

研究開発の方向性を規定する要因 —業界の評価と開発スピード—

明治学院大学経済学部 貴志 奈央子

要 旨

技術の潜在性や市場の需要に基づいて合理的に研究開発の方向性を決定することが難しい場合、他社の動向や業界全体の流行に従って、あるいはこれまでの蓄積してきた技術に基づいて意思決定が行われる可能性は高い。本研究では技術進歩がきわめて早い半導体デバイスに着目し、意思決定の指針となる要因を特定するために米国特許データの分析を行った。分析の結果、ある技術に対する業界の評価や競合度、および組織の開発スピードが研究開発における意思決定に部分的に影響を与えることが明らかとなった。

キーワード：研究開発、特許、半導体、ネットワーク

Key words : R&D, Patent, Semiconductor, Network

1. はじめに

製品が急速な進歩を遂げる技術から構成されている場合、技術の将来性について確実な情報を得ることは難しく、研究開発の方向性を見きわめることも容易ではない。多様な展開を予測して幅広

く開発を進めていくには、十分なコストと人的資源が必要であり、資源に限りのある企業は何らかの選択を迫られることになる。構成要素が多く、複雑な製品であれば、その選択はさらに困難なものとなる。複雑な製品の設計を簡素化する手法としては、製品システムを構成要素ごとにモジュール化して切り離す方法が指摘されている (Baldwin and Clark, 2000 etc.)。モジュールごとに分解されると、設計担当者は責任のあるモジュールに専念して深く情報を収集することができるため、技術の不確実性は緩和されるだろう。これに対し、Christensen(1999) はマイクロエレクトロニクス産業に関する議論において、幅広い技術を抱えること (technological largeness) がシーズの提供という機能を果たしてきたと指摘している。製品の構成要素を単純に切り離すことが唯一の解決策ではないとすると、不確実性の高い技術を抱える企業はどのように研究開発の方向性を見きわめてきたのだろうか。

本研究では、業界において将来的に高い利益をもたらす技術が特定され難い状況を技術的な不確実性の高いケースと捉える。そして、将来的に業界で支配的となる技術を把握しにくい場合、意思

決定の指針となる要因は何かを明らかにしていく。技術の潜在性や市場の需要に基づいて合理的に研究開発の方向性を決定することが難しい場合、他社の動向や業界全体の流行に従って、あるいはこれまで蓄積してきた技術や開発能力から制約を受けて意思決定が行われる可能性は高いのではないだろうか。

本研究では、技術進歩における不確実性の高い製品である半導体デバイスを分析の対象とする。半導体デバイスは微細化・極小化の技術を追及しており、究極的な方向性は ITRS(The International Technology Roadmap for Semiconductors) によって明確に提示されている。半導体業界のコンセンサスとして提示されるロードマップは達成の容易な場合もあれば困難な場合もあったとされるが、デバイスメーカーにとっては提示されたロードマップを実現するためにどのような目標を設定して研究開発を進めていくかが課題となる。つまり、そこに到達するまでの経路において技術的に成長段階にあった半導体デバイスには多様な選択肢が存在していたため、本研究の分析に適すると考えられる。

2. 研究開発の方向性と特許の引用関係

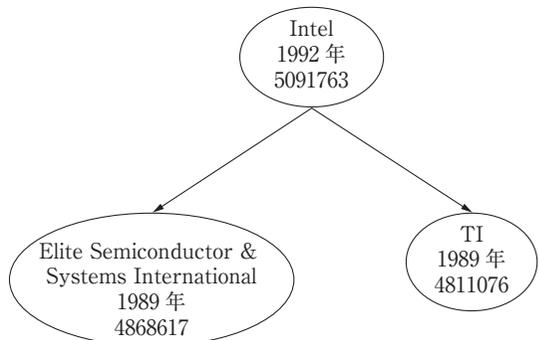
研究開発の方向性に関する意思決定の軌跡をたどっていくためには、ある技術に関する研究開発を手がけるかどうかについて、企業が下した判断を一つ一つ明らかにしていく必要がある。本研究では、特許データを用いてその軌跡を特定していく。それぞれの特許には、前提となった過去の特許が示されている。これは既存の関連特許を列挙することで、申請された特許が新規性を有している部分はどこかを明らかにするためである。

図 1 に示されているのはインテルの特許と引用

されている特許の関係である。三つの楕円はそれぞれ特許を表しており、楕円の中には特許の所有者・発行年・7桁の登録番号が記されている。また、矢印は引用関係を表しており、1992年に発行されたインテルの特許「5091763」は1989年に発行された二つの特許を引用していることになる。図1における引用関係は、新しく発行された特許が既存の技術とどのように関連しているのかを示してくれる。つまり、技術開発の方向性について下された企業による意思決定の軌跡が、既存技術との関係という形で客観的に示されていることになる。

本研究では、こうした特許の引用関係を特定し、意思決定の方向性を決めるにあたって企業が影響を受けている要因とは何かについて分析を行う。図1で見た場合、インテルの特許と1989年に発行された二つの特許の間になぜ矢印が引かれることになったのか、インテルはなぜこれら二つの特許と関連した技術を開発すると決定したのか、この疑問を明らかにすることが本研究の課題となる。そして、この課題に対し本研究では、既存技術を取り巻く環境と組織の特性について、業界から受けている評価・競争環境・所有者の開発能力という三つの変数を特許データから抽出し、企業の意思決定を示す図1の矢印の形成に影響を与え

図 1. 特許データによる意思決定の軌跡の特定：インテルの特許の場合



ているかどうか検証を行う。

3. 研究開発とネットワーク

特許の引用関係を特定していくと、それぞれの特許を点とし、引用関係を示す矢印を線としたネットワークが描かれていくことになる (Stuart and Podolny, 1996; Podolny, Stuart, and Hannan, 1996)。エンジニアや技術をノードとしたネットワークが研究開発の意思決定やパフォーマンスに与える影響を検証した研究は、1960年代後半に始まったコミュニケーション研究に端を発する。初期の研究では、「研究開発のパフォーマンスを向上させるエンジニアどうしのネットワークはどのような特性を持つのか」という観点から検証が行われ、「ゲートキーパー」と呼ばれる他者との交流を活発に行うエンジニアがプロジェクトや組織に存在する場合、パフォーマンスは向上していることが明らかにされた (Allen and Cohen, 1969; Allen, 1977 etc.)。しかし、Allenらによるコミュニケーション研究以降、近年に至るまで経営学においては研究開発のパフォーマンスに影響を与えるネットワーク構造そのものが分析されることはなかった。これに対し1990年代に入り、研究開発のパフォーマンスに影響を与えるネットワーク特性を明らかにしようとする社会学の研究が出現し始めた。

ネットワークを対象とした社会学の研究では、紐帯の強度、直接結合、ネットワーク・レンジ、密度、ネットワーク・ステータスという五つの変数が研究開発のパフォーマンスに影響を与えるとされている。それぞれの変数は、次のような意味を持つ。まず、「ノード」と呼ばれる点をつなぐパスを紐帯とすると、「紐帯の強度」とはノード間の結びつきの強さを示している。また、二つの

ノードが紐帯によって直接結ばれている状態を「直接結合」と呼ぶ。さらに、Marsden (1990)によると、「レンジ」とはネットワークにおける知識の多様性を意味し、「密度」とはネットワークにおける実際の紐帯数を形成可能な紐帯の総数で除することによって算出され、ノード間の連結性の平均的な強さを表す。そして、「ステータス」とは、「ある行為者が高いパフォーマンスを達成する」と、他者から認識されている程度を示す指標である。ステータスは、過去の交換関係から定義される。たとえば、特許の引用関係をノードとしたネットワークの場合、ある企業のステータスは、所有する特許について引用された回数が多いほど高いステータスを確立していることになる。企業のステータスは、どの程度のパフォーマンスを達成する能力があるのかについて周囲に伝達する機能を持つ。したがって、ある行為者と紐帯を形成するかどうかについて意思決定を行う際に当該行為者と実際に紐帯を形成した経験がなく、有益な情報を得られない場合、ステータスが意思決定の不確実性を補完する指標となる (Podolny, 1993)。

一方、社会ネットワーク分析の研究では、ネットワークを構成するノード間の関係について、弱いネットワーク (sparse network) と強いネットワーク (dense network) のどちらが研究開発のパフォーマンスを向上させるのかという点で見解が分かれている。関係性の弱いネットワークとは紐帯数が少ないためノード間の結びつきが弱く、構造的空隙と呼ばれる情報の断絶領域を多く有するネットワークを意味する。こうしたネットワークではノード間の情報の冗長性が低いため、斬新なアイデアや解決策が創出される確率は高まる (Burt, 1992)。これに対しノード間の関係が強いネットワークでは、多数の紐帯を有するため

ノード間で十分に情報が共有されていることになる。こうした密なネットワークの場合、斬新なアイデアは創出されにくい、ノードどうしの行動を調整することは容易であるため、イノベーションの達成に至るプロセスの障壁が緩和することになる (Obstfeld, 2005)。

コミュニケーション研究において明らかにされたゲートキーパーは、社会ネットワーク分析の変数を用いれば、組織の内外で他のエンジニアと強度の強い直接結合を多数形成している行為者となる。本研究では、このように経営学において蓄積されてきた知見に対し、社会ネットワーク分析の変数を用いてアプローチする。社会ネットワーク分析は経営学に比べてマクロな視点を用い、ネットワーク構造の形態の変遷から事象を明らかにしようとする。これに対し、ノードとノードを結びつけるそれぞれの紐帯が形成された背景に着目することによって、ネットワーク変数から新たな示唆を得られる可能性がある。

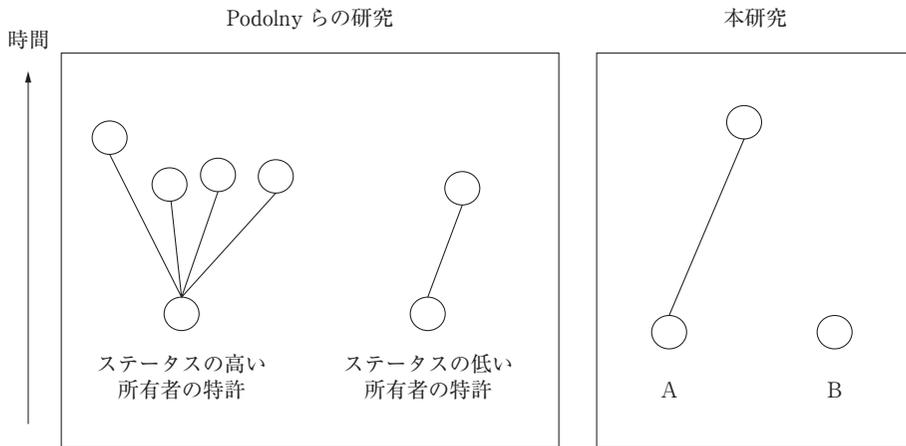
4. 仮説

特許の引用関係を技術的なネットワークと捉えた研究としては、社会学者の Podolny and Stuart (1995)、および Podolny, Stuart, and Hannan (1996) による研究がある。Podolny らの研究の関心は、ステータスという変数がネットワーク分析において機能することの立証にあった。Podolny らは分析の対象を半導体業界とし、ステータスの高さは紐帯の形成にプラスの影響を与えていることを明らかにした。たとえば、1985-91 年における特許データを用いて行った Podolny and Stuart の分析において、ステータスが高い企業の特許は、後続の特許に引用される確率が高かった。ステータスは、過去に卓越したイノベーショ

ンを達成した行為者に対し、他者が形成する評価の高さを示している (Podolny 1993)。特許をノードとするネットワークの場合、ステータスはある企業の特許が受けた引用数を同期間に業界全体の特許が受けた引用数で除することによって算出される。つまり、ステータスの高い企業とは、業界において後続の特許から何度も引用を受けるような評価の高いイノベーションを達成した経験のある組織ということになる。こうしたステータスの高い企業が新たに特許を出した場合、他の企業は新たな特許も高い潜在性を有すると予測し、ステータスの高い企業の行動に追随するようになる。ステータスの高い企業の発行した新たな特許への追随は、当該特許の引用となって現れる。ネットワーク構造でみると、ステータスの高い企業の新たな特許は他社の特許と紐帯を形成する確率が高いことになる。つまり、ステータスとは過去のパフォーマンスに基づいて発せられるシグナリングであり、高いステータスを有する行為者の特許とは紐帯を形成する価値があると業界全体に伝達していることになる (Podolny, 1993)。

本研究では Podolny らの提示した特許のネットワークを分析に用いるが、ネットワーク構造そのものよりも、むしろ技術どうしの関係が形成されていくプロセスに焦点をあてる。本研究において、特許間で紐帯が形成されるという事象は、研究開発の方向性が当該特許の関連技術の方に定められたことを反映していると捉える。図 2 に示されているのは、本研究と Podolny らの研究の比較である。丸は特許、直線は引用関係を表しており、下から上に向かう矢印は時間軸を示している。Podolny らの分析では、ステータスの高い企業の発行した特許は、ステータスの低い企業の発行した特許と比較して、後続の特許からより多くの引用を受けることが明らかにされた。業界における

図2. Podolny らの研究と本研究の比較



ネットワークの形成にステータスが影響を与えているためである。この場合、ステータスの分析単位は、特許ではなく特許を所有する行為者となる。たとえば、インテルのある特許が引用されるかどうかは、インテルという所有者のステータスに影響を受けることになる。これに対し本研究の焦点は、ある特許が既存の A と B という二つの特許のうち A と引用関係を形成したのはなぜかという疑問に特許 A の特性からアプローチすることにある。

まず、既存技術に対する業界の直接的評価、および注目度が研究開発の方向性に与える影響をネットワークの特性に基づいて検証する。特許という先行開発の成果指標を用いるため、技術的な価値が適正に判断されていない段階での業界の動向を「競合度」として、直接的評価と合わせて検証に用いる。企業が業界の技術動向を鑑みて下す意思決定が、業界や競合企業による意思決定からの程度影響を受けているのかを明らかにするためである。特に、90年代に日本メーカーが失速した原因として、他社の動向を見てから判断を下していたことによる意思決定の遅れが指摘された。こうした指摘に対し、国内メーカーが実際に、

研究開発において他国と比べて競合他社からより強い影響を受けていたのかどうかに焦点をあてて検証を行う。

仮説 1a：日本企業は、米国・韓国企業に比べて、業界で高い評価を受けている特許を引用する傾向が強い。

仮説 1b：日本企業は、米国・韓国企業に比べて、業界で競合度の高い特許を引用する傾向が強い。

一方、本研究の分析において使用する米国特許の場合、他社の特許が申請されて公開に至るまでに要する時間は平均2年前後であることが明らかになっている (Hall, Jaffe, and Trajtenberg, 2002)。Allen が指摘するように学会やワークショップで交わされる非公式なエンジニアどうしのコミュニケーションから、他社の動向を推測することは可能だが、公式なルートとしては特許が公開されるまで競合企業の開発内容を把握することは困難となる。また、組織に蓄積された能力が研究開発の制約になることを加味すると (Stuart

and Podolny, 1996), 研究開発スピードの加速に伴って内向的な開発が増加することになる。特に、半導体技術の複雑性は高く、累積的な技術の蓄積によって技術選択の方向性が規定される可能性は高い。こうした見解から、開発スピードの加速が自社技術への回帰を促すという仮説 2 が構築された。

仮説 2：研究開発の方向性を決定する際に、開発スピードの速い企業は、自社内の既存技術に基づく開発を重視する傾向が強い。

5. データ

本研究の分析においては、技術が急速に進歩する半導体業界を対象として検証を行う。半導体の研究開発では処理速度の向上とサイズの最小化という明確な方向性が提示されている。しかし、半導体メーカーはそれらを達成する技術に関し、複数の選択肢に対して意思決定を行う必要があるため、技術の進化経路に関する不確実性は高いと判断した。データとしては、NBER (National Bureau of Economic Research) によって整理された USPTO (United States Patents and Trademark Organization) の特許データを用い、半導体業界における技術的なネットワークを明らかにする (Podolny and Stuart 1995; Podolny, Stuart, and Hannan, 1996)。サンプル期間を 1990~99 年とし、同期間に発行され、USPTO の指定したプライマリークラス 257・326・438・505 に分類された特許を分析対象とする。サンプルとしては、半導体デバイスを供給する日韓米のトップメーカーに着目する。米国企業についてはアドバンスト・マイクロ・デバイス (AMD)、インテル、マイクロン・テクノロジー、テキサス・インスツルメンツ (TI)、

韓国企業については三星電子、日本企業については富士通、日立、三菱電機、日本電気、東芝をサンプルとして取り上げる。

特許はエンジニアにとって最新の情報ではない。エンジニアが特許情報から最先端技術を把握した段階で研究開発をスタートしては、スタートが遅すぎて競争に勝つことはできない。しかし、特許の引用関係はエンジニアの情報ネットワークを反映して形成されている可能性がある。エンジニアは、組織外部の学会や勉強会において構築した競争関係を越えた個人的なネットワークや、顧客との直接的なコンタクトから開発のシーズを見出している。技術的なネットワークは、エンジニアがこうしたさまざまな情報ルートから獲得した知識を活用していくプロセスを反映している。こうしたネットワークの特性を明らかにすることは、研究開発のパフォーマンスを高める情報の流れを明らかにする一つの手段と考えられる。

6. 変数の構築

仮説 1 で用いられている「技術に対する業界の評価」「技術に関する業界の競合度」、および仮説 2 で用いられている「開発スピード」という変数について、特許データに基づく定量的な代理変数を特定していく。図 3 に示されているのは、代理変数の概念図である。黒とグレーの丸はすべて特許を表している。また、左側の矢印は下から上に向かう時間の流れを示しており、A という添え字のついた一番の上の黒い丸が時間軸で見ても遅く発行された特許 (以降、特許 A とする) ということになる。特許どうしを結びつけている点線・直線は、特許間の引用関係を示している。ここで、特許 A がサンプル特許であるとする、点線は潜在的な引用関係を示していることにな

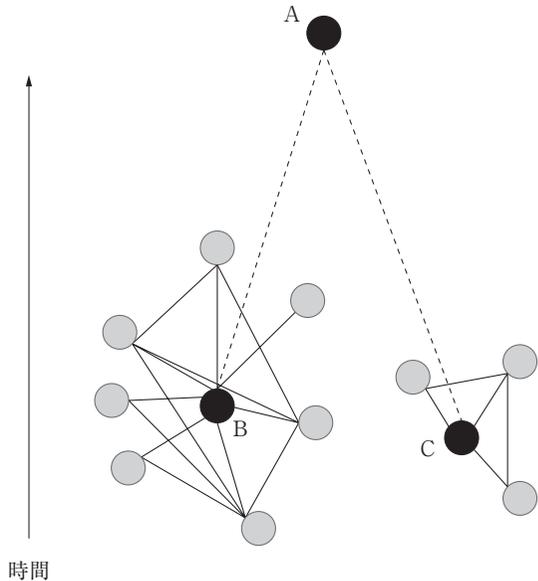
る。まず、特許技術に対する業界の評価としては、「ある特許が後続の特許から受ける引用の回数」を指標とした。本研究では、このような変数を被引用数と呼ぶ。被引用数は実務においても社会科学の論文においても特許の価値評価にたびたび利用されており、被引用数の高い特許ほど、技術的な価値は高いと認識されている (Albert, Avery, Narin, and McAllister, 1991)。

次に、技術に関する業界の競合度としては、図2に示されている特許Bおよび特許Cを取り巻くローカルなネットワークにおける密度を代理変数とする。社会ネットワーク分析においてエゴセントリック・ネットワークと呼ばれるこのネットワークは、特許B・Cとそれぞれ直接引用関係にある特許から構成される。たとえば、特許Cの場合、引用と被引用を含めて3つの特許と直接引用関係にあるため、特許C自体を含めてネットワークを構成するノードは4つとなる。ネットワーク密度はネットワークを構成するノードの数を n 、それぞれのノードが有している紐帯の数を n_i とすると、次のように定義される。分子はネットワークに実在する紐帯の数、分母はすべてのノードが結びついた場合に存在しうる紐帯の数となる。

$$\text{ネットワーク密度} = \sum_{i=1}^n n_i / 2n(n-1)$$

最後に、開発スピードについては、特許どうしで発行日の差を算出し、日数の短いほど開発スピードが速いと解釈した。特許Aのように複数の特許を引用している場合は、発行日の差の平均値をデータとして使用した。図2の場合、特許Aの発行日が2009年1月1日であり、特許Bの発行日が2008年1月1日であった場合、発行日の差は「365」、特許Cの発行日が2008年1月7日であった場合、発行日の差は「358」と算出される。そして、データとしては平均値を使用する

図3. 代理変数構築の概念図



ため「 $(365 + 358) \times 1/2 = 361.5$ 」が特許Aに関して算出された開発スピードの値となる。サンプル企業ごとに開発スピードを比較する場合、こうして算出された特許ごとの数値を企業ごとに合算し、当該企業が取得した特許数で除した値を用いることとする。

7. 分析方法

本研究の目的は、研究開発の方向性を決定する際に影響を与える変数について、特許の引用関係から構成される技術のネットワークを対象として検証することにある。たとえば、図3では、特許Aの所有企業が特許B・Cに関連する技術の開発を選択したと捉えることができる。本研究では、当該企業がこうした選択を行った理由について、特許B・Cに関する被引用数、エゴセントリック・ネットワークの特性、企業の開発スピードという変数を用いてアプローチする。つまり、サンプルとなる特許が引用している特許の集合体に着目

し、日本企業の引用の傾向が他国企業に比べて仮説で指摘した特徴を示しているのかどうか、および開発スピードが影響を与えているのかどうかについて検証を行う。分析の方法としては、被引用数・ネットワーク密度の国別平均値に関する t 検定、および自己引用と他社引用それぞれのケースに関する開発スピードの平均値に関する t 検定を行う。

8. 分析結果

表 1 に示されているのはデータの要約統計量、表 2 に示されているのはサンプル企業のデータを国別に見た平均値である。表 1 に示されているとおり、特許一件あたりでみた平均の被引用数は約 10 件、ネットワーク密度は 0.05、開発スピードは 2,289.42 日であるため約 6 年となる。また、表 2 が示すように、被引用数では米国メーカーが最も高い値を示しており、開発スピードでは韓国メーカーが最も低い値を示しているという特徴がある。また、ネットワーク密度については、日本メーカーと韓国メーカーが似通った傾向を有して

いる。

仮説 1 については、ネットワーク密度と被引用数に関する各国データの平均値を国家間ごとに t 検定によって検証した。ネットワーク密度は、既述の通り分析対象とした特許と直接的に引用・被引用の関係にある特許間の紐帯をカウントすることによって算出している。分析の結果、二変数とも米国メーカーと韓国メーカー、および米国メーカーと日本メーカーの間で統計的に有意な差のあることが明らかとなった。しかし、韓国メーカーと日本メーカーの間には有意な差が認められなかった。被引用数についてみた場合、米国メーカーと韓国メーカーのデータに関する検定では t 値が 10.94、米国メーカーと日本メーカーに関しては t 値が 23.94 となった。自己引用を除いたデータについてもそれぞれ同様の検定を行ったが、米国メーカーと韓国メーカーのデータに関する検定では t 値が 10.54、米国メーカーと日本メーカーに関しては t 値が 20.30 となり、大きな相違はみられなかった。また、ネットワーク密度について見た場合、米国メーカーと韓国メーカーのデータに関する検定では t 値が 9.78、米国メーカーと日本

表 1. 要約統計量

変数	サンプル数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
被引用数（引用時点）	72,551	10.42	11.85	1	245
ネットワーク密度	72,551	0.05	0.03	0.00	0.25
開発スピード（日数）	72,436	2,289.42	1,809.36	70	13,230

表 2. 国別平均値：被引用数・ネットワーク密度・開発スピード

	平均値		
	被引用数（引用時点）	ネットワーク密度	開発スピード（日数）
米国メーカー	11.62	0.044	2,297.56
韓国メーカー	9.21	0.049	1,915.69
日本メーカー	9.45	0.049	2,320.41

メーカーに関してはt値が24.99となった。これらの値は、いずれも1%水準で有意な結果となった。

被引用数の多い特許は業界において高い評価を得ていることになり、ネットワーク密度の高い特許は業界において競合度が高いとする。仮説1aは、こうした業界の評価に日本企業の意思決定が米国や韓国の企業よりも強い影響を受けているとした。しかし、日本メーカーの引用している特許について見た場合、被引用数は米国メーカーと比べて平均値が低く、韓国企業と比べてさほど高いわけではないため、業界の動向に追随する傾向が他国企業に比べて強いとは言えない。また、仮説1bは、競合度に日本企業の意思決定が米国や韓国の企業よりも強い影響を受けているとした。ネットワーク密度について見た場合、日本企業の特許として、韓国企業とは同水準にあるが、米国企業に比べるとやや高い数値を示していることがわかる。したがって、仮説1bについては部分的に支持されたとと言える。

一方、仮説2の開発スピードについては、自己引用か否かで開発スピードの平均値を算出し、検定を行った。引用している特許を自己引用のみとした場合、平均開発スピードが1,713日であったのに対し、自己引用を除くと、開発スピードの平均は2,379日であった。これらの平均値に対してt検定を行った結果、t値は34.05となり、1%水準で有意な差が確認された。自己引用を行うと開発スピードが2,379-1,713=666日、つまり約1.8年早まっていることから、他社の開発技術に追随することは自社内の技術に基づいてイノベーションを起こすよりも時間を有することが明らかとなった。したがって、開発スピードを加速して次々と新しい特許を取得している企業は、組織内部の既存知識に依存する可能性を高めていると考えら

れる。以上から、仮説2は支持されたとと言える。

9. 考察

研究開発の方向性を規定する要因として、業界からの評価・競合度・開発スピードという三つの変数が与える影響について検証を行った。特に業界からの評価と競合度については、日本企業が業界の評価に牽引される傾向を持つという一般的な見解に対して検証を行った。その結果、特許技術の流れを見る限りにおいては、日本メーカーが他国のメーカーよりも業界の動向に引っ張られやすいという傾向は確認されなかった。むしろ、米国メーカーが業界の評価と連動する方向性に研究開発を進めていると見ることができる。また、ネットワーク密度を用いて測定した業界の注目度に対しては、韓国メーカーと日本メーカーが米国メーカーに比べて競合度にやや強く牽引されるという類似の動きを示していた。つまり、これらのメーカーは必ずしも業界の評価が定まっていなくとも、業界の注目を集めており、将来的に鍵となる技術に発展する見込みのある分野に布石を打つという選択をとっている可能性がある。

一方、開発スピードについて見た場合、自己引用は明らかに他社の特許を引用するよりも迅速に行われていた。したがって、開発スピードの加速は、自社の保有技術による制約を与える可能性が高い。特に日本企業の場合、かつてデバイスメーカーが製造装置まですべてを開発していた経緯を持つことから、独自技術の蓄積を支持する意識が強い。このため、開発スピードを加速させて既存技術への依存度を高めてしまうと、組織外部の技術を活用する機会がさらに減少すると考えられる。この場合、技術進化のスピードが速い半導体

業界では、組織が研究開発の加速と活用可能な技術範囲の限定というジレンマに直面することになる。

研究開発の方向性は技術的要素だけでなく、顧客からの要望や研究資金の制約を始めとする実にさまざまな要因が複雑に関与して決定される。このため、特許の取得に見られる特性からその傾向を明らかにしようとした本研究の示唆は、限定的である。しかし、特許の取得は複雑な要因から影響を受けた結果であり、その特性は研究開発の方向性を決定する組織の特徴を反映したものと考えられる。

〈参考文献〉

- Allen, Thomas J. (1977), *Managing the Flow of Technology*, Cambridge: The MIT Press. (T.J. アレン著 中村信夫訳『“技術の流れ”管理法：研究開発のコミュニケーション』開発社, 1984。)
- Albert, Michael B., Daniel Avery, Fracis Narin, and Paul McAllister (1991), “Direct Validation of Citation Counts as Indicators of Industrially Important Patents,” *Research Policy*, No. 20, Vol. 3, pp. 251-259.
- Baldwin, Carliss Y. and Kim B. Clark (2000), *Design Rules: Volume 1. The Power of Modularity*, Cambridge: The MIT Press. (安藤晴彦訳 [2004]『デザイン・ルールーモジュール化パワー』東洋経済新報社。)
- Benjamin, Beth A. and Joel M. Podolny (1999) “Status, Quality, and Social Order in the California Wine Industry,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 44, No. 3, pp. 563-589.
- Burt, Ronald (1992) *Structural Holes*, Cambridge: Harvard University Press.
- Christensen, Clayton M. (1999) *Innovation and the General Manager*, Boston: Irwin McGraw-Hill.
- Griffin, Abbie and John R. Hauser (1996) “Integrating R&D and Marketing: A Review and Analysis of the Literature,” *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 13, No. 3, pp. 191-215.
- Jaffe, Adam B. and Manuel Trajtenberg (2002) *Patent, Citations, and Innovations-a Window on the Knowledge Ecology*, Cambridge: The MIT Press.
- Jensen, Michael (2003) “The Role of Network Resources in Market Entry: Commercial Banks’ Entry into Investment Banking 1991-1997,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 48, No. 3, pp. 466-497.
- Katz, Ralph and Thomas J. Allen (1982) “Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome: A Look at the Performance, Tenure, and communication Patterns of 50 R&D Project Groups,” *R&D Management*, Vol. 12, No. 1, pp. 7-19.
- Marsden, Peter V. (1990), “Network Data and Measurement,” *Annual Review of Sociology*, Vol. 16, No. 1, pp. 435-463.
- Obstfeld, David (2005) “Social Networks, the Tertius Iungens Orientation, and Involvement in Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 50, No. 1, pp. 100-130.
- Podolny, Joel M. (1993) “A Status-based Model of Market Competition,” *American Journal of Sociology*, Vol. 98, No. 4, pp. 829-872.
- Podolny, Joel M. (1994) “Market Uncertainty and the Social Character of Economic Exchange,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 39, No. 3, pp. 458-483.
- Podolny, Joel M. and Toby E. Stuart (1995) “A Role-Based Ecology of Technological Change,” *American Journal of Sociology*, Vol. 100, No. 5, pp. 1224-1260.
- Podolny, Joel M., Toby E. Stuart, and Michael T. Hannan (1996) “Networks, Knowledge, and Niches: Competition in the Worldwide Semiconductor Industry 1984-1991,” *American Journal of Sociology*, Vol. 102, No. 3, pp. 659-689.
- Powell, Walter W., Kenneth W. Koput, and Laurel Smith-Doerr (1996) “Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 41, No. 1, pp. 116-145.
- Stuart, Toby E. and Joel M. Podolny (1996) “Local Search and the Evolution of Technological Capabilities,” *Strategic Management Journal*, Vol. 17, Special Issue Summer, pp. 21-38.