

イノベーションの分析の新たな視点 ——専有可能性，技術機会とネットワーク効果——[†]

太田 耕史郎

(受付 2004年10月1日)

I. はじめに

イノベーションを専ら市場構造または企業規模との関係で扱った「イノベーション経済学」に2つの新たな方向が示されている。第1に，従来の，Schumpeter と Arrow が提示した対立的な仮説の検証は明確な結論に到達せず¹⁾，むしろ Cowen [1995] によれば「〔より最近の〕文献は〔市場集中〕の直接の影響は僅かであり，またそれは技術進歩の他のより基本的な決定要素の影響を反映していそうなことを示唆している」(p. 232) が，こうした決定要素と見做されるのが専有可能性 (appropriability) と技術機会 (technological opportunity) である。第2に，広義のネットワーク産業が経済発展のエンジンとなっているが，そこではネットワーク効果 (network effect) が顕著に作用するために，しばしば「勝者一人占め」(“winner-take-all”) と形容される独占的な市場構造がもたらされると主張される。そして，これらのイノベーションを視点とした研究は現実の反トラスト政策に反映されるに至っている²⁾。本ノートは議論の整理を目的に，これらを簡潔に紹介するものである。

II. 専有可能性と技術機会

(1) 専有可能性

R&D 成果である発明またはアイデアはしばしばリバース・エンジニアリングや研究者の移動などを通じて競争企業に溢出 (spillover) する³⁾。これを防止するために発明者には

† 本ノートを纏める上で春日教測助教授 (長崎大学) から戴いたコメントは有益なものであった。記して，感謝申し上げたい。

- 1) これに関する実証分析の詳細なサーベイは Cowen [1995]，Kamien and Schwartz [1982] でなされている。
- 2) 専有可能性と技術機会については，太田 [2003] を参照のこと。
- 3) リバース・エンジニアリングとは「他社の製品を分解・解析し，組み込まれている設計思想・原理・構造・技術などを自社製品に応用する手法」(松田徳一郎編『リーダーズ英和辞典』，第2版)のことを言う。

特許権が付与されるが、一般には「それらが有効 (valid) である、または侵害されたとの証明のための [] 法的要件 [が厳格である]」(Levin *et al.* [1987], p. 784), 特許を申請する発明者は「発明 (品) とその製造・使用方法」を開示しなければならないが (Patent Act, sec. 112), 競争企業はそうした情報を発明に利用 (invent around patents) し得るなどのために完全には機能しない。それゆえ、イノベーションの総便益に占める発明者の獲得分の割合である専有可能性は1を下回る (表1および Appendix 1 を参照)。問題は、それにより企業の R&D 投資が抑制され兼ねないことにある。

国と企業の双方は R&D 活動を最適な水準に維持するために専有可能性を高める手段を講じている。国は自ら R&D 活動を行ったり、民間の R&D 活動に資金援助を行っている⁴⁾。企業はしばしば補完的資産などを確保し、学習効果 (learning effect) を積み重ね、生産面での優位に立とうとしている (表2を参照)。これらは Schumpeter の言う「大企業 [] に確保されるような利益」であるかも知れないが、中小企業には垂直的協調を活用するとの方策がある⁵⁾。

表1 Private and Social Rates of Return to Private R&D

Author (year)	Estimated Rates of Return	
	Private	Social
Nadiri (1993)	20 – 30	50
Mansfield (1977)	25	56
Terleckyj (1974)	29	48 – 78
Sveikauskas (1981)	7 – 25	50
Goto-Suzuki (1989)	26	80
Bernstein-Nadiri (1988)	10 – 27	11 – 111
Scherer (1982, 1984)	29 – 43	64 – 147
Bernstein-Nadiri (1991)	15 – 28	20 – 110

出所) Council of Economic Advisors [1995], Table2⁶⁾.

-
- 4) ただし、R&D 成果の溢出の範囲や程度は個別に大きく異なるために、その適切な遂行は容易ではなかろう。この他に、Cowen [1995] によれば、「発明活動に経済的な誘因を与えるのに独占権 (monopoly privilege) が要求されるとの概念は15世紀の Venice [(*It Venezia*)] の公共政策に反映され、また1623年の英国議会により承認された独占法 (Statute of Monopolies) を動機付けた」(p. 226) とされる。
- 5) これについては、太田 [2003] を参照のこと。
- 6) 表に引用される研究の詳細については、Council of Economic Advisors [1995], f. n. 13 を参照のこと。

表2 Effectiveness of Alternative Means of Protecting the Competitive Advantages of New or Improved Processes and Products^a

Method of appropriation	Overall sample means		Distribution of industry means ^b	
	Processes	Products	Processes	Products
Patents to prevent duplication	3.52 (0.06)	4.33 (0.07)	2.6 – 4.0 ^c	3.0 – 5.0 ^c
Patents to secure royalty income	3.31 (0.06)	3.75 (0.07)	2.3 – 4.0 ^c	2.7 – 4.8 ^c
Secrecy	4.31 (0.07)	3.57 (0.06)	3.3 – 5.0	2.7 – 4.1
Lead time	5.11 (0.05)	5.41 (0.05)	4.3 – 5.9 ^c	4.8 – 6.0 ^c
Moving quickly down the learning curve	5.02 (0.05)	5.09 (0.05)	4.5 – 5.7	4.4 – 5.8
Sales or service efforts	4.55 (0.07)	5.59 (0.05)	3.7 – 5.5	5.0 – 6.1

a. Range: 1 = not at all effective; 7 = very effective. Standard errors in parentheses.

b. From the upper bound of the lowest quintile of industries to the lower bound of the highest quintile.

c. Differences in means significant at the .01 level.

出所) Levin *et al.* [1987], Table 1 (p. 794).

(2) 技術機会

しかしながら、専有可能性が1を下回ることは直ちにそれを高める国の政策を要請しない。第1に、R&D競争ではある企業のR&D投資は「競争者からのある程度のrent-stealingを伴う」(Carlton and Gertner [2002], p. 7) ために、専有可能性が1を下回ることは厳密にはR&Dが社会的に過少となることを意味しない。第2に、技術機会の問題がある。技術機会とは、厳密な定義はともかく⁷⁾、イノベーションの可能性であり、技術的、経済的な概念である。R&Dまたはイノベーションを「相互作用的で、累積的な過程」(Levin *et al.* [1987], p. 788) と見做せば、技術機会は「アイデアの流れ」(flow of ideas) と密接に関連し、「個々の[R&D]成果の強固な保護は一般的な進歩を遅らせるかも知れない」(*id.*)。それゆえ、最適なR&D活動は専有可能性と技術機会の適切な組み合わせを要請することになる。特許権に有効期限が設定されるのはこうした要請に応じてのことであろう。ただし、化学産業のように特許権が有効に機能する産業ではアイデアは市場により最適配分されると期待され得る⁸⁾。また、アイデアの流れは競争企業間でのみなされるものではない。後藤晃・永田晃也の日本の企業を対象とした調査ではR&Dの情報源として、競合他社に加えて、顧客や社内の他のR&D部門、生産・製造部門が高い割合で挙げられている(表3を参照)。

7) Jaffe [1986] は技術機会を「種々の技術分野でのイノベーションの費用と困難の外生的な差異」(p. 984)、後藤 [2000] は「ある産業に関連した外部からの情報」(p. 39) と定義している。

8) Levin *et al.* [1987] は化学産業で特許権が機能する理由を「特定の分子の一意性 (uniqueness) は例えば複雑な電気・機械システムの新しい構成要素の新規性 (novelty) より容易に証明される」(p. 798) からと説明している。

表3 研究開発における情報源

	新規プロジェクトの提案	既存プロジェクトの遂行
株式所有関係のある供給業者	26.6%	32.3%
株式所有関係のない供給業者	29.9	36.2
顧客	75.5	76.8
大学	41.7	41.4
競合他者	47.6	51.2
社内の他の研究開発部門	50.7	54.2
社内の生産・製造部門	57.7	74.5

出所) 後藤 [2000], 表2.2 (p. 40).

III. ネットワーク効果

ネットワーク産業では当該財またはそれと補完的な財の利用者が多いほど、そこから利用者が享受する便益が高まる。こうした効果はネットワーク効果またはネットワークの外部性 (network externality) と呼ばれ⁹⁾、電話を想定すればそれが容易に理解されよう (図1を参

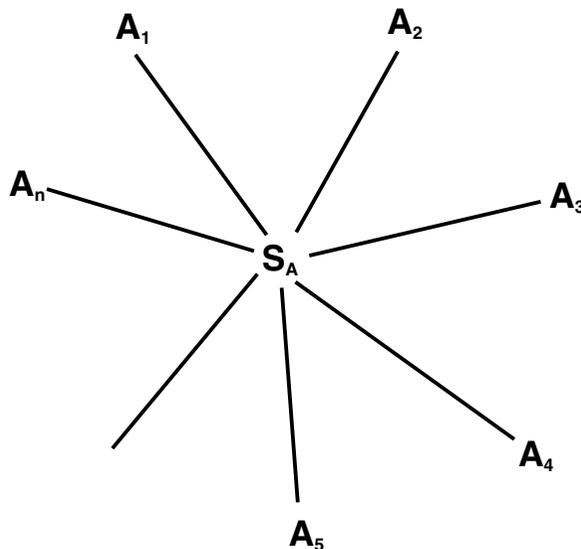


図1 電話のネットワーク

注記) S_A は交換機 (switch), A_i ($i = 1, \dots, n$) は加入者 (subscriber), そして S_A と A_i のリンクは加入者回線 (access line) を表す。

9) ネットワーク効果は外部効果の1つである。外部効果は「ある経済主体の経済活動を示す変数が別の経済主体の総支払用意関数 [()] や総消費関数 [()] の変数として入っている場合に [] 存在すると言う」(矢野 [2001], p. 117)。

照)。つまり、電話は同じネットワークに他の加入者がいなければ無価値であるが、加入者が増加する毎に、より多様な発信と着信が可能となるのである。また、コンピュータのオペレーティング・システム (operating system: OS) とアプリケーション・ソフトウェアについては、同じ OS の利用者が増加すると、より多数の補完的なアプリケーションが作成され、またそれが反対に当該 OS の利用を促進することになるのである¹⁰⁾。

さて、ネットワーク効果には、消費が当該製品の魅力を高め、新たな消費を誘引するがために、①現行の技術を固定化 (lock-in) し、社会的に望ましい新技術・新規格の普及を遅延させる、専門用語を用いると“excess inertia”を発生させる、あるいは②同時にこれが消費の移行費用 (switching cost) や参入障壁を形成し、ある程度の利用者数 (“install base”) に到達した製品 (の技術専有者) に独占的地位を長期に渡り保証する¹¹⁾、また③そうした状況を積極的に構築しようと、企業には抱き合わせ、略奪的価格設定など反競争的な行為に対する誘因が高まる¹²⁾、との見解が少なからず示されている。excess inertia が発生するのは、それがしばしば「囚人のジレンマ」(prisoner's dilemma) として描写されるように、新技術の採用者は旧技術の利用者に影響を与え、また新技術の初期の採用者は後の利用者に対してその魅力を高めるが、彼らがこうした外部性を意思決定に反映しないことが原因とされる¹³⁾。しかしながら、現実に excess inertia や市場支配が発生するかどうかは明確ではない。① (と③) について、Liebowitz and Margolis [1999] は「新製品の生産者はしばしば初期の購入者にかかなりの割引を提供する、満足保証を提供する、製品を賃借で利用可能とする、[あるいは] 旧規格の機器を取り替える購入者に割戻を提供し、ある規格に投資済みの者とそうでない者の間で価格差別を行う」などするために、「excess inertia の明確な例を見付けるのは非常に困難となろう」(p. 22) と述べている¹⁴⁾。また、彼らはその典型例とされるキーボード配列 (QWERTY 対 Dvorak) とビデオ録画方式 (VHS 対 Beta) について、2つのキーボードを用いたタイピング速度の実験は必ずしも有意な差を記録していないこと、また家庭用ビデオ・カセット・レコーダー市場を開拓したのは Beta であり、後発の VHS がこれに取って代ったのは録画時間の長さを要因とすることを詳細な文献調査により明らかにしてい

10) 電話システムが物理的ネットワーク (physical network) と呼ばれるのに対して、コンピュータの OS・アプリケーションは仮想ネットワーク (virtual network) と呼ばれる。

11) ①、②と密接に関連する概念に経路依存性 (path dependence) がある。経路依存性とは初期の偶然になされたある技術の採用が、ネットワーク効果、学習効果などの自己強化メカニズム (self-reinforcing mechanism) の作用を経て、後にそれを競合する技術の中で支配的にすることを言う。詳しくは、Authur [1994] を参照のこと。

12) こうした議論は Microsoft 訴訟が契機となっている。詳しくは、太田 [2002] を参照のこと。

13) 詳しくは、Farrell and Saloner [1985], [1986], Katz and Shapiro [1986] を参照のこと。

14) 既存の支配的企業も同様の対抗が可能であるために、この戦略はあくまで市場に足掛かりを構築するためのものと考えられる。ただし、一旦、足掛かりが得られれば、新規参入企業にもネットワーク効果が作用することになる。

る。それゆえ、ビデオ録画方式の事例はむしろ“excess inertia”が克服可能なことを示すものと解釈できよう¹⁵⁾。②の当否は（潜在的）競争企業の投資に対する効果に依存する。一般に投資は期待収益率に依存するが、ネットワーク効果を理由に投資が成功する確率が低いとしても、同じ理由でそれが市場支配力、そしてそれゆえ多額の利潤を実現するならば、両者の積である期待収益率が特段に低くなるとは限らない。投資は危険選好からも影響を受けようが、米国ではベンチャー・キャピタル（venture capital: VC）の台頭が有望な新設企業の投資を支援している¹⁶⁾。

Appendix 1: R&D 成果の溢出と便益の配分

以下のような複占市場を想定しよう。企業 i ($i = 1, 2$) の財の生産量は q_i 、その費用関数は $C_i = c_i q_i$ 、市場の需要関数は $p = \alpha - \beta(\sum_i q_i)$ で与えられる。また、企業は Cournot 競争を展開する。

均衡では生産量は $q_i^* = (\alpha - 2c_i + c_{j \neq i}) / 3\beta$ 、価格は $p^* = (\alpha + \sum_i c_i) / 3$ 、そして利潤 π_i^* と消費者余剰 CS^* は

$$\pi_i^* = \frac{(\alpha - 2c_i + c_j)^2}{9\beta} \quad (\text{A1})$$

$$CS^* = \frac{(2\alpha - \sum_i c_i)^2}{18\beta} \quad (\text{A2})$$

となる。

今、企業 1 が費用を削減するプロセス・イノベーションに成功し、またそのアイデアが $0 \leq \gamma \leq 1$ ($\gamma = dc_2 / dc_1$) で示される程度に企業 2 に溢出するとする。すべての i について $q_i^* > 0$ であれば、(A1)式より

$$-\frac{\partial \pi_1^*}{\partial c_i} = -\frac{2(\alpha - 2c_1 + c_2)}{9\beta}(-2 + \gamma) > 0 \quad (\text{A3})$$

$$-\frac{\partial \pi_2^*}{\partial c_1} = -\frac{2(\alpha - 2c_2 + c_1)}{9\beta}(-2\gamma + 1) \begin{cases} > \\ = \\ < \end{cases} 0 \Leftrightarrow \gamma \begin{cases} > \\ = \\ < \end{cases} \frac{1}{2} \quad (\text{A4})$$

- 15) Katz and Shapiro [1999] はその支配的地位が束の間に終わったものとしてコンピュータのソフトウェアでは WordStar, WordPerfect, Lotus 1-2-3, dBase, Paradox を、ハードウェア・プラットフォームでは Apple, Digital Equipment, Silicon Graphics, Atari, Sega を挙げている。
- 16) National Science Board [2002] によれば、VC の新規投資額は1980年以降、堅調に推移しているが、この内、ソフトウェア産業に向けられる割合は1990年の17.4% (6.7億ドル) から1993年には27.1% (14.2億ドル) に増大し、1998年までは16.4%から27.1%の間を変動したが、その後は1/3にまで達している (p. 6-35)。

(A2)式より

$$-\frac{\partial CS^*}{\partial c_1} = -\frac{(2\alpha - c_1 - c_2)(-1 - \gamma)}{9\beta} > 0 \quad (A5)$$

が得られる。(A3)–(A5)式より、企業1のイノベーションの便益は企業1は勿論、消費者、そしてそのアイデアの溢出が大きい場合には競争企業である企業2に及ぶこと、それゆえ企業1の専有可能性が1を下回ることが分る^{A1}。企業1が新製品を開発するプロダクト・イノベーションに成功し、また企業2はアイデアの溢出により同製品の生産が可能となる場合には(A1)、(A2)式がイノベーションの便益を示すことになるが、ここでもその便益は企業1、消費者、そして企業2に及ぶことになる。

Appendix 2: ネットワーク効果とネットワーク規模

ネットワーク効果が作用するある財の第 n 番目の単位に対する市場の支払用意 (willingness to pay) は $p = p(n; n^e)$ で与えられる。ここで、右辺の2番目の独立変数はそれだけの単位が販売されるとの期待を示し、また $\partial p(n; n^e) / \partial n < 0$ (期待 n^e を所与とした、右下がりの需要曲線)、 $\partial p(n; n^e) / \partial n^e \geq 0$ (非負のネットワーク効果) となる。 $p(n^e; n^e)$ は fulfilled expectations demand と呼ばれ、市場の需要曲線はその集合、 $p(n; n)$ になると考えられる。

さて、図 A1 ではネットワーク効果は一定 (異なる n^e に対する需要曲線が等間隔) であると仮定され、需要曲線は $p_1(n; n)$ となる^{A2}。今、この財に価格、 $p = \bar{c}$ が設定されると、 e_1^1 、 e_1^2 、 e_1^3 がネットワークの均衡点となるが、 e_1^2 は不安定、 e_1^1 、 e_1^3 は安定であり、ネットワークの規模は一旦 n_1^2 を超えると n_1^3 まで拡大するが、それに到達しなければ $n_1^1 = 0$ まで縮小する (そのため n_1^2 は critical mass と呼ばれる)。図 A2 では、図 A1 より小さなネットワーク効果が仮定されるために^{A3}、critical mass は大きく ($n_2^2 > n_1^2$)、達成可能なネットワークの規模 (とそこで実現される消費者余剰) は小さくなる ($n_2^3 < n_1^3$)。勿論、需要曲線、 $p_2(n; n)$ が $p = \bar{c}$ の高さに達しなければ、ネットワークは成立しない。

A1 アイデアの溢出により企業1が被る損失は、イノベーションによる生産費用の変化分を Δc_1 で示すと、(A3)式より

$$\left(\frac{\partial \pi_1^*}{\partial c_1} \Big|_{\gamma=0} - \frac{\partial \pi_1^*}{\partial c_1} \Big|_{\gamma \neq 0} \right) \Delta c_1 = -\frac{2(\alpha - 2c_1 + c_2)}{9\beta} \gamma \Delta c_1$$

となる。なお、完全競争市場ではアイデアが競争企業に完全に溢出するならばその便益は消費者のみに、独占市場ではその便益は独占企業と消費者にもたらされる。

A2 下の図 A1, A2 では、 $p(n; 0) = 0$ 、 $\lim_{n \rightarrow 1} P(n; n^e) = 0$ が仮定され、また普及の程度を示すよう n と n^e は $[0, 1]$ に標準化される。

A3 この他に、ネットワーク効果が通減し、ある水準を超えるとゼロになるような状況を想定することができる。

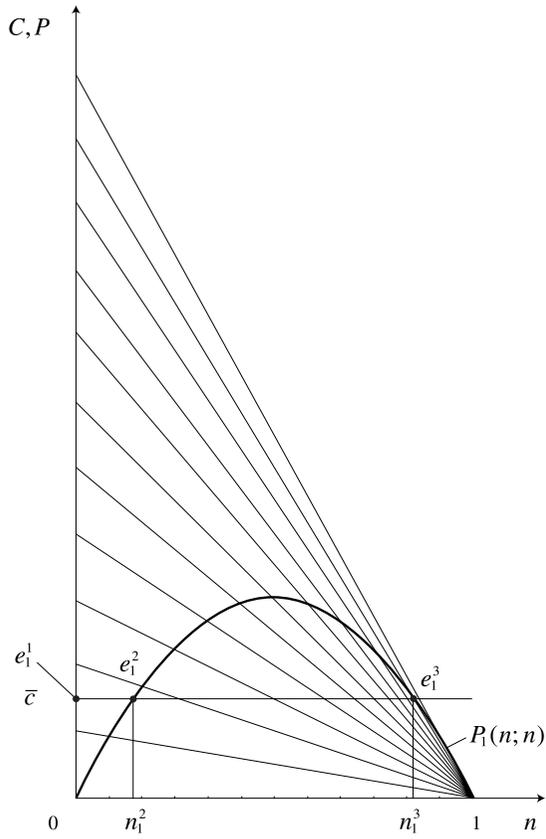


図 A1 ネットワーク効果とネットワーク規模：ネットワーク効果が大きいケース

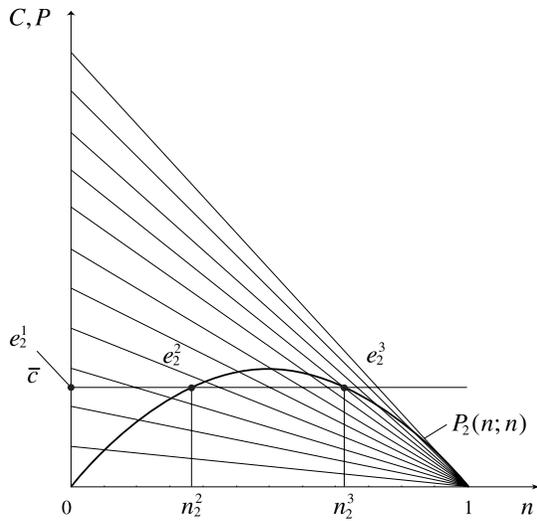


図 A2 同：ネットワーク効果が小さいケース
出所) Economides [2003], Figure 3 に加筆・修正を施したものを。

【参 考 文 献】

- Arthur, W. B. [1994] *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, University of Michigan Press (有賀裕二訳『収益逡増と経路依存——複雑系の経済学——』多賀出版, 2003).
- Carlton, D. W. and R. H. Gertner [2002] “Intellectual Property, Antitrust and Strategic Behavior,” NBER Working Paper, No. W8976.
- Council of Economic Advisors (CEA) [1995] *Supporting R&D to Promote Economic Growth - Introduction*, CEA White Papers (<http://clinton4.nara.gov/WH/EOP/CEA/econ/html/econ-rpt.html>).
- Cowen, W. [1995] “Empirical Studies of Innovation Activity,” in P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, 1995.
- Economides, N. [2003] “Competition Policy in Network Industries: An Introduction,” (www.stern.nyu.edu/networks/site.html).
- Farrell, J. and G. Saloner [1985] “Standardization, Compatibility, and Innovation,” *Rand Journal of Economics*, Vol. 16, No. 1.
- Farrell, J. and G. Saloner [1986] “Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation,” *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5.
- 後藤晃 [2000] 『イノベーションと日本経済』岩波新書.
- Jaffe, A. B. [1986] “Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms’ Patents, Profits, and Market Value,” *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5.
- Kamien, M. I. and N. L. Schwartz [1982] *Market Structure and Innovation*, Cambridge University Press.
- Katz, M. L. and C. Shapiro [1986] “Technology Adoption in the Presence of Network Externalities,” *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 4.
- Katz, M. L. and C. Shapiro [1999] “Antitrust in Software Markets,” in J. A. Eisenach and T. M. Lenard eds., *Competition, Innovation and the Microsoft Monopoly: Antitrust in the Digital Marketplace*, Kluwer Academic Publishers.
- Levin, R. C., A. K. Klevorick, R. R. Nelson and S. G. Winter [1987] “Appropriating the Returns from Industrial Research and Development,” *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 3.
- Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis [1999] *Winners, Losers & Microsoft: Competition and Antitrust in High Technology*, Independent Institute.
- National Science Board [2002] *Science and Engineering Indicators 2002*, National Science Foundation.
- 太田耕史郎 [2002] 「Microsoft Case ——市場の独占性と行動の違法性の再検討——」『修道法学』第24巻, 第2号.
- 太田耕史郎 [2003] 「イノベーションのための反トラスト政策——合併と戦略的提携——」『経済科学研究』第7巻, 第1号.
- Teece, D. J. [1986] “Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy,” *Research Policy*, Vol. 15, No. 6.
- 矢野誠 [2001] 『ミクロ経済学の応用』岩波書店.