

# 日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

## —— 戦間期から戦後復興期の熱管理 ——

小 堀 聡

- I. はじめに
- II. 戦間期におけるエネルギー節約の取り組み
  - 1. エネルギー節約技術への注目と紹介
  - 2. 戦間期におけるエネルギー節約の実践 — 余剰エネルギー利用の追求
  - 3. 戦間期におけるエネルギー節約の特徴
- III. 昭和製鋼所における熱管理の開始
  - 1. 熱管理の導入過程
  - 2. 昭和製鋼所における熱管理の実績
  - 3. 鉄鋼協会などを介した情報の伝達

（以上前号）

### IV. 戦時期における熱管理の導入と限界

#### 1. 戦時期鉄鋼業における熱管理の導入

国内製鉄所での熱管理技術導入の背景は日中戦争勃発後における石炭統制の実施・拡大である。1938年に石炭消費抑制策の一貫として燃料節約政策を開始した商工省は、40年度になると全国主要工場に熱管理委員会の設置を勧奨し、工場全体として熱管理に取り組むよう求めた。なかでも鉄鋼業は熱管理が実際にもっとも取り組まれた業種の一つであった<sup>65)</sup>。

はじめに、敗戦までを通じた熱管理組織の設立・拡充経過を押さえておこう。八幡では、まず従来別個になされていた高炉ガスとコークス炉ガスとの管理が一元化された。1937年5月、化工部門（散炭部・窯業部）が製鉄部に合併されると同時に製鉄部燃料課が新設される。燃料課の業務は「瓦斯ノ配給其ノ他燃

料ノ統制及コークス副生物ノ試験ニ関スル事項ヲ掌ル」こととされ、高炉ガス・コークス炉ガス配給業務は燃料課瓦斯係の下に統合された<sup>66)</sup>。燃料課は42年3月に技師長直属に改組されたのち、44年9月には熱管理課と改称される。熱管理課の業務にはガス配給・燃料の統制のほかに「熱管理ニ関スル事項」が加えられ、所内窯炉の燃焼指導、熱測定・熱診断、ガス分析など「熱管理の技術的面の啓蒙宣伝」を担う技術掛が設立された<sup>67)</sup>。37年の燃料課設立時と比べてより工場全体に指示ができるよう地位が格上げされるとともに、職務領域が各設備の原単位改善指導を含むものへと拡大されていったのである<sup>68)</sup>。

こうした動きは八幡独自のものではなく、日本製鉄（日鉄）全体で進められた。釜石・輪西の両製鉄所でもガス配給や燃料分析部門の拡充が進み、1941年8月には日鉄本社にも技術部化工課に熱管理掛が設置された。日鉄

で熱管理の名を冠した職制が作られたのはこの時が最初である<sup>69)</sup>。ついで44年になると、4月には日鉄本社作業局に臨時熱管理部が設置され、9月には八幡・広畑・釜石・輪西・兼二浦の各製鉄所に技師長直属の熱管理課が設けられるとともに本社の臨時熱管理部は熱管理部となった。八幡での燃料課から熱管理課への改称もこれに合わせたものであった<sup>70)</sup>。

このように1944年には熱管理の全所的な促進を担う職制が明確に設置されるまでに至った。では、この間にどのようなことが重点課題として認識され、そしてどのような施策がなされていったのか、その具体的内容を順にみていきたい。

ガス配給に止まらない熱管理が活発味を帯びてきたのは1942～43年前後のことであった。42年10月、「工場熱経済向上ノ研究」が八幡製鉄所と技術研究所とによって開始され、翌43年8月の技師長会議ではその「中間報告及研究ノ結果」として「昭和十六年度八幡製鉄所熱流レ図」が発表されている<sup>71)</sup>。この43年8月の技師長会議では、豊田貞次郎社長が訓辞で、日鉄全体で年間900万tにのぼる石炭消費量「ノ一割ヲ節約シ得タト致シマシテモ其ノ国家的影響ノ非常ニ大」であり、熱管理を「日鉄全体トシテ大ニ関心ヲ持チ強力推進スル要アリ」と表明し、計器の整備や原単位目標の設定・その達成策などが指示・検討された。以下ではこの会議での議題から戦時期における熱管理の重点課題を確認しておこう。

まず本社からの指示事項として、1943年度「第二・四半期ニ於ケル燃料及満俺節約ニ関スル件」と「熱管理ニ関スル件」とが作業局長より発表される。前者については、43年度「第二・四半期及下期」に達成すべき原燃料原単位やガス利用率などの目標が指示された。

製鋼・圧延工場の燃料原単位目標はすべて熱量換算値で示されており、戦間期からの変化として注目される。また「熱管理ニ関スル件」では、目標達成のために重視されるべき事項として、計器の整備、実効を上げるべき重点の明確化、「八幡製鉄所昭和十六年度熱流レノ図」を参照した熱管理の作成研究の3点があげられた。

これらのうちとくに重視されたのが計器である。計器についてはその整備・修理が協議事項でも議題となり、①計器会社との関係構築、②計器関係技術員の養成、③計器修理工場の建設について本社から説明がなされた。①については、北辰電機製造部長・富士電機技術課長から日鉄囑託として協力を受けることが決まったと報告され、さらに日立製作所・横河電機・島津製作所等にそれぞれ適当な人を囑託に依頼予定であることが伝えられた。また、計器メーカー各社による各作業所の計器の応急修理も計画され、既に北辰電機・富士電機から1943年4月に派遣を受けたことが伝えられるとともに、さらに秋には島津製作所に依頼予定であると報告された。また、②計器関係技術員の養成については、八幡から18名、輪西から2名の技術員を上記計器会社に委託して技術習得に当たらせていることが説明された。③計器修理工場の建設は、42年に電気試験所から日鉄本社社長室に異動した高橋正一によって提案されたもので、これも島津製作所から上西亮二工場長を囑託として招いて立案が進められている<sup>72)</sup>。

このように計器メーカーとの協力構築を通じて計器の整備・修理技術を向上させることが提案された背景は、計測の必要性が認識されるようになったにもかかわらず計器の供給状況と所内計器の補修状況とがともに思わし

くないことであった。海外からの計器輸入が1937年以降困難となった一方、当時の国内計器は「精度が悪く、互<sup>ママ</sup>関性を欠いて居ると云ふやうな御話がありました<sup>ママ</sup>が、これがメーカーとして一言もない次第でございます。一個一個の製品に於ては作用の方から見ましてもドイツに負けない物を作つて居ると云ふだけの自信がありますが、互<sup>ママ</sup>関性と云ふ点では、まだ外国の品物に対して自信が持てると云ふ所まで行つて居りませぬ<sup>73)</sup>」と当事者が認めざるをえない水準にとどまっていた。しかもその生産は航空計器や石油精製業向けが中心となり、熱管理用工業計器の生産は停滞を余儀なくされる<sup>74)</sup>。一方、計器修理工場の建設を提案した高橋正一が入社時に「先ず氣に懸つたのは、計器の補修整備が非常に遅れていることであつた」。高橋によると、当時数千個の計器のうち「故障のあるものや修理で取外したもののパーセントは、相当数であつて、約30パーセント位は常に使用不能であつた」。これをみた高橋は計器の新規購入は困難なため「これ等計器の調整は勿論、ある程度の自家修理は絶対に必要」だと考えたという<sup>75)</sup>。しかも「計器関係技術員ハ外部ヨリ得ルコト困難ナルニ付内部ニテ養成スル<sup>76)</sup>」必要が生じていることも認識されていた。そこで日鉄は自社の計器関係技術を向上し、現存の所内計器を最大限活用できるようにすることで事態の打開を図つたのである。

以上のような取り組みが提起されたことは、各設備で原単位目標を設定し計測管理を通じてその目標を達成することが重要な課題として認識されるようになったことを示している。戦間期までは余剰エネルギーの再利用を通じてエネルギー節約に止まっていた技術者の関心が、戦時期になると各設備での原単位改善

を通じたエネルギー節約—コフラーが述べ、昭和製鋼所で実践されていた熱管理の「第二の道」—にも積極的に向けられるようになったのである。

そして、課題の解決のため、①各現場での関心喚起・原単位向上を目的とする熱管理運動の展開、②熱管理委員会の結成、③計測管理技術の向上対策が展開された。以下ではその内容を八幡を中心に見ていこう。

八幡で最初の熱管理運動は1942年11月の燃料節約月間であり、これは座談会・燃料節約競争・功労顕著な者の表彰・報告書の提出を骨子としていた<sup>77)</sup>。座談会は、「燃料及燃焼に関する現場座談会」を課単位で開催させたうえで、各課から代表1名が出席する「総合座談会」を11月末に開催するという全所的なものであつた。ただし、燃料節約競争の実施方法は「各課の実情により適宜施行」となっており、これ以降の熱管理運動に比べると曖昧で、あくまでも運動の中心は座談会を通じた関心喚起や技術交流にのみあつたようである。これが43年7月から44年2月末にかけて開催された第二次燃料節約運動や翌45年2月の熱管理特攻月間になると、ヨリ本格的なものへと発展している<sup>78)</sup>。第二次燃料節約運動では、各種石炭・ガス・重油・代用燃料といった燃料全般の節約が企図され、意欲・知識の喚起や計器補修をした上で、各設備の原単位を競争させることが掲げられた。また、先述の技師長会議のときと同様、各工場からの燃料使用量の報告では熱量換算した原単位の把握が試みられている（表10）。

熱管理委員会は1943年8月の技師長会議に合わせて、「燃料ノ節約及熱経済ノ向上ヲ期スル」目的でその結成が本社・各作業所に指示され、八幡では8月末に技師長を委員長と

表10 第二次燃料節約運動の概要

◇実施要領	
各課ニ於テハ実効ヲ挙げ得ル目標ヲ選ビ自課ニ適応スル実施計画ニ依リ本主旨ノ達成ヲ図ルモノトス	
◇主ナル燃料節約ノ目標	
1. 洗炭作業	水分ノ均一化 沈殿微粉ノ回収率向上
2. 製骸作業	塊コークスノ歩留向上 加熱用瓦斯量ノ節減
3. 製鉄作業	組替コークスノ減少 コークス比ノ低減 熱風炉用ガスノ節減
4. 製鋼作業	出鋼適当リ消費熱量ノ節減
5. 圧延作業	製品適当リ消費熱量ノ節減 熱塊利用率ノ向上
6. 動力関係作業	汽缶効率ノ向上 汽缶使用率ノ向上 廢熱利用率ノ向上 蒸気漏洩ノ防止
7. 運輸其ノ他ノ作業	逸散燃料ノ蒐集及貨車ノ卸残り防止 ガス利用率ノ向上 雑用燃料ノ節約強化
◇燃料節約ヲ達成スル一般的行事	
第一期 (1943年 7 月 1 日～ 9 月30日)	節炭意識ヲ作興スル講演会ノ開催 燃料節約ニ関スル創意、工夫ノ懸賞募集 計器類ノ調整補修 燃焼状態ノ調査、並ニ改善研究
第二期 ( 9 月30日～12月31日)	燃焼智識ノ普及 燃焼設備ノ補修改善 燃料ノ散逸防止ト回収ノ徹底
第三期 (1944年 1 月 1 日～ 2 月28日)	燃料節約並ニ能率向上ノ競争
◇報告事項	
具備スベキ内容	燃料使用量（熱量ニ換算スルタメ種別数量ヲ明確ニ記入ノコト） 生産品又ハ原材料適当リ使用燃料量 前年同月及前月トノ比較増減量（条件ノ異ル場合ハ其ノ理由ヲ摘記ノコト） 燃料節約ノタメ試ミタル事項ト其ノ成績
送先及期日	毎月五日迄ニ前月分ヲ監理課ニ必着スル様送付ノコト 本報告ハ六日中ニ監理課ニ於テ収録シ燃料課ト合議ノ上所長及関係部課長ノ閱 覧決裁ヲウケ八日中ニ発送シ本社業務局長ヲ経テ鉄鋼統制会二十日迄ニ報告ス ルモノナリ
◇表彰	
全期ヲ通ジ成績優秀ナルモノニ対シテハ左記ニヨリ所長ノ表彰並ニ副賞トシテ賞金ヲ授与ス 各部局長ヨリ推薦セラレタル課掛ノ内特ニ優秀ナルモノ 改良考案又ハ改善ニヨリ燃料節約ノ効果顕著ナルモノ	

資料)「第二次燃料節約運動ニ関スル件」1943年 7 月 1 日(「八幡製鉄所所報」第94号) 333-35頁。

する八幡製鉄所熱管理委員会が設置された<sup>79)</sup>。そして、各課・掛に熱管理班を設置させ、瓦斯使用目標と実績、施設改善状況、計器の補修整備・ガス漏洩防止等の状況を各班から委員長に報告させている<sup>80)</sup>。

計測管理技術の向上対策では計器メーカーからの指導を継続するとともに所内での計器修理体制の構築が進められた。まず、1943年10月には計器取扱現地講習会が5日間開催さ

れている。主要メーカーから講師が派遣され、温度計・流量計などの操作方法が各現場で指導された(表11)。計器メーカーでの研修は44～45年にかけても続けられ、主要工場の計器関係者が5～6人ずつ数組にわけられて各社にそれぞれ3ヶ月間派遣された。所内の計器修理は各工場で行われると同時に、燃料課瓦斯掛(のち熱管理課第一瓦斯掛)の計器班がガス配給用計器に加えて他工場の計器の調



日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

表11 八幡製鉄所における計器取扱現地講習会（1943年10月6日から5日間）

班区分	場所	参加人数	講習内容	指導者肩書	指導者名
第1班	研究所, 第二製鋼工場	56	熱電高温計による煙道の温度測定法 光高温計による温度測定法	八幡製鉄研究所 八幡製鉄研究所 八幡製鉄研究所	遠藤技師 久安技師 中畑技師
第2班	第二製鉄工場	77	熱電高温計使用法 記録温度計使用法	北辰電機	森 技 師 外 一 名
第3班	燃料（洞岡） 動力（西田）	23	瓦斯流量計，蒸気流量計， 空気流量計の各使用方法 積算流量，流量調節計の各使用法	富士電機	小林技師 外 一 名
第4班	燃料（東田） 動力（西田）	31	第3班に同じ	日立製作所	小段技師
第5班	動力（枝光汽缶場）	23	瓦斯分析計使用法	富士電機	若月技師
第6班	第二コークス工場	23	アスカニア自働調節器使用法 瓦斯調整計，空気調整計， 蒸気調整計の各使用法	アスカニア	寒川技師
第7班	動力（洞岡汽缶場）	24	瓦斯圧力計，膨張温度計， 長島式自働調節器の各使用法	玉川計器製作所	野村技師 長島技師
合計人数		257			

資料）「計器取扱現地講習会報告」（「日本製鉄株式会社社報」号外〔1〕，1944年1月10日）1-2頁。

註）1.「以上ノ講師ノ外電気機械統制会第三課長小林和雄氏ノ来所ヲ請ヒ実地現場ニ於ケル破損計器ト必要計器ノ現状及実習状況ノ視察ヲ受ケ破損計器ノ修理並補充新設ニ付キ一段ノ協力ヲ求メタリ」。

2.「最終日ニ於テハ統制会トシテノ所見ニ付キ講演セラレタリ」。

3. 資料本文中には合計381人の参加とあり，上記合計人数との差の理由は不明。最終日講演会のみの参加者を加えた人数かと思われる。

整・修理も「依頼があれば実施し」た。44年3月には，班長に検定課技師，班員に技手3名（電気課・動力課・燃料課），連絡員に書記1名（監理課）の計5名からなる「故障計器巡回診断班」も編成され，各工場の故障計器の巡回診断が始められる。さらに「所内全計器の調整修理は勿論の事，必要計器の製作も出来る」ことを目指した計器修理工場の建設準備が43年から進められた<sup>81)</sup>。

## 2. 戦時期鉄鋼業における熱管理の限界

これらの成果は果してどうだったか。結論からいえば，戦時期には燃料原単位はむしろ大幅な悪化を遂げた（前掲図1・図3）。先述の技師長会議で立案された1943年度下期の目標は，釜石と設立間もない広畑では達成されたものの，八幡と輪西では達成されるどころか逆に前年度より悪化した。翌44年度には釜石・広畑でも悪化へと向かう<sup>82)</sup>。前項で見

たような諸活動は充分には実を結ばなかったのである。最後に，この要因を考えてみよう。指摘されるのは以下の4点である。

第1に，炭質の悪化である。これは鉄鋼業に限られない戦時経済の一般的な制約であるが，とりわけ鉄鋼業では撫順産の発生炉炭や開濤・中興炭の入荷が減少し，国内炭での操業を強いられたことが影響した。灰分の増加と熱量の低下とが進んだ結果，発生炉ガス成分の悪化やコークス比の上昇がもたらされたのである<sup>83)</sup>。戦時末期には，八幡の平炉ですら「発生炉用炭トシテ優秀ナル撫順炭ノ入荷殆ンド皆無ノタメ内地炭ノミヲ以テ操業中ノ所散炭瓦斯ノ不足ト相俟ツテ平炉用瓦斯事情ハ極メテ困難ナル状況<sup>84)</sup>」に陥っていた。

第2に，国内計器会社との関係構築を通じて計器修理技術の向上も抜本的な解決策とはならなかった。戦時期には「計器が外国製でありますと其修理を内地の会社が引きうけて

呉れませんので止むなく壊れたものをその儘放つて置くと言ふのも相当に見受けます<sup>85)</sup>」という事態であったから、国内計器メーカーからの指導によって故障を克服できたか否かは疑わしい。1943 年の計器取扱現地講習会も、その推進者である海野三朗自身が「全体ヨリ見レバ眞ニ其一部分ニ過ギズ現場設備ノ計器ヲ充分活用セシムルニハ尚不徹底ノ感ナキ能ハズ<sup>86)</sup>」と表明せざるをえないものに止まっていた。海野は対策として、①破損計器の修理活用、②絶対新設を必要とする計器の設置、③使用計器ノ補正等を「現下ノ急務」として掲げているものの、②は計器メーカーの状況をみれば厳しいものであったろうし、①・③についても、「依頼があれば実施」する程度の修理や僅か 4 名の診断班ではその達成は難しかったであろう。また、待望の計器工場も未完に終わった。準備計画中のうちに敗戦を迎え、その完成は復興期にまでもち越される<sup>87)</sup>。日鉄で唯一、計器工場を 44 年に設置した広畑ですら、「戦時中材料部品等入手困難のため、大修理は困難であったので主に保守業務、ガス配給に使用のガス流量計の調整作業などを行う」にとどまっていた<sup>88)</sup>。

第 3 に、このように計器が不足し、修理も不十分な状況下では、技術者が熱管理の重要性を認識していたとしても、現場作業員にはその認識は十分に浸透してはいなかった。そもそも、鉄鋼業の「熟練工は主に熟練でやつて居る者が非常に多いのでありまして、火色や、湯の温度又湯の炭素量等は、眼鏡を通して評価をやつて居りますが、此の方法は凡ての人が可能でないからもちと、メーターを使ひこなすと言ふ風になることを冀<sup>89)</sup>」うからこそ熱管理が進められたのであるが、戦時期に計器が設置された範囲は復興期と比べれば

未だ限定的であった。「製鋼の平炉の制御の内ではドラフトの自動制御が最も重要であります、今日本で平炉のドラフトを計測されて居る所が殆んどない<sup>90)</sup>」といわれ、「加熱炉の温度分布や廃ガスの測定をしたり、計測化したりしたのは戦後<sup>91)</sup>」といった証言も残されている。また、たとえ計器が設置されていたとしても、それに従って作業する雰囲気を形成するまでには至らなかったと思われる。修理・調整不足により計器の精度が低い状況下では、作業員に自らの熟練を通じて育んだ「カン」ではなく計器の数値に従わせることは、著しく困難であったであろう。戦後、川崎製鉄の熱管理技術者は以下のように回想している。

「熱管理計器に属するものは製作技術も拙かったし、運転技術も拙かったので、作業現場ではこれを信用せず、計器を動かすことについて作業員とよく喧嘩をした…（中略）…作業員はこれで、自分達の仕事を監視されるように思い、非常に厄介視して、わざと計器を狂わせたり、ある時には計器を不要であるとして後向におかれたりしたこともあった。それでこちらでは計器の小さな部屋を作り、ガラス入りの鉄の扉で、錠をおろすという具合であった<sup>92)</sup>」

しかも第 4 に、熟練操業をしたとしても、その水準は戦間期より悪化を遂げざるを得なかった。熟練労働力の応召と増産に伴う新規雇用量の急速な増大とが相俟った結果である。八幡における応召者の対従業員比率は 10.0%（1937 年末）から 14.5%（41 年末）に上昇し、職工勤続年数は日鉄発足当初の 11 年 10 ヶ月（34 年）から 7 年 3 ヶ月（40 年）へと低下した。こうした状況はアジア太平洋戦争開戦後の 42 年以降にさらに悪化し、応召者の対在籍

労働者比率は日鉄各作業所平均で25%に達している。同時に、学徒・朝鮮人工員・俘虜・女子挺身隊といった「特殊労働者」も増大し、その割合は八幡でも日鉄平均でも全労働者の約20%に及んだ。「補助的部門のみならず主作業にも、直接従事させねばならぬ情勢となった」と伝えられている<sup>93)</sup>。この点を熱管理課関係でみると、八幡の熱管理課では45年4月末現在で42名の学徒（中等工業4名、中等商業3名、中学34名、女学1名）が在籍していた。また釜石では計器掛の人員100名のうち4割の40名が「学徒および挺身隊」で、輪西で計器の修理体制を本格的に計画した際も約20名中半数が徴用工であった<sup>94)</sup>。以上のような状況が、長期定着者の熟練に依存していた現場の技術水準を低下させたことは想像に難くない。

戦時期には熱管理の職制が導入され、計器を活用した燃料原単位改善の必要性が技術者によって認識された。そして熱管理運動や計器修理体制の構築といった試行錯誤が開始されたことは戦間期からの大きな発展として評価できよう。しかし、それらは種々の制約により作業現場において十分な成果を挙げないまま日本は敗戦を迎えた。技術者たちが自覚した課題の解決は復興期にもちこされることとなったのである。

## V. 戦後復興期における熱管理の本格化

1954年、八幡製鉄所能率課長は次のように述べている<sup>95)</sup>。

「紳士はストリップ等と言うと、お話をさける。然しストリップは戦後の観客をひきつけ、一応は劇場をのつぶれを何軒か救った筈である。ライトのないストリップ等お

よそ下品だ。然もスポットライトで浮び出した美人は観客の視点を集中する。…（中略）…この方法が能率の根本原則だ。即ち焦点を集中すること。またさすこと。／製鉄関係は、コークス比に焦点を集中して自工場のスポットライトとした。一方其処に全工場の視線を統一した。製鋼は燃料使用量にスポットライトをあてて全工場の観客をひきずつた。化工部は蒸気原単位に焦点をあてて観客を悩殺した。／そして妙なことには、これで成功すると、其の他のこともよくなるのである。」

ここで興味を惹かれるのは、いずれの現場でも原単位低下に関する技術に焦点が当てられていることである。様々な技術のなかでもとりわけ熱管理などを通じたエネルギー節約に注目が集まったのが復興期の鉄鋼業であった。そしてその成果は、1950年代前半には早くも、世界最高水準の平炉原単位やコークス比として結実する。こうした戦時中からの飛躍は戦後復興期の間にどのようにしてもたらされたのであろうか。

### 1. アメリカからの技術指導

1946年に石炭不足が深刻を極めると、同年12月、政府は「石炭危機突破熱管理強化対策要綱」を閣議決定し、石炭増産対策に呼応した「消費面に於ける石炭増産」として熱管理の強化を打ち出す。以後、占領期の熱管理運動・熱管理政策はこの要綱に沿って進められ、熱管理士制度の創設、民間熱管理団体の結成、熱管理査察と査察結果の優良工場への資材斡旋などが展開された。戦後の活発な熱管理政策は、日本陸海軍の解体がもたらした条件の変化―軍需の喪失による熱管理用資材生産の活発化と技術者・熟練労働力の現場復帰―を

背景として、戦時時期に発見された熱管理上の課題の解決を促進していった<sup>96)</sup>。

鉄鋼業の熱管理では、こうした政策や運動に加えて米国人技師による技術指導が無視できない役割を果たした。米国との技術交流は、1947年のストライク調査団、48・49年の第1次・第2次鉄屑調査団を機に開始され、その後、鉄鋼業の補給金依存からの脱却のために本格的な指導がGHQ/SCAPの経済科学局（ESS）工業課の指揮下で開始された<sup>97)</sup>。まず、49年に第2次鉄屑調査団員として来日していたウォーク（W. G. Walk, 太平洋岸ベスレーム製鋼熱管理部長）・コールター（R. S. Coulter, カーネギー・イリノイ製鋼平炉技師・熱管理技術者）が調査団の帰国後も日本に約1ヶ月間滞在し、主要製鉄所の平炉・熱管理について指導を行なった<sup>98)</sup>。また、同年にはフレッド＝ヘイズ（Fred N. Hays, カーネギー・イリノイ製鋼ピッツバーグ地区本社熱管理部長）とジェームズ＝マクラウド（James T. MacLeod, 同ディケイン工場製鋼部長）、エドワード＝ヒル（Edward W. Hill, ESS工業課技術顧問）も来日し、同じく平炉や熱管理への技術指導を展開している。彼らのなかでもとくに本格的な指導をし、日本人技術者の記憶にとどめられているのがヘイズである<sup>99)</sup>。ヘイズはマクラウドとともに49年の3月から9月にかけて全国27工場を回っており、しかもその視察は殆んどどの工場に対して2回なされた。2回目の視察は初回から約2ヵ月後に行われ、初回の指導結果の確認とさらなる指導とがなされている。たとえば八幡での滞在は5月に6日間、8月に7日間の計13日間に及んだ。

彼らの勧告事項は、燃料消費の節減・炉の生産性上昇・操業技術の改善に関する幅広い

ものである。そのうち熱管理に関する主要なものは、①平炉・加熱炉の負圧操業から正圧操業への転換、②高カロリーな製鋼燃料への転換（発生炉炭から重油へ、混和ガスからコークス炉ガスへ<sup>100)</sup>）、③炉体の拡大・改造（傾注式平炉から固定式平炉への転換、燃料噴出口の改造と昇降道断面積の拡張）、④計器の整備であり、これらが同時に実施されるとその原単位改善効果がより発揮される旨も伝えられた<sup>101)</sup>。

このような米国人技術者による各社への指導内容は緊密に交流・共有された。たとえば、彼らが八幡や釜石で指導した際には、日本鋼管での指導時に良好な結果を生んだものを紹介し、その採用を検討するよう促している<sup>102)</sup>。また、八幡での指導には日本鋼管・扶桑金属工業といった他社の熱管理技術者も同行した<sup>103)</sup>。指導の講評についてのヘイズ・マクラウドによる講演会も開催され、420名の盛況となっている。さらにウォーク・コールターの指導記録の印刷・配布もなされた<sup>104)</sup>。

こうした甲斐もあってか、1950年4月に派遣された鉄鋼熱経済技術調査団（後述）の調査結果をみると（表12）、ヘイズらの勧告のうち正圧操業や炉体改造（燃料噴出口の切替・昇降道断面積の拡大）は勧告開始後1年余で既に比較的实现されている。また重油も専焼にまでは殆んど至っていないものの、その平炉での使用は47年以降日本鋼管を筆頭に進展していた<sup>105)</sup>。問題は、計器を利用した燃焼管理の普及が鉄鋼業全体でまだ途上であったことである。正圧操業に必要な天井微圧計が比較的普及しているものの、温度計・流量計といったその他の熱管理計器の設置やそれを活用した燃焼状況の調整や標準化までには至っていなかった。同調査団は、「米人技師の指



日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

表12 平炉における米国人技師の勧告を実行中の工場数（1950年4月現在）

項目番号	勧告内容	工場数
I	1 コークス炉ガスと中を燃料とし発生炉ガスの使用は止める	0
	2 バーナーの位置・角度を変更できるようにし適正な位置に置く	2
	3 空気の流量と油またはガスのバルブの開度に関係をつけて完全燃焼を図る	0
	4 製鋼各段階の最良燃料消費量を装入期に多く溶解精錬に行くに従い少なくする	3
	5 溶解用精錬期別に火焰調節	2
	6 正圧操作の実施	10
	7 計器管理による燃焼状況の調整	1
	8 燃料と空気の接触をよくするため炉体改造	1
	9 バーナー改造	3
	10 圧縮空気の使用	3
	11 ガスと空気を完全に混合してshort flameにする	1
	12 廃ガス分析による炉内ガス燃焼状況の判定	7
	13 燃焼の標準化	0
	14 一次空気の予熱	3
	15 蓄熱室付近の冷氣侵入を無くす	6
II	1 燃料噴出口のベンチュリータイプへの切替	11
	2 昇降道断面積の拡大	11
	3 蓄熱室煉瓦積にシャモット煉瓦の使用	3
	4 チェッカーの煉瓦積をチムニータイプに	4
	5 燃焼室天井傾斜の拡大	1
	6 空気漏洩の防止（蓄熱室除く）	7
	7 水冷扉の採用，装入扉を密着するようにする	7
	16 重油専焼炉	1
	33 装入時間の短縮	4
	34 使用燃料に適した炉に改造	0
	35 できるなら固定式にする	0
III	1 天井微圧計の整備	10
	2 油流量計の取り付け	5
	3 蓄熱室の温度を測定して温度差を無くす	1
	4 燃焼用空気流量計	2
	5 熱管理計器	3
	6 蓄熱室の温度測定にサクシヨンパイロメータの使用	1
	7 Flame intensity meter	0
	8 オルザット	1
	9 天井温度の測定	1
	10 pump室に温度・圧力の自動調節計を設置（温度圧力の一定）	1
IV	1 装入時間の短縮	9
	2 装入屯数の増加	6
	16 燃料消費量を120万kcal以下に	1

資料）日本鉄鋼協会編『鉄鋼熱経済技術調査団報告書』同協会，1950年，187-89頁。

註）1．調査対象工場数は18である。

2．IIおよびIVについては熱管理と比較的関係の深いもののみ取り上げた。

導と熱経済技術部会の活動とにより各社とも計器の整備に多大の努力を払っていることは喜ばしい。しかし整備状況は未だ充分ではなく，特に加熱炉方面に欠けている…（中略）…計器の利用活用には今一層の努力を要する」とし，「計器の検定および修理であるが大部分の工場はその設備なく計器メーカー依存のために指示の不正確なものや故障計器がそのまゝ設置されているのが見かけられたが，これは計器の不信用を，引いては計器無用論を

招く原因となる。この点に関しては今後の対策を考える必要がある」と警告した。また，「熱精算についてはその目的必要性等に関しては各社共一応関心は持っているが従来は計器の不備，測定の難しさ等のために一般には行われて」おらず，「熱精算は工業窯炉の熱的診断を行う一つの方法であつて，熱精算結果の利用こそ本来の目的であるが，多くの工場ではまだ利用する域まで達していない」とみた。計器の現場での活用が徹底されてい

いことは輪西・日本鋼管鶴見・八幡といった大手工場での調査でも指摘されている<sup>106)</sup>。実際、ヘイズも「計器と制御機器との確保が困難であることが、われわれの滞在中における燃料経済のさらなる進展を妨げる一要因<sup>107)</sup>」であると既に懸念していた。戦時期から認識されていた計測操業の推進という課題が未だ残されていたのである。そこで、この課題がどのようにして解決に向っていくのかを鉄鋼協会と製鉄所内部とに即してそれぞれみていこう。

## 2. 日本鉄鋼協会における技術交流

復興期における技術交流の活発な舞台となったのが日本鉄鋼協会を中心とする研究部会である。1948年7月、日本鉄鋼協会・日本鉄鋼会（同年11月から日本鉄鋼連盟）・商工省鉄鋼局の三者で鉄鋼技術研究連絡会が設立される。「此等三者の従来互に連絡なき無駄なる努力を除かん」という趣旨によるもので、これを通じて日本鉄鋼協会各部会の活性化が図られた。当初は、銑鉄・製鋼・特殊鋼・鋼材・鋳物・鉄鋼科学・燃料電力・鉄鋼二次製品の

各部会が設置され、熱管理関係では製鋼部会において「発生炉操業の改善による燃料の合理的使用法の研究」と「重油の合理的燃焼法の研究」とが、鋼材部会において「加熱炉の熱経済に関する研究」がそれぞれ研究題目とされた<sup>108)</sup>。たとえば、平炉部会では各社がバーナーの図面を持ち寄るなどして技術の相互公開・相互批判や標準化の模索が進められた。重油燃焼技術や炉体の研究のほか、酸素製鋼法に関する研究が米国の技術指導よりも前から開始されているのも注目される（表13）<sup>109)</sup>。

このように米国人技師の技術指導より前から技術交流が開始されたなかで、ヘイズの来日と同時期に、計測技術やそれに基いた熱精算の改良を担う部会が設立された。熱経済技術部会がそれである。以後、熱管理技術はこの熱経済技術部会を中心に議論されることになる。

熱経済技術部会の前身は1948年10月に発足した鉄鋼増産協議会生産技術部会の計器整備専門委員会であった。鉄鋼増産協議会は48年度の普通鋼材生産目標120万tを達成するために商工省鉄鋼局の主導により設立された官

表13 日本鉄鋼協会研究部会の活動状況（製鋼部会）

回	開催日	場 所	主 議 題	出席者数	提出資料数	備 考
1	1948.8.5~7	八幡製鉄所	重油使用法	87	35	酸素製鋼の実地作業を見学し、種々討議 各社の酸素製鋼計画を発表して互に批判し合った 尼崎製鋼所での酸素製鋼実験（48年11月6日）の詳細な分析・報告 各社が現に使用中のバーナーの図面を持ち寄り、操業方法並に燃料使用量等を検討
2	8.20	東京（鉄鋼協会会議室）	銑鉄配合率・炉床材料	20	7	
3	10.29	尼崎製鋼所	酸素製鋼	75	2	
4	1949.1.25	東京（鉄鋼協会会議室）	酸素製鋼・炉床材料	30	14	
5	4.1	東京（鉄鋼連盟会議室）	酸素製鋼・発生炉ガス使用法	39	7	
6	5.29~30	尼崎（日亜製鋼・尼崎製鋼所）	酸素製鋼・重油バーナー	35	8	
7	8.5	東京（鉄鋼連盟会議室）	平炉構造・重油バーナー	38	14	
8	10.27	東京（鉄鋼連盟会議室）	平炉構造・重油バーナー・鋳型	45	22	
9	1950.2.3~4	東京（東都製鋼・鉄鋼連盟）	ガス発生炉・重油・炉材・平炉構造・優良鋼	50	13	
10	50.4.4	東京（鉄鋼連盟会議室）	平炉構造・優良低炭素鋼（管材）	42	14	
11	50.6.7	東京（鉄鋼連盟会議室）	発生炉ガス・代用炉床材・平炉構造	41	12	
12	50.8.8	東京（鉄鋼連盟会議室）	講演（富山英太郎「米国製鋼技術に就て」）・平炉構造・優良炭素鋼（シートバー）	41	8	

資料）吉川晴十（製鋼部会委員長）「日本鉄鋼協会研究部会・製鋼部会報告」（Ⅰ）、「研究部会記事」（以上、『鉄と鋼』第36年第10号、1950年10月）。

民の協議機関で、原材料・電力・輸送・生産技術・労務・資金・需給の7部会が置かれた<sup>110)</sup>。生産技術部会の部会長には倭國一（東京大学名誉教授）が就任し、第1回の会合は48年10月13～14日に開催された。この2日目に、議題は「計器整備の問題に入り、商工省より輸入計画の説明あり、計器整備に関する専門委員会を設置することに決定」をみる<sup>111)</sup>。この決定に基いて、11月15日の第二回部会では「委員長に神鋼福井氏（おそらく福井真元昭和製鋼所熱管理所長—小堀註<sup>112)</sup>）を充て<sup>鉄力</sup>□鋼業界並に計器メーカー中のエキスパートを以て整備すべき計器その実態調査方針並に整備実施運動方針の立案方を委嘱すること」となった。設立された計器整備専門委員会では、12月6～7日に、熱管理用計器の整備方式（各用途における計器の必要個所の調査と原案作成）、自動制御、計器保守、計器の普及方法が話し合われた<sup>113)</sup>。

鉄鋼増産協議会は1949年度初めに「予算獲得不能により自然解消を余儀なくされ<sup>114)</sup>」、同計器整備専門委員会の活動は熱経済技術部会によって継承発展される<sup>115)</sup>。通商産業省（通産省）鉄鋼局は49年6月に「鉄鋼生産合理化の重要対策たる熱経済に関する技術を攻究し、その交流を図ると共に実際の生産現場に普及徹底する事を目的と」した「鉄鋼熱経済強化対策要綱」を発表し、鉄鋼技術研究連絡会に熱経済技術部会を、各工場に熱経済委員会を設置することを定めた。熱経済「技術部会は熱経済全般に亘って調査、立案、討議、決定を行いその成果を公表する」とともに「熱経済上特筆すべき成果を挙げた事例がある時はこの責任者に対し、その内容の公表を求めることができる」こととし、「各工場の熱経済委員会は、熱使用状況報告書を各月、

熱経済委員会運営概況を各期」それぞれ熱経済技術部会の庶務幹事に提出することとされた。

熱経済技術部会は熱計器・熱精算・加熱炉の3専門委員会を、さらに熱計器専門委員会に2つの小委員会を設置し、1950年4月には鉄鋼熱経済技術調査団を全国に派遣した。

鉄鋼熱経済技術調査団は部会結成後1年間の成果を現地調査を通じて明確にし、「現在および将来に向つて更に新なる発展を期すること」を目的として、全国27工場に派遣された（表14）。調査団は地域別の4班に分かれ、班員は熱経済技術部会メンバーを主体とし、その編成に際しては各地区所属工場のメンバーが選出されないよう工夫がなされている。一工場の調査にはその規模に応じて1～4日かけられ、燃料管理・熱計器・平炉・加熱炉・熱精算・熱管理組織・熱管理教育の運営状況・米国人技師指示事項の実施状況などが詳細に調査・発表された<sup>116)</sup>。

専門委員会には各20名以上が配置され、計器メーカーも含む産官学の人員で構成されていた。委員会の実行委員が各社から満遍なく選出されていたのに対し、専門委員会・小委員会の構成は大手メーカー中心になっている（表15）。それぞれ「東京を中心に、時には作業現場を会場として2～3ヶ月1回の会議を開」いた。熱計器専門委員会は「製鉄設備に対する標準計器（各設備に備えるべき計器の種類・設置位置・台数・重要度など—小堀註）、計器の標準的保守検定修理の方法」を作成し、熱精算専門委員会は「従来種々の方法で行われていた製鉄設備に対する熱精算方法」の標準化を目標とし、「一応、標準的方法を確立」した。また加熱炉専門委員会は米国技術を取り入れた新設計法の樹立を掲げ、神戸製鋼で

表14 鉄鋼熱経済技術調査団の概要

班 名	日 程	訪問工場	班 員	肩 書
団 長			山岡 武	熱経済技術部会長
東北・北海道	4. 7～8 4. 10～11 4. 12～13 4. 15～16	富士製鉄釜石 日本製鋼所室蘭 富士製鉄輪西 日立製作所水戸	○福井 眞 芥川 武 桑畑一彦 阪本 祝 阿部信男	神戸製鋼所 東京大学冶金学科 川崎重工業葺合 日本鋼管川崎 新扶桑金属工業東京支社
東京・川崎	4. 19 4. 20 4. 21 4. 22 4. 24 4. 25～26 4. 27 4. 28	東京鋼材 日本冶金川崎 日本特殊鋼大森 日本特殊鋼管 東都製鋼 日本鋼管川崎 日本鋼管鶴見 富士製鉄川崎	○高橋正一 菅野 猛 磯部 孝 池田 正 下田秀夫 赤羽正輝 松浦 実	八幡製鉄本社 大阪大学産業科学研究所 東京大学計測工学科 八幡製鉄本社 日本製鋼所室蘭 新扶桑金属工業製鋼所 神戸製鋼所
東海・関西	4. 7 4. 8 4. 10 4. 11 4. 12 4. 13 4. 14 4. 15 4. 17 4. 18～19	新扶桑金属工業製鋼所 新扶桑金属工業和歌山 中山製鋼所船町 新扶桑金属工業鋼管 尼崎製鋼所 日亜製鋼 大同鋼板尼崎 川崎重工業葺合 神戸製鋼所 新大同製鋼星崎	○山内二郎 吉川晴十 設楽正雄 成広清士 吉崎鴻造 勝江正満 野村 正	東京大学計測工学科 日本鉄鋼協会 八幡製鉄八幡製鉄所 富士製鉄本社 東洋鋼鈑技術部 日本鋼管鶴見 日本特殊鋼大森
中国・九州	4. 19 4. 20 4. 21～25 4. 26 4. 28	東洋鋼鈑下松 徳山鉄板徳山 八幡製鉄八幡 小倉製鋼小倉 日立製作所安来	○田中清治 片岡次夫 大塚武彦 原田静夫 山口道夫 清水政治	東京大学冶金学科 日本鋼管川崎 新扶桑金属工業鋼管 日亜製鋼 東都製鋼 川崎重工業本社事務所

資料）前掲『鉄鋼熱経済技術調査団報告書』3～7頁。

註）1. 八幡は4月23日は調査せず。

2. ○は班長。

3. 上記のほか幹事として各班に通産省通商鉄鋼局と日本鉄鋼連盟とから各1名ずつ参加。また、通産省や経済安定本部からも技官を中心に16名が参加している。

14トン炉，三菱鋼材で8トン炉を築炉し，実験を進めた。このほか，廃熱回収装置・燃焼装置などについても検討している。各専門委員会の成果は丸善から刊行された<sup>117)</sup>。

以下では各専門委員会中もっとも大所帯であった熱計器専門委員会についてみていこう。熱計器専門委員会は，まず「鉄鋼増産協議会によって作成された平炉加熱炉を中心とした標準計測器案を再検討」し，「ついで高炉関係の標準計器まで再検討して，その重要度に

応じて標準計測器の種類，性能，取付方法等を詳しく調査決定し，さらに進んで計器類の保守，修理，検定方法の標準，組織運営の方法等についても具体的に取まとめることになった。委員長の山内二郎は「新しい計測器，計測方法の紹介，計測器の使用結果の研究，計測方法の研究なども盛に行われ，回を重ねるに従って出席も増えていったことは，業界の関心の高まっていったことを示している」と振り返っている。事実，2つの小委員会が



日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

表15 日本鉄鋼協会熱経済技術部会の委員構成と開催回数

社名・大学名等	工場名・学部名等	中熱 経 済 技 術 部 会	同 実 行 委 員	同 幹 事	熱 計 器 専 門 委 員 会	標 準 計 器 高 炉 関 係 小 委 員 会	同 保 守 修 理 委 員 会	熱 精 算 専 門 委 員 会	加 熱 炉 専 門 委 員 会	の べ 合 計
元日本鉄鋼協会会長		1								1
東京大学	工学部	3			4	1	2	2		12
	生産技術研究所				1					1
大阪大学	産業科学研究所				1		1			2
中央熱管理協議会		1						1		2
肩書なし		2								2
日本鉄鋼連盟		1								1
日本鉄鋼連盟	調査局			3	1		1	2	2	9
通商産業省	重工業局			2	1		1	1	1	6
工業技術院	資源技術試験所	2			1			1	1	5
	中央計量検定所				3		1			4
	電気試験所				1					1
八幡製鉄		3		2					1	6
八幡製鉄	本社				1			1	1	3
八幡製鉄	八幡製鉄所		1		1	1	3	2	2	10
富士製鉄		2		3						5
富士製鉄	本社				1	1		2	2	6
富士製鉄	釜石製鉄所		1		1	1			1	4
富士製鉄	室蘭製鉄所		1		1	1			1	4
富士製鉄	広畑製鉄所		1		1	1	1	1	1	6
富士製鉄	川崎製鋼所		1		1		2		1	5
日本鋼管		1		2						3
日本鋼管	川崎製鉄所		1		2	1	2	1	1	8
日本鋼管	鶴見製鉄所		1		1	1	2	1	1	7
住友金属工業		1		2						3
住友金属工業	鋼管製造所		1		1	1	1		1	5
住友金属工業	製鋼所		1				1	1		3
住友金属工業	和歌山製造所		1				1		1	3
川崎製鉄		1		1						2
川崎製鉄	葺合工場		1		1	1	2	1	1	7
神戸製鋼所			1	1	2	2	1	1	1	9
日本製鋼所	室蘭製作所		1		1					2
日亜製鋼	尼崎工場		1							1
日亜製鋼	呉工場								1	1
中山製鋼所	船町工場		1							1
尼崎製鋼所			1							1
大同製鋼	企画室							1		1
大同製鋼	星崎工場		1							1
大同製鋼	尼崎工場		1							1
小倉製鋼	小倉製鉄所		1						1	2
東洋鋼鈑	下松工場		1	1						2

徳山鉄板		1				1				
日本特殊鋼管	本社工場	1				1				
東都製鋼	東京製鋼所	1	2		1	4				
日本特殊鋼		1				1				
日本特殊鋼	大森工場	1		1	1	3				
日本ステンレス	直江津工場	1				1				
三菱鋼材		1				1				
三菱鋼材	本社製作所	1			1	2				
日本冶金工業		1				1				
日立製作所	安来工場	1		1		2				
日立製作所	日立工場水戸分工場	1				1				
大阪製鋼	西島工場	1				1				
大和製鋼	本社工場	1				1				
吾嬬製鋼所	吾嬬工場	1				1				
三菱製鋼	長崎製鋼所	1				1				
尼崎製鉄	製鉄所	1				1				
日本レギュレーター			1			1				
北辰電機製作所			1	1	1	3				
富士電機製造			1	1	1	3				
山武計器			1			1				
島津製作所			1		1	2				
横河電機製作所			1			1				
合計人数		20	34	17	36	14	25	21	25	192
開催回数			5		18	6	19	12	21	

資料）日本鉄鋼協会編『熱経済技術要覧 計測編』丸善，1953年，10-12頁，同『加熱炉の設計と実際並に熱精算の方式』丸善，1954年，13-15頁。

註）1．斜太字体は委員長ないし小委員長が含まれることを示す。

2．小委員会・専門委員会の委員数には幹事を含む。

3．同一人物が複数の委員会・小委員会に所属している場合はそれぞれに1人ずつ勘定した。ただし，一つの委員会で同一人物が委員・幹事を兼任している場合は1人とみなした。

4．上記開催回数は1949年7月～53年1月にかけての数値である。

設置された経緯について，当時専門委員であった川崎製鉄葺合の桑畑一彦は「特に計器はもともと活発であって，この専門委員会にはいつも60名以上も集するという有様で，しかもだんだん増加するという傾向にあり，議事の進行もむずかしくなったので，高炉小委員会，保守修理小委員会，小委員会に分れ専門的に深く突進んで研究しそのできあがった結果を計器専門委員会に提出することになった」と述べている<sup>118)</sup>。彼は保守修理小委員会の充実した活動振りをこう伝えている。

「毎月1回位の割で開いているが仕事を多量にスピーデーに，しかもその報告文の正

確さを期するためにつぎのようにして運営されている。委員長からある人に研究題目を与えると，その人は研究し，それを文章で書いて小委員会に提出する。これを次の小委員会迄に関東組関西組八幡組でさらにその下部組織である組小委員会を開いて検討し，各組で訂正案をまとめて次の小委員会に提出され，小委員会で原案者を中心に関東，関西，八幡の訂正案でお互い討議され結論を生み出すという方式である。そのためわれわれそれに関係している委員は10日に1回くらいは地区の小委員会（私なら関西組小委員会）に出るそれ迄にはその予

習をしておかねばならず、また1箇月に1回は東京である小委員会に出ていく、この前に提出資料を印刷せねばならぬとなかなか忙しいものである。」

専門委員会・小委員会の構成委員以外にも多くの技術者を巻き込みながら技術の交流・標準化が進められていたことが窺える。

これらの活動と同時に、各製鉄所の実態調査や成績交流も進められた。部会総会では各製鉄所や専門委員の講演に加えて、各社から提出された高炉・コークス炉・平炉・圧延作業月報を集計収録したものが発表された。各製鉄所がそれぞれどのような成績なのかは、こうした集計データや部会での報告によりお互いに知ることができ、他社に自社の原単位を隠すような雰囲気はなかったという<sup>119)</sup>。復興期には戦間期に開始された鉄鋼協会での技術交流が如何なく発揮され、各製鉄所が熱管理の技術向上を協力しつつ競い合う関係が形成されたのである。

### 3. 熱管理課および生産現場における熱管理の展開

各社間の技術交流とともに、各製鉄所では燃料原単位の低減に向けた取り組みが充実していく。以下では八幡に即して、工場内部の動向を熱管理課と生産現場とに着目して順に検討したい。

#### <熱管理課>

敗戦直後の1945年11月20日、日鉄各社の熱管理課は職制縮小の一環で解体され、かわりに監理部監理課に熱管理掛と計器掛とが設置される。熱管理課技術掛を受け継いだ熱管理掛は「熱管理ノ企画、調査、統計及普及ニ関スル事項」と「燃料ノ統制並燃焼指導ニ関スル事項」とを担い、熱管理課第一瓦斯掛の計

器班を主体に発足した計器掛は「工業計器ノ整備、調節及補修ニ関スル事項」を管掌した。一方、高炉ガス・コークス炉ガスの配給は動力部動力課に設置されたガス掛によって担われることになった。こうした措置にもかかわらず、戦時ゆえの制約条件のなくなった復興期には、熱管理は戦時期以上に活発に展開される。事実、50年4月の八幡製鉄設立を機に熱管理課は再発足を遂げた<sup>120)</sup>。

以下では熱管理課の活動を計器掛・技術掛（監理課所属時代の熱管理掛）の順にみていく<sup>121)</sup>。まず、戦時中に計画された計器修理工場は予算額を縮小した上で設置された。そして、嘱託として島津製作所の相川長彦、阿部計器の阿部義美を招いて準備を進め、1946年度には島津製作所の定久職長から常駐の嘱託として1年間の技術指導を受けるとともに、課外の計器修理を開始した。計器掛はその後も計器の設置・使用状況の調査、修理の良否調査などをすすめて、47年度には計器の検定を、48年度には現場に出張しての計器取付・修理補正・取扱方法の指導をそれぞれ始めるなど活動を本格化させ、51年度になると全所の計器購入・外注修理を一括して行なうようになる。（表16）。各工場で計器や自動制御装置を導入する際には各工場の会議に計器掛長らが出席して助言し、導入後もその操作方法を作業員に教示した<sup>122)</sup>。46年度から51年度にかけて、人員は2.5倍になり、当初380件余りだった内部作業件数も約11倍にまで達した（表17）。やや後の時代になるが、設備投資費に占める計器の割合も戦前期の1%から30%へと上昇したと伝えられている<sup>123)</sup>。

戦後の技術掛の人員は職制縮小にもかかわらず戦時期の約3倍になり、熱測定等の作業件数も1950年代に入ると着実に増加していっ

表16 計器掛における業務の変遷

年度 特 徴	内 容
1945 計画準備	①計器掛が第一製鉄課熱風炉西側建物の監理課ガス掛計器班を主体として発足（11月1日） ②所内保有計器の現況調査 ③所内柱時計修理 ④島津製作所相川技師の計器講演会実施、講演記録プリント ⑤計器掛用購入品発注督促受取り ⑥計器修理工場建物の物色 ※掛として設備不十分なるまゝ発足した事とて、専ら作業計画及び設備準備期間として過す。
1946 技術養成	①厚生課戸畑構内食堂に移転（5月6日） ②各室床張 ③島津製作所職長定久氏を囑託として一ヶ年の約束にて技術指導開始 ④課外の計器修理を開始 ⑤事務器具修理開始 ⑥掛購入関係督促発注及び受取り ※修理設備の不備、修理技術の未熟に加えて食糧事情の悪化と相俟って作業向上は期待できず、これらの悪条件の克服に努めつゝ作業を進めていた。従って課外の修理件数は少なく保管計器の整備、設備の整備、修理技術の養成に費やされた。尚本期末に身分制が撤廃になった。
1947 揺籃期	①島津製作所定久囑託指導終了 ②購入計器の検定部門設置 ③所内保有計器現況調査 ④計器掛の保有計器整備 ⑤機械設備取付開始 ⑥課外の各種計器修理量増加し始める ※社会状況悪化に伴い組合運動いよいよ活発となる。10月スト発生、加うるに食糧事情依然として悪く、従って作業能率の低下になり勝であったが、設備と技術養成の充実に従い逐次作業量上昇し来る。将来に明るい期待を持ちつゝ全員一丸となって作業の完全消化に進んだ。
1948 実施期	①各工場の計器購入査定開始 ②計器掛機械設備取付完了 ③流量計オリフィス設計開始 ④本所に出張所設置 ⑤現場計器使用状況の調査 ⑥修理の良否調査 ⑦現場に出張して計器取付、修理補正、及び取扱ひ方の指導 ※設備の充実と技術向上に従ひ、この期から本格的な計器補修作業期に入った。
1949 本格実施	①出張所一部改造 ②製鉄、製鋼、鋼材部に整備モデル工場を指定（8月） ③計器の購入査定 ④遊休計器の回収開始 ⑤本所計器履歴簿作成 ⑥出張修理及び補正、取付取扱ひ方の指導 ⑦現場に出張して故障計器の修理提出方督促 ⑧本所との計器運搬に三輪車購入（1台） ※人員技術設備が充実して作業面にも実績を上げると共に計器の管理に意をそゝぎ、又、戸畑作業所にては修理に不便を来たすので本所へ移転の必要が認められた。
1950 完成期	①計器掛を本所の出張所に移転合併 ②事務器具、時計の修理を廃止し計算機の応急修理を各現場員で出来る様講演指導をなした。 ③計器の自動制御修理班を設く ④作業員5名増加 ⑤特殊実験研究班を設けて計器の研究応用に努める ⑥計器に関する講演会を開いて新計器其の他の普及指導に当る。 ⑦熱経済技術部会の熱管理計器専門委員会資料を作成し、知識の向上を計る。 ⑧計器購入仕書を統一 ※本所に作業場を統合して作業量目標を従来の2倍に上げて、そのため現場出張班を拡大強化して現場計器の応急修理、補修点検の度を高め、計器の活用性発揮に努め、又計器に対する関心と新計器等の知識の向上を計った。
1951	①第1・四半期から購入計器の整備計画の審議を毎期行い、熱管理用計器の購入予算はそれに基づいて熱管理課が一括して予算元に。 ②外注修理熱管理用計器についても購入計器と同様に第4・四半期から全所のものを一括して熱管理課が予算元に。
1953	①自動燃焼制御装置設置台数の増加と共に電子管計器、その他の新計器の増加に伴い、特殊計器掛が計器掛より分離新設され、此等計器の企画及び整備を担当（10月）

資料）前掲『八幡製鉄資料』熱管理編、1950年度、108-10頁、51年度、110頁、52-54年度、6-7頁。



日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

表17 八幡製鉄所における熱管理部門の動向

年度	技術掛			計器掛				全職員 ・ 工員数
	人員数	うち技術員	作業件数	人員数	うち技術員	作業件数		
						内 部	外部委託	
1944	13	3	—	—	—	—	—	66,740
45	14	4	—	—	—	18	—	35,526
46	17	3	20	20	7	383	—	28,407
47	37	8	12	33	6	1,050	—	27,930
48	37	8	27	37	8	1,743	—	32,706
49	37	8	12	44	8	2,769	—	35,362
50	37	8	30	49	8	3,557	—	35,038
51	43	9	41	49	8	4,255	2,731	37,087
52	43	9	49	49	9	4,470	4,897	36,729
53	—	—	61	—	—	4,242	6,586	35,431
54	81	10	83	46	—	4,309	7,403	34,578

資料) 前掲『八幡製鉄資料』熱管理編, 1950年度, 4-5 頁, 20-23頁, 111-13頁, 51年度, 3 頁, 16-17頁, 111-12頁, 52-54年度, 7-8 頁, 28-39頁, 112-21頁, 55-57年度, 4 頁, 前掲『八幡製鉄所80年史』資料編, 32-33頁。

- 註) 1. 人員数は, 熱管理部門では1944年度は9月の熱管理課発足時, 45~51年度は各年度初め, 52年度は51年度末, 54年度は年度末の数値。全職員・工員では, 1950年度以降は各年度初めの数値でそれ以前は不明。なお, 51年度以降の職員・工員は主務・医務職・技術職の合計。  
 2. 1951年度の時点で, 熱管理課には上記のほかに燃料調整掛と整理掛とが存在する。人員は燃料調整掛8名(すべて技術員), 整理掛7名(うち技術員3名)である。  
 3. 1954年度の計器掛人員数には特殊計器掛を含む。特殊計器掛は1953年10月に計器掛から分離発足し, 自動制御機器を管理した。これら両掛は, 55年7月に熱管理課から分離し, 新たに計量管理課が発足した。  
 4. 技術掛の作業件数は, 窯炉熱測定と特別試験との合計であり, 計器掛の作業件数は, 検定・修理・試験の合計。  
 5. 1950年度以前における計器の外部委託作業は, 熱管理課を通さずに各現場毎に行なっていたため, 作業件数は不明。  
 6. 一は不明

た(前掲表17)。設備の熱測定・診断は各工場課長の要請などに応じて適宜実施され, 人員は技術員1名と作業員5~6名, 期間は1週間程度。その後半月から1ヶ月程度で計算結果などがまとめられた後, 各工場の会議で報告された<sup>124)</sup>。これらのうち, 結果の良いものは『鉄と鋼』誌などで報告された<sup>125)</sup>。

また, 熱心な工場ではその技術員・作業員から熱管理の専任者を選出する場合もあった。たとえば課長の主導の下で熱管理が活発に展開された第一圧延課では, 熱管理の詰所を作って熱管理課員との協力を深めるとともに, 圧延課内の何名かには, 圧延課に籍を置いたまま実際には熱管理課の仕事を担当させていた。こうしたスタッフも含めると, 八幡全体で200名程度が熱管理課の職務に携わるまでになった<sup>126)</sup>。

熱管理課は以上各掛の活動に加えて, 熱管理連絡会議と熱管理強調月間との開催も担った。八幡製鉄所内でもすべての工場が熱管理

に様に関心をもっていたわけではなく, 課長級でもその関心には温度差があった。熱管理課の熱診断も強制するわけにいかないため, 「ボイコット」されることもあったという<sup>127)</sup>。そこで所内全体の関心喚起や情報交換に活用されたのが熱管理連絡会議と熱管理強調月間とである。

八幡で熱管理委員会に相当する熱管理連絡会議には熱管理課と各現場関係者とが出席した。八幡製鉄設立前後の議題をみると, ①各種燃料の需給状況, ②各工場の燃料原単位状況, ③熱測定結果の報告や技術改善事項の検討, ④計器の現状調査・設置計画の立案や予算の検討, ⑤所内の熱管理関係の規格・基準の制定, ⑥各部の原単位目標や熱管理運動の検討などがなされたほか, ⑦他社の原単位状況や鉄鋼熱経済技術調査団での見聞結果なども伝えられているのが注目される(表18)<sup>128)</sup>。少なくとも八幡では鉄鋼協会や調査団等を介した他社の情報が現場関係者にも伝えられ,

表18 八幡製鉄所熱管理連絡会議の運営状況

年 度	回 数	開 催 日	出 席 者 数	議 題						
				燃料 原単位 の需給 状況	熱 測 定 ・ 技 術 改 善	計 器	規 格 ・ 基 準 の 制 定	熱 管 理 運 動 ・ 目 標 設 定	他 社 ・ 炭 鉱 の 状 況 ・ そ の 他	お も な 議 議
1949	8	7.16	24	○	○	○	○			二製鋼より他工場への石炭配分の検討，中塊炭篩分使用による利益計算
	9	7.25	16			○				発生炉用石炭の熱量
	11	8.1	19		○				○	余剰コークス炉ガス対策，本邦製鋼業者の昭和23年下期原単位
	12	8.29	30			○	○			中塊炭の篩分・秤量成績，線材工場熱診断結果
	13	9.22	19			○				篩分炭と普通炭との比較説明
	14	10.1	45		○	○			○	炭鉱の概況，燃銃及び熱塊輸送対策
	15	10.31	34	○	○				○	高島炭田調査報告，熱経済技術部会の状況報告
	16	11.30	25	○	○		○		○	筑豊炭田現況報告，各社における第1/4半期の熱経済委員会運営状況
	18	12.28	32	○	○	○	○		○	熱管理強化期間，計器の取扱状況調査結果
	20	1.28	15以上		○			○		熱管理強調月間中の各部実施目標
	21	2.11	31	○	○					燃料需給状況・原単位
	22	3.6	26	○					○	熱経済技術部会の最近の動き
1950	7	5.31	35	○	○	○	○		○	各社における原単位比較実績及び関西地方製鉄工場の調査報告
	8	6.7	4以上						○	寮の燃料費
	9	6.12	17	○	○					高炉ガス利用率の向上対策
	10	6.15	10		○					発生炉ガス効率，3・4・5分塊均熱炉ガス使用量・温度測定結果
	12	7.5	38	○	○		○		○	熱経済技術部会調査報告，石炭購入規格案
	13	7.1～7.8	不明				○			計器整備の充実・計画について各部ごとに開催
	14	7.19	16					○		石炭購入規格案
	15	7.20	8						○	第2四半期における燃料動力原単位新目標案
	17	7.29	14					○		コークス用炭の価値指数
	18	7.31	13		○					インゴットのモールド輸送
	19	8.14	11		○					鋼塊のモールド輸送試験
	20	8.16	16		○					乾留用炭の適正度の査定
	21	8.25	13		○					重油，クレオソート油の輸送
	22	8.28	45	○	○			○	○	石炭購入規格，ガス用炭の現地粒度調査
	23	8.29	12					○		粉コークスの篩分場中，小粉コークスの名称併合
	25	10.14	15		○					二中形連続式加熱炉の熱診断結果・設計
	27	10.28	31	○	○				○	第3四半期燃料原単位目標決定
	29	11.22	81		○	○	○			熱管理現場担当者の決定とその任務，購入（修理）計器仕様書
	31	12.27	19	○	○			○	○	各製鋼炉原単位努力目標の検討
	32	1.13	100	○	○			○	○	熱管理強調月間趣旨説明
	33	1.22	17		○					従来の発生炉熱効率の数値検討
	34	1.8～16	81			○				計器整備計画の検討
	35	1.18～19	15			○				熱経済技術部会計器専門委員会に八幡から提出する高炉関係熱管理
	36	2.3	12	○	○		○	○	○	計器の検討打ち合わせ
	37	2.5	15		○					原単位目標，熱精算方式の説明
	38	2.17	14			○				燃料試験炉
	39	2.19～22	53						○	鋳鉄炉関係標準計器
	40	3.16	26			○				熱管理強調月間の中間報告
	41	3.16	52	○		○		○		熱管理計器の予算
	42	3.17	23						○	熱管理強調月間の経過報告，熱管理標語ポスター
										釜石製鉄所平炉原単位調査結果（平炉作業，熱管理及びガス計量関係）

資料）「八幡製鉄所所報」該当各号。

註）1. 記載のない回は内容不明。

2. 「おもな議題」に明記してはいないが，「燃料需給状況」，「燃料原単位」，「他社の燃料原単位」が繰り返し議題に取り上げられている。

熱管理についての情報や意識を高めるのに活用されていたことが窺える<sup>129)</sup>。また所内各工場の目標や成績を比較することはそれらの競争関係を創り出したと思われる。

競争関係をさらに強く意識させたものが毎

年度2月前後に開催された熱管理強調月間である。熱管理強調月間は毎年度重点項目を決めて実施し，各部の優秀工場には部長賞が，部長賞受賞工場中全所的にみても優秀な工場には所長賞が授与された<sup>130)</sup>。

こうして復興期の熱管理課の活動は計器の整備や技術指導を軌道に乗せた。このことは戦時期からの飛躍であるが、それだけを見るのは一面的であろう。計器の整備や技術指導は戦時期からその必要性が認識されていたことであり、また会議や行事を通じて熱管理への関心を高めようとする手法も明らかに戦時期から受け継がれたものであった。

#### ＜生産現場＞

熱管理課の拡充にあわせて、各現場でも熱管理への取り組みが進展した。製鋼作業では米国人技師の技術指導内容に基いた改善が進むとともに、現場における作業員教育や競争の喚起を通じた計測操業技術の定着・向上が活発になされる。

八幡の各平炉工場では、設備改良のほか、自動制御の導入、重油使用の開始がなされた<sup>131)</sup>。設備の改良ではまず炉体の改善がなされ、空襲で全壊した第四製鋼工場の再開を契機として混銑炉の大型固定式平炉への改造も進展する。計器操業は1950年代前半には早くも自動制御へと進み、第一製鋼で52年3月、第四製鋼で52年4月、第三製鋼で53年8月にそれぞれ導入が開始された。平炉の自動制御装置はすべて山武ハネウエル製であった<sup>132)</sup>。また燃料では、混和ガスや発生炉炭から重油専焼へ、さらには重油・コークス炉ガスへの転換が51年までに進められた。

こうした設備改善は、現場における作業員教育や競争の促進と相俟ってその効果を発揮することとなる。顕著な事例として八幡製鉄所第三製鋼を検討したい<sup>133)</sup>。1952年初期には約160万kcal/tであった第三製鋼の原単位は、自動制御導入前にもかかわらず53年2月に「わが国製鋼工場で始めて100万calを切る95.8万cal」を実現し、55年2月には70.3万kcal/t

にまでなった。この間、ガス発生炉の廃止、昇降道・蓄熱室の改造、各種計器の設置といった設備改良を進めるとともに、以下のような作業員教育を講じた。

まず、係員の指導や計器の故障防止により「平炉作業員の計器に対する信頼を高めることに努力し」た。そして、炉別・期別（装入期・熔解期・精錬期）に各種燃焼基準を設定し、それに基づく管理限界を「計器のチャート上に…（中略）…色別に明示して基準の遵守を確保、且つ容易に」するとともに、それから逸脱した場合は原因の究明に取り組んだ。一連の指導を通じて計器操業に慣れていったことは自動燃焼制御導入後にその習熟を早めるのにも寄与する。

だが、計器操業は計器の精度向上や燃焼基準の設定によって直ちに実現できるものではなかった。戦時期の状況からも窺えるように、第三製鋼でも「従来『勘』による燃焼を行って来た」ため、「作業員には相当窮屈」に感じられたのである。そのため「作業員が燃焼基準の真価を認めて積極的に基準を守るまでに相当期間と根気を要し」た。具体的には、人員配置に工夫をしたほか出鋼毎の原単位成績を作業員に自ら把握させ、それを国内他工場や欧米と比較させることなどを通じて現場の計測管理・熱管理への関心を高める措置を繰り返し講じることで、燃料原単位の改善に積極的に参加するよう促したのである。また、熱管理強調月間も現場の雰囲気を変える契機としての役割を発揮し、作業員の競争促進に寄与した（表19）。

第三製鋼のこうした取り組みを考える上で重要なのは、それが孤立した状況でなされたのではないということである。現場の作業員教育で利用された他工場の原単位情報は鉄鋼

表 19 八幡製鉄所第三製鋼工場におけるおもな作業員教育と意欲向上策

(1) 計器の記録の利用と技術員・作業員での共有
計器の日々記録を毎日整理し図及び表とし炉別出鋼毎の成績を明らかにし、技術員は作業指導及び管理のために利用し、作業員はこれにより自己反省して日々の作業の改善に役立たせた。 記録を旬また月毎に炉別、伍長別に整理し、それぞれ長所、短所を詳細に検討を加えプリントし、技術員及び役付以上に配布し相互間の比較検討及び爾後の作業指針とした。
(2) 人員配置の工夫
①優秀作業員の特別指導 試験炉（150t 炉、1 号 130t 炉、7 号 60t 炉）を定め、これに優秀な作業員を配置し特別指導を行い、Cal/t の切り下げ、t/hr の向上を計り他炉の推進とした。
②作業員の配置転換 ①の後、並炉と優秀炉との作業員の配置転換を行い、並炉の成績向上と優秀炉の成績維持の指導にあたった。これにより全基の成績が平均化でき、1953 年 12 月以後は 60t、130t、150t 炉共に揃って 80 万 Kcal/t が確保し得た。これにより作業員の研究心と競争心が旺盛となり、全般の技能が急速に向上した。その後適材、適炉の配置を行い現在に至っている。
(3) 直接燃料（Cal/hr/ton/hr）計算方法の教育
燃焼を数字的に見る訓練をするため、1953 年 1 月各出鋼毎の直接燃料を計算することを教育し、それぞれ日々出鋼毎のカロリーを計算させた。これにも相当の根気を要したが、これにより作業員自身が如何にすれば、Cal/T を下げ得られるかを体得して、積極的に工夫努力することになり、Cal/t 切り下げの最も大きい要因となつた。
(4) 燃焼に対する自信の付与と志気高揚
①中間目標の設定と他工場との比較 Cal/t 及び t/hr にそれぞれ中間目標を定め、目標を次々突破させて作業に興味を持たせ、また一方欧米及び国内他工場の成績と比較することにより逐次自信を持たせた。
②表彰 中間目標に到達した炉に対しては、全員の氏名を記入した表彰額と賞品を与え、協力職場に対しては協力賞、特に優秀者に対しては個人賞等をそれぞれ与えた。これにより作業意欲は益々高揚し、職場相互のチームワークが良くなり、且つ作業員の指導が容易となつた。
(5) 職場チームワークの指導
作業員の個人技能向上と同時に、職場相互のチームワークの指導に意を用いた結果、全職場が一体となつて平炉に能力を上げさせる雰囲気を作ることが出来た。たとえば、平炉—原料—運転掛の協力の結果、装入時間が著しく短縮（全製鋼過程をつづいた時間短縮の 75～85%）した。
(6) 熱管理強調月間の利用
1953 年 2 月熱管理強調月間において 95.8 万 kcal/t を記録し、わが国最初に 100 万 kcal/t を切り、所長賞第 1 位の表彰を受けてより、作業員に自信がつき燃焼基準の真価を体得して、積極的に基準を守るようになった。 熱管理強調月間に際しては、予め詳細な計画を立て作業員にそれぞれ実施事項を徹底し、作業志気を高揚して炉別個人成績を掲示し熱管理の啓蒙を計った。その結果 3 ヶ年連続熱管理強調月間所長賞第 1 位を獲得し、次々と確実なる Cal/t 切り下げに成功した。

資料）相原満寿美（第三製鋼課長）・坂本正博（第三製鋼課）「平炉における燃焼管理について」（『製鉄研究』211 号、1955 年 9 月）911-19 頁。  
 註）(2)～(5)は「作業員の教育と作業意欲の高揚」において「特に効果があると思われる 2～3 の事項」としてあげられていたものであり、ほかは筆者が適宜選んだものである。

協会で交換され、所内の熱管理連絡会議を介して伝えられたものであろうし、競争喚起には熱管理強調月間など全所的な行事が利用されていた。『鉄と鋼』や研究部会を通じて得た他社の技術の応用が試みられたこともあったであろう<sup>134)</sup>。復興期の鉄鋼業では＜個人—掛—課—部—全国＞といった各段階で、熱管理の重層的な競争構造が構築されるに至っており、この競争構造を通じて、熱管理への関心の喚起と技術の向上とがなされていた。ここにきて、戦時期に技術者が開始した熱管理への取り組みは現場へも浸透したのである。

## VI. おわりに

1920 年代における石炭需給の変化をうけ、日本の鉄鋼業ではエネルギー節約に対する関心が徐々に高まりをみせることとなった。その関心は当初は余剰エネルギーの利用に止まっていたものの、やがて計測を通じた各設備の原単位低下も目標とする熱管理へと関心が拡大する。これが初めて本格的に実施されたのが昭和製鋼所であった。石炭が日本国内に比べて圧倒的に豊富な「満洲」で熱管理が最初に導入された理由には、昭和製鋼所社長伍堂



卓雄のイニシアティブが先ず挙げられるし、それを可能にした背景として、技術者のしばしば採算を度外視した大規模な技術導入に対して比較的寛大であった「満洲」日系企業の社風が指摘されるべきであろう。そして石炭統制が実施された戦時期には、国内鉄鋼業もエネルギー節約をさらに徹底する必要から熱管理に着目し、専門の技術者集団を組織する。そして、彼らによって生産現場で新たな課題が発見され、その解決が試みられた。にもかかわらず、計器の供給不足など戦時であるがゆえの様々な制約は課題の解決を阻んだのである。熱管理への着目を促した背景は同時にその実現を阻む背景でもあった。

復興期に熱管理を推進したのはまさに、戦時中に熱管理について何が課題なのかを痛感した技術者たちであった。戦後すぐさま本格化した熱管理の原動力は、戦後の科学的管理運動を突き動かした戦時的非科学・非合理への反省<sup>135)</sup>のような理念的・本質的な認識よりもむしろ、「あれをすべき、これをすべきと解っていたのにできなかった」という類の具体的な反省・無念・悔恨だったといえよう。これらを共有する技術者によって、戦時中に開始された取り組みは戦後復興期以降も、戦時中に発見された課題の解決を目指して確実に引き継がれていき、原単位低下を目的とする計測管理の実現をみた。米国人技師の勧告が現場にすばやく定着し、そしてさらなる効果を発揮したのは、計器などの資材が充分でない戦時期のもとで形成された制度やスローガンが戦後復興期にも熱管理課の活動・競争の喚起・現場教育などに受け継がれ、それらが戦間期以来の技術交流と相俟ったからであり、設備の新設だけでは説明できまい。すなわち、資源制約が意識されるなかで、戦間期

におけるドイツからの技術導入や戦時の試行錯誤を通じて形成された熱管理への取り組みが、復興期には現場をも巻き込むかたちで展開されるに至ったからこそ、戦後日本鉄鋼業は米国への追従に終わるのではなく、米国式の技術を導入しながらも短期間のうちにアメリカよりもエネルギー節約的な方向にそれを発展させていったのである。

このエネルギー節約的特徴は1950年代前半には既に、技術導入元である独・米よりも発揮されている。53年に3ヵ月半視察した八幡製鉄本社技術部作業課長の池田正は、「独逸では一般にコークス炉ガス、高炉ガスが多く用いられ、発生炉ガスも使用されて」おり、自動制御を「未だ完全に実施されている工場は見られない」と伝えた<sup>136)</sup>。さらに、八幡製鉄のドイツ駐在員石原重利による3年後の報告になると、「平炉となると日本の方が立派な位でニュースを拾うのに一苦労で」あり、たとえば、重油や酸素の使用が殆んどみられないなど、「日本人的な眼でみれば旧式ということになりそう」だとまで記されている<sup>137)</sup>。

また1954年に海外視察した八幡製鉄所製鋼部第一製鋼課長の太田隆美は、西ドイツについて、「国産の豊富且つ安価な石炭に依存する」ため未だに混和ガスを多く使用しており、「平炉の燃料カロリー原単位は、わが国の同一炉容の平炉に比してかなり高いところに止まっているが、このような燃料使用状態ではこれ以上余り大きな切下げを期待できぬであろう」とし、それでも「国産燃料が安価であるから燃料費の比較としてドイツの行き方は決して不利と称せらるべきでない」状況にあると考えた<sup>138)</sup>。また、「ドイツの平炉の計器や自動調整設備は一部の新設改造平炉を除き、最近とみに充実した我が国のそれと比べてか

なりおくれた段階にある。天井温度を計測してもその自動調整（燃料供給量に直結せしめる）にまで持つて行っていない範囲である」と報告した。一方、アメリカの鉄鋼業についても燃料原単位は日本よりも劣るとみて、その要因を以下のように分析する。

「平炉の自動調整装置を含む計器設備は、近年当所においても（また所外の他の作業所にあつても）鋭意その近代化に努力して来ただけに、個々の計器の性能の差は別として、大局的に見てその活用面をも総合して米国の一流工場のレベルに到達していることを直感した。平炉の燃焼についての研究や改良努力或いは日常作業の燃焼成績をやかましく管理するという面では、米国の平炉現場の関心は必らずしもつよいとは見られなかつた。…（中略）…米国のカロリー原単位成績が必らずしも優秀でない要因は、製鋼能率（t/hr）第一主義に走る形式を遂行していること」

彼らはドイツ・米国と日本との作業目標・日常作業を含んだ技術体系の違いをこのように実感し、この違いが日本の優秀な原単位を実現していると悟ったのである。とくに太田は、技術形成の最上位目標が米国では製鋼能率に、日本では燃料原単位にそれぞれおかれているという日米の違いを見抜いたといえよう。

こうした自信を抱きつつも、池田は自身の報告をつぎのようにまとめる<sup>139)</sup>。戦後の鉄鋼「技術は米国からの技術の方がより多く入つたように思われる。即ち単一品種大量生産方式の技術が多く入つて来たことは否めない」。だが、「あらためてわが国の製鉄業を見るにかかる単一品種多量生産方式が完全に適応出来るや否や。その答は自ら明白であろう。一

方目を欧州に転ずれば欧州の製鉄業の形態、単位及び原料事情の方がわが国の製鉄業によりよく似た点が多い。すなわち、わが国の如く多品種小量生産の作業を取て行わねばならない場合には欧州の製鉄業の技術も大いに他山の石とせねばならない」と。そして太田もまた、「製鋼技術の内容も、客観的条件や事情の異なる米国一辺倒に走つた感がないでもないのであつて、今後西独の歩み方の長所も採り入れ、吾国の国情にマッチした独自の技術を展開させることが急務」だとなお自戒する。

1950年代には「共產化」した中国との断交に伴う資源輸入の長距離化やそれに伴う価格上昇が懸念される一方で、賃金は他の欧米諸国に比べて既に最低水準にあり、そのさらなる切り下げには著しいコストを要した。ゆえに、今日からみれば手持外貨の増大や船舶の大型化を通じて資源制約を緩和させつつあった状況下でも、エネルギー節約への関心・取り組みは持続されていく。そのため石油の輸入が戦時期や戦後統制期より安定的になっていたにもかかわらず、それはエネルギー節約を阻害せず、むしろ熱管理技術を発展させるかたちで利用された<sup>140)</sup>。戦後日本鉄鋼業の発展は戦間期から掲げられたエネルギー節約という理念が実現されるなかで開始されたのである。さらに付け加えるならば、酸素製鋼法やその後のLD転炉に代表されるエネルギー節約技術の他国に類例のない広がり、50年代半ばにおける技術者の自戒が高度成長期日本鉄鋼業の特徴とも決して無縁ではないことを示しているといえよう。

## 注

- 65) 小堀，前掲「戦時期・戦後復興期日本の熱管理運動・熱管理政策」40-56頁。
- 66) 「八幡製鉄所業務規定改正ノ件」1937年5月12日（「社報」甲第7号）16-17頁。以下，本稿で使用する「社報」「所報」はすべて「新日鐵八幡CD-ROM」所収のものである。なお，第一副産課瓦斯配給係が所属していた化工部は1934年3月に骸炭部と窯業部とに分割されており，コークス炉ガスの配給は骸炭部副産課骸炭瓦斯係が担当していた。前掲「八幡製鉄所五十年誌」139頁，「職員勤務部課改正ノ件」1937年5月19日（「社報」甲第16号）6頁。
- 67) 「八幡製鉄所業務分掌規程改正ノ件」1942年3月1日（「社報」甲第19号）6-7頁，「八幡・業務分掌規程中改正」1944年9月5日（「日本製鉄株式会社社報」第160号）942頁，「熱管理課新設ニ関スル件」1944年9月9日（同，第162号）953頁，日鉄社史熱管理分科会編『日本製鉄熱管理の歩み―日鉄社史熱管理資料篇』日鉄社史編集委員会事務局，1959年（法政大学多摩図書館所蔵「日鉄社史編集資料」『資料篇第3部第5篇2』綴）10-12頁，前掲『八幡製鉄資料』熱管理編，1950年度，2頁。
- 68) 設楽正雄によると，「製鉄所が熱管理を言い出し」，熱測定・熱診断などが始められたのは召集解除後の1943年に八幡に戻ってからだという。前掲，設楽氏ヒアリング第1回。設楽は38年3月に早稲田大学理工学部応用化学科を卒業後，同年4月に日本製鉄に入社し，製鉄部燃料課に配属された。配属当初はもちろん熱管理ではなく，船用エンジンへのクレオソート油の代用使用などに携わり，翌39年1月から43年9月まで陸軍技術中尉として入隊していた。設楽正雄「70年の歩み」『明治大学工学部研究報告』第48号特別寄稿，1985年3月）1-3頁，「設楽正雄略歴」（設楽氏メモ）。
- 69) 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』98-100頁，170-75頁，杉田，前掲『炉の歴史物語』112頁，「本店事務細則改正ノ件」1941年8月1日（「社報」甲第28号）119頁。本社熱管理掛の職務内容は

- 「熱管理ニ関スル事項」とだけ記されている。
- 70) 「臨時熱管理部設置ノ件」1944年4月1日（「日本製鉄株式会社社報」第66号）349-50頁，「本社業務分掌規程中改正」1944年9月25日（同，第168号）975頁，同，第160号，1944年9月9日，942-43頁，前掲「熱管理課新設ニ関スル件」1944年9月14日。
  - 71) 以下3段落はことわりのない限り，本社総務局総務課『昭和十八年技師長会議要録（八月十，十一，十二日 於本社）』作成日不明（「18.9.3 芝崎」の捺印あり）（東京大学経済学部図書館所蔵「真板氏旧蔵鉄鋼資料」）。
  - 72) 高橋正一（八幡製鉄参与）「計量思い出の記」（『計量管理』第1巻第1号，1952年11月）22-23頁，前掲『八幡製鉄資料』熱管理編，1950年度，2-3頁，「日本製鉄株式会社社報」第107号，1942年11月18日，321頁。
  - 73) 寒川武（アスカニア）談（前掲「化学工場に於ける自動管理に関する座談会」173頁）。
  - 74) 小堀，前掲「戦時期・戦後復興期日本の熱管理運動・熱管理政策」49-55頁。
  - 75) 高橋，前掲「計量思い出の記」22-23頁。八幡の計器故障率が約30%であるとの証言は，当時海野三朗からもなされており，事実とみなしてよいであろう。「計器取扱実地講習会報告」（「日本製鉄株式会社社報」号外〔1〕，1944年1月10日）2頁。
  - 76) 本社総務局総務課，前掲『昭和十八年技師長会議要録』31頁。
  - 77) 『くろかね』1942年11月1日，11月21日，12月1日。以下，『くろかね』は北九州市立中央図書館および九州国際大学所蔵のものを利用した。
  - 78) 「第二次燃料節約運動ニ関スル件」1943年7月1日（「八幡製鉄所所報」第94号）333-35頁，「熱管理特攻月間実施ニ関スル件」1945年1月16日（同，第8号）35-37頁。
  - 79) 「熱管理実施要綱ノ件依命通牒」，「熱管理委員会規程」以上，1943年8月10日（「日本製鉄株式会社社報」第153号）610-13頁，「八幡製鉄所熱管理委員会規則」1943年8月22日（「八幡製鉄所所報」第122号）443-44頁，前掲『日本製鉄熱管理

の歩み』9頁。

- 80) 「熱管理ノ運用方針ニ関スル件」(「八幡製鉄所所報」第7号, 1944年1月10日) 30-34頁。
- 81) 前掲『八幡製鉄資料』熱管理編, 1950年度, 2頁, 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』10-12頁, 66頁, 「故障計器巡回診断ニ対スル協力方依頼ノ件」1944年3月18日(「八幡製鉄所所報」第46号) 189頁。
- 82) 本社総務局総務課, 前掲『昭和十八年技師長会議要録』別紙第一, 前掲図1・表7記載資料。
- 83) 日本鉄鋼協会編『最近日本鉄鋼技術概観』日本学術振興会, 1950年, 18-26頁, 185頁。
- 84) 福第四〇一一工場『現況報告書』1945年5月(労働政策研究・研修機構労働図書館所蔵「清水慎三氏寄贈資料」6018) 94頁。
- 85) 海野三朗談(前掲「化学工場に於ける自働管理に関する座談会」168頁)。
- 86) 前掲「計器取扱実地講習会報告」2頁。
- 87) 前掲『八幡製鉄資料』熱管理編, 1950年度, 2-3頁。
- 88) 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』266-67頁。
- 89) 海野三朗談(前掲「化学工場に於ける自働管理に関する座談会」168頁)。
- 90) 寒川武談(同上, 173頁)。
- 91) 森龍郎(新扶桑金属技術部長)談(「技術部長座談会 “技術面から見た” 戦後の日本鉄鋼業」『鉄鋼界』1951年10月号) 12頁)。
- 92) 桑畑, 前掲「製鉄業における計量管理について」12頁。
- 93) 日本製鉄株式会社史編集委員会編『日本製鉄株式会社史—1934-1950』同委員会, 1959年, 679-90頁。また, 飯田賢一・大橋周治・黒岩俊郎編『現代日本産業発達史(IV) 鉄鋼』1969年, 交詢社出版局, 363-68頁も参照。日本鋼管の事例については, 長島, 前掲『戦時日本企業論序説』第6章～第7章。
- 94) 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』159頁, 176頁, 福第四〇一一工場, 前掲『現況報告書』5-6頁。
- 95) 大友将之亮「私の能率学」(3)(『製鉄研究』第207号, 1954年9月) 587-88頁。
- 96) 小堀, 前掲「戦時期・戦後復興期日本の熱管理

運動・熱管理政策」58-66頁。

- 97) 以下, 本項は断りのない限り, Industry Division, Economic & Scientific Section, GHQ/SCAP, “Report on Japanese iron & steel industry by Mr. Fred N. Hays and Mr. James T. MacLeod,” September 1949 (国立国会図書館憲政資料室所蔵「GHQ/SCAP資料」マイクロフィッシュ, ESS [A] 07040), 前掲『八幡製鉄資料』製鋼編・第1巻, 1949年度, 82-83頁, 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』82-90頁, 166-72頁, 264頁, 山武ハネウエル『山武ハネウエル七十五年史』同社, 1982年, 118-24頁, 山内二郎「本邦鉄鋼業計測技術の進歩」(『鉄と鋼』第41年第7号, 1955年7月), 廣田義人「技術革新と生産性運動」(チャールズ=ウェザーズ・海老塚明編『日本生産性運動の原点と展開』社会経済生産性本部生産性労働情報センター, 2004年) 88-89頁, 杉田, 前掲「戦後のエネルギー危機を乗り切った日本鉄鋼業」。
- 98) 『鉄鋼新聞』1949年3月7日。調査対象工場は, 日本鋼管川崎・同鶴見, 東都製鋼, 扶桑鋼管尼崎, 川崎重工業草合, 神戸製鋼所, 日鉄八幡であった。日本鋼管川崎製鉄所企画室技術課『日本に於ける米国鉄鋼技術者技術指導懇談会並に現場観察記録 Mr. Coulter Combustion Engineer of Bethlehem Steel Co. Mr. Walk Open hearth Engineer of Carnegie Illinois Co.』1949年3月19日(横浜市史資料室所蔵「添田有道家資料」No. 892)。
- 99) たとえば, 以下のような現場に密着した指導が強烈な印象を与えたのである。「私は東都製鋼(トピーの前身)に入って平炉の3交代をしていましたが, ダンパー全開のドラフトをバリバリつけた操業で…(中略)…これが生産の活力と思っていました。／この頃ヘイスさんがやってきてダンパーを閉め, プラス圧操業しろといってその通りにすると確かに燃料も下ってきた。ただ現場はいやがってすぐダンパーを開けるのでヘイスが怒ってダンパー開閉チェーンに印をつけて炉前に座込んでしまったことがありました」。豊島陽三(トピー工業常務)談(日本鉄鋼協会共同研究会熱経



## 日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

- 済技術部会『熱とともに―熱経済技術部会70回の歩み』1982年、18頁）。
- 100) 戦時期までに問題とされていたコークス炉ガスの軽質性はバーナーを改良することで克服できることが教示された。
- 101) たとえば、①正圧操業を効果的に実施するには、②熱量が高い燃料に転換し、③不完全燃焼を防ぐために昇降道断面積を拡大し、④正圧を維持するとともに炉体の損傷を最小限にするよう監視するために炉天井微圧計の整備が必要であった。また、発生炉炭のガス（発生炉ガス）は輝度が高いために熟練操業下では好まれたが、計器による流量調節には難しいため、計測管理を効果的にするには重油への転換が必要であった。田尻惟一・瀬川清・島田道彦「平炉能率向上のための平炉の構造並びに燃焼作業」（第2報）（『製鉄研究』第213号、1955年12月）1112-13頁。
- 102) 前掲『日本製鉄熱管理の歩み』85頁、168頁。
- 103) 前掲、設楽氏ヒアリング第1回。
- 104) 「日本鉄鋼協会記事」（『鉄と鋼』第35年第8号、1949年8月）35頁、『鉄鋼界報』1949年4月25日。指導記録は、商工省・日本製鉄・日本鋼管の技術担当者が執筆している。
- 105) 長島、前掲『戦時日本企業論序説』356-58頁。
- 106) 以上、日本鉄鋼協会編『鉄鋼熱経済技術調査団報告書』同協会、1950年、11-13頁、28-29頁、70頁、113頁。
- 107) Industry Section, ESS, "Report on Japanese iron & steel industry," p.7.
- 108) 「日本鉄鋼協会記事」（『鉄と鋼』第34年第8号、1948年8月）22-23頁。
- 109) 酸素製鋼法は、米国からの技術指導では「U.S. ノパンフレットヲ見ルト酸素ハ鋼ノ生産高ノ80%迄利用サレテキルト皆サンノ話デアルガ自分トシテハアメリカノ全工場ノ05%位ガ利用シテキルトデハナイカト想像サレル。皆サンハ当分ノ間酸素問題ヲ頭ニオカズ重油ノ節約耐火煉瓦ノ消費量ノ減少ニ努力サレタ方ガ良イデハアルマイカ」というように、消極的に位置づけられていた。日本鋼管、前掲『米国鉄鋼技術者技術指導懇談会』48-49頁。LD 転炉の準備ともなった酸素製鋼法の導入過程は極めて自主的なものだったのである。
- 110) 吉田健二「解題」（中北浩爾・吉田編『片山・芦田内閣期経済復興運動資料』第6巻、日本経済評論社、2000年）、544-45頁。
- 111) 『テッコウフッコウ号外』1948年12月4日、2頁。同誌の閲覧に際しては、水津資料、法政大学大原社会問題研究所蔵分および中北・吉田、前掲『片山・芦田内閣期経済復興運動資料』第6巻所収のものを利用した。
- 112) 福井眞は戦後、部下の岡勇とともに神戸製鋼所に再就職し、熱管理を担当した。福井は顧問に就任し、岡は技術部能率課計器係に配属されている。福井眞・林彌兵衛・小林和雄『計測運転』コロナ社、1950年、1頁、岡勇「鋼材加熱炉内圧力の自動制御」（『計測』第4巻第5号、1954年5月）218頁、前掲、設楽氏ヒアリング第2回。
- 113) 『テッコウフッコウ号外』1948年12月10日。「各部会及び各専門委員会の活動状況（十二月十七日まで）」1948年12月18日（「水津資料」W-II-3-8）も参照。
- 114) 「鉄鋼復興会議 四月末日解散に決定」（『鉄鋼界報』第45号、1949年4月25日）。
- 115) 以下、熱経済技術部会については断りのない限り、日本鉄鋼協会編『熱経済技術要覧 計測編』丸善、1953年、2-9頁。
- 116) 前掲『鉄鋼熱経済技術調査団報告書』。
- 117) 日本鉄鋼協会編『加熱炉の設計と実際並に熱精算の方式』丸善、1954年、前掲『熱経済技術要覧 計測編』。
- 118) 桑畑、前掲「製鉄業における計量管理について」12頁。
- 119) 前掲、設楽氏ヒアリング第2回。
- 120) 「八幡製鉄所業務分掌規程」、「八幡製鉄所事務細則」以上、1945年11月10日（「八幡製鉄所所報」第135号）475-96頁、前掲『八幡製鉄資料』熱管理編、1950年度、2-3頁、前掲『日本製鉄熱管理の歩み』10-12頁。
- 121) 以下、煩を避けるため監理課熱管理掛・計器掛もそれぞれ熱管理課技術掛・計器掛と記す。
- 122) 前掲、設楽氏ヒアリング第2回。
- 123) 『くろかね』1956年8月25日。

- 124) 前掲，設楽氏ヒアリング第2回。
- 125) たとえば，設楽正雄・岡田小一（熱管理課）「熱診断結果による鋼材加熱炉の能率上昇」（『鉄と鋼』第37年第8号，1951年8月）。自社の技術をどこまで公開するかは企業によって方針が違っていたようである。設楽によると，富士製鉄が熱経済技術部会などでの発表内容について事前に本社で検討していたのに対し，八幡は「親方日の丸」や「鉄鋼業をリードしよう」という意識のものと比較的「のんびり」していたという。また，設楽は政府の熱管理課からの依頼に応じて『熱管理』誌上に執筆したり，通産省の田畑新太郎製鉄課長の依頼で通産技官に熱管理について合宿で講義したりもした。前掲，設楽氏ヒアリング第1回・第2回。元来官営として隔絶した地位を誇っていた八幡製鉄所の存在が，鉄鋼業内外での技術交流を促進する役割を果たしていたと思われる。
- 126) 前掲，設楽氏ヒアリング第1回・第2回。
- 178) 前掲，設楽氏ヒアリング第2回。
- 128) 前掲『八幡製鉄資料』熱管理編，1950年度，4頁。
- 129) 熱経済技術調査団は，自身の調査について，各製鉄所の状況を明らかにすると同時に，その派遣自体が改善への刺激や技術改善になったと振り返っている。つまり，調査は「対象工場に極めて大きい刺激」を与え，「これを機会に計器を整備し，データを取りそろえ，熱精算を実施する等，常日頃やろうと心掛けていても日常の些事に追はれてなし得なかつたことを行い」得るようにしたほか，「従来書面や口頭の説明では判明しなかつた研究や工夫が現実の実見により判明し，又従来頭をいためていた問題が割合に簡単に解決されん事が分つた例」を多く生み出したと評価している。前掲『熱経済技術調査団報告書』8-9頁。
- 130) 「熱管理強調月間実施要領」1952年3月22日（『所報』第26号）129-33頁，前掲『八幡製鉄資料』熱管理編，1952-54年度，170-72頁。
- 131) 以下，断りのない限り，武田喜三（八幡製鉄所製鋼部長）「最近の製鋼作業について」（『製鉄研究』第200号，1952年10月）。
- 132) 前掲『八幡製鉄資料』熱管理編，1952-54年度，147-61頁，前掲『山武ハネウエル七十五年史』119-20頁。なお，加熱炉・高炉などの自動制御装置では島津製作所・北辰電機・富士電機など他の国内メーカーのものも導入されている。
- 133) 以下，断りのない限り，相原満寿美（第三製鋼課長）・坂本正博（第三製鋼課）「平炉における燃焼管理について」（『製鉄研究』211号，1955年9月）。設楽正雄は第三製鋼の相原課長を熱管理に熱心だったと記憶している。前掲，設楽氏ヒアリング第2回。
- 134) 設楽正雄は，熱経済技術部会での活動が「八幡でも役立って」いた例として以下のような経験を挙げている。「例えば，あそこの工場では加熱炉に，例えばウォーキングビームというのを一鋼材を送る装置があるんですね，その新しい装置を入れるという発表があって，これは案外いいからうちでも考えてみようというようなこともありましたよ。加熱炉にもいろいろな方式がありますからね」。前掲，設楽氏ヒアリング第2回。
- 135) 中岡，前掲「戦中・戦後の科学的管理運動」。
- 136) 池田正「欧米の製鋼作業について」（1）（『製鉄研究』第205号，1953年12月）308頁。
- 137) 石原重利「ドイツ通信」（第2報）（『製鉄研究』第214号，1956年3月）1270-72頁。
- 138) 以下，太田の報告については，太田隆美「欧米鉄鋼業の印象」（1）（『製鉄研究』第210号，1955年6月）839-42頁。
- 139) 池田正「欧米の製鋼作業について」（2）（『製鉄研究』第206号，1954年3月）401頁。
- 140) 小堀聡「1950年代日本のエネルギー政策—重油消費規制を中心に」（『社会経済史学』第70巻第6号，2005年3月）。

#### [付記]

本稿の作成に際しては，設楽正雄・杉田清の両氏のほか，以下の諸機関の方々にたいへんお世話になった。記してお礼申し上げる。大阪大学吹田図書館，北九州市立中央図書館，九州国際大学社会文化研究所，国立国会図書館憲政資料室，省エネルギーセンター，東京

日本鉄鋼業におけるエネルギー節約の展開（下）

大学経済学部図書館，同工学研究科マテリアル工学科図書館，一橋大学社会科学統計情報研究センター，法政大学大原社会問題研究所，同多摩図書館，横浜市史資料室，労働政策研究・研修機構労働図書館。なお本稿は，2005年度（財）松下国際財団研究助成および日本

学術振興会科学研究費補助金（06年度特別研究員奨励費，08年度若手研究〔B〕）による研究成果の一部である。

（名古屋大学大学院経済学研究科）