



鉄の歴史

戦後復興・発展期における我が国鉄鋼製造技術史—技術編 戦後のエネルギー危機を乗り越えた日本鉄鋼業 ——熱経済技術部会草創期の活動記録から——

杉田 清

Kiyoshi Sugita

新日本製鐵(株) 技術開発本部 顧問

The Japanese Steel Industry Survived Postwar Energy Crisis : a condensed history based on the activities of the Heat Economy and Technology Committee in its infancy

1 まえがき

鉄鋼製造技術の歴史をふり返るとき、その相当部分がエネルギー問題との対決であったといえる。世界最古の冶金書といわれる「デ・レ・メタリカ」(G. Agricola, 1556)は、金属精錬の3大必須物資として、鉱石、燃料、炉材をとりあげているが、ここでいう燃料とは還元剤を含め、まさに「エネルギー」である。

戦後のわが国の復興は、山積する難問との苦闘によって達成されたが、特に食糧、住宅、そしてエネルギーが3大隘路といわれ、とりわけエネルギー依存度の高い鉄鋼業の苦境は、想像を絶するものがあつた。それは、日本鉄鋼業が経験した最初のエネルギー危機であつた。

この非常事態を乗り越えるために、日本鉄鋼協会の共同研究会に熱経済技術部会が設けられ、エネルギー問題への中心的活動が要請された。日本鉄鋼業の復興、発展という大志のもと、果敢にくりひろげられた活動の数々には、緊迫感、使命感、さらに将来への夢と明るささえ感じられる。そして筆者には、そこに共同研究会活動の原点を見る思いさえある。

1982年4月22日、部会70回記念行事として熱経済技術部会(部会長:杉田)は、片田中・前任部会長の応援をえて、部会草創期に活躍された諸先輩(木下享日本鉄鋼協会専務理事他5氏)の回顧座談会を開催した。この小文は、主としてその当時の記録¹⁾と関連文献^{2)~4)}に基づいて構成したものである。エネルギー危機を乗り越え、発展期につながる昭和30年代末頃(1960年代前半)までの部会活動を中心に、それを支えて活躍した技術者群像を紹介してみたい。

2 石炭不足と日米技術格差

終戦の翌年(1946年)、すさむ世相をなごませるかのように「リングの歌」が大流行の頃、わが国で稼動している高炉は37基中わずか3基であつた。連合軍最高司令部(GHQ)からの強力な指示もあり、政府は鉄鋼と石炭のいわゆる傾斜生産方式を採用し、その生産を最優先したが、石炭の不足が鉄鋼生産の最大の隘路となっていた。炭坑地帯に石炭成金が輩出し、石炭は文字どおり「黒ダイヤ」になってい

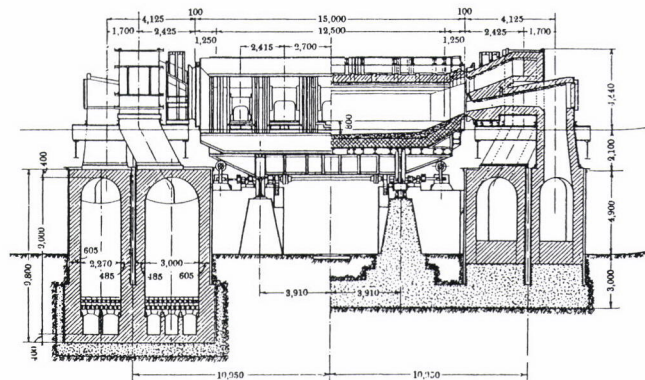


図1 傾注式平炉 (100 t)¹⁾

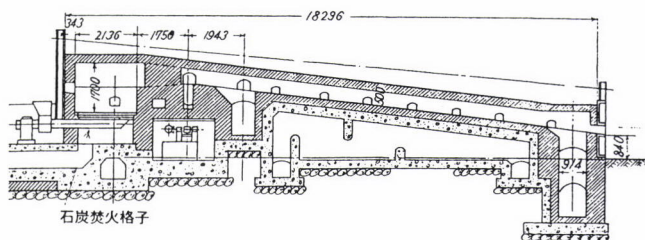
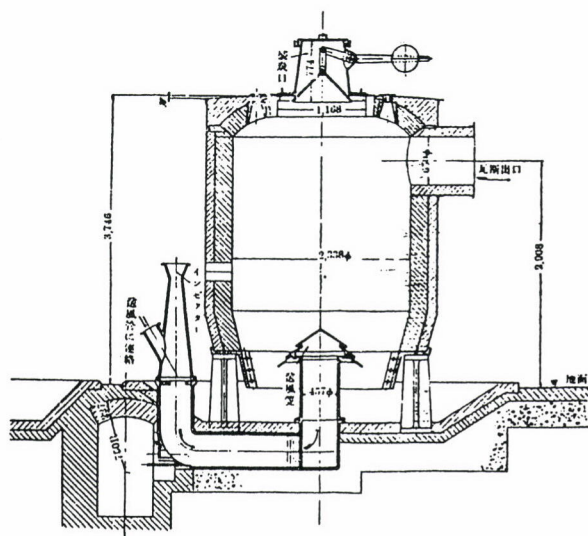


図2 石炭焚鋼片加熱炉¹⁾

図3 ガス発生炉（ドーソン式）¹⁾

た。鉄鋼業の復興には、このエネルギー危機からの脱出が先決であった。

当時の鉄鋼生産の石炭依存度はきわめて高い。高炉は当然として、一貫製鉄所の製鋼炉すなわち平炉（図1）の過半は石炭焼き（発生炉ガス方式）で、さらに鋼片加熱炉（図2）も石炭焼きが少なかった。また非一貫の製鋼工場の平炉の殆んどが石炭焼きで、ガス発生炉（図3）が付設されていた。ただしガス発生炉方式は1950年代中頃には姿を消した。

石炭供給量の不足に加えて、問題を一層深刻にしていたのは、すべての熱設備での熱効率の極端な低さであった。たとえば1948年、わが国の粗鋼生産量が約200万tに回復した当時の平炉の熱量原単位は以下のようであった。

日本 250万～300万Kcal/t-steel

米国 90万～150万Kcal/t-steel

この数値は文献により相当のバラツキがみられるが、米国の平炉熱量原単位が、日本の約1/2である点では一致している。1963年春の日本鉄鋼協会第65回講演大会での講演³⁾で、藤本一郎部会長は終戦直後をふり返って：

「……葺合工場の平炉は日本でも優秀な平炉であると自惚れていたにもかかわらず、発生炉ガスや重油焚で、熱量原単位はいかにしても300万Kcalを切ることができなかったのである。米国の平炉は150万Kcalと聞かされ、本当にそんな低い原単位でできるものか、夢のように思われていた……」

この日米技術格差がもたらした衝撃は、深刻な石炭不足と相俟って、エネルギー危機打開への決起の導火線となった。いっこうに改善される気配のない各工場の熱量原単位に業を煮やしたGHQが、原単位実績不良の事業所には重油

の供給を停止するという通達を出したのもこの頃である。

1949年6月政府（商工省）は「鉄鋼熱経済強化対策要綱」を定めた。すでに1948年に全産業を対象として制定された「熱管理規制」とともにこの「鉄鋼熱要綱」はその後の活動拡大の基盤となった。1951年に制定された「熱管理法」、そしてあとで述べる「熱経済技術部会」の誕生もその延長線上にある。「熱管理」という呼称は戦時中から存在したが、産業界に広く使われるようになったのはこの頃からであろう。

一方、日米技術格差のショックを倍加し、後年のわが国鉄鋼業での熱管理技術の進歩に大きく貢献した“事件”がこの頃起っていた。それは、つぎに述べる米国技術者による操業指導である。

3 熱管理と計測技術の大恩人：ヘイス

1948年から1949年にかけて、GHQ顧問としてヘイス、ヒル、マクロードなど数名の米人技術者が来日し、各工場での熱管理技術について実地指導がおこなわれた。当時、スクラップ使用をはじめ、鉄鋼原材料問題の指導に元アームコ・スチール副社長C. ベリティがGHQ経済科学局次長として来日しており、彼等の日本への派遣も同氏の発案といわれている。

彼等はそれぞれ指導の実をあげたが、とくにヘイス（Fred N. Fays、カーネギー・イリノイ・スチール本社熱管理部長）は、精力的に各社の現場を巡回し、熱心に現場の技術者たちを指導した。というよりは叱咤激励したというべきであろう。彼が東都製鋼（現トピー）の平炉で指導にあたっていたときのこと。彼が熱心に炉内雰囲気プラス圧操業を指導し、その結果燃料原単位はたしかに低下した。しかし彼が少し目を離すと、プラス圧操業を嫌がっている現場の連中が、ダンパーを開けてしまう。ヘイスも怒り出し、ダンパーの開閉チェーンに目印をつけて、炉前に座りこんで動かなかった。ついに現場の頑固な反対者たちも降参したという。豊島陽三の回想である。

ヘイスの操業指導は“その時、その場で、すぐに（then and there）”が基本であった。そのため勤務時間外にまで指導時間が延長されることも屢々であったらしい。もっとも、もう一つの“夜の熱技術”の付き合いには、流石の現場の勇士たちもたじろいだようである。

当時の日本の炉操業の技術は、戦前からのドイツ式のいわゆる技能重視型の伝統を受けついでおり、操業上の判断基準は、熟練者の経験とカンに頼る面が多かった。ヘイスによる米国式の操炉法は、当時のわが国の技術者には衝撃的に新鮮で、驚きでさえあった。それに彼のもつ技術指導

への情熱、迫力が加わり、誰もが圧倒されてしまったといわれている。しかも彼は全知全能を傾けて指導に当たったといつてよい。それはGHQ顧問としての責任感からか、黄金時代の米国鉄鋼技術者の誇りからか。筆者にはあのよき時代の典型的な米国人技術者像が浮かんでくる。

ヘイスから当時の技術者たちが学びとったことは実に貴重であり、内容も多様かつ豊富であった。それらの記録の中から、特に重視され、大きな影響を残したと思われるものとしては以下が挙げられる。

- (1) 優秀工場への生産集中による効率向上の考え方
- (2) 燃料の石炭（発生炉ガス）から重油への転換推奨
- (3) 炉内圧のプラス圧保持操業への変換指導（当時の日本ではドラフトをきかせた負圧操業が主流）
- (4) 計器計測に基づく操業（カンに頼る方法の排除）
- (5) 平炉、加熱炉などの状況に応じた操業、設備改善（たとえば、蓄熱室ギッターレンガの積み方の改善）
- (6) 熱精算、炉設計法についての啓蒙的指導

そしてその成果としては、各工場での日常操業成績の改善のみならず、熱管理への関係者の意識改革にも少なからず貢献した。特に、計器測定データに基づく科学的アプローチは、わが国の熱管理の方法論に大きな変革をもたらすきっかけとなった。ヘイスの教訓「先づ測れ」は、日本の

鉄鋼製造技術における計測技術推進への出発点ともなったといわれている。その後、熱経済技術部会の中に熱計器専門委員会（のちの計測分科会）が設置された背景の一つである。

1949年7月1日、芝公園内の日本赤十字博物館講堂で、ヘイス、マクロード両講師を招いて熱管理の講演会が開かれた。この催しには、鉄鋼業界のみならず、化学、機械などの他の産業界、それに大学や各研究機関からも多数の参加者があり、総勢420名という、当時としては異例の大聴衆で、「熱管理」という新しい考え方に感銘をうけた人が多かったという。ヘイスらの影響は製鉄所などの現場にとどまらず、広く他産業や学界にも及んだといえよう。

日本鉄鋼協会は1950年2月、ヘイス、ヒル、マクロード3名の熱経済技術向上への貢献に対し、日本鉄鋼協会名誉会員に推挙して、その功績を称えた。式典に招かれたヘイス夫妻らは、多くのかつての「弟子」たちと旧交を温めたという。

4 熱経済技術部会の発足

日本鉄鋼協会の研究部会として新しく熱経済技術部会が設置されたのは、1949年7月で、「鉄鋼熱経済強化対策要綱」

54

鉄と鋼第36年（昭和25年）総目次

637

最近の耐熱材料に就て……………芥川 武…	500(10)
軟鋼の歪時効硬化問題……………吉崎 鴻造…	563(11)
軟鋼の歪時効硬化問題……………吉崎 鴻造…	622(12)

研究部会報告

日本鉄鋼協会研究部会……………湯川 正夫…	163(4)
鋼材部会概況……………湯川 正夫…	163(4)
日本鉄鋼協会研究部会……………谷口 光平…	362(8)
鑄物部会概況……………谷口 光平…	362(8)
日本鉄鋼協会研究部会……………吉川 晴十…	510(10)
製鋼部会概況……………吉川 晴十…	510(10)
日本鉄鋼協会研究部会……………木下 正…	570(11)
製鋼部会重油専焼平爐標準寸法に就て……………木下 正…	570(11)
日本鉄鋼協会研究部会……………山岡 武…	628(12)
熱経済技術部会概況……………山岡 武…	628(12)

研究部会記事

特殊鋼部会第1回第3小委員会……………	459(9)
〃 第7回第2小委員会……………	459(9)
熱経済技術部会第7回加熱爐小委員会……………	460(9)
鐵鋼二次製品部会第6回磨帶鋼分科会……………	460(9)
第11回製鋼部会……………	460(9)
鋼材部会第7回壓延理論分科会……………	460(9)
第12回製鋼部会……………	513(10)
鐵鋼二次製品部会第7回磨帶鋼分科会……………	513(10)
鋼材部会第8回線材分科会……………	513(10)

鋼材部会第7回中小形分科会……………	513(10)
特殊鋼部会第2回第3小委員会……………	513(10)
熱経済技術部会第9回加熱爐専門委員会……………	513(10)
熱経済技術部会第8回熱精算専門委員会……………	513(10)
熱経済技術部会第9回熱計器専門委員会……………	575(11)
熱経済技術部会熱計器専門委員会……………	575(11)
一檢定小委員会……………	575(11)
鑄物部会第2回鑄型専門委員会……………	575(11)
鑄物部会第2回ロール専門委員会……………	575(11)

雑

終戦後本邦鐵鋼生産情况……………	(毎號卷末)
(自昭和20年至昭和25年10月)	(毎號卷末)
年別及月別生産高……………	(毎號卷末)
日本鉄鋼協会記事……………	(毎號卷末)
(理事會報告及協事項編集)	(毎號卷末)
委員會報告及協議事項……………	(毎號卷末)
外國最近刊行誌參考記事目次……………	(9月號迄每號卷末)
鐵と鋼第35年(昭和24年)總目次……………	43(1)
昭和25年春季日本鉄鋼協会日本金屬學會……………	46(1)
聯合講演大會案内及講演プログラム……………	132(3)
金屬電解研磨法に關する實演案内……………	236(5)
日本鉄鋼協会昭和24年度及昭和25年度……………	236(5)
收支決算書收支豫算書及財産目録……………	236(5)
製鐵業參考資料の再刊……………	287(6)
昭和25年秋季日本鉄鋼協会日本金屬學會……………	337(7)
連合講演大會案内及講演プログラム……………	337(7)
日本鉄鋼協会第35回通常總會……………	331(8)
に於ける表彰者……………	331(8)

図4 当時の部会活動（「鉄と鋼」総目次、1950）

制定の直後である。部会新設の背景は説明を要しない。待望されての部会の発足で、GHQや政府からの強い要請もあり、格別強力な布陣がしかれた。

部会の構成と人事は、

委員長 山岡 武（鉄鋼協会会長）

熱計器専門委員長 山内二郎（東大）

熱精算専門委員長 田中清治（東大）

加熱炉専門委員長 湯川正夫（日鉄）

各専門委員会（現在の分科会）は直ちに具体的な課題に取組んだ。まず熱計器専門委員会は「熱管理用標準計測器」を決定するための調査研究を、熱精算専門委員会は「標準熱精算方式」の当面の対象として平炉と加熱炉をとりあげた。加熱炉専門委員会は「標準設計法」を作成するための文献調査、バーナーなど燃焼系の調査、炉体設計上の諸問題の整理などを開始した。当時としては、この部会にしてはじめて手がけることのできた最重要にして緊急の課題であったといわれている。

部会活動は最初からフル・スピードの回転であった。その具体例は別途紹介するとして、その活発な動きの背景には、未曾有の大難関にあたる使命感、危機感が作用していたことは間違いない。部会発足の翌年（1950）の「鉄と鋼」の総目次（図4）が示すように、同年の研究部会記事17件のうち5件は熱経済技術部会に関するものであった。

あとで触れるように、この部会の発足はその波及効果も含めてその後の鉄鋼業の発展に少なからぬ影響をもつものであるが、その成功の原因の一つは発足時の円滑な運営にあったといえそうである。そしてその発足に中心的役割を果たしたのが、当時の日本鉄鋼協会会長であり部会長であった山岡武である。1982年の回顧座談会のあとの懇親会の席上で、発足当時を語る諸先輩が異口同音に「山岡さんという最良のリーダーがおられたから……」とそのリーダーシップに敬服されていたのを筆者も覚えている。GHQまで関与した産官学の連携活動であっただけに、初代部会長の労苦はまた格別であったと思われる。

ところで、「熱経済技術部会」という名称はどのようにして生まれたのであろうか。当時の活動内容にふさわしい呼称であるが、このような委員会をもつ鉄鋼技術関係の機関はあまりないようである。ただしドイツ鉄鋼協会には Ausschuss für Energiewirtschaft und Wärmetechnik（エネルギー経済・熱技術委員会）がすでに1919年に創設されており、多分この委員会名にヒントを得て命名されたものと思われる。

5 草創期部会活動の諸相

部会設立後の数年は、熱管理思想の啓蒙普及の期間でもあった。部会の各活動は、当面の重要課題の解決に加えて、熱管理の考え方とその実施方法を初歩的な段階から普及することにも留意して進められた。そして設立後約10年で熱管理という思想は、具体的な技術と管理の方法論を伴って、わが国の鉄鋼業に定着した。

「熱経済技術調査団」と称する一種の熱管理巡回普及チームが結成され、全国の27工場の現地調査を開始したのは、部会設立の翌年1950年の4月である。政府（通産省鉄鋼局）からの要請に基づくものであったが、部会にとっては各工場との接触の好機ともなった。団長山岡武の下、4班（北海道班長福井眞、関東班長高橋正一、関西班長山内二郎、九州班長田中清治）に分れて調査が実施され、同年7月にはその調査結果に基づいて11工場が鉄鋼局長から表彰されている。当時の交通事情からみて、その精力的な活動が想像できよう。

各専門委員会（分科会）の活動は短期間に大きく進捗した。設楽正雄らの当時のメモによると、各専門委員会の開催はつぎのようにきわめて頻繁で、その活発なうごきがよくわかる。

熱計器専門委員会	18回	1949.7—1953.1
同小委員会	25回	
熱精算専門委員会	12回	1949.8—1951.7
加熱炉専門委員会	21回	1949.8—1952.10

なお、各専門委員会は、1955年の共同研究会組織の再編成により各分科会となったが、活動の実態は変わらなかった。活動の成果を各工場は、その都度日常の生産活動に吸収活用し、エネルギー問題を解決していったことはいうまでもない。

活動成果の具体例を若干示せば、熱計器分科会は、殆どどの重要設備への計器装着と計測についての標準的方法を決定した。その内容は「熱経済技術要覧—計測編」（日本鉄鋼協会編、丸善、1953、後日「工業計測」と改題）として刊行された。一方、熱精算、加熱炉の両分科会も「加熱炉の設計と実際並に熱精算の方式」（日本鉄鋼協会編、丸善、1954）をまとめて出版した（図5）。この2冊は理論と実際の両面を解説した貴重な参考書で、当時の熱管理分野のバイブル的な存在となった。特に窯炉に関する日本の技術書⁵⁾の少い時代であった。この両書をなつかしむ人々は最近まで少なかった。さらに部会主催の研究報告会や講習会も開催されたが、当時その稀少価値は高く、仲々の好評であったという。

1950年代の前半に、大部分の鉄鋼会社には「熱管理課」

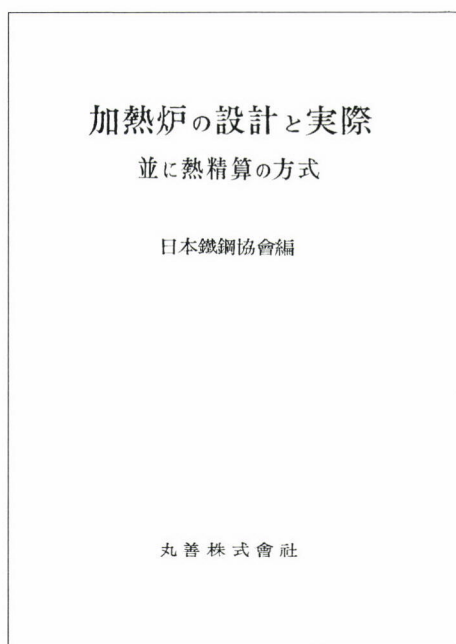


図5 刊行技術書の表紙例

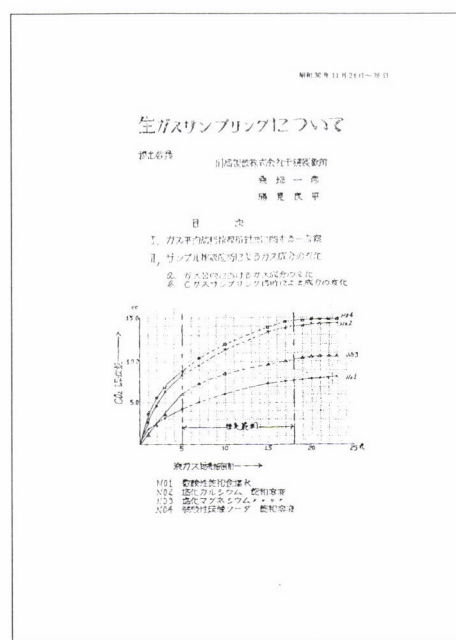


図7 当時の部会資料例 (2)

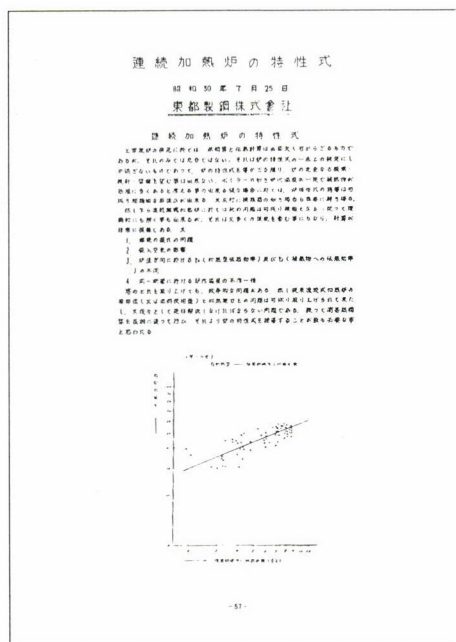


図6 当時の部会資料例 (1)

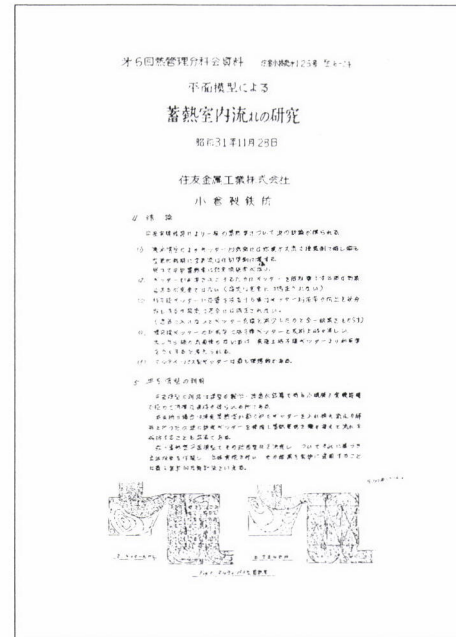


図8 当時の部会資料例 (3)

のような専任組織が設けられた。ただし、広畑・熱管理課のように戦時中（1944）に組織がつくられていたごく一部の製鉄所もあった。また各工場に「熱管理委員会」のような活動をタテ、ヨコ両面から総括推進する仕組みができるようになった。さらに、「熱管理法」に基づく資格として、国家試験による「熱管理士」制度が採用された。これらの産業界での熱管理活動への姿勢の積極化が、部会活動を一層効果的なものにしたといえる。この時期、熱管理は花形技術分野となっていた。

部会活動は、鉄鋼業の枠を越えて、他の産業分野にも波及した。特に計装メーカーとの共同研究は、多くの新しい装置の開発実用化につながった。また 8t/H、14t/H のモデル加熱炉の設計を試みたことが発端となって、工業炉メーカーとの協力関係も密接に保持され、今日の炉工業の成長に基盤を提供した。因みに粉生宗幸（中外炉工業元社長）は当時の熱心な研究協力者の一人である。断熱材料をはじめ各種の耐火物の開発にも部会活動は関与している。たとえば、均熱炉用セラミック・レキュペレーターの技術導入

や国内開発は、この部会活動と密接に関連している。

6 草創期活動の教訓

今日の状況に比べれば、この種の活動は多くの点で、きわめて不自由な時代であった。会議報告用の資料ひとつにしても、その作成にはいわゆるガリ版印刷（図6、7、8）を使用するのが普通で、コピー機などはもちろん存在しない時代であった。しかし、その活動内容は充実したものであり、当時としての最先端にあった。実際に「役に立つ」と同時に、教育的効果の大きい有意義なものが多かったという。

まず第一に、参加者全員がきわめて明確な形で問題意識と目標を共有できたことが、その成功の背景にある。「我々がやらなければ」という使命感と自負も作用している。各専門委員会のメンバーは精々30人で、学界、メーカーも含めた多様な構成であり、この少数精鋭方式にも注目する必要があるだろう。

印刷資料を補うために、口頭での説明に時間をかけたことが、参加者の少人数と相まって、深まった討論に発展したといわれる。深夜におよぶ技術上の議論が、いつの間にか「将来の鉄鋼業のあり方」論に発展し、挙句の果ては大酒宴（といっても大したご馳走はなかった時代のこと）になってしまったこともあったようである。

「あの集りは、とにかく楽しかった。」との多くの諸先輩の述懐に、部会活動の原点のようなものを筆者は実感した。「われわれは、熱管理時代をつくった戦友どうし。」という言葉のうしろには、一時代を築いた誇りと達成感を共有できる友情がある。

問題点も、反省として指摘されている。特に注目されるのは、「熱経済技術」というものは一体なにか、という疑問である。それが一つの複合技術体系であるとすれば、その要素となる、あるいはその基盤となっている科学、工学はなにか。今後の進歩のためには、その技術体系をより明確に、強固なものとしていく必要がある、という意見である。それは、技術の研究開発や進歩向上のみならず、技術の蓄積、伝承そして人材の育成とも関連する問題であるからであろう。

たしかに、科学技術、大学教育、学協会構成などすべてにタテ割り型が主体であったこれまでの実態からみれば、「熱経済技術」は異質な存在であったと思われる。しかし、横断的、ヨコ割り型の技術体系の重要性が叫ばれる昨今からみれば、それは時代を先取りした技術体系であったともいえる。いづれにしてもその中味の議論をさらに深める必要があると思われる。

技術推進の方法論の問題もある。研究室におけるラボ・スタディよりも、実際に稼動している実機での計測などによるフィールド・スタディに重点をおく取組み方に、この分野の一つの特色がある、という意見が少くない。上記の技術体系とあわせて技術推進の方法論も、さらに検討される価値があらう。

7 当時の主要技術課題と実績データ

広範囲にわたる当時のエネルギー関連の部会活動の実態を集約することは容易ではない。しかし、部会の諸記録から当時とりあげられた主要な技術課題を、部会活動の具体的なイメージをうる意味で分類して例示するとつぎのようにならう。

①燃焼制御・燃料吹込：

高炉への重油吹込、平炉バーナーでの燃焼制御など多方面にわたる。バーナー設計や石炭から石油へのエネルギー源変換も含まれる。

②熱・流体計測：

測温、ガス分析など基本的なものから、燃焼制御の自動化検討まで、当時の先端技術がもちこまれた。計測部会活動の助走期でもあった。

③熱交換・熱回収：

高炉付属熱風炉、平炉蓄熱室、均熱炉レキュペレーターなど、その設備設計も含めて検討された。タイルレキュペレーターは、耐火物分科会設置（1966）のキッカケとなった。

④炉設計の方法：

操業条件をとりこんだ設計手法が、特に圧延用加熱炉を対象に検討され、モデル設計からモデル実炉にまで発展した。

⑤熱精算の方法：

当初からの最重要課題の一つで、比較的早く標準法が設定されたが、その後の鉄鋼プロセスの変化にあわせて検討はつづけられた。鉄鋼用熱設備の大部分について一応標準方式が作成された。

⑥環境対策技術：

煙突からの排出ばい煙、ダストの問題は1950年代末からとりあげられ、測定方法、集塵装置などの検討がおこなわれたが、この時期には未だ環境問題は本格化していない。SO_x、NO_xも含めて本格的な取組みが始まるのは、1960年代の後半（1968年：大気汚染防止法）からである。

⑦エネルギー総合管理：

当時の熱管理的アプローチは設備毎、工程毎の個別管理から積上げる方式であったが、次第にエネルギー・バランスを考慮した総合管理に変化し始めていた。そして1959年完成した戸畑エネルギーセンター（八幡製鉄所）を皮切りに、

多くの一貫製鉄所にエネルギーセンターが設置された。管理スタイルの変化と関連して、「熱管理部門の組織」も併行して議論された。

つぎに、この時期のエネルギー関連実績の主要なマクロ指標をみえる。まず一貫製鉄所でのエネルギーの過半を消費している製鉄分野の重要指標の一つであるコークス比は大勢として低減しつつ、出鉄比は増加しつつけた(表1)。図9は比較のためより長期間のコークス比の推移⁶⁾を示したものである。戦後のそれらの実績向上の背景には、エネルギー問題への業界あげての真剣な対応努力があり、具体的には、鉬石の整粒、送風温度の上昇、また成長期の初期には重油吹込、高圧操業など、さらに炉容の拡大、酸素の利用など、つぎつぎと新しい技術が適用された経緯がある。

製鋼分野におけるエネルギー問題の改善もきわめて顕著である。1940年代には平炉熱量原単位が200万Kcal/t-steelを切ることは予想もできなかった。しかし1950年代に入ると100万Kcal/t-steelを切るようになった(表2)。この背景

表1 コークス比、出鉄比の全国平均推移

年	コークス比 (kg/t)	出鉄比 (t/m ³ ・day)
1953	838	—
1954	751	—
1955	711	—
1956	727	—
1957	715	—
1958	664	0.820
1959	632	0.989
1960	617	1.090
1961	598	1.159
1962	544	1.187

(文献中のグラフ³⁾から作成)

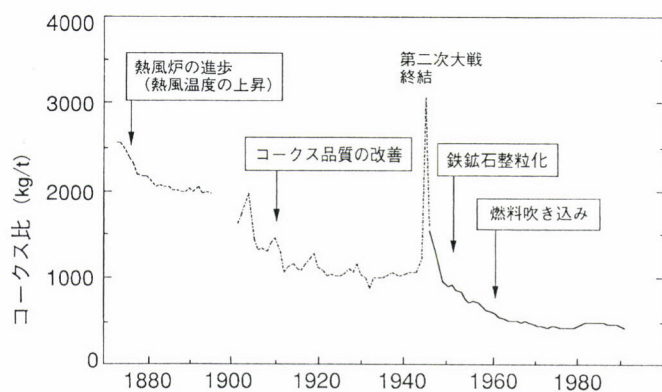


図9 コークス比の推移

1873年～1895年：イギリスの平均(ベック「鉄の歴史」より作成)
1901年～1946年：八幡製鉄所平均(八幡製鉄所八十年史より作成)
1947年以降：全国平均(鉄鋼連盟資料より作成)

としても、すでに述べたようにプラス圧操業の導入、燃料源の変更、酸素製鋼の適用など多くの新技術がある。

さらに、純酸素上吹転炉(LD法)というエネルギー消費の面からも革新的な製鋼プロセスが、1957年(八幡・洞岡)を皮切りに普及し始めた。ただし、もう一つの革新的プロセスである連続鋳造法の普及が本格化するのは、1970年代に入ってからである。

圧延分野では、均熱炉、圧延加熱炉ともにその熱量原単位に改善がみられた(表2)。溶融状態での精錬反応のないこの分野の炉は、最も早くから燃焼管理が進展し、計測制御技術の応用も普及した。またレキュペレーターなどによる廃熱回収もよく研究された。均熱炉の操業管理でのトラックタイム管理が効果を出し始めたのもこの頃で、物流管理と熱量原単位の密接な関連が実証された。また加熱炉の炉型式(たとえばバッチ式、連続式)によるエネルギー消費の相違も明確に把握できるようになり、炉設計の重要性が確認されるとともに、スキッドパイプの保温など、きめ細かい対策が種々実施された。

自家発電は、停電時の保安電源としてのみでなく、発生する余剰エネルギー(BFG、COG)の有効利用という点で、当時すでに重要なエネルギー源であった。その設備の近代

表2 全国平均熱量原単位(×10³Kcal/t-steel)

年	平 炉	均熱炉	圧延加熱炉
1953	1,357	402	567
1954	1,157	327	528
1955	1,044	282	506
1956	1,025	272	426
1957	995	271	389
1958	842	266	417
1959	758	253	379
1960	702	240	356
1961	673	236	360
1962	628	252	378

(文献中のグラフ³⁾から作成)

表3 製鉄所発電ボイラ設備の変遷³⁾

	昭和26年以前建設のもの						昭和27年以後建設のもの					
蒸気圧力	28～54kg/cm ²						27～108kg/cm ²					
蒸気温度	385～465℃						485～540℃					
蒸 発 量	20～120t/hr						70～260t/hr					
燃 料	S	P	G	S.G	P.G	O.G	S	P	G	S.G	P.G	O.G
	10基	10	10	15	55	—	—	—	—	—	10	90

S; 石炭機械焚ボイラ、P; 微粉炭燃焼ボイラ、G; 瓦散焚ボイラ、O; 重油焚ボイラ

化（大型化、高効率化）も進められた。その変遷を表3に示す。

総合エネルギー原単位 (Kcal/t-steel) の全国平均値の推移は図10のとおりで⁶⁾、この時期での激減状況を確認することができる。また、1960年代前半でのコークス炉を有する一貫工場での部門別エネルギー種別消費割合は表4のとおりで、石油の使用量が急増するのは1960年代の後半からである。

戦後のエネルギー危機の最大原因となった石炭不足も、1950年代半ばには解消した。石油への転換と石炭増産の結果で、1961年度の全国出炭量は戦後最高の5540万tを記録したが、それ以後は減産、閉山がつづく。1970年頃には80%以上が輸入炭となる。偶然の符合ではあるが、本稿執筆のための文献調査中の1997年3月下旬、新聞が三井三池炭鉱の閉山を報じていた。

8 高度経済成長期の熱管理

熱管理の思想と手法が、各社の生産現場に浸透し、やっと定着した1960年前半には、日本の鉄鋼業は完全にエネルギー危機から脱出し、高度成長期を邁進していた。粗鋼生産量は熱経済技術部会発足時の約10倍 (40,532,236t、1964年) に達していた。

欧米からの導入技術による設備拡張と増産の時代となり、熱管理の重要性は理解されながらも、そこにはかつての新鮮さや緊迫感はなくなりつつあった。「熱管理作業月報」といった種類のデータ整理作業や各種の熱管理キャンペーンも形骸化し、風化していく感じさえ出ていた。各社の熱管理部門の戦力から設備の建設企画部門や開発部門への転進者が増加し始めたのもこの頃で、熱管理に「冬の時代」がくるようにも思われた。

各社の平炉の煙突から天高く吐き出される七色の煙をみて感動した木下恵介監督が、映画「この天の虹」（主演：田村高広ほか）をつくったのは1958年頃である。筆者自身は

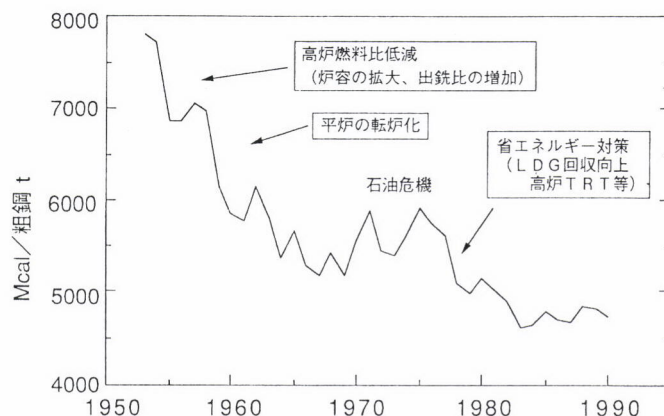


図10 粗鋼トン当たりエネルギー原単位の推移 (鉄鋼業平均)
(鉄鋼連盟資料より作成)

その映画のロケーションもみたが、八幡製鉄所を舞台としたこの映画には、頼もしく躍進をつづける鉄鋼業のシンボルとしての「煙突」への畏敬がみられた。事実、当時の北九州市民も工場の煙に希望を託し、それを誇りにさえしていたように思われる。

しかし、つぎにのべるように、間もなく歴史の風向きが変わる。煙突は公害のシンボルへと変身しはじめる。皮肉にもそれが沈滞していた熱経済技術活動に新しい排戦を求めることとなった。

9 第二の大波：公害とオイルショック

熱管理の時代はもう終わったと思われたこの時期、1960年代の前半に、新しい大波の襲来を予感させる問題が発生しはじめた。煙突からの排出ばい煙への規制 (1962) にはじまる一連の環境問題であった。熱管理と環境管理が業務としても融合し始めたのはこの頃である。そして、日本の粗鋼生産が1億tを超えた翌年 (1973)、オイルショックがやってきた。歴史は繰返す。まさに第二のエネルギー危機を迎えた。公害とオイルショックという第二の大波を、わが鉄鋼業がどのように乗り越えたかは、その直後の部会活

表4 一貫製鉄所の部門別エネルギー種別消費割合 (1960年代前半)³⁾

部門 エネルギー種別	製 銑	製 鋼	圧 延	動 力	工 作	運 輸	化 工	其の他	放 散	外 販	計
石 炭	40.3	—	—	1.3	—	0.1	—	0.1	—	0.3	42.1
コ ー ク ス	26.7	—	—	—	—	—	—	0.5	—	0.6	27.8
重 油	0.2	1.8	0.6	0.3	—	—	—	—	—	—	2.9
高 炉 ガ ス	4.9	—	1.0	3.1	—	—	—	0.4	1.2	—	10.6
コークス炉ガス	1.6	1.1	3.3	1.0	0.1	—	0.1	0.4	0.1	0.2	7.9
蒸 気	1.4	0.2	0.3	3.7	—	—	0.2	0.4	0.1	0.1	6.4
電 力	0.3	0.1	0.7	0.3	—	—	—	0.3	0.1	—	1.8
其 の 他	0.1	—	0.1	0.1	—	0.2	—	—	—	—	0.5
計	75.5	3.2	6.0	9.8	0.1	0.3	0.3	2.1	1.5	1.2	100.0

表5 熱経済技術関連年表

	熱経済技術部会	参 考 事 項
1945		第二次大戦終結
1946		高炉37基中3基稼動
1948		熱管理規則制定 ヘイス、マクロード技術指導開始
1949	熱経済技術部会発足（7月）	鉄鋼熱経済対策要綱制定（6月）
1950	熱経済技術調査団（4月）	
1951		熱管理法施行
1953	「熱経済技術要覧：計測編」刊行	
1954	「加熱炉の設計と実際並びに熱精算の方式」刊行	ガス事業法公布（3月）
1955	部会再編成（専門委員会を分科会に）	連続鑄造開始（住金）
1956	欧米視察団（技術管理専門）	
1957		LD転炉稼動（八幡）
1961	計測部会独立；第20回部会	国内出炭量最高記録（5540万 t）
1962		ばい煙排出規制法施行
1966	耐火物分科会	
1967		公害対策基本法施行
1968	第40回部会	大気汚染防止法施行
1975	耐火物部会独立	

動報告⁴⁾に集約されているが、いづれあらためて歴史的視点からの分析が本誌に紹介されることを期待したい。

第二のエネルギー危機では、GHQやヘイス顧問らの応援はなかったが、復興期の多くの豊富な経験は、各種の管理技法も含めて存分に活用されたといってよい。ただし、20年間の急速な成長の結果として、生産規模や技術内容は、第一次危機とは大きく相違し、また戦後に活躍した関係技術者も少なくなっていた面はあったといわれている。用語も「熱管理」から「省エネルギー」に変わり、同時に、その取組み方も個別工程・設備でのエネルギー節約を中心とする従来の方法から、工程の省略、連続化などを含むより総合的、戦略的なものに発展した。またそのエネルギー源も「石炭から石油へ」から「石油から石炭へ」と石炭への回帰がみられた。NO_x規制などの環境問題とエネルギー問題が交錯し、不可分の関係になったのもこの時期からである。

部会が創設されてからの4半世紀をみても、部会をとりまく情勢変化は大きく、その活動内容と部会の組織構成にも種々の変遷が認められる(表5)。当部会内の分科会が分離独立して計測部会(1961；現・制御技術部会)、さらに耐火物部会(1975)が生れた。したがって熱経済技術部会を含めて、これら現存する3部会の源流は、大戦直後のエネルギー危機であったということになる。

10 あとがき

歴史から学ぶべきことは多い。しかしそれは、必ずしも過去を踏襲することを意味しない。本文の随所にみられる

とおり、戦後のエネルギー危機との対決は、過去にこだわらず、「ゼロからの出発」によって成功したともいえる。その意味で、過去すなわち歴史との決別もまた歴史の教訓である。当時の諸先輩の勇氣と英知にあらためて深甚の敬意を表するものである。

本稿の執筆にあたっては、史実としての正確さに格別留意したつもりであるが、重要な事項や人名の欠落を含めて、記述の不備は多いと思われる。半世紀という時間の経過に免じてお許しをいただきたい。

エネルギーと環境の世紀といわれる21世紀が間もなく訪れる。わが日本の鉄鋼業は、その新しい荒波も必ずや乗り切っていくであろうことを確信して筆を擱く。

資料調査に協力いただいた新日本製鐵(株)・熱流環境プロセス研究センターの各位に感謝する。

引用文献

- 1) 私信(第70回熱経済技術部会記念誌, “熱とともに—熱経済技術部会70回の歩み—”, 編集委員長: 森孝, 1982)
- 2) 山岡 武: 鉄と鋼, 36 (1950), 627.
- 3) 藤本一郎, 桑畑一彦: 鉄と鋼, 50 (1964), 962.
- 4) 片田 中: 鉄と鋼, 62 (1976), 1449.
- 5) たとえば, 橋本 享: 銅片加熱炉, 修教社, (1951); 矢木 栄, 国井大蔵: 工業窯炉, 共立出版, (1953).
- 6) 私信(杉田 清, 林 順一: 第90回熱経済技術部会特別講演資料, 1992)

(1997年7月4日受付)