

技術革新，企業規模，および自動車排出ガス規制*

—「シュムペーター仮説」の再検討—

村上 直 樹

第1節 序

技術革新に関する「シュムペーター仮説」の妥当性を検証することは、1960年代から今日に至るまで産業組織論における主要なテーマの1つであった。「シュムペーター仮説」は一般に「大企業は小企業に比べてその規模格差以上に活発な技術革新を行なう」という表現で要約され、技術革新の担い手としての大企業の役割の重要性を主張するものと理解されている¹⁾。この仮説の妥当性を統計的に検証するために、企業レベルのクロスセクションデータを用いた分析が数多くなされてきたが、諸研究から得られた分析結果はまちまちであり、企業規模と技術革新の担い手との関係について明確な結論を得ることはできなかった(包括的なサーベイについては Kamien and Schwartz [14] 参照)²⁾。

シュムペーターはこの仮説の主張をその著書『資本主義・社会主義・民主主義』(Schumpeter [24])の中で展開しているが、他方で『経済発展の理論』(Schumpeter [23])においては次のように述べている。『「新結合の遂行」は困難であり、た

だ一定の能力をもった人々にのみ可能である。…しかしいったん1人あるいは数人のものが成果を挙げて先駆するならば、多くの困難は除去される。これらの先駆者に他の人々が続くことができる」(邦訳下巻 pp. 218-19)。そこに描写されているのは、新しい技術の創造とそれに続く模倣過程とからなる動態的变化であり、それは経済社会に対するシュムペーター自身の基本的認識を反映したものと見えよう。したがって、シュムペーターは企業規模と技術革新の担い手との関係についても、『経済発展の理論』に示された自らの体系と整合的な形で把えていたと思われる。そうした把え方とは次のようなものであろう。

一般にある特定の技術分野において新しい技術が要請される初期の段階では、独創的かつ革新的技術の開発をめざした基礎研究が必要とされる。そこでは小規模な研究開発(R&D)投資の収益性は低くかつそのリスクは大きい。その結果、規模の利益を享受し得る大企業が技術革新に対して主導的役割を果たす。しかしながら、当該技術をめぐる開発競争が次第に活発となり産業全体に技術的知識が蓄積されてくるにつれて、技術革新の内容は既に存在する技術を参考にできるという広い意味での模倣的性格を持つようになる³⁾。したがってこの局面になると小規模なR&D投資の収益性も高まり、技術革新の担い手としての小企業の相対的な地位が上昇してくると考えられる⁴⁾。

* 本稿の作成に当っては 大塚啓二郎助教授(東京都立大学)、叶芳和氏(国民経済研究協会)、本間正義助教授(小樽商科大学)、後藤晃教授(成蹊大学)、武蔵武彦助教授(千葉大学)、下川浩一教授(法政大学)、植草益教授(東京大学)、および本誌のレフェリーより貴重な御助言をいただいた。記して感謝の意を表わしたい。

1) 同様の主張は Galbraith [6] にも見られる。なお、「シュムペーター仮説」としてもう1つ別に、独占的な市場ほど多くの技術革新を産み出すという主張がある。

2) 最近の研究としては例えば Bound 他 [3] をあげることができる。また、日本についての研究には今井 [10]、土井 [5]、箱田・井口・田中 [8]、植草 [29] 等がある。

3) 技術の内容についての創造的あるいは革新的および模倣的という表現はあくまで相対的なものである。

4) Scherer [22] はシュムペーターに従って動学的フレームワークの中で、技術革新に関わる諸問題を考察している。また、Kaplinsky [16] は産業発展と技術革新の担い手の変化に注目しているという点で本稿に近い分析である。理論分析としては近年「シュムペ

すなわち、技術の分野をある範囲に限定するなら、そこでの技術革新の性格は創造的なものからより模倣的なものへと変化するため、技術革新の相対的な担い手が大企業から小企業へと移っていくという仮説が2つの著書を通じたシュムペーターの主張から導かれるのである。

本稿では戦後日本の自動車産業を対象としてこの仮説を検証する。日本の自動車産業における技術革新の重要なエポックは、政府の自動車排出ガス規制によって要請された排出ガス低減技術の開発であった。したがって本稿では排出ガス低減技術の開発をめぐる大企業と他の企業との間の技術開発競争の実態に分析の焦点が当てられる⁵⁾。

以下続く第2節では自動車産業の中心的技術である内燃機関に関する技術に焦点を合わせ、技術革新の内容が、高出力化、燃費改善等、従来からの開発目標に沿ったものから、新たに自動車排出ガス規制を契機として注目されるようになった排出ガス低減技術へと移行したことを指摘する。第3節、4節では技術革新の担い手としての大企業と小企業の相対的役割が技術革新競争の局面の変化とともに変化したか否かを検討する。まず第3節では排出ガス低減と直接関係のない従来からの技術革新については小企業が次第にその主要な担い手となったことが明らかにされる。続いて第4節では技術水準の指標として燃料消費率を用いた分析を行ない、排出ガス低減技術に関しても小企業が次第に大企業に追いついていくという過程の

ーター的競争(Schumpeterian Competition)あるいは「シュムペーター動学(Schumpeterian Dynamics)」といった標題の下でなされている一連の研究が重要である(Nelson and Winter [19], Iwai [11], [12] 等)。さらに経営学の文献であるが、自動車産業の発展と技術革新の性格の変化を分析したAbernathy [1] も忘れることはできない。

5) 本稿が対象とする技術革新競争は政府の規制によって誘発されたという点で、シュムペーターのいわゆる「創造的破壊」の過程とはやや異なる。なお、公的規制が技術開発に与えた影響を医薬品産業と安全規制を対象に分析した研究としてVernon and Gusen [31], Grabowski, Vernon and Thomas [7], 等がある。とくに前者においては安全規制が強化された結果、新薬開発に果たす大企業の相対的役割が高まったことが指摘されている。

存在したことを示す。結論と要約は最後の第5節で述べる。

第2節 排出ガス規制と技術革新

日本の自動車産業は第二次世界大戦後しばらく政府による手厚い保護育成政策の下に置かれていたが、1960年代半ばに乗用車の輸入が自由化されたころには欧米の自動車産業とほぼ肩を並べるまでに成長したと言われている⁶⁾。同じころから輸出も急増し始めるが、とくに国内でも所得水準の上昇を背景に、乗用車に対する個人需要が著しい伸びを見せるようになった。それに対応して自動車各社は乗用車専用工場を相次いで建設し、以後、自動車産業全体が本格的な企業間競争の時代へと入っていくのである。四輪車全体の実質生産額は1960年代を通じて年率25%の高い成長を遂げ、1970年代前半に第1次オイルショックの影響を受けて一時的にマイナス成長を経験したものの、同後半には再び年率14%の高成長を達成している⁷⁾。本節以下ではこうした日本の自動車産業を特徴づける内燃機関に関する技術革新の変遷について検討する。

技術革新に関する実証分析を進める上で常に問題となるのは、技術革新の程度の指標として何を选ぶかということである。本稿では特許件数および実用新案件数を採用することにした。特許件数を技術革新の指標とすることには問題点も多く指摘されている(Comanor and Scherer [4] 参照)が、特許および実用新案には技術分野別に分類がなされているという長所が存在する。例えばR&D支出額を技術分野別に把握することはほぼ不可能に近い。

本稿では排出ガス規制の影響を検討するため、対象とする技術分野は排出ガス低減技術が含まれる内燃機関に関するものに限定した。具体的には1979年まで日本で採用されていた日本分類にお

6) 以下の叙述は上野・武藤[30]、天谷[2]、自動車技術会[13]を参考にしている。

7) (社)日本自動車工業会『自動車統計年報』。デフレーターは日本銀行調査統計局『物価統計年報』より輸送用機械卸売物価指数(1980年=100)を用いた。

図1 特許・実用新案総数(3ヵ年移動平均)の推移とNO_xの規制強化の過程

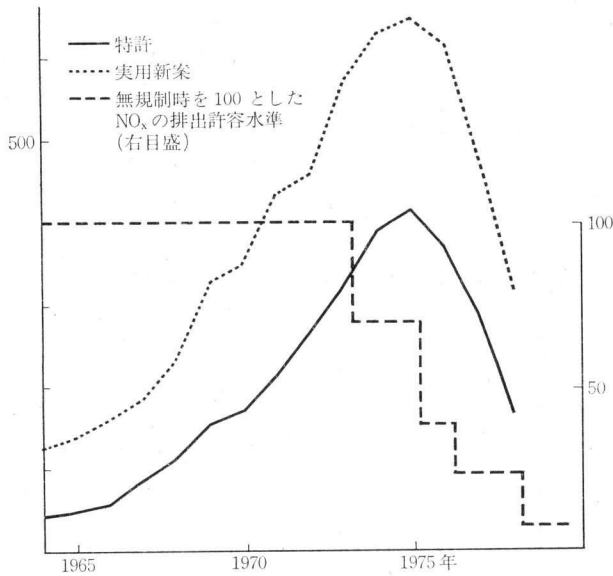
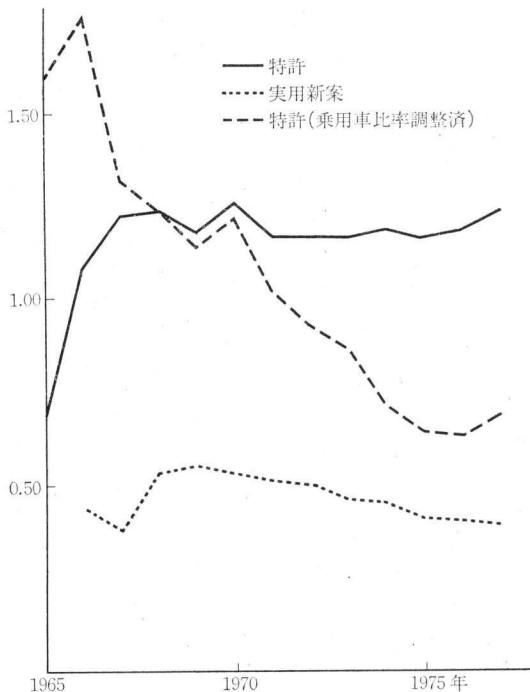


図2 規模弾性値の推移



ける第51類「内燃機関」および1980年から採用されている国際分類の対応する項目に該当する特許および実用新案を分析の対象とした⁸⁾。

特許については出願され、審査を経て出願公告がなされた時点でデータとしての収集が可能であるが、出願から公告までの審査期間の長さが個々の特許によって異なるため、本稿では公告された特許を出願された年次に遡って、特許権者となっている企業別に集計した。資料としては『特許出願公告目次』(特許庁)の各年版を用いた。

実用新案は特許と同じく工業所有権の一種であるが、より簡単な工夫に対して付与される。権利の存続期間も特許が15年間であるのに対して実用新案は10年と短い。実用新案は改良的な工夫を多く含むと言われており、次節ではその担い手について特許の場合との比較を試みる。

集計方法は特許の場合と同様であり、

資料としては『実用新案出願公告目次』(特許庁)を用いた。

図1に示されたのは本稿で標本として選んだ完成車メーカー11社の年間特許総数(実線)および実用新案総数(点線)の推移である(いずれも3ヵ年移動平均値)。この図に示された状況を大きく規定したと考えられるのが、自動車排出ガス規制の実施を契機として開発されるようになった排出ガス低減技術の動向である⁹⁾。

自動車の排出ガスはアメリカでは既に1950年代からその有害性が問題とされていたが、1960年代に入るとまず州レベルの法律によって規制の対象となった。そして、1970年には改正大気浄化法(いわゆるマスキー法)が成立し、連邦政府の規制体系も確立された。日本でも1960年代後半から

8) 日本分類と国際分類を完全に対応づけることは極めて困難である。したがってデータの接続上若干の問題は残る。

9) 自動車の排出ガス規制については林[9]、環境庁大気保全局自動車公害課[15]、斉藤・五味[21]、嶋村・山口・清水[25]、日本自動車会議所他『自動車年鑑』(とくに昭和50年度版)、特許庁[26]、[27]、植草[28]を参考にした。

規制が始まり、1970年代初めには環境庁が設置されたのに続いて中央公害対策審議会の答申が出され、主として乗用車を対象とする排出ガス規制が本格的に実施されるようになった。

より具体的には排出ガス中の有害物質であるCO(一酸化炭素)、HC(炭化水素)、およびNO_x(窒素酸化物)の量を一定基準値以下に抑えることが義務づけられたのである。1972年10月には1975年度および1976年度から適用される目標基準値が告示された。その後1974年12月になって、1978年度までの2年間はより緩やかな暫定基準を適用するという部分的後退が見られたものの、1978年度には当初の目標基準値が実施に移され、乗用車に関する日本の排出ガス規制は1つの段階を終了したとみなされている。当時の自動車各社は次第に強化される基準値をクリアすべく、技術開発に努めたのである。そして1978年度規制対策技術にめどが立つと、そうした排出ガス低減技術の開発は急速に減少していくこととなった(特許庁[26]参照)。

排出ガス規制が自動車産業にとって新しいアイディアの創出を促すものであったことをアバナシーは次のように表現している。「政府による排出ガスあるいは安全性規制に対する1つの見方は、それらが技術者の直面している状況に新たな性能上の次元(performance dimensions)をつけ加えるというものである」(Abernathy [1] p. 77)。また、特許庁[26]によると、燃焼方法についても「(内燃)機関の燃焼過程におけるこのように微量な有害成分の発生を抑制するには従来の……マクロ的見方と異なり、燃焼を細かく解析するミクロ的見方が必要となる」(同書p. 63。ただし、括弧内は引用者)と指摘されている。これらの引用文からわかるように、自動車技術者は内燃機関の基本的原理にまで遡って研究することを要求され、また例えば排出ガスの「後処理」に用いる適当な触媒を開発することなど、化学の分野に属する研究にも取り組まざるを得なくなった。

とくに重要なのはNO_xの排出量規制である。NO_xに対する規制はCO、HCに対する規制と技術開発に与える影響が大きく異なる。COとHCは

燃料の不完全燃焼が原因で発生する。したがって高温で効率よく燃焼させればその生成が防止できる。すなわち、COとHCの排出量低減は内燃機関に関する昔からの課題であった熱効率の向上と一致する。そして熱効率の向上は高出力化、燃費改善といったエンジン性能の向上に結びつくのである。

これに対してNO_xは完全燃焼下で生成され、燃焼温度を下げることによってNO_xの排出量を低減させることは熱効率の向上と矛盾する。したがって、エンジンの性能をできるだけ低下させずに、NO_xの排出量をいかに抑えるかが新たな開発目標となった。その意味でNO_xの規制強化は正に新しい発想を要請したのである。その結果、排出ガスの一部を吸気側に還流することによって燃焼温度を下げるEGR(Exhaust Gas Recirculation=排出ガス再循環)や、CO、HC、およびNO_xを同時に処理する有力な手段である三元触媒等、新しい技術が開発・採用されるようになった。

図1の破線はこのNO_xに対する規制強化の過程を無規制時を100とした排出許容水準によって示している¹⁰⁾。NO_xの規制は1970年7月に実施が予告された1973年度規制に始まり、その後年々強化されて1978年度規制においては無規制時に比べて92%の削減が義務づけられた。それに対応するかのように特許、実用新案総数は1970年代に入ってから急増し、その後半には激減している。そこでは技術の内容も個々の発明の組み合わせ、あるいは排出ガス発生因子の複合的制御等、それまでに開発された技術に基づくものが多くなった。

以上を要約すると戦後日本の自動車産業が直面した技術的状况について次のように言うことができる。内燃機関に関する技術開発は従来から、高出力化、燃費改善等を目標に進められてきた。しかしながら、排出ガスの有害性がクローズアップ

10) 日本自動車会議所他『自動車年鑑』の昭和50年度版p. 52の図に筆者が加筆した。なお、1976年度規制については1トンを超える車と1トン以下の車に適用された規制値の平均である(この点については第4節参照)。

され政府による規制が実施されると, 自動車各社は新たに排出ガス低減のための技術を開発する必要に迫られることになった. 図1に示された特許総数および実用新案総数の推移からは, 大別して2種類の異なるタイプの技術が開発された傾向を明確に読みとめることは必ずしも容易ではない. にもかかわらず, 技術開発の実態を踏まえるならば, 排出ガス低減に関する技術革新のウェイトが1970年代に入ってから高まり, それとは逆に旧来からの目標に関わる技術革新のウェイトが次第に低下していったと判断できる. 続く2つの節では, こうした状況下の自動車産業において技術革新の担い手が変化したか否かを検討する.

第3節 技術革新の進展と「シュムペーター仮説」

本節では戦後日本の自動車産業において, 技術革新の担い手としての大企業と小企業の相対的役割に変化が生じたか否か, 言い換えるなら伝統的解釈に基づく「シュムペーター仮説」の妥当性が技術革新の進展とともに変化したか否かを検証する. その目的のために技術革新の程度の指標と企業規模の間の統計的関係を企業レベルのクロスセクションデータを用いて分析する.

技術革新の程度の指標には前節と同じく特許件数および実用新案件数を用いる. 企業規模の指標には各社の四輪車売り上げ高を採用した. 四輪車の中には大きく分けて乗用車, トラック, バスが含まれ, それらの製品としての代替性は決して高くはない. しかしながら, 内燃機関に関する技術については, それらの間には技術適用の面でかなりの共通性があると考えられる. そこで, R & D活動に対応する企業規模という意味から四輪車全体の売り上げ高を選んだのである.

自動車排出ガス規制の実施が及ぼした影響を分析するために, 当時の規制が四輪車の中でも主として乗用車を対象として実施されたという事実注目したい. バス, トラックについては対策技術の開発が困難であること等を理由に規制の対象からはずされるか, あるいはより緩やかな基準が適用されるに留まった. したがって, 乗用車の生

産・販売に多くを依存する企業ほど規制の影響を受けて技術開発を積極的に行なったと考えられる. この仮説の妥当性を検証するため, 当該企業の四輪車生産額全体に占める乗用車生産額の比率を算出し, 特許件数あるいは実用新案件数との関係を検討することにした¹¹⁾.

以上の議論を踏まえて本節では次の回帰式を計測する.

$$(1) \quad \left. \begin{array}{l} \log P \\ \log U \end{array} \right\} = e + \beta \log S$$

$$(2) \quad \left. \begin{array}{l} \log P \\ \log U \end{array} \right\} = e' + \beta' \log S + \alpha PCR$$

ただし, P は特許件数, U は実用新案件数である. また, S は四輪車売り上げ高(単位: 百万円)を, PCR は乗用車比率を, e および e' は定数項を表わす.

これらの式で示された両対数型の弾性値分析は「シュムペーター仮説」を統計的に検証するための最も基本的な定式化である(Worley [32]). すなわち, β および β' が技術革新の程度の指標に関する企業規模弾性値であり, 推定結果が $\beta > 1$ ($\beta' > 1$) となるなら, 大企業はその規模格差以上に技術革新を活発に行なうという「シュムペーター仮説」の妥当性が支持されることになる¹²⁾.

前節で述べたように1960年代以降の自動車各社は乗用車の生産を増加させることによって企業規模を拡大してきた. その結果, 規模の大きい企

11) 製品別に売り上げ高データをとることが困難であったため, 以下の手続きで推定した生産額を用いた.(社)日本自動車工業会『自動車統計年報』には乗用車(普通, 小型, 軽), トラック(普通, 小型, 軽), バス(大型, 小型)別に各社生産台数とそれぞれの製品の総生産額が記載されている. そこで総生産額を総生産台数で割った値を各製品の単価とみなして, 各社の製品別生産額を推定した.

12) 大企業の方がR & D活動の収益性が高く, 技術革新により積極的となり得る理由として, 創造された新知識は同一企業内では公共財的性格を持つから, それを利用できる資本設備が多く, すでに広い販売網を有している大企業ほど多くの便益を期待できること, また, 大企業は多くの研究員を雇用しており, 研究員相互に外部経済が働いてR & D活動の効率性が高いこと等があげられている. ただし, 組織上の問題等, 大企業にとって不利な要因もあることは言うまでもない(Kamien and Schwartz [14] 参照).

業ほど乗用車比率が高いという傾向があった¹³⁾。したがって、規模が大きい(小さい)ということには乗用車比率が高い(低い)ことの効果が含まれている。(1)式ではこのように複合的な意味を含んだ規模弾性値(β)を推定することになる。それに対して(2)式では乗用車比率(PCR)を説明変数として追加することによって、その効果を調整した規模弾性値(β')が推定される。

従来多くの研究は基本的に(1)式をある1時点について計測するものであった。それに対して本稿では(1)式と(2)式を年々計測して、係数の時系列を求める¹⁴⁾。対象年次は1963年から1979年までの17年間である¹⁵⁾。標本企業は分析期間を通じて存続していた完成車メーカー11社であり¹⁶⁾、1963年とはそれらの企業全てが四輪車市場への参入を果たした年である。

本節では(1)式と(2)式の係数推定値に関して次の4つの仮説を検証し、そのことを通じて技術革新の担い手と企業規模に関する仮説を検証する。まず第1に排出ガス規制が技術開発競争に与えた影響が重要であるとするなら、(2)式における乗用車比率(PCR)の係数 α はとりわけ1970年以降、正で有意な値をとるはずである。

次にもし第1の仮説が妥当し、排出ガス規制の影響のために乗用車比率(PCR)が技術革新に対して正の効果を持つならば、乗用車比率(PCR)の違いを調整した(2)式の規模弾性値(β')は規制の影

13) 乗用車比率(PCR)を被説明変数として、四輪車売り上げ高の対数値($\log S$)を説明変数とした単回帰分析を行なった結果、決定係数(R^2)は分析期間の全ての年について0.3以上であり、いずれも5%水準以上の有意性を示した。

14) Mansfield [17]は特定の産業を対象に規模弾性値のトレンドを求めているが、そこでは傾向的变化は検出されていない。

15) すでに述べたように特許の出願から公告までにはラグが存在するため、1983年12月の『目次』まで調べて得られるデータは1979年の出願までである。

16) 標本企業の中には二輪車部門の大きい企業が2社ある。「内燃機関」の特許には二輪車のエンジンに関する技術が含まれているので、そうした企業については二輪車売り上げ高も含めて企業規模の指標とした。また、1969年以前には船舶部門の非常に大きい企業が存在した。この企業についてはやむを得ず標本から除いた。

響をある程度取り除いた場合の企業規模と技術革新の担い手との関係を示していると考えられることができる。言い換えるなら、(2)式の規模弾性値(β')は高出力化、燃費改善等、排出ガス低減とは直接関係のない従来からの開発目標に対応した技術革新の担い手と企業規模の関係を推定していると解釈することができる。そしてもし、シュムペーターの主張に基づく企業規模と技術革新の担い手に関する仮説が正しいとするならば、1970年代において、排出ガス規制の効果を調整した(2)式における規模弾性値(β')の推定値は(1)式の規模弾性値(β)の推定値よりも小さいはずである。なぜならば、仮説に従うと旧来からの技術革新競争は既により模倣的になっているために、小企業の相対的役割が大きく β' が小さいと考えられるのに対して、排出ガス低減技術という創造的技術革新への効果をも反映する β はより大きくなると期待されるからである。

第3に同じく仮説の主張に従って、技術革新の進展とともに模倣的色彩がますます強まるならば、 β' の推定値は時間とともに小さくなるはずである。そして第4番目として、改良的な発明を含むと考えられる実用新案に関する規模弾性値は特許に関する規模弾性値より小さいと予想される。

標本企業は通常の意味ではいずれも大企業と言えるかもしれないが、例えば1970年の売り上げ高をとると最大企業と最小企業との間には約12倍の違いがある。本稿ではあくまで相対的な意味で大企業、小企業という言葉を用いる。なお、特許件数および実用新案件数について、単年ではゼロの値をとる標本があるため、推定に当たっては特許件数および実用新案件数については5ヵ年移動和の値を、四輪車売り上げ高および乗用車比率については5ヵ年移動平均値を用いた¹⁷⁾。

まず、(1)式において被説明変数を特許件数(P)とした場合の結果を考察する(表1と図2(p.327))

17) それでもなお、特許、実用新案件数がゼロの値をとる企業が分析期間の初期に存在する。それを除いたため標本数は年次によって若干異なる。5ヵ年移動平均をとるため各年の売り上げ高は実質化している(デフレーターについては注7)参照)。なお、実際の計測期間は1965年から1977年までの13ヵ年となった。

表 1 規模弾性値の推移(乗用車比率を除く推定結果)

年	特 許			実 用 新 案		
	標本数	規 模 弾 性 値	R ²	標本数	規 模 弾 性 値	R ²
1965	8	0.68 (1.38)	0.24	9	-0.26 (-0.54)	0.04
66	9	1.09* (2.05)	0.38	10	0.44 (0.80)	0.07
67	10	1.23* (2.86)	0.50	10	0.38 (0.77)	0.07
68	10	1.24** (3.11)	0.55	10	0.54 (1.20)	0.15
69	10	1.18** (3.67)	0.63	10	0.56 (1.37)	0.19
70	10	1.26** (3.64)	0.62	10	0.54 (1.46)	0.21
71	10	1.17** (4.01)	0.67	10	0.52 (1.63)	0.25
72	11	1.17** (4.05)	0.65	11	0.51* (1.90)	0.29
73	11	1.17** (4.31)	0.67	11	0.47* (1.97)	0.30
74	11	1.19** (4.11)	0.65	11	0.46* (2.09)	0.33
75	11	1.17** (4.42)	0.69	11	0.42* (2.04)	0.32
76	11	1.19** (4.88)	0.73	11	0.41* (2.11)	0.33
77	11	1.24** (5.48)	0.77	11	0.40* (2.01)	0.31

注) 括弧内は t-値. ** 1%水準で有意な係数. * 5%水準で有意な係数. R²: 決定係数.

の実線参照). 規模弾性値(β)は1966年以降時間を通じて極めて安定している. いずれの年次の規模弾性値も1をやや上回っており, 1との有意差は統計的には支持されないものの, 技術革新について大企業がやや有利であるという傾向が続いてきたことがわかる¹⁸⁾.

次に同じ(1)式において被説明変数として実用

18) 規模弾性値(β)が時間を通じて安定していることを統計的に検証するため, 1966年(1964年から1968年までの平均), 1971年(1969年から1973年までの平均), および1976年(1974年から1978年までの平均)の3ヵ年について規模弾性値相互の有意差検定を試みた. 結果は注表1に示してある. この表の左上の欄には1966年の弾性値から1971年の弾性値を引いた値が, t-値とともに示されている. いずれの年次の弾性値の間にも有意な差は認められない.

注表 1 特許の規模弾性値の変化の有意差検定

	1971年	1976年
1966年	-0.08(-0.15)	-0.10(-0.20)
1971年		-0.02(-0.05)

注) 例えば1行1列の欄は [(1966年の弾性値)-(1971年の弾性値)]. 括弧内は t-値.

新案件数(U)を用いた場合について検討する(表1および図2の点線参照). この場合も規模弾性値(β)は時間を通じて安定している. ただしその水準は1をかなり下回っており, とくに1972年以降はいずれも5%以上の有意水準で1を下回っている. すなわち, 改良的な工夫については小企業がその担い手であったという仮説の妥当性が支持されていると考えられる. また, 表1あるいは図2による特許に関する規模弾性値は実用新案に関する規模弾性値を常に上回っている. このことは実用新案に現われるような改良的工夫は特許に現われるような発明の場合と比較して, 小企業の果たす相対的役割が大きいという仮説の妥当性を示すものである. そしてもし改良的工夫にはより模倣的要素が含まれているとするならば, この推定結果は模倣的性格を持つ技術革新ほどその担い手としての小企業の役割が大きいという仮説の妥当性に, 1つの傍証を与えていると解釈することができる¹⁹⁾.

続いて(2)式の推定結果に移る. まず特許件数(P)を被説明変数とした場合の結果から検討する(表2および図2の破線参照). 乗用車比率(PCR)の係数(α)は1972年から徐々に正で有意性を増し, 1974年以降は5%水準以上で有意である. この結果は乗用車を主たる対象とした排出ガス規制が強化されると, 乗用車の生産に多くを依存している企業ほど技術革新に積極的となったという仮説を支持するものである. 規模弾性値(β)は分析期間を通じて顕著な低下傾向を示している²⁰⁾. 弾性値の水準については統計的に有意ではないが

19) 注表2には特許に関する規模弾性値と実用新案に関する規模弾性値との間の有意差を1966年, 1971年, および1976年について検定した結果を示した. とりわけ1976年については1%水準での有意差が存在し, 仮説の妥当性が統計的にも支持される.

注表 2 特許の弾性値と実用新案の弾性値の有意差検定

1966年 0.65(0.64)	1971年 0.65(1.74)	1976年 0.78**(3.98)
------------------	------------------	--------------------

注) 括弧内は t-値. ** 1%水準で有意な差のあることを示す.

20) 1966年, 1971年, および1976年の規模弾性値相互の有意差検定を行なった結果が注表3である. この表によると, 1976年の規模弾性値は1966年の規模弾性値を5%水準で有意に下回っており, 規模弾性値が低下傾向にあったことが統計的にも確認できる.

表 2 規模弾性値の推移(乗用車比率を含む推定結果)

年	特 許				実 用 新 案			
	標本数	規模弾性値	乗用車比率	R ²	標本数	規模弾性値	乗用車比率	R ²
1965	8	1.60 (1.29)	-0.04 (-0.81)	0.33	9	0.07 (0.12)	-0.02 (-1.03)	0.18
66	9	1.77* (2.76)	-0.04 (-1.60)	0.56	10	0.38 (0.48)	0.003 (0.10)	0.07
67	10	1.32* (2.17)	-0.01 (-0.23)	0.51	10	0.10 (0.15)	0.02 (0.63)	0.12
68	10	1.24* (2.29)	-0.003 (-0.02)	0.55	10	0.20 (0.34)	0.02 (0.95)	0.25
69	10	1.14* (2.70)	0.002 (0.16)	0.63	10	0.21 (0.44)	0.02 (1.21)	0.33
70	10	1.22* (2.71)	0.002 (0.16)	0.63	10	0.26 (0.58)	0.02 (1.11)	0.33
71	10	1.02* (2.78)	0.008 (0.72)	0.69	10	0.23 (0.62)	0.02 (1.38)	0.41
72	11	0.93* (2.70)	0.01 (1.24)	0.70	11	0.20 (0.68)	0.02* (1.88)	0.51
73	11	0.87* (2.82)	0.02 (1.63)	0.76	11	0.18 (0.69)	0.01* (1.89)	0.52
74	11	0.72* (2.55)	0.02* (2.69)	0.82	11	0.16 (0.65)	0.01* (2.02)	0.55
75	11	0.65* (2.66)	0.02** (3.26)	0.86	11	0.07 (0.33)	0.02* (2.37)	0.60
76	11	0.64** (2.97)	0.03** (3.74)	0.90	11	0.08 (0.34)	0.02* (2.14)	0.57
77	11	0.70** (3.22)	0.02** (3.49)	0.91	11	0.07 (0.27)	0.01 (1.82)	0.51

注) 括弧内はt値, **1%水準で有意な係数, *5%水準で有意な係数, R²: 決定係数.

相対的な意味で、分析期間の初期には「シミュレーター仮説」がより妥当するような状況が存在し、その後次第に小企業の技術革新の担い手としての地位が向上したと言えるであろう。

次に同じ(2)式において実用新案件数(U)を被説明変数とした場合の結果を見る。乗用車比率(PCR)の係数(α)は特許を被説明変数とした場合とほぼ同様に1972年ごろから正で有意な値を示している。また、規模弾性値(β)は分析期間を通じて0との有意差を失ってしまう(そのため図2に示すことは省略した)。

以上のように、複合的な規模の効果を反映した(1)式の規模弾性値(β)は時間を通じて安定していたのに対して、乗用車比率(PCR)を調整した後の

注表 3 特許の乗用車比率調整弾性値の変化の有意差検定

	1971年	1976年
1966年	0.75(1.28)	1.13*(1.85)
1971年		0.38 (0.57)

注) 例えば1行1列の欄は [(1966年の弾性値)-(1971年の弾性値)], 括弧内はt値.

* 5%水準で有意な差のあることを示す.

規模効果を反映した(2)式の規模弾性値(β)は、とりわけ特許件数を技術革新の程度の指標とした場合に、時間を通じて低下傾向を示した²¹⁾。こういう違いが生じるのは、乗用車比率(PCR)が特許件数に正の効果を持つようになったため、(1)式の規模弾性値(β)にはその効果がバイアスとして含まれているからであろう。すなわち、(2)式の推定結果からわかるように、もし乗用車比率(PCR)が各企業で同じなら、小企業が相対的に重要となったが、現実には乗用車比率は同じではなく大企業の方がより高いため、排出ガス低減技術の開発を促す乗用車比率の効果と“純粋な”規模の効果が加法的に重なり、(1)式の推定結果のように1を上回る規模弾性(β)値が得られたと考えられる。

第4節 燃料消費率と企業規模

本稿でその検証を試みている仮説は、ある特定の技術に関する技術革新が要請されるようになった当初は企業が創造的技術革新の中心的な担い手となるが、やがて技術の模倣が重要になると考えられるため技術革新の担い手が小企業へと移っていくというものである。そして前節の特許および実用新案を用いた分析によって、間接的ではあるがこの仮説の妥当性を支持する結果が得られた。本節ではそうした分析結果をさらに補強するために、燃料消費率(燃費)のデータを用いて、技術革新の創造と模倣のプロセスの重要性を解明する。

21) 両者の間の統計的な有意差を1966年、1971年、および1976年に限って検定してみると1976年には(2)式の規模弾性値(β)が、(1)式の規模弾性値(β)を1%水準で有意に下回るようになった(注表4参照)。

注表 4 乗用車比率を調整した場合としない場合の特許の弾性値の有意差検定

1966年	-0.68(-0.65)	1971年 0.15(0.40)	1976年 0.55**(2.60)
-------	--------------	------------------	--------------------

注) 括弧内はt値.

** 1%水準で有意な差のあることを示す.

もし、前節の分析結果が正しければ、排出ガス低減に関する技術革新においても、大企業がまずリードし、やがて小企業が追いついてくるという創造と模倣のプロセスが存在したはずである。

ところで、すでに述べたように排出ガスの量とエンジンの性能との間にはトレードオフの関係がある。とくに重要なのが NO_x の排出量と燃費の間のトレードオフである。とりわけ 1973 年末のオイルショックを経た後には燃費に対する関心が高まり、各社の技術開発の課題は燃費を悪化させることなく、排出ガス規制値をクリアすることにあった。

また、1975 年には規制の方式がそれまでの濃度規制から重量規制へと変更された。濃度規制とは排出ガス中の有害物質の濃度を一定基準以下にすることを義務づけるものであり、重量規制とは有害物質の排出量を 1 キロメートル走行当り何グラム以下に抑えるというものである。一般に重量の多い車ほど排出ガスの量が多いから、重量規制が採られると、たとえ規制値が同じであっても重量の多い車ほど厳しい規制が課せられたことになる。実際、規制値の水準は原則として車両重量に関わりなく一律に定められた。

以上のことから、重量の等しい車に関しては、燃費が良い車を生産している企業ほど排出ガス低減に関する技術の水準が高いと言える。本節では燃費と企業規模との関係を NO_x の規制が強化された時期を対象に検討し、前節の分析結果が排出ガス低減を目指した技術革新の下でも妥当していることを検証する。

その目的のために次の回帰式を推定した。

(3) $\log FE = a_0 + a_1 \log S' + a_2 \log w + a_3 DY$
ただし、 FE は燃費を表わす。単位はガソリン 1 リットル当たりの走行可能キロ (km/l) であり、値の大きいほど燃費が良好であることを意味する。 S' は企業規模の指標としての乗用車生産額 (単位: 10 億円)²²⁾、 w は等価慣性重量 (単位: kg)、すなわち、車両重量に乗員 2 人分に当たる 110 kg を加えた重量である。排出ガス規制値は原則とし

て等価慣性重量に関わりなく同一であるが、1976 年度規制においては暫定措置として等価慣性重量が 1 トンを越える車と 1 トン以下の車との間に規制値の差を設けて、前者が相対的に有利となるよう配慮されている。そこで (3) 式では 1 トンを越える車について 1 の値をとる重量車ダミー (DY) を説明変数として加えた。

燃費 (FE)、等価慣性重量 (w) および重量車ダミー (DY) については乗用車の車種別データが利用可能である。そして各車種のデータに当該車種を生産した企業の乗用車生産額 (S') を対応させ、(3) 式を 3 つの時点のデータを用いて推定した。すなわち、1975 年 11 月末現在のデータ (したがって 1975 年度規制適合車のデータ)、1976 年度規制適合車、および 1978 年度規制適合車のデータを用いた。資料は日本自動車会議所他『自動車年鑑』の昭和 52~54 年度版を用いた。

推定結果は表 3 に示されたとおりである。予想通り等価慣性重量 (w) が小さい車ほど燃費が良い。興味深いのは 1975 年度、1976 年度、1978 年度、と年度を追うごとに等価慣性重量 (w) の係数推定値が絶対値で減少していくとともに、企業規模 (S') の係数推定値がその統計的有意性を失っていく点である。すなわち、規制に適合した重量の等しい車 (したがって実質的にも等しい強度の規制が課せられた車) について比較すると、 NO_x の規制が強化された当初の 1975 年度規制の段階では大企業が生産した車の方が燃費が良好であったが、企業規模との間のそうした関係は 1976 年度、1978 年度と規制がさらに強化される過程で、産業全体としての技術水準が向上するにつれて次第に弱まっていったのである。

燃費に現われる排出ガス低減技術の水準は過去における研究開発の蓄積の結果である。第 2 節で述べたように排出ガス低減技術の開発が始められた当初は、多くの基礎研究が必要とされ、その成果としての創造的発明が要求されたのである。しかしながら次第に技術開発の性格は模倣的要素を持つものへと変化したため、そうした過程で大企業の優位性が徐々に失われていったという仮説の妥当性を本節の分析結果は示唆している。

22) ただし、推定値である。推定方法については注 11) 参照。

表 3 燃料消費率と企業規模

	標本数	企業規模	重量	重量車ダミー	定数項	R ²
1975年度規制	78	0.04** (2.87)	-1.19** (-10.82)	0.10* (2.24)	10.80** (14.51)	0.75
1976年度規制	86	0.02* (1.82)	-1.10** (-14.04)	0.11** (3.41)	10.38** (20.56)	0.85
1978年度規制	106	0.01 (1.22)	-0.93** (-11.18)	0.03 (0.91)	9.35** (17.08)	0.79

注) 括弧内は t-値. **1%水準で有意な係数. *5%水準で有意な係数. R²: 決定係数.

第5節 結論と要約

シュムペーター自身の議論に忠実であろうとするならば、「シュムペーター仮説」における技術革新とは正に先駆的技術の創造をさすと、解釈されなければならない。そして、特定された技術革新競争の過程を通じて、技術の性格は創造的なものから次第に模倣的なものへと変化し、それとともに技術革新の担い手が小企業へと移っていく。こうした考え方が、いわゆる「シュムペーター仮説」をシュムペーター自身の体系の中により正確に位置づけるものと言えよう。

本稿では日本の自動車産業を分析対象として、シュムペーターの主張から導かれた上述のような仮説の統計的な検証を試みた。まず特許件数を技術革新の指標として用いた分析によって、旧来からの課題に対応した技術と新しい排出ガス低減技術の担い手を比べると、前者に関して小企業の相対的役割が大きいという結果が得られた。さらに旧来からの技術革新については、時間の経過に伴う小企業の役割の増大が検出された。最後に燃費で測った排出ガス低減技術の水準についても小企業が次第に大企業に追いついてくるという過程の存在したことが明らかにされた。

こうした統計分析の結果は、もし次の2つの前提、すなわち、(1)初期の革新は後期のものに比べて、より創造的な性格を持つ、(2)大企業の革新活動は小企業のそれに比べてより創造的である、を認めるなら、上述のシュムペーターの主張と整合的なものと解釈することができる。言うまでもなく、これら2つの前提の妥当性はそれ自体、検証を経て判断されるものであり、本稿では不十分であったその論証は今後に残された課題である。

筆者はすでに戦後日本の繊維産業における合成

繊維の開発をめぐる、技術革新の担い手が大企業から小企業へと移っていった事実を確認した(村上[18])。その解釈には十分注意を要するとは言え、少なくとも繊維産業と自動車産業という性格の大きく異なる2つの産業について同様の

現象が見られたことは重要である。両者の分析結果を総合的に評価するなら、技術革新という現象を単に1時点における特許件数や研究開発支出額によって把握するのではなく、技術のライフサイクルという動的な枠組の中で分析することの意味が改めて認識されるのである。

(国民経済研究協会)

参考文献

[1] Abernathy, W. J., *The Productivity Dilemma, Roadlock to Innovation in the Automobile Industry*, The Johns Hopkins University Press, 1978.

[2] 天谷章吾『日本自動車工業の史的展開』亜紀書房, 1982年.

[3] Bound, J., C. Cummins, Z. Griliches, B. H. Hall, and A. Jaffe, "Who Does R & D and Who Patents?" in Z. Griliches, ed., *R & D, Patents, and Productivity*, The University of Chicago Press, 1984, pp. 21-54.

[4] Comanor, W. S., and F. M. Scherer, "Patent Statistics as a Measure of Technical Change," *Journal of Political Economy*, Vol. 77, No. 3 (May/June 1969), pp. 392-8.

[5] 土井教之「企業規模、市場支配力および研究開発」『関西学院大学経済学研究会』第31巻第3号(1977年10月), pp. 99-123.

[6] Galbraith, J. K., *American Capitalism*, Boston: Houghton Mifflin Co., 1952(都留重人監訳, 新川健三郎訳『アメリカの資本主義』ガルブレイス著作集1)TBSブリタニカ, 1980年).

[7] Grabowsky, H. G., J. M. Vernon and L. G. Thomas, "Estimating the Effects of Regulation on Innovation: An International Comparative Analysis of the Pharmaceutical Industry," *Journal of Law and Economics*, Vol. XXI, No. 1 (April 1978), pp. 133-63.

[8] 箱田昌平・井口富夫・田中美生『日本における企業規模と研究開発』(世界経済問題研究叢書第18号)近畿大学世界経済研究所, 1980年.

[9] 林洋「53年へ独自の技術力を結集、排出ガス対策の記録」別冊モーターファン『国産車100年の軌跡』三栄書房, 1978年, pp. 260-8.

[10] 今井賢一「情報・技術・企業規模——展望と若干の実証」今井賢一・村上泰亮・筑井甚吉『情報と技術の経済分析』(研究報告 No. 24)日本経済研究センター, 1970年, pp. 297-339.

- [11] Iwai, K., "Schumpeterian Dynamics, An Evolutionary Model of Innovation and Imitation," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 5, No. 2 (June 1984), pp. 159-90.
- [12] —, "Schumpeterian Dynamics, Part II, Technological Progress, Firm Growth and 'Economic Selection,'" *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 5, No. 3-4 (September-December 1984), pp. 321-51.
- [13] (社)自動車技術会『日本の自動車技術 20 年史』自動車技術会, 1969 年.
- [14] Kamien, M. I., and N. L. Schwartz, *Market Structure and Innovation*, Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- [15] 環境庁大気保全局自動車公害課(編)『自動車排出ガス低減の軌跡——低減技術の理論と実際』ぎょうせい, 1976 年.
- [16] Kaplinsky, R., "Firm Size and Technical Change in a Dynamic Context," *Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXII, No. 1 (September 1983), pp. 39-59.
- [17] Mansfield, E., *Industrial Research and Technological Innovation*, New York: W. W. Norton & Company, Inc., 1968.
- [18] 村上直樹「技術革新と市場構造の変遷——戦後日本の繊維産業」『経済研究』第 37 巻第 1 号(1986 年 1 月), pp. 34-42.
- [19] Nelson, R. R., and S. G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- [20] 日本自動車会議所・日刊自動車新聞社(編)『自動車年鑑』日刊自動車新聞社.
- [21] 齊藤孟・五味努(監修)『自動車と環境』(自動車工学全書 17)山海堂, 1980 年.
- [22] Scherer, F. M., *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, MIT Press, 1984.
- [23] Schumpeter, J. A., *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*, 2. Aufl., Leipzig: Duncker & Humboldt, 1926 (塩野谷裕一・中山伊知郎・東畑精一訳『経済発展の理論』上・下, 岩波書店, 1977 年).
- [24] —, *Capitalism, Socialism and Democracy*, Third Edition, New York: Harpe & Brothers, 1950 (中山伊知郎・東畑精一訳『資本主義・社会主義・民主主義』上・中・下巻, 東洋経済新報社, 1962 年).
- [25] 嶋村晴夫・山口降章・清水固『自動車排ガス公害——その実態と対策』化学工業社, 1971 年.
- [26] 特許庁(編)『特許からみた内燃機関技術』発明協会, 1981 年.
- [27] —(編)『工業所有権制度百年史』下巻, 1985 年.
- [28] 植草益『排ガス規制対策車の開発および生産のコスト』(文部省, 特定研究・自動車排気浄化に関する基礎研究), 1978 年.
- [29] —『産業組織論』筑摩書房, 1982 年.
- [30] 上野裕也・武藤博道「自動車」熊谷尚夫(編)『日本の産業組織 I』中央公論社, 1973 年.
- [31] Vernon, J. M., and P. Gusen, "Technical Change and Firm Size: The Pharmaceutical Industry," *Review of Economics and Statistics*, Vol. LVI, No. 3 (August 1974), pp. 294-302.
- [32] Worley, J. S., "Industrial Research and the New Competition," *Journal of Political Economy*, Vol. 69, No. 2 (April 1961), pp. 183-6.