

Title	企業における生産性の分析 : 電気機械産業に視点をおいた実証分析(<ホットイシュー> イノベーションその計測・評価 (2))
Author(s)	谷澤, 審哉; 渡辺, 千仍
Citation	年次学術大会講演要旨集, 21: 654-657
Issue Date	2006-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/6453">http://hdl.handle.net/10119/6453</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	一般論文

## 企業における生産性の分析 (電気機械産業に視点をおいた実証分析)

○谷澤審哉, 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

### 1. 序

#### 1.1 研究の背景

平成 17 年度科学技術調査報告によると我が国の研究開発投資の総額は 16 兆 9376 億円となり、過去最高で五期連続の増加となっている。また日本経済新聞社の調べによると、主要 254 社が 2006 年度に投資を計画している研究開発投資の総額は前年度比 7.39% 増の 11 兆 3304 億円にのぼり、7 年連続の増額となった。

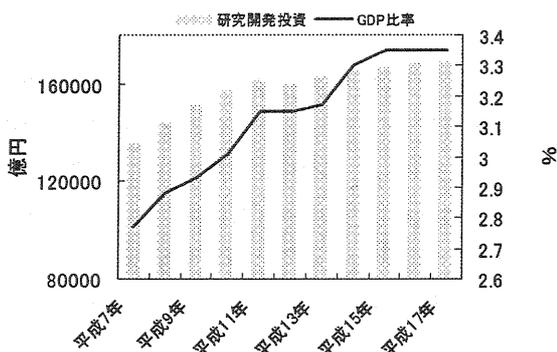


図 1. 研究開発投資と GDP 比率.

しかしながら増え続ける研究開発投資と異なり、企業活動の成果たる付加価値とその潜在的な資源であり、投入物でもある研究開発費、テクノストックに対する因果関係を時系列で分析している論文は少ない。従って本論分では研究開発投資、付加価値、テクノストックの間にどのような関係あるか、時系列で分析することとする。

#### 1.2 研究の目的

本研究では、以下の分析を電気機械産業全体と個別の企業で行うことをねらいとする。

##### 1.2.1 因果関係の分析

granger の因果性テストを用いて研究開発投資、付加価値のテクノストックの間の因果関係を明らかにする。

##### 1.2.2 インパルス応答分析

インパルス応答関数を用いて、研究開発投資、付加価値のテクノストックに変化が起こった場合、その各々に対して当期以降どのような波及効果が起こるかを分析する。

### 2. 分析

#### 2.1 分析手法

##### 2.1.1 単位根検定

ある系列が単位根を持っているかの検定を単位根検定という。最も簡単な例では式 (1) において最小二乗法で推定し  $\theta$  の  $t$  値が有意でなければその系列は単位根が存在する (厳密にはランダムウォーク) であると判断する

$$y_t = \theta y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim iid(0, s^2) \quad (1)$$

単位根が確認されている変数間の回帰においては一部の例外を除いて意味がないとされている。従って、Granger の因果性検定、インパルス応答関数を分析するにおいては必須のものである。

本論文においては単位根の検定に当たり、ADF テストを使用し、トレンドありトレンドなしの両方を検定した。また、ラグの選択には AIC を基準に用いた。

##### 2.1.2 共和分の検定

変数間に共和分の関係が存在するというのは式 (2) の  $\varepsilon$  項が定常である場合を言う。もし  $\varepsilon$  がランダムウォークであればみせかけの相関が変数間に生じていることになる。

$$y_t = \alpha + \beta x_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

変数間に共和分の関係にあるときは①それぞれの変数が単位根を持っていても変数同士の回帰に意味がある (見せかけの相関が生じない) ②F-統計量が F 分布に従わないなどの特徴がある。なお本論文においては共和分検定に当たって Johansen の検定を使用した。

### 2.1.3 Granger の因果性テスト

(2) 式において変数  $y_{2,t}$  に関する過去の情報が変数  $y_{1,t}$  の予測を改良するのに役立つならば、変数  $y_{1,t}$  は  $y_{2,t}$  の granger の意味で原因になっているという。

$$y_{1,t} = \pi_{1,1} + \pi_{1,2}y_{1,t-1} + \pi_{1,3}y_{2,t-1} + \pi_{1,4}y_{1,t-2} + \pi_{1,5}y_{2,t-2} + v_{1,t} \quad (3)$$

検定の方法は(3)式と(3)式に  $\pi_{1,3} = \pi_{1,5} = 0$  という制約を課したものに対して F 検定を行い、有意であれば因果性があると判断する。

granger の因果性テストにおいては分析においてできるだけ長くラグを取るのが望ましい。しかしながらラグを長く取ると自由度が急速に失われてしまう。従って本論文においてはラグを2期とすることにした。

### 2.1.4 インパルス応答関数

インパルス応答関数はある変数に衝撃(インパルス)があった時、他の変数がどのように動くかを示す分析手法である。例えば次の式(3)のような VAR モデルを出発点とすると

$$\begin{pmatrix} y_t \\ z_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{pmatrix} \quad (3)$$

t 期に  $y_t$  の推計式の残差項である  $e_{1t}$  が増えると  $y_t$  も増加する。t+1 期の  $y_{t+1}$  も前期の  $y_t$  が増えた影響を受けて変化する。同時に  $z_t$  も前期の  $y_t$  が増えた影響で変化する。こうした波及効果で、当期の誤差が増えると、その後の変数が影響を受ける。この動きを捉えたものがインパルス応答関数である。インパルス応答関数に関しても自由度の関係上ラグは二期までとした。

### 2.2 データ構築

本研究の分析を進めるに当たって必要なデータは各企業から発表された企業財務データ、政策投資銀行の企業財務データベース、政府発表のマクロ経済統計、東洋経済新報社の株式市場等の市場データ、渡辺研究室で構築された経済基本データベース、日本経済新聞社の日経 NEEDS をもとに構築した。分析対象は、個別企業で日本を代表するものとして、松下電器、NEC、日立、東芝、富士通、三菱電機、ソニー、キャノン、シャープ、三洋電機を選んだ。

## 3. 分析結果とその評価

### 3.1 単位根検定と共和分検定

付加価値、研究開発投資、テクノストックのすべてにおいて単位根の存在が確認された。単位根を除去するために、すべての変数に一階対数階差を施した。一階階差ではなく対数階差をとったのは、対数階差をとると回帰係数が弾性値となり、分析上経済的な解釈が容易になるためである。

次に、共和分検定 (Johansen の共和分検定) を行った。しかしながら、いずれの変数間においても共和分の関係は確認されなかった。

表 1. 単位根検定の結果(電気機械全体の結果を抜粋)

	$\Delta \log V$	$\Delta \log R$	$\Delta \log T$
トレンドあり	-6.18 (**)	-3.73 (*)	-3.01 (*)
トレンドなし	-4.47 (**)	-3.36 (*)	-3.22 (*)

注 (\*) は 5% 有意, (\*\*) は 1% 有意を表す

### 3.2 因果性の分析

まず、電気機械産業全体の結果では、付加価値から研究開発投資への因果関係は存在が確認された。また、テクノストックから付加価値への因果関係も 8% 有意ではあるが確認された。さらに当然のことではあるが研究開発投資からテクノストックへの因果関係も存在する。従って、循環構造を成していることが統計的に言うことができる。ただしテクノストックと付加価値についての因果は分析データをバブル前後で分割して分析したところ、前半で結果は統計的に有意が高く、後半での結果は有意性が低いものとなった。

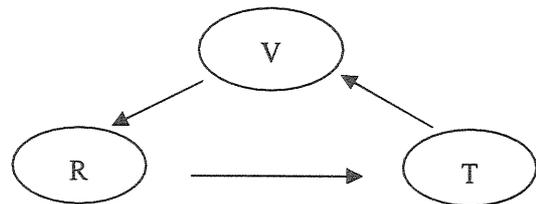


図 2. Granger の因果性分析の結果 (全体) .

図 3 は個別企業についての分析結果である。多くの企業で付加価値から研究開発投資への因果関係が観察されたが、テクノストックから付加価値への因果関係が観察されたのはソニーだけであった。ただし、付加価値を売上に変えて分析を行ったところ、日立、東芝、三洋電機ではテクノストックから売上への因果関係が

観察された。

表 2. Granger の因果性分析の結果 (個別企業)

	V→R	T→V
松下電器産業	○	
日本電気	○	△
日立製作所		
東芝		△
富士通	○	
三菱電機	○	
ソニー		○
キヤノン		
シャープ		
三洋電機	○	△

注. ○は因果関係があることを示す。△はテクノストックから売上への因果関係があることを示す

### 3.4 インパルス応答関数

図 4、図 5 は電気機械産業全体におけるインパルス応答関数の結果である。変数に対数階差を施しているためインパルス応答関数の結果は弾性値となる。

テクノストックと付加価値の関係を見ると、T に変化があった場合、2 期程度その変化が付加価値に対してプラスの影響を与えることが分かる。しかしながら、その効果は V 自身が与える影響と比べると小さい。

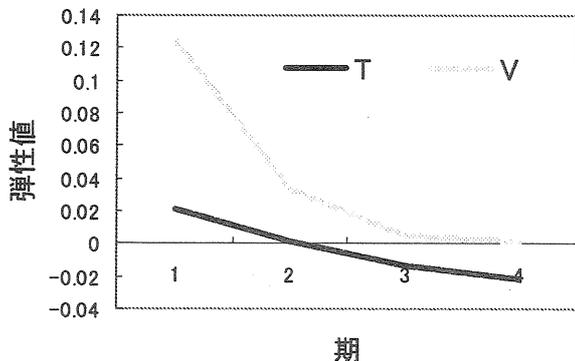


図 3. インパルス応答関数の結果 (T から V への関係)。

次に研究開発投資と付加価値の関係を見ると、付加価値の増加が研究開発投資に与える影響は 2 期程度の遅れが存在する。またその影響は 3 期程度続くものの、累積的な影響を研究開発投資自身と比べると小さい。

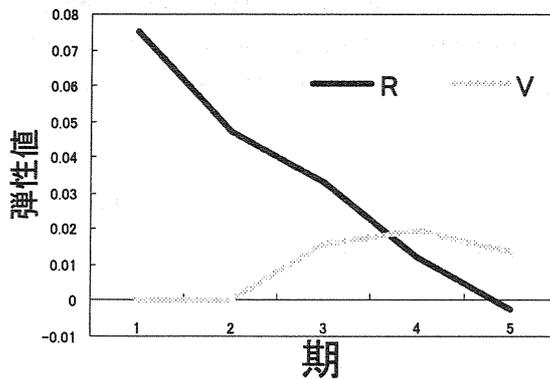


図 4. インパルス応答関数の結果 (V から R への関係)。

以上のことを総合すると電気機械産業においては、付加価値、研究開発投資に与える影響については、他の変数よりも、それ自身がどの程度変化するかの方が重要であるといえる。自己相関的な歓声の影響が大きいといえることができる。

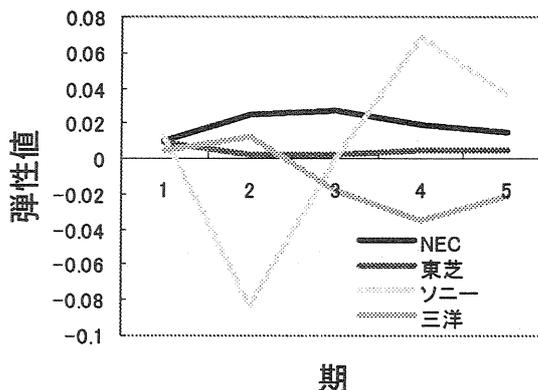


図 5. インパルス応答関数の結果 (T から V への関係)。

図 5、図 6 は個別企業についての結果である。テクノストックから付加価値への影響を分析する (図 5)。直接の因果関係がテクノストックから付加価値へ因果関係が確認されたのはソニーだけであったため、比較対照を増やすため、売上から研究開発投資に対して因果関係が確認された企業も分析対象とした。NEC 東芝の大企業においてはテクノストックの増加とともに平均して売上も増加するといえる。しかしながら中堅の企業を見ると累積的なテクノストックの効果を見ればほぼリターンがイーブンとなっている。

次に個別の企業について分析する (図 6)。因果関係のあった企業のみ結果を載せた。傾向としては、全体の結果は大差がなかった。三洋を除いてはすべての企業が V の増加に伴ってプラスの弾性値を持ち、そ

の影響が5期程度続いている。

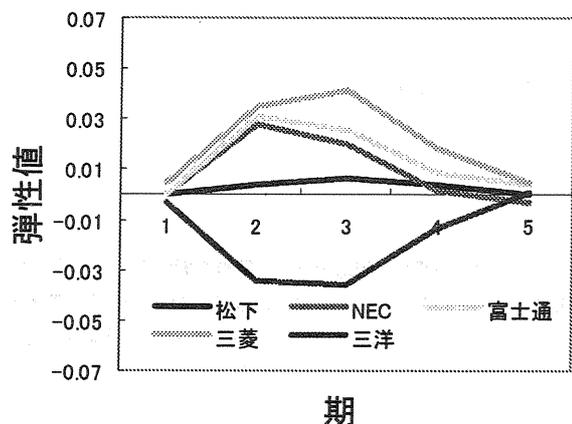


図6.インパルス応答関数の結果(VからRへの関係)。

## 4. 結論と今後の課題

### 4.1 総括

(1) 分析対象の変数に単位根検定、共和分検定を実施。すべての変数に単位根の存在が確認されたため、対数階差をとり単位根を除去。共和分の関係は確認されなかった。

### (2) 因果性の分析を実施

電気機械産業全体では付加価値、研究開発投資、テクノストックの循環構造を確認。しかしながら個別企業を分析すると、循環的な構造は確認できなかった。

### (3) インパルス応答関数を分析

granger の因果性検定を元にインパルス応答を分析。因果関係のある変数間の波及効果を分析。

### 4.2 政策的含意

日本の電気機械産業においては付加価値、研究開発投資、テクノストック間の循環的構造が存在。しかしながらその循環的な影響は各々の要素の自己参照的な効果と比べると非常に小さい。また企業を個別に分析すると企業ごとに挙動が異なる。

### 4.3 継続的發展課題

#### ①分析企業の拡大

電気機械産業だけに絞らずに分析を全産業に拡大することで、マクロ面から見た国レベルの研究開発、テクノストック、付加価値の動向が把握できる

#### ②分析要素の拡大

本論文においては分析要素として付加価値、研究開発投資、テクノストックを用いた。しかしながらこの要素のみでは企業の生産性についてごく一部でしか解

明できていない。引き続き分析要素を増やす必要がある。

### ③直接的要因の解明

今回の分析では、因果関係の存在が確認され、その影響の大きさを測定した。今後、直接的にそれらの経路、構造を解明する必要がある。

#### 参考文献

1. Arrow, K. J., 1962. "The Economics Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies* 29, 155-173.
2. Bewley, R. and Fiebig, D. G., 1988. "A Flexible Logistic Growth Model with Applications in Telecommunication," *International Journal of Forecasting* 4 (2), 177-192.
3. Economic and Industrial Research Department Development Bank Japan, 2002. "Decline in Productivity in Japan and Disparities between Firms in the 1990s: An Empirical Approach Based on Data Envelopment Analysis," .
4. Fatma, Taskin, Osman Zaim, 1997. "Catching-up and innovation in high- and low-income countries" *Economics Letters* 54 93-100.
5. J.W.Kim and H.K.Lee, 2004. "Embodied and Disembodied International Spillovers of R&D in OECD Manufacturing Industries", *Technovation* 24, 359-368.
6. Massimo G Colombo, Paola Garrone, 1996, " Technological cooperative agreements and firm's R&D intensity -a note on causality relations " *Research policy* 25 923-932.
7. Rolf, Fare, Shawna, Grosskopf, Mary, Norris, And Zhongyang, Zhang, 1994 . "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," *The American Economic Review* Vol.84 No.1, 66-83.
8. Tim, Coelli, , 1996. " A Guide to DEPA Version 2.1 : A Data Envelopment Analysis.
9. Yao, Chen, Agha Iqbal Alib, 2004. " DEA Malmquist productivity measure: New insights with an application to computer industry" *European Journal of Operational Research* 159, 239-249.
10. 伊丹敬之, 2003.『経営戦略の論理』, 日本経済新聞社.
11. 伊丹敬之, 西野和美, 2004.『ケースブック 経営戦略の論理』, 日本経済新聞社.
12. 梅田健一,「企業内における研究開発の技術体化、企業価値の向上につながる動態的アプローチ」, 平成14年度修士論文.
13. 大屋幸輔, 1992,『可変係数回帰モデルの理論的側面と応用上の問題点』, 大蔵省財政金融研究所, フィナンシャル・レビュー, June-1992
14. 白砂操津耶, 1998,『初歩からの計量経済学』, 日本評論社
15. 末吉俊幸, 2001.『DEA-経営効率分析法』, 朝倉書店.
16. 畑農鋭矢, 2004,『財政赤字のマクロ経済効果-カルマン・フィルタによる中立命題の検証-』, 財務省財務総合政策研究所, フィナンシャル・レビュー, November-2001
17. 日本政策投資銀行編, 2001.『産業別財務データハンドブック (2001年版)』.
18. 幕井梅芳, 2003.『よくわかる電機業界』, 日本実業出版社.
19. 松浦克己, コリン・マッケンジー, 2001『Eviewsによる計量経済分析-実践的活用と日本経済の実証分析』, 東洋経済新報社
20. 光定建治,「ニューワールド化にともなう為替変動要因の技術経営的分析」, 平成15年度修士論文.
21. 山沢成康, 2004,『実戦計量経済学入門』, 日本評論社
22. 山本拓, 1988,『経済の時系列分析』, 創文社
23. 山本拓, 1995,『計量経済学』, 新世社
24. 渡辺千保, 宮崎久美子, 勝本雅和, 1998.『技術経済論』, 日科技連出版社.
25. 渡辺千保編, 2001.『技術革新の計量分析 -研究開発の生産性・収益性の分析と評価』, 日科技連出版社.
26. 和合 肇, 1995,『TSPによる経済データの分析』, 東京大学出版会