

Title	携帯電話産業と他電気機器産業の共進ダイナミズムの分析
Author(s)	菅野, 元亮; 渡辺, 千仍
Citation	年次学術大会講演要旨集, 23: 550-553
Issue Date	2008-10-12
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7623
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	一般講演要旨

携帯電話産業と他電気機器産業の共進ダイナミズムの分析

○菅野元亮, 渡辺千仟 (東京工業大学)

1. 序

1.1 研究の背景

現在、世界における携帯電話契約台数は 33 億台に達し、世界人口の半数の 49%を占めている。日本においては 1980 年代に登場し、小型化・高機能化するにつれて急速に普及していった。現在の日本の携帯電話には通話機能以外に、カメラ機能、メール機能、インターネット接続機能、ワンセグテレビ視聴機能、音楽再生機能など様々な機能が盛り込まれている。日本の消費者のニーズが高機能志向であるとも考えられるが、日本の携帯電話メーカーの高い技術力の表れであるとも言える。このように、日本の携帯電話は、世界標準と比べて高機能で特異な進化を遂げた。外界と隔絶された環境で独自の生態系が存在するガラパゴス諸島になぞらえて、日本の携帯電話市場は“ガラパゴス市場”と言われている。

1.2 仮説

日本の携帯電話メーカーは、他にも電気機器製品を手がけている企業がほとんどである。電気機器製品の技術や研究成果がその社の携帯電話製品に影響を及ぼし、またその逆の現象が生じることで、なんらかの相互作用が発生していると考えられる。そしてこの現象は、高機能携帯電話が主流の日本においてより顕著に見られるのではないかと考えた。以上を踏まえ本研究では、日本において携帯電話が他の電気機器製品と共進化を起こしている、という仮説を立てこれを立証する。

1.3 既存研究

渡辺(2007)^[1]は、日本の電気機器企業 20 社に関して、携帯電話事業を手がけているかと企業の規模で分類し (図 1 参照)、(1)式のモデルで回帰分析を行った。その結果を表 1 に示す。

$$OIS = a + b \ln R/S + c \sum R/R + dD \quad (1)$$

OIS: 売上高営業利益 R: 研究開発投資 S: 売上高

	Mobile	Non-Mobile
Large	A Matsushita NEC Hitachi Toshiba MELCO Fujitsu Sony	
Medium	B Sharp Sanyo Rohm TDK NIDEC Casio Murata	C D Canon Ricoh Fanuc Keyence Pioneer Daikin

図 1. 日本の電気機器産業 20 社の分類。

表 1 日本の電気機器企業 20 社における携帯電話主導イノベーションの影響

	Constant ^a	$\ln R/S$	$\sum R/R$
A	0.534 (0.576)	0.156	-5.8E-03
B	0.534 (0.576)	0.156	0.2E-03
C	0.104 (0.146)	0.033	6.0E-03
D	0.104 (0.146)	0.033	0.2E-03

表 1 を見ると、携帯電話事業を持たない企業 (集団 C・D) より持っている企業 (集団 A・B) において、売上高営業利益への研究開発投資の影響が大きくなる、すなわち研究開発の効率が上がるという効果が現れている。

また、陳(2006)^[2]は、携帯電話キャリア第 1 位と第 2 位の NTT docomo と au がカメラ機能付機種を発売した 2002 年 6 月を転換点に、日本の携帯電話の学習係数が上昇に転じたことを示した (図 2)。学習係数の概念については後述する。

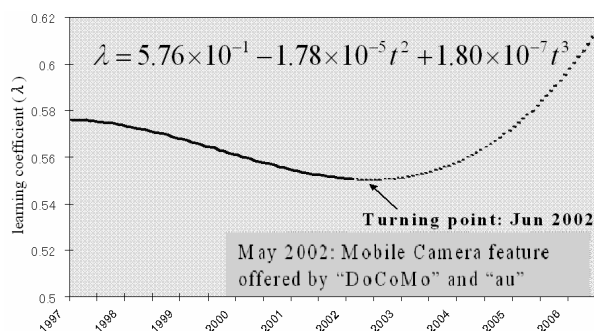


図 2. 携帯電話の学習係数の推移.

1.4 研究の焦点

本研究では、携帯電話のカメラ機能に着目し、それと最も相互影響の大きい電気機器製品と思われるデジタルカメラについて分析する。カメラ機能付携帯電話が日本で最初に発売された 2000 年 11 月付近の時期を境に、デジタルカメラ産業に発生した影響を分析することで携帯電話とデジタルカメラの共進化構造を明らかにすることが本研究の目的である。

2. 分析

2.1 分析のフレームワーク

本研究の分析は次の 2 段階の手順で行う。

- ① デジタルカメラの学習曲線を描き、携帯電話にカメラ機能がついた時点からの変化を検証
- ② ①で描いた学習曲線をもとに動態的学習係数を導き出し、同様に変化を検証

詳しい分析手法については次項で説明する。

2.2 分析手法

2.2.1 学習曲線

学習曲線という概念を用いる。学習曲線とは、ある製品の累積生産量が増えるに従い、単位あたりの生産価格が通減する特性を示す曲線である。経験曲線ともいう。

単位あたりの生産価格を P 、累積生産量を Y^* とするとスケールファクター (A) と学習係数 (Learning coefficient: λ) を用いて、学習曲線は(2)式のように表される (グラフ例を図 3(a)に示す)。

$$P = A \cdot Y^{*-\lambda} \quad (2)$$

また、両辺の対数をとると(3)式に変形できる (グラ

フ例を図 3(b)に示す)。

$$\ln P = \ln A - \lambda \ln Y \quad (3)$$

この式に従いグラフを描き、線形回帰を行い回帰係数として学習係数 λ を求める。図 3(b)のグラフにおける直線の傾きが学習係数となる。

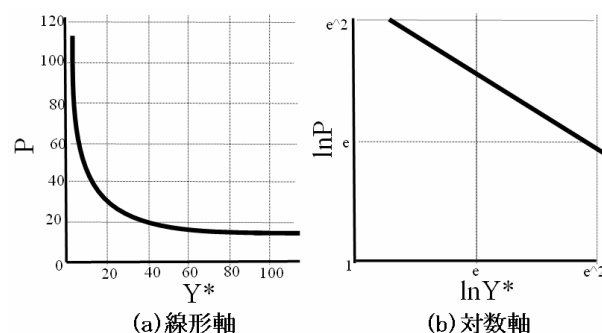


図 3. 学習曲線の例.

2.2.2 動態的学習係数

(3)式において学習係数 λ が時間 t の関数として(4)式のように表されたと考える。時間 t の関数である各過程の動態的学習係数 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ は、生産・流通・消費の一連の過程における市場学習の効果を示している。

$$\lambda(t) = \lambda(\lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_n(t)) \approx \sum_{i=0}^n a_i t^i \quad (4)$$

(4)式の $\lambda(t)$ を(3)式に代入することで(5)式が得られる (ε は $\lambda(t)$ と独立の誤差項である)。このモデル式の係数 a_i を推定し、動態的学習係数 $\lambda(t)$ を求める。

$$\ln P = \ln A - \sum_{i=0}^n a_i t^i \ln Y + \varepsilon \quad (5)$$

2.3 分析データ構築

カメラ映像機器工業会の公表しているデジタルスチルカメラ生産出荷実績表のデータ^[3]を使用する。

学習曲線を描くにあたり必要な指標は、単位あたりの生産価格と累積生産量である。生産数量を生産金額で除したもの、すなわち 1 台あたりの生産金額を、単位あたりの生産価格の指標として用いる。また、生産数量の累積値を、累積生産量の指標として用いる。なお、データは 1999 年 12 月分から 2008 年 7 月分の月次データである。

3. 実証分析

3.1 分析結果

1 台あたりの生産金額を P 、累積生産数量を DC_T としたときの(6)式のデジタルカメラの学習曲線を図 4 に示す。

$$\ln P = \ln A - \lambda \ln DC_T \quad (6)$$

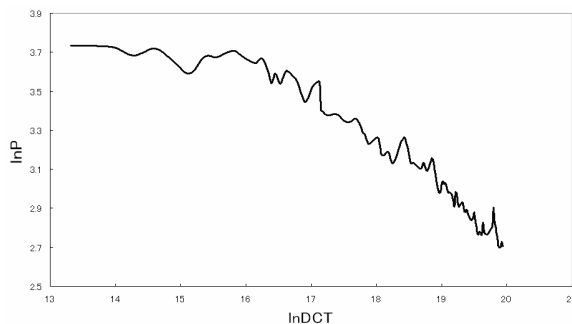


図 4. デジタルカメラの学習曲線(1999/12～2008/8).

図 4 の学習曲線について線形回帰を行い学習係数 λ を求めた。結果を(7)式に示す。

$$\ln P = 6.7011 - 0.1943 \ln DC_T \quad adj.R^2 = 0.909 \quad (7)$$

(60.817**) (-32.037**) (**:1%有意, *:5%有意)

次に、携帯電話にカメラ機能がついた 2000 年 11 月以前と以降で学習係数がどのように変わったのかを検証するために、期間を分けて線形回帰を行い、それぞれ学習係数 λ を求めた。2000 年 10 月までの学習曲線の回帰の結果を(8)式に、グラフを図 5 に示す。

$$\ln P = 3.9992 - 0.0210 \ln DC_T \quad adj.R^2 = 0.112 \quad (8)$$

(19.098**) (1.5023) (**:1%有意, *:5%有意)

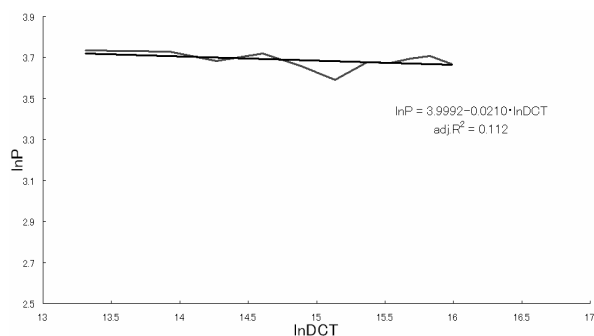


図 5. 2000 年 10 月以前のデジタルカメラの学習曲線。

また、2000 年 11 月以降の学習曲線の回帰の結果を(9)式に、グラフを図 6 に示す。

$$\ln P = 7.6515 - 0.2451 \ln DC_T \quad adj.R^2 = 0.965 \quad (9)$$

(84.971**) (50.365**) (**:1%有意, *:5%有意)

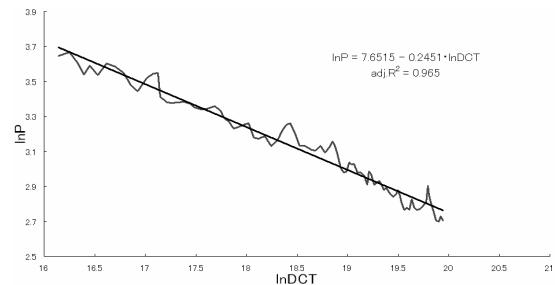


図 6. 2000 年 11 月以降のデジタルカメラの学習曲線。

2000 年 10 月までの学習係数は 0.0210、2000 年 11 月以降の学習係数は 0.2451 と推定され、大きく変化していることがわかった。

続いて、動態的学習係数を導き出す。学習係数 λ を(4)式のように考え、以下の(10)式のモデルを用いて係数 a_i を推定する。

$$\ln P = \ln A - \sum_{i=0}^n a_i t^i \ln DC_T + \varepsilon \quad (10)$$

まず、最適な $\lambda(t)$ の次数 ((10)式における n) を決定するために n を 2 から 6 まで変化させ分析を行い、赤池情報量基準 (AIC) をもとに比較する。比較結果を表 2 に示す。AIC は赤池弘次氏が考案した「統計モデルの良さを評価するための指標」である。AIC が小さければ小さいほど、良いモデルであると判断できる。

表 2 AIC の比較

	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
AIC	-356.03	-356.75	-357.85	-355.99	-362.67

表 2 より、 $n=6$ で AIC が最小になり最も高い統計的有意を示した。そこで $n=6$ として、(10)のモデル式で分析した。結果を表 3 に示す。

表 3 動態的学習係数 $\lambda(t)$ の回帰係数

	回帰係数	t値	P 値	
lnA	5.793E+00	4.931	3.42E-06	***
a0	1.597E-01	1.803	0.07455	*
a1	-5.065E-03	-2.130	0.03575	**
a2	3.410E-04	2.743	0.00726	***
a3	-1.017E-05	-2.892	0.00474	***
a4	1.528E-07	2.933	0.0042	***
a5	-1.122E-09	-2.926	0.00429	***
a6	3.203E-12	2.891	0.00475	***
R ² =0.984 AIC=-362.67				
***:1%有意 ** :5%有意 * :10%有意				

表 3 で得られた係数より、デジタルカメラの動態的学習係数 $\lambda(t)$ は(11)式のように求められた。

$$\begin{aligned} \lambda(t) = & 0.1597 - 5.065 \times 10^{-3} \cdot t + 3.410 \times 10^{-4} \cdot t^2 \\ & - 1.017 \times 10^{-5} \cdot t^3 + 1.528 \times 10^{-7} \cdot t^4 \\ & - 1.122 \times 10^{-9} \cdot t^5 + 3.203 \times 10^{-12} \cdot t^6 \end{aligned} \quad (11)$$

(11)式の動態的学習係数 $\lambda(t)$ の推移を図 7 に示す。

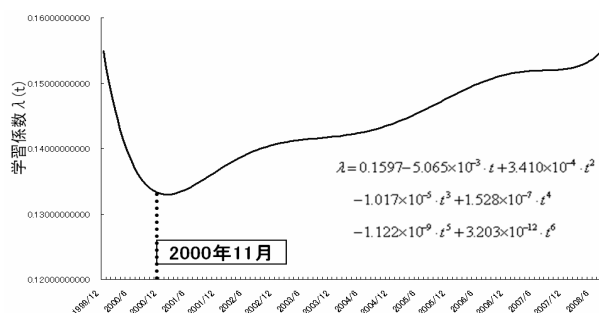


図 7. デジタルカメラの学習係数の推移。

3.2 結果の解釈

図 5 と図 6 を見比べると明らかなように、2000 年 11 月の前後では、デジタルカメラの学習係数は 0.0210 から 0.2451 へと増大している。また図 7 を見ると 2000 年 11 月付近まで下降トレンドだった学習係数は、その後上昇トレンドに転換し増大を続けている。その転換点がまさに携帯電話にカメラ機能がついた時期と一致する。つまり、携帯電話にカメラ機能がついたことで、画像セ

ンサやレンズなどのデバイスの共用が多いと思われるデジタルカメラにおいて、研究の効率化や研究規模の拡大などが生じ、共進化が起きたと考えることができる。

4. 結論

4.1 新たな知見

携帯電話にカメラ機能がついた時点を境に、それまで下降トレンドだったデジタルカメラの学習効果が上昇に転じたことが示された。また、陳の研究によりほぼ同時期に携帯電話の学習効果が上昇に転じたことも示されている（図 2）。これらより、携帯電話とデジタルカメラの 2 製品間で共進化が起きていることがわかった。

4.2 今後の発展研究

デジタルカメラについては共振化を立証することができた。しかし、その他の電気機器製品とも携帯電話は共振化を起きていると考えているので、その構造の分析を今後していく予定である。また、同じ製品でも国際比較を行うことで新たな視点での分析が期待できる。日本の携帯電話メーカーは総合電気機器メーカーである場合が多いので、欧米に比べ、携帯電話と電気機器製品の相互影響が顕著であると考えられる。この仮説の実証についても今後行っていく予定である。また、学習曲線には規模の経済という概念を無視しているという欠点があるので、様々なアプローチから検証できるように分析手法を検討していきたい。

参考文献

- [1] 渡辺千俣、ハイブリッド技術経営-IT の自己増殖機能の内生化と製造技術の共進-、研究・技術学会第 22 回年次学術大会(2007 年 10 月)
- [2] 陳 昭蓉、Institutional Structure Governing the Dissemination Process of Mobile Phone Driven Innovation、Master Thesis Submitted to Tokyo Institute of Technology(2006)
- [3] カメラ映像機器工業会、デジタルスチルカメラ生産出荷実績表(1999-2008)
- [4] 渡辺千俣、技術経済システム(2007)、創成社
- [5] 蓑谷千鳳彦、統計学入門(2004)、東京図書