

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22330124

研究課題名(和文) 科学知識創造組織における共鳴メカニズムの比較分析

研究課題名(英文) The comparative analysis of the resonance mechanism in the science knowledge creation of organization

研究代表者

辻本 将晴 (Tsujimoto, Masaharu)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・准教授

研究者番号：60376499

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,300,000円、(間接経費) 3,390,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、企業組織の科学知識創造における研究者間の「共鳴メカニズム」に焦点をあてた比較分析を行った。「共鳴メカニズム」とは、組織に所属する研究者と組織内外の研究者との相互作用のあり方を意味している。トヨタ自動車とパナソニックの共同研究、大手食品会社A社、豊田中央研究所、IBM Researchの各研究組織の人的ネットワークの定量的分析を通じて、将来の事業の柱を構築するようなクリエイティブな研究グループの生成プロセスにおいて、媒介となる個人あるいはグループの存在が明らかになった。これらの個人あるいはグループは、幅広い専門性や統計や数理といった基盤を担う知識を保有しているという傾向がみられた。

研究成果の概要(英文)：This research aimed the comparative analysis of the resonance mechanism in the science knowledge creation of organization. The resonance mechanism can be defined as the interaction between the researchers beyond the organizational boundary. Based on the analysis of the researchers' human network of Toyota and Panasonic, Company A (Food industry), Toyota Central Research and IBM Research, we founded the mediators in the building process of creative research group which have constructed the new business field. The mediators have the wide range and fundamental knowledge which is included in the statistical and mathematical area.

研究分野：経営学

科研費の分科・細目：経営学

キーワード：共鳴メカニズム 科学知識創造 組織的知識創造 人的ネットワーク 創造性

### 1. 研究開始当初の背景

研究組織に属する個人の伝記的記述は数多い。しかし、組織マネジメント、研究者個人の行動や意識、産業との相互作用、研究成果の波及といった観点からの分析は必ずしも多くない。それらの中で、本研究に関連性が強い先行研究をとりあげ、本研究との関係性をまとめる。

最も関連性が強いと思われる研究は Buderl (2000) である。Buderl は多くの研究所の事例を取り上げて詳細に記述し、分析を行っている。その中で、ベル研や IBM 基礎研の研究組織、財務体制、インセンティブなどを記述している。しかし記述の多くは通信・コンピューティングの分野に関するものであり、その内容は近年のトヨタ、Intel、Google などの研究組織を対象とした分析によってアップデートされるべきであろう。また、我々が対象に含んでいる物理・化学の基礎研究分野は記述されていない。

次に関連性が強いと思われるのは Gehani (2003) である。Gehani は自身がベル研に研究者として 23 年間勤務した経験をもって、この経験を基にベル研が AT&T 分割を経て実用化志向へと変化していった流れに焦点を当てて分析を行っている。しかし通信分野を対象としており、一部重複するものの概ね異なっている。

また、青木 (2000,2001a,2001b) の研究も関連性がある。青木は 1984 年から 1996 年のベル研を対象に、その組織形態の変容と研究成果の性質の変化をまとめ、分析している。青木はベル研で 1990 年代に実施された改革によって AT&T のニーズにあった開発が行われる体制になったことを指摘し、評価している。我々は原則としてベル研については 1990 年代に Penzias (当時の Vice President) が中心になって実施した改革の影響が出る 1995 年以前を対象とし、組織形態や研究成果だけではなく個人の行動や意識にも着目して分析しようとしている。その理由は、ベル研については最も活性化されていたと考えられる時期を対象に分析しようとしているからである。

IBM 基礎については Buderl も取り上げているが近年の変化やマネジメントについては断片的な記述しか存在していない。

Intel については多くの記述的な研究がある ( Moore,1997;Burgelman,2001;Gawer and Cusumano,2002;)。しかし IAL (Intel Architecture laboratory) の記述は多くあるもののインテル世界 12 か所の Intel Lab で行っている研究活動や他の組織内、あるいは組織と組んで行っている研究活動について研究者個人間の相互作用に焦点をあてた研究はない。

### 2. 研究の目的

本研究は、企業組織の科学知識創造における研究者間の「共鳴メカニズム」に焦点をあ

てた比較分析を行う。

ここでの「共鳴メカニズム」とは、組織に所属する研究者と組織内外の研究者との相互作用のあり方を意味しており、具体的には次の 3 つの要素から構成される。第一に研究チーム組成、第二に異なる段階 (基礎・応用) および異なる分野、異なる組織の研究者間のコミュニケーション、第三に研究評価と成果公開の方法とそのマネジメントである。このメカニズムはマネジメントの意図によってデザインされたものとそうではないものの両方を含んでいる。

我々は研究者間の相互作用を通じたスパイラルアップによって科学知識創造が活性化され、産業および社会に強いインパクトを与える成果が生み出されていると考えており、本研究はそのメカニズムの実証研究である。具体的には、AT&T ベル研究所、IBM 基礎研究所、トヨタ中央研究所、Intel Labs、Google R&D Center の 5 つの企業研究組織を対象とした比較分析を行う。これにより企業研究組織のマネジメントの変容と多様性について新たな視点と示唆を提供することが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

研究目的を達成するために、研究対象である AT&T ベル研究所、IBM 基礎研究所、豊田中央研究所、Intel Labs、Google R&D Center の 5 つの企業研究組織を対象に、インタビュー調査と書誌分析を行なった。

上記に加えて、日本の大手食品会社 A 社についても対象に加えた。加えた理由は、研究所内のマネジメントに詳細な知見をもつ研究協力者を得られたことで、5 つの研究所 (機関) に対する分析のモデルとして、定量的、定性的に徹底した分析を行うことが可能になったからである。

さらに、A 社の分析で用いた手法を適用して、複数組織間での共鳴メカニズムの分析を追加的に試みた。これは、単一組織内での共鳴以上に、複数の産業間融合、企業間融合における共鳴メカニズムに関する理解の進展が社会に求められているとの判断による。

具体的な分析プロセスと方法は次のとおりである。

第一に、研究組織内、あるいは組織間での個人レベルのつながりを示すデータを入手した。このとき、できる限り実際の人的ネットワークを代理できるようなデータを使用することを目指した。具体的には、研究所であれば技報における共著関係のように、内部的なつながりを示すデータを使用した。これにより外部に公知となっている論文や特許の共著関係には表れてこない内部的な関係性を代理するようなデータを使用することができる。そのうえで、公知の論文や特許のデータを合わせて検討することで、組織内外の人的ネットワークについて、必要に応じて分離したり融合したりしながら分析するこ

とができることがメリットである。

第二に、人的ネットワークの可視化のために、ネットワーク分析を行なった。具体的には UCINET® と Netdraw を R を通じて用いてネットワークの描写と分析を行った。

第三に、ネットワークの詳細な解析を行った。具体的には、時系列でのネットワークの変化、クラスタリング、異なるクラスター間を結ぶ集団あるいは個人の識別、その集団や個人の特徴の分析である。

第四に、クリエイティブな集団を識別しその生成過程を分析するために、組織内部の複数の構成員、特にマネジメントレベルの知見を持つ構成員にネットワーク図を見せながらインタビュー調査を行った。インタビューの内容は、組織マネジメントの歴史、組織構造、組織内でのフォーマルなグループの特徴、組織内での制度（研究チーム組成プロセス、研究評価、成果公開の方法など）、異なるグループ間のコミュニケーション、クリエイティブな成果を残しているチーム（クリエイティブヒューマンネットワーク：CHN）の識別、CHN の生成過程、である。

第五に、インタビュー調査で得られた知見をもとにネットワークの詳細化、時系列分析、ネットワーク内への情報追加による検証を行った。

第六に、ここまでのプロセスを総括し、研究目的である「共鳴メカニズム」の解明に取り組んだ。

#### 4. 研究成果

研究成果として、次の4つがあげられる。

第一に、トヨタ自動車とパナソニックとの共同研究によるハイブリッド自動車用ニッケル水素蓄電池の共同研究開発における人的ネットワークの分析をつうじた、境界媒介者（Boundary Mediators）の発見である。

第二に、大手食品会社 A 社の中央研究所における技報の共著ネットワークの分析をつうじた、特定のグループによる CHN 生成の媒介効果の確認である。

第三に、豊田中央研究所の発行している R&D レビューの共著ネットワークの分析を通じた、CHN の内的凝集性と外的開放性の組み合わせという特徴の示唆である。

第四に、IBM Research の所属研究者（1,725 名）の著作データに基づく IBM Research 内での共著ネットワークの分析をつうじた、先端的研究分野における組織内媒介者の発見である。

AT&T ベル研究所については現在、公表論文および内部ジャーナル（Bell Labs Journals）の共著関係の分析を行っている。Intel Labs および Google R&D Center についても同様である。

順に4つの研究成果について概略を記載する。

第一にトヨタ自動車とパナソニックとの共同研究によるハイブリッド自動車用ニッ

ケル水素蓄電池の共同研究開発における人的ネットワークの分析をつうじた、境界媒介者（Boundary Mediators）の発見についてである（論文1）。

企業が自社の属する産業以外の企業との共同研究をつうじて、自社製品にとって中核となる技術を吸収しなければならない事例が近年増加している。しかし異なる産業に属する企業同士の共同研究における技術獲得と吸収のメカニズムは十分明らかにはなっていない。そこで、このメカニズムに関する理論的なフレームワークを構築した上で、仮説を設定し、トヨタ自動車とパナソニックによる蓄電池開発のための共同研究を対象とした検証を行った。具体的には両社の共同研究によって出願された特許の発明者ネットワークを分析した（図1）。

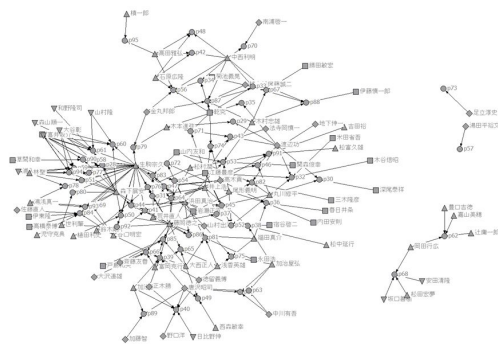


図1 トヨタとパナソニックの蓄電池に関する共同研究における発明者ネットワーク（1999年から2001年）

その結果、2つの企業グループの技術知識の交換を媒介した、Boundary Mediator を発見した。具体的には、特許ごとに出願者の類型に基づく平均情報量（エントロピー）を算出し、発明者個人レベルでどの程度多様性の高いグループ形成に参画しているかを変数化した。その結果、上位7名とそれ以下で顕著な（統計的に有意な）変曲点が観察され、これを区切りとして上位7名を Boundary Mediator とした。これらの Boundary Mediator とそれ以外の発明者を多面的（開発分野、キャリア、年齢など）に比較することで、両者で統計的に有意に異なる性質を見出した。その違いを基に、Boundary Mediator を3つの類型に分けることができた。

第一に「ハイパフォーマンスな中核的 Boundary Mediator」である。特許出願数も多いがエントロピーが特に突出して高い。必ずしもキャリアが長いわけではなく、この事例における中心的な Boundary Mediator としての役割を果たしている。これら二人は現在ともに PEVE に移っており、1の江藤氏は2012年6月に PEVE の取締役に就任している。

第二に「マネジメント的 Boundary Mediator」である。特許出願数が多いがエントロピーは相対的に中程度が低い。キャリア

が若干長めであり、マネジメント層、グループリーダーとして自社の技術者を束ねて多くの開発活動に参画していたものと思われる。特に7の生駒氏はパナソニックバッテリーエンジニアリング株式会社の取締役就任しており、パナソニックグループのリーダー的存在であったと想定される。

第三に「一般的Boundary Mediator」である。特許出願数とエントロピーがともに高めではあるがハイパフォーマンスではなく、相対的に若干キャリアが短いことが特徴である。

次に、発明者の全出願特許に占めるIPCコードH01M(電池関連特許)の比率から推定した技術的知識の幅の広さについて、Boundary Mediatorとそれ以外の技術者の間でt検定を行った。その結果、5%有意水準ではあるが有意差がみられた( $t=-2,126, p=0.048$ )。あくまで参考としてみる必要があるが、Boundary Mediatorは相対的に電池関係のみならず幅広い技術知識を保有している傾向がみられる。

この分析結果についてトヨタ自動車の共同研究に関係が深い構成員にインタビュー調査を行い、結果の妥当性と追加的な知見の取得を行った。これらの知見を活かし、より範囲を広げて、トヨタ自動車が自動車のサイエンス産業化にどのように対処しているのかについて調査分析を行っている。期待される結果は、トヨタ自動車内に新たな科学知識の探索と吸収にかかわり、効果を発揮している媒介者が幅広く存在しているということである。

第二に、大手食品会社A社の中央研究所における技報の共著ネットワークの分析をつうじた、特定のグループによるCHN生成の媒介効果の確認である(学会発表1)。

大手食品会社A社の内部で共有されている技報の共著ネットワークを分析した(図2)。

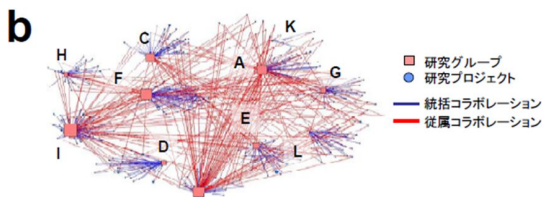


図2 大手食品会社A社の研究開発における人的ネットワーク

共著ネットワークに各研究者の専門領域、所属グループといった属性を追加し、さらにその後のA社の中心的事業となった新規事業である医療バイオ、がん・バイオマーカーといった分野を事後的に判明している専門として属性を付加した(図3)。その結果、がん・バイオマーカー・プロジェクトは、プロジェクト発展の過程で、当初は分析技術、その後は、システム生物学など異なる領域との連携を通じて新たな知識や技術を獲得し、発展し

ていることが伺えた。

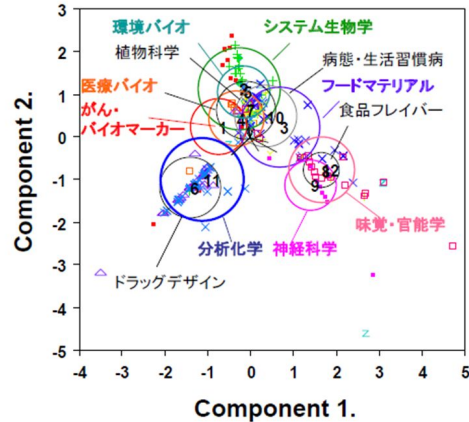


図3 横断的研究プロジェクト間の関係

他方、システム生物学・プロジェクトは、元々は数理モデリング、多変量解析を専門領域としていた。そうしたなか、当初は環境バイオマテリアル・プロジェクトと連携していたが、がん・バイオマーカー・プロジェクトとの連携を通じて扱える生物データの幅が拡張し、研究所全体のなかでの影響力が増しているように解釈できる。同様に、医療バイオマテリアル・プロジェクトにおいては、フードマテリアル・プロジェクトとの研究員の共有を通じて、発展しており、他方、味覚・官能科学プロジェクトにおいては、元々は距離の離れていた神経科学プロジェクトとの研究員の共有を通じて、飛躍的に発展していることが分かる。

このように、数理科学や統計といった、各分野に共通のメディアとなりうる分野の研究者が新たな事業の柱となる分野を創り出してきたCHNの形成過程において、媒介者として機能してきたことがうかがえるのである。

この分析結果についてA社の研究開発マネジメントに従事している構成員にインタビュー調査を行った。結果そのものは妥当であるが、媒介者が数理モデリングや多変量解析を専門領域としている研究者であるとの指摘には当事者も十分にそのような認識をもっていなかったとのことであった。

第三に、豊田中央研究所の発刊しているR&Dレビューの共著ネットワークの分析を通じた、CHNの内的凝集性と外的開放性の組み合わせという特徴の示唆である。

豊田中央研究所のR&Dレビューから豊田中央研究全体の共著者ネットワークを描画し各研究者の延べ共著人数が平均値+2標準偏差以上の研究者を分析対象とした。その分析対象研究者の共著者ネットワークを、組織内共著者ネットワークと組織外共著者ネットワークについて、それぞれ描画することで、組織内外の共著者ネットワークの技術分野の多様性と論文の被引用回数との関係、また共著者ネットワークの構造と論文の被引用

回数との関係进行分析した。

その結果、組織内共著者の技術分野の多様性と論文の引用回数との関係では、正の相関が見られず、一方で組織外共著者ネットワークの技術分野の多様性と被引用回数との関係には正の相関が確認できた。つまり、被引用回数が高い研究者は、組織内で技術分野の多様性が低く専門性が高く密なネットワークを構築し、外部では多様性が高く疎で開放的なネットワークを構築している傾向が明らかになった。

この分析結果について、豊田中央研究所の企画部門の構成員にインタビュー調査を行った。結果として特定の領域(太陽電池関連)の研究者が強いインパクトをもっており、それらの傾向が反映されている可能性の指摘を受けた。そのため、現在より大規模なデータセットの取得と再分析を試みている。

第四に IBM Research の所属研究者 (1,725 名) の著作データに基づく IBM Research 内の共著ネットワークの分析をつうじた、先端的研究分野における組織内媒介者の発見である。

IBM Research の Web サイトにおいて公表されている所属研究者 (1,725 名) とその著作のリストを用いて、IBM Research 内の共著ネットワークの分析を行った。外部との共著はとらず、内部だけでネットワーク化したものが図 3 である。

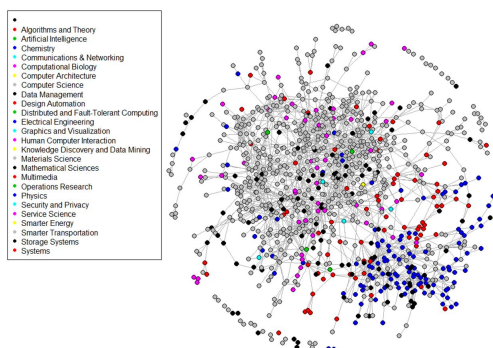


図 3 IBM Research の人的ネットワーク

詳細は現在発表準備中であるが、電気工学分野は共著関係での凝集性が高く、サービスサイエンス分野が多くの技術分野の媒介となっている可能性が示唆されている。

今後継続して各組織の分析を行い、公表活動を行っている予定である。

#### 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 1 件)

1. M.Tsujimoto, Y.Matsumoto, K.Sakakibara, "Finding the 'Boundary Mediators': Network Analysis of the Joint R&D Project between Toyota and Panasonic", *Int. J.*

*Technology Management*, Accepted. (査読付)

[学会発表](計 1 件)

1. 野口泰志, 辻本将晴, 「研究プロジェクト間の人的ネットワークのプロジェクト発展への関与」, 日本 MOT 学会, 芝浦工業大学, 2013 年 3 月 23 日 .

[その他]

ホームページ等

<http://www.tsujimoto-lab.mot.titech.ac.jp/>

#### 6 . 研究組織

(1) 研究代表者 (辻本 将晴) (Masaharu Tsujimoto)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・准教授

研究者番号 : 60376499

(2) 研究分担者 (藤村 修三) (Shuzo Fujimura)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・准教授

研究者番号 : 90377044