NISTEP REPORT No.110

サイエンスマップ 2006

—論文データベース分析（2001 年から 2006 年）による

注目される研究領域の動向調査—

報告書

２００８年６月

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 2006

－Study on Hot Research Areas (2001-2006) by bibliometric method －

Ayaka SAKA, Masatsura IGAMI, Terutaka KUWAHARA

June, 2008

Science and Technology Foresight Center,

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

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

Japan

本報告書の複製、転載、引用等には科学技術政策研究所の承認手続きが必要です。

目次

サイエンスマップ 2006 のハイライト i

第 I 部 サイエンスマップ 2006

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 マッピングによる可視化 3
2－3 研究領域の内容分析 4
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 6

3. サイエンスマップから見える科学研究の姿 7

4. サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較 15

4－1 科学研究のダイナミクス 15
4－2 新たに抽出された研究領域 27
4－3 注目研究領域候補の探索 28

5. 学際的・分野融合的研究領域の状況 31

5－1 学問分野関連マップによる分析 31
5－2 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 35

6. サイエンスマップに見る各国の活動状況 38

6－1 サイエンスマップに見る日本の活動状況 38
6－2 サイエンスマップに見る米国や中国の活動状況 43

7. 結論と今後の展開 46

7－1 結論 46
7－2 今後の展開 49

第 II 部 注目研究領域の内容分析

1. 調査手法の詳細 － 注目研究領域の内容分析について 51

2. 注目研究領域の内容分析の結果 53

3. 注目研究領域についてのアンケート調査 181

4. 注目研究領域を構成するコアペーパの分野分布 185

謝辞 192

調査体制 193

サイエンスマップ 2006 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、2001 年から 2006 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**

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**

コアペーパを引用する論文。

○ **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、化学合成、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。

○ **学問分野関連マップ**

注目研究領域と既存の学問分野がどのような関係にあるかを示したマップ。可視化の単位は注目研究領域。類似した分野構成（臨床医学、植物・動物学、化学、物理学など 22 分野）を持つ注目研究領域を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。

○ **縦投影図・横投影図**

研究領域相関マップを、正射図法により、縦軸方向及び横軸方向へと投影を行ない得られた図。縦軸へ投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。

サイエンスマップ2006のハイライト

1. サイエンスマップとは？

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。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科学研究の動的変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[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 2006 では、2001 年から 2006 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。687 研究領域が得られ、その中で一定の大きさを持つ 124 注目研究領域に対しては、詳細な内容分析を行った。

このハイライトではサイエンスマップを用いて、以下を分析した結果をまとめる。

○　サイエンスマップから見える科学研究の姿
○　サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較から見える科学研究の変化
○　サイエンスマップから見える学際的・分野融合的研究の形
○　サイエンスマップから見える日本、米国、中国の活動状況

【サイエンスマップの読み方】

報告書本編においては、3つのサイエンスマップ（個別研究領域マップ、学問分野関連マップ、研究領域相関マップ）を用いて科学研究の可視化・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。

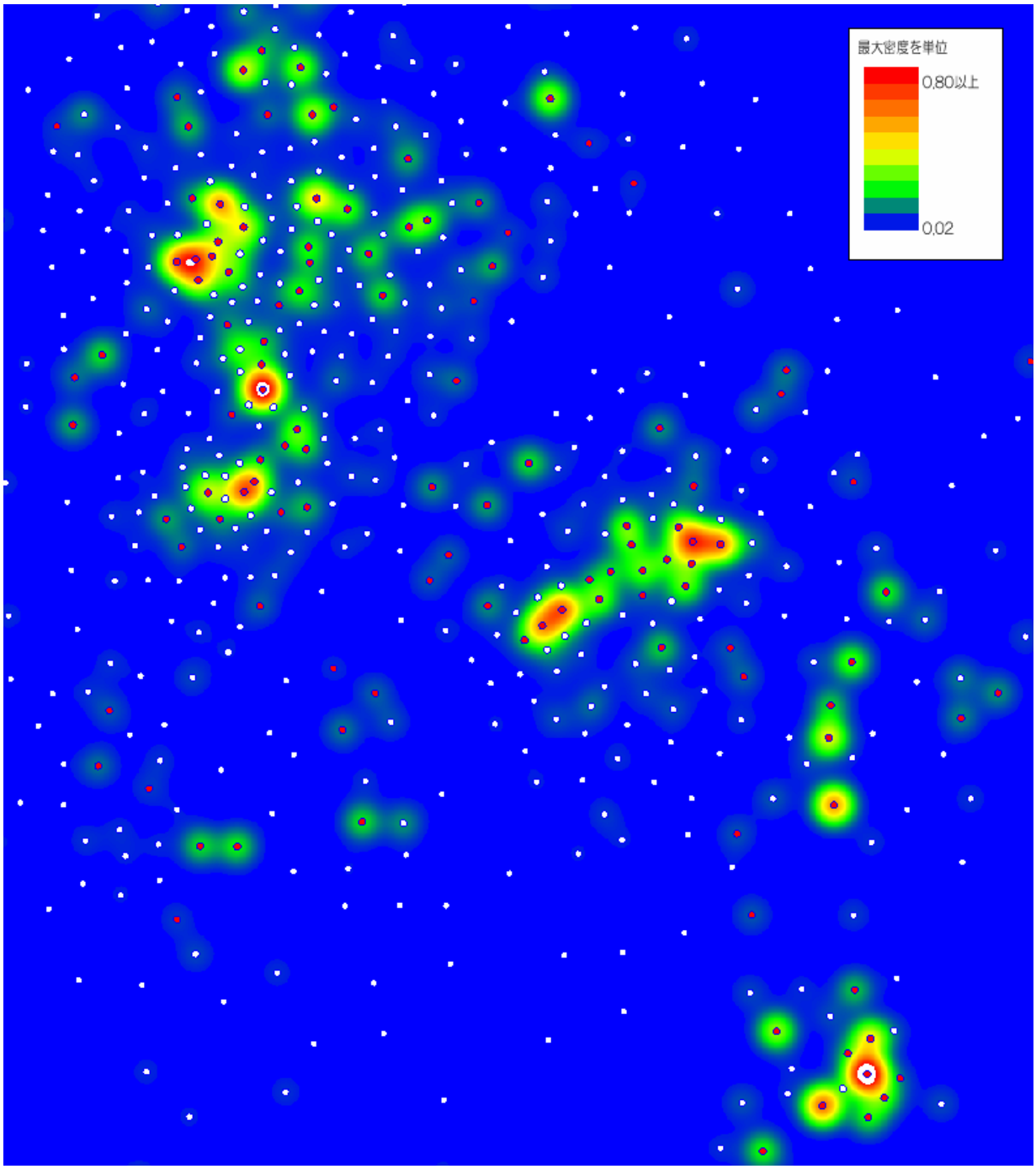
図表 1、図表 2 にサイエンスマップを示した。可視化の単位は研究領域であり、共引用の度合いが強い研究領域が近くに配置するよう描かれている。

サイエンスマップ 2006 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 687 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 124 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 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。

687 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、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 3 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）」である。

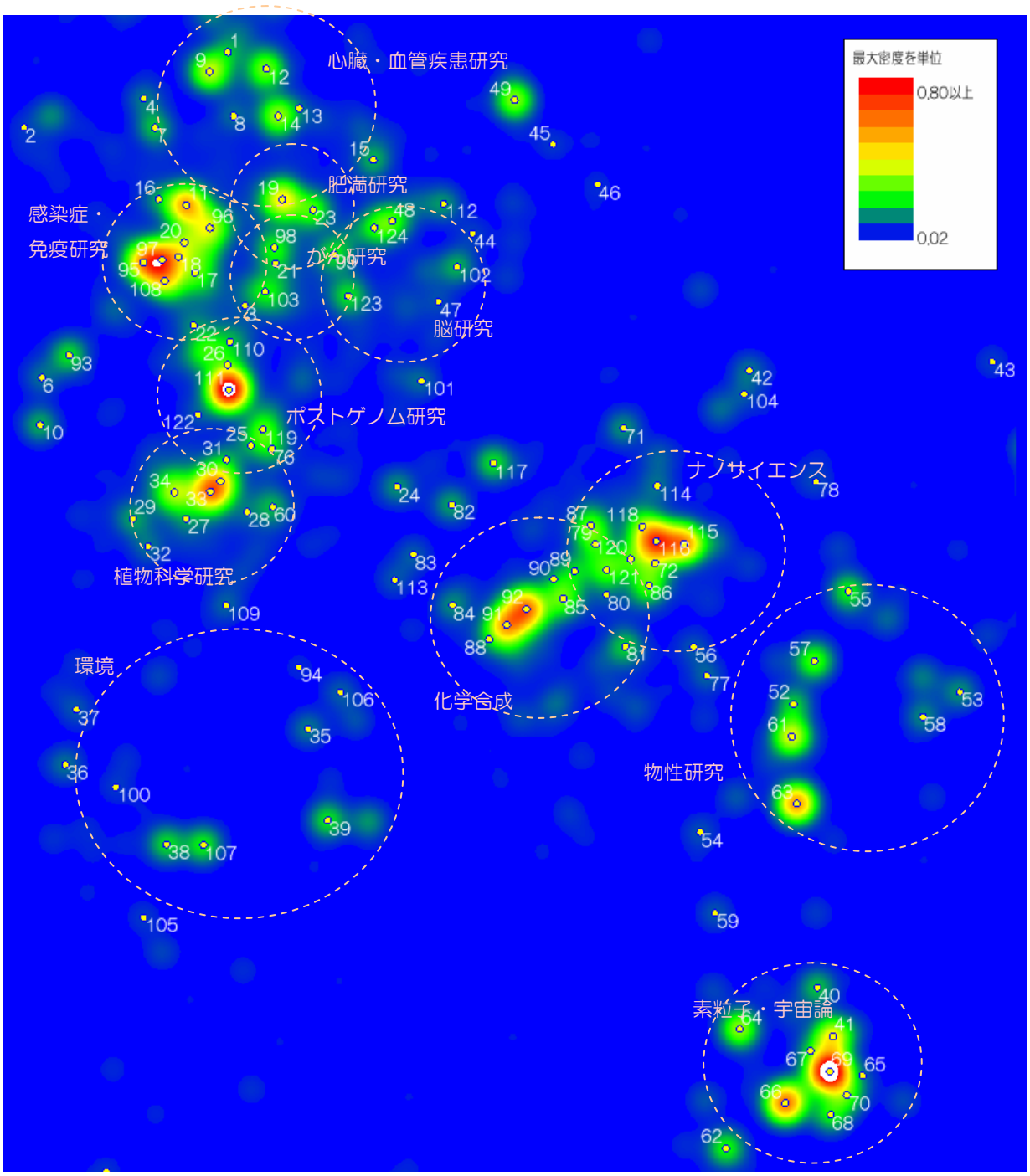
図表 1 サイエンスマップ 2006（全ての研究領域の位置を示したもの）



(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が小さい一部の研究領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。
(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、ある一定の面積のメッシュに分割し、メッシュごとにコアペーパ密度（コアペーパ数/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。詳細は第 I 部 P12 に記す。

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

図表 2 サイエンスマップ 2006（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。マップ中のグラデーションはコアペーパの密度に対応している。コアペーパが集中している部分は暖色、コアペーパの密度が小さくなるにつれ色が次第に寒色に近づく。色はサイエンスマップ中で最もコアペーパの密度が高い部分「観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型(ID69)」を基準として決められている。最大密度の 0.8 倍の密度を持つ部分は赤色、それ以上の部分は白抜きで表現している。
（注2）他研究領域との共引用が小さい一部の領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。
データ：Thomson Scientific 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

2. サイエンスマップから見える科学研究の姿

(1) 科学研究における研究領域の繋がり

科学研究は相互に関係性をもって進展している。サイエンスマップからは研究領域が幾つかの研究領域群に分かれ、これらの研究領域群が互いに関係しあっていることが分かる。【第 I 部 P7-11】

サイエンス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、中央左側には化学合成に関係した研究領域群が広がっている。化学合成の左下には、環境に関連した研究領域群が存在する。これらは、化学合成の研究領域のように一箇所に集中するのでは無く、マップ上で広がりを持って存在している。

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。一番下の化学合成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、脳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。

(2) コアペーパ密度の高さは何を意味しているのか？

サイエンスマップ上を見ると、素粒子・宇宙論、生命科学ともにコアペーパ密度が高い部分が存在する。但し、両者の特徴は異なる。

素粒子・宇宙論は、他の研究領域群との関係が限られているので、今後も位置をほとんど変えず、常にコアペーパが集中した状態が続くと考えられる。一方、生命科学系においては、科学の進展にしたがって、別々に発展してきた研究領域間に繋がりができたり、新たな研究領域が現れたりすることで、コアペーパが集中している場所が移動すると考えられる。【第 I 部 P11-14】

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。

但し、このコアペーパ密度が高い部分が形成される過程は、必ずしも一通りではない。図表 3 は、サイエンスマップ 2006 の研究領域相関マップを、正射図法により、縦軸方向及び横軸方向へ投影した結果である。縦軸へ投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。

縦投影図及び横投影図において縦軸と横軸を占める範囲を見ると、生命科学の研究領域群が一番広いことが分かる。他の研究領域群に関しては、縦投影図及び横投影図によって若干その範囲が異なる。しかし、縦軸と横軸を占めている範囲から算出する研究領域群の広がりをみると、生命科学系が一番広く分布している。素粒子・宇宙論では研究領域群は、他の研究領域から離れた一箇所に集中している。

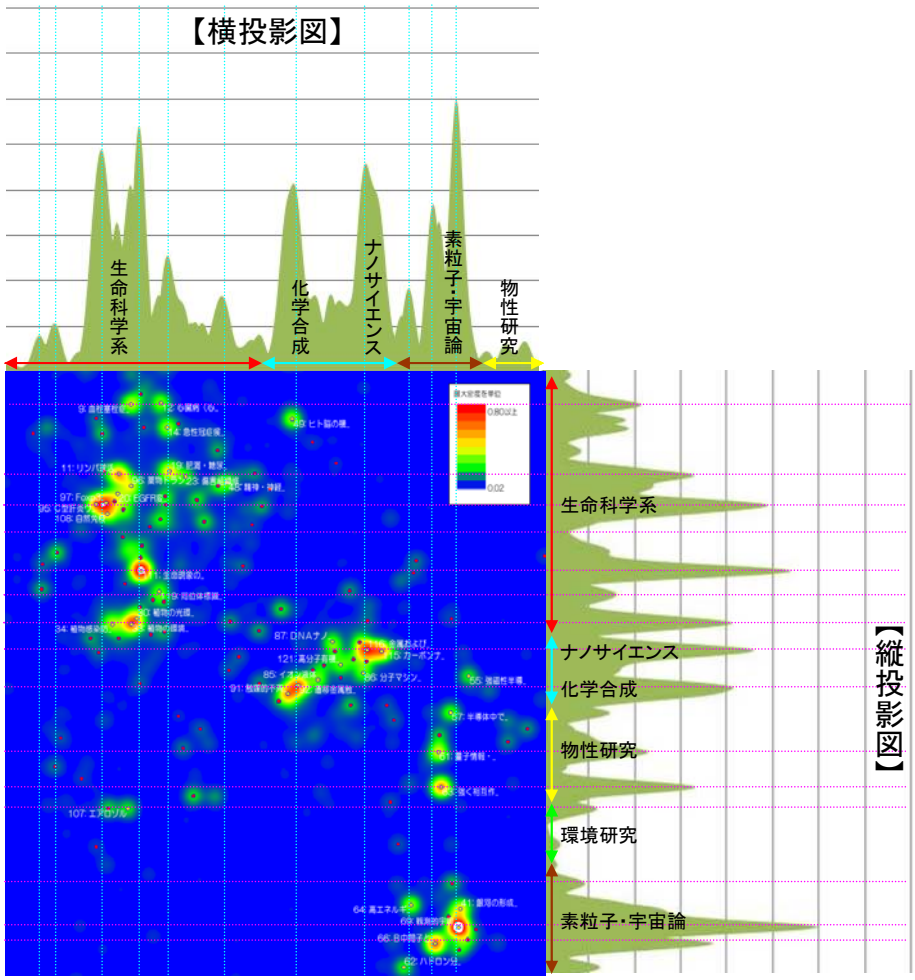
素粒子・宇宙論の研究領域群が、他の研究領域から離れたところに集中しているのは、コアペーパが限られた分野のサイティングペーパから引用されている為と考えられる。素粒子・宇宙論では、統一場理論の構築や宇宙の起源の理解といった究極の目標が定まっており、その目標に向かって実験と理論研究が密接に絡み研究が行われている。従って、特定の論文や研究領域間で共引用が行われる傾向があ

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、687 研究領域を全てプロットした研究領域相関マップ（図表 2）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いる。

図表 3 サイエンスマップ 2006 の横投影図と縦投影図



（注1） 正射図法により、縦軸への投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。
（注2） 山の高さは、コアペーパ密度を示し、山が高いところほどコアペーパが集まっていることを示す。
データ： Thomson Scientific 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 2004 と 2006 の比較から見える科学研究の変化

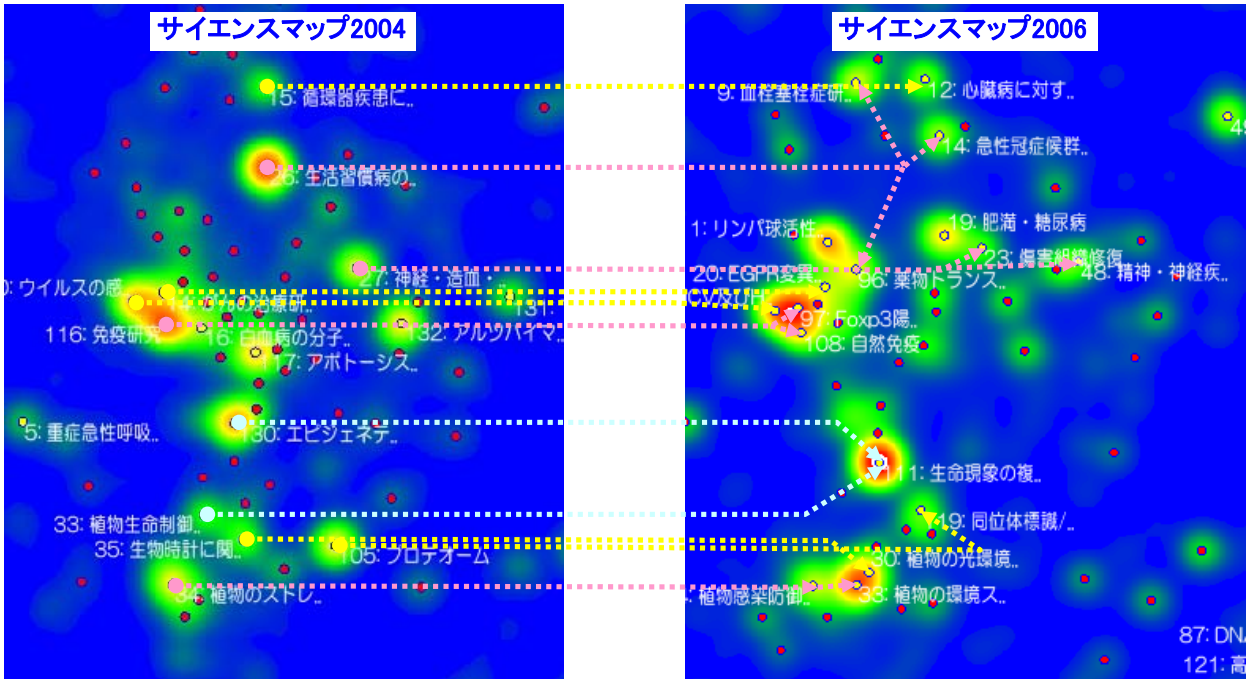
サイエンスマップ 2004（調査対象年：1999-2004 年）とサイエンスマップ 2006（調査対象年：2001-2006 年）の比較分析や専門家へのインタビューから、科学研究は 2 年の期間においても着実に変化しつつあることが確認された。以下にポイントをまとめる。

（1）生命科学系

生命科学系の研究領域エリアにおいて、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つつあることを確認した。【第 I 部 P18-21】

この現象には、2つの事項が関与している。1つめは、より複雑で広範な生命現象の調節機構を理解しようとする生命科学研究の流れである。動物及び植物における生命現象に関する研究は、長らく DNA から RNA への転写調節機構の解明に主眼がおかれてきた。しかしながら、2000 年代に入るとこれに加えて、RNAi を始めとする RNA レベルでの調節機構、タンパク翻訳後の調節機構、ならびに生体内でのタンパク質の局在調節等の研究の発表が多くなされるようになった。サイエンスマップ上では、この動きは「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)」が融合し「生命現象の複階層的な調節機構(2006、ID111)」を形成した事例（図表 4 に青色の矢印で示した動き）として観測されている。

図表 4 生命科学系研究の変化



（注）黄色の矢印で示したのはコアペーパの集まりが分裂せずに継続している注目研究領域、赤色の矢印で示したのはコアペーパの集まりが幾つかのグループに分裂した注目研究領域、青色の矢印で示したのはサイエンスマップ 2006 では融合した注目研究領域である。コアペーパ数が 80 以上で、コアペーパの重なりが 20 以上の注目研究領域間の対応関係を示した。コアペーパ数が 80 以上の注目研究領域の位置を黄色の丸、コアペーパ数が 80 より小さい注目研究領域の位置を赤色の丸で示している。
データ：Thomson Scientific 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

2つめは、タンパク質研究の位置づけの変化である。サイエンスマップ 2004 では、「プロテオーム研究(2004、ID105)」は、化学合成と生命科学系の間のやや孤立した位置だったが、サイエンスマップ 2006 では、継続された研究領域である「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006、ID119)」がポストゲノム研究領域群の中へと位置している。タンパク質の質量分析に関する研究は、島津製作所の田中耕一氏が、生体高分子の質量分析法のための「脱離イオン化法」の開発が評価され、ノーベル化学賞を受賞したことからも分かるように、従来の「化学」の要素を強く持つ研究であった。モデル生物を対象としたゲノム解読の進んでいく中で、タンパク質を網羅的に調べる研究に注目が集まり、質量分析の手法が生命科学系の研究に積極的に取り込まれ、現在ではポストゲノム群の手法の一つとして定着したという科学の流れを読み取ることができる。

<植物科学研究>

ポストゲノム研究と植物科学研究との繋がりが強まったことにより、研究領域の性格に変化があり、分裂した研究領域が見られた。サイエンスマップ 2004 の「植物のストレス応答(2004、ID34)」が、サイエンスマップ 2006 では「植物の環境ストレス応答/代謝プロファイリング/細胞構造とリン脂質代謝(2006、ID33)」と「植物感染防御/植物免疫」に分裂した。2000 年代に入り、モデル植物における遺伝子同定、遺伝子間ネットワークの研究、トランスクリプトーム解析、メタボローム解析などの解析が活発化し、より詳細な研究が進み、それぞれの研究コミュニティを形成するに至ったと考えられる。専門家からは、今後は環境問題や食糧問題との関係が重視されるであろうとの指摘があった。サイエンスマップ 2004 に引き続き日本は植物科学で健闘しているが、中国も存在感を増しつつあり、今後の動向を注視する必要がある。

<臨床医学>

臨床医学は、科学の中でも変化が速い分野である。臨床医学に直結または関わりのある研究領域は、サイエンスマップ 2004 時点から、それぞれ研究領域のサイズが大きくなり継続している、もしくはサイズが大きくなったため分裂している。また、サイエンスマップ 2006 では、今後の発展が見込まれる研究領域が、生命科学系の周辺に多く点在しており、次の注目研究領域の芽が既に育ちつつある。

(2) 化学合成、ナノサイエンス

生命科学やナノサイエンスで、分子レベルでの研究が進展するなかで、過去に比べて化学の守備範囲が広くなっている。ナノサイエンスは着実に発展している。サイエンスマップからは化学合成とナノサイエンスを繋ぐ研究の量が増えつつある様子が見えている。【第 I 部 P22-24】

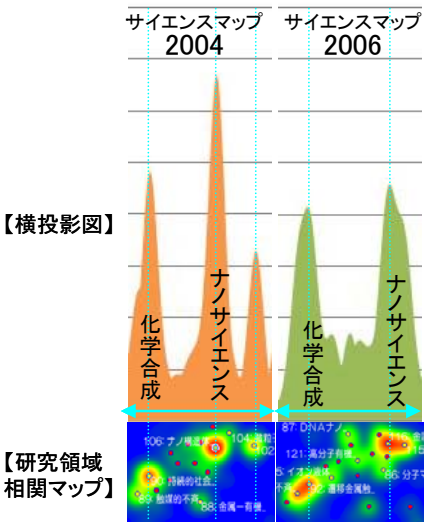
<化学合成>

有機触媒を用いた不斉合成についての研究が急成長を見せた。化学の基本は化学構造式レベルで物質を理解するという点である。生命科学やナノサイエンスで、分子レベルでの研究が進展するなかで、過去に比べて化学の守備範囲が広くなっている。研究領域相関マップ上でも化学は、生命科学と物理の間に存在しており、この状況を反映した結果となっている。

<ナノサイエンス>

ナノサイエンスは着実に発展している。サイエンスマップ 2004 では「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 1 構成要素であった「分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究(2006、ID86)」、「DNA ナノ材料・デバイス(2006、ID87)」が独立した研究領域として見出されるまでに拡大している。サイエンスマップからは化学合成とナノサイエンスを繋ぐ研究の量が増えつつある様子が見えている。

図表 5 化学合成とナノサイエンスの間に研究領域が増加している様子



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

(3) 物性研究、素粒子・宇宙論

物性研究では、量子コンピューティングや超伝導が注目研究領域として抽出された。素粒子・宇宙論では、欧州原子核研究機構(CERN)の LHC(Large Hadron Collider)の始動に伴い、今後は理論の検証と実験による新現象の発見が相互に刺激しあい研究が進展することが予想される。【第 I 部 P25-26】

<物性研究>

物性研究には、主に量子コンピューティングや超伝導についての注目研究領域が含まれている。サイエンスマップ 2004 から 2006 の比較を見ると「強磁性半導体スピントロニクス(2006、ID55)」、「半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ(2006、ID57)」が論文量を増している。物性研究の位置は、化学合成と素粒子・宇宙論の間にあることは今後も変わらないだろうが、抽出される注目研究領域は時代によって変化するだろうとの指摘が専門家から得られた。

<素粒子・宇宙論>

サイエンスマップ 2004 と 2006 を比較すると、一部の注目研究領域の融合が見られるが、基本的にはサイエンスマップ 2004 で観測された注目研究領域が継続している。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進化し続けている為だと思われる。素粒子・宇宙論の研究領域群と他の研究領域群との関連性は大きく変

わらないことが予想され、サイエンスマップの時系列変化を観測した場合も、マップ上の素粒子・宇宙論の位置は変化せず、研究の内容が変化し続けると考えられる。

素粒子・宇宙論は実験と理論がお互いを刺激しあい進む分野である。これまでは、理論が先行してきたが、欧州原子核研究機構（CERN）の LHC（Large Hadron Collider）の始動に伴い、今後は理論の検証と実験による新現象の発見が相互に刺激しあい研究が進展することが予想される。

4. サイエンスマップから見える学際的・分野融合的研究の形

サイエンスマップ上では、知識共有型(ナノサイエンス)と目標共有型（環境）の学際的・分野融合的研究が、異なった形で観測されることが明らかになった。【第 I 部 P31-37】

図表 6 では、サイエンスマップ上にコアペーパの分野分布を表示し、その上にジャーナルの分野分類による分析から学際的・分野融合的とされた注目研究領域をプロットした。

ここで特徴的なのは、ナノサイエンスにおける学際的・分野融合的注目研究領域と環境における学際的・分野融合的注目研究領域の違いである。マップ上では、ナノサイエンスの研究領域群は化学合成と物性研究の間に明確なドメインを形成しているが、環境の研究領域群は空間的に広がった構造をもっている。これは、学際的・分野融合的研究が知識共有型と目標共有型のいずれかに依存して、マップ上では異なった形で観測され得ることを示している。

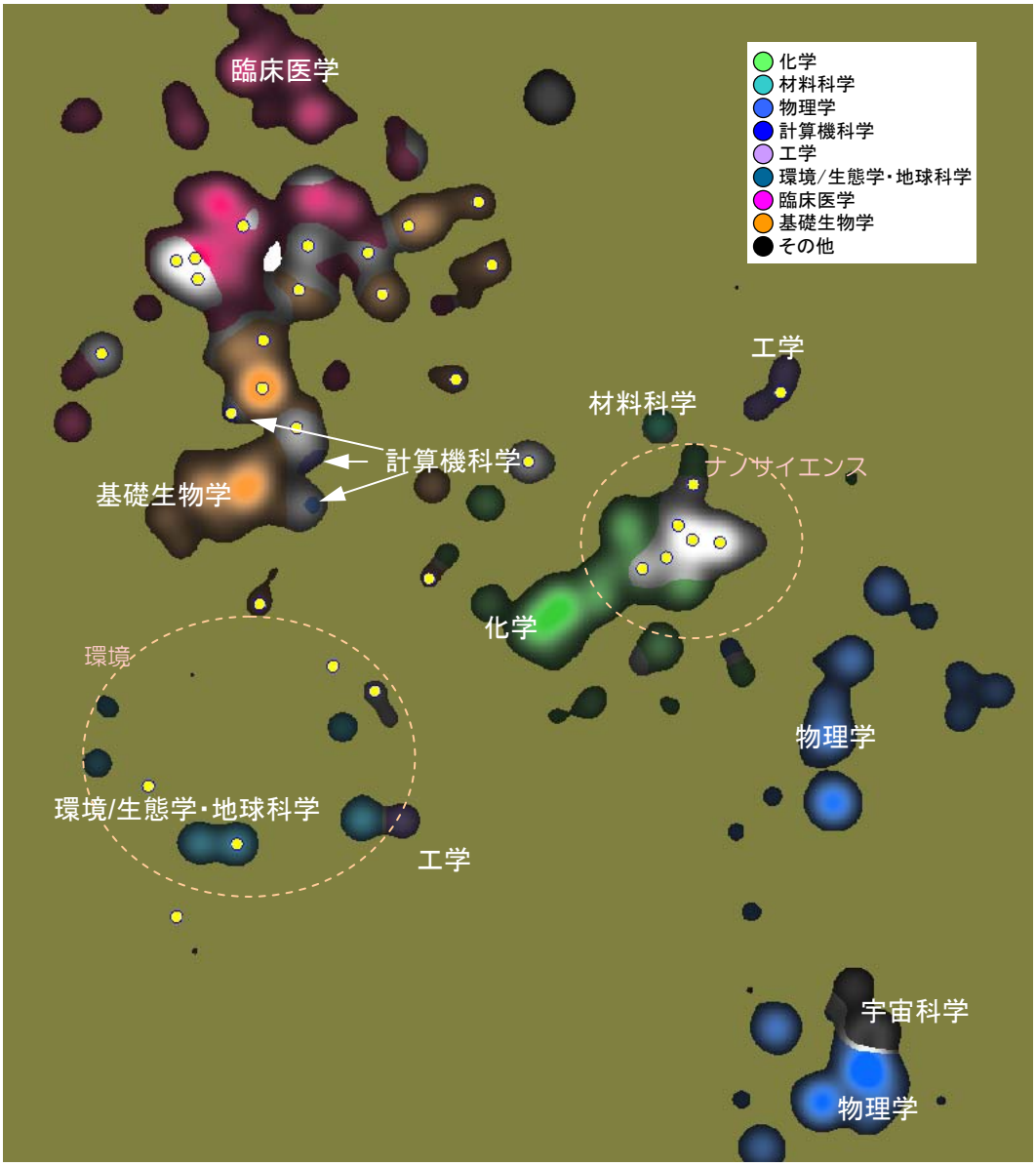
知識共有型の学際的・分野融合的研究は、例えば物理学や化学など異なる分野が交わることで生じる。その典型はナノサイエンスである。知識共有型の学際的・分野融合的研究で重要なのは、複数分野の研究の発展段階（研究手法や研究対象）が一致することである。発展段階が一致しなければ、学際的・分野融合的研究が生じる可能性は非常に低いと考えられる。例えば、ナノサイエンスについては、化学は分子から、物理はバルクからナノスケールの現象や物質にアプローチする中で、1990 年代前半より両者の研究対象が一致した結果として学際的・分野融合的研究（ナノサイエンス）が結実した。知識共有型の研究については、知識の蓄積が学際的・分野融合的研究が萌芽する前提となる。この為、サイエンスマップ上では既存の研究の交わる所で観測されることが予想される。実際、サイエンスマップ上でナノサイエンスは、物理学や化学など異なる分野が交わる所で観測されている。

目標共有型の融合は、ある目標があり、それに対応できる知識が結集する場合である。環境研究がその典型と考えられる。例えば環境研究では、生物多様性については植物・動物学からのアプローチ、化学物質の環境影響については化学からのアプローチという具合である。これらの研究領域は既存分野の知識の土台に立ち、目標に対しアプローチする場合が多いので、サイエンスマップ上では既存分野の周辺に出てくる可能性が高い。実際、サイエンスマップ上では、環境の研究領域群は、既存分野との繋がりを持ちつつ、環境としても緩やかに繋がった、広がりをもった形で観測されている。

このように、サイエンスマップ上では、知識共有型(ナノサイエンス)と目標共有型（環境）の学際的・分野融合的研究が、異なった形で観測されることが明らかになった。

知識共有型と目的共有型では推進上の留意点が異なると考えられる。知識共有型の学際的・分野融合的研究を推進するには、複数分野の研究の発展段階（研究手法や研究対象）が一致するタイミングで、学際的・分野融合的研究を行う場を構築することが重要である。一方、目標共有型の学際的・分野融合的研究を推進するには、明確な目標を設定し、その目標を達成する可能性のある知識を持つ分野の研究者を結集する場を構築することが重要である。

図表 6 学際的・分野融合的研究領域のサイエンスマップ上での位置づけ



(注) 特定分野のコアペーパ分布が6割以上を占める部分は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパ分布が6割より小さい場合は、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていない。
データ: Thomson Scientific 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

5. サイエンスマップから見える日本、米国、中国の活動状況

サイエンスマップ上に、各国の論文比率などの情報を付加することで、各国の活動状況が可視化できる。サイエンスマップ 2006 では、中国における科学研究の活動範囲及び活動度が共に広がっていることが明らかにされた。【第 I 部 P38-45】

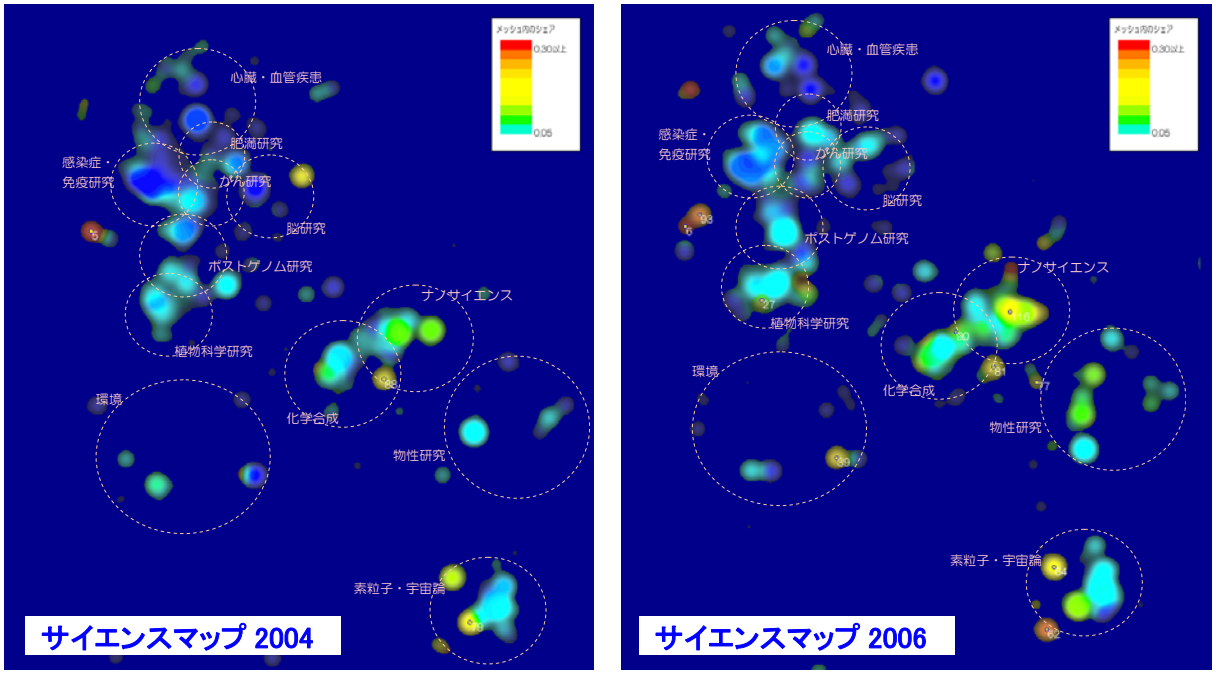
サイエンスマップ 2006 で抽出された 124 注目研究領域における日本の平均シェアは 9.6%であり、サイエンスマップ 2004 の 9.1%より上昇した。また、124 注目研究領域に占めるシェア 0%の研究領域の割合が減少した。124 注目研究領域中、物理学、化学、植物・動物学の注目研究領域において、日本の存在感が相対的に大きい。

コアペーパの日本論文シェアが最も大きな注目研究領域は、「アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築(ID80)」であり、そのシェアは 80%に達している。これに続いて「高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相(ID58)」、「自然免疫(ID108)」、「反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論(ID65)」、「グレリン/機能と病態生理的意義(ID15)」で日本論文シェアが高い。

他国に目を向けると、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、米国はサイエンス全般に渡って大きな知識の源であり続けている。サイエンスマップ上で米国の活動状況をみると、生命科学に比して、化学合成やナノサイエンスの研究領域群における論文シェアが小さい。

サイエンスマップ 2004 ではナノサイエンスに限定されていた中国の科学研究は、この 2 年間で活動範囲及び活性度の両方を増した(図表 7)。具体的には、ナノサイエンスにおける論文シェアが増加し、周辺領域である物性研究においても論文シェアの増加が見られる。また、サイエンスマップ 2006 においては、植物科学研究においても論文シェアが増加しつつあり、中国における科学研究が生命科学まで活動範囲を伸ばしていることが分かる。

図表 7 サイエンスマップ 2004 及びサイエンスマップ 2006 上に示した中国論文比率



(注) 論文シェアが 5%を水色で表示し、30%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。
データ: Thomson Scientific 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

6. 今後の展開

サイエンスマップを用いて、科学研究の動的変化の観測、学際的・分野融合的研究領域の形、各国の活動状況などを分析する手法論を確立した。次回調査以降の展開としては、以下の 4 つが考えられる。【第 I 部 P46-50】

（定期的な科学の観測）

サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較や専門家からの聞き取り調査から、科学研究は 2 年の期間においても着実に変化しつつあることが確認された。サイエンスマップ 2006 の作成中にも、iPS 細胞の樹立など科学はその歩みを止めることなく発展し続けている。サイエンスマップを通じた定期的な科学の観測を実施し、時点ごとで科学を俯瞰するスナップショットを撮ることで、1 つの革新的な科学成果が他の研究領域にどのように影響を与えるかなど、科学の動的変化を記述することが可能になるであろう。

また、サイエンスマップの科学技術政策への応用を考えると、今後の発展が予測される萌芽研究領域の探索も重要なテーマである。本調査では、今後の発展が見込まれる研究領域の探索も試行的に行なった。次回以降のサイエンスマップにおいて、これらの研究領域の動向を追跡することで、サイエンスマップを用いた萌芽研究領域の探索方法についても知見が深まると考える。

（サイエンスマップと他の情報とのリンケージ）

サイエンスマップに各国の論文比率などの情報を付加することは有用である。サイエンスマップ 2006 では、中国における科学研究が活動範囲及び活動度が共に広がっていることが明らかにされた。各国の論文比率に加えて、例えば研究資金の分布、大学や政府研究機関の分布などとのリンケージが考えられる。科学研究の進展とこれらの関係を時系列で分析することで、科学研究の進展におよぼす研究資金の影響や知識生成における大学や政府研究機関の役割などについて一定の情報が得られる可能性がある。また、研究領域内の共著関係を詳しく調べることで、科学知識形成過程における研究者や組織間の相互作用の研究領域依存性なども明らかにできるであろう。

（サイエンスとテクノロジーのリンケージ）

科学技術という視点で考えるとサイエンスマップで観測できる範囲は、研究の成果が論文と言う形で発表されるサイエンスに限られている。科学技術をより俯瞰的に観測するには、例えば特許などの情報を通じて技術を俯瞰したテクノロジーマップも作成する必要がある。特許文献中で引用されている論文の情報を用いれば、サイエンスマップとテクノロジーマップをリンクすることも可能となり、科学から技術、技術から科学への知識移転や、その分野依存性も観測できるようになるであろう。

（サイエンスマップの議論の場としての活用）

聞き取り調査を通じて、我々が感じたのは共通の議論の場としてのサイエンスマップの有用性である。通常、聞き取り調査では、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られる。議論の場としてのサイエンスマップの利用も今後視野に入れていきたい。

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、前者は課題選択及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及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。

本報告書では 2001 年から 2006 年に出版された論文を用いてサイエンスマップを作成し、「サイエンスマップから見える科学研究の姿」(3章)、「サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較」(4章)、「学際的・分野融合的研究の状況」(5章)、「サイエンスマップに見る各国の活動状況」(6章)の分析を行った結果を報告する。また、これから継続的に調査を行なっていく上での調査手法の変更、分析手法の改良も行なったので紹介する(2章)。

---

[1] 本調査は、第 3 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)」である。

[2] 総合的なレビューとしては以下がある。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、調査手法の概要とサイエンスマップ 2006 における手法の改良点を説明する。

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前回調査(NISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ 2004)と同じである。論文のグループ化により 687 研究領域が得られ、その中で一定の大きさを持つ 124 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、2001 年から 2006 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。

【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」、コアペーパを引用する論文を「サイティングペーパ」と呼ぶ。第1段階のグループ化で得られる論文の集合として Thomson Scientific 社の Essential Science Indicators (ESI)に収録されているリサーチフロント(5538 リサーチフロント)を用いた。これらリサーチフロントを再度グループ化することで 687 研究領域を得た。

クラスタリングの詳細を下の表にまとめた。サイエンスマップ 2004 でクラスタリングでの対象としたのは 1999 年から 2004 年、サイエンスマップ 2006 では 2001 年から 2006 年に出版された高被引用度論文(被引用数上位 1%の論文)である。

第 1 段階クラスタリングで得られたリサーチフロント数はサイエンスマップ 2006 の方が 200 程度多い。リサーチフロントに含まれるコアペーパ数はほぼ同程度である。第 2 段階クラスタリングで得られた研究領域数は、サイエンスマップ 2006 において約 1 割増加し 687 研究領域となった。

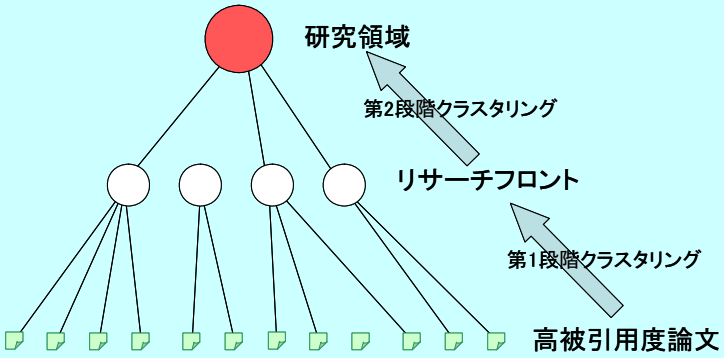
サイエンスマップ 2006 で得られた研究領域は、サイエンスマップ 2004 と比べると、ひとつの研究領域に含まれるリサーチフロント数が少ない。具体的にはサイエンスマップ 2004 では 5.6、サイエンスマップ 2006 では 5.2 である。このため、サイエンスマップ 2006 で内容分析の対象となる注目研究領域数(含まれるリサーチフロント数が6以上)は 124 領域と、サイエンスマップ 2004 と比べて9領域減少した。

(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 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.

共引用関係を用いた論文のクラスタリングのイメージ



クラスタリングの詳細(サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 の比較)

		サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006
調査対象	期間	1999-2004	2001-2006
	高被引用度論文数	約4万7千件	約5万1千件
第1段階クラスタリング	全リサーチフロント数	5350	5538
	に含まれるコアペーパ数	21411件	21428件
第2段階クラスタリング	全研究領域数	626	687
	に含まれるリサーチフロント数	3502	3551
	に含まれるコアペーパ数	15531件	15165件
	注目研究領域数	133	124
	準注目研究領域数	493	563

(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 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3種類のマップを作成した。サイエンスマップ 2006 では研究領域相関マップに改良を加えた。本報告書の第Ⅰ部では、学問分野関連マップ及び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。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) 学問分野関連マップ【5章参照】

注目研究領域と既存の学問分野がどのような関係にあるかを示したマップ。可視化の単位は 124 注目研究領域。類似した分野構成(臨床医学、植物・動物学、化学、物理学など 22 分野)を持つ注目研究領域を近くに配置するよう描いた。

(3) 研究領域相関マップ【3、4、5、6章参照】

研究領域間の関連性を示したマップ。可視化の単位は 687 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。

(研究領域相関マップの改良点)

サイエンスマップ 2006 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 687 研究領域すべてをマッピングした。687 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 124 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。

この変更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考えるなら、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。今回 687 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。

マッピング対象の変更に伴い、研究領域相関マップの可視化方法も変更した。具体的には、研究領域を円で表す従来のマッピング方法から、コアペーパの密度をグラデーションで示すマッピングに変更した。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試みた。

また、異なる時点で得られたサイエンスマップ(今回の場合、サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006)を接続する手法の開発も行った。具体的には、サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 で共通のコアペーパを持つ研究領域間に仮想的な引力が働くとモデルを考え、2 時点のマップについて同時に最適な研究領域の配置を計算するプログラムを開発した[3]。

2－3 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及び概要を決定した。サイエンスマップ 2006 では、注目研究領域の内容分析実施方法に変更を加えた。また、注目研究領域の発展状況についてのアンケート調査や研究領域全体を俯瞰した視点での聞き取り調査を実施することで、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実施方法の変更

サイエンスマップ 2006 では、注目研究領域を構成するコアペーパ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

[3] 詳細な手法については、別の論文(伊神、阪、論文投稿準備中)として公表予定である。

研究内容が近いと思われる研究者を選定し依頼を行なった。

サイエンスマップ 2004 までは、まず科学技術政策研究所科学技術動向研究センターにおいて、注目研究領域の内容分析を実施していた。その後、各注目研究領域の専門家に内容分析の妥当性について確認を依頼し、必要に応じて修正・加筆を加えていた。

(2) 注目研究領域の発展状況についてのアンケート調査の実施

注目研究領域の内容分析実施者に、注目研究領域の 1990 年代後半からの発展状況と今後 5 年以内の発展状況についてアンケート調査を実施した。具体的には、以下の 2 点について質問を行なった。【第 II 部 参照】

【アンケートの内容】

① 注目研究領域は、1990 年代後半から 2001～2006 年(調査対象期間)までの約 10 年間でどのような変化があったと思われますか？該当する番号を記入してください(複数可)。

1. 1990 年代後半は、もう少し大きな研究領域の一部であったが、その後研究が進み一つの研究領域として独立した。
2. 1990 年代後半は、別々に行われていた研究が、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。
3. 1990 年代後半は、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。
4. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み急速に関連する研究量が増加した。
5. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み研究の質的変化が見られた。
6. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在し、既に重要性が高く、また関連する研究論文数も多かったので、研究の量的および質的変化はみられない。

② 本注目研究領域の状況は、2006～2010 年までの間に、どのように変化すると思われますか？該当する番号を記入してください(複数可)。

1. 分裂し、複数の研究領域となるだろう。
2. 他の研究領域と融合するだろう。
3. 研究の量的な拡大が見られるだろう。
4. 研究の質的変化が見られるだろう。
5. 研究の量的な拡大、質的変化は特に見られないだろう。

(3) 研究領域全体を俯瞰した視点での聞き取り調査の実施

サイエンスマップ 2006 では、個々の注目研究領域の分析に加えて、サイエンスマップ全体を俯瞰した分析を行った。具体的には、10 名の専門家に対して、以下の4点について聞き取り調査を行なった。

【聞き取り調査の内容】

① サイエンスマップは、サイエンスの今の姿を示しているか？

② 過去のサイエンスマップ(10～15 年前)があるとして、どのように変化してきたか？

③ 未来のサイエンスマップ(5～10 年後)があるとして、どのように変化していくのだろうか？

④ その他

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. サイエンスマップから見える科学研究の姿

サイエンスマップ 2006 では図表 1 に示した 124 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	薬剤溶出性ステント	32	植物の誘導防衛機構
2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝
3	ヒストン脱アセチル化酵素(HDAC)阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究	34	植物感染防御/植物免疫
4	血液凝固制御系による生態防御	35	ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)を主体とした臭素系難燃剤の環境汚染学的研究
5	深在性真菌症	36	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術
6	H5N1亜型高病原性鳥インフルエンザの研究	37	生物多様性
7	薬物による骨代謝調節とその臨床応用	38	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響
8	ホルモン補充療法(HRT)の作用と副作用の変遷	39	地球史
9	血栓塞栓症研究	40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象
10	在来型感染症／耐性菌感染症	41	銀河の形成と進化
11	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御	42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動
12	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究	43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用
13	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体	44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解
14	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用	45	内臓感覚と情動・共感の神経機構
15	グレリン/機能と病態生理的意義	46	意思決定神経科学
16	ホルモン療法/乳がん予防	47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態
17	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍	48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発
18	HER2(ヒト上皮成長因子受容体2)陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究	49	ヒト脳の機能解析、および精神疾患の薬物療法
19	肥満・糖尿病	50	ネットワークからみた生産プロセスの構造分析
20	EGFR変異などを標的とする分子標的治療の新展開	51	企業をとりまく経済環境
21	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	52	メタマテリアル
22	がん/遺伝子発現プロファイル解析	53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用
23	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用	54	アト秒量子ダイナミクス
24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	55	強磁性半導体スピントロニクス
25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	56	多次元光子による量子情報制御
26	ヒストンの多様性と生命現象	57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ
27	植物機能ゲノミクス研究	58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相
28	植物細胞プロテオーム解析	59	高エネルギー密度科学
29	植物―微生物相互作用	60	複雑ネットワーク
30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	61	量子情報・通信、光ナノサイエンス
31	レドックス制御	62	ハドロン分光学

データ: Thomson Scientific 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
63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相
64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求
65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論
66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る
67	非可換空間上の場の理論
68	AdS/CFT対応の検証と可積分性
69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型
70	高次元ブラックホール
71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究
72	無機酸化物・有機−無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究
73	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工
74	時空間符号
75	多機能署名/多機能暗号
76	インタラクトーム解析
77	分子性ナノ量子磁石
78	高分子系ナノコンポジット
79	リビングラジカル重合
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築
81	多孔性配位高分子
82	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索
83	金属酵素による酸素分子の活性化
84	タンパク質のフォルディング
85	イオン液体
86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究
87	DNAナノ材料・デバイス
88	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応
89	バイオイメージングプローブ
90	合成ポリマー固定化触媒技術
91	触媒的不斉合成
92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応
93	重症急性呼吸器症候群(SARS)の発症機序と予防・治療法

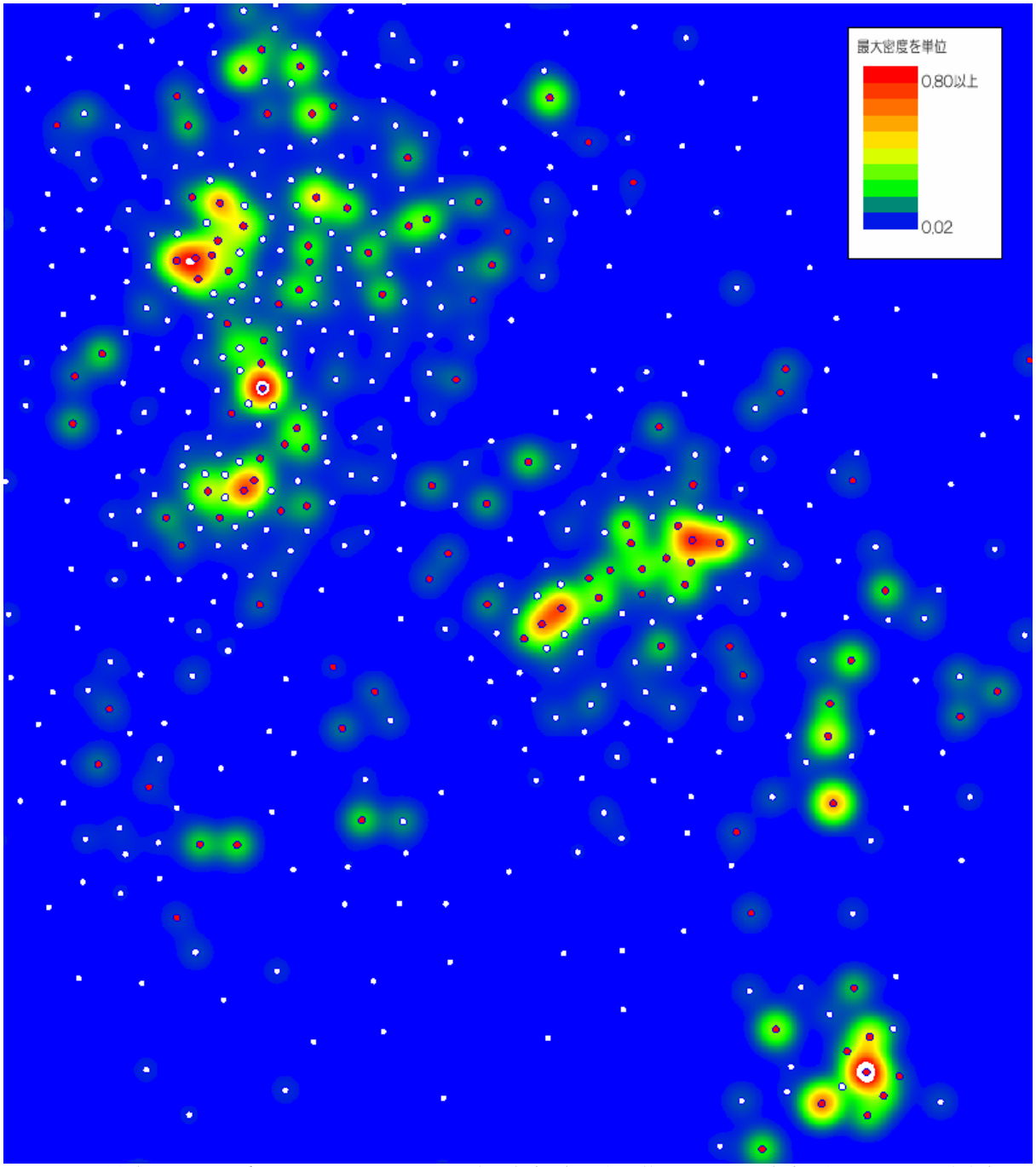
ID	研究領域名
94	大気汚染(特に粒子状物質)の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究
95	HCV及びHIVに関する研究
96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明
97	Foxp3陽性CD25陽性CD4陽性制御性T細胞を中心とした免疫応答の抑制
98	アポトーシス(細胞死)と炎症
99	胚性幹細胞／神経誘導
100	大気と陸域生態系間のCO2等交換過程の研究
101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム
102	TRPチャネルの生理機能
103	低酸素誘導性因子1の活性化とがんの微小環境の形成
104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜
105	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化
106	水環境
107	エアロゾル
108	自然免疫
109	微生物多様性
110	タンパク質のユビキチン化とSUMO化に関する研究
111	生命現象の複階層的な調節機構
112	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御
114	積層フィルムやカプセルに関する研究
115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価
116	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究
117	マイクロバイオ・化学システム
118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体
119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析
120	有機トランジスタ/高性能・高機能化
121	高分子有機LEDおよびリン光有機LED
122	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム
123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構
124	アルツハイマー病の分子病態と治療

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

（1） 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が近くに配置するよう描かれている。

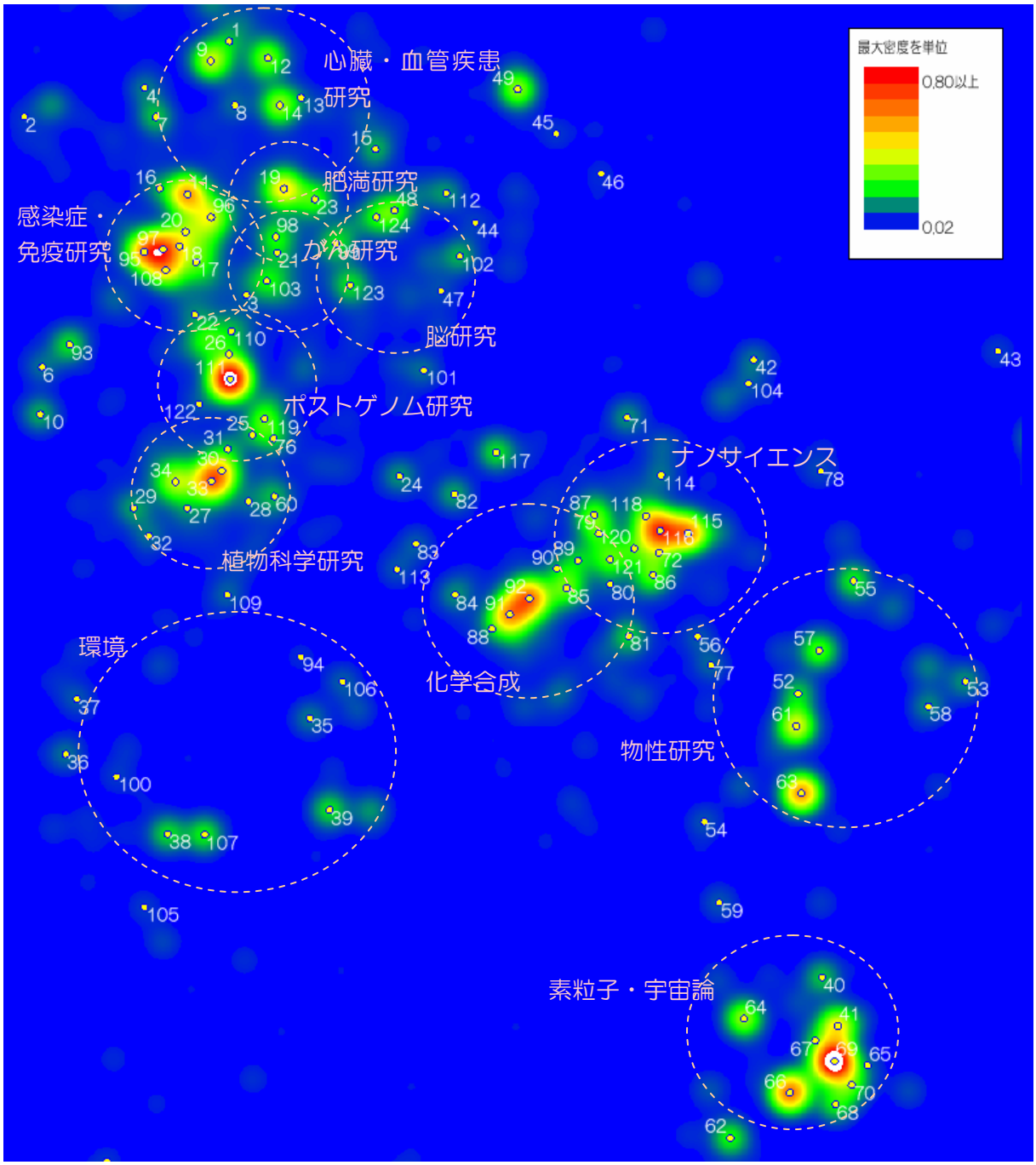
図表 2 研究領域相関マップ（全ての研究領域の位置を示したもの）



(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)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が小さい一部の研究領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。
(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、ある一定の面積のメッシュに分割し、メッシュごとにコアペーパ密度（コアペーパ数/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。詳細は P12 に記す。

データ： Thomson Scientific 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が小さい一部の研究領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。

データ：Thomson Scientific 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 2006 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 687 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 124 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の白丸が研究領域、赤丸が注目研究領域の中心位置を示す。

687 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の密度に対応している。コアペーパが集中している部分は暖色、コアペーパの密度が小さくなるにつれ色が次第に寒色に近づく。色は相関マップ中で最もコアペーパの密度が高い部分「観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型(ID69)」を基準として決められている。最大密度の 0.8 倍の密度を持つ部分は赤色、それ以上の部分は白抜きで表現した。

相関マップからは 124 の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、中央左側には化学合成に関係した研究領域群が広がっている。化学合成の左下には、環境に関連した研究領域群が存在する。これらは、化学合成の研究領域のように一箇所に集中するのでは無く、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。一番下の化学合成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、脳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。

(2) 研究領域相関マップにおいてコアペーパ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。

但し、このコアペーパ密度が高い部分が形成される過程は、必ずしも一通りではない。ここでは、生命科学の研究領域群と素粒子・宇宙論の研究領域群を対比する事で、研究領域相関マップにおいてコアペーパ密度が高い部分の意味を考える。

図表 4は、サイエンスマップ 2006 の研究領域相関マップを、正射図法により、縦軸方向及び横軸方向へ投影した結果である。縦軸へ投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。

縦投影図及び横投影図において縦軸と横軸を占める範囲を見ると、生命科学の研究領域群が一番広いことが分かる。他の研究領域群に関しては、縦投影図及び横投影図によって若干その範囲が異なる。しかし、縦軸と横軸を占めている範囲から算出する研究領域群の広がりをみると、生命科学系が一番広く分布している。素粒子・宇宙論では研究領域群は、他の研究領域から離れた一箇所に集中している。

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、コアペーパが限られた分野のサイティングペーパ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、687 研究領域を全てプロットした研究領域相関マップ（図表 2）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、研究領域相関マップ上、生命科学と素粒子・宇宙論ではコアペーパ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。

図表 5 はサイエンスマップ 2004 の横投影図と縦投影図を示している。サイエンスマップ 2004 からサイエンスマップ 2006 にかけての時系列変化をみると、素粒子・宇宙論の山の位置は変化せず、生命科学系では山の位置が移動しているおり、上記で述べた特徴が確認できる。これらのデータも含め、詳細な時系列分析については、次章で述べる。

【研究領域相関マップの可視化方法について】

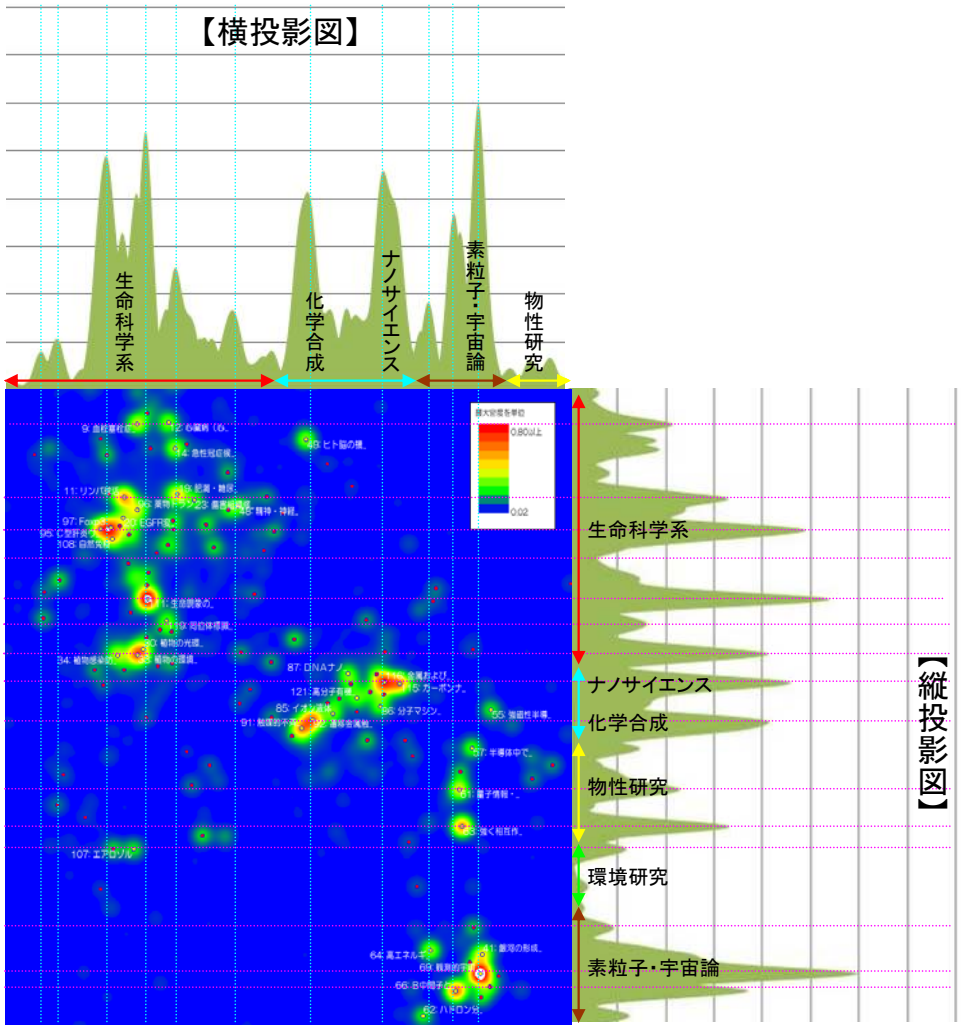
通常、マッピングからは研究領域の中心位置のみが得られる。従って、マップ上で研究領域の広がりをどのような方法で表現するかについては自由度が残る。個別研究領域マップにおいては研究領域の広がりを円の半径を用いて表現している。

今回、研究領域相関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数が最大/最小の比が 10^4 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 2006 においては 687 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数となる。

実際の可視化の際には、コアペーパの分布を、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 $dx \times dy$ のメッシュに分割した。次に、メッシュ内に含まれるコアペーパ数をカウントし、コアペーパの密度（コアペーパ数/($dx \times dy$)）で $\rho(x, y)$を近似した。研究領域相関マップでは各メッシュをコアペーパ密度に対応する色で色づけしている。

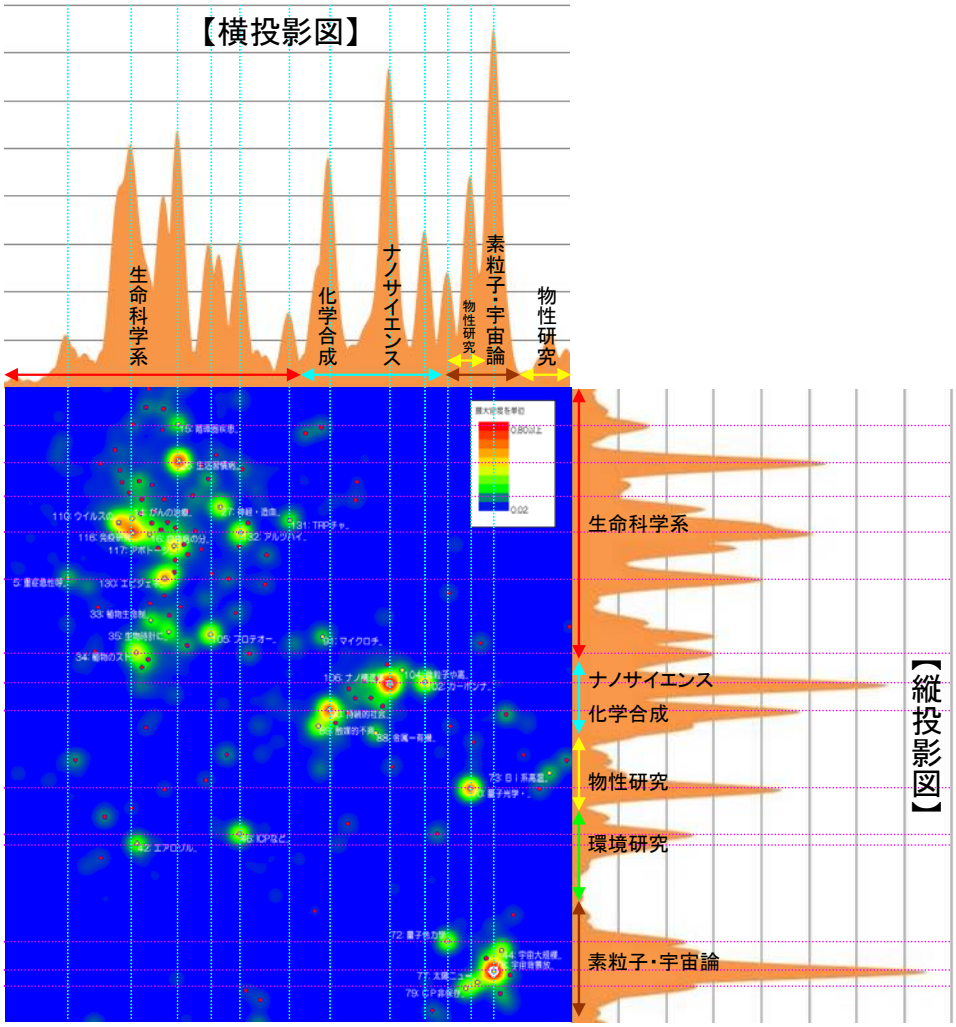
図表 4 サイエンスマップ 2006 の横投影図と縦投影図



（注 1）正射図法により、縦軸への投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。

（注 2）山の高さは、コアペーパ密度を示し、山が高いところほどコアペーパが集まっていることを示す。

図表 5 サイエンスマップ 2004 の横投影図と縦投影図



(注 1) 正射図法により、縦軸への投影を行なった正射投影図を縦投影図、横軸への投影を行なった正射投影図を横投影図とする。

(注 2) 山の高さは、コアペーパ密度を示し、山が高いところほどコアペーパが集まっていることを示す。

4. サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較

4－1 科学研究のダイナミクス

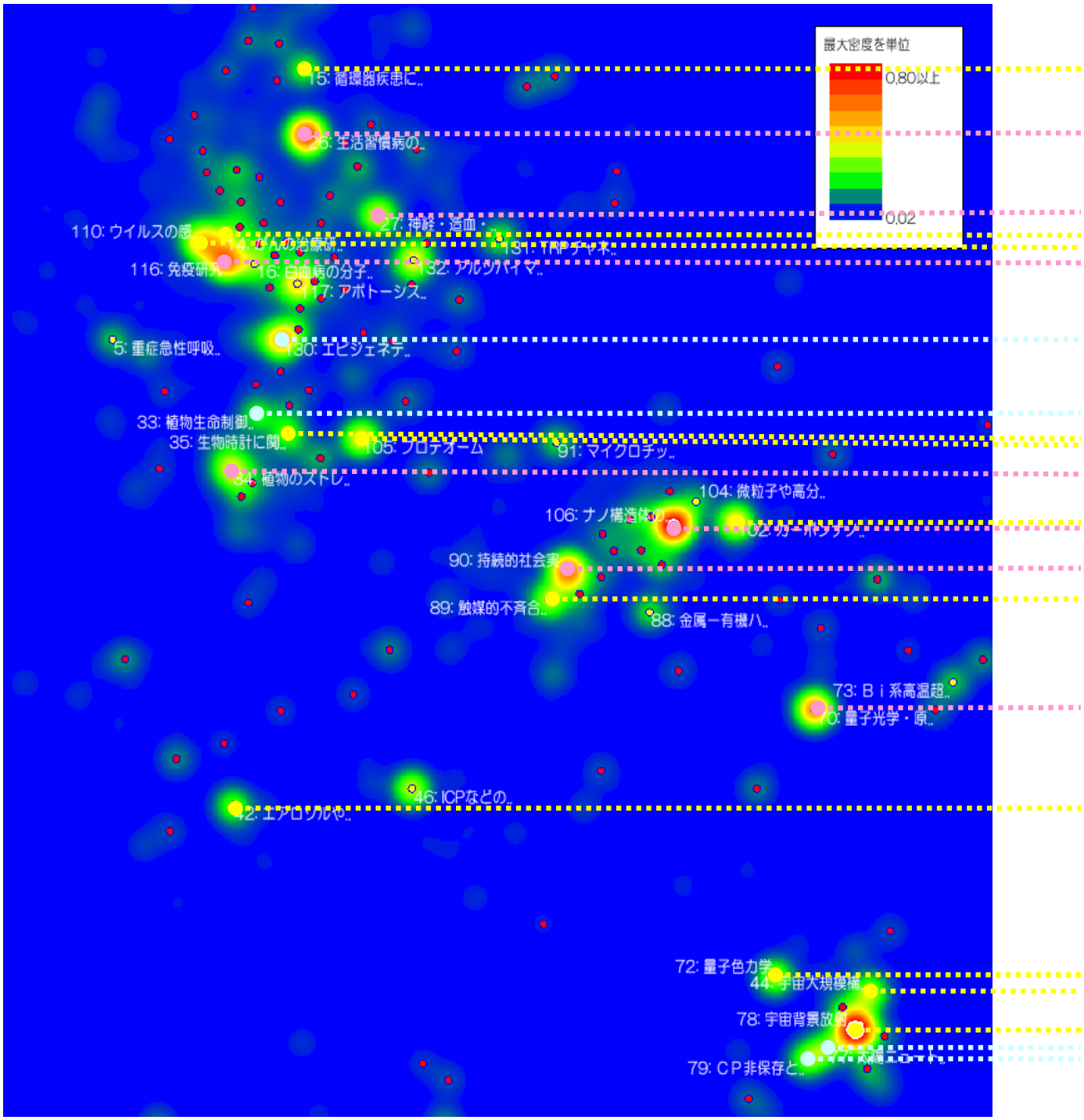
ここでは、サイエンスマップから垣間見える科学研究のダイナミクスについて述べる。2004 年から 2006 年の間に、どのような変化があったかを、2 つの研究領域相関マップの比較や聞き取り調査の結果をもとに、議論する。

研究領域相関マップで表示したサイエンスマップ 2004 を図表 6 に、サイエンスマップ 2006 を図表 7 に示す。サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 に共通に含まれているコアペーパをマーカとして用いることで、注目研究領域がどのように発展しつつあるかの把握が可能である。それぞれの図中にはサイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 で共通のコアペーパが何処に存在しているかの対応関係を示している。黄色の矢印で示したのはコアペーパの集まりが分裂せずに継続している注目研究領域、赤色の矢印で示したのはコアペーパの集まりが幾つかのグループに分裂した注目研究領域、青色の矢印で示したのはサイエンスマップ 2006 では融合した注目研究領域である。コアペーパ数が 80 以上で、コアペーパの重なりが 20 以上の注目研究領域間の対応関係を示した。

コアペーパの密度が高い部分には、結果的にサイエンスマップ 2004 から継続しているコアペーパが多く含まれていることが分かる。これは明白なことに思えるが、逆に言えば研究領域が大きくなるためには、継続的に研究領域の核となり続ける科学知識が必要であるということであろう。

以下では、研究領域群毎に科学研究のダイナミクスについてまとめる。

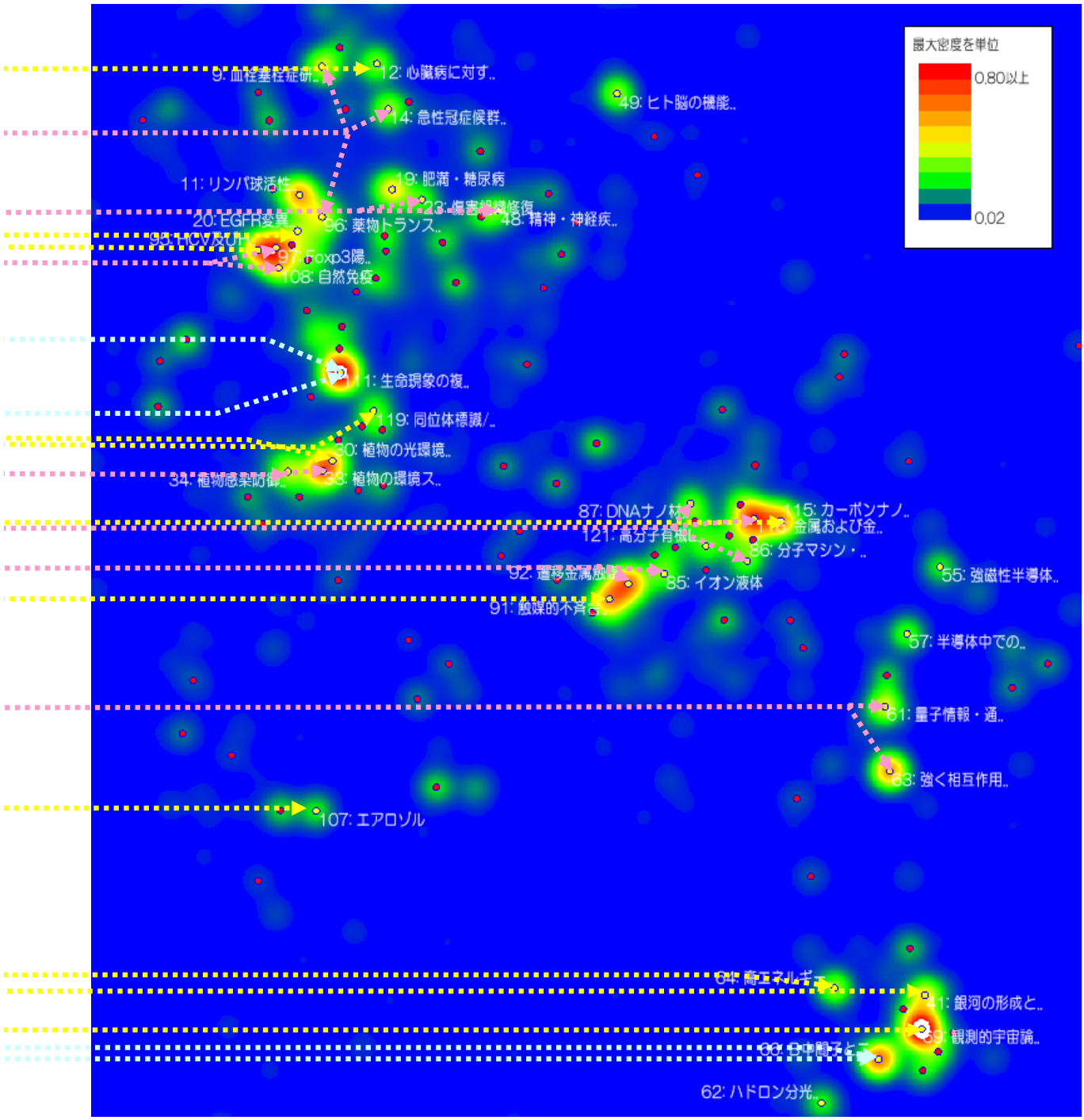
図表 6 サイエンスマップ 2004



(注) コアペーパ数が 80 以上の注目研究領域について領域名の一部を示した図、コアペーパ数が 80 以上の注目研究領域の位置を黄色の丸、コアペーパ数が 80 より小さい注目研究領域の位置を赤色の丸で示している。

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

図表 7 サイエンスマップ 2006



(注) コアペーパ数が 80 以上の注目研究領域について領域名の一部を示した図、コアペーパ数が 80 以上の注目研究領域の位置を黄色の丸、コアペーパ数が 80 より小さい注目研究領域の位置を赤色の丸で示している。

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

(1) 生命科学系

生命科学系とグループ化できる心臓・血管疾患研究、脳研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究、ポストゲノム研究、植物科学研究について見てみよう。

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な研究領域の配置へと変化していることが確認できる。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。ポストゲノム研究が研究領域群間をブリッジする点については、聞き取り調査において、専門家の意見と一致した。

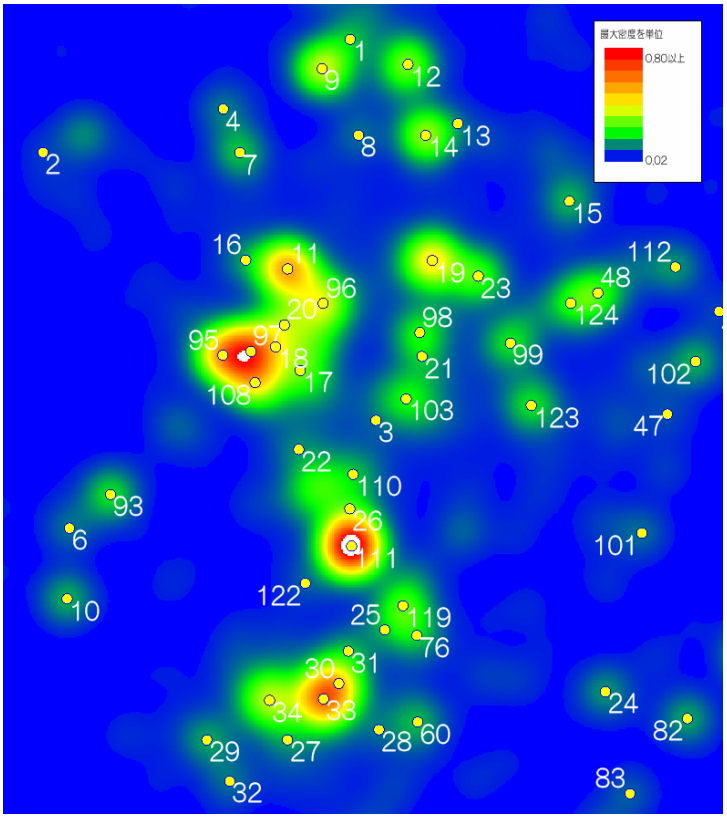
この位置の変化に大きく関与していると考えられる注目研究領域を調べた。サイエンスマップ2004では、「エピジェネティクスによる遺伝子転写制御の研究(2004、ID130)」と「植物生命制御および維持機構の解析(2004、ID33)」は、それぞれの注目研究領域として抽出されていたが、サイエンスマップ 2006 ではこれらの注目研究領域が融合し「生命現象の複階層的な調節機構(2006、ID111)」を形成している。動物及び植物における生命現象に関する研究は、長らく DNA から RNA への転写調節機構の解明に主眼がおかれてきた。しかしながら、2000年代に入るとこれに加えて、RNAiを始めとするRNAレベルでの調節機構、タンパク翻訳後の調節機構、ならびに生体内でのタンパク質の局在調節等の研究の発表が多くなされるようになり、より複雑で広範な生命現象の調節機構を理解しようとする研究の流れが見て取れる。

また、「プロテオーム研究(2004、ID105)」は、「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006、ID119)」としてサイエンスマップ 2006 でも継続しているが、マップ上の位置が変化している。サイエンスマップ 2004 上での化学合成と生命科学系の間のやや孤立した位置であったが、サイエンスマップ 2006 上でのポストゲノム研究領域群の中へと位置するようになっている。タンパク質の質量分析に関する研究は、島津製作所の田中耕一氏が、生体高分子の質量分析法のための「脱離イオン化法」の開発が評価され、ノーベル化学賞を受賞したことからも分かるように、従来の「化学」の要素を強く持つ研究であった。モデル生物を対象としたゲノム解読の進んでいく中で、タンパク質を網羅的に調べる研究に注目が集まり、質量分析の手法が生命科学系の研究に積極的に取り込まれ、現在ではポストゲノム群の手法の一つとして定着したという科学の流れを読み取ることができる。

現在、ゲノム研究の解析スピードがとても速くなっている。DNA 配列が分かってきたが、タンパク質はもっと種類が多く、またそれらの空間的位置や量や発現時期など様々である。今後これらが明らかにされれば、生命現象の理解や分子生物学と臨床医学との距離が近づくであろう。ポストゲノム研究との関係が緊密になるにつれ、臨床医学系研究領域では、病気を分子レベルで理解することができ、これまでよりも高度な治療が行なえるようになるなど研究の深みを増すことができるであろう。

しかしながら一方では、ポストゲノム研究の進展に伴う注意すべき変化もあるようだ。聞き取り調査では、「過去は生命科学系の研究を行なうにあたり、それほど多額の研究資金を必要としなかった。近年では、ゲノム研究の勃興により、多額の研究費を投資する研究スタイルをある意味米国が示し、それに他国も追随していると感じられる。」との指摘もあり、ある程度の研究費を維持しなければ、世界での競争に乗り遅れてしまう状況となっているようだ。

図表 8 サイエンスマップ 2006（生命科学系拡大図及び研究領域リスト）



ID	研究領域名	ID	研究領域名	ID	研究領域名
1	薬剤溶出性ステント	21	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	82	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索
2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	22	がん/遺伝子発現プロファイル解析	83	金属酵素による酸素分子の活性化
3	ヒストン脱アセチル化酵素（HDAC）阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究	23	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用	93	重症急性呼吸器症候群（SARS）の発症機序と予防・治療法
4	血液凝固制御系による生態防御	24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	95	HCV及びHIVに関する研究
6	H5N1亜型高病原性鳥インフルエンザの研究	25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明
7	薬物による骨代謝調節とその臨床応用	26	ヒストンの多様性と生命現象	97	Foxp3陽性CD25陽性CD4陽性制御性T細胞を中心とした免疫応答の抑制
8	ホルモン補充療法（HRT）の作用と副作用の変遷	27	植物機能ゲノミクス研究	98	アポトーシス（細胞死）と炎症
9	血栓塞栓症研究	28	植物細胞プロテオーム解析	99	胚性幹細胞／神経誘導
10	在来型感染症／耐性菌感染症	29	植物―微生物相互作用	101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム
11	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御	30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	102	TRPチャネルの生理機能
12	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究	31	レドックス制御	103	低酸素誘導性因子1の活性化とがんの微小環境の形成
13	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体	32	植物の誘導防衛機構	108	自然免疫
14	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用	33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝	110	タンパク質のユビキチン化とSUMO化に関する研究
15	グレリン/機能と病態生理的意義	34	植物感染防御/植物免疫	111	生命現象の複階層的な調節機構
16	ホルモン療法/乳がん予防	44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解	112	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割
17	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍	47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態	119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析
18	HER2(ヒト上皮成長因子受容体2)陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究	48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発	122	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム
19	肥満・糖尿病	60	複雑ネットワーク	123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構
20	EGFR変異などを標的とする分子標的治療の新展開	76	インタラクトーム解析	124	アルツハイマー病の分子病態と治療

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

また、ポストゲノム研究が進んでいることで、分子レベルでの研究が盛んに行なわれ、それに伴い研究テーマが細分化されすぎており、全体像をみることができる人が少なくなってきている危機感があるとの指摘もあった。「傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用 (2004、ID27)」のようにサイエンスマップ 2004 からサイエンスマップ 2006 にかけて分裂している研究領域が確認されているが、これらの研究領域では、より詳細な研究を進める研究コミュニティが形成されたと考えられる。研究コミュニティが細分化し、より詳細な研究結果を得られることは望ましいが、これらの研究結果が研究コミュニティ間で共有するような研究やシステムが必要であろう。生理学のような全体像をみるような研究者が必要なのではないだろうか。

(2) 植物科学研究

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 2004 の「植物のストレス応答(2004、ID34)」が、サイエンスマップ 2006 では「植物の環境ストレス応答/代謝プロファイリング/細胞構造とリン脂質代謝(2006、ID33)」と「植物感染防御/植物免疫」に分裂していることが分かる。この分裂には、ポストゲノム研究と植物科学研究との繋がりが強まったことが影響していると考えられる。2000 年代に入り、モデル植物における遺伝子同定、遺伝子間ネットワークの研究、トランスクリプトーム解析、メタボローム解析などの解析が活発化し、より詳細な研究が進み、それぞれの研究コミュニティを形成するにいたったと考えられる。

「植物感染防御/植物免疫(2006、ID34)」について、岡田清孝氏(基礎生物学研究所・所長)は、「シロイヌナズナというモデル植物の研究により、感染に弱くなった株の単離などが進み研究がさらに進展している。特に、カビや細菌による感染にかかわるレセプターの単離(Toll-like receptor)など盛んである。このあたりは、農学部系の「植物生理学」で扱われてきた内容であるが、分子生物学的手法をなかなか研究者が取り入れず、研究が滞っていたといえよう。そこに、シロイヌナズナというモデル植物の塩基配列の解明や若い研究者の参入がきっかけで、日本の中でも強い研究領域となっているのであろう。」と指摘した。1985-1986 年ごろ参入した若い研究者が、岡田氏、志村令郎氏(現・自然科学研究機構・機構長)、篠崎一雄氏(現・理化学研究所・植物科学研究センター・センター長)、米田好文氏(現・東京大学・教授)である。3氏は植物生理学の外部から、この研究領域に参入した。異なる分野の研究者の交流がいかに大事であるかを示す好例と言える。一方で、これまで積み重ねられてきた植物生理学的観点からの研究蓄積があったことが、植物での分子生物学的研究における日本の存在感を急速に大きくした要因であろうとの指摘もあった。遺伝子やタンパク質といった分子レベルからのアプローチに加え、植物体を対象とする生理学的観点を持っていることも重要であろう。

植物学研究と環境との関係は今後関係が強くなっていくだろう。植物科学研究では、日本が健闘している研究領域といえるが、聞き取り調査では、環境問題や食糧問題といった出口に対し、どのようにアプローチするのか明らかになっていないことは問題であるとの指摘があった。植物科学研究における中国の活動状況については、注目研究領域における中国論文比率の増加として観測されている(6－2参照)。

(3) 臨床医学系

臨床医学に直結または関わりのある、心臓・血管疾患研究、脳研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究について見てみよう。

まず、サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006 を比べると、注目研究領域数がやや減っている。また、サイエンスマップ 2004 では、コアペーパ数が少ない注目研究領域が臨床医学系のあたりに多い。

これらの注目研究領域のコアペーパは、サイエンスマップ 2006 でも含まれるため、それぞれ注目研究領域が大きくなり継続している、もしくは大きくなったため分裂したと考えられる。

継続している注目研究領域の例を挙げる。「循環器疾患に対する薬物療法の開発研究(2004、ID15)」は、「心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び診断法に関する研究(2006、ID12)」へと継続している。「がんの治療研究(2004、ID14)」は、「EGFR 変異などを標的とする分子標的治療の新展開(2006、ID20)」へと継続している。「ウィルスの感染機構と宿主免疫:C 型肝炎ウィルス感染と HIV ウィルス(2004、ID110)」は、「HCV 及び HIV に関する研究(2006、ID95)」へ継続している。

一方、サイエンスマップ 2004 からサイエンスマップ 2006 にかけて、分裂した注目研究領域もある。まず、サイエンスマップ 2004 では 1 つの注目研究領域であった「生活習慣病のシグナル伝達分子(2004、ID26)」が、サイエンスマップ 2006 では「血栓塞栓症研究(2006、ID9)」、「急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用(2006、ID14)」、「薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明(2006、ID96)」の3つに分裂している。サイエンスマップ 2004 における「生活習慣病のシグナル伝達分子(2004、ID26)」の個別領域マップを見ると、心筋梗塞、悪性腫瘍など個々の疾患にかかわると示唆されるシグナル伝達経路に関するリサーチフロントが、シグナル伝達研究という枠組みで緩やかに繋がった構造を持っていた。その後、個々のシグナル伝達の研究が進展し、心臓・血管疾患研究、がん研究と言った個々の疾患研究との繋がりを強めることで、結果として複数領域に分裂したことが予想される。

また、「傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用(2004、ID27)」は、「傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用(2006、ID23)」と「精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発(2006、ID48)」に分裂している。

さらに、「免疫研究(2004、ID116)」は、「Foxp3 陽性 CD25 陽性 CD4 陽性制御性 T 細胞を中心とした免疫応答の抑制(2006、ID97)」と「自然免疫(2006、ID108)」へと分裂している。免疫系研究は、獲得免疫(「Foxp3 陽性 CD25 陽性 CD4 陽性制御性 T 細胞を中心とした免疫応答の抑制(ID97)」)と自然免疫(「C 型肝炎ウィルスの病原性、ウィルス学、治療に関する研究、および HIV の免疫に関する研究(ID95)」、「自然免疫(ID108)」)の2種類をターゲットとしている。昔は獲得免疫しか明らかにされていなかったが、その後の研究で、自然免疫が起こった後に獲得免疫が働きだすことが分子生物学的に明らかにされてきた。現在では自然免疫研究が注目度を集め、研究コミュニティが形成されたため、分裂したと考えられる。

「自然免疫(ID108)」と同様、10 年前なかった研究として「グレリン/機能と病態生理的意義(ID15)」がある。グレリン研究は、老化(成長促進、老化抑制)や肥満との研究が進んできている。聞き取り調査では、心臓・血管疾患研究の研究対象である循環器系の病気は、慢性的なものであり、長い治療時間を必要とするため、急性時の対処の仕方により、予後が変わってくる。高齢化社会を迎えるにあたり生活の質の維持のためにも、このような病気への体制を整える必要があるとの意見があった。

胚性肝細胞の研究は、限られた研究機関で研究が進むと思われていたが、京都大学山中氏らによる iPS 細胞の樹立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、競争が激化していくだろうとの意見が聞き取り調査中に指摘された。「胚性幹細胞/神経誘導(ID99)」とがん研究との関係は注目である。

また、感染症研究は、地球温暖化など環境変化の影響を受けるため、今後日本でもマラリア研究などの重要性が高まる可能性がある。

(4) 化学合成

サイエンスマップ 2006 では 2 つの注目研究領域が化学合成の中心となっている。1 つは「触媒的不斉合成(2006、ID91)」、もう 1 つは「遷移金属触媒を用いる分子変換反応(2006、ID92)」である。このうち後者は、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。

サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較では、「触媒的不斉合成(ID91、2006)」のコアペーパ数が増加している。この注目研究領域は、有機触媒を用いた不斉合成についてのリサーチフロントから構成されている。有機触媒を用いた不斉合成には金属触媒を必要としない、比較的環境にやさしいという特徴がある。

聞取り調査では、化学全般について「タンパク質構造解析、DNA ポリメラーゼなども、大学の化学科で研究するようになってきており、過去に比べて化学の守備範囲が広くなってきている。化学の基本は化学構造式レベルで物質を理解するという点である。タンパク質や DNA などのゲノム情報が分子構造レベルで研究できるようになって来たのが、生命科学と化学との距離感が近くなってきた背景である。物性研究についても分子レベル(化学構造式レベル)での研究が進んできている。」との指摘があった。研究領域相関マップでも化学は、生命科学とナノサイエンスの間に存在しており、専門家の見解と一致した結果が得られている。

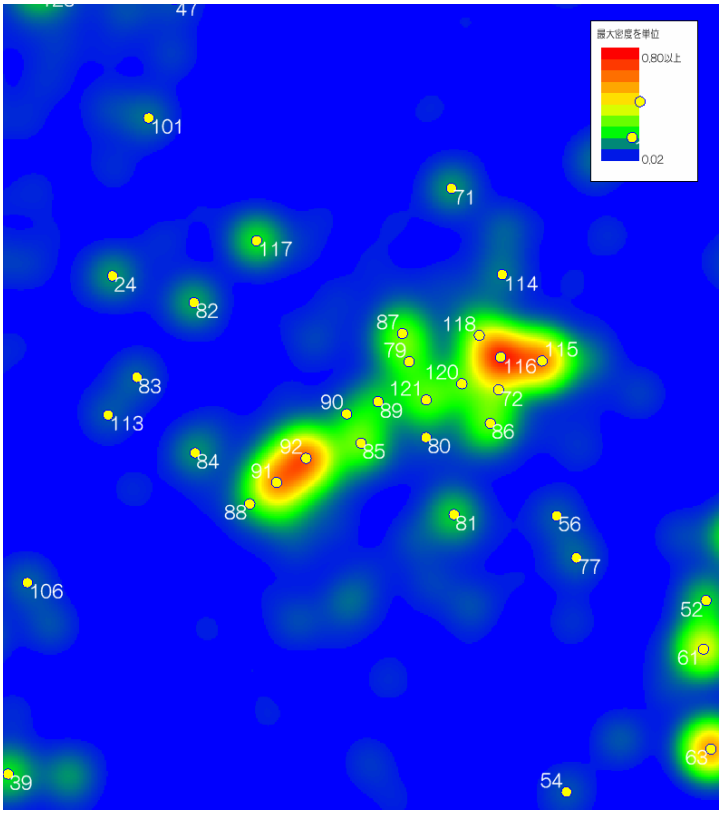
(5) ナノサイエンス

ナノサイエンスの中核をなす注目研究領域は「カーボンナノチューブの合成、応用及び評価(2006、ID115)」と「金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究(2006、ID116)」である。これらは過去 10 年で急速に発展してきた研究領域であり、10 年前のマップではずっと小さかったであろうとの指摘が専門家からなされた。

サイエンスマップ 2006 からも、ナノサイエンスが着実に発展していることが見て取れる。例えば、サイエンスマップ 2004 で 1 つの注目研究領域であった「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)」を構成する研究トピックが成長し、独立した3つの注目研究領域「分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究(2006、ID86)」、「DNA ナノ材料・デバイス(2006、ID87)」、「金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究(2006、ID116)」に分裂した。

聞取り調査からは、「物理学はバルクから、化学は分子からナノサイエンスにアプローチしている。物理学と化学の境目は段々と曖昧になっている印象である」との指摘があった。例えば、カーボンナノチューブの研究は、1990 年代は主に物理学者が行なっていたが、2000 年位にナノチューブに対する化学修飾が可能となったことをきっかけとして、最近では化学者も参入しているという変化があった。サイエンスマップ 2004 から 2006 への変化からも(図表 10)、化学合成とナノサイエンスを繋ぐ研究の量が増えつつある様子が見えている。

図表 9 サイエンスマップ 2006（化学合成/ナノサイエンス拡大図及び研究領域リスト）

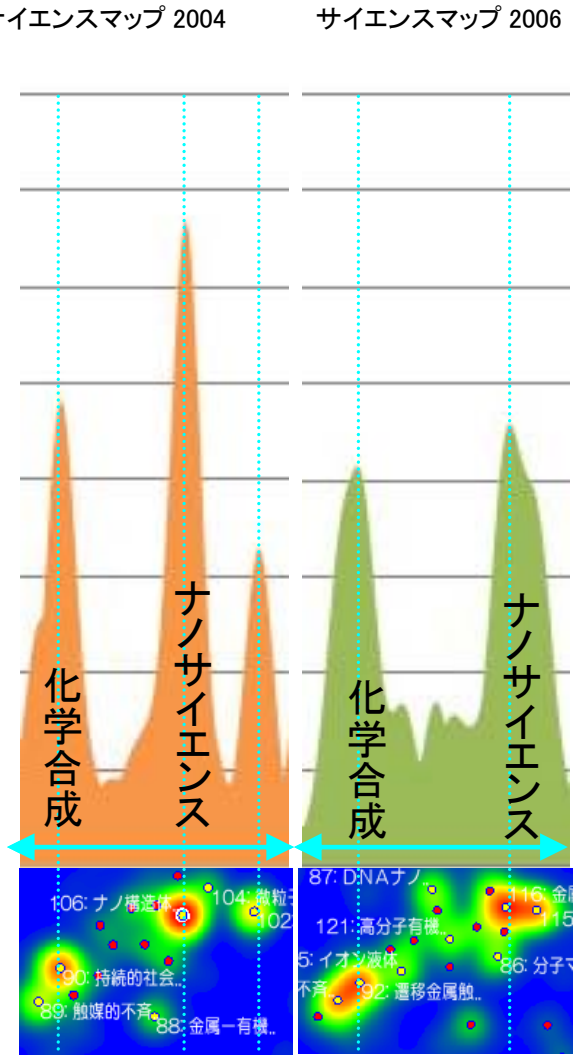


ID	研究領域名
24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明
39	地球史
42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動
52	メタマテリアル
54	アト秒量子ダイナミクス
56	多次元光子による量子情報制御
61	量子情報・通信、光ナノサイエンス
63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相
71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究
72	無機酸化物・有機−無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究
77	分子性ナノ量子磁石
79	リビングラジカル重合
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築
81	多孔性配位高分子
82	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索
83	金属酵素による酸素分子の活性化
84	タンパク質のフォルディング
85	イオン液体

ID	研究領域名
86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究
87	DNAナノ材料・デバイス
88	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応
89	バイオイメージングプローブ
90	合成ポリマー固定化触媒技術
91	触媒的不斉合成
92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応
101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム
104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜
106	水環境
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御
114	積層フィルムやカプセルに関する研究
115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価
116	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究
117	マイクロバイオ・化学システム
118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体
120	有機トランジスタ/高性能・高機能化
121	高分子有機LEDおよびリン光有機LED

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

図表 10 化学合成とナノサイエンスの間に研究領域が増加している様子



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

【化学合成とナノサイエンスを繋ぐ研究領域の増加】

化学合成とナノサイエンス周辺の研究領域相関マップとそれらの横投影図。サイエンスマップ 2004 において2つに分裂していたナノサイエンスのピークが二つにまとまっている。また、化学合成とナノサイエンスを結ぶ谷の高さが高くなり、両者を繋ぐ研究領域が増加している様子が分かる。

(6) 物性研究

物性研究には、主に量子コンピューティングや超伝導についての注目研究領域が含まれている図表11)。サイエンスマップ 2004 から 2006 の比較を見ると「強磁性半導体スピントロニクス(2006、ID55)」、「半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ(2006、ID57)」が論文量を増している。聞取り調査から、これらは 10 年前にはなかった研究領域であるとの指摘がされた。物性研究では、20 年前の高温超伝導、10 年前のレーザ冷却の実現のようにブレークスルーがあった所に研究者が集まり、ブームが一段落すると定常的に研究が行われている印象があるとのことである。

サイエンスマップ 2004 で見られた「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(2004、ID70)」は、サイエンスマップ 2006 で「量子情報・通信、光ナノサイエンス(2006、ID61)」と「強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相(2006、ID63)」の 2 つの注目研究領域に分裂している。

後者には強相関系物理という視点で緩やかに結びついた 3 つの研究テーマ(レーザ冷却によるボース・アインシュタイン凝縮の研究、高温超伝導についての研究、高エネルギー分野の研究)が含まれており、素粒子・宇宙論と物性研究の間には緩い結びつきがあることが分かる。素粒子・宇宙論の研究者からも、物性研究とのリンクは弱いが持続的なものであるとの指摘があり、研究領域相関マップにおける両者の位置関係が専門家の感覚と合うようである。

専門家への聞取り調査からは、物性研究の位置は、化学合成と素粒子・宇宙論の間にあることは今後も変わらないだろうが、抽出される注目研究領域は時代によって変化するだろうとの意見があった。また、「強磁性半導体スピントロニクス(2006、ID55)」、「半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ(2006、ID57)」、「量子情報・通信、光ナノサイエンス(2006、ID61)」は、今後応用のフェーズに入っていくであろうということや、「強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相(2006、ID63)」は物性研究で継続的に研究が行われるとの指摘があった。

(7) 素粒子・宇宙論

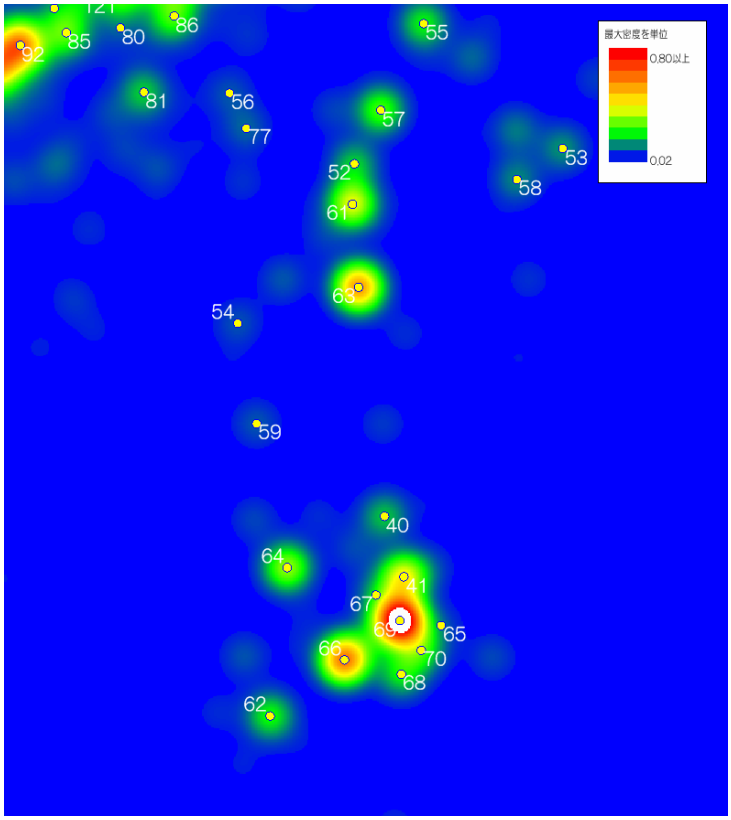
素粒子研究は、宇宙観測における観測の精密化や観測パラメータの充実に伴い、宇宙研究との関係が強くなっており、マップ上の注目研究領域の配置と一致しているとの指摘が専門家よりなされた(図表11)。

サイエンスマップ 2004と2006を比較すると、一部の注目研究領域の融合が見られるが、基本的にはサイエンスマップ 2004 で観測された注目研究領域が継続している。また、図表 4、図表 5 に示した投影図において、素粒子・宇宙論のコアペーパ密度は低くなっているものの、科学を俯瞰した際、ひときわ高く、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。

素粒子・宇宙論の研究領域群と他の研究領域群との関連性は大きく変わらないことが予想され、サイエンスマップの時系列変化を観測した場合も、マップ上の素粒子・宇宙論の位置は変化せず、研究の内容が変化し続けると考えられる。

素粒子・宇宙論は実験と理論がお互いを刺激しあい進む分野である。これまでは、理論が先行してきたが、欧州原子核研究機構(CERN)の LHC(Large Hadron Collider)の始動に伴い、今後は理論の検証と実験による新現象の発見が相互に刺激しあい研究が進展することが予想される。

図表 11 サイエンスマップ 2006（物性研究/素粒子・宇宙論拡大図及び研究領域リスト）



ID	研究領域名
40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象
41	銀河の形成と進化
52	メタマテリアル
53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用
54	アト秒量子ダイナミクス
55	強磁性半導体スピントロニクス
56	多次元光子による量子情報制御
57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ
58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相
59	高エネルギー密度科学
61	量子情報・通信、光ナノサイエンス
62	ハドロン分光学
63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相
64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求

ID	研究領域名
65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論
66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る
67	非可換空間上の場の理論
68	AdS/CFT対応の検証と可積分性
69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型
70	高次元ブラックホール
77	分子性ナノ量子磁石
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築
81	多孔性配位高分子
85	イオン液体
86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究
90	合成ポリマー固定化触媒技術
92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応

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

４－２ 新たに抽出された研究領域

図表 12 に示す 19 注目研究領域のコアペーパは、サイエンスマップ 2004 で抽出した 133 注目研究領域のコアペーパと全く重なりが無い。つまり、サイエンスマップ 2006 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数は、32.4 本であり、全 124 注目研究領域の平均コアペーパ数である 77.0 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、2003.7 年であり、全 124 注目研究領域の平均出版年である 2003.4 年より新しいことが分かった。

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(図表 12、ID 赤色)〉

当該研究領域のコアペーパと、サイエンスマップ 2004 のリサーチフロントを構成するコアペーパとの重なりが無い場合。つまり、前段となる研究のつながりがまだ形成されていなかったが、サイエンスマップ 2004 以降に、研究領域として顕在化した場合である。例：内臓感覚と情動・共感の神経機構(ID45)

〈パターン B(図表 12、ID 水色)〉

当該研究領域のコアペーパと、サイエンスマップ 2004 のコアペーパとの重なりがあり、かつ平均出版年が古い(～2003.4 年)場合。既にある程度成熟した前段となる研究があり、その領域の一部が分離して抽出されたものが多いと考えられる。例：タンパク質のフォルディング(ID84)

〈パターン C(図表 12、ID 白抜き)〉

当該研究領域のコアペーパと、サイエンスマップ 2004 のコアペーパとの重なりがあり、かつ平均出版年が新しい(2003.4 年～)場合。前段となる研究のつながりが既にあったが、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 2006 で新たに抽出されたものが多いと考えられる。例：メタマテリアル(ID52)

図表 12 新たに抽出された注目研究領域

ID	研究領域名	コアペーパ数	平均出版年	SM2004の全RFに含まれる論文群に含まれる論文数
2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	14	2002.6	6
5	深在性真菌症	45	2004.0	16
10	在来型感染症/耐性菌感染症	59	2003.2	26
28	植物細胞プロテオーム解析	25	2003.2	13
36	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術	38	2004.1	10
40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象	66	2004.9	12
43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用	19	2003.1	10
44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解	19	2004.7	3
45	内臓感覚と情動・共感の神経機構	17	2003.7	0
46	意思決定神経科学	13	2003.3	4
52	メタマテリアル	66	2003.8	15
59	高エネルギー密度科学	28	2004.2	6
71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究	49	2003.5	16
77	分子性ナノ量子磁石	32	2003.6	8
83	酸素分子活性化酵素	29	2003.6	8
84	タンパク質のフォルディング	45	2003.1	16
94	大気汚染（特に粒子状物質）の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究	13	2004.1	2
105	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化	18	2004.3	8
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御	26	2003.7	7

(注) パターン A は赤色、パターン B は水色で ID 部分を色づけた。

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

４－３ 注目研究領域候補の探索

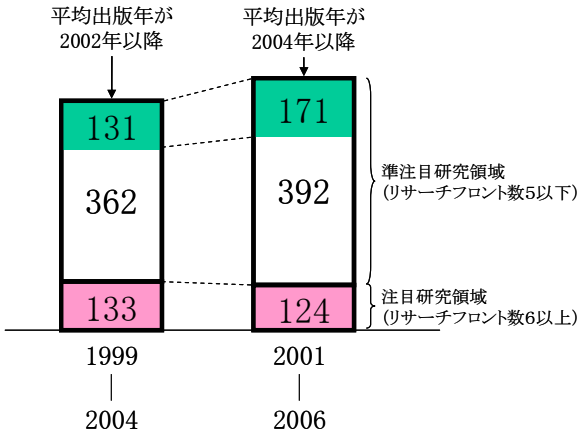
図表 13 にサイエンスマップ 2004 と 2006 における研究領域の構成を示す。調査手法で見たように、サイエンスマップ 2006 で得られた研究領域は、サイエンスマップ 2004 と比べると、ひとつの研究領域に含まれるリサーチフロントサイズが小さい。このため、サイエンスマップ 2006 の注目研究領域数は 124 領域と、サイエンスマップ 2004 と比べて 9 領域減少した。

一方で、準注目研究領域(リサーチフロント数が 5 以下の研究領域)を見るとサイエンスマップ 2004 では 493、サイエンスマップ 2006 では 563 となっており、サイエンスマップ 2006 の方が多い。この内、領域を構成するコアペーパの平均出版年が新しいもの(サイエンスマップ 2004 では 2002 年以降、サイエンスマップ 2006 では 2004 年以降)に注目すると、サイエンスマップ 2004 では 131、サイエンスマップ 2006 では 171 となっている。つまり、サイエンスマップ 2006 で準注目研究領域数が多い部分の大半は、コアペーパの平均出版年が 2004 年以降の新しい領域で説明できることになる。

また、前節で見たように、サイエンスマップ 2006 で新たに抽出された注目研究領域(図表 12)となった殆どで、領域を構成するコアペーパの一部が、サイエンスマップ 2004 のリサーチフロントを構成するコアペーパに含まれていた。

サイエンスマップ 2006 の研究領域には、準注目研究領域が多く含まれ且つその中にコアペーパの出版年が新しいものが多いということは、サイエンスマップ 2006 には、前節で述べたパターン C に対応する注目研究領域の種子が多数含まれていることを示唆している。

図表 13 サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較



次にサイエンスマップ 2006 上で、2004 年以降にコアペーパの平均出版年を持つ準注目研究領域がどこに位置しているかを調べた。これまでの時系列分析から少数のリサーチフロントから構成される研究領域は、安定性が悪く、時系列分析を行うと一定数は消滅することが分かっている。そこで、以下の分析ではコアペーパ数が 10 以上の準注目研究領域を対象とする。2004 年以降にコアペーパの平均出版年を持つ 186 準注目研究領域のうち、コアペーパ数を 10 以上含むのは 49 領域である。以下では、これらの準注目研究領域を、注目研究領域候補と呼ぶ。

研究領域相関マップ中に注目研究領域候補を示した結果を図表 14 に示す。黄色の丸が注目研究領域候補であり、コアペーパの平均出版年と合わせて図示した。

研究領域相関マップ中の左上部分(生命科学系の部分)に、約半数の注目研究領域候補が集まっている。サイエンスマップ 2006 では注目研究領域数が少なかった環境の部分にも領域が複数存在する。環境については、他の分野に比べて論文数が少ないため、これまでのサイエンスマップでは注目研究領域として抽出されにくかった。地球温暖化等の環境問題への世界的な意識の高まりを受けて、将来的にはサイエンスマップにおいても環境が明確な研究領域群を構成する可能性もある。

以下では、注目研究領域候補の中でも、生命科学とナノサイエンスの中間など研究領域相関マップ上で特徴的な位置にマッピングされているものに注目する。

まず、生命科学とナノサイエンスの間には 1 つの注目研究領域候補(図中の A)が存在する。これは「単一細胞を分析するためのマイクロ流体デバイスの開発」に関連した領域である。これまでの細胞を対象とした実験では、試験管やシャーレにおいて多数の細胞を実験対象としデータを回収していたが、これは各細胞の状況を積分した形でのデータであった。少数の細胞に対し、的確に刺激物質を与え、その変化をリアルタイムに観測することができるようにするのが、この研究の目的である。この手法が確立すると、反応溶液の混合、反応、分離、精製、検出など様々な化学操作をミクロ化することが可能となり、研究を行なう際の省スペース化、環境負荷や時間やコスト低減など見込まれる。

生命科学と環境の間に見られる B で示した注目研究領域候補は、「ツボカビ症によるカエル絶滅の危機に関する研究」である。現在、世界中で両生類は種及び生育数の減少にさらされている。主な原因として、生育環境の汚染、環境の破壊、気候変動、外来種の影響などが挙げられているが、近年は真菌感染症であるツボカビ症(*Chytridiomycosis*)との関係が注目されており、研究がなされている。カエルの表皮に寄生するツボカビの一種が引き起こす感染症で、地球温暖化の影響で雨が多くなり、変温動物であるカエルの体温がツボカビの繁殖しやすい体温となり、感染が広がりやすくなっているとの研究も含まれている。この領域は、生態学的観点(カエルを含む両生類の生態系の保持)、環境的観点(地球温暖化)、免疫学・感染症研究の観点、動物・植物学の観点、臨床医学からの研究が融合されている特徴を持っている。

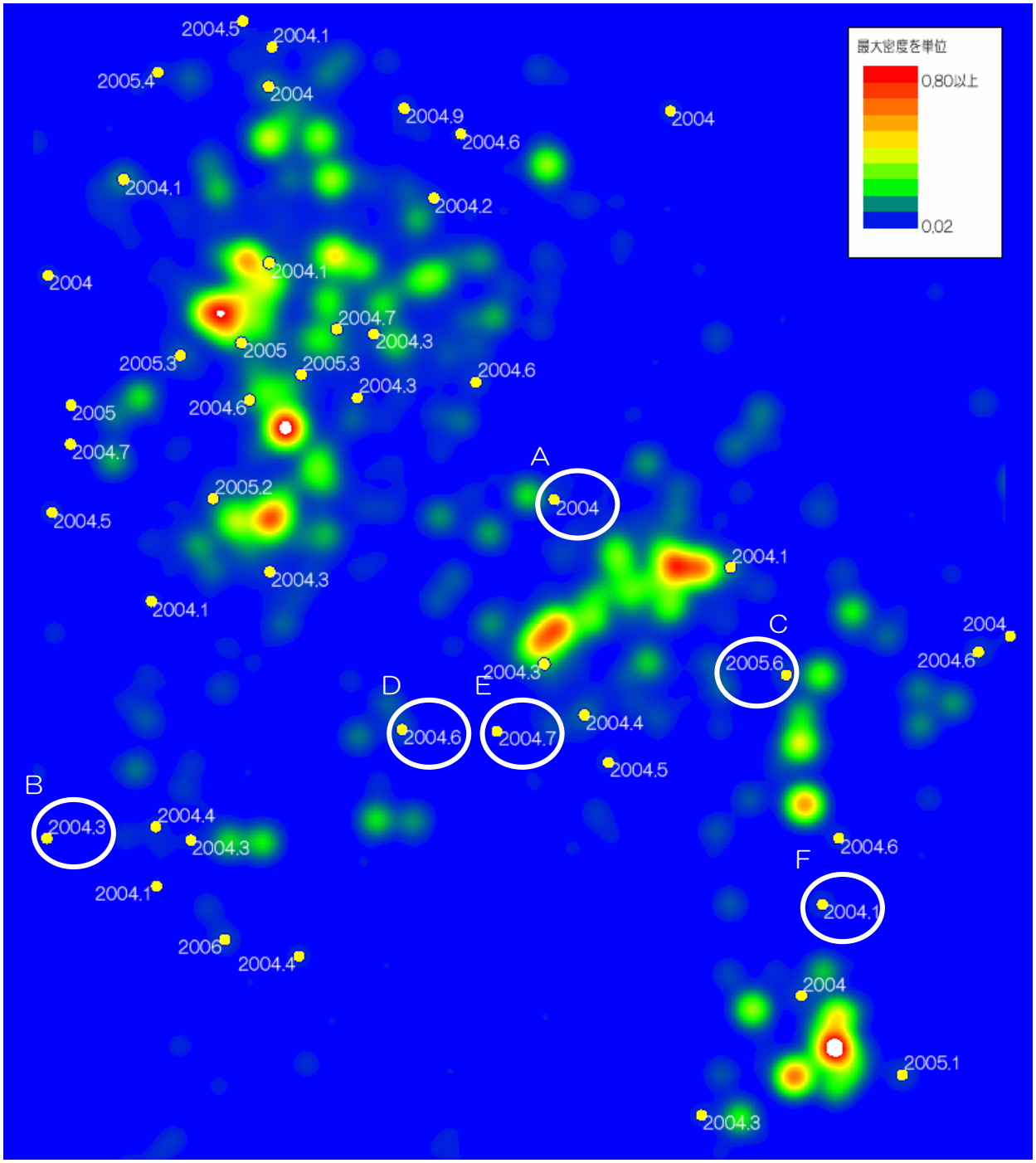
ナノサイエンスと物性研究の間にあり C で示したのは「グラフェンの物性」についての領域である。2004 年にグラファイト一層からなる物質、グラフェンの物性測定が可能となってから、その電気伝導特性や量子ホール効果などの研究が理論、実験の両面で進められている。この領域は、コアペーパの平均出版年が 2005.6 年と非常に新しい。

図中の D は、「バイオ燃料電池」についての注目研究領域候補である。放射性金属をバイオメディエーションし、かつ発電することができるためバイオ燃料電池の材料として注目の高い鉄還元菌 Geobacter sulfurreducens のゲノム塩基配列の解読・解析などが含まれており、生命科学系(ポストゲノム研究)、化学合成、環境の間で今後の発展が見込まれる。

化学合成と環境の間にあり E で示した注目研究領域候補は「パルス磁場勾配スピンエコーなど色々な NMR 計測手法」についての領域である。

物性研究と素粒子・宇宙論の間にありＦで示した注目研究領域候補は「カシミール効果」についての研究である。カシミール効果とは、平行におかれた二つの無帯電状態の金属板の間に引力が働く効果であるが、この現象は宇宙論におけるワームホールを議論する際に例に出されるケースがあるため、物性研究と素粒子・宇宙論にマッピングされたと考えられる。

図表 14 今後の発展が見込まれる研究領域の位置



(注) 黄色の丸が注目研究領域候補であり、コアペーパの平均出版年を併記している。

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

5. 学際的・分野融合的研究領域の状況

ここでは、学問分野関連マップ及び研究領域相関マップによる学際的・分野融合的研究領域の分析結果を示す。

5－1 学問分野関連マップによる分析

(1) 学問分野関連マップの見方

まず、既存の学問分野と124注目研究領域間の関連性を調べた。図表 15に、学問分野関連マップを示す。ここでは、注目研究領域を構成するコアペーパの 22 分野[1]の分布を比較し、似た分野分布の比率を持つ注目研究領域間に引力が働くモデル(重力モデル)を用いて、各注目研究領域を動かして全体が最も安定したときの配置を示している。従って、コアペーパの分野分布が似た注目研究領域は一箇所に集まる傾向にある。

なお、マップでは注目研究領域の相対的な位置関係が重要であり、上下左右のどこに配置されているかは特に意味を持たない。注目研究領域を構成するコアペーパの22分野の分布のデータは、第II部「3. 研究領域を構成するコアペーパの分野分布」を用いた。学問分野関連マップ中の数字は、データベース上で各注目研究領域に付けられた研究領域 ID であり、ID 番号に対応する注目研究領域名を学問分野関連マップ中に示した。

学問分野関連マップ中央に点線で描かれた円の外にある注目研究領域は、コアペーパの6割以上が22 分野の何れかに属する注目研究領域である。逆に、点線の内側、つまり何れの分野とも 6 割を超えない場合は、特定の分野に偏らない領域であると考え、学際的・分野融合的領域とした。

学問分野関連マップ中、研究領域 ID の網掛けが赤色で示されているのは日本論文の比率が 15%以上、オレンジ色は9%以上15%未満、黄色は比率が4%以上9%未満、水色は比率が0%以上4%未満、網掛けがされていないのは比率が0%の注目研究領域である。

[1] 22 分野に含まれるのは以下の分野。農業科学、生物学・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、薬理学・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。

(2) 学問分野関連マップからみえる 124 研究領域の特徴

124 注目研究領域のうち、40 注目研究領域が臨床医学や植物・動物学といった生命科学に関連するものである。この内、半数を超える 23 注目研究領域が臨床医学に軸足を置くものであった。また、化学、物理学、工学、材料科学では 40 注目研究領域、環境/生態学、地球科学では 5 注目研究領域抽出されている。また、少数であるが、宇宙科学、社会科学・一般の注目研究領域も含まれている。また、124 領域の 2 割 5 分である 32 注目研究領域が学際的・分野融合的領域となっている。

サイエンスマップ 2004 と 2006 を比較すると約 3 割あった学際的・分野融合的研究領域の数が 2 割 5 分となった。サイエンスマップ 2004 では学際的・分野融合的研究領域であった「グレリンの生理的意義と治療応用(2004、ID113)」や「高効率有機薄膜太陽電池(2004、ID103)」など 6 注目研究領域が、サイエンスマップ 2006 では特定分野に軸足を持つ注目研究領域に移行した。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。

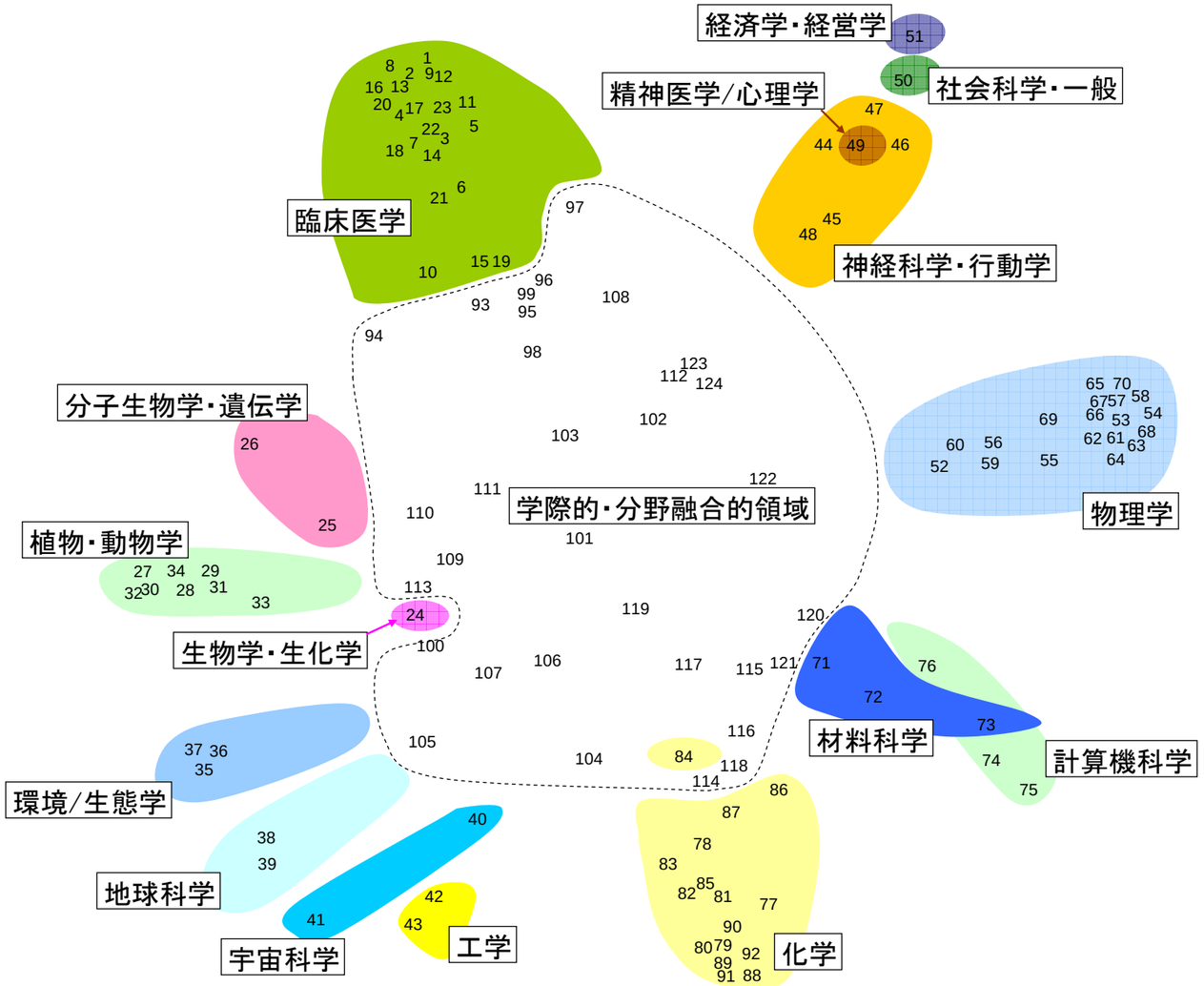
この仮説から推測されることは、学際的・分野融合的研究領域は、その内容を常に変容させているため、サイエンスマップで抽出される学際的・分野融合的研究領域の数は一定である必要はなく、常に変化し得るということである。サイエンスマップ 2006 で観測された学際的・分野融合的研究領域数の低下に、どのような意味があるのかは、次回以降のサイエンスマップの結果を見て判断する必要がある。

農業科学、免疫学、薬理学・毒性学、微生物学、数学の分野に属する研究領域は 124 研注目究領域には含まれない。本分析ではある程度のコアペーパを含む研究領域を抽出したため、数学に関係した領域など、コアペーパ数が小さい研究領域は含まれていないことが、要因として挙げられる。このような場合、数学の役割などは、抽出された注目研究領域における数学のコアペーパの分布を通じて、計測することが可能である。分析の結果、これらの既存の学問分野に属する論文は、124 の注目研究領域のコアペーパに含まれていることが分かった。従って、農業科学、免疫学、薬理学・毒性学、微生物学、数学という既存の学問分野は基盤的特徴を有し、注目研究領域を構成する要素となっていると考えられる。

図表 15 学問分野関連マップ

○ この図は、注目研究領域を構成するコアペーパの 22 分野の分布を比較し、似た分野分布を持つ注目研究領域間に引力が働くモデル(重力モデル)を用いて作成した。
○ 約 1/4 の 32 注目研究領域はコアペーパの所属が特定の分野に偏らない学際的・分野融合的研究領域である。
○ 物理学、化学、植物・動物学にコアペーパが偏る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	ID	研究領域名
臨床医学	1	薬剤溶出性ステント
	2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測
	3	ヒストン脱アセチル化酵素(HDAC)阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究
	4	血液凝固制御系による生態防御
	5	深在性真菌症
	6	H5N1亜型高病原性鳥インフルエンザの研究
	7	薬物による骨代謝調節とその臨床応用
	8	ホルモン補充療法(HRT)の作用と副作用の変遷
	9	血栓塞栓症研究
	10	在来型感染症／耐性菌感染症
	11	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御
	12	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究
	13	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体
	14	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用
	15	グレリン/機能と病態生理的意義
	16	ホルモン療法/乳がん予防
	17	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍
	18	HER2(ヒト上皮成長因子受容体2)陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究
	19	肥満・糖尿病
	20	EGFR変異などを標的とする分子標的治療の新展開
	21	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
	22	がん/遺伝子発現プロファイル解析
	23	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用



分野	ID	研究領域名
神経科学・行動学	44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解
	45	内臓感覚と情動・共感の神経機構
	46	意思決定神経科学
	47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態
	48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発
精神医学/心理学	49	ヒト脳の機能解析、および精神疾患の薬物療法
社会科学・一般	50	ネットワークからみた生産プロセスの構造分析
経済学・経営学	51	企業をとりまく経済環境

分野	ID	研究領域名
物理学	52	メタマテリアル
	53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用
	54	アト秒量子ダイナミクス
	55	強磁性半導体スピントロニクス
	56	多次元光子による量子情報制御
	57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ
	58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相
	59	高エネルギー密度科学
	60	複雑ネットワーク
	61	量子情報・通信、光ナノサイエンス
	62	ハドロン分光学
	63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相
	64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求
	65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論
	66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る
	67	非可換空間上の場の理論
	68	AdS/CFT対応の検証と可積分性
	69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型
	70	高次元ブラックホール
材料科学	71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究
	72	無機酸化物・有機－無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究
	73	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工
計算機科学	74	時空間符号
	75	多機能署名/多機能暗号
	76	インタラクトーム解析
化学	77	分子性ナノ量子磁石
	78	高分子系ナノコンポジット
	79	リビングラジカル重合
	80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築
	81	多孔性配位高分子
	82	ネオグリコピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索
	83	金属酵素による酸素分子の活性化
	84	タンパク質のフォルディング
	85	イオン液体
	86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究
	87	DNAナノ材料・デバイス
	88	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応
	89	バイオイメージングプローブ
	90	合成ポリマー固定化触媒技術
	91	触媒的不斉合成
	92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応

分野	ID	研究領域名
生物学・生化学	24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明
分子生物学・遺伝学	25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析
	26	ヒストンの多様性と生命現象
植物・動物学	27	植物機能ゲノミクス研究
	28	植物細胞プロテオーム解析
	29	植物―微生物相互作用
	30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構
	31	レドックス制御
	32	植物の誘導防衛機構
	33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝
	34	植物感染防御/植物免疫
環境/生態学	35	ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)を主体とした臭素系難燃剤の環境汚染学的研究
	36	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術
	37	生物多様性
地球科学	38	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響
	39	地球史
宇宙科学	40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象
	41	銀河の形成と進化
工学	42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動
	43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用

コアペーパに日本論文が占める割合

- 15%～
- 9%～15%
- 4%～9%
- 0%～4%
- 0%

分野	ID	研究領域名
分野融合的領域・学際的	93	重症急性呼吸器症候群(SARS)の発症機序と予防・治療法
	94	大気汚染(特に粒子状物質)の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究
	95	HCV及びHIVに関する研究
	96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明
	97	Foxp3陽性CD25陽性CD4陽性制御性T細胞を中心とした免疫応答の抑制
	98	アポトーシス(細胞死)と炎症
	99	胚性幹細胞／神経誘導
	100	大気と陸域生態系間のCO2等交換過程の研究
	101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム
	102	TRPチャネルの生理機能
	103	低酸素誘導性因子1の活性化とがんの微小環境の形成

分野	ID	研究領域名
分野融合的領域・学際的	104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜
	105	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化
	106	水環境
	107	エアロゾル
	108	自然免疫
	109	微生物多様性
	110	タンパク質のユビキチン化とSUMO化に関する研究
	111	生命現象の複階層的な調節機構
	112	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割
	113	光合成明反応装置/構造・機能・制御
	114	積層フィルムやカプセルに関する研究

分野	ID	研究領域名
分野融合的領域・学際的	115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価
	116	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究
	117	マイクロバイオ・化学システム
	118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体
	119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析
	120	有機トランジスタ/高性能・高機能化
	121	高分子有機LEDおよびリン光有機LED
	122	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム
	123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構
	124	アルツハイマー病の分子病態と治療

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

５－２ 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。

図表 17 は、研究領域相関マップ上にコアペーパの分野分布を表示し、その上にジャーナルの分野分類による分析から学際的・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。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 16 に 22 分野と 8 分野の関係を示す。マップでは、特定分野のコアペーパ分布が 6 割以上を占める部分は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパ分布が 6 割より小さい場合は、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていない。

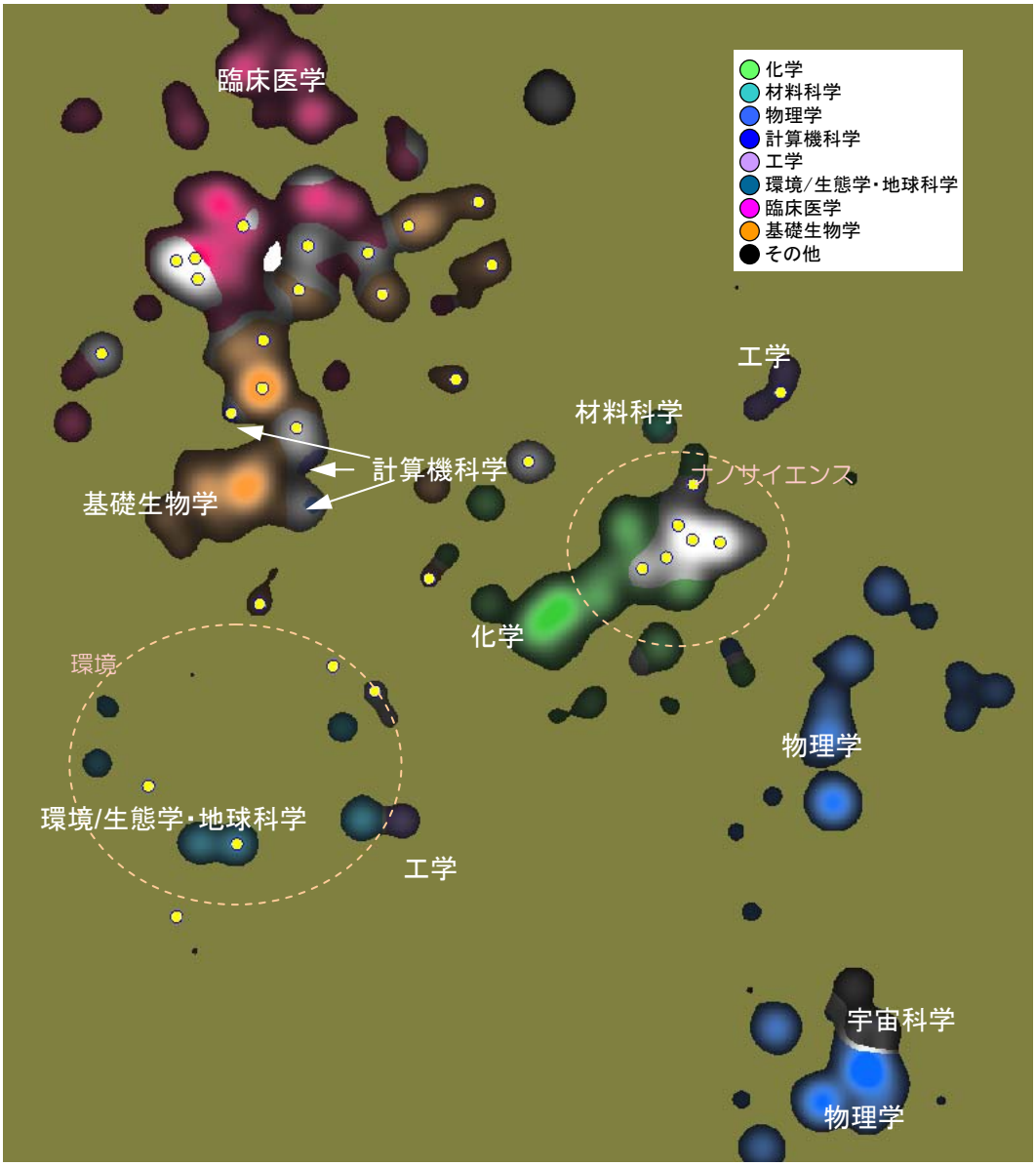
研究領域相関マップ上にプロットされた学際的・分野融合的注目研究領域の位置を見ると、主にナノサイエンス、環境、生命科学(特にポストゲノム研究とポストゲノム研究と臨床医学系の間)に多く存在していることが分かる。

ここで注目したいのは、ナノサイエンスにおける学際的・分野融合的注目研究領域と環境における学際的・分野融合的注目研究領域の違いである。マップ上では、ナノサイエンスの研究領域群は化学合成と物性研究の間に明確なドメインを形成しているが、環境の研究領域群は空間的に広がった構造をもっている。これは、学際的・分野融合的研究が知識共有型と目標共有型のいずれかに依存して、マップ上では異なった形で観測され得ることを示している。以下に仮説を述べる。

図表 16 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
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
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	その他
複合領域	
精神医学/心理学	
社会科学・一般	
宇宙科学	

図表 17 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



(注) 特定分野のコアペーパ分布が6割以上を占める部分は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパ分布が6割より小さい場合は、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていない。

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

学際的・分野融合的研究のパターンには大きく分けて2つがあると考えられる。ここでは、この2つを知識共有型と目標共有型と呼ぶ。

知識共有型の学際的・分野融合的研究は、例えば物理学や化学など異なる分野が交わることで生じる。その典型はナノサイエンスである。知識共有型の学際的・分野融合的研究で重要なのは、複数分野の発展段階(研究手法や研究対象)が一致することである。例えば、ナノサイエンスについては、化学は分子から、物理はバルクからナノスケールの現象や物質にアプローチする中で、1990 年代前半より両者の研究対象が一致した結果として学際的・分野融合的研究(ナノサイエンス)が結実した。知識共有型の研究については、発展段階が一致しなければ、学際的・分野融合的研究が生じる可能性は非常に低いと考えられる。つまり、知識の蓄積が学際的・分野融合的研究が萌芽する前提となる。従って、研究領域相関マップ上では既存の研究の交わる所で観測されることが予想される。実際、マップ上でナノサイエンスは、物理学や化学など異なる分野が交わる所で観測されている。

目標共有型の融合は、ある目標があり、それに対応できる知識が結集する場合である。環境研究がその典型と考えられる。生物多様性については植物・動物学からのアプローチ、化学物質の環境影響については化学からのアプローチという具合である。これらの研究領域は既存分野の知識の土台に立ち、目標に対しアプローチする場合が多いので、サイエンスマップ上では既存分野の周辺に出てくる可能性が高い。実際、サイエンスマップ上では、環境の研究領域群は、既存分野との繋がりを持ちつつ、環境としても緩やかに繋がった、広がりをもった形で観測されている。生物多様性や化学物質の環境影響といった研究領域を結びつける研究が盛んになり、環境の研究領域群内の知識交換が密になれば、将来的には化学合成のように明確な研究領域群を構成する可能性もある。

生命科学における学際的・分野融合的研究については、両方の側面を持つと考えられる。例えば、プロテオーム研究では、化学における生体高分子の質量分析法のための「脱離イオン化法」の進展と、生命科学系におけるタンパク質を網羅的に調べる研究への注目の増大がシンクロすることで、質量分析の手法が生命科学系の研究に積極的に取り込まれ、現在ではポストゲノム群の手法の一つとして定着した。これは知識共有型の学際的・分野融合的研究と言える。一方で、がん克服という目標のもとに、臨床医学、免疫学、分子生物学といった色々な分野の研究者がそれぞれのアプローチにより参画すると言う目標共有型の側面もある。生命科学の学際的・分野融合的研究は、知識共有型、目標共有型が入り混じった形で存在していると予想される。

知識共有型の学際的・分野融合的研究を成功させるには、科学研究の発展状況を詳細に追跡する必要がある。具体的には、中長期的な科学研究の発展の中で、複数分野の発展段階が一致するタイミングを見極めることに加えて、分野融合を早めるようなブレークスルーをいち早く観測することが求められる。観測結果をもとに、適切なタイミングに、学際的・分野融合的研究を行う場を構築することが重要である。仮に、30 年前の物理学者と今の化学者に共通の場を与えても、両者の知識の蓄積量に差がある為、ナノサイエンスは生まれないであろう。

目標共有型の学際的・分野融合的研究を推進するには、明確な目標を設定し、その目標を達成する可能性のある知識を持つ研究者を結集する必要がある。例えば米国においては、FY2008 よりCDI(Cyber enabled Discovery and Innovation)と呼ばれるイニシアチブが実施される。このイニシアチブの目的は、近年指数的に増大する種々のデータから、有用な情報を抽出する新たな知識マネジメント及び可視化ツールの探索である。これは、科学論文分析、特許分析、遺伝子情報分析、ウェブ分析など様々な分野で共通的に認識されている課題である。この共通の課題に取り組む為に、CDI では情報科学、科学政策研究、バイオインフォマティクス研究などの専門家を結集する形で研究が進められる予定である。目標共有型の学際的・分野融合的研究を推進する際の好事例と言える。

6. サイエンスマップに見る各国の活動状況

6－1 サイエンスマップに見る日本の活動状況

(1) 124 注目研究領域における日本の存在感

124 注目研究領域における日本の存在感を相対的に比較するため、124 注目研究領域における主要国の平均シェアを算出した(図表 18)。

図表 18 124 研究領域における各国のシェアの変化

平均シェア(%)	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2004	62.8	12.9	12.0	9.1	7.3	1.8	2.0
サイエンスマップ2006	60.2	13.9	12.6	9.6	8.1	2.3	3.7

(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 Scientific 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 2004 と比較すると、米国のシェアが落ちており、一方ドイツ、英国、日本フランス、韓国、中国はそれぞれシェアを伸ばしていることが示された。

(2) 日本の存在感が相対的に大きい注目研究領域

124 注目研究領域中、物理学、化学、植物・動物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。日本論文比率が 9%を超えている注目研究領域を図表 19 に示した。

物理学の 19 注目研究領域中 14 領域で、日本論文の比率が 9%を超えている。その中で、15%を超えている注目研究領域が 10 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、「高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相(44%)」である。

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%を超えている。ここで日本論文比率が 15%を超えているのは、「アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築(80%)」、「高分子系ナノコンポジット(33%)」、「触媒的不斉合成(18%)」である。

生命科学系の領域では、植物・動物学において、8 注目研究領域中 6 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」に関する研究領域では、日本論文比率が 22%と高くなっている。また、「グレリン/機能と病態生理的意義」(臨床医学)では、日本論文の比率が 34%と高いことが分かった。

図表 19 日本のコアペーパシェアが 9%以上の注目研究領域

ID	研究領域名	コアペーパ数	日本論文数	日本論文比率
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築	20	16	80
58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相	45	20	44
108	自然免疫	133	51	38
65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論	17	6	35
15	グレリン/機能と病態生理的意義	58	20	34
78	高分子系ナノコンポジット	21	7	33
59	高エネルギー密度科学	28	8	29
104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜	22	6	27
123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構	71	19	27
53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用	49	13	27
55	強磁性半導体スピントロニクス	85	21	25
56	多次元光子による量子情報制御	26	6	23
47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態	22	5	23
62	ハドロン分光学	90	20	22
29	植物―微生物相互作用	50	11	22
19	肥満・糖尿病	173	37	21
40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象	66	13	20
73	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工	83	16	19
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御	26	5	19
118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体	76	14	18
91	触媒的不斉合成	205	37	18
57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ	106	19	18
30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	102	18	18
66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る	265	46	17
38	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響	75	12	16
43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用	19	3	16
54	アト秒量子ダイナミクス	26	4	15
10	在来型感染症／耐性菌感染症	59	9	15
41	銀河の形成と進化	167	25	15
27	植物機能ゲノミクス研究	35	5	14
20	EGFR変異などを標的とする分子標的治療の新展開	93	13	14
96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明	136	18	13
31	レドックス制御	38	5	13
98	アポトーシス(細胞死)と炎症	71	9	13
77	分子性ナノ量子磁石	32	4	13
89	バイオイメージングプローブ	56	7	13
28	植物細胞プロテオーム解析	25	3	12
25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	26	3	12
90	合成ポリマー固定化触媒技術	26	3	12
42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動	35	4	11
21	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	27	3	11
79	リビングラジカル重合	63	7	11
48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発	86	9	10
64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求	134	14	10
102	TRPチャネルの生理機能	58	6	10
24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	49	5	10
70	高次元ブラックホール	79	8	10
33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝	221	22	10
61	量子情報・通信、光ナノサイエンス	162	16	10
85	イオン液体	103	10	10
69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型	415	40	10
117	マイクロバイオ・化学システム	78	7	9
103	低酸素誘導性因子1の活性化とがんの微小環境の形成	68	6	9
120	有機トランジスタ/高性能・高機能化	69	6	9
115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価	235	20	9

(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 Scientific 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

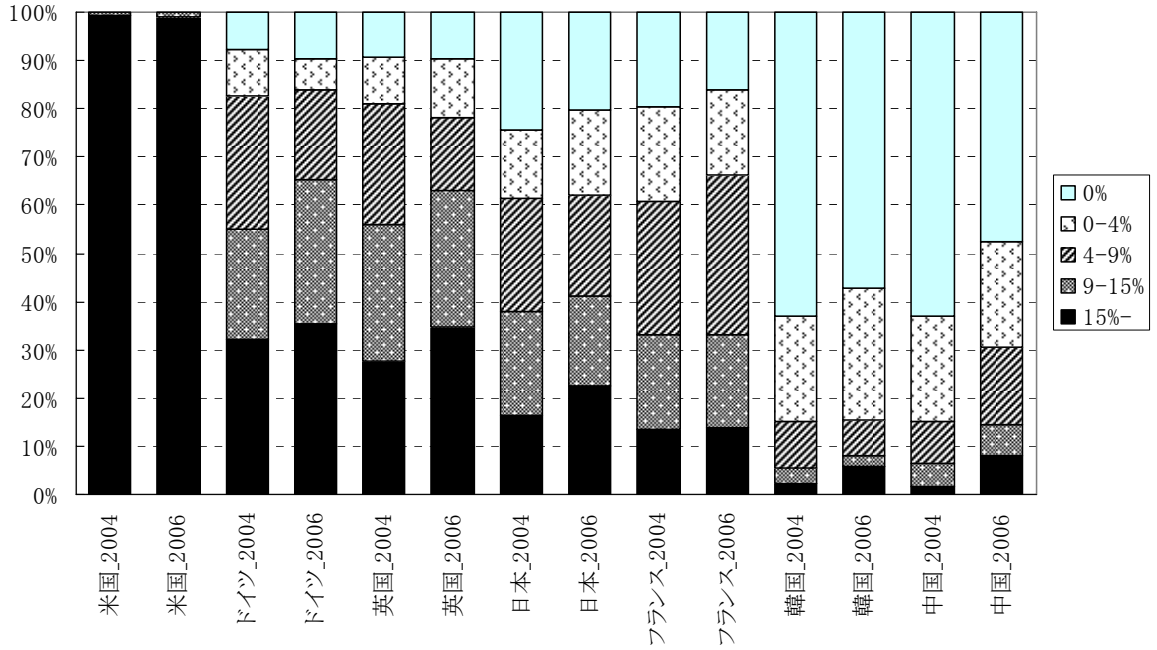
(3) 日本の存在感が相対的に小さい注目研究領域

精神医学/心理学、環境/生態学、計算機科学の注目研究領域においては、日本論文比率が 9%以上の領域が少なく、日本の存在感は小さい。そして、社会科学・一般、経済学では日本の存在感が全く示されていないという結果となった。

また、32 の学際的・分野融合的領域では、8 領域において、日本論文比率が 9%を超えている。前回調査時は、39 の学際的・分野融合的領域中、日本論文比率が 9%を超えているのは 19 領域であったため、これらの領域でも一定の存在感を持っていることが示唆されていたが、今回はやや存在感を落としている。

124 注目研究領域における各国の論文比率ごとの注目研究領域分布を図表 20 に示す。前回調査(サイエンスマップ 2004)と比較すると、日本は日本論文比率が 0%の注目研究領域が 2 割強から 2 割へと減っていることが確認できる。フランス、韓国、中国で同様の傾向が見られる。

図表 20 各国の論文比率ごとの注目研究領域分布



(注 1) 論文シェアの計算には整数カウントを用いた。

(注 2) 図表中の 2004 はサイエンスマップ 2004(前回調査)を、2006 はサイエンスマップ 2006(本調査)を示す。

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

(4) 研究領域相関マップで見る日本の存在感

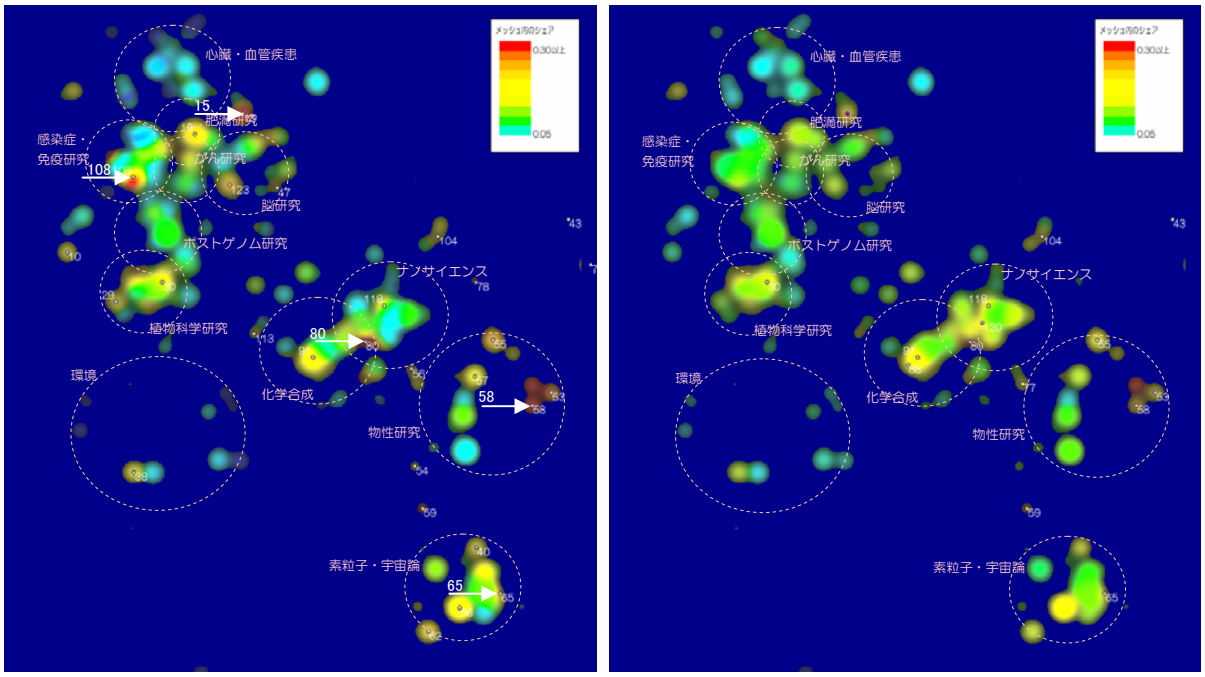
サイエンスマップ 2006 上に日本論文比率を示したものを図表 21 に示す。マップ上は、日本論文比率が5%の部分は水色で示し、30%以上の部分については赤色で示している。マップについてはコアペーパにおける日本論文比率を示したマップと、サイティングペーパにおける日本論文比率を示したマップの 2 つを示している。前者は研究領域を構成する核となる論文における日本論文比率であり、後者はコアペーパを引用している論文における日本論文比率である。

コアペーパの日本論文比率が最も大きな注目研究領域は、「アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築(ID80)」であり、その値は 80%に達している。これに続いて「高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相(ID58)」、「自然免疫(ID108)」、「反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論(ID65)」、「グレリン/機能と病態生理的意義(ID15)」で日本論文比率が高い。

これらの注目研究領域周辺では ID65 を除きマップが赤色になっており、日本の研究が核を形成している様子が分かる。ID65 については、日本論文比率は高いがマップ上では黄色で示されている。これは、ID65 を構成するコアペーパの数が、素粒子・宇宙論を構成する研究領域の中では少ないため、ID65 周辺のコアペーパまで含めると相対的に日本論文比率が低くなるためである。この例のように、図表 19 に示した注目研究領域における日本論文比率を解釈する際は、注目研究領域の大きさと周辺研究領域との関係を考慮する必要がある。

図表 21 サイエンスマップ 2006 上に示した日本論文比率 (a)コアペーパ、(b)サイティングペーパ

(a) (b)



(注) 論文シェアが 5%を水色で表示し、30%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。

データ: Thomson Scientific 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上に日本論文比率を示すと、一言に日本論文比率が高いといっても、研究領域全体での位置づけは必ずしも同じではないことが分かる。例えば図表 3 を見ると免疫研究周辺はコアペーパの密度が高く、世界における論文生産量が非常に多いことが分かる。従って、「自然免疫(ID108)」は熾烈な国際競争の中でも、日本が存在感を示している注目研究領域であると言える。今後も日本がこの勢力を保つためには、国際競争に負けない量の資源投入が必要かも知れない。

一方で、「アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築(ID80)」の周辺を見るとコアペーパの密度はそれほど高くない。本注目研究領域はナノサイエンスと化学合成が重なる部分に存在している。従って、ID80 はナノサイエンスと化学合成の境界で、日本が独自性を持って研究を先導している注目研究領域という仮説が考えられる。

「高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相(ID58)」と「二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用(ID53)」はマップ中で孤立した島を形作っており日本論文比率が高い。超伝導は歴史が古く継続的な進展を見せている研究である。コアペーパにおける高い日本論文比率は、超伝導研究についての知識や人的資源が蓄積されて来た結果と考えられる。

一方で、マップで周辺領域まで目を向けると、超伝導研究を構成するコアペーパ数は量子コンピューティングなどと比べると小さい。また、他の研究領域との相互作用もそれほど大きくない。このことから、世界的な状況を見ると、科学研究全体に占める超伝導研究の重みは小さくなりつつあることが考えられる。科学研究全体の動的変化を考えると、超伝導研究そのものの進展に加えて、そこで得られた知識や人的資源を、他の研究領域の発展にどのように結びつけるかが、長期的には課題になるかもしれない。

６－２ サイエンスマップに見る米国や中国の活動状況

ここでは、他国の活動状況がサイエンスマップ上でどのように見えるかを米国と中国を例に示す。マップからは、科学研究を先導する国(米国)と急激な勢力の拡大を見せる国（中国）の違いが明瞭に見て取れる。以下に具体的な内容を示す。

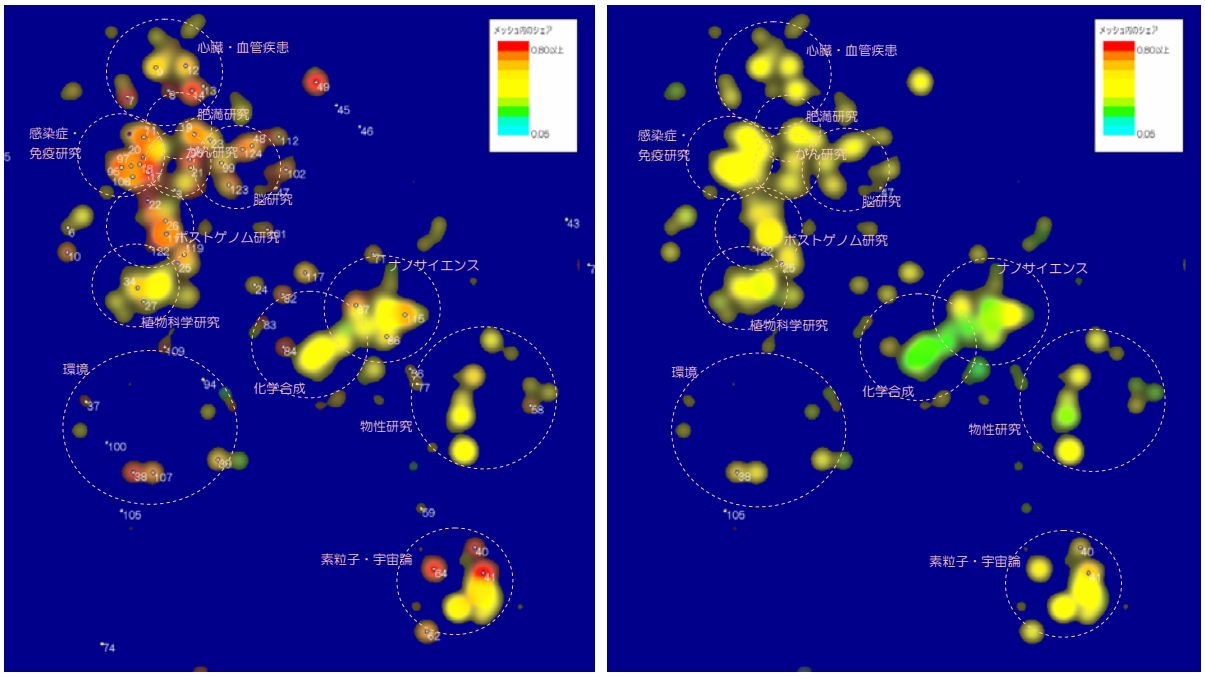
（1） 米国について

コアペーパにおける米国論文比率は何れの研究領域においても大きい(50％以上の注目研究領域が 90 個)。研究領域相関マップ全体のバランスを見ると、図表 22 を見ても分かるようにコアペーパにおける論文比率に濃淡が存在する。生命科学の研究領域群に比して、化学合成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。

コアペーパとサイティングペーパにおける米国論文比率を比べると、サイティングペーパにおける米国論文比率が小さい。これは、中国などによる論文生産量の増加に伴い、相対的に米国論文比率が低下していることに対応している[5]。論文全体の生産量では比率を低下させているが、コアペーパでは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。

図表 22 サイエンスマップ 2006 上に示した米国論文比率 (a)コアペーパ、(b)サイティングペーパ

(a) (b)



(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。

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

[5] 論文のマクロ分析からも、同じ状況が明らかにされている。

(2) 中国について

中国論文比率は、米国と対照的である。コアペーパに比べるとサイティングペーパにおいて中国論文比率が大きい。これは、中国の科学研究がキャッチアップの段階であることを示している。

コアペーパでみる(図表 23(a))と中国論文比率が特に多いのは、「H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザの研究(ID6)」、「ハドロン分光学(ID62)」、「重症急性呼吸器症候群(SARS)の発症機序と予防・治療法(ID93)」であり、中国論文比率が 25%を超えている。

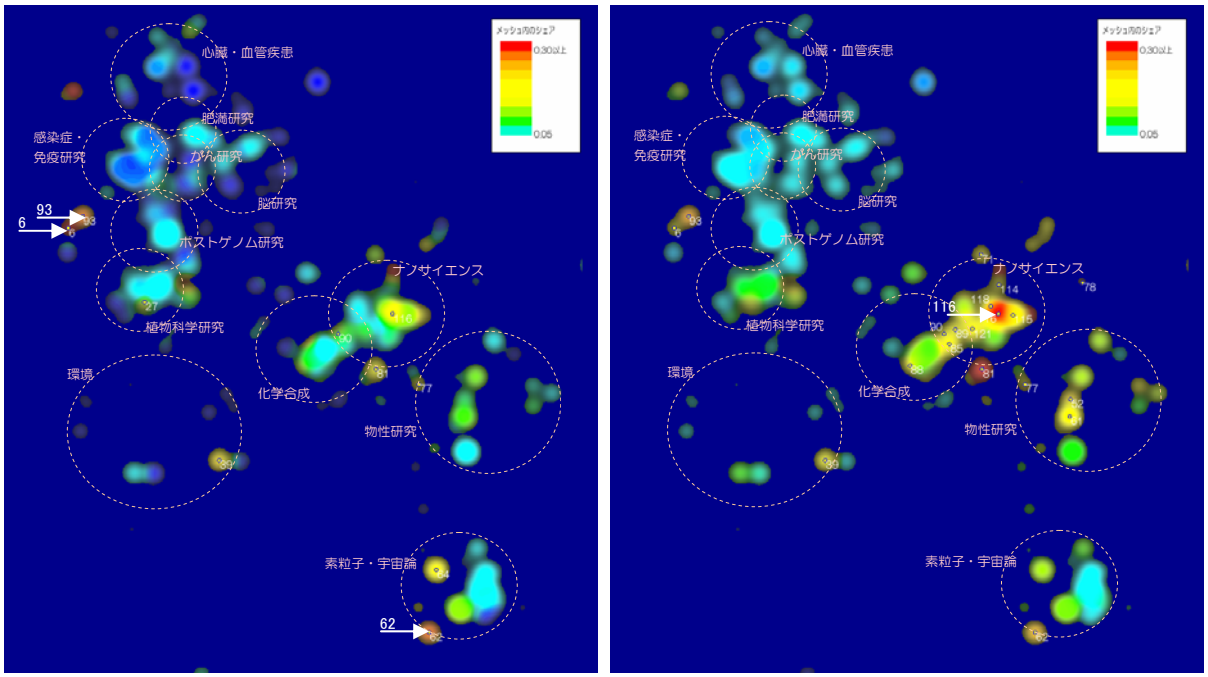
サイエンスマップ 2004 と 2006 を比較すると、中国の科学研究の活動範囲及び活性度の両方が増しつつある状況が分かる。

サイティングペーパ(図表 23(b))に注目すると、サイエンスマップ 2004 では、ナノサイエンスにおける中国論文比率は 10～15%(黄色の部分)になっている。サイエンスマップ 2006 では、ナノサイエンスの中国論文比率は更に大きくなり、「金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究(ID116)」では 33%に達し、マップ中に赤い部分が見られるようになった。また、活動範囲も広がりつつあり、中国論文比率が 10～15%の領域(黄色の部分)が物性研究の研究領域まで広がっている。

特に注目すべき点は、植物科学研究に関係する研究領域である。サイエンスマップ 2004 ではサイティングペーパ、コアペーパとも中国論文比率が非常に小さかったが、サイエンスマップ 2006 では特にサイティングペーパにおいて中国論文比率が上昇しつつある様子が見えており、中国における科学研究の活動範囲の広がりが生命科学まで広がりつつあることが分かる。現状ではコアペーパにおける中国論文比率の上昇は顕著では無い。しかし将来的には、量の拡大とともに質の向上も見られると予想される。

図表 23 サイエンスマップ 2006 上に示した中国論文比率 (a)コアペーパ、(b)サイティングペーパ

(a) (b)

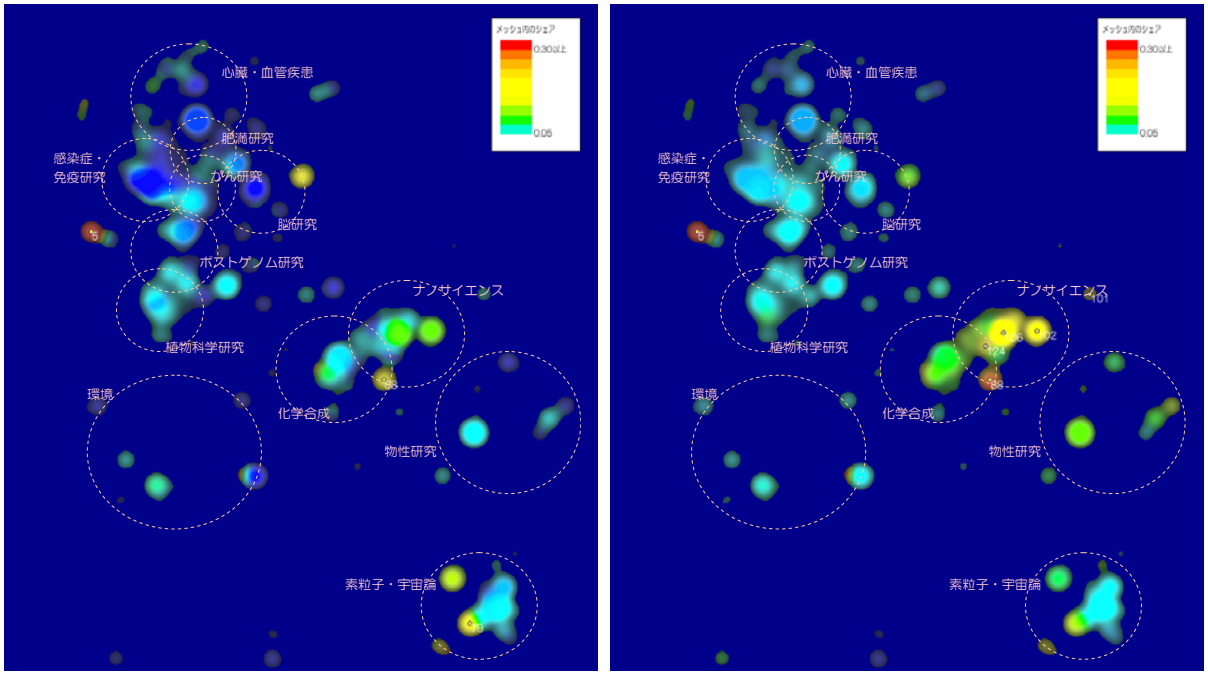


(注) 論文シェアが 5%を水色で表示し、30%以上を赤色で表示した。論文シェアの計算には整数カウントを用いた。

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

図表 24 サイエンスマップ 2004 上に示した中国論文比率 (a)コアペーパ、(b)サイティングペーパ

(a) (b)



(注) 論文シェアが 5%を水色で表示し、30%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。

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

7. 結論と今後の展開

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[6]。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科学研究のダイナミクスを定期的に観測することを目的に行なわれている調査であり、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。

これまでに 2 回実施された調査を通じて、高被引用度論文のクラスタリングによるサイエンスマップ作成手法が確立された。サイエンスマップ 2006 で用いた手法もこれに準じた。サイエンスマップ 2006 ではこれに加えて、これから継続的に調査を行なっていく上での調査手法の変更、分析手法の改良も行なった。

まず、これまで研究所内で実施していた研究領域の内容分析を、外部の専門家に依頼することとした。広く専門家コミュニティの協力を仰ぐことで、より精度が高い分析が可能になったと考える。また、研究領域相関マップを用いて科学全体を俯瞰した上で、マップ上の研究領域間の位置づけが妥当か、過去 10 年前と比べて新たな研究領域が現れたのかなどについても聞き取り調査を行なった。

加えてマッピング手法にも改良を加えた。具体的には研究領域相関マップをより理解しやすい視覚化方法に改善し、異なる時点で得られたサイエンスマップ(今回の場合、サイエンスマップ 2004 とサイエンスマップ 2006)を接続する手法の開発も行った。

以下にサイエンスマップ 2006 の結論と今後の展開について述べる。

7－1 結論

(1) サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較から見える科学研究の変化

サイエンスマップ 2004(調査対象年:1999-2004 年)とサイエンスマップ 2006(調査対象年:2001-2006 年)の比較分析や専門家へのインタビューから、科学研究は 2 年の期間においても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。

(生命科学系)

生命科学系の研究領域エリアにおいて、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、脳研究、肥満研究、がん研究、感染症・免疫研究とをブリッジしつつあることを確認した。

この現象には、2つの事項が関与している。1つめは、より複雑で広範な生命現象の調節機構を理解しようとする生命科学研究の流れである。動物及び植物における生命現象に関する研究は、長らく DNA から RNA への転写調節機構の解明に主眼がおかれてきた。しかしながら、2000 年代に入るとこれに加えて、RNAi を始めとする RNA レベルでの調節機構、タンパク翻訳後の調節機構、ならびに生体内でのタンパク質の局在調節等の研究の発表が多くなされるようになった。サイエンスマップ上では、この動きは「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)」が融合し「生命現象の複階層的な調節機構(2006、ID111)」を形成した事例として観測されている。

---

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

2つめは、タンパク質研究の位置づけの変化である。サイエンスマップ 2004 では、「プロテオーム研究(2004、ID105)」は、化学合成と生命科学系の間のやや孤立した位置だったが、サイエンスマップ 2006 では、継続された研究領域である「同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析(2006、ID119)」がポストゲノム研究領域群の中へと位置している。タンパク質の質量分析に関する研究は、島津製作所の田中耕一氏が、生体高分子の質量分析法のための「脱離イオン化法」の開発が評価され、ノーベル化学賞を受賞したことからも分かるように、従来の「化学」の要素を強く持つ研究であった。モデル生物を対象としたゲノム解読の進んでいく中で、タンパク質を網羅的に調べる研究に注目が集まり、質量分析の手法が生命科学系の研究に積極的に取り込まれ、現在ではポストゲノム群の手法の一つとして定着したという科学の流れを読み取ることができる。

(植物科学研究)

ポストゲノム研究と植物科学研究との繋がりが強まったことにより、研究領域の性格に変化があり、分裂した研究領域が見られた。2000 年代に入り、モデル植物における遺伝子同定、遺伝子間ネットワークの研究、トランスクリプトーム解析、メタボローム解析などの解析が活発化し、より詳細な研究が進み、それぞれの研究コミュニティを形成するに至ったと考えられる。専門家からは、今後は環境問題や食糧問題との関係が重視されるであろうとの指摘があった。サイエンスマップ 2004 に引き続き日本は植物科学で健闘しているが、中国も存在感を増しつつあり、今後の動向を注視する必要がある。

(臨床医学)

臨床医学は、科学の中でも変化が速い分野である。臨床医学に直結または関わりのある研究領域は、サイエンスマップ 2004 時点から、それぞれ研究領域のサイズが大きくなり継続している、もしくはサイズが大きくなったため分裂している。また、サイエンスマップ 2006 では、今後の発展が見込まれる研究領域が、生命科学系の周辺に多く点在しており、次の注目研究領域の芽が既に育ちつつある。

(化学合成)

有機触媒を用いた不斉合成についての研究が急成長を見せた。化学の基本は化学構造式レベルで物質を理解するという点である。生命科学やナノサイエンスにおいて、分子レベルでの研究が進展するなかで、過去に比べて化学の守備範囲が広くなっている。研究領域相関マップ上でも化学は、生命科学と物理の間に存在しており、この状況を反映した結果となっている。

(ナノサイエンス)

ナノサイエンスは着実に発展している。サイエンスマップ 2004 では「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 1 構成要素であった「分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究(2006、ID86)」、「DNA ナノ材料・デバイス(2006、ID87)」が独立した研究領域として見出されるまでに拡大している。サイエンスマップからは化学合成とナノサイエンスを繋ぐ研究の量が増えつつある様子が見えている。

(物性研究)

物性研究には、主に量子コンピューティングや超伝導についての注目研究領域が含まれている。サイエンスマップ 2004 から 2006 の比較を見ると「強磁性半導体スピントロニクス(2006、ID55)」、「半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ(2006、ID57)」が論文量を増している。物性研究の位置は、化学合成と素粒子・宇宙論の間にあることは今後も変わらないだろうが、抽出される注目研究領域は時代によって変化するだろうとの指摘が専門家から得られた。

（素粒子・宇宙論）

サイエンスマップ 2004 と 2006 を比較すると、一部の注目研究領域の融合が見られるが、基本的にはサイエンスマップ 2004 で観測された注目研究領域が継続している。

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進化し続けている為だと思われる。素粒子・宇宙論の研究領域群と他の研究領域群との関連性は大きく変わらないことが予想され、サイエンスマップの時系列変化を観測した場合も、マップ上の素粒子・宇宙論の位置は変化せず、研究の内容が変化し続けると考えられる。

素粒子・宇宙論は実験と理論がお互いを刺激しあい進む分野である。これまでは、理論が先行してきたが、欧州原子核研究機構(CERN)の LHC(Large Hadron Collider)の始動に伴い、今後は理論の検証と実験による新現象の発見が相互に刺激しあい研究が進展することが予想される。

（2） サイエンスマップから見える学際的・分野融合的研究の形

サイエンスマップ上では、知識共有型(ナノサイエンス)と目標共有型（環境）の学際的・分野融合的研究が、異なった形で観測されることが明らかになった。

知識共有型の学際的・分野融合的研究は、例えば物理学や化学など異なる分野が交わることで生じる。その典型はナノサイエンスである。知識共有型の学際的・分野融合的研究で重要なのは、複数分野の研究の発展段階(研究手法や研究対象)が一致することである。発展段階が一致しなければ、学際的・分野融合的研究が生じる可能性は非常に低いと考えられる。例えば、ナノサイエンスについては、化学は分子から、物理はバルクからナノスケールの現象や物質にアプローチする中で、1990 年代前半より両者の研究対象が一致した結果として学際的・分野融合的研究(ナノサイエンス)が結実した。知識共有型の研究については、知識の蓄積が学際的・分野融合的研究が萌芽する前提となる。この為、サイエンスマップ上では既存の研究の交わる所で観測されることが予想される。実際、サイエンスマップ上でナノサイエンスは、物理学や化学など異なる分野が交わる所で観測されている。

目標共有型の融合は、ある目標があり、それに対応できる知識が結集する場合である。環境研究がその典型と考えられるであろう。例えば環境研究では、生物多様性については植物・動物学からのアプローチ、化学物質の環境影響については化学からのアプローチという具合である。これらの研究領域は既存分野の知識の土台に立ち、目標に対しアプローチする場合が多いので、サイエンスマップ上では既存分野の周辺に出てくる可能性が高い。実際、サイエンスマップ上では、環境の研究領域群は、既存分野との繋がりを持ちつつ、環境としても緩やかに繋がった、広がりをもった形で観測されている。

知識共有型と目的共有型では推進上の留意点が異なると考えられる。知識共有型の学際的・分野融合的研究を推進するには、複数分野の研究の発展段階(研究手法や研究対象)が一致するタイミングで、学際的・分野融合的研究を行う場を構築することが重要である。一方、目標共有型の学際的・分野融合的研究を推進するには、明確な目標を設定し、その目標を達成する可能性のある知識を持つ分野の研究者を結集する場を構築することが重要である。

（3） 科学研究における日本の存在感

サイエンスマップ 2006 で抽出された 124 研究領域における日本の平均シェアは 9.6%であり、サイエンスマップ 2004 の 9.1%より上昇した。また、124 研究領域に占めるシェア 0%の研究領域の割合が減少した。124 注目研究領域中、物理学、化学、植物・動物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。

コアペーパの日本論文シェアが最も大きな研究領域は、「アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築(ID80)」であり、そのシェアは 80%に達している。これに続いて「高温超伝導スペクトロス

コピー/新奇電子相(ID58)」、「自然免疫(ID108)」、「反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論(ID65)」、「グレリン/機能と病態生理的意義(ID15)」で日本論文シェアが高い。

他国に目を向けると、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、米国はサイエンス全般に渡って大きな知識の源であり続けている。サイエンスマップ上で米国の活動状況をみると、生命科学に比して、化学合成やナノサイエンスの研究領域群における論文シェアが小さい。

サイエンスマップ 2004 ではナノサイエンスに限定されていた中国の科学研究は、この 2 年間で活動範囲及び活性度の両方を増した。具体的には、ナノサイエンスにおける論文シェアが増加し、周辺領域である物性研究においても論文シェアの増加が見られる。また、サイエンスマップ 2006 においては、植物科学研究においても論文シェアが増加しつつあり、中国における科学研究が生命科学まで活動範囲を伸ばしていることが分かる。

７－２ 今後の展開

今回調査の経験を踏まえ、次回調査以降の展開として以下の 4 つを挙げたい。

（定期的な科学の観測）

サイエンスマップ 2004 と 2006 の比較や専門家からの聞き取り調査から、科学研究は 2 年の期間においても着実に変化しつつあることが確認された。サイエンスマップ 2006 の作成中にも、iPS 細胞の樹立など科学はその歩みを止めることなく発展し続けている。サイエンスマップを通じた定期的な科学の観測を実施し、時点ごとで科学を俯瞰するスナップショットを撮ることで、1 つの革新的な科学成果が他の研究領域にどのように影響を与えるかなど、科学の動的変化を記述することが可能になるであろう。

また、サイエンスマップの科学技術政策への応用を考えると、今後の発展が予測される萌芽研究領域の探索も重要なテーマである。本調査では、今後の発展が見込まれる研究領域の探索も試行的に行なった。次回以降のサイエンスマップにおいて、これらの研究領域の動向を追跡することで、サイエンスマップを用いた萌芽研究領域の探索方法についても知見が深まると考える。

（サイエンスマップと他の情報とのリンケージ）

サイエンスマップに各国の論文比率などの情報を付加することは有用である。サイエンスマップ 2006 では、中国における科学研究が活動範囲及び活動度が共に広がっていることが明らかにされた。各国の論文比率に加えて、例えば研究資金の分布、大学や政府研究機関の分布などとのリンケージが考えられる。科学研究の進展とこれらの関係を時系列で分析することで、科学研究の進展におよぼす研究資金の影響や知識生成における大学や政府研究機関の役割などについて一定の情報が得られる可能性がある。また、研究領域内の共著関係を詳しく調べることで、科学知識形成過程における研究者や組織間の相互作用の研究領域依存性なども明らかにできるであろう。

（サイエンスとテクノロジーのリンケージ）

科学技術という視点で考えるとサイエンスマップで観測できる範囲は、研究の成果が論文と言う形で発表されるサイエンスに限られている。科学技術をより俯瞰的に観測するには、例えば特許などの情報を通じて技術を俯瞰したテクノロジーマップも作成する必要がある。特許文献中で引用されている論文の情報を用いれば、サイエンスマップとテクノロジーマップをリンクすることも可能となり、科学から技術、技術から科学への知識移転や、その分野依存性も観測できるようになるであろう。

（サイエンスマップの議論の場としての活用）

聞き取り調査を通じて、我々が感じたのは共通の議論の場としてのサイエンスマップの有用性である。

通常、聞き取り調査では、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られる。議論の場としてのサイエンスマップの利用も今後視野に入れていきたい。

第 II 部

1. 調査手法の詳細 － 注目研究領域の内容分析について

57 ページ以降に論文データベース分析で構築された 124 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。

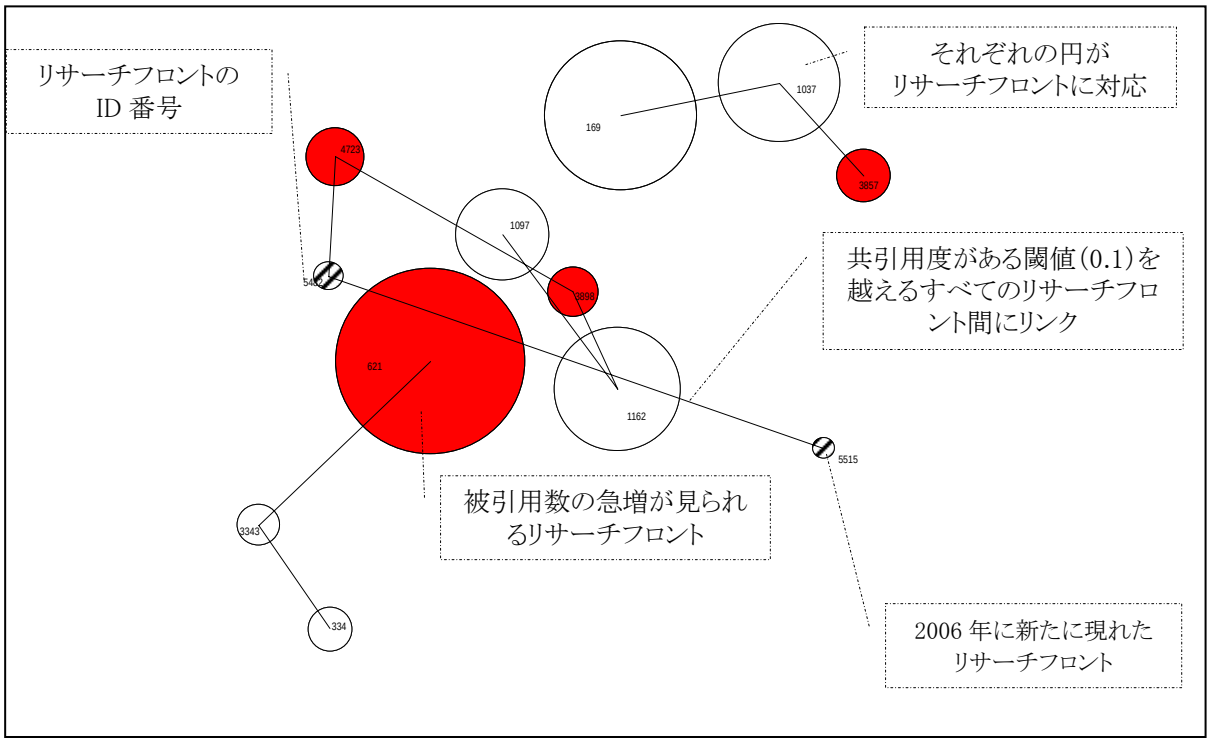
② 注目研究領域の統計情報

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数及び日本のコアペーパ数、被引用論文数、被引用回数、コアペーパ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の被引用数の合計に比例している。
- ○ 濃い色は、コアペーパ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。
- ○ 斜線は、2006 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。



また、個別研究領域マップ中には以下の（1）、（2）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）、（2）何れかの方針で記述した。

（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、その内容を箇条書きした。

（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）の内容を箇条書きした。

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り、文章等の確認作業を再度行なって頂いた。

2. 注目研究領域の内容分析の結果

以下に、124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	薬剤溶出性ステント	57
2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	58
3	ヒストン脱アセチル化酵素（HDAC）阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究	59
4	血液凝固制御系による生態防御	60
5	深在性真菌症	61
6	H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザの研究	62
7	薬物による骨代謝調節とその臨床応用	63
8	ホルモン補充療法（HRT）の作用と副作用の変遷	64
9	血栓塞栓症研究	65
10	在来型感染症／耐性菌感染症	66
11	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御	67
12	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究	68
13	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体	69
14	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用	70
15	グレリン/機能と病態生理的意義	71
16	ホルモン療法/乳がん予防	72
17	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍	73
18	HER2(ヒト上皮成長因子受容体2)陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究	74
19	肥満・糖尿病	75
20	EGFR 変異などを標的とする分子標的治療の新展開	76
21	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	77
22	がん/遺伝子発現プロファイル解析	78
23	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用	79
24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	80
25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	81
26	ヒストンの多様性と生命現象	82
27	植物機能ゲノミクス研究	83
28	植物細胞プロテオーム解析	84
29	植物―微生物相互作用	85
30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	86
31	レドックス制御	87

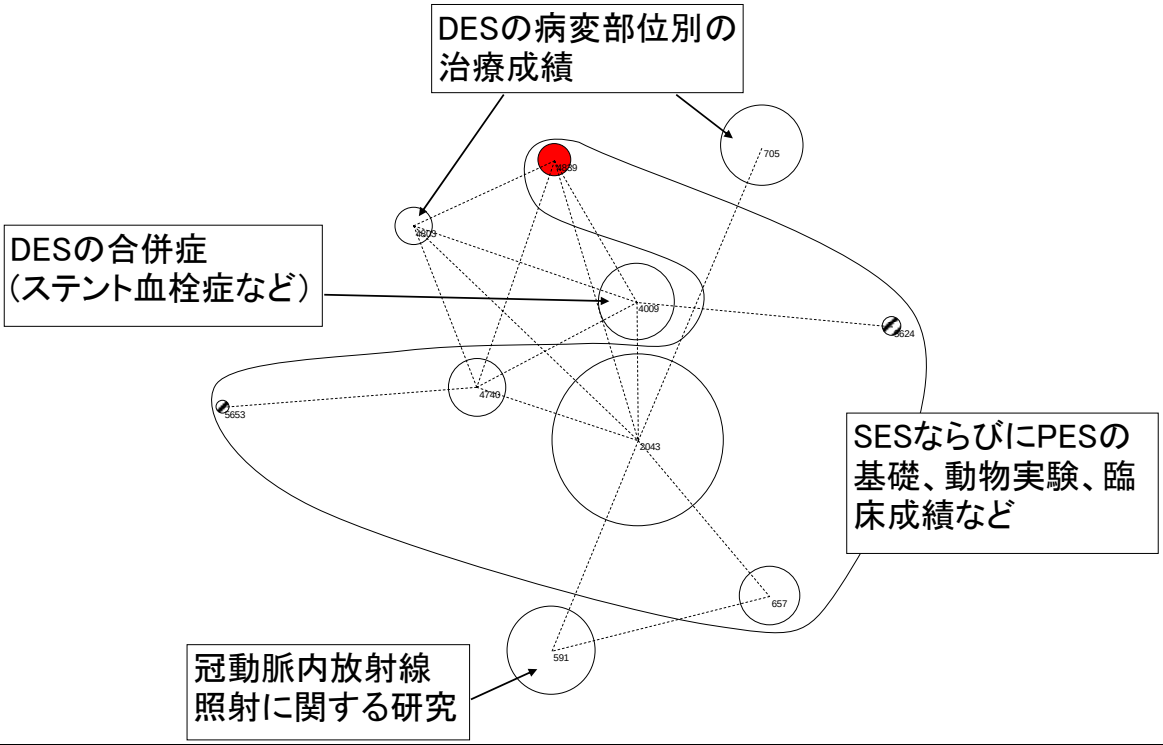
領域 ID	研究領域名	ページ数
32	植物の誘導防衛機構	88
33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝	89
34	植物感染防御/植物免疫	90
35	ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）を主体とした臭素系難燃剤の環境汚染学的研究	91
36	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術	92
37	生物多様性	93
38	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響	94
39	地球史	95
40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象	96
41	銀河の形成と進化	97
42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動	98
43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用	99
44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解	100
45	内臓感覚と情動・共感の神経機構	101
46	意思決定神経科学	102
47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態	103
48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発	104
49	ヒト脳の機能解析、および精神疾患の薬物療法	105
50	ネットワークからみた生産プロセスの構造分析	106
51	企業をとりまく経済環境	107
52	メタマテリアル	108
53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用	109
54	アト秒量子ダイナミクス	110
55	強磁性半導体スピントロニクス	111
56	多次元光子による量子情報制御	112
57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ	113
58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相	114
59	高エネルギー密度科学	115
60	複雑ネットワーク	116
61	量子情報・通信、光ナノサイエンス	117
62	ハドロン分光学	118

領域 ID	研究領域名	ページ数
63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相	119
64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求	120
65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論	121
66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る	122
67	非可換空間上の場の理論	123
68	AdS/CFT 対応の検証と可積分性	124
69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型	125
70	高次元ブラックホール	126
71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究	127
72	無機酸化物・有機−無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究	128
73	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工	129
74	時空間符号	130
75	多機能署名/多機能暗号	131
76	インタラクトーム解析	132
77	分子性ナノ量子磁石	133
78	高分子系ナノコンポジット	134
79	リビングラジカル重合	135
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築	136
81	多孔性配位高分子	137
82	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索	138
83	金属酵素による酸素分子の活性化	139
84	タンパク質のフォルディング	140
85	イオン液体	141
86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究	142
87	DNA ナノ材料・デバイス	143
88	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応	144
89	バイオイメージングプローブ	145
90	合成ポリマー固定化触媒技術	146
91	触媒的不斉合成	147
92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応	148
93	重症急性呼吸器症候群（SARS）の発症機序と予防・治療法	149

領域 ID	研究領域名	ページ数
94	大気汚染（特に粒子状物質）の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究	150
95	HCV 及び HIV に関する研究	151
96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明	152
97	Foxp3 陽性 CD25 陽性 CD4 陽性制御性 T 細胞を中心とした免疫応答の抑制	153
98	アポトーシス（細胞死）と炎症	154
99	胚性幹細胞／神経誘導	155
100	大気と陸域生態系間のCO_2等交換過程の研究	156
101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム	157
102	TRP チャネルの生理機能	158
103	低酸素誘導性因子 1 の活性化とがんの微小環境の形成	159
104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜	160
105	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化	161
106	水環境	162
107	エアロゾル	163
108	自然免疫	164
109	微生物多様性	165
110	タンパク質のユビキチン化と SUMO 化に関する研究	166
111	生命現象の複階層的な調節機構	167
112	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割	168
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御	169
114	積層フィルムやカプセルに関する研究	170
115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価	171
116	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究	172
117	マイクロバイオ・化学システム	173
118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体	174
119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析	175
120	有機トランジスタ/高性能・高機能化	176
121	高分子有機 LED およびリン光有機 LED	177
122	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム	178
123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構	179
124	アルツハイマー病の分子病態と治療	180

研究領域名	薬剤溶出性ステント	領域 ID	1

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(1)	48(0)	2198	5933	2004.0



虚血性心臓病に対する治療としての経皮的冠動脈インターベンション(PCI)に関する研究において、1990 年代はほぼ再狭窄に関するものであった。再狭窄抑制のため経口薬剤や放射線の冠動脈内照射など様々なアプローチから研究がなされていたが、2000 年に入り免疫抑制剤・シロリムスをステントに塗布した薬剤溶出性ステント(DES)が著明な再狭窄抑制効果を示すとの研究報告がなされ、DES 時代に突入した。

本研究領域は既に臨床使用されている sirolimus-eluting stent (SES)ならびに paclitaxel-eluting stent(PES)を中心にリサーチフロントが構成されており主な内容は以下のとおりである。

○ 冠動脈内放射線照射に関する研究

○ SES ならびに PES の基礎、動物実験、臨床成績など

○ DES の病変部位別の治療成績

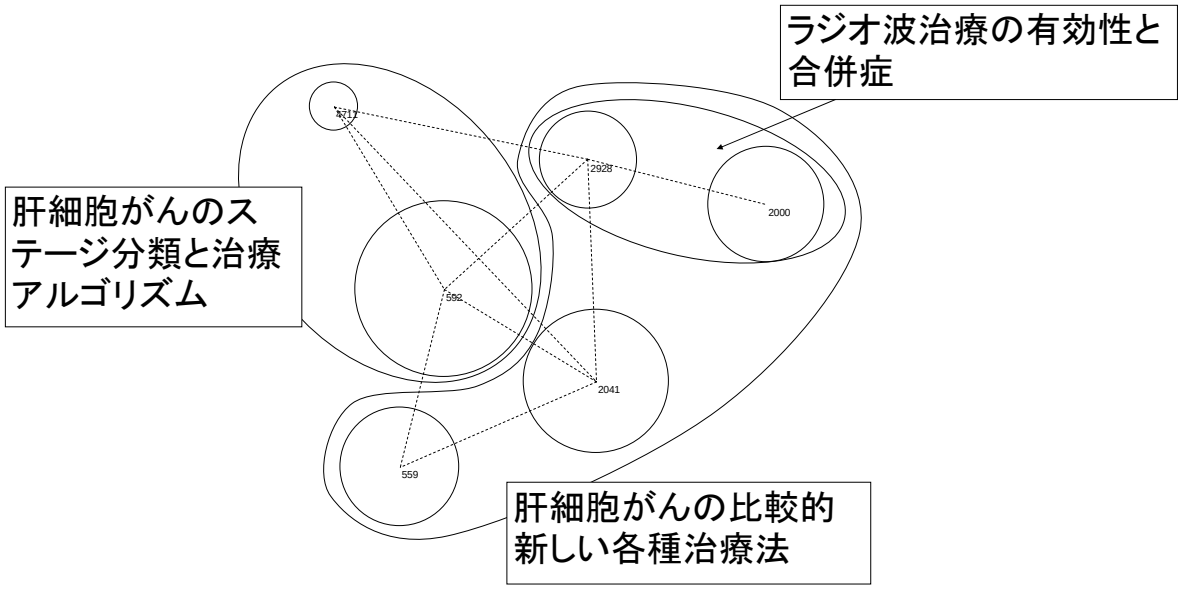
○ DES の合併症（ステント血栓症など）

大まかには DES 時代前の研究、ステントに載せる薬剤、ポリマー、病変部位の4つのカテゴリーのキーワードが混在し関連しあっている。現在、次世代の DES が、更なる効果発現ならびに合併症の低減の2つの観点から、開発が進められており、今後本研究領域は発展していくと考えられる。

内容分析担当者	田辺　健吾	三井記念病院循環器内科　医長

研究領域名	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	領域 ID	2

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	14(1)	1155	2030	2002.6



肝細胞がんはがんの広がり診断に基づく TNM 分類だけでなく肝予備能の分類を統合したステージ分類が最近注目を浴びており、2000 年前後から急速にこの研究領域の研究が開始された。大きくはヨーロッパで汎用される CLIP スコア、米国で汎用される BCLC ステージング、日本で汎用される JIS スコアなどがある。さらにはこの統合ステージ分類に基づく治療アルゴリズムが日米欧の肝がん診療ガイドラインにも取り上げられ、予後の予測や治療方針の決定などに有効に生かされている。1990 年頃より肝細胞がんに対する移植治療が本格的に導入され、この治療アルゴリズムにもこれまで行われてきた動脈塞栓療法（TACE）や肝切除に加え、肝臓移植あるいはラジオ波治療などの局所治療の適応に関する記述がなされ、この領域の研究が急速な発展を見せてきている。これらの点よりこの分野、「治療アルゴリズム」、「ステージング」、「各種新規治療法」に関する研究が質・量ともにますます増えていくものと思われる。

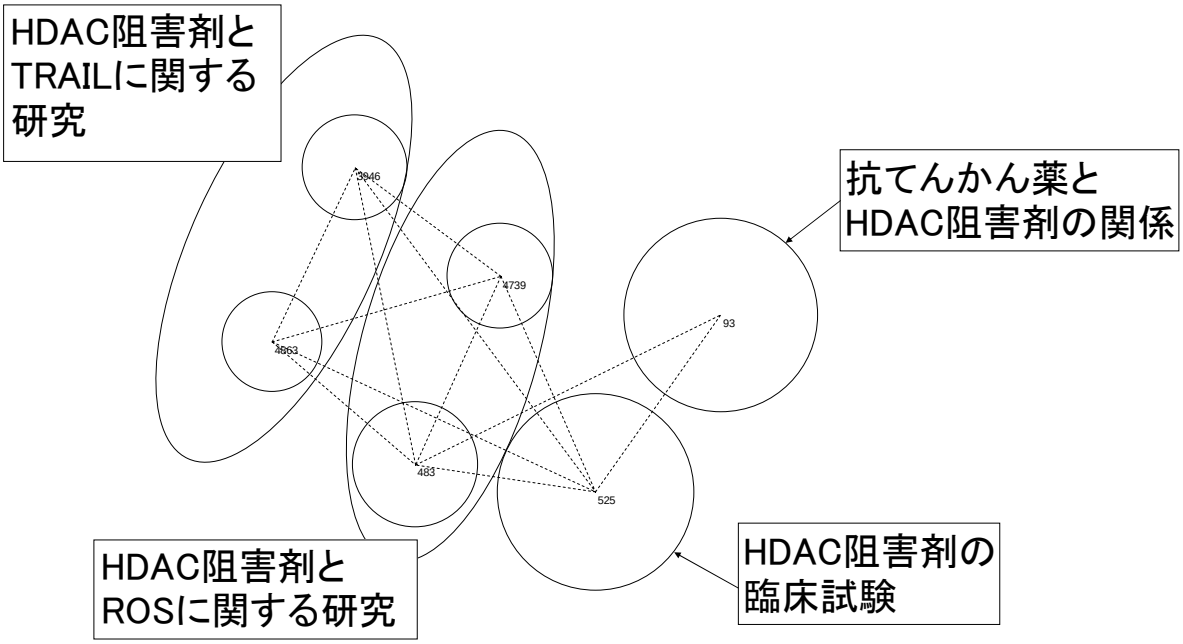
本研究領域は、以下のようなリサーチフロントから構成されている。

○ 肝細胞がんの比較的新しい各種治療法
○ 肝細胞がんのステージ分類と治療アルゴリズム
○ ラジオ波治療の有効性と合併症

内容分析担当者	工藤 正俊	近畿大学 医学部 消化器内科 教授

研究領域名	ヒストン脱アセチル化酵素（HDAC）阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究	領域 ID	3

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	16(1)	917	1702	2003.3



遺伝子の機能は、ゲノム配列解析で明らかにされた「ジェネティック」な制御だけでなく、アセチル化、メチル化に代表される「エピジェネティック」な制御によっても、様々な影響を受けており、発生、個体差、疾患（がん・精神疾患）に関与することが明らかとなってきた。

アセチル化を制御する因子として、ヒストン脱アセチル化酵素（HDAC）が発見され、その酵素を阻害する HDAC 阻害剤は様々な機構で抗腫瘍効果を示すことが近年明らかとなってきており、臨床的にも2006 年に米国 FDA より抗がん剤として認可されている。その抗腫瘍効果の更に詳細な解明は、基礎研究、臨床研究、そして実際の臨床現場の使用においても重要である。

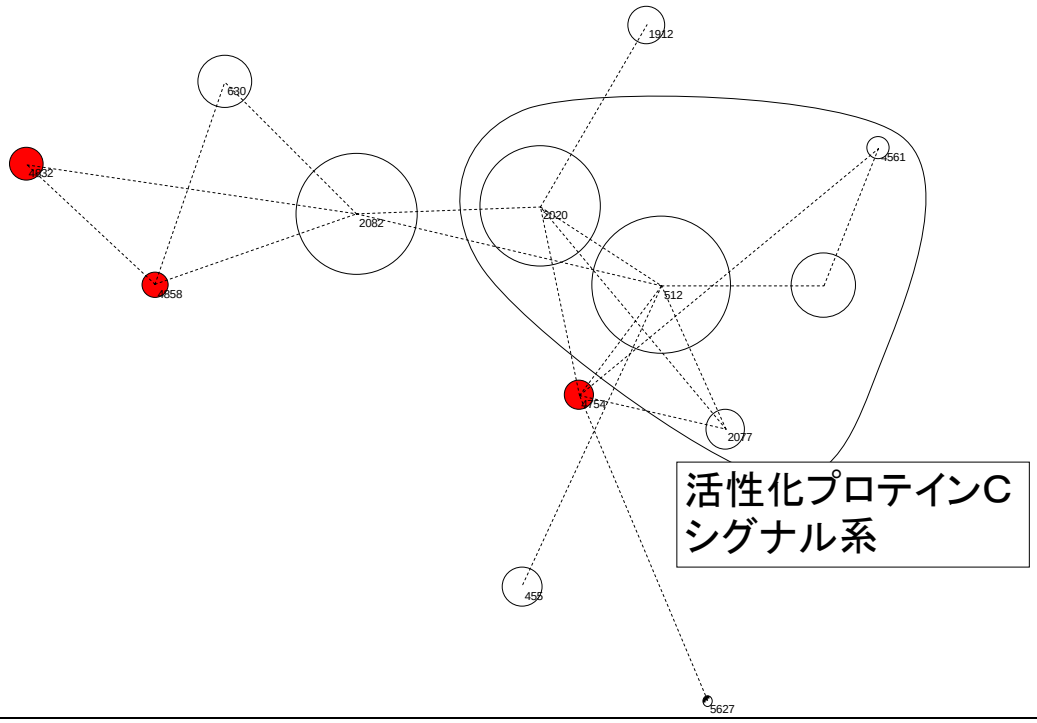
○ HDAC 阻害剤と TRAIL に関する研究
○ HDAC 阻害剤と ROS（Reactive Oxygen Species）に関する研究
○ HDAC 阻害剤と抗てんかん剤の関係
○ HDAC 阻害剤の臨床試験

抗腫瘍効果サイトカインである TRAIL と HDAC 阻害剤の併用効果に関する報告（id3946）、HDAC 阻害剤自身が TRAIL の産生を誘導する報告（id4863）、HDAC 阻害剤の抗腫瘍効果には（ROS）が関与する報告（id483）、HDAC 阻害剤が正常細胞には低毒性であることを ROS の産生程度から説明する報告（id4739）、従来抗てんかん薬として広く用いられてきた Valproic Acid に HDAC 阻害活性が見出された報告（id93）、HDAC 阻害剤によるがん患者に対する臨床試験の結果報告（id525）を含む。

内容分析担当者	曽和　義広	京都府立医科大学大学院　分子標的がん予防医学　講師

研究領域名	血液凝固制御系による生態防御	領域 ID	4

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(3)	36(2)	3925	7139	2003.2



下等生物の体液凝固系に相当する高等生物の血液凝固系は、自然免疫系が確立する以前から多細胞生物に備わっている基本的な生態防御機構である。血液凝固経路とその制御系の重要性は以前から認識されており、多くの研究がなされてきたが、近年になって、血液凝固因子や制御因子に対する受容体分子が発見されたことで新たな段階を迎えている。また、血液中の循環するマイクロパーティクルの存在と機能も明らかになった。

本研究領域は、血液凝固制御系による生態防御を主体と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とおりである。

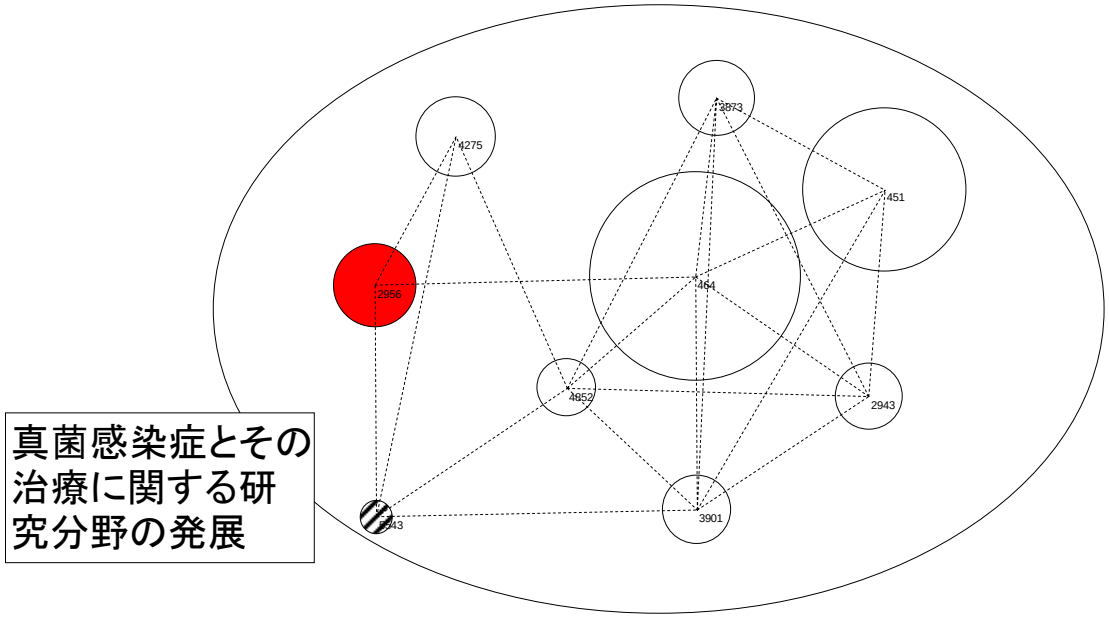
○　活性化プロテイン C シグナル系

これらの知見を踏まえて、血栓症や敗血症の新たな治療法が開発されることが期待される。

内容分析担当者	福留　健司	佐賀大学　医学部分子生命科学講座　准教授

研究領域名	深在性真菌症	領域 ID	5

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(1)	45(2)	1630	3848	2004.0



真菌による感染症は、足白癬(みずむし)を代表として、健常人にも一定の頻度で観察される疾患であるが、深部臓器を犯す侵襲的な真菌症は、免疫学的に健常な個体に発症することはない。しかし、1990 年代の HIV 感染症の爆発的増加と、近年の、がんに対する強力な多剤併用化学療法の進歩、通常の細菌感染症に対する抗菌療法の進歩、さらには、造血幹細胞移植の普及にともなう、免疫抑制状態の患者の急増によって、こうした患者に発症する深在性真菌症は、極めて重篤かつ難治性の日和見感染症として、医療上深刻な問題となっている。臨床医学としての深在性真菌症は、診断と治療に大きく分けられ、その融合として「両者の緊密な関連を扱った研究」がなされている。また、治療上、「Candidasis」と「Non-Candidasis」に分けられ、さらに前者は、「Albicans」と「Non-Albicans」の研究に分類される。本研究領域は、深在性真菌症に関する治療と診断、生物学的研究から構成されている。

○　治療法に関する研究

「polyen(AMPHOTERICIN B)」による従来の研究に加え、1990 年代以降、アゾール系抗真菌剤研究が一群のフロントを形成した。また、主要なフロントを形成してきた Fluconazole に加え、1990 年代後半から、Itraconazole が加わり、近年では、Voriconazole に代表される第三世代アゾール系抗真菌剤を中心とするリサーチフロントと、エキノカンジン系 micafungin に代表されるリサーチフロントが形成されている。

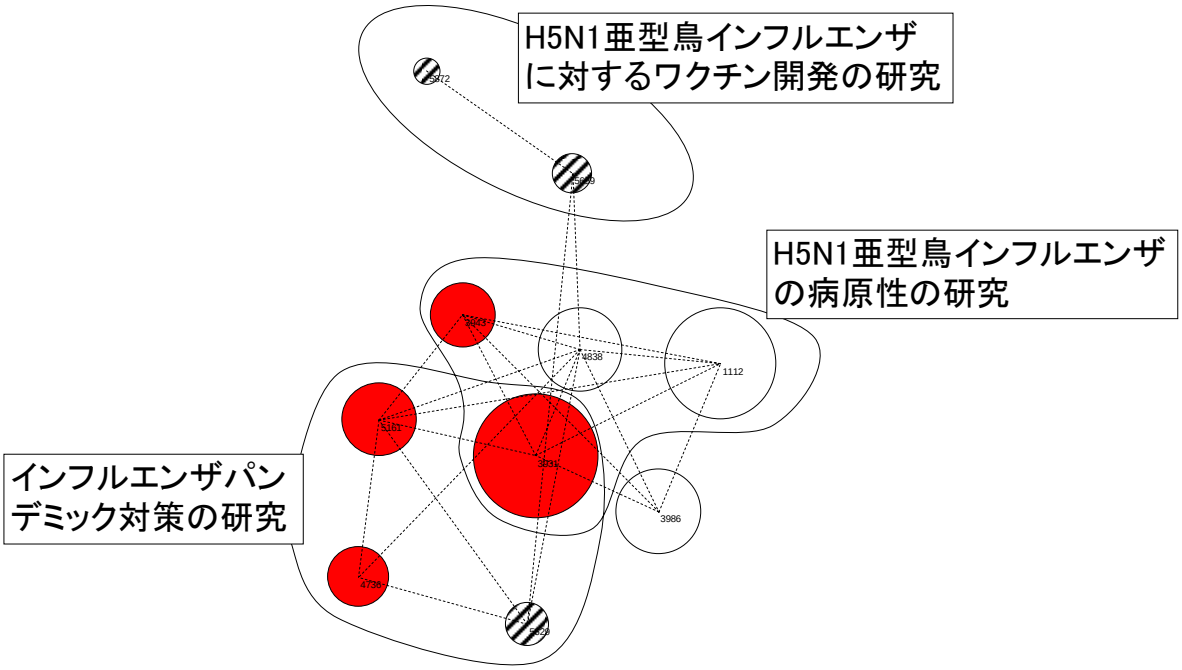
○　診断学上の研究

極めて重要な進展があり、従来の細菌学的診断にくわえて、「血清診断」および「PCR 法による遺伝子診断」のリサーチフロントが形成されている。

内容分析担当者	小川　誠司	東京大学大学院　医学系研究科　21 世紀 COE プログラム

研究領域名	H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザの研究	領域 ID	6

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(4)	35(1)	851	1863	2004.8



毎年冬季に流行するウイルス性疾患として馴染み深いインフルエンザの病原体は、時に、多数の犠牲者を伴う世界的大流行（パンデミック）を引き起こす。前世紀、人類は3度のパンデミックースペイン風邪（1918 年）、アジア風邪（1957 年）、香港風邪（1968 年）ーに曝され、最も被害が甚大であったスペイン風邪の流行では、全世界で2～5千万人が犠牲となった。近年アジア諸国を中心に猛威を振るっている H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザウイルスは、ヒトへの感染効率が低く、ヒト-ヒト間の感染例もわずかしか報告されていないものの、その致死率は著しく高い。人類は、H5N1 亜型のインフルエンザウイルスに対して免疫学的にナイーヴなため、このウイルスが新たなパンデミックを引き起こす可能性が高く、注目されている。

本研究領域は、以下のリサーチフロントから構成される。

○ H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザの病原性の研究

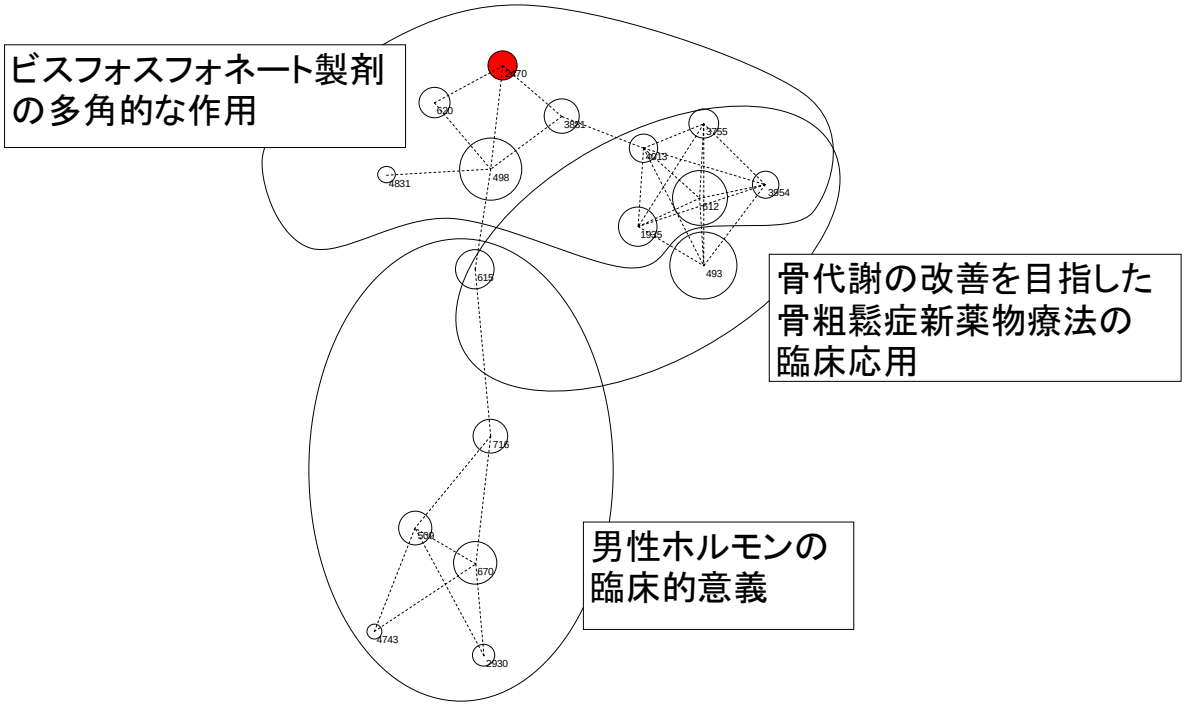
○ H5N1 亜型高病原性鳥インフルエンザに対するワクチン開発の研究

○ インフルエンザパンデミック対策の研究

内容分析担当者	小澤 真	東京大学 医科学研究所 感染・免疫部門 博士課程 4 年

研究領域名	薬物による骨代謝調節とその臨床応用	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）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
17(1)	64(0)	3185	6470	2003.4



骨は破骨細胞による骨の吸収と骨芽細胞による骨の形成が平行することにより、ダイナミックな平衡状態が保たれている。この平衡の破綻と薬剤による介入が研究領域を構成している。骨粗鬆症は、骨吸収に骨形成が追い付かない病態であり、骨折を来しやすくなり、高齢化社会では大きな問題となっている。

本研究領域は、下記のようなリサーチフロントにより構成されている。

○　骨代謝の改善を目指した骨粗鬆症新薬物療法の臨床応用

ビスフォスフォネート製剤は、骨のハイドロキシアパタイトに結合する小分子で、破骨細胞を阻害し、骨吸収が抑制されるため、骨粗鬆症の治療薬として臨床応用されている。骨形成を促進する薬剤である PTH 療法とともに、一つのリサーチフロントを形成している。

○　ビスフォスフォネート製剤の多角的な作用

ビスフォスフォネート製剤は骨粗鬆症に対する治療のみならず、前立腺がんや乳がんなど悪性腫瘍の骨転移に対する効果も期待されている。すなわち、血行性で骨に転移した腫瘍細胞は、破骨細胞に作用し骨を吸収するが、この過程においてもビスフォスフォネートは破骨細胞の機能を抑制することで、骨転移を抑制する、あるいは骨転移に随伴する疼痛や高カルシウム血症などを抑制することがわかってきた。このようなビスフォスフォネート製剤の多面的な作用あるいは副作用が一つのリサーチフロンを形成している。

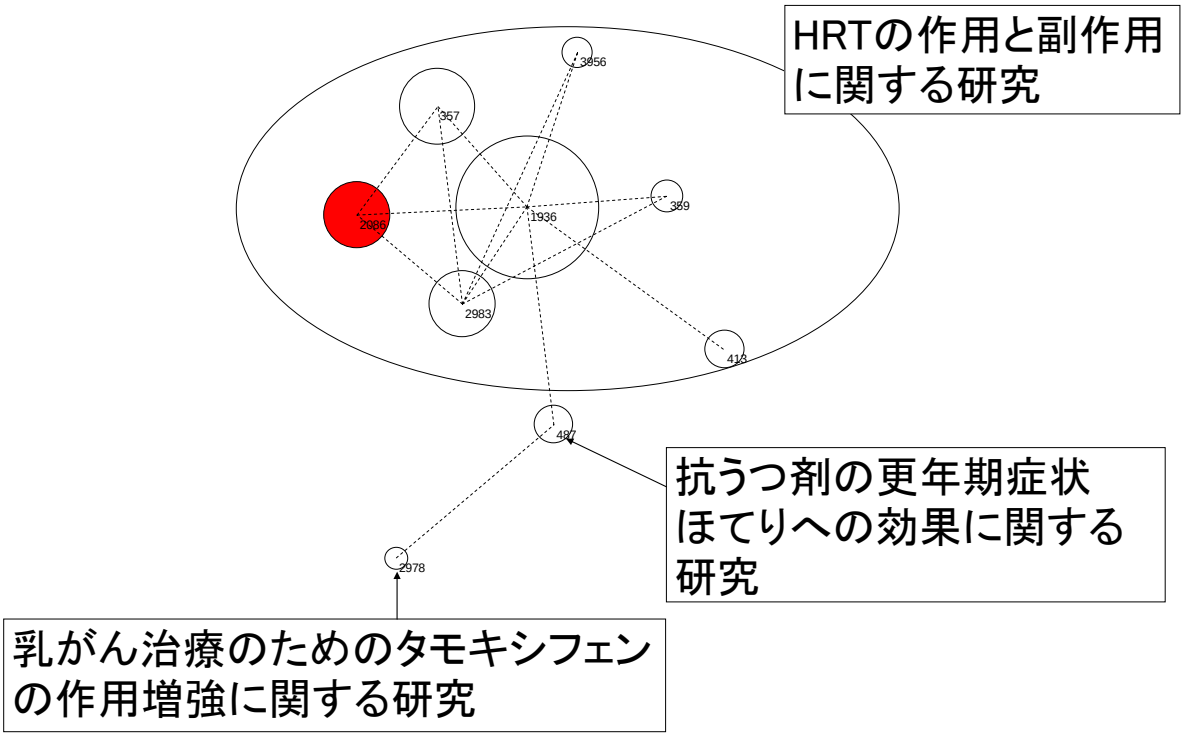
○　男性ホルモンの臨床的意義

骨粗鬆症は、前立腺がんの性腺ホルモン治療でしばしば認められる副作用であり、男性ホルモンの臨床的意義に関する研究がもう一つのリサーチフロントを形成している。

内容分析担当者	山田　祐一郎	秋田大学　医学部　内分泌・代謝・老年医学分野　教授

研究領域名	ホルモン補充療法（HRT）の作用と副作用の変遷	領域 ID	8

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(1)	34(0)	4991	10040	2002.5



この研究領域は女性ホルモン剤を使ったホルモン補充療法（HRT）の作用・副作用に関する研究成果を示している。本研究領域は、以下のように分類される。

○ HRT の作用と副作用に関する研究

○ 抗うつ剤の更年期症状のほてりへの効果に関する研究

○ 乳がん治療のためのタモキシフェンの作用増強に関する研究

HRT は更年期女性に対して、ほてりや発汗などという更年期症状の軽減作用(id359, 487)があるのみならず、骨量増加作用、動脈硬化抑制作用、さらにはアルツハイマーおよび認知症を抑制するという 2 次的な効果があると報告されていた。ところが 2001 年 Women's Health Initiative(WHI)の報告により、これら 2 次的な効果が明らかではなく、動脈硬化を逆に促進し、卵巣がんを増加する可能性がある(id413)ことが示唆され、現在では HRT の効果に対する様々な報告が行われ(id357, 1936, 2086)、さらに認知症の抑制作用に関しても疑問が持たれている(id2086)。

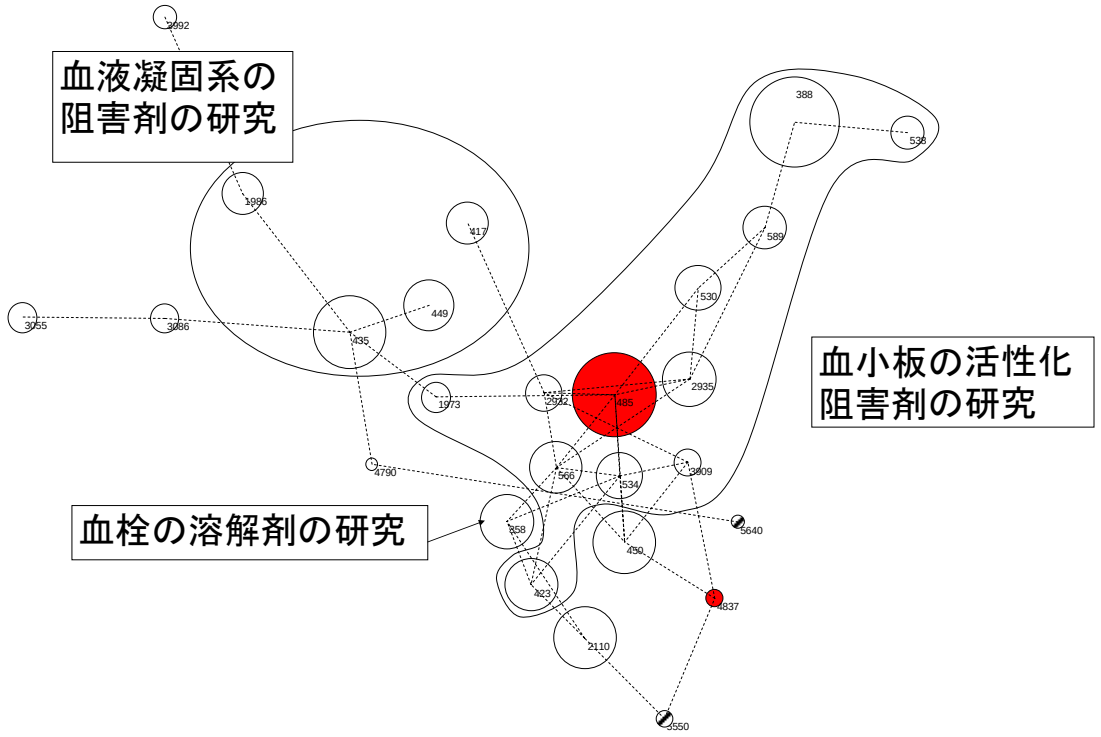
このため HRT の使用頻度は低下し、その適応としては更年期症状の軽減のみを目的として使用されることが推奨され(id3956)、さらに以前より副作用として知られる乳がんの発生増加が認められた(id2983)。

id487 は、更年期症状のうちのほてりに対する抗うつ剤の効果について、id2978 は、乳がん治療のためのタモキシフェンの効果を CYP2D6 抑制剤により増強することに関する報告である。

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	血栓塞栓症研究	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）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
26(2)	146(2)	7534	19491	2003.3



心血管系のイベントが生じる原因の一つとして、血管内に生じた動脈硬化が何らかの原因で破綻し、その破綻部位に血栓が形成されることにより、末梢の組織が虚血状態に陥ることが考えられる。また、その血栓は、血流により全身に運ばれ、さらに別の血管を詰まらせることもあり、これを塞栓と呼ぶ。従って、これらの血栓、塞栓の形成を防止することは、心血管イベントの予防に重要だと想定されている。この目的のために、血栓形成に重要な役割を果たしている種々の因子の働きを調節するために以下の研究が実施されている。

○　血液凝固系の阻害剤の研究

血液凝固カスケードを構成するセリンプロテアーゼの作用を抑制する試みが主流である。現状では、臨床試験中の薬剤も数多く報告されており研究が活発化している。

○　血小板の活性化阻害剤の研究

現在、広く使用されているアスピリンおよびクロピドグレルにレスポンスしない患者が存在するとの報告がなされており、その研究が活発化している。

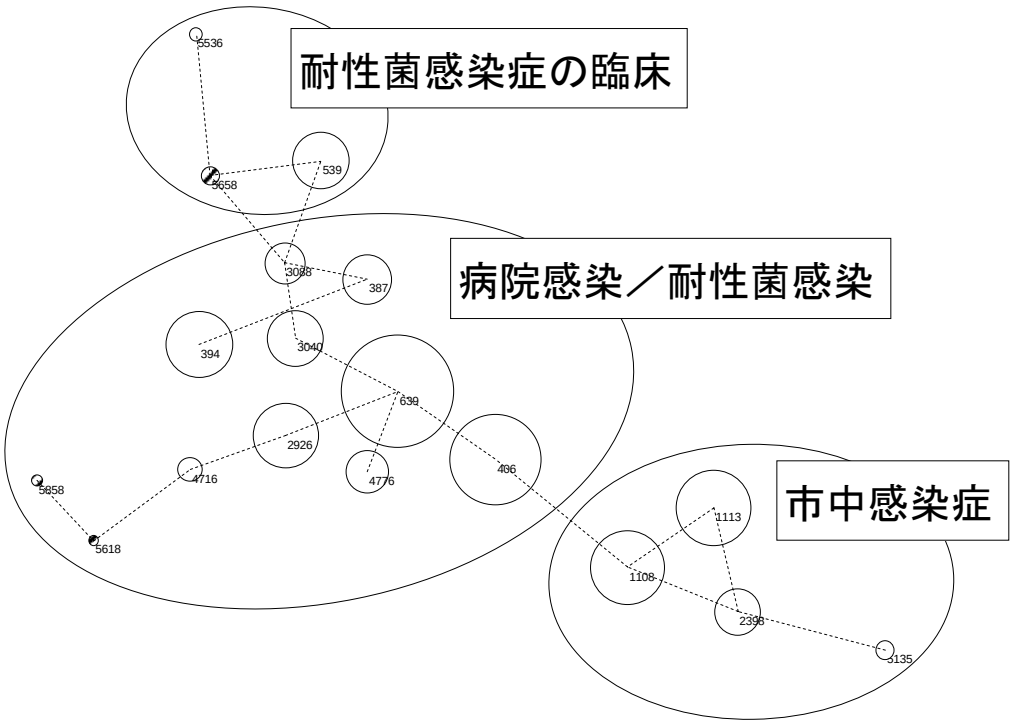
○　血栓の溶解剤の研究

有用な薬剤がなく、創薬研究は下火となっている。

内容分析担当者	浅井　史敏	第一三共(株)　生物医学第二研究所　所長

研究領域名	在来型感染症／耐性菌感染症	領域 ID	10

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
18(0)	59(9)	3438	7247	2003.2



感染症は、重症急性呼吸器症候群（SARS）やエボラ出血熱のように新興感染症のみがクローズアップされやすいが、本来感染症は人類に身近なもので、人の常在菌である肺炎球菌や黄色ブドウ球菌による感染症が圧倒的に重要である。20 世紀には、抗生物質が精力的に開発されたため、これら「在来感染症」は克服されたかに思われたが、そのほとんどの菌が抗生物質に耐性となって、今や在来感染症は完全に息を吹き返した。メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）に代表されるこれら耐性菌を科学的に研究し、人類の最も身近な常在菌による感染症を深く研究する領域が「在来感染症／耐性菌感染症」である。

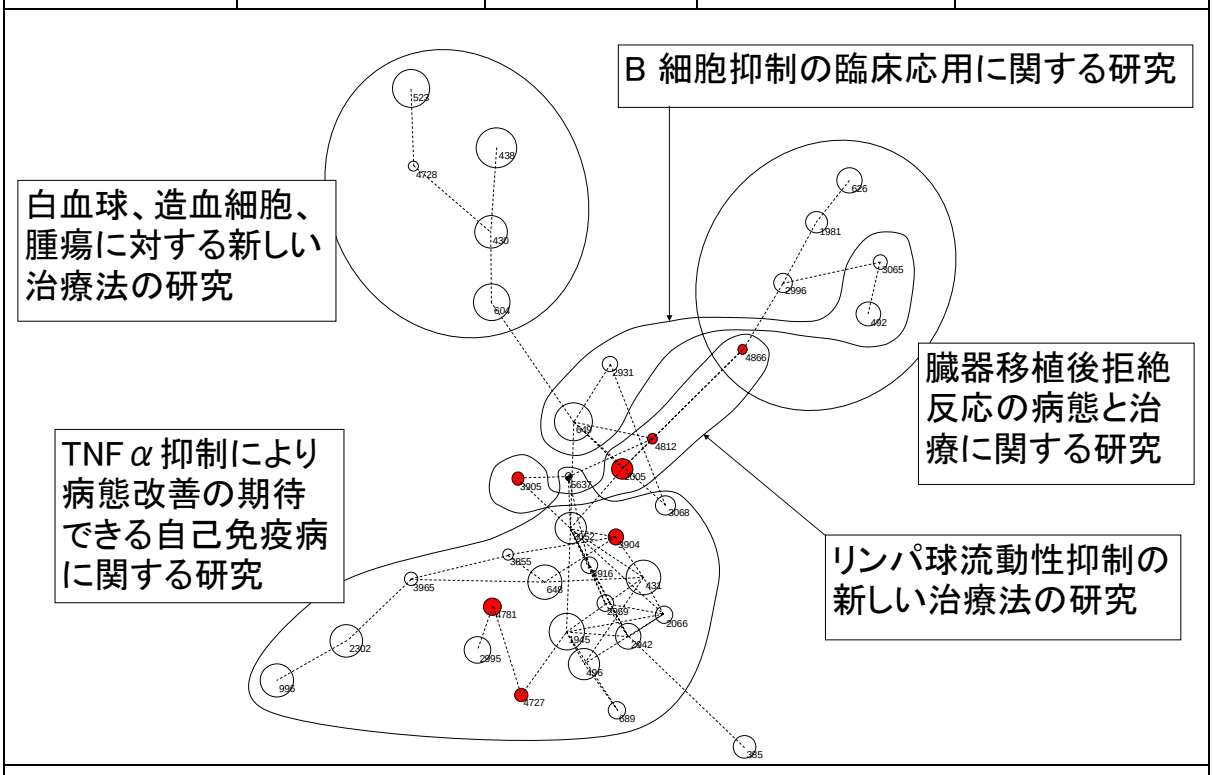
本研究領域は、在来型感染症／耐性菌感染症に関するリサーチフロントから構成されており、以下の3つに分類される。

○ 耐性菌感染症の臨床
○ 病院感染/耐性菌感染
○ 市中感染症

内容分析担当者	平松 啓一	順天堂大学 医学部 教授

研究領域名	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御	領域 ID	11

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
37(7)	222(1)	9497	22745	2003.6



1990 年代後半より自己免疫疾患・血液疾患・臓器移植において、T リンパ球活性化と B リンパ球活性化に続発する細胞（臓器）障害機構へのモノクローナル抗体による制御が注目され、臨床応用され始めた。2000 年代に入りその適用は急速に拡大している。当初は関節リウマチを主とし、TNF α に対するモノクローナル抗体の有用性が注目され、類似の多くのモノクローナル抗体が開発・臨床応用され始め、血液疾患、自己免疫性炎症性疾患などに拡大している。一方臓器移植でも、T リンパ球活性化制御の関する制御が副経路や細胞内情報伝達刺激を調節する新しい薬剤が応用されてきた。また、抗体関連型拒絶反応機構の解明と治療法が確立してきた。

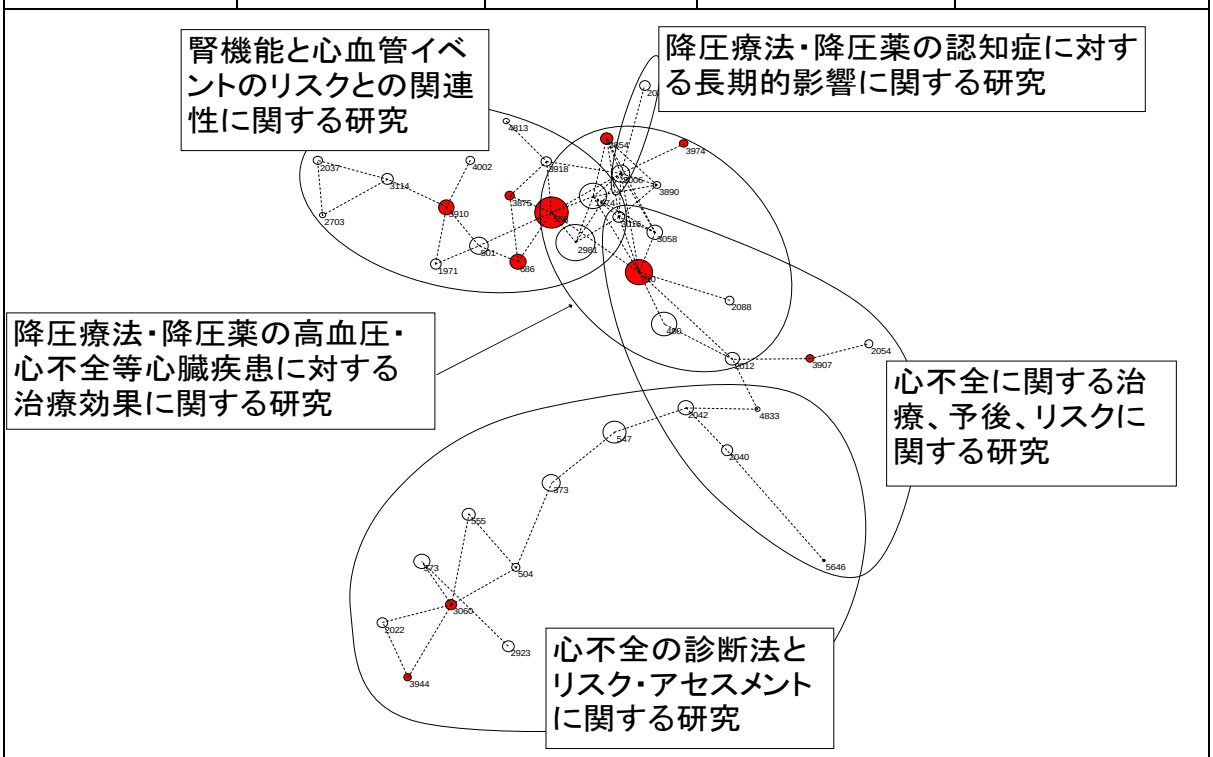
○ B 細胞抑制の臨床応用に関する研究
○ 臓器移植拒絶反応の病態と治療に関する研究
○ リンパ球流動性抑制の新しい治療法の研究
○ 白血球、造血細胞、腫瘍に対する新しい治療法の研究
○ TNF α 抑制により病態改善の期待できる自己免疫病に関する研究

自己免疫疾患、造血器腫瘍、臓器移植など免疫機序が病態の中心を占める疾患のなかで、病態制御に有効と思われる標的分子に対するモノクローナル抗体療法は今後もより広い対象に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	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究	領域 ID	12

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
40(10)	114(2)	11166	23693	2002.9



本研究領域は、主として、心臓病（心血管イベント）に対する、リスク・アセスメント、治療の効果、診断法に関するリサーチフロントで構成されて、1990 年代以降における無作為抽出化試験を中心とした Evidence-Based Medicine (EBM)の集積であり、その主な内容は以下の通りである。

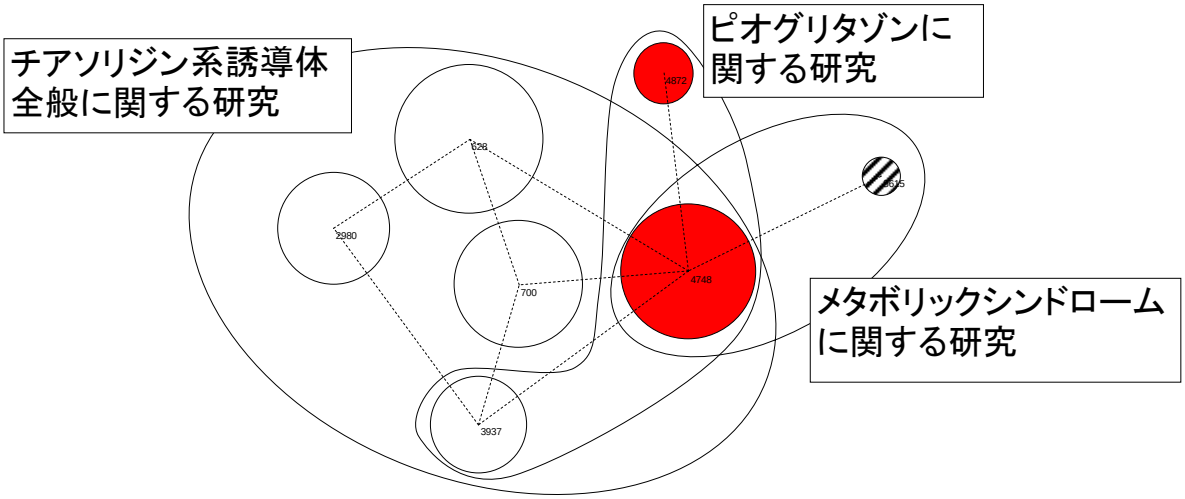
○ 降圧薬の認知症に対する長期的影響に関する研究
○ 腎機能と心血管イベントのリスクとの関連性に関する研究
○ 降圧療法・降圧薬の高血圧・心不全等心臓疾患に対する治療効果に関する研究
○ 心不全に関する治療、予後、リスクに関する研究
○ 心不全の診断法とリスク・アセスメントに関する研究

心血管イベントと II 型糖尿病に代表される腎機能障害との関連性に関する研究、無作為抽出化試験による angiotensin I 型受容体拮抗薬、α1 遮断薬や Ca 拮抗薬等の降圧薬の効果、及び、B 型ナトリウム利尿ペプチド濃度や可溶性 CD40 リガンド等心不全診断法の、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が大きく、被引用数の急増がみられるのが、II 型糖尿病に関する研究（id558）をはじめとする、腎機能と心臓病の関連性に関する領域（id501,3854,3875,3910）である。次に、カンデサルタンやロサルタン等の angiotensin II 型受容体拮抗薬の降圧効果や、それと血中ブラジキニンとの関係についての研究（id710）が大きく、血液生化学検査による心不全のリスク・アセスメントに関する研究も発展しつつある。

内容分析担当者	野口 晴子	国立社会保障・人口問題研究所 社会保障基礎理論研究部

研究領域名	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体	領域 ID	13

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(2)	16(0)	639	1142	2003.6



糖尿病の薬物治療は最近大きく進歩しているが、なかでも、チアゾリジン系誘導体の糖尿病治療薬の開発が進んでいる。代表的な薬物にピオグリタゾンとロシグリタゾンがあげられるが、従来の薬剤になかった機序によりインスリン感受性を改善することが明らかになった一方、体液貯留等を介した副作用の懸念も指摘されている。

本研究領域は、糖尿病の薬物治療におけるチアゾリジン系誘導体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。

○ チアゾリジン系誘導体全般に関する研究

○ ピオグリタゾンに関する研究

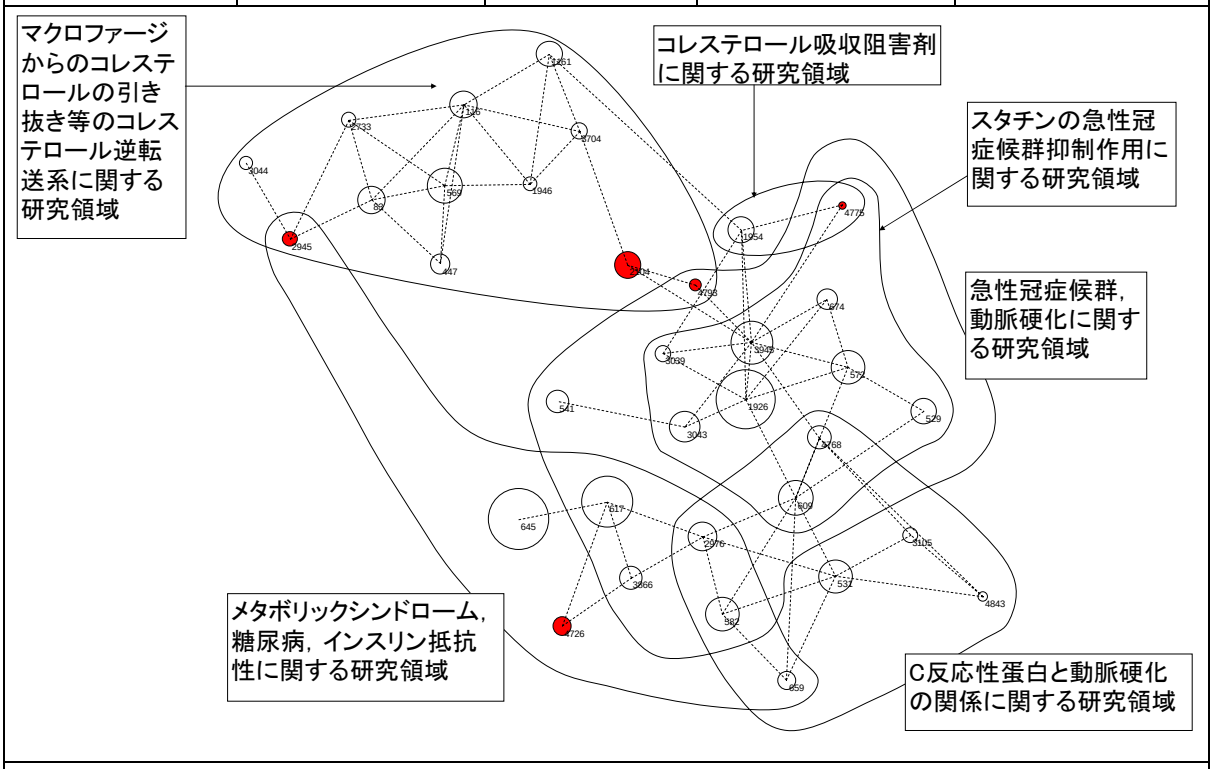
○ メタボリックシンドロームに関する研究

大まかには、新たな糖尿病治療薬としてのチアゾリジン系誘導体に関する研究、その中でもピオグリタゾンに関する基礎的・臨床的研究、最近注目されているメタボリックシンドロームに関する研究、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。最も研究トピックの広がりが大きく被引用数の急増が見られるのが、ピオグリタゾンを用いた臨床介入研究領域（id4748）であり、これには 2005 年に Lancet 誌に発表された PROACTIVE 研究の影響が大きい。これに、チアゾリジン系誘導体の体液貯留等の副作用の機序の解明のリサーチフロント（id4872）が続く。さらに、メタボリックシンドロームの観点から新たな研究展開を図るリサーチフロント（id5615）も発展中である。

内容分析担当者	下川　宏明	東北大学大学院　医学系研究科　循環器病態学分野　教授

研究領域名	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑	領域 ID	14

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
34(5)	130(6)	13583	30097	2002.9



本研究領域は急性冠症候群（急性心筋梗塞，不安定狭心症，心突然死）の原因である動脈硬化病変の発生と不安定化の抑制を目的とする研究領域であり，その危険因子および発症予防に関するリサーチフロントで構成されている．その主な内容は以下のとおりである．

○ コレステロール吸収阻害剤に関する研究

○ スタンチンの急性冠症候群抑制作用に関する研究

○ 急性冠症候群、動脈硬化に関する研究

○ メタボリックシンドローム，糖尿病、インスリン抵抗性に関する研究

○ C 反応性タンパクと動脈硬化の関連に関する研究

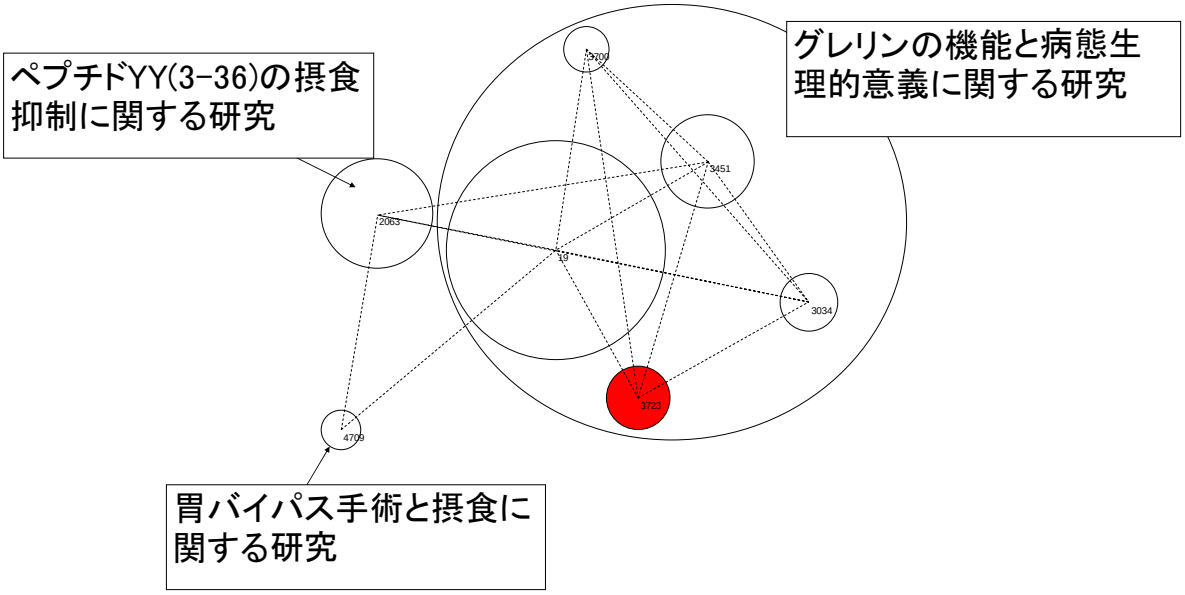
○ マクロファージからのコレステロールの引き抜き等のコレステロール逆転送系に関する研究

1980 年代にスタチン（コレステロール合成阻害剤）が市場に出て，その後コレステロールを低下させると急性冠症候群の発症を抑制できることが複数の大規模臨床試験で示された．1990 年以降，スタチンの急性冠症候群抑制メカニズムが解析された．2000 年代に入ってスタチン以外のメカニズムによる急性冠症候群の抑制についての研究が進み，コレステロール吸収阻害剤，末梢組織からのコレステロールの逆転送系を亢進する研究が活発化している．また，急性冠症候群の原因である動脈硬化の危険因子としてメタボリックシンドロームや糖尿病の関与に関する研究が進行し，インスリン抵抗性，内臓脂肪の蓄積等が動脈硬化に及ぼす影響についての研究も活発化している．なお，C反応性蛋白と動脈硬化の関係については，原因であるのか結果であるのかについて論争が続いている．

内容分析担当者	塩見 雅志	神戸大学 医学部附属動物実験施設 准教授

研究領域名	グレリン/機能と病態生理的意義	領域 ID	15

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	58(20)	2320	10427	2002.5



グレリンは、成長ホルモン分泌促進作用に加えて食欲の亢進作用を有し、また、循環器系やエネルギー代謝系の調節にも深く関与し、生体の恒常性（ホメオスタシス）の維持において多彩な役割を担っている。本研究領域は 1999 年に Kojima らにより、オーファン受容体 GHS-R(growth hormone secretagogues receptor)の内因性リガンドとして、新規ホルモンであるグレリンが胃より発見されたことをブレークスルーとして研究が急速に大きく発展している。

本研究領域は以下のリサーチフロントから構成される。

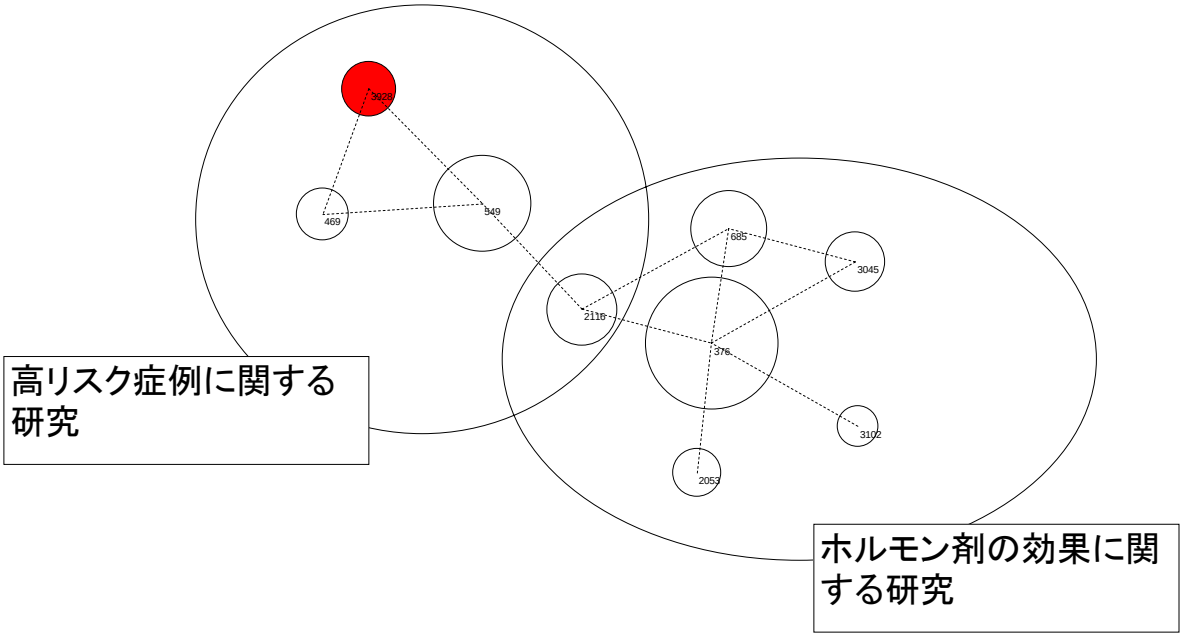
○ グレリンの機能と病態生理的意義に関する研究
○ 胃バイパス手術と摂食に関する研究
○ ペプチド YY(3-36)の摂食抑制に関する研究

グレリンは主に胃で産生・分泌されることから、胃およびグレリンの成長ホルモン分泌や食欲調節、循環器系やエネルギー代謝系における病態生理的意義の解明や治療応用の研究は急速に進展している。本研究領域は、食欲(food intake)、肥満(obesity)、さらに今後は抗老化(anti-aging)などと深く関連するため、今後も更に大きく発展を続けると考えられる。胃バイパス手術(ID4709)やペプチド YY(3-36) (id2063)との関連においても今後進展すると考えられる

内容分析担当者	寒川　賢治	国立循環器病センター　研究所長

研究領域名	ホルモン療法/乳がん予防	領域 ID	16

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(1)	40(0)	2492	6171	2002.9



1895 年に最初に報告された乳がんのホルモン療法は 1990 年代に入りタモキシフェンの登場により確立され、1990 年代後半の閉経後乳がんに対する LH-RH agonist の登場、2000 年代での閉経後乳がんに対するアロマターゼ阻害剤の登場で乳がん治療における確固たる位置を示した。一方で、遺伝性乳がんをはじめとする高リスク群に対する理解が深まるにつれ早期発見・発症予防に対する研究がなされ、ホルモン療法が大いなる寄与をなしている。

本研究領域はこれらの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。

○ ホルモン剤の効果に関する研究(id685, 2053, 3045, 3102, 376)

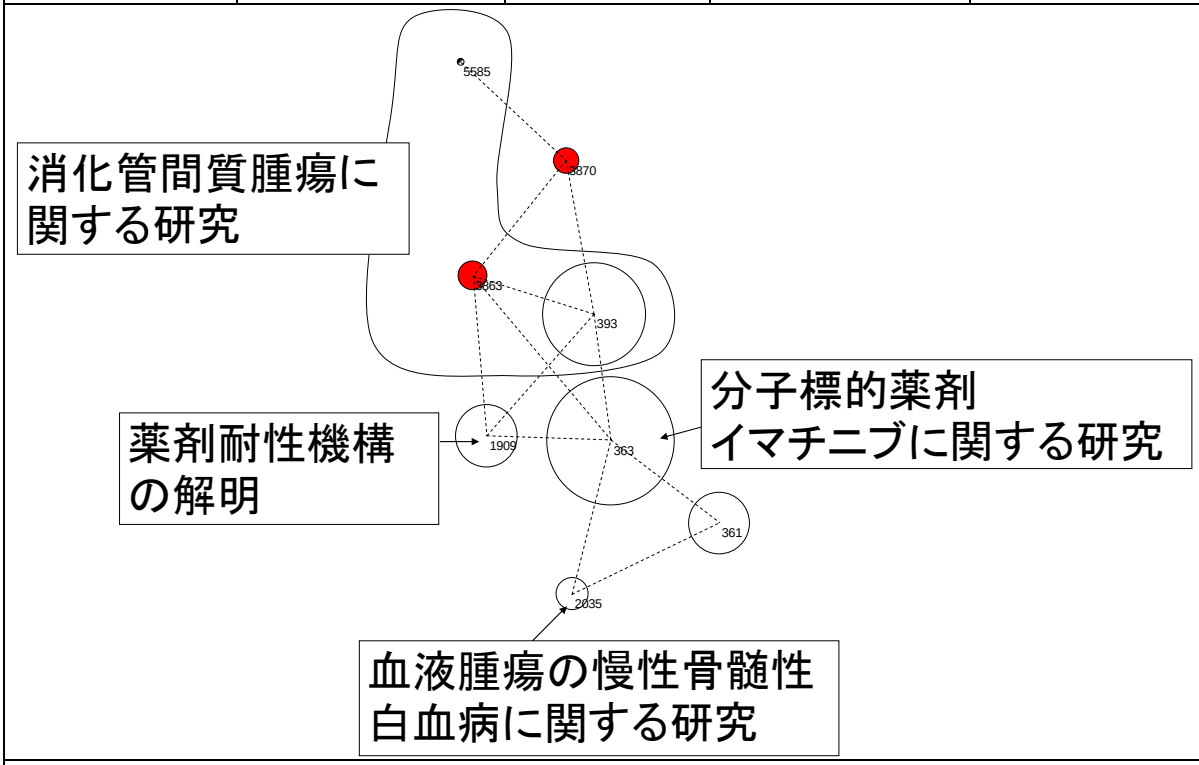
○ 遺伝子乳がんを始めとする高リスク症例に関する研究(id469, 549, 2136, 3928)

これらはホルモン剤による予防で互いに関連付けあっており、最新の診断技術の向上による早期発見への寄与(id869, 3928)が追加されている。

内容分析担当者	日馬　幹弘	新宿ブレストセンター　クサマクリニック　院長

研究領域名	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍	領域 ID	17

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(2)	79(1)	4811	15029	2003.0



がんの化学療法の分野では 1990 年代後半より分子標的治療が注目を集めている。各疾患の原因や増殖機構の解明が進むと共に、適切な標的を阻害する標的治療薬の開発が進んでいる。この分子標的治療は、まず、タイプⅢチロシンキナーゼの異常が原因である血液腫瘍の慢性骨髄性白血病（CML）(id2035)に対する分子標的薬剤イマチニブ(id1909)の臨床開発に始まり、固形がんでは同じ様な異常を認める消化管間質腫瘍（Gastrointestinal Stromal Tumor: GIST）(id3863, 393, 5585)で画期的成功を収めた。本研究分野の主な研究は以下のように集約される

○　血液腫瘍の慢性骨髄性白血病に関する研究

○　分子標的薬剤イマチニブに関する研究

○　薬剤耐性機構の解明

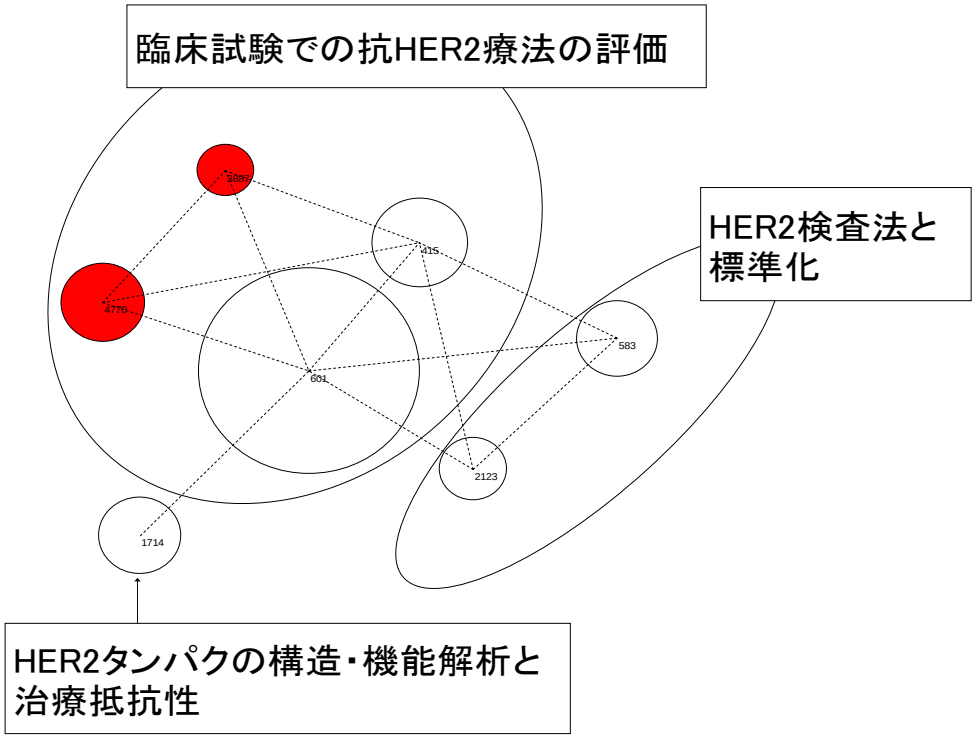
○　消化管間質腫瘍に関する研究

各腫瘍の増殖機構や遺伝子異常の解明、標的治療薬の drug design、基礎並びに臨床開発、分子機構上で類似疾患並びに標的への臨床応用、薬物の臨床効果判定法やサロゲートマーカーの検索に関する報告が含まれている。標的治療薬では分子作用機所が明確であるため、耐性の分子機序解明は比較的容易で、標的タンパク質の3次元構造の解明と共に、新規薬剤のデザイン開発も可能となってきている。

内容分析担当者	西田　俊朗	大阪大学大学院　医学系研究科　外科学講座　准教授

研究領域名	HER2(ヒト上皮成長因子受容体2)陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究	領域 ID	18

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(2)	19(1)	2202	3814	2002.9



HER2(ヒト上皮成長因子受容体 2)遺伝子および HER2 タンパクの同定は 1985 年までさかのぼり、乳がんとの関連は 1987 年に初めて報告された。がんの発生・進展に促進的に関わるがん遺伝子であり、HER2 遺伝子増幅による HER2 タンパクの過剰発現は乳がんの 15～30%に認められ、長らく予後不良因子として扱われてきた。

一方、HER2 はがん細胞の増殖・転移に強く関与しているため、以前より治療の標的分子として研究が進められ、開発されたのが Trastuzumab(Herceptin®)である。その有効性は大いに確認されてきており、HER2 陽性乳がんの治療には不可欠な薬剤となっている。

本研究領域は HER2 陽性乳がんに対する Trastuzumab(Herceptin®)を用いた分子標的治療に関する以下のリサーチフロントで構成される。

○ 様々な設定での臨床試験による有効性の評価と、より効果の高い併用抗がん剤の検討(id415, 601, 3887, 4770)

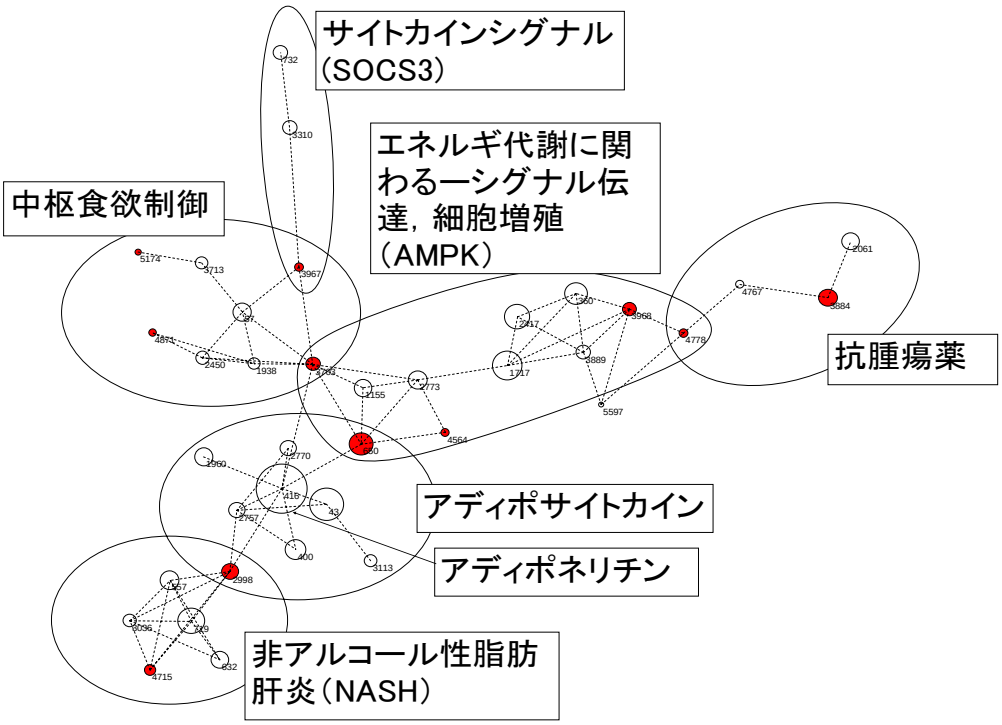
○ HER2 状況検査法の問題点(id583, 2123)

○ HER2 タンパクの構造・機能解析による Trastuzumab 治療抵抗性の解明と新規薬剤の開発 (id1714)

内容分析担当者	角田　伸行	愛知県がんセンター中央病院　乳腺科　医長

研究領域名	肥満・糖尿病	領域 ID	19

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
37(11)	173(37)	8234	25791	2003.0



肥満はがんと並ぶ世界の健康問題であり、研究関心の集まる領域である。脂肪組織はエネルギー備蓄のみでなく多彩な生理活性物質（アディポサイトカイン）を分泌し、肥満（内臓脂肪蓄積）による分泌異常が病態の分子基盤となることが明らかになってきた。

本研究領域（肥満・糖尿病に関する研究）は、次のリサーチフロントから構成されている。

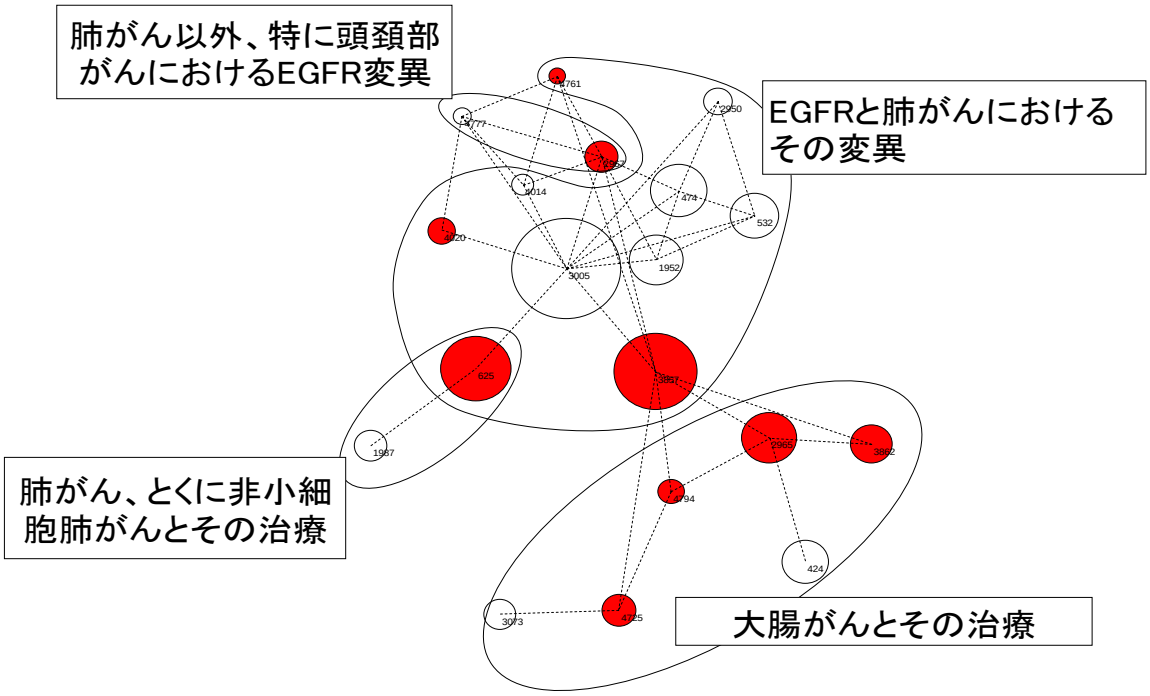
○ アディポサイトカイン
○ サイトカインシグナル（SOCS3）
○ エネルギー代謝に関わるシグナル伝達，細胞増殖
○ 抗腫瘍薬
○ 中枢食欲制御
○ 非アルコール性脂肪肝炎（NASH）

本分析により、わが国のアディポサイトカイン研究、特にアディポネクチン研究が領域の世界的研究の中心を占めることが確認された。この研究は内臓脂肪蓄積という医学的観察から、脂肪組織発現遺伝子の網羅的解析を経て生まれたもので、90年代は未だそれほど大きな領域ではなかった。2000 年に入り、大きな研究領域となったが、さらに世界的な健康問題として社会医学や環境医学とも繋がり今後もさらに発展するだろう。

内容分析担当者	船橋　徹	大阪大学大学院　医学系研究科　准教授

研究領域名	EGFR 変異などを標的とする分子標的治療の新展開	領域 ID	20

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
19(9)	93(13)	5474	16420	2004.0



がんの薬物治療はいわゆる抗がん剤を用いる化学療法が行われてきたが、その治療成績の向上は伸び悩んでおり、新たな展開が必要とされている。一方、近年の分子生物学的な解析によって、がんの発生と進展に関わる種々の遺伝子異常が明らかとされている。そして、ある種のがんの生存が特定の遺伝子異常によって伝えられるシグナルに極めて強く依存している場合があることが明らかとされている。本研究領域はそのような具体例としてとくに EGFR 変異を中心に取り上げ、分子標的薬を用いたとくに肺がん（肺非小細胞がん）の新たな治療法開発の基盤となる研究からなる領域と理解される。一部に、肺がん以外の頭頸部がんや大腸がんにおける研究が混じている。

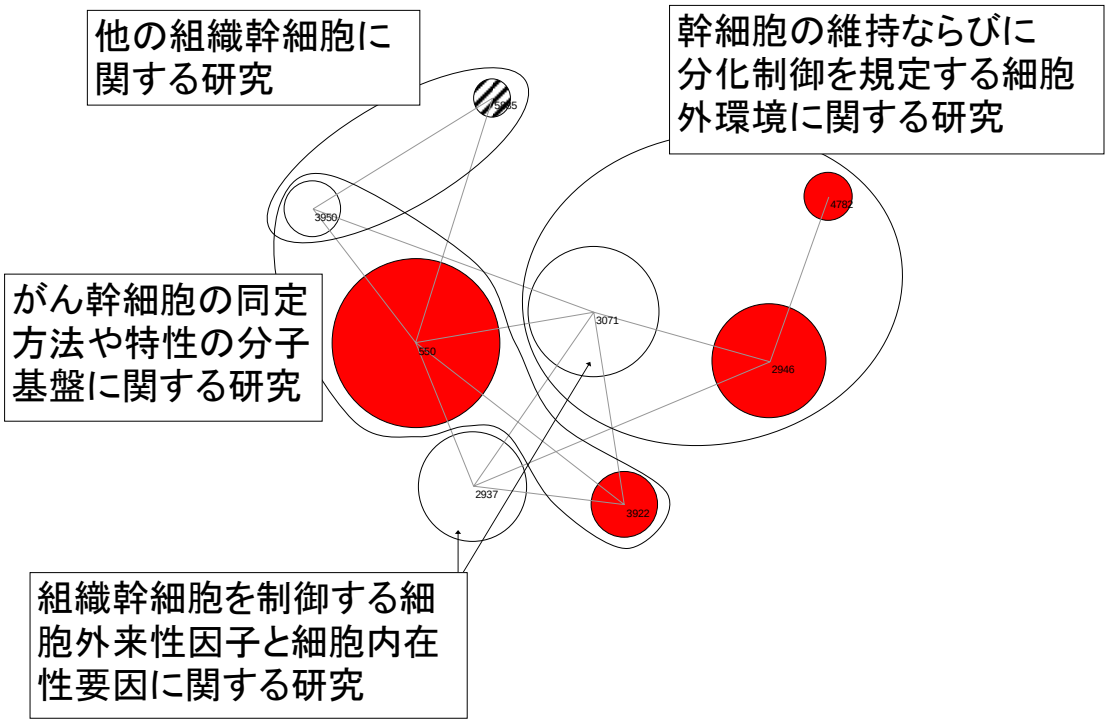
本研究領域は、以下のようなリサーチフロントから構成されている。

○ EGFR と肺がんにおけるその変異
○ 肺がん、とくに非小細胞肺がんとその治療
○ 肺がん以外、とくに頭頸部がんにおける EGFR 変異
○ 大腸がんとその治療

内容分析担当者	高橋　隆	名古屋大学大学院　医学系研究科分子腫瘍学分野　教授

研究領域名	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	領域 ID	21

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(4)	27(3)	2090	4356	2003.9



生体内の各組織を構成する種々の細胞を生み出す「組織幹細胞」に関する研究は前世紀半ばから開始され、造血幹細胞の分野を先導領域としてその性状、発生、制御分子、応用に関する研究が現在に至るまで大きな発展を遂げている。

○　組織幹細胞を制御する細胞外来性因子と細胞内在性要因に関する研究

○　幹細胞の維持ならびに分化制御を規定する細胞外環境に関する研究

その制御要因の重要な位置を占める細胞外来性因子あるいは細胞内在性の要因を軸に継続的発展を見せつつ(id3071, 2937)、2000 年前後を境として、幹細胞の維持ならびに分化制御を規定する細胞外環境要因としての「ニッチ」の概念を取り入れた研究が飛躍的展開を見せている(id2946, 4782)。

○　がん幹細胞の同定方法や特性の分子基盤に関する研究

造血幹細胞研究の黎明期からすでに、リンパ腫瘍において自己複製能力の異なる細胞群の存在が示唆されるなど、組織幹細胞と類似した自己複製能、多分化能、無制限に分裂可能な能力を併せ持つがん幹細胞の概念が呈示され研究が進められてきた。近年この分野の研究はがん幹細胞の同定方法や特性の分子基盤に関する研究の展開と相まって関連論文は指数関数的に増加している(id550, 3922)。

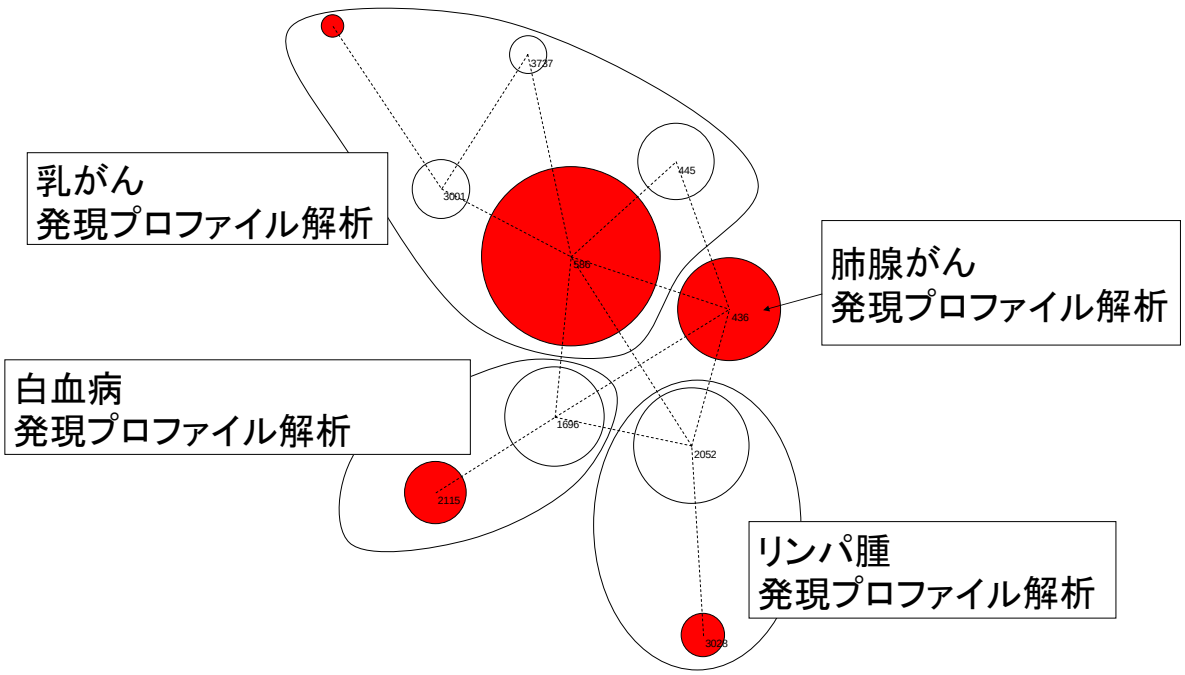
○　乳腺幹細胞に関する研究

乳腺幹細胞に関する研究(id5885)は、広義の幹細胞研究領域の中にあって、がん幹細胞を指向する研究(id3950)の展開も見ており、今後も拡大する研究領域であると考察される。

内容分析担当者	田賀　哲也	熊本大学　発生医学研究センター　教授

研究領域名	がん/遺伝子発現プロファイル解析	領域 ID	22

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(5)	31(0)	4415	8817	2002.8



2000 年後半から多数の遺伝子の発現量を網羅的に解析する技術が開発された。その医学的応用として遺伝子発現から特徴付けられる病気についてマーカーとなる遺伝子の探索がなされた。

本研究領域は、下記のようなリサーチフロントから構成されている。

○ 乳がん発現プロファイル解析

○ 肺腺がん発現プロファイル解析

○ 白血病発現プロファイル解析

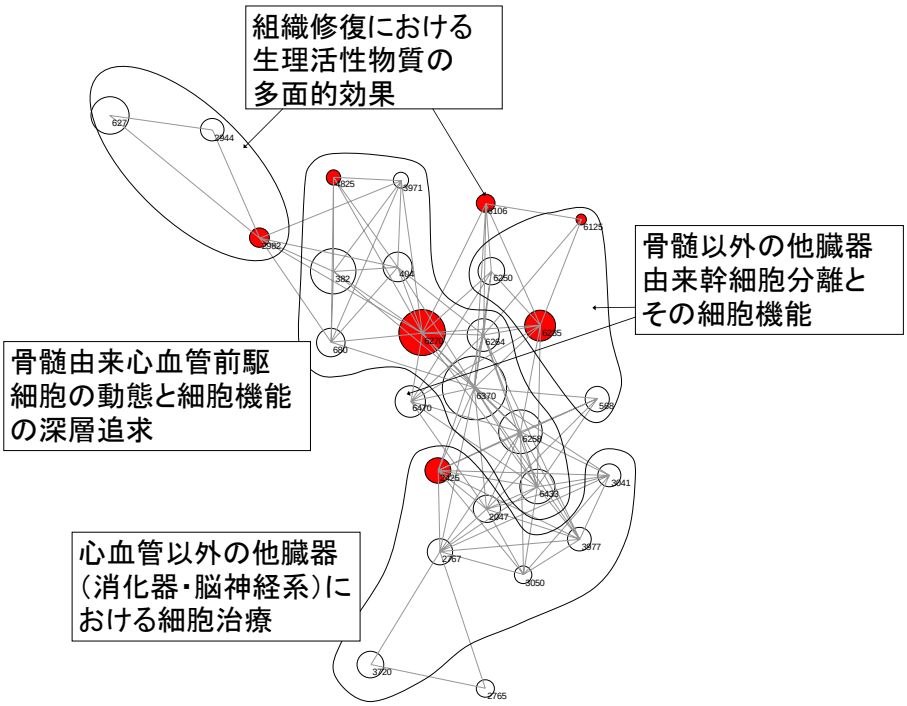
○ リンパ腫発現プロファイル解析

大まかには、乳がん(id445, 586, 3001, 3737, 4826)、肺腺がん(id436)、白血病(id1696, 2115)、リンパ腫(id2052, 3028)の遺伝子発現による特徴付けがこの研究領域に属している。

内容分析担当者	金谷　重彦	奈良先端科学技術大学院大学　情報科学研究科　教授

研究領域名	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用	領域 ID	23

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
27(7)	96(7)	5776	18389	2003.1



造血幹細胞と細胞起源を同じくする「血管内皮前駆細胞（EPC）」が末梢血中を循環し、出生後の生理的・病的血管新生過程に関与しているという研究結果が 90 年代末に報告された。その後、骨髄細胞がその細胞ソースであることが報告され、虚血性心血管病による傷害組織や細胞機能を修復するための「血管新生・心筋再生療法」を実現するための基礎研究結果が加速的に報告された。自家骨髄細胞移植による血管新生療法の臨床応用が国内外で先行開始され、短期的かつ長期的な臨床効果と安全性が報告される一方、その臨床応用に警鐘を鳴らす報告も見受けられる。

以上の経緯において本研究領域は現在、以下の発展的研究・検証で構成されてきている。

○ 骨髄由来心血管前駆細胞の動態と細胞機能の深層追求

○ 組織修復における生理活性物質の多面的効果

○ 骨髄以外の他臓器由来幹細胞分離とその細胞機能

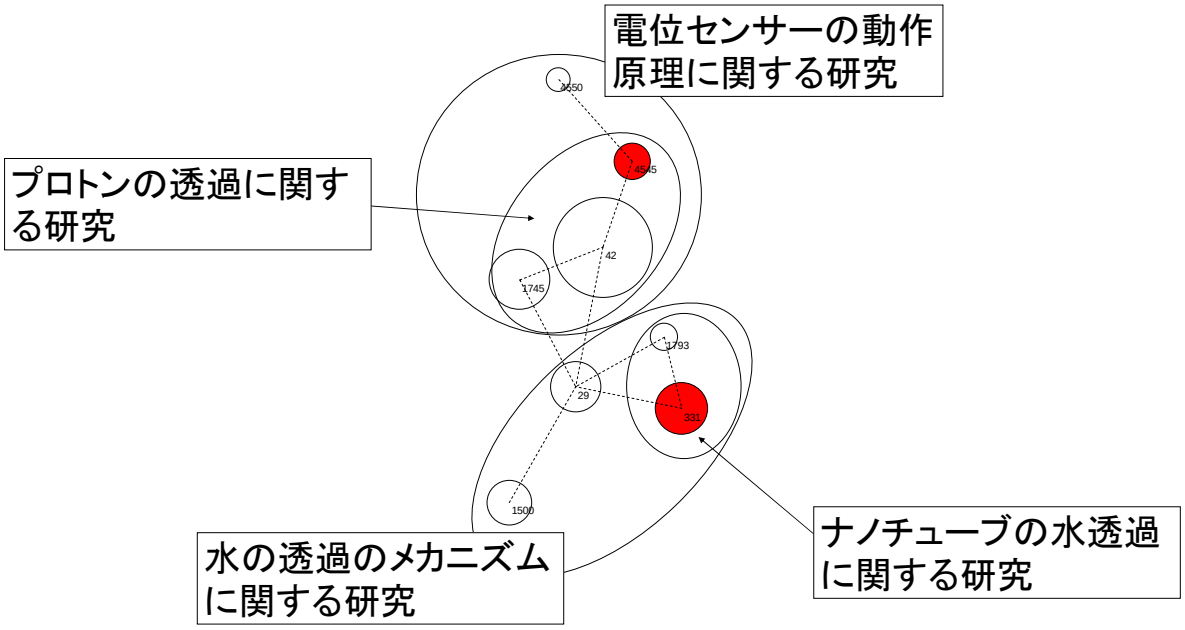
○ 心血管以外の他臓器（消化器・脳神経系）における細胞治療

細胞単独投与による治療効果の増強を目指した基礎研究も後を絶たないが、細胞治療がもたらす臨床効果についての詳細なメカニズムの解明が不十分であることを問題視する向きもあり、”bedside to bench”の再検証研究が重要視されてきている。

内容分析担当者	佐々木　健一郎	久留米大学 医学部 助教

研究領域名	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	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）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(2)	49(5)	2900	6218	2003.3



生体は細胞膜を介するさまざまなイオンや溶質の移動の制御により、生理機能が維持されており、これらはイオンチャネルと呼ばれる一群の蛋白分子により担われている。イオンチャネルの構造と機能の理解は、近年構造生物学の進歩により顕著に進み、以下のようなリサーチフロントの集合体となっている。

○　膜電位センサーの動作原理に関する研究(id4550, 4545, 42, 1745)

カリウムチャネルの結晶構造を中心に、電位感受性酵素の発見(id4545)や膜トポロジーの解析による研究(id4550)などの独創的な発見を伴って、大きく展開している。クロライドイオンチャネルのイオン透過機構の解明(id1745)も含まれる。

○　プロトンの透過に関する研究

id4545 において、新たな膜蛋白が発見され、電位依存性プロトンチャネルにおいて、膜電位センサーとイオン透過が共役して起こる現象についてあらたな研究領域が生じてきた(id4545, 42, 1745)。

○　水の透過のメカニズムに関する研究(id29, 1793, 331, 1500)

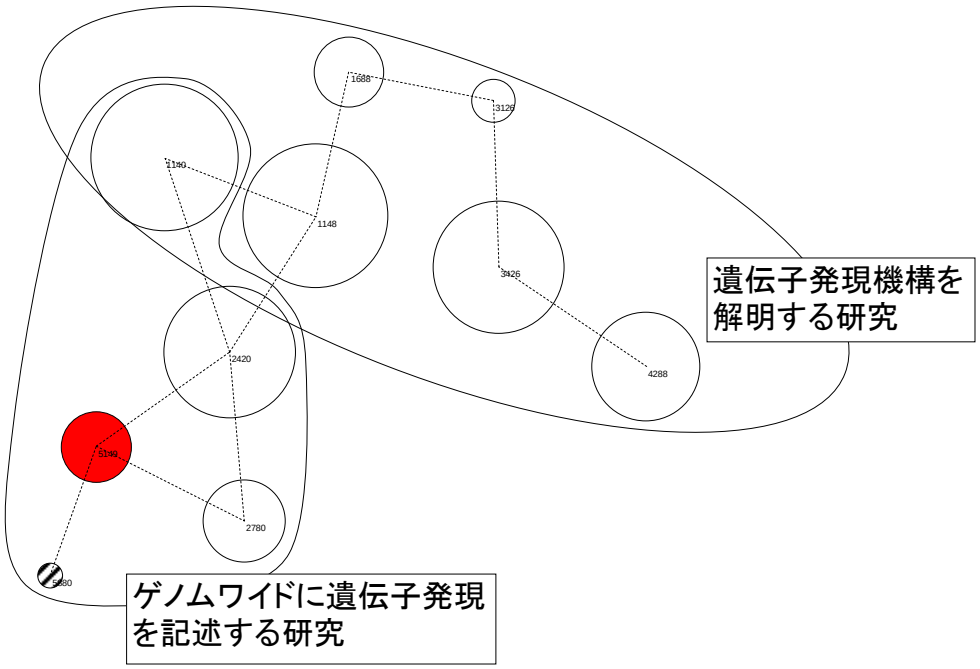
○　ナノチューブの水透過に関する研究

カーボンナノチューブに代表されるような人工的なナノデバイスの素過程として、イオン透過原理を解明する研究が行われるようになり、生体のイオンチャネル分子の動作原理と工学との融合が期待されている(id1793, 331)。

内容分析担当者	岡村　康司	自然科学研究機構　岡崎統合バイオサイエンスセンター　教授

研究領域名	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	領域 ID	25

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(1)	26(3)	2783	4710	2003.3



1990 年代後半から、マイクロアレイやシークエンス法を用いて、ゲノム情報の基盤の上に、遺伝子発現情報を記載する研究が行われ、現在も継続されている。この5年間はそれらの手法が高度化・高速化し、多種の生物から得られた情報を比較し、大量情報処理を行う時期に入っている。更に分子生物学的手法である免疫沈降法を取り入れて、タンパクと DNA の結合部位を特定し、転写開始点を決定する方法が開発され、これを用いて発現調節機構の解明が盛んになっている。

本領域は大別して以下の2つに分けることが出来る。

○ ゲノムワイドに遺伝子発現を記述する研究

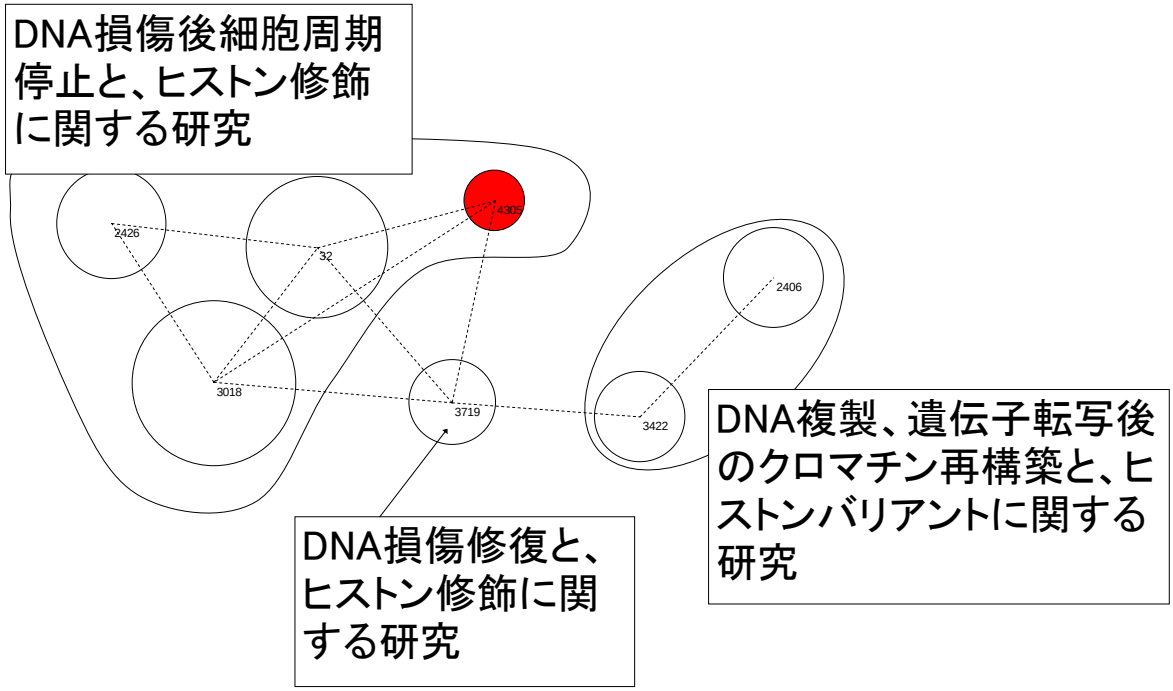
○ 遺伝子発現機構を解明する研究

前者は noncoding RNA ・antisense RNA が多く見つかり、論文記載量が特にヒト・マウスで急増している。後者については、ゲノム上の調節領域を特定するため、多種生物のゲノム情報を比較して保存されたモチーフを抽出する従来の方法に加え、免疫沈降法を用いた転写開始点解析、ゲノムのメチル化解析がマイクロアレイ上で行われ、哺乳類における複雑な発現調節の解明が、ゲノムワイドに進行している。

内容分析担当者	於保　祐子	理化学研究所横浜研究所　チームリーダー

研究領域名	ヒストンの多様性と生命現象	領域 ID	26

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	35(2)	2347	5138	2003.6



DNA とともにクロマチンを構成するヒストンは、いくつかのバリアント（特に H2、H3）が存在するうえに、リン酸化をはじめとする様々な修飾を受ける。1980 年代から、これら多様なヒストンの使い分けについて、主に DNA 複製や遺伝子転写と関連付けて研究されてきた。1990 年代に入り、ヒストン修飾と DNA 損傷に対する細胞応答の研究が加わってきた。

本研究領域は、ヒストンの多様性と、生命現象の関連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。

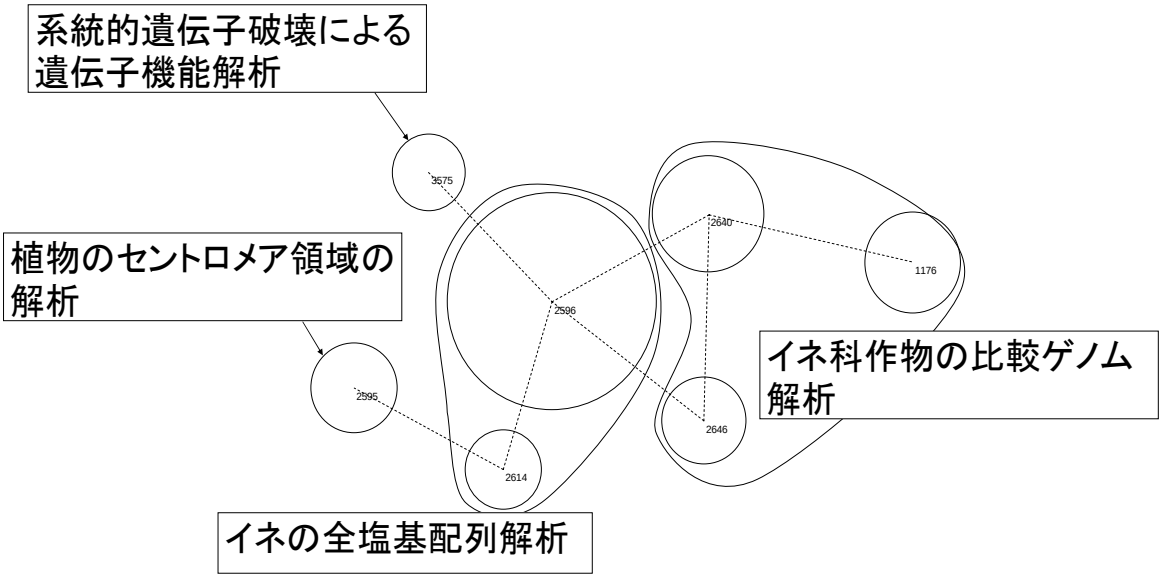
○ DNA 複製、遺伝子転写後のクロマチン再構築と、ヒストンバリアントに関する研究
○ DNA 損傷後細胞周期停止と、ヒストン修飾に関する研究
○ DNA 損傷修復と、ヒストン修飾に関する研究

大まかには、上記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。被引用数の急増がみられるのは、修飾されたヒストンと、修飾部位に直接結合する蛋白質との関係について、構造解析面からアプローチするリサーチフロント（id4305）である。また、複製、転写後のクロマチン再構築の研究もクロマチン再構築蛋白質群との関連において発展中である（id2406、3422）。クロマチン再構築蛋白質群については、DNA 損傷応答との関連においても今後発展するものと考えられる。

内容分析担当者	岩淵　邦芳	金沢医科大学　医学部　ゲノム医科学　准教授

研究領域名	植物機能ゲノミクス研究	領域 ID	27

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(0)	35(5)	2034	4382	2002.9



本研究領域は、植物分野におけるゲノム塩基配列決定、比較ゲノム解析、遺伝子機能解析のツール、セントロメア領域の解析から構成されており、主な研究内容は以下の通りである。

○ イネの全塩基配列解析

○ イネ科作物の比較ゲノム解析

○ 系統的遺伝子破壊による遺伝子機能解析

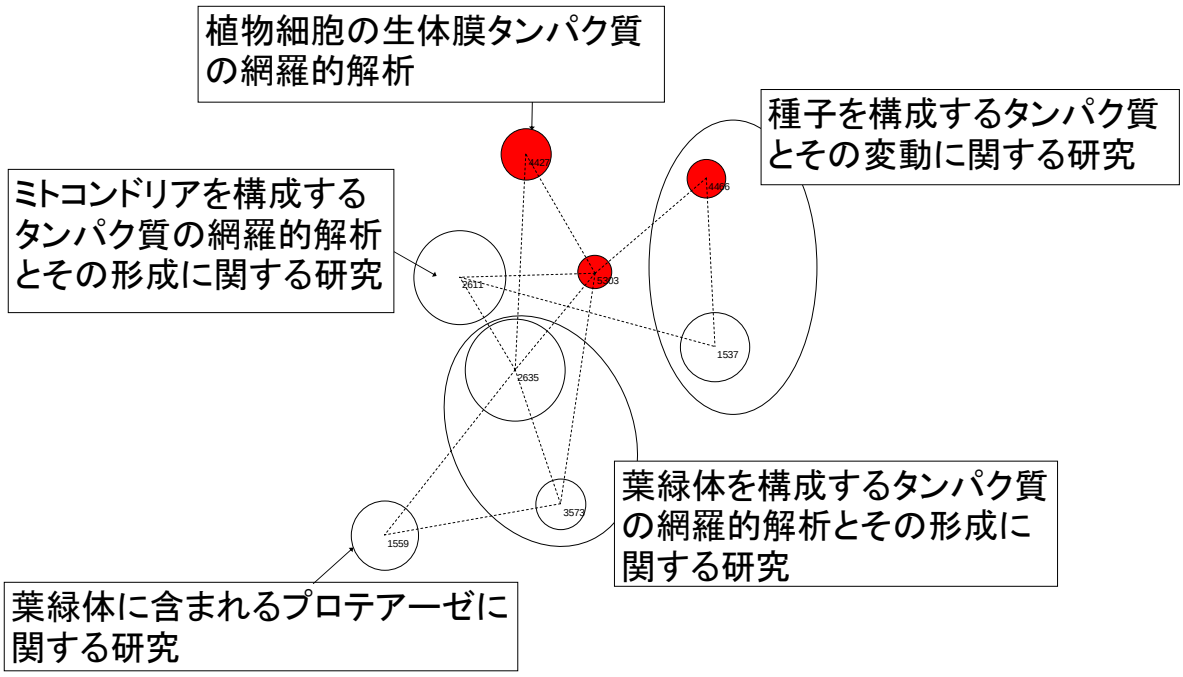
○ 植物のセントロメア領域の解析

2004 年 12 月に国際イネゲノムコンソーシアムによるイネ（日本晴）の高精度全塩基配列決定が完了した(id2596, 2614)。現在はイネ（日本晴）をモデルとして他のイネ（インディカ種）やイネ科植物との比較ゲノム解析が盛んに行われている(id1176, 2640, 2646)。また一方で、イネの遺伝子の機能解明が進んでいる。そのためのツールとして、転位因子を利用した系統的遺伝子破壊株が活用されている(id3575)。またイネの第 8 染色体セントロメア領域の全塩基配列が決定された利点を活かしたセントロメア領域の機能解析が行われている(id2595)。このように近年のゲノム情報の蓄積とそれを活用した遺伝子の機能解明に関する研究が互いに関連し合いながら発展中である。

内容分析担当者	水野　浩志	農業生物資源研究所　基盤研究領域植物ゲノム　主任研究員

研究領域名	植物細胞プロテオーム解析	領域 ID	28

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(3)	25(3)	724	1390	2003.2



1990 年代後半に始まった生体タンパク質の網羅的分析であるプロテオーム解析は、遺伝子ゲノム解析の終わったモデル生物を主な対象に、質量分析法の発展と相まって、急速に広がり、生体機能を司る様々な生体分子を明らかにしつつある。植物ではシロイヌナズナとイネを主要な材料に、組織、細胞、細胞内小器官のプロテオーム解析が進められている。本領域を構成するリサーチフロントは、それらを代表するものである。その主な内容は、以下のとおりである。

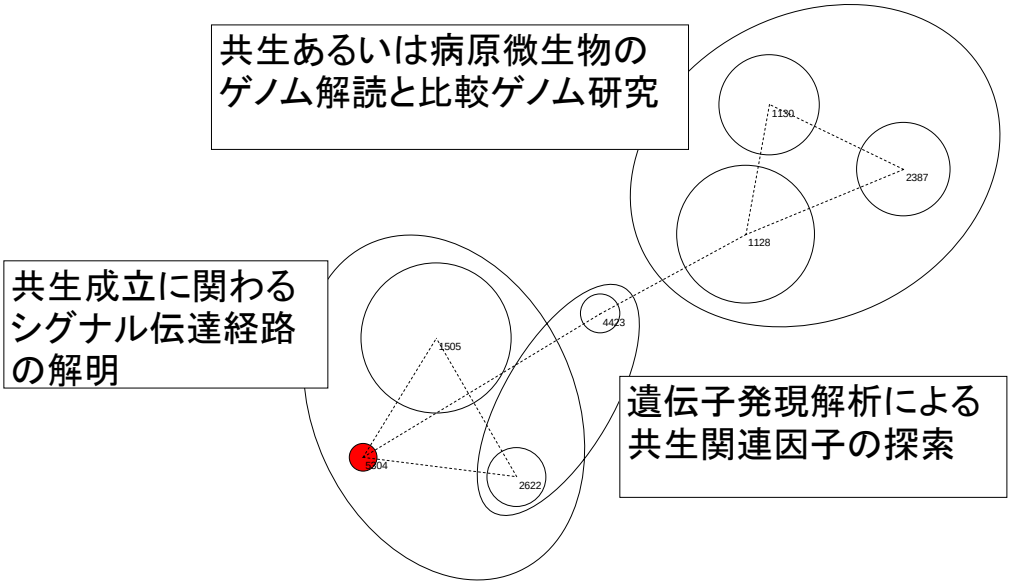
○ 種子を構成するタンパク質の網羅的分析や生理過程に伴う変動
○ 葉緑体を構成するタンパク質の網羅的分析とその合成、分配機構
○ ミトコンドリアを構成するタンパク質の網羅的分析とその合成、分配機構
○ 生体膜を構成するタンパク質の網羅的分析
○ 葉緑体に含まれるプロテアーゼに関する研究

当初は各組織、細胞の構成要素として、分離が容易なタンパク質の分析が主に行われていたが、最近は膜タンパク質の解析、生理過程の変動に伴うタンパク質組成の時間変化の網羅的解析なども始められ、さらに細分化した解析が活発に進められている。

内容分析担当者	三村　徹郎	神戸大学大学院　理学研究科　教授

研究領域名	植物―微生物相互作用	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）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	50(11)	1524	3586	2003.4



自然界で植物は様々な微生物と相互関係を持ち生活しており、その関係は病理的関係と共生関係に大別される。

本研究領域では、植物と微生物の相互作用を理解するモデル系として、植物に普遍的に見られる菌根菌共生系とより特異性の高いマメ科植物―根粒菌共生系に関する研究が取り上げられている。

本研究領域は大まかに以下のように分類される。

○　共生あるいは病原微生物のゲノム解読と比較ゲノム研究

○　遺伝子発現解析による共生関連因子の探索

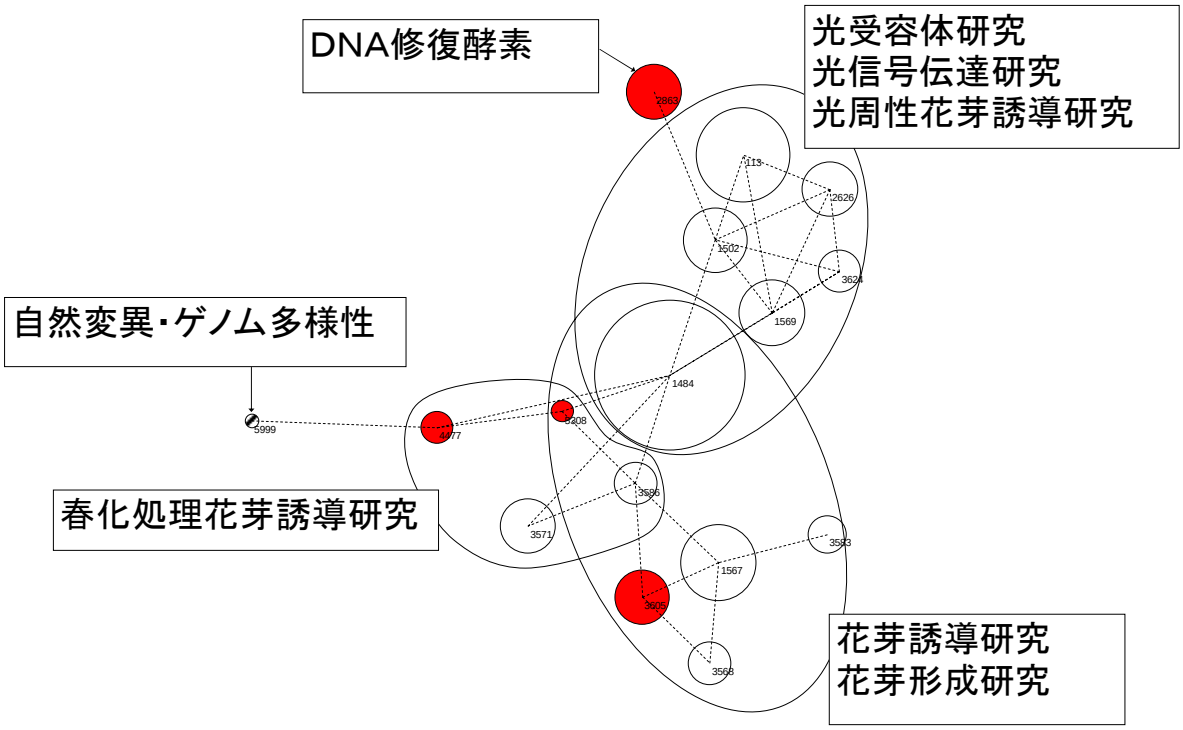
○　共生成立に関わるシグナル伝達経路の解明

研究領域全体として、植物と微生物双方のゲノム情報を利用して、分子レベルで相互作用を理解する動きが活発である。特に2000年以降は、微生物の全ゲノム解読(id1130, 2387, 1128)とその情報を利用して植物-微生物相互作用の全体像を遺伝子発現レベルで捕らえようとする研究(id4423, 2622)が展開されている。また id1505 では共生を制御する主要因子が次々と特定され、共生成立に関わるシグナル伝達経路の解析が大きく進展している。

内容分析担当者	下田　宜司	かずさDNA研究所　植物ゲノム研究部　特別研究員

研究領域名	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	領域 ID	30

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
16(4)	102(18)	2392	6984	2002.9



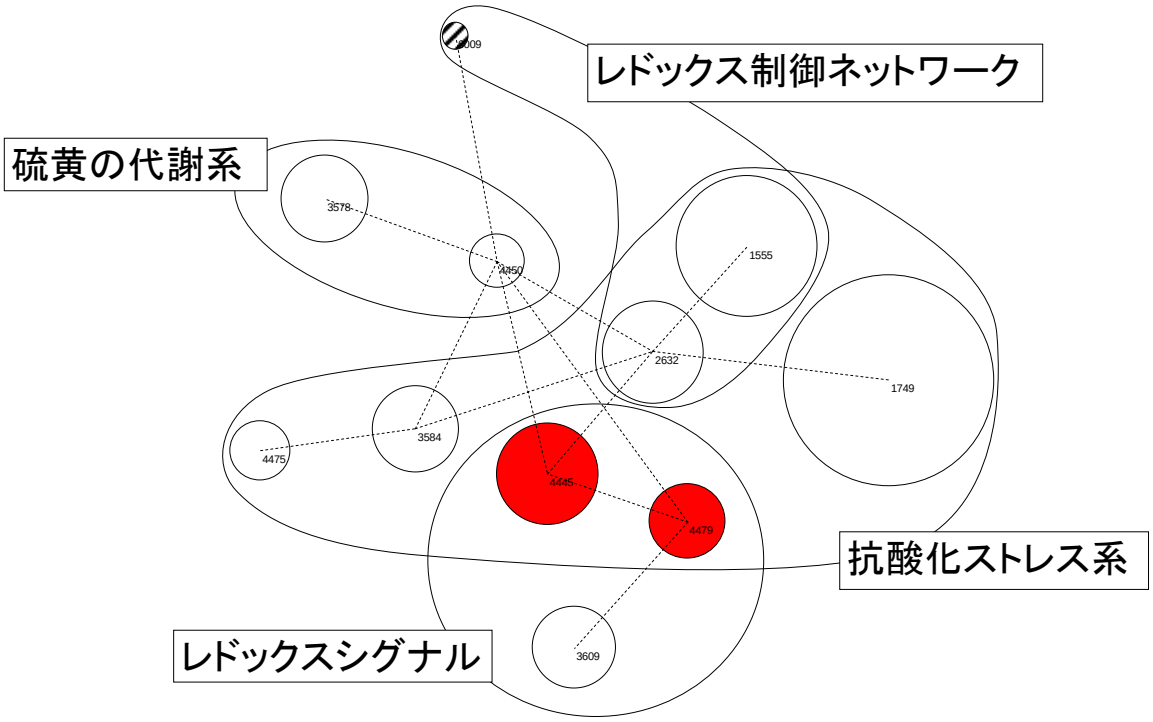
1990 年代に入り、高等植物の研究は、シロイヌナズナを用いた分子遺伝学的アプローチが確立し、その中で、多くの突然変異体から原因遺伝子を同定して、その分子機能を解明する仕事が主流となっている。最近は、ゲノム解析に伴い、イネなども解析材料として使われるようになっている。その中で、この研究領域は、各種光受容体により誘起される植物の生理現象、中でも、光周性花芽形成関連のリサーチフロントで構成される研究領域である。その主な内容は以下の通りである。

○ 光受容体研究、光信号伝達研究、光周性花芽誘導研究
○ 花芽誘導研究、花芽形成研究
○ DNA 修復酵素
○ 自然変異・ゲノム多様性
○ 春化処理花芽誘導研究

内容分析担当者	井澤 毅	(独)農業生物資源研究所 主任研究員

研究領域名	レドックス制御	領域 ID	31

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
11(2)	38(5)	1202	2275	2003.5



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。

生体は、レドックス状態を維持・利用するために「抗酸化ストレス系」「レドックス制御ネットワーク」「硫黄の代謝系」「レドックスシグナル」など、様々なシステムを備えており、これらのシステムの機能を解明することがこの研究領域の目標である。

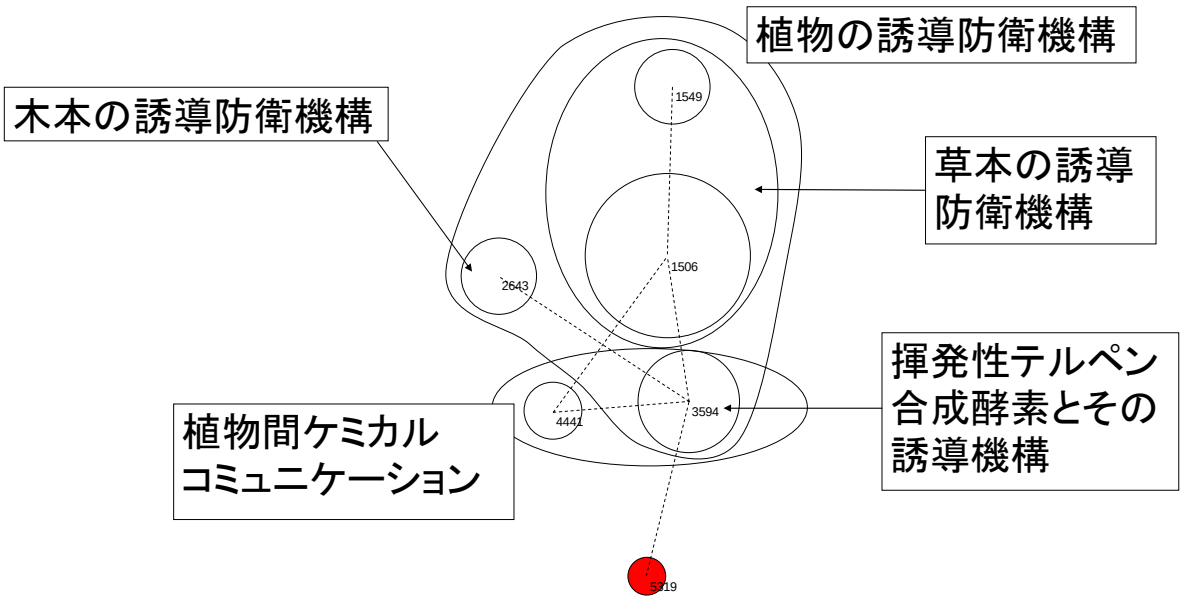
本研究領域は、下記のようなリサーチフロントから構成されている。

○ レドックス制御ネットワーク
○ 硫黄の代謝系
○ レドックスシグナル
○ 抗酸化ストレス系

内容分析担当者	久堀 徹	東京工業大学 資源化学研究所 准教授

研究領域名	植物の誘導防衛機構	領域 ID	32

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(1)	34(0)	720	1388	2003.8



植物は植食者（とくに昆虫類、ダニ類）の食害をうけるとそれに応答して特異的な防衛を開始する。これを植物の誘導防衛と呼ぶ。誘導防衛には、直接毒物質（たとえばニコチン）の生産を誘導的に高める場合（誘導的直接防衛）と植食者の天敵をボディーガードとして呼び寄せて、間接的に身を守る場合（誘導的間接防衛）の 2 つに分けることができる。呼び寄せる際には、植物は食害に応答して特別な揮発性のテルペンなどを食害された葉より生産・放出する。このボディーガードを呼び寄せる匂いブレンドは、同じ植物が異なった植食者に食われたときに微妙に異なり、その異なりによって、それぞれの植食者の天敵を特異的に誘引する場合も報告されている。本領域では、これら植物の特異的な誘導的な防衛機構に関するメカニズムの解明が主体となっている。構成論文では間接防衛に関するものが多い。

○ 植物の誘導防衛（草本の誘導防衛、木本の誘導防衛）

○ 植物間コミュニケーション

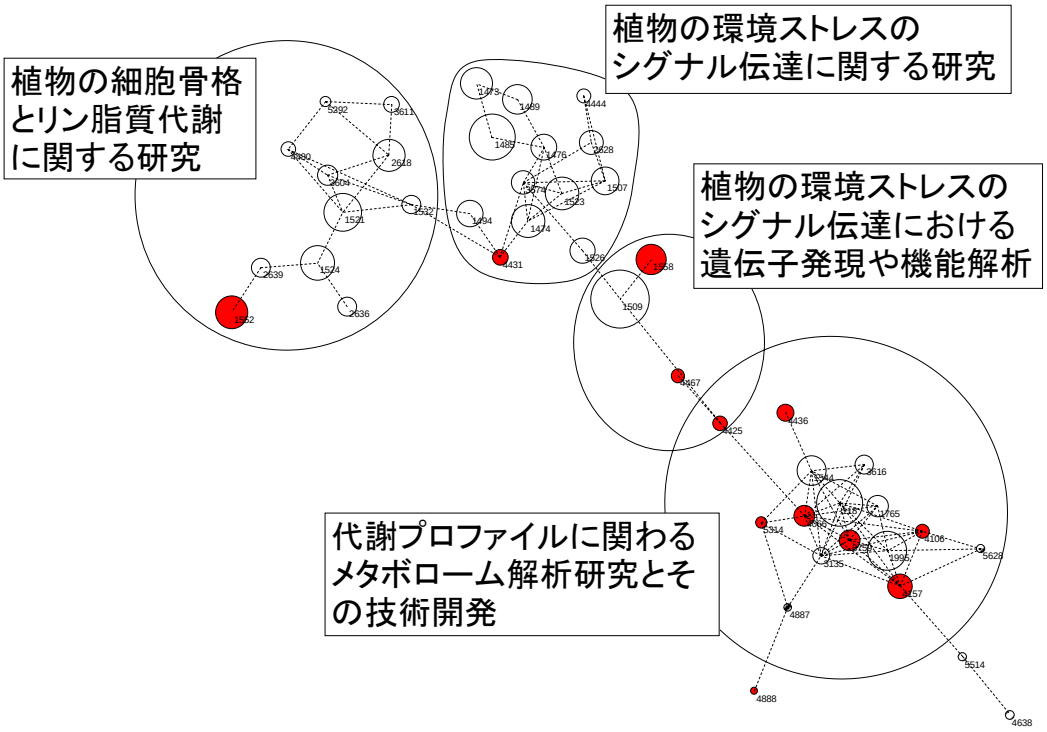
○ 天敵誘引に関連するテルペン合成酵素のクローニング・誘導メカニズム

id4441 では、揮発性のテルペンではなく、お茶の香りに代表される「緑のかおり」が仲立ちをする被害植物と健全植物間の相互作用（植物の会話）が集合している。植物の会話は、一部 id3549 にもある。id5319 は揮発性のテルペンの生合成に関するが、花の香りなど他の領域とは異なる。id3594 の一部は{id1549、1506、2643}集合に含まれる。植物間ケミカルコミュニケーションは id3594 にも一部ある。

内容分析担当者	高林 純示	京都大学 生態学研究センター 教授

研究領域名	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝	領域 ID	33

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
45(12)	221(22)	5058	11750	2003.5



1990 年代後半から 2000 年代前半では植物科学研究に大きな変化があった。それはシロイヌナズナやイネの全ゲノム解読の終了である。それに続いて、転写レベルでの遺伝子発現を調べるためのマイクロアレイ解析、トランスクリプトーム解析が発展し、さらにアミノ酸、糖、脂質などの低分子物質のプロファイルを調べるためのメタボローム解析が急速に発展している。これらの技術は植物の乾燥、塩、低温、高温などの環境ストレスに対する遺伝子発現レベルでの応答や代謝産物のプロファイルの変化などとして分子レベルでの解析、耐性付与に関わる遺伝子機能解析研究が進展した。植物の環境ストレス応答の研究は遺伝子発現から発展してシグナル伝達系の解析が活発化した。

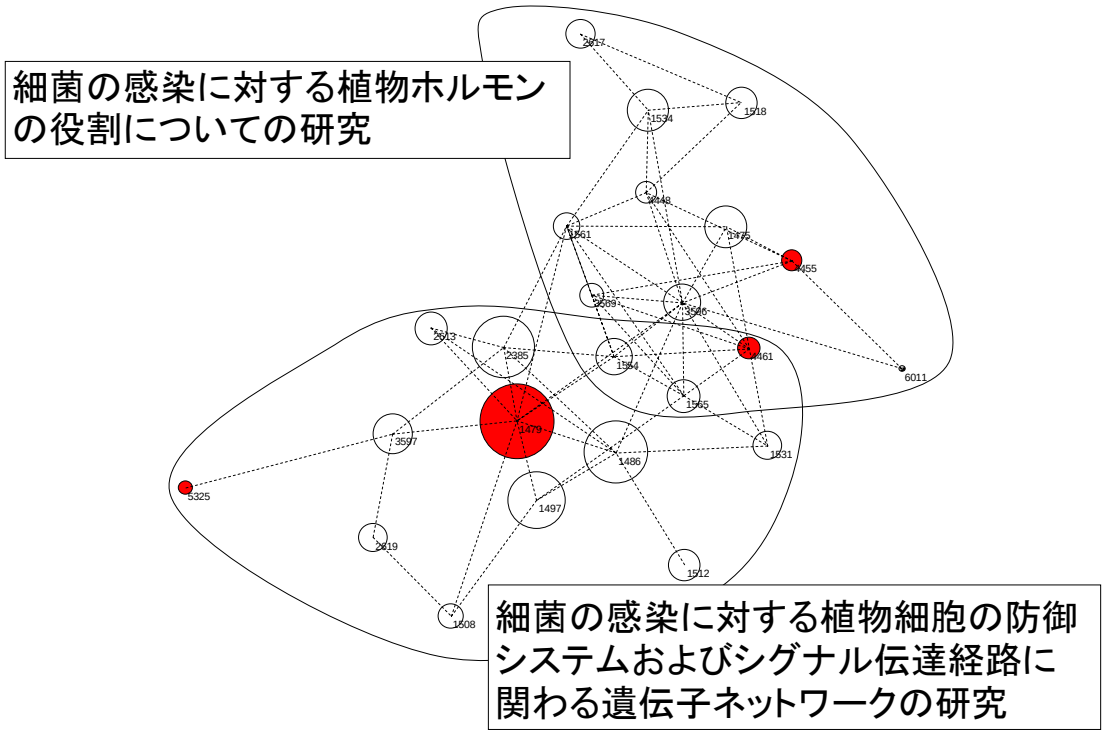
本研究領域は、大きく分けて4つのリサーチフロントに分類される。

○ 植物の細胞骨格とリン脂質代謝に関する研究
○ 植物の環境ストレスのシグナル伝達に関する研究
○ 植物の環境ストレスのシグナル伝達における遺伝子発現や機能解析
○ 代謝プロファイルに関わるメタボローム解析研究とその技術開発

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	植物感染防御/植物免疫	領域 ID	34

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
24(4)	124(5)	2973	8117	2003.3



植物が細菌によって感染する機構や植物が感染の拡大を防御する機構については、主に農学系の植物病理学分野において研究されてきたが、1990 年代後半から理学系の研究者が参入してモデル植物であるシロイヌナズナを用いた分子遺伝学研究が進み、2000 年代に入ると感染と防御の機構にかかわる多数の遺伝子が同定分離され、分子機構が明らかになってきた。

本研究領域における具体的な研究方向は以下の通りである。

○　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

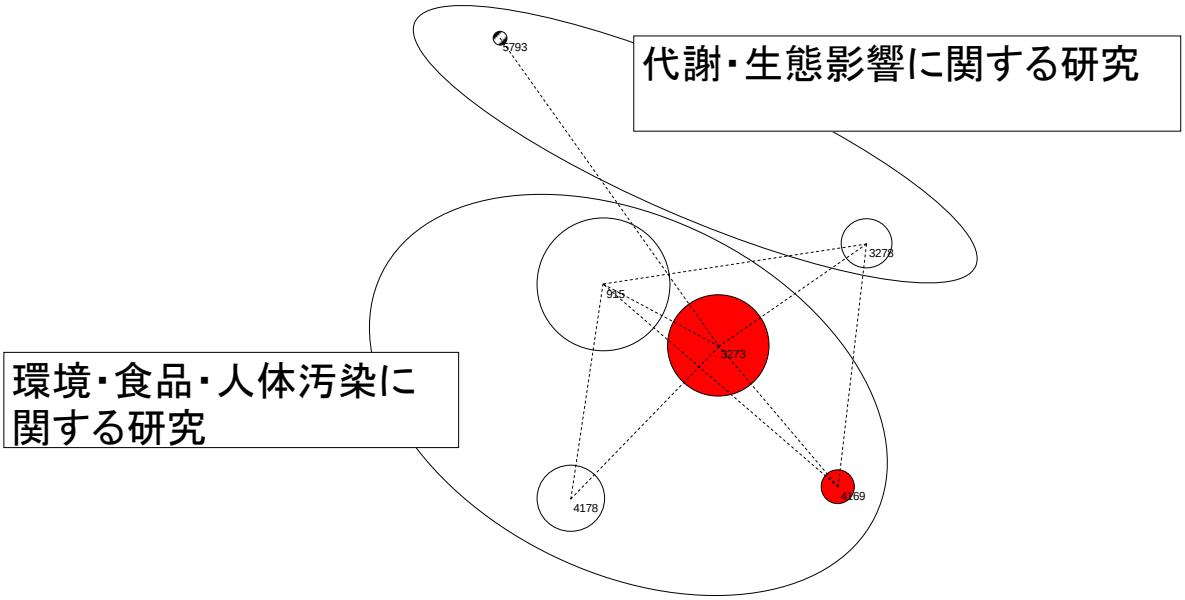
○　感染に対する植物ホルモンの役割についての研究

最近の研究成果の代表的なものとしては、植物細胞が持つ感染防御のためのシグナル伝達経路には、MAP キナーゼGタンパク質など動物細胞のシグナル伝達経路と共通な要素が使われていること、感染細菌の鞭毛構成タンパク質が植物細胞の抵抗性を誘導すること、などを挙げることができる。今後はモデル植物以外の作物などについての研究が急速に発展すると思われる。

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	ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）を主体とした臭素系難燃剤の環境汚染学的研究	領域 ID	35

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(2)	40(1)	796	2389	2003.5



近年の消費文明の発展に伴って使用量が急増している臭素系難燃剤による環境汚染リスクが世界的な社会問題となっており、環境汚染や汚染リスクに関する研究が進められている。本領域では使用量が多い臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）と生体蓄積性が高い六臭素化シクロドデカン（HBCD）に関する論文群である。

環境汚染実態調査では、ヒト、魚類、大気、室内空気について精力的に行われている。また、人体汚染経路に関する研究も進められている。さらに、生体内における代謝や分布および環境動態に関しても一定の成果が得られてつつある。

本研究領域は、下記の2つのリサーチフロントの集合に分類することができる。

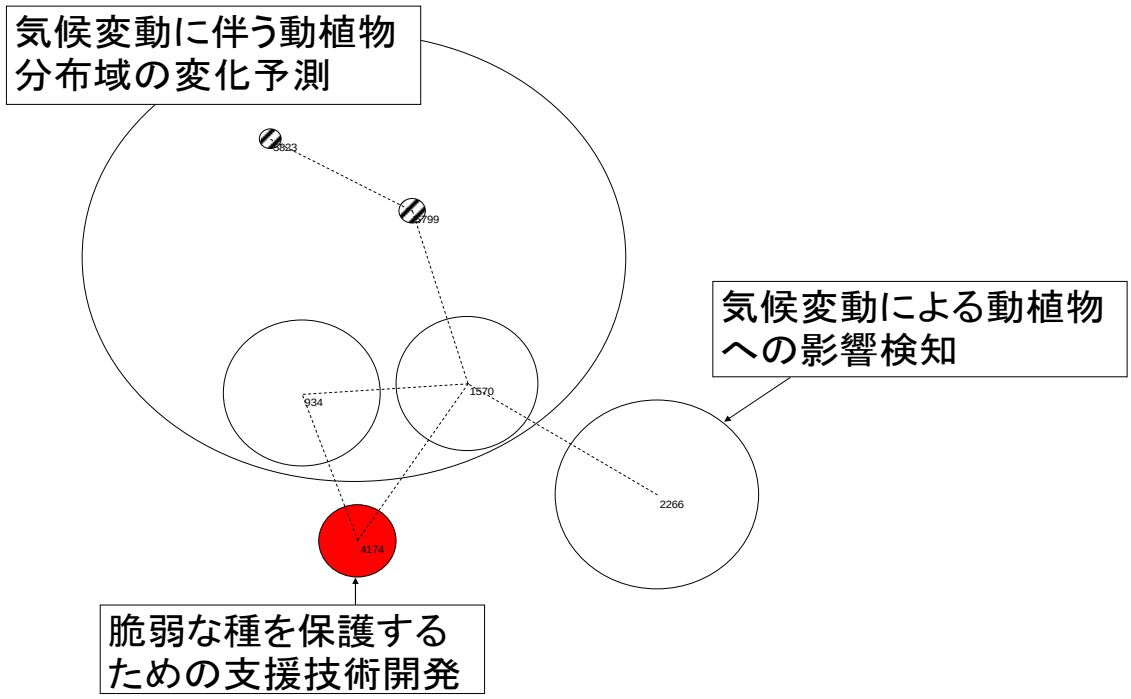
○　環境・食品・人体汚染に関する研究

○　代謝・生体影響に関する研究

内容分析担当者	宮田　秀明	摂南大学　薬学部　教授

研究領域名	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術	領域 ID	36

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(1)	38(0)	1572	3059	2004.1



陸上生態系は、二酸化炭素や窒素などの物質循環や水循環において重要な役割を果たしており、地球システムの必要不可欠な構成要素である。しかしながら、気候変動に伴い、気温や降水量などの環境条件が変化するため、動植物はこれまでに分布していた場所での生息が困難となり、分布域や活動の変化、種の絶滅、さらには食料生産への影響が懸念されている。したがって、気候変動による動植物活動の変化を定量的に評価し、適切な対応策や適応策を講じることが喫緊の課題となっている。

本研究領域は、気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術を主体と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とおりである。

○　気候変動に伴う動植物分布域の変化予測(id934、1570、5799、5823)

○　気候変動による動植物への影響検知(id2266)

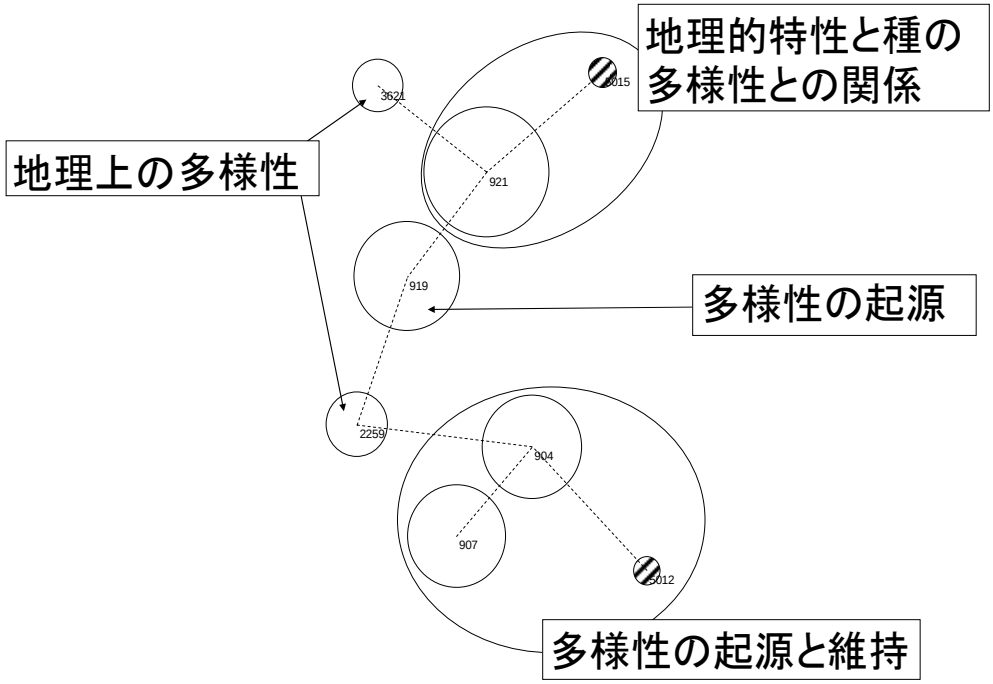
○　脆弱な種を保護するための支援技術開発(id4147)

気候変動による動植物への影響に関して、動植物の環境条件の変動に対する応答をモデル化することによる変化予測、すでに変化が起こっている種や場所の検知、危惧種を保護するための支援技術についての研究から構成されている。近年は、動植物活動に関する観測データの蓄積が進み、これらのデータを影響検知や変化予測の検証に用いることができるようになりつつあるため、発展が目覚ましい。

内容分析担当者	大吉　慶	東京大学　生産技術研究所　科学技術振興特任研究員

研究領域名	生物多様性	領域 ID	37

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(0)	27(0)	1030	1887	2003.3



1992 年のリオサミット以来、生物多様性が地球環境の重要なキーワードとなっている。生物多様性に関しては次のような大きな課題がある。何ゆえにかくも多様な生物種が存在し、それがまたひとつの生態系に共存できるのか？生物多様性はたとえばひとつの森林でどのように維持されているのか、1種だけが優占し他を排除してしまわないのか？など、多様性はいささかわかりにくい問題である。

本研究領域は、下記のようなリサーチフロントから構成されている。

○　多様性の起源

id919 は多様性の利点の一つ、多様であるほど生産力が高いという仮説の提唱とその検証にかかわるものである。id2259,3261 は多様性の起源についての別の仮説を提唱し、対象とする群よりもより大きな群からの種の供給などを問題にしたものといえる。

○　地理的特性と種の多様性との関係

id921 熱帯ほど多様性が高いという傾向があるのはなぜかについて、鳥の種数などを例にしながら検証しようとしたものであり、id5015 はオーストラリアの鳥に関する応用編である。

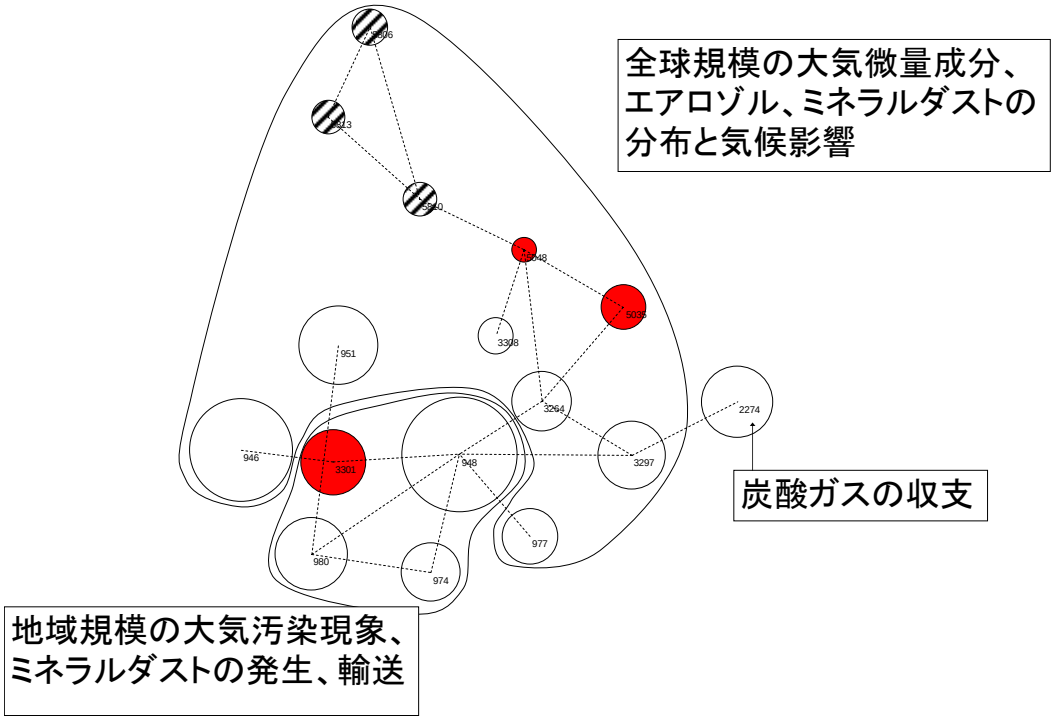
○　多様性の起源とその維持

id904 は生物多様性起源に関する重要な仮説、中立説、の提唱とその検証である。id5012も起源に関するもので、稀な種の意義が問題とされている。id907 は生物多様性のホットスポットともいうべき、アマゾン熱帯林における生物多様性とその保全に関する応用的課題である。

内容分析担当者	菊澤　喜八郎	石川県立大学　環境科学科　教授

研究領域名	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響	領域 ID	38

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
16(3)	75(12)	1863	3637	2003.9



気汚染物質、温暖化ガス、ミネラルダストの気候影響に関する研究領域である。

ここで抽出されているリサーチフロントは、現象で分類されたもの、手法で分類されたもの、さらには特定のセンサや特定のモデルに関するものが混在する。このため、リサーチフロントを正確に集合化することは困難であるが、大きく分けて以下の3つの研究に分類できると思われる。

○ 全地球規模の大気微量成分、エアロゾル、ミネラルダストの分布と気候影響
　グローバルな分布および気候影響の研究

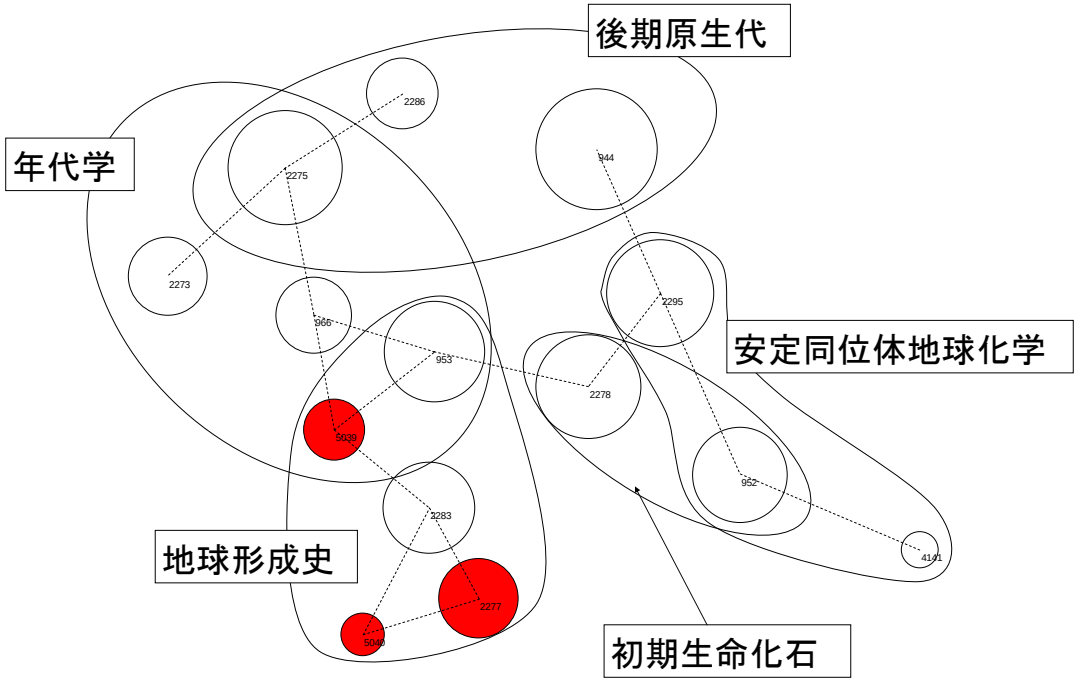
○ 地域規模の大気汚染減少、ミネラルダストの発生、輸送
　大きくアジアの大気汚染や黄砂など地域スケールの現象に関する研究

○ 炭素ガスの収支

内容分析担当者	杉本　伸夫	国立環境研究所　大気圏環境研究領域　遠隔計測研究室長

研究領域名	地球史	領域 ID	39

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
14(3)	79(1)	1892	4059	2003.3



地球史研究は地層記録から過去の地球環境・生物活動が 46 億年の地球の歴史を通していかに変遷してきたかを読み解く試みであり、これによって長期的視点から将来の地球環境、また大きな意味での地球生態系がいかに変化してゆくかの予測に資するものである。この研究領域は地質学・化学・微生物学等をまたぐ極めて学際的な分野であるため、個々のリサーチフロントは多岐にわたっている。内容は以下の通りである。

○ 安定同位体地球化学

新たな分析手法やコンセプトの登場によって、安定同位体化学を用いた過去の地球環境・生物活動の解析が発展しつつある。

○ 年代学

放射性同位体の分析法が改善され、より高い精度で地層の年代測定がなされるようになった。

○ 地球形成史

太陽系の初期の記録は隕石の研究により行われてきたが、さらに地球最古の鉱物の分析が進み、これら二つの情報をつきあわせて議論されるようになった。

○ 初期生命

将来の火星生命探査にむけた予備実験として、地球初期の生命の痕跡を地層記録からいかに特定するかが近年盛んに議論されている。

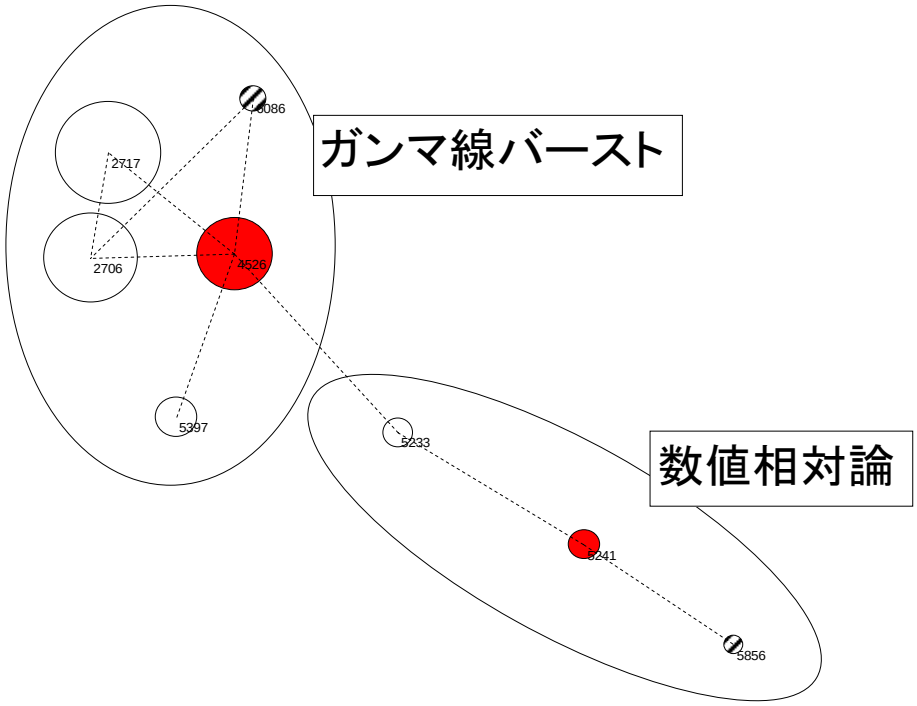
○ 後期原生代

6億年前の全地球凍結仮説の登場によって、その原因やその直後に起きた生物進化事件との関連が盛んに議論されている。

内容分析担当者	上野　雄一郎	東京工業大学　グローバルエッジ研究院　特任助教

研究領域名	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象	領域 ID	40

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(2)	66(13)	1052	3290	2004.9



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、そ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数値相対論分野の研究を活性化させている。

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」と「数値相対論」に大別できる。主なキーワードは以下のとおりである。

○ ガンマ線バースト

GRB の標準放射エネルギー(ID2706)、GRB と超新星の関連(id2717)、GRB の X 線残光および短い GRB の観測(id4526)、マグネターの巨大ガンマ線フレア(ID5397)、最遠方のガンマ線バースト(ID6086)

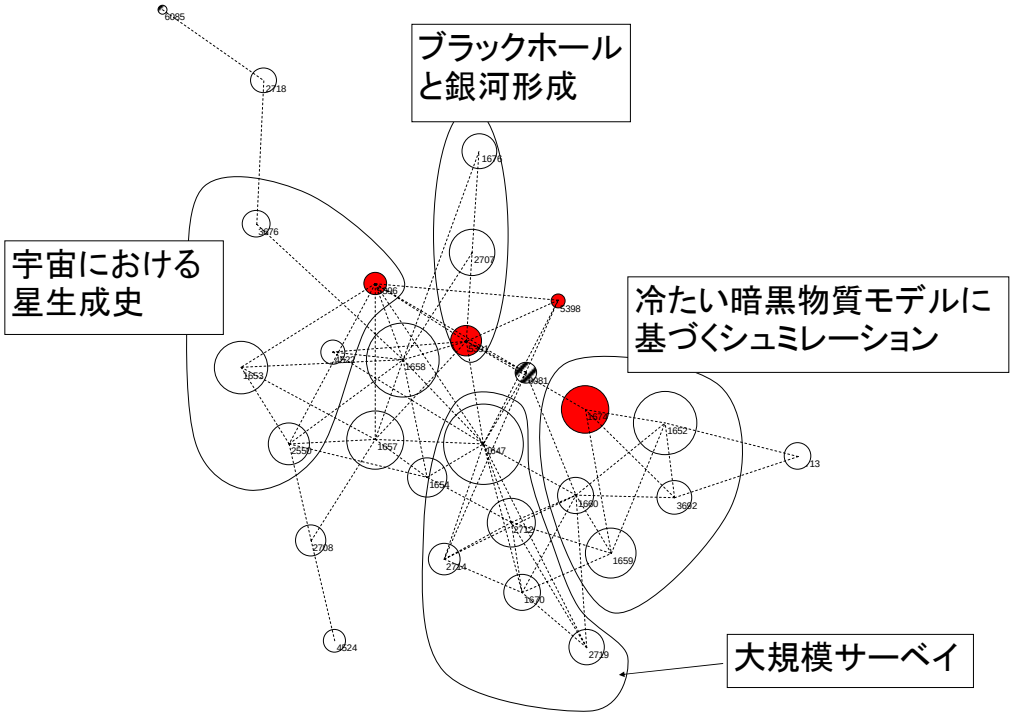
○ 数値相対論

中性子星合体(id5233)、連星ブラックホール(id5241)、アインシュタイン方程式(id5856)

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	銀河の形成と進化	領域 ID	41

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
28(4)	167(25)	6062	19423	2003.4



137 億年の宇宙の歴史の中で、いつどのようにして銀河が誕生し、どのような進化をして現在の多様な形態の銀河となったのかを観測と理論の双方から明らかにしようとする領域である。いくつかの 8m 級望遠鏡や、スペースからの観測が進み、1990 年代半ばから、実際に宇宙初期までさかのぼって銀河の姿をとらえることができはじめ、現在急速に発展している。主なリサーチフロントは以下の通りである。

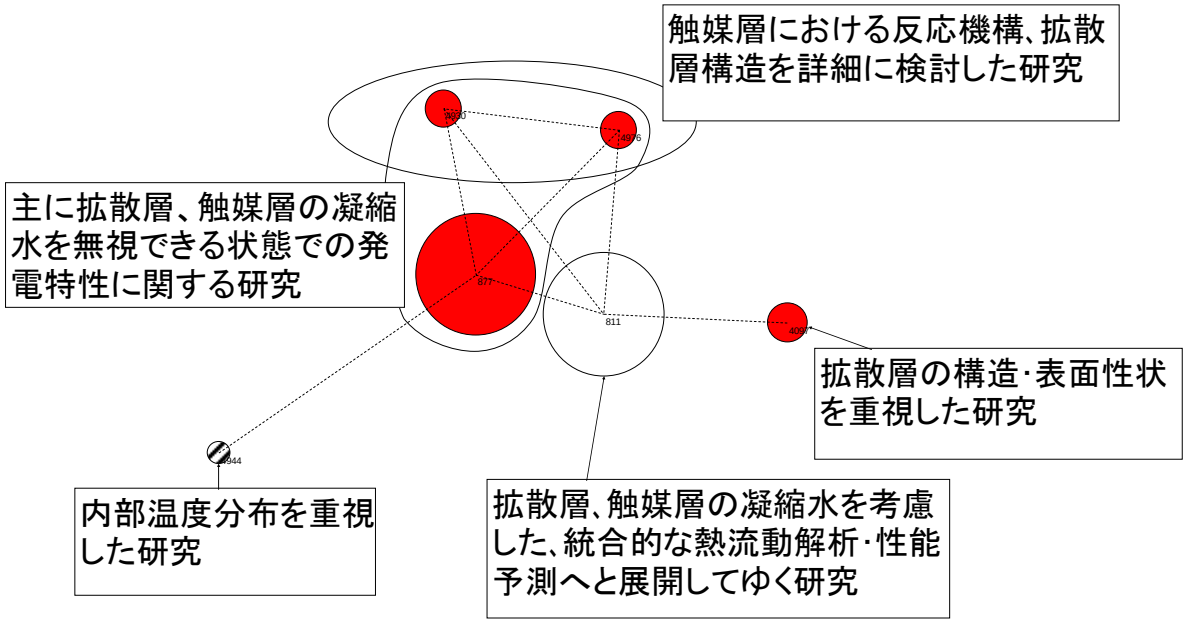
(1) 銀河の星質量集積の歴史
(2) 宇宙における星生成史
(3) ブラックホールと銀河形成
(4) 冷たい暗黒物質モデルに基づくシミュレーション
(5) 大規模サーベイ

上記のリサーチフロントのうち(1)(2)は、宇宙史の様々な時期にある遠方銀河の観測が進んで急速にデータが蓄積されつつある。(3)は近年その重要性が認識されてきた。(4)はコンピュータの性能向上により、シミュレーションの時間、空間分解能が飛躍的に向上し、観測データとの詳細な突き合わせが行えるようになった。(5)は、地上とスペースから様々な波長帯で大規模な銀河の探査が進んでいる。

内容分析担当者	岡村　定矩	東京大学大学院　理学系研究科　教授

研究領域名	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動	領域 ID	42

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(4)	35(4)	434	1068	2004.1



固体高分子形燃料電池(PEM, PEFC, PEMFC)は、低作動温度・高出力密度の特徴を持つことから、自動車用動力や家庭用定置型電源として期待されており、一部実用化されている。しかし、さらなる普及を図るためには、高性能化・長寿命化、低コスト化などの課題が残されている。

本研究領域は、これらの課題を克服するために、固体高分子形燃料電池の主構成要素である拡散層、触媒層、固体高分子膜および流路における熱物質移動の解明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。

○ 水素、酸素、水の熱物質移動モデルの構築

○ 拡散層・触媒層・流路の構造・表面性状等が発電特性に与える影響の検討

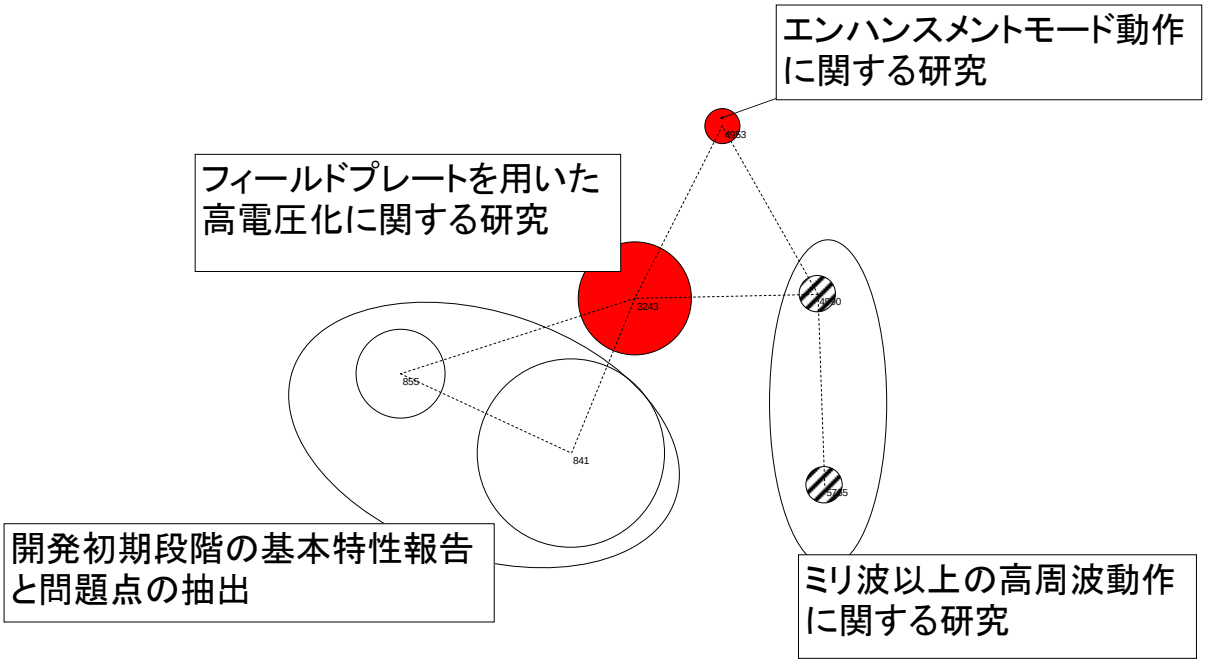
○ 内部で凝縮した水の可視化および発電性能に与える影響の検討

水素、酸素、水の熱物質移動モデルの構築(id877,4944)は 1999 年代後半より数多くのモデルが提案されるとともに、モデル化に必要な触媒層における反応機構(id4930)、拡散層の構造・表面性状の影響(id4976,4097)の検討が進んだ。この結果、最適な拡散層厚さ、流路幅など多くの知見が得られている。また技術の向上により、発電中の燃料電池内の水分布を中性子ラジオグラフィー等で計測できるようになり、触媒層や拡散層内で凝縮した水が発電特性に大きく影響することが注目されている。このため、これら内部凝縮水の影響を考慮した、より詳細なモデルの構築が行われている (id811)。

内容分析担当者	松隈　洋介	九州大学大学院　工学研究院化学工学部門　准教授

研究領域名	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用	領域 ID	43

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(2)	19(3)	531	924	2003.1



1990 年代から GaN を中心とする窒化物半導体を用いた電界効果トランジスタ（FET）の研究が提唱されてきたが、2000 年以降になり実用化を求めて、高電圧応用、高周波応用、FET 動作の安定性解析に関する研究発表が盛んになってきた。

本研究領域は、窒化物半導体トランジスタ、詳しくは窒化物半導体 FET（HEMT を含む）の高電圧および高周波応用に関連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。

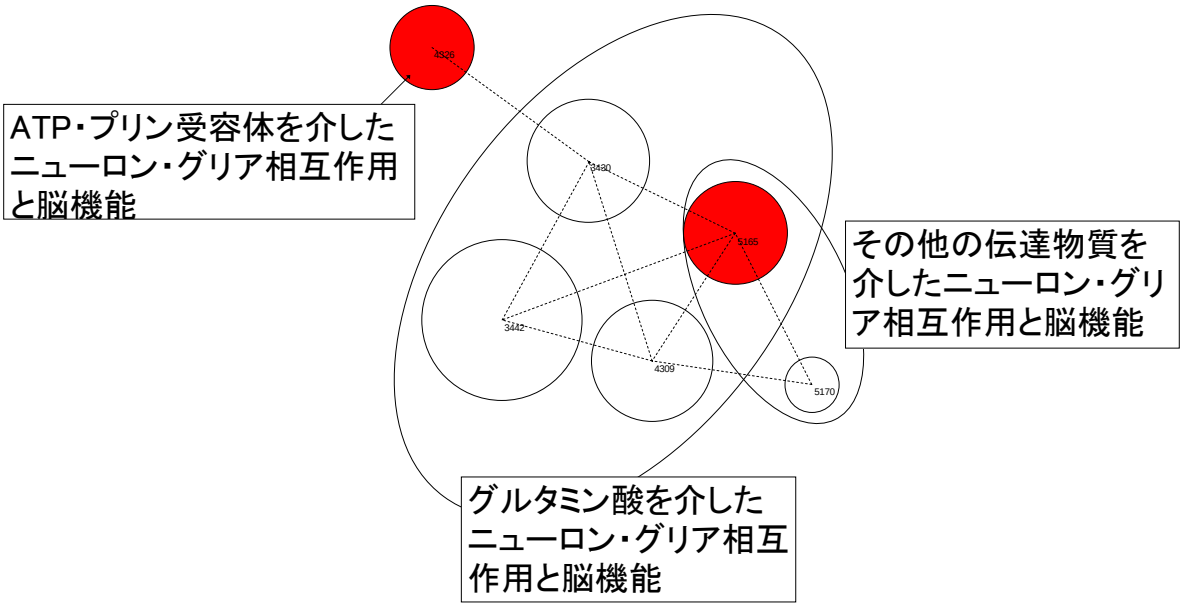
○ 窒化物半導体 FET の高電圧および高周波動作に関する初期段階の研究
○ フィールドプレートを用いた高電圧動作に関する研究
○ エンハンスメントモード（ノーマリオフ）動作に関する研究
○ ミリ波（30GHz）以上の高周波動作に関する研究

大まかには、窒化物半導体 FET の開発初期段階における高電圧動作と高周波動作の報告と問題点（電流コラプス、）の抽出、フィールドプレートを用いた高電圧動作に関する研究、エンハンスメントモード（ノーマリオフ）動作に関する研究、ミリ波以上の高周波動作に関する研究、の4つのカテゴリーに分類できる。高電圧化の基本技術として被引用数急増の見られる研究領域がフィールドプレート（id3243）である。また、エンハンスメントモード動作（id4953）やミリ波（30GHz）以上の高周波動作（id4990,5765）に関する研究も発展中である。

内容分析担当者	葛原　正明	福井大学大学院　工学研究科　教授

研究領域名	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解	領域 ID	44

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(2)	19(0)	566	975	2004.7



脳は神経細胞とグリア細胞と血管系の細胞で構成されている。脳の情報伝達を担う神経細胞に対して、グリア細胞は、細胞外イオン濃度の調節や神経伝達物質の回収といった補佐的な役割を担う細胞だとされてきた。しかし最近、グリア細胞が神経伝達物質を放出し、神経情報処理にも関与する可能性が提唱されている。2000 年頃から多光子励起顕微鏡等の測定技術が普及し、急性脳標本や個体脳標本で神経・グリア・血管の同時観測が可能となり、諸々の仮説が検証される時期に入っている。

本研究領域は、神経・グリア伝達物質で分類されるリサーチフロントで構成される。

○ATP・プリン受容体を介したニューロン・グリア相互作用と脳機能

○グルタミン酸を介したニューロン・グリア相互作用と脳機能

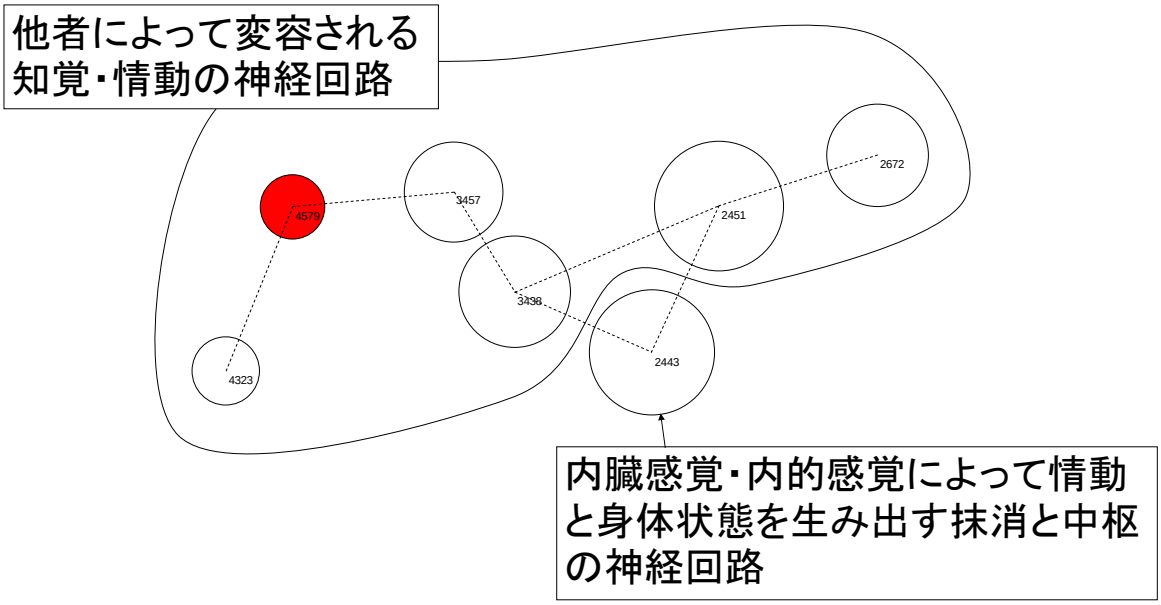
○その他の伝達物質を介したニューロン・グリア相互作用と脳機能

グリア・ニューロン相互作用に関与する二大伝達物質は、ATPとグルタミン酸であり、それぞれの信号伝達は、分子レベルにはじまり、神経回路、脳血流調節(id3442)、痛覚(id4326)に至るまで総合的に研究されている。蛍光イメージング等の技術を使い、急性脳標本や麻酔下動物の個体脳標本でのグリア機能検証が高い関心を寄せている(id3442、4309)。以前から知られていた解剖的知見、また、これらの伝達物質以外にも、D-serine 等のアミノ酸やペプチドを伝達物質としたニューロン・グリアの相互作用も注目されつつある(id5170)。

内容分析担当者	平瀬　肇	理化学研究所　脳科学総合研究センター　ユニットリーダー

研究領域名	内臓感覚と情動・共感の神経機構	領域 ID	45

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	17(0)	934	1409	2003.7



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た。2000 年代に入って、情動形成における内臓感覚の役割が明らかにされつつあり、心と身体をつなぐ研究領域として俄然注目度が高くなってきている。

本研究領域は、主に内臓感覚・内的感覚によって情動を生み出す神経回路というリサーチフロントと他者によって変容される情動の神経回路という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。

○　内臓感覚・内的感覚によって情動と身体状態を生み出す末梢と中枢の神経回路

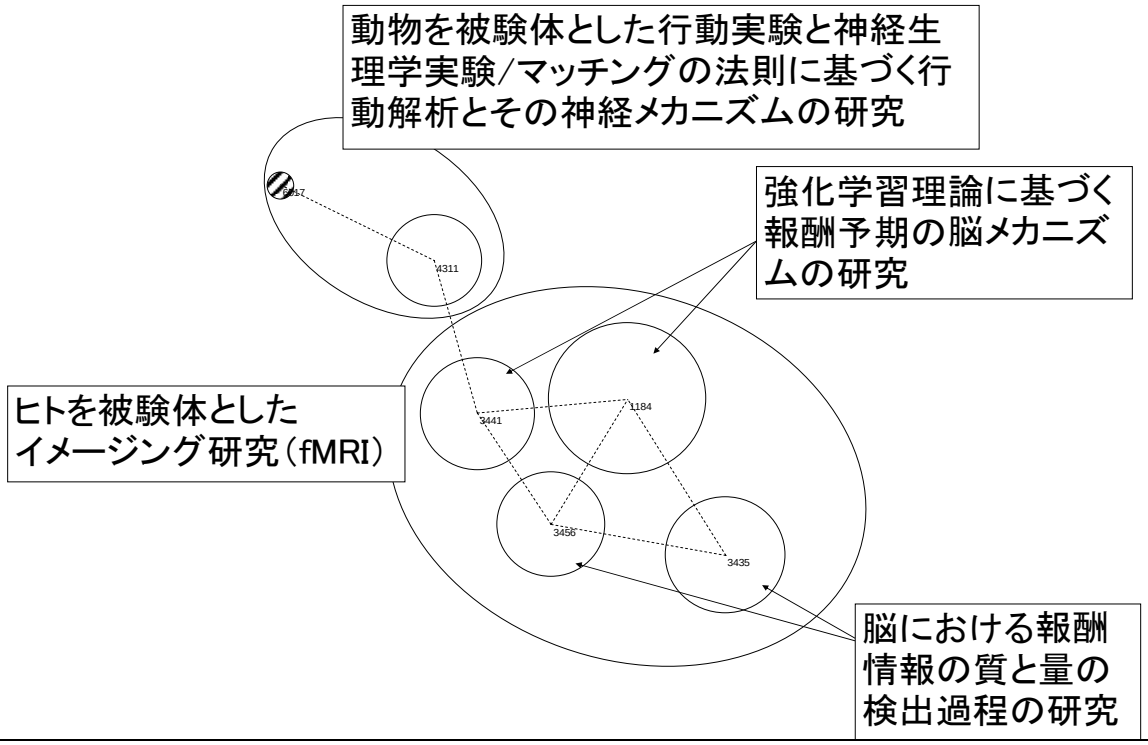
○　他者によって変容される知覚・情動の神経回路

おおまかには、内臓感覚特に内臓痛覚の研究、心臓の拍動を自覚する機構に関する研究、偽薬効果の脳内神経基盤に関する研究、他者の疼痛を自分のもののように感じる時の共感の神経機構の研究、他者の動作を観察している時の自己の脳内身体地図の賦活の研究などが混在しており、これらが相互に関連し合っている。この中でも、内臓感覚・内的感覚の研究(id2443)は、その研究手法の難しさから比較的独立しているが、注目されている。また、他者によって変容される知覚の中では、偽薬効果(id2451)の引用度が高く、他者の意図を読み取る時にも自己のミラーニューロンが賦活されることに関する研究(id4579)の引用数が急速に伸びている。

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	意思決定神経科学	領域 ID	46

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	13(0)	637	1076	2003.3



報酬情報処理の脳メカニズムの研究から発展した本領域は、報酬や罰を脳がどのように処理して価値という行動決定の基準となる一元的な指標を生み出すかを調べる研究の集合体である。この研究領域は、実験と理論とがうまく融合し、神経経済学や神経倫理学を生み出すなど脳科学と社会科学を融合した新たな学問領域の創成に発展している。

本研究領域は、報酬情報が相対化され価値の情報に変換される脳内プロセスの研究とそれが認知情報と結びつき、報酬予測とそれに基づく意思決定（行動決定）にいたる脳内プロセスの研究に大別できる。具体的には以下の通りである。

○　脳における報酬情報の質と量の検出過程の研究（id3456,3435）

○　強化学習理論に基づく報酬予期の脳メカニズムの研究(id3441,1184)

○　マッチングの法則に基づく行動解析とその神経メカニズムの研究(id6017,4311)

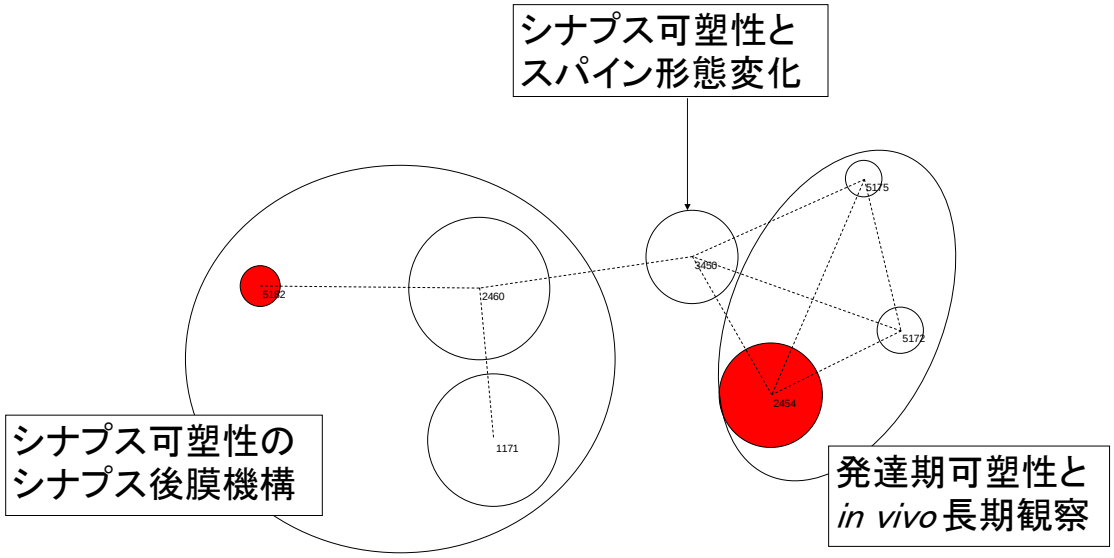
マッチングの法則は報酬の履歴効果が行動に与える影響に関するものであり、比較的長期の行動決定過程を検討するものであるのに対し、強化学習理論は報酬予測と実際の報酬との誤差の検出から次の報酬予測をどのように行うかという価値生成過程を数理モデル化したものである。神経経済学や神経倫理学などは、ここから発展していったものととらえることができる。

また、本研究領域は、動物を被験体とした行動実験と神経生理学実験と、ヒトを被験体としたイメージング研究（fMRI）とに大別される。

内容分析担当者	坂上　雅道	玉川大学脳科学研究所　脳科学研究施設　主任教授

研究領域名	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態	領域 ID	47

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(2)	22(5)	1424	2628	2003.5



海馬や大脳皮質でのシナプス可塑性は記憶形成や発達期の神経回路形成において中心的な機構であり、その分子機構や構造変化との関係が古く（1980 年代）から盛んに研究されてきた。この分野は3つのリサーチフロントに分けられる。

○ シナプス可逆性のシナプス後膜機構

1990 年代中頃からシナプス可塑性の分子機構としてシナプス後膜上のAMPA受容体数の制御機構が中心的な研究対象となり、この分野の研究手法を電気生理学のみから細胞生物学を含むものに転換し、分野全体の進展の起爆剤になった。AMPA受容体の輸送機構（id1171，2460)とシナプス後部AMPA受容体結合蛋白によるAMPA受容体制御（id2460、5182)を含む。

○ シナプス可逆性とスパイン形態変化

最近シナプス可塑性に伴う樹状突起スパイン形態の変化が注目され、細胞骨格動態がその機構と考えられた(id3450)。

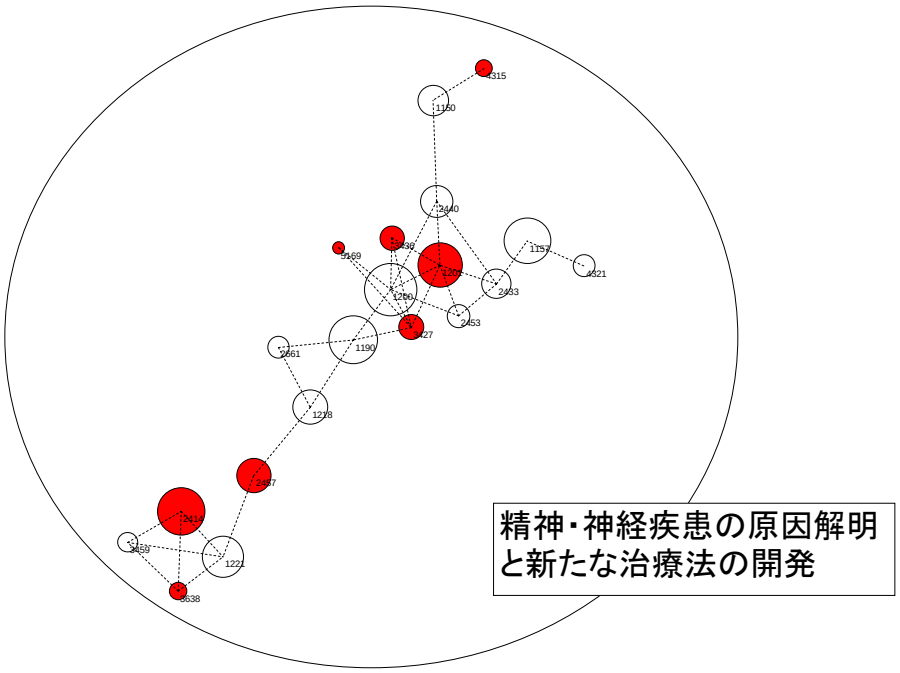
○ 発達期可逆性と *in vivo* 長期観察

発達に伴う回路形成や経験依存的シナプス可塑性の分子機構と形態変化。シナプス外部のTPA活性による発達期可塑性の制御（id5175)と長期間にわたる in vivo でのシナプス構造（樹状突起スパイン、軸索終末）の形態変化の観察（id2454，5172）を含む。

内容分析担当者	岡田　大助	三菱化学生命科学研究所　主任研究員

研究領域名	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発	領域 ID	48

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
20(8)	86(9)	5409	12102	2003.1



近年、統合失調症等の精神・神経疾患は社会問題となっている。その原因の解明と新しい原理に基づく治療法や予防法の開発が求められている。本研究領域は、精神・神経疾患の原因の解明と新しい治療法の開発を目指しているものであり、主な内容は以下の通りである。

○　VEGF による運動神経の生存保持に関する研究

ALS の原因の1つとして、VEGF による運動神経の生存保持が検討された(id1150, 4315)。また VEGF は成体の神経幹細胞からの神経新生を促進することが示された(id2440)。

○　大脳皮質ニューロンの誕生と移動のメカニズム

○　成体の脳における神経肝細胞からのニューロンの再生

歯状回では、神経幹細胞から新生されたニューロンが機能する顆粒細胞へと成長することが示された(id1200)。虚血によって傷害された海馬、歯状回では、錐体細胞および顆粒細胞が神経幹細胞から再生されてくることが示された(id1201)。抗うつ剤によって、ニューロン新生が促進され、強度のストレスでは逆に抑制されることが示された(id1190)。また黒質にも神経幹細胞が存在することが示された(id2453)。

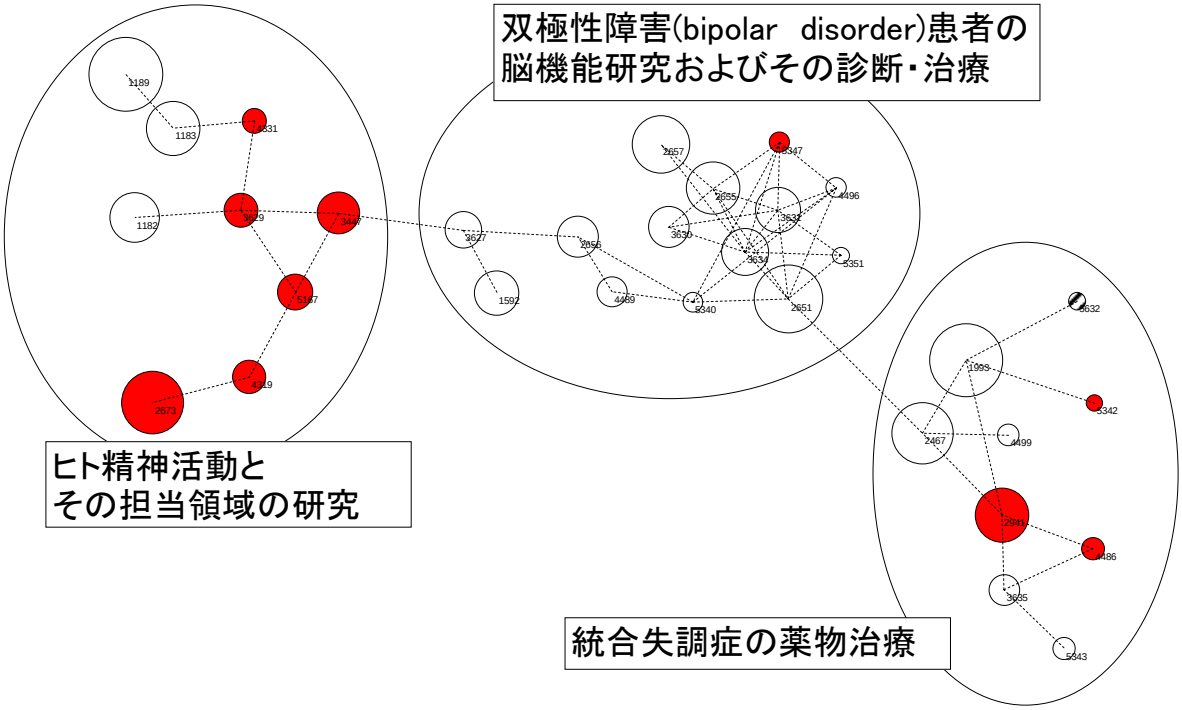
○　統合失調症などの神経疾患の原因遺伝子の特定及び疾患の発症のメカニズムを解明する試み

統合失調症の危険因子として、COMT(id1221)、Neurogenin1(id2414)、BDNF(id2457)などが報告された。また、感受性遺伝子の一つとして、DISC-1 を同定し、発症のメカニズムの一端が明らかにされた(id3459)。

内容分析担当者	小川　正晴	理化学研究所　脳化学総合研究センター　チームリーダー

研究領域名	ヒト脳の機能解析、および精神疾患の薬物療法	領域 ID	49

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
32(10)	130(3)	4599	9952	2003.5



ヒトの様々な精神活動（喜怒哀楽、記憶、認知など）が脳のどの領域の活動と関連をしているかを探る研究の進歩は、機能的磁気共鳴画像法(fMRI)の使用によるところが大きい。また、双極性障害や統合性失調症など精神疾患が、脳のどの領域の障害によるのかを明らかにするために、fMRI を用いた研究が行われてきた。精神疾患の治療は、薬物療法が中心であるが、開発される新薬は少ない。その理由の一つとして、ヒトの精神疾患を動物で再現することが難しく、良い薬理モデルがないことが考えられる。そのため、精神科領域の創薬においては、ヒトでの臨床研究が他の領域と比べ重要となってくる。その意味で、非侵襲的にヒト脳の機能を詳細に検討できる fMRI などの解析手段の発達は新しい治療方法の開発に極めて重要である。本研究領域は、正常または障害を有するヒトの脳機能解析と精神疾患の治療（主に薬物療法）に関するリサーチフロントで構成されており、その主たる内容は以下の通りである。

○　ヒト精神活動とその担当脳領域の研究

○　双極性障害（bipolar disorder）患者の脳機能研究およびその診断・治療

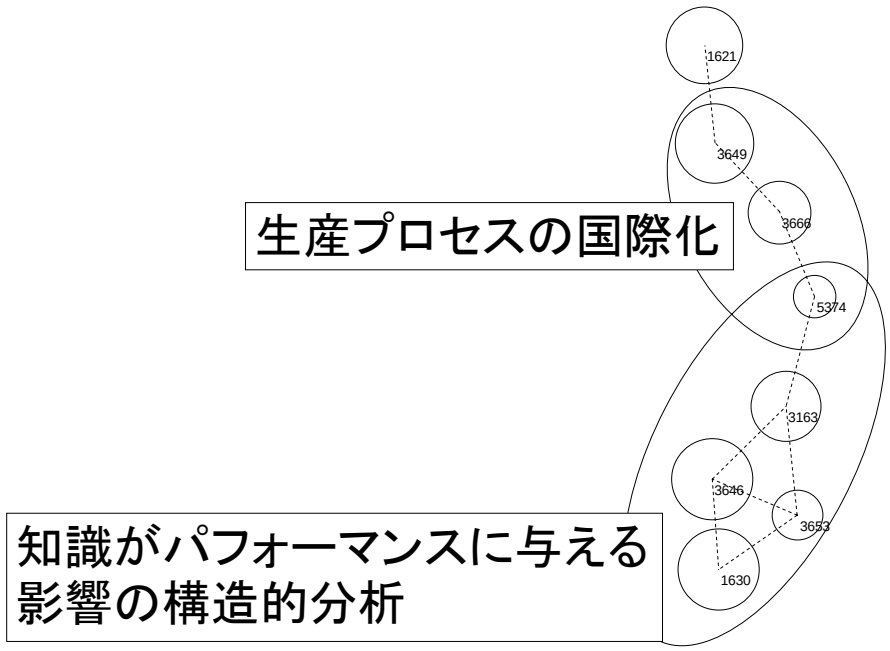
○　統合失調症の薬物療法

id3447 では、健常人と精神病患者とを比較し、感情認知の機能を担当する脳領域の研究を行っている。id4319 と id5167 ではセロトニンのトランスポーターの遺伝子変異が鬱病発症のリスクを高める可能性を示唆されている。id1993、id5832、id5342 では、統合失調症の患者に糖尿病などの代謝異常が多く認められ、一部の向精神薬が原因であることが示唆されている。向精神薬の脂質・糖質代謝に対する影響（副作用）の検討が今後の臨床試験により明らかにされていくと考えられる。

内容分析担当者	河野　裕	バイオフ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	ネットワークからみた生産プロセスの構造分析	領域 ID	50

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(0)	28(0)	416	800	2003.2



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。

○ 生産プロセスの国際化について、食糧生産プロセスを題材として分析した論文群(1)

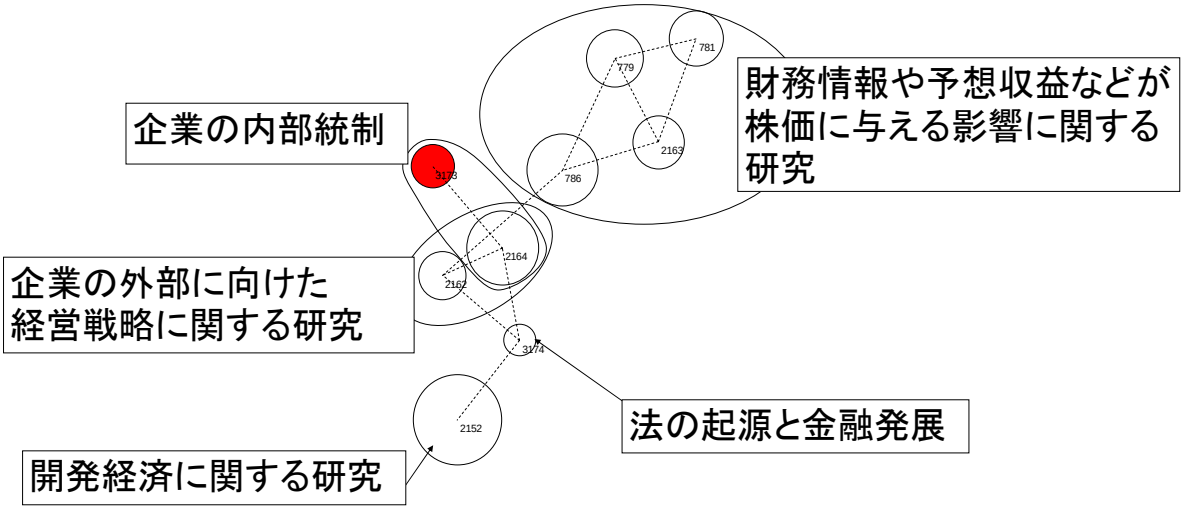
○ 主として経済地理学的において、国際的あるいは地域的に分散した主体によって協調的に生産が行なわれる際に知識が果たす影響の諸側面について、関係論アプローチから分析を行った論文群(2)

なお、id1621 は上記2群から除いたが、これは同リサーチフロントの主題が論文群(1)と大きく異なっていることによる。どちらの論文群も、関係論的視点、特にネットワーク的視点から、現象の分析をおこなおうという点で極めて高い類似性がある。しかし、論文群(1)ではバリューチェーンとしてプロセスを捉えているのに対して、論文群(2)では知識が果たす影響を取り入れている点で、分析手法が大きく異なっている。id1621 は、開発経済学・農業経済学の研究であり、植民地が生産から脱生産に向かう動きが過去にあったが、現在はそれが逆コースになっているのではないかという問題の指摘である。id1630 は、プロジェクト型組織・テンポラリ型組織のパフォーマンス、戦略について、知識論の視点から述べた研究である。地域経済学からみた生産プロセスのグローバル化(id3163)、暗黙知が経済地理学に与える影響や暗黙知と知識移転の関係、知識のスピルオーバーの理論モデル（id3646）、国際的な食糧生産プロセスと地域主義（id3649）、経済地理学における関係論的アプローチについて（特にネットワーク志向が必要であることについて（id3653））、生産プロセスのネットワーク分析（id3666）、バリューチェーンのガバナンスについて分析（id5374）が含まれている。

内容分析担当者	七丈　直弘	東京大学　大学院情報学環・学際情報学府

研究領域名	企業をとりまく経済環境	領域 ID	51

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(1)	38(0)	787	1423	2003.0



本研究領域は、領域は企業を取り巻く経済環境に関するリサーチフロントで構成されている。また、主たる内容は下記の通りである。

○　財務情報や予想収益などが株価に与える影響に関する研究

○　内部統制や企業の外部に向けた経営戦略に関する研究

○　法の起源と金融システムの発展に関する研究

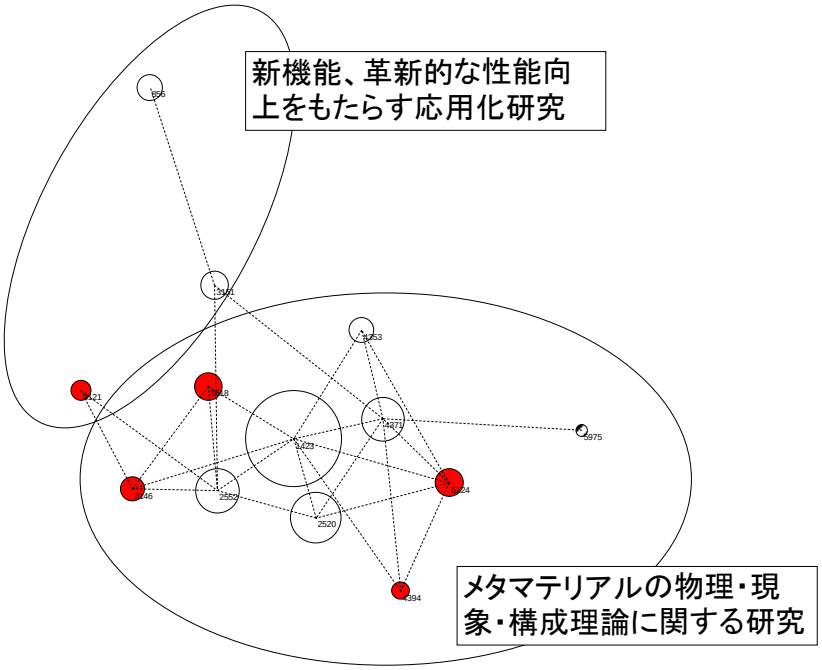
○　開発経済学に関する研究

「財務情報や予想収益などが株価に与える影響に関する研究」では、財務情報や予想収益また非監査サービスが株価にどう影響を与えているかという研究が行われている。「内部統制や企業の外部に向けた経営戦略に関する研究」では、内部統制や「会社は誰のものか」という議論のもと同族企業は優れているのかという研究が行われており、昨今、論文の被引用数が急増している研究領域である。

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	メタマテリアル	領域 ID	52

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(5)	66	3004	4508	2003.8



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媒質である。化学的な材料開発に加えて、構造体の内部構造や配列を制御することで自然にはない特異な電気的・磁気的性質を得る新しい媒質構成の概念である。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の幅広い、かつ急速な拡大を見せている。

本研究領域は、大きく分けて以下の 2 つのリサーチフロントで構成されている。

○ メタマテリアルの物理・現象・構成理論に関する研究

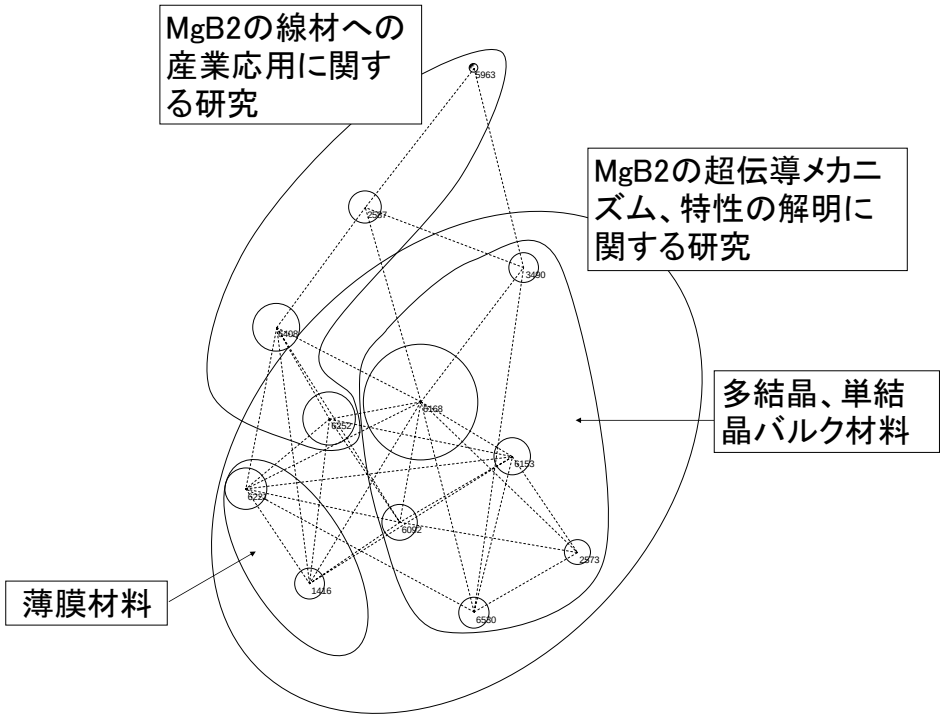
○ 新機能、革新的な性能向上をもたらす応用化研究

前者では、負の屈折率媒質とそれを用いた高分解能レンズに関する研究(id1432, 2520, 2552)、およびテラヘルツ波帯以上における人工磁性に関する研究(id4371)が量的・質的に最も充実し拡大している。また、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(id5975)が急速に発展してきている。後者では、最初のアプリケーションとして期待されているマイクロ波領域のデバイス(id3151,856)やアンテナ(id3121)などの応用化研究が活発である。

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	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用	領域 ID	53

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
12(0)	49(13)	2585	9613	2001.7



2001 年に二硼化マグネシウムMgB_2の超伝導が発見されて以来、高い転移温度、安価な素材、加工の容易さなどの面が注目を集め、超伝導特性の解明と工学的な応用の可能性が精力的に検討されている。本研究領域は、MgB2 の超伝導発現メカニズム、超伝導特性の解明に関する基礎学理的なリサーチフロントと、線材への産業応用面の研究に関するものとから構成されている。主な内容は以下のとおりである。

○ MgB_2の超伝導メカニズム、特性の解明に関する研究（多結晶と単結晶バルク材料、薄膜、線材）

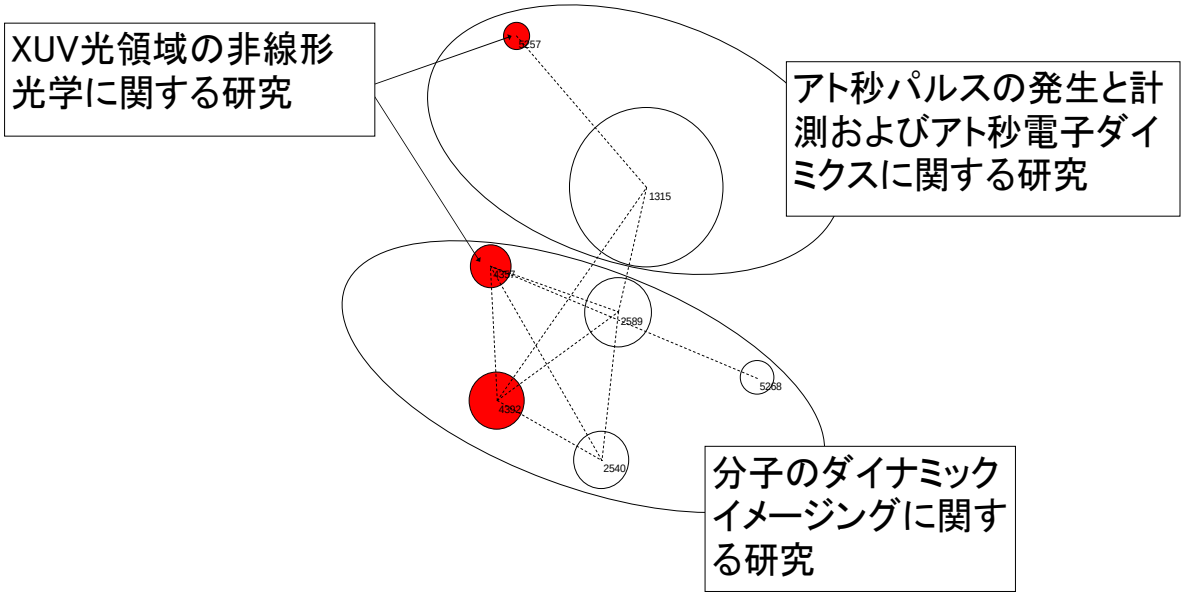
○ MgB_2の線材への産業応用に関する研究

基礎研究面とそれを利用した線材応用に関する研究に大別できる。これらは基礎研究の結果を応用面のリサーチフロントが利用する形で密接な関係がある。基礎研究面のリサーチフロントは、その研究対象によりバルク材料、薄膜、線材の小リサーチグループを形成している。最も研究トピックスの広がりが大きいのは、バルク多結晶、単結晶を用いた超伝導特性の研究に関する研究領域（id6168）である。近年、線材作成技術とその特性に関する研究領域（id5963、2587、6408）も広がりを見せている。

内容分析担当者	宮坂　茂樹	大阪大学大学院　理学研究科　准教授

研究領域名	アト秒量子ダイナミクス	領域 ID	54

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(3)	26(4)	1236	3075	2003.3



高次高調波は、極端紫外から軟X線（以下 XUV）領域において非線形光学現象を引き起こすことができるような強力なアト秒パルスを発生可能な唯一の光源であるばかりでなく、高調波スペクトルには、それを発生する原子・分子の瞬間的な量子状態が反映される。逆に言えば、高調波の発生自体を通して、発生媒質である原子・分子の超高速な量子状態の変化をアト秒精度で観測することが可能である。1990 年代のフェムト秒科学に対して、2000 年代に入るとこのようなアト秒領域の科学が急速に発展してきている。本領域は、以下のような研究要素で構成される。

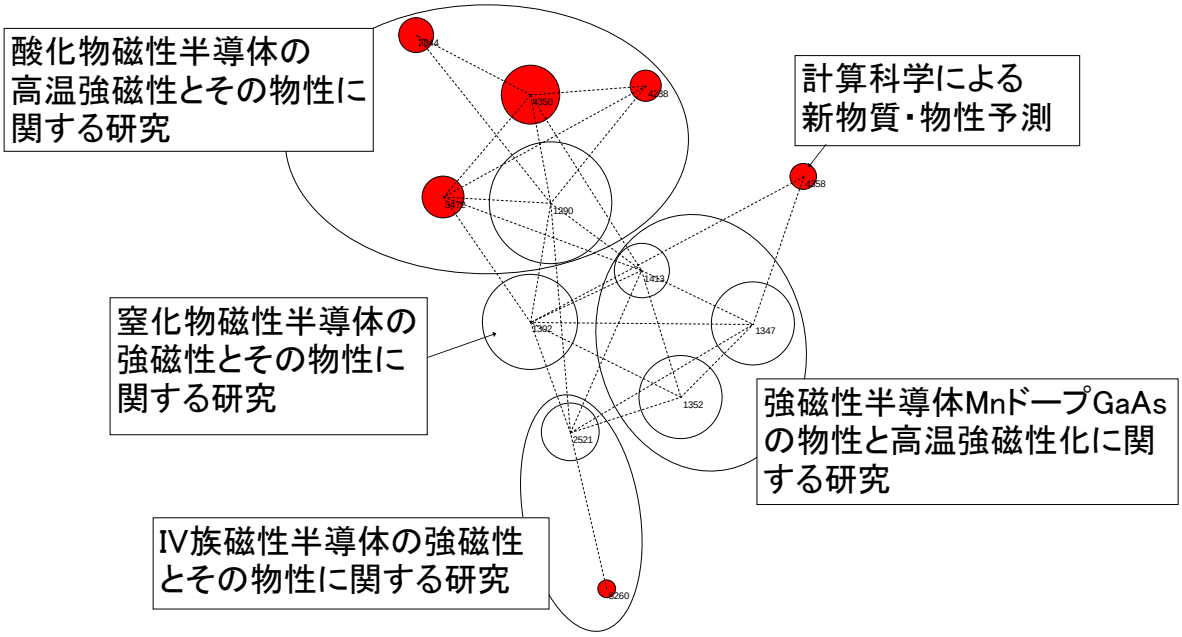
○ アト秒パルスの発生と計測に関する研究
○ XUV 光領域の非線形光学に関する研究
○ 分子のダイナミックイメージングに関する研究
○ アト秒領域の電子ダイナミクスに関する研究

これらの研究は、1990 年代に開発されたフェムト秒レーザー技術を基盤として発展してきており、今後の傾向は変わらないだろう。「XUV 光領域の非線形光学に関する研究」に関しては、2010 年頃から X 線自由電子レーザーが利用可能になると、さらに大きく進展すると期待される。

内容分析担当者	緑川 克美	理化学研究所 緑川レーザー物理工学研究室 主任研究員

研究領域名	強磁性半導体スピントロニクス	領域 ID	55

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
12(6)	85(22)	2428	8605	2002.8



電子の持つ電荷とスピンの両方をエレクトロニクスに用いるスピントロニクスという研究が現在盛んであるが、スピントロニクス材料として有望な物質のひとつに半導体に磁性原子をわずかにドープした強磁性半導体がある。半導体デバイスに実際用いられている GaAs に Mn をドープした材料が 1990 年代からさかんに研究されているが、強磁性転移温度が室温に届かないことから、室温で強磁性を示す物質が強く求められている。

○ 強磁性半導体 Mn ドープ GaAs の物性や高温強磁性化に関する研究

上記は引き続き研究されているが、2000 年前後に透明導電体や触媒として用いられる酸化物半導体が高温強磁性を示すことが報告され、一気に新物質探索の機運が高まり、研究グループも増大した。

○ 酸化物磁性半導体の高温強磁性とその物性に関する研究

上記研究は急増しており、現在でも継続されている。

以上に加えて、半導体デバイスに用いられている物質の強磁性化、たとえば

○ IV 族半導体の強磁性化に関する研究

○ 窒化物半導体の強磁性化に関する研究

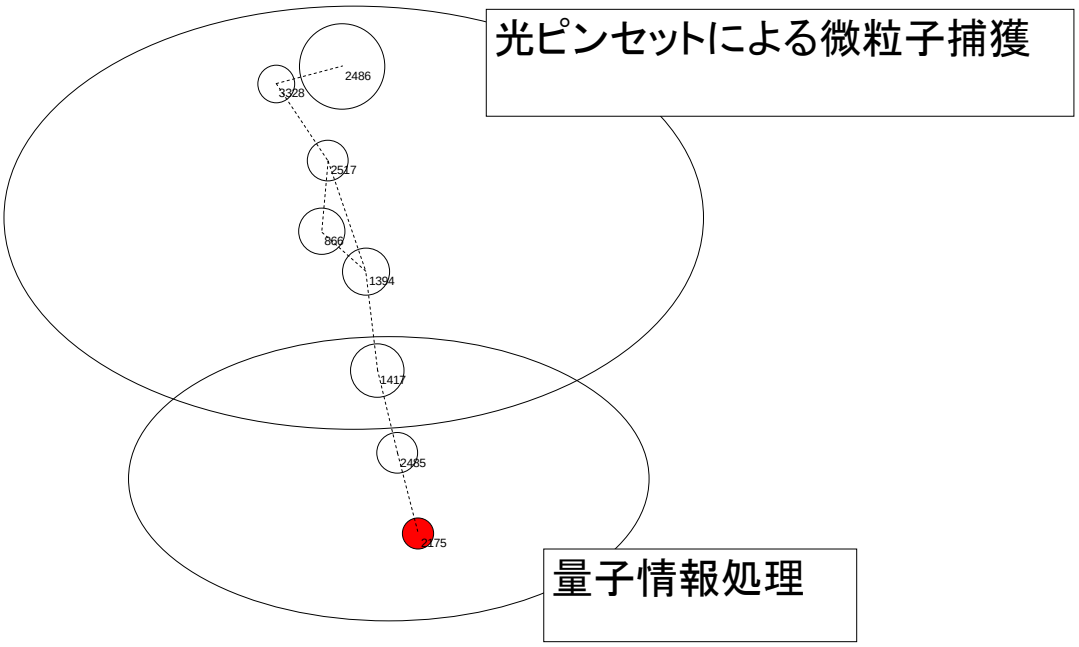
も行われている。

ここ 5, 6 年で多くの物質の高温強磁性が報告されているが、今後はそれらの高温強磁性半導体の物性やデバイス化に関する研究が増えていくことが予想される。

内容分析担当者	福村　知昭	東北大学　金属材料研究所　講師

研究領域名	多次元光子による量子情報制御	領域 ID	56

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(1)	26(6)	1375	2282	2002.8



量子暗号や光ピンセットの飛躍的技術革新を目指し人工的波面を有する光ビームを用いる研究が盛んになっている。人工的波面は量子力学的には多次元自由度を持つ光子の集まりで、そのような波面の生成には計算機ホログラムが有力な手段である。また多次元自由度を持つ光子は、二次元しかなかった量子ビットと異なり、自由度の分解の仕方（基底の選択）を平等にできる（unbiased bases）という理論研究が急速に進展している。

本研究領域は量子情報処理と光ピンセット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、その主な内容は次の通りである。

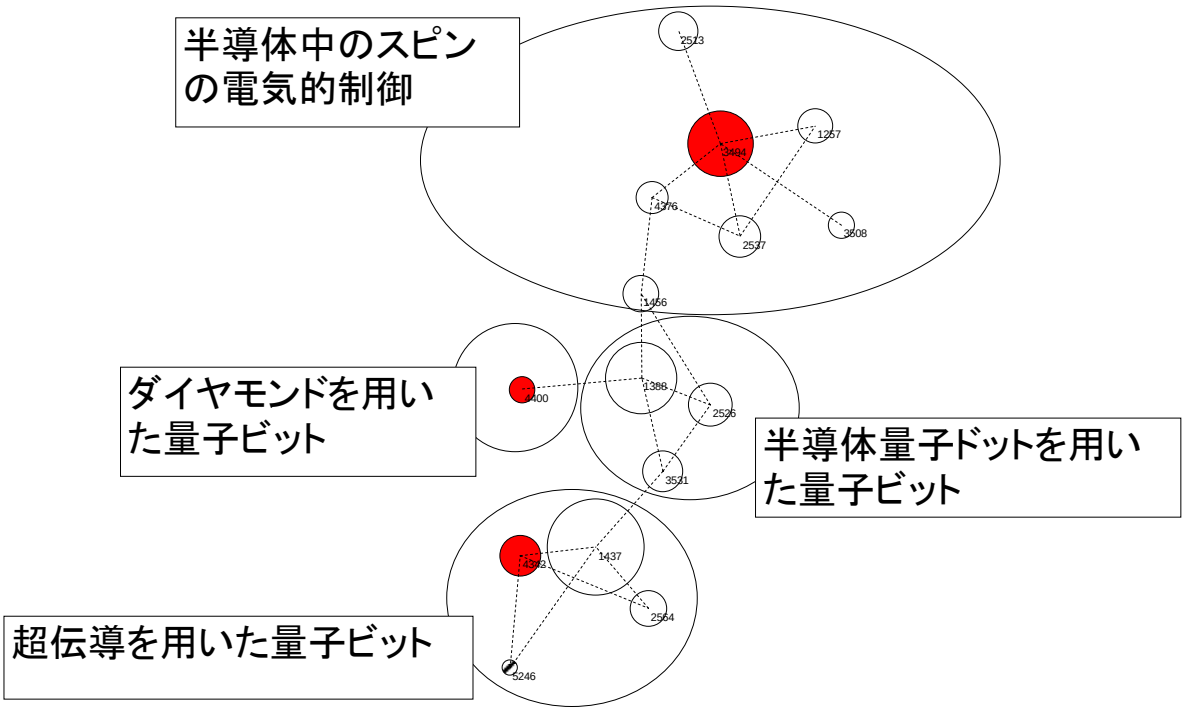
○ 計算機ホログラムによる光ピンセット
○ 微粒子の光捕獲と 3 次元制御
○ 多次元自由度を用いた量子通信
○ 多次元自由度量子系の平等基底の理論
○ 多次元自由度光子を用いた量子暗号

量子暗号は、不確定性原理により光子通信に発生する盗聴痕跡を見つけ、それを取り除いて作成したビット乱数（暗号鍵）を用いてメッセージを施錠・解錠する究極のセキュリティ通信である。近年、ビットのみならず多値の量子暗号を、多自由度を有する光子を用いて行う研究が盛んになって来た。一方、光ピンセットは光の集光部分に微粒子が捕らえられることを利用したピンセットで、理想的あるいは人工的集光パターンを人為的に作ることで応用が広がる。（集光パターン制御＝波面制御）ホログラフィーは、レーザー光（参照光）と物体からの散乱光が干渉して形成する干渉縞を感光板に焼き付け、後でそれにレーザー光のみ当てるとあたかも物体からの散乱光が再生されるものである。出来上がる干渉縞をコンピューターで計算して直接描画したものが計算機ホログラムである。架空物体の立体写真もできることから、任意波面（＝多次元自由度光子）の生成に用いられる。この技術が量子情報処理と光ピンセットに共通する要素技術となっている。

内容分析担当者	井元　信之	大阪大学大学院　基礎工学研究科　教授

研究領域名	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ	領域 ID	57

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
15(3)	106(19)	2547	7692	2004.2



本領域は大きく分けて2つの分野からなっている。第一は半導体中のスピンの電気的制御である。電子の持つスピンの自由度を利用した高機能なデバイスを目指す「スピントロニクス」が注目されている。スピンが磁場で制御できるのは知られているが、高集積化デバイスのためには電気的制御など磁場を使わない手段が理想的であり、そうした方向でさまざまな提案がなされている。例えばスピンホール効果(id3494)、光 (id3508)、スピン軌道相互作用の電気的制御 (id2537,1456)などが挙げられる。

第二は固体素子での量子コンピュータである。従来のコンピュータでは「0」と「1」という2状態で情報を表すが、量子コンピュータは、量子力学に基づいたデバイス中で「0」と「1」という状態の重ね合わせ、いわゆる「量子ビット」(qubit)を用いて情報を表し、演算を行う。実現には課題が残るが、従来のコンピュータに比べ桁違いに高速な演算を可能にするため期待されている。本領域では量子コンピュータの提案の中でも固体素子中で実現されるものが含まれている。主な内容は

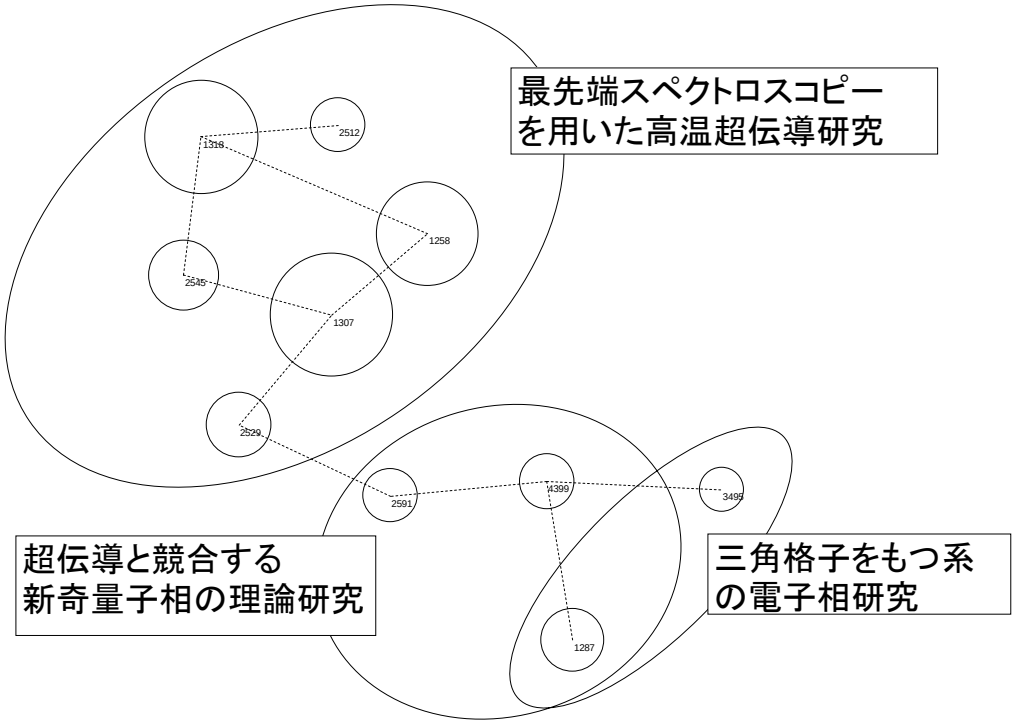
○ 半導体量子ドットを用いた量子ビット
○ 超伝導を用いた量子ビット
○ ダイヤモンドを用いた量子ビット

などに分けられる。

内容分析担当者	村上　修一	東京工業大学大学院　理工学研究科　物性物理学専攻

研究領域名	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相	領域 ID	58

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(0)	45(20)	2050	4259	2002.9



高温超伝導体は、そのメカニズムは現在まで未解明で、最も挑戦的な物理学の課題の一つであり続けている。2000 年以降、走査型トンネル電子分光（STM/STS）や角度分解電子分光（ARPES）を中心とする分光技術の飛躍的進展とともに、高温超伝導酸化物の電子状態についての新たな知見が続々と報告されている。

本研究領域は、高温超伝導メカニズムの解明を目指した最先端の分光実験と理論に関するリサーチフロントで構成されている。

○ STM/STS を用いた、高温超伝導状態のミクロな不均一性と磁束の導入により誘起される新しい電子秩序に関する研究。

○ ARPES 等の様々な分光技術を用いた、高温超伝導体中の電子の運動、フォノンや磁気励起との相互作用、超伝導秩序パラメーターのゆらぎに関する研究。

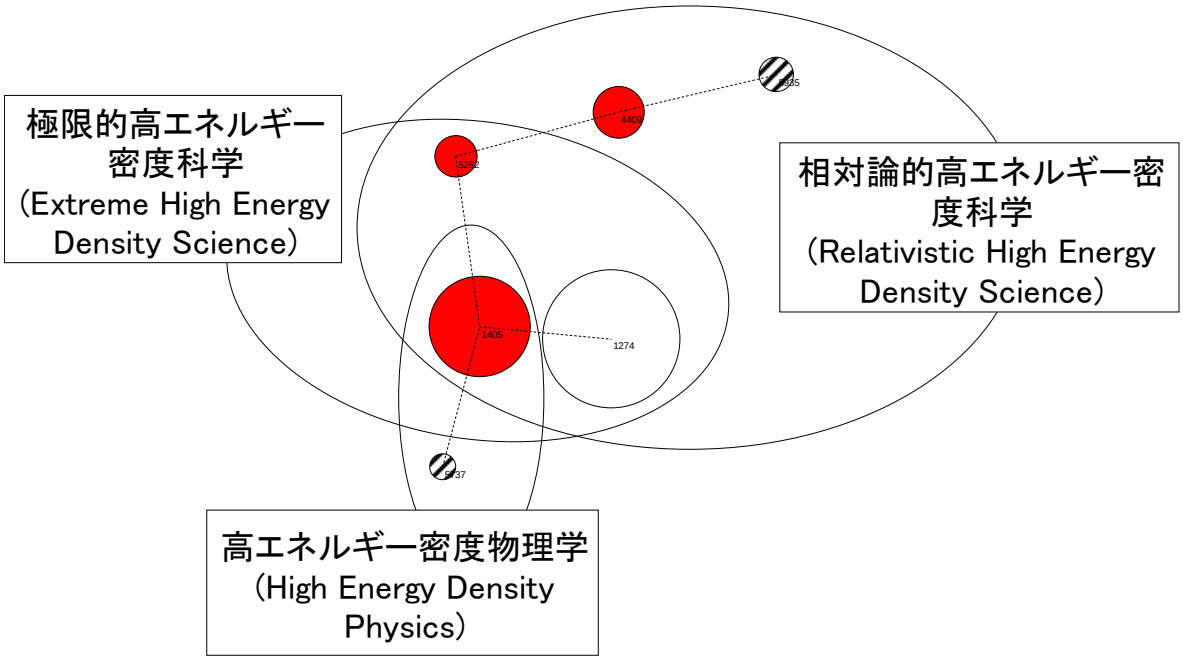
○ 高温超伝導相と競合・共存する新奇な電子相に関す理論的研究。

2000 年以降、高温超伝導研究は新たなフェーズに入った。研究の焦点は、超伝導相と競合する「擬ギャップ相」と呼ばれる電子相の解明に移っている。理論からも、いくつかの新奇な電子相が提案されている。その一つが、三角格子を持つ有機物質や最近発見された Co 酸化物の超伝導体で実現している可能性があり、分野が拡大しようとしている。

内容分析担当者	内田　慎一	東京大学大学院　理学系研究科　物理学専攻　教授

研究領域名	高エネルギー密度科学	領域 ID	59

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(3)	28(8)	625	1361	2004.2



高エネルギー密度研究領域とは、高強度レーザーやイオンビームなどを使って 1012 erg/cm^{3}のエネルギー密度を発生した状態である。この状態を発生させることにより、レーザー核融合の実現、相対論レーザー物質相互作用、木星の内部コアや地球の内部コアの探索、レーザー粒子加速、宇宙における粒子加速機構の解明、ウォームデンスマター研究などを行うことが出来る。レーザー核融合は、将来の人類のエネルギー源を担うと言われており、その実現が待たれている。米国において、数年以内に、レーザー核融合反応が確認される予定である。レーザー装置の性能が向上したことにより、レーザー核融合研究分野は、さらに広がりを見せ、上記複数の分野に展開しており、それぞれが非常に高い速度で進展している。主な研究内容は以下の通りである。

○ 相対論的高エネルギー密度科学(Relativistic High Energy Density Science)

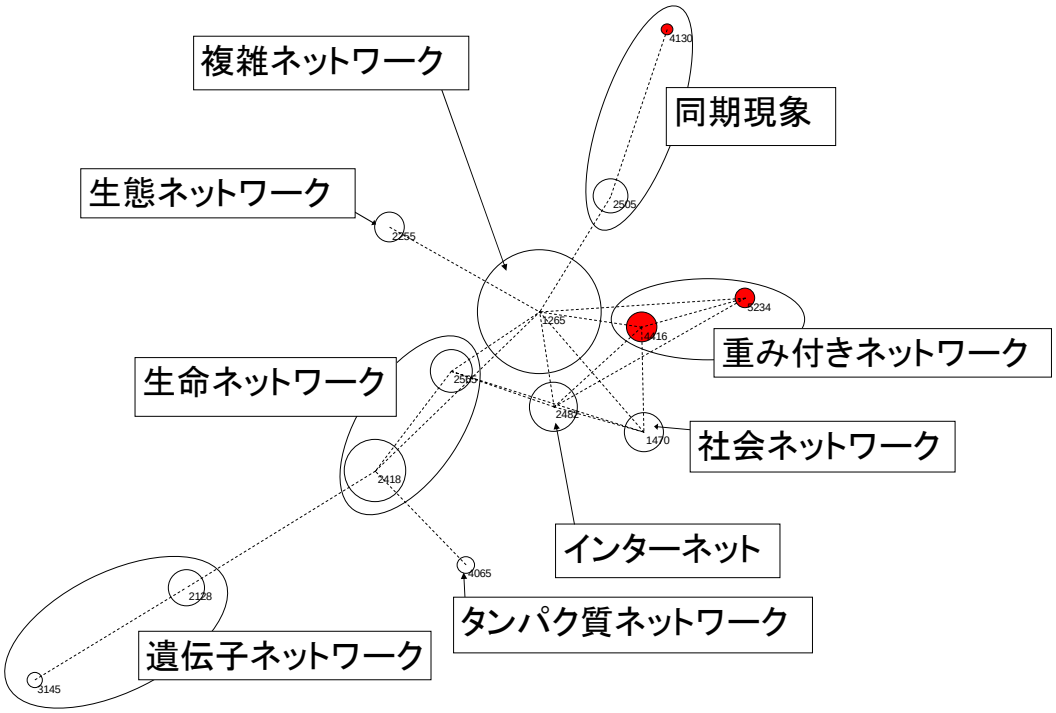
○ 極限的高エネルギー密度科学(Extreme High Energy Density Science)

○ 高エネルギー密度物理学(High Energy Density Physics)

内容分析担当者	田中　和夫	大阪大学大学院　工学研究科　電気電子情報工学専攻　教授

研究領域名	複雑ネットワーク	領域 ID	60

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(3)	55(1)	3206	8101	2003.1



複雑ネットワークとは、比較的シンプルな構成要素の組み合わせの妙として生じる創発現象によって、複雑な事象を捉える学問分野である。生態学などでは食物連鎖の表現などに用いられ、インターネットにおいてはネットワークの特徴から脆弱性の解析などにも応用される。社会科学においては交友関係をネットワーク表現することでその特徴が調べられている。

本研究領域は大きくわけて、基本となる解析手法および対象となる各分野の 2 つから構成されている。検出された主なクラスターは以下の通りである。

○ ネットワーク解析（次数解析、スケールフリー性、スモールワールド性、クラスター性）（id1265）

○ 同期現象（id2505、4130）、重み付きネットワーク（id4416、5234）

○ 社会ネットワーク（id1470、2565）、生態ネットワーク（id2255）、インターネット（id2482）

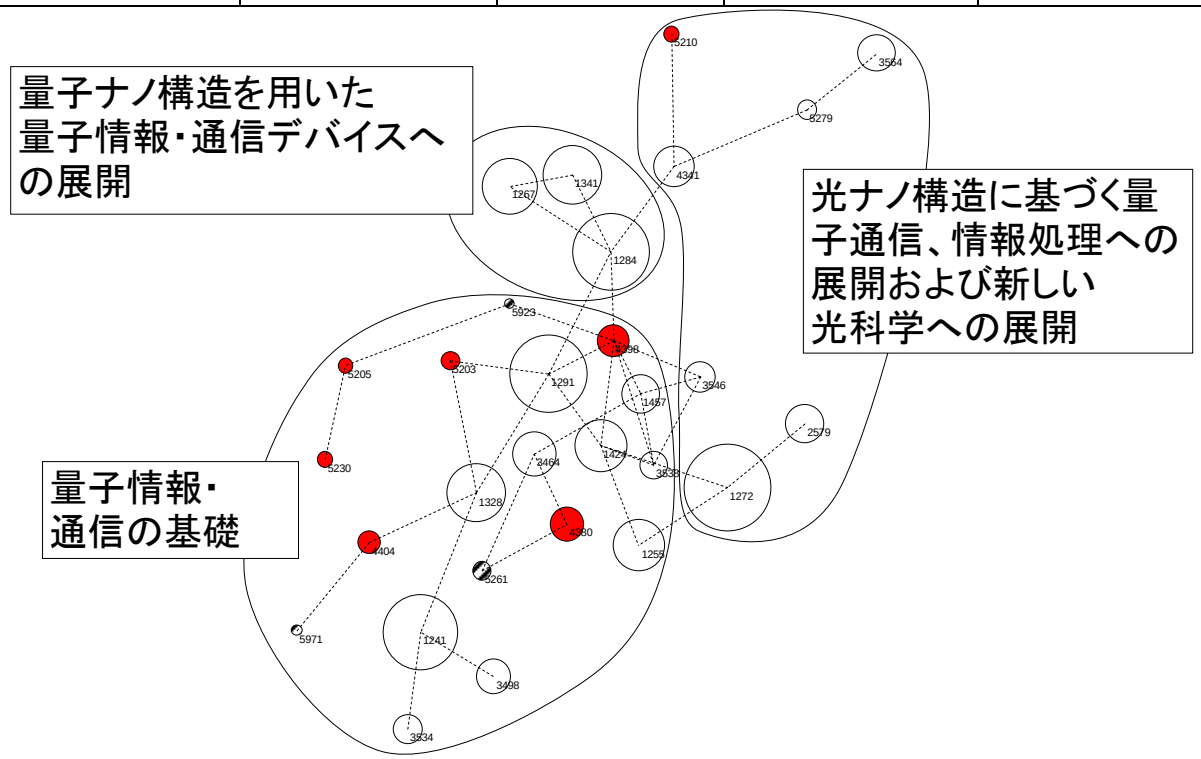
○ 生命ネットワーク（id2418、2565）

引用関係の最も多いのが生命科学におけるネットワーク解析（id2418、2565）である。中でも代謝ネットワーク、遺伝子ネットワーク（id2128、3145）およびタンパク質ネットワーク（id4065）の研究分野が抽出されている。構成要素である分子レベルの知見から高次な細胞レベルの生命現象を解析する研究手法として、同じく飛躍的に研究が進行しているシステム生物学とともに発展が期待されている。

内容分析担当者	菊地　進一	慶應義塾大学　環境情報学部　専任講師

研究領域名	量子情報・通信、光ナノサイエンス	領域 ID	61

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
29(7)	162(16)	4771	12680	2003.7



近年、量子論そのものや、光の場の制御など、物理の本質に基づく新しい情報処理・通信への展開を目指した研究が活発化している。本領域は、大きく分けて次の3つのリサーチフロントのグループからなる。

○ 量子情報・通信の基礎
○ 量子ナノ構造を用いた量子通信、情報処理デバイスへの展開
○ 光ナノ構造に基づく量子通信、情報処理への展開および新しい光科学への展開

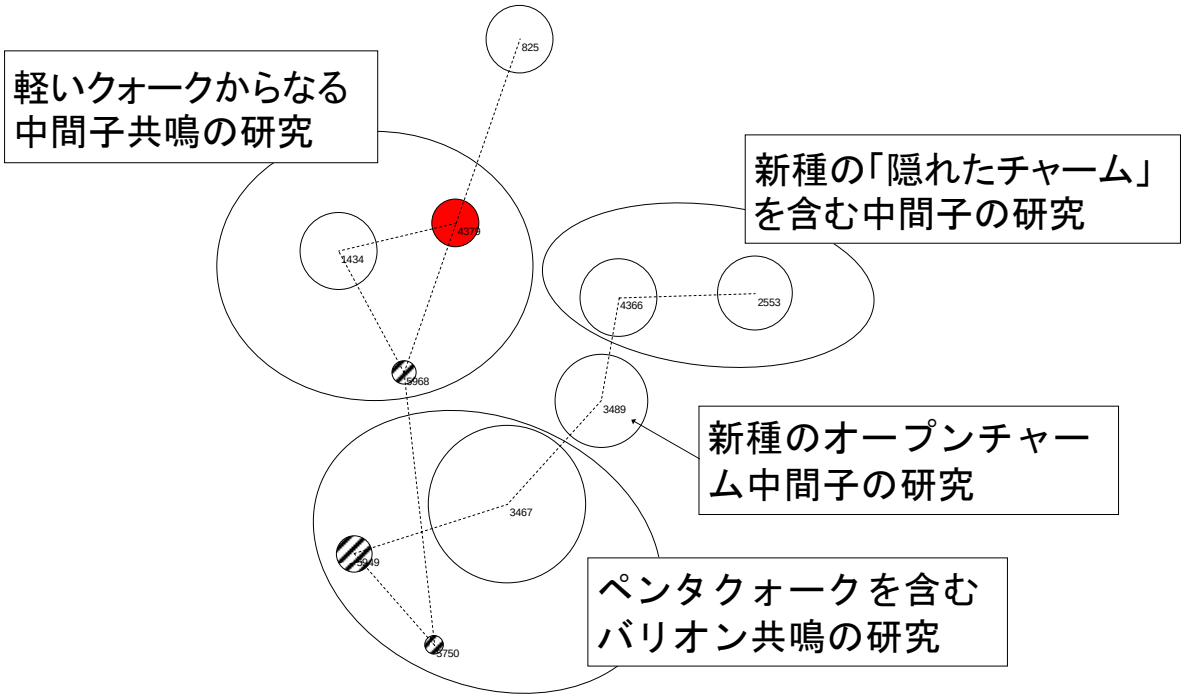
前2者は、量子情報・通信の基礎を確立するための研究領域(id1241, 1328, 1291)から、これを実際のデバイスへと展開するための量子ナノ構造を用いた研究領域(id1284, 1341)へと展開するものである。3番目は、極限的な光閉じ込めを可能とする光ナノ共振器と量子ナノ構造の融合による光量子情報処理(id4341)から、光の伝播現象を極限的に遅くし、新しい光の情報処理へ向かうもの(id1272)、さらには、光の場の根本制御の基礎を築くもの(id5210)など、幅広い光ナノサイエンスのリサーチフロントとなっている。

以上、今後の新しい情報処理・通信分野の基礎、さらには、新しい光科学の目が着実に進展している様子が伺え、今後の展開が大いに期待される。以上の研究において、日本の研究者の果たしている役割は極めて大きい。

内容分析担当者	野田　進	京都大学大学院　工学研究科　電子工学専攻　教授

研究領域名	ハドロン分光学	領域 ID	62

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(1)	90(20)	1368	6792	2003.9



ハドロン分光学は、多くの種類のハドロンを研究することにより、その内部構造をつきとめ、ひいてはクォークやグルーオンの間に働く力（強い力）がどのように現れているかを研究する分野である。1950 年代以来の歴史を持つ素粒子物理学の実験、現象論的アプローチの分野のひとつで、理論物理学に対して、クォークモデルの提唱にきっかけを与え、その確立に本質的に寄与した。また、量子色力学（QCD）の発展にも寄与した。実験、理論、計算科学・技術の最近の進歩に伴い、今世紀にはいってから再び画期的な進歩が始り、最近、脚光をあびている分野といえる。

リサーチフロントは、ターゲットとなるハドロンの種類によって分類される。しかし、分類が多次元であるので、1つの種類の粒子が複数のカテゴリーに分類され、下記の分け方は一例に過ぎない。

○ 軽いクォークを含む中間子の研究
これには、エキゾティック共鳴が含まれる。

○ 軽いクォークを含むバリオンの研究
ペンタクォークというエキゾティック共鳴の一種が近年研究されている。ペンタクォークは、バリオン共鳴の中の特異なものである。2003 年に存在が指摘されて以来活発に研究されている。Id5750、5949 はペンタクォークに特化。id3467 は、ペンタクォークに関係ないものも含まれているかもしれないが、強く関連しているので、簡単に区別は出来ない。

○「隠れたチャーム」をもつ中間子の研究
近年急激に進歩した分野で、エキゾティック共鳴らしきものも含まれている。

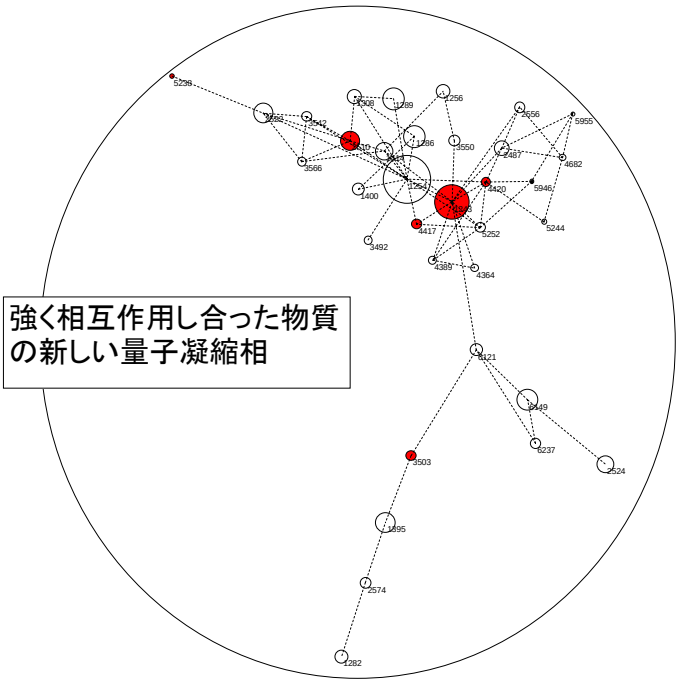
○ 重いクォークを含むハドロンの研究
「オープンチャーム」を含む中間子の他、重いクォークを含むバリオンの研究やボトムクォークを含む中間子の研究がこれに含まれる。

○ QCD 理論の研究
QCD 理論は究極的には上記すべての種類のハドロンの現象を統一的に説明できなくてはならないが、計算の困難から種々のモデルに分化しており、計算方法ごとに対象に得手不得手があるようである。

内容分析担当者	上原　貞治	高エネルギー加速器研究機構　素粒子原子核研究所　講師

研究領域名	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相	領域 ID	63

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
34(6)	241(11)	5996	22778	2003.5



この領域は、(1)希薄原子ガスのボーズアインシュタイン凝縮(BEC)、(2)固体中で重くなった電子（ヘビーフェルミオン）の超伝導状態、(3)高温高密度で実現されるクォークのカラー超伝導状態の研究に関するものである。(1)は原子分子物理・量子エレクトロニクス（レーザー）、(2)は物性物理学、(3)は原子核、素粒子物理学の分野に属するが、どれも強相関物質の新しい量子凝縮相であり物理として共通点を持ち、近年活発に研究が行われている。

(1)は 1995 年に Rb と Na 原子をレーザー冷却することにより BEC 状態が実現されて以来、世界中の多くのグループで活発に研究されている。特に最近では様々な原子や分子の BEC 状態の研究だけでなく、回転させたりスピンの分布を変えたりして新しい状態を作る試みがなされている。また光を使って原子を周期的に閉じこめ、相互作用を変化させることにより強相関系をつくりだし、新しい量子凝縮相を探す試みも活発になされている。

(2)は希土類やアクチノイド化合物において観測される、重い電子系化合物の超伝導状態に関する研究である。これらの化合物では近藤効果と言われる効果によって伝導電子は自由電子よりも 100 倍以上重くなることがあり、しばしば異常な超伝導状態が現れる。特に最近電子が準2次元的になった重い電子化合物が発見されその超伝導状態が多くの研究者によって研究されている。

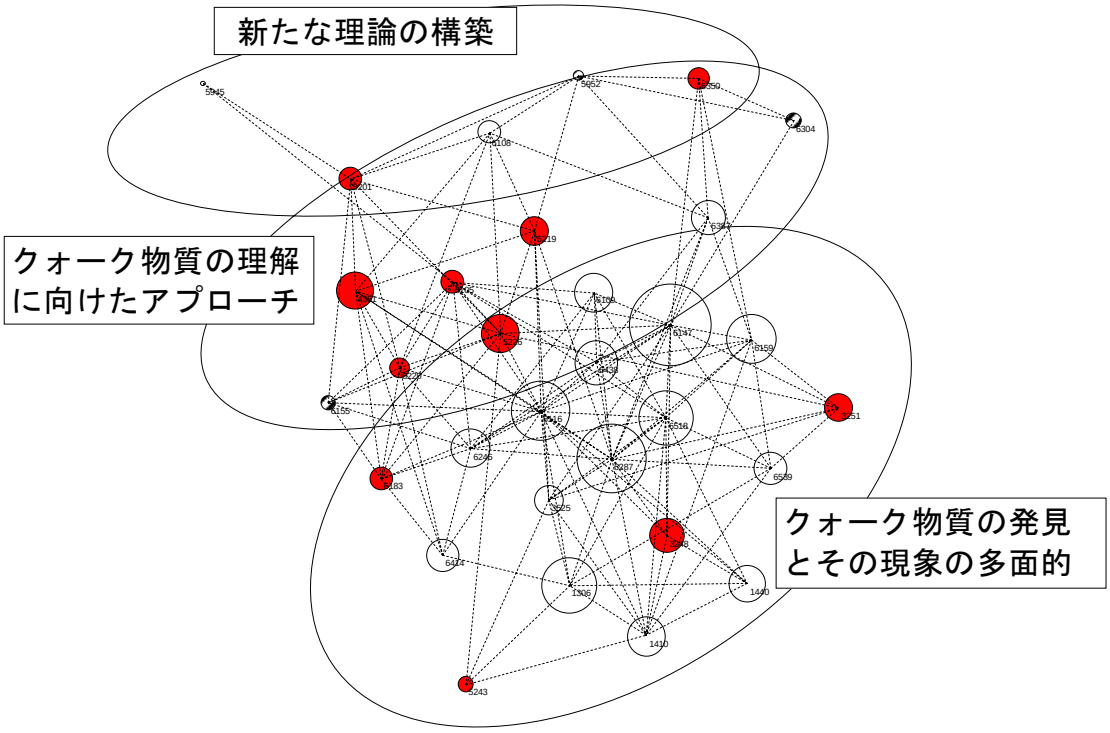
(3)は原子核の衝突実験や中性子星において実現される高温高密度の原子核内でのクォークの超流動状態（カラー超伝導）に関するものである。この研究を構成するコアペーパのほとんどは理論であり、特に強い相互作用を記述する量子色力学を用いてこれらの系を記述しようとするものである。

どの系においても共通しているのは、自発的に秩序変数が空間的に不均一になったいわゆる Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov 状態に関する研究の被引用回数の急増が見られる点である。

内容分析担当者	松田　祐司	京都大学　大学院理学研究科　教授

研究領域名	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求	領域 ID	64

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
31(11)	134(14)	2280	10101	2003.5



高エネルギー原子核同志を正面衝突させることにより、極小空間に莫大なエネルギーを注入する。充分なエネルギー密度が与えられた時、その空間は数兆度にまで急激に加熱され、無数のクォークと反クォーク及びグルーオンからなるクォーク物質を形成する。色荷による相互作用がその「強さ」を露わにする量子色力学（QCD）現象であり、その性質の理解はQCDの完全理解に向けた世界的動向である。

近年、米国ブルックヘブン国立研究所重イオン衝突型加速器(RHIC)実験からクォーク物質が強く相互作用する完全流体的であることがわかり、「宇宙の誕生しずくから？」（平成 17 年 4 月 19 日朝日新聞）等と社会的にも関心を集めた。高エネルギー原子核衝突実験、理論模型構築及び格子ゲージ理論計算を手法とする研究が、お互い緊密に関与しながらリサーチフロントを形成している。

その主な内容は以下の通りである。

○ クォーク物質の発見とその現象の多面的観測

○ クォーク物質の理解に向けたアプローチ

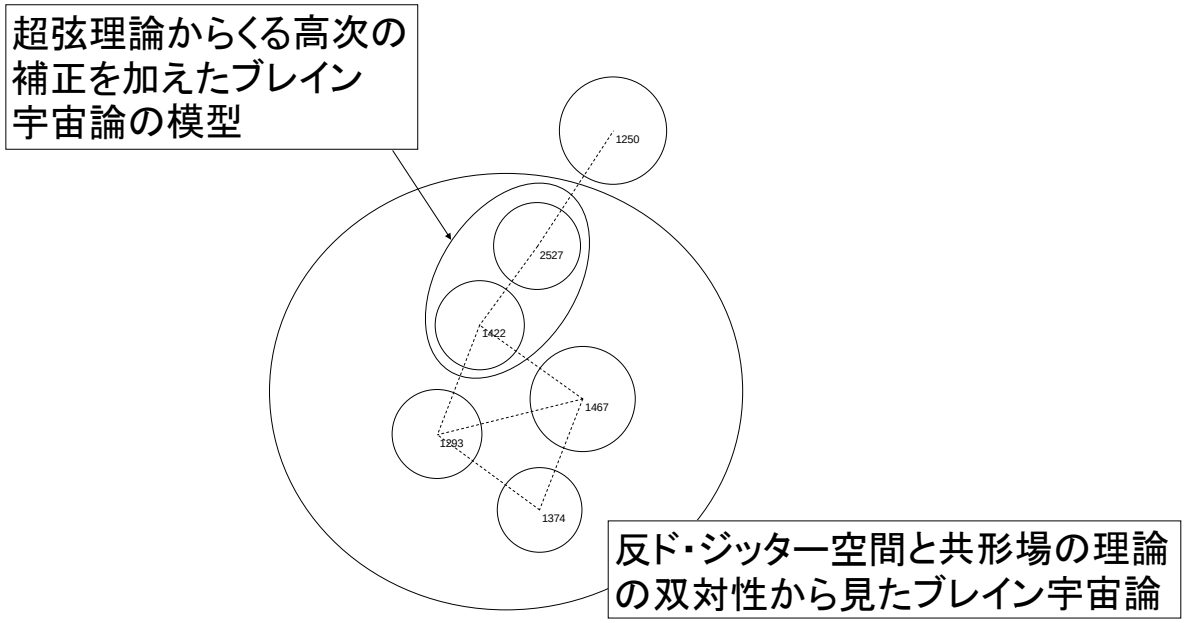
○ 新たな理論の構築

RHIC実験によるクォーク物質発見（id 5226）、およびその性質を理解しようとする理論的展開(id 4361, 5219, 6105, 6220)、また新たな理論的アプローチ(id 5201, 6350)が注目を集めている。

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	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論	領域 ID	65

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	17(6)	800	1482	2001.4

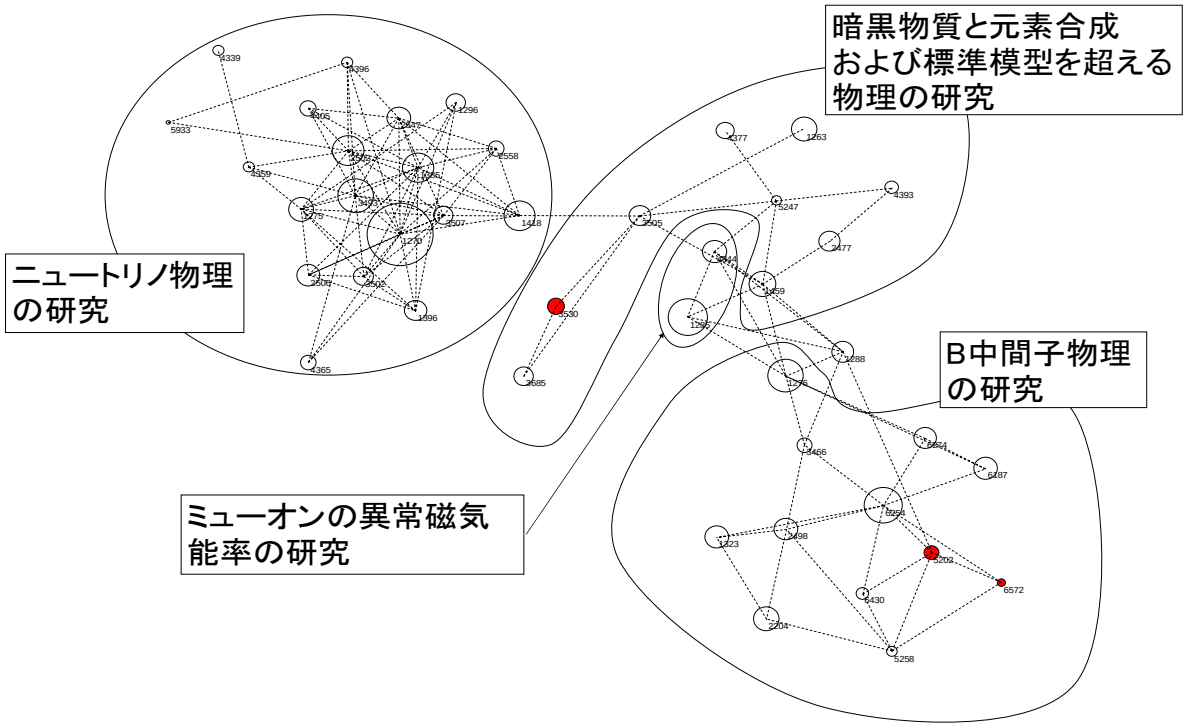


1980 年代半ばより、素粒子とその相互作用の統一理論の有力な候補として超弦理論の研究が世界中で続けられてきた。超弦理論を矛盾なく構成できる時空の次元は 10 次元であるため、余分な 6 次元の空間が小さく縮まり観測されなくなるという「コンパクト化」と呼ばれるシナリオが当初から考えられた。その後、1990 年代初めに Polchinski らの仕事により、弦理論の古典解として、D-ブレインというものが存在することがほぼ明らかになったが、1999 年に Randall と Sundrum によりこのブレインの上に物質やエネルギーが閉じ込められ、その中にわれわれが住んでいるという「ブレイン世界」のシナリオが提案された。それより少し前の 1997 年に Maldacena ら によって、d+1 次元の反ド・ジッター空間を背景とする（超）重力理論が d 次元の（超）共形場理論と双対であるという示唆がなされ、この観点からの研究もなされ、宇宙論にも適用されるようになった。その中には超弦理論からくる高次の補正を加えた模型もある。

内容分析担当者	野尻 伸一	名古屋大学大学院 理学研究科 教授

研究領域名	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る	領域 ID	66

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
43(3)	265(46)	6302	23338	2003.4



1990 年代後半から、ニュートリノ及びB中間子の実験的研究が飛躍的に発展し、フレーバー物理なる新しい学問が創成されてきた。同時期に、ミューオン異常磁気能率の超精密測定が行われ、また暗黒物質の存在が明らかになった。これらの物理研究の目覚しい進展により、標準模型を超える新物理法則の発見が近づきつつある。

本研究領域は、大まかにつぎのようなリサーチフロントで構成されている。

○ ニュートリノ物理の研究

○ B中間子物理の研究

○ ミューオン異常磁気能率の研究

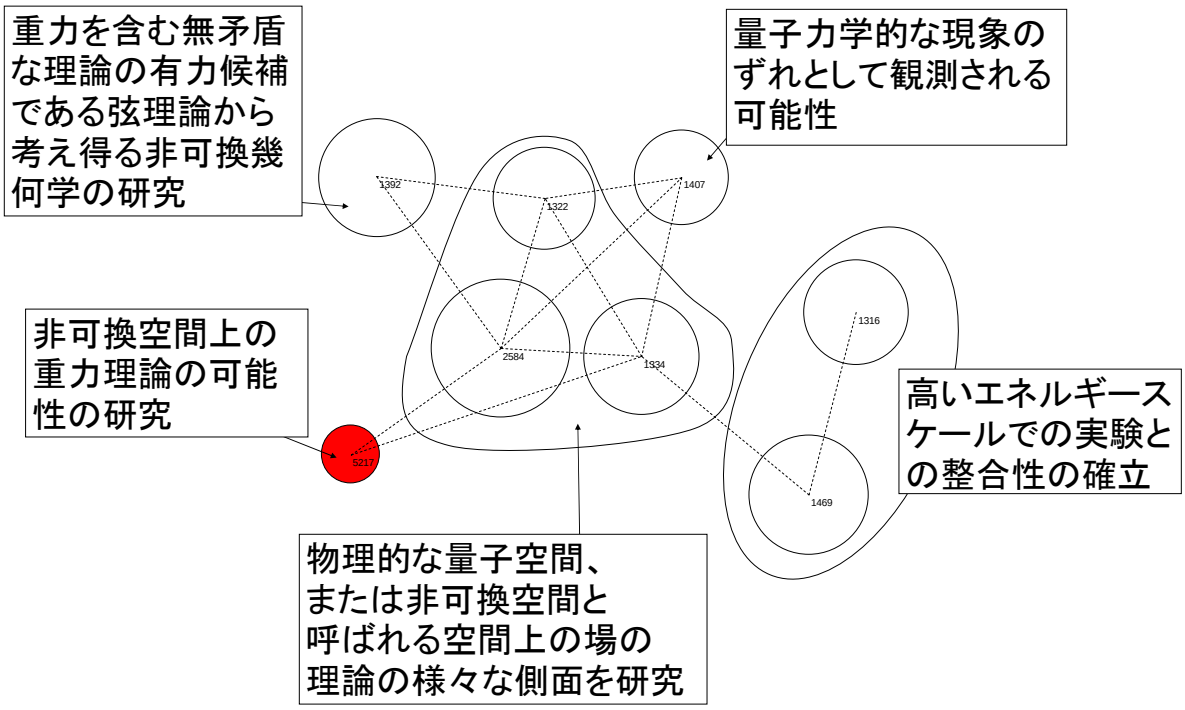
○ 暗黒物質と元素合成および標準模型を超える物理の研究

後半の3つは、マップで示されているとおり、お互い密接に関連付けされており、研究の有機的な結合が起きている。WMP の新しい結果に基づく元素合成に関する研究（id3530），B中間子研究によるCabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM)行列のユニタリー三角形の決定（id5202）、および量子補正効果のみが寄与するB中間子崩壊の研究（id6572）が急速に発展しつつある。

内容分析担当者	石野　宏和	東京工業大学大学院　理工学研究科　助教

研究領域名	非可換空間上の場の理論	領域 ID	67

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(1)	36(1)	1509	3611	2002.2



重力は時空の幾何学により理解される。重力の量子化は標語的には“幾何学の量子化”を意味すると考えられるが、重力を含む無矛盾な場の理論の構築の困難は、これが物理的に意味のある理論として実現できていないことにある。一方、数学的に場の理論と共通の基礎を持つ幾何学が非可換幾何学として研究されているが、重力の問題に適用するには未完成である。

本研究領域は、この問題を解決することを、物理学と数学の両面から目指す研究で構成される。

○ 量子空間または非可換空間と呼ばれる空間上の場の理論の様々な側面についての研究（id1334、1322、2584）

○ 重力を含む無矛盾な理論の有力候補である弦理論から考え得る非可換幾何学の研究（id1392）

一方、量子空間においては、高いエネルギースケールでローレンツ対称性の破れが観測される可能性があり、

○ 実験との整合性の確立を目指した研究（id1316、1469）

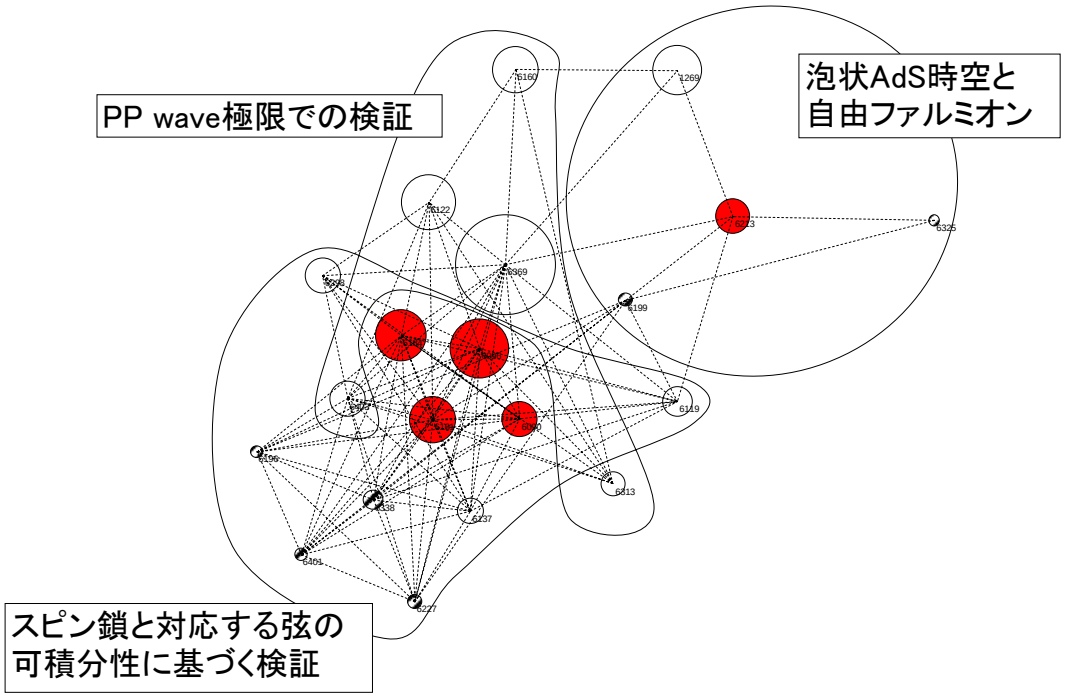
○ 量子力学的な現象のずれとして観測される可能性についての研究（id1407）

も見られる。また、非可換空間上の重力理論の可能性を研究することは、研究の本題と最も近い重要な研究である（id5217）。

内容分析担当者	綿村 哲	東北大学大学院 理学研究科 准教授

研究領域名	AdS/CFT 対応の検証と可積分性	領域 ID	68

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
20(5)	78(1)	1091	5923	2003.9



弦理論およびゲージ理論の非摂動効果を理解するための重要な概念として AdS/CFT 対応がある。これは典型的には AdS(5)×S(5)上の超弦理論と N=4 超対称ヤン・ミルズ理論(ゲージ理論)が等価であるという予想である。1997 年にマルダセナによってこの予想が提出されてから数年間は、超弦理論が超重力理論で近似できる結合定数の領域でこの予想の検証が行われた。2002 年の PP wave 極限（または BMN 極限）の発見以降、超重力理論近似を超えた領域でのこの予想の検証の研究が始まった。本研究領域はこの潮流を表すもので、相互に深く関係した次の3つのリサーチフロントの集合に大きく分けられる。

○ PP wave 極限での検証
この極限では超弦理論は正確に量子化でき、またゲージ理論側ではある特定の演算子(BMN 演算子)に注目することになり、超弦理論との比較が可能になる。

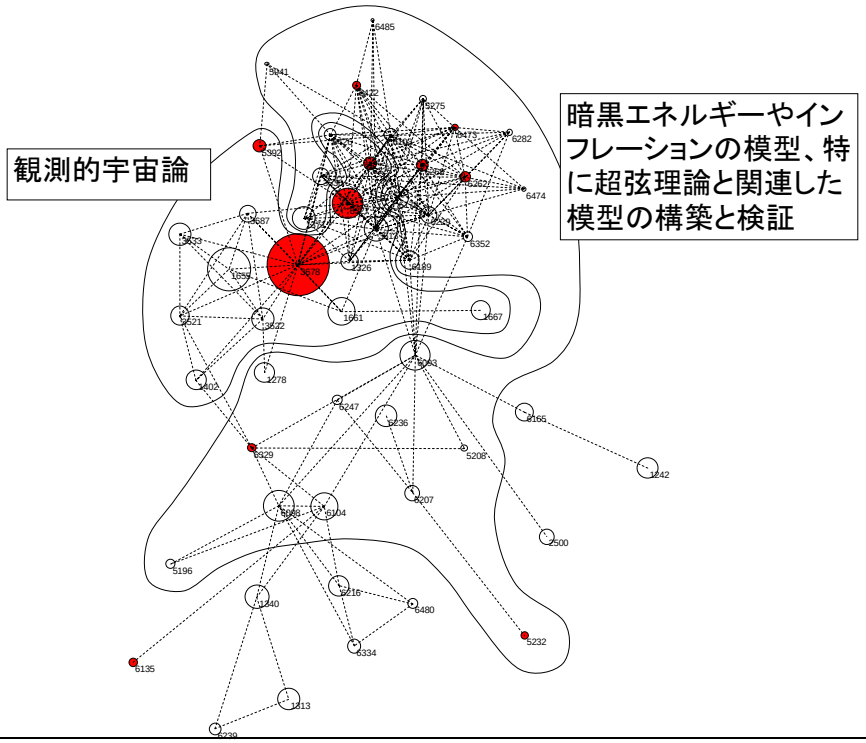
○ スピン鎖と対応する弦の可積分性に基づく検証
ゲージ理論側での局所ゲージ不変演算子を統計系のスピン鎖と見立て、特に鎖の長さが長い極限(熱力学的極限)を考える。このようなスピン鎖と対応する弦には可積分構造が見える。これらの可積分性を使って、両者を比較する。

○ 泡状 Ads 時空と自由フェルミオン
この研究においては、弦理論側は超重力理論近似を用いるが、従来のそれとは異なりジャイアント重力子と呼ばれる D ブレーンが存在する場合を見る。また、ゲージ理論側では自由フェルミオンという可積分系が現れる。

内容分析担当者	土屋　麻人	大阪大学大学院　理学研究科　物理学専攻　助教

研究領域名	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型	領域 ID	69

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
52(11)	415(40)	10189	40267	2003.3



近年の観測精度の向上により、宇宙論がきわめて精密なものとなってきた。特に宇宙が平坦でおよそ50億年前から加速膨張をしていることが分かり、「暗黒エネルギー」の存在が明らかになった。一方、宇宙初期にもインフレーションと呼ばれる加速膨張の時期があったことも様々な観測から間違いないと信じられている。この宇宙論の進展を受け、素粒子物理学者は暗黒エネルギーやインフレーションを素粒子の基本理論から説明しようと試み、その起源を超弦理論やブレイン理論など高次元の理論に求める研究が発展している。

以上のことからもわかるように本研究領域は主に次の二つの内容からなる。

○ 観測的宇宙論

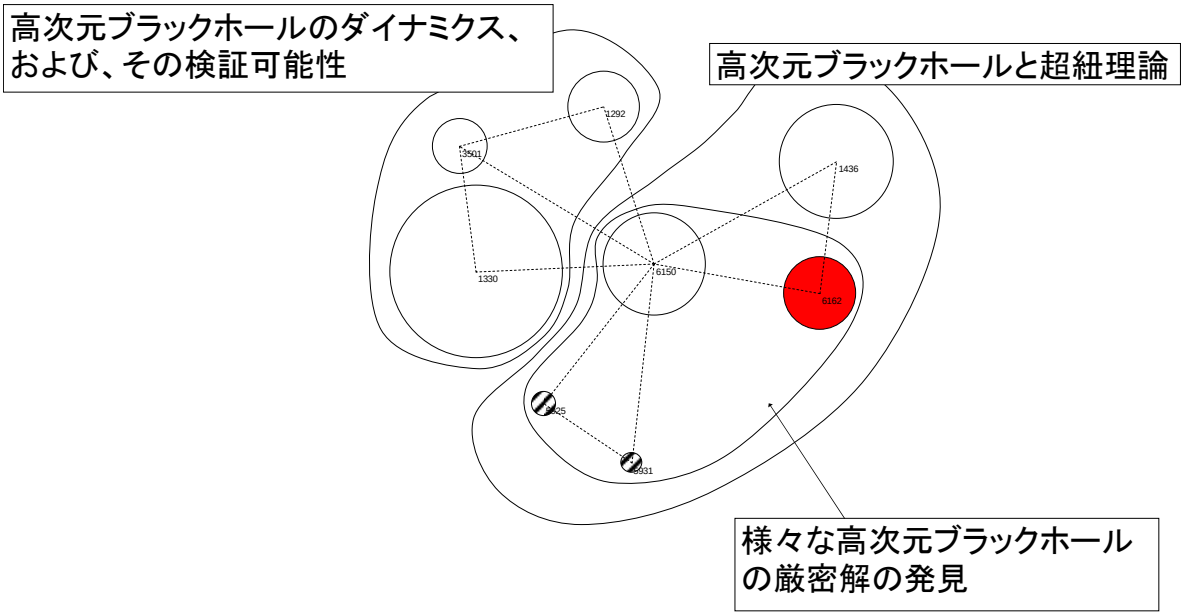
○ 暗黒エネルギーやインフレーションの模型、特に超弦理論と関連した模型の構築と検証

世界的には暗黒エネルギーおよびインフレーションの解明は、物理学における今世紀最大の課題であると認識されている。また、これらを検証する宇宙の観測プロジェクトがいくつか提案され計画が進められている。今後この研究領域が著しく発展していくと期待される。

内容分析担当者	野尻　伸一	名古屋大学大学院　理学研究科　教授

研究領域名	高次元ブラックホール	領域 ID	70

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(1)	79(8)	1164	3942	2004.0



超紐理論に代表される重力を含めた力の統一理論の最近の著しい発展にともない、高次元統一理論の構築および物理的帰結の導出のために「高次元ブラックホール」が極めて重要な研究テーマとなってきた。本研究領域の主な内容をまとめると以下のようになる。

(6) 高次元ブラックホールのダイナミクス、および検証可能性

(7) 様々な高次元ブラックホールの厳密解の発見

(8) 高次元ブラックホールと超紐理論

(1)は、様々な厳密解の線形摂動の振る舞いや、不安定な解のダイナミクスといった、高次元ブラックホール解の基本性質についての研究、及び今後の加速器実験や高エネルギー宇宙線観測から、現実に(極小な)高次元ブラックホールが生成される可能性、高次元時空の存在の検証可能性についての研究が混在する。

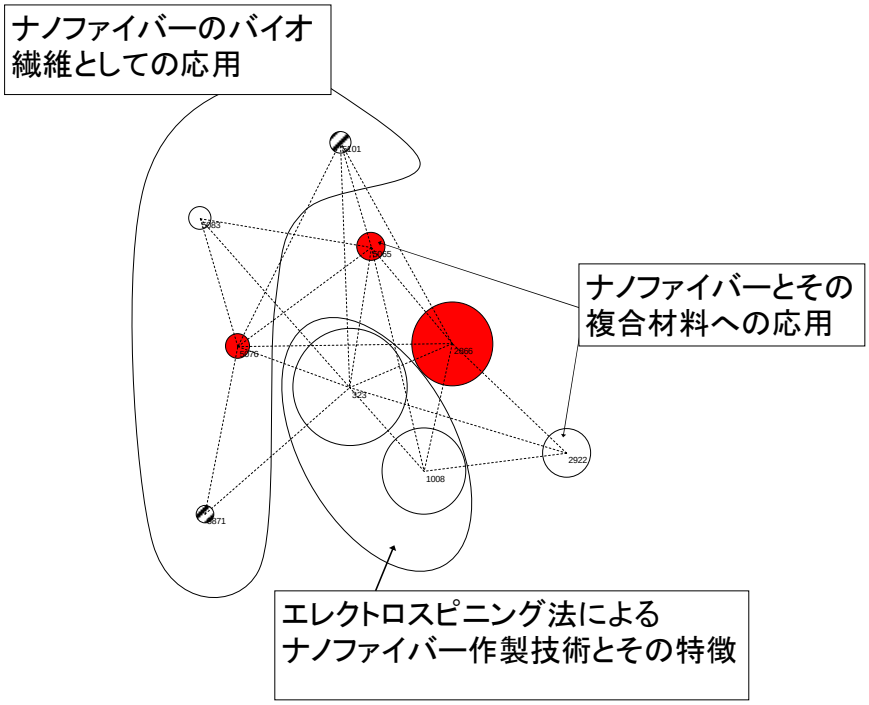
(2)は、4次元では考えられなかった多様な高次元ブラックホールの厳密解を発見、構成してみせる研究であり、特にここ数年の進展が大きい。

(3)は、「双対性」や「ホログラフィー」といった、超紐理論の近年の飛躍的発展の原動力となった新しい概念と高次元ブラックホールとの関係性の研究であり、高次元統一理論の理解のためにも今後も大いに発展が期待される。

内容分析担当者	石橋　明浩	高エネルギー加速器研究機構　素粒子原子核研究所　研究員

研究領域名	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究	領域 ID	71

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(3)	49(1)	1058	3318	2003.5



エレクトロスピニングは、高分子溶液（ポリマー溶液）を電極上に噴出させ、ポリマー溶液流を極細化すると同時に溶媒を蒸発させて捕集することにより、ワンステップでナノオーダーの超極細繊維（ナノファイバー）を得る紡糸技術である。主なナノファイバーの作製法として、セルフアッセンブリー法、フェイズ・セパレーション法、そしてエレクトロスピニング法などが挙げられる。エレクトロスピニング法は、多様な材料（主にポリマー）をナノファイバー形状へ紡糸できること、またファイバー形状のコントロールが比較的簡便であることが特長である。得られる試料は不織布状で比表面積が高く、少量の原料でかさだかな試料が作製でき、更にポリマー溶液に各種薬剤を調剤すればナノファイバーに化学的または物理的機能を付与することが可能で、様々な分野に応用が期待される。ティッシュ・エンジニアリング研究において必須の技術である。

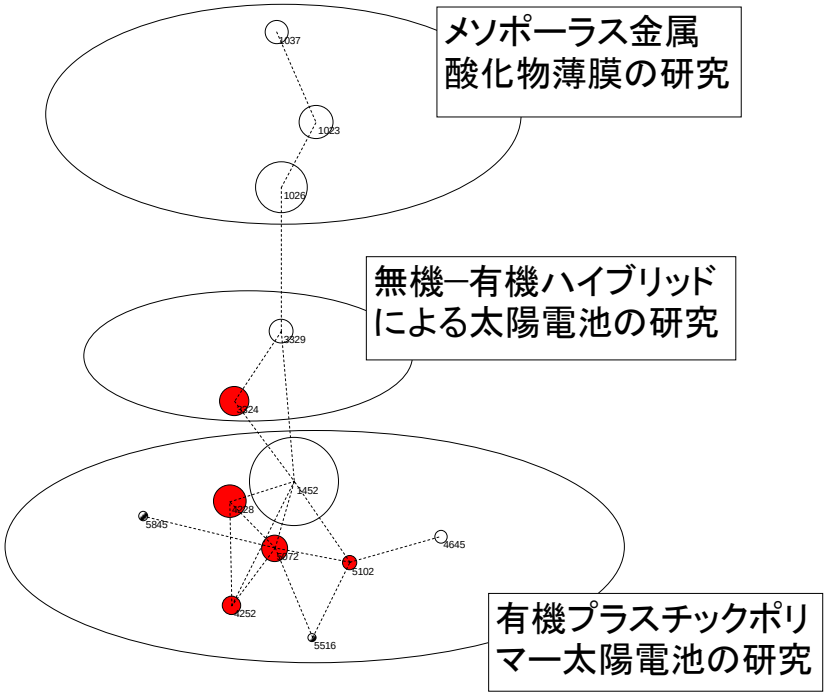
本研究領域は、以下のリサーチフロントから構成される。

○ エレクトロスピニング法によるナノファイバー作製技術とその特徴
○ ナノファイバーとその複合材料への応用
○ ナノファイバーのバイオ繊維としての応用

内容分析担当者	橋本　泰司	広島大学病院 病態制御外科　医員

研究領域名	無機酸化物・有機ー無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究	領域 ID	72

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(5)	50(0)	1992	4066	2003.7



無機酸化物、有機ー無機ハイブリッド、有機ポリマーを用いた太陽電池の研究が本研究領域を構成している。具体的な内容は以下の通りである。

○　メソポーラス金属酸化物薄膜の研究

シリカ（二酸化ケイ素）、チタニア（二酸化チタン）、ジルコニア（二酸化ジルコニニウム）の多孔質層薄膜の調製と構造解析、熱安定性、光触媒機能を利用した太陽電池への開発研究が含まれる。

○　無機ー有機ハイブリッドによる太陽電池の研究

チタニアなどの無機酸化物あるいはカドニウムセレンなどの無機化合物と、導電性共役ポリマーとのハイブリッドによる太陽電池デバイスの作成と機能評価。

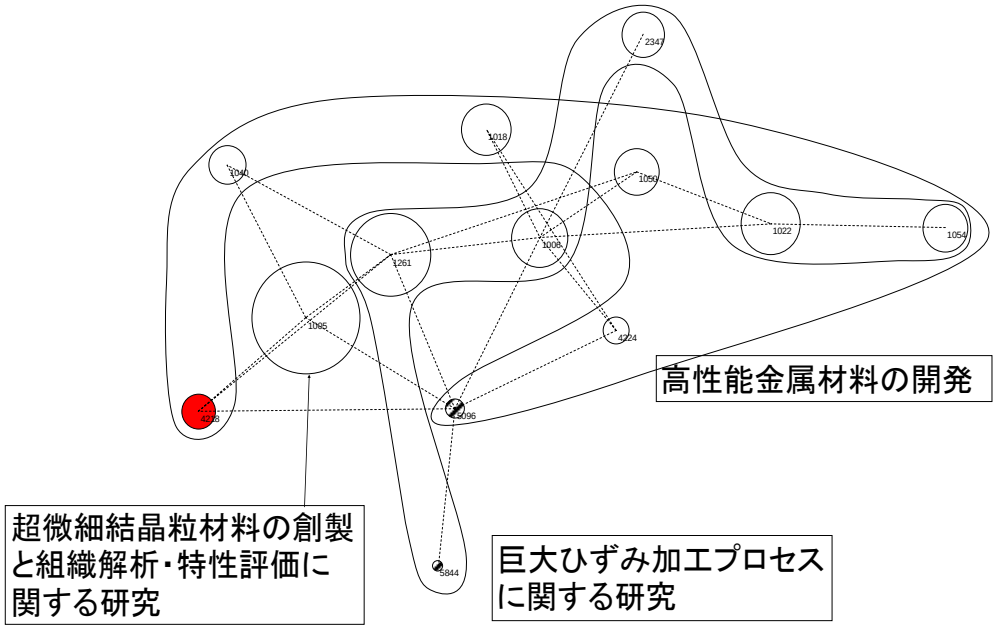
○　有機プラスチックポリマー太陽電池の研究

ポリパラフェニレンビニレン、ポリチオフェンあるいはポリフルオレンなどの導電性共役ポリマー（有機プラスチックポリマー）を用いた太陽電池デバイスの作成、さらに、これらの太陽電池の光伝導度、ホール移動度、電子移動度などのキャリアー輸送能の評価、エネルギー変換効率の評価と向上、さらに、導電性共役ポリマーと超分子化合物であるフラーレンとのコンポジットによる太陽電池デバイスの作成と機能評価。

内容分析担当者	赤木　和夫	京都大学大学院　工学研究科　教授

研究領域名	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工	領域 ID	73

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(1)	83(16)	1541	4253	2003.5



金属材料の結晶粒をナノサイズに微細化すると強度や延性がどのように変化するかなどの研究が1980年代後半に行われるようになった。時を同じくして、加工しても断面形状が変わらない巨大ひずみ加工プロセスがロシアの研究者を中心に紹介された。この巨大ひずみ加工プロセスでも結晶粒がナノサイズまで微細化できることが示され、超微細粒の研究は一気に加速されることになった。

これは、従来の粉末法や電析法とは異なって、巨大ひずみ加工プロセスを用いることによりバルク状材料が利用できるようになったからである。さらに金属の強度や延性が大きくかつ同時に改善できることなど、これまでの金属材料学の常識では考えにくいことが発表されたことによる。本研究領域は結晶粒超微細化プロセスとその材料の組織解析や特性評価、さらに実用性を目標にした材料開発に関するリサーチフロントで構成されている。その主な内容は以下の通りである。

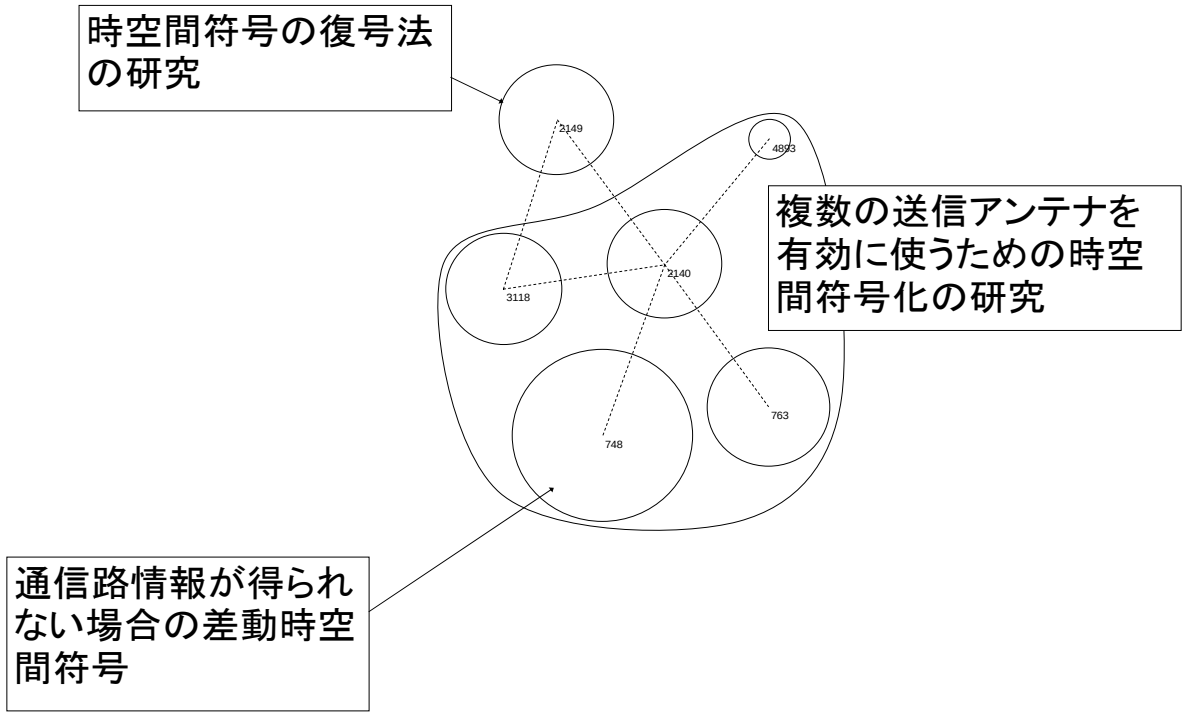
○ 巨大ひずみ加工プロセスに関する研究
○ 超微細結晶粒材料の創製と組織解析、特性評価に関する研究
○ 高性能金属材料の開発

結晶粒微細化プロセスとして、巨大ひずみ加工（id1261, 5844, 1006,2347）を用いる場合と、粉末法や電析法などを用いる場合に分かれているが、最近で ECAP 法（id1006, 2347）の他に種々の巨大ひずみ加工プロセスが開発されており、実用性も秘めているため、関連の研究はさらに増えることが見込まれる。巨大ひずみ加工プロセスは、マグネシウム（id1022, 1054)、チタン（id1050)、アルミニウム(id1040, 4224)、銅（id4218）などいろいろな金属に適用され多くの研究発表が行われているとともに、高強度化（id5096）や高ひずみ速度超塑性（id1018）の発現など特徴的な現象を報告した研究発表も行われている。

内容分析担当者	堀田　善治	九州大学大学院　工学研究院　材料工学部門　教授

研究領域名	時空間符号	領域 ID	74

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	15(0)	416	660	2002.7



1990 年代後半から、複数の送信アンテナ、または送受信アンテナを用いて通信路の時間と空間の多様性（ダイバーシチ）を利用して高品質で高速なディジタル無線通信システムを実現する時空間符号の研究が行われている。本研究領域は時空間符号の符号化及び復号化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。

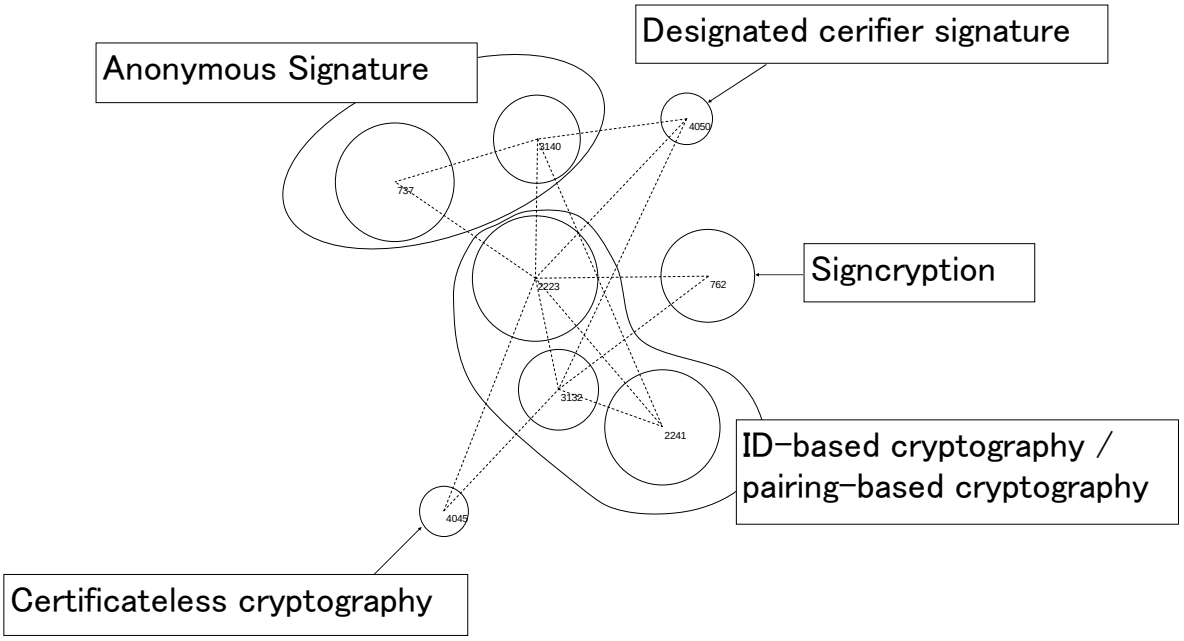
○ 受信側で通信路情報が得られない場合に有効な差動時空間符号
○ 完全直交が不可能な3本以上の送信アンテナで良い性能を示す準直交時空間符号
○ 高性能で復号が容易な代数的構成法による時空間符号
○ 効率の良い球復号を用いた自空間符号の復号化
○ 事前に線形符号化する時空間符号と、その符号の周波数領域(OFDM)への適用
○ 送信信号点数を理論上無限にすることが可能な時空間符号

本研究領域のキーワードに、時空間のダイバーシチが有効に使われていることを示す「フルダイバーシチ」がある。復号法の研究(id2149)以外は、フルダイバーシチの符号の構成法を提案している。被引用数が最も多い差動時空間符号（id748）は、従来からある差動符号を時空間に拡張し、群論を利用し符号化する研究で大いに発展した。一方実際には、通信路情報を利用可能な場合が多いため、準直交時空間符号(ID763)や代数的時空間符号(id2140)が実用性の面から重要視されている。また時空間符号の周波数領域への適用(id3118)も盛んに行われている。

内容分析担当者	小西　たつ美	愛知工業大学　電気学科情報通信工学専攻　准教授

研究領域名	多機能署名/多機能暗号	領域 ID	75

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(0)	37(2)	524	1191	2002.9



本研究領域では、署名や暗号に特別な機能を追加する研究が行われており、大きく以下のリサーチフロントに分けることができる。

○ ID-based cryptography / pairing-based cryptography

楕円曲線上のペアリングを用いて構成される、IDを公開鍵として用いることができる署名や暗号方式である。暗号研究全体の中でも、近年最も活発に研究が進められている分野である。

○ Anonymous signature

匿名性を保ったままグループの誰かが署名したことを示すことができる署名方式である。

○ Designated verifier signature

指定された署名検証者のみが署名を検証できる署名方式である。

○ Certificateless cryptography

公開鍵証明書が不要な署名や暗号方式である。

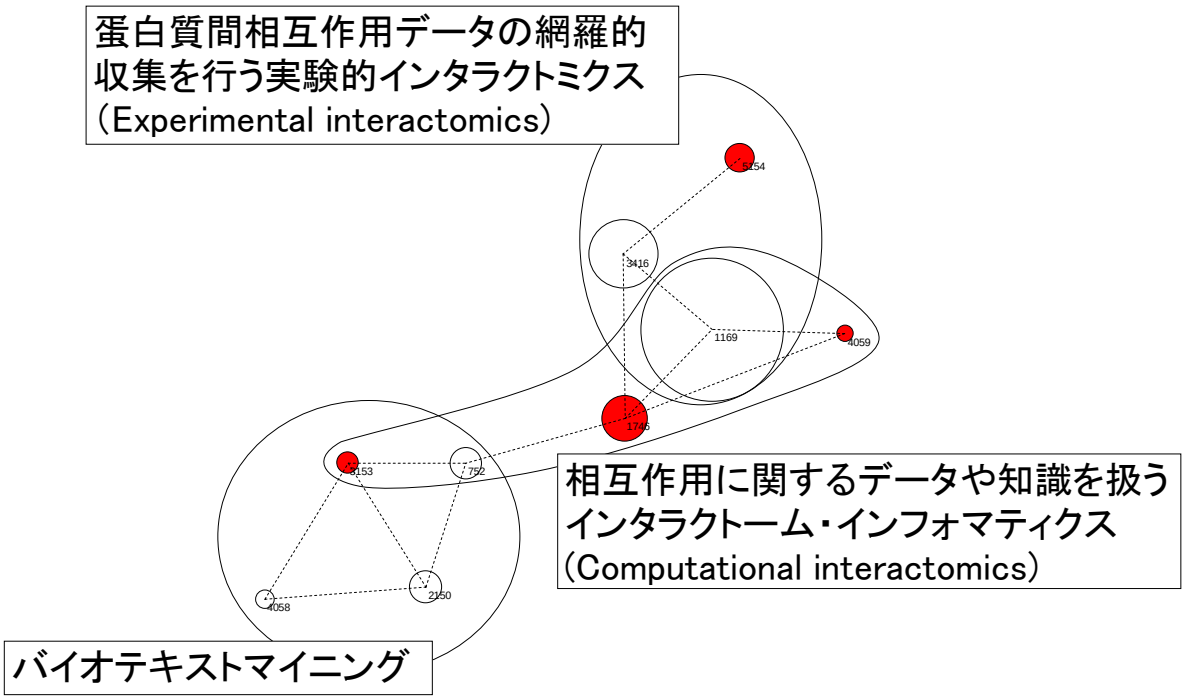
○ Signcryption

署名と暗号の機能を両方あわせもつ方式である。

内容分析担当者	鈴木 幸太郎	NTT情報流通プラットフォーム研究所 研究主任

研究領域名	インタラクトーム解析	領域 ID	76

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(4)	51(4)	3127	6036	2004.0



分子レベルにおける生命現象の理解とは、部品である生体分子間の機能的な関係を配線図として表現できることに他ならない。したがって、90 年代後半のゲノム配列決定によって部品（蛋白質）のリストが明らかになったモデル生物では、今度はそれらの相互関係を系統的に解析して配線図（蛋白質相互作用ネットワーク）の全貌の解明を目指す「インタラクトーム解析」が始動した。2000 年代に入ると、2ハイブリッド法や質量分析を駆使した先駆的インタラクトーム解析の成果が、酵母・線虫・ハエで挙がり始め、新たな研究領域として認知されるようになった。網羅的実験による相互作用データの飛躍的増大に伴い、個別研究によって蓄積された相互作用情報も統合したデータベース構築の必要性が高まり、テキストマイニングによる文献からの相互作用情報抽出がクローズアップされた。

こうした状況にある本研究領域を構成するリサーチフロントは、下記の2つに大別できる。

○ 蛋白質間相互作用データの網羅的収集を行う実験的インタラクトミクス

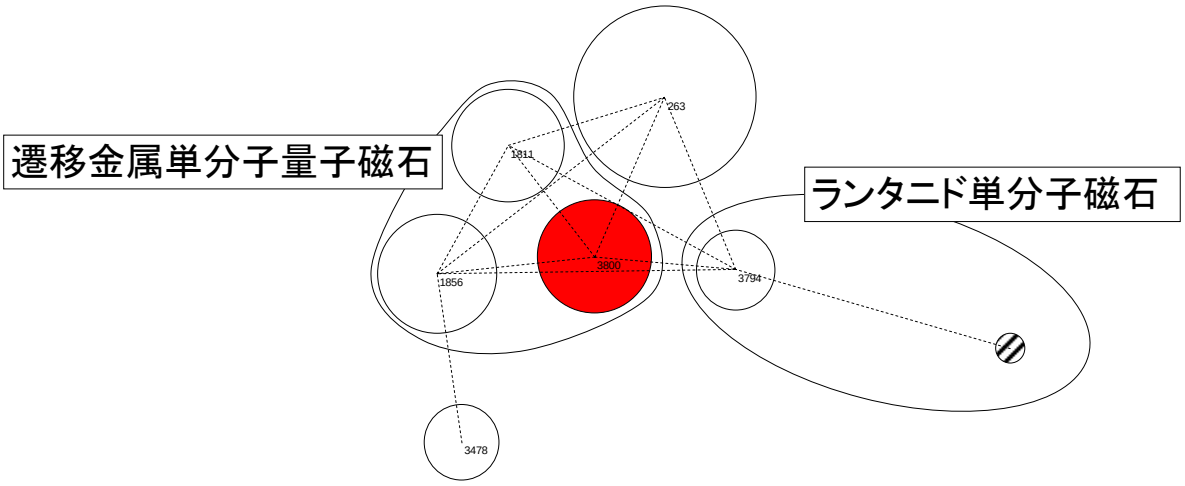
○ 相互作用に関するデータや知識を扱うインタラクトーム・インフォマティクス

前者においては、最近、研究対象がモデル生物からヒトへと拡大しつつある。また後者においては、文献からの相互作用や関係性情報の抽出とそれを支えるバイオテキストマイニング技術、相互作用データベースの構築などが中心となっており、相互作用やネットワークに関する予測などの新しい領域も育ちつつある。

内容分析担当者	伊藤　隆司	東京大学大学院　新領域創成科学研究科　教授

研究領域名	分子性ナノ量子磁石	領域 ID	77

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	32(4)	836	1892	2003.6



1980 年代に単分子量子磁石が初めて合成され、これまでに 200 種類ほどの化合物が合成されている。また、21 世紀に入り、単一次元鎖量子磁石が初めて合成され、現在までに 20 タイプのものが報告されている。これらの分子性ナノ量子磁石は従来の古典磁石（バルク磁石）とは全く違う機構で、1 個の分子や 1 本の鎖が磁石的な振る舞いをする。

本研究領域は分子性ナノ量子磁石の合成、物性、およびそれらを用いたデバイス化の基礎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。

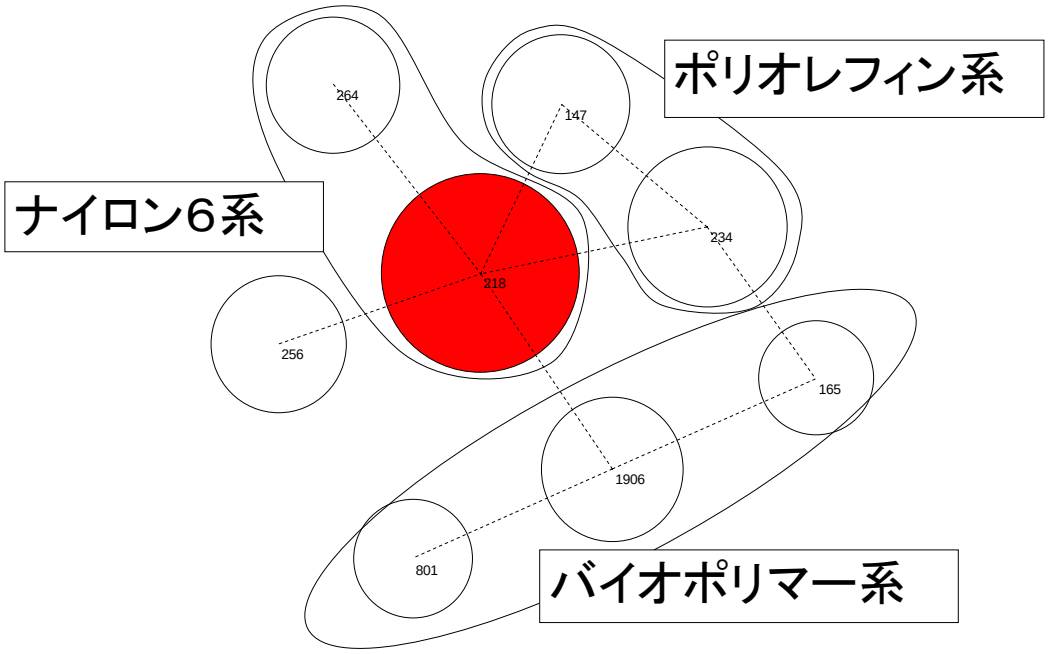
○ 単分子量子磁石と単一次元鎖量子磁石の合成と緩やかな緩和機構に関する研究
○ ニッケルやマンガンから構成される単分子磁石の量子トンネル効果に関する研究
○ 単分子量子磁石二量体における量子コヒーレンスとバイアスに関する研究
○ ランタニド単分子磁石およびランタニドー遷移金属複合単分子量子磁石の合成に関する研究
○ マンガン巨大多核単分子量子磁石の合成に関する研究
○ ランタニド系単一次元鎖量子磁石および環状ネットワーク磁石の合成に関する研究

新しい単分子量子磁石や単一次元鎖量子磁石の合成、新しい物理現象の発見および磁気記憶素子や量子コンピューターの基礎となる研究が発展中である。

内容分析担当者	山下　正廣	東北大学　大学院理学研究科　教授

研究領域名	高分子系ナノコンポジット	領域 ID	78

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(1)	21(7)	1181	2052	2001.8



ナノサイエンス・ナノテクノロジーの重要性がクローズアップされる中、とりわけポリマー系ナノコンポジットは世界規模で急速な発展をしている研究の一つである。今後も飛躍的な発展が期待されるリサーチフロントとして認識されている。ポリマー系ナノコンポジット研究はプラスチック工業界に大いなる革命をもたらしたナノテクノロジーでありまたその成果の一部は各国において工業化されている。ナイロン 6 系ナノコンポジットの研究が引き金となって様々なポリマーを対象に広く研究されている。

本研究領域の主なものは以下の通りである。

○ ポリオレフィン系ナノコンポジットの構造、物性とレオロジーの相関

○ エポキシ樹脂系ナノコンポジットの調製条件と構造に関する研究

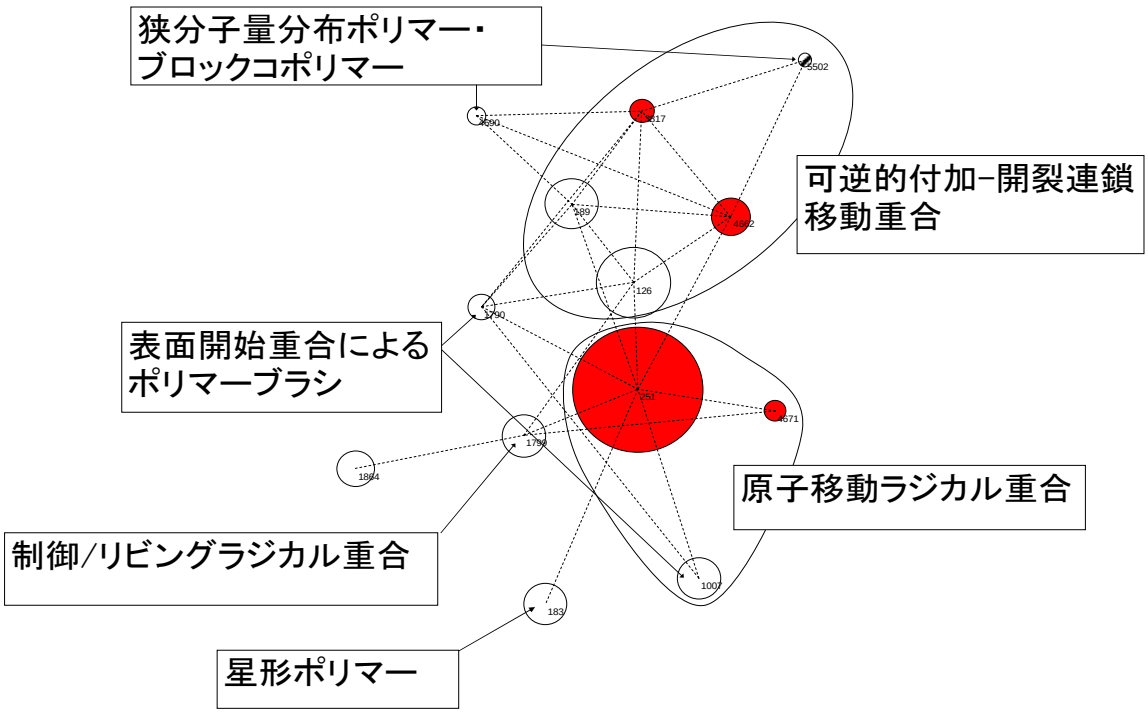
○ バイオポリマー系ナノコンポジットの研究

被引用数の急増が見えるid1906は植物由来の生分解性ポリマー系である。このポリマーの多くは脂肪族ポリエステルを基本骨格とするため、一般的に剛性や耐熱性が低く，この欠点を補う目的でナノコンポジットの研究が活発化している。論文は 2000 年以降に発表されており、2002-2003 年が主流となっている。生分解性ポリマーナノコンポジットは最近になって発展している分野であり、母体であるポリマー系ナノコンポジットから分離発生して新しいリサーチフロントを形成すると予想される。

内容分析担当者	岡本　正巳	豊田工業大学　工学部　講師

研究領域名	リビングラジカル重合	領域 ID	79

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(4)	63(7)	2550	7018	2003.2



リビングラジカル重合は、制御/リビングラジカル重合(id1799)とも呼ばれ、ポリマー活性種(P･)を可逆的に共有結合種（P−X）に変換することを共通原理とする精密ラジカル重合法である（Xは原子または原子団）。成長種の休眠状態P−Xと活性状態P･の時間比が十分に大きく、P−XとP･の変換頻度が十分に高く、かつ、活性状態の積算時間が(通常ラジカル重合の)ラジカル寿命に比べて十分に小さいとき、系は、狭い分子量分布と高い末端生存率を特徴とする理想的リビング重合に近づく。本研究領域は2つの重合方法とその応用分野についてのリサーチフロンとから構成されている。主な内容は以下の通りである。

○ 原子移動ラジカル重合(ATRP、id251, 1007, 4671)

○ 可逆的付加－開裂連鎖移動重合(RAFT： id126, 189, 1790, 3817, 4662, 5502)

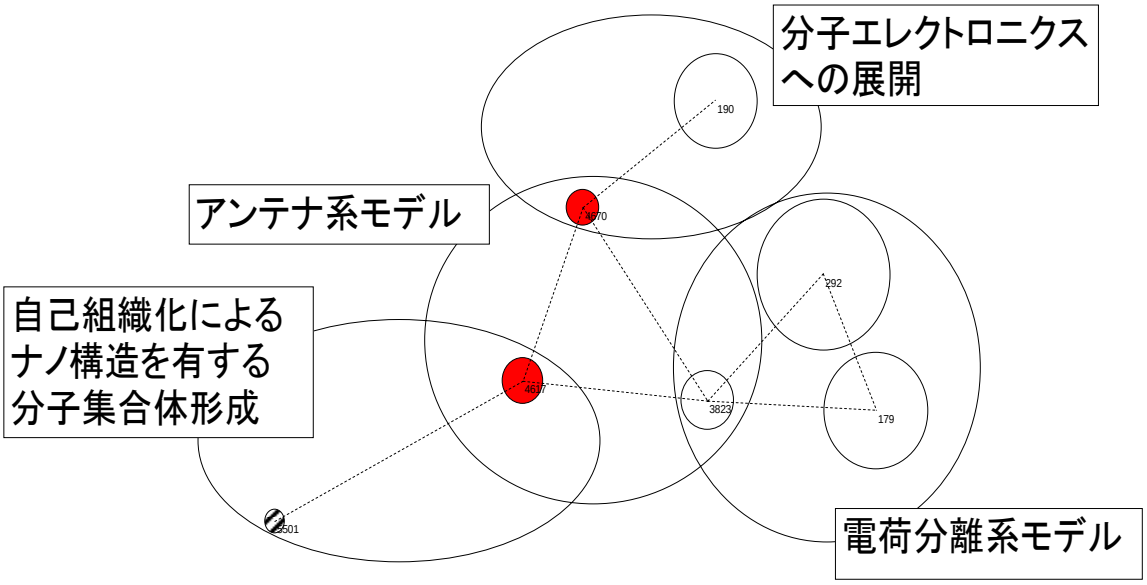
○ 狭分子量分布ポリマー、ブロックコポリマー(id4690, 5502)、星形ポリマー(id183)、表面開始重合によるポリマーブラシ(id1007, 1790)

原子移動ラジカル重合の保護基の代表はヨウ素、塩素、臭素などのハロゲンであり、変換機構を担っているのは金属錯体等による触媒作用である。また、可逆的付加－開裂連鎖移動重合の保護基の代表はジチオエステル化合物であり、反応機構は P･と P−X 間の連鎖移動反応である。この他の代表的なリビングラジカル重合として、窒素酸化物を保護基とする、窒素酸化物媒介重合などがある。

内容分析担当者	福田 猛	京都大学 化学研究所 特任教授

研究領域名	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築	領域 ID	80

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(2)	20(16)	1046	1826	2003.0



光合成初期過程において太陽光はアンテナ系によって集められ、電荷分離系へそのエネルギーを効率よく移動させる。電荷分離系ではこのエネルギーを電子の流れに変え、電子とホールを隔てることで、最終的に化学エネルギーに変換する準備を行う。

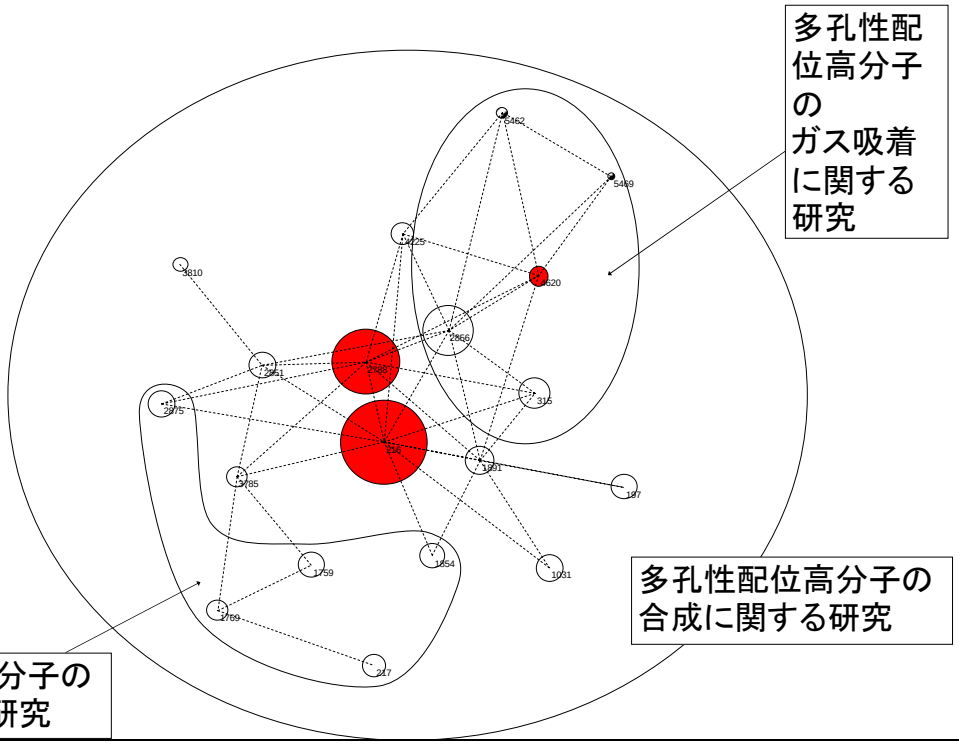
本研究領域はこれらの過程を有機化学的に合成されたモデル分子を用いて部分的にまねたものが中核となっている。電荷分離系に関しては、今堀、Gust, Guldi らの行ったフラーレンを用いた光合成モデルが従来の系をはるかに上回る優れた性能を示している。これらの成果は今堀の発見したフラーレンの特異な電子移動特性が基礎となって展開されたものである。

一方、アンテナ系に関しては、大須賀の共有結合で連結されたポルフィリン多量体、小夫家の非共有結合で連結された環状ポルフィリン多量体がアンテナ系の光捕集機能をより忠実に再現した系として現れている。前者は分子エレクトロニクスへの展開が期待される分子系へと拡張している。後者は分子が自己組織化することで高次ナノ構造を形成する研究と相関して発展している。id3823 はアンテナ系と電荷分離系の研究を結びつける総説となっている。

内容分析担当者	今堀　博	京都大学大学院　物質・細胞統合システム拠点　教授

研究領域名	多孔性配位高分子	領域 ID	81

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
19(3)	67(4)	3629	8835	2003.5



1990 年前半より、ゼオライトや活性炭にかわる新しい多孔体である多孔性配位高分子の研究が急速に発展し始め、その構造、合成法と気体および有機物質蒸気の吸蔵、分離の研究を中心に発展してきた。現在はその吸蔵、分離の研究のほかにも触媒の設計と探索、キラリテイー細孔の実現に加え、磁性、蛍光などの物性を付与させることによる機能性多孔体材料への展開も始まりつつある。

本研究領域の主な内容は以下の通りである。

○ 多孔性配位高分子の合成に関する研究
○ 多孔性配位高分子の吸蔵、分離に関する研究
○ 多孔性配位高分子の触媒創製に関する研究
○ 多孔性配位高分子の動的構造（結晶変換）に関する研究
○ 多孔性配位高分子の物性（磁性、蛍光、キラリティー）に関する研究

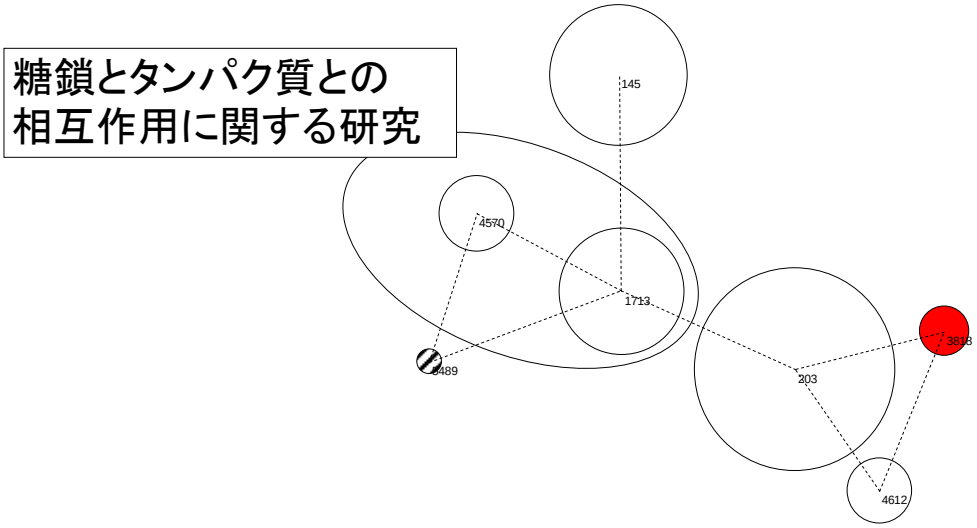
大まかには、新しい構造を有する多孔性配位高分子の合成、化学機能、物理機能に関する研究が互いに関連し合っている。最も研究トピックスの広がりが大きく、被引用数の急増が見られるのが多孔性配位高分子の合成に関する研究領域(id216, 2788, 4620)である。

本マップでは、柔軟“flexible”な構造を持つ多孔性材料に関する研究が脱落している。マップには“robust”（固い）視点しか含まれていないが、この柔軟性が上記 3 つの機能に大きくかかわり、今後、質的におおきな発展が期待される。

内容分析担当者	高嶋　洋平	京都大学大学院　工学研究科　博士後期課程　1 年生

研究領域名	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索	領域 ID	82

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
7(1)	55(1)	1563	3983	2004.1



動植物由来の糖タンパク質や糖脂質から遊離させて得た糖鎖、種々のムコ多糖(グリコサミノグリカン)から得たオリゴ糖鎖、化学的に合成したオリゴ糖などを材料として、糖鎖の還元末端のアルデヒド基を利用して、合成ホスファチジン酸誘導体にアミノ基と共有結合させるネオグライコリピド技術は、糖鎖の構造解析に有用な手段となっている。

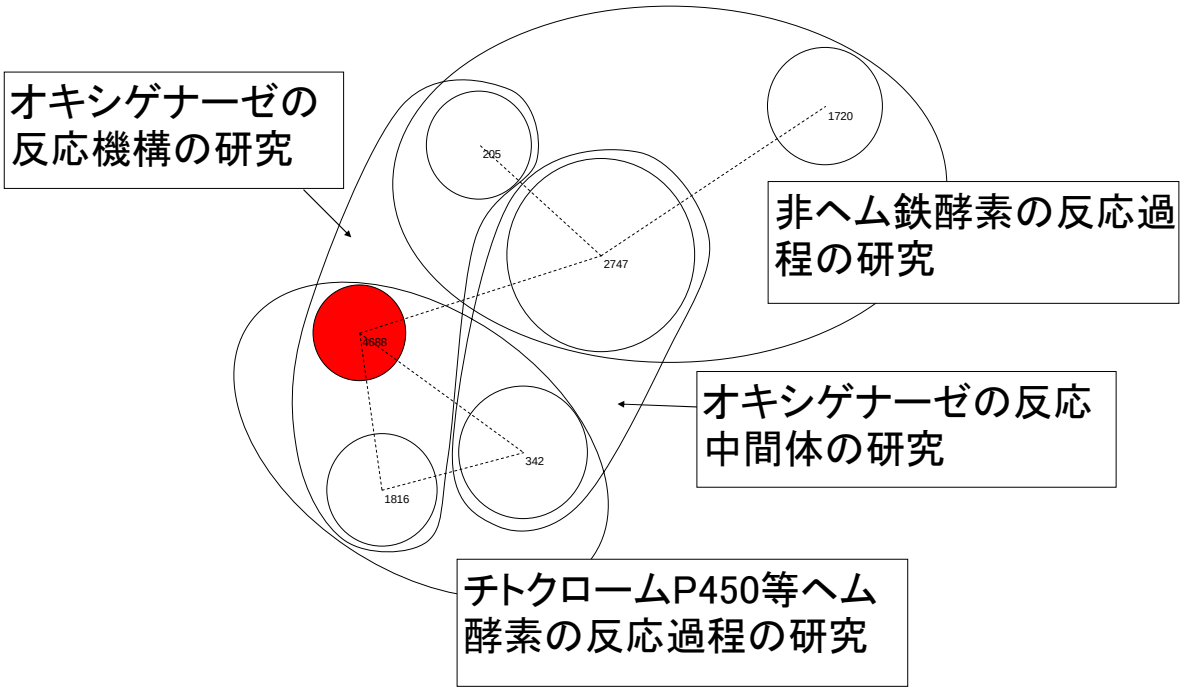
ネオグライコリピド技術が糖鎖のもつ生物学的な役割を知る上で活用できる手段になると考えられ、ネオグライコリピドをニトロセルロース膜に固相化した糖鎖マイクロアレイが考案された。この糖鎖マイクロアレイの作成には特別な装置を必要とせず、固相化される糖鎖が１ピコモルとごく微量であっても、糖鎖とタンパク質の相互作用による結合シグナルを高感度で可視化できる利点がある。しかも、分析の工程に過剰の試薬を除去する（洗浄）工程が含まれることにより、結合シグナルの強弱から糖鎖との結合の強弱をも知ることができる利点がある。

現在、糖鎖を認識する抗体の結合する糖鎖の特異性の追及のみならず、抗体に比べて糖鎖に対しての親和性が低いとされる細胞増殖因子・サイトカイン・レクチンなどの結合特異性を明らかにするとともに、糖鎖への結合性の弱いものであってもその結合特異性を的確に探る方法が工夫されている。そして、糖鎖を介して感染する病原微生物の感染機構、糖鎖結合特異性と病原体の変異との関わりを明らかにしようとの試みがなされている。

内容分析担当者	福井　成行	京都産業大学　工学部　生物工学科　教授

研究領域名	金属酵素による酸素分子の活性化	領域 ID	83

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(1)	29(0)	913	2005	2003.6



生物の体内では、ホルモン合成や代謝などさまざまな生理反応においてチトクローム P450 に代表される酸素添加酵素（オキシゲナーゼ）が機能している。大村、佐藤らによるチトクローム P450 の発見以来、酵素がどのように酸素分子を活性化して基質に酸素原子を添加しているのかは、多くの研究者にとって重要な問題であった。1980 年代に入ると、化学者がこの分野に参入し、酵素の反応中間体や反応機構を分子レベルで研究し、多くの重要な研究成果を発表した。21 世紀に入り、反応中間体を検出する新手法の開発、計算機やプログラムの進歩などにより、ヘムを活性部位に持たない非ヘム型の酸素添加酵素を含めた研究領域に発展している。本研究領域は、対象とする酵素の種類によるリサーチフロントで分類することができる。

○ チトクローム P450 等ヘム酵素の反応過程の研究
○ 非ヘム鉄酵素の反応過程に研究

一方、本研究領域は酵素の種類にかかわらず、酵素の反応過程に対する取り組みによってもリサーチフロントを分類できる。

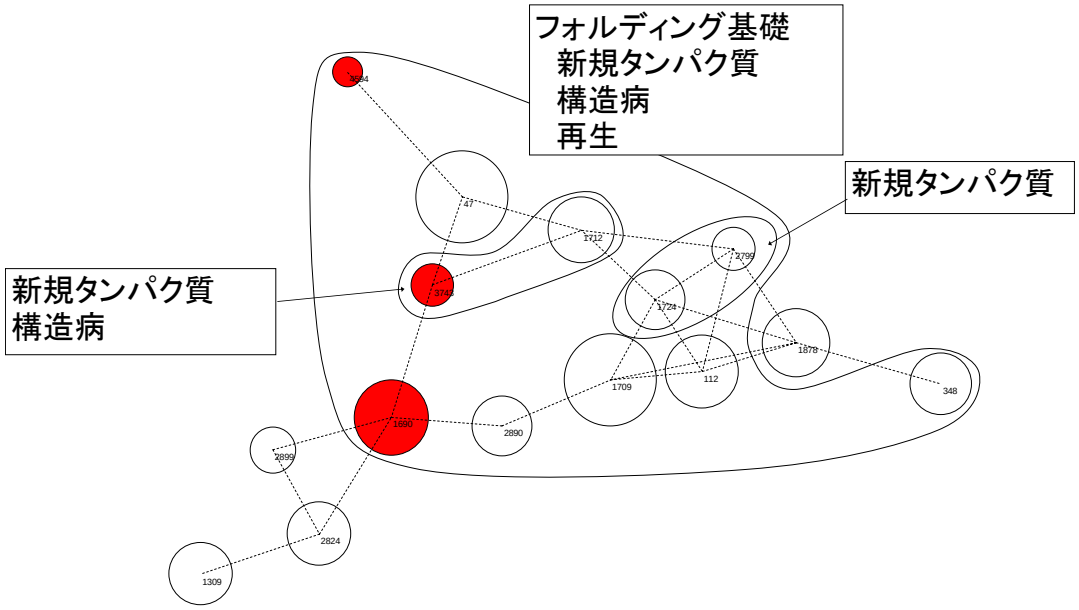
○ オキシゲナーゼの反応機構の研究
○ オキシゲナーゼの反応中間体の研究

前者は、種々の方法で酵素の反応機構を探る研究領域であり、後者は反応中間体を同定しようとする研究領域である。これらの研究領域に共通する流れは、酸素添加酵素を分子レベルで解明しようとする点である。

内容分析担当者	藤井　浩	自然科学研究機構　岡崎統合バイオサイエンスセンター　准教授

研究領域名	タンパク質のフォルディング	領域 ID	84

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
15(3)	45(1)	2020	3653	2003.1



タンパク質のフォルディングの研究は2つの領域に分けることが可能である。

○ フォルディング情報の解読

タンパク質のフォルディングが如何に起こり、進むかの研究である。この情報は新規機能性タンパク質の創製に必須である。この情報なくしてはタンパク質を作れない。最近問題になっているタンパク質構造病（アミロイド病等）の解明にも必要である。

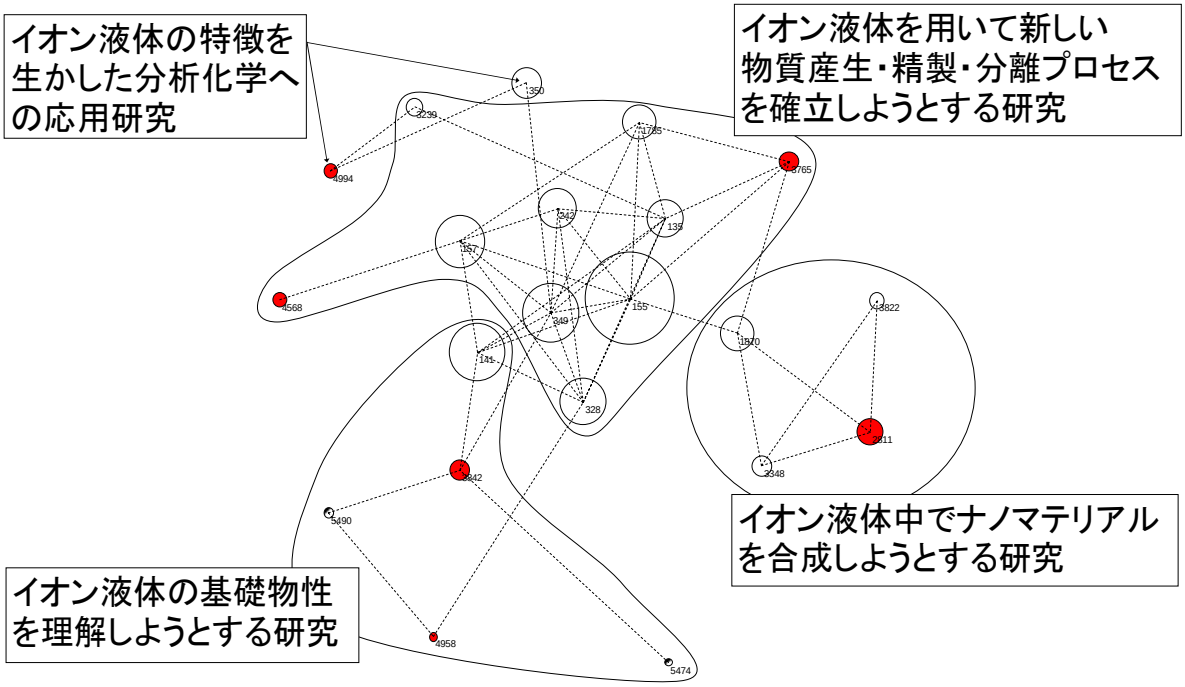
○ タンパク質の再生（変性タンパク質の巻き戻し）の研究

タンパク質の有効利用のための大量生産で、ほとんどの場合タンパク質は変性タンパク質として生産され、効率よくタンパク質を再生することが必須である。上記フォルディング情報の解読結果が役に立つことが期待される。

内容分析担当者	井本　泰治	崇城大学　生物生命学部　教授

研究領域名	イオン液体	領域 ID	85

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
21(6)	103(10)	3217	9708	2003.2



1990 年台初頭、水にも酸素にも安定で、大気中で取り扱えるイオン液体（常温溶融塩）が見つかり、これが水でもない有機溶媒でもない第三の溶媒として多くの研究者の注目を集め、特に 2000 年以降研究報告数が急増している。イオン液体は、液体でありながらその蒸気圧が無視出来るほど低く、さらに熱安定性が良好、イオン導電性が高いなどの特徴を有するため、環境負荷の低い新しい溶媒として、また新材料としての利用、さらに真空系に適用できる湿式プロセスの開発など、急速にその研究領域が広がっている。

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。

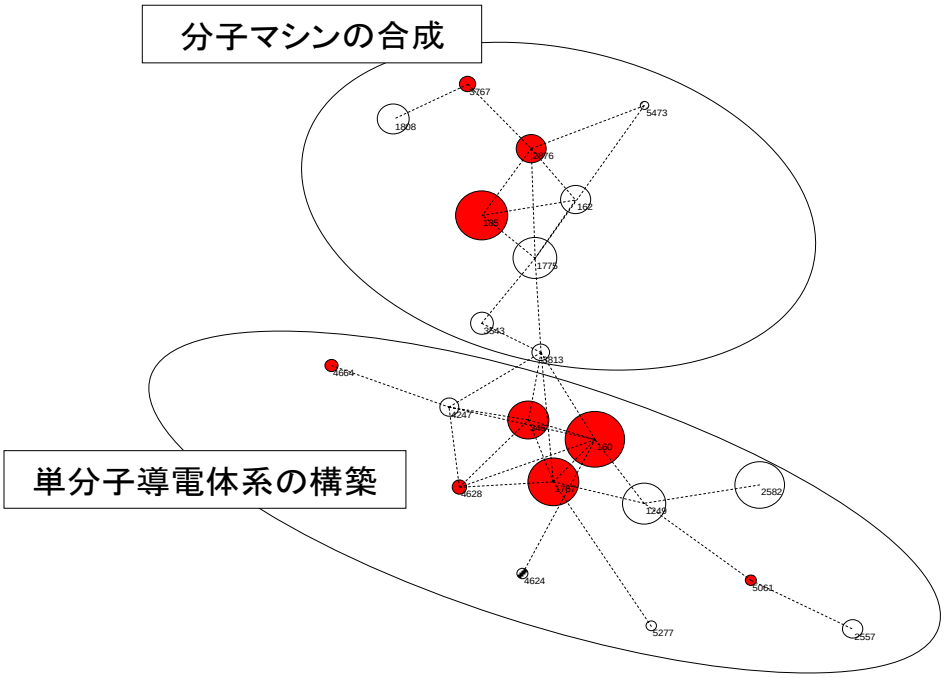
○ イオン液体の基礎物性を理解しようとする研究
○ イオン液体を用いて新しい物質産生・精製・分離プロセスを確立しようとする研究
○ イオン液体中でナノマテリアルを合成しようとする研究
○ イオン液体の特徴を生かした分析化学への応用研究

イオン液体の基礎物性を理解しようとする研究は主に基礎物理化学的であり、また物質産生・精製・分離プロセスの研究は幅広く化学の各分野に広がっている。またナノマテリアルの研究は昨今のナノの流行を反映している。分析化学への展開は、イオン液体の蒸気圧が極めて低いことを利用し真空系に適用しようとする研究（id350）などが発展中である。

内容分析担当者	渡邉　正義	横浜国立大学大学院　工学研究院　教授

研究領域名	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究	領域 ID	86

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
21(9)	95(1)	4138	9254	2003.5



近年、半導体材料を微細加工して超小型電子回路を作成する技術は小型化・微細化の限界を迎えつつあり、分子レベルのサイズの微小回路を作る新たな方法が求められている。秩序だった分子の集合体を超分子と呼ぶ。今日、分子を組み立てて超分子のナノデバイス（分子レベルの微小な電子回路・情報貯蔵素子）を作る方法が着目されている。現在、下記のアプローチが活発である。

○ 分子マシンの合成

○ 単分子導電体系の構築

ナノデバイスの骨子となる超分子を形成し、それらの性状と動作を制御できる分子マシンの合成が試みられており(id185, 1775)、分子の部品の回転(id2876)や並進(id162)といった動作の制御が広く関心を集めている。より精巧な分子マシンを目指し、これらのリサーチフロントは急速に拡大している。

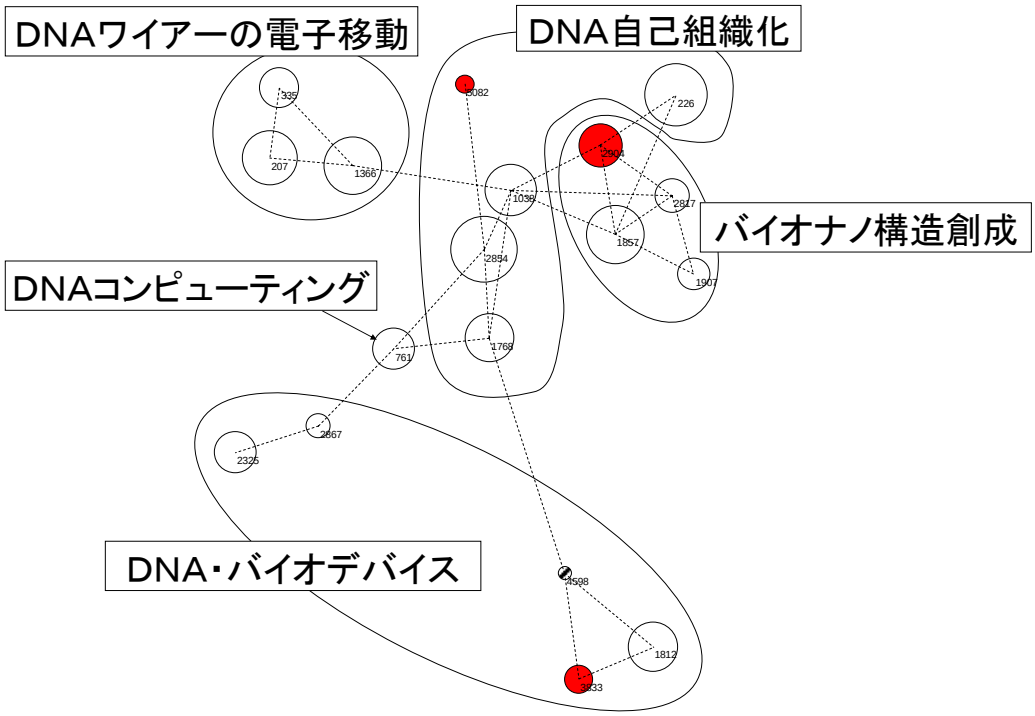
単分子導電体に関する研究(id160)を核に、ナノデバイスの分子部品となるスイッチ(id346)やトランジスター(id1787)が近年多く報告されており、これらのリサーチフロントは顕著な拡大をみせている。

本研究領域では、これらの分子マシンと単分子導電体の手法により、超分子ナノデバイスの構築が今後さらに進められていくものと考えられる。

内容分析担当者	大崎　基史	大阪大学大学院　理学研究科高分子科学専攻　学生

研究領域名	DNA ナノ材料・デバイス	領域 ID	87

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
18(3)	91(1)	3275	6940	2003.3



本領域は、DNA および関連バイオ分子を用いた自己組織化、ナノ材料・デバイス創成および電子移動特性の研究などのリサーチフロントで構成されている。2000 年以降急激に進展。内容は以下のとおり。

○ DNA ワイアーの電子移動

○ DNA コンピューティング

○ DNA 自己組織化

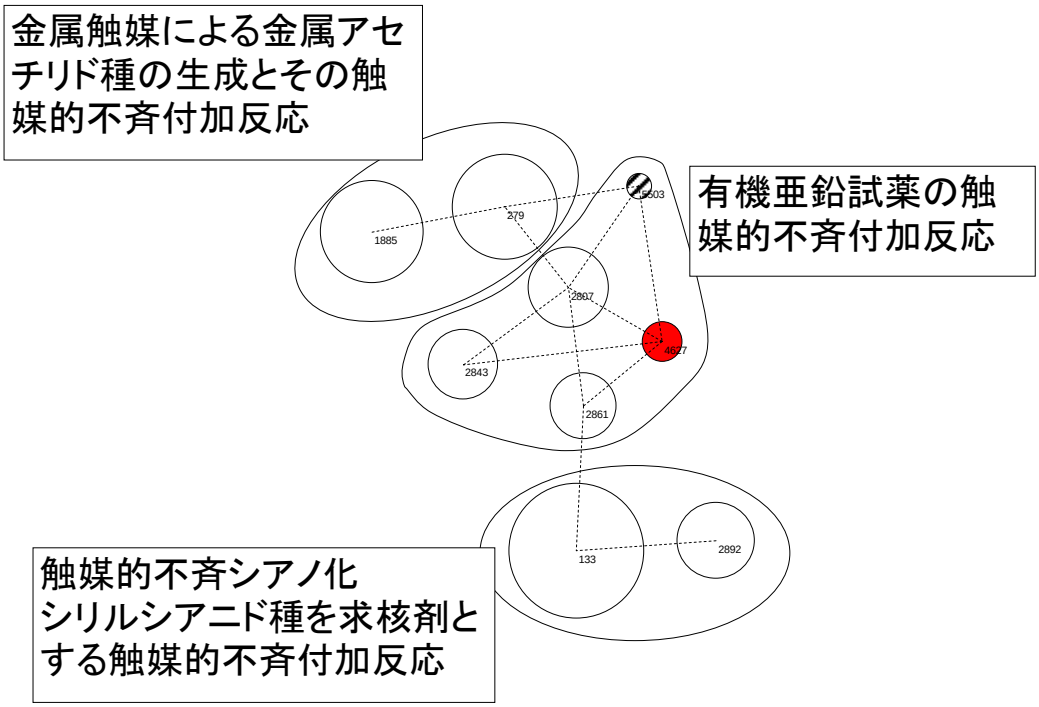
○ DNA・バイオデバイス

○ バイオナノ構造創成

内容分析担当者	川合　知二	大阪大学　産業科学研究所　所長・教授

研究領域名	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応	領域 ID	88

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(1)	34(2)	971	2023	2003.4



有機化合物には、互いに鏡にうつした関係にある異性体（鏡像異性体）を持つキラル分子が多く存在する。鏡像異性体同士は、融点や沸点などの多くの物理的、化学的性質が同じであるが、キラル分子の生物に対する影響は鏡像異性体によって大きく異なることが多い。そのため、医薬品や農薬の開発においては有益な鏡像異性体のみを選択的に合成する（不斉合成）ことが重要である。

不斉合成の研究領域では、特に環境調和性を重視した選択性や効率の高い触媒の開発が中心課題である（触媒的不斉合成）。近年では、触媒的不斉水素化(2001 年のノーベル賞受賞対象)では合成できないキラル分子をつくるための新しい不斉触媒、特に不斉炭素−炭素結合形成反応を促進する不斉触媒における研究の進展が著しい。本研究領域は、「触媒的不斉合成」の中の「不斉炭素−炭素結合形成反応」用の不斉触媒、さらにその中でも「炭素求核剤の触媒的不斉付加反応」用の不斉触媒に関するリサーチフロントで構成されている。

おおまかに下記3つのカテゴリーに分類することができる。

○ ケトンあるいはイミンの触媒的不斉シアノ化

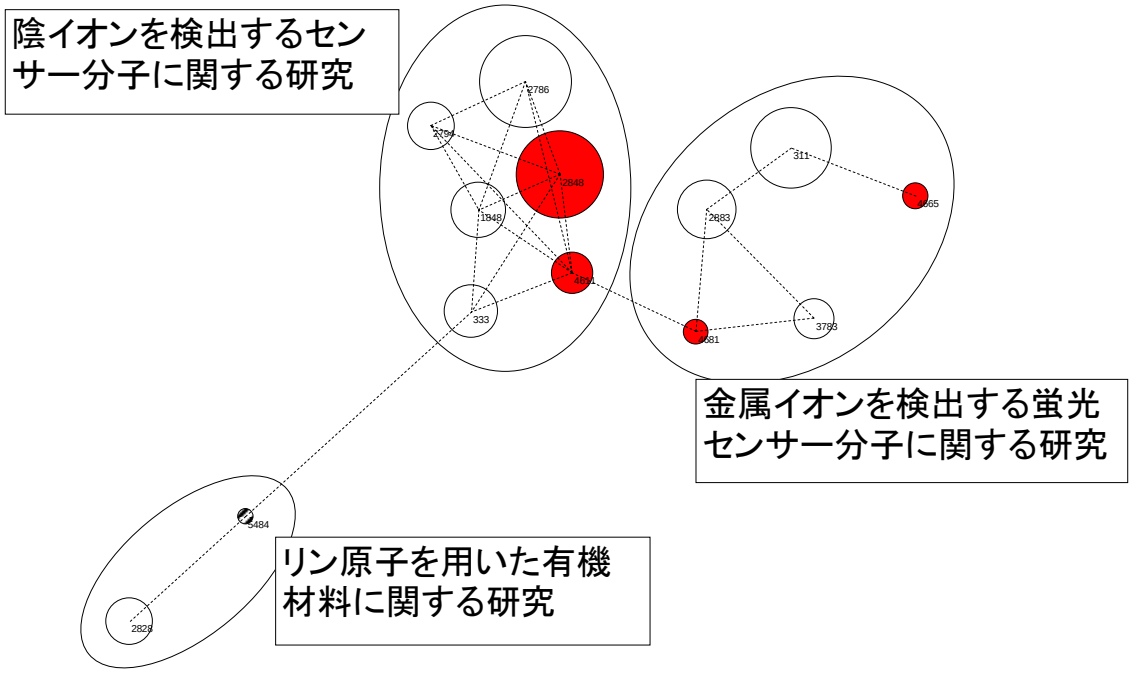
○ 有機亜鉛試薬の触媒的不斉付加反応

○ 金属触媒による金属アセチリド種の生成とその触媒的不斉付加反応

内容分析担当者	松永　茂樹	東京大学大学院　薬学系研究科　有機合成化学教室　助教

研究領域名	バイオイメージングプローブ	領域 ID	89

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(4)	56(7)	1434	3157	2004.0



近年、ケミカルバイオロジーと名付けられた研究分野が新しい分野として注目を集めている。ケミカルバイオロジーとは、化学を用いた生物学研究であり、その一つの研究領域として分子を特異的かつ高感度に検出できるバイオイメージングプローブの開発が行われている。

本研究領域はバイオイメージングプローブの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。

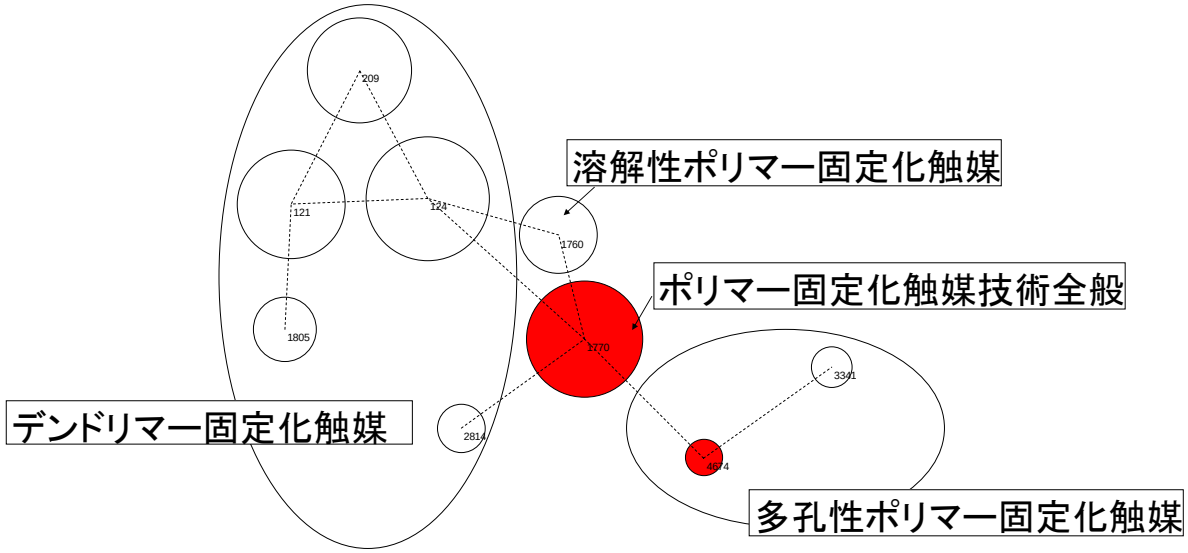
○ 金属イオンを検出する蛍光センサー分子に関する研究
○ 陰イオンを検出するセンサー分子に関する研究
○ リン原子を用いた有機材料に関する研究

大まかには、金属イオンを検出する蛍光センサー分子に関する研究、陰イオンを検出するセンサー分子に関する研究、リン原子を用いた有機材料に関する研究、の3つのカテゴリーが混在しており、これらが互いに関連し合っている。最も研究トピックの広がりが大きく、被引用数の急増が見られるのが、色変化による陰イオンセンサー分子に関するリサーチフロント(id2848)である。また、亜鉛イオンを検出する蛍光センサー分子(id4665)、銅イオンを検出するセンサー分子(id4681)、色変化によるフッ素イオン検出するセンサー分子(id4611)に関する研究領域も発展中である。

内容分析担当者	花岡　健二郎	東京大学大学院　薬学系研究科　助教

研究領域名	合成ポリマー固定化触媒技術	領域 ID	90

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(2)	26(11)	1951	3711	2002.3



合成ポリマーに遷移金属触媒や酵素のような触媒を固定すると、回収が可能になったり、膜状のポリマー上で次々と反応を進める系の構築が可能となったりするので、数十年前から応用されて来た(id1770)。そのポリマーの表面形質や界面の形状(微小多孔性、メソ多孔性など:id3341、4674)によって触媒反応に特異的な環境を与えることができ、触媒に不斉合成などを可能とする新機能を付与できる技術が発達してきた。さらに、その方向でデンドリマー(dendrimer:樹状高分子)という、分子を放射状に組み立てた球の形をしたポリマーが脚光を浴びている(id121、124、209、1805、2814)。1986 年に Tomalia によって考えられた概念であるが、現在ではこのデンドリマーに触媒分子を固定し(金属イオンは取り込まれやすい)、様々な研究がなされ、多岐に渡る分野で、新規なナノマテリアルとして応用が期待されている。殊にこの触媒設計の観点では、デンドリマーは分子構築の設計ができることから、反応の活性中心近傍のみならず反応場の精密設計(分子反応器)が可能となるり、新しい触媒形態(錯体触媒と固体触媒の中間)を提供する新素材として注目される。

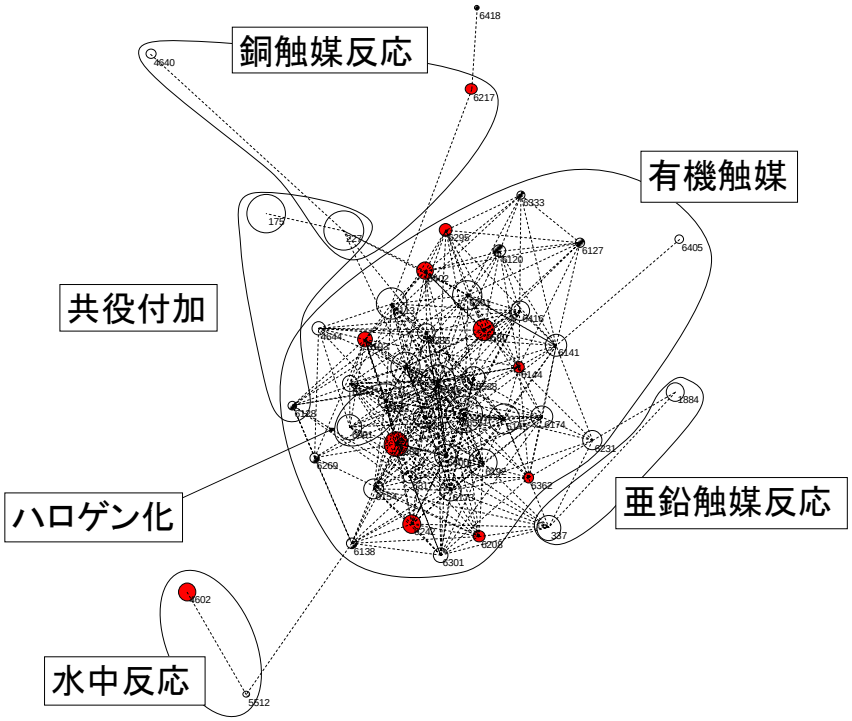
本研究領域は以下の要素から構成されている。

○ 溶解性ポリマー固定化触媒
○ ポリマー固定化触媒技術全般
○ デンドリマー固定化触媒
○ 多孔性ポリマー固定化触媒

内容分析担当者	河野　裕	バイオフ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	触媒的不斉合成	領域 ID	91

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
48(11)	205(37)	2988	12788	2004.1



触媒的不斉合成は、触媒量の不斉源を用いて原理的には無限個の光学活性化合物を合成できる方法であり、医薬品など生理活性化合物の研究において光学活性化合物の重要性が増すにつれ、この分野の研究もますます活発になされている。

本研究領域は不斉構造が構築される触媒反応の種類と用いる不斉触媒の種類の組み合わせによっていくつかのリサーチフロントに分類される。反応はかつて盛んであった不斉水素化や不斉酸化に関するリサーチフロントは減少し、不斉炭素−炭素結合形成反応が大部分を占める。以下に不斉反応と不斉触媒の組み合わせに着目したおおよその分類を示す。

○ ロジウムまたは銅触媒を用いた共役付加反応

○ 有機触媒によるアルドール反応と Mannich 反応などその関連反応

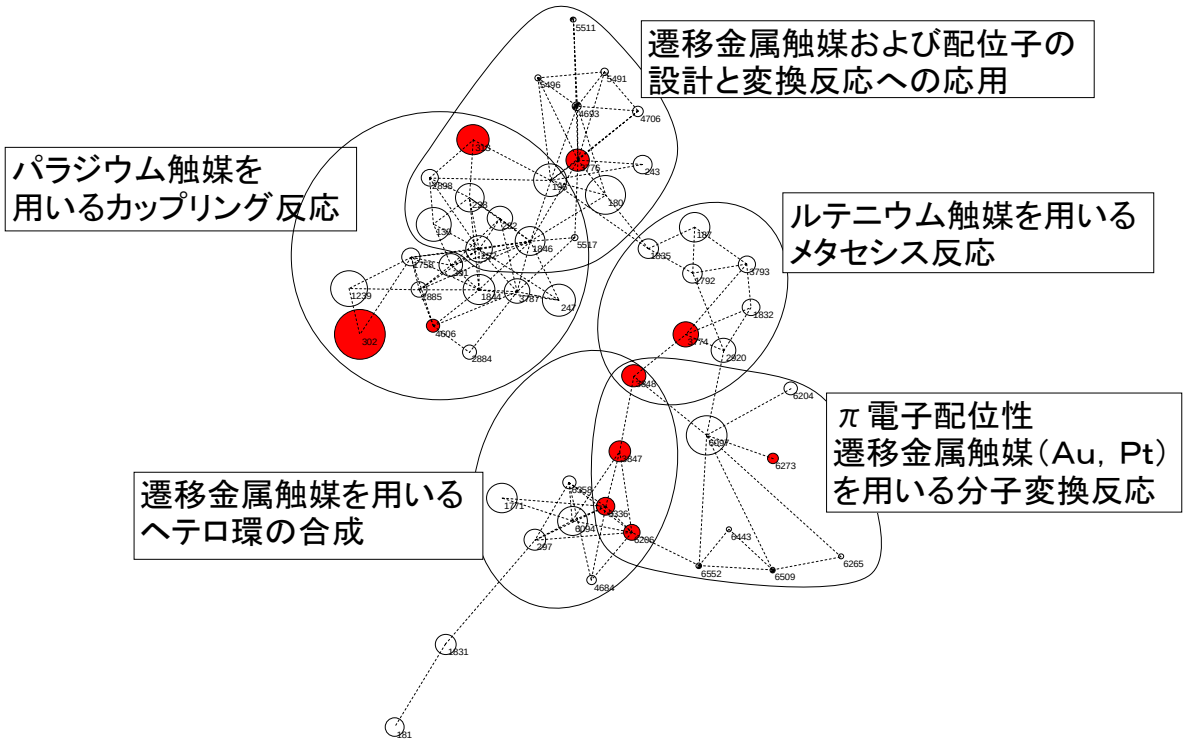
○ 有機触媒によるハロゲン化反応，特にフッ素化反応

遷移金属錯体触媒を用いる不斉合成の中では有機金属試薬の共役付加(id175,227,4640)が最も活発に研究されている。最近活発に研究されているのは光学活性アミノ酸やその誘導体を触媒として用いた不斉反応の開発である。アルドール反応（id6138，6143，6154，6192，6208，6242)、Mannich 反応(id6141，6144，6145，6173，6174，6231)、Michael 反応（id6128，6132，6261)でこの不斉有機触媒が効果的に働くことが見出され、発展中である.

内容分析担当者	林　民生	京都大学大学院　理学研究科　教授

研究領域名	遷移金属触媒を用いる分子変換反応	領域 ID	92

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
52(10)	244(10)	6652	17175	2003.7



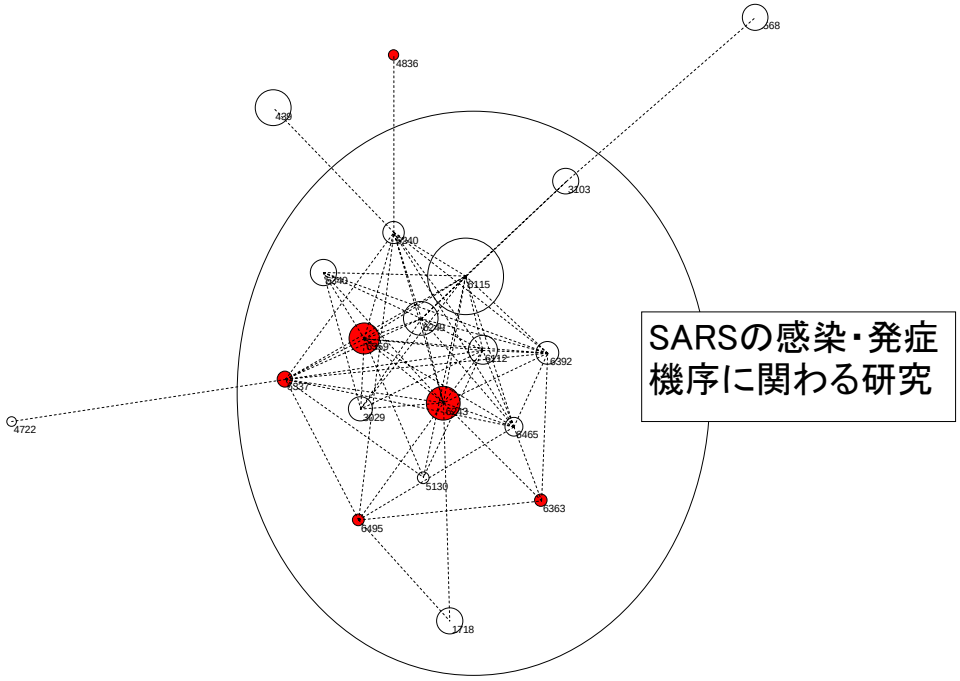
遷移金属触媒を用いる環境調和型分子変換プロセスの重要性は多くの有機化学者が常に口にしていることである。事実 2005 年ノーベル賞はこの分野の一つであるメタセシス触媒反応の研究者に与えられ、合成化学の中でもっとも活発な研究分野と伝えられた。さらに、パラジウム触媒を用いるカップリング反応は様々な生物活性を有するヘテロ環および天然物の合成に広範囲で応用されている。極く最近になって、π電子配位性遷移金属触媒として、金触媒という新しい触媒系による分子変換反応の開拓は国際的に注目を集めている。事実 Thomson 社 Web of Science によると、金触媒の論文が 2000 年以降の化学論文の中でトップ 1%の引用度を示している。本研究領域は、遷移金属触媒を用いる分子変換反応および触媒の設計と応用を中心としたリサーチフロントで構成されている。研究内容は以下の通りである。

○ パラジウム触媒を用いるカップリング反応
○ 遷移金属触媒を用いるヘテロ環の合成
○ 遷移金属触媒および配位子の設計と変換反応への応用
○ ルテニウム触媒を用いるメタセシス反応
○ π電子配位性遷移金属触媒（Au、Pt）を用いる分子変換反応

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	重症急性呼吸器症候群（SARS）の発症機序と予防・治療法	領域 ID	93

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
20（6）	77(4)	3363	12772	2003.5



WHO により「世界規模の健康上の脅威」と位置づけられた原因不明の重症な非定型性肺炎は、世界中で緊急対応的に研究が推進されて重症急性呼吸器症候群（SARS: severe acute respiratory syndrome）と命名され、SARS コロナウイルスを原因とする感染症であることが明らかにされて現在に至っている。

本研究領域は、SARS の原因ウイルスである「SARS コロナウイルス」の臨床・疫学および発症機序や予防・治療法に関わる研究で構成されている。

○ SARS の臨床および疫学に関わる研究

○ SARS コロナウイルスの感染と侵入に必要となるウイルスおよび宿主側の蛋白に関する研究

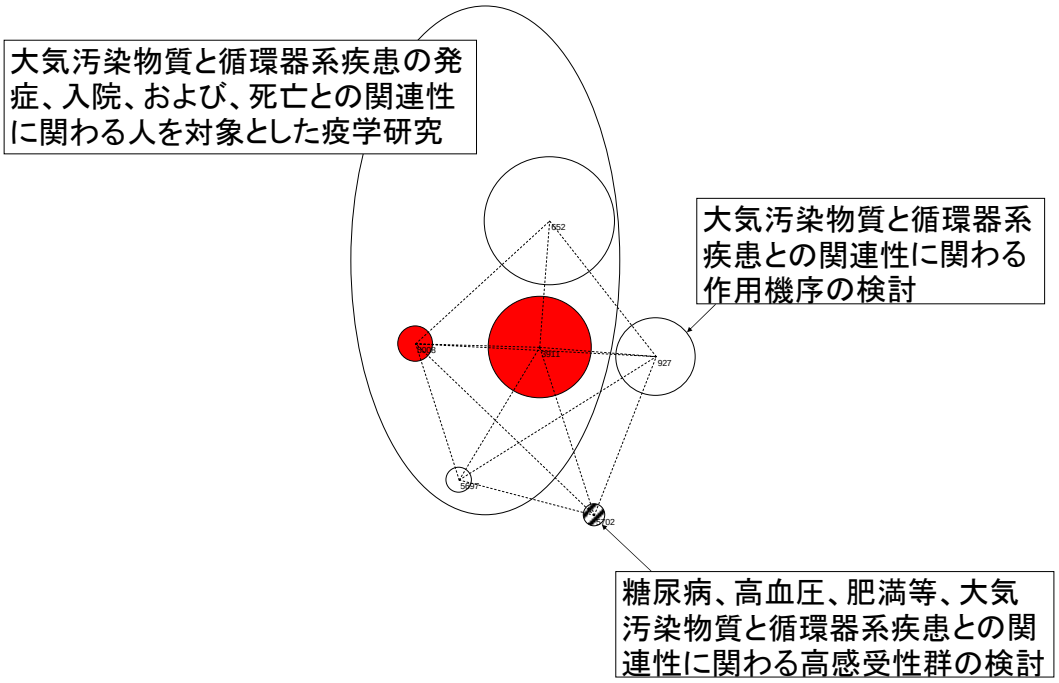
○ SARS の発症を予防するために必要な免疫を誘導するためのワクチン等の開発に関わる研究

原因不明の重症な非定型性肺炎として新しく流行した SARS の臨床・疫学に関わるリサーチフロント（id3103、6115、6240）の展開にリンクして新しい呼吸器系感染症の原因ウイルス発見につながるリサーチフロント（id439）が報告されている。SARS コロナウイルスの感染に関わるレセプター蛋白に関するリサーチフロント（id1718、6243、6363、6495）の展開が目立つが、ウイルス側の侵入に関わる蛋白のリサーチフロント（id6392、6465）とともに感染機序を明らかにして、治療・予防につながる研究領域（id3024、6112）の融合により、本感染症の解明に重要な知見の展開も見られる。上記以外に、感染源宿主の解明に関わるリサーチフロント（id6337）に新知見が報告されている。

内容分析担当者	井上 智	国立感染症研究所 獣医科学部 第二室長

研究領域名	大気汚染（特に粒子状物質）の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究	領域 ID	94

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(2)	13(0)	444	727	2004.1



これまでの科学的知見の集積により様々な大気汚染物質が人の健康に悪影響を及ぼしていることが明らかにされてきた。近年では特に自動車排気ガスやディーゼル排気ガス等に多く含まれる粒子状物質の健康影響が注目されている。粒子状物質濃度が高い日には呼吸器系疾患による死亡数が多いことをはじめ、循環器系疾患による死亡も多いことなどが多くの国や地域で実施された疫学研究で示された。しかし、循環器系疾患の発症との関連性や作用機序に関わる知見は十分に得られていない。

本研究領域は、大気汚染物質（特に粒子状物質）の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究を主体と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。

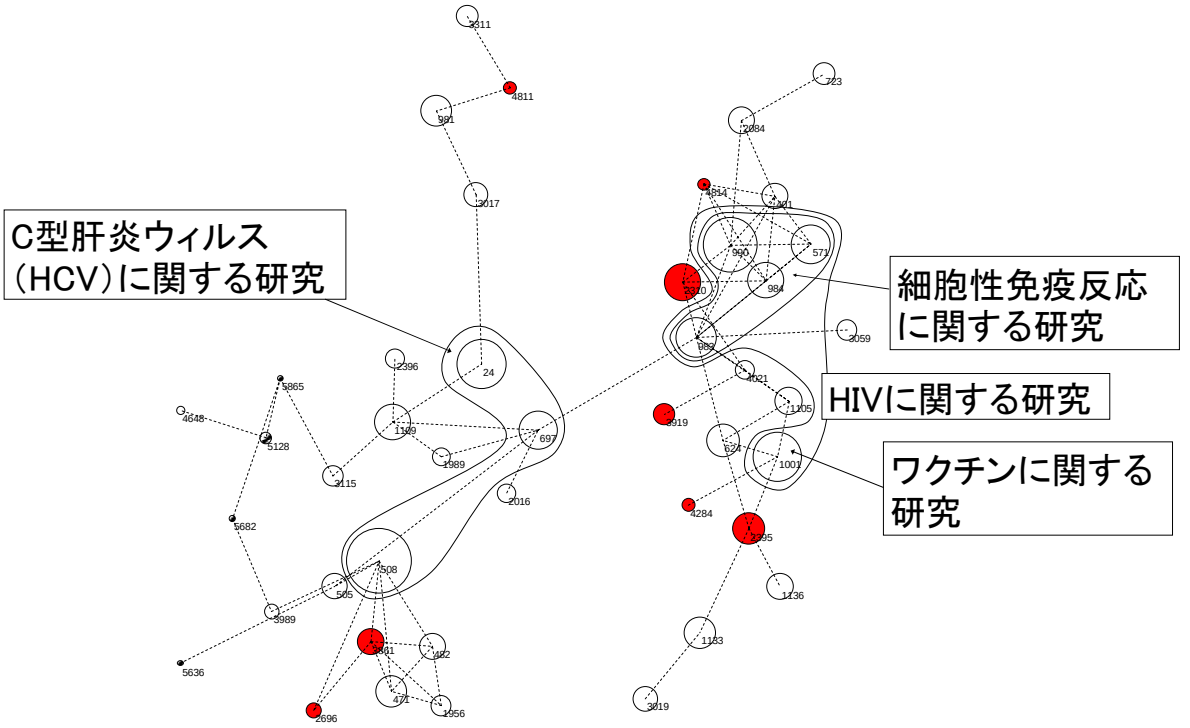
○大気汚染物質と循環器系疾患の発症、入院、及び死亡との関連性に関わる人を対象とした疫学研究
○大気汚染物質と循環器系疾患との関連性に関わる作用機序の検討
○糖尿病、高血圧、肥満等、大気汚染物質と循環器系疾患との関連性に関わる高感受性群の検討

これらは全て人を対象とした研究であり、人とは感受性が異なる動物を対象とした実験研究は含まれない。（しかし、特に作用機序に関わる検討については、動物を対象とした実験研究も必要である）現在のところ大気汚染と循環器系疾患との因果関係を明確に証明したとは言えず、それらには関連性が見られないという報告もなされている。大気汚染を扱う疫学研究は測定上の困難がつきまとう。しかし、空気という全ての人や生物に必須の生活環境について、その汚染による影響を評価するために、この研究領域は不可欠であり、今後さらなる知見の集積が求められている。

内容分析担当者	山崎　新	京都大学大学院　医学研究科　医療疫学　准教授

研究領域名	HCV 及び HIV に関する研究	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）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
44(8)	185(5)	10743	26987	2002.9



C 型肝炎ウィルス（HCV）に関しては最近急速に進歩したウイルス学的研究が多く含まれている。また、臨床的治療に関する論文も多い。2001 年頃から最近の論文まで網羅されている。HIV に関しては、2001 年頃の論文が多く含まれていることも当時盛んだった研究内容が集中している原因かも知れない。

本研究領域は HCV 及び HIV に関する研究であり、以下のようなリサーチフロントから構成されている。

○ HCV に関する研究

HCVに関する論文は比較的多岐に渡っている。id24を中心としてHCVのウイルス学的な研究に関する論文が引用されている。id697を中心として急性肝炎および慢性肝炎における免疫反応と病原性についての論文が引用されている。また、id508を中心としてHCVの治療に関する多くの論文が引用されている。

○ HIV に関する研究

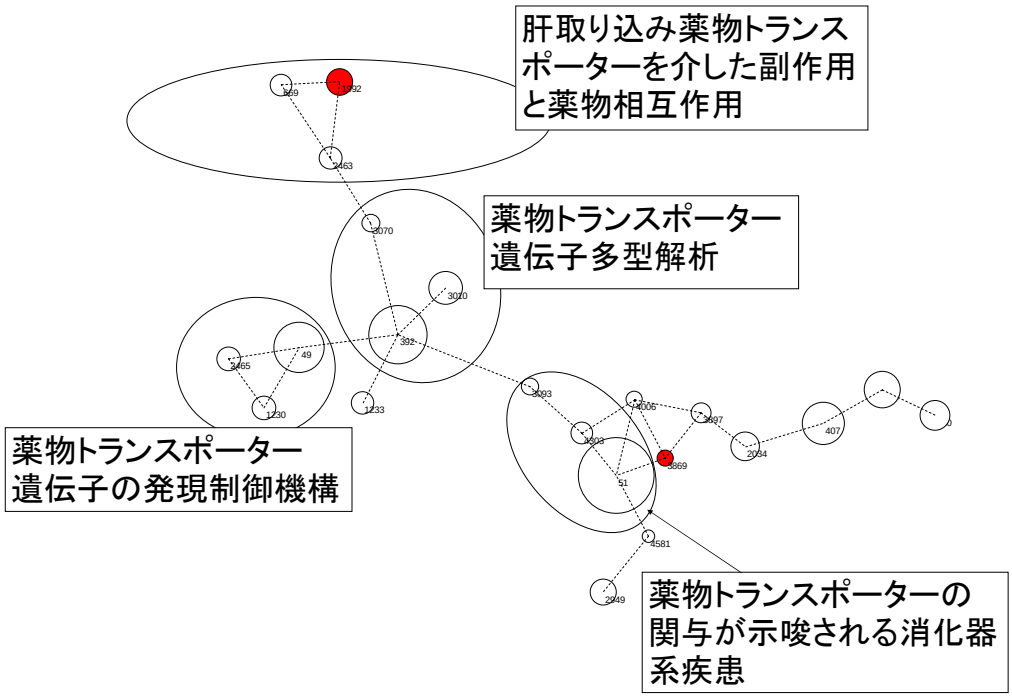
○ 細胞性免疫反応に関する研究

○ ワクチンに関する研究

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	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明	領域 ID	96

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
22(2)	136(18)	7416	19592	2002.9



薬物トランスポーターは生体中に広く発現・分布し、生体物質や薬物などの外来物質の生体内輸送を担当する。有機カチオン(陽イオン物質)と有機アニオン(陰イオン物質)を輸送するトランスポーターに大別されるが、発現部位、基質薬物、輸送方向性がその性質を知る上でキーとなる。薬物療法との関連では、消化管吸収、諸臓器への取り込みと排出を担い、体内動態との関連が深く、薬効、薬物相互作用、副作用との関連が指摘される。さらに、生体物質も輸送することから、疾患との関連も明らかにされている。輸送機能には個人差が見られ、薬物動態や疾患の個人差として反映される。この個人差の原因、さらには、トランスポーター自体の生体中での機能解明を遺伝子多型から明らかにする研究が勢力的に行われている。特に、MDR1 や OATP-C (SLCO1B1 とスタチン)での知見が多い。

本研究領域は、以下のリサーチフロントからのアプローチがある。

○ 薬物トランスポーター遺伝子多型解析(id392, 3010, 3070)

○ 肝取り込み薬物トランスポーターを介した副作用(669, 1992)と肝取り込み薬物トランスポーターを介した薬物相互作用(id2463)

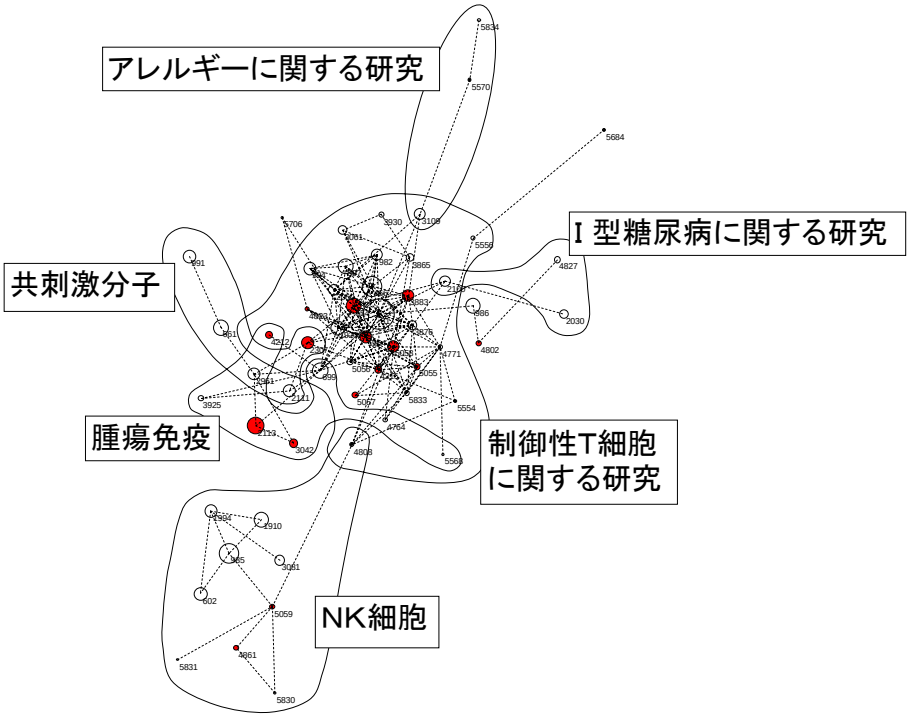
○ 薬物トランスポーターの関与が示唆される消化器系疾患(id51,3093, 4303)

○ 薬物トランスポーター遺伝子の発現制御機構(id49, 1230, 2465)

内容分析担当者	家入　一郎	九州大学大学院　薬学研究院　准教授

研究領域名	Foxp3 陽性 CD25 陽性 CD4 陽性制御性 T 細胞を中心とした免疫応答の抑制	領域 ID	97

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
56(15)	209(10)	8319	28424	2003.6



免疫系にはウイルスなどの外来抗原には応答する一方で自己抗原に対しては応答しないという免疫自己寛容と呼ばれる機構がある。免疫寛容には胸腺での自己反応性 T 細胞の除去が重要であるが、これだけでは充分でない。自己反応性 T 細胞の活性化や自己免疫病の発症を抑制している細胞群が存在する。この免疫抑制に特化した細胞群の代表が、CD25+CD4+制御性 T 細胞である。この制御性 T 細胞自体に関する研究が、様々な病気、細胞、分子との関連について研究がすすめられ、研究領域として拡大している。本研究領域は、下記のようなリサーチフロントから構成されている。

○　腫瘍免疫

この中では特に、悪性腫瘍・がんに対する免疫療法の臨床治験が注目を集めている(id2113)。

○　アレルギーに関する研究

○　I 型糖尿病に関する研究

○　NK 細胞に関する研究

○　共刺激分子に関する研究

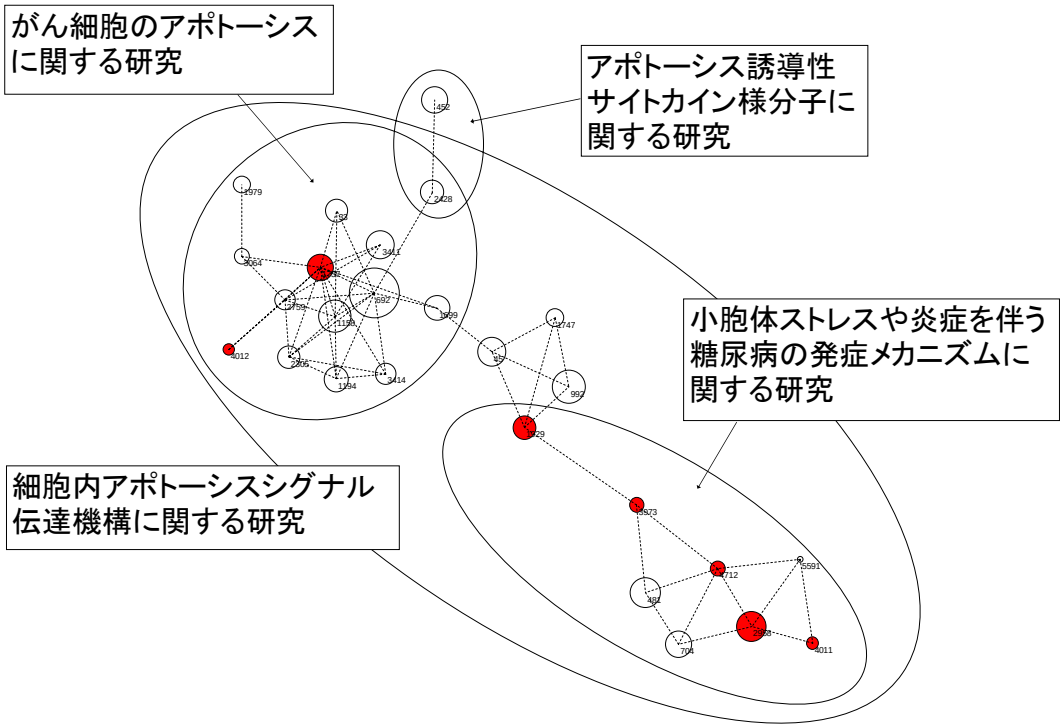
○　制御性 T 細胞の研究

免疫抑制のメカニズムに関するもの、ヒトの制御性 T 細胞に関するもの、様々な病気における制御性 T 細胞といった研究が含まれる。

内容分析担当者	山口　智之	京都大学　再生医科学研究所　生体機能調節学分野　助教

研究領域名	アポトーシス(細胞死)と炎症	領域 ID	98

リサーチフロント数 (被引用数の急増するものの数)	コアペーパ数 (日本のコアペーパ数)	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
26	71(9)	6164	112844	2002.5



アポトーシスは 1970 年代から認められていた古い現象であるが、その分子メカニズムや生理的意義については長い間不明であった。1990 年代初期に Fas や Bcl-2 といったアポトーシスを制御するヒトおよびマウス分子が発見されたことを機にアポトーシス研究が脚光を浴びるようになり、1990 年代中盤から 2000 年代前半にかけてゲノムプロジェクトの成果により、ホモロジーサーチから続々とアポトーシス関連分子が発見された。さらにノックアウトマウス作製技術が普及したため、それら分子の個体レベルでの機能解析が可能なったことから、アポトーシス研究は飛躍的に発展した。

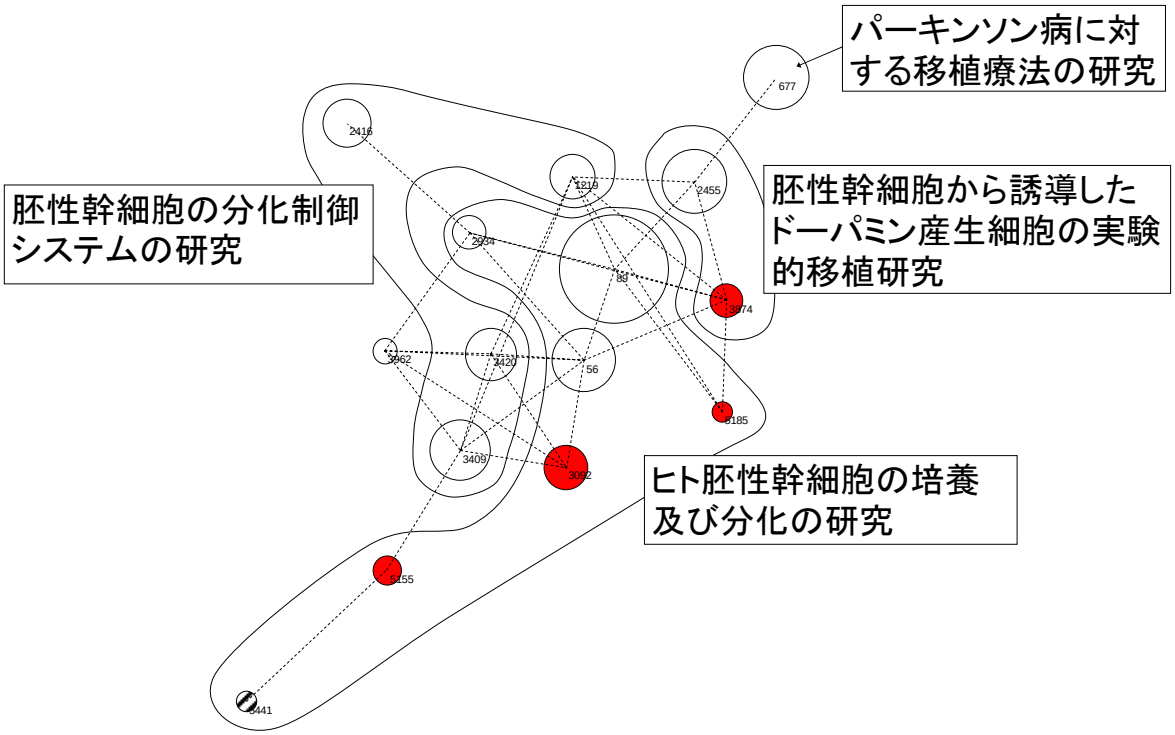
本研究領域は細胞内アポトーシス誘導シグナルに関する研究が主体となっているが、アポトーシス制御機構の破綻などにより引き起こされるがんや糖尿病などの炎症性疾患に関する研究も含まれており、その内容を以下に記す。

○ 細胞内アポトーシスシグナル伝達機構に関する研究
○ アポトーシス誘導性サイトカイン様分子に関する研究
○ がん細胞のアポトーシスに関する研究
○ 小胞体ストレスや炎症を伴う糖尿病発症メカニズムに関する研究

内容分析担当者	中山 勝文	順天堂大学医学部 免疫学講座 助教

研究領域名	胚性幹細胞／神経誘導	領域 ID	99

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
15(4)	72(3)	3759	9361	2003.5



1990年後半になり胚性幹細胞から様々な細胞へ分化する分子メカニズムが明らかになってきた。遺伝子導入や浮遊培養、feeder細胞を使ったco-cultureなどにより、神経細胞などの成熟した細胞への分化制御が可能となってきた。さらにマウス胚性幹細胞のみならずヒト胚性幹細胞においても培養技術や分化制御の研究が進んでいる。これらの研究の応用が最も期待される領域の一つが、パーキンソン病の治療である。パーキンソン病の治療にはドーパミン産生細胞の移植が有効であることが示され、胚性幹細胞のドーパミン産生細胞への特異的な分化の研究が進行中である。

本研究領域は、以下のようなリサーチフロントから構成されている。

○ 胚性幹細胞の分化制御システムの研究(id1219,2416,3409,3420)

○ ヒト胚性幹細胞の培養及び分化の研究(id56,89,2934,3092,3942,5155,5185,5441)

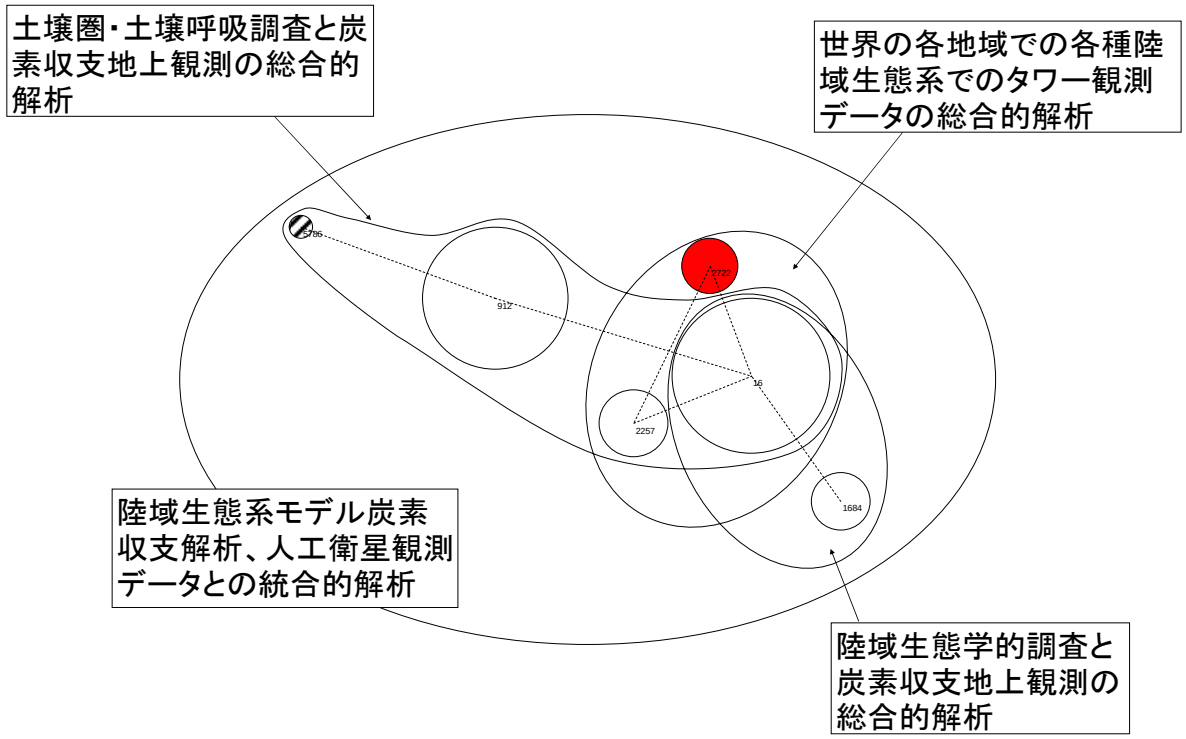
○ パーキンソン病に対する移植療法の研究(id677)

○ 胚性幹細胞から誘導したドーパミン産生細胞の実験的移植研究(id2455,3874)

内容分析担当者	高木　康志	京都大学大学院　医学研究科脳神経外科　助教

研究領域名	大気と陸域生態系間のCO_2等交換過程の研究	領域 ID	100

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(1)	17(0)	771	1243	2003.1



本研究領域では二酸化炭素等の陸域生態系における吸収/放出量推定値の精度を向上させるために科学的知見の集積を目指す。さらに、気候変動と炭素収支の時空間変動を感度良く検出することをめざした全地球のモニタリング体制を整備し、国際協力によるデータ蓄積と利用・提供ネットワークの確立に貢献する。特に、ヨーロッパ地域、北・南アメリカ大陸、アジア・オーストラリア地域などの各種陸域生態系における気候条件の差異などによる陸域生態系－大気間の二酸化炭素等の吸収/放出量を観測によって精度良く把握し、そのメカニズムの解明を通じた陸域生態系炭素収支のモデル化とモデル推定精度の向上に努める。

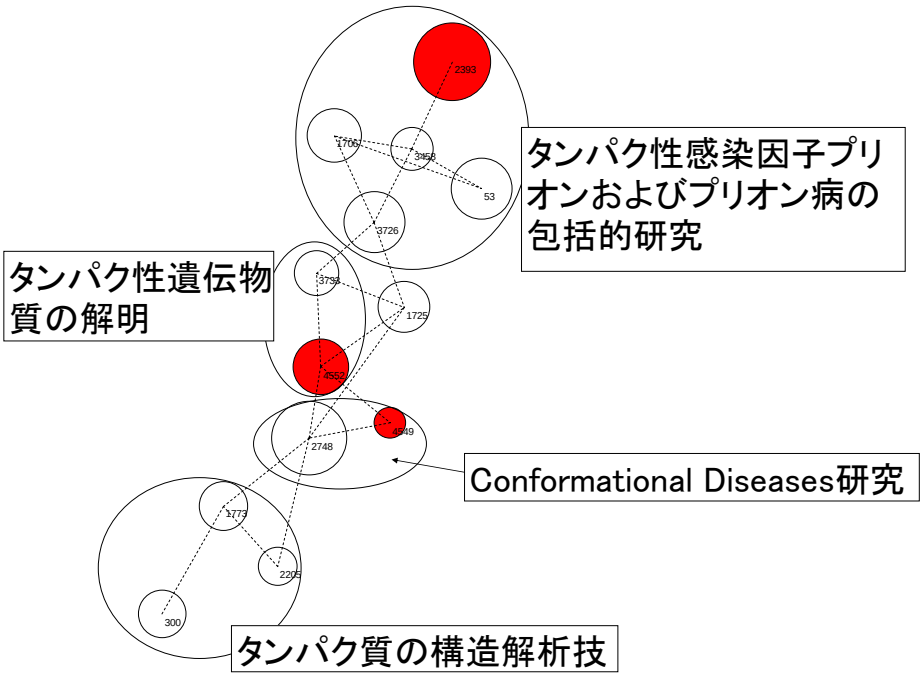
具体的には、近年CO_2や水蒸気などの植生と大気間の交換量の日内変化、季節変化を高精度で連続的に測定できる渦相関法という手法が普及し、データが集積する中で、下記の研究間の連携研究が推進されている。

○　世界の各地域での各種陸域生態系でのタワー観測データの総合的解析
○　陸域生態学的調査と炭素収支地上観測の総合的解析
○　土壌圏・土壌呼吸調査と炭素収支地上観測の総合的解析
○　陸域生態系モデル炭素収支解析、人工衛星観測データとの統合的解析

内容分析担当者	山本　晋	岡山大学大学院　環境学研究科　教授

研究領域名	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム	領域 ID	101

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
13(3)	34(0)	1825	3390	2003.6



1982 年にタンパク質から構成される核酸を持たない感染因子として“プリオン”という言葉が提唱されている。プリオンは核酸が遺伝情報を担うと考える生物学のセントラルドグマから逸脱する現象であるが、その可能性は 1960 年代から指摘されていた。しかし、1990 年以降、分子遺伝学、分子生物学、生化学、病原微生物学など、多角的な方面からのアプローチにより、プリオンがタンパク質から構成される蛋白質であり、タンパク質の構造がプリオンの性状を規定する可能性、言い換えると、タンパク質の構造が遺伝情報を担うことを示す事実が次々と示されてきた。

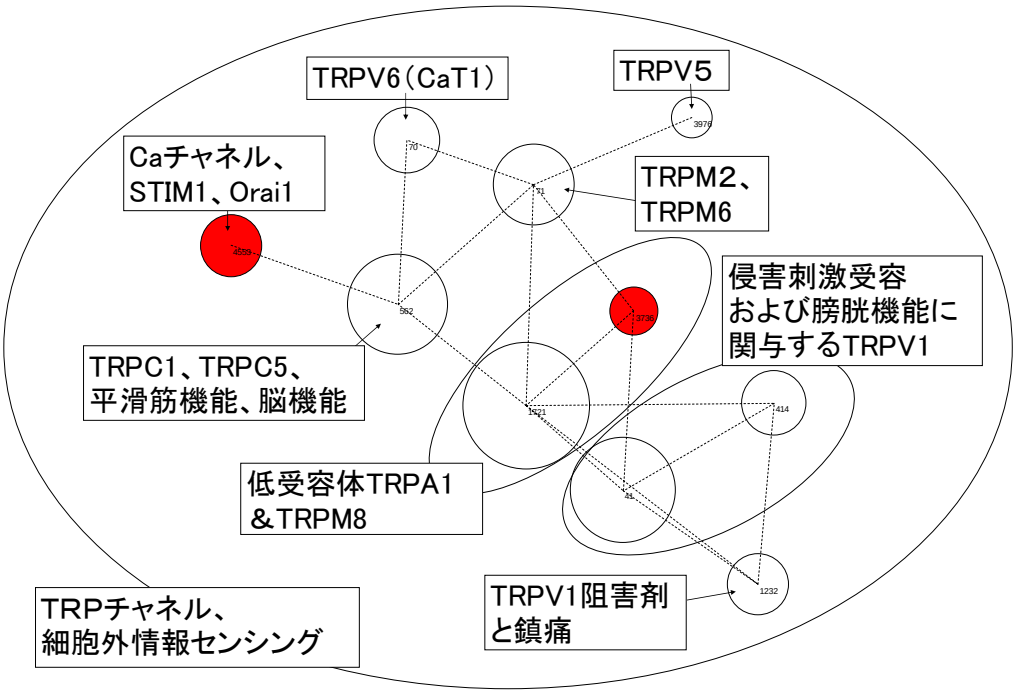
本研究領域は、生物学のセントラルドクマから逸脱する生命現象を解明するための新領域を提示するように見えるが、タンパク質性感染因子/遺伝物質の新パラダイムを主体とするリサーチフロントで構成されており、以下の4つに分類される。

○ プリオン病の包括的研究
○ タンパク質性遺伝物研究
○ タンパク質の構造異常に伴う疾患の一群である conformational diseases の研究
○ タンパク質の構造解析技術

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	TRP チャネルの生理機能	領域 ID	102

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(2)	58(6)	2274	5883	2003.2



TRP チャネルは 1989 年に最初の遺伝子がクローニングされてから多くの分子が明らかになり、現在では7つのサブファミリーを有する大きなスーパーファミリーを形成している。TRP チャネルは多くの細胞に発現しており、その発現細胞に応じて特異的な生理機能に関わる。特に、Ca 透過性の高いイオンチャネルであるために、Ca 依存的な様々な細胞内現象に関与する。

○ 侵害刺激受容および膀胱機能に関与する TRPV1 (VR1)(id41, 414)

○ TRPV6 (CaT1) (id70)

○ TRPM2 & Mg 吸収に関わる TRPM6(id 71)

○ 平滑筋や脳で機能する TRPC1 & TRPC5(id562)

○ 腎臓で Ca 再吸収に関わる TRPV5(id3976)

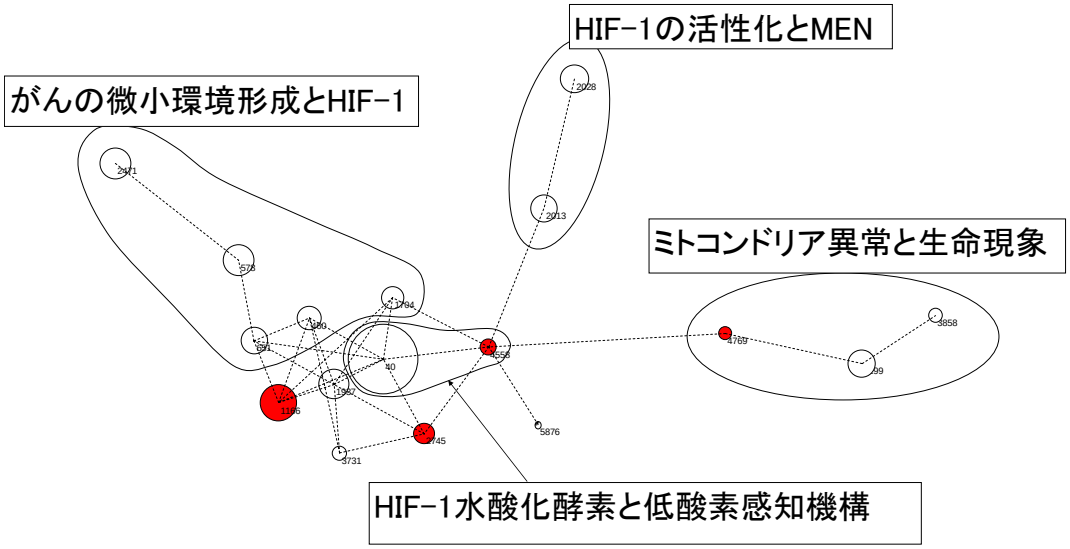
○ 機械刺激受容に関わる TRPV4, Nomp C(id1721)。

チャネル機能に関わるメカニズムの研究も進んでいる。特に、細胞や個体の感覚に関わる TRP チャネルが注目されており、中でも温度刺激受容に関わる TRP チャネル研究の進展が著しい—熱受容体 TRPV1(id41, 414)、低温受容体 TRPA1 & TRPM8(id1721, 3736)、温かい温度の受容体 TRPV3 & TRPV4(id1721)。そうした温度感受性 TRP チャネルの最初の分子であるカプサイシン受容体 TRPV1 は研究が最も進んでおり、鎮痛薬としての機能阻害剤開発に関わる研究も多い(id1232)。加えて、細胞内の Ca ストアーの減少を感知して働くことが推定されている TRP チャネルと同じような機能を有する新たな蛋白質群(STIM1 & Orai1)が 2006 年に報告されて、研究者人口はさらに増大した。

内容分析担当者	富永 真琴	自然科学研究機構 岡崎統合バイオサイエンスセンター 教授

研究領域名	低酸素誘導性因子 1 の活性化とがんの微小環境の形成	領域 ID	103

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
17(4)	68(6)	3738	10408	2003.0



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。ヘテロ二量体として働くが酸素分圧感受性の制御サブユニットはアルファサブユニット(HIF-1α)であり，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ている。この修飾の有無によりHIF-1αの細胞内発現量、転写活性可能が決定される。さらにがん遺伝子の活性化、または腫瘍抑制遺伝子の不活性化が酸素分圧非依存的にHIF-1の活性を亢進させる場合があることが明らかになっている。

ある種の固形がんでは，腫瘍内の低酸素領域に加えがん遺伝子の活性化または腫瘍抑制遺伝子の不活性化が強いHIF-1の活性化をもたらしがんの微小環境の形成に寄与している場合がある。またHIF-1の活性化がミトコンドリアでの酸化的リン酸化を制御していることが明らかになり注目を集めている。

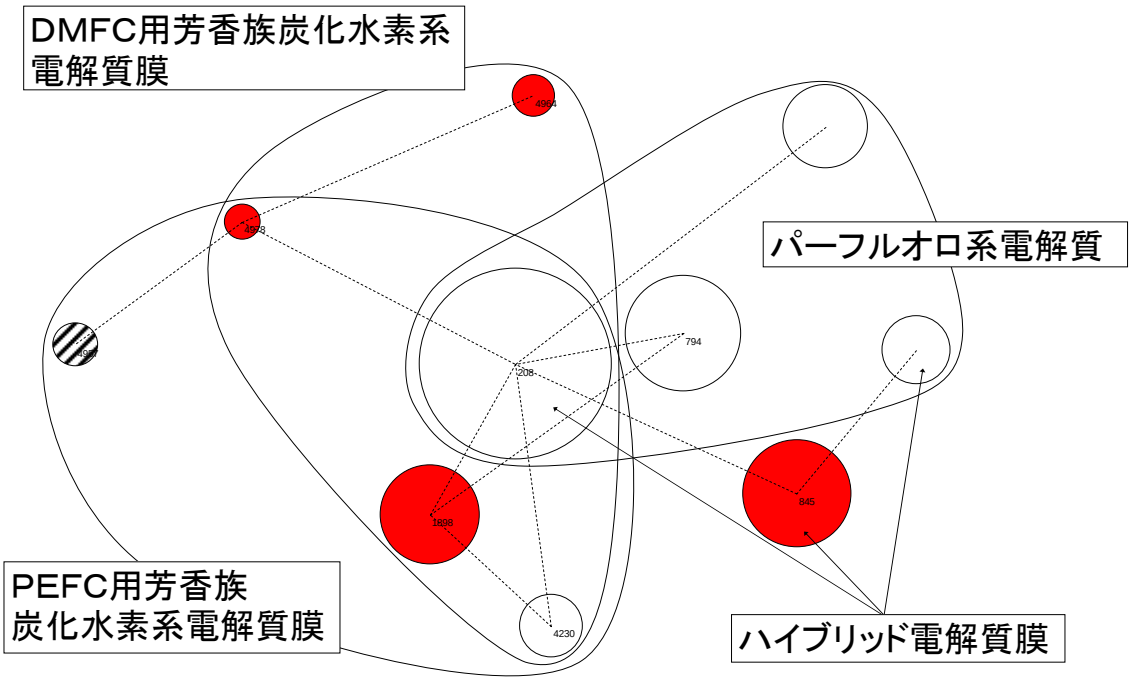
本領域は以下のリサーチフロントの集合から構成される。

○ HIF-1の活性化とMEN (id2013, 2028)
○ ミトコンドリア異常と生命現象 (id4769,4299,3858)
○ がんの微小環境の形成とHIF-1(id480,651, 578, 2471, 1704)
○ HIF-1水酸化酵素と低酸素感知機構

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 講師

研究領域名	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜	領域 ID	104

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(4)	22(6)	891	1486	2003.2



1990 年代から固体高分子形燃料電池は、自動車用、定置用、携帯機器用電源としての実用化を目指して、活発に研究されている。本研究領域は、固体高分子形燃料電池、主にその主構成要素である高分子電解質膜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。

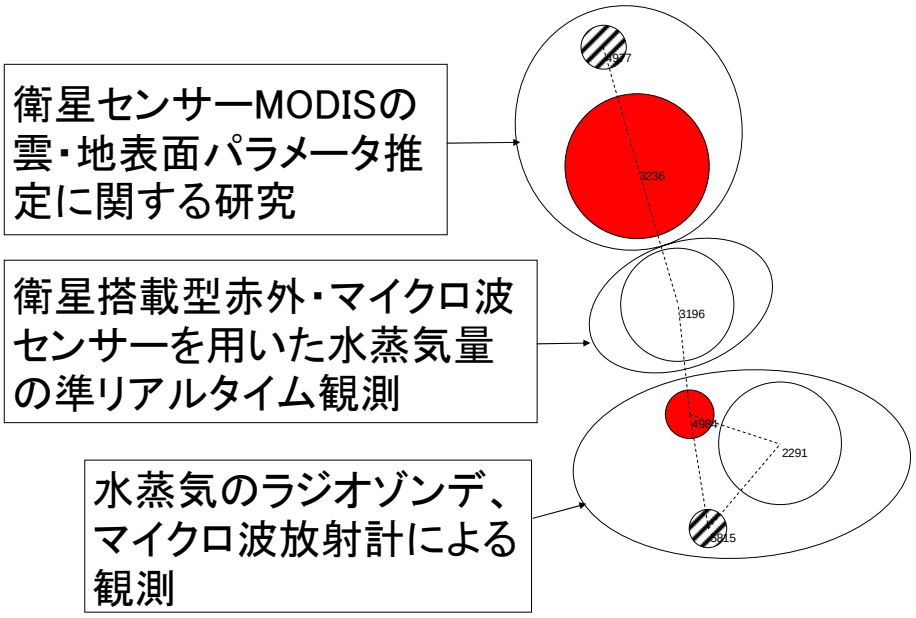
○ 固体高分子形燃料電池(PEFC)および直接メタノール形燃料電池(DMFC)の発電性能に関する研究(id 208, 794, 4230, 4957, 4964 など)
○ パーフルオロ系高分子電解質膜に関する研究(id 208, 794, 850, 2185)
○ PEFC 用の芳香族炭化水素系高分子電解質膜に関する研究(id 208, 1898, 4230, 4957, 4978)
○ DMFC 用の芳香族炭化水素系高分子電解質膜に関する研究(id 208, 1898, 4964, 4978)
○ 無機化合物とのコンポジット(ハイブリッド)電解質膜に関する研究(id 208, 845, 2185 など)

パーフルオロ系電解質膜では、耐久性と操作温度の向上及び燃料ガス・液のクロスオーバ低減に関する研究が発展中である。スルホン化ポリイミド他の芳香族炭化水素系電解質膜では、高濃度メタノールで操作する DMFC 用及び高温低加湿で操作する PEFC 用電解質膜に関する研究が多くなされており、膜のモルホロジー制御及びナノハイブリッド化などの研究が発展中である。

内容分析担当者	岡本　健一	山口大学大学院　理工学研究科　教授(特命)

研究領域名	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化	領域 ID	105

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(2)	18(0)	370	611	2004.3



1970 年代から衛星観測による大気中の水蒸気・雲・エアロゾル、および地表面アルビードの定量的評価が進められてきた。最近では、放射伝達計算のスキームや計算機の進歩により、大量の衛星データを高精度で解析できるようになっている。

本研究領域は衛星観測と地上観測による水蒸気・雲・エアロゾル・地表面アルビードの推定とその高精度化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とおりである。

○ 水蒸気のラジオゾンデ、マイクロ波放射計による観測

○ 衛星搭載型赤外・マイクロ波センサーを用いた水蒸気量の準リアルタイム観測

○ 衛星センサーMODIS の雲・地表面パラメータ推定に関する研究

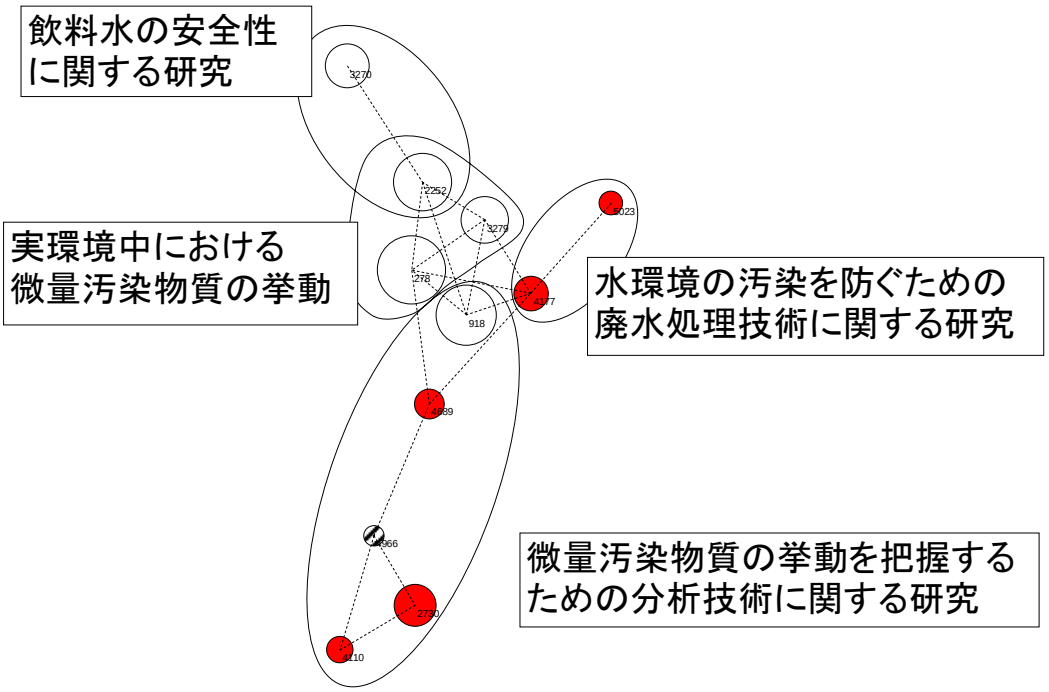
地上観測による衛星データの検証だけでなく、両者を融合した研究や数値モデルにこれらの観測データを組み込む研究が進みつつある。

衛星リモートセンシングと地上からのリモートセンシング観測やゾンデ観測が混在しているが、地上からの観測は単に衛星観測データの検証を行なうだけでなく、両者のデータを融合的に解析することにより、各物理量の推定の高精度化が図られ、数値予報モデルと相まって気象予報・気候予測の改良に寄与するものと期待される。

内容分析担当者	早坂　忠裕	総合地球環境学研究所　研究部　教授

研究領域名	水環境	領域 ID	106

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
11(5)	30(0)	808	1442	2003.6



近年、分析技術の発展に伴って以前では検出が不可能であった低濃度の汚染物質が検出されるようになり、その健康影響が問題視され始めている。

低濃度の汚染物質の健康影響に関しては、リスク評価が困難であることから、正確な健康リスクは明らかになっていない物質も多いが、予防原則に従いそれらの物質の環境中における挙動及び除去に効果的な水処理プロセスに関する知見が肝要である。本研究領域は、水環境中における微量汚染物質に関する要素技術で構成されており、主な内容は以下のとおりである。

○ 微量サンプルの分析技術に関する研究

○ 上記の技術を用いた環境中における微量汚染物質の挙動に関する研究

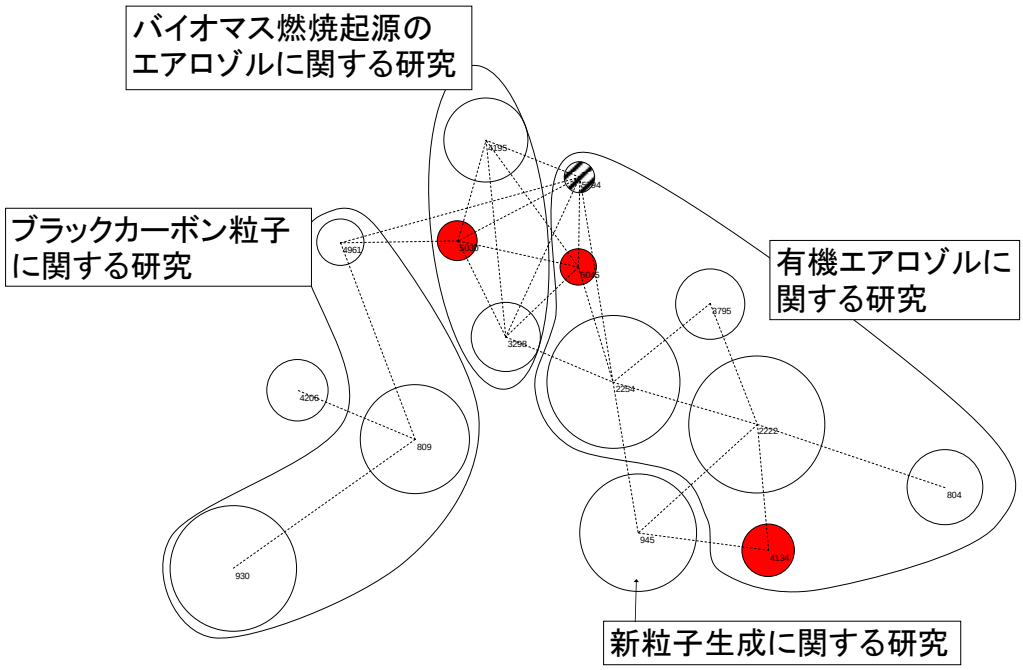
○ 微量汚染物質の処理技術に関する研究

概観すると、環境中における微量汚染物質の検出技術に関する研究、実環境中における挙動に関する研究、及び水中から微量汚染物質を除去する技術に関する研究から構成されている。すべての基幹となる分析技術に関する研究(id2730, 4110, 4689, 4966)の進歩に伴い、効果的な処理技術に関する知見(id3270, 4177, 5023)も急速に蓄積されている。

内容分析担当者	三好　太郎	北海道大学大学院　工学研究科　環境創生工学専攻　博士 1 年

研究領域名	エアロゾル	領域 ID	107

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
15(3)	84(1)	1565	3451	2003.9



粒径が 1μm 以下の微小粒子であるエアロゾルは、健康影響や気候影響が大きく、活発に研究されている。エアロゾルの粒径や組成といった基礎的な物理化学特性の測定が開発され、実大気の観測が積極的に行われている。

本研究領域の主な内容は、研究対象となるエアロゾルの種類別に主に以下の4つが挙げられる。

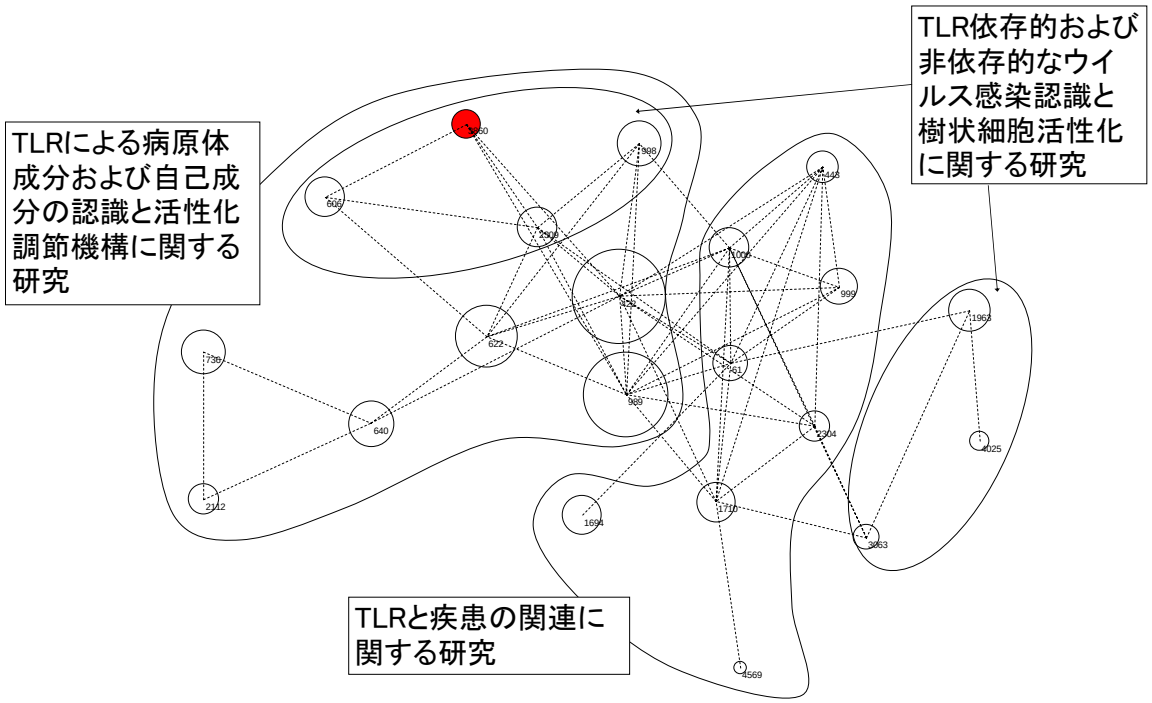
○ 有機エアロゾルに関する研究
○ ブラックカーボン（すす）粒子に関する研究
○ バイオマス燃焼起源のエアロゾルに関する研究
○ 新粒子生成に関する研究

有機エアロゾルとブラックカーボン粒子の研究が支配的であるのは、双方とも気候変動に大きな影響を与えるからである。しかし、二次有機エアロゾルの生成過程やブラックカーボン粒子の大気中での変質過程はまだ未解明な部分が多く、今後も研究の発展が見込まれる。アマゾンでのバイオマス燃焼起源のエアロゾルが水循環を変化させることが指摘されている(id4195, 5030)。新粒子生成はエアロゾルの濃度や分布を決める上で非常に重要である。また、低分子有機酸（id5045）、水溶性エアロゾル(id804)に関する研究も発展中である。

内容分析担当者	白岩　学	東京大学大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻

研究領域名	自然免疫	領域 ID	108

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
21(1)	133(51)	7323	22662	2003.2



1990 年代後半から現在にかけて Toll-like receptor (TLR)ファミリーが 病原体成分を認識し、自然免疫系の中心的役割を果たしていることが明らかにされた。ここ数年、TLR と自己免疫疾患の関連や TLR を介さない新たな病原体認識機構に関する研究成果が発表されている。

本研究領域は TLR ファミリーによる病原体認識と自然免疫活性化メカニズム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。

○ TLR 依存的および非依存的なウイルス感染認識と樹状細胞活性化に関する研究

○ TLR による病原体および自己成分の認識と活性化調節機構に関する研究

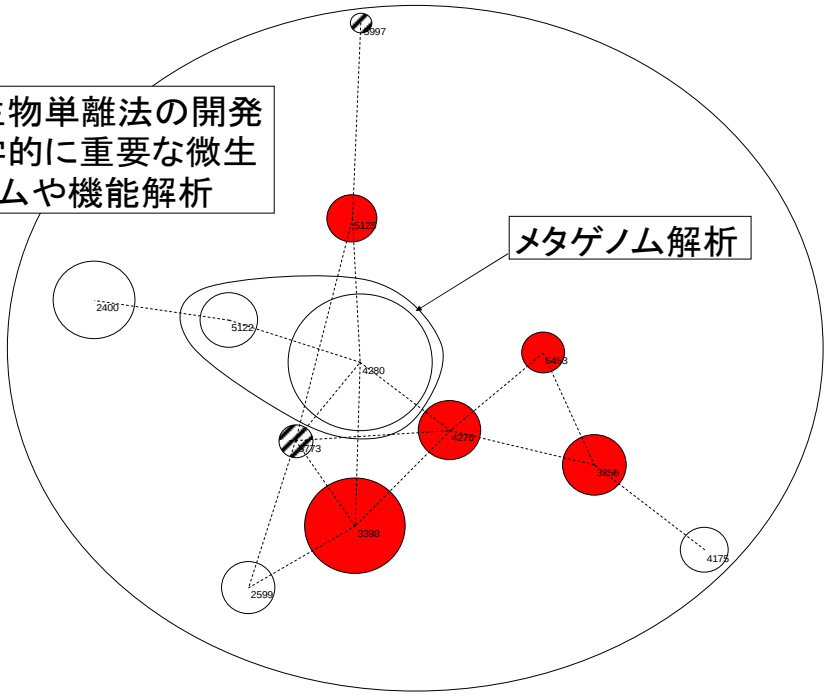
○ TLR と疾患の関連に関する研究

大まかには、ウイルス感染認識、樹状細胞、TLR による病原体および自己成分の認識、TLR と疾患、の4つのキーワードがそれぞれのカテゴリーに混在しており、これらが互いに関連し合っている。以前より、被引用回数が多いのが、自然免疫系によるウイルス認識機構に関する研究領域(id422, 989)である。また、TLR と自己免疫疾患との関連に関する研究領域(id3860)において被引用回数の急増がみられる。

内容分析担当者	河合 太郎	大阪大学 微生物病研究所 自然免疫学分野 准教授

研究領域名	微生物多様性	領域 ID	109

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
12(5)	31(1)	1135	1970	2004.5



1990 年代に確立された分子生態解析法により、自然環境中には我々の知ら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などから、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るようになっている。さらに、環境中の未知微生物は、有用遺伝子の宝庫として産業界からも注目されるようになっている。

本研究領域は、自然環境中の微生物の機能を知るための技術や微生物機能に関する新たな知見など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。

○ 新規微生物単離法の開発や生態学的に重要な微生物のゲノムや機能の解明

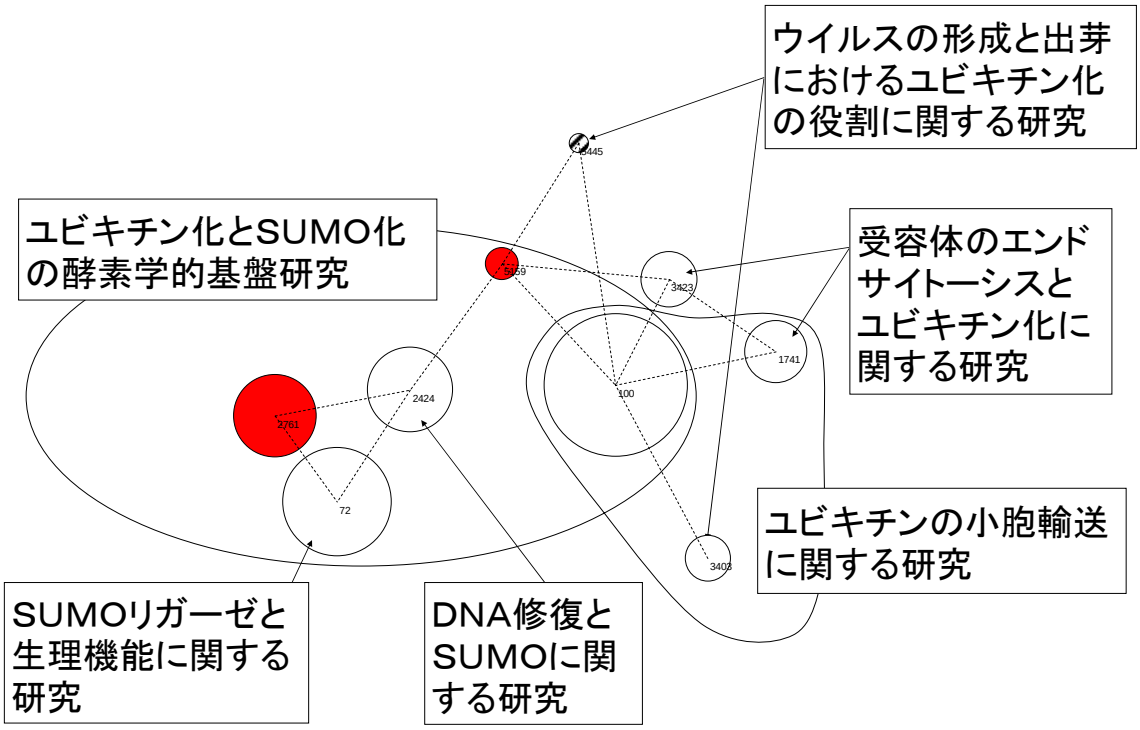
○ メタゲノム解析

培養することなく微生物集団のメタゲノムを解読する研究（id4280、5122）と単離微生物の生態学的役割の解明（id3398、5773、5125）が領域の核となり、それに関連する研究領域を巻き込んで領域が形成されている。微生物多様性の膨大さやその産業へのインパクトを考えると、この領域の研究は今後も発展していくと予想される。

内容分析担当者	渡辺　一哉	海洋バイオテクノロジー研究所　微生物利用領域

研究領域名	タンパク質のユビキチン化と SUMO 化に関する研究	領域 ID	110

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）
9(2)	44(0)	2804	6908	9(2)



1980 年前後に発見されたユビキチンは、タンパク質に結合してプロテアソーム（真核生物のタンパク質分解装置）依存性の分解に導く翻訳後修飾分子である（本研究は膨大に発展し 2004 年にノーベル賞が授与された）が、1990 年代に入ると、ユビキチンが小胞輸送やシグナル伝達などタンパク質分解以外の機能を有していることが判明してきた。さらにユビキチンと構造的・機能的に類似した多数の修飾分子が相次いで発見され、最初に発見された SUMO は、最も解明が進んでいるユビキチン類似のモディファイヤーである。

本研究領域としては、大きく分け下記のような状況になっている。

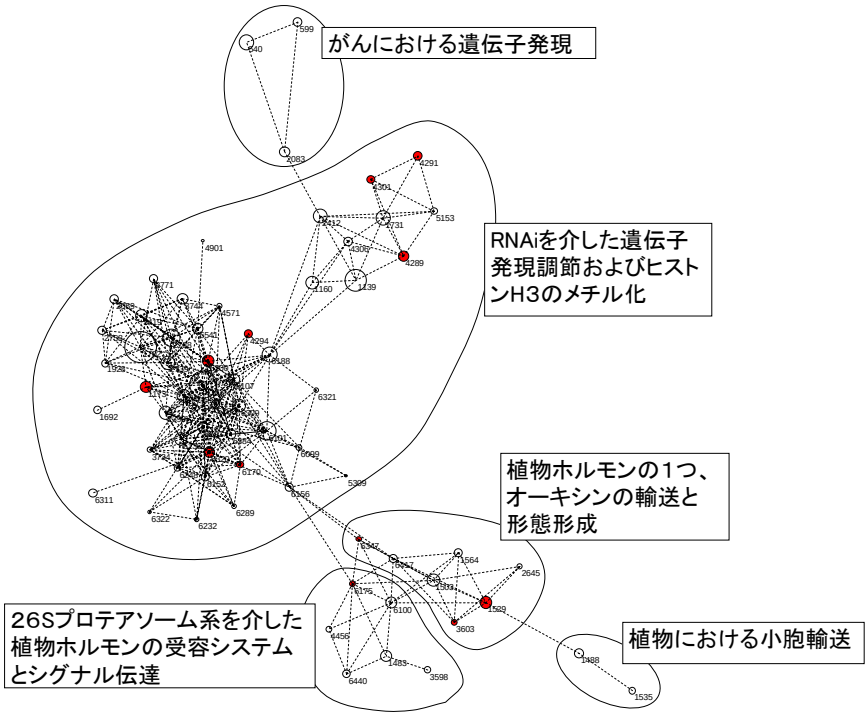
○ ユビキチン化と SUMO 化の酵素学的基盤研究
○ ユビキチンの小胞輸送に関する研究
○ 受容体のエンドサイトーシスとユビキチン化に関する研究
○ ウイルスの形成と出芽におけるユビキチン化の役割に関する研究
○ SUMO リガーゼ構造と生理機能に関する研究
○ DNA 修復と SUMO に関する研究

今後、これらのタンパク質分解に依存しないユビキチン化や SUMO 化は、標的分子の機能変換を自在に行えることから、限られた数の遺伝子の機能を多面的に増幅することができる有用性があり、これらは生物の多様性獲得に大きく貢献することが予想される。

内容分析担当者	田中　啓二	東京都臨床医学総合研究所　所長代行

研究領域名	生命現象の複階層的な調節機構	領域 ID	111

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
67(12)	380(30)	13610	52771	2003.5



動物ならびに植物における生命現象に関する研究は、長らくDNAからRNAへの転写調節機構の解明に主眼がおかれてきた。しかしながら、2000年代に入るとこれに加えて、RNAiを始めとするRNAレベルでの調節機構、タンパク翻訳後の調節機構、ならびに生体内でのタンパク質の局在調節等の研究の発表が多くなされるようになり、より複雑で広範な生命現象の調節機構を理解しようとする機運が高まった。

本研究領域は、このような生命現象の多段階なレベルでの調節機構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。

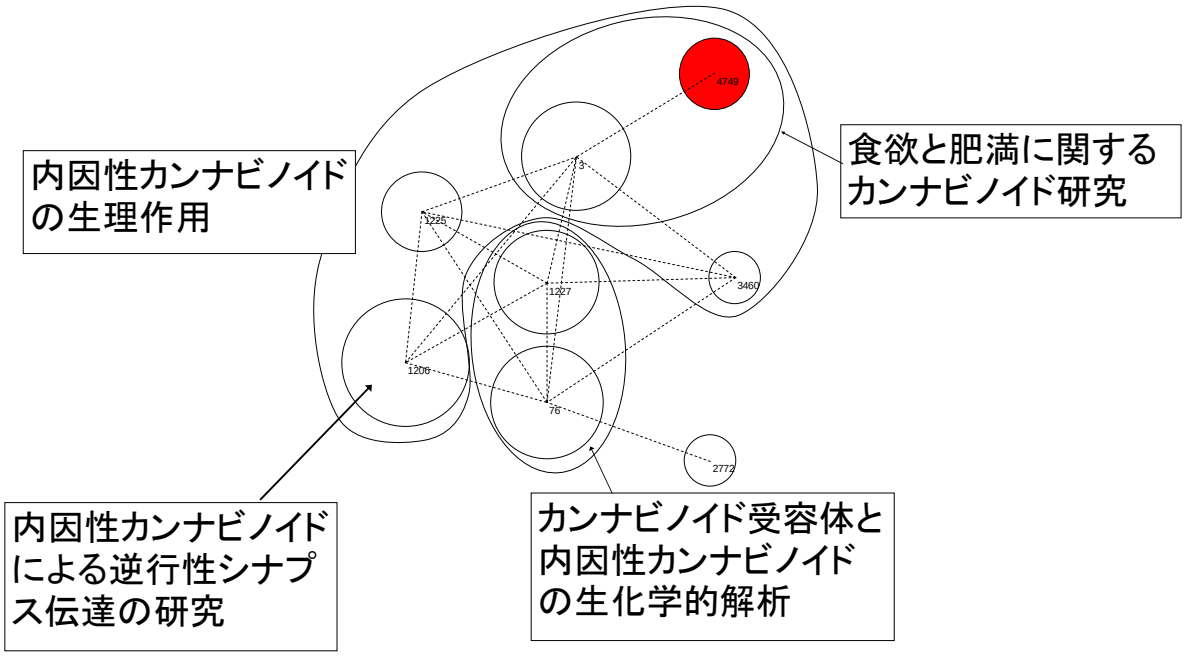
○ がんにおける遺伝子発現
○ RNAiを介した遺伝子発現調節およびヒストンH3のメチル化
○ 26Sプロテアソーム系を介した植物ホルモンの受容システムとシグナル伝達
○ 植物ホルモンの1つ、オーキシンの輸送と形態形成
○ 植物における小胞輸送

その中でも、特に研究トピックスの広がりが大きく被引用数の急増が見られるのがRNAiのリサーチフロントであり、本研究領域内においても相当数のID数が存在する(id2771、2758、1928等)。また、植物ホルモンの内、オーキシン（id6175）、ジベレリン（id1483）、ジャスモン酸（id6440）の3者が、26Sプロテアソームを介した受容と応答システムであったことも近年の大きな発見であったといえる。

内容分析担当者	松岡　信	名古屋大学　生物機能開発利用研究センター　教授

研究領域名	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割	領域 ID	112

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
8(1)	48(4)	1806	4514	2003.7



マリファナは古代より薬や嗜好品として用いられてきた。マリファナに含まれる精神活性作用を示す物質としてΔ^9−テトラヒドロカンナビノールが 1964 年に抽出された。しかし、脳内においてこれと結合する受容体が特定されるまでには時間を要し、1990 年になってようやくカンナビノイド受容体の遺伝子がクローニングされた。脳内にカンナビノイド受容体が存在することから、内因性のリガンドの存在が予測され、1992 年にアナンダミドが、1995 年に2−アラキドノイルグリセロールが内因性カンナビノイド（マリファナ様物質）として同定された。これ以降、内因性カンナビノイドの合成・分解経路及び生体内での作用が研究されてきた。

本研究領域は、以下のような4つのグループに大別できる。

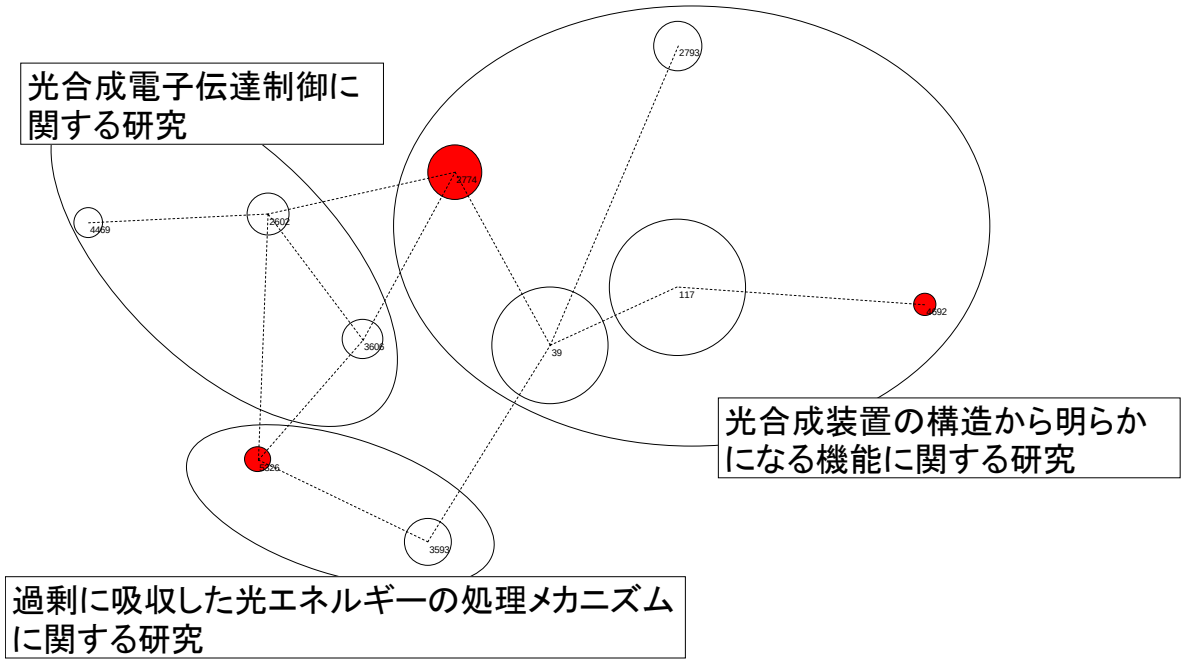
○ 内因性カンナビノイドの生理作用
○ 内因性カンナビノイドによる逆行性シナプス伝達の研究
○ 食欲と肥満に関するカンナビノイド研究
○ カンナビノイド受容体と内因性カンナビノイドの生化学的解析

この研究領域での最も大きな発展の1つは、内因性カンナビノイドが脳において、逆行性の伝達物質として働き、記憶・学習に重要な役割を担っていることが判明したことである(id1206)。また、内因性カンナビノイドの生理作用に関し、食欲と肥満（id3, 4749）、痛覚(id3460)、神経細胞死(id1225)との関連を調べる研究も今後大きく発展するリサーチフロントである。

内容分析担当者	橋本谷　祐輝	大阪大学大学院　医学系研究科　神経生理学　特別研究員

研究領域名	光合成明反応装置/構造・機能・制御	領域 ID	113

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(3)	26(5)	1902	3417	2003.7



光合成の明反応は太陽の光エネルギーを生命が利用できる ATP と NADPH に変換する過程であり、その大枠が理解されたのは半世紀前である。今世紀に入り、そのメカニズムは結晶構造のレベルで議論されるようになった。また変動する環境のなかで光の利用効率を最適化するメカニズムは、長く生理学の領域で議論されてきたが、近年、遺伝学、生化学の導入で新展開を迎えている。

本研究領域は以下の内容を示すリサーチフロントで構成されている。

(1) 光合成装置の構造から明らかになる機能に関する研究

(2) 過剰に受容した光エネルギーの処理メカニズムに関する研究

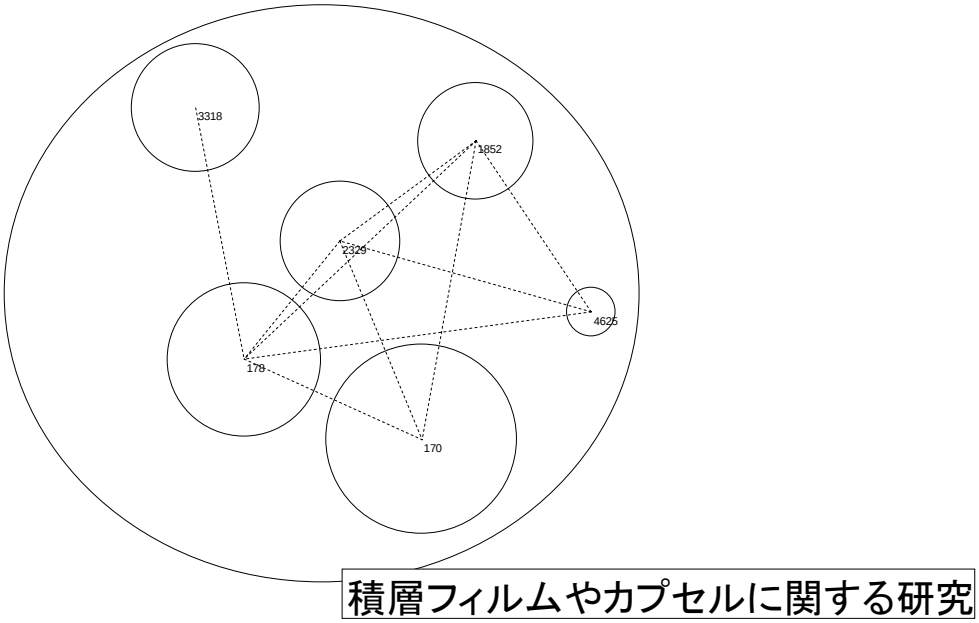
(3) 光合成電子伝達の制御に関する研究

(1)は、明反応に関わるそれぞれの装置の詳細な構造の研究であり、研究領域の基盤となる情報を提供している。(2)は少し高次の制御機構に関する研究であり、研究の進展に伴い(1)と同じ次元で議論されることになる。(3)は明反応全体の制御の研究であり、研究の歴史は古いが、新しい研究概念の導入で発展中の研究領域である。

内容分析担当者	鹿内　利治	九州大学　農学研究院　准教授

研究領域名	積層フィルムやカプセルに関する研究	領域 ID	114

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
6(0)	33(0)	930	2083	2003.1



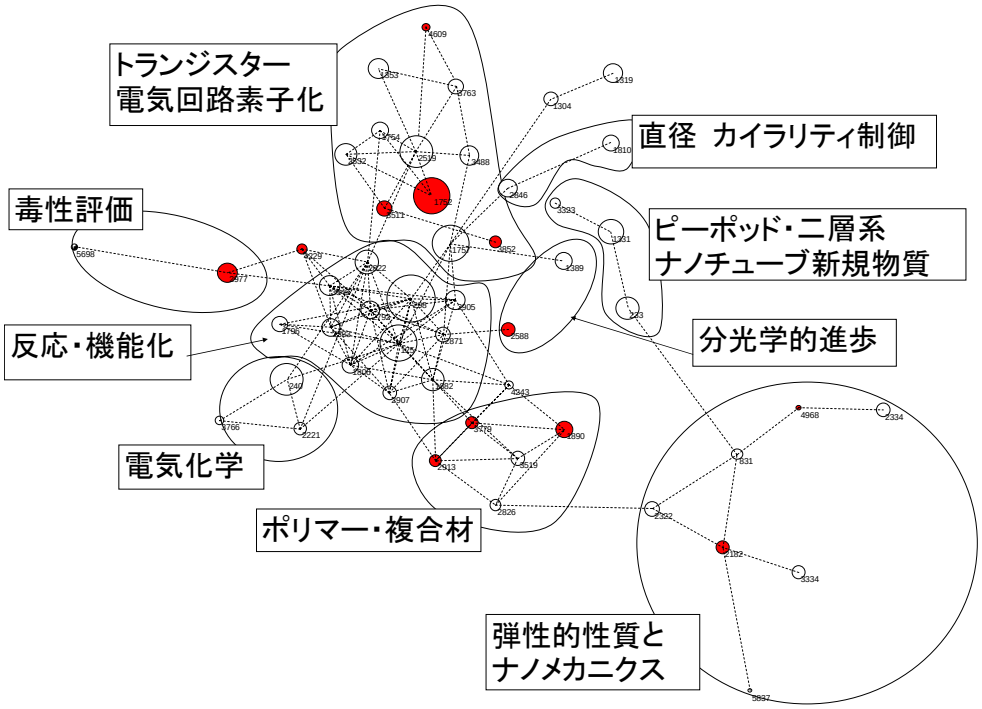
本領域は 1990 年前後に Mainz 大学の G. Decher が報告した交互積層法による薄膜形成から出発している。有機・無機材料のナノ・マイクロ薄膜作成法としては水面単分子法、表面吸着法などが知られていたが、本手法は反対荷電を持つポリイオンの水溶液に固体基板を交互に浸すという極めて単純なやり方で、分子厚みの積層フィルムを作成できるという簡便さのために、広く利用されることとなった。

当初はポリイオン素材に限られていたが、その後、水素結合を利用するなどの広がりがあり、また平板上にフィルムとして作成するだけでなく、ミクロ粒子を鋳型としてその表面に積層してナノカプセルを作成する方法が開発された。多様なポリマーを膜素材として使用できるため、生体適合性のポリマーを利用した医用への展開、カプセル内からの薬剤放出のコントロール、無機素材とのハイブリッド化、自立性を持つ膜への展開など、近年、応用への広がりが見られる。

内容分析担当者	国武　豊喜	北九州市立大学　副学長

研究領域名	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価	領域 ID	115

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
51(12)	235(20)	7109	21232	2003.3



本研究領域は、カーボンナノチューブの合成とデバイス評価に関する研究から構成されている。具体的には以下が存在する。

○ 合成技術の進歩に伴い、直径やカイラリティ、金属性を制御することを目標とするフロントが発生した。

○ 界面活性剤によるナノチューブの孤立化が可能になり、ナノチューブデバイスの作成が容易になりデバイス研究が世界中に広まった。

○ デバイスを作る場合、分子と化学反応させて機能化する試みが多いが、指導的な研究はまだ無いと考えられる。

○ ナノチューブの大量合成が少しずつで始まったことから、ポリマー中にナノチューブを混ぜた複合材の研究が多くなった。カーボンファイバーがナノチューブに今後代わることが大いに考えられる。

○ ナノチューブにC_{60}を入れたピーポッド、そこから合成する二層ナノチューブの合成に進歩がある。

○ 分野全体の広がりによって、ナノメカニクスや理論、フィルム合成など新規開拓の展開が見られる。

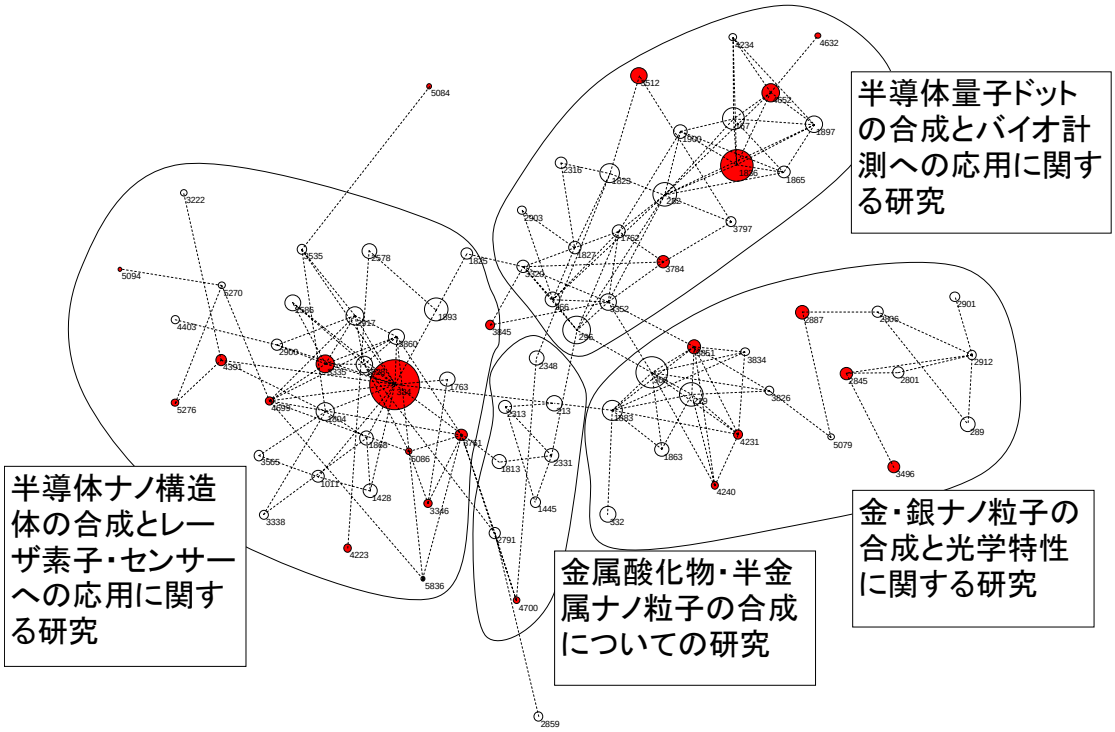
○ 毒性評価など、具体的応用に向けた検査体制が出来つつある。

研究分野の深まりと広まりに伴って、分野の充実と拡大があり、大きなブレークスルーがある。

内容分析担当者	齋藤 理一郎	東北大学大学院 理学研究科 物理学専攻 教授

研究領域名	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究	領域 ID	116

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
81(24)	264(7)	10422	27102	2003.3



1990 年代初頭のカーボンナノチューブとメソポーラスシリカの発見に始まったナノ材料に関する研究は、各種ナノ構造体を合成する研究を中心に、1990 年代後半からはエレクトロニクス、触媒、計測技術、さらにはバイオ・医療分野への応用研究へと発展している。本研究領域は、ナノ構造半導体レーザ、ナノ粒子センサー等ナノ構造体の光学的応用に関するリサーチフロントで構成されており、これらは次の4グループに大別される。

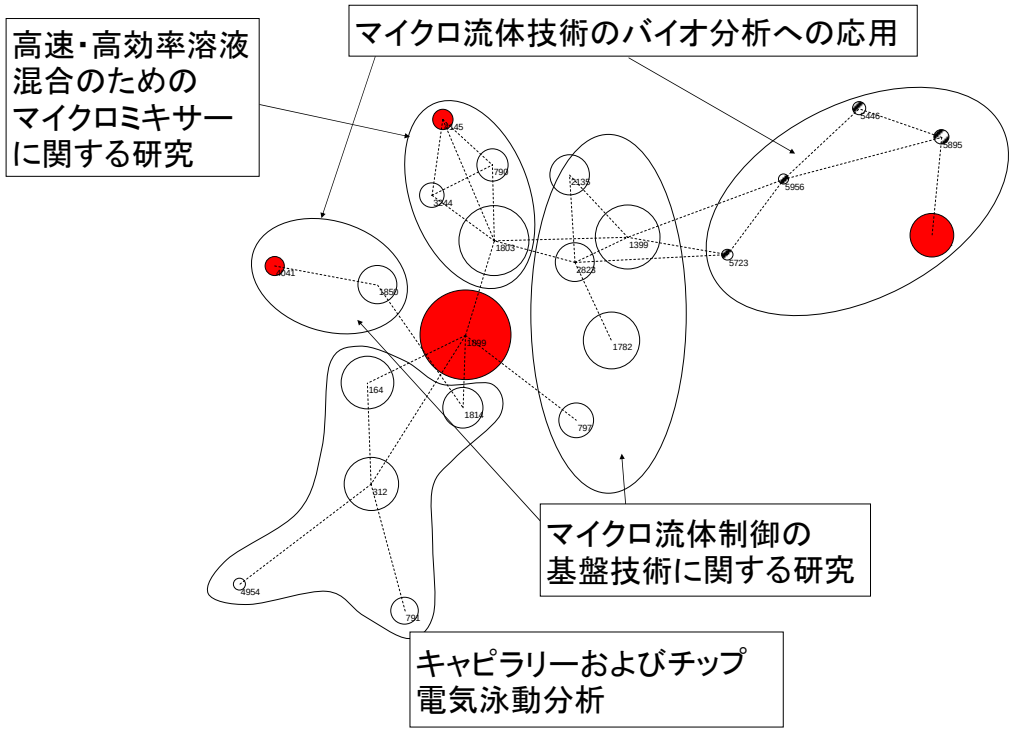
○ 半導体ナノ構造体の合成とレーザ素子・センサーへの応用に関する研究
○ 半導体量子ドットの合成とバイオ計測への応用に関する研究
○ 金・銀ナノ粒子の合成と光学特性に関する研究
○ 半金属・金属酸化物の合成に関する研究

最初の3つがナノ材料の光学的応用に関わる主要な研究領域であり、このうち半導体量子ドットの合成とバイオ計測への応用に関する研究には、磁気的応用も一部含まれている。境界域の半金属・金属酸化物の合成に関する研究は、これら3領域に関連する研究領域である。最も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、酸化亜鉛ナノワイヤーの紫外レーザ発光（id334）、ならびに CdSe 等半導体量子ドットによる細胞のイメージング（id1836）に関する研究領域である。金・銀ナノ粒子センサー（id2845）、ナノ粒子の光吸収を利用した腫瘍治療（id2887）に関する研究領域にも注目が集まっている。

内容分析担当者	木島　剛	宮崎大学　工学部　物質環境化学科　教授

研究領域名	マイクロバイオ・化学システム	領域 ID	117

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
22(4)	78(7)	2471	5079	2003.4



数 cm 角の基板上に作製した 100 μm 幅のマイクロ流路に化学操作を集積化する“マイクロ化学システム”の研究が 1990 年代から世界中で進められてきた。当初、電気浸透流による流体制御を主体とし、水溶液系の溶液しか扱えなかったため、DNA の分離・分析に限られていた。しかし 2000 年代に入ると、大きな比界面積，高いエネルギー輸送効率といったマイクロ空間の特性を活かすため、圧力によるマイクロ流体制御や表面機能制御に関する研究が急増した。その結果、分析、診断、合成など応用範囲が飛躍的に広がり、プロトタイプにまで発展している技術もある。

本研究領域は、マイクロ流体要素技術の開発とその応用展開に関するリサーチフロントで構成されている。具体的には下記の通りである。

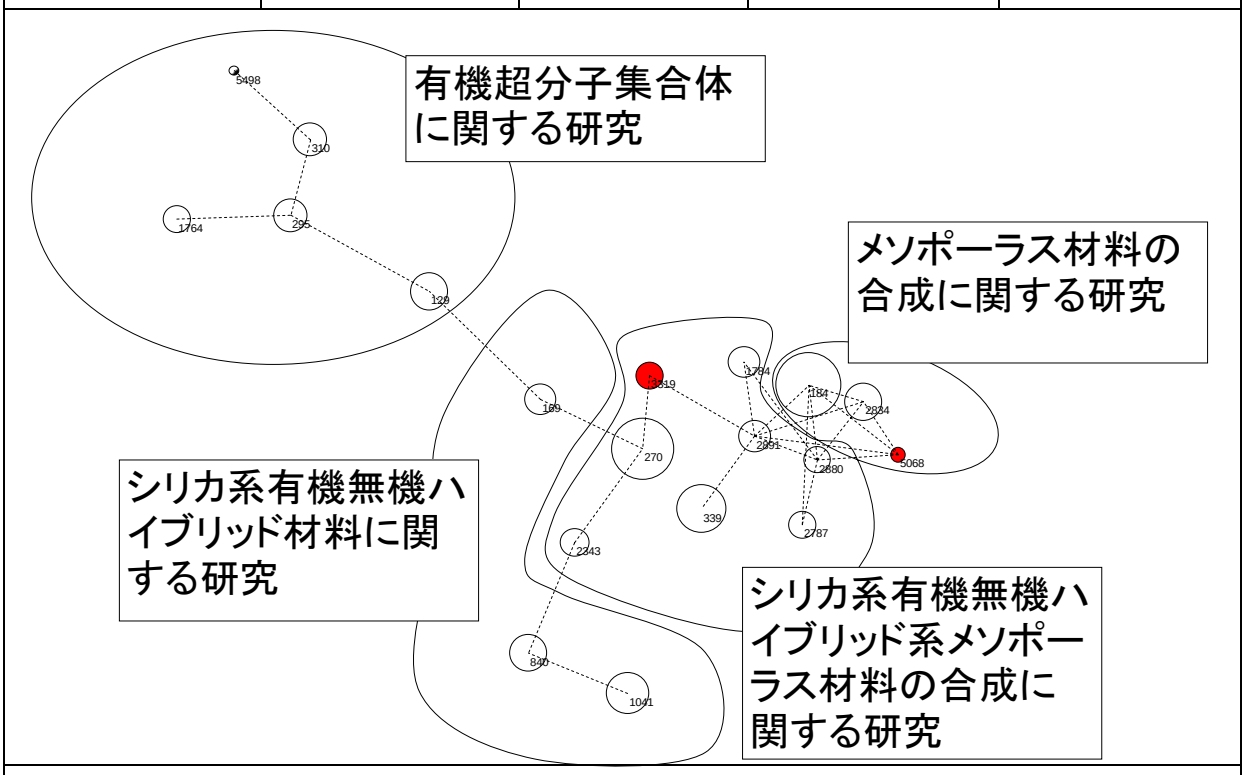
○ マイクロ流体制御の基盤技術に関する研究
○ 高速・高効率溶液混合のためのマイクロミキサーに関する研究
○ マイクロ流体技術のバイオ分析への応用
○ キャピラリーおよびチップ電気泳動分析

これらの研究成果を纏めたレビュー(id1899)の被引用回数は極めて増大しており、研究分野として定着していることが分かる。特に、マイクロ空間中での微小液滴操作の実現と応用(id1399)、立体構造物を用いてマイクロ流体を急速混合しうるカオティックマイクロミキサー(id1803)に関する研究が発展している。

内容分析担当者	塚原　剛彦	東京大学大学院　工学系研究科　応用化学専攻　助教

研究領域名	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体	領域 ID	118

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
19(2)	76(14)	2537	5160	2002.7



メソポーラス材料は 1990-93 年に初めて発見された新規多孔材料であるが、本研究は一つの研究領域を形成するまで大きく発展した。今も、新規な組成や構造のメソポーラス材料の合成や様々な応用研究が報告され、活発な研究活動が行われている。特に、2001 年以降に活発化している研究内容は以下の通りである。

○ 有機無機ハイブリッド系メソポーラス材料の合成に関する研究(id270,2343)

○ メソポーラスカーボンの合成に関する研究(id184,2384,5068)

○ 酵素とメソポーラスシリカとの複合化に関する研究(id339)

○ らせん状メソポーラス物質の合成に関する研究(id3319)

シリカ系有機無機ハイブリッド材料の研究は、2001 年以降、特に以下の研究が活発化している。

○ 規則構造型の有機シリカ材料の合成に関する研究(id169)

○ 電気化学への応用に関する研究(id840)

○ バイオ分子との複合化に関する研究(id1041)

有機超分子集合体の研究も近年活発化しており、特に以下の研究が活発化している。

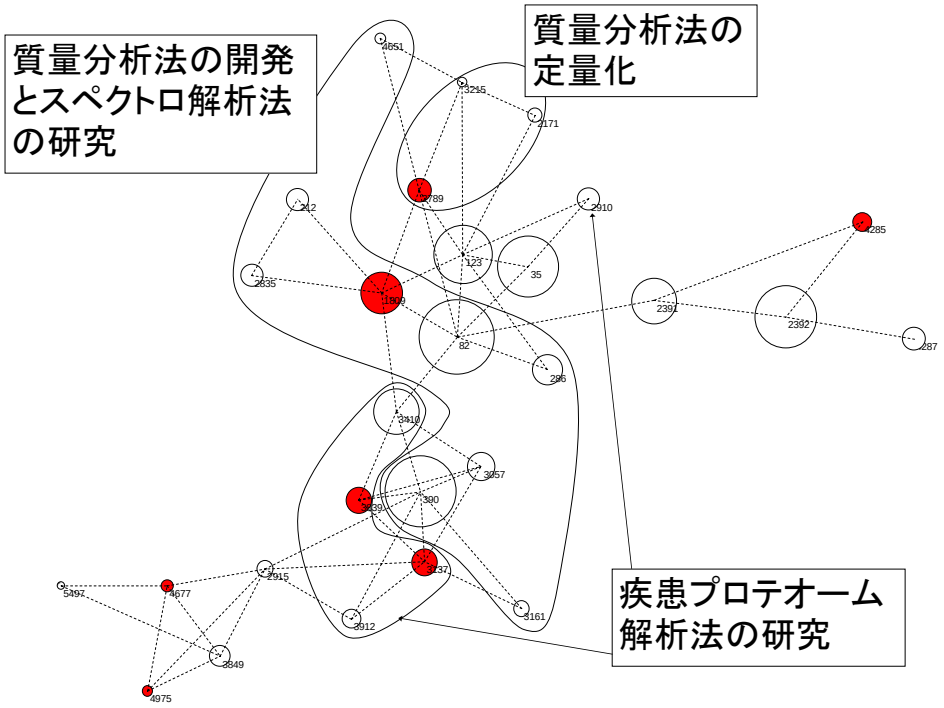
○ らせん構造の形成に関する研究(id129, 5498)

○ 光捕集機能に関する研究(id295,1764)

内容分析担当者	稲垣 伸二	株式会社豊田中央研究所 先端研究センター 主席研究員

研究領域名	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析	領域 ID	119

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
28(7)	84(3)	5547	12509	2002.9



質量分析法で蛋白質や核酸等の生体高分子の測定可能になって、標的蛋白質の同定に頻繁に質量分析計が用いられるようになった。多数の蛋白質を微量で短時間に測定出来ることから、ある種の疾患に罹った患者と正常な人との血液や特定の病巣の組織で発現されている蛋白質を比較出来るようになり、この方法を使って疾患で特異的に発現あるいは発現抑制が起こる蛋白質を同定することが出来る。これをマーカとすれば、その疾患の診断にもなり、さらに場合によっては、早期の診断さえも可能になる。ただ、質量分析法は、標的とする蛋白質によってイオン化の程度が異なり、定量性に欠ける。本研究領域では、一部安定同位体元素が含まれたものと通常の2種の化合物を作成し、疾患および正常からの血液、組織の蛋白質をそれぞれの化合物で標識し、質量分析法で定量を可能にし、疾患マーカ蛋白質を探索する。

本研究領域は、以下のようなリサーチフロントより構成されている。

○ 質量分析法の開発とスペクトル解析法の研究

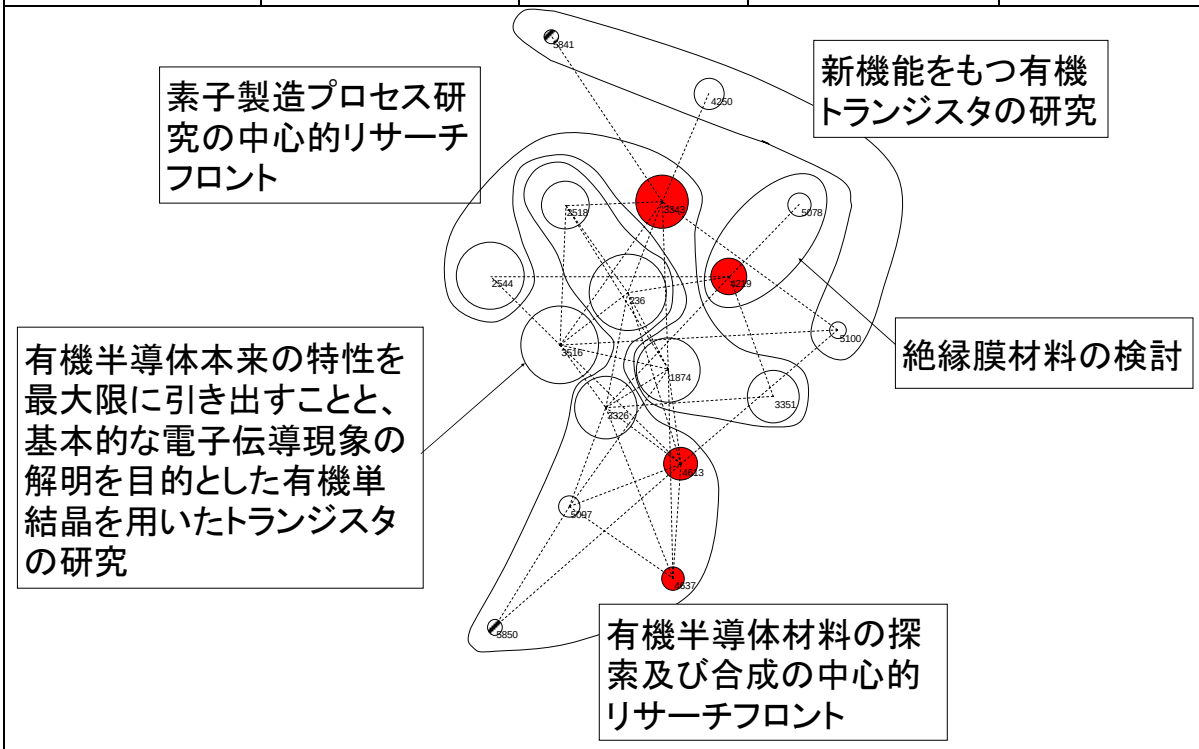
○ 疾患プロテオーム解析法の研究

○ 質量分析法の定量化

内容分析担当者	綱澤　進	(株)島津製作所　分析計測事業部　ライフサイエンス研究所

研究領域名	有機トランジスタ/高性能・高機能化	領域 ID	120

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
17(4)	69(6)	1320	3139	2004.1



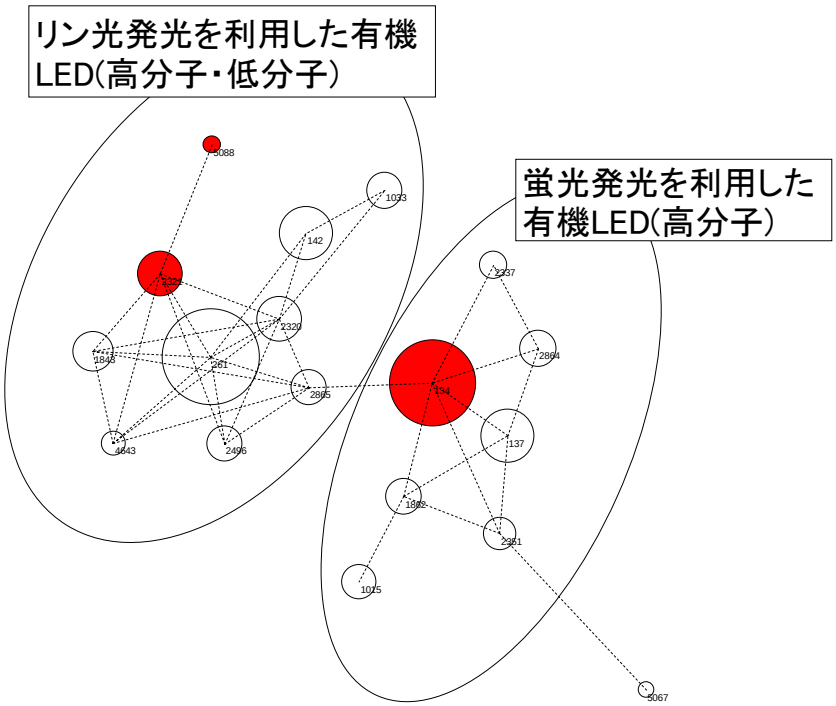
有機トランジスタは、垂直電界で有機半導体材料に流れる電流を制御することによって回路の on-off 状態を容易にスイッチできる電子回路を構成する基本素子である。現在の半導体エレクトロニクス産業を支える無機半導体トランジスタに比べて、塗布法など格段に容易な製法が適用可能であること、従って製造コストが低くできること、またプラスティック基板上への作製が可能なためにフレキシブルディスプレイなど新産業への応用が期待されることが注目されて、現在極めて活発な研究が進行している。有機トランジスタの高性能化及び高機能化を主目的としている本領域は、その中核を担っている。本研究領域に属するリサーチフロントは、大きく次の 3 つに分類される。

○ 高性能・高機能トランジスタ開発のための有機半導体材料の探索及び合成
○ 塗布法など素子製造プロセスの検討
○ 垂直電界を加えるための絶縁膜材料の検討による高性能・高機能化研究
○ 有機半導体本来の特性を最大限に引き出すことと、基本的な電子伝導現象の解明を目的とした有機単結晶を用いたトランジスタの研究
○ 発光デバイスなどの新機能を有する有機トランジスタの研究

内容分析担当者	竹谷　純一	大阪大学　理学研究科　准教授

研究領域名	高分子有機 LED およびリン光有機 LED	領域 ID	121

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
18(3)	89(6)	2538	7364	2002.8



有機 LED(OLED)は 1990 年代から急速に研究開発が活発化した。低分子化合物を用いた OLED に関する研究開発が先行し、高分子 OLED は、やや技術的に遅れた形で研究開発が行われている。常にキーテクノロジーのトリガーは低分子 OLED からスタートしている。

本研究領域の一つであるリン光 OLED も低分子からスタートした後、高分子リン光 OLED が追随している様子がうかがえる。リサーチフロント id261 はすべて低分子 OLED に関する報告である。また、高分子蛍光材料としては、ポリフルオレン化合物が中心的な材料として現在開発されている様子が伺える。リサーチフロントを構成している研究内容は以下の通りである。

○ フルオレン系高分子 LED の研究開発

○ フルオレン以外の高分子骨格やデンドリマー骨格を用いた高分子 LED の研究開発

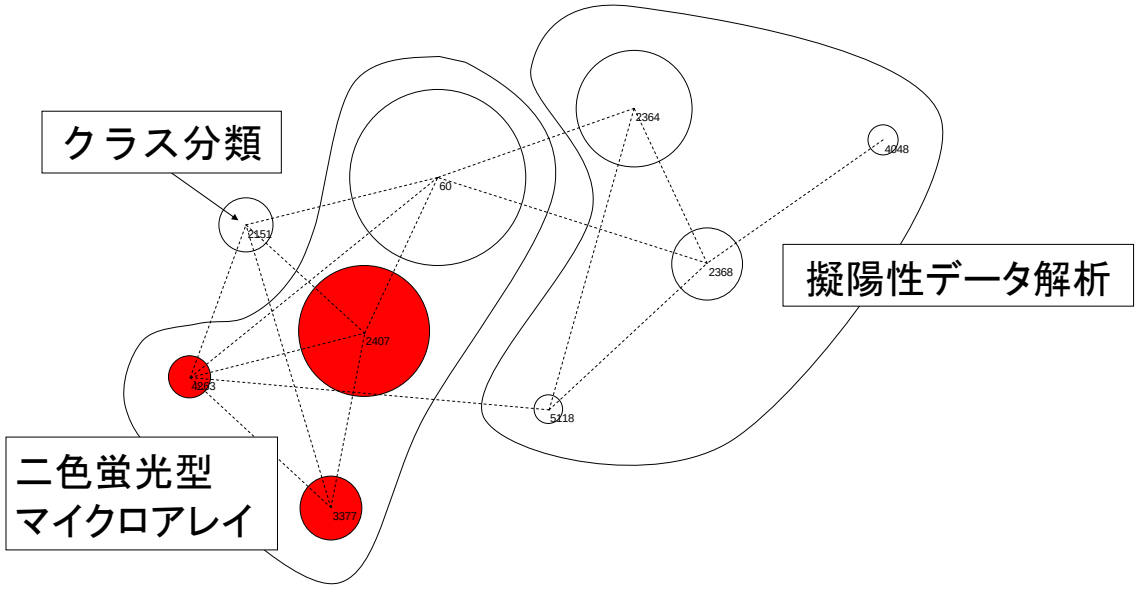
○ 低分子リン光材料を用いた OLED に関する研究開発

今後は、高効率発光が期待される高分子リン光LEDに関する研究開発が中心になると予想される。

内容分析担当者	安達　千波矢	九州大学　未来化学創造センター　教授

研究領域名	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム	領域 ID	122

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
9(3)	23(0)	1433	2306	2002.8



2000 年後半からポストゲノム解析の一環として遺伝子発現を網羅的に解析する技術が開発された。その統計処理を中心としたバイオインフォマティクス要素技術についての研究領域である。

その主な内容は、以下の通りである。

○ 二色蛍光型マイクロアレイに関する統計処理

○ クラス分類に関する研究

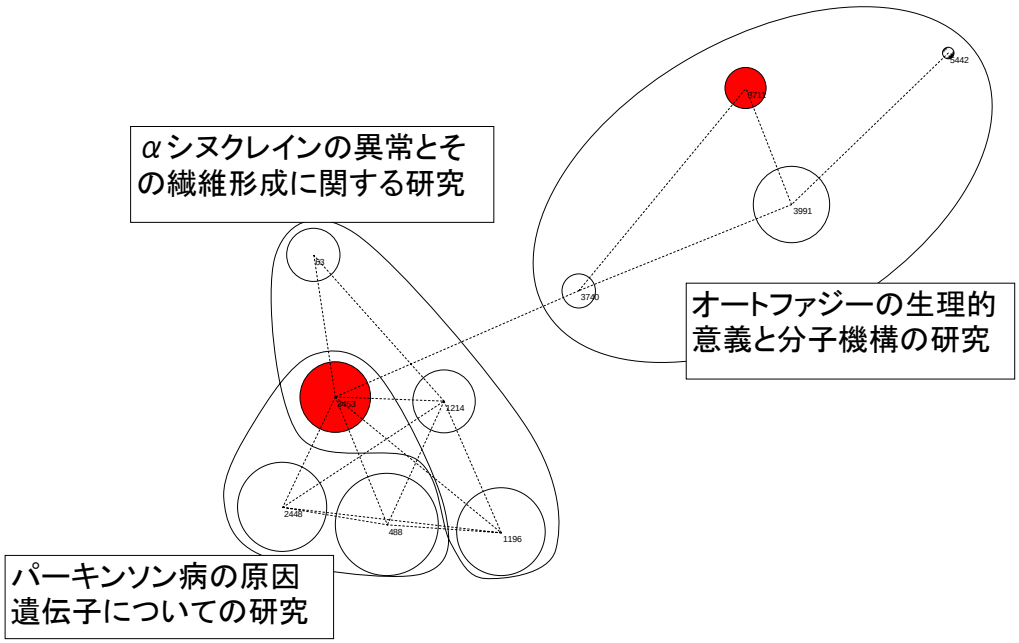
○ 擬陽性データ解析に関する研究

大まかには、二色蛍光型マイクロアレイに関するバイオインフォマティクス研究（id60, 2407, 3377, 4263）についての統計処理、遺伝子およびサンプルの分類法(id2151)および大量発現プロファイルデータの統計処理の一つとしての擬陽性データ解析(id2364, 2368, 4048, 5118)からなる。

内容分析担当者	金谷 重彦	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授

研究領域名	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構	領域 ID	123

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
10(2)	71(19)	3073	7866	2003.9



パーキンソン病は頻度の高い神経変性疾患のひとつであり、その本体は脳の黒質に存在するドーパミンニューロンの脱落である。最近になってその原因遺伝子の特定、細胞生物学的分析が進んできた。その結果、αシヌクレインに代表されるタンパク質が、変異による構造変換や分解不全のために細胞内で異常に凝集してしまうことが主な原因として考えられるようになった。

本研究領域はパーキンソン病の原因と、それに関する分解機構であ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。

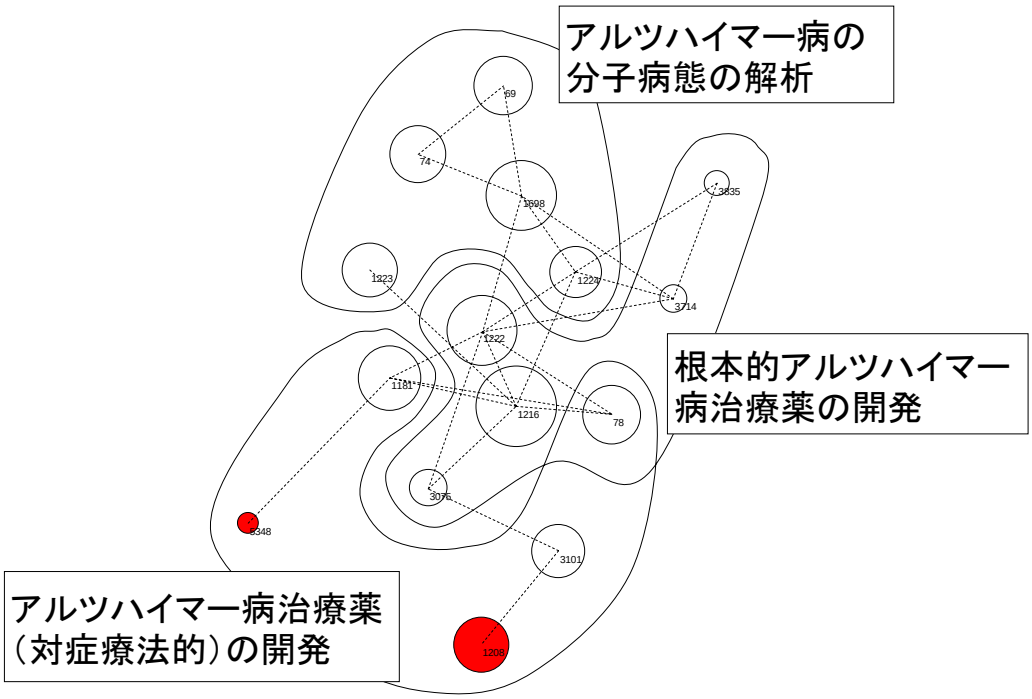
○ αシヌクレインの異常とその繊維形成に関する研究
○ パーキンソン病の原因遺伝子についての研究
○ オートファジーの生理的意義と分子機構の研究

パーキンソン病の原因として多くの遺伝子が同定されており、そのひとつがαシヌクレインであるため(id3453)、前 2 者の関連は強い。一方、細胞内凝集体の分解に関しては、ユビキチンリガーゼであるパーキンが同定されていることなどから(id488)、ユビキチン・プロテアソーム系の関与が高いと考えられる。しかし、もうひとつの大規模分解系であるオートファジーのリサーチフロントとも若干の関連があり(id3740)、この関連はマウスモデルなどを用いた研究によって今後より明らかになっていくものと期待される。オートファジーは代謝(id3991)や自然免疫(id3711)とも密接に関連している。

内容分析担当者	水島　昇	東京医科歯科大学大学院　医歯学総合研究科　教授

研究領域名	アルツハイマー病の分子病態と治療	領域 ID	124

リサーチフロント数（被引用数の急増するものの数）	コアペーパ数（日本のコアペーパ数）	被引用論文数	被引用回数	コアペーパの平均出版年
15(2)	68(3)	4241	9988	2002.8



百年前、ドイツの精神科医 Alois Alzheimer は最初に初老期に発症する痴呆症例を報告した。後にアルツハイマー病（AD）と呼ばれることになる神経変性疾患の原因は長い間不明であった。現在も AD の根本的治療薬は存在しない。最近、分子レベルの研究の進展により、AD の発症メカニズムが明らかにされつつあり、それに伴い AD の検査法や治療法の開発も精力的に行なわれている。

○ アルツハイマー病の分子病態の解析

○ アルツハイマー病治療薬（対症療法的）の開発

○ 根本的アルツハイマー病治療薬の開発

まず治療法開発において、分子病態の解析は最優先事項である。まだまだ AD の発症メカニズムは解かっていないことが多く、分子生物学やケミカルバイオロジーなどを駆使して研究がなされている。

治療薬研究においては、対症療法として神経保護作用がある薬剤や、アセチルコリン仮説に基づいて開発されたドネペジルなどがある。特に、医薬品として承認されているドネペジルの論文数の増加が顕著であり、AD 治療に対する社会の期待が大きいことがうかがえる。

根本的治療薬としては、AD 発症の原因となるアミロイドβペプチド（Aβ）の産生を阻害する BACE1 阻害剤やγ-セクレターゼ阻害剤の研究が進展している。また、Aβ産生系に作用すると考えられている NSAIDs や、Aβをターゲットとした免疫療法の研究も論文数が多い。

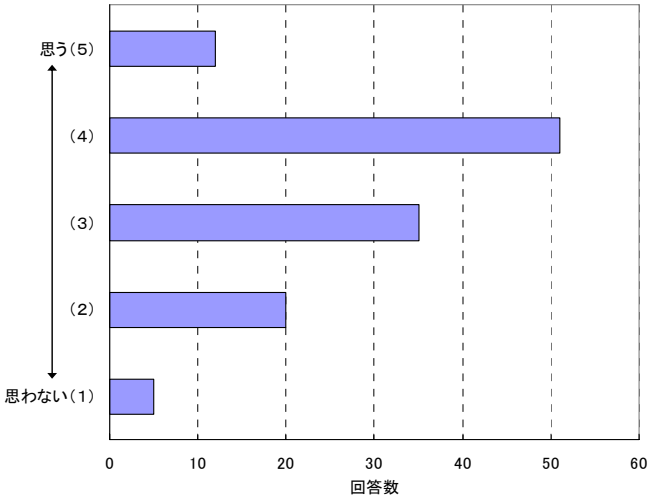
内容分析担当者	濵田　芳男	京都薬科大学　21 世紀 COE プログラム　COE 助教

3. 注目研究領域についてのアンケート調査

注目研究領域の内容分析実施者に、分析担当した注目研究領域の 1990 年代後半からの発展状況と今後 5 年以内の発展状況についてアンケート調査を実施した。

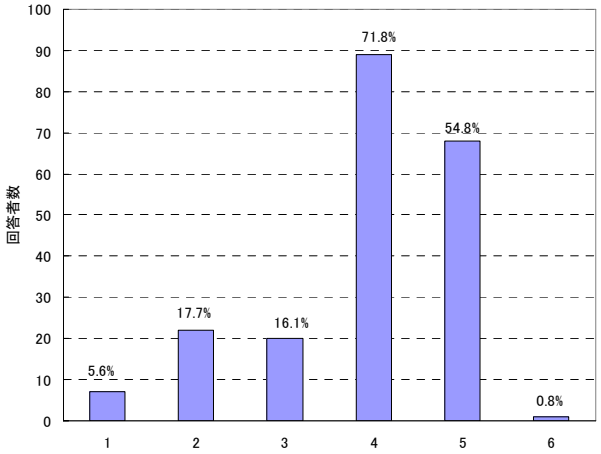
まず、その前提として、分析担当した注目研究領域の個別研究領域マップは、注目研究領域の内部構造を適切に可視化できているかを、5(思う)～1(思わない)の 5 段階で評価してもらった。結果が、図表 1である。本調査で行なった注目研究領域の可視化は、おおむね研究者の現場感覚に近いことが示唆された。

図表 1 注目研究領域の内部構造の可視化に対する評価



第1問目では、注目研究領域は、1990 年代後半から 2001～2006 年(調査対象期間)までの約 10 年間でどのような変化があったと思われるかを、下記項目より該当する項目(複数可)を選択してもらった。結果は、図表 2である。

図表 2 当該注目研究領域の過去の変化

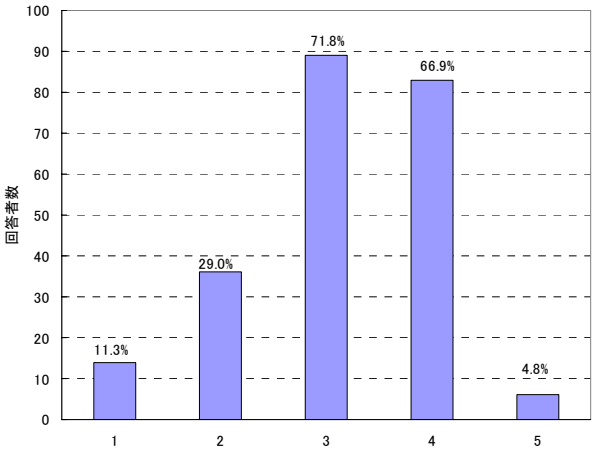


1. 1990 年代後半は、もう少し大きな研究領域の一部であったが、その後研究が進み一つの研究領域として独立した。
2. 1990 年代後半は、別々に行われていた研究が、その後研究が進み一つの研究領域へと融合したという性格が強い。
3. 1990 年代後半は、このような研究領域としては認識されていなかったが、その後研究が進み一つの研究領域が形成された。
4. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み急速に関連する研究量が増加した。
5. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み研究の質的変化が見られた。
6. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在し、既に重要性が高く、また関連する研究論文数も多かったので、研究の量的および質的変化はみられない。

本調査で扱っている 124 注目研究領域の持つ特徴として、これまでの約 10 年間において、研究量が増大し、また研究の質が変化したことが挙げられる。また、異なる研究コミュニティが融合し形成された注目研究領域や、それまで研究領域として認識されていなかったような研究が研究コミュニティを形成し注目研究領域として成立するような場合も挙げられた。つまり、我々の手法は、もともと研究論文数も多く、重要性がすでに高い研究領域のみを捉えているのではなく、サイエンスのダイナミズムをつくり出す変化を内的に持つ研究領域を分析していると考えられる。

第2問目では、当該注目研究領域の状況は、2006～2010 年までの間に、どのように変化すると思うかを、下記項目より該当する項目（複数可）を選択してもらった。結果は、図表 3である。

図表 3 当該注目研究領域の将来の変化



1. 分裂し、複数の研究領域となるだろう。
2. 他の研究領域と融合するだろう。
3. 研究の量的な拡大が見られるだろう。
4. 研究の質的変化が見られるだろう。
5. 研究の量的な拡大、質的変化は特に見られないだろう。

研究の量的な拡大や質的変化が特に見られないとの回答はわずか5％弱であり、大部分の注目研究領域が今後5年の間に変化していくと指摘している。またその変化の仕方としては、量的な拡大や質的な

変化とともに、第1問目（過去の変化の過程）では、2割弱であった「研究の融合」が約3割と高く評価されていることは、特筆すべき点である。

次に、第1問目の「当該研究領域の過去の変化」と第2問目の「将来の変化」の回答の関係について調べた。ただし、両問ともに複数回答可のため、合計値は注目研究領域数と一致しない。

図表 4 過去の変化を「1. 1990 年代後半は、もう少し大きな研究領域の一部であったが、その後研究が進み一つの研究領域として独立した。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	2
将来_2_融合	2
将来_3_量的拡大	6
将来_4_質的変化	5
将来_5_変化なし	1

図表 5 過去の変化を「2. 1990 年代後半は、別々に行われていた研究が、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。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	2
将来_2_融合	13
将来_3_量的拡大	17
将来_4_質的変化	14
将来_5_変化なし	1

図表 6 過去の変化を「3. 1990 年代後半は、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。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	1
将来_2_融合	5
将来_3_量的拡大	15
将来_4_質的変化	15
将来_5_変化なし	1

図表 7 過去の変化を「4. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み急速に関連する研究量が増加した。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	11
将来_2_融合	25
将来_3_量的拡大	67
将来_4_質的変化	60
将来_5_変化なし	3

図表 8 過去の変化を「5. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在したが、その後研究が進み研究の質的変化が見られた。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	9
将来_2_融合	19
将来_3_量的拡大	50
将来_4_質的変化	50
将来_5_変化なし	2

図表 9 過去の変化を「6. 1990 年代後半においても、前段となる研究領域は存在し、既に重要性が高く、また関連する研究論文数も多かったので、研究の量的および質的変化はみられない。」と判断した注目研究領域の将来の変化

将来_1_分裂	0
将来_2_融合	0
将来_3_量的拡大	0
将来_4_質的変化	0
将来_5_変化なし	1

個々の注目研究領域の変遷状況をみても、「量的拡大」や「質的変化」が頻度高く選択されている。「量的拡大」や「質的変化」は、注目研究領域に関わるコミュニティの状況（人数や参加している研究者のバックグラウンドなど）の変化を反映するものである。それにより、新たなる科学の動的変化が生み出され、サイエンスマップにも顕著な変化として表れると予想される。

4. 注目研究領域を構成するコアペーパの分野分布

○　次頁以降は、本調査にて、抽出した 124 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、コアペーパが占める割合が最も多い分野を網掛けしてある。例えば、「薬剤溶出性ステント(ID1)」は、全てのコアペーパ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。

○　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、「重症急性呼吸器症候群（SARS）の発症機序と予防・治療法(ID93)」は、最もコアペーパの割合が多い臨床医学でもその値が 54.5%であるため、学際的・分野融合的領域とした。

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	薬剤溶出性ステント	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	肝細胞がんのステージ分類/治療アルゴリズム/予後予測	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	ヒストン脱アセチル化酵素(HDAC)阻害剤による抗腫瘍効果の基礎及び臨床的研究	0.0	6.3	0.0	87.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	血液凝固制御系による生態防御	0.0	5.6	0.0	94.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	深在性真菌症	0.0	0.0	0.0	86.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	H5N1亜型高病原性鳥インフルエンザの研究	0.0	0.0	0.0	77.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	薬物による骨代謝調節とその臨床応用	0.0	9.4	0.0	89.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	ホルモン補充療法(HRT)の作用と副作用の変遷	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	血栓塞栓症研究	0.0	0.0	0.0	98.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	在来型感染症／耐性菌感染症	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	リンパ球活性化臓器障害の抗体療法等による制御	0.0	0.5	0.0	91.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	心臓病に対するリスク・アセスメント、治療効果、及び、診断法に関する研究	0.0	0.0	0.0	97.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	糖尿病の薬物治療／チアゾリジン系誘導体	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	急性冠症候群の発症に影響を及ぼす動脈硬化，脂質代謝異常，糖代謝異常と脂質低下剤および糖代謝改善薬の急性冠症候群発症抑制作用	0.0	10.8	0.0	86.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	グレリン/機能と病態生理的意義	0.0	34.5	0.0	62.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	ホルモン療法/乳がん予防	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	分子標的治療/タイプⅢチロシンキナーゼ関連腫瘍	0.0	2.5	1.3	94.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	HER2(ErbB2)受容体2陽性乳がんに対する抗体療法の基礎および臨床研究	0.0	10.5	0.0	89.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	肥満・糖尿病	0.0	24.3	0.0	61.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	EGFR変異などを標的とする分子標的治療の新展開	0.0	1.1	0.0	98.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	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	0.0	3.7	0.0	77.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	がん/遺伝子発現プロファイル解析	0.0	6.5	0.0	90.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	傷害組織修復機構の生物学的解明と臨床応用	0.0	3.1	0.0	92.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	イオン・水チャネル分子の動作原理の解明	0.0	61.2	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	ゲノムワイド遺伝子発現解析・発現調節機能解析	0.0	19.2	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
26	ヒストンの多様性と生命現象	0.0	11.4	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	植物機能ゲノミクス研究	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	植物細胞プロテオーム解析	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	植物―微生物相互作用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	植物の光環境応答制御/花芽形成機構	0.0	2.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
31	レドックス制御	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	植物の誘導防衛機構	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	植物の環境ストレス応答／代謝プロファイリング／細胞構造とリン脂質代謝	0.5	1.8	6.8	1.8	3.2	0.0	4.1	0.0	0.0
34	植物感染防御/植物免疫	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)を主体とした臭素系難燃剤の環境汚染学的研究	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.0	0.0
36	気候変動に起因する動植物活動変化の検知・予測・対策支援技術	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.7	2.6
37	生物多様性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.3	0.0
38	大気汚染物質、ミネラルダストの気候影響	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	96.0
39	地球史	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	96.2
40	ガンマ線バーストと相対論的天体爆発現象	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
41	銀河の形成と進化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	固体高分子形燃料電池/物質移動・熱流動	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	88.6	0.0	0.0
43	窒化物半導体トランジスタ/高電圧および高周波応用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.7	0.0	0.0
44	ニューロン・グリア相互作用による脳機能の統合的理解	0.0	10.5	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	内臓感覚と情動・共感の神経機構	0.0	5.9	0.0	0.0	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	6.3	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
2.2	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	17.1	0.0	2.9	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	1.6	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	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	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	37.3	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	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	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	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
0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	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	3.4	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	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
1.7	0.0	0.0	0.0	9.2	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	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	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	3.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	69.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	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	2.9	0.0	0.0	0.0	94.3	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	16.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.1	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.6	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.1	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	2.7	0.0	77.8	0.0	0.0	0.0
0.8	0.0	0.0	5.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.7	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	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	2.6	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	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	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	77.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	99.4
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	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.6	0.0	0.0	0.0	23.5	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
46	意思決定神経科学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	シナプス可塑性におけるAMPA受容体およびスパイン形態の動態	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	精神・神経疾患の原因解明と治療法の開発	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	ヒト脳の機能解析、および精神疾患の薬物療法	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	ネットワークからみた生産プロセスの構造分析	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0
51	企業をとりまく経済環境	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
52	メタマテリアル	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	24.2	0.0	0.0
53	二硼化マグネシウムの超伝導特性と応用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	アト秒量子ダイナミクス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	強磁性半導体スピントロニクス	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	多次元光子による量子情報制御	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	7.7	0.0	0.0
57	半導体中でのスピンの電気的制御/固体素子による量子コンピュータ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	高温超伝導スペクトロスコピー/新奇電子相	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	高エネルギー密度科学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0
60	複雑ネットワーク	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	3.6	1.8	0.0
61	量子情報・通信、光ナノサイエンス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
62	ハドロン分光学	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0
63	強く相互作用し合った物質の新しい量子凝縮相	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	高エネルギー原子核衝突によるクォーク物質の探求	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
65	反ド・ジッター空間と共形場の理論の双対性から見たブレイン宇宙論	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	B中間子とニュートリノのフレーバー物理・暗黒物質・ミューオン異常磁気能率から標準模型を超える物理を探る	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
67	非可換空間上の場の理論	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	AdS/CFT対応の検証と可積分性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	観測的宇宙論とそれを巡る素粒子的模型	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	高次元ブラックホール	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71	エレクトロスピニング法によるナノファイバー技術とティッシュ・エンジニアリング研究	0.0	2.0	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	無機酸化物・有機−無機ハイブリッド・有機ポリマーを用いた太陽電池の研究	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	超微細結晶粒/巨大ひずみ加工	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
74	時空間符号	0.0	0.0	0.0	0.0	86.7	0.0	13.3	0.0	0.0
75	多機能署名/多機能暗号	0.0	0.0	0.0	0.0	94.6	0.0	5.4	0.0	0.0
76	インタラクトーム解析	0.0	11.8	0.0	0.0	74.5	0.0	0.0	0.0	0.0
77	分子性ナノ量子磁石	0.0	0.0	90.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78	高分子系ナノコンポジット	0.0	0.0	76.2	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.0
79	リビングラジカル重合	0.0	0.0	95.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0
80	アンテナ系と電荷分離系をまねた人工光合成モデルの構築	0.0	0.0	95.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
81	多孔性配位高分子	0.0	0.0	86.6	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
82	ネオグリコリピド糖鎖マイクロアレイによる糖鎖認識タンパク質の結合特異性の検索	0.0	12.7	85.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	金属酵素による酸素分子の活性化	0.0	20.7	79.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
84	タンパク質のフォルディング	0.0	28.9	62.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	イオン液体	0.0	3.9	84.5	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0
86	分子マシン・単分子導電体による超分子ナノデバイスに関する研究	0.0	0.0	71.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	DNAナノ材料・デバイス	0.0	1.1	72.5	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
88	炭素求核剤の触媒的不斉付加反応	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89	バイオイメージングプローブ	0.0	1.8	98.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	合成ポリマー固定化触媒技術	0.0	0.0	92.3	0.0	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	84.6	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	90.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	1.2	68.6	0.0	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	1.5	0.0	0.0	81.5	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	92.9	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	65.2	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.9	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.8	0.0	1.8	3.6	0.0	0.0	69.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.2	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	96.2	0.0	0.0	0.0	1.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.2	0.0	0.0	0.0	2.8
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	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.5	0.0	0.0	0.0	12.3
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	61.2	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	4.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	85.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	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	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	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	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	1.6	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	10.4	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	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	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	15.4	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0	6.6	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	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	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	0.0	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	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
92	遷移金属触媒を用いる分子変換反応	0.0	0.4	98.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	重症急性呼吸器症候群(SARS)の発症機序と予防・治療法	0.0	9.1	0.0	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	大気汚染(特に粒子状物質)の循環器系疾患への影響に関わる疫学研究	0.0	0.0	0.0	53.8	0.0	0.0	0.0	46.2	0.0
95	HCV及びHIVに関する研究	0.0	3.2	1.1	48.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	薬物トランスポーターのヒト生体中機能解明	0.0	8.1	0.0	53.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	Foxp3陽性CD25陽性CD4陽性制御性T細胞を中心とした免疫応答の抑制	0.0	0.5	0.0	58.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	アポトーシス(細胞死)と炎症	0.0	26.8	0.0	42.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	胚性幹細胞／神経誘導	0.0	19.4	0.0	54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	大気と陸域生態系間のCO2等交換過程の研究	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.2	11.8
101	蛋白質性感染因子/遺伝物質の新パラダイム	0.0	55.9	17.6	8.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0
102	TRPチャネルの生理機能	0.0	50.0	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
103	低酸素誘導性因子1の活性化とがんの微小環境の形成	0.0	39.7	8.8	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
104	固体高分子形燃料電池／高分子電解質膜	0.0	0.0	36.4	0.0	0.0	0.0	54.5	0.0	0.0
105	衛星・地上観測に基づく水蒸気・雲・エアロゾル・アルビードの定量化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	50.0
106	水環境	13.3	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	23.3	43.3	0.0
107	エアロゾル	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	27.4	19.0	47.6
108	自然免疫	0.0	7.5	0.0	36.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
109	微生物多様性	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0
110	タンパク質のユビキチン化とSUMO化に関する研究	0.0	27.3	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
111	生命現象の複階層的な調節機構	0.0	19.7	0.3	11.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
112	内因性カンナビノイドシグナルの分子機構及び生理的役割	2.1	16.7	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
113	光合成明反応装置/構造・機能・制御	0.0	42.3	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
114	積層フィルムやカプセルに関する研究	0.0	3.0	57.6	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
115	カーボンナノチューブの合成とデバイス評価	0.0	0.4	49.4	1.3	1.7	0.0	6.8	1.3	0.0
116	金属および金属酸化物ナノ粒子・ナノ構造体の合成と光学的応用についての研究	0.0	1.9	56.4	0.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
117	マイクロバイオ・化学システム	0.0	6.4	42.3	0.0	24.4	0.0	16.7	0.0	0.0
118	メソポーラス材料/シリカ系有機無機ハイブリッド材料/有機超分子集合体	0.0	0.0	55.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0
119	同位体標識/定量的質量分析/タンパク質解析	0.0	11.9	41.7	13.1	4.8	0.0	13.1	0.0	0.0
120	有機トランジスタ/高性能・高機能化	0.0	0.0	27.5	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
121	高分子有機LEDおよびリン光有機LED	0.0	0.0	37.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
122	バイオインフォマティクス/トランスクリプトーム	0.0	13.0	0.0	0.0	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0
123	パーキンソン病の病因病態とオートファジーによる細胞内品質管理機構	0.0	22.5	0.0	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124	アルツハイマー病の分子病態と治療	0.0	22.1	5.9	11.8	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	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.3	0.0	0.0	28.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17.3	0.0	0.0	28.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	24.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37.8	0.0	0.0	1.0	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.6	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	2.9	5.9	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0	27.6	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.0	1.5	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	9.1	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45.9	0.0	0.0	5.3	3.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	48.4	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	15.9	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.3	0.0	0.0	3.7	35.0	1.3	0.0	0.0	0.0	27.6	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3	33.3	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	46.2	0.0	0.0	0.0
0.0	36.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	42.1	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	10.7	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	46.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	46.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	47.8	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.4	18.3	1.4	42.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	47.1	5.9	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0

謝辞

本調査における 124 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。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。

また、研究領域全体を俯瞰した視点での聞き取り調査には、下記 10 名の専門家の方に、ご協力いただきました。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。

京都大学　教授	今堀　博氏
基礎生物学研究所　所長	岡田　清孝氏
大阪大学　准教授	河合　太郎氏
国立循環器病センター　研究所長	寒川　賢治氏
慶応義塾大学　講師	菊地　進一氏
名古屋大学　教授	野尻　伸一氏
京都大学　教授	林　民生氏
京都大学　講師	広田　喜一氏
名古屋大学　教授	松岡　信氏
京都大学　教授	松田　裕司氏

本調査における 124 研究領域の内容分析を依頼する研究者の選定、内容分析を依頼する研究者へ連絡、依頼、結果の回収は、未来工学研究所で行なった。厚く御礼申し上げます。

研究領域全体を俯瞰した視点での聞き取り調査については、財団法人　新技術振興渡辺記念会の科学技術調査研究助成（18-113）により行なった。厚く御礼申し上げます。

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　研究員
	[全体取りまとめ、内容分析の実施、聞き取り調査の実施、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、聞き取り調査の実施、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

後藤　麻里	科学技術動向研究センター　事務補助員
小川　真紀子	科学技術基盤調査研究室　事務補助員
宮田　春奈	総務課 事務補助員

(2008 年 3 月 31 日時点)

サイエンスマップ 2006

―論文データベース分析（2001 年から 2006 年）による
注目される研究領域の動向調査―

2008 年 6 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