーゼ-2(COX-2)阻害剤の臨床研究 28 Gタンパク質共役受容体の構造と機能に関する研究 32 細胞骨格制御 52 恐怖症、気分障害、不安障害に対する薬物治療法の開発 74 複雑ネットワークの構造理論と遺伝子、感染症、社会ネットワークへの応用 93 創薬におけるスクリーニング技術の研究 113 グレリンの生理的意義と治療応用 115 クロロン病の疾患感受性遺伝子・遺伝子診断 118 ヒト造血・癌・胎児幹細胞の分化と自己複製の分子生物学的機序 126 哺乳類のラママイシン標的タンパク質(mTOR)の機能研究 127 ゲノム損傷応答の分子メカニズム</p>	<p>3 難治性心不全における再同期療法 4 不整脈の原因遺伝子の多様性 6 アレルギー治療の研究 19 薬剤溶出ステントを用いた冠動脈形成術後再狭窄の予防 23 静脈血栓塞栓症の治療研究 48 サブユニット特異的グルタミン酸受容体トラフィックを介した脳の可塑性 49 ハンテント病を中心とする神経変性疾患の病態解析と治療法開発 50 視覚的注意と脳活動の振動現象 53 統合失調症患者の早期発見と早期治療 109 プリオン感染・増殖機構</p>	
コアペーパー数20-50%	<p>1 大腸がん検診方法の開発と評価に関する研究 17 生活習慣病の治療標的分子・ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体の機能解析 20 造血幹細胞を標的とした遺伝子治療の可能性と副作用 29 アグロバクテリアの遺伝工学的有用性とゲノムの特徴 51 脳の構造を形成するための細胞移動に関わる分子群の作用機構 111 ヒストンデアセチラーゼ(HDAC)阻害剤によるがん治療研究 129 寿命制御に関連する情報伝達</p>		<p>9 冠動脈病変の画像診断法の開発 47 認知心理現象の脳機能イメージング 98 ヒト免疫不全ウイルス(HIV)の感染増殖過程における脂質ラフトの関与の研究 107 ゲノム解析に基づいたヘリコバクター・ピロリ感染症と結核の研究 112 大豆・植物性エストロゲン・イソフラボン摂取と加齢性疾患に対する影響 125 マイクロアレイデータの処理に関する統計手法の開発 128 細胞質—核間輸送機構とRNAの一生</p>	<p>7 バイオテロ対策の研究 8 多発性硬化症の治療 95 生理活性リポエン脂質受容体のシグナル伝達</p>

(注)コアペーパー数 50%については該当する注目研究領域がない。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 47 コアペーパー数と次数中心性を用いた注目研究領域の分類(生命科学系以外、サイエンスマップ 2004)

	次数中心性上位0-5%	次数中心性上位5-20%	次数中心性上位20-50%	次数中心性上位50-100%
コアペーパー数0-5%	78 宇宙背景放射のゆらぎとインフレーション・ブレン宇宙論 90 持続的社会的実現への貢献を目指した有機合成プロセス 106 ナノ構造体の作成および分子・デバイスへの応用に関する研究	44 宇宙大規模構造 77 太陽ニュートリノ問題と物質宇宙の創成 89 触媒的不斉合成 91 マイクロチップを用いた化学・バイオシステム	42 エアロゾルや大気汚染物質のモデル化およびそれらの気候への影響 46 ICPなどのプラズマを利用した分光分析に関する研究 70 量子光学・原子光学・量子ナノ構造と、それに基づく量子情報通信処理 73 Bi系高温超伝導体 79 CP非保存と新しい物理法則(超対称性ほか) 88 金属-有機ハイブリッド多孔性材料 102 カーボンナノチューブの基礎物性および応用についての研究	72 量子色力学
コアペーパー数5-20%		37 植物種多様性を中心とした生物種多様性に関する研究 54 法と行動科学 76 量子重力理論 85 デンドリマー 87 リビングラジカル重合 92 有機金属錯体の触媒作用(前周期遷移金属、典型金属を中心とした流れを汲むもの) 96 生物における水およびイオン輸送メカニズムの解明 103 高効率有機薄膜太陽電池 104 微粒子や高分子を用いたマイクロからナノ構造の構築 120 地球・地域規模の炭素循環に関する研究 124 高性能有機LEDの研究	40 気候変動に関係する北大西洋振動 55 政治権力と人権 58 企業統治 60 過冷却液体の安定性とガラス転移のメカニズムの解明 61 超伝導体MgB2の物理的性質と材料プロセス 62 量子コンピューティング用デバイス 63 非可換場の理論と超弦理論 66 スピントロニクス 68 超短パルス光の形成とその応用 71 異方的超伝導ギャップを持つ超伝導体 75 超弦理論と時空の物理 81 ナノオーダー結晶金属の塑性変形に関する研究 84 金の触媒作用 86 オレフィン重合用高性能触媒 94 化学的手法による陰イオンの検出 122 有機薄膜トランジスタの研究	36 残留性有機汚染物質(PCBとPBDE)による環境汚染とリスク制御 38 化学物質による水環境汚染とその分析法 45 メッシュレス法による有限要素法の研究 64 クォーク5個で構成されるバリオン 69 重力波による相対論的天文学 83 超高速無線通信のための多次元信号処理技術 101 無機ナノ材料と有機高分子からなるナノコンポジット 119 高分子電解質形燃料電池の開発と応用 133 窒素(N)系化合物半導体
コアペーパー数20-50%		80 ブロック共重合体のナノ規則構造材料への展開	39 南大洋における炭素循環とその変遷 41 古気候に関する研究 65 フォトニック結晶/デバイス 67 高温超電導体接合の物理 97 分子系統解析	43 火星探査 56 新時代の知的財産権 57 地域経済・地域統治 59 ベンチャーキャピタル 82 暗号応用技術 123 極微細な半導体集積回路の実現に向けた高誘電率ゲート絶縁膜の研究

(注)コアペーパー数 50%-については該当する注目研究領域がない。

データ: Thomson Reuters 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) 媒介中心性を用いた波及効果の広がり測定

以降の議論では、サイエンスマップ 2004 において、生命科学系についてはコアペーパー数、次数中心性とも上位 0-5% の 12 注目研究領域に注目し、生命科学系以外についてはコアペーパー数上位 0-5%、次数中心性上位 0-20% の 7 注目研究領域に注目する。

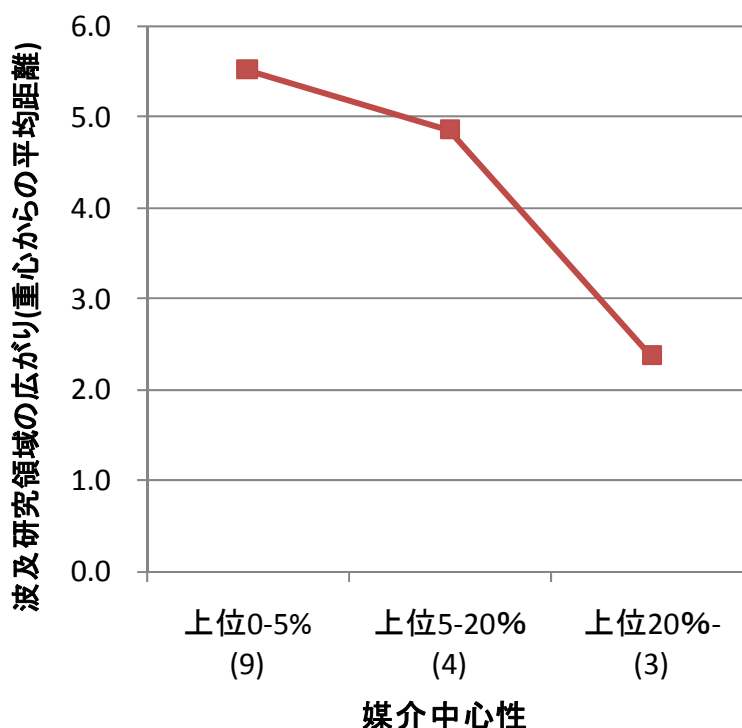
これら 19 注目研究領域は、他の研究領域と比べて多くの波及研究領域につながっているが、その影響範囲は異なる。そこで、波及の範囲を見るために、媒介中心性の大きさによって 19 注目研究領域を分類する。図表 38 に示した定義からも分かるように、媒介中心性は異なる研究領域群を結ぶ役割をする研究領域において高くなる指標である。したがって、19 注目研究領域の中でも、媒介中心性が高い研究領域は、より広い範囲へ波及をもたらす可能性がある研究領域であると考えられる。

図表 48 に波及研究領域の広がり媒介中心性依存性を示した。波及研究領域の広がりには以下の式により求めた。

$$\frac{1}{N} \sum_i \sqrt{(x_i - x_g)^2 + (y_i - y_g)^2}$$

ここで、 x_i と y_i はサイエンスマップ 2008 における波及研究領域の座標、 N はサイエンスマップ 2008 における波及研究領域数、 x_g と y_g は波及研究領域の重心である。19 注目研究領域のうち媒介中心性が計算可能な 16 の注目研究領域について結果を示している。図表 48 から、媒介中心性が上位の注目研究領域ほど、波及研究領域の広がりが大きくなる傾向にあることが分かる。

図表 48 波及研究領域の広がり媒介中心性依存性(サイエンスマップ 2004)



(注)波及研究領域の広がりについては、サイエンスマップ 2008 上の情報とする。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 49に、生命科学系の 12 注目研究領域を媒介中心性の大きさ順に示した。「プロテオーム(2004, ID105)」が最も大きな媒介中心性を持ち、これに「エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究(2004, ID130)」が続く。

図表 49 次数中心性と媒介中心性を用いた注目研究領域の分類(サイエンスマップ 2004)

(a) 生命科学系の注目研究領域

研究領域ID	領域名	次数中心性	媒介中心性
105	プロテオーム	0-5% (0.0224)	0-5% (0.2889)
130	エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究	0-5% (0.0416)	0-5% (0.2526)
26	生活習慣病のシグナル伝達分子	0-5% (0.0304)	0-5% (0.1222)
33	植物生命制御および維持機構の解析	0-5% (0.0368)	0-5% (0.1073)
34	植物のストレス応答	0-5% (0.0256)	0-5% (0.1001)
27	神経・造血・循環器系の疾患に対する幹細胞治療	0-5% (0.0304)	0-5% (0.0958)
117	アポトーシスの分子機構の研究	0-5% (0.0288)	0-5% (0.0939)
116	免疫研究	0-5% (0.0256)	5-20% (0.0558)
14	がんの治療研究	0-5% (0.0224)	5-20% (0.0536)
110	ウイルスの感染機構と宿主免疫:C型肝炎ウイルス感染とHIVウイルス	0-5% (0.0224)	5-20% (0.0205)
16	白血病の分子病態・治療研究	0-5% (0.0176)	20%- (0.0094)
35	生物時計に関する研究	0-5% (0.0192)	20%- (0.0061)

(b) 生命科学系以外の注目研究領域

研究領域ID	領域名	次数中心性	媒介中心性
106	ナノ構造体の作成および分子・デバイスへの応用に関する研究	0-5% (0.0256)	0-5% (0.2101)
90	持続的社会実現への貢献を目指した有機合成プロセス	0-5% (0.0192)	0-5% (0.0904)
91	マイクロチップを用いた化学・バイオシステム	5-20% (0.0096)	5-20% (0.0206)
89	触媒的不斉合成	5-20% (0.0112)	20%- (0.0038)
78	宇宙背景放射のゆらぎとインフレーション・ブレン宇宙論	0-5% (0.0176)	
44	宇宙大規模構造	5-20% (0.0112)	
77	太陽ニュートリノ問題と物質宇宙の創成	5-20% (0.008)	

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

媒介中心性については、サイエンスマップ中でリンクによりつながっている研究領域数が最も大きなクラスターについて分析を行っており、サイエンスマップ 2004 では 338 研究領域が対象である。ID78, 44, 77 については、338 研究領域中に含まれないため、媒介中心性の値は無い。サイエンスマップ 2004 の時点では、これらの研究領域は素粒子・宇宙論の研究領域群内のみで研究領域間のつながりを持ち、他の研究領域群との関連は極めて小さかったことがここからも分かる。

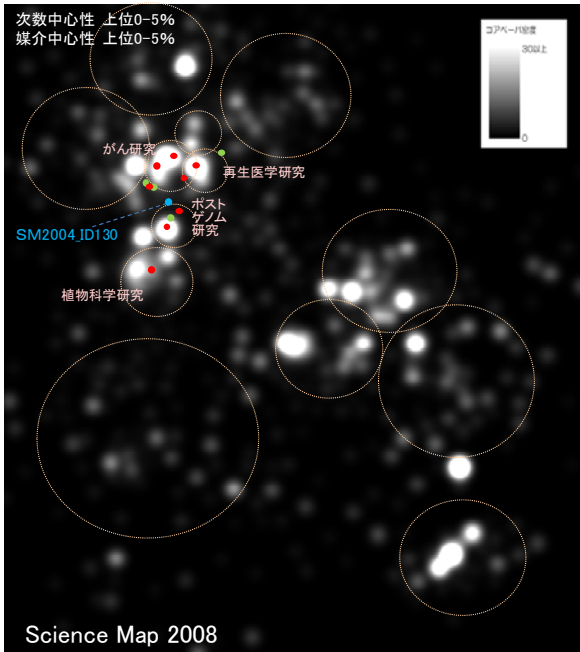
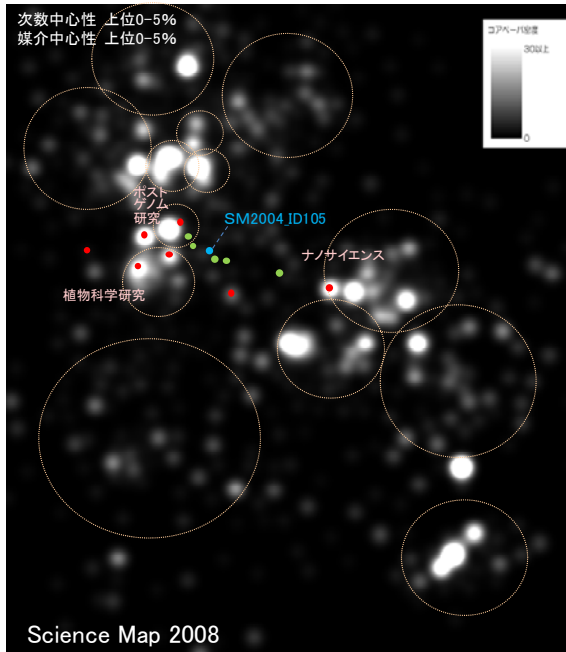
サイエンスマップ上で「プロテオーム(2004, ID105)」を出発点とする研究領域の波及をみると、この研究領域の知識がサイエンスマップ 2008 ではポストゲノム研究、植物科学研究、ナノサイエンスの研究領域群に波及している様子が分かる(図表 50(a))。「エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究(2004, ID130)」については、ポストゲノム研究、植物科学研究、再生医科学研究、がん研究への知識の波及がみられている(図表 50(b))。

生命科学系以外をみると、「ナノ構造体の作成および分子・デバイスへの応用に関する研究(2004, ID106)」の媒介中心性が突出して大きい。サイエンスマップ 2008 では、ナノサイエンスの研究領域群が以前と比べて広がりが増した形で観測されているが、この研究領域は、サイエンスマップ 2008 のナノサイエンスの研究領域群全体と物性研究の一部に波及を見せている(図表 50(c))。

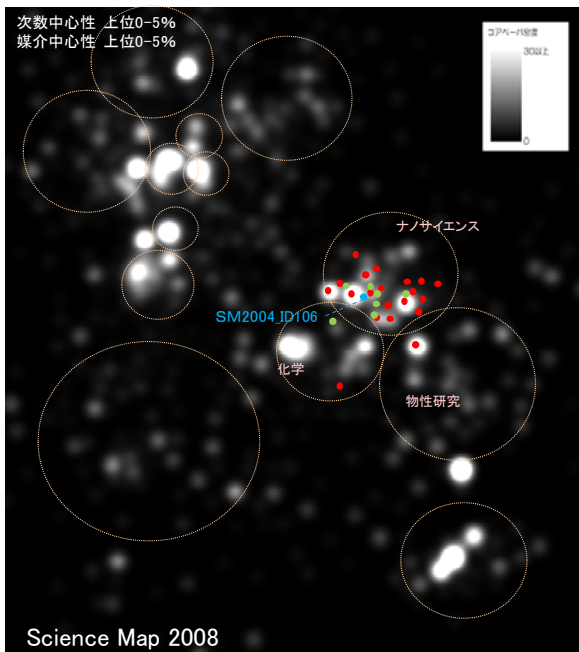
図表 50 研究領域が波及する様子(次数、媒介中心性ともに高い場合)

(a) プロテオーム(2004, ID105)

(b) エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究(2004, ID130)



(c) ナノ構造体の作成および分子・デバイスへの応用に関する研究(2004, ID106)



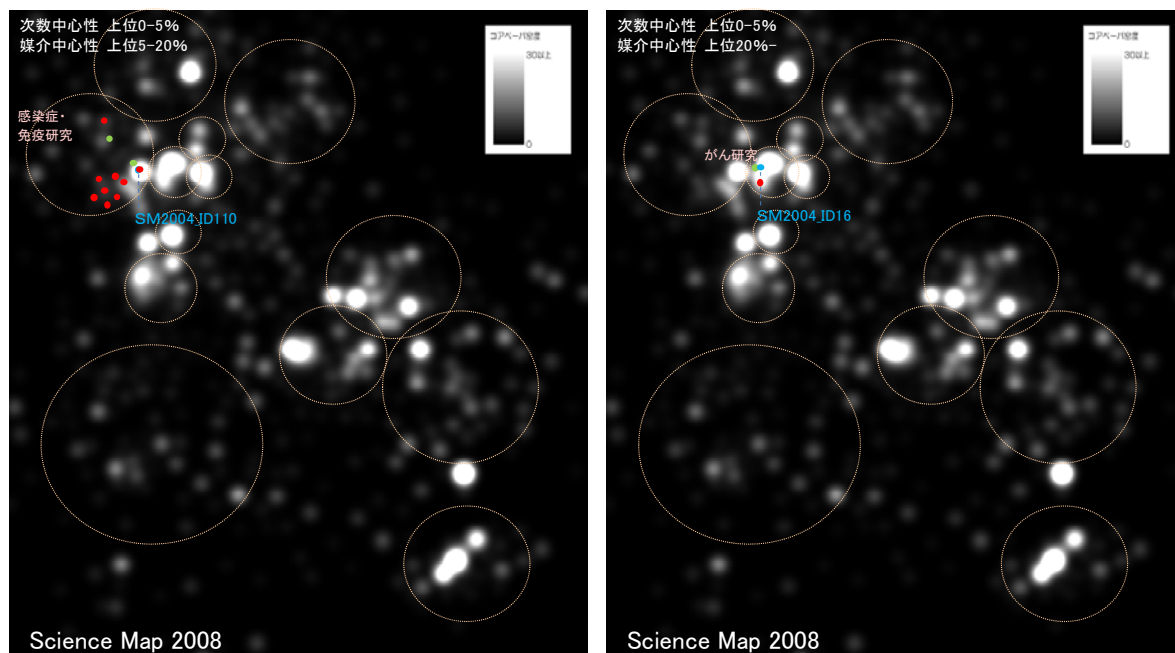
- サイエンスマップ2008における波及研究領域の位置
- サイエンスマップ2006における波及研究領域の位置
- サイエンスマップ2004における注目研究領域の位置

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

次数中心性では同じ階層に分類される研究領域でも、媒介中心性の値の違いにより知識の波及効果は異なる。図表 51(a)(b)は、生命科学系の 2 つの注目研究領域の知識の波及を示したものである。媒介中心性が上位 5-20%にはいる「ウイルスの感染機構と宿主免疫：C型肝炎ウイルス感染とHIVウイルス有機合成プロセス(2004, ID110)」は、波及研究領域が一定の広がりをもっているが感染症・免疫研究の研究領域群内に波及効果が留まっている。媒介中心性が上位 20%-の「白血病の分子病態・治療研究(2004, ID16)」については、波及効果が小さいことが分かる。

図表 51 研究領域が波及する様子(媒介中心性の高い場合と低い場合の比較)

(a) ウイルスの感染機構と宿主免疫：C型肝炎ウイルス感染と HIV ウイルス有機合成プロセス (2004, ID110) (b) 白血病の分子病態・治療研究(2004, ID16)



- サイエンスマップ2008における波及研究領域の位置
- サイエンスマップ2006における波及研究領域の位置
- サイエンスマップ2004における注目研究領域の位置

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

4-2-4 サイエンスマップ 2008 への応用

これまでの考察から、コアペーパー数および次数中心性とも上位の研究領域は、継続性が高く、多くの波及研究領域を持つ研究領域であること、その中でも媒介中心性が高い研究領域は広範な範囲へ波及をもたらす可能性があることが分かった。

これまでの結果はサイエンスマップ 2004 による分析結果であるが、次にサイエンスマップ 2008 の注目研究領域を同じ方法論により分類し、将来的に大きな波及効果を持つ可能性のある注目研究領域を抽出した結果について述べる。

サイエンスマップ 2008 では 647 研究領域について、次数中心性の計算を行った。媒介中心性については、サイエンスマップ中でリンクによりつながっている研究領域数が最も大きなクラスターについて分析を行った。サイエンスマップ 2008 では 442 研究領域が繋がったクラスターを分析対象とした。

図表 53と図表 54にサイエンスマップ 2008 における注目研究領域を、コアペーパー数と次数中心性を用いて分類した結果を示す。サイエンスマップ 2004 の場合と同じく、生命科学系の注目研究領域についてはコアペーパー数、次数中心性とも上位 0-5%、生命科学系以外についてはコアペーパー数上位 0-5%、次数中心性上位 0-20%に入る注目研究領域に注目する。生命科学系では 10 注目研究領域、生命科学系以外では 13 注目研究領域が該当する。これらの注目研究領域を媒介中心性の大きさと並べた結果を図表 52に、これらの注目研究領域の位置を、サイエンスマップ 2008 上に示した結果を図表 55に示す。

(研究領域群の中心として継続し、他の研究領域群へも高い波及効果を持つと考えられる研究領域)

サイエンスマップ 2008 上で赤色の三角で示した(10 研究領域)のは、次数中心性および媒介中心性とも上位 0-5%の値を持つ注目研究領域である。

生命科学系においては、「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」の媒介中心性が突出して高く、サイエンスマップ 2008~2012 にかけて生命科学系の研究領域全体に大きな波及効果をもたらす可能性がある。次数中心性および媒介中心性とも高い他の 5 つの注目研究領域についても、自らが属する研究領域群において中心となるのに加え、他の研究領域群へも波及効果を及ぼしながら、発展していくと予想される。

生命科学系以外の研究領域では、ナノサイエンスにかかわる 3 つの注目研究領域「半導体スピントロニクス材料・磁性半導体(2008, ID63)」、「センサー/SWNT/機能性 DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性(2008, ID67)」、「金ナノロッドのバイオアプリケーション(2008, ID68)」が、コアペーパー数も多く、次数および媒介のいずれの中心性でも高い値を示している。ナノサイエンスは、これらの研究領域を中心に、引き続き多くの研究領域群と関係性を保ちながら進展していくことが予想される。

これらの研究領域のうち、「半導体スピントロニクス材料・磁性半導体(2008, ID63)」、「宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展(2008, ID107)」で、日本は整数カウントにおいて 9%以上のシェアを持つ。

(研究領域群の中心として継続すると考えられる研究領域)

サイエンスマップ 2008 上でオレンジ色の三角で示した(12 研究領域)のは、次数中心性は上位 0-5%または上位 5-20%、媒介中心性は上位 5-20%または 20%-の値を持つ注目研究領域である。

化学の研究領域群の中心となっている 2 つの注目研究領域「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」、「触媒的不斉合成(2008, ID86)」などが、ここに分類される。これらの研究領域については、主に

研究領域群の中で高い波及効果をもたらしながら発展していくことが予想される。

これらの研究領域のうち、「肥満による生活習慣病発症機序の解明(2008, ID34)」、「自然免疫によるインターフェロン産生(2008, ID41)」、「配位空間・配位格子の設計と機能(2008, ID83)」、「触媒的不斉合成(2008, ID86)」、「素粒子物理学・素粒子宇宙物理学(2008, ID106)」で、日本は整数カウントにおいて9%以上のシェアを持つ。

(研究領域群の橋渡しとして機能すると考えられる研究領域)

サイエンスマップ 2008 上で緑色の三角で示した(1 研究領域)のは、回数中心性は上位 5-20%、媒介中心性は上位 0-5%の値を持つ注目研究領域である。

サイエンスマップ 2004 では、この分類に対応する注目研究領域は存在しなかったが、サイエンスマップ 2008 では「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」が対応している。この注目研究領域は、回数中心性と比べて、媒介中心性において上位の値を持つ。マップ上の位置をみると、物性研究と素粒子・宇宙論の研究領域群の中間に位置しており、2 つの研究領域群の知識を融合する場として今後研究が進展していくことが考えられる。

図表 52 回数中心性と媒介中心性を用いた研究領域の分類(サイエンスマップ 2008)

(a) 生命科学系の注目研究領域

研究領域ID	領域名	回数中心性	媒介中心性	日本シェア (%, 整数)	日本シェア (%, 分数)
30	再生医学と幹細胞研究	0-5% (0.0279)	0-5% (0.4396)	6.8%	4.9%
36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	0-5% (0.0279)	0-5% (0.1775)	6.3%	3.7%
51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン	0-5% (0.0294)	0-5% (0.1261)	7.7%	5.8%
7	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	0-5% (0.0232)	0-5% (0.1242)	1.8%	0.9%
42	T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割	0-5% (0.0279)	0-5% (0.0998)	8.0%	4.5%
35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	0-5% (0.0170)	0-5% (0.0818)	5.7%	1.9%
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	0-5% (0.0139)	5-20% (0.0614)	21.4%	17.7%
41	自然免疫によるインターフェロン産生	0-5% (0.0139)	5-20% (0.0351)	41.9%	28.6%
55	植物の感染防御機構	0-5% (0.0325)	5-20% (0.0311)	4.4%	3.9%
53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析	0-5% (0.0139)	20%- (0.0179)	8.4%	6.6%

(b) 生命科学系以外の注目研究領域

研究領域ID	領域名	回数中心性	媒介中心性	日本シェア (%, 整数)	日本シェア (%, 分数)
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	0-5% (0.0201)	0-5% (0.3141)	11.7%	7.4%
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	0-5% (0.0170)	0-5% (0.1429)	5.5%	4.5%
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	0-5% (0.0186)	0-5% (0.1316)	1.2%	1.2%
100	強く相互作用する量子多体系	5-20% (0.0077)	0-5% (0.1084)	8.1%	4.4%
107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	0-5% (0.0155)	0-5% (0.0813)	12.1%	4.9%
80	分子性物質の物理と化学	5-20% (0.0062)	5-20% (0.0670)	8.7%	6.3%
87	遷移金属触媒による分子変換反応	0-5% (0.0155)	5-20% (0.0654)	3.3%	3.3%
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	0-5% (0.0217)	5-20% (0.0556)	8.9%	8.2%
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	5-20% (0.0077)	5-20% (0.0447)	18.9%	8.6%
86	触媒的不斉合成	0-5% (0.0139)	5-20% (0.0285)	19.4%	18.9%
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	5-20% (0.0093)	5-20% (0.0269)	1.4%	1.2%
83	配位空間・配位格子の設計と機能	5-20% (0.0093)	20%- (0.0152)	10.9%	8.0%
88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	5-20% (0.0124)	20%- (0.0104)	1.1%	0.5%

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 53 コアペーパー数と次数中心性を用いた注目研究領域の分類(生命科学系、サイエンスマップ 2008)

	次数中心性上位0-5%	次数中心性上位5-20%	次数中心性上位20-50%	次数中心性上位50-100%
コアペーパー数0-5%	<p>7 急性冠症候群の抗血小板薬による治療</p> <p>30 再生医学と幹細胞研究</p> <p>34 肥満による生活習慣病発症機序の解明</p> <p>35 乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術</p> <p>36 ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ</p> <p>41 自然免疫によるインターフェロン産生</p> <p>42 T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割</p> <p>51 遺伝子サイレンシング/植物ホルモン</p> <p>53 植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析</p> <p>55 植物の感染防御機構</p>	<p>29 健康と病態におけるオートファジーの役割</p> <p>33 複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究</p> <p>37 多発性骨髄腫/新規薬剤治療</p> <p>39 プロシキナーゼの活性化と薬剤耐性</p> <p>43 生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御</p>	<p>50 ネットワーク科学</p>	
コアペーパー数5-20%	<p>21 情動とその病態の分子神経科学</p> <p>57 植物の発生遺伝学/糖代謝</p>	<p>2 重症心不全のデバイス治療の効果とその予測</p> <p>4 中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能</p> <p>10 前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用</p> <p>15 アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発</p> <p>17 成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)</p> <p>20 統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究</p> <p>24 情動・共感と真似・文脈の神経機構</p> <p>28 アポトーシス(細胞死)の分子機構</p> <p>31 個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究</p> <p>38 HDAC阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究</p> <p>47 C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法</p> <p>56 植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン</p>	<p>6 冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)</p> <p>9 慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症</p> <p>12 深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究</p> <p>14 ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究</p> <p>22 脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究</p> <p>46 黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法</p> <p>58 微生物生態系</p> <p>59 システムバイオロジー/合成生物学</p>	<p>11 気管支喘息の病態と治療</p> <p>26 感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義</p> <p>45 ヒトパピローマウイルスワクチンの開発</p>
コアペーパー数20-50%		<p>1 重症患者管理(特に急性呼吸促進症候群)</p> <p>5 降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究</p> <p>13 ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用</p> <p>18 統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究</p> <p>19 脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害</p> <p>23 意思決定の脳神経メカニズム</p> <p>32 PGC-1αによる代謝調節とインスリン抵抗性</p> <p>40 NF-κB活性化におけるユビキチン修飾系の役割</p> <p>48 HIV感染の制御</p> <p>52 レドックス制御</p> <p>54 植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割</p>	<p>3 神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法</p> <p>8 COX阻害剤の副作用の研究</p> <p>16 パーキンソン病に対する臨床研究</p> <p>25 興奮性シナプス可塑性の分子機構</p> <p>44 NK細胞受容体とそのリガンドによる活性制御</p> <p>49 抗HIV薬に関する研究</p>	<p>27 HIF\cdotHIFα 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節</p> <p>60 Gタンパク質共役受容体の構造と機能</p>

(注)コアペーパー数 50%-については該当する注目研究領域がない。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

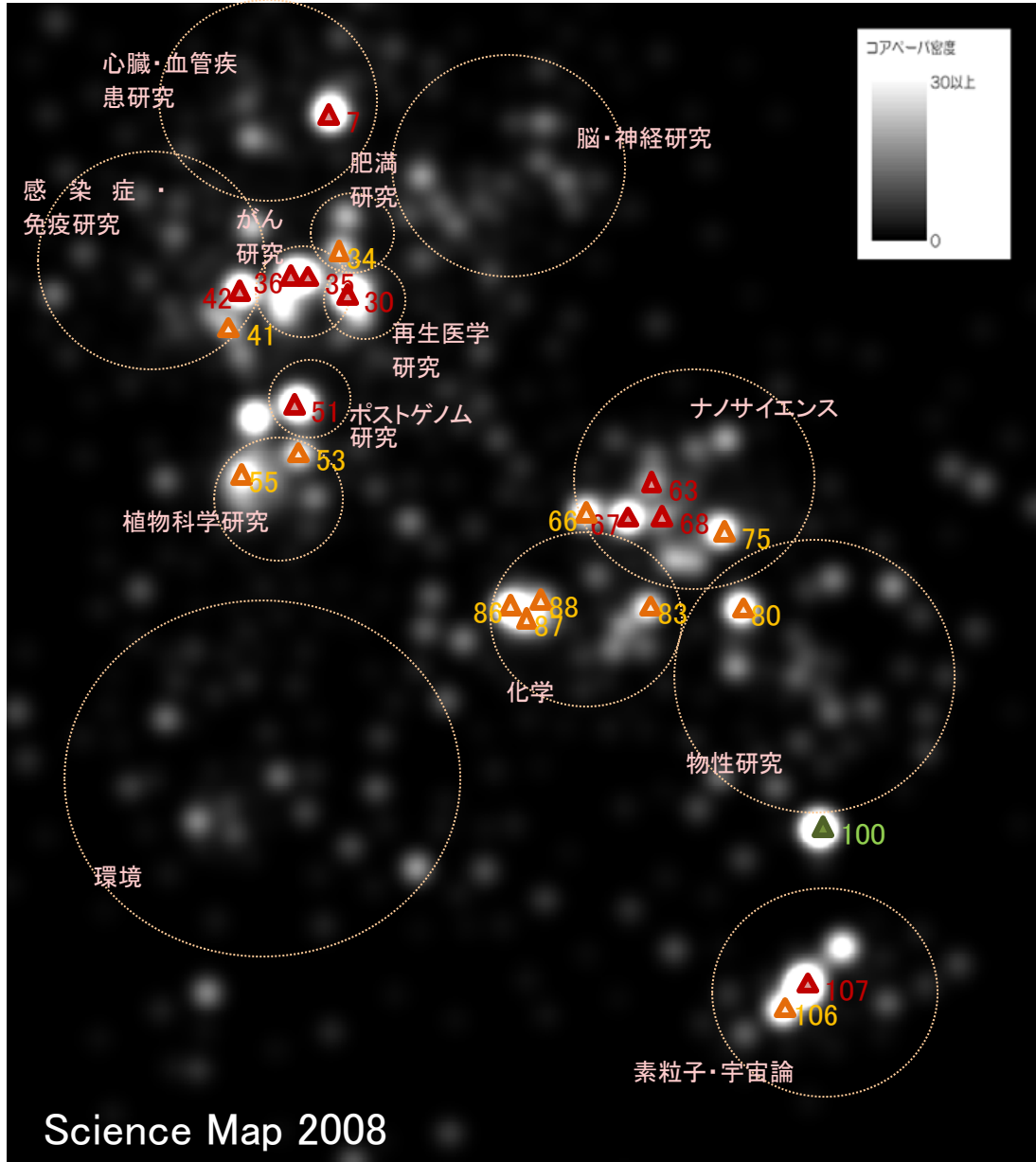
図表 54 コアペーパー数と次数中心性を用いた注目研究領域の分類(生命科学系以外、サイエンスマップ 2008)

	次数中心性上位0-5%	次数中心性上位5-20%	次数中心性上位20-50%	次数中心性上位50-100%
コアペーパー数0-5%	63 半導体スピントロニクス材料・磁性半導体 67 センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性 68 金ナノロッドのバイオアプリケーション 75 有機/有機-酸化半導体 光・電子機能材料・素子 86 触媒的不斉合成 87 遷移金属触媒による分子変換反応 107 宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	66 リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械 80 分子性物質の物理と化学 83 配位空間・配位格子の設計と機能 88 N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用 100 強く相互作用する量子多体系 106 素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	69 高効率有機電界発光(EL)素子 76 固体高分子形燃料電池 104 ゲージ・重力理論対応とブラックホール解	
コアペーパー数5-20%		64 ナノファイバーの創製と応用に関する研究 72 イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料 74 ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発 89 遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成 93 メタマテリアル 94 光子情報・通信、光ナノサイエンス 95 半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン 96 原子系・光子を用いた量子情報科学 103 先カンブリア時代の地球 109 温暖化影響/生物・生態系 112 有機エアロゾル 115 大気組成・微量成分 117 海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環	62 マイクロ流路デバイス 70 超撥水表面 73 イオン液体 79 金属スピントロニクス 81 金(ゴールド)のナノケミストリー 82 大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論 85 アニオンセンサー 91 水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化合物 98 超高速高強度光科学 99 情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用 101 初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究 105 ガンマ線バースト 108 ホモ・サビエンスの出現過程 113 陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究 114 行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御 118 過去の地球環境変動の復元 120 非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用	71 メソポーラス材料/シリカ-カーボン・金属酸化物 77 バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形 78 マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性 90 微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池 102 固体酸化物形燃料電池(SOFC)関連新技術 110 臭素系難燃剤の環境化学 119 コーポレート・ガバナンス
コアペーパー数20-50%	116 エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション	65 核酸によるナノ構造開発	61 タンパク質の動的挙動解析 84 水素結合の研究 92 人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	97 高温超伝導体の新奇電子秩序 111 医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術 121 経済地理学の新潮流 ~進化経済学と関係論~

(注)コアペーパー数 50%-については該当する注目研究領域がない。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 55 高い波及効果を持つと思われる注目研究領域の位置(サイエンスマップ 2008)



(注)三角の色の意味は以下のとおり。赤: 次数中心性および媒介中心性ともに上位 0-5% に入る研究領域。オレンジ: 次数中心性は上位 0-20% であり、媒介中心性は上位 5%-の研究領域。緑: 次数中心性は上位 0-5% ではないが、媒介中心性が上位 0-5% である研究領域。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

4-3 サイエンスマップに見る国際共著論文シェアの時系列変化と機関共著ネットワークの可視化

(1) 全研究領域における国際共著論文シェアの時系列変化

サイエンスマップの各国シェアを比較する際に英国、ドイツ、フランスのように整数カウント法のシェアが分数カウント法のシェアに対し大幅に高い国と、日本のように2つの方法によるシェアにあまり差のない国がある。この要因の1つとして、国際共著論文シェアがある。国際共著論文が多いほど、整数カウント法の時にはそれぞれが1論文としてカウントされるが、分数カウント法の場合共同執筆国(即ち共同研究相手機関の存在する国)の数で1論文を割った値となるため、カウント方法によるシェアの差が発生する。図表56では、まず各国の国際共著率の時系列変化を示す。

図表 56 全研究領域における各国の国際共著率の時系列変化

	世界	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2002	28.6	31.0	62.6	60.1	42.3	69.7	64.8	60.3
サイエンスマップ2004	30.4	33.6	64.2	64.6	47.0	72.4	64.3	55.3
サイエンスマップ2006	33.6	36.9	66.8	68.8	52.8	75.4	62.0	54.0
サイエンスマップ2008	36.1	41.3	71.7	73.0	52.3	79.3	65.8	46.6

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

次に、図表 57では、研究領域群ごとに国際共著率にどのような違いがあるかをサイエンスマップ上で確認することとした。

サイエンスマップ 2002 から 2008 を比較すると、着実にマップ上に示される国際共著論文シェアが上昇していることが分かる。サイエンスマップ 2002 当時は素粒子・宇宙論の研究領域群が 50%以上の国際共著率を示している程度であった。その後、サイエンスマップ 2004 になると心臓・血管疾患研究、感染症・免疫研究、環境研究、物性研究の領域群一部に 50%以上の国際共著率を示す研究領域が出現している。サイエンスマップ 2006 では植物科学研究やがん研究でも 50%以上の国際共著率を示す研究領域が出現している。最新のサイエンスマップ 2008 ではそれぞれの領域群の中で、国際共著シェアの高い研究領域数が増加している。

しかし、このような国際共著論文シェアが増加基調の中、化学の研究領域群ではサイエンスマップ 2002 から 2008 の間ほぼ変化無く、非常に低い国際共著シェアであることが分かる。また、ナノサイエンスやポストゲノム研究、再生医学研究の研究領域群は、他と比べて国際共著シェアが高くはない。

ちなみに、調査資料 170 科学技術指標 2009(科学技術政策研究所、2009 年公表)では、全論文を対象に分野ごとの国際共著論文シェアを公表している。2007 年の国際共著シェアは、全分野では 20.3%、分野別に見ると「物理学・宇宙科学」と「環境/生態学・地球科学」が 28.8%と高く、「臨床医学・精神医学/心理学」は 15.7%、「化学」は 17.0%と相対的に低い。

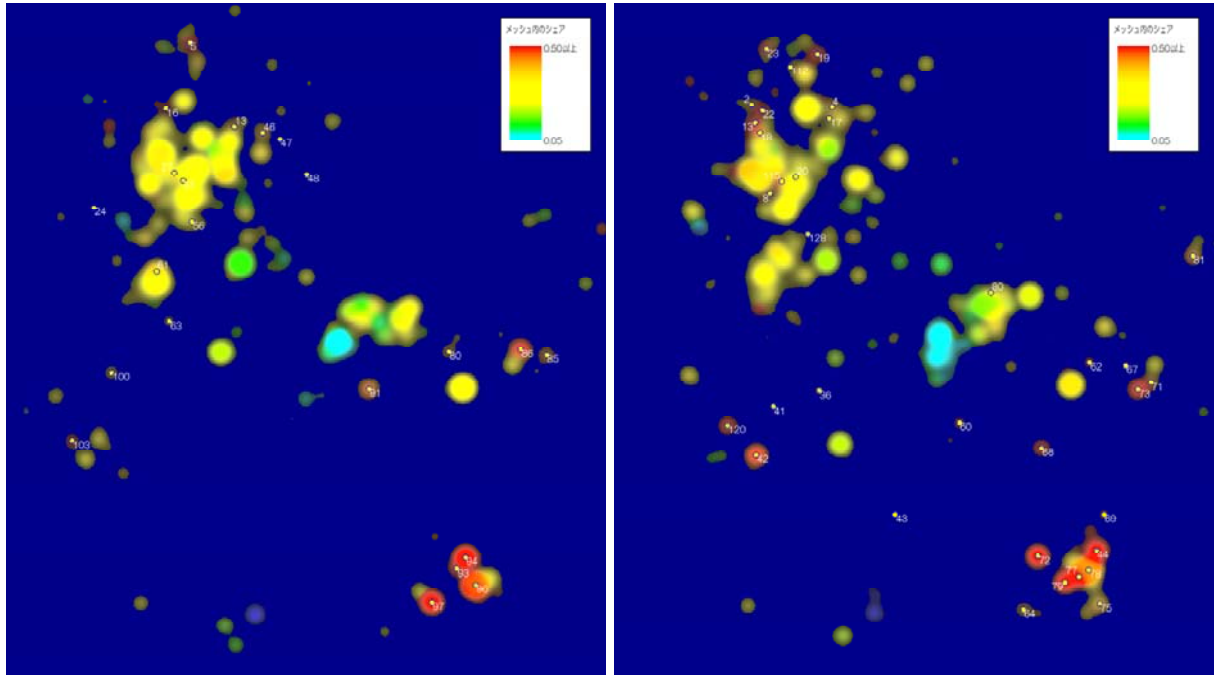
このようにサイエンスマップで分析している高被引用度論文を対象とした世界では、全論文に比べてより国際共著論文が多く含まれていることがわかる⁶。

⁶ 化学については、全論文での傾向とサイエンスマップでの傾向は同様に国際共著が少ない。

図表 57 サイエンスマップ上に示した国際論文比率の時系列

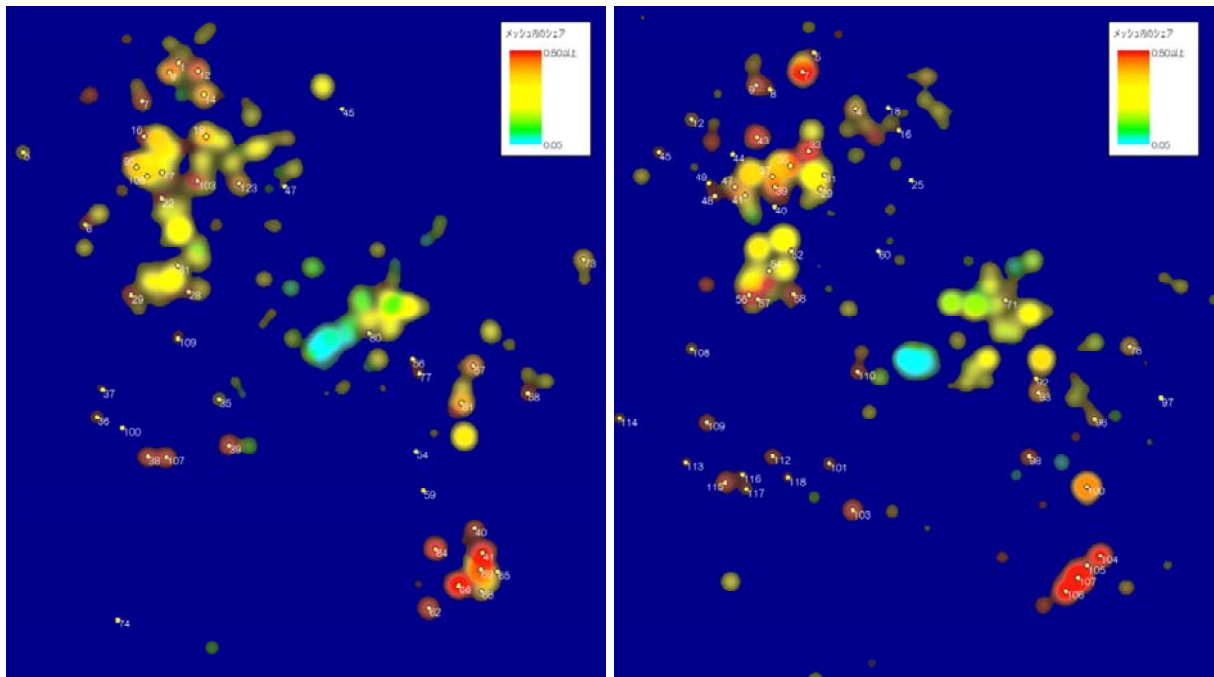
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



(注)国際共著論文シェアが5%を水色で表示し、50%以上を赤色で表示した。黄色の丸と数字は、当該研究領域のコアペーパー中の国際共著論文のシェアが40%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 58 全研究領域における国際共著論文数と平均関与国数、平均関与機関数

	世界	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
国際共著論文数	5711	3783	1583	1549	664	1055	196	533
平均関与国数	3.0	3.2	4.1	4.0	3.8	4.6	5.4	3.9
平均関与機関数	5.7	6.5	8.6	8.5	9.1	10.4	17.0	9.9

データ：Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 58では、全研究領域における国際共著論文数と平均関与国数および平均関与機関数を示した。他国と比べ、日本の国際共著関与国数や関与機関数自体は同程度と言える。

図表 59 各分野および学際的・分野融合的領域の国際共著率の変化

	サイエンスマップ2002	サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
農業科学	19.8%	17.1%	12.0%	38.8%
生物学・生化学	25.4%	22.4%	25.9%	30.8%
化学	14.3%	11.4%	16.0%	17.8%
臨床医学	31.8%	32.2%	37.6%	40.4%
計算機科学	32.6%	23.5%	25.0%	27.8%
経済・経営学	21.2%	22.0%	21.9%	22.9%
工学	18.3%	19.3%	22.1%	23.4%
環境/生態学	22.4%	32.6%	41.9%	44.7%
地球科学	38.9%	44.1%	53.7%	54.5%
免疫学	32.8%	34.1%	23.1%	33.3%
材料科学	22.1%	36.6%	31.4%	23.2%
数学	31.4%	43.2%	33.0%	31.6%
微生物学	28.8%	39.8%	31.4%	33.3%
分子生物学・遺伝学	30.3%	37.9%	35.8%	35.1%
神経科学・行動学	26.6%	28.4%	30.0%	35.6%
薬学・毒性学	34.3%	ND	16.7%	20.0%
物理学	41.7%	45.4%	46.4%	45.2%
植物・動物学	31.0%	30.9%	36.0%	40.4%
精神医学/心理学	18.2%	24.3%	23.4%	34.2%
社会科学・一般	4.5%	9.5%	10.1%	25.0%
宇宙科学	59.1%	66.3%	72.4%	74.6%
学際的・分野融合的領域	27.5%	27.6%	29.6%	36.4%
総計	28.6%	30.4%	33.6%	36.1%

(注)全研究領域を、軸足分野および学際的・分野融合的領域に分け、それぞれの国際共著率を求めた。国際共著率が各マップの全体平均より高い分野に色を付けた。

データ：Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 59では、各分野および学際的・分野融合的領域の国際共著率の変化を示した。分野間を比較すると、宇宙科学、地球科学で国際共著率が高いことが分かる。また、学際的・分野融合的領域や臨床医学においても国際共著率が増加していることが分かる。

図表 60 各国の分野ごとのシェア

(A) 各国の整数カウント法のシェアを分野ごとに分解

分野	全体	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
農業科学	0.7%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
生物学・生化学	0.8%	0.5%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
化学	13.3%	6.0%	1.6%	1.1%	1.1%	0.7%	0.3%	1.2%
臨床医学	19.1%	12.7%	3.0%	3.0%	0.9%	2.2%	0.2%	0.4%
計算機科学	1.3%	0.9%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
経済・経営学	0.7%	0.6%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
工学	4.0%	1.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.9%
環境/生態学	1.6%	0.9%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
地球科学	3.3%	2.2%	0.6%	0.7%	0.3%	0.4%	0.0%	0.5%
免疫学	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
材料科学	0.7%	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
数学	1.0%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%
微生物学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
分子生物学・遺伝学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
神経科学・行動学	2.0%	1.4%	0.2%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%
薬学・毒性学	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
物理学	14.4%	8.1%	2.7%	1.9%	1.7%	1.7%	0.5%	1.1%
植物・動物学	4.2%	1.9%	0.9%	0.8%	0.6%	0.3%	0.1%	0.2%
精神医学/心理学	1.2%	0.9%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
社会科学・一般	1.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
宇宙科学	0.8%	0.7%	0.2%	0.3%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%
学際的・分野融合的領域	29.1%	17.6%	3.7%	4.0%	2.6%	2.2%	0.6%	2.5%
総計	100.0%	57.9%	13.9%	13.4%	8.0%	8.4%	1.9%	7.2%

(B) 各国の分数カウント法のシェアを分野ごとに分解

分野	全体	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	中国	韓国
農業科学	0.7%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
生物学・生化学	0.8%	0.4%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
化学	13.3%	5.4%	1.3%	0.8%	1.0%	0.4%	0.2%	1.0%
臨床医学	19.1%	9.0%	1.4%	1.3%	0.6%	0.8%	0.1%	0.2%
計算機科学	1.3%	0.7%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
経済・経営学	0.7%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
工学	4.0%	1.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.7%
環境/生態学	1.6%	0.6%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
地球科学	3.3%	1.4%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.3%
免疫学	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
材料科学	0.7%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
数学	1.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
微生物学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
分子生物学・遺伝学	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
神経科学・行動学	2.0%	1.1%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
薬学・毒性学	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
物理学	14.4%	5.6%	1.3%	0.9%	1.1%	0.8%	0.1%	0.6%
植物・動物学	4.2%	1.5%	0.6%	0.5%	0.5%	0.2%	0.0%	0.1%
精神医学/心理学	1.2%	0.7%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
社会科学・一般	1.0%	0.5%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
宇宙科学	0.8%	0.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
学際的・分野融合的領域	29.1%	13.4%	1.9%	2.1%	1.7%	1.1%	0.4%	1.8%
総計	100.0%	43.5%	7.4%	7.0%	5.4%	3.8%	1.0%	5.2%

(C) 各国の整数カウント法のシェアから分数カウント法のシェアを引き算

分野	全体	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
農業科学	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
生物学・生化学	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
化学	0.0%	0.7%	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.1%
臨床医学	0.0%	3.7%	1.6%	1.7%	0.3%	1.4%	0.1%	0.2%
計算機科学	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
経済・経営学	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
工学	0.0%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
環境/生態学	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
地球科学	0.0%	0.8%	0.4%	0.4%	0.2%	0.3%	0.0%	0.2%
免疫学	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
材料科学	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
数学	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
微生物学	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
分子生物学・遺伝学	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
神経科学・行動学	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
薬学・毒性学	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
物理学	0.0%	2.5%	1.4%	1.0%	0.7%	0.9%	0.3%	0.5%
植物・動物学	0.0%	0.5%	0.4%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
精神医学/心理学	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
社会科学・一般	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
宇宙科学	0.0%	0.4%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%
学際的・分野融合的領域	0.0%	4.2%	1.8%	1.9%	0.9%	1.1%	0.2%	0.6%
総計	0.0%	14.4%	6.6%	6.5%	2.6%	4.6%	0.8%	2.1%

(注)分数カウントからのシェアの増加が0.1～0.5%の分野を薄い黄、0.5～1.0%の分野をオレンジ、1.0%～の分野をピンクで示した。
データ：Thomson Reuters社“Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 60では、各国のシェアを分野ごとに分解した。(A)では、整数カウント法の結果を示す。日本は、英国やドイツに対し、臨床医学や学際的・分野融合的領域において、シェアの差が生じていることが分かる。(B)では分数カウント結果を示している。こちらでは、日本と英独との間で、臨床医学で差が生じていることが分かる。(C)では、(A)と(B)の差分を示している。これは、国際共著による影響分である。全分野におけるシェアの差分に注目するとドイツ6.6%、英国6.5%、フランス4.6%に対して、日本は2.6%であり、英国、ドイツ、フランスでは相当分の国際共著による影響を受け、シェアが構成されていることが分かる。

図表 56や図表 58でみたように、サイエスマップ 2008 における日本とドイツや英国の国際共著率の差は約 20%、平均関与国については約 4 カ国で大きな差はない。ところが、論文シェアの整数カウントと分数カウントの比をみると、日本が 1.5 倍なのに対して、英国やドイツについて 1.9 倍となっている。これは、以下に示すように国際共著率の増加に伴い、整数カウント数による論文シェアが線形以上の速さで増加するためである。

国 A の整数カウントによる論文数を N_w 、分数カウントによる論文数を N_f 、国際共著率を x 、国際共著への平均関与国数を α とすると、整数カウントと分数カウントの論文数の関係は以下の関係になる。ここで、 $\beta = 1 - \alpha^{-1}$ とした。

$$N_f = (1 - x)N_w + \alpha^{-1}xN_w = (1 - x\beta)N_w$$

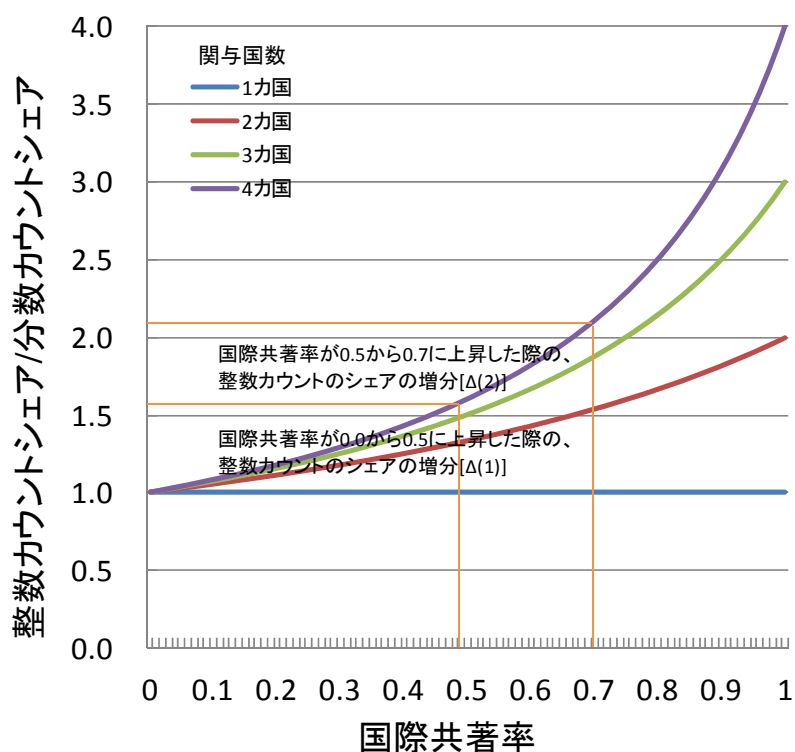
上記の式を変形することで、整数カウントと分数カウントによる論文シェアの比は、次の式のようにになる。

$$\frac{N_w}{N_f} = \frac{1}{1 - x\beta}$$

国際共著率に対する、整数カウントと分数カウントによる論文シェアの比の変化を図表 61に示す。ここでは、平均関与国数が 1, 2, 3, 4 カ国の場合の例を示した。全ての論文が国際共著となった時、整数カウントと分数カウントのシェアの比は α (平均関与国数)となる。国際共著率 x の増加に対して、整数カウントと分数カウントのシェアの比は線形ではなく、 $(1 - x\beta)^{-1}$ で増加する。このため、国際共著率が 0.0 から 0.5 に上昇した際の整数カウントのシェアの増分 $[\Delta(1)]$ と、国際共著率が 0.5 から 0.7 に上昇した際の整数カウントのシェアの増分 $[\Delta(2)]$ がほぼ同じになる。

このため、国際共著率における日本とドイツや英国の差は約 20%にも関わらず、論文シェアの整数カウントと分数カウントの比は、日本と英国やドイツで大きく異なってくる。

図表 61 国際共著率と整数カウントシェアを分数カウントシェアで除した値との関係



さらに、図表 62では、サイエンスマップ 2008 の全研究領域における各国の共著相手国の傾向と、全論文における各国の共著相手国の傾向(調査資料 158 世界の研究活動の動的变化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング、科学技術政策研究所、2008 年公表)の比較を行った。

まず、全論文を対象とした場合に比べ、サイエンスマップ 2008 のような高被引用度論文を対象とした場合、各国米国との共著が圧倒的に多くなる事が分かる。続いて、英国やドイツとの共著関係が多いことが分かる。日本の場合、全論文を対象とした場合は中国が 2 位、韓国が 5 位の相手国であるが、サイエンスマップの場合は 5 位と 10 位となり、相手国のならびが変わっている。米国の場合、全論文の場合は、ドイツ、英国の順だが、サイエンスマップ 2008 の全研究領域では英国、ドイツと順番が入れ替わる。

一方、各国からみた日本の順位をみると、全論文に比べサイエンスマップ 2008 では順位が落ちているが、シェアで見ると同程度かより大きくなる傾向がある。ちなみに、英国の共著相手国として日本は 12 位で 8.5%である。

図表 62 各国の国際共著相手国

(A)サイエンスマップ 2008 全研究領域

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
アメリカ	イギリス 24.6	ドイツ 24.3	カナダ 18.0	フランス 15.8	イタリア 12.2	日本 10.9	中国 9.1	オランダ 8.8	スイス 8.4	スペイン 7.3
ドイツ	アメリカ 58.0	イギリス 29.1	フランス 23.9	イタリア 18.3	オランダ 15.2	スイス 15.0	カナダ 12.6	スペイン 11.6	日本 9.8	スウェーデン 8.1
イギリス	アメリカ 60.0	ドイツ 29.8	フランス 22.6	カナダ 17.0	イタリア 15.9	オランダ 14.4	スイス 11.9	スペイン 11.1	オーストラリア 9.3	スウェーデン 9.1
日本	アメリカ 61.9	ドイツ 23.3	イギリス 19.9	フランス 16.3	中国 12.7	カナダ 11.4	イタリア 10.5	ロシア 10.5	スイス 9.2	韓国 8.9
フランス	アメリカ 56.7	ドイツ 35.8	イギリス 33.2	イタリア 25.1	スイス 16.7	カナダ 15.2	オランダ 15.2	スペイン 14.7	ベルギー 12.1	日本 10.2
中国	アメリカ 64.5	イギリス 21.2	ドイツ 20.3	日本 15.8	フランス 12.9	ロシア 11.1	オーストラリア 9.9	オランダ 9.0	カナダ 8.8	インド 8.4
韓国	アメリカ 79.6	ドイツ 31.6	日本 30.1	フランス 27.0	ロシア 21.9	中国 19.4	イギリス 19.4	台湾 17.9	インド 15.3	ポーランド 14.8

(B)全論文

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
アメリカ	ドイツ 13.3	イギリス 12.7	カナダ 11.3	日本 9.4	フランス 8.2	イタリア 6.7	中国 6.1	豪州 4.7	オランダ 4.2	韓国 4.2
ドイツ	アメリカ 29.6	イギリス 13.6	フランス 11.3	スイス 8.2	ロシア 8.1	イタリア 8.0	オランダ 6.9	日本 5.1	オーストラリア 5.0	スペイン 4.9
イギリス	アメリカ 30.0	ドイツ 14.4	フランス 11.1	イタリア 8.7	オランダ 7.0	豪州 6.6	カナダ 6.3	スペイン 6.0	日本 4.8	スイス 4.5
日本	アメリカ 39.5	中国 11.6	ドイツ 9.6	イギリス 8.5	韓国 6.9	フランス 6.0	カナダ 5.0	ロシア 4.6	豪州 3.8	イタリア 3.6
フランス	アメリカ 24.9	ドイツ 15.3	イギリス 14.2	イタリア 11.1	スペイン 7.7	スイス 6.8	ベルギー 6.2	カナダ 5.9	オランダ 5.6	ロシア 5.1
中国	アメリカ 36.2	日本 16.3	イギリス 10.1	ドイツ 9.8	豪州 6.7	カナダ 6.7	フランス 5.1	シンガポール 4.6	韓国 4.1	台湾 3.3
韓国	アメリカ 53.5	日本 21.2	中国 8.9	ドイツ 6.0	イギリス 5.7	ロシア 5.5	カナダ 5.2	インド 3.7	フランス 3.5	台湾 2.9

(注)当該国の国際共著論文を抽出し、共著相手国の占める割合を算出した。全論文を対象とした共著相手国データは、調査資料 158 世界の研究活動の動的变化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング(科学技術政策研究所、2008 年公表)に基づく。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) 研究機関共著ネットワークの可視化

研究機関共著ネットワークは研究領域群ごとにどのような特徴を持っているのであろうか。研究機関間の共著関係を可視化した。これにより、研究領域の特徴を、機関間の相互関係という視点から分析することができる。研究機関共著ネットワークを用いることで、たとえば以下についての特徴を明らかにすることを試みた。

- ① 研究領域毎の研究機関共著ネットワークの特徴(研究機関共著ネットワークの密度など)
- ② 国際的な研究機関共著ネットワークにおける各国機関の位置づけ
- ③ 特に学際・分野融合的研究領域における研究機関共著ネットワークの形状

研究機関共著ネットワークの作製の際には、各研究領域を構成するコアペーパーにおける各機関の論文数を整数カウントにより求め、上位約 200 機関をマッピングの対象とした。機関数が 200 に満たない場合は全ての機関を、200 以上の場合は論文数をもとに上位約 200 機関を抽出した。

上記 200 機関間の全ての共著関係を考慮して研究機関共著ネットワークを描くと、共著関係が複雑すぎて研究機関共著ネットワークの構造が明確に見えない。そこで、研究機関共著ネットワークを描く際は、上記 200 機関間の全ての共著関係を考慮するのではなく、特に上位約 20 機関が関係する共著関係⁷を用いてマッピングを行った。また通常、ある機関は複数の機関と共著を行っている場合が多い。そのような場合については最も共著数が多い共著関係のみを抽出した。これらの手法を組み合わせることで、上位約 20 機関を中心として構成される研究機関共著ネットワークの幹となる構造の抽出が可能になる。なお、本報告書で示す分析は研究機関共著ネットワークの特徴把握が目的であり、個別機関名の表記ゆれについて名寄せは行っていない。したがって、研究機関共著ネットワークを用いて個別機関の評価を行うのは適当でない。

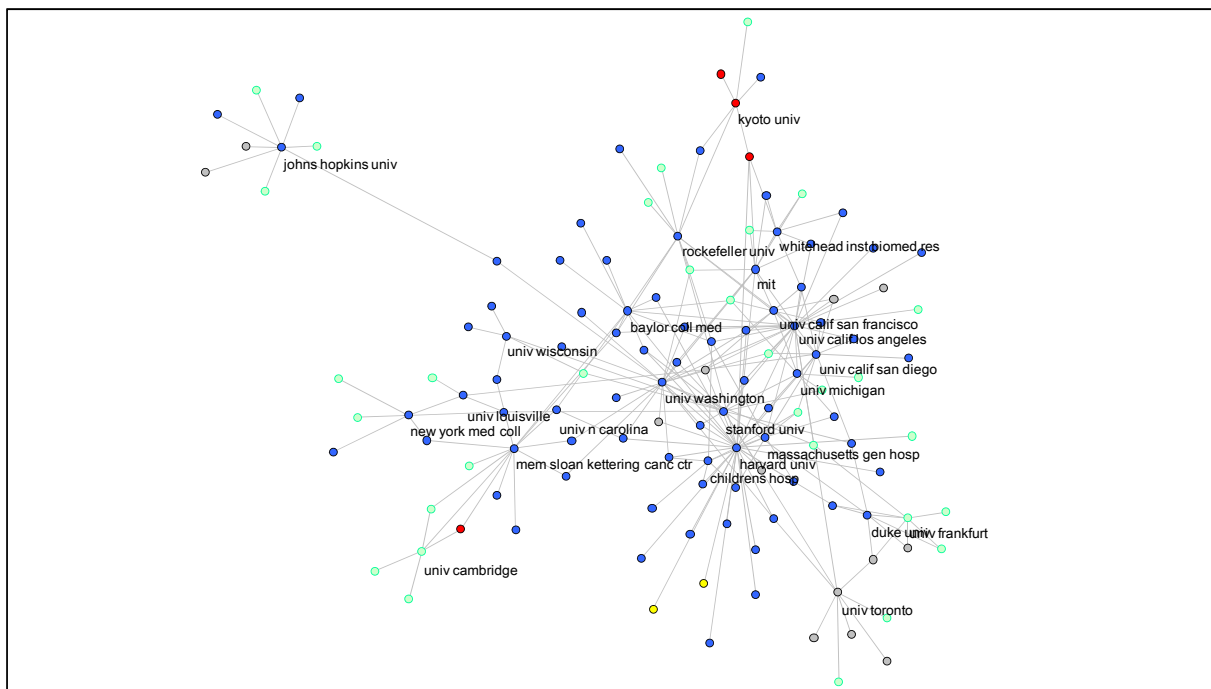
研究領域内のネットワークが 2 つ以上存在する場合、それらの間には共著関係が無いので、以下に示す図表ではそれぞれを別枠で示している。また、共著関係は研究機関間の実質的な研究協力関係の一部分を表していることに留意願いたい。

⁷ 具体的には、①上位約 20 機関間の共著関係と②上位約 20 機関とその他機関の間の共著関係を考慮した。

「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」の研究領域内の研究機関共著ネットワークを示す(図表 63)。本研究領域は、胚性幹細胞(ES細胞)や京都大学山中氏らが樹立したiPS細胞の未分化性維持や分化誘導に関する内容が含まれている。コアペーパー数 385 からなる非常に大きな研究領域であり、日本のコアペーパー数は 26 である。まず、ハーバード大学が中心的な役割をしており、そこに多くの研究機関が連携している様子が分かる。そして、ハーバード大学と比べるとやや連携の規模が小さいが、ハブとしての機能がみられるカリフォルニア大学ロスアンゼルス校、ワシントン大学が存在している。基本的にはこれらの大学と連携している機関は米国が多い。欧州圏の研究機関も数としてはあるが、ハブ的な機能や、それらの大学がどこかに集中している様子は見られないが、幅広くネットワークに入り込んでいる様子が見られる。

日本に関しては、4機関が含まれており、米国の機関との連携も見られるが、研究機関共著ネットワークの中心に組み込まれていないことが図表から分かる。本研究領域は、現在非常に速いスピードで研究が進められており、また国際競争も激しいと予想され、必ずしも国際連携をとることが有効では無いかもしいが、世界的な状況をみればこのようにこの研究領域における知識の伝播ルートができあがりつつある。

図表 63 研究機関共著ネットワーク ID_30 再生医学と幹細胞研究

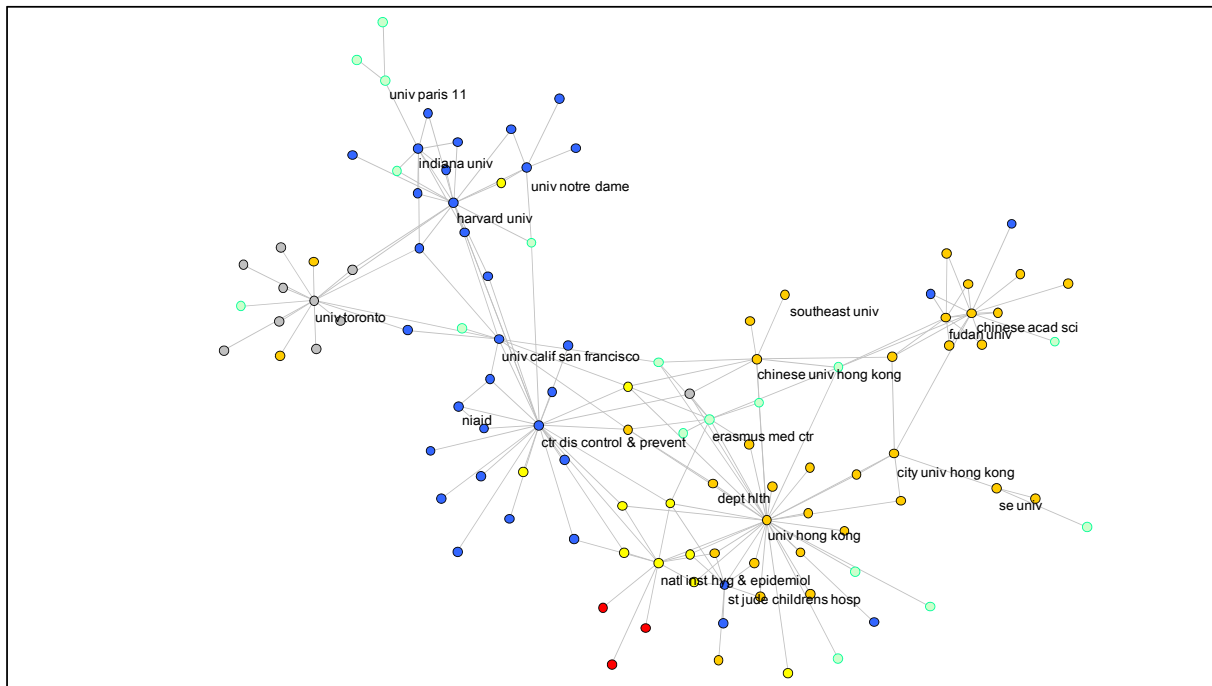


(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約 20 機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のこと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

ここでは、「ネットワーク科学(2008, ID50)」の研究領域内の研究機関共著ネットワークを示している(図表 65)。本研究領域は、サイエンスマップ 2004 の「重症急性呼吸器症候群(SARS)様症状を呈するトリインフルエンザの研究(2004, ID5)」、サイエンスマップ 2006 の「重症急性呼吸器症候群(SARS)の発症機序と予防・治療法(2006, ID93)」からの継続研究領域である。しかし今回の本研究領域は、これまでの感染症研究という観点ではなく、ネットワークという観点でつながりを持つ研究領域であり、ネットワークの基礎的な構造解析から応用として生命科学、工学、医学などの幅広い分野へ展開されている内容を含んでいる、学際的・分野融合的研究領域である。サイエンスマップ上、ポストゲノム研究の近隣に位置していることから、大量のデータを扱うという特徴が類似している点も挙げられ、新たな展開を見せている興味深い研究領域である。

そこで、ネットワーク構造を見てみると、香港大学(中)、中国科学院(中)を中心とした中国研究機関の集団と、疾病管理予防センター(米)、ハーバード大学(米)、トロント大学(加)がハブとなっている研究機関集団が見られる。日本は中国研究機関の集団の一部となっている。疾病管理予防センター(米)はSARS やインフルエンザウィルスの研究を担っている。ハーバード大学(米)、トロント大学(加)は、サイエンスマップ上で本領域が近接しているポストゲノム研究により近い、タンパク質、分子、薬物などの相互作用ネットワークに関する研究やネットワークの構造とダイナミクスに関する研究を担っている。香港大学(中)、中国科学院(中)は、感染症研究とニューラルネットワークの安定性に関する研究の両方を担っており、研究領域の内容と研究機関共著ネットワークの両面で非常に重要な役割を果たしていることが示唆される。

図表 65 研究機関共著ネットワーク ID_50 ネットワーク科学

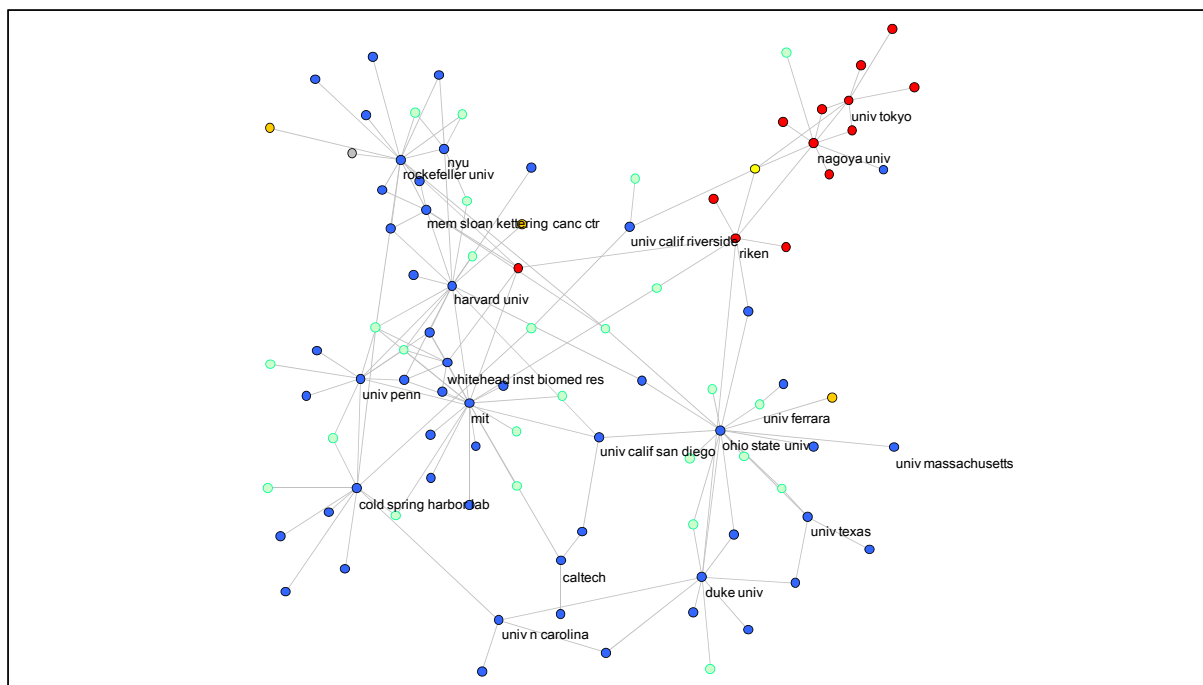


(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

ここでは、「遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(2008, ID51)」の研究領域内の研究機関共著ネットワークを示している(図表 66)。本研究領域は、ポストゲノム研究の中心的な領域であり、また研究領域間ネットワークにおいても次数中心性、媒介中心性が高い。さらに、サイエンスマップ 2002 以降融合しながら継続し存在しており、22 分野の配合から生命科学系の学際的・分野融合的領域と言える。

このような特徴をもつ研究領域において、研究機関の共著構造を見てみると、マサチューセッツ工科大学(米)、オハイオ州立大学(米)、ハーバード大学(米)が中心的役割を果たしていることが分かる。続いて、ペンシルベニア大学(米)、コールドスプリングハーバー研究所(米)、デューク大学(米)があり、やはり米国が中心機関となり、その周りに欧州機関も幅広く入り込んでいる様子が分かる。一方、日本の研究機関は、東京大学、名古屋大学、理化学研究所が見られる。図表左上に日本機関がひとかたまりとなっており、米国や欧州圏の機関間のネットワークとの関係性はあるものの、日本機関内の関係性の方が顕著であることが分かる。

図表 66 研究機関共著ネットワーク ID_51 遺伝子サイレンシング/植物ホルモン



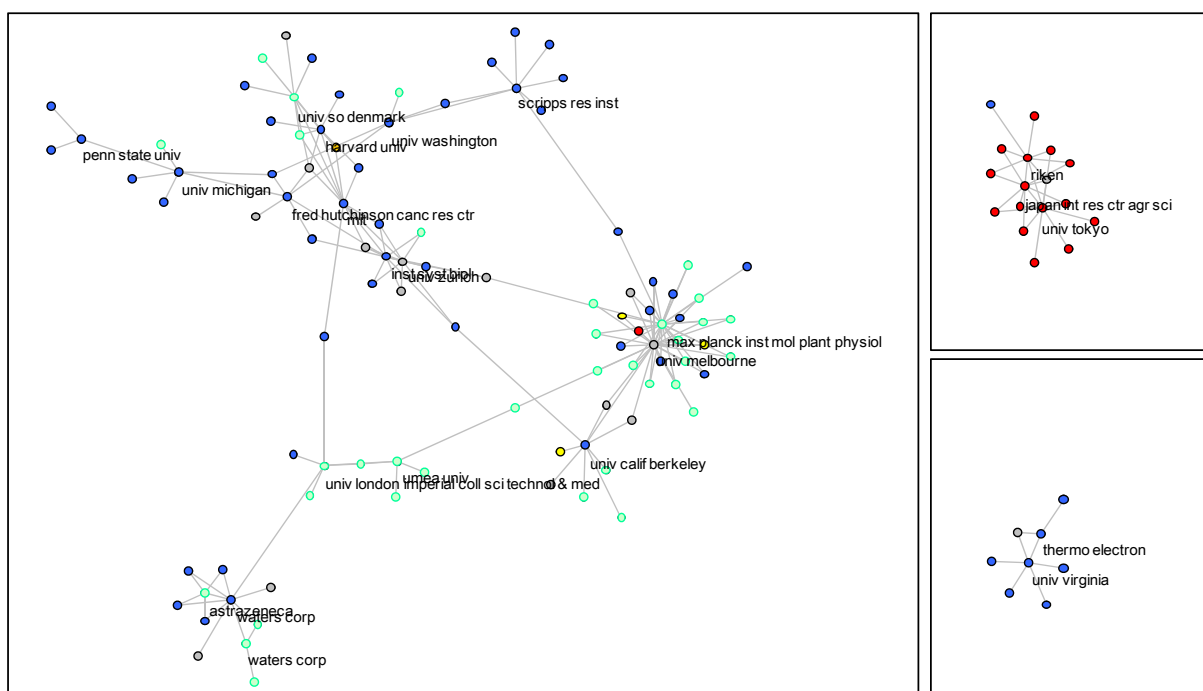
(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約 20 機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のこと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

ここでは、「植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析(2008, ID53)」の研究領域内の研究機関共著ネットワークを示している(図表 67)。本研究領域は、サイエスマップ 2002 以降融合しながら継続し、22 分野の配合から学際的・分野融合的領域と言え、3 つの研究テーマが混合している状況である。

このような特徴をもつ研究領域において、研究機関の共著構造を見てみると、ここまで示した図表とは大きく異なり、独立した 3 つのネットワーク構造から成る。一番大きなネットワークは図表左側に示したものであり、マックスプランク研究所(独)、メルボルン大学(豪)などが共著関係の中心的役割を果たしており、米国の研究機関が多く存在する中、欧州等がネットワークを形成していることが特徴である。これらの機関は、植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析のいずれかのテーマのみの場合もあるし、複数の場合もあるが、全体として 3 つのテーマを包含して研究している。

図表右上の研究機関共著ネットワークは日本の研究機関によって形成されている。理化学研究所、東京大学、国際農林水産業研究センターが含まれている。日本機関は、本研究領域内の植物の環境応答についての論文が含まれているが、他の内容(メタボローム解析/プロテオーム解析)については含まれていない。研究領域の内容の一部のところ、非常に高い存在感を示すことができていると言える。しかしながら、植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析の 3 つの内容が共引用関係でつながりを持つようになってきているところで、メタボローム解析/プロテオーム解析とのつながりも意識した研究推進を行う場合、図表左側の研究機関集団との関係性も考慮していくべきであろう。図表右下は、ヴァージニア大学を中心とした米国研究機関のネットワークであり、プロテオーム解析を行っている。

図表 67 研究機関共著ネットワーク ID_53 植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析



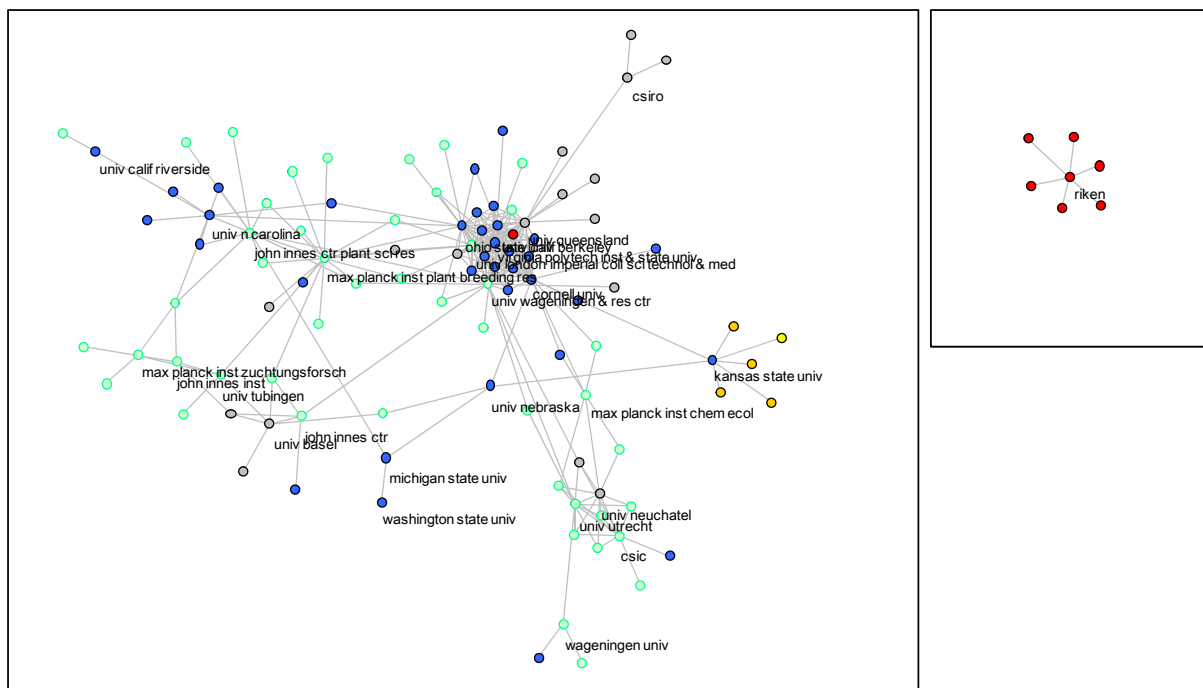
(注)個々の丸が 1 つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約 20 機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

ここでは、「植物の感染防御機構(2008, ID55)」の研究領域内の研究機関共著ネットワークを示している(図表 68)。本研究領域は、サイエンスマップ 2002 以降継続しており、サイエンスマップ 2004 では「植物のストレス応答(2004, ID34)」、サイエンスマップ 2006 では「植物感染制御/植物免疫(2006, ID34)」として注目研究領域となっている。また、サイエンスマップ上の位置が変わらない、植物科学研究の領域である。

本研究領域内の研究機関共著ネットワークの構造をみると、2 つのネットワーク構造が見られる。図表右側の日本の研究機関共著ネットワークは独自にネットワークを構築している。国際共著論文は論文の中でも被引用数が高い傾向にあることが既に示されており、その中で理化学研究所を中心として共著関係により日本の研究機関のみでこのように存在感を示していることは特記すべきことである。

図表左側の構造に着目すると15の米国研究機関等を中心とする共著ネットワークが緊密に形成されコアとなっている様子が伺える。それらの研究機関との間に欧州研究機関が共著関係をもつことで、欧州の存在感が目立っている。

図表 68 研究機関共著ネットワーク ID_55 植物の感染防御機構



(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

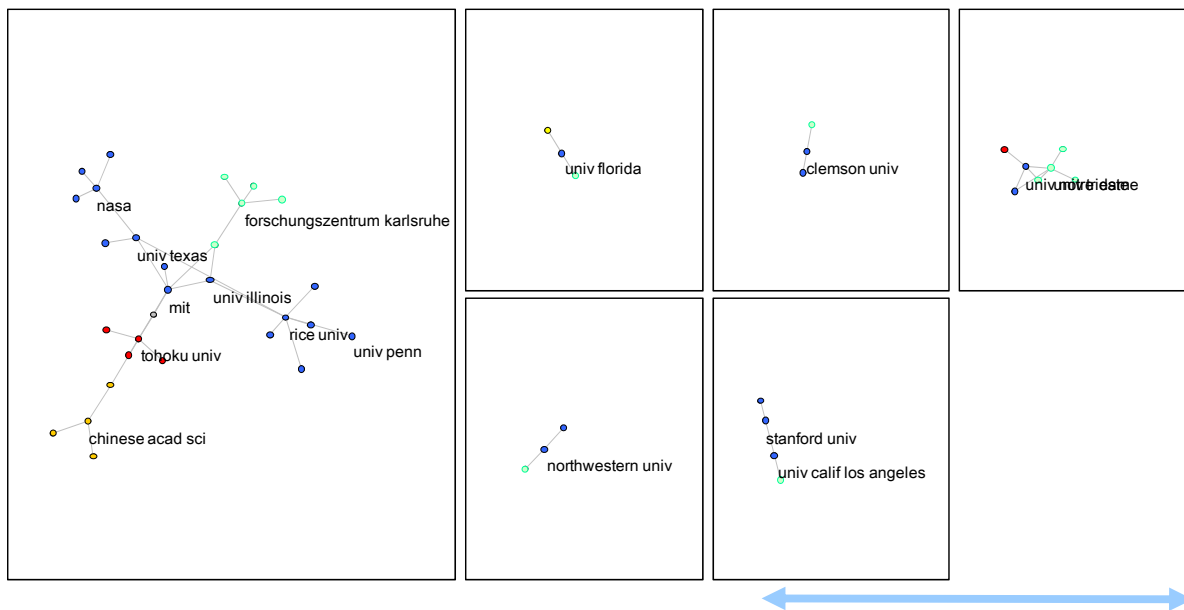
「センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性(2008, ID67)」の研究機関共著ネットワークを図表 69に示す。この研究領域では、研究機関間の共著関係は少なく、研究機関共著ネットワークがいくつかの断片に分裂している。また、特定の研究機関を中心とするハブ構造も見られない。

本研究領域はカーボンナノチューブ、ナノマテリアル、超分子、機能性 DNA など多様な研究対象を含むことから、断片化された研究機関共著ネットワークの各々が、特定の研究対象に対応づけられる可能性がある。しかし、研究機関共著ネットワークの構造と研究領域個別マップの構造との間にも明確な対応関係は見られず、研究の内容によって研究機関共著ネットワークが断片化されているわけではないことが分かった。つまり、本研究領域では、近い研究テーマでも、研究機関が個別に研究を行う傾向が強い。

本研究領域を構成するコアペーパーは化学に軸足を持つ。化学においては他分野に比べて共著関係が少ない傾向があることが分かっており、この研究領域において明確な研究機関共著ネットワークの構造が観測されないのは、分野の特性が出ている可能性がある。

一方で、本研究領域においても試料の交換などを通じての国際協調が必要なら、現状は研究機関共著ネットワークが形成される途上であると言える。本研究領域において明確なハブになるような研究機関は見えていないので、積極的に国際共同研究を行うことで、日本の研究機関が国際拠点の形成においてイニシアチブをとることも可能になると考えられる。

図表 69 研究機関共著ネットワーク ID_67 センサー/SWNT/機能性 DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性



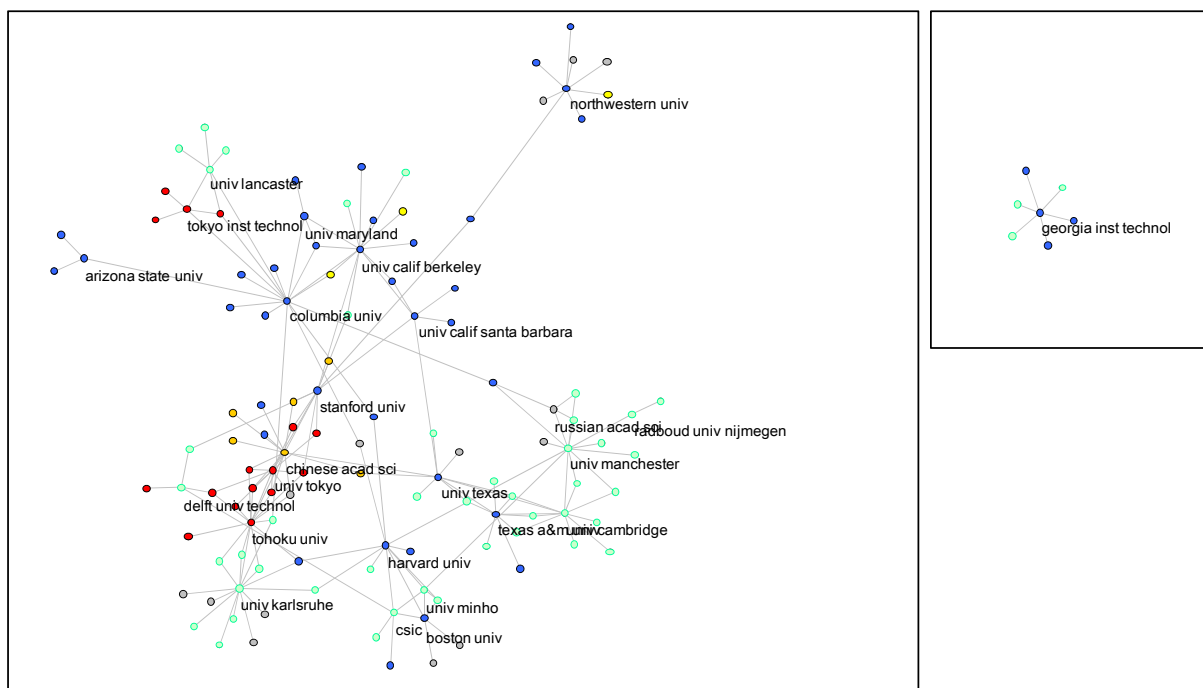
(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

「分子性物質の物理と化学(2008, ID80)」の研究機関共著ネットワークを図表 70に示す。この研究領域には大きく分けて、(A)グラフェンおよびグラファイトの物理と化学、(B)カーボンナノチューブの物理と化学、(C)分子・有機エレクトロニクス、(D)スピンに関連した量子輸送現象の4つの研究が含まれている。

個別の研究組織に注目するとコロンビア大学(米)のコアペーパー数が18件(264件中)と最も大きく、これにマンチェスター大学(英)、スタンフォード大学(米)が続く。コロンビア大学は米国の研究組織、マンチェスター大学は欧州の組織との共著が多い一方、スタンフォード大学については日本や中国との共同研究が多いという特徴がある。

日本の研究機関も16機関が入っており、研究領域ネットワークの一角を占めている。ネットワーク中に日本の組織が孤立して存在するのではなく、米国、欧州、中国の研究機関と一定の関係を持ちながら研究活動が行われていることが分かる。現状、この研究領域における日本の整数カウントによる論文シェアは8.7%であり、物性研究における日本のシェアとしては高い方ではないが、国際的な研究機関共著ネットワークへの関与度を一層増すことで、存在感を増すことが可能だと思われる。

図表 70 研究機関共著ネットワーク ID_80 分子性物質の物理と化学



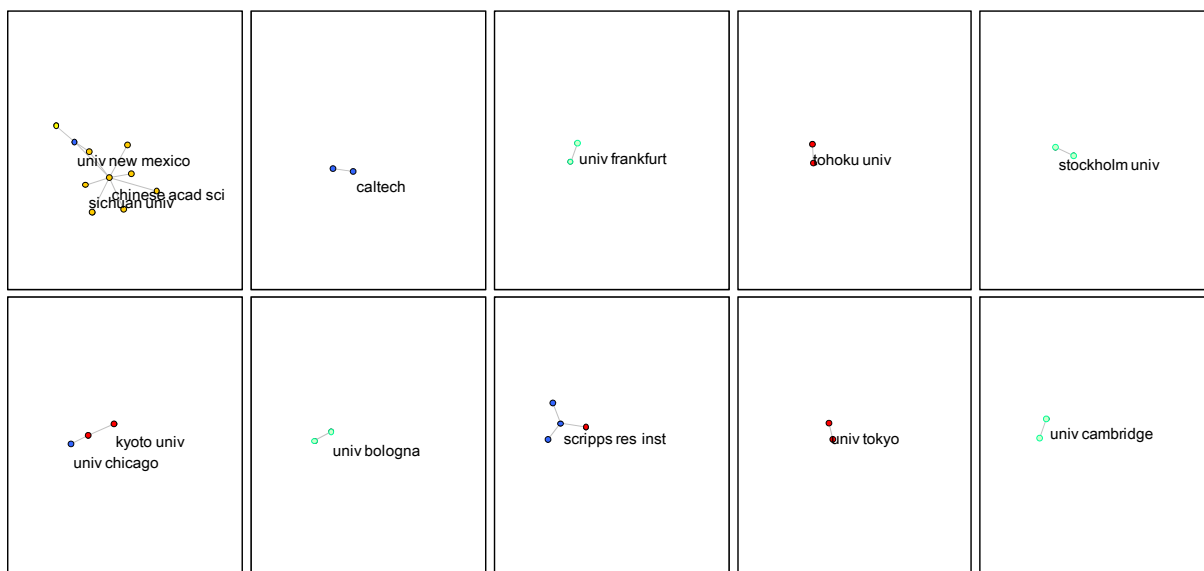
(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のこと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

「触媒的不斉合成(2008, ID86)」の研究機関共著ネットワークを図表 71に示した。この研究領域では、研究機関間の共著関係は非常に少ない。研究機関共著ネットワークもほとんど構造を持たず、少数の機関からなる研究機関共著ネットワークが沢山の断片に分裂している。

研究機関共著ネットワークが全く構造を持たない一方で、研究領域個別マップをみるとリサーチフロントが非常に濃密な共引用関係によって結びつけられていることが分かる。本研究領域では、関連性が高い研究テーマでも、研究機関が個別に研究を行い、濃密な論文の引用によって知識の交換が行われるスタイルであることが予想される。

化学においては他分野に比べて国際共著が少ない傾向があることが分かっており、この研究領域では分野の特徴が典型的に出ていると言える。研究機関共著ネットワークの視点からみると、このような研究領域において、我が国が存在感を示すには、ネットワークの形成ではなく、一定の研究能力を持つ研究機関の数を確保することが重要と考えられる。

図表 71 研究機関共著ネットワーク ID_86 触媒的不斉合成



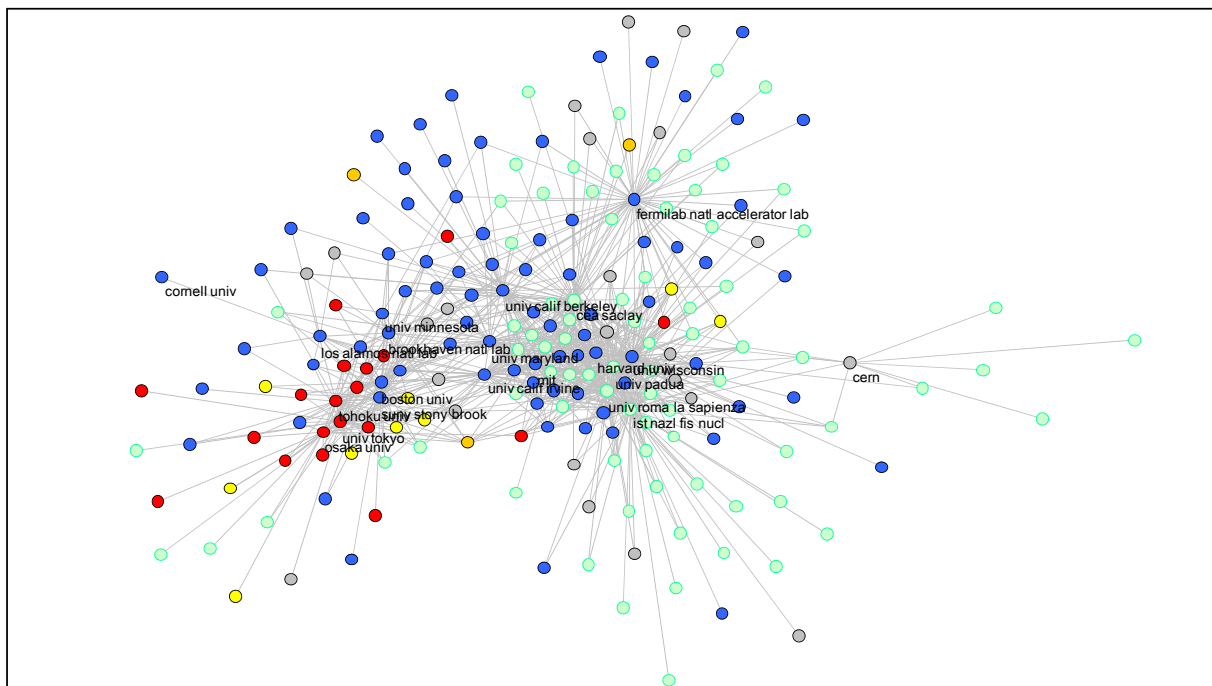
(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

「素粒子物理学・素粒子宇宙物理学(2008, ID106)」の研究機関共著ネットワークを図表 72に示した。この研究領域では、研究機関間の共著が頻繁に行われ、研究機関共著ネットワークをみると濃密なリンク構造が形成されている点が特徴である。もうひとつの特徴として、Super-Kamiokande(東京大学)、KamLand(東北大学)、フェルミ国立加速器研究所(米)、欧州原子核研究機構(CERN)、国立核物理学研究所(伊)など、大規模施設を有する研究機関が、研究領域ネットワークに含まれている。素粒子物理学・素粒子宇宙物理学の研究には大規模施設が不可欠であることから、大規模施設を持つ研究機関を中心に国際的な研究機関共著ネットワークが形成されている。研究機関共著ネットワークに参画する日本の研究機関も多く、整数カウントのシェアも18.9%と高いことから、日本の研究機関が研究領域の発展に大きく関与していることが分かる。

本研究領域を構成するコアペーパーの中で、最も大きなシェアを持つのは CERN である。しかし、研究機関共著ネットワークの視点からみると CERN から伸びるリンクの数は少ない。この要因については検討が必要であるが、CERNには世界各国から多くの研究者が集まり機関内で多様な研究者を確保できることから、他の研究機関との共同研究を必要としない可能性がある。

このように大規模施設を中心として、研究が実施される研究領域においては、世界最先端の大規模施設を持つことが拠点の形成において重要な要素になると考えられる。ただし、この研究領域の知識を得るために、必ずしも大規模施設が必要なわけではない。濃密な研究機関共著ネットワークの構造からも分かるように、この研究機関共著ネットワークに入り込むことで、大規模施設を有さない国でも知識生産への関与を増すことは可能であろう。

図表 72 研究機関共著ネットワーク ID_106 素粒子物理学・素粒子宇宙物理学



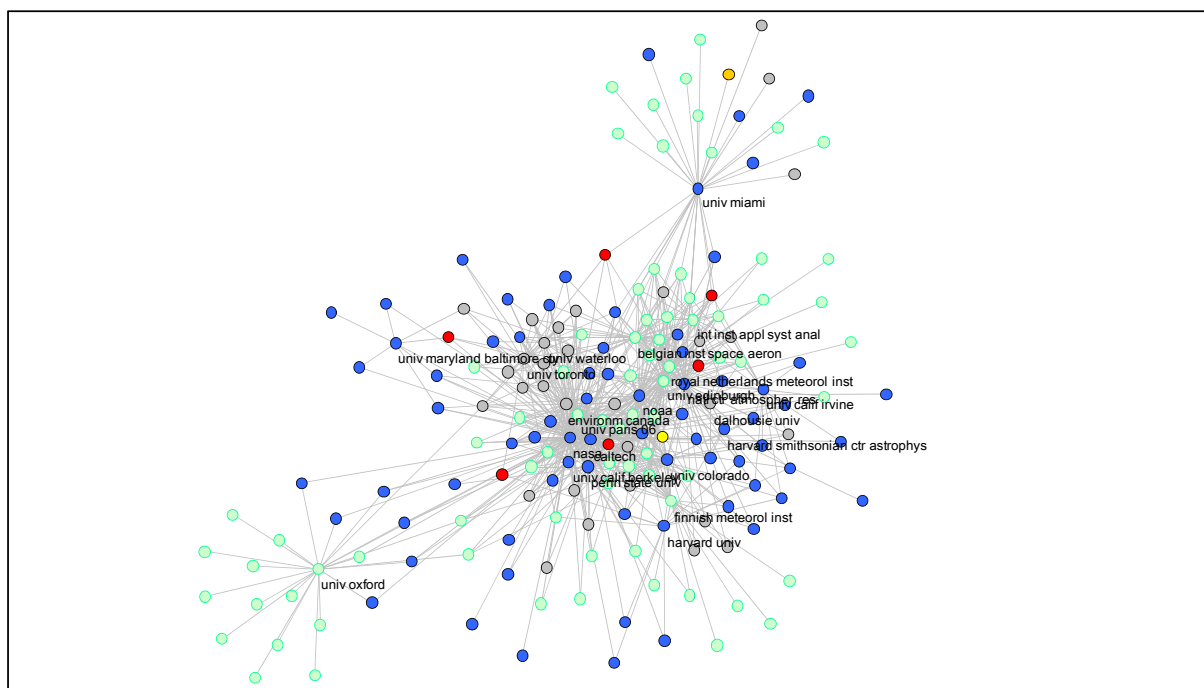
(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約20機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のごと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

「大気組成・微量成分(2008, ID115)」の研究機関共著ネットワークを図表 73に示した。この研究領域でも「素粒子物理学・素粒子宇宙物理学(2008, ID106)」と同じく、研究機関間の共著が頻繁に行われ、濃密な研究機関共著ネットワークが形成されている。

日本の研究機関数は多くはないが、孤立することなく研究ネットワークに参画していることが分かる。この研究領域における日本の分数カウントによるシェアは 1.2%であるが、整数カウントによるシェアは 10.1%と 10 倍近い値となる。研究機関共著ネットワークへの参画を通じて、研究領域への関与度を上げている事例と言える。

本研究領域の内容をみると、衛星による大気微量成分および放射・水蒸気・雲の観測のように、国際協調を通じてデータの収集や分析を行う必要性のある研究領域であることが分かる。地球全体の大気組成などの状況を把握するには、各国の協調が不可欠であることから、今後もデータの提供を通じて研究機関共著ネットワークに入り込むことで、我が国の存在感を示すことができるであろう。

図表 73 研究機関共著ネットワーク ID_115 大気組成・微量成分



(注)個々の丸が1つの研究機関に対応している。赤丸が日本、青丸が米国、緑色が欧州、オレンジが中国、黄色がアジア(日本と中国除く)、灰色がその他の研究機関を示す。研究領域を構成するコアペーパーにおけるシェアが上位約 20 機関については、その名前を丸の横に示した。なお、機関名の名寄せは行っていない。水色の両矢印は距離尺度であり、異なる研究領域のネットワーク比較の際活用のこと。データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

ここまで見てきた各研究領域の基礎データを図表 74に示す。ID106 と 115 は、10 機関以上の共著論文が多くを占めており、他の研究領域に比べ研究機関共著ネットワークの密度が高いことと一致する。研究機関共著ネットワークの特徴を図表 75にまとめた。このように研究領域ごとの特徴や、そこに参戦している日本機関の数やその研究領域の内容のカバー率によって類型化することができる。世界の研究体制の動向として国際共著率が高まっている中、どのように日本が共著関係を考えていくかは重要な問題である。その際、ここに示すように研究領域によってネットワークに違いがあることを念頭に置き、それぞれのケースに応じた対応策を講ずるべきであろう。

図表 74 各研究領域の基礎データ

ID	研究領域名	22分野分類	コアペーパー数	平均機関数	10機関以上		日本		出現機関数(注1)	マッピング対象機関数(注2)	ネットワークを形成している機関数(注3)	マッピング対象機関数に占めるネットワーク形成機関数の割合
					コアペーパー数	コアペーパーに占める割合	コアペーパー数	コアペーパーに占める割合				
30	再生医学と幹細胞研究	臨床医学	385	5.1	22	6%	26	7%	590	172	128	74%
41	自然免疫によるインターフェロン産生	学際的・分野融合的	93	5.3	6	6%	39	42%	151	151	135	89%
50	ネットワーク科学	学際的・分野融合的	271	4.7	18	7%	10	4%	450	149	108	72%
51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン	学際的・分野融合的	389	4.1	8	2%	30	8%	412	157	96	61%
53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析	学際的・分野融合的	155	3.9	2	1%	13	8%	205	205	125	61%
55	植物の感染防御機構	植物・動物学	160	3.5	2	1%	7	4%	146	146	112	77%
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	化学	293	3.4	0	0%	16	5%	266	94	49	52%
80	分子性物質の物理と化学	物理学	264	3.4	0	0%	23	9%	221	221	127	57%
86	触媒的不斉合成	化学	289	2.4	0	0%	56	19%	124	124	31	25%
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	物理学	238	9.2	36	15%	45	19%	472	220	218	99%
115	大気組成・微量成分	地球科学	69	7.8	17	25%	7	10%	196	196	189	96%

(注)平均機関数は1論文当たりである。日本のコアペーパーに占める割合は整数カウント法で算出している。

(注1)出現機関数は全コアペーパーに出現する機関数である。ただし、機関名の名寄せは行っていない。

(注2)マッピング対象機関数は、研究機関共著ネットワークの作成の際に、マッピングの対象とした機関数である。

(注3)ネットワークを形成している機関数は、報告書に掲載されている研究機関共著ネットワーク中に含まれる機関数である。マッピングの対象となっても、他の機関と共著関係を持たない機関はここから除かれている。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 75 研究機関共著ネットワークの類型化

ネットワーク構造	類型	説明	研究領域例	解釈
あり	ネットワーク形成型	研究機関共著ネットワーク構造が大きく1つである。	再生医学と幹細胞研究(ID_30)	特定の分野に軸足を持つ研究領域であり、研究の内容と研究機関共著ネットワークが合致している。
			自然免疫によるインターフェロン産生(ID_41)	学際的・分野融合的研究領域のため内容が複雑であるが、1つの研究機関共著ネットワークがそれらの内容を包含している。
	ネットワーク科学(ID_50)	特定の分野に軸足を持つ研究領域であるが、複数のテーマや研究対象が含まれている。しかし、研究の内容と複数の研究機関共著ネットワークとの明確な関係性はみられない。		
	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(ID_51)			
高密度ネットワーク形成型	大きなネットワークと小さなネットワークが混在している。	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性(ID_67)	学際的・分野融合的研究領域のため内容が複数存在し、全てを包含している大きな研究機関共著ネットワークと、それらの中で特化し研究している機関群が小さな研究機関共著ネットワークを作り混在している。	
		分子性物質の物理と化学(ID_80)		
		植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析(ID_53)		
高密度ネットワーク形成型	濃密な研究機関共著ネットワークが形成されている。	植物の感染防御機構(ID_55)	大規模施設を中心として、研究が実施される研究領域で、研究機関間の共著が頻繁に行われる。	
		素粒子物理学・素粒子宇宙物理学(ID_106)		国際協調を通じてデータの収集や分析を行う必要性のある研究領域で、研究機関間の共著が頻繁に行われる。
		大気組成・微量成分(ID_115)		
なし	ネットワーク非形成型	明確な研究機関共著ネットワーク構造が見られない。	触媒的不斉合成(ID_86)	研究領域内のリサーチフロント間の共引用関係が濃密に結びついている研究領域であるが、研究機関が個別に研究を行っている。

5. まとめ

科学技術政策研究所において作成しているサイエンスマップは科学研究の動的变化を定期的に観測することを目的に行なわれている調査⁸であり、マッピングの対象を研究領域としている点が特徴である。

サイエンスマップ 2008 では、2003 年から 2008 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%である高被引用度論文(約5万件)を用いた。これら高被引用度論文に対して、「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)行なった。647 研究領域が得られ、その中で一定の大きさを持つ 121 注目研究領域に対しては、詳細な内容分析を行った。また、サイエンスマップ 2002(1997 年から 2002 年)、サイエンスマップ 2004(1999 年から 2004 年)、サイエンスマップ 2006(2001 年から 2006 年)との時系列分析を行った。以下に調査結果をまとめる。

5-1 まとめ

(1) サイエンスマップ 2008 から見える科学研究の変化

①科学研究における研究領域のつながり

サイエンスマップの左上部分には生命科学にかかわる研究領域群が集まっている。一番上の部分に広がっているのは、心臓・血管疾患にかかわる研究領域群である。感染症・免疫研究、がん研究、肥満研究、再生医学研究、脳・神経研究へと繋がっていく。その下にポストゲノム研究、植物科学研究が広がる。サイエンスマップの中央右側はナノサイエンスの研究領域群であり、中央左側には化学に関係した研究領域群が広がっている。化学の左下には、環境に関連した研究領域群が存在する。これらは、化学の研究領域のように一箇所に集中するのではなく、マップ上で広がりを持って存在している。ナノサイエンス右下には、物性研究、素粒子・宇宙論が繋がっている。

サイエンスマップ 2002 以降、生命科学系のマップに占める割合は低下傾向にあり、一方でナノサイエンスと化学を中心とする付近、物性研究、物性研究と素粒子・宇宙論の間の論文数が増加傾向である。

②学際的・分野融合的領域から見る活発なエリアの同定

学際的・分野融合的領域は、121 注目研究領域のうち、40 注目研究領域(33%)である。学際的・分野融合的研究領域は、比較的多くのトピックスを含み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が取り込まれるような特徴をもつ傾向がある。学際的・分野融合的研究領域のマップ上の位置を見ると、主にナノサイエンス、環境、生命科学(特に脳・神経研究、再生医学研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究)に多く存在している。即ち、これらの研究領域が科学の中でより活発な動きを示していると言える。

(2) サイエンスマップ 2008 から見える科学研究の変化

サイエンスマップ 2008(調査対象年:2003-2008 年)とこれまでのサイエンスマップ 2002、2004、2006 との比較分析や専門家へのアンケート調査から、科学研究は着実に変化しつつあることが確認された。以下にポイントをまとめる。

⁸ 本調査は、第4回目の報告である。第1回目は「NISTEP REPORT No.95 急速に発展しつつある研究領域調査(2005年5月)」、第2回目は「NISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ 2004(2007年3月)」、第3回目は「NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ 2006(2008年6月)」である。

①生命科学系

〈再生医学研究の新展開〉

京都大学山中氏らによるiPS細胞の樹立を含む「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」という非常に大きな研究領域が抽出された。この研究領域は、サイエンスマップ 2006 の3つの研究領域が融合し形成されている。専門家は再生医学研究が、今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群として、心臓・血管疾患研究、脳・神経研究、がん研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究を挙げている。また、研究領域を発展させる上で、「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」が必要としている。現在のポストゲノム研究いわゆるゲノム解読後の生命科学系では、より情報の収集の効率化、高速化が求められ、その中から有効な情報をマイニングする技量も必要となってきた。このような技量をベースに、出口の方向として幅広い研究領域群との関係性強化を考えていることが分かる。

〈脳・神経研究の進展〉

脳・神経研究はサイエンスマップ 2008 では、上記の再生医学研究の新展開の影響もあり位置が変化した。サイエンスマップ 2006 までは生命科学系の中でがん研究のとなりで臨床医学系の研究領域群として固まっていたが、2008 では右上に広がりを持って位置する研究領域群となっている。マップ上左側から、「アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発(2008, ID15)」のような神経生理学的研究、「脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害(2008, ID19)」のような精神医学研究、さらに「情動・共感と真似・文脈の神経機構(2008, ID24)」のように神経生理学的研究と認知科学の側面を持つ研究が位置している。このような3つのアプローチの異なる研究が並んでいる特徴がある。

〈生命科学系研究の中のポストゲノム研究の位置づけ〉

サイエンスマップ 2006 に引き続き2008においても、ポストゲノム研究が、主に植物や菌類を研究対象とする植物科学研究と、動物や菌類を研究対象とする心臓・血管疾患研究、脳研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究とをブリッジしていることを確認した。また、「ネットワーク科学(2008, ID50)」がポストゲノム研究と近接し現れていることは興味深い。ポストゲノム研究により蓄積されたタンパク質、分子、薬物などのそれぞれ単体の大量の情報をベースに、それらの相互作用ネットワークを考慮した研究へと進展している。

〈生命科学系とナノサイエンスとの関係〉

生命科学系とナノサイエンスとの間は、研究領域の配置は密ではないが、両者の連携をもたらす重要な役割を担う研究領域が存在する場所である。サイエンスマップ 2002 のID53は生命科学とナノサイエンスの中間地点に位置していた後、生命科学方面とナノサイエンス方面へ分離し、研究領域を継続発展させてきている。生命科学方面への軌跡に注目すると、「プロテオーム(2004, ID105)」、「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006, ID119)」、サイエンスマップ 2008 では注目研究領域ではないものの研究領域として引き続き抽出されており、ポストゲノム研究の中心「遺伝子サイレンシング/植物ホルモン(2008, ID51)」付近に位置している。一方、ナノサイエンス方面へは、「マイクロチップを用いた化学・バイオシステム(2004, ID91)」、「マイクロバイオ・化学システム(2006, ID117)」、「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」へと継続しナノサイエンスの位置に現在ある。もともと生命科学系の領域で、DNA やタンパク質の解析などにあたり超微量で迅速かつ高感度な分析で網羅的に調べることが主流となりつつある際に、これを実現するシステムとしてマイクロチップシステムが数多く開発された。このシステムを用いて生命の理解を進める研究の流れと、このマイクロ流路デバイスを用いた化学反応制御、バイオ分析への応用手法開発の流れに分かれ、結果として生命科学系とナノサイエンス両方の研究を加速させることとなったと言えよう。

②化学、ナノサイエンス

〈化学〉

化学の研究領域群においては、「触媒的不斉合成(2008, ID86)」、「遷移金属触媒による分子変換反応(2008, ID87)」の2つの注目研究領域を中心とし、その周辺に他の研究領域群とかかわりを持ちながら注目研究領域が形成されているのが特徴である。ナノサイエンスや物性研究に近い位置にマッピングされている「金(ゴールド)のナノケミストリー(2008, ID81)」、「大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論(2008, ID82)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化合物(2008, ID91)」は、サイエンスマップ 2008 で新たに注目研究領域となった。化学と環境の研究領域群の間にマッピングされている「微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池(2008, ID90)」についても、サイエンスマップ 2006~2008 の間に研究の規模を拡大させ注目研究領域となった。

〈ナノサイエンス〉

ナノサイエンスを構成する研究領域は、マップ上の位置に依存して研究の内容が異なっている。生命科学系に近い部分にマッピングされている「マイクロ流路デバイス(2008, ID62)」、「ナノファイバーの創生と応用に関する研究(2008, ID64)」等については、ナノファイバーの再生医療への応用や DNA を用いたナノ構造の作製など、生命科学の要素を含んだ研究領域となっている。物性研究の近くで高い山を形成している注目研究領域「有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子(2008, ID75)」は、ナノ材料やそれを用いたデバイス開発についての研究領域である。また、化学に近い部分にはイオン液体を用いて特異な構造を有するマテリアル合成を行う「イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料(2008, ID72)」などがマッピングされている。また、研究領域の具体的な内容をみると、有機 EL 素子、太陽電池、燃料電池などのキーワードが見られ環境にかかわりのある研究領域も存在していることが分かる。

化学とナノサイエンスの専門家は、物性研究を含めた 3 研究領域群の関連性を強めるべきだと考えており、相互の知識共有や知識交換が研究領域の発展のために重要と指摘している。一方、がん研究や感染症・免疫研究などの他の研究領域群の専門家が、化学とナノサイエンスとの関係性を今後強めるべきと回答している。

③物性研究、素粒子・宇宙論

〈物性研究〉

物性研究の研究領域群でサイエンスマップ 2002 から 2008 までの変化をみると、コアペーパーが集中している部分が、時間とともに大きく変化している。つまり研究テーマの移り変わりが明確である。一方で、研究領域間の共引用を通じたつながりは小さく、それぞれの研究領域は独立に発展しているように見える。

物性研究の注目研究領域の中では「分子性物質の物理と化学(2008, ID80)」が急激に成長している。研究領域を構成する 54 のリサーチフロントのうち、約 2 割の 12 個で被引用数の急増が見られる。この多くはグラフェン(単層の黒鉛)についての研究である。2004 年のグラフェンの生成、その後の量子ホール効果の発見などで、炭素からなる物質の物性が再び脚光を浴びることになり、グラフェンの物理と化学が急激に進展しつつあると、専門家は指摘している。

2008 年に東京工業大学の細野教授らのグループによって発見された鉄系超伝導物質については、2 つのリサーチフロントから構成されている準注目研究領域として抽出されている。被引用数の増加が特に著しいリサーチフロントを含むことから、サイエンスマップ 2010 以降では鉄系超伝導物質の注目研究領域が観測されると考えられる。

〈素粒子・宇宙論〉

素粒子・宇宙論の研究領域は、「強く相互作用する量子多体系(2008, ID100)」を除いて、サイエンスマップ上の位置がほぼ変化せず、同じ位置で観測されている。サイエンスマップ 2002～2008 の間、素粒子・宇宙論の研究領域群は、ひととき高く裾野が狭いという特徴を有した山であることは変化しておらず、研究活動パターン自体に大きな変化が無いことを示している。これは素粒子・宇宙論においては統一場理論の構築や宇宙の起源の理解といった究極の目標が定まっており、その目標に向かって研究が発展し続けている為だと思われる。

(3) サイエンスマップから見える主要国の活動状況

①高被引用度論文における国際共著論文

近年、毎年発表される論文数の増加もさることながらそれらに占める国際共著論文(複数国の研究機関による共同執筆論文のこと。)が急増していること、国際共著論文の方が国内機関のみの論文に比べ被引用数が多いことを科学技術政策研究所が明らかにしている。そこで、サイエンスマップの対象とする高被引用度論文における状況を分析した。サイエンスマップ 2002 から 2008 を比較すると、着実にマップ上に示される国際共著論文シェアが上昇している。サイエンスマップ 2008 では国際共著率が 36.6%であり、全論文の国際共著シェアの 20.3%に比べ大幅に高いことが明らかとなった。主要国の国際共著率を見ると、英・独・仏の欧州諸国では 70%台を示し、日本は 52.3%である。

研究領域群ごとの状況を見ると、素粒子・宇宙論全般、心臓・血管疾患研究、感染症・免疫研究、がん研究、植物科学研究、環境研究、物性研究の一部で 50%以上の国際共著率を示している。一方、化学の研究領域群の国際共著論文シェアは、サイエンスマップ 2002 から 2008 の間ほぼ変化無く、他の研究領域群に比べ非常に低い。

②サイエンスマップに見る主要国の論文シェア

日本は、論文生産への関与度(整数カウント法)において、サイエンスマップ 2006 の 8.5%がサイエンスマップ 2008 では 8.0%に低下した。論文生産への貢献度(分数カウント法)においても、サイエンスマップ 2004 をピークに低下傾向にあり、サイエンスマップ 2008 では、5.4%である

コアペーパーの日本論文シェア(整数カウント法)が最も大きな注目研究領域は、「高温超伝導体の新奇電子秩序(ID97)」であり、その値は 52.2%に達している。これに続いて「自然免疫によるインターフェロン産生(ID41)」、「金属スピントロニクス(ID79)」、「興奮性シナプス可塑性の分子機構(ID25)」、「水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物(ID91)」で日本論文シェアが高い。

学際的・分野融合的領域において日本のシェアが 9%を超える領域数は、サイエンスマップ 2004 では 39 領域中 19 領域(49%)、サイエンスマップ 2006 では 32 領域中 8 領域(25%)、サイエンスマップ 2008 では 40 領域中 10 領域(25%)である。学際的・分野融合的領域は、サイエンスマップの中でも比較的活発で注目度を急激に集めている動きのあるエリアと考えられるので、そこでの停滞は特筆すべきであろう。

③中国の存在感

成長著しい中国のシェアの変化は目を見張るものがある。整数カウント法では、サイエンスマップ 2002 と 2008 を比較すると、5.9 ポイント上昇し 7.2%、また分数カウント法においても 4.4 ポイント上昇し 5.2%である。国際共著論文シェアは日本より低く、国際共著論文に依存しない研究体制下での中国の台頭である。特に、物理や化学といった日本の強みをベースとした研究領域群であるナノサイエンスにおいて、中国が強い存在感を示している。

(4) ネットワーク分析から見える主要国の活動状況

①研究領域ネットワーク分析による重要研究領域の同定とそれらの領域での主要国のシェア

研究領域間ネットワークを分析し、媒介中心性など3つの指標を算出することで、サイエンスマップ上で知識の伝播を考えたときに重要な位置にある研究領域を同定した。コアペーパー数が多く、次数中心性や媒介中心性が高い研究領域は、高い継続性と波及効果を示す。高いネットワーク指標を持つ研究領域への関与度を高めることも、我が国の世界における知識生産の関与度を戦略的に高めるうえで、有効な手段と考えられる。

②研究機関共著ネットワークにおける日本の位置

国際共著論文を生み出すような研究体制を利用した英国、ドイツは論文シェア(関与度、整数カウント法)が上昇傾向である。研究領域内での研究機関共著ネットワークを分析してみると、欧州機関はネットワークの全体に幅広く存在し、ネットワークに入り込んでいる様子が伺える。中国も研究機関数は少ないが、米国や欧州諸国の作る共著ネットワークに参入している。日本は研究機関数がある程度あっても、日本だけで固まっているケースが多い。世界の研究体制の動向として国際共著率が高まっている中、どのように日本が共著関係を考えていくかは重要な問題である。

5-2 今後の日本の研究推進上留意すべきポイント

国際的に注目を集める研究領域を描いたサイエンスマップにおいて、日本は英国やドイツに関与度で差をつけられている。以下に、サイエンスマップにおいて、関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違いを挙げる。

(1) 英国やドイツに比べて、日本の参加領域の多様性は低い

サイエンスマップにおいて、関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違いの1点目は、参加領域の割合である。英国やドイツはTOP1%論文数が1件以上の研究領域(参加領域)の割合が約6割であるのに対し、日本は約4割に留まる。日本の参加領域の割合は、サイエンスマップ2002以降大きな変化はみられない。英国やドイツに比べ、日本の参加領域の多様性が低いことが分かる。英国やドイツと、日本の参加領域数の差が大きいのは、学際的・分野融合的領域や臨床医学の研究領域である。

(2) 日本は分析の母集団であるTOP1%論文におけるシェアも低下している

英国やドイツと日本の違いの2点目は、分析の母集団であるTOP1%論文におけるシェアである。TOP1%論文において、日本の関与度、貢献度ともに低下傾向にある。これが、サイエンスマップでの日本の存在感の低下の要因と考えられる。

サイエンスマップで英国やドイツの関与度が高いことの背景として、両国の国際共著率が73%、72%と非常に高いことに留意する必要がある。研究活動の国際化に伴い、世界的に国際共著論文が増加しているが、これは国内論文と比較して被引用数が高いことが分かっている。ただし、日本のサイエンスマップ論文の52%は国際共著論文であり、これは全論文の場合を大きく上回っている⁹。

⁹全論文における国際共著率(2007年値)は、英国は46%、ドイツは48%、日本は24%である。

第 II 部

1. 注目研究領域の内容分析結果の読み方

115 ページ以降に論文データベース分析で構築された 121 の注目研究領域についての内容分析の結果を示す。注目研究領域の内容分析は以下から構成されている。

① 注目研究領域名と注目研究領域 ID

注目研究領域の内容を表現した領域名を付与した。注目研究領域 ID(大文字) 番号は通し番号である。

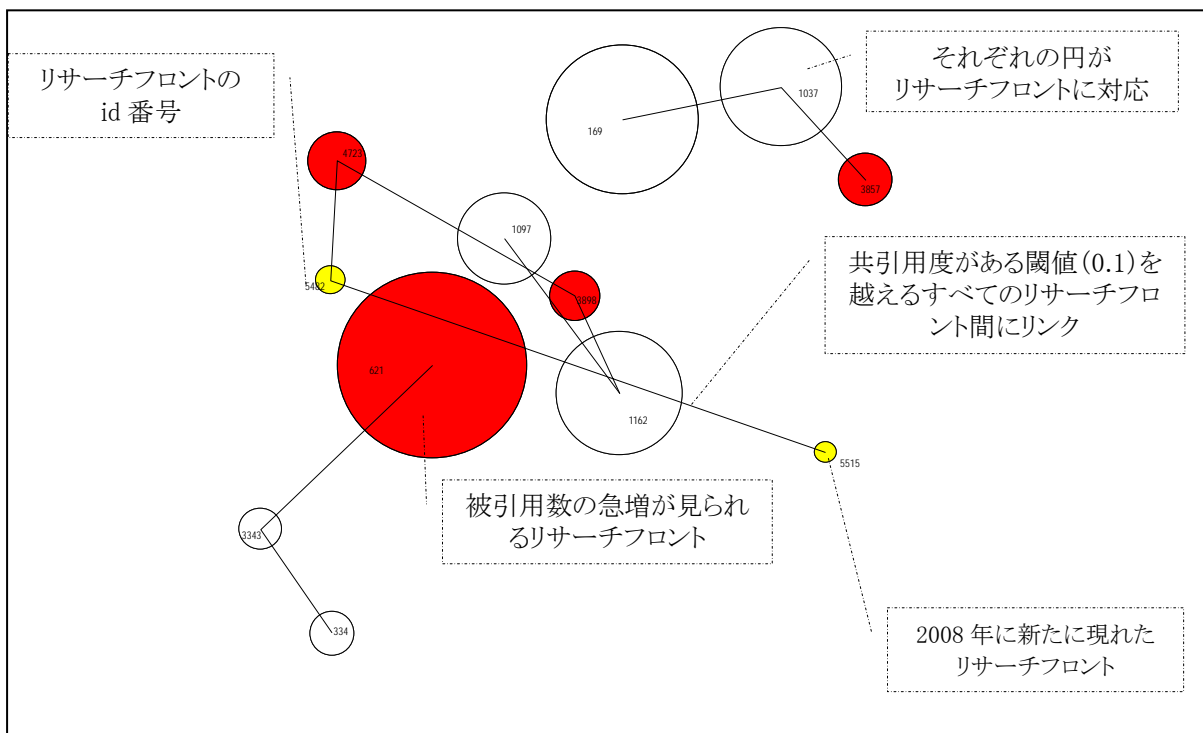
② 注目研究領域の統計情報

注目研究領域を構成するリサーチフロントの数、うち被引用数が急増するものの数、リサーチフロントを構成するコアペーパー数及び日本のコアペーパー数、被引用論文数、被引用回数、コアペーパーの平均出版年を挙げた。

③ 個別研究領域マップ

注目研究領域に含まれるリサーチフロント間の関連性を視覚的に表現する為に、個別研究領域マップを作成した。個別研究領域マップの見方は以下の通りである。

- 個別研究領域マップに描かれている円は、1 つのリサーチフロントに対応している。
- 円に横に書かれている番号は、リサーチフロントの id(小文字) 番号を示す。
- 円の面積は、リサーチフロントを構成するコアペーパーの被引用数の合計に比例している。
- 赤色は、コアペーパーの被引用数の増加が顕著なリサーチフロント(急増フロント)を示す。
- 黄色は、2008 年に新規に現れたリサーチフロントを示す。
- リサーチフロントを示す円は、共引用関係が強い場合に近くに配置され、弱い場合には遠くに配置されている。
- 一定以上の共引用関係を持つリサーチフロント間が線で結ばれている。



急増フロントは、以下の方法で決定した。

- リサーチフロントに含まれるコアペーパーの被引用数を 2003～2008 の各年についてカウントする。この値を、それぞれ当該年までに出版されたコアペーパー数で割ることで、各年のコアペーパー 1 件あたりの被引用数を求める。このコアペーパー 1 件あたりの被引用数の増減に対し、回帰直線の傾きを算出する。
- 次に、回帰直線の傾きの分野平均を算出する。リサーチフロントの分野は、コアペーパーの 22 分野の分布を調べ、もっともコアペーパーの割合が多い分野を第 1 の所属、次に割合が多い分野を第 2 の所属というように、複数の分野への所属が可能とする。
- リサーチフロントの中から、回帰直線の傾きが分野平均を上回り、コアペーパーの平均出版年が 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。なお、複数の分野に属するリサーチフロントの場合、どれか 1 つの分野で平均を超えていれば急増フロントとした。

また、個別研究領域マップ中には以下の(1)と(2)の何れかの方針で、リサーチフロントの研究内容が示されている。

- (1) 個別研究領域マップ中で、類似した研究内容に関するリサーチフロントの集合を示すことが出来る場合には、該当するリサーチフロントの集合を線で括り、その内容をマップ中に記述した
- (2) 個別研究領域マップ中で、リサーチフロントの集合を示すことが困難な場合には、研究領域の中で、重要と考えられるリサーチフロント(多くのリサーチフロントとリンクが張られているもの、被引用数が急増するものなど)を図示し、その内容をマップ中に記述した。

④ 注目研究領域の説明

注目研究領域の説明として、「領域の概要およびリサーチフロントの内容」を記述した。本項目は可能な限り③個別研究領域マップの解釈とリンクさせた。注目研究領域の一般的な解説および領域を構成しているリサーチフロントの研究内容を記述した。リサーチフロントの研究内容は、以下の(1)と(2)の何れかの方針で記述した。なお、注目研究領域の内容分析結果は、内容分析担当者自身による文章等の確認作業済みである。

- (1) 類似した研究内容に関するリサーチフロントの集合を示す事が出来る場合は、その内容を簡条書きした。
- (2) 集合を示すことが困難な場合は、研究領域で重要と考えられるリサーチフロント(多くのリサーチフロントとリンクが張られているもの、被引用数が急増するものなど)の内容を簡条書きした。

⑤ ヘッダーの情報

各注目研究領域の内容分析結果のヘッダー部分には、以下の項目が該当する場合マークを記した。マークの見方は以下の通りである。

マーク	意味
学際・分野融合領域	当該注目研究領域を構成するコアペーパーにおいて、特定分野の占める割合が6割以下である学際的・分野融合的研究領域の場合。
日本シェア高	当該注目研究領域を構成するコアペーパーにおいて、日本のシェア（整数カウント法）が9%以上の場合。
国際共著率高	当該注目研究領域を構成するコアペーパーにおいて、国際共著論文の割合が50%以上の場合。
次数中心性高	当該注目研究領域の次数中心性の値が、全研究領域中上位5%以内の場合。
媒介中心性高	当該注目研究領域の媒介中心性の値が、全研究領域中上位5%以内の場合。

2. 注目研究領域の内容分析の結果

以下に、121 注目研究領域の内容分析の目次及び結果を示す。

領域 ID	研究領域名	ページ数
1	重症患者管理(特に急性呼吸促迫症候群)	115
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	116
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	117
4	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能	118
5	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	119
6	冠動脈 CT(コンピュータ断層撮影)	120
7	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	121
8	COX 阻害剤の副作用の研究	122
9	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	123
10	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	124
11	気管支喘息の病態と治療	125
12	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	126
13	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用	127
14	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	128
15	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発	129
16	パーキンソン病に対する臨床研究	130
17	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	131
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	132
19	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	133
20	統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究	134
21	情動とその病態の分子神経科学	135
22	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究	136
23	意思決定の脳神経メカニズム	137
24	情動・共感と真似・文脈の神経機構	138
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	139
26	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義	140
27	HIF・HIF α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節	141
28	アポトーシス(細胞死)の分子機構	142
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	143
30	再生医学と幹細胞研究	144
31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	145

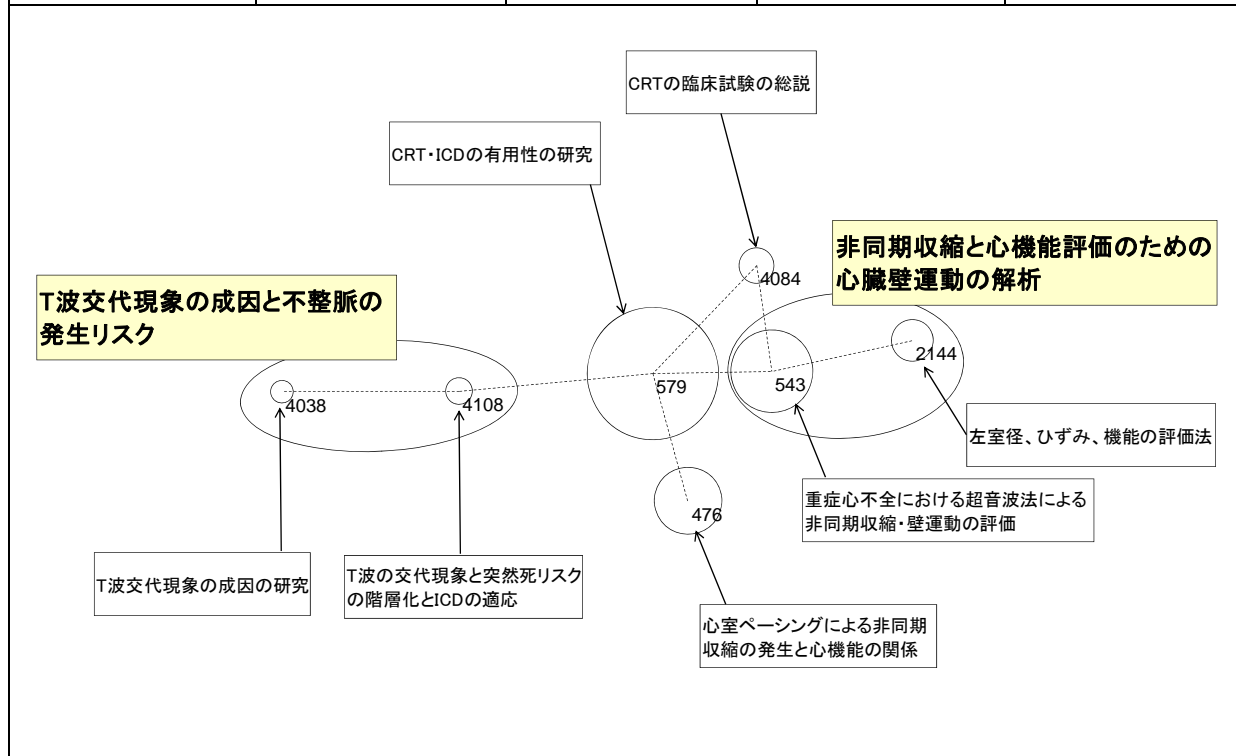
領域 ID	研究領域名	ページ数
32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性	146
33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究	147
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	148
35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	149
36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	150
37	多発性骨髄腫/新規薬剤治療	151
38	HDAC 阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究	152
39	チロシンキナーゼの活性化と薬剤耐性	153
40	NF- κ B 活性化におけるユビキチン修飾系の役割	154
41	自然免疫によるインターフェロン産生	155
42	T 細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割	156
43	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御	157
44	NK 細胞受容体とそのリガンドによる活性制御	158
45	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発	159
46	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法	160
47	C 型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法	161
48	HIV 感染の制御	162
49	抗 HIV 薬に関する研究	163
50	ネットワーク科学	164
51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン	165
52	レドックス制御	166
53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析	167
54	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割	168
55	植物の感染防御機構	169
56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン	170
57	植物の発生遺伝学/糖代謝	171
58	微生物生態系	172
59	システムバイオロジー/合成生物学	173
60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能	174
61	タンパク質の動的挙動解析	175
62	マイクロ流路デバイス	176

領域 ID	研究領域名	ページ数
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	177
64	ナノファイバーの創製と応用に関する研究	178
65	核酸によるナノ構造開発	179
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	180
67	センサー/SWNT/機能性 DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	181
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	182
69	高効率有機電界発光 (EL) 素子	183
70	超撥水表面	184
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	185
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	186
73	イオン液体	187
74	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発	188
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	189
76	固体高分子形燃料電池	190
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	191
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	192
79	金属スピントロニクス	193
80	分子性物質の物理と化学	194
81	金(ゴールド)のナノケミストリー	195
82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論	196
83	配位空間・配位格子の設計と機能	197
84	水素結合の研究	198
85	アニオンセンサー	199
86	触媒的不斉合成	200
87	遷移金属触媒による分子変換反応	201
88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	202
89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成	203
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池	204
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物	205
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	206
93	メタマテリアル	207

領域 ID	研究領域名	ページ数
94	光量子情報・通信、光ナノサイエンス	208
95	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン	209
96	原子系・光子を用いた量子情報科学	210
97	高温超伝導体の新奇電子秩序	211
98	超高速高強度光科学	212
99	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用	213
100	強く相互作用する量子多体系	214
101	初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究	215
102	固体酸化物形燃料電池(SOFC)関連新技術	216
103	先カンブリア時代の地球	217
104	ゲージ・重力理論対応とブラックホール解	218
105	ガンマ線バースト	219
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	220
107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	221
108	ホモ・サピエンスの出現過程	222
109	温暖化影響/生物・生態系	223
110	臭素系難燃剤の環境化学	224
111	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術	225
112	有機エアロゾル	226
113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究	227
114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御	228
115	大気組成・微量成分	229
116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション	230
117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環	231
118	過去の地球環境変動の復元	232
119	コーポレート・ガバナンス	233
120	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用	234
121	経済地理学の新潮流 ～進化経済学と関係論～	235

研究 領域名	重症患者管理(特に急性呼吸促迫症候群)		領域 ID	1
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
7(0)	18(0)	1484	2291	2005.2
<p>集中治療を要する重症患者は敗血症や急性呼吸促迫症候群(ARDS)を併発することが多く、死亡率も高い。1990年代にこれらの症候群に対する国際的な診断基準が作成されて以来、多くの質の高い研究が行われるようになり、いくつかの有望な治療法も見つかってきている。</p> <p>(1) 肺動脈カテーテルによる輸液管理</p> <p>重症患者における輸液管理の指標として肺動脈カテーテルは以前から使用されていたが、その使用により予後を反対に悪化させる可能性が示唆されたため、その有用性を検討する無作為比較試験(RCT)が複数行われた。その結果、肺動脈カテーテルは予後を改善も悪化もさせないことが示された。</p> <p>(2) 重症患者管理におけるステロイドの有用性</p> <p>ステロイドはストレス時に分泌されるホルモンであるが、敗血症やARDSなどの重症患者ではそのストレスの強さの割に相対的に分泌が減少している可能性が示唆され、外からの補給により予後が改善する可能性が検討されている。</p> <p>(3) 急性呼吸促迫症候群の治療</p> <p>ARDSは重症患者に合併する臓器不全の一つであり予後不良であるため、輸液管理、ステロイド、人工呼吸の設定など、予後改善を目的とした多くの研究が行われている。</p>				
内容分析 担当者	内野 滋彦	東京慈恵会医科大学 麻酔科 集中治療部 講師		

研究領域名	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	領域 ID	2
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
7(0)	34(0)	2922	6985
コアペーパーの平均出版年			
2004.3			



重症心不全で QRS 幅の延長例では心臓再同期療法(CRT)が試みられその有効性が確認された。一方、植え込み型除細動器(ICD)は心不全例の突然死を減少させることも明らかにされた。

本研究領域は心不全における CRT の効果とその有効性を予測するための心室壁運動(非同期収縮)の評価、不整脈死の予知および ICD の治療成績からなる。

(1) T 波交代現象の成因と不整脈の発生リスク

T 波交代現象の成因の研究(id4038)、T 波の交代現象と突然死リスクの階層化と ICD の適応(id4108)の研究を含む。

(2) 非同期収縮と心機能評価のための心臓壁運動の解析

重症心不全における超音波法による非同期収縮・壁運動の評価(id543)、左室径、ひずみ、機能の評価法(id2144)の研究を含む。

また本研究領域には、心室ペーシングによる非同期収縮の発生と心機能の関係(id476)、CRT・ICD の有用性の研究 (id579)、CRT の臨床試験の総説(id4084)が含まれる。

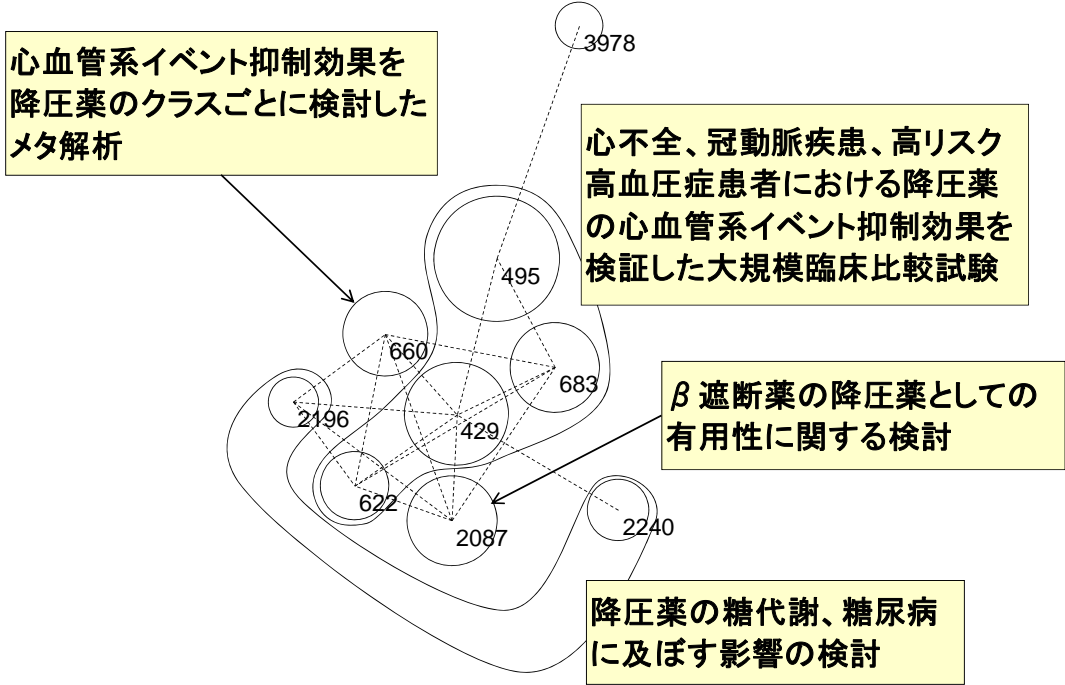
心不全での CRT の効果は非同期収縮の有無による。このため左室の壁運動を解析し、非同期収縮を診断するための超音波を用いた多くの計測法が提案された。軽症心不全や正常 QRS 例における CRT の意義も今後の課題である。一方、心不全では不整脈死がみられ、ICD はそれを減少させる。CRT に ICD を追加すると死亡率はさらに減少する。T 波交代現象は突然死の予知に有用で、リスクの階層化と ICD の適応の決定に用いられる。

内容分析担当者	相澤 義房	新潟大学 大学院医歯学総合研究科 循環器学分野 教授
---------	-------	----------------------------

研究領域名	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法		領域 ID	3
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
7(0)	24(0)	821	1822	2005.5
<p>本研究領域は、神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法に関する研究内容から構成され、主に以下の内容を含む。</p> <p>(1) 神経因性疼痛に対するデュロキセチン、ガバペンチン、プレガバリンの効果</p> <p>プレガバリンは帯状疱疹後神経痛及び糖尿病性神経因性疼痛に有効であることがプラセボ対照二重盲検比較試験によって示された。</p> <p>デュロキセチン(ノルエピネフリン・セロトニン再取り込み阻害薬、norepinephrin serotonin reuptake inhibitor, SNRI)はうつ病及びうつ病を伴う神経因性疼痛、及び糖尿病性神経因性疼痛に有効であることがプラセボ対照二重盲検比較試験によって示された。</p> <p>デュロキセチン、プレガバリン、ガバペンチンは線維筋痛症に対して有効であることがプラセボ対照二重盲検比較試験によって示された。</p> <p>(2) ガバペンチン、プレガバリンの作用機序(id4435)</p> <p>ガバペンチン及びプレガバリンの作用機序は明らかでなかったが、現在では電位依存性 Ca^{2+}チャネルの $\alpha 2 \delta$ サブユニットに結合することにより Ca^{2+}の前シナプスへの流入を阻止して興奮性神経伝達物質の遊離を抑制することが作用機序の一つであることが示された。</p> <p>(3) 疼痛に関する臨床試験におけるプラセボの重要性(id6097)</p> <p>疼痛に関する臨床試験では比較対照としてプラセボは必須である。プラセボ効果およびノセボ効果について論じられている。</p>				
内容分析担当者	景山 茂	東京慈恵会医科大学 総合医科学研究センター 薬物治療学研究室 教授		

研究領域名	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能			領域 ID	4
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
16(3)	81(5)	3630	8945	2005.8	
<p>内因性カンナビノイドはマリファナの活性成分であるΔ9-テトラヒドロカンナビノールの類似物質で脳内に豊富に存在する。内因性カンナビノイドによる生理作用はカンナビノイド受容体の活性化を介して発揮される。内因性カンナビノイドはシナプス活動依存的にシナプス後部から合成・放出され、シナプス前終末に局在するカンナビノイド受容体を活性化させてシナプス伝達を調節するという逆行性のシナプス伝達調節因子として働く。</p> <p>本研究領域は、以下のような5つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 内因性カンナビノイドの生理作用 (2) 内因性カンナビノイドによるシナプス伝達調節 (3) 内因性カンナビノイドの生合成 (4) 内因性カンナビノイドの代謝 (5) カンナビノイド受容体2型の脳内分布 <p>本研究領域では、どのようなシナプス刺激によって内因性カンナビノイドが産生されるのか、それがどのような合成経路で産生され、代謝分解されるのか、に関して盛んに研究されている。さらに内因性カンナビノイドの脳内での生理作用として肥満(id4962, 43)、薬物依存性(id3581)、鎮痛(id1345, 4788)への寄与に関しての研究が進んでいる。</p>					
内容分析担当者	橋本谷 祐輝	東京大学 大学院医学系研究科 神経生理学 特任研究員			

研究領域名	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	領域 ID	5
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
9(0)	24(0)	3818	7463
コアペーパーの平均出版年			
2004.0			

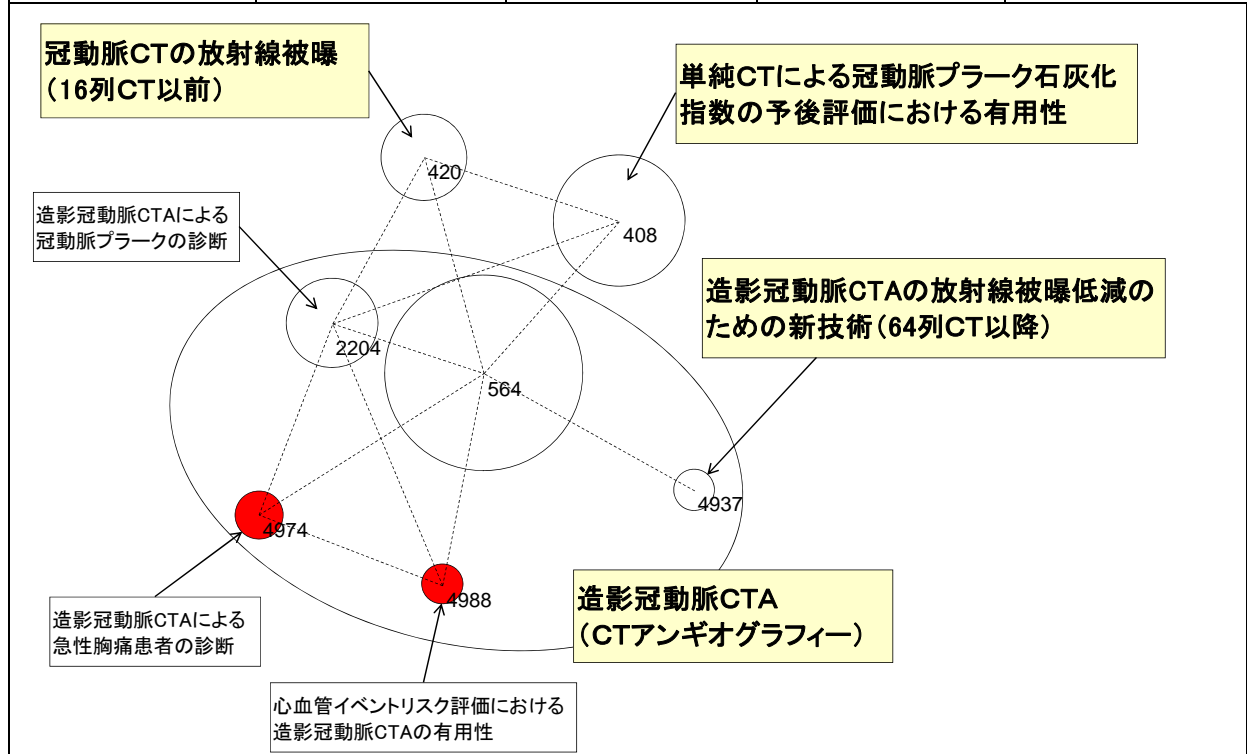


高血圧治療に利用される降圧薬には、古くから利用されている利尿薬やβ遮断薬に加え、カルシウム拮抗薬やレニンアンジオテンシン系抑制薬など多くの種類が存在する。近年、とくにアンジオテンシン II 受容体拮抗薬の登場以降、異なるメカニズムをもつ薬剤間の効果の差について、降圧作用だけでなく、心血管事故の抑制効果や糖尿病に対する影響などが幅広く検討されており、本研究領域は、こうした薬剤ごとの効果の違いを検討した大規模臨床研究やメタアナリシスの報告から構成されている。主な内容は以下のとおりである。

- (1) 心不全、冠動脈疾患、高リスク高血圧症患者における降圧薬の心血管系イベント抑制効果を検証した大規模臨床比較試験(カルシウム拮抗薬、アンジオテンシン変換酵素阻害薬、アンジオテンシン II 受容体拮抗薬)
- (2) 心血管系イベント抑制効果を降圧薬のクラスごとに検討したメタ解析
- (3) 降圧薬の糖代謝、糖尿病に及ぼす影響の検討(利尿薬による糖尿病の新規発症、アンジオテンシン受容体拮抗薬による PPAR γ への影響)
- (4) β遮断薬の降圧薬としての有用性に関する検討

内容分析担当者	池田 信也	第一三共株式会社 開発第一部 第四グループ グループ長
---------	-------	-----------------------------

研究領域名	冠動脈 CT (コンピュータ断層撮影)	領域 ID	6
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
7(2)	51(1)	2050	7088
コアペーパーの平均出版年			
2005.3			



冠動脈疾患は先進国における主要な死亡原因となっている。単純 CT (コンピュータ断層撮影) における冠動脈石灰化指数は冠動脈の動脈硬化性病変の進行を反映する指標で、以前には電子ビーム CT が用いられてきたが、近年マルチスライス CT による評価も可能となり、予後評価におけるエビデンス集積が進んだ。本研究領域は以下の内容を含む。

(1) 単純 CT による冠動脈プラーク石灰化指数の予後評価における有用性

64 列 CT が開発されると、造影 CTA により冠動脈狭窄を高い精度で診断できるようになった。最近では、急性胸痛を訴える救急患者における造影冠動脈 CTA の役割や、造影冠動脈 CTA の予後評価における有用性、CT による冠動脈プラーク評価に関する研究も進んでいる。

(2) 造影冠動脈 CTA (CT アンギオグラフィー。アンギオグラフィーは血管造影検査法のこと。)

- 造影冠動脈 CTA による急性胸痛患者の診断 (id4974)
- 心血管イベントリスク評価における造影冠動脈 CTA の有用性 (id4988)
- 造影冠動脈 CTA による冠動脈プラークの診断 (id2204)

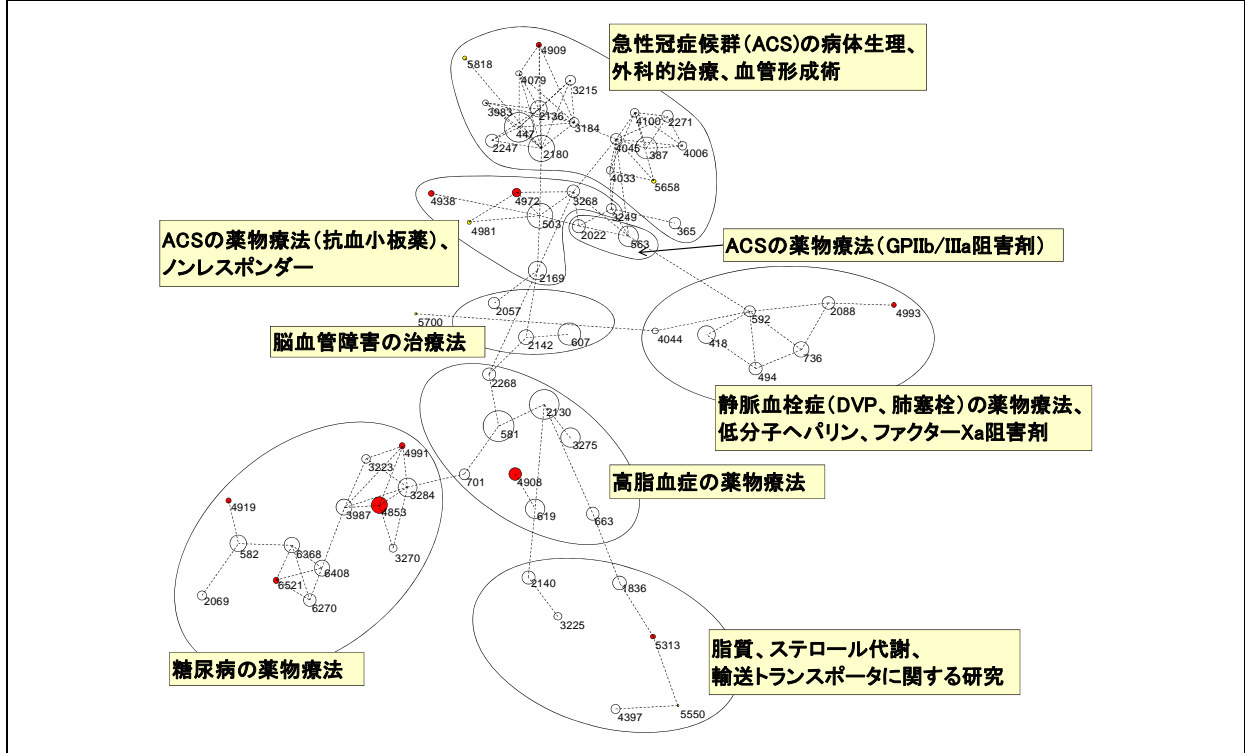
造影冠動脈 CTA 検査の問題点として放射線被曝が比較的多いことが指摘されており、この問題を解決するために放射線被曝を低減できる新技術の開発が進み、診療に利用されはじめている。

(3) 冠動脈 CT の放射線被曝 (16 列 CT 以前)

(4) 造影冠動脈 CTA の放射線被曝低減のための新技術 (64 列 CT 以降)

内容分析担当者	佐久間 肇	三重大学 医学部附属病院 中央放射線部 准教授・部長
---------	-------	----------------------------

研究領域名	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	領域 ID	7
リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
65(10)	336(6)	17686	49147
			コアペーパーの平均出版年
			2005.5



急性冠症候群(ACS)の薬物療法として、アスピリン、クロピドグレル等の抗血小板薬による血液凝固の抑制が一般的だが、受容体や代謝酵素の遺伝多型により有効性を示さない患者群(ノンレスポンドナー)が多く、治療満足度としてはいまだに不十分である。本研究領域は、既存薬のノンレスポンドナーにも安定で強い効果を示す新 ADP 受容体阻害薬、プラスグレルの薬理学的特性に関するリサーチフロントで構成され、本研究領域の主たる内容は以下の通りである。

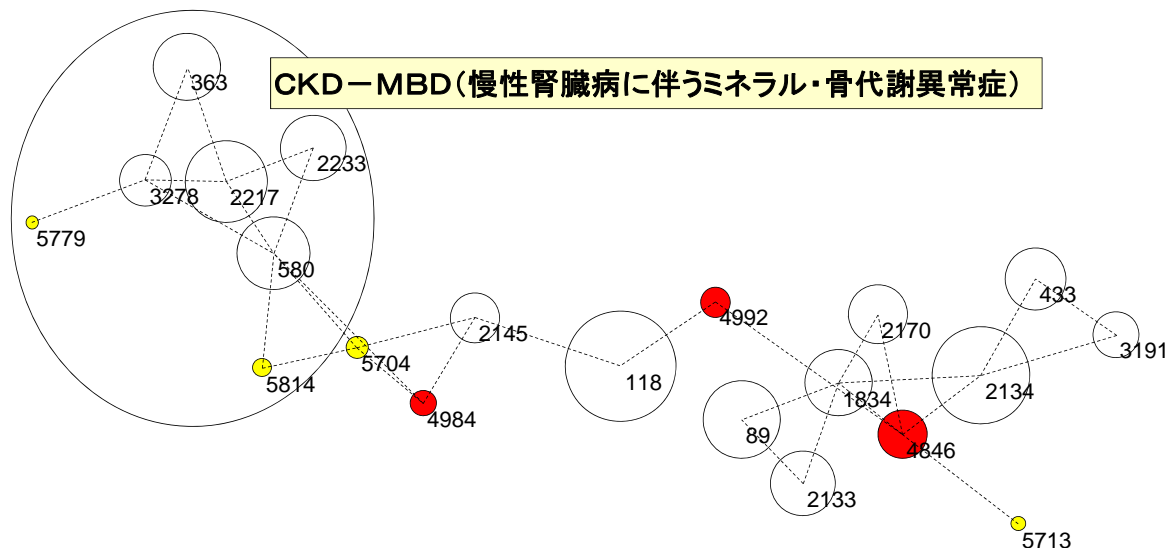
- (1) 急性冠症候群(ACS)の病体生理、外科的治療、血管形成術
- (2) ACS の薬物療法(抗血小板薬)、ノンレスポンドナー
- (3) ACS の薬物療法(GPIIb/IIIa 阻害剤)
- (4) 脳血管障害の治療法
- (5) 静脈血栓症(DVP、肺塞栓)の薬物療法、低分子ヘパリン、ファクターXa 阻害剤
- (6) 高脂血症の薬物療法
- (7) 糖尿病の薬物療法
- (8) 脂質、ステロール代謝、輸送トランスポーターに関する研究

これらは、いずれもプラスグレルによる ACS 治療の有効性を支持する研究だが、活性代謝物、血小板凝集抑制および ACS 再発と評価指標が異なる。本研究領域は、主に既存薬のノンレスポンドナーに関するリサーチフロント(id503)から派生しており、血小板凝集性の新たな評価指標に関するリサーチフロント(id4981)に関連し、発展している。

内容分析担当者	長沼 英夫	第一三共株式会社 データサイエンス部 部長
---------	-------	-----------------------

研究領域名	COX 阻害剤の副作用の研究			領域 ID	8
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(2)	26(0)	2153	5248	2005.1	
<p>従来、選択的なシクロオキシゲナーゼ(COX)-2 阻害剤は、消化管に対する副作用が小さい抗炎症薬として期待されて広く使われていたが、臨床での試験成績から、心血管イベントの増加に対する懸念が出ており、その使用が見直される、あるいは使用されなくなるといった状況にあり、その関連の研究領域が活発化してきた状況にある(id413)。また、この点に関し、伝統的な COX-2 阻害剤と伝統的な非ステロイド性抗炎症剤の比較研究も実施されている(id 4088)。</p> <p>また、COX-2 はアデノーマ(線種、前がん状態)の発生と関係している可能性があるため、上記のリサーチフロントにおける研究では、アデノーマに対する作用の検討(およびその際の心血管リスクの研究)も行われており、その関連で、COX-2 と類似した酵素(サブタイプ)である COX-1 に対する阻害作用を有するアスピリンの腫瘍に対する作用の研究(id720、4076、4864)も実施されている。</p> <p>さらに、COX-2 阻害剤の特長である、消化管障害に対する研究も実施されている(id4841)。</p> <p>本研究領域は、以下のような 3 つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) COX 阻害剤とアデノーマ (2) COX-2 阻害剤と心血管イベント増加リスク (3) COX-2 阻害剤と消化管の安全性内因性 					
内容分析担当者	杉立 収寛	第一三共株式会社 生物医学第二研究所第二グループ グループ長			

研究領域名	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	領域 ID	9
リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
21(3)	77(2)	4113	9096
コアペーパーの平均出版年			
2005.3			



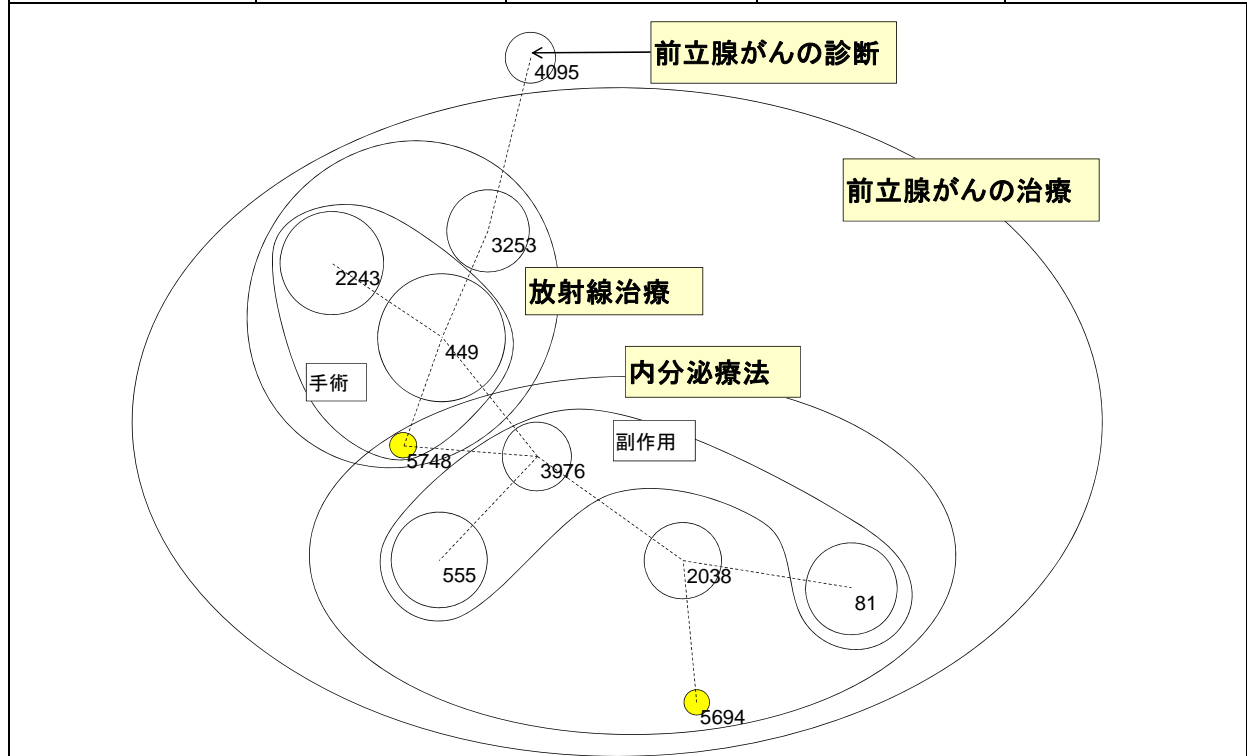
腎臓は電解質平衡の維持に重要な役割を演じており、尿中へのリン(P)、カルシウム(Ca)排泄、腎臓で活性化されるビタミン D(VD)の作用などを介して、血中 Ca, P,副甲状腺ホルモン(PTH)濃度を生理的範囲に維持するとともに、骨の形成・破壊(骨代謝)を調節している。慢性腎臓病などにより腎機能が低下すると、尿中排泄障害に伴う高P,VD活性化低下に起因する低Ca血症からPTHが著増し、骨の破壊(線維性骨炎)、骨以外の組織(血管など)の石灰化が生じ、これらが骨折の増加のみならず、動脈硬化から心臓血管病変の発症・進行を促し、慢性腎臓病患者の生命予後と QOL の重要な規定因子となっていることが明らかとなった。こうした経緯から、慢性腎臓病(腎機能障害)に伴うこうした疾患は「慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症」と呼称されるに至った。本研究領域はすべてこの疾患の病態、管理に関連するリサーチフロントから構成されており、その主な内容は以下のとおりである。

(1) CKD-MBD(慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症)

id363 は抗石灰化因子の欠乏、id580、2217 は活性型 VD の欠乏や高 P 血症が生命予後を悪化させること、id2233はこれら病態の治療方法、id3278は特に冠動脈石灰化とその管理、id5779は異所性血管石灰化全般の病態と管理を述べている。また id5814 は、この病態の根幹をなす VD の欠乏を補正することで患者予後の改善が可能であることを示している。高 P 血症や VD の欠病は腎機能障害者のみならず、一般人口でも生命予後や骨折の規定因子であることが示唆されているが(id118, 1834, 2145, 4984, 5704)、腎機能障害者はこれらの典型的病態であり、その意義と治療効果を検出することが可能と考えられる。

内容分析担当者	秋澤 忠男	昭和大学 医学部 内科学講座腎臓内科学部門 教授
---------	-------	--------------------------

研究領域名	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	領域 ID	10
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
10(0)	28(0)	1700	2937
			コアペーパーの平均出版年
			2005.4



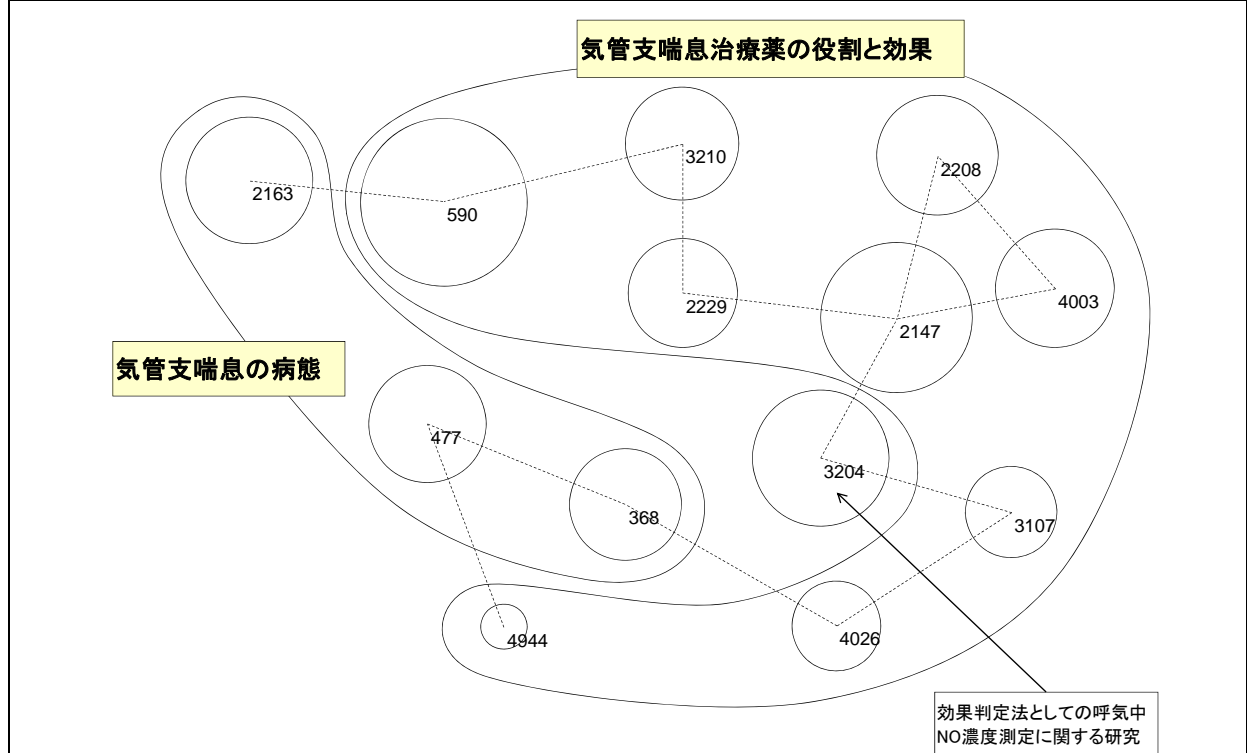
前立腺がんの罹患率は欧米では、成人男性の悪性腫瘍の第 1 位、日本では、第 5 位であるが、年々増加している。前立腺内に限局したがん（悪性腫瘍の病期分類 T1, T2N0M）では、根治的前立腺前摘除術や放射線治療が適応となるが、それ以上の病期では、根治率は低下する。T3N0M0 では、内分泌療法によるネオアジュバント療法後に放射線治療が推奨されている。病期 T4 では、内分泌療法が第一選択の治療法である。また、限局がんでも、状況によって、初めから内分泌療法が選択されることも少なくない。このような状況下で、内分泌療法の効果と安全性を検討する臨床研究が重要であり、多くの研究がなされている。また、内分泌療法に奏功を示さなくなった状態を、内分泌再燃癌（Hormone Refractory Prostate Cancer; HRPC, あるいは, Castration refractory Prostate Cancer; CRPC）と呼んでいる。この場合の患者の予後は不良であり、治療としては、化学療法がおこなわれる。しかし、現在、この状態で生存率の延長に寄与することが大規模臨床試験で確認された薬剤は、docetaxel のみであり、より有効な薬剤の開発が待たれている。本研究領域は前立腺がんに関連するリサーチフロントから構成されており、その主な内容は以下のとおりである。

- (1) 前立腺がんの診断
- (2) 前立腺がんの治療(内分泌療法)
- (3) 前立腺がんの治療(放射線治療)

最新年に現れたリサーチフロント(id5748)は、内分泌療法、放射線治療、手術の併用治療に関する研究である。

内容分析担当者	赤座 英之	筑波大学 大学院腎泌尿器科学・男性機能科学 教授
---------	-------	--------------------------

研究領域名	気管支喘息の病態と治療	領域 ID	11
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
13(0)	31(0)	2130	3847
			コアペーパーの平均出版年
			2004.9



本研究領域は、気管支喘息の病態と治療についての研究から構成されている。主な内容は、以下のとおりである。

(1) 気管支喘息の病態

- 気道粘膜の基底膜肥厚
- 平滑筋増生
- 好酸球の役割

に関する研究が含まれている。

(2) 気管支喘息治療薬の役割と効果

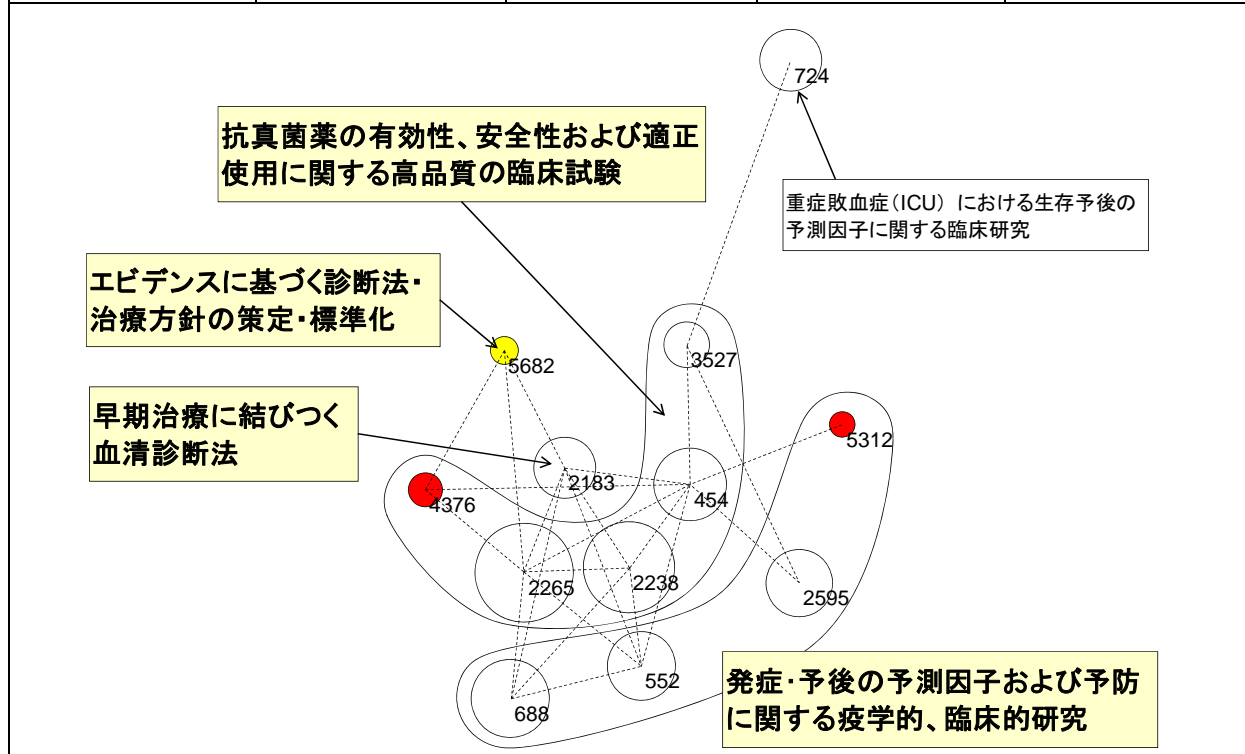
- 抗 IL-5 抗体
- 吸入ステロイドと長時間作用型 β 刺激薬 (LABA) の合剤、LABA 単独
- 吸入ステロイド単独、ロイコトリエン拮抗剤
- 抗 IgE 抗体、抗 TNF- α 抗体
- サーマプラスティ

に関する研究が含まれている。

また、id3204 は、効果判定法としての呼気中 NO 濃度測定に関する研究である。

内容分析担当者	安場 広高	三菱京都病院 呼吸器・アレルギー科 部長
---------	-------	----------------------

研究領域名	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	領域 ID	12
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
12(2)	41(1)	1816	3943
コアペーパーの平均出版年			
2005.4			



深在性真菌感染症 (IFI) は、白血病や癌などの基礎疾患や臓器移植などステロイド[®]や免疫抑制剤の投与により免疫能の低下した患者に発症する日和見感染症で、確定診断が困難なため、初期治療が遅れ予後不良の経過をとる場合が多い。本研究領域は、下記の内容で構成される。

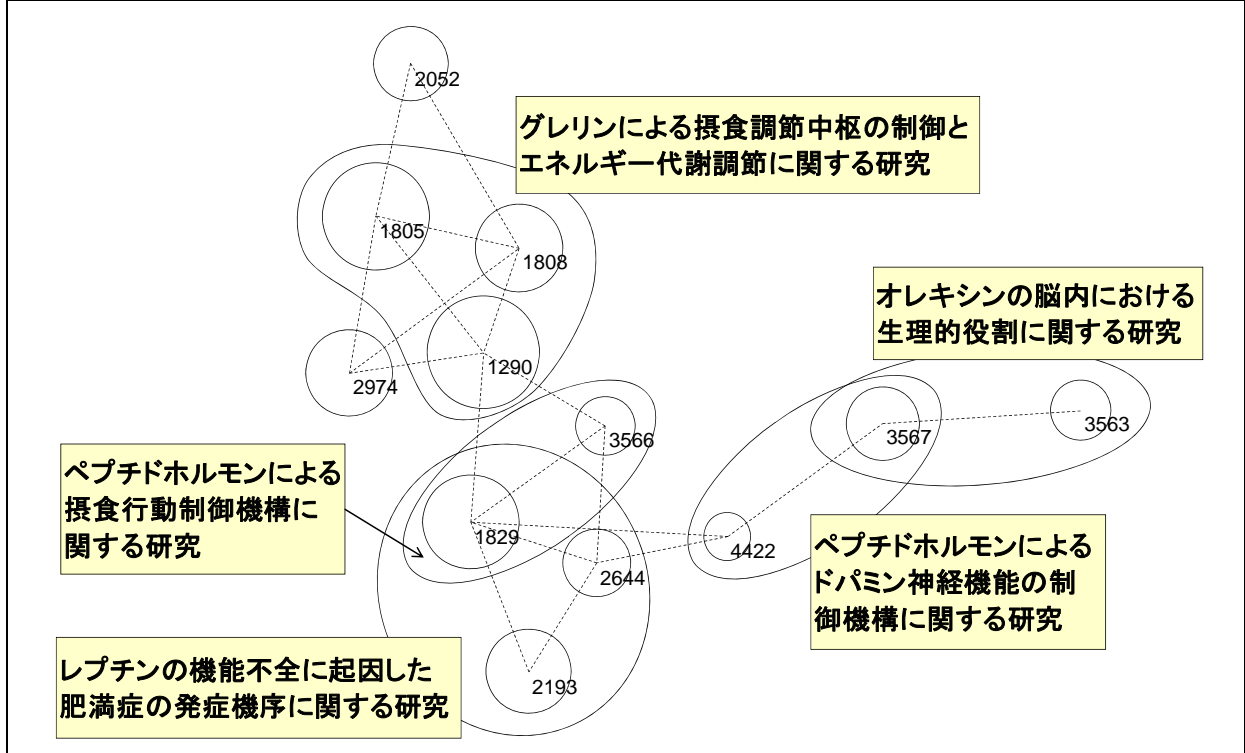
- (1) 早期治療に結びつく血清診断法 (id2183)
- (2) 抗真菌薬の有効性、安全性および適正使用に関する高品質の臨床試験(id454, 3527, 2265, 2238, 4376)
- (3) 発症・予後の予測因子および予防に関する疫学的、臨床的研究 (id2595, 5312, 552, 688)
- (4) エビデンスに基づく診断法・治療方針の策定・標準化 (id5682)

<id2183> 深在性真菌症、アスペルギルス症の血清診断法(βグルカン、ガラクトマンナン)に関する多施設臨床試験と早期治療法への適用、<id454, 3527>侵襲性カンジダ[®]症に対する各種抗真菌薬の有効性、安全性、用量と投与開始時期等に関する無作為化臨床試験、<id2265>抗真菌薬投与中のブレークスルー感染と接合菌症に対する治療および予防効果に関する臨床試験、<id2238> 悪性血液疾患、骨髄移植例などに合併する侵襲性アスペルギルス症の治療に関する無作為化臨床試験、<id4376>抗真菌薬の薬剤血中濃度モニタリングと治療成績に及ぼす効果、<id2595, 5312> カンジダ血症の起因菌、抗真菌薬に対する感受性、耐性菌出現動向等の疫学サーベイランス、<id552> 造血幹細胞移植後の真菌感染症の予防効果に関する無作為化臨床試験、<id688>同種骨髄移植患者における深在性真菌症の発症予測因子、危険因子の疫学的コホート研究、<id5682>診断法の進歩に伴う EORTC/MSG の診断基準および侵襲性アスペルギルス症の改訂ガイドライン (IDSA)、<id724>重症敗血症 (ICU) における生存予後の予測因子に関する臨床研究

内容分析担当者	田村 弘志	生化学バイオビジネス株式会社 LAL 試薬営業部 学術 G 担当部長
---------	-------	------------------------------------

研究領域名	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用			領域 ID	13
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(2)	15(0)	2405	3900	2004.8	
<p>2002年のWomen's Health Initiative(WHI)報告により、更年期女性に対するホルモン補充療法(HRT)の認識が大きく変化した。それまで期待されていた動脈硬化の進展抑制、認知機能や痴呆の進展予防などの効果は疑問視され、その一方で乳癌の増加という副作用に関しては以前と同様の結果であった。</p> <p>この結果を踏まえて、現在も HRT の作用と副作用に関して、様々なサブ解析が行われており、この研究領域では WHI 後の解析結果を研究内容としている。</p> <p>本研究領域は、下記の内容で構成される。</p> <p>(1) HRT と中枢神経系 認知機能・痴呆に対し HRT は無効であった(id553)。</p> <p>(2) HRT と乳がん 乳癌の副作用に関しては以前と変わらず明らかであり(id691)、HRT の使用頻度が減った時期と乳癌発生頻度の低下の時期が一致すること(id4876)、またこの時期はマンモグラフィーによる検診の普及が進んだタイミングでもあったため両方の効果があった。</p> <p>(3) HRT と動脈硬化 動脈硬化に対してはすべての年齢で解析すると HRT はその進展を抑制せず、また心筋梗塞の再発を抑制しなかったが(id649)、HRT 開始の時期を 59 歳以下に限定するとむしろ心疾患のリスクを減少し、また冠動脈の石灰化血餅の頻度を低下させていた(id3982, 4967)。このため現在では更年期症状に HRT を使用するのであれば、閉経後比較的早期の開始が勧められている。</p>					
内容分析担当者	尾林 聡	東京医科歯科大学 周産・女性診療科 講師			

研究領域名	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	領域 ID	14
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
12(0)	38(2)	2104	4141
			コアペーパーの平均出版年
			2005.2



近年、摂食行動を制御する機構について関心が高まっており、ペプチドホルモンによる視床下部を中心とした中枢神経の機能調節を介した摂食行動ならびにエネルギー代謝の制御機構が明らかにされつつある。これらのうち、本研究領域では、特にグレリン、レプチンおよびオレキシンのような生理活性ペプチドの摂食調節や肥満症の病態への関与について言及しているリサーチフロントが多く見られる。

本研究領域の主な内容は以下の通りである。

- (1) グレリンによる摂食調節中枢の制御とエネルギー代謝調節に関する研究
- (2) ペプチドホルモンによる摂食行動制御機構に関する研究
- (3) レプチンの機能不全に起因した肥満症の発症機序に関する研究
- (4) オレキシンの脳内における生理的役割に関する研究
- (5) ペプチドホルモンによるドパミン神経機能の制御機構に関する研究

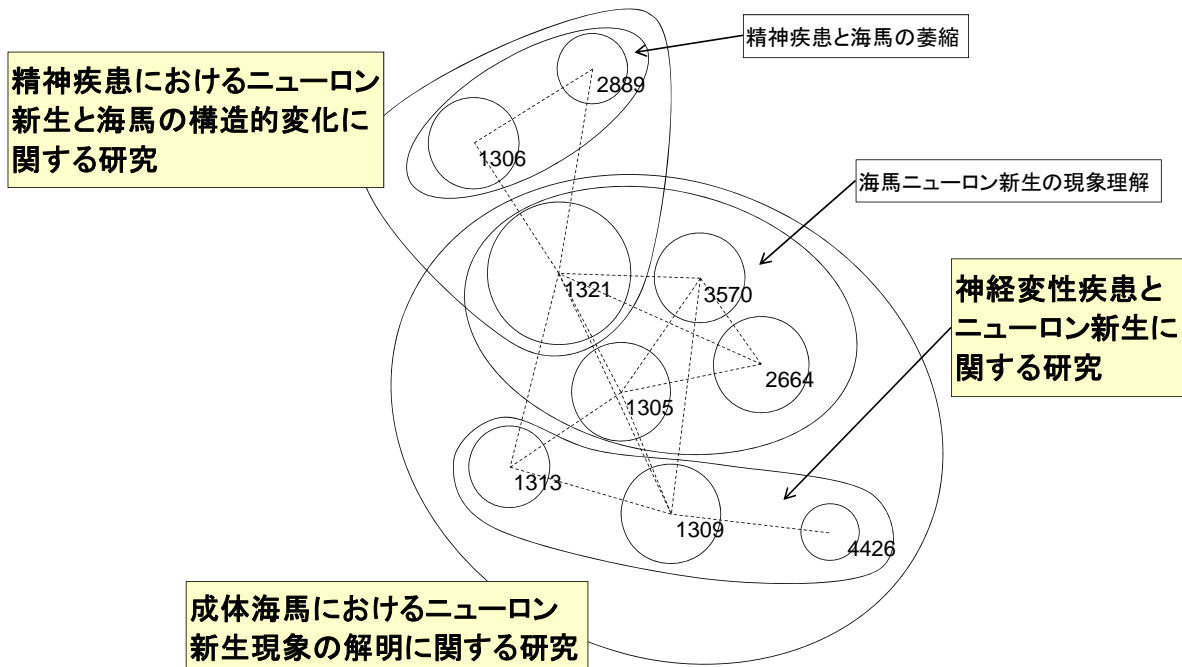
本研究領域を象徴するキーワードとしては、「ペプチドホルモン」、「摂食行動・肥満」および「中枢性制御」の3つが適していると考えられる。

内容分析担当者	成田 年	星薬科大学 薬品毒性学教室 准教授
---------	------	-------------------

研究領域名	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発		領域 ID	15
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
13(0)	45(2)	3937	7330	2005.0
<p>高齢化社会を迎え、認知症患者数は世界的に増加の一途をたどっており、大きな社会問題となっている。認知症の中でアルツハイマー病(AD)は最も主たる病因であり、その根本治療・予防薬の開発が求められている。近年の様々な解析から、認知症患者脳内に老人斑としてアミロイドβタンパク(Aβ)が蓄積することがADの原因であると考えられ、研究が進められてきた。</p> <p>本研究領域は主にADとAβの関連、特に発症メカニズムと治療薬開発に関するものと、ADの早期診断技術に関連したリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 神経毒性をおよぼすAβ分子種の解析と抗Aβ治療法の開発 (2) AD治療薬開発に関わる研究(治験結果報告を含む) (3) ADの早期診断技術開発に関する研究 <p>大まかには実際のAD患者におけるトップダウン的な研究と、疾患モデルを用いたボトムアップ的な研究の二つの方向性から構成されている。被引用数が多い領域としては、Aβワクチン療法に関連するもの(id635)、ヒト脳内Aβイメージング(id288)、メマンチンの治験結果(id661)、軽度認知障害(MCI)に関する研究(id2137)が挙げられ、いずれも基本的にはヒトAD患者を用いた臨床研究である。一方疾患モデルを用いた研究では、神経毒性に関連するAβオリゴマーに関する研究(id3560)や細胞内Aβに関する研究(id1312)が発展している。</p>				
内容分析担当者	富田 泰輔	東京大学 大学院薬学系研究科 臨床薬学教室 准教授		

研究領域名	パーキンソン病に対する臨床研究			領域 ID	16
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(3)	19(0)	1111	1985	2005.5	
<p>パーキンソン病は黒質線条体ドパミン(DA)神経系の変性を主体とする疾患であり、新薬開発や新しいアプローチによる治療法を用いた臨床研究が進められている。</p> <p>本研究領域はパーキンソン病の臨床研究に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) DA アゴニストに関する研究 (2) DA 神経の保護再生に関する研究 (3) 新しい治療法を用いた臨床研究 <p>新しい DA アゴニストに関する研究が盛んに行われ、特に rotigotine 経皮吸収剤に関する研究領域(id4950)に期待が持たれる。パーキンソン病の病態とレボドパ製剤の関係に関する研究領域(id1292)は被引用数も多く、今後も重要な領域である。DA 神経変性に対する保護再生に関する研究領域としてアデノ随伴ウイルスを用いた研究領域(id5296)は今後ますます重要性が増してくると考えられる一方、直近の報告でその限局的な有効性と副作用が報告されたグリア細胞株由来神経栄養因子を用いた臨床研究領域(id508)には、その発展に新しい試みが必要と考えられる。</p>					
内容分析 担当者	安原 隆雄	岡山大学 大学院 脳神経外科 助教			

研究領域名	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	領域 ID	17
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
9(0)	29(1)	2413	4415
コペーパーの平均出版年			
2004.9			



1990年代後半に、成体の海馬において、例外的に新しくニューロンが生まれていることが、ヒトを含めて確実に立証され、研究が飛躍的に進展した。2000年代になると、ニューロン新生の過程(id2664,1305)や新生ニューロンの脳機能における役割(id3570)を調べる基盤的な研究や、臨床応用展開を意図して、精神疾患(うつ病や統合失調症)(id1321)や神経変性疾患(アルツハイマー病など)(id1313, 1309, 4426)におけるニューロン新生の動態を調査する研究が発展中である。さらに、精神疾患におけるニューロン新生の役割を調べた研究(id1321)が橋渡し役となり、精神疾患と海馬の構造的変化を研究するリサーチフロント(id1306, 2889)との関連性も強くなっている。

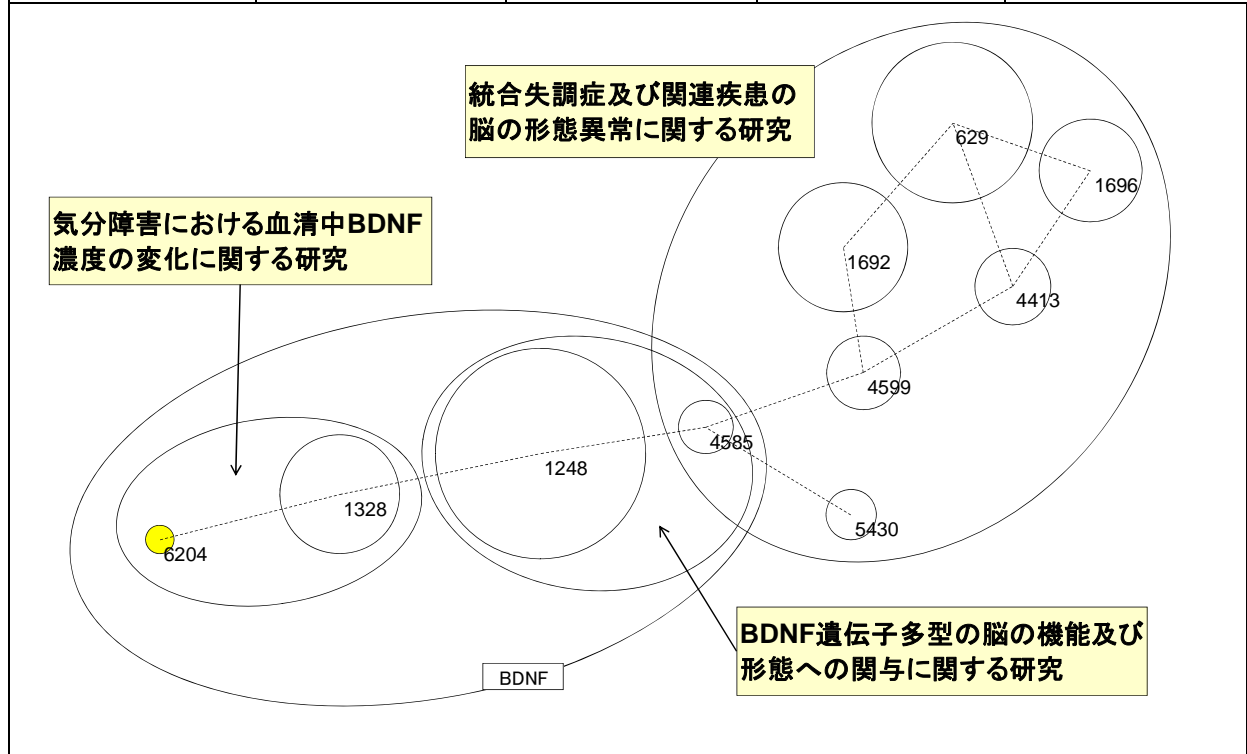
本研究領域は、海馬ニューロン新生の現象理解とその臨床応用に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。

- (1) 成体海馬におけるニューロン新生現象の解明に関する研究
- (2) 神経変性疾患とニューロン新生に関する研究
- (3) 精神疾患におけるニューロン新生と海馬の構造的変化に関する研究

内容分析担当者	久恒 辰博	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 先端生命科学専攻 准教授
---------	-------	---------------------------------

研究領域名	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究			領域 ID	18
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
6(0)	16(2)	630	1102	2005.7	
<p>今世紀になる頃より、統合失調症と関係するとされる遺伝子が報告されはじめ、現在は遺伝子の検索に加え、それら遺伝子と疾患との具体的な関連(どのような遺伝子の問題がどのように病気とつながるのか)が分子生物学的な手法を用いて研究されている。</p> <p>現在は以下の内容が注目されている。</p> <p>(1) 統合失調症の遺伝子研究及びその遺伝子の気分障害との関連の研究</p> <p>遺伝子研究としては、統合失調と関連するとされる遺伝子の再検討及び気分障害との関連の研究(id6198)、統合失調症に関連する遺伝子と気分障害との関連の研究(id3744)がある。遺伝子の再検討が良く行われている。</p> <p>(2) 統合失調症に関連するとされる遺伝子と病態との分子生物学的手法を用いた具体的関係の研究(分子病態研究)</p> <p>分子病態研究としては、DISC1 遺伝子と病態との関係の研究(id1278, 6092)、DTNBP1 遺伝子と病態との関係の研究(id2063)、neuregulin1 遺伝子と病態との関係の研究(id4425)がある。これら遺伝子の異常は中枢神経の発達や維持、神経細胞間の情報伝達に異常をきたすことが見出されている。こうした結果はこれまでの統合失調症研究の成果と符合し、注目される。この研究領域の発展は、統合失調症の生物学的原因を明らかにしてゆくと考えられ、最終的には現在の薬剤では効果がない症状に対して有効な薬剤の開発が期待されるなど、より良い治療法、予防法の開発へつながることが期待される。</p>					
内容分析担当者	尾関 祐二	獨協医科大学 精神神経医学教室 准教授			

研究領域名	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	領域 ID	19
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
10(0)	25(2)	1557	2426
			コアペーパーの平均出版年
			2005.2



1990年代後半から脳由来神経栄養因子(BDNF)の脳の機能や形態への関与が報告されている。また、同時期からBDNFと統合失調症や気分障害との関係が示唆されてきた。一方、統合失調症などでの脳体積縮小が指摘されたり、それらの疾患の発症リスクへの遺伝因子や環境因子の関与も示唆されてきている。

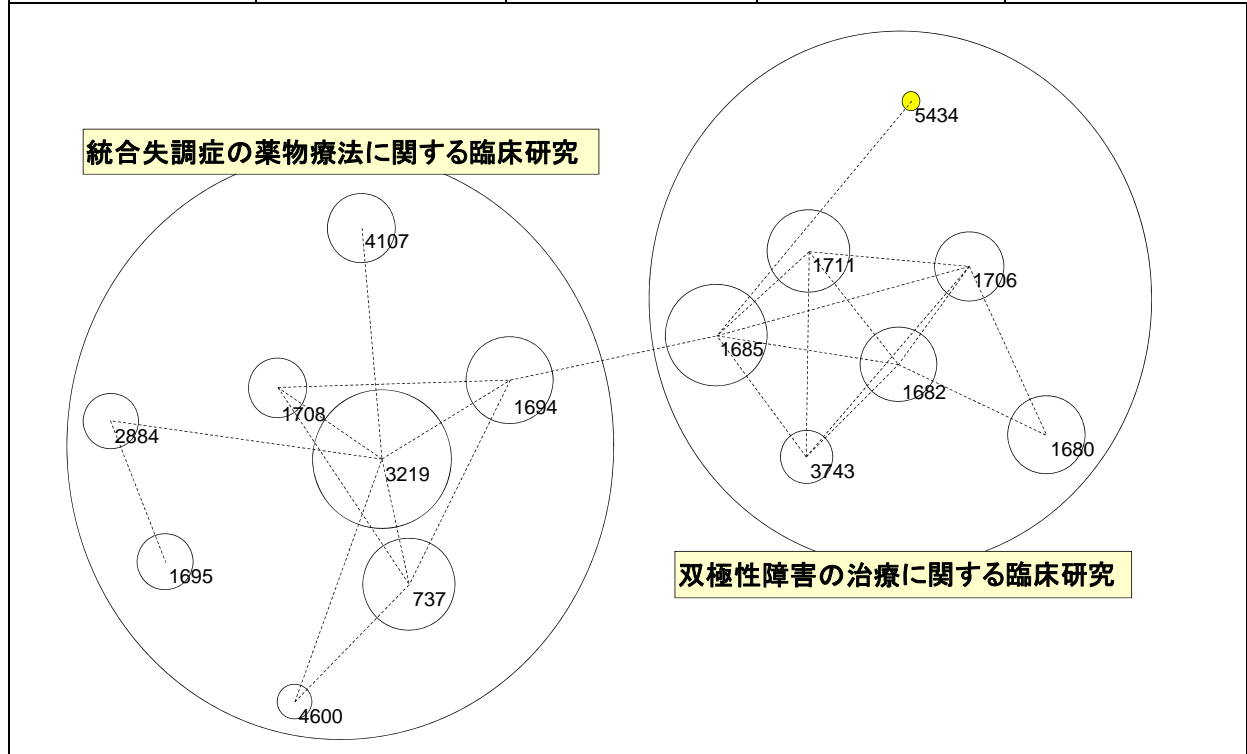
本研究領域はBDNFの脳機能または統合失調症・気分障害との関係に関して、統合失調症の脳の形態異常に関する研究カテゴリーで構成されており、その主な内容は以下の通りである。

- (1) BDNF遺伝子多型の脳の機能及び形態への関与に関する研究
- (2) 統合失調症及び関連疾患の脳の形態異常に関する研究
- (3) 気分障害における血清中BDNF濃度の変化に関する研究

最も大きなリサーチフロントはBDNF遺伝子の脳の機能や形態への関与に関する研究である(id1248)。一方、統合失調症の脳の形態異常の研究が大きなカテゴリーを形成し(id629, 1692, 1696, 4413, 4585, 4599, 5430)、その異常にBDNF遺伝子の関与が示唆されている(id4585)。さらに、うつ病における血清中BDNF濃度の低下の知見(id1328)から気分障害に対象を広げたりサーチフロント(id6204)に被引用数の急増がみられる。

内容分析担当者	伊豫 雅臣	千葉大学 大学院医学研究院精神医学 教授
---------	-------	----------------------

研究 領域名	統合失調症および双極性障害の治療法に関する 臨床研究	領域 ID	20
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
15(0)	57(2)	3242	6970
			コアペーパーの平均出版年
			2004.5



双極性障害(旧称は躁うつ病)や統合失調症(旧称は精神分裂病)は、生活障害を来たす大きな原因となり、患者の自殺も含め社会の損失は大きい。患者を治療し社会復帰させる方法を確立するため、多くの臨床研究が行われている。

本研究領域は、上記二つの中枢神経疾患の治療研究に関するリサーチフロントより構成され、その二つの内容は、次の通りである。

- (1) 双極性障害の治療に関する臨床研究
- (2) 統合失調症の薬物療法に関する臨床研究

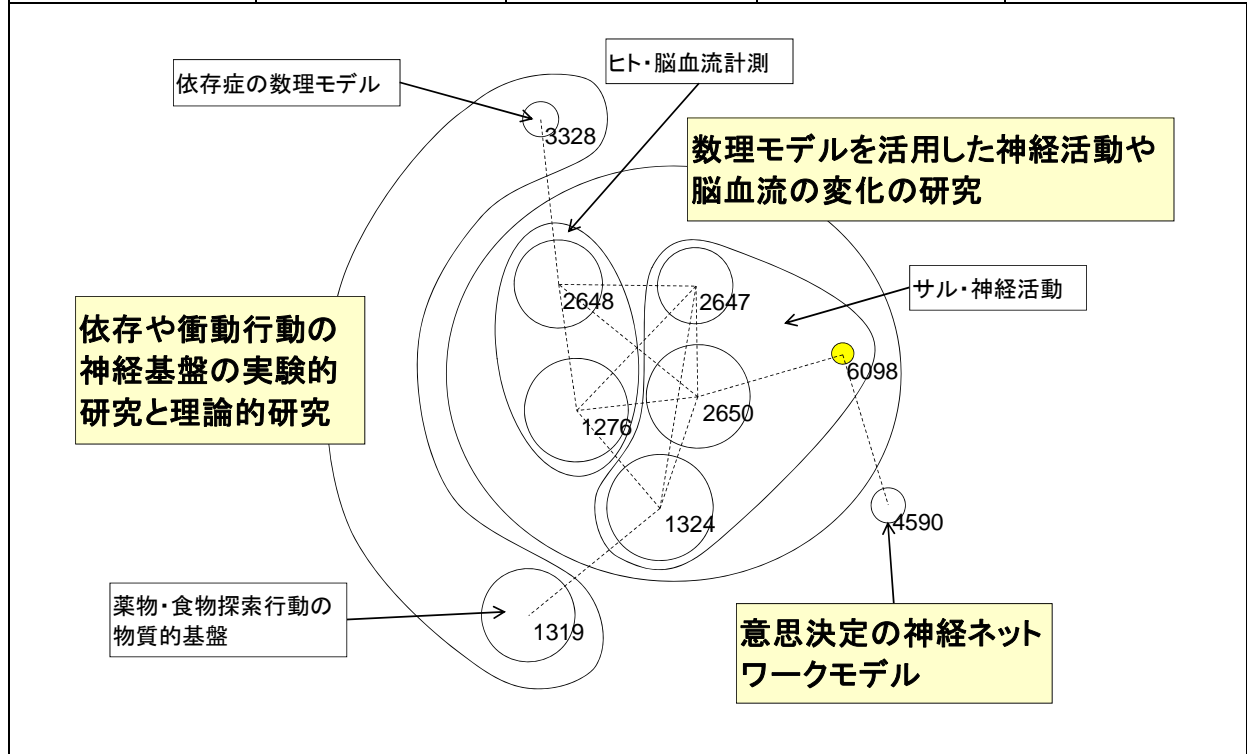
双極性障害の治療において、そのうつ病相に対する治療は困難を伴い、薬物療法に付加して認知療法のような精神療法の研究(id1680)も行われている。治療方法の混乱を防ぐ為、治療のガイドライン(id3743)に関する考察も多くなされている。一方統合失調症でも、双極性障害と共通の薬物療法が行われることが多い。この点で、(1)と(2)の研究には共通項が多い。統合失調症の薬物療法では、従来からドーパミン D2受容体拮抗作用を有する定型抗精神病薬が投与されてきたが、錐体外路症状や高プロラクチン血症などの副作用が問題であった。近年、異なる機序を有し治療効果に優れ副作用が少ないとされる第二世代の抗精神病薬(非定型)が開発され、多くの臨床試験(id1694, 1695, 1708, 2884, 4600 など)が行われている。

内容分析 担当者	河野 裕	株式会社バイオフィロンティアパートナーズ 研究・開発推進部 部長
-------------	------	----------------------------------

研究領域名	情動とその病態の分子神経科学			領域 ID	21
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
12(1)	45(0)	3549	6207	2004.7	
<p>情動(emotion)には、不安、恐怖、喜びなどの一次情動から、全ての情動の基底となり、長期に持続する気分(mood)まで、さまざまな要素がある。このうち、気分の障害には、患者数が多く、大きな社会経済的影響があるため社会問題となっているうつ病や双極性障害(躁うつ病)などの気分障害が含まれ、一方、一次情動の障害には、不安障害などが含まれる。情動に関わる脳部位としては、扁桃体を含むいわゆる大脳辺縁系、前頭前野、前部帯状回などが特に注目され、中でも、感情を伴う表情の認知における扁桃体の役割と、情動制御における前部帯状回の役割などが多く研究されている。また、情動に関わる分子として、セロトニンやグルタミン酸受容体などが注目されている。本研究領域は、情動の物質的基盤を、気分障害や不安障害患者あるいは健常者を対象とした脳画像および遺伝子研究、あるいは脳画像と遺伝子を結びつけた研究、そして動物モデルを用いた神経科学的な研究などから探ろうとするものである。これまでの神経科学においては、知覚、認知、行動のメカニズム解明に力点が置かれてきたが、最近、情動の神経生物学的研究が、気分障害研究を糸口としながら、盛んになりつつあると言えよう。</p> <p>本研究領域は、以下のような4つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 恐怖条件付けの消去とその病態に関する分子神経科学的研究 (2) 情動認知の神経基盤に関する脳画像研究 (3) 気分障害の遺伝的基盤に関する研究 (4) 双極性障害の臨床研究 					
内容分析担当者	加藤 忠史	理化学研究所 脳科学総合研究センター 精神疾患動態研究チーム チームリーダー			

研究領域名	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究		領域 ID	22
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
10(3)	52(0)	1526	3128	2006.1
<p>1980年代後半から非侵襲的脳機能画像法によるヒトの心理機能と脳領域の関係に関する研究が始まった。初期には他の動物でも観察されるような比較的単純な機能(運動、視覚・聴覚・体性感覚等の要素的感覚)の研究が主であったが、その後1990年代後半からはさらにヒトに特有な高次な脳機能の研究が増大している。</p> <p>本研究領域は過去の記憶と未来の想像、自己認知、安静時の脳領域の機能的連関に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) エピソード記憶の形成と想起に関する研究 (id1300, 1336, 2881, 2975, 4602, 5287) (2) 過去の出来事の想起と未来の出来事の想像に関する研究 (id4602) (3) 自己認知に関する研究 (id2877) (4) 安静休息状態における脳領域間の機能的連関に関する研究 (id1334, 4412, 5425) <p>エピソード記憶の形成と想起に関する研究から発展したものが、過去の出来事の想起と未来の出来事の想像に関する研究 (id4602) であり、海馬と前頭前野が重視されている。自己認知と安静休息状態において活動する脳領域として大脳の内側領域(前部・後部帯状回)の皮質が重視されている。</p>				
内容分析担当者	藤井 俊勝	東北大学 大学院医学系研究科 准教授		

研究 領域名	意思決定の脳神経メカニズム			領域 ID	23
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
9(0)	22(1)	1371	2388	2005.0	



従来の認知心理学、神経生理学、行動経済学、情報工学や人工知能などで別々に扱われてきた脳の意思決定メカニズムに関する研究の融合領域であり、個々の分野で蓄積された実験手法や理論が有機的に組み合わせられて、近年めざましく発達している。特に、報酬に基づく意思決定の神経メカニズムでは、人工知能や経済学で発展してきた合理的な意思決定の理論を脳の行動選択メカニズムのモデルとして、対応する神経基盤やドーパミンなどの神経修飾物質の変動との関係を明らかにする研究が、サルを用いた神経生理学的手法や、ヒトの機能的脳画像法などの手法を用いて盛んに行われている。近年、経済学の一部であったヒトの行動選択の数理モデルをもちいて、衝動性行動や依存行動など非合理的な行動の神経メカニズムを説明しようとする試みも始まっている。

本研究領域は以下の3つに大別される。

- (1) 数理モデルを活用した神経活動や脳血流の変化の研究
 - 報酬予測と予測誤差の神経相関をヒト脳血流計測により明らかにする研究(id1276, 2648)
 - 中脳ドーパミン細胞活動と報酬予測・報酬予測誤差との定量的比較検討 (id1324)
 - 大脳皮質の前頭眼窩野の活動と経済学的な「価値」情報の対応関係 (id2647)
 - 神経活動と意思決定における計算論的モデルとの定量的な比較研究 (id2650)
 - 大脳基底核や大脳皮質における、不確実性と評価変更の神経機構に関する研究 (id6098)
- (2) 依存や衝動行動の神経基盤の実験的研究と理論的研究
 - 大脳基底核における秒以下の時間スケールで変化するドーパミン濃度と報酬を求める行動の関係 (id1319)
 - 経済学的視点からの衝動性行動、依存症などの行動を説明する理論モデルの提案 (id3328)
- (3) 意思決定の神経ネットワークモデル
 - 大脳基底核のネットワークによって行動選択を説明する計算モデル研究 (id4590)

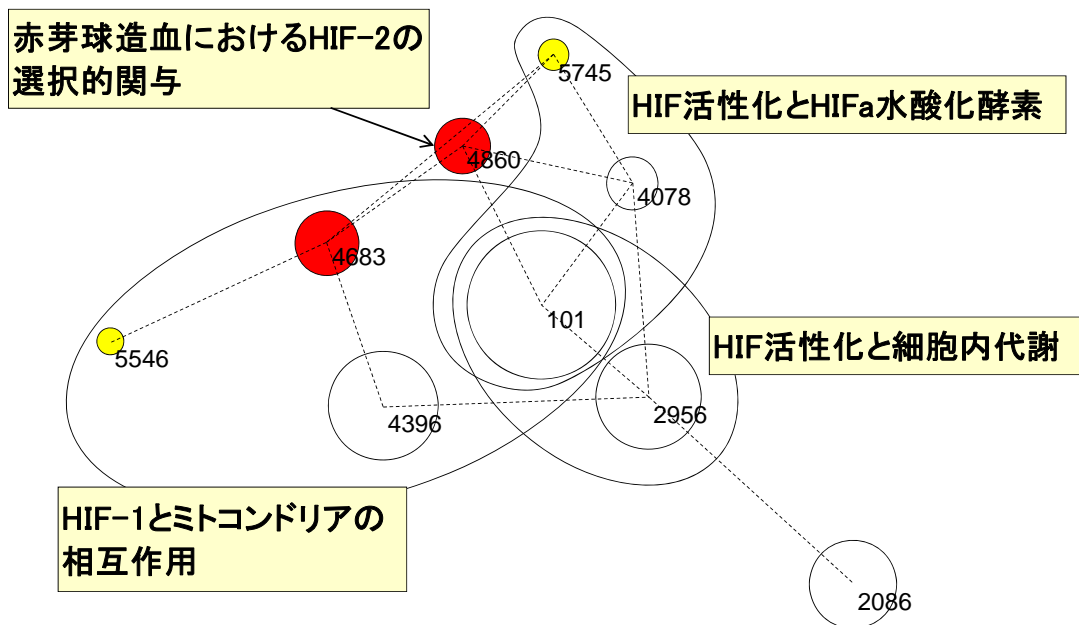
内容分析 担当者	鮫島 和行	玉川大学 脳科学研究所 准教授
-------------	-------	-----------------

研究領域名	情動・共感と真似・文脈の神経機構		領域 ID	24
リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
7(0)	28(0)	2301	3992	2004.8
<p>1990年代から内臓感覚を中心とする内的感覚(インテロセプション)の研究が進んで来ている。2000年代に入って、情動形成における内的感覚の役割が明らかにされ、心と身体をつなぐ研究領域として注目を集めた。その神経科学的基盤が盤石なものとなり、共通神経機構として大きな位置を占めるとともに、新たな関連領域を活性化しつつある。本研究領域は、主に自己の情動と他者の情動に共感を示す神経回路に関する研究と、他者の行動から他者の意図を読み取るというミラーニューロンの研究から構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 自己の情動と他者の情動に共感を示す神経回路</p> <p>おおまかには、内的感覚、特に研究しやすい痛覚を中心に、他者に共感を示す共通神経機構の研究領域(id1294)が最も大きい。少し離れて、痛覚に対する偽薬効果の脳内神経基盤に関する研究(id2651)が存在する。また、ほぼ等距離に他者の意図を自分のもののように読み取る「こころの理論」の研究が右側頭頭頂連結部を中心になされているリサーチフロント(id1285)がある。</p> <p>(2) 他者の行動から他者の意図を読み取るというミラーニューロン</p> <p>ミラーニューロンのリサーチフロント(id2638)は、id1294 に次いで大きく、しかも近接している。その近傍に、自閉症を中心とするミラーニューロン障害に関する研究(id4433)が勃興している。ミラーニューロンの領域から少し離れて、行動に関係する言語に活性化される前頭頭頂運動回路の研究(id2636)が現れた。さらに、そこから離れた距離に、運動の真似や方向性によって意味を読み取る言語の基盤の研究(id1703)も現れている。</p>				
内容分析担当者	福土 審	東北大学 大学院医学系研究科 教授		

研究 領域名	興奮性シナプス可塑性の分子機構			領域 ID	25
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
7(0)	19(6)	964	1675	2005.5	
<p>脳の中で神経細胞は、シナプスと呼ばれる非常に小さな構造を介して連絡し合っている。この連絡の事を「シナプス伝達」と言う。かねてから、このシナプス伝達の効率が記憶や学習に関連すると考えられてきたがその詳細なメカニズムについてはよく判っていなかった。本研究領域では、この問題に関していくつかの観点での研究がリストされている。</p> <p>(1) 学習過程におけるシナプス構造の変化</p> <p>シナプスの構造が学習過程でどう変化するか。学習によりシナプスが大きくなるという事が見いだされ、細胞骨格という一群のタンパク質が重要である事が判った。なかでもアクチンというタンパク質とそれを調節するカリリン、CaMK というタンパク質が特に注目されている。</p> <p>(2) シナプス伝達におけるグルタミン酸受容体の制御機構</p> <p>シナプスでは、一方の神経細胞から放出されたグルタミン酸がもう一つのシナプス表面にあるAMPA型グルタミン酸受容体という分子に結合する事で信号が伝わる。学習により、この分子がより沢山、シナプス表面に行くことがわかっているが、仕組みがいろいろと判ってきた。一つは、グルタミン酸がどこから来るかという問題である。それはエンドゾームという細胞の中の構造から来る事が判った。また、どのようなタンパク質がそれに関わっているかも判ってきて、スターゲージン、アークと行ったタンパク質が関与することが知られている。</p>					
内容分析 担当者	林 康紀	理化学研究所 脳科学総合研究センター チームリーダー			

研究領域名	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義		領域 ID	26
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
10(0)	32(0)	2323	4372	2005.0
<p>本研究領域は、以下の3つの内容から構成されており、タンパク質凝集体の新パラダイムと言える。</p> <p>(1) 感染性タンパク質凝集体「プリオン」の病原体本体の解析およびプリオン病の病態機序に関する研究</p> <p>タンパク質性感染因子「プリオン」の本体に関する研究と、プリオンによって起こる「プリオン病」の病態機序に関する研究 (id1289, 1582, 1831, 1841, 2123, 2855) が含まれる。</p> <p>(2) アミロイド繊維の構造に関する研究</p> <p>アミロイド繊維の構造を生物物理学的手法を用いて解析する研究 (id110, 2945) が含まれる。</p> <p>(3) 膜タンパク質構造解析のための新技術に関する研究</p> <p>膜タンパク質の構造解析を可能にする新規技術・方法論に関する研究 (id3004, 4170) が含まれる。</p> <p>これらは一見独立しているように見えるが、タンパク質の構造異常が原因となるコンフォメーション病という視点に立つと、アルツハイマー病、アミロイドーシス、ハンチントン病などタンパク質の構造異常に伴うタンパク凝集の形成が病因と関連する病気、プリオンタンパクの凝集体が「感染性」を有するプリオン病とは、類似点が多い。また、これらの殆どが、有効な治療法がない致死性の難治性疾患であり、社会的にも注目されている。これまでは、各々の研究が独立した研究領域で展開されてきたが、今後はお互いの領域が発展的に融合した学際領域の形成が、タンパク質凝集体が持つ生物学的意義の解明、およびタンパク質凝集体が原因となる感染現象や難治性疾患の発病機構の解明を飛躍的に進め、さらにはこれら難治性疾患の予防・治療法開発につながると予測される。</p>				
内容分析担当者	堀内 基広	北海道大学 大学院獣医学研究科 教授		

研究領域名	HIF・HIF α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節		領域 ID	27
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
9(2)	21(0)	987	1751	2006.1



低酸素誘導性因子 1(hypoxia-inducible factor1, HIF1)は、エリスロポイエチンの低酸素誘導性の発現亢進を説明する因子として単離された転写因子である。HIF-2 など近縁遺伝子とファミリーを形成している。

制御サブユニットである HIF α は生物種間でよく保存されたアミノ酸配列に囲まれたプロリン残基とアスパラギン残基は、それぞれ酸素、2-オクソグルタル酸を基質とし、二価の鉄イオンとアスコルビン酸を補因子とした酵素により水酸化修飾を受ける。この修飾の有無により HIF α の細胞内発現量、転写活性可能が決定される。近年、HIF α プロリン水酸化酵素 (PHD)のサブタイプ特異性の追究や体細胞遺伝子変異などが見いだされ酸素分圧に依存しない HIF 活性化の報告がなされている。

HIF-1 によるミトコンドリアでの酸化的リン酸化調節に原がん遺伝子である C-MYC 依存的な経路が存在することが報告され注目を集めた。さらに解糖系、TCA 回路の副産物による PHD の酵素活性調節系路の存在が明らかになってがん細胞における代謝異常のみならず生理的な代謝調節における HIF-1 とミトコンドリアの相互作用の重要性が強調されてきている。

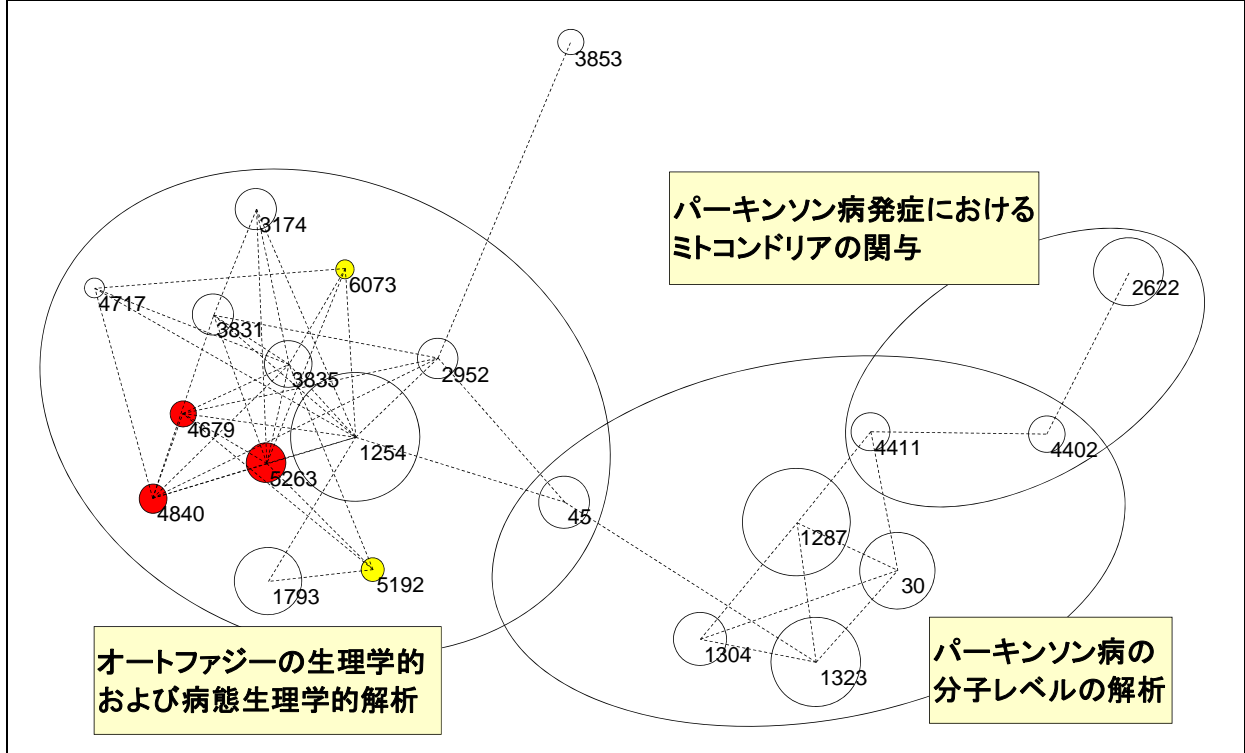
本研究領域は以下のリサーチフロントの集合から構成される。

- (1) HIF 活性化と HIF α 水酸化酵素(id101, 5745, 4078)
- (2) HIF 活性化と細胞内代謝(id101, 2956)
- (3) HIF-1 とミトコンドリアの相互作用(id101, 4683, 4396, 5546)
- (4) 赤芽球造血における HIF-2 の選択的関与(id4860)

内容分析担当者	広田 喜一	京都大学 大学院医学研究科 侵襲反応制御医学講座・麻酔科学分野 講師
---------	-------	---------------------------------------

研究領域名	アポトーシス(細胞死)の分子機構			領域 ID	28
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
13(3)	45(0)	3195	6061	2005.7	
<p>1990年代に線虫を用いたプログラム細胞死の遺伝的解析および、Bcl-2 や Fas などアポトーシスにかかわる分子の発見が引き金となり、分子レベルのアポトーシス研究が爆発的な広がりを見せた。2000年代に入り、ゲノムプロジェクトによる配列決定の成果として、多数のアポトーシス実行分子やアポトーシス制御分子の発見に関する研究成果が発表された。本研究領域は細胞内アポトーシス誘導シグナルに関する実行分子、促進および抑制分子の分子間相互作用に関する分子生物学、生化学的および細胞生物学的手法が主体に構成されている。さらにアポトーシス制御機構の破綻が深く関与するがんや炎症性疾患に関わる研究も含まれており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) がん細胞におけるアポトーシス制御の分子メカニズムに関する研究 (2) アポトーシス誘導経路をターゲットとした低分子標的薬に関する研究 (3) 炎症反応におけるアポトーシス制御の分子メカニズムに関する研究 (4) 組織サイズ制御に関する個体レベルの研究 <p>大まかには、がん細胞におけるアポトーシス実行および制御にかかわる分子の相互作用に関する研究、Bcl-2ファミリーを分子標的とした低分子化合物に関する研究、炎症および免疫応答にかかわる分子の相互作用に関する研究の3つのカテゴリーのキーワードが混在しており、これらが相互に関連し合っている。被引用数の急増がみられるのが、ショウジョウバエを用いた解析により器官サイズを制御する wts 複合体に関する研究領域(id4406)、がんにおける恒常的 NF-κB 経路の活性化の研究 (id4684, 4685)である。また、Bcl-2ファミリー分子の拮抗薬に関する臨床的な研究 (id5707, 5729)も発展中である。</p>					
内容分析担当者	時野 隆至	札幌医科大学 医学部 教授			

研究領域名	健康と病態におけるオートファジーの役割	領域 ID	29
リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
21(3)	99(22)	5105	14814
			コアペーパーの平均出版年
			2005.4



オートファジーは、細胞外環境に応答して出現した隔離膜が伸長して細胞質成分を取り囲んだオートファゴソームが形成される過程と、生じたオートファゴソームにリソソームが融合して内容物を消化する過程から構成される。本研究領域は、出芽酵母におけるオートファジー必須遺伝子の同定を契機に、オートファジーの分子機構の解明と様々なモデル生物を用いた遺伝学的解析から拡大の一途を辿っている。

本研究領域の主な内容は以下の通りである。

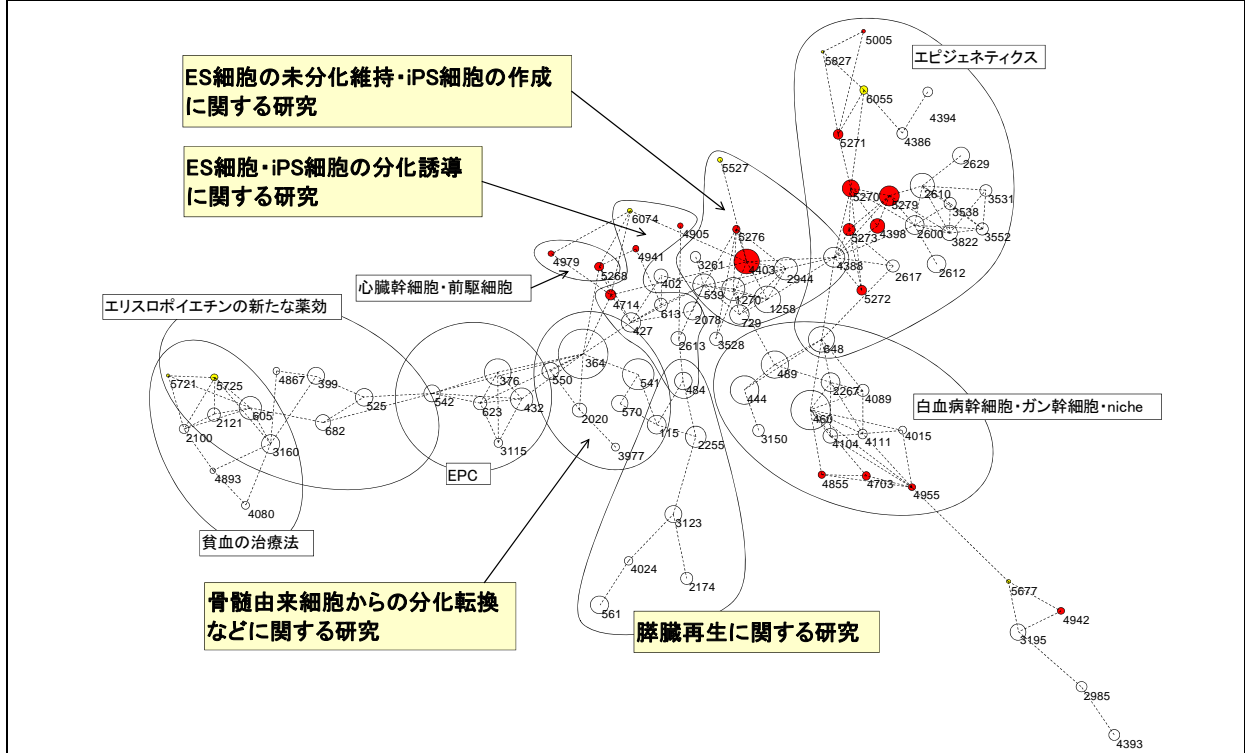
- (1) オートファジーの生理学的小および病態生理学的解析
- (2) パーキンソン病の分子レベルの解析
- (3) パーキンソン病発症におけるミトコンドリアの関与

オートファジーについては、オートファジーの分子機構の解析、適応型および恒常的オートファジーの生理的役割の解明、オートファジーによる侵入細菌除去機構の発見が含まれる。

マウス遺伝学により一過的なオートファジーによるアミノ酸供給の生理的重要性が示された一方、恒常的なオートファジーの減弱が心疾患 (id4840)、癌 (id3835)、神経変性疾患 (id1254) 発症に寄与することが判明し、注目を集めた。また、細胞内に侵入した細菌の除去機構にオートファジーが関与することが明らかになり、自然免疫におけるオートファジーの研究が拡大している (id1793)。さらに、一般に非選択的分解機構と考えられてきたオートファジーに選択的分解基質があることが見出され、被引用数が急増している (id4679)。

内容分析担当者	小松 雅明	財団法人 東京都医学研究機構 東京都臨床医学総合研究所 副参事研究員
---------	-------	---------------------------------------

研究領域名	再生医学と幹細胞研究	領域 ID	30
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
90(18)	385(26)	21051	61605
			コアペーパーの平均出版年
			2005.4



1981年にマウスで、1998年にヒトで樹立された胚性幹細胞(ES細胞)は体の全ての細胞へと分化することが可能であるため人体の再生を目指すという大きな目的のもと積極的に研究されて来た。また、2006年以降には京都大学山中教授らのグループにより人工多能性幹細胞(iPS細胞)が発明され、ES細胞との比較を元に研究が進められている。本研究領域はES細胞やiPS細胞の未分化性維持や分化誘導に関するリサーチフロントを中心として構成されており、多様な周辺研究を含んでいる。その主な内容は以下の通りである。

- (1) ES細胞の未分化維持・iPS細胞の作成に関する研究
- (2) ES細胞・iPS細胞の分化誘導に関する研究
- (3) 骨髄由来細胞からの分化転換などに関する研究
- (4) 臍臓再生に関する研究

また周辺領域として、エピジェネティクスからのアプローチ、血管内皮前駆細胞(EPC)の研究、ガン幹細胞・白血病幹細胞などの研究、エリスロポイエチンの研究、貧血の治療、心臓幹細胞・前駆細胞の研究が行われている。

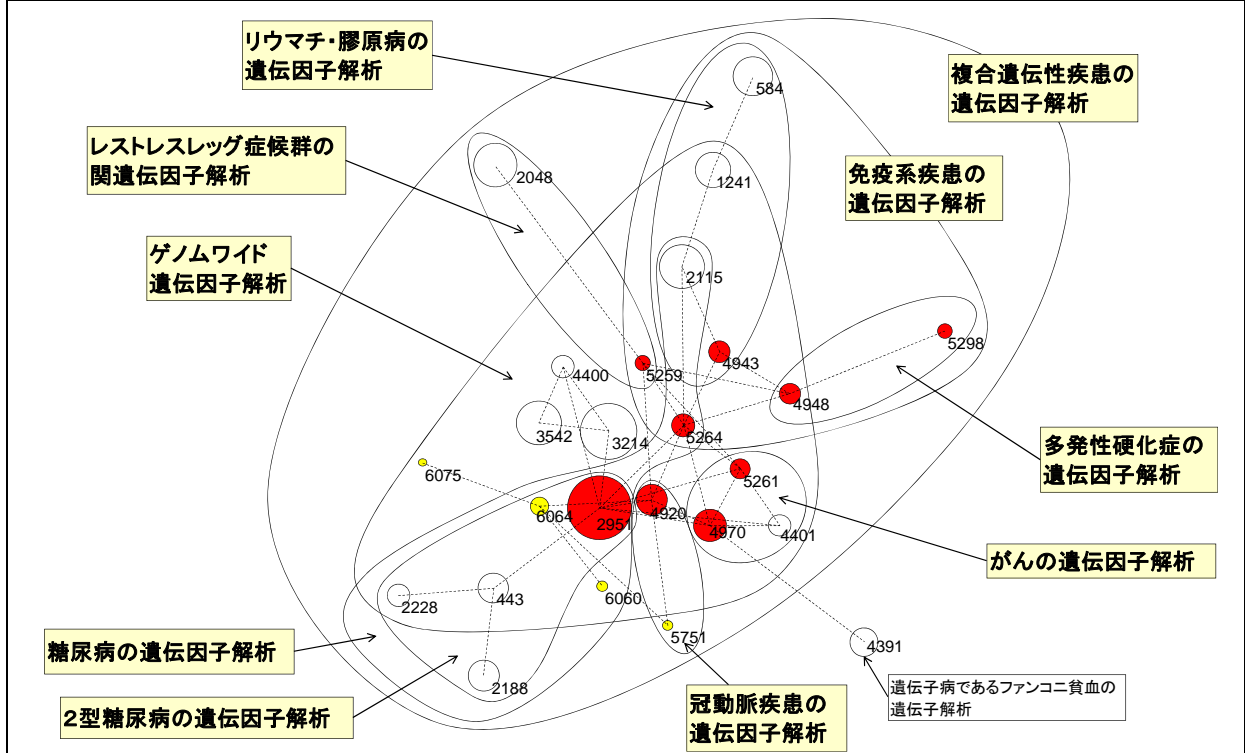
多様な研究の中心であるものはiPS細胞の誘導に関する研究(id4403)であり、被引用数の急増が見られる。ES細胞の未分化維持機構の研究と関連しているエピジェネティクスの領域では複数のリサーチフロントにおいて被引用数の急増が見られている(id4398, 5270-3, 5279)。ES細胞やiPS細胞からの分化研究においては循環器領域が特に積極的に研究(id4714, 4941, 6074)が進められており、それに関連して心臓幹細胞、前駆細胞の研究(id4979, 5268)も被引用数の増大が見られる。

内容分析担当者	魚崎 英毅	京都大学 再生医科学研究所 幹細胞分化制御研究領域 博士4年/JSPS 特別研究員(DC2)
---------	-------	---

研究領域名	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	領域 ID	31
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
9(1)	32(2)	2682	5560
コアペーパーの平均出版年			
2005.0			
<p>1930年代よりカロリー制限が寿命を延長すると酵母、線虫、マウスなどにおいて示され、線虫においては長寿命の突然変異体が見出されており、その変異体の解析結果から種々の寿命決定機構が提唱されている。2003年頃より遺伝子改変マウスを用いて寿命決定因子に関する分子生物学的研究が進み、これまで難しいとされていた老化や寿命制御の分子レベルでのメカニズムの解明が、今大きなブレイクスルーを迎えている。</p> <p>本研究領域は寿命研究に関するリサーチフロントで構成されており、主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) カロリー制限による寿命の延長のメカニズムに関する研究 (2) SIR2による寿命延長機構の解明 (3) インスリン/IGF-Iシグナル伝達による老化・寿命制御に関する研究 (4) 老化・寿命におけるミトコンドリア機能の役割に関する研究 (5) 造血幹細胞の寿命制御機構に関する研究 <p>カロリー制限もしくはカロリー制限模倣化合物による寿命の延長のメカニズムや、長寿遺伝子・寿命決定遺伝子の同定を軸に継続的発展を見せつつ(id53, 79, 1262, 2601, 3221, 3821)、近年の精力的な幹細胞研究から造血幹細胞をはじめとする組織幹細胞の寿命制御機構に関する成果が発表され飛躍的展開を見せている(id 2045, 2106, 5265)。</p>			
内容分析担当者	伊藤 圭介	ハーバード大学 医学部 講師	

研究領域名	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性			領域 ID	32
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	14(0)	2161	3651	2003.5	
<p>PGC-1αは転写因子に結合し、標的遺伝子の発現調節を行う転写共役因子である。生理的にはミトコンドリア機能を調節するが、ミトコンドリア機能不全は代謝疾患、神経疾患、心疾患など多くの疾患の原因となっていることから、PGC-1αはこれら疾患の治療のための標的分子として注目されている。特に、糖尿病発症に関与することが示唆され、骨格筋 PGC-1αの発現低下が糖尿病やインスリン抵抗性を引き起こしている可能性があることが報告されている。また、運動が骨格筋 PGC-1α量を増加させることから、運動によるインスリン抵抗性予防・改善効果や筋線維タイプの変換に PGC-1αが寄与することも明らかにされつつある。</p> <p>一方、肝臓での PGC-1α増加は糖新生を促進し、さらに TRB3 を介してインスリン抵抗性を惹起することが報告されている。</p> <p>本研究領域は、以下のような2つの内容から構成される。</p> <p>(1) 骨格筋でのミトコンドリア機能・酸化的リン酸化調節とインスリン抵抗性</p> <p>(2) 肝臓での糖代謝調節とインスリン抵抗性</p> <p>大まかには、骨格筋でのミトコンドリア機能(id510, 1803)と、肝臓での糖代謝(id55, 111)の研究に分けられ、これらが互いにインスリン抵抗性を中心とした代謝疾患(id2982)に関連づけられる形で研究が行われている。また、運動生理学的側面(id42)からのアプローチも展開されている。</p>					
内容分析担当者	三浦 進司	国立健康・栄養研究所 基礎栄養プログラム 脂質・糖代謝プロジェクトリーダー			

研究領域名	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究			領域 ID	33
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
25(9)	137(3)	5408	14265	2006.4	



21世紀に入ると程なく、ヒトゲノム配列が読了され、その後、個々人の遺伝子配列の違い(遺伝的多様性)に関する研究が急速に進んできている。その成果を医学・医療に活用する分野に、疾患へのかかりやすさの解析がある。最近10年間は、有病率が高い疾患を発病しやすくする遺伝因子の解析が疾患遺伝子解析の中心となり、精力的に進められてきた。その解析の成果として、分かってきたことは、以下の各点である。

以前より、遺伝性が比較的強いと認識されていた疾患に限らず、多くの疾患に遺伝因子が関与していること。遺伝子の数は複数であり、数十を超えることも多いこと。その遺伝因子は、多くの人に共有されていること。複数の疾患に関与する遺伝子も少なくないこと。単一遺伝子病に近い疾患においても、遺伝的多様性に関する知見の増大・その解析技術の進展によって、より精緻な理解が進みつつある。

本研究領域は、以下の大きな内容から構成される。

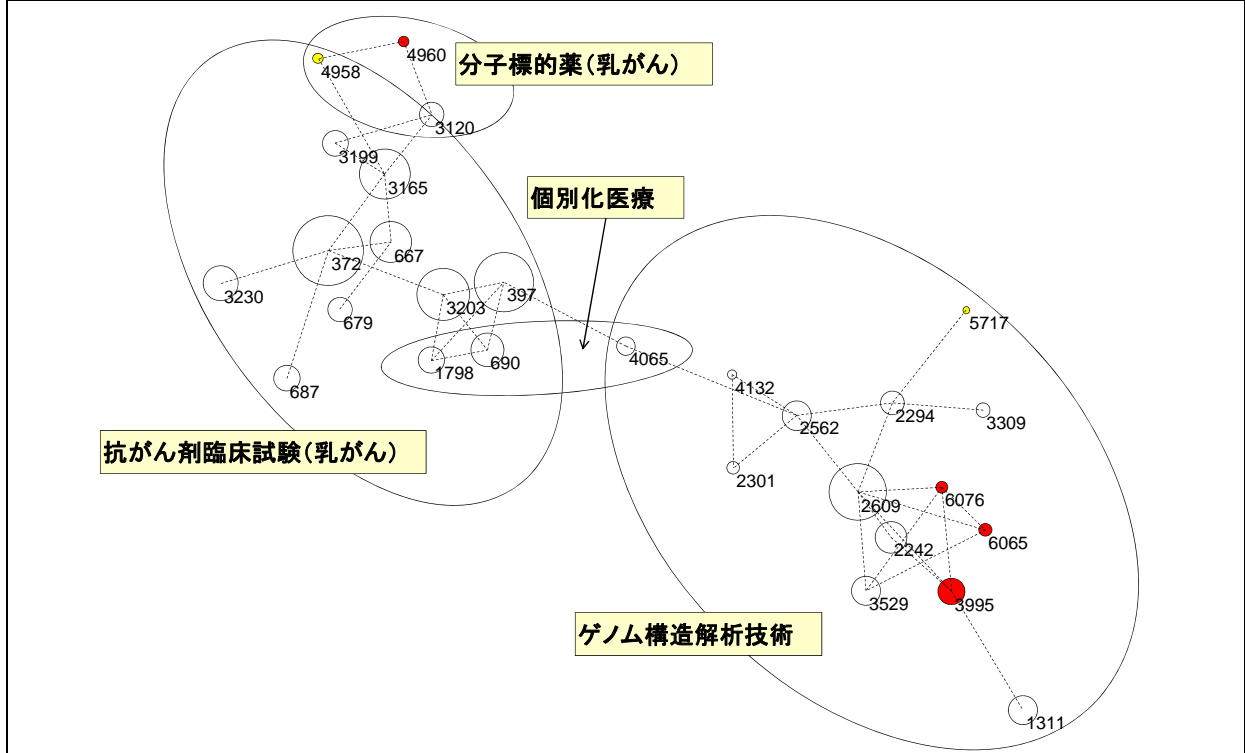
- (1) 複合遺伝性疾患の遺伝因子解析
- (2) 遺伝子病における最近の動向(リウマチ・膠原病の遺伝因子解析、免疫系疾患の遺伝因子解析、多発性硬化症の遺伝因子解析、がんの遺伝因子解析、レストレスレッグ症候群の関遺伝因子解析、ゲノムワイド遺伝因子解析、糖尿病の遺伝因子解析、2型糖尿病の遺伝因子解析、冠動脈疾患の遺伝因子解析)

マップ上で、個別の疾患の遺伝因子解析のくくりと、共通の背景を疾患をまとめるくくり、その共通性の大小により、くくりの大きさが変わっている様子が示されている。また、疾患同士・遺伝子同士の密接かつ複雑な結びつが明らかになる方向へと進んでいることが間接的に示されている。

内容分析担当者	山田 亮	京都大学大学院医学研究科 附属ゲノム医学センター統計遺伝学分野 教授
---------	------	---------------------------------------

研究領域名	肥満による生活習慣病発症機序の解明			領域 ID	34
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
27(5)	98(21)	6287	14979	2005.0	
<p>国民病というべき糖尿病や心臓病、肝臓病などの生活習慣病の克服のための対策は急務かつ重要な課題である。肥満は種々の生活習慣病の発症基盤となるが、その分子機構が解明されてきた。</p> <p>本研究領域は、肥満による生活習慣病発症機序の解明に関する以下のリサーチフロントから構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) アディポサイトカイン (2) 慢性炎症 (3) 動脈硬化 (4) 糖尿病・インスリン抵抗性 (5) 非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) <p>本分析により、脂肪細胞機能の観点から、1) 脂肪組織リモデリングをはじめとする脂肪組織の構築変化(慢性炎症)と、2) 脂肪細胞機能破綻におけるアディポサイトカイン分泌異常、という生活習慣病の病態を解明する上で最も重要な研究成果が得られたことが明らかとなり、生活習慣病、特にメタボリックシンドロームの概念確立と予防プログラムの科学的基盤の一つとなっている。</p> <p>今後の革新的な肥満関連疾患のバイオマーカーや診断技術、さらには新薬の開発につながる可能性を見据え、本研究領域の更なる展開と先端医療での応用が実践されていくであろう。</p>					
内容分析担当者	阪上 浩	徳島大学 大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 代謝栄養学分野 准教授			

研究領域名	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	領域 ID	35
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
28(4)	158(9)	8968	23238
			コペーパーの平均出版年
			2005.6



本研究領域は乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術に関する以下の内容から構成される。

(1) 抗がん剤臨床試験(乳がん)

抗がん剤による治療は手術、放射線療法とともにがん治療の中心である。但しいずれのがんにも一様に抗がん剤が、効果があるわけではなく、乳がんと肺がんで効果が大きい。特に乳がんは 5 年生存率が 80%を越え抗がん剤開発の中心となっており、臨床試験の約半数は乳がんが対象となっている。

(2) 分子標的薬(乳がん)

現在の抗がん剤開発の主流は分子標的薬である。これはがん細胞で強く働いている遺伝子を標的とする抗がん剤であり、従来の抗がん剤が正常細胞もがん細胞同様傷害したのに対し、がん細胞への特異性が高い。

(3) 個別化医療

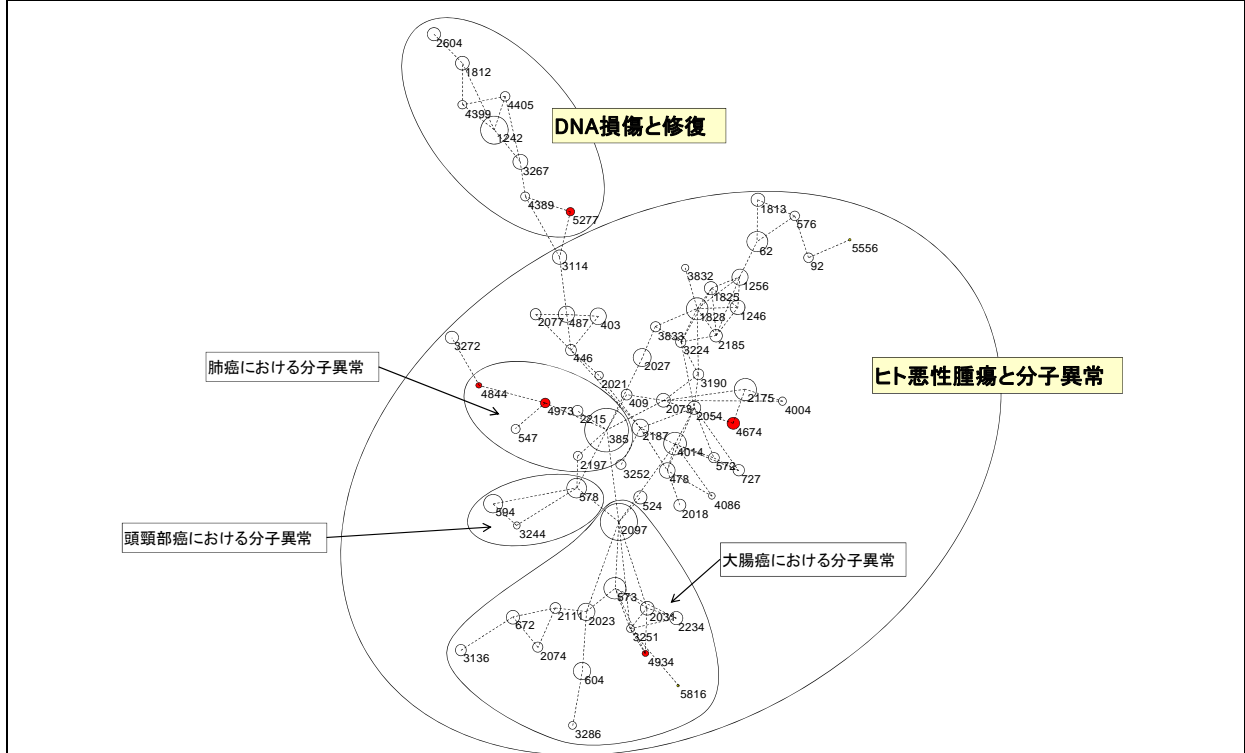
遺伝子診断により抗がん剤治療の効果を予測して適切な薬物療法を行う新しい医療が個別化医療である。分子標的薬の多くは、標的遺伝子に異常な場合に効果があることが多く、標的遺伝子を検査することによって効くか効かないか予測できる。通常の抗がん剤でもがん組織での遺伝子の活動状態を調べることにより個別化医療をめざす研究が進んでいる。

(4) ゲノム構造解析技術

ヒトゲノム上の遺伝子の増幅や欠失を調べる技術である。従来の染色体観察による病理診断を置き換える技術として注目を集めている。

内容分析担当者	加藤 菊也	大阪府立病院機構 大阪府立成人病センター研究所 研究所長
---------	-------	---------------------------------

研究領域名	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	領域 ID	36
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
68(5)	331(21)	22305	63511
			コペーパーの平均出版年
			2005.2



1990 年以降、さまざまなヒト悪性腫瘍におけるゲノム解析研究が急速に展開し、その発生のメカニズムが明らかにされつつある。また、その解析過程で明らかにされた分子異常が、臨床診断や治療における有用なマーカーとして応用されている。

本研究領域は、ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチに関するリサーチフロントで構成されており、主な内容は以下の通りである。

- (1) DNA 損傷と修復
- (2) ヒト悪性腫瘍と分子異常

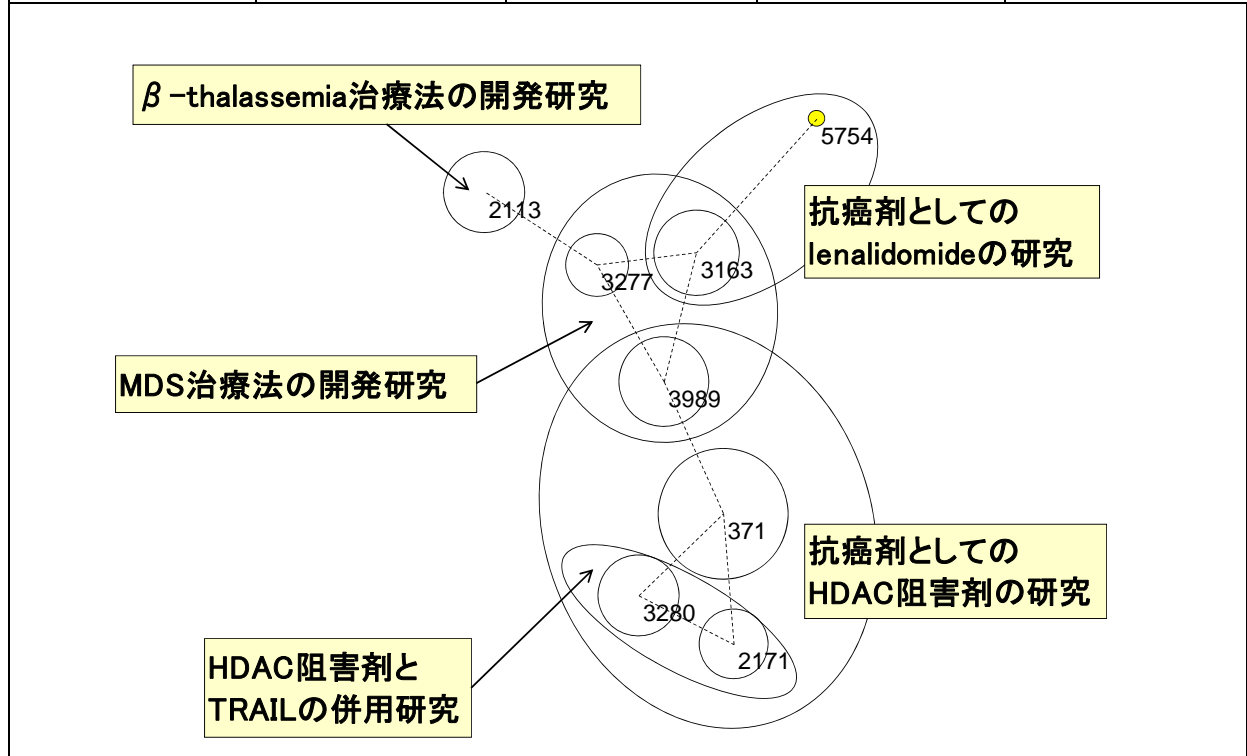
大まかには、さまざまな悪性腫瘍における細胞内のシグナル伝導系を構成する分子の遺伝子異常やタンパク質発現の異常に関する研究である。それらの分子異常を、がんの診断、悪性度判定、予後予測に応用し、さらには既存の抗がん剤や新規の分子標的治療薬への感受性や効果予測などに応用されている。

研究トピックスの広がりが大きく、被引用数の急増がみられるのが、肺癌領域においては、EGFR 阻害薬に対する抵抗性の研究領域(id4973)や近年同定された ALK 遺伝子変異とその阻害薬に対する研究領域(id4844)である。大腸がん領域においては、進行、再発における臨床研究(id4934)の被引用数の急増がみられる。

内容分析担当者	重松 久之	国立病院機構 岡山医療センター 呼吸器外科
---------	-------	-----------------------

研究 領域名	多発性骨髄腫/新規薬剤治療			領域 ID	37
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
20(2)	113(1)	4964	12913	2005.6	
<p>多発性骨髄腫(MM)は、新たに診断された NDMM (newly diagnosed MM)、即ち未治療(untreated) MM と、前治療後再発及び前治療に抵抗性を示す RRMM (relapsed/refractory MM)に大別される。NDMM に対する初期治療には自家造血幹細胞移植を伴う大量(high-dose)メルファラン(M) (HDM)療法と、M+ブレドニソロン(MP)療法がある。しかしながら現時点で MM の治癒は得られず、MM 治療の当面の目標は生存期間(overall survival, OS)の延長に向けられている。一方、治療によって完全寛解(complete remission, CR)が得られた患者のOSはCR未達の奏効に比して延長することが判明し、治療のゴールは可能な限りCRを獲得することとなっている。</p> <p>1999年に紹介されたサリドマイドを始め、ボルテゾミブ及びレナリドマイド等の新規薬剤は、MM細胞のみならず、MM細胞の生存及び増殖をサポートする骨髄微小環境にも効果を発揮することで、既存の治療法を上回るCR率達成に寄与することが期待され、臨床研究が活発に行われている。</p> <p>本研究領域はそれら新規薬剤の効果を検証するもので、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) NDMM 及びRRMMに対する新規薬剤治療の研究 (2) MM細胞の遺伝子表現型と予後との関わりの研究 (3) NDMM に対する初期治療としての造血幹細胞移植療法の研究 (4) ボルテゾミブ等のプロテアソーム阻害剤の研究 (5) その他の新規薬剤の研究 					
内容分析 担当者	清水 一之	名古屋市立緑市民病院 血液内科 院長			

研究 領域名	HDAC 阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発 研究		領域 ID	38
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
8(0)	33(1)	1562	2843	2006.0



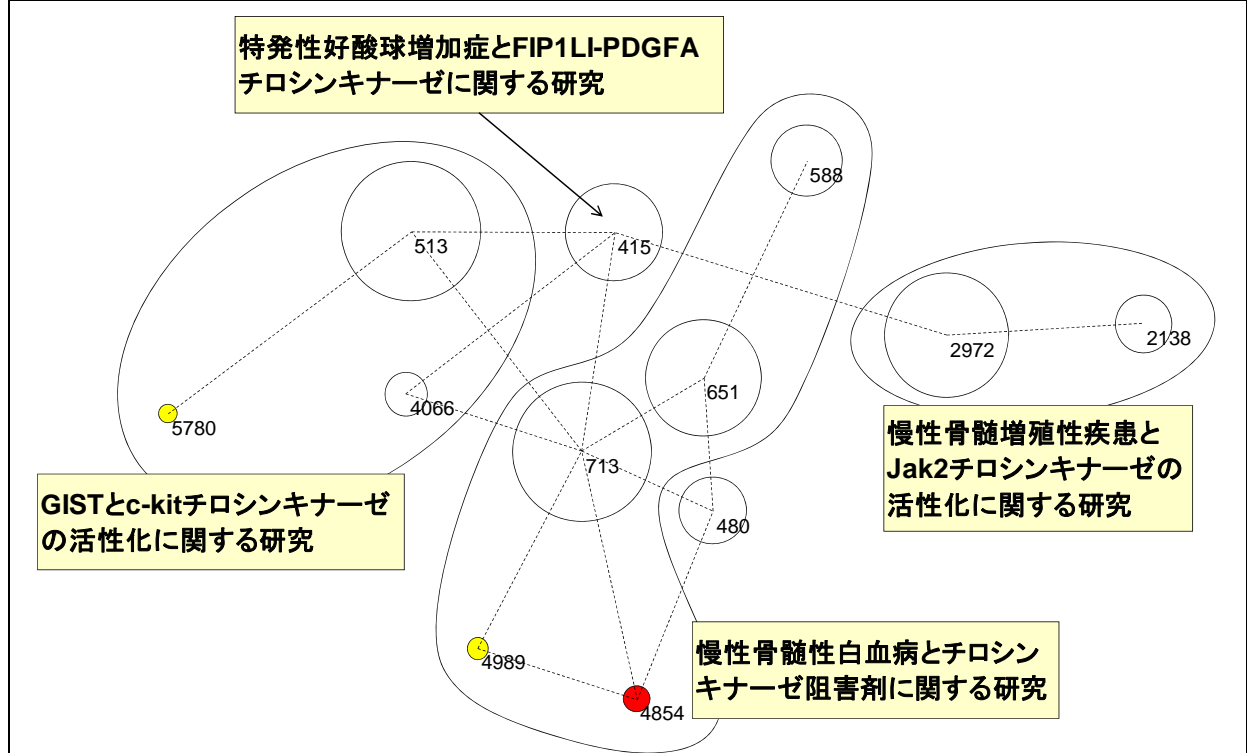
近年、分子標的抗癌剤の開発研究は、基礎研究、臨床研究ともに精力的に実施されており、中でも注目を集めている分子標的抗癌剤としてヒストン脱アセチル化酵素(HDAC)阻害剤が上げられる。HDAC 阻害剤の発見や基礎的研究は、日本発の成果が多いが、その応用研究においては欧米に比べて遅れを取っている。本研究領域は、以下のような内容から構成される。

- (1) 抗癌剤としての lenalidomide の研究
- (2) MDS 治療法の開発研究
- (3) 抗癌剤としての HDAC 阻害剤の研究
- (4) HDAC 阻害剤と TRAIL の併用研究
- (5) β-thalassemia 治療法の開発研究

抗癌剤としての HDAC 阻害剤の使用は既に多くの臨床試験が実施されており、中でも SAHA は、2006 年に最初に米国 FDA より認可されている HDAC 阻害剤であり、日本の製薬企業で発見された depsipeptide も 2007 年に認可された (id371)。また HDAC 阻害剤単独の抗腫瘍効果だけでなく、細胞障害性サイトカインである TRAIL との併用効果も研究されている (id2171, 3280)。この HDAC 阻害剤の対象疾患として、骨髄異形成症候群 (MDS) も挙げられており、MDS の治療に関しては、HDAC 阻害剤とメチル化阻害剤の併用効果が期待されている (id3989)。この二剤の併用は、MDS の発症機構に、遺伝子のメチル化というエピジェネティックな異常が存在することを示している。MDS の治療には、サリドマイドの誘導体である lenalidomide の使用も研究されており (id3163)、またこの lenalidomide は、白血病の治療への研究も実施されている (id5754)。β-thalassemia は、MDS と同じく、赤芽球形成の異常による疾患であるが、この疾患に対する治療法として鉄イオンのキレート剤である deferoxamine の使用が研究されている (id2113)。

内容分析 担当者	曾和 義広	京都府立医科大学 大学院 分子標的癌予防医学 准教授
-------------	-------	----------------------------

研究領域名	チロシンキナーゼの活性化と薬剤耐性	領域 ID	39
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
12(1)	114(3)	5004	15351
			コアペーパーの平均出版年
			2005.7



分子生物学の進展に伴い造血器腫瘍の成因に関与する遺伝子、タンパク質分子が急速に明らかにされてきた。これらのタンパク質の分子構造の3次元解析が進み機能的部位が解明されるにつれ、特異的な機能部位を選択的に阻害する薬剤の開発に焦点が向けられるようになった。代表的薬剤として慢性骨髄性白血病治療を一変させたメシル酸イマチニブがあげられるが、造血器腫瘍の病因に関連する分子を直接ターゲットにした薬剤の開発は現在急速に進んでおり、これらの薬剤を分子標的薬剤と総称するようになった。今日、造血器腫瘍の治療では従来の化学療法剤に加え分子標的薬剤が標準的に用いられるようになり、今後5年間で分子標的薬剤の数が爆発的に増加することが予想されている。

本研究領域はチロシンキナーゼの活性化が主な成因である造血器腫瘍を含めた悪性腫瘍に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下のとおりである。

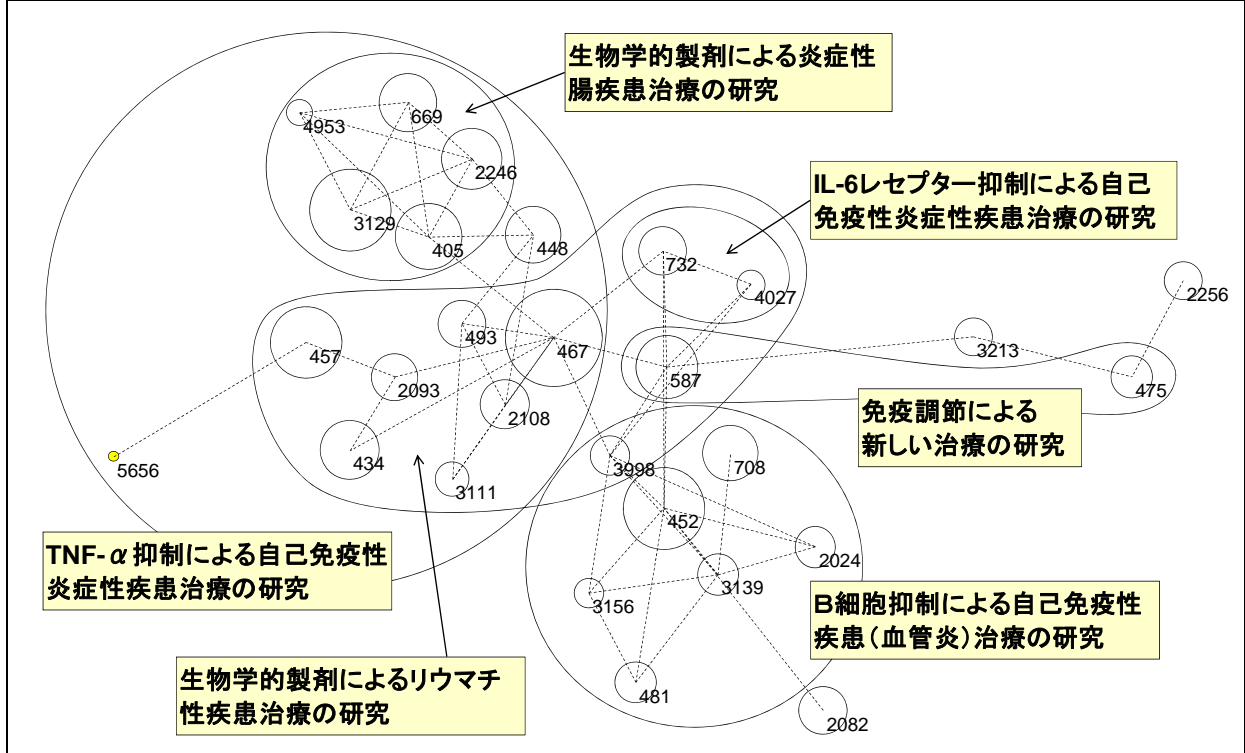
- (1) 慢性骨髄性白血病とチロシンキナーゼ阻害剤に関する研究
- (2) GIST と c-kit チロシンキナーゼの活性化に関する研究
- (3) 慢性骨髄増殖性疾患と Jak2 チロシンキナーゼの活性化に関する研究
- (4) 特発性好酸球増加症と FIP1LI-PDGFA チロシンキナーゼに関する研究

内容分析担当者	大屋敷 一馬/田内 哲三	東京医科大学 内科学第一講座 主任教授/准教授
---------	--------------	-------------------------

研究領域名	NF-κB 活性化におけるユビキチン修飾系の役割			領域 ID	40
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	14(0)	1344	2411	2004.1	
<p>NF-κB(エヌエフ・カッパービー)は種々の刺激によって活性化される転写因子であり、炎症性サイトカインや、細胞接着因子、抗アポトーシスタンパク質群などの遺伝子の転写を亢進させることで、免疫応答、炎症、細胞接着の誘導、抗アポトーシス作用などの多彩な生理作用を発揮する。その活性調節異常がアレルギー、がんを含め幾多の疾患に関与していることも知られている。ユビキチン化はタンパク質を分解に導くと従来考えられてきたが、生体には多様なポリユビキチン鎖(ユビキチンのポリマー)が存在し、分解以外の役割を果たしていることが明らかになっている。</p> <p>(1) NEMO のユビキチン化、ユビキチン結合による NF-κB の活性化</p> <p>ユビキチンの 63 番目のリジンを経たポリユビキチン鎖(K63 鎖)(id4395) NF-κB 活性化に係わる中核タンパク質である NEMO への修飾が NF-κB の活性化に必要である可能性が示された。また、NEMO のポリユビキチン鎖結合能(id4395)が NF-κB 活性化に係わることも知られている。</p> <p>(2) 複合体を形成し、NEMO の K63 鎖ユビキチン化を促進</p> <p>リンパ腫で遺伝子転座が報告されている MALT1(id488)、Bcl10(id2632)は複合体を形成して、NEMO のポリユビキチン化(K63 鎖)に係わる事が報告されている。</p> <p>(3) 脱ユビキチン化酵素による NF-κB 活性化制御</p> <p>K63 鎖を切断する脱ユビキチン化酵素(id463, 1844, 3551)の異常が腫瘍、がんの発生に係わる事が報告されて、注目を集めている。</p> <p>しかしながら、2009 年になり、K63 鎖ではなく、ユビキチンの N 末端を経た直鎖状ポリユビキチン鎖が NF-κB の活性化に関する報告がなされ、本研究領域の新たな展開が予想されている。</p>					
内容分析担当者	岩井 一宏	大阪大学 大学院生命機能研究科 教授			

研究領域名	自然免疫によるインターフェロン産生			領域 ID	41
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
9(0)	93(39)	5307	18780	2004.9	
<p>1990年代後半の Toll-like receptors(TLR)の発見を通じて、これまで非特異的な下等な免疫応答と考えられていた自然免疫がきわめて特異的に病原体を認識し、生体防御に重要な役割を果たしていることがあきらかとなった。2000年の初めに、病原体の核酸成分を認識する TLRs、つまり TLR3、TLR7/8、TLR9 が明らかとなるとともに、TLR 以外にも細胞質内で核酸を認識する受容体の存在があきらかとなった。これらは、ウイルスの体内への侵入を感知するセンサーであり、その後インターフェロンをはじめとする抗ウイルス応答を誘導し、ウイルスに対する防御をおこなっている。一方、ウイルス側もこれらのウイルスセンサーやそのシグナル伝達経路を阻止することにより、生き残りをはかっていることが明らかとなりつつある。また、インターフェロンの過剰産生は、SLEなどの自己免疫疾患の発症ともかかわっている。</p> <p>本研究領域の主な内容は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 自然免疫とウイルス感染 (2) SLEなどの自己免疫疾患と TLR7,9 の関連 (3) 抗体産生における TLRs の役割 (4) IRAK4 遺伝子変異と易感染性 					
内容分析担当者	審良 静男	大阪大学 WPI 免疫学フロンティア研究センター 拠点長、教授			

研究領域名	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御	領域 ID	43
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
28(0)	113(5)	7092	16224
			コペーパーの平均出版年
			2004.9



1990年代より自己免疫疾患や臓器移植におけるTおよびBリンパ球の関わり、とくにTNF- α さらに、costimulatory 因子、接着分子と疾患活動性との関係が明らかになってきた。この時期から治療対象とする分子標的が明らかな monoclonal 抗体(生物学的製剤)が多数開発され、免疫反応、炎症反応の中心で病態を惹起している対象への特異的治療が可能となった。関節リウマチや造血系腫瘍での評価から始まっていったが、その後、多くの自己免疫疾患、臓器移植などの領域、最近では炎症性腸疾患や自己免疫機序の関与する心不全までに拡大してきている。各種生物学的製剤の効果は高く評価されてきたが、従来治療法との組み合わせ療法の評価も加わり、さらに生物学的製剤使用のリスクに関する警鐘も行われるようになってきている。

- (1) B細胞抑制による自己免疫性疾患(血管炎)治療の研究
- (2) TNF- α 抑制による自己免疫性炎症性疾患治療の研究
- (3) IL-6レセプター抑制による自己免疫性炎症性疾患治療の研究
- (4) 生物学的製剤による炎症性腸疾患治療の研究
- (5) 免疫調節による新しい治療の研究
- (6) 生物学的製剤によるリウマチ性疾患治療の研究

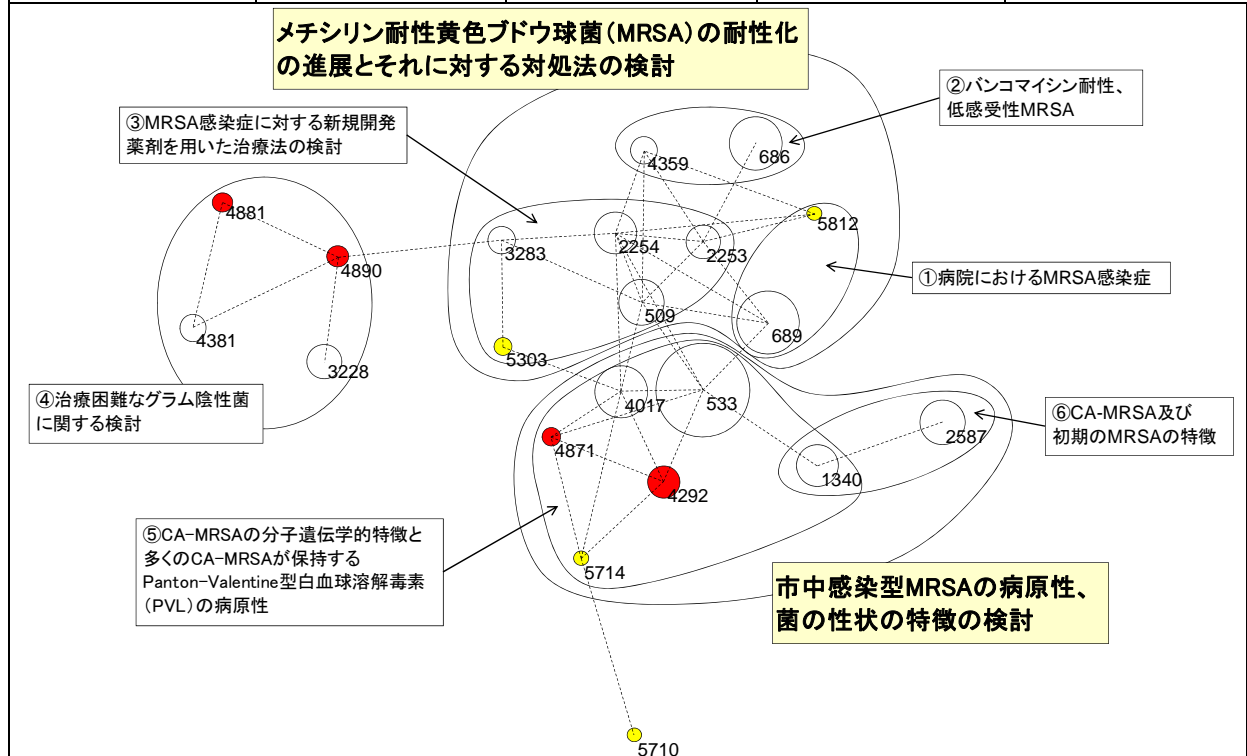
分子標的薬である生物学的製剤の作用機序は明確で病態の中心を的確に抑制することが可能である。多くの難治性疾患の病態が解明され、免疫反応や炎症反応のどの機序が中心にかかわっているかが解明されることで今後も生物学的製剤の治療対象は拡大していくと思われる。

内容分析担当者	両角 國男	名古屋第二赤十字病院 腎臓内科 副院長
---------	-------	---------------------

研究領域名	NK 細胞受容体とそのリガンドによる活性制御			領域 ID	44
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(0)	16(0)	1574	2539	2004.3	
<p>NKG2DはNK細胞のほか一部のTリンパ球の細胞表面に発現する活性型受容体である。このNKG2Dに結合して刺激を伝達するリガンドがMICA/BあるいはULBPと呼ばれる分子である。NKG2Dリガンドの発現が亢進したがん細胞や白血病細胞はNKG2Dを有するNK細胞などによって破壊される。セリアック病(Celiac disease)では小麦の成分が小腸粘膜のMICA発現を亢進させることにより上皮内Tリンパ球がNKG2Dを介して活性化されることがその粘膜障害の原因とされる。またNK細胞は抑制性受容体(KIRなど)を発現しておりそのリガンドは自身のHLAクラスIである。KIRリガンドの不適合はある条件下では骨髄性白血病などの造血細胞移植の成績を向上させる。</p> <p>本領域は以下のリサーチフロントの集合から形成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) NKG2Dとそのリガンド(id540) (2) 造血細胞移植とNK細胞(id575) (3) セリアック病とNKG2D(id597, 662) (4) NK細胞とHLA分子及びその受容体(id3216, 3454, 3457) 					
内容分析担当者	田中 淳司	北海道大学大学院医学研究科 血液内科学 准教授			

研究領域名	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発			領域 ID	45
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
8(2)	35(0)	1616	4214	2005.9	
<p>子宮頸がん予防をめざすヒトパピローマウイルス(HPV)ワクチンが開発された。子宮頸がんの原因となる HPV の同定、抗原の作製、臨床試験による安全性・有効性評価、医療経済の観点からの評価を経て市場導入に至る一連の研究は以下のリサーチフロントとその集合で構成されている。</p> <p>(1) 子宮頸がんの原因特定、感染実態の把握 15種の遺伝子型 HPV(高リスク HPV)を子宮頸部の前がん病変、がん組織から検出した研究。 子宮頸部の高リスク HPV を高感度で検出する技術の開発、高リスク HPV 陽性と従来の細胞診(頸部細胞の形態異常で前がん病変の有無を推定する方法)による判定との相関を確認する研究、高リスク HPV 陽性女性は発がんリスクが高いことを示す研究。</p> <p>(2) ワクチンの医療経済上のメリットを予測 HPV ワクチンを導入した場合の医療経済効果の試算、特に積極的に HPV ワクチンを導入したオーストラリアでの試算。</p> <p>(3) ワクチンの完成と市場導入 性行為感染する HPV に対するワクチンを女兒に接種させる両親の決断に関する調査。</p> <p>(4) ワクチン抗原の開発 高リスク HPV のうち 16、18 型の感染予防ワクチン(HPV ワクチン)開発と臨床試験。安全性、特に女兒への接種の有効性、既感染者には効果がないこと、効果は少なくとも 5 年程度続くこと等を示す研究。</p>					
内容分析担当者	神田 忠仁	国立感染症研究所 病原体ゲノム解析研究センター センター長			

研究領域名	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法	領域 ID	46
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
21(4)	54(3)	3175	6464
			コアペーパーの平均出版年
			2005.7



本研究領域は MRSA 感染症に関して最近問題とされている二つの課題に大別される。

(1) メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) の耐性化の進展とそれに対する対処法の検討

下記 3 つのサブグループから構成され、病院に蔓延し、多剤耐性化、高度耐性が年々進行している MRSA がその対象である。これらの MRSA 感染症に対する治療薬、グリコペプチド(バンコマイシン、テコプラニン)、リネゾリド、アルベカシン(日本のみ)、及びチゲサイクリン、ダプトマイシンなどの新規抗 MRSA 薬の有効性は、治療上最も関心のあるところである。

- ①病院における MRSA 感染症: 蔓延調査、MRSA 感染症による菌血症例(id689, 5812)
- ②バンコマイシン耐性、低感受性 MRSA (id686, 4359)
- ③MRSA 感染症に対する新規開発薬剤を用いた治療法の検討: リネゾリド、ダプトマイシン、チゲサイクリン(id509, 2253, 2254, 3283, 5303)。
- ④治療困難なグラム陰性菌に関する検討(id3228, 4381, 4890, 4881)は③と関連し、治療困難な菌として選択されたと考えられる。

(2) 市中感染型 MRSA の病原性、菌の性状の特徴の検討

- ⑤CA-MRSA の分子遺伝学的特徴と多くの CA-MRSA が保持する Panton-Valentine 型白血球溶解毒素(PVL)の病原性への関与の議論を含む (id533, 4292, 4871, 4017, 5714)。
- ⑥CA-MRSA 及び初期の MRSA の特徴 (id1340, 2587)が関連している。

内容分析担当者	伊藤 輝代	順天堂大学 医学部細菌学・医学系研究科感染制御科学 准教授
---------	-------	----------------------------------

研究領域名	C 型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法			領域 ID	47
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(0)	76(7)	3027	8717	2005.5	
<p>本研究領域は、C 型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法に関しており、以下の内容から構成されている。</p> <p>(1) HCV の治療に関する研究 (2) HCV 初期感染過程に関する研究</p> <p>C 型肝炎ウイルス(HCV)の初期感染過程に関する研究はこの数年急速に進展している。これは 2005 年にHCVのウイルス培養が可能となったことと、ウイルスのレセプター候補が、CD81、SR-BI、Claudin1 と次々と同定されたことによる。詳細な解析によりHCVはヘパラン硫酸プロテオグリカンにより細胞表面に捕捉され、CD81、SR-BI、Claudin1 という分子にうけわたされ、クラスリン依存性のエンドサイトーシスにより細胞内に侵入する、低 pH 依存的にウイルスゲノムが細胞質内へ放出される。</p> <p>HCV治療に関してはペグ化インターフェロンとリバビリン併用療法により遺伝子型1の患者で約 50%、遺伝子型 2 では 80%に Sustained viral response が得られる。さらに治療効果を向上させるためにプロテアーゼ阻害剤の併用などが期待されている。</p> <p>id24 : HCV 初期感染過程 id375 : 遺伝子型 1b の HCV に関する研究 id2168 : インターフェロンとリバビリン併用療法 id633 : プロテアーゼ阻害剤に関する研究</p>					
内容分析担当者	脇田 隆字	国立感染症研究所 ウイルス第二部 部長			

研究領域名	HIV 感染の制御			領域 ID	48
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(0)	25(0)	1322	2914	2005.4	
<p>抗 HIV ワクチン開発は依然として喫緊の課題である。80-90 年代に指向された中和抗体誘導ワクチンに代わって、近年は細胞性免疫を誘導するワクチンの開発が進められてきた。この研究領域は、感染者および動物モデルを用いた、ウイルス感染急性期の非可逆的侵襲と予後の関係の検索(id1223, 4379)、感染者におけるウイルス制御と細胞性免疫の関係の解析(id1218, 2089, 2126)、その知見に基づくワクチンの開発および動物モデルを用いた感染防御効果を検証するリサーチフロント(id4364, 4379, 5724)で構成されている。</p> <p>本研究領域の主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) メモリーCD4T 細胞の維持と病態 (2) 細胞性免疫と病態 (3) ワクチンによる感染防御 <p>これらの知見に基づき試作された、細胞性免疫を誘導するワクチンの感染防御効果が動物モデルを用いて評価され、有望な結果が得られた。しかし、臨床試験に進んだワクチンが防御効果を示さなかった事が 2007 年後半に判明し、この分野に一時的な混乱と停滞が起こった(id5724)。</p>					
内容分析担当者	五十嵐 樹彦	京都大学 ウイルス研究所附属感染症モデル研究センター 霊長類モデル研究領域 教授			

研究 領域名	抗 HIV 薬に関する研究			領域 ID	49
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(1)	26(2)	1090	2143	2006.1	
<p>ヒト免疫不全ウイルス (HIV) 感染症は、抗 HIV 薬の多剤併用療法によりコントロール可能な疾患になってきている。しかし、長期にわたる薬剤の服用により多剤耐性ウイルスの出現や副作用が治療上の障害となっている。耐性ウイルスを克服するために、既存薬とは異なる作用点を標的とした新規薬剤開発の研究が進んでいる。HIV の生活環のうち、ウイルスの宿主細胞への侵入段階やウイルス DNA の宿主ゲノムへの組み込み段階を標的とする薬剤開発が盛んであり、基礎および臨床に関する研究論文の引用数が目立っている。特に、インテグラーゼ阻害剤は最近に上市されたこともあってその数は急増している。一方、逆転写酵素阻害剤やプロテアーゼ阻害剤に関しては、これらの既存薬がもつ副作用(ミトコンドリア毒性、脂肪代謝異常)、薬剤耐性、服薬の煩雑さ等の改善に向けた研究として継続されている。</p> <p>本研究領域は、以下のリサーチフロントから構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) インテグラーゼ阻害剤に関する研究 (2) 侵入阻害剤に関する研究 (3) 次世代の逆転写酵素阻害剤及びプロテアーゼ阻害剤に関する研究 					
内容分析 担当者	池田 了	日本たばこ産業株式会社 医薬総合研究所 調査役			

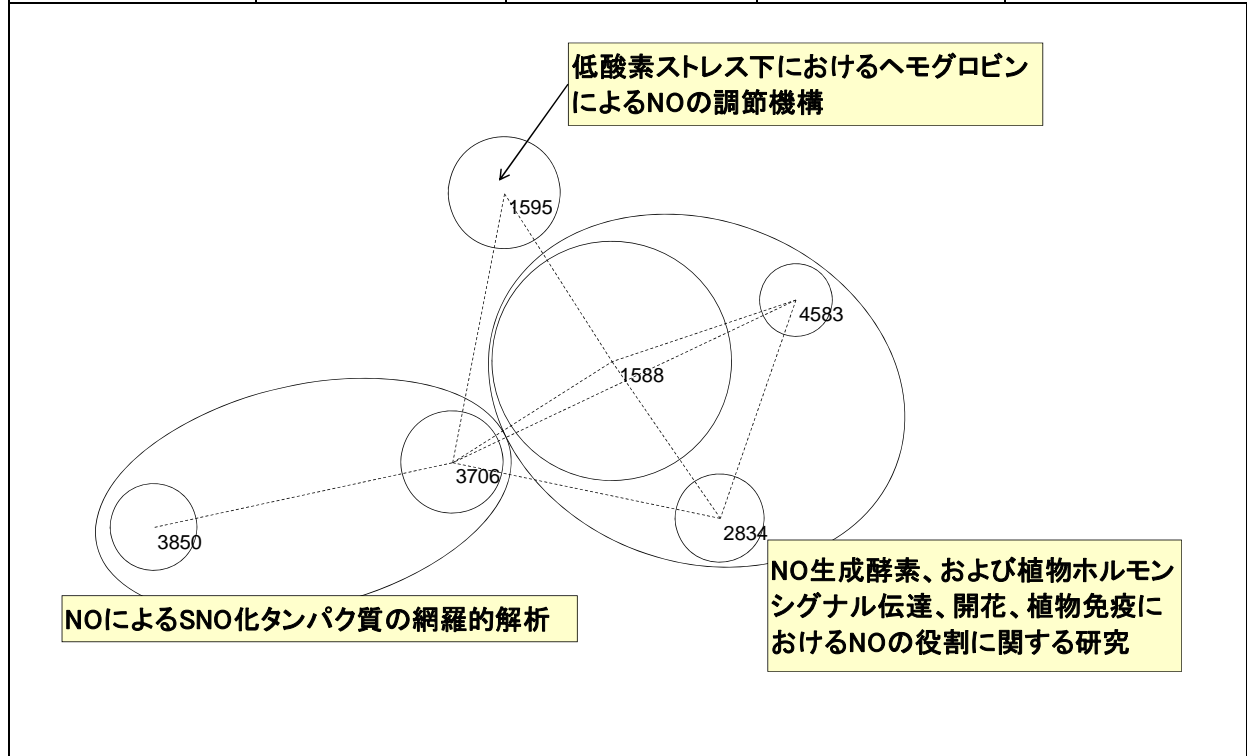
研究領域名	ネットワーク科学			領域 ID	50
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
62(7)	271(10)	11993	35275	2005.1	
<p>2000 年前後から、ネットワークで表せる事象に共通して見られる特徴が明らかになってきた。それらの特徴を利用することで、さまざまなネットワークを解析し、その知見を実世界に応用する研究が急速に進んでいる。</p> <p>本研究領域は、ネットワークという観点でつながっており、その基礎的な構造解析から、応用として、生命科学、工学、医学などの幅広い分野に展開が行われている。主な内容は、以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 新興性のインフルエンザウイルスの感染機構・病原性・感染防御に関する研究 (2) サーズコロナウイルス(SARS-CoV)の感染機構・病原性・感染防御に関する研究 (3) 新しく同定された呼吸器ウイルスに関する研究 (4) 感染拡大モデルとその制御に関する研究 (5) ネットワークの構造とダイナミクスに関する研究 (6) ニューラルネットワークの安定性に関する研究 (7) タンパク質、分子、薬物などの相互作用ネットワークに関する研究 <p>本研究領域の基礎として、ネットワークの構造研究 (id1162) やコミュニティマイニングの研究 (id2725) などがあり、そこから、工学系のニューラルネットワークの安定性の研究 (id969, 845)、生命科学系のタンパク質の相互作用ネットワークの研究 (id1245)、医学系の高病原性インフルエンザウイルスの感染機構・病原性・感染予防に関する研究 (id2245, 2597, 3518, 4109, 4020)、SARS-CoV の感染機構・病原性に関する研究 (id437) などが関連して展開している。</p>					
内容分析担当者	市瀬 龍太郎	国立情報学研究所 准教授			

研究領域名	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン			領域 ID	51
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
96(14)	389(30)	11493	49126	2005.6	
<p>全生物の生命現象に関わる遺伝子サイレンシング(遺伝子抑制)は転写型遺伝子抑制と転写後遺伝子抑制に分けられる。遺伝子抑制に重要な RNAi(遺伝子干渉)は二本鎖 RNA と相補的な塩基配列を持つ mRNA が分解される現象で、この機構は酵母から人に至るまで多くの生物で保存されている。RNAi 法を用いて遺伝子の発現を人為的に調節することは将来の医学、薬学、農学への応用の可能性が高い。遺伝子抑制に関与する重要な細胞成分として、miRNA(micro-RNA)と siRNA(small interfering RNA)がある。植物ホルモン(低分子の生理活性物質)は様々な生理作用を示すが、遺伝子抑制は植物生長ホルモンのオーキシンの輸送、受容との関連があり、別の生長ホルモンのジベレリンの代謝と受容やリン酸の輸送とも関連している。</p> <p>本研究領域の研究は大きく分けて 5 つに分類される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 動物の遺伝子サイレンシング研究 (2) 植物の遺伝子サイレンシング研究 (3) 植物ホルモン(ジベレリン)の代謝、受容、シグナル伝達の研究 (4) 植物ホルモン(オーキシンの)輸送、受容、シグナル伝達の研究 (5) 植物栄養素であるリン酸の輸送とシグナル伝達研究 					
内容分析担当者	神谷 勇治	理化学研究所 植物科学研究センター グループディレクター			

研究領域名	レドックス制御			領域 ID	52
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	20(1)	1664	2804	2003.9	
<p style="text-align: center;">レドックス制御ネットワーク</p> <p style="text-align: center;">レドックスシグナル</p> <p style="text-align: center;">抗酸化ストレス系</p>					
<p>レドックス制御は、本来、細胞内の酸化還元ポテンシャルの変化によって様々な代謝過程が調節されていることであるが、広義には酸化ストレスや酸化シグナルなど生体外から受ける変化に対する生体の応答をも含める。細胞内のレドックス状態は、キノンやグルタチオンなど低分子化合物の還元状態、NADH (NADPH) と NAD⁺ (NADP⁺) のバランス、あるいはタンパク質のシステイン残基の還元状態などによって規定される。レドックス制御の研究は、1990 年代までは大きな進展が見られなかったが、プロテオミクス研究が活性化した 2000 年以降、ネットワークの解析が進み急速に進展した。その結果、生体がレドックス状態を維持・利用するために様々なシステムを備えていることが明らかになった。</p> <p>レドックス制御システムの生体における機能を解明することが本研究領域の目標であり、以下のようなリサーチフロントで構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 抗酸化ストレス系 (2) レドックス制御ネットワーク (3) レドックスシグナル 					
内容分析担当者	久堀 徹	東京工業大学 資源化学研究所 教授			

研究領域名	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析		領域 ID	53
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年
48(3)	155(13)	6142	12823	2005.3
<p>植物の環境ストレス応答に関する研究は、低温、乾燥、塩ストレス応答に関する遺伝子発現の研究が進み、シロイヌナズナ以外にもイネの研究に発展した。また、植物の環境ストレス応答に重要な役割を果たしている植物ホルモンのアブシジン酸に関するシグナル伝達に関わる研究が進展した。</p> <p>メタボローム研究とプロテオーム研究は、様々な質量分析の機器の精度が上がり急速に進歩した。さらに複雑なデータ解析に関するバイオインフォマティクスやデータベースが急速に進歩したので、これらの研究分野が急速に進歩した。植物研究分野では質量分析技術の進歩はメタボローム解析に適用されて発展した。一方、動物研究分野、医学研究分野ではプロテオーム解析に利用されて発展した。</p> <p>本研究領域は、主に3領域にわたっており、相関関係を構成しているのは、植物の環境ストレス応答に利用されたメタボローム解析の論文であり(id2814, 2946)、メタボローム解析とプロテオーム解析をつなぐ論文は、LC/MSを利用したプロテオーム解析とメタボローム解析の論文(id3321, 4126)である。</p> <p>本研究領域は、以下のような3つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 植物の環境ストレス応答のシグナル伝達、転写制御 (2) 植物のメタボローム解析と質量分析法 特に質量分析技術の利用とデータベース構築に関する研究を含む。 (3) 質量分析法と動物のプロテオーム解析、ペプチド解析 プロテオーム解析に関する質量分析技術の開発と、動物系での制御やシグナル伝達に関する利用に関する研究を含む。 				
内容分析担当者	篠崎 一雄	理化学研究所 植物科学研究センター センター長		

研究領域名	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割	領域 ID	54	
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
6(0)	25(0)	868	2059	2004.4



一酸化窒素 (NO) は反応性に富むラジカル分子であり、植物では、免疫応答、形態形成、開花、気孔の閉鎖といった様々な現象に関与する。NO は、システイン残基をS-ニトロシル化 (SNO 化) することによりタンパク質の構造を変化させ、機能調節することが知られている。さらに、NO と活性酸素 (O_2^-) はペルオキシ亜硝酸イオン ($ONOO^-$) を形成し、チロシン残基をニトロ化することにより、植物免疫応答に関与することが報告されている。植物においては、動物の NO 合成酵素 (NOS) 遺伝子の相同配列は見出されていないが、L-アルギニンに依存した NO 生成活性は確認されている。また、硝酸還元酵素に依存して、あるいは非酵素的にも NO は生産される。

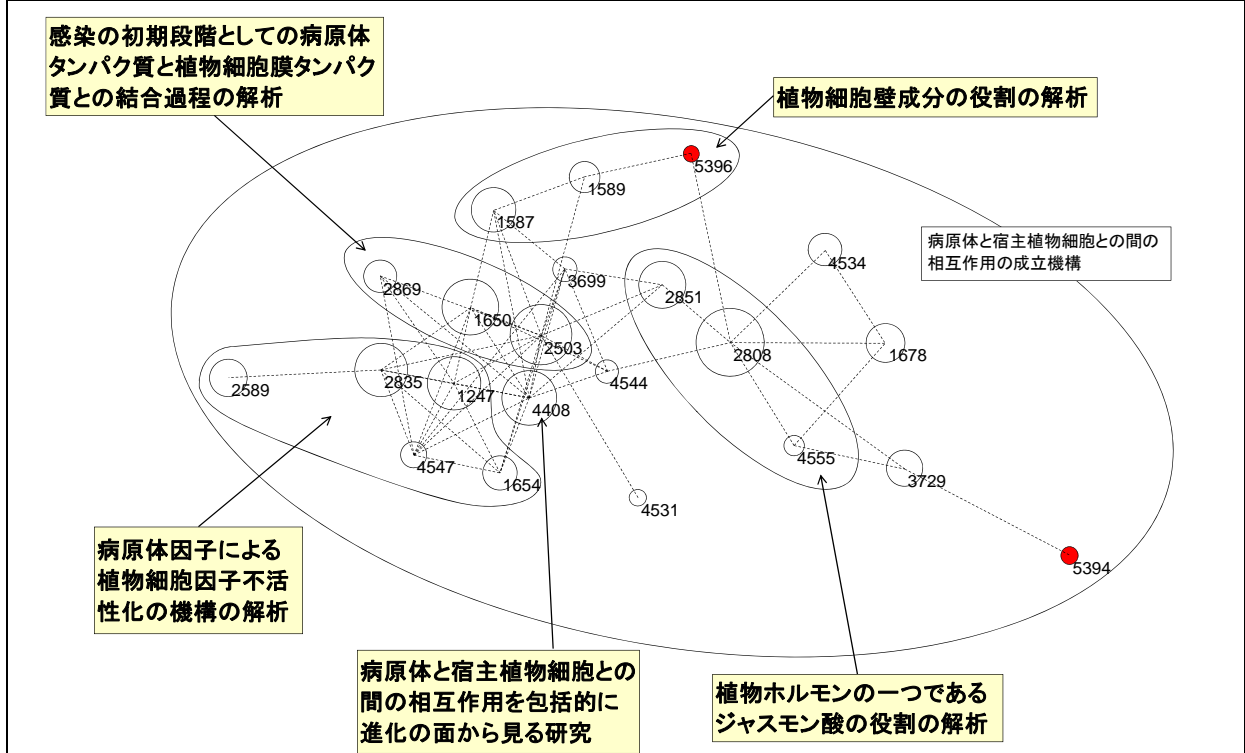
本研究領域は、以下のリサーチフロントから構成されている。

- (1) NO 生成酵素、および植物ホルモンシグナル伝達、開花、植物免疫における NO の役割に関する研究 (id1588、2834、4583)
- (2) 低酸素ストレス下におけるヘモグロビンによる NO の調節機構 (id1595)
- (3) NO による SNO 化タンパク質の網羅的解析 (id3706、3850)

本研究領域は近年急激に発展し、特に植物免疫を中心に展開されている。NO は活性酸素と独立して、あるいは協調して多岐に渡る生理作用を示すことが分子レベルで解明されつつあり、注目を集めるようになった。

内容分析担当者	吉岡 博文	名古屋大学 大学院生命農学研究科 准教授
---------	-------	----------------------

研究領域名	植物の感染防御機構	領域 ID	55
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
22(2)	160(7)	3101	8682
			コペーパーの平均出版年
			2005.9



植物に細菌やカビが感染する機構を分子レベルで解明する研究は、2000年代から急速に発展している。2006年の調査時には、「感染に対する植物細胞の防御システムおよびシグナル伝達経路に関わる遺伝子ネットワークの研究」と「感染に対する植物ホルモンの役割についての研究」に大別できる状況であったが、今回の調査では、これらの二つの分野はより密接につながり、「病原体と宿主植物細胞との間の相互作用の成立機構」の研究として一つの研究領域にまとまってきたとの印象が強い。

- しかし細かくみると、以下の中心的課題が認められる。
- (1) 植物細胞壁成分の役割の解析 (id1587, 1589, 5396)
 - (2) 感染の初期段階としての病原体タンパク質と植物細胞膜タンパク質との結合過程の解析 (id1650, 2503, 2869)
 - (3) 病原体因子による植物細胞因子不活性化の機構の解析 (id 1247, 1654, 2835, 2589, 4547)
 - (4) 植物ホルモンの一つであるジャスモン酸の役割の解析 (id2808, 2851, 4555)
 - (5) 病原体と宿主植物細胞との間の相互作用を包括的に進化の面から見る研究 (id4408)

「病原体と宿主植物細胞との間の相互作用を包括的に進化の面から見る研究」は、新たな方向として研究が進められている。

今は、シロイヌナズナやイネを用いた研究が主流で、研究対象となる病原体の種類も限られているが、今後は、農林業への応用を目指して、多様な作物や樹木の病原体についての研究が展開されると思われる。

内容分析担当者	岡田 清孝	自然科学研究機構 基礎生物学研究所 所長
---------	-------	----------------------

研究領域名	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン			領域 ID	56
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
8(1)	53(11)	1034	2622	2005.5	
<p>植物が陸上に生活圏を拡大して以来、植物と微生物の間には様々な相互作用関係が築かれてきた。本研究領域では、そのような植物と微生物の相互作用を理解するためのモデル系として、大部分の陸上植物が持つ菌根菌との共生関係と、マメ科植物に特徴的な根粒菌との共生関係に関する研究が取り上げられている。</p> <p>さらに、菌根菌との共生の研究の過程で、植物が分泌する菌根菌の誘因物質として同定されたカロテノイドの誘導体であるストリゴラクトンという物質が、植物の枝分かれを制御する植物ホルモンとして機能していることが明らかとなり、その生合成過程を含む研究が植物-微生物の相互作用研究にリンクする形で取り上げられている。</p> <p>本研究領域の主要な項目は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 菌根菌・根粒菌共生メカニズムの研究 (2) 菌根菌誘因物質としてのストリゴラクトンの研究 (3) 分岐を制御する植物ホルモンとしてのストリゴラクトンの研究 (4) カロテノイド誘導体の生合成、機能解析研究 <p>共生メカニズムの研究では、マメ科のモデル植物、ミヤコグサ、タルウマゴヤシのゲノム解読が進んだことにより、植物側の関連遺伝子の詳細解析(id1609, 5419)や、ゲノムレベルの遺伝子発現解析(id2861)が活発に展開されている。ストリゴラクトンの研究では、菌根菌や寄生植物との相互作用解析(id3717)、枝分かれを制御する植物ホルモンとしての機能解析(id3736)が大きく進展しており、その利用を含めた展開が期待されている。</p>					
内容分析担当者	佐藤 修正	かずさDNA 研究所 植物ゲノム研究部 植物遺伝子研究室 室長			

研究領域名	植物の発生遺伝学/糖代謝			領域 ID	57
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
10(0)	31(4)	1245	2177	2004.5	
<p>本研究領域は、以下の2つ領域に分けられる。互いにほとんど無関係である。この2つの領域が1つにまとまってしまったのは、たまたま、植物の発生・形態形成に関連する制御因子が「糖(トレハロース)」であったことによる。本来、2つに分けられるべき領域である。</p> <p>(1) 植物の花の発生</p> <p>1990年代半ばころから、急速に発展してきた植物の花の発生に関する発生遺伝学・発生生物学の研究領域であり、植物分子生物学研究の中心分野の1つである。最近では、イネやトウモロコシなどイネ科の植物を対象とした研究も進展してきており、発生遺伝学の幅が広がっている。さらに多くの植物種の発生を制御する遺伝子の比較により、植物進化発生学の新分野も勃興し発展を続けている。発生遺伝学および進化発生学ともに、今後、まだ大きく研究が進展する分野である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ イネ科植物(イネやトウモロコシ)の花や花序(穂)の発生メカニズム(id2818, 3725) ○ 花の発生を制御する MADS ボックス遺伝子の機能とその進化(id1585, 1610) <p>(2) 植物の糖やデンプン代謝とメタボロームに関する研究</p> <p>植物の糖やデンプンを中心とする代謝に関する研究で、植物分野では古くから研究が進められている。比較的地味な分野であるが、食料生産など応用分野とも密接に関連しており、着実に継続されていく研究領域である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 糖代謝とデンプン合成(id1602, 2821, 1670, 6192) ○ 植物のメタボローム(id2856, 1673) 					
内容分析担当者	平野 博之	東京大学 大学院理学系研究科 生物科学専攻 教授			

研究領域名	微生物生態系			領域 ID	58
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
16(4)	62(1)	3640	7029	2005.9	
<p>1990年代に確立された分子生態解析により、自然環境中には我々の知らない(培養できない)非常に多様な微生物が存在することが明らかになった。自然環境中の微生物は地球上の元素循環の担い手であり、21世紀の最重要課題である環境問題やエネルギー問題の解決に貢献するものであることから、未知微生物の生態学的役割や機能に関して大きな関心が寄せられている。</p> <p>本研究領域は、主に以下の内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 新規微生物 (2) 微生物生態系メタゲノム (3) 希少ゲノムの解析 (4) 海洋微生物生態学 <p>嫌気アンモニア酸化菌 (id1224) やアンモニア酸化アーキア (id3405) など、従来の常識を覆す微生物が発見された。一方、シーケンス解析技術などの進歩により、微生物生態系メタゲノム (id2586, 4698) や希少ゲノムの解析 (id3852, 3543) が行われるようになり、培養できない微生物に関する情報も得られるようになってきている。</p> <p>これらの知見は、微生物または微生物生態系の産業利用にもインパクトを与えつつある。例えば、嫌気アンモニア酸化菌の排水処理プロセスへの応用が試されている。さらに環境中の未知微生物は、有用遺伝子の宝庫として各種産業界からも注目されるようになってきている。微生物生態系の役割や機能の重要性を考えると、この研究領域の研究は今後も発展していくと予想される。</p>					
内容分析担当者	渡邊 一哉	東京大学 先端科学技術研究センター 特任准教授			

研究 領域名	システムバイオロジー/合成生物学		領域 ID	59
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
9(2)	27(1)	1506	2763	2005.4
<p style="text-align: center;">細胞内の生化学反応を大規模に観察してゲノムの情報に対応させ、予測する研究</p> <p style="text-align: center;">全く新規な細胞、化合物を合成する手法に関する研究</p>				
<p>生物のゲノムの全情報が次々と解読され、それらの成果は生命が関与するあらゆる分野に波及しつつある。ゲノムはすべての生物が持っている生命の基本情報分子であり、微生物から動物・植物にいたる生物は地球の環境にそれぞれ上手に対応して生きており、生育する環境によってゲノム情報の質、量ともに異なることが理解されている。</p> <p>本研究領域は、ゲノムの基本情報が生物ごとに異なる環境での「生き様」にどのように反映されるのを解析し、ヒトが利用可能な部分の応用を志向する。応用対象は医薬、化学、情報、工学と多方面である。本研究領域の主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 細胞内の生化学反応を大規模に観察してゲノムの情報に対応させ、予測する研究</p> <p>生物の基本単位である細胞で起こっていることを丸ごと定量的に理解する(id76)。人を含めた動物、植物だけでなく単細胞である細菌(id4368)も含む。これらのリサーチフロントには、細胞内で進行する反応を解析する実験技術に共通性がある(id76, 3842, 5282)。最終的にはコンピュータによる予測(id120, 2961)を目指しているが、ゲノム情報の大規模な操作には踏み込まない。</p> <p>(2) 全く新規な細胞、化合物を合成する手法に関する研究</p> <p>化学的に合成するのが困難な物質の細胞を利用する合成(id64, 3863)、さらに進んで細胞そのものを創生することを目指している(id2961, 4676)。これらのリサーチフロントは合成生物学という新領域の中でも、特にゲノム情報の大規模な改変操作に特徴がある。</p>				
内容分析 担当者	板谷 光泰	慶應義塾大学 環境情報学部 教授		

研究領域名	Gタンパク質共役受容体の構造と機能			領域 ID	60
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(2)	18(2)	955	1663	2006.2	
<p>本研究領域は、Gタンパク質共役受容体の構造と機能に関する研究を含み、以下の内容から構成される。</p> <p>(1) GPCRのX線結晶構造解析(id2616, 4673, 5526)</p> <p>(2) GPCRの会合状態に関する研究(id50, 4686, 6110)</p> <p>Gタンパク質共役受容体(GPCR)は、様々なホルモン、神経伝達物質や光など、細胞外からの信号を受け取り、細胞の生理状態変化・興奮へと変換する第一段階を担う、ヒトゲノム中最大の膜タンパク質ファミリーである。</p> <p>現在の主要な創薬標的であるアドレナリン受容体やエイズウイルス受容体などに加えて、高感度な明暗視機能を担うロドプシンをはじめとする視覚・嗅覚・味覚受容体の大部分もGPCRであり、7回膜貫通ヘリックス構造に依存した共通するメカニズムでヘテロ三量体Gタンパク質を活性化すると考えられているが、その詳細は不明である。</p> <p>また、未だに結合する分子が同定されていない所謂オーファン受容体や、GPCR 同士の組み合わせで形成することが示唆されている二量体・多量体などについて、生理機能・疾病との関係が明らかになれば、新薬の開発や医学療法の改善への道が拓かれる可能性がある。</p>					
内容分析担当者	岡田 哲二	学習院大学 理学部生命科学科 教授			

研究領域名	タンパク質の動的挙動解析			領域 ID	61
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(1)	13(0)	871	1288	2004.9	
<p>タンパク3000プロジェクトにより、多くのタンパク質の構造が解析され、タンパク質構造を基に基本生命現象を理解することが急速に進んだ。タンパク質の構造解析と並行して、蛍光共鳴エネルギー移動(FRET)、共焦点顕微鏡、原子間力顕微鏡、核磁気共鳴装置(NMR)などを用いて、タンパク質1分子の計測や原子レベルでのタンパク質の動的挙動解析が展開されてきた。これらの方法を用いて、タンパク質のフォールディング(一次元のアミノ酸配列から三次元のタンパク質の立体構造が形成される過程)機構、酵素反応機構、タンパク質の変性構造や天然変性状態(立体構造の一部が構造を持たないが、タンパク質の機能に関与している部分)の動的挙動の解析が行われ、多くの新規知見が得られている。本研究領域の主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) タンパク質のフォールディング機構の解析 (2) 一分子計測によるタンパク質(酵素)と低分子化合物(基質)の相互作用解析 (3) タンパク質の天然変性状態・変性状態の動的挙動の解析</p> <p>大まかには、タンパク質1分子計測(id211, 3828)、NMRを用いた原子レベルでの解析(id3828)、理論的アプローチ(id278)、種々の変異体タンパク質を用いた実験(id278)により、タンパク質のフォールディング機構について、詳細かつ定量的な情報を与えている。また、タンパク質1分子に着目した解析から、新規な酵素反応機構の提案(id3056)やタンパク質と低分子化合物との相互作用における動的挙動を詳細に解析(id351)している。被引用数が急増しているのは、タンパク質の天然変性状態・変性状態の動的挙動の解析(id5280)である。特に、タンパク質の天然変性状態については、なぜ機能を持つ領域が構造を持たないのか、それが機能にどのように関連するかについて、タンパク質1分子の動的挙動の解析などから明らかとされている。天然変性状態はタンパク質の構造研究の新しいパラダイムとして認知されつつある。</p>					
内容分析担当者	植田 正	九州大学 大学院薬学研究院 蛋白質創薬分野 教授			

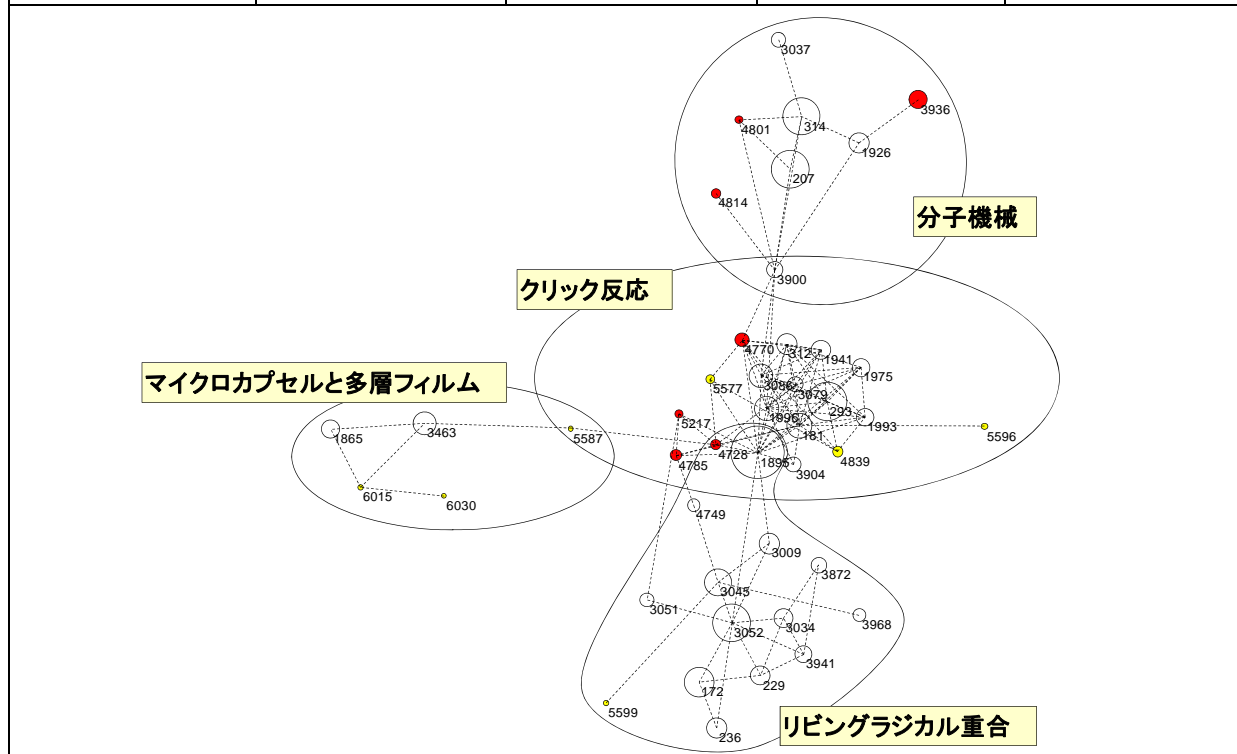
研究領域名	マイクロ流路デバイス			領域 ID	62
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
8(1)	30(5)	1020	2433	2005.1	
<p>2000年代に入り、微細な流路(マイクロ流路)の各種構造を利用した微小液滴の生成法がいくつか提案されており、2000年代後半から、関連する要素技術や応用事例に関する研究成果が数多く発表される時期に入っている。</p> <p>本研究領域は、マイクロ流路デバイスを用いた微小液滴生成手法の応用技術に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) マイクロ流路における液滴を用いた物理操作および化学反応制御に関する研究 (2) 高機能材料の生産に関する研究 (3) バイオ分析に関する研究 <p>おおまかには、マイクロ流路における液滴の合一や混合等の物理操作と化学反応制御に関する研究、高機能エマルションや機能性微粒子の生産に関する研究、単一細胞分析等のバイオ分析への応用に関する研究、の3つのカテゴリーのキーワードが混在しており、これらが互いに関連し合っている。最も研究トピックスの広がり大きいのは、高機能エマルション液滴や機能性微粒子の生産に関する研究領域(id1527)である一方で、論理演算への応用に関する研究領域(id5384)において被引用数の急増がみられる。また、生産分野への応用を目的としたマイクロ流路の多重並列化デバイスに関する研究領域(id6036)が2008年に新たに出現している。</p>					
内容分析担当者	西迫 貴志	東京工業大学 精密工学研究所 助教			

研究領域名	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体			領域 ID	63
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
32(5)	94(13)	5598	12938	2004.7	
<p>本研究領域は、II-VI 族及び III-V 族半導体のスピントロニクス、磁性材料、バイオサイエンスへの応用についての研究領域であり、以下のような色々な方面からのアプローチから構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 既存の III-V 族 DMS のキュリー温度を材料プロセスにより制御する(id1413) (2) 酸化物を母体とする DMS の物質探索(id285, 1087, 1369, 1396, 1440, 1515, 3585, 3642, 4328, 5197 等) (3) 物性理論(特に第一原理電子状態計算)を用いた新しい DMS の物質デザイン(id2779, 2674, 2780 等) (4) DMS のスピノダル分解を利用して高い温度でも使用できる DMS を合成する(id3596, 4302) (5) DMS を使った半導体スピントロニクスデバイスの基礎研究(id1437) (6) 半導体量子ドットのバイオサイエンスへの応用(id4769 など) <p>マップの右側((1)から(5))は、スピントロニクスや磁性半導体についてのリサーチフロントから構成される。1990 年頃から、Mn を添加した InAs、および GaAs(希薄磁性半導体; Dilute Magnetic Semiconductors, DMS と略)の合成が可能となり、DMS が半導体でありながら強磁性を示すこと、その強磁性をキャリアのドーピングにより制御できることが明らかになってくると、DMS を基礎材料とし電子スピンの自由度を用いるエレクトロニクス、「半導体スピントロニクス」が次世代エレクトロニクスの候補として真剣に検討されるようになった。しかし、DMS の強磁性転移温度(キュリー温度)は 180K 程度と室温には遙かに及ばず高いキュリー温度を持った物質探索が現在でも続けられている。</p> <p>(6)は半導体量子ドットの発光を利用した細胞のラベリングやイメージング(id75, 339, 2515, 3096, 4927)、バイオセンサー(id1148, 4308)、量子ドットの細胞への影響の研究(id 5219)などが含まれている。</p>					
内容分析担当者	佐藤 和則	大阪大学 大学院基礎工学研究科 特任准教授			

研究 領域名	ナノファイバーの創製と応用に関する研究			領域 ID	64
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
14(0)	47(2)	2319	5448	2004.5	
<p>The diagram illustrates a network of research fronts in nanofiber technology. Nodes are represented by circles of different sizes, with numbers inside indicating citation counts. Three specific research areas are highlighted with yellow boxes: 'ナノファイバーの形態制御' (top right), '複合ナノファイバーの創製' (middle right), and 'ナノファイバーの再生医療への応用' (bottom center). The nodes are interconnected by dashed lines, showing the relationships and flow of research in this field.</p>					
<p>ナノファイバーはナノサイズファイバーとナノ構造ファイバーに分類することができる。前者は直径が1 nm~100nm(場合によっては 1nm~1000nm)で、いわゆるアスペクト比(長さ/直径)が 100 以上の繊維状物質を指し、後者は直径に関わらず表面及び内部の構造がナノオーダーで制御されている繊維状物質を指す。ナノファイバーの創製方法として電界紡糸(エレクトロスピンニング)法、CVD 法、複合紡糸法、メルトブロー法、生物採取法等が挙げられるが、最近最も大きな関心を集めているのが電界紡糸法である。これはほとんどの高分子に適用可能であるだけでなく、生体材料や無機材料や金属材料との複合化が可能である。本研究領域は次のように大別できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 複合ナノファイバーの創製 (2) ナノファイバーの形態制御 (3) ナノファイバーの再生医療への応用 <p>ナノファイバーの利用法としてエアフィルトレーションが最も早くから行われており、次に再生医療への応用が注目され始めた。その結果再生医療への応用に関する研究に引用件数の多い論文が見られる。今後ナノファイバーの応用に関して、エレクトロニクス、太陽電池、燃料電池、水処理、触媒、防護服、センサー、吸着、DDS 等に関して様々な研究の公表が行われると同時に、構造の分子論や熱、電気、力学、界面物性等に関しても多くの成果が発表されると考えられる。</p>					
内容分析 担当者	谷岡 明彦	東京工業大学 大学院理工学研究科 教授			

研究 領域名	核酸によるナノ構造開発		領域 ID	65
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
6(0)	16(0)	1080	1994	2004.6
<p>ナノテクノロジーの展開のためのマイクロレベルおよびナノレベルの構造を作製する技術として、各種のリソグラフィ法によって大きな材料を削っていきながら微細な構造を作っていく手法(トップダウン型アプローチ)が大きな成功をおさめてきた。ただ、削る道具よりも小さな構造は作れないなどの欠点を持っていた。逆に、分子や原子などを集めて所望の微細構造を組み上げていくボトムアップ型のアプローチでは、構造精度が分子・原子レベルになる可能性を秘めているものの、いかに望みの構造を作るかという設計が難しい。その欠点を解決するものとして、本領域の研究に見られるように遺伝情報を用いたナノ構造作成が注目を集めている。DNA などの分子は、核酸塩基アデニン/チミン、シトシン/グアニンの間で特異的なペアを造ることが知られている。したがって、DNA に書かれた遺伝情報(核酸塩基の配列)によって、特定の DNA を自発的に張り合わせることができる。この考えを発展させれば、様々なナノ構造体が DNA の集合体によって形成できる。また、所望の拡散塩基配列を持つ DNA は自動合成装置で合成することができ、PCR法によってその量を自在にふやすことができるという利点もある。</p> <p>本研究領域は、以下のような3つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 他の物質とのハイブリッド(無機物質や他の生体物質へ拡張) (2) ナノ構造作製(本研究領域の基本) (3) 動的機能の開発(ナノマシン開発や形態変化など) 				
内容分析 担当者	有賀 克彦	物質・材料研究機構 世界トップレベル研究拠点プログラム国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 主任研究者		

研究 領域名	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	領域 ID	66
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
44(7)	208(3)	4909	14111
		コアペーパーの平均出版年	
		2005.8	



低分子や高分子化合物の精密合成に基づく機能性材料の開発は、さまざまな分野への応用が期待され、ナノサイエンスの発達と共に近年活発な研究領域である。

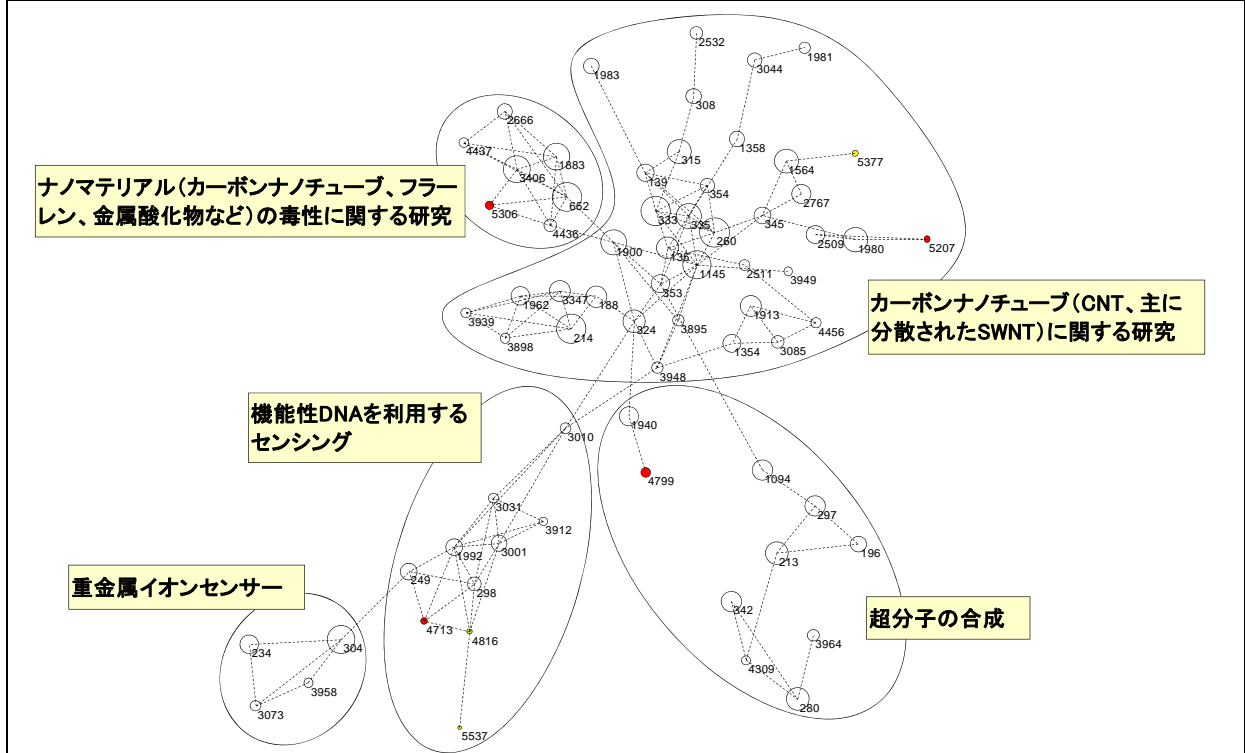
本研究領域は、制御された化合物を合成する比較的新しい手法と応用分野に関するリサーチフロントから構成されており、その主な内容は以下の通りである。

- (1) リビングラジカル重合
- (2) クリック反応
- (3) 分子機械
- (4) マイクロカプセルと多層フィルム

リビングラジカル重合に関しては、RAFT 重合の一般論(id3052,172,236)と金属触媒重合における触媒量の軽減(id3045)に関する被引用数が多く、応用としてバイオポリマーとの融合や熱応答性ポリマーの研究が多く見られる。一方、近年急速に発展してきたクリックケミストリーは反応開発と共に、さまざまな分子の合成へと応用されており、とくにリビングラジカルと組み合わせた新規高分子合成が大きな領域を占めている(id1895,4728)。クリック反応は、ロタキサンなどの環状分子の合成(id3900)にも用いられ、分子モーター・ナノバルブ・シャトル(id314,207,4801)などの分子機械に関する領域との重なりをもっている。さらにクリック反応は、マイクロカプセル合成にも応用され、刺激応答性ナノカプセル(id3463)や多層フィルム(id1865)などの領域とも関連がある。

内容分析 担当者	上垣外 正己	名古屋大学 大学院工学研究科化学・生物工学専攻 教授
-------------	--------	----------------------------

研究領域名	センサー/SWNT/機能性 DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	領域 ID	67
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
69(4)	293(16)	11966	29759
			コアペーパーの平均出版年
			2005.1



本研究領域は、センサー/SWNT/機能性 DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性に関連したリサーチフロントから構成され、以下の5つのグループに大別される。

(1) カーボンナノチューブ(CNT、主に分散されたSWNT)に関する研究

CNTの合成法、分散法、分離法の開発、および分光研究。機能化CNTの合成と応用。CNTとポリマー複合体の合成と応用。CNTを利用するセンシング手法の開発研究。CNTの電気化学への利用。CNTから形成される、またはCNTを含有するネットワークの構築など。

(2) ナノマテリアル(カーボンナノチューブ、フラーレン、金属酸化物など)の毒性に関する研究

(3) 超分子の合成

生体物質をテンプレートとする超分子の合成(キャストリング法、ゲル化など)、ナノワイヤーによるDNA検出法など。

(4) 機能性DNAを利用するセンシング

分子認識能を有するDNA(apptamerやDNAzyme)を利用するセンサーの開発研究。

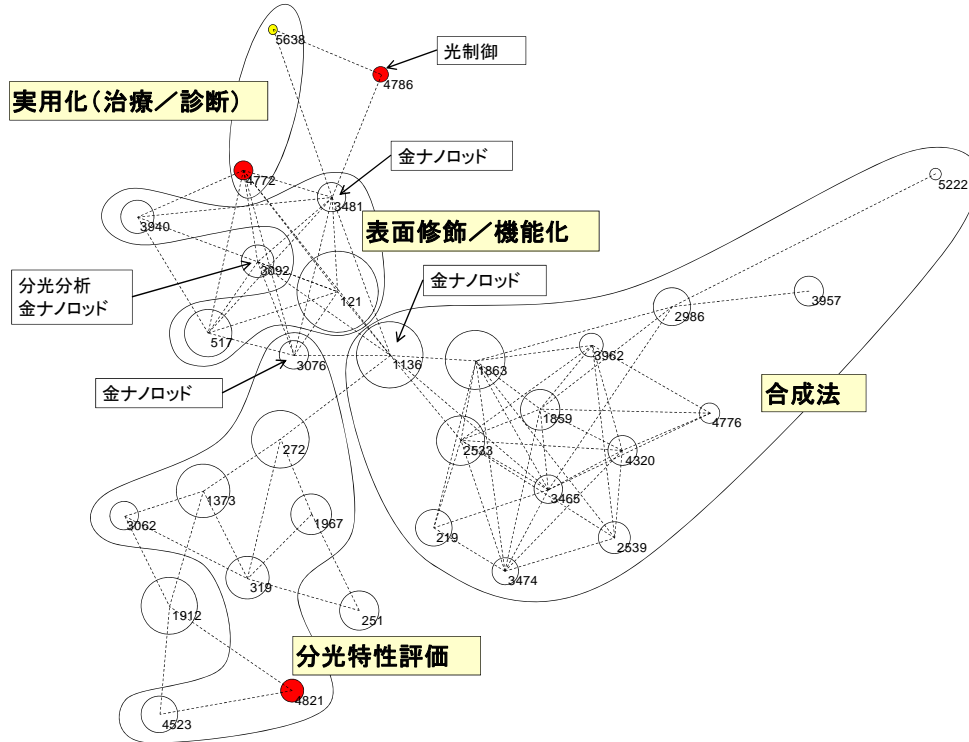
(5) 重金属イオンセンサー

環境(主に水系)中の重金属イオン(水銀イオンなど)を簡便に、高感度・高選択的に検出する手法の開発研究。

研究を行うにあたり、使用される物質、手法などに関してグループ間で引用されている場合があり、ゆるく関連付けられていると考えられる。

内容分析担当者	小野 晶	神奈川大学 工学部物質生命化学科 教授
---------	------	---------------------

研究領域名	金ナノロッドのバイオアプリケーション		領域 ID	68
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年
32(3)	86(1)	3732	8109	2005.2



金ナノロッドは棒状の金ナノ粒子であり、近赤外領域に強い光吸収バンドを有する。近赤外光は生体透過性の高い光であり、これを効率よく吸収する金ナノロッドとの組み合わせにより、疾病の診断や治療が可能になると期待される。本研究領域は以下のような研究から構成される。

(1) 実用化(治療/診断)

金ナノロッドの光吸収を利用した疾病の治療や滅菌を目的とした研究であり、金ナノロッド応用の代表的な出口の一つである(id5638, 4772)。

(2) 表面修飾/機能化

金ナノロッド表面に生体親和性の化合物を修飾することにより、生体中での機能性を制御しようとする研究(id3481)。金ナノロッドに限定せず、光を吸収するナノ粒子によって同様の課題を実現しようとした研究(id 121, 517)。また、id3940 は各種形状の金ナノ粒子の細胞取り込みを評価した基盤的研究である。

(3) 分光特性評価

金属ナノ粒子の分光特性の理論的な解析と応用である(id3076, 272, 1373, 1967, 3062, 319)。

(4) 合成法

金ナノロッドの合成法(id1136)とその他異方性粒子の合成法の研究である。

また、金ナノロッドの生体内での分布を特殊な分光法で明らかにしようとする研究(id3092)、光による能動的な機能制御をめざす研究(id4786)も含まれている。

内容分析担当者	新留 康郎	九州大学 工学研究院応用化学部門(分子)
---------	-------	----------------------

研究領域名	高効率有機電界発光(EL)素子			領域 ID	69
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
13(0)	90(7)	2617	7066	2004.8	
<p>本研究領域は有機発光材料を用いた高効率な発光素子「有機電界発光(EL)素子」に関するものであるが、一部、DNA 検出のバイオセンサーとして高分子材料を利用した研究も含んでいる。特に、イリジウム錯体の励起 3 重項状態からの高効率発光(リン光)を利用した高効率有機 EL 素子の研究が中心となっている。このようなリン光材料は従来の蛍光材料に比較して 4 倍の効率改善が期待できるため、分子構造を工夫した新規なリン光材料の開発および電極を含めた素子構造の改良による性能改善が盛んに進められている。また、印刷などの塗布法が適用できる高分子材料を用いた高分子系有機 EL 素子は大面積化と低コスト化が期待されている。有機 EL 素子の用途展開としては、次世代の超薄型フラットパネルディスプレイや固体薄型照明が挙げられる。</p> <p>本研究領域は、以下のような 3 つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 高効率リン光有機 EL 素子 (2) 高分子系有機 EL 素子 (3) 高分子を用いたバイオセンサー 					
内容分析担当者	時任 静士	日本放送協会 放送技術研究所 表示・機能素子部 部長			

研究領域名	超撥水表面			領域 ID	70
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
10(0)	51(2)	1733	4789	2005.3	
<p>1996 年に辻井らにより見出された、ハスの葉の表面凹凸構造を人工的に模倣し、超撥水性表面を創製する技術に関する研究は、21 世紀に入り急速に発展してきた。</p> <p>本研究領域は、超撥水性を示す表面創製技術に関する研究に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 生体(植物の葉表面)の持つ自己洗浄機能を模倣した、超撥水表面の創製 (2) 表面濡れ性制御(滑水機能、超撥水/超親水性制御) (3) 撥油機能発現 (4) 撥水性メカニズムの理論的解釈 (5) 新材料・分子組織化技術の応用(炭素系フラーレンの超分子組織体より超撥水膜を開発など) <p>超撥水性または濡れ性制御を達成するためには、基板、素材表面に微細加工された凹凸表面の創製が求められ、多くの研究がその材料・加工技術の開発に向けられている。一般に、ナノ・マイクロレベルの凹凸表面に形成される微細な孔に空気を取り込まれ、表面に接触する水の疎水性が向上すると解釈されているが、詳細な幾何学構造と表面濡れ性の相関についての物理的解釈も学術的には重要な課題である。最先端研究としては、高強度、優れた環境耐性を持つ超撥水性素材の開発や、超撥水機能と共に付加的な機能、例えば、超撥水/超親水性スイッチング、分子認識機能等を兼ね備えた表面・材料開発に関する研究が展開されている。</p>					
内容分析担当者	中西 尚志	物質・材料研究機構 ナノ有機センター 主任研究員			

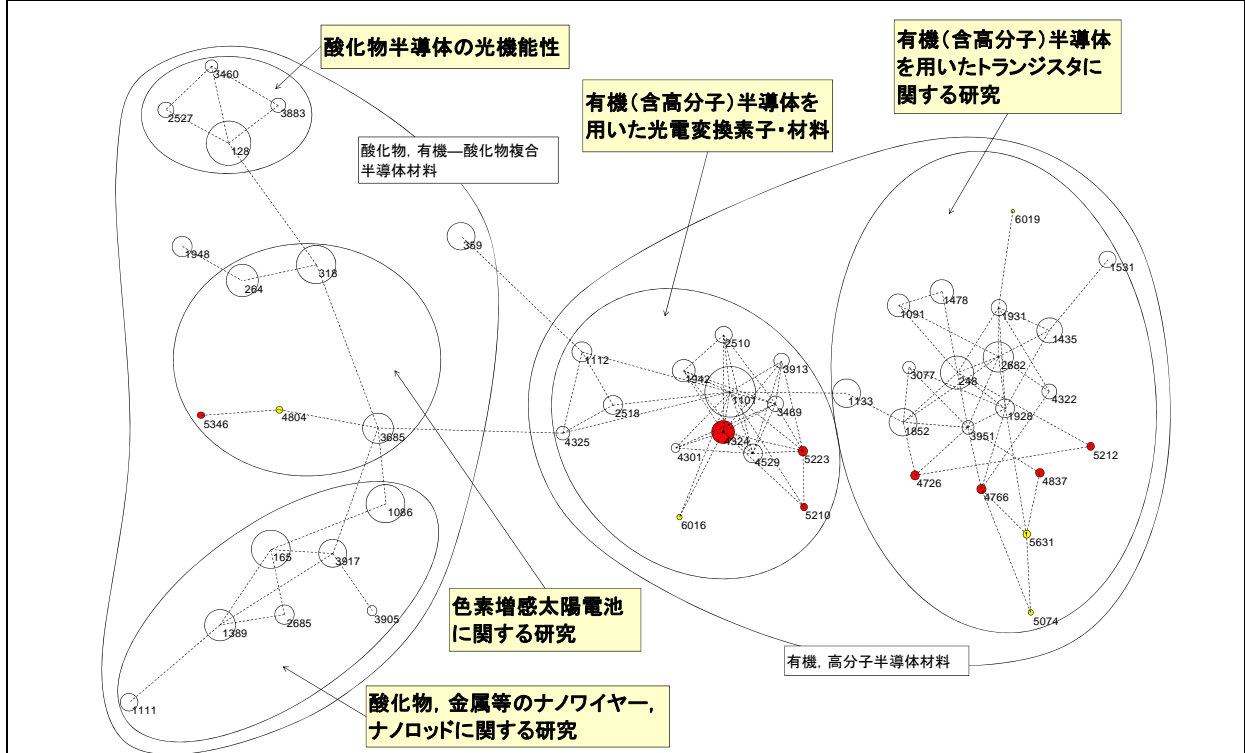
研究領域名	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物			領域 ID	71
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
9(1)	33(5)	1214	2393	2005.1	
<p>1990-1993年に規則性メソポーラスシリカが有機鋳型法によって合成されて以来、種々の細孔構造を有するシリカ多孔体が次々と報告された。本手法を利用してシリカ以外の物質を合成する研究やシリカ多孔体を鋳型として金属酸化物、カーボン、金属などの新規な規則性多孔体を合成する研究が活発に行われてきた。</p> <p>本研究領域は、以下のような3つの内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) メソポーラス炭素材料に関する研究 (2) 金属および金属酸化物系メソポーラス材料に関する研究 (3) シリカ系メソポーラス材料に関する研究 <p>以下に、材料ごとの研究内容を示す。</p> <p><シリカ>らせん状メソポーラスシリカの合成、バイオ分子との複合化 <カーボン>無機鋳型法による規則性メソポーラスカーボンの合成、窒素含有カーボン材料の合成、電気二重層キャパシタンス特性の評価、白金/カーボン複合体の燃料電池への応用、有機鋳型法による規則性メソポーラスカーボンの合成、細孔径制御 <金属>無機鋳型法による白金ナノワイヤーの合成 <金属酸化物>磁性を有する多孔体の合成</p>					
内容分析担当者	西山 憲和	大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授			

研究領域名	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料			領域 ID	72
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
9(1)	30(5)	1111	1961	2005.4	
<p>イオン液体は蒸発しにくいことや水や有機溶媒との相溶性を制御できるという特性から、再利用可能な環境調和型の有機合成溶媒や抽出溶媒として 2000 年以降活発に研究され続けている。さらに、その自己組織化特性、高温安定性、及び界面を利用したユニークな構造を有するマテリアル合成に関する報告が 2003 年以降急増している。ナノマテリアルとしては、金属ナノ粒子や中空・メソポーラス状の金属酸化物が合成されている。</p> <p>本研究領域は、以下のリサーチフロントで構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) イオン液体からのナノマテリアル合成 (2) 中空・メソポーラス状ナノマテリアル合成 <p>光エネルギー変換やガスセンサー、貯蔵材料開発の観点から中空・メソポーラス材料が注目されているが、作製ステップの簡素化ならびに低コスト化のため特別なテンプレートを用いないテンプレートフリー合成法が活発に研究されている。その一つとして、ナノマテリアル合成溶媒としてのイオン液体の重要性が提案され、ゾルゲル反応 (id299, 1147) やイオノサーマル合成 (id1929) として実証されている。</p>					
内容分析担当者	中嶋 琢也	奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 助教			

研究領域名	イオン液体			領域 ID	73
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
15(1)	75(18)	2104	5509	2005.1	
<p>イオン液体を含む多成分系の物性とその反応媒体としての利用</p> <p>イオン液体の構成イオンの構造と物性との相関に関する研究</p> <p>電気化学システムへの応用</p>					
<p>イオン液体はイオンのみから構成される液体である。その構成イオンは溶媒がないにもかかわらず電離している。これが、水・有機溶媒に続く第三の液体として注目を集めている。イオン液体は、蒸気圧が無視できるほど低い、耐熱性があり液体温度域が広い、イオン伝導性を有するなどのユニークな特徴から、環境にやさしい反応媒体、電気化学システムへの応用、真空系に適用できる湿式プロセスの開発など、研究範囲が広がっている。</p> <p>本研究領域は、イオン液体の理解、媒体としての利用、材料としての利用などの要素技術に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) イオン液体の構成イオンの構造と物性との相関に関する研究 (2) イオン液体を含む多成分系の物性とその反応媒体としての利用 (3) 電気化学システムへの応用 <p>イオン液体の構造と物性は基礎物理化学的な研究であり、反応媒体への利用は物質創製・分離抽出・分析・電気化学など幅広い分野であり、これらが互いに関連し合っている。被引用数の急増がみられるのが、イオン液体と水との二成分系の物性に関する研究(id4800)である。</p>					
内容分析担当者	渡邊 正義	横浜国立大学 大学院工学研究院 教授			

研究領域名	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発			領域 ID	74
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
10(1)	28(1)	1520	2496	2004.4	
<p>1980年代後半にはじまるナノ炭素材料は、ナノファイバー、ナノチューブ、グラフェンなどを基本素材とし、世界規模で構造デザイン・制御、合成法、機能化に向けた研究が盛んに行われている。ここ2、3年は、学術的な基礎研究は一段落しつつあり、高機能化・実用化に向けた模索が続いている状況である。一方、自然界の温和な環境下で形成する貝殻やウニのとげなどは、炭酸カルシウムと有機高分子で構成される有機無機複合材料である。近年、このような生物に学び・ならう材料合成に関連した基礎研究が急速に進展している。</p> <p>本研究領域は、炭素を含む素材からの材料開発と括ることができ、高強度材料の実現をひとつの出口イメージとし、3つのリサーチフロントの集合が含まれている。</p> <p>(1) カーボンナノチューブなどのナノカーボンを用いた材料開発 (2) 貝殻などの生体鉱物(バイオミネラル)すなわち生物に学び・ならう環境にやさしい材料開発 (3) 生物にならう材料合成を発展させた新しい概念「非古典的な結晶化:メソクリスタル」からの材料開発</p> <p>(1)のナノカーボンに関して、その基本骨格構造の違いと構造制御に基づき、材料強度などが解析されている(id5366, 2517, 1877, 940, 963, 1891において構造ごとに分類されている)。</p> <p>(2)の生物にならう材料開発では、貝殻真珠層の構造・形成に関する基礎研究(id3483, 1141)、生物にならう有機無機複合材料の合成(id329)がある。特に被引用数の急増が顕著なのは、生物にならう材料合成をさらに一般化かつ発展させた新しい材料合成の概念「非古典的な結晶化、メソクリスタル」(id179)である。</p>					
内容分析担当者	緒明 佑哉	慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 助教			

研究領域名	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	領域 ID	75
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
52(8)	237(21)	9023	22986
			コアペーパーの平均出版年
			2005.2



本研究領域は主に以下の内容を中心に形成されている。

<有機, 高分子半導体材料>

- (1) 有機(含高分子)半導体を用いたトランジスタに関する研究
- (2) 有機(含高分子)半導体を用いた光電変換素子・材料

<酸化物, 有機-酸化物複合半導体材料>

- (3) 酸化半導体の光機能性
- (4) 色素増感太陽電池に関する研究
- (5) 酸化物、金属等のナノワイヤー、ナノロッドに関する研究

これらはいずれも 1990 年代以降, 注目されている分野であり, 材料開発とデバイスの最適化, および基礎科学的な理解の深化とともに, 発展している。

このうち, 色素増感太陽電池関連(id318, 3685)では従来から用いられてきた, 酸化チタンとともに酸化亜鉛にも注目が集まってきている。

一方, 有機半導体分野では, 有機トランジスタに注目した材料・素子開発から有機薄膜太陽電池へのシフトが伺える。中でも高分子材料ではこの傾向が顕著で, 従来, 塗布用トランジスタ(id1133)として用いられてきた共役高分子半導体(導電性ポリマー材料)を利用した薄膜太陽電池(id1101)から, 材料の電子構造の最適化によりバンドギャップを制御した高分子半導体材料(id4324)での急増が見られる。

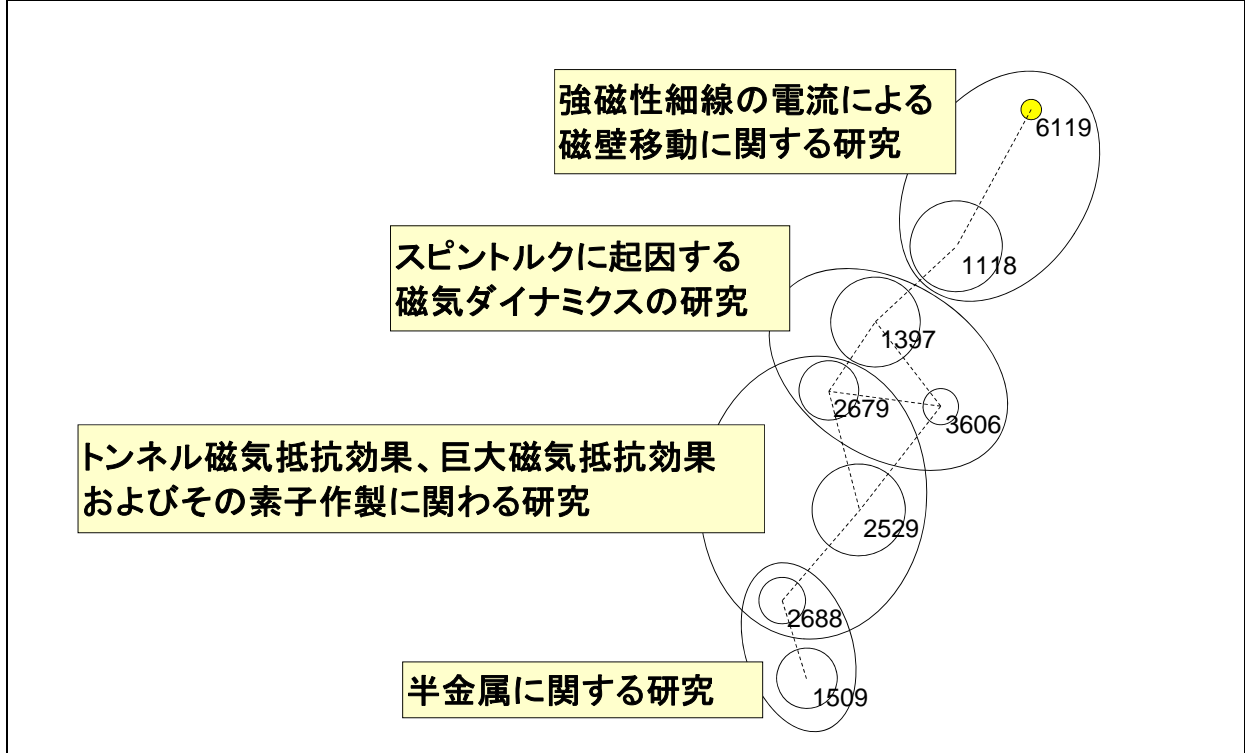
内容分析担当者	瀧宮 和男	広島大学 大学院工学研究科 教授
---------	-------	------------------

研究 領域名	固体高分子形燃料電池			領域 ID	76
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
20(1)	89(3)	1852	4294	2005.3	
<p>固体高分子形燃料電池 (PEFC) の普及化のためには、以下の大きな課題があり、それぞれ活発に検討がなされている。</p> <p>(1) 高性能触媒の開発 (2) 耐久性の評価と向上 (3) 水管理・物質輸送管理</p> <p>(1)に関しては、材料合成による高機能材料の探索が主に検討されており、幅広く材料合成に精通した研究者の参加が見られる分野であり、特に「電気化学」の分野での基礎的な研究が盛んである。(2)に関しては、本格普及化には不可欠な検討であるため、企業からの報告も多い。(3)に関しては、シミュレーションによる理論的な解析が長年行われており、その改良も進んでいる。さらに最近では可視化による実験と理論との橋渡しが盛んに検討されている。</p> <p>また、上記の課題に加え、以下の項目も検討されている。</p> <p>(4) 小型燃料電池の開発</p> <p>これは、電源の小型化が必要な限定的な用途(ニッチ)を対象としているため、上記の3検討と比較すると検討例は少ないものの、一定の社会的なニーズがあるため長年、検討がなされ続けている。特に2000年に入り一時、微細加工技術を用いた作製が活発になったが最近では成熟した分野になりつつある。家庭用や車載用の固体高分子形燃料電池の副次的な位置づけとされている。</p>					
内容分析 担当者	富中 悟史	早稲田大学 理工学術院(逢坂研究室) 次席研究員			

研究領域名	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形			領域 ID	77
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
11(1)	46(7)	1768	4108	2004.9	
<p>2002年頃、バルク金属ガラス形成の組成則を満足しない二元合金でも、高いガラス形成能を示すバルク状の金属ガラスが形成された。また、多くの合金系においてセンチメートル級の金属ガラスが作製されてきた。その高ガラス形成能の支配因子およびバルク金属ガラスの形成機構の解明は重要な課題になった。この時期から、特定組成の金属ガラス合金も大きな塑性変形を示すことも発見され、その変形挙動および大きな塑性変形の発現メカニズムに関する研究も盛んに行なわれている。</p> <p>本研究領域はバルク金属ガラス合金の形成および機械的性質に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 金属ガラス合金のガラス形成能、局所構造および機械的性質に関する研究 (2) 金属ガラス合金の変形に関する研究 (3) 金属ガラス合金の動的な性質の解析 <p>新型のバルク金属ガラス合金の創製、その形成機構の解明および機能特性に関する研究である。バルク金属ガラス合金の形成機構に関する研究領域(id2506, 2508, 1132)も広がりを見せている。最も研究トピックスの広がりが大きいのは、バルク金属ガラス合金の塑性変形に関する研究領域(id3597)である。</p>					
内容分析担当者	張 偉	東北大学 金属材料研究所 准教授			

研究領域名	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性			領域 ID	78
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
13(1)	70(18)	2751	7964	2005.5	
<p>新強誘電体探索およびその物性に関する研究</p> <p>マルチフェロイクスに関する研究</p> <p>BiFeO₃などの薄膜や超格子における強誘電特性向上に関する研究</p>					
<p>焦電性・圧電性・高誘電率などの物性を示す強誘電体は、アクチュエータ・赤外線センサーなど既に様々な方面の応用に使われているが、その多くは鉛を含有しているなどの問題から新規な材料の開発が望まれている。2003年に「BiFeO₃薄膜における巨大な電気分極」と「TbMnO₃における磁場による電気分極の制御」が観測されたことを契機に、新規強誘電体材料として、磁性と強誘電性が一つの系で共存するマルチフェロイクスと呼ばれる物質群が注目を集め、その研究は急速な拡がりを見せている。</p> <p>本研究領域は、大別して以下のリサーチフロントで構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 新強誘電体探索およびその物性に関する研究 (2) マルチフェロイクスに関する研究 (3) BiFeO₃などの薄膜や超格子における強誘電特性向上に関する研究 <p>マルチフェロイクスにおいては、磁気および強誘電秩序といった2つの秩序変数を利用した多値メモリ材料などへの応用や磁場による誘電性の制御や電場による磁性の制御など稀有の物性制御が実現可能であることから、磁気電気変換素子といった新規のデバイス構築が期待される。</p>					
内容分析担当者	木村 剛	大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授			

研究領域名	金属スピントロニクス	領域 ID	79
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
8(0)	61(22)	2094	6002
コアペーパーの平均出版年			
2004.8			



1988年の巨大磁気抵抗効果の発見、さらに、1995年のトンネル磁気抵抗効果の発見以降、強磁性体金属の接合構造および、細線構造内における電気伝導と磁気状態の相互作用が盛んに研究されるようになった。この結果、磁気抵抗素子は既に磁気ハード磁気ディスクの読み出しセンサーとして実用化され、さらに、磁気アランダムアクセスメモリ(MRAM)の記憶セルとしての実用化研究が進展している。また、強磁性細線中の磁壁の電流による制御、半金属を用いた高性能磁気抵抗素子に関する研究も増加している。

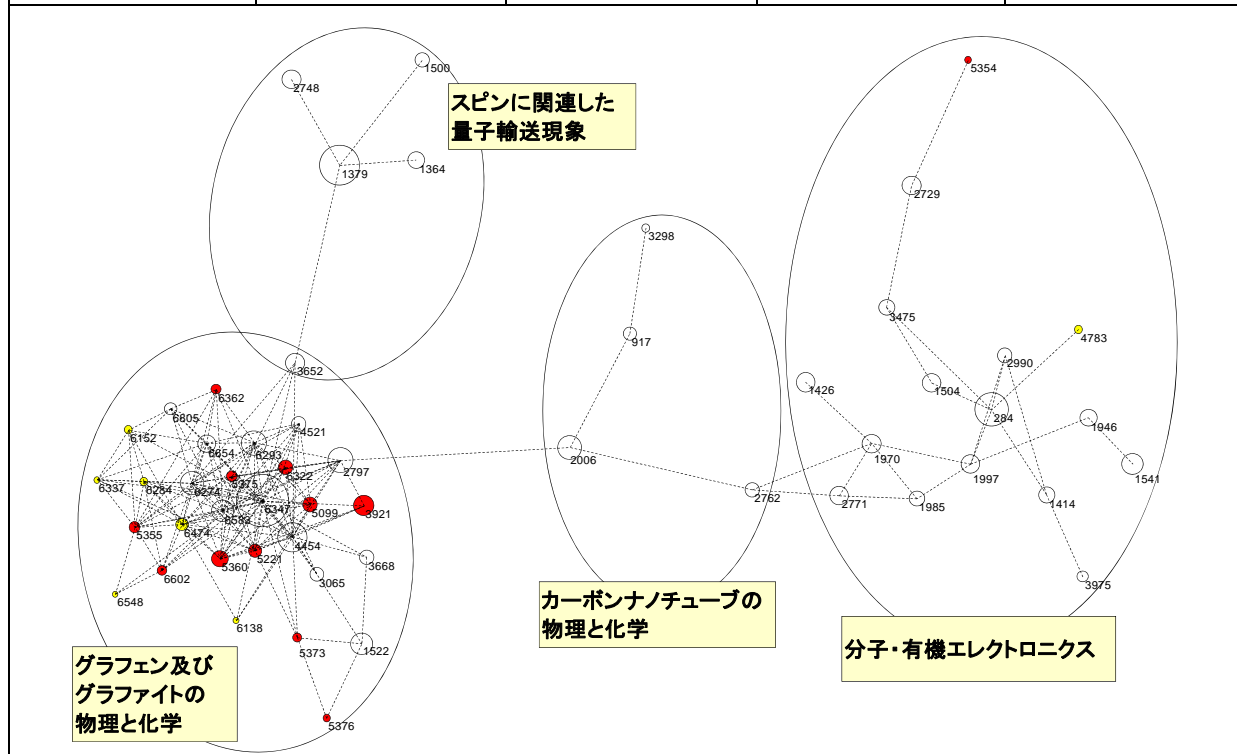
本研究領域は、以下の研究から構成されている。

- (1) トンネル磁気抵抗効果、巨大磁気抵抗効果およびその素子作製に関わる研究
- (2) スピントルクに起因する磁気ダイナミクスの研究
- (3) 半金属に関する研究
- (4) 強磁性細線の電流による磁壁移動に関する研究

磁気抵抗素子・強磁性細線の作製と磁化ダイナミクスの測定がキーテクノロジーとなり、これらを中心に研究が展開している。この研究領域は全体が新しく研究が増加傾向にあるが、その中で、磁気抵抗素子に電流を通電することにより磁化反転やマイクロ波の発振を行う研究(id1397)、および電流により磁壁移動を制御する研究(id1118, 6119)が特に増加傾向にある。

内容分析担当者	鈴木 義茂	大阪大学 大学院基礎工学研究科 物質創成専攻 教授
---------	-------	---------------------------

研究 領域名	分子性物質の物理と化学	領域 ID	80
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
54(12)	264(23)	5879	21734
		コアペーパーの平均出版年	
		2005.9	



分子をエレクトロニクスに使うというアイデアは 1980 年代から提唱されてきたが、その進歩は遅々たるものであった。近年、我が国の飯島博士によるカーボンナノチューブの発見、2005 年の Geim らによる単層グラフェンの作成と量子ホール効果の発見などで、カーボン系が再び脚光を浴びることになり、量子輸送現象の研究とともにその物理学と化学が急速に発展しつつある。一方、単分子と金属の結合系は分子スイッチなどの観点から息の長い研究が続けられている。本研究領域の主な内容は以下の通りである。

(1) グラフェン及びグラファイトの物理と化学

量子ホール効果の発見(id6347)に続き、酸化膜の作成、suspended グラフェン、2 重層、3 重層グラフェン、など系のバリエーションが増しつつあること、ゲートによるドーピングなどの制御技術が発展しつつあること、が見て取れる。また、トポロジカル絶縁体という新しいタイプの絶縁体がグラフェンのモデルから提案され、HgTe や Bi₂Se₃ という他の系で実際に観測されるに至り、新しい分野を形成している(id3652)。

(2) スピンに関連した量子輸送現象

異常ホール効果(id1364)、スピンホール効果(id1379)などスピン軌道相互作用が引き起こす量子輸送現象が、スピントロニクス分野で盛んに研究されている。分子性物質では、スピン軌道相互作用が一般に弱いので、直接には関係しないが、グラフェンなどで現れるディラックフェルミオンの分散が、これらの現象と関連している。

(3) 分子・有機エレクトロニクス

単一分子接合(id284)や分子スイッチ (id1541) 量子ドットの近藤効果 (id1426)など、単一分子と金属系の結合で起きる様々な現象が大きなテーマとして存続している。Amine と金は電子的に性質の良い接合を作ることから急速に発展中である (id4783)。

(4) カーボンナノチューブの物理と化学

カーボンナノチューブは飯島博士によって発見され、その後も我が国が世界に研究を牽引している分野である。近年では、その基礎物性のほかに、応用研究への展開もなされている(id3298, id2762)。

内容分析 担当者	永長 直人	東京大学 大学院工学系研究科 教授
-------------	-------	-------------------

研究 領域名	金(ゴールド)のナノケミストリー			領域 ID	81
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
10(1)	45(4)	1485	2892	2005.6	
<p>過去 30 年にわたる物理化学実験や理論計算を通して、原子や分子が数〜数十個程度会合してできたクラスタ(語源:ぶどうの房)が、バルク物質では見られない特異的な構造や物性を示すことが広く認知されるに至った。最近では、新しいナノデバイス・ナノ材料・触媒の機能素子としてクラスタが注目されている。特に金(ゴールド)のクラスタは、金触媒のサイズ効果や反応機構を解明するためのモデル系として、その構造・安定性・反応性に関する情報が複合的かつ系統的に集積されてきた。</p> <p>本研究領域は、真空中に孤立した金クラスタの構造・反応性に関する基礎的な研究から、化学修飾による金クラスタの合成や金触媒開発に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 金クラスタの幾何・電子構造 (2) 金クラスタの化学的性質 (3) 金クラスタおよびバルク金表面の化学修飾 (4) 空孔構造をもつ金触媒 <p>金酸化触媒との関連から、最も研究トピックスの広がり大きいのは、金クラスタの構造と酸素分子の活性化機構に関する研究領域である。また、チオラートで保護された金クラスタについては、サイズ選択的な合成法が確立され、幾何構造についても統一的理解が確立されつつある。</p>					
内容分析 担当者	佃 達哉	北海道大学 触媒化学研究センター 教授			

研究 領域名	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論		領域 ID	82
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
11(0)	60(2)	2419	5230	2005.7
<p>量子化学計算は分子設計や化学反応解析に欠かせない手段となりつつある。牽引するのは密度汎関数理論(DFT)である。もともと固体物性の理論で、90年代中頃に量子化学に導入されたDFTは、現在では量子化学計算の9割近くで利用され、量子化学から固体物性へ逆に新世代DFTが導入されはじめている。</p> <p>本研究領域は、大規模分子の量子化学計算のための新世代DFTの開発とその応用に関するリサーチフロントで構成されている。その内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 大規模系計算のための長距離交換補正DFTの開発と応用 (2) 固体物性計算のための交換力減衰DFTの開発と応用 (3) Van der Waals計算のためのDFTの開発と応用 (4) Meta-GGA汎関数の開発 (5) 高精度化学計算のための経験的理論の開発と応用 <p>特に被引用数の急増するトピックは、長距離交換補正DFTの改編と大規模系への応用(id327, 323)に関する研究と、化学物性の高精度再現を第一義とする経験的DFTの開発と応用(id1935, 1943)に関する研究の2種類である。関連して、Van der Waals計算(id1561, 3934)、アルカン異性体(id3887)などの大規模分子計算でのDFTの問題に関する研究領域も発展している。</p>				
内容分析 担当者	常田 貴夫	理化学研究所 基幹研究所次世代分子理論特別研究ユニット 副ユニットリーダー		

研究領域名	配位空間・配位格子の設計と機能			領域 ID	83
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
41(8)	165(18)	6197	17354	2005.6	
<p>1990年代から分子化学の分野において超分子化学 (supramolecular chemistry) や結晶工学 (crystal engineering) の手法が飛躍的に発展し、現在、分子レベル (ナノレベル) で分子格子やそれにより囲まれる空間を自在に設計する研究が注目を集めている。中でも、遷移金属イオンと有機分子を組み合わせた「配位化合物 (金属錯体)」は、その設計性の多様性と柔軟性、また電子や磁気スピンの扱いやすさから特に注目されている物質群であり、次世代ソフトマテリアル材料の最も期待される物質候補である。21世紀に入ってから、配位空間や配位格子の新規設計とともに、その構造の特徴を活かした「機能性」発現に研究が進展し、その内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 配位空間・配位格子の設計と機能</p> <p>「配位空間や配位格子の新規設計」、「配位空間を利用したガス吸着・吸蔵」、「配位空間を利用した分子挿入と挿入分子選択型柔軟格子」、「配位空間内での分子反応、ポリマー化、触媒機能」、「配位格子の電氣的・磁氣的性質を利用した挿入分子の機能化」、「配位空間に閉じこめられた水分子の挙動解明」、「配位空間における水クラスター研究」が含まれる。</p> <p>(2) 低次元分子磁石/ナノサイズ分子磁石</p> <p>上記の配位格子は三次元格子を主としているが、こちらは配位格子の次元を低次元に制御することにより得られる、特に磁性に着目した研究が含まれている。その中には、今世紀になって飛躍的に発展し、現在注目されている、「単分子磁石 (Single-Molecule Magnets) や単次元鎖磁石 (Single-Chain Magnets) や単分子磁石連結型分子磁石に関する研究」や「古典的な磁性研究」が含まれている。</p>					
内容分析担当者	宮坂 等	東北大学 大学院理学研究科 准教授			

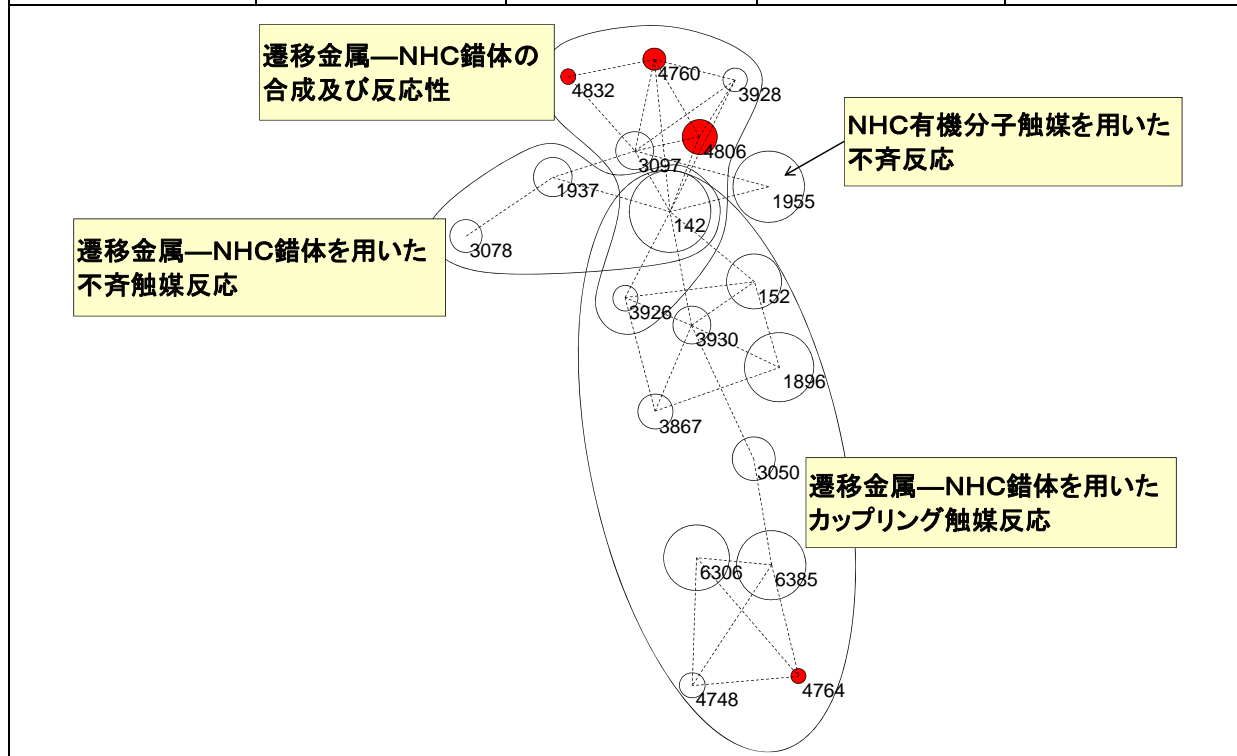
研究 領域名	水素結合の研究			領域 ID	84
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(1)	23(0)	1197	2413	2004.6	
<p>水素結合は、分子を構成する原子をつなぎとめている共有結合などの結合に比べるとはるかに弱い結合ではあるが、DNA の2重螺旋やタンパク質の構造の形成に重要な役割を果たしている。水素結合は地球上でもっとも身近な物質のひとつである水の性質に大きな影響を及ぼしているため、水の水素結合を対象とした研究が多く見られる。水の水素結合の研究の歴史は1920年ごろにまでさかのぼることができるほど古く、昔から数多くの理論的・実験的研究が行われてきたが、現在でも、水は、水素結合によって結びついた物質のうちもっとも単純な系のひとつであることから盛んに研究が行われている。</p> <p>本研究領域を構成するリサーチフロントは、以下の二つの領域に大別できる。</p> <p>(1) 超高速分光による水素結合の研究</p> <p>二次元赤外分光法やフォトンエコー法などレーザーを用いた超高速分光の特長である時間変化の観測を生かして、水素結合の動的性質(ダイナミクス)を調べる研究が行われている。</p> <p>(2) 水の水素結合に関する研究</p> <p>水素結合の代表的な物質である水に対して、レーザーを用いた高速振動分光による研究(id232)、第一原理計算を元にした分子動力学計算による理論的研究(id1847)、軟X線分光を用いた実験的研究(id1858)が行われている。</p>					
内容分析 担当者	徳島 高	理化学研究所 放射光科学総合研究センター			

研究 領域名	アニオンセンサー		領域 ID	85
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
12(1)	48(2)	1858	4476	2005.2
<p>クラウンエーテルの発見に伴い急速にそのレセプター・化学センサが整備されたカチオン種に比べて、電荷数・形状が異なる種が多く存在するアニオンに関しては、そのレセプター、化学センサの整備が遅れていた。古くはアンモニウム塩を基盤としたレセプターが研究され、その後はターゲットとするアニオン種に合わせて水素結合性部位を併せ持ったレセプターが開発された。</p> <p>本研究領域は以下のような4つのグループに分類される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) アニオンレセプターの基礎的研究ならびに化学センサへの応用 (2) アニオンレセプター初期の研究 (3) アニオン化学センサの読み出し部位の多様性 (4) フッ化物に特化した化学センサ研究 <p>アニオンレセプターの基礎的研究はこの10年ほどで大きく進行し、ピロール環やインドール環を利用したレセプターが多く整備された。アニオンレセプターの初期の研究であるアンモニウム塩を利用した研究は現在でも多くのグループに影響を及ぼしている。認識に伴う、レセプター化合物の物理化学的変化を色の変化や発光色の変化として読み出す化学センサへの展開が図られ、多くの化学センサが報告されるに至っている。読み出し用の発色団のデザインは燐光を発するランタノイド系錯体にまでおよび、多くの試行がなされていることが伺える。特に、水道水や植物における代謝、また化学兵器の代謝物として知られているフッ化物イオンセンシングが領域として見られるようになった。全体的として、アニオンレセプターという研究領域の発展に繋がっている。</p>				
内容分析 担当者	竹内 正之	物質・材料研究機構 ナノ有機センター グループリーダー		

研究 領域名	触媒的不斉合成			領域 ID	86
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
69(9)	289(56)	4846	23672	2005.7	
<p>触媒的不斉合成とは、少量の不斉源を用いて、大量の光学活性化合物を合成する反応であり、医薬品などの生物活性物質の合成において欠かす事のできない反応である。これまでは不斉触媒として有機金属を用いる反応が多用されていたが、2000 年から低分子有機化合物を触媒とする有機触媒が精力的に研究されるようになり、現在は急激な発展期にある。</p> <p>本研究領域は用いる触媒のタイプや反応のタイプにより、以下のような3つのグループに分類される。</p> <p>(1) 有機触媒を用いた不斉触媒反応</p> <p>およそ9割の反応は有機触媒を用いるものであり、有機金属を用いるものはマイケル反応とマンニッヒ反応、アリル化反応等に限られる。有機触媒としては、イオン性液体を用いる反応、バイリス・ヒルマン反応が有機触媒の中で、独自のリサーチフロントを形成している。その他の有機触媒のリサーチフロントはお互い、密接に関係している。相関移動触媒(id222, 4751)、光学活性なアミノ酸あるいはその誘導体を触媒とする反応 (id5588, 6264, 6294, 6379, 6392, 6396, 6400, 6418, 6434, 6449, 6455, 6456, 6507, 6520, 6588, 6592, 6678, 6731, 6833 この範疇にはアルドール、マイケル、マンニッヒ反応等が含まれる)、光学活性なリン酸を触媒とする反応(id6280, 6301, 6909)水中での有機触媒の反応(id6311)、ドミノ反応 (id6329, 6427)、チオウレアを用いる反応(id6352, 6599)等があげられる。なお、特に急激に進展しているのが、有機触媒を用いたアルドール反応、マイケル反応、マンニッヒ反応である。</p> <p>(2) 有機金属を用いた骨格形成反応</p> <p>(3) ハロゲン化反応</p>					
内容分析 担当者	林 雄二郎	東京理科大学 工学部工業化学科 教授			

研究 領域名	遷移金属触媒による分子変換反応			領域 ID	87
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
30(3)	151(5)	3727	12458	2005.7	
<p>軌道での電子授受を鍵とする遷移金属触媒反応は、他の手法では困難な炭素—炭素及び炭素—ヘテロ原子結合の形成を一工程で穏和かつ触媒的に達成することが可能であることから、現代の有機合成において中心的な役割を果たしている。創薬・材料科学より要請される高度化された有機分子の迅速な供給のためには本研究領域の発展が不可欠であるといえる。</p> <p>本研究領域は以下のカテゴリーに分類することができる。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 金を中心とする炭素親和性(carbophilic)遷移金属触媒による反応開発 (2) ルテニウムによるメタセシス反応 (3) 鉄触媒による新規分子変換プロセスの開拓 (4) 遷移金属触媒によるヘテロ環合成(ヒドロアミノ化反応を中心とする) <p>アルキンなどの炭素炭素多重結合の活性化を鍵とする金触媒反応はこの 10 年で爆発的な研究が展開された。2007 年以降これらの研究に関するレビューが多数発表され(id6360, 6409, 6604)、成熟した有機合成手法へと発展した。一方、元素戦略的観点に基づきより豊富に存在し低環境負荷である鉄を活用する触媒的分子変換反応が近年精力的に研究されているのが特徴的である(id4774, 6277)。</p>					
内容分析 担当者	中村 達	東北大学 大学院理学研究科 准教授			

研究領域名	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	領域 ID	88
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
19(4)	95(1)	3044	7444
コアペーパーの平均出版年			
2005.9			



近年、N-ヘテロ環カルベン(NHC)を配位子とした様々な遷移金属錯体が合成され、これを触媒とした種々の効率的な分子変換プロセスが有機化学者の注目を集めている。その目立つ成果として、2005年ノーベル賞はこの分野の一つであるNHC配位子を有するルテニウム触媒によるメタセシス反応の研究者に与えられ、合成化学の中で最も活発な研究分野と伝わった。さらに、遷移金属-NHC錯体を触媒として用いることにより、従来困難である様々なカップリング反応が温和な条件で効率的に進行していることが明らかになっている。被引用数の最も多く見られるのが、光学活性NHC合成及びその遷移金属錯体の不斉変換反応への応用に関する研究である(ID142)。また、最も被引用数の急増が見られるのが、NHC-金属錯体の合成・反応性に関する有機金属錯体研究である(id4806)。そのほか、最近、光学活性NHCを有機触媒として用いる不斉変換反応に関する領域は発展中である(id1955)。本研究領域は、NHC-遷移金属錯体の合成及び触媒反応への応用を中心としたリサーチフロントで構成されている。

本研究領域を構成するリサーチフロントの内容は以下の通りである。

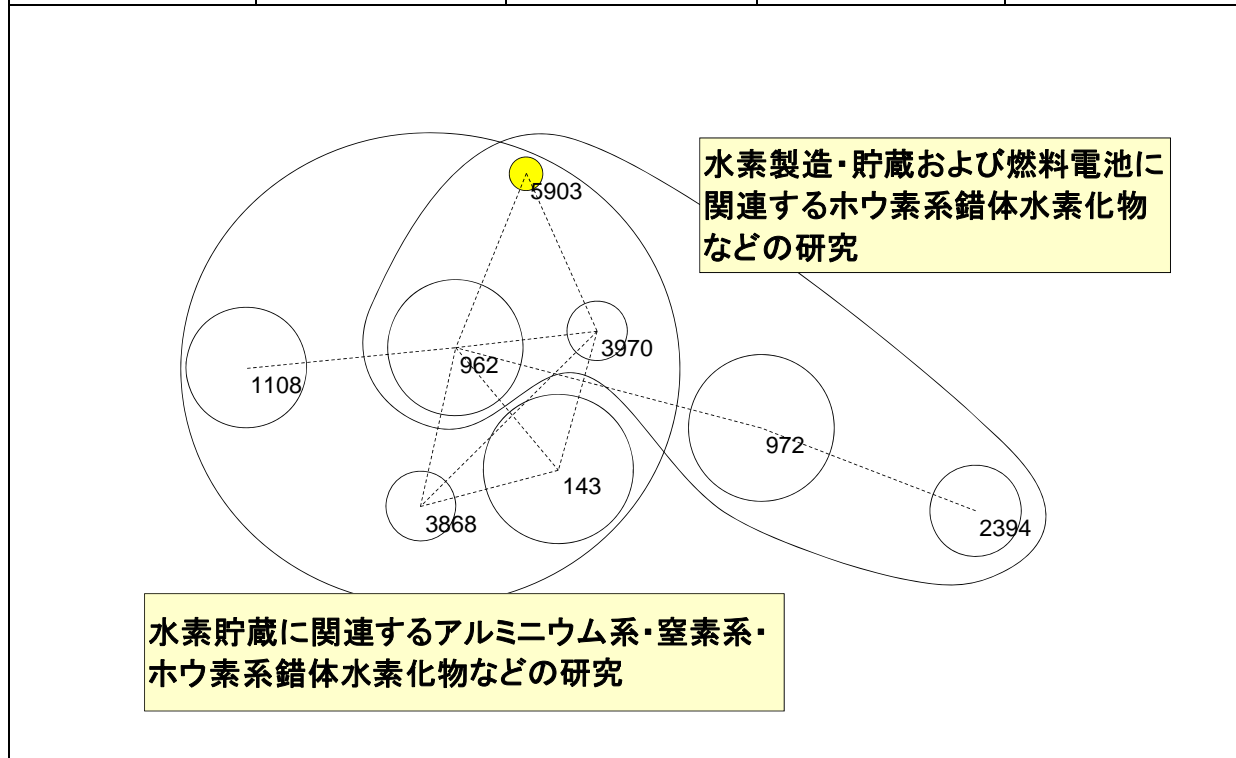
- (1) 遷移金属-NHC錯体の合成及び反応性
- (2) 遷移金属-NHC錯体を用いたカップリング触媒反応
- (3) 遷移金属-NHC錯体を用いた不斉触媒反応
- (4) NHC有機分子触媒を用いた不斉反応

内容分析担当者	金 鉄男	東北大学 大学院理学研究科 化学専攻 助教
---------	------	-----------------------

研究領域名	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成			領域 ID	89
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
15(5)	53(2)	801	2670	2006.5	
<p>有機化学において、炭素-炭素結合の形成反応は、様々な有用化合物の精密合成に不可欠であり、これまでに種々の方法が開発されている。その一つとして、ニッケルやパラジウムのような遷移金属の錯体触媒を用いたクロスカップリングと呼ばれる極めて有用な方法が、1970年代初め頃から相次いで報告され、現在では有機合成において頻繁に用いられるようになってきている。この反応法は、まず二つの異なる化合物における反応点の炭素-水素結合を、それぞれ炭素-ハロゲン結合と炭素-典型金属結合に変換して活性化しておき、触媒存在下で炭素-炭素結合を形成させるものである。一方、1990年代に、二つの炭素-水素結合のうち片方を活性化することなく、そのまま直接反応に用いる新しいクロスカップリング法がいくつか見いだされた。その有用性から、特に芳香族およびヘテロ芳香族化合物を中心に直接法の研究が最近活発に行われており、まとまった総説が発表されるに至っている(id6512)。</p> <p>本研究領域は、以下のような内容から構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 酸化剤を用いるパラジウム触媒反応(id6506) (2) ルテニウムや銅を触媒に用いる反応法(id6265, 6698) (3) 二つの炭素-水素結合の酸化的脱水素を伴う直接的炭素-炭素結合形成(id6351) (4) 低反応性含窒素複素環化合物の直接カップリング(id6470) <p>また上記の炭素-炭素結合形成法に加え、以下の研究も進んでいる。</p> <ol style="list-style-type: none"> (5) 炭素-水素結合の炭素-窒素結合への変換 (id1878, 3932, 4724) 					
内容分析担当者	三浦 雅博	大阪大学 大学院工学研究科 教授			

研究 領域名	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池			領域 ID	90
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	60(2)	1174	3936	2005.7	
<p>微生物が有機物を代謝する過程で生じる電子を取り出して発電を行う技術研究領域である。微生物を活用する微生物燃料電池に関するリサーチフロント(id63)と、微生物から取り出した酵素を活用する酵素バイオ電池に関するリサーチフロント(id132)がある。低環境負荷型技術として注目度が高く、以下の環境浄化、クリーンエネルギー分野での応用が期待される。</p> <p>本研究領域は、微生物燃料電池、酵素バイオ電池によるグリーンエネルギー生産研究に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 環境浄化への応用研究 廃水やバイオマスを利用する発電(id63, 4186):有機成分を含有する汚水やバイオマス廃棄物を利用する発電。重金属汚染の浄化(id1228):微生物電池から供給される還元力をウラン等の還元を利用する。水素生産(id63):白金電極との組合せにより水素生産を行う。しかし、その発電効率はまだ低いものであり、特に電子移動を効率化する観点から、以下の取組みが精力的に行われている。</p> <p>(2) 電極素材・メディエータの開発研究 電極素材・表面構造の改良研究(id4331)。電子移動をサポートしうる電子担体・メディエータの探索・開発研究(id5943)。また、生物間相互作用に効率化のヒントを見いだそうとする研究も展開されており、循環型社会をサポートする技術として期待されている。</p>					
内容分析 担当者	小川 順	京都大学 大学院農学研究科 応用生命科学専攻 教授			

研究領域名	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化物	領域 ID	91
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
8(0)	74(23)	949	2783
コアペーパーの平均出版年			
2005.9			



錯体水素化物は古くより還元剤などとして利用されてきたが、水素エネルギーや燃料電池などの研究開発の進展にともない、特に 1990 年代後半から「水素の製造や貯蔵のための材料」あるいは「燃料電池のための燃料」などとしての新たな特性が広く研究され始めている。

本研究領域は、水素エネルギーや燃料電池に関連する錯体水素化物を主体としたリサーチフロントで構成されており、その内容は以下の通りである。

- (1) 水素貯蔵に関連するアルミニウム系・窒素系・ホウ素系錯体水素化物などの研究
- (2) 水素製造・貯蔵および燃料電池に関連するホウ素系錯体水素化物などの研究

大まかには、多様な錯体水素化物を用いた水素貯蔵の研究、ホウ素系錯体水素化物などを用いた水素製造・貯蔵・燃料電池の研究、が互いに関連し合って研究領域を構成している。研究トピックスの広がり大きいのが、水素製造に関連するホウ素系錯体水素化物(あるいはホウ素を含む無機水素化物)(id972)や水素貯蔵に関連する窒素系錯体水素化物(id143)の研究領域である。また、水素貯蔵に関連するホウ素系錯体水素化物(id962)の研究領域も発展中である。

内容分析担当者	折茂 慎一	東北大学 金属材料研究所 教授
---------	-------	-----------------

研究領域名	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答			領域 ID	92
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
8(0)	20(2)	1026	2165	2004.0	
<p>本研究領域は微細構造加工技術を用いて作製された金属の人工構造体(パターン化した金属薄膜)の光透過スペクトルの共鳴構造のメカニズムの解明と、特徴的な近接場の解析およびその応用に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下のとおりである。</p> <p>(1) 金属薄膜のサブ波長開口における異常透過のメカニズムの解明 (2) 金属薄膜のサブ波長開口における電場分布とその応用 (3) マイクロ波帯における疑似表面プラズモン</p> <p>(1)と(2)は、光領域の表面プラズモンが微小な穴やスリットなどの人工構造によってどのような影響を受けるかを探求する領域である。</p> <p>一方、(3)は金属の誘電率が虚数であるため表面プラズモンをもたないテラヘルツ波以下の周波数領域において、サブ波長の人工構造によって表面プラズモンを作り出す処方箋を与える、メタマテリアルと関連したリサーチフロントである。引用数の推移をみると異常透過のメカニズムの議論はほぼ終息し、指向性ビームの形成、リソグラフィーの応用などその応用に議論の中心がシフトしつつあるようである。</p>					
内容分析担当者	石原 照也	東北大学 大学院理学研究科物理学専攻・教授			

研究 領域名	メタマテリアル			領域 ID	93
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
11(0)	76(0)	2167	6829	2005.8	
<p>メタマテリアルは、サブ波長の構造体の集合からなる人工材料である。構造体の内部構造や配列を制御することで自然の材料の持たない特異な電氣的・磁氣的性質を得る新しい材料構成の概念である。2000 年になって負の屈折率を持つメタマテリアルが開発されて以降、本研究はマイクロ波帯から光波領域まで、幅広くかつ急速な拡大を見せている。</p> <p>本研究領域は、大きく分けて以下の 3 つのリサーチフロントで構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 負屈折率媒質に関する研究 (2) 回折限界を超える分解能を持つレンズに関する研究 (3) 透明マント媒質に関する研究 <p>本研究領域の中心は負の屈折率を持つ媒質の理論や構成法に関する研究で、質的および量的に最も充実している。また、回折限界を超える超分解能レンズに関する研究(id3651, 4491)も発展してきている。さらに、近年光学迷彩/透明マントなど電磁波や光の高度な制御に関する研究(id2552, 5889)の理論および構成法の研究も充実してきている。</p>					
内容分析 担当者	真田 篤志	山口大学 大学院理工学研究科 准教授			

研究領域名	光量子情報・通信、光ナノサイエンス			領域 ID	94
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
9(1)	30(8)	1709	3440	2005.0	
<p>光ナノ構造に基づく量子通信、情報処理</p> <p>極限的に遅い光伝播による新しい情報処理への展開</p>					
<p>近年、光量子通信・情報処理を目指し、輻射場や光の伝播の制御、いわゆる光の場の制御を自在に行える新しい材料系に関する研究が活発化している。</p> <p>本研究領域は、光量子情報・通信・光ナノサイエンスに関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 光ナノ構造に基づく量子通信、情報処理</p> <p>(2) 極限的に遅い光伝播による新しい情報処理への展開</p> <p>大まかには、フォトニック結晶・マイクロリング・マイクロピラー・マイクロディスクなど光ナノ構造に基づく量子通信・情報処理に関する研究と、固体物理系・光ファイバによる光伝播・遅延制御に関する研究の2つのカテゴリーに分別され、前者が後者の分野に裾野を広げる形で関連している。</p> <p>最も研究トピックの広がり大きいのが前者の光ナノ構造に関する研究であり、光ナノ構造による光閉じ込めの極限を追求した超小型高Q共振器(id1528)と低損失導波路およびそれらの組み合わせ(id2801, 3657)をベースとし、通信光デバイス(id3680)、光ナノ構造と量子ナノ構造の融合による光量子情報通信処理(id2724, 5322)、極限的に遅い光伝播による新しい情報処理(id3660)へと展開されている。</p>					
内容分析担当者	新家 昭彦	日本電信電話株式会社 NTT 物性科学基礎研究所 量子光物性研究部 フォトニックナノ構造研究グループ 主任研究員			

研究領域名	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン		領域 ID	95
リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
10(0)	43(3)	1539	3793	2005.5
<p>半導体中の電子スピン量子ビットと核スピン</p> <p>結合した複数の量子ドットの電荷状態を用いた量子ビット</p>				
<p>トップダウン型のナノサイエンスの最先鋒として広く研究されてきた半導体量子ドットは、その高い制御性が着目されて量子計算の構成要素である「量子ビット」としての応用が検討されてきた。</p> <p>本研究領域は大きく二つの分野からなる。</p> <p>(1) 結合した複数の量子ドットの電荷状態を用いた量子ビット(id1487,3601)</p> <p>(2) 半導体中の電子スピン量子ビットと核スピン</p> <p>(2)の主な内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 電子スピンのコヒーレント操作と読み出しに関する研究 ○ 電子スピンのコヒーレンス時間に関する研究 ○ 電子スピンと核スピンの結合系のダイナミクスに関する研究 <p>量子ドット中のコヒーレント操作と読み出しについては光をプローブとして用いる方法(id3630, 5332)が最も進んでおり、ついで交換相互作用を用いた電氣的制御(id2670)そして極最近電場による単一スピン制御(id5389)が行われている。最もポピュラーな GaAs などの半導体では電子スピンと核スピンの相互作用がコヒーレンスを制限する最大要因であり、その定量的な見積もり(id1382)や積極的に抑制する方法(id5320)の提案などがある。また電子スピン・核スピン複合系のダイナミクス(id3591)に関する研究領域も発展中である。最後に、深く関連する研究分野としてシリコン中のリン原子(id1382)やダイヤモンド中の NV 中心(id2720)もスピン量子ビット有力な候補として検討されている。</p>				
内容分析担当者	都倉 康弘	NTT 物性科学基礎研究所 量子光物性研究部 部長		

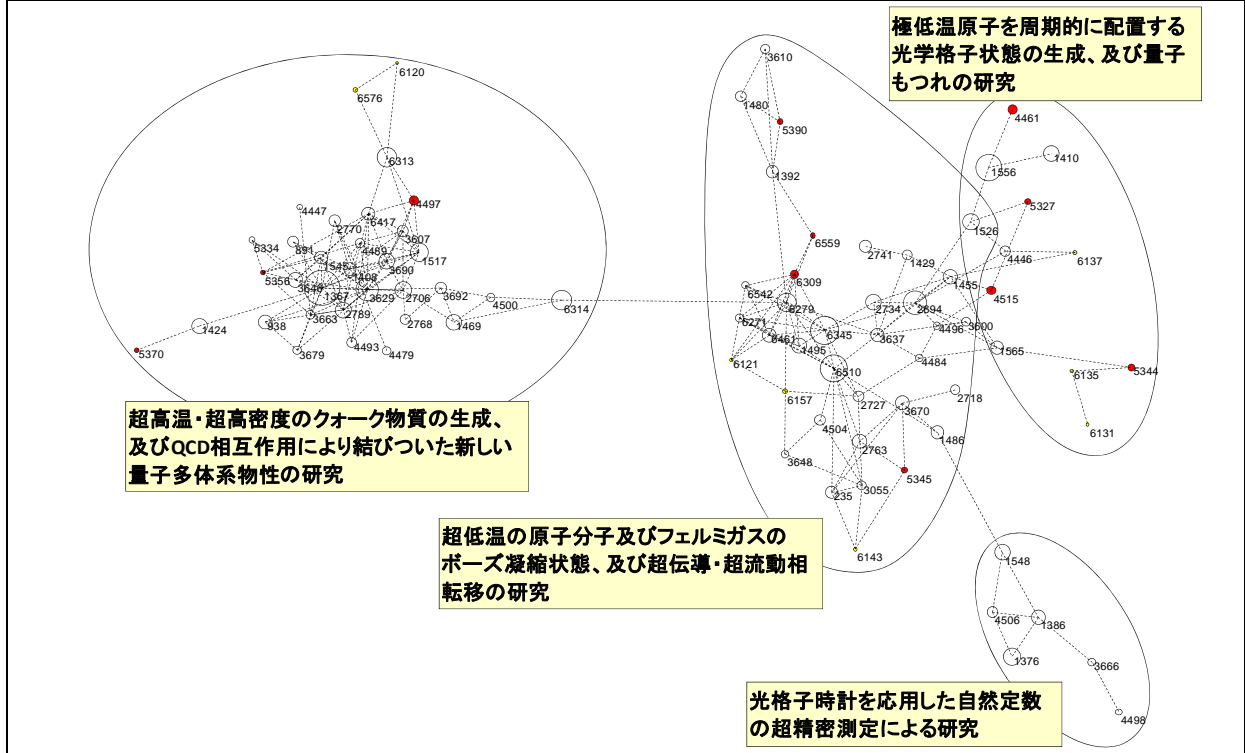
研究領域名	原子系・光子を用いた量子情報科学			領域 ID	96
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
14(1)	47(2)	2289	5348	2004.7	
<p>物理系の量子状態を制御して量子計算、量子通信などの量子情報処理の実現を試みる量子情報科学の研究が 1990 年代後半より盛んに行われるようになってきている。比較的単純な構造を持つ原子系、光子は理論的にも実験的にも扱いやすく、原理実証実験に広く用いられている。また、両者の量子力学的相互作用制御に関する研究も領域の大きな部分を構成している。本研究領域は、以下のような3つの内容から構成される。</p> <p>(1) 原子系の量子状態制御、量子計算</p> <p>個々の中性原子、中性原子集団、個々の原子イオンの量子状態を制御し、量子もつれやテレポーテーション、量子ゲートなどを実現する研究が活発になされている。</p> <p>(2) 光子を用いた量子計算</p> <p>光子を量子ビットとして量子計算を実現する研究、あらたな量子計算の方式としてある種の量子もつれ状態(クラスター状態)を用いて量子計算を実現する研究、こうした量子計算を光回路化する研究が行われている。</p> <p>(3) 原子系と光子の量子力学的相互作用制御</p> <p>原子系と光子の相互作用を制御することで、原子系と光子で量子状態をやりとりすることが可能となる。これにより、原子の量子状態を光子に載せて遠方まで運んだり、光子の量子状態を原子に保持しておくことが可能となる。この方法を用いて、単一光子発生、量子メモリ、遠隔原子間の量子もつれなどを実現する研究などが行われている。</p> <p>全体で被引用数が特に顕著であるのが、光子と原子系の相互作用を通して遠隔原子系間に量子相関(量子もつれ)の生成を目指す研究領域(id1428)、ある種の量子もつれ(クラスター状態)を持つ系を用いて従来方式とは異なる量子計算を実現しようとする研究領域(id1579)の二つであり、その重要性がうかがえる。</p>					
内容分析担当者	早坂 和弘	情報通信研究機構 新世代ネットワーク研究センター 量子 ICT グループ 主任研究員			

研究領域名	高温超伝導体の新奇電子秩序			領域 ID	97
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(3)	23(12)	949	1943	2005.6	
<p>絶対温度 100 度を超える高い転移温度を有する高温超伝導のメカニズムは、発見以来 20 年を経た現在においても未解決であるが、純良単結晶育成技術の発展と、測定技術の飛躍的進展によって、本系の電子状態に関する重要な知見がここ数年の間に集中的に得られている。本研究領域は、高温超伝導メカニズムの解明を目指した以下のリサーチフロントによって形成されている。</p> <p>(1) STM を用いた電荷秩序・電子状態不均一の観測 走査型トンネル分光 (STM/STS) による、高温超伝導体のナノスケール電子状態不均一性および新しいタイプの電荷秩序の観測 (id5340, 1393)。上記および中性子非弾性散乱実験で構成される、特異な電荷・磁気秩序の研究。 (id2689)。</p> <p>(2) 高温超伝導体のフェルミ面の研究 (id5331, 5324) 角度分解型光電子分光 (ARPES) 及び強磁場下での輸送現象によるフェルミ面のトポロジーの研究。</p> <p>(3) 転移温度以上での異常な電荷応答 強磁場下の輸送現象をプローブとした転移温度以上での異常な電荷応答の研究 (id3599)。</p> <p>上記の結果は、いずれも高温超伝導と共存・競合する「擬ギャップ」相の存在を支持しており、その正体の解明が高温超伝導研究において主流となっている。とりわけ、強磁場下での量子振動の観測 (id5331) は、本系のフェルミ面の形状の特異性を明らかにする新手法として今後の進展が期待されている。また、STM/STS における空間変調パターンの観測 (id5340, 1393) および ARPES における 2 つの異なるギャップの観測 (id5324) の注目度も高い。</p>					
内容分析担当者	永崎 洋	産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 主任研究員			

研究領域名	超高速高強度光科学			領域 ID	98
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
13(3)	57(6)	2049	4509	2005.6	
<p>超短パルス高出力レーザーは著しい進歩を遂げ、パルス幅は1サイクルに近づき、高繰り返しレーザーでも TW を超える出力が得られる。また振動光(キャリア)電場とその包絡線(エンベロップ)の頂点の間の位相差が制御できるようになった。</p> <p>これらの光技術の進歩により、本研究領域である超高速高強度光科学が発展した。その主な内容は次の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 高次高調波によるアト秒パルスの発生 (id1484, 4470, 5380) (2) 分子制御とダイナミクス (id1574, 5347) (3) 非線形パルス伝播による短パルス化 (id1407, 2713, 2759, 4526, 5357) (4) 極端紫外(EUV)域での非線形光学 (5) 水の窓 (2.3-4.4nm) を超える短波長化 <p>(1) 高次高調波によるアト秒パルスの発生と、(2) 分子制御とダイナミクスが最も進展した分野である。(3) は様々な非線形効果によるビーム伝播で超短パルス化に貢献し、その他の分野で使われた。(4) の EUV 域での非線形光学は、id5343 の他に id1484 を含む。id6153 は(1)と(2)に跨る分野である。</p>					
内容分析担当者	渡部 俊太郎	東京大学 物性研究所先端分光部門 教授			

研究領域名	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用			領域 ID	99
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年	
13(1)	71(1)	1324	3335	2004.9	
<p>信号処理や通信理論では、コスト関数を最適化することによって変数を推定する。最適化すべき関数 が変数に対して十分な情報を持たない不良設定問題では、付加的に制約を加えて問題を解く。近年、技 術的な発展からシステムが大きくなり最適化すべき変数の数が増えている。また、計算機の処理能力の 向上から、大規模な最適化が可能となった。一方、観測から得られる情報には限度がある。このため問題 が不良設定となる場合が多くなっている。</p> <p>伝統的には信号・情報源の平均パワーや相関を基に制約を構成することが多いが、本研究領域に含 まれるアプローチでは観測を構成する信号や情報源がなんらかの意味で「疎」であることを仮定し制約を 構成する。この制約は、Total variation に基づく罰則項や L1 ノルムの罰則項のような関数によって実現 される。</p> <p>本研究領域は基礎から応用まで含んでおり、以下の内容から構成される。</p> <p>(1) 数理的基盤と情報理論的解釈 数理的基礎とアルゴリズムに関する研究(id926, 936, 1213)。Compressed Sensing と呼ばれるリサーチ フロント(id3317)は、観測と推定を含めた効率的な手法を提案するあらたな情報理論の一分野を築きつ つある。</p> <p>(2) 信号処理への応用 (3) 画像処理への応用 (4) MIMO 通信路など情報・通信理論への応用</p>					
内容分析 担当者	池田 思朗	統計数理研究所 数理・推論研究系 准教授			

研究領域名	強く相互作用する量子多体系	領域 ID	100
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数
86(11)	471(38)	10271	40311
		コペーパーの平均出版年	
		2005.4	



本研究領域は、高エネルギー原子核衝突で創成されるクォーク物質相の研究、及び極低温下で実現される原子分子及び電子対のボーズ凝縮、超伝導・超流動に関する研究に大別されながら、自発的に対称性の破れた量子場という普遍的な概念が両者を結びつけている。ほぼ同数のコペーパーを擁しながら、前者はそれぞれのリサーチフロントが緊密に交差するのに対し、後者は比較的弱いリンクのなかで広がりを見せている。

本研究領域の主な内容は以下の通りである。

- (1) 超高温・超高密度のクォーク物質の生成、及び QCD 相互作用により結びついた新しい量子多体系物性の研究
- (2) 超低温の原子分子及びフェルミガスのボーズ凝縮状態、及び超伝導・超流動相転移の研究
- (3) 極低温原子を周期的に配置する光学格子状態の生成、及び量子もつれの研究
- (4) 光格子時計を応用した自然定数の超精密測定による研究

スピン偏極させたフェルミガスの研究(id6309, 6559)、極低温中性原子による光学格子(id4515)の生成、原子分子を2次元配置した光学格子(id5327, 5344)の生成、また、このような新たに創成された強く相互作用する量子多体系に隠された新しい物理を見つけ出す研究(id4461, 4497, 5370)などの台頭が顕著である。光格子時計を応用した自然定数の超精密測定もこの研究分野を特徴づける。今後、両者の関連が更に深まりながら活発な研究が展開されるものと考えられる。

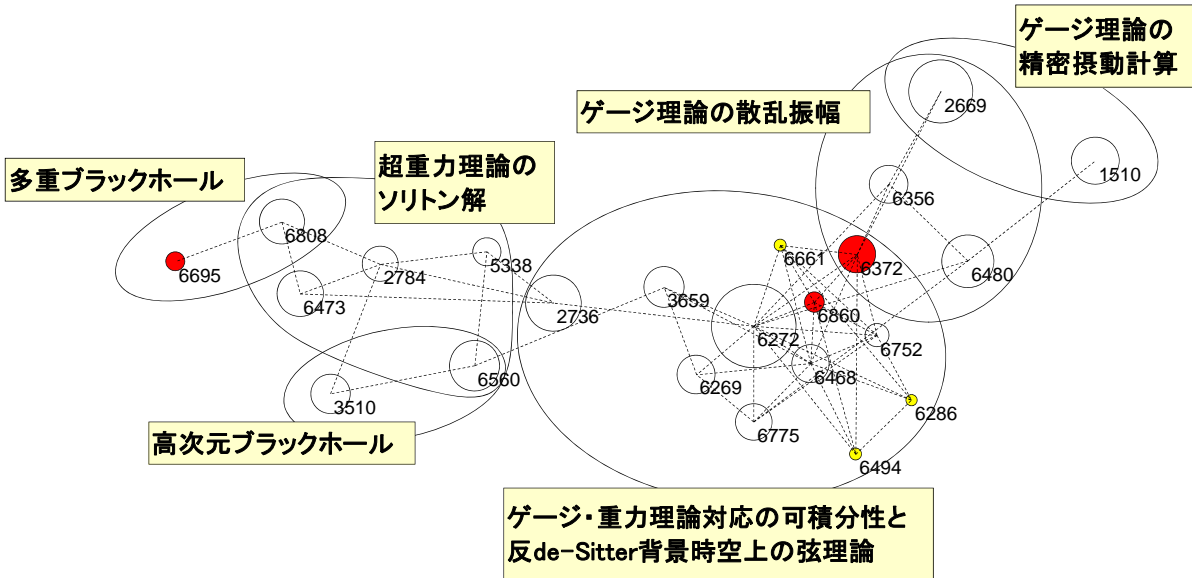
内容分析担当者	杉立 徹	広島大学 大学院理学研究科 教授
---------	------	------------------

研究領域名	初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究		領域 ID	101
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
8(1)	38(1)	1003	2067	2005.2
<p>初期地球の大気組成、気候、生物に関して、その痕跡が残されている先カンブリア紀 (Proterozoic, Archean) の堆積岩を対象として、炭素、硫黄、鉄、銅、亜鉛の安定同位体、U-Pb 法の放射年代、バイオマーカーなどの分析から解明する、またはその手法に関する研究である。</p> <p>本研究領域の主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 地球化学的分析手法に関する研究</p> <p>(2) 先カンブリア紀の酸素上昇に関する研究</p> <p>(3) Neoproterozoic の気候変動、酸素、生物の関連性に関する研究</p> <p><id1029> Proterozoic における大気酸素濃度の上昇過程に対する研究や酸素上昇イベントの証拠にもなっている質量非依存型同位体分別を示す硫黄同位体の地球科学的意義またはその分析手法に関する研究。</p> <p><id1038> Neoproterozoic の全球規模の数回の氷期の時期についてのナミビア、カナダ、オマーン、中国に分布する同時期の堆積岩に対する炭素安定同位体や U-Pb 放射年代による研究。</p> <p><id1039> 他惑星も含めた自然界や縞状鉄鉱床の鉄の安定同位体組成に関する研究とその組成を用いた Archean や Paleoproterozoic の海水の酸化還元状態に関する研究。</p> <p><id2339> 銅、亜鉛の安定同位体測定手法に関する研究。</p> <p><id2460> 後期 Proterozoic あるいは Ediacaran 紀における海水の酸化状態についての硫化物と硫酸塩の硫黄同位体組成や生物群に関する研究。</p> <p><id4260> 太古代からの地球の気候についてケイ素、酸素の安定同位体による研究。</p> <p><id4269> Archean の大気や海水の酸素濃度または酸化状態に関しての硫黄同位体や McRae 頁岩の詳細な地球化学分析による研究。</p> <p><id5093> シアノバクテリアのバイオマーカーに関する研究。</p>				
内容分析担当者	池見 洋明	九州大学 工学研究院 助教		

研究領域名	固体酸化物形燃料電池(SOFC)関連新技術		領域 ID	102
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
6(2)	32(0)	288	560	2006.5
<p>固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、当初はイットリア安定化ジルコニア(YSZ)を電解質に用い 1000℃レベルの高温で作動する電池として研究開発が行われてきた。しかし、高温における材料の選択制約から、低温化に向けての研究が進められ、現在では 700～800℃を中心とした低温形 SOFC が実現され、さらに低温化が試行されている。一方、低炭素社会に向けての SOFC の新しい展開も進められており、上記も併せて、SOFC 関連新技術としては、近年下記のリサーチフロントが形成されている。</p> <p>(1) SOFC 関連新技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2004 年に 500℃程度の低温化で優れた特性を示すことが示された BSFC カソード ○ 水素のキャリアとして、さまざまな利点(安価、容易な貯蔵・輸送性など)を有するアンモニアを燃料とした SOFC ○ 高効率の水素製造が期待できる SOFC をベースとする水蒸気電解(SOEC)またはリバーシブル SOFC <p>(2) SOFC 性能解析モデル</p> <p>これらの内、特にアンモニア燃料電池と水蒸気電解に関して、実験的なアプローチもさることながら理論計算やモデルによるシミュレーションからのアプローチも盛んに行われており、SOFC 開発に伴って従来から盛んに研究されている性能解析手法(電気化学的反応モデル、ガス流動モデル、熱物質輸送モデル、中温形燃料電池モデルなどによる)を広く利用した開発が進められている。</p>				
内容分析担当者	渡辺 隆夫	(財)電力中央研究所 エネルギー技術研究所 スタッフ 上席研究員		

研究領域名	先カンブリア時代の地球			領域 ID	103
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
17(4)	83(8)	1875	4491	2005.4	
<p>先カンブリア時代とは、地球誕生(46億年前)から、カンブリア紀の生命の爆発的進化前夜(約5.4億年前)までの約40億年間を指す。この期間は、地球が高等生命の生息する惑星になるための準備期間と言える。よって、この時代の地球について知ることは、惑星に高等生命が誕生する条件解明の重要な鍵となる。今世紀に入り、中国大陸の調査が進展し、また、ジルコンという微小鉱物に記録された同位体・化学情報を分析する技術の進歩により、新たな研究成果が発表されている。本研究領域は、以下の内容で構成される。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 大陸テクトニクス 主に、南北中国地塊において、同位体地球化学、変成岩岩石学的手法による、大陸地殻の形成・進化に関する研究 (2) 先カンブリア時代-カンブリア紀境界 安定同位体による表層環境の推定、この時代の超高温変成作用などの研究 (3) 変成作用 超高温変成作用についての研究 (4) ジルコン学 ジルコンに記憶された、年代、温度、同位体・化学情報等に関する研究 (5) 冥王代 地球形成最初期の地球に関する研究 (6) 同位体地球化学 安定同位体および放射性同位体を用いた、古環境、年代、地球内部物質分化に関する研究 					
内容分析担当者	大森 聡一	東京工業大学 大学院理工学研究科地球惑星科学専攻 GCOE 地球たち 特任准教授			

研究領域名	ゲージ・重力理論対応とブラックホール解		領域 ID	104
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
23(3)	186(12)	2329	11295	2005.9



超弦理論には、さまざまな双対性が存在することが知られている。ゲージ・重力理論対応と呼ばれるものはその中でも最も重要なものであり、ゲージ理論と重力理論という全く異なるように見える理論の等価性を主張する。1997年に Maldacena によって最初に提案されたゲージ・重力理論対応では、4つの超対称性を持つ $N=4$ 超対称ゲージ理論と、反 de-Sitter 空間を背景時空とする超弦理論が等価であることを予想した。 $N=4$ 超対称ゲージ理論には共形対称性があり、この対称性を利用していろいろな物理量を厳密に計算することが可能なため、ゲージ・重力理論対応の正しさを検証するモデルとして現在も活発に研究が行われている。

本研究領域は、特にゲージ・重力理論対応の可積分構造およびブラックホール解に関するリサーチフロントで構成されており、その主な内容は以下の通りである。

- (1) ゲージ理論の精密摂動計算
- (2) ゲージ理論の散乱振幅
- (3) ゲージ・重力理論対応の可積分性と反 de-Sitter 背景時空中の弦理論
- (4) 超重力理論のソリトン解
- (5) 高次元ブラックホール
- (6) 多重ブラックホール

内容分析担当者	安井 幸則	大阪市立大学 大学院理学研究科 准教授		
---------	-------	---------------------	--	--

研究領域名	ガンマ線バースト			領域 ID	105
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
8(1)	45(8)	1655	5488	2005.6	
<p>コンパクト天体連星の進化モデル</p> <p>ガンマ線バースト</p> <p>軟ガンマ線リピーターの巨大ガンマ線フレア</p>					
<p>宇宙の一点から突然に到来する爆発的なガンマ線放射現象、ガンマ線バースト(GRB) の起源は長らく謎だったが、ここ10年のBeppoSAX衛星、HETE-2衛星および地上光学観測等によって、その多くを占める継続時間の長いガンマ線バーストが数十億光年の遠方の銀河での巨大星の死に伴う大爆発であり、光速に近いプラズマ噴流が光源であることが明らかになった。現在はSwift衛星による爆発γ線の観測とX線残光の観測、さらにSwiftの位置通報に基づく地上残光観測に主導される形で、活発に研究が行われている。また、継続時間の短いガンマ線バーストの楕円銀河や近い銀河での発生が観測されたことから、その起源として連星中性子星の合体や、軟ガンマ線リピーターの巨大ガンマ線フレア(超強磁場中性子星マグネターのフレア)の可能性が研究されている。特に前者の可能性がコンパクト天体連星の進化の研究を活性化させている。</p> <p>本研究領域は、8つのリサーチフロントを含み、「ガンマ線バースト」、「軟ガンマ線リピーターの巨大ガンマ線フレア」、および「コンパクト天体連星の進化モデル」に大別できる。</p> <p>(1) ガンマ線バースト <id1775> GRBと超新星の関連、<id1778> GRBの標準放射エネルギー、<id2913> Swift衛星によるGRBとX線残光の観測、<id4518> GRB総論、<id4636> 長いGRBの起源、<id5359> 短いGRBの起源</p> <p>(2) 軟ガンマ線リピーターの巨大ガンマ線フレア <id3800> 軟ガンマ線リピーターの巨大ガンマ線フレア、</p> <p>(3) コンパクト天体連星の進化モデル <id6252> コンパクト天体連星の進化モデル</p>					
内容分析担当者	河合 誠之	東京工業大学 大学院理工学研究科 教授			

研究領域名	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学			領域 ID	106
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
30(2)	238(45)	5847	18762	2005.3	
<p>本研究領域は、宇宙の成り立ちと歴史を、その基本構成要素である素粒子とそのふるまいに還元して理解しようという、物理学のなかでも基礎的かつ根源的な研究領域であり、以下の項目を含む。</p> <p>(1) ニュートリノ・レプトン物理 ニュートリノ質量・混合(理論的研究)とニュートリノ振動(実験・現象論的研究)が含まれている。</p> <p>(2) 元素合成</p> <p>(3) 暗黒物質, 新粒子</p> <p>(4) ヒッグス粒子, 超対称性, ゲージ対称性の破れ, 余剰次元</p> <p>(5) B粒子の物理</p> <p>素粒子物理学は、1970年代に構築された「標準理論」が、その後の現在までの幾多の実験的検証を経て、なお堅牢に残っている。その中で唯一実験的な確認がなされていないのがヒッグス機構であり、これは2009年末に開始した欧州CERN研究所のLHC加速器を用いた実験により、大きく進展することが期待される。また、標準理論を超える理論は多く提唱されており、それらの理論による新粒子や予期しない現象がLHCでの実験により発見される可能性がある。さらに、B粒子やニュートリノなどの性質を精密に研究することにより、「標準理論」のさらなる検証とそれを超える物理の探索が行われている。</p> <p>一方、宇宙論は、開闢以来の宇宙の歴史をひも解こうとする学問領域であるが、近年の観測的宇宙論の進展により、暗黒物質、暗黒エネルギーなどの存在が確立し、新たな局面を迎えつつある。これらの正体は不明であるが、素粒子物理学の側面からの理解を試みる研究が盛んである。特に「標準理論」を超える新粒子が暗黒物質である可能性や、それらが元素合成に及ぼす影響が研究されている。</p>					
内容分析担当者	受川 史彦	筑波大学 大学院数理物質科学研究科 物理学専攻 教授			

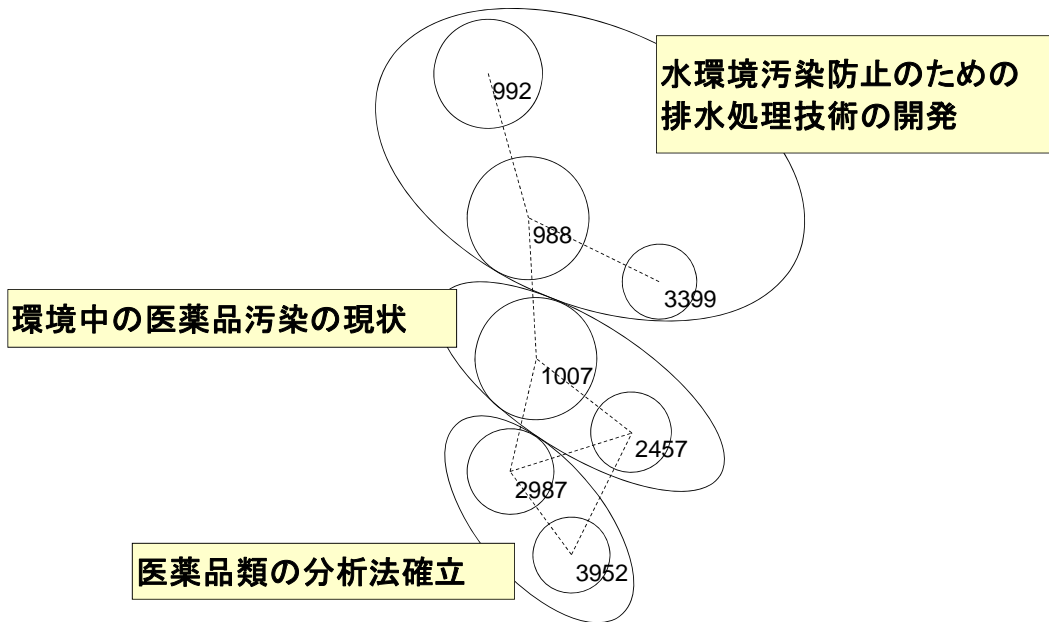
研究領域名	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展		領域 ID	107
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年
100(11)	519(63)	16049	59338	2005.4
<p>WMAP による宇宙背景輻射の観測をはじめとする宇宙の精密観測の進展により、宇宙論・素粒子論が飛躍的に発展した。</p> <p>その発展は非常に多岐にわたるが、本研究領域を大まかに分けると以下の3つとなる。</p> <p>(1) 観測的宇宙論</p> <p>(2) 暗黒エネルギー</p> <p>(3) 超弦理論・超対称素粒子理論</p> <p>観測的宇宙論では新たな知見に基づき宇宙の加速膨張およびそれを引き起こす暗黒エネルギー、暗黒物質、インフレーション、宇宙の大規模構造、星形成、ブラックホール等の研究が大きく発展した。特に暗黒エネルギーについてはスカラー=テンソル理論、F(R)重力理論、ガウス=ボンネ重力理論等、アインシュタイン理論を超える様々な重力理論が提案されている。また、宇宙の精密観測で得られた知見に基づき、超弦理論によりインフレーションを説明しようという研究や、超対称素粒子理論から暗黒物質を説明しようとする研究が進んだ。</p>				
内容分析担当者	野尻 伸一	名古屋大学 大学院理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 教授		

研究領域名	ホモ・サピエンスの出現過程			領域 ID	108
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	37(2)	535	1045	2006.0	
<p>いわゆる新人段階の人類に相当する「現代型」ホモ・サピエンスの出現過程については、従来から多くの考察がなされてきた。1990年代から現在までには、化石と遺伝子情報の双方の研究から、十から数十万年前のアフリカにその主要な母集団があり、その後、全世界に拡散していったとの仮説が有力になっている。しかし、依然として、化石と先史考古学的証拠、ならびにそれらに関する年代・古環境情報の基盤は不十分であり、野外調査による実証的知見のさらなる蓄積とそれらの分析・解釈が進められている。</p> <p>そうした状況のもと、本研究領域は、2000年代における新たな人類化石と先史考古資料の発見と分析により、「現代型」ホモ・サピエンスならびに現代的な行動様式の出現過程を、従来以上に明らかにするものであり、リサーチフロントの内容は、以下のようにまとめられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) アフリカの初期のホモ・サピエンス化石とその年代、先史考古、古環境等 (2) ヨーロッパの初期のホモ・サピエンスとネアンデルタール人との関係 (3) 先史資料からみた現代人的な行動特性の出現過程 					
内容分析担当者	諏訪 元	東京大学 総合研究博物館 教授			

研究 領域名	温暖化影響/生物・生態系		領域 ID	109
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
11(1)	54(0)	2204	4375	2006.0
<p>1990 年代後半から、気候変動が生物・生態系に与える影響に関する研究がさかんになってきた。とくに IPCC の第 4 次評価報告書(2007 年公表)などの影響により、温暖化の影響とそれに対する適応が重要視されるようになり、生物・生態系に与える影響の研究が増えている。</p> <p>その研究方向としては大きく2つである</p> <p>(1) 温暖化による生物・生態系の分布移動に関する研究</p> <p>分布移動に関しては、生物の分布やその生息条件に関するモデリングと、さらに気候変動シナリオに沿った予測が互いに関連しており、その手法の改良として、空間的自己相関を組み入れたモデルで引用が急増している。</p> <p>(2) 温暖化が生物の生理生態的反応に与える研究</p> <p>生物の生理生態反応に関しては、生物の生理・生態に気候変動が与える影響一般に関する研究がフロントを形成しているが、生物季節、鳥の渡り、水産資源への影響などが主要な分野である。さらに、それらに DNA のデータベースや急速な進化など最新の分子生物学的成果を融合した研究への発展がみられる。</p>				
内容分析 担当者	中静 透	東北大学 大学院生命科学研究科 教授		

研究 領域名	臭素系難燃剤の環境化学			領域 ID	110
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
15(1)	46(1)	1091	2927	2005.5	
<p>電子・電気機器、プラスチック、繊維製品等に含まれる有機臭素系難燃剤は、近年環境や人体の汚染が顕在化し、その分布や挙動、曝露リスクの動向について大きな学術的・社会的関心を集めている。</p> <p>本研究領域は主にポリ臭素化ジフェニールエーテル(PBDEs)とヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)の環境化学に関わるリサーチフロントで構成されており、その概要は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 環境および野生生物の汚染実態と経年変化に関する研究 (2) 人体汚染と曝露ルートに関する研究 (3) ハウスダスト・室内空気汚染に関する研究 (4) 光分解・脱臭素化に関する研究 <p>広域汚染の実態解明に伴い、難燃剤自体に加え脱臭素化物の環境残留/生物蓄積とその生成機構に関心が集中し、これらを研究テーマとする論文が増加している。また、ヒトへの曝露ルート、とくにハウスダストや室内空気の汚染に関わる研究も進展している。さらに、新興国における電子・電気機器廃棄物の不適正処理がもたらす環境汚染の拡大も研究者の関心を集めつつある。臭素系難燃剤の環境化学研究は、今後 HBCDs に関わる論文の急増が予想される。</p>					
内容分析 担当者	田辺 信介	愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 教授			

研究 領域名	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術		領域 ID	111
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
7(0)	16(0)	876	1394	2004.4



近年、医薬品および生活関連物質 (PPCPs: Pharmaceuticals and Personal Care Products)による環境負荷が懸念され、汚染の現状把握と拡散防止技術の開発が喫緊の課題になっている。とくに、PPCPs の主要な発生源である排水処理施設では、医薬品類の除去率向上を目的に、オゾン処理や微生物を用いた新規排水処理法の検討が進められている。一方、多種多様な医薬品類を高感度に測定するため、高速液体クロマトグラフ・タンデム型質量分析装置 (LC-MS/MS)を用いた新たな分析法が確立され、河川水等の環境試料の分析に応用されている。

本研究領域では、大きく3つの研究に分類される。

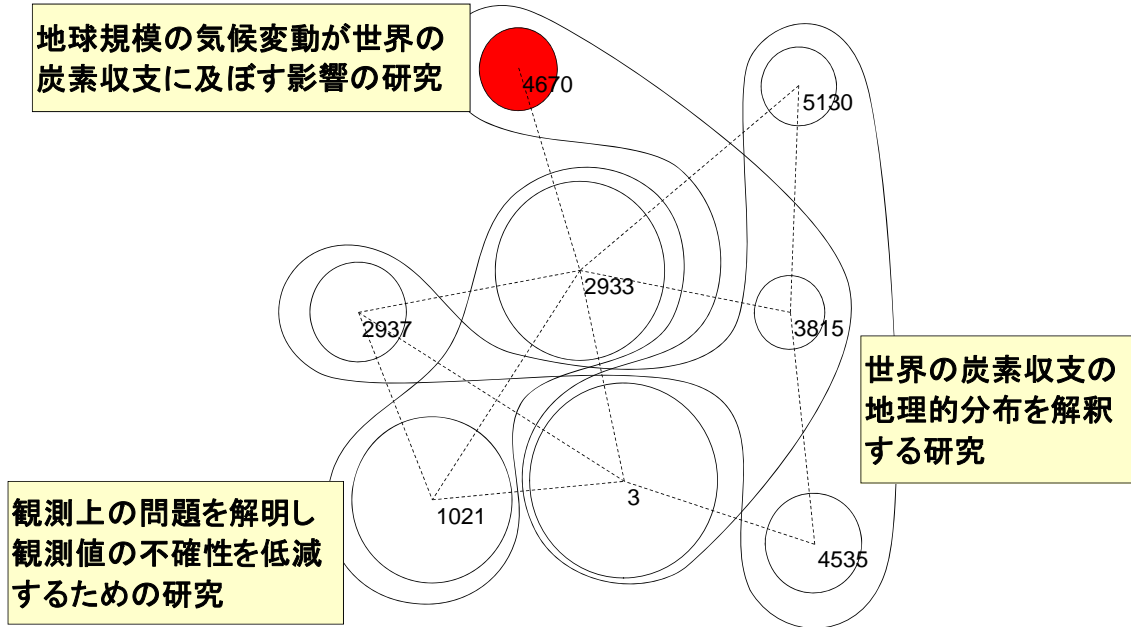
- (1) 水環境汚染防止のための排水処理技術の開発
- (2) 環境中の医薬品汚染の現状
- (3) 医薬品類の分析法確立

上記以外では、PPCPs の環境負荷を実際にどの程度減らせば良いのか、といった疑問に答えるための「医薬品リスク評価」に関する知見の蓄積も不可欠であると思われる。

内容分析 担当者	中田 晴彦	熊本大学 大学院自然科学研究科 准教授
-------------	-------	---------------------

研究 領域名	有機エアロゾル			領域 ID	112
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
18(3)	50(1)	1324	3156	2005.4	
<p>1970-1990年代に、都市大気を中心としてエアロゾルの研究が多数報告された。2000年代前半から、大規模なフィールド観測、室内実験、数値モデルを融合したエアロゾルの研究が盛んに行われるようになった。特に有機エアロゾルについて未解明の部分が多く、近年の大気エアロゾル研究の中心部分となっている。</p> <p>本研究領域は、有機エアロゾルの発生源と生成過程、およびエアロゾルの雲生成への影響（有機物の果たす役割を中心として）に関するリサーチフロントで構成されている。</p> <p>(1) 有機エアロゾルの発生源と生成過程に関する研究 (2) エアロゾルの雲生成への影響に関する研究 (3) エアロゾル粒子の物理化学特性に関する研究</p> <p>これらのリサーチフロントの中で、二次有機エアロゾル生成過程に関する新しい発見 (id6562, 6700)、バイオマス燃焼エアロゾルなど有機物を多く含む粒子の雲生成への影響に関する研究 (id2470) が最も関心が高く、被引用回数も多いのが特徴である。また、有機エアロゾル粒子の雲凝結核能など物理化学特性を調べる研究 (id4277, 6564) もあり、上記を関連付ける重要な部分となっていることも特徴である。</p>					
内容分析 担当者	竹川 暢之	東京大学 先端科学技術研究センター 准教授			

研究領域名	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究		領域 ID	113
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
8(1)	29(5)	498	1066	2005.6



森林や草原などの陸域生態系における二酸化炭素の収支を長期連続観測する方法として、1990年代後半から世界に広まった微気象学的方法(二酸化炭素フラックス観測)に基づく研究である。1990年代に観測手法高度化と現象解明に関する研究が急増し、2000年以降は観測精度高度化が引き続き進展する一方、多地点のデータ解析による炭素収支の広域把握、異常気象やエルニーニョ等の気候変動との関連解析の論文が急増している。

本研究領域の研究を大まかに分けると下記ようになる。

(1) 観測上の問題を解明し観測値の不確性を低減するための研究(id1021, 2933)

微気象学的方法で最も大きな問題である(観測誤差の大きい)夜間および水平移流卓越時における観測の技術向上、問題となる現象のメカニズム解明、データ解析技術向上による不確実性低減に関する研究

(2) 世界の炭素収支の地理的分布を解釈する研究(id2937, 3815, 4535, 5130)

世界各地の陸域生態系における二酸化炭素をはじめとする温室効果気体の収支が、気候帯や生態系タイプによってどのように異なる特徴をもつかを解明した研究

(3) 地球規模の気候変動が世界の炭素収支に及ぼす影響の研究(id3, 3815, 4670)

世界各地の陸域生態系の二酸化炭素収支が、異常気象やエルニーニョ等の気候変動によってどのように影響を受けるかを解明した研究

(1)(2)(3)はしばしば相互に融合し、関連し合って進展中である。

内容分析担当者	三枝 信子	国立環境研究所 地球環境研究センター陸域モニタリング推進室 室長
---------	-------	-------------------------------------

研究領域名	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御			領域 ID	114
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
7(1)	35(6)	703	1606	2005.1	
<p>むだ時間(遅れ時間)を含む制御系の安定判別のための十分条件は、Lyapunov -Krasovskii 型関数(積分項を持つ 2 次形式の行列)を用いることで、一般に解析解が求まらない行列不等式の形式で表されることが古くから知られている。1994 年に Boyd らによって発表された LMI(線形行列不等式)と呼ばれる数値計算手法が、汎用のソフトウェアで手軽に利用できるようになり広まった。LMI で求めた解を用いると、安定判別だけではなく、安定化制御も求めることができる。</p> <p>本研究領域にはむだ時間を含まない T-S Fuzzy システム(id862)が含まれているが、手法は、むだ時間系のものと同様と言うことができる。リサーチフロントの主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) T-S Fuzzy システムの安定化制御および安定判別(id862, 2345) (2) むだ時間系の安定判別(id919) (3) むだ時間系の安定化制御(id863, 2425, 4122) (4) むだ時間系の推定問題(id4996) <p>ネットワーク制御(id2425)は実用性から今後の発展が期待できる。しかしむだ時間系の安定判別(およびそれを利用した安定化制御)は、被引用論文が多く現在も投稿されているが、ほとんどが不採択になっている。被引用数が多くても論文として意味がない典型と言える。むだ時間系の推定問題(id4996)は必ずしも LMI を用いていない。引用が急増しているが、特定の学術雑誌だからではないかと考えられる。</p>					
内容分析担当者	阿部 直人	明治大学 理工学部 教授			

研究領域名	大気組成・微量成分			領域 ID	115
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
17(2)	69(7)	1645	3345	2005.4	
<p>1990年代まで、大気微量成分研究の力点は成層圏オゾン科学に置かれていたが、2000年以降は、大気汚染および気候変動の観点から、対流圏オゾンとその関連気体およびエアロゾル成分に着目した研究が急激に増加している。</p> <p>本研究領域では、温室効果気体も含め、大気汚染物質の実態とその変動を明らかにするため、以下のようなアプローチで研究が進められている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 衛星による大気微量成分および放射・水蒸気・雲の観測 (2) 対流圏オゾン・大気汚染物質の実態・変動の理解と将来予測 (3) 森林火災(バイオマスバーニング)エミッションと大気・陸面相互作用の推定・評価 <p>大気微量成分の観測としては、オゾンゾンデによる直接観測(id5180)などが伝統的な手法として実施されているが、近年は分光技術等の著しい向上により、大気微量成分観測衛星による大気微量成分分布の全球的な導出が盛んに行われている(id1041, 1054, 4165)。また現状では、大気微量成分や温室効果気体の動態に関し、特に北方林におけるバイオマスバーニングや植物活動による気体放出および吸収の各過程に顕著な不確実性があることが判明しており、衛星観測や同位体観測を併用し、気候変動の影響を含めた推定研究が行われている(id1020, 1058, 2483, 4276など)。また、このような科学的理解を土台に、将来の大気汚染・微量成分のモデル予測研究に発展している(id3418)。</p>					
内容分析担当者	須藤 健悟	名古屋大学 大学院環境学研究科地球環境科学専攻 准教授			

研究領域名	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション		領域 ID	116
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
8(1)	24(5)	836	1426	2005.9
<p>数値気候モデルを用いた過去の気候再現および将来の気候変動予測が世界各国の研究グループによってなされ、その研究成果は気候変動に関する政府間パネル(IPCC)により取り纏められている。京都議定書後の枠組みに関する議論が、IPCC 第4次評価報告書(2007年公表)をベースとして進められているところである。</p> <p>本研究領域は、数値モデルによる気候変動のシミュレーションおよび人工衛星観測と数値モデルとを併せた気候変動の解析により構成されており、主な内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 気候モデルの開発 (2) エアロゾルの気候影響評価</p> <p>大まかには、世界各国の気候モデルの開発および気候モデルを用いたエルニーニョ等の変動解析と、大気浮遊粒子状物質(エアロゾル)による気候変動の影響評価とに分類される。IPCC 第4次評価報告書において、定量的に温室効果気体の効果に匹敵すると考えられているが、その評価の不確実性が依然として高いのがエアロゾルの気候に対する影響であり、この領域の研究が精力的に推進されている。</p>				
内容分析担当者	竹村 俊彦	九州大学 応用力学研究所 准教授		

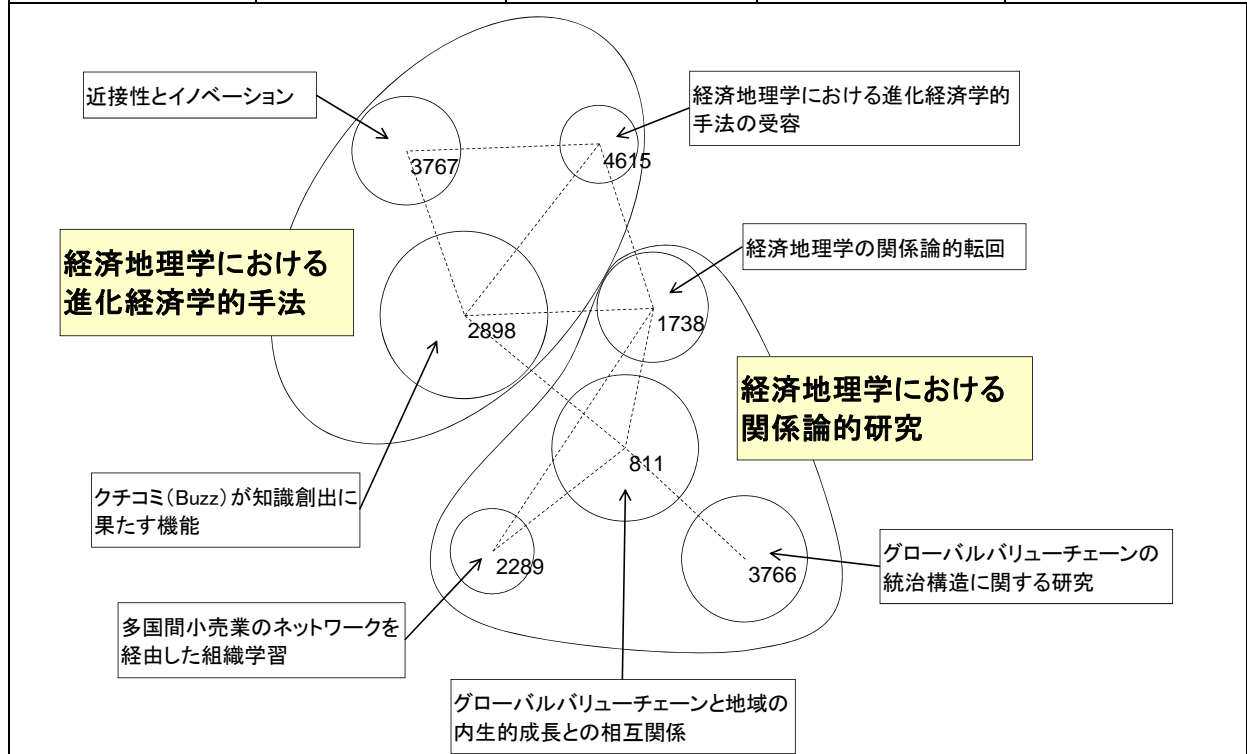
研究 領域名	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環			領域 ID	117
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(0)	34(1)	982	1914	2005.7	
<p>海面水位の変動を、種々の観測データを元に、量的に説明しようとする一連の研究である。1993 年から初まった衛星による海面高度観測が 10 年程蓄積され、そのデータが示す近年の急速な水位上昇を説明するのが研究の主たる目的である。また、海面水位の上昇は、地球温暖化による環境変化のなかでも注目度の高い現象の一つであり、正確な将来予測が求められている。</p> <p>水位変動をもたらす要因の解明のため、次の 3 つのリサーチフロントが形成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 歴史的海洋観測データによる海水の密度変化による水位変動の理解 (2) 氷床変動の実態とそのメカニズムの理解 (3) 重力変化観測衛星を用いた陸水および海水の変動の解析、水循環の理解 <p>また古気候の水位変動を理解することで将来起こりうる水位変化を類推する試みとして、下記内容のリサーチフロントも存在する。</p> <ol style="list-style-type: none"> (4) 気候モデルと氷床モデルに基づく古気候における水位変動の再現 <p>ただし、この研究領域は氷期～間氷期の時間スケールの変動の再現が対象であり、最初の 3 つの研究領域とは時間スケールが大きく異なっている。その変動の実態のよく分かっていない氷床に関する研究は、近年、精力的に行われているのが特徴的である。</p>					
内容分析 担当者	石井 正好	気象庁気象研究所 気候研究部 主任研究官			

研究領域名	過去の地球環境変動の復元			領域 ID	118
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
6(2)	31(1)	655	1228	2006.2	
<p>過去の地球環境変動の情報は、今後の環境変動を判断する材料の一つとされるため、様々な研究が多方面から進められている。</p> <p>本研究領域で被引用数が急増したり新たに現れたりしたフロントには、(1)“温室”地球における環境復元を試みた論文や、(2)新生代の“温室”地球から“氷室”地球に環境が転換した始新世/漸新世境界についてグローバルな寒冷化の原因と生物群集への影響を調べる内容の論文が見られる。</p> <p>(1) “温室”地球における環境復元研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 新生代で最も温暖であった暁新世/始新世温暖極大期(PETM: 約55百万年前)、“温室”地球が継続していた始新世の古環境復元研究(id1026, 5159)。なお、id1026 のコアペーパー16本中、6本の研究フィールドが北極海に集中した。また2本は新生代の年代補正に関する論文であった。 ○ 中生代ジュラ紀 Toarcian 前期(約183.0-175.6百万年前)の海洋無酸素事変に影響した大気CO₂濃度増加の原因を調べる研究(id3446) <p>(2) 新生代の“温室”地球から“氷室”地球への環境の転換を詳しく探る研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 中期始新世から漸新世にかけての大気CO₂濃度低下と、急速に進行した氷河化作用との関係を調べる研究(id1062) ○ 始新世/漸新世境界における顕著な寒冷化現象とその生物相への影響を調べる研究(id5168, 5991) 					
内容分析担当者	小野寺 丈尚太郎	高知大学 海洋コア総合研究センター 研究員			

研究 領域名	コーポレート・ガバナンス			領域 ID	119
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年	
14(1)	48(0)	1221	2195	2005.1	
<p>コーポレート・ガバナンスは、企業経営者に対する規律付けを研究する分野である。</p> <p>本研究領域は、取締役会・監査役会・経営者報酬による動機づけなどによる内部ガバナンスと、株主総会における所有株主や負債を使った債権者による外部ガバナンス、という二つのリサーチフロントの固まりで構成されており、その主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 会計報告の操作と質に関する研究 (2) 株主所有構造に関する研究 (3) コーポレート・ガバナンスと企業のパフォーマンスや株価との関係に関する研究 (4) 各国の法律・制度的枠組みとコーポレート・ガバナンスとの関係に関する研究 <p>大まかには、会計利益に関する研究、所有権構造に関する研究、家族企業に関する研究、の3つのカテゴリーのキーワードが混在しており、これらが互いに関連し合っている。最も研究トピックスの広がり大きいのは、会計利益に関する研究群 (id830, 835, 3333, 4140, 5016) である。また、株主所有構造に関する研究の一部を構成する創業者一族のいる企業のガバナンスを取り扱う研究群 (id817, 827) も発展中である。</p>					
内容分析 担当者	小佐野 広	京都大学 経済研究所 教授			

研究領域名	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用		領域 ID	120
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コペーパー数 (日本のコペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コペーパーの平均出版年
17(6)	82(0)	626	3583	2006.5
<div style="text-align: center;"> <p>種々の新しい漸近展開法の提案とその応用に関する研究</p> </div>				
<p>自然現象・社会現象の多くは一般に非線形の微分方程式として数学的に記述されるが、その解を具体的に構成する手法の一つとして漸近展開法なるものが古くから知られている。従来の手法では既に知られた解に微小な摂動(ゆらぎ)をつけて、そのゆらぎの振幅の大きさで解を近似するものが多く、その適用範囲には制限があった。</p> <p>これに対して 1990 年代後半からこのような微小ゆらぎを仮定せずに解を近似する漸近展開法がいくつか提案され、その適用事例に関する多くの研究成果の報告がなされている。本研究領域はこうした漸近展開法に関する以下のリサーチフロントから成り立っている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Variational Iteration Method(VIM)とその応用に関する研究 (2) Homotopic Perturbation Method(HPM)とその応用に関する研究 (3) 種々の新しい漸近展開法の提案とその応用に関する研究 <p>これらのうち VIM と HPM は 1990 年代後半に提案され、近年はこれらの手法が適用できる範囲が広いという報告が急増している(id6500, 6290, 6261, 6759)。さらに、これらの方法の具体的な問題への応用事例に関するリサーチフロントも現れている(id6665)。また、種々の新しい漸近展開手法については、その性質の理解や基本的な方程式のテスト問題への適用などが活発に行われ発展中である(id6756, 6334, 6357)。</p>				
内容分析担当者	坂上 貴之	北海道大学 大学院理学研究科 教授		

研究 領域名	経済地理学の新潮流 ～進化経済学と関係論～		領域 ID	121
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数 (日本のコアペーパー数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパーの平均出版年
7(0)	14(0)	554	900	2004.5



本研究領域は、経済地理学の新潮流 ～進化経済学と関係論～に関する研究から構成されており、主な内容は以下のとおりである。

(1) 経済地理学における進化経済学的手法

id2898 は共に都市でのクチコミ(Buzz)が知識創出に果たす機能について論じている。id3766 はグローバルバリューチェーンの統治手法について理論的に論じた文献という共通点があるが、用いられている手法は互いに大きく異なる。id3767 は様々な次元の近接性がイノベーションに果たす影響について考察した文献である。id4615 は近年の経済地理学で用いられてきた、進化経済学的コンセプトの定式化を行った文献である。コアペーパーとして位置づけられた文献はほぼ全て(1報を除く)経済地理学に属している。id3767, 4615, 2898 は進化経済学の理論を援用している点に共通点がある。

(2) 経済地理学における関係論的研究

id811 はグローバル化した生産ネットワークと地域発展の相互関係について考察した論文群であり、これまで地域側の努力によってグローバル化にキャッチアップするという視点が強かった同分野において、グローバル生産ネットワークと地域資源の間の「戦略的カップリング」により地域発展が遂げられるという新しい視点を提供している。id1738 は経済地理学における「関係論的転回」と呼ばれる、近年の学術発展を過去の研究の流れの中に位置づけている。id2289 は小売企業のグローバル化を論じた文献であり、グローバル小売業が有するネットワーク構造を分析の対象としていることから、id1738 で扱われているような関係的展開の具体例といえる。id1738, 811, 2289, 3766 は関係論的手法を用いている点に共通点がある。

内容分析 担当者	七丈 直弘	東京大学 大学院情報学環 准教授
-------------	-------	------------------

3. Web アンケート調査

サイエンスマップ 2008 では、内容分析実施者に対し、注目研究領域の発展状況についての Web アンケート調査を実施し、科学研究のダイナミズムの把握を試みた。

調査期間、対象者及び回答者数は以下である。

調査期間： 2010 年 1 月 13 日～1 月 27 日 (催促を行い最終締め切りは 2 月 9 日)

対象者： 内容分析担当者 121 名

回答者数： 121 名(回答率 100%)

(1) 研究領域の時系列変化の状況

各研究領域の 2002 年以前と 2003～2008 年(調査対象期間)の変化について調べた。参考図表 1 に示すように、3 つの選択肢より最も当てはまる一つを回答する形式である。約半分を占める回答が、「2002 年以前においても研究領域は存在しており、研究量が増加しながら、継続している」である。基本的には、このように研究領域自体が維持され、構成論文量が増えるという継続状態にあることが分かる。

次に、「2002 年以前は別々に存在していた研究領域が、その後の研究が進み一つの研究領域へと融合したという性格が強い」、「2002 年以前はこのような研究領域としては認識されていなかったが、その後研究が進み一つの研究領域が形成された」という回答が選ばれている。研究領域自体の特色が変わるような局面を迎えるような動きが、約半分の研究領域で見られることが分かった。特に、肥満研究、ポストゲノム研究、植物科学研究、ライフサイエンス系その他では、研究領域の融合という特色がより強く検出されている。

参考図表 1 注目研究領域の特徴

(A) 回答数

	2002年以前は別々に存在していた研究領域が、その後研究が進み一つの研究領域へと融合したという性格が強い。	2002年以前はこのような研究領域としては認識されていなかったが、その後研究が進み一つの研究領域が形成された。	2002年以前においても研究領域は存在しており、研究量が増加しながら、継続している。	未回答	総計
心臓・血管疾患研究	3	2	4	0	9
脳・神経研究	4	2	7	1	14
肥満研究	2	1	0	0	3
再生医学研究	1	0	2	0	3
がん研究	0	2	3	0	5
感染症・免疫研究	1	3	7	0	11
ポストゲノム研究	2	0	0	0	2
植物科学研究	3	0	3	0	6
ライフサイエンス系その他	2	1	0	1	4
化学	3	4	3	0	10
ナノサイエンス	4	4	6	1	15
物性研究	3	2	4	1	10
素粒子・宇宙論	0	1	3	0	4
環境	3	1	6	0	10
その他	3	5	7	0	15
総計	34	28	55	4	121

(B) シェア

	2002年以前は別々に存在していた研究領域が、その後研究が進み一つの研究領域へと融合したという性格が強い。	2002年以前はこのような研究領域としては認識されていなかったが、その後研究が進み一つの研究領域が形成された。	2002年以前においても研究領域は存在しており、研究量が増加しながら、継続している。
心臓・血管疾患研究	33%	22%	44%
脳・神経研究	31%	15%	54%
肥満研究	67%	33%	0%
再生医学研究	33%	0%	67%
がん研究	0%	40%	60%
感染症・免疫研究	9%	27%	64%
ポストゲノム研究	100%	0%	0%
植物科学研究	50%	0%	50%
ライフサイエンス系その他	67%	33%	0%
化学	30%	40%	30%
ナノサイエンス	29%	29%	43%
物性研究	33%	22%	44%
素粒子・宇宙論	0%	25%	75%
環境	30%	10%	60%
その他	20%	33%	47%
総計	29%	24%	47%

(注)各研究領域のグループ分けは、サイエンスマップ 2008 の位置情報を元に行った。(B)のシェアの図表では、(A)の未回答分は集計から除いている。

(2) 注目研究領域を取り巻く状況

次に、注目研究領域を取り巻く状況の変化について調査した(参考図表 2)。2002 年ごろの段階では参加していなかった分野の研究者の参画については、89%の回答者が参画ありを選択した。これは多くの分野で、研究領域が継続発展や融合などといった進展を見せる際に、新たな知の導入が行なわれていることを示唆している。

参考図表 2 2002 年ごろの段階では参加していなかった分野の研究者の参画

(A) 回答数

	なし	あり	分からない	未回答	総計
心臓・血管疾患研究	1	7	1	0	9
脳・神経研究	0	10	4	0	14
肥満研究	0	3	0	0	3
再生医学研究	0	3	0	0	3
がん研究	0	5	0	0	5
感染症・免疫研究	0	10	1	0	11
ポストゲノム研究	0	2	0	0	2
植物科学研究	0	6	0	0	6
ライフサイエンス系その他	0	4	0	0	4
化学	2	7	1	0	10
ナノサイエンス	0	15	0	0	15
物性研究	1	9	0	0	10
素粒子・宇宙論	0	3	0	1	4
環境	0	10	0	0	10
その他	0	13	2	0	15
総計	4	107	9	1	121

(B) シェア

	なし	あり	分からない
心臓・血管疾患研究	11%	78%	11%
脳・神経研究	0%	71%	29%
肥満研究	0%	100%	0%
再生医学研究	0%	100%	0%
がん研究	0%	100%	0%
感染症・免疫研究	0%	91%	9%
ポストゲノム研究	0%	100%	0%
植物科学研究	0%	100%	0%
ライフサイエンス系その他	0%	100%	0%
化学	20%	70%	10%
ナノサイエンス	0%	100%	0%
物性研究	10%	90%	0%
素粒子・宇宙論	0%	100%	0%
環境	0%	100%	0%
その他	0%	87%	13%
総計	3%	89%	8%

サイエスマップは学術論文データベースを基に構築しているため、いわゆる基礎研究の状況を表わしていると考えられるが、一方で基礎研究自体への社会からの期待も近年高まりを見せている。そこで、参考図表 3 では、研究者側が感じている現時点での社会アジェンダ(感染症対策、新産業創出など)と研究領域のつながりについて、弱い～強い(5段階)で調査した。指数のばらつきから、分野ごとの特徴を見ることができる。

指数の全体平均が 3.6 であることから、回答者は自身が担当した研究領域と社会アジェンダとのつながりはやや強いと判断していることが分かる。指数の高い方から、がん研究、肥満研究、感染症・免疫研究、心臓・血管疾患研究、再生医学研究、ライフサイエンス系その他、ナノサイエンスとなっている。多くが社会との接点として臨床医療現場を有しているライフサイエンス系の研究領域群で高評価である中、同様にナノサイエンスがここに食い込んできていることは、注目に値する。

参考図表 3 現時点での社会アジェンダ(感染症対策、新産業創出など)とのつながりの強弱

(A) 回答数及び指数

	弱い(1)	やや弱い(2)	平均並み(3)	やや強い(4)	強い(5)	分からない	総計	指数
心臓・血管疾患研究	1	0	1	3	4	0	9	4.0
脳・神経研究	2	1	1	4	5	1	14	3.4
肥満研究	0	0	1	0	2	0	3	4.3
再生医学研究	0	0	1	1	1	0	3	4.0
がん研究	0	0	1	0	4	0	5	4.6
感染症・免疫研究	0	1	2	3	5	0	11	4.1
ポストゲノム研究	0	0	1	1	0	0	2	3.5
植物科学研究	1	0	2	3	0	0	6	3.2
ライフサイエンス系その他	0	0	1	2	1	0	4	4.0
化学	1	2	2	3	2	0	10	3.3
ナノサイエンス	0	1	5	2	7	0	15	4.0
物性研究	1	0	4	4	1	0	10	3.4
素粒子・宇宙論	3	1	0	0	0	0	4	1.3
環境	3	2	1	2	2	0	10	2.8
その他	1	4	1	4	5	0	15	3.5
総計	13	12	24	32	39	1	121	3.6

(B)シェア

	弱い(1)	やや弱い(2)	平均並み(3)	やや強い(4)	強い(5)	分からない
心臓・血管疾患研究	11%	0%	11%	33%	44%	0%
脳・神経研究	14%	7%	7%	29%	36%	7%
肥満研究	0%	0%	33%	0%	67%	0%
再生医学研究	0%	0%	33%	33%	33%	0%
がん研究	0%	0%	20%	0%	80%	0%
感染症・免疫研究	0%	9%	18%	27%	45%	0%
ポストゲノム研究	0%	0%	50%	50%	0%	0%
植物科学研究	17%	0%	33%	50%	0%	0%
ライフサイエンス系その他	0%	0%	25%	50%	25%	0%
化学	10%	20%	20%	30%	20%	0%
ナノサイエンス	0%	7%	33%	13%	47%	0%
物性研究	10%	0%	40%	40%	10%	0%
素粒子・宇宙論	75%	25%	0%	0%	0%	0%
環境	30%	20%	10%	20%	20%	0%
その他	7%	27%	7%	27%	33%	0%
総計	11%	10%	20%	26%	32%	1%

さらに、参考図表 4 では、その社会アジェンダとのつながりが 2003-2008 年の間(分析対象期間)どのように変化してきたのかを調査した。71%の回答者がこの間に社会アジェンダとのつながりが増加していると評価している。また、参考図表 5 に示すように、参考図表 3 で現在社会アジェンダとのつながりが高いとした研究領域群では、そのつながりの変化も増加したと評価しているのに対し、素粒子・宇宙論では社会アジェンダとのつながりの変化はなく、そのつながり自体も強くないとしている。

参考図表 4 社会アジェンダとのつながりの増減(2003~2008 年の間)

(A)回答数

	減少	増加	変化なし	分からない	総計
心臓・血管疾患研究	0	6	3	0	9
脳・神経研究	0	10	2	2	14
肥満研究	0	2	1	0	3
再生医学研究	0	3	0	0	3
がん研究	0	4	0	1	5
感染症・免疫研究	0	9	2	0	11
ポストゲノム研究	0	1	1	0	2
植物科学研究	0	4	2	0	6
ライフサイエンス系その他	0	4	0	0	4
化学	0	8	2	0	10
ナノサイエンス	0	12	2	1	15
物性研究	0	8	2	0	10
素粒子・宇宙論	0	0	4	0	4
環境	0	7	3	0	10
その他	0	8	6	1	15
総計	0	86	30	5	121

(B)シェア

	減少	増加	変化なし	分からない
心臓・血管疾患研究	0%	67%	33%	0%
脳・神経研究	0%	71%	14%	14%
肥満研究	0%	67%	33%	0%
再生医学研究	0%	100%	0%	0%
がん研究	0%	80%	0%	20%
感染症・免疫研究	0%	82%	18%	0%
ポストゲノム研究	0%	50%	50%	0%
植物科学研究	0%	67%	33%	0%
ライフサイエンス系その他	0%	100%	0%	0%
化学	0%	80%	20%	0%
ナノサイエンス	0%	80%	13%	7%
物性研究	0%	80%	20%	0%
素粒子・宇宙論	0%	0%	100%	0%
環境	0%	70%	30%	0%
その他	0%	53%	40%	7%
総計	0%	71%	25%	4%

参考図表 5 社会アジェンダとのつながりの強弱とその変化との関係

		現在、社会的アジェンダ(感染症対策、新産業創出など)とのつながり					総計	指数
		弱い(1)	やや弱い(2)	平均並み(3)	やや強い(4)	強い(5)		
2003~2008 年の間、社会 的アジェンダと のつながりの 変化	減少	0	0	0	0	0	0	0
	増加	0	6	15	29	36	0	86
	変化なし	12	6	8	2	2	0	30
	分からない	1		1	1	1	1	5
総計		13	12	24	32	39	1	121
								3.6

研究領域を取り巻く状況の変化として、参考図表 6 では、競争関係にある海外グループ数(ライバル)が 2003-2008 年の間(分析対象期間)増減したかについて調査した。93%の回答者がこの間に競争関係にある海外グループ数が増加したと回答した。続いて、状況の分かる競争関係にある海外グループと比較した現在の研究開発費の状況を調査した(参考図表 7)。回答者の 78%が、ライバルの研究開発費の方が多いと答えた。参考図表 8 では、2003-2008 年の間(分析対象期間)の変化について調べたところ、39%の回答者が研究開発費の差が拡大したとした一方、分からないと答えた回答者が 27%おり、このような変化については研究者が把握するのは難しいということが示された。

参考図表 6 競争関係にある海外グループ数(ライバル)の増減(2003~2008 年の間)

(A) 回答数						(B) シェア				
	減少	増加	変化なし	分からない	総計	減少	増加	変化なし	分からない	
心臓・血管疾患研究	0	7	1	1	9	0%	78%	11%	11%	
脳・神経研究	0	12	1	1	14	0%	86%	7%	7%	
肥満研究	0	3	0	0	3	0%	100%	0%	0%	
再生医学研究	0	3	0	0	3	0%	100%	0%	0%	
がん研究	1	4	0	0	5	20%	80%	0%	0%	
感染症・免疫研究	0	10	1	0	11	0%	91%	9%	0%	
ポストゲノム研究	0	2	0	0	2	0%	100%	0%	0%	
植物科学研究	0	6	0	0	6	0%	100%	0%	0%	
ライフサイエンス系その他	0	4	0	0	4	0%	100%	0%	0%	
化学	0	10	0	0	10	0%	100%	0%	0%	
ナノサイエンス	0	15	0	0	15	0%	100%	0%	0%	
物性研究	1	9	0	0	10	10%	90%	0%	0%	
素粒子・宇宙論	0	4	0	0	4	0%	100%	0%	0%	
環境	0	10	0	0	10	0%	100%	0%	0%	
その他	0	14	1	0	15	0%	93%	7%	0%	
総計	2	113	4	2	121	2%	93%	3%	2%	

参考図表 7 状況の分かるライバルと比較した現在の研究開発費の状況

(A) 回答数							
	ライバルの方が多い	ライバルの方がやや多い	同程度	自分のグループの方が少し多い	自分のグループの方が多い	分からない	総計
心臓・血管疾患研究	7	0	1	0	0	1	9
脳・神経研究	9	3	2	0	0	0	14
肥満研究	3	0	0	0	0	0	3
再生医学研究	2	0	0	1	0	0	3
がん研究	3	1	1	0	0	0	5
感染症・免疫研究	6	2	1	0	0	2	11
ポストゲノム研究	2	0	0	0	0	0	2
植物科学研究	5	1	0	0	0	0	6
ライフサイエンス系その他	2	2	0	0	0	0	4
化学	4	2	2	0	0	2	10
ナノサイエンス	6	4	3	0	0	2	15
物性研究	5	5	0	0	0	0	10
素粒子・宇宙論	2	0	1	0	0	1	4
環境	7	0	2	0	0	1	10
その他	10	2	0	0	1	2	15
総計	73	22	13	1	1	11	121

(B) シェア							
	ライバルの方が多い	ライバルの方がやや多い	同程度	自分のグループの方が少し多い	自分のグループの方が多い	分からない	
心臓・血管疾患研究	78%	0%	11%	0%	0%	11%	
脳・神経研究	64%	21%	14%	0%	0%	0%	
肥満研究	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
再生医学研究	67%	0%	0%	33%	0%	0%	
がん研究	60%	20%	20%	0%	0%	0%	
感染症・免疫研究	55%	18%	9%	0%	0%	18%	
ポストゲノム研究	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
植物科学研究	83%	17%	0%	0%	0%	0%	
ライフサイエンス系その他	50%	50%	0%	0%	0%	0%	
化学	40%	20%	20%	0%	0%	20%	
ナノサイエンス	40%	27%	20%	0%	0%	13%	
物性研究	50%	50%	0%	0%	0%	0%	
素粒子・宇宙論	50%	0%	25%	0%	0%	25%	
環境	70%	0%	20%	0%	0%	10%	
その他	67%	13%	0%	0%	7%	13%	
総計	60%	18%	11%	1%	1%	9%	

参考図表 8 状況の分かるライバルと比較した研究開発費の差の変化(2003~2008 年の間)

(A) 回答数

	縮小	拡大	変化なし	分からない	総計
心臓・血管疾患研究	1	2	3	3	9
脳・神経研究	0	6	6	2	14
肥満研究	1	1	0	1	3
再生医学研究	1	2	0	0	3
がん研究	1	2	1	1	5
感染症・免疫研究	0	3	2	6	11
ポストゲノム研究	0	0	2	0	2
植物科学研究	0	5	0	1	6
ライフサイエンス系その他	0	2	0	2	4
化学	1	3	3	3	10
ナノサイエンス	0	5	2	8	15
物性研究	2	5	3	0	10
素粒子・宇宙論	0	2	1	1	4
環境	1	4	4	1	10
その他	2	5	4	4	15
総計	10	47	31	33	121

(B) シェア

	縮小	拡大	変化なし	分からない
心臓・血管疾患研究	11%	22%	33%	33%
脳・神経研究	0%	43%	43%	14%
肥満研究	33%	33%	0%	33%
再生医学研究	33%	67%	0%	0%
がん研究	20%	40%	20%	20%
感染症・免疫研究	0%	27%	18%	55%
ポストゲノム研究	0%	0%	100%	0%
植物科学研究	0%	83%	0%	17%
ライフサイエンス系その他	0%	50%	0%	50%
化学	10%	30%	30%	30%
ナノサイエンス	0%	33%	13%	53%
物性研究	20%	50%	30%	0%
素粒子・宇宙論	0%	50%	25%	25%
環境	10%	40%	40%	10%
その他	13%	33%	27%	27%
総計	8%	39%	26%	27%

続いて状況の分かるライバルと比較した現在の研究グループの構成員の規模を調べた(参考図表 9)。開発研究費同様、78%の回答者がライバルの方が構成員の数が多いと回答した。参考図表 10 では、2003-2008 年の間(分析対象期間)の変化について調べたところ、37%の回答者が研究グループ構成員の規模の差が拡大したとした一方、分からないと答えた回答者が 22%おり、開発研究費や構成員の変化については研究者が把握するのは難しいということが示された。

参考図表 9 状況の分かるライバルと比較した現在の研究グループの構成員の規模

(A) 回答数

	ライバルの方が多い	ライバルの方がやや多い	同程度	自分のグループの方が少し多い	自分のグループの方が多い	分からない	総計
心臓・血管疾患研究	7	0	1	0	0	1	9
脳・神経研究	9	2	1	0	0	2	14
肥満研究	3	0	0	0	0	0	3
再生医学研究	2	0	1	0	0	0	3
がん研究	3	0	2	0	0	0	5
感染症・免疫研究	6	0	1	0	2	2	11
ポストゲノム研究	1	0	1	0	0	0	2
植物科学研究	5	0	1	0	0	0	6
ライフサイエンス系その他	3	1	0	0	0	0	4
化学	4	3	2	0	0	1	10
ナノサイエンス	10	1	2	0	1	1	15
物性研究	8	0	2	0	0	0	10
素粒子・宇宙論	3	0	1	0	0	0	4
環境	9	0	1	0	0	0	10
その他	13	2	0	0	0	0	15
総計	86	9	16	0	3	7	121

(B) シェア

	ライバルの方が多い	ライバルの方がやや多い	同程度	自分のグループの方が少し多い	自分のグループの方が多い	分からない
心臓・血管疾患研究	78%	0%	11%	0%	0%	11%
脳・神経研究	64%	14%	7%	0%	0%	14%
肥満研究	100%	0%	0%	0%	0%	0%
再生医学研究	67%	0%	33%	0%	0%	0%
がん研究	60%	0%	40%	0%	0%	0%
感染症・免疫研究	55%	0%	9%	0%	18%	18%
ポストゲノム研究	50%	0%	50%	0%	0%	0%
植物科学研究	83%	0%	17%	0%	0%	0%
ライフサイエンス系その他	75%	25%	0%	0%	0%	0%
化学	40%	30%	20%	0%	0%	10%
ナノサイエンス	67%	7%	13%	0%	7%	7%
物性研究	80%	0%	20%	0%	0%	0%
素粒子・宇宙論	75%	0%	25%	0%	0%	0%
環境	90%	0%	10%	0%	0%	0%
その他	87%	13%	0%	0%	0%	0%
総計	71%	7%	13%	0%	2%	6%

参考図表 10 状況の分かるライバルと比較した研究グループ構成員規模の差の変化
(2003～2008 年の間)

(A) 回答数

	減少	増加	変化なし	分からない	総計
心臓・血管疾患研究	0	2	3	4	9
脳・神経研究	0	5	3	6	14
肥満研究	1	1	0	1	3
再生医学研究	0	3	0	0	3
がん研究	0	1	3	1	5
感染症・免疫研究	1	2	5	3	11
ポストゲノム研究	0	0	2	0	2
植物科学研究	0	4	1	1	6
ライフサイエンス系その他	1	1	0	2	4
化学	1	3	5	1	10
ナノサイエンス	0	5	7	3	15
物性研究	1	4	4	1	10
素粒子・宇宙論	0	2	2	0	4
環境	0	5	4	1	10
その他	3	7	2	3	15
総計	8	45	41	27	121

(B) シェア

	減少	増加	変化なし	分からない
心臓・血管疾患研究	0%	22%	33%	44%
脳・神経研究	0%	36%	21%	43%
肥満研究	33%	33%	0%	33%
再生医学研究	0%	100%	0%	0%
がん研究	0%	20%	60%	20%
感染症・免疫研究	9%	18%	45%	27%
ポストゲノム研究	0%	0%	100%	0%
植物科学研究	0%	67%	17%	17%
ライフサイエンス系その他	25%	25%	0%	50%
化学	10%	30%	50%	10%
ナノサイエンス	0%	33%	47%	20%
物性研究	10%	40%	40%	10%
素粒子・宇宙論	0%	50%	50%	0%
環境	0%	50%	40%	10%
その他	20%	47%	13%	20%
総計	7%	37%	34%	22%

(3) 研究領域の更なる発展に向けた手段

研究領域ごとに、今後更なる発展に向け有効な手段は異なるのではないかと考える。そこで、研究領域に今後大きな前進をもたらす手段として考えられる 7 つの項目についてそれぞれの有効度(0～4 の 5 段階)を調べた。項目ごとに有効度を指数化した結果を参考図表 11 に示す。4 点が最高点となる。なお、優秀な研究人材の育成・活用が研究領域の推進には不可欠であることは言うまでもなく承知しているので、それを除く手段を取り上げている。

まず、総計でみると、一番有効度が高いとされたのが、「異なる分野の知識の積極的な活用」である。これについては、ポストゲノム研究、ナノサイエンスや肥満研究など幅広い研究領域で有効であるとされた。次に有効度が高いとされたのは、「出口を見据えた研究の実施」である。この手段については、研究領域によって非常に高くマークされている場合(がん研究、心臓・血管疾患研究、再生医学研究、感染症・免疫研究、ナノサイエンス)と低くマークされている場合(素粒子・宇宙論、環境)との差が大きいというのが特徴である。高い場合は、医療という出口が想定されている研究領域が多いが、その中にナノサイエンスが含まれていることは特筆すべきであろう。この手段については、研究領域の内容に依存し、有効性を発揮することが分かる。3 番目に高い有効度となったのが、「これまでの限界を超える革新的な計測測定技術」である。素粒子・宇宙論、物性研究、環境の研究領域で高い評価を得ている。生命科学系の中でも、脳・神経研究や肥満研究、ポストゲノム研究において有効度が高いとしている。

「これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索」は、肥満研究、再生医学研究、化学、素粒子・宇宙論が高い評価をしており、生命科学系、非生命科学系どちらにおいても、データの収集やデータマイニングを含めた探索作業が進行していることが示唆される。これに関連し、「これまで得られた膨大な量の知識の構造化、システム化」が肥満研究では高評価である。また、「国際協調によるデータの収集」については、心臓・血管疾患研究、がん研究が高評価としているのは、コホート研究の実施やそれに伴う被験者データの収集などが想定される。また、環境で有効度が高いのは、世界的な観測網の整備やそこで得られるデータの収集・解析があるためと考えられる。総合的には一番有効度が低い「世界で数～数十台程度の大型の実験設備・施設」については、評価の高低の幅が広いことが特徴であるが、素粒子・宇宙論では有効度が非常に高いと支持された。

参考図表 12 では、日本が研究推進するにあたり注力すべき最も重要な手段について 1 つ選択する形式で調べた。「出口を見据えた研究の実施」、「異なる分野の知識の積極的な活用」が選択された。

参考図表 11 研究領域の今後大きな前進をもたらす手段の有効度

	1. 異なる分野の知識の積極的な活用(例えば、植物ゲノム研究への計算機科学の活用など)	2. 国際協調によるデータの収集(世界的な観測網の整備、国ごとの作業分担など)	3. これまでの限界を超える革新的な計測測定技術(時間解像度、処理速度、空間解像度などの大幅な向上)	4. 世界で数~数十台程度の大型の実験設備・施設(加速器、スーパーコンピュータ、望遠鏡など)	5. これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索	6. これまで得られた膨大な量の知識の構造化、システム化	7. 出口を見据えた研究の実施(臨床研究への展開、産学連携など)
心臓・血管疾患研究	2.8	3.1	2.1	0.8	2.4	2.1	3.7
脳・神経研究	2.9	2.3	3.0	1.1	2.2	2.4	3.2
肥満研究	3.3	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.7
再生医学研究	2.7	2.7	2.7	1.3	3.0	2.0	3.7
がん研究	3.2	3.4	1.6	0.8	1.8	1.4	4.0
感染症・免疫研究	2.5	2.4	2.5	1.5	2.3	2.6	3.5
ポストゲノム研究	3.5	2.5	3.0	2.0	2.5	2.0	3.0
植物科学研究	2.8	2.3	2.3	1.7	2.3	2.8	3.2
ライフサイエンス系その他	3.3	1.5	1.8	1.3	2.0	2.8	2.8
化学	3.3	1.3	2.9	2.9	3.0	2.5	2.9
ナノサイエンス	3.4	1.8	2.7	1.1	1.9	2.4	3.5
物性研究	3.2	2.1	3.4	2.3	2.4	2.2	2.4
素粒子・宇宙論	2.5	2.8	3.5	3.8	3.0	1.5	0.5
環境	2.9	3.1	3.3	2.5	2.7	2.3	1.8
その他	3.1	2.1	2.3	1.1	2.2	2.4	2.5
総計	3.0	2.3	2.7	1.6	2.4	2.3	2.9

参考図表 12 日本が研究推進するにあたり注力すべき最も重要な手段

	1. 異なる分野の知識の積極的な活用(例えば、植物ゲノム研究への計算機科学の活用など)	2. 国際協調によるデータの収集(世界的な観測網の整備、国ごとの作業分担など)	3. これまでの限界を超える革新的な計測測定技術(時間解像度、処理速度、空間解像度などの大幅な向上)	4. 世界で数~数十台程度の大型の実験設備・施設(加速器、スーパーコンピュータ、望遠鏡など)	5. これまでとオーダーが異なる膨大な量のデータ収集、物質の探索	6. これまで得られた膨大な量の知識の構造化、システム化	7. 出口を見据えた研究の実施(臨床研究への展開、産学連携など)	8. その他	未回答	総計
回答数	25	6	12	5	8	6	44	14	1	121
シェア	21%	5%	10%	4%	7%	5%	37%	12%	1%	100%

その他としてあげられた回答

領域ID	その他記入欄	領域ID	その他記入欄
2	遺伝子発現と生理機能のより詳細な連関、肥太線維化などにおけるリモデリングのリバース機構	69	大学への研究予算の総額
3	治療薬の開発が先行しているが、病因・病態生理の解明が重要である	70	自然界の持つ機能を模倣した研究テーマの重要性
7	ライフサイエンス技術のグローバル協調、国際共同臨床研究および試験の実施	73	異なる分野の人材を集積した共同研究
12	革新的なPOCT技術の開発とシステム化	76	これまでの考えにとらわれない革新的なアイデア(マテリアル・システム)
18	一般の人々の研究への理解と協力(被験者としてなど)	79	企業における出口志向基礎研究の活性化
21	疾患の社会負担に応じた研究費の配分、臨床研究へのサポート、大学病院のミッションの明確化	82	研究者のポジション(計算科学分野は明らかに減少)と人件費
32	継続的な基礎研究	83	基礎的なデータの収集と応用への発展を目指す研究の双方の充実と連携
35	臨床試験研究費の増加	89	新規の理論的な結果
42	遺伝子改変マウスなどの研究資源の充実、作製、供給などのサービスの充実	104	物理学者だけでなく数学者との共同研究を活発に行う
49	エイズ治療への新規メカニズムを有す抗HIV剤の応用	107	国際的な人事交流
53	温室などの実験環境で得られるデータと実際のフィールド環境で得られるデータを横断する研究の発展	108	野外調査と一次資料分析における長期継続的研究、ならびに若手研究者の安定雇用枠の増加
54	植物免疫機構の理解	110	人材の確保と育成、研究環境等インフラの整備と維持管理
55	病原生物の感染機構の解析のためには、研究室内や野外での実験だけでは不十分であり、様々な植物育成環境をプログラム化して繰り返し再現可能な大型の植物育成施設を国内に設置して共同利用に供する必要がある。	112	最新の知見を取り入れた数値モデルの開発
57	基礎研究分野における研究費の増大(基礎分野にも、研究員を雇用できる様な大きなプロジェクト研究を設定すること)	118	研究者層の拡充
59	既成概念にとらわれないアイデアを創出できる人材の発掘とそれに必要な新しい技術	120	基礎理論科学(数学など)の応用的研究の活発化のために構造的転換およびその組織的支援体制の構築

(4) 研究領域の更なる発展に向け関係性を強めるべき研究領域群

上記の研究領域の更なる発展に向けた手段に対する回答で、「異なる分野の知識の積極的活用」については、幅広い研究領域で有効であると評価された。そこで、研究領域ごとに今後発展する上で関係性を強めるべき研究領域群はいずれかについて具体的に調べた(参考図表 13)。複数回答可能(最大3つ)とし、研究者自身が担当した研究領域が含まれる研究領域群についても選択可能とした。

各研究領域群に含まれる研究領域数は異なるため、回答者数や回答者あたりの平均回答数にも差があるので、各研究領域群の合計を1とし、シェアで表した(参考図表 13(B))。この情報を、サイエンスマップ上の模式図に加筆したのが参考図表 14 である。

参考図表 13 今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群

(A) 回答数

	今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群																
	回答者数	回答者あたりの平均回答数	心臓・血管疾患研究	脳・神経研究	肥満研究	再生医学研究	がん研究	感染症・免疫研究	ポストゲノム研究	植物科学研究	化学	ナノサイエンス	物性研究	素粒子・宇宙論	環境	その他	分からない
心臓・血管疾患研究	9	2.4	6	3	3	3	2	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0
脳・神経研究	14	2.5	2	12	3	6	1	0	7	0	1	2	1	0	0	1	0
肥満研究	3	2.3	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
再生医学研究	3	2.7	1	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
がん研究	5	2.6	0	0	1	2	5	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0
感染症・免疫研究	11	2.6	0	0	1	1	4	10	7	0	2	2	0	0	2	1	0
ポストゲノム研究	2	3.0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0
植物科学研究	6	2.3	0	0	0	0	0	1	5	3	1	0	0	0	4	0	0
ライフサイエンス系その他	4	2.5	1	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
化学	10	3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	3	0	0
ナノサイエンス	15	3.0	0	0	0	1	0	0	2	0	12	14	8	0	8	0	0
物性研究	10	2.5	0	1	0	0	0	0	0	0	5	9	9	1	0	1	0
素粒子・宇宙論	4	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	1	0
環境	10	2.2	0	1	0	0	0	0	2	5	1	0	2	9	1	0	0
その他	15	2.1	1	6	0	1	1	3	3	0	3	3	4	1	5	4	0
総計	121	2.5	13	26	10	18	18	20	34	7	39	43	33	8	34	10	0

(注)複数回答可能、最大3つまで。各担当研究領域の含まれる研究領域群も選択可能。

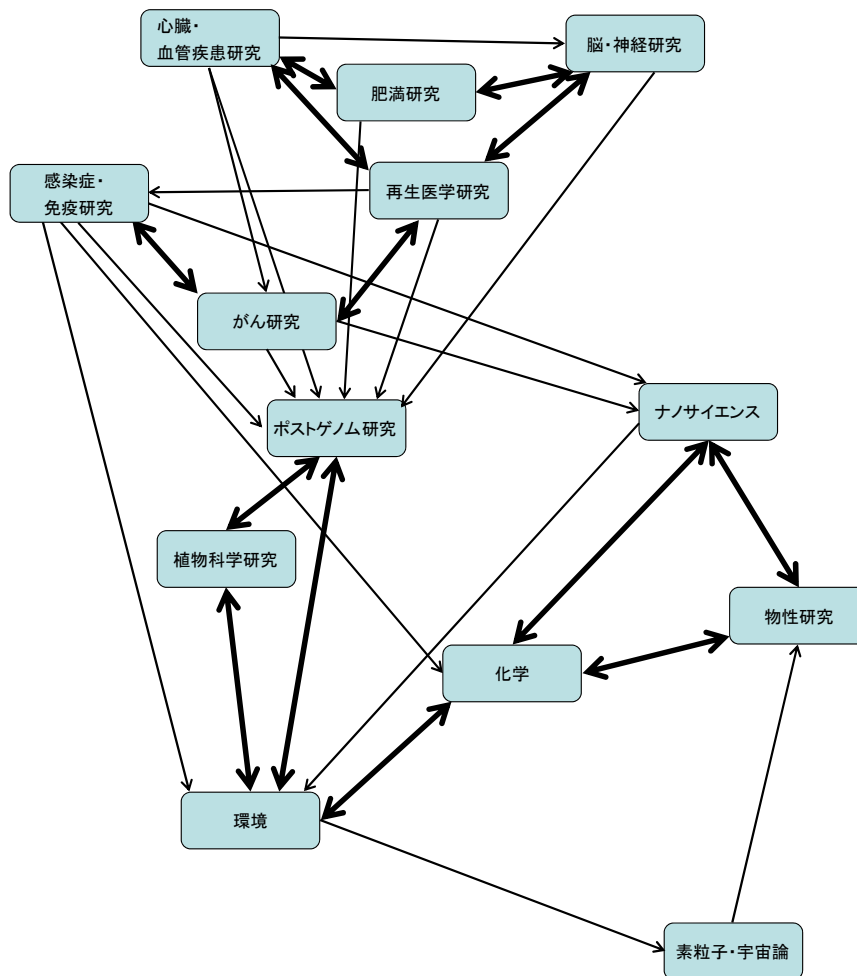
(B) シェア

	今後発展する上で関係性を強めるべきと考える研究領域群														
	回答者数	心臓・血管疾患研究	脳・神経研究	肥満研究	再生医学研究	がん研究	感染症・免疫研究	ポストゲノム研究	植物科学研究	化学	ナノサイエンス	物性研究	素粒子・宇宙論	環境	合計
心臓・血管疾患研究	9		0.19	0.19	0.19	0.13	0.06	0.19	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	1.00
脳・神経研究	14	0.09		0.13	0.26	0.04	0.00	0.30	0.00	0.04	0.09	0.04	0.00	0.00	1.00
肥満研究	3	0.40	0.40		0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
再生医学研究	3	0.17	0.17	0.00		0.33	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
がん研究	5	0.00	0.00	0.13	0.25		0.13	0.25	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	1.00
感染症・免疫研究	11	0.00	0.00	0.05	0.05	0.21		0.37	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.11	1.00
ポストゲノム研究	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	1.00
植物科学研究	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.45		0.09	0.00	0.00	0.00	0.36	1.00
化学	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.43	0.43	0.00	0.00	0.14	1.00
ナノサイエンス	15	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00		0.39	0.26	0.00	0.26	1.00
物性研究	10	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.56		0.06	0.00	1.00
素粒子・宇宙論	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00		0.00	0.00	1.00
環境	10	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.38	0.08	0.00	0.15		1.00
総計	121	0.04	0.09	0.03	0.06	0.06	0.07	0.11	0.02	0.13	0.14	0.11	0.03	0.11	1.00
ライフサイエンス系その他	4	0.10	0.00	0.00	0.20	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00
その他	15	0.03	0.19	0.00	0.03	0.03	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	0.13	0.03	0.16	1.00

(注 1) 次図表中、両矢印で示す関係のところは太字となっている。(注 2) 研究領域群の総回答数から、その研究領域群自身とその他を選択した数を引き、残りの中で関係性を強めるべきとの意見が1割を超えた研究領域群のセルを赤色で示した。心臓・血管疾患研究の場合、22件の回答が寄せられたが、そのうち心臓・血管疾患研究を選択した6件を除いた16件を分母とした。このうち、3件が脳・神経研究を、今後関係性を強めるべき研究領域群として選択したので3/16=0.19をシェアとした。

多くの研究領域群から関係性を強めるべき相手として回答されたのが、ポストゲノム研究、環境、ナノサイエンス、化学であり、注目度が高いことが示された。また図中、太線の両矢印が双方向で今後関係性を強めるべきと回答があったところである。これを見ると、心臓・血管疾患研究、肥満研究、脳・神経研究、再生医学研究の中で強い関係性を見ることができる。また、ポストゲノム研究、植物科学研究、環境のトライアングル構造、ナノサイエンス、化学、物性研究のトライアングル構造が見られる。化学と環境とが関係性を強めるべきとされているので、化学や環境を媒介として2つのトライアングル構造を1つのかたまりとしてみることができる。臨床医学系とこれら6つの研究領域群をつなぐ役目としてポストゲノム研究の役割も大きいと考えられる。

参考図表 14 サイエンスマップ上にも今後発展する上で関係性を強めるべき研究領域群の関係



(注) 10%以上の回答があった場合、片矢印を示している。お互いの領域が選択し合っている場合は、太線の両矢印で示した。その他としてあげられた回答は以下である。

領域ID	その他記入欄	領域ID	その他記入欄
22	認知心理学	107	数学
33	データマイニング研究	109	情報学(DNA, そのほかの生物情報を大量・高速で処理する)
41	システムバイオロジー	111	数学(とくに統計学)
92	計算電磁気学	119	政府組織のガバナンス
99	信号処理、情報理論の分野、さらにそれを用いた計測器に関して大きな発展が望める	120	生命体の飛翔・遊泳法に関する研究
104	最近では、ゲージ・重力理論対応を使って超伝導や超流動の理論的な研究が始まっている。	121	進化経済学、計量経済学、ネットワーク科学

次に、これら専門家の今後発展する上で関係性を強めるべき研究領域群の回答と、サイエンスマップ 2006 から 2008 の間のマップの変化との関係について検証した(参考図表 15)。

まず、ナノサイエンスと化学は参考図表 14 で両矢印となっており、専門家らは、お互いが今後の発展のために必要な知識と考えている。そこで、サイエンスマップ 2008 のナノサイエンスの ID66 と、化学の ID86 を見る。これらはそれぞれサイエンスマップ 2006 からの継続研究領域であり、ナノサイエンスの ID79 と化学の ID91 に相当する。サイエンスマップ 2006 の ID79 と ID91 の共引用度は 0.0025 であったが、サイエンスマップ 2008 の ID66 と ID86 の共引用度は 0.01 であり、約 4 倍の強さを持つ関係性へと変化していることが分かった。

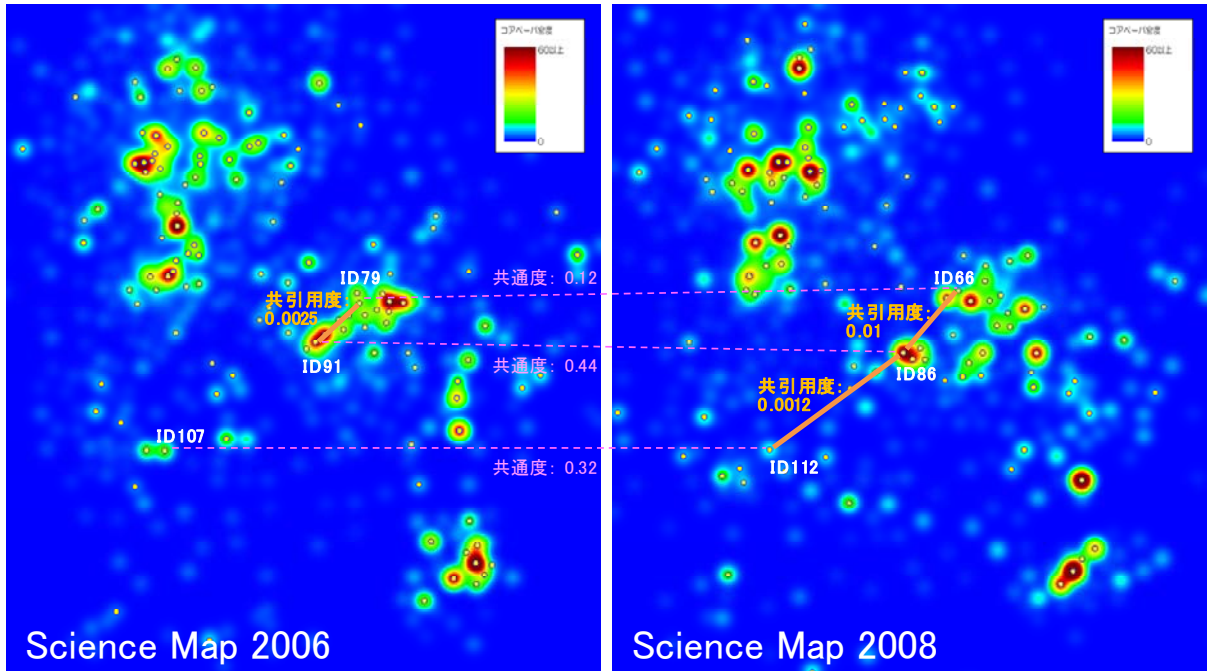
次に、化学と環境も参考図表 14 で両矢印となっており、専門家らは、お互いが今後の発展のために必要な知識と考えている。そこで、サイエンスマップ 2008 の化学の ID86 と、環境の ID112 を見る。これらはそれぞれサイエンスマップ 2006 からの継続研究領域であり、化学の ID91 と、環境の ID107 に相当する。サイエンスマップ 2006 の ID91 と ID107 の共引用度は 0 であったが、サイエンスマップ 2008 の ID86 と ID112 の共引用度は 0.0012 であり、共引用関係が発生する研究領域間となったことが分かった。

そして素粒子・宇宙論は今後の発展のために、物性研究との関係性を強めるべきと参考図表 14 で示されている。そこで、サイエンスマップ 2008 の素粒子・宇宙論の ID107 と、物性研究の ID100 を見る。これらはそれぞれサイエンスマップ 2006 からの継続研究領域であり、素粒子・宇宙論の ID69 と、物性研究の ID63 に相当する。サイエンスマップ 2006 の ID69 と ID63 の共引用度は 0.0013 であったが、サイエンスマップ 2008 の ID107 と ID100 の共引用度は 0.0126 であり、約 10 倍の強さを持つ関係性へと変化していることが分かった。

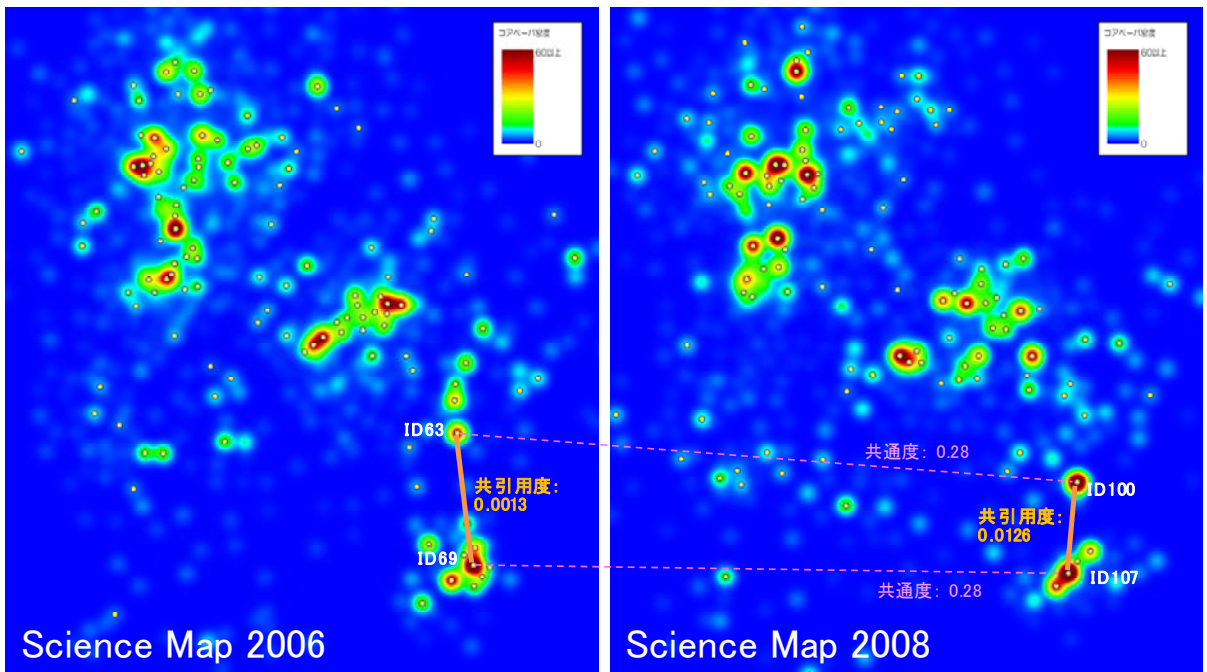
これらの例のように、専門家らの意見とサイエンスマップの動きには一定の関連性が見られることが分かる。

参考図表 15 専門家の意見と研究領域間の共引用度の関係

(A) ナノサイエンス ↔ 化学 ↔ 環境



(B) 素粒子・宇宙論 → 物性研究



注目研究領域名

サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
79 リビングラジカル重合	66 リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械
91 触媒的不斉合成	86 触媒的不斉合成
107 エアロゾル	112 有機エアロゾル
63 強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相	100 強く相互作用する量子多体系
69 観測的宇宙論とそれを巡る素粒子の模型	107 宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展

4. インタラクティブサイエンスマップの試み

サイエンスマップ 2008 では、内容分析実施者に対し、注目研究領域の発展状況についての Web アンケート調査と同時に、インタラクティブサイエンスマップの作成への参加依頼を行い、科学研究のダイナミズムの把握を試みた。Web を用いた回答形式で行った。

論文分析による科学の状況把握を行うことは、定量的に分析結果を示すことができる点で優れている。しかしながら、論文の書誌情報や被引用回数などの情報を使うため、近過去の状況となり、これまでにサイエンスマップ調査分析に参加していただいた研究者の方からは現時点での状況とのギャップを埋める必要性について指摘を受けてきた。

そこで、従来のように定量的に分析できる部分に加え、「現在研究者が体感し、認識している研究領域の情報」を収集することは、近過去から現在・近未来のギャップを埋める作業に有効であり、科学の状況把握をより精度高く行うことができると考えた。また、サイエンスマップ 2008 を科学の世界の座標軸として活用し、その上に「現在研究者が体感し、認識している研究領域の情報」を付加する作業を行ってもらうことで、研究者からの回答の関係性を整理する手間を省くことが可能となると考えた。

このように、定量的アプローチである論文分析結果と定性的アプローチである研究者の感覚に基づく結果を組み合わせ作成するマップを「インタラクティブサイエンスマップ」と呼ぶこととする。具体的には、参考図表 16 のように Web 画面上で質問を行なった。

調査期間、対象者及び有効回答数は以下である。

調査期間： 2010 年 1 月 13 日～1 月 27 日（催促を行い最終締め切りは 2 月 9 日）

対象者： 内容分析担当者 121 名

有効回答数： 170 件（記入漏れ等の 10 件を除く）

参考図表 16 インタラクティブサイエンスマップ Web 記入画面

[5/6ページ]

▶ここまでの回答を保存し終了する

作業C: サイエンスマップ2008を俯瞰したアンケート調査(4/5)

質問4

今回のサイエンスマップ調査では2003-2008年の論文を対象としています。科学は日々進展していますので、このマップは近過去の状況を表したものと考えられます。そこで、みなさまから現在・近未来の情報を集めることで、時間のギャップを埋め、インタラクティブサイエンスマップを作成したいと考えています。

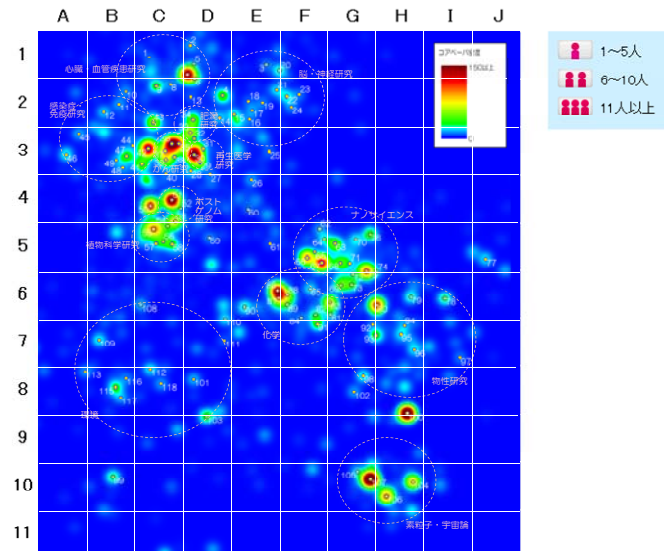
下記方法に従い、今回リストとなっている121研究領域以外に、現在急激に注目を集めている研究領域、これから数年のうちに動きがあると強く期待される研究領域について、回答してください。その際、サイエンスマップの位置情報も加味し入力してください。

[\(参考\)調査意図の詳細説明](#)

- 3箇所までアイコンをたてることができます。
- アイコンを立てたい領域を選択して、縦軸・横軸を選択、研究領域名、キーワードを入力して、「登録」をクリックすると、マップ上にアイコンが追加されます。
- 他の人がアイコンを立てた領域にも新たな領域を登録することができます。
- アイコンの上でマウスの乗せると、研究領域名とあなたの担当領域IDが表示されます。
他の研究者の回答もリアルタイムに確認することができます。

[研究領域名のリストを開く](#) [印刷用PDFを開く](#)

インタラクティブサイエンスマップ



研究領域名は、分かりやすいものとし、**全角25文字**までで入力してください。
英語のキーワードを、**半角英数**で入力してください。
複数ある場合はカンマで区切ってください。

項目	記入欄
1	縦軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	横軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	研究領域名 <input type="text"/>
	キーワード(英語) <input type="text"/>
2	縦軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	横軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	研究領域名 <input type="text"/>
	キーワード(英語) <input type="text"/>
3	縦軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	横軸 <input type="text" value="-- ↓ 選択下さい --"/>
	研究領域名 <input type="text"/>
	キーワード(英語) <input type="text"/>

登録

戻る

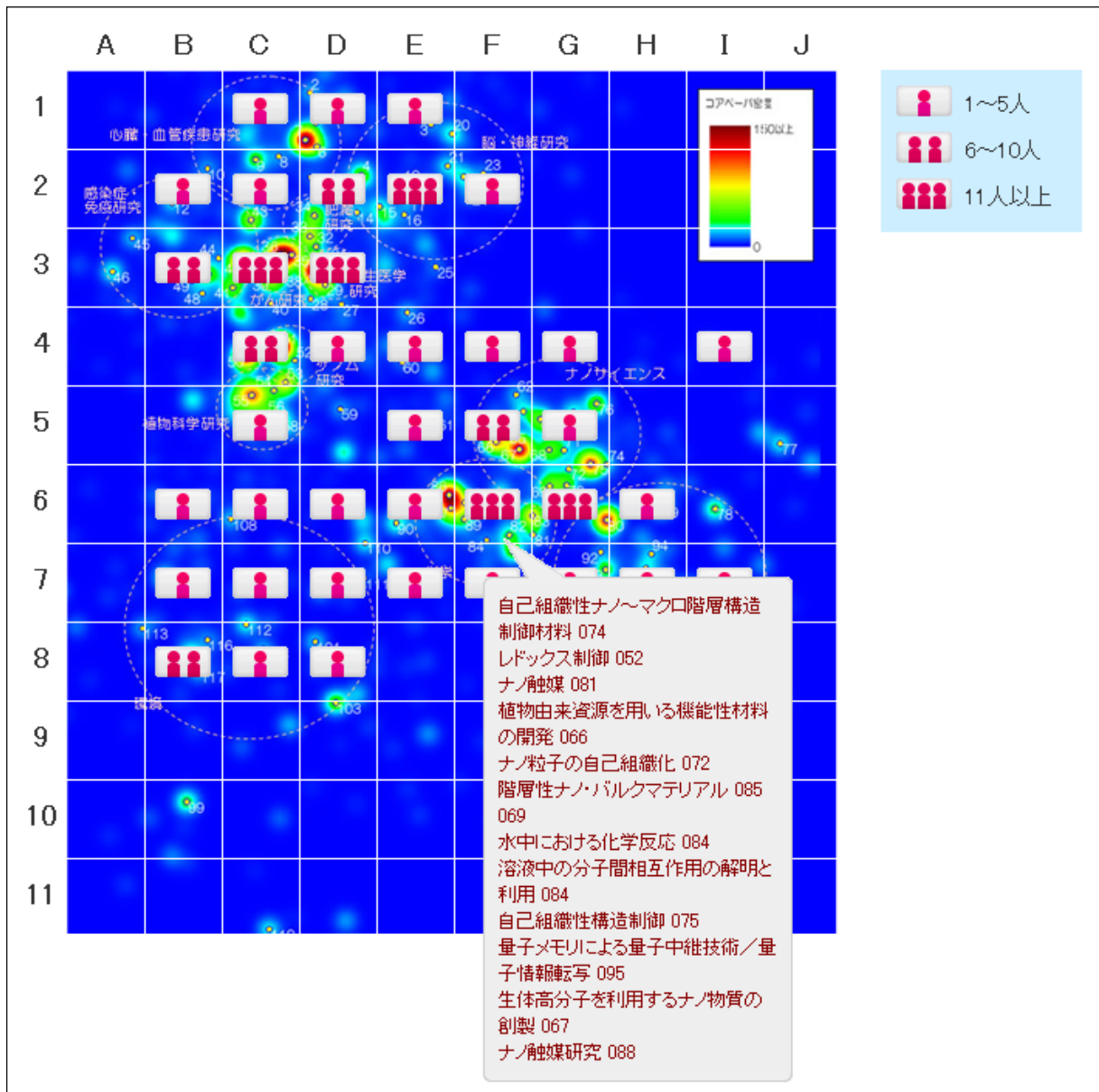
次へ

copyright(C) 2009 Mitsubishi Chemical Techno-Research Corporation All rights reserved

ObaseASPアンケート : (C) 2009 [Obase Corporation](#), All rights reserved.

参考図表 17 に、インタラクティブマップ書き込みの状況を示した。Web 画面上で、何人の研究者が書き込んだか、どのような内容かを確認できるような画面となっている。また、一時保管の状況であれば、他の研究者の書き込みとの比較を行い、回答を変えることもできるようになっている。したがって、サイエンスマップという場で、研究者が他の研究者の回答を参照することで、相互に影響を及ぼしながら位置の確定を行うことができるように配慮した。

参考図表 17 インタラクティブサイエンスマップ書き込みの状況



(注)各セル上には、上記のような吹き出しが表示され、各研究者から記入された研究トピックと研究者の ID 番号(内容分析担当研究領域の ID と同一)を確認することが出来る。

参考図表 18 現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待されるトピック

	B		C		D		E	
	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード
1			動脈硬化病変の早期発見と発症予防	Early detection and prevention of atherosclerotic disease	全身臓器の神経制御機構の解明	cell sensor, brain-organ integration	精神疾患の生物学的診断マーカー開発	Biological markers for mental disorders
2	異所性石灰化退縮 HPV生活環	regression of ectopic calcification life-cycle of HPV	SERMの薬物特性 肥満と免疫	SERM obese, immunology	脳・神経研究 携帯・埋め込み型人工腎 摂食障害の生物学的発症機序解明と治療法開発 オルガナ品質管理 身体活動とエネルギー代謝 栄養シグナルによる生活習慣病研究 肥満による生活習慣病発症機序の解明	neurotransmitter wearable artificial kidney Biological mechanisms and treatment of Eating Disorders Quality control, Organelles Exercise and energy metabolism Nutrition signal, life-style disease 肥満,生活習慣病発症	オプトジェネティクスによる脳機能の解明 中枢神経性疾患の発症におけるエピジェネティック制御機構 中枢神経の再生・分化に関する研究 シナプス異常を指標とした神経疾患治療薬作出 統合失調症患者の脳機能回復 精神疾患の死後脳研究 神経伝達物質障害と情動障害 シナプス可塑性と情動障害 脳、中枢神経系に関する研究 コンフォメーション病の予防治療法開発	Channelrhodopsin Epigenetic modification Regenerative medicine synapse, neurological disorder 統合失調症、脳機能 Postmortem brain studies of mental disorders ドーパミン グルタミン酸 Brain, central nervous system aggregation mechanism, amyloid fibrillation mechanism
3	抗サイトカイン抗体によるアレルギー治療 ウイルス感染とアレルギーの関連 全身性・末梢性炎症による脳高次機能変化 インフルエンザ 組み合わせによる免疫応答調節の治療への応用 NK細胞受容体とそのリガンドによる活性制御 HPV感染実態の正確な把握 感染制御 抗HIV薬に関する研究 C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法	new anti-cytokine drugs for allergy virus infection and allergic disease Neuroimmunology influenza Application of combined immunomodulation for immune-mediated disease NKG2D, MICA/B, ULBP, NK cell reliable HPV surveillance INfection control, MRSA, virus HIV, New antiviral agent HCV, New antiviral agent	細胞の機能蛋白の解明 前立腺癌内分泌療法 微生物のリアルタイム迅速検出技術と応用 がんゲノム タンパク質分解をターゲットとした創薬 細胞状態を規定する代謝産物の検索 がん研究 感染症・免疫 がん研究 抗癌剤感受性マーカーの検索 がん研究 発がんに於けるサイトカインの役割 がん治療薬 特異性疾患における病原体の探索 がん研究	プロテオミクス、蛋白制御 prostate cancer androgen depletion therapy microbial detection, real-time cancer genomics Drug development, Proteolysis Metabolic products human cancer, genome, molecular biology immune reconstitution gene expression, targeted therapy biomarker micro RNA tumorigenesis, cytokine Drugs, cancer idiopathic disease, etiology, pathogen anticancer	細胞再生医療 細胞・再生医療 再生医療 iPS細胞の早期実用化に向けた評価方法の開発 難治性疾患の病態解明と治療法の開発 再生医学・再生医療 がん幹細胞研究 再生医学 再生医学 再生医学と幹細胞研究	iPS, 心筋再生、幹細胞 cell therapy iPS cells, evaluation technology Intractable diseases pathogenesis therapeutics regenerative medicine cancer stem cell bone remodeling liver regeneration 再生, 幹細胞		
4			アレルギーの遺伝子機序解明 メタボローム 酵素活性を指標とした分子診断 植物ホルモン ジーンサイレンシング エピゲノム制御 エピジェネティクス 蛋白質構造基盤とした創薬研究 レドックス制御	genomic analysis of allergy metabolome enzymomics ジベレリン、オーキシン、サイトカニン RNAi, sRNA epigenomics epigenetics, chromatin remodeling protein structure, rational drug design redox regulation	脳ゲノム多様性 精神疾患のゲノム解析 ポストゲノム ポストゲノム	Genome diversity in the brain Genome analysis of mental disorders deep sequencing glycans	光遺伝神経操作学 蛋白凝集の生物学的意義 ナノファイバーの再生医療への応用	Optogenetics, uncaging amyloid prion conformational diseases 培地、三次元構造、細胞の立体成長
5			植物の環境応答とオミックス解析 植物の多様性とゲノム変異 環境生物学、生物科学と環境科学のより密接な融合 植物の細胞間情報伝達と細胞運命決定	plant stress response, omics SNP analysis, biodiversity 生態、発生、遺伝子発現、進化、環境変化、 cell communication, peptide signal, cell fate			ケミカルバイオロジー 細胞創生	chemical biology Cell production

(参考図表 続き)

	F		G		H		I	
	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード
1								
2	脳機能画像法を用いた社会脳科学 時間文脈記憶研究 情動による意志決定の神経機構 ニューロ・エコノミクス	social brain science using neuroimaging tempotal context memory モチベーション、快、不快 neuro economics						
3								
4	ナノバイオエンジニアリング	nanoparticle, plasmon, bioprobe	DNA、癌細胞の可視化技術の開発 化学プローブによる生命現象の可視化	DNA cancer visualizations イメージング			生体模倣ナノマシン	Bio-imitated nano-machine
5	マイクロ流路デバイス ナノバイオマテリアル 生体高分子を利用する機能物質の創製 生体高分子の医療応用 生物に学びそれを超える環境にやさしいプロセスからの材料開発	マイクロフルイディクス 組織融合 nano-material, bio-polymer, protein, nucleic acids drug delivery nucleic acid drugs, anti-body bioinspired materials, biomimetic, materials synthesis, environmetal benign, solution processes	ナノサイエンス ナノファイバーの形態制御 ナノ構造電池材料 液体の構造形成性を利用したナノ科学	nano 電界紡糸、水処理、防護服、触媒 電気二重層キャパシタ、燃料電池 liquid, structure-forming property, nano-science				

(参考図表 続き)

	B		C		D		E	
	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード
6	生態毒性学	Ecotoxicology	環境による発癌における分子機構解析 環境疫学	carcinogenesis Environmental Epidemiology	生命エネルギー変換システム 代謝物の環境化学	biological energy conservation Environmental Metabolomics	高効率有機合成技術 有機触媒を用いた合成反応 不斉合成 水中での不斉触媒反応 微生物酵素を用いるバイオプロセス開発	organic synthesis organocatalyst asymmetric synthesis asymmetric, water Bio-process development using microbial enzyme
7	生物多様性科学 地上観測網と衛星観測に基づく統合的陸域生態系観測	ecosystem function, ecosystem service, conservation integrated terrestrial ecosystem observation	陸域生態系への地球温暖化影響評価 長期時系列環境観測と生物地理分布変遷	effects of global warming on terrestrial ecosystems Long-term monitoring, environmental change, biogeography	臭素系難燃剤の環境化学	難分解性化学物質	有機材料研究 バイオリファイナリ バイオプラスチック生産	organomaterial science バイオ燃料、バイオケミカル Bio-plastic production
8	生物起源の大気微量成分 アジアの大気環境 気候変化に対する生態系フィードバックの解明 大気汚染と気候変動の相互作用の解明 大気組成の衛星観測 地球環境統合シミュレーションモデルの開発 高度な海洋観測による長期気候変動の解明 極域・高緯度域の環境変動詳細観測	Biogenic sources, Trace gas, Aerosol Asia, Atmospheric environment biological feedback to climate change 大気化学 エアロゾル 化学気候モデル 温室効果ガス 微量成分 climate change, atmospheric pollution, carbon cycle, ocean circulation Investigation of long-term climate changes with advanced oceanographic observations environmental variations, high latitudes, polar regions	環境変動と遺伝子進化 過去を含むエアロゾルの長期変動 詳細な古海洋環境復元	environmental change, genome, evolution Long-term trend, Aerosol high-resolution paleoceanography				
9								
10								
11								

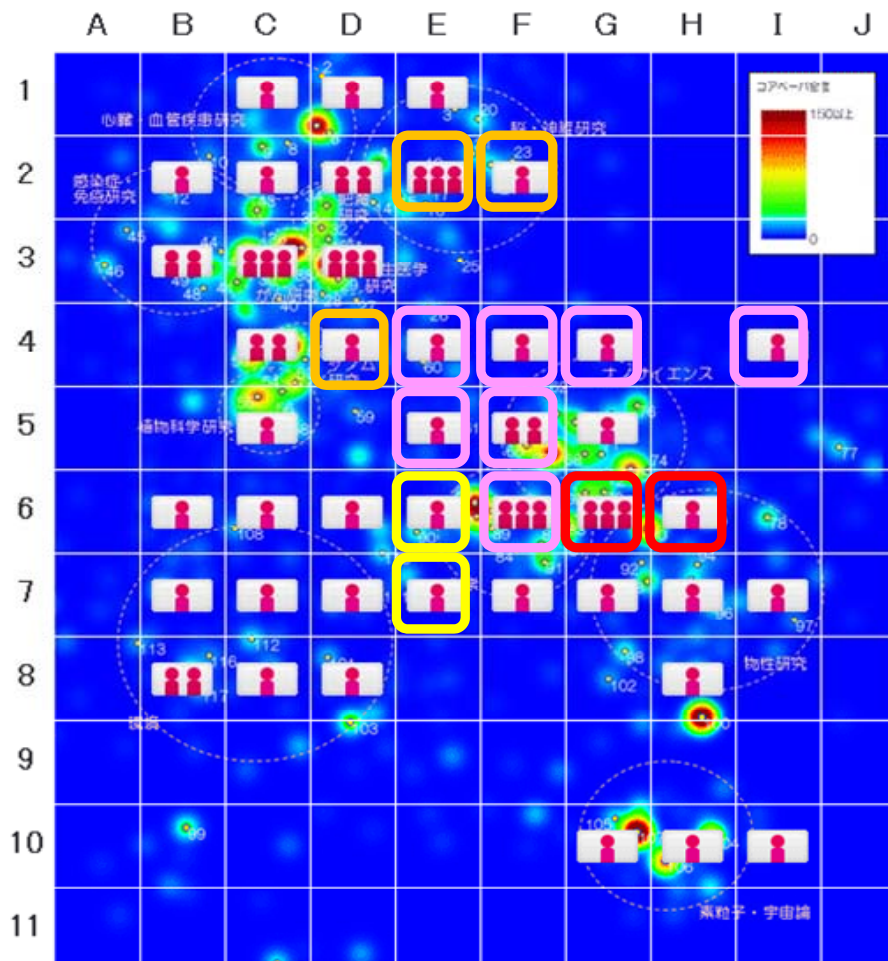
(参考図表 続き)

	F		G		H		I	
	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード	研究領域名	キーワード
6	レドックス制御 植物由来資源を用いる機能性材料の開発 生体高分子を利用するナノ物質の創製 ナノ粒子の自己組織化 自己組織性ナノマクロ階層構造制御材料 自己組織性構造制御 ナノ触媒 水中における化学反応 溶液中の分子間相互作用の解明と利用 階層性ナノバルクマテリアル ナノ触媒研究 量子メモリによる量子中継技術/量子情報転写	thiol nano-material, bio-polymer, protein, nucleic acids hierarchical structures, self-organization self ordering 触媒 green chemistry, reaction in water solusion, intermolecular force 自己組織化・有機構造材料・有機電子材料 nano-catalyst Quantum memory, Quantum repeater	プロセスインテグレーション 超分子材料 ナノ構造制御による次世代電気化学デバイスの開発 有機エレクトロニクス 階層構造を制御したエネルギーデバイスの作製 階層構造を有するナノ材料の創製と機能発現メカニズムの解明 新規な光電変換素子材料の開発 ナノ熱変換機関 量子計算によるナノ材料設計 有機エレクトロニクス 錯体水素化合物の複合機能	トップダウンとボトムアップの融合 自己組織化 nanomaterials, hierarchical structures, electrochemical devices organic electronics エネルギーデバイス, 階層構造を有する材料 階層構造を有する材料 unconventional photoelectric device nano-scale heat conversion engine theoretical nano material design 有機発光体、有機半導体、有機太陽電池 complex hydride, hydrogen, ionic conductivity, ionic liquid	ナノ構造創エネルギー材料 複合ナノファイバーの創製 新規物性に基づく革新的エネルギーデバイスの創製	nanostructure, energy material エレクトロニクス、太陽電池、二次電池、燃料電池、センサ エネルギーデバイス		
7	有機薄膜太陽電池 応用電気生化学	photovoltaics, solar battery Applied electric biochemistry	量子化学の物性研究への適用 有機分離材料 オプトメカニクス	new-generation density functional theory, long-range corrected DFT 分離材料・エネルギー創出 Opto-Mechanics	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体 スピнкаレント 分子スピントロニクス ヘテロ界面制御とスピントロニクス	半導体、磁性スピントロニクス spin current 分子スピントロニクス ヘテロ界面、スピントロニクス	新規鉄系超伝導体	iron-based superconductors
8					精密時空計測と相対論、宇宙論の検証	optical frequency standard, relativity, cosmology		
9								
10			宇宙初代天体 重力波 宇宙線加速	fist star, galaxy formation, reionization gravitational wave comic ray, ultra high energy cosmic ray, acceleration	素粒子・宇宙論 素粒子・宇宙論	量子重力 高エネルギー物理学	素粒子・幾何学	particle physics, geometry
11								

アンケート調査で最先端科学のトピックを調査すると、研究者からの回答は得られリストは作成できるが、その結果をどのようにまとめるかが非常に難しいところである。ある分野に限れば、その知識を持っている者がそれぞれ仕分け作業を行うことも可能であるが、本調査のように科学全般を俯瞰したい場合、全ての分野の科学の情報を網羅していないと作業を行えず、それ自体至難の業と言えよう。ところが、今回のように、あらかじめサイエンスマップにより内容の位置づけを示した上で、その内容との関係性を専門家である研究者に判断してもらい、記述してもらうことで、まとめる作業を行わず一覧表を作成することができることは、本手法の利点である(参考図表 18)。

現在急激に注目を集めこれから数年のうちに動きがあると強く期待されるトピックとして、回答数が多かったのは、がん研究付近(C3)、再生医学研究付近(D3)、化学とナノサイエンスの重なり付近(F6、G6)である。これらの付近はマップ上含まれる研究領域数が多いためと考えられる。しかし、自身が担当した研究領域付近以外のセルへの書き込みも見られ、例えば生命科学系(感染症・免疫研究)の担当者(ID12、ID45)がナノサイエンス付近(G4)に「DNA,がん細胞の可視化技術の開発」や「化学プローブによる生命現象の可視化」を記入しているケース、経済・経営学の担当者(ID119)が脳・神経研究(F2)に「ニューロ・エコノミクス」を記入しているケースを確認している。このことから、回答者が自身の回答をどこに記入するかを決める際にマップ上の位置を考慮していることが伺える。回答とサイエンスマップの関係から特徴の見られる研究領域(参考図表 19 で枠で囲んだ部分)について以下で説明する。

参考図表 19 インタラクティブマップ上で書き込みの傾向



<脳・神経研究(オレンジの囲み)>

脳・神経研究はサイエンスマップ 2008 でも変化のあった領域群であり、書き込まれたトピック数も多かった。その中で、F2 には「ニューロ・エコノミクス」の書き込みがあった。経済・経営学の研究領域の担当者(ID119)の記述であるが、ID119 はサイエンスマップ 2008 上で、他の研究領域との共引用度が著しく低い。そのため、マップに載っていない領域である。マップ上関係性が全く見えていなかった異分野の研究者がこれらの知識を補足していることが伺える。

また、E2 には、「オプトジェネティクスによる脳機能の解明」といった光学と遺伝学の融合研究が書き込まれている。そして、D4 という脳・神経研究の位置とは異なるポストゲノム研究の場所に、「脳ゲノム多様性」、「精神疾患のゲノム解析」のトピックが挙げられ、ゲノムからのアプローチとの融合研究となっている。このように、サイエンスマップ 2008 に引き続き、この研究領域群は異なる分野の知識やアプローチと融合しつつ研究が進んでいくと示唆される。ちなみに、オプトジェネティクスについては、E4 にも他の研究者から「光遺伝神経操作学」との回答があり、手法の確立の観点(E4)かそのアプローチによる解明の観点(E2)かで回答するセルが変わっていると考えられる。

<生命科学系とナノサイエンスとの間(ピンクの囲み)>

生命科学系とナノサイエンスとの間は、サイエンスマップ 2008 で研究領域の配置が密ではないが、回答を見てみると、まず E4 の「ナノファイバーの再生医療への応用」や F5 の「生体高分子の医療応用」のように、応用(出口)を見据えた研究の方向性として生命科学系が設定されているトピックが見られる。

また、生命科学系(感染症・免疫研究)の担当者(ID12, ID45)がナノサイエンス付近(G4)に「DNA,がん細胞の可視化技術の開発」や「化学プローブによる生命現象の可視化」を記入しているケースがあり、生命科学系からナノサイエンスに対する期待感が伺える。

さらに、F5 の「生物に学びそれを超える環境にやさしいプロセスからの材料開発」、F6 の「植物由来資源を用いた機能性材料の開発」、I4 の「生体模倣ナノマシン」のように、生命科学系の知見をナノサイエンス側で活かすような姿勢も見られる。したがって、生命科学系とナノサイエンスの双方向での関係性の強化が示されていると言えよう。F4 の「ナノバイオエンジニアリング」、F5 の「ナノバイオマテリアル」、E5 の「ケミカルバイオロジー」など融合研究を総括している名前が挙げられているのも特徴として見られる。

<化学と環境の間(黄色の囲み)>

ここには、E6 の「微生物酵素を用いるバイオプロセス開発」や E7 の「バイオリファイナリ」、「バイオプラスチック生産」といった、化学の知見をベースとし、「バイオ」の単語が入っているが、その応用(出口)として環境を見据えたトピックが挙げられている。上記の生命科学系とナノサイエンスの間に回答された研究とは様相が異なることが分かり、これらをマップ上に記述させることで簡易に分類できていることが確認された。

<物性研究、ナノサイエンス、物性研究の境界付近(赤の囲み)>

ここでは、G6 の「階層構造を制御したエネルギーデバイスの作製」、H6 の「ナノ構造創エネルギー材料」や「新規物性に基づく革新的なエネルギーデバイスの創成」のように、「エネルギー」という単語が共通してトピックに含まれている。サイエンスマップ 2008 においても、複数の燃料電池に関する研究領域が注目研究領域として抽出されており、エネルギーの要素は含まれているが、これらがより表だって研究が進む可能性が示唆される。

今回初めて試みたインタラクティブマップ調査を通じて、マップの位置を活用した専門家からの意見収集という新しいスタイルが機能することが分かった。今後は、このような意見収集のみではなく、共通の議論の場としてのサイエンスマップの有用性を探ることも視野に入れたい。通常、聞き取り調査等では、個々の専門家が自分のバックグラウンドを踏まえて意見を述べる場合が多い。その点で、異なる分野の研究者にサイエンスマップのような共通のデータを示し、それをもとに科学研究の進展などを議論する意義は大きいと考える。同じ「場」を共有することで、互いに距離感を調整しながら、研究者間、研究者と政策立案者間などの議論が可能となると考えている。

5. 注目研究領域の情報

(1) 注目研究領域を構成するコアペーパーの分野分布

- 次頁以降は、本調査にて、抽出した 121 注目研究領域のそれぞれについて、注目研究領域を構成するコアペーパーの分野分布(パーセンテージ)を示した表である。ここでは、各注目研究領域について、コアペーパーが占める割合が 60%より多い分野を網掛けしてある。例えば、「重症患者管理(特に急性呼吸促迫症候群) (ID1)」は、全てのコアペーパーが臨床医学に分類されるので臨床医学の割合が 100%となり、臨床医学の部分が網掛けされている。
- 研究領域 ID 及び注目研究領域名が網掛けになっている領域は、学際的・分野融合的領域である。ここで、学際的・分野融合的領域とは、コアペーパーの割合が 6 割を超える分野を持たない注目研究領域のことを言う。例えば、「神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法(ID3)」は、最もコアペーパーの割合が多い神経科学・行動学でもその値が 45.8%であるため、学際的・分野融合的領域とした。

(2) 注目研究領域の詳細情報

- 上記の表に続いて、研究領域 ID、軸足を持つ分野、主要国のシェア(整数カウント法、分数カウント法)、国際共著論文率、ネットワーク指標(次数中心性、近接中心性、媒介中心性)の値を示した表を示す。国際共著論文率は 50%以上で色づけしている。次数中心性は、全研究領域の上位 5%に入る注目研究領域に色づけしている。媒介中心性は、全研究領域のうちネットワークでつながっている研究領域の上位 5%に入る注目研究領域に色づけしている。

研究領域ID	研究領域名	農業科学	生物学・生化学	化学	臨床医学	計算機科学	経済・経営学	工学	環境/生態学	地球科学
1	重症患者管理(特に急性呼吸促進症候群)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	0.0	0.0	0.0	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能	0.0	17.3	1.2	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	急性冠症候群の抗血小板薬による治療	0.0	1.8	0.9	96.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	COX阻害剤の副作用の研究	0.0	0.0	0.0	96.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	0.0	5.2	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	0.0	7.1	0.0	92.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	気管支喘息の病態と治療	0.0	0.0	0.0	96.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	0.0	0.0	0.0	80.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	0.0	42.1	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発	0.0	8.9	2.2	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	パーキンソン病に対する臨床研究	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	情動とその病態の分子神経科学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	意思決定の脳神経メカニズム	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	4.5	0.0	0.0
24	情動・共感と真似・文脈の神経機構	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義	0.0	34.4	15.6	12.5	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0
27	HIF-1 α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節	0.0	42.9	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	アポトーシス(細胞死)の分子機構	0.0	24.4	4.4	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	0.0	26.3	0.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	再生医学と幹細胞研究	0.0	8.8	0.0	64.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	0.0	34.4	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性	0.0	57.1	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究	0.0	5.1	0.0	52.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	0.0	17.3	0.0	81.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	0.0	2.5	0.0	61.4	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0
36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	0.0	10.6	0.0	76.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	多発性骨髄腫/新規薬剤治療	0.0	3.5	2.7	92.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	HDAC阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	チロシンキナーゼの活性化と薬剤耐性	0.0	4.4	0.9	94.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	NF- κ B活性化におけるユビキチン修飾系の役割	0.0	14.3	0.0	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	自然免疫によるインターフェロン産生	0.0	1.1	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割	0.0	2.8	0.0	54.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御	0.0	0.0	0.0	99.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	NK細胞受容体とそのリガンドによる活性化制御	0.0	0.0	0.0	56.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発	0.0	0.0	0.0	88.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

免疫学	材料科学	数学	微生物学	分子生物学·遺伝学	複合領域	神経科学·行動学	薬学·毒性学	物理学	植物·動物学	精神医学/心理学	社会科学·一般	宇宙科学
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8	12.5	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	24.7	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.4	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.2	2.2	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.6	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89.7	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.8	0.0	0.0	0.0	43.8	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	68.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.2	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	0.0	0.0	0.0	71.1	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.7	0.0	0.0	0.0	40.4	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.8	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.9	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	6.3	0.0	0.0	21.9	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	1.0	32.3	0.0	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	1.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	40.1	0.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	2.5	0.0	18.4	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.1	0.0	0.0	0.0	35.7	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52.7	0.0	0.0	16.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36.4	0.0	0.0	2.4	3.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0

研究領域ID	研究領域名	農業科学	生物学・生化学	化学	臨床医学	計算機科学	経済・経営学	工学	環境/生態学	地球科学
46	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法	0.0	0.0	0.0	68.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法	0.0	5.3	0.0	55.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	HIV感染の制御	0.0	0.0	0.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	抗HIV薬に関する研究	0.0	0.0	15.4	46.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	ネットワーク科学	0.0	5.2	0.0	29.2	3.7	0.0	16.6	0.0	0.0
51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン	0.0	20.3	0.3	23.4	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0
52	レドックス制御	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析	0.0	7.7	38.1	0.0	11.0	0.0	9.0	0.0	0.0
54	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	植物の感染防御機構	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
56	植物-微生物相互作用/ストログラクトン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	植物の発生遺伝学/糖代謝	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	微生物生態系	0.0	11.3	0.0	4.8	1.6	0.0	0.0	12.9	1.6
59	システムバイオロジー/合成生物学	0.0	55.6	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能	0.0	72.2	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	タンパク質の動的挙動解析	0.0	38.5	46.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62	マイクロ流路デバイス	0.0	0.0	63.3	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	0.0	5.3	23.4	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	ナノファイバーの創製と応用に関する研究	0.0	0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
65	核酸によるナノ構造開発	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	0.0	1.9	89.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	0.0	1.4	61.1	1.0	0.0	0.0	1.4	8.5	0.0
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	0.0	0.0	65.1	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	高効率有機電界発光(EL)素子	0.0	0.0	37.8	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
70	超撥水表面	0.0	2.0	51.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	0.0	0.0	45.5	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	イオン液体	0.0	0.0	86.7	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0
74	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0	35.7	0.0	0.0
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	0.0	0.0	37.1	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0
76	固体高分子形燃料電池	0.0	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0	71.9	0.0	0.0
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
79	金属スピントロニクス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	分子性物質の物理と化学	0.0	0.0	18.6	0.0	0.4	0.0	2.7	0.0	0.0
81	金(ゴールド)のナノケミストリー	0.0	0.0	71.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論	0.0	0.0	86.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	配位空間・配位格子の設計と機能	0.0	0.0	89.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
84	水素結合の研究	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	アニオンセンサー	0.0	0.0	95.8	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
86	触媒的不斉合成	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	遷移金属触媒による分子変換反応	0.0	0.0	98.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池	0.0	6.7	10.0	0.0	0.0	0.0	8.3	55.0	0.0

免疫学	材料科学	数学	微生物学	分子生物学・遺伝学	複合領域	神経科学・行動学	薬学・毒性学	物理学	植物・動物学	精神医学/心理学	社会科学・一般	宇宙科学
1.9	0.0	0.0	24.1	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	39.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.5	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.1	0.0	5.5	14.4	4.1	0.7	0.0	0.0	18.5	1.1	0.0	0.0	0.0
0.3	0.0	0.0	3.6	28.8	0.0	0.5	0.0	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.6	0.6	0.6	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0	0.0	0.0	0.0
0.6	0.0	0.0	1.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	94.4	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.1	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	50.0	6.5	1.6	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	7.4	7.4	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	48.9	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	76.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	8.2	1.0	0.0	0.3	0.0
0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	55.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	51.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	47.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.7	0.0	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

研究領域ID	研究領域名	農業科学	生物学・生化学	化学	臨床医学	計算機科学	経済・経営学	工学	環境/生態学	地球科学
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化合物	0.0	0.0	20.3	0.0	0.0	0.0	44.6	0.0	0.0
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	メタマテリアル	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	3.9	0.0	0.0
94	光子情報・通信、光ナノサイエンス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0
95	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	原子系・光子を用いた量子情報科学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	高温超伝導体の新奇電子秩序	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	超高速高強度光科学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用	0.0	0.0	0.0	0.0	46.5	0.0	26.8	0.0	0.0
100	強く相互作用する量子多体系	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
101	初期地球の大気・生物の進化およびその解析手法に関する研究	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	89.5
102	固体酸化燃料電池(SOFC)関連新技術	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.6	0.0	0.0
103	先カンブリア時代の地球	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
104	ゲージ・重力理論対応とブラックホール解	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
105	ガンマ線バースト	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
108	ホモ・サピエンスの出現過程	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9
109	温暖化影響/生物・生態系	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.0	0.0
110	臭素系難燃剤の環境化学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.7	0.0
111	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術	0.0	0.0	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	68.8	0.0
112	有機エアロゾル	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	72.0
113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究	69.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	6.9
114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0	77.1	0.0	0.0
115	大気組成・微量成分	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	1.4	68.1
116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.1
118	過去の地球環境変動の復元	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
119	コーポレート・ガバナンス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.9	0.0	0.0	0.0
120	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	0.0	53.7	0.0	0.0
121	経済地理学の新潮流 ~進化経済学と関係論~	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	14.3	0.0	0.0	0.0

免疫学	材料科学	数学	微生物学	分子生物学・遺伝学	複合領域	神経科学・行動学	薬学・毒性学	物理学	植物・動物学	精神医学/心理学	社会科学・一般	宇宙科学
0.0	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.4	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.3	0.0	0.0	0.0	0.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	93.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.3	0.0	0.0	0.0	0.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.1	0.0	0.0	0.0	43.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.6	0.0

研究領域ID	研究領域名	22分野分類	日本(整数)	日本(分数)	米国(整数)	米国(分数)	英国(整数)
1	重症患者管理(特に急性呼吸促進症候群)	臨床医学	0.0	0.0	61.1	50.9	11.1
2	重症心不全のデバイス治療の効果とその予測	臨床医学	0.0	0.0	58.8	44.5	14.7
3	神経因性疼痛及び線維筋痛症に対する薬物療法	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	83.3	71.5	12.5
4	中枢神経系における内因性カンナビノイド系の生理機能	学際的・分野融合的領域	6.2	5.3	63.0	44.8	7.4
5	降圧薬の心血管事故抑制、糖尿病への影響に関する臨床研究	臨床医学	0.0	0.0	62.5	26.3	37.5
6	冠動脈CT(コンピュータ断層撮影)	臨床医学	2.0	2.0	41.2	31.0	2.0
7	急性冠症候群の抗血小板による治療	臨床医学	1.8	0.9	67.0	41.9	19.3
8	COX阻害剤の副作用の研究	臨床医学	0.0	0.0	65.4	34.1	38.5
9	慢性腎臓病に伴うミネラル・骨代謝異常症	臨床医学	2.6	1.0	85.7	54.9	23.4
10	前立腺がん/内分泌療法/放射線療法/効果と副作用	臨床医学	0.0	0.0	67.9	61.6	10.7
11	気管支喘息の病態と治療	臨床医学	0.0	0.0	51.6	38.3	48.4
12	深在性真菌症の早期診断、予防と治療に関する臨床研究	臨床医学	2.4	0.8	87.8	58.4	12.2
13	ホルモン補充療法(HRT)の作用・副作用	臨床医学	0.0	0.0	86.7	83.3	6.7
14	ペプチドホルモンの脳内での生理的役割に関する研究	学際的・分野融合的領域	5.3	2.6	81.6	66.4	7.9
15	アルツハイマー病発症の分子機構と予防・治療法開発	神経科学・行動学	4.4	1.4	86.7	66.9	11.1
16	パーキンソン病に対する臨床研究	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	63.2	38.6	42.1
17	成体海馬ニューロン新生(現象理解と臨床応用展開)	神経科学・行動学	3.4	3.4	62.1	51.7	0.0
18	統合失調症遺伝子研究とそれより発展した分子病態研究	学際的・分野融合的領域	12.5	6.3	62.5	42.7	50.0
19	脳由来神経栄養因子/統合失調症の脳形態/気分障害	精神医学/心理学	8.0	6.0	60.0	45.3	20.0
20	統合失調症および双極性障害の治療法に関する臨床研究	精神医学/心理学	3.5	1.2	82.5	58.8	15.8
21	情動とその病態の分子神経科学	精神医学/心理学	0.0	0.0	68.9	60.7	22.2
22	脳機能画像法によるヒトに特有な高次脳機能の研究	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	71.2	63.1	21.2
23	意思決定の脳神経メカニズム	神経科学・行動学	4.5	4.5	68.2	65.9	31.8
24	情動・共感と真似・文脈の神経機構	神経科学・行動学	0.0	0.0	71.4	58.9	21.4
25	興奮性シナプス可塑性の分子機構	神経科学・行動学	31.6	18.4	84.2	63.2	5.3
26	感染性凝集体「プリオン」とアミロイド様凝集体の共通項から見るタンパク凝集の生物学的意義	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	56.3	41.7	18.8
27	HIF-1 α 水酸化修飾とミトコンドリア機能調節	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	85.7	62.7	28.6
28	アポトーシス(細胞死)の分子機構	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	75.6	68.3	4.4
29	健康と病態におけるオートファジーの役割	学際的・分野融合的領域	22.2	15.5	68.7	53.0	13.1
30	再生医学と幹細胞研究	臨床医学	6.8	4.9	67.5	55.7	9.1
31	個体及び組織幹細胞の老化・寿命制御因子の研究	学際的・分野融合的領域	6.3	4.7	78.1	62.0	15.6
32	PGC-1 α による代謝調節とインスリン抵抗性	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	100.0	89.3	0.0
33	複合遺伝性疾患の遺伝疫学研究	学際的・分野融合的領域	2.2	1.8	64.2	32.5	44.5
34	肥満による生活習慣病発症機序の解明	臨床医学	21.4	17.7	53.1	40.8	2.0
35	乳がん薬物療法の開発/ゲノム構造解析技術	臨床医学	5.7	1.9	69.0	44.6	31.6
36	ヒト悪性腫瘍に対する分子生物学的アプローチ	臨床医学	6.3	3.7	72.5	54.7	13.9
37	多発性骨髄腫/新規薬剤治療	臨床医学	0.9	0.1	65.5	48.1	14.2
38	HDAC阻害剤を始めとする分子標的抗癌剤の開発研究	臨床医学	3.0	3.0	72.7	57.0	12.1
39	チロシナーゼの活性化と薬剤耐性	臨床医学	1.8	1.8	67.5	44.6	21.9
40	NF- κ B活性化におけるユビキチン修飾系の役割	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	57.1	46.4	14.3
41	自然免疫によるインターフェロン産生	学際的・分野融合的領域	41.9	28.6	65.6	48.8	8.6
42	T細胞サブセットの分化メカニズムと疾病における役割	学際的・分野融合的領域	8.0	4.5	74.3	59.0	11.9
43	生物学的製剤の免疫調節機構による自己免疫疾患制御	臨床医学	4.4	3.2	69.0	37.7	28.3
44	NK細胞受容体とそのリガンドによる活性制御	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	68.8	49.0	18.8
45	ヒトパピローマウイルスワクチンの開発	臨床医学	0.0	0.0	71.4	34.6	14.3

英国(分数)	ドイツ(整数)	ドイツ(分数)	フランス(整数)	フランス(分数)	中国(整数)	中国(分数)	韓国(整数)	韓国(分数)	国際共著率	次数中心性	近接中心性	媒介中心性
11.1	11.1	3.7	16.7	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	0.0077	0.1328	0.0026
2.4	11.8	1.9	14.7	4.8	20.6	13.0	0.0	0.0	29.4	0.0062	0.1277	0.0069
4.8	8.3	2.4	8.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0031	0.1108	0.0000
4.7	11.1	4.3	13.6	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.2	0.0077	0.1535	0.0276
10.9	12.5	7.3	4.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	0.0108	0.1457	0.0294
2.0	49.0	36.9	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.4	0.0046	0.1639	0.0271
6.6	20.5	8.2	16.7	5.7	1.2	0.6	0.9	0.3	49.7	0.0232	0.1672	0.1242
13.9	15.4	3.3	0.0	0.0	3.8	3.8	0.0	0.0	50.0	0.0031	0.1334	0.0135
8.6	20.8	6.7	13.0	2.0	2.6	0.4	0.0	0.0	48.1	0.0031	0.1354	0.0022
6.5	0.0	0.0	3.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0093	0.1422	0.0111
27.3	3.2	0.4	12.9	4.6	3.2	0.5	0.0	0.0	38.7	0.0015	0.1029	0.0000
2.8	17.1	3.3	19.5	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	43.9	0.0046	0.1399	0.0160
6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0077	0.1624	0.0200
4.5	7.9	2.4	2.6	2.6	5.3	2.6	2.6	1.3	34.2	0.0031	0.1435	0.0000
7.2	4.4	2.2	6.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	37.8	0.0093	0.1457	0.0091
16.5	31.6	8.6	15.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	63.2	0.0046	0.1454	0.0045
0.0	6.9	5.2	10.3	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	27.6	0.0062	0.1556	0.0715
37.5	0.0	0.0	12.5	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0077	0.1244	0.0057
10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	3.3	4.0	2.0	32.0	0.0124	0.1407	0.0333
9.5	10.5	3.1	5.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	0.0093	0.1244	0.0022
15.9	2.2	2.2	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0186	0.1374	0.0595
14.4	3.8	1.9	0.0	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	25.0	0.0046	0.1210	0.0000
25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0062	0.1210	0.0000
15.5	3.6	1.2	7.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.1	0.0093	0.1212	0.0091
2.6	15.8	10.5	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0031	0.1283	0.0090
18.8	18.8	13.5	21.9	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0015	0.1272	0.0000
14.2	9.5	1.6	14.3	6.4	0.0	0.0	4.8	1.6	38.1	0.0015	0.0880	0.0000
3.3	8.9	5.0	4.4	4.4	2.2	0.6	0.0	0.0	22.2	0.0108	0.1675	0.0197
6.5	6.1	2.3	8.1	3.9	1.0	0.5	3.0	2.0	40.4	0.0124	0.1677	0.0379
5.3	13.0	8.2	4.2	1.9	2.1	1.7	1.0	0.7	29.9	0.0279	0.2074	0.4396
7.3	0.0	0.0	6.3	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	43.8	0.0124	0.1848	0.0450
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0077	0.1639	0.0009
18.6	13.1	4.6	13.1	4.1	5.1	1.5	2.9	0.6	64.2	0.0093	0.1634	0.0365
0.9	10.2	6.0	4.1	2.0	2.0	0.9	1.0	1.0	31.6	0.0139	0.1670	0.0614
12.6	12.7	3.1	15.2	4.7	1.3	0.1	0.0	0.0	48.7	0.0170	0.1872	0.0818
6.5	11.8	3.6	12.1	5.7	1.8	0.6	1.2	0.8	38.1	0.0279	0.1915	0.1775
4.9	21.2	12.4	18.6	6.2	0.9	0.1	0.0	0.0	42.5	0.0108	0.1683	0.0140
3.4	21.2	9.9	12.1	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	39.4	0.0124	0.1626	0.0086
7.2	21.1	5.5	18.4	4.8	2.6	1.0	2.6	0.3	46.5	0.0124	0.1670	0.0122
6.0	14.3	6.0	14.3	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0077	0.1547	0.0090
3.8	16.1	6.4	6.5	1.7	3.2	1.2	0.0	0.0	40.9	0.0139	0.1660	0.0351
7.0	11.6	5.6	8.3	5.2	0.3	0.3	0.3	0.2	36.4	0.0279	0.1733	0.0998
9.3	28.3	7.4	21.2	5.6	0.9	0.9	0.0	0.0	53.1	0.0062	0.1548	0.0209
8.3	18.8	10.4	12.5	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	0.0031	0.1479	0.0000
6.4	2.9	0.5	17.1	6.6	5.7	0.7	0.0	0.0	57.1	0.0015	-	-

研究領域ID	研究領域名	22分野分類	日本(整数)	日本(分数)	米国(整数)	米国(分数)	英国(整数)
46	黄色ブドウ球菌における薬剤耐性化の進展とその対処法	臨床医学	5.6	5.6	81.5	63.6	7.4
47	C型肝炎ウイルスの初期感染過程および治療法	学際的・分野融合的領域	9.2	5.5	59.2	38.1	17.1
48	HIV感染の制御	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	92.0	60.0	24.0
49	抗HIV薬に関する研究	学際的・分野融合的領域	7.7	7.7	80.8	39.9	26.9
50	ネットワーク科学	学際的・分野融合的領域	3.7	1.4	37.6	25.8	9.6
51	遺伝子サイレンシング/植物ホルモン	学際的・分野融合的領域	7.7	5.8	70.7	58.0	7.2
52	レドックス制御	学際的・分野融合的領域	5.0	5.0	50.0	27.5	10.0
53	植物の環境応答/メタボローム解析/プロテオーム解析	学際的・分野融合的領域	8.4	6.6	64.5	51.8	13.5
54	植物における一酸化窒素の生成機構および生理的役割	植物・動物学	0.0	0.0	36.0	27.3	24.0
55	植物の感染防御機構	植物・動物学	4.4	3.9	46.3	37.4	20.6
56	植物-微生物相互作用/ストリゴラクトン	植物・動物学	20.8	9.8	34.0	22.5	32.1
57	植物の発生遺伝学/糖代謝	植物・動物学	12.9	8.1	41.9	27.7	32.3
58	微生物生態系	学際的・分野融合的領域	1.6	0.2	77.4	56.6	12.9
59	システムバイオロジー/合成生物学	学際的・分野融合的領域	3.7	3.7	92.6	82.7	11.1
60	Gタンパク質共役受容体の構造と機能	生物学・生化学	11.1	8.3	61.1	39.8	16.7
61	タンパク質の動的挙動解析	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	76.9	65.4	7.7
62	マイクロ流路デバイス	化学	16.7	15.0	70.0	63.3	0.0
63	半導体スピントロニクス材料・磁性半導体	学際的・分野融合的領域	11.7	7.4	53.2	49.1	7.4
64	ナノファイバーの創製と応用に関する研究	材料科学	4.3	2.1	63.8	51.8	0.0
65	核酸によるナノ構造開発	化学	0.0	0.0	81.3	78.1	6.3
66	リビングラジカル重合/クリック反応/分子機械	化学	1.4	1.2	53.8	48.6	11.1
67	センサー/SWNT/機能性DNA/ナノ粒子等の合成、機能、毒性	化学	5.5	4.5	56.3	49.9	8.5
68	金ナノロッドのバイオアプリケーション	化学	1.2	1.2	67.4	62.6	0.0
69	高効率有機電界発光(EL)素子	学際的・分野融合的領域	7.8	7.8	33.3	28.7	5.6
70	超撥水表面	学際的・分野融合的領域	3.9	2.0	47.1	46.1	3.9
71	メソポーラス材料/シリカ・カーボン・金属酸化物	学際的・分野融合的領域	15.2	7.3	18.2	12.1	15.2
72	イオン液体中のナノマテリアル合成/中空・メソポーラス材料	学際的・分野融合的領域	16.7	11.7	0.0	0.0	20.0
73	イオン液体	化学	24.0	21.3	32.0	31.3	9.3
74	ナノカーボンおよび生物にならう炭酸塩からの材料開発	学際的・分野融合的領域	3.6	3.6	32.1	24.4	7.1
75	有機/有機-酸化物半導体 光・電子機能材料・素子	学際的・分野融合的領域	8.9	8.2	48.1	41.7	6.8
76	固体高分子形燃料電池	工学	3.4	2.2	58.4	52.5	2.2
77	バルク金属ガラスの形成/金属ガラス合金の変形	学際的・分野融合的領域	15.2	11.2	58.7	48.6	13.0
78	マルチフェロイクス等の新規材料における強誘電物性	物理学	25.7	21.4	60.0	41.7	7.1
79	金属スピントロニクス	物理学	36.1	31.7	44.3	42.6	9.8
80	分子性物質の物理と化学	物理学	8.7	6.3	59.8	48.5	11.7
81	金(ゴールド)のナノケミストリー	化学	8.9	7.4	46.7	37.0	8.9
82	大規模分子計算のための新世代密度汎関数理論	化学	3.3	2.5	63.3	53.1	6.7
83	配位空間・配位格子の設計と機能	化学	10.9	8.0	39.4	32.0	10.9
84	水素結合の研究	化学	0.0	0.0	87.0	76.4	8.7
85	アニオンセンサー	化学	4.2	3.1	27.1	19.4	29.2
86	触媒的不斉合成	化学	19.4	18.9	27.3	25.8	3.8
87	遷移金属触媒による分子変換反応	化学	3.3	3.3	32.5	31.5	4.6
88	N-ヘテロ環カルベン(NHC)の合成及び触媒反応への応用	化学	1.1	0.5	43.2	41.4	4.2
89	遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成	化学	3.8	3.8	47.2	47.2	3.8
90	微生物燃料電池/微生物電池/酵素バイオ電池	学際的・分野融合的領域	3.3	1.3	70.0	63.3	6.7

英国(分数)	ドイツ(整数)	ドイツ(分数)	フランス(整数)	フランス(分数)	中国(整数)	中国(分数)	韓国(整数)	韓国(分数)	国際共著率	次数中心性	近接中心性	媒介中心性
4.0	5.6	2.5	11.1	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2	0.0046	0.1229	0.0091
7.2	31.6	12.2	28.9	12.2	1.3	1.3	0.0	0.0	48.7	0.0093	0.1540	0.0054
7.0	16.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0	0.0077	0.1535	0.0078
8.7	30.8	4.4	38.5	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	57.7	0.0031	0.1189	0.0090
4.9	10.7	6.5	7.0	3.0	36.5	28.7	3.0	2.3	33.9	0.0031	0.1194	0.0135
4.0	11.8	7.5	5.4	3.2	4.1	2.3	1.3	1.0	31.6	0.0294	0.1869	0.1261
7.5	30.0	20.8	35.0	25.0	5.0	1.7	5.0	2.5	45.0	0.0093	0.1369	0.0026
7.0	12.9	6.4	1.3	1.0	4.5	3.0	3.9	2.2	30.3	0.0139	0.1470	0.0179
17.3	20.0	10.7	4.0	1.3	4.0	2.0	0.0	0.0	40.0	0.0124	0.1487	0.0020
11.7	30.0	19.2	2.5	0.9	2.5	1.9	0.0	0.0	32.5	0.0325	0.1652	0.0311
16.3	20.8	8.9	24.5	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	60.4	0.0093	0.1451	0.0006
12.4	25.8	18.0	3.2	1.6	3.2	1.6	3.2	1.6	67.7	0.0263	0.1641	0.0344
3.9	24.2	9.5	6.5	2.0	1.6	0.8	1.6	0.5	53.2	0.0031	0.1608	0.1565
5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0046	0.1559	0.0241
10.2	33.3	19.4	16.7	7.4	0.0	0.0	5.6	2.8	61.1	0.0015	0.1055	0.0000
7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8	0.0046	0.1382	0.0045
0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	0.0	0.0	3.3	3.3	16.7	0.0046	0.1474	0.0085
4.4	9.6	5.5	6.4	5.9	5.3	4.8	2.1	1.6	22.3	0.0201	0.1902	0.3141
0.0	12.8	5.0	0.0	0.0	10.6	4.6	14.9	12.8	34.0	0.0062	0.1466	0.0181
3.1	6.3	6.3	6.3	6.3	0.0	0.0	6.3	3.1	12.5	0.0062	0.1473	0.0048
8.1	10.6	8.3	3.4	2.6	2.9	2.4	0.5	0.5	18.3	0.0093	0.1485	0.0269
7.1	8.2	5.7	2.7	1.4	10.6	9.3	3.4	3.2	18.1	0.0170	0.1712	0.1429
0.0	2.3	1.7	1.2	1.2	4.7	2.7	5.8	3.9	17.4	0.0186	0.1729	0.1316
4.3	10.0	6.1	0.0	0.0	25.6	22.8	1.1	1.1	18.9	0.0046	0.1291	0.0000
2.9	7.8	5.9	11.8	11.8	21.6	21.6	0.0	0.0	7.8	0.0031	0.1280	0.0045
10.1	18.2	13.6	3.0	1.5	30.3	18.9	18.2	16.7	42.4	0.0015	0.1392	0.0000
15.0	20.0	13.3	0.0	0.0	26.7	21.7	6.7	6.7	23.3	0.0062	0.1506	0.0131
8.7	8.0	4.4	6.7	3.1	6.7	4.7	0.0	0.0	21.3	0.0031	0.1313	0.0003
5.4	21.4	17.9	3.6	3.6	25.0	17.9	0.0	0.0	32.1	0.0062	0.1489	0.0243
4.8	13.5	10.9	3.0	1.9	8.9	6.5	2.1	1.3	25.3	0.0217	0.1481	0.0556
0.8	3.4	2.5	1.1	1.1	14.6	12.4	9.0	6.5	18.0	0.0031	-	-
6.5	4.3	2.2	8.7	3.3	21.7	14.5	8.7	7.6	32.6	0.0015	0.1033	0.0000
4.8	7.1	4.0	7.1	5.5	2.9	2.9	2.9	1.2	42.9	0.0000	-	-
6.3	9.8	4.4	11.5	6.3	0.0	0.0	3.3	2.5	19.7	0.0031	0.1644	0.0278
6.2	13.6	8.1	6.8	4.1	4.2	2.4	1.9	1.3	36.0	0.0062	0.1503	0.0670
6.3	20.0	13.0	0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	0.0	33.3	0.0046	0.1531	0.0483
5.8	20.0	16.7	3.3	1.7	0.0	0.0	1.7	0.8	26.7	0.0031	0.1175	0.0000
7.8	3.6	3.3	18.2	9.8	26.7	24.7	4.2	2.3	28.5	0.0093	0.1197	0.0152
3.6	8.7	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	2.2	26.1	0.0031	-	-
23.6	6.3	3.8	2.1	2.1	4.2	4.2	12.5	10.4	22.9	0.0031	0.1475	0.0090
3.8	13.1	13.1	1.0	1.0	11.1	10.2	0.0	0.0	5.2	0.0139	0.1445	0.0285
4.0	29.1	27.8	7.3	6.6	6.6	6.3	0.0	0.0	6.0	0.0155	0.1509	0.0654
3.7	18.9	16.7	6.3	4.0	13.7	13.7	0.0	0.0	8.4	0.0124	0.1326	0.0104
3.8	5.7	5.7	3.8	1.6	9.4	9.4	0.0	0.0	3.8	0.0108	0.1321	0.0023
5.0	6.7	4.5	0.0	0.0	1.7	1.7	1.7	0.4	16.7	0.0015	-	-

研究領域ID	研究領域名	22分野分類	日本(整数)	日本(分数)	米国(整数)	米国(分数)	英国(整数)
91	水素製造・貯蔵および燃料電池に関連する錯体水素化合物	学際的・分野融合的領域	31.1	25.7	31.1	26.6	5.4
92	人工構造体における表面プラズモンの電磁応答	物理学	10.0	7.5	30.0	25.0	15.0
93	メタマテリアル	物理学	0.0	0.0	75.0	52.4	21.1
94	光量子情報・通信、光ナノサイエンス	物理学	26.7	24.4	60.0	54.2	3.3
95	半導体量子ドットによる量子ビット/電子電荷、電子スピン、核スピン	物理学	7.0	4.3	51.2	38.0	4.7
96	原子系・光子を用いた量子情報科学	物理学	4.3	1.8	51.1	40.4	25.5
97	高温超伝導体の新奇電子秩序	物理学	52.2	20.1	73.9	40.7	26.1
98	超高速高強度光科学	物理学	10.5	7.9	26.3	16.2	8.8
99	情報源の「疎」な性質を用いた制約と信号処理・情報理論への応用	学際的・分野融合的領域	1.4	0.5	76.1	65.3	0.0
100	強く相互作用する量子多体系	物理学	8.1	4.4	55.2	37.1	9.3
101	初期地球の大気・生物の進化およびその分析手法に関する研究	地球科学	2.6	0.9	76.3	52.9	15.8
102	固体酸化物燃料電池(SOFC)関連新技術	工学	0.0	0.0	12.5	10.9	9.4
103	先カンブリア時代の地球	地球科学	9.6	6.7	26.5	17.3	7.2
104	ゲージ・重力理論対応とブラックホール解	物理学	6.5	5.6	57.5	35.1	23.7
105	ガンマ線バースト	宇宙科学	17.8	4.6	95.6	39.7	51.1
106	素粒子物理学・素粒子宇宙物理学	物理学	18.9	8.6	55.9	35.4	16.4
107	宇宙の精密観測の進展による宇宙論と素粒子論の新発展	学際的・分野融合的領域	12.1	4.9	61.7	36.3	22.4
108	ホモ・サピエンスの出現過程	社会科学・一般	5.4	1.6	56.8	30.9	35.1
109	温暖化影響/生物・生態系	環境/生態学	0.0	0.0	31.5	21.1	25.9
110	臭素系難燃剤の環境化学	環境/生態学	2.2	0.7	43.5	30.3	21.7
111	医薬品と生活関連物質の環境負荷とその低減技術	環境/生態学	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
112	有機エアロゾル	地球科学	2.0	0.3	74.0	52.4	16.0
113	陸域生態系における二酸化炭素収支の観測的研究	農業科学	17.2	10.9	62.1	28.9	10.3
114	行列不等式を用いたむだ時間系の安定判別・安定化制御	工学	17.1	6.7	2.9	1.4	14.3
115	大気組成・微量成分	地球科学	10.1	1.2	84.1	51.3	27.5
116	エアロゾルの効果を含めた気候変動シミュレーション	地球科学	20.8	4.6	87.5	60.8	25.0
117	海面水位変動/海水の密度/氷床/水循環	地球科学	2.9	2.9	85.3	62.7	26.5
118	過去の地球環境変動の復元	地球科学	3.2	0.3	83.9	44.7	25.8
119	コーポレート・ガバナンス	経済・経営学	0.0	0.0	89.6	81.6	6.3
120	非線形微分方程式に対する新しい漸近展開法とその応用	学際的・分野融合的領域	0.0	0.0	8.5	6.1	0.0
121	経済地理学の新潮流 ~進化経済学と関係論~	社会科学・一般	0.0	0.0	7.1	3.6	50.0

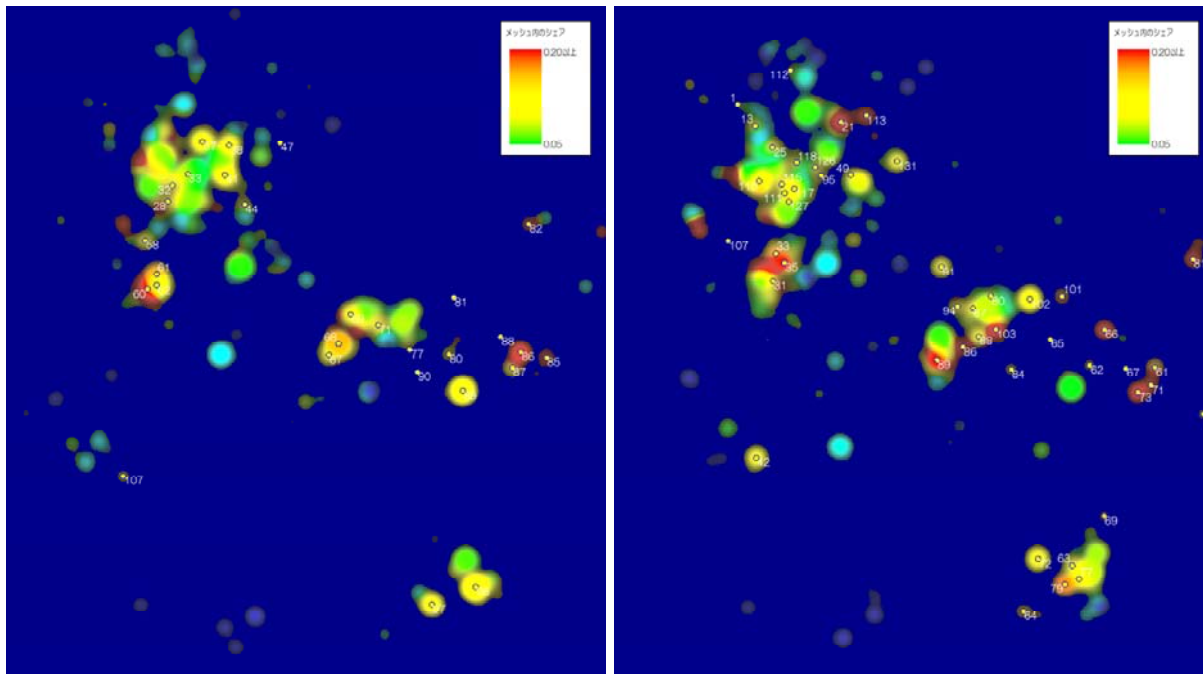
英国(分数)	ドイツ(整数)	ドイツ(分数)	フランス(整数)	フランス(分数)	中国(整数)	中国(分数)	韓国(整数)	韓国(分数)	国際共著率	次数中心性	近接中心性	媒介中心性
4.5	9.5	7.9	0.0	0.0	10.8	7.4	5.4	5.4	20.3	0.0031	0.1122	0.0047
10.0	0.0	0.0	45.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0046	0.1496	0.0000
12.5	10.5	4.8	2.6	1.1	14.5	11.2	0.0	0.0	44.7	0.0093	0.1521	0.0756
1.1	3.3	0.8	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0093	0.1361	0.0632
4.7	23.3	15.1	4.7	3.1	0.0	0.0	2.3	1.2	30.2	0.0108	0.1347	0.0614
15.4	25.5	12.8	2.1	0.5	4.3	3.2	0.0	0.0	44.7	0.0108	0.1233	0.0991
9.9	8.7	3.6	21.7	7.8	4.3	1.4	0.0	0.0	78.3	0.0015	0.0916	0.0000
3.5	33.3	17.0	24.6	12.7	1.8	1.8	1.8	0.9	64.9	0.0031	0.1163	0.0045
0.0	9.9	6.3	14.1	10.3	7.0	3.8	0.0	0.0	29.6	0.0031	-	-
3.7	24.2	12.2	15.5	6.0	8.3	2.2	4.5	0.8	43.9	0.0077	0.1120	0.1084
11.0	7.9	4.6	13.2	6.6	13.2	6.1	0.0	0.0	50.0	0.0031	0.0620	0.0000
9.4	0.0	0.0	6.3	6.3	62.5	60.9	3.1	3.1	3.1	0.0000	-	-
3.5	10.8	4.7	4.8	1.6	65.1	43.4	0.0	0.0	55.4	0.0062	0.0621	0.0136
12.6	15.6	8.3	11.8	6.0	2.2	0.6	0.0	0.0	58.1	0.0046	0.0688	0.0180
14.2	15.6	2.5	6.7	0.9	6.7	1.4	0.0	0.0	80.0	0.0046	0.0932	0.0909
7.5	23.9	11.2	13.9	5.2	5.9	1.2	5.9	0.8	57.1	0.0077	0.0794	0.0447
9.8	24.1	9.8	15.0	5.2	5.4	4.1	4.0	1.5	58.4	0.0155	0.0859	0.0813
21.4	5.4	3.2	21.6	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	0.0031	0.1385	0.0045
14.8	20.4	9.5	11.1	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0093	0.1149	0.0643
8.2	13.0	6.1	2.2	0.3	19.6	15.9	0.0	0.0	52.2	0.0015	-	-
12.5	18.8	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	0.0000	-	-
5.4	22.0	8.4	0.0	0.0	2.0	0.3	2.0	1.0	58.0	0.0077	0.0817	0.0030
1.3	34.5	5.3	24.1	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0	0.0046	0.0958	0.0425
5.7	0.0	0.0	2.9	2.9	57.1	37.1	0.0	0.0	48.6	0.0031	0.1068	0.0090
7.6	21.7	4.5	20.3	3.8	1.4	0.1	0.0	0.0	56.5	0.0108	0.0884	0.0349
6.7	25.0	9.8	29.2	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0186	0.0820	0.0149
14.7	8.8	3.4	5.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	47.1	0.0093	0.0882	0.0691
9.5	32.3	8.6	6.5	0.9	3.2	1.6	3.2	1.1	74.2	0.0046	0.0707	0.0314
4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	0.0015	-	-
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	26.2	0.0	0.0	7.3	0.0031	-	-
34.5	14.3	9.5	14.3	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7	0.0015	-	-

6. サイエンスマップ上に示す主要国の論文シェアの時系列変化

参考図表 20 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【日本、整数カウント法】

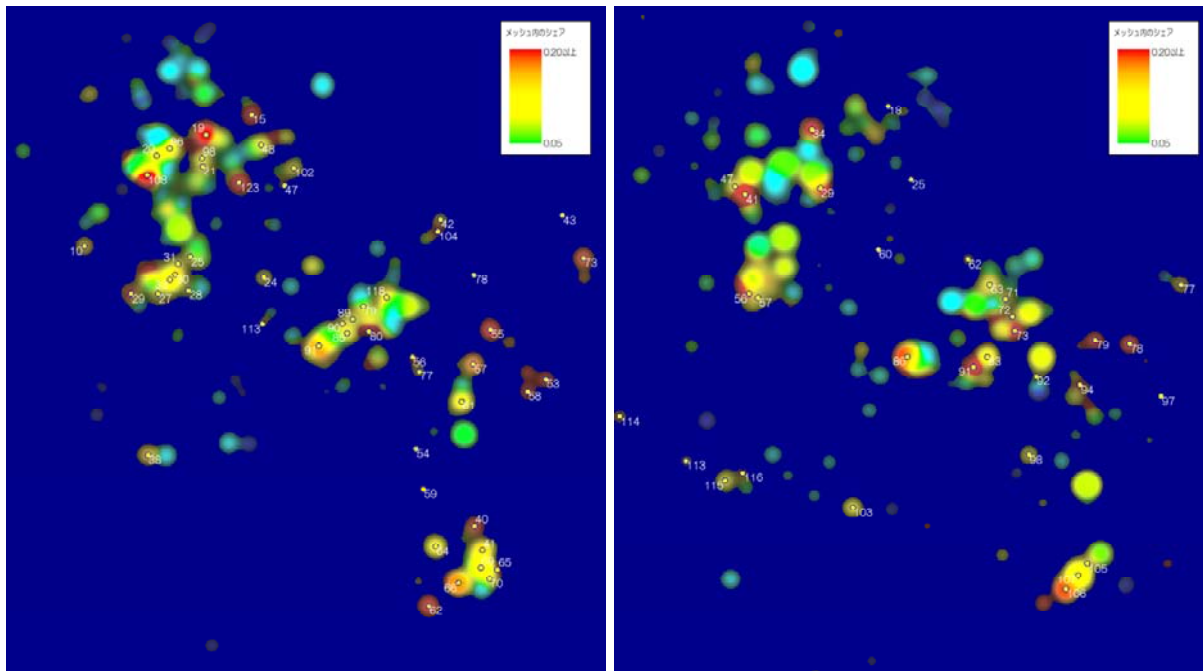
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



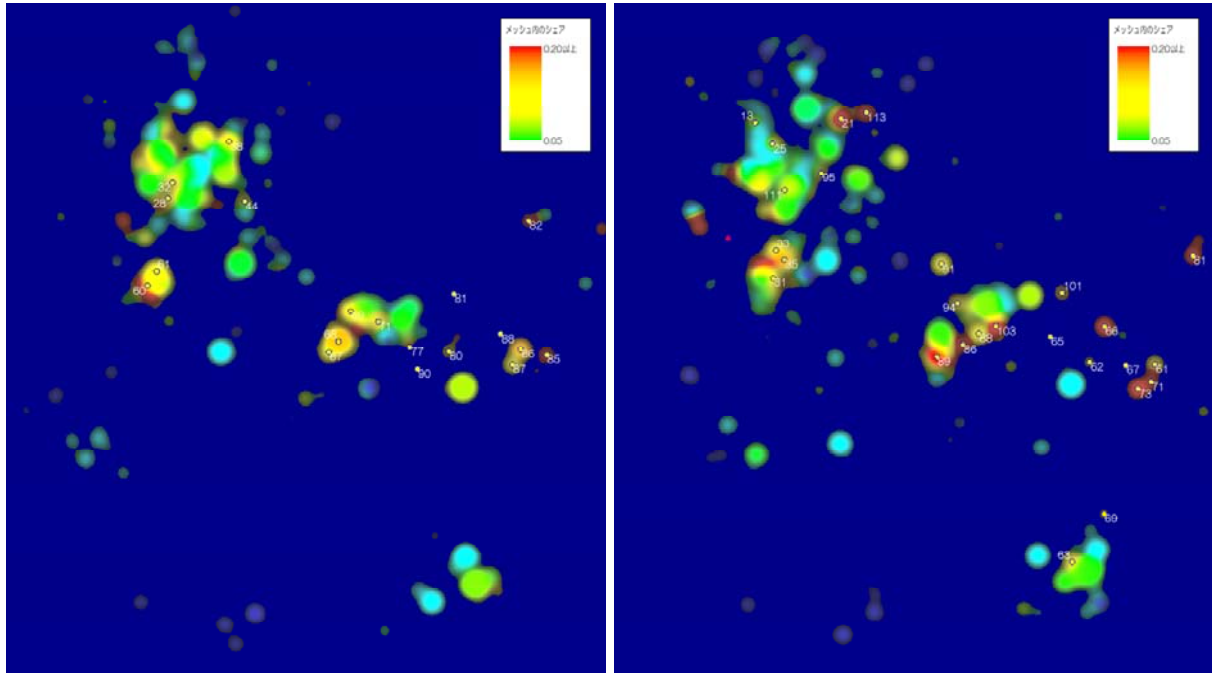
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators” に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 21 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【日本、分数カウント法】

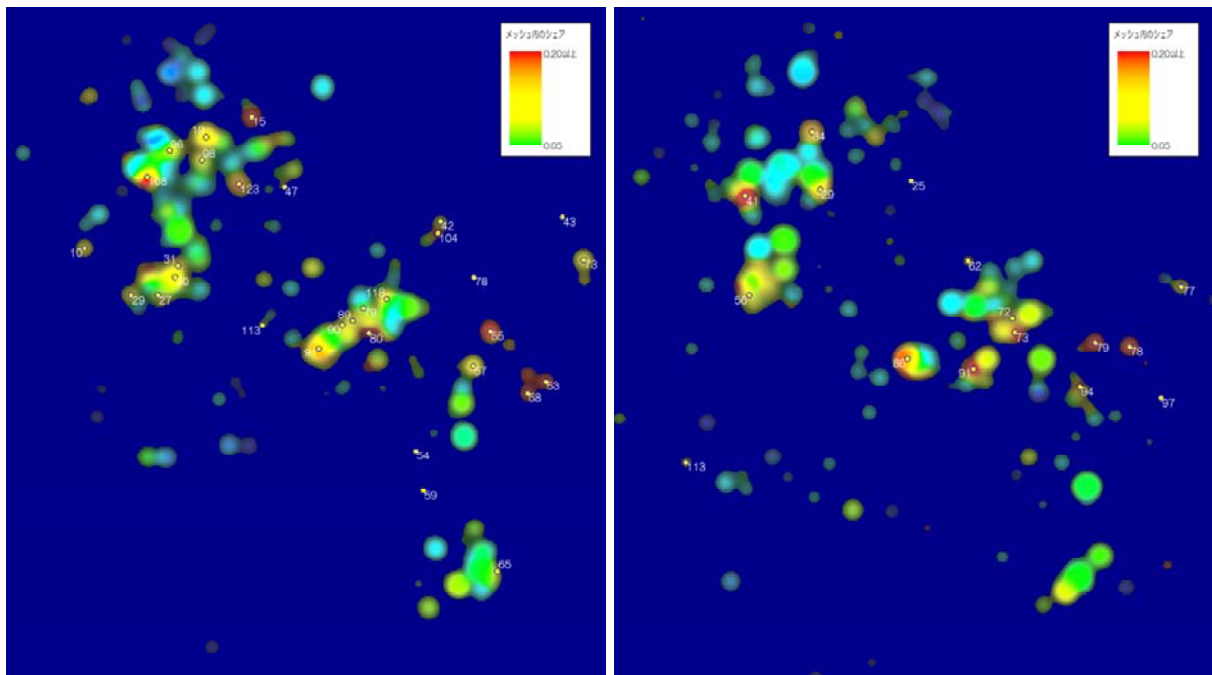
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



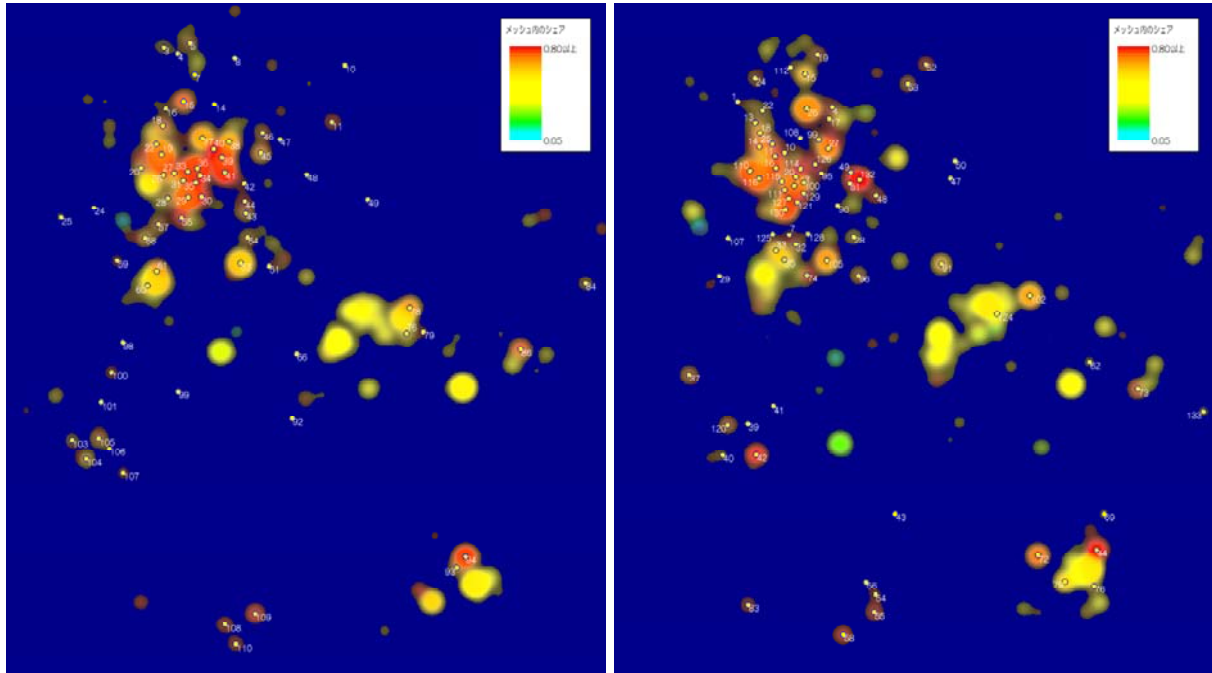
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 22 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【米国、整数カウント法】

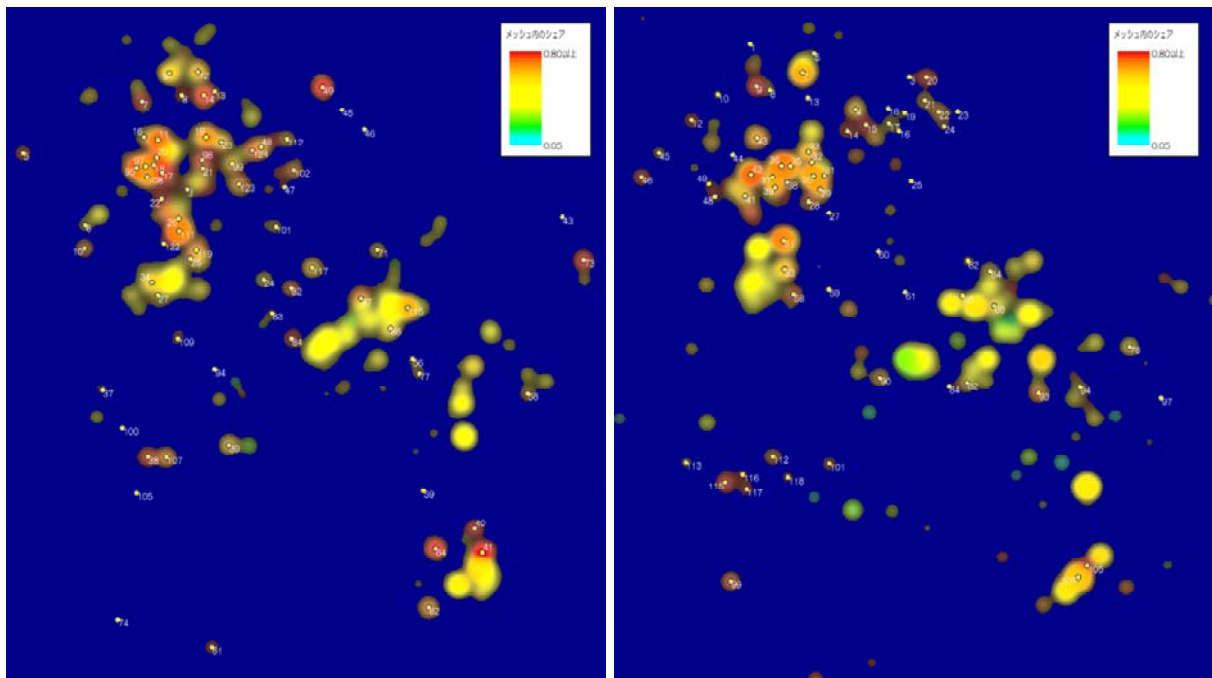
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



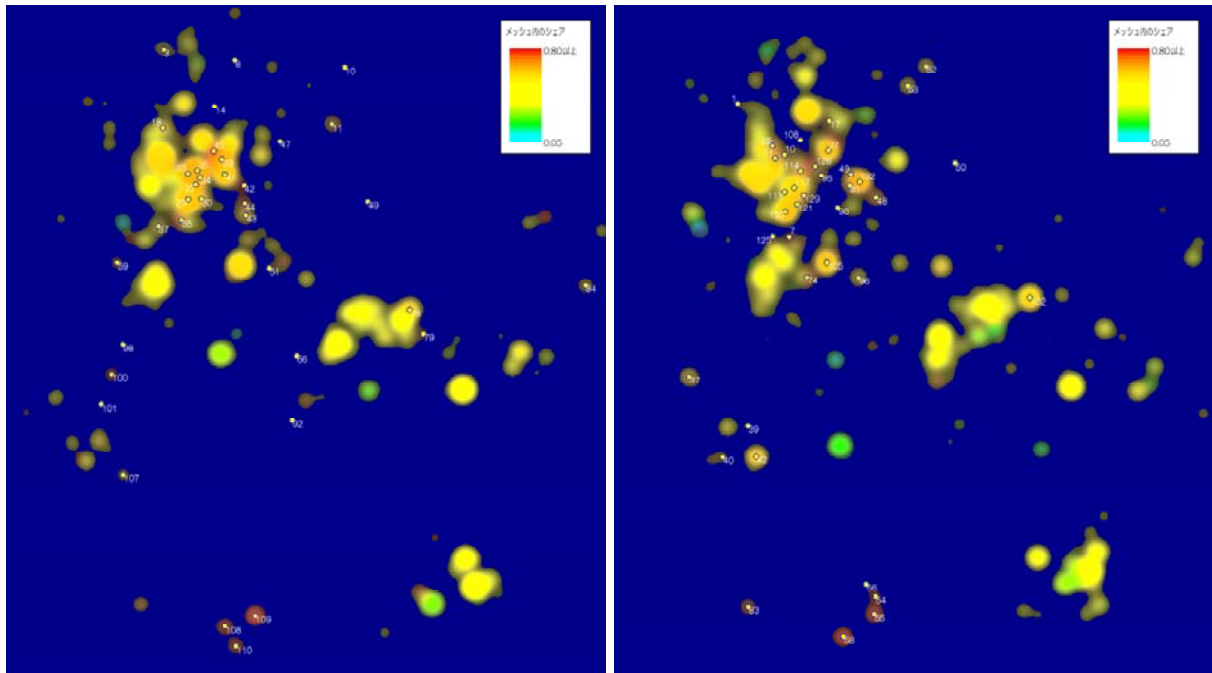
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、80%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが60%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 23 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【米国、分数カウント法】

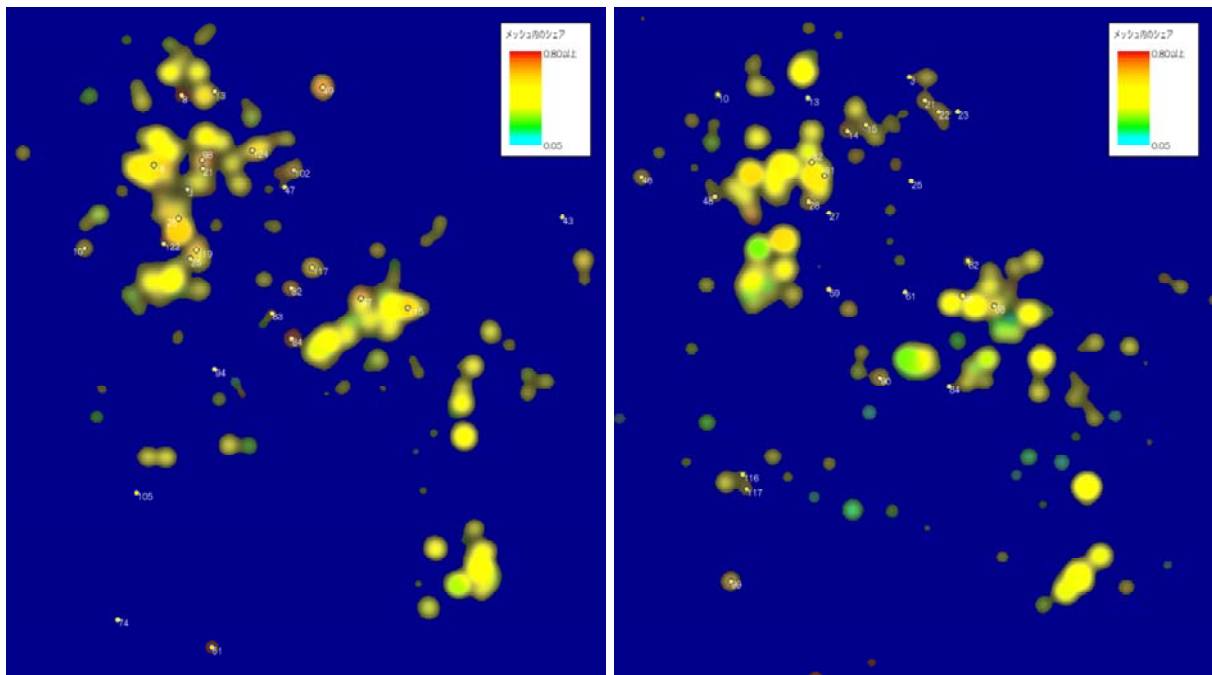
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



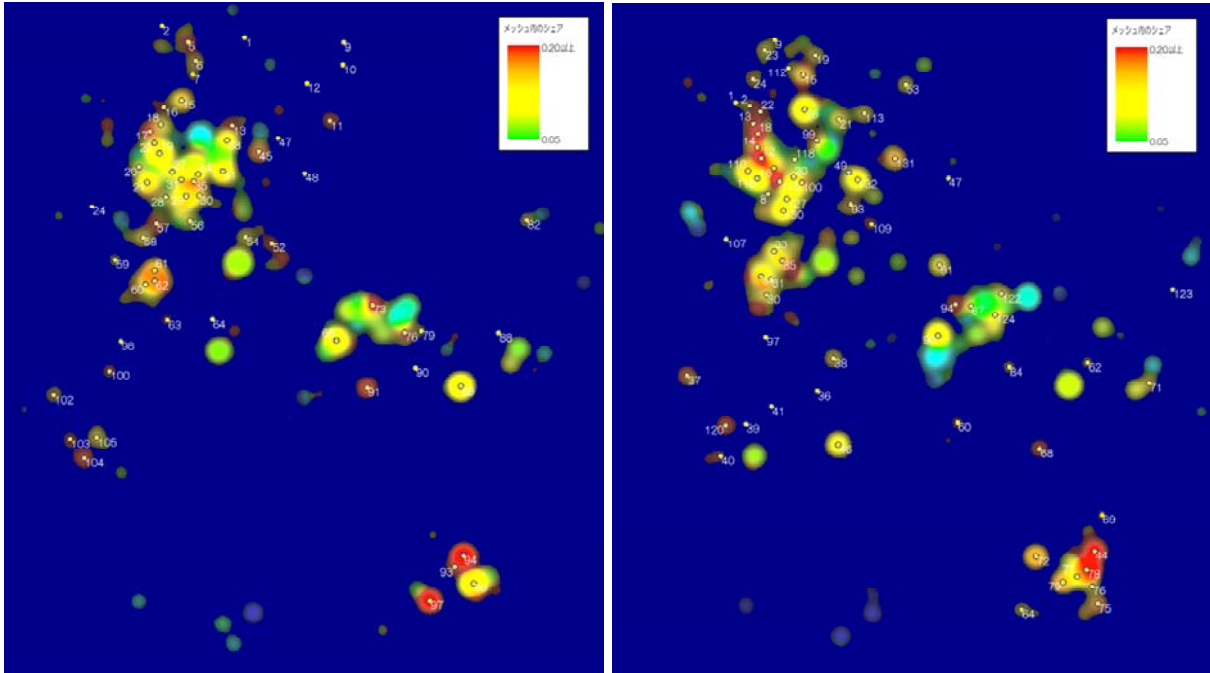
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、80%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが60%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 24 サイエンスマップ上にした論文比率の時系列【英国、整数カウント法】

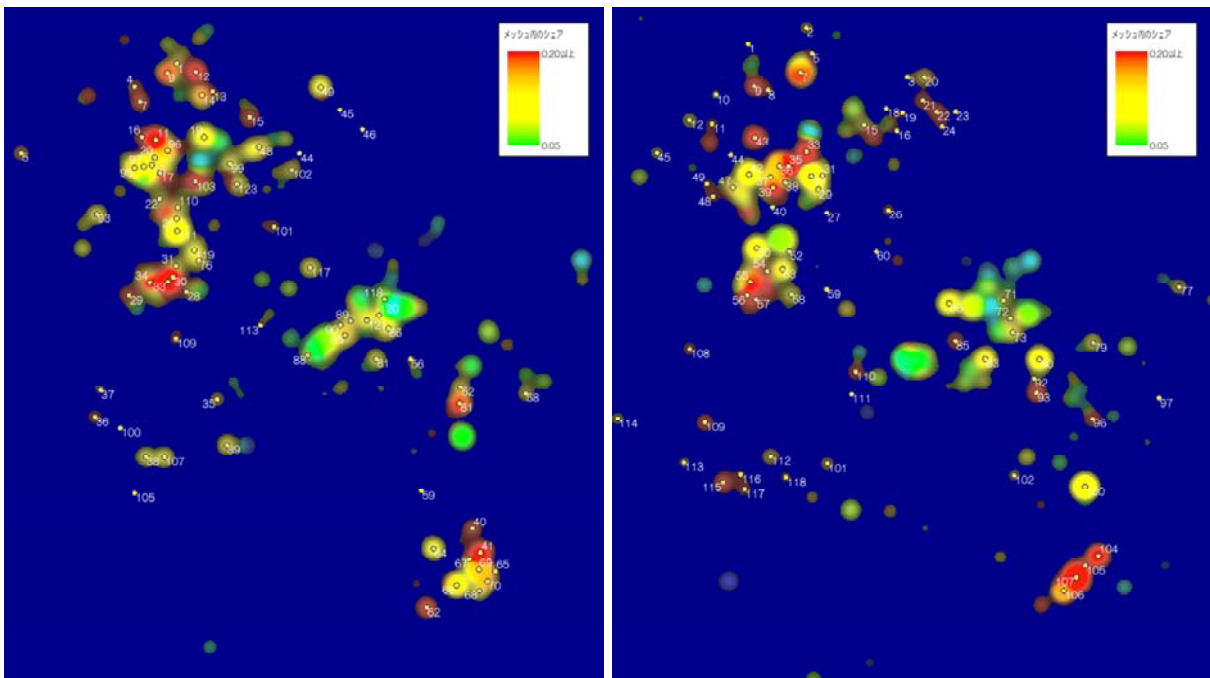
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



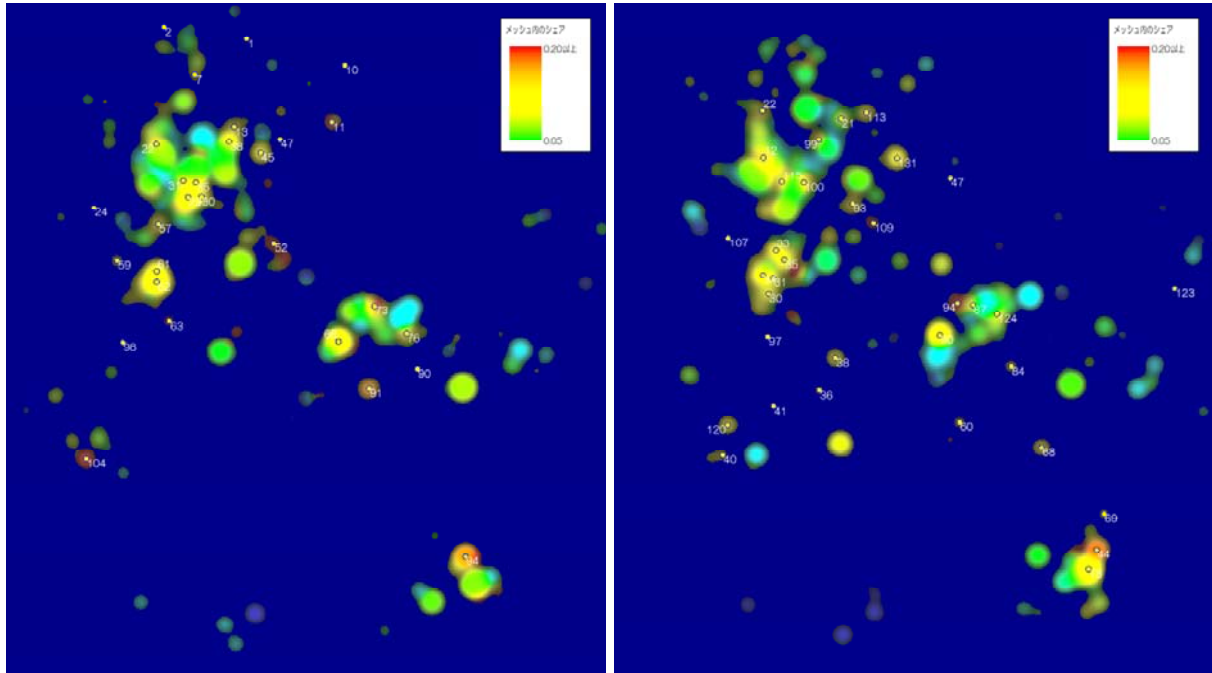
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、80%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 25 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【英国、分数カウント法】

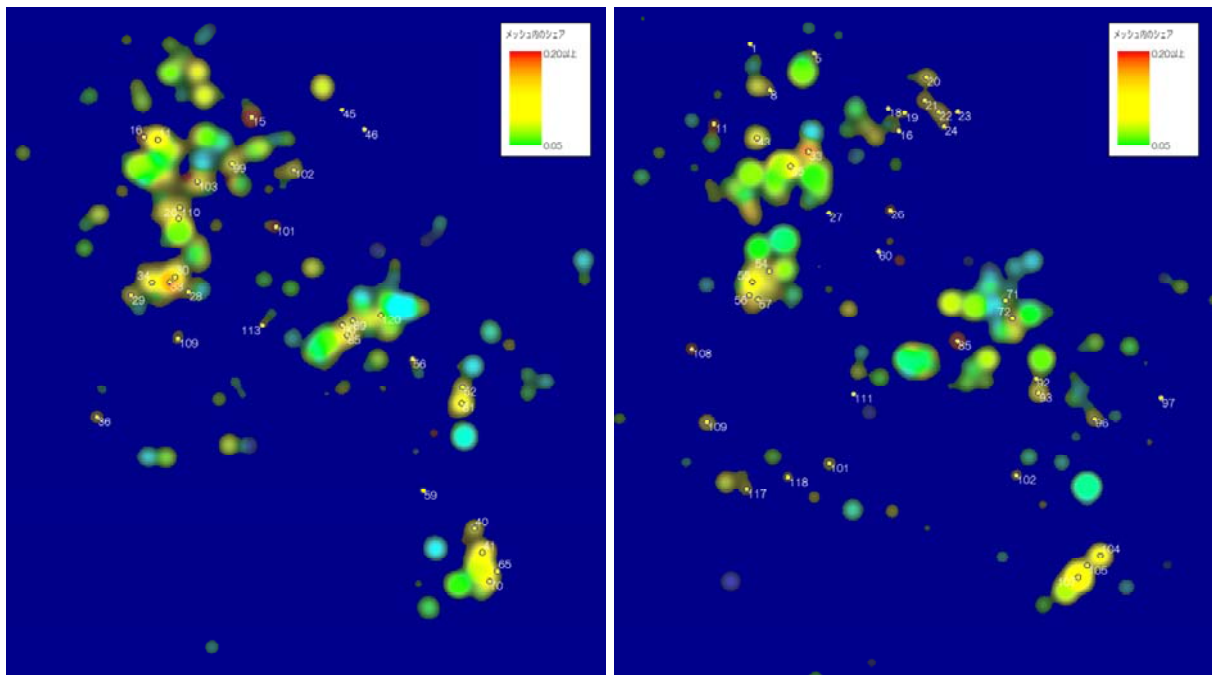
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



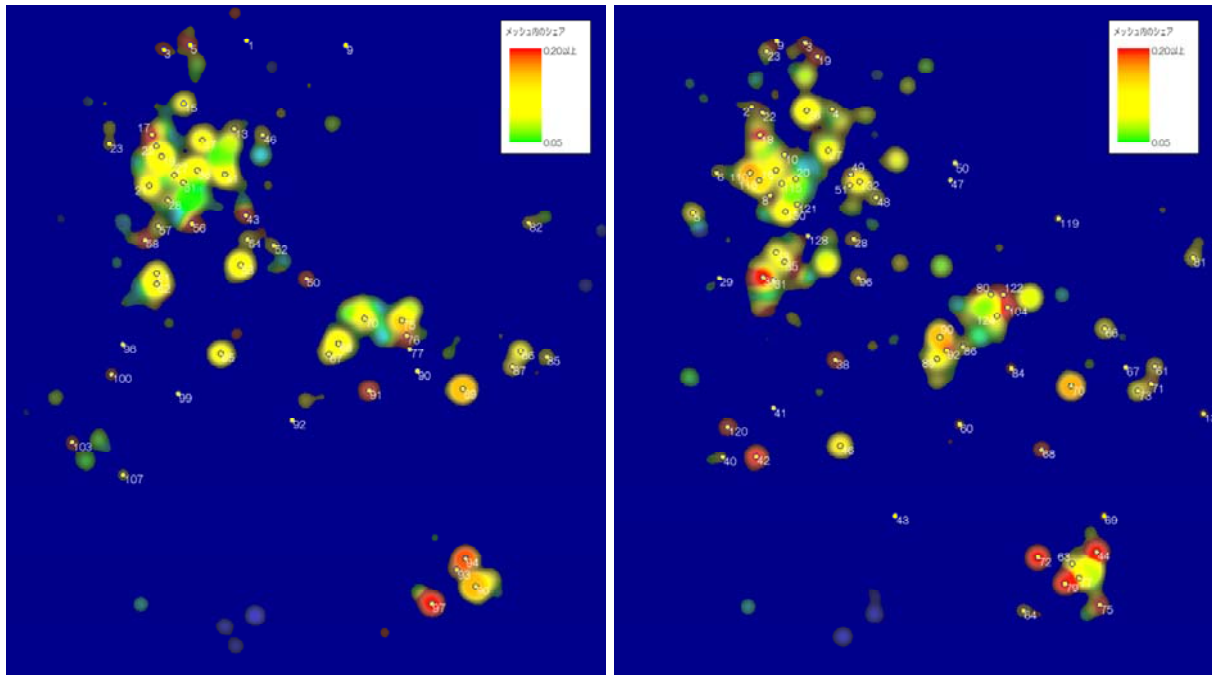
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 26 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【ドイツ、整数カウント法】

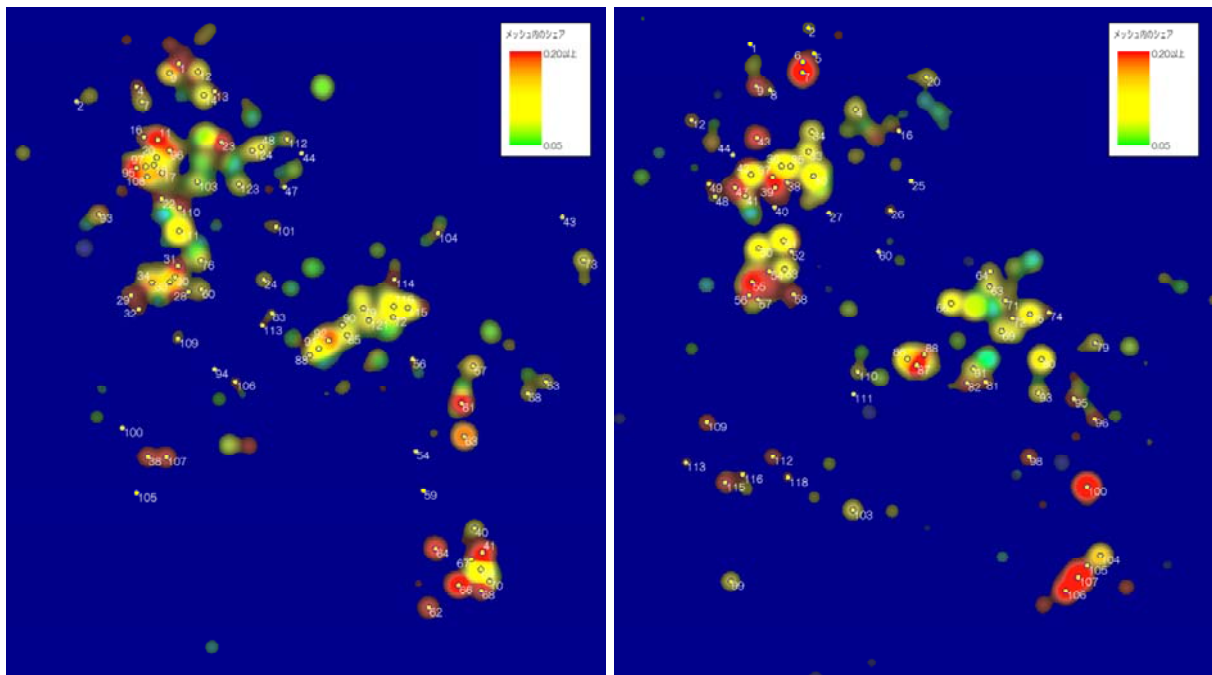
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



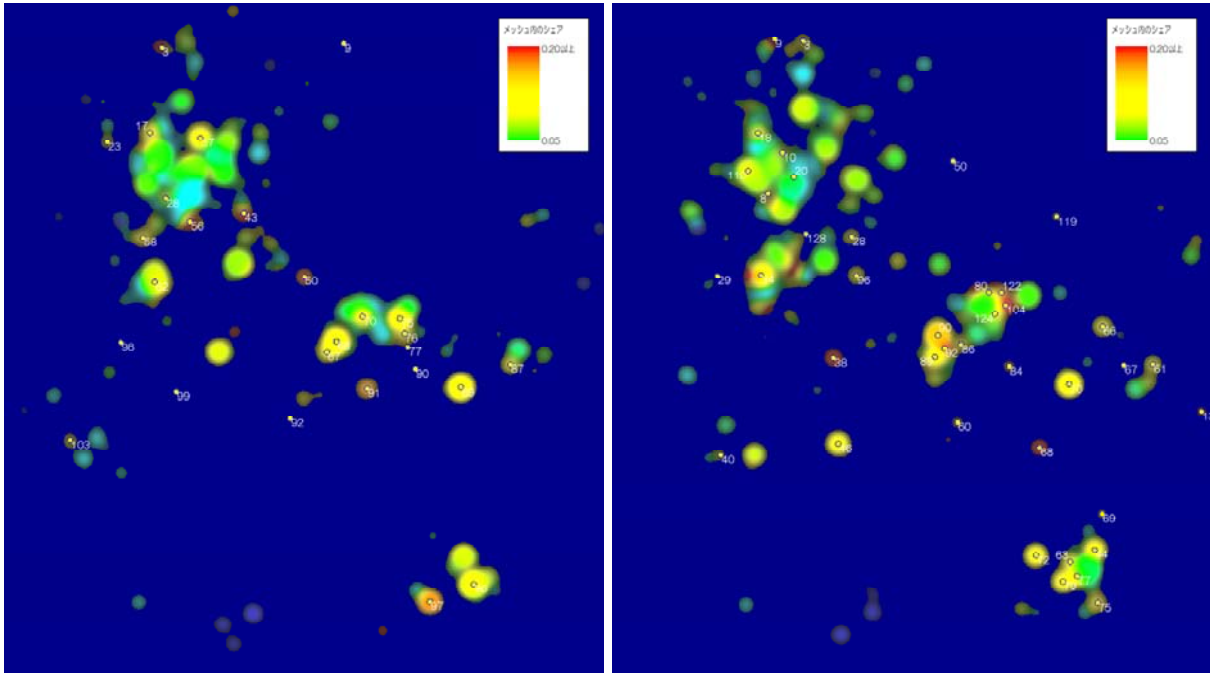
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 27 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【ドイツ、分数カウント法】

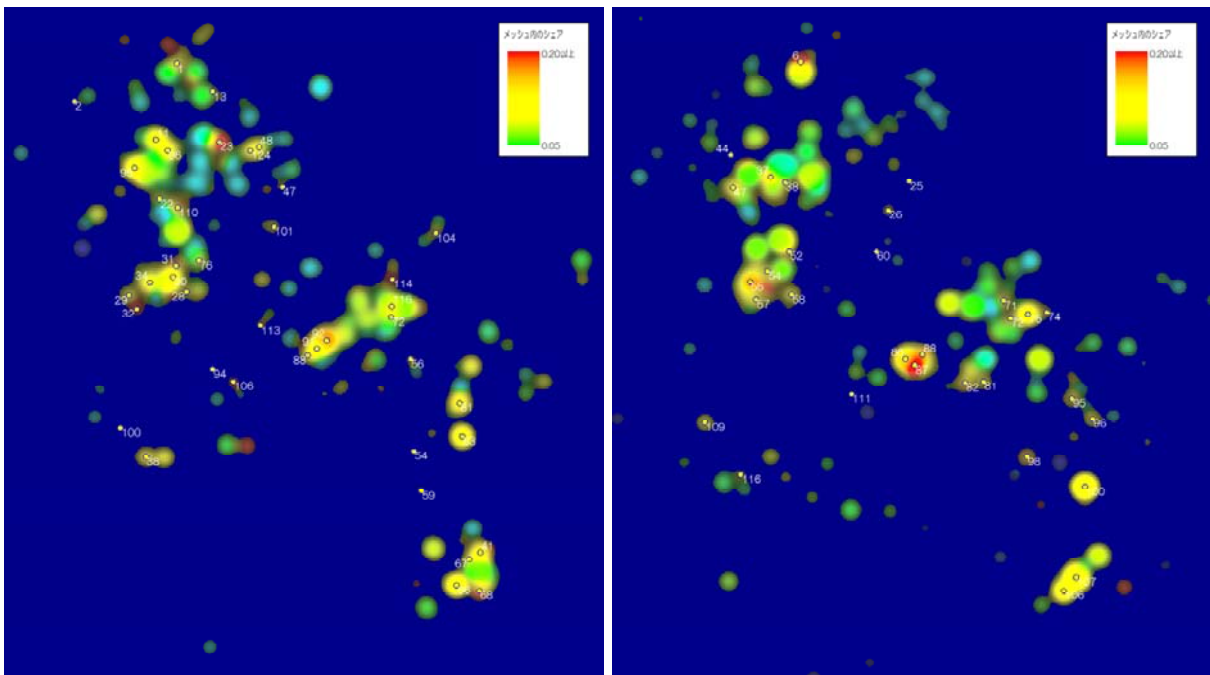
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



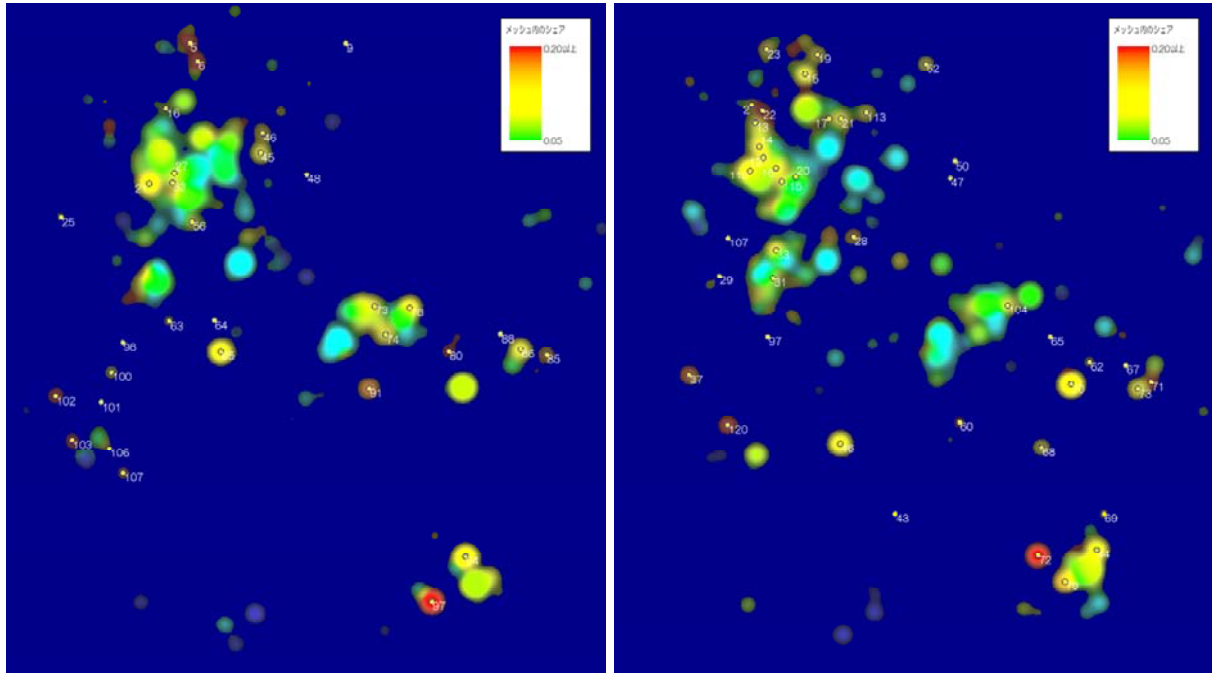
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 28 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【フランス、整数カウント法】

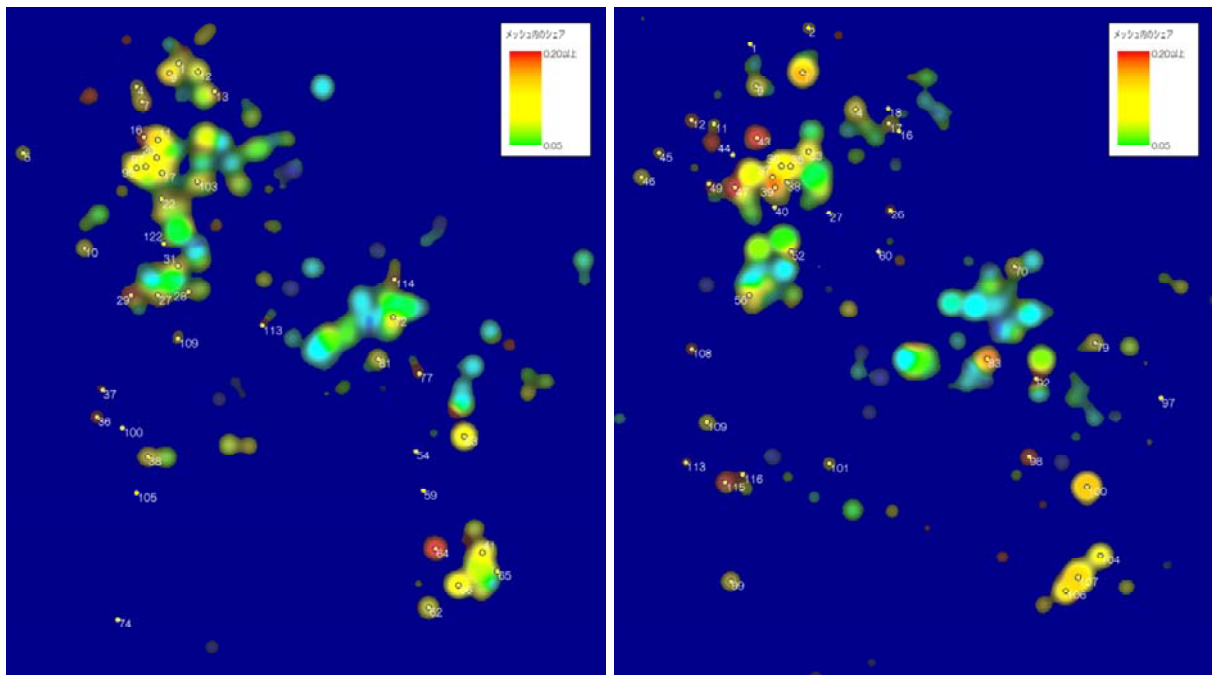
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



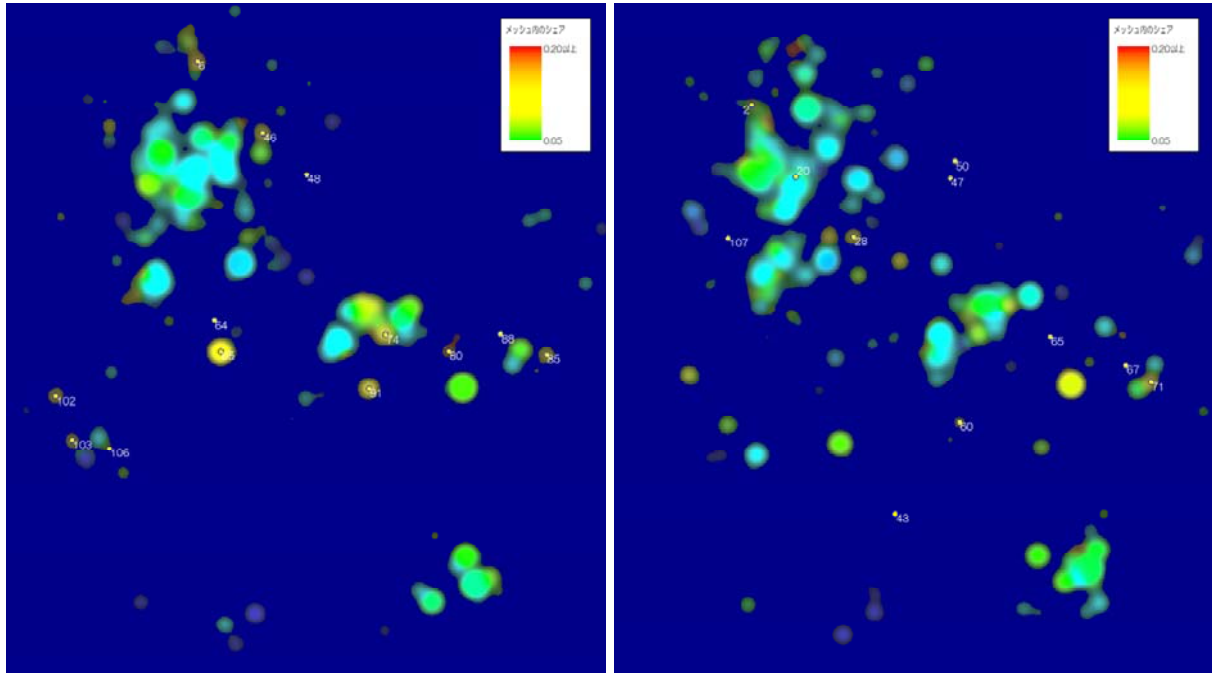
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 29 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【フランス、分数カウント法】

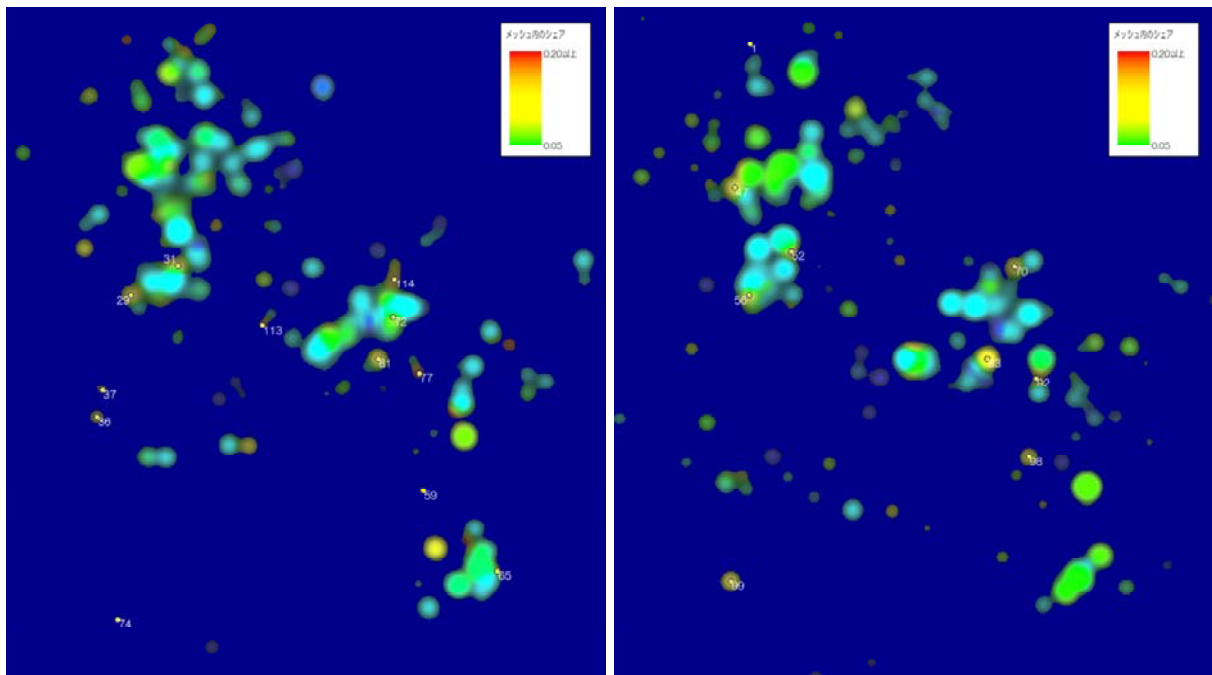
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



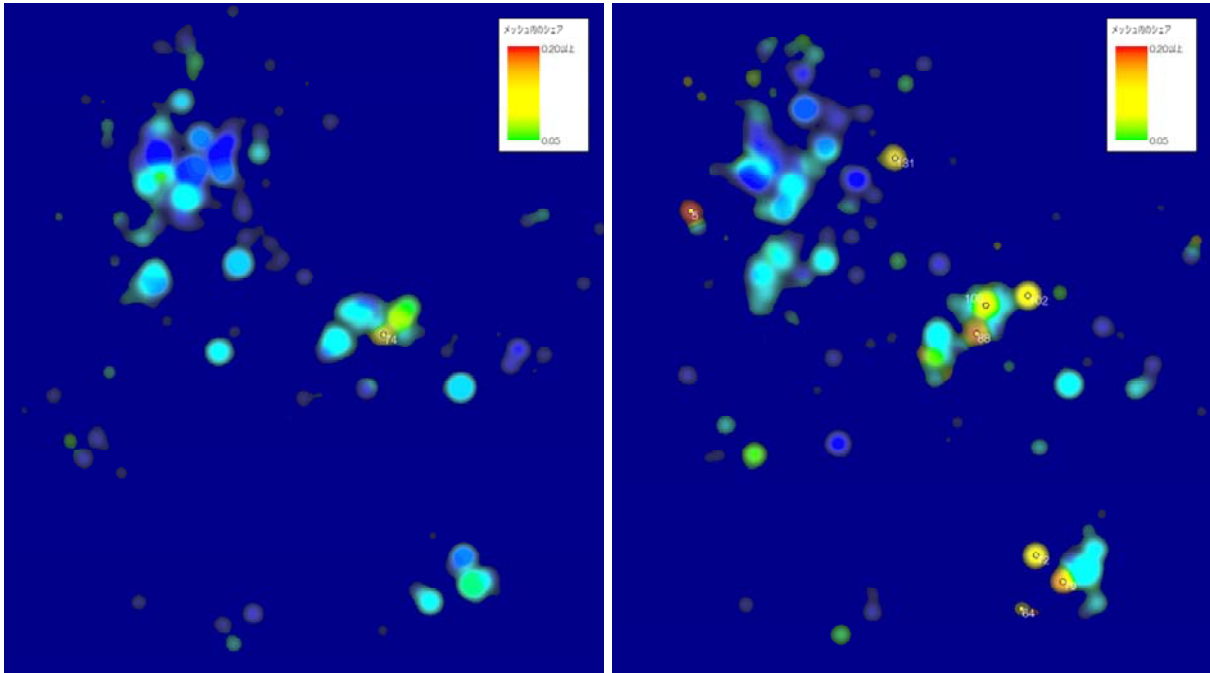
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 30 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【中国、整数カウント法】

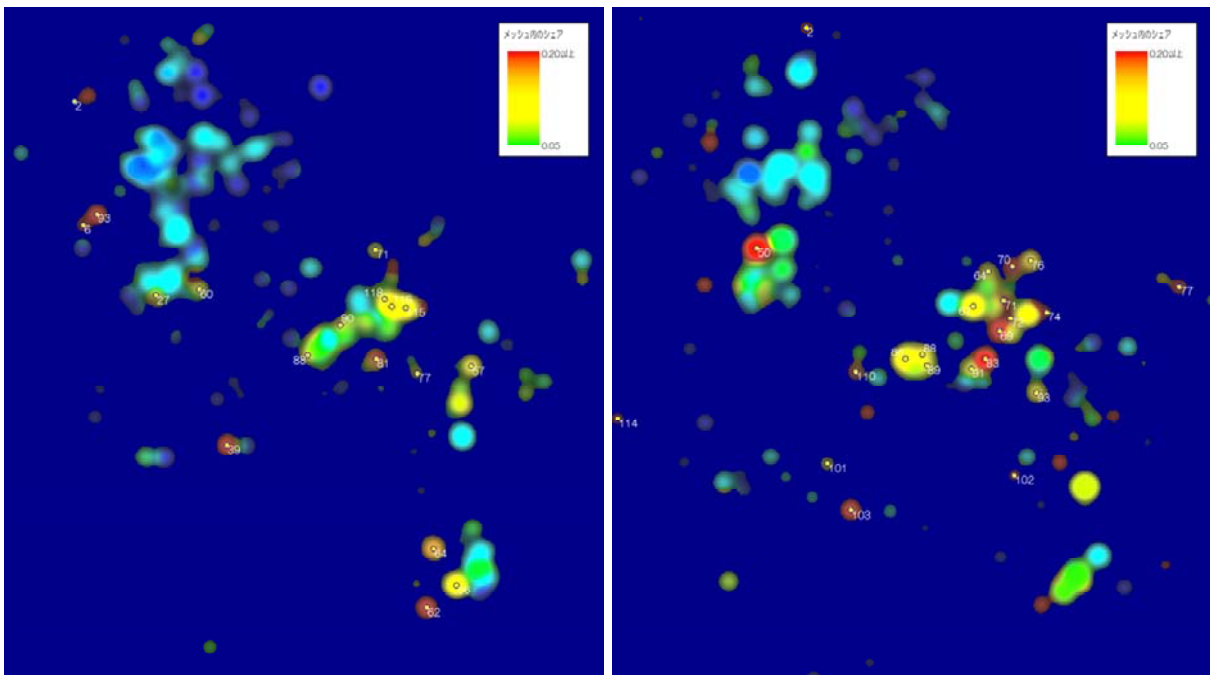
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



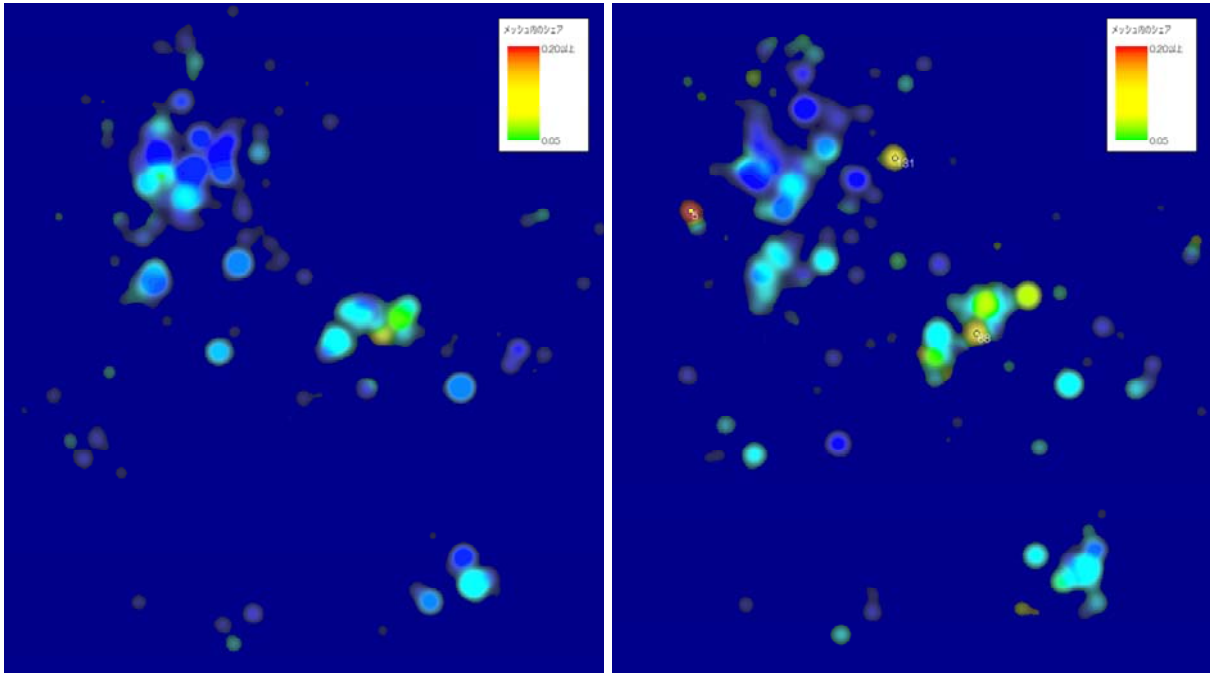
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 31 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【中国、分数カウント法】

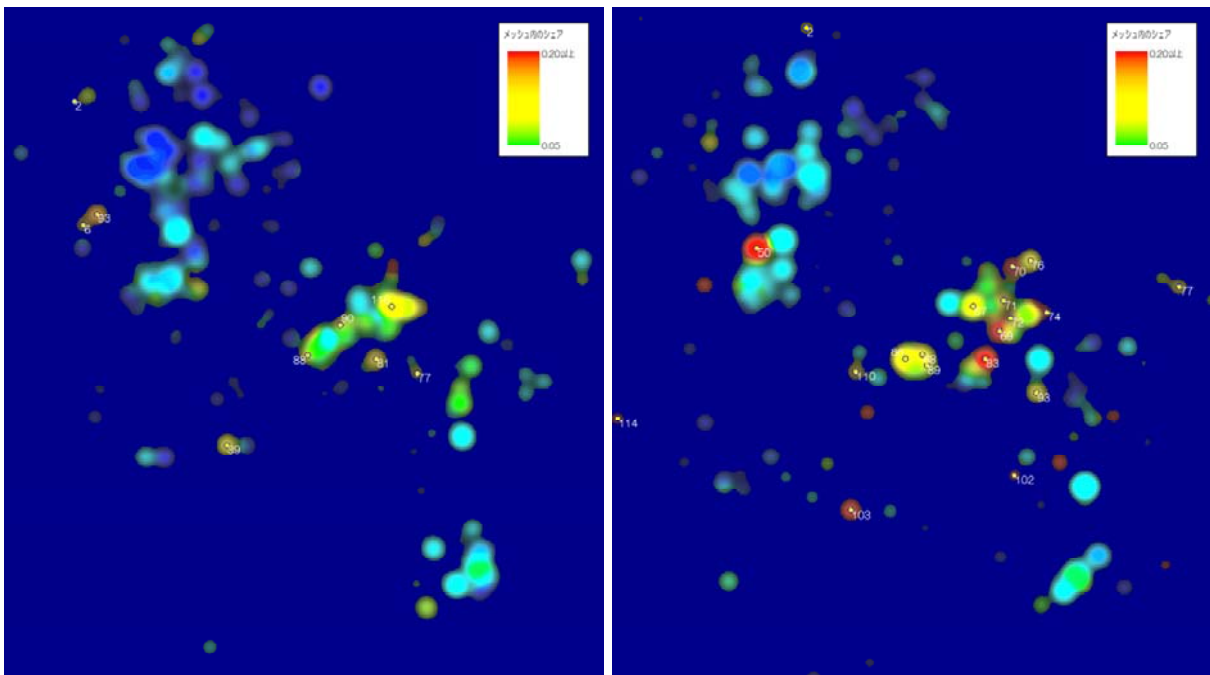
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



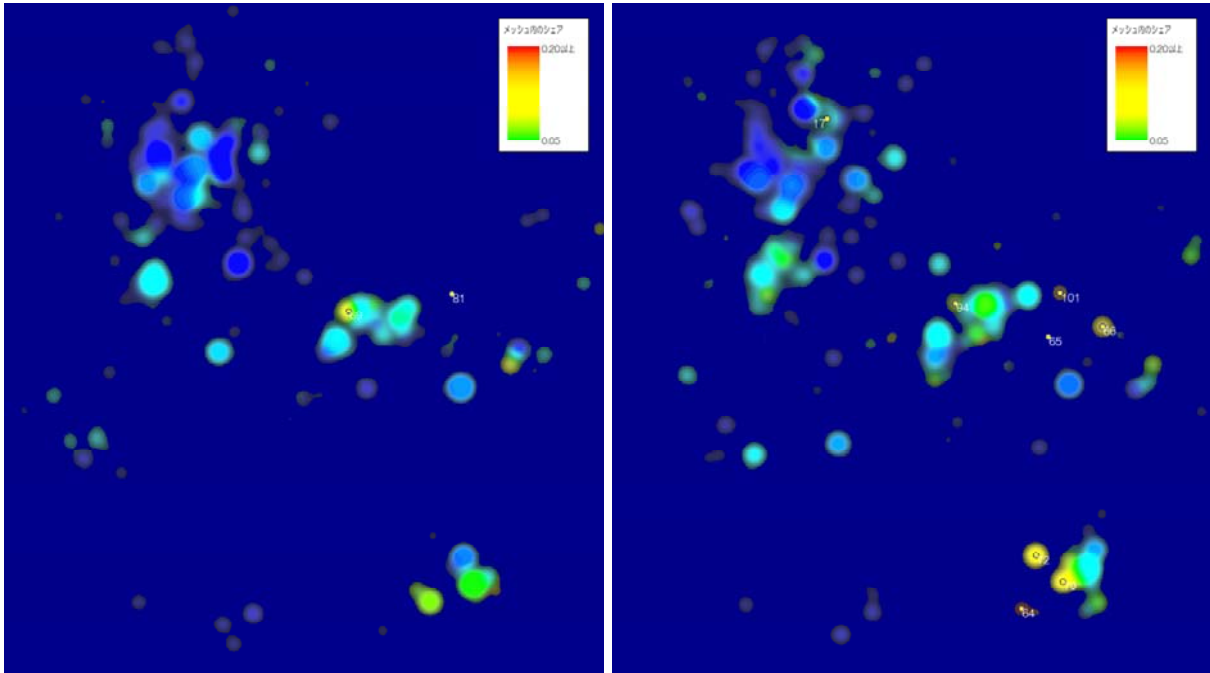
(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 32 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【韓国、整数カウント法】

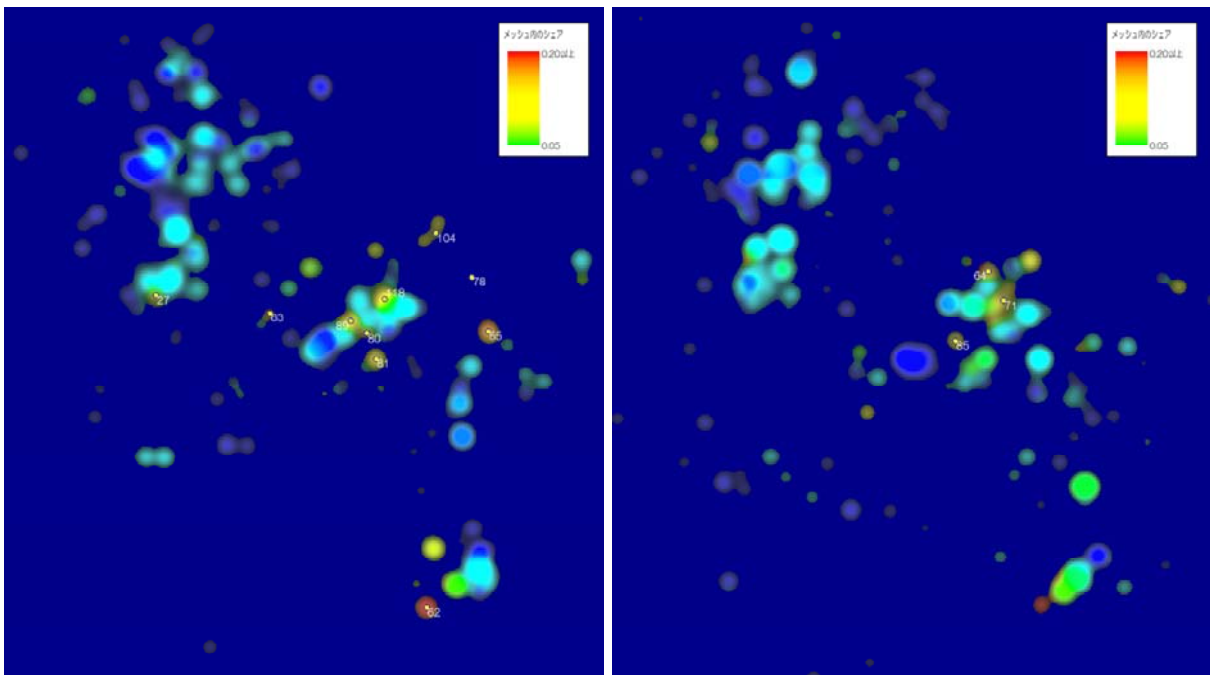
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



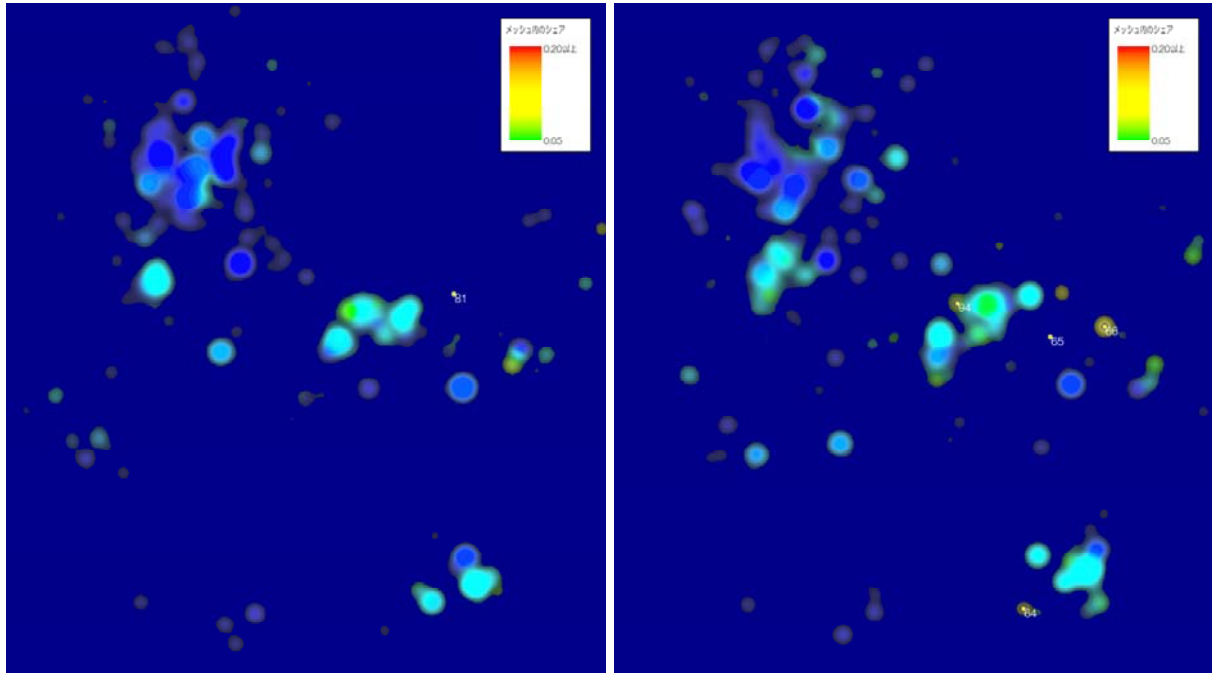
(注) 論文シェアが5%を青色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

参考図表 33 サイエンスマップ上に示した論文比率の時系列【韓国、分数カウント法】

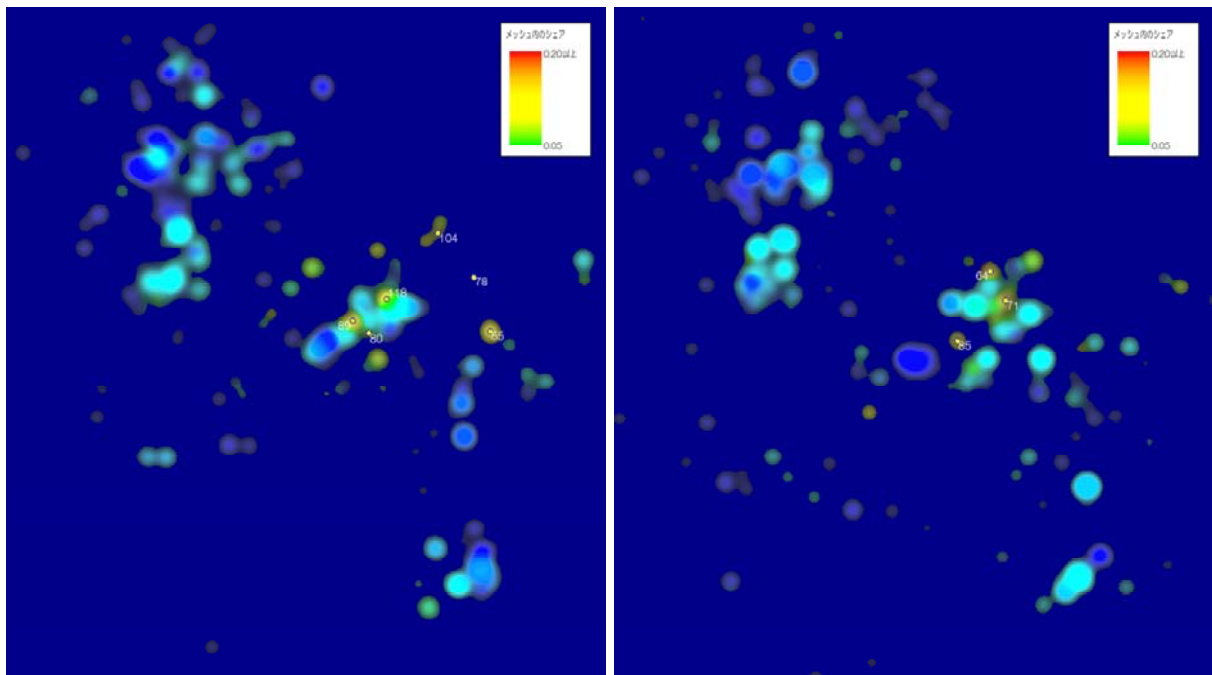
(A) サイエンスマップ 2002

(B) サイエンスマップ 2004



(C) サイエンスマップ 2006

(D) サイエンスマップ 2008



(注) 論文シェアが5%を水色で表示し、20%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には分数カウントを用いた。黄色の丸と数字は、論文シェアが9%以上の注目研究領域の場所とIDである。

データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

7. 中心性の計算方法について

ここでは、報告書で示した次数、近接、媒介の 3 種類の中心性指標の計算方法についてまとめる。以下では、研究領域間の共引用関係によるつながりを示すマトリクスを $X = \{x_{ij}\}$ とする。この行列は研究領域 i と j が 0.02 以上の共引用で結びつけられている時 $x_{ij} = 1$ 、それ以外の場合は $x_{ij} = 0$ となるとする。また、エッジに方向性はなく $x_{ij} = x_{ji}$ の関係が成り立つとする。

① 次数中心性

ノード n_i の次数中心性は、マトリクス X を用いて、

$$C_d(n_i) = \sum_j x_{ij} / (g - 1)$$

により計算した。次数中心性は $0 \leq C_d(n_i) \leq 1$ の値をとる。ここで $g - 1$ は規格化定数であり、 g はネットワークに含まれるノード数である。ノード n_i が他のすべてのノードとエッジでつながれた場合、 $C_d(n_i) = \sum_j 1 / (g - 1) = (g - 1) / (g - 1)$ から次数中心性は最大値の 1 となる。どのノードともつながりを持たない場合、 $C_d(n_i)$ は最小値の 0 となる。

② 近接中心性

ノード n_i の近接中心性は、

$$C_c(n_i) = (g - 1) / \sum_{j=1, j \neq i}^g d(n_i, n_j)$$

により計算した。近接中心性は $0 \leq C_c(n_i) \leq 1$ の値をとる。ここで $d(n_i, n_j)$ はノード n_i から n_j へ到達するのに必要な最小ステップ数、 g はネットワークに含まれるノード数である。ノード n_i が他のすべてのノード $(g - 1)$ と 1 ステップでつながれた場合、近接中心性は $C_c(n_i) = (g - 1) / \sum_{j=1, j \neq i}^g 1 = (g - 1) / (g - 1)$ から最大値の 1 となる。ノード n_i から他のノードに到達するのに必要なステップ数が多くなるにつれ、 $C_c(n_i)$ の分母の値が大きくなり、 $C_c(n_i)$ の値は小さくなる。 $C_c(n_i)$ の最小値は 0 である。

③ 媒介中心性

ノード n_i の媒介中心性は、

$$C_b(n_i) = \sum_{j < k} (g_{jk}(n_i) / g_{jk}) / \{(g - 1)(g - 2) / 2\}$$

により計算した。媒介中心性は $0 \leq C_b(n_i) \leq 1$ の値をとる。ここで g_{jk} はノード n_j から n_k に最小ステップ $(d(n_j, n_k))$ で到達する経路の数、 $g_{jk}(n_i)$ は g_{jk} 通りの経路の中で、ノード n_i を経由する経路の数である。つまり、 $g_{jk}(n_i) / g_{jk}$ はノード n_j と n_k を結ぶ最短経路における、ノード n_i の重みに対応している。ノード n_i を経由する必要が全くない場合 $g_{jk}(n_i) / g_{jk}$ は 0、必ずノード n_i を経由する必要がある場合は 1 となる。

全てのノードの組み合わせの経路について、 $g_{jk}(n_i) / g_{jk}$ の和をとったものが媒介中心性に対応する。 $(g - 1)(g - 2) / 2$ は規格化定数であり、ノード n_i を除いた $g - 1$ ノード間の全ての組み合わせ数に対応している。全てのノードの組み合わせ n_j, n_k において、必ずノード n_i を経由する必要がある場合、 $C_b(n_i)$ は最大値の 1 となる。

8. Web アンケート調査コメント一覧

ここでは、今回の Web アンケート調査項目の内、「質問5 サイエンスマップを見てのご感想、調査方法へのご意見がございましたら、下記にご記入ください。また、サイエンスマップの活用方法について、ご意見がございましたら、お聞かせください。」に記述されたコメントの一覧を示す。誤字・脱字などの修正を除き、寄せられた意見をそのまま掲載している。

生命科学系研究領域
<ul style="list-style-type: none">● これまで(臨床)医学を大きな科学の一分野として捉えておらず、また自分の担当分野は全体のマップの端にあるせいか、質問の内容が科学全般に対してなので理解が難しかった。【ID_1】● 研究の動向が改めて分かり、また科学研究の全体像が掴めて有益です。【ID_2】● サイエンスマップ自体がきわめて広範囲の自然科学領域にまで及んでいるため、マップ上の距離感と研究目的、内容が捉えにくい。サイエンスを合目的な大枠でエリア化して、それぞれのエリア毎に共通の中分類(例:基礎/応用)を設けたマッピングとするなど工夫をしていただければ理解が深まると思います。【ID_7】● 回答者にとって操作が複雑。調査の意義が不明確。この調査でだれにたいして、どのようなメリットがあるのか不明確。【ID_10】● 私の場合、当初お話を伺っていた作業内容(およその時間)と実際要した時間にかかなりの隔りがありました。活用方法については、いろいろなアプローチが可能と思いますが、研究領域全般にわたるグローバルな研究動向を把握する指標として非常に有用と思います。また、リサーチフロントの解析手法として大変勉強になりました。どうもありがとうございました。【ID_12】● 調査方法に関して:似た領域の論文が別に分けられていて、その違いを記述することに困難を感じる部分があった。活用法:一般の人に科学の進歩状況やその進歩がいかに関に人類に影響を与えているかを知ってもらい、資金面や実際に被験者として参加するなどの研究への協力の重要性を啓蒙するために用いる。【ID_18】● サイエンスマップは近過去の研究動向を概観することができ、また将来重要となる研究について予想することができ、極めて有意義であると思います。一方、近過去におけるわが国の研究費配分についての検証や今後の方針決定についても利用価値が高いと考えます。【ID_19】● 担当した精神疾患の治療領域では、細胞レベルや動物実験からの研究の成果が臨床研究・試験へと発展して、新薬が生まれることなどが代表的なイノベーションと考えます。ただし、動物を使った薬理実験と臨床とのギャップが大きく、治療方法の研究は、臨床試験に大きく依存しています。ところが、日本が臨床試験を行う上で社会的な基盤が欧米と比べて弱い事は周知の事実です。そのため、日本の本領域の研究者は、国際競争の上で大きなハンディキャップを負っているといえます。論文の調査からなるサイエンスマップを活用したときに、このような解析ができるようにするには、どうすればよいのか、考えています。【ID_20】● 前回担当したドット位置と今回のドットの位置は変更されているように思います(気のせいかもしれませんが...)。脳神経領域は今後更に活性化されると予想します。尚、作業の上で、マップと領域名が別々なのが作業しにくく、一緒にして下さると幸甚です。【ID_24】● 研究領域の関係の概観を直感的に把握するための手がかりとなりとても有用である。科学研究補助金の領域の設定などに活用できるのではないだろうか。【ID_27】● 調査したことが自分の研究領域を把握する上で、たいへんよい勉強になりました。既に公開されてい

る「サイエンスマップ」の情報も役に立つ。しかしながら、これまでその存在を知らなかったのもっと広く宣伝すべきかと思われる。【ID_28】

- 現在の方法でも全体像を俯瞰する上では良いと思いますが、よりインタラクティブに情報を見ることが可能なシステムであれば(ズームインなど)、より多くの人が興味を持つのではないかと思います。【ID_30】
- 実際どのように活用できるかが最も重要な課題であると思われませんが、科学研究活動に対する戦略や政策に反映できるような橋渡しマネジメントが必要でしょうか。ただし、引用論文での評価は既に数年前の評価である可能性があり、現在の状況を on time で反映するような指標と分析が必要かもしれません。【ID_34】
- 担当領域に関する限り、ここでとられた手法は文献情報を扱う手段としてかなり有効という印象を得た。【ID_35】
- 小生の担当分野において、治療というカテゴリーの中では各領域が密接に関連している(例えば造血幹細胞移植と新規薬剤及び既存の抗癌剤)。それらの距離をどう把握して二次元的位置関係として表現すればよいのか、困った。Science Map 作成には多大な努力を払っていることが理解できるが、一般の臨床場面にいる医師達が利用するとは思えず、大学、研究所等の research scientists のみを target にしているのであろうか。【ID_37】
- ナノサイエンスとがん研究に隔たりがあるようですが、今後、これらの領域の融合を目指す研究が期待されます。【ID_39】
- 最終的な ScienceMap2008 はかなりの確に研究動向を表しているようで、興味深い。ただ、リサーチフロントのまとめ方に多少違和感があった。また、個別の研究領域の動向を図で示したものは、被引用文献数に比例して丸の大きさを変えてあるというものの、被引用数が少なくても関連領域が多いと実際の被引用数の差以上の違いがあるかのような錯覚を与える恐れがある。例えば ID_42 の中で Treg に関する研究と Th17 に関する研究は被引用論文数では図から受ける印象ほどには違ってはいないのではないだろうか。リサーチフロントのまとめ方と、被引用論文数が直接反映される様な図の作り方に更なる工夫が必要と思われる。【ID_42】
- サイエンスマップ構築による科学研究の評価と展望は有用と考えるが、領域設定において医学研究をピックアップすると関連領域との接合について違和感を感じることがある。基礎的研究と応用の融合が医学では重要であるが、可視化マップにての評価に限界を感じる。【ID_43】
- 最近の研究の全体像とそれぞれの位置関係が俯瞰できる。【ID_44】
- 興味深い調査ですが、このマップがどんな効果をもたらしたか、具体的に知りたいと思います。【ID_45】
- 世界の研究の趨勢を概括的に見るには、良い手法と思います。問題はその活用法で、わが国の研究を全体的に伸ばすにはどうしたらよいか、あるいは 国として現在もっとも必要としている研究はなにかなどの方向性を探るうえで役立ってほしいと思います。【ID_46】
- 新しい試みですので、指針としてどのくらい有効か興味を持っています。【ID_48】
- マップ化は科学分野における研究の位置関係と研究動向を把握することができ、有用な解析手法と思われる。他領域についての研究動向も知ることができ、自領域の研究の方向性を考える上でも参考になる。さらに、新たな融合研究へと展開するために役立つ。【ID_49】
- 研究の流れとファッションを俯瞰的に見られるので、専門分野以外の人にも説明しやすい。【ID_51】
- 研究領域の中のグループ間の結合する論文が1報のみであることも多く、研究手法により結合する場合もある。ID_51 において、植物ホルモンの研究が遺伝子サイレンシングと結合している点に違和感がある。ID_53 では、植物メタボローム解析と動物プロテオーム解析が質量分析法で結びついているが、

全体として異分野結合している。相関解析をもとにしている解析手法の限界もあるのかもしれない。ID_51、ID_53 の植物ホルモンによる結合の分野が存在するので研究領域間での調整も必要に思えた。【ID_53】

- 最近の研究動向を認知し、今後の方向性を予測できる点で興味深いと思います。【ID_54】
- 調査の結果を基に、将来的に融合していく(またはすべき)領域のジョイントシンポジウムの開催を誘導するとよい。【ID_58】

化学系研究領域

- 今まで気づけなかった視点で研究分野を考察することができる非常に興味深いマップです。引用数という現時点で最も確かな数値による評価なので、研究分野の力関係(選任される評価委員の研究分野など)に左右されないきわめて公平な研究評価が期待できます。研究費など、今後の研究評価に十分に役立てられることを期待します。また、大まかな分野のみならず、小分野レベル(あるいは個人レベル)でのマップづくりも期待します。【ID_82】
- このサイエンスマップは研究動向と傾向を表しているだけで、研究の重要性を示しているわけではない。そのため、枠で区切って「評価」を行うことを極めて危惧する。例えば、「ナノサイエンス」の研究にはかなりの研究例が存在し、島を作っているが、その周りの「化学」や「物性研究」はいわば全ての研究の基礎を作る領域であり、「ナノサイエンス」との密接な関わりがある。そのように考えると、今世紀に入って、ナノ・メソ制御が物質そのものを見る上で極めて重要であることを認識し始めた段階であると理解できる。単純な評価のために使われることは、自然科学研究の幅広い視野を破壊することを理解した上で活用願いたい。【ID_83】
- 研究領域間で一人の研究者が公表する論文の平均的な数に大きな差がある場合があるので、マップの密度軸の規格化が必要なのではないかと思う。【ID_84】
- 非常に興味深い取り組みで、自分の研究の立ち位置がよく分かりました。自分自身分野を移動しているので、その分野間がどれくらい近いのか、どの分野間にまだ成されていない研究分野が眠っているのかを、可視化できるのは個人的に役に立ちました。【ID_85】
- 私が担当した ID_87 は ID_89「遷移金属触媒反応による直接的炭素結合形成」との関連性が極めて高い印象を持ちました。概要解説を作成する際に関連分野への論文振り分け状況が把握できないと減少したのか?あるいは他分野へ移行したのかが分からず、明確な分析が出来ません。作業 a(研究領域の内容分析のこと。)の際に、ウェブ上で領域の状況が閲覧可能だと分析しやすいと思われそうです。ご検討下さい。【ID_87】
- 化学領域と物質創生(ナノサイエンス)領域が非常に強くインタラクションしている【ID_88】
- 科学技術全体を俯瞰しながら研究室や研究所の運営・方向性を検討する際に非常に有意義な調査内容であり、ぜひ有効活用したい。【ID_91】

ナノサイエンス系研究領域

- 今回行った領域では1つの領域というよりも、複数の手法を組み合わせた論文数の増加により複数の領域が重なったものとして捉えた方が良いように感じた。【ID_66】
- 調査依頼をいただく論文のリストに、直接論文をダウンロードできるサイトまでのリンクが張っていると、非常に助かります。今後は、化学・物理・環境の境界研究の重要性が増すと思われます。低酸素社会や地球温暖化対策のために科学者に科せられている課題は重要だと考えられますので。【ID_70】

- この調査にかかわり初めて拝見しました。マップが複雑で見にくいところが難点かと思います。【ID_72】
- 白い点線の枠で示されるように、依然、研究領域ごとで分かれている感が否めない。学際領域での研究の進展を期待したい。どちらかというと産業化技術ではなく、基礎的、基盤的な学術研究が多く、これから日本発の技術になる可能性を秘めたシーズが多いと感じる。特に、基礎的な研究の助成に際し、これらのマップを参考にした重点支援を期待したい。近年、実用化への道筋を強く問われるケースも多く、実用に特化しすぎない、基礎研究の強化への参考にもなってほしい。【ID_74】
- コアペーパーの相関関係から研究領域を定義し、領域間の相互関係を分析する手法は、従来の「学術分野」を前提とした分析評価手法と比較して、学際領域と称される分野の分析に有効であると思われる。また、論文数でなく、被引用数で分析している点も興味深い。さらにそれらが視覚的に表現されているので、本サイエンスマップの意味が広く理解されれば、多くの研究者に有用な情報となると考えられる。【ID_75】
- もっと一般的に知られるように宣伝が必要であるように感じます。後は変化率(急激に盛り上がる・盛り下がる)のようなファクターを入れつつ、その原因分析(実用化へのブレークスルーがなかなか超えられない)などのダイナミズムの解析も行った方が有用に思います。後は、国内と海外の比較をして、国内の強い領域がクリアに分かるような表示があると良いと思います。公的資金との関わり合いも分析すると、どういうタイミングでの資金の入り方が有用かが分かると思います。【ID_76】

物性系研究領域

- エレクトロニクス、ロボティクスなどのキーワード・領域がないことが気になります。新しいキーワードだけでものを見て、それらの新しい分野が根ざしている学問体系を無視している感じがあります。そもそも、2次元マップにすること自体が難しいのだと思いますが。。その難しさを考えると、この試みはもちろん面白い試みであると思います。特に、かなりの客観性がある点が良いと思います。【ID_79】
- 伸びつつある研究分野を、文献の相互引用を元にまず機械的に抽出する方法はユニークかつ意味の有る事だと思います。ただし、問4に有る様に新テーマの時間的変化は著しいものがあるので、より即時性の高い対応が望まれます。しかし、一方で時間的変化は非常にゆっくりしているけれど、大変重要なテーマであり、かつ着実に進展している様なものもあると思われます。その様なテーマで、日本の研究の貢献度の高いものも拾って行く様な方法があればと思います。すぐには思いつきませんが。【ID_95】
- 情報通信関連の研究技術開発ロードマップの作製作業を行うことがあるが、基礎研究フェイズの研究課題を情報通信のニーズに合わせた研究へと展開させる際に、動向調査作業を十分に行う時間が取れず、現在の研究トレンドを生かしたロードマップの作成に苦勞することがある。こういった場面でサイエンスマップが非常に役立つだろうと思われる。サイエンスマップの作成とそれを活用した研究戦略の策定・推進は国家的課題であり、研究開発を担当する他省庁とも連携してこのマップの活用を計っていただきたい。【ID_96】

素粒子・宇宙論系研究領域

- 客観的な数値で、科学研究分野の活動性が見て取れるのは、非常に興味深い。一方、機械的な方法なので、結果の解釈には注意が必要だと思う。【ID_105】
- 現在の科学の進展状況はわかると思う。ここ数年の時間変化がわかれば今後の発展の方向ももう少し見えると思われる。【ID_107】

環境系研究領域

- 楽しみましたが、2次元マップの読み方は最後までピンときませんでした。【ID_103】
- たいへん興味深いです。時間軸をいれて、3次元にすると分野の移動方向などがわかって、さらに示唆的なマップになるのではないのでしょうか？【ID_109】
- 最初は調査依頼の内容を理解するのにやや苦勞しましたが、最新の研究が体系的かつ客観的に網羅されており、出来上がったマップは大変有用なものであると思います。【ID_112】
- 重要な研究領域を特定する上で、非常によい試みと感じました。しかしながら、論文数の多いメジャーな研究領域の狭間には、(リストに挙がらないような)比較的マイナーと見られる研究もあることに注意して頂きたいです。一見マイナーな研究対象も非常に重要な役割をしている場合もあります。今後の調査では、できるだけ、さらに多種多様な研究を包括できるような調査にさせていただけるとよいかと思えます。【ID_115】
- 初めに指摘すべきことであつたかもしれませんが、最初に頂いた一連の論文は領域を網羅するものではなく、研究領域の表現をする際に苦勞しました。何を基準に論文をグループ化されたのかについて、若干の疑念が持たれました。【ID_117】

その他の研究領域

- サイエンスマップはこれまで継続的に作成されているもので、この情報蓄積をしていくことは、科学の動向を知る上での基礎資料となるので、調査の継続を文部科学省にお願いしたい。一方で、これは2008から遡ること5年間の資料である。従って、大型の科学研究費を配分する際の資料として、このマップを使用すると「流行の研究の追随」になりかねないので、審査にあられる方々には、そのあたりを十分理解して、この資料をつかっていただくように要望したい。私見だが、大型予算については、直近もしくは近未来に花開くような領域を予見して、配分していただきたい。【ID_61】
- 論文数と引用数のみでは、偏った評価となる。例えば、論文数、引用数をその領域を構成する人員数で割るなどして、単位数あたりの数字として評価する必要があるかもしれない。【ID_90】
- 大変重要な調査だと思います。継続的に実施されますことを期待します。【ID_100】
- 研究領域に偏りがあり網羅的でないため、現在注目を集めている学問領域の配置場所に苦勞した。サイエンスマップが一層充実すれば、専門分野を含む多様な研究領域の位置と動向が概略的に理解できるため、学問の展望解析たとえば境界領域開拓に資する情報の収集が可能になるなど、その活用の場面は拡大すると考えられる。【ID_110】
- 21世紀は環境の世紀と言われますが、サイエンスマップ上では医薬やテクノロジーの各分野に比べ「環境」の色は薄く、学術面でその重要度が必ずしも認識されていないように感じます。今後、どのような変化を遂げるか、継続してモニターしていく必要があるでしょう。【ID_111】
- 感想：・工学系が非常に少ない。今回担当した分野(制御理論)は工学系への応用が社会との接点となっている。ゆえにマップの外側に孤立している。・工学系の応用分野はマップの対象外なのだろうか？素朴な疑問が生じる。・分野が異なるために、登録すべき内容がなかった。
サイエンスマップの活用法: 科研費の配分額とマップとの相関などが、このマップの活用法として面白いのではないか。【ID_114】
- 今回担当したID_120については、中国を中心とした中近東の研究者を含む、従来の研究者グループとは若干ことなる部分から出てきたように思われる。この分野に関する巨大な研究グループが中国にあると思われ、その引用数が多いことにはこれらグループ内での相互引用数が多いことが原因である。また引用する論文も本当に必要な引用文献というよりは、過去の少しでも関連のある論文をすべて

引用するという形式がほとんどであった、このことも被引用数の増加に影響を与えているように思われる。それほど大きなブレークスルーを起こす学問的内容を含む論文は少なく、ほとんどがこの手法の従来知られた問題への適用事例報告であった。こうした数学のような理論系基礎科学調査にあたり、被引用論文数だけでサイエンスマップへ反映をすることには少し注意が必要である。本質的にブレークスルーを起こす論文は 100 年もの間引用される性質のものもあると思われる。【ID_120】

- 人文科学・社会科学は他の科学領域(自然科学)との連関が希薄であるため、別途独立したマップを設けるべきである。【ID_121】

調査体制

本調査の体制は以下の通りである。

- 調査担当
 - 阪 彩香 科学技術基盤調査研究室 主任研究官
[全体取りまとめ、内容分析の実施、アンケート調査の実施、報告書作成]
 - 伊神 正貫 科学技術基盤調査研究室 主任研究官
[マッピングプログラム作成、ネットワーク分析の実施、報告書作成]
 - 桑原 輝隆 科学技術基盤調査研究室 室長 [全体統括]

- 調査補助
 - 山田 千恵美 科学技術基盤調査研究室 事務補助員

[委託(2009年度)]

- 調査担当
 - 正井 純次 三菱化学テクニサーチ
[委託業務総括、研究者の選定及び分析結果の回収]
 - 柏木 薫 三菱化学テクニサーチ
[Web 調査画面開発・運営]

<謝辞>

本調査における121注目研究領域の内容分析を国内の専門家にご協力いただいた。また、ID50 ネットワーク科学の内容分析において、最先端の感染症研究の状況把握が必要となったため、国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センター氏家 誠氏に調査協力していただいた。ここに、ご協力いただきました方々に、厚く御礼申し上げます。

サイエンスマップ 2008

－ 論文データベース分析（2003年から2008年）による
注目される研究領域の動向調査 －

2010年5月

本レポートに関するお問い合わせ先

文部科学省 科学技術政策研究所

科学技術基盤調査研究室

〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関三丁目二番二号

中央合同庁舎第7号館東館16階

TEL 03-6733-4910

FAX 03-3503-3996

SCIENCE MAP 2008

