

サイエンスマップ2012からみる
科学研究の状況
— ナノサイエンス研究を中心に —

2016年5月23日

科学技術・学術政策研究所

科学技術・学術基盤調査研究室



サイエンスマップについて

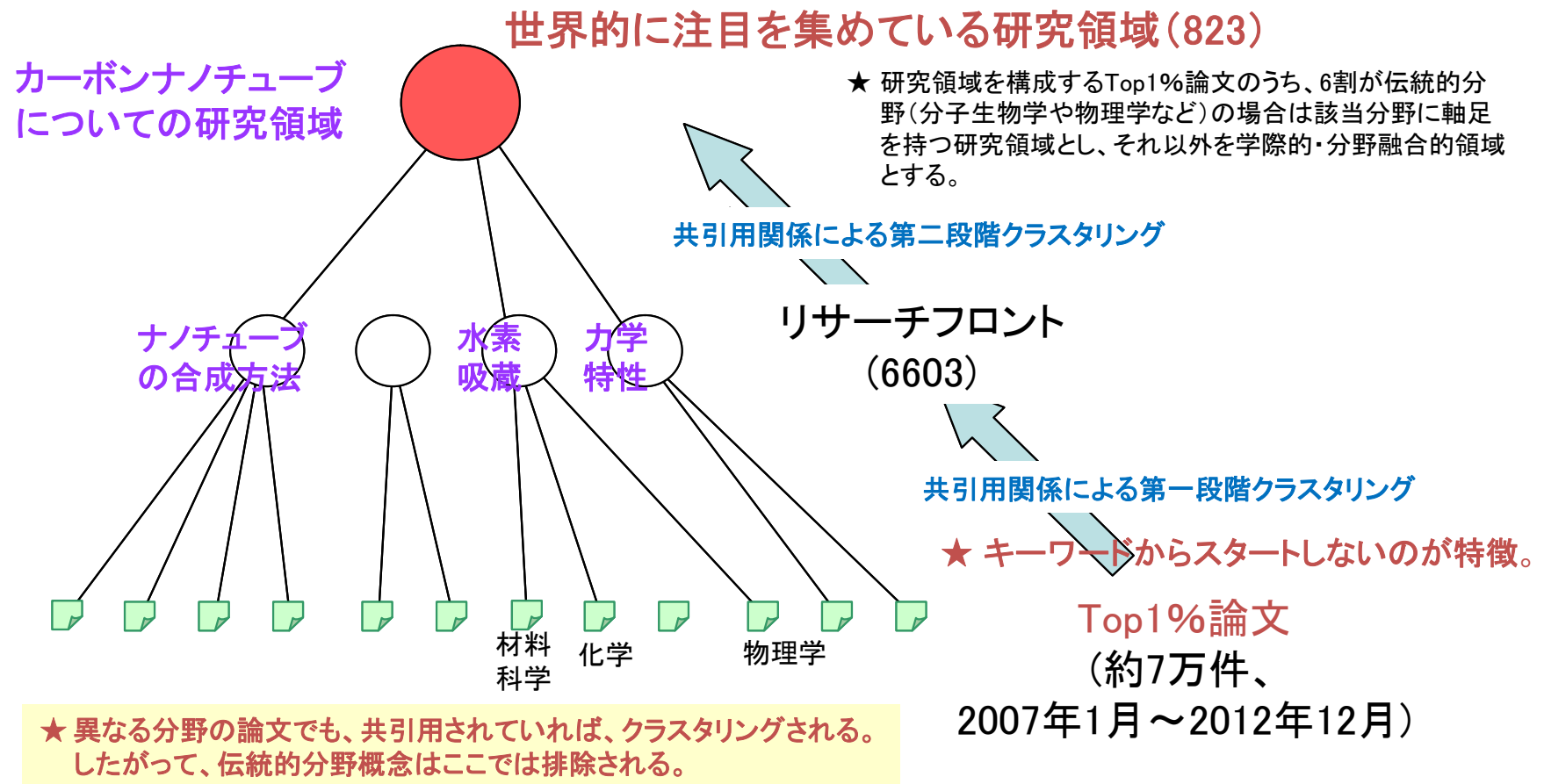
- 科学技術・学術政策研究所では、論文データベース分析により国際的に注目を集めている研究領域を抽出・可視化した「サイエンスマップ」を作成し、世界の研究動向とその中での日本の活動状況の分析を実施。
- サイエンスマップ2012では、2007年から2012年の論文の内、被引用数が世界で上位1%の論文を共引用関係を用いてクラスタリングすることで、世界的に注目を集めている823の研究領域を抽出。
- 研究領域を構成する論文のタイトルやアブストラクトのテキストマイニングにより、研究領域の内容を特徴的に示す言葉(特徴語)を同定。

調査手法の詳細については、次の報告書をご覧ください。

文部科学省 科学技術・学術政策研究所、サイエンスマップ2010 & 2012、
NISTEP REPORT No.159、2014年7月、<http://www.nistep.go.jp/sciencemap>

論文データベース分析を用いた研究領域の抽出

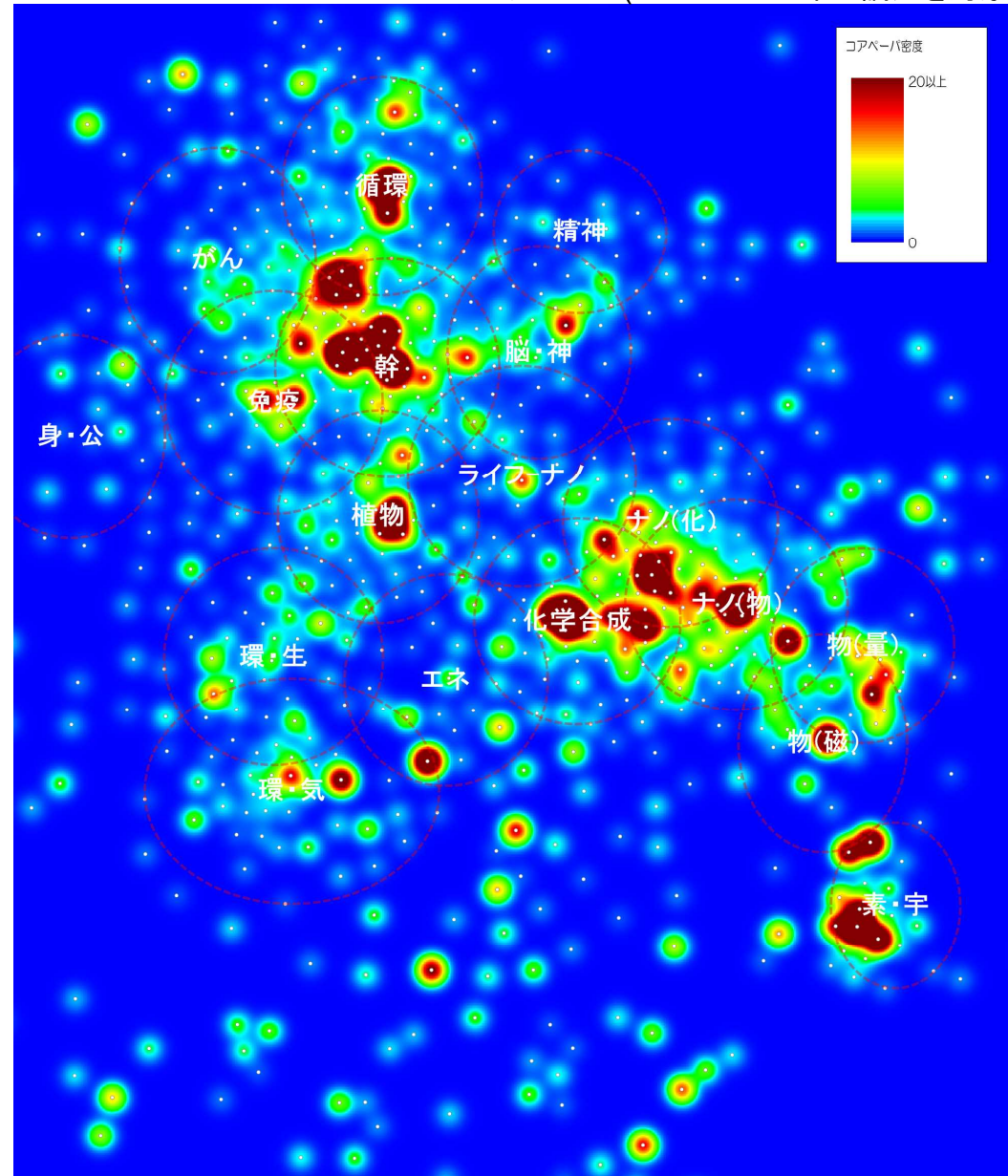
- 分析対象: Top1%論文(各年、各分野で被引用数がトップ1%の論文)。
- 共引用関係の分析には、Top1%論文を引用する全ての論文を利用。



サイエスマップ2012の 大まかな構造

短縮形	研究領域群名
がん	がん研究
循環	循環器疾患研究
身・公	身体活動・公衆衛生
免疫	免疫・感染症研究(遺伝子発現制御を含む)
幹	遺伝子発現制御・幹細胞研究
脳・神	脳・神経疾患研究
精神	精神疾患研究
植物	植物・微生物研究(遺伝子発現制御を含む)
環・生	環境・生態系研究
環・気	環境・気候変動研究(観測、モデル)
ライフ・ナノ	生物メカニズムとナノレベル現象の交差(ライフ・ナノブリッジ)
エネ	バイオ・化学的アプローチによるエネルギーの創出
化学合成	化学合成研究
ナノ(化)	ナノサイエンス研究(化学的アプローチ)
ナノ(物)	ナノサイエンス研究(物理学的アプローチ)
物(量)	物性研究(量子情報処理・光学)
物(磁)	物性研究(磁性・超電導)
素・宇	素粒子・宇宙論研究

注: 研究領域間の相対的な位置関係に意味があり、縦軸横軸には意味はない。地図を上下左右変えても問題ないが、分かりやすいように左上がライフサイエンス、右下が素粒子・宇宙論となる示し方を統一して用いている。



サイエンスマップ2012の大まかな構造(特徴)

(サイエンスマップの見方)

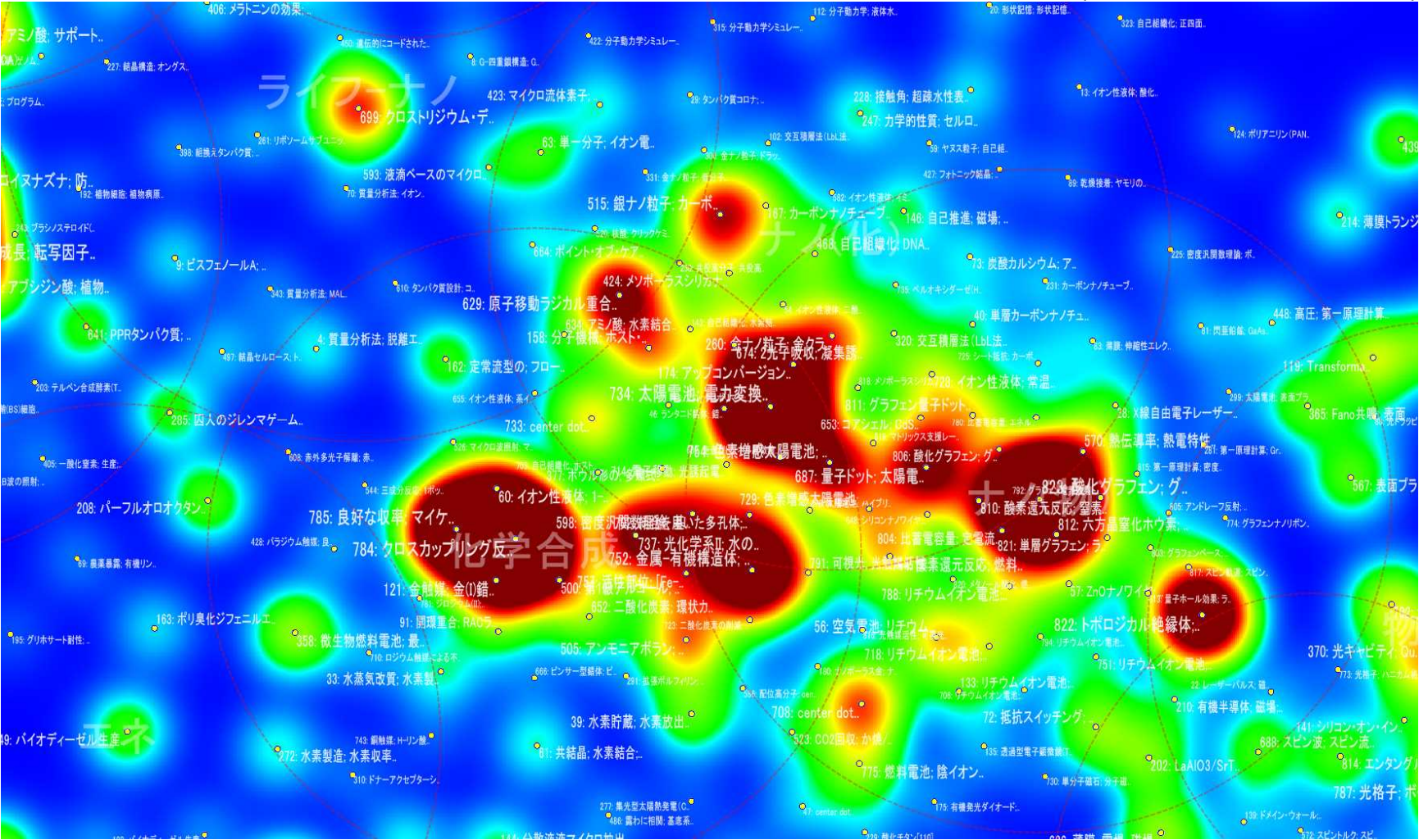
- サイエンスマップ2012では823の研究領域を、2次元平面に可視化。
- マップ上の一つ一つの点が研究領域を示しており、グラデーションは研究領域を構成する論文数に対応。
- 研究領域間の共引用度が強ければ近くに、弱ければ遠くに配置。
- 赤い部分は、世界において特に活発な研究が行われている部分。
- 研究領域群：共通の特徴語を持つ研究領域の集まり。

(サイエンスマップ2012の大まかな構造)

- サイエンスマップの左上部分 → 生命科学にかかわる研究領域群
- 植物・微生物研究の下方 → 環境研究にかかわる研究領域群
- サイエンスマップの右下部分から中央部分
→ 素粒子・宇宙論研究、物性研究(磁性・超伝導)、物性研究(量子情報処理・光学)、ナノサイエンス研究(物理学的アプローチ)、ナノサイエンス研究(化学的アプローチ)、化学合成研究
- 生命科学系の研究領域群とナノサイエンス研究の間 → 生物メカニズムとナノレベルの現象の交差(ライフ-ナノブリッジ)地点となる研究領域群
- 化学合成研究、植物・微生物研究、環境・生態系研究、環境・気候変動研究(観測、モデル)の間
→ バイオ・化学的アプローチによるエネルギーの創出(バイオマスや微生物燃料電池等の研究領域を含む)

化学合成研究、ナノサイエンス研究の周辺(マップ)

サイエンスマップ2012(2007~2012年の論文を対象)



(注1) 丸が研究領域の中心位置を示す。研究領域IDとともに特徴語の一部を示している。文字の大きさは論文数に対応。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析、可視化 (ScienceMap visualizer)を実施。

化学合成研究、ナノサイエンス研究の周辺(特徴)

- **サイエンスマップの中央右より**: 化学合成研究、ナノサイエンス研究(化学的アプローチ)、ナノサイエンス(物理学的アプローチ)の研究領域群。
- これらの研究領域群は、マップ上重なり合っており、互いに影響しあいながら進展。
- 3つの研究領域群において、出現頻度の高い上位30の特徴語: 「自己組織化」、「透過型電子顕微鏡(TEM)」、「密度汎関数理論」、「電荷移動」、「電力変換効率」、「表面積」、「太陽電池」。

(化学合成研究)

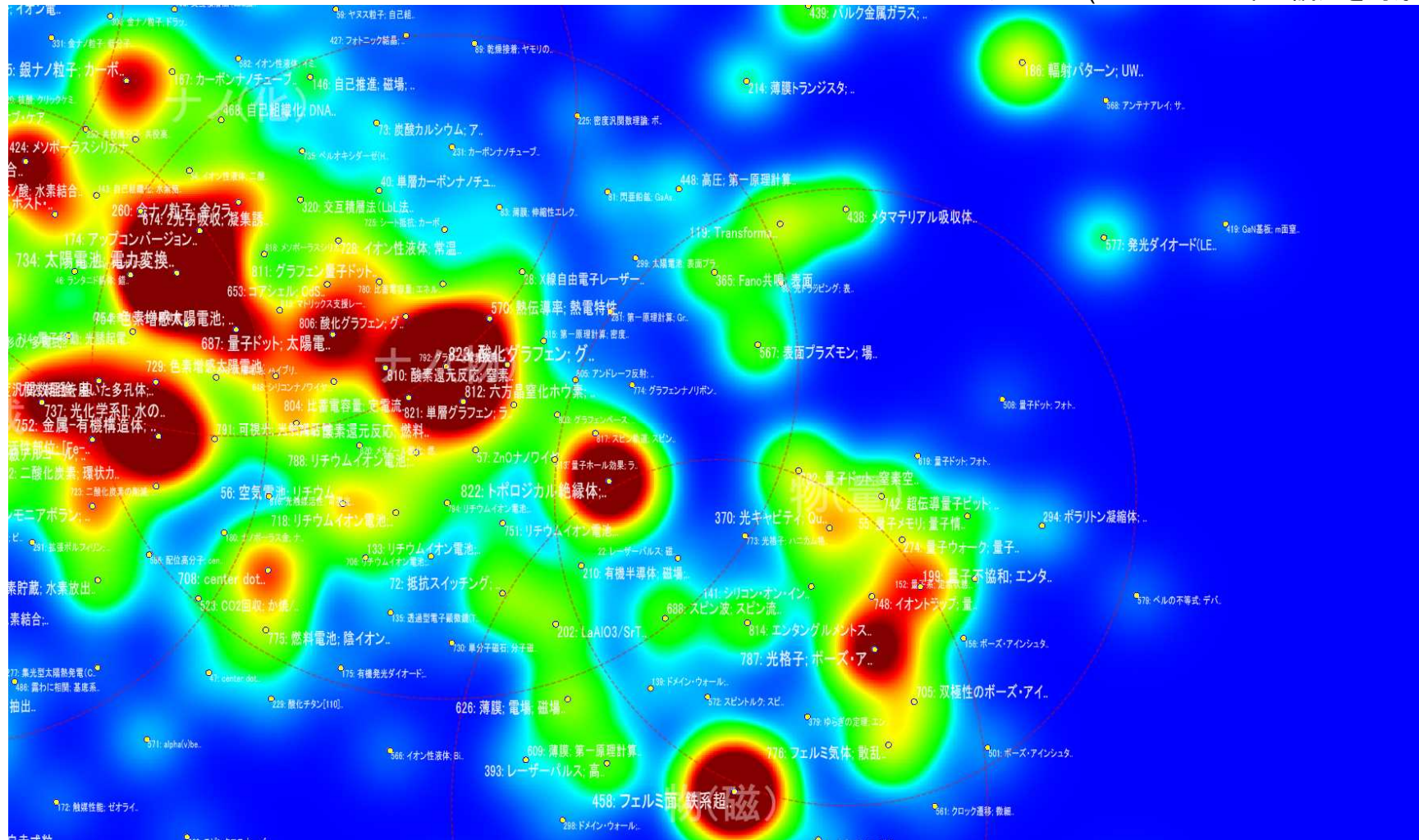
- 8つ研究領域において「良好な収率」が特徴語として出現。
- 「触媒活性」、「高収量」、「反応条件」といった特徴語の他に、「水素製造」、「水素貯蔵」という特徴語も出現。

(ナノサイエンス研究(化学的アプローチ))

- 9つの研究領域において「ドラッグデリバリー」、4つの研究領域において「ドラッグデリバリーシステム」が特徴語として出現 → ナノサイエンス研究の生命科学への応用が強く志向されている。
- 他にも、「金ナノ粒子」、「コアシェル」、「ナノ粒子」といった特徴語が上位に出現。

ナノサイエンス研究、物性研究の周辺(マップ)

サイエンスマップ2012(2007~2012年の論文を対象)



注: 丸が研究領域の中心位置を示す。研究領域IDとともに特徴語の一部を示している。文字の大きさは、コアペーパー数に対応。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析、可視化 (ScienceMap visualizer)を実施。

ナノサイエンス研究、物性研究の周辺(特徴)

(ナノサイエンス研究(物理学的アプローチ))

- 「2次元」、「磁場」、「電子構造」、「電子物性」という特徴語が多数出現 → 低次元系に注目した研究が行われている。とくに「グラフェン」にかかわる特徴語が多く出現。
- 関連する研究領域として「トポロジカル絶縁体(ID822)」の研究領域が、大きな山を形成。
- 「リチウムイオン電池」を特徴語として持つ研究領域も一定数存在。

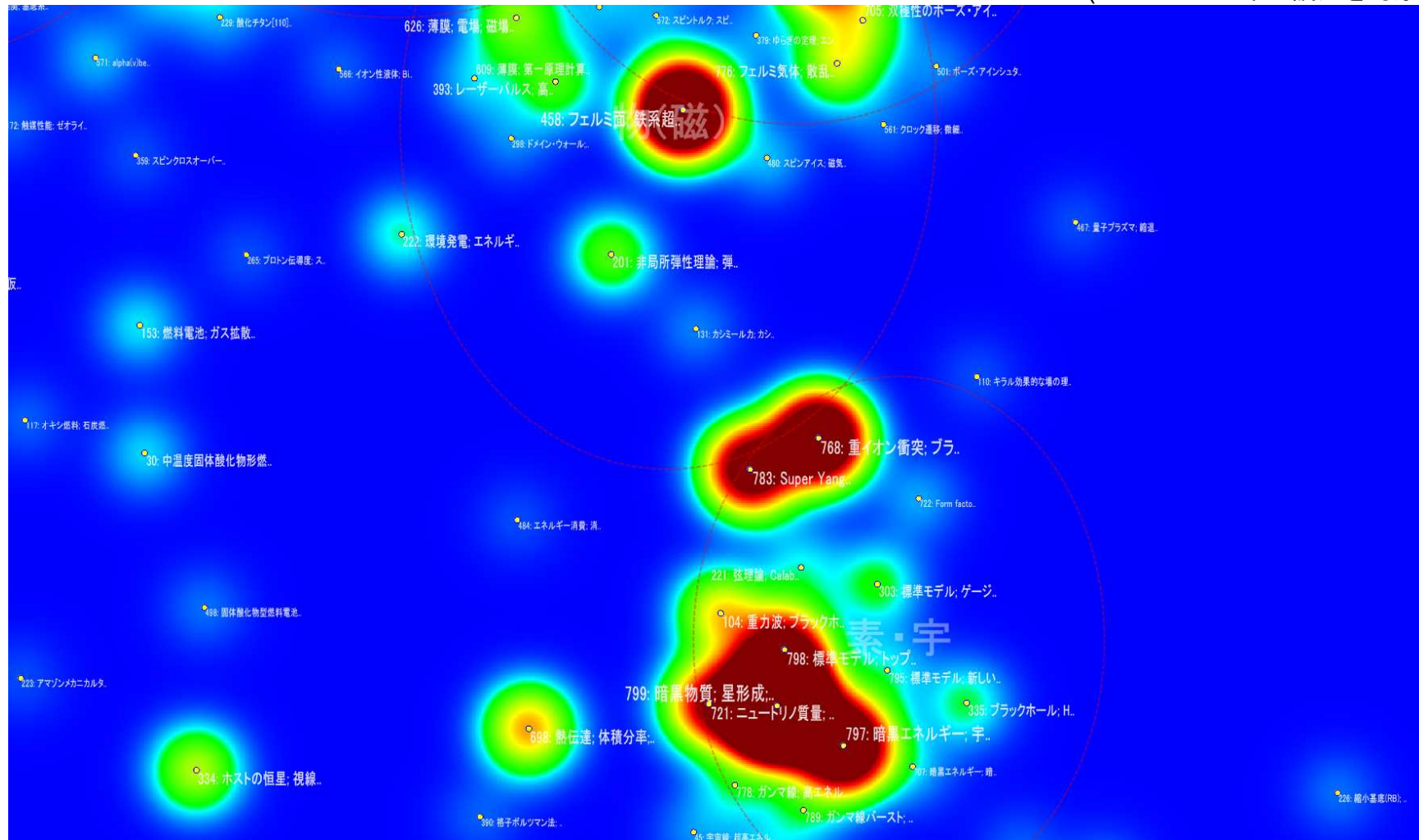
- **サイエンスマップの右下**：物性研究(量子情報処理・光学)、物性研究(磁性・超伝導)、素粒子・宇宙論研究の研究領域群。
- 物性研究(量子情報処理・光学)、物性研究(磁性・超伝導)は、マップ上重なり合っており、互いに影響しあいながら進展。
- 2つの研究領域群において、出現頻度の高い上位30の特徴語：「磁場」、「光格子」、「量子状態」、「2次元」、「基底状態」。

(物性研究(量子情報処理・光学))

- 7つの研究領域において、「量子情報処理」が特徴語として出現。「エンタングル状態」、「単一光子」も5つの研究領域に出現。
- 他に「電磁波誘起透明化(EIT)」、「透明マント」といったメタマテリアルにかかわる特徴語も出現。

物性研究、素粒子・宇宙論研究の周辺(マップ)

サイエンスマップ2012(2007~2012年の論文を対象)



注: 丸が研究領域の中心位置を示す。研究領域IDとともに特徴語の一部を示している。文字の大きさは論文数に対応。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がトムソン・ロイター社 ESI・リサーチフロントデータ(NISTEP ver.)を基に、集計、分析、可視化 (ScienceMap visualizer)を実施。

物性研究、素粒子・宇宙論研究の周辺(特徴)

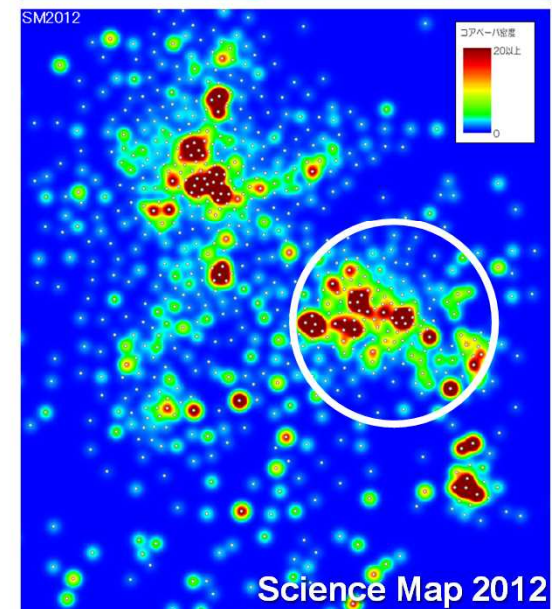
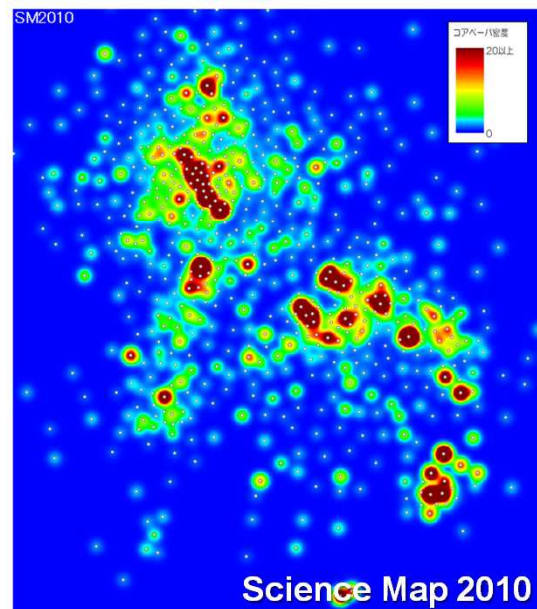
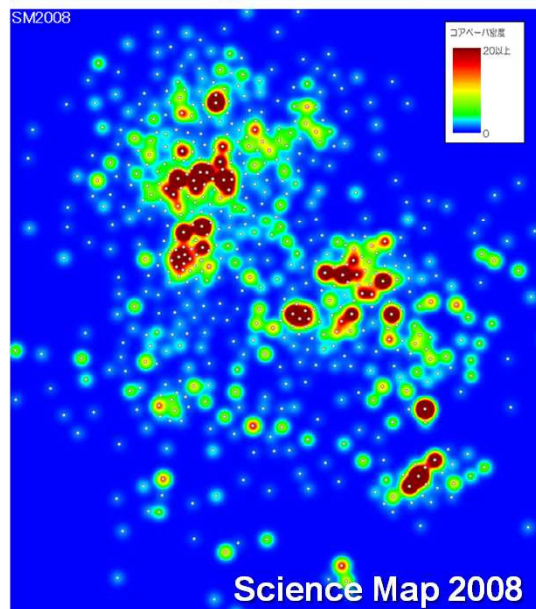
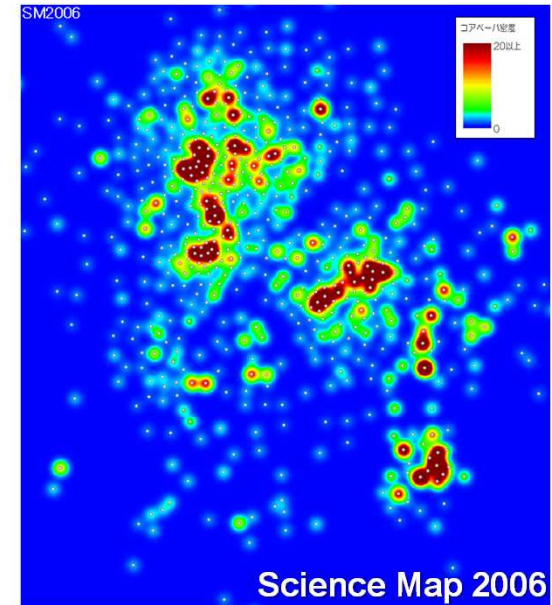
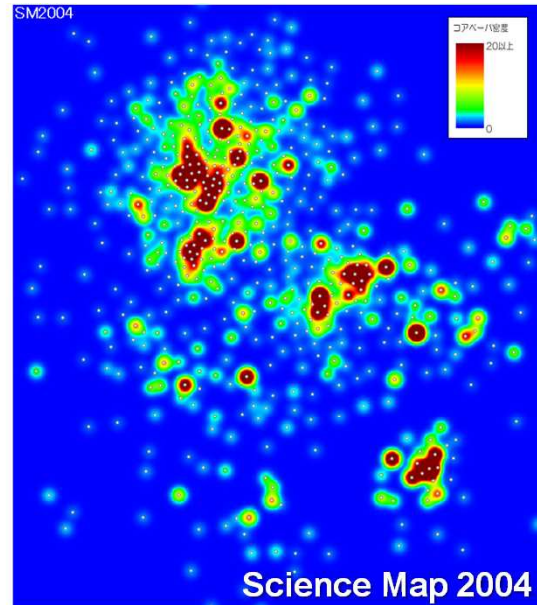
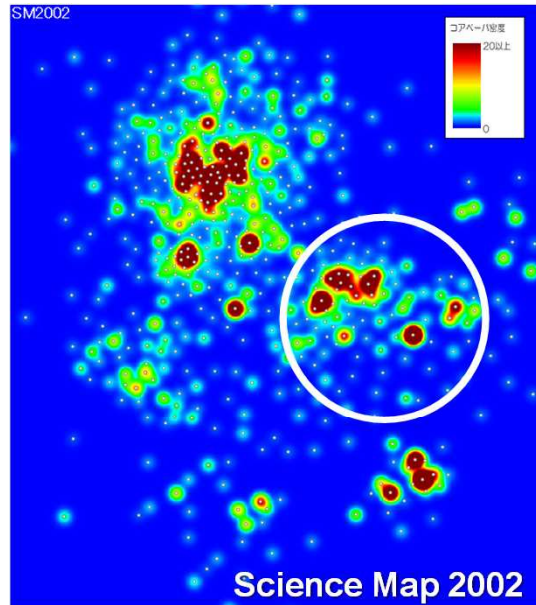
(物性研究(磁性・超伝導))

- もっとも大きな研究領域は鉄系超伝導(ID456)についての研究領域。
- 鉄系超伝導の研究領域: 24件のコアペーパーから構成される研究領域(サイエンスマップ2008)
→ 223件のコアペーパーからなる大きな研究領域(サイエンスマップ2012)。

(素粒子・宇宙論研究領域群)

- 6つの研究領域で「標準モデル」と「暗黒物質」が特徴語として出現。2013年のノーベル物理学賞の対象となった「ヒッグス粒子」という特徴語も4つの研究領域で出現。

〈サイエスマップの時系列変化〉

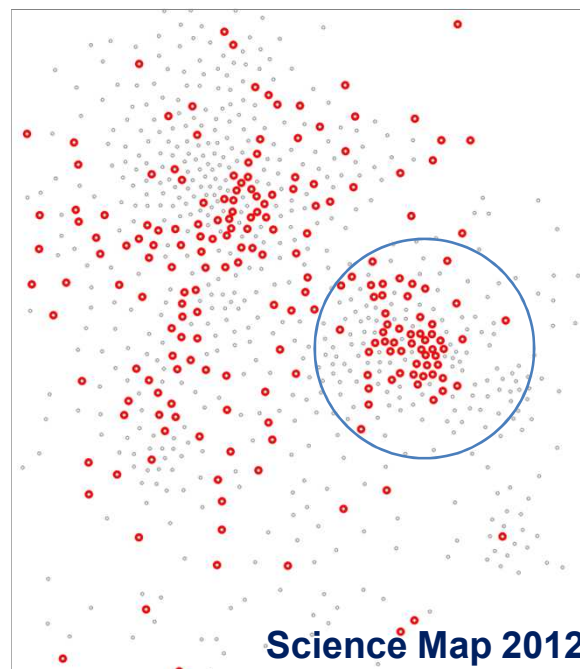
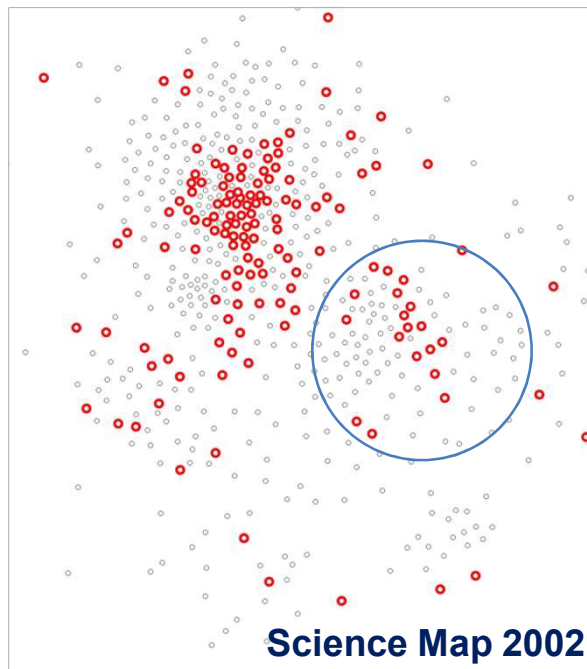


注： 白い円は、ナノサイエンス研究に該当すると考えられる部分に、目安として印をつけたもの。

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

サイエンスマップの時系列変化(特徴)

- 過去6時点のサイエンスマップを作成 → サイエンスマップの時系列変化。
- サイエンスマップ2002と比べて、研究領域数が増加。
- サイエンスマップ2002と比べて、学際的・分野融合的領域が多数形成。



- ① 研究領域を構成するコアペーパーのうち、6割より多いコアペーパーが、1分野に属する場合
→ 軸足を持つ研究領域
- ② 上記条件に当てはまらず、複数の分野のコアペーパーから構成されている場合
→ 学際的・分野融合的領域

○ 学際的・分野融合的領域を示す

注: 青い円は、ナノサイエンス研究に該当すると考えられる部分に、目安として印をつけたもの。

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

サイエンスマップを活用する上での留意点(1)

1. サイエンスマップが観測しているもの

- サイエンスマップで観測されているのは、論文として成果が出され(知識が共有され)、研究者コミュニティが一定の規模に達している領域。
- ここで見えているのは、あくまで近過去の状況。科学研究の今の姿ではない。

2. サイエンスマップを活用することにより候補領域や考えをロックインすることを避ける必要性

- 技術や知識の秘匿に対する考慮：
 - 経済・社会的課題に対応するにあたり、その要素となる技術や知識が秘匿される場合が想定される(ある一定期間というものも含め)。したがって、経済・社会的課題への対応を考える上で、サイエンスマップ上では観測されていないが、重要な重点領域候補が存在する可能性については、十分考慮すべきである。
- シーズから積み上げるというアプローチの存在：
 - 経済・社会的課題を達成するために、いまだ存在しない新しい科学やシステムを構築するという考え方もあるのではないか。
- 基盤的な技術の存在：
 - サイエンスマップでは観測されていないが、経済・社会的課題に対応するにあたり重要となる基盤的な技術も存在するのではないか(材料にかかわるものなど)。

サイエンスマップを活用する上での留意点(2)

3. サイエンスマップのツールや共通の土台としての活用

- 「経済・社会的課題にかかわる重点領域」については、該当する課題やサイエンスの専門家が一番知見を有するはず。
- サイエンスマップの強みは、「経済・社会的課題にかかわる重点領域」の周辺に存在する研究領域も含めてサイエンス全体を俯瞰的・客観的に可視化している点。
 - 専門家に気づきを与えるツールとしての活用。
 - 異なる分野・領域の専門家が議論を行う上での共通の土台としての活用。
- 日本の153研究機関の活動状況や特徴語の分布について、インタラクティブに可視化ができるページも公開中(次ページ参照)。
- NISTEPホームページ(<http://www.nistep.go.jp/sciencemap>)で各種データを公開。
- サイエンスマップ2014は2016年夏に公表予定。

サイエスマップ2012(Web Edition β版20150924)

① 可視化対象

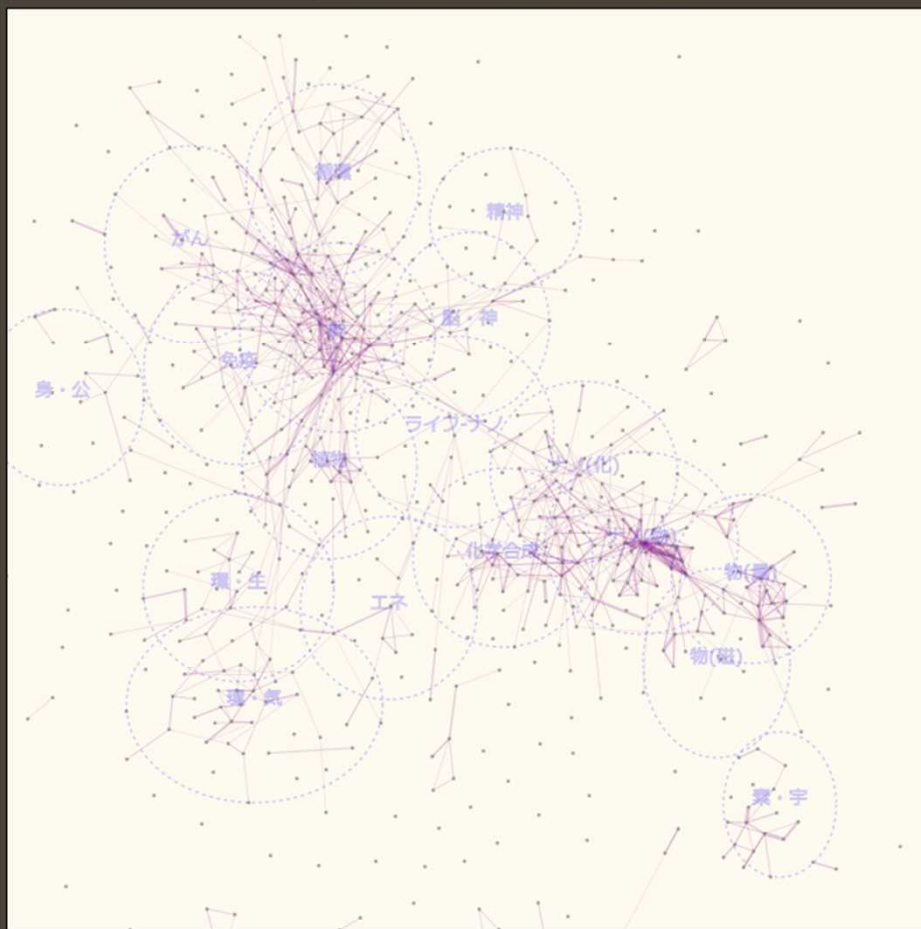
可視化対象は国立大学(63)、公立大学(13)、私立大学等(56)、大学共同利用機関法人(3)、独立行政法人(18)、論文の謝辞に掲載されている資金配分機関等(12)から選択できます。表示しない場合は---を選択してください。

② 特徴語の検索 特徴語を表示しない場合は空白にしてください。

③ 領域群情報の表示 表示 非表示

初期配置に戻すにはこのボタンを押してください。

Chrome及びFirefoxで動作を確認しています。



全体俯瞰図



日本の153研究機関の活動
状況+特徴語の分布につい
ても可視化

可視化対象の該当領域数

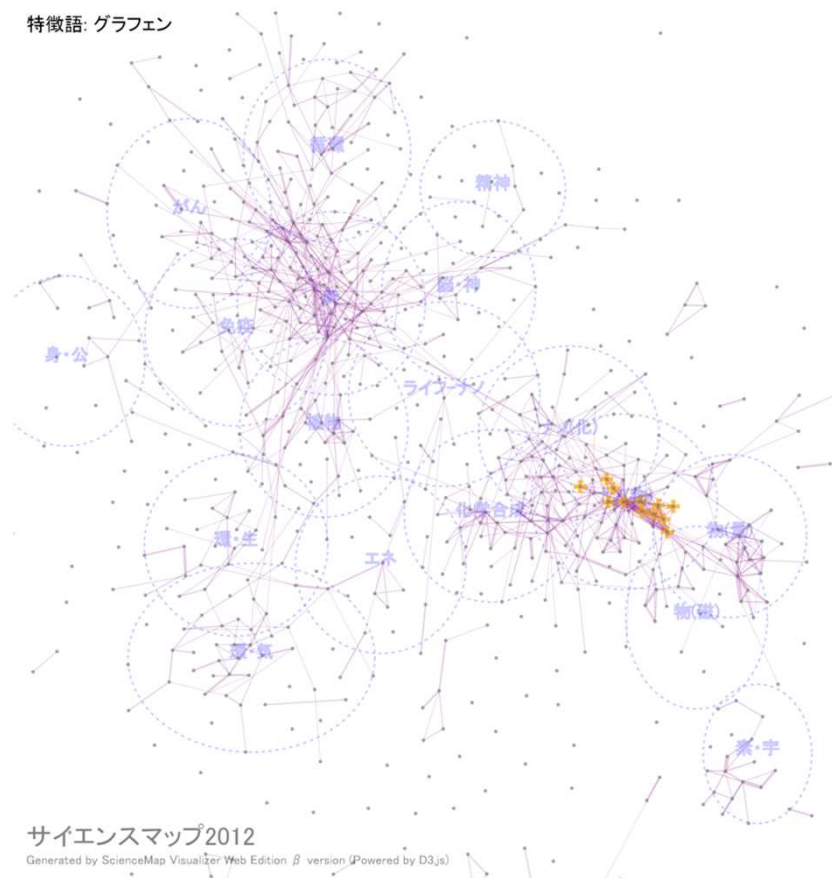
- コアペーパー(1件以上)
- サイティングペーパー(Top10%)(1件以上)
- サイティングペーパー(2件以上)
- + 特徴語を含む領域数
- 灰色の円にマウスを合わせると特徴語が表示されます。

左のマップ上をドラッグすることで位置を調整します。マウスホイールにより拡大・縮小を行います。

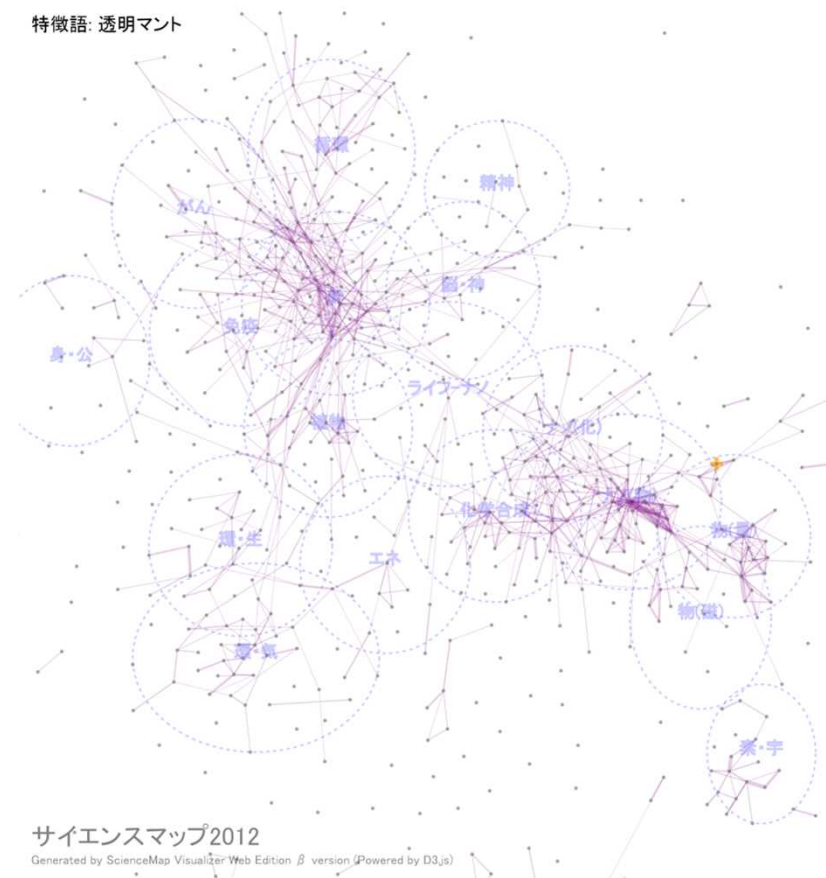
ScienceMap Visualizer Web Edition β version (Powered by D3.js)

特徴語による検索結果の例(1)

特徴語: グラフェン

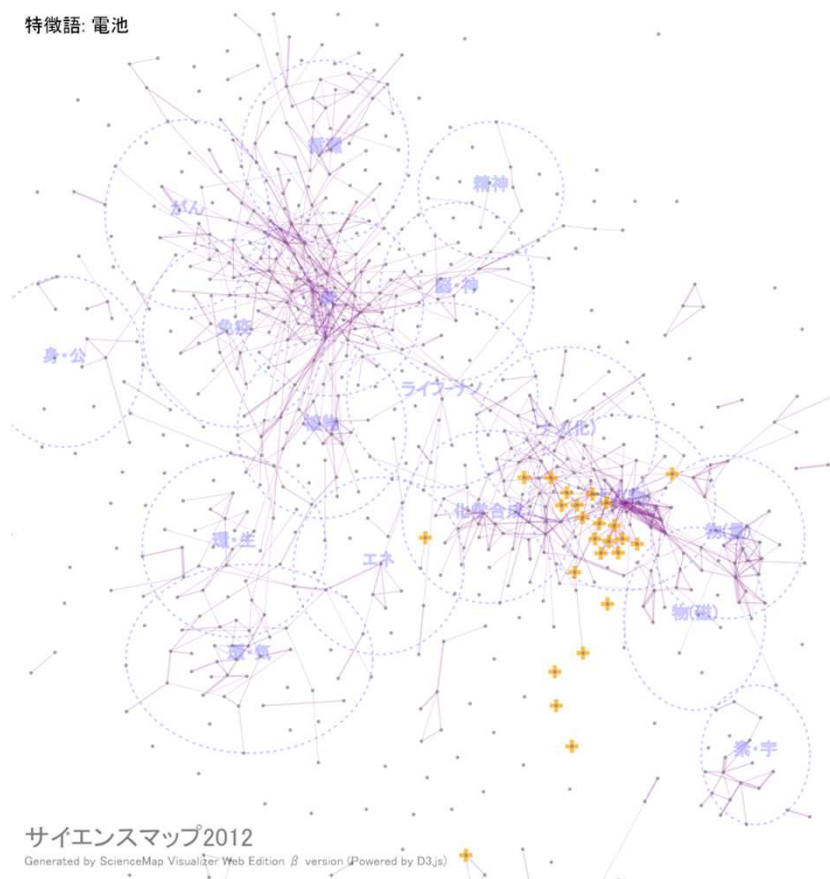


特徴語: 透明マント

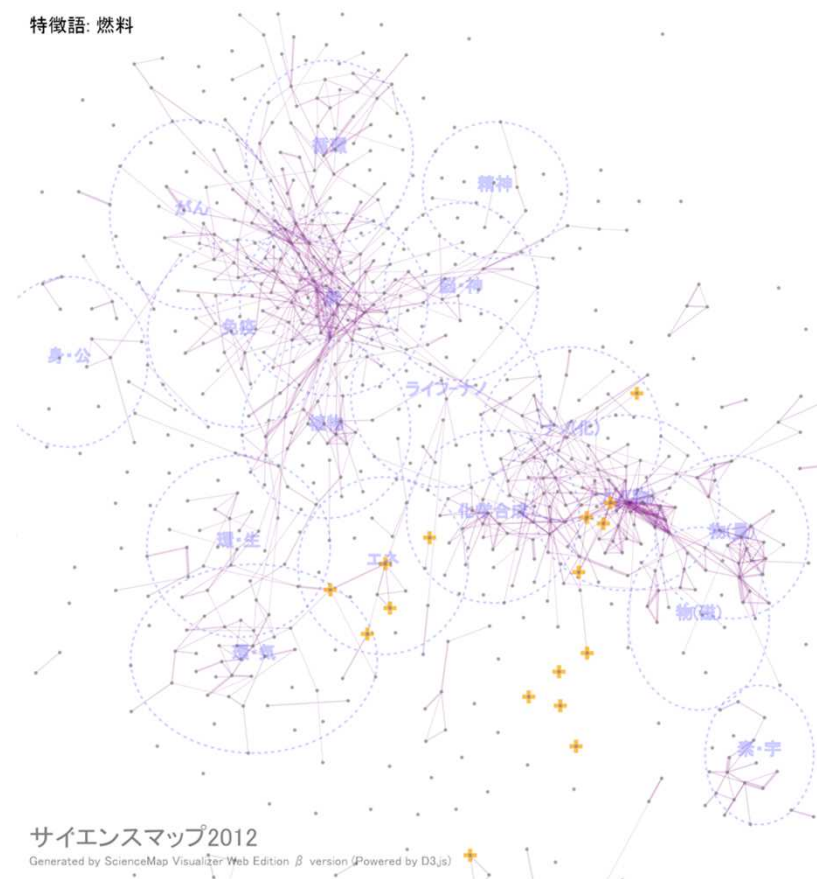


特徴語による検索結果の例(2)

特徴語: 電池

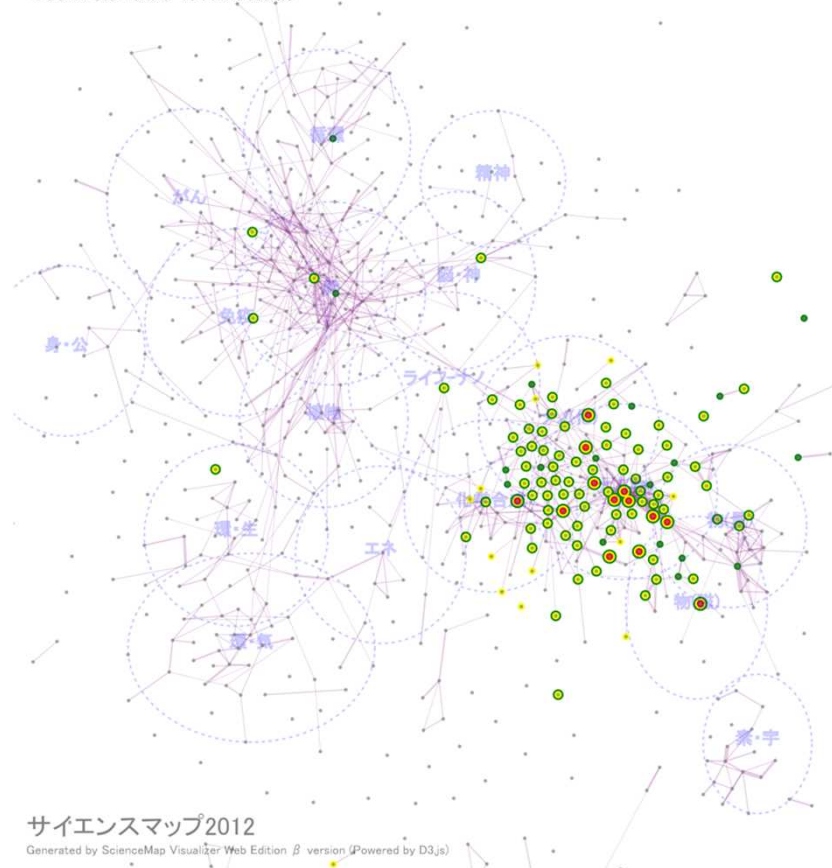


特徴語: 燃料

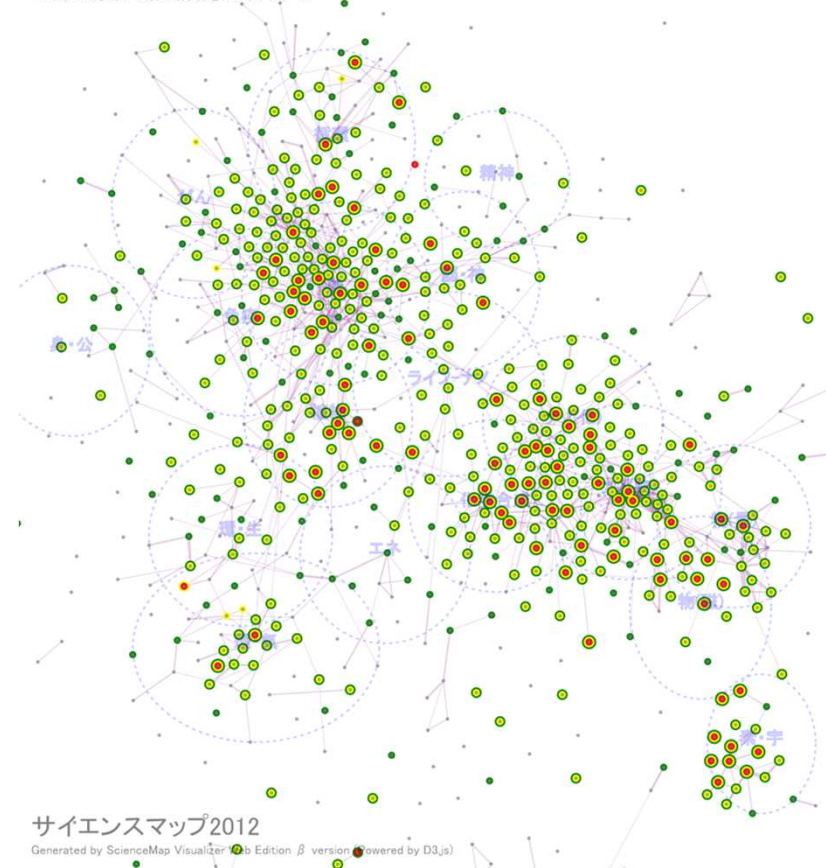


研究機関や謝辞情報による可視化の例

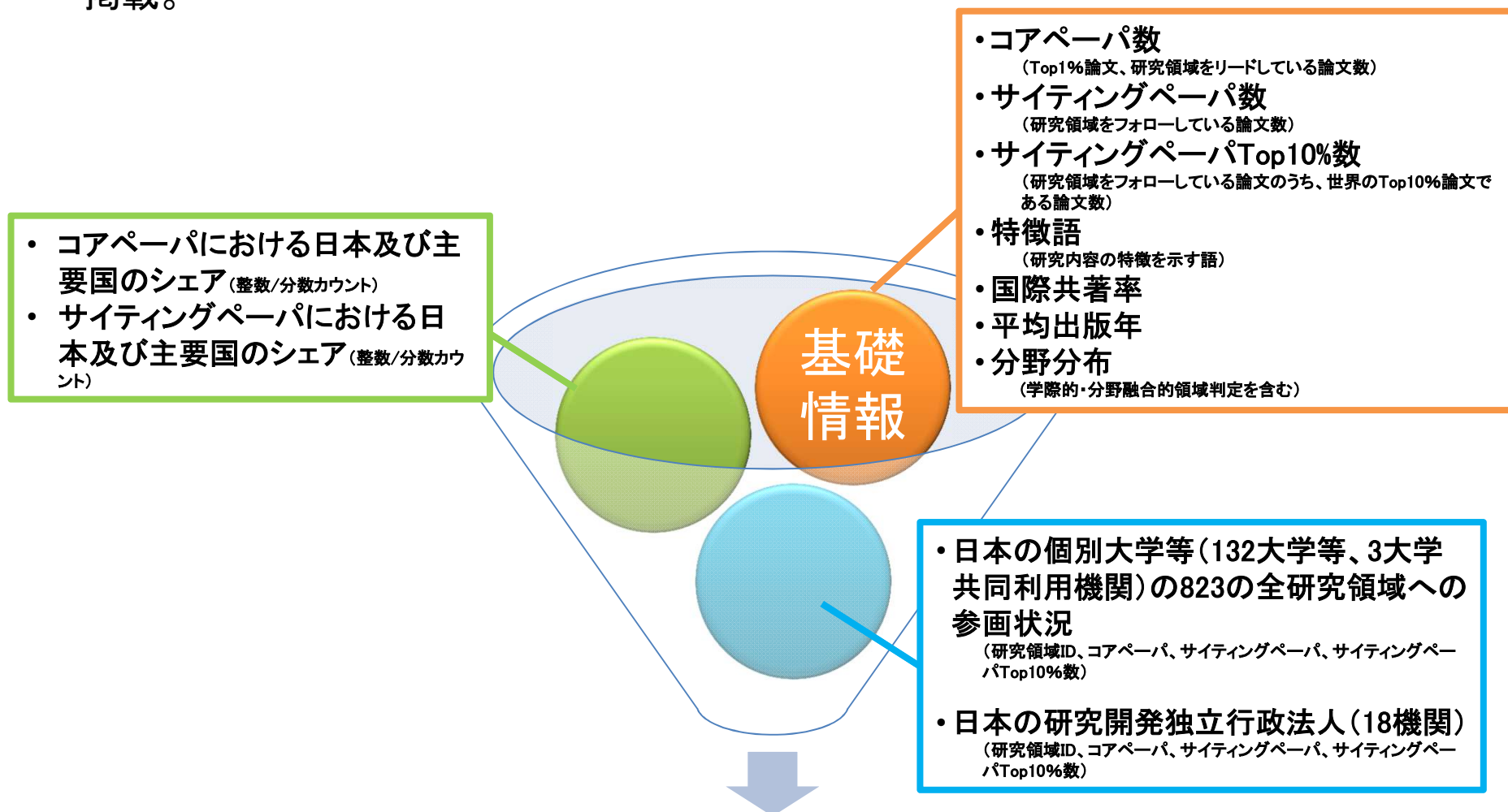
可視化対象: 物質・材料研究機構



可視化対象: 謝辞情報 文部科学省



- サイエスマップ2012の報告書では、823の研究領域それぞれについて下記の情報を掲載。



組み合わせは目的に応じて！