

ふえらむ

Vol.7 No.12 2002

(社)日本鉄鋼協会会報

B u l l e t i n o f

T h e I r o n a n d S t e e l

I n s t i t u t e o f J a p a n



社団法人 日本鉄鋼協会
The Iron and Steel Institute of Japan

ホームページ <http://www.isij.or.jp>

特許取得済

省エネ

ミストノズル DOVEAシリーズ

特徴

- 20～30%の省圧空を実現
- 厚さ方向の広がりが高く抜熱効果が高い
- 高水量時でも干渉部の均一流量分布を実現
- 流量調整範囲が広く、噴角変動が少ない



用途

- スラブ連続鑄造設備鑄片冷却
- ブルーム連続鑄造設備鑄片冷却
- 熱処理設備ロール冷却 など…



霧発生ハードとソフト
霧のいけうち®

●本社	〒550-0011 大阪市西区阿波座1丁目15-15・第一協業ビル	TEL(06)6538-1075	FAX(06)6538-4023
●東京支店	〒150-0011 東京都渋谷区東2丁目22-14・ロゼ氷川	TEL(03)3498-0636	FAX(03)3498-0673
●横浜営業所	〒221-0835 横浜市神奈川区鶴屋町2-26-4・第3安田ビル	TEL(045)313-1637	FAX(045)313-1910
●名古屋営業所	〒460-0003 名古屋市中区錦2丁目19-1・名古屋鴻池ビル	TEL(052)222-0754	FAX(052)222-0361
●大阪営業所	〒550-0011 大阪市西区阿波座1丁目15-15・第一協業ビル	TEL(06)6538-1086	FAX(06)6538-4021
●広島営業所	〒732-0828 広島市南区京橋町1-23三井生命広島駅前ビル	TEL(082)263-3987	FAX(082)263-8176
●福岡営業所	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目5-21・博多プラザビル	TEL(092)482-0090	FAX(092)482-0058
●さいたま出張所	〒331-0052 埼玉県さいたま市三橋町4-320-1	TEL(048)621-1571	FAX(048)622-9261
●工場	兵庫県西脇市／西脇工場・広島県呉市／呉工場		
●中国噴霧股份有限公司 (KEUCHI TAIWAN CO.,LTD.)	台北市中山北路1段27號6樓	TEL(02)2511-6289	FAX(02)2541-6392
●上海駐在事務所	中国上海市茂名南路58號錦泰辦公樓402室	TEL(021)64720848	FAX(021)64720848

霧のいけうち® ホームページ <http://www.kirinoikeuchi.co.jp>

先端産業の生産・研究分野に貢献し顧客ニーズに応えます

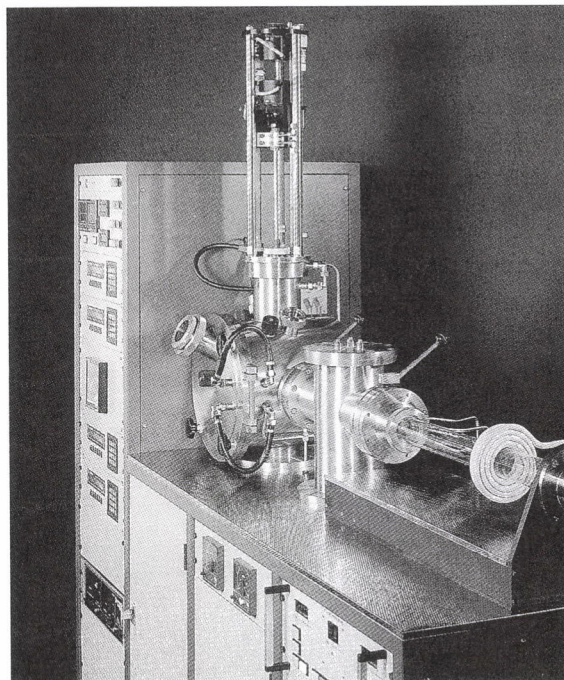
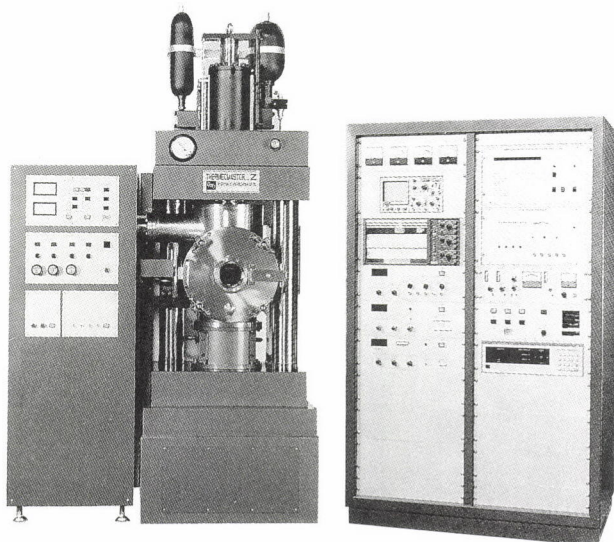
富士電波工機の試験装置《複合技術力が大きな成果を生み出します》

温度制御・真空・油圧・計測の技術を駆使した、機能材料・新素材の研究開発用装置をご提供します。

熱間加工再現試験装置

THERMECMASTOR-Z/MD/TS

- ☆変形抵抗・組織変化及び熱間変形時の延性測定、加工後の変態測定
- ☆多方向の加工が可能（MDモデル）
- ☆ねじり加工が可能（TSモデル）



非接触浮揚溶解装置

（コールドクルーシブル利用装置）

- ☆材料の高純度化が可能
- ☆真空容器内にCZ・FZ炉の取付が可能

富士電波工機の高周波加熱装置《実績と経験が大きな効果を生み出します》

鉄鋼業・自動車産業・半導体産業・機械産業・航空宇宙産業など、さまざまな分野で最適な加熱環境を実現しています。お客様のニーズに最適な加熱システムをご提案いたします。

営業品目

試験研究装置

熱間加工再現試験装置
非接触浮揚溶解装置
レビテーション溶解装置

熱サイクル再現装置
アモルファス製造装置

産業用加熱装置

各種溶解装置
熱処理装置
ロウ付け装置



富士電波工機株式会社

<http://www.fdc.co.jp>

本社・営業 〒350-2201 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6-2-22

☎ (0492) 71-6564 FAX (0492) 86-5581

大阪営業所 ☎ (06) 6539-7501 名古屋営業所 ☎ (052) 763-7511



チカラに自信あり。

人に社会に環境に役立つ
製品づくりのために。
住友金属テクノロジーの
技術をお役立てください。

SMT

■ 材料分析・評価

- 材料分析・評価
- 材料・プラント部材の調査・研究
- ねじ継手設計・製造・技術サービス

■ 環境関連調査

- 土壌・地下水分析・浄化
- ダイオキシン類、残留農薬分析
- 上水（公共水道水）分析

■ 鉄道総合エンジニアリング

- 車両・軌道保守に係わるエンジニアリングと装置販売
- 鉄道関連の機能評価試験

■ 計測・検査システムエンジニアリング

- 計測・検査に関するソリューション提供
- 画像計測・検査装置の製造販売



住友金属テクノロジー株式会社

SUMITOMO METAL TECHNOLOGY, INC.

本社:〒660-0891 尼崎市扶桑町1番8号 TEL (06) 6489-5778

ホームページアドレス <http://www.smt-inc.co.jp/>

受託研究事業部・関西事業部・和歌山事業部・鹿島事業部・鉄道産機事業部・計測検査システム事業部

ふえらむ

Vol.7 (2002) No.12

C O N T E N T S

目 次

特集「アジアにおける鉄鋼業」

グラフ記事	アジアの鉄鋼業の現状914
	アジアに根ざした鉄鋼研究への期待917
	未来を創る鉄、文化を育む鉄918
特集記事 1	中国鉄鋼業の歴史的発展と現状および展望
	西戸俊彦921
コラム	中国山西省鉄鋼業環境問題解決への日中協力
	張 興和927
特集記事 2	韓国鉄鋼業の現状と今後の展望
	鈴木健一郎929
コラム	韓国における溶融垂鉛めっき鋼の現状
	洪 文憲939
特集記事 3	その他アジア（台湾、アセアン）諸国鉄鋼業の現状と展望
	越前 徹940
コラム	インドネシアにおける PT.Krakatau Steel のビレット工場
	Makmun946
特集記事 4	東南アジアにおける鉄鋼需給の現状と展望
	左近司忠政947
コラム	ヨルダンの鉄鋼業
	松永 久952
特集記事 5	タイにおける研究開発・鉄鋼生産の現状
	梅田高照954
コラム	タイの工学教育と研究の現状
	新居和嘉961
海外鉄鋼関連最新論文	963
会員へのお知らせ	965
年間索引	988

ホームページ <http://www.isij.or.jp>

激動する世界経済のなかで大きな役割を果たす

アジアの鉄鋼業の現状

世界をリードする日本、韓国、中国

世界の鉄鋼業の中で、アジアの存在は年々大きくなっている。いうまでもなくその先駆けとなったのは、かつて重工業立国を目指してきた日本である。日本の鉄鋼業は1960～1970年代において大きく成長するが、粗鋼生産量が1980年に世界一となり現在に至るまで概ね1億t/年の水準に保たれている。一方、韓国では、1973年に浦項総合製鉄(POSCO)が操業を開始し、1994年には新日本製鐵に次ぐ世界第2位の鉄鋼メーカーとなり世界にその名が知られるようになる。また、中国では、1996年に粗鋼生産量が世界一となって以来、6年間連続で世界最大の製鉄国の座を維持している。日本、韓国、中国等のアジア各国を合わせた総粗鋼生産量は、1991年には約2.5億t/年であったが、2000年には約3.2億t/年となり世界全体の約40%を占めるに至っている。

現在、アジアの中で最も注目されているのは、中国の動向である。人口世界一の中国は、鉄鋼の生産拠点および一大消費地として、世界中から熱い視線を集めている。2001年の粗鋼生産量は1億4,893万t/年で世界全体の17.6%を占めている。また、中国は、これを支える鉄鉱石の産出量においても世界一であるが、鉄鉱石の自給率は76.1%に過ぎず残りの23.9%を輸入に頼って

いる。最近では、冷延鋼板、亜鉛めっき鋼板等に対する最新鋭の生産設備の導入や改造が大手鉄鋼メーカーにより積極的に進められている。

中国政府は、過剰な鋼材生産が市況形勢に悪影響を及ぼしているとして、粗鋼生産量を1億1千万t/年以下にし、鋼材生産量を1億t/年以下に抑える方針を2000年に示した。しかし実際には、これらの目標値をはるかに上回り、粗鋼生産量は1億2,724万t/年に達している。そこで、粗鋼生産量を1億1,500万t/年にし、鋼材生産量を1億1,000万t/年にする方針を2001年に新たに打ち出している。

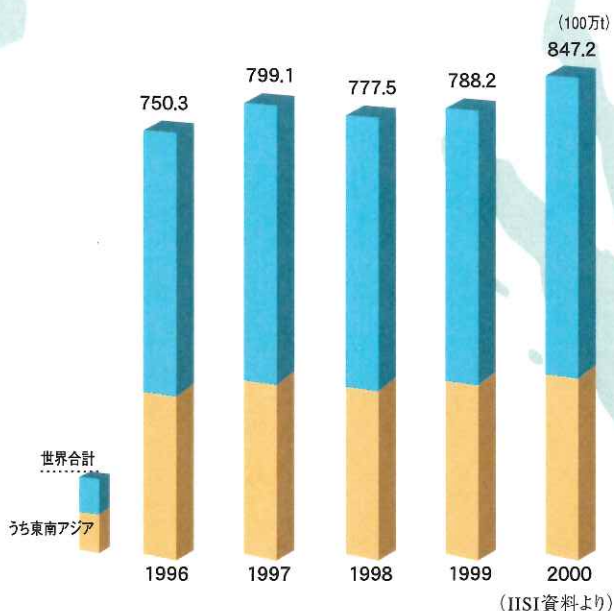
今後も、中国の鉄鋼需要は拡大すると予想され、第10次5カ年計画における鉄鋼業の基本的目標である質的向上や品種構成の改善が図られることであろう。

経済成長に対応するアジア諸国の鉄鋼業

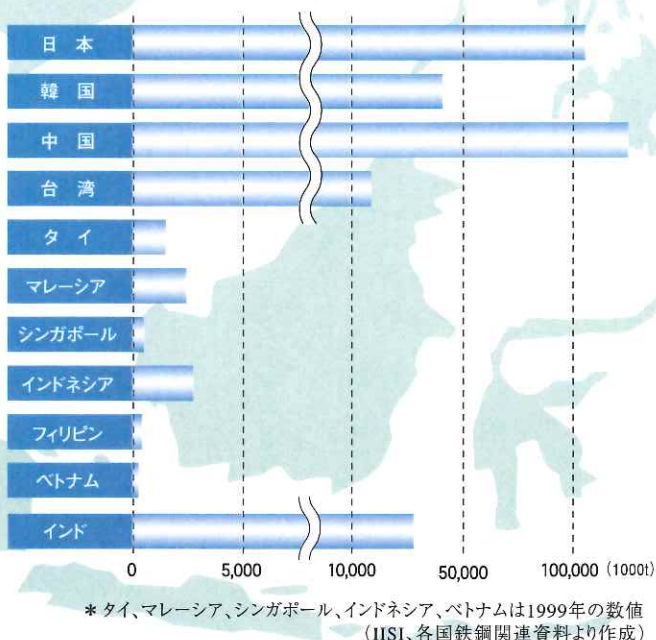
韓国の粗鋼生産量は、1997年に4,255万t/年の最高値を記録した後、好調な経済に支えられた2000年にはこれを凌ぐ4,311万t/年に達している。現在の粗鋼生産量は、世界第6位である。しかし、2001年以降は、米国、日本等の主要輸出国における景気低迷の影響によって、成長の勢いが停まっている。韓国を代表する鉄鋼

世界全体と東南アジアの粗鋼生産量の推移

東南アジアの粗鋼生産量は年々増加し、現在、全世界の約40%を占めている。



アジア諸国の粗鋼生産量 (2000年)



メーカーであるPOSCOでは、自動車用鋼板の需要に対応する溶融亜鉛めっき鋼板、ステンレス鋼板等の高付加価値鋼板に対する生産設備の増強を2000年に開始している。

台湾は、以前は世界最大の船舶解体国であったが、1971年に国営製鉄会社として設立された中国鋼鉄を中心に徐々に生産量を伸ばし、2000年には世界第12位の粗鋼生産量1,680万t/年を達成している。国民一人当たりの鋼材消費量は1,142kg/人であり、韓国や日本よりも大きくなっており、台湾における鉄鋼内需はすでに成熟化しつつあると見られる。

ASEAN (Association of Southeast Asian Nations) 各国における鉄鋼業は、日本や欧米の製造業の海外進出に伴い1990年代後半から成長を続けてきたが、1997年のタイ金融危機以降、鋼材需要が大きく減退し、その後徐々に回復しつつあるのが現状である。日本企業が多く進出しているタイやマレーシアでは、経済の回復に伴って鋼材需要の拡大が見られる。インドネシア、フィリピンおよびベトナムでも、徐々に拡大軌道に乗り始めている。また、インドでも、2000年における粗鋼生産量が前年比の10.8%増である2,692万t/年に達している。

アジアでは、経済成長に伴う鉄鋼需要の増大に対応するために、生産設備を増強したり輸入量を増加させる傾向が強くなっている。ここ数年間にアジアで稼働を開始した生産設備は、最終製品に近い冷延鋼板、表面処理鋼板等に対するものが主流である。上工程の製品については、輸入に依存する度合いが高くなっている。新たな注目すべき動きとして、ASEANの主要な鉄鋼メーカー3社（インドネシアのクラカタオ・スチール、タイのサハピリヤ・スチール、マレーシアのメガ・スチール）が、2002年に戦略的提携を行った。この提携は、AFTA (ASEAN Free Trade Area、ASEAN自由貿易協定)

の進展等を背景に、ASEAN市場の一体化をにらんだ動きと見られている。

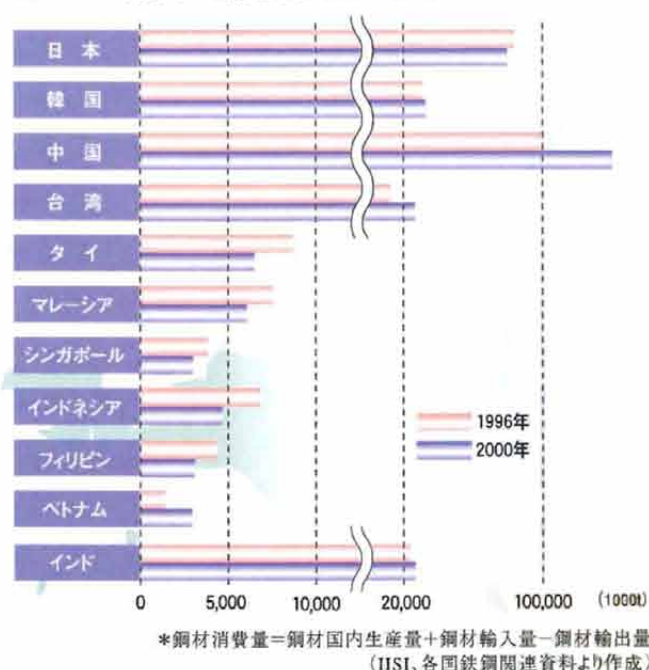
旺盛な需要に対応する供給体制整備

粗鋼生産量については、アジア各国は全体的に成長を続けている。しかし、生産体制の違いに注目すると、日本や韓国のように鉄鋼一貫製鉄所を持ち連続製造技術等を生かした生産効率の高い国と、電炉や平炉による生産が主流の国に区分することができる。国内需要に対する自給体制が整備されていない後者の国の多くは、製造能力の不足を補うために、鉄鋼半製品や熱延鋼板等を輸入している。

中国では、鉄鋼需要の増加に応じて生産量を増やしているものの、完全には対応できておらず鉄鋼自給率はむしろ低下している。これに対して、韓国や台湾は、生産設備を増強し自給率を高めることに成功している。また、ASEAN諸国では、金融危機以降の鉄鋼需要は減少しているが、生産能力の増強により自給率を高めている国が多い。しかし、今後は外国企業の進出先が中国へ移行することにより、ASEAN諸国における製造業の空洞化が進行する懸念が出始めている。

自国で供給できない高品質鋼材の輸入が、中国やASEAN諸国において増加している。そこで中国政府は鉄鋼製品の輸入制限措置 (safeguard) を2002年に暫定発動したが、国内における鋼材の手配に支障をきたしている。ちなみに、2001年における日本の鋼材輸出量は約3千万t/年であるが、約7割がアジア諸国に向けたものとなっている。このことは、アジア諸国における鉄鋼需要の動向が日本に大きな影響を与える可能性があることを示している。

アジア諸国の鋼材消費量の推移



日本から各国への国別輸出量 (2001年)

日本からの鋼材輸出量は、高い水準である。
特に韓国、中国、ASEAN各国への輸出量が大きくなっている。



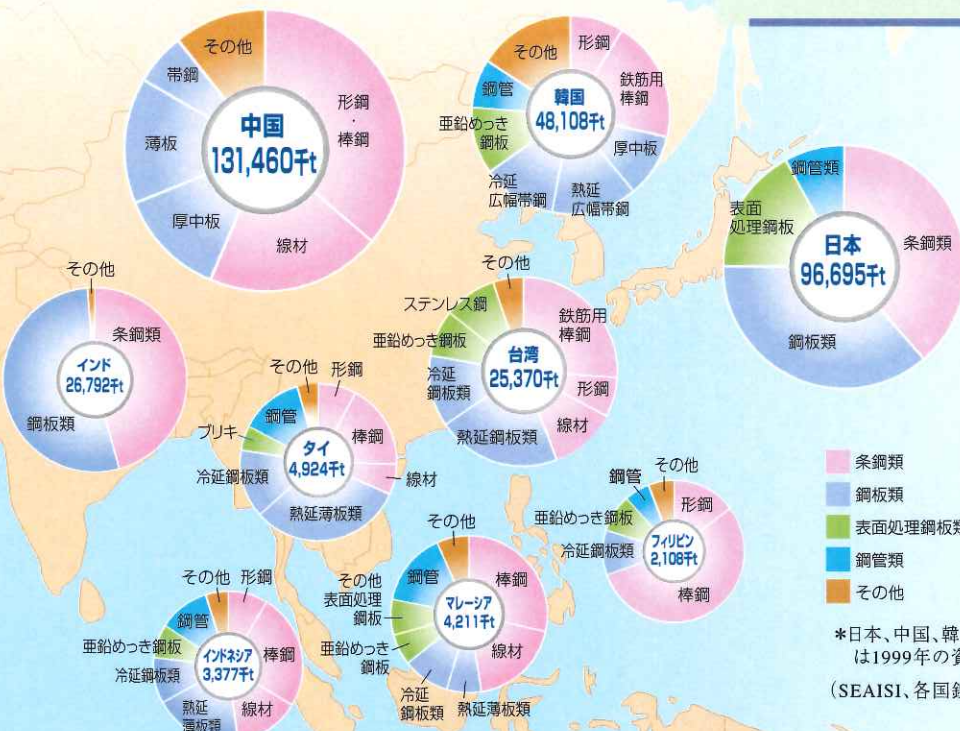
生産性の向上や環境保全の対策

アジア各国の鉄鋼業が直面している問題の一つが、労働生産性の低さである。例えば、中国の2000年現在における労働者一人当たりの年間粗鋼生産量は約100t/人であり、日本の1,120t/人、韓国の756t/人、米国の592t/人等に比べて非常に小さくなっている。

環境対策も早急に解決すべき問題である。粗鋼1tを生産するためのエネルギー消費量は、中国では先進国の水準を20～30%も上回っている。この値を低くするために、連続鋳造比率の向上等の省エネルギー対策が講じられている。また、中国国内鉄鋼業の競争力強化を図るために、企業間の連携強化や統合再編を推進したり年産10万t以下の小規模ミル等の小型設備の閉鎖を進めている。このような労働生産性の低い旧式設備は、環境汚染の原因にもなっている。

経済成長の目覚ましい中国を代表とするアジアの鉄鋼業は、山積する課題にも迅速に対応することが求められている。地球規模で展開される経済活動に対し、世界各国との連携を緊密にすることにより重要な役割を担うことがアジアに強く期待されている。

■アジア諸国の鋼材生産の割合



日本による省エネルギー・環境対策の援助

我が国の鉄鋼業は、世界でもトップレベルの省エネルギー・環境対策技術を生かし、世界各国に技術協力を行ってきた。1970年～99年までに省エネルギー関係518件、環境関係332件の技術協力の実績を持つ。95年以降は、グリーン・エイド・プラン^{*1}の省エネモデル事業として、中国とタイで7件の事業が竣工し、現在は中国とタイで4件の事業を推進している。これらのうち4事業は、相手国との間で共同実施活動として合意を得ており、国際的にも認知されたプロジェクトとして知られている。

^{*1} グリーン・エイド・プラン:産業公害等環境問題の解決に取り組む発展途上国に対し、国や地域に適した環境技術を移転し、環境と開発の両立を目指す事業で、経済産業省が推進している。

■すでに実施した省エネルギーモデル事業

設備名	相手国	参画会社	終了年度	省エネルギー効果 (原油換算/年)
高炉熱風炉排熱回収設備	中国	新日本製鐵(株)	1995	6,300KL
石炭調湿設備	中国	新日本製鐵(株)	1996	6,020KL
焼結クーラー排熱回収設備	中国	住友金属工業(株)	1997	5,390KL
高炉炉頂圧発電設備	中国	川崎製鐵(株)	1998	8,150KL
鋼材加熱炉排熱回収設備 ^{*2}	タイ	(株)神戸製鋼所	1999	2,000KL
コークス乾式消火設備 ^{*2}	中国	新日本製鐵(株)	2000	35,000KL
合金鉄電気炉省エネルギー化設備 ^{*2}	中国	NKK	2000	6,810KL
省エネルギー効果合計				69,625KL

■現在進行中の省エネルギーモデル事業

設備名	相手国	参画会社	実施年度
転炉排ガス回収設備	中国	新日本製鐵(株)	1998～2001
熱風炉排熱回収	中国	新日本製鐵(株)	1998～2001
製鉄所副生ガス高効率燃焼システム化	中国	住友金属工業(株)	1999～2001
工業団地産業廃棄物有効利用設備 ^{*2}	タイ	NKK	1999～2001

^{*2} 相手国との共同実施活動

(資料提供:日本鉄鋼連盟)

日本、韓国、中国からアジア全体へ アジアに根ざした鉄鋼研究への期待

持続可能な社会に貢献する鉄鋼研究

現代社会は大量の鉄鋼材料によって支えられているが、鉄鋼研究は社会の発展を推進する重要な原動力になっている。耐久性に優れ寿命の長い鉄鋼材料の開発や二酸化炭素等の排出量が少なく環境負荷の小さな製造技術の確立を目指して、長年にわたり蓄積された成果に基づき、持続可能な社会発展を可能にするための鉄鋼研究が進められている。

このような技術の実現に向けて、微細結晶粒鉄鋼材料の開発が現在アジア各国で注目されている。このアイデアの先駆けは、日本である。旧科学技術庁・金属材料技術研究所（現独立行政法人・物質・材料研究機構）では、「新世紀構造材料（超鉄鋼材料）の研究」プロジェクト（略称STX-21）を1997年に開始した。STX-21の目標は、資源・環境問題に配慮し、「強度2倍、寿命2倍」の鉄鋼材料を新しく開発することであった。第1期（1997～2001年）には、リサイクルや溶接の容易な超微細800MPa級鋼を開発し、遅れ破壊や疲労に強い高強度1,500MPa級鋼を開発した。さらに第2期（2002～2006年）には、高層建築物、超長大橋梁、高効率火力発電プラント等への適用に向けて、研究開発を進める計画である。

また、新エネルギー・産業技術総合開発機構（略称NEDO^{*1}）は（財）金属系材料研究開発センター（略称JRCM^{*2}）に委託して、「スーパーメタルの技術開発」プロジェクトを1995～1996年における先導研究期間を経て1997～2001年の5年間にわたり実施している。対象は、鉄基スーパーメタルとアルミニウム基スーパーメタルの2つである。このうち、鉄基スーパーメタルでは、大歪熱間加工や強磁場中加工熱処理による超微細粒化研究を推進した。

韓国では、1998年からHipers-21プロジェクトが始まった。これは、浦項総合製鉄（POSCO）や大韓金属・材料学会などが推進しているプロジェクトであり、日本のスーパーメタルプロジェクトと同様に歪誘起動の変態を利用した超微細粒化を目指している。

中国でも、日本や韓国に続いて1998年からNew Generation Steelsプロジェクトが始まった。これは、微細粒化、高純度化および均質化をキーテクノロジーとする構造用の微細結晶粒鋼の実用化を目指すプロジェクトである。



2002年6月のICASS2002（超鉄鋼国際会議）は、日本、韓国、中国の3カ国共催による超鉄鋼国際会議の第一回の開催となり、アジア各国のほか欧米からも多くの研究者が参加した。

韓国や中国でも微細結晶粒の研究が数多く発表され、先端研究への意欲がうかがえる。（右）韓国（左）中国のワークショップ講演集



アジアに適した鉄鋼規格の必要性

超鉄鋼研究を通じて韓国や中国の鉄鋼研究と長年交流を深めてきた物質・材料研究機構の超鉄鋼研究センター長・長井寿氏によれば、韓国および中国では鉄鋼の先端研究に対する意欲が非常に高いという。特に中国の鉄鋼研究機関は、政府直轄の機関であり、企業や大学と連携して研究成果をできるだけ早く実用化したいとの意図があるようだ。

最近では、日本鉄鋼協会が開催する鉄鋼工学アドバンスセミナーでも、中国からの参加者が多くその数は年々増加している。アジアの研究レベルの向上を目指し、研究者間の交流も盛んになり、Asian Englishで活発な議論を戦わせる場面も珍しくなくなった。

アジアには、高温多湿なモンスーン気候地帯や地震多発地帯が多く、他地域にはない地勢的な特徴がある。このため、高速鉄道や道路網の整備、都市開発等を進める際には、使用環境に適した耐食性や溶接性を有する鉄鋼材料を選定する必要がある。『世界的に使われているASTM、ISO等の規格は、欧米で生まれたものである。今後、アジアで使用する鉄鋼材料には、アジア独自の規格が必要となるのではないか。（長井寿氏）』

今後、アジアの鉄鋼業は一体となって、米国やEUと並ぶ一大勢力としての地位を固めていくと予想される。その過程では、生産効率の向上、環境対策、使用済スクラップを含めた鉄鋼材料の循環システムの整備等、成長過渡期にあるアジア各国が抱える諸問題に対し各国が互いに協力して取り組む必要がある。

鉄鋼分野においてアジアをリードしてきた日本には、環境問題への対応、次世代に求められる鉄鋼材料や鉄鋼業のあるべき姿を見据え、引き続きアジアのリーダーとしての役割を果たすことが期待されている。

^{*1} New Energy and Industrial Technology Development Organization
^{*2} The Japan Research and Development Center for Metals

アジアに生きる文化と鉄

未来を創る鉄 文化を育む鉄

数々の超高層ビルや大規模な高速鉄道の建設等が
かつてない勢いで進められている。

最近のアジアは、建設の槌音の絶えることがない。

今、アジアが世界で最も熱い。

たくましく、豊かな生活を生み出すエネルギーに溢れ、
長い歴史に育まれた多彩な文化を持つ。

アジアの人々は、豊かな未来を創造している。

上海・浦東

変貌を遂げる上海・浦東

アジア諸国の中で近年目覚ましい経済成長を遂げているのが、中国である。なかでも上海市を中心とする地域は、世界でも類をみない速度で発展を続けている。

中国黄浦江の東に位置する上海市の浦東地区には、二つの球体を串刺しにしたような形のテレビ塔（東方明珠）や、中国最高層のビル（金茂大厦）等の超高層ビル群が林立し、見る者を圧倒させる都市が広がっている。現在、この地区のいたるところで超高層ビルが建設されているが、その速度は地図の製作が追いつかないほどである。2001年10月には上海APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation Conference, アジア太平洋経済協力会議) が浦東で開催され、変貌した上海の姿が世界に知られることとなった。

中国銀行上海ビルは、下層部が正方形で上層部が楕円形になっており、中国古代の宇宙観「天円地方」（円なる天と方なる地）を表している

驚くことに、浦東の景観がこのように変貌したのは、1990年代に入ってからであり、10年にも満たない間でのことである。20年前の浦東は、農村であった。1988年になると、上海市は停滞する経済を危惧し浦東開発を計画した。この開発計画は、1990年に国家プロジェクトに格上げされ、対外開放政策として推進された。1995年に地下鉄が開通し、1999年には内環状高架道路と浦東国際空港が完成し、瞬間に都市基盤が整備さ



話題の鉄道二大プロジェクト

現在、中国と台湾の大規模な高速鉄道計画が注目されている。

中国では、北京—上海間1,300kmを結ぶ北京上海高速鉄道が計画されている。中国初となる高速鉄道は、走行速度が250～300 km/hであり、北京—上海間を約4時間半で運行することになっている。このような大規模な鉄道計画に対し、現在フランス、ドイツおよび日本を中心とした受注競争が繰広げられている。これに先がけて、浦東国際空港と市内を結ぶリニアモーターカーの建設が進行している。これが完成すると、バスで1時間半を要する空港—市内間の33kmが、約7分の道程となる。

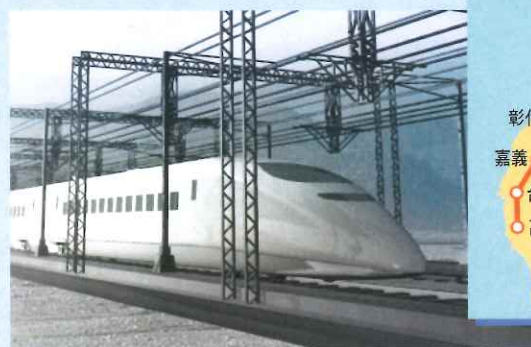
台湾では、台北—高雄間340kmを結ぶ台湾高速鉄道の工事が進行している。2005年に開業予定のこの高速鉄道は、最高速度が300km/hであり、台北—高雄間を約1時間半で運行する。

台湾高速鉄道では、車両システムに日本の新幹線「700系のぞみ」が採用され、また軌道敷設工事の南半分にあたる約176kmを日本企業連合が担当することになっている。

これら二つの鉄道計画が現在注目されているのは、欧州勢と日本の受注競争ばかりでなく、リニアモーターカー等の世界最先端技術がアジアで実現化しようとしているところにある。



2003年には世界初の超高速実用リニアモーターカーが浦東国際空港と市内を結ぶ予定である
(トランスラピッドインターナショナルホームページより転載)



2005年完成予定の台湾高速鉄道
(車体の色は未定。写真提供:台湾高铁)



れることとなった。国際貿易都市としての環境が整えられた浦東は、1993年に始まった対外貿易における約25億ドルの輸出入額が2001年には約300億ドルに増加し、8年間で10倍以上の経済成長を遂げた。

世界でも類を見ない浦東の開発計画には、日本企業も大きく関わっている。テレビ塔手前に位置する中国銀行上海ビルは、国際金融の主導的役割を担う建物として計画された。このビルの設計および施工は日本企業が担当し、建築用の鉄骨(約9,500t)は日本製のものが使用された。主要資材を積極的に国際調達することによって高い品質と適正な工費を両立させることが可能になったという。

浦東は、通常30年にかかる都市開発計画をたった10年で実現させている。このような驚くべき躍進は、浦東だけにとどまらず中国の他地域やアジア諸国にも派生していく可能性がある。上海・浦東の変貌は、アジアの次の発展を予感させるに十分である。

生活に根ざした鉄器文化

鉄鋼材料は、産業や経済の発展に必要な不可欠な工業材料である。その一方で、伝統や風習とともに生活に密接した鉄器として、古くからアジアのいたるところで使用されてきたのも鉄鋼材料である。

国立歴史民族博物館教授朝岡康二氏によると、東南アジアの島々には、比較的早くから鉄器文化が芽生え独自の発達を遂げてきたと言う。このような文化における鉄器の代表的な用途は、儀礼用具と農具である。

インドネシアのジャワでは、「クリス」と呼ばれる鉄製の剣を儀礼用具に用いている。「クリス」は、マジャパイト王朝時代(1292～1528年)から王の守り剣として使用されていたといわれる。身体に鉄を帯びることによって邪気を払ったり力を持つと考えられ、神秘主義と深く結びついている。また、身につける「クリス」は地域ごとに



ジャワの「クリス」は今日でも儀礼に使用される

鎌などの農具がずらりと並んだインドネシア・ブレベスの町の露店



形状が異なり、民族性の象徴としても捉えられている。今日では、結婚式で花婿が必ず携帯する所持品となっている。

一方、韓国の南部では、馬草切り(「ジャクドゥ」)の刃の留め金具(「コドゥセ」)をお守りにする風習がある。この地域では牛を多く飼うので、馬草を育て「ジャクドゥ」で刈り取ることが日常的に行われていた。その「ジャクドゥ」の刃を接合させる鉄製の「コドゥセ」は、結合を意味し、鍛冶屋で輪状に加工し安産祈願として母親が嫁ぐ娘に持たせるのが習慣である。最近では、「ジャクドゥ」を使うことも少なくなり、鍛冶屋で「コドゥセ」だけを買って求めお守りとして渡すことが多い。

農具用鉄器の一例は、インドネシアの「アニアニ」である。「アニアニ」は、木片に鉄刃を付けた手の平に収まる小さな農具である。インドネシアでは、この「アニアニ」を用いて、稲の穂先だけ摘む伝統的な稲刈り法が行われてきた。最近では、鎌が用いられるようになり、「アニアニ」による伝統的な稲刈り風景はほとんど見られなくなっている。



伝統的な稲刈り農具
「アニアニ」

鍬、鋤、鎌等の鉄製農具の刃が欠けたり壊れたりすると、地域社会や集落に関わる鍛冶屋が修理することになる。鍛冶屋と村人の関係は地域により様々であるが、村の代表者が村人全員の農

具を預かり市場の鍛冶屋に出向く場合や、村に居住する鍛冶屋が農具一式を管理し貸し出すところもある。朝岡康二氏は、『地域の地質、地形、農法に最も適した鉄製農具が作られ、修復や加工を繰り返しながら農具を仲立ちとした人間関係が成立している。それは、修復可能な鉄の特性が古くから人々に理解され生活に溶け込み生まれた文化である』と語っている。

日常生活において重要な役割を担う鉄器は、特別な意味が込められ儀礼の用具となった。また、生業を支える農具は、鍛冶屋と人々の関係を築いてきた。鉄は、アジアの生活文化の中で経済的な豊かさだけでなく、人々の思想や絆をより豊かに育む役割を果たしている。



鍛冶技術が発達したインドネシア・チサトの金物問屋



韓国の古物回収屋はハサミをチョキチョキと音を鳴らし、古鉄を回収に来たことを知らせた。かつてこのハサミは古鉄と交換する鉛を切断するために使われていた

韓国の金属食器

アジアには奥深い食文化がある。豊かな食材に恵まれた国々は、独自の調理法や食事法を持ち、様々な食器を使用している。

日本とは異なり、韓国の食器はステンレス鋼製が主流である。かつての李朝時代(1392~1910年)には、白銅製や真鍮製の食器が多く使われていたが、中国製の高価な青磁器が入手しにくかったことなどから代替品として金属食器を用いるようになったという。宮廷では、毒が入ると変色する銀製食器が毒見役として重宝されていた。やがて一般家庭でも金属食器が使用されるようになるが、真鍮製食器は手入れが難しいため、耐食性に優れたステンレス鋼製食器が広く普及するようになった。

金属食器は、「一生もの」という意味があり、大切に使い続ける習慣がある。娘が嫁ぐときは、一生添い遂げるという想いを込め、金属のスジョ(匙と箸)を持たせるのが習慣である。韓国の人々は、このスジョを使い食事を摂る。スジョは、どんな家庭でも家族の人数分が揃えられ、きれいな刺繍が施されたスジョ入れに入れて丁寧に保管される。人々の思い入れの強い金属食器は、貴重なものとして大切に扱われている。



韓国ではスジョ(匙と箸)を、スジョ入れに入れて大切に保管する

近い距離にありながら、食器に対する韓国の人々の想いは日本とはかなり異なる。そこには、光輝く金属食器の魅力を生活のなかで発見し、伝承してきた、韓国の人々と金属との深い結びつきがある。

近い距離にありながら、食器に対する韓国の人々の想いは日本とはかなり異なる。そこには、光輝く金属食器の魅力を生活のなかで発見し、伝承してきた、韓国の人々と金属との深い結びつきがある。





特集記事・1

アジアにおける鉄鋼業

中国鉄鋼業の歴史的発展と現状および展望

Steel Industry in China : Development, Present Situation and Prospect

西戸俊彦
Toshihiko Nishido(社)日本鉄鋼連盟 国際業務部
マネジャー

1 中国鉄鋼業の発展史

1.1 旧中国の鉄鋼業

中国における高炉法による最初の近代的製鉄所は、清朝末期の「洋務運動」の一環として1890年に着工、93年に竣工した漢陽鋼鉄廠である。1907年には粗鋼生産も開始(8,500トン)されたが、海外からの輸入鋼材に押されて15年には操業を停止した。しかし、辛亥革命による中華民国の成立を経て第一次世界大戦後になると、日本を始めとする外国資本による近代的鉄鋼企業の設立が盛んとなり、本溪、大連、鞍山等に製鉄所が建設された。旧中国の諸産業は1930年代に国民党政府による経済建設政策のもとで最盛期を迎え、その後日中戦争の激化によって衰退していったが、鉄鋼業のみは日本の占領下で軍事物資の増産が図られた1943年がピークで、銑鉄180万トン、粗鋼91万トンが生産された。

旧中国における鉄鋼業の特徴としては、主として軍閥と外国資本によって建設されたこと、地理的には東北地方南部に集中していたこと、上工程の能力が大きく銑鉄の輸出が多かったこと、小型の高炉・平炉が多く技術水準が低かったこと等が挙げられる。

第二次大戦終結後は、東北地方を占領したソ連軍によって生産設備が破壊・撤去され、更に国共内戦が再発して鉄鋼業は衰退した。中華人民共和国が成立した1949年には、残された製鉄工場は全国に19か所のみで、銑鉄生産は24.6万トン、粗鋼生産は15.8万トンであり、それぞれ最盛時の14%および17%の水準に落ち込んでいた。

1.2 1950～60年代

新中国の鉄鋼業は、残存する旧設備の再建から始まった。政府は重工業に集中的な投資を行ない、ソ連からの多額の経済援助もあって生産は急速に回復し、1952年には粗鋼生産135万トンと早くも旧中国のピーク水準を凌いだ。続く第1

次5ヵ年計画(1953～57年)では引き続き重工業優先政策とソ連の技術協力の下で、鞍山鋼鉄公司の大幅拡張の他、武漢、包頭、本溪等で鉄鋼設備の新設あるいは拡張が行なわれ、最終年の粗鋼生産は535万トンに達した。

しかし、その後の歩みは必ずしも順調ではなかった。58年には毛沢東の主導により「大躍進」と名づけられる急進的な経済政策が開始され、農業改革と並んで鉄鋼の大増産が発令された。この政策では大規模製鉄所の拡充と並行して中型工場および農村地域に多数の小型工場が建設された。これら小型工場では土法炉と呼ばれる前近代的な小型製鉄炉が約200万基作られたといわれる。これにより鉄鋼生産は一時的に急増したが、土法生産方式は品質および生産性の点できわめて不十分なもので、近代工業としての条件を満たすことができなかった。しかも土法炉による石炭の浪費のために正規の製鉄所は石炭不足から操業に支障をきたし、更に大量の木材も燃料として使用されたため、森林資源の破壊をもたらしたともいわれている。このため土法炉は3年足らずで廃棄され、洋式小型高炉の建設に政策転換がなされた。

一方、60年の中ソ決裂によりソ連の援助が途絶したため、以後の中国鉄鋼業は自力更正の道を歩むことになり、大規模プラント等は西欧や日本に発注されるようになった。61～65年は中国経済の調整期で、農業に重点が移され、工業の成長はスローダウンした。60年代後半には文化大革命による社会混乱が発生し、特に67～68年には鉄鋼生産も大幅な後退を余儀なくされた。

1.3 1970年代以降

70年代に入ると、中国は国際的孤立から脱却して米国や日本との国交を回復し、海外からの技術・資金の導入や海外向け輸出がスムーズに行なわれるようになった。鉄鋼業では新工場の建設や既存製鉄所の近代化拡張が相次ぎ、80年には武漢鋼鉄の新圧延工場で中国初となる亜鉛めっき鋼板、ブ

リキ、電気鋼板の生産が開始され、85年には日本の協力により上海宝山鋼鉄の第一期工事が完了した。更に70年代末からは中国の経済改革が本格化し、家電製品を始めとする耐久消費財の生産技術・設備が導入され、これらの産業は急速に発展拡大した。こうした最終需要の増加は鉄鋼業などの生産財産業の生産を牽引していった。71～77年にかけて2,000万トン台の前半に停滞していた粗鋼生産は78年に3,000万トン、83年には4,000万トンを超え、以後は直線的な拡大が続いた。転炉や連続鋳造などの新技術・設備の普及もこの生産拡大を後押しした。

90年代以降の中国の経済発展は一層目覚ましく、前半は10%以上、後半も7～9%台の経済成長が続いた。世界の生産基地としての地位を確立した家電産業に加え、新たに自動車、造船、コンピューター等の産業も大きく成長した。鉄鋼業界では宝山鋼鉄の第2期・第3期工事を始めとする設備拡張が続けられた。粗鋼生産は96年に1億トンを突破して日本を抜き(図1)、単独国家としては世界最大となったが、需要の急拡大には追いつかず、海外から大量の鋼材が輸入された。また新しい産業の発展により、高品質の鋼材への要求も高まってきた。

政府は第9次5ヵ年計画(1996～2000年)において、鉄鋼業に関しては基本的目標を従来の量的拡大から質的向上に転換し、品種構成の改善や品質および技術水準の向上等が掲げられた。現在の第10次5ヵ年計画(2001～2005年)でもこの基本方針は継承されており、WTOへの加盟によって激化する国際競争に勝ち抜くべく、小規模ミルの群立、低い生産性、低品位鋼材の過剰生産と高品位鋼材の供給力不足、環境汚染といった構造的問題を解決するための官民の努力が続けられている。

2 中国鉄鋼業の現状

2.1 生産と消費

2001年における中国の粗鋼生産は1億4,893万トンで、6年連続で世界最大となった。10年前の1991年に比べ約2.1倍に増加している。IISI(国際鉄鋼協会)の推定による2001年の世界全体の粗鋼生産は8億4,700万トンで、中国は17.6%を占めており、その比率は年々高まっている。2002年の粗鋼生産も上半期で8,503万トンに達しており、史上最高を更新するのは確実な情勢である。また、銑鉄生産は2001年が1億4,541万トン(91年比2.1倍)で、世界計に占める比率は25.2%、2002年上半期の生産は8,081万トンである。一方、成品鋼材の生産は粗鋼・銑鉄以上に増加が著しく、半成品の輸入が急増した2000年以降は粗鋼生産量を上回っている。2001年の鋼材生産は1億5,745万トン(91年比2.5倍)、2002年上半期は9,129万トンに達した(表1)。

鋼材ベースの見掛け消費(生産+輸入-輸出)も増加が続いており、2001年は1億6,993万トン(91年比3.0倍)で、世界の見掛け消費(IISIによる)に占める比率は22.2%であった。また2002年上半期の消費は輸入増もあって1億0,141万トン(前年同期比22.4%増)と、年率2億トンペースに加速して

表1 中国の鋼材需給¹⁾

	粗鋼生産	完 成 鋼 材			
		生 産	輸 入	輸 出	見掛消費
1990年	6,635	5,153	420	200	5,373
1995年	9,536	8,980	1,397	593	9,784
2000年	12,850	13,146	1,596	621	14,121
2001年	14,893	15,745	1,722	474	16,993
02年1～6月	8,503	9,192	1,172	223	10,141

出所：中国国家統計局、税関総署

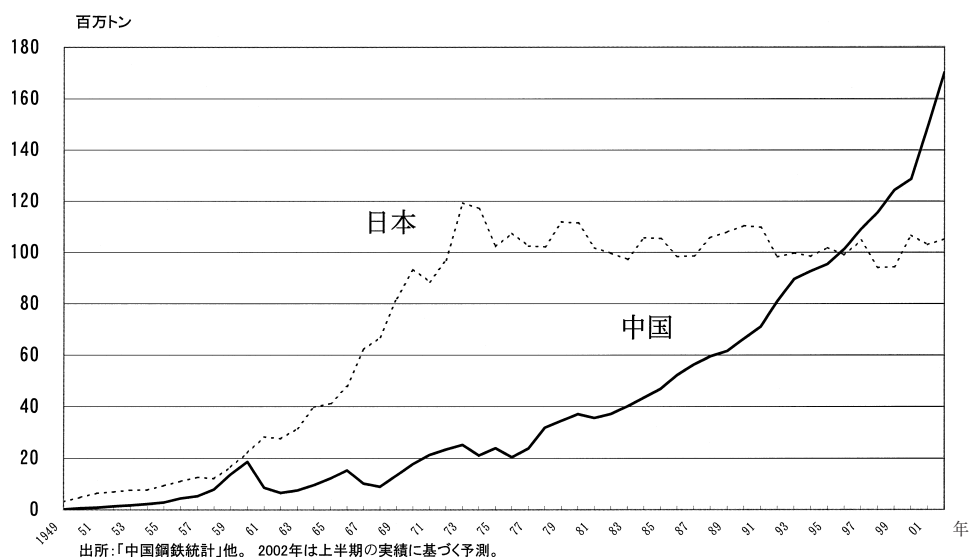


図1 中国の粗鋼生産推移¹⁾

いる。なお、消費に対する生産の比率（自給率）は2001年が92.7%、2002年上半期が90.6%である。

このように中国の鉄鋼生産・消費は量的には世界の頂点に上り詰め、自給率も高水準にあるが、条鋼類や一部の低品位の鋼板類などでは実需の裏付けのない過剰生産が行なわれ、在庫の積み上がりや市況の下落を招くといった弊害が90年代末から目立ってきた。このため政府は1999年から需給状況改善のため、生産と輸入を抑制し輸出を拡大する「総量調整」を指示して数値目標を設定している。しかしこの目標は必ずしも達成されておらず、生産増には歯止めがかかっていない。こうした過剰生産は主に地方の小規模企業で行なわれているといわれる。

2001年の鋼材生産を品種別にみると、棒鋼・形鋼が6,165万トンで全体の39.2%、線材2,962万トン（18.8%）、厚中板2,009万トン（12.8%）、薄板・帯鋼3,094万トン（19.7%）という比率である（表2）。全体の生産量が急速に伸びているにもかかわらず、この比率は従来からあまり変化がない。また、品種カテゴリー別の自給率（見掛消費に対する生産の割合）を試算してみると、条鋼類が100.6%、厚中板が99.9%、鋼管が98.8%であるのに対し、薄板類は70.3%であり、供給力の不足を裏付けている。

2.2 原料

中国は世界最大の鉄鉱石産出国である。2000年の産出量は2億2,256万トンで、世界計の21.5%を占める。しかし90年代以降の産出量は頭打ち状態にあり、今後の伸びはあまり期待できない。また鉄分が60%以上の高品位鉱は少なく、大部分は30～40%台の低品位鉱であるとされる。産出の中心は河北省（5,889万トン）と遼寧省（5,648万トン）である。

表2 中国の品種別鋼材生産¹⁾

(単位：千トン)			
	1991年	2000年	2001年
軌 条	1,239	1,268	1,430
棒鋼・形鋼	21,849	48,041	61,650
線 材	10,893	26,354	29,619
厚 中 板	7,019	17,128	20,086
薄 板	6,417	19,038	19,218
熱延薄板	n. a.	10,507	n. a.
冷延薄板	n. a.	7,635	n. a.
亜鉛めっき鋼板	n. a.	1,279	n. a.
ブリキ	n. a.	464	n. a.
その他表面処理	n. a.	151	n. a.
電磁鋼板	604	1,300	1,683
狭幅帯鋼	1,779	7,946	10,039
継目無鋼管	2,300	4,148	5,004
溶接鋼管	2,331	5,189	6,025
合 計	55,509	131,460	157,454

出所：「中国鋼鉄統計」 他

注：外資合弁企業の生産を除く。合計にはその他鋼材を含む。

産出した鉄鉱石はほぼ全量が国内で消費されており、この他に6,997万トンが輸入された（自給率76.1%）。鉄鋼生産の急増に伴って鉄鉱石輸入は増加傾向にあり、上海宝钢グループはブラジルのCVRD およびオーストラリアのリオティントとの間で新鉱山の開発および鉄鉱石供給に関する契約を結んでいる。輸入拡大のための港湾整備も進んでいる。

2.3 鉄鋼輸入

中国の鉄鋼輸入が増加し始めたのは、国内需要が急増して供給とのギャップが拡大した1980年代からである。輸入量は年毎の変動が大きい、最も多かったのは1993年の3,626万トン（以下の数値は半成品と成品の合計）であり、この当時は鉄筋用棒鋼、形鋼、線材などの条鋼類が全体の半分近くを占めていた。その後、条鋼類の輸入は自給率の向上に伴って急速に減少し、代わって国内供給力の不十分な薄板類が増加して輸入の主力となった。2001年の輸入は2,544万トンで、93年に次ぐ史上2番目の水準であり、単独国家としては米国に次いで世界第2位の輸入量となった。品種別の内訳は薄板類が1,448万トン（うち冷延鋼板568万トン、熱延薄板286万トン、亜鉛めっき鋼板218万トン）、半成品が831万トン、鋼管が81万トンである。また相手国別では日本とロシアが伝統的な二大供給国で、最近韓国・台湾も増加が著しい（表3）。

ここ2～3年は国際市況の下落もあって輸入品と国産品との競合が激しさを増しており、特に2001年末に中国がWTOに加盟したことにより、輸入関税が引下げられた上、輸入許可証（IL）制度などが原則撤廃されたため、2002年上半期の輸入は鋼板類を中心に1,482万トン（前年同期比12.4%増）と大きく増加した。危機感を募らせた国内鉄鋼業界は制定さ

表3 中国の鋼材貿易（半成品を含む）²⁾

(単位：千トン)							
①品種別輸入							
	半成品	条鋼類	厚中板	薄板類	鋼管	その他	合 計
2000年	4,782	681	245	13,225	659	1,159	20,751
2001年	8,310	745	363	14,480	809	737	25,444
②供給国別輸入							
	日本	ロシア	ウクライナ	韓国	台湾	その他	合 計
2000年	5,167	3,460	1,529	3,099	3,323	4,173	20,751
2001年	5,148	5,164	2,224	3,489	3,790	5,629	25,444
③品種別輸出							
	半成品	条鋼類	厚中板	薄板類	鋼管	その他	合 計
2000年	5,087	1,216	899	2,198	606	657	10,663
2001年	2,723	1,284	343	1,411	684	304	6,749
④向先別輸出							
	韓国	台湾	香港	ベトナム	米国	その他	合 計
2000年	1,791	1,916	1,455	565	1,338	3,598	10,663
2001年	1,028	899	1,462	665	661	2,034	6,749

出所：中国税関総署

れたばかりのセーフガード条例による救済を政府に要請し、政府は5月24日、鉄鋼製品9品目を対象に180日間の暫定セーフガード措置（一定の割当枠を超えた分につき最大26%の特別関税を上乗せ）を発動した。このため下半期の輸入は減少に向くと予想されている。

2.4 鉄鋼輸出

中国の鉄鋼輸出は1990年代から半成品を中心に本格化して100万トンを越える水準となった。これまで最も多かったのは2000年の1,066万トン（世界で9番目）であり、うち509万トンが半成品であった。しかし2001年には国際市況の下落や米国の通商法提訴の影響で減少し、全体で675万トン（うち半成品272万トン）となった。品種としては半成品および国内供給に余裕のある低付加価値鋼材が中心であるが、薄板類の比率は上昇しつつある。向け先ではアジアが517万トン（全体の76.5%）と圧倒的な比重を占めており、特に香港、韓国、台湾、ベトナム向け等が多い。その他の地域では米国とEUが主な向け先であるが、米国向けは通商法提訴などの影響で減少傾向にある（表3）。生産に対する輸出の比率（完成鋼材ベース）は2001年で3.0%に留まっている。中国鉄鋼業界では大手企業を中心に輸出増を目標に掲げているが、内需好調の一方で現在の国際市場は厳しい状況が続いており、2002年上半期の輸出（半成品を含む）は224万トン（前年同期比37.6%減）とあって大幅減少を強いられている。

3 鉄鋼企業と生産設備

3.1 鉄鋼企業

中国の鉄鋼業界には原料関係等も含むときわめて多くの企業が存在するが、鉄鋼製品を製造するメーカーは、政府機関の調査によれば1999年末現在で290社である。このうち、年間に粗鋼50万トン以上を生産する中・大規模の「重点企業」は、2001年の生産実績に基づく58社（2000年は54社）ある。これら重点企業が全国の粗鋼生産に占める比率は88.8%に達する。粗鋼600万トン以上を生産する大手メーカーは上海宝山鋼鉄、鞍山鋼鉄、首都鋼鉄、武漢鋼鉄の4社で、以下200～600万トンが16社、100～200万トンが26社、50～100万トンが12社ある。表4に主要鉄鋼メーカーの粗鋼・鋼材生産を示す。地域別にみると、58社のうち34社が上海市、遼寧省、河北省、江蘇省などの東部沿岸地域に立地しており、内陸部では中部地区（湖北省など）に16社、西部地区（四川省など）に8社がある。ちなみに地区別の粗鋼生産（2000年）では、上海市が全国の13.8%、遼寧省が12.1%、河北省が9.6%、湖北省が7.0%を占めている。なお、政府

表4 主要鉄鋼メーカーの粗鋼・鋼材生産（2001年実績）¹⁾

順位	メーカー	所在地	生産（万トン）	
			粗 鋼	鋼 材
1	宝山鋼鉄	上海市	1,151.0	931.4
2	鞍山鋼鉄	遼寧省	879.2	802.2
3	首都鋼鉄	北京市	824.8	716.5
4	武漢鋼鉄	湖北省	708.5	586.7
5	本溪鋼鉄	遼寧省	490.6	335.3
6	馬鞍山鋼鉄	安徽省	477.6	443.0
7	包頭鋼鉄	内モンゴ	421.0	332.7
8	華菱集団	湖南省	406.1	398.2
9	唐山鋼鉄	河北省	392.0	373.9
10	攀枝花鋼鉄	四川省	357.5	254.6
11	邯鄲鋼鉄	河北省	335.0	352.5
12	濟南鋼鉄	山東省	319.7	287.1
13	太原鋼鉄	山西省	284.6	304.0
14	安陽鋼鉄	河南省	272.5	230.6
15	江蘇沙鋼集団	江蘇省	253.5	413.7
16	萊蕪鋼鉄	山東省	244.9	247.4
17	上海一厂	上海市	239.3	144.3
18	天津鉄厂	天津市	212.0	-
19	昆明鋼鉄	雲南省	209.8	157.8
20	酒泉鋼鉄	甘肅省	201.7	190.6
21	通化鋼鉄	吉林省	195.2	182.0
22	南京鋼鉄	江蘇省	191.8	218.1
23	広州鋼鉄	広東省	189.6	188.2
24	上海五厂	上海市	188.8	121.6
25	新余鋼鉄	江西省	188.7	171.5
26	重慶鋼鉄	重慶市	182.7	142.3
27	杭州鋼鉄	浙江省	167.8	170.1
28	上海梅山集団	江蘇省	160.3	148.6
29	鄂城鋼鉄	湖北省	150.4	138.5
30	宣化鋼鉄	河北省	148.7	146.8
	その他計		4,447.4	6,615.2
	全国計		14,892.7	15,745.4

出所：「中国鋼鉄統計」、「鋼鉄信息」

は構造改善の一環として小規模・零細メーカーで生産効率が悪く、環境汚染の原因ともなっている103社を指名して閉鎖するプログラムを進めており、これが完了すればメーカー数は187社となる。

3.2 生産設備

生産設備については資料によってデータに異同があるが、ここでは業界資料である「中国鋼鉄工業年鑑」ほかに基づいて概観してみる。高炉は1995年現在で全国に3,228基あるとされるが、その大部分は小規模企業の所有する容積100立方メートル以下の小型高炉と推定される。これらの小型高炉は50年代末の大躍進期から60年代にかけて建設されたものが多く、生産性が低い上に環境汚染の原因になっているといわれる。一方、中・大規模の重点企業に限ってみると、高炉基数は2000年現在で243である（表5）。大型高炉としては、上海宝山鋼鉄の第3高炉（4,350立方メートル）を筆頭に、同社第1、第2高炉（各4,063立方メートル）、武漢鋼鉄の第3高炉（3,200立方メートル）、以下2,000立方メートル台が11基、1,000立方メートル台が28基で、残る200基は1,000立

方メートル未満である。

製鋼設備については、重点企業の転炉は212基、電炉は204基、平炉は9基である（表5、2000年現在）。LD転炉が中国に本格的に導入されたのは1970年代の半ばであり、以後中・大手企業を中心に急速に普及して製鋼設備の主力となった。上記212基のうち100トン／チャージ以上の大型転炉は27基である。電炉については、高炉と同様小型の設備が全国に多数存在する（95年現在で3,380基）。上記重点企業の204基のうち30トン／チャージ以上は30基である。また平炉については、1960年代半ばから90年代半ばまで一貫して1,000万トン前後の生産を行ってきたが、その後は廃棄が進み、2001年末に包頭鋼鉄の第1平炉（1960年稼動）が操業を停止したのを最後に、大手企業からは完全に淘汰された（小規模企業にはまだ残存）。

連铸は重点企業計で281基、923ラインがある（表5、2000年現在）。連铸設備も転炉と同様に1970年代半ばから大手企業を中心に徐々に導入が始まった。本格的に普及が進んだのは90年代以降であり、中国側発表による連铸比率は、1996年53.3%、2000年87.3%、2001年89.4%と上昇が続く、2002年上半期は92.6%でほぼ先進国並みの水準となっている。なお、連铸設備は2002年に入って新設が相次いでおり、上半期に完成したもののみでビレット、スラブ合計で21基、1,120万トンにのぼる。下半期には更に45基、2,449万トンが稼動する見込みである。また薄スラブ連铸機は1999～2001年にかけて広州珠江鋼鉄と邯鄲鋼鉄に各1基、包頭鋼鉄に2基がいずれもヨーロッパの技術により導入されている。

圧延設備の主要なものとしては、重点企業計で大形・中形

形鋼ミル63基、高速線材ミル35基、厚板ミル26基、ホットストリップミル（広幅）9基、コールドストリップミル（同）6基、熱延継目鋼管ミル32基、溶接鋼管ミル51基などがあるが（以上は2000年または1999年現在）、この他に旧式・小形の棒鋼ミル、狭幅帯鋼ミル、レバース式の薄板ミルなどが多数存在する。

4 中国鉄鋼業の展望

4.1 需給動向

第10次5ヵ年計画（2001～2005年。以下10・5計画と表記）における中国の経済成長目標は年平均7%であり、2001年実績は7.3%、2002年上半期も7.8%と順調に目標を達成しつつある。鉄鋼需要産業についても、自動車、造船、家電等の製造業の活動が引き続き旺盛であるのに加え、都市部を中心とした住宅・非住宅建築も活発化している。更に公共土木部門でも西部大開発計画に基づく大型プロジェクトが多数立ち上がっており、2008年北京五輪に向けてのインフラ整備の促進も期待されるなど、鉄鋼需要は今後とも堅調に拡大することが予想される。

これに対する鉄鋼供給については、前述のとおり政府は過剰生産と輸入の抑制を目的とした「総量調整」に基づき緊縮的な数値目標を掲げているが、実際には生産増のペースはむしろ加速しており、現在のところ停滞・減少の兆しは窺われない。10・5計画の最終年である2005年における鋼材見掛消費の予想は1億6,000万トンであったが、これは既に初年度に超過達成されており、セーフガードの正式発動による輸入抑制の可能性はあるものの、生産増に牽引されて近い将来には2億トンを越える可能性が高い。

4.2 企業再編と能力拡張

鉄鋼業10.5計画の掲げる構造改善の内容を概観してみると、企業再編については前述のように小規模企業の閉鎖が進められている一方で、中・大手企業については合併、資本提携、地域間協力、専門メーカーの統合等による連携強化が図られている。現在は西北、華北、華東、華中、西南等の各地区で数社～十数社による企業グループが形成されつつあり、将来的にはミル分布を資源立地型から市場立地型に転換することが基本目標とされている。

生産能力の拡張については、国内供給力が不足しており輸入依存度の高い厚さ1ミリ以下の冷延鋼板、3ミリ以下の熱延鋼板、ステンレス鋼板、高級亜鉛めっき鋼板、冷延電気鋼板等を中心に設備の新設・改造が図られている。10・5計画中に予定されている薄板3品種の能力増強は、熱延薄板1,740万トン、冷延薄板580万トン、亜鉛めっき鋼板295万

表5 重点企業の設備状況（2000年）²⁾

（単位：万トン）				
製鉄・製鋼	基数	圧延機	基数	能力
コークス炉	190	大形形鋼	7	426
焼結機	222	中形形鋼	56	1,368
高 炉	243	棒鋼	138	2,711
3,000m ³ 以上	4	普通線材	43	960
2,000～2,999	11	高速線材	35	1,434
1,000～1,999	28	厚中板	26	1,180
～1,000	200	熱延薄板	29	96
転 炉	212	冷延薄板	20	137
300トン以上	3	熱延狭幅帯鋼*	22	404
100～299	24	熱延広幅帯鋼	9	2,194
～100トン	185	冷延狭幅帯鋼*	11	198
電 炉	204	冷延広幅帯鋼*	6	591
30トン以上	30	熱延継目無鋼管	32	335
平 炉	9	冷延鋼管	64	3
連铸機	281	冷間引抜鋼管	98	39
		溶接鋼管	51	133
		その他	10	34

出所：「中国鋼鉄工業年鑑」他。 *印は1999年現在。

表6 第10次5ヵ年計画における薄板類の能力拡張計画

(単位: 万トン)

品 目	現有能力 (2001年)	増強分	予想能力 (2005年)	増強対象メーカー
熱延薄板 (大手ミル計)	2,470	+1,740	4,210	宝鋼グループ+300、武漢鋼鉄+330、馬鞍山鋼鉄+200、邯鄲鋼鉄+170、鞍山鋼鉄+150、唐山鋼鉄+150、攀枝花鋼鉄+140、広州珠鋼+100、包頭鋼鉄+100、等
冷延薄板 (大手ミル計)	982	+580	1,562	宝山鋼鉄+160、馬鞍山鋼鉄+130、上海益昌+100、首都鋼鉄+100、武漢鋼鉄+50、攀枝花鋼鉄+40
亜鉛めっき鋼板 (全国計)	225	+295	520	宝山鋼鉄+120、武漢鋼鉄+50、鞍山鋼鉄50、邯鄲鋼鉄+35、馬鞍山鋼鉄+30、等

出所: 中国国家统计局 他

トンである(表6)。

また、既に十分な生産能力があり、今後は国際競争力の強化を目指す品種としては、小形形鋼・棒鋼、継目無鋼管、重軌条、厚中板(ただし高品位の特殊用途向けは能力不足)等が挙げられており、旧式設備に替えて連続式小形形鋼圧延機、高速線材圧延機、広幅厚板圧延機等の導入が奨励されている。能力過剰で、今後は生産抑制を図るべき製品としては、大・中形形鋼、溶接鋼管(特に小径管)、狭幅熱延帯鋼、ブリキ(高品位のものを除く)等が挙げられている。なお、早期に廃棄すべき生産設備として、容積100立方メートル以下の高炉、15トン以下の転炉、10トン以下の電炉、レバース式薄板圧延機、76ミリ以下の熱延鋼管圧延機等が政府によって指示されている。

4.3 生産性向上と環境対策

生産性については、2000年現在の労働者1人当たりの年間粗鋼生産量は、日本1,120トン、韓国756トン、米国592トンに対して中国は約100トン(生産1億3,146万トンに対して労働者約130万人)にとどまっており、10・5計画では2005年までにこれを250トンに引上げることを目標としている(表7)。これには生産技術の向上と併せて大量の人員削減を要するとみられ、その手法が注目される。

また中国の粗鋼生産1トン当たりのエネルギー消費は先進国水準を20～30%上回るとされ、環境汚染も深刻な状況にある。10・5計画における省エネルギー対策としては、連铸比の向上(2005年に95%)、高炉における微粉炭吹き込みシステムの普及(2005年に1,800万トン以上)、コークス乾式消化設備の設置、高炉炉超圧発電システムの設置(容積1,000立方メートル以上の高炉すべて)、転炉ガスの完全回収・再利用等が挙げられている。

環境対策では、主要メーカー14社を「クリーン生産」試行対象企業に選定し、関連設備の導入、技術改造を行なうとしている。具体策としては、コークス炉ガスの浄化強化、回収水の循環率向上と汚水処理設備の建設、原料の使用法改善等が指定されている。

表7 鉄鋼業第10次5ヵ年計画における主要目標⁷⁾

	2000年実績	2005年目標
国産材による市場シェア	90%	95%
世界主用鉄鋼生産国の品種水準に適合する鋼材の生産比率	30%	70%以上
粗鋼生産における大手・中堅鉄鋼メーカーのエネルギー消費	920kg (標準炭換算)	800kg (標準炭換算)
主要汚染物質の排出量	—	2000年比10%削減
大手・中堅メーカーによる粗鋼生産1トン当たりの新規の水使用量	約30立方メートル	16立方メートル以下
労働者1人当たりの粗鋼生産量	100トン	250トン
全国の粗鋼生産に占める大手・中堅メーカー10社のシェア	50%	80%以上

出所: 国家経済貿易委員会

鉄鋼業10・5計画に基づく以上のような構造改善が実現すれば、2005年時点の中国鉄鋼業は世界最大の生産量を確保しつつ、生産性・品質・環境対策といった質の面でも先進国に準じる地位を獲得し、世界の鉄鋼市場において一層強固な立場を占めることとなろう。

参考文献

- 1) 中国鋼鉄統計(各年度版), 中国鋼鉄工業協会信息統計部・冶金工業信息標準研究院
- 2) 中国鋼鉄工業年鑑(各年度版), 中国鋼鉄工業年鑑編集委員会
- 3) 中国統計年鑑(各年度版), 中国国家统计局
- 4) 中国海関統計(各年度版), 中国海関総署
- 5) 鉄鋼統計要覧(各年度版), 鉄鋼統計委員会
- 6) 鉄鋼年鑑(各年度版), 鉄鋼新聞社
- 7) 中国の鉄鋼業と鉄鋼政策に関する資料・統計集, 日本鉄鋼連盟北京事務所, (2002)
- 8) Steel Statistical Yearbook, IISI, (2001)
- 9) 中国の鉄鋼業と機械工業, アジア経済研究所, (1964)
- 10) 中国の鉄鋼業, 鉄鋼海外市場調査委員会, (1972)
- 11) 中国主要産業の現状と展望, 日本貿易振興会, (1999)
- 12) 葉剛: 中国鉄鋼業発展の構造変動, (2000)
- 13) Tekkohkai, 日本鉄鋼連盟, (2002) 3.

(2002年9月19日受付)



中国山西省鉄鋼業 環境問題解決への日中協力

Improvement in Environment of Iron-Steelmaking
Industries in Shanxi Province in China
by Cooperation between China-Japan

張 興和
Xinghe Zhang

東北大学 学際科学研究センター 研究員

1 中国山西省の概況

山西省は北京市の西南560 km、海拔1000 mの乾燥高原に位置し、面積15.6万km² (全国の1.6%)、人口3200万人余り (全国の2.5%) の内陸省である。省内には豊富な石炭および鉄鉱石の資源があり、石炭保有埋蔵量は2565億トンで全国の25%、鉄鉱石保有埋蔵量は34億トンで全国の7.5%である。同省は中国一の石炭、コークス、鉄鉄の産地であり、2000年の生産量はそれぞれ2.5、0.5、0.16億トンで、全国の25、41、12%を占めている。

2 深刻な環境汚染

中国は地球上で大気汚染が最も深刻化している国となっている。1998年WHO (世界保健機関) の発表によれば、地球上の環境汚染都市ワーストテンの中で7つの都市を中国が占めており、山西省の省都所在地の太原市は世界第1位の環境汚染都市となっている。

私は中日共同研究グループの一員として、1998年7月と2001年7月に大気汚染世界ワーストワンの太原市及びその周辺へ環境現地調査に行き、煙や煤塵に汚染された大気を体感した。晴れた空にもかかわらずどんより曇っているように見え、目や喉の不調を訴える者が続出した。

山西省環境保護局の大気状況の測定データ (1995年) によると、山西省の主要都市では総浮遊粒子状物質 (TSP) は0.43~0.75、亜硫酸ガス (SO₂) は0.19~0.33 mg/m³ と高く、共に二級基準値 (都市と一般工業区に適用、TSP: 0.20, SO₂: 0.06 mg/m³) の数倍となっており、住民の健康に及ぼす悪影響が危惧されている。また、本研究グループの降雨中硫酸イオンの硫黄同位体比の測定結果によれば、日本では

夏季に低く冬季に高くなる季節変化が見られ、冬季の値は日本国内で排出されるものと異なり、山西省およびその周辺で使用されている石炭の硫黄同位体比の値と概ね一致する。この結果は山西省の汚染物質が日本へ飛来することを示している。

3 鉄鋼業が一要因

山西省には中国全国の半数以上の高炉が集中している。最も高炉数が多かったのは1994年で、3,784基にも達し、平均内容積はわずか37 m³ と小さかった。1999年に993基に減ったが、内容積が100 m³ 以下のものがほとんどである。

高炉製鉄の需要に応じて建設期間が短く設備投資が少ないピーハイブコークス炉など非室炉式コークス製造工場が数多く存在している。1995年全省のコークス生産量が約5300万トンで、非室炉式のは88%であった。非室炉式コークス工場の閉鎖と室炉式コークス工場の新設に伴い、非室炉式コークスの割合は減っているが、2000年になってもまだ半数以上は非室炉式コークスである。

これらの数多くの小型高炉や非室炉式コークス工場のほとんどはエネルギー効率が極めて悪く、副産物回収や環境対策を施さずに煤塵やSO₂などを多量に大気中に排出している。

4 環境改善に援助が必要

山西省の環境を改善するためには山西省の自助力が最も重要だが、資源の豊かさと石炭やコークスなどの生産量の大きさに相応しくなく、経済成長は遅れている。一人当たりのGDPは全国平均を大きく下回り、1996年の一人当たりGDPは3960元 (500ドル弱) で、全国平均の0.7、日本の1/76である。

そのため、たとえ小型高炉や非室炉式コークス工場は環境汚染の元凶であることがわかっていても、それなりの経済力や技術力が伴わないので、短期間に山西省が単独で汚染された環境を抜本的に改善することは不可能である。単純に閉鎖すれば汚染を抑制することが出来るがもともと弱い経済が一層弱くなるだろう。山西省で環境保全と経済発展とを両立するには、先進国からの経済的・技術的な援助が必要不可欠である。とりわけ日本は先進的な鉄鋼技術と環境保全技術を有する近隣国として協力することが期待される。

5 日中協力による解決

2001年4月にスタートした東北大学学際科学研究センタープログラム研究 (研究代表者: 大村 泉) は、現地調査によ

り山西省の環境、経済および技術的な現状を解明し、技術や政策の導入などにより経済発展を維持しながら徹底的に環境を改善するのを目指している。

山西省側はこの研究に積極的な姿勢を示した。東北大学環境調査団を非開放区にまで調査を許可し、環境担当の副省長杜五安氏が自ら調査団と会見し、研究に全面協力を約束した。

本研究グループの試算によれば、現在（2000年を基準）のビーハイブ式コークス炉と小型高炉を機械式コークス炉と中型高炉で代替するように改善すれば、石炭資源を1200万トン節約、CO₂発生量を日本の5%相当分削減できる。それと共に、SO₂や煤塵の排出量は大幅に削減され、日本への越境

汚染を防ぐことにも有効である。

日本と山西省は、技術と資源の面で優勢相補、有無相通なので、共同事業やCDMなどを通じて、日本の技術を山西省の環境改善と資源開発へ役立てれば、相互有利、共同发展を実現可能である。

参考文献

- 1) 山西統計年鑑, 中国統計年鑑の各年版
- 2) 張興和, 高橋礼二郎, 大村泉: 金属, 71 (2001), 1135.

(2002年8月30日受付)



特集記事・2

アジアにおける鉄鋼業

韓国鉄鋼業の現状と今後の展望

Steel Industries in Korea — Present Status and Future Aspects

鈴木健一郎 POSCO 東京支店 コンサルタント
Kenichiro Suzuki

1 はじめに

韓国の鉄鋼業はPOSCO (旧社名 浦項綜合製鉄㈱) が国内電炉メーカーをリードし、景気変動の波を最小限に抑えて成長を続けている。本稿では、その現状と将来動向について述べる。その場合、同じ朝鮮半島にある北朝鮮の現状も動向を探る上で重要と考え、十分とは言えないが同国の鉄鋼業の現状にも触れることとする。なお、韓国、北朝鮮は「近くて遠い国」とされており、ファミリアでない向きもあろうかと両国に関する簡単やメモを巻末に添付した^{1,2)}。

2 POSCO、浦項綜合製鉄と関連産業の発足³⁾

1967年に韓国政府が一貫製鉄所建設を考え始めた時、韓国の鉄鋼生産は30万トンで、平炉鋼であった。一貫製鉄所建設のための調査は1967年に開始され、2期に分けて建設し、第1期50万トン、ついで100万トンの粗鋼能力に拡張するという原案が提示された。この案は米国輸出入銀行および世界銀行によって審査され、製鉄所建設は時期尚早との回答を得たが、韓国政府はこのプロジェクトを自力で進めようとした。韓国タングステン鉱山会社の社長であった朴泰俊氏が、一貫製鉄所推進委員会の議長に任命され、製鉄所の規模は1期段階で100万トンに拡張された。朴泰俊社長は朴正熙大統領の厚い信任をバックに精力的に動き、韓国東海岸の浦項村に立地する製鉄所建設の資金金融は日本が保証することになった。この間の両国の動きを以下に要約する。

外資導入の契機となったのは、日韓国交正常化であり、20年間途絶していた日韓両国の国交が1965年に回復した。対日請求権は日本の36年間の韓国支配に対する補償を請求するもので、交渉が金額をめぐって難航し、妥結に13年を要した。日韓会談当初 (1952年) の韓国側要求は、搬出金地

金、朝鮮銀行の貸方勘定、韓国保有の公社債など11億4,700万ドルになったが、日本はこの韓国側賠償要求を拒否した。反民主主義者だった李承晩大統領が1960年に下野し、日本の陸軍士官学校を卒業した朴正熙大統領の下で交渉は急テンポで進んだ。韓国側は以前の抽象的な賠償要求から一転して、現実的に日本の支払い能力を見極め、有償・無償5億ドルの請求権プラス・アルファ (商業借款を供与するという含み) で妥結した。国交正常化の経済的インパクトは大きく、日本資本の流入は投資を促進し韓国の高度成長を加速した。国交樹立で日本の財界人は韓国へ流れ込み、両国の経済協力は国交正常化以前に始まっていた。すなわち、1962年9月経団連副会長の植村甲午郎ほか6人からなる経済使節団が訪韓、国交正常化が必要不可欠であると強調し、対日請求権については前出のアウトラインを提示、韓国側財界人の了解を求めた。公式記録では、1962年11月の金鍾泌中央情報部部長と大平正芳外相との合意により対日請求権の金額が決定したことになるが、その前に両国財界人の間で根回しが行われていた。

対日請求権による資金のうち、7,370万ドルを浦項製鉄建設資金として転用し、輸出入銀行借款5,000万ドルをプラスした1億2,300万ドルの日本資金による年産103万トンの製鉄所建設が、1969年8月の日韓閣僚会議で合意され、技術面では鉄鋼3社 (八幡製鉄、富士製鉄、日本鋼管) が全面的に協力することになった。このような点で、浦項製鉄は韓国への日本資本導入の記念碑的存在といえる。

浦項製鉄所の第1期計画は、高炉1基、コークス炉1基、LD転炉1基、分塊圧延機、厚板ミル、ビレットミル、連続熱延機からなり1973年に完工し、第2、3、4期工事を経て、能力は910万トンに増加した。建設は1981年に完了し、総建設費用は約40億ドルであった。第2の一貫製鉄所は、韓国の南海岸、光陽市に建設された (第1期工事270万トン：1985年～1987年5月)。引き続き3期に分けた工事が行なわ

れ、1992年に能力1,140万トンの世界最大級の製鉄所が完成した。2つの工場を合わせると建設費は122億ドル、全能力は2,100万トンとなる。韓国経済開発の典型的成功例は浦項製鉄であり、この成功で韓国人は「成せば成る」という自信をつけたと言えよう。なお、浦項製鉄の進出まで浦項市は静かな、浜辺の多い漁村であった。浦項空港付近にはたたら製鉄用の冷却水を供給した池があるが、木材（還元剤）と水の不足で断念せざるをえなかった古代製鉄技術が西暦500年頃日本に伝わり、浦項において日本の製鉄技術を移転することになったのも何かの縁かも知れない。

第一次オイルショックは、製鉄所完成後の1973年10月に発生しており、着工が1年遅れた場合には建設費の高騰に浦項製鉄が苦しめられたと考えられる。浦項製鉄が経済開発のモデルケースとして注目されるのは、非能率と浪費の典型とされる国策企業が、低コストかつ無事故で建設され、効率的に経営されたためであり、その点で朴泰俊初代社長の貢献は多大であったと言えよう。浦項製鉄所第1高炉の初出鉄を社員とともに喜び初代社長の写真を図1に示す。そして、2000年10月に至って、浦項製鉄は政府所有の株式を全額買い取り民間会社として再スタートすることになった。

これらの建設が進行している間に、電気炉操業によるミル集団が立ち上がり、2000年には1,500万トン強の粗鋼生産能力を持つに至っている。

鉄鋼製品の大口需要家として重要な造船と自動車の業界においても、1960年代後半から激動の時代が始まった。

現代グループは建設業で資本蓄積し、1968年には現代自動車を設立、1972年には蔚山造船所に着工した。後者は、造船技術の無い状態からのスタートで、6,900万ドルの借金を獲得、建造能力100万トンクラスの造船所を27カ月で竣工し、16万トンタンカー2隻も同時に進水させると言う離れ業であった。これは、第2の「やればできる」という信念を韓国人に与える一方、1970年代の重化学工業ブームに火をつけるきっかけになった。

自動車産業はその頃から現在に至るまで韓国財界で熱い眼差しを注がれている。最初の、国外から部品を調達し、組み立て販売する事業には日産自動車、トヨタ自動車、三菱自動車、東洋工業などが個別に参画したが、中国政府の干渉もあり、トヨタ自動車は韓国から撤退した。新進自動車はパートナーのトヨタを失いGMコリアを設立したが、GMが経営権を握った。政府商工部が提示した長期自動車工業振興計画（1974年）に呼応して、GMコリア、現代自動車、起亜産業など3社は、その方針に沿った国産化計画を提出した。起亜産業は小型車プリサ（1975年）、現代自動車は小型車ポニー（1976年）の大ヒットにより基礎を固めたが、GMコリアは経営難に陥り、大字グループで大字自動車として再スタート

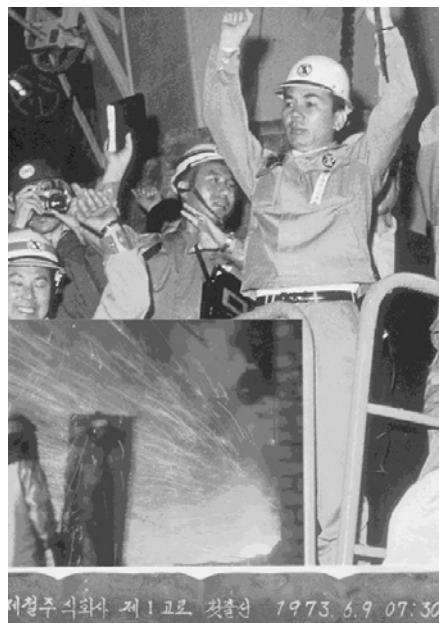


図1 浦項綜合製鉄、第1高炉の出鉄を社員とともに祝う 朴泰俊社長
(1973年6月9日7時30分)

を計った。1970年代後半、自動車3社は中東ブームによる3年連続の需要増に対応して大規模な設備投資を行ったが、第2次オイルショック（1979年末）での稼働率低下が重荷となった。以後も、景気循環による整理統合が話題になる一方、財界人の自動車産業への思い入れのため、主務官庁の政府商工部やメーカーの間でパワーゲームが続いている。いずれにしても、韓国ではこれらの業種が鉄鋼産業の需要を支え、その発展に貢献したと考えられる。

3 韓国鉄鋼業の現状

3.1 概況⁴⁾

韓国経済は、1998年のIMF危機を脱出後目覚ましい回復を果たし、GDP成長率は1999年10.9%、2000年8.8%を記録した。これに対応して、2000年の粗鋼生産は5%増の4311万トン記録、製品生産高は1年前の8.7%増4887万トンに達した。これは、POSCO光陽工場のNo.5高炉の操業開始と転炉ならびにMini-Mill工場の生産増によるものである。その結果、韓国の粗鋼生産は世界の生産高の5.1%を占め、第6位となった。

2000年のみかけの鋼材消費量は前年比13.9%増、3847万トンまで増加した。上半期には予想を上廻ったものの、下半期には製造業の生産活動停滞荷より急速に低下するなど、変動要因は解消されていない。例えば、建設関連（国内の鋼需要の約50%に相当）の需要は17.6%増加したが、1997年（通貨危機の年）のレベルの76%程度に留まっている。自動車の国内販売は増加し、生産は前年の9.6%増となった。造

船産業は、オーダー増によりこれまでの最高値21.8%増を記録し、一般機械生産は、設備投資の増加により16.4%増となった。製品種別で見ると、線材、棒鋼の消費は機械産業の設備投資増加により、14.7%増の1731万トン、熱延、冷延コイルおよびシートならびにメッキ鋼板は自動車と家電機器の増産により13.2%増の2,054万トンまで増加した。

2000年の製品輸出は、1370万トン（前年と同量）で安定していた。中国への輸出（圧延製品主体）は6.7%増、320万トンまで増加し、日本、アメリカと東南アジアを加えると全体の77%を占めた。アイテム別では、鉄筋が50%以上の減、対照的に冷延コイルとシートが30%以上の増であった。

熱延コイルならびにシートの輸入は急速な需要増のため、2000年には1,140万トンと前年比30%増加した。熱延コイルの輸入は、冷間圧延設備の新規稼働のため450万トンの最高記録に達し、日本、中国と旧ソ連で80%以上を占めた。

2001年上期の輸入は、厚板と鉄筋以外の需要鈍化により500万トンまで13.3%減少したが、日本からの輸入は2000年上期に51%から60%まで拡大したままで安定し、韓国は10億ドル以上の対日赤字で苦しんでいる。

また、電気炉の稼働増に伴い、2000年のスクラップ消費量は前年比+8.1%の2,223万トンに達し、この内1,123万トン（前年の+12.9%）は国内市場での購入、前年比+2.4%の414万トンが自社供給であった。スクラップ輸入量は686万トンの4.3%増、輸入比率は30.9%まで減少した（アメリカからの輸入比率：25.9%、日本：18.6%と減少する一方で欧州連合からの輸入が15%まで増加した）。

韓国鉄鋼業は、韓国全土の使用エネルギーの12.7%、韓国産業の使用エネルギーの22.6%を消費する基幹産業である。1999年における産業界の消費エネルギー量は、前年比2.8%増、1,814万TOE（等価原油量）まで増加した。鉄鋼産業のエネルギー源の比率は、石炭71.7%、電気21.5%、原油6.8%で、粗鋼トン当たりのエネルギー消費は、421万kcalを記録した（日本：約400万kcal、1995）。

POSCOの電気消費量は268億キロワット、製鉄所内発電量がその43%、残りは買電であった。

環境規制を強化する政府の方針の下で設備投資の4.4%が環境セクターへ割り当てられている（空気60%、水18.9%、廃棄物16.3%の投資比率）。具体的には、集塵装置の増強、原油のLNGによる代替、低硫黄重油の使用、遠隔モニターの設置などで、他に廃棄物リサイクルの研究や環境にやさしい工場運営のためのISO14001を取得などの動きがあった。

3.2 POSCOの動向

3.2.1 概況：

生産統計は図2に示す通りであり、1998年の落ち込みを

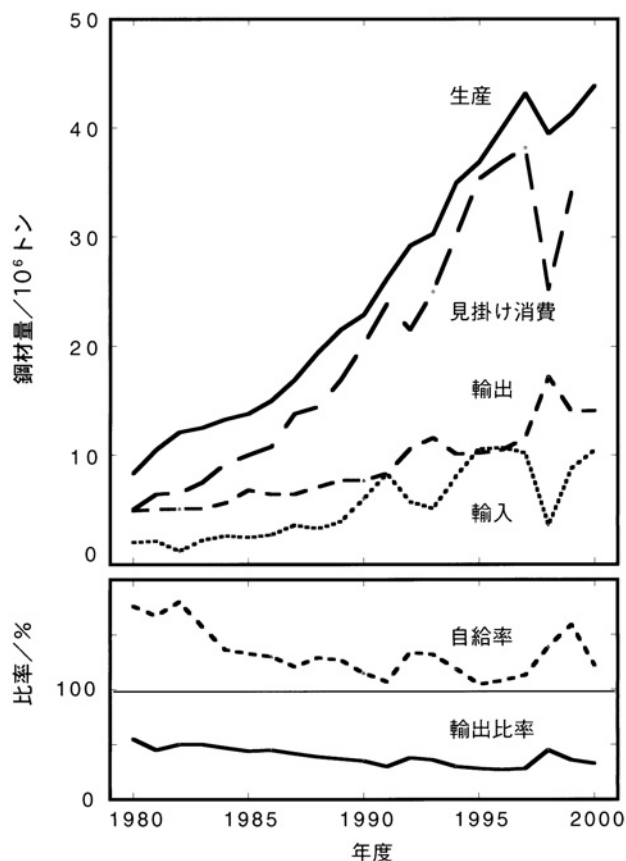


図2 韓国の鉄鋼生産高と自給率、輸出比率⁷⁾

除き1973年の44.9万トンからほぼ順調に増加し、2001年には粗鋼2,653.8万トン（内Mini-Mill179.6万トン）、ステンレス鋼128.8万トンに達している。製品量は熱延コイル977.1万トン、冷延コイル873.7万トン、厚板306.9万トン、ワイヤロッド184.1万トン、珪素鋼52.2万トン、ステンレス鋼122.8万トン、計2,723.9万トンである。生産に要した、鉄鉱石の輸入は前年比6.9%増の3,771万トン、地域別では、オーストラリア54.2%、ブラジル31.4%、インドが7.2%である。粘結炭（韓国は100%輸入）は前年比4.9%増の1,853万トンまで増加した。いずれも、光陽工場No.5高炉の操業開始による。

また、2000年10月には3年がかりの政府系POSCO株券の購入を完了し、民間会社として再スタートしている。POSCOの従業員数は本社2,182、浦項工場9,515、光陽工場7,298の計19,195人で、内技術系が17,417人である。製品トン当たりの就労時間数は1.298時間、労働コスト33.0ドルである（2000年）。敷地面積は浦項工場約250万坪、光陽工場約306万坪で、ゆとりの多いレイアウトとなっている。主要製品設備を他のメーカーとともに表1、2に示す。

表1 韓国の製鉄メーカー一覧⁴⁾ ((株)を省略、漢字は日本語表記とした)

会社名とアドレス	所在地	製品一覧
posco, 浦項綜合製鉄 (www.posco.co.kr)	浦項市	一貫メーカー(Si 鋼とステンレス鋼を含む鋼管用設備は保有せず)
INSteel Company (旧 仁川製鉄) (www.inisteel.com)	仁川	軌条、各種形鋼、鋳鍛鋼、ステンレス鋼管
東国製鋼 (www.dongkuk.co.kr)	ソウル	鉄筋、中厚板、棒鋼、H型鋼、形鋼
東部製鋼 (www.dongbusteel.co.kr)	ソウル	冷延広幅鋼帯、冷延薄板、錫メッキ鋼板、亜鉛メッキ鋼板、着色 亜鉛メッキ鋼板、ERW鋼管、スパイラル鋼管、磨棒鋼
Hyundai HYSCO (www.hysco.com)	蔚山	各種鋼管 (ERW、API 鋼管、スパイラル、ステンレス)、 冷延広幅鋼帯板、冷延薄板、亜鉛メッキ鋼板、電気鉛メッキ鋼板
昌原特殊鋼 (www.cssteel.co.kr)	昌原	特殊鋼棒鋼、線材
韓国鉄鋼 (www.ezsteel.com)	馬山	鉄筋、ERW鋼管、鍛鋼
連合鉄鋼工業 (www.unionsteel.co.kr)	ソウル	冷延広幅鋼帯、冷延薄板、亜鉛メッキ鋼板、着色亜鉛メッキ鋼板、 電気鉛メッキ鋼板
起亜特殊鋼 (www.kss.co.kr)	群山	特殊鋼棒鋼、線材、形鋼、鍛鋼、鋼輪、鋳鋼、圧延ロール、 その他特殊鋼材
世亜製鋼 (www.seahsteel.co.kr)	ソウル	ERW鋼管、スパイラル鋼管、API 鋼管、ステンレス鋼管、 着色亜鉛メッキ鋼板
韓宝鉄鋼工業 (www.hanbosteel.co.kr)	唐津	鉄筋、熱延鋼板
三美特殊鋼 (www.sammisteel.co.kr)	ソウル	ステンレス冷延鋼板
浦項鋼板 (www.pocos.co.kr)	浦項	亜鉛メッキ鋼板、着色亜鉛メッキ鋼板
丸永鉄鋼工業 051-313-2881	釜山	鉄筋、形鋼、棒鋼
大韓電線 (www.taihan.com)	ソウル	ステンレス冷延鋼板
高麗製鋼 (www.kiswire.com)	釜山	ワイヤロープ、硬鋼線、PC鋼線、亜鉛メッキ硬鋼線、ビードワイヤ 鋼撚線、航空機用ワイヤロープ
新湖スチール (www.shinhosteel.co.kr)	ソウル	ERW 鋼管、API 鋼管
東洋錫板 (www.dongyangtp.co.kr)	ソウル	錫メッキ鋼板、電気鋼メッキ、Niメッキ鋼板 Crメッキ鋼板
東部韓農化学 (www.dongbuchem.com)	ソウル	合金鉄 (Fe-Mn, Si-Mn)
大韓製鋼 051-292-0701	釜山	鉄筋、棒鋼、磨棒鋼
同信特鋼 (www.dongshin.co.kr)	ソウル	着色亜鉛メッキ鋼板、電気亜鉛メッキ鋼板
韓国製鋼 055-582-6800	慶南道	鉄筋
東方金属工業 (www.dongbangsteel.com)	浦項	ステンレス鋼線、CHQ鋼線、特殊鋼磨棒鋼
東一産業 (www.dongil.co.kr)	浦項	合金鉄 (Fe-Mn, Si-Mn)、棒鋼、鉄筋、磨棒鋼、鋳鋼 冷間仕上げ棒鋼
韓国鑄鉄管工業 (www.kcip.co.kr)	釜山	鑄鉄管、その他鑄鉄製品、スパイラル鋼管、塗覆装鋼管
Kosteel Co., Ltd. (www.kosteel.co.kr)	ソウル	鉄筋、線材
美州製鋼 (www.miju.co.kr)	ソウル	軽軌条、形鋼、棒鋼、ERW鋼管、スパイラル鋼管、
大洋金属 (www.daiyangmetal.co.kr)	安山	ステンレス冷延鋼板
萬鎬製網 051-332-3131	釜山	ワイヤロープ、鋼撚線、硬鋼線、亜鉛メッキ鋼線、航空機用ワイヤ ロープ、ステンレス鋼線、PC鋼線
金剛工業 (www.kumkangind.co.kr)	ソウル	ERW鋼管、ステンレス磨棒鋼
東洋鉄管 (www.dysp.co.kr)	天安	塗覆装鋼管、スパイラル鋼管、覆工板 鑄造鋼管、表面被覆鋼管
榮興鉄鋼 (www.youngwire.co.kr)	昌原	ワイヤロープ、鋼撚線、硬鋼線、亜鉛メッキ硬鋼線、磨棒鋼、 PC鋼線
東一製鋼 (www.dongilmfg.co.kr)	安城	磨棒鋼、PC鋼線、亜鉛メッキ硬鋼線、鋼撚線
DSR 製鋼 (www.dsrcorp.com)	順川	ワイヤロープ、鋼撚線、硬鋼線
韓合産業 (www.hanhap.co.kr)	ソウル	合金鉄 (Fe-Mn, Si-Mn)

表2 韓国における電炉メーカー、一貫製鉄所⁸⁾ (1999, Capacity:34,930,000t/y)

社名	年間生産能力 (t/y)	溶解鑄造設備
昌原特殊鋼 (POSCO)	330,000	EFs:100T, 30T, 15Tx2, LFx3, 真空脱ガスx2 CC: 6s. billet (130~180mm); 1s. bloom (250x410mm)
大韓製鋼	90,000	EFs: 50T & 40T/ 40T LF. CC: 2 billet - 6s. & 4s. (120, 130, 170mm).
東国製鋼	2,340,000	EFs: 140T twin EF, 3 EFs -100T, 30T, LFx3. CC: 5s. billet/bloom, 130, 150, 200x250, 250x300, 420x250, 400x480mm. 8s. billet, 115-130mm and 5s. 110-115mm.
韓宝製鉄	1,500,000	EFs: 155T x3 (Corex) CC: billet/slab & thin slab casterx2
韓国鉄鋼	500,000	EFs: 70T, 75T LF. CC: 5s. billet (120, 130mm).
丸永鉄鋼工業	800,000	EF: 100T / LF. CC: 6s. billet.
INI Steel (旧仁川製鉄)	4,500,000	EFs: 120T, 90T, 70T, 60T, 50T, VAD. CCM: 3 billet; 2 bloom and beam blank.
江原産業	750,000	3 EFs: two 70T & 30T/ 30T LF. CC: 3 billet & beam blank.
起亜特殊鋼	720,000	3 EFs: two 60T, 40T/ 3LFs, VOD. CC: 2s. bloom (370x480mm).
韓国製鉄	400,000	EF 120T & 3 billet CCs
Posco	23,000,000	Pohang Works Melt shop: 6 LD- 100Tx3 & 300Tx3; EFx2 (SUS)- 190T & 86T. CC: 2 billet - 8s. (120-135mm), 6s. (160-200mm), 4s bloom (250x330mm); 5 slab 1s. (200x830-1,880 mm), two 2s. (220-250mmx740-2, 200mm), 2s. (250x870-1,600mm) & 2s (250x900-1,600mm); Two 1s. slab and bloom (SUS, 880,000t/y) Kwangyang Works Melt shop: 250T LDs x3 + 250T LDs x3. CC: Seven 2s. Demag slab Mini-Mill Melt shop: 130T EF x2/ 2 LFx. CC: 2s ISP thin slab casterx2

3.2.2 企業戦略

2000年、POSCOは11兆6,920億ウォンの売り上げに対して1兆6,370億ウォンのネット所得であった（1USドル＝1,280ウォン）。これは3年連続の新記録である。つぎの5年間で売り上げを倍増する計画に向けて、次世代情報システムを立ち上げ、リードタイムの半減（30→14日）、オンタイムデリバリーの増加（83→95%）、顧客向けのオーダー品の生産状況表示を行いオンラインB2B e市場を開設する。

また、世界の製鉄能力が過剰なことから、鋼種構成を高付加価値、高マージンの製品ヘシフトするため1,600億円規模の投資を行う予定である。なお、高品質鋼の生産はすでに、総生産高の39.8%、989.7万トンに達している（浦項工場56.5%）。投資比率は事業の多角化25.9%、メンテナンス20.9%、生産性強化14.5%、設備拡大11.1%、品質強化9.5%、公害防止6.5%、エネルギー関連1.4%、オートメーション7.2%であった（2000年）。具体例は次の通りである。

光陽工場：

第1Mini-Millへの第3取鋼精錬炉の追加：＋20万トン/年
500MWのLNG発電所の稼動：高純度重油の削減

第2RHのアップグレード：高付加価値製品の能力増
浦項工場：

ワイヤー・ロッドと鋼片設備のアップグレード、

方向性珪素鋼シート設備のアップグレード、

No.1熱延機へのサイジング・プレスの追加、

No.2連鑄機の軽圧下と中心偏析の軽減、

No.1製鋼工場の溶銑予備処理とLF設備新設、

345MWのLNG発電所、No.4-2排ガス脱硫設備の新設

3.3.3 研究開発

「新日本製鉄との戦略的な同盟は、世界的な新日本製鉄の技術とPOSCOのコスト競争力を融合し、生産性とコスト競争の領域でシナジー効果を創造することにある」とするのが、POSCO会長のメッセージである。図3に示すように、POSCOの研究開発費の対売り上げ比率は1.54%と日本の製鉄業の1.70%に接近している。韓国の研究コストの低さを考えれば、実質的にPOSCOに追い越されているのではないと思われる。

オーストリアのVoest-Alpineで共同開発中であった溶融還元プロセス、FINEXの150トン/日パイロットプラントの

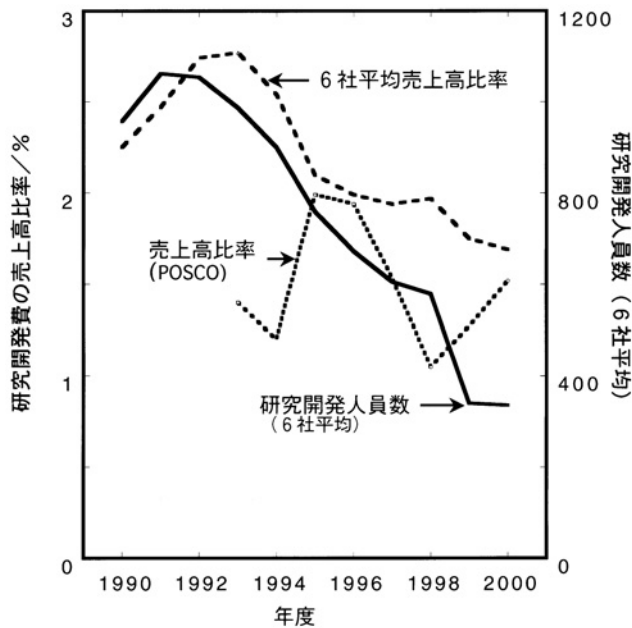


図3 韓国、日本の研究開発の現状⁵⁻⁷⁾

試運転を経て、開発（1995～1999年）を成功裏に完了した。FINEXの導入でコークスの予備処理設備、焼結設備が不要になるため、建設コストの削減とダストの放出が著しく減少する。また、安価な瀝青炭と鉄鉱石粉末の使用が可能のため原料コストはかなり低下する。商業化への次のステップとして、60万トンデモ・プラントを2001年の初めに着工している（売り上げの1.9%の研究開発費を投入）。

製品開発では新しい高付加価値製品25鋼種を開発し、36,500トンの新規需要を創成した（30kg/mm²HydroForming Tube、熱延製品3種、自動車用高張力EDDQ冷間圧延鋼板、GA Super-EDDQ鋼板など4種の表面処理鋼板、IRONING圧力容器用90kg/mm²級など3種の厚鋼板）。さらに、新特許2,647件と海外特許125件を申請し、18件の技術をライセンス供与した。

また、生命科学等のハイテク分野における開発技術を商業化する権利を得るため、浦項工科大学校には約30億円を寄付する一方、主要国内大学に研究資金を提供した。

3.3.4 環境保全—汚染制御から汚染除去へ

2000年は177億円（前年比+182%）の投資により、公害指標のすべてを法律で定める上限をはるかに下回るレベルまで削減した記録的な年である。

浦項工場：

焼結工場の煤塵を35%削減（13mg/m³//上限50mg/m³）、SOx排出を7.8%削減（119ppm//上限500ppm）、廃水のCODを14.3%削減（12ppm//上限90ppm）。

光陽工場：

廃水COD削減（3ppm//上限70ppm）、焼結工場煤塵の

表3 主要研究所、材料系学科を有する大学、学会

研究所	KIST/韓国科学技術研究院 KIMM /韓国機械技術研究院 RIST/ 産業科学技術研究院	http://www.kist.re.kr/ http://www.kimm.re.kr http://www.rist.re.kr
国立大学	KangNung/ 江陵大学校 KangWon/ 江原大学校 KyongGi/ 京畿大学校 KyunNam/ 慶南大学校 KyunBuk/ 慶北大学校 KunSan/ 群山大学校 Pusan/ 釜山大学校 ChonNam/ 全南大学校 ChonBuk/ 全北大学校 ChungNam/ 忠南大学校 ChungBuk/ 忠北大学校 ChangWon/昌原大学校 SunChon/順川大学校 Kaist/ 韓国科学技術大学校 Seoul/ ソウル大学校	http://www.kangnung.ac.kr/ http://www.kangwon.ac.kr/ http://www.kyonggi.ac.kr/ http://www.kyungnam.ac.kr/ http://www.kyungpook.ac.kr/ http://www.kunsan.ac.kr/ http://www.pusan.ac.kr/ http://www.chonnam.ac.kr/ http://www.cbnu.edu.index.html/ http://www.cnu.ac.kr http://www.chungbuk.ac.kr http://www.changwon.ac.kr http://www.sunchon.ac.kr http://mse.kaist.ac.kr/ http://www.snu.ac.kr/
私立大学	KonKuk / 建国大学校 Korea / 高麗大学校 KookMin / 国民大学校 YonSei / 延世大学校 UlSan / 蔚山大学校 InHa / 任荷大学校 POSTECH /浦項工科大学校 HanYang /漢陽大学校	http://www.konkuk.ac.kr/ http://mse.korea.ac.kr/ http://eng.kookmin.ac.kr/ http://www.yonsei.ac.kr/ http://www.ulsan.ac.kr/ http://www.inha.ac.kr/ http://www.postech.ac.kr/ http://www.hanyang.ac.kr/
学会	KIMM/大韓材料金属学会 (旧、大韓金属学会) KOSA/韓国鉄鋼協会 (業界団体)	http://www.kim.or.kr http://www.kosa.or.kr

15%減、SOx排出の6%減を実現した。

また、スラグのリサイクル比率は前年の93%から96%まで3%改善した。

4 研究開発機関

4.1 韓国の主要研究機関

金属関係の主要研究機関を表3中に示した。韓国科学技術研究院、KISTは1966年米国と韓国の協議で生まれた国立総合研究所で、未来志向の先端技術の研究を目指している。研究員は約800人（内330人が博士）、年間総予算は約110億円である。最近の鉄鋼関係の研究では、スーパースチールの製造技術、半凝固鑄造、電磁力の製鋼プロセスへの応用、などが有る。なお、POSCO第1期建設計画のマスタープランはKISTの重工業研究室が担当した。韓国機械技術研究院、KIMMは機械技術、材料科学に主力を置く研究所で、複合構造物の機械的特性の評価、航空機用材料の開発、研究成果の工業化などに力点を置いている。研究者数は254人、政府からの25億円を含んで、計79億円の研究費を運用している。産業技術研究院、RISTの性格はこれまでの研究所と異なり、POSCOの附置研究所とも言うべきもので、運営予算の40%強、35億円がPOSCOの支援で、製鉄関連技術を対象とする研究に対するものである。修士以上の研究員253名を擁する研究所は、未来志向型の研究が主体であり、溶融還元法

/FINEXやストリップキャスター、電磁鋳造、ミニ連鋳機などのプロジェクトはパイロット段階の試験まで進めている。鋼構造、材料とプロセス、自動化、環境とエネルギーなどの研究センターを有している。

なお、政府のプロジェクト研究は科学技術部あるいは産業資源部の審査を経て決定され、この例としてはFINEXやミニ連鋳機のプロジェクトが該当する。KISTの場合、研究資金の90%はこれに該当し、残りの10%は産業界からのものである。

4.2 テクノロジーイノベーションセンター、TIC

韓国には中小企業を主な対象とした、Technology Innovation Center (TIC) が1999年に発足している。金属関係では鉄鋼関連企業を対象とする金属・材料TICが浦項工科大学校 (POSTECH) に、非鉄金属工業を対象とする軽量化素材TICが仁荷 (インハ) 大学校に設置されている。日本の地域研究センターと類似した組織と考えられるが、産業資源部ならびに地域行政機関が研究余力の少ない中小企業を対象としてバックアップするため、関連企業が集中する都市に立地している。POSTECHのTICは浦項 (ポハン) 市、仁荷大学校のTICは韓国西岸、新国際空港に近い工業都市の仁川 (インチョン) 市にある。なお、前者はPOSTECHの鉄鋼大学院、情報技術大学院と情報技術研究所が中心になり、鉄鋼大学院長がセンター長を兼務している。

TICの役割は中小企業の抱える技術的な問題の解決、新技術の開発と人的資源の再教育であり、日本の地域研究センターが大学内の研究成果の工業化を目指すのとはニュアンスが異なる。また、会社の製造ラインで起こっている問題の解決のため、TICのスタッフと加盟会社が参画し、コンサルティング業務を行う。共同研究で新技術が見い出された場合には、POSTECHに併設されているVenture Business Incubation Centerがビジネスの可能性を調べ、POSTECH Capital社がビジネスの事業化を支援する。

TICを抱える大学は実験研究設備と専任、兼任の教官ならびに大学の建屋を提供し、定期的なセミナー、共同研究運営のための会議などを主催する。POSTECHの例をあげれば教官は専任4名、兼任54名、年間予算は110万ドルであり、研究テーマが4件、参加会社数が53社である。

4.3 大学の金属系学科

韓国の東海岸に展開する工業都市、浦項市にある浦項工科大学校 (Pohang University of Science and Technology、POSTECH) に赴任し6年間浦項市の住民となった経験を以下で述べる。浦項工科大学校は1986年に9学科、学生定員240名 (現在の定員300名) の規模で設立された新しい大学

で、建学資金はPOSCOが提供された。韓国の大学はこの頃まで、ソウル大学とKAIST (The Korea Advanced Institute of Science and Technology) を除き研究よりは教育を主体としていたようだが、POSTECHが研究主体の私立大学として登場し、国外の韓国人研究者を多数リクルートして以来、全国的に研究指向が強まったとされている。韓国には金属・材料系の学部を持つ教育部所管の大学が23校、科学技術部所管の大学、KAISTが有り、毎年2,000人程度金属・材料系の学生が卒業する。POSTECHを例にとって韓国の大学の現状を、以下で説明する。

韓国でも日本と同様に、金属系の学科がソウル大学のように材料系 (金属、無機材料、セラミックス) に改編される動きが一般的である。浦項工科大学校は10学科で構成されている: 数学、物理学、化学、生命科学、材料科学、機械工学、産業技術、電子・電気工学、コンピューターサイエンス、化学工学 (他に一般教養課程)。

1995年度に、POSTECHでは教員総数194名で、学士288名、修士313名、博士54名を送り出した。各学部には大学院が有るが、他に独立した情報工学、鉄鋼の2大学院が開設され、主として企業の中堅技術者の教育を担当している (定員55名)。鉄鋼大学院はPOSTECHの教授29名で構成され、1年目には鉄鋼製造工程の最新理論・技術の他に工業数学、自動制御・電子工学、流体力学などのバックグラウンドをカバーし、2年目に教官の指導の下にそれぞれの研究テーマを仕上げる。また、学内には加速器研究所と情報工学研究所の2つの付置研究所に加えて、韓国科学技術財団などをスポンサーとする15の研究センターがあり、金属に関係深いものを挙げれば、次のような分野における韓国の研究センターとしての役割も果たしている: 流体、自動化、触媒、航空材料、生産・製品、自動車、高速エレクトロニクス。

浦項工科大学校は国際化にも熱心で、日本の九州大学、米国のカリフォルニア大学バークレイ校、カーネギーメロン大学など世界の40の大学と姉妹校の関係を維持している。

POSTECH在籍のままこれらの姉妹校で研究生活を送る学生は、日本4名、米国48名、また、諸外国から来韓している教授、学生は約40名に及ぶ。

POSTECHの一般教養のカリキュラムには、近代韓国史や東南アジア史が教養課程に組み込まれ、学業成績が重視される (たとえば、英語ではTOEFLスコア550以上が卒業時に必要)。また、学部4年までは実験、実習は無く、卒業論文も実験を含まないことが多いようである。

当地では、日本の“4当5落”の上を行く“3当4落”がソウル大学入学には必要とされ、家族が一丸となって子供達を支援するのが目立つ。しかし、大学入学の後は一時目標が消滅し、勉強しないというのが当地の大学関係者の共通

の悩みのようだ。浦項工科大学校では進級の際の審査を厳しくしてこれに対処している。

金属系学科を有する大学の一覧を表3に示す。

5 北朝鮮鉄鋼業について^{8,9)}

豊富な鉄鉱資源と石炭があるため、製鉄工業に有利であるほか、有用鉱物を200余種も産出し、金・銀、タングステン、鉛、亜鉛、ニッケル、モリブデンなど非鉄金属の埋蔵量に富む。とくに、マグネサイトは埋蔵量世界1位で、タングステン、モリブデン、黒鉛、重晶石、螢石などの鉱物7種が10位以内に入る。工業原料および燃料の70%が国内産であるが、石油は未発見で、石炭も無煙炭、有煙炭の採掘可能埋蔵量は79億トンと多いが、製鉄原料の瀝青炭は大部分輸入している。石炭生産量は1975年の2,700万トンから1989年には8,500万トン^{10,11)}へ急伸しているが、韓国国土統一院の推定では4,330万トン¹²⁾に留まっている。同様の差異は銑鉄生産能力でも認められ、1989年の韓国側推定値594万トン¹²⁾に対して、北朝鮮側の発表は700万トン^{10,11)}である。

鉄鋼業に必須の鉄鉱石では、埋蔵量10億トン、年間生産能力800万トンの北朝鮮最大の茂山鉱山（渭津市）のほか、利原、虚川、徳城（咸鏡南道）、殿栗、戴寧（黄海南道）、伶川（平安南道）に鉱山がある。さらに、マンガン鉱石、クローム鉱石およびニッケル鉱石の鉱山が注目される。これらの鉱山の問題点は、古い所ほど鉱石品位が低下し採掘コストがかさむ、道路などのインフラの整備が遅れ、掘削・照明・送風・運搬などの設備や駆動用電力が不足し、生産性が低いことで、基盤整備に多額の資金を要する、ことである。

北朝鮮の主要製鉄所は、金策（キムチェク）製鉄連合企業所（清津市、以下“製鉄所”とする）、黄海（ファンヘ）製鉄所（黄南松林）、千里馬（チョンリマ）製鉄所、4.13製鉄所（西部地域に位置）、ソンジン製鉄所（咸北金策）、8号製鋼所などがある。このなかで北朝鮮みずから建設したのは4.13製鉄所、8号製鋼所で、残りは日本統治時代に建設されたものである。

金策製鉄所は北朝鮮最大の製鉄所で、89年9月、ソ連の支援下で第2段階拡張工事を完了し、年間生産能力を240万トン（圧延能力、140万トン）とし、現在も拡張工事を継続中である。黄海製鉄所の年間生産能力は製鉄113万トン、製鋼144万トン、千里馬製鉄所は年間76万トン（このうち特殊鋼30万トン）の生産能力を保有している。とくに千里馬製鉄所は89年10月、大型鍛造工場を追加し、大型圧延ロールをはじめとする船舶部品（プロペラ軸、クランク）、発電機部品（発電機軸、タービンモーター）、各種兵器部品（砲身、戦車、装甲車用鋼板）などを生産している。

表4 北朝鮮の鉄鋼製品生産能力、生産設備ならびに需給バランス¹⁰⁻¹³⁾
(単位：10³トン)

項 目	1990	1991	1992	1993	1994	1995
銑鉄	8,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500
粗鋼	13,250	13,250	14,250	14,250	14,250	17,250
高炉鋼	4,500	4,500	5,500	5,500	5,500	8,500
平炉鋼	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
電炉鋼	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250
連铸能力	4,500	5,500	5,550	5,500	5,550	8,550
高炉数	9	10	10	10	10	12
粗鋼供給量	7,000	-	7,000	7,000	7,000	6,000
粗鋼需要	7,000	-	7,000	7,000	7,000	7,000

IISI report (1996, Jan.) and MEPS (1995, Jan.)

主要製鉄所の概要を以下に示す。

- 1) 金策（キムチェク）製鉄所：北朝鮮第一の一貫製鉄所、焼結炉、高炉3基、LD転炉4機、横吹電炉11機、連铸機6機で製鋼能力は600万トン／年である。近隣のホョン鉱山から豊富な鉄鉱石の供給を受け、厚板、熱延冷延鋼板、亜鉛メッキ鋼板などの主要製品は製造している。89年8月に拡張工事完了、従業員は約2万名である。
- 2) 黄海（ファンヘ）製鉄所：この製鉄所は銑鉄113万トン、製鋼114万トン、圧延鋼材140万トンの生産能力を持った北朝鮮第2の総合製鉄所である。キムチェク製鉄所と同様に経済問題のため生産能力が著しく減少している。主要保有設備としては焼結炉、高炉3基、大型2機を含む中小型10機の電炉、および平炉6機、と圧延施設を備えている。鉄鉱石はウンユル、ドギョン鉱山から供給されている。
- 3) 千里馬（チョンリマ）製鉄所：兵器用および特殊鋼を主とした製鉄所として合金鋼の主要生産基地である。電気炉11機と鍛造工場があり、生産能力は製鋼76万トン、圧延鋼材55万トン及び一般鋼材、特殊合金鋼、電気溶接鋼板を生産している。
- 4) 8号製鋼所：生産能力30万トンの小規模製鋼所であり特殊兵器用の高合金鋼を生産し、比較的新しい設備を持った工場である。主要生産設備として電気炉およびその他高合金鋼用製錬設備と鍛造、プレスを保有している。

北朝鮮の89年度末現在の年間生産能力は、銑鉄が517万トン、鋼鉄が594万トン（北朝鮮発表700万トン）、圧延鋼材404万トンと推定されている。北朝鮮の鉄鋼産業がかかえている課題は生産体系と設備が旧式で、生産性が世界的水準に大きく遅れている点である。

1990～1995年の生産統計を表4に示す。高炉や連铸機の増加に対して、必ずしも生産量が対応していない⁹⁾。なお、1975年の鉄鉱石（精鉱）生産量と銑鉄生産能力、それぞれ、735、240万トン¹²⁾に対し、1989年には1,030、594万トン¹²⁾と増加し、北朝鮮政府のテコ入れが伺える。

6 今後の動向

新日鉄の千速社長が「朝鮮半島はどうか」という対談で述べていることを以下に多少引用する¹³⁾。「韓国が浦項製鉄を建設した際、新日鉄が経済的な論理だけを考えて協力、支援したとは思えない。韓国経済が近代的な一貫製鉄所を必要とし、それをつくらないと韓国経済の発展はない。これはベースになるという考えで当時の稲山社長は技術を出し、建設に全面的に協力をしたのだと思う。当時、稲山社長のような立派な方の先見力ある決断があったからこそ、韓国の鉄鋼産業がいまのように発展できたし、また韓日両国に貢献したと言えるだろう」。また、「中国や東南アジアなどこれから発展をしていこうという国々では経営資源がまだ乏しい。その場合、浦項と新日鉄が競い合って、ある国で二つも製鉄事業を興すことは双方にとって望ましいことではない。まして資本蓄積のまだ薄いアジア諸国にとって、投資資金を投入するのなら、むしろ我々が協力して一つになって、現地資本と組んだらいいではないか、というのが発想の源泉だ。そういう考えから浦項と新日鉄との協力関係を、従来の生産技術の枠を超えて踏み出そうという話し合いを行った」と述べておられる。前節で述べたように、北朝鮮の製鉄産業の立ち後は著しく、朝鮮半島の統一の暁には、直ちに基幹産業としての製鉄業の近代化が話題になると思われる。何時の時点か、どのようなスキームでの支援になるかは政治絡みの問題で不明であるが、豊富な資源が国内にある上、ゼロからの再出発ではない点は幸いであろう。

また、「鉄の分野でも、浦項製鉄は我々と全く肩を並べている。仮に今後、浦項製鉄と我々が技術面で補完し合うとなると、新しい組織工学の面から、より強じんな鉄をつくる基礎的な技術、例えば東京タワーを従来の鋼材の半分の量でつくるような基礎的な研究開発を提携して行っていくことになると思う」との御考えは、スーパースチールの開発（韓国ではハイパースチール）に関するものであろう。これに関する基礎研究は日本に約1年遅れて韓国でも行われ、かなりの成果が上がっている。このような研究を含めて両社で共通しているテーマを再編、分担し直して研究効率を高めるのは当然の成りゆきと思われる。

一方、内需拡大を見越して90年代初頭から増設した電気炉の稼働率が70～80%と低水準に留まっており（1996～1998、転炉の稼働率：100%超）、電気炉業界の再編が進むものと予想される¹⁴⁾。

韓国在住中に話す機会のあった若い、優秀な研究者の過半は米国あるいは英国留学の経験があった。日本に留学した研究者は高度の実験技術をとくに評価される例が多い。韓国では米国に留学する比率が圧倒的に高く、帰国後、政府や大学、

企業などの重要ポストを占める。例えば、浦項工科大学材料工学科のカリキュラムは完全な米国型になっている。そのため、彼らを通じて米国の影響力が急速に高まっている。日本はアジアの若者の立場に立って、日本への留学を促進するプログラムを真剣に立案し、実行に移すべきであろう。

7 付録 韓国、北朝鮮の概要

韓国的一般概要¹⁾

公式国名：大韓民国 (THE REPUBLIC OF KOREA)

独立年月日：1945年8月15日（政体樹立19学年8月15日）

政体：民主共和制

元首：金大中大統領（第15代）、1998年2月5日就任、任期5年

面積：9万9,434Km²（2000年）、

人口：4,612万人、人口密度：462人/km²（2000年11月1日）

ソウル特別市 989万人、釜山広域市366万人、大邱広域市248万人、仁川広域市248万人、大田広域市137万人、光州広域市135万人、蔚山広域市、ほかに9道72市、

人種：ツングース系韓民族

言語：公用語は韓国語、表記法は漢字とハングル（韓国文字）の併用

国旗：太極旗：「太極」は中国の易学の「宇宙最高の原理のことである。国旗の中央の円はこの「太極」を示し、円の中の青と赤の色は陰陽を意味し、そして四隅の黒線は、易の卦の「乾」「坤」「攻」「離」を意味している。国旗は朝鮮王朝末期の1882年に、日本に外交使節が派遣された際に初めて使われた。

通貨：ウォン 変動相場制100円≒1,061ウォン、

1USドル≒1,315ウォン（2001年4月30日の基準値）

教育制度：義務教育 6才から12才まで、教育年度 3月～2月、学生数 小学校402万人、中学校186万人、高校207万人、大学260万人（専門大半、教育大学を含む）

進学率：中学99.9%、高校99.5%、大学68%

出所：『韓国国統計年鑑2000』、『2000年人口住宅総調査暫定結果2000』、『2000年人口住宅総調査暫定結果』。いずれも、統計庁、『教育統計年報』2000、教育部。

朝鮮民主主義人民共和国

（北朝鮮、Democratic Peoples Republic of Korea）の一般概要²⁾

1948年8月、韓国政府が樹立されたのに続き、翌9月の9日に建国された。朝鮮半島は、北緯38度線近くの軍事境界線で南北に分断されている。北朝鮮の面積は12万2,762平方キロと半島の55%を占める。日本の約3分の1の広さだ。国土は山がちで、耕地面積は15%に過ぎない。

韓国当局の推計によると、北朝鮮の人口は2,227万人(2000年)。1999年に行った南北比較調査では、北朝鮮の人口は韓国の47%と半分以下だった。同調査によると、北朝鮮の人口構成比は女性が男性より43万5000人多く、平均寿命は男性59.8歳、女性64.5歳だが、食糧事情の悪化などから、1993年比で男性が3.8歳、女性は4.8歳低下したとされる。また、北朝鮮は2001年、5歳以下の幼児死亡率について、1993年に1000人当たり27人だったのが、1999年には48人に上昇したと公表。出生率も1993年の2.2%から99年には2.0%に下がった。

経済分野では、北朝鮮の国内総生産(GDP)は1990年から1998年までの9年連続マイナス成長から、1999年には実質成長率6.25%とプラスに転じた。2000年も1.3%と2年連続のプラス成長となったが、農林漁業や製造業など基幹産業の成長率は軒並み鈍化しており、2001年の国家予算規模は約20年前の82年の水準に達していない。

韓国銀行の推計によると、北朝鮮の1人当たり国民総所得は706ドル(2001年)で、韓国(9,770ドル、2000年)の約14分の1。貿易総額(2001年)は北朝鮮の22億7000万ドルに対し、韓国は2,915億ドルと約128倍の開きがあり、格差は年々拡大する傾向にある。

8 おわりに

浦項工科大学校に在職した経験を生かし本稿を執筆するようにとの依頼であったが、脱稿してみると不満の多い原稿になった。ただし、日韓両国には何であれお役に立ちたいと常々考えているので、御気付きの点は遠慮なく御指摘いただければ幸いである。

最後に、執筆に際して御助力を賜ったKIST、沈載東博士、ならびにPOSTECH鉄鋼大学院長李海鍵教授にお礼を申し

上げる。

参考文献

- 1) 韓国の一般概要, 日本商工会議所, (2001)
- 2) 高橋 宗男: ファイルボックス, 北朝鮮1, 毎日新聞, (02.09.13)
- 3) W.T.Hogan 著, 松田常美訳: 21席の鉄鋼業—競争が鍛える世界の新秩序, (株)日鉄技術情報センター, (1996)
- 4) The Steel Industry in Korea 2001, Korean Iron and Steel Association, (2002) April.
- 5) Annual Report, POSCO, (2001)
- 6) 鉄鋼業の競争力強化と将来展望, 鉄鋼業の競争力強化と将来展望研究会, 経済産業省白書, 報告書, (2001) 要約版は 足立芳寛, 喜多見浮一, 星野岳穂: ふえらむ, 7 (2002), 408.
- 7) IRON and STEEL WORKS OF THE WORLD 13th Edition, Metal Bulletin Books Ltd, Surrey, UK, (1999)
- 8) 朝鮮半島の鉄鋼業, 今後の展望, 浦項工科大学校鉄鋼大学院, (1996)
- 9) IISI Report, (1996) Jan.
- 10) 朝鮮中央年鑑, (1981)
- 11) 朝鮮中央通信, (1990.10.8) は党創建45周年記念報告で1989年度石炭生産量を8,500万トンと発表。
- 12) 南北韓経済現況比較, 各年度版, 韓国国土統一院
- 13) アジア新たな連携, 第4章 朝鮮半島はどうか, 日本経済新聞社, (2000.9.11)
- 14) 世紀の韓国経済—課題と展望, 谷浦孝雄編, 研究双書, アジア経済研究所, (2002) 505.

(2002年10月7日受付)



特集記事

アジアにおける鉄鋼業



韓国における 溶融亜鉛めっき鋼の現状

The Present State of Hot Dip Galvanizing Industry
in Korea

洪 文憲

M.H.Hong

韓国材料組織学会 理事

韓国における溶融めっき用のCGL (Continuous Galvanizing Line) 設備の生産能力は、今年Union Steel (旧、連合鉄鋼) の新CGL建設により4百万トンを超えることになった。図1は、2002年における韓国の溶融めっき製造メーカーによるCGLの生産能力を表したものである。POSCOの140万トンを筆頭に、東部製鋼105万トン、Union Steel 85万トン、HYSCO (旧、現代鋼管) 44万トン、浦項鋼板30万トンで、5社が総13基のCGL設備を稼動中である。韓国の溶融亜鉛めっきの商業生産が1971年にUnion Steelの6万トンの設備で開始し、1999年には310万トンであったことを考えると、量的には驚くべき発展を成し遂げたことになる。注目すべきことは2001年に28百万トンの世界1位の粗鋼生産量をあげ、韓国の鉄鋼産業のリーダー格でもあるPOSCOの溶融亜鉛めっき生産能力が国内の35%を占めていることである。このことは表面処理鋼板市場で激しい競争が繰り広げられる中で、東部製鋼は亜鉛めっき及びTP鋼板、Union Steelは家電用の塗装鋼板及び建築用のGalvalumeに力を入れており、付加価値の高い自動車鋼板ではPOSCOと現代自動車の系列会社でもあるHYSCOの生産量が増えていることにも関連がある。またPOSCOの場合、溶融亜鉛めっき用のCGLが4基すべて光陽製鉄所に位置しており、HYSCOも近い距離である順天工場に位置している。農業地域である全羅南道が韓国の自動車用の溶融亜鉛めっきにかぎると中心地になっている。

一方、最近10年間の溶融亜鉛めっき鋼板の生産量と輸出量を示したのが図2である。輸出量は経済危機が起こった次の年である1998年の960千トンをピークに減少しているにも関わらず、生産量は増加しつつある。たとえば、2001年の生産量は2500千トンに昇るにもかかわらず、輸出量は670千トンで1998年のピーク時に比べると290千トンも減っている。この事は世界市場での競争がますます激しくなるこ

ととも関連があるが、国内における溶融亜鉛めっきの消費量が急激に増加していることをも意味する。

周知のとおり溶融亜鉛めっき鋼板は建設、自動車、家電などの分野で主に用いられており、韓国鉄鋼協会によるとそれらの割合は2000年の場合それぞれ48%＞36%＞16%であった。特に1995年ソウルの大橋崩壊事故以来、政府と産業系を中心として腐食および防食の重要性に関心が寄せられたことは、建設分野でのめっき鋼板の使用量が増加する契機にもなった。また最近になって建設されたCGLは品質要求の厳しい自動車鋼板用の合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造するため、種々の新技術が盛り込まれている¹⁻³⁾。合金化溶融亜鉛めっき鋼板の自動車への使用量拡大に伴ってクローズアップされてきた問題はめっき相の加工性向上、表面品質の改善、高強度鋼板のめっき性改善である。この分野で世界をリードしている日本の表面処理鋼板に比べるとまだ品質の差があることも事実であり、POSCOは独自の技術開発でこの問題を克服するため、2001年8月に技術研究所内に自動車鋼材研究センターを設け、実際のCGLを6分の1に縮小したパイロット設備を建設して、技術開発に取り組んでいる⁴⁾。

参考文献

- 1) D.Dubois : GALVATECH' (2001), 453.
- 2) S.H.Kim, S.J.Son and Y.Y.Kim : 第12回POSCO技術部会, (2000), 206.
- 3) S.J.Lee et al. : ISIJ int., 42, (2002), 407.
- 4) POSCO Weekly, 365, (2001.06)

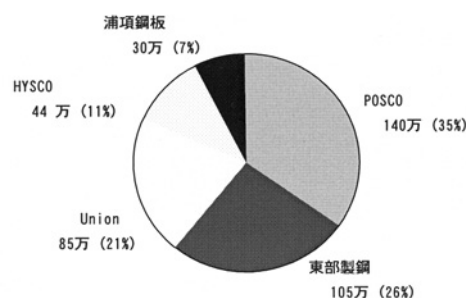


図1 韓国の溶融めっき製造メーカーによるCGLの生産能力
(韓国鉄鋼協会 2002年統計)

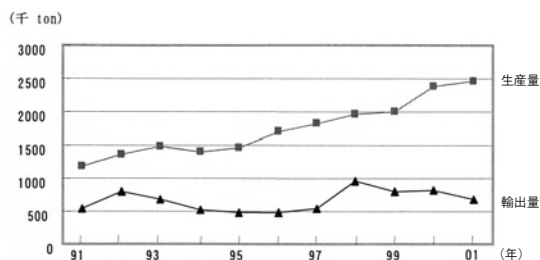


図2 最近10年間の溶融亜鉛めっき鋼板 (GI/GA steels) の生産量と輸出量 (韓国鉄鋼協会 2002年統計)

(2002年9月2日受付)



特集記事・3

アジアにおける鉄鋼業

その他アジア (台湾、アセアン) 諸国鉄鋼業の現状と展望

The Present Situation and Future Outlook of the Asian Steel Industries

越前 徹
Toru Echizen

NKK 総合企画部 調査グループ 課長

1 はじめに

本稿では、その他アジア諸国として、台湾とアセアンの主要3ヶ国であるタイ、マレーシア、インドネシアをとりあげ、主に発展の歴史、企業類型、製品構成および今後の見通しなどについて述べる。

東アジア諸国は90年代半ば、経済成長に伴って鉄鋼需要が大きく伸び、様々な鉄鋼投資ブームが起こったが、97年にタイから始まった金融危機によってアジア諸国の鋼材需要規模も大きく減退してしまった。金融危機前に計画もしくは進行中の多くの鉄鋼プロジェクトも、鋼材需要の激減と資金不足などから、相次いで実行延期や中止に追い込まれ、いくつかの提案された高炉建設計画はいずれも中止となった。同地域の鉄鋼メーカーも経済危機の影響で破綻するものや、財務的に厳しい局面を迎えたものが多かった。

99年以降、アジア経済全般に回復基調に戻り、97、8年と激減した鉄鋼需要も徐々に増加に向かい2002年に入ってから力強い増加基調となっている。しかしながら企業の業績面では、依然厳しいメーカーが多く、アジアにおいても企業間の提携や合併といった動きが活発化している。最近では2002年3月に、アセアンの主要メーカー3社が、生産、貿易、素材調達分野での協力を視野に戦略的提携を合意した。この提携は、インドネシアのクラカタオ・スチール、タイのサハビリヤ・スチール、マレーシアのメガ・スチールの3社による「アセアン諸国の鉄鋼会社の生産能力を最適化し、アセアン域内での競争を最低限に抑制するもの」(クラカタオ・スチール)であり、今後3社は製品の供給や貿易協定、現存市場での協力、技術ノウハウの交換、素材の調達や他のサービスの分野などで協力するという内容である。今後、AFTA (アセアン自由貿易協定) の進展や二国間のFTA (自由貿易協定) の推進などを背景に、アセアンマーケットが一体化する動きをにらんだ提携や合併などの動きが活発化するものと思われる。

2 台湾

2.1 鉄鋼業の歴史

台湾においては戦後、小規模な鉄鋼企業が多数存在する状態であり、70年代初頭には鉄鋼メーカーは既におよそ70社程度存在していたとみられるが、当時の台湾の粗鋼生産量は40万トン程度に過ぎず、国内で使用される鋼材の殆んどは輸入に依存していた。当時、台湾は世界最大の船舶解体国であり、船舶解体によるスクラップを利用した単圧メーカーや一部の電炉メーカーを中心とした中小企業中心の業界構造であった。

こうした状況下、台湾の経済発展が進むにつれ、台湾政府としても本格的に鉄鋼生産を拡大する気運が高まり、第4次経済開発計画(1965年～68年)以降、一貫製鉄所の建設が検討され、台湾政府の「十大建設」プロジェクトの一つに鉄鋼業が指定され、政府主導による鉄鋼業育成が開始された。こうした中、中国鋼鉄の建設には十大建設予算の約2割が振り当てられた。

こうして台湾政府によって71年11月に台湾で唯一の国営製鉄会社として中国鋼鉄が設立され、77年には高炉稼働を開始した。当初、中国鋼鉄は政府45%、民間資本35%、外資のフェスト(オーストリア)20%の出資比率であったが、その後、ニクソンショックによる米ドルの暴落などで、ドル建ての建設費が高騰したこともあって、フェスト社は、73年8月に株式をUSスチールに売却した。

表1 台湾の鉄鋼需給

台湾		96	97	98	99	2000
粗鋼生産	千t	12,350	15,994	16,914	15,438	16,896
粗鋼見掛消費	千t	21,610	25,240	24,220	24,470	25,350
一人当り消費	kg	1,004	1,161	1,105	1,109	1,142
鉄鋼輸出	千t	3,772	5,126	6,029	7,649	8,280
鉄鋼輸入	千t	11,934	13,924	12,779	14,856	14,605

(出所: IISI、SEAISI)

中国鋼鉄は、政府の育成計画の下、操業2年目の79年度には早くも黒字を計上し、粗鋼生産も156万トンに達した。当時は、棒鋼類と厚板中心のミルであったが、82年6月に完成した第二期工事（第二高炉2850平方メートル、粗鋼生産能力325万トン）により、薄板関連設備も完成し、従来100%輸入に頼っていた薄板類が生産可能となって大幅な輸入代替効果が表われてきた。

中国鋼鉄は、89年から民営化（国有株の民間への譲渡）を開始し、95年4月に民間の持分が過半数を超し、アジア地域でも屈指の鉄鋼生産メーカーとしての地位を確立している。

2.2 企業類型、製品構成など

表2に台湾の国内メーカーの生産能力と生産状況、表3に主要鉄鋼会社を示す。

唯一の高炉一貫メーカーである中国鋼鉄がトップメーカーであり、粗鋼生産シェアは約6割を占める。その他に電炉メーカーが多数存在するが、基本的に規模は小さく、上工程能力が不足しており、粗鋼ベースでは依然として約4割を輸入に依存する構造となっている。

中国鋼鉄はイエロン（華隆）との業務提携により、2000年2月に同社の株式の22.5%を取得、6月にはこれを40%に引き上げ経営権を掌握した。現在、中国鋼鉄傘下の台湾における主要鉄鋼メーカーは、イエロンの他に電炉によるH形鋼製造の桂裕がある。しかしながら、グループとして上工程の能力不足が大きく、新規一貫製鉄所建設の計画も取りざたされていたが、2002年4月、住友金属からの半製品輸入に関する契約を結んでいる。

鋼材生産の面では、単圧メーカーも多数存在しており、需要拡大に伴ない需給ギャップは縮小してきつつあり、一部品種では輸出ポジションになっている。能力が相対的に少ないホットコイルの輸入が多いほか、鋼塊・半製品などの上工程も多くを輸入している。一方、輸出については、冷延鋼板類、

めっき鋼板といった下工程製品を中心にアジア諸国に輸出する構造となっている。

2.3 今後の展望

台湾の鉄鋼需要については、台湾経済が今後も安定的に成長すると見られるものの、一人あたり鋼材消費量から見ると鉄鋼内需は既に成熟化しつつあり、需要産業の中国などへの空洞化もあって、鋼材消費の伸び率は限定的なものであると考えられる。台湾経済は構造的に、自動車や家電というよりもむしろコンピュータなどのハイテク分野に重点が移ってきているために、鉄鋼需要の伸びは今後も大きな期待はできない（表1参照）。

台湾の2000年における一人当たり粗鋼見掛消費は1142kgで、韓国の846kgや日本の635kgを大きく引き離している。

現状で、依然上工程の設備能力が不足しており、しばらくは半製品を輸入して、それを圧延加工するなどして内需の増加は充足されるものと思われる。今後の供給については、中国鋼鉄グループが、高炉一貫製鉄所建設を依然希望しているものの、環境問題や資金調達の面からも難航が予想される。

表2 台湾の国内メーカーの生産能力と生産状況（製品構成）

	能力	2000年	
		生産	
粗鋼	18,545	粗鋼	16,896
（内、高炉）	8,213	（内、高炉）	
棒鋼	10,500	棒鋼	6,903
形鋼	2,650	形鋼	1,723
線材	3,300	線材	2,880
厚中板	1,600	熱延	5,409
熱延	11,700	冷延	3,105
冷延	7,400	電気鋼板	344
電気鋼板	350	ブリキ	273
ブリキ	300	亜鉛めっき鋼板	2,030
亜鉛めっき鋼板	3,100	その他表面処理	755
その他表面処理	880	鋼管	883
溶接鋼管	1,630	ステンレス	2,311
継目無鋼管	0	鋼材生産計	25,370
ステンレス	1,850		

単位：千トン
（出所：IISI、SEAISI）

表3 台湾の主要鉄鋼会社

中国鋼鉄	鉄鉄800万トン、粗鋼800万トン、棒鋼・線材167万トン、厚板114万トン、ホットコイル615万トン、冷延コイル200万トン、溶融亜鉛めっき30万トン、電気亜鉛めっき28万トン、電気鋼板31万トン、ステンレス熱延鋼板23万トン
An Feng Steel	ホットコイル200万トン
Feng Hsin Iron Steel	粗鋼100万トン、形鋼44万トン、棒鋼54万トン、線材14万トン
Jenn An Steel	冷延コイル100万トン、溶融亜鉛めっき30万トン
Sheng Yu Steel	冷延コイル45万トン、溶融亜鉛めっき20万トン、電気亜鉛めっき20万トン
Ton Yi Industrial	冷延コイル100万トン、ブリキ30万トン
Tung Ho Steel	粗鋼100万トン、形鋼89万トン、棒鋼62万トン、厚板6万トン
Yieh Hsing Enterprise	線材45万トン、冷延鋼板10万トン、ステンレス条鋼7万トン、鋼管18万トン
Yieh Loong Enterprise	ホットコイル240万トン、冷延鋼板50万トン、鋼管6万トン、
Yieh Phui Enterprise	冷延コイル90万トン、溶融亜鉛めっき130万トン、カラー鋼板33万トン
Yieh United Steel	粗鋼80万トン、ステンレス熱延100万トン、ステンレス冷延36万トン

（出所：メタルブリテン、鉄連資料など 年産能力）

3 タイ

3.1 鉄鋼業の歴史

タイの鉄鋼業は、1960年代以降、鉄筋棒鋼などの建設用鋼材を中心としてはじまったが、タイにおいては、基本的に政府主導による製鉄業育成政策をとらず、比較的民間主導の色彩が濃い傾向が強かったこともあって、最近に至るまで大規模な製鉄会社は存在せず、一貫製鉄所も育成されなかった。

85年9月のプラザ合意による急激な円高により、家電や電子機器を中心とした日本企業の東南アジアへの工場移転が本格的に始まり、タイ経済もようやく高度成長の波に乗った。その後、AFTAによるアセアンマーケットの中心としてタイがとらえられ、自動車産業などもその生産能力を拡大させ、鉄鋼需要も大きく伸びることとなった。

鉄鋼業において、タイで最初の大規模投資を行ったのはサハビリヤグループで、政府からの独占的なライセンスを得て、電気亜鉛 (TCS、年産14万トン)、熱延 (SSI、年産240万トン)、冷延 (TCR、年産100万トン) を順次建設・稼動した。

この間、タイ政府は更に需要が伸びることを想定し、96年には熱延、冷延ミルの建設を自由化し、サイアム (SUS、年産100万トン冷延) スチールが98年に稼動開始した。

90年代半ば以降、鉄鋼需要の増加に伴い Thai Special Steel Industries (TSSI) による高炉—転炉 (年産215万トン) 建設のほか、多数の電炉メーカーにおける新規設備の大幅増強の計画も発表されたが、97年の通貨危機時にその多くは中止もしくは延期となった。また、日本の鉄鋼各社による合弁冷延鋼板ミル2社 (TCR, SUS) の稼動により、タイはアセアン諸国最大の冷延鋼板生産国となっている。

この他、地場民間資本による100万トン以下の電炉—条鋼ミル、日系合弁ミル・鋼板加工メーカーなどが鉄鋼を生産する他、単圧メーカーであるサハビリヤがホットコイルを生産しているが、原料スラブは輸入に依存している。

3.2 企業類型、製品構成など

表5にタイの国内メーカーの生産能力と生産状況、表6に主要鉄鋼会社を示す。

表4 タイの鉄鋼需給

タイ		96	97	98	99	2000
粗鋼生産	千t	2,143	2,101	1,814	1,532	2,100
粗鋼見掛消費	千t	11,979	10,065	3,751	7,805	6,884
一人当たり消費	kg	200	166	61	127	111
鉄鋼輸出	千t	821	684	1,524	1,279	1,981
鉄鋼輸入	千t	10,257	8,349	3,822	7,366	6,841

(出所：IISI、SEAISI)

従来、基本的に国内需要への対応を主体としていたタイ鉄鋼業は、アジア危機を契機に輸出も増加させており、アセアン諸国の中では最大の鉄鋼消費国である。

品種別には、熱延、冷延の新鋭設備の稼動により薄板類の生産が増加しているが、条鋼類の生産は減少している。

タイの粗鋼見掛消費は建築活動が盛り上がりをもせた96年におよそ1200万トンとなったものの、経済危機の影響によって375万トンまで減少したが、至近で経済の回復に伴って徐々に消費も増加しつつある。ただし、2000年の粗鋼見掛消費は、約688万トンと96年レベルをかなり下回っている (表4参照)。

工程間の能力バランスについては、2000年現在、粗鋼生産210万トンに対して、最終鋼材生産が約700万トンとなっており、下工程に対して製鋼能力の不足が大きい状態となっている。

3.3 今後の展望

タイの国内鉄鋼需要は、建材や自動車向けなどを中心に急回復しているものの依然通貨危機前のレベルには達していないものとみられ、鉄鋼メーカーは依然過剰設備、債務を抱えており、統合などによってコスト削減と合理化を進める必要がある。

至近では、サイアム・セメント傘下の二つの鉄鋼会社 (サイアム・アイアン・アンド・スチールとサイアム・コンストラクション・スチール) を電炉大手のNTSスチール・グループと合併し (新会社名：ミレニウム・スチール)、主に棒鋼など建設用の鋼材をする年産170万トンレベルのタイでも最大級の会社となる見込み。政府は、今後もうこうした形での条鋼生産企業などの統合再編を積極的に進めようとしている。

将来的には、AFTAが順調に進展すれば、アセアンの中心国として、今後も需要の増加が期待できるものの、外資が中国などに集中、逃避することになれば、その成長は緩慢なものにとどまる可能性もある。

表5 タイの国内メーカーの生産能力と生産状況 (製品構成)

		2000年	
	能力		生産
粗鋼	6,800	粗鋼	2,100
(内、高炉)	0	(内、高炉)	
棒鋼	4,100	棒鋼	1,345
形鋼	1,350	形鋼	482
線材	1,500	線材	379
厚中板	500	熱延	2,243
熱延	5,700	冷延	1,099
冷延	2,300	ブリキ	208
電気鋼板	140	亜鉛めっき鋼板	181
ブリキ	480	その他表面処理	156
亜鉛めっき鋼板	600	鋼管	900
その他表面処理	150	鋼材生産計	6,997
溶接鋼管	1,700		
継目無鋼管	0		
ステンレス	140		

単位：千t
(出所：IISI、SEAISI)

表6 タイの主要鉄鋼会社

BHP Steel Thailand	冷延鋼板40万トン、表面処理鋼板21万トン
LPN Plate Mill	厚中板50万トン
Nakornthai Strip Mill	粗鋼150万トン、熱延鋼板類150万トン
Sahaviriya Steel Industries	熱延鋼板類240万トン
Sahaviriya Plate Mill	厚中板30万トン
Siam Strip Mill	粗鋼150万トン、熱延鋼板類180万トン
Siam Tin Plate	ブリキ12万トン
Siam United Steel	冷延鋼板100万トン
Siam Yamato Steel	粗鋼60万トン、形鋼60万トン
Thai Coated Steel Sheet	亜鉛めっき鋼板17万トン
Thai Cold Rolled Sheet	冷延鋼板100万トン
Thainox Steel	ステンレス14万トン

（出所：メタルブリテン、鉄連資料など 年産能力）

4 マレーシア

4.1 鉄鋼業の歴史

マレーシアの鉄鋼業は、マラヤワタがゴムの廃木を利用した木炭銑の高炉を建設し、67年8月より操業を開始したことに始まる（95年には、木炭高炉廃止し、電炉に転換）。マレーシアにおいても、タイと同様に円高を契機に電機関連の外資が急激に参入したこともあって、70年代の初めから電子・電機産業の対外開放を進めており、東南アジアでは最大の電子・電機製品・部品の輸出国となった。こうした外資導入政策が成功を収め、工業化のレベルが引き上げられ、80年代後半に高度成長を達成し鉄鋼需要もこの間急激に伸びている。

マレーシアにおいては、政府系のペルワジャスチールや民間のアムスチール、マラヤワタスチールなどが鉄鋼業の中核をなしてきたが、これらの電炉メーカーは主に条鋼製品を生産しており、経済成長とともに冷延をはじめとする薄板の需要が急増し、官民一体となって様々な計画が検討されたが、最終的にライオングループが中核となったメガスチールが設立された（政府出資10%）。メガスチールは、稼動直後に熱延製品の関税引き上げ（5%→25%）、熱延、冷延製品の輸入許可制度の導入、国内産業による同社熱延製品の20%購入義務付けなどの措置がとられるなど、政府の手厚い保護を受けた。

この他、国営ペルワジャ・スチール以下地場民間資本を中心とした100万トン以下の電炉—条鋼ミルが鉄鋼を生産している。

4.2 企業類型、製品構成など

表8にマレーシアの国内メーカーの生産能力と生産状況を、表9に主要鉄鋼会社を示す。

粗鋼見掛消費は90年代半ばから96年の約900万トンのピークまで、建設活動の盛り上がりや家電、自動車生産の増加を背景に前年比2桁台の成長を続けたが、98年には経済危機の影響によって333万トンまで大幅に落ちこんだ。その後回

表7 マレーシアの鉄鋼需給

マレーシア		96	97	98	99	2000
粗鋼生産	千t	3,216	2,962	1,903	2,260	3,650
粗鋼見掛消費	千t	8,996	8,428	3,327	5,175	6,383
一人当たり消費	kg	425	389	150	228	274
鉄鋼輸出	千t	1,954	1,490	2,056	2,373	2,157
鉄鋼輸入	千t	6,379	5,742	3,667	5,360	4,741

（出所：IISI、SEAISI）

表8 マレーシアの国内メーカーの生産能力と生産状況（製品構成）

		2000年	
	能力		生産
粗鋼	6,750	粗鋼	3,650
（内、高炉）	0	（内、高炉）	
棒鋼	1,410	棒鋼	1,723
形鋼	990	形鋼	175
線材	1,960	線材	1,012
厚中板	600	熱延	737
熱延	2,500	冷延	488
冷延	800	ブリキ	161
ブリキ	240	亜鉛めっき鋼板	294
亜鉛めっき鋼板	420	その他表面処理	340
その他表面処理	200	鋼管	695
溶接鋼管	300	鋼材生産計	5,683

単位：千トン
（出所：IISI、SEAISI）

復に向かっているが、2000年時点では638万トンにとどまっている。

メガスチールの稼動などもあって、鋼材自給率も徐々に上昇してきており、鉄鋼輸入は96年の約640万トンから2000年には474万トンに減少し、粗鋼生産は増加傾向にある。

マレーシアは、人口は約2000万人だが、粗鋼見掛消費は2000年で約638万トンとタイに次ぐ量であり、一人当たり消費では274kgとタイの111kgに大きな差をつけている（表7参照）。

依然、企業の状況は厳しいものであり、国営のペルワジャは2002年2月から操業をストップしていたが、2002年5月から人員を半減して操業を再開している。メガスチールは、メキシコのHYLSAの技術指導による直接還元鉄とスクラップをベースに薄スラブから熱延薄板類を生産しており、設備能力は年産250万トンで、現状での稼働率は低いものに留まっているものの、徐々に増産が行われる見通しである。

表9 マレーシアの主要鉄鋼会社

Amsteel Mills	粗鋼75万トン、棒鋼30万トン、線材20万トン
Gunawan Iron & Steel	厚板25万トン
Malayawata Steel	粗鋼45万トン、棒鋼18万トン、線材24万トン
Maruichi Malaysia	冷延鋼板25万トン、鋼管18万トン、亜鉛めっき2万トン、 軽量形鋼4万トン
MegaSteel	DRI、粗鋼250万トン、熱延鋼板類250万トン
Ornasteel Enterprise	冷延鋼板30万トン、鋼管7万トン
Perwaja Steel	DRI120万トン、粗鋼146万トン、形鋼70万トン、 棒鋼・線材45万トン

(出所：メタルブリテン、鉄連資料など 年産能力)

4.3 今後の展望

マレーシアの鉄鋼メーカーの設備拡張計画には、メガスチールによる年産100万トンの冷延ミルやヌサンタラスチールの天然ガススペースの新規一貫熱延ミル（年産130万トン）計画などが発表されたが、資金難や需要動向から近々に着手される見込みはなさそうである。至近では、マレーシア経済の回復に伴って鋼材需要も増加しており、台湾の中国鋼鉄傘下のオルナスチールが、将来の冷延コイル需要の伸びを見越して、設備拡張経過を発表している。（能力：年産30万トン→42万トン）

自動車と電機機械用の高級薄板需要については、今後大きく伸びていくことは期待できない。自動車は、国内市場がほぼ成熟しており、電機についても外資の導入も一巡していると考えられる。最近では、外資を中心とした製造業が、伸長著しい中国やAFTAの中心と目されるタイでへ製造拠点を移管する動きもあって、国内市場が小さいマレーシアの産業が今後生き残れるかという状況である。

5 インドネシア

5.1 鉄鋼業の歴史

インドネシアにおいては、100%国営企業として71年に設立されたクラカタオスチールが、最大かつ唯一の一貫鉄鋼メーカーであり、インドネシアの鉄鋼業はクラカタオを中心に発展してきたと言える。クラカタオは、年産58万トン規模の棒鋼工場として77年に操業開始し、その後78年に天然ガスを利用した還元鉄方式の一貫製鉄所（電炉）となり、83年にスラブ製造工場、熱延工場、87年に冷延工場を設立した。その後の増設を経て現在、年間製造能力は、還元鉄230万トン、スラブ200万トン、ピレット60万トン、熱延コイル200万トン、冷延コイル85万トンなどに達している。

クラカタオの他、地場民間資本中心の電炉一条鋼ミルやパイプ、亜鉛めっき鋼板の分野で数多くの中小規模メーカーが存在する。

98年の経済危機前までは、比較的大規模な生産能力を持つクラカタオの存在により、アセアンにおける鉄鋼生産の中核地域であったものの、経済危機の影響により経済が破綻に

近い状況に落ち込み、為替の暴落が輸入原料（銑鉄、スクラップ、半製品）のコスト高を招き、クラカタオをはじめ多くの鉄鋼企業の業績が悪化、実質的に破綻に追い込まれたものも少なくない。

5.2 企業類型、製品構成など

表11にインドネシアの国内メーカーの生産能力と生産状況、表12に主要鉄鋼会社を示す。

インドネシアでは大規模な上工程を持つメーカーはクラカタオスチールのみであり、母材の半製品は基本的に能力不足であり、かなりの部分輸入に依存している状況。

クラカタオは、POSCOとの提携による新工場建設が挫折して以降、自前での電炉工場建設や民営化などを計画していた。しかし、2000年から2001年にかけての国際的な鋼材市況の低下と通貨危機後の需要産業の生産減少などで経営状況は大きく悪化してしまった。

97年以降の経済危機の影響は、特にインドネシアにおいて深刻であり、98年の実質経済成長率は▲13%となって、国内の一部騒乱状況、治安の悪化などもあり、産業全体および鉄鋼業には特に大きな影響があった。国内の粗鋼見掛消費は97年の723万トンから98年265万トンと約3分の1に激減、鉄鋼各社の平均稼働率も40%を割る惨憺たる状況となった。その後、他のアセアン諸国と同様に徐々に経済は回復に向かっているものの、経済を牽引するような産業が少ないこともあって2000年時点での粗鋼見掛消費は547万トンと97年に大きく及ばないところである。

5.3 今後の展望

インドネシアは、世界第4位の2億人以上の人口、広大な国土と豊富な天然資源を持つアセアン最大の国であり、今なお貧困レベルの国民も多く、工業化も十分に進んでいないものの、むしろ今後の発展余力の大きい国ともいえる。

鉄鋼生産ベースでは、アセアンでもマレーシアに次ぐ規模であるが、工業化の水準が他国に比べて遅れており自動車や電機といった産業の発展が十分でないため、鉄鋼消費量は少なく、現状の一人当たり鉄鋼消費量（粗鋼ベース）をみると通貨危機後の98年で13kg、2000年でも26kgと極端に低い

表10 インドネシアの鉄鋼需給

インドネシア		96	97	98	99	2000
粗鋼生産	千t	4,109	3,816	2,699	2,891	2,848
粗鋼見掛消費	千t	7,169	7,268	2,650	2,954	5,471
一人当り消費	kg	36	36	13	14	26
鉄鋼輸出	千t	749	739	1,544	1,412	1,236
鉄鋼輸入	千t	4,098	4,360	2,110	1,737	4,087

(出所：IISI、SEAISI)

ものとなっている。しばらくは厳しい経済運営が予想されることから、短期的には鋼材需要の伸びは限られたものになると思われるが、潜在的な経済成長力は大きいことから長期的には需要の拡大が期待される国のひとつであると考えられる(表10参照)。

5 まとめ

表11 インドネシアの国内メーカーの生産能力と生産状況（製品構成）

		2000年	
	能力		生産
粗鋼	5,600	粗鋼	2,848
(内、高炉)	0	(内、高炉)	
棒鋼	2,950	棒鋼	885
形鋼	510	形鋼	312
線材	1,340	線材	759
厚中板	670	熱延	781
熱延	2,000	冷延	384
冷延	1,200	ブリキ	97
ブリキ	130	亜鉛めっき鋼板	355
亜鉛めっき鋼板	1,050	鋼管	319
その他表面処理	200	鋼材生産計	4,231
溶接鋼管	1,620		
ステンレス	50		

単位：千トン
(出所：IISI、SEAISI)

以上の様に、アセアンや台湾の鉄鋼業は、90年代半ばまで急速な発展を示していたが、97年の金融危機で大きく需要が減少した。99年以降回復トレンドに入ったものの、至近での中国経済の急速な発展もあって、中国が外資の直接投資を独占し、輸出競争力を高めて、今後台湾やアセアンの鉄鋼業がかつての様な成長軌道に再び戻るのは難しいという見方が広がっている。しかしながら、現在議論されている中国とアセアンとのFTAが進展し、日本や韓国もこれに加わって、アジア全体のマーケットの拡大が続けば、この地域の鉄鋼業が内需のみならず輸出拡大によって成長が維持出来ると期待出来よう。

表12 インドネシアの主要鉄鋼会社

Ispat Indo	粗鋼70万トン、線材60万トン
Gunawan Steel Pipe	鋼管60万トン
Krakatau Steel	DR1230万トン、粗鋼240万トン、熱延鋼板類200万トン、冷延鋼板85万トン、線材25万トン
Master Steel	粗鋼30万トン、棒鋼30万トン
Pulogadung Steel	粗鋼36万トン、線材36万トン

(出所：メタルブリテン、鉄連資料など 年産能力)

(2002年9月5日受付)



特集記事

アジアにおける鉄鋼業



インドネシアにおける PT. Krakatau Steel のビレット工場

Billet Plant at PT. Krakatau Steel in Indonesia

Makmun

東京工業大学 大学院総合理工学研究科
材料物理科学専攻 修士課程

インドネシアの国営鉄鋼企業である PT. Krakatau Steel (以下ではクラカタウ製鉄と呼ぶ) に所属する筆者は、平成12年10月に東京工業大学・大学院総合理工学研究科・材料物理科学専攻の修士課程に入学し、透過型電子顕微鏡を主要な観察手段とする材料組織学的な実験研究に従事している。芝浦工業大学における学部時代を含めると、通算6年以上の日本滞在となる。現在の修士課程は平成14年9月に修了予定であり、本稿が掲載される頃にはすでにクラカタウ製鉄に復職しているはずである。

ところで、一貫製鉄所であるクラカタウ製鉄は、インドネシアの国家プロジェクトとして1970年に建設が始まった。直接還元製鉄工場、ビレット工場および線棒圧延工場が最初に完成し1979年に稼動し始めたが、スラブ工場と圧延工場がその後完成し1983年に操業を開始した。稼動開始当時のビレット工場は、出力36 MVAおよび容量65 tの電気炉を4基設置し、各種普通鋼、鉄筋コンクリート用棒鋼および線材用軟鋼のビレットを生産した。同ビレット工場の生産能力は、年間50万tであった。

1980年代に入ると、インドネシアの経済は目覚ましい成長を遂げ、鉄鋼製品の需要が急増した。その結果、ビレット工場はフル稼動を続け、1985～1986年におけるビレット生産量がついに年間60万tに達した。この値は、上述の生産能力を遥かに超えている。この経済成長を契機とし、品質よりも生産量が重視される風潮が広まった。また、インドネシア政府が外国からの鉄鋼製品の輸入を規制し国内製鉄所に対す

る保護・育成政策を推進したため、クラカタウ製鉄は国内シェアを独占するようになった。このような時代背景は、生産技術や生産設備の進歩を停滞させることになる。

しかし、上記の保護・育成政策が1993年に撤廃され輸入に対する障害が無くなると、鉄鋼製品の国内市場における競争が激しくなり、状況は大きく変化することになる。寡占企業であったクラカタウ製鉄は、国内シェアを維持するために、品質および生産性の向上や多品種製品の生産に対応可能な技術や設備の導入を積極的に推進した。すなわち、ビレット工場では、第4電気炉の出力を48 MVAに高め、炭素・酸素の大容量吹込み装置を第1・第2電気炉に設置した。1995年になると溶鋼取鍋精錬装置 (LF方式) が稼動し始め、溶鋼の清浄化、成分調整や温度制御の高精度化、連続 casting 工程との整合化等が可能となり、品質や生産性が大きく向上した。特に、溶融時の酸化による介在物の生成を抑制するために、取鍋ノズルからタンディッシュへは長いノズル取付装置を介して溶鋼を輸送し、タンディッシュから鋳型へはArガスシール装置を通して溶鋼を注入する手法を開発した。また、鋳型に電磁攪拌プロセスを導入することにより、均質なビレットが製造できるようになった。1995年に被覆アーク溶接棒心線 (SWRY 11) 用の低炭素ビレットの生産を試験的に開始したが、生産量はその後順調に増加した。そして1997年には、品質が評価され日本工業規格 JIS G3505 の認定証を取得することができた。ちなみに、全ビレットの生産量に対する SWRY 11 用低炭素ビレットの生産量は、現在7%に達している。また、1998年には硬鋼線材 (SWRH 62A, B～82A, B) 用の高炭素ビレットの生産を開始したが、現時点における生産量は低炭素ビレットの半分程度に過ぎない。

1998年の金融危機に伴う通貨の下落により、輸入品の価格が高騰し国産品の需要が急増した。これを契機として、国産品の生産量を高める気運が高まったが、2002年現在においても国内需要を賄う水準には達していない。国内需要を満たす生産量を確保するためには、製造技術の向上が不可欠である。クラカタウ製鉄への復職後は、大学院で学んだ経験を生かし、母国におけるさらなる製造技術の発展に微力ながら貢献していきたい。

(2002年8月30日受付)



特集記事・4

アジアにおける鉄鋼業

東南アジアにおける鉄鋼需給の現状と展望

Steel Demand and Supply in Southeast Asian Countries

左近司忠政
Tadamasa Sakonji青山学院大学 非常勤講師
鉄鋼エコノミスト

1 はじめに

1991年2月に日本鉄鋼連盟の鉄鋼海外市場調査委員会は、前年1990年秋に行われた現地調査に基づいて「ASEAN等鉄鋼業の現状と将来」を報告した。筆者はその調査団の総括主査をつとめたが、このたび報告書を読み返してみた。『はじめに』には「アジア地域の経済の特徴は、日本だけが突出しているのではなく、韓国・台湾・シンガポールといったアジアNIEsが日本を追い、タイ・マレーシアなどのアセアン諸国がNIEsのあとに連なり、さらに中国、ベトナムなどインドシナ諸国がそれらの国々にキャッチアップしようとするといういわゆる雁行形態をとって成長していることだ言われている。今回の我々の鉄鋼需給に関する調査においても、その特性を肌で実感した」と記述されている。その後、10数年を経てアジア地域の経済の構造は、大きくその様相を異にしている。様相が異なるに至った主因は、中国経済の大躍進である。いわゆる中国の「カエル飛び」である。ここへきて中国が「カエル飛び」を始めて、中国は日本を飛び越えて「いいとこどり」の先進国になるのではないかと、という議論が出始めている。アジアの鉄鋼業では「雁行形態」が続いているのか、中国の「カエル飛び」が進んでいるのか。少なくとも水墨画で描かれている、美しい雁の飛行の姿が崩れ始めていることは事実であろう。

本稿では、まずアジア地域の需要について、中国、アジアNIEs（韓国・台湾）、アセアン6国（マレーシア、フィリピン、シンガポール、インドネシア、タイ、ヴェトナム）の3カテゴリー（範疇）別に、97年秋のタイバーツの切り下げを契機に勃発したアジアの「通貨危機」の前とそれ以降の変化について分析を行いたい。次に供給面について、3カテゴリー毎の特徴を記述したい。3番目に、これらの需給バランスから貿易構造が3カテゴリー毎にどのように変化してきたかを述べてみたい。最後に、これからのアジア地域の需給構造

がどのような方向に変貌を遂げていくか、不透明な要因が多いものの筆者なりに模索していきたい。

2 東南アジアの需要

鉄鋼需要は人間の生命と同じように、ライフサイクルがあるとされる。第1は、揺籃期。一人当たりのGDPが低水準の前工業化社会で、一人当たりの粗鋼見掛消費が100Kg以下の時期である。第2は、成長期で一人当たりのGDPが急成長している新興工業化社会で、一人当たりの粗鋼見掛消費が100～400Kgの時期である。第3は成熟期で、一人当たりGDPが比較的高水準で、一人当たりの粗鋼見掛消費が400～600Kgの時期にあたる。第四は衰退期で、一人当たりのGDPが非常に高水準で、一人当たりの粗鋼見掛消費が250～400Kgの時期である。この理論は、今より30年程前に国際鉄鋼協会（IISI＝International Iron & Steel Institute）のエコノミスト達が策定した鉄鋼集約度曲線（Steel Intensity Curve）に基づくものであるが、この理論によれば鉄鋼需要は揺籃期から成長期にかけては、経済成長に見合うか或いはそれを超える伸びが見込まれるが、成熟期に入ると経済成長の伸びほど鉄鋼需要が伸びず、衰退期には経済は成長しても鉄鋼需要は止まるか逆に減少するというものである。IISIの統計による2000年の一人当たり粗鋼見掛消費をみると、本稿で対象にしている国々で揺籃期の水準にあると思われるのはインドネシア（26Kg）、ヴェトナム（39.9Kg）、フィリピン（44.4Kg）が挙げられる（表1）。但しインドネシアは島嶼国家である為に、極めて低い水準に止まっているが近年都市部の消費は著しい増加を示していると言われている。成長期の範疇に属するのは、タイ（110.5Kg）、中国（128Kg）、マレーシア（274.3Kg）である。なかでも、中国は1991年60.0Kg、95年81.7Kg、2000年128Kgと急速に増加している。韓国はこの範疇の雄であったが、ここ数年間7～

表1 東南アジア・一人当たり粗鋼見掛消費

(単位: Kg)

	1991年	1995年	2000年
中国	60	82	128
韓国	602	827	846
台湾	918	1,128	1,142
マレーシア	222	401	274
フィリピン	33	67	44
シンガポール	1,156	1,414	928
インドネシア	25	37	26
タイ	126	201	111
ヴェトナム	4	10	40
日本	800	672	635

(出所: IISI統計)

800Kgを推移しており、成熟期に入ったといつてよからう。この期には韓国の他、シンガポール(927Kg)、台湾(1,142Kg)が入るが、シンガポールは1991年には1,156Kg、1995年1,414Kgに比較すると減少しており、寧ろ衰退期に差しかったのではないと思われる。因みに、日本の2000年粗鋼見掛消費は635Kgである。

さらに、この数年間の鋼材見掛消費を国別にみてみよう。対象の国々のうち、97年秋に生じたタイ・パーツ切り下げからアジア地域に広がった「通貨危機」の影響で、98年には、鉄鋼需要が大幅に減少した国が多かったのが特徴的である。

(1) 中国

1990年代に入ってから中国経済の躍進は目を見張るものがある。ここ10年間の中国の実質GDPで、一番成長率が低かったのが1999年の7.1%で、他の年は8%から二桁を維持している。今や中国は「世界の工場」であり「巨大市場」とであると認識して、「ニューパラダイム」論を唱える論者もいる(堺屋太一「エコノミスト7/29臨時増刊号」)。特に注目されるのは、他のアジア諸国が「通貨危機」による不況で苦しんでいる1998年においても、工業生産伸び率が前年比8.9%、基本建設投資伸び率も20.0%と高い伸びを示している。主要製品でも、造船、洗濯機などは微減となったものの、自動車、冷蔵庫、カラーテレビ、エアコンなどは前年比増となっている。この結果、同年のGDPは7.8%と他アジア諸国でマイナス成長に呻吟している中で相対的に高い伸びを示している。同年には鉄鋼需要産業も堅調な生産を続けていた為に、他のアジア諸国からの鋼材の受け入れも高く、他国の鉄鋼内需の減少による操業度の低下を若干でも補うことにも裨益した。

表2にみるように、中国の鋼材見掛消費は、年を逐うて増加して1999年に米国を抜き世界最大の鉄鋼需要国となった。IISIの見込みによると、2001年には前年の1億4千万トンか

表2 東南アジア国別鋼材見掛消費の推移

(単位: 1000 トン)

国名	1995	1996	1997	1998	1999	2000
中国	97,842	105,150	108,473	116,227	132,200	141,210
韓国	35,529	37,583	38,146	25,009	34,035	38,500
台湾	20,070	18,010	21,030	20,190	20,390	21,120
マレーシア	7,632	7,748	8,074	3,305	4,870	6,039
フィリピン	3,421	4,561	4,215	2,992	3,307	3,060
シンガポール	4,053	3,764	4,484	3,638	2,956	2,980
インドネシア	6,368	6,924	6,865	2,871	3,175	4,913
タイ	9,137	8,995	7,665	3,914	5,854	6,566
ヴェトナム	652	1,558	1,589	1,990	2,384	2,773
アセアン計	31,263	33,550	32,892	18,710	22,546	26,331
合計	184,704	194,293	200,541	180,136	209,171	227,161

(出所: IISI統計)

ら1億6千万トンに増加し、さらに2001年には1億7千万トンに達するとものとみている。IISIの見通しはやや楽観的に過ぎるという見方もあるが、2001年も好調に推移して経済成長率で7.3%に達した中国経済は、2002年に入っても堅調さを持続し、輸出の好調を背景に、工業生産は春以降伸びが加速している。国内景気は建設活動が活発だがその反面個人消費は今一つ盛り上がりを欠いているといわれている。2002年1～3月期のGDPは前年同期比7.6%の伸びとなっている。今年から来年にかけても、WTO加盟による経済の活性化、北京オリンピック関連のインフラの整備など経済にとって明るさをもたらす要因が溢れている。

中国の鋼材消費パターンは、①建設50.0(%)、②電機7.5、③石油・ガス開発7.0、④自動車6.5、⑤造船2.0、⑥その他27.0と推計されている。2002年の需要産業の動向は、建設関連が前年に比してやや上昇、産業部門では造船がやや上昇、自動車・部品、一般機械、容器がやや横這い、家電がやや低下と予想され、全般的に強さがみられる。今後数年をみても、IT関連を中心としてオフィスや工場建設、オリンピック関連のインフラ建設、西気東輸天然ガスパイプラインなどの石油・ガス開発といった建設需要が牽引となって、鉄鋼需要を押し上げていくことになる。

(2) アジアNIEs

韓国の鉄鋼需要は、成長期を卒業して成熟期に入学したことは先述した。1970年代、80年代の見掛け消費は年平均二桁の成長から90年代に入って成長率は減速したものの、安定した需要の増を辿ってきた。それが、表2にみるように1998年にはアジアの「通貨危機」不況の影響で初めてのマイナス成長、しかも前年比25%減と大幅な減少となった。同年のGDPは-6.7%となったが、その後1999年以降IT関連

需要、輸出、建設投資が牽引車となり、経済は奇跡的に回復し、1999年のGDPは10.7%、2000年は9.3%の伸びで成長を遂げた。その結果、1998年には2,500万トンに迄落ちた鋼材見掛け消費は2000年には3,850万トンと不況以前の水準(3,810万トン)に迄回復した。

2001年に入って、韓国のGDPは第1四半期(3.7%)、第2四半期(2.9%)と設備投資の減退から成長率の鈍化がみられたが、第3四半期はIT関連の設備投資が急冷したのと、米国景気の低迷の影響で輸出が減少したことから成長率は1.9%と急速に鈍化した。しかし、第4四半期から政府の講じた公共投資を中心とした景気刺激策が効を奏して、3.7%の成長と反転上昇した。その結果、2001年のGDPは3.0%に止まった。2002年も、現在のところ建設投資の好調は持続している上、消費も上伸しており、低迷していた輸出も回復してきている。今年度GDPは、6月下旬に政府はこれまでの5~5.9%から6~6.9%と見通しを上方修正している。韓国の鋼材消費パターンは①建設47.2(%)、②電機16.4、③自動車13.0、④造船7.6、⑤産業機械5.5、⑥その他10.3となっており、先進国型の構造に近づいてきている。2001年の見掛け消費は、先述したような経済の低迷から3,820万トンと前年(3,850万トン)水準の横這いの水準に止まった。2002年のそれは、経済の堅調な拡大が続いていることから、ポスコ・リサーチ・センターの予測によると、3,980万トンと過去最高を記録するとされている。

台湾の鉄鋼需要は、人口一人当たりの鋼材見掛け消費が1980年代後半には800Kgに到達しており、成熟期の段階に入っている。しかも、その特徴は表2にみるように、安定的に高位に推移していることである。1998年の「通貨危機」不況年でも、GDPは4.6%(前年6.7%)を確保し、鋼材消費も前年比微減で殆ど影響を受けていない。しかし、台湾経済は2000年のGDPは6.6%と、99年の5.4%を上回ったものの、2000年後半より輸出の伸びが急速に鈍化し、景気減速が著しくなった。更に、製造業の中国本土進出が加速し、失業率を押し上げる結果となった。2001年には、米国向けのIT関連を中心とする輸出の落ち込みに加えて、設備投資や民間消費などの内需も低迷し、GDPは-2.2%と1952年以来初のマイナス成長を経験した。台湾の鋼材消費パターンは、建設向けが55%と消費の大宗を占めているが、2001年の鋼材見掛け消費は設備投資の低迷から、IISIの推計によると、前年の2,112万トンから1,768万トンと16.3%の二桁減となった。2002年の台湾経済は、日本や中国に向けての情報関連機器を中心とした輸出の改善がみられ、回復基調にある。しかし、国内需要は依然低迷している上、米国経済の先行き不透明感やドル安など輸出面の懸念材料もあり、予断は許さない。シンクタンクの平均的予測では、2002年のGDPは2.0%前後

の成長となっている。緩やかながらも回復基調にある経済を背景にして、2002年鋼材見掛け消費は2,000万トン程度には回復するだろうとの見方が強くなっている。

(3) アセアン

アセアンの鉄鋼需要は、3段階に別れている(表1参照)。成熟期或いは衰退期にあるシンガポール、成長期にあるマレーシアとタイ、揺籃期にあるインドネシア、フィリピンとヴェトナムである。従って、アセアンの鉄鋼需要構造について一様には語れない。しかし、表2にあるようにアセアン諸国のこの数年間の鋼材消費の推移をみて特徴的なことは新興工業国として足を踏み出したばかりのヴェトナムを除いて、「通貨危機」不況の1998年の鋼材消費の落ち込みが極めて大きかったことである。同年のアセアン合計の鋼材消費量は前年比1,418万トン、実に43%減の1,871万トンに迄減少した。その後、やや回復を示したが、それでも2000年のアセアン全体の鋼材見掛け消費は1997年の水準の80%にとどまっている(表2参照)。1999年、2000年のアセアン諸国の経済は比較的順調に回復して、両年のGDPは1998年のマイナス成長から、マレーシアは6.1%、8.3%、タイは4.2%、4.4%、フィリピンは3.4%、4.0%、シンガポールは5.8%、9.9%とそれぞれ成長したのに対して、インドネシアは0.0%、3.7%と低迷から抜けきれていない。2001年に入って、アセアン諸国の輸出商品の大宗を占める情報関連機器が、世界的なIT不況の中で輸出が減少し、経済は2001年に再び減退を示す国が多かった。2001年の鋼材見掛け消費は、インドネシアが前年の491万トンから500万トンへ、フィリピンは306万トンから310万トンへ、シンガポールは298万トンから275万トンへ横這い若しくは微減に止まっている(いずれもIISIの推計)。2002年のアセアン諸国の経済は、拡大軌道に乗り始めている国が多く、鋼材消費も前年比増加になるものと予測されている。しかし、中国の躍進の陰にあって、アセアン諸国は、中国との間が第三市場に向けて競合的なものになりつつあり、鉄鋼需要にとっても楽観を許さないものになってきている。

3 東南アジアの鉄鋼供給

それぞれの国が、自国の鉄鋼需要に対して鉄鋼業がどの程度供給できるかを示す尺度の一つとして鉄鋼自給率という概念がある。粗鋼生産を粗鋼見掛け消費で割ったものである(表3)。

国が経済発展を遂げていく中で鉄鋼供給をどのように図っていくのか、その段階を理念型でみると次のようになる。先ず第1の型は、輸入による充足である。経済の発展に応じて必要な鉄鋼需要を最終製品輸入で充足する。第2の型は、一

表3 東南アジア諸国の鉄鋼自給率（2000年）
（単位：1000トン、％）

	生産	見掛消費	自給率
中国	127,236	163,240	77.9
韓国	43,107	40,000	107.8
台湾	16,896	25,350	66.7
マレーシア	3,650	6,383	57.2
フィリピン	426	3,389	12.6
シンガポール	603	3,730	16.2
インドネシア	2,848	5,471	52.0
タイ	2,100	6,884	30.5
ヴェトナム	306	3,100	9.9
日本	106,444	80,561	132.1
E U (15)	163,291	160,924	101.5
米国	101,812	132,948	76.6
旧ソ連	98,558	35,555	277.2

（出所：IISI統計）

表4 東南アジア諸国の熱延鋼材生産量の推移
（単位：1,000トン）

国名	1995	1996	1997	1998	1999	2000
中国	89,798	85,513	94,903	105,084	119,574	131,460
韓国	37,317	40,783	43,382	39,350	41,336	44,098
台湾	17,122	17,001	21,173	22,844	24,547	25,403
マレーシア	3,071	3,451	3,774	2,170	2,450	3,698
フィリピン	2,087	2,615	2,593	1,956	1,488	1,405
シンガポール	742	747	660	640	780	833
インドネシア	4,834	5,460	5,278	3,239	3,407	3,737
タイ	3,487	3,845	3,516	3,069	3,127	4,453
ヴェトナム	418	826	927	1,043	1,302	1,589
アセアン計	14,639	16,944	16,748	12,117	12,554	15,715
合計	157,876	160,241	176,206	179,395	198,011	216,676

鋼材消費が700万トンも減少しているのに対して、生産は400万トンしか落ちていない。後述するように、輸出を増加させて、稼働率の落ちを抑えたようにした為である。第3にアセアンは2000年の消費水準は、1998年の不況による需要減の影響から回復しているものの、未だ1995年の水準に至っていない。それに反して、2000年の生産は1995年の水準を合計で100万トン上回っており、自給率の上昇が顕著にみられる。

ここ数年間に東南アジアで稼働された設備をみると、製鋼（電炉中心）、熱延・厚板などの上工程よりも、最終製品に近い冷延、表面処理鋼板の下工程の設備が主流となっている。従って、スラブなど半製品や熱延コイルの母材の輸入への依存度は高くなっている。また、今後1～2年の新設備稼働予定をみても、上工程では中国で南京鋼鉄（転炉）、唐山（熱延）、馬鞍山（熱延）、邯鄲（熱延）、武漢（熱延）と計画が目白押しになっている以外は、余り他の国では目立ったものはない。

4 東南アジアの鉄鋼貿易

東南アジアの鋼材の輸出・輸入はここ数年間には一口に言って拡大基調にある。

先ず中国は、経済の拡大に伴う鉄鋼需要の増加に対応する為に、自国で供給出来ない品質の鋼材の輸入が高まっている。また、自国で供給可能な汎用鋼材でもタイミングの点で対応できないものの増加も著しい。しかし、今年に入って増加し続けている輸入鋼材を制限する為に、政府は暫定的に鉄鋼製品の緊急輸入制限措置（セーフガード）を発動した。この発動に対して、中国で製造を行っている外国の企業からは必要な鋼材の手配に困難な状況に陥り、苦情が相次いでいる。韓国は、1998年の「通貨危機」不況による鉄鋼需要の激減の際に、大幅に輸入を制限し輸出を拡大して製鉄所の稼働率を維持したことが特徴的である。先述したように、韓国の自給率は100%を超えており、国内需要量の寡多によって輸出量が決定されている。輸入品は、自国で供給するより経済的であ

るものに限るという比較優位の原則に基づいているものと思われる。台湾は、輸入・輸出共に増加傾向にあるが、下工程に比して上工程の能力が低く、国内需要の増加とともにスラブ・ピレットなど半製品の輸入が最近頃に増量している。アセアン諸国は、自給率が低い為に輸出に対して輸入が圧倒的に多い。それでも、1998年の不況時には輸出を前年比倍以上に増加させており、その後も国内鉄鋼需要の回復が充分ではないこともあり、マレーシア、タイ、インドネシアは相対的に高水準の輸出を続けている（表5）。

5 おわりに一展望に換えて

世界の鉄鋼需要に占めるアジア地域（日本を含む）の比率は年を逐うにつれて上昇している。IISIの統計によると、世界の見掛消費に占めるアジア地域のそれは、1991年に37.4%（232百万トン/621百万トン）、1995年には44.2%（290/656）、2000年44.4%（338/762）となっている。2000年10月に、クリスマスIISI事務局長が発表した鋼材見掛消費の中期見通しでは、2005年には世界の消費8億3,000万トンに対してアジア地域のそれは3億7,700万トンとみており、45.4%のシェアをもつことになる。なかでは、中国については151百万トンとみているが既に2000年には141百万トンになっており、現時点からみれば過少な見通しと見られている。中国では自給率を高める為に、複数の高炉の建設を計画しており、同様に高炉の建設を図っている台湾と共に、現在過剰な製造能力の廃棄が議論されている世界の鉄鋼業界の中で特異な存在となっている。韓国については、量の拡大より、高級な高付加価値の製品の範囲を拡げるよう技術力向上

表5 東南アジアの鋼材輸出入

（単位：1,000トン）

	1997		1998		2000	
	輸入*	輸出*	輸入	輸出	輸入	輸出
中国	13,619	8,907	13,106	5,863	20,710	11,159
韓国	9,438	11,291	3,614	18,383	11,449	13,848
台湾	12,180	5,119	11,168	6,022	13,008	8,311
マレーシア	5,424	541	2,852	1,599	4,181	1,769
フィリピン	2,788	87	2,086	66	2,759	35
シンガポール	4,806	935	3,336	558	3,035	666
インドネシア	3,826	605	1,892	1,950	3,601	1,179
タイ	8,076	677	3,661	1,835	6,475	1,965
ヴェトナム	1,327	0	1,731	-	2,516	12
アセアン合計	26,247	2,845	15,559	6,008	22,567	5,626

*半製品と最終鉄鋼製品との合計

（出所：IISI統計）

の展開を図っていくだろう。問題はアセアン諸国である。最近アセアンへの投資の低迷、中国への投資の急増が顕著になっている。やがては既存の製造拠点の閉鎖縮小、中国へのシフトからアセアンの産業空洞化を懸念する声が出始めている。その中で、アセアン自体のみならず日本の鉄鋼企業がどのような事業戦略を講じていくか、今後の大きな課題である。今後、東南アジアの鉄鋼業がどのような変化を遂げていくか、目が放せないところである。

参考文献

- 1) ASEAN等鉄鋼業の現状と将来，日本鉄鋼連盟，（1991）
- 2) Steel Statistical Yearbook 2001，IISI.
- 3) 黒田篤郎：メイド・イン・チャイナ，東洋経済新聞社，（2001）

（2002年9月10日受付）



特集記事

アジアにおける鉄鋼業



ヨルダンの鉄鋼業

—非産油発展途上小国の現状と発展—

Steel Industry in Jordan
— a small nonoil developing country —

松永 久

Hisashi Matsunaga

JICA JORDAN Office シニアボランティア

「ふえらむ」特集号の中でヨルダンの鉄鋼業についてコラム記事を書くようにとの依頼を会報委員会から受けた。いささかの好奇心といささかの縁あって、現役時代には海外出張、観光旅行等で来る機会の全くなかった中東の小国ヨルダンハシミテ王国の首都アンマンにある王立科学院 (Royal Scientific Society) において国際協力事業団 (JICA) のシニアボランティアとして製鋼・圧延の指導にあたることになってから半年を過ぎ、その間見聞きしたヨルダンの鉄鋼業について紹介することも一興かと思ひお引き受けした。

はじめに日本にとってあまりなじみのない中東の小国ヨルダンについて紹介しておきたい。まず国の位置は、今、紛争の真っ最中のイスラエル・パレスチナのヨルダン川を挟んだ東側にあり、北側、東側はシリア、イラク、サウジアラビアと国境を接しており、南はわずかではあるが紅海のアカバ湾に面している。人口は約520万人、北海道の人口より約1割少なく日本の人口の約25分の1、国土面積は、第1次中東戦争で併合したヨルダン川西岸の統治権を放棄しているので8.9万平方km、北海道より約1割広く、一方、国土のうちの人の住めない砂漠が約7割、北海道は人の住めない山岳森林地帯が約7割なので、水があるかないかの差は大きいとしても、マクロ的には、北海道をイメージすれば、比較的理解しやすい。一人当たりのGDPは2001年の統計で1720ドル(2000年は1605ドル)、日本の一人当たりのGDPの約20分の1である。

ヨルダンはサウジアラビア、イラク、イランという中東の大産油国の近くに位置しながら石油が発見されておらず(天然ガスはイラクとの国境近くで採掘されているが)、中東の産油国と異なり、石油という資産が使えないため、本質的に自力で発展していかなければならない運命の貧乏国である。産業

もそれほど発展しておらず、天然資源もせいぜいリン鉱石、カリウム塩ぐらいしかないにもかかわらず、最貧国にならずにそれなりに発展できているのは、ひとえにアメリカをはじめとする先進諸国の援助、湾岸諸国への出稼ぎ者の送金のおかげである。

さて、本論のヨルダンの鉄鋼業であるが、ヨルダンに鉄鋼業なんてあるのだろうか、というのがおおかたの読者の感想であろう。

ブラッセルにある国際鉄鋼協会 (IISI) のホームページ¹⁾をみても正確な統計は記載されておらず、また、この国には統計省という政府機関²⁾があるが、ここに問い合わせても詳しい鉄鋼統計が無く、ヨルダンの製鉄業というのはどういうものか、いろいろ見て回ってやっと輪郭がつかめた、というのが正直なところである。

生産規模はエジプト、トルコなどと比べると極くわずかで、粗鋼を作っているのが3社、合わせて年間5万トン程度、年間30万トン程度のコンクリートバーを作っている単圧メーカーを併せて20社程度である。その他に、水道配管用のパイプ(輸入したホットコイルからの製管、どぶ付け垂鉛めっき、コーラール塗装等)を作っている会社が2社あり、年間生産量は2万トン程度のものである。

トータルの鉄鋼需要(残念ながら後進国の常として正確な統計は存在しない)は関係者からのヒアリングによると年間100万トン程度と想定される。したがって鉄鋼製品の約7割が輸入でまかなわれているということになる。国民一人当たり年間粗鋼生産量は、10kg/人/年のオーダーしかなく、日本の鉄鋼生産の歴史と対比すると、江戸末期の国民一人当たり年間粗鋼生産量よりは多いが、日本初の一貫製鉄所である官営八幡製鉄所が1901年に稼働するはるか以前の明治中期のレベルである。一方、鉄鋼需要量はオーダーとしては、国民一人当たり年間200kg/人/年であり、一人当たりのGDPが2000USドル弱の中進国として想定されるオーダーよりは相当多い。日本の場合と対比すると、池田内閣の高度成長政策がスタートする頃の国民一人当たりの鉄鋼需要量である。なお、そのころの日本の粗鋼生産量は輸入鋼材はほとんどなかったのも当然200数10kg/人/年のオーダーであった。ヨルダンの場合、通常の常識的な産業活動が行われているにしては粗鋼生産量が異様に低いことを意味する。

そもそも水を多量に消費する鉄鋼業は、どれだけ公害対策、省資源技術が発達しても、本来、砂漠(この国の砂漠にはあまり細かい砂はないので土漠?)の国では発展しづらい産業であろう。一方、どの分野から国民経済的付加価値が得られるにせよ、一人当たりのGDPがある程度のレベルまで得られれば、それなりの鉄鋼需要は発生しているということである。

土漠の国の製鋼、圧延工場に必要な水はどうやって得ているのか。答えは化石水である。100 m、200 mの井戸を掘り、何億年か前に、石油が貯まらず水だけ貯まった地層から汲み上げて使う。これは鉄鋼業だけでなく、この土漠の国の産業に共通のやり方である。日本の地下水のように降った雨が循環している地下水脈から汲み上げているわけではない。したがって地下水の汲み上げは擬定常ではなく、貴重な化石水は減る一方である。この点に鉄鋼業に限らずこの国の産業発展の基本的制約条件がある。参考までに土漠の中で操業している製鋼・圧延工場の例を写真に示す。

以上、中東の小国ヨルダンの鉄鋼業についてその概要について述べてみた。大方の雑学の参考になれば幸いである。昔々、高校時代に世界史の授業で、近代社会は「ルネッサンス」と「宗教改革」に始まると教わった。今、国際協力事業団のシニアボランティアとして指導にあたる中で、この史学界の定説を、身をもって実感しつつある今日この頃である。



ヨルダンの製鋼・圧延工場

参考文献

- 1) <http://www.worldsteel.org/wsif.php/>
- 2) <http://www.dos.gov.jo/>

(2002年8月26日受付)



特集記事・5

アジアにおける鉄鋼業

タイにおける研究開発・鉄鋼生産の現状

Present State of Research/Development and Steel Production in Thailand

梅田高照
UMEDA Takateruチュラロンコン大学 工学部
金属工学科 客員教授

1 はじめに

我が国の製造業は今歴史的な大きな転換期にある。敗戦後の混乱期を克服して、欧米先進技術を技術導入し、それを咀嚼して品質・製造効率の両面で世界最高となり、輸出主導の製造大国・世界の工場になった時期、1985年の円高を契機に円高対応のため、また更なる競争力強化のために、生産拠点を海外移転している今の時期。国内の空洞化を解決するためにも、次のパラダイムは、積極的な技術移転を通して技術の現地化を図り、新技術の開発体制を整備し、特にアジア諸国の現地企業と融合し、共同で海外マーケットを開拓していくことであろう。

表1は世界経済に占めるアジアの比重を示す¹⁾。統計がやや古いが、1997年にGDPは、ヨーロッパ・北米と比肩するレベルに達しており、半導体生産、鉄鋼生産はアジアの比重が大きいたことが分かる。アジア地域はものづくりを基礎に発展を遂げていることを示している。現在、これらの製造物の指標は、更に大きくなっていると思われる。

本報告は、タイでの鉄鋼を中心とした産業ならびに金属研究の状況を報告し、海外移転・国内生産のあり方に興味を抱く読者に資料を提供し、参考に資したく執筆した。

以前ヨーロッパから友人を迎え、初めての日本滞在で何が一番感慨深かった、かの愚問を發した時、日本で見る世界地図は真ん中に日本・中国があり、ヨーロッパは辺境であり、極西であった、との答えを貰った。彼が利用するヨーロッパの地図では、世界の真ん中は当然ヨーロッパであり、彼にとって日本は極東である、との意識が無意識にあったわけである。彼はフェアな人柄で知られた第一級の人物だった。これは相対的な問題であるが（東か西かは絶えず相対的であって本質的ではない）、無意識に自己を中心におき、ものの見方が分かれることがないように自戒することを、お互いに確認しあった。中華思想は、中国の専売でなかったわけである。

今回の報告も、客観性に努めたが、滞在期間が2年半の一滞在者の見方であることをお断りしておく。

2 タイの工業・研究開発の特徴

タイの経済・工業指標を提示し、研究開発、鉄鋼産業についてその特徴を述べる。

2.1 アセアン・タイの経済・工業指標

表2はアセアン10ヶ国の経済指標（1999年）である²⁾。人口は、インドネシアの2億人を超す国から、ベトナムの8千

表1 世界経済におけるアジアの比重¹⁾

項 目	アジア	(%)	北 米	ヨーロッパ	世界合計
(1) 名目GDP (10億ドル)					
1970	330	(16.8)	1,094	545	1,969
1989	3,948	(29.2)	5,746	3,843	13,537
1997	7,375	(30.8)	8,475	8,088	23,938
(2) 輸出額 (10億ドル)					
1970	36	(15.5)	59	138	233
1989	676	(27.3)	465	1,337	2,478
1997	1,649	(30.4)	1,184	2,599	5,432
(3) 鉄鋼生産量 (100万トン)					
1965	54	(4.4)	128	118	461
1980	161	(22.5)	117	142	716
1991	250	(34.0)	93	137	734
1998	286	(41.3)	144	171	693
(4) 自動車生産台数 (1000台)					
1960	482	(2.9)	8,303	6,156	16,488
1980	11,166	(29.0)	9,380	11,269	38,495
1990	15,768	(32.7)	11,711	18,651	48,275
1998	14,396	(27.5)	14,576	19,541	52,355
(5) 半導体生産額 (100万ドル)					
1981	8,675	(40.4)	10,309	2,281	21,473
1988	37,437	(58.0)	19,685	6,782	64,597
1998	62,263	(58.0)	45,851	29,089	137,203

注1) アジアには日本、台湾を含める。ヨーロッパは名目GDPと貿易のみEU加盟国。

2) 世界合計は、名目GDPと輸出総額は「3大地域」の合計額。鉄鋼、自動車、半導体の生産はソ連などを含めた世界合計。

3) %は、3大地域もしくは世界合計に占めるアジア地域のシェアを示す。

出所) 日本開発銀行「調査」(1992年2月号, 93年10月号), World Bank (2000a), 経済企画庁調査局編 (2000年), 鉄鋼年鑑, 自動車工業会資料, 自動車産業ハンドブック, 電子年鑑, 日本半導体年鑑の各年版より未改作。

表2 アセアン10ヶ国の人口・GDP・貿易収支・第2次産業比率

	タイ	ミャンマー	ラオス	カンボジア	ベトナム	フィリピン	シンガポール	インドネシア	マレーシア	ブルネイ
人口(万人)	6208	4640	519	1144	7806	7515	322	20400	2271	32
GDP/人(\$)	1996	不明	249	300	303	996	26401	542	3472	15170
貿易収支(億\$)	89	13	-2	2	10	43	110	181	193	-16
第2次産業比率(%)	42.9	17.2	22.9	22.1	34.7	34.5	32.2	42.8	42.8	42.6

万弱、タイの6千万強、シンガポールの300万強、ブルネイの30万強まで広く分布している。人口一人当たりのGDPについては、シンガポールは26000USドル（以下、ドルと略す）、ブルネイ15000ドルと先進諸国と同等である国から、マレーシアの3500ドル、タイの2000ドルを経て、カンボジア300ドル、ラオス250ドルとこの地域で2桁の大きな違いがある。タイは、概数でとらえると日本の10分の1で、タイの近隣にタイの約10分の1の諸国が存在する（ミャンマーの統計がないが、ほぼ同じとみなされる）。この数字からも、タイはインドネシア半島の中心国であることがうかがわれる。また、日本の工場がタイに移転し、タイの近接諸国からタイに働きに来ている構図が浮かび上がる。

1997年7月にタイでおきた通貨危機はタイの経済のみならず、瞬く間にインドネシア、フィリピン、マレーシア、韓国などアジア各国に広がった。タイではパーツはドルに対し価値が半減した。その後の経済の衰退、国によっては壊滅的な影響を受けた（当地ではその後の改革の主導を担ったIMFにちなみIMF危機と呼ばれる）。諸施策の効果もあり各国において1999年後半から、前期比較でプラスになってきたが、現在でも総体として危機前の水準に戻っていない国々や、タイでは多くの産業分野で生産量が危機前に戻っていない状況である。輸出主導で経済の開発を図った国が多く、表3に危機前後の輸出比率を示す。

IT不況やアメリカの景気後退により2001年後半から、アセアン諸国の経済は減速が懸念されたが、2000年の好調が依然として続いていると言えよう。しかし、タイ・インドネシアなどの多くの国々において不良債権処理が十分でない。処理をしながら内需拡大を果たす難しい問題処理が求められている（日本も同様であるが）と言える。韓国は、IMF危機がアジアの中で最も遅く始まったが、最もラジカルに改革に取り組み、解雇・倒産などの痛みを伴いながら、新たな産業の創成に成功し、現在マクロ経済は好調そのものである。IMF危機の際、中国は通貨を維持し、またその後の発展も大きなものがある。IMF危機以後また日本のバブル以後を含めて、東南アジア・東アジア諸国における対応の仕方、その成果は大きく異なる。

表4はタイ・韓国・台湾の輸出上位5位以上の品目を1960年以降10年単位で調べたものである³⁾。タイは、1980年まで、農産物を中心に（コメは世界一の輸出国を長年保持して

表3 アジア諸国の輸出比率の危機以前と危機以後の推移²⁾

(単位：%)							
国・地域名	1970	1980	1990	1995	1997	1998	1999
(1) アジア NIES 諸国							
韓国	10	28	26	27	31	41	35
台湾	26	48	42	43	43	43	42
香港	66	69	110	125	108	105	110
シンガポール	82	165	140	139	130	130	135
(2) 新興 ASEAN 諸国							
タイ	10	20	27	34	39	49	77
インドネシア	12	30	22	23	25	52	34
マレーシア	43	53	69	85	80	103	107
フィリピン	15	18	20	24	30	43	46
(3) 市場経済移行国							
中国	3	6	16	21	20	19	20
ベトナム	—	—	39	26	33	35	40
(4) 参考							
日本	10	12	10	9	10	10	10

注) 経済企画庁調査局編(2000年)、294-295、310-311頁。ドル・ベースの各国の輸出実績と名目GDPから算出。

表4 韓国・台湾・タイの輸出金額上位品目の推移³⁾

(単位：100万ドル)								
国・地域	1960		1970		1980		1990	
	品目	金額	品目	金額	品目	金額	品目	金額
韓 国								
第1位	タンダステン	4.7	衣 類	160	繊維製品	2,937	衣 類	8,860
第2位	生鮮乾魚	2.7	かつら等	101	衣 類	2,663	電子部品	8,204
第3位	鉄 鉱 石	2.5	合 板	92	電機電子	2,263	電気製品	5,529
第4位	綿 織 物	2.4	繊維製品	81	鉄鋼製品	1,854	履 き 物	4,307
第5位	海 苔	1.3	農水産品	66	化学製品	1,670	鉄鋼製品	4,237
輸出総額		34		835		17,505		65,016
台 湾								
第1位	砂 糖	72	繊維衣類	470	繊維衣類	4,480	電子製品	7,725
第2位	繊維衣類	23	電機電子	182	電機電子	3,599	繊維製品	7,094
第3位	化学製品	8	缶詰食品	85	プラスチック	1,460	機 械 類	5,777
第4位	缶詰食品	8	合 板	78	基礎金属	862	基礎金属	5,215
第5位	パ ナ ナ	7	基礎金属	65	木材製品	812	通信機器	5,024
輸出総額		164		1,481		19,811		67,214
タ イ								
第1位	天然ゴム	122	コ メ	121	コ メ	953	衣 類	2,619
第2位	コ メ	121	天然ゴム	107	タピオカ	727	電子部品	2,267
第3位	トウモロコシ	26	トウモロコシ	95	天然ゴム	636	宝 石	1,368
第4位	ス ズ	25	ス ズ	78	ス ズ	554	コ メ	1,067
第5位	チーク材	17	タピオカ	59	トウモロコシ	356	水産缶詰	1,001
輸出総額		407		710		6,505		23,256

出所) 各国・地域の貿易統計より作成。

いる) 農産一次産品が輸出品目であったことが分かる。1990年には、外資導入（日本が過半以上を占める）による繊維工業、電子部品の組立など工業品目が主体をなしていることが分かる。韓国は、1960年はタイと同様一次産品が主体をなしていたが、1970年には繊維工業品目にとって替わり、1980年には電気・電子工業品、鉄鋼・化学製品などの重化学産品が上位5品目に登場してきており、完全に工業品主体

に変化していることが分かる。直近は、メモリーなどハイテクの電子品目が世界最強を誇っており、大いなる変化を遂げている。台湾は1960年時代に既に軽工業品主体になっており、その後は韓国と同じような発展を遂げていることが分かる。

日本も1950年においては軽工業品・一次産品中心であったことを考えると、50年前は開発途上で現在の姿からおおよそ異なっており、工業化へのキャッチアップは、日本、台湾、韓国と順に起き、日本は比較先進開発完了国であったことが理解できる。また10年単位で見ても、国家間での競争が熾烈であったこと、今後も新興開発諸国、既開発国間の大競争が続くことが了解される。日本は、東南アジア・東アジアの国に比べると、統一が早く明治以来の追いつき追い越せの努力が実り、先進諸国の重要な一員になったが、後を追う国は、短期間に習熟し、蓄積する事が可能である。改めて新技術・産業の創出への普段の努力の重要性が認識される。日本は、バブル発生前に世界に学ぶものなしと一部で言われ、努力を怠っていたことが悔やまれる。

2.2 研究開発環境

タイ国の研究開発費の総額は、はっきりした統計がないが、180億円から最大見積もっても400億円の間と言われている。一国の研究費総額がこの額であり、日本の15兆円と比べると、千分の一のオーダーである。GDPが年々上がり、研究開発費も増えているが、GDPに対しその上昇スピードが小さく、GDPに対する研究開発費（GERD）は減少している。表5からも分かるように、2000年において0.12%であり、フィリピン、インドネシアと比べてもその値が小さいことが分かる。経験的にGERDの値が0.3から0.4%を越すと、その国の技術は“離陸”すると言われており、その国は発展してきている。タイは、数次にわたる5ヶ年計画（9次5ヶ年計画が今年から始まった）で目標としている0.5%を早急に達成することが急務であろう。マレーシアの水準に達することが望まれる。

タイの研究費の拠出は、政府関係機関からが約80%であり、民間は15%しか担っていない（海外から5%）。日本のGERDは世界最高水準を維持しており、民間がタイとは逆に80%と極めて高い構造となっていることはご承知の通りである。日本の政府拠出は約20%と先進各国の中で最も少なく、近年二度にわたる5カ年計画で基礎研究費が飛躍的に

増額されてきており、欧米諸国のように政府支出が30～40%になることが望まれる。

分野別研究費使用割合を見てみると、農学（30%）、人文社会（20%）、自然科学（19%）、医学（15%）、その他（16%）となっている。豊かな環境を活かして世界的に強い農業に大きく配当されてきていることが伺われる。また、南洋の厳しい環境に打ち勝つべく医学分野へも大きく配当されている。客観的に見て、これらの重点・傾斜は成功したと思われる。しかし工業への比率の低さは別の驚きである。国家としては工業化による発展を期している割に、開発予算の配当が少なく、外資導入による外国技術の丸写しであることが伺える。今後は、研究開発の飛躍的増額と自国技術化への投資が当面の問題となろう。

R&D関係者は3.4万人で、研究者1.1万人、テクニシャン1.5万人、サポートスタッフ8千人で、女性が半数を占め、女性の割合が他国と比べ大きい。博士取得者は2千人程度である。年間博士取得者は100人程度で、工学系はそのうちの数人程度といわれている。工学系学部卒業生は1.4万人/年である。タイ国内特許取得はほとんど外国人によって占められ、タイ人の割合は4%（150件）ときわめて低い現状である。科学技術力の世界ランキング（IMDによる）は、調査対象国47ヵ国中最下位と芳しくない。

日本、中国のR&D関係者は、それぞれ43万人、120万人である。中国の工学系学部卒業生は年間42万人程度（日本；14万人）と言われ、中国との競合する上でも、タイでは人材育成が最重要項目であり続けられると思われる。

政策策定には二つの機関が担っている。①国家研究評議会（NRCT）；人文社会を含むR&Dの基本政策・計画を策定するとともに、関係省庁の研究を分析・評価し、総理府予算局に勧告する。議長は首相。事務局は科学技術環境省（MOSTE）の傘下にあるが、省庁再編に伴い本年10月より総理府に異動した。②国家科学技術政策委員会（NSTPC）；国全体の科学技術の基本政策・計画の策定委員会で、議長は首相。事務局はMOSTE傘下の国家科学技術開発庁（NSTDA）である。

材料系の主な研究機関としてタイ科学技術研究所（TISTR）と材料研究センター（MTEC）が挙げられる。TISTRは総合的な試験研究開発機関で、材料系はセラミックを中心に研究開発が行われている。MTECはNSTDAに属し、金属・セラミック・プラスチック・太陽電池材料など一部の半導体の

表5 GDPに対する研究開発費の比率（対GDP比、1970-2000年、GERD；%GDP、Gross domestic Expenditure on R/D）

国	タイ	マレーシア	インドネシア	フィリピン	シンガポール	台湾	韓国	アメリカ	日本
GERD (%GDP)	0.12	0.34	0.22	0.22	1.35	1.81	2.68	2.55	2.98

研究開発が行われている。金属は、各種金属材料の評価、鋳物を中心にプロセッシングの研究がよく行われている。なお、NSTDA傘下には、他にバイオ (BIOTEC)・情報電子 (NECTEC) の研究センターがあり、MTECと併せ、各分野の先端研究開発、民間企業技術移転等を目的に1991年に設立された独立法人機関である。運営は自主的に行われ、優秀な研究者が集結している。NSTDA3機関は2002年にドンムアン空港近くのサイエンスパークに移転、国内外の民間企業との協力を強化した。孵化研究を促進するために、研究室を産業界に提供している。また、サイエンスパーク内・近傍には、タマサート大学工学部・大学院 (日本の経団連の援助、協力により運営されている大学院・研究機関も併存)、アジア工科大学があり、これら機関の連携・協力の強化が期待されている。これらNSTDA3研究機関は年間20億バーツ程度 (1バーツ＝約3円) の研究開発費を使用している。30～40%位を大学など研究機関に、一部は衛星研究センターとして、競争型提案公募により、研究費・奨学金として配当している。

3 タイにおける鉄鋼生産・金属研究状況

3.1 鉄鋼産業の特徴

表6はタイ国内粗鋼生産量の推移を鋳造法別に調べたものである。タイの粗鋼は、炭素鋼の棒・条鋼を主体に、電炉溶解のみであり、高炉銑、直接還元鉄は生産されていない。現在は、連鋳法のみによって200万トン以上、ビレットを主体に生産されていることが了解できる。スラブの鋳造が近年増加していることは注目に値する。この表からもIMF危機以後生産が減少し、現在では粗鋼生産量は危機以前に戻っていることも分かる。表7に製品量の推移を示す。製品量は2001年には800万トン近くになっている。棒鋼が200万トン、熱延板190万トン、未表面処理鋼板160万トン、表面処理鋼板80万トン、パイプ・チューブ類が90万トン使用されている。暦年の生産量の推移からも1998年の落ち込みがいかにもひどいことが分かる。表6と併せて考えると、粗鋼生産量のほぼ4倍の製品が使用されており、製品輸入ならびにスラブあるいはホットコイルを輸入し、生産していることが分かる。板類は、新日鐵、NKK、川鉄など日本鉄鋼会社の関係会社によ

表6 鋳造法別粗鋼生産量

暦年	1997	1998	1999	2000	2001
インゴット	8463	2553	150	0	0
連鋳	2092755	1811593	1532010	2099633	2127000
ビレット	1627050	1325651	1167628	1186010	1314449
ブルーム	465705	290800	306380	461569	415626
スラブ	0	195142	58002	452054	396925
粗鋼総計	2101218	1814146	1532160	2099633	2127000

表7 鋼材製品量の推移 (輸入を含む)

暦年	1997	1998	1999	2000	2001
シートパイル	0	4664	3431	4259	0
条	549154	284700	386172	481509	352135
棒	1471566	1064747	1367330	1345253	2018899
ワイアロッド	372053	219157	309730	378630	393600
厚板	114379	158826			
熱延; 板・ストリップ	997428	216669	1560000	2241702	1887486
冷延; 板・ストリップ	175000	405379	693975	1011072	1583232
亜鉛メッキ	369406	143641	83000	181020	373455
錫メッキ	257403	193936	250430	208081	215730
他の表面処理板	115613	179919	130064	123796	238059
パイプ・管	1060000	800000	640000	900000	892000
製品総計	5482002	3671638	5424132	6875322	7954596

表8 鋼材製品別輸入量の推移 (単位; 1000t)

暦年	ビレット	棒	線	条	熱延	冷延	パイプ	表面処理材	合計
1997	1,883	152	491	326	1,551	1,491	240	462	6,596
1998	267	63	292	59	1,100	649	144	298	2,872
1999	862	130	334	25	1,837	974	176	460	4,798
2000	603	171	323	59	2,075	667	123	542	4,563

表9 製品別生産能力 (2000年) (単位; 1000t)

製品	生産能力	需要	生産量	輸入	% 生産/能力
ビレット	4,078	1,763	1,186	603	29.08
スラブ	3,000	2,243	424	1,819	14.13
小計	7,078	4,006	1,610	2,422	
熱延	7,100	3,845	2,243	2,075	31.59
冷延	2,600	1,547	1,417	667	54.50
棒・線	8,100	2,222	2,210	626	27.28
小計	17,800	7,614	5,870	3,368	

って大半が生産され、現在は国内使用量を供給出来る、すなわち自動車用鋼板などの一部を除き輸入しなくていい体制が整っている。近年板類の量に関しては国内需給均衡体制が整った意義は大きいと考えられる。棒鋼は電気炉溶解を通して国内でほぼ一貫生産され、国内で土木・建築関係に使用されている。

表8に輸入鋼を製品別に示す。2000年度までのデータしかないが、2000年は450万トン強の鋼材を輸入しており、使用鋼材の大半が輸入されていることが分かる。40年前の1962年では、日本の鉄鋼生産量は2000万トン程度で、ほぼ自給していたことと人工比を考えると(日本; 1億2000万人、タイ; 6200万人)、タイは鉄鋼使用大国に達しつつあると言える。

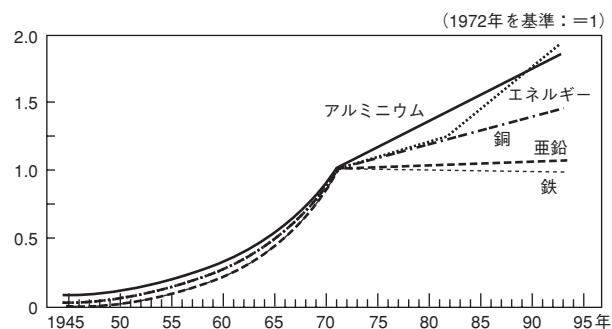
表9は、2000年の铸造法別と製品別に分けて、生産能力、予想される需要量、実生産量を調べたものである。ビレットならびにスラブの稼働率は実に29%、14%と低く、設備過剰が著しく粗鋼生産会社は低操業に喘いでいることが伺われる。熱延工場も3割操業であり、表面処理鋼板を主体とする冷延工場が比較的好調であるが分かる。

表10は2000年における鉄鋼関連工場数を示す。約200の工場が稼働している。低稼働のため、休止・廃業が続いていたが、上流側の製鋼設備を持つタイ最大級工場を有する3社の統合が最近発表された。

図1は、日本の主要金属とエネルギーの成長率(1972年におけるそれぞれの品目の生産量を基準、すなわち1として)の推移を見たものである⁴⁾。鉄鋼、亜鉛は、オイルショックの年に成長が止まり成熟産業になったことが分かる。アルミ

表10 鉄鋼関連工場数 (2000年)

品種	工場数
ビレット	15
棒	95
線	6
ビーム	20
熱延板	3
冷延板	3
表面処理鋼	7
パイプ	40
冷間成型	15
	204

図1 我が国における主要金属とエネルギーの増加率の推移⁴⁾

ニウムは若い金属であり、自動車などの輸送産業に多く使われているだけに、成長は不思議ではないが、鉄鋼より古くからあり、成熟していると思われていた銅が依然成長を続け、最近ではさらに成長が加速されていることは情報化時代に合致したと解釈されている。オイルショック以後、日本の鉄鋼業は連铸技術の導入・開発により、優れた高歩留まり生産法

により、粗鋼生産量は増えなくても、製品出荷量の拡大が1980年末期まで続いていた。1990年前には連鑄比はほぼ飽和し、この15年は製品量も完全に飽和・成熟したと言えよう。この比較的長期間飽和した製造環境においては、先行する国が留まっている分、後から参加し発展している国にとって、最新最強設備を選択するリスクが少なく、取得後習熟する期間が許容され、有利であったと容易に推量できる。

西山はこのような成長曲線が各国に当てはまることを指摘した⁴⁾。その上で成長を遂げている国々に適用できると語っている。たとえば、韓国は今まさに絶頂期で成長が飽和しつつあり、中国は最長の真っ只中であり、インドは成長の入口に立ったかどうか、と述べておられる。

一方、日本が成功して、韓国・台湾・中国へと引き続かれた北の成長モデルは、工業化を目指して日が浅く、しかも衣食住が豊かなタイのような東南アジアの国にとって、モデルになり得るのだろうか。鉄鋼の成長はいかなる道筋をたどるのだろうか。東南アジア全体で2000万トンの鉄源が年間必要でありながら、高炉がない東南アジアの国々。このような国々に上述の成長曲線が当てはまるのだろうか。

輸入鋼材が使用量の約半分を占めるタイでは、自国産の鉄鋼を増やすことは、第一に取るべき道であろう。トヨタはピックアップトラックについては、2004年には日本での生産を止めて、タイの工場から世界を対象に輸出しようとしている。その場合現地調達が見込まれる。このようにタイ国産の鋼材の調達が多くの分野で切実に望まれている。自動車ボディー鋼材が必要だが、必要量が少ない以上、高炉による調達は難しいのは言を待たない。また、前述したように、下流を担当する外資系会社が、複雑に入り組んでいる現状では、上流側の集約による寡占会社の全生産工程の統合化は、なかなか進まない。

自動車、電子機器のように組立型の産業では、人件費の安さから、組立のみを発展途上国の現地で行っている。あらゆる部品を輸入して組み立てている段階から、タイでは技術の現地化、現地調達100%の次のステップが必要とされている。このような時、鉄鋼・アルミニウム材料などのベースメタルの供給がある意味では隘路になる可能性がある。

高炉に依存しない高級鋼の製造など新たな技術の開発、南に適したビジネスモデルの構築など多くの課題で日本の鉄鋼産業が果たす役割は大きいと思われる。また、アジアの諸国は、交易を通じ、それぞれの歴史から自国に適した製造の分担を実現するよう、継続的に努めていく必要がある。

3.2 大学における金属・鉄鋼の教育

チュラロンコン大学が王立大学として1917年に創立されて以来、2001年現在24校の国立大学があり、放送大学のよ

うに原則入学が許可される自由大学を入れて、同世代の5～6%くらいが大学生といわれている。工学部は、チュラロンコン大学以外にキンモンクット工科大学の歴史が古く、最近ではタマサート、カセサートなど主要な国立大学には全て併設され、総合大学となっている。

材料系の学科は、金属工学科 (Metallurgical Engineering)、材料科学・技術 (Materials Science and /or Engineering) 以外に産業工学 (Industrial Engineering or Production Engineering)、エネルギー・材料・工具 (Energy and Materials/Tools) などと呼ばれている学科で教育されている。金属工学科は、チュラロンコン大学 (一学年30名、約30年前に創設される) とスラナリ工科大学 (一学年50名、1992年に創設) の2校しか存在しない。物理冶金、化学冶金、熱力学、材料プロセスなどが教育されている。材料科学科 (Department of Materials Science) の多くは理学部に属し、セラミック・プラスチックの教育に当たっており、金属・半導体の比重は多くない。最近では工学部に、材料科学・技術科 (Department of Materials Science and Engineering) が設けられているが、金属工学科が発展改組された形でなく、セラミック、プラスチック主体に最近の新材料を網羅的に教える一方、材料の科学、評価法を教えている。

Department of Industrial Engineering は多くの工学部の中で大きな地位を占めている。工業経営、品質管理のほかに、金属生産加工を教えている。同じ名前の学科だが、大学によっては、特にキンモンクット大学のように、生産工学に重点を移しているところがある。前者は管理、後者はものづくりに重点をおいている。両者とも、鑄造・溶接・切削・熱処理の金属加工を実習を含めて熱心に推進している。金属学の基礎 (たとえば状態図など) は十分に教えず、金属加工プロセスを教えている。

鉄鋼など金属産業、自動車部品などの金属の知識を必要とする産業が多い割に、セラミックの学科数が多く、金属の学科は少なくともセラミック系学科の2～3倍は必要とされている。これら産業へのエンジニアは、機械工学科、電気工学科、産業工学科の主要工学学科から供給されていた。日系の鑄物工場や粉末工場、金属工学出身者を採用し、工程が冶金の原理を理解された上で管理され、品質・経済性共に格段に向上した話を聞いている。工場のエンジニアが品質管理・工程管理に注力するのは当然だが、管理が困って立つ原理が十分には理解されていないことが多い現状であり、先の金属工学出身者が歓迎されたのもこの辺に原因があると思われる。ご多分にもれず、材料系の人気は工学部中位と言ったところである。

大学院は主要な国立大学には修士コースが10年前くらいから開設されている。チュラロンコン大学の場合には、他大

学・他専門からの進学が多く、毎年10～15名進学してくる。現在では、修士卒業生は高級技術者として、また政府機関研究者・大学教官として就職している。博士課程に進学するのは、材料系では非常に少ないのが現状である。

金属工学、産業工学科での主たる研究対象は、鋳物、溶接、腐食、精錬、貴金属分野である。予算は国立科学院、大学省、MTECなどから配当されている。大学教官は講義を通じた教育に時間が割かれ、教官の2割程度しか研究には当たっていない。また、タイには、多くの分野で学会がない。そのため、外資系会社、国内資本会社、大学との連携は非常に少ない。外資系会社は、現地調達化率の上昇要求・短納期・コスト削減から、いつまでも母国技術者、母国会社を頼ることはできないと思われるが、現状では母国に頼っていると言えよう。MTECは中小企業の補助に努めており、外資系会社の技術相談、共同研究にはほとんど当たっていない。外資系会社の技術は一般的に言って、タイの最も進んだ技術であり、そこで働くエンジニアはほとんどタイ人であるが、学会がないため、各会社間、大学との連携は限られた個人ベースに依存している。

筆者の分野では、2002年9月に第一回の鑄造工学講演大会が盛況に開かれた。開催に努力してきた者にとっては、ささやかな第一歩であったが、感慨深いものがあった。鉄鋼分野では、2001年にタイ鉄鋼連盟 (Institute of Iron and Steel Thailand) が半官半民で組織された。窮状にあるタイ鉄鋼業の対策を纏め、タイの鉄鋼産業のあり方を諮問するために創立され、一部研究開発のあり方に対しても検討している。当初の目的を達成したら解散すると聞いている。日本の組織との対応では、鉄鋼協会より鉄鋼連盟の事務局に近い組織となっている。日本鉄鋼協会の外国人会員登録の窓口となっており、昨年50社も会員を獲得して下さった。

4 おわりに

タイの一般的な経済指標を指摘した上で、研究環境を略述した。鉄鋼産業はタイにおいても大きな産業であるが、現在のビジネス状況は悪く、研究開発と言う状況ではない。一方、自動車組立・部品産業を始めとして多くの産業分野で、輸出基地としての地位が確保されつつあり、大きく発展・成長している。自動車組立・部品産業がタイ国における最重要産業として今後とも勝ち抜いていくためにも、鉄鋼を始めとした基礎金属の国内供給が望まれ、その進展が進むと考えられる。しかし、自動車の生産そのものがまだ十分な量になっていないく、鉄鋼の一貫生産は難しく、鋳片・ホットストリップなど半製品の輸入により、加工度を上げ、部品組立による付加価値向上が当面の大宗になるであろうと思われる。

タイに関し、新居による優れたレポートがある⁵⁾。また、寺岡のレポート⁶⁾からも多くの指針を得た。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 末廣 昭：キャッチアップ型工業化論—アジア経済の軌跡と展望—，名古屋大学出版会，(2000)，82.
- 2) 同上，107.
- 3) 同上，139.
- 4) 西山 孝：鉱物資源の未来展望，21世紀社会の選択—エネルギー・環境制約下での発展のために—，エネルギー・資源学会編，財団法人省エネルギーセンター，(2000)，269.
- 5) 新居和嘉：BOUNDARY，(2000)，1，2，3，4，7，8，10，11・12月合併号，(2001) 1.
- 6) 寺岡伸章：私信

(2002年9月30日受付)



特集記事

アジアにおける鉄鋼業



タイの工学教育と 研究の現状

Present Status of Engineering Education
and Research in Thailand

新居和嘉*

Kazuyoshi Nii

元 Asian Institute of Technology 教授

1 タイの教育

タイの教育は教育省と大学省が所管している。教育省には、Religious Affairs, Fine Arts, Curriculum などに関する局、Physical Education、General Education、Non-formal Education、Vocational Educationなどを管掌する局、教育関連委員会の事務局などがあり、教育行政や宗教、文化、初・中等教育、職業教育などを所管している。一方、大学は大学省が所管している。

タイには国立大学が24校、私立大学が37校、その他国際的にサポートされている大学としてAsian Institute of Technology などがある（以下AIT）。国立大学の卒業生の総数は66,741名（1994年）、その分野別の割合は、教育12.6%、社会科学41.7%、自然科学6.3%、医学11.9%、工学9.1%、農業5.1%等である。このほか教育省所管のRajamangala Institute of Technologyという職業技術学校が18校、全国に分散してある。タイの大学はこれまで文科系学部が中心で、理工科系の学生は少なかったが、1970年代後半からの高度経済成長に伴う技術者の需要の急拡大により、タイ政府は工科系大学の新設、工学部の増設などを積極的に進めてきている。

国立大学10校についてみると、ほとんどの大学の工学部に土木工学、電気工学、機械工学、工業工学、化学工学、そしてコンピュータ工学科がある。また理学部には数学、化学、生物、物理のほか、Microbiology, Biochemistry, Biotechnologyなどの学科が多く、“bio”に力を入れているようである。材料関連の学科を持っている大学はそれ程多くなく、Chulalongkorn大学、Prince of Songkla大学、Sil-

pakorn大学、King Mongkut's工科大学（Thonburi）などである。Chulalongkorn大学の案内によると、Department of Metallurgical Engineeringは1974年に設立され、教職員はProf. 0名、Assoc.Prof. 2名、Assist.Prof. 2名、Lecturer 7名、空席1名、学生数は2, 3, 4年生合計で63名（因みに学生数の一番多いのはElectrical Eng.で386名）となっており、学科として大きくない。

タイの教育制度は基本的には6-3-3-4制である。タイの新憲法（1997年制定）第43条によれば、「人は国が無料で遍くかつ良質に整備する12年以上の基礎教育を受ける権利を有する」となっており、これを2002年までに実現することになっている。しかし私がタイにいた間、この実現を目指してタイ人が熱心に議論しているのを聞いたことはなかった。タイの就学率は90年代前半に大幅に向上し、現在、初等教育90%、下級中等教育70%、上級中等教育42%、高等教育17%程度となっている。それでもまだ中等教育の就学率はマレーシア、フィリピン、シンガポールなどには及ばず、立派な憲法の規定を持っているにしては、教育熱心な国であるという印象は受けなかった。

タイの大学の教職員の給与は微妙な点もあるのでどの程度かはよく分からないが、あるタイ人が国立大学の講師になったときの給与が約1万バーツだったと聞いたように思う。これに対しAITは国際的な大学で教職員も世界から集めるため、助教授で5万バーツ程度、教授で10万バーツ程度と聞いた。しかしあるAITの教授は、タイの国立大学の先生は給料が安い、コンサルタント業務で稼ぎ、結局、所得はAITと同レベルになる、彼らは“Minimum research, minimum teaching, maximum consulting”だと批判していた。

タイでは国立大学を独立行政法人化(?)するという話があり、私が帰国するちょっと前から新聞紙上にChulalongkorn大学の教授の反対論などが掲載されていた。もし大学が独立行政法人化されれば、それは大学の性格、タイ人教授の意識を大きく変えることになり、日本の場合と同様、興味のあるところである。

2 タイの研究規模

タイの研究は、大学および各省庁傘下の研究所で行われているが、その研究活動の内容はよく分からない。国立研究機関の代表的なものとしては、MOSTE*¹に直接所属するTISTR*²と、NSTDA*³（タイの科学技術の振興のために1991年に設立され、MOSTEに所属しているが、自主性を

* 元 科学技術庁金属材料技術研究所 所長
元 住友金属工業（株） 非常勤顧問

持った組織)傘下の3研究所(BIOTEC^{*4}, MTEC^{*5}, NECTEC^{*6})がある。

TISTR, MTEC, BIOTEC、大学としてはChulalongkorn大学やKing Mongkut's工科大学(Thonburi)などを見学させてもらったが、研究内容として特に印象に残るものはなかった。TISTRは科学技術の振興とそれによる経済・社会の発展を目指して1963年に設立されたもので、予算規模は約3.2億バーツ(約9.6億円、1997年)、うちサラリーと賃金が約1.85億バーツ(約58%)といったところである。Industrial Materials Research Department, Material Property Development Department(これはドイツの援助により作られた)などを持っているが、内容を見ると研究業務よりは試験・分析や検定・認定業務の方が多いという感じである。Annual ReportのPublicationの項を見ても、通常の学術雑誌への投稿はない。MTECは予算は2.02億バーツ(1997年)で、こちらも試験・分析や検定業務が主、しかもセラミックスが多いという印象を持った。

ここでタイの研究開発の規模を示す数字を紹介する(THAILAND Science and Technology Profile 1999(NSTDA)による)。研究費の対GDP比は、タイ0.12%(1996)、日本2.98%(1995)、タイのこの比率は1987年(0.21)以来年々減少している。研究費実額はタイ2.17億ドル、日本815.14億ドルで、タイは日本の約370分の1である。物価の差を考慮しても、多分、タイの研究費の規模は日本の100分の1以下であろう。また研究者の実数は、タイ6,038(Full Time Equivalent)、日本673,421(FTE)で、タイは日本の100分の1以下である。特許申請件数は、タイ全体で5,518件、うち居住者(タイ人)の申請622件、国外への申請8件、技術貿易収支(受け取り/支払)は、タイ0.07、日本1.43である。

タイには、まだそれぞれ専門の学協会や学協会誌がないようである。“Research and Development Journal of The Engineering Institute of Thailand”という雑誌の目次(Volume 10, No 1, 1999)を見ると、Civil Engineeringの論文が5篇、Electrical Engineeringが1篇、Mechanical Engineeringが3篇掲載されている。

The International Institute for Management Developmentが発表している世界47カ国の競争力調査によると、タイは科学技術分野で46位(1999)(因みにインドネシア47位、フィリピン33位、日本2位)である。

3 結論的私見

以上、タイの教育と研究について私の知っていることを書いてきたが、全体としての印象は、タイは国力の割には教育にも研究にも余り熱心でない(タイにはまだ字の読めない人がいる、一方、大学出はエリートとしておさまってしまい余り現場に出ない)、タイの社会は日本よりはずっと「ゆるくて」、「気楽」ということである。しかしこれは日本の「窮屈」で「競争的」な社会から見ると非常に魅力的である。以下は、私がタイに3年間滞在して得られた、いささか独断的ではあるが、結論的私見である。

私は「タイは科学技術の合わない国」だと思っている(科学・技術の発展にはより厳しさ、厳密さが要求される)。こう言ったからといって決してタイという国、またはタイ人の能力をけなしている訳ではない。世の中にはいろいろな人がおり、理系の学問や技術の合わない人がいるように、世界の国の中には科学技術の合わない国もあり、そしてタイは合わない国というだけのことである。理系の学問の合わない人がすべて“ダメな人間”という訳でないように、科学・技術の合わない国がすべて“ダメな国”という訳でもない。

それどころかタイは非常に魅力的な国である。近隣諸国、ヨーロッパ、日本など世界中から年間1000万人近い観光客(日本から約100万人)を集める、豊かで、ゆったりした、穏やかな国である。私は、豊かなタイは、資源もなく貧乏な日本と違って科学技術立国などを目指さず(タイには似合わない)、ゆったりと技術を導入しながら自分達の“quality of life”を向上させるのがよいと思っている。後発国の発展には、日本の発展の型とは違った、そのような国の発展の型もある(べきだ)と思っている。

Bangkok Postという英字新聞の中に“GUEST COLUMN”という欄があり、時々、タイの大学の先生がタイの研究について論じている。論調は、タイが発展していくためには研究の活性化が必要であり、そのためには教育改革や戦略が必要だという方向である。タイの発展の方向はタイ人の決めることであるが、このような論調を読んでいると、彼らはタイ人の心性から言ってほとんど不可能と思えるようなことを要求しており、日本の改革についての日本の新聞に掲載された学識者の論調と同じく、私には自国民に無い物ねだりをしているようにしか思えない。

(2002年9月2日受付)

*1 Ministry of Science, Technology and Environment

*2 Thailand Institute of Scientific and Technological Research

*3 National Science and Technology Development Agency

*4 National Center for Genetic Engineering and Biotechnology

*5 National Metal and Materials Technology Center

*6 National Electronics and Computer Technology Center

会員へのお知らせ目次

行事等予定	965頁
国際会議情報	967頁
総合案内	
第145回春季講演大会討論会・予告セッション講演募集案内	970頁
広告を獲得した会員は会費が免除になります	973頁
平成15年度ものづくりイベント助成の公募のお知らせ	974頁
平成15年戦略的研究課題募集案内	975頁
ふえらむ新記事「研究室だより」原稿募集のお知らせ	975頁
経済産業省 工業統計調査へのご協力お願い	976頁
計測・制御・システム工学部会賞候補者推薦のお願い	976頁
材料の組織と特性部会 自主フォーラム設置の募集	976頁
日本鉄鋼協会 鉄鋼研究振興助成(含む石原・浅田研究助成)第12回受給者決定のお知らせ	977頁
イベント情報	
第51回白石記念講座「都市の未来像—都市社会資本価値の向上に向けた官・民の取り組み—」開催のお知らせ	978頁
高温プロセス部会 「凝固に始まる材料組織制御の将来展望」開催のお知らせ	979頁
報告事項	
平成14年度日本鉄鋼協会第5回理事会報告	980頁
支部	
東海支部 若手冶金エンジニア研究会	980頁
東海支部 平成14年度学術討論会「環境の世紀における自動車材料と加工技術」	980頁
中国四国支部 第5回若手研究者・技術者支援研究会「最新の微細組織制御法の原理と応用」	981頁
九州支部 JABEEシンポジウム「技術者教育プログラムの認定制度とJABEE」	981頁
新刊案内	982頁
公募	983頁
関連学協会情報	984頁
次号目次案内	985頁
会員欄(入会者・死亡退会者一覧)	986頁

行事等予定

太字は本会主催の行事

開催期日	行事(開催地)	掲載号及び頁
12月 2日	創形創質工学部会 第8回鋼構造品工学フォーラム「リスク評価と安全性」(東京 申込締切11月8日)	10号829頁
2日	金属学会セミナー 循環型社会における環境・リサイクル技術(東京)	8号654頁
2, 3日	第10回新粉末冶金入門講座(東京)	10号832頁
2～6日	第33回計装制御技術会議(東京)	本号984頁
3日	日本学術会議シンポジウム エコトピア社会の構築を目指して(東京)	本号984頁
3, 4日	第7回資源循環型生産システムシンポジウム(名古屋)	本号984頁
4, 5日	第1回評価・診断に関するシンポジウム(名古屋)	7号581頁
5日	講習会 燃料電池とその技術戦略(東京)	11号908頁
5, 6日	第8回流動層シンポジウム(九州)	7号581頁
5, 6日	第7回材料の衝撃問題シンポジウム(京都)	9号752頁
5～7日	材料技術研究協会討論会(千葉)	11号908頁
6日	関西支部 材料セミナー「X線回折：薄膜X線回折とその評価」(大阪)	9号750頁
6日	東北支部 平成14年度秋田地区講演会(秋田)	11号907頁
6日	第39回X線技術セミナー 電気・レーザ加工と強度討論会(名古屋)	11号908頁
6日	第217回塑性加工シンポジウム 圧延理論はどこまで進んだか(東京)	本号984頁
7日	社会鉄鋼工学部会 鉄の歴史—その技術と文化—フォーラム「前近代製鉄実験」研究グループキックオフ・シンポジウム(東京)	11号906頁

太字は本会主催の行事

開催期日	行事(開催地)	掲載号及び頁
12月 7日	北陸信越支部 平成14年度総会・連合講演会(福井)	9号750頁
9日	第31回セミナー 高温腐食解析の基礎と実際(東京)	11号908頁
10日	東海支部 若手冶金エンジニア研究会(名古屋)	本号980頁
10日	第2回アクティブ・ナノ計測基盤技術の確立公開成果報告会(大阪)	10号832頁
10日	分科会シンポジウム 接合・溶接技術の最前線(東京)	10号832頁
10日	東海支部 第12回学生による材料フォーラム・特別講演会(名古屋)	11号907頁
11日	第4回塑性加工基礎講座 塑性加工の力学(大阪)	11号908頁
12日	材料の組織と特性部会 関西支部 セミナー「技術者のための鉄鋼材料入門」(大阪)	9号733頁
12, 13日	第40回高温強度シンポジウム(京都)	9号752頁
13日	高温プロセス部会・材料の組織と特性部会 プロセスおよび材料開発のための状態図利用講習会(東京)	10号828頁
18日	分子動力学冬期講座(大阪)	本号984頁
20日	高温プロセス部会 ノーベルプロセッシングフォーラム「生体材料ー最前線と新展開」(東京 申込締切12月19日)	11号906頁
2003年 1月 6日	平成15年度俵・澤村論文賞およびギマラエス賞候補論文推薦締切	11号898頁
14日	分科会シンポジウム 400 Gb/in ² 級を目指した磁気記録材料の現状と今後の展望(大阪)	本号984頁
15日	第2回東北大学多元物質科学研究所研究発表会(仙台)	本号984頁
16, 17日	シンポジウム 保守検査における表面探傷と定量的評価技術(東京)	10号832頁
16, 17日	ガスタービンセミナー ガスタービンの最新技術と分散電源への展開(東京)	11号908頁
20日	鉄と鋼特集号「化学分析技術の最近の進歩」原稿締切	6号464頁
21日	第51回白石記念講座「都市の未来像ー都市社会資本価値の向上に向けた官・民の取組みー」(東京)	本号978頁
23日	高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム「凝固に始まる材料組織制御の将来展望」(東京 申込締切1月17日)	本号979頁
23日	東海支部 平成14年度学術討論会「環境の世紀における自動車材料と加工技術」(名古屋)	本号980頁
23, 24日	第52回システム制御情報講習会 GPS/GISの最新動向とその方向(大阪)	本号984頁
24日	中国四国支部 第5回若手研究者・技術者支援研究会(愛媛)	本号981頁
24日	粉体協セミナー(東京)	本号984頁
26~30日	PSTAM 2003 先端マグネシウム合金の科学技術プラットフォームに関する国際会議(大阪)	8号654頁
27日	第2回宇宙材料フォーラム講演会(名古屋)	本号984頁
27日	人工物の寿命と再生シンポジウム(東京)	本号984頁
31日	九州支部 JABEEシンポジウム(九州)	本号981頁
2月 6, 7日	HPIセミナー 第3回エネルギー貯槽等技術基準と安全性(東京)	本号984頁
21日	第48回トライボロジー先端講座 潤滑剤とトライボロジー・21世紀の戦略(東京)	本号984頁
3月 3~6日	矢沢国際シンポジウム 金属製錬と素材プロセッシングの学理および技術(U. S. A.)	7号575頁
7日	第18回塗料・塗装研究発表会	11号908頁
10日	鋼材と溶接鋼構造物の破壊性能セミナー(東京)	本号984頁
27~29日	第145回春季講演大会(千葉)	11号899頁
27日	育成委員会第7回ヤングサイエンティストフォーラム「鉄鋼材料のサーフェステクノロジー」(千葉)	11号905頁
30, 31日	製鉄製鋼の科学技術に関する日韓2国間ワークショップ(千葉)	—
4月 2~4日	第12回流れにおける有限要素法に関する国際会議(名古屋)	10号832頁
5月 12~14日	材料の組織と特性部会 International Forum for the Properties and Application of IF Steels(IF Steels 2003) (東京)	5号389頁
19~23日	第11回高温材料化学国際会議(HTMC-XI) (東京)	10号832頁
20~24日	第1回バイオ・ナノインターフェイス国際会議(東京)	6号482頁
28~30日	第15回電磁気関連のダイナミックスシンポジウム(金沢)	本号984頁
7月 7~11日	THERMEC 2003国際会議(スペイン)	6号482頁
10月 5~10日	4th International symposium on atomic level characterizations for new materials and devices' 03 (ALC' 03) (ハワイ)	本号984頁
19日	第8回耐火物統一国際会議(UNIYTECR'03) (大阪)	10号832頁
11月 9~13日	第15回固体の反応性に関する国際シンポジウム(京都)	8号654頁

太字は本会主催の行事

開催期日	行事(開催地)	掲載号及び頁
2003年 11月 16~21日	第13回アジア太平洋防食会議 金属材料の各種環境での腐食防食全般(大阪)	本号984頁
下旬	日本学会会議 第5回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム(東京)	10号832頁
2004年 11月 7~12日	Rare Earths'04 in Nara(奈良)	11号908頁

国際会議情報

2002年11月10日現在

会議名、開催場所、主催団体、問合せ先(Fax、E-mail、ホームページURLのいずれか)を掲載しています。

★は本会主催会議。会員はThe Iron & Steel Society主催の会議には会員資格で参加できます。

○は協会にてサーキュラー等を入手またはコピーできます。

2002年

December 3-5

International Symposium on Thin Slab Casting and Rolling (TSCR' 2002)

Guangzhou, China. The Chinese Society for Metals (CSM)

Fax. 86-10-65124122

E-mail : csm@public.bta.net.cn

December 11,12

○International ATS Steelmaking Conference

Paris, France. Association Technique de la Siderurgie Francaise (ATS)

Fax. 33-0-1-41-25-5858

<http://www.ats-ffa.org/>

December 18-20

○3rd International Conference on New Dimensions in Bridges & Flyovers

Singapore, Singapore. CI-PREMIER PTE LTD

Fax. 065-235-3530

E-mail : cipremie@singnet.com.sg

<http://www.cipremier.com>

2003年

January 14-17

The 8th International Symposium on Advanced Physical Fields (APF8)

Tsukuba, Japan. Nanomaterials Laboratory(NML), National Institute for Materials Science(NIMS)

Fax. +81-298-59-5010

<http://www.nims.go.jp/APF/>

January 26-30

2nd International Conference on Platform Science and Technology for Advanced Magnesium Alloys (PSTAM 2003)

Osaka, Japan. Project Team of PSTAM, The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

<http://www.knt-ec.com/event/pstam/>

March 2-6

2003 TMS Annual Meeting & Exhibition

San Diego, California, U.S.A. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS)

<http://www.tms.org/Meetings/Meetings.html>

March 3-6

Yazawa International Symposium on Metallurgical and Materials Processing: Principles and Technologies

San Diego, California, U.S.A. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS)

<http://www.flogen.com/YazawaSymposium>

March 25-27

○3rd International Conference on New Dimensions in Bridges Flyovers, Overpasses & Elevated Structures

Malaysia. CI-PREMIER PTE LTD

Fax. 065-235-3530 E-mail : cipremie@singnet.com.sg

May 25-30

International Conference on Phase Diagram Calculations Computational Thermochemistry

Quebec, Canada. Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry (CALPHAD)

Fax: +1 (514) 287-1248 <http://www.calphad.org/>

April 7-9

○Fatigue 2003—Fatigue & Durability Assessment of Materials, Components and Structures, Fifth International Conference of the Engineering Integrity Society

Cambridge, U.K. The Engineering Integrity Society

Fax. +44-0114-262-1120 <http://www.e-i-s.org.uk/>

April 27-30

2003 ISS Tech Conference & Exposition

Indianapolis, IN, U.S.A. Iron and Steel Society (ISS)

Fax. +34-724-776-5111 <http://www.isstech.info/>

May 12-14

★○International Forum for the Properties and Application of IF Steels (IF STEELS 2003)

Tokyo, Japan. The Iron and Steel Institute of Japan (ISIJ)

E-mail : secretariat@ifsteels2003.com

<http://www.ifsteels2003.com>

May 12-15

○4th European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC' 03)

Graz, Austria. The Austrian Society for Metallurgy

Fax. +43-0-3842 / 46-8-52

E-mail : asmet@unileoben.ac.at <http://www.asmet.at>

May 19-23

High Temperature Materials and Solid State Chemistry(HTMC XI)

Tokyo, Japan. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

Fax. +81-3-3813-3455

http://www.q.t.u-tokyo.ac.jp/public/XTMC_XI/

編集後記

年初から机に積んであったジェームス・C・コリンズ著「ビジョナリーカンパニー②」を読んだ。本書は、膨大な企業調査に基づき、偉大な企業となるための「時代を超えた法則」を紹介している。

その一つに「弾み車効果」がある。長期間高い成長を続けた偉大な企業は、外部から見ると、特別な経営の変化や技術革新により突然に成長が加速したように見える。しかし、内部から見ると、その実態は何も特別なことをしてはいないという。その企業では、確信と自信を持って将来世界一となる事業分野を延々とやってきただけで、気づくと、ある分岐点から高成長が達成されたのだと言う。大きな弾み車を少しずつ地道に同じ方向に力を働きかけ続けた結果、

初期には少ししか回らなかったものが、どんどん加速していくことと類似している。

現在、先輩方の努力で築いてきた確固たる世界トップの日本の鉄鋼業は、韓国や中国の台頭により、急速に相対的な差異が縮まった。今後とも日本の鉄鋼業が引き続き確固たる地位を歩み続けるためには、鉄鋼という大きな弾み車に係る全て(鉄鋼に直接関係する企業・研究機関は勿論、ユーザーや設備メーカーも含め)の者が参加し、再度、方向を同じくして、弾み車を加速することが必要に思う。

ふえらむ編集委員の任期期間もあと少しとなったが、少しでも「鉄鋼業という弾み車」を加速するのに役立っていたら幸いである。(A.O.)

会報委員会(五十音順)

委員長 佐藤 駿(住金コスモプランズ(株))

副委員長 田中 龍彦(東京理科大学)

委員 有泉 孝(NKK)

大友 朗紀((株)神戸製鋼所)

梶原 正憲(東京工業大学)

小谷 学(神戸大学)

清水 健一(住友電気工業(株))

柳本 潤(東京大学)

井坂 進((株)東芝)

小野寺秀博(物質・材料研究機構)

桑原 良太((社)日本鉄鋼協会)

佐野 英夫(大同特殊鋼(株))

虎尾 彰(川崎製鉄(株))

山崎 修一(新日本製鐵(株))

内田 和子(日新製鋼(株))

楓 博(愛知製鋼(株))

黒田光太郎(名古屋大学)

柴田 充蔵(金沢工業大学)

森田 一樹(東京大学)

山本 恵一(三菱重工業(株))

ふえらむ(日本鉄鋼協会会報) 定価 2,000円(消費税等込・送料本会負担)

Bulletin of The Iron and Steel Institute of Japan Price: ¥2,000 (Free of seamail charge)

1996年5月10日第三種郵便物認可 2002年12月1日印刷納本・発行(毎月1回1日発行)

編集兼発行人 東京都千代田区神田司町2-2 新倉ビル内 内仲康夫

印刷人/印刷所 東京都文京区本駒込3-9-3 (株)トライ

発行所 社団法人日本鉄鋼協会 〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-2 新倉ビル2階

TEL: 総合企画事務局: 03-5209-7011(代)

FAX: 03-3257-1110(共通)

郵便振替口座 00230-1-18757 HJS/ISIJ刊行物 (会員の購読料は会費に含む)

©COPYRIGHT 2002 社団法人日本鉄鋼協会

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写する場合は、本会が複写権を委託している次の団体に許諾を受けて下さい。

学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階 TEL. 03-3475-5618 FAX. 03-3475-5619

また、本会は上記団体を通じて米国Copyright Clearance Center, Inc.と、また本会独自に米国Institute for Scientific Informationと複写権に関する協定を結び、双方に本誌を登録しています。従って、米国において本誌を複写される場合は、次のいずれかの機関の指示に従って下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA TEL 001-1-978-750-8400 FAX 001-1-978-750-4744

Institute for Scientific Information

3501 Market Street Philadelphia, PA 19104 USA TEL 001-1-215-386-0100 FAX 001-215-386-6362

表紙デザイン 出澤 由野

ふえらむ Vol.7 (2002) 年間索引

I. 著者別索引

著者別索引は、特別講演・特集記事・展望・入門講座・鉄の歴史・解説・アラカルトの著者名

I. 著者別索引

【あ】

- 相澤 龍彦：回生材料のモルフォロジーフリー微細粒化加工プロセス……………(4) 257
- 浅井 滋生：材料電磁プロセッシング……………(9) 706
- 浅川 基男：棒線圧延解析のための3次元圧延理論と幅広がり式……………(10) 777
- 小豆島 明：鉄鋼圧延技術を支えるトライボロジー……………(8) 597
- 足立 芳寛、喜多見淳一、星野 岳穂：鉄鋼業の競争力強化と将来展望……………(6) 408
- 井口 泰孝：技術者教育認定制度の現在-巻頭言……………(8) 611
- 池田 勝彦：日本技術者教育認定機構(JABEE)審査試行を受けて-関西大学工学部材料工学科……………(8) 621
- 石川 孝司：板プロフィル解析のための3次元圧延理論-2：板幅方向への塑性流動を考慮した3次元板圧延理論……………(5) 336
- 稲垣 正寿、平野 聡、岡本 和孝、小田倉富夫、益富 和人：摩擦攪拌接合(FSW)の最近の動向……………(10) 773
- 岩田 英夫：機器分析の導入……………(9) 692
- 上本 道久：同位体希釈-ICP質量分析法による主成分・少量成分の高精度定量……………(5) 332
- 宇多小路勝：継目無鋼管製造にマンドレルミル圧延法の導入……………(3) 166
- 梅澤 修：低環境負荷・資源循環型対応の製鉄プロセス……………(7) 545
- 梅田 高照：タイにおける研究開発・鉄鋼生産の現状……………(12) 954
- 越前 徹：その他アジア(台湾、アセアン)諸国鉄鋼業の現状と展望……………(12) 940
- 王寺 睦満、西野 誠：鉄源を中心に見た世界鉄鋼業の将来とアジアにおける日本鉄鋼業……………(3) 178
- 大澤 嘉昭：回生鉄原料の不純物利用素形材化プロセス……………(4) 261
- 大中 逸雄：日本技術者教育認定機構による正式認定について……………(8) 626
- 岡部 徹、二上 愛、小野 勝敏：チタン製錬プロセスの最近の話題……………(1) 39
- 岡本 和孝、稲垣 正寿、平野 聡、小田倉富夫、益富 和人：摩擦攪拌接合(FSW)の最近の動向……………(10) 773
- 小川 真、平岡 和雄：高濃度窒素鋼の加工(4)高窒素ステンレス鋼の溶接性……………(11) 866
- 沖 憲典、桑野 範之、波多 聡：プラズマ回転電極法で作製した急冷Ti₅₀Al₄₅Mo₅合金粉末の微細組織形成……………(5) 351
- 小田倉富夫、稲垣 正寿、平野 聡、岡本 和孝、益富 和人：摩擦攪拌接合(FSW)の最近の動向……………(10) 773
- 小野 勝敏、岡部 徹、二上 愛：チタン製錬プロセスの最近の話題……………(1) 39

【か】

- 柿田 和俊：計測・分析のグローバル・トレーサビリティを求めて……………(9) 671
- 片田 康行：高濃度窒素鋼の製造(1)加圧式ESR法による高濃度窒素鋼の製造……………(11) 848

II. 原稿種類別索引

- 鎌田 正誠：連続圧延理論……………(6) 420
- 神谷 修：高濃度窒素鋼の加工(3)高窒素ステンレス鋼溶接金属の機械的特性……………(11) 864
- 川上 正博：学問的好奇心から新プロセスの提案……………(8) 602
- 菊地 靖志：高濃度窒素鋼の加工(5)摩擦溶接の高窒素ステンレス鋼への応用……………(11) 868
- 喜多見淳一、足立 芳寛、星野 岳穂：鉄鋼業の競争力強化と将来展望……………(6) 408
- 国重 和俊、柴田 浩司、秦野 正治：鉄鋼リサイクル原料の不純物無害化熱延プロセス……………(4) 252
- 桑野 範之、波多 聡、沖 憲典：プラズマ回転電極法で作製した急冷Ti₅₀Al₄₅Mo₅合金粉末の微細組織形成……………(5) 351
- 粉川 博之：高濃度窒素鋼の加工(2)レーザ溶接時における鋼溶接金属の窒素吸収および放出……………(11) 862
- 小林 裕：高濃度窒素鋼の耐食性(1)ステンレス鋼の孔食挙動に及ぼす窒素の影響……………(11) 856

【さ】

- 斎木 正道、先納 靖陸、綿貫 啓：水溶性ガラスが藻類を増殖させる……………(2) 111
- 坂本 政紀：窒素添加鋼の特性発現と新しい展開-巻頭言……………(11) 845
- 坂本 政紀：高濃度窒素鋼の組織と機械的性質(2)窒素による高強度低合金鋼の開発……………(11) 854
- 相良 雅之：高濃度窒素鋼の耐食性(2)高窒素ステンレス鋼の耐食性……………(11) 858
- 左近司忠政：東南アジアにおける鉄鋼需給の現状と展望……………(12) 947
- 佐藤 進：砂鉄連鎖の技術世界……………(3) 172
- 佐藤 益弘：オープンコイル焼鈍方式(OCA)から定置式コイル焼鈍方式(UAD)まで……………(4) 279
- 佐野 正道：鉄鋼精錬の高効率化とプロセス工学……………(7) 535
- 鮫嶋 安豊：種子島の製鉄の歴史……………(5) 343
- 澤野 清志：鉄鋼用耐火物技術の将来像……………(10) 767
- 志田 茂：JABEE材料分野の最近の動き……………(8) 612
- 柴田 浩司、国重 和俊、秦野 正治：鉄鋼リサイクル原料の不純物無害化熱延プロセス……………(4) 252
- 清水 克哉：鉄も超伝導に……………(11) 884
- 清水 憲一、松尾 宗次：和田維四郎……………(10) 781
- 下村 泰人、松尾 宗次：服部 漸……………(1) 32
- 水渡 英昭：Mg系介在物晶出の熱力学とMgO粒子利用による晶析出物制御……………(8) 607
- 鈴木健一郎：韓国鉄鋼業の現状と今後の展望……………(12) 929
- 先納 靖陸、斎木 正道、綿貫 啓：水溶性ガラスが藻類を増殖させる……………(2) 111
- 全国大学材料関係教室協議会：材料関係教室の学部卒業生、大学院修士生の進路調査……………(6) 442

【た】

- 高木 節雄：高濃度窒素鋼の製造(2)メカニカルアロイング法による高窒素鋼の製造……………(11) 850
- 高木 節雄、土山 聡宏：高濃度窒素鋼の組織と機械的性質(1)窒素含有オーステナイト鋼における固溶強化と結晶粒微細化強化……………(11) 852

高橋 学：車体軽量化のための自動車用薄鋼板の動向……………(11) 870	
竹内 栄一：鉄鋼業への電磁力適用の現状と今後……………(2) 81	
谷口 尚司：2001年度JABEE審査試行受審報告—東北大学工学部マテリアル・開発系三学科—……………(8) 617	
玉野 敏隆：混合摩擦域の圧延理論……………(3) 160	
千野 靖正、馬淵 守：微細組織インプロセス制御によるマグネシウム合金の高速柔軟成形……………(4) 265	
張 興和：中国山西省鉄鋼業環境問題解決への日中協力……………(12) 927	
土山 聡宏、高木 節雄：高濃度窒素鋼の組織と機械的性質 (1) 窒素含有オーステナイト鋼における固溶強化と結晶粒微細化強化……………(11) 852	
藤 健彦：鉄鋼業への電磁力適用の現状と今後……………(2) 81	
戸澤 康壽：2次元圧延理論……………(2) 89	
友田 陽：今なぜ高窒素鋼？……………(11) 846	
友田 陽：高濃度窒素鋼の加工 (1) 窒素添加オーステナイト鋼の低温変形挙動……………(11) 860	

【な】

中島 浩衛：形鋼圧延解析のための3次元圧延理論と幅広がり式……………(9) 681	
中村 直人：戦後の高炉技術の導入とその背景……………(6) 428	
奈良 好啓：油井管の研究開発から標準化への流れ……………(9) 699	
新居 和嘉：タイの工学教育と研究の現状……………(12) 961	
二上 愛、岡部 徹、小野 勝敏：チタン製鍊プロセスの最近の話題……………(1) 39	
西戸 俊彦：中国鉄鋼業の歴史的発展と現状および展望……………(12) 921	
西野 誠、王寺 陸満：鉄源を中心に見た世界鉄鋼業の将来とアジアにおける日本鉄鋼業……………(3) 178	
野田 忠吉：鉄道車両用車輪・車軸の安全と技術倫理……………(7) 527	

【は】

波多 聡、桑野 範之、沖 憲典：プラズマ回転電極法で作製した急冷Ti ₅₀ Al ₄₅ Mo ₅ 合金粉末の微細組織形成……………(5) 351	
秦野 正治、柴田 浩司、国重 和俊：鉄鋼リサイクル原料の不純物無害化熱延プロセス……………(4) 252	
林 千博：21世紀の溶接鋼管の製造法を展望する……………(1) 16	
林 千博：21世紀の鋼管の冷間加工法を展望する……………(6) 413	
原田 幸明：低環境負荷時代へのプロセス革新：バリアフリー・プロセッシング……………(4) 243	
原田 広史：高効率ガスタービン用Ni基超合金の現状と展望……………(3) 153	
半明 正之：2001年鉄鋼生産技術の歩み……………(5) 317	
平出 正孝：高純度材料分析のための分離化学……………(6) 436	
平岡 和雄、小川 真：高濃度窒素鋼の加工 (4) 高窒素ステンレス鋼の溶接性……………(11) 866	
平野 聡、稲垣 正寿、岡本 和孝、小田倉富夫、益富 和人：摩擦攪拌接合(FSW)の最近の動向 ……(10) 773	
藤田 英一：メスパウアー分光法……………(1) 24	
星野 岳穂、足立 芳寛、喜多見淳一：鉄鋼業の競争力強化と将来展望……………(6) 408	
洪 文意：韓国における溶融亜鉛めっき鋼の現状……………(12) 939	

【ま】

前川 英己：核磁気共鳴法(NMR法)の無機材料分野への活用……………(1) 9	
Makmun：インドネシアにおけるPT. Krakatau Steel	

のビレット工場……………(12) 946	
益富 和人、稲垣 正寿、平野 聡、岡本 和孝、小田倉富夫：摩擦攪拌接合(FSW)の最近の動向 ……(10) 773	
松尾 宗次、清水 憲一：和田維四郎……………(10) 781	
松尾 宗次、下村 泰人：服部 漸……………(1) 32	
松木 則夫：継目無鋼管製造技術 - プラグミル法関連 - ……(2) 100	
松島 巖：腐食・防食技術の研究開発と普及……………(7) 540	
松田 光弘、三浦 秀士：ヘテロ組織インプロセス制御による高機能動力伝達部品のネット成形……………(4) 269	
松永 久：ヨルダンの鉄鋼業……………(12) 952	
松本 紘美：板プロファイル解析のための3次元圧延理論 - 1：2次元理論の拡張による圧延解析モデル……………(4) 273	
馬淵 守、千野 靖正：微細組織インプロセス制御によるマグネシウム合金の高速柔軟成形……………(4) 265	
三浦 秀士、松田 光弘：ヘテロ組織インプロセス制御による高機能動力伝達部品のネット成形……………(4) 269	
三原 豊：吉村 英徳：管材圧延解析のための3次元圧延理論……………(11) 878	

【や】

山田 龍男：高炉の高圧操業……………(7) 555	
山根 兵、吉川 裕泰：フローインジェクション分析(FIA)システムの鉄鋼関連分析への応用……………(10) 792	
吉川 裕泰、山根 兵：フローインジェクション分析(FIA)システムの鉄鋼関連分析への応用……………(10) 792	
吉村 英徳、三原 豊：管材圧延解析のための3次元圧延理論……………(11) 878	

【わ】

綿貫 啓、斎木 正道、先納 靖陸：水溶性ガラスが藻類を増殖させる……………(2) 111	
--	--

Ⅱ. 原稿種類別索引

【グラフ記事】

特集

アジアの鉄鋼業の現状……………(12) 914	
アジアに根ざした鉄鋼研究への期待……………(12) 917	
未来を創る鉄、文化を育む鉄……………(12) 918	

Technoscope

ワールドカップ開催を待つサッカースタジアム……………(1) 2	
手術支援ロボットが外科手術を変える……………(2) 74	
風が育てた長大橋……………(3) 146	
サステナビリティと鉄……………(4) 236	
国際宇宙ステーション……………(5) 310	
家電リサイクルシステムの現状と課題……………(6) 400	
テクノスーパーライナー実用化へ……………(7) 520	
進化し続ける印刷技術……………(8) 590	
高速通信ネットワークが生活を変える……………(9) 664	
省エネ電車……………(10) 760	
大型化する風力発電……………(11) 838	

鉄の点景

リ्यूージュ……………(2) 79	
観覧車……………(3) 151	
マンホール蓋……………(4) 241	
ピッケル……………(5) 315	
自動販売機……………(6) 405	
褐鉄鉱……………(7) 525	

鉄鍋	(8)	595
自動改機機	(9)	669
寝台特急	(10)	765
クレーン	(11)	843

【特別講演】

渡辺義介賞受賞記念／鉄道車両用車輪・車軸の安全と技術倫理／野田忠吉	(7)	527
西山賞受賞記念特別講演／鉄鋼精錬の高効率化とプロセス工学／佐野正道	(7)	535
浅田賞受賞記念／腐食・防食技術の研究開発と普及／松島 巖	(7)	540
学術功績賞受賞記念／鉄鋼圧延技術を支えるトライボロジー／小豆島明	(8)	597
学術功績賞受賞記念／学問的好奇心から新プロセスの提案／川上正博	(8)	602
学術功績賞受賞記念特別講演／Mg系介在物品出の熱力学とMgO粒子利用による晶析出物制御／水渡英昭	(8)	607

【鉄鋼生産技術のあゆみ】

2001年鉄鋼生産技術の歩み／半明正之	(5)	317
---------------------	-----	-----

【特集記事／低環境負荷社会へのプロセス革新】

低環境負荷時代へのプロセス革新：バリアフリー・プロセス／原田幸明	(4)	243
鉄鋼リサイクル原料の不純物無害化熱延プロセス／柴田浩司、国重和俊、秦野正治	(4)	252
回生材料のモルフォロジーフリー微細粒化加工プロセス／相澤龍彦	(4)	257
回生鉄原料の不純物利用素形材化プロセス／大澤嘉昭	(4)	261
微細組織インプロセス制御によるマグネシウム合金の高速柔軟成形／千野靖正、馬淵 守	(4)	265
ヘテロ組織インプロセス制御による高機能動力伝達部品のネット成形／三浦秀士、松田光弘	(4)	269

【特集記事／技術者教育認定制度の現在】

技術者教育認定制度の現在 - 巻頭言／井口泰孝	(8)	611
JABEE材料分野の最近の動き／志田 茂	(8)	612
2001年度JABEE審査試行受審報告 - 東北大学工学部マテリアル・開発系三学科／谷口尚司	(8)	617
日本技術者教育認定機構 (JABEE) 審査試行を受けて - 関西大学工学部材料工学科／池田勝彦	(8)	621
日本技術者教育認定機構による正式認定について／大中逸雄	(8)	626

【特集記事／窒素添加鋼の特性発現と新しい展開】

窒素添加鋼の特性発現と新しい展開 - 巻頭言／坂本政紀	(11)	845
今なぜ高窒素鋼？／友田 陽	(11)	846
高濃度窒素鋼の製造 (1) 加圧式ESR法による高濃度窒素鋼の製造／片田康行	(11)	848
高濃度窒素鋼の製造 (2) メカニカルアロイング法による高窒素鋼の製造／高木節雄	(11)	850
高濃度窒素鋼の組織と機械的性質 (1) 窒素含有オーステナイト鋼における固溶強化と結晶粒微細化強化／土山聡宏、高木節雄	(11)	852
高濃度窒素鋼の組織と機械的性質 (2) 窒素による高強度低合金鋼の開発／坂本政紀	(11)	854
高濃度窒素鋼の耐食性 (1) ステンレス鋼の孔食挙動		

に及ぼす窒素の影響／小林 裕	(11)	856
高濃度窒素鋼の耐食性 (2) 高窒素ステンレス鋼の耐食性／相良雅之	(11)	858
高濃度窒素鋼の加工 (1) 窒素添加オーステナイト鋼の低温変形挙動／友田 陽	(11)	860
高濃度窒素鋼の加工 (2) レーザ溶接時における鋼溶接金属の窒素吸収および放出／粉川博之	(11)	862
高濃度窒素鋼の加工 (3) 高窒素ステンレス鋼溶接金属の機械的特性／神谷 修	(11)	864
高濃度窒素鋼の加工 (4) 高窒素ステンレス鋼の溶接性／小川 真、平岡和雄	(11)	866
高濃度窒素鋼の加工 (5) 摩擦溶接の高窒素ステンレス鋼への応用／菊地靖志	(11)	868

【特集記事／アジアにおける鉄鋼業】

中国鉄鋼業の歴史的発展と現状および展望／西戸俊彦	(12)	921
コラム 中国山西省鉄鋼業環境問題解決への日中協力／張 興和	(12)	927
韓国鉄鋼業の現状と今後の展望／鈴木健一郎	(12)	929
コラム 韓国における溶融亜鉛めっき鋼の現状／洪文憲	(12)	939
その他アジア (台湾、アセアン) 諸国鉄鋼業の現状と展望／越前 徹	(12)	940
コラム インドネシアにおけるPT. Krakatau Steelのビレット工場／Makmun	(12)	946
東南アジアにおける鉄鋼需給の現状と展望／左近司忠政	(12)	947
コラム ヨルダンの鉄鋼業／松永 久	(12)	952
タイにおける研究開発・鉄鋼生産の現状／梅田高照	(12)	954
コラム タイの工学教育と研究の現状／新居和嘉	(12)	961

【展望】

核磁気共鳴法 (NMR法) の無機材料分野への活用／前川英己	(1)	9
21世紀の溶接鋼管の製造法を展望する／林 千博	(1)	16
鉄鋼業への電磁力適用の現状と今後／竹内栄一、藤健彦	(2)	81
高効率ガスタービン用Ni基超合金の現状と展望／原田広史	(3)	153
同位体希釈-ICP質量分析法による主成分・少量成分の高精度定量／上本道久	(5)	332
鉄鋼業の競争力強化と将来展望／足立芳寛、喜多見淳一、星野岳穂	(6)	408
21世紀の鋼管の冷間加工法を展望する／林 千博	(6)	413
低環境負荷・資源循環型対応の製鉄プロセス／梅澤修	(7)	545
計測・分析のグローバル・トレーサビリティを求めて／柿田和俊	(9)	671
鉄鋼用耐火物技術の将来像／澤野清志	(10)	767
摩擦攪拌接合 (FSW) の最近の動向／稲垣正寿、平野 聡、岡本和孝、小田倉富夫、益富和人	(10)	773
車体軽量化のための自動車用薄鋼板の動向／高橋 学	(11)	870

【入門講座】

メスバウアー分光法／藤田英一	(1)	24
----------------	-----	----

【入門講座／圧延理論入門】

1 2次元圧延理論／戸澤康壽	(2)	89
2 混合摩擦域の圧延理論／玉野敏隆	(3)	160

- 3 板プロフィール解析のための3次元圧延理論-1:
2次元理論の拡張による圧延解析モデル/松本紘美
.....(4) 273
- 4 板プロフィール解析のための3次元圧延理論-2:
板幅方向への塑性流動を考慮した3次元板圧延理論
/石川孝司.....(5) 336
- 5 連続圧延理論/鎌田正誠.....(6) 420
- 6 形鋼圧延解析のための3次元圧延理論と幅広がり
式/中島浩衛.....(9) 681
- 7 棒線圧延解析のための3次元圧延理論と幅広がり
式/浅川基男.....(10) 777
- 8 管材圧延解析のための3次元圧延理論/三原 豊、
吉村英徳.....(11) 878

【鉄の歴史/鉄の人物史】

- 12 服部 漸/下村泰人、松尾宗次.....(1) 32
- 13 和田維四郎/松尾宗次、清水憲一.....(10) 781

【鉄の歴史/私見・鉄の歴史の周辺で】

- 8 砂鉄連鎖の技術世界/佐藤 進.....(3) 172
- 9 種子島の製鉄の歴史/鮫嶋安豊.....(5) 343

【鉄の歴史/海外技術の吸収と日本鉄鋼業の発展】

- 1 継目無鋼管製造技術-プラグミル法関連-/松木
則夫.....(2) 100
- 2 継目無鋼管製造にマンドレルミル圧延法の導入/
宇多小路勝.....(3) 166
- 3 オープンコイル焼鈍方式(OCA)から定置式コ
イル焼鈍方式(UAD)まで/佐藤益弘.....(4) 279
- 4 戦後の高炉技術の導入とその背景/中村直人.....(6) 428
- 5 高炉の高圧操業/山田龍男.....(7) 555
- 6 機器分析の導入/岩田英夫.....(9) 692

【解説】

- チタン製錬プロセスの最近の話題/岡部 徹、二上
 菱、小野勝敏.....(1) 39
- 水溶性ガラスが藻類を増殖させる/綿貫 啓、齋木正
 道、先納靖隆.....(2) 111
- プラズマ回転電極法で作製した急冷 $Ti_{50}Al_{45}Mo_5$ 合金粉
末の微細組織形成/桑野範之、波多 聰、沖 憲典
.....(5) 351
- 高純度材料分析のための分離化学/平出正孝.....(6) 436
- 油井管の研究開発から標準化への流れ/奈良好啓.....(9) 699
- 材料電磁プロセッシング/浅井滋生.....(9) 706
- フローインジェクション分析(FIA)システムの鉄鋼
関連分析への応用/山根 兵、吉川裕泰.....(10) 792
- 鉄も超伝導に/清水克哉.....(11) 884

【アラカルト】

- 鉄源を中心に見た世界鉄鋼業の将来とアジアにおける
日本鉄鋼業/王寺 睦満、西野 誠.....(3) 178
- 材料関係教室の学部卒業生、大学院修了生の進路調査
/全国大学材料関係教室協議会.....(6) 442

【ふえらむの窓】

- 第3回日仏セミナー-新世紀の材料電磁プロセッシングに
出席して/田川俊夫.....(1) 47
- Carnegie Mellon大学同窓会便り/邦武立郎.....(7) 562
- 「第5回鑄造・凝固プロセスのモデリング国際会議」
報告/野村宏之、前田安郭.....(8) 633
- Dr. Manfred Wolf Memorial Symposium に参加して

- /松宮 徹.....(8) 633
- 歴史に埋もれた製鉄所-中小坂製鉄所-/佐藤 駿.....(10) 801

【協会の活動から】

- 材料の組織と特性部会 科学技術振興調整費総合研究
第6回成果報告シンポジウム「構造材料の環境脆化
における水素の機能に関する研究」報告/高井健一(1) 48
- 評価・分析・解析部会 第3回金属分析技術セミナー
報告/小熊幸一.....(1) 49
- 高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム 平成
13年度秋季講演大会討論会「製鋼プロセスを変革す
る新しいセンシング技術」報告/川本正幸.....(1) 50
- 社会鉄鋼工学部会 2001年秋季講演大会「我が国初の一
貫製鉄所操業開始100年」記念シンポジウム報告
/寺島慶一、丸川雄浄.....(1) 50
- 創形創質工学部会 鋳鍛造品工学フォーラム主催日本
鋳鍛鋼会共催 平成13年度研究会・見学会報告/溝
口庄三.....(1) 52
- ふえらむ読者アンケート集計結果のご報告/会報委員
会.....(2) 117
- IFAC MMM2001国際会議報告/内田健康.....(2) 118
- 材料の組織と特性部会 超微細粒鋼国際シンポジウム
(ISUGS2001)を終えて/高木節雄.....(2) 119
- 材料の組織と特性部会 科学技術振興調整費総合研究
第7回成果報告シンポジウム「構造材料の環境脆化
における水素の機能に関する研究」報告/高井健一
.....(2) 120
- 異業種交流セミナー「材料と環境シリーズ」-これか
らの日本のエネルギー動向と鉄鋼材料-開催報告/
中村 崇.....(2) 121
- 第143回春季講演大会を迎えて/友田 陽.....(3) 185
- 平成13年度鉄鋼関連事業助成給付事業実施報告「ステ
ンレス鋼板を用いたYAGレーザ加工体験実習」/
長坂明彦.....(3) 186
- 平成13年度鉄鋼関連事業助成給付事業実施報告「奈良
時代のシャフト型-製錬炉の遺跡完全復元実験」/
羽場睦美.....(3) 187
- 第4回日本鉄鋼協会・日本鋼構造協会合同シンポジウ
ム鉄鋼材料と鋼構造に関するシンポジウム「溶接を
超えるボルト接合-その課題と期待-」開催報告/
武田鐵治郎.....(3) 188
- 第175・176回西山記念技術講座「鉄鋼材料の加工・利
用技術-鉄鋼材料の特性・機能を最大限に生かす」
実施報告/板谷 宏.....(3) 189
- 第9回鉄鋼工学アドバンスセミナー実施報告/荒木
健治.....(3) 189
- 第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「反応拡散を
利用した傾斜機能被膜法の開発」/友田 陽.....(4) 287
- 第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「新しい有機
溶媒系溶解法による超耐熱合金中サブスケールの3
次元成長形態の観察」/草間清志.....(4) 287
- 第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「鍍金した鉄
における界面構造とその変形挙動および密着性に及
ぼす効果」/仲井清真.....(4) 288
- 第9回日本-中国鉄鋼学会会議報告/工藤昌行.....(4) 289
- 第48回白石記念講座「情報通信の発展と鉄鋼e-コマー
スの展開-電子商取引で鉄鋼製品の品質・特性がい
かに変わるか」実施報告/阪口泰彦.....(4) 290
- 材料の組織と特性部会セミナー「技術者のための鉄鋼
材料入門」実施報告/友田 陽.....(5) 357
- 高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム平成13

年度第2回特別講演会「凝固過程における界面現象 ー特に介在物等の捕捉について」報告／中島敬治…	(5) 358
社会鉄鋼工学部会「鉄の歴史ーその技術と文化ー」フ ォーラム「鉄関連遺物の分析評価」研究会発足・第 1回講演会「出土した製鉄遺跡・遺物の分析評価法 の確立をめざして」報告／天辰正義…	(5) 358
異業種交流セミナー「材料と機能シリーズ」ーポーラ ス金属の21世紀革新的材料への応用ー開催報告／中 嶋英雄…	(5) 359
第9回鉄鋼工学アドバンスセミナーに参加して／栗 田泰司…	(5) 360
第9回鉄鋼工学アドバンスセミナー製鋼コースを受 講して／中村正信…	(5) 360
第9回鉄鋼工学アドバンスセミナーの研修を振り返 って／古田明仁…	(5) 360
第9回鉄鋼工学アドバンスセミナー材料コース受講 の感想／井上宜治…	(5) 361
第143回春季講演大会を終えて／板谷 宏 …	(6) 446
育成委員会第5回ヤングサイエンティストフォーラム 実施報告／梶谷敏之…	(6) 447
高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム「不均 質核生成を利用した凝固組織の予測と制御」報告／ 中島敬治、小関敬彦…	(6) 448
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「Fe-Ni-Si基 系形状記憶合金の開発」／貝沼亮介…	(6) 449
第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「連続铸造用 モールドフラックスの動的熱伝導率測定」／柏谷悦 章…	(6) 449
第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「広温度域に わたるコークスのガス化反応性と強度変化」／川上 正博…	(6) 450
第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「非対称圧延 による鋼板の集合組織制御」／左海哲夫…	(6) 451
第8回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「連続铸造用 フラックスの熱力学と熱物性」／福山博之…	(6) 452
社会鉄鋼工学部会「鉄の歴史その技術と文化フォーラ ム」第3回公開研究発表会報告／吉田利江…	(7) 562
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「反応熱蓄熱 法を利用する中高温度熱回収の研究」／八木 順一 郎…	(7) 563
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「高窒素ステ ンレス鋼の溶接における窒素の挙動」／佐藤 裕…	(7) 563
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「超微細粒組 織を有する炭素鋼の相変態挙動に関する研究」／飛 鷹秀幸…	(7) 564
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「ストリッピ ング分析法を利用した簡易な高感度鉄鋼化学分析技 術の開発」／田中龍彦…	(7) 565
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「水蒸気によ る鉄鋼材料の酸化促進機構とその抑制」／黒川一哉 …	(7) 565
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「遊星鑄込み 成形法による金属ーセラミックス系傾斜機能パイプ の作製に関する基礎研究」／小林弘旺…	(7) 566
JABEE技術者教育プログラム審査員研修会ー材料分 野、地球・資源分野ー開催報告／井口泰孝…	(8) 634
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「疲労損傷初 期過程の解明および微視組織制御による疲労強度の 改善」／阿部英嗣…	(8) 635
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「湯面下凝固	

法によるオシレーションマーク深さの低減に関する 基礎的研究」／工藤昌行…	(8) 636
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「TRIP効果 と加工熱処理を併用した良成形性超高強度TRIP熱 延鋼板の開発とその衝撃特性」／杉本公一…	(8) 637
創形創質工学部会 第7回鋼構成品工学フォーラム 「メガフロートの製造と将来展望」開催報告／武田 鐵治郎…	(9) 711
第1回日豪ワークショップ (Fuwa-Ward Symposium) 報告／川上正博…	(9) 711
高温プロセス部会 ノーベルプロセッシングフォーラ ム主催「最近の炭素系材料の展開」講演会報告／佐々木康…	(9) 712
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「焼結鉄のガ ス還元・軟化・溶融還元に至る反応挙動の解明と超 高被還元性焼結鉄の開発」／碓井建夫…	(9) 712
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「Fe-Cr, Fe- Cr-Ni合金鋼およびステンレス鋼の高温・初期酸化 反応に関する研究」／佐伯 功…	(9) 713
第9回鉄鋼研究振興助成受給者研究報告「ベイズ推定 とニューラルネットワークの組み合わせによる鉄鋼 材料の溶接部の特性評価」／藤井英俊…	(9) 714
第144回秋季講演大会に寄せて／板谷 宏 …	(10) 802
第144回秋季講演大会会場周辺のご案内／田中敏宏 …	(10) 802
第49・50回白石記念講座「競合素材の最近の進歩と開 発動向」実施報告／兵藤知明…	(10) 803
計測・制御・システム工学部会シンポジウム「最新の 非接触超音波計測・検査技術」報告／飯塚幸理…	(10) 804
異業種交流セミナー「材料と機能シリーズ」自己修復 材料の開発動向開催報告／宮崎修一…	(10) 804
計測・制御・システム工学部会「鉄鋼生産・運用・物 流計画問題のモデリングと最適化」研究会の活動を 終えて／田村坦之…	(11) 888
第28回鉄鋼工学セミナー実施報告／三浦隆利…	(11) 888
評価・分析・解析部会セミナー「鋼中微量元素機器分 析シリーズ」報告／我妻和明…	(11) 889
高温プロセス部会 凝固・組織形成フォーラム・創形 創質工学部会 鑄鍛品工学フォーラム合同研究会 「非鉄も含めた連続鑄造の現状と課題」報告／江阪 久雄…	(11) 890

【会長挨拶】

会長就任にあたって／牧正志…	(6) 407
----------------	---------

【展示会情報】

冬の展示会情報…	(1) 46
春の展示会情報…	(4) 285
夏の展示会情報…	(7) 561
秋の展示会情報…	(10) 799

【正誤表】

お詫びと訂正／鉄鋼便覧予約注文方法…	(2) 141
お詫びと訂正／入門講座記事Vol.7 No.2 …	(3) 201
お詫びと訂正／鉄鋼生産技術のあゆみVol.7 No.5 …	(6) 476
お詫びと訂正／鉄の歴史記事Vol.7 No.6 …	(8) 654

【付録】

第143回春季講演大会プログラム
第144回秋季講演大会プログラム

ふらむ Vol.7 No.12 広告目次

表2 (株)いけうち ノズル		後2 (株)協会通信社 広告案内
前1 富士電波工機(株) 試験装置他	後1 本誌広告目次	表3 ノズルネットワーク(株)
2 住友金属テクノロジー(株)	(株)セイシン企業 パウダー	ノズル
試料分析サービス	2 (株)大同分析リサーチ 試験分析サービス	表4 (株)堀場製作所 分析装置

本誌広告取扱 (株)協会通信社 TEL.03-3571-8291 / (株)共栄通信社 TEL.03-3572-3381 / (株)スノウ TEL.03-5282-3944
FAX.03-3571-8293 FAX.03-3572-3590 FAX.03-3219-3946

長期にわたる 防錆・防蝕・耐衝撃性・耐摩耗性

リサイクルPETコーティング用粉体塗料 SK-RP パウダー

<特長>

- 強靱な塗膜が得られるため、耐摩耗性、耐衝撃性に優れ重防蝕用途に優れた効果を発揮します。
- 使用済PETボトルを主原料（製品の80%）としているため環境保護に役立ちます。

（米国特許取得）

<日本、EU、韓国、中国出願中>

その他、各種粉粒体の受託加工も承ります。

お問合せ、資料のご請求は下記まで

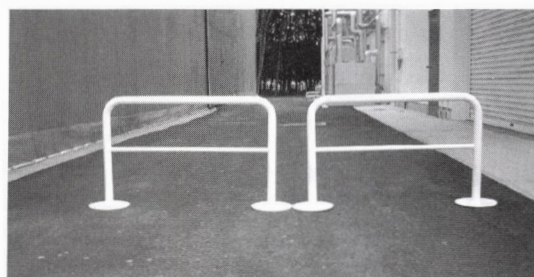


粉粒体機械総合メーカー

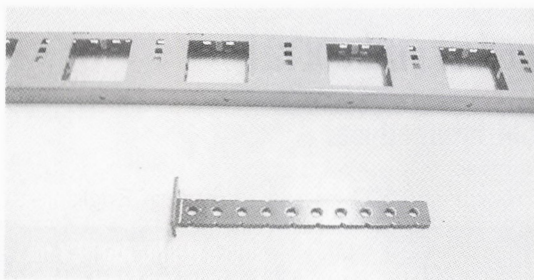
株式会社セイシン企業

素材加工事業部今市営業課

〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5-27-7 日本プランズウィックビル4F
電話 (03)3350-5771 FAX (03)3350-5779・(03)3350-5860(営業部)
URL <http://www.betterseishin.co.jp>



ガードパイプ類、地中埋設管等



ケーブルサポート、電設関係部品等

分析・試験・調査

大同特殊鋼グループの
蓄積された技術とノウハウで、
材料開発・品質管理のための
調査および解析データを提供。

材料解析

各種材料の
破断原因調査

環境分析

産業廃棄物の分析
工場排水の測定

化学成分分析

鉄鋼、非鉄金属の
成分分析

機械試験

各種材料の強度・
靱延性の試験

腐食試験

金属、ステンレス等の
沸騰試験腐食試験



株式会社 大同分析リサーチ
DAIDO BUNSEKI RESEARCH, INC. ; DBR

〒457-8545 名古屋市南区大同町2丁目30番地 大同特殊鋼株式会社技術開発研究所内

TEL 052-611-9434-8547 FAX 052-611-9948

詳しくはホームページまで

<http://www.daido.co.jp/dbr/index.html>

ご意見・ご感想等はメールで

E-MAIL: webmaster_dbr@daido.co.jp

*Please allow us to advertise
your excellent products and technology.*

ふえらむ

ferrum

Bulletin of The Iron and Steel Institute of Japan

Monthly.

Circulation: 11,000 Copies. Written in Japanese.

鉄と鋼

TETSU-TO-HAGANE

Monthly.

Circulation: 3,000 Copies. Written in Japanese.

ISIJ International

ISIJ International

Monthly.

Circulation: 5,500 Copies. Written in English.

日本鉄鋼協会講演論文集

材料とプロセス

Report of the ISIJ Meeting

Current Advances in Materials and Processes

Spring: No. 1, 2, 3. Autumn: No. 4, 5, 6.

Circulation: 3,000 Copies each. Written in Japanese.

For more Information,
Write or Facsimile.

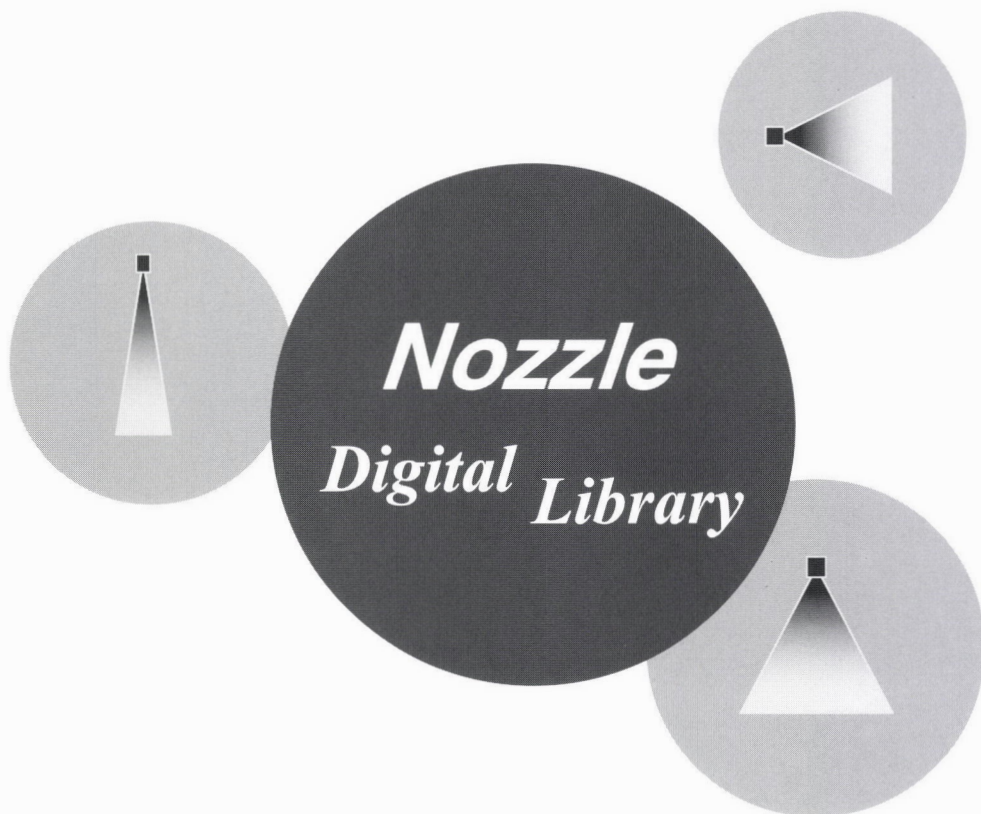
ADVERTISING AGENCY for
The Iron and Steel Institute of Japan
KYOKAITSUSHINSHA CO., LTD.

3-13, GINZA 7 CHOME CHUO-KU,
TOKYO 104-0061 JAPAN
Tel. 03-3571-8291 • Fax. 03-3571-8293

——— 待望のインターネットサービス 遂に完成 ———

New! 世界ノズル検索システム

ノズル検索数値 700 万件 搭載のデータベース



MR.NONET

まもなくサービス開始!

<http://nrs.nozzle-network.com/>

「世界ノズル検索システム」とは?

世界のノズルがインターネットで検索できるシステムです。

ノズルは世界のあらゆる産業で主要な部品として使用されています。弊社が初めて開発したこのシステムで、より適切なノズル選定ができるようになりました。データベースには世界のノズルメーカー20社のカタログ延べ2,800ページの画像と、そのカタログに掲載されている約10万種類以上にも及ぶノズル製品、付属品、関連装置とノズルデータ数値等700万件もの膨大なノズル情報が登録されており、従来、印刷カタログで数時間かけて検索していた作業が、このシステムを使えば、わずか数十秒で検索が可能になりました。

このシステムは中小企業庁/中小企業創造活動促進法及び兵庫県新産業創造プログラムの開発認定事業です。(特許出願中)

[データベース登録ノズルメーカー]

BETE FOG NOZZLE, INC./ DELAVAN LTD./ Hago Mfg. Co., Inc./ LECHLER GmbH+Co. KG/ Monarch/
SPRAYING SYSTEMS Co./ Toftejorg/ アトマックス/
イーグルパーツ(株)/ 株式会社けうち/ 株式会社大阪空気機械製作所/
オオサワ&カンパニー/ 有香組製作所/ 株式会社キクチ/
コーテック(株)/ スプレーイングシステムジャパン(株)/ 株式会社ニクラ/
扶桑精機(株)/ 八洲興業販売(株)/ ヤマホ工業(株)
(アルファベット/50音順)



総合ノズルコンサルティング

Nozzle Network Co., Ltd.

ノズルネットワーク株式会社 〒669-3309 兵庫県水上郡柏原町柏原766-1
TEL:0795-73-2300 FAX:0795-73-2301
<http://www.nozzle-network.com/> e-mail: info@nozzle-network.co.jp

測定結果の正確さ 簡単操作で豊富なラインナップ 金属分析に差をつけます

鉄鋼・非鉄金属・新素材・セラミックスなどの
品質チェック、研究開発に。

炭素・硫黄分析装置

EMIA シリーズ

EMIA-920V 炭素・硫黄同時分析
EMIA-921V 炭素分析
EMIA-922V 硫黄分析

NEW

酸素・窒素分析装置

水素分析装置

EMGA シリーズ

EMGA-620W 酸素・窒素同時分析
EMGA-621W 水素分析
EMGA-622W 窒素分析
EMGA-623W 酸素分析

NEW

最高分解能 0.005nm で高感度・高精度測定が可能。
Cl、Br などのハロゲン元素の分析も可能。

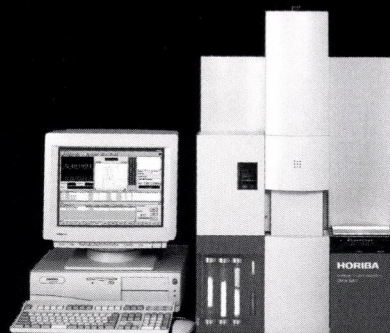
発光分光分析装置

JY/ICP シリーズ

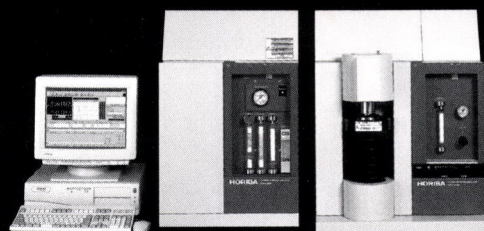
NEW

HORIBA

Explore the future



●写真は EMGA-920V です。



●写真は EMGA-620W です。



●JY/ICP シリーズは光学装置のトップメーカー、フランスのジョバン・イボン社製です。

詳しい資料・説明は、いますぐFAXで！ 資料請求FAX: 075-321-6621

株式会社堀場製作所 本社 〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町2 TEL(075)313-8121 ●仙台(022)308-7890 ●つくば(0298)56-0521
●東京(03)3861-8231 ●横浜(045)451-2091 ●名古屋(052)936-5781 ●大阪(06)6390-8011 ●広島(082)288-4433 ●福岡(092)472-5041

●製品の技術的なご相談をお受けします。 **カスタマーサポートセンター** フリーダイヤル 0120-37-6045

<http://www.horiba.co.jp> e-mail: info@horiba.co.jp

HORIBA GROUP

●海外事業所(18カ国) ●ABX社(仏) ●ホリバエステック社(米) ●ジョバンイボン社(仏) ●(株)堀場ジョバンイボン ●(株)エステック ●(株)コス ●(株)ホリバアイテック ●(株)堀場テクノサービス ●(株)堀場製作所