

社会，経済，制度的リターンを勘案した 最適研究開発投資に関する分析

○小川雅敏，渡辺千仞（東工大社会理工）

1. 序

総務庁の速報によると、1999年度の産業の研究開発投資は前年度比1.6%減（製造業-2.9%減）の10兆6302億円であった。これを売上高比率で見ると、産業で2.5%減、製造業で5.4%減である。この減少幅はかなり大きなものであり、今日の経済状況が極めて深刻であることを象徴している。今日、日本は研究開発離れが騒がれているが、これは日本だけの傾向ではない。急進するITに支えられてニューエコノミーを謳歌するアメリカにおいても、研究開発投資は不十分で、米競争力協議会は2001年の総会において、物理学や工学など将来の経済を支える基礎研究がないがしろにされていると警告している。また、ポーター・ハーバード大学教授も、「大学の研究開発活動への投資を怠って経済力が衰えた日本の例を教訓に、政府は減税など短期的対策だけに目を奪われず、積極投資で技術革新を促すべきだ。」と話している。そんな中、現在の日本経済において、研究開発投資は最適なレベルでなされているのであろうか。そうでないとしたら、過小、過大投資がどの程度行われているのであろうか。

2. 研究の背景

日本の製造業はバブル崩壊と同時に研究開発離れの兆候が現れ、一部の業種を除き、現在までその兆候は続いている。

研究開発離れは、技術経済システムに対して以下に示すようなマクロ・ミクロの両面の波及をもたらす。

1) 成長への貢献の鈍化

研究開発強度の減少は、必然的に研究開発投資の減少をきたす。そしてそれは、技術の生産への貢献要素である技術ストックの減少につながり、TFP(全要素生産性)が減少し、それは研究開発強度と相乗して生産への貢献の減少となり、生産の減少は研究開発投資の更なる減少をきたし、それはまた技術ストックの減少、生産の減少の悪循環を導くことになる(図1)。*

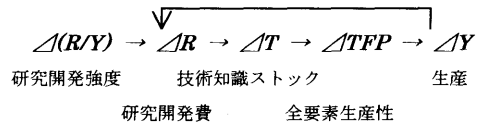


図1 研究開発費縮小の悪循環の構図

2) 研究開発投資内部収益率の低下

研究開発投資の収益性を判断する上で基本となる研究開発投資内部収益率は、研究開発強度との相関の有し、その減少は内部収益利を低下させることになり、その結果非研究開発投資へのシフトが進み、それは研究開発離れに追い打ちをかけることになり、これもまた悪循環を導く。

3) 研究開発構造の矮小化

研究開発離れは、長期的な視点に立った戦略的展開の余裕を削減することになり、その結果、将来の飛躍を狙った基礎研究よりも目先の生産の回復を指向した応用・開発研究へのシフトをもたらすことになる。現に1980年代半ばに高まった日本の製造業の基礎研究指向は、研究開発離れの兆候と同時に薄れていき、かつての応用・開発指向に戻っている。

3. 研究開発投資の性質

企業の行う投資活動にはさまざまなものがあるが、大きく2種類に分けられる。設備投資と研究開発投資である。

設備投資は、それによって爆発的な利益が得られることはあまりないが、不確実性が低く、安定した利益を得ることができるというメリットがある。

一方、研究開発投資は、成功すれば爆発的な利益機会が待っているが、反面、それは高コストで商品化までのリードタイムが非常に長く、しかも技術的な成功に加え、商品として市場に受け入れられるかどうかという不確実性が非常に大きい。そのため、投資リスクが非常に大きく投機性の高いものである。そこで本論文では研究開発投資の最適レベルを計測すると同時に、過小、過大投資の量を計測してそれにより、過少投資ならさらに追加的に行うことにより、過大投資なら過大分を他の投資に当てることによりどの程度の経済成長への貢献があるのかを分析する。

* その他、ITの進展に伴うTFP構造事態の変化による悪循環も看過できる。

と同時に、過小、過大投資の量を計測してそれにより、過少投資ならさらに追加的に行うことにより、過大投資なら過大分を他の投資に当てることによりどの程度の経済成長への貢献があるのかを分析する。

4. 研究の目的

以上を踏まえ、本研究では、1975-98年の日本の製造業主要業種を対象に以下の4点の理論的実証的分析をねらいとする。

- ① 社会経済・制度的なリターンを勘案した最適研究開発投資モデルを構築し、
- ② 実際の研究開発投資と最適研究開発投資を比較し、

両者のギャップを計測することにより、

- ③ 研究開発投資の見直し、再評価を行い経済成長への貢献を分析し、
- ④ 研究開発の好循環維持の方策を考察。

5. 分析のフレームワーク

本研究では図2に示す分析フレームに基づき、最適研究開発投資の実証分析を行うとともに、実際の研究開発投資との比較を行い、研究開発投資を再評価することで経済成長への貢献を分析する。

R: 研究開発投資

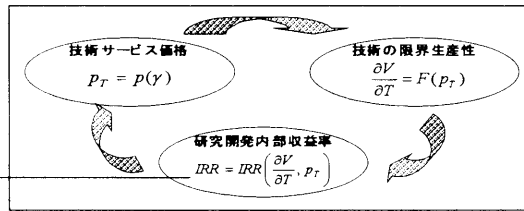
V: 付加価値(GDP)

(R/V): 研究開発強度

η : 現在価値割引率

ε : 代替弾性値

g: 技術の割引限界生産性



γ : 技術の弾性値
 η : 加重平均資本コスト
 λ : 知識フロー弾性値
 g_V : Vの増加率

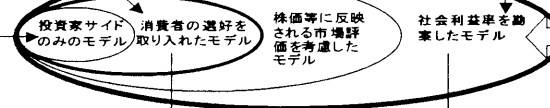
特化した視点からより一般的な視点へ

2つの体系をリンク

大きな視点から細部へ注目

(A) $(R/V)_{optimal} = \frac{\eta}{\varepsilon \cdot g}$ (B) $(R/V)_{optimal} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot (R/V)_{actual} / \left(\eta \cdot \frac{\partial V}{\partial T} - (1-\lambda)g_V \right)$

最適研究開発投資の考慮の範囲



- A: 独占価格特許システム
- B: 技術の相対的価値の変化
- C: 創造的破壊、模倣
- D: 市場構造、スピルオーバー

① 最適R&D投資レベル分析モデルのマトリックス

	(1) 研究開発強度換算モデル	(2) 割引率換算モデル
A	$s^{optimal} = r/\varepsilon \cdot g$	$s^{optimal} = \eta/\varepsilon \cdot g$
B	$\sigma \cdot s^{optimal} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot s^{actual} / \left(\eta \cdot \frac{\partial V}{\partial T} - (1-\lambda)g_V \right)$	$s^{optimal} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot s^{actual} / \left(r \cdot \frac{\partial V}{\partial T} - (1-\lambda)g_V \right)$

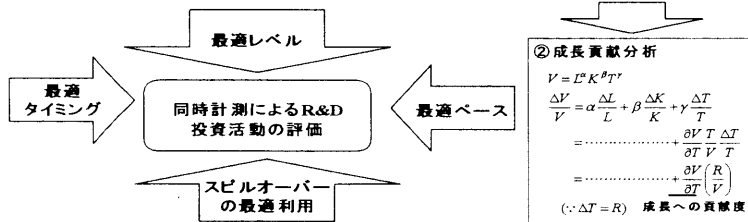


図2 分析の基本フレームワーク

6. 分析結果とその評価

6. 1. 最適投資分析

GDP に対する最適研究開発強度を「消費者の嗜好を取り入れたモデル」と、「社会利益率を勘案したモデル」について計測し、2つの体系をリンクさせる。

まず、「消費者の嗜好を取り入れたモデル」の最適研究開発強度を $s^{optimal}$ と表すと、以下のよう

$$s^{optimal} = \frac{\eta}{\varepsilon g}$$

この「消費者の嗜好を取り入れたモデル」の最適研究開発強度を用いて、「社会利益率を勘案したモデル」の最適研究開発強度を求めると、以下のようになる。

$$\sigma \cdot s^{optimal} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot s^{actual} \left/ \left(\eta' \cdot \frac{\partial V / \partial T}{IRR} - (1-\lambda)g_V \right) \right. *$$

これらの最適研究開発強度は表1のようになる。

表1 研究開発投資 GDP 比率の比較 (%)

		75-78	79-82	83-86	87-90	91-98
製造業全体	消費者の嗜好モデル	7.58	5.94	5.41	6.44	7.34
	社会的利益モデル	1.45	2.33	7.12	14.27	7.90
	実際の研究開発強度	4.39	4.74	5.90	6.76	6.89
食品工業	消費者の嗜好モデル	4.63	4.19	4.21	4.86	5.06
	社会的利益モデル	0.58	0.98	0.97	2.69	2.07
	実際の研究開発強度	0.76	0.84	1.08	1.67	1.66
化学工業	消費者の嗜好モデル	18.04	11.05	8.14	7.31	7.99
	社会的利益モデル	13.76	8.93	11.77	21.86	16.17
	実際の研究開発強度	18.42	15.87	15.05	15.24	13.83
電気機械	消費者の嗜好モデル	26.41	16.18	13.26	7.91	9.48
	社会的利益モデル	8.61	11.29	20.53	29.15	27.07
	実際の研究開発強度	14.94	13.10	16.61	19.46	22.68

表1より、バブル期の研究開発離れによる過少投資が起っていたことが見て取れる。また「消費者の嗜好を取り入れたモデル」と「社会利益率を勘案したモデル」との最適研究開発強度の乖離も見られる。これは、「社会利益率を勘案したモデル」が「消費者の嗜好を取り入れたモデル」よりも小さい場合、当事者はより多くの R&D 投資をすべきだが、市場、社会はそれを望んではいないことを意味する。また、「社会利益率を勘案したモデル」が「消費者の嗜好を取り入れたモデル」より大きい場合は、当事者が R&D 投資に対して消極的であるが、市場、社会的にはより多くの R&D 投資を望んでいることを意味する。

* $s=(R/V)$:研究開発投資 GDP 比率

η :現在価値割引率(金利で近似)

ε :代替弾性値、 g :技術の割引限界生産性

η :加重平均資本コスト、 λ :知識フロー弾性値

T:技術知識ストック、 g_V :Vの増加率

IRR:内部収益率

80年代は活発な研究開発投資がなされているのを見て取れるが、「消費者の嗜好を取り入れたモデル」と「社会利益率を勘案したモデル」との最適研究開発強度の乖離が激しいのは、バブル期の1987-90年の期間である。この期間の乖離が激しいのは、地価・株価などの高騰により景気の拡大の影に隠れて、実質研究開発強度に盲目となってしまったり、他の魅力的な投資対象に気移りしてしまった可能性がある。確かに、バブル期における実際の研究開発強度は、他の期に比べて大きくはなっているものの、やはり最適なレベルには達していなかったようである。

さらに、食品工業というローテク業種と、化学、電気機械に代表されるハイテク業種ともビヘービアの違いも見てとれる。ローテク分野では、当事者中心の「消費者の嗜好を取り入れたモデル」ではより多くの研究開発費を求めているが、広い視野で見ている「社会的利益を勘案したモデル」では、多くの研究開発投資を要求していない。これは、ローテクであるということからリターンの期待度などさまざまな要因を考えているものと思われる。同じ理由でハイテク業種では「消費者の嗜好を取り入れたモデル」よりも、「社会的利益を勘案したモデル」の研究開発強度のほうがはるかに大きいものとなっている。

6. 2. 成長貢献分析

以下のようにコブ・ダグラス型生産関数より分析を行う。

$$V = L^\alpha K^\beta T^\gamma$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \alpha \frac{\Delta L}{L} + \beta \frac{\Delta K}{K} + \gamma \frac{\Delta T}{T}$$

$$= \dots + \frac{\partial V}{\partial T} \frac{T}{V} \frac{\Delta T}{T}$$

$$= \dots + \frac{\partial V}{\partial T} \left(\frac{R}{V} \right)$$

$$(\because \Delta T = R) \quad \text{成長貢献度}$$

社会利益を勘案した最適研究開発強度と、実際の研究開発強度との差を Δs とする。 Δs が正のときは R&D 投資を最適に行うことで増加する成長率が成長貢献となる。また Δs が負のときは過剰な R&D 投資を設備投資に当てることで増加する成長率が成長貢献となる。以上の成長貢献は表2のように計測された。

表2 各期間の成長貢献度と実際の経済成長 (%)

		75-78	79-82	83-86	87-90	91-98
製造業全体	Δs	-2.94	-2.42	1.25	7.51	1.01
	成長貢献	0.007	0.006	0.28	1.98	0.20
	実際の経済成長	3.37	5.44	3.70	6.10	0.81
食品工業	Δs	-0.18	0.14	-0.11	1.02	0.41
	成長貢献	0.001	0.03	0.001	0.29	0.07
	実際の経済成長	-0.75	5.67	-1.03	0.09	0.17
化学工業	Δs	-4.66	-6.94	-3.28	6.61	2.34
	成長貢献	0.006	0.008	0.009	1.34	0.46
	実際の経済成長	9.62	6.25	8.70	6.61	2.63
電気機械	Δs	-6.34	-1.81	3.91	9.68	4.38
	成長貢献	0.008	0.007	0.94	2.45	0.68
	実際の経済成長	8.53	16.77	14.82	13.79	7.01

予想通り、バブル期における投資配分を最適にすることにより、現実の成長率に加えて、更なる成長を遂げることが可能であったはずである。しかしこれは先ほど述べた通り、バブル期には研究開発投資よりもはるかに魅力的な、土地への投資、株への投資に目が眩み、最適投資配分を誤ったことがわかる。

今後このような状況になったとしても、最適軌道を見失わないためには、安易な投資活動をするのではなく、しっかりとした投資配分戦略を練っていくこと重要である。

7. 結論と今後の課題

7. 1. 結論

GDP に対する研究開発強度は、勘案する範囲を変えることでかなりのずれがある。これはどちらが正しいというものではなく、どの範囲で研究開発投資戦略を立てるかによるものである。本研究では「投資サイドのみのモデル」という非常に一方通行な考え方から、「消費者」、「市場評価」、「社会的利益率」まで勘案したモデルを構築し、その体系をリンクさせた。さらに、最適投資にしたときの期待できる成長率を求めることで、潜在成長率についての研究へ発展させることもできる。

この分析を通じ、本研究は産業が最適研究開発投資レベルを判断したり、予測したりする上できわめて実践性に富んだ方法であることが立証された。従って、本分析は政策あるいは企業戦略決定者に適正な研究開発レベルを決定する上での重要な分析、判断手段を提供するものである。これは実際、産業の研究開発投資の将来展望等を検討する上できわめて有効な手段である。

政策的含意としては、2つのことが考えられる。「R&D投資戦略」と「最適投資をすることでの理想的成長」である。

「R&D投資戦略」としては、まずはいかにして最適レベルに近づけるのか、またどの程度の範囲まで考慮するのかなどがある。そして、最適レベル、最適タイミング、最適ペース、スピルオーバーの最適利用の同時評価、分析をする必要がある。

「最適投資をすることでの理想的成長」は、潜在成長率の分析の過程で考慮すべきものとなるはずである。

7. 2. 今後の課題

研究開発の最適タイミングの分析や、最適投資ペースの分析、スピルオーバー技術の最適利用など最適投資分析に関しての、同時計測についてのステップとしての基盤は本研究で構築できたので、今後最適レベルとあわせて同時評価、分析をしていきたい。

さらに、競争力の比較も行うため、諸外国の最適研究開発投資についても分析し、国際比較を行っていく。

また、今回の研究では、製造業全体や各産業レベルといったマクロ的視点に立った分析であったが、実際の生産活動を行っている単位である企業レベルでの最適研究開発投資の分析をすることによって更なる研究開発投資戦略が明らかになるものと思われる。

参考文献

- [1] 渡辺 千俣、宮崎 久美子、勝本 雅和 「技術経済論」日科技連、1998
- [2] 平成12年度博士論文「Theoretical Analysis and Empirical Demonstration of Optimal R&D Investment Trajectory Control」朱兵
- [3] 平成10年度卒業論文 「研究開発投資の収益性・収益構造に関する分析」小澤 泰介
- [4] Charles I. and John C. Williams "Measuring The Social Return To R&D" The Quarterly Journal of Economics 93, No4 (November 1998) 1119-1135