

技術史より見た日本製鉄技術の課題*

黒 岩 俊 郎**

Some Problems of Japanese Iron-making Technology
on the Historical Analysis

Toshiro KUROIWA

はじめに

昭和 31 年から 34 年にかけて、日本の産業界はひとつの研究所ブームに見舞われた。この間に建設された鉄鋼関係の主要な研究所は以下のごとくである¹⁾。

日本原子力研究所 (31. 6. 15) 科学技術庁金属材料技術研究所 (31. 7. 1) 東京大学物性研究所 (32. 3. 31) (株)鉄興社中央研究所 (32. 9) 東京工業大学工業材料研究所 (33. 4. 1) (株)不二越鉄鋼研究部門 (33. 10) 関東特殊製鋼(株)研究部 (33. 11) 富士製鉄(株)中央研究所 (34. 2. 1) 八幡製鉄(株)東京研究所 (34. 4) 日新製鋼(株)大阪、呉、周南各地区研究所 (35. 4. 1) 日本金属(株)技術研究所 (35. 10)

従来日本の製鉄業は導入技術で支えられていたといわれる。だが研究所ブームにもみられるように自主技術への努力が始まるにつれ、日本からの技術輸出も最近増加し始めている。

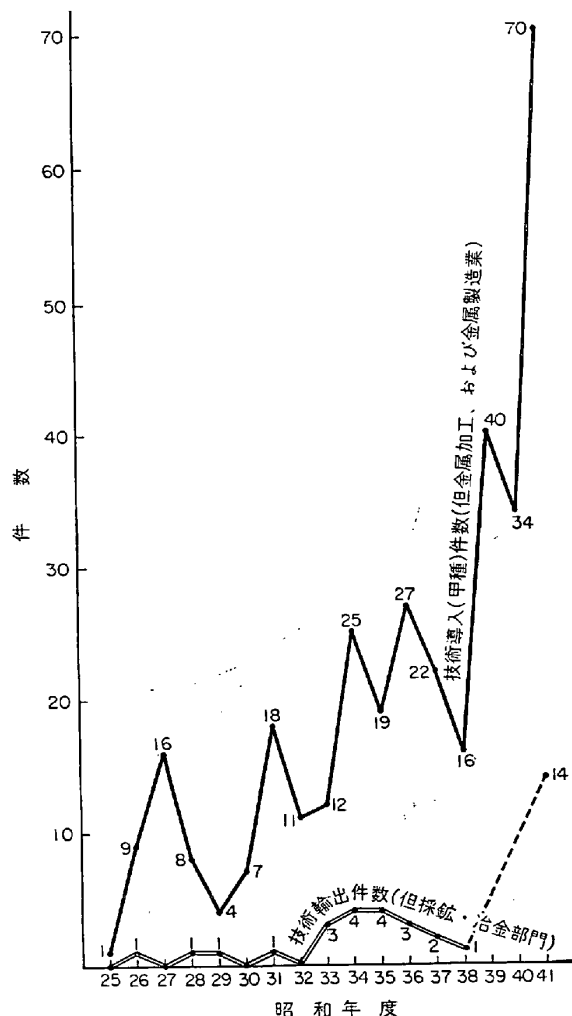
たとえば昭和 41 年度のおもな技術輸出をみると²⁾ 第 1 表のごとくである。

もとより日本の技術の持っている本質的な欠陥は正しく指摘しなければならないのと同様に、自主技術の成果もまた、それがたとえごくわずかでも、わずかならばなおさらのこと評価しなければならない。

現在の時点で考えなければならないことは、われわれは今まで一体何をなしてきたのか、またわれわれがこれからなさねばならないことは何なのかということである。こうした課題や教訓を、日本製鉄技術の過去の歴史の中から具体的に求めようとするのが本論文の課題である。

過去をふりかえると、日本の鉄鋼業は、今回の研究開発ブームを加え、今まで 3 度の研究開発ブームを迎えている。第 1 回は、第 1 次大戦前における研究開発ブームであり、本多光太郎(以下本稿では、すべて敬称を略す)の研究と研究所づくり、また鉄鋼協会の創設などに象徴される年代であり、第 2 回は、第 2 次世界大戦における国力を賭しての研究開発であり、国内資源の活用研究、特殊操業実験、代用鋼の研究などに象徴される年代である。

ところで筆者の見解では、第 1 次世界大戦前後におい



注 1) 科学技術庁資料 [昭和42年度技術導入報告] および [昭和41年度の技術輸出の概況] より作成

2) 技術導入については産業分類が「金属および金属製造業」になっており技術輸出については「探鉱冶金」となっている。しかしいずれも過半が鉄鋼業で占められていると考えられる。

図 1 金属部門における技術輸出および技術導入件数推移

ては、一応、国際的に評価される技術的成果をあげたにもかかわらず、第 2 次大戦の場合、一見、はなばなしい成果をあげていないようにみえる。これは一体、何故だ

* 昭和43年 3 月 15 日受付 (依頼技術資料)

** 科学技術庁資源調査所 工博

第 1 表 鉄鋼部門における技術輸出 (昭和 41 年度)

41. 4	八幡製鉄	スチールカンパニーオブウエルズ社	イギリス	KD 転炉操業技術
41. 4	富士製鉄	ナショナルスチール社	アメリカ	クロム表面処理鋼板すずなしブリキの製造技術 (キャンスーパー)
41. 6	東洋鋼板	ザ・スチールカンパニーオブカナダ	カナダ	酸化クロム鋼板“ハイトップ”の技術
41. 9	富士製鉄	ペスレヘムスチール	アメリカ	クロム表面処理鋼板すずなしブリキの製造技術 (キャンスーパー)
41. 10	東洋鋼板	ザ・スチールカンパニーオブウエルズ	イギリス	酸化クロム鋼板“ハイトップ”の技術
41. 10	富士製鉄	ヤングスタンシートアンドチューブ	アメリカ	製鉄高炉用炉頂挿入装置
42. 2	富士製鉄	ホーゴベンス社	オランダ	クロム表面処理鋼板すずなしブリキの製造技術 (キャンスーパー)
42. 2	八幡製鉄	フ ラ ッ ク	フランス	化成処理鋼板“スーパーコート”
41. 10	八幡製鉄	ケミカルコンストラクション	アメリカ	OG 法
41. 4	八幡製鉄	スチールカンパニーオブウエルズ	イギリス	ク

科学技術庁振興局資料「昭和41年度の技術輸出の概況」より

ろうか、ということは、現在の第3回目の研究投資を成果あらしめるためにも解明されねばならない課題なのである。

1. 第1次大戦前後の日本鉄鋼技術の発達

1.1 鉄鋼技術への要請

一般に日本は、日露戦争を経て第1次世界大戦前後までにその重化学工業化のスタートを切ったといわれる。

(あまり妥当な数字ではないが1つの指標として発電力の推移をみると、1903年に 44252 kWh であったのが、1912 年には 462203 kWh と 10 年足らずの間に 10 倍以上の発電力の伸びを示している。)

こうした日本の重化学工業の進展が、鉄鋼材料に対する需要を急増していったのである。

日本にはじめての鉄骨の建造物のでき始めたのもこの年代であつた。両国・国技館(1909年)、東京中央停車場(1911年)などはこの年代の建造物である。両国の国技館は直径 200 尺、高さ 73 尺、所要鉄量 400 t 余、東京中央停車場は 3000 t 余の鉄材を要する当時としては最大の建築事業であつた³⁾という。

だが、この年代における鉄鋼材料の他の大きな需要先は軍需であつた。1910年代になると、英独米など、主要な列強においては、すでに超ド級戦艦時代に代わつており大艦巨砲が陸続と国防の第一線に配置されるようになっていた。日本においても対抗上、1907年、八八艦隊をもつてわが海軍の主幹に据える方針がほぼ決まっていたが、その主力は 3 万 t 級の戦艦を中心とする海防計画であつた。

1911 年 戦艦 扶桑(30600 t)、巡洋戦艦 榛名(27500 t)、巡洋戦艦 霧島(27500 t)。

1913 年 戦艦 山城(30600 t)、戦艦 伊勢(31260 t) 戦艦 日向(31260 t)。

1916 年 戦艦 長門(33800 t)

1917 年 戦艦 陸奥()⁴⁾

当時 3 万 t 級の戦艦の建造費の 7 割が材料費であり、またその材料費の 7 割が鉄鋼材料であつた。

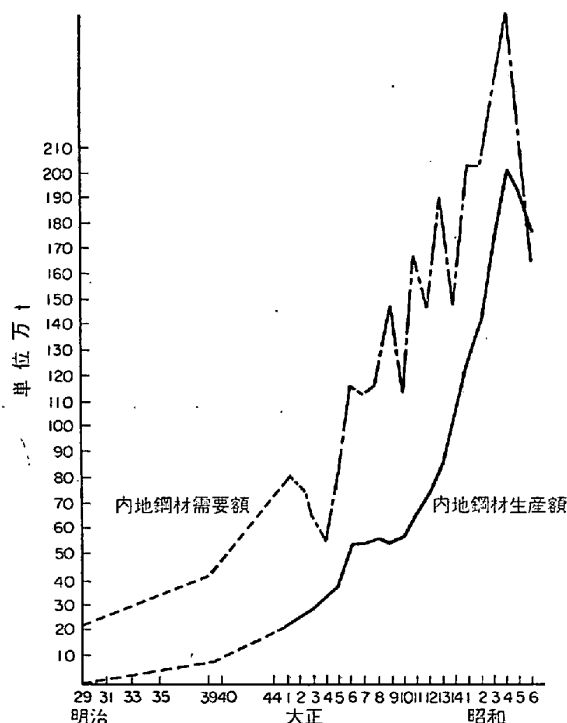


図 2 内地鋼材生産需要額推移明治29～昭和6
(日本鉄鋼協会誌「第18年、特輯号製鉄業参考資料」より作成)

世界の主要国間で展開された造艦競争は、上記産業界の重工業化と相まって当然のことながら、大きな鋼材需要を呼びおこした。

一方、この年代の資源条件はどうであつたろうか。

わが国製鉄業の大陸進出の前に立ちふさがつたものは満州の貧鉄であつた。とくに鞍山近くの大孤山周辺には埋蔵量無尽蔵という鉄鉱石が存在したが、概して貧鉄であり硅酸分を多く含むものであつた。鞍山製鉄所井上所長の依頼により、米国ミネソタ大学採鉄冶金科長、アップルビー (W. R. APPLEBY) を団長とする調査団が来満、調査をした。結論は、「到底、採算の途なし」ということであり、還元焙焼については、「考えとしては悪くないが、到底、経済的に実施不可能であること」と

の提言を得た。後にこの問題に取りくんだ梅根常三郎自身も「昭和製鋼所綱要」の中で、鞍山貧鉄処理の難点を次のように指摘している。

「(イ) 鉄粒の小さいこと一鞍山貧鉄の鉄粒は、平均 0.1 mm 以下の大きさで、ほかにくらべて非常に小さい。したがって粉碎に余分の手数を要する。(ロ) 堅硬であること一鞍山貧鉄は、鉄粒の小さいばかりでなくその質が非常に硬く、粉碎困難である。(ハ) 磁性に乏しいこと一大部分が赤鉄の形であり、したがって工業的に磁力選別に適さない。この欠点はその処理の上にきわめて困難を増す原因となるのである。」⁹⁾

こうした資源条件のもとで、必要とする鉄鋼需要をまかなわなければならないこと、しかも低廉な海外鋼材の圧力のもとに国内生産を維持し、発展させなければならないのが、当時の製鉄技術のおかれていた環境であった。

1.2 日本における独自技術の芽生え

鞍山の貧鉄に直面するまでもなく、貧鉄処理技術の確立は、八幡創業当初からわが国の製鉄技術に課せられた宿命的な課題であった。

すなわち、八幡操業前後における野呂景義、今泉嘉一郎による別子の含銅硫化鉄処理の試み、北海道沼鉄処理研究、あるいは、朝鮮殷栗褐鉄処理に関する研究など¹⁰⁾と努力が続けられていた。そうした努力の結実ともいえるべきものが梅根常三郎による満州低品位鉄処理技術の確立なのである。

梅根は、もと八幡製鉄所技師であつたが満州に転じて低品位鉄処理技術に当たることになった。そして1921年(大正10)8月、試験着手し、わずか2年後にはこの課題をみごとに解決した¹¹⁾。

大陸の鉄資源問題が解決されていつたのと相前後して国内の貧鉄処理ともいえるべき「硫酸焼鉄の開発利用」技術も確立されていつた。すなわち藤田組の藤田平太郎はかねて銅を採取したあとの焼鉄を鉄鋼資源に利用することに関心を持っていた。大正6年、小坂で、また翌年大島でその研究を続けた。これは、焼鉄を塩化焙焼して硫黄分を除き、有害元素である銅分を浸出除去しようというものであつた。

1919年(大正8)になると、大阪精錬所で硫化鉄にラーメン式収銅法を採用することにより、脱銅に成功した。だが後にも述べるように、これが実際に採用されるようになったのは、第2次大戦による海外資源の輸入困難という絶対的ピンチに立ちいたつてからで、とくにその量が飛躍的に伸びたのは、むしろ戦後になつてからであつた。しかしこの年代に、わが国の一部技術者の手により、国内資源利用の努力が続けられ、技術的な成果をみるに至つたことは特筆すべきことである。

未利用資源についての技術の自立が進んでいつた一方かつて古くは大島高任の時代から、近くは八幡の創業の

時代までさんざん苦しんだコークス技術も、ようやく独自の発達をみせる段階に至つていた。

この分野における1つの自立のメルクマールは、黒田泰造による黒田式コークス炉の確立である。彼は、八幡製鉄所の教科書として編纂した「最近骸炭製造法及副産物処理法」(丸善)の再版(大正6年4月)の序で研究の動機を次のように述べている。

「わが国の銑鉄炉は骸炭脆弱にして灰分多きを以て其成績大体として欧米に比し良好なるを得ざるがごとき有様なり。且又、原料炭中に同率の灰分を含みしものにて、揮発分多き石炭を以て造りたる骸灰の灰分は、揮発分少なきものを以て造りしものに比し、骸炭灰分は前者の方率大なり。(中略)扱て、近時諸工業発達し、就中鉄工業の急を告ぐるに際し、日本炭の此性質と且つ其貯蔵量貧弱なるを思ひつつ、鉄の将来を考えると、余は枕を高くして眠り能はざるを感ずるものにして、製鉄各方面の技術進歩と共に骸炭製造術及び副産物の奨励実行等によりて此不利益の幾分を補うべく不断の努力の必要なるを覚ゆるものなり……」

黒田式コークス炉は、従来のコッパース式コークス炉では加熱時の熱効率が悪かったのに比べ、熱効率がよい上に炉体堅牢であつた¹²⁾。炉壁煉瓦には黒田泰造の研究になる八幡珪石煉瓦(それまで珪石煉瓦の大部分は欧米より輸入)を使用しており、ここにコークス炉の外国模倣の時代に一転機を画したといえる。つづいて黒田式複式炉、日鉄式コークス炉などが完成していつた。

そのほか、現場部門の技術の自立としてあげられるものに、渡辺三郎などによる耐食鋼部門や、工具鋼製造分野における成果があげられる¹³⁾。パリの万国博に、米国から高速度鋼が出品され、工具鋼の歴史の分野に新紀元を画したのは1900年であつたが、それから早くも3年後、日本において米子製鋼所が設立され、炭素鋼以外の工具鋼の生産が始められた。これが日本における特殊鋼工具鋼生産の始まりであつた。以来、日本においては工具鋼分野ですぐれた研究成果が打ちだされていつた。すなわち昭和5年頃には、東北大学金属材料研究所でタングステン、タリウム、モリブデン、クロームを主成分に少量の鉄、ニッケル、バナジウム、マンガンを添加した合金を1700°Cで溶解凝固させたセンダロイを發明、続いて、芝浦製作所で研究が続けられ1932~1933年(昭和7~8)、タンガロイが発売された。続いて住友電線のイケダロイ、三菱鉄業のトリディアなどが相次いで生産されていつたのである。

また、同じく渡辺三郎は般空機用特殊鋼材の研究生産に従事し、大正11年6月、耐食鋼を發明以来、21件の特許をとつてわが国特殊鋼技術の草分けの役割を果たしていつた。(昭和13年、日本鉄鋼協会に5万円寄贈以来、協会は渡辺賞を制定して、特殊鋼にすぐれた業績をあげた者に授与している。)

ひるがえって大学などの研究機関における成果をみよう。ここでは、大きく俄国一を中心とする成果、本多光太郎を中心とする成果、西川正治を中心とする成果などにまとめよう。

昭和 38 年俄国一は、ドイツからツァイス社製マルテンス大型金属顕微鏡を輸入し、「鉄鋼の顕微鏡組織の研究」を始めた。これがわが国における鉄鋼の科学的研究のはじまりとなった¹⁰⁾。続いて俄国一は、大正の初期から 13 年末まで「日本刀の科学的研究」に打ちこんだ。これは日本刀の化学組成、形状、特色、ことに刀身にあらわれた、沸、匂などについての科学的研究を行なうものであつた。そしてそれを実際の製造法に応用するために、東京帝国大学工学部内に、日本刀研究室および日本刀製作場を設けた。この成果は大正 6～13 年の「鉄と鋼」に連載発表された。

研究分野における第 2 の成果は、西川正治により、金属研究に X 線を利用したことである。さきに、東京帝国大学において寺田寅彦などが“ラウエ映画”についての研究を始めていたが、京都帝国大学においても少しおくらせて内部組織の研究が行なわれていった。すなわち、西川正治らは、大正 2 年(1913)夏より、貧弱な実験装置を設けて試験を始め、国際的な研究をなしとげた。後に彼はこの研究により学士院賞をおくられたが、その審査要旨は次のように述べている。

「……これより先、この研究を以て著名なるブラッグ氏もまた、西川と同様なる試験に従事し、専ら分光学的方法に信頼せしが、西川におくること半年にして類似せる成績を発表せるも、原子の位置を詳かにせしは西川の如く精密なるを得ず。蓋しその考察方法の周到ならざるによるならん。」¹¹⁾

ラウエは、研究を金属など結晶体だけに限つたが、西川は、麻、石綿、タルクなど、繊維状態のものについても X 線の干渉を生ずるだろうと予言し、小野澄之助と実験を行なつたが、果たして推算と同じ結果を示した。

この年代において、既に欧米を上まわる研究業績があげられていたことは、けだし注目に値することである。

鉄鋼研究の分野で最も大きな研究業績を残したのは本多光太郎であつた。本多光太郎は、まず磁性の本質についての究明に興味を向けた。たとえばこの面では、「 A_2 点変態の研究」「元素の磁気係数とその温度変化」「常磁性、磁気係数の温度変化」などの一連の研究を行なっている。とくに「 A_2 変態の研究」では第 6 回の学士院賞が授与された。

磁性の本質の究明と相前後して、物理冶金的な研究手段を金属の研究に適用していった。たとえば磁気分析法、熱膨張計、熱天秤、電気抵抗の温度変化、などがそれである。こうした新しい武器を使つてつぎつぎと金属の末開分野を開拓していき、今日の物理冶金の土台をこしらえていった¹²⁾。そして、磁性の本質についての蓄積

と新しい研究手段の威力が、火花を散らすように結晶していったのが、K S 鋼(1917年)の発見であつた。続いてその余勢をかつて 1933 年、増分量とともに、新 K S 鋼を開発したが、これも当時、世界第 1 に強力な磁性材料であつた。

本多光太郎はこうした一連の研究によつて 1936 年(昭和 11)、わが国初めての文化勲章を受けた。その後も本多光太郎のまいた種は、主として東北大学金属材料研究所を中心に実つていき、多くの研究者や研究成果を生んでいったことは衆知のことである。

以上、いくつかの日本独自技術の芽生えともいふべきものをあげた。ではこの年代に、なぜこうした独自技術が芽生えていったのであろうか。

1.3 独自技術の背景

(1) その理由の第 1 は、歴史的にまさに実るべき段階にきていたということである。大島高任が最初の高炉を築いてから 60～70 年、その間、日本の製鉄技術者は営々として海外の科学に学んできた。この間の日本の先覚的な技術者の努力とそのまいた種が、まさに実るべき段階にきていたということができよう。

(2) その理由の第 2 は、この年代における技術自立の気運の高まりとその組織化をあげることができる。

本論のはじめにすこしのべたが、第 1 次大戦前後の鉄鋼関係研究所設立ブームが端的に示すように¹³⁾、この年代は、鉄鋼産業の自立に助けられ、技術自立の動きが高まつた年代であつた。たとえば、その後、鉄鋼関係の技術者、研究者の母体となつた鉄鋼協会が設立されたのもこの年代であつた。

すなわち、大正 4 年 2 月、野呂景義、今泉嘉一郎、俄国一、香村小録などが集まり、日本鉄鋼協会は創立されたのであるが、その趣意書は次のごとく述べている。

「……茲ニ於テ生等相謀リ弘ク同志各位ノ協力ヲ得テ日本鉄鋼協会ヲ創設シ、斯業ニ関スル學術經濟其他一切ノ問題ヲ研究シ以テ其發展ニ資セントス、庶幾クハ大方ノ諸君国家ノ為メ奮テ本会ノ主旨ヲ賛成シ入会アランコトヲ切望ス」¹⁴⁾ こうした技術自立の気運の高まりと技術者の努力が、成果をあげた第 2 の理由である。

(3) 第 3 の理由は、この時代を境に賃金上昇はじめたことである。製鉄技術の発達をはばむ低賃金はこの年代前までは、まだ依然として存在していた。たとえばこの年代の前は 12 時間労働、2 交替が普通であつたし、また労働賃金も先進国の 1/6～1/5 という状態であつた¹⁵⁾。こうした低賃金と封建的な労働条件に耐えかねて、西田健太郎を中心とする日本労友会(会員 4000～5000 名)が、従業員の居残り、徹夜を制限すべく職工規則を改正しようとしたが、これから端を発し、いわゆる大正 9 年の製鉄所の大罷業に発展していった。11 時間労働を要求するなど、今では考えられないような穏健なものであつたが……。その結果、職工規則の一部を改正、12 時間屋



図3 日本製造業の実質賃金指数

(W.W.ロック編、大来佐武郎監訳「日本経済近代化の百年」p 211より、原典は主として大川一司氏の計算による)

夜2交替の勤務から8時間3交替に、11時間常昼勤務から9時間常昼勤務によりやく改正されていった。

一般に、低賃金が存在するもとは、科学技術を発達させなくても豊富低廉な労働力によつて生産を維持できるわけであり、科学技術の発達は望めない。日本はこの年代を境に、賃金上昇を科学技術の発展でカバーするという産業革命期におけるイギリスの、また19世紀末のドイツの水準に達したといえることができる。

以上、いわば日本の製鉄技術史上、輝かしい時代を迎えたわけだが、しかしそれにしても後に再びのべるように完全な(全体の)技術の自立ではなかった。

当時製鉄技術の限界を示す1つのメルクマールとして前記本多光太郎によつてなしとげられた世界的な発明KS鋼も、結局のところ、日本の資本家や軍人たちによつては、その発明を日本の生産技術に結びつける方法を知ることができなかった。つまり、KS鋼は当時の磁力としてはあまりに強大であつたために、他の発動機の部品との調整がうまくいかず、軍に採用されず、KS鋼が実際に工業化されたのは結局、海外においてであつた。大屋敦は「本多光太郎先生の思い出」の中で述べている。

「その後、住友の手で、先生の特許を欧米諸国に申請したのでありますが、皮肉なことには、KS鋼の真価が、米独などではなほ高く評価され、すれで類似のものが一部工業化されつつあつたのに反し、日本ではその用途すら掴みえず、その工業生産など思いもよらぬ有様でありました。」¹⁶⁾

すなわちKS鋼特許権は、米貨30万ドルでウェスチング・エレクトリック(Westing Electric)社に売られ、実用化されていったのである。ここに当時の「製鉄技術自立」の限界が最も端的にあらわれているとみるべきであろう。

2. 第2次大戦前後における日本鉄鋼技術の発達

2.1 鉄鋼技術への要請

昭和の初めから20年までにおける日本の鉄鋼生産技術の発達を規制する第1の条件は、戦争遂行のための鉄鋼生産であつたということである。たとえば、終戦直前の政府の物動計画の8割までが陸海軍によつて占められていたことが端的に示すように、戦争遂行のための物資確保(飛行機、軍艦、特殊兵器用資材などの確保)ということが絶対的な要請であつた。ここに未曾有の鉄鋼需要(質、量ともに)がまきおこつたのである。

以下、国家の政策、機関などの動きを中心にのべていこう。まず1932年、日本学術振興会が結成された。1933年9月には、内閣告示第4号(資源局)として国家重要研究事項の選定公表がおこなわれた。1934年10月には、日本学術振興会第19小委員会が設立され、委員長となつた。同小委員会は戦時中もひきつづき防弾鋼板や特殊鋼材の製造上の諸問題、鋼材の鍛錬法、鋼材の欠陥とその防止法、非金属介在物と鋼の品位の問題、オーステナイトの粒度測定法、鉄鋼の分析法などの研究のとりまとめ役的存在であつた。また政府の組織として総合国策樹立機関であつた企画庁と資源局は1937年統合されて、内閣に企画院が設置された。1940年には、日鉄の東京技術研究所が設立されたが、それは「製鉄技術の基礎となるべき学理を研究し、その実用化をはかるとともに、研究の最大権威として指導的地位に立ち、社

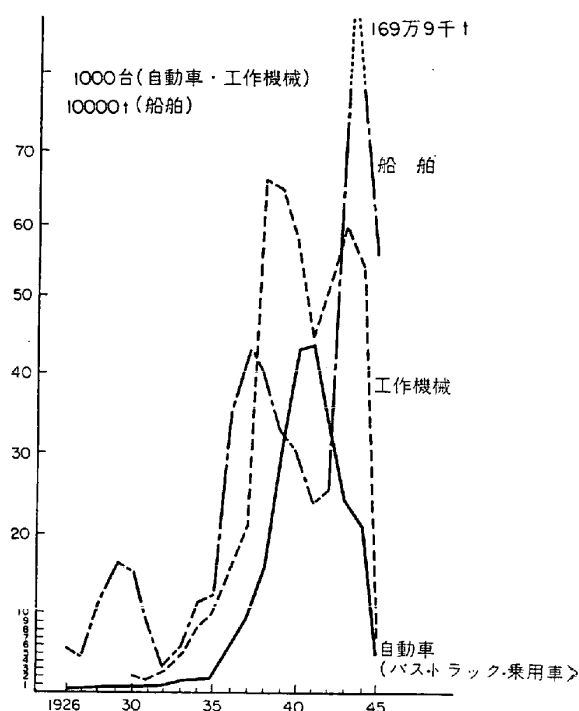


図4 主要鉄工業製品の生産推移
(日本統計年鑑より作成)

内各研究機関の最大限の活用を期する」ことを目標とし「時局の進展に応じて、日鉄独自の強力な技術研究体制を整え、八幡一所におけるよりもさらに広範囲にわたる実験研究を行なうこと」が計画された。

一方、資源的にはどうであつたのだろうか。戦争のために、資源を日本の勢力圏の中でまかなわなければならない情勢がますます顕著になつていった。すなわち1940年(昭和15)1月、アメリカは日本の鉄鋼生産にとって絶対必要な鉄鋼スクラップの対日輸出許可額を前年に比し50%減と決定した。また相前後して対日強粘結炭輸出を禁止した。スクラップや強粘結炭のほとんどをアメリカに依存していた日本は、自己の勢力圏から獲得できる資源に転換せざるをえないはめに追いこめられていった。はじめその主要な供給先は南方と中国であつたが、その後、戦局の不利、船舶の不足の結果、国内資源に切りかえられていった。

かくて限られた資源条件の中から、採算を度外視しても鉄鋼の増産を至上命令とするところのアウトルキー経済に突入していったわけであるが、こうした条件がその後の鉄鋼技術の方向を大きく規制していったのである。

2.2 第2次大戦前の日本鉄鋼技術の進展

2.2.1 鉄鋼一貫技術の確立

戦争準備、その資材供給の目的のもとに、わが国はじめての1000t炉が1937年(昭和12)日鉄八幡に、また1939年(昭和14)日鉄広畑にそれぞれ火入れされた。とくに広畑においては、工場のレイアウトが当初から近代的

な鉄鋼一貫工場の目的の下に設計されたものであつた。こうした高炉技術とそれに付属して設置されたわが国最初の150t平炉は、それまでの日本製鉄製鋼技術の結集ともいふべきものであつた。

続いて1940年(昭和15)には、八幡でコールド・ストリップミルが、また相前後して広畑でストリップミルが稼動し始めた。広畑の分塊ロールはアメリカのメスタ社から開戦直前に、連続圧延機はドイツのデマグ社から輸入されたものであつたが……。また、般空機用特殊鋼の増産の要請をうけて、電気炉設備の増強も急がれていた。

このように、あわただしい中に建設が急がれ、太平洋戦争突入と前後して操業が始められた。その近似的な鉄鋼一貫設備は、軍部などの期待のもとに鉄鋼増産というその威力を遺憾なく発揮するはずであつた。

2.2.2 特殊操業、直接還元のところみなど

戦局が進むにつれ、鉄鋼材料への要請は質、量ともますます強くなる一方、原材料事情はますますきびしいものになつていった。こうした課題を解決する1つの方途として考えられたのは、第1に既存設備による特殊操業であり、第2に国内資源や未利用資源を緊急利用する新技術の開発(たとえば戦前の直接還元技術)であつた。

特殊操業の例をあげれば、たとえば塩基性平炉による特殊鋼溶製が行なわれた。すなわち1944年(昭和19)8月八幡の塩基性平炉により薬莖の溶製が始められたが、電気炉に比して遜色のないことが確かめられ、同年12月には月産5000tを記録するに至つた。その後、平炉によ

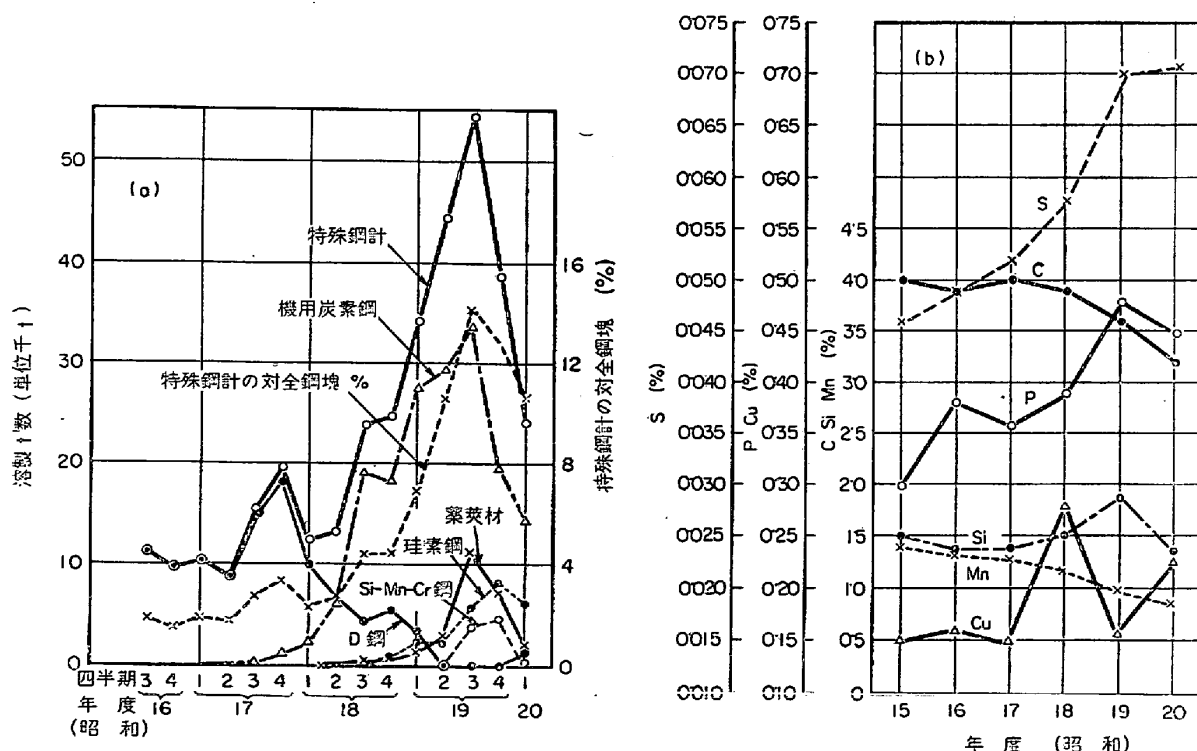


図5 (a) 八幡塩基性平炉における特殊鋼溶製量の変せん (日本鉄鋼協会編「日本鉄鋼技術概観」p. 190より)
(b) 八幡製鉄所溶鉄成分変せん図 (同資料, p. 183より)

る特殊鋼製造は続けられ、20年6月には固定式25 t 炉においてボールベアリング鋼の溶製にも成功するにいたった。

一般に、平炉操業においては、スクラップ不足に対応して漸次、銑鉄のパーセントをあげていった。その結果溶解製錬時間が長くなり、製品鋼質が低下し、燃料、炉材、酸化媒溶材、および所要労力の上昇はまぬがれなかったが、しかし、製鋼史上、はじめての試みであり¹⁷⁾、特筆に値する。

戦時中、現場技術の動きの第3として、主としてアウト・サイダー的な企業において、国内資源——砂鉄、硫酸焼鉱、低品位石炭など——を使用する努力が試みられた。すなわち 1926 年(大正15)から終戦(1945年)まで、安来製鋼でこころみられたところの安来製鋼法、1938年(昭和13)から同じく終戦まで満州でこころみられた日下式海綿鉄製造法やあるいはまた日本砂鉄鋼業の八戸工場、高砂工場でこころみられたところのロータリー・キルン法など、一連の直接還元技術がそれである¹⁸⁾。

2.2.3 鉄鋼材料

一方、前述の本多光太郎によつて切りひらかれた日本の磁石鋼の研究のたかまりは、昭和に入つてもその尾を引いて受けつがれていき、一連の研究成果が実つていった。たとえば、

加藤与五郎、武井武のOP磁石 (1930年)

増本 量 のセンダスト (1932年)

三島徳七 のMK鋼 (1931年)

本多光太郎、増本量、白川勇記の新KS鋼 (1933年) (既述)である。

とくに 1931 年、東大冶金学科三島徳七助教授により発見されたMK鋼は、従来の磁気硬化のメカニズムと異なり、析出相の分散による保磁力上昇である点において画期的であつた。これは、ニッケル25~28%、アルミ12~14%、残りが鉄という成分であり、東京鋼材(現、三菱製鋼)において工業化されるとともに、ドイツのBosch社、アメリカのGE社などへ技術輸出された。しかし、製鉄技術史の流れからみれば、前期蓄積された技術的ポテンシャルが昭和に入つてからもひきつづき花開かれたものとみるべきではなからうか。

鉄鋼材料分野におけるもう1つの注目すべき動きは、代用鋼の研究とその工業化である。

自動車材料を例にその推移をみると¹⁹⁾、1921 年(大正10)~1939 (昭和14) ころまでは、ニッケル、モリブデンなどの高価な合金鋼が使用されていた。これは自動車産業を始めるに当たつて海外の規格を採用したこと(たとえば日産のSAE規格、いすずのウーズレー規格…)、わが国では自動車の使用条件が苛酷であるために大事をとつて高価な材料を使用したことなどによるものである。その後、戦争によるニッケル資源枯渇の結果、1940年(昭和15)8月には自動車代用鋼の暫定規格が制定され

た。つまり、ニッケルの代用としてモリブデンの量を多くした、いわゆる自動車用クロムモリブデン鋼の採用であり、実地試験の結果、一応、使用に耐えることが立証された。

2.3 第2次大戦中の日本鉄鋼技術の崩壊とその背景

第2次大戦前の日本鉄鋼技術はまことに貴重な初めての体験であつた。客観的条件が初めて日本の鉄鋼技術の自立を要求し、また日本の鉄鋼技術関係者も全力でそれに取組んだからである。ために、前に記したいろいろの貴重な成果をあげることができたのである。

わけでも、日本において初めて鉄鋼一貫技術が確立したことは高く評価されるべきであり、戦後の日本鉄鋼技術発達の基礎をきずいたといえる。

しかし、日本製鉄技術のもつている問題点が余すところなく露呈されたのも戦時中であつた。

後に日本の製鉄業を調査したストライク報告は、日本国内の446箇所の製鉄所および製鋼所のリスト提出を求め、その結論としてつぎのようにのべている。

「戦争中には鉄の生産を増加するため、日本国内で多数の電気炉が建設された。しかしこれらのほとんどすべては、水力発電が1年の中で3~6月しか使うことのできないような地点に建設され、大半は設計も粗雑で、屋根など被いのないエルー式、手動式のエレクロイド電極装置であつた。生産された鉄の質は不均一で、工場の設計ならびに運営は一般に非能率的である²⁰⁾。」

日本製鉄技術の壊滅の最も典型的な例は、1942 年(昭和17)ごろ、鉾石、石炭などの現地調達を目的で、朝鮮、北支、蒙疆、中支、台湾などに建設された20 t 日鉄式小型高炉であつた。その全部の基数は181基におよび、1943年(昭和18)には50万 t 生産が目標であつたが、実際に生産されたのは8万 t であり、その多くは送風量不足、熱風炉失敗、コークス炉不備、熟練工不足などの故障が続出し、実際の役にはたたなかつたのである²¹⁾。

次に、ではなぜ崩壊しなければならなかつたか、その背景について分析しよう。

2.3.1 全戦時経済の崩壊、関連技術水準の低さ

日本の鉄鋼技術の崩壊の原因は、結局のところ戦敗につながる日本戦時経済全体の敗北によるものであり、日本鉄鋼業や技術の中にだけその責任と原因を求めることはできない。また、この年代だけの製鉄技術にその責任を見い出すべきでもなく歴史的に捉えねばならない。すなわち、すでに分析したごとく、第一次大戦前後にみられた独自技術の芽生えは、決して完全なものでなく、条件づきの、内部に問題を持つたものであつたこと、それが戦争経済への突入、海外技術との接触途絶により問題が表面化したことにある。

たしかに一部には、前にものべたようにすぐれた成果をあげ始めたものもあるが全体的には、「われわれの得意とするのは戦争と模倣である」と、桜井錠二が理化学

研究所設立に際してのべたごとく事態は変わらなかった。

現代の技術は、それぞれ他の領域の技術と互いに絡みあっており、それが響をならべて発展していかなければ十分な成果を発揮することができない。残念ながら当時の日本の技術水準は、そうした段階ではなかったわけである。1つの例を示せば第1次大戦後、溶接技術の普及はいちじるしいものがあり、欧州においては全溶接ボイラー胴がつくられ始めているのに、わが国はつぎのごとき状態であつた。

すなわち、溶接技術に従事した1人の佐々木新太郎はつぎのごとく述懐する。

「一般技術者は日本の溶接を信頼せず、危険なる高压蒸気ボイラー胴を溶接して作るがごときには一顧も与えてくれなかつた。しかし、わが国火力発電所の新設せられるものは次第にその使用蒸気圧力を高め、40気圧内外を採用するにいたつたので、鉚製ボイラー胴では接合における蒸気の漏洩、鉚列における苛性脆化に基づく亀裂の発生などを経験するにいたり、鉚製では使用に耐えざることを明らかに知つた²²⁾。」結局、わが国で自製する大ききの範囲の鍛造継目無しボイラー胴は国産し、それより大容量のものは、アメリカまたはドイツからの輸入に依存するという方法がとられていた。

もともと製鉄技術の発達によつての重要な前提条件は鉄鋼ユーザーが使用する鉄鋼材料のコスト、品質などについてきびしい要請を出し、それに応じて鉄鋼メーカーが競争しながらそれに見合つた材料を開発するという過程を通つている。

ところが、この年代の日本の鉄鋼メーカーの顧客は、造船、とくに軍艦などの軍需が中心的存在であつて、こうした軍需部門から出る要請は(とくにコストの要請)、「親方日の丸」的なものであつたのである。

2.3.2 二代目的経営者の出現

大正の末から昭和に入るにつれ、明治、大正にみられるような創業者的精神がうすれ、二代目的傾向が経営者をはじめ製鉄技術に関係するものの中に入りこんできたことが指摘される。

その端的なあらわれは、第1次大戦の成金景気により地味な研究や資源開発の努力を忘れたことである。日本の製鉄業は第1次大戦の好況により未曾有の収益をあげたわけであるが、こうした収益こそ、日本の製鉄技術が本来持っている海外技術依存を絶ちきるための研究投資や国内資源の一層利用のための技術開発に向けられるべきものであつた。しかし経営者は決してこうした方向に金を使わず、ただ成金に酔い暮れるだけであつた。その後、いくばくもなく訪れたところの1920年(大正9)以後の不況に資本家は科学技術の研究費を大幅に削減させた。せつかくできた理化学研究所への民間の出資金も集まりが悪く、同研究所は財政的危機に見舞われる始末

であつた。

たとえば棚原の硫酸焼鉬を八幡製鉄所が使用始めたのは1925年(大正14)ごろからであつた。しかしその使用量は同年、年間2000t程度、その後、昭和14~15年になつて25000t前後に漕ぎつけた。

硫酸焼鉬メーカーは、こうした不満をつぎのようにぶちまけている。「棚原焼鉬の製鉄方面における利用については、満州事変後、ことに日華事変以後、一般鉄鉬石が不足を告げたことから、やや顧みられるようになった。しかるに、硫酸をとつた“滓”であるという観念が抜けないためか、製鉄会社からは常に前記難点(筆者注粉状であること、銅、硫黄分が残留することの2点)を理由として不均衡きわまる廉価で取引を強いられ、また政府の統制価格も、その観点から、米国産鉄鉬が日本着2ドル以上もしたときに硫酸焼鉬は1ドルにもおよばない300円程度におさえた²³⁾」

結局その本格的な使用は戦争のどたん場になつて海外資源の輸入が途絶してからであつた。

2.3.3 軍部の台頭、科学技術動員の失敗

この時代の製鉄技術の崩壊を考える場合、当時の指導者である軍部の科学技術の本質についての認識不足、ひいては科学技術政策の失敗をあげねばならない。

1938年(昭和13)、「科学」には巻頭言につぎのようなことが述べられている。

「……科学研究に関して現時の経済統制はすでに大きな矛盾を暴露している。すなわち一方では、輸入制限による物資不足を補うためにその科学的研究がとくに声を大きくして奨励せられ、かつ、待望せられながら、他方では同じくこの輸入制限の結果として科学研究に必要な器械、実験材料、書籍雑誌などの供給が途絶せられ、よつて科学研究それ自身をいちじるしく阻害せしめている……」

戦局の悪化につれ、こうした矛盾はおおうべくもなかつたのである。

菅井準一は星野芳郎とのインタビューで語っている。

「ともかく、まず技術院を作ろうというときにも、各官庁は例のセクショナリズムで、みなそつぽを向いていた形です。文部省は大学関係の研究を握っている。商工、農林、内務、鉄道省などはそれぞれ有力な試験場やら研究所やらを握つていて離さない。みんな、技術院をつくりたければどうぞ勝手に、というわけです。陸軍、海軍もまた、航空の本当の根本は握つていて、これはとくに機密保持というかつこうでね。技術院には肝心なことは何ひとつやらせない……」

あの頃の物資動員計画では、物資の8割を陸海軍で抑えてしまう。残りの2割を各官庁で分けあうという始末でしたからね。

技術院の扱う資材などというものは全くたかの知れたものです。結局、官僚統制に屋上屋を架し、その上、資

材の裏付はいくらもないというわけで、技術院というのは、一体何をやつたのか、さっぱりわかりませんね²⁴⁾。」

米国海軍の潜水艦作戦が威力を発揮してくるにつれ、日本政府は国内資源の緊急開発を意図した。そのため、大学の教授や学生まで動員され、探査がおこなわれた。しかしながら、これは人海戦術によるところの情報提供だけにおわり、一方、必要欠くべからざる全国的に精密な地質図の作成という基礎的調査を欠如していたため、大きな成果をあげることができなかった。

一方、こうしたかけ声ばかりの科学技術振興とはうらはらに、現場では、労働力がますます（気狂いじみて）強化されていった。熟練工の徴兵に代わって、未熟練な学生、女子挺身隊、そして朝鮮や中国人労働者が投入されていった。

2.3.4 市民権のない科学技術者

科学技術者の社会的位置を考えると、日本の場合と欧米の場合とは非常に大きな相違があり、日本においてはまだその市民権は確立されていなかった。たとえば前大戦中におけるアメリカでは、科学者、技術者の意見が非常に尊重されている。鉄鋼分野ではないが、原子力開発の場合にみられる科学者、技術者の進言とその計画決定。フィールド・サーベイにおける軍人、科学者の協力など……。しかし日本においては科学者や技術者に対して軍人が意見を強要した。

たとえば、前にのべた、戦争末期における日鉄式小型高炉の建設案を強要したのも軍人であった。

浅輪三郎は「俵先生を偲ぶ」の中でこうした傾向の中の数少ない例外についてつぎのごとく記している。

「東条首相が小型高炉建設を強要してきた時、満州製鉄久保田理事長は、私の小型高炉反対論を採択したが、首相が納得せず、首相官邸に意見聴取に招かれたことがあつて、相当、窮地に陥つたが、急に方向を転換し、750 t 炉 1 基を10カ月で建設して、小型 30 基に代える案に変更され、鞍山の第 9 高炉は突如、誕生した。この行詰りを打開したのは俵先生で、私の意見を代案化して下さつたのである。その当時、外地ではぞくぞく小型高炉ができたが、満州ではついに 1 基も建てなかつた²⁵⁾。」残念ながらこれは全くの例外であつたのである。

この問題を、すこし角度を変えて湯浅光朝はつぎのようにのべている。

「おそらく多くの科学者は、権力の前に屈伏したという意識すらもなく、戦争に協力したのではあるまいか……」

明治以来の日本の科学者は、こういう場合に協力を拒否するという発想をもっていないのである。日本の科学革命において移植されたものは、批判的精神の“牙”を抜きとってしまった科学であつた。日本の科学者の間から自主的に、軍、官僚、資本家のやり方に対して批判ができるようになったのは、ようやく第 2 の衝撃をうけ

てからであつた。しかしそのときはもう 15 年戦争が始まつていたのである。ヨーロッパの科学者が、地動説や進化論を確立するときに戦つたときのような、ああいう権威に歯向かうレジスタンスの経験がなかつた²⁶⁾。」

3. 戦後日本鉄鋼技術の展開と今後の課題

3.1 戦後日本鉄鋼技術への要請

戦争は日本にいろいろの変化をもたらした。日本はその間、それは強制されたものであつたし、また、戦争という不幸な事態でもあつたが、造船、自動車、兵器など機械の大量生産の経験をとおして、機械工業中心の重化学工業に脱皮していったのであり、その経験は大きかつた。機械工業が飛躍的に発展を始めたのは昭和 30 年頃からであり（第 6 図）、わが国の鉱工業生産構成比（付加価値ウエイト）をみるに、昭和 30 年には機械 18.4%、鉄鋼 9.7%、鉱業 7.7% であつたのが、昭和 36 年には機械のウエイトが約 2.5 倍の 40.0% に高まつたのに対し、鉄鋼はほぼ同じ 9.6% にとどまり、鉱業は約半分の 3.8% に減少した。

たとえば乗用車は昭和 30 年頃を境に急激な発展期に入り、日本の機械工業の中心的位置にのし上つてきた。ところで、いずれの先進国でも共通にみられるように、自動車産業は最も大きな資材を消費する産業分野であるとともに、それが大衆のふところを相手とする産業であることから、コストダウンの要請が他の生産財機械に比べてきびしい産業分野である。

原材料の質、コストについてきびしい要求がまず自動車産業を先頭に出されるようになってきた。

いずれにしろ、戦後自動車産業を中心に、民需中心の機械工業が発展したことは、戦前の軍需の場合とことなり、製鉄業に対して材質的に、あるいはコスト的によりシビヤな要請を出すことになつたのである。

〔第 2 に変わつたのは資源条件であつた。〕

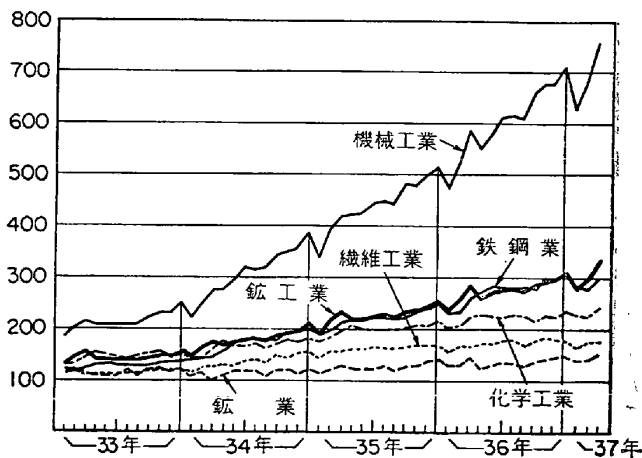


図 6 鉱工業生産指数と主要業種生産指数の推移
昭和30年 = 100

（日本機械工業統計年報より）

かつて日本の鉄鋼資源の多くを依存していた中国、満州、朝鮮、あるいは東南アジアの地方はそれぞれ植民地からの脱却、独立に成功し、なおそのうえ工業化の意欲をもやしていった。たとえば、中国は第2次大戦直後の革命以来、自国で製鉄業を持つたために、ただちに数次の5カ年計画に踏み出していった。また、インドも長年にわたるイギリスの支配から脱して以来、ただちにネール首相の下に第1次5カ年計画を実施し、1961年(昭和36)からは製鉄業に中心をおく第3次5カ年計画を踏み出していった。

このように、かつては原料供給国に甘んじていた諸国が独立を勝ちとり、つぎつぎと工業化計画を打ち出していつていることは戦前と全く異なることである。

1961年、国連総会は「天然資源に対する永久的主権」の問題をとりあげた。アメリカなどを中心とする自由工業先進国、ソ連および現在開発途上の国々からの、それぞれはげしい討論、修正案提出など繰返ししながら、総会決議で 87 対 2、棄権 12 で可決された。「天然資源に対する永久的主権」はおごそかに宣言している。

「総会は……つぎのことを宣言する。

(1) 天然の富と資源に対する永久的主権に関する人民および民族の権利は、かれらの国家的発展とその国の人民の福祉のために行使されなければならない。

(2) かかる資源の探索、開発、処分、ならびにこれらの目的のために必要とされる外国資本の輸入は、人民と民族がかかる活動の認可、制限、あるいは禁止に関して必要もしくは望ましいと自由に考える規制および条件に合致するものでなければならない。

(3) 認可が与えられた場合は、輸入された資本およびその資本の所得は、認可の条件、実施されている国内法、および国際法によつて規律されなければならない。得られた利益は、天然の富と資源に対するその国家の主権をいかなる理由によつても傷つけないことを確保するために十分な注意を払つて、投資側と受入国との間でそれぞれの場合に自由に協定された割合に従つて、分配されなければならない²⁷⁾。」

3.2 戦後日本鉄鋼技術の展開過程

—技術導入とその問題点を中心に—

3.2.1 導入技術の展開

昭和 21 年 12 月政府は製鉄業と石炭部門に超重点的に資金を投入し、それを“てこ”として日本の工業再建をはかろうという、いわゆる「傾斜式生産方式」の採用を発表した。

23年5月には、釜石製鉄所において、製鉄技術者待望の高炉火入れが3年ぶりに行なわれた。また24年1月には、広畑製鉄所の再開が決められた。

しかし当初生産された鉄鋼材料には、材質的にも問題が山積しており、必ずしも十分なものではなかつた。たとえば昭和 26 年 9 月、経済安定本部資源調査会から出

された調査報告「鉄鋼地金の品質向上について」は、つぎのようにのべている。

わが国鉄鋼地金の品質の不良は、その中に諸種の不純物が諸外国にくらべて著しく多いことにもとづくものである。それらの不純物の中でも、とくに銅分が諸外国の10倍ぐらゐもある²⁸⁾」

産業復興に伴う材料への要求とその品質の粗悪というギャップが、圧倒的に海外技術の、とくにアメリカ技術の導入に向かわしめる背景となつた。そしてその直接の端緒になつたのは、朝鮮事変に伴うアメリカの占領政策の転換、とくに、ドッジラインの強行にともなつた見返資金特別会計の設置(1949年)、外資に関する法律の施行(1950年)であつた。

こうした時点から、日本の技術再建は、はつきりと異なるコースをとり始めた。つまり、自国の技術者による地味で着実な技術の成果ではなくして、外国、とくにアメリカからの完成された機械や技術の導入によつて、日本の技術再建、ひいては経済の復興をはかろうという方向への転換であつた。これは、戦争中の日本の技術の空白を埋めるための、やむをえない再建策とされ、各社、争つて海外技術導入に狂奔することになり、ひいては日本の製鉄技術史上、あるいは世界の製鉄技術史上、まだその例をみない技術的植民地状態を到来させるきつかけともなつた。

昭和 26 年に富士製鉄が、また昭和 27 年に八幡製鉄が、それぞれ、米国アームコ社とストリップ・ミルによる鋼板製造の技術提携したのを皮ぎりに、ぞくぞくと技術導入が行なわれた。

このようにして海外技術導入に支えられながらとはいえ、高炉—平炉(転炉)—圧延機方式の大型化、高速化、自動化が強化された。また、製鋼への酸素製錬の普及、高圧操業、水蒸気の利用、また事前処理技術も普及した。

わけても転炉による酸素製鋼法は、わが国のスクラップ不足とあいまつて、世界の製鋼史上に、驚異的な発達をとげ、現在、世界第1位の生産高を誇るに至つてゐる。また、高炉のコークス比は、年々低下をつづけ、現在は世界で最も低い比率になつてゐる。

3.2.2 導入技術のもたらしたもの

海外導入技術に支えられたとはいえ、戦後の鉄鋼業の発達には、戦後日本の重化学工業化の材料への要請に一応こたえたものであつた。換言すれば、戦後の日本の重化学工業化は、鉄鋼メーカーによる材料的基盤の提供により、始めて達成されたものであり、このことはやはり評価しなければならない。

しかし海外技術導入は次のごときいくつかの問題点をももたらした。

(1) わが国においては海外導入技術が大勢を占める結果、生産技術と基礎研究の本来の交流関係が弱い。このことはわが国の独自技術を発展させる上に1つの

大きな障害となつている。したがって基礎的研究は日本の製鉄技術よりも、むしろ海外の製鉄技術と結びつき、そこから活力を吸収することによつて発展するという奇形的発展過程をたどつてゐる。

大学の研究費をみてるに、昭和31年度から下降し始め、同年の国全体の研究費の37.5%であつたのが、昭和37年には19.3%に下つた。その後、若干は正されつつあるが、もとにはかえていない²⁹⁾。

昭和35年の時点でみれば、講座制のない地方大学の教官研究費は、教授33万円、助教授20万円、助手5万円であり、講座制のある大学では、教授から助手まで含めて170万円前後である。しかもその中から大学院研究費、その他の雑費が引かれていき、教授、助教授などの自由になる金額は、なお少額になる³⁰⁾。まして私立においてはこれ以下の状態であることはいふまでもない。

技術発達に果す技術者、研究者の役割は決定的に重要であるが、その技術者、研究者の創造力が、十分に生産活動に反映させられていない現状である。

(2) 技術を自ら発展させる国においては、たとえば火力発電機がますます高温高圧化していくにつれて、それに耐えうる材料を開発する。そして耐熱材料の開発がまたより高温高圧の火力発電の足がかりとなるというようにして材料と機械とがからみ合つて発展していく。

しかし日本においては、機械の設計を外国から買つてゐるために、材料も結局、外国から買うか、それともそれに見合う材料を国内で探す。「設計が外国だから材料も外国のもの」ということになる。また材料製作においても、外国の材料製作技術を買つてゐるために、外国の機械製作の要求に合つた材料になる。

日本ではこのように機械と材料はばらばらに製作されその生まれた外国で始めて連絡がつくという関係がみられる。

使用条件をいわないで材料に注文を出す、というよりいえない状態の下におかれてゐる。とくに化学装置、エレクトロニクス、原子力部門などでは外国技術を導入しているために、材料の使用条件について材料ユーザー自身がつんばさじきにおかれており、主体的な意見を持つていない。ユーザーにおける自主性のなさ、外国技術依存体制がその材料の自主的開発をはばんでいる最も典型的な例が、原子力関係の金属部門である。

3.3 自主技術への布石と今後の課題

3.3.1 自主技術への布石

日本の製鉄業の規模が拡大し、先進工業国と肩をならべるようになるにつれて (FORTUNE 誌には、世界の100社企業の中に日本の八幡製鉄、富士製鉄、日本鋼管など数社が加わつてゐる)、好むと好まざるにかかわらず、国際的競争場裡に立たされるに至つたことから、いろいろの問題がおこつてゐる。

そうした新しい条件のもとでは、先進国は競争の最も

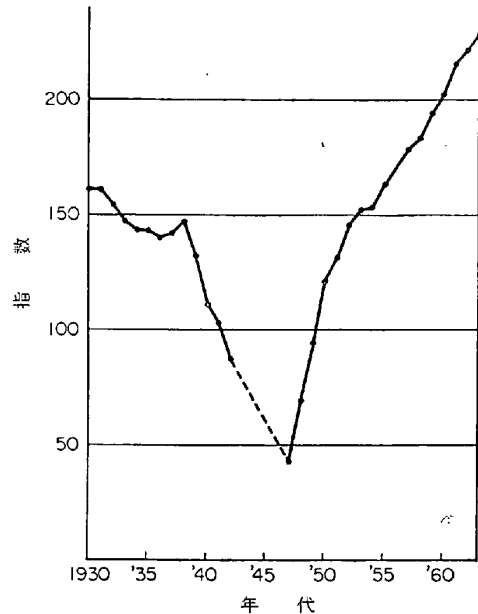


図7 日本製造業の実質賃金指数推移 (1930~1963)

W.W. ロックウッド編、大来佐武郎監訳、日本経済新聞社
「日本経済近代化の百年」より作成 p. 209

決定的な武器である技術を、従来のごとく安易に国外に出さなくなつてきているということである。たとえば、科学技術庁の「昭和42年度技術導入報告」によれば、技術輸出は資本参加を前提とするというケースが多くなつてきたとのべている。

欧米の立場にすれば、自己の優位が保証されている限りにおいて技術を輸出したのであつて、技術輸入の成果を巧みに工業化し、比較的安い賃金と結びつけ、逆に自己の競争相手にするまでの実力をつけてきた日本の鉄鋼企業に対し、警戒し始めたのは当然のことである。

事実、技術輸出の条件が年年、シビャーになつてきている。

また図7は、日本の製造業の実質賃金指数の推移を示す。(1917~1918年=100)。これで見れば1947年(昭和22)に最低の43に落ちたのが、その後、急速に上昇をはじめ1954~55年(昭和29~30)には、ほぼ戦前の水準にまで回復し、以来、上昇の一途をたどつてゐる。すなわち前にものべたように、賃金の上昇は、技術発達をうながす1つの要因であるが、昭和30年を境に、日本の経営者は技術革新による経営の合理化に取り組まざるをえなくなつたのである。

上記のごとき客観条件の変化に対応して、わが国でも昭和32年前後を境に、自主技術開発の重要性がようやく認識されるようになった。

科学技術白書もつぎのごとくのべている。

「とくに民間企業においては、生産の拡大に伴つて企業の基盤が強化されて、資金負担能力が増加し、貿易自由化に伴う技術導入条件の悪化に対処するため、新しい自らの科学技術を持つことがきわめて重要になつた。そ

のため最近研究活動を重視する傾向が強まって、研究開発に資金を投入することは、将来の企業発展のためきわめて必要なしかも健全な「投資」であるとの考え方が浸透し始め、研究開発への資金の供給は、「経費」から「投資」的な性格へと転換しつつある³¹⁾。

鉄鋼研究の分野でも基本的な変化が見られた。戦後に設けられた科学技術庁の付属研究機関として金属材料技術研究所の発足を始めとして、本論の冒頭にのべたように、昭和 33 年前後より始まる民間の鉄鋼関係企業の中央研究所設立のブーム（製鉄技術史上第 3 番目の研究所設立ブーム）を見るにいたったことなどである。

3.3.2 今後の課題

(1) 自主技術確立への長期計画の策定

現在、鉄鋼技術の分野において解決しなければならない課題は多々あるだろうが、最も重要なことは技術開発についての長期計画を持つことである。

一口にいえば、鉄鋼材料の消費分野、たとえば機械工業、ないし機械技術の発展が将来要求するであろう機械材料は一体なにであろうかを確実につかみ、後手でなく先手を打って機械材料を自ら開発する体制をつくりあげることである。もしそれに成功しなければ、この弱点は将来のメーカーの致命的な弱点になるように思われる。

換言するならば、「製鉄技術発展の法則性」をつかむこと、そしてそのためには、単に製鉄技術の動きだけを見ていては法則性を把握することはできない。すなわち資源条件の推移、労働力の推移、市場の推移など、経済諸条件との間で捉えなければならないし、また、機械技術、化学技術、エネルギー技術など、境界技術との関係で捉えねばならない。また、自然科学の発達との関係でもみなければならない。

すこし本論をそれるが、今までの叙述をまとめるために、製鉄技術発展に関連する環境を列記しよう。

a) 経済的諸条件と製鉄技術発展

製鉄技術は経済的な諸条件との関連で発達している。なお細かく経済的諸条件を分析するならば、市場条件、資本の蓄積段階、労働条件や賃金、資源条件などとの関連で発達する。

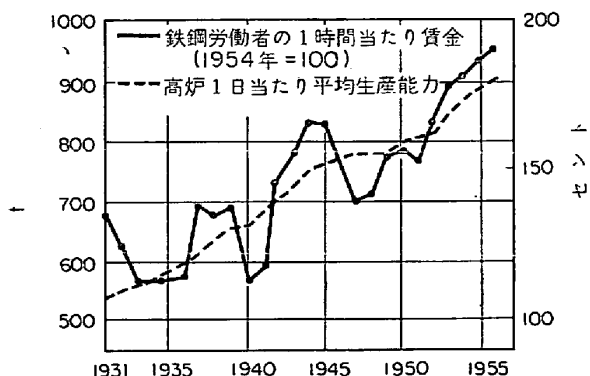


図 8 アメリカにおける高炉平均炉容と賃金上昇の関係
(アメリカ鉄鋼統計年報等より作成)

たとえば、炉容の拡大、設備の大規模化をもたらした 1 つの要因は労賃の上昇にある。図 8 は、アメリカにおける平均高炉炉容の拡大と賃金上昇の推移をプロットしたものである。これで見ると、賃金の上昇と炉容の拡大は、ほぼ照応している。もちろん、炉容の拡大にはそのほか、いろいろの因子が関与しているが、その 1 つ、「賃金の上昇」が、炉容の拡大にともなう生産性上昇のメリットにより結果的には吸収されていることを示している。

また資源条件の変化と技術発達の問題を考えてみよう。たとえばイギリスにおける木炭の欠乏が、石炭と製鉄とを結びつけた過程、また強粘結炭の相対的欠乏がコークス節約技術を促した過程などは、資源条件の変化と製鉄技術発達との関連の最も代表的な例である。

また、体制と技術の関係を考えてみよう。たとえば 19 世紀後半、遅れていたドイツやアメリカの製鉄技術が、先進国、英国の製鉄技術に追いつき追いついていった過程、また、維新前後における日本のすぐれた海外技術移植の過程などの背後には、教育、研究をも含めてのすぐれた体制があつたことなどその端的な例である。

b) 関連技術と製鉄技術発達

製鉄技術は、関連技術、たとえば機械技術の発達と関連しながら発達している。産業革命期におけるワットの蒸気機関発明の製鉄技術発達におよぼす影響、逆に、バドル法誕生による機械技術発達への影響、また近年の例では、酸素製造技術の発達と酸素製鋼法の普及、真空技術の発達と真空鑄造の発達など……その好例である。

c) 自然科学の発達と製鉄技術発達

製鉄技術は自然科学の発達段階により左右される。たとえば、19 世紀後半の古典冶金工学の形成、20 世紀における新冶金工学の形成過程は、それぞれの段階の自然科学が意識的に生産技術にとり入れられたものである。19 世紀後半の古典的冶金の形成過程と 20 世紀、現代に形成されつつある新冶金工学の比較など、その端的な例である。

以下、今までの技術史の分析の手法から、当然導出される今後の重要な研究テーマについて例示的に示そう。

(a) 機械技術など、鉄鋼需要分野における技術の発展が、材料により高度の要請を出していくことは、産業革命期における機械生産の誕生と材料の関係においても、また 19 世紀後半における内燃機関の誕生と材料との関係においてもみられることである。

明日の産業と技術は、いかなる材料を要求するかを、大まかにしかし的確につかみ、それにこたえることのできる鉄鋼材料を今から開発する準備が進められねばならない。現在、原動機技術だけをみても、原子力機関の開発、ガス・タービンの実用化、ロケットなど、明日の産業に大きな影響をもたらすことが予想される諸技術が開発されつつある。こうした機械技術の動きに対応して、

明日の鉄鋼材料開発の長期計画がたてられなければならない。

(b) また、明日の生産技術の動きだけでなく、明日の消費生活が一体どうなるかについても注目しなければならない。

一般に、日本においてはこれまで木材資源が多く、また高温多湿の気候のため、湿気をおのずから吸収した排出するセルロース質の木材が建材には適当とされていた。しかし、木材資源欠乏の一方、都市への人口集中にともなう騒音、地震などによる火災時の被害増大の傾向、生活環境の変化……などの結果、建築様式が大きく変わろうとしている。こうした建築分野への鉄鋼材料進出がもし日本において可能ならば、それは大きな鉄鋼市場を開拓したことになるであろう。こうした新しい市場をつくり出すための、技術の面からの調査や研究が切に望まれる。

(c) 未利用資源利用の技術開発は長期的になされるべきであり、短期間の研究では決して成功しない、ということ、前大戦中において国内貧鉱処理技術開発の際に得た貴重な経験であった。

第2次大戦後、かつての原料供給国であった植民地が相ついで独立し、その後は工業化に努力していること、とくに高炉建設は、経済的要求というよりはむしろ民族独立のシンボルとしておしすすめている。

こうした事情を考えると、日本の長い将来にとってやはり“ラテライト”問題の重要性を忘れるわけにはいかない。すなわち、日本が後進地域では利用できない未利用資源の利用技術を開発することは、それら後進国住

民の利益にも、また日本の利益にも合致するからである。地味で着実な努力が望まれる。

(d) 将来に予想される資源条件の変化でラテライト以上に重要なものは、エネルギー問題である。現代、石炭に代わって石油の代替が進められているが、なお近い将来原子力時代の到達が予想される。原子力を、いつ、いかなる形で製鉄技術に受け入れるかは今から研究しなければならない最も重要な課題である。

(e) 鉄は今までの歴史が示すように、常に内部構造を変えることによつて(鉄鉄→鋼、鋼→特殊鋼)、時代の要請に応じ、主要な工業材料の位置を確保してきた。将来も1つの歴史の流れとして、より強い鋼への要求が強まることが予想される。こうした要求のもとに、現在もいろいろの高張力鋼が開発され、その結果、抗張力は年々増加してきている。

しかしその抗張力開発の手法は、原理的には19世紀古典冶金工学に則っている場合が多い。この19世紀的手法に代わる明日の手法は、20世紀自然科学に則った新冶金工学の鉄鋼材料開発への適応である。

ふたたび本論をそれるが、ここで問題を明確にするために、筆者のいう古典冶金工学と新冶金工学の差異についてふれたい。

a) 新冶金工学が古典冶金工学と異なる第1の点は、19世紀後半の古典冶金工学が、光学顕微鏡、化学分析、ル・シャトリエの熱電対など19世紀的研究手段によつてなされたのにくらべ、新冶金工学は20世紀にあらわれた研究手段に基礎をおいている点にある。すなわち1895年、レントゲンによるX線の発見は、鉄鋼研究についての強力な武器を提供した。1912年、フォン・ラウエはX線が結晶により回折をおこすことを発見した。これはただちにブラッグ父子によつて受けつがれて結晶構造学形成の端緒となつた。X線に続き、研究手段の第2の飛躍は1938年ルスカにより電子顕微鏡が開発されたことである。その後、倍率をあげるための努力がひたむきに続けられ、ついにメンター(MENTER)は、電子顕微鏡による転位の直接観察に成功した。

(近年おこなわれたCambridge会議(格子欠陥シンポジウム)では、全講演数100の中、1/3が透過電子顕微鏡による研究で、金属の加工硬化、焼入れ、相転位疲労、破壊、放射線損傷などの広汎な領域の研究に使われるようになってきている。)

b) 新冶金工学が古典冶金工学と異なる第2の点は、古典冶金工学が19世紀科学、とくに近代化学に立脚しているのに対し、新冶金工学は20世紀科学、とくに近代物理学を出発点としているところにある。

(こうした差異は、冶金研究の分野で活躍した研究者の出身をみてもはつきりとあらわれている。たとえば19世紀後半から20世紀初頭にかけて活躍した人達には化学出身の人達がまだ多かつた。たとえば、ドイツのタン

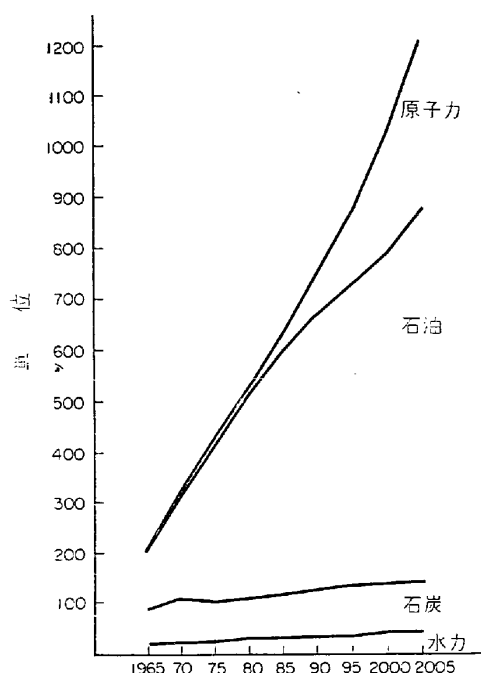


図9 日本エネルギー需要量推定(青木原子力委員試案)
石炭換算 7000 kcal/kg: 10¹⁰t

(日本鉄鋼協会技術講座(第3回)ー将来の原子力発電についてー)

マン、アメリカのメーラーなどである。ところが 20 世紀も進むにつれて物理学出身の人達の活動が目立つてくる。たとえば 1943 年、転位論を始めて提唱したジー・アイ・テイラーや、ほとんど同時に転位論を発表したオロラン、ポラニーなど、いずれも物理学出身の人達であつた。)

鉄鋼研究への 20 世紀自然科学の利用は、単に転位理論にとどまらず、磁性の究明や、構造、金属の電気伝導度、金属と非金属の相違、金属における凝集力の原因、金属内部の原子の拡散、金属の機械的性質のより基礎理論からの解明などに、全般的に利用されるようになってきている。

幸に日本には本多光太郎以来の、鉄鋼の物性研究の蓄積と高い理論的研究の水準がある。それを利用し、生産技術に結びつけ、活用することである。

(2) 研究条件の一層の整備

表 2 は、科学技術庁で鉄鋼メーカーを含む大手企業の

研究者を対象に行なつた“研究室の環境について”のアンケート調査の結果である。これで見ると、

「研究設備の点で、ときどき不自由するか不十分と答えた人 (全体の) 63・9%」

「文献紹介など情報活動の点で、ときどき不自由か不十分と答えた人 41・7%」

「予算管理 (使い方の拘束) で、すこしやかましいか、やかましいと答えた人 50・0%」

「研究所として研究員の人材は、すこし十分か、不十分と答えた人 71・6%」

「全体的にいつて研究の環境は能力を発揮するのに、すこし十分か不十分と答えた人 72・2%」

と全体的にみて、研究者は研究環境について満足していないことを示している。とくに多いのは「研究員の人材が不足」(71・6%)、「研究設備の不備」(63・9%)と答えた人達であつた。

同じく表 3 は“能力を持つていてもそれが研究業績と

表 2 研究室の環境についてのアンケート

質 問 項 目	評 価 尺 度 (%)			
1. 研究設備の点では	十 3・6 分	まあ不自由しない 32・5	時々不自由する 47・9	不 十 16・0 分
2. 文献紹介などの情報活動は	十 8・2 分	まあ不自由しない 50・0	時々不自由する 30・9	不 十 10・8 分
3. 予算管理は (使い方の拘束)	やかましくない 6・2	あまりやかましくない 43・8	少しやかましい 40・2	やかましい 9・8
4. 研究室のふん囲気は (人間関係や活気の点で)	明 る い 28・4	ま あ 明 る い 50・0	少 し 暗 い 18・6	暗 い 3・1
5. 研究所として研究員の人材は	十 2・6 分	ま あ 十 25・8 分	少 し 十 44・8 分	不 十 26・8 分
6. 全体的にいつて研究の環境は能力を発揮するのに	十 0・6 分	ま あ 十 25・3 分	少 し 十 54・3 分	不 十 17・9 分

(科学技術調査, 48-1966-2 より)

表 3 能力を持つているものがそれが研究業績としてあらわれない場合の原因 (3つまで重要な順に番号をつけた。) についてのアンケート

質 問 項 目	1 位	2 位	3 位
イ 与えるテーマが魅力がうすいから.	23・7	10・3	12・4
ロ 能力に合ったテーマを与えないから.	18・6	14・9	10・8
ハ 研究室に活気がなく暗いから.	1・0	2・6	2・6
ニ 研究室の人間関係が悪いから.	3・1	6・7	11・9
ホ 管理者のリーダーシップの取り方が下手だから	18・0	21・6	13・9
ヘ 研究のやり方に拘束が多いから.	9・8	9・3	10・3
ト 予算の使い方が面倒だから.	0・0	1・5	4・1
チ 良い研究の指導者がいないから.	24・7	23・2	19・1
リ 報告書の回数が多すぎるから.	0・5	0・5	1・5
ヌ 研究所の地理的条件がわるいから.	0・0	0・0	0・0
ル 研究設備が悪いから.	0・0	8・8	8・2
ヲ その他	0・5	0・5	3・1

(科学技術調査 48-1966-2 より)

して表われない場合の原因”について研究者に尋ねた結果である。「よい研究の指導者がいないから」「管理者のリーダーシップの取りかたが下手だから」のように、研究指導者に原因を求めているのが最も多く、続いて、「与えるテーマが魅力がうすいから」のように、テーマに原因を求めているのがこれに続いている。

この2つのアンケート結果からみても、研究者の主観的判断が加わっていることを差引いて考えたとしても、研究指導や研究環境の面で不十分であることを示している。

研究所の拡充、研究条件の整備は、なお一層強められねばならない。

(3) 日本鉄鋼技術史の尊重



写真1 高炉跡と推定される場所

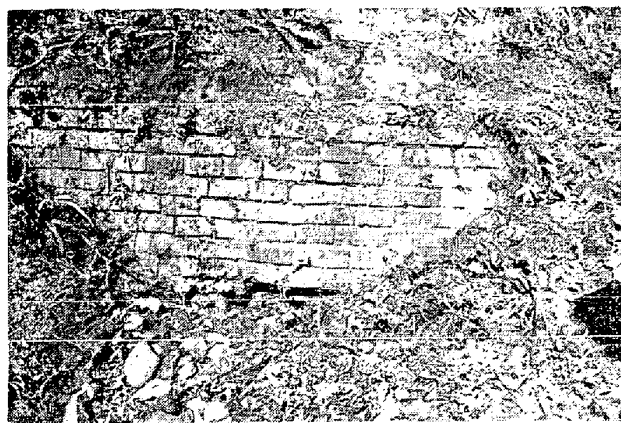


写真2 土中に埋もれる焙焼炉
中小坂鉦山跡（筆者撮影）

いうまでもなく、日本の製鉄技術の海外依存の現状の終局の責任は日本の指導的立場にある経営者と為政者に帰着する。しかしまた、海外依存の現状およびその弊害について最もよく知っているのは技術者自身であり、その転換のモーメントを握っているのも技術者である。

この限りにおいて、日本の製鉄技術者は警鐘を乱打しその弊害の実態を訴え、政策の転換を要求する権利があるし、またその責任を持つている。

ところでかつて19世紀末から20世紀初頭にかけて技術的に後進国であつたドイツが、技術的に先進国であつたイギリスに追いつき、追越すために何をしたか。一方にはいうまでもなく、経験を墨守していたイギリスに対し、基礎科学に着目し自然科学と技術を結びつける努力をしたことはもちろん、それだけではなく他方において、Beckの *Geschichte des Eisens* 刊行が1884年～1903年であつたことが示すように、ドイツ技術論、技術史への関心が澎湃としておこつたのである。自国の技術の歴史を尊重しない風土のもとでは、自主技術の発展はありえない。今までの分析でもわかるように、技術の歴史は、その中にかぎりない将来の教訓が含まれているばかりでなく、技術者にとつてつねに心のメツカでもある。

ところが、日本の古くはタタラ跡、あるいは中小坂鉦山跡など、多くは荒廃するにまかされている。日本の鉄鋼技術者の先覚たちが、血と汗を流して苦闘した跡は、われわれの手によつて保存し、見直し、明日の技術創造の心のよりどころにされねばならない。

自主技術の創造には、こうした精神的支柱が必要である。

文 献

- 1) 鉄と鋼, 51 (1965) 8, p. 1381「国内鉄鋼関係主要研究機関一覧表」
- 2) 科学技術庁振興局資料: 「昭和41年度の技術輸出の概況」
- 3) 「東京石川島造船所50年史」, (1930) p. 250
- 4) 「海軍および海軍要覧一昭和4年版」 p. 18, 付録 p. 27
- 5) 平賀 譲: 鉄と鋼, 7 (1921) 5, p. 407～427
- 6) 西山弥太郎, 小沢重明: 鉄と鋼, 5 (1919) 8, p. 841～852
- 7) 久留島秀三郎: 「昭和製鋼所綱要」, (1935), [昭和製鋼所庶務課]
- 8) 「八幡製鉄所50年誌」, (1950), p. 65
- 9) 日本機械学会編: 「日本機械工業50年」, (1949), p. 427
- 10) 日本鉄鋼協会内「俵先生記念出版委員会」編: 「俵国一先生を偲ぶ」, (1959), p. 1
- 11) 日本学士院編: 「日本学士院80年史」, (1968), p. 100～101
- 12) 黒岩俊郎: 中央公論, 昭和40年7月号

- 13) 鉄と鋼, 51 (1965) 8, p. 1378
- 14) 鉄と鋼, 51 (1965) 8, p. 1383
- 15) 「現代日本産業講座」, II, 鉄鋼業, 付, 非鉄金属
鉱業, (1959) p. 31, [岩波書店]
- 16) 本多先生記念出版委員会編: 「本多光太郎先生の
思い出」, (1955), p. 45, [誠文堂新光社]
- 17) 日本鉄鋼協会編: 「日本鉄鋼技術概観」, (1950),
p. 179~190, [日本学術振興会]
- 18) 遠藤勝治郎, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 6, p. 796
- 19) 科学技術庁資源局資源統計課資料第15号: 「自動
車材料置換の現状とその背景について」, (1964)
- 20) 「ストライク報告」, (1948), p. 6, [時事通信社]
- 21) 日本鉄鋼協会編: 「日本鉄鋼技術概観」, (1950),
p. 116~119, [日本学術振興会]
- 22) 日本機械学会編: 「日本機械工業50年」, (1949),
p. 662
- 23) 同和鉱業(株)社史「70年之回顧」, (1955), p.224
- 24) 菅井準一: 新しい技術, 8 (1954), p. 16
- 25) 日本鉄鋼協会内「俵先生記念出版委員会」編:
「俵国一先生を偲ぶ」, (1959), p. 253
- 26) 湯浅光朝: 「科学史」, 1961, p. 284, [東洋経済
新報社]
- 27) 松井芳郎: 「天然の富と資源に対する永久主権」,
法学論叢書, 79 (1966), 3・4 号, p. 62, 63
[京大・法学部]
- 28) 経済安定本部資源調査会報告第10号: 「鉄鋼地金
の品質向上について」, 1951, 冒頭書かん
- 29) 「科学技術白書」, 昭和39年度, p. 133, [科学技
術庁]
- 30) 武谷三男: 「自然科学概論」第3巻 (1963), p.237
(一科学者, 技術者の組織論一)
- 31) 「科学技術白書」, 昭和39年度, p. 59 [科学技術
庁]