

Title	ナノテクノロジー関連特許出願のマッピング、引用関係を用いた技術群の同定と知識の流れの計測(メトリクス, 一般講演, 第22回年次学術大会)
Author(s)	伊神, 正貫
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 688-691
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7369
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

ナノテクノロジー関連特許出願のマッピング、 引用関係を用いた技術群の同定と知識の流れの計測

○伊神 正貫(文科省・科学技術政策研)

1. はじめに

米国における国家ナノテクノロジー・イニシアティブの策定を皮切りに、日本を含めた世界の主要国において、ナノテクノロジー及びナノサイエンスに注目が集まり重点化等の施策が実施されている。物質がナノメートルで示す固体とも分子とも異なる特異な性質には、学術研究としての新規性に加えて、幅広い応用の可能性があると考えられ、ナノテクノロジー及びナノサイエンスは大きな社会・経済インパクトを将来的に持ち得る科学技術分野であると期待されている。

ナノテクノロジー及びナノサイエンスが、どのような科学や技術から構成され、それぞれの知識が相互にどのようにかかわりあっているかについて、論文や特許を用いた幾つかの先行研究が行われている。Schummer は、ナノテクノロジー及びナノサイエンスに関係する 8 つの論文誌に掲載されている論文について、共著分析を行った(Schummer, 2004)。その結果、ナノテクノロジー及びナノサイエンスは、既存の科学分野が緩やかに結びついて構成されており、現時点ではそれらが融合するまでには至っていないと結論付けている。また、Meyer は米国特許商標局に登録されたナノテクノロジー特許に対して分析を行った(Meyer, 2006)。特許間の国際特許分類の共出現頻度の分析等の結果から、ナノテクノロジー及びナノサイエンスは相互に関係し、重なりあっている科学や技術の集合と言え、一つの融合した分野では必ずしも無いとした。

これらの先行研究を踏まえ、ナノテクノロジーを構成する技術群を同定し、それぞれの技術群が相互にどのようにかかわりあっているかをより精緻に検証する事を、本研究の目的とする。具体的には、欧州特許庁へ出願されたナノテクノロジー関連特許出願を母集団とし、それらを特許出願間の引用関係を用いてマッピングする。既存の研究では、論文や特許間の類似性を共著関係や国際特許分類の共出現頻度を用いて、間接的に計測している。欧州特許庁のサーチレポート中の引用文献は、最低限の引用で技術的に重要な情報を包含するとの考えに基づき付与されており、特許出願間の直接的な繋がりを示す。従って、ここで得られるマップはナノテクノロジーを構成する技術群間の繋がりを、より精緻に示したものと考えられる。

2. 分析手法

(分析に用いた母集団)

ナノテクノロジー及びナノサイエンスの統一的な定義は今のところ存在しない。本研究では欧州特許庁によるナノテクノロジーの定義に従う。欧州特許庁では、定義に基づき世界の主要な特許機関への特許出願の中で、ナノテクノロジーに関連するものを抽出し、Y01N のタグを付与している(Scheu *et al.*, 2006)。本研究では、欧州特許庁への特許出願で Y01N を付与された 8 568 件(優先権主張日 1978 年から 2003 年)を母集団とし、母集団中の引用関係を用いてナノテクノロジー関連特許出願のマッピングを行った。引用情報は経済協力開発機構によって開発された OECD/EPO patent citations database より抽出した(Webb *et al.*, 2005)。なお、以降の分析結果は、全て最も早い優先権主張日に基づいている。

(マッピング手法)

マッピングは重力モデルにより行った。マップの例を図 1(a)に示す。マップ上の 1 つの点が、1 つの特許出願に対応している。マッピングに際しては、引用によって結び付けられている特許出願間のみ、マップ上の 2 点の距離 r に比例する引力が働くとした。また、すべての特許出願について、特許出願を中心として半径 r_c 内に存在する全ての特許出願から $0.1/r^2$ の斥力が働くとした。斥力の計算負荷は通常 N の二乗で増加する。本研究で

マッピングを行う特許出願の数 N は 1000～10000 程度となり、通常の計算手法では計算負荷が膨大となる。そこで、斥力の高速計算を可能にする為に、大規模分子動力学計算で用いられる粒子登録法を用いた。本手法を用いる事で、計算負荷は粒子数 N に比例して増加する。

技術群の特定の際には、図 1(b)に示すようなマップの粗視化を行った。具体的には図 1(a)に示されているマップを 80×80 のセルに分割し、セルに含まれる特許出願数の密度(セル中に含まれる特許出願数/マップ中の全特許出願数)が $0.1 \times \rho_{\max}$ (ここで ρ_{\max} は、セルに含まれる特許出願数密度の最大値)以上のセルが繋がって出来る領域の中で、領域中に 30 以上の特許出願を含むものを技術群として定義した。マップ中では淡い色のセルほど、特許出願数密度が高い。

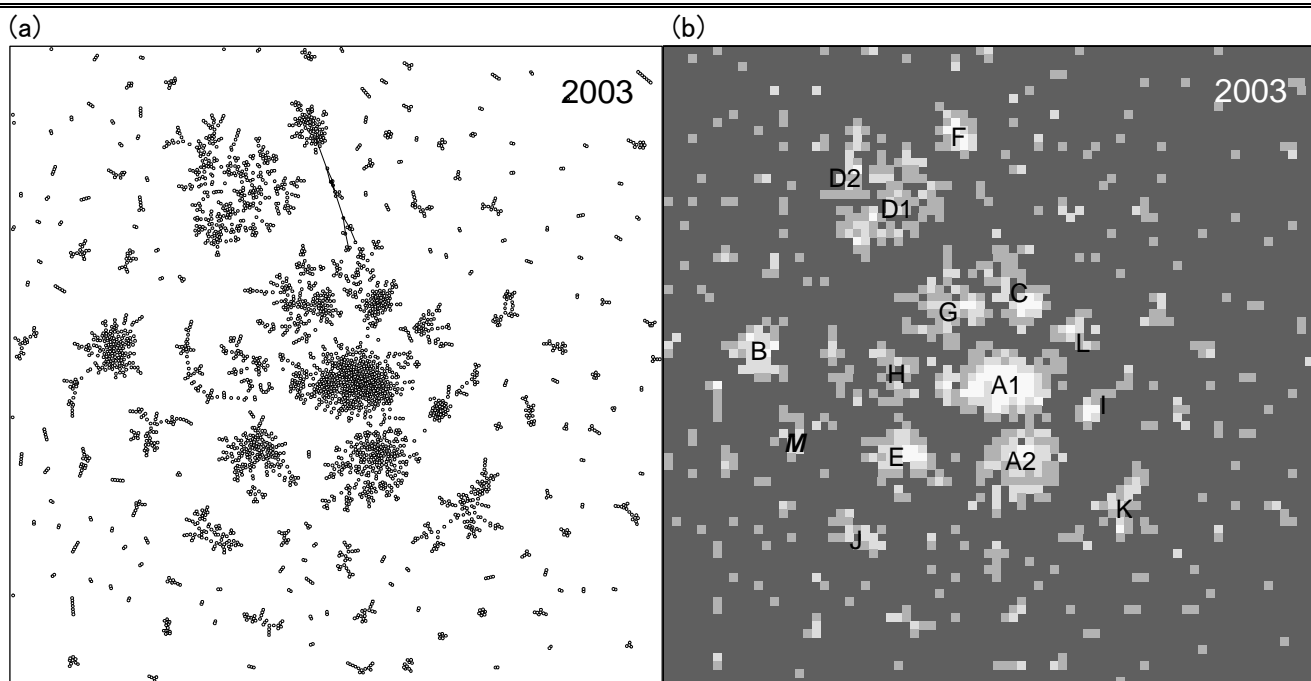
(技術群間の知識の流れの測定)

本研究では、技術群間の知識の流れを、社会ネットワーク分析で用いられる Image matrix によって評価した (Wasserman and Faust, 1994)。Image matrix とは、技術群間や技術群内の仮想的な引用関係であり、その要素は $\lambda_{ij} = L_{ij} / (N_i \times N_j)$ で評価される。ここで、 L_{ij} は技術群 i から j への引用数、 N_{ij} は技術群 $i(j)$ に含まれる特許出願数である。特許文献内では、その特許出願と最も関連する先行技術や発明の背景となる理論や原理に関係する文献に対して引用が行われる事から、知識の流れは引用の向きとは逆となる。

3. マップから見るナノテクノロジーの現状

ナノテクノロジーは幅広い技術群を含む事がマップから改めて確認された。2003 年のマップにおいては、全部で 15 の技術群が見出された。図 1(a)に 2003 年のマップを示す。重力モデルによるマッピングにおいては、多くの特許出願から構成され中心的な役割を担う技術群がマップの中央、少数の特許出願から構成される技術群はその周辺に位置する傾向がある。

図 1 ナノテクノロジー関連特許出願のマップ(a)と粗視化を行ったマップ(b)



(計測・製造に関わる技術群)

技術群 A1 はナノメートルスケールの検出・動作技術から構成される。走査型プローブ顕微鏡が典型的な技術の例である。ナノメートルスケールでの原子、分子の観測や操作を可能にした点で、走査型プローブ顕微鏡はナノテクノロジーの発展において重要な技術である。その重要性は、技術群 A1がマップ上で中央を占めている事からも確認できる。技術群 G はバイオテクノロジーに関わる計測技術であり、DNA 検出技術、Matrix Screening

Methods 等から構成されている。

(ナノ材料に関わる技術群)

カーボンナノチューブの合成や応用についての技術から技術群 A2 は構成される。カーボンナノチューブは、その物性の多様性から、ナノテクノロジーにおいて重要な物質の1つである。技術群 B はシクロデキストリンに関連した技術が大多数を占める。シクロデキストリンは環状構造をとった分子であり、環状中にゲスト分子を導入する事で、ドラッグデリバリー等への応用が進められている。技術群 C は薄膜の合成と応用、技術群 L は半導体ナノ粒子の合成と応用、技術群 M はナノ粒子の顔料としての応用についての技術から構成されている。

(オプトエレクトロニクスに関わる技術群)

半導体レーザに代表される光デバイスに関する技術から、技術群 D1 および D2 は構成されている。技術群 K においては、種々の光結晶の合成やその応用が主題である。

(エレクトロニクスに関わる技術群)

技術群 E、H、I、J はエレクトロニクスの技術群である。技術群 E はスピントロニクス、技術群 H は半導体素子や電子デバイス、技術群 I は電子放出源、技術群 J はナノメートルスケール構造を加工に用いるリソグラフィ技術から構成されている。

(バイオテクノロジーに関わる技術群)

技術群 F はドラッグデリバリーに関連する技術から構成されている。この技術群では特定の病巣を標的として機能するドラッグデリバリー技術の開発が盛んに行われている。

4. 知識の流れ

(科学がナノテクノロジーの発展に及ぼす影響)

科学と技術の繋がりは技術群によって異なる。特許文献において引用されている非特許文献の割合は、科学と技術の繋がりを示す指標の一つとされている。ナノテクノロジー関連特許のマクロ分析から、ナノテクノロジー関連特許出願において引用されている文献の約 25% が非特許文献である事が示されている(Igami and Okazaki, 2007)。欧州特許庁への特許出願全体における平均値は 10% である。高い非特許文献引用比率はナノテクノロジーの発展において、科学が重要な役割を果たしている事を示唆している。

非特許文献への引用の度合を粗視化した結果を図 2(a)に示す。ここでは、淡い色のセルほど、非特許文献への引用が多い。非特許文献への引用は、技術群 F(ドラッグデリバリー)、技術群 H(半導体素子/電子素子)、技術群 D1、D2(光デバイス)において特に多い。

(技術群間の相互作用)

特許文献の引用に基づき計測を行う範囲では、技術群間の知識の流れは非常に限定的である。各技術群は、ほぼ独立に発展しているといっても良いかも知れない。Image matrix による技術群間の知識の流れの分析では、技術群間の非常に疎な繋がりが観測された。図 1(b)中に矢印で示されたのが、Image matrix により得られた知識の流れである。

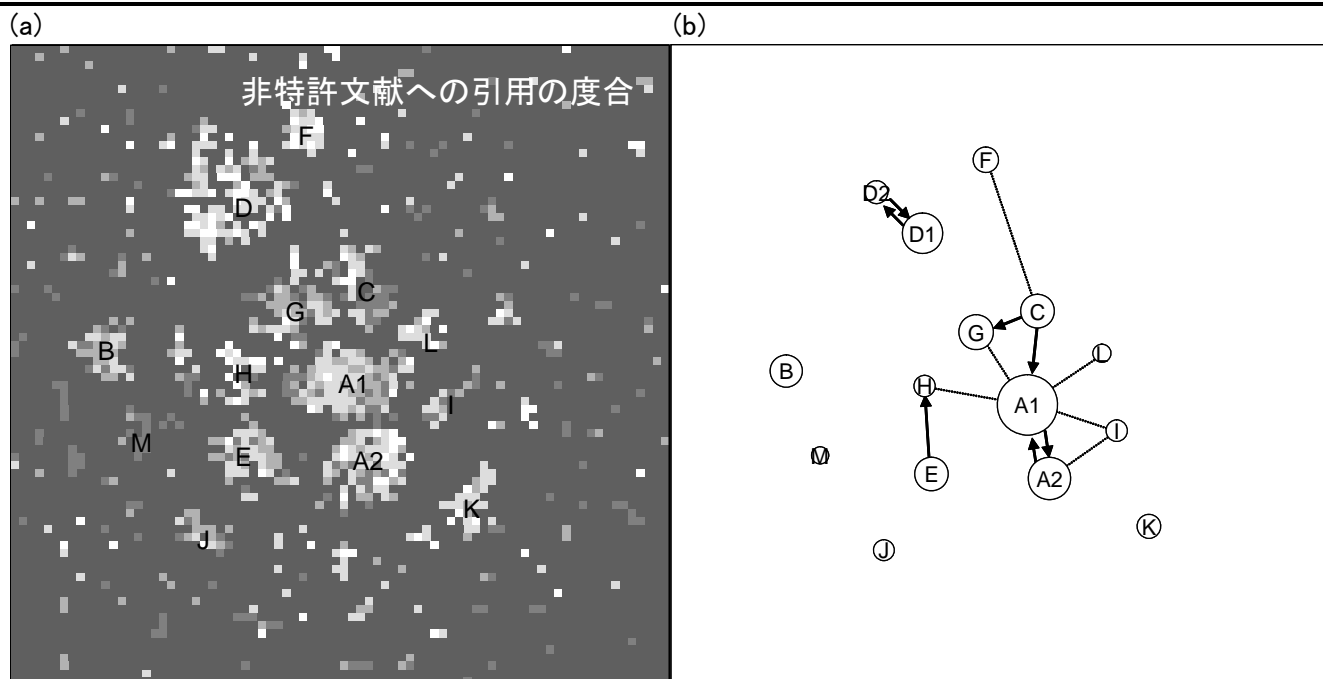
知識のやり取りが相互に行われている技術群は、技術群 A1 と A2 および技術群 D1 と D2 である。技術群 D1 と D2 の間の知識のやり取りについては、双方の技術群とも光デバイスに関する技術から構成されている事を考えると当然のように見える。一方、技術群 A1(ナノスケールの検出・動作技術)と A2(カーボンナノチューブの合成と応用)の間の知識の流れは自明ではない。詳細な分析により技術群 A1 と A2 は、カーボンナノチューブのナノスケールの検出・動作技術への応用の特許請求項とする特許出願によって、結ばれている事が分かった。

技術群間は直接の引用関係に加えて、間接的に結ばれている場合もある。技術群 C と技術群 F 間の関係が一例として挙げられる。この2つの技術群は、図 1(a)に実線で示したように、橋渡しとなる幾つかの特許出願を介して間接的に結ばれている。このような間接的な相互作用を、図 1(b)中に点線で示す。

技術群 A1(ナノスケールの検出・動作技術)への多数の直接又は間接的な繋がりは、ナノテクノロジーの発展

においてナノスケールの検出・動作技術が重要である事を、改めて示した結果といえる。

図 2 非特許文献への引用の度合(a)と技術群間の知識の流れの模式図(b)



5. まとめ

本研究では欧州特許庁へのナノテクノロジー関連特許出願を母集団とし、特許文献中の引用情報をもとにナノテクノロジー関連特許出願のマッピングを行った。最低限の引用で技術的に重要な情報を包含するとの欧州特許庁における引用の考えを踏まえると、ここで得られたマップは欧州特許庁の個々の審査官が持つナノテクノロジーに関する知識を総合し可視化したものと考えられる。

マッピングの結果から、ナノテクノロジーは計測・製造、ナノ材料、オプトエレクトロニクス、エレクトロニクス、バイオテクノロジーと言った幅広い技術を含む事が、改めて確認された。

特許文献間の引用関係で見える範囲では、ナノテクノロジーを構成する技術群間の繋がりは非常に弱く、それぞれの技術群が独立に発展していると言える。これは Schummer や Meyer の先行研究の結果と一致した結果である。唯一の例外はナノスケールの検出・動作技術であり、この技術群への直接又は間接的な繋がりは、ナノテクノロジーの発展においてナノスケールの検出・動作技術が重要である事を示した結果といえる。

(参考文献)

- Igami, M. and Okazaki, T. (2007), "Capturing nanotechnology's current state of development via analysis of patents", OECD STI Working Paper 2007/4.
- Meyer, M. (2006a), What do we know about innovation in nanotechnology? Some propositions about an emerging field between hype and path-dependency, paper presented at SPRU 40th Anniversary Conference – The Future of Science, Technology and Innovation Policy, SPRU, Brighton, East Sussex, United Kingdom. Available at <http://www.sussex.ac.uk/units/spru/events/ocs/viewabstract.php?id=76>
- Scheu, M., Veefkind, V., Verbandt, Y., Molina Galan, E., Absalom, R. and Förster, W. (2006), Mapping nanotechnology patents: The EPO approach, World Patent Information, 28 : 204-211.
- Schummer, J. (2004), Multidisciplinarity, Interdisciplinarity and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology, Scientometrics, 59 : 425-465.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994), Social network analysis: Methods and applications, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Webb, C., Dermis, H., Harhoff, D., and Hoisl, K. (2005), Analysing European and International Patent Citations: A Set of EPO Patent Database Building Blocks, OECD STI Working Paper 2005/9.