JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	ネットワーク指標を用いた高い継続性や波及効果を持つ研究領域の探索，サイエンスマップの活用事例
Author(s)	伊神，正貫；阪，彩香
Citation	年次学術大会講演要旨集，25：514-517
Issue Date	2010-10-09
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/9350
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｃ２６

ネットワーク指標を用いた高い継続性や波及効果を持つ研究領域の探索，サイエンスマップの活用事例

○伊神正貫，阪 彩香（文科省・科学技術政策研）

1. 概要

サイエンスマップとは、共引用分析を用いて被引用数上位 1%論文のグループを生成した後、その位置関係を2次元平面にマッピングする事で作成される科学の地図である。これまでにサイエンスマップ 2002, 2004, 2006, 2008 の 4 時点のマップが得られた。

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

分析からは、コアペーパ数が多い研究領域ほど高い継続性を示すこと、その中でも高い次数中心性を持つ研究領域が多くの波及研究領域につながることが分かった。また、媒介中心性が高い研究領域ほど、波及研究領域のマップ上での広がりが大きくなる傾向があることが示された。

2. 分析に用いた指標

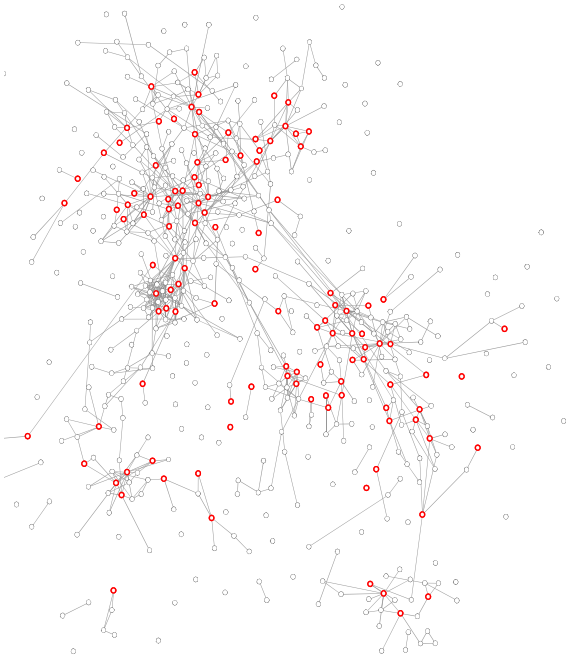
(1) ネットワーク指標

ネットワーク指標として、次数中心性、媒介中心性の 2 つの中心性に注目した。サイエンスマップで幹となる研究領域ネットワークを分析するため、規格化された共引用度が 0.02 以上のリンク(図表 1、実線で示されたリンク)を中心性の計算に用いた。ネットワーク指標の計算の際は、共引用度が 0.02 以上のリンクについては重みを全て 1 とした。

次数中心性については、全研究領域について計算を行った。媒介中心性については、サイエンスマップ中、リンクでつながっている研究領域数が最も大きなクラスターについて分析を行った。

サイエンスマップ 2004 を対象に、次数中心性、媒介中心性を研究領域ごとに求めた結果を図表 2(a)(b)に示す。これらを比較すると、次数中心性と媒介中心性は上位と下位との値が 10 倍以上異なることが分かる。

図表 1 サイエンスマップ 2008(ネットワーク図)



(注) ネットワーク図中の丸は研究領域の中心位置を示す。赤丸は注目研究領域に対応している。研究領域間を結ぶリンクは共引用度が 0.02 以上のものについて図示した。
データ: Thomson Reuters 社 “Essential Science Indicators”に基づき科学技術政策研究所が集計

(2) コアペーパ数

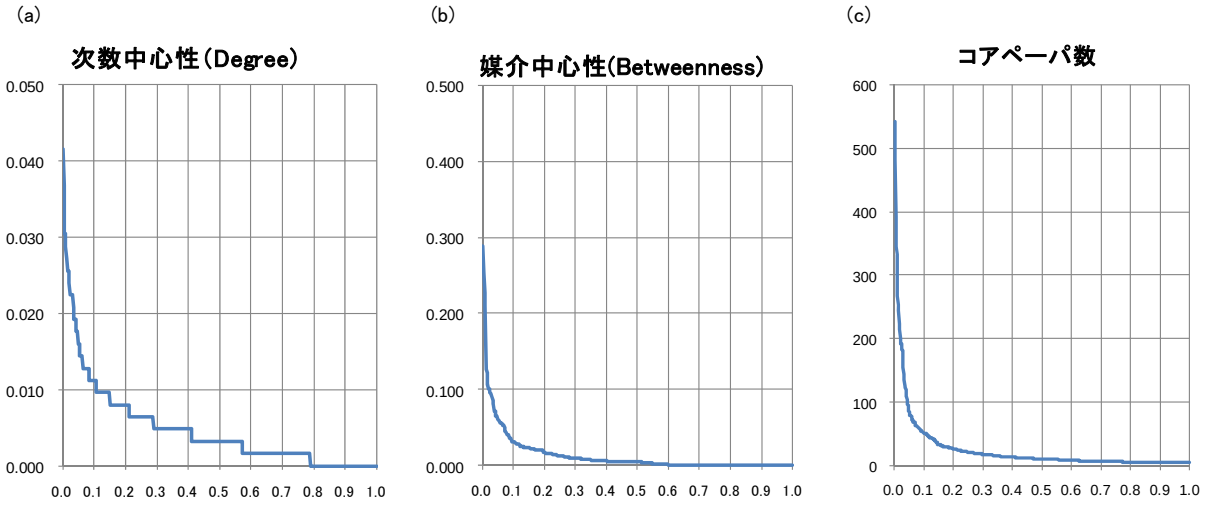
サイエンスマップ 2004 の 626 研究領域を対象に、コアペーパ数(研究領域を構築するトップ 1%論文数)の分布を図表 2(c)に示した。次数中心性や媒介中心性と同じく、コアペーパ数も上位の研究領域に集中している様子が分かる。

3. 研究領域の継続性とコアペーパ数・次数中心性との関係

まず、研究領域の継続性[1]とコアペーパ数や次数中心性の関係を分析した結果を述べる。

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

図表 2 次数中心性、媒介中心性、コアペーパ数(サイエンスマップ 2004)



(注) 次数中心性とコアペーパ数についてはサイエンスマップ 2004 の全研究領域(626 研究領域)を分析対象とした。媒介中心性については、0.02 以上の共引用度で結ばれたクラスターのうち、最も大きいクラスターに含まれる 338 研究領域を分析対象とした。
データ: Thomson Reuters 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

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

コアペーパ数上位 0-5%の研究領域 31 のうち、約半分は次数中心性でも上位 0-5%に入っている(図表 3(a))。また、次数中心性上位 0-5%の研究領域 33 のうち、約半分はコアペーパ数でも上位 0-5%に入る。次数中心性とコアペーパ数の相関係数は 0.54 である。

コアペーパ数が上位 0-5%の研究領域は 87%が継続、次数中心性が上位 0-5%の研究領域の 58%が継続している(図表 3(b))。コアペーパ数や次数中心性が上位の研究領域ほど、継続する割合が高い傾向があることが分かる。コアペーパ数と次数中心性を比べると、コアペーパ数が多い研究領域を抽出した方が、継続する確率が高いことが分かる。

4. 研究領域の波及とコアペーパ数・ネットワーク指標との関係

(1) 波及研究領域数

次にサイエンスマップ 2004 の研究領域が、幾つの波及研究領域[2]につながったかについて分析する。図表 4(a)に研究領域当たりの波及研究領域数を示す。コアペーパ数が上位 0-5%の研究領域は約 5.9 の波及研究領域につながり、次数中心性が上位 0-5%の研究領域は約 5.3 の波及研究領域につながっている。図表 4(b)から、コアペーパ数が同じ階層の研究領域の中では、次数中心性が上位の研究領域ほど、波及研究領域数が多いことが分かる。

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

図表 3 研究領域の継続性とコアペーパ数・次数中心性
(サイエンスマップ 2004)

(a) コアペーパ数と次数中心性による研究領域の分類

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

(b) 継続研究領域数と継続割合

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

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

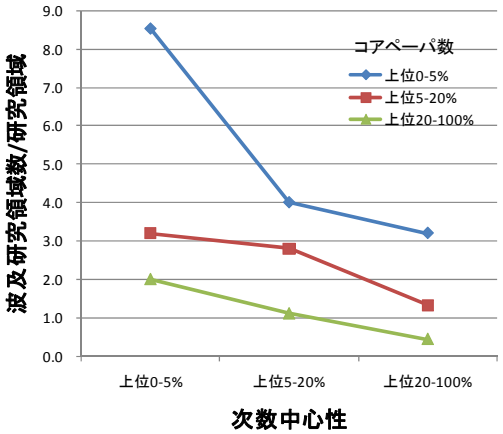
[2] 研究領域の波及効果については、数(波及研究領域数)と広がりの両面を考えた。波及研究領域数は、研究領域間の共通コアペーパ数を用いて判定した。まず、サイエンスマップ 2004 の研究領域(a)と 1 件でも共通のコアペーパを持つサイエンスマップ 2006 の研究領域(b)を抽出した。次に、研究領域(b)と 1 件でも共通のコアペーパを持つサイエンスマップ 2008 の研究領域(c)を抽出し、これらを研究領域(a)の波及研究領域とした。波及の広がりは、サイエンスマップ上での位置を確認するとともに、距離を算出し捉えることとした。

図表 4 波及研究領域数

(a) コアペーパ数と次数中心性による波及研究領域数の分類

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

(b) 波及研究領域数の次数中心依存性



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

(2) 媒介中心性を用いた波及効果の広がりの測定

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

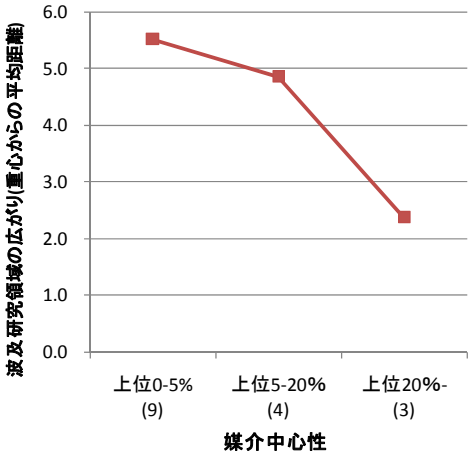
媒介中心性は異なる研究領域群を結ぶ役割をする研究領域において高くなる指標である。したがって、19 注目研究領域の中でも、媒介中心性が高い研究領域は、より広い範囲へ波及をもたらす可能性がある研究領域であると考えられる。

図表 5 に波及研究領域の広がりの媒介中心性依存性を示した。波及研究領域の広がりは以下の式により求めた。

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

ここで、x_i と y_i はサイエンスマップ 2008 における波及研究領域の座標、N はサイエンスマップ 2008 における波及研究領域数、x_g と y_g は波及研究領域の重心である。19 注目研究領域のうち媒介中心性が計算可能な 16 の注目研究領域について結果を示している。図表 5 から、媒介中心性が上位の注目研究領域ほど、波及研究領域の広がりが大きくなる傾向にあることが分かる。

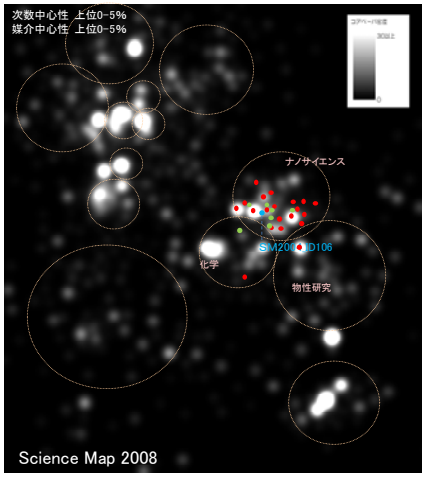
図表 5 波及研究領域の広がりの媒介中心性依存性



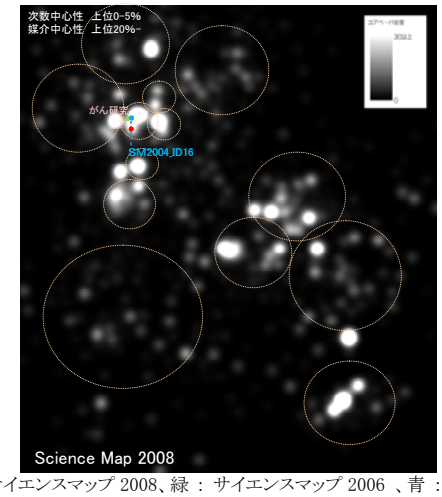
データ: Thomson Reuters 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

図表 6 研究領域が波及する様子

(a) 次数、媒介中心性とも高い場合



(b) 次数が高く、媒介中心性は低い場合



(注) 赤:サイエンスマップ 2008、緑 : サイエンスマップ 2006 、青 : サイエンスマップ 2004 での研究領域の位置

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

図表 6(a)に「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)」の知識の波及のようすを示す。この研究領域は次数、媒介の両中心性において上位0-5%の値を持つ。サイエンスマップ2008のナノサイエンスの研究領域群全体と物性研究の一部に波及を見せているようすが分かる。

次数中心性では同じ階層に分類される研究領域でも、媒介中心性の値の違いにより知識の波及効果は異なる。次数中心性が上位 0-5%、媒介中心性が上位 20%-の「白血病の分子病態・治療研究 (2004, ID16)」については、波及効果が小さいことが分かる(図表 6(b))。

5. まとめ

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

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

サイエンスマップ 2008 では 647 研究領域について、次数中心性の計算を行った。媒介中心性については、サイエンスマップ中でリンクによりつながっている研究領域数が最も大きなクラスターについて分析を行った。サイエンスマップ 2008 では 442 研究領域がつながったクラスターを分析対象とした。図表 7 に結果を示す。

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

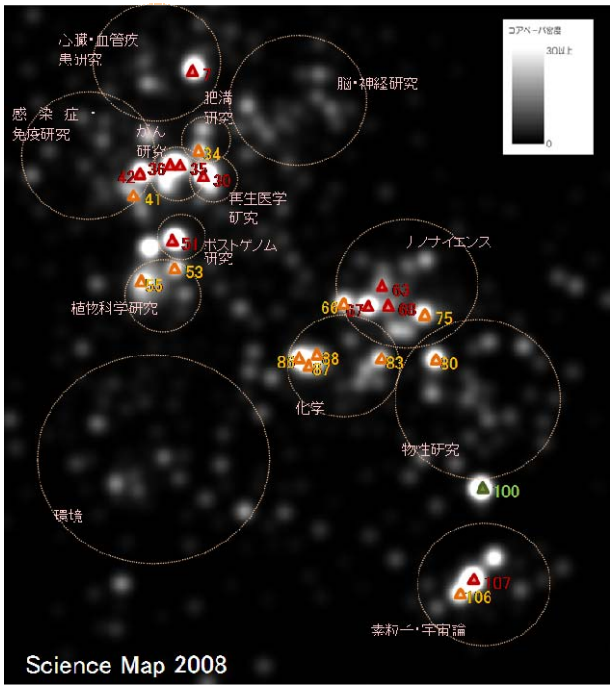
サイエンスマップ 2008 上で赤色の三角で示した(10 研究領域)のは、次数中心性および媒介中心性とも上位 0-5%の値を持つ注目研究領域である。これらの研究領域は、自らが属する研究領域群において中心となるのに加え、他の研究領域群へも波及効果を及ぼしながら、発展していくと予想される。生命科学系においては、「再生医学と幹細胞研究(2008, ID30)」の媒介中心性が突出して高く、サイエンスマップ 2008～2012 にかけて生命科学系の研究領域全体に大きな波及効果をもたらす可能性がある。

(研究領域群の中心として継続すると考えられる研究領域)

サイエンスマップ 2008 上でオレンジ色の三角で示した(12 研究領域)のは、次数中心性は上位 0-5%または上位 5-20%、媒介中心性は上位 5-20%または 20%-の値を持つ注目研究領域である。これらの研究領域については、主に研究領域群の中で高い波及効果をもたらしながら発展していくことが予想される。

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

図表 7 高い波及効果を持つと思われる注目研究領域の位置 (サイエンスマップ 2008)



(注) 三角の色の意味は以下のとおり。赤:次数中心性および媒介中心性ともに上位 0-5%に入る研究領域。オレンジ:次数中心性は上位 0-20%であり、媒介中心性は上位 5%-の研究領域。緑:次数中心性は上位 0-5%ではないが、媒介中心性が上位 0-5%である研究領域。
データ: Thomson Reuters 社 "Essential Science Indicators"に基づき科学技術政策研究所が集計

(研究領域群の橋渡しとして機能すると考えられる研究領域)

サイエンスマップ 2008 上で緑色の三角で示した(1 研究領域)のは、次数中心性は上位 5-20%、媒介中心性は上位 0-5%の値を持つ注目研究領域である。マップ上の位置をみると、物性研究と素粒子・宇宙論の研究領域群の中間に位置しており、2 つの研究領域群の知識を融合する場として今後研究が進展していくことが考えられる。

参考文献

[1] 阪 彩香, 伊神正貫, 桑原輝隆, NISTEP REPORT No.139 サイエンスマップ 2008, 2010 年 5 月