

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26380560

研究課題名(和文)サイエンス型産業における多様性のマネジメント：知識と組織の相互作用

研究課題名(英文)Management of Diversity in Science-based Industry: Knowledge and Society

研究代表者

七丈 直弘 (SHICHIJO, Naohiro)

東京工科大学・コンピュータサイエンス学部・教授

研究者番号：30323489

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：イノベーションの加速に向けグローバルな規模で研究開発競争が生じている現在、組織の境界を跨いだ知の共創ともいべきコラボレーションの積極的活用が重要になっている。だが、同時に情報通信インフラの整備により、知識伝搬も高速化しており、研究開発能力における比較優位を得るには、知識発展の方向性を踏まえた研究アジェンダ作り、連携戦略が求められるようになってきている。本研究では、知識発展のメカニズムをそれを担う科学コミュニティの構造、対象となる知識の構造の両側面から解析を行い、その相互の関係性について検討を行った。その結果、知識発展のプロセスと、科学コミュニティの構造との関係について知見が得られた。

研究成果の概要(英文)：As research and development competition is occurring on a global scale to accelerate innovation, proactive research collaboration, or co-creation of knowledge across the boundary of organizations is becoming important. However, at the same time, with the development of the IT infrastructure related to Science, the speed of knowledge diffusion is also accelerating, and in order to obtain a comparative advantage in the R & D capability, it is becoming necessary to create research agenda and cooperation strategy based on the direction of knowledge development. In this research, we analyzed the mechanism of knowledge development from both aspects of the structure of the scientific community that is responsible for it and the structure of the target knowledge, and examined the mutual relationship.

研究分野：技術経営

キーワード：技術経営 イノベーション 科学社会学 計量書誌学 科学技術政策 未来洞察

1. 研究開始当初の背景

現代の科学は社会の発展に伴う環境の変化によって引き起こされた多くの問題（地球温暖化問題、エネルギー問題、水資源問題等）や、科学研究の発展により人類が自ら引き起こした多くの問題（環境汚染問題等）に直面している。これらの問題の多くは、単独の学術分野から得られた知のみでは解決できず、解決には複数の学術分野の統合である「学際研究」(Interdisciplinary Research) が不可欠と考えられている。

また、経済活動におけるグローバル化の進展は、組織における研究開発マネジメントに対して大きな影響を与えている。新興国における研究開発の進展は「加速するイノベーション」(レイ・カーツワイル)という言葉に代表されるように、イノベーションのスピードを以前にも増して増加させた。世界規模で行われるイノベーションの競争に遅れまいと、組織はこれまでと異なる知の創造モードに突入している。従来は、組織の内部で行われる研究開発による研究開発能力の向上(Learning by Doing)と、自ら行う研究開発によって培われる組織の吸収能力(Cohen & Levinthal, 1990)を併用していたが、最近では組織の境界を跨いだ知の共創ともいえるべきコラボレーションの積極的活用が進展してきた。ここでも如何にして多様性と生産性というトレードオフの関係をマネジメントしていくかが焦点となっている。

学際研究の重要性は 1970 年代から認識され、日本においても 1980 年代から具体的な取組が開始され、現在に至るまで多くの学際研究の取り組みが行われてきた。しかし、学術分野を跨いだ基本概念の互換性の欠如、分野間の人材移動の困難性、実務コストの問題、科学と社会の接点を担う人材の不足、評価手法の不在(日本学術会議提言「社会のための学術としての『知の統合』」2011年)が課題として指摘されており、その解決にはさらなる

研究が求められる。

2. 研究の目的

このような問題意識の下、学際研究の評価方法論が検討され始めている。ジョージア工科大学の Alan Porter、アムステルダム大学の Loet Leydedorff、サセックス大学の Ismael Rafols らは計量書誌学的手法を拡張し、研究チームが論文を公刊したジャーナルの分布を比較することで多様性を評価する手法を提案している。また、サセックス大学のチーム(Andrew Stirling)は同評価手法を持ちいて英国のビジネススクール間の業績を比較した(Rafols, Leydesdorff, O' Hare, Nightingale, & Stirling, 2012)。また、企業の研究戦略の多様性については Katila and Ahuja (2002a)が企業の研究活動の深さと広がりやを定量的に把握する試みを行い、Fleming (2001)では知識の特性を考慮しながら、特許分析から企業の研究開発活動によって生まれる知識の新規性を評価する手法を開発している。

しかし、サイエンス型産業に代表される研究開発の最前線においては、大学と企業が互いに連携・競争を行いながら知のフロンティアを拡大しているのであり、大学と企業という全く異なるインセンティブメカニズムを考慮に入れ、相互の依存関係・協力関係についても洞察を行っていく必要があるだろう。

そこで本研究では社会における知識発展の主要な原動力として、組織におけるケイバビリティ拡大のダイナミクスと、科学コミュニティにおける競争・共同関係によって生じる知識創発のダイナミクスを捉え、その各々の発展要因について理解したのち、両者がどのように互いに影響しあいながら変化していくかについて考察することとした。

3. 研究の方法

分析単位を科学者(個人あるいはチーム)とした際の知識創発ダイナミクスと、分析単

位を学術分野（科学の特定分野、あるいはより細かな研究小領域）とした際の知識創発ダイナミクスを導出し、それらの相互の関係について分析を試みる。また、イノベーションの創発を加速するための制度的要因について考察をする。

4. 研究成果

(1) データの取得

本研究を開始するにあたり、注目すべき研究テーマ（ライフイノベーション領域、先端マテリアルサイエンス領域、ロボティクス領域など）を特定し、文献調査を行った。また、各々の分野について研究開発を先導する研究者を特定し、ヒアリングを試みた。また、ヒアリングの結果と文献調査の結果を統合し、各種データベース（特許データベース、論文データベース）から対象領域を抽出するための手法（クエリや、エラーの除外方法）を考え、研究開発データ（特許および論文）の収集を行った。

特許データに関しては、世界の特許情報については欧州特許庁(EPO)が編纂を行っている PATSTAT を使い、特に日本の特許データについては J-Dream III を基に分析対象データの取得を行った。特許データにおいて大学研究者は単なる個人名のみで記載されているケースが多いことから、J-Global（研究者デ

ータベース）や Google Scholar などの情報を利用して名寄せ・突合を行った。

論文データに関しては、Web of Science を用いて研究領域の特定を行った後、書誌データ分析機能を用いてデータ生成を行った。

(2) 科学知識生成プロセスの把握

対象となる研究テーマごとに、そのテーマに含まれる論文(3~6 万件程度)を対象として各種計量書誌学的手法を適用することでクラスタリングを行った。論文間の近接性の指標として、個々の論文が持つ引用文献の類似度を元にした書誌結合分析、対象となる論文を引用する文献の類似度を元にした共引用分析、論文に含まれるキーワードの類似性を元にしたキーワード共起分析等を適用した。科学分野はその特性により、共著パターンや引用パターンが大きく異なる（不均一）。そのため、この不均一性を考慮した評価を行うため、分野間の結合性を JCR（ジャーナル間の引用数を記載したデータベース）を基に計算し、その指標と分析の対象となるテーマにおける状況との比較を行った。特許に関しても、IPC コードの共起関係、共引用関係などを基に個別の特許間の関係性の抽出を行った。

上述の方法によって得られた文献（特許および論文）間の関係性によって構成されるネ

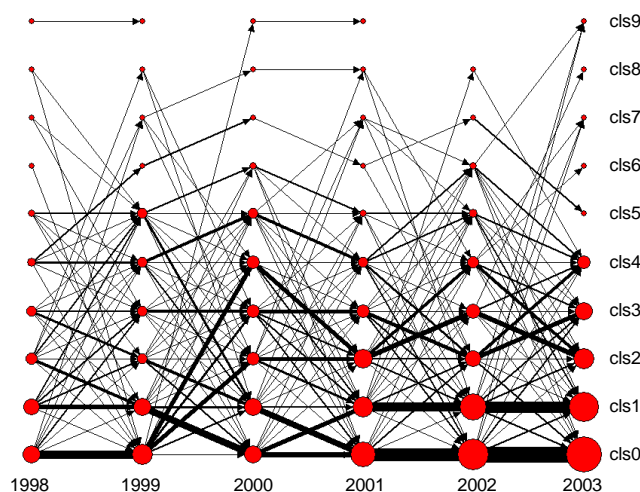


Figure 1 光触媒分野の知識発展(1998~2003)図中の赤い円は個々の研究小領域を示しており、時間発展により融合・派生を繰り返していることがわかる。

ネットワークを各種のグラフクラスタリングアルゴリズムを用いて領域分割を行い、領域（複数の領域によって1つのテーマが形成されると考える）を抽出した。その上で、時間の経過とともに生ずるクラスターの構造・クラスター間の関係の変化を定量的に把握した。(Figure 1)

(3) 連携と科学知識生成との関連の把握

前のステップで作成された、科学知識の時系列発展に関する知見を基に、組織（大学研究室、公的機関、企業）がどのようにそのプロセスに関与するかを解明した。

具体的には組織が産み出す知識を領域ごとに振り分け、組織間連携により組織の知識ポートフォリオがどのように変化するか、連携に関与する研究者が有する知識ポートフォリオが組織の知識ポートフォリオにどのように変化を与えるか等に関して定量的に分析を進めた。

(4) 社会課題解決に向けた知の統合マネジメント手法の開発

ステップ(2)と(3)によって得られた知見を基に、組織における研究開発と研究テーマの成長との間の関係性について理論化を行い、組織と知識特性を考慮した知識の成長モデルを作成した。このモデルを基にシミュレーションを行い、組織が取りうる研究開発戦略（探索型重視、深化型重視、組織間連携重視、組織内連携重視）による科学知識の成長と組織の知識獲得に関して知見を得た。

得られた成果は研究開発マネジメント、科学技術政策立案に対して適用するため、論文や口頭発表の形で対外的に発表をし、社会還元を目指した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

1. 赤池 伸一・横尾 淑子・七丈 直弘「新たな予測活動の展開に向けて - 科学技術予測の歴史とホライズン・スキャン

グの導入 - 」STI Horizon, 文部科学省科学技術・学術政策研究所, 2(3), p. 22-26,

<http://doi.org/10.15108/stih.00037>

(2016) (査読あり)

2. 七丈 直弘「新たな予測活動の展開に向けて - IARPA FUSE プログラムにみるホライズン・スキャンの手法 - 」STI Horizon, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, pp. 2(4),19-22, <http://doi.org/10.15108/stih.00056> (2016) (査読あり)
3. 鷲田 祐一・七丈 直弘「モザイク型 AI 普及社会への『備え』の必要性」マーケティングジャーナル, 日本マーケティング学会, 37(1), pp.42-59 https://www.j-mac.or.jp/mj/download.php?file_id=521 (2017) (査読あり)
4. 七丈 直弘「ドイツ連邦政府における予測活動 “ Social Changes 2030 ” にみられる社会トレンドと社会課題」STI Horizon, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, 3(4),pp.17-22, <http://doi.org/10.15108/stih.00103> (2017) (査読あり)
5. Naohiro Shichijo, Silvia Sedita, Yasunori Baba, “ How does the entrepreneurial orientation of scientists affect their scientific performance? Evidence from the Quadrant Model ”, Technology Analysis & Strategic Management 27(9), pp.999-1013 (2015)(査読あり)

[学会発表](計 8件)

1. 七丈 直弘・鷲田 祐一「アジア大洋州における未来洞察の政策・戦略立案における活用状況」研究・イノベーション学会第32回年次大会(2017)
2. 松尾 淳・高野 飛鳥・堀添 浩司・後藤 征司・七丈 直弘「三菱重工における戦略策定に向けた社会の未来洞察の取り組み」研究・イノベーション学会第32回年次大会 (2017)
3. 馬場 靖憲・西岡 潔・柴田 友厚・七丈 直弘「日本企業の研究開発体制再考：東大先端研サーベイ」研究・技術計画学会第32回年次学術大会 2017年10月28日
4. 馬場 靖憲・西岡 潔・柴田 友厚・七丈 直弘「顧客満足に向けたリーンなコーポレート研究：日本企業の潜在力評価」研究・技術計画学会第31回年次学術大会 2016年11月5日
5. 蒲生 秀典・小柴 等・七丈 直弘「未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム：第10回科学技術予測調査・国際的視点からのシナリオプランニング」研究・技術計画学会第30回年次学術大会 2015年10月10

- 日
6. 馬場 靖憲・柴田 友厚・七丈 直弘・西山 浩平・マヨラン ラジエンドラ「顧客満足に向けたリーンな新製品開発：日本企業の潜在力評価」研究・技術計画学会第30回年次学術大会 2015年10月10日
 7. 七丈 直弘・村田 純一・野村 稔「第10回科学技術予測調査：ICT分野の成長の方向に関して」研究・技術計画学会第29回年次学術大会 2014年10月18日
 8. 小笠原 敦・横尾 淑子・七丈 直弘「第10回科学技術予測調査」研究・技術計画学会第29回年次学術大会 2014年10月18日

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.shichijo-lab.org/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

七丈 直弘 (SHICHIJO, Naohiro)

東京工科大学・コンピュータサイエンス学部・教授

研究者番号：30323489

(2)研究分担者

馬場 靖憲 (BABA, Yasunori)

東京大学・先端科学技術研究センター・教授

研究者番号：80238229