

○藤 祐司 (東工大社会理工学)

1. 背景

1.1 日本の研究開発投資状況

資源に乏しい日本の経済成長に科学技術が重要な役割を果たしたことは論を待たない。しかし、「失われた10年」とも称される1990年代の不況期において、日本の研究開発投資の約8割を占める企業の研究開発投資が減少したとされる（科学技術白書）。また、80年代から90年代にかけて、日本は他のOECD諸国に比して売上高研究開発投資比率（研究開発強度）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）。

こうした日本の研究開発活動の停滞は、日本のハイテク分野における国際競争力にも影響を与えている。例えば、1980年代において高い競争力を持っていた半導体産業は、現在では米国の復調、アジアの台頭により急激に縮小している。

以上の克服には、研究開発活動の活性化による技術の創造およびそれにもなう付加価値の創造がいつそう強く求められる。しかし、図1に示すように、日本のハイテク産業の主導的役割を果たしてきた電気機械産業において、その研究開発活動の停滞が顕著に現れている。

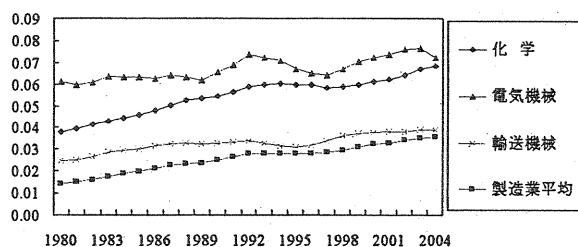


図1. 日本のハイテク産業の研究開発強度の推移 (1980-2004)。

1.2 日本の電気機械産業の研究開発投資状況

図2に示すように、日本の電気機械産業のR&D活動の8割は、上位10社によって占められている。

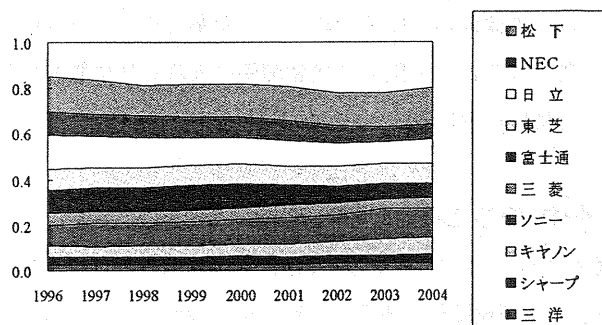


図2. 日本の電気機械産業の研究開発投資シェア。

さらに、図2に示すそれら10社の研究開発強度の推移を見ると、2000年代に入り、顕著に増大（松下、キヤノン、ソニー等）と減少（日立、東芝、NEC）する企業の2極化が観察される（図3）。

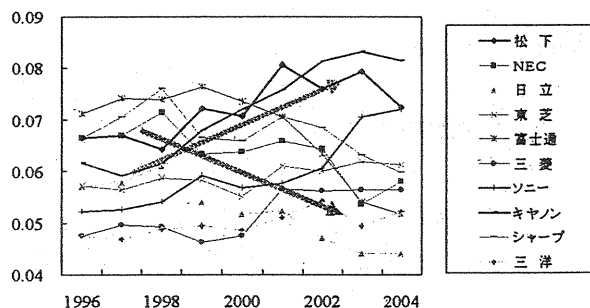


図3. 日本の主要電気機械企業の研究開発強度の推移。

これは、各企業の研究開発投資に対する戦略（集中と選択、技術の多角化…）の違いが現れたものと考えられる。例えば、NEC、富士通のトレンドは、総合電機の看板を下ろし、集中と選択を行った結果が一部表れているとも推測できる。

しかし、こうした研究開発動向がすべての企業において必ずしも競争力に結びついていないわけではない。

1.3 仮説的見解

1990年代以降、経済の成熟化、グローバル化の進展等、国際競争環境は大きく変化しており、日本のハイテク産業では、その研究開発活動を単なる量的な活動から転換させていること

が観察される。そこで、国際的競争力を有する企業とそうではない大企業との比較を通じ、下記の仮説的見解を検証する。

- (1) 高い競争力を有する企業は、適切な研究開発活動を通じ、技術進歩の効果を享受し、競争力を強化
- (2) 一方、競争力を低下させた大企業は、研究開発活動の閑雲ナリストラで、技術力を低下させたことが原因
- (3) 以上の傾向が、競争力を有する企業とそうではない企業それぞれの、製品の代替関係に表れる技術製品の市場価格形成に反映

2. 分析のフレームワーク

図4に示すように、研究開発活動と経済成長および市場の需要との好循環関係に着目し、Watanabe and Zhu [1]による最適研究開発強度計測関数を用いて、以上の好循環構造を検証する。

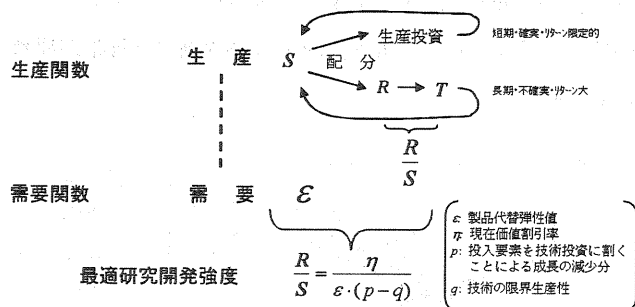


図4. 最適研究開発強度導出のフレームワーク。

上記において「最適研究開発強度」は、研究開発投資とその成果としての技術製品の関係を、生産面（割引率を考慮した投資関数）と需要面（製品の代替関係を考慮した需要関数）のバランスの均衡点として計測している。

以上のフレームワークをもとに、各変数の導出および分析の手順を次に示す。

(1) 技術の限界生産性の導出

図5に示す Watanabe and Zhu [1] 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。

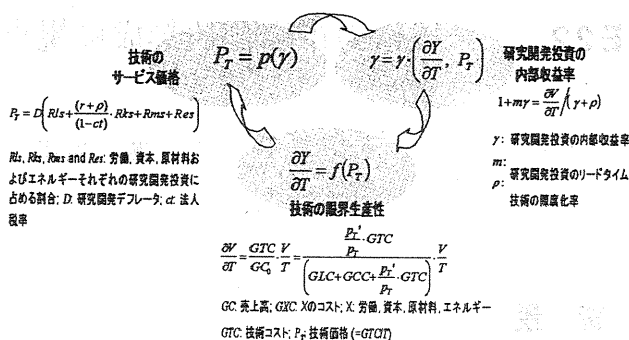


図5. 技術の内部収益率、技術のサービス価格および技術の限界生産性の同時計測の構造。

(2) 最適研究開発強度の導出

図6に示すように、研究開発投資の最適量は① 技術の限界生産性、② 研究開発投資の内部収益率、および③ 研究開発活動により得られる製品の既存製品との間の代替弾性値により定められる（渡辺他 [3]）。ここで、本研究では、需要側の消費行動を簡略化し、製品の研究開発投資弾性値（ β_1 ）および技術ストック弾性値（ β_2 ）の和 = 1（研究開発活動に対応して製品が創造）を仮定している。

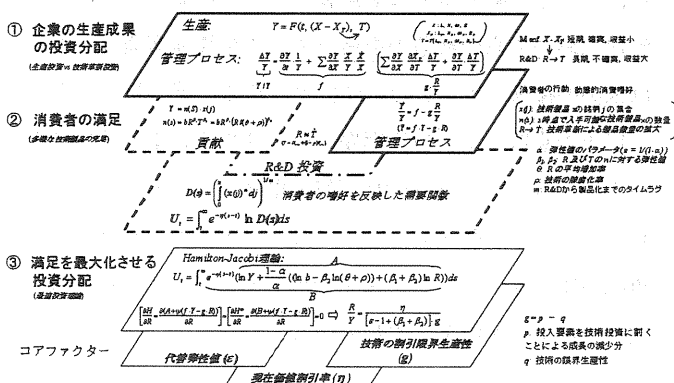


図6. 研究開発投資最適管理モデル。

(3) 研究開発活動の柔軟性分析

(2)により求められる最適研究開発強度と実際の研究開発強度とを比較すると、図7のような典型例が考えられる。

ここで、最適研究開発強度は、図4に示す下式により表される。

$$\frac{R}{S} = \frac{\eta}{\epsilon(p - q)} \quad (1)$$

(1)式において、投入要素を技術に割くことによる生産の減少分 p は、生産に対する各投入要素の弾性値の和として計測される。

(1)式より、最適研究開発強度が増加するのは、次の条件のときとなる。

- ① 技術の限界生産性 (q) 増: 技術の生産への貢献が向上
- ② 製品の代替弾性値 (ε) 減: 製品の代替がされにくくなる (製品の競争力が向上)

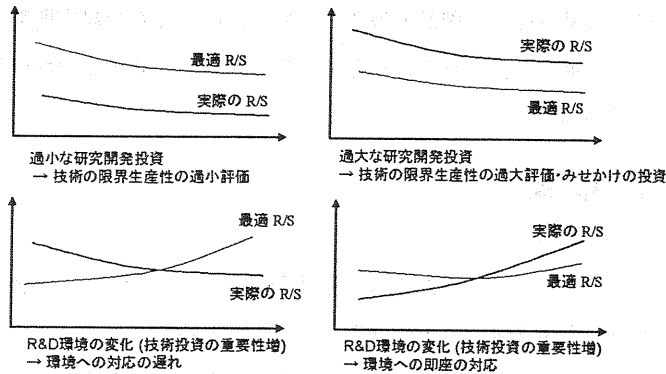


図 7. 研究開発強度の最適値と実測値の比較。

以上のフレームワークをもとに、日本のハイテク産業、特に主要電気機械企業を対象に、研究開発活動の質の計測および最適研究開発強度との比較を通じた研究開発活動の効率性について検証する。

3. 実証分析およびその結果

3.1 日本のハイテク産業の研究開発活動動向

日本の高研究開発ハイテク産業（化学、一般機械、電気機械、輸送機械、精密機械）の技術の限界生産性の推移を図 8 に示す。

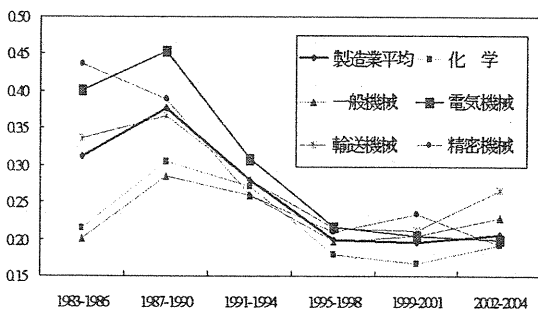


図 8. 日本のハイテク産業の技術の限界生産性の推移 (1986-2004)。

図 8 より、1990 年代のバブル崩壊以降、日本のハイテク産業の技術の限界生産性が急激に低下していることが分かる。特に、バブル期において隆盛を誇った電気機械産業の凋落が激しく、一方、トヨタ自動車等の国際競争力を有する企業が

中心となる輸送機械産業は、2000 年代の復調の兆しが見られる。

3.2 日本の電気機械産業の研究開発活動動向

日本のハイテク産業の中でも、電気機械産業に商店を絞り、その主要企業の技術の限界生産性および TFP (全要素生産性) の推移を図 9 に示す。

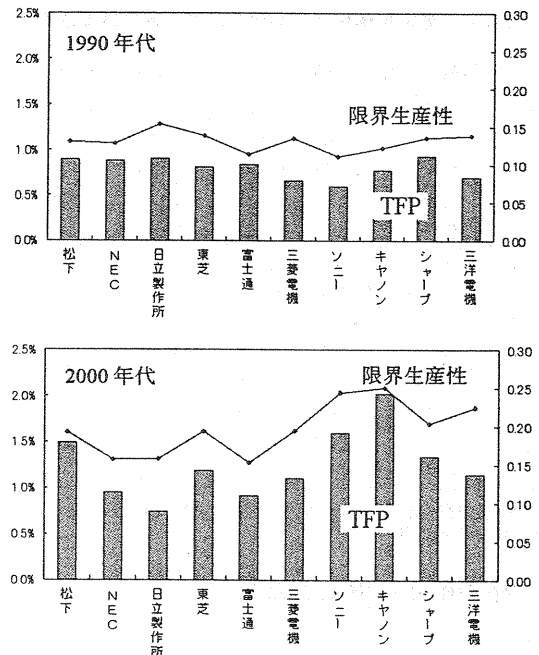


図 9. 日本の主要電気機械企業の技術の限界生産性および TFP の推移。

図 8 において、電気機械産業平均の技術の限界生産性は減少傾向にあったが、主要 10 企業においては、2000 年代に入り限界生産性、TFP とともに総じて上昇していることが分かる。特に近年国際競争力が高いとされるキヤノン、松下電器産業といった企業の限界生産性および TFP の伸びが大きいことが示された。一方、1990 年代より業績不振が続く総合電機（日立、東芝等）のそれらは相対的に小さな伸びに留まっている。

企業の研究開発活動を通じた競争力が、株価によって市場に正當に評価されていると考え、企業の時価総額を企業の競争力の指標として用いる。このとき、主要電気機械企業の競争力と研究開発活動との関係は、次式に示す、時価総額と研究開発活動との関係によって表される。

$$MV = F(MPT, R/S, S) \quad (2)$$

MV: 時価総額; MPT: 技術の限界生産性; R/S: 研究開発強度; S: 売上

(2)式を回帰した結果は、表1に示される。表1より、比較的競争力の高いとされる企業（キヤノン、松下等）は、時価総額と技術の限界生産性とが正の相関を有しており、時価総額の向上に技術の限界生産性の貢献が高いことが伺われる。一方、総合電機メーカー（日立、東芝等）は、研究開発強度や売上高といった量的な側面のみが時価総額に貢献しており、研究開発の質的な貢献が見られないことが分かる。

表1 日本の主要電気機械企業の時価総額と研究開発活動との相関

$$\ln MV = A + a \ln MPT + b \ln R/S + c \ln S + d \ln NIK$$

	MPT	R/S	S	NIK	adj. R ²	DW
松下	3.55 (2.83)	-5.26 (-2.13)	-4.85 (-2.03)	0.58 (1.89)	0.395	1.22
キヤノン	1.46 (2.04)	1.26 (1.90)	0.84 (0.97)	0.85 (2.81)	0.959	1.61
日立	-11.2 (-2.40)	12.72 (2.32)	24.98 (2.72)	-0.22 (-0.30)	0.411	1.48
三菱	-7.33 (-1.46)	14.82 (1.47)	20.2 (2.26)	-0.23 (-0.20)	0.684	1.67
NEC	-1.41 (-1.53)	2.05 (1.46)	3.07 (2.31)	0.91 (5.24)	0.773	2.13
富士通	-2.82 (-2.62)	5.56 (3.27)	6.10 (3.98)	1.35 (2.87)	0.813	1.37

MV: 時価総額; MPT: 技術の限界生産性; R/S: 研究開発強度; S: 売上
NIK: 日経平均株価

3.3 研究開発活動の柔軟性

主要10社について1990年代と2000年代の平均の最適研究開発強度と実測値との比較を行った結果は、図10に示す通りである。

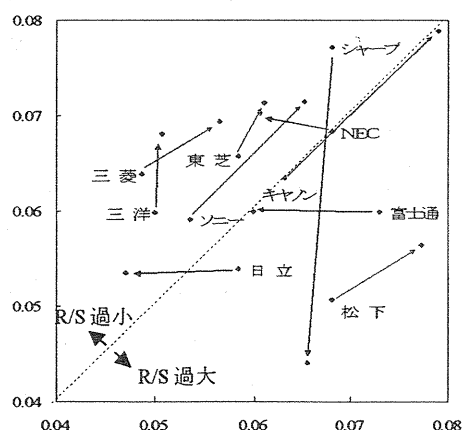


図10. 日本の主要電気機械産業の最適研究開発強度と実際の研究開発強度の比較（1990年代と2000年代）。

松下、キヤノンの研究開発強度は最適値よりも高い値で推移しているが、他の企業は総じて2000年代には最適値に比し

て実測値が過小となっていることが分かる。また、松下の実測値が最適値に比して過大になっているのに対し、キヤノンは最適値と実測値とが優れて良好なバランスを有しながら、研究開発活動を拡大していることが分かる。これより、最適投資レベルの向上（技術の限界生産性の向上と製品の代替弾性値の減少による製品の競争力の向上）に、実際の研究開発活動が対応し、それがさらなる企業の競争力の強化につながる構図が伺われる。

4. 結論

4.1 総括

日本のハイテク産業および主要電気機械企業を対象に、研究開発投資最適管理モデルを用いて、下記を示した。

- (1) 高い競争力を有する企業は、適切な研究開発活動を通じ、技術進歩の効果を享受し、競争力を強化
- (2) 一方、競争力を低下させた大企業は、技術力を低下させたことが原因
- (3) 競争力を有する企業は、技術の貢献が製品の代替関係に表れる技術製品の市場価格形成に反映・対応し、競争力を強化

4.2 今後の課題

- (1) 需要関数の精緻化による供給サイドと需要サイドの相互作用の計測
- (2) 技術製品の代替関係と企業競争力の関係の明示的計測

参考文献

- [1] C. Watanabe and B. Zhu, System Options for Sustainable Techno-Metabolism, -An Ecological Assessment of Japan's Industrial Technology System, International Conference on Industrial Ecology and Sustainability (1999).
- [2] A. Tarasyev and C. Watanabe, Optimal Control of R&D Investment in a Techno-Metabolic System, IIASA Interim Report, IR-99-01 (1999).
- [3] 渡辺千仞、朱兵、藤祐司、「研究開発投資の最適軌道管理に関する理論的・実証的分析」、研究技術計画 16, No. 1/2 (2001) 83-101.
- [4] 渡辺千仞編、『技術革新の計量分析 - 研究開発の生産性・収益性の分析の評価』（日科技連出版社、東京、2001）。
- [5] 内閣府、「経済財政白書」、国立印刷局、各号。
- [6] 文部科学省、「科学技術白書」、国立印刷局、各号。