

## ネットワークの接続のメカニズム\*

経営学輪講 Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005)

Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W., and Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132–1205.

若林 隆久<sup>†</sup>

要約：近年、ネットワークを対象とした研究が注目を集めている。本稿では、社会ネットワーク分析研究について概観した上で、研究の流れに沿った正統的な研究として Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) を取り上げる。そこでは、累積的優位 (accumulative advantage)、同質性 (homophily)、流行への追随 (follow-the-trend)、多重連結 (multiconnectivity) というバイオテクノロジー産業の組織間関係ネットワークを形成する四つの接続のメカニズムが検討される。

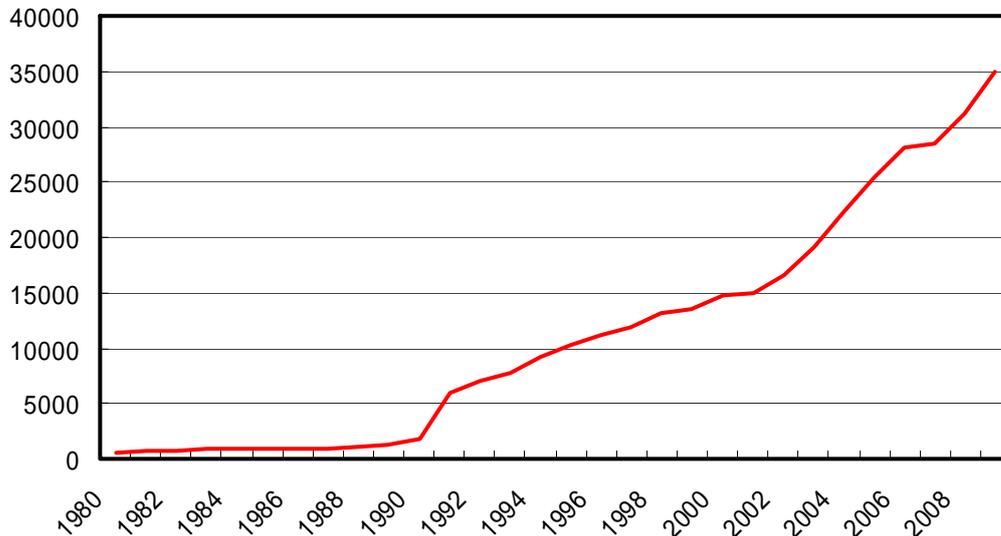
### 1 はじめに

ネットワークを対象とした研究が注目を集めている。図 1 は「network」をキーワードとした Web of Science における検索ヒット数の直近 30 年間における推移を示したものである。雑誌・論文数の増加やネットワークが多様な意味で用いられる一般的な言葉である

\* この経営学輪講は Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) の解説と評論を若林が行ったものです。当該論文の忠実な要約ではありませんのでご注意ください。図表も若林が解説のために Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) を元に整理し直したものです。したがって、本稿を引用される場合には、「若林 (2011) によれば、Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) は…」あるいは「Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) は (若林, 2011)」のように明記されることを推奨いたします。

<sup>†</sup> 東京大学大学院経済学研究科・日本学術振興会特別研究員 DC taka17@deluxe.ocn.ne.jp

図1 Network をキーワードとした Web of Science における検索ヒット数の推移 (1980-2009 年)



注) 出版年を指定した上でトピックの項目で「network」をキーワードとして検索を行った (2010年12月6日検索)。

ことなどを考慮したとしても、ネットワークに関する研究が増加していると考えて問題ないだろう。その対象は、国家経済、企業間関係、マーケティング、流行現象、知人・友人関係、社会の合意形成、論文・特許の引用関係、病気の伝播、生態系、遺伝子、World Wide Web (WWW)、高速道路、送電網、コンピュータ、などと多岐に渡っている。ネットワーク研究では、構成要素を点、構成要素間の関係を線で表すことによって、このような多様な対象を同様に取り扱える。<sup>1</sup>

ネットワーク研究が近年大きく注目を集めるようになった一因としては、ネットワークの数理的な解析が活発に行われるようになったことが挙げられる。スモールワールド・ネットワークについての WS モデル (Watts & Strogatz, 1998) やスケールフリー・ネットワークについての BA モデル (Barabási & Albert, 1999) の登場によって、理論的・実証的なネットワーク研究が大幅に増加した。また、それに続いて一般向けの書籍が出版されていることもネットワークへの注目が増大した理由となっている (例えば、Barabási, 2002;

<sup>1</sup> ネットワークにおける、点・ノードは node、vertex、point、線・紐帯は tie、line、link、linkage、edge、arc、arrow、などと表記される。

Buchanan, 2002; Watts, 1999, 2003 など)。

経済学・社会学・経営学などの社会科学分野でも、構造的埋め込み (Granovetter, 1985)、社会関係資本 (social capital, Coleman, 1988)、ネットワーク組織論 (サプライヤー・システム、戦略的提携、企業グループ、柔軟な専門化、バーチャル・コーポレーション、など) など、すでに 1980 年代には多くのネットワークに関する議論が登場しており、上記の流れと相俟って 2000 年代には社会ネットワーク分析を用いた研究が多数登場することとなった。経営学分野の雑誌でいえば、*Strategic Management Journal* 誌では 2000 年 21 巻 3 号で Strategic Networks、*Academy of Management Journal* 誌では 2004 年 47 巻 6 号で Special Research Forum on Building Effective Networks、*Academy of Management Review* 誌では 2006 年 31 巻 3 号で Special Topic Forum on Building Effective Networks、という特集が組まれており、*Organization Science* 誌では The Genesis and Dynamics of Networks という特集が現在審査中である。<sup>2</sup>

このように経営学分野においても社会ネットワーク分析を用いた研究は無視できないものとなってきている。そこで本稿では、バイオテクノロジー産業における組織間関係のネットワークを対象として包括的な分析を行なった Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) を取り上げながら、社会ネットワーク分析を概観し今後の研究の方向性について議論する。

本稿の構成は以下の通りである。第 2 節では、社会ネットワーク分析の問題意識とリサーチ・クエスチョンを概観した上で、Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) を読む上で必要となる用語の解説を行う。第 3 節では、Powell, White, Koput, and Owen-Smith の内容を紹介する。最後に第 4 節では、Powell, White, Koput, and Owen-Smith の評価を行い、今後の研究の方向性について示唆する。

## 2 社会ネットワーク分析

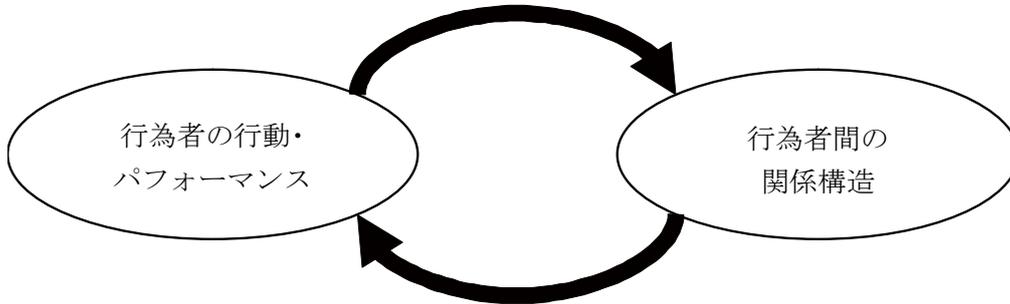
### 2.1 問題意識とリサーチ・クエスチョン

社会ネットワーク分析では、個人や企業といった行為者間のつながりに注目する。行為

---

<sup>2</sup> この他、*Management Science* 誌 2007 年 53 巻 7 号の Complex Systems Across Disciplines と題された特集に掲載されている論文のほとんどが社会ネットワーク分析を用いた研究である。

図2 社会ネットワーク分析の分析枠組み



者の行動やパフォーマンスを、行為者が埋め込まれている関係構造によって説明しようとする。また、行為者間の関係構造がどのように形成されるかを説明しようとする。このように社会ネットワーク分析では、行為者の行動・パフォーマンスと行為者間の関係構造の相互作用に着目する（図2）。

上記の分析枠組みを踏まえれば、社会ネットワーク分析研究の主要な問題意識やリサーチ・クエスチョンとしては以下のようなものが挙げられる。<sup>3</sup>

- ネットワークはどのような構造をしているか? 【構造探索】
- どのような構造がどのような行動をもたらすか? 【構造→行動】
- どのような構造がどのようなパフォーマンスをもたらすか? ネットワーク内のある位置にいる行為者はどのようなパフォーマンスを達成するか? 【構造→パフォーマンス】
- 行為者の意図や行動がどのような構造をもたらすか? ある構造のネットワークはどのような規則から生み出せるか? 【行動→構造】

特に、社会科学分野で社会ネットワーク分析を行う際には、多様な行為者の意図や行動から創り出されたネットワークを対象とする点に特徴があるといえる。すなわち、全体ネットワークが完全に設計されているネットワークや単純にひとつの法則から全体ネットワークが生み出されるようなネットワークとは異なり、局所的・主観的な観察しかできな

<sup>3</sup> ネットワークとは関係なく単純に行為者の行動・パフォーマンスだけを調べることは社会ネットワーク分析研究とはみなさない。また、【パフォーマンス→構造】の関係については、パフォーマンスはネットワーク構造に直接影響を与えることはなく、行為者の行動を介して影響を与えると考えている。

かったりネットワーク全体ではなく自己の利益を追求したりする行為者の意図や行動がネットワークを形作っているのである。例えば、Arthur (1999) は、経済における行為者は自らの行動の帰結として得られる結果について戦略や見通しをもって行動するため、経済システムは自然科学で観察されるシステムよりも複雑なものになると指摘している。

もちろんネットワークにおける行為者の行動・パフォーマンスや行為者間の関係構造は時間とともに移り変わっていく。時間に伴うネットワークの変化も社会ネットワーク分析の重要な研究テーマである。しかし、Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) も述べているように、従来のネットワーク研究では二者関係（ダイアド）や特定の構造的位置に関するクロスセクションの分析が多く見られ、ネットワーク全体を対象とした時系列・動的な分析は少なかった。このことは *Organization Science* 誌の *The Genesis and Dynamics of Networks* というテーマの *Call For Papers* の告知文でも指摘されており、今後のネットワーク研究の焦点はネットワークの時系列変化・ダイナミクスの研究に移っていくだろう。

## 2.2 スモールワールド・ネットワークとスケールフリー・ネットワーク

前述の通り、Watts and Strogatz (1998) によるスモールワールド・ネットワークの研究と Barabási and Albert (1999) によるスケールフリー・ネットワークの研究は社会ネットワーク分析研究のマイルストーンとなっている。ここでは、簡単にそれらの内容を紹介する。

分野を越えた多数の研究者が世の中に存在する様々な大規模ネットワークの特徴や成り立ちを明らかにしようとしてきた。現実の大規模ネットワークの多くが持つ特徴として、局所的には緊密であるが任意のノード間の距離は短い<sup>4</sup> ということがわかっていた。知人関係を例にとってみれば、私の知人同士はお互いに知人であることが多く緊密なクラスターを構成している（職場や学校における人間関係を思い起こして欲しい）。その一方で、自分とまったく関係ないと思われるような人間が知人の知人であることを知り世界が狭いと感じることがある。このような現象を指して、小さな世界問題（small world problem）や6次の隔たり（six degrees of separation）という言葉が用いられる。<sup>5</sup> Watts and

<sup>4</sup> これらの特徴をネットワーク指標で表現すれば、クラスタリング係数が大きく、平均パス長が短いということである。

<sup>5</sup> 前者は共通の知り合いがいると分かった時の “It’s a small world.” という決まり文句、後者はランダムに選ばれた二人の人物をつなぐために必要な知人の数がおおよそ6人であったという Milgram (1967) による研究の結果に基づいている。

Strogatz (1998) は、レギュラーグラフ (regular graph、格子状のネットワーク) からわずかな数の紐帯のランダムなつながりかえを行うことでこれらの特徴をあわせ持つスモールワールド・ネットワークが作れることを発見した。

しかし、スモールワールド・ネットワークには現実の大規模ネットワークと異なる点が存在する。膨大な数の紐帯を持つハブが存在するという特徴を持たないのである。ずば抜けて多くの知人を持つ人物が存在したり、WWW 上ではきわめて多数のリンクを持つウェブページが存在したりするように、現実の多くの大規模ネットワークでは次数 (degree、ノードに接続している紐帯の数) の分布はベキ則 (power law) に従っている。

Barabási and Albert (1999) は、①成長と②優先的選択 (preferential attachment) という二つのルールによって形成されるネットワークは次数分布がベキ則に従うスケールフリー・ネットワークとなることを発見した。スケールフリー・ネットワークでは多数の紐帯を持つハブの仲介によって任意のノード間の距離が短くなる (Albert, Jeong, & Barabási, 1999)。①成長と②優先的選択がスケールフリー・ネットワークを形成するということは、富めるものがさらに富んでいく (rich-get-richer) という現実にも見られる現象を説明する。

これら二つの研究の共通点は、現実に観察される大規模ネットワークと同様の特徴をそなえたネットワークを作り出す一定の単純なルール (紐帯のランダムなつながりかえ、成長と優先的選択) を明らかにしたことである。前述の問題意識やリサーチ・クエスチョンでいえば、「ある構造のネットワークはどのような規則から生み出せるか?」という問題を明らかにしている。本稿で紹介する Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) も、バイオテクノロジー産業における組織間関係のネットワークを形作るメカニズムを明らかにしようとした研究であるという点で、これら二つの研究と通底するところがある。

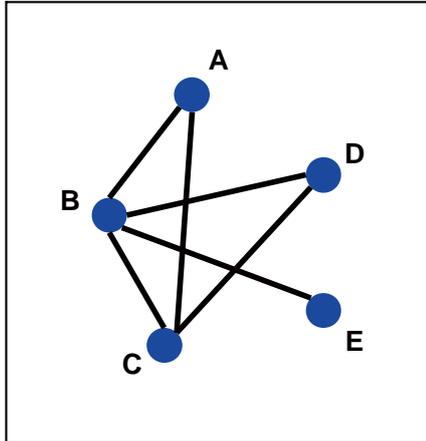
### 2.3 1 モード・ネットワークと 2 モード・ネットワーク

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) では、1 モード・ネットワークと 2 モード・ネットワークからなるバイオテクノロジー産業の組織間ネットワークが分析対象となる。

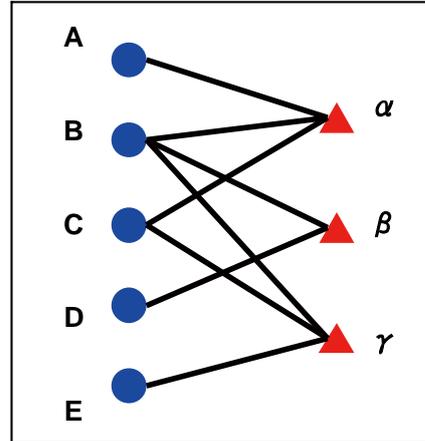
1 モード・ネットワーク (one-mode network) とは、一種類の行為者の集合からなるネットワークである。一方で、2 モード・ネットワーク (two-mode network) とは、二種類の行為者の集合からなるネットワーク、あるいは行為者の集合とイベントの集合からな

図3 1モード・ネットワークと2モード・ネットワーク

1モード・ネットワーク:  
研究者の知人関係



2モード・ネットワーク:  
研究者の研究会への所属関係



注) 青い丸 (●) は研究者、赤い三角 (▲) は研究会、それらを結ぶ黒い線はそれらの間に関係があることを示している。

るネットワークである。<sup>6</sup>

1モード・ネットワークの例として研究者の知人関係、2モード・ネットワークの例として研究者の研究会への所属関係を考える。A、B、C、D、Eの五人を研究者として、研究会 $\alpha$ にはAとBとC、研究会 $\beta$ にはBとD、研究会 $\gamma$ にはBとCとE、が所属しているとすると、同一の研究会に所属している研究者同士のみが知り合い関係にあるとすると、研究者の知人関係の1モード・ネットワークと研究者の研究会への所属関係の2モード・ネットワークは図3のように描ける。このように、行為者を点、行為者間のつながりを線で表し、ネットワークの可視化を行う点に社会ネットワーク分析の特徴がある。

### 3 論文内容

#### 3.1 概要

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) は、1988年から1999年までの12年間を

<sup>6</sup> これらの1モード・ネットワークと2モード・ネットワークに関する定義は、Wasserman and Faust (1994, pp. 35-41) に基づいている。

対象としてバイオテクノロジー産業<sup>7</sup>の商業分野における組織間関係のネットワークの構造とダイナミクスを明らかにした論文である。業界名簿 (industrial directory) である *Bio Scan* 誌から業界内の組織と組織間関係に関するデータを取得し、①次数分布、②ネットワークの可視化、③統計的検証、の三部からなる分析を行なうことで、①累積的優位 (accumulative advantage)、②同質性 (homophily)、③流行への追随 (follow-the-trend)、④多重連結 (multiconnectivity)、という四つの接続のメカニズムがどのようにネットワークの構造とダイナミクスを生み出しているかを明らかにする。検討される仮説は以下の通りである (p. 1140)。

#### 仮説 1 (accumulative advantage)

最も紐帯を得ているノードほど新しい紐帯を得やすいというプロセスを経てネットワークは拡大する。

#### 仮説 2 (homophily)

前のパートナーとの類似性に基づいて新たなパートナーを選択するというプロセスに従ってネットワークは拡大する。

#### 仮説 3 (follow-the-trend)

共通の外的圧力に対する反応あるいは模倣行動を通じて、支配的な選択と同じ選択をするという群集行動に従ってネットワークは拡大する。

#### 仮説 4 (multiconnectivity)

複数の独立した経路を通じて連結して到達可能性を高めたり到達可能な他者の多様性を高めたりするようにパートナーを選択しながらネットワークは拡大する。

### 3.2 バイオテクノロジー産業

対象となるバイオテクノロジー産業の商業分野は、1970年代に大学の研究室で科学的に発展し、1980年代にサイエンス・ベースの小企業が多数設立され、1990年代に成熟して沢山の新薬を販売した。産業内には、大学、公的研究機関、ベンチャーキャピタル、大手製薬企業、DBF (Dedicated Biotech Firms、専門のバイオテクノロジー企業) など多様な組織が存在している。科学的なリーダーシップが広く分散していて発展のスピードが速

<sup>7</sup> Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) では、産業 (industry) や個体群 (population) といった用語を用いずに意図的にフィールド (field) という用語が用いられている (footnote 2, p. 1134)。しかし、本稿では日本語としての便宜から産業や業界といった用語を用いる。

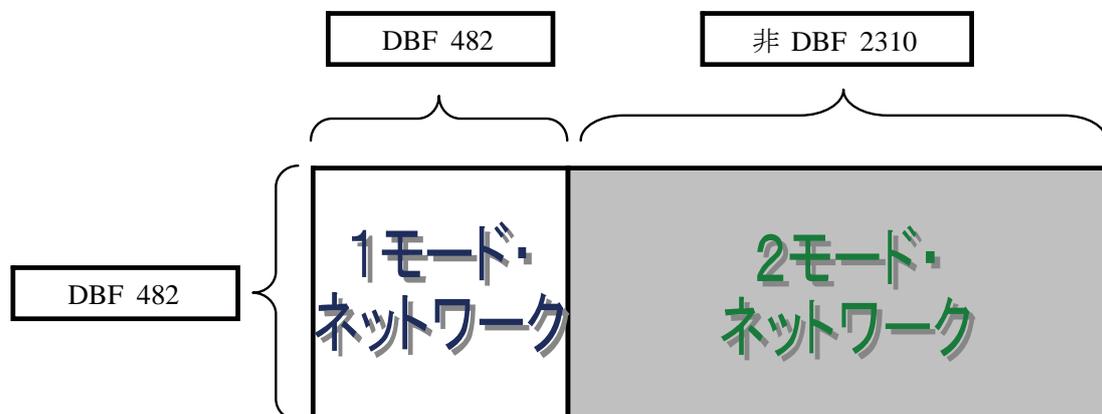
く、かつ新薬を作るために必要なスキルやリソースが幅広く分布しているため、組織間の協働が不可欠である。対象となる期間において、専門化したり多様な活動に従事したりしている様々な形態の組織が協働することによって業界全体が成長している (Table 1, Figure 1, Figure 2a, Figure 2b)。

バイオテクノロジー産業においては組織間関係の形成や消滅が早いペースで発生する。先行研究から、この産業では他の組織とのつながりが少ない組織は失敗する傾向にあることがわかっている (Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996)。自らが新しいものを生み出すと同時に新しい情報を把握していなくてはならない。産業内でより中心的な位置にいる組織は多様で優れた組織にアクセスできるが、自らのネットワークを拡張したり更新したりしなければネットワークにおける中心的な地位は失われてしまう。

### 3.3 データ

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) では、業界名簿 (industrial directory) である *Bio Scan* 誌からバイオテクノロジー産業内の組織と組織間関係に関するデータを取得している。バイオテクノロジー産業内には、①DBF (専門のバイオテクノロジー企業)、②公的研究機関、③政府機関、④大手製薬企業、⑤ベンチャーキャピタル、⑥その他のバイオメディカル企業、という六種類の形態の組織が存在しており、このうち①DBF に焦点をあてる。*Bio Scan* 誌からは DBF に関して、企業の所有関係、提携関係にあるパートナーとの公式の契約関係、製品、現在の研究、設立データ、雇用水準、財務的な歴史、企業間の提携についての期間と目的、業界から退出した場合にはその理由、といったデータ

図4 データセットの模式図



が得られる。

1988年から1999年の12年間に登場した482のDBFと2310の非DBFのパートナーがサンプルとなる。これらのサンプルから、482×482のDBF間の1モード・ネットワークと、482のDBFと2310の非DBFのパートナー間の2モード・ネットワークという、バイオテクノロジー産業の組織間ネットワークが得られる(図4参照)。組織を表すノードは上述の六種類の組織形態によって分類・色分けされ、提携関係を表す紐帯は、①R&D、②ファイナンス、③商業化、④ライセンス、という四種類の提携の目的となる活動によって分類・色分けされる。

### 3.4 分析

四つの接続のメカニズムのうちどれが働いているかを明らかにするために、①次数分布、②ネットワークの可視化、③統計的検証、という三つの分析が行われる。

#### 3.4.1 分析1:次数分布

第一に、ネットワークの次数分布を明らかにすることで、ネットワークの形成における紐帯の接続の確率分布がランダムなものであるかそうでないかを確認する。パートナーの種類ごとの次数分布を両対数グラフで表したものがFigure 3 (p. 1153)である。Figure 3から、次数分布が正規分布や指数分布に従っておらず、傾きが1.1から2.7までのベキ則に従っていることがわかる。このことは、バイオテクノロジー産業における組織間関係ネットワークで優先的選択が働いていることを示唆している。ただし、次数分布がベキ則に従うからといって優先的選択を行っているとは限らないこと、大規模ネットワークにおいて純粋に優先的選択が行われている時には傾きは3に近づくこと、に注意を要する。また、次数分布の違いから組織形態に応じて異なる接続のメカニズムが働いていることも伺える。すなわち、次数分布からだけでは優先的選択のみが働いてネットワークが形成されているとは主張できない。

#### 3.4.2 分析2:可視化

第二に、ネットワークの可視化を行い、新たな組織や提携関係が加わりネットワークが進化する様子を明らかにする。論文では、1988年、1993年、1997年の三時点における

ネットワークおよびそれぞれの次の年に加わった新たな紐帯が示されている (Figure 4-9)。<sup>8</sup>

ネットワークの可視化によって、初期のネットワークの中心にいる組織の形態やネットワーク内で行われる活動の多様性が少ない状態から、時間が経つにつれて多様性が増大していく様子が伺える。ネットワーク全体の多様性が増大する一方で、ある組織形態の組織が関与する活動も多様化している。商業化の提携中心で優先的選択が働いてハブが存在するような状態から、多様な活動を行う様々な組織が多重連結している状態へと移り変わっていることがわかる。

対象期間における組織の数・参入・退出、および提携の数・形成・消滅についてまとめたものが Table 2 (p. 1166) である。組織の数および提携の数はともに時間の経過にしたがって増加しているが、提携の数の増加の方が早いためネットワークはより連結したものへと移り変わっている。

### 3.4.3 分析 3: 統計的検証

第三に、ネットワークにおいてどのような接続のメカニズムが働いているかを明らかにするために統計的検証を行う。接続を分析単位として、条件付きロジットの一種である McFadden の離散選択モデルにより推計が行われる。四つの仮説に関する指標、組織の特徴、時間などが変数として用いられる (表 1 参照)。

ここで、(A) 対象となるネットワークと (B) 二組織間の提携が初めてであるか過去に提携の経験があるかによって、接続関係は、①1 モード・ネットワークにおける新たな接続、②1 モード・ネットワークにおける反復接続、③2 モード・ネットワークにおける新たな接続、④2 モード・ネットワークにおける反復接続、という四つのカテゴリーへと分類される。新たな接続はネットワーク構造を拡張するものであり、反復する接続は二組織間の関係を強くするものである。また、1 モード・ネットワークにおける接続は競合する DBF 同士の協調を意味し、2 モード・ネットワークにおける接続は異なる形態の組織間での協調を意味する。それぞれのカテゴリーについて、接続しうる組織の集合 (候補) が存在している。

統計分析を行った結果、仮説 1 (累積的優位、*accumulative advantage*) と仮説 2 (同質性、

<sup>8</sup> 図において、ノードの大きさは紐帯数、ノードの色は組織形態の種類、紐帯の色は提携活動の種類を表している。丸で表されるノードは既存組織、三角形で表されるノードは新規参入組織を示している。また、すべての年のネットワークを可視化した完全版の図が *American Journal of Sociology* 誌のウェブサイトからダウンロードできる。

表 1 統計分析に用いられる変数

		変数名	オブザベーションの単位
従属変数		新たな接続 反復接続	紐帯 紐帯
独立変数	累積的優位	企業の回数 パートナーの回数 企業の経験 新たなパートナー パートナーの経験 事前の紐帯 事前の経験	DBF パートナー DBF パートナー パートナー ダイアド ダイアド
	同質性	協働の距離 (1 モード) 協働の距離 (2 モード) 年齢の差 規模の差 ガバナンスの類似 共立地 パートナーのパートナーの協働の距離 パートナーのパートナーの年齢の差 パートナーのパートナーの規模の差 パートナーのパートナーのガバナンスの類似 パートナーのパートナーの共立地	ダイアド ダイアド ダイアド ダイアド ダイアド ダイアド パートナーの近傍 パートナーの近傍 パートナーの近傍 パートナーの近傍 パートナーの近傍
	流行への追従	支配的な流行 支配的な形態	フィールド パートナー
	多重連結	企業の凝集性 パートナーの凝集性 共通の凝集性 企業の紐帯の多様性 パートナーの紐帯の多様性 (1 モード) パートナーの紐帯の多様性 (2 モード) 期待される多様性 パートナーのパートナーの紐帯の多様性	DBF パートナー ダイアド DBF パートナー パートナー ダイアド パートナーの近傍
統制変数		期間 時間軸 年齢 企業規模 ガバナンス 立地 形態 タイプ	フィールド フィールド DBF DBF DBF DBF パートナー ダイアド

注) Table 3 (pp. 1168-1170) に基づいて筆者作成

homophily) に関する変数の多くは仮説を支持せず、仮説 3 (流行への追従、follow-the-trend) と仮説 4 (多重連結、multiconnectivity) に関する変数の多くは仮説を支持した (Table 4-7 参照)。また、DBF には多様性や新規性を求める傾向があることがわかった。特に、凝集性と多様性の間には相互作用がみられ、凝集性の高い DBF は新規参入組織と

接続しやすく、凝集性の低い DBF は既存の多重連結している組織と接続しやすい。このことは、DBF の凝集性が高まるにつれて接続のメカニズムが優先的選択から移り変わっていくことを示唆している。

### 3.5 結論

バイオテクノロジー産業における組織間関係のネットワークは、何かひとつの支配的な接続のメカニズムによって形作られているわけではない。また、時間とともにどのメカニズムが重要であるかも移り変わっていく。三部からなる分析によって得られた四つの接続のメカニズムについての結論は以下の通りである。①累積的優位：統計分析では累積的優位に関する変数について有意な結果が得られなかったが、可視化したネットワークを見る限りでは中心に位置する組織には多重連結に関する累積的優位が働いているように見える。②同質性：可視化したネットワークでは同質性のメカニズムが働いていることは確認できなかったが、統計分析によれば近くに立地する組織間では提携が結ばれやすい。③流行への追従：流行への追従のメカニズムは、可視化および統計分析の両方でその存在が確認できる。④多重連結：多重連結のメカニズムも可視化および統計分析の両方でその存在が確認できた。多重連結が最も支配的な接続のメカニズムであり、時間とともに多様性の重要性が増大している。

## 4 ディスカッション

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) は、多様な組織や関係が含まれる 12 年間にわたる大規模ネットワークを対象に様々な方法で時系列分析を行い、統計的検証ではデータを四つに分けた上で多数の変数をモデルに組み込み、かつ付録を含めて 74 ページにもおよぶ長い論文であるために、その主張や注目すべき点ははっきりとしない。そこで、最後に Powell, White, Koput, and Owen-Smith に対する評価と今後の研究の方向性の示唆を行って本稿の結びとする。

### 4.1 四つの接続のメカニズム

社会ネットワーク分析の研究史を概観した Freeman (2004) によれば、社会ネットワーク分析の特徴は以下の四つである。

- ①社会ネットワーク分析は、社会的行為者を結びつける紐帯を基盤とする構造についての直観に動機づけられている。
- ②社会ネットワーク分析は、システムティックな経験データに基づいている。
- ④社会ネットワーク分析は、グラフィックイメージを利用する。
- ⑤社会ネットワーク分析は、数理的・計算的モデルを利用する。

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) は、一次データ収集から得られた直観に基づき分析を行っている (①)、体系的なネットワークデータを分析している (②)、ネットワークの可視化を行っている (③)、四つの接続のメカニズムをもとに仮説を立てて統計的分析によって検証を行っている (④)、という点でこれら四つの特徴を踏まえた社会ネットワーク分析の正統的な研究であるといえる。また、ネットワークの形成や進化といった時系列変化・ダイナミクスを対象としている点で、冒頭で述べたようなネットワーク研究の流れに沿った研究である。大規模なネットワークデータの取得の難しさを考えれば、12年間にわたる組織間関係のネットワークを様々な方法で分析している点は大きく評価できるだろう。

その分析の要点は、①累積的優位 (accumulative advantage)、②同質性 (homophily)、③流行への追随 (follow-the-trend)、④多重連結 (multiconnectivity)、という四つの接続のメカニズムを整理し、時間も含めた多様な変数とネットワークの形成の関係を明らかにした点にある。ネットワークの分析を行う際に、これら四つの接続のメカニズムを念頭に置くことは有益だろう。これら四つの接続のメカニズムが純粋に働いた時に生じるネットワークや新しく加わるノードの接続の仕方は表2のようにまとめられる。

ただし、Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005) の整理・分析にもいくつかの問題

表2 四つの接続のメカニズムにより生じるネットワーク

	ネットワークの構造	新しいノードの接続
累積的優位 accumulative advantage	ハブが中心に位置するスター型ネットワークとなる。	ネットワークの中心に位置するハブに接続する。
同質性 Homophily	同質のノードによるクラスターが生じる。	類似しているノードに接続する。
流行への追随 Follow-the-trend	ノードや紐帯について支配的な種類が生じる。	支配的な種類が再生産される。
多重連結 Multiconnectivity	中心に多様なノードが位置する。	ネットワーク内に分散する。

出所) Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005), p. 1155 の記述に基づいて筆者作成

点は存在する。第一に、四つの接続のメカニズムの整理の問題である。四つの接続のメカニズムのうちの一つである多重連結には、凝集性と多様性という全く異なる二つのメカニズムが含まれてしまっている。本来であればこれら二つのメカニズムは区別され別々に検証されるべきである。

第二に、四つの接続のメカニズムについて用いられる変数の問題である。一口に同質性や凝集性といってもその意味するところは多義的である。同質性を例に取れば、年齢、規模、ガバナンスの形態、立地などの差が同質性を測る指標として用いられている。しかし、組織が提携を結ぶ際に重要視するのはこのような項目であるかは疑問である。R&Dやライセンスングについて提携を結ぶ際に重要視されるのは、組織間の研究内容の同質性・異質性であろう。また、ネットワークに即して考えるのならば、お互いの次数が近いかわ離れているかを同質性の指標とすることもできる。このように考えると、立地以外の同質性についての変数が接続にあまり影響していないという結果は納得的であるが、だからといって同質性のメカニズムがネットワークにおいて働いていないといえるかは疑問である。

第三に、二点目の問題点ともかかわってくるが、統計的検証の結果に関する問題である。分析の中心となっているのは統計的検証であるが、その結果には、仮説通りの符号で有意な結果が出た変数、仮説とは逆の符号で有意な結果が出た変数、有意な結果が出なかった変数が入り混じっている。同じ接続のメカニズムに関する変数でも相反する結果が出ていたり、他の分析から得られる結果と相反する結果が出ていたりすることもあり、統計的分析の結果からどのメカニズムが働いているかを解釈することが難しくなっている。四つの接続のメカニズムに用いられている変数の妥当性も含めて、統計的分析についてはさらなる検討がなされる必要があるだろう。

Powell, White, Koput, and Owen-Smith (2005)にはこのようにいくつかの問題点が存在するが、四つのネットワークの接続のメカニズムを整理し、長期にわたる大規模なネットワークにおいて時系列変化・ダイナミクスを包括的に分析した点に大きな貢献があるといえるだろう。

#### 4.2 今後の研究の方向性

ネットワーク研究においては、どのような要因が行為者の行動・パフォーマンスやネットワーク構造を規定するかについて議論が続けられている。代表的なものとしては、弱い

紐帯と強い紐帯のどちらが利益をもたらすか、あるいは、brokerage（橋渡し）と closure（結束性）のどちらが利益をもたらすかといった議論が存在する。弱い紐帯の強さに関しては Granovetter（1973）、強い紐帯の強さに関しては Krackhardt（1992）、brokerage に関しては Burt（1992）、closure に関しては Coleman（1988）、が著名な研究である。

ただし、ある要因が行為者の行動・パフォーマンスやネットワーク構造にどのような影響を与えるかは、対象となる行為者やネットワークによって異なるのが普通であり、一概に述べることはできない。今後の研究は、対象となる行為者やネットワークについての条件付けを行った上で、どのような要因が行為者の行動・パフォーマンスやネットワーク構造を規定するか、という方向で研究が進んでいくだろう。例えば、Kogut（2000）ではネットワークが企業にもたらすレントを Burt rent と Coleman rent の 2 タイプに分類し、それぞれの特徴や発生源をまとめている。

また、ネットワーク要因がどの程度の影響を与えているかも検討される必要がある。これまでの経済学や経営学では、個別企業の行動やパフォーマンスの違いを、資源、知識、ルーチン、ケイパビリティといった個別企業の持つ特異性や（企業要因）、産業内の集中度や競争の特徴といった個別企業が所属する産業の特徴（産業要因）、によって説明してきた。個別企業の行動やパフォーマンスの違いをネットワークから説明しようとするネットワーク・アプローチは、これら二つの企業要因と産業要因による説明にネットワーク要因を付け加えるものとしてとらえられる。このように考えた時、企業要因、産業要因、ネットワーク要因のそれぞれが個別企業の行動やパフォーマンスに対してどの程度影響力を持っているかが検討される必要があるだろう。

## 参考文献

- Albert, R., Jeong, H., & Barabási, A.-L. (1999). Diameter of the World-Wide Web. *Nature*, 401, 130–131.
- Arthur, W. B. (1999). Complexity and the economy. *Science*, 284, 107–109.
- Barabási, A.-L. (2002). *Linked: The new science of networks*. Cambridge, MA: Perseus Publishing. 邦訳、アルバート＝ラズロ・バラバシ（2002）『新ネットワーク思考：世界のしくみを読み解く』青木薫 訳。日本放送出版協会。
- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509–512.
- Buchanan, M. (2002). *Nexus: Small worlds and the groundbreaking science of networks*. New York: W. W. Norton. 邦訳、マーク・ブキャナン（2005）『複雑な世界、単純な法則：ネットワーク科学の最前

- 線』阪本芳久 訳. 草思社.
- Burt, R. S. (1992). *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 邦訳, ロナルド・S・バート (2006) 『競争の社会的構造：構造的空隙の理論』安田雪 訳. 新曜社.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, S95–S120. 邦訳, ジェームズ・S・コールマン (2006) 「人的資本の形成における社会関係資本」『リーディングス ネットワーク論：家族・コミュニティ・社会関係資本』(6章), 野沢慎司 編・監訳. 勁草書房.
- Freeman, L. C. (2004). *The development of social network analysis: A study in the sociology of science*. Vancouver, BC: Empirical Press. 邦訳, リントン・C・フリーマン (2007) 『社会ネットワーク分析の発展』辻竜平 訳. NTT 出版.
- Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380.
- Granovetter, M. S. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481–510.
- Kogut, B. (2000). The networks as knowledge: Generative rules and the emergence of structure. *Strategic Management Journal*, 21(3), 405–425.
- Krackhardt, D. (1992). The strength of strong ties: The importance of philos in organizations. In N. Nohria and R. G. Eccles (Eds.), *Networks and organizations: Structure, form, and action* (chap. 8). Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Milgram, S. (1967). The small world problem. *Psychology Today*, 1(1), 61–67. 邦訳, スタンレー・ミルグラム (2006) 「小さな世界問題」『リーディングス ネットワーク論：家族・コミュニティ・社会関係資本』(3章), 野沢慎司 編・監訳. 勁草書房.
- Powell, W. W., Koput, K. W., and Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116–145.
- Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W., & Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132–1205.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Watts, D. J. (1999). *Small worlds: The dynamics of networks between order and randomness*. Princeton, NJ:

Princeton University Press. 邦訳, ダンカン・ワッツ (2006) 『スモールワールド：ネットワークの構造とダイナミクス』 栗原聡, 佐藤進也, 福田健介 訳. 東京電機大学出版局.

Watts, D. J. (2003). *Six degrees: The science of a connected age*. New York: W. W. Norton. 邦訳, ダンカン・ワッツ (2004) 『スモールワールド・ネットワーク：世界を知るための新科学的思考法』 辻竜平, 友和政樹 訳. 阪急コミュニケーションズ.

Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393, 440–442.

**赤門マネジメント・レビュー編集委員会**

編集長 新宅 純二郎

副編集長 天野 倫文

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 清水 剛 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

**赤門マネジメント・レビュー 10巻1号** 2011年1月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 高橋 伸夫

東京都文京区本郷

<http://www.gbrc.jp>