

○藤 祐司 (東工大社会理工学)

## 1. 背景

## (1) 研究開発投資の現状

企業が競争力を維持していくためには、技術革新を通じて生産性を高めてゆくことが不可欠である。しかし、内閣府によると、80年代から90年代にかけて、日本においては、他のOECD諸国に比して、研究開発投資比率が高まっているにもかかわらず、生産性の上昇に結びついていないとされる(内閣府 [1])。さらに、研究開発投資比率の高まりは「見せかけの」増加による(渡辺 [4])とされ、事実、日本のリーディング産業たる電気機械産業においても顕著に表れている(図1)。

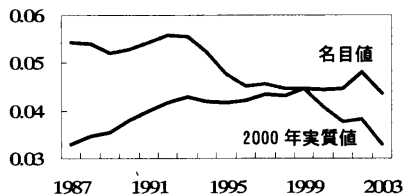


図1. 日本の電気機械産業の研究開発投資比率の推移(1987-2003)。

実質的な研究開発投資比率の減少は、売上高の一定比率を研究開発投資に機械的にまわす、戦略なき組織の慣性の影響によるものと考えられる。

## (2) 脱慣性と構造改革

## ① 財務体質の改善

近年、企業の構造改革の重要性が示唆されている(電機連合 [2])。しかし、日本の電気機械企業の財務体質の健全性を示す自己資本比率(自己資本/総資本)の推移をみると、企業によって差異があることが分かる(図2)。2000年以降の勝ち組企業とされるキヤノンにおいて、自己資本比率が急速に高まっているのに対し、日立・東芝といった大企業は、80年代から変わらず、業界平均よりもさらに低い比率で推移している。

これは、キヤノンの構造改革の推進を示すとともに、大企業が組織の慣性に縛られていることを示唆する。

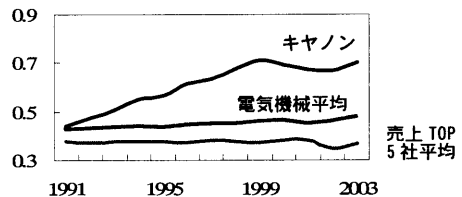


図2. 日本の電気機械産業の自己資本比率の推移(1991-2003)。

## ② 財務体質の改善と市場評価

企業に対する市場の評価を端的に示す時価総額(株数×発行済株式数:  $AMV$ )と、自己資本比率( $ER$ )及び売上高( $S$ )の相関の電気機械企業代表15社<sup>1</sup>における時代的推移は表1に示される。

表1 日本の代表的電気機械企業15社における時価総額と売上高および自己資本比率の相関

	$\ln AMV = a + b \ln S + c \ln ER$			adj. $R^2$
	a	b	c	
1980年代	-2.10 (-1.35)	0.87 (7.12)	0.41 (1.75)	0.780
1990年代	-2.86 (-1.59)	0.94 (7.00)	0.89 (3.12)	0.771
2000年代	-6.21 (-2.64)	1.19 (7.09)	1.43 (4.46)	0.793

表1より、市場では売上高とともに財務体質の健全性が高く評価されることが伺われる。これは、企業の構造改革の度合いが市場に評価されていることを示すとともに、研究開発投資資金の調達容易化を示す。

## ③ 自己資本比率と営業利益

さらに、自己資本比率と営業利益の相関をみてる(図3)。図3より、間接金融がシステムとして機能していた80年代には財務体質の改善は収益に影響を与えなかったが、2000年代に入り、財務体質の改善が収益に貢献しだしたことが分かる。

収益率の向上は、技術革新を通じた生産性の向上によってもたらされることから、以上の現象は、財務体質の改善に体现される構造改革精神による研究開発投資効率向上志向の結露としての技術の質の向上を示すものと解釈される。

<sup>1</sup> 2000-2003年平均売上の上位15社を対象

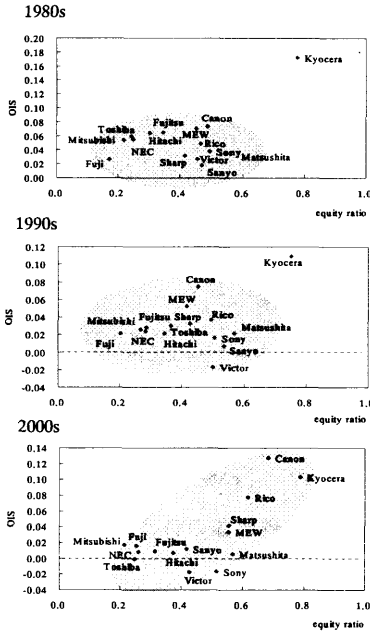


図 3. 日本の代表的電気機械産業 15 社の自己資本比率と営業利益の相関の推移 (1983-2003).

### (3) 技術の質の向上と構造改革

以上より、財務体質の改善が量・質両面の技術進歩を促すとともに、技術の質の向上は、財務体質の改善に体现される構造改革を促す企業のインスティテュションにより決定されることが示唆される。

そこで、本論文では、以上の仮説的見解を、技術進歩を示す TFP (全要素生産性) と企業構造との関係の分析から実証する。

## 2. 技術進歩の計測

### (1) TFP の計測

#### ① TFP (全要素生産性) の構成

TFP の上昇は、資本投入や労働投入の増加とは独立にもたらされる生産性の上昇である (内閣府 [1])。これより、付加価値 ( $V$ ) を資本 ( $K$ )、労働 ( $L$ ) および技術 ( $T$ ) の関数であるとする、 $V$  の伸びは(1)式に表される。

$$P_T = p(\gamma) \quad \gamma = \gamma \cdot \left( \frac{\partial Y}{\partial T}, P_T \right)$$

$$P_T = D \left( R_L + \frac{r + \rho}{1 - \alpha} \cdot R_K + R_M + R_{En} \right)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial T} = f(P_T)$$

$$\frac{\partial V}{\partial T} = \frac{GTC}{GC} \cdot \frac{V}{T} = \frac{P_L \cdot GTC}{\left( GLC + GCC + \frac{P_L \cdot GTC}{P_T} \right)} \cdot \frac{V}{T}$$

$R_L, R_K, R_M$  and  $R_{En}$ : 労働、資本、原材料およびエネルギーそれぞれの研究開発投資に占める割合;  $D$ : 研究開発デフレータ;  $\alpha$ : 法人税率  
 $\gamma$ : 研究開発投資の内部収益率  
 $m$ : 研究開発投資のリードタイム  
 $\rho$ : 技術の陳腐化率  
 $GTC$ : 技術コスト;  $P_T$ : 技術価格 (=GTC/T)

投入要素の貢献 TFP (全要素生産性)

$$\frac{\Delta V}{V} = \sum_{X=L,K} \left( \frac{\partial V}{\partial X} \cdot \frac{X}{V} \right) \frac{\Delta X}{X} + \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{R}{V} \quad (1)$$

ただし、 $\Delta X = dX/dt, \Delta T \approx R$  (研究開発投資)

(1)式より、TFP は技術の限界生産性 ( $\partial V/\partial T$ ) および研究開発投資比率 ( $R/V$ ) によって構成される。

#### ② TFP の計測

(1)式より、TFP の計測には、まず技術の限界生産性を計測する必要がある。ここでは、Watanabe and Hemmert [4] の手法に則り、技術の内部収益率、技術のサービス価格および技術の限界生産性の連立方程式を解くことにより、技術の限界生産性を計測する (図 4)。

### (2) 電気機械企業の TFP

日本の代表的電気機械企業 15 社の技術の限界生産性、研究開発投資比率および TFP 成長率を計測した結果は図 5 に示す通りである。

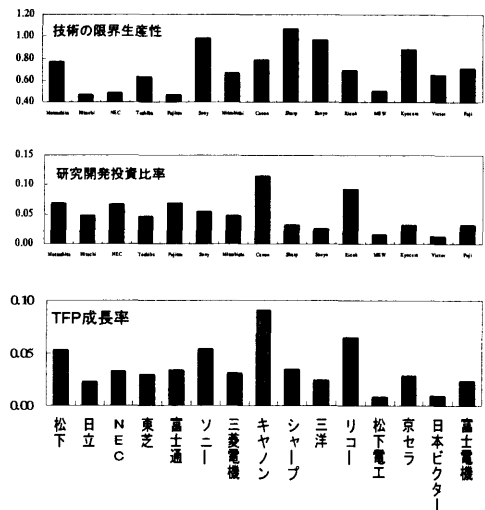


図 5. 日本の代表的電気機械産業 15 社の技術の限界生産性、研究開発投資比率および TFP 成長率 (2001-2003 平均)。

図 4. 技術の内部収益率、技術のサービス価格および技術の限界生産性の同時計測の構造。

図5より、日立、NEC等の大企業は、キヤノン以下中堅企業に比して、高い研究開発投資比率を誇るものの、技術の限界生産性は低く抑えられていることが分かる。

電気機械企業の大企業におけるこの現状は、研究開発投資比率の高さが生産性の上昇に結びついていない日本の現状を端的に表している。

経済のグローバル化において構造改革の遅れを指摘される日本全体と同様に、電気機械産業の大企業群も構造改革の遅れが研究開発投資の効率性の低下をもたらしていることが示唆される。

### 3. 技術の質と構造改革のダイナミズム

#### (1) 主成分分析による企業の評価

日本の電気機械企業代表 15 社を対象に、規模、財務体質、研究開発活動の 3 軸から、その組織構造を分類する。3 軸の指標としては、次の 5 項を選択した。

規模：売上高，総資産

財務体質：売上高営業利益率，自己資本比率

研究開発活動：研究開発投資比率

以上の 5 項について、2000-2003 年のデータを用いて主成分分析を行った結果は表 2 に示される。

表 2 主成分分析の結果 (2000-2003 年平均)

固有値表			
	固有値	寄与率	累積寄与率
PC1	2.59	51.70%	51.70%
PC2	1.74	34.80%	86.50%
PC3	0.51	10.30%	96.70%
PC4	0.15	2.90%	99.70%
PC5	0.02	0.30%	100.00%

因子負荷量		
	PC 1	PC 2
売上高	0.56	0.31
総資産	0.55	0.29
売上高営業利益率	-0.46	0.46
自己資本比率	-0.42	0.37
研究開発投資比率	0.05	0.68

PCx: 主成分 X

表 2 の固有値表より、カイザー基準により主成分として PC1 および PC2 を選択する。PC1 および PC2 は、その累積寄与率より、対象変数の約 87% の情報を説明することが分かる。また、因子負荷量の表より、PC1 および PC2 に貢献する各変数は次にまとめられる。

PC1: 売上高，総資産

PC2: 売上高営業利益率，自己資本比率，研究開発投資比率

ここでは、PC1 を企業規模を表す主成分、PC2 を研究開発活動を含めた企業の投資の効率性を表す主成分と定める。

以上の 2 つの主成分をもとに、企業を評価・分類するため、計測された主成分得点によりクラスター分析を行った結果は、図 6 に示される。これは、各企業の PC1, PC2 の主成分得点をもとに描いた散布図 (図 7) によるクラスターにも合致する。

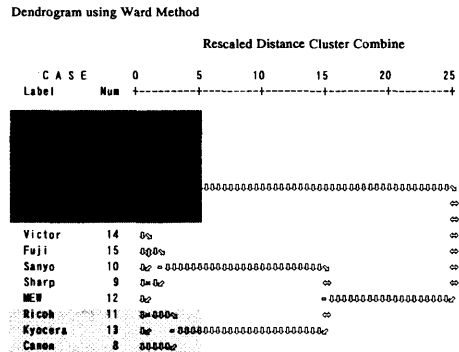


図 6. 日本の代表的電気機械企業 15 社のクラスター分析。

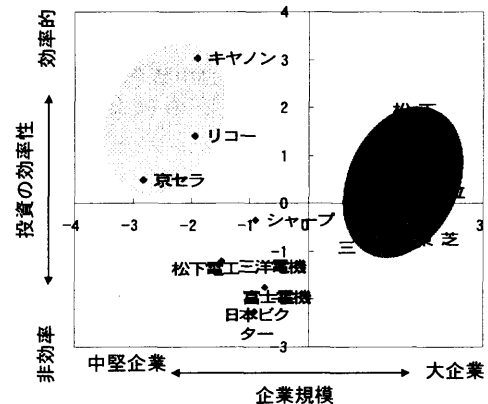


図 7. 日本の代表的電気機械企業 15 社の主成分得点による散布図。

図 6 および図 7 より、大企業 7 社は、その規模のみでなく財務体質などを総合した企業の投資の効率性の観点からも、同じクラスターに分類されることが分かる。

#### (2) TFP と企業構造のダイナミズム

まず、2 (2) および 3 (1) の分析を、1980 年代、1990 年代においても行った。その結果をもとに、1980 年代、1990 年代、2000 年代それぞれの技術の質の向上と企業構造との関係を観察する。

TFP が企業構造を表す PC1 (企業規模を表す主成分)

および PC2 (研究開発活動を含めた企業の投資の効率性を表す主成分) の関数であるとして、重回帰分析によりその関係を観察する。分析結果は、表 3 に示す。

表 3 日本の代表的電気機械企業 15 における TFP および企業構造の相関分析結果 (1983-2003)

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = a + b \cdot PC_1 + c \cdot PC_2$$

	a	b	c	adj. R <sup>2</sup>
1980年代	0.107 (9.82)	0.024 (3.41)	0.026 (2.87)	0.561
1990年代	0.071 (11.8)	0.011 (2.79)	0.017 (3.32)	0.545
2000年代	0.036 (13.03)	-0.001 (-0.77)	0.014 (6.67)	0.755

表 3 より、日本の代表的電気機械企業 15 社においては、1990 年代までは、TFP の成長率に対し、企業規模、投資の効率性両面が貢献していたのに対し、2000 年代になって、企業規模の貢献が著しく低下 (説明力の消失) したことが分かる。

この結果をさらに詳細に検証するために、15 社をクラスター分析結果にしたがって、① 松下、日立、NEC、東芝、富士通、シャープ、三菱、② 上記 7 社以外、の 2 つのクラスターに分けて同様の分析を行った。分析結果は、表 4 に示される。

表 4 日本の電気機械大企業および中堅企業における TFP および企業構造の相関分析結果 (2000-2003)

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = a + b_1 \cdot D \cdot PC_1 + b_2 \cdot (1-D) \cdot PC_1 + c_1 \cdot D \cdot PC_2 + c_2 \cdot (1-D) \cdot PC_2$$

a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	adj. R <sup>2</sup>
0.060 (8.51)	-0.017 (-3.49)	0.014 (3.12)	0.016 (3.14)	0.019 (8.51)	0.871

D: ダミー変数 (大企業 7 社 = 1, その他 = 0)

表 4 より、中堅企業においては、TFP の成長率に対し、企業規模、投資の効率性両面が貢献しているのに対し、大企業 7 社においては、企業規模がむしろマイナスに働いていることが分かる。これは、今回抽出した大企業群が、組織として大きくなりすぎ、投資の効率性の技術進歩への貢献を、規模の非効率性 (組織の慣性) が阻害してしまっていることを示している。

### (3) 技術の質に対する市場評価

企業の技術の質は、市場評価を表す時価総額上昇への貢献を通じて、さらなる研究開発投資を促す。この関係は、表 5 に示される。

表 5 より、市場では売上高・財務体質の健全性に加え、TFP 成長率に表れる技術の質の向上が高く評価されていることが分かる。

表 5 日本の代表的電気機械企業 15 社における時価総額と売上高・自己資本比率および TFP の相関

$$\ln AMV = a + b \ln S + c \ln ER + d \ln TFP$$

	a	b	c	d	adj. R <sup>2</sup>
1980 年代	-0.84 (-0.54)	0.81 (7.06)	0.49 (2.25)	0.16 (1.90)	0.819
1990 年代	-0.81 (-0.45)	0.84 (6.88)	0.89 (3.65)	0.24 (2.31)	0.832
2000 年代*	0.91 (2.43)	0.93 (6.28)	1.06 (4.06)	0.39 (2.24)	0.889

\* いわゆる「ソニーショック」の影響の除去のため、2000 年代のみソニーをダミーとした

これより、構造改革はそれ自身が市場に評価されるとともに、技術の質の向上を通じて企業の市場評価に影響を与えることが示唆される。

## 4. 結論

以上の分析結果より、日本の電気機械企業に対し、次の示唆が得られた。

- ① 中堅企業においては、TFP の成長率に対し、企業規模、投資の効率性両面が貢献
- ② 大企業 7 社においては、近年、企業規模がマイナス、つまり、組織として大きくなりすぎると、投資の効率性の技術進歩への貢献を、規模の非効率性 (組織の慣性) が阻害
- ③ 市場では売上高・財務体質の健全性に加え、TFP 成長率に表れる技術の質の向上が高く評価。よって、構造改革はそれ自身が市場に評価されるとともに、技術の質の向上を通じて企業の市場評価に影響
- ④ 以上より、研究開発投資の質的深化による技術の質の向上と市場評価のダイナミズムは、構造改革を促す企業のインスティテューションにより循環

## 参考文献

- [1] 内閣府、「経済財政白書」、国立印刷局、各号。
- [2] 電機連合、「調査時報」、電機連合、各号。
- [3] 渡辺千仞、藤祐司、「日本的経営における研究開発投資誘発システムに関する実証分析」、研究技術計画 16, Nos. 3/4 (2001) 184-202。
- [4] 渡辺千仞編、「技術革新の計量分析」、日科技連出版社、2001。
- [5] A. Tarasyev, C. Watanabe and B. Zhu, "Optimal Feedbacks in Techno-economical Dynamics," International Journal of Technology Management 23, Nos. 7/8 (2002) 691-717。
- [6] C. Watanabe and M. Hemmert, "The Interaction between Technology and Economy: Has the Virtuous Cycle of Japan's Technological Innovation System Collapsed?," in M. Hemmert and C. Oberlander ed., Technology and Innovation in Japan (Routledge, New York, 1998) 37-57