

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | FPD産業における経験曲線効果に関する実証分析と改良モデルの提案  |
| Author(s)    | 雪田, 崇史; 長田, 洋   |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 23: 293-296  |
| Issue Date   | 2008-10-12  |
| Type         | Conference Paper  |
| Text version | publisher   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/7558">http://hdl.handle.net/10119/7558</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  | 一般講演要旨  |

# 1 F 0 7

## F P D 産業における経験曲線効果に関する実証分析と改良モデルの提案

○雪田 崇史（三井化学），長田 洋（東工大）

### 1. はじめに

経営戦略上、将来コストを予想することは非常に重要である。特にF P D（フラットパネル・ディスプレイ）に代表されるハイテク産業においては、将来コスト予想を誤ると、事業戦略の大きな問題となりかねない。本発表ではF P D産業における主要部材のコスト変化を、製品価格と生産量に着目して分析を行う。F P D産業の製品価格と生産量は、長期的にはディスプレイメーカ、パネルメーカ、さらには部材メーカの相互間取引関係によって決まる。そのため、部材メーカはF P Dパネル価格を予想しながら価格戦略を行う必要がある。この長期的な価格変動を分析するために、本研究ではF P Dパネル部材について経験曲線の推定を行う。この経験曲線とは、生産量や作業量が増えると、その製造方法の学習効果などにより、製造や作業の効率が高まり、コストが減少するという経験則に基づくコストモデルである。本研究では液晶部材データを基に、F P Dパネル部材の累積生産量を説明変数とし、コスト分析を行い、F P Dパネルにおける経験曲線効果を考察した。最後に経験曲線の改良モデル提案を行い、改良モデルの優位性を検討した。

### 2. 経験曲線効果

経験曲線は、同一製品の累積生産量が増えるにつれて単位当たりの総コストが一定の割合で低下していくことを定量的に明らかにした概念である。1960年代にボストン・コンサルティング・グループのB. D. Hendersonによって、多くの産業において普遍的な現象として発見された<sup>[1],[2]</sup>。

この効果は数学的には以下のように示すことが出来る。

$$C = \alpha \times V_c^\beta \quad (1)$$

C：単位コスト， $\alpha$ ：最初の生産単位のコスト， $V_c$ ：累積生産量， $\beta$ ：コスト弾力性

ここで、(1)式は両辺に対数をとると直線式で表すことが出来る。

$$\text{Log}_{10} C = \text{Log}_{10} \alpha + \beta \text{Log}_{10} V_c \quad (2)$$

経験曲線は、理論モデルではなく多様な産業からの実測値から導き出された経験則であり、そのメカニズムは明確でないものの、その要因としては学習、専門化、規模、投資などが挙げられている<sup>[3]</sup>。現実の経験曲線には、他に技術進歩なども挙げられる<sup>[4]</sup>が、技術進歩は企業独自の開発とは限らないため、経験曲線効果に含めることは難しい。しかし、W. M. Cohenらによれば、科学技術や他企業の製品開発技術の優位性を判断し吸収する能力は、その企業が蓄積した知識の質や量に依存すると考えられる<sup>[5]</sup>。

### 3. 研究の方法

本研究では、LCD（液晶・ディスプレイ）パネル、PDP（プラズマ・ディスプレイ）パネルにおける各パネルサイズの経験曲線効果を調査した。

#### 3. 1. 回帰モデル

経験曲線の回帰モデルは(2)式を利用し、最小2乗法により経験曲線を推定した。

#### 3. 2. 分析データセット

分析データとしてキメラ総研「液晶関連市場の現状と将来展望」を利用した<sup>[6]</sup>。データ期間は、コストが大きく変化した1999年から2006年である。各年の出荷台数と出荷金額から、累積生産量と平均価格は、価格は各パネルサイズの販売数量と出荷額から算出した。単位コストについては、最初の

商業生産年における単位コストを100とした(30-39型TF Tパネルについては2001年時のコストを100, 40-49型TF Tパネルについては2002年時のコストを100, 他については1999年時の単位コストを100)。

累積生産量=前年までの販売数量+今年の販売数量  
平均出荷価格(単価) = (出荷額/出荷台数)

習熟率(r)は累積生産量が2倍になるごとに減少するコスト割合のことである。習熟率の定義から、以下の式が得られる。

$$r = 2^{-\beta} \quad (3)$$

#### 4. 分析結果

表1は、各パネルサイズの決定係数、習熟率を示している。決定係数はPDPパネル(30-39型)を除いて高い相関があることを示唆された。また、習熟率は、LCDパネルにおいてはパネルサイズが大きくなると低下する。一方、PDPパネルはパネルサイズが大きくなると習熟率が高まる傾向であることが明らかとなった。PDPパネルはパネルサイズが大きくなるにつれ学習効果が高まったため、習熟率が高まったと予想される。一方、LCDパネルはパネルサイズが大きくなるにつれ、低コストで参入してきたことが推測される。

経験曲線効果の実際の活用としては、前年までの出荷価格と累積生産量から、将来価格を予想することが挙げられる。各パネルサイズを調査した結果、PDPパネル(30-39型)においては2004年以降、PDPパネル(40-49型)においては2005年以降、将来予想価格と実際の価格との間で大きな乖離が見られた。

表 1. 経験曲線効果における回帰分析結果(最小2乗法)

|     | パネルサイズ | 回帰係数                |        | 決定係数*) | 習熟率   | 分析期間      | 観測数 |
|-----|--------|---------------------|--------|--------|-------|-----------|-----|
|     | 型      | Log <sub>10</sub> α | β      |        |       |           |     |
| LCD | 20-29  | 3.34                | -0.289 | 0.854  | 0.819 | 1999-2006 | 8   |
|     | 30-39  | 2.62                | -0.163 | 0.926  | 0.893 | 2001-2006 | 6   |
|     | 40-49  | 2.18                | -0.145 | 0.837  | 0.905 | 2002-2006 | 5   |
| PDP | 30-39  | 2.59                | -0.146 | 0.665  | 0.904 | 1999-2006 | 8   |
|     | 40-49  | 2.47                | -0.244 | 0.942  | 0.844 | 1999-2006 | 8   |
|     | 50-59  | 3.12                | -0.256 | 0.904  | 0.838 | 1999-2006 | 8   |

(\*)決定係数：重相関係数(R)の2乗

長期的視点から見るとある程度の相関性が見られるものの、短期及び中期的視点から見ると、将来予想価格と実際の価格との間で乖離が見られ、事業戦略上では問題となる可能性が判明した。

#### 5. 改良モデルの提案

FPD産業において、最終製品であるLCDやPDPは、技術の相違は見られるものの、最終顧客から見て類似の価値を有しているといえる。特に近年LCDは技術革新により、PDPに迫る大画面化を実現している。さらに、LCDパネルとPDPパネル自体は技術的な相違があるが、パネル製造設備・検査装置の要素技術は似通っている。例えば、検査メーカーはLCDパネルメーカーにもPDPパネルメーカーにも検査装置を納入している。そこで、以下の仮説を立て、その改良モデルの検証を行った。

仮説1) 顧客から見て類似の価値を有している製品は累積生産量に加える必要がある

仮説2) 類似の要素技術を利用している製品は累積生産量に加える必要がある

上記仮説を基に、経験曲線の新たな改良モデルを以下のように提案する。

$$C = \alpha \times (V_c + I_c)^{\beta} \quad (4)$$

C: 単位コスト, α: 最初の生産単位のコスト, V<sub>c</sub>: 累積生産量, β: コスト弾力性, I<sub>c</sub>: V<sub>c</sub>と類

似の価値をもたらす製品の累積生産量

(2) 式同様に (3) 式は以下のように式変形ができる。

$$\text{Log}_{10} C = \text{Log}_{10} \alpha + \beta \text{Log}_{10} (V_c + I_c) \quad (5)$$

$I_c$ とは、 $V_c$ と同様の価値を持つと考えた製品である。ここでいう価値とは、顧客からみて類似の価値を有するものや類似の要素技術を持つものを指す。本研究においては、LCDパネルとPDPパネルの合計値を累積生産量 ( $V_c + I_c$ ) とし、改良モデルにおけるLCDパネル、PDPパネルの回帰分析を行った。

## 6. 改良モデルの分析結果

表2は改良モデルを使用した各パネルサイズの決定係数、習熟率を示している。従来の経験曲線効果(表1)に比べ、各パネルサイズの決定係数は高い相関であることを示している。また、新たな改良モデルにおいては、将来予想価格と実際の価格との間での乖離が少なくなったことも示唆されている(図1)。

表2. 改良モデルにおける回帰分析結果(最小2乗法)

|        | パネルサイズ | 回帰係数                     |         | 決定係数  | 習熟率   | 分析期間      | 観測数 |
|--------|--------|--------------------------|---------|-------|-------|-----------|-----|
|        | 型      | $\text{Log}_{10} \alpha$ | $\beta$ |       |       |           |     |
| LCD*)  | 30-39  | 3.36                     | -0.267  | 0.983 | 0.831 | 2001-2006 | 6   |
|        | 40-49  | 3.05                     | -0.329  | 0.836 | 0.796 | 2002-2006 | 5   |
| PDP**) | 30-39  | 2.47                     | -0.116  | 0.838 | 0.923 | 1999-2006 | 8   |
|        | 40-49  | 2.45                     | -0.234  | 0.956 | 0.851 | 1999-2006 | 8   |
|        | 50-59  | 3.12                     | -0.255  | 0.905 | 0.838 | 1999-2006 | 8   |

(\*) 単位コスト: LCDパネル, 累積生産量: LCDパネル+PDPパネル

(\*\*) 単位コスト: PDPパネル, 累積生産量: LCDパネル+PDPパネル

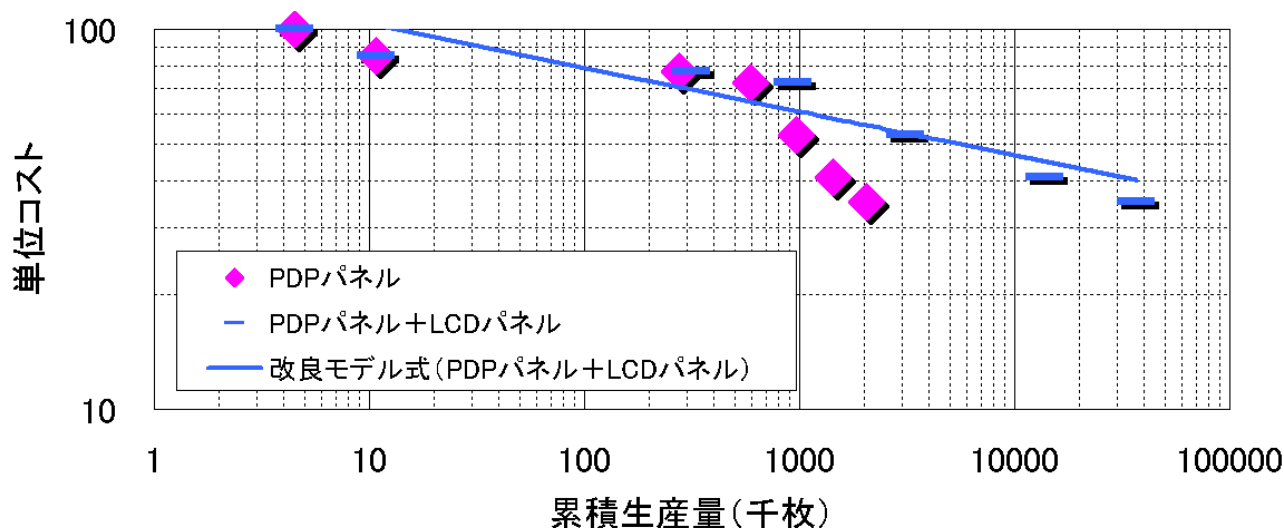


図1. 30-39型パネル累積生産量と単位コスト

改良モデルの回帰分析結果が、従来の経験曲線効果に比べ向上した要因としては、類似の価値を有する製品分を加味できたためと考えられる。例えば、2004年以降、PDPパネル(30-39型)においては、経験曲線効果以上の単位コスト下落が観測されるが、LCDパネル製造設備メーカ、検査技術メーカの水平展開により、早い段階で学習効果が得られたためだと推測される。

表3. 経験曲線効果と改良モデルにおける推定コスト比較

|     | パネルサイズ<br>(型) | 年    | 単位コスト | 経験曲線 | 経験曲線の<br>相対誤差(%) | 改良モデル | 改良モデルの<br>相対誤差(%) |
|-----|---------------|------|-------|------|------------------|-------|-------------------|
|     |               |      | (a)   | (b)  |                  | (c)   |                   |
| LCD | 30-39         | 2004 | 43.4  | 39.2 | 9.7              | 42.6  | 1.8               |
|     |               | 2006 | 21.1  | 24.9 | 18.0             | 22.0  | 4.3               |
|     | 40-49         | 2004 | 99.3  | 78.4 | 21.0             | 73.9  | 25.6              |
|     |               | 2006 | 36.7  | 41.1 | 12.0             | 39.8  | 8.4               |
| PDP | 30-39         | 2004 | 52.7  | 52.6 | 0.2              | 53.3  | 1.1               |
|     |               | 2006 | 35.2  | 47.1 | 33.8             | 40.0  | 13.6              |
|     | 40-49         | 2004 | 44.2  | 39.4 | 10.9             | 40.5  | 8.6               |
|     |               | 2006 | 24.3  | 27.1 | 11.5             | 26.1  | 7.4               |
|     | 50-59         | 2004 | 42.9  | 37.7 | 12.1             | 37.7  | 12.1              |
|     |               | 2006 | 22.4  | 26.4 | 17.9             | 26.4  | 17.9              |

(\*) 経験曲線の相対誤差 =  $[(b)-(a)]/(a) \times 100$ , 改良モデルの相対誤差 =  $[(c)-(a)]/(a) \times 100$

表3に、経験曲線効果から推測される単位コストと、改良モデルから推測される単位コストを示す。全体的に改良モデルの相対誤差が小さく、優位であることが示唆された。改良モデルが従来の経験曲線効果に比べ良好な結果であることは、最終製品であるFPD製品が顧客にとって同一の価値を持つものであり、さらに、類似の要素技術を有するLCDパネル、PDPパネル双方の学習効果を加味できたためと思われる。具体的には、パネル検査装置メーカーはLCDパネル用にもPDPパネル用にも検査装置を提供しており、相乗効果があるものと思われる。表3は過去の単位コストとの乖離を比較したものであるが、実際の利用としては、将来価格の予想に利用されるため、本モデルの優位性はさらに広がるものと推測される。

本改良モデルの活用により、FPD産業において従来の経験曲線では成しえなかった将来価格予想を行うことができ、実際の経営戦略上も非常に有意である。

## 7. 結論

本研究では分析データを用いて、FPD産業における特にパネル部材の経験曲線導出を行った。長期的には経験曲線効果が示されるものの、実際の活用は問題点があることが示された。

また、改良モデルを利用することにより、LCDパネル、PDPパネルはより高い相関を有することが明らかとなった。このことは、経験曲線には、顧客からみて同一価値を有するものや、類似の要素技術を持つものを加味する必要性を明らかにしており、本改良モデルの優位性は高いことが示唆される。

## 8. 今後の研究課題

今後の研究課題としては、本研究で提案した改良モデルが従来の経験曲線に比べ優位である要因を、詳細に解析する必要がある。また、年々大画面化するLCDに適用可能か、有機ELなどを含めた新たな技術革新に適用可能か調査し、FPD産業の他部材での影響も含め一般化していきたいと思っている。さらに、他のハイテク産業においても適用可能か調査していきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] B. D. Henderson, The Experience Curve Reviewed: V. Price Stability, Perpectives, 149, The Boston Consulting Group, 1-2 (1974).
- [2] B. D. Henderson, 土岐 坤訳, 経営戦略の核心, ダイヤモンド社, 27-36 (1981).
- [3] A. C. Hax and N. S. Majef, Competitive cost dynamics: the experience curve, Interfaces, 12, 50-61 (1982).
- [4] G. S. Day and D. B. Montgomery, Diagnosing The Experience Curve, Journal of Marketing, 47, Spring, 44-58 (1983).
- [5] W. M. Cohen and D. A. Levinthal, Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, Administrative Science Quartely, 35, 128-152 (1990).
- [6] 富士キメラ総研, 液晶関連市場の現状と将来展望, (1999-2006).