

# 技術発展のリーダーたち

大東文化大学経済学部

経営学科教授 大河内 暁男

## 目 次

1. 暮らしの豊かさと技術
2. 工業社会の基幹技術は段階的群発的に出現した
3. 発明を実用化したのは誰か
  - (i) 発明家と企業者
  - (ii) 発明と工業化技術
  - (iii) 発明の用途の開発
  - (iv) 個人の力と組織の力 ——技術革新における個人の限界——
4. 日本の技術 ——特徴と課題——

## 1. 暮らしの豊かさと技術

人間は、古来、自分の暮らしの豊かさを求めて、努力を重ねて来た。この暮らしの豊かさという場合、基準はいろいろあり、文化的な尺度もあれば、生活の場としての自然環境の豊かさも尺度となるし、生活態度といった内面的なものも基準となり得る。物質経済的側面からみた豊かさも物差しの一つであるが、しかし数ある物差しの一つでしかない。

経済の物差しで人間の生活を捉える場合にも、たとえば所得、物価、景気、家計収支、国家財政、国際収支など、いろいろな基準が日常用いられている。こうした基準は、それぞれ、人間の経済活動のさまざまな局面を表わしているものだが、一步遡って考えると、人間の経済活動は、そもそも自分が生活するために必要なモノ＝財貨を生産することから始まり、生産活動の本来の目的は生産したモノを消費して暮らしを豊かにすることにある。そこで、経済的豊かさの物差しとして最も基本的な尺度は、人間が消費するモノをどれだけ生産できるか、どういうモノを作れるか、どれだけ能率よく作れるか、というモノづくりの尺度だと言って差し支えない。経済の発展というときも、

その基礎はモノ作りの豊かさにある。

モノを作るための技（わざ）を総称して技術と呼んでいるが、モノ作りの技術の発展は、(1)人間が1人でどれだけのモノを作れるか、(2)過去に存在したことの無い新しいモノをどうやって作るか、この2点に尽きる。そしてモノを作る技術の発展によって、人間の生活はより豊かなモノを享受できるようになり、そのことが経済の発展の根本現象だと言ってよい。

第1点の例示として、たとえばロビンソン・クルーソー的自給自足生活、分業、協業、仕事の能率をあげるための道具や機械の工夫や発明など。第2点の例示として、たとえば水車に代わる蒸気機関、馬車に代わる鉄道、さらには現代のテレビジョンやコンピュータの発明など。

このような意味での経済の発展は、工業活動によってもたらされたものだが、人間社会の長い歴史を考えると、農業を基盤とした生活の仕方から、工業がより一層重要な意味をもつ生活へ、そして工業が基盤となる生活の仕組みへと、われわれの社会は活動の重心を移して来たと考えてよい。現在のいわゆる先進国は、いずれも、経済の仕組みとしては工業社会であり、その仕組みを世界のなかで維持するために各国とも努力しているし、また経済的に立ち遅れている発展途上国も、自分の社会を工業社会に転換しようと奮闘している。

## 2. 工業社会の基幹技術は段階的群発的に出現した

工業化社会への転換は、歴史上、各国それぞれで産業革命と呼ばれている一時期（イギリスでは1760年－1830年、日本については種々の見解があるが1900年頃から1940年頃と考えるのが一つの見方である）が、その出発点となった。しかしこれまでの工業社会の発展は、直線的と言うよりも、むしろ段階的な飛躍を重ねて来た。そしてその一つ一つの段階は、工業活動の基盤となる重要技術の出現によって画されている。

一つの例をイギリスの産業革命について見よう。イギリスでは、糸を紡ぐ手紡車に代わって、ジェニー（1764－67年）、ウォータ・フレイム（1769年）、ミュール（1744－79年）という3種類の紡績機が発明されたことが契機となり、また蒸気機関がジェイムズ・ワットによって飛躍的に性能を高められ、この蒸気機関を水車や馬力に代わる動力源として用いる試みが始まることによって、それまでの手工業に代わる工場制生産の時代が到来した。それと同時に、紡績機械や蒸気機関を製造するための機械＝旋盤をはじめとする工作機械が開発され、こうして人間は工作機械で機械を作り、その機械で人間が使うモノを迅速大量に生産し、モノを従来よりも豊富に消費するという生活の仕組みを、新しい技術の発明をテコに実現した。

その後イギリスでは、19世紀前半を通して、自分たちが発明した技術の改善に努め、紡績機械について見れば結局ミュール紡績機が本命の機械として徹底的に改良され続け、紡績業はイギリスの基幹産業に育っていった。また蒸気機関の改善のなかから鉄道や蒸気船が開発された。このように

してイギリスでは、18世紀後半に出現した一群の新しい技術を基礎に、新しい産業が始まり、19世紀前半を通してそれら新しい技術と産業の改善が進められ、成熟の道を辿った。そしてそれはイギリスが世界における経済と技術の覇者となる原動力ともなった。

ところで、18世紀後半に出現した新しい技術が19世紀半ば頃まで磨きをかけられて発達している間、それ以外に目立った新しい技術は登場していない。次の新しい技術が登場するのは、産業革命期の技術が成熟した後の19世紀後半に入ってからのものであり、そこでまた一群の画期的発明が現れ、やがて新しい産業が形成され、工業活動は新しい段階を迎えることになる。

それでは産業革命から現在までに、どのような発明と技術の段階を経て来ているのだろうか。その経緯を簡単に示すと、次の年表のようにまとめられる。

第1表 重要な技術上の発明年表

1750年	紡績機・力織機 (1764~1784)	I
	蒸気機関 (1776) 回転機関 (1781)	
	工作機械 (中割り盤1774、旋盤1794)	
1800年	蒸気鉄道 蒸気船	
1850年	転炉製鋼 (1856) 平炉製鋼 (1856)	II
	合成染料 (1856/1868)	
	発電機・電動機 (1866・1873)	
	内燃機関 (1876/1885)	
	電話 (1876)	
	電灯 (1879)	
	自動車 (1890年代)	
1900年	無線通信 (1895)	
	航空機 (1903)	
	真空管 (1904)	
	抗生物質 (1928/1940)	III
	合成繊維 (1939)	
	ジェット・エンジン (1930/1941)	
1950年	トランジスタ (1947)	
	電子計算機 (1940年代)	
	原子力発電 (1956)	
	石油化学	

この年表をみれば、産業革命期から現在までの工業技術の発展は、大きく分ければ三つの波があり、新しい波=段階ごとに、それ以前には存在しない新しい技術が発明され、それを実用化した新しい産業部門が登場し、そこに新しい経済活動が展開されて来たことが分かる。もちろん発明され

た技術が直ちに実用化されるとは限らない。たとえば内燃機関の場合、原理は1876年に確立したが、実際にエンジンの開発に成功したのは1885年であり、そのエンジンを用いて「馬なし馬車」＝自動車を作られ始めたのは1890年代、そして自動車の本格的生産が始まったのは1910年代以降のことである。しかしいずれにせよ、新産業を登場させるような新発明、新技術の出現こそ、歴史的に見た場合、経済的発展にとって決定的に重要だったわけである。

### 3. 発明を実用化したのは誰か

新発明や新技術を生み出し、新しい産業分野を創出して、経済的活動の段階を一步押し上げたのは、一体誰であったろうか。この問題は、技術発展のリーダーは誰かという捉え方をしてもよいだろう。

新しい技術が登場する経緯を考えると、出発点はもちろん発明ないし発見であるが、次にその発明ないし発見したことを、実用的なものに仕立てて、社会に提供しなければならない。この実用化の過程は誰が行うのであろうか。発明者が実用化の過程も担っていると考えられがちである。たとえば、ジェイムズ・ウォットは蒸気機関を発明し、それを紡績業をはじめとする多くの産業に売り込んだ、というように。

発明の実用化＝工業化を考える場合、注意しなければならない問題が二つある。

第1点。発明ないし発見だけでは人の役に立たない。たとえば抗生物質の嚆矢たるペニシリン菌が発見されたのは1928年であったが、1940年に大量培養の方法が確立するまで、医薬品としては意味がなかった。したがって、発明発見の内容を、他の人々が使えるような形で大量に生産し、供給することが必要不可欠であり、逆に言えば、実用化できない発明発見は社会的には意味がないということになる。

けれども、発明の工業化過程は、発明自体とは別の話だという点に注意すべきであろう。発明は、言ってみれば無から有を創出する活動だが、工業化の過程は、発明されたものを実際にどのように実用性をもたせ、またどのように製造するかという、目標の定まった技術開発の活動である。つまり発明と工業化とは、同じ技術的活動ではあっても、性格がかなり異なっており、これを同一人物がすべて行う必要はないし、また事実、のちに述べるように、多くの場合、役割の分担が行われているのである。

第2点。発明は元来きわめて個人的な活動なのだが、20世紀後半にもなると、個人の力だけではやり遂げられないで、グループや組織で分担した開発が見受けられるようになり、ことに工業化過程ではその傾向が顕著になった。

以上の二つの留意点を念頭に置いて、発明と工業化の担い手について、詳しく見てゆくことにしよう。

## (i) 発明家と企業者

すぐれた発明が企業活動の出発点として重要であることは言うまでもないが、上述のように、発明とその工業化とは技術的には別の話であり、発明家が自分の発明の工業化をうまく達成できるという保証などはない。

蒸気機関の場合を見よう。分離型コンデンサーという装置を備えた高性能の蒸気機関を発明したのはウォットであったが、その蒸気機関を商業的に製造販売したのはマッシュウ・ボウルトンという金物生産者である。ボウルトンはウォットの発明を見込んで、ウォットと共同企業ボウルトン＝ウォット商会を設立し、自分の金物工場のなかで蒸気機関を製造したばかりか、蒸気機関の販売もボウルトンが走りまわったのである。ウォットの蒸気機関を工業化したのはボウルトンだと言って差支えない。この場合ボウルトンは、ウォットの発明が実際に社会に提供される工業化過程を担ったわけで、こうした発明の工業化を担う経営者を「企業者」という特別の言葉でよぶことが多い。発明家ウォットと企業者ボウルトンの組み合わせによって、蒸気機関という新発明は初めて世に贈られたわけである。

このような発明家と企業者の組み合わせは、その例をいくらでも見出せる。たとえば本田技研は、本田宗一郎の卓抜した着想と技術開発力で急成長した企業だが、その歴史を遡ってみると、技術的には、1952年発売の自転車用補助エンジン、カブF（50cc）と、1958年発売の軽二輪車スーパーカブ号が、従来の自動二輪車市場のイメージを一変させる革新性をもっており、これが同社の発展の基盤を築いた。だがこの新しい車を見込んで生産と販売体制を作り上げたのは藤沢武夫であった。同様に、ソニーの創業期の技術開発を担ったのは井深大だが、井深の開発技術を商業的製品に結びつけ、工業化の指揮をとったのは盛田昭夫である。したがって、藤沢や盛田は企業者と看做してよく、彼らの活動を抜きにしては、本田や井深の発明の才能は生かされなかったであろう。

このように見て来ると、技術の発展という場合、その担い手として、発明家ばかりではなく、企業者の役割にも十分注意しなければならないことは、容易に理解できよう。

## (ii) 発明と工業化技術

発明された製品は、一定の品質で大量に生産され、市場に販売されてこそ、初めて社会的に意味が生ずる。モノを大量に生産する技術は生産技術もしくは工業化技術と呼ばれている。先にも述べたように、発明することとモノを大量に生産することとは、技術的には別の話であって、どちらが重要だとか高級だという関係にはない。したがって、技術水準が高いとか低いという比較が行われる場合には、どの段階での話であるのか、注意して区別する必要がある。たとえばワープロやパソコンをはじめ、電卓、デジタル時計などの表示画面に使われている液晶表示装置を取り上げてみよう。液晶という性質のある物質は1888年にドイツで発見されたものであり、これを電子機器の表示装置に利用する方法は1970年代にアメリカで発明された。しかし液晶表示装置の大量生産技術は日本の企業（ホシデン、シャープ、NECなど）が開発に成功し、現在では世界の需要の95パーセン

ト前後は日本が供給している。工業化技術としては日本企業が圧倒的にすぐれていると言って差し支えない。

日本の工業製品が大量に輸出され、時に貿易摩擦まで引き起こすほどであるのも、たとえばV C Rのように独自の発明品もなくはないが、主因は日本企業の工業化技術の開発がすぐれているために、外国に対して強い競争力をもっているからなのである。ところで、発明はどちらかと言えば個人の経験や才能や仄めきなどに依拠するところが多い。それに対して工業化技術の開発は工場現場に蓄積されている技術をどのように駆使して新製品を量産できるようにするかという課題に対処することであるから、それは個人の才能よりも、むしろ経営資源の豊富な企業の組織的活動に依拠している。その意味で現在では、一般的に言えば、工業化技術の担い手は企業だと考えてよい。ただしその場合、技術開発に向かって企業組織を指揮する立場にある人物の技術能力が重要な意味を持つことは、改めて言うまでもない。

### (iii) 発明の用途の開発

技術上の発明は、それぞれ目的をもって考え出されたに違いないが、しかしそれが直ちに社会的に役立つとは限らないし、また発明者以外の者から見ると、発明者の気付かない用途がさまざまあることが多い。そこでこの用途の開発が、発明工業化の成否にとって、大きな要因となる。

最初の発明とその用途の開発の関係について、事例をあげてみよう。たとえば蒸気機関の場合ジェイムズ・ワットは炭坑など地底から水を汲みあげるためのポンプとして、この装置を開発した(1776年)。ところがワットと組んで蒸気機関の製造販売を始めたマシュー・ボウルトンは、間もなく蒸気機関を用いて機械を運転するという新しい用途に気付き、ワットを説得して、回転運動を取り出せる新しい蒸気機関(回転機関)を開発させた(1781年)。この回転機関の成功によって、蒸気機関は初めて原動機としてさまざまな産業に導入されるようになり、そこから蒸気機関の生産自体も本格化し始めたし、社会的に見れば工場制生産の展開を見るに至ったのである。

現在われわれが大量に使用している半導体＝トランジスタについても、同じような経緯がある。トランジスタがアメリカのベル電話研究所のウィリアム・ショックリらの手で発明されたのは1947年だが、当初は、これを軍用電子計算機とレーダーに用いられている真空管に代替しようと考えられていた。ところがトランジスタの製造技術が公開されると、日本の東京通信工業(現ソニー)、アメリカのレイセオンおよびリージェンシーという3社がトランジスタを用いてラジオの超小型化に成功した(1954～55年)。トランジスタ・ラジオは爆発的に売れ、なかでもソニー製品の品質はすぐれていた。トランジスタ・ラジオの成功は、一挙にトランジスタの市場を作り出すことになり、トランジスタの大量生産がここから始まった。日本とアメリカが現在でも世界のトランジスタ生産の大部分を占め、電子王国の双壁をなしている起源は、トランジスタ・ラジオという用途の開発にある。

以上の例からも分かるように、発明と用途の開発と量産技術が言わば三位一体となって、初めて

技術は発展すると言えそうである。もちろん、発明がなければ新しい技術の展開はあり得ないが、しかし用途の開発や工業化技術を欠いては、如何なる発明も陽の目を見ないわけである。例えば八木秀次らが発明した八木アンテナ（1926年）や中松義郎が発明したフロッピー・ディスクが、日本で当初は無視されていたのは、その一例である。

#### (iv) 個人の力と組織の力——技術革新における個人の限界——

発明は個人の能力に拠るところが大きいとは言っても、すべての場合に発明を個人に帰すことは必ずしも妥当ではない。たとえば、合成繊維の出発点となったナイロンの場合、それは通例ウォレス・カラザスが1938年に発明したとされている。しかしその経緯を辿ってみると、アメリカの化学会社デュポン社において、経営多角化の一環として、化学研究部長チャールズ・スティンが1927年に鎖状高分子化合物の合成を提案し、その計画を実施するために1928年にハーヴァード大学からカラザスを招聘し、幸いにも新物質の発明に成功したのであった。しかも新物質が糸状に紡糸できるということを見出したのは、カラザスを手伝った共同研究者ジュリアン・ヒルであり、またカラザスが途中で研究をあきらめかけた際、それまでの研究成果を再度検討するように技術開発上の示唆を与えたのは、スティンの後任者ボルトンであった。したがってナイロンの発明は、これら多くの人々、ことに鎖状高分子化合物の合成（重合）という未踏技術の大枠を設定したスティンの能力、言わば技術的嗅覚に導かれたものであったと考えてよいだろう。

発明において組織の活動が問題となるもう一つに場合は、現代における大規模なシステム技術に見られる。その一例として新幹線を取り上げよう。世界的に衰退一途を辿っていた鉄道を、大量高速輸送機関として見事に復権させた契機は、日本の新幹線の成功である。標準軌の高速鉄道構想は戦前から折に触れて登場しており、現に戦時中、現在の東海道新幹線が用いている新丹那トンネルの掘削が始まってもいた。しかし1964年に開業した新幹線は、技術的には戦前の構想とは極めて異なっており、高速電車の技術開発を積み上げ、それに電子計算機を駆使した運転と保安の技術を組み合わせ、東京・新大阪間の全列車の運転を東京で集中制御するという、巨大なシステム技術である点に特徴がある。

その技術開発のあとを振り返ってみると、個別的には新発明の機器も種々用いられているほか、たとえば車体の構造は航空機の胴体の技術を応用するなど、さまざまな智恵と技が結集されており、大小多様な発明、思い付き、工夫、改善が集成された結果、大きなシステム技術が創出されたのであった。そこには英雄的な発明者は存在しない。このような意味で、リーダー不明の発明、衆知を集めた全員参加型の技術開発が、現代の大規模システム技術の一つの特徴だと言って差し支えないであろう。

#### 4. 日本の技術——特徴と課題——

日本の製造業に対して、しばしば、自分自身で発明や研究開発をせずに、欧米の研究や技術にタ

ダ乗りしているという批判が投げかけられる。また日本の発明は亀の子たわしとアンパンだなどという冗談も言われる。これはいずれも当たっていない。日本人の手による重要な発明や発見を拾い上げてみたのが第2表だが、ここからもさきの批判や冗談が当を得ていないことが分かる。もちろん、わが国が欧米の近代科学や技術に触れたのが幕末であるから、以来その摂取に努力して来たなかで、欧米にくらべれば発明や発見が劣っていたことは否めないし、ことに戦前はそれで止むを得なかつただろう。それにしても、大きな発明もあったし、また航空機や艦船のように欧米に匹敵する開発技術を築き上げてきたことは、冷静に評価しなければならない。

けれども日本の工業的発展が本格化したのは第二次世界大戦後、1960年前後からのことである。たとえば現在日本の最も重要な産業であり、昨今の円高による影響を除けば世界最大最強の生産力と競争力をもつ自動車産業にしても、このような実力を備えたのは1970年代後半にはいつてからであり、戦前の日本では、トラックの生産を別として、乗用車生産はまことに微々たるものにすぎなかった。たとえば1930年に、国産車は458台であり、これに対してアメリカからの輸入車はノックダウンを含めて23,878台で、供給の98パーセントを占めているという有様であった。

自動車に限らず、さまざまな産業が戦後に大発展をしたのだが、その発展の鍵は、第一に、民需大量生産に向けた工業化技術の開発である。たとえば伝統産業たる綿紡績業における自動化工場(CAS)の開発、製鉄業における超大型高炉の建設や自動化の推進、自動車工業や電機工業におけるロボットの大量使用など。第二の鍵は、新発明や新技術の用途の開発が巧みであったことである。たとえば、さきにも述べたトランジスタ・ラジオの開発をはじめ、専門家用VTRを個人向けVCRに仕立て直し、宇宙開発用の炭素繊維をゴルフのシャフト素材に転用して、たちまち大量需要と価格引下げを実現したのは、その一例である。第三の鍵は、多くの技術を集成したシステム化に巧みであったことである。東海道新幹線はその代表格であるが、そのほか、コンピュータと通信技術とを統合するC&C(NEC)、製鉄所の総合管理システム、さらにはトヨタ自動車に見られるような部品下請企業を含めた生産の統合管理など。

このように見ると、戦後の日本が、工業化技術の開発において、すぐれた実績をあげて来たことは疑いなく、それが日本経済の発展をもたらす原動力であったし、われわれの暮らしを物質的には大変豊かにもした。

けれども、第2表からも分かるように、日本の技術開発は、前人未踏の研究開発や発明、たとえばトランジスタ、電子計算機、合成繊維といったような、その後の技術発展の土俵を設定するような基礎的技術や発明という点では、必ずしも十分に力を発揮しているとは言えまい。欧米の技術に追いつくことに成功し、巧みにその技術を駆使して企業経営的には欧米にまさり始めた日本の企業にとって、独自の技術開発が求められて少しも不思議はないし、その指揮をとるのは企業者の社会的責任なのではあるまいか。技術という観点から見ると、現在の日本の企業は、このような経営環境に立っている。



第2表 戦前・戦後の日本における代表的新技術

年	発明の内容	年	発明の内容
1908	グルタミン酸ソーダ（味の素）	1948	尿素生産の工業化
1911	オリザニン（ビタミンB <sub>1</sub> ）	〃	合成繊維（ビニロン）
1916	豊田式自動織機	1955	トランジスタ・ラジオ
1918	KS鋼	〃	電気釜
1926	八木アンテナ	1957	リレー式計算機
1928	ブラウン管式テレビジョン	〃	半導体レーザー
1931	東工試法アンモニア合成	1958	パラメトロン
1932	MK鋼	〃	インスタント・ラーメン
1935	フェライト磁石	1960	ダイオード
		1962	連続自動紡績システム（CAS）
		1963	高炉自動制御システム
		1964	東海道新幹線
		1968	柔構造高層ビル（霞が関ビル）
		1978	リニアモーターカー（HSST）
		1989	高脂血症治療薬（メバロチン）