

世界経済の発展と技術革新（2） 20 世紀における経済成長

明治学院大学経済学部
増山 幸一*

2003 年 4 月

序

- 第 1 章 世界経済の発展
 - 第 1 節 経済発展の特徴と諸局面
 - 第 2 節 経済発展の主要な諸要因
 - 第 2 章 ヨーロッパ資本主義経済の発展
 - 第 1 節 商人資本主義の発達
 - 第 2 節 産業革命と産業資本主義の発展
 - 第 3 節 パックス・ブリタニカの時代
- (以上、承前)

初めに

前稿の「世界経済の発展と技術革新（1）」では、産業革命から 19 世紀末までの世界経済の発展過程において技術革新と経済成長との関係について考察してきた。本稿では、20 世紀での経済成長とイノベーションとの関係について考察する。

20 世紀は、アメリカの世紀と言われたとおり、アメリカがイギリスの経済的・政治的リーダーシップに取って代わり、圧倒的な経済力と技術力を確立する過程として始まった。1950 年代までにアメリカは、大量生産方式による生産技術上の絶対的優位性を獲得し、アメリカ的生活様式の裕福さを全世界に知らしめ、文化的・政治的な意味でも、リーダーシップの頂点に達する。第 2 次世界大戦後以降、ヨーロッパ諸国および日本がアメリカ経済にキャッチアップする過程が開始され、1980 年代には、多くの産業でアメリカ経済を追いつき追い越すことに成功する。同時期に、NIEs と呼ばれる 1 群の発展途上諸国がヨーロッパ諸国や日本などの先進諸国にキャッチアップする過程が始まり、日本の高度成長に類似した高度経済成長を遂げる。ヨーロッパ諸国は欧州連合という巨大な市場統合を達成し、北米大陸は NAFTA という大きな自由貿易地域を形成した。また、アジア NIEs の発展に伴って、日本、中国を含めたアジア地域は、欧州連合を超える巨大な経済力を擁する経済地域となってきた。

20 世紀末に開始された情報通信技術革命は、アメリカなどに戦後の黄金期を越える経済成長をもたらしたが、ドイツやフランスそして日本などの諸国では情報通信技術革命に牽引されたこうした経済成長は顕著ではなかった。しかし、インターネットをインフラとする情報コストの低下、電子商取引や SOHO などに誘発された新しい生産・流通活動は、従来からの流通システムおよび産業システムに大きな影響を与え、現在、経済システムの在り方そのものがドラスチックに転換する過程に入っていると思われる。

本稿の目的は、上記の世界経済の成長過程の原動力を解明し、理解すること、したがって、イノベーションと各主導産業の生成と興隆の相互依存を解明し、イノベーションに基づく各産業の発展過程が国民経済の成長をどのようにして牽引したのかを理解することである。以下の第 3 章では、アメリカ経済の発展過程を取り上げる。第 1 節では、20 世紀前半の世界経済の特徴を説明し、その期間にアメリカ経済が急速に成長する様子を概観する。第 2 節で、大量生産システムの基礎であるアメリカ的生産システムがいかにしてアメリカ経済で確立されたのかについて考察する。第 3 節では、大量生産システムを完成するために必要であったイノベーションがどのような形で成し遂げられたのかについて、自動車産業と石油化学産業のケーススタディを通して理解する。第 4 節で、こ

うした大量生産システムの完成を背景として、アメリカ経済が急速に成長する過程の特徴を分析する。

第4章では、ヨーロッパ諸国および日本がアメリカ経済にキャッチアップする過程の特徴を議論する。第1節で、経済成長率と全要素生産性上昇率の関係を考察し、経済成長にイノベーションが果たした役割を計量的に検証する。また、ヨーロッパ諸国および日本のキャッチアップは成長率の収斂を引き起こしていることも確認する。第2節で、ヨーロッパ諸国および日本のキャッチアップ過程を産業レベルで理解するために、ケーススタディとして自動車産業と化学産業などを取り上げる。第3節で、アジア諸国のキャッチアップ過程を考察する。1997年に発生した通貨危機の影響についても簡単に言及することにする。最後の節で、今後の問題として残された課題について整理する。

第3章 アメリカ資本主義経済の発展

第1節 20世紀前半の世界経済の特徴：戦争と経済危機の時代

前章で説明したとおり、世界経済は、ナポレオン戦争以降、イギリスによるリベラルな経済政策に促進される形で、ヨーロッパを中心として大きな経済成長を遂げた。しかし、このリベラルな政策とグローバリゼーションの時代は、第1次世界大戦を契機として、幕を閉じることとなる。

1.2 第1次世界大戦（1914-18）とその後の経済成長

第1次世界大戦によって、東ヨーロッパでは、オーストリア・ハンガリア帝国およびトルコ帝国が崩壊する。この結果、新しい国境線が引かれ、この国境線の変化に伴って、新たな関税障壁が登場するとともに、輸送ルートの大混乱が起こる。オーストリアのGDPは約4割も低下する。西ヨーロッパでは、戦争による物的、人的資本に対する被害が大きく、各国のGDPの落ち込みが大きい。とりわけ、ベルギー、フランス、フィンランドなどでの落ち込みが激しく、1913年から1918年にかけてGDP水準は64%から68%程度にまで落ち込む⁽¹⁾。1913年の水準は1924年まで回復せず、フランスは海外資産の3分の2を失い、ドイツは殆どの海外資産を失う。イギリスの海外資産はほとんど変化せず、南ヨーロッパやアジアでの戦争被害は軽微であった。他方で、北米等のヨーロッパ系諸国は、一人当たりGDPが年率3%で成長を遂げる。北米等の合計したGDPの大きさは西ヨーロッパ諸国の合計を越す。図3.1に見られるとおり、アメリカ経済は力強く高い成長率を続ける。1924年から29年までの期間で、一人当たりGDPの年平均成長率は西ヨーロッパで3.5%、北米等諸国で3.4%、ラテンアメリカで4.6%、アジアで1.9%であった⁽²⁾。

1.3 世界大恐慌の時期

1929年10月24日（暗黒の木曜日）に、アメリカのウォール・ストリートで株価が大暴落を始める。アメリカとドイツの金融システムが崩壊し、北米とドイツの被害が最も深刻になった。第1次世界大戦の影響よりも深刻な事態となった。GDP水準、消費、および雇用が急激に低下する。主要国の工業品産出高は、ドイツ、カナダ、アメリカなどで軒並み40%を超える減少幅を示し、他のヨーロッパ諸国でも30%を超える減少幅であった⁽³⁾。アメリカの自動車生産量は、29年480万台、30年280万台、32年110万台と加速度的に悪化した。アメリカの自動車輸出量は、29年の60万台から、32年には6万5千台へと大きく低下した。主要各国の失業率は以下の表3.1に示されるとおり急上昇し、とりわけアメリカでは5人に一人の割合で失業者が発生する。

表3.1 失業率の推移(%)

	29年	31年	33年	35年
ドイツ	5.9	13.9	14.8	6.5
イギリス	7.2	14.3	13.9	10.8
米国	3.1	15.2	20.5	14.2

出所：Freeman et al(2001)Table 8.4

主要国で金本位制が放棄され、自由貿易体制が崩壊を始める。アメリカで1929-30年にスムート=ホーリー法（関税の大幅引き上げ法）が議会で承認され、これが報復の波を引き起こす。イギリスは1932年に、特惠関税制度を導入し、多角的貿易主義を放棄する。フランス、ドイツ、日本は各帝国内で類似の戦略を採用する。この結果、世界貿易量は4分の1以上落ち込み、貿易量は1950年まで回復しなかった。

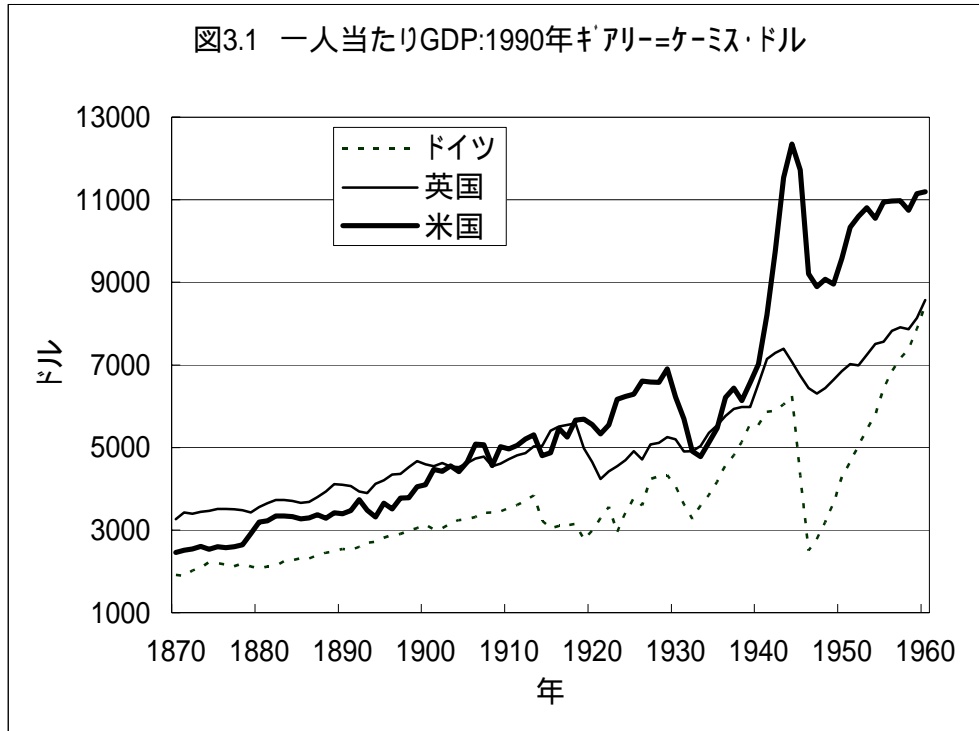
1.3 大恐慌からの脱出と第2次世界大戦

1933年、ドイツでヒットラーが政権につき、Schachtがドイツ銀行の総裁に任命される。オートバーン道路網の建設が進められ、大衆車Volkswagenの生産計画が決定される。1933年にアメリカでルーズベルトが大統領に就任し、ニューディール政策を開始する。1931年には、日本軍が満州に侵攻する。1939年には、ドイツ軍はポーランドに侵攻し、第2次世界大戦が始まる。

1938年から44年の第2次大戦の時期に、ドイツの一人当たりGDPは24%上昇し、日本のそれは17%上昇した。しかし、占領地域であるフランスやオランダなどでは一人当たりGDPは40%以上も下落した。韓国や台湾のGDPも下落した。イギリスの一人当たりGDPは22%上昇した。アメリカでは一人当たりGDPが114%という驚異的な拡大を示す。

1.4 アメリカ経済の持続的な成長

図 3.1 から読み取れるように、アメリカでは、19 世紀半ば以来 1929 年の大恐慌までの期間、めざましい経済成長を遂げる。世界大恐慌や第 2 次世界大戦による大きな経済混乱と景気後退があったにもかかわらず、第 1 章の表 1.2 で示したように、アメリカ経済の一人当たり GDP は、1870-1913 年の期間で年率 1.8%、1913-1950 年の期間で年率 1.6%の持続的な経済成長を実現した。労働生産性も、1870-1913 年の期間で年率 1.9%、1913-1950 年の期間で年率 2.5%で上昇を続けた。



出所：Maddison(1995)

すでに指摘したとおり、1850 年から 1913 年におけるアメリカ経済の成長は、鉄道敷設と豊富な自然資源の開発への投資、増加する都市人口に対する大規模なインフラストラクチャー建設に支えられている。1913-1950 年における経済成長の要因は 1913 年以前のそれらとは異なり、アメリカ独特な生産様式とイノベーションの登場による設備投資の活発化に求められるであろう。この論点については、以下の節で詳細に議論することにする。

第2節 アメリカ式生産システムの登場

前節で概観したとおり、アメリカ経済は 19 世紀後半以降急速に成長を始める。この急速な経済成長を牽引したイノベーションは、言うまでもなく、鉄道技術と電信技術に代表される輸送と通信における革命である。1850 年代以降、アメリカでは鉄道網と電信網の建設が急速に進展する。南北戦争以後、1890 年までには、鉄道網と電信網がアメリカ全土を網羅し、巨大な統一市場が登場する。この輸送革命と通信革命を契機として、アメリカにおける生産システムと流通システムは大きな変革を遂げることとなる。誤解を恐れずに言えば、1850 年までのアメリカでの生産・流通システムは植民地時代に形成された古臭い伝統的な方式に依存していた。繊維製品や銃器製造などの限定されたセクターでは、生産量が急速に拡大し、新しい工場制生産方式が進展しつつあるとはいえ、経済の多くのセクターでは旧来の外部請負制による生産方式が主流を占めていた。

鉄道事業と電信事業は巨額な固定費用と複雑な資金管理、大規模で複雑な輸送（通信）管理、輸送（通信）施設網の修理、機器部品等の効率的なサプライ・システムを必要とし、この要請から組織運営上の新しいイノベーションが生み出されてくる。現代企業に見られる階層化された管理システムと専門的な管理者群の登場である。鉄道事業会社が多数の専門的管理者たちを必要とする最初の組織となった。企業所有者の代表から構成される取締りに報告義務を有するトップ管理者によって統括・管理される中央オフィスは、そのトップ経営者に報告義務を持つ多くの中間管理者たちに

よって業務運営される。また、事業単位あるいは地域ごとに配置された工場やオフィスは明確に規定された責任体系を持つ階層化された各業務組織を持ち、各事業オフィスは当該業務から収集された情報を中央オフィスに効率的に報告する義務を負い、中央オフィスはこの情報に基づいて意思決定を行い、その命令を各事業組織に指令する。これらの各事業オフィスと中央オフィスには、資金フロー、資本勘定、原価計算などの統計的データの効率的な収集と処理加工のための専門的なスタッフと監査の体系組織も組込まれていた。スタッフとラインとの区別も導入された。こうして、現代の大企業の組織管理の基礎となるイノベーションが導入された。企業の所有者と経営者の分離が始まったとも言える。雇われた管理者たちは事業管理の専門家であり、こうした専門家の多くはウェスト・ポイント陸軍学校で教育を受けた土木工学者たちであった。また、こうした鉄道事業の管理運営に従事することから生み出された経験とスキルが後に登場する大量生産システムを完成させるために必要な組織運営上の革新を促進させた。

ところで、鉄道網と電信網がアメリカ大陸全体をカバーするようになるにつれて、流通システムは大きな転換を迫られる。Chandler(1977)が詳細に分析して見せたように、旧来の仲買人や行商人を中心とする地域ごとの流通システムから、全国に流通網をめぐらした大規模な流通業者を中心とする流通システムへの革新が起こった。同時に、農産物および工業品の大量流通を可能にするこの流通システムの変革は、製造業で大量生産を行うに当たって前提となる原材料および製品の大量そして効率的な物流を可能とした。ここに大量生産を開始することに対する物流サイドでのインフラストラクチャーが整備されたとも言える⁽⁴⁾。

最初に、鉄道網と通信網の発達による流通システムの変革について簡単に概観しておきたい。流通業における最初の変革は穀物と綿の流通において起きた。電信の発達に伴って、東部の消費地における情報と西部の生産地域での情報が瞬時に交換できるようになると、シカゴ、バッファロー、あるいはニューヨークの流通業者たちは生産者に直接買い注文を入れることができるようになった。そして、注文された穀物が鉄道によって安全に、大量にしかも迅速に輸送されるので、消費地のディーラーと生産地の生産者が取引を行う際のリスクが急速に低減された。しかも、穀物が生産者の手からディーラーに届くまでの時間は大きく短縮された。1876年までに、小麦などの穀物輸送のうち6分の5は鉄道によって担われた。この鉄道による穀物輸送の発達には、穀物エレベーターなどの輸送・保管施設がシカゴやバッファローなどに大規模に建設されるという輸送技術上の革新だけでなく、穀物の集積地であるシカゴやニューヨークなどに穀物取引市場が開設されることによって促進された。1870年代までに、穀物取引所を中心とした流通市場の下で、穀物取引所に会員権を持ち、主要集積地の多くに事務所を有する穀物ディーラー、新しいタイプの流通業社が伝統的な商人、仲買人にとって代わった。こうした流通システム上の変革は原綿の取引においても起こった⁽⁵⁾。

流通システムの変革は、農産物のみならず、工業品の流通へと波及した。1870年代までに、従来の委託販売を行っていた仲買人たちは消滅し、生産者から直接製品を買い付けるための購買組織と、農村部のジェネラル・ストアおよび都市部の専門小売業者に販売するマーケティング組織をもった大規模卸売業者によって取って代わられた。しかし、こうした卸売業者の支配は1880年代以降には衰退し始める。すなわち、大規模な小売業者（百貨店、通販業者、およびチェーンストアなど）の登場に他ならない。ニューヨークやシカゴで発生した初期の百貨店は、卸売業者の付属小売店であり、利益率の低い業種であった。1880年代になると、しかし、卸売よりも小売業の方が利益率は高くなり、アメリカの主要都市に百貨店が次々と開業される。その中には今日にまで存続している百貨店も多くある⁽⁶⁾。1872年に、シカゴに開業したMontgomery Ward社が最初の通信販売業者である。1887年には、24000品目から構成される商品を販売し、そのカタログは540ページにも達していた。Montgomery Ward社に対する最初の競争者は、1887年に創業したSears Roebuck社である。チェーンストアは南北戦争後に急速に成長を始めるが、20世紀初期になるまでは主要な流通業者にはなれなかった。しかし、1920年代頃までには、チェーンストアは大量販売小売業者として流通市場に登場し、通販業者もチェーンストア展開を図り、アメリカにおける大量販売小売業の主要業態となる。

かくして、輸送と通信の高速化および安定化は、大量販売、大量仕入れを行う大規模な経営組織を擁する流通企業を生み出した。生産者から消費者までの大量流通を可能とした流通システム上のイノベーションと、大規模企業を運営する経営管理上の組織イノベーションとが同時に進展していた。この関係は非常に重要な事実である。

通常大量生産システムという、すぐにヘンリー・フォードによる移動式コンベアを用いた自動車の大量生産方式を思い浮かべるが、フォードによる自動車の大量生産が行われる以前の段階ですでに工業品の大量生産は始まりつつあったと言うべきであろう。大量生産とは、技術上および組織上のイノベーションによって、原材料・部品等が各生産工程で処理加工されて完成品にいたるまでの速度が高速となり、少人数の労働投入で大量の完成品を生産できるような生産システムのことである。大量生産方式が登場するためには、当然のことながら、大量生産システムを支える生産技術上（機械工学や化学工学などで）のイノベーションのみならず生産管理上（生産工学、管理工学などで）のイノベーションが必要である。大量生産方式は、人間労働に代替する高性能な機械類が開発されたことによって特徴づけられるわけではない。企業内の各製造工程において高速な処理が行われるだけでなく、工場内の各製造工程が統一的に調整管理され、各工程の処理速度が同期化されるように設備設計や配置設計がなされていなければならない。

とはいえ、生産企業内での生産技術上および組織上の革新だけでは大量生産は社会的に実現できない。大量に生産された製品の流通システムが保証されなければ、大量生産は実現できないし、また、大量生産のためには大量の原材料等の流通経路が確保されていなければならない。上で考察したとおり、1850年代以降のアメリカでは、こうした大量生産のための輸送・流通インフラが相当程度まで発展し続けていた。アメリカでは、大量生産方式が登場する社会的基盤が登場しつつあったと言うべきであろう。そして、経営管理上の効率化の追求は、生産と流通の統合化を促進させる。大量生産を目指した企業は、自らが生産した製品を大量に安定的に販売するために販売流通網を自企業内に統合する、あるいはまた同時に、原材料等を安定的に確保するために、原材料の生産・購買網を自企業内に統合化する誘引を持つこととなる。

ここで、1850年代以降のアメリカで、どのような生産技術上および生産管理上のイノベーションが進化したのかについて、考察することにする。大量生産技術は最初、石油やアルコール類などの流体を蒸留処理する産業で始まる。これに少し遅れて、製粉業や缶詰生産などの食品加工、タバコ生産などの軽工業部門で大量生産技術が生まれてくる。製鉄業および機械類製造業での大量生産技術は製造業の中では最も遅い時期に開発される。製鉄業や機械産業で大量生産が可能となるためには相当に劇的な技術上のブレークスルーがなければならなかったからである。このブレークスルーが起こるや否や、製鉄産業および機械産業でのスループット処理速度は驚異的に上昇を始める。

1830年代半ばにペンシルバニアで無煙炭鉱が発見されて以降、蒸気機関が製造業での動力源となっていた。1850年代には、製鉄、機械類生産、蒸留・精製などの製造業では、工場制生産方式が主流となっていた。布、木製品、家具、および馬車などの生産も工場生産方式を採用していた。ミシンの改良によって、靴や衣服の生産も工場制生産に移行しつつあった。1870年代には、衣類の外部請負制度による生産は、大都市部の一部で行われていたに過ぎない。エネルギーを大量に必要としない軽工業では、工場制生産とは言っても、人間労働の代わりに機械を導入した方式であって、そうした生産方式では機械を操作する労働者と労働者を管理する監督者が必要なだけであった。機械類の生産のように完成品までに幾つかの生産工程が必要であるとしても、工程ごとにその処理加工に必要な機械とその操作労働者、そしてその監督者が特定の場所（例えば、部屋ごと、階ごとに）に配置されて一つの部門を構成し、工場経営者は仕掛品の流れをスムーズにするために各部門の監督者を管理するという方式でよかった。工場経営者は、多くの場合、この各部門の監督者に当該生産工程のすべてを委託した。いわゆる、内部請負制度（クラフト・システムとも言われる）が採用され、この監督者は、労働者の採用、解雇、賃金など雇用契約のすべてを取り仕切る親方であった。生産方式がクラフト・システムから離脱するのは、1870年代以降のことである。

1870年代から80年代にかけて、軽工業に連続処理を可能とする機械が導入され、少人数の労働者で連続的に生産物を生産することが可能となった。労働者は単に、原材料を機械に入れて、機械の自動処理を監視するに過ぎなくなる。こうした機械類はそれほど高価なものではないので、資本集約的ではあるが、鉄道のような巨額な投資資金は必要とされなかった。この連続処理機械の代表例は、1881年にJames Bonsackによって発明されたタバコ製造機械である。これによって、タバコ1000本当たりの労働費用は48ペンスから0.3ペンスに低下し、原価は60ペンスから10ペンスに急激に減少した。1880年代初期に、Procter & Gamble社は石鹼の自動製造機械を導入し、1884年にGeorge Eastmanはフィルムの連続製造機械を発明する。これらの企業は現在でも世界的大企業として存続している。1880年代初期に、WashburnおよびPillsbury兄弟によって、自動製粉機械が開

発され、ミネアポリスに製粉工場が建設される。1882年に、ミネアポリスでの小麦粉の生産量は300万ブッシェル、85年には500万ブッシェルとなる。1883年にNorton兄弟が自動缶詰工場を導入する。自動缶詰装置を年間を通して連続操業した代表的な企業はCampbell Soup社、Heinz社、Borden's Milk社に他ならない。以上のように、軽工業の多くで大量生産が開始され始まるが、これらの技術革新は現代企業の大量生産方式に見られる生産管理システムを産みだすほどのインパクトは持ち得なかった。なぜなら、生産工程を単に自動化した機械システムに代替したにすぎないからである⁷⁾。

1859年にEdwin Drake大佐によってペンシルバニアで油田が発見されて以降、原油精製技術が急速に進歩する。初期の頃、各製油所は加熱蒸気を用いた蒸留方式で生産量を拡大した。その後クラッキング技術が開発され、製造器からの生産量が20%上昇した。蒸留器の品質改善、過熱・冷却操作の改善、および蒸留器の設計改善などの技術改良によって、蒸留器からの生産効率は改善された。各ユニットの規模が大きくなりエネルギー集約的になるにつれて、製油所内で各ユニットの統合化が進化した。1870年代に入って、連続的な多段階蒸留法が導入されると、原油が製油所内を連続的に一定速度で流れ、蒸留される各段階ごとに製品が分離回収されるようになった。この多段階蒸留では、順番に、ガソリン、灯油、重油、最後に潤滑油が回収される。当時、照明用の灯油に対する需要が大部分であった。こうした技術改良によって、1870年までに製油所での生産量が1日当たり500バレルと上昇し、製油所によっては、800から1000バレルを生産した⁸⁾。生産費用も同時期に半減した。製油所の規模は未だ小さかったので、一つの製油所建設に必要な費用は2マイルの鉄道敷設よりも少なくすんだ。石油製油所での生産費用の低下は、蒸留器の大きさを拡大することによってではなく、原油が製油所内を流れる速度、つまり、原料を連続的に処理加工する速度が上昇することによって生み出された。このようなスループット処理速度の上昇は、経営管理上のイノベーションによって可能となったのではなく、蒸留技術の革新と工場内での装置と工程のレイアウトに関する生産管理上のイノベーションに多くを負っている。

1860年代から70年代にかけて、ベッセマー転炉がアメリカに導入された。このことは第2章3節で議論したとおりである。11の製鉄・製鋼会社がベッセマー転炉を設置した。その中で、カーネギーがピッツバーグに建設したEdgar Thomson工場は製鋼工程を新しいベッセマー転炉で行っていた。このE. T.工場は、3つの鉄道路線の交差点に立地し、原材料の搬入から完成品の搬出までを連続的に実現するように精錬工程の配置も設計されていた。初期の段階では、原料である銑鉄は近くの銑鉄工場(Lucy, Isabella)から供給を受けたが、1879年には同工場内に溶鋳炉が建設された。カーネギーの溶鋳炉は世界で最も大規模で、最もエネルギー消費的であり、この工場は世界で最も効率的な製鋼・圧延の一貫工場であった。高炉の大規模化、ベッセマー炉の大規模化、トマス=ギルクレスト技術の利用によってますます溶鋳炉から最終完成品までの処理加工速度が上昇した。さらに電力を用いた圧延機械の改善によって、圧延工程から労働者を解放した。20世紀に入る頃には、3000トン/日を圧延する工程で必要とされる労働者数は10名程度で十分であった。スループット処理速度を上昇させるための技術開発とプラント設計の改善は製鋼業をより資本集約的エネルギー集約的にさせた。1869年から1899年にかけて、溶鋳炉の年間平均産出高は5000から65000トンに拡大、圧延工場のそれは3000から23000トンに増大した。溶鋳炉建設の平均費用は14万5000ドルから64万3000ドルへ増大し、圧延工場の建設費は15万6000ドルから96万7000ドルへ増加した⁹⁾。

製鋼一貫工場では、コークス・オープン工程、溶鋳炉による処理工程、ベッセマー転炉での処理工程、そして様々な形状に加工する圧延工程などの生産工程を経なければならないので、鉄鋼業でスループット処理速度を上昇させるためには、工場内の各生産工程での処理加工作業を調整し、統合的に運営する必要に迫られる。従来は、こうした各工程は熟練工親方によって管理されるという内部請負制度が採用されていた。カーネギーは製鉄会社を開始するに当たって、ペンシルバニア鉄道会社での経験をもとに、鉄道会社の管理方法を製鉄工場の管理組織に導入した。カーネギーがE. T.工場を建設したとき、鉄道会社に真似た工場組織を導入したが、とりわけ、コスト管理のための情報収集システムを徹底させた。各部門ごとの材料費や労働費用などを日ごと週ごとに集計化したコスト表を用いて、各部門のマネージャー、監督者や労働者の評価を行い、さらには、材料の品質評価、生産工程や製品の品質の評価まで行っていた。こうした側面では極めて現代的であるが、一方で、各工程の監督者を調整監督するための管理マネージャーのスタッフ数は少数にとどまって

いた。管理スタッフは少数の会計士、プラントと機器設備のメンテナンスに責任を持つ技術者3名、品質改善と生産工程改良のための研究を行う化学者1名だけであった。カーネギー自身ですべてのトップ・マネージメントを決定できる規模の組織であった。それでも、スループット処理速度は相当程度改善され、1878年に収益率は30%を超え、1900年には4000万ドルの収益を上げていたという⁽¹⁰⁾。

1850年代から70年代にかけて、金属製品を生産していた製造業者は、金属を精密に研削・加工する工作機械の開発に専念した。1850年代以降、精密な加工を可能とする工作機械が開発され、こうした専用の工作機械を効率的に用いて互換性のある部品を大量に生産する方式がアメリカ機械産業で発展した。1850年代半ばにイギリスおよびヨーロッパ諸国からの産業視察団がアメリカの機械産業の現場を視察したとき、互換性のある部品から製品を組立てる大量生産方法に驚いた。とりわけ、マサチューセッツのスプリングフィールド兵器工廠(Springfield Armory)で、10年以上も異なる時期に生産された10種類のマスカット銃が互いに互換性のある部品を使っており、しかも、簡単な工具で即座に分解、組立てが可能であった事実に驚愕した。この時期イギリス等ではまだ、多数の熟練職人による手作りで部品が製造され、別の熟練職人たちがそれらの部品を熟練技で銃に仕上げるといふ銃生産が行われていたからである。こうした手作り生産に比べて、互換性のある部品から銃を組立て生産する方式では、職人の熟練度をそれほど必要とせず、完成品への組立て作業も容易であり、修理やメンテナンスも格段に簡単になる。ヨーロッパからの産業視察団は、アメリカで行われていた互換性のある部品を大量に生産して完成品を組立てる生産方式をアメリカ的生産システムと呼んだ。このアメリカ的生産システムの発展は、時期的には、1820年代のスプリングフィールド工廠での銃器生産過程から始まったといえる⁽¹¹⁾。多種類の互換性部品を組み立てて完成品を製造するという、この兵器工廠で採用されていた製造方式は、鉄道が発達し安価な石炭燃料が入手できるようになるに伴って、1840年代、50年代に、鍵、時計、ミシン、木製品や金属製品を生産する製造業全般に波及する。これを可能にした要因のひとつは、ニューイングランド地域の銃器製造工場で経験とスキルを身につけた機械工たちが他の製造業や他地域に移動したことにある。ミシン製造業は銃器製造での生産方式を採用した最初の企業群である。1857年創業のWheeler & Wilson ミシン製造会社がそれである⁽¹²⁾。

アメリカ式生産システムが工作機械産業の発達によって可能となった事実は重要な含意を持つ。1820年代には、独立した工作機械産業は存在せず、織物機器製造や銃器製造会社に付属する施設で金属加工用の機械類は生産されていた。そうした製造施設が拡大するにつれて、金属加工機械を自らの企業で使用するためだけでなく、他の企業さらには他産業の企業にも販売するために生産するようになる。金属加工用の特殊機械に対する需要が拡大するにつれて、工作機械だけを生産する独立の企業が多数現れてくる。銃器製造会社やスプリングフィールド兵器工廠でスキルを身につけた熟練機械工あるいは他の金属加工企業で監督者としての経験を積んだ技術者たちは、後装銃、自動式銃器、刈取機、ミシン、鍵、測定器、ポンプ、蒸気機関などを製作するために必要な新しい工作機械を開発し続けた。また、こうした技術者の一部は、Brown & Sharpe 社、Pratt and Whitney 社、Providence Tool Company などの工作機械の生産に特化した企業を創設する。

19世紀末当時、織物織機、ミシン、農機具、時計、蒸気機関、ポンプ、自転車などを生産する機械産業では、製品を多数の互換性部品から組立て大量に生産するアメリカ的生産方式が採用されていたとはいえ、各企業の生産現場では、生産工程での各部門の日々の操業運営を各部門の熟練工親方に請負わせていた。製鉄工場と同じように、内部請負制度が採用されていた。内部請負制度(クラフト・システム)を前提とする以上、工場経営者は各部門で生産される製造品の品質等を管理する権限を持たない(請負親方が製造品の品質等を決定する)。機械製品を大量に連続的に製造するためには、各部品を規格化し、各部品間に完全な互換性を持たせる必要があるが、内部請負制度の下では、こうした互換性の完全化や品質の管理を実現することに限界がある。現代社会に見られるような完璧な互換性のある汎用品や正確な規格品を生産することは困難である。完全な互換性が保証されないの、ある部品と他の部品を接合するとき、例えば、ボルトにナットを締め付けるためには、ボルトとナットがフィットするようにボルトごとに摺り合せ研磨をかけるという特別な熟練作業が必要とされた。規格化された互換性部品を精密にかつ連続的に製造するためには、当該部品を製造するための専用の工作機械が更なる発達を遂げなければならないのと同時に、各生産工程での生産管理、品質管理を徹底する必要性が生じてくる。

1870年代の恐慌を境にして、機械産業で、生産技術の改良よりも工場管理の重要性が指摘されるようになる。1886年以降、アメリカ機械工学会（American Society of Mechanical Engineers）を中心として、工場管理手法に関する議論が展開された。その代表的人物は、Henry Towne、Henry Metcalfe、Frederick Taylor、John Anderson、Frederick Halsey というエンジニアたちであった。当時の ASME 会長であった Towne は shop management と shop accounting という用語を用いて、生産管理と原価計算を効率的に実現するための技法開発が重要であることを論じた。この会長講演を受けて、Metcalfe は、a shop-order system of accounts という管理技法を提案した。この方法は、カーネギーが採用した the voucher system of accounts に類似したものであった。工場がある注文を受けた後、工場オフィスで番号表示された注文表を作成し、この表に各生産工程の経路と各工程でどのような部品が加工組立されるかを明示し、必要な材料など一式に当該注文表を添付する。各生産工程の部門監督者はその工程で使用された材料や機械の操作時間および投入された労働時間と賃金をこの表に記入し、次の工程部門に引き渡す。このように作成された帳票は、各注文を生産するために使用された材料費と労務費用を完全に把握し、各部門の生産性を評価することに有用であった。Taylor と Anderson は彼ら自身の工場で類似の手法を実践している経験から、Metcalfe が提案した管理方式は弱点を持っていると指摘した。すなわち、各部門の親方監督者や労働者自身が、上記の表帳に必要事項を記入する動機を持っていないばかりか、その時間もないことを重視した。原価計算のための表帳作成を各工程で効率的に行うためには、そのための専任のスタッフが必要であると指摘した。こうして、1890年代には、生産工程で労働時間や材料費を記入するための専任のスタッフ（タイム・キーパーとブック・キーパー）が雇用されることとなる⁽¹³⁾。

内部請負制度のもとでは、Metcalfe たちが提案する生産管理方式の実施は、親方たちの激しい抵抗を引起す。こうした抵抗を吸収するために、Towne と Halsey たちは、gain-sharing plans を提案した。このプランは、生産量が上昇したときには、その上昇分に対応して報酬を引き上げるという契約を通して、新しい生産管理システム上での動機づけを誘発しようとするものである。いずれにせよ、効率的な生産管理を実現するためには、ある意味で、生産方式がクラフト・システムから離脱する必要がある。シェアリング・プランは、各生産工程の統合的管理運営への道を開いたという意味で、製造方式がクラフト・システムから、現代的生産管理のもとに移行する過渡期を象徴するシステムであった。1895年に、Taylor はシェアリング・プランを改良した「科学的管理」論につながる生産管理方式を提案する。彼は、工場全体を統合的に管理する生産計画部門を創設すること、そして、各工程部門の直接的管理者と区別されるより上級な生産管理者を導入し、計画部門にこの専門的な生産管理専門家を配置して、工場を統一的に管理すべきであると主張した。計画部門は、業務分析、作業時間の分析、作業動作の分析を行い、生産原価の標準化を行うと共に、こうした情報から各注文に対する生産スケジューリングや、各生産工程での日単位の作業計画などを作成する。Towne や Taylor たちが提案した原価計算システムや生産管理システムがそのままの姿で実際の工場現場に導入されたとは言えないが、修正された形であれ、その多くの部分はアメリカ製造業で取り入れられることとなる。こうして、20世紀初頭に、アメリカ製造業では生産管理システムとしての内部請負制度は崩壊し、後のヘンリー・フォードによる移動組立てラインを採用した大量生産方式への道筋が開かれる。

第3節 生産技術の革新と組織イノベーションの完成

前節で見たように、20世紀初頭までにアメリカでは、アメリカ式生産システムと呼ばれる一種の大量生産システムが大きく発達を遂げる。これと平行して、あるいはこの延長線上の技術革新が大きく促進される。アメリカ式生産システムの更なる革新として、自動車の大量生産方式が発達し、自動車の生産原価が大きく低下する。これにより、アメリカ社会にモータリゼーションの波がおこり、人々の生活環境および生活習慣を大きく変化させる。また、大量生産方式が他産業、とりわけ、ミシン、電気冷蔵庫、電気洗濯機、掃除機などの家電、耐久消費財の生産に導入され、大量消費の時代が幕を開ける。

他方で、自動車産業の発達に伴って、ガソリンに対する需要が急速に拡大し、石油精製技術の革新を引き起こす。需要の拡大および石油精製技術の革新により、石油精製産業が急速に発達する。また、有機化学の発達により、石油からの化学合成材料の製造が可能となる。合成樹脂、合成ゴム、

合成繊維、ナイロンストッキングなどが登場し、これらの合成材料が大量に生産される。以下、自動車の大量生産に至るイノベーションと合成材料の開発に至る R&D 活動の特徴について、議論することにしたい。

3.1 自動車の大量生産

最初のガソリン・エンジンの発明は Nikolaus Otto(1861)によるものであると言われている。ガソリン・エンジン自動車の発明は、1885 年に、二人のドイツ人 Gottlieb Daimler と Karl Benz によって実現する。彼らは、オットータイプの、空気と燃料を混合する単純なキャブレターを採用した 4 ストローク・ガソリン・エンジンを載せた自動車を開発した。自転車用に開発された Dunlop の空気式タイヤが自動車にも採用された。その後、キャブレターの改良、ラディエーター、ディファレンシャル、クランク・スターター、ステアリング・ホイール、ペダル式ブレーキ制御などが開発されていく。他方、Rudolf Diesel(1892)によって、Spark ignition なしのエンジン、ディーゼル・エンジンが発明される。彼は 1897 年に、重油を燃料とする実用的なディーゼル・エンジンを製造して見せた。この発明は、動力源としてのタービン式蒸気機関に取って代わるものとなった。たとえば、ディーゼル・エンジン自動車の開発のみならず、ディーゼル機関車なども開発される。

しかし、19 世紀末の時点では、ガソリン自動車だけでなく、蒸気自動車、電気自動車などが互いにその実用性と優位性をめぐって、激しい競争をしていた。1900 年の時点でも、アメリカで生産された約 4000 台の自動車のうち 4 分の 3 は蒸気自動車と電気自動車であった。ガソリン自動車も、そのデザインや形式において、生産者ごとにそれぞれ異なっていた。当時の自動車は技術的には、馬なし馬車であって、小さな馬車の座席の下、あるいは後部にエンジンが設置されていた。現代の自動車に近い形になったのは、フランスの Panhard et Levassor 社のモデルからであると言われている。このモデルは、2 気筒 4 馬力のエンジンを車体の前方部に載せたもので、自動車に大きな馬力のエンジンを搭載することを可能にした。この強力なエンジンで、1895 年のパリ・ポルドー間約 1200 キロの往復レースで約 24 キロの平均速度を達成した。このレースによって、蒸気自動車や電気自動車に対するガソリン自動車の優位性が決定的になる。

1905 年頃までは、数百社の群小企業が全国各地に林立し、それぞれユニークな自動車を生産していた。当時の自動車生産は注文生産に近いものであった。そうした自動車生産に参入した企業は、自転車や馬車、工作機械類などを製造していた小企業であった⁽¹⁴⁾。現在でも残っているブランド名としては、オールズモビル、キャデラック、フォード、ブイック、後に、シボレー、ダッジ、クライスラーなどである。生産量は高々数百台以下、同一モデルで数十台以下であった。また、技術的にも生産量でも自動車生産をリードした中心国がアメリカであったわけでもない。当時の自動車メーカーは、比較的大きな部品メーカーが生産した部品を調達して、これらの部品をクラフト・システムのもとで組立てる群小企業であった⁽¹⁵⁾。各自動車組立てメーカーは各部品メーカーが生産する部品を使用するという意味で、部品の標準化・汎用化が進んでいた。自動車の製品アーキテクチャーはモジュラー化され、自動車の生産アーキテクチャーはオープン・アーキテクチャーを採用していたといえる⁽¹⁶⁾。しかし、この時期までには、部品の完全互換性を実現できるところまでは、工作機械の加工精度が向上していなかったため、自動車の組立てには、相当の熟練技術が必要とされた。

1908 年、Henry Ford は、デトロイトのハイランドパーク工場モデル T の生産を開始する⁽¹⁷⁾。このハイランドパーク工場は大量生産方式を導入したことで余りにも有名である。フォードは、この目標実現の第 1 段階として、部品の完全互換性を実現するために、新しい工作機械の開発に相当な努力を注ぎこみ、その結果、専用工作機械の社内設計、工作機械の高精度化、単能機他軸化などを達成し、さらに、治具・検査具の標準化、工作機械のレイアウト改善などの研究開発を行った。ハイランドパーク工場以前には、部品が完全な互換性を持てなかったため、汎用機と熟練工による加工・組立て方式が採用され、各固定組立台を組立工のチームが巡回して車 1 台を完成させる方式であった。サブ・アセンブリ部品を組立てる場合は、作業台で熟練工一人が全体を組立てた。部品に完全互換性がないので、組立作業には熟練技術（やすりで修正、擦り合わせ作業など）が必要とされた。ハイランドパーク工場では、専用工作機械の加工精度向上による真の部品互換性、さらには、プレス工程の内製化による成形部品の高速製造を実現することができた。組立工程で熟練作業をほとんど必要としなくなったことにより、単機能・単純労働による分業化が可能となり、この

生産技術におけるブレークスルーが移動組立ラインの導入を可能とした。

こうして、フォード生産方式は、自動車部品の規格化・互換性、プレス工程の内製化、および移動組立てラインの導入によって特徴づけられる。精密な研削能力を持つ専用工作機械の開発によって、各部品間の擦り合せ仕上げ作業が不必要となることを介して、クラフト制度から（熟練した職工親方を必要としない）単純労働分業による生産方式への移行が可能となった。ここに始めて、アメリカの生産方式から大量生産方式への転換が可能となったのである。もちろんこの過程で、テイラー主義に代表される生産管理技法の多くが採用されていたことも無視できない。

表3.2 自動車価格の推移：1908-1916年

年	小売価格（ツリー ングカー）	T型車生産台数の 合計
1908	\$850	n. a.
1909	950	13840
1910	780	20727
1911	690	53488
1912	600	82388
1913	550	189088
1914	490	230788
1915	440	394788
1916	360	585388

出所：Hounshell(1984) Table6-1より

規模の経済の実現により、生産コストの低減が可能となり、自動車価格の急速な低下が実現できた。表3.2はフォードT型自動車価格の歴史的推移を示したものである。また、移動組立ラインの導入(1913年)を境にして必要労働量は大きく低下する。エンジンの組立で必要とされた労働時間は、594分から226分へ、車軸のそれは150分から26.5分へ、主要部品を完成車に組立てる労働時間は750分から93分へと大きく低下した⁽¹⁸⁾。T型フォードは、1908年から1927までに約1500万台生産された。T型モデルのシャシーは一つであるが、タイプは9種類存在した。フォード生産方式は、1919年のリバーラージュ工場完成で頂点に達する。同一モデルの大量生産により、標準モデルの価格は1909年の約1000ドルから1925年には約300ドルへ下がった。

しかし、フォード社は、1926年には、GMの「フレキシブル・マスプロダクション」方式に対して競争力を失う。GMの組織改革者 Alfred Sloan は、多種類のモデル選択、より頻繁なモデル変更、そして、生産エンジニアならびに R&D 部門による恒常的技術改良を重視する経営戦略を導入した。スローンは、同時に、各個別市場向けに責任ある意思決定ができるような事業部制を導入した。また、彼は、長期的戦略を重視した観点から、R&D 部門の充実を図った⁽¹⁹⁾。スローンによるイノベーションは、製造システムの革新というよりは、自動車産業における販売戦略と組織管理における革命であり、フォードによって導入された大量生産方式を補完し、最終的に大量生産システムを完成させるものであった。

この大量生産システムの完成は、アメリカ自動車産業の黄金時代を切り開くことになる。アメリカの自動車メーカーは他国の自動車メーカーに圧倒的な競争優位を獲得し、アメリカ自動車市場は世界最大の市場規模となる。1955年には、アメリカ内での自動車販売台数は700万台/年を超える大きさとなる。ビッグ・スリー、つまり、フォード、GM、クライスラーの市場シェアは95%となり、6種類の車種だけで全体の80%を占めることとなる。

しかし、GMの「フレキシブル・マスプロダクション」方式は、1970年代以降、トヨタのジャスト・イン・タイム方式に代表される「リーン・プロダクション」の前に競争力を失う。この論点については、後章で議論することにする。

3.2 石油化学産業の発展

19世紀末から20世紀初頭にかけて、化学産業での生産方式がバッチ方式からフロー連続方式に変化する。これは、第2章第3節でも考察したように、以下のような要因に大きく依存している。ソーダ、アンモニア、塩素、硫酸、エチレン、及びプロピレンなどの需要が急速に拡大した。こうした需要拡大は、これらの化学品が他の化学製品の生産への中間投入材料として、あるいは、化学産業外での中間投入物としての派生需要が大きく拡大してきたことによる。第2に、石油の発見に伴って、有機化学品の主要原料が石炭から石油に転換しつつあった。このことは、石油精製所と連結した化学プラントの建設と連続生産方式の導入を促進する。第3に、電気エネルギーの利用技術

が発展し、アルミや銅の精錬に電気分解技術が応用されたことに伴って、プラント建設用材料（鋼鉄、合金類）の耐性が進歩した。そして、プラント用部品、ポンプ、コンプレッサー、フィルター、バルブ、圧力容器などの製作技術が発達し、大規模なプラントの建設が可能となり、また、同時に、高压高温下でも使用できる装置が開発できるようになった。第4に、生産技術の改良に貢献する化学工学の研究が進み、連続生産プロセスを監視し、管理できような計測機器が開発された。こうした要因に促進されて、ドイツとアメリカで化学工業が発展をしつつあった。

内燃機関が発達する以前では、石油精製に対する要請は、照明用および燃料用としての灯油や熱源としての重油に対する需要から派生していた。だから、石油精製の目的は、いかに効率的に灯油を生産するかにあった。John D. Rockefeller の Standard Oil Company は主として灯油や重油を販売していた。他方で、ガソリン自動車の生産量が急速に拡大するにつれて、ガソリンに対する需要が急激に増加した。従来の精製法に変わる新しいガソリンの生産方式が必要となってきた。1909-10年に、ガソリンの新しい精製法、熱分留（クラッキング）方式がスタンダード石油会社のインディアナ工場の William Burton によって発見される。1913年に生産が開始され、ガソリンの収量は2倍化した。1913年から22年までの利益は1億2300万ドルとなった。生産コストの削減は初期に28%であったが、その後の様々な改良の結果、約50%のコスト削減が実現された。Standard Oil of Indiana は、23万6000ドルの開発資金で、1913年だけで、その10倍の利益を手に入れ、その後の総計ロイヤルティー収入だけで2000万ドルを手にしたと言われている⁽²⁰⁾。特許料として特許利用石油会社の利益の25%を要求したという。この事態は、新たな精製技術の開発へと各石油精製会社を駆りたてた。こうした中で開発された技術の代表的なものとして、Dubbs プロセスと Tube and Tank プロセスがある。Dubbs プロセスの特許権を所有し、更なる技術改良を行うために、UOP (Universal Oil Products Company) が設立される。この特許は最初、シェルに貸与され、1924年に、Standard Oil of California にも貸与される。1930年までに、約200万ドルの特許料がUOPに支払われる。Tube and Tank プロセスは、Standard Oil of New Jersey の研究開発部門で開発された。この発明はかなり成功を収め、1929年には3億ドルの収益を上げる。

その後、Eugene Houdry が触媒による分留方式を発見(1925年)する。しかし、この特許権の使用対価が余りにも高価であったため、新しいクラッキング法を開発しようとする試みが始まる。連続的なフロー・プロセスからなる新しい精製法の開発を目指して、共同研究組織 (Catalytic Research Associates) が設立される。この共同研究は、ケログ、IG Farben、インディアナ・スタンダードおよびニュージャージー・スタンダードによって開始される。後に、シェル、BP、テキサコ、そしてUOPが参加する。この共同事業は1938年に開始され、流体触媒によるクラッキング方法が開発される42年まで続く。ニュージャージー・スタンダードが最大の貢献をするが、ケログおよびUOPも重要な貢献をする。3000万ドルを超える開発資金が投じられ、ニュージャージー・スタンダードはその持分として56年までに3000万ドルのロイヤルティー収入を得る。

こうして石油化学産業での研究開発費用は膨大な規模に達する。これはパイロット・プラントを建設して、実際の生産をするために必要な生産技術を獲得するという段階が必要となったためでもある。さらに、流体処理を行う化学プラントでは、生産能力は体積の関数であり、費用は表面積の関数である。化学プランの大部分は、シリンダー、パイプ、球体などからなっているので、表面積対体積の比は6対10であると言われている⁽²¹⁾。プラントの規模を拡大し、流量体積を大きくすればするほど、平均費用を引き下げることに貢献する。また、連続操業であるから、プラントの規模が大きくなれば、管理労働の節約、メンテナンス費用の節約、エネルギーや原料費の節約が実現できる。この事実は、石油化学産業に規模の経済が伴うことを意味する。

表3.3 クラッキング技術による生産効率の比較

	100ガロンのガソリン生産に必要な投入量		
	バートン技術	1940年代技術	1950年代技術
原料 (ガロン)	396	238	170
資本 (1939年ドル)	3.6	0.82	0.52
労働時間	1.61	0.09	0.02
エネルギー (100万BTU)	8.4	3.2	1.1

出所：Freeman and Soete(1997) Table 4.2)

表3.3が示しているように、規模の経済が大きく作用して、生産原価が大きくが下落している。生産能力で見ると、最初のダブス・プロセスでは、平均生産能力は日量500バレルであったものが、

1931年には4000バレルになった。1956年までには、日量10万バレルにも拡大する。こうして、大規模なR&D投資により、ガソリン精製の技術が進歩し、ガソリン、軽油、航空機燃料が大量に供給可能となる。

3.3 合成材料の開発

合成材料の中で最も消費されている材料は、プラスチック、合成ゴム、および合成繊維の3つである。プラスチックの消費量は1970年までに重量で測って非金属材料の消費量を超え、合成ゴムは1960年代に天然ゴムの消費に取って代わった。合成繊維は1990年に総繊維消費量の5割近くを占めるようになった⁽²²⁾。これらの合成材料は、ガラスやセラミックスと異なり、炭化水素系分子が大量に連鎖した有機的高分子ポリマーから形成されているが、このポリマーは天然に存在する物質ではなく、エチレンやスチレンのような単純なモノマーから合成される。このようなポリマーは、的確な温度と圧力の下で流体化することができるので、どのような形のものにでも成形できる。例えば、ナイロンやポリプロピレンは、繊維にもなるし、板にもなるし、フィルムにすることもできるというように、特定の用途に応じて利用可能である⁽²³⁾。

20世紀の化学工業は、こうした合成材料の合成方法の発見を目指して、積極的なR&D活動を行い、その結果としてプラスチック、合成ゴム、および合成繊維などの合成材料を生み出してきた。合成材料の生産方法の開発は各化学企業の戦略的な研究開発投資によって可能となったのであり、19世紀における発明発見の多くが個人発明家によってなされたという発明プロセスとは、極めて異なる性格を持っている。生産技術のイノベーションに見られるこのような特徴は20世紀に独特なものであり、石油精製業や人工染料産業ですでに始まっていた性格と共通している⁽²⁴⁾。

現代社会で主要な合成材料のほとんどは、このような企業や大学などの組織的なR&D活動によって開発されてきたものであるが、個人発明家が開発した例外的な合成材料として、セルロイド、レイヨンとベークライトがある。セルロイドの特許はイギリス人Alexander Parkesによって1865年に取得される。しかし、彼が創業した会社はその製品の欠陥のため破産してしまう。その後、Hyattは製造法に技術改良を重ねて、アメリカでセルロイドの製造を始め、最初の商業的に成功したプラスチックを販売する。フランス人発明家Count Chardonnetはレイヨンの生産方法を発見し、1884年に製造を開始するが、その製品は満足できるような代物ではなかった。その後、大手化学企業がレイヨンの製造技術の開発に着手し、ビスコース・レイヨンが開発され、レイヨン産業が発達する。ベークライトはベルギー人教授Leo Baekelandによって発見され、1910年にアメリカで製造が開始される。彼が創業した企業は世界各国に子会社を所有する大企業に成長する。ベークライトは戦間期には非常に重要な材料となったが、現在での消費量は全体の5%にも満たない。

主要な合成材料の多くは第1次世界大戦以降に商品化される。新しい合成材料の製造に成功するためには、原理的な製造方法を知ること、つまり製造特許を所有するだけでなく、パイロット・プラントを建設し、そのプラントで様々な実験を繰り返しつつ、生産実現のための諸問題を解決する必要がある。そのためには、巨額な資金と生産経験が必要となる。その代表的な例として、ポリエステル繊維の開発が上げられる。ポリエステル繊維は最初1940年にCalico Printersという企業の小さな研究所で発見される。しかし、この企業はこれを商品化する資金力と経験がないため、特許をアメリカのDu PontとイギリスのICIに供与した。ICIは商品化するために1000万ポンドの資金を投入、Du Pontも同程度の資金を投入したと言われている。こうして、化学産業では、新材料の発見と開発は大企業のR&D部門で行われることが常態となり、たとえ、最初の発見が大学などの研究機関で行われた場合でも、その商品化のための開発は経験豊かな大企業のR&D部門で行われることとなった。よく知られているとおり、合成材料の技術的イノベーションにおいて先導的な役割を果たした企業は、IG Farben（ドイツ最大の化学企業、BASFとBayerとHoechst社の合同企業）、Du Pont（アメリカ最大の化学企業）、およびICI（イギリス最大の化学企業）である。

ここで、ナイロン、PVC、ポリエチレンの開発事例への考察を通して、化学産業でのR&Dの特徴を抽出しよう。1929年にDuPontは、新しい研究所を創設する。1928年から、イリノイ大学とハーヴァード大学で教育・研究に従事していたWilliam Carothersが有機化学部門の責任者として、ポリマーの高分子構造に関する研究を続行した。あるとき反応容器の底に残留した物質が見つけれ、それは非常に伸縮性に富んだ頑丈な糸状のものであった。この発見をもとに、デュポンは1935年にナイロンの商業化を決定する。商業化に向けた開発は3段階からなり、最初の段階は実用化が可

能であるかどうか検討することを目的とした。第2段階目で、実際的に商業化が可能であるかどうかを検討した。十分に使用可能な靴下用糸を製造できるかどうかことが主要検討課題であった。1937末までに、シルク製靴下と比較して遜色のないナイロン製靴下を製造できることが実証できた。最後の段階では、ナイロン製糸を大量に生産できるかどうかことが問題となる。実験室規模での製造工程を開発し、その後大規模な実用プラントを開発するためには、数年の歳月を要した。1939年末に、デュポンはナイロンの生産を始めることを決定した。

ナイロンはデュポン内部での研究開発が成功した事例としては2番目の成功例である。最初の成功例はラッカーの開発であった。1920年までは、デュポンは火薬類化学製品の生産者であり、新製品の開発企業ではなく、むしろ他企業が開発した新製品を積極的に模倣生産する、あるいは特許権を買い取って生産をするような化学会社であった。例えば、ビスコース・レイヨンを生産するときも、デュポンはフランスの化学会社から製造技術の特許使用権を購入し、アメリカ国内向けに生産を開始した。こうしたデュポンの戦略は、生産できる化学製品の種類を、火薬類だけでなく、より多様化しようとする目標に基づくもので、重要な製品の製造などの技術特許を積極的に購入し、模倣し、製造技術を改良するためのR&D投資を行ってきた。そうしたR&Dの中から、やがては、画期的な新製品の開発が実現できるようになったと言える⁽²⁵⁾。

IG Farbenによるイノベーションの重要な事例は、PVCの発見である。塩化ビニールは1835年ころにリービッヒの研究所内で研究されていたが、その産業上の実用化は発見できずにいた。1912、3年に、Hoechstの化学者であるFritz KlatteはPVCの製造と利用にかんするいくつかの特許を取った。しかし、PVCは非常に不安定な物質なので、ポリマー化することが極めて困難であった。これらの問題は、1920年代30年代に、IG Farben内で解決される。そのためには高分子化学の基礎的な知識蓄積が要求されたが、IG Farbenで蓄積されてきたR&D経験はそうした要求に対して答えることを可能としていた。ドイツでPVCの生産技術が確立されるまでには、30年以上にわたる長期間の実験と発見と発明の連鎖が必要だったのである。

ポリエチレンは1933年に、ICIの研究所で発見される。ICIのアルカリ事業部は伝統的に長期的な研究を強く指向する傾向にあり、1925年に、ウィントンの研究所に化学者のR. Gibsonがリクルートされた。ギブソンはオランダのMichels教授と共に、1931年研究所内に特別な設備を建設した。1933年のある日、器具の不具合から、エチレンのポリマー化が偶然発見される。研究エンジニアたちは高圧下で実験が進行できるような機器の開発を続け、1935年に特許が取得される。その後の開発研究の結果、1938年にパイロット・プラントでの生産が始まる。ICI自身はポリエチレンの重要な性質についての知識を持っていたが、その応用方法の実用化には長い歳月が必要とされ、1950年代まで待たなければならない。

これらの事例から理解されるように、化学産業における新製品の開発・改良およびその商品化は、学問的にも最先端の理論化学とそれと密接に関係する化学工学をベースにした組織的戦略的な、しかも長期的かつ大規模な研究開発活動によって実現されてきた。原理的な意味での新製品の開発を目指した研究開発は有機化学や高分子化学などの理論化学の知識を基礎とする一方で、新製品の商品化に向けた研究開発は化学工学に基礎をおいた大規模なパイロット・プラントでの試行実験を必須とする。後段でのR&Dの資金規模は前段でのR&Dに比較して巨額であり、しかも時間的にも長い歳月と現場での生産経験の蓄積を必要とする。前段での新製品開発を目指したR&Dでは、偶然的な出来事による発見が重要であり、こうした予見しない発見をどのように新製品の開発に結びつけるかが極めて重要であった。

第4節 アメリカ経済の発展と産業構造の変化

前節までに明確になったように、19世紀末から20世紀初頭に至る間に、アメリカ経済システムにおいて3つの顕著な変革が起こっていた。第1に、アメリカの生産システムが発展を遂げて大量生産システムが確立されたこと、第2に、大量生産を支える流通システムが形成され、大規模な流通企業が誕生すると同時に、生産企業と流通企業の統合化が大きく進んだことを指摘できる。第3に、大量生産を技術的に可能とする生産技術上のイノベーションと大量生産と大量販売を効率的に管理する経営技術上のイノベーションが進んだことを指摘できる。これらの3種類の変革は極めてアメリカ的性質のものであると言えることができる。このような大量生産システムにおけるアメリカの

覇権は、1960年代以降にヨーロッパ諸国や日本から部分的な浸食を受けつつも、20世紀の大部分を通して維持された。

大量生産技術でのアメリカン・リーダーシップを理解する上で、イノベーションの国家システムという観点は重要である。確かに、大量生産方式がアメリカで成立した要因の一つとして、アメリカの国内市場の大きさおよび天然資源の豊富さが指摘されてきた⁽²⁶⁾。19世紀末、安価な資源（石炭、鉄鉱石、銅、石油など）の存在、高い労働賃金、大きな市場規模という3つの条件が高い労働生産性を伴う大規模生産で、資本集約的な生産方法を誘導したと理解することもできる。アメリカ的生産技術に関する知識は秘密ではなく、ヨーロッパ諸国がそれを模倣しようと思えば模倣することもできた。アメリカがそうした知識を秘密にするという政策を採用した事実もない。ヨーロッパ諸国の各製造企業がアメリカ的大量生産システムに基づく生産を開始するまでには長い時間を必要とした。ヨーロッパ諸国がアメリカ的生産システムを即座に採用できなかった大きな理由はそうしたシステムを支え、補完する社会的能力、あるいは、イノベーションの国家システムが形成されていなかったからであると言われている⁽²⁷⁾。技術進歩はネットワーク外部性と経路依存性に特徴付けられるきわめてネットワーク的な現象であり、特定のイノベーション・システムにロック・インする傾向が強い⁽²⁸⁾。とりわけ、イノベーション・システムは国境内にロック・インする傾向を有する。

アメリカで大量生産と大量販売のシステムが完成していた第1次世界大戦のころ、アメリカは科学研究のリーダーでもなければ、科学技術集約的な生産技術のリーダーでもなかった。アメリカの優秀な学生は科学研究のためには、ドイツ、フランスやイギリスの大学に留学していた。これを証差するように、1950年代まで物理学、化学のノーベル賞受賞者数の圧倒的な割合をドイツが占めており、アメリカは下位水準にとどまっていた。19世紀末のアメリカ大学では、実用性に結びつかない理論的な科学研究は軽蔑の対象で、公立大学では、とりわけ、産業に直接応用される地質学や産業化学などが細々と教育されるにとどまっていた。その一方、工学教育は、Morrill 条例の施行に伴って、1880年代以降急速に進展を遂げる。MIT、パデュー大学、ウィスコンシン大学、ステューブンス工科大、ケース工科大、コーネル大学などで、機械工学科のカリキュラムが創設される。1890年代に入ると、MITを始めとして多くの大学で、電気工学科が設置される。工学教育を行う大学数は1917年には126校となり、電気工学や化学工学の分野では、MITなどのアメリカ大学が世界有数の研究機関として認知される⁽²⁹⁾。1862年に成立した Morrill Land Grant College Act は、農業と実用技術に関する大学教育への連邦政府補助金の導入を認めるもので、1887年の Hatch Act は農業試験所への州政府からの資金援助を認める法律である。同時期に、アメリカ内企業は相次いで企業内 R&D 施設を創設し始める。産業界では、第1次世界大戦までに、GE、デュポン、AT&T、コダックなどは正式な研究所を開設した。化学産業、電気機器産業、機械産業、金属産業などを中心として、R&D のための研究所の設置が加速度的に広まっていく。

表 3.4 総労働者に占めるエンジニアと化学者の比率:1890-19

年	総数(千人)	総労働者数に対する比率(%)
1890	33	0.14
1900	52	0.18
1910	105	0.28
1920	169	0.4
1930	277	0.58
1940	363	0.68
1950	636	1.08

Kendrick(1961) Table 12

表 3.4 は企業の R&D 活動に雇用されているエンジニアと科学者数の歴史的推移を見たものである。R&D のための研究者数が加速度的に増大している事情を理解することができる。一方、表 3.5 からは、こうした R&D および企業経営に必要な専門的な管理者、エンジニアの要請にこたえる形で、大学卒業者の比率が拡大を続けていることもわかる。1920年以降、急速に大学卒業者比率が上昇している。経営管理の専門家を養成するためのビジネス教育は、1881年に、ペンシルバニア大学の(学部レベルの) ウォートン・スクールで開始される。その後、1899年以降、シカゴ大学、カリフォルニア大学、ニューヨーク大学などでビジネス・スクールが開設され、1900年には、ダートマス大学が初めて大学院レベルのビジネス・スクールを開設する。1908年には、ハーバード大学がビジネス・スクール大学院を開始し、1914年までに、マーケティング、資金調達、経営政策などのカリキュラ

ムを含むものへと充実する。

表 3.5 高等教育の進展: 米国1890 - 1950年(%)

年	中等教育		高等教育	
	14 17歳人 口100人当 たり在籍比 率	17歳100人 当たり卒業 者	18 21歳人 口100人当 たり在籍 者	21歳100 人当たり 卒業者
1890	6.7	3.5	3	1.2
1900	11.4	6.4	4	1.9
1910	15.4	8.8	4.8	2.1
1920	32.3	16.8	8.1	2.7
1930	51.4	29	12.2	5.5
1940	73.3	50.8	15.3	7.9
1950	76.5	59	19.3	18.8

出所: Kendrick(1961) Table 22より

以上のような R&D および組織上のイノベーションを背景として、アメリカ経済での生産性は上昇を続けている。以下の表 3.6 は、1888 年から 1957 年までの生産性上昇の様子を示したものである。Kendrick(1961)によると、全要素生産性のトレンドが 1919 年に変化しているという。1889 年から 1919 年までの期間では、全要素生産性の上昇率は年率 1.3%だったが、1919 年から 1957 年までの期間では年率 2.1%に上昇している。この生産性の上昇は、明らかに、上述の生産システムと流通システム上のイノベーションの進展を反映するものであると理解できる。資本の投入量も、前半期の 0.5%に比べて、後半期では 1.3%と大きく上昇している。これも、イノベーションの進展を反映した設備機器へのリプレースが大きく進んでいることを現している。事実、Kendrick のデータからも、1920 年以降、構造物という資本ストックの蓄積に比較して、機械設備としての資本ストックの蓄積の方が大きく進展している。イノベーションの成果は設備機器に体化されている。

表 3. 実質生産高、生産要素投入量および全要素生産性の成長率: 1888-1957年(平均年成長率)

期間	産出高	全要素生産性	労働投入量	資本投入量
1889-1919	3.9	1.3	1.6	0.5
1919-1957	3.1	2.1	2.3	1.3
1889-1957	3.5	1.7	2	1

出所: Kendrick(1961)Table A-XXIIより

電気機器産業においては、自動車産業のような革新的な変化は見られないが、電機エネルギーの利用がいたる所で急速に進む。その結果、電気エネルギーを利用する機械類、電話、電球、家庭電気製品から電気モーターなどの産業機器まで大量な需要が生まれてくる。David and Wright(1999)は全要素生産性が 1919 年以降急速に上昇を始めた最大の理由として、工場での動力源としての電気エネルギー利用が急速に進展したことを重視している。ちなみに、1910 年代に、工場での電化比率は 50%を超え、1920 年代で 80%を超えるようになっていた。このような動力源の電化によって、従来の頑丈なシャフトを支える工場建設が不必要となり、資本設備の建設費用が低下すると同時に、柔軟な設備配置によって労働生産性が急速に上昇し、資本の生産性も上昇した。19 世紀末に起こった電化革命は、従来の蒸気機関を動力源とする設備機器が生産現場に少なからず残存している限り、生産性を大きく引き上げることはできなかったが、生産工程システムが電化によって根本的な構造変換を遂げ始めるや否や、生産性を急速に上昇させ始めた指摘している⁽³⁰⁾。

次に、産業構造の変化について考察してみよう。第 3 節での議論から明らかなように、急速なイノベーションが進展したセクターは、石油精製業、化学産業、電気機器産業、自動車産業、などであった。

自動車産業が発展すると共に、副次的効果として、自動車生産から部品や各種サービスへの派生需要が生み出され、車の修理や保守のためのサービス・ステーションの設置が要請されてくる。完成車の供給のための物流運輸サービスが必要となり、サービス・ステーションへの自動車部品のタイヤ、ブレーキ、オイルなどの供給体制の構築も要請される。また、ガソリン精製のためのタンク、ポンプ、バルブ、コンプレッサーなどの機械類への派生需要も生じてくる。自動車のモデル・チェンジが行われるようになってくると、自動車販売に消費者ローン(割賦販売クレジット)が採用されるようになり、消費者信用クレジットへの派生需要が生まれる。その後、こうした消費者ローンは家電などの耐久消費財の購入にも利用されることとなる。安価な自動車の販売は、いわゆるモータリゼーションの波を引き起こし、郊外住宅の開発が進められ、住宅開発ブームが起こる。自動車による旅行もレジャーの大きな手段となる。

表 3.7 はアメリカ産業構造の変化を就業者数で概観したものである。

表3.7 米国の産業別就業者:1869 - 1957年(単位:構成比%)

年	農林水産	鉱業	建設	製造	商業	金融保険		運輸	通信・公益	サービス	政府企業
						不動産					
1869	49.6	1.3	5.0	18.5	8.0	0.4		4.9	0.3	11.5	0.4
1879	50.2	1.9	4.3	19.0	8.2	0.4		5.1	0.3	10.2	0.4
1889	42.5	2.4	4.6	19.9	10.1	0.8		6.9	0.5	11.9	0.4
1899	37.8	2.5	5.1	21.3	11.2	1.3		7.4	0.6	12.4	0.5
1909	31.1	3.2	5.2	23.5	12.2	1.7		8.1	1.1	13.1	0.8
1919	26.2	2.9	3.9	27.8	14.4	2.3		8.6	1.6	11.6	0.8
1929	21.9	2.4	5.3	24.1	17.9	3.6		6.8	2.3	14.8	0.9
1937	21.4	2.2	4.2	25.4	19.4	3.6		5.4	2.1	15.2	1.1
1948	14.7	1.9	6.1	29.1	21.2	3.6		5.6	2.4	14.1	1.3
1953	12.0	1.5	6.5	31.1	21.5	3.9		5.2	2.5	14.4	1.5
1957	9.9	1.4	7.3	29.6	22.5	4.7		4.9	2.6	15.6	1.5

Kendrick(1961)TableA-VIIより

1879年のアメリカでは、農業が約50%を占め、製造業は約18%、流通などの商業取引が約8%を占めていた。最大の産業は農業であった。農業と製造業の構成比が逆転するのは、1919年である。この時期、農業が約26%に低下し、製造業が約27%、商業が約14%、サービス業が約12%に上昇する。大量生産のための物流を担う運輸業は約8%に上昇するが、この時期以降、そのシェアは低下を始める。天然資源の採掘のための鉱業のシェアは、1869年の1.3%から1909年には3.2%まで上昇するが、それ以降、鉱業のシェアは低下する。つまり、天然資源を集約的に利用する産業の比較優位が失われてくる時期と並行する⁽³¹⁾。1957年には、農業は10%以下にまでシェアを低下させ、商業とサービス業のシェアが40%近くまで上昇、いわゆる第3次産業のシェアが50%を超えるようになる。農業のシェアはこの時点でも約10%であり、イギリスに比較して、かなり大きい状態である。

製造業のシェアが国民経済全体に占めるシェアは、1957年に30%程度にまで達する。製造業のシェアが拡大した理由は、前節で指摘したような技術革新と新しい産業の発展に求められる。つまり、製造業の中の産業構造は劇的に変化する。Kuznets(1971)が指摘したとおり、1880年から1940年の期間で、製造業の中で最も急速に成長を遂げた産業は、缶詰産業、絹・レイヨン繊維産業、ニット産業、ゴム製品産業、肥料産業、化学産業、石油精製産業、金属製成形産業、電気機器産業、事務機器産業、輸送機器産業などである。これらの産業は、前節で考察したイノベーションが大きく進展した産業と一致する⁽³²⁾。表3.8はそのうちの代表的な産業である化学、石油、電気機器、および輸送機器産業の発展の様子を示したものである。1899年から1929年の期間で最も成長率が高かった産業は、明らかに、自動車を生産する輸送機器産業であり、全要素生産性の上昇率もダントツに高い。生産性の上昇率が2番目に高かった産業は石油産業であり、その次が化学産業となっている。これらの産業はいわゆる規模の経済が大きい作用する産業でもある。ただ、電気機器産業は生産性の上昇率は最下位であったが、労働雇用数および資本投入量が大きく増大した結果、生産量の拡大率は輸送機器について大きい。

表 3.8 産出量と生産性の変化:1899-1957年(1899年=100)

年	産出高				全要素生産性			
	化学	石油	電気機器	輸送機器	化学	石油	電気機器	輸送機器
1899	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1909	168.8	185.1	240.3	146.6	106.7	106.8	106.6	111.3
1919	276.9	449.4	601.3	832.9	99.4	96.5	109.4	219.7
1929	537.6	1149.4	1298.7	1369.9	203.3	219.8	154.6	492.6
1937	666.1	1305.7	1214.3	1232.9	258.3	272.5	198.8	478.3
1948	1665.6	2312.6	3271.4	2242.5	385.2	303.5	250.9	530.5
1953	2531.7	2923.0	5948.1	4257.5	471.7	351.9	320.9	637.9
1957	3294.6	3197.7	6636.4	4906.8				

Kendrick(1961) Table D-IVから計算

1929年から1953年の期間を見ると、最も成長を遂げた産業は化学産業、次いで、電気機器産業となっている。製造業全体では産出量は2.6倍の拡大であったが、化学産業の拡大率は実に6.1倍であった。電気産業の拡大率は5.1倍であった。これに対応するように、生産性は化学産業で2.3倍、電気機器産業で2.1倍に上昇している。他方、石油産業と自動車産業の生産性の上昇率はそれぞれ、1.6倍、1.3倍であった。

こうした各産業の成長を反映して、化学、石油、電気機器、輸送機器などの産業の製造業に占め

るシェアは大きく上昇する。1880年から1948年までの期間で、化学品に関連する製品を製造する産業のシェアは1.1%から6.5%に、石油産業は0.3%から10.4%に、電気機器産業は0.1%から4.9%に拡大する。輸送機器のシェアはほぼ0%から6.8%に上昇し、自動車関連産業全体としては0.5%から19.4%にまで上昇する。このことは、自動車産業での大量生産方式の導入がいかによりアメリカ経済の製造業の発展を牽引したかを如実に示している⁽³³⁾。

第4章 EUおよび日本の経済成長とアジア NIES の登場

第1節 世界経済における成長率の収斂と発散

1.1 経済成長のエンジンとしてのイノベーションと成長会計

各国の生産可能性フロンティアを拡大させる要因は、生産過程に投入される資本、労働、資源、土地などの生産要素の賦存量の変化と生産過程に関わるイノベーションの進展、そして経済制度・社会制度に関わる知識・思想上の変化などに大きく分けられる。さらに、生産過程に関わるイノベーションは、生産技術上のイノベーションと管理・組織技術上のイノベーションに分けられ、そしてこうしたイノベーションは当該国における経済制度、社会制度の内容と在り方に密接に関係している。実際に観察された経済成長の大きさのうちどの部分がどの要因に拠っているのかを識別することは極めて困難である。従来の経済成長論では、社会制度や経済制度の相違がどの程度成長率と関係するのかについては、明確な形では、説明されてこなかった⁽³⁴⁾。以下では、議論が複雑なることを避ける意味でも、伝統的な経済成長論、ソロー・モデルを中心として考察を進めることにする。

周知のとおり、新古典派モデルでは、マクロ経済の産出量 Y は資本 K と労働量 L の一次同次の関数として表現される。つまり、生産関数は $Y = F(K, L, A)$ と記述される。ここで、 A は生産技術の水準を表す指数、全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) と呼ばれる。この生産関数の時間微分を取ると、

$$\hat{Y} = \theta_k \hat{K} + (1 - \theta_k) \hat{L} + \hat{A} \quad \text{----- (1)}$$

が得られる。変数の上のハット記号は変化率を表現し、 $\theta_k = KF_K / Y$ は資本への分配率である。(1)式を変形して、

$$\hat{A} = \hat{Y} - \theta_k \hat{K} - (1 - \theta_k) \hat{L} \quad \text{----- (2)}$$

となるが、この式の右辺は資本投入量と労働投入量の拡大によって説明されない経済成長率の大きさを表現している。このことから、全要素生産性 TFP の変化率の大きさは、経済成長の大きさのうち資本および労働の投入量の拡大によって説明できない部分、つまり、技術革新による貢献の大きさであると理解されてきた。(2)式はまた、

$$\hat{A} = \theta_k (\hat{Y} - \hat{K}) + (1 - \theta_k) (\hat{Y} - \hat{L}) \quad \text{----- (3)}$$

と変形できる。全要素生産性 TFP の上昇率は(2)を用いても、(3)式を用いても計測することができる。いま、

$$y = Y/L, \quad k = K/L, \quad v = K/Y$$

と変数変換を施すと、(1)式は

$$\hat{y} = \theta_k \hat{k} + \hat{A} = q \hat{v} + \alpha \hat{A} \quad \text{----- (4)}$$

と変形できる。ただし、

$$q = vF_K / Y, \quad \alpha = AF_A / Y(1 - \theta_k)$$

である。(4)式は、労働生産性の上昇率が、資本集約度の上昇率×資本分配率と TFP 上昇率の和で計算されることを示している。資本集約度の上昇は資本の深化 (capital deepening) と呼ばれ、TFP の上昇は技術革新の大きさを説明する代理変数であると理解される。(4)式の最右辺は労働生産性の上昇率を資本係数の変化率と関係付ける表現である

さらに、人的資本の蓄積が生産性を上昇させることを明示的に導入するためには、生産関数を

$$Y = F(K, L, H, A)$$

と拡大させればよい。ここで、 H は人的資本の存在量である。通常、生産関数はこれら3つの生産要素の一次同次関数であると仮定される。この生産関数のもとで、上と同様の変形を施せばよい。また、資本の質的な変化を明示的にモデルに導入する方法は、ディビジア指数を用いて行われる⁽³⁵⁾。

上記の成長会計(4)式を用いて、19世紀から20世紀におけるアメリカの経済成長の要因分析を行うと、以下のような結果が得られる。表4.1から明白な通り、アメリカ経済のGNPは19世紀を通して年率4%近い成長を遂げる。20世紀初頭以降、3%を越える成長率を維持するが、1960年代以降には減速して、成長率は3%を下回る。一人当たりGNPは、19世紀から20世紀にかけて加速的に成長し、1890年から1929年までの期間、年率で2%近い成長を遂げる。労働生産性の上昇についてみると、19世紀初頭から1960年代まで、上昇率は加速度的に上昇を遂げるが、1970年代初頭から上昇率が減退を始める。TFPの上昇率は労働生産性と類似のパターンを描いている。つまり、

19世紀初頭から1960年代まで、TFP上昇率は加速度的に上昇を遂げるが、1970年代以降急激に減退を始める。1970年代以降のTFP上昇率の急速な減退は、1980年代にアメリカで生産性の危機と呼ばれた議論を引き起こした現象である⁽³⁶⁾。

表 4.1 米国経済成長の要因分析: 民間国内経済1800 - 1989年(単位: %)

	1800-55	1855-90	1890-1927	1929-66	1966-89
一人当たりGNP	0.93	1.55	2.00	1.86	1.67
GNP	3.99	4.00	3.76	3.18	2.69
人口	3.03	2.41	1.73	1.30	1.00
労働生産性	0.39	1.06	2.00	2.52	1.23
資本集約度による分	0.19	0.69	0.51	0.43	0.57
TFP成長率による分	0.20	0.37	1.49	2.09	0.66

出所: Abramovitz and David(2001)

生産性上昇と資本深化の関係について見ると、1855年から1890年までの間に起こった生産性の上昇分の65%は、資本の深化による拠るものであった。これに対して、1890年から1966年までの労働生産性の上昇のうち80%を超える分がTFPの上昇によるものである。単純に言うと、労働生産性上昇の80%を越える部分は技術革新を始めとするイノベーションによって実現された。1970年代以降、TFP上昇率が急速に低下することに伴って、労働生産性の上昇が低迷したといえる⁽³⁷⁾。

イギリスについても同様な成長会計を行ってみると、表4.2が得られる。

表4.2 イギリスの生産性の推移: 1856 - 1973(年率%)

	1856-1873	1873-1913	1913-1924	1924-1937	1937-1951	1951-1964	1964-1973
GDP	2.00	1.80	-0.10	2.30	1.50	2.80	2.70
労働生産性	1.10	0.90	2.20	0.80	1.40	2.80	3.80
労働投入量	0.90	0.90	-2.30	1.50	0.10	0.00	-1.10
資本投入量	2.00	2.00	0.90	1.80	1.10	2.80	3.90
総要素投入量	1.40	1.40	-1.10	1.60	0.40	0.70	0.30
TFP	0.64	0.45	1.00	0.70	1.09	2.04	2.42

出所: Mathews, et al.(1982) Tables 7.1,8.3

このデータから観察される際立った特徴は、第2次世界大戦後における全要素生産性の急速な上昇である。これを反映して、労働生産性も大きく上昇する。戦後期以降、生産量の増大に比較して、総要素投入量それ自体はそれほど拡大していない。総要素投入の内訳を見ると、労働投入量は減少している一方で、資本投入は大きく増加している。資本の深化が急速に進んでいる。したがって、労働生産性を大きく上昇させた要因は、TFPの上昇と資本の深化にあるといえる。労働生産性の上昇のうち約7割から8割程度はTFPの上昇によっていたと結論できる。このTFPの上昇はいわゆる技術革新の効果のみならず、人的資本の蓄積や資源配分の改善などによる貢献も含んでいる。表4.2からは判断できないが、表4.5から理解されるとおり、1970年代以降、イギリスでも生産性の危機がやってくる。

表4.3は、Ohkawa and Rosovsky(1973)による日本経済における成長会計の実証分析結果を示している。

表4.3 日本経済での生産性の歴史的推移: 1908-1964(年率%)

	1908-17	1912-18	1917-31	1931-38	1955-61	1962-64
国内産出量	5.07	6.75	3.12	6.73	13.04	12.71
資本投入量	6.46	6.85	5.24	4.60	9.54	12.73
労働投入量	2.19	2.70	1.99	1.91	4.87	4.29
総要素投入量	4.12	4.69	3.30	2.92	6.28	7.10
TFP	0.95	2.05	-0.18	3.81	6.75	5.61
修正分(1)	0.43	1.03	-0.72	1.87	0.71	-0.97
修正TFP(2)	0.52	1.02	0.54	1.94	6.04	6.58

(1)資本稼働率および労働時間・労働強度による要素投入量修正分

(2)修正分を差し引いたTFP

出所: Ohkawa and Rosovsky(1973) Tables3.1,2

日本経済の1908年から1960年代にかけての成長過程における大きな特徴は、労働投入量の成長率が大きいだけでなく、労働投入量の成長に比べて資本投入量が一貫して大きく成長していることである。労働投入量は、1920年以前までは2%を越える年率で拡大し、戦間期に2%を若干下回るが、戦後には4%を越える率で拡大する。資本投入量の成長率は戦前から戦後を通して労働成長率の約2倍から3倍の大きさになっている。戦前での経済成長の要因の70%以上は資本投入および労働投

入の拡大によるものであった。しかし、戦後になると、経済成長に占める要素投入拡大に起因する貢献分は50%を下回るようになる。この事実は、戦後アメリカ等の海外から技術導入された設備等が生産性を大きく引き上げたことを説明している。表4.3から明らかなおと、TFPの成長率は戦前から戦後にかけて加速度的に増大している。とりわけ、第2次世界大戦後のTFPの上昇率は著しい。このようなTFPの大きな上昇は、戦後に開始される資本投入量の急拡大によってもたらされたと考えることができる。同時期イギリスでは資本投入量の成長率は4%程度であったが、日本では10%を超えていた。日本経済の驚異的なキャッチアップ過程の様子を表現している。

ここで、戦後のアメリカ経済の成長要因について詳しく考察してみる。表4.3はアメリカ経済における生産性の歴史的变化を示したものである。

表4.4 生産性の要因分解:1948-2000年米国(年平均変化率%表示)

民間ビジネス部門	1948-73	1973-79	1979-90	1990-95	1995-00	1949-00
労働生産性(1)	3.3	1.3	1.6	1.5	2.7	2.5
資本集約度の貢献(2)	0.9	0.7	0.8	0.5	1.1	0.9
労働の質(3)	0.2	0	0.3	0.4	0.3	0.2
MFP(4)	2.1	0.6	0.5	0.6	1.4	1.4

(1)総雇用者の労働時間当たり産出額

(2)労働時間当たり資本サービス投入量の成長率×資本分配率

(3)(労働投入量成長率-労働時間数の成長率)×労働分配率

(4)労働と資本の総投入量単位当たり産出額

出所:United States Bureau of Labor Statistics, Multifactor productivity trends 2000

労働生産性の上昇率は、1948年から70年までの期間でピーク達した後、1970年代の二つの石油ショックを挟む時期に最低に落ち込む。1995年以降、労働生産性の上昇率は回復し、2.7%を実現する。(ただし、Jorgensonらの計測したTFPの数値は労働統計局の水準より相当低めに出ている。例えば、Jorgenson(2001)では、TFP上昇率は1948-1973年で0.92%、1973-1990年で0.25%、1990-1995年で0.24%、1995-1999年で0.75%と計測されている。)1948年から1973年までの期間で、労働生産性上昇率3.3%のうち2.1%はTFPの上昇によるものであった。つまり労働生産性上昇分の64%は技術革新などのイノベーションの進展に拠っていたといえる。TFP上昇率は、1973年以降1995年までの間、年率で約0.6%程度まで大きく後退する。他方、資本集約度の上昇率は、1973年以降にも大きく落ち込むことはなかった。人的な資本(労働の質)の上昇率は、1973年から1979の期間でゼロであった。これはベビー・ブーマーの労働市場への参入を反映している。1980年代以降に、人的な資本は、1973年以前に比べても大きく改善を始める。総じて、1970、80年代に労働生産性の上昇率が低調であった理由は、TFPの動きに大きく依存しており、70、80年代のTFP上昇率の急落は、技術革新およびイノベーションの低調さに求められる。70、80年代における労働生産性上昇率の急落はアメリカに固有の現象ではなく、先進諸国全体に共通する現象であった⁽³⁸⁾。

表4.5は先進主要国に見られた生産性の低下現象を示すデータである。

表4.5 主要国製造業での生産性の歴史的推移:(労働生産性年率%)

	1950-60(1)	1960-73(2)	1973-79(3)	1979-86(4)	生産性低下(2)-(3)
米国	2.0	3.2	1.4	3.1	-1.8
カナダ	3.8	4.5	2.1	1.4	-2.4
日本	9.5	10.3	5.5	5.6	-4.8
ベルギー	n.a.	6.9	6.2	5.3	-0.7
デンマーク	2.8	6.4	4.2	1.3	-2.2
フランス	2.8	6.5	5.0	3.6	-1.5
ドイツ	7.4	5.8	4.3	2.8	-1.5
イタリア	5.7	7.3	3.3	3.3	-4.0
オランダ	4.7	7.4	5.5	4.4	-1.9
ノルウェー	3.4	4.3	2.1	1.9	-2.2
スウェーデン	3.4	6.4	2.6	3.0	-3.8
英国	2.1	4.3	1.1	4.4	-3.2

出所:Griliches(1988)

1973年以降、多くの国で労働生産性が大きく低下している現象が見て取れる。ただし、製造業内のセクターごとに生産性の変動を吟味すると、すべてのセクターが生産性を低下させたわけではなく、生産性を上昇させたセクターも存在する。製造業以外のセクターでも同様である。1973年から1980年の期間で生産性が低下した最大の理由は言うまでもなく、石油価格の大幅な上昇をもたらした2度にわたる石油ショックである。1973年から1979の期間での生産性の低下は、ある意味では、景

気循環的な生産性の低下現象であったといえる。したがって、1980年以降に、生産性の回復が始まることが予想される。上記のデータは、部分的に、この推測を裏付けている。それでも、多くの国で、生産性上昇率は1973年以前の水準に回復していない。

生産性危機をもたらした要因の一つとして、産業構造の変化、とりわけ、生産性の高い製造業セクターから生産性の低い非製造業セクターへの労働者の移動を指摘することができる。Gordon(2003)によれば、1972年から1995年の期間で見ると、アメリカ製造業セクターの労働生産性上昇率は低下しておらず、1972年以前と比べてもわずかながら増加しているという。とりわけ、製造業耐久財セクターでは、1950年から1972年の期間での労働生産性上昇率は2.34%であったが、1972年から1995年の期間に3.05%と増大している。70、80年代の労働生産性上昇率の急落は非製造業セクターでの生産性の大きな低下が主要要因であったと、結論される。

1960年代以降のR&D投資の減少が生産性の低下を招いたと指摘することもできるが、現実にはR&D投資は対GDP比で見ると目立って減少したという傾向は見出しがたい。20世紀初頭からの歴史的な観点から見た場合、戦間期に開発されていた新しい生産技術が、戦時経済によってその実現が阻まれ、戦後になって旺盛な設備投資に伴って生産部門で実際に採用され、それが生産性上昇率の急上昇をもたらしたと指摘できる。こうした観点に立てば、戦後における生産性の上昇率は戦前のリバウンドであり、生産性トレンドからの循環的な上方乖離であった、ということになる。

さらに最近では、1980年代に生産性上昇率が60年代の水準に回復しない要因として、情報革命に伴う経済システムの改変が指摘されている。情報通信革命は産業システム、ひいては経済システムを新しいパラダイムのもとで再構成し、根本的に改変することを要請する。1980年代では、こうした情報通信革命の初期段階が進行しつつあったが、産業システムが新しいパラダイムのもとで再構成されない段階であったので、新しい情報通信技術の進展と既存の産業システムが並存するという矛盾を抱えていた。このことが生産性を大きく上昇させることに失敗した要因であると指摘される⁽³⁹⁾。

こうした1973年以降の生産性上昇率の低下の要因をめぐる論争の論点は、現行の情報通信革命と生産性上昇との関係も含めて考察する必要があるので、論争は続いており、いまだ決着がついていない。これと関連して、アメリカで、1995年以降に生産性が急速に回復した要因は情報通信技術革命によるところが大きいと指摘され、とりわけ、情報通信関連機器への設備投資の拡大が生産性を引き上げている大きな要因であると言われている⁽⁴⁰⁾。こうした傾向はアメリカ以外では取り立てて観測されていない。この問題については、別稿で考察することにする。

以上の成長会計による経済成長の原動力を特定するというアプローチでは、技術革新の経済成長への貢献の大きさは残差項としてのみ受動的に計量される。経済成長の現実的メカニズムを理解し、経済成長の実態を説明するためには、R&D、教育投資、知識の蓄積のみならず、組織や制度のイノベーションなどの経済成長に対する貢献をより明示的に計量する必要が生じる。例えば、戦後の経済成長に関わる定型的事実として、各国において、R&Dに従事する科学者や研究者数が対GDP比で上昇傾向にあり、また、高等教育の卒業生数の人口に占める割合が傾向的に上昇している。このような事実は、各国の経済成長に大きな影響を与え続けているはずである。こうした疑問を解明する実証研究は今後の更なる進展が望まれる⁽⁴¹⁾。

1.2 成長率および生産性格差の収斂と拡大

世界経済で各国の経済成長率は互いに収束しつつあるのだろうか、それとも互いの格差は大きくなりつつあるのだろうか。また各国の所得格差は互いに収束しつつあるのだろうか、それとも拡大しつつあるのだろうか。この論点を巡って行われてきた研究結果および論争の総括を試みたい。

初めに新古典派の経済成長理論のエッセンスを説明する。国民経済の貯蓄が国内で物的資本の拡大に投資されるという前提で、資本の蓄積方程式を導出すれば、

$$\hat{k} = sf(k)/k - (n + \delta) \quad \text{-----} \quad (5)$$

という経済成長の動学基本方程式が得られる。ここで、 $f(k) = F(K, L, A)/L$ であり、 s は貯蓄率、 n は人口成長率、 δ は減価償却率である。均斉成長経路(定常状態)では、資本の拡大率とGDPの成長率は人口成長率と同じになる、したがって、一人当たり資本の成長率と一人当たりGDPの成長率は同じ大きさになる。よって、均斉成長経路では、

$$sf(k^*) - (n + \delta)k^* = 0 \quad \text{-----} \quad (6)$$

が成立する。この式は定常状態での資本ストックの水準を確定する。定常状態での国民経済の生産量 (GDP) は、 $y^* = f(k^*)$ となる。現在の資本ストックが $k < k^*$ である場合、資本ストックの蓄積が行われ、この資本蓄積が経済成長を牽引する。資本ストック水準は、時間の経過と共に、定常状態の資本ストックに向かって拡大を続け、最終的にはその水準に収束する。(5)式の右辺第1項は資本の減少関数であるので、現在の資本ストックが定常状態の資本ストック水準より低ければ低いほど、経済成長率は高くなる。定常状態の資本ストックに近づくにつれて、成長率は低下し、最終的には、一人当たり資本ストックの成長率はゼロとなる。

生産関数として、以下のようなコブ・ダグラス型

$$F(K, L, A) = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

を仮定すると、(5)式は

$$\hat{k} = sAk^{-(1-\alpha)} - (n + \delta) \quad \text{----- (6)}$$

と簡単化される。定常状態の近傍で(6)式の対数線形近似を取ると、

$$\hat{k} = -\beta \log(k/k^*) \quad \text{----- (7)}$$

が得られる。ここで、 $\beta = (1-\alpha)(n+\delta)$ は収束係数といわれる。一人当たり GDP についても同じ収束係数となる。すなわち、

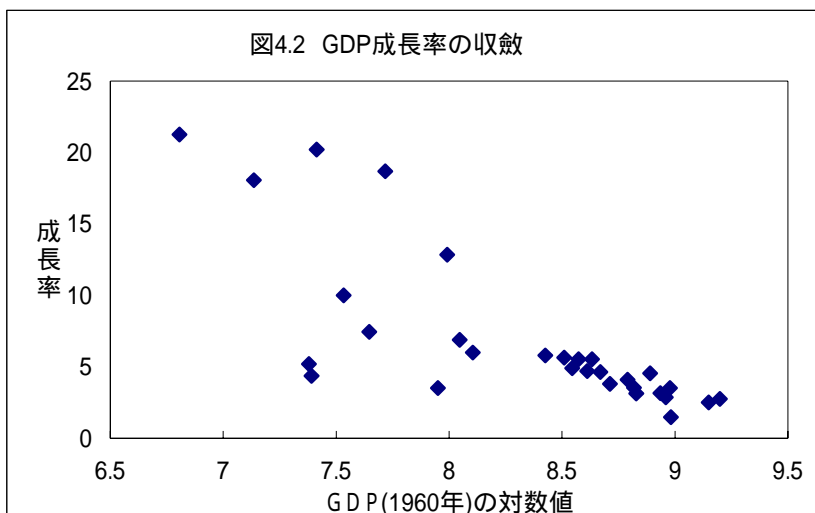
$$\log(y(t)) = (1 - e^{-\beta t}) \log(y^*) + e^{-\beta t} \log(y(0)) \quad \text{----- (8)}$$

が成立する。もし、技術進歩率 $\hat{A} = x$ を明示的に導入するならば、 $\beta = (1-\alpha)(x+n+\delta)$ となる。この場合、 $k = K/AL, y = Y/AL$ と置き換える必要がある。定常状態での資本ストックと GDP は

$$k^* = [sA/(x+n+\delta)]^{1/(1-\alpha)}, y^* = A^{1/(1-\alpha)} [s/(x+n+\delta)]^{\alpha/(1-\alpha)} \quad \text{----- (9)}$$

と表現できる⁽⁴²⁾。

以上の新古典派成長モデルを用いて現実の世界経済で観察された経済成長の実態を説明しようとする研究が行われてきた。各国間の経済環境における相違が一人当たり資本ストックだけであるならば、つまり、一人当たり資本ストック以外のすべての点で類似しているならば、各国は同一の成長率を持つ経済成長経路に収束する。具体的には、時間の経過と共に、各国の GDP の成長率は人口成長率+技術進歩率に等しくなる。この均斉成長経路へ収束する途上では、ある国の成長率は一人当たり資本ストックの水準に依存する。(7)式から、一人当たり資本ストック水準が低い国ほど、つまり、富める国に比べてより貧しい国ほど、より高い成長率で経済成長することが含意される。これを絶対的 β 収束という。各国の技術水準、人口成長率および貯蓄率などが互いに類似している場合には、つまり、各国間の相違は資本ストックのみである場合には、各国間でこの絶対的 β 収束が予想されるが、現実の経済ではこの条件は成立していない。しかし、国ごとに技術水準等が異なっていたとしても、各国の経済成長率は、現在の GDP とその国が到達するだろう定常状態 GDP との格差が大きいほど、高くなることは含意される。これを条件付 β 収束という。ある国が自己の定常状態に比べて低い GDP 水準にあればあるほど、成長率は高いことになる。



多くの研究の結果、絶対的 β 収束は世界全体では観察されないが、OECD 各国間などでは、大まかに成立していると言える。例えば、横軸に各国の1960年の一人当たりGDP、縦軸に当該国の経済成長率をプロットしたときに、右下がりの関係が見出されるか否かを判定すると、世界全体110カ国では右上がりの関係が観察される。他方で、OECD 諸国では、右下がりの関係が観察されるという。図4.2はOECD 諸国と韓国、台湾、香港、シンガポールについて、1960年時点の一人当たりGDPの対数値と1960年から90年までの成長率を実際にプロットしたものである。データはPWT 6.5からのものを用いた。不鮮明ながら、右下がりの関係を何とか見出すことができる。左上方に位置する諸点が韓国、台湾、シンガポールに対応している。右下がりの関係線から左下方はなれて位置する2点は、トルコとチェコに対応している。Barroたちの研究によると、アメリカの48州間で、あるいは、日本の都道府県間ではこの β 収束が観察される⁽⁴³⁾。Sala-i-Martin(1997)によれば、条件付 β 収束は、OECD 諸国間のみならず、世界経済全体でも観察されるという。上の(8)式の収束係数 β は約2%と計測された。しかし、この2%という数字は、余りに小さすぎる。なぜならば、年率2%で収束する場合、定常状態の2分の1に到達するために、35年間もかかってしまうからである。また、技術革新を2%、人口成長率を1%、資本減耗率を5%と想定するとき、資本分配率が0.75という数字になってしまう。この数値は、現実の経済では0.35程度であるので、余りにも大きすぎるといえる。この意味で、新古典派モデルの説明力には疑問符がつく。

(9)式から自明なとおり、各国の技術水準、人口成長率および貯蓄率などが異なれば、定常状態の一人当たりGDPの水準は、国ごとに異なる。一人当たりGDPの対数の各国間での標準偏差が時間と共に減少するとき、 σ 収束するという。 β 収束が成立すれば、 σ 収束が観察される。しかし、この逆は成立しない。第1章の表1.2から見て取れるように、 σ 収束は世界全体で観察されないと予想される。Summers-Hestonのデータセット(PWT5.6)から、110カ国の一人当たりGDPの標準偏差の変化を計算すれば、1960年の0.89から1990年には1.12に増加していることがわかる。所得の各国間分配が不均等に拡大しつつある事実が計量的にも判明する。その一方で、OECD 諸国間での標準偏差は時間と共に減少しつつあり、所得水準が平準化しつつある。当然のことながら、同一国内の地域間の所得格差は平準化すると予想される。アメリカの48州間の所得格差の標準偏差は、一時的に拡大することはあっても、傾向的には縮小している。日本の都道府県間でも σ 収束が観察される⁽⁴⁴⁾。

上で指摘したとおり、1980年代まで、OECD 諸国の一人当たり所得水準ならびに成長率は1980年代まで収斂しつつあった。ところが、1990年代に入って、OECD 諸国の経済成長は不均等化し、加盟国の一人当たりGDP成長率の分散が拡大し始めるという、逆転現象が起こった。表4.6に見るとおり、アメリカ、カナダ、オーストラリア、オランダやノルウェイなどの諸国が1990年代に入ってから成長率を上昇させる一方で、ヨーロッパ大陸の多くの諸国や日本は成長率を低下させる。この結果、OECD 諸国における成長率の標準偏差は、1970年代から80年代までは、0.21から0.17に低下したが、1990年代には0.24に拡大し、1996年以降はさらに、0.35まで増大した。つまり、1990年代以降、いわゆる σ 収束の傾向が消滅し、成長率の格差が増大し始めた。1990年代以降に成長率を加速化させた諸国では、全要素生産性の急上昇が見られる。アメリカ、カナダ、オーストラリア、スウェーデン、ノルウェイ、フィンランド、アイルランド、デンマーク、ニュージーランドでは、1980年代に比較して、全要素生産性の成長率が増大した。他方で、日本、ドイツ、フランス、イタリア、ベルギー、オーストリア、オランダ、スペインなどでは、全要素生産性の成長率が低下した。全要素生産性の上昇は、1990年以降に各国で進展した情報通信技術を体化した設備機器への投資の拡大に密接に関係している。アメリカ、オーストラリア、ノルウェイ、フィンランド、スウェーデンでは、労働生産性が大きく上昇した。労働生産性の上昇を引き起こす要因は、人的資本の蓄積や資本労働比率の増大に求められるが、資本の深化は情報通信機器への設備投資の大きさに依存していた。1990年以降の情報通信機器価格の急激な低下は各国共通の現象であったが、情報通信機器への設備投資を大きく拡大した諸国では、情報通信産業の生産量が急拡大すると共に、資本の深化によって労働生産性が上昇し、一人当たりGDPの成長率を大きく引き上げることとなった。他方で、情報通信機器設備への投資を大きく増大させることに失敗した日本などの諸国では、一人当たりGDPの成長率は必然的に低下したのである。OECD 諸国での情報通信革命と経済成長との関係については、別稿で詳細に検討することにした。

表 4.6 OECD諸国の不均一成長:1970-2000年(平均年成長率%)

	一人当たりGDPの実績値				一人当たりGDPのトレンド		
	1970-80	1980-90	1990-2000	1996-2000	1980-90	1990-2000	1996-2000
米国	2.1	2.2	2.2	3.3	2.1	2.3	2.8
日本	3.3	3.5	1.1	0.5	3.3	1.4	0.9
ドイツ	2.6	2.0	1.3	2.0	1.9	1.2	1.7
フランス	2.7	1.8	1.4	2.6	1.6	1.5	1.9
イタリア	3.1	2.2	1.4	1.9	2.3	1.5	1.7
英国	1.8	2.5	1.9	2.4	2.2	2.1	2.3
カナダ	2.8	1.5	1.7	3.5	1.4	1.7	2.6
オーストリア	3.5	2.1	1.8	2.6	2.1	1.9	2.3
ベルギー	3.2	2.0	1.8	3.0	2.0	1.9	2.3
デンマーク	1.8	1.9	2.0	2.4	1.9	1.9	2.3
フィンランド	3.1	2.7	1.8	5.0	2.2	2.1	3.9
ギリシャ	3.6	0.2	1.9	3.5	0.5	1.8	2.7
アイスランド	5.2	1.6	1.6	3.4	1.7	1.5	2.6
アイルランド	3.3	3.3	6.4	9.2	3.0	6.4	7.9
ルクセンブルグ	1.9	3.9	4.5	5.7	4.0	4.5	4.6
オランダ	2.1	1.6	2.2	3.2	1.6	2.4	2.7
ノルウェイ	3.8	1.1	2.2	2.0	1.4	2.0	2.2
ポルトガル	3.4	3.1	2.5	3.2	3.1	2.8	2.7
スペイン	2.5	2.6	2.5	4.0	2.3	2.7	3.2
スウェーデン	1.6	1.9	1.4	3.2	1.7	1.5	2.6
スイス	1.2	1.5	0.2	1.8	1.4	0.4	1.1
トルコ	1.8	2.8	1.8	1.5	2.1	2.1	1.9
オーストラリア	1.5	1.7	2.3	3.0	1.6	2.4	2.8
ニュージーランド	0.5	1.9	1.2	1.4	1.4	1.2	1.8
標準偏差	0.21	0.17	0.24	0.35	0.15	0.24	0.29

注:(1)1991年以前のドイツは西ドイツ、(2)標準偏差はチェコ、ハンガリー、韓国、メキシコ、ポーランド、スロバキア
 出所:OECD, The Sources of Economic Growth in OECD Countries, 2003.

かくして、世界経済の現実には、富める国はより豊かに、貧しい国はより貧乏になっていくという経済成長のジレンマを、そして、キャッチアップ過程を終了した OECD 諸国間でさえ、一人当たり所得水準の平準化が逆転し始め、経済成長率の格差が大きくなりつつあるという事実を示している。こうした現実経済の中で、経済学が解明すべき問題は、上述のような所得の格差もしくは収斂をもたらす主要な要因を的確に特定し、それらが波及するメカニズムを解明することであろう。所得水準のみならず成長率を大きく左右する要因の一つは、明らかに、イノベーションおよび知識の社会的な活用能力であり、これらはその国の歴史的文化的そして社会制度的な特質と大きく連動している。イノベーションおよび知識の蓄積は経済成長のエンジンであり、このエンジンに燃料を供給し、停止することなく作動し続ける方策を考えるためには、現実のエンジンがいわゆる狭い意味での経済政策のみならず、当該国の文化的社会的そして政治的な歴史に拘束されている事実を直視しなければならない。こうした視点から、なぜ各国間で全要素生産性の上昇率が異なってくるのかという問題に答える必要性があると思われる⁽⁴⁵⁾。

第2節 ヨーロッパおよび日本によるキャッチアップ過程の特徴

第2次世界大戦終了時では、アメリカの大量生産方式に代表される生産技術はヨーロッパ諸国や日本における技術水準に比較して圧倒的な優位性を確保していた。第2次世界大戦終了と同時に、ヨーロッパ諸国ならびに日本は、疲弊した経済の立て直しと生産能力増強を目指し、最新技術を導入した生産設備を建設すると共に、このアメリカの技術水準にキャッチアップすべく、アメリカ技術の改良と模倣を実現するための研究開発投資を活発化させる。こうしたヨーロッパと日本におけるキャッチアップの努力は、結果的に、アメリカの生産技術上のリーダーシップを弱体化させ、産業によってはアメリカの国際競争力を喪失させることにもなる。この過程の特徴を抽出するために、化学工業、自動車産業およびマイクロ・エレクトロニクス産業を個別産業ケースとして取り上げることにする。

2.1 化学工業

すでに前章で説明したとおり、1930年代頃までは、ドイツの化学産業が圧倒的な競争力を有していたが、アメリカで石油精製技術が発達するにつれて、アメリカにリーダーシップが移行し始め、第2次世界大戦という経済混乱も加わり、アメリカの技術的リーダーシップが確立する。アメリカの化学産業は原材料を石油から得ていたが、ヨーロッパでは化学産業の原材料は主として石炭に依存していた。ヨーロッパでは、原材料を石炭に依存するという化学産業の技術体系上の制約から、化学産業の原材料を石炭から石油に切り替えるスピードが遅かった。

アメリカでは、戦後直後から、石油化学素材、例えば、塩化ビニール、アンモニア、エチレン、ポリプレン、非セルロース繊維に対する需要が急激に拡大し、化学工業装置の大規模化が必須となった。この装置大規模化のためのプロセス・イノベーションが行われることとなる。アンモニアの生産では、1950年代初期に日当たり300トンの平均生産量が1960年代末には600-1000トンにまで拡大した。エチレン生産では、1950年代初期から1970年代末にかけて、平均生産能力が10倍以上に拡大する⁽⁴⁶⁾。重要なプロセス・イノベーションは、1960年代のコンピュータによるプロセス管理システムの導入であった。この管理用コンピュータのソフトウェアも開発された。また、新しいプロセス技術は化学製造メーカーとは異なる、化学工学のR&Dに特化した特殊なエンジニアリング企業によって開発され、提供されるという体制になった。こうしたエンジニアリング企業群は、化学プラントの設計および建設を担当することになる。(その代表的な企業はScientific Design社であった。)化学会社は、プロセス技術の改良をエンジニアリング会社に委ねる一方、生産する製品の開発と改良にR&Dを特化させた。1960年から1990年までに建設されたプラントの4分の3は、こうしたエンジニアリング会社によるものであった。

アメリカからヨーロッパへの石油化学品の輸出が拡大するにつれて、アメリカ化学会社はヨーロッパに石油化学施設を建設し始める。例えば、ニュージャージー石油スタンダード会社(現エクソン)は、1950年代中ごろに、イギリス、フランスおよびドイツに石油化学プラントセンターを建設した。1960年代初頭までに、ダウ、ユニオン・カーバイド、デュポンなどの化学企業は揃ってヨーロッパ諸国に子会社および合弁会社を設立し、生産を開始する。このことがヨーロッパへの技術移転を促進することになる。ヨーロッパの化学会社の技術体系が石炭から石油に転換するに連れて、ヨーロッパ化学企業の急拡大が可能となる。1990年までに、世界最大の化学企業の上位3社をドイツ系ヨーロッパ企業が占めることになる。表4.7を参照。

日本の化学産業は戦間期にも相当程度の発達を見せていたが、戦争による生産施設の破壊によって致命的な損害を受けていた。1950年代初頭から1970年初期までが、日本の化学産業のキャッチアップの段階であったと言われている。日本は原材料をすべて海外に依存しているので、化学工場への投資は、日本政府の厳しい統制化に置かれた⁽⁴⁷⁾。1957年に、日本石油によって横浜に建設されたエチレンプラントが最初の石油化学コンプレックスであった。1958、59年に、3つの石油化学コンビナートが三菱石油、住友化学、三菱化学によって建設される。その後、1960年代、70年代に、各コンビナートの生産能力が大きく増強される。1980年までに、日本はドイツを抜いて、世界第2位の化学製品生産国となる。しかし、1970年代の2度の石油ショックに伴って、生産過剰状態が顕在化する。

化学産業は、日本の高度成長期に、下流産業である繊維、プラスチック、自動車、家電などの産業に大量の材料を供給し、そうした産業と共に大きな成長を遂げた。電気産業に次いで第2位の規模の製造業セクターでもあった。国際市場でも高い競争力を持っていた。しかし、1990年代までに、日本経済の成長を牽引する産業ではなくなった。各化学会社は生産設備の合理化とリストラを行い、海外市場への進出を試みて東南アジアに石油化学コンビナートを建設し、生産の多様化を試みた。海外市場への進出は有効であったが、系列関係という独特の制度に縛られて、他企業との統合化あるいはファインケミカルやバイオ市場などへの多角化は難しい状況にあるといえる。

表 4.7 世界の化学品メーカー売り上げ:1996年

順位	製造業者(国)	化学品売上げ(百万ドル)	対売上高R&D比(%)
1	BASF(ドイツ)	26519.3	4.9
2	Hoechst(ドイツ)	19545.3	3.0
3	Bayer(ドイツ)	19543.3	4.9
4	Dow Chemical(米国)	18988.0	4.0
5	Dupont(米国)	18044.0	-
6	Shell(イギリス・オランダ)	14631.3	-
7	Novartis(スイス)	13111.3	6.5
8	ICI(イギリス)	12629.7	-
9	Exxon(米国)	11430.0	-
10	Elf Aquitaine(フランス)	10501.0	3.0
11	Rhone-Poulenc(フランス)	9117.2	3.1
12	第日本インク	8696.2	-
13	東レ	7860.4	-
14	三菱化学	7797.7	-
15	Monsanto(米国)	7267.0	-

出所:Ruttan(2001)

化学産業は日本のみならず、先進諸国では成熟期を迎えており、環境問題も加わって、更なる成長の可能性は低下しつつある。この意味で、化学産業は現在、技術的成熟に対応したリストラが必要で、化学素材の生産から、特殊化学品、医薬品など、あるいはバイオ技術産業での発展を目指した R&D が必須となりつつある。事実、ダウやモンサントなどでは、石油化学素材品の占めるシェアは 35%程度まで低下している。

2.2 自動車産業

アメリカで大量生産方式が確立されたころ、ヨーロッパ諸国では、クラフト・システムによる自動車生産が主流であった。1920年代には、シトロエン、ルノー、フィアット、オースチン、あるいは MG 社などは、アメリカでの大量生産方式を学習すべく、ハイランドパーク工場に視察団を送った。フォード社や GM 社も子会社をヨーロッパ諸国に建設した。したがって、1930年代には、ヨーロッパ諸国で大量生産方式を導入する基礎が形成されつつあったといえる。他方で、当時の民族主義や戦争による混乱は、自動車の大量生産方式の確立を阻害した。ヨーロッパに自動車の大量生産方式が大規模に導入されるのは、第2次世界大戦後のことである。1950年代末までに、VW、ルノー、およびフィアットの工場はデトロイトに立地しているアメリカ系メーカーの大規模工場に匹敵する規模で自動車を生産するようになる。ダイムラーベンツに代表されるような高級車メーカーも大量生産方式に転換し始める。

ヨーロッパ系の自動車メーカーが生産する車は、例えば、VW ビートルに代表されるようなコンパクト車、低燃費車や、MG に代表されるスポーティーな、快適なドライブを楽しむ車であった。これらの車種は、アメリカ系メーカーが生産する標準的な車とは異質であり、アメリカ計メーカーが提供できない車であった。アメリカ系メーカーが提供できない車種の市場で競争力を有するだけでなく、ヨーロッパの低賃金を背景にした大量生産方式は、価格面でもアメリカ製車に比較して優位な競争力を確保できた。この結果、1950年代から70年代にかけて、ヨーロッパ系メーカーはアメリカなどの輸出市場で市場シェアを拡大し続けた。ヨーロッパ系メーカーはまた、60年代、70年代に、前輪駆動、ディスクブレーキ、燃料インジェクション、単一ボディー、5速変換機などを開発した。この時期、アメリカ系メーカーによるイノベーションは、エアコン、パワーステアリング、オートマチック変速機、大出力エンジンの開発などであった。

ヨーロッパ系自動車メーカーの競争力の源泉は、基本的に、デトロイトの大量生産方式の模倣に成功したこと、そして、自国での低賃金にあった。(自動車産業で雇用されていた労働者の多くは、トルコ、ユーゴスラビア、シシリア、モロッコ、アルジェリアなどからの出稼ぎ移民であった。)しかし、1970年代以降、ヨーロッパでは賃金率が上昇傾向となり、労働時間の短縮が時代の趨勢となった。この結果、1980年代以降になると、ヨーロッパ系自動車メーカーは国際協力を失うことになる。トヨタ社に代表されるリーン・プロダクションの登場である。

日本国内での自動車生産は1920年代に開始される。1939年までに、トヨタと日産はそれぞれ15000台/年、いすゞは7500台/年を生産した。フォードやGMの国内生産量には上限が課せられた。第2次世界大戦終了までは、その生産量は小規模であり、品質も悪く、販売先も多くは軍需用であった。1940年代までは、国内市場は小さく、需要される車種も様々であった。工業が必要と

した車は大型トラックであり、農業は小型トラックを必要とし、政府機関と企業役員は乗り心地の良い高級な大型乗用車を要求し、一般市民は狭い混雑した道路を走る小型乗用車を必要とした。高いガソリン代は燃費の良いエンジンを必要とした。このような社会的要請を背景として、日本の自動車メーカーは低コストで、数種類の車種を少量生産するという目標を実現しなければならなかった。アメリカ等で発達を遂げた大量生産方式によっては、この目的を実現できない。ここに、日本においてリーン・プロダクション方式が登場する歴史的必然性を見ることが出来る。

トヨタの生産システムは豊田英二と大野耐一によって作り上げられたと言われている。トヨタの生産システムの特徴を見ることを通して、リーン・プロダクション方式のエッセンスを読み解くことにする。自動車1台を生産するためには、約1万点の部品が必要とされる。この1万点の部品から約100種類の主要コンポーネント（エンジン、トランスミッション、ステアリングギア、サスペンション、ブレーキ、等のサブ・アセンブリー中間製品）が組み立てられ、さらに、この100種類のコンポーネントを最終製品としての車に組立てることで、1台の車が生産される。自動車メーカーはこの後段の組立工程を主として担っており、自動車メーカーの工場で行われている最終製品への組立工程は車全体の生産工程の約15%程度を占めるものである。各部品のうち、あるいは各主要コンポーネントのうちどの程度を自社内で生産しているかは各メーカーによって異なる。フォード社での内製化比率は第2次大戦を境に100%から50%程度に低下した。GM社では約7割程度が自社内生産であると言われている。トヨタ社の内製化比率は約27%である。

GMに代表される大量生産システムとトヨタに代表されるリーン生産方式の相違は、最終組立工程における設備機器・空間配置、生産工程での労働技能と労働者配置、サプライチェーンという3側面で明確に見て取ることが出来る⁽⁴⁷⁾。車のボディは、約300種類のスチールパネルを溶接して製造されるが、各スチールパネルの形状は材料のスチール板にプレス機によって金型を押し当てて形成される。デトロイト流の大量生産では、同一の金型で数ヶ月間にわたって百万個以上のパネルを大量生産する。別の種類のパネルを生産するときには、当該金型を交換する必要があるが、この金型交換には1日以上必要とされ、さらにこの作業のために特殊な技能者を必要とした。日本市場のような多品種少量生産では、このようなプレス加工方式は採用不可能であった。トヨタ社の主任技師であった大野は、新たな金型交換技術の開発に着手し、プレス機金型の交換が数分で実現可能となり、多品種少量生産への道を開いた。さらに、この金型交換技術は労働者が容易に獲得できる特徴を持っていたので、通常の組立工員が金型の交換をすることが可能であった。金型交換中の待機時間がなくなると同時に、欠陥品による無駄が最小化された。この理由は、百万個を生産した後に欠陥品であったことが判明したケースと、数百個を生産した後に判明したケースを比較すれば容易に理解できる。デトロイト流の大量生産方式では、最終的に組立てられた車をチェックして、欠陥品かどうかを判定し、欠陥品は修正処理場で修理工によって修理されるという手続きが採用されていた。

ドッジラインによる日本経済の大不況の年、1949年の労働争議の結果、豊田喜一郎は経営責任を取ってトヨタ社の社長を辞任し、労働組合とトヨタ社は新たな労働契約に合意した。この雇用契約は、その後日本の労働慣行の主流となる終身雇用と年功序列を基礎とする雇用形態であった。これを受けて、大野は生産ラインにチーム制労働を導入し、各工員を多技能化し、品質改善運動を推進するために、すべての工場労働者を班制度の下にグループ化し、各班に生産工程の一部を割り振り、各班に班長を任命した。班長はいわゆる親方ではなく、自ら組立業務に従事するのみならず、班員との調整を行い、さらには、欠勤者の業務を代替する。各班には、通常の組立業務のみならず、整理清掃、簡単な工具修理、品質のチェックまでも任された。もし、作業中に欠陥品を見出したときには速やかにラインを停止させることも認められた。同時に、その欠陥の原因を追究することが要求された。さらには、各班は現場での経験をもとに品質改善を図るための提案をするよう要請された。デトロイト流の大量生産では、各工員は単一の作業に割当てられ、他の工員の作業がどんなに多忙であっても、自らの作業対象部品がなければ、その時間タバコを吸う、新聞を読むということすらできる。よほどの緊急事態でない限り、工員が生産ラインを停止することは許されない。たとえ、欠陥品が出ても、その責任は生産エンジニアに帰着するものであると想定された。収穫率を維持するためには、生産ラインを停止せずに、連続して大量に生産し続けることの方が優先される。品質管理のためには、生産ラインから出てきた最終製品を検査工が検査、チェックして、欠陥が見つかった場合は、それを欠陥品修理工場では修理工が修理するという方式が採用されていた。

表 4.8 生産性の比較

	GM Framingham	トヨタ高岡工場	NUMMI Fremant
1台当たり組立時間	31	16	19
100台当たり組立欠陥	135	45	45
1台当たり組立スペース	8.1	4.8	7
部品の在庫(平均)	2 weeks	2 hours	2 days

出所:Womack(1990) Figure 4.2

表 4.8 は自動車生産における生産性を、伝統的な大量生産工場である GM の Framingham 工場と、トヨタの高岡工場(最新工場ではない)およびトヨタとGMの合弁企業である NUMMI のカリフォルニア工場(Fremont)とで比較したものである。組立における欠陥品率はトヨタに比較してGM工場では2倍の大きさとなっている。組立時間については、トヨタ社のほうがGMよりも2倍ほど生産性が高い。また、組立スペースについても、トヨタ社のほうが半分ほどである。部品の在庫水準を比較すると、トヨタのジャスト・インタイム・システムの驚異的な達成度が顕著である。

すでに見たとおり、GMの内製化率は約7割、トヨタの内製化率は約27%である。部品在庫水準の相違はこの内製化比率と関係しているのであろうか。部品の自社内生産はある意味で、品質改善およびコスト削減への動機付けを弱体化させる傾向を持つと指摘されているが、在庫水準を高めを誘導する関係は見出しがたい。トヨタ社の在庫水準は看板方式と下請け関係に大きく依存していると指摘されている。これはトヨタ社のサプライ・システムの特徴と密接に関係する⁽⁴⁹⁾。

表 4.9 自動車生産量の推移:1970 - 1994(1000台)

	1970	1980	1985	1989	1990	1991	1992	1993	1994
乗用車									
日本	3179	7038	7645	8370	9948	9756	9374	8682	8014
米国	6547	6400	8022	6808	6052	5407	5684	5936	6614
ドイツ	3655	3689	4375	4861	4618	4270	4866	3926	4223
スペイン	455	1048	1217	1638	1679	1774	1795	1506	1758
韓国	-	58	262	846	956	1132	1294	1528	1756
イギリス	1641	924	1048	1300	1296	1278	1291	1375	1466
イタリア	1720	1455	1354	1970	1873	1627	1475	1118	1407
メキシコ	137	316	286	455	614	733	788	848	831
ロシア	257	1166	1165		1103	1030	963	956	798
ブラジル	255	652	460	313	268	293	331	363	395
中国	-	-	-	-	-	-	-	230	250

出所:Ruttan(2001)

表 4.9 は自動車生産量の歴史的推移を示したものである。1980年代以降、日本の自動車メーカーの総生産量は上記の競争力を背景として世界最大の規模を維持している。現在、世界的な自動車メーカーの多くは、従来のアメリカ流大量生産システムに代えて、トヨタ社の生産システムによって特徴付けられるリーン生産方式を取り入れている。リーン生産方式は自動車産業の現代的な生産方式として確立されつつあると言える。

2.3 半導体と汎用コンピュータ

1947年、ベル研究所(AT&Tの研究所)で、William Shockleyらによって、トランジスターが発明される。この発見は、固体物理学の発展によって可能となったものであるが、電話の自動交換機の性能改善という情報通信上のニーズに応えようとするベル研究所での研究の中から生み出された。トランジスターは、真空管に比べて、電子機器をより小型化、軽量化することを可能とし、低い消費電力のもとで高速に作動するという性質を持つ。トランジスターは、民生技術のみならず、ミサイルの運用という軍事技術上から見ても、きわめて価値の高い製品であった。そうした意味では、トランジスターの生産の多くは軍需目的によるものであった。大量の軍需に応えるためにトランジスターの大量生産が行われた。その後、トランジスターの技術改良が続き、1954年に、Texas Instruments (TI) 社で、接合型トランジスターが開発される。

アメリカでのトランジスター生産が主として国防省や政府関連向けであったが、日本でのトランジスター生産は民生用市場向けであった。アメリカでトランジスターの生産が開始された後の1955年頃、日本では、工業技術院の電子総合研究所などでトランジスターが試作されるが、商品化はできなかった。日本でのトランジスター生産は、AT&Tの生産企業であるWE社から基本技術を購入するところから開始される。例えば、ソニーは携帯用小型のトランジスター・ラジオを生産するために、WE社から特許を購入し、トランジスターの生産を始めた。当時の歩留まり率は5%でしか

なかった。トランジスター・ラジオはヒット商品となり、ソニーのトランジスター生産は需要に追いつかないほどであった。ライバルの大手企業は、RCA などのアメリカ企業から導入した生産技術をもとに合金型トランジスターを生産して、この市場に参入することとなる。

1959 年頃には、TI 社の Jack Kilby がソリッド・ステート回路を発明し、フェアチャイルド(カメラメーカー)社の Robert N. Noyce らは回路素子間配線接続の技術、プレーナー法を開発した。すなわち、IC(集積回路)が開発され、トランジスターや他の回路素子からなる全回路を 1 個の半導体に埋め込むことに成功する。1966 年に、TI 社とフェアチャイルド社は特許のクロス・ライセンスを結び、同時に、他社への特許の供与に対しては、ロイヤルティーとして利潤の 2-4%を要求することとした。アメリカの半導体の開発はほとんどが民間企業で行われていたが、国防省関係の政府資金が重要な役割を演じており、生産された IC の販売先は主として軍とコンピュータ産業であった。

ヨーロッパ諸国では半導体に課せられた輸入関税が高く、輸入障壁が大きかったので、IC の供給は輸入によってではなく、現地での生産によって賄われた。アメリカ系メーカーの現地工場 IC 生産が行われた。生産者の国籍がどうであれ、輸入よりも自国内生産が奨励された。他方、フェアチャイルド社は日本に IC 生産工場を建設しようとするが、通産省の許可が下りず、特許を日本企業に販売することになる。NEC はその特許を購入するが、日立製作所と東芝はこの特許迂回のための研究開発を積極的に行い、いくつかの技術を開発する。その後、TI 社はソニーと合弁で IC 生産工場を建設することが認可され、TI 社はそれと引き換えに日本企業に基本技術を供与することに合意した。

日本での IC 生産は、トランジスターと同様、日本電信電話公社による調達が重要であったとはいえ、主として民生品市場向けであった。アメリカでは生産されたほぼすべての IC は政府によって購入されていたが、日本では 56%を超える量が電卓を含む民生用に購入されていた。シャープは IC を用いた電卓の生産を最初に開始する。シャープは、国内の多くの半導体メーカーに IC の開発と供給を依頼したが、成功せず、最終的にアメリカのロックウェル社からの供給で LSI 電卓を 1969 年に市場に導入し、ヒット商品となる。多くのライバルが、この市場に参入したが、生き残ったメーカーは、キャノンやカシオなどだけであった。この電卓の生産のための研究開発は IC 技術を大きく発展させることとなる。こうした技術改良を経て、従来は真空管を埋め込んでいた家電製品やコンピュータ製品で、真空管から IC チップの使用へと代替が進展し、そうした製品の小型化、軽量化、高速作動化、低消費電力化が進むこととなる。1970 年代には、一つの IC チップの中に数千、数万のトランジスター・コンポーネントを集積することが可能となる。

表 4.10 主要半導体メーカーの世界シェア:1889-2001

順位	1989年		1994年		2001年	
	メーカー	シェア(%)	メーカー	シェア(%)	メーカー	シェア(%)
1	NEC	8.9	インテル	16.2	インテル	16.1
2	東芝	8.8	NEC	14.5	東芝	4.4
3	日立	7.0	東芝	13.6	STマイクロ	4.1
4	モトローラ	5.9	モトローラ	11.5	サムスン	4.1
5	富士通	5.3	日立	10.0	TI	3.9
6	TI	5.0	TI	9.1	NEC	3.5
7	三菱	4.7	サムスン	8.2	モトローラ	3.1
8	インテル	4.4	三菱	6.5	日立	3.0
9	松下	3.4	富士通	5.5	インフィニオン	2.9
10	フィリップス	3.0	松下	4.8	フィリップス	2.8

注: STマイクロエレクトロニクスは伊SGSと仏トムソンCSFの半導体部門が統合した会社

出所: データクエストなどから

日本での半導体産業を発展させるために通産省が主導した超 LSI 技術研究組合は、1000 件以上の特許を取得し、日本の半導体産業の能力に新たな幅を持たせることに成功したと言われている⁽⁵⁰⁾。1980 年半ば頃から、日本の半導体生産量がアメリカのシェアを超える。しかし、日本の半導体生産は DRAM という記憶素子を中心としたものであって、インテルのように論理素子や演算素子としての半導体の生産シェアはきわめて小さい。1990 年代には、一つの IC チップ上に百万個以上の素子を集積することができるようになるが、1980 年代末頃から、日本の生産量のシェアが減少し、韓国等のアジア地域でのシェアが拡大する。これは、半導体生産技術が成熟し、半導体製造装置を購入できれば半導体を生産することが容易になったためでもある。現在、日系半導体メーカーの主力

製品はシステム LSI あるいはフラッシュ・メモリーと呼ばれる IC チップに移行しており、日本国内で DRAM チップを生産している国内企業は 1 社しか存在していない。表 4.10 に見られるとおり、パソコンの心臓部であるマイクロ・プロセッサの生産で独占的な力をもつインテルは圧倒的な市場シェアを占め、その他の主要メーカーは数%程度のシェアを占めるにすぎない。ST マイクロ社は汎用 IC ではなく、携帯電話などに採用されている特注品でシェアを大きく伸ばした。

ところで、半導体生産にはインテル社の会長であったムーアが宣言した、ムーアの法則 (Moor's Law) という経験則が現在でも成立している。IC チップの集積容量は各 2 年(正確には 18 ヶ月)ごとに倍になるという法則である。つまり、IC の価格が 2 年で半分に低下する。このことより、IC チップの生産コストが低減し、コンピュータの生産コストも低下し続けている。

最初の電子計算機は、1942-46 年に、ペンシルベニア大学で製作された ENIAC である⁽⁵¹⁾。この計算機は約 18000 本の真空管を必要とした。製造費は 626 万ドル(1998 年の値段)で、1 秒間に 5000 回の計算が可能で、大きさは約 50 m²であった。ちなみに、現在代表的なマイクロ・プロセッサであるインテルのペンティアム 4 で、1 秒間に 20 億回の計算が可能である。

現在のコンピュータの基本概念は Von Neumann によるものである。内蔵プログラム方式のコンピュータは、概念的には、中央演算装置、記憶装置、入出力装置、内蔵プログラム(ソフトウェア)から構成される。この基本概念に基づく最初の電子計算機は、同大学のムーア・スクールで製造された 2 番機 EDVAC であった。この EDVAC の開発は、ENIAC と同じく、基本的に軍事目的によるものである。最初の商用電子計算機は、1951 年に Remington Rand で製作された UNIVAC 1 である。この機械はアメリカ連邦統計局へ納入される。1953 年には、IMB が科学技術計算用電子計算機 IBM701 を発売する。1954 年には、汎用計算機 (Mainframe) IBM650 を発売する。このコンピュータは CPU に 2000 本の真空管を用いて、メモリーが 3 キロ・バイト(主記憶)、100 キロ・バイト(補助記憶)であり、重さが 2563 kg、消費電力は 17.7 kW であった。ちなみに、現代の平均的パソコン本体の主メモリー容量は 256 メガ以上で、補助記憶容量 100 ギガ以上、重さは 10kg 以下、消費電力は 100 ワット以下である。

大型計算機(mainframe)の製品アーキテクチャーは、1964 年に IBM が発売したシステム 360 によって完成を見る。演算回路素子として、始めて IC チップを使用し、ネットワーク技術を導入した。この IBM360 は、モジュラー化アーキテクチャーを採用したコンピュータであるが、オープン・アーキテクチャーではなくクローズド・アーキテクチャー方式で生産された。IBM360 はそれ以後のコンピュータ技術の支配的プラットフォームとして君臨した⁽⁵²⁾。IBM360 シリーズは多くの大企業の管理業務に使用され、銀行のオンライン化、航空機や鉄道の座席予約オンライン化を大きく促進させた。

日本では、1950 年代末に、東芝、日立、三菱電機、日本電気、富士通などが電子計算機市場に参入した。多くの企業はアメリカの先端技術を吸収するために米国メーカーと技術導入契約を結ぶか、あるいは、合弁会社設立の形態を取った。例えば、NEC は Honeywell と、日立は RCA と、東芝は GE と技術提携を行った。IBM の 100% 子会社である日本 IBM は、日本企業に基本技術を供与することを条件として、日本国内でコンピュータを生産することが認められていた。IBM の市場力を減少させるために、日本政府は Sperry Rand 社に合弁企業を設立し、輸入を行うよう奨励した。日本のコンピュータメーカーは IBM360 の互換機を開発するのに 3 年の歳月を必要とした。そして、1970 年代初頭に IBM が 370 シリーズを発売したとき、日本のメーカーは大きな苦境に立った。なぜなら、IBM からの技術供与の有効期限が 1970 年に失効し、さらには、コンピュータの輸入が自由化される予定にあったからである。そして、技術提携相手のアメリカ系メーカーの多くが、例えば、GE や RCA はコンピュータ生産から撤退した。日系メーカーが IBM370 の互換機を開発するのに 5 年の期間が必要であった。1970 年代当時、日本 6 大コンピュータメーカーの研究開発費の総計は IBM 社 1 社の研究開発費の 5 分の 1 にも満たなかった。このことを背景として、通産省は日本でコンピュータ産業を自立させることを目的として、次世代コンピュータを国内で開発するために、コンピュータメーカー間の共同研究を推進し、研究組合を形成することを指導し、これに対して少なからぬ補助金を支出した。研究資金を有効に活用するために、参加メーカーを NEC、日立、富士通の 3 系列に集約した。こうした研究活動の結果、1980 年代には、日本のコンピュータメーカーは、アメリカ系メーカーの IBM、Control Data、Amdahl 社などと技術水準では互角の状態となった。富士通と IBM の販売量が日本市場で同等のシェアを占めるところとなる。しかし、コンピュータ技術

は、周知の通り、汎用メインフレーム・コンピュータの時代からマイクロ・コンピュータの時代へと大きな転換を遂げつつあった。

2.4 マイクロ・コンピュータと情報通信技術の発展

1971年、一枚のICチップ上に、中央演算処理装置（CPU）の回路を埋め込むことに成功する。これが、Intel社のインテル4004である。ここに、マイクロ・プロセッサの生産、つまりマイクロ・コンピュータの生産が可能となる。当時、日本の電卓メーカーであったビジコムは、国内半導体メーカーに対して、一つのチップの中に演算回路を埋め込んで欲しいという要請を行ったが、国内メーカーがこれを拒否した結果、インテル社に開発を依頼した。その技術開発の結果生み出された製品がインテル4004の原型である。この技術開発を基礎としてそれ以降のマイクロ・プロセッサが開発される。ビジコム(後に解散する)は、インテル社に依頼して開発した製品技術の特許を共同申請しなかった。

最初のマイクロ・コンピュータは、1975年に発売されたMITS/Altairである。1976年に、(ヒューレット・パッカド社で働いていた)Stephen Wozniakと(アタリ社で働いていた)Steven JobsがApple Computerを創設する。初期の頃のマイクロ・コンピュータは、技術的マニアの人たち、あるいはゲームなどの趣味の世界でのマシーンであった。最初のApple機は、両親のガレージで組立てられ、50台程度が販売されたが、1977年に発売されたApple IIは商業的な意味でも驚異的な成功を収める。1977年の収益は75万ドルであったが、1978年には約800万ドル、1979年には4800万ドル、1980年には1億1700万ドルと増大する。こうした成功の要因の一つは、Apple IIの能力がすでに、ミニ・コンピュータで実行しているようなビジネス上の業務で利用可能となってきたこと、例えば、ワード・プロセッサやデータベース管理への応用が実現してきたことにある。マイクロ・コンピュータの商業上の成功に反応して、IBMはこの新しいコンピュータ市場へ参入することを決意する。1980年にIBM役員会はWilliam Loweに1年以内でマイクロ・コンピュータを市場に投入することを命じる。この計画を実行するためには、従来のIBMの技術的背景を無視しなければならなかった。言い換えると、IBMが従来前提としてきたクロズド・アーキテクチャーからオープン・アーキテクチャーへの転換を余儀なくされた。つまり、新しいIBMのマシーンには、インテル社の製品をマイクロ・プロセッサとして採用し、オペレーティング・システムをマイクロソフト社から調達するという生産方式を選択した。ここに、1981年、IBMはIBMPCを発売することが可能となった。新しいオペレーティング・システムとしてMS-DOS(Microsoft Disk Operating System)が導入される。この結果、1983年までに、IBMの市場シェアは26%となる。IBMPCの製造アーキテクチャー思想がマイクロ・コンピュータの支配的プラットフォームとして確立し、それ以後維持されることになる。パソコン(これ以後、マイクロ・コンピュータをパソコンと呼ぶ)のプラットフォーム規格がOS供給者のMicrosoft社と、マイクロ・プロセッサの供給者としてのIntel社に依存することになる⁽⁵³⁾。

表 4.11 主要パソコンベンダーの世界市場シェア:単位千台

	2001年		2002年	
	出荷台数	シェア (%)	出荷台数	シェア (%)
HP	23676.8	18.4	21478.3	16.2
デル	17004.4	13.2	20111.7	15.2
IBM	8231.6	6.4	7927.7	6.0
NEC	4912.0	3.8	4549.7	3.4
東芝	3653.8	2.8	4237.3	3.2
その他	71452.7	55.4	74045.6	55.9
世界市場計	128931.2	100.0	132350.3	100.0

注:HPとコンパックはHPとして合計

出所:ガートナー・データクエスト調べ

実は、1986年までに、IBM互換機の市場でIBM製品のシェアは半分にも満たない水準まで低下する。1988年には、IBMのシェアは互換機市場で24.5%にまで低下する。これは、パソコンの製造アーキテクチャーがモジュラー化し、オープン・ネットワーク型になってきたことによる。こうした製品アーキテクチャーは、パソコン市場への参入障壁を低くさせこととなり、小規模な企業がパソコン製造に参入することとなる。パソコンの製造コストは、いかに低価格の部品(CPU、やメモリーなど)を効率的に市場で調達するかに大きく依存する。

日本のパソコン・メーカーが苦戦をしている理由はこうした要因にもよる。日本のパソコン・メーカーは総直統合された総合電気機器メーカーであり、垂直統合型の製品アーキテクチャーでは高い競争力を持つことができるが、オープン・アーキテクチャー方式の製造では競争力に強みを発揮できない。モジュラー化されたパソコンの主要部品はすべて標準化され、規格化されているので、自社内で部品を生産するよりも安価に外部市場で部品を調達できる機会がある場合、部品内製は価格競争力を阻害する。各部品の技術革新が激しく、部品の専門メーカーの方がより高い研究開発能力を持つ場合には、部品の内製化戦略は致命的とさえ言える。

第3節 アジア地域の経済発展

表 4.12 はアジア諸国の経済成長の実績を示したものである。A 群諸国（中国、香港、マレーシア、シンガポール、韓国、台湾、タイ）は 1973 年以降、際立って高い成長率を実現し、1973 年から 1990 年までの期間での一人当たり GDP 成長率は、A 群平均で年率 5.1%であった。その GDP 総計は EU12 カ国の総計 GDP に近い水準にまで到達し、1990 年代に入って、さらに成長率を加速化させている。ただ、1997 年から 1998 年にかけて起きた通貨危機の影響より、成長率が大きく減速している。この論点については、さらに以下で議論する。

B 群諸国（バングラディッシュ、ミャンマー、インド、インドネシア、ネパール、パキスタン、フィリピン、スリランカ）は、1970 年代までの成長率は平均で年率 1.7%、1970 年代以降 1990 年までは、年率で 2.5%の成長率であった。いずれの期間でも、A 群諸国に比較して、より低い成長率で成長しているが、アジア地域以外の国に比較すれば相対的にはより高い成長率を実現していると言える。

A 群諸国で驚異的な経済成長が実現した要因は、高い投資率による資本ストックの急速な拡大、高い労働化率と出生率の低下による労働人口の拡大、労働者の質の改善に求められている。また、これらの諸国では、GDP に対する輸出比率が際立って大きく、輸出の急成長という外需寄与率の高さが目立っている。この点では、1960 年代の日本の高度経済成長とは大きく異なっている。さらに、海外からの直接投資の急拡大によって、技術移転が促進され、新しい技術を体化した物的資本の蓄積が大きく進んだことも指摘できる。

表 4.12 一人当たりGDPの成長率:アジア諸国(年平均成長率%)

	1913-50	1950-73	1973-90	1990-99
日本	0.9	8.1	3	0.9
中国	-0.6	2.9	4.8	6.4
香港	n.a.	5.2	5.4	1.7
マレーシア	1.5	2.2	4.2	4
シンガポール	1.5	4.4	5.3	5.7
韓国	-0.4	5.8	6.8	4.8
台湾	0.6	6.7	5.3	5.3
タイ	-0.1	3.7	5.5	3.6
7国平均	-0.4	3.4	5.1	5.8
バングラディッシュ	-0.2	-0.4	1.5	3
ビルマ	-1.5	2	1.1	3.8
インド	-0.2	1.4	2.6	3.7
インドネシア	-0.2	2.6	3.1	2.1
ネパール	n.a.	1	1.5	1.9
パキスタン	-0.2	1.7	3.1	2.3
フィリピン	0	2.7	0.7	0.5
スリランカ	0.3	1.9	3	3.9
8国平均	-0.3	1.7	2.5	3

出所: Maddison(2001)

Young(1995)によれば、A 群諸国を代表するアジア NIE s 諸国の高度経済成長を支えた要因として、技術進歩の大きさ、つまり TFP 上昇率が大きく貢献しているという事実は観察されないという。ヨーロッパ諸国や日本などの先進諸国で観測された TFP 上昇率の大きさと比較しても、際立って高い上昇率が見られないという。1966 年から 1990 年の間での TFP 上昇率は平均年率で、香港で 2.3%、

台湾で 2.1%、韓国で 1.7%、シンガポールでは 0.2%であったと計測されている。TFP の成長率が低く計測される理由は、第 1 に、労働力化率が上昇していること、第 2 に、非農業部門で労働者一人当たり産出額の上昇率が低いこと、第 3 に、労働人口の高学歴化が進んだこと、そして最後に、設備機器への急激な投資の増大に求められる。いずれにしても、Young の TFP 計測値が妥当なものであるかどうかについては、現在でもまだ議論が続いており、今後の更なる研究が必要である⁽⁵⁴⁾。

ここで、1997 年から 1998 年にかけてアジア諸国の経済を襲った金融危機、通貨危機とその後のアジア経済の成長について考えてみよう。タイの通貨危機は、タイ・バーツが 1997 年 7 月に急落するときから始まる。タイの通貨制度は、ドルや円を含む通貨バスケットへのペッグ制を採用していたが、ドルのウエイトが大きいので、ドルに対する固定相場制に近い性格のものであった。通貨危機に至るまでの経済状況を簡単に触れておくことにする。タイ経済は 10 年間におよぶ高度成長の後、1993 年頃以降経済状況が悪化し始める。この期間に、バンコクのオフショア市場で、短期資本が利鞘を稼ぐ目的で大量に流入し、流入資金の多くは、脆弱な銀行経営のため、不動産部門に集中的に投資されていた。1995 年中頃から、ドル高により、輸出が伸び悩み、1996 年になると、成長が鈍化し、財政収支も悪化、株価、地価が下落した。この結果、銀行貸出の不良債権化が起こる。1996 年の経常収支赤字は GDP の 8%、対外債務残高は GDP の 50% (内 40% が短期資金であった) であった。これを背景として、海外投資家は、1997 年 1 月と 2 月にかけて、バーツに投機的な攻撃を仕掛け、タイ通貨当局は、ドル売り介入と金利引上げで対応したが、5 月には、資本取引の規制を發動せざるを得なかった。結局、7 月 2 日に、タイの通貨制度を変動相場制に移行せざるを得なくなる。1 ヶ月間で対ドルレートは 30% 下落し、その後も下落を続けた。対ドルレートは 98 年ころから安定化し始める。

タイ通貨危機はその後、フィリピンに波及、その後、マレーシアとインドネシアに伝播する。なかでも、インドネシアが大きな影響を受ける。1997 年 8 月 14 日、ルピアは変動相場制に移行し、金利が引き上げられた。というのも、インドネシアの金融システムは脆弱で、多額の不良債権を抱えていたからである。当時、対外債務は GDP の 60% (そのうち短期債務は 4 分の 1)、対ドルレートは 1998 年までに 150% 近くまで下落した。

1997 年、韓国経済は概して良好で、成長率は鈍化したものの GDP は年率 5% で成長していた。インフレ率は約 4% であった。経常収支の赤字は縮小傾向に向かい、財政赤字も大きくはなかった。しかし、鉄鋼部門や自動車部門への投資が過剰かつ非効率であったため、財閥は破綻状態にあった。これを反映して、不良債権が増大し、株価は下落した。銀行のリスク管理および銀行監督の不備が露呈し、韓国金融機関の国際的信用度が大きく喪失した。この結果、韓国は対外借入に困難を抱えた。10 月末、香港市場で韓国株価が下落し、韓国を取り巻く国際金融状況は極度に悪化した。政府債務の格付けは下落し、ウォンが下落し始める。11 月 19 日、韓国当局はウォンの対ドルレート変動幅を 20% まで拡大せざるを得なかった。

表 4.13 通貨危機の影響: GDP 実質成長率 (%)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002(予想)	2003(予想)
インドネシア	8.0	4.5	-13.1	0.8	4.8	3.3	3.5	4.5
タイ	5.9	-1.4	-10.5	4.4	4.6	1.8	3.5	3.5
マレーシア	10.0	7.3	-7.4	6.1	8.3	0.5	3.5	5.3
韓国	6.8	5.0	-6.7	10.9	9.3	3.0	6.3	5.9
香港	4.5	5.0	-5.3	3.0	10.4	0.2	1.5	3.4
フィリピン	5.8	5.2	-0.6	3.4	4.4	3.2	4.0	3.8
シンガポール	7.7	8.5	-0.1	6.9	10.3	-2.0	3.6	4.2
台湾	6.1	6.7	4.6	5.4	5.9	-1.9	3.3	4.0
中国	9.6	8.8	7.8	7.1	8.0	7.3	7.5	7.2

出所: IMF World Economic Outlook, 2002 年より

このような通貨危機を乗り切るために、タイ (8 月)、インドネシア (11 月)、韓国 (12 月) は IMF に支援を要請せざるを得ない状況となった。IMF への支援要請は、国際社会からの多額の金融支援を受け入れること条件として、受入国に IMF の安定化プログラムを受け入れることを強制させる性質のものであった。つまり、支援を要請した各国は、金融引締め、金融機関の整理、金融システムの効率化、市場開放、貿易自由化を要請され、財政引締め、民営化などの構造改革を求められた。その結果、タイ、インドネシア、韓国は 1998 年を通してマイナス成長となる。表 4.13 は通貨危機がアジア各国に与えた影響を示したものである。最大の影響を受けた国は、インドネシアで、1998

年の成長率は-13.1%であった。次に大きな影響受けたのは、タイで、1998年の成長率は-10.5%であった。マレーシアの成長率は-7.4%、韓国の成長率は-6.75%であった。こうした経済状況が連鎖的生じた事実から、IMFの対応策について、様々な批判が起こることにもなる⁽⁵⁵⁾。

表 4.14 通貨危機の影響:投資の対GDP比(%)

	インドネシア	タイ	マレーシア	韓国	フィリピン	香港	シンガポール	台湾	中国
1960年代	7.4	26.4	15.9	19.2	15.3	34.4	34.9	13.9	11.5
1970年代	13.3	31.5	20.6	28.7	17.3	26.5	54.4	21.1	16.5
1980年代	16.5	30.5	23.9	33.8	16.3	26.3	51.4	19.1	18.5
1990 - 96	20.2	41.1	30.0	40.2	15.6	25.8	42.6	20.8	21.0
1996	21.2	41.5	33.2	41.6	16.4	29.0	43.9	20.6	22.0
1997	21.0	33.1	34.4	37.6	17.5	30.7	45.6	21.8	21.8
1998	13.2	17.8	18.1	24.7	14.0	26.7	40.1	22.0	21.6
1999	10.1	18.6	18.3	29.1	12.2	21.8	37.7	n.a.	21.0
2000	10.7	20.9	21.7	30.8	11.6	25.0	37.7	n.a.	21.1

出所: PWT6.1 より計算

表 4.14 に見られるとおり、こうした通貨危機後、アジア各国は経済成長を大きく回復させているが、通貨危機以前の成長経路に戻ったか否かについては断定できない。もっとも、中国と台湾は通貨危機の影響をほとんど受けなかった国である。表 4.14 は投資の対 GDP 比の推移を示したものである。これによると、通貨危機は各国の投資に大きな影響を与えていることが読み取れる。通貨危機の影響が大きかったインドネシアやタイでは、投資水準は、1990年代前半の水準に比較して半分程度まで落込んでおり、2000年になっても回復していない。マレーシアと韓国は1980年代の水準まで回復している。

Barro(2001)は通貨危機がアジア各国に与えた効果の永続性を検討している。それによれば、通貨危機で大きな影響を受けたアジア各国の株価は永続的な悪影響を受けているが、経済成長という観点からは、通貨危機前の成長率に収斂しつつあると推測されている。しかし、通貨危機から経過した年月が少ないので、データの制約もあり、この結論はあくまでも暫定的な性格のものである。更なる追加的検証が必要である。さらに、アジア経済の経済成長を支える要因の一つは、高い外需寄与率である。日本経済への輸出およびアメリカ経済への輸出からの貢献分が大きい。表 4.13 が示すように、2001年にはアジア各国の成長率が押しなべて低下している理由はアメリカ経済の景気後退による。こうした意味でも、Barroの結論については再検討が必要である。

終わりに

現在、情報通信技術革命が急速に進展を遂げている。1960年代に電話交換機のコンピュータ化が開始されるところから、通信技術上でのコンピュータの利用が始まった。1970年代に、電話通信網のデジタル化が進展し、光ファイバー技術が進歩する。この結果、電話回線容量の急激な拡大が可能となり、通信コストの低下が始まる。これを受けて、大規模企業内のコンピュータネットワーク(LAN)や全国に網羅されたインターネット網が発展し、1990年代になると、全世界的なインターネット網を活用したEコマースが登場し始める。こうした発展は、第1に、ムーアの法則に表現される半導体価格の急速な低下によるコンピュータ価格の持続的な低下、第2に、情報通信技術とりわけ通信プロトコル技術の発展、そして第3に、ソフトウェア技術の急速な発展によって可能となった。従来のビジネス現場で活用されていた大型メインフレーム・コンピュータに代わって、高性能パソコンやワークステーションがクライアント・サーバー・システムのサーバーとして登場する。インターネット上のWeb技術を活用した新しいビジネス機会が誕生し、映像、音楽、放送とコンピュータネットワークの融合が始まっている。こうした情報通信革命の原動力であるインターネット技術およびソフトウェア技術の開発の歴史については、本稿で考察することができなかった。また、情報通信技術革命が各国の経済成長にどれほどの貢献をしているのかを計量的に計測し、その国際的な比較を行うこともできなかった。これらは今後の課題である。

本稿を閉じるに当たり、情報通信技術革命が社会経済システムにどのような構造転換を引き起こすのかという案件に応えるためには、以下の諸点が重要な論点になることを指摘しておきたい。第1に、インターネット・システムの充実と情報通信コストの急速な低下に伴って、新しいビジネス・チャンスと新たな組織イノベーションの可能性が現出している。これらのイノベーションは企業システムそのものを大きく革新する可能性を含み、企業経営システム、製造システムや雇用形態に構

造的な変革をもたらすと予想される。第2に、企業間の取引関係がよりネットワーク化するにつれて、研究開発の方法や製品アーキテクチャーが質的な構造変化を開始している。このことはサプライヤー企業とアSEMBラー企業を含めた産業システムが構造的に変化していることを意味し、従来の産業組織論の枠組みが現実に対応できなくなることをも含意する。製品アーキテクチャー、生産アーキテクチャー、および企業組織のアーキテクチャーが相互依存しながら進化していく。第3に、膨大な情報が低コストで入手可能になると同時に、不確実性がますます増大する。こうした不確実な将来に有効に対処する投資行動の必要性が認識され始め、企業の投資行動や意思決定の仕方が大きく変化している。第4に、情報通信技術のイノベーションは強いネットワーク外部性とロック・イン効果を持つ。こうした性質に立脚したイノベーションの理論が必要である。例えば、パソコンのOSとしてのウインドウズがデ・ファクト標準となり、あるいは、CPUとしてインテルの製品が同様にCPU規格のデ・ファクト標準となって、パソコン技術がそこにロック・インしている。コンピュータ技術をこうしたロック・イン状態からロック・アウトさせるようなイノベーションの可能性について説明するためには、R&Dの新しい理論が必要である。第5に、情報化経済で取引される財の多くがデジタル化財となり、デジタル化財は公共財的な性質を持っているので、それにふさわしい新しい制度や組織が登場する。

このような論点を一つずつ十全に解明し、理論転回すること自体相当な知的作業を必要とする。更には、全体を統合的に理論展開することは気の遠くなるような壮大な課題である。取りあえずは、これらの課題に少しずつ挑戦することを著者の今後の研究課題とする。

注

* 東京都港区白金台1-2-37 明治学院大学経済学部

Email: mashiyam@eco.meijigakuin.ac.jp/

(1) Maddison(1991) Table A.7を参照。

(2) Maddison(1995) Table3-6を参照。

(3) Landes(1969)391ページを参照。

(4) 流通システムの全国化と大規模化に伴って、金融信用に関わる調査業や商品の広告業が同時に登場し、発達を遂げた。

(5) 詳細は、Chandler(1977)を参照のこと

(6) 例えば、ニューヨークでは、Macy's、Lord & Taylor、Arnold Constable、やB. Altman'sなど、ボストンのJordan、Marsh、R.H. White、シカゴではMarshall Field、Carson、Pirie、Scott、サンフランシスコのEmporiumなどの百貨店が登場した。

(7) 刈取り機、ミシン、フィルム、金銭登録機、加算機などを生産する軽機械工業の発展の詳細については、Chandler(1977、1990)を参照のこと。

(8) Chandler(1977)256ページ参照。石油化学における技術進歩については、第3節を参照。

(9) Chandler(1977)266ページ参照。

(10) Chandler(1977)269ページ参照。

(11) 合衆国国営兵器工廠での製造システムの発達と、その後のミシンや自転車製造での製造システム発展の詳細については、Hounshell(1984)を参照のこと。

(12) 1852年にニューヨークに設立されたSingerミシン製造会社は初期のころにはヨーロッパ流の生産方式を採用したが、1870年代になってから兵器工廠での生産方式を導入した。

(13) Chandler(1977)274ページ。

(14) 大東英祐「アメリカにおける大量生産システムの形成基盤」、東京大学社会科学研究所編『20世紀システム2：経済成長I基軸』東京大学出版会などを参照。

(15) 詳細について、Womack et al(1990)、Hounshell(1984)など参照。

(16) 製品アーキテクチャー論および生産アーキテクチャー論については、Baldwin & Clark(2000)、藤本他編(2001)『ビジネス・アーキテクチャー』参照。

(17) 生産された車種のモデルTは、保守と操作が容易であり、非常に頑丈で、64ページの操作マニュアルを用意したことで購入層を拡大することに成功した。

(18) Womack et al(1990)29ページ参照。

(19) フォード自動車でのモデル・チェンジ計画で直面した様々な困難性については、Hounshell(1984)を参照のこと。

- (20) Freeman and Soete(1997)による。
- (21) より正確には、建設費の比率は生産能力の比率の 0.7 乗となる、つまり、 $I_1/I_2 = (C_1/C_2)^{0.7}$ が成立する。ここで、I は建設費、C は生産能力を示す。
- (22) Freeman and Soete(1987)Table 6.5 より。
- (23) 化学産業は、無機化学工業、有機化学工業、ファイン・ケミカル工業の 3 つに大別できる。有機化学工業はプラスチック、合成ゴムや合成繊維などを生産し、それらの原料はエチレン、プロピレン、ブチレンなどのオレフィン類、そしてベンゼン、トルエン、キシレンなどである。オレフィンは石油精製の過程で生じるナフサなどから分解される。ガソリンの生産量が拡大するにつれて、これらの原料はその副産物として大量に出てくる。
- (24) 化学工学と化学との密接な関係が化学産業の発展に与えた影響については、Rosenberg(1998)を参照。
- (25) デュポンによるナイロンの開発についての詳しい説明は Ruttan(2001)を参照のこと。
- (26) Wright(1990)を参照。
- (27) イノベーションを実現するための社会的能力については、Abromovitz(1986)、Abramovitz and David(1996)を参照。
- (28) ロック・イン現象のモデル分析については、Arthur(1988)を参照。
- (29) Nelson and Wright(1992)を参照。
- (30) 同様の議論については、David(1990)、David(2000)、Abramovitz and David(2001)も参照のこと。
- (31) Wright(1990)を参照。
- (32) 規模の経済および範囲の経済を要因とする企業の大規模化の歴史については、Chandler (1990)を参照のこと。
- (33) Kuznets(1971) Table4.7 参照。
- (34) 最近では、こうした研究も少なからず進展している。例えば、Hall and Jones(2001)を参照。
- (35) 詳細については、Jorgenson and Griliches(1976)などを参照。
- (36)例えば、Journal of Economic Perspective の 1988 年秋季特集号、Baily and Chakrabarti(1988)など参照。
- (37) 教育制度の充実や資本の質を明示的に考慮した場合の計算結果については、Abramovitz and David(2001)を参照。
- (38) 例えば、Maddison(1988)を参照。
- (39) David(1990)、David and Wright(1999)を参照。
- (40) Jorgenson(2001)、Oliner and Sichel(200)など参照。
- (41) 最近の研究として、Jones(2002)を参照。
- (42) 詳細は Barro and Sala-i-Martin(1995)を参照。人的資本を考慮したケースについては、Mankiw, et al.(1992)および Parente and Prescott(2000)などを参照。
- (43) Barro(1991)、Barro and Sala-i-Martin(1992) 、Mankiw, et al.(1992)、Sala-i-Martin(1997)を参照。
- (44) Barro and Sala-i-Martin(1995)、Sala-i-Martin(1997)を参照。
- (45) こうした文脈での研究は、端緒についたところで、Barnard and Jones(1997)、Prescott(1998)、Parente and Prescott(2001)、Prescott(2002)たちによって研究されてきた。
- (46) Freeman and Soete(1997)参照。
- (47) 当時の通産省による産業政策については、多くの研究がなされてきたが、小宮他編『日本の産業政策』がコンパクトな説明を提供している。
- (48) 以下の考察は、Womack, et al.(1990)に多くを負っている。
- (49) こうした論点については、Womack(1990)や藤本(1998)などを参照されたい。
- (50) 超 LSI 技術研究組合などの産業政策の役割については、小宮・奥野・鈴木(1984)を参照。
- (51) コンピュータ開発の歴史については、Ruttan(2001)第 9 章を参照。
- (52) 詳細については、Baldwin and Clark(2000)、Bresnahan and Greenstein(1997)を参照。
- (53) Bresnahan and Greenstein(1997)を参照。
- (54) アジア NIES の成長に対する TFP 上昇率の貢献分を計測する研究のサーベイについては、細谷 祐二「東アジアの経済発展と危機後の課題」、青木・寺西編『転換期の東アジアと日本企業』、東洋経済新報社を参照。TFP の計測では需要サイドが無視されてきたという論点について、

Yoshikawa(2003)を、新技術吸収の果たした重要性については、Nelson and pack(1999).
(55) アジア通貨危機をめぐる問題点の整理については、青木・寺西編『転換期の東アジアと日本企業』に所収の関連論文を参照。

参考文献

- 小宮 隆太郎・奥野 正寛・鈴木 興太郎(1984)、『日本の産業政策』東京大学出版会。
東京大学社会科学研究所編 (1998)、『20世紀システム 2：経済成長 I 基軸』東京大学出版会。
青木 昌彦・寺西 重郎編(2000)、『転換期の東アジアと日本企業』、東洋経済新報社
藤本 隆宏(1998)、『生産システムの進化』有斐閣。
藤本 隆宏他編(2001)、『ビジネス・アーキテクチャー』有斐閣。
Abramovitz, Moses(1986), Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind, *Journal of Economic History*, 46, 385-406.
Abramovitz, Moses and Paul A. David (1996), Convergence and Deferred Catch-up: Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism, in Landau, R., et al(eds.) *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press.
Abramovitz, Moses and Paul A. David(2001), Two Centuries of American Macroeconomic Growth from Exploitation of the Resource Abundance to of Knowledge-Driven Development, Stanford Institute of Economic Policy Research Discussion paper.
Arthur, W. Brian(1988), Self-Reinforcing Mechanisms in Economics, in *The Economy as an Evolving Complex System*, SFI Studies in the Science of Complexity, Addison-Wesley Publishing.
Baily, Martin N. and Alok K. Chakrabarti(1988), *Innovation and the Productivity Crisis*, Brookings Institution.
Baldwin, Carliss Y. and Kim B. Clark(2000), *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press.
Barro, Robert J.(1991), Economic Growth in a Cross Section of Countries, *Quarterly Journal of Economics*, 106,407-43.
Barro, Robert J.(2001), Economic Growth in the East Asia Before and After the Financial Crisis, NBER Working Paper 8330.
Barro, Robert J. and Xavier Sala-i-Martin(1992), Convergence, *Journal of Political Economy*, 100, 223-251.
Barro, Robert J. & Xavier Sala-i-Martin(1995), *Economic Growth*, McGraw-Hill.
Bernard, Andrew B. and Charles I. Jones(1996), Technology and Convergence, *Economic Journal*, 106, 1037-1044.
Bresnahan, Timothy F. and Shane Greenstein(1997), Technological Competition and the Structure of the Computer Industry, Stanford Economics Department Discussion Paper.
Chandler, Alfred D., Jr. (1977), *The Visible Hand: The Management Revolution in American Business*, Belknap Press of Harvard Univ. Press.
Chandler, Alfred D., Jr. (1990), *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*, Belknap Press of Harvard Univ. Press.
David, Paul A.(1990), The Dynamo and Computer: An Historical Perspective on the Productivity Paradox, *American Economic Review Papers and Proceedings*, 80(2), 355-361.
David, Paul A.(2000), Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past, in Brynjolfsson and Kahin(eds.) *Understanding the Gigital Economy*, MIT Press.
David, Paul A. and Gavin Wright(1999), General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution, presented at the International Symposium on Economic Challenges of the 21st Century in Historical Perspective, held in Oxford, England.
Freeman, Chris and Luc Soete (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, the third edition, Pinter.
Gordon, Robert J.(2003), Hi-Tech Innovation and Productivity Growth: Does Supply Create its Own Demand?, NBER Working Paper #9437.
Griliches, Zvi(1988), Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation, *Journal of Economic Perspectives*, 2, 9-22.
Hall, Robert E. and Charles I. Jones(1999), Why Do Some Countries Produce So Much more Output Per Worker Than Others?, *Quarterly Journal of Economics*, 114, 83-116.
Helpman, Elhanan(ed. , 1998), *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press.
Hounshell, David A. (1984), *From the American System to Mass Production: the Development of Manufacturing Technology in the United States*, Johns Hopkins University Press.
Jones, Charles I.(2002), Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas, *American Economic Review*, 92,

220-239.

- Jorgenson, Dale W.(2001), Information Technology and the U.S. Economy, *American Economic Review*, 91, 1-32.
- Kendrick, John W. (1961), *Productivity Trends in the United States*, Princeton University Press.
- Kuznetz, Simon(1971), *Economic Growth of Nations*, Harvard University Press.
- Maddison, Angus(1987), Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment, *Journal of Economic Literature*, 25, 649-698.
- Maddison, Angus(1991), *Dynamic Forces in Capitalist Development: A Long-Run Comparative View*, Oxford Univ. Press.
- Maddison, Angus(1995), *Monitoring the World Economy*, OECD Development Centre Studies.
- Maddison, Angus(2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, OECD Development Centre Studies.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer and David N. Weil(1992), A Contribution of the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407-437.
- Mathews, R.C.O., C.H. Feinstein, and J.C. Odling-Smee(1982), *British Economic Growth: 1856-1973*, Stanford University Press.
- Nelson, Richard R. and Howard Pack(1999), The Asian Miracle and Modern Growth Theory, *Economic Journal*, 109, 416-436.
- Nelson, Richard R. and Gavin Wright(1992), The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective, *Journal of Economic Literature*, 30, 1931-1964.
- Oliner, Stephen D. and Daniel E. Sichel(2000), The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?, *Journal of Economic Perspectives*, 14, 3-22.
- Prescott, Edward C.(1998), Needed: A Theory of Total Factor Productivity, *International Economic Review*, 39, 525-551.
- Prescott, Edward C.(2002), Prosperity and Depression, *American Economic Review(Papers and Proceedings)*, 92(2), 1-15.
- Parente, Stephen L. and Edward C. Prescott(2000), *Barriers To Riches*, MIT Press.
- Rosenberg, Nathan (1998), Chemical Engineering as a General Purpose Technology, in Helpman, E.(ed.) *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press.
- Ruttan, Vernon W. (2001), *Technology, Growth, and Development: An Induced Innovation Perspective*, Oxford University Press.
- Sala-i-Martin, Xavier X.(1996), The Classical Approach to Convergence Analysis, *Economic Journal*, 106, 1019-1036.
- Womack, James P., et al(1990), *The Machine That Changed the World: The Study of Lean Production*, Rawson Associates.
- Wright, Gavin(1990), The Origin of American Industrial Success, 1879-1940., *American Economic Review*, 80, 651-668.
- Yoshikawa, Hiroshi(2003), The Role of Demand in Macroeconomics, *Japanese Economic Review*, 54, 1-27.
- Young, Alwyn (1995), The Tyranny of numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience, *Quarterly Journal of Economics*, 110, 641-680.