

© 1986 ISIJ

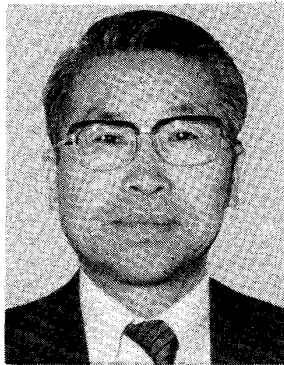


金属工学の現状と課題

大谷正康*

The Present Situation and Future Prospects of Metal Processing

Masayasu OHTANI



1. はじめに

このたび、栄ある西山賞を受賞し、たいへん有難く光栄に存じております。私を育ててくれました諸先生、諸先輩あるいは研究室で鋭意研究に励んでくれた研究室員、院生の方々のお蔭と感謝の念でいつばいでございます。

木下専務理事から講演題目を知らせて欲しいとの連絡を受けたとき、三つほど申し上げたところ専門分野ではなく、金属工学の展望という方が望ましいといわれ、つい引き受けてしまいました。ところが準備するにつれ、その難かしさがわかり、たいへんなことになったと気がきました。

そこで内容を二つに分けて、前半では専門として永年研究してきた高炉内の Si の挙動について、後半で題目に近いことに触れることとし、以下その趣旨に沿つてのべることにいたします。

2. 高炉内における Si 移行について¹⁾

Si は私の研究生活にとって終生の友といえる。昭和 21 年、当時の 東大第二工学部松下幸雄助教授の下で、「鉄鋼精錬への電気化学的研究」という魅力的な卒業論文テーマに取り組んだのち、的場幸雄教授のご指導を得るため仙台へ移つた私が最初に与えられたテーマがスラグからの Si 還元であつた。しかし、直接の指導教官であつた小出教授の他界により、その後は三本木教授の下で主に Fe-C 系融体の熱力学的研究に取り組むことになつた。その際、活量測定に電気化学的手法を導入したこと、さらに得られた多くの 3 元系データを整理する中で、相互作用係数と X 元素の原子番号との間に規則性を見出し得たことは幸運であつた。その後、米国ペンシルバニア大学へ留学し、GOKCEN 教授とともに溶銑の脱硫反応を電気化学的に解析する機会に恵まれ、SiO₂ 還元速度論に電気化学的解釈を与える契機となつた。

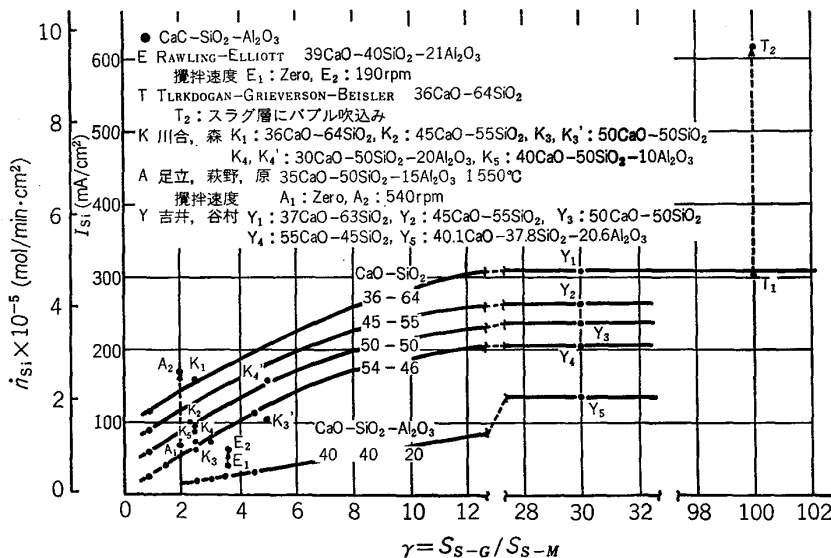


図 1 Si の還元速度と界面比 γ との関係 (1600°C)

昭和 61 年 4 月本会講演大会における西山賞受賞記念特別講演
昭和 61 年 5 月 9 日受付 (Received May 9, 1986)

* 東北大学名誉教授 (現: (株)神戸製鋼所顧問) 工博 (Professor emeritus, Tohoku University, Now Technical Adviser, Kobe Steel, Ltd., 1 Marunouchi Chiyoda-ku, Tokyo 100)

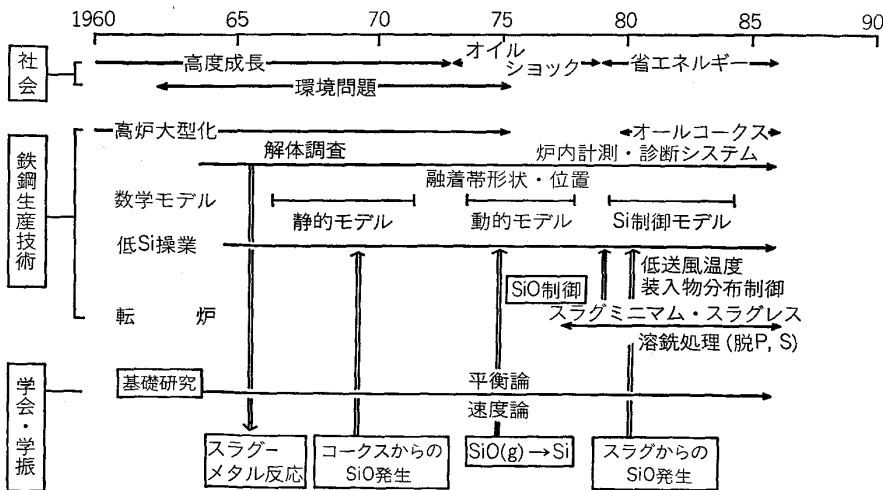


図 2 社会・鉄鋼生産技術などの変化

昭和 30 年代にスラグ-メタル間反応の速度論的研究が相ついで行われ、WARD, ELLIOTT らにより電気化学的解析も提起され、昭和 40 年前後はスラグ-メタル間の反応速度に関する研究は活況を呈した。この中であつて、研究者や、実験方法により SiO_2 の還元速度が大きく異なるという事実は、スラグ-黒鉛界面の寄与を電気化学的に検討することにより図 1 のように解釈されることに気付いた。これはなんとか他の研究者の結果も同列に評価したいという気持であり、今から考えると電気化学の専門家が赤面するほどの大胆な応用であつた。しかし、この解析はスラグ-メタル間反応の特性を理解し、後の溶銑の同時脱硫、脱りん反応への展開や、反応速度の上限を推定するなど応用面で役立つと考へている。

一方、昭和 40 年前後は図 2 にみるように日本はもちろん、世界的にも高度成長に拍車がかかつた時期であり、高炉が大型化し、数本のマンモス高炉を中心にした新鋭大型製鉄所が相ついで生産に入つた。

大型高炉の安定操業技術は最優先課題の一つであり、高炉各社は巨額の研究費を投じて高炉の解体調査を行い、死体解剖ながら融着帯構造の発見など数多くの新しい知見を見出し、操業技術の発展に役立つた。

これと相前後して、学振製鉄第 54 委員会でも高炉反応速度小委員会を発足させ、炉内反応の解明に着手した。

Si は古来、高炉の熱レベルの代表的指標として用いられていたが、大型高炉の低燃料比や、高出銑比操業あるいは燃料、水蒸気吹込みなど従来の枠を越えた操業により、 Si と、たとえば溶銑温度や理論火炎温度の関係が従来どおり、一義的關係に収まらなくなつてきたこと、および Si 値自身を低値に抑制するメリットが認められてきたことで、 Si に関する炉内反応の解析に大きな関心が寄せられてきた。

その中で、私共はスラグ-メタル間の反応解析結果から、速度論的にも、あるいは高炉スラグが FeO を常に

0.5% 程度含むという点で平衡論的にも、従来暗黙のうちにも認められていたスラグ-メタル間反応による Si 移行の機構に疑問をもつようになった。このような疑問を持つて、従来の文献を見直してみると、そこには SiO を経由するガス-スラグ-メタル反応による Si の移行機構を示唆する現象が幾つか見出される。ソ連の GOTLIB は「高炉製銑法の理論」(館充訳)の中で SiO の発生と、それを經由する Si 移行の可能性に言及しており、CNRM の試験高炉操業解析の報告でも SiO の可能性が指摘されている。身近な例では新日鉄八幡製鉄所技術研究所の児玉氏らが棚吊り現象の解明に関連して、 SiO や Mg の揮発を論じている。そこで、私どもの研究室で徳田博士グループは熱力学的に SiO 経由の可能性を検討し、これが Si の移行機構を考える上で十分に有力であることを確認した。東大生産研の館-金両氏らによる実験室的に SiO 経由の Si 移行を再現したことに力を得て、すでに同じ方向で研究を始めていた川崎製鉄榎谷博士を研究生として迎え、速度論的研究を系統的に進めるとともに、実際の高炉操業結果を SiO 経由の立場から見直す作業を行つた。ほぼ同時に進行していた日本鋼管の試験高炉操業結果が、学振の委員会に報告されたとき、その中の一枚の図(図 3)を見たとき、私たちは大いに興奮させられた。 Si と Mn の高さ方向の変化にそれぞれ認められるピークの位置がずれており、 Si の方が Mn よりも先にピークを示すという結果は SiO 経由の Si 反応機構によつてのみ理解される現象だつたからである。

こうして SiO 経由の Si 移行機構は現場の技術者にも関心をもたれ、現場操業結果の解析にも活用を試みられる試練を経て、現在では十分に足場を確立するに至つた。

以上、高炉内での SiO_2 の還元に関し、 SiO を介した反応が重要な役割を占めるという経緯を紹介したが、この中で幾つかの教訓が読み取れる。

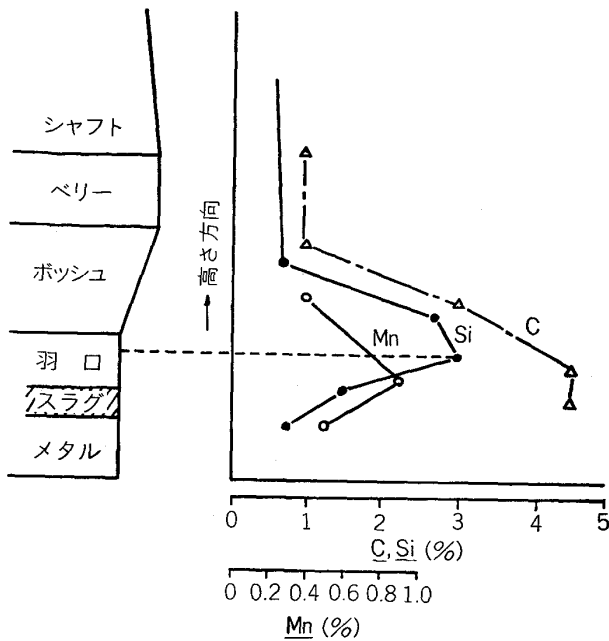


図 3 試験高炉の高さ方向の成分変化 (日本鋼管)

その第1は、従来 SiO 経由の可能性が認識されていたにもかかわらず、それが定性的な指摘に止まっていたものが、スラグ-メタル間反応説に対抗し得るだけの平衡論的あるいは速度論的データを基にした「説」に成長したこと。さらに主役にならざるを得ない駆動力は何であったか。これは超大型高炉の安定操業に始まり、省エネルギー、省コストの低 Si 操業追求という生産現場の強い要求を炉内現象の解明という正攻法により、究明しようとした科学的な姿勢にあつた点であろう。

その第2には、学会、学振を始め産・学交流の場が確保されていた点である。しかも交流を産・学共同の実を挙げるまでに発展させるには、企業の技術者を大学の研究者の中に送りこんで、生々しい問題意識を産・学間で切磋琢磨させた点である。昨今の鉄鋼業界のやり方を見ると、上述のような姿勢は崩れ、企業にとって未知の情報や、経験を修得させるためののみ、若い技術者を大学に送り込むという姿勢が見られる。将来、鉄鋼業界が他の業界に変身するための準備ということであればやむを得ないが、鉄鋼を本流とするつもりであるならば、

活気に満ちた技術を維持発展するにはやや心もとないように思われる。

そして第3は、既成の概念や手法に対して常に批判的に観察し、疑わしきはこれを育むという科学的な心を持ち続けることであろう。SiO 経由説にしても、当初はコークス中の SiO₂ を主体に考えたが、それだけではスラグ-メタル反応説をすべて葬るだけの説得力を持ってなかつた。しかし、スラグ中の SiO₂ が主要発生源と考えることにより、炉内の温度分布や、P_O₂ 分布の重要性への認識が深まる一方、スラグ-メタル反応自身もミクロ的には SiO を経由する総括反応とする考え方も提起されている。「説」が問題となるのは、それが生々しい現象を固定的に捉えるという状態になつた時であり、柔軟な目と心で「説」を育む姿勢が必要であろう。将来の金属工学の発展を展望する場合、このような体制や姿勢を是非堅持して欲しいと念願するものである。

3. 金属工学の現状と今後の課題

3.1 各種企業の現状

ある経済新聞に少壮の経済学者が、きたるべき社会についてつぎのように解説していた。「2001年における企業社会は情報化社会として成熟し、新産業革命が本格化している。遺伝子工学によるガン制圧は寿命を格段に延ばし、一方、ロボット化によつて製造業の就業者は労働人口のほぼ 10% まで減少し、ファインセラミックスや炭素繊維など新素材が旧来の素材を代替して、重工業の時代は終焉する。」たしかに世の中は新素材だ、ハイテクだと騒々しい。鉄、コンクリートあるいはガラスなど古い素材と昔ながらの技術がなければ、エレクトロニクスも情報産業もあらゆる先端産業は成り立たないのではないだろうか。

佐野幸吉先生²⁾による「日本の科学技術史上、最初に世界の一番手になつた鉄鋼技術の将来について」と題する貴重な論文が報告されているが、重厚長大を代表する鉄鋼業は世の流れに対応しつつ存続するという観点に立ち、資料を参考にしつつ解説する。

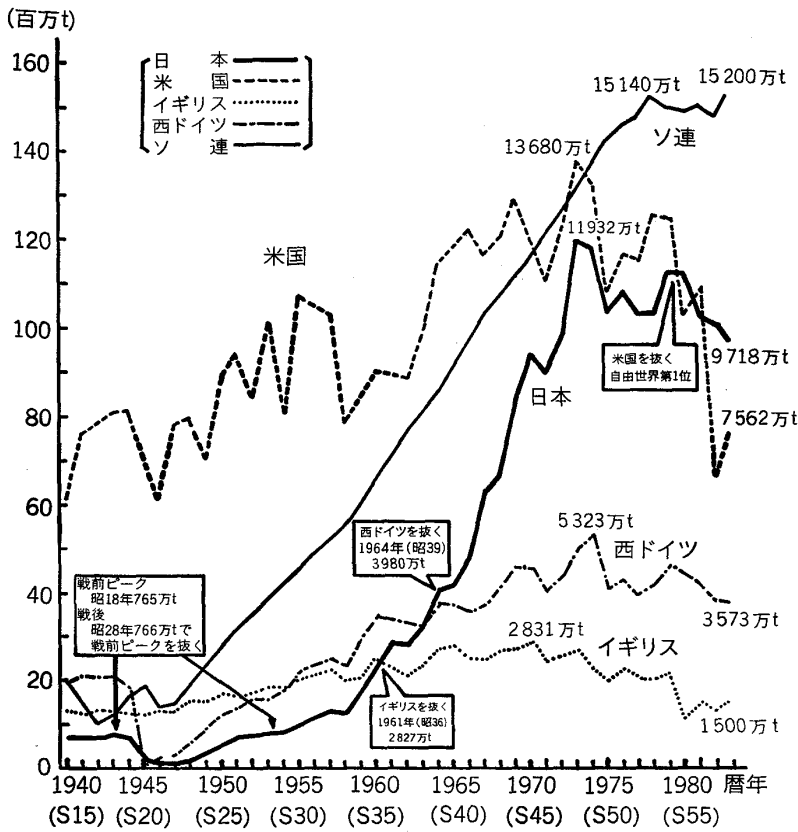
題目は金属工学と広くとつてあるが、筆者の専門分野が鉄鋼製錬であり、鉄鋼業を主体とする。

図4は世界の粗鋼生産推移を示すもので、1985年度

表 1 機関および鉄鋼専門家の鉄鋼需要見通し

(単位: 10⁶t)

年	機関, 専門家	地 域					
		USA	日本	EC	自由世界合計	共産圏	世界計
1985	AISI (白書)	155	81	130	593	317	910
	Mueller (論文)	155	85	125	576	320	896
	河野 (論文)				580	320	896
	Wienert (論文)						889
	Nijhawan (論文)						939
1990	AISI (白書)	162	92	139	665	363	1028
	Mueller (論文)	162	94	128	650	370	1020
	Wienert (論文)						1011
	Nijhawan (論文)						1106



出所：日本鉄鋼連盟「統計からみた日本鉄鋼業 100 年の歩み」等より作成

(参考) 世界の粗鋼生産推移 (単位：万 t)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
生産量	71 693	74 668	71 621	70 766	64 487	66 270	71 000

出所：IISI による

図 4 主要製鉄国の粗鋼生産推移 (1940~1983)

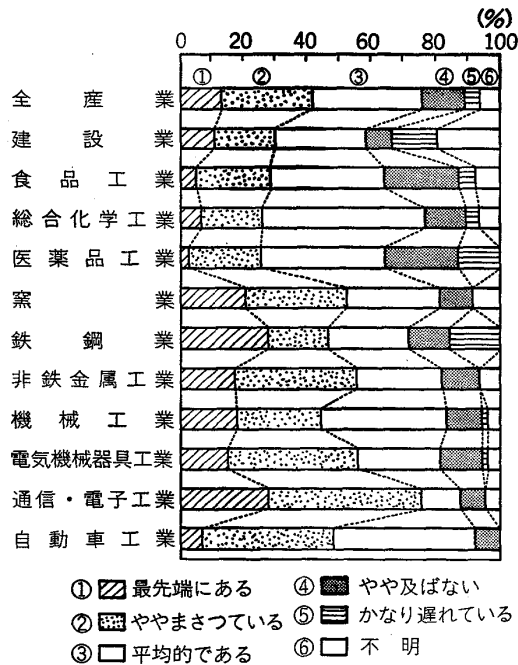


図 5 欧米企業と比較した業種別技術水準³⁾

の日本の生産高はやや上昇し、約1億 650 万 t である。これに反し、米国の減産が目目される。

機関および鉄鋼専門家の鉄鋼需要見通し量を表 1 に示す。若干の差はあるが、1985 年度は約 9 億 t、1990 年度は 10 億 t 程度を推測しているが、やや強目の予測と

考えられる。

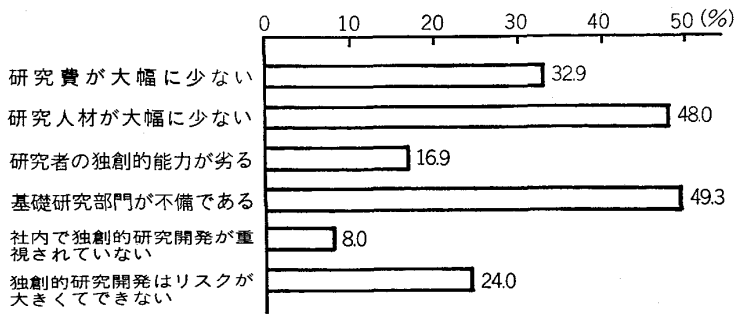
欧米企業と比較した業種別技術水準を図 5³⁾ に示す。鉄鋼業は「最先端にある」、「ややまさっている」を含め、50% で、通信・電子工業、非鉄金属工業などとともに水準が高いことがわかる。一方、やや及ばない、あるいはかなり遅れているが、30% 程度あり、今後のよりいつその研究推進が期待されるところである。

欧米と比較して劣る理由として、図 6 に示すような諸因が挙げられている。これは企業全般にわたる結果であるが、鉄鋼業は人材、研究費あるいは基礎研究などについては勝るとも劣るものではない。

基礎研究を推進してゆく上での重点項目を示したものが図 7 である。研究者が大学、国あるいは公立試験研究機関などとの交流により、資質の向上を図る、共同研究を強化する項目がきわめて高く、今後ますます高度化、複雑化する学問、技術の流れに対応するための産・官・学の関係の必要性がうかがわれる。この問題点について 2 章で触れた。

3.2 研究費

研究費総額は研究活動の動向を知るさいの主要指標の一つである。図 8 に主要国における研究費の推移を示す。我が国の昭和 58 年度の研究費総額は 6 兆 5037 億円、昭和 59 年度は 7 兆 8939 億円と急増している。このうち、自然科学部門の研究費は 7 兆 1765 億円と初めて 7 兆円を超えている。官・民の研究費の割合は約 22



注) 回答は二つまで選択可能

図 6 欧米企業と比較して技術開発力水準の劣る理由³⁾

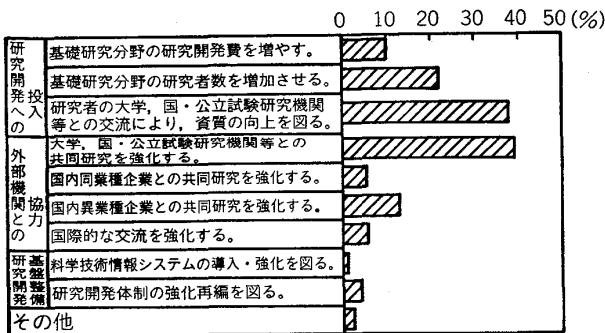
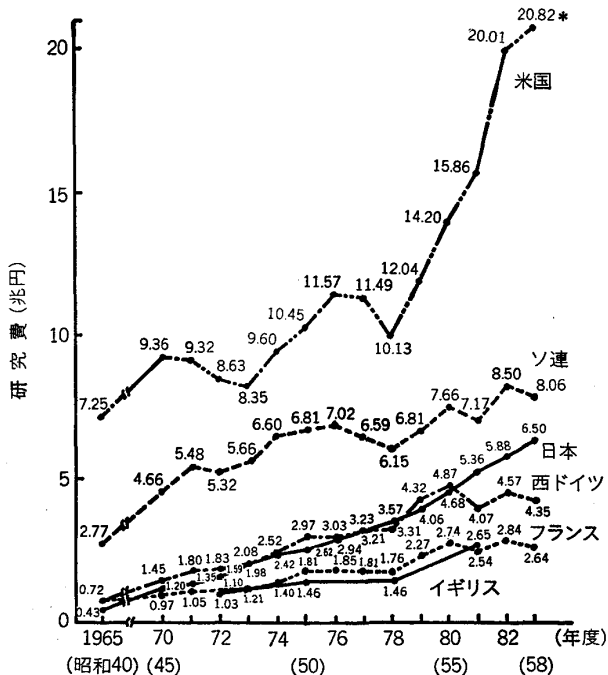


図 7 基礎研究を推進していく上での重点³⁾

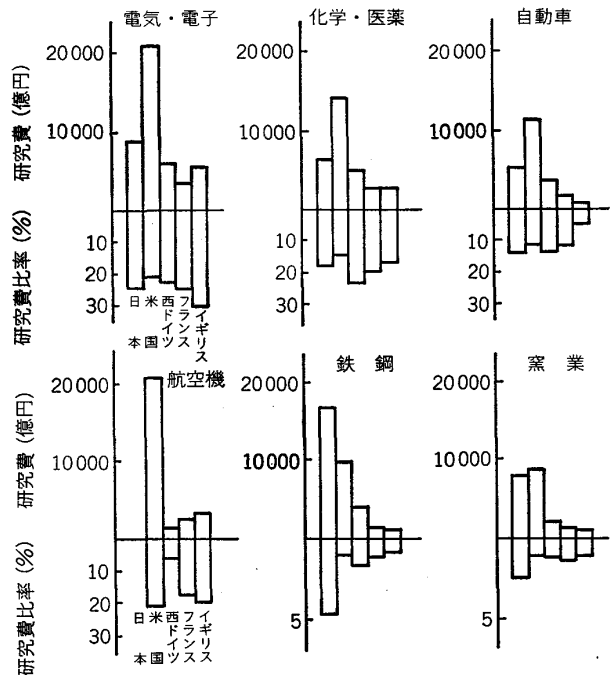


注) 1. 日本は自然科学のみ、その他の国は人文・社会科学を含む。
ただし、イギリスの 1981 年度は自然科学のみである。
2. * 印は推定値である。

図 8 主要国における研究費の推移³⁾

%, 78% で民間の研究費がきわめて高い。

先進 5 か国について業種別の研究費とその比率を示したものが図 9 である。鉄鋼はいずれの業種と比べて、他の 4 か国より高く、潜在的開発能力を含めて研究が活発に行われていることがわかる。基礎研究のウェイトが相



注) 研究費比率とは産業全体の研究費に占める当該業種の研究費のシェア (%) をいう。

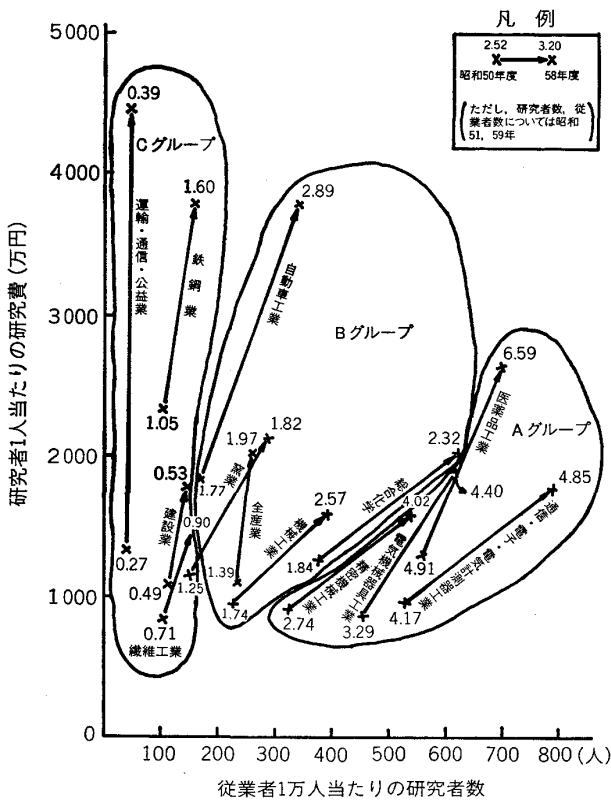
図 9 業種別の研究費とその比率³⁾

対的に高く、新たな展開のためのよりどころの一つを基礎方向に求めていることが注目される。

図 10 に研究費の対売上高比分析結果を示すが、業種により 3 群に区別されている。鉄鋼などの基礎素材型業種、繊維あるいは食品など生活産業型業種および通信などのサービス業種は C グループに属している。このように対売上高比は、一般には新しい技術への依存度の高い業種が高く、既成技術への依存度の高い業種、すなわち成熟技術部門ほど低くなっている。

また、対売上高比の内部構成で見た場合、研究者一人当たりの研究費は運輸、通信、公益、鉄鋼、自動車など装置依存度の高い業種が高く、対売上高比との関連性は薄い。従業員 1 万人当たりの研究者数では A グループは 500 人以上、B グループは 300~600 人、C グループは 200 人以下であり、研究費の対売上高比は研究者の全従業員に対する割合の高さと関連性が強くなっている。

これは、我が国の企業の場合、新技術への依存度が高



注) 1. 図中の数字は研究費の対売上高比 (%) である。
2. 会社のみで公社、公団等特殊法人は含まない。

図 10 研究費の対売上高比分析³⁾

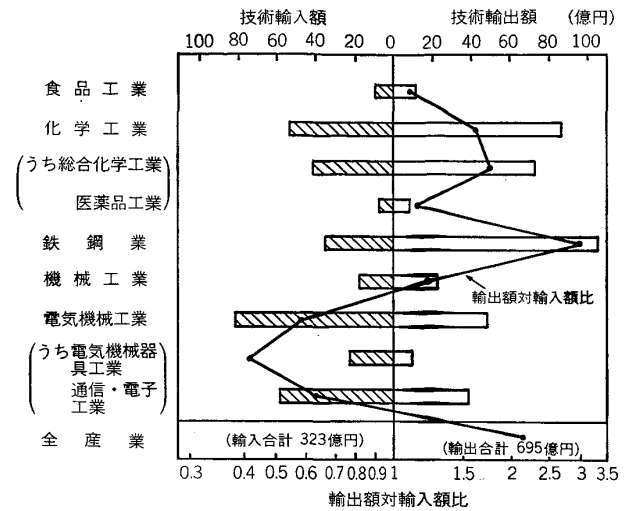


図 11 業種別新規契約分技術貿易³⁾

い業種ほど人に依存して研究開発を進めるとい構造を示している。

図 11 は業種別の新規契約分技術貿易を示す。技術貿易は技術のポテンシャルを表すもので、鉄鋼業は大幅の黒字である。これに対し、先端技術として毎日のように騒がれている電気、機械関連の技術貿易が極端に大きな赤字であることは注目値する。

3.3 鉄鋼材料の特性

表 2 に各種材料の特性比較を、表 3 に鉄鋼の材料特性

のポイントを示す。同表より鉄鋼は種々の長所を持ち、構造用材料として広く利用されているが、反面、耐食性、耐熱性および重さの点などで欠点を持つ。しかし、それぞれ対応策が考えられている。

各種材料の機能別価格を表 4 に示すが、金属材料のうちではアルミ合金、銅合金およびチタン合金に比べてその値はきわめて安価である。無機材料のセメント、有機材料の木材の低価格が注目される。いずれにしても鉄鋼の特性は優れており、マイクロアロイングを含む高品質化を目指す研究開発により、その材料としての地位は揺るぎないものと考えられる。

表 5 に各種材料のエネルギー原単位を示すが、非鉄、非金属ともに原単位は高く、ひいては価格が高くなることに対応し、鉄鋼材料の優位性がわかる。

3.4 米国における構造基盤の改修

1) 「老朽化する米国の社会資本」と題した和田憲昌氏⁴⁾による論文のアブストラクトをのべる。米国の道路延長距離は 1981 年に約 620 万 km (日本は 112 万

表 2 各種材料の特性比較

材料	特 性											
	比重	強度 kgf/mm ²	剛性 10 ³ kgf/mm ²	靱性 kg・m(室温)	耐食性	耐熱性	成型加工性	品質安定性	リサイクル	資源量	使用エネルギー	
金属材料	鉄	7.9	30~200	21	~30	○	< 1100°C	○	◎	○	◎	石炭、電力 電力、電力 電力、電力 石炭、電力
	アルミ合金	2.7	7~60	7	~6	◎	200	◎	○	◎		
	タングステン	4.5	30~120	11	~6	◎	900	◎	○	◎		
	鋼	8.9	20~70	12	~5	◎	> 600	◎	○	○		
無機材料	セメント	3.0	圧縮 ~4	2.5	×	◎	≧ 500	○	◎	—	◎	石炭 電力、石油 石油 電力
	コンクリート	2.4	圧縮 ~4	2.5	×	◎	≧ 500	○	◎	—	◎	
	セラミックス	1.5~5	圧縮 ~380	~50	×	◎	≦ 1600	○	×	—	◎	
	耐火物	2.5	—	—	×	◎	≦ 400 (大気中)	○	◎	○	◎	
有機材料	ガラス	2.5	—	—	×	◎	≦ 400 (大気中)	○	◎	○	◎	石油 電力
	炭素繊維	1.6~1.9	100~330	3~40	×	◎	1500 (真空中)	○	○	—	◎	
有機材料	木材	0.4~0.9	5~17	0.7	×	×	×	○	○	○	△	電力 石油 石油
	紙	0.9~1.8	3~8	0.3×1	×	×	≧ 310	◎	○	×	△	

表 3 鉄鋼の材料特性のポイント

長 所	短 所
(1) 構造材としての性能の長所 (強度+靱性の適当な組合せ) (2) 低価格(性能/価格) (3) 冶金的处理による性能改善の幅広さ (処理)…熱処理, 圧延, 合金 (改善される性能)…強度, 硬度, 靱性, 耐食性, 耐熱性, 磁性, 耐摩耗性, 溶接性, 被切削性 (4) 加工性(現場加工性, 工場加工性) 溶接性, 成型性(プレス・押出し), 被切削性, 寸法精度 (5) リサイクル性 磁力選別性, 無害性	(1) 耐食性 <対応策> 防食処理(塗覆装, めっき, 電気防食) 耐食性合金鋼 (2) 重さ(比重=7.9) <対応策> 強度向上→比強度(強度/比重)の向上 (3) 耐熱性 高温劣化限界 400°C 低温劣化限界 -40°C <対応策> { 耐火被覆 耐熱性合金鋼 ~1100°C 低温用合金鋼 ~-200°C }

表 4 各種材料の機能別価格

		重量当たり価格 円/kg	体積当たり価格 円/l	比強度換算価格円 (重量当たり価格÷比強度)	備 考
金属材料	鉄	94	743	18	比重 7.9 強度 41
	アルミ合金	770	2080	70	比重 2.7 強度 30
	銅	690	6140	255	比重 8.9 強度 24
	チタン合金	4000	18000	300	比重 4.5 強度 60
無機材料	セメント (コンクリート)	6	14	8	比重 2.3 強度 1.8 (生コン価格 13800円/m ³)
	セラミックス (ニューセラミックス)	7000	27300	72	比重 3.9 強度 380 (アルミナ)
	炭素繊維	15000	26100	93	比重 1.74 強度 280
有機材料	木材	175	70	14	比重 0.4 強度 5
	プラスチック (ポリプロピレン)	270	243	69	比重 0.9 強度 3.5

注: 価格は 1981 年末価格, 比強度=強度/比重

表 5 各種材料のエネルギー原単位

	資材エネルギー原単位 (kcal/kg)
鉄	4000
普通鋼鋼材	5200
特殊鋼鋼材	14300
非鉄	32400
Cu	28200
Al	43700
Ti	86200
非金属 (ガラス・ゴム 合成樹脂など)	21000
ビニロン	27900

km) で, 道路の建設と維持経費として年間 400 億 \$ を支出している. 永年の使用により道路が荒廃し, その改修が切実な問題である. 橋梁もまた同じである. 道路の荒廃は自動車の燃費として 10~30% 増となる. ちなみに, 平均 1% の燃費の増加は米国全体を通じて 10 億 \$ の損失となるといわれている.

Pittsburgh 地区の何か所かの橋が損傷しており, 出入りの車両が回り道をしなければならない. それによる労賃の増大, 生産性の低下により U. S. Steel 社は年間 100 万 \$ 程度を余分に支出したと報ぜられている.

改修投資は今世紀中に 180 兆円と予測されており, 過去のデータから道路投資の 1 割が鋼材量と見積もられている.

社会資本の整備を怠れば, 経済全体の生産性に影響する. 加えて鉄鋼, セメントを始めいろいろな伝統的産業のバイタリティーを損う一要因ともなっている. 鉄鋼のよ

うな装置型産業はいつたん衰微すると立ち直りにくい. これは巨大な資本を要する産業の特性といわれている.

2) 米国鉄鋼業の現状と展望

米国鉄鋼業の構造改善に関し, 有名な経済学者 W. T. HOGAN 教授はつぎのようにのべている.

①粗鋼規模は 1990 年には 1 億 2000 万 t に縮少, ② 1990 年前に増強, 取替えを目的とした新規高炉の建設はない. ③電気炉鋼の能力は 1990 年には 5500~5700 万 t となる. 今後 10 年間, 米国の製造能力の約 1/2 を占めるだろう. しかし, この拡張を実現するには鉄くずの品質面の問題を解決する必要がある. ④設備の新設, 改造費が高いので, 設備投資は CC のような不可欠の設備及び企業のコスト低減, 省エネルギーと競争力維持はもちろん, 操業の維持に必要な設備に限定されよう. ⑤規模の拡大と生産品種の高級化というミニミルの傾向は続く. しかし, 広幅薄板, 冷延薄板, 大型形鋼, ぶりきなどの品種の仕上設備はミニミルにとっては高価すぎる. 限界があることを知らなければならない. ⑥一貫製鉄所では規模を縮小し, 生産品目を収益力のあるものに制限するところが多くなるだろう. ⑦雇用は過去 10 年間減少してきたが, 今後も制限され, 50 万人 (1973) → 30 万人以下 (1990) となる. ⑧大手一貫会社を巻き込んだ合併努力が一部で行われる. ⑨日本の対米投資急増を期待するのは現実的でない. 日本の鉄鋼会社の多くは能力削減と多角化をすすめているからであるとの提言が目

ひく。その他いろいろ解析しているが、鉄鋼界は最悪の時期を脱しつつあり、能力、人員が削減され、CC のような近代的設備投資が進んでおり、鉄鋼需要で増加すれば、鉄鋼会社は収益力を回復できると結んでいる。

3.5 将来の課題

今後の展望を考える場合、つぎの二つの方向が考えられる。すなわち、①学問の内在的発展の方向と、②社会のニーズへの対応の方向である。

3.5.1 学問の内在的発展の方向

これを細分化すると科学的認識の

- 1) 拡大………極端条件下のプロセス、物性探求
(例) 超高温, 超低温, 超高压, 超急冷, 超薄膜, 超真空
- 2) 理論化, 体系化
(例) 合金, 溶液理論, 状態図, データベースの整備, 理論化
- 3) 多様化, 複合化………境界領域の開拓
(例) 電子材料工学への金属工学手法の適用, 生物有機材料物質の金属分野への適用
などがあげられる。

3.5.2 社会のニーズへの対応の方向

つぎの項目が考えられる。

- 1) 新素材………機能の多様化
- 2) 新プロセス………高信頼性材料, 精錬技術の高水準化, (純度, 均質性, 制御性) 省エネルギー型プロセス, 省資本型プロセス, 難資源開発プロセス
- 3) 測定技術, センサー開発, (ロボット化を含む) 等
精錬技術の高水準化について, 特に電気炉鋼を例にとれば図 12 に示すように純度のよくない老廃スクラップの割合が多くなることが予測されており, 今後高品質の製品を生産するための研究を進めなければならない。

また、難処理資源開発プロセスを例にとれば、従来の方法では製錬できなかつたものでも、基礎研究の充実あるいは技術の飛躍的向上などにより、開発が可能となれば、それだけ資源が増加したことになる。

これら二つの方向と関連し、研究者はつぎに一例を示

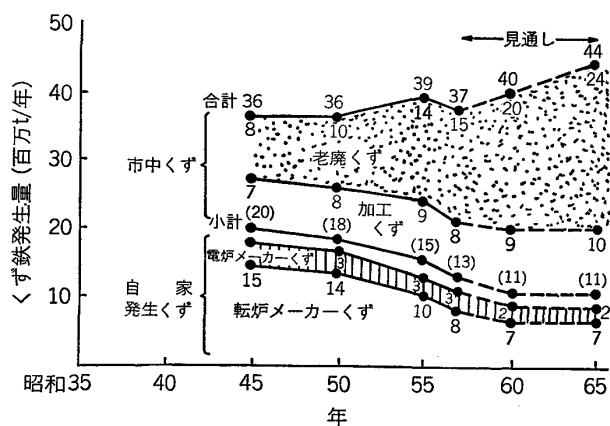


図 12 自家発生くずおよび市中くずの発生量の推移 (日本鋼管中研 川上公成氏より)

表 6 企業内諸部門の構成比

企業	部 門	構 成 比 (%)	
		(1984)	(1994)
A社	鉄 鋼 重工・船舶 新素材・新規事業	74	50
		26	25
		0	25
B社	鉄 鋼 エンジニアリング 軽合金・伸銅・新規事業	(1985) 52	(1989) 44
		30	36
		18	20
C社	鉄 鋼 エンジニアリング 新規事業	(1985) 90	(1990) 90
		10	10
		0	0

すがロマンを求めて独創性豊かな研究を続けてゆくであろう。

3.5.3 ロマン

- 1) 錆びない鉄
 - 2) 合金設計, 材料設計 CAD
 - 3) 耐火物を使わない精錬, 凝固………電磁冶金, Levitation 凝固
 - 4) 有機化合物の金属化, 金属水素
 - 5) 原子 order での精錬 (東大, 増子教授の提案) プラズマ利用, 質量分離法, 塩化物, 沃化物
- 最後に、各製鉄企業は新素材を含む新規事業にも力を注ぎつつ、多様化を進めている現状である。3社について将来の各分野の構成比の予測を表6に示した。同表中、C社は新規事業いずれもゼロとなっているが、5年の短期であることに基づく。

4. む す び

重厚長大の典型的な業種とされ、地盤沈下が懸念されている我が国の鉄鋼業は詳述したとおり、数々の優位性を持つており、産業構造が変化する中であつて、豊富かつ優秀な人材を活用し、省エネルギー、省力化を目的とした新しい技術革新をなすとげ、ファインセラミックス、炭素繊維あるいはアモルファスなどの新合金分野にも進出し、多様化を計りつつ「鉄を原点とし、鉄を超える」という某社の合言葉のように 21 世紀に向けて着実に進んでゆくものと考えられる。

終わりに東北大学選鉱製錬研究所の大森康男、徳田昌則両教授の温かいご支援があり、この稿ができたことを記して両教授に深謝の意を表す。

文 献

- 1) 例えば、芦塚正博, 徳田昌則, 大谷正康: 鉄と鋼, 54 (1968), p. 1446, 徳田昌則, 樋谷暢男, 大谷正康: 鉄と鋼, 58 (1972), p. 230, 樋谷暢男, 徳田昌則, 大谷正康: 鉄と鋼, 58 (1972), p. 1939
- 2) 佐野幸吉: 鉄と鋼, 72(1986), p. 506
- 3) 昭和 59 年, 60 年科学技術白書
- 4) 和田憲昌: 鉄鋼界 (1985 年 1 月), p. 62