

近代日本の技術発展

—課題と展望*—

関 権

I はじめに

技術進歩ないし技術革新が一国の長期的経済発展のエンジンであることは、誰もが認める事実である。18～19世紀の産業革命はもとより、20世紀後半の半導体革命および現在進行中のIT革命もその最も代表的な事例であろう。現在の先進国は、いずれも近代以来の目覚ましい技術進歩の恩恵を大いに受けている。明治以来の日本の経済発展も技術進歩に頼るところがきわめて大きい。

後述するように、経済発展における技術進歩や技術革新の役割に関する経済学の研究は、第2次世界大戦後とくに1970年代以後、理論と実証の両面で大きく進展してきた。研究の新しい試みはアメリカから発するものが多いが、日本でも（についても）多くの研究蓄積があるだけでなく、その中かなり独創的なものもある。なぜなら、日本はかつて欧米先進国に立ち遅れており、キャッチアップしてきた経験を持つ唯一の国であり、後進国の技術発展を研究するための最も良い試験場であり、その研究成果は現在の発展途上国の経済発展に生かされることが大いに期待されているからである。しかし、日本ではこれらの研究に関する包括的な展望論文がき

わめて限られている。戦前期についていえば、清川雪彦 [1984]、中岡哲郎 [1992]、清川雪彦 [1995 第1章] の3点があるが、いずれも技術移転（導入）と技術普及に焦点を絞っている。確かに技術導入とその普及の問題は、戦前日本の技術発展においてきわめて重要な意義をもつ課題であり、それらに関する研究も盛んであった。しかし、近代日本の技術発展は技術導入およびその普及だけによって実現されたわけではない。技術革新の役割も十分大きかったし、実際、多くの技術導入と技術普及に関する研究にも技術革新の問題が含まれている。また戦前日本の技術発展の全過程をどのように見るべきか、という大きな課題も残されている。すなわち日本の技術発展にはどのようなパターンが存在したかを考えるべきである。そこで本稿では、これまでの研究成果を踏まえながら、この問題を考えたい。

以下では、技術導入、技術普及、技術革新、および技術発展のパターンについて、これまでの研究成果を紹介しながら筆者の見解を述べるが、筆者の能力と紙幅の制限によりすべての研究を網羅することは不可能である。従って、次のいくつかの原則を守る。第1に、日本に関する研究である。ただし、研究の目的や分析の対象は必ずしも日本に関するものではないものの、日本の現実に当てはめることができるものも含まれる。第2に、戦前期に関する研究である。ただし戦後に関する研究ではあるが、戦前の実態を説明することができるものも紹介される。第3に、理論研究と実証分析の両方を含めるが、一般化が可能な研究が中心になる。すなわち理論的仮説・モデルを重点的に取り上げる。

II 技術導入・選択

一般に、後進国（あるいは発展途上国）の技術発展は先進国からの技術的刺激が必要であり、その刺激はさまざまな形の技術導入によって表され

る。近代日本の技術発展もこのパターンに従うし、現在の多くの発展途上国もその努力をし続けている。ただし現実には、技術導入を通じて技術発展ないし経済発展に成功した国もあれば、なかなか成功しない国もある。なぜこのような開きが国の間に存在するのかという質問には簡単に答えられないが、少なくとも次の2点が重要な要素であろう。1つは、どのような技術を導入すべきかという技術選択の問題である。もう1つは、導入技術を消化・吸収する能力があるか否かである。

1 理論研究

相対的後進性と社会的能力

後進国の技術導入の問題を考える際に、まずガーシェンクロン (A. Gerschenkron) の相対的後進性 (relative backwardness) 仮説に言及すべきである。ガーシェンクロンはイギリスに対する後進国 (フランス, ドイツ, ロシア) の歴史を研究し、後進国の経済発展モデルを展開した。そのモデルでは、先進国と後進国との技術格差が大きいほど、その後の後進国の経済成長は急速になることが指摘されている。技術格差が大きいことは、後進国にとって先進国からの技術導入の余地が大きいことを示すからである。これがいわゆる相対的後進性仮説である (Gerschenkron [1962] pp. 6-8)。

南亮進は、日本が導入技術の恩恵を最も強く受け、相対的後進性仮説の典型的な例であったと主張している。南によれば、相対的後進性の捉え方は2通りあるという。第1は、日本が近代経済成長を開始した時点での日本と先進国との差、第2は、近代経済成長のそれぞれの出発点における日本と先進国との差である。彼は十数の (現在の) 先進国の歴史資料を利用して2種類のテストを行った結果、後進国の相対的後進性が大きいほどその後の経済成長のテンポが速いという結論にいたっている (南 [1992])

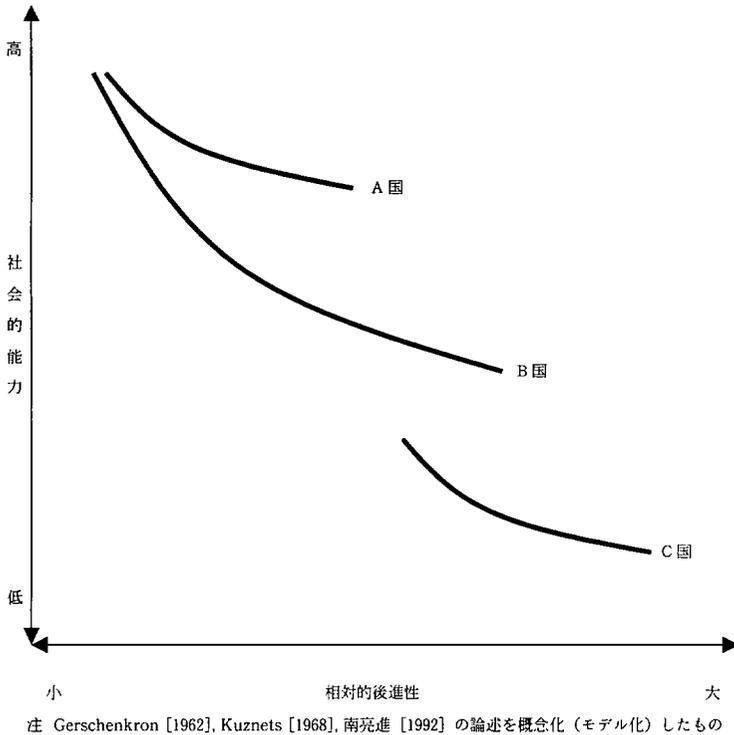
(1) 27-30 頁). 同時に, 技術格差の存在は技術移転(導入)の必要十分条件ではなく, 相対的後進性の有利さを利用するためには, クズネッツ(S. Kuznets)が指摘した, 導入技術を消化・吸収する社会的能力(social capability)が必要である(Kuznets [1968] pp. 391-392), と注釈を付けている. そして, イギリスやヨーロッパ大陸に次いで工業化に成功したアメリカや日本は十分な社会的能力があるが, 現在の途上国にはそれが欠けている, と認識している. 新しい産業と技術を適切に選択できたこと, 先進技術を修正して導入したことが, 日本の社会的能力の大きさを反映していると主張している. 社会的能力を形成するものとして人的資源, 経営組織の近代化, 情報網の発達, 資本財産業の発達などをあげている. さらに日本の社会的能力は工業化の過程で増大し, その社会的能力の増大は技術導入を容易にし, 技術進歩率を高め, 結果的に経済成長の加速を促進したと述べている(南 [1992] 99-100 頁).

また大川一司とロソフスキー(H. Rosovsky)によれば, 20世紀に入って現れた2つの制度も社会的能力を高めたという. 1つは財閥であり, これは産業を統合することによって, 資本と企業家精神を有効に使用した. もう1つは終身雇用制度であり, これは熟練労働力の育成を促進し, 他企業への流出を防ぎ, 加えて労働節約的タイプの技術革新に対する労働者の抵抗を未然に防いだ(大川・ロソフスキー [1973] 258-259 頁). さらに大川一司と小浜裕久は, 社会的能力の構成要素として資本投資, 組織・制度, 人的能力を取り上げているが, その中でとくに人的能力(human capability)の役割を重要視し, 教育の効果を成長会計の手法で分析している(大川・小浜 [1993] 211-244 頁).

ほかに, 中川敬一郎は企業者活動との関連で, また牧野文夫は技術選択と技術普及の分析を通じて, ガーシェンクロン仮説を積極的に評価している(中川 [1981] 55-78 頁, 牧野 [1996] 9 頁). しかし日本においてもこ

近代日本の技術発展

図1 相対的後進性を社会的能力の関係



の仮説に対して慎重ないし反対の意見がある。例えば内田星美は、「この理論は西欧諸国間にはそのまま当てはまるとしても、日本への技術移転については（人種的・文化的・言語的相違などの）障害の存在から、後進国の有利性は割引されねばならない」と慎重な意見を述べている（内田 [1990] 259 頁）。また清川雪彦は、この仮説は「今日から見れば、十分な実証的裏付けのないスペキュレーションと思われる部分も少なくない」と否定的な見解を示している（清川 [1995] 12 頁）。なお西川俊作もバースビ (Barsby [1969]) とロソフスキー (Rosovsky [1961]) の研究を踏

まえながら、この仮説を紹介している（西川 [1985] 5-17 頁）。

以上のようにさまざまな見解はあるものの、ガーシェンクロンの仮説は後進国が先進国にキャッチアップする可能性を提示した。それにクズネットの社会的能力という概念を加えれば、後進国の経済発展（とくに技術発展）の基本条件が揃うことになる。図1は、相対的後進性仮説と社会的能力をあわせて示したものである。横軸と縦軸にそれぞれ相対的後進性と社会的能力を測っており、両者の間に負の相関関係が示されている。一般に、相対的後進性（先進国との格差）が大きい国ほど先進技術を吸収する社会的能力が低く、逆に相対的後進性（先進国との格差）が小さい国ほどその能力が高い、と考えられる。そして後進国の社会的能力の上昇によって相対的後進性が縮小する。ただし国によって初期の相対的後進性だけでなく、社会的能力も異なるはずである。図の中には3種類の国が描かれているが、A国は最も進んだ国（例えば、イギリス）より一步遅れている国（例えば、ドイツやアメリカ）であり、B国とC国より相対的後進性と社会的能力の双方において高い位置に占めている。B国（例えば、日本）は初期の相対的後進性が（先進国に比べて）ある程度存在するが、最も遅れているC国に比べて小さく、その社会的能力も比較的に高い。その後の近代経済成長における社会的能力の急速な上昇によって、相対的後進性が急激に縮小していく。一方、C国（例えば、一部の発展途上国）は初期の相対的後進性が大きいだけでなく、その後の近代経済成長が順調ではなく社会的能力も十分上昇しなかったため、相対的後進性もさほど縮小していない。すなわち相対的後進性が大きく、しかも社会的能力があまりにも低ければ、その後の経済成長は困難になる場合もある。

導入技術の型

このモデルは小野旭によって示された後、南亮進によって補足されたも

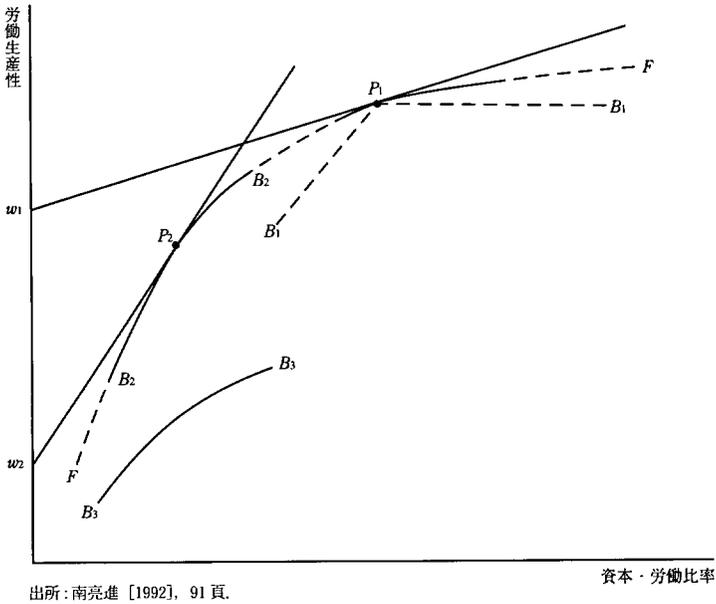
のであり、新古典派の生産関数理論を用いて近代日本の技術進歩の特徴を明快に説明している（小野 [1968], 南 [1992]）。以下では、南 [1992] を引用して説明する。

彼らはモデルの中で、後進国の導入技術を3つの類型に分けている。第1の類型は、先進国で開発され利用されている最先端の機械設備をそっくりそのまま輸入するものである。図2の曲線 F は、先進国の生産関数（労働生産性と資本・労働比率との関係）である。これは一定の技術的知識のもとで構成される潜在的な生産方法の集合である。先進国の賃金を w_1 とすれば、点 P_1 において利潤率は極大となる（利潤率は曲線 F の接線の勾配に等しい）。従ってこの国で実際に実現されている生産方法は、この点（または F 関数上の実線部分）で与えられる。この技術を後進国に導入する場合、技術の選択の幅はないから、後進国の生産関数は、いわゆる制限的生産関数（生産要素間の代替がなく、生産要素相互の比率が固定されている生産関数）の形態をとることになる。図では P_1 で屈折する線 B_1B_1 がそれである。

後進国では賃金が低く、例えば w_1 だとしよう。この賃金のもとでは、点 P_2 というより低い資本・労働比率を持つ技術が、実は最も有利である。すなわち技術 P_1 は、後進国の要素の状態（労働が豊富で賃金が安く、資本が稀少で高価である）から見ると、あまりに資本使用的なのである。しかしこうした最先端の技術の導入は、後進国においてしばしば見られる。これにはいくつかの理由がある。ある産業技術については、先進技術の修正が物理的に不可能であること、それが物理的に可能であっても、それを修正する能力を後進国が持たなかったり、極端なナショナリズムが最先端の技術を求めたりすることによって、その修正が行われないことなどがそれである。

第2の類型は、技術 B_1 に修正を施し、後進国の要素賦存の状態に適合

図2 導入技術の類型



したものにする場合である。すなわち後進国が、先進国から輸入した資本設備を再構成して、材料や機構の種々なる組み合わせから潜在的生産関数上の他の部分を開發する。図では太い実線 B_2B_2 がそれである。賃金 w_2 のもとでは点 P_2 において利潤率は極大となるから、企業者はこの技術を選択する。技術 P_2 は、技術 P_1 に比べて資本・労働費率は低く生産性も低い。しかし安い労働力をたくさん使い、高価な資本を節約しているため、利潤率はより高いのである。後進国が先進技術 B_1 をそのまま導入せず、修正技術 B_2 を開發するのはこのためである。修正技術 B_2 の開發には、しばしば後進国に長く伝わった在来技術 B_3 の存在が前提となる。 B_3 は、 B_2 の下方に位置する、劣った技術である。しかし後進国は、 B_3 の構成要素や機構をに組み入れることによって B_2B_2 を生み出す。すなわち B_2 は、 B_1

と B_3 の折衷として生まれることが多い。修正技術の開発は、あくまでも高い利潤を追求する企業家、先進技術を咀嚼しそれを改良する能力を持った技術者や機械製作者の存在を前提としている。

第3の類型は、先進国の潜在的生産関数が F かなり広い範囲にわたって現存しており、その中から後進国が自国の要素価格、すなわち要素賦存の状態に適合した技術 B_2 を選択して輸入する場合である。先進国といえども最先端の技術 B_1 だけが利用されているのではなく、その国の零細企業では、より低い資本・労働比率を持った安価な機械が依然として使用されていることが多い。後進国はこうした技術を見出して導入すれば、修正技術と同様の効果を発揮できるのである。第2と第3の類型は、いずれも先進技術 B_1 と在来技術 B_3 との中間にあって、技術導入国の要素賦存状態に適合した技術であり、中間技術または適正技術にはかならない。

また南亮進は、各類型の具体例を挙げた。第1の類型（先進技術の無修正の導入）は鉄道と電力を、第2の類型（先進技術の修正）は機械製糸技術を、第3の類型（旧式技術の導入）は織機を、それぞれ取り上げている（南 [1992] 90-97 頁）。

技術格差仮説

しかし清川雪彦は、この仮説に関して、これまで単にこうした断片的事実が指摘されるのみで、必ずしも十分実証的にその妥当性が論証されてきたとはいえないと述べている（清川 [1984] 367 頁）。そこでは適応化のモメントが、生産関数の形状と要素価格比間の乖離に求められているため、技術格差が大きくほとんど適応化現象を示さない場合の技術移転については、何ら説得的な説明が与えられないまま残される結果となっている。さらにまた十分発達した市場の存在を前提としない限り、こうした生産関数概念による技術選択の議論は成立しえないばかりでなく、そもそもその形

状や概念自体に、大きな疑義や恣意性を伴わざるをえない、と要素賦存仮説を批判した（清川 [1984] 369 頁）。

そこで、清川は独自の技術格差仮説を提案している。同氏は、導入技術を既存技術との格差の大きいものと小さいものとに分類し、それらの間で技術の定着過程が異なると主張する。そして技術格差の観点から、日本の技術発展の特徴を次のように指摘している。第1に、外国から導入された技術が新しい経済に定着するまでの定着パターンに大きな相違が見られる。すなわち既存技術との技術格差が大きい技術の場合には、導入期—普及期—効率化期の3段階が比較的明瞭に認められるのに対し、格差の小さい技術ではかなり早くから普及が開始される一方、普及期と効率化期がほぼ同時に進行し、普及期の境界が必ずしも明確ではない。第2に、市場競争力の強化を通じ導入技術の定着をはかるべく、技術ないし市場による効率化への調整・適応化の形態には明らかな差異が認められる。すなわち技術格差の大きい技術の場合、その効率化に最も関連の深い市場で急速な市場の再編が行われ、市場が技術に適応化させられるのに対し、技術格差の小さい技術では、逆に技術が市場へ適応化させられる傾向が強い。第3には、既存技術ないし関連技術に対する影響の相違の問題がある。技術格差の大きい技術は一般に大きな生産性格差をもっているから、いったん定着に成功すれば、ごく短期間に既存技術を市場から駆逐する結果になるとともに、そこに含まれる技術知識の量も多いため、関連技術に対する関連効果も大きい。それに比べて技術格差が小さい場合には、まず導入技術そのものが既存技術の方向へ適応化させられる一方、既存技術もまた修正・改良されるため、両者の生産性・技術格差はかなり縮小され、長期間にわたって双方が市場で共存する結果となる。しかし市場の漸次的発展とともに、より生産性の低い改良既存技術は順次淘汰されていく（清川 [1975] 249-282 頁, [1987] 296-299 頁）。

著者は前者の例として鉄鋼や綿紡績および造船、運輸機械、化学繊維などの近代産業、後者について製糸や織布および製材、製紙、製茶、醸造などの在来産業を取り上げている。しかし南亮進は、この分類は小野の類型化と質的に異なるものではなく、清川の分類による前者は小野の第1類型、後者は第2の類型に相当する、と両者の共通性を主張している（南[1992] 116頁）。

2 実証分析

農業技術

新谷正彦は、明治末期から昭和初期にかけて、在来産業である茶の加工技術が手揉み作業から機械生産へと発展した過程の要因分析を行っている。その中で、新谷は生産物価格の低下と要素価格の変化に対して、経済合理的に行動する茶生産農家が、製茶技術を手揉み法から半機械製法および機械製法へと変化させていく過程は誘発的技術革新と呼ばれる過程であり、かつ機械化は規模の拡大を要求するという仮説を提示し、統計分析を通じて検証した。茶の価格が高く賃金が低い段階では手揉み法が有利であったが、価格低下と賃金騰貴によって半機械製法、さらに機械製法が相対的に有利になっていった。製茶業は在来産業であるため、その研究開発ないし技術革新は日本人の手によるものが多かった。高林謙三（1898年）の粗揉機、望月発太郎（1896年）、寺田信太郎（1912年）たちの揉捻機、臼井喜市郎（1899年）の茶葉精機（精揉機）などがその代表である。1885～1935年、製茶機械の発明は特許が253件、実用新案が438件もあった（新谷[1987] 24-42頁）。

工業技術

南亮進・牧野文夫は、戦前期代表的な在来産業である織物業を例にとり、

選択可能な諸技術体系のもつ経済性を比較し、その時間的变化を分析することによって、力織機およびそれを運転するための原動機の普及プロセス、すなわち手織機から力織機への技術転換を必然的にした経済的諸事情を明らかにすることを課題にしている。そこでは、純利潤率によって技術の経済性の時間的变化を測ろうとすること、作業機（織機）のみならず原動機を選択問題をも分析の対象にしたこと、がこの研究の特色である。著者たちは、新技術の経済的有利性を認識し、積極的にそれを生産過程に導入した企業家の経済活動が、新技術の普及にとって重要な条件となるという点に注目し、各企業家が選択可能な複数の技術の中から、経済的に最も有利な（利潤最大化の）技術を選択することによって、ある特定の技術の普及が決定されるという仮説を設定した。この仮説を実証するために、著者たちは5種類の織機とそれらを運転するための3種類の原動機を対象にして、各技術のもたらす純利潤率（織機）と年間総費用（原動機）を推計し、それらの時間的变化と各技術の普及率との関係、織機を選択と経営形態、原動機を選択と工場規模との関係などについて分析を行った。その結果、(1) 選択可能な技術領域の中から、各時点において最大の純利潤率をもたらす織機と最小の費用をもたらす原動機が選択されたこと、(2) 織機を選択と経営形態（工場制と問屋制）の間には密接な対応関係が存在したこと、(3) 原動機の間での相対的経済性はそれが導入される工場規模に応じて異なること、の3点が結論づけられている（南・牧野 [1983] 216-230頁）。

家計部門

牧野文夫は、家計部門のエネルギーの選択問題を取り上げている。それによると、戦前では在来エネルギー（薪炭）の依存度がきわめて大きかった。都市部では農村部に比べれば近代エネルギー（電力・ガス・石炭）

の比重が大きかったが、1940年においてもそれは全エネルギーの20%にすぎなかった。これは近代エネルギーについての家計と企業との競合を和らげ、企業に近代エネルギーを安く供給することを可能にした。農村部では安価に調達できた森林資源に消費エネルギーの大部分を頼った結果、1世帯当たりのエネルギー消費量は都市部のそれを大幅に上回った。時代とともにその格差は縮小していったが、戦前期および戦後の一時期までは一國全体から見ると、都市化の過程でエネルギー消費はより効率的な方向へと改善された。また欧米との比較を通じて、日本の家計部門のエネルギー需要は決して小さなものではなく、日本経済はエネルギー節約的であったスーザン・ハンレーの仮説を批判している（牧野 [1996 第7章] 149-194頁）。

技術選択に関する優れた分析はほかにも数多くある。例えば、清川 [1985] では綿紡績、南・牧野 [1987] では製糸業、大塚 [1987] では造船業、牧野 [1996] では海運業・製粉業、に関して、資料開発や仮説検証などによって分析が試みられている。また小野 [1986] はブラジル・インド・日本、Otsuka et al. [1988] は日本・インド、の比較分析を行っている。

III 技術普及

国レベルから見れば、技術導入後の（国内における）普及・伝播がより重要な意味をもつ。導入された先進技術が国内のより多くの生産者によって採用されてはじめてその経済効果が現れるだけでなく、多くの場合、普及・伝播を通じて先進技術に対する消化・吸収が進められるのである。後進国では（とくに経済発展の初期）在来産業のシェアが大きく、その技術

の改良・普及は近代産業における技術導入と同じほど、その国の緊急な課題である。大きな資本・設備を備えた少数の大企業からなる近代産業とは異なり、在来産業の市場は無数の中小企業から構成する競争的なものである。それゆえ近代産業に比べて、在来産業における技術普及の問題はいっそう重要な意義をもつ。すなわち近代産業の場合、少数の企業による技術導入が成功すればそのままその産業の技術進歩になるが、在来産業では新しい技術の普及が実現されてはじめて産業全体の技術進歩と繋がるのである。言い換えれば、後進国の技術普及は基本的⁽²⁾に在来産業の問題である。

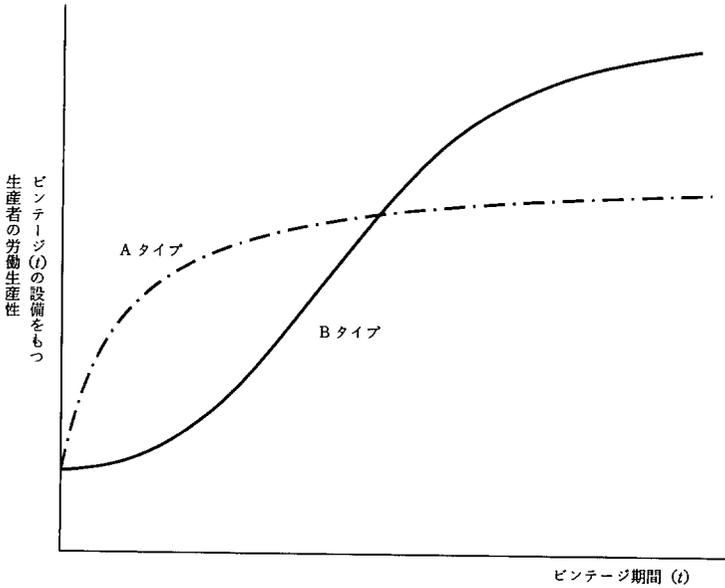
技術普及の問題に関しては、すでに数多くの理論的・実証的研究が行われてきた。最も代表的なモデルはいわゆる伝染病モデル (epidemics model) であったが、その後いくつか新しいモデルが開発された。それらの研究のより詳細な内容は、Coombs et al [1987] や Stoneman [1995] および清川 [1995 第1章] に譲り、ここでは後進国の特徴を反映するモデルや仮説を二三紹介する。

1 理論研究

Davies モデル

Davies は、2つの異なるタイプの技術革新を分類している。第1のタイプ (A) は、技術的には単純でありコストのかからないプロセスによって構成されており、外部で作られたものを導入することが多い。このタイプの技術革新には学習効果ははじめから十分に認められるが、急激に飽和してしまう。第2のタイプ (B) は、技術的には複雑でコストのかかるものであって、普通はそのためだけの独自のまとまった基盤が必要であり、その採用にはある程度長い時間がかかる。このタイプの技術革新はその大きさゆえに導入する企業も少なく、当初は学習効果が A タイプに比べて緩慢である。しかしながら、改良の余地は A タイプに比べて大きいので、

図3 二種類のタイプの技術普及曲線



出所: Davies [1979] p. 51.

結果的に後の段階になると、その普及率と普及範囲のどちらも A タイプを上回ることになる (図3)。Davies は第1のタイプの例としてテレビや洗濯機などの消費財を、第2のタイプについては化学プラントや製鋼所などの生産財を挙げている (Davies [1979] pp. 49-52)。

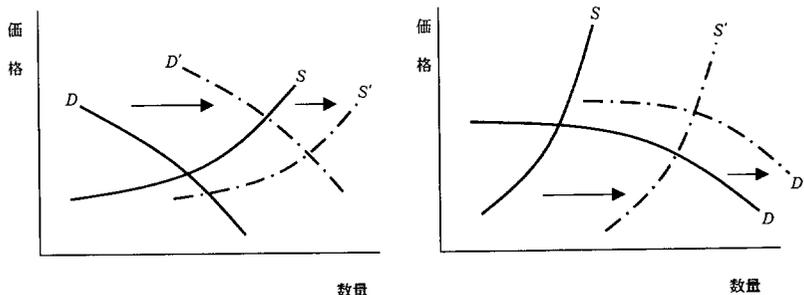
情報量格差仮説

従来の普及モデルとは別に、清川雪彦は戦前日本の普及現象を念頭に置き、後進国の技術普及問題に関する情報量格差仮説を提示している。それによれば、新技術ないし新しい技術革新が普及を開始するに当たっては、需要者と供給者の間では、当該技術に関する情報量に一定の差が存在するという。それゆえ、格差の大きい技術と小さい技術の普及パターンが異な

図4 情報量格差仮説

A 格差の大きい場合

B 格差の小さい場合



出所 清川 [1995 序章], 8 頁.

る。

格差が大きい場合（例えば、農業の生物技術）、新しい技術の普及は需要者がその技術に対する理解を深めるにつれて、需要曲線のシフトに伴いながら次第に進展していく。そうした情報量格差の大きい技術の場合、圧倒的な供給余力があるため、供給曲線の価格弾力性は大きい。従ってその普及開始や普及速度はおもに需要側の要因によって決定される。反対に、情報量格差が小さい場合（例えば、製糸機と力織機）、潜在的需要は無限に存在し、その需要曲線が水平に近いのに対し、新技術は多くの企業や発明改良家により競争的に開発されるため、その普及は供給側の要因によって大きく支配される（図4）。

続いて同氏はこの仮説により、農業技術 対 工業技術、新製品開発 対 工程改良技術、などの普及に見られる対照的性格の意味が、より明確に把握できると主張している（清川 [1995 序章] 7-8 頁）。

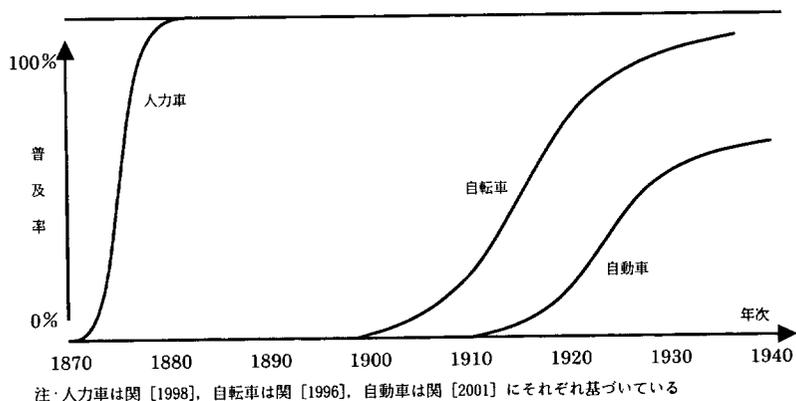
2 実証分析

Davies モデルの応用

前述した Davies 分類を戦前日本の現実に照らせば、第 1 タイプは在来産業に、第 2 タイプは近代産業に相当すると考えて差し支えない。一般に言えば、在来産業の技術体系が簡単でありコストがかからないのに対して、近代産業のそれは複雑でコストがかかる。従って、在来産業の技術普及はその速度が速いものの、早い段階においてその技術的限界に達する。一方、近代産業の技術普及は最初には時間がかかるが、その普及速度が次第に加速するだけでなく、新技術の持続時間も長い。すなわち、在来産業の技術普及は必ずしも S 型曲線を示さないが、近代産業の普及曲線は標準的な S 型をとる。

ここで戦前期の陸上輸送機関（あるいは輸送機械産業）の事例を用いて観察しよう。図 5 では人力車・自転車・自動車の普及過程が示されている。近代日本の多くの産業と同じように、この分野でも技術の世代交替が実現された。明治時代においては人力車が、大正時代から 1940 年代にかけて自転車が、昭和初期から戦後に向けて自動車（トラック）が、それぞれ大きな役割を果たした。人力車、自転車、自動車が他の商品および産業と同じように、ライフ・サイクルをもっているだけでなく、輸送機関あるいは輸送機械産業としてその技術の導入から普及への過程が明瞭に観察されるのである。図から分かるように、在来産業ほどその技術普及が急速でかつ完全であるのに対し、近代産業ほどその技術普及が緩慢でかつ不完全である。⁽⁴⁾人力車は発明（1870 年）からわずか数年の間に全国すべての道府県に普及していった。その理由は、この技術が簡単であったこと、特許制度が存在しなかったこと、などがあげられる。それに比べて、輸入技術によって成立した自転車工業と自動車工業の技術普及には時間がかかるだけで

図5 人力車・自転車・自動車の技術普及過程



なく、必ずしもすべての地域に普及することはない。とくに近代性の強い自動車工業においてはその傾向がもっとも強い。また人力車工業（在来産業）には技術導入の段階がなく、革新→普及→革新というプロセスを示すのに対し、自転車工業と自動車工業（移植産業）では導入→普及→革新という循環となっている。

農業技術

牧野文夫は、牛馬耕技術の普及を分析している。そこでは牛馬耕の普及要因、牛馬の利用、過剰労働の関係、牛馬の導入目的・効果などについて検討が加えられた結果、いくつかの興味深い事実が見つかった。例えば、日本の家畜・人口比率は諸外国に比べて極端に低く、それは狭小な土地と湿潤な気候、労働使用的生産技術が早くから発達していたなどの理由によるものである。また、西日本に遅れていた東日本における牛馬耕の着実な普及は、乾田と二毛作の普及によって誘発されたのである。さらに、著者は牛馬耕の効果を過大視することに警告している。戦前では畜力利用の分

野と季節は限定されており、その機能は人間労働全体の節約というよりも、農繁期のピークカットにあったという。確かに牛馬の利用によって生産性の向上が期待されたが、その効果は限定的であり、それは通説にあるように、明治農法の中核をなすというようなものではなかったと結論されている（牧野 [1996 第 6 章] 111-148 頁）。

工業技術

清川雪彦は、製糸業と織物業の普及分析を行っている。まず製糸業については、多条繰糸機の府県別の導入・普及過程とその要因に関する分析が行われている。そこでは、レーヨン工業の発展による高品質生糸の需要増、熟練工の不足という理由から、高品質生糸を効率的に生産する多条繰糸機への強い需要があったことが指摘される。さらに、プロビット分析により、各府県への多条繰糸機の普及の決定要因が検討される。そこでは三大製糸会社の果たした先導的ショー・ウィンドー効果と並んで、全国各地における類似技術の競争的開発の意義が強調されている（清川 [1995 第 4 章] 127-165 頁）。

また織物業の分析では、力織機の手織機に対する優位性が説明され、安価な小幅力織機が開発されたことの意義が強調される。次いで力織機の普及の進展が、主成分分析により府県別に分析される。そこでは、力織機の生産は特定の業者に集中せず、各産地毎に異なる織物に見合った機械が開発され普及したことが指摘される。また組合が品質の維持、規格の設定などにおいて、大きな役割を果たしたことも個別の史実をもとに論証されている（清川 [1995 第 5 章] 167-210 頁）。

経済組織・制度

清川雪彦は、近代的工場制度の導入・普及を製糸業に即して検討してい

る。そこでは、日本的労務管理体制を含む生産制御システムの普及が1910年頃までには完成していたこと、そして富岡製糸場は工場制度の普及に大いに貢献したことが結論される。これらはいずれも著者独自の指摘であるが、とくに第2点は通説と著しく異なって興味深い。著者によれば、工場制度の普及は、器械製糸技術のそれに比べれば遅かったが、一般的社会制度に比べれば相対的に速い速度で進行した。この事実は、日本における技術普及の価値中立性を示すものだと主張している（清川 [1995 第6章] 215-240頁）。

以上のほかにも数多くの優れた実証研究がある。例えば、崎浦 [1984] では稲品種改良、土井 [1983] では養蚕業、南 [1976] では工場原動機、南ほか [1982] では力織機、石井 [1986] では織機・紡績機械・製糸機、杉浦 [1987] では電灯、がそれぞれ取り上げられて、各自の観点と手法によって検討が加えられている。

IV 技術革新

前述したように、後進国の技術発展は順調であれば、技術導入から技術普及へ、さらに技術革新へと進む。初期に導入された技術は国内での普及を通じて、ある程度消化・吸収され、導入技術に対する模倣や修正などの改良的技術革新が可能となる。戦前日本ではこのようなパターンが観察される。ただし技術導入や技術普及に比べて、経済発展の初期における技術革新の役割が決して決定的に大きいとはいえないため、この時期の技術革新に関する研究も後れているのである。

通常、技術進歩 (technological progress) とは、新しい製品の生産や新しい生産方法の採用のみならず、企業や産業の組織の改善などによって、

個別企業や産業全体としての生産関数が上方にシフトする現象を指すが、前者は狭い意味の技術革新 (technological innovation) であり、後者を含めた全体はシュンペーターが主張する広い意味の技術革新 (新機軸, イノベーション, innovation) とほぼ同義である。第2次世界大戦後、技術進歩に対する経済学の研究は盛んに行われるようになった。まず新古典派経済学において、集計的生产関数による技術進歩の理論的・実証的分析が行われ、数多くの業績が生まれ、その後の技術進歩に関する研究に重要な契機を与えた。それは、大きく2つの方向に向かって発展した。1つは、経済成長あるいは生産性上昇の要因として、慣行的尺度で測られた投入物のみでは説明しきれずに残された大きな残余項に関する解明である。もう1つは、技術変化の性質の解明と技術的知識の創造を経済的生产活動として、経済体系内に取り込もうとする技術進歩内生化的理論的試みである。その研究の詳細は Stoneman [1995] などに譲り、ここでは後進国 (あるいは発展途上国) にとってより現実的なものを取り上げる。

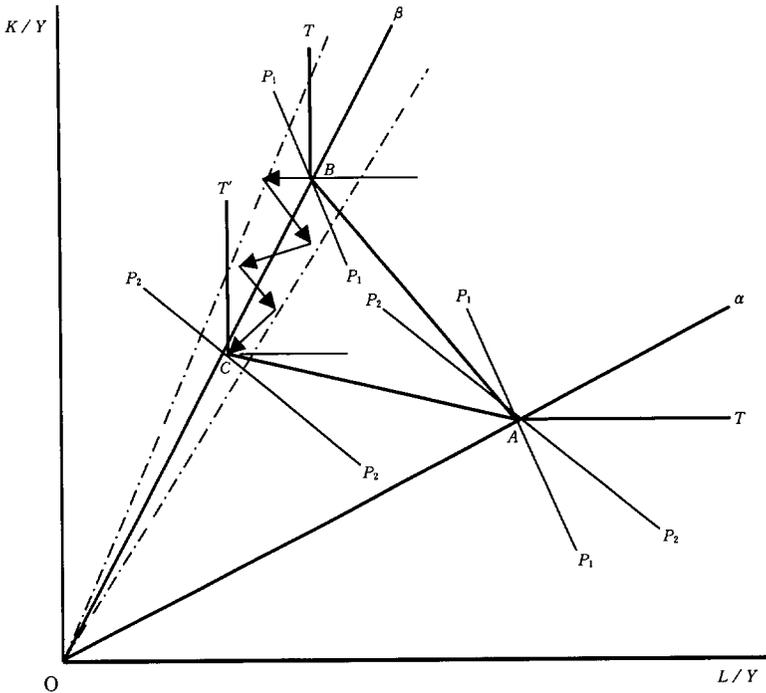
1 理論研究

技術革新の経験効果

技術革新には画期的な大きいものもあれば、改良的な小さいものもある。後者の多くは現場の試行錯誤の中で実現される。この種の技術革新は後進国 (あるいは発展途上国) では前者より圧倒的に多い。

この種の技術革新を理論的に表現したのは、経験効果 (あるいは学習効果) と呼ばれるモデルである。David は、次の2つの仮説に基づいて学習過程を含む技術進歩モデルを展開している。第1の仮説は、技術進歩の局所性であり、第2はその中立性である。第1の仮説では、経験の蓄積を通じてえられる知識は局所的なものであり、生産関数のシフトは企業 (ないし経済) が現時点で操業している地点に局所化されるとする。

図6 経験効果と技術進歩



出所 David [1975] p 66 および佐久間 [1998], 199 頁.

図6は横軸、縦軸にそれぞれ労働係数 L/Y 、資本係数 K/Y をはかり、2つの技術 α 、 β のみが利用可能な場合の技術選択の問題を示したものである。現時点での生産フロンティアが $TBAT$ で示されるとき、現行の賃金・レンタル価格比率が P_1/P_1 で表される傾きをもつなら、単位費用を最小にする技術は β となる。技術進歩の局所性を仮定すると、技術 β がひとたび選択されたならば、技術進歩はその近傍でのみ起こり、技術 α が選択されなかったために技術進歩は起こらない。このような状況では、技術 β のもとで、 D 点を超えて点 C に達する技術進歩が起こったときの、

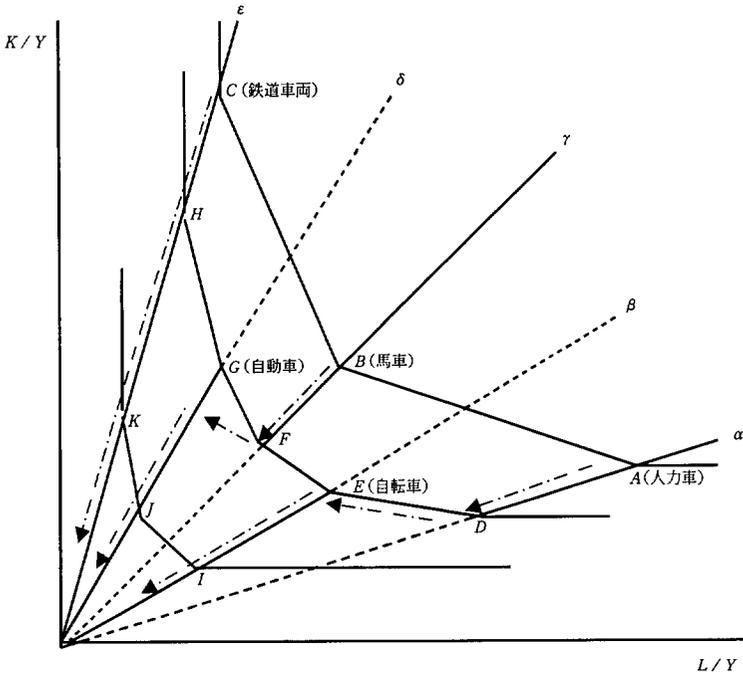
生産フロンティアは $T'CAT$ で表され、そこでは賃金・レンタル価格比率が、傾き P_2P_2 で表されるような低い水準に変化していても、費用最小化の観点から、再び技術 β が選択される。すなわち技術進歩が居所的で、経験効果が十分大きい場合には、要素価格比率の変動とは独立に、同一の技術が選択され続けていくのである。このように技術進歩の局所性仮定のもとでは、技術 β は経験効果によって、 B から C へと左下の方向に向かって改良されていく (David [1975] pp. 57-91, 佐久間 [1998] 第6, 7章)。

2 実証分析

David モデルの応用

佐久間昭光は以上の David モデルをめぐって、戦後日本の集積回路産業、自動車産業などについて実証分析を行った。ここでは、産業の発展段階（あるいは技術体系の成熟度）との関連で興味深い結果を生み出した。例えば、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年代を通じて労働集約的であった。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。集積回路産業の技術体系は大きな潜在的可能性をもち、個々の技術は、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いくが、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

図7 戦前日本における交通手段の技術変化



- 庄・1) ここで言う交通手段は旅客を載せるものを指し、トラックなどは含まれていない
 2) 単純化のため、鉄道馬車や路面電車、自動二輪車、三輪車などが無視された。
 3) 実線は実際に存在した技術、点線は潜在的な技術を示す

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。そして著者は、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によって説明され、産業横断的な共通性が存在することを指摘している（佐

久間 [1998] 第 6 章).

佐久間の研究は戦後に関するものであるが、産業の特性の違いやその発展段階の差などが技術進歩の性格と大きく関係するという観点は、戦前期の分析に大きなヒントを与えてくれた。そこで、David の経験効果モデルを戦前日本の現実に照らしてみよう。図 7 は、旅客輸送の交通手段の技術変化を生産関数で示したものである。そこには、資本と労働の組み合わせとして α , β , γ , δ , ε の 5 つの技術が描かれている。明治初期から 3 種類の技術の組み合わせが成立していた。明治初期に日本人によって発明された人力車 (A 点)、西洋から伝わってきた乗用馬車 (B 点)、同じく西洋から移植されてきた鉄道 (C 点) の三者であった。この構図は世紀の変わり目にかけて続いた。すなわちこの時代には基本的に、 α という労働集約的な技術 (人力車)、 γ という中間にある技術 (乗用馬車)、 ε という資本集約的な技術 (鉄道) が市場を三分した (実際に、人力車より資本集約度の低い駕籠はしばらく存在していたが)。この約 30 年間、鉄道、乗用馬車、人力車の 3 者にそれぞれ経験効果による技術進歩が発生したと考えられる。すなわちその各々の技術進歩は、基本的に従来技術の延長線にあり、次の時代にはそれぞれ D 点 (人力車)、F 点 (乗用馬車)、H 点 (鉄道) に位置する。ところがこの時期から、人力車より少し資本集約的な自転車 (E 点) と乗用馬車より少し資本集約的な自動車 (G 点) が登場する。すなわち 5 つの技術が併存する局面を迎えるのである。この局面はしばらく続くが、その間に各種の技術体系が経験効果を積み重ねる。次の局面に移動する途中、人力車と乗用馬車が退場する。さらに次の時代に入る (例えば、昭和期) と、自転車 (I 点)、自動車 (J 点)、鉄道 (K 点) の三者が輸送市場を支配するようになる。

農業技術

清川雪彦は、蚕の近代交雑種の開発と普及を分析している。それによると、近代的遺伝学の厳密な理論に則った一代交雑種の開発が、1910年頃に早くも軌道に乗り、直ちにその普及配布体制に入ったということは、国際的経験に照らしても注目すべき事実であった。その要因として、全国的な試験場網による蚕種の供給体制が末端まで確立していたことに加え、非常に早い時期から各種の掛け合わせをも含めた蚕品種改良の強い伝統が存在していたことがあげられる。このような制度的前提のもとで、大製糸会社による技術教育や養蚕教師などによる啓蒙普及が、はじめて効果を上げることができたといえるが、著者はこのことをプロビット分析の手法を使って論証している（清川 [1995 第3章] 81-122頁）。

工業技術

大塚啓二郎は、20世紀初頭から第2次世界大戦までの綿紡績業および綿織物業を事例とし、特許および実用新案データを検討することによって、国内の技術革新の誘発過程を解明しようとしている。著者は、要素賦存比率あるいは要素価格比率の著しく異なる諸国間の技術移転を成功させるためには、受入国における適応的技術革新が不可欠だと主張し、具体的に特許および実用新案件数を適応的技術革新の指標として捉え、外国技術の影響という観点から国内の技術革新活動の特質を分析した。著者は、国内の技術革新の誘因としての要素価格の変化と、先進諸国で蓄積された技術的知識の活用の相乗効果が大きいことを指摘し、産業の発展過程における生産要素間の長期的代替可能性を、根本的に規定するものとしての要素価格の意義を強調した。分析の結果、要素価格と技術革新との因果関係の存在が支持され、長期における要素間の代替可能性の拡大によって、要素価格の役割の重要性が積極的に評価された（大塚 [1987] 110-130頁）。

技術選択と技術普及に比べて、戦前期の技術革新に関する実証研究は幾分少ない。それにしてもいくつかの試みが行われている。例えば、加古〔1986〕は農業の自動耕耘機、石井〔1987〕は力織機、清川・牧野〔1998〕は花筵産業、関〔1998〕は人力車工業、をそれぞれ取り上げて分析している。

V 結びに代えて：技術発展のパターン

以上では、戦前日本の技術発展のプロセスを技術導入→普及→革新という3段階に分けて、これまでの主要な研究成果を踏まえて確認した。最後にここでは、戦前日本のような後進国（あるいは現在の発展途上国）では長期的にどのような技術発展のパターンが存在するかを考察したい。結論的にいえば、後進国の技術発展には産業発展の場合と同じように、導入→導入代替（普及・革新）→移転という雁行形態が存在する。ただし以上の考察では、海外への技術移転という段階に言及しなかった。これは次の3つの理由によるものである。第1に、この時期には海外への技術移転はあまり盛んではなかったという事実である。第2に、第1点の影響があって技術移転に関する研究は技術導入や技術普及などに比べて著しく立ち遅れている。第3に、技術発展の一環としての技術移転に対する認識が必ずしも十分ではない。⁽⁵⁾

戦前日本の工業化＝経済発展は、実に海外（市場）との関わりが深い。これは2つの側面からこの問題を考えることができる。1つは、欧米から移植された産業（近代産業）の多くが、輸入→輸入代替（国内生産）→輸出、という一連の継起的発展過程を経験した、いわゆる雁行形態的發展パターンである。もう1つは、在来産業が欧米から導入された先進技術を利

用して、それ自身の近代化を図った、いわゆる輸出志向的發展パターンである。2つの發展パターンのいずれも大きな成功を収めた。前者は雁行形態論によって、後者はプロダクト・サイクル論によって、それぞれ当てはめられる。

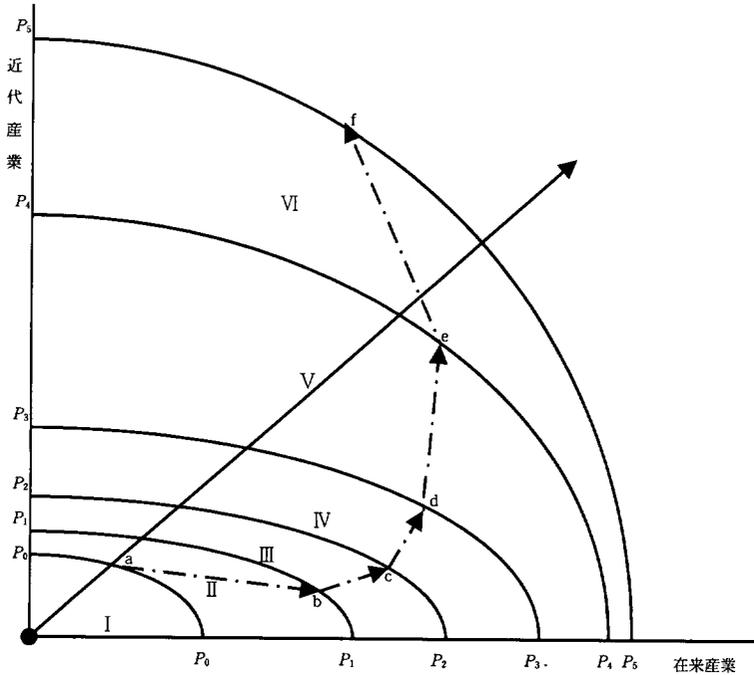
周知のように、日本の多くの商品は、輸入される段階から始まり、輸入が国産に切り替えられる段階を経て、海外に広く輸出される段階に移行した。このような輸入→生産・輸入代替→輸出化というパターンを図に描くと、あたかも飛翔する雁の群の型に似ていることから、赤松要によって雁行形態と名付けられた⁽⁶⁾。この産業發展の雁行形態論は、その後小島清など多くの研究者によって受け継がれ、広範な議論が展開された⁽⁷⁾。また山沢逸平はこの産業の移植過程を3段階から、輸入→輸入代替→輸出成長→成熟→逆輸入という5段階にまで拡張した⁽⁸⁾。

雁行形態論は後進国の産業が先進国の産業を摂取し、それを追跡しつつ成長・發展する過程を描写するのに対し、プロダクト・サイクル論は先進国で開発された技術集約的な新製品がどのように後進国に移転していくかを明らかにするものである⁽⁹⁾。先進国から後進国へという視点は、雁行形態論と根本的に異なるが、プロダクト・サイクル論の後半だけを見れば、まさに雁行形態論の範囲になる。

1 技術發展のパターン

ここでは、上で述べた2種類の發展パターンを同時に考えてみよう。図8では、在来産業と近代産業からなる日本經濟（製造業）が、生産可能曲線（PP）で示されている。第1期では貿易が行われなかったとすれば、a点で両財の生産と消費が行われる。この時期に、在来産業の製品に集約的に使用される生産要素が急速に増大したため、生産可能曲線は P_0P_0 から P_1P_1 にシフトする。もし相対価格が変わらなければ、リブチンスキー線

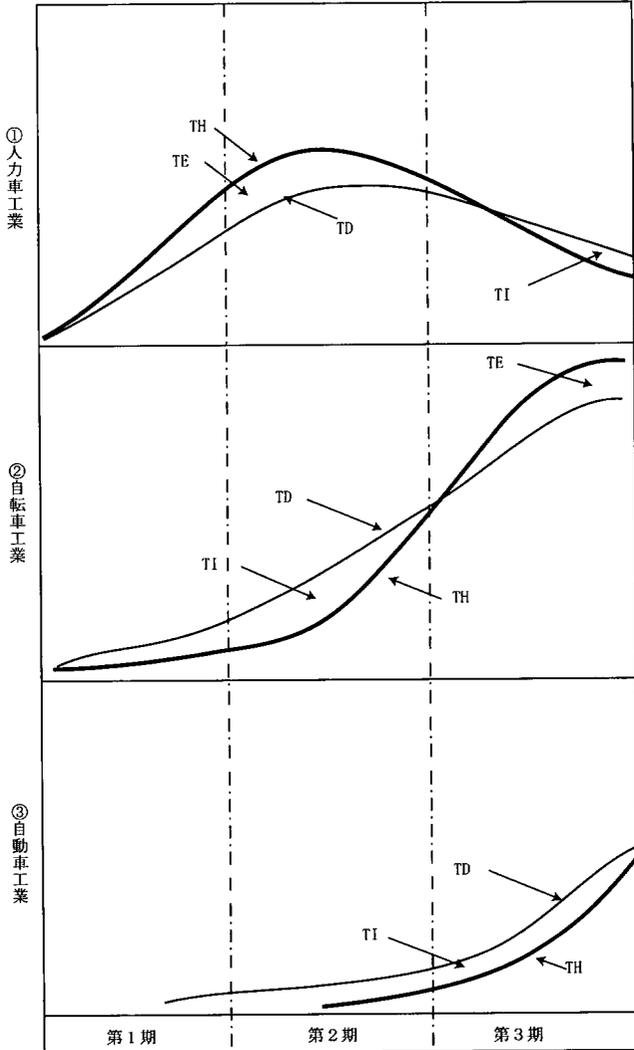
図8 戦前日本の産業発展パターン



注 ここでは消費構造の変動が省略されている。

が右下がりになり、新しい生産均衡点はb点になる。この変動の結果、在来産業の製品が輸出し、近代産業の製品が輸入されることになる。第2期では在来産業が継続的に成長する一方、近代産業も成長を始めるが在来産業のそれには及ばない。生産可能曲線が P_1P_1 から P_2P_2 に移動するに伴って、リブチンスキー線は右上がりになり、c点は新しい生産均衡点となる。経済成長がさらに続き、生産可能曲線が P_2P_2 から P_3P_3 に移動する。在来産業と近代産業の同時成長が実現し、リブチンスキー線は中立的に右上に移動し、d点が新しい生産均衡点となる。さらに第4期、第5期の成長が続く（生産可能曲線が P_4P_4 、 P_5P_5 へ移動する）と、経済全体が次第に

図9 戦前日本の技術発展パターン



注 THは技術の保有量, TDは技術の需要量, TIは技術の輸入量, TEは技術の輸出量をそれぞれ示す。

在来産業から近代産業へと傾斜し、その関係は完全に逆転するのである。⁽¹⁰⁾

技術発展のパターンも産業発展のそれとはほとんど変わらない。ここではプロダクト・サイクル論の発想を借りて、後進国の技術発展パターンを説明しよう。図9は、輸送機械としての人力車・自転車・自動車の事例を取り上げて描かれたものである。まず在来産業（人力車工業）の動向を見よう。経済発展の初期（第1期）には、その技術が急速に進歩するが、技術の保有量が需要量を超えた分を他の後進国へ移転する。次の第2期にはそのいずれも頂点に達した後、後退し始める。第3期になるとその後退は一層加速する。技術の保有量は需要量に間に合わなくなるため、ついに逆輸入に転じる。次に、移植産業ではあるが技術的に比較的簡単で定着しやすい産業（自転車工業）の動きを見よう。第1期には技術の保有量・需要量が共に低い水準にあるものの緩やかな上昇が見られる。需要量は保有量より少し多いため、その不足分を先進国から導入される。続いて第2期にはその両方がともに伸びるが、保有量の伸びが需要量のそれより速いため、先進国からの導入量は減少する。さらに第3期になると、技術の保有量が次第に需要量を超えて海外への移転は実現する。さらに、技術的に複雑で定着しにくい産業（自動車工業）の状況を見よう。第1期には技術の需要量が低いレベルにありながら、保有量は全くないので完全に導入技術に頼る。第2期には技術の保有量は少しずつ蓄積するが、まだ低いレベルにある。需要量もそう急速に伸びない。第3期になると、両方とも急速に伸長するが、保有量はまだ需要量に及ばない。

このように戦前日本では、まず在来産業、次に定着しやすい移植産業、さらに定着しにくい移植産業という、継起的な技術発展のパターンが観察される。それが実現された背景には、上記の技術進歩など国内要因のほか、日本より遅れた国々の存在が必要である。すなわち、初期の技術移転先はほとんど中国や朝鮮半島および東南アジアの国々から始まり、欧米先

進国への進出はだいぶ後のことであった。

2 簡単な評価

以上では、近代日本の技術発展に関するこれまでの研究を簡単にレビューしたが、冒頭で述べたように、この展望は決してすべての研究成果を網羅したものではなく、あくまでも筆者の限られた知識と主観的判断によるものである。従ってもっとよい研究が漏れたり、筆者の理解が足りなかったりすることはありうる。ここでは筆者の感想を3点ほど述べる。

第1に、戦前日本の技術発展に関する研究はかなり高いレベルに到達している。例えば、技術導入・選択の類型に関する小野・南モデル（要素賦存仮説）は、後進国であった日本の実態を如実に説明している。また情報量格差仮説（清川）は、二重構造をもつ後進国の技術普及の研究を大きく前進させた。これらの研究成果は戦前日本だけでなく、現在の発展途上国にも十分適用可能なものと思われる。

第2に、本稿ではあまり多くは紹介しなかったが、実証分析および事例研究にもかなり独創性の高いものがあつた。新しい分析方法の応用、新しい資料の発掘、新しい視点による検討、などが実証分析に新たな可能性を示しただけでなく、将来の理論的構築にも重要な材料を提供している。南・牧野 [1987] におけるモデル工場の設定、清川 [1985, 1995] における多変量分析手法の応用、大塚 [1987] における特許資料の発掘、牧野 [1996] における資本利潤率や小麦粉供給量の推計、などがそれである。

第3に、しかしこの分野の研究はすでに頂点に達しており、これ以上の研究は不可能だということはない。これまでの研究は、主として新古典派経済学の理論および数量経済史の方法論に基づいて行われてきたが、今後は新制度学派的比較制度分析や歴史制度分析の方法論を用いて、数量的に取り扱いにくい課題や制度的要因などの研究に新たな光を放つことが期待

される。

* この論文では数多くの研究が取り上げられているが、もしもその各々に対する理解が間違ったり足りなかったりすることがあったら、そのすべての責任が筆者にある。なお日本語のチェックは片岡康子氏（一橋大学）をお願いした。ここに記して、感謝の意を表したい。

- (1) クズネッツはこの説に否定的見解を示している (Kuznets [1971] p. 42). またこの仮説をめぐる研究は最近、経済成長論においても盛んに行われている。それはいわゆる「収束, 収斂 convergence」現象に関する研究である。それによれば、一部（先進国）の国々ではこの現象が成立するが、すべての国々（発展途上国を含む）では成立しないという。また一部の国（OECD 加盟国）内部の地域間にも成立するといわれる。主要文献としては、Baumol [1986], De Long [1988], Mankiw et al. [1992], Barro and Martin [1992, 1995] などがあげられる。また Jones [1998] もこの問題に関する研究を紹介している。
- (2) この点に関しては、清川雪彦も認めている (清川 [1995] 316 頁)。
- (3) 関 [1996, 1998, 2001] はそれぞれ人力車工業、自転車工業、自動車工業の長期的技術発展の問題を考察している。
- (4) この点では、必ずしも Davies のモデルとは一致しないが、彼のモデルでは縦軸に普及率ではないことが原因である。通常の普及曲線の縦軸は普及率で測られており、普及率の曲線では在来産業と近代産業との違いが明瞭に観察される。
- (5) 技術移転に関する議論の多くは国際貿易論や国際投資論および多国籍企業論などによって行われている。関口 [1988] 直接投資と技術移転との関係を論じている。
- (6) 赤松要 [1956] を参照。
- (7) 小島清 [1966, 1973] を参照。
- (8) 山沢逸平 [1984] を参照。
- (9) Vernon [1966] を参照。
- (10) ここでの議論は消費構造の変動について特に触れていないが、消費構造の

変動が生産構造のそれより小さければ、以上の主張は成立するであろう。なお清川 [1973] は戦前日本の繊維産業と他の産業との対比で議論されている。

参考文献

- 赤松要 [1956] 「わが国産業発展の雁行形態：機械器具工業について」『一橋論叢』第36巻第5号，68-80頁。
- Barro, R. J., and X. S. I. Martin [1992] "Convergence," *Journal of Political Economy* 100 (Apr.): 223-51.
- [1995] *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill (大住圭介訳『内生的経済成長論(上・下)』九州大学出版会，1997-98年)。
- Barsby, S. L. [1969] "Economic Backwardness and the Characteristics of Development," *Journal of Economic History* 29 (Sep.): 449-472.
- Baumol, W. J. [1986] "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long-Run Data Show," *American Economic Review* 76 (Dec.): 1072-85.
- Coombs, R., P. Saviotti, and V. Walsh [1987] *Economics and Technological Change*, London, Macmillan (竹内啓ほか訳『技術革新の経済学』新世社，1989年)。
- David, P. A. [1975] *Technical Choice, Innovation and Economic Growth: Essays on American and British Experience in the Nineteenth Century*, Cambridge Univ. Press.
- De Long, J. B. [1988] "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment." *American Economic Review* 78 (Dec.): 1138-54.
- 土井時久 [1983] 「戦前期養蚕業の経済分析」『北海道大学農経論叢』第39集，245-328頁。
- Gerschenkron, A. [1962] *Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays*, Cambridge, Mass: Harvard Univ. Press.
- Jones, C. I. [1998] *Introduction to Economic Growth*, New York: Norton (香西泰監訳『経済成長理論入門』日本経済新聞社，1999年)。
- 加古敏之 [1986] 「農業における適正技術の開発と普及：自動耕耘機の分析」『経済研究』第37巻第3号，193-207頁。

近代日本の技術発展

- 関権 [1996]「戦前期における自転車工業の発展と技術吸収」『社会経済史学』第62巻第5号, 1-31頁.
- [1998]「在来産業における技術改良の意義と限界：人力車工業盛衰記」『経済と経済学』第87号, 49-65頁.
- [2001]「戦前期における自動車工業の技術発展」『一橋論叢』第125巻第5号, 15-31頁.
- 清川雪彦 [1973]「綿工業技術の定着と国産化について：日本、中国及びインド綿工業比較分析：(1) 戦前日本」『経済研究』第24巻第2号, 117-137頁.
- [1975]「技術格差と導入技術の定着過程：繊維産業の経験を中心に」大川一司・南亮進編『近代日本の経済発展』東洋経済新報社.
- [1984]「欧米技術の受容をめぐる諸問題」社会経済史学会（編）『社会経済史学の課題と展望』（社会経済史学会創立50周年記念）有斐閣.
- [1985]「日本綿紡績業におけるリング紡機の採用をめぐる：技術選択の視点より」『経済研究』第36巻第3号, 214-227頁.
- [1987]「日本の技術発展：その特質と含意」（南亮進・清川雪彦編『日本の工業化と技術発展』東洋経済新報社, 第14章）.
- [1995]『日本の経済発展と技術普及』東洋経済新報社.
- 牧野文夫 [1998]『花筵産業における技術改良の意義：明治期農村工業品の輸出促進要因の検討』『経済研究』第49巻第3号, 204-217頁.
- 小島清 [1966]『日本貿易と経済発展』国元書房.
- [1973]『世界貿易と多国籍企業』創文社.
- Kuznets, S. [1968] “Notes on Japan’s Economic Growth,” in L. Klein and K. Ohkawa (eds.), *Economic Growth: The Japanese Experience since the Meiji Era*, Richard D. Irwin.
- [1971] *Economic Growth of Nations: Total Output and Production Structure*, Harvard University Press（西川俊作・戸田泰訳『諸国民の経済成長：総生産高および生産構造』ダイヤモンド社, 1977年）.
- クズネッツ [1973]「総括と批判（その2）」大川一司・速水佑次郎編『日本経済の長期分析：成長・構造・波動』日本経済新聞社.
- 牧野文夫 [1996]『招かれたプロメテウス：近代日本の技術発展』風行社.
- Mankiw, N. G., D. Romer, and D. Weil [1992] “A Contribution to the Em-

- pirics of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics* 107 (May.): 407-38.
- 南亮進 [1976]『動力革命と技術進歩』東洋経済新報社.
- [1992]『日本の経済発展 (第2版)』東洋経済新報社.
- ・石井正・牧野文夫 [1982]「技術普及の諸条件：力織機の場合」『経済研究』第33巻第4号, 334-359頁.
- ・牧野文夫 [1983]「技術選択の経済性」『経済研究』第34巻第3号, 216-230頁.
- [1987]「日本の技術発展：戦前期の概観」(南亮進・清川雪彦編『日本の工業化と技術発展』東洋経済新報社, 第1章).
- Mowery, D. and N. Rosenberg [1979] "The Influence of Market Demand upon Innovation: a Critical Review of Some Recent Empirical Studies," *Research Policy*, 8, pp. 102-153.
- 中川敬一郎 [1981]『比較経営史序説』東京大学出版会.
- [1992]「技術移転と在来産業」社会経済史学会(編)『社会経済史学の課題と展望』(社会経済史学会創立60周年記念)有斐閣.
- 西川俊作 [1985]『日本経済の成長史』東洋経済新報社.
- 大川一司・ロソフスキー [1973]『日本の経済成長』東洋経済新報社.
- ・小浜裕久 [1993]『経済発展論』東洋経済新報社.
- 小野旭 [1968]「技術進歩と Borrowed Technology の類型」筑井甚吉・村上泰亮(編)『経済成長理論の展望』岩波書店.
- [1986]「鉄鋼業における輸入技術：ブラジル, インド, 日本の比較分析」大川一司(編)『日本と発展途上国』勁草書房.
- 大塚勝夫 [1990]『経済発展と技術選択：日本の経験と発展途上国』文真堂.
- 大塚啓二郎 [1987]「綿工業の発展と技術革新」(南亮進・清川雪彦編『日本の工業化と技術発展』東洋経済新報社, 第6章).
- Otsuka, K., G. Ranis, and G. Saxonhouse [1988] *Comparative Technology Choice in Development: The Indian and Japanese Cotton Textile Industry*, London, Macmillan.
- Rosovsky, H. [1961] *Capital Formation in Japan: 1868-1940*, Free Press of Glencoe.

近代日本の技術発展

- 崎浦誠治 [1984] 『稲品種改良の経済分析』 養賢堂.
- 佐久間昭光 [1998] 『イノベーションと市場構造』 有斐閣.
- 関口末夫 [1988] 『直接投資と技術移転の経済学』 中央経済社.
- 新谷正彦 [1987] 製茶業における技術選択 (南亮進・清川雪彦編『日本の工業化と技術発展』 東洋経済新報社, 第2章).
- Stoneman, P., ed. [1995] *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- 内田星美 [1990] 「技術移転」 西川俊作・阿部武司 (編) 『産業化の時代 (上)』 (日本経済史 4) 岩波書店.
- Vernon, R. [1966] "International Investment and International Trade in the Product Cycle," *Quarterly Journal of Economics*, 80 (May): 190-207.
- 山沢逸平 [1984] 『日本の経済発展と国際分業』 東洋経済新報社.
- 石井正 [1986] 「繊維機械技術の発展過程」 (中岡哲郎・石井正・内田星美『近代日本の技術と技術政策』 国連大学, 第2章).
- 石井正 [1987] 「力織機製造技術の展開」 (南亮進・清川雪彦編『日本の工業化と技術発展』 東洋経済新報社, 第7章).