

Title	イノベーションの学術俯瞰マップ(<ホットイシュー>イノベーション政策と政策研究(3),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	橋本, 正洋; 坂田, 一郎; 梶川, 裕矢; 武田, 善行; 松島, 克守
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 302-305
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7270
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

イノベーションの学術俯瞰マップ

○ 橋本正洋（NEDO 新エネルギー・産業技術総合開発機構）、
坂田一郎・梶川裕矢・武田善行・松島克守（東京大学工学研究科総合研究機構）

1. 要旨

イノベーションという概念は、経済学、経営学等という学問分野だけでなく、経済政策の運営にとっても、近年とみに重要性を増し、学術と政策との連関が深まっているが、他方で、学術の世界におけるイノベーションに関する議論については、これまで、どういう視点で何が議論されてきたのか、今後の研究の重点課題は何かということについて、必ずしも明確になっていない。

筆者らは、学術論文の引用分析という手法により、イノベーションに対する学術研究の俯瞰を試みた。

具体的には、論文のタイトルやアブストラクトといった書誌事項に「イノベーション」という用語を含むものを抽出した。4 万件近い学術論文が該当した。次に、それらの間の引用分析を行った。これら論文群によって構成される引用ネットワーク中、最大連結成分に含まれる論文について、Newman 法を用いてクラスタリングをし、主要なクラスターの特性の一部を明らかにした上で、可視化（俯瞰マップの作成）を行った。更に、各クラスターの平均年齢の特定も行った。

主要なクラスターには、イノベーション創成の環境、技術経営、組織のイノベーションなどの横断的テーマのほか、ヘルスケア、環境問題、サービス、農業などの分野別テーマがみられる。また、時系列的にみると、イノベーション研究そのものは 70 年代以前から行われてきたが、90 年代初頭から活発となり、論文数は急速に増加している。その傾向は、最近一段と顕著になっている。分野別には、技術経営は、特に成長が著しい。また、大学とイノベーションとの関係に関する論議も、90 年代初頭から活発化していることが判明した。

このように、学術論文の引用分析という手法を用いることで、イノベーションに関する研究動向を客観的に捉えることが可能となった。

2. これまでのイノベーション研究と研究を俯瞰する新たな手法の必要性

イノベーションは、シュンペーター（Schumpeter, J.A）が経済学上の重要な概念として提唱して以来、様々な分野に於いて研究が進められてきたが、特に科学技術によるイノベーションとの概念に関する研究は近年、急展開をしている。研究の歴史的な流れについては、例えば、産学連携とイノベーションとの関係を中心に馬場、後藤ら（2007）がまとめている。これによれば、1980 年代に、半導体産業等のマイクロエレクトロニクス分野の進展を受け、科学がどのようにイノベーションをもたらし、産業にインパクトを与え、経済構造を高度化するか、について分析が進められた。80 年代末からは、学界、産業界、政府が協働、連携して国レベルの競争力を高めていくナショナルイノベーションシステムという概念が提唱され（Freeman, 1987）各国各産業のイノベーションの起源、性格、方向性を国毎のイノベーションシステムの観点から検討する研究が盛んとなった。さらに 90 年代に入ると、産業化が本格化したバイオテクノロジーを対象に、大学と企業、ベンチャー・キャピタルと公的支援の役割を包括的に分析する研究が出現し（Powell ほか（1996）など）、さらに様々な科学技術分野への幅広いアプローチが展開されているとしている。

こうした考察は、緻密かつ詳細な文献分析により行われており、研究者に一定の視座を提供するものである。一方で、イノベーションに関する知的蓄積は幾何級数的に増大して、2004 年以降、論文数は年間 3,000 件を超えており、個々の論文を丁寧に吟味することで研究の動向をつかむという手法は、限界に直面していると考えざるをえない。

上述のように、イノベーションの経済社会的な重要性が増す中で、急激に増大するイノベーション研究を俯瞰的に捉えることは喫緊の課題といえる。既存の研究手法の限界を乗り越え、サイズの大きな研究分野を俯瞰する試みとして、筆者らはコンピュータによる引用分析をツールとし、論文の引用関係ネットワークを作成することとした。

3. データと分析方法

論文の引用情報は Garfield(1955)らによって創始され、現在では大量の論文情報からホットトピック

や重要論文を抽出するための有益なツールとなっている(Börner et al., 2003)。筆者らは、innovation という言葉をそのタイトル、キーワード、アブストラクトに含む論文をデータベース (Science Citation Index(SCI) 及び Social Science Citation Index (SSCI)) から抽出した。1969 年以降、累計で約 38,200 件の論文が抽出された。次にこれらのデータについて、論文の一つ一つをノードとし引用関係をリンクとするネットワークを構築し、最大連結成分を取得した。更にこれらについて Newman 法(Newman,2004)を用いてクラスタリングした結果のうち、ノードの数の上位 17 個のクラスターについて、論文タイトル、キーワード、アブストラクトから特性を判定し、名称を付した上で可視化を行った。ネットワークの可視化アルゴリズムには Large Graph Layout (Adai et al., 2004)を用いた。以上の分析手順を図 1 に示す。

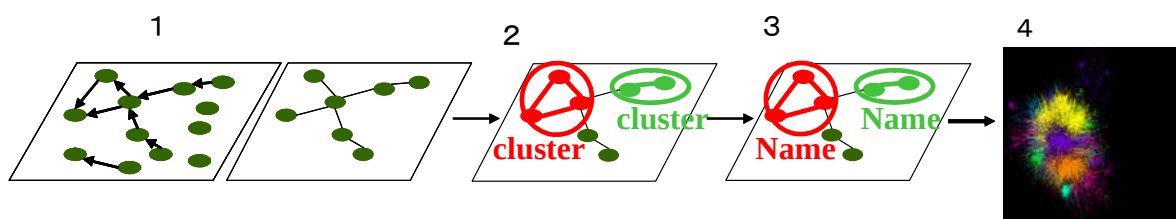


図 1: 分析手順, 1.ネットワークの作成→2.クラスタリング→3.クラスターの特徴分析→4.可視化

4. 分析結果と考察

イノベーション研究の引用関係ネットワークは、全部で 120 のクラスターに分類でき、各クラスターにおけるノード数は最大 2,848 から最小 2 まで分散する。(図 2) それぞれのクラスターのノード数、すなわち論文数は、最大のクラスター (#0、2,848) から段階的に減少し、#16 では 100 件以下 (89 論文) となっている。#120 までのクラスターを構成する論文は 10,887 件あるが、#16 までの 17 クラスターで 9 割以上を占めている。これにより、上位 17 個のクラスターを分析すれば、イノベーション研究の領域を俯瞰する上で充分であると考えた。

最大のクラスター (#0、ノード数 2,848) はイノベーション創成の環境と名称設定した。ここでは、イノベーション創成に関わる地域政策、特許戦略、公的研究とイノベーションの関係などを議論する論文がクラスターを構成している。また、最大であるにもかかわらず、論文の平均年齢は 5.28 歳 (平均出版年 1999.7。2005 年を 0 歳とする。) とトップ 17 クラスターの中でも 3 番目に若い年齢になっている。

2 番目のクラスター (#1、ノード数 2,410) は技術経営と名称設定した。ここでは、知識マネジメント、技術と産業、技術開発戦略などの研究論文がクラスタリングしている。野中郁次郎の知識創造企業の論文もこのクラスターの主要論文の一つである。

このクラスターの特徴のもう一つは、平均年齢が全クラスター中 2 番目に若い 4.85 歳と極めて若いことである。クラスター中の相当数の論文が 2000 年以降に発表されたことを意味する。

3 番目のクラスター (#2、ノード数 2,264) は組織のイノベーションと名称設定した。ここでは、組織の中のイノベーション創成のメカニズム、組織と個の関係、イノベーション創成のための組織構造の研究が行われている。こうした研究はイノベーション関連の中でも比較的歴史があり、平均年齢も 7.94 歳となっている。

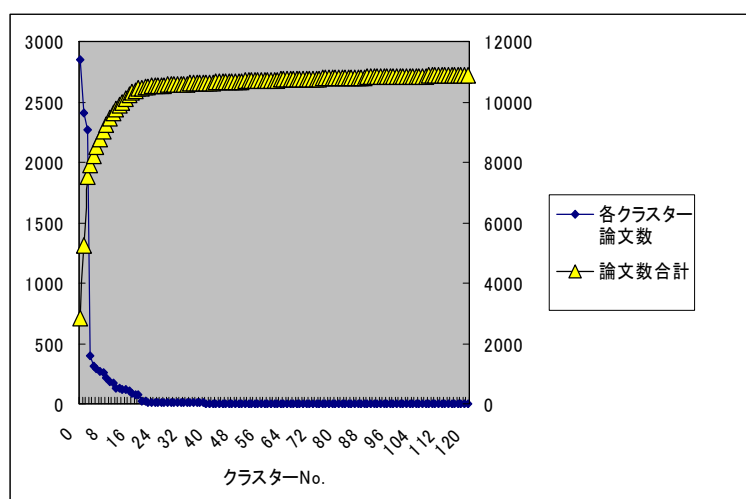


図 2 クラスター論文数の分布と総計

上位 3 のクラスターは、このように 2,000 以上のノードを有し、4 位以下 (#3 のノード数は 400 以下) と比較して、重要度がかなり高いといえるクラスターであることから、さらに階層構造の分析を行い、サブ構造の特定も試みた。

#0 のクラスターは、#0.0 地域のイノベーション、#0.1 特許とイノベーション、#0.2 公的研究とイノベーションに分かれている。#1 は、#1.0 技術と産業、#1.1 は知識マネジメント、#2 は#2.0 組織のイノ

バージョンが支配的であった。

4位以下については、#3はヘルスケア・医療、#4は環境問題、#5はサービス、#6はナショナルシステム、#7は知識等の普及（diffusion）、#8は農業、#9は時系列分析、#10はKirtonらの提唱するAdaption-Innovation理論、#11は医薬品、#12は戦略（注：チェスブローのオープンイノベーションはこれに属する）、#13は建設、#14は労働、#15は米国の各州の政策、#16は金融である。横断的な課題を扱ったクラスターと分野別の課題を扱ったクラスターが混在する。分野別では、医療と環境が2大研究分野となっている。

図3は、各クラスターの関係を可視化したものである。また、クラスター全体を俯瞰したマップが図4である。我々はこれらの図をイノベーション研究の俯瞰マップとして活用できる。マップ上における位置関係から以下のような考察が可能である。例えば、クラスター#1「技術経営」と重なり合って、クラスター#5「サービス」、クラスター#8「農業」、クラスター#13「建設」といった分野別クラスターが存在する。クラスター#12「戦略」はクラスター#1「技術経営」と#2「組織」にまたがっている。最も若いクラスター#11「製薬」はクラスター#2と一部重なっているものの、その外側で成長しているように見える。「製薬」クラスターとクラスター#3「ヘルスケア」は遠く離れている。これは、#3は医療や医療教育が中心テーマであるのに対し、#11は製薬産業のビジネスモデルを扱ったテーマで成り立っていることが要因であろうと思われる。クラスター#9「時系列分析」、クラスター#10「Adaption-Innovation理論」といった、イノベーションにかかる分析手法を扱ったクラスターは、主要な3クラスターと離れたところに位置している。総じて、内容面で関係の深いテーマを扱っているクラスターは近傍に存在し、相互に引用関係が発達しているといえるだろう。一方で、製薬とヘルスケアのように本来、近い位置にあることが予想されるにもかかわらず距離がある分野も存在する。研究内容だけでなく、学問間の壁の存在等も位置づけに影響をしているといえる。

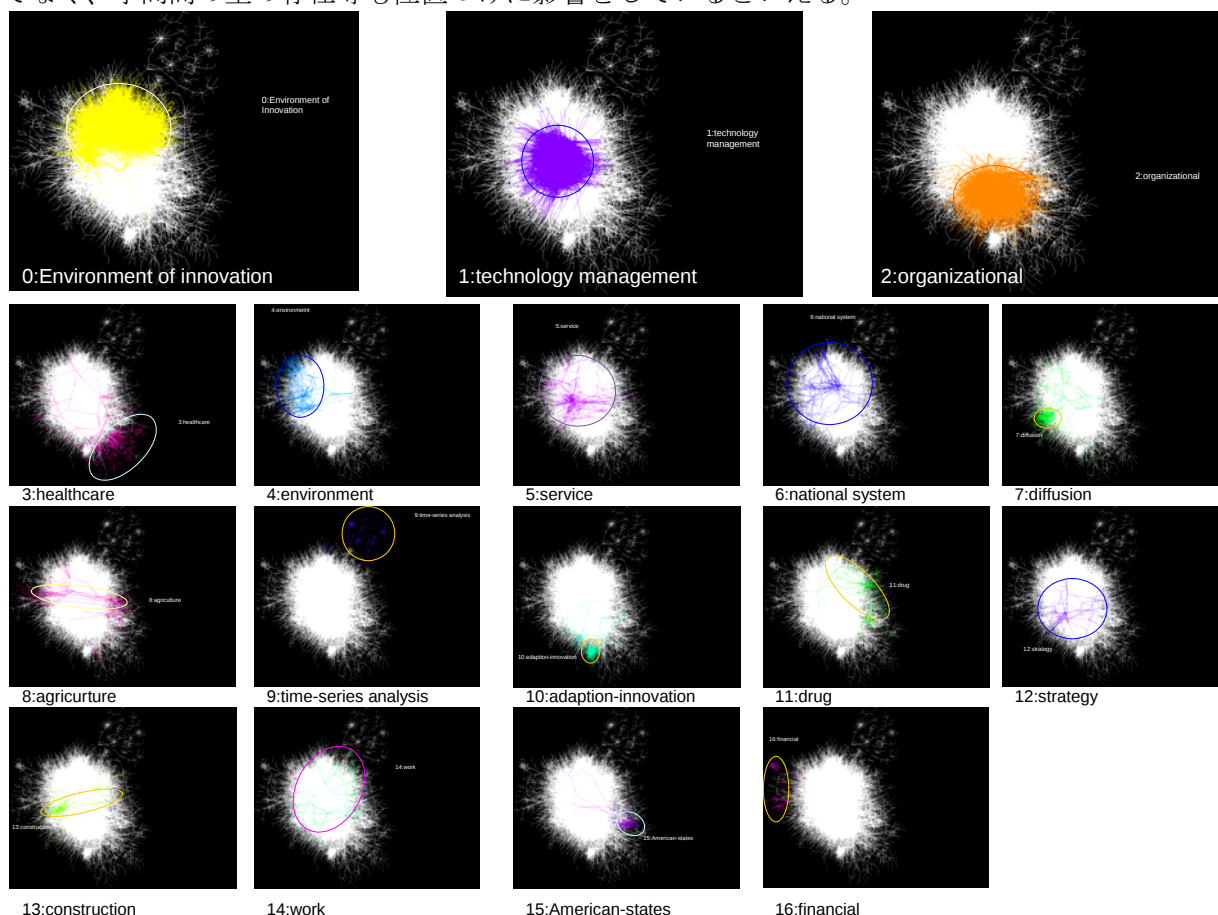


図3 各クラスター別マップ

5. 結論と政策提言

引用分析の手法を用いることにより、イノベーションに関する膨大な学術研究を客観的に俯瞰することが可能であることを明らかにした。ただ、俯瞰マップの解釈の仕方等については、未成熟な部分が残

る。今後、多数の分野の分析を行うことにより、手法の精緻化を図っていくことが必要であろう。

学術研究との関係が深い政策現場に対しては、個々の政策の検討を行う前に、本手法を用いた学術俯瞰を実施し、学術議論の蓄積、引用の中心となっている論文、研究の第一線が向いている方向性等を把握することを提案したい。本研究で取り上げたイノベーション分野は、学術研究と政策が相互に影響を与え合っている代表例である。これによって、政策の検討過程を効率化するとともに、世界の潮流を見間違ふといったリスクを軽減できる。具体的な例では、技術戦略マップの策定過程で、本手法を用いれば、学術分野の潮流について、産学官の識者が議論する基盤となる基本認識を客観化しうる。メンバー間で共通認識を得るまでの時間を短縮することが可能となるとともに、集まった識者の分野特性や国籍に依拠することなく、学術議論の潮流を正確に特定することが出来よう。先端分野における産業界の技術戦略は、学術分野の研究の流れと一定のインターバルを置いて進んでいる。学術の流れを読めれば、世界企業の技術戦略の大局もみえてくる。

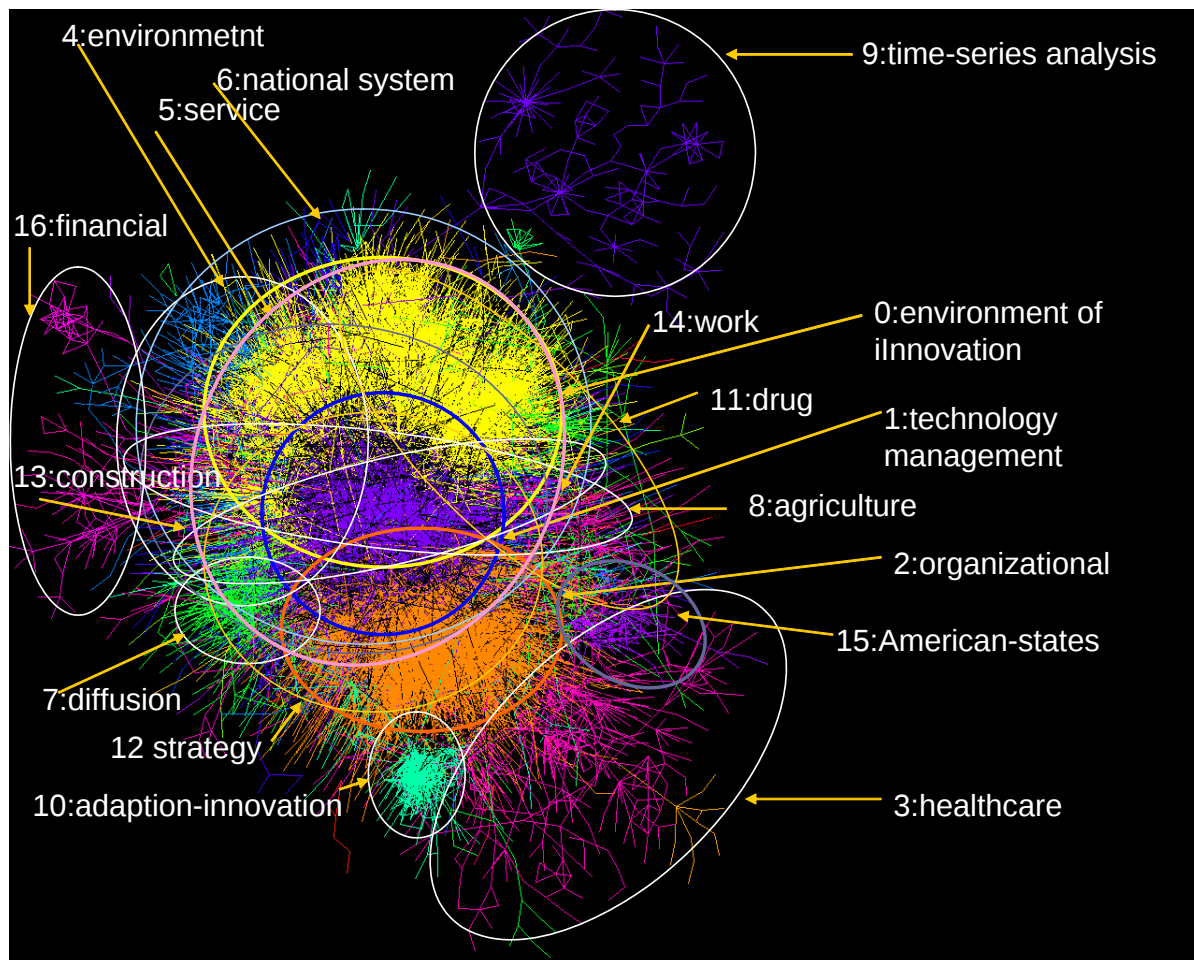


図4 イノベーションの学術俯瞰マップ

(参考文献)

- Adai AT, Date SV, Wieland S, Marcotte EM (2004) LGL: Creating a map of protein function with an algorithm for visualizing very large biological networks. J Mol Biol 340:179–190
- Freeman (1987):Technology policy and economic Performance:Lessons from Japan,London:Pinter
- Börner K, Chen C, Boyack KW (2003) Visualizing knowledge domains. Annu Rev Info Sci Technol 37:179–255
- Garfield, E. (1955) Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas, Science 122 108.
- Newman MEJ(2004) Fast Algorithm for detecting community structure in networks. Phys Rev E69:066133
- 馬場靖憲・後藤晃編(2007),「産学連携の実証研究」,東京大学出版会