

1

イノベーションは経済発展の源泉である。1970年代から80年代にかけて飛躍的な成長を遂げたわが国の先端技術産業を支えたのは、製品面、製造プロセス面での多様な技術革新に他ならない。本論文は、半導体、集積回路、コンピュータ等の先端技術産業における技術革新と市場構造との相互関係を考察し、技術進歩のパターンとその変化を計測しようとするものである。

産業組織論においては、市場成果としての技術進歩が、市場構造によって規定されるという視点から分析され、市場行動としての技術革新との関係は必ずしも明示的に扱われてこなかった。しかしながら、技術革新は、市場成果に大きな影響を及ぼすとともに市場を流動化させ市場構造をも変化させる。この両面での相互作用を解明するためには、市場行動がもたらす動態的なプロセスを検証する必要がある。

以上のような問題意識のもとに、本論文の第1の主題は、寡占企業間の新結合をとまなう戦略の相互作用によって市場構造が形成されていく過程と、その市場構造のもとでのイノベーションの発現形態に関する理論的・実証的分析を行うことである。このために本論文では、戦略グループ間の企業戦略の類似性と差異、共同開発によるプロセス技術の確立、分化された供給形態と市場構造の関係、互換機戦略の経済的評価が扱われている。

本論文の第2の主題は、主要産業における技術進歩のパターンとその変化を計測し、経済的意味を考察することである。著者は、集積回路、自動車、コンピュータ、鉄鋼の4つの主要産業についてCES生産関数から導出される計量モデルを推定し、労働・資本投入比率でみた技術進歩は、4産業とも、1970年代には生産要素価格の変動の影響を受けず経験効果に基づいて行われてきたが、1980年代になると要素価格の変動に誘導されるものとなったと結論している。著者は、さらに、この産業横断的な共通性の要因を分析するとともに、各産業ごとの発展段階と技術進歩の関係を論じている。

本論文の構成は以下のとおりである。

第1章 序

第2章 日本の半導体産業の技術革新と戦略グループ

第3章 産業間関係と技術革新

—日本の半導体デバイス産業と製造装置産業—

第4章 市場のイノベーション

—米国パーソナル・コンピュータ産業の生成と発展過程—

第5章 支配的企業と互換・非互換機戦略

—汎用コンピュータ産業における企業戦略と技術革新—

第6章 イノベーションと経験効果のダイナミズム

第7章 日本の主要4産業の経験効果と技術進歩のパターン

—1970年代、80年代の比較—

第8章 先端技術産業の技術革新と産業組織

2

第1章序では、技術革新に関する産業組織論的分析の問題点、本論文の問題意識と分析の構成が述べられている。

第2章において、著者は、半導体企業を戦略グループに分類し、各グループ内での企業戦略の類似性とグループ間での差異を分析している。ここで、戦略グループは、各企業の基本事業を基準として、通信機器、総合電機、家庭電器の3つに分類されている。企業戦略は、製品ラインの構成と設備投資行動でとらえられており、分析の主眼は設備投資行動の差異とその変化に置かれている。

まず製品ラインについて、著者は、各企業の事業構成とその連関のあり方についての類似性が反映されているとする。すなわち、家庭電器事業の比重が高いグループほど半導体素子とリニアICの比率が高く、産業用電子機器の比重が高いグループほど最先端のMOS IC比率が高くなっていることが指摘されている。

設備投資に関する分析は、通信機器企業と総合電機企業との対比が中心である。通信機グループの企業は、市場と技術の関連を重視した明確な企業戦略のもとに、もっとも積極的な設備投資を展開した。これに対し総合電機企業は、企業規模が大きく開発の方向性も類似していたが、企業内の部門間のバランスと短期的な収益を重視する経営方針から、設備投資に大きな後れをとった。しかし、総合電機企業のうちの2社は、1983年前後に産業用電子機器部門の成長に重点を置く方向に企業戦略を転換し、通信機器2社と同等以上の設備投資を行うようになった。先行企業に対する戦略の同質化である。

著者は、この戦略転換の要因として、①総合電機2社は広く産業用電子機器にコミットしており、半導体分野での後れは成長分野全体での競争力に影響すること、②半導体分野における個別企業の発展の可能性は、技術フロンティアとの相対関係に依存しており、累積的效果を持つ研究開発・設備投資について先行他社に後れをとれば、競争上の優位性を回復することが困難になることを指摘している。

以上の要因は、半導体産業における激しい技術開発と設備投資競争を示唆するものである。実際、日本の上位企業の間では特にメモリー分野においてこの種の競争が展開された。著者は、1978年から90年について、計量分析によって企業ごとの資本ストックと生産額の間に極めて高い相関があることを示し、「上位企業においては、高水準の設備投資はそれに見合う半導体の売上高の増加と経常利益の増大をもたらし、さらに、そのことが、高水準の設備投資を持続的に行うことを可能にするという好循環が成立」(p.40)したと指摘し

ている。

一方、資本の(粗)限界効率(生産額に対する前期の資本ストックの回帰係数)は、80年の4.9から90年の2.5に低下している。著者によれば、資本の限界効率の低下によって、半導体部門を高収益部門としていた上位企業とそれ以外の企業の間に、資金調達面で、移動・参入障壁が形成され、このことは、1985年以降半導体部門の上位5社の構成と順位に変化がないことなどから確認できるとされている。

第3章の分析対象は、日本の半導体デバイス産業と半導体製造装置産業の間の産業間関係である。半導体産業では、デバイス企業が開発したプロセス技術は、それを具体化する製造装置の技術と結合することによってはじめて、技術革新として実現する。1980年代初頭の段階で、国内の主要デバイス企業は、世界に先駆けて開発した超LSIのプロセス技術を量産技術として確立するために、製造装置を開発する新しいシステムを構築する必要に迫られた。この企業特定のなプロセス技術の確立のために成立したのが、製造装置の共同開発であった。

著者によれば、この共同開発プロセスは、[1]研究開発および設備投資に関するリスク負担と費用負担、[2]装置、デバイス企業間の情報交換、という2つの側面で重要な意義を持ったとされる。

[1]については、半導体製造装置の共同開発は、特別注文品の契約という形態をとっており、デバイス企業は、基礎研究費を除く研究開発費を負担することによって装置企業のリスクの負担を軽減し、さらに量産用装置として採用した場合には、同一装置のリピート注文という形で、取引特定の資産へ投下された資金の回収を装置企業に保証したことがあげられる。

[2]に関しては、デバイス企業は装置企業に2つの情報を提供したとされている。1つは、基本設計段階で提供される具体的な機能と性能についての事前情報であり、もう1つは、装置の性能と信頼性に関する評価情報である。特に、デバイス企業が全行程を動作させて試作品を生産した結果として得られる装置の評価情報は、装置企業にとっては製造装置の改良と改善を行う上で不可欠なものであり、それは次世代装置の基本設計にも生かされたと指摘されている。

著者は、以上のような日本型開発支援システムの利点を強調するが、一方その限界の指摘も忘れていない。1980年代初頭に登場したこの種の「双務的互恵的取引」は、デバイス企業と装置企業のバーゲニング・パワーを反映して「片務的」な取引に変容していった。日本型システムには、実現された革新の利益が、「当該企業だけでなく、スピルオーバー効果をつうじて、追随企業にも帰属するため、フリー・ライドの問題」(p.78)が内在していたのである。著者は、この点について、1987年にアメリカで設立された半導体製造技術研究組合セマテックとの対比で明らかにしている。

第3章の後半は半導体製造装置産業の産業組織の分析である。ここで著者は、まず製造装置のセグメントごとの集中度を観測し、①売上高で世界の上位10社に入るような世界的企業が既存企業として存在すること、②世界的企業の国内市場への新規参入、③その他企業の参入、の3つの変数が集中度に重要な関係を持っていることを指摘した上で、上位3社集中度の変化(1990年と95年の比較)に対し、これらの変数がどのような効果を持ったかを回帰分析によって検証している。その結果は次のようになる。

成長率の低い少数の装置では集中度は安定しているが、大多数の装置分野では集中度の急激な変化が見られる。内外の有力企業とその他の企業と間で技術開発力の格差が広がっている分野では集中度が急上昇し、国内隣接産業からの新規参入が相次ぐ分野では集中度が大幅に低下している。競争が激化した分野では、80年代の技術革新の担い手になっていたハイテク中堅企業の多くが半導体製造装置の開発、生産にコミットすることによって、企業成長を図っていくことが一段と困難な状況になっている。

以上の分析から、著者は次のような結論を提示する。このような分野では、開発の社会的便益が私的費用を上回っていても、装置企業にとっては開発の誘因が小さく、十分な研究開発投資が行われない。技術の多様性を維持し、装置企業の起業家精神を損なわずに技術革新の誘因を高めるためには、産業レベルで製造装置の評価基準を統一し、共同の評価ラインを設置するとともに、デバイス企業による装置企業への技術移転と産業レベルでの研究開発支援システムの構築を推進していく必要がある。

第4章では、イノベーションと市場構造との相互作用という観点から、1970年代、80年代におけるアメリカのパーソナル・コンピュータ産業の生成と発展過程が分析されている。産業組織論では、市場構造が技術革新を規定するというシュンペーター仮説の検証を行う形で、イノベーションと独占力との関連が実証分析の対象となってきた。しかし、著者によれば、アメリカのパーソナル・コンピュータ産業においてイノベーションと重要な関連を有する市場構造の側面は、売手集中度ではなく、分業が高度化していく垂直的な供給構造であった。

著者は、次のように主張する。この産業では、初期段階でイノベーションによって独占的地位が生じたが、それは次世代のイノベーションにとっての十分条件とはならなかった。その理由は、イノベーションが急速な需要の拡大をもたらしたため、革新者の生産能力の拡張が需要の拡大に及ばなかったこと、また、そのイノベーションが強い占有可能性を保持することができなかったことである。特に、後者は、アメリカのパーソナル・コンピュータ産業において、機能が分化した供給構造がもたらされることが密接な関係を持ったとされている。

アメリカのパーソナル・コンピュータ産業が分化した供給構造を持つに至った背景には、この産業の初期の発展がホビイストと呼ばれる専門知識を有する需要家に支えられていたことが指摘されている。また、急速な需要の拡大と分業との関係について、著者は、「分業は市場規模に制約される」というAdam Smithの定理を引用し、アップルに見られるように、「急成長する需要に対処するためには、コンピュータ企業は、限られた経営資源を製造機能に限定して充当し、他の供給機能は外部企業に依存せざるを得なかった」(p.121)としている。そして、発展しつつあったソフトウェア、周辺機器、流通などの補完的機能に関する需要は、それぞれの分野に一定の平均費用の低下をもたらした、また、これらの機能を供給する企業の増大によって少数間の取引が排除され、取引費用もまた低下していったのである。

1981年のIBMのパーソナル・コンピュータ市場への参入は、このような分化された供給構造を前提としたものであった。IBMは、企業ユーザーを市場に取り込むことによって短期間に大きなマーケット・シェアを獲得し、市場を通じて補完的資産を集積することによって非互換機を淘汰、結果的に支配的企業の地位を得た。ただし、著者によれば、このような補完的資産の集積は、非互換機を供給する企業にとっては高い参入・移動障壁となりえたが、互換機の供給者にとっては参入障壁にはならなかったとされる。そして、支配的企業が需要の急速な拡大に対して事前に十分な生産能力を設定できなかったこと、また、互換機に対して費用面での優位性を持たなかったことから、互換機圏内でのシェアは低下し、最終的には互換機企業群による事実上の産業標準が成立したのである。

互換機、非互換機の関係が市場構造に及ぼす影響は、第5章において、汎用コンピュータ産業について、別の視点からの分析がなされている。この市場では、歴史・名声・製品差別化能力等によって初期に支配的企業が確立していた。支配的企業は、上位互換機の投入により転換費用を軽減することで既存顧客を継承し、品質に関する名声によって新規顧客を獲得することができた。ここで成立した市場構造は、急速な技術革新にもかかわらず、強固な支配的企業と競争的周辺部というものであった。

このような市場構造に挑戦したのが、1970年代後半に登場した互換機であった。互換機は1970年以前にも存在したが、新たに登場した互換機は、低価格と性能・価格比で勝るハードウェアを供給することで支配的企業の顧客を取り込んだ。支配的企業は、現行機種的大幅な値下げ、基本ソフトウェア情報の有償化、製品ライフ・サイクルの短縮などによって互換機排除戦略を強化したが、互換機企業は、優秀なハードウェアの供給、独自機能の追加等の製品戦略によって国内および国際シェアを獲得した。

著者は、日本の互換機企業が、国際的に見ても一定の地位を確保した基本的な要因として、[1]保護された日本国内市場においてすでに大きなシェアを確保していたこと、[2]ハードウェアの開発競争と価格競争の中で生き残ることができる財務的・技術的基盤を有していたこと、[3]互換機企業間で有効な提携を行ったこと、を指摘している。

[1]の国内シェアが高かったことは、新たに名声を獲得するために必要とされる巨額の埋没費用の投下を不要とし、既存の顧客を継承しながら互換機によってシェアを拡大することにつながった。[2]の財務的基盤とは、互換機企業は他に高収益部門を持つ多角化大企業であり、部門間相互補助によって、低価格で高性能の新機種を供給するために必要とされる多額の研究開発費の負担が可能であったことであり、技術的基盤とは、特にコンピュータ技術の利用部門である通信機器部門との技術の相互移転が技術革新に大きな貢献をしたことである。そして、[3]の外国企業との提携は、互換機企業の経営資源の補完的な利用を可能とし、国際市場への進出をより容易なものとしたのである。

第5章の後半部分では、互換機戦略の経済的評価が行われている。内容は、ヘドニック価格アプローチによる価格決定の要因分析であり、説明変数は、性能を示す変数(処理速度、主記憶量、ディスク容量)とネットワーク変数(同一機種の設置台数)および機種、企業、製造年度を示すダミー変数である。分析の結果から著者は次のように指摘している。

性能向上に対する価格の弾力性はいずれも1以下であり、性能等を調整した場合には製品価格はいずれも低下傾向を示していることから、技術革新の成果は着実に買い手に還元されている。支配的企業の製品価格も有意な低下傾向を示し、その価格戦略は独占的価格形成から転換している。互換機企業の製品価格は必ずしも低下傾向を示しておらず、支配的企業との価格差も有意ではない。互換機企業は、その路線の定着とともに、競争上の焦点を、従来の低価格戦略からハード・ソフトウェアの独自機能および高性能に移行させたのである。

以上の分析を受けて著者は、互換機企業の成功は政府の産業育成策と企業内の相互補助に負っており、その社会的費用も考慮しなければならないが、技術進歩の成果が着実に買い手に還元されていることから、日本企業の互換機戦略は、社会的に見ても望ましい成果をもたらしたと結論している。

第6章では、技術進歩と産業の発展段階の関係が、集積回路産業と自動車産業との比較によって分析されている。著者は、まず、集積回路産業において技術進歩がどのように展開されてきたかを記述している。その際の視点は、労働と資本の生産性における相対関係である。

企業がひとたび技術を選択すると、生産プロセスと製造装置に関する知識が生産活動を行う過程で経験的に集積され、労働と資本の生産性が同時に向上する。この技術進歩は、資本・労働比率を一定とするものであり、著者は、P. A. Davidにしがたって、これを「中立的」な技術進歩と定義している。一方、次世代製品開発の必要性や経験効果による技術進歩の限界によって、技術変換をともなった技術進歩が求められる。この技術進歩は、資本・労働比率を変化させるものであり、「労働節約的」な技術進歩と定義される(理論的には「資本節約的」なケースもあり得る)。

著者は、第6章後半部分で、以上のフレームを用いて集積回路産業と自動車産業について実証分析を行い、両産業の技術進歩の特徴を分析している。分析結果は次のとおりである。

1970年代の集積回路産業の技術進歩は中立的であり、自動車産業は70年代、80年代をつうじて労働節約的であった。集積回路産業の技術進歩は経験効果によって主導されてきたのに対し、自動車のそれは、経験効果とともに、より効率的な資本設備の導入によって進展してきた。ただし、集積回路産業の場合も、1980年代のデータを加えると弱い労働節約的な偏向性を示すようになる。

著者は、両産業における技術進歩の違いは、技術体系(technology)の成熟度と関連しているとし、以下のよう

に指摘している。集積回路産業の技術体系は大きな潜在的可能性を持ち、個々の技術(technique)は、高集積化という技術的パラダイムの追求の過程で、プロセス上の技術革新の形態をとって徐々に引き出されて行くが、この技術は、特定時点の技術的知識に制約されたものであり、それが開示されるには一定の時間的間隔を要する。それは、個々の技術は、開発当初においてはその完成度が低いためであり、1970年代には、量産体制において生じた問題が1つ1つ解決され、要素生産性が向上したのである。

一方、自動車産業は、1970年代には技術の成熟段階から脱成熟期に入っていた。技術については再流動化期にあり、消費者の嗜好の多様化が顕著であった。自動車産業は、一定程度経験効果を実現しながらも、環境変化に対応するため、生産プロセスの伸縮性を保持して需要面での不確実性に対処していく道を選んだのである。

なお、本章の最後で、著者は、経験の蓄積が労働生産性に及ぼす効果についてモデル分析を行い、集積回路産業と自動車産業の間には、上述のように技術進歩についてプロセスの違いが見られるが、労働生産性の上昇率の過半が経験の蓄積(累積生産量を代理変数とする)によって説明され、産業横断的な共通性が存在したことを指摘している。

第7章では、集積回路、自動車、コンピュータ、鉄鋼の4つの産業について、技術進歩の特質および各産業の発展段階と技術進歩のパターンとの関係が分析されている。

本章において、著者は、技術進歩を2つの視点からとらえている。1つは、前章で用いられたDavidによる基準であり、技術進歩の内容は投入要素間の物理量の関係から計測される。ただし、ここではより厳密にDavidの局所性仮説が定義されている。局所性仮説とは、技術進歩は初期時点で選択された技術の近傍で行われ、

要素価格の変化の影響を受けずに、経験の蓄積によってなされるというものである。もう1つ視点は、J. R. Hicksの中立性・偏向性の基準であり、技術進歩の内容を、生産関数がグローバルにシフトした場合に生じる投入要素間の分配率によって計測するものである。この基準によれば、資本・労働比率を一定にしたとき、資本分配率を変化させない技術進歩は中立的、資本分配率を増加(減少)させる技術進歩は労働(資本)節約的と判断される。つまり、要素価格の変動の影響を受けるかどうか、両仮説を識別するための基準となる。

本章での基本的な計量モデルは、CES生産関数から導出され、労働と資本の生産性の変動を実質賃金、レンタル率と累積生産量(経験効果)の変動によって説明するものである。分析対象期間は、1970年代、80年代および71年から90年の通期であり、結果は以下のようにまとめることができる。

[1] 1970年代においては、4産業のいずれにおいても、Davidの局所性仮説が妥当する。その技術進歩は、要素価格の変動とは独立に進展し、経験効果主導によって実現した。

[2] 産業の立ち上がり期にあった1970年代の集積回路とコンピュータ産業は、労働と資本の生産性が著しくかつほぼ同率で増大し、その技術進歩はDavidとHicksのいずれの意味でも中立的であった。また、すでに技術的成熟期にあった自動車産業では、Davidの意味での労働節約的傾向がみられる。

[3] 1980年代には、4産業いずれにおいてもDavidの局所性仮説は成立しない。技術進歩は要素価格誘導的になり、経験効果による労働生産性の上昇は大きく後退した。集積回路産業では、Davidの意味で労働節約的な傾向を持つようになり、鉄鋼産業では、DavidとHicksの意味で資本節約的になっている。

[4] 1971年～90年の期間でみると、集積回路、自動車、コンピュータの3産業では、Davidの意味で労働節約的であり、鉄鋼産業では資本節約的である。

著者は、[1]および[3]にみられる産業横断的な共通性の要因として、80年代に入って情報機器の高性能化と低廉化にともなう、生産システムの自動化、統合化が急速に進展したことをあげている。この過程では、高度な技術が資本財に体现され労働の効率性は向上したが、学習効果による資本の効率性の向上は後退した。著者は、以上の考察は、70年代において、生産現場における経験の蓄積と情報創造によって、資本と労働の生産性がともに著しく向上してきた日本の企業システムの特徴が、80年代に入って急速に変質してきたことにつながると指摘している。

産業別の技術進歩について、著者は、特に集積回路産業を取り上げ、次のようにまとめている。[2]で述べられているように、70年代において同産業は、労働・資本比率について要素価格に関し非反応的で、選択された技術のもとの知識の増大は労働・資本双方の効率性を大きく増大させた。しかし、80年代の超LSIの時代に入り製造技術の変換が頻繁に起こるようになると、1つの技術の下での学習期間が短くなっただけではなく、技術開発の焦点は規模の経済の追求に向けられるようになり、資本・労働比率は、要素代替効果と労働節約的傾向をともなう経験効果によって持続的に上昇してきている。

最後に、第8章では、[1]産業政策と先端技術産業、[2]技術革新・企業戦略と市場構造、[3]産業の成熟化と技術進歩という3つの視点から、本論文の分析が要約され、日本における先端技術産業の産業組織の問題点が論じられている。

3

本論文について評価すべき点は数多く存在するが、特に次の点を指摘する。

第1は、本論文を通して採用されている方法論そのものである。本論文の分析は、着実な事実の積み上げに基づいて仮説を設定し、豊富なデータを用いてこれを計量経済学的に検証するものである。重要なのは、本論文の分析が単に記述的な事実の並列に終わらず、そこから導出された仮説が経済理論に立脚している点である。いうまでもなく、その統計的検証は、分析対象の産業の態様を明らかにするだけでなく、理論自体を補強するものである。

1980年代以降、産業組織論の研究は、「新産業組織論」の名のもとに演繹的理論の精緻化が中心となり、J. S. Bainにはじまる帰納的な論理構成の重要性が軽視される傾向にあるように思われる。新産業組織論の分析は、技術革新、情報の不完全性、企業内組織やインセンティブなどの問題を扱っているが、その理論が実体的な意味を持つためには実証分析が不可欠であり、本論文は、近年の研究に欠落した部分を補完するという点で大きな貢献をなしている。

第2に、具体的内容について評価すべき点として、技術進歩における経験効果が計量分析によって検証されていることがあげられる。技術革新における内在的理論と累積性の意義は、いわゆる新シュンペーター学派によって強調され、また、新古典派経済学の成長理論では、「行動による学習」を通じた技術進歩の局所性が指摘されている。しかしながら、これらの仮説を、計量モデルによって検証した研究は稀であり、第6章、7章における分析は大きな貢献である。

第3に、第5章において、ヘドニック価格アプローチを用い、技術革新の成果が買い手の利益として還元されているかを検証している点である。ヘドニック価格アプローチは、複数の財特性が価格にもたらす影響の程度を特性ごとに分解するものであるが、著者は、性能に関する価格の弾力性が1以下であり、性能の向上を調整した製品価格はいずれも低下傾向を示していることから、技術革新の成果は着実に買い手に還元されていると指摘している。この種の手法は、政策評価に用いられることが多いが、技術革新という市場行動と製品価格という市場成果との関係に応用した点は高く評価できるものである。

以上のように、本論文は積極的に評価すべき点が多いが、問題点がないわけではない。それらを示せば以下のとおりである。

第1に、第6章と第7章の経験効果と技術進歩に関する分析は、7章でHicks基準という新しい仮説とより精緻な計量モデルが導入されているものの、重なる部分が多く、6章の分析は7章に含まれるとみられる。この場合、例えば6章の計量分析において、中立的技術進歩から労働節約的技術進歩への転換時期の検証(具体的には推定される帰帰式のパラメータに関する構造的変化テスト)等が加われば、分析上の差異が明確になるように思われる。

第2に、上述のようにヘドニック価格アプローチの採用は、新しい分野への適用として評価されるべきであるが、説明変数として選択されている性能(処理速度、主記憶量、ディスク容量)、ネットワーク規模、機種製造年度等が、汎用コンピュータの属性を代表するものかどうかについてより詳細な解説が加われば、結論の説明力が増加すると考えられる。

本論文は、以上のような若干の問題点を残しているものの、先端技術産業におけるイノベーションと企業戦略に関する理論的かつ実証的な研究者として、著者が、長年積み重ねてきた研究成果を集大成したものであり、新たな仮説と実証方法を導入することによって、学界に貴重な貢献をしたものと認められる。よって、審査員一同は、所定の試験結果をあわせて考慮して、本論文の著者が一橋大学学位規則第4条第3項の規定により一橋大学博士(商学)の学位を受けるに値するものと判断する。