

経営史における知識資産： 牽引車としての技術者

鈴木 恒夫

学習院大学経済学部 教授

はじめに

経営史の研究では、これまで企業組織を対象とした知識資産を直接扱っては来なかった。起業家に焦点を当ててきたと言えよう。三井、三菱、住友の三大財閥を対象とした研究では、企業組織の問題を扱っているが、財閥家族と経営者の関係や経営者が複数の傘下企業の役員となって事業を進めていた組織的な特徴を指摘したものの、知識資産という概念で財閥系企業の特徴を分析しては来なかった。そもそも、知識資産という抽象的な概念を具体的な歴史分析に応用する場合、その内容を明確にしなければならないであろう。

歴史的な企業資料から経営力を論じることにも、多くの制約がある。そこで、個人に注目するのではなく企業組織を取り上げ、その中で高等教育を受けた技術者を対象とし、競争戦略の展開を通して、企業組織における知識資産の意義を考えていきたい。

高等教育

明治5（1872）年に公布された「学制」によって出発した近代的な教育制度は、明治10年に東京大学（法・理・文・医学部）の設立と共に、高等教育機関が整備されることになった。東京大学は、その後、工部省の下にあった工部大学校を吸収した後、明治19年に公布された「帝国大学令」に基づき、帝国大学となった。当時、私立の高等教育機関もあったが、法律の上では専門学校でしかなかった。大正7（1918）年に公布された「大学令」によって初めて、大学と認められることになる。

20世紀を代表する産業は一体何であろうか。経済

史家の泰斗であるトーマス・ヒューズ氏は、1913年に発行された *Scientific American* 誌に掲載された発明のリストから、20世紀への転換期に生まれた発明を3つのグループに分類した。電灯と電力、内燃機そして人工の合成化学製品である。いずれも、第2次産業革命を担った産業である。そこで、化学工業を取り上げ、日本とドイツの企業における研究開発の過程を追いながら、高等教育を受けた人物の果たした役割を検討し、知識資産の問題を考えていこう。

その前に、研究開発の用語を説明しておく必要があるだろう。というのも、これから始めるストーリーでは、研究と開発の違いを明確にしておく必要があるからだ。研究とは新しい原理や知識の発見に関わる純粋な研究を含んだ活動と考え、開発とはこれらの知識を価格や品質などを含めて市場で受け入れられるように、原料の調達から生産に至るまでの工場建設に代表される、技術体系を作り上げる活動と考えよう。研究とは新しい原理と知識の発見、開発は市場に受け入れられる生産技術の確立と考え、別な活動と考えよう。

明治以降の経済発展を振り返って見ると、技術者の果たした役割が大きい。イギリスやアメリカなどの先進国からの技術導入においても、導入した海外技術を日本で実際に定着させるにも技術者の存在は欠かせない。『技術者－日本近代化の担い手』を著した森川英正氏は、「明治以降の日本の会社トップ・マネジメントにおいて、技術者は大変高い量的比率を占め」ており、「戦前の日本の鉱工業会社の重役の約4割は技術者だった」¹と記している。ここでは、研究開発の違いを念頭に置いて、理学部と工学部の相違にも注意しておく必要がある。



【鈴木恒夫氏のプロフィール】

1972年3月横浜国立大学経済学部卒、1977年3月一橋大学大学院経済学研究科博士課程修了、1979年4月久留米大学商学部専任講師、1987年4月和光大学経済学部助教授、1992年4月学習院大学経済学部教授。この間、1997年4月University of East Anglia 大学客員研究員、2002年6月東京大学経済学部客員教授などを歴任。

専門分野は、日本経営史・経済史（化学工業史、明治期の役員分析）。

論文は、「戦後型産業政策の成立」（『日本経営史4「日本的」経営の連続と断絶』岩波書店、1995年）、「戦後日本経済システムと『過当競争』」（『近現代日本の新視点—経済史からのアプローチ』吉川弘文館、2000年12月）、「The Americanization of technologies and management in Japan and its multiple effects: the case of Toray」, in Akira Kudo, Matthias Kipping and Harm G. Schroter (eds.), German and Japanese Business in the Boom Years, Routledge, 2004 等。

20世紀初頭の窒素肥料と空中窒素固定工業のスタート

ハーバー・ボッシュ法は、BASF 社が生み出したアンモニア合成工業での画期的な技術である。このハーバー・ボッシュ法の研究開発を考えるには、当時の窒素肥料の需給状況を考えておく必要がある。新しい原理や知識の発見という研究活動であっても、研究活動を取り巻く環境を無視して、あるいはそれとは無関係に生まれるわけではないからだ。

20世紀初頭の窒素肥料では、チリ硝石が主たる供給源であった。1905年の統計では、純窒素換算量でチリ硝石が67%以上を占めていた。3分の2以上がチリ硝石に依存していたのである。続いて、鉄鋼産業に必要なコークス生産に伴う副産物のアンモニア、照明として利用されていたガス灯事業の副産物であるアンモニアから生産される副生アンモニアが3分の1を占めていた。チリ硝石は、チリの財政基盤を支える重大産業であったが、文字通り、硝石の掘削を中心とした鉱業という性格が強かった。また、窒素以外の肥料の三要素であるリンや加里も、化学的な処理を行ってはいったものの、工業製品というよりは鉱業製品という性格も兼ね備えていた。この時期わが国では、人糞尿を除けば、大豆の油粕と鰯や鰯の魚粕が主要な窒素肥料であった。

ドイツにとっては、チリ硝石は肥料のみならず、火薬の原料として重要な輸入品であった。しかし、チリ硝石は海上輸送によって輸入されるが、ハンブルグを始めドイツの港はバルト海や北海に面し、海

上輸送に依存する状況は、ドイツにとっては好ましいものではなかった。こうした状況もあって、空中に5分の4を占めている窒素からアンモニアを始め窒素化合物を生産する技術の開発が開始された。当時「空中窒素固定化技術」と呼ばれた技術開発競争が行われたのである。

多くの新事業と同様に、様々な空中窒素固定化技術が生まれた。最初に具体化された技術はアーク法であった。ビルケランド・アイデ法と呼ばれる技術で、電気アークによって空中の窒素から硝酸や硝酸塩を作るものである。しかし、大量の電力を必要とするために、工業的には低廉な電力が得られる、ノルウェーかアメリカのナイアガラの滝を利用した電力施設に限られていた。続いて、空中の窒素をアルミニウムと化合させる、セルベック法という技術が登場した。日本では、著名な科学者の高峰譲吉に調査を依頼するなど、積極的な動きをみせたが、信頼できる技術でないことが判明し、導入は沙汰止みになった。

この中で、一時期、空中窒素固定化技術の本命と謳われたのが石灰窒素法であった。これは電炉でカーバイド（ CaC_2 ）と空中の窒素を固定化して、石灰窒素（ CaCN_2 ）を生産する技術で、フランク・カロー法と呼ばれた。わが国では、新興財閥の代表であった日本窒素や三井系の電気化学工業が技術を導入し、工業化を行った。しかし、石灰窒素にも欠点があった。毒性が強いために、作物に直接触れると作物が枯死してしまうのである。普及は難しい。ここに空中窒素固定化技術の本命となる、ハーバー・ボッシュ法が誕生した。

¹ 森川英正『技術者—日本近代化の担い手』（日経新書、昭和50年6月）、p.10.

ハーバー・ボッシュ法の開発

ハーバー・ボッシュ法として知られるアンモニア合成法を生み出した二人の人物の特徴を簡単に記しておこう。フリッツ・ハーバーは、1868年12月にポーランドで生まれ、ベルリン大学やハイデルベルク大学などで有機化学を学び、1894年にカールスルーエ工科大学の燃料化学科の助手となり、物理化学の分野を研究していた。1907年、BASF 社は、それまで強い関心を抱き事業化を模索していたアーク法と並行してハーバーが理論的に提唱し実験を重ねてきた、空中の窒素から600℃かつ200気圧という高温・高圧の下で金属を素材とした触媒によってアンモニアを生成する方法を支援することになった。1909年、BASF 社に勤務していたカール・ボッシュは、触媒の専門家であるアーウィン・ミタシュとともにカールスルーエ大学を訪れ、7月2日、100cm³のアンモニアが実験装置から発生したのを確認した。これを契機に、BASF 社はハーバー法の工業化を進めることになる。

問題は実験室のビーカーで生まれたアンモニアを何千トンという規模の工場生産で実現することであった。この工場建設のリーダーに指名されたのがカール・ボッシュである。当時35歳であったカール・ボッシュは、ケルンで生まれ、ベルリンにある工科大学で金属と機械工学を学び、その後、ライプチヒ大学で3年間化学を学んだ経歴を持つ、化学者兼技術者であった。ボッシュはまた、オストワルドが提唱した鉄の触媒によるアンモニア合成について、どうしてその触媒が作用しないのかという原因を明確に説明して、注目を浴びた。これが可能であったのは、ボッシュは、金属や機械に対する技術者としてのセンスを持っていると同時に、あらゆる天然物を合成できると信じる化学者としての信念を持っていたからである。この性格が、工業化の完成にとって不可

欠であった。

工業化は、原理の発見や実験室での成功から直ちに実現するものではない。スケール・アップに伴う過程では、研究段階とは全く別な問題が次から次へと生まれ、現場で解決しなければならない。コストの問題もクリアしなければならないから、原料調達から最終製品まで、工場建設に伴う装置の設計が大切となる。それには、未知な問題を解決し、現場の人々をまとめ上げ、一步一步推し進める強いリーダーシップを持った人物が不可欠である。ボッシュは、そのすべてを備えた人物であった。

問題は、200気圧というこれまでにない高圧に耐える素材の調達と設計である。というのも、窒素と水素が反応してアンモニアを生成する時に、水素は鉄で出来ている装置から炭素と化合し、メタノールなどの炭化水素を生み出す。炭素を奪われた鉄は脆くなり、高圧に耐えられなくなり爆発してしまう。どうやったら、高圧に耐えられる強い鉄鋼を生産し、水素による浸食に耐えられるかが、最大の問題であった。

水素と炭素の反応を回避するには、純度の高い鉄を用いれば良いが、この鉄は強度が足りず、200気圧の高圧には耐えられない。強度を高めると炭素が水素と反応する。まさしく、キャッチ=22の状況である。ボッシュは、二重の管で出来ている装置を考案して、この難問を解決した。水素が窒素と直接作用する内側には、炭素分が少ない純度の高い鉄管を使い、外側には強度の強い鉄管から出来ている二重構造の装置を開発したのである。更に、水素を逃がすために、装置の中に「ボッシュの穴」と呼ばれた小さな穴を作った。これで工業化の展望が開かれた。1912年、ボッシュをリーダーとするチームはパイロット・プラントでの成功をもたらした。1913年の9月までに、オパウ工場でアンモニア日産30トンの操業が開始したのである。かくしてハーバー・ボッシュ法の工業化が完成した。

2人のその後を記しておこう。フリッツ・ハーバーは、1906年にカールスルーエ大学の教授に就任した後、1909年にはカイザー・ウィルヘルム物理化学研究所（現、マックス・プランク研究所）の所長に就任した。1918年にはアンモニア合成法の研究に対してノーベル化学賞を受賞したのである。一方のカール・ボッシュは、1919年に BASF 社の取締役役に就任し、IG ファルベンの成立に尽力し、1935年には IG ファルベンの取締役役会長に就任した。彼の強いリーダーシップは、単に、ハーバー・ボッシュ法を完成させただけでなく、BASF の事業を推し進め、経営者として頂点に立った。しかも、1931年には、高压化学法の開発によりノーベル化学賞を受賞したのである。

化繊から合繊へ：高分子化学の工業化

ナイロンは、周知のように、デュポン社の技術者であるカローザスによって発明された合成繊維である。セルロースが高分子で出来ていることを発見したドイツの科学者シュタウジンガーの研究に基づいた高分子学説が1920年代に広がった。科学者のみならず化学企業も新たな合成繊維の研究開発に着手した。当初、IG ファルベンがリードしたものの、1936年、ナイロンが発表されるとデュポン社が合成繊維の開発競争でトップに立った。それまでレーヨンを生産していたデュポン社は、売上高利益率が低下してきたレーヨンに代わる新しい合成繊維の開発に着手し、ナイロンを生み出した。ナイロンは、ストッキングで見られたように、レーヨンに代替するだけでなく、生糸の市場を奪う製品に成長した。1930年代初頭、生糸は日本最大の輸出品であったから、わが国に与えた影響は計り知れない。ナイロンは、レーヨン企業のみならず、生糸を生産していた企業や養蚕農家をも直撃したのである。ナイロンは、様々なルートを通してわが国にもたらされた。三井

物産ニューヨーク支店を通じて東レにナイロンの試料がもたらされた。鐘紡は直接ニューヨーク支店を通じて入手した。京都大学の桜田一郎研究室にもナイロンの現物がもたらされた。

当時のわが国における繊維産業には、東洋紡や鐘紡、あるいは日本紡績などの綿紡績企業、生糸を生産していた製糸業、そしてレーヨン企業の3グループがあった。綿紡績は短繊維で紡糸工程が必要であるが、生糸やレーヨンは長繊維であるから、紡糸工程が不要である。ナイロンは長繊維であるから、生糸とレーヨンが直接のライバルとなる。その結果、ナイロンの発明に関して、それぞれ異なった対応が見られた。綿紡績のトップであった東洋紡は、研究員を京都大学に派遣するなどして研究を行ったものの、綿紡績と直接競合しないナイロンを前にして、本格的な事業化は戦後まで行わなかった。最も脅威を受けた生糸産業では、冷静さを装い、「ナイロン恐れるに足らず」という態度を保持した。品質では、生糸の方が優れており、ナイロンはレーヨンの代替にはなるものの、生糸の代替にはならないとの判断を下した。ナイロンと直接競合するレーヨン企業は複雑であった。

レーヨンのトップ企業であり、自社技術に誇りを持っていた帝人は、レーヨンの完成を目指した。レーヨンの改良によってナイロンに立ち向かおうとしたのである。レーヨンの2番手であった旭化成は、日本窒素以来の化学工業の伝統を背景に、火薬の増産と硝化綿を原料としたセルロイドやフィルムの多角化を図った。3番手グループであった東レとクラレ（倉敷絹織）は、合繊を選択した。三井財閥系企業として情報と原料入手に優れていた東レはナイロンを選択し、クラレは国産技術で国産原料から出来るビニロンを選択した。合繊の選択は正しかったものの、ナイロンとビニロンの違いは、両社のその後の運命を変えることになる。

東レのナイロン事業開発：星野孝平と藤吉次英

東レの技術者がナイロンを初めて手にしたとき、迷わずにこれが合繊の本命だと認識した。彼らの中でナイロンの分析を担当したのが星野孝平である。星野孝平は、昭和9年に東京大学理学部化学科を卒業し、東レに入社した。星野はナイロンの試料を分析し、ナイロン66がヘキサメチレンジアミンとアジピン酸からの縮合によって出来ることを突き止めた。しかし、当時のわが国では原料の入手が不可能であったため、ナイロン6と呼ばれる、 ϵ （エプシロン）-カプロラクタムの重合によるナイロンに狙いを定めた。

原料からどうにか ϵ -カプロラクタムの製造まではこぎ着けた。しかし、紡糸方法が難問であった。レーヨンは湿式紡糸法であり、アセテートは溶剤を蒸発させる乾式紡糸法であったが、ナイロンは原料を熱で熔融し、それを紡糸してから延伸して繊維にするという初めての紡糸方法によって作られる。ノウハウは何もなかった。東レの技術陣は戦時中、ナイロン樹脂の他に、ローソクの形にしたチップを熔融して紡糸する「ローソク式熔融紡糸機」を作り、ナイロンを紡糸する装置を作り上げた。しかし、これでは釣り糸のようなものは出来るが、ストッキングなどの衣料製品への道のりは険しく、展望が開けないままに終戦を迎えた。

終戦後、レーヨン事業の復活によって、ナイロン事業はしばらく忘れられてきた。1950年に勃発した朝鮮戦争を契機に、レーヨンの復活は急速に進展し、多くの企業が設備の拡張に向かった。その時期、東レはナイロンの研究を再開させた。東レは、名古屋工場と愛知工場において本格的なナイロン事業を推し進めた。名古屋工場では原料からナイロンチップの生産までが行われ、そこで出来たナイロンを紡糸し、製品化するのが愛知工場であった。名古屋工場

の建設部長は岩永巖で、次長が藤吉次英である。愛知工場の部長は星野孝平である。藤吉と星野は、後に、東レがデュポン社から特許導入の調印を行った後、1カ月間アメリカに残ってデュポン社の技術者と質疑を交わしたことから分かるように、実質的には、藤吉と星野が中心となって東レのナイロン事業は進められたのである。

藤吉次英は、昭和10年に東京大学工学部機械工学科を卒業して東レに入社した技術者である。工学部機械科出身の技術者で化学屋ではない。名古屋工場の建設で最大の問題は、藤吉自身が最も悩んでいた、アンモニアを酸化し、重炭酸アンモニウムと反応させて亜硝酸（亜硝酸アンモニウム）を生産する工程であった。藤吉のリーダーシップの下で、これを何とかクリアし、ナイロン生産に漕ぎ付くことが出来た。星野が部長となった愛知工場の紡糸工程では、デュポン社から導入したチムニー式防止装置の効果が大きで、品質が急速に向上した。その結果、昭和26年には、種村功太郎・広田精一郎・星野孝平・藤吉次英がナイロンの事業化に対して第1回の日本化学会科学技術賞が贈られた。

星野孝平はその後、研究所長を務め、愛知工場の製造部長、後に研究部長に就任した。また、社外にあっては1965年に有機合成化学協会の会長に就任した。また、藤吉次英は、1971年から80年まで東レの代表取締役社長に就任し、80年からは代表取締役会長となり、東レのトップとしてリーダーシップを発揮したのである。

かくて東レは、レーヨン事業では帝人、旭化成に次いで第3グループであったが、ナイロンの先発企業となり、「技術の東レ」という名称が与えられることになった。

おわりに

以上の日独、二つのストーリーから、歴史におけ

る知識財産の意義を考えていきたい。

まず、高等教育の意義を強調すべきである。経済活動において知識資産を考える場合、それぞれの国で、どのような教育制度が整えられているか、特に、高等教育制度がどのように整備されているかを考えることは、改めて強調すべきであろう。

その際、わが国では、真理の探究とともにその産業への応用という側面を担う分野が並行して整えられたことに注意すべきである。理学部と工学部である。この分類でいけば、フリッツ・ハーバーは理学部化学科であり、カール・ボッシュは工学部出身と言えよう。同様に、星野孝平は理学部化学科出身であり、藤吉次英は工学部機械科出身であった。しかも工学部出身のボッシュと藤吉はそれぞれ BASF と東レのトップ・マネジメントに就任し、会社をリードしていくのである。これは偶然であろうか。

知識はストックの量だけで判断してはいけない、ということである。知識資産は、百科事典のように知識が蓄えられているから意味がある訳ではない。具体的に述べよう。現在、経営史学界では役員録や人名録を利用した研究が進められている。明治期に刊行されたこれらの資料には、会社、役員、役職、住所、資本金など様々な情報が記されている。しかし、索引がない上に、配列も「いろは順」であるため、検索は困難を極める。これを電子データベース化すると索引機能が付加されるだけでなく、データを比較対照したり、組み合わせたりすることによって、これまでとは違った世界が見えてくる。知識資産も同様である。

ある目標という軸を立て、それに沿って強いリーダーシップの下で事業が進められるとき、眠っていた知識は有機的な形となり、成功に結びつく。これが知識資産の大切な形である。即ち、索引機能と同様に、人と共に存在している知識を形に変えるには、それらを束ね、鼓舞し、かつ導くという、「メタ」

としての知識資産が不可欠である。この「メタ」としての知識資産は組織の中でしか育てられない資産であろう。これが「社風」となった企業は強い。「技術の東レ」という社風は、それ自身、知識資産のありか、知識資産の位相を示しているのであろう。それが出来た人や企業がトップに立ったのである。

以上のように、索引や「メタ」知識というものを通じて、知識資産の階層性、位相性についても、考える必要があろう。また、失敗とその原因の解明も知識資産の中に組み入れる必要があることを示唆していよう。

参考文献

- (1) Werner Abelshauser, Wolfgang von Hippel, Jeffery Allan Johnson, Raymond G. Stokuse, *German Industry and Global Enterprise—BASF: The History of a Company*, Cambridge University Press, 2004.
- (2) Kim Coleman, *IG Farben and ICI, 1925-53—Strategies for Growth and Survival*, Palgrave Macmillan, 2006.
- (3) United States Tariff Commission, *Chemical Nitrogen*, United States Government Printing Office, Washington, 1937.
- (4) Thomas P. Hughes, “The Dynamics of Technological Change: Salients, Critical Problem, and Industrial Revolution”, in Giovanni Dosi, Renato Giannetti, Pier Angelo Tonenelli (eds.), *Technology And Enterprise In A Historical Perspective*, Oxford, 1992.
- (5) 財団法人日本経営史研究所編『東レ70年史』（東レ株式会社、1997年12月）
- (6) 森川英正『技術者—日本近代化の担い手』（日経新書、昭和50年6月）