

1E17 日本の自動車産業の技術市場における好循環メカニズムの変遷 —1990年代と2000年代前半との比較実証分析

○新庄和也, 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

1. 序

1.1 研究の背景

日本の自動車企業は1990年代に売上高・営業利益ともに低迷し、各社厳しい状況となった。しかしながら日本の自動車企業の中には2000年代に入り売上高・営業利益ともに好成績を上げている企業も存在している。

また研究開発費は増加の一途をたどっており、研究開発投資の重要性が高まり続けていることも伺える。

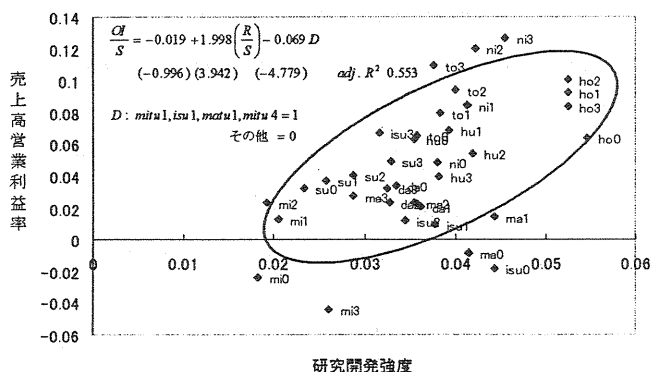


図1. 研究開発強度と売上高営業利益率の関係

(2000年から2003年)

図1は日本の自動車企業の研究開発強度と売上高営業利益率をパネルデータ(2000年から2003年)として回帰分析を行ったものだが、正の相関があることが分かる。つまり研究開発投資と2000年における好成績との間に関連があることが示唆される。

このような状況下の中1990年代と2000年代とで技術市場における生産性やそこから誘発される収益性の違いを分析する必要がある。

1.2 研究の目的

本研究では以下のことをねらいとする。

- ① 技術市場における好循環メカニズムと収益性の誘発を分析
- ② 好循環メカニズムを生んだ要因の明確化
- ③ 好循環メカニズムの継続要因を解明

2. 分析

2.1 分析手法

2.1.1 パネルデータ分析

本研究ではパネルデータを用いて分析を行っている。

パネルデータによる回帰分析のモデルはデータの誤差項の性質の

違いから、プーリング推定法、フィクスト・イフェクトモデル、ランダム・イフェクトモデルの3つが存在する。

(1) プーリング推定法

時系列、クロスセクションのデータをすべて合体してすべての変数が共通の母集団から発生していると考えて、データを一括して扱うケースである。

i を個別経済主体、 t を時間、 u_{it} を誤差項として、(1)式のモデルを考える。

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

(2) フィクスト・イフェクトモデル

(1)式の誤差項 u_{it} が(2)式のように表されるモデルを考える。

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (2)$$

(1)式と(2)式を組み合わせたモデル(3)式は以下のようになり

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + \mu_i + v_{it} \quad (3)$$

経済主体の異質性を考慮して、モデルの傾きは同一だが、定数項がそれぞれの主体で異なっていると仮定しているモデルである。ここでは固定効果をダミー変数で表し、最小二乗ダミー変数法(LSDV)を用いて分析を行う。

(3) ランダム・イフェクトモデル

このモデルでは(3)式の固定効果 μ_i が説明変数と無相関であることを仮定しているモデルである。つまり固定効果 μ_i をランダムだと仮定している。

$$\mu_i = IID(0, \sigma_\mu^2)$$

$$v_{it} = IID(0, \sigma_v^2)$$

単純化のため説明変数を一つとすると、

$$\text{var}(u_{it}) = \sigma_v^2 + \sigma_\mu^2$$

$$\text{cov}(u_{it}, u_{is}) = \sigma_\mu^2 \quad \text{for } t \neq s$$

$$\text{cov}(u_{it}, u_{js}) = 0 \quad \text{for } \forall t, s \text{ if } i \neq j$$

これは同一主体内の μ_i と v_{it} が相関していることを表し、効率的な推定値を得るためには一般化最小二乗法(GLS)を用いて分析する必要がある。

2.1.2 パネル分析のモデル選択の検定方法

(1) F検定

プーリング推定法とフィクスト・イフェクトモデルの間の検定。

(2) ハウスマン検定

フィックス・イフェクトモデルとランダム・イフェクトモデルとの間の検定。

(3) Breusch-Pagan 検定

プーリング推定法とランダム・イフェクトモデルとの間の検定。

以上のパネルデータの分析は E-views5.1 を用いて分析している。

2.2.1 技術市場における好循環メカニズムの分析

ANE (2003) は図 2 の循環構造を明らかにし、1990 年代の日本の自動車産業ではこれが悪循環となっていることを示した。そこで 2000 年代において図 2 の循環構造が好循環に変遷したことをパネルデータによる回帰分析を用いて示す。

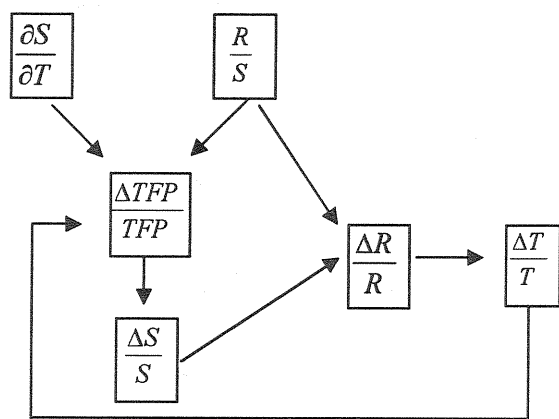


図 2. 研究開発と限界生産性と全要素生産性との関係。

2.2.2 好循環メカニズムを生んだ要因の分析

藤本 (2003) は日本の自動車企業の競争力回復の最大要因は 1990 年代半ばから起こった「設計簡素化」の運動である、と述べている。そこでコスト削減に着目し、原価率と研究開発強度、原価率と売上高営業利益率との間の関係を時差相関分析を用いて分析している。

2.2.3 好循環メカニズムの継続要因を分析

現実の自動車業界の状況からこの要因を探ることとする。

日本の自動車産業の最大の強みは、「トヨタ生産方式」に代表されるオペレーションである。そして、それこそが継続的なコスト削減を生んでいる、と仮説が立つ。

そのオペレーションによる、生産性改善の指標として「全要素生産性の変化率」を用いることが考えられるが、ここで、研究開発投資の加速の条件には、コスト削減は継続性が必要であり、一過性の生産性改善の高さは、単発的な収益の増大を生み出すだけであるため、「全要素生産性の変化率」では不十分であると考えられる。

そこで新たな変数として「全要素生産性の変化率の変動係数」を

定義する。

$$\text{変動係数}(CV) = \frac{\text{標準偏差}}{\text{算術平均}}$$

この全要素生産性の変動係数と売上高営業利益率とを比較する。

2.3 データ構築

本分析に必要なデータは各企業の有価証券報告書、日本経済新聞社の日経 NEEDS、東洋経済統計月報、参考文献[3]を用いて集めた。

3. 分析結果

3.1 技術市場における好循環メカニズムの分析結果

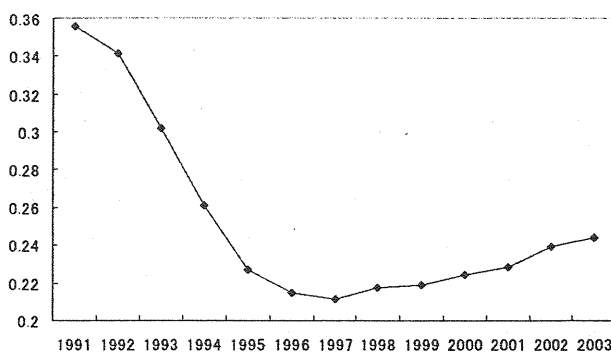


図 3. 加重平均後の全要素生産性変化率の 3 年移動平均の推移。

図 3 より 1990 年代の前半・半ばと減少傾向にあった全要素生産性の変化率は 1998 年から上昇に転じていることがわかる。これは自動車産業全体の売上が上昇に転じ始めた時期と一致している。

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \left(\frac{R}{S} \right)}{\left(\frac{R}{S} \right)} + \frac{\Delta S}{S} \quad (4)$$

また (4) 式から、成長・企業の研究開発投資戦略が研究開発投資を誘発していることがわかる。

次に (5) 式を用いて、技術ストックと全要素生産性の関係を分析した。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = a + b \frac{\Delta T}{T} \quad (5)$$

表 1 全要素生産性の変化率と技術ストックの変化率の回帰分析

	model	a	b	adj. R ²
1992年～2003年	ランダムイフェクト	0.0214	0.216	0.096
	モデル	(25.4)	(3.27)	

表 1 より係数 b は正に (1% 有意) 相関があり、自動車業界において、技術ストックの変化率が全要素生産性の変化率を上昇させていることが実証された。

渡辺(2001)によれば全要素生産性の変化率は(6)式で与えられるので、これで図2の循環構造が2000年代に入り好循環に移ったことが示せた。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\partial S}{\partial T} \cdot \frac{R}{S} \quad (6)$$

3.2 好循環メカニズムによる収益性誘発の分析結果

次に3.1で示した好循環メカニズムが収益性の上昇を誘発していることを示す。好循環メカニズムの技術ストックの上昇が生産性の改善や継続的イノベーションを通じて、収益上昇を誘発している。と考えられるが、それを(7)式を用いて実証する。

$$\left(\frac{OI}{S}\right)_t = a + b \left(\frac{\Delta T}{T}\right)_{t-1} \quad (7)$$

表2 収益性と技術ストックの上昇の回帰分析の結果

	model	a	b	adj. R ²
1992年～1995年	フィックストイフェクト	0.014	-0.026	0.525
	モデル	(4.82)	(-0.92)	
1996年～1999年	ランダムイフェクト	0.029	0.010	-0.017
	モデル	(3.92)	(0.52)	
2000年～2003年	ランダムイフェクト	0.040	0.074	0.075
	モデル	(4.05)	(2.16)	

表2より2000年代にだけbが有意となっていることが分かる。つまり2000年代において、技術市場の好循環による技術ストックの向上を通じて、収益性の上昇が誘発されていることがわかる。

3.3 好循環メカニズムを生んだ要因の分析結果

表3、表4をみて分かるように原価率の上昇はタイムリーに売上高営業利益率の上昇を生んでいるが、研究開発投資は2期の期間において影響を与えていることが分かる。

つまり不況下においても継続的にコスト削減を行い、その削減した部分の資金を用いて研究開発投資をし、その結果として現在の技術市場の好循環と収益性の誘発を生んでいることが分かる

表3 原価率との時差相関分析の結果

ラグ数	研究開発強度	売上高営業利益率
-3	-0.36	-0.28
-2	-0.44	-0.34
-1	-0.30	-0.48
0	-0.24	-0.64
1	-0.22	-0.62
2	-0.19	-0.55
3	-0.30	-0.51

表4 原価率との因果関係

因果関係	ラグ数	相関値
原価率→研究開発強度	2期	-0.44
原価率→売上高営業利益率	0期	-0.64

3.4 好循環メカニズムの継続要因の分析結果

高収益企業と低収益企業の分類をまず分類すること考える。分類に際しては、2000年代の平均(2000年度から2003年度)の売上高営業利益率を用いる。

表5 自動車企業9社の売上高営業利益率(2000年代平均)

売上高営業利益率(2000年代平均)	
日産	0.095
トヨタ	0.088
ホンダ	0.086
富士重工業	0.057
9社平均	0.047
スズキ	0.040
ダイハツ	0.028
いすゞ	0.018
マツダ	0.015
三菱自	-0.007

また表6より高収益企業は、全要素生産性の変化率も高いことが分かる。

表6 自動車企業8社の全要素生産性の変化率の推計

	1992-95	1996-99	2000-03
富士重工業	0.151	0.235	0.287
トヨタ	0.252	0.238	0.274
ホンダ	0.187	0.236	0.245
マツダ	0.230	0.187	0.241
ダイハツ	0.209	0.224	0.207
スズキ	0.280	0.238	0.168
いすゞ	0.324	0.241	0.167
三菱自	0.349	0.127	0.127

次に継続的な生産性の改善を示す指標として用いている全要素生産性の変化率の変動係数と売上高営業利益率との散布図が図4である。この図4から、両変数には負の相関があることが言えそうである。そこで以下のようにパネルデータによる回帰分析を試みることとする。

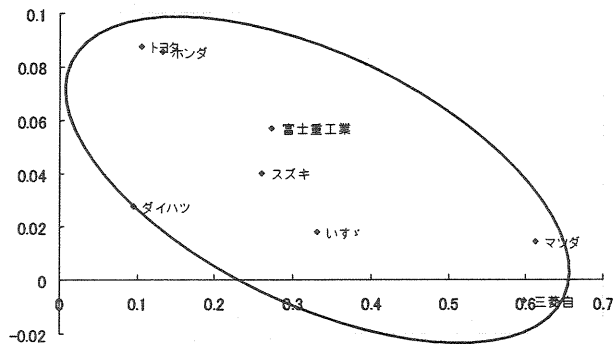


図 4. 全要素生産性の変化率の変動係数と売上高営業利益率の散布図。

モデル式は(8)を用いる。

$$\left(\frac{OI}{S}\right)_{i,t} = \alpha + \beta(CV)_{i,t} \quad (8)$$

回帰分析の結果は表 7 となっている。この結果から、 β が負に (5%) 有意であることがわかる。

表 7 自動車企業 8 社の変動係数と売上高営業利益率の

回帰分析の結果

model	α	β	adj. R^2
ランダムイフェクト	0.040	-0.056	0.177
モデル	(5.78)	(-2.24)	

つまり「生産性の継続的改善」が安定的であるほど、企業の収益性が高いことが示唆される。

4. 結 論

4.1 全体総括

- ①2000 年代の自動車産業の売上高の上昇は技術市場の循環が好循環に代わったことにより牽引されている。
- ②収益性・市場評価の上昇は技術市場の好循環構造によって誘発されたものである。
- ③技術市場の好循環構造と収益性の誘発は、1993、1994 年から起こった設計簡素化の運動による継続的コスト削減が、研究開発投資を加速させたことによるものである。
- ④そして、その継続的コスト削減を可能にした企業の能力として、継続的な生産性の改善である。

4.2 政策的含意

収益性上昇の基盤となる生産性の継続的改善は、トヨタに代表される自立的な組織によってなされているところであり、それが研究開発投資の加速要因となっている。

そしてその研究開発投資の加速が、技術市場の好循環を生み、売上高上昇・収益性上昇を誘発している。といえる。

そして、現在の生産性不安定・非好循環型企業の最も重要な課題は、生産性を継続的に改善させる生産システムの構築である。と示唆される。

4.3 継続的發展課題

- ①1980 年代の好況期を加えることで、好況期から不況期、そして好況期と 3 時代で分析を行うこと。
- ②本研究をベースに、さらにミクロレベルで、例えば代表的な日米の自動車企業 (トヨタ・GM) などにより詳細に分析することでより詳細な結果が得られる。と期待される。
- ③本分析では、自動車産業の内部だけを考慮し分析した。次に考えるべきなのは、供給者である部品メーカーと市場の条件を考慮して分析することが必要である。と考えられる。

参考文献

- [1] Bernadetta Kwintiana Ane, "Optimal Trajectory of Agile Product Development Technology through Effective Utilization of Spillover Technology -Survival Strategy of Japan's Automotive Industry amidst Megacompetition", 平成 14 年度博士論文、東京工業大学。
- [2] 安部忠彦、「なぜ企業の研究開発投資が利益に結びつきにくいのか」、富士通総研研究所 (2003)。
- [3] 小沢修、「企業の研究開発レベルの決定に及ぼす業界構造の影響に関する実証分析」、平成 9 年度修士論文、東京工業大学。
- [4] 科学技術庁、「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的評価法に関する調査」、科学技術庁 (2000)。
- [5] 北村行伸、「パネルデータ分析の新展開」、一橋大学経済研究所 (2002)。
- [6] 経済産業省「我が国及び産業の研究開発活動の動向 ー主要指標と調査データー」、経済産業省 (2001)。
- [7] 経済産業省「我が国及び産業技術に関する研究開発活動の動向 ー主要指標と調査データー 第 6 版」、経済産業省 (2005)。
- [8] 経済団体連合会、「産業技術力強化のための実態調査報告書」、経済団体連合会 (1998)。
- [9] 榎原清則、辻本将晴、「日本企業の研究開発投資はなぜ低下したのか」、内閣府経済社会総合研究所 (2003)。
- [10] 柴田友厚、玄場公規、児玉文雄、「製品アーキテクチャーの進化論」(2001)。
- [11] 総務省統計局、「科学技術研究調査報告」、総務省統計局 (1985~2005)。
- [12] 高山誠、「新製品開発イノベーションの成功と失敗のパラドックス ーコ・エボリューション制約下の日本の医薬品産業の生存戦略」、平成 13 年度博士論文、東京工業大学。
- [13] 藤本隆宏、「生産システムの進化論ートヨタ自動車に見る組織能力と開発プロセス」、白桃書房 (2002)。
- [14] 藤本隆宏、「能力構築戦争」、中央公論新社刊 (2003)。
- [15] 松浦克己、コリン・マッケンジー、「EViews による計量経済学入門」、東洋経済新報社 (2005)。
- [16] 松本清文、「キャノンの多角化戦略の技術構造分析」、平成 15 年度博士論文、東京工業大学。
- [17] 渡辺千仞、「技術革新の計量経済分析ー研究開発活動の生産性・収益性の分析と評価」、日科技連 (2001)。