

技術レジームは企業間ネットワークに どのような影響を与えるか —探索的研究—

岡 村 浩 一 郎

I はじめに

近年、企業を理解するフレームワークとして社会ネットワーク分析が注目を集めている。これは、従来、市場において独立して振る舞う存在として捉えられていた企業を、他者との社会的、経済的関係のネットワークの一員として理解することを目的とするものである。実際、社会ネットワーク分析への関心の高さは、経営学研究における社会ネットワーク分析の指数関数的な増加（Borgatti and Foster, 2003）に表れている。また個々の論文レベルに加え、学術誌レベルでも、2000年の Strategic Management Journal（Gulati, et al., 2000）や、2004年の Academy of Management Journal（Brass et al., 2004）を始め、経営学の諸学術誌が近年、社会ネットワーク分析の特集号を組んでいる。

社会ネットワーク分析とは、ある特定の社会的関係に基づいたリンクでつないだ人間や組織を表すノードの集合である社会ネットワークの様相や、その組織パフォーマンスへの影響等をネットワークの観点から分析する手法である。社会的関係の例として、交友関係や、取引関係、あるいは各種団体への所属が挙げられる。社会ネットワークは、個人間、組織間の単なるつながりなのではない。例えば、組織が属しているネットワークの性質や特徴、あるいはネットワーク内で組織が占めている位置により、それら組織の行動や

パフォーマンスが変わってくるものである (Gulati, 1998)。このことを指して Walker et al. (1997) は、社会ネットワークの役割として、ネットワークの構成員へのネットワーク・キャピタル (Gulati, 1999) ——ソーシャル・キャピタルのようなもの——の提供であると指摘している。

個々の組織を取り巻くネットワークは互いに異なっている。それゆえ個々の組織が有するネットワーク・キャピタルを模倣することは難しい。模倣の困難なネットワーク・キャピタルが、組織のパフォーマンスに影響を与えるのなら、逆に個々の組織はより良いネットワーク・キャピタルへのアクセスを確保するために、ネットワーク内でより有利な位置に自らを置こうとするであろう。そしてそのような個々の組織の行動の集積として、ネットワークは全体として自己組織化していく。例えば Kogut (2000) は、個々の産業におけるネットワーク構造は、社会的な規範や企業行動を規定する制度的要因に加え、産業技術の特性によって決定されることを指摘している。この指摘は、規模の経済性やネットワーク外部性につながるような技術が中核である産業は大企業中心の産業になるということを示唆している。

Kogut の指摘は、産業間でイノベーションの様相が異なっているという概念、セクトラル・イノベーション・システムに通じるものである。すなわち、各産業のネットワークはセクトラル・イノベーション・システムの影響を受け、互いに異なるネットワーク構造を有している可能性があるのである。本論文は、その可能性の検証を目的とした探索的研究の報告である。具体的には、4つの産業を対象に、互いに性格の異なる2種類の企業間ネットワークの、ネットワーク分析を行った。そしてその結果、各産業を特徴づける技術が、その産業のネットワーク構造に影響を与えうるという示唆を得た。

次章以降の本論文の構成は次の通りである。第Ⅱ章では、企業間ネットワークの先行研究をレビューする。そして第Ⅲ章で本研究が技術の分類フレームワークとして使用した技術レジームについて説明した後、第Ⅳ章と第Ⅴ章で技術レジーム間、そして性格の異なる企業間ネットワーク間のネットワーク構造の違いを検討する。第Ⅵ章でネットワーク分析を行い、第Ⅶ章で分析

結果について考察する。

II 企業間ネットワークの研究

企業間ネットワークを産業間で比較した先行研究は多くはない。しかしそれら先行研究から、政策的要因や技術の性質、およびその変化、ナショナル・イノベーション・システムを始めとする様々な要因が企業間ネットワークの発展に影響を及ぼしていることが示唆される。例えば、企業間ネットワークの先駆けの研究である Hagedoorn and Schakenradd (1992) は、情報通信産業分野における1,700の研究開発提携の結果形成された企業間ネットワークを解析した結果、1980年代に活発になった情報通信分野における企業間連携を背景にネットワークの密度が増加していること、そして市場リーダーがネットワークの発展において重要な役割を果たしていることを報告している。また1990年代前半の欧州連合の産官連携プログラムを分析した Peters et al. (1998) は、材料科学分野と生命科学分野では、ネットワークの規模や、中核を占める組織、あるいは参画している組織の性格等、様々な面で組織間ネットワークの性質が異なっていることを指摘した上で、差異の原因は政府プログラムの設計にあると結論づけている。欧州の第四次フレームワーク・プログラムの下で進められた研究開発ベンチャーのネットワークを分析した Breschi and Cusmano (2004) は、少数の先導的立場にある企業がネットワークの中核的位置を占めていること、そしてそれはそれら企業が繰り返しプログラムに参画している事実と他の参画社がそのような企業との連携をする傾向にある結果であることを報告している。また Madhavan et al. (1997) は、鉄鋼産業における企業間ネットワークの1977年代後半から約四半世紀もの変遷を分析し、ネットワーク構造が企業パフォーマンスと産業の発達の両面において影響を与えていること、そして鉄鋼産業を大きく変化させるような出来事をきっかけとしてネットワークが進化することを報告している。同時期の製薬産業における共同研究開発に基づく企業間ネットワークの発展を分析した Orsenigo et al. (2001) は、ネットワーク構造の変化は、同産業におけ

る技術変化への企業の適応を反映していること、そしてネットワーク内の各企業の位置の変化は少ないことを報告している。1980年代後半から10年間のデータ通信産業における戦略的提携ネットワークを分析した Soh and Roberts (2003) もまた、技術変化がネットワーク構造の変化を促している」と結論づけている。

1990年代前半に提唱され、イノベーション研究分野に広く受け入れられている概念である「ナショナル・イノベーション・システム」(Freeman, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997) によると、各国の制度や地理的要因、あるいは歴史的経緯が、各国のイノベーションの様相に影響している。その一構成要素である企業の活動はこれらの要因の影響下にある。それゆえ、企業間ネットワークも同様に、これらの要因の影響下にあることが予測される。実際、1970年代から1980年代の平面パネル・ディスプレイ産業の欧州、日本、北米の三地域のネットワークの構造変化を分析した Spencer (2003) は、制度的、地理的要因がネットワーク構造に影響を与えている可能性を指摘している。これら一連の研究から、政策的要因や技術特性およびその変化、あるいは各国の制度的要因を始めとする様々な要因が、とりわけ各産業を特徴づける技術特性が組織間ネットワークの発展過程に影響を及ぼしていることが考えられるが、技術特性そのものに着眼したネットワークに関する研究は限られている。

産業間でイノベーションの様相が異なっていることは広く認知されている。産業間の差異をもたらす要因として、技術の使用機会や関連分野にも応用できる可能性、あるいは、秘匿の可能性を始めとする、産業をとりまく環境の諸要因が指摘されている。社会ネットワークの観点からは、例えば、計算機システムの基本ソフトウェアの一つである Unix OS における技術標準に関する Axelrod et al. (1995) や米国シリコン・バレーとボストン近郊のルート 128 の半導体産業、コンピュータ産業の企業間の関係に関する Saxenain (1994) といった事例研究を踏まえ、Kogut (2000) は、個々の産業におけるネットワーク構造は、産業技術の特性によって決定されることを指摘してい

る。Kogut (2000) の指摘を踏まえ本研究では、産業や技術の分類スキームとして Malerba and Orsenigo (1996)、Breschi et al. (2000)、Malerba (2002) によって提唱された、技術レジーム (Technological Regimes of Schumpeter Mark I and Mark II) に基づき、技術が企業間ネットワークに与える影響を分析した。

Ⅲ 技術レジーム Mark I と Mark II

技術レジームは次に挙げる 4 つの技術特性に着目し、産業を Schumpeter Mark I (Mark I) と Schumpeter Mark II (Mark II) に分類する分類スキームである (Breschi et al, 2000)。

技術機会 (*Technological opportunities*)

イノベーション活動への投入資源が実際にイノベーションとして結実する可能性である。産業によって投入資源の限界的成果は異なっている。例えばハイテク産業の方が従来のローテク産業よりも技術機会が高いことが報告されている (Von Tunzelmann and Acha, 2004)。技術機会が高い産業の方が、イノベーションから得られる利潤への期待が大きく、企業にとってはイノベーション活動に従事するインセンティブが強い。

占有可能性 (*Appropriability conditions*)

特許や企業秘密、ノウハウ等によりイノベーションを模倣されることを防ぐ可能性である。占有可能性が低いことはすなわち、情報の外部性 (Levin et al., 1987) からの影響が大きい環境であることを意味している。占有可能性が高い方が、企業にとっては研究開発活動に注力するインセンティブが強い。しかしその一方で、他の組織がその技術進歩を享受する可能性が低くなる一面も有する。

累積性 (*Cumulativeness*)

現在のイノベーション活動における、経験等を始めとするこれまでの蓄積の重要性の度合いである。累積性が高いということは、イノベーショ

ン活動の継続性が高いことを意味している。企業は、将来に渡り特定の技術において、かつ特定の技術軌跡に沿ったイノベーション活動に従事することになる。

知識ベースの特性 (Property of knowledge base)

企業のイノベーション活動のもとである知識の性格である。技術的知識の間で、その特定性や暗黙度、複雑性が異なっている (Winter, 1987)。例えば、技術を特徴づける様々な側面のうち、Breschi et al. (2000) は、般化知識の役割を重要視している。

上述した4つの技術特性の組み合わせにより、次に述べるように技術レジームが決定される。

Mark I

Mark I は高い技術機会、低い占有可能性、低い累積性、そして般化知識の役割の限定性に特徴づけられる技術レジームである。この技術レジームを特徴づける市場参入の容易性と多数の企業によるイノベーション活動、イノベーションにおける中小企業の役割の重要性、そして常に浸食されつつある既存企業の技術優位性を踏まえ、Malerba らはこの技術レジームを「創造的破壊 (creative destruction)」と呼んでいる。この技術レジームにおけるイノベーション基盤は、常に拡張しつつある (widening)。

Mark II

Mark I と対照的に、Mark II は低い技術機会、高い占有可能性、高い累積性、そして般化知識の役割の重要性に特徴づけられる技術レジームである。この技術レジームを特徴づける大きな既存企業の存在、イノベーション活動の集積度や累積度の高さ、そして技術と市場の両面において新規参入が困難さを踏まえ、Malerba らはこの技術レジームを「創造的累積 (creative accumulation)」と呼んでいる。この技術レジームにおけるイノベーション基盤は常に深化しつつある (deepening)。

産業の Mark I と Mark II への分類

Breschi et al. (2000) は、欧州の特許データと、主要な製造企業の研究開発マネージャへの調査を踏まえ、各種産業を Mark I、Mark II、そしてそれ以外 (Mixed) に分類した。例えば測定機器、産業機械、家庭用電気機器は Mark I に、自動車、化学、電子部品は Mark II に、創薬や航空機、コンピュータは Mixed に分類されている。

IV 技術レジーム間の企業間ネットワークの差異

Mark I 産業の企業間ネットワーク

Mark I において、イノベーション環境は低い占有可能性と般化知識の限定的な役割に特徴づけられている。このような環境では、企業を始めとする諸組織は、比較的短い期間で提携パートナーから多くのことを学習することが可能である。また連携を止めた後でも特許等を通して元パートナーが有する技術・情報について学習することも可能である。すなわち、学習という観点からは同一の提携・協業を長期間にわたり維持する必要は少ない。それゆえ、Mark I の提携ではパートナーの変更が頻繁であり、その結果、企業間ネットワークも安定的でないことが予想される。

Mark II 産業の企業間ネットワーク

一方 Mark II において、イノベーション環境は高い累積性に特徴づけられる。このような環境では、企業を始めとする諸組織には、比較的長期間、提携・協業関係を維持することが求められる。なぜなら、短期間の提携では提携パートナーから学習することが困難だからである。すなわち一旦、提携が成立すると、その関係は長期間継続する。それゆえ Mark II では企業間ネットワークは比較的安定であり、緩やかに変化することが予想される。また、特定の企業を核としたネットワーク構造が形成されることが予想される。なぜなら Mark II では、大きな既存企業が技術知識のレポジトリ的役割を果たしているが、これら企業は、企業規模が大きいがゆえ、新興企業にとって様々

な経営資源を提供する提携先としての役割を果たしていることが予想されるからである。

V 技術提携ネットワークと RJV ネットワーク間の差異

Inkpen and Tsang (2005) は、ネットワーク・ダイナミクスはネットワークの種類——本研究においては例えば、通常の技術提携と共同研究開発を目的とした提携——により異なることを指摘している。本研究では、第Ⅵ章で述べるように、技術を中心としつつも、その性格が互いに異なっている2種類の企業間ネットワークとして、技術提携ネットワークと RJV ネットワークを分析している。

技術提携ネットワークは、研究開発やライセンス、製造等といった何らかの技術的要素を含む提携を基に構築されている企業間ネットワークである。一方、RJV ネットワークは、もっぱら研究開発を目的とする共同研究ベンチャー (Research Joint Ventures, RJVs) を基に構築されている企業間ネットワークである。いずれの企業間ネットワークも技術的要素を有するものの、RJV ネットワークの方が強い技術指向性を有している。技術指向性の強弱が技術提携ネットワークと RJV ネットワークの間のネットワーク構造の差異の理由となる可能性がある。実際、提携の運営のあり方の決定要因を解析した Gulati and Singh (1998) は、技術指向性が強い提携の方が階層的な運営構造を持つ確率が高いことを報告している。その理由として、彼らは知識を過不足無く記述するようなことは難しいため、提携を通して交換されたり創出されたりした知識の占有可能性の問題を挙げている。これは知識パラドックス (Arrow, 1962) に通じるものである。

本研究の分析対象である RJV と技術提携を比較すると、Gulati and Singh (1998) らによって指摘された問題は技術指向性が強い RJV においてより重大である。それゆえ先述したような、企業間ネットワークが持ちうる特徴は、RJV ネットワークに顕著である可能性がある。この他 RJV ネットワークを特徴づけている他の要因として、反トラスト法からの保護もあるが、この要

因がネットワークに与える影響については、今後の研究課題である。

探索ネットワークと活用ネットワーク

Nooteboom (2004) と Nooteboom and Gilsing (2004) によれば、企業間ネットワークには、「探索ネットワーク (network for exploration)」と、「活用ネットワーク (network for exploitation)」の2種類のモードがある。探索ネットワークは新技術・知識と、それらに伴う不確実性に特徴づけられるネットワークであり、活用ネットワークは優勢な技術デザインと、比較的小さな不確実性と効率性に特徴づけられるネットワークである。

これら2種類のネットワークの間の違いは明確である (Nooteboom, 2004)。具体的には探索ネットワークのネットワーク密度は高く、活用ネットワークは低い。探索ネットワークの安定性は低く、活用ネットワークは高い。本研究においては、RJV ネットワークと技術提携ネットワークはそれぞれ、探索ネットワークと活用ネットワークに対応している。それゆえ、探索－活用ネットワークの観点からも、RJV ネットワークと技術提携ネットワークは、いずれも技術的要素を有する企業間ネットワークであるという共通点を持ちつつも、その特徴は互いに異なることが予想される。

VI ネットワーク分析

データ

本研究では、戦略的提携分野の研究で代表的なデータベースであるトムソン・ファイナンシャル社の SDC Platinum と、ジョージ・ワシントン大学国際科学技術戦略センター (Center for International Science and Technology Policy, CISTP) の NCRA-RJV データベースに収集されている提携を対象に分析を行った。

SDC Platinum は米国証券取引委員会への企業の業績報告や新聞や業界紙、雑誌等、公開情報を情報源として提携に関する情報を収集しているデータベースである。研究開発に加え、マーケティングやライセンス、製造等、

様々な提携について、開始時期や提携名、提携目的、参画組織、産業分野等の情報を記録している。1985年から2004年の間に収集されている全提携数は104,347である。本研究では、これら提携のうち、研究開発やライセンスング、製造といった何らかの技術的要素を含む提携を対象に、さらに他データベースとの接合の結果残った提携を解析対象としている。ただし SDC Platinum は中小企業に関する情報が少ない、初期のデータ収集の不備等の問題が指摘されている (Anand and Khanna, 2000; Sampson, 2004)。

一方、NCRA-RJV は、1984年に制定された国家共同研究法 (National Cooperative Research Act of 1984, NCRA) とその改正法である、1993年制定の国家共同研究製造法 (National Cooperative Research and Production Act of 1993, NCRPA) の下、米国連邦広報に掲載された共同研究ベンチャー (Research Joint Ventures, RJVs) について、開始時期や RJV の名称、目的、参画組織とその変化、産業分野等の情報を記録している。米国では、1960年代中頃以降の経済成長や国際市場における米国の競争力の低下、とりわけハイテク分野における競争力の低下に対する問題意識が1980年代に入り高まった。そのような背景の下、1970年代後期の日本における半導体産業分野の共同研究開発プロジェクトである超LSI技術研究組合の成功と、米国企業間の協業をも阻害するような強い反トラスト政策への方策として制定されたのが NCRA である (Vonortas, 1997; Link et al., 2002; Combs and Link, 2003)。NCRA では、個々の RJV の行為の当不当の判断は合理の原則 (rule of reason) に基づいており、たとえ不当であったとしても、RJV 参画組織の責任限度は実質の損害以下までと定められており、反トラスト法よりも緩い。ただし NCRA の下で反トラスト法からの保護の対象となるには、予め、RJV の参画組織は RJV を構成する組織と目的を、さらに変更があった場合はその都度、変更を米国司法省に届け出る必要がある。1985年から2000年の間に米国司法省に届け出られた RJV 数は847である。図 1 に SDC Platinum に収集された提携数と NCRA の下で登録された RJV 数の推移を示す。

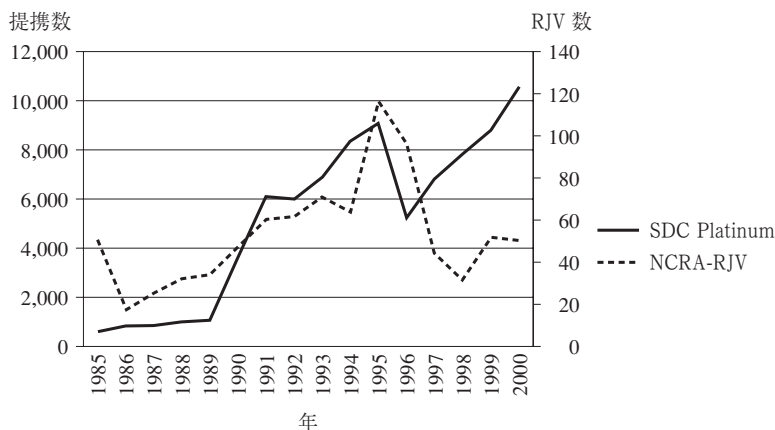


図1. SDC Platinum に収集された提携数と NCRA の下で登録された RJV 数の推移。

企業間ネットワークの構築

社会ネットワーク分析では、企業を始めとする組織はノードで表現される。もし、2 組織が何らかの関係を有している場合——本研究では技術提携の関係にあって同じ RJV に参画している場合——、それら組織はリンクで結ばれる。ネットワークは、これらノードとリンクの集積である。ある企業が、傘下の複数の子会社を通じて複数の提携に参画している場合は、その企業が参画しているものとしてネットワークを構築している。また、ある企業が複数の子会社を経由して同一の提携に参画している場合、その企業が参加しているものとしている。

企業間ネットワークの例

図2は、企業間の提携関係から企業間ネットワークを構築するプロセスを示したものである。図2の上部において、R1、R2、……は企業間提携であり、数字1～11は企業である。例えば企業間提携 R1 には企業1～5が参画している。また、企業7は2つの企業間提携 R2、R4 に参画している。図2上部に示されるような企業間提携は、社会ネットワーク解析では、同図下部

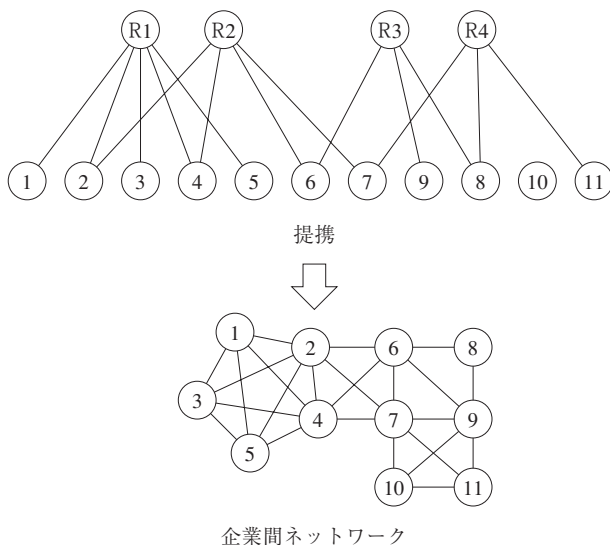


図2. 企業間ネットワークの構築例.

に示されている企業間ネットワークとして表現される。

分析指標

本研究では、社会ネットワーク分析で通常使用されている、次に挙げる指標を用いて企業間ネットワークを分析した。これら指標の詳細な定義については例えば Wasserman and Faust (1994) 等を参照されたい。またネットワークの分析には Matlab を使用した。

ノード数 (Number of nodes)

ネットワーク内に存在するノード（企業等の組織）の個数。ネットワークの規模の指標である。

リンク数 (Number of links)

ネットワーク内に存在するリンク（ノード間の結びつき）。ノード数同様、ネットワークの規模の指標である。

平均度数 (Average degree)

各ノードが有するリンク数の平均。ノード間の直接的なコミュニケーションのレベルの指標である。

ネットワーク密度 (Network density)

ネットワークに実存するリンク数をネットワーク内のノード間につなごうる全てのリンク数で割った指標。ノード間のコミュニケーションの密度を指標である。例えば、同程度のノード数を有する2つのネットワークを比較した場合、ネットワーク密度の高いネットワークの方が、ノード間のコミュニケーションが活発であると結論づけられる。平均リンク数とネットワーク密度は互いに関連している指標であるが、いわば平均リンク数がリンク数に影響を与える要因、ネットワーク密度はノード数に影響を与える要因をそれぞれ注視している違いがある。

平均距離 (Average distance)

ネットワーク内の2つのノード間の距離は、それらを間接的に結びつけているノード間の最短（最小）リンク数である。平均距離は、ネットワーク内の全てのノードの組み合わせ間の距離の平均である。ネットワーク内のノードが直接、あるいは間接に他のノードとコミュニケーションできる容易さのレベルの指標である。

ネットワーク媒介性 (Network betweenness)

ネットワークのリンクの、特定ノードへの集中度を示す指標。ノード間の直接リンクが多ければ多いほど、ネットワーク媒介性は小さい値となる。逆にネットワーク媒介性が大きい場合、ネットワーク内にハブ——特定のノードへのリンクの集中——が存在することを示唆している。そのようなハブは、ネットワーク内の情報の流れを制御可能な有利性を有していると判断されることがある。ネットワーク媒介性の計算には Brandes (2001) のアルゴリズムを使用している。

分析対象期間及び時間ウィンドウ

本研究では1994年と1995年の2年を分析の対象とした。これら2年を分析対象とした理由は、SDC-Platinum と NCRA-RJV の両方が1994-5年に、提携数と RJV 数のピークにあることである（図1）。本研究の対象である技術レジームが企業間ネットワークに与える影響を検証するためには、できるだけ多くの企業、組織が提携や RJV に参画している時期を分析対象とした方がよく、かつ時系列的変化の把握には、外部条件があまり変化していない近接した2年を対象とした方がよい。

また分析にあたり、時間ウィンドウは、各年を中心とする前後2年、合計5年に設定した。例えば1994年のネットワークは、1992年から1996年に開始、設立された提携や RJV に基づいて構築されたネットワークである。なお企業間ネットワークの研究において、時間ウィンドウの選択に関する標準的なアプローチは確立されていない。例えば Soh and Roberts (2003) は、データ通信産業の分析にあたり4年間の時間ウィンドウを、Ahuja (2000) は、化学産業の分析にあたり2年間の時間ウィンドウを使用している。また Bekkers et al. (2002) は、ネットワークの構築に際し、時間ウィンドウを設定する代わりに、調査時期の初年度から累積的にネットワークを構築している。このように研究により時間ウィンドウの選択は異なっているが、本研究では、企業提携の平均寿命が5年であることを報告している Kogut (1988) を踏まえ、時間ウィンドウを5年に設定した。

本研究が分析対象とする産業、及び企業間ネットワーク

本研究では、Breschi et al. (2000) に従い、Mark I、Mark II からそれぞれ2つの産業、計4産業を分析対象として選択した。具体的には、測定機器 (SIC 382) と産業機械 (SIC 354, 355, 356) を Mark I に分類される産業として、自動車 (SIC 371) とプラスチック (SIC 282) を Mark II に分類される産業として選択した。そしてこれら4産業について、それぞれ技術提携ネットワークと RJV ネットワークの2つの企業間ネットワークを、すなわち

合計 8 つの企業間ネットワークの分析を行った。

分析結果

分析の結果、得られたネットワーク指標の値を技術提携ネットワークと RJV ネットワークそれぞれについて表 1 から表 4 に示す。なおこれら表中には、先述したネットワーク指標に加え、技術提携数や RJV 数、メンバシップ数も示している。技術提携数（技術提携ネットワーク）と、RJV 数（RJV ネットワーク）は、それぞれ分析の対象となった技術提携、RJV の数である。メンバシップ数は、技術提携や RJV に参画している延べ参画企業数である。先述したように、ネットワーク構築の時点で、ある企業が、傘下の複数の子会社を通じて複数の提携に参画している場合、あるいは複数の子会社を経由して同一の提携に参画している場合、その企業が参加しているものとみなしていることが、表中のノード数とメンバシップ数の間の乖離の理由である。

表 1～4 の比較から、企業間ネットワークの構造は概ね予想通りであることがうかがわれる。具体的には全体的な傾向として Mark I に分類される産業の企業間ネットワークよりも Mark II に分類される産業の企業間ネットワークの方が安定的である。ただしネットワーク媒介性については、RJV ネットワークの値が Mark I と Mark II の産業で交差している等、これら技術レジーム間の差異は、他の指標と比較して明確ではない。また技術提携ネット

表 1. 技術提携ネットワークのネットワーク指標（1994）。

ネットワーク指標	Mark I		Mark II	
	測定機器	産業機械	自動車	プラスチック
ノード数	137	108	98	85
リンク数	140	115	161	129
技術提携数	104	82	167	142
メンバシップ数	220	178	354	291
ネットワーク密度	0.015	0.020	0.034	0.036
平均度数	2.044	2.130	3.286	3.035
平均距離	3.524	5.569	3.483	3.275
ネットワーク媒介性	0.037	0.132	0.259	0.148

表 2. 技術提携ネットワークのネットワーク指標 (1995).

ネットワーク指標	Mark I		Mark II	
	測定機器	産業機械	自動車	プラスチック
ノード数	137	110	104	83
リンク数	137	114	172	126
技術提携数	102	80	181	141
メンバシップ数	214	174	383	289
ネットワーク密度	0.015	0.019	0.032	0.037
平均度数	2.000	2.073	3.308	3.036
平均距離	4.310	5.184	3.427	3.406
ネットワーク媒介性	0.076	0.110	0.228	0.160

表 3. RJV ネットワークのネットワーク指標 (1994).

ネットワーク指標	Mark I		Mark II	
	測定機器	産業機械	自動車	プラスチック
ノード数	144	237	112	72
リンク数	3,152	8,008	744	1,268
RJV 数	15	19	42	7
メンバシップ数	169	327	235	97
ネットワーク密度	0.306	0.286	0.120	0.496
平均度数	43.778	67.578	13.286	35.222
平均距離	1.311	1.888	1.746	1.460
ネットワーク媒介性	0.029	0.203	0.111	0.143

表 4. RJV ネットワークのネットワーク指標 (1995).

ネットワーク指標	Mark I		Mark II	
	測定機器	産業機械	自動車	プラスチック
ノード数	161	239	112	74
リンク数	4,500	8,020	744	1,410
RJV 数	15	20	45	6
メンバシップ数	187	328	244	96
ネットワーク密度	0.349	0.282	0.120	0.522
平均度数	55.901	67.113	13.286	38.108
平均距離	1.502	1.986	1.746	1.433
ネットワーク媒介性	0.143	0.157	0.111	0.114

ワークと RJV ネットワークの比較においても Nooteboom (2004) の指摘通りであることがうかがわれる。

VII 結び

分析結果から技術レジームが企業間ネットワークのネットワーク構造に影響を与えることが示唆された。すなわち個々の産業を特徴づけている技術特性が、企業のイノベーション活動に影響を与え、それは企業間ネットワークのネットワーク構造に反映されていることが明らかになった。本研究は探索的研究であるが、その結果は技術とネットワークの関係についてさらに研究を進める余地があることを示唆している。従来のネットワーク研究が1産業のみ、あるいは1種類のネットワークのみを分析対象としていることと対照的に、本研究では、2つの技術レジームに分類される計4つの産業について、それぞれ技術提携ネットワークと RJV ネットワークという性格の異なる2種類の企業間ネットワークを解析した。今後さらに技術とネットワークの関係を解明していくには、本研究のような、包括的な分析が必要であると考えられる。

本研究からは各産業の技術特性が企業間ネットワークのネットワーク構造に影響を与えていることが明らかになったが、これは政策のあり方にも示唆を与えるものである。政策は、特定の産業を対象とした産業政策でない限り、全ての産業に一律に適用される。しかし個々の産業により、政策の影響は異なる可能性がある。なぜなら産業間でイノベーションの様相は異なっているからである。例えば、知的財産権の強化を目的とした特許制度の変更は、創薬産業やバイオテクノロジー等の産業の研究開発活動には正の効果をもたらす一方で、情報通信産業や自動車産業等の産業には負の効果をもたらす可能性がある。前者のような産業においては限られた数の発明が製品開発に重要な役割を果たしているのに対し、後者のような産業では、多数の発明の組み合わせが製品開発に不可欠だからである (Kash and Rycroft, 1993)。すなわち、政策と産業技術の影響の相乗効果により、政策が産業レベルの企業間ネ

ットワークに意図しない影響を与える可能性があるのである。実際、企業間ネットワークに影響を与えうる要因は技術特性だけではない。例えば Peters et al. (1998) や Breschi and Cusmano (2004) は、政府プログラムの設計がネットワーク構造に影響を与えていることを報告している。すなわち、政策の検討、施行においては、一見技術的に中立と思われる政策であっても、個々の政策が個々の産業に与える影響について考慮の必要があるのである。

本研究では分析のフレームワークとして Malerba and Orsenigo (1996)、Breschi et al. (2000)、Malerba (2002) によって提唱された技術レジームに基づき、技術が企業間ネットワークに与える影響を分析した。技術レジームは、技術特性や企業間の関係等を踏まえ産業を分類する枠組みの一つである。他にも技術の複雑性に着目した単純技術－複雑技術という二分類法 (Kash and Rycroft, 1993) や技術ユーザーと供給者との関係に着目した分類法 (Pavitt, 1984, 1994)、あるいは技術面での参入障壁に着目した分類方法 (Marsili, 2001) 等の分類スキームが提唱されている。今後の研究の方向性として例えば、これら分類スキームに沿って企業間ネットワークを分析し、ネットワーク分析の観点から、各分類スキームを検証する可能性があるであろう。

(筆者は関西学院大学商学部准教授)

参考文献

- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3): 425-455.
- Anand, B. N. and Khanna, T. (2000). Do firms learn to create value? the case of alliances. *Strategic Management Journal*, 21(3): 295-315.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In Nelson, R. R., editor, *The Rate and Direction of Inventive Activity*, pages 609-625. Princeton University Press.
- Axelrod, R., Mitchell, W., Thomas, R. E., Bennett, D. S., and Bruderer, E. (1995). Coalition formation in standard-setting alliances. *Management Science*, 41(9): 1493-1508.
- Bekkers, R., Duysters, G., and Verspagen, B. (2002). Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure—the case of GSM. *Research Policy*, 31(7):

1141-1161.

- Borgatti, S. P. and Foster, P. C. (2003). The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of Management*, 29(6): 991-1013.
- Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality. *The Journal of Mathematical Sociology*, 25(2): 163-177.
- Brass, D. J., Galaskiewicz, J., Greve, H. R., and Tsai, W. (2004). Taking stock of networks and organizations: A multilevel perspective. *Academy of Management Journal*, 47(6): 795-817.
- Breschi, S. and Cusmano, L. (2004). Unveiling the texture of a European research area: Emergence of oligarchic networks under EU framework programmes. *International Journal of Technology Management*, 27(8): 747-772.
- Breschi, S., Malerba, F., and Orsenigo, L. (2000). Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *The Economic Journal*, pages 388-410.
- Center for International Science and Technology Policy, The George Washington University (1999). NCRA-RJV database. Retrieved September 20, 2001.
- Combs, K. L. and Link, A. N. (2003). Innovation policy in search of an economic foundation: The case of research partnerships in the United States. *Technology Analysis and Strategic Management*, 15(2): 177-187.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Routledge, London, UK.
- Freeman, C. (1997). *Technology policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishing, London.
- Gulati, R. (1998). Alliances and networks. *Strategic Management Journal*, 19(4): 293-317.
- Gulati, R. (1999). Network location and learning: The influence of network resources and firm capabilities on alliance formation. *Strategic Management Journal*, 20(5): 397-420.
- Gulati, R. and Singh, H. (1998). The architecture of cooperation: Managing coordination costs and appropriation concerns in strategic alliances. *Administrative Science Quarterly*, 43(4): 761-814.
- Gulati, R., Nohria, N., and Zaheer, A. (2000). Guest editors' introduction to the special issue: Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21(3): 203-215.
- Hagedoorn, J. and Schakenraad, J. (1992). Leading companies and networks of strategic alliances. *Research Policy*, 21(2): 163-190.
- Inkpen, A. C. and Tsang, E. W. K. (2005). Social capital, networks, and knowledge transfer. *Academy of Management Review*, 30(1): 146-165.
- Kash, D. E. and Rycroft, R. (1993). Two streams of technological innovation: Implications for public policy. *Science and Public Policy*, 20(1): 27-36.
- Kogut, B. (1988). A study of the life cycle of joint ventures. In Contractor, F. J. and Lorange, P., editors, *Cooperative Strategies in International Business*, chapter 5, pages 169-185. Lexington Books, Lexington, MA.

- Kogut, B. (2000). The network as knowledge: Generative rules and the emergence of structure. *Strategic Management Journal*, 21 (3): 405-425.
- Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R. R., and Winter, S. G. (1987). Appropriating the returns from industrial research and development. *Brooking Papers on Economic Activity*, 3 (0): 783-820.
- Link, A. N., Paton, D., and Siegel, D. S. (2002). An analysis of policy initiatives to promote strategic research partnerships. *Research Policy*, 31 (8-9): 1459-1466.
- Lundvall, B.-A., editor (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London, UK.
- Madhavan, R., Koka, B. R., and Prescott, J. E. (1998). Networks in transition: How industry events (re)shape interfirm relationship. *Strategic Management Journal*, 19 (5): 439-458.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, pages 247-264.
- Malerba, F. and Orsenigo, L. (1996). Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. *Research Policy*, 25 (3): 451-478.
- Marsili, O. (2001). *The Anatomy and Evolution of Industries: Technological Change and Industrial Dynamics*. Edward Elgar Publishing, Northampton, MA.
- Nelson, R. R., editor (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Nooteboom, B. (2004). *Inter-firm Collaboration, Learning and Networks: An Integrated approach*. Routledge, London, UK.
- Nooteboom, B. and Gilsing, V. A. (2004). Density and strength of ties in innovation networks: A competence and governance view. ERIM Report Series Research in Management ERS-2004-005-ORG, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam, The Netherlands.
- Orsenigo, L., Pammolli, F., and Riccaboni, M. (2001). Technological change and network dynamics: Lessons from the pharmaceutical industry. *Research Policy*, 30 (3): 485-508.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (3): 343-373.
- Pavitt, K. (1994). Key characteristics of large innovating firms. In Dodgson, M. and Rothwell, R., editors, *The handbook of industrial innovation*, pages 357-366. Elgar, Aldershot, U.K.
- Peters, L., Groenewegen, P., and Fiebelkorn, N. (1998). A comparison of networks between industry and public sector research in materials technology and biotechnology. *Research Policy*, 27 (3): 255-271.
- Sampson, R. C. (2004). Organizational choice in R & D alliances: Knowledge-based and transaction cost perspectives. *Managerial and Decision Economics*, 25 (6-7): 421-436.
- Saxenian, A. (1994). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press, Harvard, MA.

- Soh, P.-H. and Roberts, E. B. (2003). Networks of innovators: A longitudinal perspective. *Research Policy*, 32(9): 1569-1588.
- Spencer, J. W. (2003). Global gatekeeping, representation, and network structure: a longitudinal analysis of regional and global knowledge-diffusion networks. *Journal of International Business Studies*, pages 428-442.
- Thomson Financial (2005). SDC Platinum (Joint Ventures / Strategic Alliances). Retrieved May 20, 2005 at the Center for International Science and Technology Policy, The George Washington University.
- United States Office of Management and Budget (1987). *Standard Industrial Classification Manual*.
- Von Tunzelmann, N. and Acha, V. (2004). Innovation in “low-tech” industries. In Fagerberg, J., Mowery, D. C., and Nelson, R. R., editors, *Oxford Handbook of Innovation*, pages 407-432. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Vonortas, N. S. (1997). Research joint ventures in the US. *Research Policy*, 26(4-5): 577-598.
- Walker, G., Kogut, B., and Shan, W. (1997). Social capital, structural holes and the formation of an industry network. *Organization Science*, 8(2): 109-125.
- Wasserman, S. and Faust, K. (1994). *Social Network Analysis*. Cambridge University Press.
- Winter, S. G. (1987). Knowledge and competence as strategic assets. In Teece, D. J., editor, *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, pages 159-184. Ballinger, Cambridge, MA.