

Title	パラダイムシフトを超越した持続的高収益を達成するための新機能創出メカニズム：電気機械作業における実証分析(<ホットイシュー> イノベーションを実現するためのマネジメント (5))
Author(s)	大内, 紀和; 渡辺, 千仍
Citation	年次学術大会講演要旨集, 21: 581-584
Issue Date	2006-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/6413">http://hdl.handle.net/10119/6413</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

# パラダイムシフトを超越した持続的高収益を達成するための新機能創出メカニズム

—電気機械作業における実証分析

○大内紀和, 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

## 1. 序

### 1.1 企業の収益格差

近年、多くの企業が収益において苦しむ状況の中、一部の企業は高収益を達成している。図1は1985年から2005年までの国内電気機械主要11社の売上高営業利益率の推移を示している。

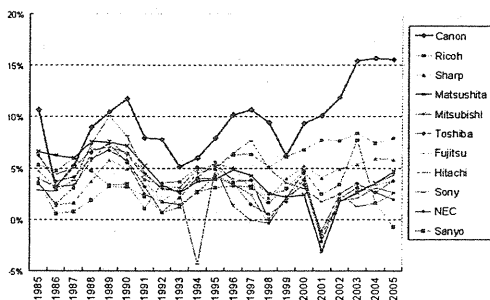


図1. 国内電気機械主要11社における売上高営業利益率の推移 (1985 - 2005).

出所) 各社有価証券報告書などを基に筆者作成

この図から、キヤノンが高い収益性を維持していることが伺える。またそれは、一過性のものではなく、1980年代の工業化社会、1990年代の情報化社会、2000年以降のポスト情報化社会というパラダイムシフトを超越した持続的なものである。

このキヤノンの高収益のメカニズムを明らかにすることは、他の企業に対して大きな示唆を与えることができると考えられる。

### 1.2 キヤノンの収益性

キヤノンの収益性の高さについては、事務機部門特有のビジネスモデルの収益構造について指摘される場合が多い。つまり、一度、複写機やプリンタを販売してしまえば、販売後の保守サービスや消耗品供給により安定的に収益を上げることができるというものである<sup>1</sup>。

しかし、この事務機部門特有のビジネスモデルだけがキヤノンの高収益の理由であるならば、他の事務機部門を持つ企業もキヤノンと同様に高い収益性を示すはずである。

そこで、図2に、事務機関係事業の国内主要4社 (キヤノン、リコー、富士ゼロックス、エプソン) における事務機事業部門のみの売上高営業利益率の推移を比較したものを示す。この図から、キヤノンの収益性は同様のビジネスを展開する企業に比べても、一貫して高いことがわかる (榊原 (2005) も同様

の指摘をしている)。

すなわち、事務機部門特有のビジネスモデルだけでは、キヤノンの高収益の理由を説明することは不十分であるといえる。

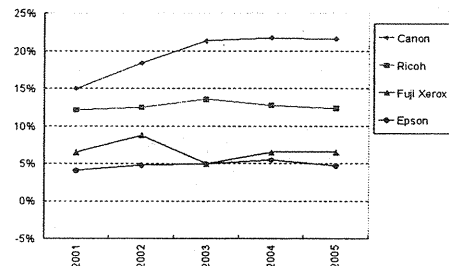


図2. 事務機事業部門における売上高営業利益率の比較 (2001 - 2005).<sup>2</sup>

出所) 各社有価証券報告書などを基に筆者作成

キヤノンと他の事務機市場におけるライバル企業との大きな違いは、キヤノンのみが複写機とプリンタの両部門でトップシェアを持っていることである。図3に複写機とプリンタの市場シェアを示す。複写機市場におけるシェアでは、キヤノンは首位である。プリンタにおいてはHP (ヒューレット・パッカー) が首位であるが、HPのレーザービームプリンタ (以下LBPと表記) はキヤノンのOEMであるから、実質上のシェア1位はキヤノンであるといえる。

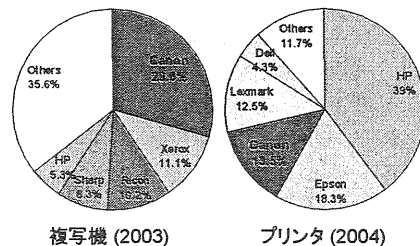


図3. 複写機とプリンタ市場の世界シェア (2003, 2004).

出所) ガートナー

<sup>2</sup> ここでは、事務機関係事業の各社におけるセグメントは以下のようになっている。  
 キヤノン：事務機 (複写機、レーザービームプリンタ、インクジェットプリンタ、コンピュータ、ファクシミリ等)  
 リコー：オフィスソリューション分野 (複写機器および関連消耗品、通信・情報システム、ソリューション商品等)  
 富士ゼロックス：「ドキュメント関連事業」の割合が90%を超えているため、有価証券報告書に事業の種類別セグメント情報が記載されていない。よって、企業全体を事務機関係事業とした。  
 エプソン：情報関連機器事業 (カラーインクジェットプリンタ、レーザープリンタ、ドットマトリックスプリンタ、マルチファンクションプリンタ、大判インクジェットプリンタ及びそれらの消耗品、カラーイメージスキャナ、液晶プロジェクター、液晶モニター、ラベルライター、ミニプリンタ、POSシステム用プリンタ及びPC等)

<sup>1</sup> 消耗品に関するビジネスモデルや製品設計については、宮崎 (2004) などを参照。

複写機で高いシェアを持つリコーはプリンタ市場ではほとんどシェアを獲得していないし、逆にプリンタ市場で高いシェアを持つエプソンは複写機の製造をしていない。この2つの製品で高いシェアを確保していることがキヤノンの高収益の理由と関係がある可能性がある。

### 1.3 キヤノンの多角化

Watanabe et al. (2005) は、潜在資源の効率的利用による技術の多角化のメカニズムがキヤノンの持続的成長の要因であるとしている。また、鈴木・児玉 (2005) は、キヤノンは、原則的に既存のコア技術を近隣の技術分野に徐々に展開し、それを新規事業へとつなげて多角化していくことで急成長を遂げたことを指摘している。これらから、コア技術を生かし、技術の多角化を上手くマネジメントすることが高収益の鍵の一つであるといえる。

### 1.4 企業の収益性悪化の要因と対応

延岡他 (2006) は、日本のデジタル家電産業が急速な価格低下 (コモディティ化) によって付加価値や利益が限定されているとしている。急速な価格下落が起きている状況では、いくら販売量を増やしたとしてもそれが企業の利益につながらないといえる。

そうだとすると、企業が利益率を高める方法は2つになる。1つは製品のコストを下げるスピードを他企業より上げること。もう1つは、製品の価格を上げる (下がるスピードを他企業より抑えることである)。

製品のコストを下げるスピードを上げるためには、学習効果が重要になってくる。学習効果は、Arrow (1962) で指摘されているように、累積生産量が増えるにつれて、一定の比率で単位コストが減少していくことである。すなわち学習効果が高い企業は、コスト競争において有利になる。

一方、製品価格の減少を抑えるためには市場のニーズとマッチした高付加価値な製品、新機能が付加された製品を作り出すことが重要になる。延岡他 (2006) もコモディティ化の要因の1つとして、顧客価値の頭打ちをあげており、この顧客価値の頭打ちを打破するには、Watanabe and Nagamatsu (2003), Watanabe et al (2003, 2004) が指摘するように新機能創出が非常に重要となってくる。

### 1.5 技術の多角化・学習・新機能創出のダイナミズム

現在の激しい価格競争において利益をあげるためには、学習と新機能創出が重要であると考えられる。だとすれば、高収益をあげているキヤノンはこれらを上手く生かしているはずである。そして、キヤノンの成長の要因としてしてきたコア技術を生かした近隣の技術への多角化がこれらの学習や新機能創出に何らかの関係があるのではないかと考えられる。

これまで、技術の多角化については、企業のイノベーション活動に与える影響 (Garcia-Vega, 2006 等) や、スピルオーバーとの関係 (Jaffe, 1986 等) については研究がされているものの、学習と新機能創出との関係については十分な研究がされていない。

## 2. 分析のフレームワーク

### 2.1 仮説

本研究では、技術の多角化・学習・新機能創出のダイナミズムを明らかにするために、以下の仮説を検証する。

仮説1: 近い技術に多角化することで、技術の多重利用により学習効果が高まる。

仮説2: 近い技術に多角化することで、社内スピルオーバー、社外スピルオーバーを有効に活用することができ、新機能創出を効率的に行うことができる。

### 2.2 分析手法

#### (1) 分析対象

複写機とLBPを分析の対象とする。この2つの技術については、鈴木・児玉 (2005)、Suzuki and Kodama (2004) らの研究からも技術的に近いとされている。すなわち、この2つの製品を分析することで、近い技術に多角化した場合の影響を分析することができる。

#### (2) 分析方法

仮説1については、カラーLBPが発売される前後で、フルカラー複写機の学習効果を表す学習係数がどのように変化したかを数量的に実証分析する (複写機全体とLBP全体の関係ではなく、カラー機に絞って分析する理由については後述)。

企業ごとのデータで分析するのが最も望ましいが、企業ごとの製品の生産台数・生産価格を入手するのは困難である。そこで、今回の分析では、国内生産台数と国内生産価格のデータを使用し、製品レベルでの複写機とLBPの学習効果を計測し、製品としての特徴を把握することとする。製品レベルで学習係数の変化が起きていれば、企業レベルで学習効果の変化が起きているといえる。

カラーLBPの発売後に学習係数が高まっていれば、技術の多重利用により学習効果が高まっているといえる。

また、具体的な事例により、学習効果の高まる要因を分析する。

仮説2については、具体的な事例からどのように技術のスピルオーバーが起これ、新機能検証するのかを検証する。

## 3. 分析

### 3.1 複写機の国内生産

図4に、複写機の国内生産と国内生産価格の推移を示す。ここで、国内生産価格 = (国内生産金額) / (国内生産台数) とし、国内企業物価指数 (一般機械) (日本銀行) を用いて実質化してある。

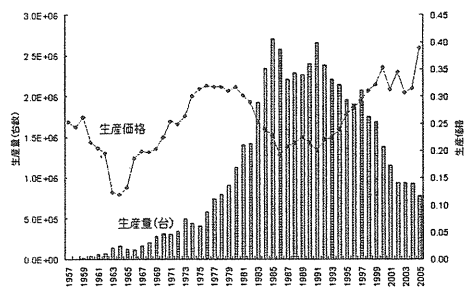


図4. 複写機の国内生産と国内生産価格の推移 (1975 - 2005).

出所) 経済産業省 (各年版) 『機械統計年報』, 日本銀行 HP を基に筆者作成

図4から、近年生産量が減少する一方で生産価格が上昇していることが伺える。これは、高価格の製品については、日本国内で生産を残しているものの、低価格の製品などの大部分が海外(中国など)へ生産を移していることにより1台あたりの生産価格が上昇しているといえる。

すなわち生産配分の変化による価格変化のため、複写機の学習効果による価格変化を抽出することはできない。よって、複写機全体としての学習効果を計測することはできない。

そこで、次に、図5と図6にそれぞれ、1997年1月-2006年6月までのアナログ機、デジタル機、フルカラー機の機種ごとの国内生産台数と国内生産価格の推移を示す<sup>3</sup>。アナログ機、デジタル機は早い段階から海外での生産が開始されていたが、フルカラー機は当初は日本国内をメインに生産されていたと考えられる。特に、生産価格が順調に下がっている2004年ぐらいまでは、そのほとんどを日本国内で生産していたといえる<sup>4</sup>。よって、本研究では分析対象期間は1997年-2004年とする。

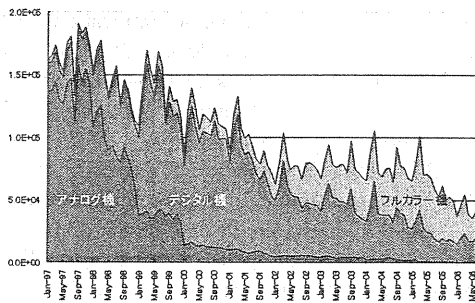


図5. 複写機の機種別国内生産の推移 (1997年1月 - 2006年6月)。

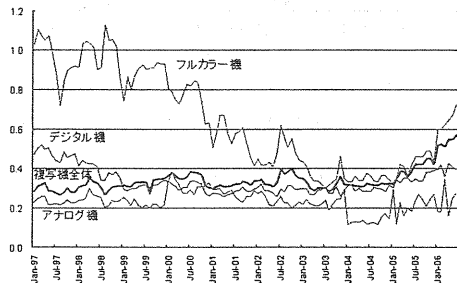


図6. 複写機の機種別国内生産価格の推移 (1997年1月 - 2006年6月)。

### 3.2 学習効果の計測

通常、学習効果については(1)式のモデルで表される。

$$P = P_0 V^{-\lambda} \quad (1)$$

$$\ln P = \ln P_0 - \lambda \ln V \quad (2)$$

本研究においては、フルカラー複写機の学習係数を3つの期間にわけて計測する。

- 第1期間：97年1月 - 98年7月 (カラーLBP発売前<sup>5</sup>)
- 第2期間：98年8月 - 02年7月 (カラーLBP発売後)
- 第3期間：02年8月 - 04年12月 (デジタル化・ネットワーク化の本格化)

3期間の学習係数について、ダミー係数を用いた(3)式で回帰分析を行い計測する。

$$\ln P = \ln P_0 + \ln P_2 D_2 + \ln P_3 D_3 - \lambda_1 D_1 \ln V - \lambda_2 D_2 \ln V - \lambda_3 D_3 \ln V \quad (3)$$

(3)式について回帰すると、以下の結果が得られた。

$$\ln P = 3.049 + 6.386 D_2 + 3.823 D_3 - 0.251 D_1 \ln V - 0.750 D_2 \ln V - 0.558 D_3 \ln V \quad (4)$$

(0.99) (2.01)\* (1.11) (1.00) (13.64)\*\* (5.25)\*\*

adj. R<sup>2</sup> 0.903 DW 0.57

( ) 内 t 値、\*\* 1%有意、\* 5%有意

分析結果を見ると、カラーLBPの発売前の学習係数が0.251であるのに対し、カラーLBP発売後の学習係数は0.750となっている。このことから、カラーLBPの発売により、複写機の学習効果が高まっている可能性があることが示唆される。

統計的に必ずしも有意といえない部分があるのは、月次データを使用するためどうしても振れが大きいこと、分析に使用しているデータが国内生産台数と国内生産価格のため、LBPの出現による複写機への学習効果が少ない企業のデータも含まれてしまっていることが考えられる。企業レベルでのデータで分析ができれば、より明確な結果が得られるのではないだろうか。

### 3.3 技術の多重利用による学習

具体的にどのような技術が利用され、学習が共有されているのかについてキヤノンを例に分析する<sup>6</sup>。

複写機とLBPにおいては、電子写真技術やトナー・カートリッジ技術、システムコントローラや定着ローラや転写ベルトなど様々な技術が共有されている。

消耗品ビジネスにおいて重要な役割を果たすトナーについても、キヤノンでは、ほとんどのフルカラー複写機やカラーLBPで、「重合法Sトナー」と呼ばれるマイクロカプセル構造を持つ球状の超微粒子トナーを使用している。こうすることで、トナーの製造上の改善などにおいて、図7のように複写機とLBPの両方の学習が共有されることになり、コスト削減のスピードをあげることができ、他者に対して有利な戦略をとりやすくなっていると考えられる。

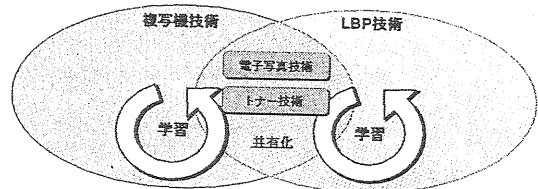


図7. 複写機とLBPにおける学習の共有。

<sup>3</sup>アナログ機・デジタル機・フルカラー機に分類された統計が入手可能なのは1997年以降。

<sup>4</sup>実際に2004年から始まったJBMIA((社) ビジネス機械・情報システム産業協会)による複写機の出荷実績に関する機種別の3期間貿易(実際に通関しないが、日本本社の売上として処理したもの)の統計を見てみると、カラー複写機の3期間貿易の割合は、2004年は25%であり、2005年は33%となっている。

<sup>5</sup>リコー：1998年7月「イブシオカラー2000」を発売。

キヤノン：1998年10月「LBP2160」を発売

などから、統計に実質上影響が現れるのは1998年8月からと判断した。

<sup>6</sup>これらの分析は、日本経済新聞社編(2004)、キヤノン株式会社(各年版)などの資料を基にしている。

### 3.3 スピルオーバーの有効活用による新機能創出

近い技術に多角化していることで、社内スピルオーバー・社外スピルオーバーを有効に活用できると考えられる。トナー技術なども社内スピルオーバーの例といえる。

ここでは、社外技術を内部に取り入れ、それを社内の他部門へ波及させていった例としてキヤノンのシステム LSI を考える。システム LSI とは、システム全体をワンチップに搭載 (System on Chip) した大規模集積回路である。

1993 年に米ネクストコンピュータはハードウェアとソフトウェアの部門を分社した際に、キヤノンはハードウェア部門をキヤノンの全額出資の子会社 (ファイアーパワー) として再出発させた。ファイアーパワーでは、当時 IBM、モトローラなどが共通で開発を進めていた新型 MPU (超小型演算処理装置) 「パワー PC」を使ったチップセットと呼ばれる回路を設計した。その後、ファイアーパワーは撤収することとなり、事業としては成功とはいえなかった。しかし、ここで学んだ回路設計技術が、システム LSI の開発に生かされた。このシステム LSI はまず複写機「iR5000」「iR6000」に搭載され、この複写機は多彩な機能を加えたマルチファンクションが売りとなった。この複写機での学習を生かし、さらに LBP などの他製品へも利用され、デジタル化、ネットワーク化、マルチファンクション化へ対応していった。まさに、社外スピルオーバー、社内スピルオーバーを有効活用した新機能創出といえる。このように自社の持っている技術をすぐに他の製品へ利用できたのは、近い技術に多角化していたからだと考えられる。

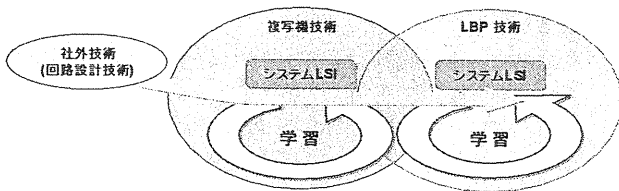


図 8. 社内スピルオーバーと社外スピルオーバーの効率的利用による新機能創出。

### 4. 結論

本研究では、技術の多角化、学習、新機能創出のダイナミズムについて分析を行った。

カラー LBP が発売された後、フルカラー複写機の学習係数が上がっていたことから、技術の多重利用により、学習の共有が起こっていることが伺える。このことから、複写機と LBP の両方でトップシェアであるキヤノンはコスト競争において、ライバル企業に対して有利であると推測される。

また、複写機とコピー機の例から、近い技術に多角化することは社内・社外スピルオーバーを効率的に利用できるのも、市場の変化などに合わせて、効率的に新機能創出を行えるといえる。

以上のように、技術の多角化を上手くマネジメントし、技術の多角化、学習、新機能創出のダイナミズムを活用することは、高収益構造を築くために重要であることが示唆された。

企業が技術の多角化戦略を考える際には、多角化した際の学習の共有化、スピルオーバーの効果的活用まで、考慮に入

れて、戦略を立てることが必要である。

今回のキヤノンの複写機と LBP の例とは逆に、技術的に近い分野に多角化することは、学習の共有、スピルオーバーの活用ができず、研究開発の効率性、生産性などが上がらない要因となりうる可能性が高いといえる。

### 5. 今後の課題

今回は、既存研究を基に複写機とプリンタは技術的に近いことを前提に分析を行ったが、今後は、技術間の距離 (類似度) を計測するモデルを構築することが必要である。また、事例分析を中心に行った新機能創出についても、数値で表すことのできる指標が望まれる。それらのモデル化・指標化が可能となれば、近い分野と遠い分野に技術の多角化をした場合の、学習、新機能創出の違いを計量的に明らかにすることが可能になる。

### 参考文献

- [1] Arrow, K.J. (1962) "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies* 29, 155-173.
- [2] Garcia-Vega, M. (2006) "Does Technological Diversification Promote Innovation? An Empirical Analysis for European firms," *Research Policy* 35, 230-246.
- [3] Jaffe A.B. (1986) "Technological Opportunity and Spillover of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits, and Market Value," *American Economic Review* 76, 984-1111.
- [4] Suzuki, J. and Kodama, F. (2004) "Technological Diversity of Persistent Innovations in Japan -Two Case Studies of Large Japanese Firms," *Research Policy* 33, 531-549.
- [5] Watanabe, C. and Nagamatsu, A. (2003) "Sources of Structural Stagnation in R&D Intensity in Japan's Electrical Machinery Industry," *Technovation* 23, 571-591.
- [6] Watanabe, C., Hur, J.Y. and Matsumoto, K. (2005) "Technological Diversification and Firm's Techno-economic Structure: An Assessment of Canon's Sustainable Growth Trajectory," *Technological Forecasting and Social Change* 72, 11-27.
- [7] Watanabe, C., Kondo, R., Ouchi, N., Wei, H. and Griffy-Brown, C. (2004) "Institutional Elasticity as a Significant Driver of IT Functionality Development," *Technological Forecasting and Social Change* 71, 723-750.
- [8] キヤノン株式会社 (各年版) 『Canon Technology Highlights』キヤノン株式会社.
- [9] 経済産業省 (各年版) 『機械統計年報』経済産業調査会.
- [10] 榊原清則 (2005) 『イノベーションの収益化』有斐閣.
- [11] 鈴木潤・児玉文雄 (2005) 「STI ネットワークの研究 - 日本企業の本業回帰と新規技術取り込みの分析」, RIETI Discussion Paper Series 05-J-010, 経済産業研究所.
- [12] 日本経済新聞社編 (2004) 『キヤノン式 高収益を生み出す和魂洋才経営』日経ビジネス文庫.
- [13] 延岡健太郎・伊藤宗彦・森田弘一 (2006) 「コモディティ化による価値獲得の失敗: デジタル家電の事例」, RIETI Discussion Paper Series 06-J-017, 経済産業研究所.
- [14] 宮崎正也 (2004) 「消耗品の戦略的製品設計 - 情報共有するプリンタ」『赤門マネジメント・レビュー』第 3 巻 7 号, 309-332.