

日本の製造業における生産系列と知識スピルオーバー*

リー・ブランステッター**

要 約

1980年代後半以来、日本の系列集団が論争となった。平成8年版経済白書の第3章第3節の“企業間システム”の部分を読むと、その論争は今でも行われていることがはっきりと分かる。日本の系列関係は、一方では日本市場における外国企業と国内企業との競争を制限している非公正取引慣行や排他的取引として非難されてきた。また他方では、系列関係は経済的な合理性があり、日本経済の発展に対して貢献するものであるという見方もあった。しかしながら、平成不況の長期化と深刻さに直面し、学者たちは系列による取引関係の真価について再考している。

経済白書は系列について次のように記述している。“そもそも一口に「系列」といっても、その具体的な内容を見ると、必ずしもひとまとめにして議論することは適当ではない。「系列」の問題は、少なくとも、垂直的な準統合組織という観点から議論されるべき生産系列（サプライヤー・システム）、垂直的取引制限という観点から議論されるべき流通系列、水平的な準統合組織という観点から議論されるべき企業集団、の三つに区別して議論すべきである。”本稿では、第一の種類の系列、生産系列に議論を集中し、生産系列集団に所属することが製造業における日本のパフォーマンスにどの程度寄与したかについての評価を試みる。

生産系列はメンバー企業に対する様々な恩恵をもたらすと考えられるが、最も大切な二つの効果は次の通りである。

第一に、生産系列の継続的長期的関係は関係特殊型の投資を促進する。例えば、特定サプライヤーがある製品の生産コストを最小化するために、特定の下流メーカーから要求された関係特殊的な設備投資をする場合を考える。投資実施後にそのサプライヤーとメーカーの関係が解消されてしまえば全く投資収益が回収できなくなるので、関係特殊型投資は一般的な設備投資よりもリスクが高いのである。言うまでもなく、この理論の対象には有形固定資産だけでなく、無形固定資産と無形投資（例えば、研究開発と訓練費用）も含まれる。

* 本稿はハーバード大学における筆者の博士論文の第4章に基づいている論文である。本稿をまとめるにあたっては、筆者の博士論文審査員であるZvi Griliches, David Weinstein, Richard Caves各教授にご指導をいただいた。データと内容については、明治大学の鈴木和志教授、筑波大学の小田切宏之教授、慶応大学の黒田昌裕教授から有益なご示唆をいただいた。本稿の研究は日本国際交流基金の援助を受けている。

一橋大学経済研究所及び通産研究所のスタッフには様々な面でお世話になった。編者である東京大学の福田慎一助教授からは親切にご指導をいただいた。さらに、東京大学大学院の鯉淵賢氏には英文の本稿を翻訳していただいた。以上の方々に感謝の意を表したい。なお、本稿の誤りはもとより筆者の責任である。

** カリフォルニア大学デービス校助教授

生産系列の第二の恩恵は、緊密な情報交換を促進することである。知識スピルオーバー（技術波及効果）や技術移転を強化することを通じて、生産系列は日本の製造業の技術革新を促進し、新製品の開発過程の速度を高めたり、生産効率を向上する。企業が所有している情報の交換にはリスクとコストを伴うが、生産系列の継続性と安定性は企業の機密技術を守り、技術移転のコストを引き下げると考えられる。

生産系列の恩恵の存在については、ケース・スタディによる証拠づけが度々行われてきたが、これまでのところ本格的な実証分析は少なかった。本稿は回帰分析を用いて、上述した第二の恩恵（知識スピルオーバー効果）の存在を検定する。

そうした分析を行うため、本稿では系列内と系列外の技術スピルオーバーや情報交換の効果を間接的に分析できる簡単な実証モデルを提唱する。そして各種の産業に属する208企業の1983年から1989年までのデータを標本として用いて、生産系列が知識スピルオーバーと情報交換を促進するという仮説を検定する。標本企業の約四分の一は生産系列グループに所属している。

実証分析の結果によると、生産系列企業は非系列企業より多くのR & D支出を行う傾向にある。その上、系列関係は知識スピルオーバーと技術移転を促進する傾向にある。このスピルオーバー効果は驚くほど強く、固定効果（fixed effect）モデルを用いても依然として残る。

平成8年版経済白書は、生産系列とその変化のまとめとして、系列の必要な改革を述べた上で、系列の経済的な合理性を主張している。本稿の結果はそうした見解と極めて整合的である。

はじめに

1980年代後半以来、日本の系列集団が論争的となった。アメリカの通商交渉担当者や海外の一部の専門家は、日本の系列集団は、日本経済の大部分を外国との競争に対し実効的に閉鎖している非公正貿易慣行や排他的取引だとして、これを非難した。一方で、こうした系列集団は生産性や成長を促進する経済的に合理的な提携関係であると擁護する日本人も存在した¹⁾。しかしながら、平成不況の長期化と深刻

さに直面し、日本の学者たちは系列による取引関係の真価について再考するに至っている。こうした専門家の一部は、日本企業が国内外の市場条件の変化に合わせて速やかな対応を取ることが出来ない理由を系列関係に求めた。さらに、系列の真の概念自体に経済的意義はほとんどなく、経済分析の主題として価値あるものではないと主張するものもいた。

あいにくこの主題についての経済学の文献は

1) Robert Lawrence(Lawrence,1991)は、日本の貿易取引への効果という観点から、生産系列を分析した。彼は生産系列が“効率的”なのか“排他的”なのかを見極めるため、輸入品浸透度と産業全体の売上に輸出の占める割合をその産業の“系列”の優位度に回帰した。その結果、産業全体の売上高に占める生産系列企業の売上高の割合が大きい産業ほど、平均より輸出水準が高く、輸入水準が低いことが判明した。Lawrenceはこのことは、生産系列が日本の競争力を増大しているという仮説を支持する事実を示していると結論づけた。しかしこの研究は、それが産業レベルのデータとして単一のクロスセクション・データに基づいて行われていることなどから、様々に批判されている。

完結していない²⁾。一部では、系列という語句それ自体が持っている曖昧さのために、系列の影響力に関する議論は混乱したものとなった。本稿では、特定の種類の系列、いわゆる“生産系列”集団に議論を集中する。その上で、生産系列集団（メーカーとその上流のサプライヤーとの関係）に所属することが製造業における日本のパフォーマンスにどの程度寄与したかについての評価を試みる。

本稿の構成は以下の通りである。まず、主要な文献を利用しながら、生産系列集団の性質についての一連の“定式化された事実 (stylized

fact)”を述べる。次に、生産系列内の技術知識の交換がどのように効率性を高めるのかを説明する簡単な実証モデルを示す。続いて、著者の行った実証結果について述べ、生産系列関係が個々の企業の境界を越える技術知識のフローを強く促進しており、こうした知識スピルオーバーが系列企業の生産性成長率に正かつ有意な影響を与えていることを見る。また本稿のデータの制限を記すことで、この結論の解釈を適切なものにする。最後に、日本の“経済改革”についての最近の議論に対し、本稿の結果が持つインプリケーションについて触れる。

．生産系列

“生産系列”とはサプライヤーと下流企業間の長期的な商業関係のネットワークである。（英語で書かれた経済学の文献では、このようなネットワークは“垂直的系列 (vertical keiretsu)”と呼ばれる。）こうした取引関係は必ずしも細かく明示された契約によって拘束されているわけではないが、非常な安定性を持つことが多い。しかしながら、サプライヤーは下流企業との取引を保障されているわけではない。数年にわたって標準以下の実績が続くと、関係が打ち切られることもある (Dyer, 1993, Asanuma, 1985)。下流企業は通常そのサプライヤーの株式を保有しているが、それは一般に経営をコントロールしようとするものではなく、まして下流企業がサプライヤーを保有しているというには程遠いものである。この資本投資が下流企業とサプライヤーの関係の中で演じる役割について、それがシグナリング・デバイスなのかインセンティブを整合的にするように機能しているのかで、長い間、産業組織の研究

者の間で議論されてきた。

一般に生産系列内の下流企業は、サプライヤーとの計画的な技術移転活動に従事する。また、管理技術や会計手法の調整と普及を手助けするために、長期間、技術者と経営管理者をサプライヤーに送り込む。主導的なサプライヤーはしばしば新製品開発に参加し、下流企業のR&D活動に貢献する。

生産系列は日本の製造業において重要な役割を演じており、日本の著名な企業の多くが広範囲に所属している。垂直的統合 (vertical integration) それ自体は、アメリカに比べて日本で広く見られるというわけではない。日本企業は平均的に、従業員数や売上高の面でアメリカ企業より小さい (Fruin, 1992)。さらに日本企業は“自社内で (in-house)”行う生産が少ない傾向にある。こうした日米間の相違は、特に自動車産業で際立っているが (Jeffrey Dyer 等により報告)、日本の製造業に広く見受けられる。製造原価中の内製コストの割合は、アメ

2) 日本の経済学者、植田和男教授は、マイクロレベルのデータを用いて、企業が系列に所属しているかどうかは企業の外国企業からの部品もしくは他の投入物の購入見込みに対して、何の影響もないことを示した。しかしこの研究もまた、批判の対象となっている。

リカ企業の全産業平均が45%であるのに対し、日本企業ではたった31%である。小規模・中規模の企業が生み出す製造付加価値の割合は、アメリカでは1950年代以来ほぼ35%で一定だが、日本では同時期に着実に上昇し、1980年代までに約50%に達した(Dyer, 1993)。つまり日本の個々の企業はより専門化する傾向にあり、供給

の連鎖(supply chain)の一節に特化して、自社で生産しない生産物の入手のためにサプライヤーのネットワークに依存している。トヨタは約100社もの主要なサプライヤーに大きく依存することにより、GMの13分の1の従業員数で、約半数の自動車を販売することができる(The Economist, 1993)。

．先行研究

長い間、生産系列は日本の学者によって研究されてきた。紙数の制約上、こうした日本語文献の包括的なサーベイはできないので、ここではこれらを要約することにとどめる³⁾。初期の研究の多くは前節のような生産系列のとらえ方には批判的であり、系列関係を日本の原始的な“二重構造”経済の産物と考えている。二重構造論では、大企業であるメーカーはその需要独占力を利用し、サプライヤーや下請企業からレントを搾取し、あるいは下請企業を景気循環のバッファとして利用し、メーカーの利益と雇用を守るために不況時にはその取引関係を絶つと論じられる。最近になって、ある意味でこうした“二重構造”論に類似している生産系列の存在を主張するアメリカの研究者もいる。Michael Smitkaは、(労働者が組合化されていないことに起因する)サプライヤーの相対的に低い労働コストが、大企業であるメーカーの製造工程の一部を“外注”させる重要な動機となっていることを主張した(Smitka, 1991)。David Weinsteinは、日本の税制が著しく小規模な企業に有利であるためサプライヤーのコストが低く、こうした税制上の歪みが日本の製造業における下請関係の重要性を説明する主な要因であると主張した。

日本の学者、浅沼萬里は、生産系列について

のより肯定的な見方を普及させた最初の学者の一人だった。取引費用アプローチに基づく経済学の文献(Williamson, 1985)を理論的な基礎に据えることにより、浅沼は生産系列が搾取の道具ではなく、下流企業と上流サプライヤーの双方が関係特殊型のコストを分担し、その投資利益の事後的な収奪を防ぐ、双方に利益のある取り決めであると主張した。浅沼は自動車産業の研究から得られたたくさんのケーススタディによって、彼の理論を裏付けている(Asanuma, 1985, Asanuma and Kikutani, 1992)。彼はまた、下流企業とサプライヤーとの間の“リスク分担”の存在と整合的な統計的事実を見出した。この方向に沿った研究の最近の発展は、いくつかの産業におけるこの種のシステムの歴史的推移を研究した西口敏宏による仕事である。アメリカの学者であり、Wharton School of ManagementのJeffrey Dyerは、系列型の企業間関係はこうした関係特殊投資をうまく管理する卓越した方法であると同時に、アメリカで典型的に見られる下流企業と上流サプライヤーとの間の大規模な垂直的統合であると主張した。

特定のタイプの実物投資を促進することに加えて、長期の安定的な垂直的関係はまた、技術協力や企業の境界を越えての技術知識のフロー

3) 例えば読者は、最近発行された「日本の産業組織」に収録されている東京大学の藤本隆宏助教授の優れたサーベイ、“部品取引と企業間関係”を挙げることを望むだろう。

を後押しするものと考えられる⁴⁾。そのような技術知識のフローは、しばしば知識のスピルオーバー（波及効果）と呼ばれるが、それは特定の企業の研究開発投資の便益が、その企業のR & Dコストを負担しなかった他の企業にも波及するからである。このような知識スピルオーバーはR & Dの社会的便益を増大させる。しかしながら、R & D投資の社会的便益と私的便益の間に乖離が生じるので、こうした知識スピルオーバーが存在する下では自由市場の中の企業は社会的に最適な水準より過少なR & Dしか行わないという結果をもたらすだろう。企業間の技術協力は、研究開発の成果が分担されることを通じて、企業がこうした正の外部性を内部化することを可能にする。もし生産系列関係が、そのような技術協力を促進する役割を担うならば、それは非常に価値ある経済的制度であるだろう⁵⁾。

そのような企業間の知識スピルオーバーと技術協力は、極めて有意な正の影響を生産性やイノベーションに対して及ぼす可能性がある。補完的技術を分担することにより、サプライヤーと下流企業は製造工程の効率性を改善できる。もちろん、知識スピルオーバーが無コストで享受できるということは現実的ではない。企業の外部から得られた知識を加工し採用していく作業は、若干の“受容する（receiving）”事業を行う努力を必要とする。従って、（技術者の長

期間の交換などの段階を踏んでいる）生産系列のメンバーの間には、そのような関係を持たない企業同士の間よりも大きなスピルオーバーが存在するという仮説を立てることにする⁶⁾。

もし系列関係が知識の交換を促進するならば、何がしかの測定可能な効果を生むはずである。まず第一に、企業の“イノベーション・アウトプット”に対するR & Dの影響はより大きなものとなるだろう。それはサプライヤーの“製法技術”のノウハウと下流企業の“設計”のノウハウを組み合わせることにより、R & D投資の限界生産性が上昇し、最適なR & D投資量も高まるためである。R & D投資の生産性が上昇するため、系列企業は非系列企業より多くの支出を行って、その投資水準を増大させるだろう⁷⁾。第二に、もし系列内企業がその加工技術と他の形態の技術知識を本当に分担できるなら、生産系列企業の生産性成長率と同集団内の他企業の研究開発支出との間に統計的関係を見出すことができるかもしれない。

いくつかの先行研究は、企業の生産性、スピルオーバー、生産系列への所属の三つの間の連環が存在することを示唆している。Cavesと鳥居は、事業所レベルのデータを用いて、確率的生産関数(stochastic production function)を推計した(Caves and Torii, 1992)。彼らは統計的には有意でないものの、生産性が工場の下請依存度と正の相関を持っていることを見出した。

4) 例えば、平成8年版経済白書によれば、“長期的な取引関係は、各種の情報交換を通じて、双方向の活発な技術やノウハウの移転がなされると考えられることから、技術の向上に貢献するという側面もある。”(p.361)

5) 生産系列は日本の新技術の普及を促進する上で、特に重要な役割を担っているかもしれない。アメリカでは、知識スピルオーバーの多くは、熟練した技術者が一つの会社を辞め、他の会社に移ることにより起こっている。日本では、終身雇用制度が熟練労働者の企業間の移動を限られたものになっている。しかしながら、多くの生産系列集団で見られる技術者の期限付きの交換は同じような役割を果たしているかもしれない。

6) こうした主張に沿う考え方は、Cohen and Levinthal(1989)を読むことにより触発された。

7) 別の可能性として企業は、望ましい水準のコスト低減、もしくは低コストの製品イノベーションを獲得することができるようになった時、R & D支出を減らすかもしれない。R & D生産性の上昇は、ある意味で、所得効果と代替効果の両方をもたらす。企業のR & Dに対するこうしたR & D生産性上昇の影響は、二つの効果のうちどちらが優位になるかに依存している。

Clarkと藤本は自動車産業における製品開発の研究の中で、アメリカやヨーロッパの自動車会社と比較して、急速かつ低コストでの新モデル開発能力において、日本企業の卓越したパフォーマンスを報告した（Clark and Fujimoto, 1991）。製品開発におけるこのコストおよび時間的優位性の一部は、これらの企業とそのサプライヤーの間の技術協力を帰すことができる。しかしながらClarkと藤本は、製造業の他の業種を除外して、自動車産業に議論を絞った。

近年、明治大学の鈴木和志は電子機器産業におけるR & Dスピルオーバーの研究を行った（Suzuki, 1993）。鈴木は生産系列内及び系列間

のR & Dスピルオーバーを示す事実を見出した。しかし鈴木の研究は単一の産業内の26企業だけに限られており、そのすべての企業が生産系列に所属している。従って彼は、“知識資本”の蓄積や技術空間（technology space）内の近接度によって得られるものの他に、生産系列への所属がスピルオーバーの受容力に正の影響をもたらしているかどうかは示していない。生産系列は知識スピルオーバーの受容力において特異な存在なのか、あるいは非系列企業と著しく相違するものであるのか。本稿では五つの異なった産業の生産系列企業と非系列企業のデータを用いて、そのような疑問への解答を試みる。

．データと実証方法

実のところ、生産系列企業を“独立企業”と区別することは困難である。本稿では、コンサルティング会社、Dodwell Marketing Consultantsによる分類に本質的に従った。彼らが用いた基準（資本提携、単一の企業のために生産される産出量の比率、過去の取引関係の有無など）は妥当なものである。しかしDodwellデータは、サプライヤーをその下流企業と関連づけていない。そのため本稿では、他のデータの出所、特に東洋経済新報社により発行されている「企業系列総覧」にも従った⁸⁾。さらに、生産系列に参加している企業の多くは小規模な非上場の製造業者であるため、本稿のデータベースは大規模で多角化した上場企業に極めて偏っている。小規模の企業に不釣り合いな影響を与える、系列の利益効果が予想されるので、系列への所属の効果は本稿のデータでは過少に計測されるだろう。

この節では、生産系列への所属と、R & Dの投入量と産出量の観察可能な変数を結び付ける

簡単なR & Dのモデルを展開する。この枠組みはAdam Jaffe（1986）が初めて提唱し、Branstetter（1996a, b）により修正されたものである⁹⁾。こうした枠組みを用いることにより、生産系列集団の内部及び外部の知識スピルオーバーを計測することが可能となる。つまり、生産系列集団が企業の境界を越えた技術知識の創造と移転を促進しているという仮説の直接的な検定ができる。

この枠組みはいわゆる技術的近接度（technological proximity）という概念に基づく分析方法であるので、次の簡単な例によって、その技術的近接度の意味と必要性を説明する。あるペイントを製造する企業は、薬品企業の研究開発活動からスピルオーバーの恩恵を得ることをあまり期待できない。なぜなら、両企業とも化学産業における企業であるが、この二つの企業の製品と製法技術は大分異なっているからである。もしこの薬品企業の研究開発支出とペイント企業の生産性の上昇率という二つの変数の間に統

8) 著者はまた「企業系列と業界地図」のデータを用いた。

9) この節の議論は、Branstetter（1996b）に多くを負っている。

計的に有意な関係が見出されたとしても、因果関係はないと言えるだろう。それに対し、a企業と同じ技術分野で活動するb企業との間には重要な技術波及効果（スピルオーバー効果）があるという可能性が、前述の場合より高いと思われる。つまり、二つの企業間の技術スピルオーバー（あるいは知識スピルオーバー）の重要度は、技術的近接度に依存していると考えられる。

従って、技術的近接度に基づく“加重行列（weight matrix）”が必要とされる。その行列を利用して、特定企業の技術活動（例えば、研究開発支出）とほぼ無関係な位置にある同じ技術分野の他企業の技術活動を選別し、関連のある研究開発活動を絞りたいと考えている。

通常、企業はたくさんの技術分野で同時にR & Dを行う。ある企業の研究開発資源が各技術分野に配分されるパターンを見て、その企業の技術空間の中でのポジションが分かる。多くの場合、分野別の研究開発支出のデータはないが、技術分野別の特許件数の配分を見て、その企業の歴史的な研究開発資源の配分と企業に固有な技術の比較優位を知ることができる。つまり、“技術空間（technology space）”における特定企業の位置（location）の尺度を得ることができる。ある企業のR & D活動がベクトルFで記述されるとすると、

$$F_i = (f_1 \cdots f_k) \quad (1)$$

と表わされる。Fのk個の要素の各々は、様々な技術領域で取得された特許権の数である。細かく分けられた技術分野において企業が取得した特許権の数を数えることにより、その分野で

の企業の専門技術の水準の量的な測定値を得ることが可能になる¹⁰⁾。

企業の技術空間における位置は固定されているものとする。もちろん企業は新しい領域で専門技術を樹立することにより、時間を通じてその位置を変化させることができる。しかしこうした変化には時間を要し、この種の変化に付随する“調整費用”は高いものになりかねない。このため全ての標本期間内に行われた特許取得に基づき、単一の位置ベクトルを、標本内の各々の企業について算出する。

特定の二つの企業間の技術スピルオーバー効果の強さは、その二つの企業の研究開発活動の類似性と活動の規模に依存している。二つの企業の保有特許権の類似度を図ることにより、二企業間の“技術的近接度”を計測することができる。類似した技術に取り組む企業は、同じ技術分野で特許を取得する傾向にあるだろう。以上をより正確に述べると、二つの企業iとjの“技術空間”における“距離（distance）”は T_{ij} によって近似できる。 T_{ij} は二つの企業のFベクトルの相関係数であり、

$$T_{ij} = \frac{F_i \cdot F_j}{[(F_i \cdot F_i)(F_j \cdot F_j)]^{1/2}}$$

で表わされる。

ある企業にとってのR & Dスピルオーバーの総ポテンシャルプール（total potential pool）は、ウエイトとして二企業間の“類似係数（similarity coefficients）” T_{ij} を用いて、当該企業以外の全ての企業の行ったR & Dの加重和を算出することにより近似できる。より簡単に、説明上の便宜のために以降の式においては時間の表示を削除して、i番目の企業のスピルオー

10) これらは日本の企業であるので、日本で許可された特許に関するデータを用いることが望まれる。しかし不幸にも、日本企業についての詳細な特許データを得ることは困難であり、多大な費用がかかってしまう。従って、これらの日本企業がアメリカで取得した特許のデータに依存した。幸いなことに、日本企業は日本におけるのと同様に、アメリカで特許を得ることに非常に積極的だった。データとして使用した期間に、アメリカで許可された全ての許可の約25%が日本企業に対するものであり、日本企業はアメリカの特許制度を最も多く利用する外国企業となっている。

バーのプールを K_{ei} とすると、

$$K_{ei} = \sum_{i \neq j} T_{ij} R_j \quad (3)$$

となる。ここで R_j は、 j 番目の企業 (i は j ではない) の R & D 支出であり、 T_{ij} は先程表わされたように企業 i と j の間の保有特許の相関を計測した“類似係数”である。

今度は技術的近接度から受けるスピルオーバーの他に、追加的なスピルオーバーの源泉を考える。我々は、生産系列に所属することが同集団内の他の企業の補完的な知識ストックを利用する可能性を増大させ、スピルオーバーの“実効的な”水準は系列集団への所属の“強さ (intensity)” の関数にもなることを想定している。従って、系列内のスピルオーバーは次のような形式をとる。

$$K_{ki} = \sum_{i \neq j} A_{ij} R_j \quad (4)$$

ここで A_{ij} は、企業 i と j の間に生産系列関係がある (“所属”) ならば 1 をとり、そうでないならば 0 をとる二値変数である。 R_j は企業 i 以外の系列企業による R & D 支出を表わしている。以上の解釈は、系列関係によって結びついていない企業間のスピルオーバーは、その企業の技術に最も類似した技術を持つ企業の研究努力の部分にのみ限定されているというものである。反対に生産系列関係は、系列企業が同じ系列内の他のメンバー企業の知識資産を完全に利用することを可能にしている。

イノベーションそれ自体は、量的なデータで直接的に計測できるようなものではない。しかしながら、生産系列関係が本当に企業間の知識のフローを強めるならば、企業レベルで計測さ

れた生産性成長率に正の効果を見出すことができるはずである。つまり製品の質が向上して企業の製品に対する需要が増大し、あるいは生産コストを低下させることにより、実物的な技術スピルオーバーは高い収益水準へと導くはずである。この効果を計測するため、“成長率” (差分) 形式の標準的なコブ=ダグラス生産関数を推定する。まず、コブ=ダグラス生産関数を対数変換する。

$$q_i = \alpha k_i + \beta l_i + \phi r_i + \gamma k_{ki} + \Phi k_{ei} + \varepsilon_i \quad (5)$$

全ての変数について自然対数をとった。ここで q は生産量、 k は物的資本ストック、 l は労働投入量、 r はこの企業自身の R & D ストックである。また二種類の知識スピルオーバーも同じく生産関数に入っている。この計測式の中で、 k_k は先述した系列内スピルオーバーのストックである¹¹⁾。この値は系列に所属しない全ての企業において 0 と設定される。 k_e で示されるのは、“系列外”スピルオーバーである。系列の“メンバー”企業の R & D は、ウェイト付けは違うものの、両方のスピルオーバー項に含まれることに注意する必要がある。筆者の k_k の係数についての解釈は、技術的近接度により通常生ずる効果に加えて、系列集団への所属が生産系列メンバーの研究資源の“追加的な”利用をもたらすというものである。もし k_k の係数が正かつ有意であれば、他の系列メンバーからの知識の移転が生産性に正の効果を持つことの統計的証拠を得たことになる。

しかしそのような推論をするには注意を必要とする。我々の用いている簡単なモデルでは、他企業の研究活動からの学習能力に影響を与えられないかもしれない多くの要因をコントロールできていない。例えば研究者の質の企業間での不均

11) ここでは時系列の R & D 支出データから、R & D とスピルオーバーの“ストック”を算出するのに恒久棚卸法 (perpetual inventory method) を用いている。恒久棚卸法を用いる理由は、R & D (及びスピルオーバー) の企業収益に対する影響は、各時点の収益増加率にいくらかの効果は持つものの、長期のラグに従いながら過去の R & D ストックと共に適切に減少していく傾向にあるからである。こうした方法は、特許や R & D についての経済学の文献の一般的方法にしたがっている。

一な分布のために、企業の研究の生産性に観察できない差異が生じていると想定する。すると容易に、質の高い研究者を抱える企業がより研究を行うだろうと想像できる。また質の高い研究能力を持つ企業は他の研究からより多く学習し検討することができるので、こうした質的変数が“スピルオーバー”と強く相関していることが予期される。

もしこの効果をコントロールしなければ、厳密な識別問題が生じるだろう。つまり系列企業は質の高い研究能力を持つ企業とだけ系列関係を選択する（この事は、なぜ系列への所属が産業内の全ての企業により選ばれないのかを説明する）。この場合、企業に固有な研究の生産性と他の独立変数の間の相関を補正できなければ、ここでの回帰推定値はバイアスを生じることになる。もし系列への所属と知識スピルオーバーの間に正の相関が見出されるならば、研究の生産性の高さが系列への所属を引き起こしており、その反対ではないという因果関係がまさに生じているかもしれない。もしデータが識別問題を抱えていることが想定されるならば、どのようにこの問題を処理するのだろうか。

一つの簡単な方法は、“固定効果（fixed effect）”推定量を用いることである。研究の項の観察できない“質”が標本内の企業間で変化しており、この質的変数がR & D支出と企業のスピルオーバーの受容力の両方に強く相関しているとする。しかし更に、この“質的水準（quality level）”を増加させるためには時間がかかり、質的水準は時間を通じてゆっくりと推移するものと仮定する。そうすると標本期間を通じて、企業レベルでこの水準は固定的であると考えることができる。この場合、時間と共に企業内の変化は生じているが、データの範囲内に基づく推定は、バイアスのない結果をもたらすだろう。したがって固定効果モデルは、時間を通じてのクロスセクションの平均的な相違か

ら生じている多量の総変動を捨て去るというコストを払いながらも、識別問題に関する一つの解決策を示してくれる¹²⁾。

回帰式の右辺と潜在的に相関している個別レベルの効果の存在を考慮すると、攪乱項は次のような形式をとる。

$$\varepsilon_i = q_i + u_i \quad (6)$$

ここでuは同一で独立な分布を持つ攪乱項であり、ガウス=マルコフ定理の仮定に従う。

この種のデータにしばしば使われる標準的な固定効果モデルは、いわゆる“一期差分（first difference）”推定量であり、データ集合の全ての変数の水準から前期の変数の水準を差し引くことにより得られる。これはデータから個々の企業レベルの効果を除去する一方で、また別の種類のバイアスへ導いてしまうこともある。もしデータに著しい測定誤差があるなら、データの一期差分をとることは、推定された係数が下方バイアスを生む可能性がある。もちろん、知識スピルオーバーを正確に測定することは難しいので、我々のデータにおいては幾分かの測定誤差が存在するに違いない。

Griliches and Hausman (1986) に従い、いわゆる“長期差分（long difference）”推定量を用いて、標本の初期時点と最終時点の企業売上高の水準の対数差分を、資本ストックや労働投入量などの“長期”の対数差分に回帰する。

$$q_{iT} - q_{i0} = \alpha(k_{iT} - k_{i0}) + \beta(l_{iT} - l_{i0}) + \phi(r_{iT} - r_{i0}) + \phi(k_{i0T} - k_{i00}) + \gamma(k_{i0T} - k_{i00}) + (q_i - q_0) + u_{iT} - u_{i0} \quad (7)$$

ここでTはパネルデータの最終期であり、0は最初期である。従ってこの推定は、企業の資本量、雇用量、あるいはR & Dの水準と相関している個別レベルの効果と同じく、測定誤差の存

12) 代替的なアプローチとして、操作変数を用いる方法がある。しかしながら、どんな外生変数が系列への所属の操作変数として使用されるのかは明らかではない。

在に関してもバイアスが小さくなることが望まれる¹³⁾。

企業収益の成長は、需要や要素投入の固有かつ系統的なショックを受けている。特に、資本や労働投入の質や操業度の水準、あるいは企業の製品に対する有効需要などの測定不能な変化は、全て“残差”に生産性成長として現れる可能性がある。この付加的なノイズの結果、データからスピルオーバーと企業レベルのイノベーションの間の関係を抽出することはより難しくなるだろう。こうした景気変動の影響を除去するために、“平均化”することを試みる。標本期間の初めの3年を“前期”、後の4年を“後期”とし、それぞれの期について平均したデータを用いて実際に(7)式は推定されている。

まとめると、我々の実証結果の予測は次のようなものである。もし生産系列への所属が期待

されたような正の効果を持つなら、系列企業はより多くのR & Dを行うだろう。なぜなら、企業の境界を越える補完的技術の移転は、所与の水準のR & Dの生産性を改善するからである。最後に、知識スピルオーバーの計測値を直接的に知識生産と関連付け、(7)式型の計測式を回帰することにより、系列が知識の移転を促進するという仮説の直接的な検定を試みる。もし自企業のR & D支出をコントロールした後でも、他の企業によるR & D支出が自企業のR & Dの成果に正の影響を持つならば、生産系列が日本の製造業内部の知識のフローを促進していることを示している。技術的近接度により自然と発生するスピルオーバーをコントロールした後でさえ、なお系列内の他のメンバーからのスピルオーバーの正の効果を見出すなら、我々の結果は一層争う余地のないものとなる。

結果

実証分析を始めるにあたり、単に標本を系列企業と非系列企業に分類し、基本的な変数の平均値を比較することにする。標準的なt検定により、生産系列企業の各平均値との相違が計測された独立企業の平均値には星印が付けられている。

表1 標本平均の比較

企業数：230 期間：1983-1989年 単位：100万円

変数	生産系列企業	独立企業
売上高	513,189	195,275**
資本ストック	87,698	41,362**
経常利益	19,739	11,492**
資本収益率	.28	.32**
特許許可数(アメリカ)	85	18**
R & D支出額(平均)	31,964	7,058**

こうした比較は、系列企業と非系列企業を産業ごとに分類していないが、いくつかの観察が可能である。系列企業はより大規模だが、明らかに非系列企業より収益率が低い。平均的に系列企業はより多くのR & D支出を行っており、より多くの特許を取得している。

さらにこのR & D支出の相違を、非常に簡単なR & D支出の計測式を推定することにより吟味する。(第二次)産業と企業規模の効果をコントロールして、系列への所属(ダミー変数“vk”で計測)とR & D支出との相関を計測するのである。

$$\log(R\&D_{it}) = \alpha + \beta_1 \log(\text{sales}_{it}) + \beta_2 (vk_i) + \sum \delta_c D_c \quad (8)$$

13) こうした計量経済学上の問題の詳細な解説については、Griliches and Hausman(1986)を参照せよ。

表2 R & D支出計測式

標本数：1493 修正R²値：0.8218

説明変数	係数(カッコ内は標準誤差)
対数売上高	15(.014)
産業1	-.016(.065)
産業2	-.690(.069)
産業3	-.336(.066)
産業4	-.938(.069)
系列メンバーダミー	.217(.042)
定数項	-4.86(.165)

大きくかつ有意な相関が企業規模と産業についてコントロールしたとしても残っている¹⁴⁾。これまでの事実は系列への所属がR & D投資を増大させるという見解と整合的である。もちろんこのことは、その因果関係の方向については何も述べていない。実際に、もし相対的に革新的な企業だけが系列に所属しているのなら、因果関係は高いR & D支出から系列の所属へという方向性がよく当てはまるだろう。系列関係は標本期間を通じては変化しないので、標準的な固定効果モデルは適用できない。

より成功裡な方法は実際にスピルオーバーに関する項を生産関数に導入することにより、直接“スピルオーバー”仮説を検定することかもしれない。下表では、企業収益の変化を、資本ストック、労働投入量、R & D支出額、系列内スピルオーバー（系列メンバーのR & Dストックの総計として計測）に回帰した結果を示している。系列内スピルオーバーは他のメンバー企業の生産性に正かつ統計的に有意な効果をもたらしている。さらにこうした系列内スピルオーバーの効果は、系列外のスピルオーバーをコントロールしたとしても正かつ有意で、ほぼ同じ大きさのままである。

表3 スピルオーバーモデルの推定

被説明変数：企業収益の成長率

説明変数	系列内スピルオーバーのみ (カッコ内は標準誤差)	系列内と系列外のスピルオーバー (カッコ内は標準誤差)
資本ストック	.245(.080)	.250(.080)
労働投入量	.452(.106)	.435(.10)
自企業のR & Dストック	.084(.048)	.078(.047)
系列内スピルオーバー	.195(.079)	.173(.081)
系列外スピルオーバー	n. a.	.667(.383)
定数項	.023(.041)	-.179(.127)
修正R ² 値	.3637	.3702
標本数	208	208

系列企業ごとに異なる“系列外”スピルオーバーを考慮するために交叉項を含めたとしても、系列内スピルオーバーの効果は同様な説明力を持っている。この交叉項の係数は小さく、統計的に有意でない。

表4 スピルオーバーモデルの推定

被説明変数：企業収益の成長率

説明変数	交叉項を含む (カッコ内は標準誤差)
資本ストック	.253(.080)
労働投入量	.415(.107)
自企業のR & Dストック	.071(.048)
系列内スピルオーバー	.167(.079)
系列外スピルオーバー	.594(.388)
交叉項(生産系列)	.086(.072)
定数項	-.159(.128)
修正R ² 値	.3708
標本数	208

系列内スピルオーバーの産出弾力性は系列外スピルオーバーのものより小さいものの、系列内スピルオーバーの経済的影響は実際にはより強いものである。系列企業の平均で測定すると、非系列企業の1億円のR & D支出はその企業自身の収益を300万円増加させる。しかし系

14) 産業ダミー変数は順に、化学、一般機械、輸送機、精密機械である。基準となる産業を電子産業としている。

列企業の同額の R & D 支出はその企業自身の収益を1300万円以上増加させるのである。その影響は非系列企業からスピルオーバーする額の約4倍の大きさである。系列集団のサンプルサ

イズの小ささと不完全な網羅性は、この推定結果の信頼性を損なっている。しかし以上の比較検討はそれにもかかわらず示唆に富むものである。

結論

本稿の結果は以下のようにまとめられる。

1. 生産系列企業は非系列企業より多くの R & D 支出を行う傾向にある。
2. 生産系列関係は企業間の緊密な情報交換と技術スピルオーバーを促進する。

我々の得た結果は、生産系列への所属が知識スピルオーバーを高め、技術移転を促進するという仮説と極めて整合的である。しかしこうした結論が基づいているデータは小規模で、関連する母集団から無作為に抽出した標本ではないことを注意しておくべきだろう。データの最終期は1989年であり、円高や平成不況がどのようにこうした系列集団に影響を与えたのかについての分析はない。さらに我々の行った系列への所属の計測は、それ自体、不正確なものかもしれない。最後に標本選択の効果を考慮した実証分析の中で、いくつかの試みがなされたが、本稿の研究では企業が生産系列集団へ所属するかどうかを決定する過程を正式にモデル化する試みはなされなかった。

にもかかわらず、本稿の結論は日本経済において必要不可欠となっている改革についての最近の議論に関して、いくつかの重要なインプリケーションを持つだろう。バブル景気の絶頂において、日本の学者や日本の経済発展を研究する西側の研究者たちは、全ての日本の経済制度が他国よりも優れているとみなす傾向にあった。そしてバブル崩壊以来の日本の全般的に不調な経済状況は、それとは反対の方向への過大な反応を呼び起こした。多くのビジネスリーダーは、先進国への“キャッチアップ”の期間には日本によく適合した“日本型”の経済制度が、

今後の日本の役に立つことはないだろうと主張した。代わりに日本には、現在の西側諸国、特にアメリカで確立しているような“柔軟な”経済制度が必要だとしている。この議論はいくらかのメリットを持つし、恐らく多くの改革されるべき部門が日本には存在する。しかし本稿は、少なくともある種の“日本型”の経済制度、つまり上流サプライヤーとメーカーの間の生産系列関係は、製造業における知識スピルオーバーとイノベーションを促進する効果を持つという量的な事実を示している。日本の長期にわたる経済成長が、ますます技術的イノベーションに依存するようになるにつれ、この生産系列という制度は今後より重要なものとなる可能性がある。

補論 データの説明

売上高、労働投入量、及び資本ストックについての企業レベルのデータは、日本開発銀行の「企業金融データベース」に基づいている。使用している資本ストック変数は企業が報告している資本ストックの簿価であり、おそらくその測定値は誤差を含んでいる。企業の経常利益のデータもまた、日本開発銀行の「企業金融データベース」に基づいている。表1に計測されている“資本収益率”は、経常利益と資本ストックの単純な比率である。

“産出量”の指標として企業の売上高を用いている。データベースの名目値は、国民所得統計の生産デフレーターを用いて、インフレーションの影響を補正している。

よく知られているように、開銀企業金融デー

データベースのR & D支出データはしばしば不正確である。したがって著者はまた、東洋経済新報社発行の「会社四季報」の1983年から1989年までの各号のR & D調査、及び日本経済新聞社発行の「会社情報」の各号のデータを用いた。

R & Dデータは、科学技術庁が発行する「科学技術要覧」のR & D価格デフレーターにより補正されている。R & D “ストック” は、恒久

棚卸法を用いて各期の支出額から計算されている。

日本企業のアメリカでの特許データは、アメリカ特許商標庁が配布しているC A S S I S C D-ROMのデータに基づいている。

本稿で用いた“産業ダミー”は、順に、化学、一般機械、輸送機械、精密機械である。基準となる産業を電子産業としている。

参 考 文 献

- Aghion, Philippe and Patrick Bolton(1987), "Contracts as a Barrier to Entry," *American Economic Review*, June, Vol.77-3.
- Asanuma, Banri(1985), "The Organization of Parts Purchases in the Japanese Automotive Industry," *Japanese Economic Studies*, Summer 1985.
- Asanuma, Banri(1989), "Manufacturer-Supplier Relationships in Japan and the Concept of Relation-specific Skill," *Journal of the Japanese and International Economies*, 3, 1-10.
- Asanuma, Banri and T.Kikutani(1992), "Risk Absorption in Japanese Subcontracting: A Microeconomic Study of the Automobile Industry," *Journal of the Japanese and International Economies*, 6, 1-29.
- 浅沼万里(1990) "日本におけるメーカーとサプライヤーとの関係「関係特殊的技能」の概念の抽出と定式化", *経済論叢(京都大学)*, 第145巻, 第1・2号, 1990年, 1・2月
- Branstetter, Lee (1996a), "Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope?" NBER Working Paper# 5800.
- Branstetter, Lee(1996b), "Innovation, Knowledge Spillovers, and Dynamic Comparative Advantage: Evidence from Japan and the United States," Ph.D.Dissertation, Department of Economics, Harvard University.
- Caves, Richard and Masu Uekusa (1976), "Industrial Organization," in Hugh Patrick and Henry Rosovsky, eds., *Asia's New Giant: How the Japanese Economy Works*, Brookings Institution, Washington, D.C.
- Caves, Richard (1992), *Industrial Efficiency in Six Nations*, (MIT Press, Cambridge, MA).
- Caves, Richard and Akio Torii (1992), "Technical Efficiency in Japanese and U.S. Manufacturing Industries," *Industrial Efficiency in Six Nations*, (MIT Press, Cambridge, MA).
- Clark, Kim B.and Takahiro Fujimoto (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, (Harvard Business School Press, Boston, MA).
- Cohen, Wesley, and Daniel Levinthal (1989), "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D," *The Economic Journal*, no.99.
- Dertouzos, M.L., R.K. Lester, and RM Solow and the MIT Comition on Industrial Productivity (1989), *Made in America: Regaining the Productive Edge* (MIT Press, Cambridge, MA).
- Dyer, Jeffrey and William Ouchi (1993), "Japanese-Style Partnerships: Giving Companies a Competitive Edge," *Sloan Management Review*, Fall 1993.
- Dyer, Jeffrey(1993), "Vertical Keiretsu Alliances and Asset Specialization: A New

- Perspective on Japanese Economic Success," Wharton School, mimeo.
- The Economist(1993), Special Survey of Japan, October1993.
- Fruin, W. Mark(1992), The Japanese Enterprise System, (Oxford, England, Clarendon Press).
- 藤本隆宏(1995) "部品取引と企業間関係", 植草益編, 日本の産業組織, 有斐閣, 1995.
- 後藤晃(1993) 日本の技術革新と産業組織, 東京大学出版会, 1993.
- Griliches, Zvi, ed, (1984), R&D, Patents, and Productivity, Chicago: University of Chicago Press.
- Griliches, Zvi, (1979), "Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth," Bell Journal of Economics 10(1): 92 - 116.
- Griliches, Zvi and Jerry Hausman (1986), "Errors in Variables in Panel Data," Journal of Econometrics, 31(1): 93-118.
- Hall, Bronwyn (1993), "Has the Rate of Return Declined?" The Brookings Papers on Economic Activity, Volume2: Microeconomics.
- Hayashi, Fumio and Tohru Inouye, (1991) "The Relationship Between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms," Econometrica, 59(3), May.
- Hoshi, Kashyap, and Scharfstein (1991), "Corporate Structure, Liquidity, and Investment: Evidence from Japanese Industrial Groups," Quarterly Journal of Economics, February 1991.
- Hulten, Charles, ed. (1990), Productivity Growth in Japan and the United States, University of Chicago Press.
- Jaffe, Adam(1986), "Technological Opportunity and Spillover of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value," American Economic Review 76: 984-1001.
- Jaffe, Adam, Manuel Trajtenberg, and Rebecca Henderson(1993), "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations," Quarterly Journal of Economics, 108(3), August.
- 経済企画庁(1996), 平成8年版経済白書, 1996.
- Khanna, Tarun and John Moon (1993), "Asset Complementarity, Interfirm Product Market Arrangements, and Equity-Based Alliances," Harvard Business School Working Paper, 94-110.
- Klette, Tor Jacob(1994), "R&D, Scope Economies, and Company Structure: A 'Not-so-Fixed-Effect' Model of Plant Performance," Statistics Norway Research Department mimeo.
- Lawrence, R.Z.(1991), "Efficient or Exclusionist? The Import Behavior of Japanese Corporate Groups," Brookings Papers on Economic Activity 1, pp.311-341.
- Mansfield, Edwin (1985), "How Rapidly Does New Industrial Technology Leak Out?" Journal of Industrial Economics 34: 217-223.
- McKinsey Global Institute (1993), Manufacturing Productivity, (Washington, D.C.: McKinsey & Company).
- Mishina, Kazuhiro, Essays on Technological Evolution, Ph.D.thesis, Harvard University.
- Montalvo, Jose and Yishay Yafeh, (1994) "A Micro-Econometric Analysis of Technology Transfer: The Case of Licensing Agreements of Japanese Firms," International Journal of Industrial Organization, Vol. 12, n.2.
- Nakatani, I. (1984), "Japanese Corporate Groups," in Masahiko Aoki, ed., Economic Analysis of the Japanese Firm, North-Holland, New York.

- Nishiguchi, Toshi (1994), *Strategic Industrial Sourcing*, Oxford University Press.
- Odagiri, Hiroyuki (1983), "R&D Expenditures, Royalty Payments, and Sales Growth in Japanese Manufacturing Corporations," *The Journal of Industrial Economics*, Vol 32, No. 1.
- Pakes, Ariel and Zvi Griliches (1984), "Estimating Distributed Lags in Short Panels with Application to the Specification of Depreciation Patterns and Capital Stock Constructs," *Review of Economic Studies*, Vol, 51, n.2.
- 科学技術庁計画局 (1991), 科学技術要覧, 1991.
- Scott, John T.(1988), "Diversification Versus Cooperation in R&D Investment," *Managerial and Decision Economics*, Vol.9, n.3, pp.173-186.
- Smitka, Michael (1991), *Competitive Ties: Subcontracting in Japanese Automotive Industry*, Columbia University Press.
- Suzuki, Kazuyuki (1993), "R&D Spillovers and Technology Transfer Among and Within Vertical Keiretsu Groups," *International Journal of Industrial Organization* 11, 573-591,
- 東洋経済新報社, 会社四季報, 1983-1989.
- 東洋経済新報社, 企業系列総覧.
- Tyson, Laura D'Andrea (1992) *Who's Bashing Whom?: Trade Conflict in High-Technology Industries*, Washington: Institute for International Economics.
- 若杉隆平 (1986) 技術革新と研究開発の経済分析: 日本の企業行動と産業政策, 東洋経済新報社, 1986
- 若杉隆平編 (1996) "ミクロデータに基づく企業活動の多角化・国際化・ソフト化に関する定量分析," 平成8年度科学研究費・重点領域・研究成果報告書.
- Weinstein, David and Yishay Yafeh (1995), "Collusive or Competitive: An Empirical Investigation of Keiretsu Behavior," *Journal of Industrial Economics*, Vol.53, December 1995,
- Weinstein, David and Yishay Yafeh (1995), "On the Costs of a Bank-Centered Financial System," Harvard University, mimeo.
- Williamson, Oliver (1985), *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, and Relational Contracting*, Free Press: New York City.
- Yi, Sang-seung (1995) "Welfare Consequences of Cooperative R&D," Dartmouth College Department of Economics Working Paper, September 1995.
- Young, Alwyn (1991) "Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade," *Quarterly Journal of Economics* 106: 369-406.