

Volume 2
No.6 1997

(社)日本鉄鋼協会会報

ふえらむ

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

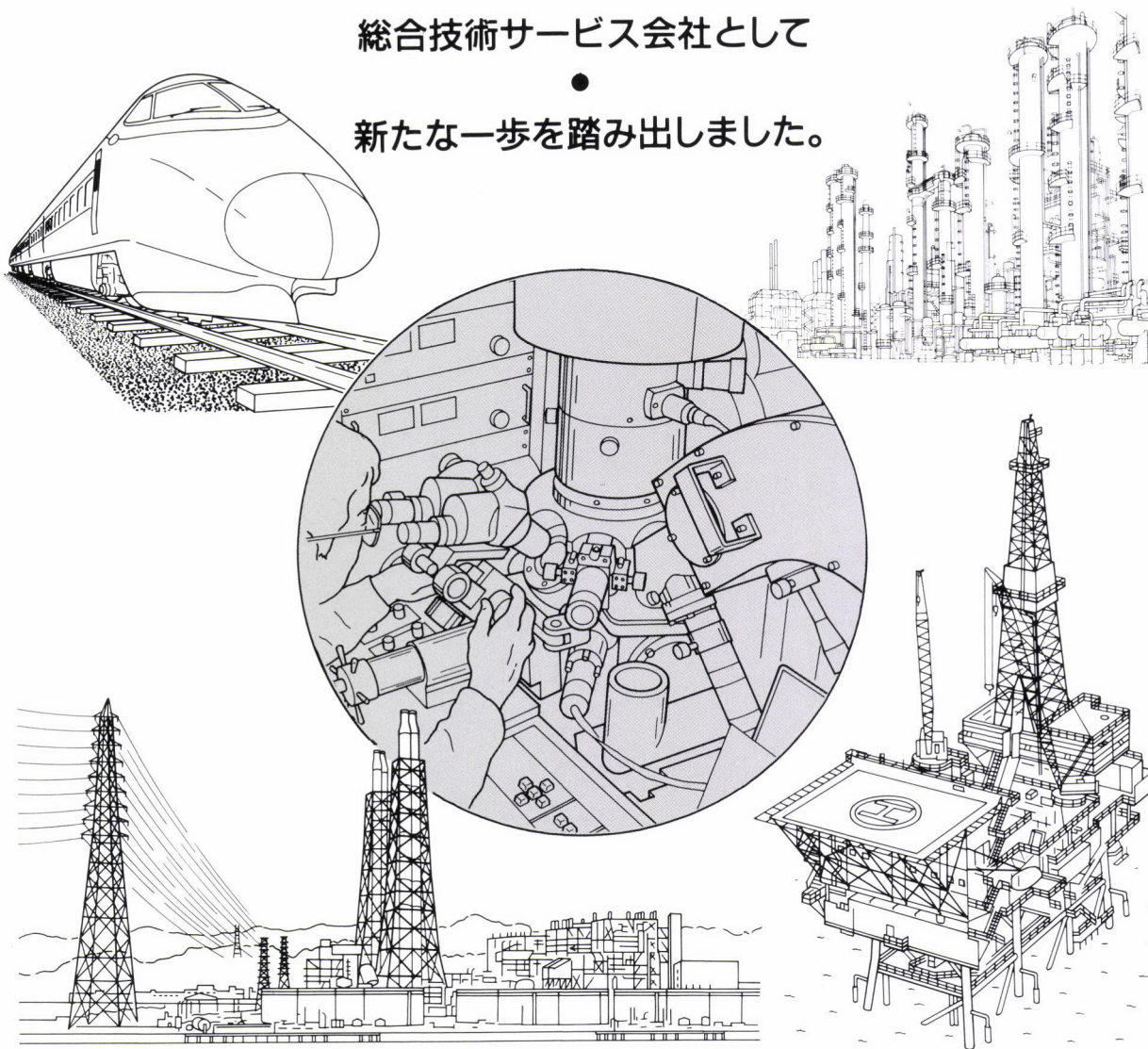
まだまだ拡がる

テクノロジーの未来

住友金属工業株の永年の技術と経験の蓄積をバックにした

●
総合技術サービス会社として

●
新たな一歩を踏み出しました。



住友金属テクノロジー株式会社

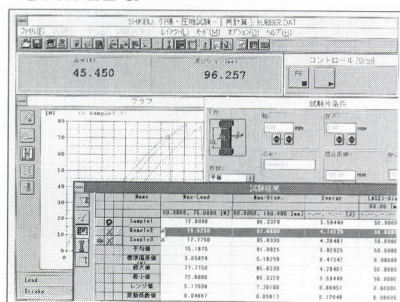
（受託研究事業部）	本社	〒660 尼崎市扶桑町1番8号	TEL.06-489-5779
（評価試験事業部）	（尼崎）	〒660 尼崎市東向島西之町1番地	TEL.06-411-7663
（分析技術部）	（大阪）	〒554 大阪市此花区島屋5丁目1番109号	TEL.06-466-6153
（和歌山事業部）		〒640 和歌山市湊1850番地	TEL.0734-51-2407
（小倉事業部）		〒803 北九州市小倉北区許斐町1番地	TEL.093-581-3289
（鹿島事業部）		〒314 茨城県鹿嶋市光3番地	TEL.0299-84-2557
（鉄道産機事業部）		〒554 大阪市此花区島屋5丁目1番109号	TEL.06-466-6176
（OCTG事業部）		〒660 尼崎市東海岸町21番地1号	TEL.06-409-1121

SHIMADZUSolutions for Science
since 1875

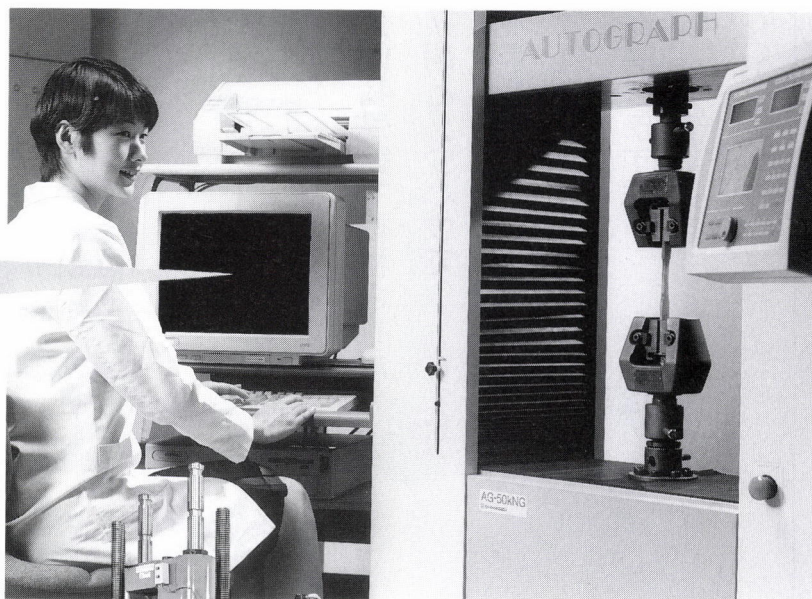
Windows®対応 材料試験システム

AG-GシリーズやUH-A, UH-Cシリーズと制御・データ処理ソフトウェアSHiKiBuとの融合により、さらに使い易い材料試験システムを実現しています。

SHiKiBu



- Windowsベースにより、楽しく容易に操作できます。
- 自由にレイアウトできるレポート機能を備えています。
- 再解析が簡単に行えるグラフ機能をもっています。
- アスキー形式保存による、各種アプリケーションへの展開が可能です。



島津万能試験機 UH-A, UH-C 形

- コンピュータ制御・油圧サーボ式による高精度な試験ができます。
- 荷重ひょう量自動切換機能を備えています。
- 回転しないねじ支柱で、安全性を向上しています。

コンピュータ計測制御式 精密万能試験機

島津オートグラフ AG-G 形シリーズ

- 荷重のオートキャリブレーション機能/オートゼロ機能付属
- フルオート荷重レンジ切換え機能付属
- 信頼の高剛性フレーム

※ Windows は米国マイクロソフト社の登録商標です。

⊕ 島津製作所

本社 京都市中京区西ノ京桑原町1

試験計測事業部 (075)823-1986

お問合せはもよりの営業所へ

● 東京 3219-5735 ● 大阪 373-6562 ● 札幌 205-5500
 ● 仙台 221-6231 ● 郡山 39-3790 ● つくば 51-8516
 ● 大宮 646-0082 ● 横浜 311-4106 ● 静岡 272-5600
 ● 名古屋 565-7551 ● 京都 811-8198 ● 神戸 331-9765
 ● 岡山 221-2511 ● 高松 34-3031 ● 広島 248-4316
 ● 福岡 271-0337

プロの目で お応えします。

大同特殊鋼で蓄積された
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
提供します。

材料解析

実施例／各種材料の
破断原因調査

腐食試験

実施例／金属、ステンレス等の
沸騰試薬腐食試験

分析調査

化学成分分析

実施例／鉄鋼、非鉄金属の
成分分析

環境分析

実施例／産業廃棄物の分析
工場排水の測定

大同特殊鋼グループの総合試験分析研究会社



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

〒457 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

E-MAIL: jshimogo@dbr.daido.co.jp

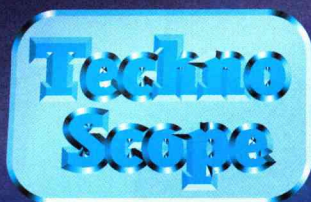
ふえらむ

Vol.2 (1997) No.6

C O N T E N T S

目 次

Techno Scope	地上 1000m に挑む超々高層の技術	2
話題のプロダクト	DVD(Digital Video Disc)	10
鉄の絶景	聳える鉄 ～北海道～	14
名誉会員からのメッセージ	生まれ変わる鉄鋼材料への期待 金属材料技術研究所顧問 荒木透	17
展 望	21世紀の日本鉄鋼業 第3回 21世紀の製鉄プロセスの展望 通商産業省基礎産業局製鉄課長 林明夫	19
	技術系図書出版の現状と今後の課題 (株)日鉄技術情報センター代表取締役社長 矢崎陽一	30
鉄の歴史	戦後復興・発展期における我が国鉄鋼製造技術史—技術編 底吹き転炉とマグネシア・カーボンレンガ 耐火物技術コンサルタント 森本忠志	37
解 説	製造業を支える溶接・接合技術の最近の進歩 新日本製鐵(株)技術開発本部フェロー 百合岡信孝	48
会員へのお知らせ		54



地上1000mに挑む 超々高層の技術

巨大な人工物であるビルの建設は、
とかく自然環境に対立するものとして
イメージされやすい。

ビル建設や都市開発とは、
木や森を伐って行うものであり、
魚、鳥、昆虫などといった、
人以外の小動物をそこから追い出す
傲慢な人間活動の一片だといった極論も
しばしば目にするところである。

ところがここへ来て

地上1,000mという巨大な構造物の実現が、
都市に緑を呼び戻しエネルギーを効率利用するために、
むしろ必要不可欠な技術であるとの提言が
専門家の間から出されている。

都市部の環境再生と

超々高層建築とを結び付ける論点とは、どこにあるのか、
また、山ほどの高さをもつ超々高層建築の実態とは
どんなものなのかを、追いかけてみた。

写真：地上1,000mのスペックを
もつ「スカイシティ1000」イメージ

超々高層縦型都市が表土を回復し、環境共存都市を実現する——？

超々高層が提示する新たな都市像

コンクリートとアスファルトで覆い尽くされた首都圏は、豊かな生物群が棲みつくことのできない砂漠と化しつつある。ヒートアイランド現象に代表されるように気候的にも砂漠化の様相を呈している。東京をはじめとする都市というものを、もう少し環境共生型のシステムに転換していくことはできないのか。こうした問題意識に対するひとつの解答として、都市施設を縦方向に集積させ表土を回復していく、という方法論が提示されている。現状賛否はあるものの、画期的ともいえるその論理と技術的な可能性にひとまず目を向けてみよう。

スプロールの解消に有望な超々高層の発想

都市問題のひとつの側面として、「スプロール現象」といわれるものがある。地表という地表を覆いつくして都市が増殖する様を表現した言葉である。東京は世界でも特にこのスプロール現象の悪影響が顕著な都市のひとつである。都市のスプロールは、さまざまな都市的弊害の根を形成する。

その第一として都市部の気温を上昇させる「ヒートアイランド現象」があげられる。ヒートアイランドとは直訳すれば「熱の島」。構造物やアスファルト道路に覆いつくされた場所で熱が逃げにくくなり、そこへ自動車や建物から排出される大量の熱が蓄熱されることによって都市部中心の気温が上昇し、赤外線画像で見ると、あたかも「熱の島」ようになる。都市が暑苦しいのは、気のせいなどではなく、れっきとした気象的な背景があるのである。

また第二にスプロールは都市の空気を停滞させ、その結果都市上空に「ダストドーム」と呼ばれるほこりとスモッグのドームを形成する。いまや首都圏の「ダストドーム」は半径50km圏にもおよび、都市部で発生した塵芥は周辺の、いわゆる郊外に降り注いでいる。50km圏といえば多摩のあたりまでが含まれるから、空気のよい好適な住環境を求めて都心の外周に住まいを求めても現状では無駄、というわけだ。ダストドームを小さくするには、間に風の通り道を空けてやる必要があるが、そのためにはかなり大きなグリーンベルトが必要になる。

さらに居住地が外へ外へと広がることで、通勤距離は長くなり、交通に要するエネルギーもより多く消費される。ごみの回収や流通その他、都市で消費されるエネルギーはスプロールが進めば進むほど、どんどん大きくなるのである。またどれだけ余分にエネルギーを消費しても、満員電車の中で失われる時間はもどってこない。

超々高層建築は、こうしたスプロール現象を核とする大都市的弊害を解決するための「縦型都市」として1980年代の後

半から登場してきた。なぜ、超々高層がスプロール対策になるのか？ 高層ビルの集積的なイメージは、むしろスプロールの密集イメージとオーバーラップしやすく、さらなる過密を助長するかの様な感さもあるのだが……。

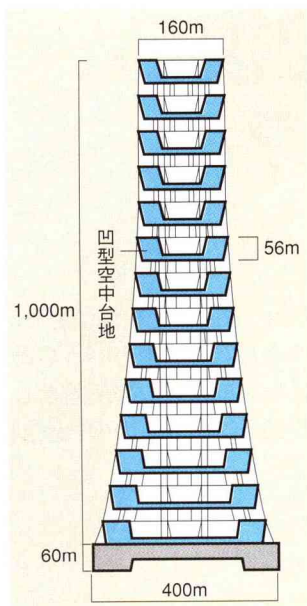
その解答は「縦型都市」というコンセプトにある。首都圏には高層ビルがびっしりと建っているかのようにイメージの中では描かれやすいが、実情はむしろ低層でびっしりと地面が覆われているというほうが正しい。都内の全建築物の平均をとると実は2階にも達していないのである。

極端な論ではあるが、都心部にグリーンベルトを復活させるには、都内の建物をすべて10階以上にしてしまえば可能だという。さすがにそれは非現実的といわざるをえないだろう。そこで都市的な高密度を縦方向に集積し、平面の上でコンクリートや建築物で覆われていない土地を回復しようというのが、「縦型都市」の発想である。

ほんの30年前までは、^{ふな}鮎や^{どじょう}泥鰌が棲む小川、バケツいっぱい^{じゃくし}オタマ杓子やザリガニの捕れる場所が、23区内にも確かにあった。^{がに}蜻蛉や^{とんぼ}甲虫もよく飛んできた。いまや^{ぼった}飛蝗の姿を探すことも難しくなった。東京の子どもたちにとって理科の教科書に出てくる生きものが、非日常の存在となって久しい。

生態系の破壊を嘆くばかりでは、事は解決しない。というのも地方の若者たちが^{とんぼ}蜻蛉や^{ぼった}飛蝗をすてて都会に出てくるのは、そこにもっと魅力的なもの—高密度で過剰な「文化」があるからだ。都市的な機能の重要性や魅力を無視して懐古的な感傷にひたるだけでは事態は解決しない。それでは都市のダイナミズムをこわさずに、しかも他の動植物、生態系とも共存していく方法はないのだろうか。

そのひとつの解答が都市を縦方向にまとめ、平面を解放してやる超々高層の発想である。むろん超々高層を建設しても、それらが無法に林立したのでは効果はない。その意味では法的な整備が並行して行われることが必須ではある。超々高層がそうした「共生」の思想を持てずに、高さの競争だけに終始す



「スカイシティ1000」の断面形状

るのであれば、環境的な負荷をいわずに大きくするばかりであることも予想され、両刃の剣といえなくはない。

「山をも凌ぐ高さ」を建設するという発想

ビルディングとして現在世界一の高さを誇るのは、昨年完工したマレーシアの「クアラルンプールシティセンター（ペトロナスタワー）」（452m）で、これまでの世界一だった米国のシアーズタワー（443m）を22年ぶりに抜くこととなった。現在着工されているものでは2001年完工目標の「上海ワールドフィナンシャルセンター」（460m）がやがて世界一の座を得ることになるが、やはり400m代にとどまる。有名なエンパイヤステートビル（381m）ができたのが1931年だから、ごく単純に考えれば65年かけてビルの高さは71m伸びたことになる。だが日本の大手ゼネコン各社が現在提案している超々高層ビルは、600m～800mと、さらにそこからひょっととびに数100mも高いものを目指している。首都圏周辺でこの高さに匹敵する場所を探すと、高尾山の海拔600m、筑波山の海拔876mという数字が見つかる。

いや高尾山や筑波山で驚くのは早い。1980年代後半にゼネコン各社から出されたプランの中には富士山をこえる超々高層建築のビジョンもあった。大成建設の「X-SEED 4000」はウレタン材を用いた浮体式の基礎の上に、地上4000mの円錐状の構造を持つ、建築というよりはマクロエンジニアリングによる巨大構造物だ。霊峰富士をも凌ぐというのだから、その規模の程が知れるだろう。「名称が示していますが、あれはひとつのビジョンを提示することで、いろいろな技術的シーズ（要素技術）を生み出していくことを目的にしていたんです」（大成建設設計第一部アーキテクト・松本哲弥氏）というのが、富士



「スカイシティ1000」スーパーカラム内側の空中台地（イメージ）

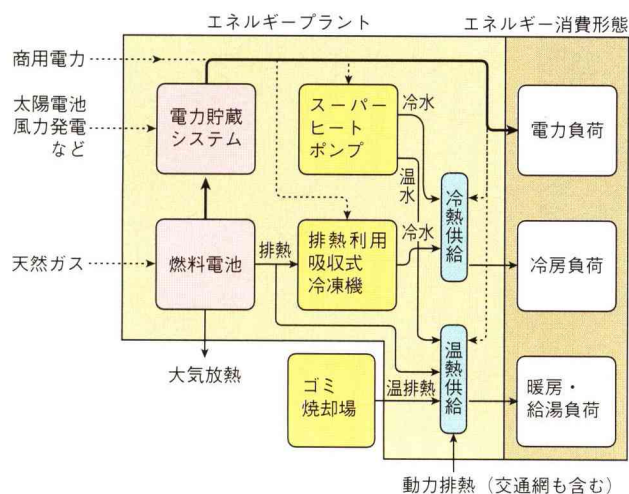
山よりも大きな建築とは、まさにセンセーショナルで刺激的なプランではある。

使用鋼材150万t、地上1000mの縦型都市

規模を地上1000mとして、実現への可能性を詳細に検討したのが、やはり1980年代後半に提案された竹中工務店の「スカイシティ1000」（屏写真）である。構造的にはスーパーカラムと呼ばれる巨大な支柱（上部6本、下部12本）に、14層からなる六角形の凹型人工地盤が乗せられたもので、それぞれの人工地盤は外気に対してオープンになっている。ビルを建てるというよりも、土地を建てるという感覚に近い。人工地盤の中央は植栽をほどこした広大なアトリウムとされ、直径は下部で300m（ビッグエッグがすっぽりと納まる広さ）。アトリウムを囲むようにオフィスや居住区などのサブコンストラクションが並ぶ。それぞれが10階建ての建物に匹敵する規模である。

全体のスケールとしては地上直径400m、最上部直径160m、延べ面積800haとなる。ここに35000人が住居を持ち、10万人が職場を持つ。ひとつの市に匹敵する規模である。

総工費は想定で4兆7000億円。仮に実現すれば中央リニア新幹線や第二東名・名神にも匹敵するプロジェクトになるわけだ。建築物として見た場合、坪単価は200万円となり、従来の超高層と比べても多少コスト高という感はあるのだが、交通機関・エネルギー・通信・水道などのインフラも含めた価格であることを考慮する必要があるという。「現行の法律では、公共の機関が手をつけられるのはビルの入り口までです。しかし、これだけ規模が大きくなれば、事実上の街ですから、通常の横のインフラのみだけでなく縦のインフラが公共施設の一部として認めてもらえればと考えています」（竹中工務店ニューフロンティアエンジニアリング本部・速水浩氏）。このいわゆる縦のインフラが公的な資金によって分担されれば、利用者の坪あた



自給率を高めた「スカイシティ1000」のエネルギーシステム概念図

りの負担は、さらに小さくできる可能性もあるわけだ。

完成した「スカイシティ1000」の総重量は600万t、建設に使われる鋼材は150万tにもおよぶ。トータルの工期は約14年と長い、低層部の完成した部分から供用することができるという。

エネルギー、水、ゴミを閉鎖系で処理

1994年、建設省の支援・協力を受けて、超々高層建築の可能性を検討するべく大手ゼネコン、エネルギー、鉄鋼、セメント、電機、建材など68法人による「ハイパービルディング研究会」が結成された。研究会は高さ1000m、延べ面積1000ha、耐用年数1000年という3つの1000を目標に掲げて13部会があらゆる角度から研究・分析を行った。高さ1000mという先の「スカイシティ1000」のスペックは、この「ハイパービルディング研究会」の目標にきわめて近いアウトラインを持っていたといえるだろう。「ハイパービルディング研究会」は昨年1996年まで活動し、約4000ページにわたる詳細な報告書を残している。

「ハイパービルディング研究会」でも「スカイシティ1000」構想でも盛り込まれた重要な要素のひとつに超々高層建築の「自立性」がある。都市にはエネルギー、水、ゴミといった問題がつきまとう。これらをできる限り自給自足として、トータルとしての環境への負荷を減らそうという発想である。

たとえば電力はコージェネレーションとすることで、外部からの電力供給を可能な限り減らす。コージェネレーションとは、使用する場所で発電をする使用地密着型の発電形態である。より具体的には自家発電設備を中心とするいくつかのシステムをイメージすればよいが、単に電気を得るだけではなく、発電による廃熱も使用地で効果的に利用できるため、エネルギー効率がきわめて高いのが特徴である。大規模発電所による集中

的な発電形態は、実のところかなりロスも大きい。発電所からの電力は高压線を作って長い距離を搬送しなくてはならないためその過程でのロスがあり、廃熱も発電所の所在地でしか発生しないため、効率的には利用しにくいといったことがあるからだ。また近年は発電所の建設用地の問題も出てきている。今後も伸び続ける電力需要対策としては、新たな大規模発電所をいくつも建てるよりは、コージェネレーション設備を持った設備を増やしていくことで、よりエネルギー効率の高いエネルギー自給ネットワークを育てていくべきだという見方もある。

コージェネレーションは、現在すでに大型のビルや工場などには採用され始めており、ガスタービンで発電機を回すシステムが主流として採用されているほか、一部に燃料電池が使われ始めている（燃料電池については本誌Vol.1 No.6の話題のプロジェクトで詳述）。「スカイシティ1000」の場合は、主に燃料電池を中心として、太陽光発電や風力発電なども補助的に取り入れていくことを考えているという。「スカイシティ1000」の場合、電力の自給率は46%と想定されている。外部の大規模発電所などから供給を受ける電力は約半分強になるわけだから、同じ規模の従来型都市を営んでいく場合と比較し、外部の発電所の数は約半分でいいことになる。

また都市部では日中と夜間の使用電力の差がきわめて大きい、超々高層では夜間揚水発電によって、その差を多少なりとも縮めることが可能になる。夜間揚水発電とは、電力使用量の少ない夜間にポンプを使って水を高層階に汲み上げておき、日中その位置エネルギーを使って水力発電をしようというものだ。山ほどの高さをもつ超々高層の特性を活かした方法だが、これによって昼間の電力ピークを補助してやることのできる。「電気は溜めておくことができないといわれていますが、この方法を使えばある程度できるわけです。需要の少ない夜間の電力を昼にシフトすることで発電所の数を少なくすることも可能になるはずです」ハイパービルディング研究会にも参加した鹿島建設設備設計部の田中英夫氏は力説する。

さらにコージェネレーションのガスタービンや燃料電池の廃熱は、給湯や空調に利用されるから、超々高層都市は、きわめてエネルギーの利用効率が高い街になることが期待される。また燃料電池は大気中の酸素を消費して水蒸気を排出するから、化石燃料を燃やす場合に比べて環境への負荷も小さくできると考えられている。

ゴミ処理や污水处理も、ビル内で完結して行う。徹底したリサイクル・システムにより不燃ゴミを資源化し、生ゴミは醗酵させてコンポスト（堆肥）化する。水の資源は雨水を貯溜して使用するほか、廃水は内部の浄化システムによって中水とし、水洗や噴水などに再利用する。さらに高度処理施設で上水にまで還元して再利用する。このシステムを用いれば、水資源の70%近くを単体で自給できるという。



地上600m、延床面積115万㎡の「HOLONIC TOWER 2010」

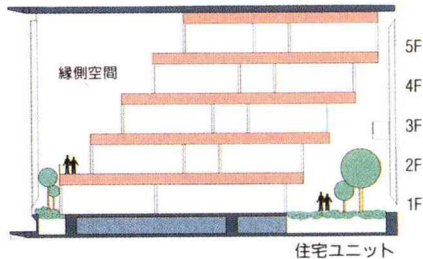
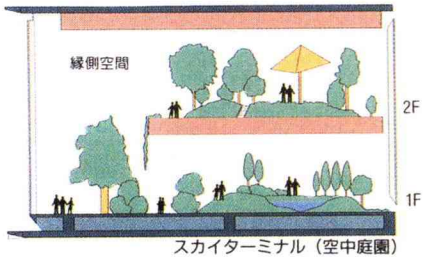
1000m へのステップとしての600m級超々高層

「スカイシティ1000」を提案した竹中工務店はその後1000mへの前段階として、既存技術で実現が可能と考えられる600m級の「HOLONIC TOWER 2010」のビジョンを打ち出した。興味深いのは同社がこの超々高層建築を「都市再生装置」と位置付けている点である。「スカイシティ1000」で展開された縦型都市による都市再生というビジョンがここにも引き継がれているというわけだ。名称の由来になっているホロンとは、ハンガリーの思想家アーサー・ケストラーが提案した概念で、上位システムの一部でありながらも同時に下位システムでもあるというようなヤヌスの（双面的）な性質をもつ要素であり、個でありながらも全体との調和を体現するというほどの意味合いがある。「これだけ大きくなると、これまでのビルのような集中管理は成り立たなくなってきました。そこで各ゾーンが自立的に機能しつつ、全体ともうまくつながってサポートしあえるような構造を考えていかなくてはなりません。そういった自立的な部分でありつつ全体と調和してシステムを構成していくような、ホロニックな構造の建築物を2010年の実現を目標に考えようという意味が名称に込められているわけです」（前出・速水氏）

「HOLONIC TOWER 2010」にはエネルギーや水の自給システムなど、超々高層建築としての新しいコンセプトが縦横に活かされているが、とりわけ特徴的なのは1ユニットの階高が20mという構造である。これまでの高層ビルでは階高はせいぜい3～4mというところだった。階高20mの空間は通常の5階分に区切ってフロアを設けてもいいし、そのままにして独創的な使用方法を考えてもいい。あえてこんな構造にしてあるのは、500年以上という耐用年数を想定しているためである。500年の耐



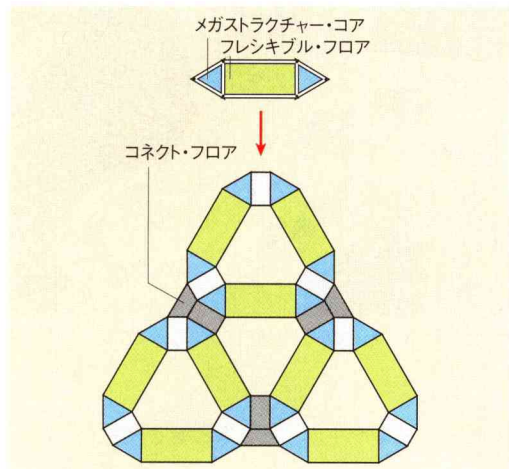
地上620m、増殖可能な都市複合体「HOLONIC COMPLEX 2025」



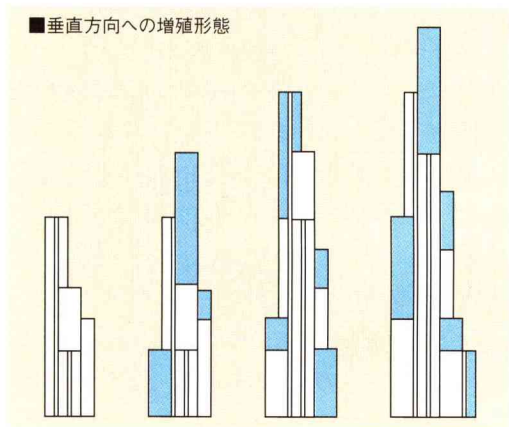
「HOLONIC TOWER 2010」の階高20mのユニット

用年数とはどういうことなのか。時間軸を過去へシフトしてみると、その意味はより納得しやすい。西暦1500年前後—これは日本ではようやく戦国大名が台頭してきた頃で、信長も秀吉も生まれてさえいない時代である。欧州ではコロンブスが大西洋を渡って大航海時代の幕を開いた直後といったところである。500年耐用とは、その頃から今日まで建ち続けることを意味しているのだ。その間にどんな文化的社会的変遷があるのか、あるいはどれほど技術が進歩するのかは、まったく予想だにできない。文化財として残していくわけではないのだから、より自由に空間を組み替えつつ、部分ごとにリニューアルしていける構造でなくては利用し続けるのは難しいというわけだ。

「スクラップ・アンド・ビルドというこれまでのやりかたは見



「HOLONIC COMPLEX 2025」の特徴は、基本モジュールをつなげて様々な形で増殖させることができる点にある

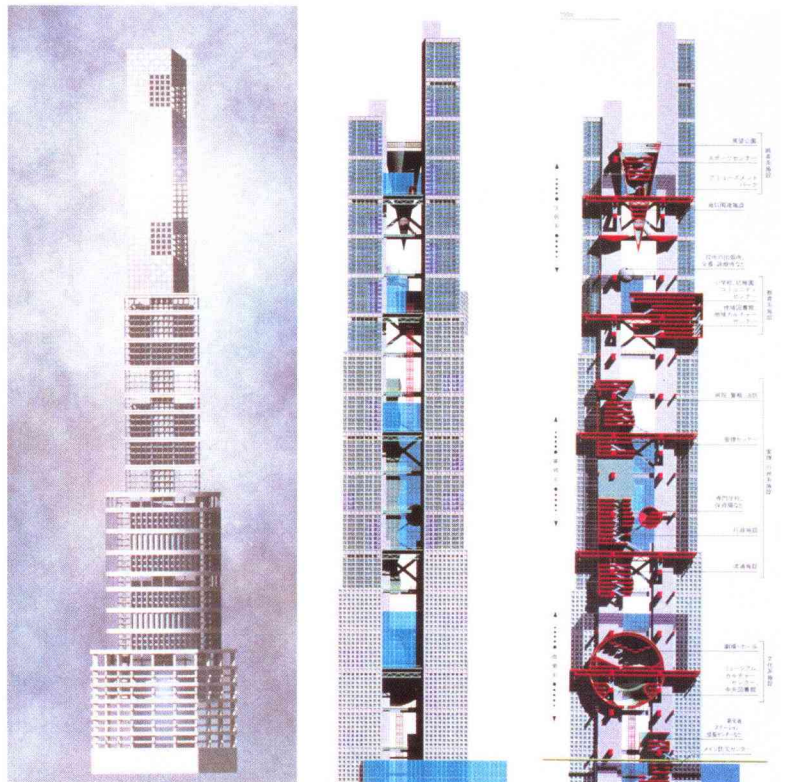


「HOLONIC COMPLEX 2025」の垂直方向への増殖形態

直そうという発想で考えています。建替えをしたほうが、会社としては利益になりやすいんですが、資源を無駄使いしないこともこれからは大切なことですから」（前出・速水氏）とはいえ、内部のリニューアルは必要に応じて常に行っていく必要があるから、建設会社にとっても必ずしも減収につながるとはいえないだろう。リニューアルを容易に行えるように上下階の稼働状況に一切影響を与えずに工事ができるシステムも、組み込まれている。

竹中工務店は「HOLONIC TOWER 2010」のさらに次に来るものとして、「HOLONIC COMPLEX 2025」を提案している。こちらはターゲットが2025年ということになっており、高さとしてはやはり600m級だが、ユニークなのは「基本舟形モジュール」といわれる基本構造をひとつの単位として、経時的に縦横空間に増殖させていける点である。時代の移り変わりに応じてフレキシブルに新たな構造を加えていける構造物といえるだろう。

「X-SEED4000」で富士山より高い構造物というビジョンを打ち出した大成建設も、バブル以降は、より実現性の高い



「TAISEI 100」（左）と「T-Growth」（右）

超々高層のビジョンを打ちだしている。100階建て480m級の「TAISEI100」や次いで発表された700mの「T-Growth」などがそれに当たる。前者は「節」と呼ばれる階高の大きな内部空間の採用や、コージェネレーション、水の再利用などといった新たな超々高層建築のコンセプトを活かしたものとなっており、より「疎」な低層から「密」な高層へというデザイン上の試みがなされている。そこには巨大な空間を創造する際に、これまでのような均一で「四角四面」な空間構成を避け、スペースごとに個性や特色をもたせようという意図が見える。また後者の「T-Growth」では、さらに公共性のある空間を中心軸に据えて、都市としての有機的な構成を取り込む設計も提案されているようだ。

「実現性」を最重視した800m級超々高層建築

「わが社は当初からすぐにでも実現可能性のあるものをということで考えてきました」という鹿島建設は、1991年当時から「DIB-200」という高さ800m・200階というビジョンを提案してきた。ユニークといえるのは、高さ200m・50階のシリンダー状のユニットを12個接続することで800mという高さを実現する独特のノウハウだ。1ユニットが新宿の超高層ビルひとつ分に当るから、その12本分を組み合わせることを考えてみればスケール感が想像しやすい。主要な構造部分は鋼管コンクリートが使用され、おおよそ45万tほどの鋼材が使用される見

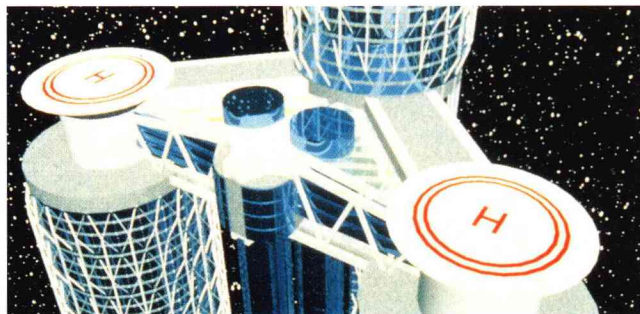


地上800m、独特の形状をもつ「DIB-200」

通しだ。

「これまでの高層建築というのは、四角いかたまりで、とても排他的な性格が強かった。例えばひとつの会社が入っていれば、部外者がそこに入出入りするということはあまりなかったわけです。それを分節化することで縦と横の動線を生み出してやろうというねらいがあったんです。分節のひとつひとつがローカリティを持って、その動線の交わるところに公共のスペースができるわけです」(鹿島建設構造設計部長・播氏)。巨大で閉鎖的な空間をつくるのではなく、分節化によって公共的な空間と人の動きを取り込むという新しい発想が超高層をこえる超々高層では求められるということのようだ。

「地震に対してもきわめて安全性が高いですから、都市計画上の防災拠点として考えていくというのも、ひとつの考え方でしょう」(小堀鐸二研究所副所長・久保田俊彦氏(鹿島建設))。従来の摩天楼をこえるビルと聞けば、気になるのは災害対策だが、専門家の視点からすれば超々高層はむしろ地震に対して有利であるという。地震波は建物の足元から上へと伝わるが、1000m近い高さになると揺れの周期が10秒近くになる。つまり地震が起きた場合、超々高層ビルはきわめてゆっくり揺れる。その結果として構造躯体には破壊につながる大きな力がかかりにくいということになる。むしろ10階建てくらいの建築物がも



「DIB-200」のスカイロビー外観。中央の細い円筒部分が「シャトルエレベーター」

っとも地震の周期と同調しやすく、大きな影響を受けやすいという。

超々高層では、地震よりもむしろ上空の風による揺れが問題になる。それも合力を受けにくい設計上の空力的配慮や、主構造にダンパーを組み込むパッシブ制震構造、センサーとサーボの連携で重錘(おもり)をカウンターで動かし振動を相殺するアクティブ制震装置などによってコントロールすることができるという(本誌Vol.1 No.6 IRON & STEELに詳述)。電力や水のある程度自給できることを考えると、確かに大災害時の拠点としては、ふさわしいといえるかもしれない。

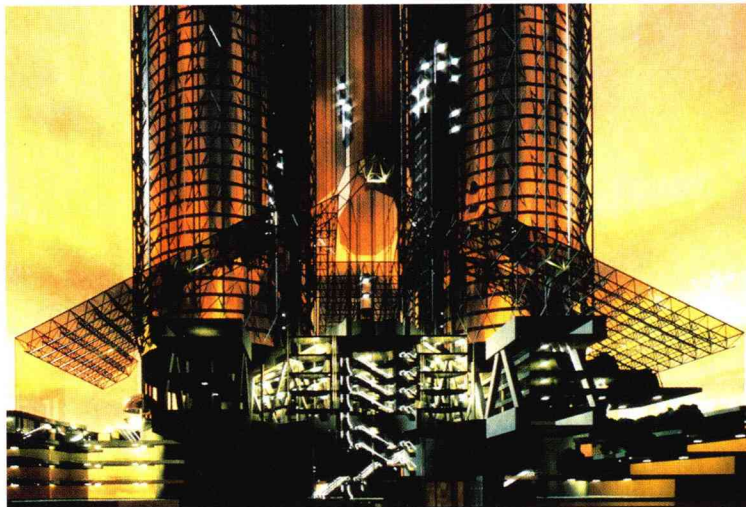
垂直方向への交通インフラともいうべき「シャトルエレベーター」も、防災対策を考慮して造られている。「シャトルエレベーター」とは、シリンダー状の各ユニットにはさまれた「スカイロビー」にのみ停止するいわば「急行」のエレベーターで、下部で4柱あるユニットの中央を通っている。「DIB-200」の場合、まず「シャトルエレベーター」で最寄りの「スカイロビー」まで上り、個別のフロアーへはそこから「ローカルエレベーター」に乗り換える。この「シャトルエレベーター」が通常の超高層用エレベーターと違うのは、電力・機械系統ともにビルの設備とは全く独立して設計されている点である。「国内でも唯一の避難用に使用してもよいエレベーター」ということで特許も取っています」(前出・田中氏)。通常のエレベーターは災害時には避難に使ってはいけないことになっているが、外部とは独立した信頼性の高いシステムを採用した「シャトルエレベーター」では、避難使用が認められているというわけだ。

「現在開発が進んでいる東南アジアなどでも、森林を伐採してビルを建てるのじゃなく、最初から超々高層による都市計画を採用するとか、日本なら関東平野のどこかに超々高層を建てて遷都するとか、いろいろ使い方はあると思います。ただし高層ビルを建てるのは、土地ばかりが問題なわけじゃない。アメリカなんてあんなに広大な国なのに集中して高層ビルが建っています」(前出・播氏)

人の生活サイクルも考えたうえでの建物や都市のライフサイクルを考えていくべきだと播氏はいう。既存の技術ですぐに実現できることをキャッチフリーズにしている「DIB200」の実現



スカイロビーの内観



「DIB-200」のエントランス・イメージ

可能性について質問してみたところ「いきなり800mというのはなく、まず300mくらいからという可能性は高いでしょうね」(前出・久保田氏)という解答が返ってきた。

「高さを競いあうというのもひとつの方向ですが、それだけではなく、ハイパービルディングをとおして見えてきた新しいコンセプトのよい点、公共性や開放的スペースといった発想を、今後の建築に活かしていくことじゃないでしょうか」(前出・播氏)

ハイパービルディング研究会主催の国際シンポジウムのアイディアの中には、砂漠地帯に3棟のハイパービルディングを建設して100万人都市を建設しようとのアイディア(米パオロ・ソレリ氏)などといったものも提案されたが、超々高層は、日本のような密集した都市の解消というだけでなく、より広い視点での縦型都市を実現するためのテクノロジーとしても有望なようである。

世界をリードする日本の技術としての超々高層

今回取材を通して耳にした中に、超々高層建築が日本の次代の技術を切り開いていくための糸口となりうることを示唆するものがいくつかあった。曰く、航空宇宙やエレクトロニクスではアメリカがリーダーシップを取り、港湾や空港はアジアに中心が移ってきている。このままいけば21世紀、日本が世界をリードする分野はなくなっていくのではないかと——そんな危機感があるというのだ。建設省がハイパービルディング研究会

を後押しした意図もそこにあったようだ。

1000m級のビルが今日明日で実現するわけではないが、それをひとつの到達目標として生み出された技術やノウハウ、そしてコンセプトを汎用化していくという発想は貴重なのではないだろうか。とりわけ集積による効率的自給自足システムの適用や、スプロールによって埋め尽される平地面の解放という発想には、飽和状態へと向かう都市的悪夢を解決するための前向きの希望が感じられる。また閉鎖系に近い自給自足的都市のノウハウは、遠い将来、地球軌道上に建設されるかもしれないスペースコロニーの可能性を連想させてもくれる。いつの日か惑星へのステップとして軌道上都市がつくられるとしたら、超々高層の発想をさらに発展させたものになると考えられるだろう。

夢を刺激してくれる一方、パベルの塔の物語にあるように、あまりに巨大な建築物は人間の奢りの産物となる可能性も秘められている。シンボルイズムを絵にしたといわれるタロットカードの16番「塔」は、傲慢による破局と転落を意味しているといわれる。超々高層建築が、表土を回復するどころかさらに非情な密集と都市的弊害をもたらすものとして登場してくるようなことになれば、それはさらなる技術の傲慢へとつながることにもなるだろう。

奢りと破局のシンボルではなく、共生と人間の知恵という希望のシンボルとして、目も眩むような建築物が都市に聳える日を待ち望みたいものである。また超々高層建築の検討過程で生まれた新しい「考え方」——緑の回復・自給自足・ビルの公共性などが、既存の建築的発想の中に活かされていくことを期待したい。

[取材協力・写真提供：鹿島建設(株)、大成建設(株)、(株)竹中工務店]

話題の
PRODUCT

プロダクト

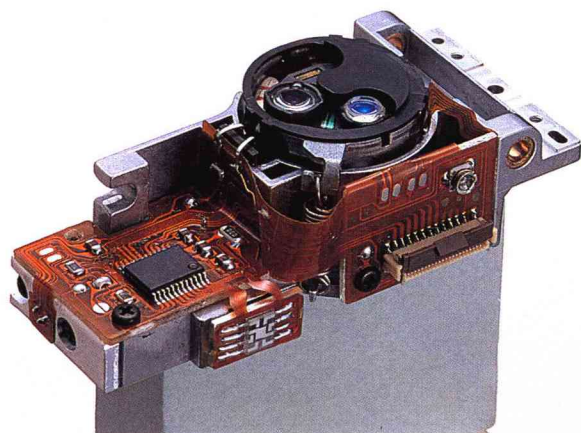
DVD



次世代マルチメディアとして 期待膨らむDVD

追記型・書き換え型の規格統一も発表

昨年秋に発売されたDVD-VIDEOプレーヤーは、次世代マルチメディアの主役として、高い関心を集めていたものだ。当初から続いていた企業グループ間の規格統一問題や、映画産業から出されていたコピープロテクト問題もクリアされ、また今年4月になって追記型・書き換え型の規格統一が発表されるなど、本格的な普及に弾みがつき始めている。コンピュータ業界などからも熱い視線を受けているDVDの現状についてレポートする。



■ DVDディスクの特徴は、2枚貼り合わせ構造によって、表裏面が同じように見えることだ。写真は東芝が発売したDVD-VIDEOプレーヤーSD-3000（本体標準価格77,000円）（上）。光ヘッド部にはDVD用とCD用の2つのレンズが搭載されているが、基本的な技術要素はCDと変わらない（下）。

必要な記録容量を貼り合わせ構造で確保

DVDの外観は、音楽用CDやCD-ROMとほとんど変わらない。直径120mm、厚さ1.2mm、ポリカーボネート製のディスクというところも共通だ。ドライブ装置の構成も、データを再生する光ヘッドと、それを駆動するアクチュエータからなり、従来の光ディスクドライブとほとんど同じ。

ただ一見してわかる違いがある。音楽用CDやCD-ROMでは、プラスチックの保護膜がコーティングされたデータ記録面と、タイトルなどが印刷された面がある。DVDでは2面ともプラスチックでコーティングされており、CDのようなタイトル面がない。これはDVDの規格と深い関係がある。

DVDの記録面にはアルミニウムが蒸着してあり、この部分にピットと呼ばれる微細なくぼみがあり、データが記録されている。これは従来のCDでも同じだが、盤自体の厚さは0.6mmしかない。DVDではCDの半分の厚さの板を2枚貼り合わせる構造になっているため、反射面は必ず盤の真ん中にくるのだ。ただし、必ずしも両面が記録面になっているわけではなく、片面にしかデータが記録されていないDVDも存在する。

こうした一見無駄とも思える構造になっているのは、片面当たりの記録容量を上げるため。CDやDVDなどの光ディスクでは、ピットの有無をレーザー光の反射によって読み取っている。このとき盤が傾くと、データが読みにくくなり、エラーが発生しやすくなる。特にデータの記録密度が高くなればなるほど、読み取りエラーの可能性が高くなってしまう。

盤厚を薄くして記録面との距離を短くすることで、盤が多少傾いても光ヘッドがデータを正確に読み取れるようになる。0.6mm厚の板を2枚貼り合わせる構造にしたことで、およそ50%、データの記録密度を上げることが可能になった。

DVDの規格が決定する直前まで、ディスクの構造については、従来のCDなどと同じ1枚構造を提案する企業グループと、2枚貼り合わせ構造を推すグループが対立していた。1枚構造では、記録容量がどうしても4Gbytesに達しなかった。記録密度が上げられないからだ。4.7Gbytesを確保できる貼り合わせ構造が、規格として採用される決め手になったのが、この記録容量の問題だった。

新しいパッケージメディアの規格が開発される当初から、アメリカ映画産業（ハリウッド）は積極的にかかわり、デジタルビデオディスク・アドバイザーグループを組織し、DVDに対して多くの要望を出していた。それは、従来のCDと同サイズのディスクに、長時間・高画質・高音質・多言語に対応した映像ソフトを記録できること、そしてそれらを片面で実現することに要約できる。

現在市販されている映画のおよそ97%が、135分以内に収まっている。これにハリウッドが要望している最低3カ国語の音声吹き替え、4カ国語の字幕スーパーを入れ、劇場の標準音響システムであるデジタルサラウンドに対応させ、ハリウッドを納得さ

せる高画質で記録するためには、4.7Gbytesはどうしても必要だった。

最終的に、DVD ではLD 以上の高画質で135分の映像と、最大で8カ国語の吹き替え、32カ国語の字幕、デジタルサラウンドに対応することになった。

要は画像圧縮技術の完成

DVD が実現した最大の技術的背景として、デジタル画像圧縮技術の進歩があげられる。1980年代はじめに、音声をデジタル化したCDが登場する。当然、映像のデジタル化も検討されたが、当時の技術では映像のデジタル化には膨大な容量を必要とした。1990年代に入って、MPEG1(motion picture expert group 1)というデジタル画像圧縮技術規格が決定される。しかし、MPEG1ではせいぜいVHS程度の画質しか確保できず、映像のデジタル媒体は製品化されなかった。

その後、1993年にハイビジョンの国際規格も取り込んだ新たな規格、MPEG2が策定される。この段階でようやくテレビ放送レベルの画質で圧縮記録することが可能となり、新たな映像メディアの開発が実現の可能性を持つことになった。

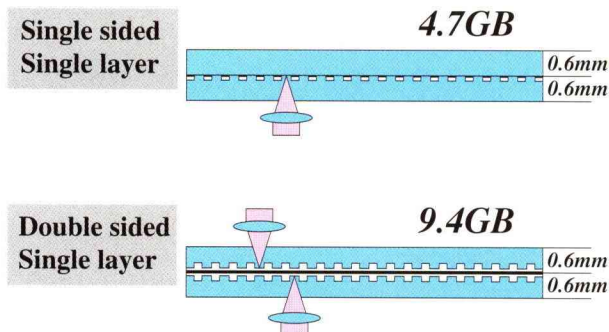
もう一つ見逃せないのが、半導体など信号処理技術の進歩だ。映画など、アナログで記録された映像をデジタル化するには、エンコーダー(encoder)と呼ばれる変換装置が必要になる。MPEG2の初期エンコーダーは、高速コンピュータを使って処理していたが、数秒の映像をエンコードするのに数時間を要していた。その後、リアルタイムで処理できるMPEG2エンコーダーが開発され、圧縮映像の画質評価が簡単にできるようになった。

デジタル圧縮された映像を再生処理するには、デコーダー(decoder)が必要になる。半導体技術の進歩は、高性能で安価なデコード処理素子も可能にした。当初、DVDは1995年発売を目標に開発が進められたが、ちょうどこの時期に、MPEG2のデコードICがコンシューマーレベルで使える価格になると予想されていたことが、その理由の一つだった。

DVD規格では、用途別にDVD-VIDEO、DVD-AUDIO、DVD-ROM、DVD-R、DVD-RAMの5種類の仕様が規格化されることになっている。昨年発売されたのは、このうちDVD-VIDEOを再生できるDVD-VIDEOプレーヤー。

DVD-VIDEOプレーヤーでは、DVD-VIDEOディスクの再生はもちろん、従来の音楽CDやビデオCDの再生も可能となっている。また単に映画などをそのまま再生するだけでなく、さまざまな付加機能が装備されている。

たとえば、コンサートライブなど、メインのアーティストのアップ映像と、ステージ全体・会場の様子など複数のカメラ映像を用意しておき、ユーザーがその中から自由に選んで楽しめるマルチアングル機能がある。これはスポーツソフトでも利用できるだろう。



■DVDディスクの構造。0.6mmの板を2枚貼り合わせる構造になっている。

このほか、ハッピーエンドと悲劇といった結末を両方用意しておいて、好きなほうを見るといったマルチストーリー、分岐点ごとに選択肢を用意しておき、条件によってその後の展開を変更できる、学習ソフトなどへの応用が可能なインタラクティブストーリー、暴力シーンなど子供に見せたくないシーンを飛ばして見せたり、ソフト全体を再生できなくするパレンタルロックなどがある。

また現在のメディアでは、従来型の4：3画面用と16：9のワイド画面用に別々にソフトを用意する必要があるが、DVDでは使用する機器によって最適な再生を選択できるマルチアスペクト機能も搭載されている。

プレーヤー発売当初に問題となったソフトの少なさも、発売から約半年を経て徐々にタイトル数が増えており、普及状況によっては、今後急速なメディアの移行が進むかもしれない。

パソコン用大容量記録媒体として期待膨らむ

DVDには映画業界からだけでなく、コンピュータ業界からも積極的な要望が出された。キーワードは「互換性」だ。

コンピュータの歴史は、大容量化と高速化の歴史といってもいい。特にハードディスクなど記録媒体の大容量化は急速に進んでいる。最近のアプリケーションソフトは肥大化が進み、CD-ROMによるソフト供給が一般化した。最近では、フロッピーディスクによるパッケージ供給を別料金とするケースのほうが目立ってきている。

現在のCD-ROMは最大640Mbytesのデータを記録できる。しかし最近のゲームソフトのなかには、CD-ROM1枚に収まらず、4～5枚にも及ぶパッケージとなっているものすら現れている。DVDがデジタルデータを扱うメディアである以上、コンピュータ業界から注目されるのは当然だろう。

DVD-VIDEOプレーヤーの発売に続いて、コンピュータ搭載用DVD-ROMドライブの出荷も始まり、すでにこれを内蔵したパソコンも発売されている。

パソコンの年間需要がどのくらいかについては、調査機関ごとに相当のばらつきがあり、正確な台数はわからないが、一般

■DVDの互換性

DVDのタイプ	再生専用ディスク			記録型ディスク	
	VIDEO	AUDIO	ROM	追記型R	書き換え型RAM
利用可能なアプリケーション	ビデオファイル 策定中 (ビデオ:MPEG2、NTSC方式、オーディオ:Dolby AC-3、リニアPCM)		データファイル	ビデオファイル・オーディオファイル・データファイル	ビデオファイル・オーディオファイル・データファイル
ボリューム・ファイル管理構造	UDF Bridge				UDF
記録容量(片面1層)	4.7Gbytes	策定中	4.7Gbytes	3.9Gbytes	2.6Gbytes

■デジタルビデオディスク・アドバイザーグループの要望

- ①直径12cmのディスクの片面に、LDを超える高画質の映画を135分収録できること
- ②最低3カ国語の吹き替えや、4カ国語の字幕を収録できること
- ③劇場の標準音響システムであるドルビーデジタル(AC-3) 5.1chサラウンドに対応していること
- ④ワイド収録された映像を4：3テレビ画面や16：9テレビ画面で表示できること
- ⑤従来のCDと互換性を保つこと

■コンピュータ産業テクニカルワーキンググループ(TWG)の要望

- ①テレビとパソコンの環境での相互互換
- ②既存のCDとの互換性確保
- ③将来の記録再生、追記型ディスクとの互換性の確保
- ④統一されたファイルシステムの確保
- ⑤高信頼度のデータ記録再生の実現
- ⑥今後の大容量化にも対応したシステムであること
- ⑦高性能な順次記録とランダム記録

的には2000年で、およそ1億台の年間需要になるのではないかとされている。現在使用されているパソコンのおよそ60%にCD-ROMドライブが接続されていると推計されるが、2000年時点では80%に達し、しかもそのすべてがDVD-ROMあるいはDVD-RAMドライブに置き換わっているのではないかと見られている。このほかDVD-VIDEO再生専用のプレーヤーが約2000万台、音楽用のDVD-AUDIOプレーヤーが約2000万台、合わせて、2000年時点で約1億2000万台の需要があると見込まれている。ドライブ1台を3万円と見積もっても、およそ3兆円の市場規模になる。

コンピュータ産業テクニカルワーキンググループ(TWG)では、DVD上のデータをパソコンとテレビの両方で扱えるよう要望した。DVDではデータを現在一般的な統一規格であるISO9660と、より新しい規格であるUDF(universal disk format)に対応したUDF Bridgeを採用している。

音楽用CDに記録されたデータはファイル構造を持っていない。このため、パソコン用CD-ROMドライブで再生することは可能だが、データを再処理することはできなかった。LDもふくめて、パソコンとそれ以外で共通して使えるメディアは存在しなかったのだ。

しかしこの問題については、コンピュータ業界と映画産業や音楽業界などとの間で利害関係が発生する。実際に、DVD規格策定作業において、最後まで問題となったのがコピープロテ

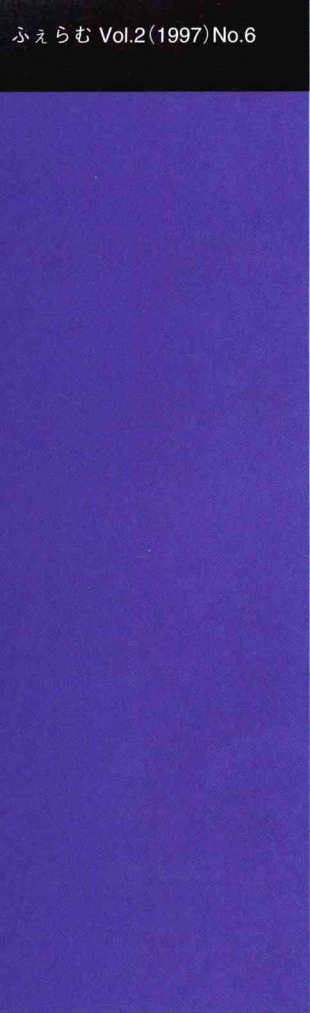
クトをどうするかという問題だった。これまでコピープロテクトについてはなかなか合意が得られず、規格策定が頓挫したり、規格が策定されても普及しないといった結末が多かった。今回は両方が歩み寄る形で収拾がはかられている。

1997年4月14日には、日米欧10社のメーカーが、DVD-RAM、DVD-Rの規格統一で合意したという発表が行われた。書き込みには読み出しに比べて相当高い精度が要求されるため、DVD-RAMの記録容量は片面2.6Gbytes、両面で5.2Gbytes、DVD-Rでは片面3.95Gbytes、両面7.9Gbytesと、DVD-VIDEOより小さくなっている。しかしDVD-ROMと同容量を望む声は強くなるだろう。

またDVD-R、DVD-RAMでは、コンピュータファイルなどのデータの処理はできるが、映像エンコーダーがないと、アナログの映像をデジタル圧縮することはできない。エンコーダー装置のコンシューマー化は技術的には時間の問題だが、コピープロテクトに関する包括的な法整備が必要になる。

現在のパソコン用ハードディスクの容量は1～2Gbytesが中心だが、DVDはそれを丸ごとバックアップできる容量を可能とした。データ転送速度の高速化もそれほど難しい問題ではないだろう。次世代のメディアがいよいよ本格的に動き出したようだ。

[取材協力・写真提供：株式会社東芝]



Ste La



青空に高く聳える北海道百年記念塔

交通:地下鉄東西線「新さっぽろ駅」からJR北海道バス開拓の村行き
「記念館入口」下車、徒歩5分

el andscape.

鉄の絶景

聳える鉄 ～北海道～

明治2年（1869年）、新政府は蝦夷地を北海道と改め、その防備と開拓を目的に開拓使を設置。以来わずか百年のあいだに、それまで人が住むに耐えなかった未開の荒野が、開かれた“暮らし”のある土地へと変貌を遂げた。これを記念し、北海道では昭和43年9月2日の記念式典を中心に種々の記念事業を行った。今回はその一環として昭和45年に建設された、北海道百年記念塔にスポットをあてる。

天高く、先人への慰霊と 北海道の限らない繁栄を願って

北海道は札幌市の中心から東に約11km、空に向かってまっすぐに、ひときわ高く力強く聳える鉄の塔がある。北海道百年記念事業のひとつとして、北海道開拓の先人に対する慰霊と感謝の念を込め、北海道の限らない未来を築く道民の意欲のシンボルとして建てられた北海道百年記念塔だ。総工費5億円のうち半分の2億5千万円を道費の助成、また残りの2億5千万円を道民

からの募金で賄ったことから、道民の北海道に対する一方ならぬ思いがうかがえる。

塔の基本設計は全国から公募を行い、寄せられたアイデア299点の中から1点を選んで原案とした。開道百年にちなみ、塔の高さも100m。鉄骨トラス構造で、外装には耐候性高張力鋼板を裸使用している。このため塔の表面に発生したサビが保護膜となり、それ以上のサビの発生・進行を食い止める役割を果たす。当然、塗装の必要はない。褐色に覆われた塔身には、鉄そのもののたくましさはもちろんのこと、すでに30年近く



外壁に地元産のレンガを使用して建てられた北海道開拓記念館

もの年月のあいだ、北海道の歴史と自然とを見守ってきた力強さまでもが宿っているようだ。

真上から見た塔の形は六角形で、大地にどっしりと根を下ろした大樹とともに、北海道の象徴ともいえるべき雪の結晶を思わせる。空に向かって伸びる塔身は、無限大の高さで一点に交わるように設計された二次曲線で形成され、北海道の未来への発展性を、また耐候性高張力鋼板の塔表面に刻まれた荒々しいタッチは、塔の標語「風雪百年」にふさわしく、道民が厳しい風雪と闘ってきた鎧をあらわしている。

高さ23mにあたる8F部分には展望室が設けられ、緑豊かな札幌市野幌の森林を臨むことができる。また基壇部には池や広場、プロムナードが設置されるなど、憩いの場にふさわしい環境が整備されている。

北海道の自然を守り、歴史を語り継ぐために

北海道百年記念塔は北海道立自然公園野幌森林公園の正面に位置する記念施設地区に建っている。記念施設地区には百年記念塔以外にも北海道開拓記念館、北海道開拓の村などがあり、それぞれが北海道の歴史を伝える役割を果たす。そもそも開拓記念館は農漁村を問わず、時代の変遷とともに失われていくことの多くなった道民の父祖伝来の家屋・家財などを保存しようという目的のもとに造られた歴史博物館である。よって館内では先人の苦闘の跡を伝える開拓記念物の保存・展示を行うのはもちろん、古くは倭人の渡来に始まる北海道の生成や先住民族の文化、また新しくは北海道の今後の開発課題にまで触れている。昭和46年4月から一般公開。さらに平成4年には常設展示を一新した。外装には由緒ある地元産のレンガを使用しているのが特徴だ。

これに対し開拓の村は明治・大正期に建てられた北海道の建造物を54.2haの敷地に復元し、訪れる人々に開拓当時の生活を体験的に理解してもらうこと、また北海道文化の流れを示す建造物を後世に永く伝えることを目的として、昭和58年から一般公開された野外博物館である。旧札幌駅を復元した建造物をはじめ村全体が展示物として存在し、夏期は馬車鉄道、冬期は馬そりなどの動く展示物も運行している。

記念施設地区の前面に広大にひろがる野幌森林公園もまた、北海道百年記念事業のひとつとして、昭和43年5月に自然公園法に基づいて指定された道立自然公園だ。都市近郊に残された原始の面影を残す貴重な平地林を、永久に保護育成して人々の憩いの場とするために指定された公園である。札幌市、江別市、広島町の3市町にまたがり、総面積は2,051ha。千歳川、豊平川の支流が入り込み、地域の年間平均気温は約7℃で、温帯から亜寒帯への移行帯に当たる。このため温帯性広葉樹林や亜寒帯性針葉樹林などが入り交じって生息する多様な林相を見ることができ、園全体では100種を超える自生樹木が記録されている。また園内には400種以上もの野草が見られ、野鳥は約140種ほど観測されている。動物も中小の哺乳類をはじめ、爬虫類、両生類、魚類など種類は豊富だ。さらに昆虫ともなればその種類は1,300種にもおよび、一度園内を訪れば、実にさまざまな自然と触れ合うことができるのである。

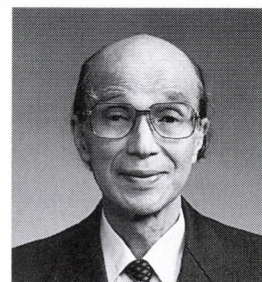
野幌森林公園はもとより、百年記念塔を筆頭に、開拓記念館、開拓の村とが三位一体となって北海道の歴史を見つめ、守り、北海道を限りない未来へとつなぎ続けることだろう。

[資料・写真提供：北海道野幌森林公園事務所]

名誉会員からのメッセージ

生まれ変わる鉄鋼材料への期待

金属材料技術研究所 顧問 荒木 透



日本鉄鋼協会は鉄鋼に関する学術技術に携わる会員の団体として80年余の古い活動の歴史を持ち、我が国の鉄鋼産業技術とその基礎知見の目覚ましい向上発展に大きく貢献してきた。これはこれまでの会員諸氏の旺盛な向上意欲と活動の賜ものと評価される。これによって日本の鉄鋼はその生産性、歩留まり、コスト／性能、品質において戦後の数十年間に画期的な躍進を遂げ、日本の産業と輸出入貿易ひいては国家経済の急成長を可能にする原動力となって来た。

筆者は戦中戦後を通じて永年当協会の会員としてお世話になり、各種の活動や行事に参画する機会に恵まれた。ここで、現在の会員諸氏、とくに未来を背負う若い会員の方々にこの半世紀を顧みて未来への期待と所見を述べさせて戴き、何がしかの励ましの言葉と致したい。

1 開発技術の変革は？

ここでは、対象を国の産業や経済に及ぼす影響の大きい鉄鋼材料の量産鋼種の開発に関する研究課題を中心として考えてみることにする。

材料の分野における研究開発の目覚ましい発展の例としては半導体があげられる。基礎から応用にまたがる研究開発が'60～'80年代に果たした成果は典型的なブレイクスルーによる技術革新を示したものと言えよう。一方鉄鋼材料についてこれと対比すると、原理的な革命と言われるものではなく、個々の品質と性能の開発進歩のあとは比較的地味に見える。しかし鉄鋼材料は5年程度の短期的な視点で見ると造船、橋梁、建築、機械構造、自動車等の用途の先端的材料が次々と生み出されてきている。別の表現をすれば、既存の知識に新しい発見工夫が加えられた小さな革新がそこにあり、そして年月を経た長期的視点でみると全体としては優れた技術革新が成し遂げられてきた事がわかる。

2 「進化」を遂げた材質

'50年代普通鋼として量産されていた鋼材の一般的不純物P、Sは0.04%程度で特殊な用途向けの鋼材は特殊鋼な

みの0.03%程度であった。また炭素量も極低C実用鋼の場合0.08%の程度が普通であった。その後各種用途の鋼材の性質・性能に対する要求は二次産業技術の高度化とともに益々厳しくなり、鋼材の加工性、延性、靱性、耐久性などの要求を満たすためにこれらの元素含量は限りなく低減させる努力が続けられてきた。'80年代より現在に至る我が国の量産鋼の特殊用途向け品種ではP、S、(C)をさらに一桁下げ0.00x%台が実用されており、またppmを狙う事も行われている。

この三十数年間の鋼質の変化を見ると、酸素量、非金属介在物等不純物の低減が上例と同様に劇的に達成されていると同時に有効成分、ミクロ組織、形状等を極めて狭い許容量の範囲に制御する技術も画期的に進歩向上している。これらの変革は需要開発からくる要求を駆動力として、製造プロセスの様々な革新進歩によって達成が可能になったものである。この間の目覚ましい変化は'60年当時には全く予想がつかなかった事であり、量産鋼材の材質としてはまさに「進化」と受け取る事が出来よう。

3 旺盛な開発活動の跡

鉄鋼はその豊富な資源、還元精製の容易さ、高いリサイクル性等により広く有用な材料として需要面の急成長が見られた。'60年頃より鋼を量産により安価に供給できる工業技術が確立されてきた。とくに我が国ではその品質性能の多様な要求に応える研究開発の努力が常に積み重ねられてきた。'80年代日本の鋼材製品はその質と量から見て世界の首位の座を占めた。これは、それまでの開発技術に携わる現場研究が豊富な人材に恵まれ、競争裡に企業や所属機関の壁を越えて旺盛な研究活動を繰り広げたことが要因と考えられる。当協会の講演大会予稿や鉄と鋼が外国の技術研究者等から貴重な情報とされてきたのはその内容のポテンシャルの高さを示すものであろう。

4 今後への期待と要望

現在我が国の鉄鋼産業は高度成長の終焉と途上国の追い上げにより今後の国際競争力を危ぶむ声がある。鉄鋼は前述のごとく豊富で極めて多くの目的に有用な(versatile)材料であり、大きな変革を遂げた現在では21世紀の鉄鋼は更に躍進をする事が期待される。日本の鉄鋼材料は今後質的な生まれ変わりによって国際的な首位の座を確保して行くことは可能であり、リストラクチャなどの困難に打ち勝って未来を切り拓くことが望まれる。

当協会の会員諸氏には鉄鋼材料の21世紀への生まれ替わりに意欲をもって取り組んで戴きたい。現在の状況では一企業単独では世界をリードする高い開発力を発揮することは困難である。鉄鋼協会のような場で研究課題を発表討論しあい知識の交換と相互研鑽を積み重ねることが従来以上

に望まれる。開発革新に必要な技術の基盤や科学知識は大学、中立研究機関との交流に依って強化される。大学研究機関の側では最近、より基礎に指向し、また新奇材料に偏る傾向があった。今後鉄鋼技術の基礎的研究に寄与する先生方が増えて協同研鑽の場に多数加わって戴くことを期待したい。

基礎科学指向の多くの研究者が開発のニーズを、交流討論の場でよく把握されることは鉄鋼技術開発『生まれ変わり』の達成のために衷心から望まれる処である。

おわりに、鉄鋼に世紀のビッグバン的変革が期待出来るとすれば、それは「旺盛な現場的実験の積み重ねによる実証とデータの解析」が、原理的なひらめき言い換えれば「ニーズを目安とした基礎的探索による発見」と融合したときに可能性を見いだすものとする次第である。

(1997年1月31日受付)

展望

21世紀の日本鉄鋼業

第3回 21世紀の製鉄プロセスの展望

林 明夫
Akio Hayashi

通商産業省 基礎産業局 製鉄課長

Japanese Iron and Steel Industry in the 21st Century (3)

日本鉄鋼業は、1973年の石油危機を境に、量的拡大から製品の高付加価値化へ、1985年のプラザ合意以降の円高を契機にコスト削減と生産体制の最適化を目指したリストラクチャリングを進めてきているが、21世紀における最適な製鉄プロセスを方向付ける要因として、次の3点を挙げる事ができる。

第1は、需要規模と各種製鉄プロセスの経済優位性であり、第2は資源・エネルギー需給と価格動向、特に鉄源—スクラップ—の需給であり、第3は地球規模の環境問題への対応である¹⁾。

この中で、特に地球規模の環境問題、なかんづく地球温暖化問題についての対応が、21世紀に於ける製鉄プロセスに大きな影響を与えると考えられる。フランス鉄鋼研究所(IRSID)のヴァン・ホーネッカー所長も昨年の新製鉄フォーラムの中で「地球環境問題が21世紀において鉄鋼業の新たなフロンティアを開く」と述べている。

本節では、鉄鋼業を取り巻く状況の変化を踏まえながら、最適化に向けた21世紀の製鉄プロセスを展望することとする。

1 最適な製鉄プロセスの決定要因

1.1 需要規模と各種製鉄プロセスの経済性

前号で述べたように日本をはじめとする先進国では、鉄鋼需要の大幅な拡大が期待できないことから、大量生産を前提とした高炉、転炉、連铸、ホットストリップミルといった一貫生産ラインが新增設される可能性は低いと考えられる。

図34に示すように高炉・転炉プロセスで競争力を有するためのミニマム生産規模は年間300万トン程度と考えられるが、このような規模のホットコイルを生産する一貫製鉄所を新設する場合、トン当たり設備費は少なくとも800～1,000²⁾程度と言われている²⁾。このような設備費で

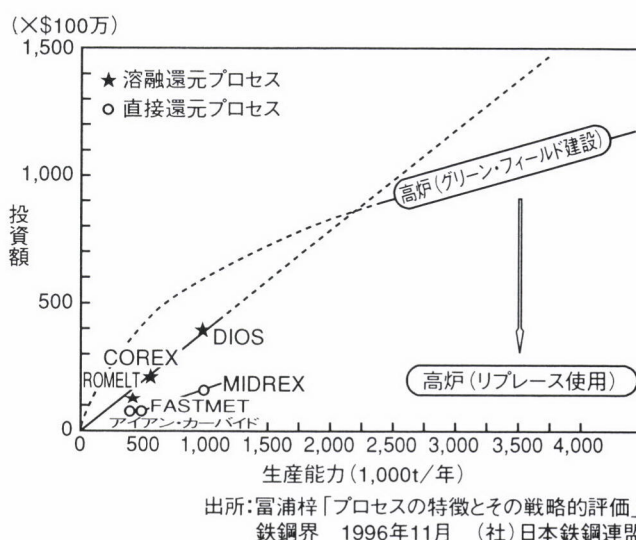
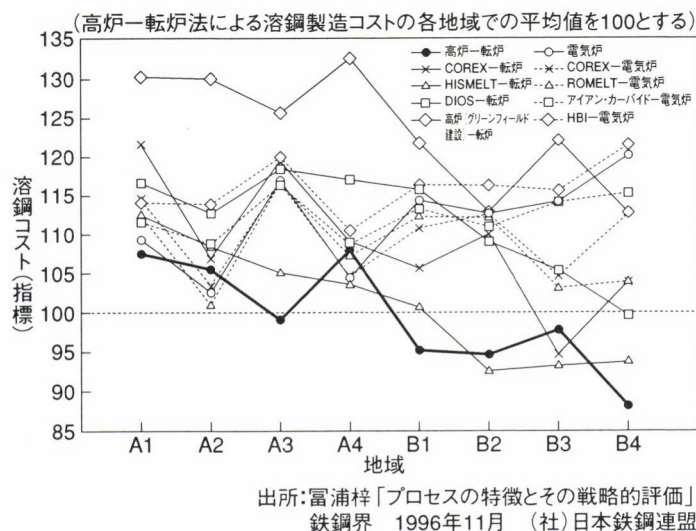


図34 主要鉄源プロセスの生産能力と初期投資額

は、金利と償却費は通常、製品トン当たり100³⁾程度となり、400⁴⁾のホットコイルの価格を想定しても、売上げに占める金利・償却費の比率は25%になる。従って、現在の国際価格を前提とすると、多額の初期投資を必要とする大規模一貫製鉄所の建設は、たとえ相当の鉄鋼需要の伸びが見込まれる経済発展地域においても、生産設備の建設費が特別に低い国を除いては、コマーシャルベースのみで判断を下すことが容易でない投資プロジェクトになりつつある。

このような投資環境下で前節の「製鉄プロセスの進化」で述べたように、鉄源製造部門では溶融還元法等の新プロセスが開発・実用化され、製鋼部門では薄スラブ連铸やストリップ連铸が導入され、圧延部門ではコンパクトミル等設備の簡素化が図られ、多額の投資を必要としない生産プロセスの導入が進められようとしている。

鉄源製造工程については、溶鋼の製造プロセス別の経済性評価分析が、新日鐵・富浦氏より、96年の国際鉄鋼協会(IISI)大会の場で発表されているが、同氏は図35の地域



資源から見た地域類型

市場		原燃料の入手容易性			
		鉱石	スクラップ	石炭/コークス	天然ガス
A1	成熟	△	○	○	×
A2		△	○	△	×
A3		○	○	○	×
A4		○	△	○	×
B1	成長	○	△	○	×
B2		○	×	×	○
B3		○	×	○	×
B4		○	×	○	○

注：○：恵まれる △：普通 ×：劣る

出所：富浦梓「プロセスの特徴とその戦略的評価」
鉄鋼界 1996年11月 (社)日本鉄鋼連盟

図35 地域別・鉄源プロセス別溶鋼製造コストの試算結果

別・鉄源プロセス別溶鋼コストの試算結果を、次のように分析している³⁾。

①新プロセスは、地域依存性が極めて強いプロセスと今まで一般的に考えられていたが、地域性に係わらず、溶鋼獲得の手段として競争力のあるプロセスが存在し得ることが明らかになった。

②先進国で高炉一転炉の休止に伴う生産量減を補う必要があるならば、スクラップと電気エネルギーを安価に入手し得る限り、電炉法あるいは新しいプロセスと電気炉の合併プロセスが有利となろう。

③鉄鋼需要の伸びが高い地域では、様々な選択肢が考えられる。需要量が著しく多く、原料入手に有利な地域では、高炉一転炉法が有効な手段であるが、需要規模、入手し得る原料、およびエネルギー価格の条件によっては、様々なプロセス選択が考えられる。

④適切な選択肢を考える要件として、市場の規模、獲得し得る原料とエネルギーに加え、環境規制の動向とエネルギー価格の動向が重要となる。

鑄造、圧延工程については、薄スラブ連鑄とコンパクトストリップミルを使った新プロセスによる熱延薄板製品の生産が、ニューコア・スチール社により、1989年から始められている。本プロセスについてホーガン氏は、「現在の発展段階で、コンパクトストリップミルが、限られた範囲で、一般品質の薄板を競争力あるコストで、ほぼ安定生産できることは実証された。製品化できる薄板の厚さと品質が限られているため、まだ、従来の薄板生産方式に代わり得る、対等のものとは考えられない。しかし、これはミニミル型工場の領域、つまり年度100万^ト以下の工場、製品トン当たり400^{万円}程度の投資で、限られた種類の薄板製品を

生産するには、競争力のある手段といてよい。」と述べている⁴⁾。薄スラブ連鑄はスラブが薄く、熱延工程で粗圧延機や中間圧延機が不要となるため、コンパクトストリップミルと組合せることで、生産ラインの長さも従来の1/3以下の200メートル程度となり、より安い設備費によって熱延薄板の製造が可能となっている。

従って、上述の溶鋼コストを勘案すると、①電気炉または電気炉と新鉄源製造プロセスとの合併プロセスと②薄スラブ連鑄とコンパクトストリップミルの組合せによって、汎用の薄板については、小規模設備でもコスト競争力を維持しつつ、市場に参入することが可能であると考えられる。

さらに、直接熱間薄板を鑄造するストリップキャスターがステンレス鋼のみならず、普通鋼の分野でも実用化されれば、新たなプロセス選択の幅が大きく広がっていくと考えられる⁵⁾。

以上のような製鉄プロセスにおける新たな技術進歩は、従前は一貫製鉄所のみで生産可能と考えられていた薄板の分野の一部に、いわゆるミニミルといわれる電炉メーカーが、世界各地で参入できることを意味しており、21世紀の製鉄プロセスを展望する上で重要なポイントとなっている。

1.2 資源・エネルギーの需給動向

一スクラップ需給とコークス炉の老朽化一

図36は、(社)日本鉄源協会によって1996年に試算された国内市中スクラップの回収量と回収見通しである。日本の鉄鋼蓄積量が増加していくにつれて、老廃スクラップの発生量が1980年度1,500万^トから、93年度2,400万^トへと60%の大幅な増加を示している。1993年度のスクラップ供給量は、加工スクラップと自家発生屑を合わせると4,300万^トと

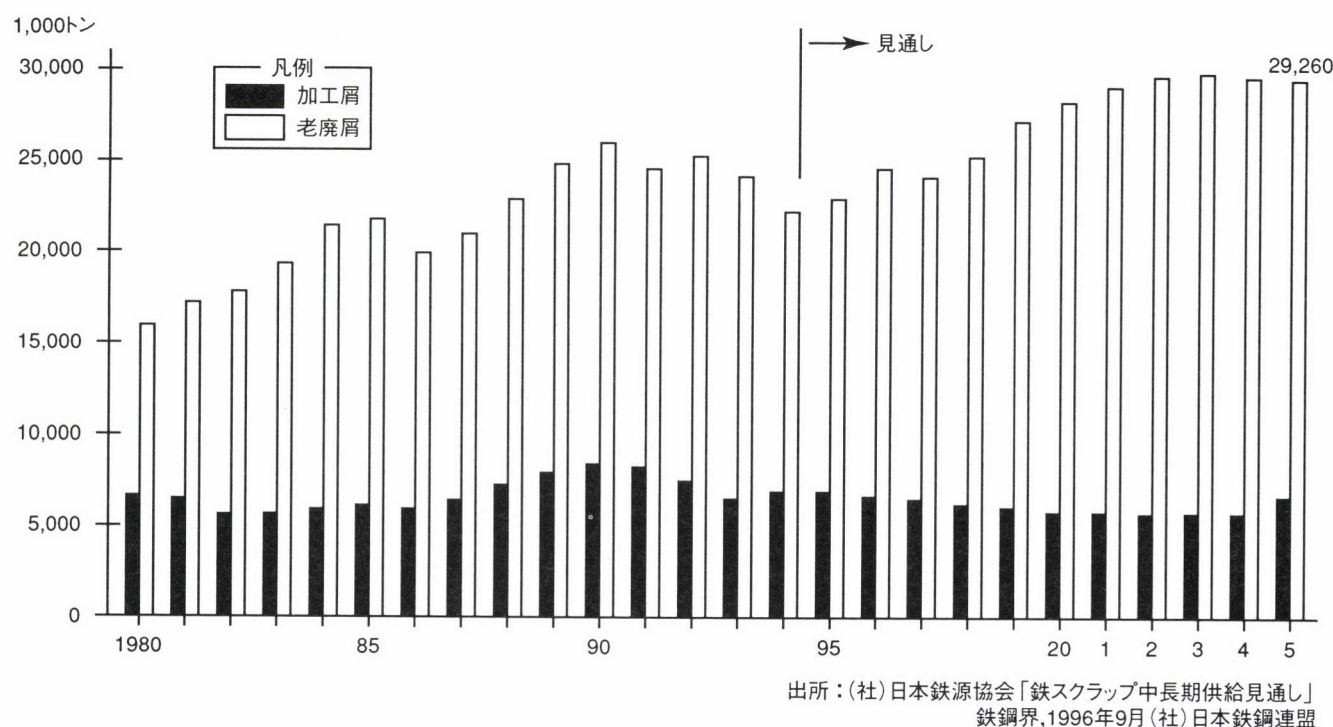


図36 国内市中スクラップ回収見通し(Aケース)

なっている。

同協会は、2000年の粗鋼生産を9,500万トン(Aケース)と1億トン(Bケース)の2つに分けてスクラップの発生量を予測し、表10に示すように、2005年のスクラップ供給量を、老廃スクラップ(発生量2,900～3,000万トン)、自家発生屑、加工スクラップ合計で、4,700～5,000万トンと予測している⁶⁾。

蓄積量の伸びを年間2%程度と仮定すると、現在10億トンの蓄積量は、2020年には2倍の20億トンになり、2.1～2.2%の回収率を想定すると4,200～4,400万トンの老廃スクラップが発生することになる。自家発生屑を1,200万トン、加工スクラップを600万トンとすると、2020年には、6,000万トン程度のスクラップが供給され则认为られる。

また、同協会は、表11に示すように、アジア地域における2000年の冷鉄源需給を予測しているが、本調査によれば、1995年の需給ギャップ1,400万トンは、電炉鋼増産によるスクラップの大幅需給増を背景に、2000年では2,400万トンと、更に1,000万トン拡大する見通しとなっている⁷⁾。アジア地域へスクラップを輸出できる地域としては、米国、EU、日本、旧ソ連・東欧等が考えられるが、地球環境問題への対応からのスクラップ使用の増加や、米国におけるミニミル増産によるスクラップの輸出余力の減少も考えられ、アジア地域のスクラップ需給は、需要増を背景に一層タイトになると考えられる。

その一方で、鉄鉱石、石炭については、長期的に開発が進められていることから、需給バランスが大きく変化する

表10 鉄スクラップ供給中長期予測(まとめ)

(単位：1,000トン)

	93年度	2000年		2005年		93—2000年増減		93—2005増減	
		Aケース	Bケース	Aケース	Bケース	Aケース	Bケース	Aケース	Bケース
自家発生	12,281	11,805	12,640	11,805	12,640	▲476	359	▲476	359
内(分譲スクラップ)	(2,385)	(2,570)	(2,700)	(2,570)	(2,700)	185	315	185	315
加工スクラップ	6,777	6,340	6,840	6,080	6,570	▲437	63	▲697	▲207
老廃スクラップ	24,428	27,780	28,920	29,260	30,460	3,352	4,492	4,832	6,032
(うち輸出)	(1,091)								
国内市中	31,205	34,120	35,760	35,340	37,030	2,915	4,555	4,135	5,825
供給計	43,486	45,925	48,400	47,145	49,670	2,439	4,914	3,659	6,184

注：分譲スクラップは現行の転炉鋼自家発生スクラップに占める過欠補正值の割合で設定した。

出所：(社)日本鉄源協会「鉄スクラップ中長期供給見通し」
鉄鋼界, 1996年9月, (社)日本鉄鋼連盟

表11 中国、台湾、韓国、インド、アセアン5カ国合計の冷鉄源需給状況

(単位: 万 t)

	2000年	1995年	対95年比 増加量
需 要 計	11,400	8,300	3,100
ス ク ラ ッ プ	8,800	6,400	2,400
冷 鉄	1,500	1,300	200
還 元 鉄	1,100	600	500
供 給 計	9,000	6,900	2,100
ス ク ラ ッ プ	7,100	5,400	1,700
冷 鉄	900	900	0
還 元 鉄	1,000	600	400
需 給 ギ ャ ッ プ	2,400	1,400	1,000
ス ク ラ ッ プ	1,700	1,000	700
冷 鉄	600	300	300
還 元 鉄 等	100	0	0

注: 95年の需給ギャップは輸入等によりバランスされている

出所: (社)日本鉄鋼連盟, 鉄鋼界報 No. 1699. 1997. 2. 1 及び
(社)日本鉄源協会「アジアにおける2000年時点の冷鉄源
需給の展望」1996年12月

ことは考えられず、価格も他のエネルギー価格が大幅に変動しない限り、大きな変動は生じないと考えられる。

このような状況から、スクラップ需要が供給を上回る地域では、スクラップ不足を回避するとともに、スクラップ価格の変動をより小さなものとするため、安定かつ高品質の鉄源を獲得する手段として、設備費が小さく需給に合わ

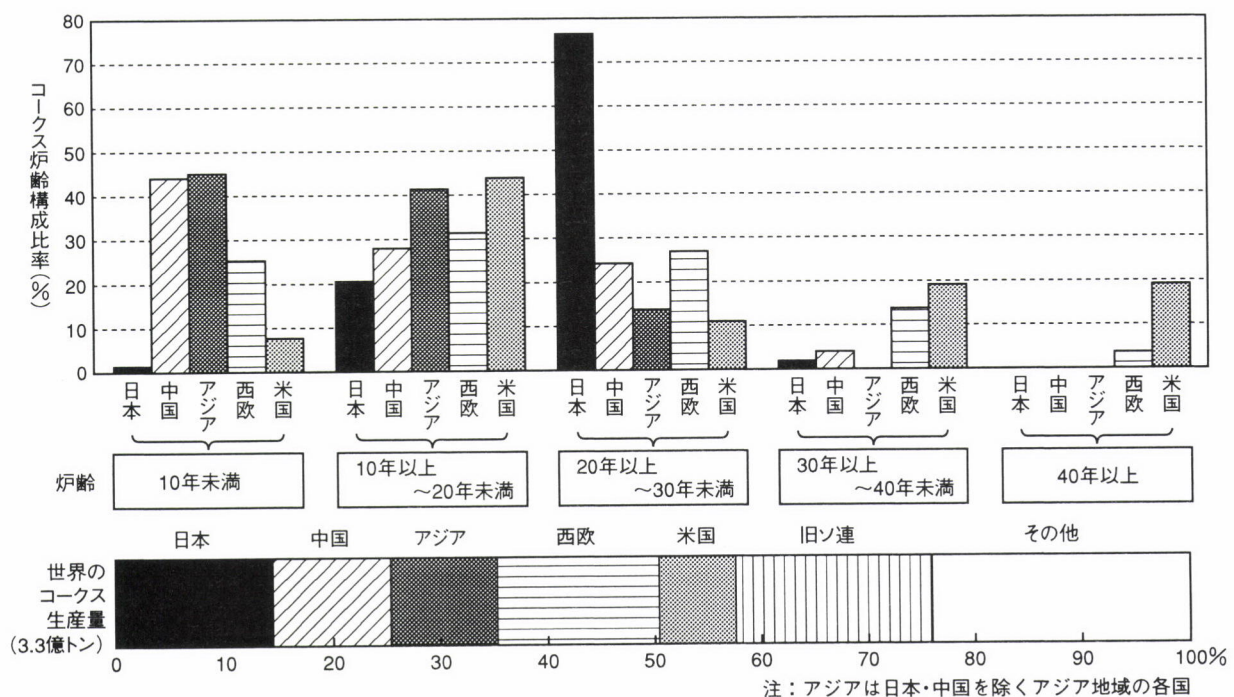
せた柔軟な操業が可能な新鉄源製造プロセスの導入が進むと考えられる⁸⁾。

ところで、溶鋼の製造工程では高炉—転炉法による既存の一貫製鉄所が、現在最もコスト競争力を有していると考えられているが、高炉操業に必要なコークス炉については、図37に示すように2010年頃には寿命を迎える炉が全体の70%を占めており、これらの炉が休止した場合どのような形でコークスを手当するかが問題となる。生産性・エネルギー効率の向上を目指し現在開発中の次世代コークス炉のような新プロセスにリプレースすることや外部からコークスを購入することが考えられる。

また、コークス炉を必要としない溶融還元法やコーレックス法等の新鉄源製造プロセスが、高炉鉄の減少を補うプロセスとして導入される可能性も考えられる⁹⁾。

1.3 地球環境問題への対応

日本鉄鋼業は、我が国全体のエネルギー消費の約12%、炭酸ガス排出については、それ以上の比率(14~15%)を占めていると考えられる。従って、前節で述べたように、日本鉄鋼業としては、炭酸ガスを削減し、地球温暖化対策に積極的に寄与していくことが求められており、既存の工程毎の省エネルギー化を更に進めるとともに、石炭を代替する還元材の利用、エネルギー使用効率の向上、省エネルギーの徹底、スクラップの有効活用等により、炭酸ガスの発生をより抑制することが可能なプロセスにシフトしてい



注: アジアは日本・中国を除くアジア地域の各国

出所: IISI, World Cokemaking Capacity, 1993
及び武内美継「鉄源プロセスの動向」, 鉄鋼界, 1995年2月 (社)日本鉄鋼連盟より再掲

図37 コークス炉年齢構成と生産量

くことが求められている。

図38は1988年の一貫製鉄所のエネルギー消費構成である。鉱石から溶鋼を得るプロセスでは、酸化鉄から酸素を除去するために必要な熱量が鉄1トン当たり180万Kcalであるため、製鉄システムにおける熱効率の向上、排熱の効率的回収により、現在費やされているトン当たり約400万Kcalとの差の200万Kcalを引下げ、またその顕熱や廃熱を下工程で有効に利用していくことが求められている¹⁰⁾。

粗鋼を製造する重要プロセス毎のエネルギー消費を比較すると表12及び図39のとおりであり、粗鋼1トン当たりの消費エネルギーは、高炉→転炉が380万Kcal、ガスを利用した還元鉄と電気炉の組合せが420万Kcal、電気炉が120万Kcalとなっている。DIOS等の溶融還元法は耐火物寿命とも関連するが、溶鉄製造のエネルギー効率で高炉法を越える可能性が考えられる。各種の粗鋼製造プロセスを比較すると、鉱石の還元により粗鋼を得るプロセスとしては、高炉→転炉又は溶融還元炉→転炉が効率的であるといえる。特に、高炉法と同程度又は上回るエネルギー効率を有すると考えられる溶融還元法は、粗鋼の利用やフレキシブルな操業が可能なることから、高炉を補完する新鉄源プロセスとしての成熟が期待されている¹¹⁾。

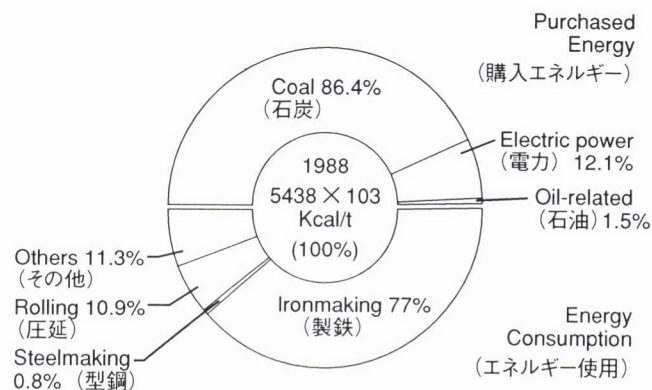
また、還元反応が不要なスクラップ溶解法では、高炉→転炉に比べエネルギー消費量が粗鋼トン当たり120万Kcalと約1/3になることから、スクラップを有効に活用し、鉄鋼製品に再生していくことが、炭酸ガスの削減に大きく寄与することになる。前述のように日本では1993年で4,300万トンのスクラップが発生すると見込まれることから、不純物を有する老廃スクラップを含め、スクラップを利用しながら、高品質の鋼材を製造していく製鋼プロセスが重要になる。従って、環境調和型新製鋼法を利用した老廃スクラップからの銅・錫といった有害金属の除去技術や、スクラップと鉱石の還元により製造された高品質の鉄源を適切に混合し、高品質の鋼材を製造するプロセスが開発、導入されていくと考えられる¹²⁾。

casting、圧延工程では、プロセスの連続化、工程の省略による省エネルギー化が重要な対策となり、電磁気力を利用した連铸スラブの品質向上、直送圧延、薄スラブ連铸、ストリップ連铸、中低温を含めた排熱の回収・利用プロセスが重要となってくる。

2 21世紀の製鉄プロセス

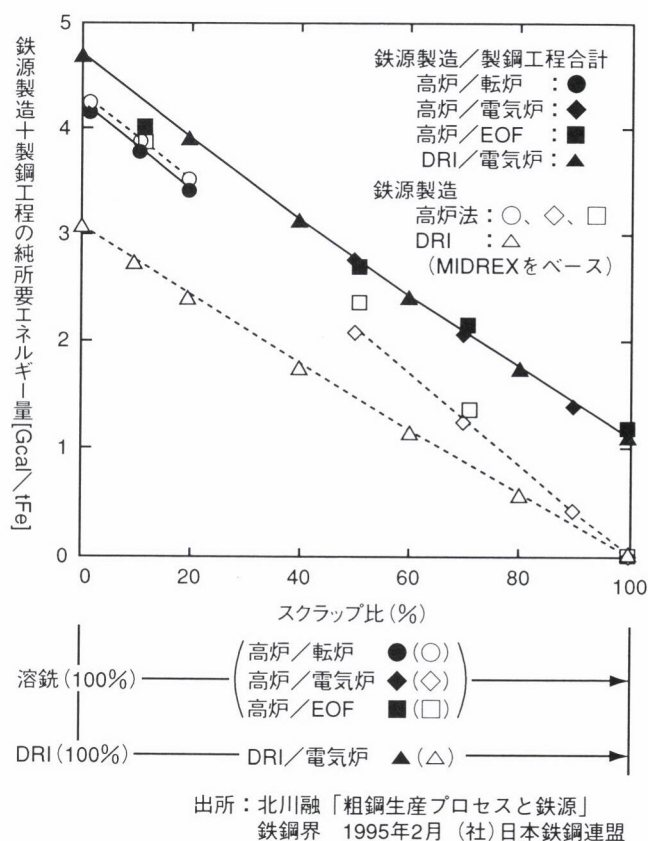
2.1 製鉄プロセスの将来方向

日本鉄鋼業の当面の課題は、グローバル化に対応したコスト競争力の維持、強化であるが、中長期的には地球環境



出所：今井卓雄「これからの鉄製錬技術」
第135回 西山記念技術講座（1990年11月）（社）日本鉄鋼協会

図38 Purchased energy and breakdown of energy consumption by division.
(Kawasaki Steel, Mizushima Works)



出所：北川融「粗鋼生産プロセスと鉄源」
鉄鋼界 1995年2月（社）日本鉄鋼連盟

図39 各種粗鋼生産プロセスの純所要エネルギーの比較

との共生が最大の課題となると考えられる。当然のことながら、この課題は日本のみならず世界のどの地域の鉄鋼業にとっても21世紀における最も重要な課題であり、この課題に適切に対応していくことのできる製鉄プロセスが、新しい時代をリードしていくことになる。

前述の製鉄プロセスの最適化に多大な影響を及ぼす要因の変化を踏まえ、いかに鉄鋼製品を低コストで効率的に環境と調和しながら生産していくかという視点から、21世紀

表12 各種鉄源プロセスの純所要エネルギー比較

原料	プロセス	製 品	純所要エネルギー量 [Gcal/tFe]	製鋼への持込熱量 ⁽¹⁾			修正所要エネルギー [Gcal/tFe]	その他、鉄源としての 特性
				炭素濃度 (%)	温 度 (℃)	[Gcal/tFe]		
鉄 鉱 石	高 炉	溶 鉄	4.4	4.5	1,350	0.6	3.8	・鉄鉱石中の脈石成分は製錬過程でスラグとして除去されている。 ・循環成分は殆ど含まない。
	COREX		4.5	4.1	1,350	0.6	3.9	
	DIOS		3.1～3.6	3～4	1,350	0.5～0.6	2.5～3.1	
	Hismelt							
	ROMELT							
	CCF							
	MIDREX	海綿鉄 (DRI)	3.1 ^{(2),(3)}	1～2	常 温	≒0.1 ⁽⁴⁾	3.0	・鉄鉱石中の脈石成分を含む。 ・循環成分を殆ど含まない。
	HYL III		3.3 ^{(2),(3)}	1～2		≒0.1 ⁽⁴⁾	3.2	
	FIOR		4.2 ⁽³⁾	0.5		≒0 ⁽⁴⁾	4.2	
	FASTMET		3.7 ^{(2),(3)}	<2		<0.2 ⁽⁴⁾	3.5	
Iron Carbide	炭化鉄		3.2 ⁽³⁾	<6		<0.5 ⁽⁴⁾	2.7	
鋼屑	直 接 使 用		0	常 温 (予熱して製鋼炉に装入する) (方法はあるが本稿では0)			0	・市中屑を中心に循環成分を含む。

注：(1) 含熱量および炭素の燃焼熱を算定した。
(2) 粉鉱石のペレット化のためのエネルギー所要量を、0.5Gcal/tFeとしてエネルギー消費量の報告値に加算した。
(3) 直接還元鉄の純鉄分は使用鉱石品位により変化するが、本表では95%として算定。
(4) 直接還元鉄中の脈石成分の製鋼工程における溶解エネルギーは、一桁低いレベルであるため本表では考慮されていない。
出所：北川融「粗鋼生産プロセスと鉄源」鉄鋼界 1995年2月 (社)日本鉄鋼連盟

の新しい製鉄プロセスを展望すると、次のような方向が考えられる。

第一は、巨額な設備投資を回避でき、共通仕様で自動化され、メンテナンスも容易なコンパクトな製鉄プロセスの導入である。

第二は、多様な原材料をエネルギー効率よく利用し、かつ、スクラップの需給バランスに合わせ柔軟に生産量を調整できる鉄源製造プロセスの導入である。特に、先進国においては、既存の設備とのマッチングや老朽化の度合を視野に置いたプロセスの導入になると考えられる。

第三は、地球環境問題やリサイクル推進の観点から、スクラップの有効利用を念頭においた新製鋼プロセスの導入である。

第四は、省エネルギー化、環境保全作業環境の改善とともに、製品の高品質化や高付加価値化を目指したプロセスの連続化、統合化、クローズド化である。

第五は、需要地に近接した都市型一貫製鉄所については、電力、熱供給事業やリサイクル事業を合わせ行う立地点により密着した形の生産形態になると考えられる。

以上の目標と対策の方向をまとめると、図40のようになると考えられる。

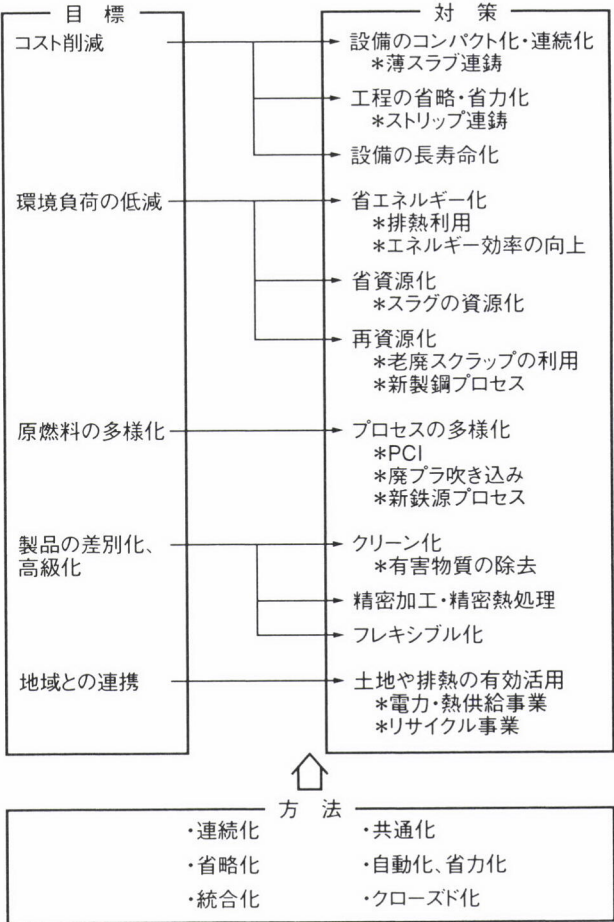
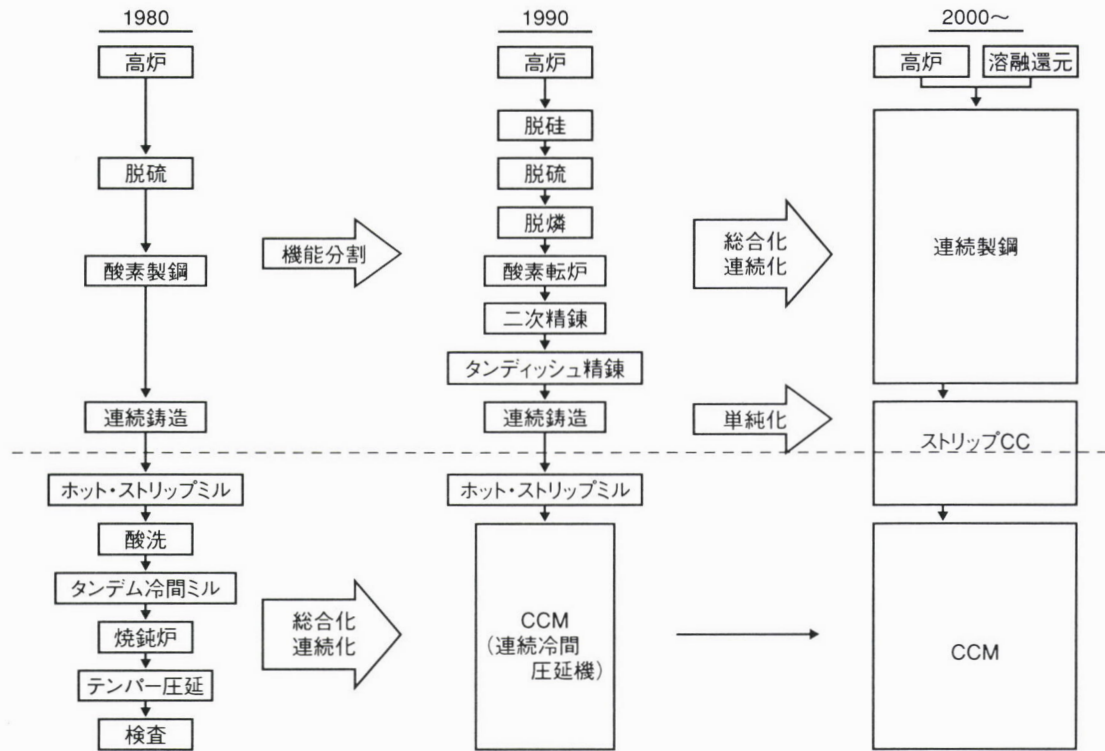


図40 21世紀の製鉄プロセスの目標と対策の方向



出所：“Metallurgical Process for the Year 2000 and Beyond” (1988)
下村泰人「20世紀鉄鋼技術史のトピックス」、(社)日本鉄鋼連盟より再掲

図41 2000年の鉄鋼製造プロセス

2.2 21世紀の製鉄プロセスの展望

将来の製鉄プロセスの予測については、米インランドスティール社のヒューズ氏、川崎製鉄今井氏¹⁰⁾、新日本製鐵の武内氏¹⁴⁾、通産省中島氏¹⁸⁾等の研究がある。ヒューズ氏は、図41に示すように機能分割された工程が連続化、統合化される方向を予測し¹³⁾、今井氏は製鉄製鋼工程の変革の方向として、第一に固定費の過大負担、原料に対する硬直性を回避できる柔軟な鉄鋼生産への対応、第二に連続製鋼も視野に入れた高純度鋼のFMS (flexible manufacturing system) の構築、第三に自動化、無人化への対応を挙げている¹⁰⁾。武内氏は、図42のように製鋼分野を中心に「原材料使用の自由度拡大、リサイクル、環境調和、凝固加工プロセスなどの技術革新が中心になっていく」と予測している⁹⁾¹⁴⁾。

これらの研究を踏まえ、各工程毎に将来の製鉄プロセスを展望すると、次の通りである。

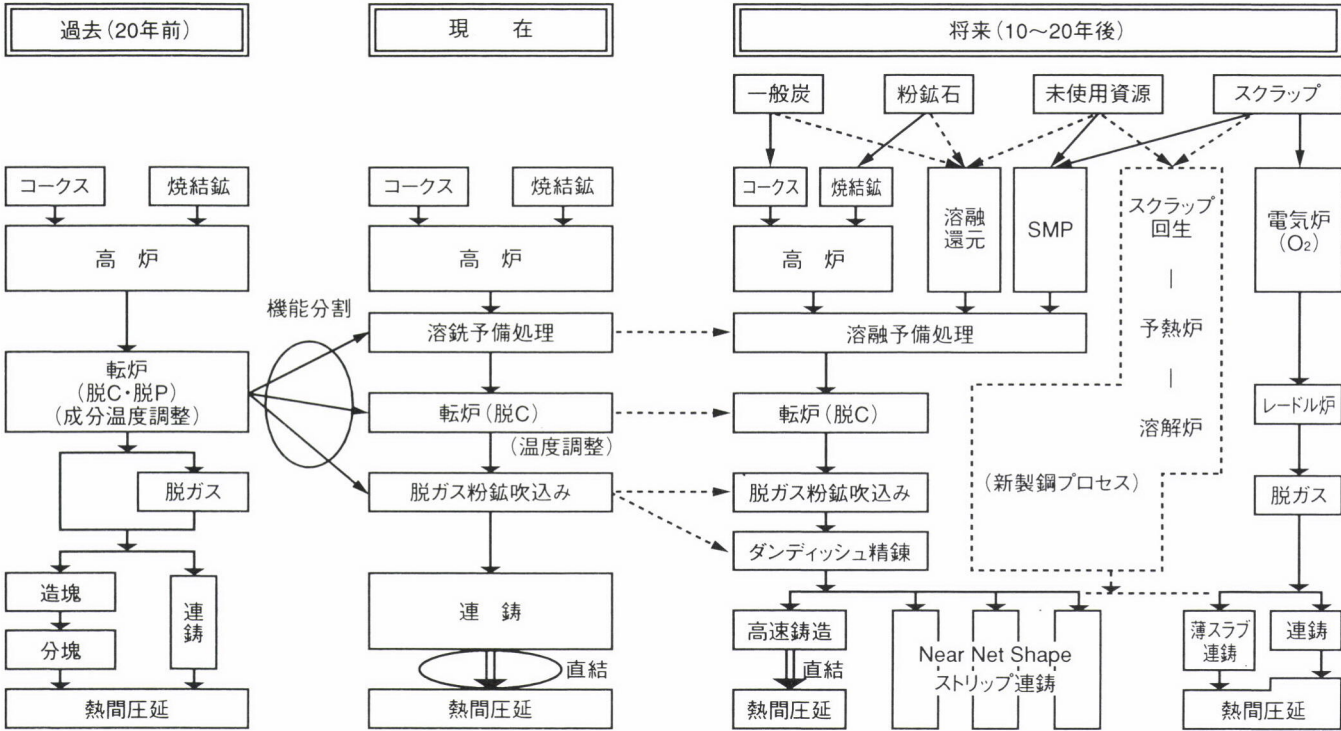
(1) 製鉄部門については、日本のような先進国でコークス炉の老朽化が進む中で、高炉転炉法を補完する鉄源供給プロセスとして溶融還元法の導入が考えられる。同プロセスは、前述のようにエネルギー消費効率で高炉を上回る可能性があり、炭酸ガス削減に寄与するプロセスとして期待されている。また、粉鉱や粉炭を直接挿入する

ことができることから、原燃料ソースの多様化が図られるとともに、コークス炉や焼結機が不要となる。

更に、巨大投資を必要としない年間100万トン程度のコンパクトな設備で、需要に合わせて柔軟に生産量を変化させることが容易である。したがって、需要の伸びが著しくスクラップ不足が予想される東南アジア等の経済発展地域でも鉄源を供給するプロセスとして活用することが考えられる。

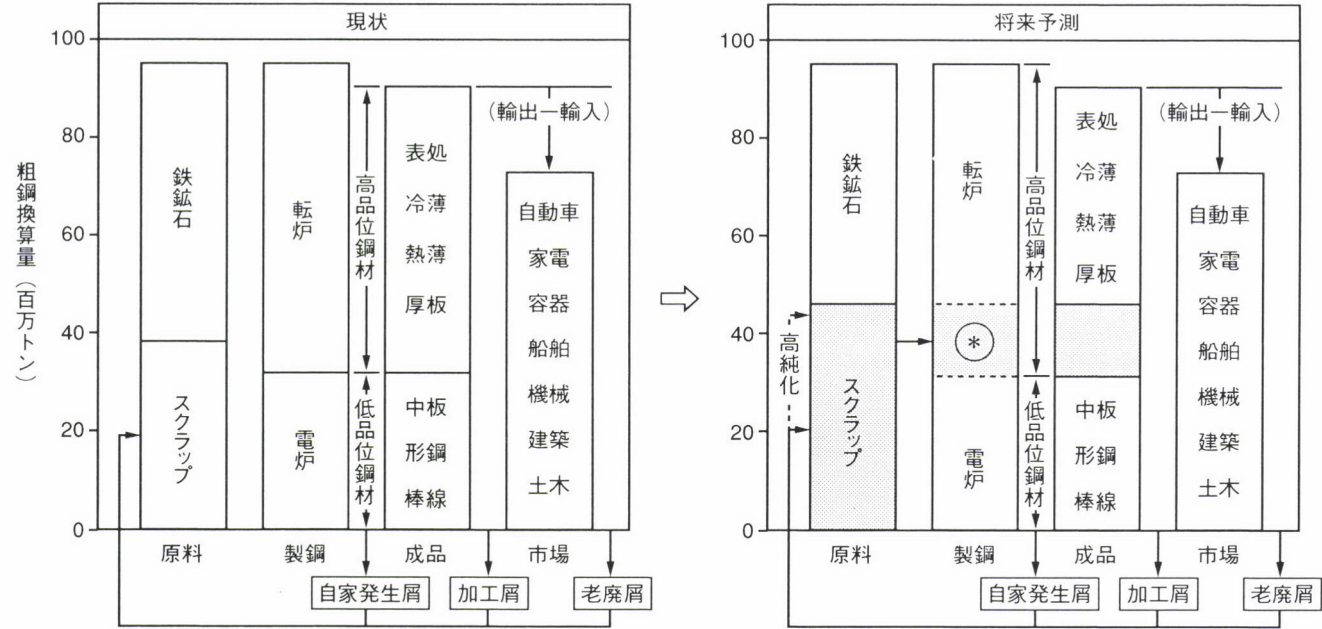
また、米国のニューコア社がトリニダード・トバコで1994年より製造を開始しているアイアンカーバイドは、酸化しにくく輸送が容易なため新たな鉄源製造プロセスとして注目に値する。大量の鉄鉱石、石炭の輸送に要するエネルギーの削減を勘案すると、鉄源をアイアンカーバイドやホット・ブリケット・アイアンのような形態で資源産出国で製造し、需要地の製鉄プラントに供給することも将来における一つの可能性として考えられる。

(2) 製鋼部門では、炭酸ガス削減と資源の有効利用の観点から、老廃スクラップの利用を目指した新製鋼プロセスや、機能分化精錬のデメリットを解消する連続製鋼プロセスが考えられる。新製鋼プロセスは、老廃スクラップ中の有害金属、元素を除去し、リサイクルに伴う品質劣化を抑えつつ、エネルギー効率よく高品位の溶鋼を



出所:武内美継「鉄鋼技術10年の軌跡—3.6、次世代製鋼法と開発課題」鉄と鋼 Vol.81、1995年4月、(社)日本鉄鋼協会を翻訳

図42 製鋼プロセスの大量生産から工程省略型、環境調和型プロセスへの進展



出所：武内美継「鉄源プロセスの動向」鉄鋼界、1995年2月、(社)日本鉄鋼連盟

図43 鋼材原料構成と成品・市場の関係

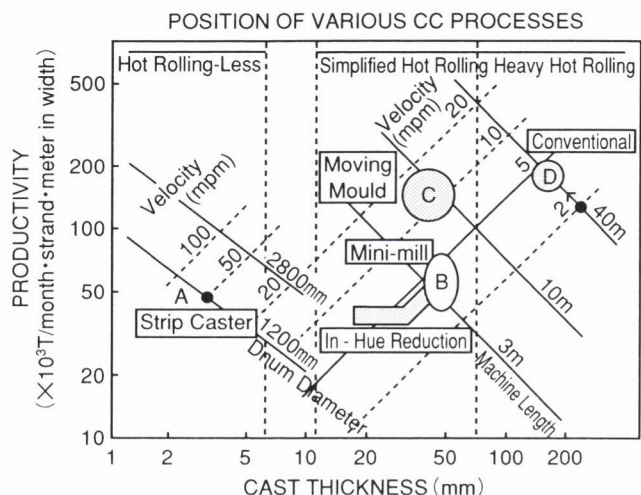
製造するプロセスで、地球環境問題に対応して粗鋼製造エネルギー原単位を引き下げようとするものである（図43参照。図中*の部分が新製鋼プロセスの対象分野の一部である）⁹⁾。

連続製鋼は、製鋼工程を転炉のようなバッチ方式ではなく、連続して行うものである。現在製鉄と製鋼の間で炉外精錬を含め、機能分化精錬が進み鋼の品質向上に資する一方で、処理時間の延長やリレードル回数の増加など熱エネルギー的には負荷が増加している。このような問題を解決するとともに、クローズド化による雰囲気コントロールによって、鋼の高品質化を図る方法の一つとして連続製鋼が考えられる¹⁰⁾。

(3) 鑄造工程では、前号で紹介した薄スラブ連铸やストリップ連铸をはじめとするニアネットシェイプが、将来益々重要な位置を占めていくと考えられる。特にストリップキャストは、幅20¹⁾、長さ100¹⁾程度の小さな建屋に入るコンパクトな設備で、年間50万¹⁾程度の生産規模でもコスト競争力を持つことから、技術開発が進み、実用化が可能となれば、先進国、途上国を問わずいわゆるミニミルを中心に導入される可能性が大きいと考えられる。

ストリップキャストは、鑄造と熱延工程を統合したプロセスと考えられるが、この連続化とコンパクト化によって、更にクローズド化への道が開かれると予想される。クローズド化されると、焼鈍工程のように外気から遮断された制御雰囲気の中で、圧延、加工、熱処理が可能となり、鋼の品質や省エネルギー面で新しい発展が期待される。即ち、ストリップキャストは、酸洗工程の簡素化・省略を含め、熱延と冷延工程の連続化に関しても大きな意味を有する画期的プロセスになる可能性を秘めている。（図44参照）

(4) 圧延、加工、熱処理、表面処理工程では、連続化、クローズド化、精密圧延、精密熱処理、クリーン化による品質向上や省エネルギー化が進むと考えられる¹⁵⁾。鋼材の製品開発の分野では、合金元素を極力減らし、ミクロンレベルの微細複相組織（メゾスコピック組織）の作り込による強靱で環境に調和した「スーパーメタル」の研究開発が通産省によって、強度2倍、寿命2倍を目指した「新世紀構造材料」の開発が科学技術庁によって、平成9年度からスタートしている。上述の鑄造、熱延、冷延、焼鈍、表面処理まで含めた連続、クローズド化が進めば、これらの研究開発の成果を製造プロセスの中で活かすことが可能となり、従前では達成できなかった強度と靱性を合わせもつような性能を有する鉄鋼製品が作られることも期待される。



出所：S. Mizoguchi, The Ethem T. Turkdogan Symp., ISS, (May 1994), p.166

図44 ストリップ連铸、薄スラブ連铸、通常の連铸の比較

(5) 立地場所に密着した形の製鉄プロセスとしては、① 石炭ヤードや豊富な土地を活用した電力供給事業、② 製鉄所から生じる中低温排熱を利用した熱供給事業、③ 溶融廃棄物処理等、溶融技術を活用した資源リサイクル事業、④ 廃プラスチックの高炉吹込み事業等が考えられる。

特に、廃プラスチックの高炉吹込みについては、産業や一般生活から生じた廃プラスチックを試験的に稼働中の高炉に吹き込んでいるが、水素リッチな廃プラスチックの還元材としてのリサイクル活用とそれによる炭酸ガス発生量の削減の両面から、その実用化と普及が期待されている。

2.3 鉄鋼生産システムの展望

以上、各部門毎に新しい製鉄プロセスの動向を展望したが、既存の生産システムの存在を前提にこれらの新プロセスを組み込んだ製品の生産体制の方向を予想すると次のとおりである。

第1の方向としては、既存の一貫製鉄所の最適化の方向である。図34に示したように溶鋼コストの最も低い生産方式は、既存の高炉—転炉によるものであり、また、鉬石からつくられることから品質的にも優れた鋼をつくることが可能である。従って既存の一貫製鉄所は、①上工程のコスト競争力を活かし、新技術、新プロセスを設備の更新時に導入しながら、一層のコスト引下げによって、後述のコンパクト製鉄所やミニミルと競争していく方向、②高品質の鋼を活かし、高付加価値・多品種の鋼材をFMSにより効率的に製造していく方向、③既存の上工程を活用し、溶鉄、溶鋼、半製品を関係の電炉メーカーに供給する方向が考え

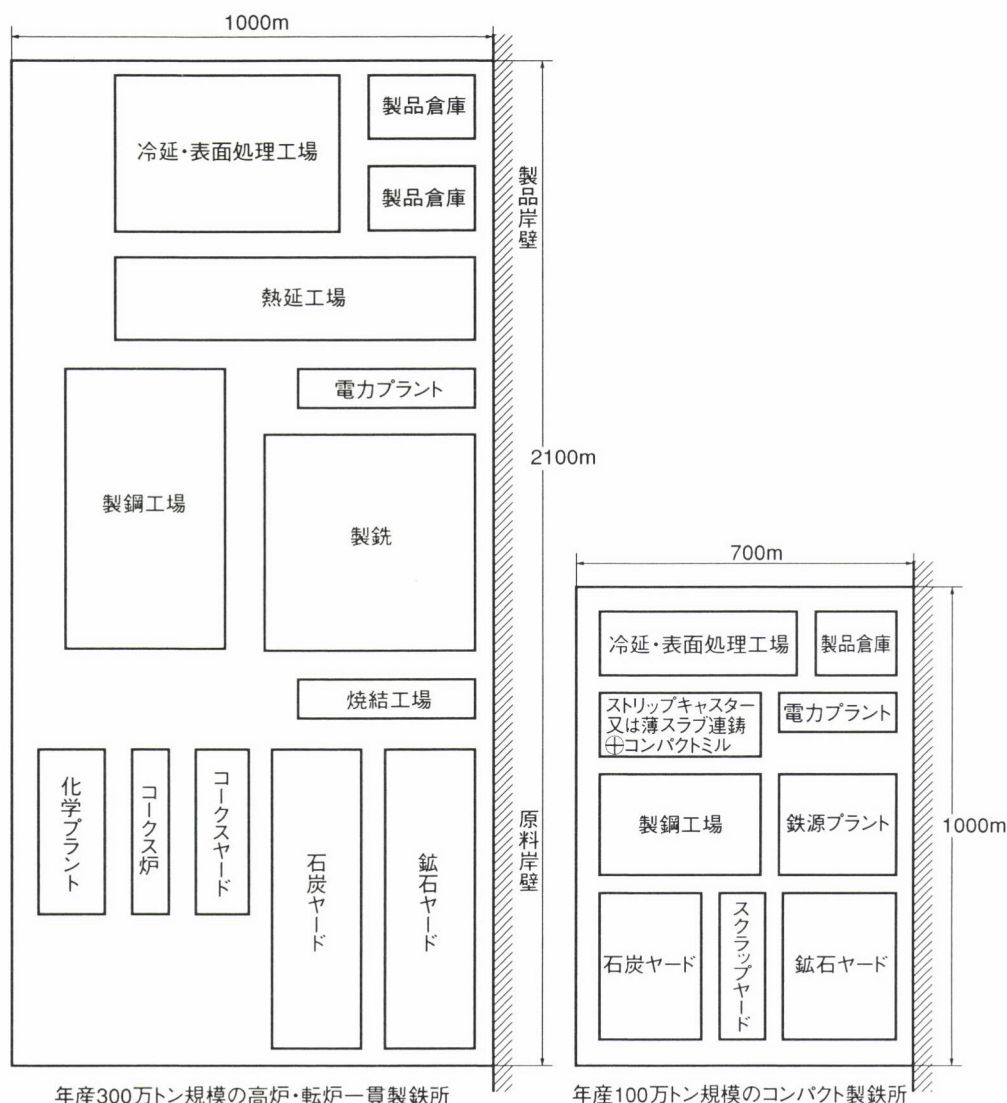


図45 一貫製鉄所とコンパクト製鉄所のプラントレイアウト例の比較

られる¹⁶⁾。

第2の方向としては、米国のミニミルに見られるような薄スラグ連铸とコンパクトストリップミルを用いて既存の電炉メーカーが汎用薄板の分野へ進出していくことが考えられる。

第3の方向としては、図45に示すような①溶融還元法等の新鉄源プロセス、②スクラップや新鉄源を利用した製鋼工場(電炉、転炉、又はこれらを改良したもの)、③ストリップ連铸(又は薄スラブ連铸とコンパクトストリップミル)から冷延・表面処理までクローズドで連続化が可能なラインを一部に含むようなコンパクト製鉄所の新設が、アジアのような需要の伸びの著しい地域で考えられる。このようなコンパクト製鉄所は、鋼種・形状を限定し、可能な限り、連続化、自動化、省力化を進めることにより、労働生産性を向上させるとともに、設備及びその計測制御システムを共通化し、設備費・メンテナンス費の引下げを目指すことが予想される。設備の初期投資額や製造コストをできるだ

け引下げ、より安価な汎用鋼材を提供することによって市場参入を図ることが想定される。

第4の方向は、我が国の需要産業が海外展開し、また、東南アジア等で需要産業が発展するのに対応した高品質素材供給工場として需要地域に下工程中心の製造プラントが導入されることが考えられる。このケースでは、中間製品としてのホットコイルや半製品としてのスラブ、ブルーム等が日本から供給され、高品質の冷延製品が現地で生産されることが考えられる。

第5の方向は、還元鉄やアイアンカーバイド等の鉄源を鋳石、天然ガス、石炭の生産地域又はその近傍で製造し、クリーンなスクラップ代替鉄源として需要地域に立地している電炉メーカー等に供給するものである¹⁷⁾。

21世紀においては、これらの異なる生産体制の製鉄所・鉄鋼工場が、コスト競争力の向上を図りつつ、ユーザーニーズや二酸化炭素抑制等の社会ニーズに対応しながら、互いに競争し、また協力し、グローバルな連携を視野に入れた

つ、環境調和型最適化（オプティマイゼーション）を図っていくと考えられる。

2.4 トータルエネルギー&マテリアルコントロール

コスト競争力を維持しつつ、環境への負荷を極力減らした環境調和型製鉄システムが、21世紀の製鉄プロセスの主流になるとの見通しを述べたが、環境とは当然のことながら製鉄所内と所外の双方の向上を目指した製鉄プロセスのクローズ化は、作業環境と周辺環境の向上にもつながるものとなる。そして、クローズ化の前提である連続化は、プロセスの自動化、省力化を容易にし、製鉄から圧延までの工程を全体として統合的にコントロールすることを可能とする。即ち、製鉄所内のトータルエネルギー&マテリアルコントロールが、図45に示すようなコンパクトなレイアウトの製鉄プラントの中で達成されることになろう。

ところで、環境共生型製鉄プロセスは、鉄鋼業のみでは完結しえないことは前号で述べたとおりである。社会全体での鉄鋼材料の流れを俯瞰すれば、図46のようになるが、このループを社会全体で最適なものにしていくことが求められている。本号では、第二層の製鉄プロセスのトータルエネルギー&マテリアルコントロールに焦点を当てて説明したが、次回は社会全体でのLCA（ライフ・サイクル・アセスメント）的視点に立ったトータルエネルギー&マテリアルコントロールに対する鉄鋼業の取組を含め、21世紀に向けた日本鉄鋼業の対応の方向について述べることにしたい。

「以下 次号に続く」

引用文献及び参考文献

- 1) 殷瑞鈺：「鉄鋼業と製鉄所の構造の最適化に関する工学評論」鉄鋼界，1994年1月，(株)日本鉄鋼連盟
- 2) W. T. ホーガン著，松田常美訳：21世紀の鉄鋼業，日鉄技術情報センター，p.173
- 3) 富浦梓：「プロセスの特徴とその戦略的評価」鉄鋼界，1996年11月，(株)日本鉄鋼連盟
- 4) 文献2)，p.178
- 5) (株)日鉄技術情報センター：「薄スラブ連铸：高圧下ミルによるストリップ製造技術とストリップ連铸技術」鉄鋼界，1994年10月，(株)日本鉄鋼連盟
- 6) (株)日本鉄源協会：「鉄スクラップ中長期供給見通し」鉄鋼界，1996年9月，(株)日本鉄鋼連盟
- 7) (株)日本鉄源協会：「アジアにおける2000年時点の冷鉄源需給の展望」，1996年12月
- 8) 金子伝太郎：「環元鉄利用の拡大」鉄鋼界，1995年2月，(株)日本鉄鋼連盟
- 9) 武内美継：「鉄源プロセスの動向」鉄鋼界，1995年2

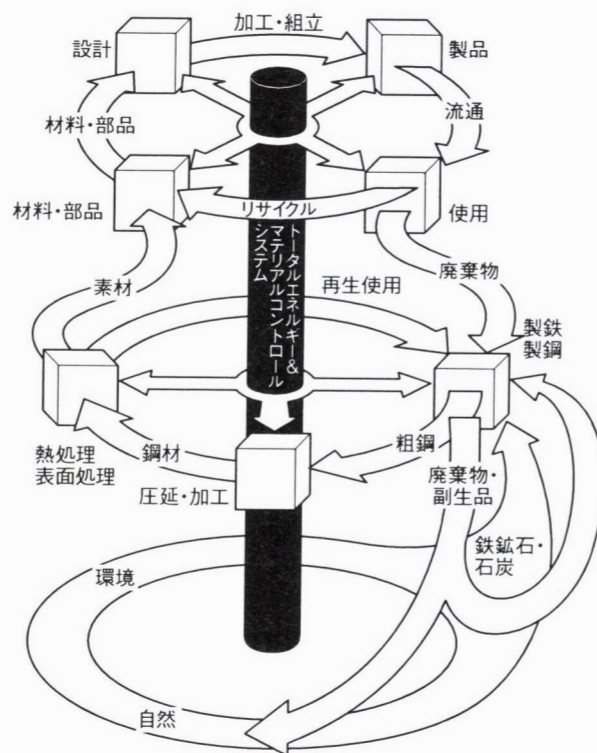


図46 トータル・エネルギー&マテリアルコントロールのイメージ図

月，(株)日本鉄鋼連盟

- 10) 今井卓雄：「これからの鉄製錬技術」第135回西山記念技術講座，1990年7月，(株)日本鉄鋼協会
- 11) 北川 融：「粗鋼生産プロセスと鉄源」鉄鋼界，1995年2月，(株)日本鉄鋼連盟
- 12) 財金属系材料研究開発センター：「新製鋼プロセス」鉄鋼界，1993年4月，(株)日本鉄鋼連盟
- 13) 下村泰人：「20世紀鉄鋼技術史のトピックス」，(株)日本鉄鋼連盟，p.156
- 14) 武内美継：「鉄鋼技術10年の軌跡—3,6,次世代製鋼法と開発課題」鉄と鋼 Vol.81，1995年4月，(株)日本鉄鋼協会
- 15) 江本寛治：「薄板製造における連続化・同期化技術とその効果」鉄鋼界，1995年11月，(株)日本鉄鋼連盟
- 16) 三好俊吉：「大規模高炉一貫製鉄所の競争力強化」鉄鋼界，1993年11月，(株)日本鉄鋼連盟
- 17) 永井親久：「製鋼における鉄源問題：鉄源技術の総括」鉄鋼界，1994年11月，(株)日本鉄鋼連盟
- 18) 中島一郎：「21世紀の製鉄環境」第135回西山記念技術講座，1990年11月，(株)日本鉄鋼協会

(1997年4月2日受付)



技術系図書出版の現状と今後の課題

矢崎陽一
Yoichi Yazaki

(株)日鉄技術情報センター 代表取締役社長

Recent Aspect and Future Task in Publishing Science and Technology Books

1 はじめに

著者が勤務する日鉄技術情報センターは新日本製鐵株式会社のシンクタンクで、技術・市場・経済、知的財産調査研究などの情報事業以外に出版事業も行っている。もとより当社の出版事業は弱小で表題のテーマで寄稿するのはおこがましい限りであるが、かねてから技術系図書の出版に悩みを抱えていたことや科学技術立国が叫ばれている一方で、技術系図書の出版が停滞している現実に危機感を抱いていたので、編集委員会からの依頼に応じ、出版界の現状を分析紹介し、さらに出版を取り巻く最近の動きである再販制度や著作権問題を紹介し、もって読者の技術系図書の出版に対するご理解を頂きたいと考え筆をとった。

2 日本における出版状況

誰にも子供の頃新しい本を買ってもらって、心のときめきを感じたり、ページを繰った瞬間に匂うインクの香りの中に未知の世界に入る前の知的感動を覚えた思い出はあると思う。このような本に対する愛着は学生時代から社会人になっても途切れることはないと思っていた。しかし最近では本が、とりわけ工学系の本は読まれなくなってきたという。大学生すら新入学時に教師から教科書として指定されて本は買うようだが、それも全入学生の70%くらいで、1年の後期には何と半分の30%程度にまで落ち込んでしまうそう(大学出版会)。先輩からのお下がりやコピーで済ますためだという。このような実態を把握するため技術系出版の状況を76年から95年までの過去20年間の出版統計⁽¹⁾をベースに分析してみよう。

2.1 新刊書の発行状況

低調な金属工学と好調な通信分野、しかし両者に問題あり
現在日本の出版社は約4,300社で年間売上は2兆5,896億

円、内書籍は1兆470億円(40.4%)、月刊誌は1兆1,352億円(43.8%)、週刊誌4,075億円(15.7%)(以上95年データ)で年々「雑高書低」の傾向を強めているという⁽¹⁾。それでも新刊書の発行点数は図1に示すように年とともに増加しているが、既刊本の売れ行き不振が続き返品率が35%程度と高いことである。つまり新刊書の寿命が短いことにほかならない。さらに図2は大きく自然科学と人文科学の代表的分野に分けて新刊出版点数の推移を見たものである。自然科学と歴史・地理の両分野はほぼ似通った増加傾向を示している。意外なのは工業・工学の分野で82年から急増し、さらに92年からはもっと急激に立ち上がっていることである。これを見る限りでは技術系図書の出版はきわめて盛況ということになるが、実態はどうだろうか？ 図3は工業・工学の中をさらに専門別に分けて解析した結果である。図書十分類法にしたがって代表的6分野を取り上げることにした。容易に想像がつくように増加が著しいのは電子通信の分野だけである。土木、建築に若干増加が見られるが、残りの分野は20年という長い時間軸の中でもほとんど変化がない。まして日本鉄鋼協会の会員がもっとも多く読むはずの金属工学の出版はこの数年を眺めると低位安定の傾向すらうかがえる。たとえば84年に52点だったのが91年から95年には30点前後となっている。20年間にはいくつかの社会現象の変化や景気変動、個人所得水準の向上、あるいは物価変動があったにも拘わらずである。また金属系専攻の学生もこの間の大学拡張期のなかで増加している事情も金属工学系出版にはほとんど影響を与えていないことになる。

さてもっとも増加著しい電子通信分野の新刊点数とOA機器の生産台数⁽²⁾の比較を直今10年間について示したのが図4である。OA機器としてはファクシミリとパソコンを取り上げたが書籍とパソコンの普及とは密接に関連していることが図から読み取れる。電子通信分野の新刊は実はパソコンの入門書だったり、インターネット関連の解説書

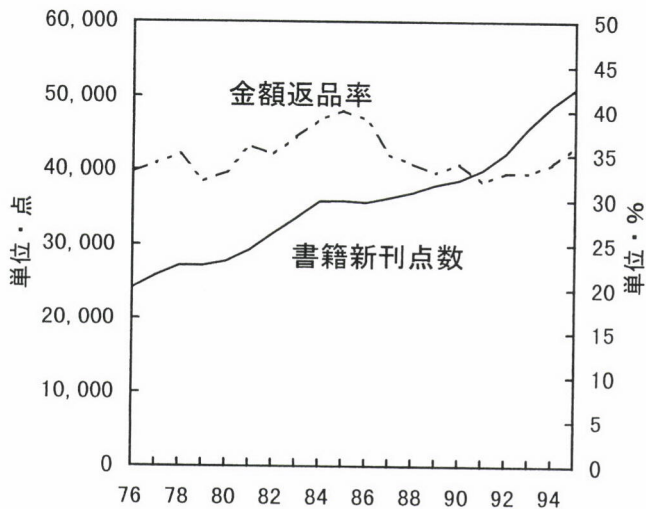


図1 書籍新刊点数と返品率 (1976-1995)
 (社)全国出版協会出版科学研究所 「出版指標・年報」より
 まとめ

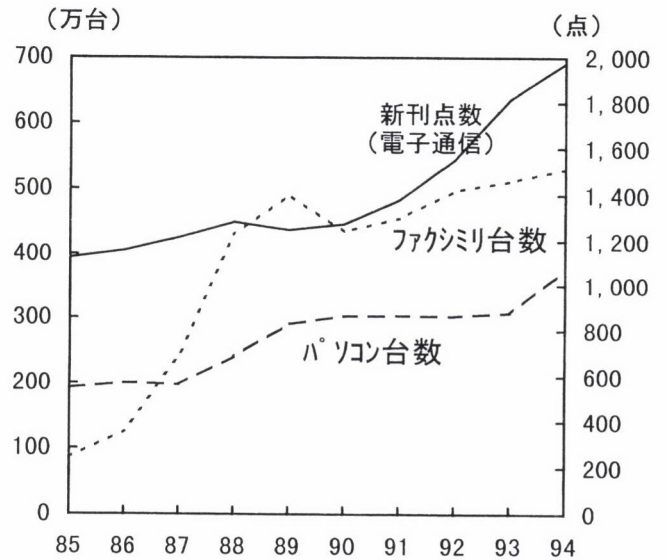


図4 電子通信分野新刊点数とOA機器生産量との関係
 (1976-1994)
 「出版指標・年報」および「情報化白書96」よりまとめ

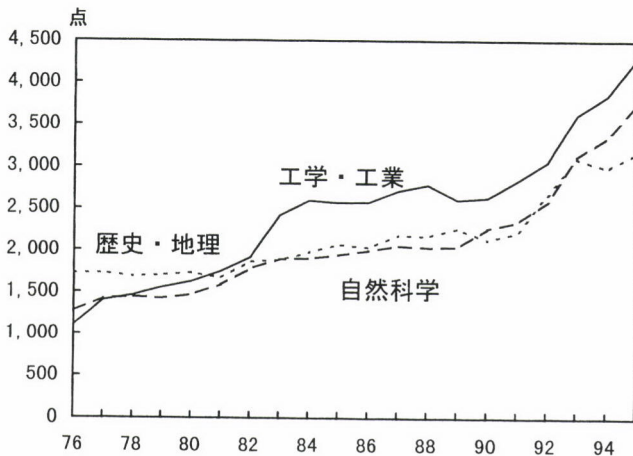


図2 書籍新刊点数 (1976-1995)
 —歴史・地理、自然科学、工学・工業の比較—
 「出版指標・年報」よりまとめ

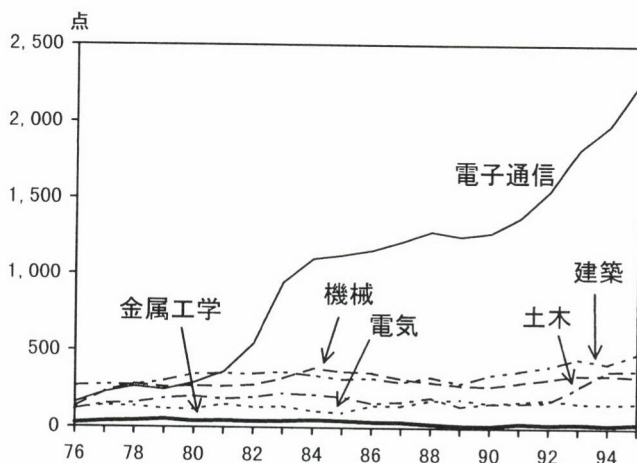


図3 書籍新刊点数 (1976-1995)
 —工学専門分野別の比較—「出版指標・年報」よりまとめ

だったり、あるいは各種ソフトウェアの解説書などがそのほとんどを占めている。これらの新刊書は対象のパソコンのモデルが変わったり、ソフトウェアの版が変わるとその使命を終えてしまう。いわゆるハードもソフトもめまぐるしく変わる現状ではこの方面の新刊書は引きも切らずに出続けることになる。このようなマニュアル類を主体とする新刊書を広義の技術系図書と呼べば出版は順調に推移していることになる。しかし本題の技術系図書は工学の原理、理論を扱う書と考える。とすると電子情報分野の書籍の伸びも正当な、体系だった学問を扱う図書の出版という観点からは手放しでは喜べない。

2.2 新刊書の定価 高い金属工学系書籍

次に新刊書の平均定価を比べてみよう。図5からも分かるように機械工学はもっとも安く平均で1,000円から1,500円で、次に高いのが電気工学と電子通信で、さらに高いのが土木、建築工学で金属工学は平均単価が最も高い。直今では金属工学の本は平均1冊3,000円から4,000円といったところである。

平均定価は新刊書1点当たりの発行部数（図6）に大きく関係する。推定とあるのは取次店経由した書籍と直接書店に回された分を推定算出した数字である。金属工学はもっとも少なく1点当たり1,000冊程度となる。興味深いのはこの数字が当社が出す書籍の平均出版部数1,500部とほぼ合っていることである。

ちなみに新刊書1ページ当たりの平均価格を専門分野別に比べると図7のようになる。ここでも金属工学は他を抜

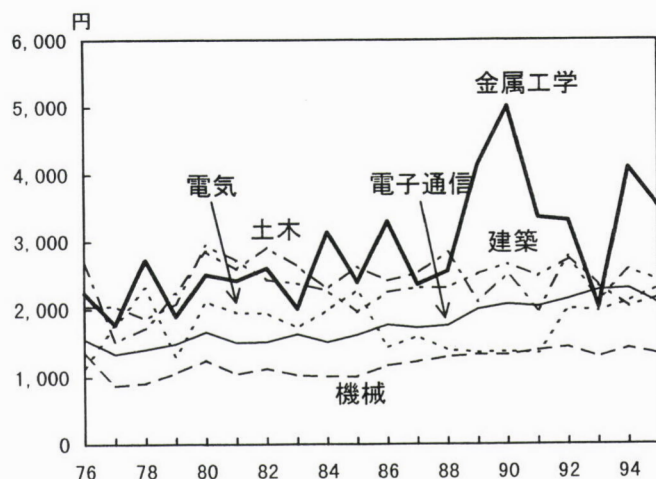


図5 新刊書の平均定価(1976-1995)
—工学専門分野別の比較—「出版指標・年報」よりまとめ

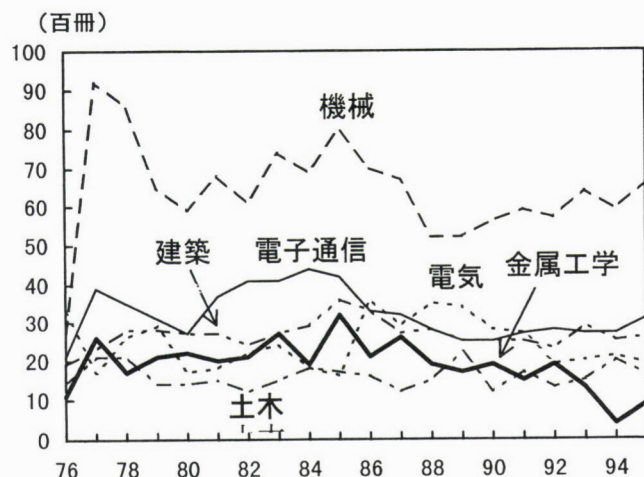


図6 新刊書1点当り推定発行部数(1976-1995)
—工学専門分野別の比較—「出版指標・年報」よりまとめ

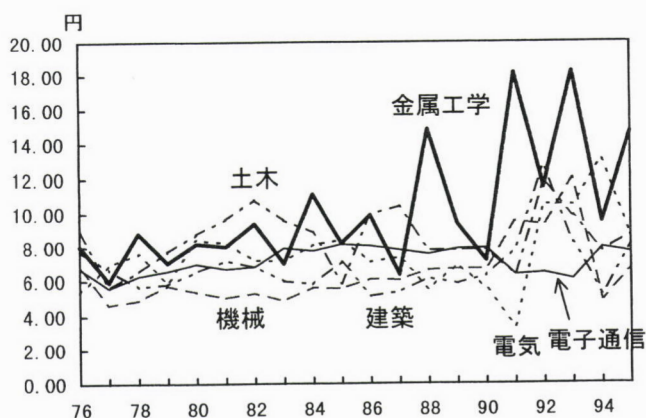


図7 新刊書1ページ当り平均価格(1976-1995)
—工学専門分野別の比較—「出版指標・年報」よりまとめ

いて高い。しかも気になることはかなり急激に増加傾向にあることである。87年頃まではどの分野もほぼ同じ価格範囲に入っていたものが、88年以降ははっきりと金属工学だけが価格増の動きになっていることである。新刊点数の減少、新刊書1点当りの発行部数の減少、価格の高め設定を余儀なくされていることの一連の悪循環を断ち切らない限り金属工学関係の専門書の発行は衰退の一途を辿るだろう。ひいては金属工学の研究の活性化にも影響しかねないといったらいすぎだろうか。対策としては出版社と著者の連携でもっと魅力ある企画を立て、出版社側は一層のコストダウンに向け努力する必要がある、著者には読者を引き付ける内容の記述にもっと意を注ぐべきである。詳しくは事例を引いて後段で述べたい。

2.3 新刊書発行点数と学会会員数推移³⁾の関係 両者はほぼ比例

工学系代表学会である日本鉄鋼協会、日本機械学会、電子情報通信学会の会員数の変動とそれぞれの学会メンバーが良く読むであろう金属工学、機械工学、電子通信関係の新刊書の発行との関係を図8から図10まで示す。金属工学の場合学会会員数の動きと新刊書発行の動きはほぼ似た挙動をとっている。機械工学でも同じことがいえる。さらに興味深いのは電子通信工学の場合で会員数の増加と新刊書籍発行の増加傾向はきわめてよく合っている。

3 出版を取り巻く環境

3.1 再販売価格維持制度(再販制度)の問題

出版物は独占禁止法の例外規定(第24条の2)によって出版社が定めた価格(定価)によって販売しないとけな

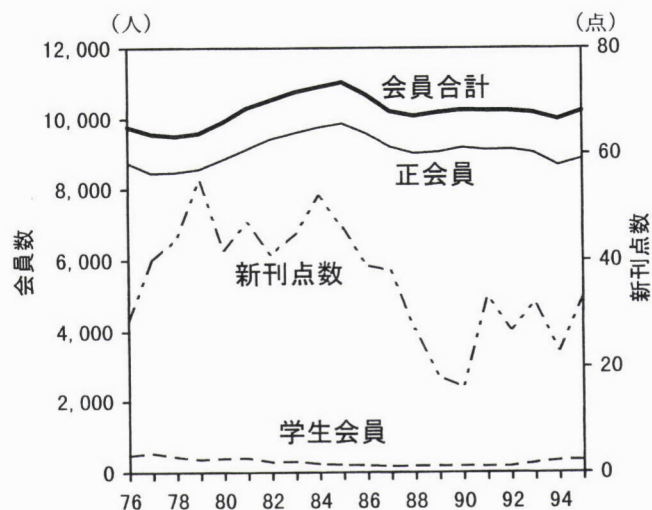


図8 金属工学分野新刊点数と日本鉄鋼協会会員数の推移の関係(1976-1995)「出版指標・年報」および「学会資料」よりまとめ

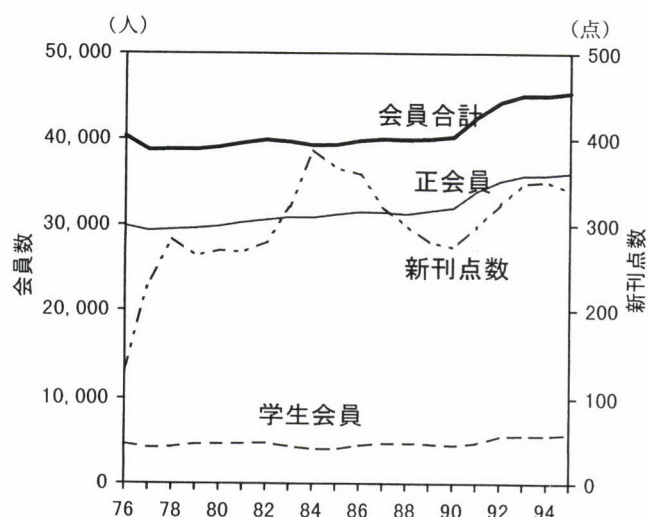


図9 機械工学分野新刊点数と日本機械学会会員数の推移の関係(1976-1995)「出版指標・年報」および「学会資料」よりまとめ

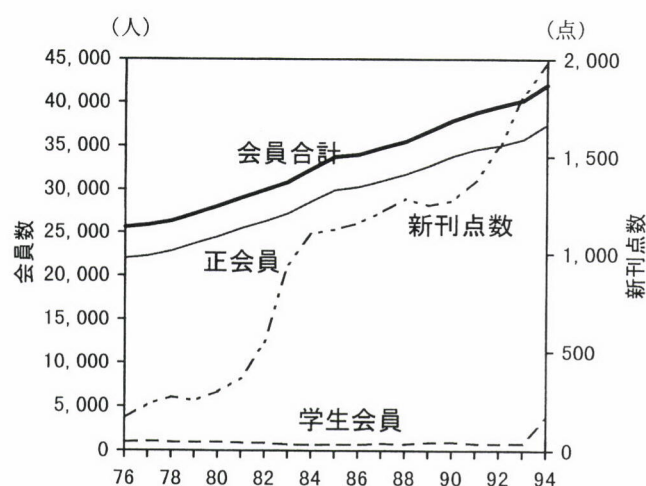


図10 電子通信分野新刊点数と電子情報通信学会会員数の推移の関係(1976-1994)「出版指標・年報」および「学会資料」よりまとめ

いことになっている。そのためには出版社と取次会社、取次会社と一般書店がそれぞれ「再販売価格維持契約」を結ぶことが義務付けられている。日本の出版物は、再販制度と委託販売制度によって流通している。再販制度のメリットは出版物が全国一律に定価で販売されていることである。いま一連の行政改革の流れの中で議論されているのは出版物に対する再販制度を維持するか、撤廃するかである。公正取引委員会が97年度末をめどに見直し作業を進めている。新聞、出版業界では「再販制度によって豊かな言論が保証され、国民の知る権利が守られている」と強く主張し、「民主主義の維持、発展のためにも再販制度は欠かせない」と文化人の中からも撤廃反対運動が広がっている。政府、国会にも撤廃には慎重意見が少なくない。無差別的な競争

原理が出版市場に導入されると採算に合わないと思なされる書籍は幾ら内容がよくてもその刊行は見合わされる。また取り引きの主流が買い切り制になると取次や書店が売れないと判断した書籍の仕入れが抑制され、採算が合うまでに長期間が必要な専門書などの企画は事実上成立しなくなる。

ドイツやフランスでも出版物には再販制度が適用されている。ドイツカルテル庁によると、73年に再販制度の禁止が定められたが、同時に出版物には適用されないことを定めた。フランスもほぼ同時期に同様の措置を打ち出している。

これまで分析してきたように技術系図書は、特に日本鉄鋼協会会員の読む金属工学関係の専門書の出版は弱小分野で再販制度の行方如何ではさらに大きい壊滅的影響すら受けると心配している。

3.2 通信情報技術と出版界の動き

3.2.1 出版プロセスの電子化 DTP(デスクトップパブリッシング)

DTPは文字通り、机の上でパソコンを用いて版下製作を行う編集である。当社では平成8年から全面的にDTPを採用しコストダウンを図っている。著者には原稿をパソコン上で入力してフロッピーディスクやパソコン通信で送っていただく。写真や図はスキャナーで読みとり、レタッチや修正を加え、これを初稿としてデザイナーがPageMakerやQuarkXpressに流し込んでレイアウトを作っていく。当社では若い女性スタッフにDTPの一連の作業を任せている。レイアウトなど編集は感性の世界なのでむしろ女性が担当したほうが良い出来映えが期待される。DTPでは一次入力作業の負担を著者に強いるように思われるが、一昔前ならともかく、文芸作家でもワープロを愛用している時代、パソコンで論文執筆に慣れ親しんだ技術系書籍の著者には違和感はないと思う。なお出版社に聞いたところ思ったほどにはDTPは普及していなく、約半数が導入、ないし導入検討中とのことだった。むしろ活版印刷の将来に危惧を抱いている印刷会社DTP採用に熱心だという。

3.2.2 電子出版

紙以外の媒体を用いた出版でCD-ROMが急速に普及しつつある。最近ではCD-ROM付き雑誌も急増している。書籍出版協会の中の電子出版委員会や別組織の電子出版協会が普及に務めているが、辞書、実用書(旅行ガイドなど)、アート、ゲームが多く、工学の専門書は様子待ちの状態である。CD-ROM化がうまくいっているものには平凡社の世界大百科事典、岩波書店の広辞苑などがある。CD-ROM化の意味は「紙の本にない」電子出版の機能を十分に織り込

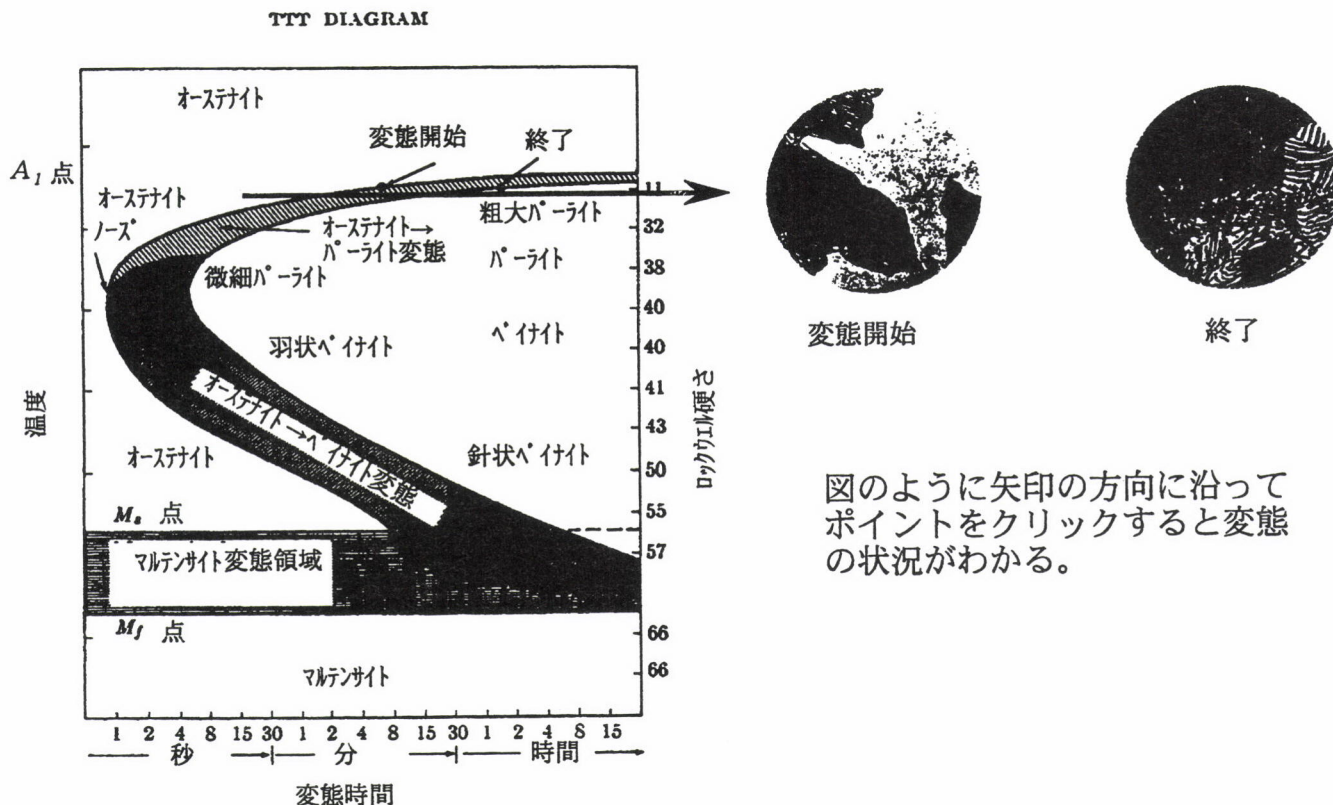


図11 鋼の変態曲線と組織観察 CD-ROM化例

んだものでないと意味がない。広辞苑では「ウグイス」を引くと鳴き声やウグイス色に分かる機能がついている⁴⁾。法令集など検索機能が重視されるものもCD-ROM化の意義が大きい。

日本機械学会では機械学会論文集のCD-ROM化を試みたが、90年から92年の3年度分だけで中止した。うまくいかなかったのはPC98のみ対応で(会員にMacintoshの愛用者が多い)環境が限定されていたことやコスト的にメリットが出せなかったためである。しかし当時は画期的な試みだった。

金属工学の分野でも将来は次のような電子出版が考えられ一部適用されている。

- (1) 結晶データベース 理解しにくい結晶構造をいろいろな角度から眺められるようにする。
- (2) 金属の状態図 ASM Internationalから二元系の状態図集のCD-ROMと状態図を自分で描記するツールが売り出されている⁵⁾。
- (3) 変態曲線の任意の位置で金属組織が変わる状態を眺める。図11に鋼のT-T-TダイアグラムとCD-ROM化の考え方を示す。
- (4) 熱間、冷間変形中の力のかかり方と歪分布

その他幾つかのケースが考えられるが電子出版をうまく利用すると、学生達の金属工学への興味を駆り立てること

も可能かと思う。

なおJST研究基盤情報部に対し当社が協力製作を行った「合金データベース」では日本金属学会、日本鉄鋼協会が発行する学術誌から抽出した論文全文をSGML/HTML化した。WWWによる全文DB検索、利用システムは今後の研究者支援型のデータベースとして注目される⁶⁾。

3.2.3 オンライン出版

ネットワークを通じて出版し電子配信されるシステムとして最近PDF (Portable Document Format)が話題になりつつある⁷⁾。これは文字をはじめ、グラフィックスやレイアウト情報さらには動画や音声ファイルなどを専用ソフトにより表示・出力を可能とする電子文書配布用のデータ形式である。利用事例としてはNew York Timesの発行している電子新聞や会社の製品パンフレットの電子配信がある。

3.3 著作権問題

3.3.1 電子出版にともなう著作権問題

上述のようにデジタル化された情報が行き交うようになると新たな著作権問題が出てきて、世界的レベルでの整合が急がれる。一枚のCD-ROMでLAN上を流せば多くの人間が対価を払わずに情報にアクセス出来ることになるが、これでは情報発信元の死活問題になる。国際出版連合

IPA(International Publishers Association)は著作権遵守のもとで出版の自由を守り、本や教材の充足および読書に対する啓蒙を促進するという目的で設立されているが出版に関する諸問題に対処する国際機関としてその役割がますます重くなっている。委員は一国一名で日本ではオーム社の佐藤社長が代表を務めている。90年にその下部機構として国際出版者著作権協議会 IPCC (International Publishers Copyright Council)が設立されたが、緊急に対応を要求される課題はデジタル社会における著作権である。来年1月には東京で同協議会の年次大会が開かれ、ネットワーク上での著作権についてルール制定がなされる。

3.3.2 コピーへの対処：「日本複写権センター」

コピー機器の発達普及の結果、著作権法で認められている「私的使用のための複製」の範囲を越えて、業務に用いるための違法コピーが増えている。著作者の権利の保護と利用者の便宜の双方に資するために「日本複写権センター」が91年9月設立された。企業、図書館、大学などのコピーを利用する団体はセンターと包括許諾契約を締結し、一定の使用量額を算定する方式で計算した使用料をセンターに収める。個人等は個別許諾規約を結び使用実額に応じて料金を支払う。一方著作権者に対してはセンターは加入者である学協会団体や出版者団体に一定の配分ルールで使用料を支払う。さらにそれら団体から著作者に課金が分配される。企業、団体の加入は年々増加していて他人の知的財産を尊重する傾向にあることは出版に関わる立場からは喜ばしい。

4 トピックス

金属工学と自然科学系でいま話題になっている本を紹介したい。読者を引き付ける工夫が見られ、内容があって楽しく読める。今後の技術系出版の一つの方向を与えてくれるヒントが隠されているように思われる。

4.1 松尾宗次著「いろいろな鉄(上)」図12

当社が最近出版し話題を呼んでいる本で著者は当社に参与として勤務する金属物理の専門家である。平易な表現で随所にその話題にあった切手を挿入して内容をより身近かに感じさせる。鉄という素材への著者の暖かい思い入れが伝わってくる本である。高校生から大学生、あるいは技術者まで読んでいただける類書のない優れた「鉄鋼ものがたり」である。事実大学教授や鉄鋼専門の研究者からも好評をいただいて東北大学 西沢泰二 名誉教授は「ファープルの昆虫記のように面白い。昆虫記の昆虫を鉄鋼に置き換

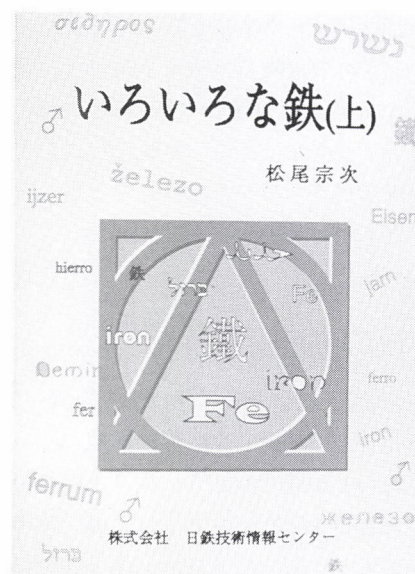


図12 松尾宗次著「いろいろな鉄」

えた博物誌であり、全編に鉄への愛情が溢れ、独りよがりでない真面目な検証が感じられるので安心して読める」と書評に書いて下さっている。今後鉄鋼業に若い人材を再び呼び戻す意味では青少年層にも多に読んでもらいたいと考えている。千葉高校の和久校長は理科の専門ではないが、「去年視察で世界を回ったが、ニューヨークのブルックリン橋、自由の女神像、パリのエッフェル塔どれも鉄との関わりが分かって面白かった」と感想を述べられ、このような楽しみ方もあることを知って嬉しかった。

4.2 ヒッポファミリークラブ編纂

「量子力学の冒険」と「フーリエの冒険」

昨年10月21日朝日新聞に「素人が作った理系本英訳が米国で評判に」という記事が出た。記事によると、大学では理科にほとんど縁がなかった素人が作った物理、数学の本として話題を呼んだ「フーリエの冒険」と「量子力学の冒険」の英訳版が米国の大学で教科書に採用されるなど、評判になっている。外国語を独自の方法で楽しみながら身につけようと活動する言語交流研究所が運営する語学学習グループ、ヒッポファミリークラブで行われた活動をもとに、「フーリエの冒険」と「量子力学の冒険」が発行された。どちらも小・中学生でも理解出来る内容と構成で（実際には高校生高学年か大学生でないと無理だろう）、以前から「英語版を」という話があった。このほど素粒子物理学の権威である南部陽一郎・米シカゴ大学名誉教授を監修者に2冊を英訳出版した。米国では高校の先生から「今まで出会ったことのない本」と評判になり、ハーバード大学の近くの書店では平積みされたといい、東部の名門コーネル

大学数学科のビバリー・ウェスト教授が波動に関する教科書として「フーリエの冒険」の採用を決めた。本稿著者も買って読んだが日本語版は手作りの本という感じがするが、英語版は装丁も立派である。難解な数式を工夫を重ねて解く面白さが伝わり、単なる読みものとして以外、教材としても優れたものだと思う。

5 今後の動向

技術系出版の状況、特に金属工学に重点を置いて展望し、また電子情報化社会に於ける出版界の課題について述べてきた。一部を除いては残念ながら技術系出版の現状は停滞していると言わざるを得ない。とくに金属工学の分野ではデータの上からもそう断定できるし、事実後世に長く伝えられる、重版を繰り返せるいわゆる名著はここずっと出ていない。CD-ROMを媒体とする出版も将来は工学分野にも出てくるだろうが、やはり本を媒体とする出版の活性化を真剣に考えるべきである。若者をキーボードから少しでもよいから離れさせて読書に向かわせるにはどうしたら良いか、出版社、著者双方に課題が多い。

(1) 出版社の課題

出版の成否は企画にある。ハイテク、環境いずれも素材と関わらないものはない。もっと企画に工夫が必要のようだ。また技術を身近かに感じさせる本、人と学問、技術の結び付きを感じさせる本が長い目では潜在的な読者を開拓するのに求められる。さらに良書を安価に提供する努力は欠かせない。DTPなどで一層のコストダウンに務めることが重要だ。

(2) 著者の課題

これまでの名著といえば難解、格調、威厳といった形容詞がついていたが、もし若者を引き付けるなら、これからは著者の独りよがりでない、読者に親しみを覚えさせ、分かり易い内容とする努力が必要である。そのためには図版

や写真、イラストを多用し、ボリュームもあまり厚くしない工夫も必要である。これは読者におもねることではない。古くは昭和初期、既に田丸卓郎が「力学Rikigaku」で難しい内容を如何に平易に書くか腐心し、ローマ字で嚙んで含めるように執筆している先例もある⁸⁾。

本文をまとめるに際し、オーム社森局長、共立出版社平山局長、また東京大学出版会 渡辺常務理事、東京電気大学出版局 原野局長、全国出版協会出版科学研究所 栗原常務理事に貴重な情報をいただいた。いちいちお名前は挙げられないが裳華房、養賢堂、彰国社、山海堂、アグネ承風社には社長や役員の方々に快くインタビューに應對していただいた。また慶応義塾大学法学部金子晃教授には再販制度議論の最新の状況を教えていただいた。またデータの整理では当社小林由美江さんに労を煩わせた。

引用文献

- 1) 出版科学研究所：出版指標・年報（1976～1995年各年度版）
- 2) 情報通信白書 1996年度版
- 3) 日本鉄鋼協会，日本機械学会，電子情報通信学会 会報（1996）
- 4) Top Interview/株式会社 岩波書店 安江良介社長，TMS Vol.25 No.9 (96)10
- 5) ASM International “Binary Alloy Phase Diagrams on CD-ROM”（1996）
- 6) 飯島ほか：「機能合金データベース」，情報管理 39（1996）599/608
- 7) 白旗保則：「パブリッシング技術の最新の動向」，情報の科学と技術 47（1997）29/34
- 8) 田丸卓郎：「力学Rikigaku」岩波書店（昭和10）
（1997年2月27日受付）

鉄の歴史

戦後復興・発展期における我が国鉄鋼製造技術史—技術編

底吹き転炉とマグネシア・カーボンレンガ

森本忠志

耐火物技術コンサルタント

Tadashi Morimoto

The Bottom-blown Converter and Its Magnesia Carbon Brick

1 はじめに

鉄鋼協会から頂いた依頼状の主旨は、「戦後の復興・発展期（終戦から昭和30年代まで）の…（中略）…体験やその目を通して見た…」鉄鋼技術史で耐火物分野の担当であった。となると筆者の任にあらざる所であり、戦後の鉄鋼用耐火物技術史に関しては、既に多くの著書がある^{1)~5)}ので辞退すべきであるが、非常に名誉なことなので、「複合吹錬転炉とMgO-Cレンガ」の題目でならと回答し、了承を得たので、主旨に不適任を承知で執筆することにした。

したがって、筆者が深く関わった「底吹き転炉とマグネシア・カーボンレンガ」を主題とし、体験を中心に纏めた。

しかし、本稿が「戦後技術史」シリーズの一環であり、現在の耐火物技術の繁栄は多くの品種における総合成果であることに配慮し、マグネシア・カーボン (MgO-C) レンガ以外の耐火物についてもその発展過程は重要であると考え、代表例を5項目選んで概説したが、残念ながら5項目以外は割愛せざるを得なかった。割愛された耐火物も代表例と同等に重要な役割を果たしたことはいうまでもない。全体を通して可能な限り、最初に出現した時期、時代背景、現在技術への影響などを述べるように努めた。

現在、わが国の耐火物品質は世界一といわれ、海外から調査団の来訪が頻繁である。振り返ってみると、1945~65年頃は欧米からの技術導入と、その類似品の開発に懸命で

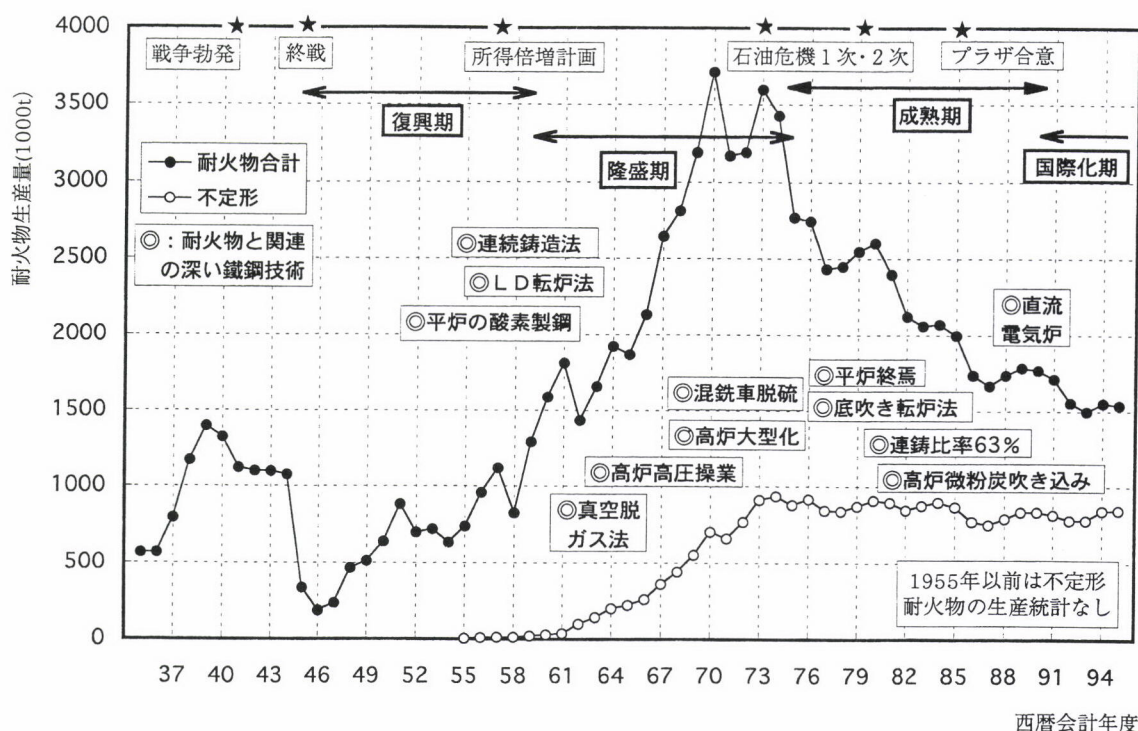


図1 耐火物生産量の推移

表1 戦後の耐火物技術提携抜粋

許可年月日	日本側	提携先	国籍	認可件名
S 26・3・19	品川白煉瓦(株)	Russell P.Heuer	USA	ライテックス煉瓦の製造
S 27・3・27	旭硝子(株)	Corhart Refractories Co. Inc.	USA	電融鑄造耐火物(コルハート)の製造
S 29・8・17	日本リフラクトリー(株)	The Plibrico Co.	USA	不定形耐火物の製造
S 35・9・20	旭硝子(株)	AMCO International Furnace Co.	USA	レキュベレーターチューブの製造技術
S 36・1・17	イソライト工業(株)	The Babcock & Wilcox Co.	USA	各種耐火煉瓦の製造
S 36・11・7	東京高級炉材(株)	Carborundum International S.A.	Switzerland	炭化珪素耐火物、溶融アルミナ焼結耐火物の製造
S 40・7・20	美濃窯業(株)	Hiram Swanks Sons Inc.	USA	ノズルおよびスリーブ用耐火煉瓦の製造
S 42・5・23	東芝電興(株)	Glassrock Products Inc.	USA	溶融珪石耐火物の製造
S 43・3・7	東芝炉材(株)	Interstop A.G.	Switzerland	スライディングノズルの耐火物の製造

あった。これが今日の繁栄の根底となっている。1980年代には技術輸出をする立場に変わり、1990年代には海外で合弁企業を設立するようになった。そして今、独創的技術開発力が問われている。

温故知新に倣い、この小文がわが国の今後の耐火物技術を考える際に、いささかでも参考になれば望外の喜びである。

2 戦後の耐火物技術の時代区分

わが国の耐火物の生産量の推移を図1に示す⁶⁾。

生産量は1939年に140万tに達したが、終戦直前は100万tに低下していた。戦前の水準に回復したのは1960年以降である。以後順調に拡大基調を続け、10年後の1970年には371

万tを記録した。しかし、その後は減少に転じ、1995年現在、150万tとなり、戦前と同じ水準になった。この間、不定形耐火物が成長し、現在では定形品を凌駕し不定形比率・品質水準とも世界トップとなった。

耐火物の品質水準や品種構成は戦前のそれらと全く異なるが、今、その推移をみると、戦後の生産量の激変ぶりに驚かされる。

戦後50年間の耐火物生産量の動向を概括すると、図1に付記したように、ほぼ15年を単位に大きく変遷しており、戦後を4期間に区分できる⁷⁾。

(1) 復興期 (1945～1959年)

終戦直後は戦禍で焼失した設備の復旧と原燃料の確保から始まったが、需要予測のできない状態で数年間経過し、「所得倍增計画」が定着した1960年になって戦前の生産量に復した。この時期、耐火物技術は戦時中の遅れを挽回する努力を懸命に重ねていた。海外文献を各社で交換し、数少なかった海外視察の情報を公開した⁸⁾。後半には海外からの耐火物輸入も可能となり、類似品の製造に努めた。最も貢献したのは海外からの技術導入であった。表1に戦後に認可された技術提携⁹⁾のうち特に重要なものを抜粋して示す。この時期に不定形耐火物の生産が開始されたが、れんがと競合するにはほど遠い存在であった。

(2) 隆盛期 (1960～1974年)

1957年のLD転炉導入に代表される鉄鋼業の一連の合理化に対応した耐火物品質の改善が要請された。耐火物原単位は低下したが、品質はまだ発展途上であった。前半は、粗鋼生産量の伸びが大きく、耐火物生産量も急増し1970年に最高値を記録した。反面、1965年頃を境に耐火物の国内

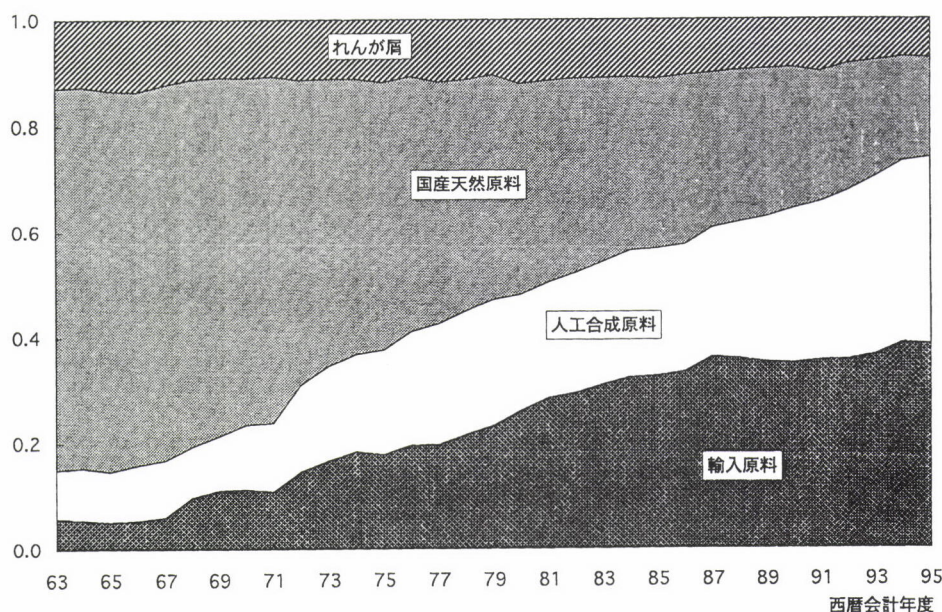


図2 耐火物原料使用比率の推移

原料資源の脆弱さが顕在化し、海外資源と人工合成原料に移行した。図2に耐火物原料の使用比率推移を示す⁹⁾。これが“高純度原料による高品質”というわが国特有の土壤を産む発端で、その後耐火物の高品質・窯炉の長寿命を達成する素地となった。後半になると、鉄鋼界の技術革新に合わせて耐火物の性能は向上し、原単位が一層減少したため、生産量は停滞した。不定形耐火物が徐々に増加し、圧延部門を中心にレンガに代わって使用され、さらに1966年頃から圧延部門以外にもその適用範囲を広げ、現在の不定形時代の基礎を固めた。

(3) 成熟期 (1975～1990年)

2度の石油危機で、省エネルギー時代となり、不焼成・不定形耐火物が重用された。不定形耐火物は省エネルギーとともに、施工の機械化に適合したため、1974年頃からキャスト比率が拡大した。一方で、炭素含有耐火物が用途を広げ、非酸化物が重要な役割を果たすようになった。耐火物の品質が向上したため定形耐火物を主体に生産量が減少の一途を辿り、1985年全生産量が200万tを割った。

1985年のプラザ合意以降、耐火物原単価低減策が推進された。窯炉の寿命延長が重要項目となり、従来の高品質志向が加速した。窯炉の寿命は伸び、耐火物原単位は減少したが、その技術が主に原料の高純度化に依存したため、耐火物単価が上昇し、原単価は予測ほど低下しなかった。この頃からメーカーによる使用後解析や不定形施工時の現場立会いが普及し、わが国特有のService-Engineer制度ができ、メーカー依存の体質が見られるようになった。

高純度鋼生産に伴う耐火物のSiO₂離れが進み、1985年を境に造塊用耐火物としてのジルコン(ZrSiO₄)消費が減少し、アルミナ・スピネル系耐火物に移行した。圧延窯炉では低熱慣性と断熱を目的にセラミックファイバーが主流となった。

(4) 国際化期 (1990年～)

不定形耐火物の重要部位への適用が増え、1993年に定形品を追い抜いた。

耐火物の国際比較が行われ、高品質・高価格一辺倒体質が見直され始めた。1990年代に入り、原単価低減を目的に、普及品・低級品を中心に中国製・インド製の耐火物が輸入されるようになった。当初の輸入比率は僅かであったが、その品質がわが国の要求水準を達成した心理的影響は大きく、1994年には一時的に急増した。技術・情報の伝達が早くなり、国家・地域間の品質格差が縮まった。世界各国でISO9000シリーズの受審・認可が普及し、例えば、中国から欧米への輸出はISO規格で行われるようになってきた。

日本の大手耐火物企業の海外での経営参加が始まった。従来の買収型と異なり、合弁企業型である点に1990年代の

特徴がある。ブーメラン効果と品種別水平分業における今後の動向が注目される。一方、1993年には国内で外国企業との合弁企業が出現した。これらの変化の総合結果としてわが国の耐火物文化に変化が現れ始めた。

今後、国際化が一層促進される。わが国は独自性の維持と海外との調和の中で進路を探索することになる。1990年代後半はその方向を決める分岐点となる。

3 戦後の耐火物技術の発展

3.1 高炉炉底カーボンブロック

わが国の大型高炉の平均寿命は1980年代に10年を越えた。現在稼働中の高炉では、川崎製鉄(株)・千葉6高炉は1998年春の吹出しが予定され¹⁰⁾、計画通りに進行すれば、21年の寿命となる。他社の高炉も長寿命が計画されている。長寿命をもたらした耐火物技術の中心は、炉底のカーボンブロックである。

炉底耐火物は従来シャモット質が標準であったが、カーボンブロックがドイツで1920年に始めて採用され、1930年代にはかなり普及していた¹¹⁾。英・米・ソでは1940年代前半に使用され始め、40年代後半から普及した¹²⁾。

わが国では、1951年に八幡製鉄(株)・洞岡3高炉で炉底外周部に使用されたのが最初で、4年4カ月間稼働した¹¹⁾。このブロックはドイツの類似品で炭素原料は冶金コークスであった。翌52年、洞岡4高炉で炉底部全面にカーボンライニングが採用され、従来から頻発していた炉底破損が解消し、当時の出鉄記録を樹立した¹¹⁾。シャモット質レンガでは炉底寿命は3～6年であったが、コークス質ブロックの採用で6～8年に延長した。その後、高炉が大型化し、操業条件が過酷化するにつれてコークス質では損傷が増大し、カーボン原料が無煙炭に変更された。これが表2¹³⁾に示すA材である。1960～70年代の高度成長期、A材は当時の操業条件に耐え、5～7年の計画寿命を全うした。

1975年以降、高炉寿命延長が重要課題となった。炉齡末期における各種の阻害要因が徐々に解消されて長寿化の体制が整いつつあった。これに応じて、炭素原料の種類、成形法、添加物配合などブロック品質におよぼす技術要素が総合的に調査され、表2のB、C、D材が順次開発された。Eは石油コークス源の人造黒鉛を原料とした高熱伝導品である。コークス・無煙炭が無定形炭素であるのに対し、黒鉛は結晶質であるため、溶銑への溶解が少なく、熱伝導率が高いため溶銑凝固ラインの1150℃の位置を稼働面側に近づけることができる。人造黒鉛は天然黒鉛よりさらに高い。すなわち、溶銑への炭素溶解度と熱伝導率が材質改善のキーポイントであった。

表2 カーボンブロックの代表特性

記 号	A	B	C	D	E
原 料	無煙炭	無煙炭	無煙炭 -黒鉛	天然 黒鉛	人造 黒鉛
成 型 法	押出し	押出し	プレス	プレス	押出し
かさ比重	1.56	1.62	1.71	1.78	1.62
真比重	1.93	1.99	2.11	2.24	2.18
固定炭素(%)	96	83	77	76	99.6
全気孔率(%)	19.0	18.5	19.0	20.5	26.0
平均気孔径(μ)	5	0.3	0.05	0.05	3
通気率(mDarcy)	150	4	0.5	0.5	250
圧縮強さ(MPa)	11.8	12.8	14.7	16.0	9.8
熱膨張係数($10^{-6}/K$)	3.3	3.4	3.5	3.4	4.5
200℃	14.8	12.8	20.8	37.0	116
熱伝導率 400℃	15.7	13.5	21.1	35.0	93
W/(m.K) 600℃	16.5	14.2	21.6	33.0	78
800℃	17.4	14.9	21.9	31.0	67
耐アルカリ性	LC	U/LC	U	U	U
溶銑浸食指数	100	30	15	12	—
適用部位	炉底・ 側壁	炉底・ 側壁	炉底・ 側壁	炉底・ 側壁	最下部 炉底
普及・実用化時期	1966	1984	1988	1994	—

(注)耐アルカリ性(ASTM法): LC(微小亀裂)、U(無亀裂)

今後の高炉は20年を越える計画寿命が要求される。炉底は中間補修ができない部位で、炉底材質とその配材および冷却システムが一層重要となる。

3.2 MgO-Cr₂O₃系耐火物

(1) ライテックスの技術導入と平炉の塩基性化

戦後のわが国の耐火物技術は、全般的に欧米に遅れていたが、特に塩基性耐火物の分野は差が大きかった。

MgO-Cr₂O₃系れんがは1931年に英国で開発され、その卓越した特徴から欧米では1940年代初期にはすでに平炉やセメントキルンに普及していた。

戦後の平炉は珪石れんがで再開されたが、早くから塩基性化が提言された¹⁴⁾。特に1952年以後平炉の酸素製鋼法が実施されて塩基性れんがの開発が急務となった。この時期に米国からライテックス(Ritex)の技術導入が行われ、まず“ゼブラ天井”が、ついで全塩基性天井が実現した¹⁵⁾。最初のRitexれんがは、1952年住友金属工業(株)・鋼管製造所の2号平炉前壁・裾壁に試用された。その後順調に使用範囲を拡大して、1957年頃には酸素を使用する平炉は、ほとんど全塩基性ライニングとなった¹⁵⁾。

Ritexは不焼成れんが(ケミカルボンド)であり、メタルケース品(Ritex-Steelklad)もあった。クロマグれんがはそ

の後、焼成品が主体になったが、この時期、不焼成品・メタルケース品が存在し、その特徴を発揮して適所に使用されたことが平炉の塩基性化の推進に貢献した¹⁶⁾。

Ritexの導入を契機として塩基性耐火物の国内生産量は順調に増加した。当初クロマグれんがが主体であったが、クロム鉄鉱に起因するバースチング(粉化崩壊)対策と耐食性向上のためにMgO成分を増量した結果、1956年頃からマグクロ質が増加した。さらに1966年にダイレクトボンド(Direct-bond: DB)*¹が八幡製鉄(株)・1製鋼の平炉天井に使用されて¹⁷⁾、MgO-Cr₂O₃系におけるDBマグクロ質の優位性が立証され、それ以降クロマグ質は衰退した。

不焼成クロマグれんがの華やかな時期は10年間と短かったが、後年、LD転炉導入時、平炉での大量酸素使用の経験が活かされたことを考えると、1950年代にわが国の酸素製鋼法を支え、塩基性平炉の推進に貢献した不焼成クロマグれんがの功績は高く評価される。

(2) セラミックボンドとダイレクトボンド

耐火物用のクロム鉱〔化学式は(Fe, Mg)(Cr, Al, Fe)₂O₄で表される複塩で、主成分はクロム鉄鉱(FeCr₂O₄)から成る〕には随伴物としてSiO₂系の不純物が含まれ、初期のマグクロれんがはこれを結合材にしたセラミック・ボンド(珪酸塩結合)であった。焼成温度が1450℃程度(普通焼成)で低いため、熱間強度・耐食性が不十分であったが、不焼成れんがに比べれば、強度劣化が少なく、高温容積安定性に優れたため、開発当初は平炉に重用された。

1950年代後半に欧米でマグクロれんがの微構造解析が進み、焼成工程で析出する二次スピネルの重要性が確認され¹⁸⁾、低珪酸塩クロム鉱と高純度マグネシアクリンカー(MgO cl.)を使用して、結晶粒子を直接結合させたDBマグクロれんがが誕生した。高温焼成ほど二次スピネルの析出に効果があったので、焼成温度は最高1850℃となった。1600～1700℃域を高温焼成、1750～1850℃域を超高温焼成と区別している。DBマグクロれんがは短期間に多くの分野に普及し、例えば脱ガス槽用耐火物はアルミナ質からマグクロ質に変わった。

1967年、米国でAOD法が開発され、わが国には1971年に導入された。この時期すでにDBマグクロれんがが開発されていたので、AOD法は最初からDBマグクロれんがでライニングされた¹⁹⁾。これがAOD法の普及に貢献した。

高温下での耐食性と耐熱衝撃性を兼備した耐火物が求められ、それにはCr₂O₃富化が有効と分かり、高純度原料に試薬純度のクロミア(Chromia: Cr₂O₃)を添加し、超高温焼

* 1 結晶粒がシリケートなどの低融点化合物で結合されている通常の焼成れんが(珪酸塩結合という)と異なり、結晶粒の境界にスピネルなどの二次結晶を析出させて、結晶同志を直接結合させた構造をいう。

成したDBレンガが開発され、品質が一段と向上した。

(3) リボンとセミリボン

戦前から米国ではアルミナ質の電融粒を成形・焼成して緻密質レンガ(Corhart-white)を製造していた。この技術を応用したのがリボン(Rebond:RB)^{*2}マグクロレンガで1971年頃米国で開発された。米国と同時期、わが国でも電鑄レンガメーカーがマグクロ電融粒を製造し、RBマグクロレンガを開発した²⁰⁾。クロム鉱とMgO-cl.を混合して電気溶融し、三二酸化物を完全にスピネル化した鑄造品を一度粉碎し、結合材なしで高压成形し、超高温焼成した製品である。RBマグクロレンガはCr₂O₃の豊富な二次スピネルが全体に均一分散し、高温でスラグ侵食に特に強いのが特徴である。1974年、米国でAOD炉の羽口部に適用され、DBレンガに比べて50%増の耐用成績を収めた²¹⁾。この成果がRBマグクロレンガの高耐食性を広く認識させ、それ以後わが国で高温・高耐食性材料として一段と普及した。

RBレンガは気孔率が低く、気孔径が小さい。DBの気孔半径は10μ以下が70~75%であるのに対し、RBは85%である²²⁾。このためRBはDBに比べ、耐食性には優れているがスポーリング性に劣るのが欠点である。

DBの耐スポーリング性とRBの高耐食性の中庸を狙った材料として、RBに数年遅れて、セミリボン(SRB)マグクロレンガが開発された。電融マグクロ粒に高純度のMgO-cl.とクロム鉱を配合し超高温焼成した製品である。電融粒と生原料の配合比率によって、耐スポーリング性と耐食性のいずれかを選択でき、かつ両特性が適度に優れているのが特徴である。現在の超高温焼成マグクロレンガは殆どSRB質である。SRBの開発と発展で高温精錬用材料の耐用性が一段と安定した。

3.3 流量制御用耐火物

(1) ストッパー・ノズル方式

戦前から取鍋溶鋼の流量制御はストッパー・ノズル方式で行われ、耐火物の材質は高珪酸質であった。戦後、取鍋が大型化し1950~55年には、この材質では対応できなくなり、大型取鍋の経験の長い米国からの輸入が検討され、Vesuvius Crucible社の黒鉛ヘッドと、Swanks社のスリープ・ノズルが輸入され1953年に最初の試験が行われた²³⁾。

当時わが国と米国とはヘッドとノズルに対する考え方が相違していた。わが国では「soft-head、hard-nozzle」であったのに対し、米国では反対に「hard-head、soft-nozzle」であった²⁴⁾。輸入ヘッドは黒鉛・粘土系で、高耐食性・高熱間強度・高耐スポーリング性の製品であった。一方、ノズルは軟質の高珪酸質で、高温下で適宜に変形する溶損タイプで注入中に適度に溶損して孔径が拡大し、溶鋼吐出量が一定になるように設計されていた²⁵⁾。米国方式は高耐用で、湯洩れの少ないことでも抜群の成績を収めた²⁶⁾。

この輸入品に対して、わが国は2つの対応をした。1つは技術導入で、Swanks社と技術提携し、原料も輸入して同等品質を製造した。他は原料のみ輸入して類似品を開発し、あるいは国産原料で類似品の製造を試みた²⁷⁾。

Swanks社のノズルは原料のブローティング性^{*3}に特徴があった²⁸⁾。同様な化学成分と特性をもつ国産粘土を使用しても同等の品質を製造することが難しく²⁹⁾、輸入品の水準に達するのにはほぼ10年を要した。技術提携品は220-nozzleと銘々された。Second (2) to (2) None (0)に由来する³⁰⁾。このノズルもスライディングノズル(Sliding-Nozzle:SN)の出現で1979年に生産を終結した。

一方、ヘッドに対しては、原料はマダガスカル産の鱗状黒鉛と国産の本節粘土で対応でき、Swanks社のsoft-nozzleと組み合わせれば国産のヘッドでも使用可能であった³¹⁾ので、各社自社開発による国産化に努めた。最初は完全な類似品をめざし、やがて炭化珪素(SiC)を添加した独自品を開発し、Vesuvius社に遜色のない製品を完成したが、それまでに数年を要した。

(2) スライディング・ノズル方式

ヘッドやノズルの国産化が進み、米国品に遜色のない水準に達した1960年代後半、溶鋼取鍋の使用条件は一層過酷になり、ストッパー・ノズル方式は限界に達していた。この対策に全く新しい制御方式であるSNが登場した。

SNの原理は、1884年のD.D.Lewisの米国特許³²⁾で公知の技術となったが、本格的なプロセスはドイツのBenteler工場の実験(1961~1964年)で開発された。基本技術が公知であったため、欧米や日本で独自に各種のSNが開発され、1975年にはわが国で5つの方式のSNが使用されていた³³⁾。

1967年、日本金属工業(株)・相模原の50 t 取鍋でわが国最初

* 2 耐火物原料を電気炉で溶融し、徐冷・凝固させると、結晶が発達し粒界に低融物が閉じ込められた状態で結晶が結合した粒ができる。これを電融粒と云う。電融粒を粉碎して粒度調整したものを成形し、高温で焼成すると再度結晶が結合される。これをRe-bondという。電融マグクロ粒は格子欠陥に富む表面を有し、Periclaseへのクロム鉱からの三二酸化物の固溶晶出が十分で、二次スピネルの発達が著しく、焼結し易いため緻密で熱間強度の高いレンガが得られる。またCr₂O₃が侵入スラグの粘性を高め、レンガ内で低融物の生成を防ぎ、少量含まれるSiO₂も融点の高いフォーステライトになっているため耐食性に強い特徴をもつ。

* 3 原料中のアルカリ成分が高温下で気化し、シリカ質と反応して低融点化合物を生成する。このときシリカ融液の高粘性のため気化したアルカリ蒸気が気泡として耐火物中に留まる結果、耐火物は密閉気孔の多い組織となり、膨張し、見掛けの溶損量が減少する。また圧力下で軟化変形するので亀裂・破壊が防止される。このような性質をブローティングという。

のSN方式の試験がMetacon社の輸入品を用いて実施された³⁴⁾。同年、Interstop方式の技術提携が行われて国産化が始まり、1968年住友金属工業(株)・小倉の70 t 取鍋で最初の国産SNが使用された³⁵⁾。

SN耐火物の重要部はプレートである。当初はアルミナ質焼成品をタール含浸して用いたが、タールの発煙が問題となり、フェノール樹脂結合のアルミナ・黒鉛質に改善され、さらにこれを還元焼成した結果品質が向上した。

SN方式は取鍋に続いて、連铸タンディッシュにも適用された。導入当初は2枚プレート方式であったが、3枚方式が開発され³⁶⁾、鍍片品質が安定した。

SNは多数回使用に耐える材質が必要である。ストッパー方式ではノズルは注入中に孔径の拡大が必要であったが、SN方式では孔径の拡大は多数回使用の障害となる。このため本体プレートの材質とは別に孔周囲のみ耐摩耗性材料を内挿する方式が開発された³⁷⁾。

ストッパー方式と異なり、耐火物が溶鋼容器の外部に位置するので作業中の事故がなく、遠隔操作のため作業環境が改善され、機械部品並の寸法精度と高い信頼性を達成して、機能性耐火物といわれるまでになった。

3.4 取鍋用耐火物

(1) ロー石れんが

わが国では明治以来ロー石れんがが使用されてきた。戦後、ロー石原料の鉱物組成と侵食性の関連が究明され³⁸⁾、ブローティング性の概念が導入されてロー石れんがが見直された。さらに高珪酸質れんがの耐用性は、 SiO_2 の高粘性境膜にあることが明確になり、ロー石れんがは高珪酸質になった。1960年以降脱ガス法やバブリング処理が増加し、取鍋内で溶鋼が攪拌されてロー石れんがが表面の高粘性境膜が薄くなり、溶解速度が増大した結果、溶解速度の低い高珪酸・低アルカリ質が好まれ、韓国・莞島ロー石が輸入されるようになった。例えば釜ヶ峰ロー石(広島県)と莞島ロー石の($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)の比較で、前者が1.18、後者は $\text{tr} \sim 0.11$ であった³⁹⁾。莞島ロー石は高耐用を示し、1960年代は低アルカリロー石時代となった。

(2) ジルコン質耐火物

1960年代中期になると、取鍋の作業条件は一層過酷になり、ロー石れんがの改善では対応できなくなり、ジルコン(ZrSiO_4)れんがに変わった。

国産ジルコンれんがは1961年に平炉用取鍋に始めて使用され⁴⁰⁾、1962年から普及した⁴¹⁾。1963年にドイツとれんが製造の技術提携が行われ⁴²⁾、1970年頃にはジルコンれんがが取鍋用耐火物の主流となった。

ジルコンれんがの取鍋耐火物としての高耐用性は、1950

年代に米国で確認されていたが⁴³⁾、本格的に普及したのは世界で日本だけであった。ジルコンれんがは1960年代後半のわが国の作業条件で好成績を示し⁴⁴⁾⁴⁵⁾、高ジルコン質が地金付着⁴⁶⁾や剥離発生⁴⁷⁾を招くと、ロー石を添加したセミジルコン質が開発された⁴⁸⁾。セミジルコン質はジルコンとロー石の長所を兼備し、コストも低減できたので、1980年前後にはスラグラインは高ジルコン質、その他の部位にはセミジルコン質が標準仕様となった。

(3) 取鍋施工の機械化

れんがが修理の機械化が強く要請されていた。施工の機械化は取鍋のスリンガー工法で始まった。この工法は1969年にドイツで開発され⁴⁹⁾、1971年わが国に導入され省力化に貢献したが⁵⁰⁾、作業環境(騒音)・耐用性・コストなどの面で後発の流し込み法に対抗できず1986年に消滅した。しかし、このプロセスはわが国の耐火物施工の機械化への道を拓き、不定形化への先導役を果たした。

続いて、振動成形法(Vibrating Forming; VF法)が開発され、最初は高炉主樋の施工法として登場し⁵¹⁾、取鍋・タンディッシュに適用された。VF法も設備費・作業環境(振動)・コストなどの課題が克服できず数年で消滅したが、VF法が提唱した『材料にThixotrophy(揺変性)を付与し、施工時に振動を加えて高流動性・高密度の泥漿とする』考え方は、キャストブルに大きな影響を与えた。

これらの流れを受けて、1979年にキャストブルによる流し込み法がジルコン質で開始された。当時すでにキャストブルの基本技術は高アルミナ質普及品で、超微粉添加や振動力の効果はVF法で、高ジルコンの地金付着や剥離発生の対策はセミジルコンれんがで、それぞれ解決していた。この時期に流し込み工法が登場した。ジルコン原料は粉碎の必要がないため製造コストが安く、施工体が若干高気孔率でも優れた濡れ特性のため浸潤が抑止されたので、当時のアルミナセメント(AC)でも実用に耐え、継続使用された。継続したからACや界面活性剤を改善する時間的余裕ができ、流し込み法を定着させることができた。

(4) アルミナ・スピネル質

ジルコン原料が高騰した1984年頃、わが国は清浄鋼溶製のために、取鍋耐火物の SiO_2 からの脱却を検討し、代替材料としてアルミナ・スピネル($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgAl}_2\text{O}_4$)質が開発されつつあった。当時スピネルは高価であったが、ジルコンの高騰が幸いしてほとんど等価になっていた。

アルミナ・スピネル質キャストブルは多くの課題があった。例えばアルミナとスピネルの配合比は広範囲な検討の末、現在のスピネル20%配合に落ちついた⁵²⁾。また、この時期には、すでに低ライムセメント、界面活性剤、超微粉の使用技術などが飛躍的に発展し、キャストブルの製造技術

が一段と向上していたので、これら既存技術を取り込んで課題を解決し、着実に品質改善が進んだ。

取鍋耐火物は時代の要請の変化に応じて材料開発が行われてきた典型的材料である。

3.5 浸漬ノズル

スラブ連铸機を対象にした浸漬ノズル (Submerged Entry Nozzle: SEN) は1966年ドイツで開発された⁵³⁾。SENは、鑄造開始時の過酷な熱衝撃に対する抵抗性を最重要点に開発されたので、当初の材質は溶融石英質であった。わが国では1963年泥漿鑄込み法によるオープンノズルが開発されていたが、1967年に米国から溶融石英質SENの製造技術が導入されて生産が本格化し品質が安定した。

溶融石英質SENは耐スポーリング性に優れたが、耐食性 (特に高Mn鋼)、失透による劣化、湯面安定性などに問題があった。この対策として粘土・黒鉛質が開発されたが、SiO₂を多量含有したので、高Mn鋼の耐用性は向上しなかった。さらにアルミナ・黒鉛質 (Alumina-Graphite: AG) が開発されたが、オーガー成形法で、粘土を結合材にしたため気孔率が高く、タール含浸して実用に供していた。

当時、米国の Vesuvius Crucible 社の AG ノズルは CIP (Cold Isostatic Press) 成形で、黒鉛高配合・緻密質であったので盛んに輸入された。1968年、わが国にも CIP が導入されたが、米国品の水準に達するのに数年を要した。CIP 成形は組織の緻密さに加え、結合材のフェノール樹脂によるカーボンボンドが特徴であった。1975年にパウダーラインの耐食性向上にジルコニア・黒鉛 (Zirconia-Graphite: ZG) の有効性が確認され⁵⁴⁾、1976年には外層 ZG、内層 AG の 2 層型ノズルが開発された⁵⁵⁾。さらに、AG 開発当初から添加していたシリカ微粉を排除したノンシリカ品が1983年に開発され⁵⁶⁾、ノズルの耐食性が向上した。

SEN 開発の歴史は Al-killed 鋼のノズル閉塞対策の歴史でもある。閉塞の原因はアルミナ析出と溶鋼の温度低下である。アルミナ析出に対してノズル内に Ar ガスを吹き込む方法 (PAKS-nozzle) が、1971年にカナダで開発された⁵⁷⁾。わが国ではこの原理を応用したスリット型 SEN が1982年頃から使用され現在の主流となっている。ガス吹き込み量が多くなると鑄片内にガスがトラップされる点が課題である。溶鋼の温度低下に対する耐火物技術面からの対策には断熱法が普及している。SEN 外面に 30~50mm の Ceramic Fiber Blanket を巻く方法⁵⁸⁾と SEN 本体を多孔質にして熱伝導率を低くする方法がある。いずれも熱放散による溶鋼温度の低下を防止し、鑄造初期の熱衝撃を緩和する。

今後の連铸操業は、①現在の連铸機による更なる超多連铸操業、②Near Net Shape Caster (NNSC) の発達、③

水平連铸機 (HCCM) の普及、が展開される。いずれの場合も SEN は重要項目である。NNSC の成否は SEN で決まり、HCCM におけるブレイキングの重要性も大きい。これらは非酸化物系材料で構成されているため、強度・熱伝導率などの諸特性は、従来の耐火物とは桁違いに優れている。これらの研究の成果が酸化物・非酸化物の複合系耐火物技術を一段と向上させることを期待したい。

4 転炉用耐火物

4.1 LD 転炉の導入とその耐火物

LD 法 (純酸素上吹転炉法) は、1956年わが国に技術導入され、1957年八幡製鉄 (株)・洞岡製鋼工場で操業が開始された。LD 転炉の導入とその耐火物の開発はわが国の耐火物技術を量・質両面で大きく変換させた。

量の面では、LD 法が普及し、平炉から転炉への転換で製錬用耐火物の原単位 (平炉: 50~70kg/t、LD 転炉: 5kg/t、1960年当時) は激減したが、粗鋼生産量が1957~1966年の10年間で1230万 t から5200万 t に爆発的に増加したので、造塊用耐火物の増加が大きく、耐火物全生産量は同時期で119万 t から209万 t へほぼ倍増した。

質の変化はさらに大きかった。1950年代の欧米各国の LD 転炉内張材は、タールドロマイトれんがが主体で、非ベーキング (non-tempering) 品であり、原料ドロマイトは天然クリンカーを使用していた⁵⁹⁾。わが国は、導入当初は葛生産の天然品を使用したが、埋蔵量と品質の両面から需要に対応できず、合成マグドロクリンカー (高CaO海水マグネシアクリンカー) が開発された。LD 法導入後5年間は半安定化焼成ドロマイトれんがとタールドロマイトれんがが平行して使用されたが、1963年に焼成合成マグドロれんがのタール含浸品が開発され⁸³⁾、またたく間にこれが主流となり、1967年以降は全量合成品に変わった。この結果、品質・耐用性で欧米を抜き、1970年頃には転炉用耐火物で世界の先進国となった。

4.2 底吹き転炉 (Q-BOP) の導入当初と MgO-C れんがの開発

1977年、川崎製鉄 (株)・千葉が底吹き法 (Q-BOP) の操業を開始したとき、わが国の転炉吹錬法と転炉用耐火物が大きく転換した。

Q-BOP の開発経過・特徴は多くの報告^{59)~61)}があるので、詳細はそれらに譲る。

Q-BOP 操業初代の炉底寿命は169回であった。純酸素底吹きによる羽口周辺耐火物の損傷は予想を遙かに越えていた。炉底耐火物の稼働面直上が火点となり、耐火物の温度変化が大きく、スポーリングが激しかった。さらにバーン

バックやバックファイヤーが操業中に襲来して炉底耐火物を破壊した。

当時のわが国の転炉用内張耐火物は、焼成合成ドロマイトレンが（タール含浸ベキング品）であり、U.S.Steel, Gary工場ではタール・マグネシアレンがの高温テンパー品を使用していた。後者は熱間強度が低いため、導入初期から前者が選ばれた。数炉代経過しても寿命向上の兆しはなく、損傷機構は、過酷な熱衝撃・強撹拌による機械的磨耗・FeOによる高温下での侵食などの複合作用であることが明確になったが、特に羽口周辺の熱衝撃による損傷が大きく、羽口周辺レンがの耐スポーリング性を根本的に改善する必要を痛感した。

耐熱衝撃性レンがを開発するには、供試レンがの耐スポーリング性を定量的に測定する必要があり、当時実施されていたDINやASTM法では困難であった。このためパネルAE (Acoustic Emission) 法が開発された⁶²⁾。この方法はレンがの亀裂発生時に音波が生じることに着目したもので、耐スポーリング性が定量的に把握でき、亀裂の発生温度や時期を明確にできる利点があった。

羽口周辺レンがの具備特性を、①熱伝導率が高く、弾性率が低いこと、②セラミックボンドが少なく、熱間曲げ強度が高いこと、③FeOの侵食に耐えること、と決め、入手可能な各種レンがの諸特性を調査した。特に耐熱衝撃性はパネルAE法で亀裂発生 の程度と時期を比較した。当時アーク炉炉腹に使用されていたマグネシア・カーボン (MgO-C) れ

んが⁶³⁾のAE法による耐熱衝撃性評価結果は予想通り優れていた。MgO-Cレンがの採用に当たって、純酸素を吹き込む部位に炭素材を含有した耐火物を使用する点を最も危惧した。このMgO-Cレンがを5 t 試験炉で試験後、230 t 炉の炉底に試用した。Q-BOP導入後11番目の炉底で6カ月経過していた。この炉底は344回で吹き止めになった。使用後解析からMgO-Cレンがの耐熱衝撃性の卓越さが確認された。心配した黒鉛の酸化消失も、不純物起因の低融点化合物の生成も予想したより軽微で、原料を改善すれば、Q-BOPの寿命が延長できると確信した。炉底寿命の推移を図3に、MgO-Cレンがの材質の変遷を表3に示す⁶⁴⁾。稼働3年後に、炉底2000回、炉体5000回の寿命を達成し、補修材も含めた耐火物原単位が0.8kg/tとなった。

冶金反応における撹拌の意義が再認識され、複合吹錬転炉が各社で開発された。1996年末、国内転炉69基中59基が複合吹錬転炉となっている⁶⁵⁾。

MgO-CレンがはQ-BOP羽口周辺という非常に過酷な部位に使用され、それに耐える検討が広範に行われたため、品質が画期的に向上した。国内の大部分の複合吹錬転炉のほぼ全部に適用され、わが国を代表する耐火物となった。

4.3 わが国のMgO-Cレンがの発展

わが国のMgO-Cレンがを、タール結合・タール含浸のマグネシアレンがの延長線上の材質と考えるのは妥当でない。わが国のMgO-Cレンがは、鱗状黒鉛・酸化防止材 (金属・

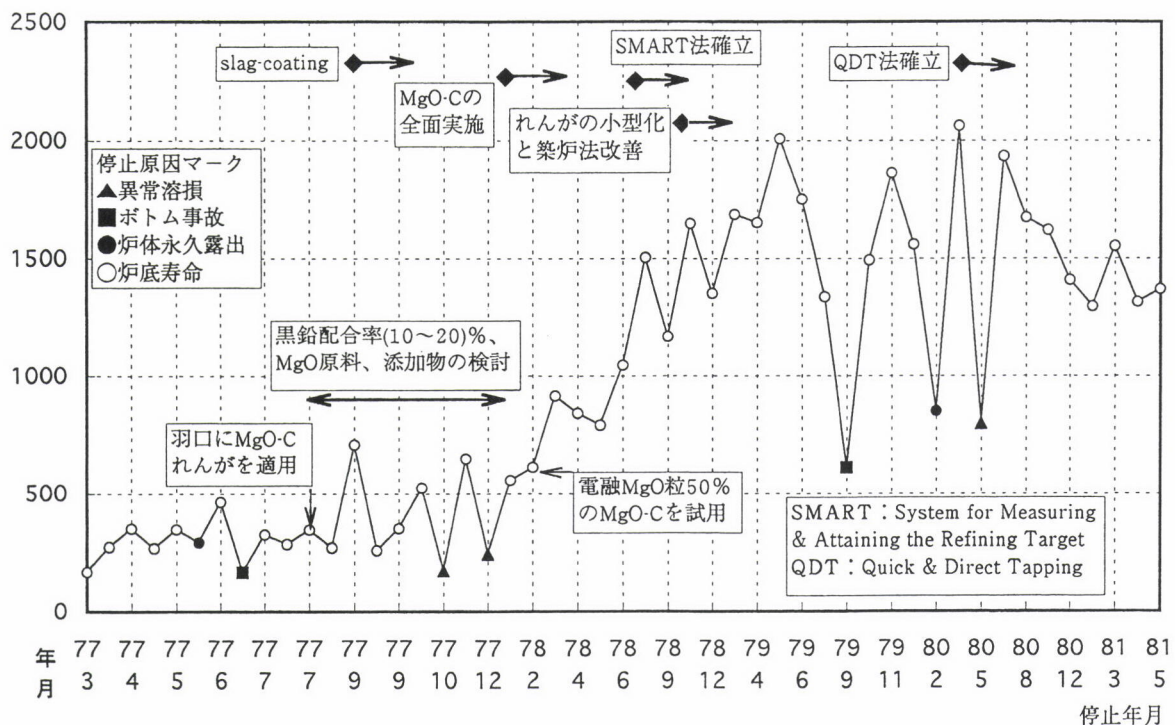


図3 Q-BOP炉底寿命推移

表3 MgO-Cれんがの材質変遷

記 号	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	E4
原料	焼結MgO★	○		○			○			○			○			
電融MgO★★		⑤	⑩		⑤	⑩		⑤	⑩		⑤	⑩		⑤	⑩	⑩
電融MgO種★		一般	一般		一般	一般		一般	一般		一般	一般		一般	一般	大結晶
天然黒鉛☆	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
添加金属種	無 添 加			Si			Al			Al + Si			Al・Mg + Al			
試験・試用年月※	1977年4月～			1978年10月～			1979年5月～			1979年10月～			1982年2月～			1995
かさ比重	2.89	2.90	2.90	2.90	2.91	2.91	2.90	2.91	2.91	2.89	2.90	2.91	2.89	2.91	2.91	2.92
見掛気孔率(%)	3.8	3.8	3.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.5
圧縮強さ(MPa)	40	41	41	43	44	45	44	45	45	44	45	46	44	46	46	47
熱間曲げ強さ*(MPa)	4	5	5	9	9	10	13	14	14	13	14	14	13	14	14	14
耐酸化性**	100	100	100	90	90	90	80	80	80	70	70	70	40	40	40	40
耐食性***	100	90	80	70	65	60	60	40	30	55	45	40	45	35	25	20

(注) ☆：黒鉛の純度はA～Eに従って88%から98%へと向上、粒度も順次粗大化、

★：MgOの平均結晶径、焼結MgO：80～90 μ 、一般：>500 μ 、大結晶：>3000 μ 。★★：⑤は50%配合、⑩は100%配合

*：1400℃の測定値、小数点以下4捨5入

**：耐酸化性(電気炉酸化試験)1400℃・3hrs、脱炭層厚：A1を100として指数化、数値の小さい方が良好

***：耐食性(回転浸食法)1700℃・4hrs、slagのC/S=3.0、T.Fe=18%、30分毎に交換、溶損率：A1を100として指数化

※：試験とは研究室あるいは5 t 試験炉での適用、試用とは230 t 実炉での部分使用

合金)・フェノール樹脂・真空脱気成形の組み合わせにその特徴がある。

タール処理品も炭素を含有している点では含炭素耐火物であるが、無定形炭素であり、炭素含有量は低い。P. Barthaらは、「マグネシア・炭素系耐火物において、ピッチ結合れんが(日本ではタール結合という)で製造できるのは、技術的に炭素量が約13%までであり、これに対してレジン結合れんがでは、約30%まで可能である」と述べている⁶⁶⁾。Bartha説の理論的根拠や妥当性は今後検討を要するが、日独の比較をするとその差が明らかである。結合材としてドイツではピッチが、日本ではフェノール樹脂が使用され、炭素含有量はドイツではピッチ起源で10%未満であり、日本では鱗状黒鉛質で20%である。MgO-Cれんがの高い耐熱衝撃性と耐食性は、炭素の存在に起因しており、炭素含有量が10%未満と20%とでは、その熱衝撃特性も耐食性も異なる。

炭素高配合の弱点は炭素の酸化である。この点に関しても、ドイツではSiやAlの添加が耐食性の低下を招くことを理由に敬遠されるのに対し、日本では例えば金属Alを添加し、その機能を酸化防止に加えて熱間強度の向上にまで高めている。ドイツの場合は炭素量が低いので、酸化防止材の必要性が少ないが、日本の黒鉛高配合では酸化防止材は必須である。酸化防止材の研究が実務と理論の両面で行われたのは幸運であった。実務面では多くの研究が各社で行われ、例えば1979～92年の14年間に“MgO-Cれんがの酸化防止”に関する特許が93件公開されている。これらの中で現在普及し実用化されているのは、Si⁶⁷⁾、Al⁶⁸⁾、Al-Mg⁶⁹⁾で

ある。一方、炭素の酸化防止機構の理論面は、熱力学的高温相平衡論を駆使して、各種材料の機能と有効性が解明され⁷⁰⁾⁷¹⁾、実務面の研究を支えた。

高炭素配合はスラグコーティング層の形成にも大きな効果を発揮した。20%黒鉛配合のMgO-Cれんがは48vol% Cとなり、大量のカーボンがれんが表面に存在している。これが溶融スラグと直接接触してスラグ中のFeOなどを還元し、強固で高耐食性(高CaO/SiO₂、低FeO)のコーティング層を形成する。添加された金属は黒鉛の酸化防止のみならずMgOの酸化還元反応も抑止し、MgOの揮散を抑制しているので、スラグコーティング層による大気遮断効果がこれと相乗して、MgO-Cれんがの耐用性向上に大きく貢献している。

MgO-Cれんがの損傷機構も解明された⁷²⁾。損傷に大きな影響をもつ「スラグへのMgOの溶解」改善のため電融マグネシア粒が採用された。電融粒は既に1973年に焼成マグネシアれんがで採用され、その高耐食性が知られていたが⁷³⁾、耐スポーリング性に難があり、特異な部位以外には普及しなかった。MgO-Cれんがは耐スポーリング性に優れるので、電融粒の粗大結晶と高耐食性の特徴が発揮され、耐用性を向上させた。現在では電融粒はMgO-Cれんがの主要原料となり、粗粒から微粉部まですべて電融粒を使用する“大結晶MgO-Cれんが”が出現し、過酷な部位に適用されて高耐用性を発揮している。

結合材も格段の進歩を遂げた。最初は耐火物用のフェノール樹脂の材質開発が行われ⁷⁴⁾、次いで特性の異なる各

種のフェノール樹脂が開発された。フェノール樹脂とピッチは有機系結合材の中ではともに高残炭率が特徴で、そのために結合材として採用されたが、ピッチは労働衛生面の制約があり⁷⁵⁾、わが国では回避された。この選択が黒鉛高配合を可能にしたのであるから、わが国耐火物技術にとっては幸運であった。

残炭率をさらに向上させる手段として、Mackayらは既に1968年にフェノール樹脂とピッチの混合方式⁷⁶⁾を提案している。この技術をわが国は、カーボンブラックを添加する方法で複合バインダー方式とし、残炭率の向上に加えて、組織改善⁷⁷⁾、金属添加に伴う熱膨張率の上昇の抑制⁷⁸⁾、熱間曲げ強度の向上⁷⁹⁾など多方面に利用している。

製造技術面では、大型の真空脱気プレス⁸⁰⁾が貢献した。このプレスの普及により炭素高配合品を緻密質で、ラミネーションなどの欠陥がなく、寸法精度の抜群に優れた、1400～1500mmの大型製品が製造可能となり、わが国の内張り一層ライニング法⁸¹⁾とれんが施工の機械化を促進した。

1977年当時のMgO-Cれんがと比べ、現在のMgO-Cれんがは異材質と間違えるほどの飛躍的な発展を遂げ、この発展が転炉の長寿命と低原単位をもたらした。

5 おわりに代えて

戦後50年の耐火物技術の変遷を概説した。要約すると、①欧米から技術を導入し(文献を含む)、あるいは製品を輸入し、その類似品を開発する、②発展過程では、最初は既存の系(システム)での改善に取組み、それに対応できなくなると、系を取り替える、③原料を高純化する、の組み合わせを最も賢明にタイムリーに選択した歴史である。

現在は、戦後50年の風土の転換期にある。これまで、①国内の耐火物需要はほぼ100%国内メーカーで充足された、②技術開発は特定の枠内の共同体制で推進してきた。③この体制は多くの長所がある反面、ユーザー側にメーカー依存型の体質を生んだ、④国内統一規格の必要性が指摘され⁸²⁾ながら、実態は発注者側は固有の規格を設定し、生産者側は需要に応じて製造品種を拡大したから、わが国の耐火物は多品種小ロット生産となり、不定形時代になっても同様の風潮を継続してきた、⑤協調体制が重視され、国際比較より安定供給を求めてきた、⑥達成すべき目標や模倣すべき対象が明確にあった、などなど。

第二次世界大戦の同じ敗戦国であり、ともに現在では世界の先進国になったドイツとわが国とは全く異なる耐火物技術体系を構築している。ドイツでは、①天然資源の有効活用が研究開発の中心であり、②少数の総合メーカー以外には得意分野の単品種生産であり、③大部分が国内統一規格

で発注され規格外にはプレミアムがつき、④輸出(生産量の50%強)・輸入が頻繁で常に競争原理で選択され、⑤基礎研究は第三者機関に委託し成果を共有する、などである。

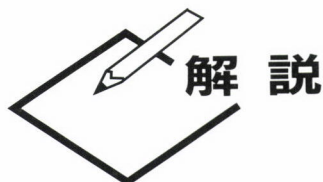
今、わが国の耐火物技術は、世界とわが国の現状を再確認し、短所を修正する絶好の分岐点に立っている。耐火物技術の停滞は鉄鋼技術の停滞をもたらすと確信している。速やかな検討と体制の建て直しが行われ、わが国が名実ともに耐火物技術先進国に前進することを期待している。

参考文献

- 1) 昭和33年まで、高良義郎：鉄と鋼，45 (1959)，1363
- 2) 次の10年間として、林 武志：鉄と鋼，56 (1970)，1089
- 3) 全般的に、杉田 清：製鉄・製鋼用耐火物(地人書館)，(1995)
- 4) 堺 健二，藤本章一郎：わが国における酸素製鋼法の歴史(日本鉄鋼協会)(1982)，p272～321
- 5) 杉野太加夫，鹿野 弘，川村俊夫，福岡弘美：わが国における鋼の連続鑄造技術史(日本鉄鋼協会)，(1996)，597～662
- 6) 耐火物協会資料
- 7) 森本忠志：耐火物若手技術者養成講座・講演予稿集(岡山セラミックス技術振興財団編)(1994)，113
- 8) 例えば、高良義郎：耐火物工業，6 (1950) Dec.，1
- 9) 石渡 宏：耐火物，22 (1970)，238
- 10) 川崎製鉄(株)千葉製鉄所資料，(私信)
- 11) 白石芳雄：製鉄研究，219 (1957)，1634
- 12) 吉田英雄：新しい窯炉と耐火物(耐火物技術協会)，(1968)，20
- 13) 田草川 豊：耐火物手帳'97(耐火物技術協会)，(1996)，88
- 14) 例えば、武田喜三：発展する耐火物工学(耐火物技術協会)，(1987)，371
- 15) 品川白煉瓦操業百年史，(1976)
- 16) 磯 常和：品川技報，2 (1955)，51
- 17) 石原重利：耐火物，19 (1967)，15
- 18) 例えば、J.Laming：J.Refractories，35 (1959)，116
- 19) D.J.Kalkins et al.：Am.Ceram.Soc.，52 (1973)，7
- 20) 池ノ上 典，古海宏一：窯業データブック'71(工業製品技術協会)，(1971)，29
- 21) D. A. Whitworth，F.D.Jackson and R. F. Patrick：Am. Ceram. Soc.，53 (1974)，804
- 22) 守川平四郎：第72・73回西山記念技術講座テキスト(日本鉄鋼協会)，(1981)，231
- 23) 中原文夫：耐火物工業，17 (1953) May，203
- 24) 高井 治：新しい窯炉と耐火物(耐火物技術協会)，

- (1968), 317
- 25) 林 武志, 京田 洋, 寄田栄一: 耐火物工業, 55(1960) Aug., 64
 - 26) 大庭 宏: 耐火物工業, 57(1960) Nov., 199
 - 27) 河内 通, 柳原道行: 耐火物工業, 57(1960) Nov., 196
 - 28) 例えば, 宮武和海, 開田高生: 耐火物工業, 59(1961) Mar., 274
 - 29) 大場 宏, 平櫛敬資, 小川朝康: 耐火物, 73(1963) Jul., 107
 - 30) 種村文数: 美濃窯業(株)社内報告書, (私信)
 - 31) 吉田英雄: 耐火物工業, 63(1961) Nov., 241
 - 32) D.D.Lewis: U.S.Patent, 311902(1884)
 - 33) 宮下芳雄: 耐火物, 27(1975), 52
 - 34) 谷 哲郎, 林 武志, 武藤重喜, 長尾石廣: 耐火物, 21(1969), 477
 - 35) 丹羽庄平, 横井 晃, 松村 勲, 沖 和男, 酒見定三: 耐火物, 21(1969), 475
 - 36) 植村卓郎, 丹羽庄平: 耐火物, 25(1973), 69
 - 37) P. Jeschke, U. Muschner, M. Oberbach and J. Pirdzun: Inter Ceram., 27(1978), 280
 - 38) 例えば, 林武志: 品川技報, 1(1954), 51
 - 39) 耐火物とその応用(耐火物技術協会), (1979), 205
 - 40) 福井 哲: 耐火物工業, 63(1961) Nov., 237
 - 41) 例えば, 相原満寿美: 耐火物, 14(1962), 14
 - 42) 黒崎窯業50年史, (1969), 656
 - 43) W. D. Emmett and V. E. Zang: J. Metals, (1956) Dec., 1648
 - 44) 例えば, 平尾英二: 耐火物, 18(1966), 478
 - 45) 例えば, 松岡秀矩: 耐火物, 18(1966), 483
 - 46) 滑石直幸: 耐火物, 20(1968), 415
 - 47) 大坪勝彦: 耐火物, 14(1962), 20
 - 48) 例えば, 北村洋二: 耐火物, 15(1963), 353
 - 49) H. Keeschulte: Stahl u. Eisen, 89(1969), 850
 - 50) 例えば, 田中英雄: 耐火物, 24(1972), 311
 - 51) 落合常巳, 清水博, 今井弘之, 及川清通: 耐火物, 28(1976), 108
 - 52) 浅野 貞, 寄田栄一, 山村 隆, 浜崎佳久, 金重利彦, 難波 誠: 耐火物, 43(1991), 193
 - 53) P. Desfossez, W. Gerling and K-O. Zimmer: Stahl u. Eisen, 86(1966), 321
 - 54) 滑石直幸, 永井 敏, 柳 弘米: 耐火物, 27(1975), 164
 - 55) H. Oseki, H. Yamaguchi, T. Takasu and T. Aoki: Proc. 2nd. International Confer. Refractories, (1987), 398
 - 56) 特許第142706号, 昭57(1982)8月19日出願, (株)TYK
 - 57) T. R. Meadowcroft and R. I. Milbourne: AIME, Open Hearth Proc., 54(1971), 2
 - 58) 例えば, 関野一人, 布袋屋道則, 高橋 明, 浜名孝年, 坂根武良, 笠井宣文: 材料とプロセス, 4(1991), 218
 - 59) 例えば耐火物技術として, 森本忠志, 針田 彬: 耐火物, 31(1979), 440
 - 60) 例えば冶金技術として, 太田豊彦, 三枝 誠, 数土文夫, 野崎 努: 鉄と鋼, 67(1981), 1829
 - 61) 例えば随想として, 数土文夫: 鉄と鋼, 76(1990), 1770
 - 62) 熊谷正人, 内村良治, 川上辰男: 窯協, 87(1979), 259
 - 63) 例えば, 宮武和海, 仙波喜美雄, 関目光男, 小山敏弘: 耐火物, 22(1970), 125
 - 64) 川崎製鉄(株)千葉製鉄所資料, 黒崎窯業(株)千葉工場資料, (私信)
 - 65) 鉄鋼統計月報
 - 66) P. Bartha, G. Weibel: Advances in Refractories for the Metallurgical Industries II, Proceedings of the International Symposium, (1996), 45
 - 67) 特許第1393974号, 昭51(1976)7月8日出願, 黒崎窯業(株)
 - 68) 特許第1401778号, 昭53(1978)6月16日出願, 旭硝子(株)
 - 69) 特許第1682583号, 昭53(1978)11月7日出願, 黒崎窯業(株)
 - 70) 例えば, すぐ使える熱力学(耐火物技術協会), 総括著者: 山口明良
 - 71) 山口明良: 資源と素材, 111(1995), 271
 - 72) 例えば, 高長茂幸: 耐火物, 44(1992), 211
 - 73) 平櫛敬資, 田中英雄, 古海宏一: 耐火物, 27(1975), 496
 - 74) 例えば, 住友デュレズ(株)資料「マグネシア・カーボン系不焼成れんがとフェノール樹脂」(1980年5月)
 - 75) 特定化学物質等障害予防規則
 - 76) H. M. Mackay and R. L. Courtney: Modern Plastic. 45(1968), 147
 - 77) 市川健治, 西尾英昭, 野村 修, 星山泰宏: 耐火物, 45(1993), 630
 - 78) 川崎炉材(株)資料(私信)
 - 79) 加藤久樹, 滝 千尋, 山本慎一, 星山泰宏, 野村 修, 市川健治: 耐火物, 46(1994), 588
 - 80) 深井啓敏, 羽口 寛: 発展する耐火物工学(耐火物技術協会), (1987), 216
 - 81) 大手 彰, 副島利行, 斎藤 忠, 若林 勇, 堀川健一, 川崎博也: 耐火物, 40(1988), 609
 - 82) 例えば, 黒田泰造: 耐火物工業, 12(1952) Jul., 1
 - 83) H. Ohba, T. Ikenoue and Y. Nishikawa: J. Iron & Steel Institute, (1962) Nov., 900

(1997年2月14日受付)



製造業を支える溶接・接合技術の最近の進歩

百合岡 信孝
Nobutaka Yurioka

新日本製鐵(株) 技術開発本部 フェロー

The Latest Progress in Welding and Joining Technology Supporting the Manufacturing Industry

1 はじめに

溶接・接合技術は、自動車、車両、航空機、船舶、橋梁、建築、土木構造物、圧力容器、貯槽タンク、産業機械、レール、パイプライン、家電、半導体などほとんどあらゆる工業製品の製造組立に関わっている。メガコンペティション時代となって、今後とも我が国の製造業が世界競争力を維持できるかどうかは、我が国を追いつつある諸国が追随出来ない高付加価値製品の製造にかかっている。高付加価値製品は応力、温度(低温、高温)、腐食、疲労などに関し使用条件が過酷となり、構造物の一部を形成するに過ぎない溶接部の性能が相対的に重要となる。本稿では、これら工業製品の生産技術のキテクノロジーとなりつつある溶接・接合技術の最近の進歩を簡単に解説する。

2 溶融溶接

2.1 アーク溶接

アーク溶接材料と粗鋼生産量の推移を図1に示すように、溶接材料と粗鋼生産量は完全に連動している。従って、溶接材料の生産量は鉄鋼生産量とともにその拡大は期待できない。しかし、溶接材料種別の生産比率の変化は著しい。特に、1970年代には75%を占めていた被覆アーク溶接棒は年々減少し、最近では20%を切り、それに替って伸長著しいのはマグ(MAG) および炭酸ガス溶接に用いるソリッドワイヤとフラックス入りワイヤである。炭酸ガス溶接はArガスを用いないので低コストだが、小電流域では短絡移行で大電流域はグロービュール(大流滴)移行となり、いずれもスパッタが多発する。ArとCO₂の混合ガスを用いるマグ溶接は臨界電流量以上ではスプレー(細流滴)移行し、スムーズな溶接となりスパッタは激減する。しかし、欠陥防止や薄板溶接時の溶け落ち防止から小電流域溶接が必要な場合もある。

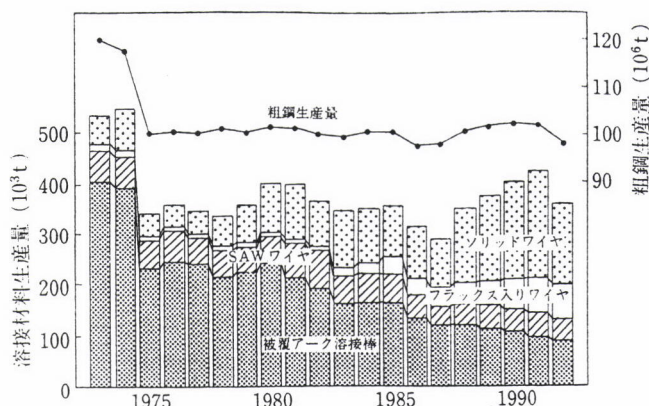


図1 溶接材料と粗鋼生産量の推移

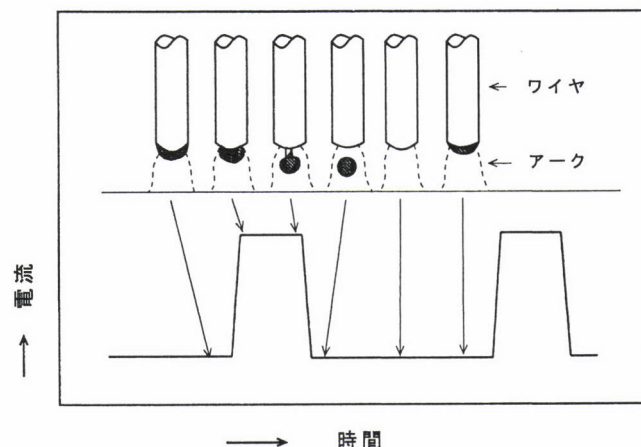


図2 インバータ制御パルスマグ溶接におけるワイヤから溶融池への溶滴移行

近年、トランジスタ・インバータ制御による高速で緻密な溶接電流波形制御技術が開発された。図2のインバータ制御パルスマグ溶接における溶滴移行現象に示されるように、臨界電流以上に設定された一つのパルスで一つの溶滴

をスプレー移行させ、アークを直接制御することが可能になった¹⁾。このパルスマグ溶接ではパルスの大電流と小電流の時間割合を変えることにより平均電流値が制御でき、小電流から大電流の全域でスプレー移行溶接を達成できる。

炭酸ガス溶接ではフラックス入りワイヤを用いアークをソフトにしスパッタ発生を抑え、ソリッドワイヤより外観が美しいビードを得ている。また、高性能インバータ制御では、溶接中の手ふれなどアーク長さが変動した場合も設定されたアーク電圧（アーク長さ）に瞬時に戻るよう制御可能なので、熟練工でなくとも相当の水準の溶接ができるようになった。そのため、造船、橋梁などの溶接ではフラックス入りワイヤの使用比率が高まっている。

造船、橋梁などのすみ肉溶接では、突合せ溶接のように開先を取らずそのまま溶接するので、鋼板のプライマを除去せずに溶接したい要望があった。しかし、その場合、溶接金属にブローホールやピットが発生するが、それらの発生を低減できるフラックス入りワイヤが開発された³⁾。又、自動車、住宅、家電などには亜鉛めっき鋼板が用いられるが、アーク溶接において亜鉛蒸気起因のブローホールとピット発生が問題となる。これに対しても、溶融池の粘性を高め亜鉛蒸気によるブローホールの成長を抑制できる新しい亜鉛めっき鋼板用ワイヤ（炭酸ガス・ソリッド）が開発された³⁾。

溶接において以上述べた作業性ばかりでなく溶接生産性が重要である。図3に各種溶接法の能率（溶接速度と溶着速度）の比較を示す⁴⁾。最近開発された生産性向上を矢印で示すが、ティグ（TIG）では2重シールドによるアークの集中、サブマージアーク溶接（SAW）やエレクトロスラグ溶接（ES）では電極数の増加、マグ溶接ではフラックス入りワイヤによる大電流下でのアークのソフト化によって達成され

ている。なお、図3で電子ビーム、レーザ、マッシュシーム溶接は溶接材料（溶加材）を用いないので、母材を溶融する速度（溶融速度）で表示されている。

アーク溶接は現在のところ溶接技術の主流の座を占めているが、溶接材料とアーク制御技術のたゆみない向上により今後とも主流であり続けるに違いない。

2.2 ロボット溶接

今後の熟練溶接士不足の状況を考えると、溶接ロボットの開発は必須である。溶接ロボットにおいてはワーク毎に異なる溶接部形状が認識されねばならない。オンラインティーチング・プレイバック方式はタッチセンサーなどを用いワーク形状をロボットに教示させるが教示者に多大の負担がかかるため、コンピュータグラフィックスを用い計算機上でオフラインで教示させる方法が開発された⁵⁾。ティーチング方式は溶接時にワークの変形が無い場合に適用されるが、薄板溶接や溶接長の長い時のように溶接変形を伴う場合は、溶接線のずれを認識する必要がある。溶接ワイヤ先端を開先内で揺動させ左右位置での溶接電流値の偏差から溶接適正位置を認識するアークセンシング法が、インライン制御に実用されている。より完全なロボット化を実現するには視覚センシングが望ましいが、アーク光は強烈で直接監視は困難である。そのためレーザスリット光を溶接部より少し前方に照射し開先情報を得る方法も開発されている。完全自動溶接を目指すとなるとアーク直下の溶融池の形状やワイヤ先端位置情報をオンラインで知り、直ちに適正溶接条件にフィードバックする必要がある。アーク光をフィルターで、ある程度遮断してレーザストロボを用い溶接を直接観察する試みがなされ⁶⁾、オンライン制御完全自動化溶接技術への道が拓かれつつある。

ロボット溶接は造船をはじめ各分野でその適用は着実に

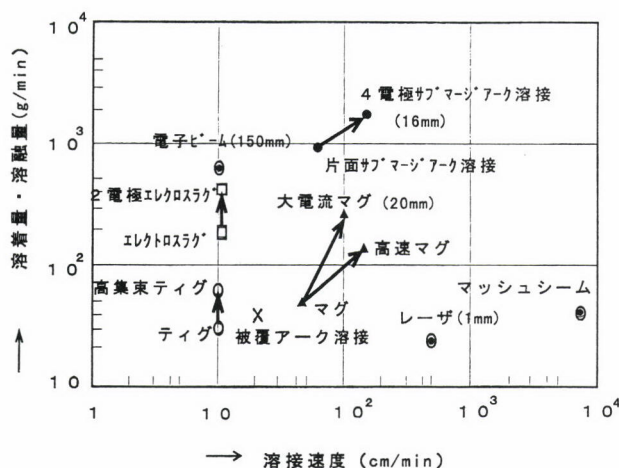


図3 各種溶接法の生産性の比較と最近の進歩

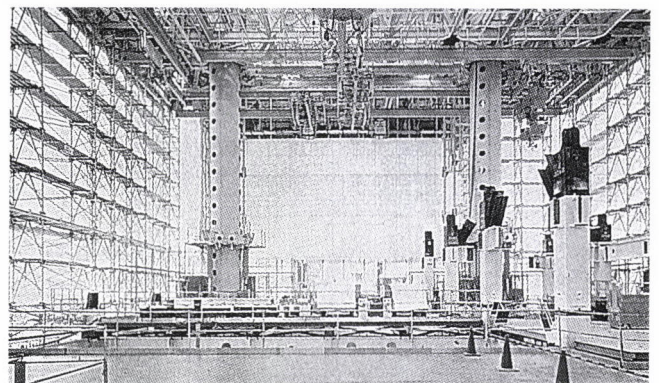


図4 高層ビル全天候型溶接施工システム

拡大しているが、ペンストック(水圧鉄管)、パイプライン、レール、建築においては悪環境での現地溶接が不可欠であり、溶接自動化への切実な要望がある。最近開発された高層ビル自動施工プラントでの自動溶接の例を図4に示すが、この場合、各階の施工が完了すると施工プラントはせり上げられて最上階まで工場溶接のように全天候型で溶接される⁷⁾。このような現場溶接自動化はパイプライン、ペンストックやレールにおいても顕著な進捗を見せている。

2.3 溶接冶金

微量のチタンはアークを安定させ、溶接金属組織微細化にも寄与することは従来より知られていた。この組織微細化は溶接金属中のチタン酸化物を核とする溶接冷却変態時の細粒アシキュラーフェライトの生成(図5)に起因することが1980年に判明した⁸⁾。これがオキサイドメタラジの始まりであり、酸化物分散型の大入熱溶接用鋼の開発へと結びついた。溶接金属の酸素量は鋼材に比べて高く、酸化物は0.5μm以下の球状で均一に分散しているので粒内変態核としては望ましい状態にある。しかし酸化物が過剰になると延性は低下する。そのため、酸素低減技術とともに、どのような結晶構造と組成を有する酸化物が靱性に優れるのか、種々の酸化物の生成機構と変態挙動が熱力学データベースの計算熱力学を活用して研究されている^{9,10)}。

9%Ni鋼の溶接では溶接金属にインコネル系の高Ni合金が使用される例に見られるように、溶接金属は母材に比べて冶金的オーバーマッチングが許容される。特にステンレス鋼の溶接の場合、溶接金属の成分設計の組み合わせの範囲が広がり、同時に溶接凝固割れ防止のため適量のデルタフェライトを高温時に存在させるように成分を選択する



図5 溶接金属中の酸化物からのアシキュラーフェライトの生成
(オーステナイトフェライト変態途中から焼入れ)

時など、計算熱力学による平衡相の予測が重要な手段となっている¹¹⁾。

3 抵抗溶接

3.1 スポット溶接

表面処理鋼板をスポット溶接する場合、裸鋼板に比べてその溶接性が問題となる。防錆用としての亜鉛めっき鋼板には電気めっき系と溶融めっき系があり、それぞれに純亜鉛めっき系と合金亜鉛めっき系がある。これら亜鉛めっき鋼板は鋼板表面の接触抵抗および硬度の差、さらにめっき層最表面の融点の差が微妙に適正溶接条件範囲に影響することが判明した¹²⁾。1秒以内の短時間に終了する抵抗スポット溶接現象が、最近、熱伝導と熱応力計算によるシュミレーションによって解析されるようになり、表面接触抵抗の相違による溶接金属(抵抗溶接ではナゲットと称する)の形成の過程を把握できるようになった¹³⁾。

スポット溶接では溶接条件範囲の他に電極寿命(連続打点数)が重要であり、めっき鋼板の電極寿命は裸鋼板に比べて著しく短く、めっき目付量が増すとさらに減少する。これは、めっき鋼板ではめっき層のZnと電極のCuが合金化し、電極先端に硬い真ちゅう層が形成され、それが割れたり剥離して連続打点性を損なうからである。この真ちゅう層の形成は純亜鉛めっきに比べ、合金化溶融亜鉛めっきでは軽微で、Zn-Ni電気めっき鋼板では全く形成しない。そのため、合金化溶融亜鉛めっき鋼板にZn-Ni系のフラッシュめっきなどを施すなど、鋼材側から電極長寿命化への努力が払われている¹⁴⁾。

3.2 マッシュシーム溶接

ぶりき溶接缶材料は高周波を用い80m/minに及ぶ高速のマッシュシーム溶接で接合される。この溶接は板端をわずかに重ね円板電極によって押しつぶし(マッシュダウン)ながら通電し、溶融寸前のナゲットを形成するものである。図6に示すように¹⁵⁾、望ましいナゲットの形成のためには、電極と鋼板表面の接触抵抗や融点の関係から錫めっき(ぶりき)が望ましい。しかし、錫資源が稀少であるがゆえの供給不安定と高コストのために、薄錫めっき鋼板が開発された。これは塗料密着性の良好なクロメート層も表面に露出させつつ、錫を島状に分布させマッシュシーム溶接性を確保したものである¹⁶⁾。

自動車車体組立において、特性の異なる材料を適材適所に配置しそれを溶接してからプレス成形するテイラードブランク方式が従来の一体化プレス方式に一部替わりつつある。後述するように、テイラードブランクに最近レーザー

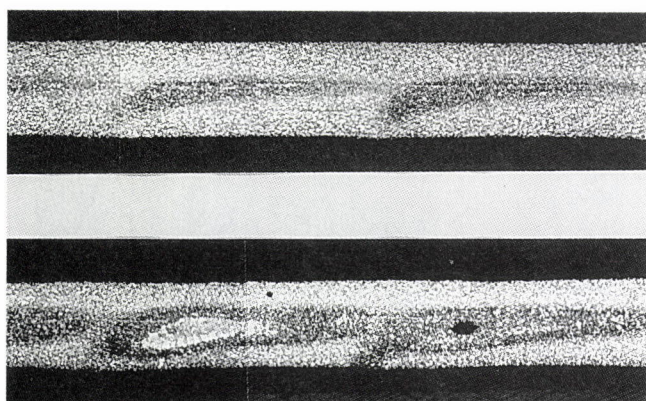


図6 錫めっき鋼板(上)と錫フリーめっき鋼板(下)のマッシュシーム溶接部のナゲット(溶接部縦断面、0.3mm厚)

溶接が採用され始めたが、欧州では10年以上前からマッシュシーム溶接が用いられている¹⁷⁾。

4 ビーム溶接

4.1 電子ビーム溶接

1950年代後半に開発された電子ビーム溶接は、現在では300kW級の溶接装置が実用されている。大型構造物の電子ビーム溶接では大型真空室を必要とするが、深溶込みを

特徴とし100mm超の厚肉材でも1パスで溶接でき圧力容器や反応容器の製造に適用されている。電子ビーム溶接では一般に溶接材料を用いないので溶接部(溶接金属)は母材成分のままであり、溶接部の低温靱性の確保が問題となる。例えば、590MPa級鋼(HT60)では焼入れ性の高い成分系なので溶接金属は下部ペーナイト組織となって、満足すべき靱性が得られるはずであるが、凝固偏析(マイクロ偏析)が破壊の起点となって靱性を下げることが判明し、極低P、低N、低Cの590MPa級電子ビーム用鋼が開発された¹⁸⁾。一方、490MPa級鋼(HT50)では溶接金属は酸素不足のためアシキュラーフェライトは得られず上部ペーナイト主体の組織となり著しく靱性が劣化する。しかし、Ti脱酸鋼のようにAlレス($Al < 0.002\%$)となると、低酸素でも粒内変態によるアシキュラーフェライトが得られることが見いだされ、490MPa級電子ビーム用鋼も開発された¹⁸⁾。このように厚板への電子ビーム溶接の適用の拡大は、鋼材組成の制御が鍵を握っている。

4.2 レーザ溶接

1960年に人工ルビーを媒質として発振に成功したレーザーは、現在では45kW CO₂レーザー、2kW YAGレーザー、そして5kW COレーザーが開発されている。しかし、レーザー発振出力は未だ電子ビームの約1/10であり、またレーザー照射時に発生するプルームの妨害などにより、溶込みはかなり浅い。

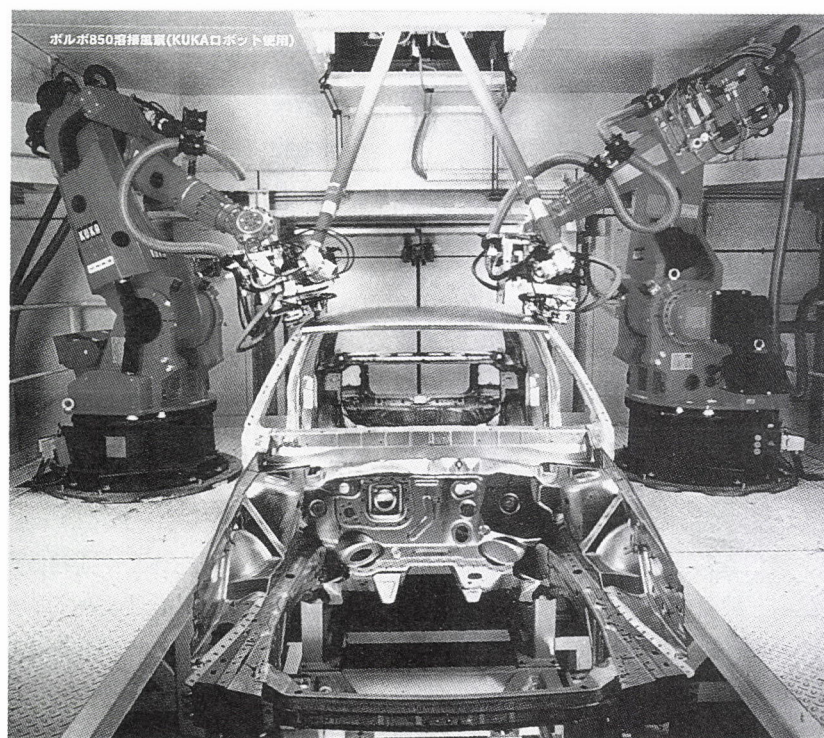


図7 レーザ溶接ロボットによる自動車車体の溶接

しかしながら、レーザビームは大気中で搬送できること、およびエネルギーが集中し熱影響が僅少で溶接歪みも小さいと云う利点から、その実用化の範囲は急速な拡大をみせている。

溶込みが浅いことからレーザ溶接は主に薄板の溶接に適用され、例えば前述のテイラードブランク接合や図7に示すような車体接合に適用されている。しかし、高エネルギー密度溶接と溶接材料を用いないことゆえに、突合わせ溶接のギャップ裕度やビーム狙い裕度がアーク溶接に比べて低く、ビーム制御などの特別な対策が必要となる。CO₂レーザは厚板の高速精密切断が可能で、25mm厚までの厚板切断用に5kW級の設備が広く普及している。一方、厚板の溶接に対しては、深溶込みの確保とブローホールおよび靱性対策が今後の課題であるが、オンライン後熱処理などによってこれらの問題を解決し、ERW(電気抵抗溶接)に替わるCO₂レーザ鋼管シーム溶接技術が開発されつつある¹⁹⁾。YAGレーザは光ファイバーで搬送できるので溶接ロボットに適用される。実際、原子力プラントの炉内構造物の狭隘部での溶接あるいは補修溶接に威力を発揮している。COレーザも将来の原子炉解体のための放射線危険域での切断用として期待されている。CO₂、YAG、COレーザの何れも、ハードウェアが現時点でも進歩しており、発振出力の増大とともに今後着実に溶接・切断の適用域を拡大させるに違いない。

5 圧接、ろう付け

5.1 圧接

圧接による接合法として、フラッシュバット溶接、DCバット溶接(電気接触抵抗溶接)、摩擦圧接およびガス圧接がある。円形機械部品接合に摩擦圧接が、鉄筋接合にガス圧接が、自動車ホイールにフラッシュバットまたはDCバット溶接が、レールにフラッシュバット溶接とガス圧接が用いられる。これらの接合法では、突合わせ(バット)両面を加熱溶融させた直後にアップセットし溶融物を排出するので、結果的に固相界面接合となる。したがって、理想的な接合状態が実現できるが、一方、アップセット時の排出が不完全であると接合界面に酸化物がフィルム状に残存することとなり、継手性能を著しく劣化させる。この時、曲げ試験をすると低応力で破断し破面は平滑で、すなわちフラット破面を呈する。そのため、圧接法では加熱温度・時間、アップセットのタイミング・圧縮量を高度に制御した自動化機の使用が前提となる。

圧接法は他の溶接法に比べ短時間で全断面を一挙に接合するので、ワンショット溶接に近い。パイプラインやレー



図8 フラッシュバット溶接による大径鋼管の現地円周溶接

ルの敷設では厳しい環境下での現地溶接となるので、機械化されたワンショット溶接は特に魅力的である。実際、図8に示すようなシベリヤでの大径鋼管の溶接に、米国でのレールの現地溶接に、20万アンペアと云う大電流を瞬時に付加する巨大なフラッシュバット溶接機が実用されている。

5.2 ろう付

ろう付はろう材だけを溶かし、被溶接体を溶融しない接合法である。たまたま、融点が400℃前後のろう材が無く、そのため融点が450℃以上のろう材を用いるのを硬ろう付け(ブレイジング)と称し、350℃以下を軟ろう付け(ソルダーリング)又は、はんだ付けと称する。ブレイジングは母材の溶融溶接が困難な場合や箔に近い薄物や小物部品の組立製造に用いられる。前者の用途は航空エンジンなどの組立であり、後者は冷凍機など熱交換機、ハニカム、配管の接合など適用範囲は多岐にわたる。

はんだを含めたろう付技術の開発は半導体の分野で目覚ましい進歩を見せている。半導体チップと基板の電極の接合には、はんだをこぶ状に100μm間隔に分布させ炉内で一括接合する技術、LSIパッケージ実装ではセラミックス基板表面をまずメタライジングしそれから半導体チップ電極とAg-Cu系ろう材で接合する技術、さらにTi、Zrを用いた活性ろう材でセラミックス-金属の直接接合する技術など²⁰⁾、ろう付けを主体とする超微細接合技術の発展は日進月歩である。そして、半導体の製造にはろう付の超微細接合技術がキエテクノロジーとなっている。

6 おわりに

溶接性に優れた鋼材の開発例に触れつつ溶接・接合技術

の進歩について解説した。現時点では溶接・接合技術は溶接用鋼材開発技術とともにわが国は世界をリードしていると思う。今後ともこれを維持するには、溶接冶金やアーク物理など基礎基盤研究の充実を欠くことはできないことは云うまでもない。

本稿では紙面の都合でレール溶接に用いられるテルミット化学反応溶接や、異種材料接合の用いられる爆発接合などを紹介できなかった。鉄鋼材料は、このテルミット溶接や爆着を含めて本稿に記述したすべての溶接・接合方法が適用できるが、ステンレス鋼、アルミ、チタンはその順に適用可能な溶接・接合法が限定される。また、溶接・接合と常に対をなす切断においても、鉄鋼はその酸化物の融点が母材より低く酸素溶断が可能な希有の金属で、ガスやレーザ（少量の酸素を添加）で容易にかつ能率良く切断できる。このように、溶接、接合、切断の観点からも鉄鋼材料は素晴らしい素材と云える。

参考文献

- 1) 長谷薫：第159・160回西山記念技術講座，(1997)，p.167
- 2) 原田章三，安田哲夫：溶接技術，vol.62(1993)No.2，p.81
- 3) 小山汎司：溶接技術，vol.62(1993)No.2，p.72
- 4) 若林正邦：新日鐵社内資料
- 5) 木邑信夫，藤平雅信：溶接学会誌，vol.64(1995)，p.442
- 6) 藤田憲，松本長：溶接学会誌，vol.63(1994)，p.511
- 7) 前田純一郎：溶接技術，vol.62(1993)No.12，p.68
- 8) 森直道，本間弘之，大北茂，若林正邦：溶接学会誌，vol.50(1981)，p.48
- 9) 堀井行彦，市川和利，大北茂，百合岡信孝：溶接学会論文集，vol.13(1995)，p.500
- 10) T.Koseki and N.Yurioka：Science and Technology of Welding and Joining，TIM 投稿中
- 11) T. Koseki, T. Matsumiya, T. Yamada and T. Ogawa：Metall. Trans. A, 25A(1994)，p.1309
- 12) 斎藤亨：溶接学会誌，vol.60(1991)，p.484
- 13) 西口公之，松山欽一，内田主亮：溶接学会全国大会講演概要集，vol.51(1992)，p.310
- 14) 小池利明，板東誠治，池田 聡：材料とプロセス，vol.3(1990)，p.1528
- 15) 崎山達也：新日鐵社内資料
- 16) 市田敏郎：ふえらむ，vol.1(1996)，p.868
- 17) 中村孝：溶接技術，vol.64(1995)No.3，p.66
- 18) 井上尚志，田辺康児，小原昌弘，小山邦夫：新日鐵技報，vol.348(1993)，p.32
- 19) 岩崎謙一，関根幸夫，森平明宏：材料とプロセス，vol.9(1996)，p.548
- 20) 小林紘二郎：溶接学会誌，vol.63(1994)，p.115

(1997年2月27日受付)

本会情報一覧

記事内容	掲載号
第 34 回白石記念講座「東南アジアの発展と鉄鋼業」開催案内	本号 436 頁
シンポジウム「3次元形状計測の最新動向」開催案内	本号 437 頁
シンポジウム「界面設計制御と材料協調設計」開催案内	本号 438 頁
「鉄と鋼」[ISI] International 投稿規程・執筆要領	本号 439 頁
平成 8 年度事業報告・収支決算及び平成 9 年度事業計画・収支予算のお知らせ	本号 450 頁
新名誉会員・一般表彰受賞者のお知らせ	本号 456 頁
第 5 回日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞受賞者のお知らせ	本号 478 頁
会員アンケートへのお礼ならびに結果報告	5 号 360 頁
第 134 回秋季講演大会 一般講演募集案内	5 号 362 頁
第 134 回秋季講演大会 予告セッションへの講演申込のお誘い	5 号 364 頁
講演大会参加方法のご案内	5 号 364 頁
第 134 回秋季講演大会 討論会講演募集案内	5 号 365 頁
第 134 回秋季講演大会 学生ポスターセッションでの発表のお誘い	5 号 366 頁
評価・分析・解析部会 自主フォーラム発足のご案内	5 号 370 頁
ISIJ International 特集号 Recrystallization and Related Phenomena 原稿募集案内	5 号 371 頁
日向方斉メモリアル国際会議助成の募集案内	4 号 284 頁
第 7 回鉄鋼研究振興助成（含む石原・浅田研究助成）募集案内	4 号 285 頁
本会会員への大学研究支援設備紹介事業のお知らせ	3 号 210 頁

学会部門

計測・制御・システム工学部会

シンポジウム「3次元形状計測の最新動向」

鉄鋼業における品質/プロセス計測において 3D 形状計測技術は不可欠な要素技術の一つです。最近、この分野では、ステレオ立体視の実用化・フェムト秒テクノロジーの利用・高感度平坦度計測など計測技術の汎用化・高速化・高感度化が進みつつあります。本シンポジウムでは、官学・他業種の第一線の研究者・技術者の方にお集まりいただいて 3 次元形状計測技術の最新のトピックスをご紹介いただくとともに、鋼板表面検査・操業自動監視をはじめとする次世代の鉄鋼ニーズへの適用の可能性を探ります。奮って御参加ください。

1. 共催：（社）日本鉄鋼協会 生産技術部門制御技術部会

2. 協賛：計測自動制御学会、システム制御情報学会

3. 日時：1997 年 7 月 25 日（金）13：00～17：00

4. 場所：東京・神田学士会館 202 会議室 TEL.03-3292-5931

（東西線竹橋駅、半蔵門線・都営三田線・都営新宿線神保町駅下車）

5. プログラム 司会 藤村貞夫（東大）

13:00～13:35	多視点画像による立体形状計測とアクティブビジョン	東京大学	出口光一郎
13:35～14:10	ステレオビジョンによる溶接ビード表面形状計測	東芝エンジニアリング(株)	野村 賢一
14:10～14:45	フェムト秒パルスによる形状計測	計量研究所	瀬田 勝男
15:00～15:35	位相シフト平行光モアレによる液晶ガラスフラットネス計測	山武ハネウェル(株)	藤原 久利
15:35～16:10	魔鏡による鏡面評価と Si ウェハの欠陥評価	松下電器産業(株)	釘宮 公一
16:10～16:40	鉄鋼プロセスにおける 3D 形状計測の課題	NKK	上杉 満昭
16:40～17:00	総合討論		

6. 定員：60 名（定員になり次第締切らせていただきます。）

7. 参加費（テキスト代を含む）：会員 1,000 円（共催、協賛団体の方を含む）、非会員 3,000 円

行事等予定

太字は本会主催の行事

開催期日	行事（開催地）	締切	掲載号及び頁
1997 年			
6 月 10 日	シンポジウム「界面設計制御と材料協調設計」(東京)		本号 438 頁
11, 12 日	HPI技術セミナー (東京)		5 号 376 頁
13 日	東海支部 特別講演会 (名古屋)		5 号 373 頁
13 日	セラミック・分析セミナー (東京)		5 号 376 頁
15~18 日	SICE夏期セミナー「Basic制御理論」(千葉)		5 号 376 頁
17, 18 日	システム制御情報チュートリアル講座「ディジタルPID制御」(大阪・東京)		4 号 293 頁
24 日	東海支部 第 22 回若手材料研究会—環境と材料 (名古屋)		5 号 373 頁
25 日	第 19 回制御技術部会研究会「非線形制御技術」(神戸)		5 号 376 頁
25 日	第 21 回軽金属セミナー「最近のアルミニウム材料表面改質、複合化技術」(東京)		本号 445 頁
26, 27 日	第 23 回実用溶接講座「溶接の自動化における最近の動向と課題」(川崎)	1997/6/16	5 号 376 頁
27 日	第 14 回技術セミナー「腐食を理解するための電気化学入門」(東京)		本号 445 頁
27 日	北陸支部 湯川記念講演会 (富山)		本号 444 頁
30~ 7 月 2 日	溶接工学夏季大学「最近の溶接技術と高品質化」(大阪)		4 号 293 頁
7 月 1~3 日	第 67 回塑性加工工学講座「板材成形の基礎と応用」(大阪)		5 号 376 頁
7, 8 日	防錆防食技術発表大会 (東京)	1997/4/7	4 号 293 頁
8 日	第 75 回塑性加工講習会「チューブフォーミングの基礎と実際」(名古屋)		5 号 376 頁
14 日	日本金属学会シンポジウム「様々な環境下で見られる新しいタイプの相変態」(大阪)		本号 445 頁
16~18 日	第 68 回塑性加工工学講座「鍛造加工の基礎と応用」(名古屋)		5 号 377 頁
18 日	関西支部 本多光太郎記念講演会 (大阪)	1997/7/8	5 号 374 頁
23 日	第 34 回白石記念講座「東南アジアの発展と鉄鋼業」(東京)		本号 436 頁
25 日	シンポジウム「3次元形状計測の最新動向」(東京)		本号 437 頁
25 日	第 174 回塑性加工シンポジウム「圧延分野における材質組織予測・制御技術の現状」(東京)		本号 445 頁
26~ 8 月 1 日	第 23 回鉄鋼工学セミナー (蔵王)	1997/5/9	3 号 205 頁
28~30 日	第 35 回熱測定講習会「初心者のための熱分析の基礎と応用」(大阪)		本号 445 頁
29, 30 日	第 33 回X線材料強度に関するシンポジウム (京都)	1997/4/25	5 号 377 頁
30 日	日本金属学会シンポジウム「高温材料と高温加工の現状と今後」(名古屋)		本号 445 頁
8 月 4, 5 日	中国・四国支部 支部講演大会 (徳島)	1997/6/6	5 号 374 頁
8~28 日	産業技術歴史展 (横浜)		3 号 219 頁
27 日	SICEセミナー「制御における適応とチューニング」(東京)		本号 445 頁
9 月 10~12 日	第 3 回エコマテリアル国際会議 (つくば)		4 号 293 頁
16~18 日	The 4th IUMRS International Conferenco in Asia (千葉)	1997/6/30	本号 445 頁
24, 25 日	第 9 回破壊力学シンポジウム (滋賀)	1997/6/9	5 号 377 頁
24~26 日	第 134 回秋季講演大会 (仙台)	1997/7/9	5 号 362 頁
10 月 12 日	技術士第一次試験 (全国 9 都市)	1997/5/16	4 号 294 頁
23, 24 日	HPI技術セミナー (大阪)		5 号 376 頁
28~31 日	SAMPE先端材料技術国際会議 (東京)	1997/10/28	5 号 377 頁
11 月 1~3 日	第 33 回熱測定討論会 (岡山)	1997/6/30	5 号 377 頁
4~7 日	The International Conference on Advanced Automobile Materials'97 (北京)	1997/5/31	本号 445 頁
12~14 日	第 48 回塑性加工連合講演会 (山口)	1997/7/18	5 号 377 頁
12~15 日	'97 粉体工業展・大阪	1997/6/30	本号 445 頁
17~19 日	溶接構造シンポジウム「新世代構造のための高強度鋼」(大阪)	1997/6/20	4 号 294 頁
18, 19 日	第 5 回鋼構造シンポジウム (東京)	1997/5/16	4 号 294 頁
20~22 日	第 40 回自動制御連合講演会 (石川)	1997/8/8	5 号 377 頁
1998 年			
2 月 14~19 日	International Symposium on Value-Addition Metallurgy (Texas, U.S.A.)	1997/7/1	本号 445 頁
3 月 22~25 日	第 2 回世界製鉄会議 (ICSTI'98) (トロント)	1997/2/28	1 号 63 頁
5 月 24~28 日	第 5 回高濃度窒素鋼国際会議 (フィンランド、他)	1997/5/30	5 号 375 頁
6 月 7~12 日	鑄造・溶接・先進凝固プロセスのモデリング国際会議VIII (サンディエゴ)	1997/6/1	本号 445 頁
1999 年			
6 月 13~18 日	国際計測連合第 15 回世界大会 (大阪)		4 号 294 頁

編集後記

さわやかな風が心地よい季節となりました。会員諸兄にはますますお元気でご活躍のことと思います。「ふえらむ」編集委員一同もこのたび陣容を一新し、これからも会員に役立つ、興味深い記事を掲載していこうと張り切っておりますので、ご愛読のほどよろしくお願いいたします。

さて、6月号から新しい歴史シリーズとして「戦後復興・発展期における我が国鉄鋼製造技術史」の掲載が開始されます。戦後50年が経過した現在、戦後の復興・発展期（終戦から昭和30年代まで）の鉄鋼製造技術の記録がともすれば風化しかかっており、この時代の海外からの新規技術の導入と設備の更新・

大型化は、その後の日本での熟成を経て我が国鉄鋼業の躍進へとつながる重要な時代であったと位置づけられると思います。本シリーズは、この間の先人の貴重な体験と技術の変遷を現在に留めるとともに、単に技術の変遷の記録に留まらず、同時代の技術者の体験やその目を通して見た「技術と人間」に焦点を当てたいと思います。

また、本シリーズは、まず現場を中心とした技術編からスタートしますが、引き続き学術編に展開することを予定しておりますので、ご期待ください。

(S.S)

会報編集委員会（五十音順）

委員長 雀部 実（千葉工業大学）

副委員長 近藤 隆明（NKK）

委員 石井 邦宜（北海道大学）	石井 満男（新日本製鐵㈱）	梅本 実（豊橋技術科学大学）
大河内春乃（東京理科大学）	上村 正（いすゞ自動車㈱）	川田 豊（㈱神戸製鋼所）
北村 高士（㈱ニューマーケット）	小林 正人（㈱日本鉄鋼連盟）	今野 美博（住友金属工業㈱）
下川 成海（㈱日本鉄鋼協会）	手塚 誠（㈱日本鉄鋼協会）	成島 尚之（東北大学）
古田 修（愛知製鋼㈱）	丸山 俊夫（東京工業大学）	柳 謙一（三菱重工業㈱）
山下 孝子（川崎製鉄㈱）		

ふえらむ（日本鉄鋼協会会報） 定価 2,000円（消費税本会負担）

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 1997年6月1日印刷納本・発行（毎月1回1日発行）

編集兼発行人 東京都千代田区大手町1-9-4 経団連会館内 島田 仁

印刷人/印刷所 東京都新宿区三栄町20-3（新光オフィソーム）㈱ニューマーケット

発行所 社団法人日本鉄鋼協会 〒100 東京都千代田区大手町1-9-4 経団連会館3階

TEL：総合企画事務局：03-3279-6021（代）

学会部門事務局：03-3279-6022（代）

生産技術部門事務局：03-3279-6023（代）

FAX：03-3245-1355（共通）

郵便振替 口座東京 00170-4-193 番（会員の購読料は会費に含む）

© COPYRIGHT 1997 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。

学協会著作権協議会

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

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 001-1-508-750-8400 FAX 001-1-508-750-4744

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

平成8年度事業報告・収支決算及び 平成9年度事業計画・収支予算のお知らせ

平成9年3月27日に開催された第82回通常総会において、平成8年度事業報告等が承認されました。以下にその概要をお知らせします。

1. 平成8年度事業報告・収支決算 (H8.3.1~H9.2.28)

(1) 総括

1. 中期計画

年度計画としては、「リストラ80」の自己評価を行うと共に、次期中期計画の検討に着手することとしていた。

各部門毎に自己評価を行い、おおむねリストラの成果が上がっているとの評価を得た。個人会員数、維持会費、事務局要員については目標数値を達成した。維持会費については既に目標を達成していたが、さらに引き下げを行った。

また、アンケートにより、リストラに対する個人会員の協会活動に対する評価も調査し、今後の施策に反映していくことにしている。次期中期計画については、事務局内で課題項目の抽出に着手した。

2. 学会部門の活動

専門分野別部会およびフォーラム等の活動をさらに進展させると共に各部会の特色を生かした講演大会を企画、実施することにしてきたが、自主フォーラム、研究グループ等を中心とした活動が順調に進展した。各種シンポジウム、セミナー等も多数開催され活発な情報交換が出来た。講演大会についても専門分野別部会の特色を生かしつつ、円滑な運営を行った。

「ふえらむ」「鉄と鋼」「ISIJ International」の一層の内容充実をはかることとしていたが、それぞれ発行部数は毎月10,500部、3,000部、1,700部に達している。

研究協議会、研究会活動の実効性をより高め、鉄鋼に関する学術、技術の発展に寄与することとしていたが、今年度は4研究協議会が設立された。また、4研究会が新設され、継続研究会と合わせ18研究会が活動中である。

重点研究制度による研究支援を行うこととしていたが、今年度は重点研究テーマを2件採択した。また、科学技術振興調整費による総合研究に協会として3件応募した。

3. 生産技術部門の活動

技術創出機能の強化をめざし、実効のある運用を行うこととしていたが、技術企画小委員会に課題抽出WGを設置、新規研究会候補テーマを7件提案した。分野別部会においては、技術交流から技術創出への重点化を促した。大規模共同研究については、テーマの在庫のための仕組み作りを行った。また、今回初めて鉄連・協会でテーマの募集・評価の一元化を行った。

企画機能の強化の一つとして、調査検討部会の報告書を基調にシンポジウム「21世紀の鉄鋼業を考える集い」を開催した。また、科技厅「新世紀構造材料開発」、通産省「スーパーメタル」への支援体制の準備を開始した。

中期予算削減を先行達成すると共に、分野別部会活動にかかわる企業の実質的負担を軽減することとしていたが、昨年に引き続き、中期計画より低めの予算で運営した。また、分野別部会については、運営が過度にならぬよう、各部会に徹底をはかった。

また、育成活動については体系的、効果的な活動を展開することとしていたが、広報分科会で高校生向けパンフレットを作成した。鉄鋼工学セミナーでは、圧延コースを新設し、多数の参加があった。連鉄技術史の編纂、発行を行った。

4. 助成および表彰

遊休研究設備の紹介事業を開始したが、大学研究支援設備紹介事業と改称し運営の改善をはかった。

学術賞を新設することとしていたが、「学術功績賞」(毎年3名程度)として新設した。また、「鉄鋼技能功績賞」を新設し、支部より推薦を受けるようにした。

5. 会員増強

特別委員会を中心に強力に推進することとしていたが、個人会員については「リストラ80」の目標を達成した。学生会員は2.5倍以上になったものの目標には未達であった。維持会員も若干の未達となった。

特別委員会としては必要な施策の提言まで行ったので解散し、以後は特命理事の指導のもと、事務局でフォローすることとした。

6. 支部

本部からの委託事業の多様化等により支部活動の活性化をはかることとしていたが、本部としての施策は一通り施行した。支部巡回によりヒアリングを行った結果では、各支部とも活発に活動を行っている。

また、関東地区の支部結成の準備を進めることとしていたが、千葉を中心に準備会を結成し、新年度中の発足を目指している。

7. 事務局

職員の人事評価制度を導入し、事務局の活性化をはかることとしていたが、個人面接、昇級査定、賞与査定を制度化し、既に実行している。

また、派遣スタッフ制度を見直した際、事務局の企画機能の強化がうたわれていたが、国際化、プレゼンス向上等、派遣スタッフを中心とするプロジェクトを発足させた。

8. その他

年度計画には入っていなかった事項ではあるが、会長が訪米、I S Sとの協定を改訂し、実効のあるものにした。また、事務局内でプロジェクトを結成し、国際化について検討を開始した。

(2) 総合企画・共通分野の事業

1. 総会等の開催状況

総会(第81回通常総会H8.3.36)、評議員会(2回)、理事会(9回)、特別選考委員会(2回)、日本学術会議会員候補者選考委員会(1回)、総合企画会議(8回)、総合企画小委員会(5回)、助成委員会(6回)、会員増強特別委員会(3回)

2. 助成事業

- a. 次世代鉄鋼奨励助成(第2回応募4件、採択3件)
- b. 鉄鋼研究振興助成及び石原・浅田研究助成(H6~8年度採択分48件に助成金交付、H9年度分応募33件、採択18件)
- c. 外国人博士研究員奨励(第2回応募1件、採択0件)
- d. 日方方資メモリアル国際会議助成(第1回応募1件、採択1件)
- e. 大学研究支援設備紹介(H7年度より開始。維持会員の設備を紹介、有効化を図る。)

3. 表彰事業

- a. 一般表彰(毎年)：渡辺義介賞(1件)、西山賞(1件)、浅田賞(1件)、服部賞(2件)、香村賞(2件)、渡辺三郎賞(1件)、野呂賞(2件)、渡辺義介記念賞(25件)、西山記念賞(25件)、依論文賞(4件)、澤村論文賞(4件)、三島賞(3件)、林賞(0件)、山岡賞(1件)、日本鉄鋼協会・日本金属学会奨励賞(44件)
- b. 特別講演会：湯川メモリアルレクチャー(H8.3.26 1件)、受賞記念講演(3件)

(3) 学会部門の事業

1. 学会部門会議等の開催状況

学会部門会議(9回)、学術企画小委員会(4回)、一般表彰選考小委員会(1回)、科研費研究小委員会(1回)、会報編集委員会(7回)、論文誌編集委員会(8回)、論文賞選考分科会(3回)、機械翻訳推進分科会(2回)、講演大会協議会(5回)

2. 会報・論文誌の刊行

会報「ふえらむ」Vol.1 No.3~Vol.2 No.2計12冊刊行
「鉄と鋼」Vol.82 No.3~Vol.83 No.2計12冊刊行
「ISIJ International」Vol.36 No.3~Vol.37 No.2計12冊刊行

3. 講演大会

- a. 第131回(春季)講演大会(H8.3.26~28 千葉工業大学芝園校舎 金属学会と同期日、隣接会場)一般講演475件、討論会26件、登録参加者1,703名、学生ポスターセッション(発表件数33件)、ISIJオープンパーティ、3学協会共同企画シンポジウム
- b. 第132回(秋季)講演大会(H8.9.28~30 北海道大学工学部、高等機能開発センター 金属学会と同期日、同会場)一般講演647件、討論会80件、登録参加者1,499名、学生ポスターセッション(発表件数33件)、ISIJオープンパーティ
- c. 講演論文集「材料とプロセス」発行
H7年度から講演大会の参加に、「材料とプロセス」(参加費含む)の携帯及びネームカードの着用を義務づけた。春季Vol.9 No.1~3、秋季No.4~6を発行。

4. 専門分野別部会の活動

5つの専門分野別部会が活動。各部会にフォーラム、研究グループ等計60の活動単位を設け、自主運営による研究活動を実施。

- a. 高温プロセス部会(登録者2381名)
6フォーラム、16研究グループで活動。討論会3件、シンポジウム5件、予告セッション1件。
- b. 社会鉄鋼工学部会(登録者1624名)
4フォーラムで活動、1自主フォーラム、シンポジウム2件。
- c. 計測・制御・システム工学部会(登録者1145名)
3フォーラムで活動。討論会1件、シンポジウム3件、セミナー1件、部会賞(研究、技術)設置。
- d. 創形創質工学部会(登録者2221名)
12フォーラムで活動。討論会2件、シンポジウム4件。
- e. 材料の組織と特性部会(登録者2870名)
7フォーラム、11自主フォーラムで活動。討論会6件、シンポジウム3件、予告セッション2件。

5. 国際会議

- a. GALVATECH'98組織委員会(2回開催、H10.9.20～23開催の準備)
- b. 第7回鉄鋼圧延国際会議組織委員会(3回開催、H10.11.9～11開催の準備)

6. 研究協議会

学会部門と生産技術部門との共同研究の課題抽出とテーマ化を検討するため、4研究協議会を設置。

7. 研究会

従来の特基研からの継続研究会(学会部門所属5、生産技術部門所属5)に加え、研究協議会からの要望に基づき、4研究会を設置。

8. 重点研究制度による研究支援

H8年度応募3件、採択2件(平成7年度から実施)。

9. 科学技術振興調整費(総合研究)に提案(3課題)

10. 書籍等の刊行

「形鋼マニュアル」等12点を刊行。

11. 浅田記念文庫の寄贈

「西山記念技術講座テキスト」等7点を全国29大学に寄贈。

12. 他学協会との共催、協賛、後援による事業

共催4件、協賛116件、後援8件、計128件。

(4) 生産技術部門の事業

1. 生産技術部門会議等の開催状況

生産技術部門会議(4回)、技術企画小委員会(4回)、課題抽出WG(3回)、調査検討部会(7回)、国際鉄鋼技術委員会(1回)、育成委員会(4回)

2. 分野別部会の活動

次の22分野別部会のもとに、下部組織として技術課題の抽出と技術創出を目指した34の技術検討会を設け、積極的に大学からの参加を求め、各々年1～2回研究会を開催。

製鉄部会、コークス部会、製鋼部会、電気炉部会、特殊鋼部会、厚板部会、熱延鋼板部会、冷延部会、表面処理鋼板部会、大形部会、中小形部会、線材部会、鋼管部会、圧延理論部会、熱経済技術部会、耐火物部会、制御技術部会、品質管理部会、物流部会、分析技術部会、設備技術部会、情報管理部会 計22部会

3. 分野横断研究

- a. 自動車用材料検討部会(H7.11.4シンポジウム開催)
- b. 実用構造鋼の基礎特性技術検討部会(H8年度終了)
- c. 日本圧力容器研究会議(運営委員会3回、専門委員会14回開催)

4. 国際会議

- a. 第1回世界製鋼会議ICS'96(H8.4.22～24開催)開催地：日本、参加者：335名(外国109、国内226)
- b. 第9回日本・ドイツセミナー(H8.10.8～9開催地デュッセルドルフ)

5. 育成事業

- a. 人材育成
- ・鉄鋼工学セミナー分科会(第22回鉄鋼工学セミナー、第4回鉄鋼工学アドバンストセミナーを開催)
- b. 技術育成
- ・技術講座分科会(第161～164回西山記念技術講座、第32～33回白石記念講座を開催)
 - ・知的財分科会(「叢書・鉄鋼技術の流れ」第2、4、5、9巻を刊行)
- c. プレゼンス
- ・広報分科会(高校生向け材料科学PRパンフレット製作、配布(日本金属学会と共同))
 - ・学生プレゼンス分科会(第11回理工学系学生のための製鉄所・研究所見学会の実施)。
 - ・ものづくり教育分科会(高校教諭の製鉄所見学と鉄鋼技術者・研究者との懇談会を5地区で実施他)。

6. 技術情報事業

分野別部会資料のマイクロフィッシュを作成、会員会社20事業所に頒布。

(5) 支部活動

各支部において、各々研究会、講演会、講習会、シンポジウム等の活動を実施。

II. 平成8年度収支決算

平成8年度収支計算書総括表

費 目	全 会 計									
	一 般 会 計					別 途 資 金 会 計				
	平成8年度実績Ⅰ (A)	平成8年度実績Ⅱ (除 繰入/繰出金) (A')	平成8年度予算 (A')	差 額 (A) - (A')	特別資金(B)	独立金等(C)	小計(B)+(C) (D)	平成8年度予算 (D')	差 額 (D) - (D')	
収入の部	626,712,092	626,712,092	607,150,000	19,562,092	0	0	0	0	0	0
会費収入	217,786,967	217,786,967	189,646,000	28,140,967	0	0	0	0	0	0
事業収入	0	0	0	0	0	4,103,305	4,103,305	0	0	4,103,305
補助金・受託金収入	0	0	0	0	0	10,375,206	10,375,206	3,000,000	7,375,206	0
寄付金・負担金・分担金収入	10,660,147	10,660,147	8,016,000	2,644,147	0	53,792,657	53,792,657	51,749,000	2,043,657	0
利子・雑収入	3,101,245	3,101,245	4,000,000	-898,755	46,916,173	6,876,484	53,792,657	37,000,000	16,792,657	0
繰入金収入	58,114,276	58,114,276	74,853,000	-16,738,724	1,170,550	67,821,152	68,991,702	37,000,000	31,991,702	0
当期収入合計(a)	916,374,727	858,260,451	883,665,000	32,709,727	48,086,723	89,176,147	137,262,870	91,749,000	45,513,870	0
前期繰越収支差額	79,194,491	79,194,491	79,194,491	0	1,133,233,111	573,067,532	1,706,300,643	1,706,300,643	0	0
収入合計	995,569,218	937,454,942	962,859,491	32,709,727	1,181,319,834	662,243,679	1,843,563,513	1,798,049,643	45,513,870	0
支出の部	696,494,739	696,494,739	727,073,000	-30,578,261	0	0	0	0	0	0
事業費	154,542,564	154,542,564	159,012,000	-4,469,436	0	88,160,400	88,160,400	87,600,900	559,500	0
固定資産取得支出	5,204,650	5,204,650	5,300,000	-95,350	0	0	0	0	0	0
繰出金支出	68,991,702	68,991,702	37,000,000	31,991,702	46,633,866	11,480,410	58,114,276	74,853,000	-16,738,724	0
繰入金支出	0	0	34,474,491	-34,474,491	0	0	0	0	0	0
当期支出合計(c)	925,233,655	856,241,953	962,859,491	-37,625,836	46,633,866	99,640,810	146,274,676	162,453,900	-16,179,224	0
当期収支差額(a-c)	-8,858,928	2,018,498	-79,194,491	70,335,563	1,452,857	-10,464,663	-9,011,806	-70,704,900	61,693,094	0
次期繰越収支差額(b-c)	70,335,563	2,018,498	-79,194,491	70,335,563	1,134,685,968	562,602,869	1,697,288,837	1,635,595,743	61,693,094	0

費 目	補 助 金 等 事 業 会 計				平成8年度実績		平成8年度予算		差 額	
	平成8年度実績Ⅲ (E)	平成8年度実績Ⅳ (E')	平成8年度予算 (E)	平成8年度予算 (E')	合 計 I + II + III (F)	合 計 (F')	平成8年度予算 (F')	合 計 (F')	差 額 (F) - (F')	差 額 (F) - (F')
	Ⅲ (E)	Ⅳ (E')	(E)	(E')	I + II + III (F)	(F')	(F')	(F')	(F) - (F')	(F) - (F')
収入の部	0	0	0	0	626,712,092	607,150,000	19,562,092	189,646,000	28,140,967	0
会費収入	0	0	0	0	217,786,967	189,646,000	28,140,967	4,103,305	0	0
事業収入	0	0	0	0	4,103,305	0	4,103,305	10,375,206	3,000,000	7,375,206
補助金・受託金収入	0	0	0	0	10,660,147	8,016,000	2,644,147	53,792,657	51,749,000	2,043,657
寄付金・負担金・分担金収入	8,981,114	9,100,000	-118,886	30,016,467	20,116,000	56,249,000	946,183	111,853,000	15,252,978	0
利子・雑収入	301,581	500,000	-198,419	57,195,483	56,249,000	111,853,000	15,252,978	34,474,491	-34,474,491	0
繰入金収入	0	0	0	0	127,105,978	111,853,000	15,252,978	34,474,491	-34,474,491	0
当期収入合計(a)	9,282,695	9,600,000	-317,305	1,062,920,292	985,014,000	77,906,292	1,809,297,539	1,809,297,539	0	0
前期繰越収支差額	23,802,405	23,802,405	0	1,809,297,539	2,872,217,831	2,794,311,539	77,906,292	737,713,000	-56,496,708	0
収入合計	33,085,100	33,402,405	-317,305	1,064,920,292	2,872,217,831	2,794,311,539	77,906,292	737,713,000	-56,496,708	0
支出の部	12,559,620	10,640,000	1,919,620	709,054,359	737,713,000	28,658,641	242,702,964	246,612,900	-3,909,936	0
事業費	0	0	0	242,702,964	246,612,900	-3,909,936	5,204,650	5,300,000	-95,350	0
固定資産取得支出	0	0	0	5,204,650	5,300,000	-95,350	127,105,978	111,853,000	15,252,978	0
繰出金支出	0	0	0	127,105,978	111,853,000	15,252,978	34,474,491	34,474,491	0	0
繰入金支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期支出合計(c)	12,559,620	10,640,000	1,919,620	1,084,067,951	1,135,953,391	-51,885,440	-2,236,925	-150,939,391	129,791,732	0
当期収支差額(a-c)	-3,276,925	-1,040,000	-2,236,925	-21,147,659	-150,939,391	129,791,732	20,525,180	22,762,405	-2,236,925	0
次期繰越収支差額(b-c)	20,525,180	22,762,405	-2,236,925	1,788,149,880	1,658,358,148	129,791,732	20,525,180	22,762,405	-2,236,925	0

平成8年度別途資金会計収支計算書内訳表

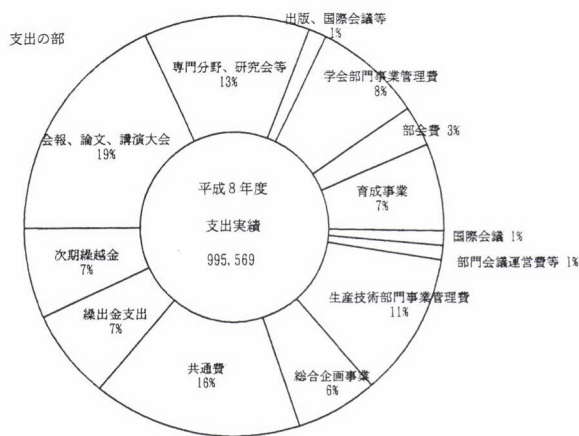
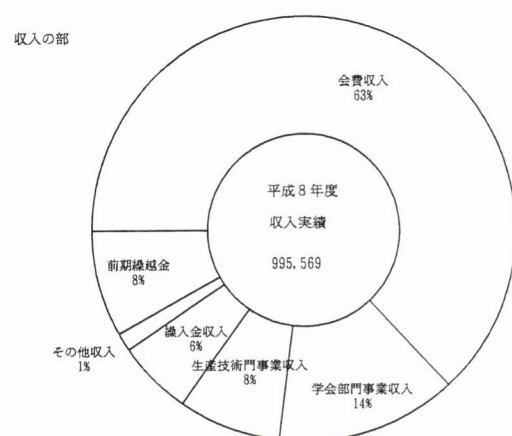
科 目	特 別 費 金										特別資金合計 (B)
	表彰並びに 事業資金 (7,403万円)	迎賓費 記念資金 (1,000万円)	西山弥太郎 記念資金 (5,000万円)	湯川正夫 記念資金 (3,000万円)	浅田長平 記念資金 (5,000万円)	白石元昭 記念資金 (5,000万円)	田方尚子 振興資金 (6,000万円)	宇野浩 記念資金 (10,000万円)	島健吉 振興資金 (3,500万円)	鉄鋼研究 振興資金	
収入の部	補助金・受託金収入										0
	寄付金・負担金・分担収入										0
	利 子 ・ 雑 収 入	1,047,537	201,846	876,249	512,936	1,580,882	2,568,975	2,379,245	1,350,139	36,398,864	46,916,171
	学会部門 総合企画部 総合企画部・先遣費			1,170,550							1,170,550
	繰入金収入小計	0	0	1,170,550	0	0	0	0	0	0	1,170,550
	当期収入合計	1,047,537	201,846	2,046,799	512,936	1,580,882	2,568,975	2,379,245	1,350,139	36,398,864	48,086,723
	前期繰越収支差額	89,355,300	16,336,488	45,467,061	43,657,964	55,701,069	64,160,775	58,593,381	91,362,120	668,598,953	1,133,233,111
収入合計	90,402,837	16,537,834	47,513,860	44,170,900	57,281,951	66,729,750	60,972,626	92,712,259	704,997,817	1,181,319,834	
支出の部	事業調査・研究費										0
	費小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	有価証券 退職一時金 退職年金 費小計										0
	学会部門 学会部門 学会部門 小計					1,025,186		0	0	0	1,025,186
	生産技術部 記念講座費・講演会費 出版費 生産技術部 小計					1,025,186	0	0	0	0	1,025,186
	総合企画部 表彰費 研究助成金・学術振興費 支部委託費 小計	3,220,136 500,000	220,070	227,991	835,023	447,250 1,000,000	228,344	0	1,284,052	34,700,000	4,950,470 37,200,000 1,945,814 0
	企画・共通 小計	3,720,136	220,070	227,991	2,780,837	1,447,250	0	1,000,000	0	34,700,000	44,096,284
	繰出金支出合計	3,720,136	220,070	227,991	2,780,837	2,472,436	228,344	1,000,000	1,284,052	34,700,000	46,633,866
	予備費										0
	当期支出合計	3,720,136	220,070	227,991	2,780,837	2,472,436	228,344	1,000,000	1,284,052	34,700,000	46,633,866
当期収支差額	-2,672,599	-18,724	1,818,808	-2,267,901	891,554	2,340,631	1,379,245	66,087	1,698,864	1,452,857	
次期繰越収支差額	86,682,701	16,317,764	47,285,869	41,893,063	54,809,515	66,501,406	59,972,626	91,428,207	670,297,817	1,134,685,968	
平成8年度予算収支差額	-2,077,000	-86,000	33,000	-2,925,000	-884,000	427,000	-1,772,000	-4,217,000	-528,000	-8,495,000	
予算収支差額・予算収支差額	-595,599	67,276	1,785,808	657,099	7,554	1,913,631	-392,755	4,283,087	2,226,864	9,937,857	

平成8年度貸借対照表総括表

科 目		全 会 計							
		一 般 会 計		差 額 (S) - (S')	別 途 資 金 会 計				
		一般会計Ⅰ (S)	平成7年度 (S')		特別資金(T)	積立金等(U)	小計(T)+(U) (X)	平成7年度 (X')	差 額 (X) - (X')
資 産 の 部	流 動 資 産	258,851.190	291,241.687	-32,390.497	1,135,709.546	562,602.869	1,698,312.415	1,708,742.222	-10,429.807
	固 定 資 産	89,762.398	92,943.958	-3,181.560			0	0	0
	資 産 合 計	348,613.588	384,185.645	-35,572.057	1,135,709.546	562,602.869	1,698,312.415	1,708,742.222	-10,429.807
負 の 債 部	流 動 負 債	180,915.478	204,679.452	-23,763.974	1,023.578	0	1,023.578	2,441.579	-1,418.001
	負 債 合 計	180,915.478	204,679.452	-23,763.974	1,023.578	0	1,023.578	2,441.579	-1,418.001
正 味 の 財 部 産	前期繰越正味財産	179,506.193	184,492.435	-4,986.242	1,133,233.111	573,067.532	1,706,300.643	1,604,949.553	101,351.090
	当期正味財産増加額	-11,808.083	-4,986.242	-6,821.841	1,452.857	-10,464.663	-9,011.806	101,351.090	-110,362.896
	正味財産合計	167,698.110	179,506.193	-11,808.083	1,134,685.968	562,602.869	1,697,288.837	1,706,300.643	-9,011.806
	負債及び正味財産合計	348,613.588	384,185.645	-35,572.057	1,135,709.546	562,602.869	1,698,312.415	1,708,742.222	-10,429.807

科 目		補助金等事業会計			合 計 Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ(Ｚ)	平成7年度 (Ｚ')	差 額 (Ｚ)-(Ｚ')
		補助金等事業 会 計 Ⅲ(Ｙ)		差 額 (Ｙ)-(Ｙ')			
		平成7年度 (Ｙ')					
資 産 の 部	流 動 資 産	20,741,348	23,812,084	-3,070,736	1,977,904,953	2,023,795,993	-45,891,040
	固 定 資 産	0	0	0	99,762,398	92,943,958	-3,181,560
	資 産 合 計	20,741,348	23,812,084	-3,070,736	2,067,667,351	2,116,739,951	-49,072,600
負 債 の 部	流 動 負 債	215,868	9,679	206,189	182,154,924	207,130,710	-24,975,786
	負 債 合 計	215,868	9,679	206,189	182,154,924	207,130,710	-24,975,786
正 味 の 財 産 部 産	前 期 繰 越 正 味 財 産	23,802,405	18,940,997	4,861,408	1,909,609,241	1,808,382,985	101,226,256
	当 期 正 味 財 産 増 加 額	-3,276,925	4,861,408	-8,138,333	-24,096,814	101,226,256	-125,323,070
	正 味 財 産 合 計	20,525,480	23,802,405	-3,276,925	1,885,512,427	1,909,609,241	-24,096,814
	負債及び正味財産合計	20,741,348	23,812,084	-3,070,736	2,067,667,351	2,116,739,951	-49,072,600

平成8年度一般会計収支実績の主な内容



平成8年度支部収支決算

収入の部		合計	北海道	東北	北陸	東海	関西	中国四国	九州
当期収入	基本補助金	2,015,000	265,000	265,000	265,000	280,000	330,000	330,000	280,000
	会費補助金	2,486,000	110,000	108,000	75,000	332,000	919,000	640,000	301,000
	(正会員会費補助金)	2,486,000	110,000	108,000	75,000	332,000	919,000	640,000	301,000
	(新入会費補助金)	0	0	0	0	0	0	0	0
	事業補助金	3,722,000	192,000	178,000	259,000	931,000	999,000	363,000	800,000
	本部補助金計	8,223,000	567,000	551,000	599,000	1,543,000	2,248,000	1,333,000	1,381,000
	事業収入	1,145,000	0	0	0	600,000	0	545,000	0
	参加費	2,278,846	65,000	0	814,246	405,600	994,000	0	0
	他団体分担金	1,050,504	0	0	587,349	0	63,155	0	400,000
	利子収入	280,390	11,350	378	147	138,227	32,990	77,457	19,841
前年度繰越収支差額	雑収入	504,836	174,600	0	29,560	9,600	172,376	9,200	109,500
	支店繰入金収入	5,500	0	5,500	0	0	0	0	0
	専当その他収入計	5,285,076	250,950	5,878	1,431,302	1,153,427	1,262,521	631,657	529,341
	当期収入合計	13,488,076	817,950	551,878	2,030,302	2,696,427	3,510,521	1,964,657	1,910,341
	前年度繰越収支差額	17,258,634	990,406	294,394	28,560	1,851,803	5,130,286	5,375,830	3,587,355
	収入合計	30,746,710	1,808,356	846,272	2,058,862	4,548,230	8,640,807	7,340,487	5,497,696
(参考)									
事業費	瀬川記念講演会 委託費	2,019,654	253,306	272,463	300,000	297,019	300,000	300,000	296,866
	ものづくり教育 委託費	2,315,368	0	0	0	468,709	441,239	759,617	614,803
	支川の部								
	助成費	2,671,607	226,890	90,000	847,246	240,000	630,000	51,617	585,854
	研究会費	4,594,460	257,430	217,500	794,561	1,350,727	875,000	369,901	729,341
	講演会・講習会費	565,078	0	79,120	0	44,484	376,485	64,989	0
	見学会費	0	0	0	0	0	0	0	0
	支部別立金事業費	119,000	0	0	0	0	119,000	0	0
	その他の事業費	7,950,145	484,320	386,620	1,641,807	1,635,211	2,000,485	486,507	1,315,195
	事業費補助金総額	33,211	0	0	0	0	33,211	0	0
事業費合計	瀬川記念講演会超過額								
	事業費合計	7,983,356	484,320	386,620	1,641,807	1,635,211	2,033,696	486,507	1,315,195
	管理費	4,146,739	80,400	104,824	309,746	465,971	1,775,491	1,211,034	199,273
	当期支出合計	12,130,095	564,720	491,444	1,951,553	2,101,182	3,809,187	1,697,541	1,514,468
	当期収支差額	1,357,981	253,230	66,434	78,749	595,245	298,666	267,116	395,873
	次期繰越収支差額	18,616,615	1,243,636	360,828	107,309	2,447,048	4,831,620	5,612,646	3,983,228

Ⅲ. 平成9年度事業計画(H9.3.1～H10.2.28)

(1) 総括

1. 新中期計画

「リストラ80」の評価を踏まえ、H10年度からH12年度までの3年間について、新中期計画を策定する。この計画には、H8年度に各部門で行った自己評価および会員アンケートの結果を反映させる。

2. 学会部門の活動

専門分野別部会は、新たに「評価・分析・解析部会」を発足させる。また、シンポジウム、セミナー等の企画による一層の活性化をはかり、かつ自主的運営を目指す。創刊2年目に当たる会報「ふえらむ」の内容を充実させる。研究会提案システムの運用改善を行い、鉄鋼の学術・技術の発展に実効性のある研究会活動を展開する。事業収支改善をはかる。

3. 生産技術部門の活動

技術創出については、WGにおいて課題抽出と抽出テーマの戦略的育成をはかる。分野別部会では、部会運営のさらなる合理化を進め、企業の実質的負担を軽減する。また、育成活動については、体系的・効果的な活動を展開する。中期部門計画予算(収支差5150万円)未満での部門運営を目指す。

4. 会員増強

H8年度に会員増強委員会が提案し実行に移した施策をフォローする。また、今年度は「鉄鋼協会」という存在とその活動を広く世の中に知らせるための広報活動を開始する。

5. 支部

関東地区の支部発足をバックアップする。H8年度の実施した支部活性化策をフォローする。

6. 助成

効率的な助成活動を一層推進させる。

(2) 総合企画・共通分野の事業

1. 助成事業

- 次世代鉄鋼奨学助成(第3回H10年度助成開始分4名を選考予定)
- 鉄鋼研究振興助成及び石原・浅田研究助成(第7回H10年度助成開始分約20件)
- 外国人博士研究員奨学(第3回H9年度助成分を募集)
- 日方向方メモリアル国際会議(第2回外国人基調講演者の招聘費補助。従来の日方向方学術振興交付金に代わる新事業)
- 大学研究支援設備紹介(大学等に維持会員の研究設備を紹介、有効化を図る。)

2. 表彰事業等

- 一般表彰事業(渡辺義介賞、西山賞、浅田賞、服部賞、香村賞、学術功績賞、渡辺三郎賞、野呂賞、渡辺義介記念賞、西山記念賞、三島賞、林賞、山岡賞、里見賞、俵論文賞、澤村論文賞、鉄鋼技能功績賞及び日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞)
- 特別講演会(湯川メモリアルレクチャー、受賞記念講演)

(3) 学会部門の事業

1. 会報・論文誌の刊行

- 会報「ふえらむ」Vol.2 No.3～Vol.3 No.2計12冊刊行。
- 論文誌「鉄と鋼」Vol.83 No.3～Vol.84 No.2計12冊刊行。
- 論文誌「ISI International」Vol.37 No.3～Vol.38 No.2計12冊刊行。

2. 講演大会

- 第133回(春季)講演大会(H9.3.27(木)～29(土)早稲田大学理工学部)
 - 学生ポスターセッション(3.28)、ISIJオープンパーティー(3.28)
- 第134回(秋季)講演大会(H9.9.24(水)～26(金)東北大学川内地区)
 - 学生ポスターセッション(9.25)、ISIJオープンパーティー(9.25)
- 講演論文集「材料とプロセス」Vol.10 No.1～6計6冊刊行。

3. 専門分野別部会の活動

5 専門分野別部会(高温プロセス部会、社会鉄鋼工学部会、計測・制御・システム工学部会、創形創質工学部会、材料の組織と特性部会、評価・分析・解析部会)及び各フォーラム、研究グループ等の本格的活動を開始する。

4. 研究会・研究協議会

既設研究会(19)の活動継続並びに研究協議会の提案により、新分野の研究会を増設する。

5. 重点研究制度による研究支援

6. 書籍等の刊行

「棒鋼・線材マニュアル」等8点を刊行予定。

(4) 生産技術部門の事業

1. 分野別部会の活動

22の分野別部会及び技術検討会は、学会部門との連携並びに大学とのリンケージを強める等して、技術創出機能の強化と実効性の高い部会運用を目指す。

2. 分野横断研究

技術検討部会、研究会における効果的、効率的な研究の推進と、日本圧力容器研究会材料部会の活性化を図る。

3. 国際会議

第8回日本・中国鉄鋼学術会議(H10日本で開催予定)の組織委員会を設置予定

4. 育成事業

- 人材育成
 - 第23回鉄鋼工学セミナーH9.7.26～H9.8.1宮城・蔵王ハイッ
 - 第5回鉄鋼工学アドバンスセミナーH9.11川鉄研修所
 - セミナーのコース、カリキュラム改革の検討
- 技術育成
 - 第165、166回西山記念技術講座H9.9
 - 第34、35回白石記念講座H9.6、H10.2
 - 「叢書・鉄鋼技術の流れ」3巻を刊行。
 - 「我が国における缶用鋼板技術史」の編纂。
- プレゼンス
 - 大学への特別講義の実施
 - 第12回理工学系学生のための製鉄所・研究所見学会及び学生セミナーH9.3全国16会場
 - 高校理数系教諭の製鉄所見学と鉄鋼技術者等との懇談会H9.87地区
 - 学生会員の海外研修の実施(H9.3 スウェーデン、フィンランド、ノルウェー)

(4) 支部活動

支部活動の一層の活性化をはかる。関東地区の支部結成を推進する。

Ⅳ. 平成9年度収支予算

平成9年度収支予算総括表

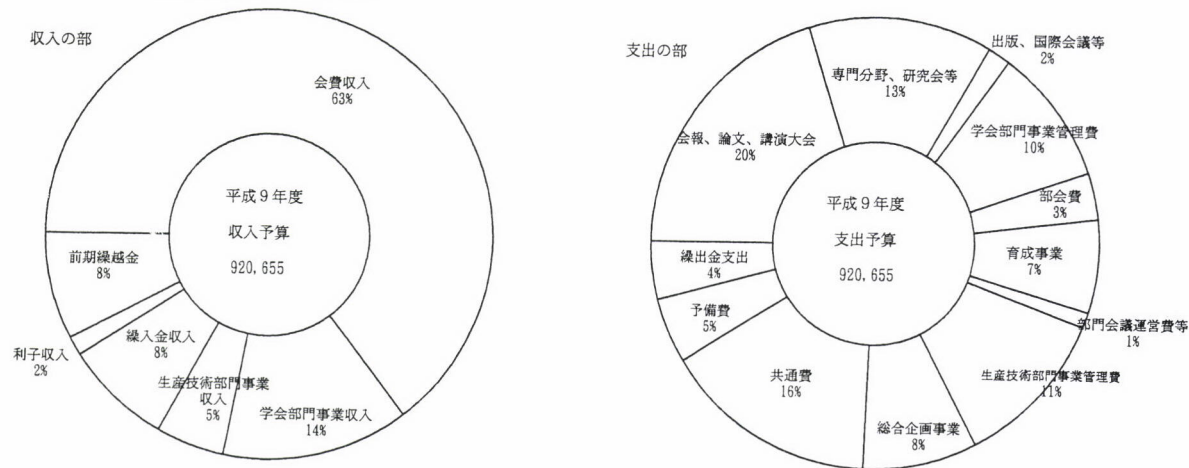
費 目		全 会 計									
		一 般 会 計				別 途 資 金 会 計					
		平成9年度予算Ⅰ (A)	平成9年度予算 (除 繰入/繰出金)	平成8年度予算 (A')	差 額 (A) - (A')	平成9年度予算Ⅱ		小計(B)+(C) (D)	平成8年度予算 (D')	差 額 (D) - (D')	
						特別資金(B)	積立金等(C)				
収入の部	会 費 取 入	592,660,000	592,660,000	607,150,000	-14,490,000	0	0	0	0	0	
	事 業 取 入	172,340,000	172,340,000	189,646,000	-17,306,000	0	0	0	0	0	
	補助金・受託金 取 入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	寄付金・負担金・分担金 取 入	8,378,000	8,378,000	8,016,000	362,000	0	3,000,000	3,000,000	3,000,000	0	
	利子・雑 取 入	5,604,000	5,604,000	4,000,000	1,604,000	43,408,000	5,545,000	48,953,000	51,749,000	-2,796,000	
	繰 入 金 取 入	71,337,000		74,853,000	-3,516,000	258,000	38,000,000	38,258,000	37,000,000	1,258,000	
当期 取 入 合 計 (a)		850,319,000	778,982,000	883,665,000	-33,346,000	43,666,000	46,545,000	90,211,000	91,749,000	-1,538,000	
前期繰越収支差額		70,335,563	70,335,563	79,194,491	-8,858,928	1,134,685,968	562,602,869	1,697,288,837	1,706,300,643	-9,011,806	
取 入 合 計 (b)		920,654,563	849,317,563	962,859,491	-42,204,928	1,178,351,968	609,147,869	1,787,499,837	1,798,049,643	-10,549,806	
支出の部	事 業 費	695,735,000	695,735,000	727,073,000	-31,338,000	0	0	0	0	0	
	管 理 費	131,533,000	131,533,000	142,396,000	-10,863,000	0	82,040,200	82,040,200	87,600,900	-5,560,700	
	固定資産取得 支 出	3,200,000	3,200,000	2,900,000	300,000	0	0	0	0	0	
	人材 受 入 ・ 派 遣 支 出	8,378,000	8,378,000	8,016,000	362,000	0	0	0	0	0	
	繰 出 金 支 出	38,258,000		37,000,000	1,258,000	48,370,000	22,967,000	71,337,000	74,853,000	-3,516,000	
	予 備 費	43,550,563	43,550,563	45,474,491	-1,923,928	0	0	0	0	0	
	当期 支 出 合 計 (c)		920,654,563	882,396,563	962,859,491	-42,204,928	48,370,000	105,007,200	153,377,200	162,453,900	-9,076,700
	当期 収 支 差 額 (a-c)		-70,335,563	-103,414,563	-79,194,491	8,858,928	-4,704,000	-58,462,200	-63,166,200	-70,704,900	7,538,700
次期繰越収支差額(b-c)		0		0	0	1,129,981,968	504,140,669	1,634,122,637	1,635,595,743	-1,473,106	

費目	補 助 金 等 事 業 会 計			平 成 9 年 度 予 算 合 計		
	平成9年度予算Ⅲ (E)	平成8年度予算 (E')	差 額 (E) - (E')	平成9年度予算Ⅰ + Ⅱ + Ⅲ (F)	平成8年度予算 (F')	差 額 (F) - (F')
収入の部						
会費収入	0	0	0	592,660,000	607,150,000	-14,490,000
事業収入	0	0	0	172,340,000	189,646,000	-17,306,000
補助金・受託金収入	2,400,000	0	2,400,000	2,400,000	0	2,400,000
寄付金・負担金・分担金収入	18,290,000	9,100,000	9,190,000	29,668,000	20,116,000	9,552,000
利子・雑収入	108,000	500,000	-392,000	54,665,000	56,249,000	-1,584,000
繰入金収入	0	0	0	109,595,000	111,853,000	-2,258,000
当期収入合計(a)	20,798,000	9,600,000	11,198,000	961,328,000	985,014,000	-23,686,000
前期繰越収支差額	20,525,480	23,802,405	-3,276,925	1,788,149,880	1,809,297,539	-21,147,659
収入合計(b)	41,323,480	33,402,405	7,921,075	2,749,477,880	2,794,311,539	-44,833,659
支出の部						
事業費	33,041,854	10,640,000	22,401,854	728,776,854	787,713,000	-8,936,146
管理費	0	0	0	213,573,200	238,012,900	-24,439,700
固定資産取得支出	0	0	0	3,200,000	2,900,000	300,000
人材受入・派遣費	0	0	0	8,378,000	8,016,000	362,000
繰出金支出	0	0	0	109,595,000	111,853,000	-2,258,000
予備費	0	0	0	43,550,563	45,474,491	-1,923,928
当期支出合計(c)	33,041,854	10,640,000	22,401,854	1,107,073,617	1,135,953,391	-28,879,774
当期収支差額(a-c)	-12,243,854	-1,040,000	-11,203,854	-145,745,617	-150,939,391	5,193,774
次期繰越収支差額(b-c)	8,281,626	22,762,405	-14,480,779	1,642,404,263	1,658,358,148	-15,953,885

平成9年度別途資金会計収支予算内訳表

科 目	特 別 資 金									
	表彰並びに 事業資金 (7,403万円)	渡辺義介 記念資金 (1,000万円)	西山弥太郎 記念資金 (5,000万円)	湯川正夫 記念資金 (3,000万円)	浅田長平 記念資金 (5,000万円)	白石元治郎 記念資金 (5,000万円)	日向方齊学術 振興資金 (6,000万円)	外 島 健 吉 記念資金 (10,000万円)	鉄 鋼 研 究 振興資金 (63,500万円)	特別資金合計 (B) (105,903万円)
収入の部										
補助金・受託金収入										0
寄付金・負担金・分担金収入										0
利子・雑収入	839,000	165,000	651,000	387,000	1,052,000	2,054,000	1,035,000	1,205,000	36,020,000	43,408,000
学会部門 生産技術部門 総合企画・共通費								258,000		258,000
繰入金収入小計	0	0	0	0	0	0	0	258,000	0	258,000
当期収入合計	839,000	165,000	651,000	387,000	1,052,000	2,054,000	1,035,000	1,463,000	36,020,000	43,666,000
前期繰越収支差額	86,682,701	16,317,764	47,285,869	41,390,063	54,809,515	66,501,406	59,972,626	91,428,207	670,297,817	1,134,685,968
収入合計	87,521,701	16,482,764	47,936,869	41,777,063	55,861,515	68,555,406	61,007,626	92,891,207	706,317,817	1,178,351,968
支出の部										
事業調査・研究費										0
費小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
管理退職金・退職一時金 管理退職年金										0
費小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
学会部門 浅田記念文庫 学会部門事業費小計					1,000,000					1,000,000
生産技術部門 記念講座費・講演会費 出版費 生産技術部門事業費小計			200,000		1,000,000	2,100,000		461,000		2,300,000
総合企画 表彰費 研究助成金・学術振興費 支部委託費小計	3,594,000 250,000	157,000	162,000	836,000	460,000 250,000		1,000,000		35,500,000	5,209,000 37,000,000 2,400,000
企画・共通費小計	3,844,000	157,000	162,000	3,236,000	710,000	0	1,000,000	0	35,500,000	44,609,000
繰出金支出小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
繰出金支出合計	3,844,000	157,000	362,000	3,236,000	1,710,000	2,100,000	1,000,000	461,000	35,500,000	48,370,000
当期支出合計	3,844,000	157,000	362,000	3,236,000	1,710,000	2,100,000	1,000,000	461,000	35,500,000	48,370,000
当期収支差額	-3,005,000	8,000	289,000	-2,849,000	-658,000	-46,000	35,000	1,002,000	520,000	-4,704,000
次期繰越収支差額	83,677,701	16,325,764	47,574,869	38,541,063	54,151,515	66,455,406	60,007,626	92,430,207	670,817,817	1,129,981,968
平成8年度予算収支差額	-2,077,000	-86,000	33,000	-2,925,000	-884,000	427,000	1,772,000	-4,217,000	-528,000	-8,485,000
H9予算収支差額-H8予算収支差額	-928,000	94,000	256,000	76,000	226,000	-473,000	-1,737,000	5,219,000	1,048,000	3,781,000

平成9年度一般会計予算の主な内容



平成9年度支部予算

収入の部		合計	北海道	東北	北陸	東海	関西	中国四国	九州
当期収入	本補助金	2,015,000	265,000	265,000	265,000	280,000	330,000	330,000	280,000
	会費補助金	3,444,000	136,000	160,000	131,000	482,000	1,306,000	791,000	438,000
	(正会員会費補助金)	2,582,000	110,000	115,000	86,000	354,000	950,000	642,000	325,000
	(新入会費補助金)	862,000	26,000	45,000	45,000	128,000	356,000	149,000	113,000
	事業補助金	3,133,000	315,000	235,000	259,000	590,000	910,000	209,000	615,000
	本部補助金計	8,592,000	716,000	660,000	655,000	1,352,000	2,546,000	1,330,000	1,333,000
	事業収入	1,097,000	0	0	0	552,000	0	545,000	0
	参加費	1,973,200	60,000	0	700,000	210,000	1,003,200	0	0
	他団体分担金	955,200	0	0	500,000	0	55,200	0	400,000
	利子収入	75,300	10,000	1,000	100	4,200	20,000	20,000	20,000
当期支出	雑収入	55,850	0	0	20,000	2,400	3,450	0	30,000
	支部繰入金収入	0	0	0	0	0	0	0	0
	事業その他収入計	4,156,550	70,000	1,000	1,220,100	768,600	1,081,850	565,000	450,000
	当期収入合計	12,748,550	786,000	661,000	1,875,100	2,120,600	3,627,850	1,895,000	1,783,000
	前期繰越収支差額	18,616,615	1,243,636	360,828	107,309	2,447,048	4,831,620	5,642,946	3,983,228
	収入合計	31,365,165	2,029,636	1,021,828	1,982,409	4,567,648	8,459,470	7,537,946	5,766,228
	(参考)								
	湯川記念講演会 委託費	2,100,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
	ものづくり教育 委託費	2,800,000	500,000	0	0	600,000	400,000	600,000	700,000
	ミニ講座 委託費	0	0	0	0	0	0	0	0
支出の部									
事業費	研究費	2,684,800	400,000	120,000	500,000	240,000	634,800	200,000	590,000
	講演会・講習会費	4,387,000	230,000	270,000	800,000	1,110,000	897,000	300,000	780,000
	見学会費	557,000	0	100,000	0	150,000	207,000	100,000	0
	支部創立記念事業費	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他の事業費	132,200	0	0	0	0	124,200	0	8,000
	事業費補助対象額	7,761,000	630,000	490,000	1,300,000	1,500,000	1,863,000	600,000	1,378,000
	その他	20,000	0	0	0	0	20,000	0	0
	湯川記念講演会超過額	60,000	60,000	0	0	0	0	0	0
	ものづくり教育超過額	0	0	0	0	0	0	0	0
	事業費合計	7,841,000	690,000	490,000	1,300,000	1,500,000	1,883,000	600,000	1,378,000
管理費	管理費	4,647,700	100,000	170,000	420,000	528,000	1,805,700	1,240,000	384,000
	当期支出合計	12,488,700	790,000	660,000	1,720,000	2,028,000	3,688,700	1,840,000	1,762,000
	当期収支差額	259,850	-4,000	1,000	155,100	92,600	-60,850	55,000	21,000
	次期繰越収支差額	18,876,465	1,239,636	361,828	262,409	2,539,648	4,770,770	5,697,946	4,004,228

当会事業報告・事業計画に関する詳細な資料をご希望の方は、下記宛ご請求下さい。お送りいたします。

資料請求先：(社) 日本鉄鋼協会 総合企画事務局 総務グループ
TEL.03-3279-6021(代) FAX.03-3245-1355

新 名 誉 会 員

本会は特別選考委員会の議を経て、平成9年2月14日開催の平成8年度第8回理事会、第2回評議員会において、下記の3名の方々を新たに本会名誉会員に推挙することを決定いたしました。

大森 康男 君	東北大学名誉教授、(株)神戸製鋼所常任顧問
栗田 満信 君	住友金属工業(株)相談役
Prof. Dr. -Ing. Klaus Schwerdtfeger	クラウスタール工科大学総合冶金学研究所所長・教授

平成9年度一般表彰受賞者

渡辺義介賞

中村 爲昭 君 住友金属工業(株)代表取締役副会長

西山賞

西澤 泰二 君 東北大学名誉教授・
住友金属工業(株)総合技術研究所顧問

浅田賞

町田 進 君 東京大学工学系研究科船舶海洋工学専攻教授

服部賞

今井 卓雄 君 川崎製鉄(株)代表取締役副社長

中澤 吉 君 新日本製鐵(株)常務取締役

香村賞

近藤 徹 君 川崎製鉄(株)常務取締役千葉製鉄所所長

杉村 幸彦 君 日立金属(株)常務取締役ロール事業部長

学術功績賞

浅井 滋生 君 名古屋大学工学部材料プロセス工学科教授

江見 俊彦 君 東北大学素材工学研究所教授

佐久間健人 君 東京大学大学院工学系研究科教授

渡辺三郎賞

森 甲一 君 愛知製鋼(株)専務取締役製造本部長

野呂賞

阿部 光延 君 新日本製鐵(株)技術開発本部フェロー

依論文賞

・李 廷挙 君、佐々 健介 君、浅井 滋生 君(名大)

・山本 祐義 君、阿佐部 和孝 君、西口 勝 君、前原 泰裕 君(住金)

・牛 明愷 君、秋山 友宏 君、高橋 礼二郎 君、八木 順一郎 君(東北大)

・山中 章裕 君、岡村 一男 君、金沢 敬 君(住金)

澤村論文賞

・D. Vanderschueren 君(OCAS, Belgium)、吉永 直樹 君、
小山 一夫 君(新日鐵)

・太田 裕己 君、水渡 英昭 君(東北大)

・S. Zhang 君、服部 伸之 君、榎本 正人 君(茨城大)、
樽井 敏三 君(新日鐵)

・若生 昌光 君、澤井 隆 君、溝口 庄三 君(新日鐵)

渡辺義介記念賞

海老原達郎 君 新日本製鐵(株)室蘭製鉄所副所長

大西 建男 君 川崎製鉄(株)水島製鉄所理事・管理部長

小倉 英彦 君 日本鋼管(株)鉄鋼技術センター鉄鋼技術
総括部長

佐々木 健 君 大同特殊鋼(株)鋼材生産技術部主席部員

澤田 靖士 君 新日本製鐵(株)名古屋製鉄所副所長

杉澤 精一 君 住友金属工業(株)総合技術研究所副所長

生天目 優 君 日本鋼管(株)鉄鋼技術センター経営スタッフ

野瀬 正照 君 新日本製鐵(株)技術総括部担当部長

林田 晋 君 山陽特殊製鋼(株)取締役鋼管製造部長

樋口 敏之 君 大阪製鉄(株)常務取締役

平井 洋治 君 神鋼鋼線工業(株)取締役 PC 事業部副部長
兼加工製品事業部副事業部長

平尾 隆 君 新日本製鐵(株)八幡製鉄所副所長

古谷 秀樹 君 日新製鋼(株)参与・商品技術部長

森 明義 君 住友金属工業(株)専任部長

山田 博右 君 川崎製鉄(株)技術総括部部長

西山記念賞

板谷 宏 君 川崎製鉄(株)技術研究所製鉄研究部門長

井上 亮 君 東北大学素材工学研究所助教授

大北 智良 君 日本鋼管(株)総合材料技術研究所副所長

大谷 博司 君 東北大学学際科学研究センター助教授

梶原 正憲 君 東京工業大学総合理工学研究科材料科学
専攻助教授

桑原 守 君 名古屋大学工学部助教授

小西 正躬 君 (株)神戸製鋼所プロセス技術研究所研究首席

小林 純夫 君 住友金属工業(株)総合技術研究所上席研究主幹

齋藤 良行 君 早稲田大学理工学部材料工学科教授

月橋 文孝 君 東京大学大学院工学系研究科助教授

橋本 保 君 住友金属工業(株)厚板技術部部長

間瀬 秀里 君 新日本製鐵(株)大分技術研究部部長・主幹研究員

三原 豊 君 日本鋼管(株)技術開発本部技術企画部企
画担当スタッフ

宮原 征行 君 (株)神戸製鋼所加古川製鉄所技術研究セ
ンター研究開発企画室長

森戸 延行 君 川崎製鉄(株)技術研究所電磁鋼板研究部門長

三島賞

大内 千秋 君 日本鋼管(株)総合材料技術研究所主席研究員

大谷 泰夫 君 住友金属工業(株)技監兼総合技術研究所長

小林 俊郎 君 豊橋技術科学大学工学部生産システム工
学系教授

林賞

牧 敏道 君 日本鋼管(株)製鉄エンジニアリング技術部主幹

山岡賞

(社)日本鉄鋼協会高温プロセス部会循環性元素分離研究会

(社)日本鉄鋼連盟溶融還元研究開発委員会

里見賞

市田 敏郎 君 川崎製鉄(株)専門主監



新 名 誉 会 員

東北大学名誉教授 (株)神戸製鋼所常任顧問 大 森 康 男 君

移動現象論に基づく鉄鋼製錬技術の進歩発展への貢献

昭和 29 年東北大学金属工学科を卒業、34 年同大学院金属工学専攻博士課程を修了し工学博士の学位を取得。直ちに同大学選鉱製錬研究所助手に採用され、37 年助教授を経て、45 年教授に昇任、62 年より 3 年間同研究所所長を歴任した。平成 5 年定年退官後、東北大学名誉教授となり、同年(株)神戸製鋼所常任顧問に就任し、現在に至っている。

氏は、これまで長年にわたり鉄鋼製錬プロセスの移動現象論的研究に従事され、物質移動に関する多くの独創的かつ卓越した研究業績を挙げるとともに、速度論に立脚した製錬プロセス解析の体系を確立し、この分野の技術の進歩発展と研究者の教育、育成に指導的役割を果たしてきた。

その主な業績として、酸化鉄の還元、コークスのガス化反応等、気・固反応の速度論的研究を行い、製鉄プロセスの動力学的解析に成功している。また、従来、困難とされてきた、多成分、多孔質体からなる還元鉄およびコークスの高温における有効拡散係数の測定法を確立するとともに、多くの測定を実施し、実測値に基づいた移動速度論的研究により製鉄プロセスの改善に貢献した。さらに、水銀置換法に代わる新しい多孔質体の見掛け比重測定法を開発して、新 JIS、新 ISO 法の基盤を築くとともに、複合造粒法による焼結鉄製造プロセスからの窒素酸化物生成量の低減技術、シャフト炉、高炉の動力学モデルの開発と特性評価など、製鉄プロセス全般にわたって革新的かつ実用的な新技術を創出し、製鉄技術の進展に顕著な業績を挙げている。

以上の業績により、本会から昭和 43 年に西山記念賞、54 年および 63 年に依論文賞、平成 8 年に西山賞を、また日本金属学会から昭和 37 年に論文賞、48 年に功績賞、62 年に谷川一ハリス賞を受賞している。

氏は、研究活動のみならず学協会活動にも広く尽力され、本会では理事を 2 期歴任するとともに、東北支部長、鉄鋼工学セミナー委員長、編集委員会欧文誌主査を務めるなど、本会事業の発展に大きく貢献し、平成元年に野呂賞を受賞している。また、日本学術振興会製鉄第 54 委員会委員長、製鉄第 19 委員会委員および運営委員、鉄鋼基礎共同研究会高炉内反応部会会長として産学共同研究を推進するとともに、通商産業省工業技術院鉄山部会 JIS 鉄鉱石物理試験専門委員会委員長、日本鉄鋼連盟および ISO 国際標準化機構の鉄鉱石物理試験専門委員会議長などを長期に亘り歴任され、鉄鋼資源の有効活用と国内外にわたる製鉄技術の基盤強化に多大な功績を残されている。



新 名 誉 会 員

住友金属工業株式会社相談役 栗 田 満 信 君

転炉製鋼新技術の開発と実用化

昭和 22 年 9 月東京帝国大学第一工学部冶金学科卒業後、住友金属工業株式会社に入社、昭和 50 年同社鹿島製鉄所副所長、52 年取締役、56 年常務取締役、58 年専務取締役鹿島製鉄所所長、61 年 6 月日本ステンレス株式会社に転じ、同年 11 月社長に就任。平成 4 年 10 月住友金属工業株式会社と合併し、取締役相談役に就任。平成 6 年相談役、現在に至る。

氏は、昭和 22 年住友金属工業に入社以来、大部分を製鋼技術を中心とした生産技術の開発に専念し、その豊富な経験と深い学識に基づき先進技術の開発・実用化を積極的に推進させた。また、日本ステンレスにあってはステンレス事業の一層の発展と基盤を確立するため、住友金属工業(株)との合併を決断し、推進した。この結果世界トップクラスの総合ステンレスメーカーが誕生し、わが国の業界の発展に貢献した。

鹿島製鉄所在任時には転炉複合吹錬技術の開発に着手した。すなわち、転炉製鋼において、転炉内溶鋼上面に、高速純酸素ガスを吹き付けると同時に炉底部より不活性ガスを吹き込む画期的な上下吹複合吹錬技術を開発・実用化した。更に、底吹きに使う炭酸ガスについて世界で初めて転炉ガスから同ガスを分離回収する方式の開発・実用化に成功し、汎用性・効率性の高い複合吹錬プロセスを完成させた。これが転炉の複合吹錬時代の幕開けとなり、今日世界の転炉の約半数が同方式を採用している(日本 83%、欧米 60%)。その技術を基に、米国 J & L 社(現・LTV スチール)に連続鋳造の操業・品質管理・保全に関する技術指導、又製鋼からシームレス鋼管の製造の技術指導などを実施した等、世界の鉄鋼業の発展に大きく貢献した。

次に、第 1 次オイルショック以降、省エネ重視の観点から転炉ガス回収に積極的に取り組み、転炉内溶融スラグのスロッピングの発生防止と吹錬の中率向上を図り、理論値に迫る回収実績を達成した。

一方、日本ステンレス在任時には製鋼部門に対し、溶銑活用技術を指導し、クロム系ステンレス鋼の大幅なコストダウンを図り、また、鹿島製造所に最新鋭薄板製造設備を導入し、品質改善・コスト合理化を実現させた。国際的には、アジアを中心とした各国のステンレス鋼板生産工場建設計画を支援するため、台湾・タイ・インドネシア等に技術援助・投資を推進し、各国より高い評価を受け、国際社会への貢献に寄与した。

氏はこの間、本会理事(企画委員長)1 期、評議員(5 期を経て就任中)として事業の運営に携われたほか、諸団体の要職も歴任し斯界の発展に多大の寄与をしている。氏のこれらの功績に対し、本会からは昭和 50 年渡辺義介記念賞、59 年服部賞、平成 5 年渡辺義介賞、7 年製鉄功労賞を受賞されているほか、国家栄典として勲三等瑞宝章、藍綬褒章、科学技術庁長官賞(功績賞)の榮譽を受けている。



新 名 誉 会 員

クラウスタール工科大学 総合冶金学研究所所長・教授 Prof. Dr.-Ing. Klaus Schwerdtfeger 君

鉄鋼製造に関するプロセス工学的研究による貢献

氏は1934年ドイツのRostockに生まれ、1959年Bergakademie Clausthalを卒業後、1959～1963年の間Max-Planck 鉄鋼研究所にて「溶鉄と燐酸系スラグの平衡」に関する研究に従事し、1962年にBergakademie ClausthalよりDr.-Ing.の学位を授与されている。1963年には渡米し、Pennsylvania State UniversityのMuan教授の下で研究助手を務めた後、U. S. Steel社E. C. Bain基礎研究所研究員として勤務、Darken博士の下で製錬の基礎研究に従事している。1967年にはドイツの帰国し、Mannesmann研究所に勤め研究員として企業研究に参画し、1969年にはTechnische Universität Clausthalより理論冶金学の教授資格(Habilitation)を授与されている。1971年にMax-Planck 鉄鋼研究所に冶金研究部部長として招聘され、1974～1980年の間は同研究所の統括・科学メンバーを勤めている。1980年にはTechnische Universität Clausthalに総合冶金学研究所所長・教授として招聘され、1991～1995年の間は同大学の材料工学部長を勤め、現在に至っている。

氏の業績は、溶鉄の燐酸系スラグの平衡、酸化物の熱力学などの製鋼プロセス基礎研究をはじめとし、連铸鋳片の凝固組織と晶出介在物、連铸スラブ鋳片のバルジングと高温変形挙動、ESRプロセス、溶鋼の電磁攪拌法、ストリップキャスティングなどを対象とした実験的、解析的研究など、多岐にわたっている。そのいずれも現実の製造プロセスに立脚した問題を深く掘り下げ、解析的な手法により基礎的な現象を説明するもので、鉄鋼製造プロセスの発展に大きく貢献している。また、最近では、シリコン中の不純物除去プロセスの研究など、鉄鋼分野にとどまらず重要性の増しつつある分野にも、精力的な研究を推進している。これらの業績は、幾多の先駆的な研究を含む、150を超える研究論文として公表されているが、これに加え「連続鑄造の冶金学」(1991年Stahleisen)および「連続鑄造における鋼の割れ感受性と高温変形」(1994年, Stahleisen)の著書は連铸技術者に多くの示唆を与える著作として高く評価されている。

氏は、ドイツのみならずヨーロッパにおける製鋼プロセス研究の指導者としてMax-Planck 鉄鋼研究所およびTechnische Universität Clausthalにおいて我が国の大学および鉄鋼各社からの留学生を受入れ、現在我が国の第一線で活躍している製鋼研究者の育成にも大いに貢献してきた。また、氏は、我が国の鉄鋼研究との関わりも強く、1974年に開催の始まった日独セミナーも氏の努力の賜物である。さらに、鉄鋼協会の主催する国際会議に来日し、「計算機支援材料設計とプロセスシミュレーション国際会議(COMMP 93, 1993年東京)」ではオープニングレクチャー、「第6回鉄鋼科学技術国際会議(IISC, 1990年名古屋)」「材料の電磁プロセスに関する国際セミナー(EPM 94, 1994年名古屋)」および「第1回国際製鋼会議(ICS 96, 1996年千葉)」ではキーノートレクチャーを行っている。

このように氏は製鋼分野の優れた研究業績を挙げるとともに、長年にわたる研究交流を通じて我が国の鉄鋼製造プロセス研究の発展に果たした功績、貢献は大きい。



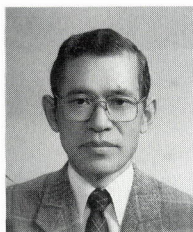
渡 辺 義 介 賞

住友金属工業(株)代表取締役副会長 中 村 爲 昭 君

我が国鉄鋼業の進歩発展

昭和30年京大大学院工学研究科冶金工学修士課程修了後、住友金属工業(株)に入社。59年取締役役に就任、小倉製鉄所所長、常務取締役鹿島製鉄所所長、専務取締役鹿島製鉄所所長兼米国EGL建設本部長を経て、平成4年社長、8年副会長就任現在に至る。

1. 高炉—転炉プロセスにおける高纯净条鋼特殊鋼製造体制の確立: 条鋼製品の製造に際し、高炉—転炉—連铸法を武器に高纯净鋼化を推進し、性能を飛躍的に向上させた。その結果として軸受鋼の疲労寿命向上, SA材焼入性向上, 3元系非調質快削鋼等は、自動車及び産業用機械工業の国際競争力を著しく高めることに貢献した。
2. 高品質・高生産性薄板工場の建設: ベアクロスミルを適用した冷間圧延法の実用化とまた冷圧から溶融亜鉛メッキに至るプロセスに大幅な自動化技術を導入し、短納期対応が可能な薄板工場を完成させた。これにより世界最高の板厚・幅精度の製品供給と高生産性を実現した。
3. 世界最大の競争力を持つシームレス工場の建設と近代化: 和歌山製鉄所において、新しい技術理念に基づく、高生産性の新製鋼工場の建設と、「高交叉角拡管穿孔法」をコアとした革新プロセスの導入による世界最高の技術競争力をもつ新シームレス工場建設を決断し、歴史ある製鉄所の新鋭化にいち早く取り組み、我が国鉄鋼業の近代化に大きな貢献をした。
4. 鉄鋼業界に対する功績: IISI理事として会員資格委員長を務め、世界の鉄鋼業の発展に尽くし、また日本鉄鋼連盟副会長兼理事、動力委員会及びエネルギー対策委員会の各委員長を務め、我が国鉄鋼業の進歩発展に大いに貢献した。



西山 賞

東北大学名誉教授 住友金属工業(株)総合技術研究所顧問 西澤 泰二君

鉄鋼材料の熱力学的解析による組織制御に関する研究

昭和27年3月に東北大学工学部金属工学科を卒業後、同大学院を経て、32年4月に東北大助手、35年に助教授、次いで44年に教授に昇任。平成5年3月に同大学を定年退官後、直ちに住友金属工業(株)の顧問となり現在に至っている。

鉄鋼をはじめとする各種合金系の相平衡から相変態に至る幅広い分野について、熱力学に立脚した独特の手法により研究し、卓越した成果を収めた。主な業績として(1)鉄鋼中の炭化物や硫化物を電解法によって分離抽出して研究する手法を開発し、今日の定量的組織学の基礎を築いた。(2)多元系状態図を熱力学的解析とコンピュータ計算の併用によって記述する手法を開拓し、これは、今日CALPHAD法と呼ばれ世界中に普及している。特に、2相分離が磁気変態によって異常な突起状の形を呈する事を見だし“NISHIZAWA HORN”と命名されている。(3)パーライト変態などの拡散型相変態の機構について熱力学的観点より解析し、母相と生成相の界面の移動過程が重要である事を明らかにした。(4)新型の材料開発についても独創的な研究を行い、Cr、V、Nbなどの炭化物形成元素を含む鋼を浸炭して、炭化物粒子の微細分散を図る手法を開拓し、耐磨耗部品の従来にない表面処理法として高い評価を得た。また、金属間化合物NiAl相の結晶粒を微細化する新しい手法を研究し、熱間加工の可能な新型の耐熱材料や形状記憶合金の開発に成功した。



浅田 賞

東京大学大学院工学系研究科船舶海洋工学専攻教授 町田 進君

鉄鋼材料の耐破壊安全性評価法の体系化研究

昭和35年東大工学部船舶工学科卒、40年同大学院数物系研究科船舶工学専門課程博士課程修了、工学博士。40年4月東大工学部講師、41年4月助教授、56年6月教授、現在に至る。

長年に亘り、鉄鋼を中心とした構造物の脆性、延性および疲労破壊を破壊力学的観点から研究・指導し、破壊強度の解析、欠陥の評価、材質判定標準の設定等の面で多くの先進的成果を挙げ、設計・施工・材料を一元化した体系的な耐破壊安全性評価法の確立と普及に尽力した。この結果、耐破壊の観点から妥当な設計、健全な施工、適正な鋼材の選択が可能となり、安全性と経済性を両立させた上での合理的な鋼材の利用法が促進された。この耐破壊安全性評価法は新鋼材開発のための指針としても用いられ、鉄鋼業の発展に大いに役立つものである。主な業績は以下の通りである。

1. 構造物の脆性亀裂伝播・停止挙動に関して独創的な破壊力学的実験・解析を行い、長大き裂を含むき裂の伝播停止挙動の破壊力学的評価法を最初に提唱した。さらに、伝播停止破壊靱性に基づく合理的な材質判定標準を確立したことにより、種々の構造物に適用するための鋼材の必要特性を明確にし、新鋼材の開発に大いに寄与した。
2. 脆性亀裂発生条件の解明のためには、非線形破壊力学の適用が不可欠であることをいち早く指摘し、その有効性を多数の研究で実証した。亀裂開口変位(CTOD)をパラメータとした鋼材の必要靱性値の規定法や溶接部の欠陥評価法を確立し、日本の諸規格に結実させた。このことは鋼構造物の安全性と信頼性をよりいっそう向上させた。



服部 賞

川崎製鉄(株)代表取締役副社長 今井 卓雄君

製鋼技術の進歩発展と一貫製鉄所の高効率化

君は、昭和34年3月東北大学工学部金属工学科を卒業後、川崎製鉄(株)に入社、水島製鉄所製鋼・管理部長を経て、千葉製鉄所副所長、千葉製鉄所所長、水島製鉄所所長、専務取締役鉄鋼開発・生産本部長を歴任、平成8年代表取締役副社長に就任、現在に至る。

君は、入社以来、製鋼技術の進歩・発展に多大な功績を上げた。また、製鉄所運営の統括において卓越した企画力と指導力を発揮し一貫製鉄所の高効率化に大きく貢献した。

1. 製鋼技術の進歩発展: 1) 千葉製鉄所に上底吹き転炉を導入し、冶金反応の改善、炉底耐火物寿命の延長などの技術開発により、上底吹き転炉技術発展の契機を作った。2) 水島製鉄所では、大量溶銑予備処理と上底吹き転炉およびKTBを備えた大環流RH脱ガスによる極低炭素鋼、合金鋼、高炭素鋼に至る高効率溶製技術さらには高級電磁鋼板の開発と製造、および連続鑄造鑄片の鍛圧技術の確立に貢献した。3) ステンレス鋼の生産においては、千葉製鋼工場においてCr系ステンレス鋼の転炉法による製造技術を確立した。さらに、上底吹き転炉K-BOPと溶銑予備処理技術と組合せたNi系ステンレス鋼の溶銑を用いた高効率製造技術を開発した。
2. 一貫製鉄所の高効率化: 1) 新ステンレス製鋼工場、新熱延工場の建設推進と操業の確立により、品質並びに生産性の大幅な向上を達成し、千葉製鉄所のリフレッシュに貢献した。2) 水島製鉄所では他品種生産工程の中で、各製造プロセスの直結化を推進し、一貫品質・生産管理の確立による納期短縮、在庫削減、一貫歩留向上に指導的役割を果たした。これらの結果、千葉・水島両製鉄所を世界有数の高効率・高生産一貫製鉄所に仕上げた。



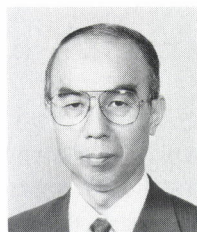
服 部 賞

新日本製鐵(株)常務取締役 中 澤 吉 君

薄板生産技術の進歩発展と新商品開発

昭和32年3月東工大工学部金属工学科卒業後直ちに富士製鐵(株)に入社し、広畑製鐵所鍍金工場長、新日本製鐵(株)広畑製鐵所連続熱延工場長、同製鐵所生産技術部長、副所長、取締役技術本部技術企画部長、常務取締役名古屋製鐵所長を経て現在に至る。

1. 薄板製造技術の進歩発展: 広畑製鐵所において一貫して薄板の生産技術の向上・改善を推進した。中でも新ホットの建設に際し、世界で初めてペア・クロス方式による圧延法を開発導入し、板厚精度・形状の大幅な改善を実現した。本方式はその後厚板にも適用される等、圧延法の大きな流れを築いた。また、圧延制御に計算機を用いたオンラインリアルタイム処理を導入し、品質の高信頼性を実現する一方、連続鑄造と熱間圧延の直結化の試みや、世界に先駆けて酸洗～冷延～焼鈍～調質圧延の連続化を実現し、薄板生産の生産性を飛躍的に高めるなど、薄板生産技術の発展に大きく貢献した。
2. 薄板新商品開発の推進: また、薄板の生産技術の革新のみならず、薄板の需要家と積極的な交流を図る中、自動車用新防錆鋼板や家電・エネルギー分野における高性能・高張力電磁鋼板等、ニーズに促した新しい商品開発を次々と企画先導するとともに、開発商品の普及に努め鉄鋼業のみならず需要家の発展にも大きく貢献した。
3. 鉄鋼商品の標準化・規格統一の推進: 鉄鋼商品のグローバルな展開が進むなか、ISO規格を取り込んだ新しい標準化を率先して促進し、認証制度の創設など国際化に応じた基礎を固めた。また、多様化した自動車用鋼板規格の統合を推進するなど生産性向上を目指した標準化を推進した。



香 村 賞

川崎製鐵(株)常務取締役千葉製鐵所長 近 藤 徹 君

薄板製造の同期化、連続化技術の開発と進歩・発展への貢献

君は、昭和36年九大工学部機械工学科を卒業後、川崎製鐵(株)に入社し、水島製鐵所企画部主査、同所・珪素鋼製造設備建設班長、千葉製鐵所・企画部長を経て、平成3年取締役・鉄鋼企画本部副本部長、同6年常務取締役・千葉製鐵所長に就任し、現在に至る。

君は、永年に亘る鉄鋼製造プロセスの同期化、連続化の先駆的技術開発およびシステム開発に専念し、独創的アイデアによる、多くの世界初薄板圧延プロセスを開発実現した。主な業績は以下の通りである。

1. 千葉製鐵所・第3熱延工場の建設を指揮し、誘導加熱によるシートバー接合技術を開発、熱延仕上ミル・エンドレス圧延技術の世界で初めて実現した。これにより歩留の飛躍的向上はもちろん、薄板新製品の開発、および高品質・高能率な熱延プロセス技術を確立した。
2. 熱延工場にサイジングプレスを導入し、世界初のインライン大幅圧下の技術開発を行い、製鋼―熱延の同期化システム技術を確立した。これにより、歩留の大幅向上、および燃料や電力の半減、スラブ在庫の低減など省エネルギー技術、省資源技術の発展に貢献した。
3. 珪素鋼板の冷間圧延プロセスにおいて、大出力レーザー溶接技術、全スタンドACモーターによる板厚制御技術、全スタンドロールシフトミルによるプロフィール制御技術を開発し、世界初の珪素鋼板用の完全連続冷間圧延設備を実用化した。これにより、全長、全幅にわたる高精度の圧延が実現し、珪素鋼板の高付加価値化を達成した。



香 村 賞

日立金属(株)常務取締役ロール事業部長 杉 村 幸 彦 君

熱間圧延用ロール及び同製造技術の進歩発展

昭和33年3月、名大工学部金属工学科卒業。同年4月、日立金属(株)に入社。62年10月、若松工場長。平成3年6月、取締役に就任。5年4月、ロール事業部長兼任。同年6月、常務取締役に就任。現在に至る。

君は長年にわたり熱間圧延用ロール等の製造技術並びに製品開発に携わって来たが、その経歴は日本の鉄鋼圧延の技術革新の歩みと全く軌を一にするといっても過言ではない程、ロールの性能向上を通して鉄鋼生産の合理化、品質向上に多大の貢献を果たしたといえる。例えば、特筆すべき最近の事例としては、ハイスロールの実用化が挙げられる。これは圧延業界における圧延製品の品質高級化とコストダウン等の要望に応えるため、当時としては画期的な連続肉盛法による熱間圧延用複合ハイスロールの開発に着目、その製品化に世界で最初に成功したものである。この圧延用複合ロールは、強靱な鋼からなる軸材の外周に高合金溶湯を誘導加熱法により連続的に肉盛ったものであり、従来の遠心鑄造法による圧延用複合ロールに比べ、耐摩耗性を飛躍的に向上させ、高負荷による圧延とロール組替の三倍以上の延長を可能とした。この圧延用複合ロールの誕生は鉄鋼圧延製品の生産性の向上、品質の改善に大きく寄与するものであり、鉄鋼業界の進歩発展に少なからぬ貢献をしたものと考えられる。

その他、35年以上に亘り、その時々で圧延用ロール開発の最前線をリードして来た第一人者であり、鉄鋼業界の進歩発展に多大の貢献を果たしたものと認められる。



学術功績賞

名古屋大学工学部材料プロセス工学科教授 浅井 滋 生 君

材料電磁プロセッシングの基礎研究と推進

昭和 41 年 3 月，名大工学部鉄鋼工学科卒業。同年 4 月，同大学大学院進学。46 年 3 月，博士課程修了。同年 4 月，名大工学部助手。47 年 7 月，工学博士。47 年 7 月より 2 ケ年ニューヨーク州立大へ出張。54 年 9 月，名大助教授。63 年 4 月，名大教授。

君は，いち早く金属分野への電磁流体力学の導入を図り，“電磁流体力学の冶金プロセスへの応用”に関する分野において先駆的役割を果たした。

すなわち，電磁気力が溶融金属に対して示す諸機能（形状制御，波動制御，流動制御，浮揚，昇温等）に着目し，金属工学と電磁流体力学を母体とする材料電磁プロセッシングなる新分野を開拓した。また，その研究を強力に推進するため日本鉄鋼協会に働き掛け，“材料電磁プロセッシング部会”が設立されるや，その部会の部会長を務め本分野の礎を築いた。同部会の指導の下で生れた優れた研究と技術成果は君が組織委員長を務めた第 1 回材料電磁プロセッシング国際シンポジウムで先進各国の知るところとなり，高い評価を得た。特に，君の提案による“軟接触凝固”の基本概念は平成 7 年度より発足した国家プロジェクト“省エネルギー型鉄鋼製造プロセス”に採用されるところとなり，本プロジェクト推進に大きく寄与している。

材料電磁プロセッシングの分野では，日本とフランスが世界をリードしているが，同分野における我が国の国際的地位確保に君の果たした役割は大である。



学術功績賞

東北大学素材工学研究所教授 江 見 俊 彦 君

鉄鋼の精錬・連鑄の基礎研究とプロセス技術開発

昭和 33 年阪大工学部冶金学科卒業，川崎製鉄入社，製鋼研究室長，プロセス研究部長，ハイテク研副所長，研究企画部長，取締役海外鉄鋼事業企画部長，レオテック社長兼務，平成 5 年より東北大学教授素材研量子精製研究分野，ペースメタル研究ステーション兼任。

鉄鋼の精錬・凝固の基礎的学術研究を深め，それを基に精錬・鑄造の広い範囲でプロセス技術を開発し，工業化技術として確立し，学術・技術の融合進歩に貢献した。

1. 精錬の分野では溶鋼のガス溶解度の理論解析，溶鋼の酸化反応速度の実測，溶融スラグの水蒸気溶解度，熱電能，熱と電気伝導度，粘性流動の実測と理論解析，スラグ・メタル反応速度の電気化学的測定，高温レーザ顕微鏡による酸化物系介在物の衝突・凝集挙動の実測，を行いスラグーメタル系の基礎的特性の研究を深めた。さらに CaO 系脱硫・脱磷剤の吹込みによる溶銑の同時脱磷脱硫の機構，複合吹錬転炉の浴攪拌と冶金反応特性，粉体吹込みによる不純物元素の極低濃度化精錬を研究，プロセスを開発，工業化した。
2. 凝固の分野では鋼のセル状晶/樹枝状晶遷移の直視観察解析，傾斜温度場での鑄片高温強度の測定，連鑄鑄型内凝固殻表面割れやバルジング起因内部割れの熱弾塑性応力解析，鑄型内潤滑や鑄片表面性状とモールドフラックス特性の相関，の先駆的研究を行った。さらに深絞用鋼および Ca/RE 処理 HSLA 鋼耐 HIC ラインパイプ鑄片の非金属介在物の起源と集積機構を解明し，防止技術と硫化物形態制御技術を確立した。
3. これら業績は論文など 146 篇と 66 件の登録特許となり，国内は勿論，国際的にも米国 ISS Distinguished Member, Howe Memorial Lecturer, “ISS-Trans.” 編集顧問，独VDEh “Steel Research” 編集顧問，北京科技大学名誉教授として鉄鋼の学術技術の研究に活躍している。



学術功績賞

東京大学大学院工学系研究科教授 佐久間 健 人 君

金属材料およびセラミックスの組織制御と高温力学的特性に関する研究

君は，昭和 45 年 3 月東北大学大学院工学研究科博士課程を修了，工学博士の学位を取得している。東北大学工学部助手，助教授を経て，61 年 10 月東大工学部教授に就任している。この間，56 年 9 月より 1 年間英国 Cambridge 大に滞在した。

君は，鉄鋼材料を中心とする金属材料およびセラミックスについて組織制御ならびに高温力学的特性に関する研究を行い多くの優れた成果を挙げている。昭和 57 年頃までは，主として鉄鋼材料の相変態及び組織形成機構に関する研究に従事した。例えば，英国 Cambridge 大学においては Honeycombe 教授とともに低合金鋼の相界面析出に関する研究に従事し，この析出が炭化物の体積比が小さいときに生じる一種の共析反応であることを示した。この解釈は，従来の説明とは全く異なるものであり，過冷度と層間隔の関係を初めて明らかにすることに成功している。昭和 58 年以降は，研究の主体をセラミックスに移し，数々の斬新な研究成果を得ている。例えば，ジルコニアセラミックスの相転移と微細組織形成に関しては，初めてスピノーダル分解に伴う変調構造の形成を見出すとともに，立方晶→正方晶相転移を 2 次相転移と近似することによって，この分解反応に対する熱力学的な解釈を与え学会に多大なインパクトを与えた。また，最近では高温超塑性に関する研究に従事し，セラミックスに関する 1000% 以上の世界最高伸びを達成するなど画期的な成果を上げつつある。現在，君は文部省重点領域研究「超塑性の新しい展開」の領域代表者として文字通りこの分野のリーダーとして活躍している。



渡辺 三郎 賞

愛知製鋼(株)専務取締役製造本部長 森 甲 一 君

特殊鋼製造技術の進歩発展

昭和 32 年京大工学部冶金学科を卒業, 34 年愛知製鋼(株)に入社し, 電気炉課長, 第 1 生産技術副部長, 知多工場副工場長, 研究開発部長などを歴任, 60 年に参与, 62 年取締役, 平成 3 年常務取締役, 7 年専務取締役製造本部長に就任し, 現在に至る。

1. アルミキルド鋼の熱塊直送圧延技術開発: 他社に先がけて標題の技術を開発した。本法は肌焼鋼や鉛快削鋼を製造後水冷して, 表層部の適量を AI 変態点以下に下げ, その後の復熱で再結晶させることにより分塊圧延時の AI-N に起因する脆性欠陥を防止する画期的なもので, 大幅な省エネルギーと歩留向上を可能にした。本法は連鑄片に対しても同様の効果を発揮し, 瞬く間に各社に普及した。
2. 高品質特殊鋼の溶解・精錬・鑄造技術開発: 昭和 57 年に世界で初めて量産特殊鋼に EAF-LF-RH-BL/CC 複合製鋼プロセスを導入し, 高生産性, 高品質, 低コスト化を達成。このプロセスはその後の特殊鋼生産の基礎を形作っている。特に, LF-RH を駆使して高品質軸受鋼, 冷温鍛用鋼の開発を推進し, また特殊鋼の BL/CC 化に注力し, 三元快削性高強度非調質鋼などの自動車用材料開発に寄与した。
3. BT/CC による特殊鋼の生産: BT/CC 化が難しいとされていた特殊鋼において, 先の炉外精錬による高纯净度化をなし遂げ, それに連続鑄造技術を駆使して構造用鋼及びね鋼の BT/CC 化を推進し, コストで国際競争力のある特殊鋼生産を実現している。この EAF-LF-VD-BT/CC 複合製鋼プロセスは今後の特殊鋼小サイズ棒・線・形鋼の生産のベースになるものである。



野 呂 賞

新日本製鉄(株)フェロー 阿 部 光 延 君

本学会誌水準の向上に関する寄与

昭和 35 年京大工学部冶金学科卒業, 37 年京大大学院工学研究科冶金学専攻修士課程修了, 直ちに八幡製鉄(株)に入社, 現在技術開発本部フェロー (取締役待遇)

昭和 62 年 3 月鉄鋼協会編集委員に就任。まず講演大会分科会を担当した。その後 MP 小委員会に所属。分科会, 小委員会とも新しい分野からの参加者に門戸を開くことに力を注いだ。「鉄と鋼」編集委員としては, 加工部門の幹事として論文内容の質の向上に努め, また, 解説記事のテーマの拡大および内容の向上に大きく寄与した。平成 8 年の「ふえらむ」発刊に際しては, 発刊準備の段階から委員長として関与し, 発刊に際する方向づけで指導性を発揮し評価の高い学会誌を世に出すことに成功した。特に「ふえらむ」発刊に際しては, 常に一般会員を意識し, しかも質的に低いものにはしないという方針を打出し, この方針が一般会員から歓迎されていることおよび非会員からも興味を持たれたことは特筆されるべきことである。これが, 退会希望会員の歯止めおよび新入会員の入会に寄与している。

編集委員以外に境界領域委員会委員, 育成委員会委員, 助成委員会委員, シニアブレインを務め, 協会の発展に指導性を発揮し, 編集委員就任後長きにわたり本学会誌の質の向上のために力を注いだ。

依 論文 賞



間欠型高周波磁場の印加およびモールドオシレーションとの同期印加による連鑄片表面性状の改善

(鉄と鋼, Vol.82(1996), No.3, pp.197-202)

李 廷挙君, 佐々 健介君, 浅井 滋生君(名古屋大学)

本論文は磁場の印加により連続凝固金属表面性状の改善を目指した研究の成果をまとめたものである。鋼の連続鑄造において鑄片を圧延工程に直接送る直送圧延は, 再加熱工程が省略できるために大きな省エネルギー効果がある。これは国内使用全エネルギーの 0.2% に相当する。しかしこれを実現するには, 鑄片表面が手入れ不要な状態であることが必須要件である。先に著者らはモールドの外側より高周波磁場を印加し, 溶湯とモールドの接触状態を制御することにより鑄片性状を改善する軟接触凝固を提案している。本論文では, この概念をふまえ, 磁場の印加方法について新しい提案がなされている。すなわち, 磁場の波形を間欠的に変化する間欠型高周波磁場を用いたメニスカス運動の制御法, および, この間欠磁場をモールドオシレーションと同期する方法である。メニスカス形状変化の理論解析と錫を用いたモデル実験によってこれらの提案を詳細に検討し有効性を明らかにしている。

以上本論文は, 電磁場を利用して, メニスカス運動を制御し連続凝固金属表面性状の改善に基礎的な指針を出した優れた論文である。

俵 論文 賞



セラミックス粒子を微細分散させたフェライト棒鋼の再結晶集合組織とヤング率

(鉄と鋼, Vol. 82(1996), No.9, pp.771-776)

山本 祐義君、阿佐部 和孝君、西口 勝君、
前原 泰裕君(住友金属工業(株))

本論文は、機械部品や建築用材料において小型/軽量化、ならびに低振動化の観点から開発が望まれている高ヤング率鉄鋼材料として、フェライト棒材において再結晶集合組織の形成過程を制御し、棒材長手方向に〈111〉方位を強く配向させることにより通常の鉄鋼材料に比べて3割以上高いヤング率を実現するためのユニークな組織制御法について述べたものである。

すなわち、高温域までフェライト単相となるように成分調整した鋼に、結晶粒成長のインヒビターとなるセラミックス粒子を分散させて通常より再結晶温度域を高温になるようにした上で、熱間押し出し加工に続く高温熱処理(〜1300℃)によって、〈111〉方位の結晶粒を長手方向に高集積させている。これにより従来困難であったヤング率の飛躍的向上を実現し、自動車等の機械部品の軽量化に貢献できる新しい鉄鋼材料開発への道を拓いた点が高く評価される。



充填層における固液間濡れ面積の測定法の開発と定量化

(鉄と鋼, Vol. 82(1996), No.8, pp.647-652)

牛 明愷君、秋山 友宏君、高橋 礼二郎君、八木 順一郎君(東北大学)

本論文は、コークス充填層型製鉄プロセスにおける固液間濡れ面積の評価に際し、新しい測定法を提案し、その定量化を行ったものである。

著者らは、まず固液接触角が 90° 以上の濡れにくい系では測定法が難しいとされていた固液間濡れ面積に関し、染料着色-抽出-比色法というユニークな新測定法を提案し、±5%の精度内で評価可能であることを検証した。実験手法として、壁近傍の充填構造の不均一性からくる測定誤差を回避するために、管内壁に半球シートを内張りした工夫を凝らした装置を使用し、また、液流れの連続性を評価する方法として、天秤の持つ特性を巧妙に利用し、供給液体と重量変化の応答特性から連続性を判定するなど、実験の進め方に精細な配慮がなされている。得られた実験式についても、適用範囲は明解であり、汎用性が認められる。

このように、本論文は問題解決の着想、研究手法など極めて独創的である。得られた実験式は各種高温プロセスの濡れ面積の評価に応用でき、この分野のプロセス解析の精度向上に加え、新しい展開が期待できるなど、プロセス解析の発展に貢献するものである。



連铸鋳片の内部割れ発生機構

(鉄と鋼, Vol.82(1996), No.12, pp.999-1004)

山中 章裕君、岡村 一男君、金沢 敬君(住友金属工業(株))

近年、連続鋳造の高速化を指向する中で、内部割れ発生防止法の確立が最重要課題の一つとされているが、既存の内部割れ発生限界評価法は、必ずしも連铸鋳片の内部割れ発生状況を正確に評価しうるものではなかった。

本論文は、内部割れ発生限界の考え方を見直すという観点で、歪履歴の影響に着目し、一連の独自の基礎実験と連铸機での検証試験を行い、画期的な内部割れ発生限界評価に到達したものである。

著者らは未凝固鋳塊の引張り試験により内部割れ発生条件を求め、内部割れ発生限界評価の積算歪によるモデルを提案した。さらに、連铸機における種々の条件設定下での試験を通して、モデルの整合性の確認を行って、その妥当性の確証を得た。この積算歪による評価法は、内部割れ発生限界を精度良く評価できるとともに、凝固の進展による内部割れの成長等、連铸鋳片での内部割れ発生状況も良く説明できることを明らかにした。これらの知見は、今後益々発展すると考えられる高速鋳造技術、連铸インライン未凝固圧下技術等における、内部割れ発生防止の連铸機設計の基礎として貢献するものである。

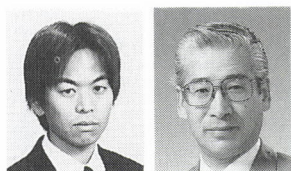
澤村論文賞


Recrystallisation of Ti IF steel investigated with electron backscattering pattern (EBSP)

(ISIJ International, Vol. 36 (1996), No. 8, pp. 1046-1054)

Dirk Vanderschueren 君(OCAS, Belgium), 吉永 直樹君, 小山 一夫君(新日本製鐵(株))

Ti 添加極低炭素冷延鋼板は、優れた深絞り成形性すなわち高い r 値を有していることが知られており、自動車用途に大量に使用されている実用鋼板である。一般に、 r 値を支配する鋼板の集合組織は、冷間圧延による変形、焼鈍中の再結晶核形成、再結晶核の成長、再結晶後の粒成長などの各過程で発達するが、特に再結晶核形成段階における集合組織発達に関する記述が重要となる。本論文は、従来の極点図による全体的な集合組織発達の理解に加え、最新鋭の結晶方位測定法である EBSP を用いて、再結晶核形成段階における局所的な結晶方位変化を、冷間圧延方位と対応させながら明確にしている点に特徴がある。その結果、[1] 極低炭素鋼で問題となる鋼板面内での r 値の異方性を大きくする(110)〈110〉-(221)〈110〉方位群の頻度から種々の再結晶核の起源を同定できること、[2] 粒内の再結晶核と対比して、粒界での再結晶核から、通常の板面放射方向(ND)に平行な〈111〉集合組織のみならず、非優先方位の集合組織をも発達させることを、明らかにしている。以上本論文は、マイクロ・スケール・レベルでの集合組織研究に関する先駆的論文であり、再結晶集合組織の形成機構を解明する上できわめて重要であるばかりでなく、今後、焼鈍プロセスの研究へと展開する上でも高く評価される。


Activities in CaO-MgO-Al₂O₃ slags and deoxidation equilibria of Al, Mg, and Ca

(ISIJ International, Vol. 36 (1996), No. 8, pp. 983-990)

太田 裕己君, 水渡 英昭君(東北大)

MgO・Al₂O₃ のようなスピネル介在物の存在は鋼の性質に悪影響を及ぼすため介在物の除去や生成の制御が望まれている。そのため CaO-MgO-Al₂O₃ 系スラグの基礎的な熱力学データの蓄積が必要である。本論文は、このスラグ系の CaO、MgO、Al₂O₃ の活量という熱力学的性質を明らかにし、そのデータを用いて Al、Mg、Ca による脱酸平衡について検討した基礎的な論文である。まず、CaO-MgO-Al₂O₃ 系スラグと溶鉄間の平衡実験を 1823, 1873K で行い、スピネルの飽和線上でのサルファイドキャパシティー、Al₂O₃ の活量、FeO、MnO の活量係数を求め、MgO 量の増加とともにサルファイドキャパシティーは増加し、FeO、MnO の活量係数はスラグ組成に依存しないことを見出した。次に、これまでに報告されたサルファイドキャパシティー値を用いて、CaO-MgO-Al₂O₃ 系スラグの CaO の等活量線を 1823, 1873K で求めた。CaO の活量から Schuhmann の方法により Al₂O₃、MgO の等活量線を計算し、これらの結果の有効性について詳細に検討している。さらに、本スラグ系の活量を用いて、鋼の Al、Mg、Ca 脱酸平衡の見積もりを行い、スラグ組成と脱酸限界の関係を明らかにした。本論文は CaO-MgO-Al₂O₃ 系スラグの熱力学的性質を明らかにした基礎的な論文であり、鋼の脱酸、介在物の挙動の解明に対する基礎的な知見を与える価値のある論文として高く評価できる。


Ferrite nucleation at ceramic/austenite interfaces

(ISIJ International, Vol. 36 (1996), No. 10, pp. 1301-1309)

Sanhong ZHANG 君(現: University of Science and Technology Beijing, China),

服部 伸之君(現: Tsurumi Kogyo) 榎本 正人君(茨城大学),

樽井 敏三君(新日本製鐵(株))

本論文は介在物として鋼中に存在し得る TiC、TiN、TiO、VN、AlN、Al₂O₃ 等のセラミックスと Fe-C-Mn 合金とを接合し、その界面におけるフェライトの生成速度とその機構について検討したものである。フェライトの生成速度は VN が最も大きく、TiO が最も小さいことを明らかにするとともに、従来の結果との相違が何に起因するかについても言及している。またフェライトの核生成におよぼすセラミックス/フェライト間の界面エネルギー、熱膨張差にともなう歪エネルギーの影響についても理論的なアプローチを試みている。

この種の研究はいわゆるオキサイドメタラジーとしてこれまでも国内外において多く行なわれているが、実験および考察の綿密さにおいては従来の研究とは一線を画するものといえる。

したがって、本研究の新規性には議論の余地はあるものの材料学分野における学術的、技術的寄与は大きいものと高く評価できる。

澤村論文賞



Effect of S content on the MnS precipitation in steel with oxide nuclei

(ISIJ International, Vol.36(1996), No.8, pp.1014-1021)

若生 昌光君、澤井 隆君、溝口 庄三君(新日本製鐵(株))

本論文は、鋼材を強靱化する手段として、酸化物系介在物を核生成サイトとして活用する考え方(オキサイドメタラジー)の基礎的な検討に関わる論文である。この効果は、酸化物に MnS を複合析出させるとさらに向上する。本研究はその一環として、MnS の複合析出におよぼす酸化物の種類と、鋼中の S レベルの影響を実験的に明らかにしたものである。その結果、 $S < 0.001\%$ の極低濃度では、MnS の駆動力が低いので、いずれの酸化物にも析出しにくく、逆に、 $S > 0.01\%$ の高濃度域では駆動力が高く、いずれの酸化物にも析出する。その中間の S レベルでは、Mn-Si 系や Mn-Ti 系の酸化物に析出しやすい。すなわち、サルファイドキャパシティの大きな溶融酸化物が MnS の析出に有利であり、一般的な鋼材の脱酸剤として適していることを示した。また、MnS の平均的な粒径は、数学モデルにより計算した結果とよく一致した。以上のように、本論文は鋼中の析出物生成とその大きさの分布に関する深い洞察を与えるもので、きわめて価値が高いと判断される。今後他のグレードの鋼についても応用可能であると思われる。



渡辺義介記念賞

新日本製鐵(株)室蘭製鐵所副所長 海老原 達郎君

棒線技術の開発と向上

昭和 42 年 3 月東大工学部計数工学科卒業後直ちに富士製鐵(株)に入社し、室蘭製鐵所に於いて棒線技術を担当し、棒鋼工場長、条鋼管理室長、本社条鋼技術部部長代理(開発企画)、室蘭圧延部長、製品技術部長を経て平成 8 年現職となり現在に至る。

この間、棒線技術の発展に多大な貢献をした。主な業績は次の通りである。

1. 特殊鋼棒線の製造技術開発及び新商品の開発:自動車産業の発展および品質要求の多様化の進展に伴った、量産が可能かつ高品質の高級特殊鋼棒線のニーズにいち早く応える製造技術、新製品開発を時代を先取りして推進・具現化し、世の中に安定供給する役割を果たした。
 - (1)加工時の省工程を図る非調質鋼、精密圧延材等の新商品開発、及びそれらの量産化技術開発に貢献した。特に、制御圧延・制御冷却プロセスを駆使したインライン構造用軟質棒鋼・線材、直接焼入れ法によるの各種の線材インライン熱処理材を開発し、世界に先駆けた多くの高機能商品の製品化技術を確立した。
 - (2)軽量化、切削性向上(能率向上)等のニーズに応えるハイテン材(歯車用鋼、PWS、ボルト、高強度ばね鋼等)、三元系快削鋼等をメタラジーと量産化を両立する成分・生産プロセスを実現、特殊鋼棒線技術の進展・向上に貢献した。
2. 省工程を具現化する一貫製造体制の確立:業界に先駆けて量産特殊鋼棒線の CC 化を積極的に推進し、自動車業界への定着を図った。特に、CC 化が困難とされていた低炭鉛快削鋼等の高品質 CC 鋼化による CC 化比率の拡大、高級棒線材の OHB 化推進による分塊省工程材の拡大等の成果を上げた。尚、圧延ラインにおいても、新たな自動化・省力化設備を導入し、高性能性を実現した。



渡辺義介記念賞

川崎製鐵(株)理事・水島製鐵所 管理部長 大西 建男君

薄鋼板製造技術の進歩発展

昭和 43 年京大大学院工学研究科を修了後、川崎製鐵(株)に入社、千葉製鐵所管理部、冷間圧延部を経て、ロスアンゼルス駐在、千葉冷延技術室主査、工程部長、水島製鐵所電磁鋼板部長を歴任し、平成 7 年 7 月水島製鐵所管理部長に就任し現在に至る。

君は、入社以来、卓越した見識と指導力により、主にブリキ原板、自動車用薄鋼板、電磁鋼板等の品質設計、冶金管理、製造技術の進歩発展に多大な功績を上げ、また、鉄鋼生産管理技術向上にも大きく貢献した。この間の主な業績は以下の通りである。

1. 薄鋼板製造技術の開発と新製品開発:ブリキ用原板、電磁鋼板、冷延鋼板が製造可能な多目的連続焼鈍設備の開発、建設、操業に参画するとともに、極低炭素鋼をベースにした素材設計により、バッチ焼鈍材の連続焼鈍化による新製品開発を行った。千葉製鐵所極薄冷延工場の近代化、合理化として、世界最高速(1000 mpm)の連続焼鈍設備の企画、開発、建設を担当し、連続焼鈍〜精整の連続超高速通板技術を確立した。また、極低炭素鋼と連続焼鈍、冷間圧下率の組み合わせによる缶用鋼板のオール CAL 化製造技術を開発した。
2. 電磁鋼板の高品質・高効率製造技術の進歩・発展:1)連続焼鈍による無方向性電磁鋼板及びセミプロセス電磁鋼板製造技術の開発。2)水島製鐵所の最新一貫製造技術及び体制を完成させ、生産性・品質・歩留りの向上、リードタイム短縮、安定操業の確立等による大幅なコストダウン達成を通して、電磁鋼板製造技術の進歩発展に多大の貢献をした。
3. 生産管理技術の向上:ビジコン、パソコン、EWS の有機的結合による販売・生産・物流の一貫生産管理システム技術の構築等により、生産管理技術向上に貢献した。



渡辺義介記念賞

日本鋼管(株)鉄鋼技術センター鉄鋼技術総括部長 小 倉 英 彦 君

製鋼技術の進歩発展

君は昭和 42 年 3 月九大冶金学科修士課程を修了後、NKK へ入社し、製鋼技術開発を担当。福山製鉄所製鋼部長歴任後、エジプト・ディケーラに 2 年間出向、ゼネラルマネージャーとして活躍、平成 6 年より現職に就任している。

君は、入社以来一貫して製鋼部門・企画管理部門の業務に従事し、製鋼技術の進歩発展に多大の貢献をした。その主な業績は次の通りである。

1. 転炉精錬技術の進歩発展：転炉の増産時期に当たり、大量生産技術及びその周辺技術の確立に貢献した。さらに、転炉複合吹錬、ダイナミック制御の実用化、自動吹錬技術等を確立した。また、溶銑予備処理にいち早く取り組み、NRP (NKK 式溶銑予備処理) 法を開発推進し実用化に貢献した。
2. 福山製鉄所の効率的な生産体制の確立：入社以来 24 年間にわたって福山製鉄所の製鋼部と管理部に在籍し、製鉄所の拡大・発展に貢献した。特に、分塊工場の統廃合、製鋼工場の統合再編、CC~HOT の直結化等の生産体制の効率化に尽力した。
3. エジプトの鉄鋼業の発展への貢献：平成 3 年から 2 年間、エジプトアレキサンドリア・ナショナル製鉄所にゼネラルマネージャーとして赴任、全社運営の効率化を図るとともに直接還元炉、電気炉、連続鋳造を始めとする全工程の操業技術改善を推進した。
4. 鉄鋼技術開発統括：本社鉄鋼技術総括部長として鉄鋼技術開発全体を統括し、特に基盤商品及び基盤プロセスの開発改善に力を注ぐとともに、他社との共同技術開発に対しても積極的に取り組んできている。



渡辺義介記念賞

大同特殊鋼(株)鋼材生産技術部主席部員 佐々木 健 君

特殊鋼圧延技術の開発

君は、昭和 42 年慶応大工学部機械工学科卒業後、ただちに大同特殊鋼へ入社。知多工場の圧延第二課長、圧延第一課長、知多工場副工場長を経て、平成 8 年 4 月より鋼材生産技術部主席部員として現在に至っている。

君は、長年にわたり圧延全分野の革新的技術、効率的生産設備の開発、導入に力を注ぎ特に、棒、線の精密圧延技術に関しては、国内をはじめ世界各国への普及、発展に貢献した。

1. 棒鋼、線材圧延における「てきすん」システムの開発：「てきすん」システムは棒鋼、線材において世界ではじめてフリーサイズで寸法公差 ± 0.1 mm の超精密圧延材を多サイクルで圧延する事を可能にした画期的な生産システムで、ユーザーの“欲しいもの”(現在精密圧延生産量月間 10 千 t、サイズ数は従来の 5 倍の約 500 サイズ)を“欲しい時”(従来月間 1~2 サイクルを 4 サイクル)に、“欲しいだけ”(最少受注 2 t) 安定的に供給している。本システムは型替減少、仕掛り品圧縮等原価低減にも寄与している。本システム(圧延法)は昭和 62 年にトータルな精密圧延プロセスとして世界で初めて実用化され、その後広く内外メーカーにも技術供与された。これらは圧延技術の普及発展に貢献大である。
2. 半製品(鋼片)整検における自動ライン設備の開発：特殊鋼の鋼片検査手入れ作業は 3 K 作業の典型であるが、疵検査一疵マップ作成一疵取りの一連の作業を“完全無人ライン化”すべく取組み完成させた。特に疵取作業では工具(砥石)の自動取替を含め完全無人化した。これにより本作業の大幅な生産性向上を達成すると共に作業環境の大幅な改善に寄与した。



渡辺義介記念賞

新日本製鉄(株)名古屋製鉄所副所長 澤 田 靖 士 君

薄板製品一貫製造技術の開発と向上

昭和 42 年 3 月東大冶金学科卒業後、富士製鉄(株)に入社、名古屋製鉄所に於いてめっき技術、品質管理、連続鋳造を担当した後、薄板管理室長、本社表面処理管理室長、名古屋品質管理部長、生産技術部長を経て平成 7 年 6 月現職となり現在に至る。

この間の主な業績は次の通りである。

1. 自動車外板用薄板製品の一貫製造技術の確立：1) 連続焼鈍法による低炭素アルミキルド鋼冷延鋼板を、国内初の車体外板適用化に貢献した。即ち、成分の低窒素化、熱延高温巻取り、過時効焼鈍条件適正化等の一貫製造条件の確立により、連続焼鈍法では従来困難であった耐ストレッチャーストレイン性に優れた鋼板の製造技術を完成した。2) 車体防錆強化要求に対し、国内で初めて鉄-亜鉛合金化溶融めっき鋼板の外板適用化に貢献した。その中心技術は、良好なプレス成形性と優れためっき密着性の両者を満足した新しい連続焼鈍亜鉛めっき用 IF 鋼素材の実用化である。さらに、RH-OB 活用による極低炭素化技術、連鋳浸漬ノズル閉塞防止等による多連鋳製造技術を確立し、防錆鋼板の安定量産製造体制を確立した。3) 車体軽量化ニーズに対し、ハイテン材の外板適用化に貢献した。即ち、適切な強化元素の添加と固溶炭素量の制御により、良好なプレス成形性を備えた焼付硬化型ハイテン材の量産製造条件を確立した。
2. DWI 缶用鋼板の品質向上技術の確立：DWI 缶用鋼板の高品位製造技術確立に貢献した。即ち、鋳造時のモールド内湯流れ及びパウダーの最適化等による介在物減少を図り、従来 100 ppm 程度の製缶不良率を数 ppm にまで激減させた。また、内部欠陥検出器の実用化等により DWI 缶用鋼板の一貫品質保証体制を確立した。



渡辺義介記念賞

住友金属工業(株)総合技術研究所副所長 杉 澤 精 一 君

一貫製鉄所における製品の開発・実用化と品質管理

昭和 39 年東北工科大学金属材料工学科を卒業, 41 年同大学院金属材料工学研究科修士課程を修了, 住友金属工業(株)に入社。中央技術研究所で鋼材の研究に従事した後, 45 年鹿島製鉄所技術部に異動。鋼板新製品の開発実用化と品質管理に係わる業務に従事し製品開発室長, 技術部長を経て, 平成 2 年鉄鋼技術研究所薄板研究部長, 4 年同所副所

長, 現在に至る。

1. 君は一貫製鉄所が生産する多岐にわたる製品の, 開発実用化, 品質の改善, 安定製造に関する業務に従事し, 特に薄鋼板の開発実用化と品質の改善に一貫して注力し, 中でも自動車用薄鋼板の開発実用化と高品質で安価な生産技術の確立に多大な貢献を果たすと共に鉄鋼, 自動車両産業の発展に大きく寄与した。

具体的な製品開発実用化の事例として, 自動車用及びラインパイプ用高張力熱延鋼板の開発, 橋梁及び造船用高張力厚鋼板の開発, ならびに各種高性能高品質の自動車用高張力冷延鋼板及び表面処理鋼板の開発実用化と品質改善, 生産技術の確立に中心的役割を果たした。

2. 君はまた品質管理業務に従事し, 標準基準類の整備, 教育, 品質情報体系の整備システム化, 品質保証機器の開発整備, 各種認定取得等を通じて, 客先要求品質を低コストで生産する一貫品質管理システムを構築し, 一貫製鉄所の高品質安定量産体制の確立に大きく貢献し, 鉄鋼産業の発展に寄与した。



渡辺義介記念賞

日本鋼管(株)鉄鋼技術センター経営スタッフ 生 天 目 優 君

表面処理鋼板製造技術の進歩発展

君は昭和 41 年 3 月東北大応用化学科を卒業後 NKK に入社し, 一貫して表面処理鋼板製造技術開発に従事, 福山製鉄所表面処理鋼板部技術室長, 表面処理鋼板部長, 本社表面処理技術開発部長, タイ・コーティッドスチールシート社副社長を歴任, 平成 9 年より現職に就任している。

君の主な業績は次の通りである。

1. 表面処理鋼板製造技術の進歩:(1)缶用材料分野において, ティンフリースチールの開発に挑戦, 皮膜特性の改善により飲料缶への適用を可能とし表面処理鋼板の用途拡大に貢献した。(2)電気及び溶融合金亜鉛鍍金鋼板の開発に取り組み, 自動車用外板にも適用可能な高品質亜鉛鍍金鋼板の安定製造技術を完成させた。(3)複層型高耐食化成処理鋼板を開発し, 業界での化成処理鋼板の高級化, 多様化の先鞭をつけるとともに, 平成 5 年には高潤滑化成処理鋼板を開発し, 無塗油プレス加工の実現に寄与した。
2. 新世代表面処理鋼板工場の建設と操業:より高品質及び高歩留を目標に, 第 4 EGL, 第 5 EGL, 第 2 CGL, 第 3 CGL, 第 2 TFS などの設備を新設した。これらの新しい工場は, 君がこれまでに蓄積してきた技術を集大成したもので, 理想的な表面処理鋼板工場を実現させたものといえる。
3. 海外技術貢献:タイ・コーティッドスチールシート社の副社長として, 表面処理鋼板の製造及び商品技術開発を推進しタイ国の鉄鋼製造技術発展に貢献した。



渡辺義介記念賞

新日本製鉄(株)技術総括部担当部長 野 瀬 正 照 君

製鉄技術の進歩発展

昭和 44 年 3 月京大大学院冶金学科修士課程を修了後, 直ちに八幡製鉄(株)に入社し, 君津製鉄所に於いて製鉄技術を担当し, 君津生産室長, 本社生産原料計画室長, 君津製鉄部長, 同生産業務部長を経て平成 8 年 7 月現職となり現在に至る。

この間, 製鉄技術の発展に多大な貢献をした。主な業績は次の通りである。

1. 大型高炉における設備技術の改善・発展:5,000 m³ の超大型高炉の建設・改修に従事し, 高炉高生産長寿命化技術, 鑄床作業の省力化技術等の設備技術の改善・発展に多大な貢献をした。即ち, 高炉長寿命化技術に於いて高炉解体調査結果に基づき, 冷却盤高炉の耐火物損耗メカニズム解明による耐スポール性に優れた耐火物の実機適応化及び炉底煉瓦脆化メカニズム解明による耐溶銹浸透性に優れた閉気孔型カーボンレンガの実機適応化等, 他に先駆けた技術を積極的に実用化し, 大型高炉炉命 15 年の基礎を築き上げた。さらに, 出銹孔開孔閉塞, 溶銹滓鍋切替及び樋整備作業の遠隔化, 自動化等の高機能鑄床機器の開発・実機化を通じ, 鑄床作業の極限省力化及び環境の近代化に大きく寄与した。
2. 溶銹予備処理技術の開発:世界に先駆けて, 高炉鑄床での溶銹予備処理技術を開発, 実機化し, 製鋼工程との連携により極低燐鋼製造技術の確立を可能ならしめた。この技術は, 鑄床の樋先端で酸化鉄を添加する簡便な連続的かつ大量に溶銹を予備処理する画期的な方法で, 製鋼工程での処理プロセスと合わせて我が国にとどまらず AIME 等海外でも高く評価され製鉄技術の発展に貢献した。



渡辺義介記念賞

山陽特殊製鋼(株)取締役鋼管製造部長 林 田 晋 君

特殊鋼の製鋼及び鋼管製造技術の進歩発展

君は昭和 39 年熊本大工学部金属工学科を卒業後、直ちに山陽特殊製鋼に入社、54 年製鋼課長、61 年製鋼部次長、平成 2 年精検部長に就任し、4 年鋼管製造部長、7 年取締役鋼管製造部長となり現在に至っている。

この間、特殊鋼製鋼工場の建設計画と操業技術発展に携わり、高品質・高生産性の製鋼操業技術を確立しその普及に貢献した。さらに近年は、当社の継目無鋼管製造の分野においても労働生産性の向上に貢献した。主な業績は次の通りである。

1. 特殊鋼における高生産性電気炉操業技術の開発：昭和 40 年代後半から 60 年代前半にはウルトラハイパワー電気炉の高電力投入溶解技術を開発し 140 t/h の特殊鋼高生産性操業を確立した。これは、単に高電力投入技術に留まらず、ジェットバーナーの開発と排ガス顕熱の回収、炉体の全面水冷パネル化という周辺のハード・ソフト両面における技術開発によるもので、今日の電気炉操業技術の基礎となっている。
2. 超高纯净度鋼溶製技術・連続鑄造技術の開発：昭和 57 年の新製鋼工場建設と起ち上げの後、大型電気炉における EBT・底吹き・ホットヒールの複合操業技術をベースに LF・RH 脱ガスにおける炉外精錬技術と連続鑄造での完全断気鑄造技術の開発を行い、非金属介在物を極限まで減少させた超高纯净度鋼の製造に成功した。
3. 鋼管製造における労働生産性の向上：平成 8 年には当社の鋼管製造において労働生産性を対平成 5 年比で 30% 向上させた。これは、操業技術の改善と作業者の生産に対する意識改革活動を指導した成果である。



渡辺義介記念賞

大阪製鉄(株)常務取締役 樋 口 敏 之 君

製鉄所の操業安定化と生産性向上

昭和 38 年 3 月早大第一理工学部工業経営学科卒業後直ちに富士製鉄(株)に入社、釜石製鉄所に於いて IE、生産技術、大形工場長を経て、本社に転勤し生産技術総括室長から大分製鉄所圧延部長、副所長を歴任。平成 5 年 7 月大阪製鉄(株)に転出し現在に至る。

この間に人と技術のインターフェイスに重点を置き製鉄所の安定操業と生産性向上に寄与した。

1. 釜石製鉄所大形工場の高位安定操業と大幅な生産性向上の達成：メイン品種の鋼矢板の矯正後一次合格率が 50% に達せず生産・コスト・納期の大きな障害となっていた。この課題を圧延と矯正の調整タイミングのずれに着目し、直し易い曲りに造込む発想の転換と現場の仕事を徹底的に数値化して解析することで当時としては国内最高の合格率(80%以上)を達成し業界に大きな影響を及ぼした。
2. 大分製鉄所圧延工場の操業安定化と生産性向上：連熟工場の作業率は長年 88% 程度で推移していた。さらなるコスト改善にはこの作業率の大幅向上が鍵だと皆を説得し、課題を設備メンテ、準備段取り、重点管理品種等、要素毎に解析し、具体的手順を示すことで固定概念を打破し、90~93% と世界でもトップレベルの作業率を達成し、社内はもとより業界にも大きな影響を与えた。
3. 大阪製鉄における圧延工場の作業率向上と品質安定化：本社工場の 3 ミルはいずれも 90% にも満たない低作業率であった。これらを改善すべく非稼働要因を分析し、現場の技術不足、設備メンテ、設備の不具合、工程能力不足等を具体的に数値に挙げて改善目標を示し、また作業率向上を重点管理指標にすることで総力を結集し、旧式ミルのハンデを克服して 90~93% のレベルに安定させ、この不況の中で経常黒字を持続する大きな力となった。



渡辺義介記念賞

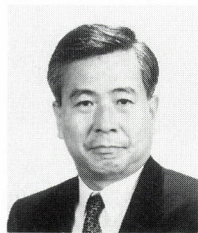
神鋼鋼線工業(株)取締役 PC 事業部副事業部長兼加工製品事業部副事業部長 平 井 洋 治 君

線材条鋼製造技術の発展と向上

君は、昭和 41 年 3 月東工大金属工学科を卒業後、(株)神戸製鋼所に入社、神戸製鉄所の圧延部門を経て 55 年神戸製鉄所第一条鋼課長、平成 2 年神戸製鉄所技術部長、5 年副所長を歴任、8 年退職後、神鋼鋼線工業(株)取締役役に就任し、現在に至る。

君は、神戸製鋼所に入社以来、線材棒鋼の製造技術を始めとし線材条鋼製品の品質工程設計、新鋼種および加工技術の開発等、卓越した企画力、実行力により線材条鋼分野の技術発展に多大の貢献をした。その主な業績は次のとおりである。

1. 神戸製鉄所の圧延部門、および品質設計部門において、ばね鋼、冷間圧造用鋼、各種構造用鋼等の高級鋼において世界 No.1 の品質との評価を得、「線材条鋼の神戸」の名声を確固たるものとし、業界をリードする品質と生産性の向上に多大の貢献をした。
2. 神戸製鉄所の製鋼部門においては、当時の先端技術となった軸受用鋼の転炉〜ブルーム連鑄工程での量産化に成功したのをはじめ、従来、普通鋼の分野でのみ採用されていた小断面ビレット連鑄機に表面内部品質の改善を行うために、Ca 処理技術、精密湯面制御技術、高速鑄型振動技術、鑄型内電磁攪拌技術等を導入し、高級特殊鋼の量産化を達成し、省エネルギー、歩留り向上の面より鉄鋼製造技術の発展に大きく寄与した。
3. 超高強度極細線「サイファー」の開発と量産化を行い、鮎釣糸やゴルフシャフト、スキー板の補強材等のスポーツ、レジャーをはじめ、鉄鋼メーカーとして新たな分野への商品化に成功した。



渡辺義介記念賞

新日本製鉄(株)八幡製鉄所副所長 平 尾 隆 君

冷延・メッキ技術の開発と向上

昭和 44 年 3 月京大大学院精密工学科卒業後直ちに八幡製鉄(株)に入社し、八幡製鉄所に於いて冷延並びにメッキ技術を担当した後、本社生産設備企画室長、八幡製鉄所生産技術部長を経て平成7年6月現職となり現在に至る。

この間、冷延・メッキ技術の発展に多大な貢献をした。主な業績は次の通りである。

1. 冷延製造技術の開発・改善: 冷延の製造において 6 重式冷間圧延機の初の実機化並びに、これによる硬質薄手材の圧延技術を開発・適用し、高能率で形状・板厚精度に優れた製造法を確立した。当技術の確立により、その後の 6 重式冷間圧延機の普及及び、冷延の高能率化・品質向上等、冷延技術の発展に大きく貢献した。
また、この 6 重式冷間圧延機を連続焼鈍設備に適用した自動形状制御技術を実現し、連続焼鈍プロセス技術の確立に寄与した。
2. 高耐食性メッキ鋼板製造技術の開発・改善: 電磁メタルポンプを用いた片面溶融亜鉛メッキ鋼板製造技術の確立、鋼板表面の酸化・還元反応の制御によるステンレス鋼板へのアルミメッキ技術の開発・適用等、高耐食性メッキ鋼板製造技術の発展に寄与すると共に、自動車、建材分野での高耐食性鋼板の実用化に貢献した。
3. 飲料缶用メッキ鋼板製造技術の開発・改善: 溶接性に優れかつ表面の美しい飲料缶用鋼板の実現のため、Ni 下地の極薄 Sn メッキ鋼板の商品化及び、製造技術の確立・改善に力を尽くし、飲料缶用途でのスチール製品の拡大に大きく貢献した。



渡辺義介記念賞

日新製鋼(株)参与・商品技術部長 古 谷 秀 樹 君

めっき・熱延鋼板製造技術の向上発展ならびに自動車部材用鋼板の開発

昭和 40 年山口大工学部機械工学科卒業、同年日新製鋼(株)に入社、本社市場部自動車用鋼材市場課長、堺製造所生産管理部次長、呉製鉄所圧延部長、同生産管理部長、堺製造所生産管理部長を経て、平成 7 年参与に就任し、現在に至る。

君はめっき鋼板、熱延鋼板の生産技術・品質改善技術の向上発展ならびに自動車部材用鋼板の開発・実用化に多大の貢献を成した。おもな業績を以下に示す。

1. ステンレス鋼など難めっき鋼板の製造を可能とするめっき前処理設備を持つ新溶融めっきラインの建設と安定稼働に貢献した。このラインにて、溶融 Al めっきステンレス鋼板の品質・生産技術を確立し、自動車排ガス部材・外装建材用途への本材料のマーケットインを成功させた。
また、世界で初めて工業生産ベースで実用化した真空蒸着 Zn めっき鋼板の品質安定化技術の確立に貢献した。
2. 普通鋼・特殊鋼・ステンレス鋼の多品種を生産する熱延ラインにおいて、DHCR 専用加熱炉の新設、仕上圧延機の増設などの設備導入と操業技術確立を推進するとともに、業界に先駆けて仕上ワークロールへのハイスロール適用技術を確認し、熱延鋼板の生産能率向上と品質向上に貢献した。
3. 昭和 55 年当時の自動車排ガス規制強化に伴うマフラーの腐食問題に対して、ステンレス鋼の適合性にいち早く着目し、適正鋼種の提案を自動車メーカーに積極的に働きかけ、マフラー用途へのステンレス鋼の採用・定着化に先導的役割を果たした。



渡辺義介記念賞

住友金属工業(株)専任部長 森 明 義 君

製鋼技術の発展向上

君は、昭和 40 年 3 月東北大金属工学科を卒業後、4 月住友金属工業(株)に入社、和歌山製鉄所第一製鋼工場長、第三製鋼工場長、製鋼部長、小倉製鉄所製鋼部長、技術管理部長を歴任し、平成5年7月東京本社専任部長に就任し現在に至る。

君は入社以来主として製鋼関係業務に携わり、新設備建設、プロセス改善、操業技術改善に尽力し、精錬技術および連続製造技術の進歩・発展に大きく貢献した。生産管理、技術管理部門も経験、生産性向上、品質向上等にも貢献した。この間の主な業績は以下の通り。

1. 耐 HIC 鋼製造技術の開発: 昭和 45 年以降 SCAT 法(住友金属の取鍋内 Ca 弾投射技術)を用いた Ca による介在物形態制御を行い、耐 HIC 鋼製造技術確立の先鞭をつけた。また、インゴット casting における casting 設計の考え方について、理論的に整理、集大成を行い、鋼塊設計手法を確立した。
2. 高機能高品質連铸技術の確立: 昭和 54 年和歌山製鉄所第二ブルーム連铸機建設に際しては、案画から建設、立上げを担当し、現在の高機能高品質ブルーム連铸技術の基礎を確立し、高級シームレス鋼管材の連铸化を図った。和歌山製鉄所は、他所への半製品供給基地としての役割があり、本ブルーム連铸機の大断面モールド casting 技術等の開発・改善により、型打、車輪等の鍛造品素材の連铸化、さらに太丸・角等の大サイズ素材の連铸化に貢献した。また、 casting ミスト冷却技術の導入等による 9% Ni 鋼の連铸化の先鞭をつける等、高級厚板用素材の連铸化にも貢献した。
3. 条鋼用特殊鋼ブルーム連铸技術の改善: 小倉製鉄所では、軸受鋼を中心とした超清浄鋼の精錬・連铸工程における技術改善、とりわけ二次精錬、連铸工程での介在物浮上促進、低級酸化物除去、二次酸化防止等の技術開発・改善により、コードワイヤー材をはじめとする高級条鋼材の高品質化に貢献した。



渡辺義介記念賞

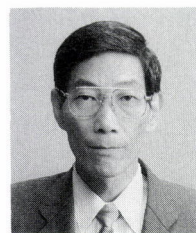
川崎製鉄(株)理事・技術総括部長 山田博右君

普通鋼からステンレスまで広範囲に亘る精錬技術の進歩発展

君は、昭和43年九大工学部冶金学科修士過程を卒業後、川崎製鉄(株)に入社し、56年水島製鉄所第1製鋼課長、59年千葉製鉄所第3製鋼課長、62年企画部主査、平成6年企画部長を経て、8年技術総括部長に就任し現在に至る。

君は、永年に亘る先駆的技術開発により鋼の精錬プロセスを革新し高品質・大量生産技術を確立した。また、高度な製鋼技術と卓越した洞察力により千葉製鉄所リフレッシュ工事に貢献した。

1. 精錬技術の確立：転炉の全自動吹錬技術の確立、上底吹き転炉の開発とその操業技術の確立、大量溶銑予備処理技術の確立などに貢献した。また、半還元ペレットを用いたCr・鉍石の溶融還元法の開発に成功し、普通鋼からステンレスまで広範囲に亘る精錬技術の進歩発展に寄与した。
2. 千葉製鉄所のリフレッシュ工事への貢献：第4製鋼工場、第3熱延工場の建設工事を計画段階より推進した。基本計画の策定より革新的な新技術の導入を実行し、高品質・高生産性の千葉製鉄所の実現に多大な貢献をした。



西山記念賞

川崎製鉄(株)技術研究所製鉄研究部門長 板谷宏君

シャフト炉型製錬プロセスに関する基礎的研究と工業化技術の開発

昭和42年3月東工大理工学部金属工学科を卒業、49年3月同大学院博士課程修了後ただちに川崎製鉄(株)入社、技術研究所製鉄研究室配属。以来、製鉄分野を中心に新技術、新プロセスの開発に従事。平成4年製鉄研究室長を経て、8年10月製鉄研究部門長、現在に至る。

君はダスト製錬炉、高炉、フェロマンガ製錬炉などのシャフト炉型製錬プロセスの研究開発に従事し、以下の業績を上げた。

1. シャフト炉型溶融還元法による粉状原料製錬プロセスの開発：粉状原料を塊状化せずに直接製錬できる2段羽口式コークス充填層型溶融還元法の開発に従事し、各種鉍石やダストなどの粉状原料を用いた基礎実験、パイロットプラント実験により原料を全て羽口から吹き込み銑鉄や合金鉄を製造するという独創的なプロセスの原理を実証し、スケールアップなどの基本技術を確認した。この原理をステンレス鋼製錬時に発生するダストや圧延スラジの再資源化処理に適用し、世界に類を見ない2段羽口式ダスト製錬プロセスを実機化した。また、粉状原料の予備還元技術の開発も行ない微粉の鉍石をも処理できる循環流動層での還元挙動、粒子の運動状態を定量化し、スケールアップ技術も確立している。
2. 高炉型製錬炉の装入物分布制御技術の開発：高炉などの炉頂から原燃料を装入する堅型製錬炉における半径方向分布制御の重要性に着目し、垂直ゾンデにより操業中高炉の炉内反応を明らかにすると共にセンサー情報と操業条件とから炉内状態の2次元分布を推定する数学モデルを開発し、高炉の操業診断技術、安定操業技術の確立に貢献した。また、我が国初のフェロマンガ堅型製錬炉の開発においても炉頂装入装置の原料分配特性の定量化と分布制御に注力し、世界最高水準のマンガ歩留まりを達成する操業技術の確立に貢献した。



西山記念賞

東北大学素材工学研究所助教授 井上亮君

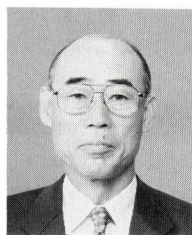
鉄鋼精錬に関する熱力学的研究

君は昭和50年東北大工学部金属工学科卒業、52年同大学院工学研究科修士課程修了、同年4月同大選銑製錬研究所助手、60年2月工学博士、平成4年5月同所助教授、4年7月東北大素材工学研究所助教授、現在に至る。

君は鉄鋼精錬・凝固に有益な熱力学的基礎研究を行い、以下の業績を得ている。

1. 溶銑予備処理用フラックスの反応特性：ソーダ系および石灰系フラックスによる溶銑の脱P、脱S挙動を調べ、これらフラックスと溶銑間のP、S、Mnの平衡分配比を求めると共に、反応界面での酸素ポテンシャルがソーダ系と石灰系フラックスとで大きく異なることを示した。
2. 転炉スラジの熱力学：溶鋼と転炉スラジ間でP、S、Mn、Vの分配比を求め、実操業に有益なスラジ組成依存性の経験式を示した。
3. フラックスによる溶鋼脱炭：Al、Siを含む溶鋼と各種フラックス間で窒素の分配平衡値を求め、この分野での先駆的役割を果たした。
4. ムライト固体電解質によるAl、Siセンサーの開発：ムライトによる固体電解質が、溶鉄中の酸素活量にかかわらずAl、Si活量に対応した起電力値を示すことを明らかにし、Fe-Ni、Fe-Si合金の熱力学諸値の測定に応用した。
5. 鋼中二次介在物の形態と組成制御：溶鋼の凝固時に析出する二次介在物を化学的に抽出し、その形態の変化を溶鋼の過飽和度により論じると共に、組成変化を凝固における液相内溶質元素濃縮の観点から考察した。

以上、君は綿密に企画された精密な平衡実験を基に、精錬・凝固の重要な未解決問題を解明する基礎となる熱力学的研究で大きな成果を挙げ、製鋼技術への貢献は高く評価される。



西山記念賞

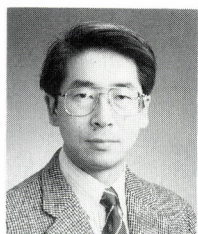
日本鋼管(株)総合材料技術研究所副所長 大北 智 良 君

鋼の熱間変形挙動の解明とオンライン組織制御による各種熱延鋼板の開発

君は昭和 47 年 3 月九大大学院工学研究科修士課程修了後、直ちに NKK に入社し技術研究所鋼材研究室に勤務、鋼材第一研究室主任部員、薄板研究室長を歴任、平成 8 年 7 月現職に就任し現在に至る。平成 3 年九大より工学博士を授与される。

この間、君は一貫して鋼の熱間変形挙動の解明と、研究から得られた基礎的知見を実用鋼の材質制御に反映させることに取り組み、学術面のみならず鋼板製造技術面でも、以下に略記する多大な貢献を果たした。

1. 軟鋼から低合金高張力鋼およびステンレス鋼にいたる広範な鋼のオーステナイト域での熱間変形強度に及ぼす金属組織学的因子の影響について解明し、厚中板における制御圧延 (CR) 技術の基礎を確立すると共に、更に CR 後の加速冷却による鋼板の強化メカニズムについて、変態組織の定量観察により解明した。
2. 動的回復挙動を呈するフェライト鋼の高温変形挙動に一早く着目し、1.8% Al 鋼を用いた高温変形時の温度、歪速度、変形応力の定量的関係から、フェライト状態の高温変形現象をオーステナイトとの積層欠陥エネルギーの差から明快な説明を行い、鋼の高温変形分野の進歩に貢献した。
3. 熱間加工工程での組織制御に関する基礎的知見を熱延鋼板の分野に適用し、オンライン組織制御による高加工性二相組織熱延鋼板および TRIP 型熱延鋼板、さらには高伸びフランジ性熱延鋼板やホイール用熱延鋼板を開発。また Fe-Ni 系合金極薄鋼板等、各種の特長ある熱延鋼板およびそれを素材とした高機能薄鋼板の開発に多大な貢献をした。



西山記念賞

東北大学学際科学研究センター助教授 大 谷 博 司 君

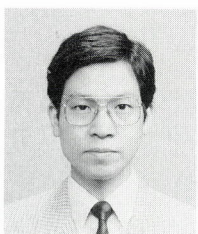
計算熱力学を用いた鉄鋼材料の組織制御に関する研究

昭和 60 年 3 月東北大学大学院工学研究科金属材料工学専攻博士課程修了 (工学博士) 後同年 4 月東北大学工学部助手、平成 8 年 1 月同学際科学研究センター助教授となり現在に至る。その間、平成元年に日瑞基金派遣研究員として王立工科大学に滞在。

君のこれまでの主な研究業績をまとめると以下ようになる。

1. マイクロアロイング鋼の基本系である Fe-X-C-N 系 (X: Ti, V, Nb, B, P, S) の状態図を解析し、これまで知られていなかった複合炭窒化物の相分離現象を熱力学的見地から予測し、実験により証明するなど基礎的かつ重要な知見を得た。
2. Ni, Cr, Mn, Si など 10 以上の主要添加元素より構成される実用ステンレス鋼の複雑な相平衡を解析し、従来シェフラーの組織図などにより半経験的に行われてきた合金設計が、熱力学的手法によりきわめて精度良く遂行できることを実証した。
3. 凝固の際に鋼中に形成される MnS の形態、および Al, Si, C, Ti などの添加元素による形態の変化を組織学的に調査し、それらの形態変化が核生成サイトの有無による安定および準安定平衡状態図から説明できることを明らかにした。
4. 鉄系スクラップの処理上大きな問題となっている残留 Cu による表面底の生成が、主として添加元素による固体鉄への Cu の固溶度の変化により支配されることを実験と解析の両面から明らかにし、その変化を予測する一般式を導出した。

以上のように、君はこれまでに計算熱力学の手法を駆使して、鉄鋼材料の組織制御の基礎となる状態図の熱力学的解析に関して多大の業績を挙げている。



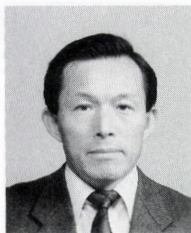
西山記念賞

東京工業大学総合理工学研究科材料科学専攻助教授 梶 原 正 憲 君

Fe 基および Ni 基多元系合金の相安定および拡散律速型組織変化

昭和 58 年 3 月に東工大金属工学専攻博士後期課程を修了し工学博士の学位を取得した後、直ちに同大金属工学科教育職技官に就任し、60 年 7 月に同学科助手に、また平成 4 年 7 月には同大総合理工学研究科材料科学専攻助教授に昇任している。

君は、原子力による直接製鉄などを想定した多目的高温ガス炉の中間熱交換器用 Ni 基超耐熱合金の開発に関連して、Ni-Cr-W 系、Ni-Cr-W-C 系、Ni-Cr-W-Mo 系および Ni-Cr-Nb 系合金の平衡状態図を 1000~1300℃ の温度範囲において相平衡の立場より実験的に決定し同実験結果に基づき熱力学的平衡条件を用いた計算により広い温度範囲における状態図を構成することにより、合金設計に必要な基礎的知見を提供している。また、多元系合金における複相固相反応の一般的な特徴を明らかにするために、二相ステンレス鋼の基本系である Fe-Cr-Ni 三元系をモデル系として選定し γ 相中への α 相の溶解挙動を速度論的な立場から実験および数値解析法により検討している。その結果、多元系合金における複相固相反応では二元系合金の同反応に対する特徴のほとんどが成立しないことを結論づけている。また、高窒素ステンレス鋼の開発に関連して、人工多層膜分光素子 (LDE) を用いた X 線マイクロアナライザーにより、オーステナイト鋼中の 0.5 mass% 程度の固溶窒素を検量線法により 0.02 mass% の精度で定量し窒素濃度 5~12 mass% の窒化物の金属成分を含む合金組成を ZAF 補正法により定量できる状態分析の手法を確立している。君は、このように一貫して相平衡および速度論の立場より Fe 基および Ni 基多元系合金の相安定性および拡散律速型組織変化に関する系統的な研究を行っており、その成果は世界的にも高く評価されている。



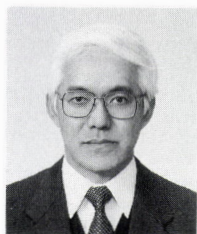
西山記念賞

名古屋大学工学部助教授 桑原 守君

材料製造プロセスの数学的モデルに関する研究

昭和44年3月名古屋大学大学院工学研究科金属及び鉄鋼工学専攻課程修了、直ちに工学部助手に就任。平成4年6月から5年5月California大学Berkeley校客員特別博士研究員、8年10月名大助教授に就任、現在に至る。

君はかつて、冶金反応工学の創始者とも称すべき鞭厳教授のもとで世界的に著名な「高炉の鞭モデル」を陰で支え続けた功績者である。その後も、高炉の大型化、生産性向上、低燃料比、計装・計測技術の急速な進歩に応じた「鞭モデル」の発展に大いに寄与したことは世界の研究者、技術者が等しく認めるところである。君の高炉内の複雑な多相間輸送現象と反応メカニズムに関する的確かつ明解な理論の展開、それを基にした数学的モデルの組み立てと数値計算の精緻さなど、これらは高く評価されている。また、高炉内反応部会等の各種の研究會や鉄鋼工学セミナーでも顕著な研究、啓蒙活動に寄与してきた。最近では、君の研究対象は製鉄プロセスに止まらず、各種の革新的な材料製造プロセスの開発のためにその数値解析技術を生かしつつある。凝固過程における、融液流れを熱溶質対流の観点から解析して凝固の欠陥防止法を提案したり、活性または高融点材料の処理法として着目されているコールドクルーシブルを対象に非接触連铸の操作条件を明らかにするなどの成果を鉄と鋼等の雑誌に公表している。さらには、無機化合物の燃焼合成法のプロセスモデルを開発したり、鉄鋼協会で開設した材料超音波波rocessing研究会を通じて超音波外力を利用した新規な材料波rocessingの可能性を提案しつつある。



西山記念賞

(株)神戸製鋼所技術開発本部プロセス技術研究所研究首席 小西 正躬君

製鉄プロセスにおける計測制御技術の高度化と知能化に関する研究開発

君は、昭和44年京大大学院工学研究科修士課程数理工学専攻を修了後、(株)神戸製鋼所に入社、中央研究所配属。浅田研究所システム制御研究室長、電子技術研究所副所長を歴任。平成6年よりプロセス技術研究所研究首席。昭和52年京大工学博士。

君は、長年にわたり鉄鋼製品の品質向上、生産性向上や物流改善のためのシステム制御技術の開発に従事し、鉄鋼プロセスの計測制御技術や生産計画システムおよびAI（人工知能）応用に関する広範囲の研究開発により、これら技術の高度化と知能化を推進した。

1. 計測制御技術の高度化：(1)最適制御理論を応用した厚板・熱冷延のミルセッティング、ロール偏心制御などの寸法制御技術を開発実用化し、圧延製品の寸法精度向上と生産性向上に貢献した。
- (2)システム最適化法を応用したスラブ充当計画、CAL コイル投入順編成などの生産計画技術や、原料ヤードの置き場・払い出し計画、溶銑・溶鋼物流計画などの物流スケジューリング方法を開発し生産リードタイムの短縮と物流コストの低減に貢献した。
- (3)高炉耐火物の侵食診断に関し、2重シース多対構造熱電対センサと侵食診断用信号処理アルゴリズムを考案し、高炉の炉体・炉底耐火物侵食の定量的診断を可能にした。
2. 計測制御技術の知能化：操業者の経験知識をモデル化し活用するAI技術に先駆的に取り組み、ニューロ・ファジィ・エキスパートシステム技術による高炉熱制御や圧延品質工程設計を実用化した。



西山記念賞

住友金属工業(株)総合技術研究所上席研究主幹 小林 純夫君

凝固プロセスに関する研究開発

昭和41年3月、東大工学部電気工学科を卒業、直ちに住友金属工業(株)に入社。応用物理研究室長、半導体研究部次長、基礎研究部長、電子部品研究部長等を経て、平成6年10月上席研究主幹、現在に至る。昭和60年、東大で工学博士。

君は、この間、鋼および半導体シリコンの凝固プロセスに関連した研究を基礎と応用の両面から行い、以下の業績を挙げた。

1. 鋼のミクロ偏析に関する理論研究を行い、1) 固相中の溶質拡散を考慮した凝固時溶質再分配モデルの厳密解を初めて導くとともに、2) 厳密解を基礎に置く偏析を考慮した凝固解析モデルを開発し、鋼の凝固過程の正確な予測を可能にした。3) さらに、凝固過程における鋼の機械的性質を固相率の観点から整理し、内部割れ防止の基礎データを得た。これらの結果は、適切な連続铸造条件の設定や連続铸造機的设计を可能にし、連続铸造の生産性向上や連続铸造鋼の品質向上に寄与した。
2. 連続铸造鋼の電磁攪拌技術の開発研究を行い、1) 電磁攪拌による等軸晶の生成が固液界面のせん断弾力に主に依存すること、および負偏析層の生成が乱流拡散によることを明らかにした。2) これらの結果に基づき、攪拌効果の高い静磁場通電方式電磁攪拌法および鋳型内電磁攪拌法を考案、開発・実用化することによって、連続铸造鋼の品質向上に寄与した。静磁場通電方式は、溶融金属に対する直流電磁場利用の先駆となるものである。
3. 凝固解析手法を半導体シリコンの結晶引上法に適用し、マクロ偏析軽減効果および主要な不純物である酸素濃度制御効果の優れた二層引上法を考案・実用化した。



西山記念賞

早稲田大学理工学部材料工学科教授 齊藤 良行 君

構造材料の組織予測に関する研究

君は昭和49年3月東大大学院理学系研究科修士課程（相関理化学専攻）を修了後、直ちに川崎製鉄に入社、技術研究所において鋼材の組織制御に関する研究を行った。同社主任研究員を経て、平成7年4月早大理工学部材料工学科教授となり、現在に至る。

君は平成7年3月まで川崎製鉄において構造用鋼の組織と材質、特に組織の予測に関する研究を行ってきた。主たる業績として鋼材の材質予測モデルおよび変形抵抗予測モデルの開発、モンテカルロ法の鋼材および超合金の組織予測への適用が挙げられる。

特に、他に先がけて組織形成過程の数式モデルに取り組み、熱力学と相変態理論に基づく材質予測モデルを開発した。開発したモデルを加工熱処理材の強度、靱性予測に適用し大きな成功をおさめるとともに、それ以後鉄鋼材料分野で精力的に開発が行われた材質予測モデルの基本的な考え方を確立した。またこれと並行して材質予測モデルを現場で使用するため組織変化を考慮した変形抵抗予測式を開発した。そして鋼材の加工熱処理に材質予測技術を活用し、溶接性の優れた高張力高靱性鋼板開発の効率化に貢献した。

また鋼材の組織の時空間的な分布を予測するためにモンテカルロ法を鉄鋼材料に初めて適用し、結晶粒成長、相変態における組織分布の予測に成功した。特に粒界エネルギーの異方性が組織分布に及ぼす影響について定量的な評価を初めて明らかにした。さらにケンブリッジ大学における日英共同研究において、これまで2元合金のみで可能であった原子配列の時空間変化の予測を、多元合金にまで拡張し、Ni基超合金の組織予測技術を確立し、共同研究の成功に大きく貢献した。



西山記念賞

東京大学大学院工学系研究科助教授 月橋 文孝 君

鉄鋼製錬反応の物理化学に関する研究

昭和57年3月東大大学院工学系研究科金属工学専門課程博士課程を修了（工学博士）し、同年4月東京大学工学部金属工学科助手、61年10月講師、63年1月助教授となった。59年8月より2年間、米国Carnegie Mellon大学に滞在した。

君は一貫して高温での金属製錬反応に関する研究を行っており、特に、溶融酸化鉄の還元反応および溶鉄中への窒素の溶解反応の速度論的研究、溶融鉄合金—スラグ間の種々の元素の反応の熱力学の分野で、鉄鋼製錬に関する基礎的知見を多数得ている。溶融酸化鉄の還元反応の速度論的研究では、溶融還元炉内で起こる溶融酸化鉄の還元反応に着目し、物質移動の抵抗を小さくして真の化学反応速度を測定しており卓越した研究である。溶鉄中への窒素の溶解反応の速度論的研究では、同位体の交換反応を利用して窒素の溶解反応の化学反応速度を測定した。スラグ中種々の元素の熱力学に関する研究では、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系、 $\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{SiO}_2$ 系、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{BaO}-\text{BaF}_2$ 系などのスラグと溶融鉄間のりん、マンガ、バナジウム、ニオブ、アンチモンなどの平衡分配比を測定し、また窒素の溶解度を測定し、フラックスを製錬反応に使用する際の実用上の指針を示した。また、りん酸カルシウム、フルオロアパタイトなどの生成自由エネルギー、トランプエレメントの活量係数、カルシウム—ハライド系フラックスの活量などの基礎熱力学データを測定した。これらの結果から、鉄鋼製錬反応の熱力学的な考察を行い、多大な成果を挙げている。



西山記念賞

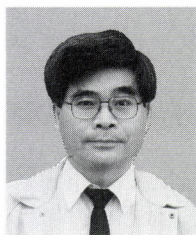
住友金属工業(株)厚板技術部長 橋本 保君

厚鋼板の制御圧延による強靱化に関する研究と新製品開発

昭和44年九州工大金属工学専攻修士課程を修了し、住友金属工業(株)に入社。中央技術研究所にて制御圧延鋼の研究に従事。その後、鋼管・鋼材研究部長、企画調査室長を経て、平成6年6月厚板技術部長。この間昭和55年京大にて工学博士号を取得。

君は一環して、厚鋼板の制御圧延・TMCPの研究開発に従事し、強靱化機構解明、プロセス開発および寒冷地ラインパイプ用鋼、溶接構造用鋼新製品開発に多大の貢献をした。

1. 制御圧延鋼の強靱化機構に関する研究：加工 γ 粒からの α 変態挙動の研究に注力し、未再結晶 γ 粒からの歪促進変態による微細 α 粒の生成機構を提唱。その他、 $\gamma+\alpha$ 二相域圧延の回復・再結晶挙動と強靱性、低温 γ 域強加工による α とベイナイト/マルテンサイト等への二相分離型変態の促進挙動等、加工歪に着目した強靱化因子の研究に成果を挙げた。
2. 厚鋼板のプロセスメタラジীর研究とプロセス開発：二回加熱・二回圧延法による均一細粒厚鋼板の製造技術を確立し、その後のTMCP鋼開発の先駆的役割を果たした。さらに、加速冷却法、直接焼入法、直送圧延法のプロセスメタラジীর追求およびV、Nb、Tiの複合析出の研究、コンピュータメタラジীরによる材質予測技術等を開発し、低コスト化と新製品開発の要素技術として多大の貢献をした。
3. 厚鋼板・ラインパイプ用鋼板の新製品開発：上記研究開発を通じて、北海、ソ連、アラスカ向のX65～X100級寒冷地向高強度高靱性ラインパイプ用鋼板を開発し世界中に供された。また、造船用、低温タンク用等の溶接構造用厚鋼板の分野で、これまでノルマ鋼の範疇であった領域をTMCP鋼として代替に成功し、溶接性に優れた高靱性厚板新製品を開発した。



西山記念賞

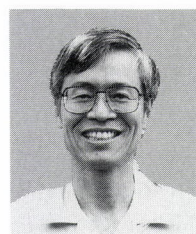
新日本製鉄(株)技術開発本部大分技術研究部長・主幹研究員 間 潤 秀 里 君

厚鋼板の高生産性製造技術の開発と新機能厚板の研究

昭和 46 年東大大学院冶金学修士課程修了後、新日本製鉄(株)入社、名古屋製鉄所に配属。米国留学、名古屋製鉄所、本社、大分製鉄所、鉄鋼研究所にて薄板の品質企画及び厚板の圧延技術・品質管理・研究開発業務に従事。平成 8 年大分技術部長に就任、現在に至る。

君は厚鋼板の開発及び新機能厚板の研究に多面的に従事して、以下の業績を挙げた。

1. 厚鋼板の高生産性製造技術の研究開発：偏析部又は樹間に存在するザク疵を圧着する高形状比圧延の研究によって鍛造プロセスを省略した鋼塊材で 300 mm 厚迄の極厚厚板、連铸材で 160 mm 厚迄の厚鋼板製造技術を確立した。また、微量成分の作用を解明し内部品質に優れ、生産性の高い TMCP 鋼を開発した。
2. 新機能厚板の研究と実用化：高靱性制振合金・LNG 焚き煙突用耐食鋼・表層超細粒鋼・MA フリー大入熱溶接用鋼等の新機能厚板の研究を企画し、三方向性 TM 鋼板や新タイプの低温用鋼等を開発した。
3. その他の業績：(1)Solute Interaction 面から固溶 Al の変態組織と不純物の粒界偏析に及ぼす影響を研究し、低温靱性に優れた原子炉圧力容器用鋼や耐水素脆性に優れた潜水艦用鋼を開発した。
- (2)熱力学的データを用いず炭化物の標準生成エネルギーが酸素濃淡電池の起電力だけから求められる事を提案し、極めて精度良く測定した Cr_3C_2 の ΔG 及び ΔH 値を提供した。
- (3)連焼製薄板製造に直行思想と高纯净鋼導入を提案、今日の IF 鋼研究の先駆けとした。



西山記念賞

日本鋼管(株)技術開発本部技術企画部企画担当経営スタッフ 三 原 豊 君

鋼管、形鋼の圧延、成形技術ならびに加熱、冷却技術の開発

君は昭和 45 年 3 月京大工学部修士課程を修了後、直ちに NKK に入社し技術研究所圧延加工研究室に勤務、英国ケンブリッジ大学留学を経て、圧延加工研究室長、京浜研究所長薄板プロセス研究室長を歴任、平成 8 年現職に就任し現在に至る。昭和 61 年名大より工学博士を授与される。

この間、君は以下に示す代表的研究によって、鋼管、形鋼の圧延、成形技術の開発並びにそれらの加熱、冷却技術の開発に貢献している。

1. 圧延 H 形鋼の残留応力低減技術：熱間圧延 H 形鋼の冷却過程での残留応力発生機構を理論的に明らかにし、残留応力を抑制する加熱、冷却制御法を開発した。
2. 大型 U 形鋼のロール成形技術：橋梁鋼床板の補剛材に使用される U リブの成形時の変形解析を行うとともに、高能率、高精度製造が可能なローラダイ成形法を実用化した。
3. 継目無鋼管の高精度圧延および直接焼入れ技術：中径継目無鋼管の熱間マンネスマン穿孔、エロンゲータ、マンドレル圧延における管の変形に関する理論・実験的研究を通じて多くの学術的知見を見出すとともに、高寸法精度圧延技術を完成した。また圧延プロセス全体を通じての温度予測法の確立とともに、直接焼入れ技術を実用化した。さらに小径継目無鋼管の寸法精度向上の観点から、レデュース圧延における管内面の角張り発生機構を解明し、圧延条件の最適化を図り高精度厚肉管の製造技術を開発・実用化した。
4. 電縫鋼管の高周波溶接における入熱制御技術：レーザ光切断を用いた溶接ビード形状計測法およびリニアアレイを用いた温度分布計測法の開発とともに、時間遅れのある系に対するフィードバック温度制御技術を実用化した。



西山記念賞

(株)神戸製鋼所加古川製鉄所技術研究センター研究開発企画室長 宮 原 征 行 君

薄鋼板の新製品ならびに加工技術に関する研究開発

昭和 43 年東北大学工学部卒業後(株)神戸製鋼所に入社、中央研究所、加古川製鉄所薄板研究室に配属、58 年薄板開発室主任研究員、試験室長、薄板開発室長、鋼板開発部長、技術研究センター専門部長、研究開発企画担当部長を歴任し、研究開発企画室長となり、現在に至る。

君は鉄鋼材料、とくに自動車用薄鋼板に関して基礎研究から工業化のための応用研究まで広い範囲にわたる研究開発を行ってきた。その主な業績は以下のとおりである。

1. 自動車用高強度薄鋼板の開発ならびに加工技術に関する研究：車体軽量化による自動車の燃費改善を目的とする高強度薄鋼板の自動車部品への適用に関して、曲げ、張出し成形等のそれぞれの材料加工様式に適したミクロ組織のあり方を明確にし、プレス成形性の優れた高強度の熱延および冷延鋼板を開発した。特に連続焼鈍水焼き入れ技術を駆使して、引張強さ 980 N/mm² 以上の冷延鋼板の開発はドアビーム等衝突安全部材の高強度化に大きく貢献した。また、これら製品の実用化に当たって問題となる成形部品の形状凍結性についても材料要因、部品形状、加工条件等の影響を明確にし、残留応力低減の実用化指針を示すなど自動車用高強度薄鋼板の実用化に大きく貢献した。
- さらに、自動車の防錆性の向上対策が進展する中で、自動車車体パネルへの表面処理鋼板の適用に関し、プレス成形時の材料の摺動性に及ぼす表面処理要因、潤滑・工具条件等の影響を広範囲に調査して、車体への表面処理鋼板の実用化の指針を示すとともに、わが国業界で広く利用されている摺動性シミュレーション試験法確立に大きく貢献した。
2. 高強度薄鋼板の製造技術の確立：高強度薄鋼板は低強度材に比べ、熱間・冷間での割れ感受性が高く、難圧延材といわれていたが、精錬・凝固から圧延・焼鈍工程までの最適製造条件を見出し、機械的特性をはじめ、外観・形状のすぐれた製品の生産技術を確立した。



西山記念賞

川崎製鉄(株)技術研究所電磁鋼板研究部門長(部長) 森戸延行君

電磁鋼板、自動車・家電用鋼板の表面処理および非晶質合金薄帯に関する研究

昭和43年3月東北大学工学部金属工学科を卒業、48年3月東北大学院博士課程修了後、川崎製鉄(株)に入社し、電磁鋼板の表面処理に関する研究に従事した。平成5年7月表面処理研究部長を経て、7年7月より電磁鋼板研究部長、現在に至る。

1. 電磁鋼板の表面処理に関する研究: 方向性電磁鋼板の磁気特性および被膜特性を向上させる観点から、1) 3%珪素鋼の脱炭焼鈍時の高温酸化挙動、2) 焼鈍分離剤中添加物によるフォスフェイト被膜形成反応への影響、3) 製品の繰返し加工時の脆化挙動におよぼす鋼中成分と製造条件の影響、および4) 仕上げ焼鈍炉内の雰囲気制御を容易にする設備を研究開発した。無方向性電磁鋼板に関しては、5) 打抜き加工性と溶接性に優れた電気絶縁被膜、および6) 高温焼鈍炉用の耐酸化性に優れた含浸型カーボンロールを開発した。
2. 自動車・家電用鋼板の表面処理に関する研究: 合金化溶融亜鉛めっき鋼板のプレス加工性を向上させる観点から、1) 溶融亜鉛めっき鋼板の合金化挙動、2) 高張力鋼板の鋼中成分の影響、および3) 亜鉛浴中ドロスの形成と流動挙動に係わる研究を行い、良質な合金化溶融亜鉛めっき鋼板を開発した。
3. 非晶質合金薄帯に関する研究: 1) Fe-B-Si系非晶質合金中のボロンが焼鈍雰囲気中の水分によって選択酸化され、表面結晶化と鉄損劣化が生じる現象、および2) 構造緩和での内耗、キュリー点、誘導磁気異方性、剛性率の変化の起源が同じであることを見出した。非晶質合金薄帯を工業的に製造する技術に関して、3) 磁気特性におよぼす合金成分と不純物の影響、4) 広幅薄帯を単ロール法で製造する技術、5) 製造に同期した高速巻取技術を開発した。



三島賞

日本鋼管(株)総合材料技術研究所主席研究員 大内千秋君

鉄鋼及びチタン合金の加工熱処理の基礎研究とその工業化

君は、昭和42年横浜国大工学部工学研究科修士課程(金属工学専攻)修了後、直ちにNKKに入社し技術研究所鋼材研究室に勤務、中央研究所金属研究室長、第一研究部長を歴任し、平成7年現職に至る。昭和61年7月京大より工学博士を授与される。

君は、入社以来一貫して、材質特性を造り込むための技術として、鉄鋼とチタン合金の加工熱処理の研究開発に専念し、工業化のために不可欠な基礎研究で数多くの先駆的な成果を挙げた。また得られた知見をもとに、厚板圧延工程での新しい加工熱処理法を開発し、世界に先駆けたその工業化に多大な寄与をした。代表的な業績は以下のとおりである。

1. 低合金高張力鋼の加工熱処理に関する研究開発: 低合金鋼の高温変形挙動の把握や、微量添加元素の機能の解明、さらには制御圧延時の変形抵抗式の確立などの研究により、TMCP技術の基礎分野の構築に顕著な貢献をした。制御圧延と組み合わせた加速冷却法としてInterrupted Accelerated Cooling法を考案し、材質面から最適冷却条件や強靱化機構を明確化し、本法の工業化に大きな寄与をした。
2. チタン合金での加工熱処理に関する研究開発: 微細組織制御によるチタン合金の特性向上を目指した研究により、Ti-6Al-4V合金での二段熱間圧延法の開発やβ型チタン合金で2000MPaに及ぶ超高強度と高延性を得る新加工熱処理法を考案し、チタン材料の高性能化や製造技術の高度化を達成した。

君はその他、厚板や継目無管ミルでの直接焼入れ法の工業化やTMCPによるステンレス鋼の製造法の開発など多くの研究成果を挙げ、加工熱処理技術の発展に多大な貢献をした。



三島賞

住友金属工業(株)技監兼総合技術研究所所長 大谷泰夫君

鉄鋼材料の強靱性に関する研究と製造技術の開発

昭和38年京大工学部冶金学科卒業後、40年同大学院工学研究科冶金学専攻修了。直ちに住友金属工業(株)に入社。46~47年米国留学、62年鋼管研究部部長、平成2年鉄鋼技術研究所副所長、4年総合研究開発センタ副センタ長兼鉄鋼技術研究所所長、7年現職。

君はこれまで一貫して鉄鋼材料の研究開発に従事してきた。この間、強靱化因子の研究を通して、橋梁、建築、圧力容器等広い分野での利用が拡大されつつある高張力鋼や低温用鋼を始め広く鉄鋼材料の性能向上と製造技術の向上に優れた業績を上げた。

1. 高張力鋼の熱処理組織と強靱性に関する研究: 低温靱性と熱処理組織の対応関係を研究した結果、シャルビー衝撃試験の脆性破面は、「[100]α面を微小な角度で共有する大きさ」の「破面単位」から構成されていることを解明した。これにより各種熱処理組織と低温靱性の関係は、従来の結晶粒の大きさとの対応よりもより定量的かつ直接的に対応づけることが可能となり、熱処理組織制御に対して明確な指針を広く世界に与えた。
2. 高張力鋼の製造プロセスメタラジーに関する研究: 高張力鋼の実製造において、直接焼入れによる強靱化法、連铸材の中心偏析、铸片や鋼塊の熱応力割れと熱間加工性、不純物元素の影響が大きい焼き戻し脆性等、材質因子に起因する研究を行い、安定量産技術と低コスト化技術の確立に寄与した。
3. 高張力鋼新製品の開発: 以上の如く、顕微鏡組織や微量元素と強靱性の関係についての研究は学術的に大きく寄与したのみならず、HT590、HT780、HT950、3.5%Ni鋼、9%Ni鋼等、溶接性と優れた低温靱性を具備する熱処理型の各種高張力鋼及び、高強度輸送用及び油井用鋼管軟空化鋼、高強度機械構造用鋼等、特色ある高張力鋼新製品の開発に多大に貢献した。



三 島 賞

豊橋技術科学大学生産システム工学系教授 小林 俊 郎 君

鋳物の強靱化と靱性評価に関する研究

昭和 37 年北大工学部冶金工学科卒業後、直ちに富士電機製造(株)入社。48 年名大工学部金属学科助教授、57 年 10 月豊橋技科大工学部生産システム工学系教授、現在に至る。

君は鋳物の中でも、特に球状黒鉛鋳鉄を中心に多くの業績をあげている。脆弱といわれる鋳鉄の中で、球状黒鉛鋳鉄は強度と靱性に秀れているが、さらにこれを一層強靱化するため、まずミクロな破壊機構の解明を長年にわたって行ってきた。特に核燃料の貯蔵・運搬容器としてのキャスクに球状黒鉛鋳鉄を適用するに当り、電力中研を中心に組織された委員会でも中心的な役割を果たし、その実用化に貢献した。一方最近注目されているオーステンパ型球状黒鉛鋳鉄 (ADI) についても鋭意研究を進め、ミクロ組織形成機構を明らかにしている。さらに一層強靱化するため、マイクロロイニングと偏析を利用、また特殊な熱処理法としてQB'処理 (オーステナイト域よりの焼入後、 $\alpha+\gamma$ 域よりオーステンパ処理) を新たに開発している。

君は鋳鉄以外にも、13Cr 鋳鋼や Mn 鋼に関しその強靱化について研究しており、特に QLT (焼入後 $\alpha+\gamma$ 域より再焼入後 temper) 処理で著しい靱性改善が可能な事も明らかにしている。また鉄系材料以外にもケージロータ用ダイカスト合金としてAl-Mn系合金を開発し、その高比抵抗を利用し、けい素鋼板の打抜き溝一定で起動トルクの異なるモータ・ロータの製造を可能とし大幅なコストダウンに成功している。

一方、君は鋳物はもちろん、あらゆる材料の靱性を簡便に評価する手法として計装化シャルピー衝撃試験法の改良に長年取り組み、最近では一本の予き裂付試験片の荷重-変位曲線をコンピュータを援用して解析する事から動的破壊靱性を計測する CAI (Computer Aided Instrumented Charpy Impact Testing) システムの開発に成功している。



林 賞

日本鋼管(株)製鉄エンジニアリング技術部主幹 牧 敏 道 君

直流アーク炉の発展への貢献

昭和 48 年京大工学部を卒業し NKK に入社。入社当初から、設計部門に在籍し、計画・設計・開発を担当する。58 年から製鉄プラントの設計を担当し、取り分け、直流アーク炉の開発に注力した。以後現在に至るまで製鉄プラント技術分野を担当している。

三相交流アーク炉は大型化・水冷化、さらにロングアーク操業の採用により技術的に発展し、迅速溶解や電力・電極の原単位低減がなされた。一方、ロングアーク操業は炉内熱負荷の不均等を助長させるため、3 本電極の PCD を小さくしなければならないが、これには物理的な限界があった。これを越えるものとして 1980 年代、直流アーク炉が実用化された。これは、三相交流アーク炉で目指していたロングアークを実現するものであった。NKK は、昭和 63 年トビー工業にて国内初の直流アーク炉を成功裏に稼働させた。当時、直流アーク炉の大型化は難しいと考えられていたようだが、君はトビー工業でのデータをベースに大型化を検討した。①1 本の電極で溶解は十分か？ ②28 インチ電極の許容電流は？ ③電極昇降制御は？ などである。その結果、大型化の可能性を確信し、平成元年、東京製鉄において 130 t 直流アーク炉を建設した。①溶解能力は十分であり、②120 kA での運転は問題なし、③電極昇降は下降速度のアップで問題はなかった。ただ、大電流であるが故に強調されるアークの偏向が生じ、無視できない Hot Spot が発生した。これは、アーク近傍の磁場計算により電極位置をオフセットしたり、炉底導体の配置・形状変更 (垂直磁場を強化するターンコイルの採用) することにより解決した。その結果、大型直流アーク炉は認知された。今では、新設のアーク炉といえば、直流アーク炉ということまでになった。

山 岡 賞

日本鉄鋼協会高温プロセス部会循環性元素分離研究会

鉄スクラップ中のトランプエレメント分離法に関する基礎的検討の共同研究成果

本委員会は鉄鋼協会、金属学会、学術振興会により設立された鉄鋼基礎共同研究会の一部門として、平成 3 年 3 月に発足し、共同研究会が解散した際鉄鋼協会に引き継がれ、平成 8 年 2 月に目的を達成して解散した。委員会委員長は終始、佐野信雄東大教授がつとめた。

鉄鋼スクラップをリサイクル利用することが、環境保全などから求められている。しかし、スクラップ中には鉄よりも卑な元素いわゆるトランプエレメントが存在し、これが鉄鋼スクラップのリサイクルを困難にしている。鉄スクラップからのトランプエレメント除去のための基礎的研究が不足しており、その必要性が痛感されていた。このために大学・国公立研究機関からの研究者 18 名、企業 11 社からの研究者 15 名によって構成される本委員会が設立された。主たる研究内容は、①溶融スクラップの硫化精錬法、②溶融スクラップの蒸発精錬法、③スクラップを溶解しない精錬方法、④電気炉ダストの処理方法、⑤熱力学データの収集、である。

研究者は、本来の鉄鋼精錬研究者だけでなく、非鉄精錬の研究者も含まれている。

これらの研究には、各研究機関により単独でおこなわれた研究会の討論に付されたものと、多くの研究機関による共同研究として行われたものがある。

いずれの研究も大きな成果をあげ、その成果は新製鋼フォーラムを中心に推進されているナショナルプロジェクトに反映されている。これら成果は、「鉄スクラップ中のトランプエレメント分離法に関する基礎的検討」と題する報告書としてまとめられ、現段階での世界最先端の研究レベルが示されている。

山 岡 賞

日本鉄鋼連盟溶融還元研究開発委員会

溶融還元（DIOS）法の開発

昭和 63 年 4 月設立。同年 10 月より、同委員会の下で、各社で要素研究の開始。平成 5 年 10 月日産 500 t/d パイロットプラント試験操業の開始。平成 8 年 6 月研究開発完了に伴い発展的解散。

世界的規模での経済、社会情勢の大規模な変動の中で、新しい時代に対応しうる製鉄法の革新が求められている。その中にあって、上記委員会は、昭和 63 年より 8 年の間通産省資源エネルギー庁の補助金を受け、石炭利用総合センターと共同で溶融還元（DIOS）法の開発に取り組んだ。

その間、昭和 63 年 10 月より川鉄千葉、神鋼加古川、新日鉄堺、住金鹿島、NKK 福山の各所で要素研究に取り組み、その成果に基づき、日産 500 t/d 規模のパイロットプラント（PP）を NKK 京浜製鉄所に建設、平成 5 年 10 月から 8 年 1 月の間 PP 試験操業を実施し、通算操業時間 2,100 時間、通算溶鉄製造量 21,000 t、及び 500 t/d の 3 日間連続操業等、当初目標通りの成果を挙げた。この試験研究結果を基に、平成 8 年 6 月までに、高炉法代替プロセスとしてのフィージビリティ・スタディを実施し、鉄鋼協会講演大会等で発表した。その結果の一例として、日産 6,000 t 規模では、高炉法と比べて設備投資金額で 35%、製造コストで 19%、二酸化炭素排出量で 4~5% 低減可能との評価を得ることができた。本成果は、高い柔軟性と共に、新時代の製鉄法としての要件を満たすもので、現在主流である高炉法にも替わり得る新しいプロセスを展望させる。



里 見 賞

川崎製鉄(株)専門主監 市 田 敏 郎 君

鉄鋼製品の表面処理に関する研究

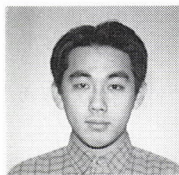
昭和 39 年京大理学部化学科卒業。同年川崎製鉄入社。以来技術研究所にあり珪素鋼研究室、表面処理研究室に在籍。表面処理研究部長、研究企画部長、副所長を経て平成 7 年 7 月専門主監に就任し現在に至る。昭和 48 年京大にて理学博士号を取得。

君は、この間一貫して多岐にわたる鉄鋼製品の表面処理の研究に従事し多大の成果を収めた。

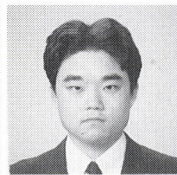
1. 電磁鋼板：高磁束密度方向性珪素鋼の脱炭焼鈍時の表層の酸化挙動と最終焼鈍時の MgO-SiO_2 反応機構を研究して良質なフォーステライト被膜を開発し、さらに低熱膨張性上塗り被膜を開発して製品の磁気特性を大幅に改善した。海外への技術供与も実施された。
2. 缶用鋼板：逆電解法を開発し耐レトルト処理性のよい TFS を、また各種表層改質手法を提案して溶接缶用薄錫めっき鋼板を開発した。さらにぶりきの耐硫化性、TFS の溶接性や色調等製品特性と表面状態との関係を調べて改良に導いた。これらは共に、その後の缶用鋼板の技術開発に重要な指針を与えるものであり、極めて高い評価を得た。
3. 亜鉛系表面処理鋼板：電気合金めっきや Zn-Ni 有機複合被覆鋼板を開発し実用化した。さらに溶融亜鉛めっきの合金化機構を研究して亜鉛浴中 Al 濃度や合金化条件の最適化を図り、上層 Fe-P めっきを導入して自動車外板への適用に貢献した。また家電用表面処理鋼板として、耐指紋性、耐食性、電気伝導性を兼備した塗布型クロメート処理鋼板を開発する一方で、顧客でのプレス時の板温上昇を考慮した樹脂や潤滑剤を選定して無塗油でもプレス成形にすぐれ、作業環境や効率を改善できる薄有機被覆潤滑鋼板を開発し実用化に貢献した。

第5回日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞受賞者（平成9年3月）

本賞は、全国大学材料関係教室協議会加盟の国公立及び市立大学の金属・材料系学科が推薦する人格、学業ともに優秀な当該年度の学部卒業生に贈るものです。賞の授与は各大学において卒業式当日に行われ、賞状と副賞（「奨学賞会員として鉄鋼協会、金属学会の会費3年間免除による会員資格」及び「特製ネクタイピンあるいはスカーフピン」）を贈呈します。



北海道大学工学部
金属工学科
河崎 実 君



室蘭工業大学工学部
材料物性工学科
渡辺 恵 司 君



室蘭工業大学工学部
機械システム工学科
岡崎 学 君



岩手大学工学部
材料物性工学科
朝野和歌子 君



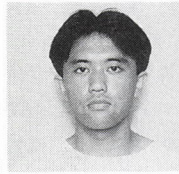
秋田大学鉱山学部
物質工学科
塩田 学 君



秋田大学鉱山学部
資源・素材工学科
佐々木寛充 君



東北大学工学部
金属工学科
斎藤 浩 紀 君



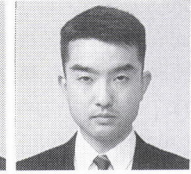
東北大学工学部
材料物性工学科
高野 和 秀 君



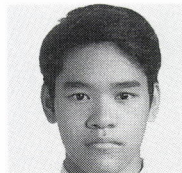
東北大学工学部
材料加工工学科
伊達 正 芳 君



茨城大学工学部
物質工学科
押手 茂 克 君



筑波大学第三学群基礎工学類
物質・分子工学科
白石 敦 朗 君



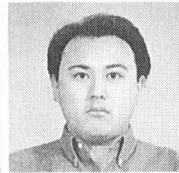
東京大学工学部
金属工学科
Mawin Supradist 君



東京大学工学部
材料工学科
水島 哲 郎 君



東京工業大学工学部
金属工学科
田原 和 典 君



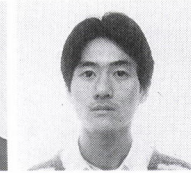
横浜国立大学工学部
生産工学科
長谷川 誠 君



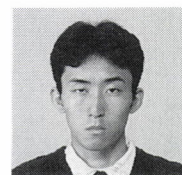
長岡技術科学大学工学部
機械システム工学科
原 昌 宏 君



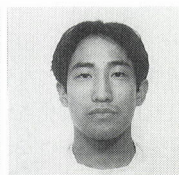
長岡技術科学大学工学部
材料開発工学科
志田 和 恵 君



富山大学工学部
物質工学科
北 賢 二 君



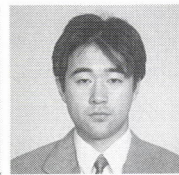
名古屋大学工学部
材料プロセス工学科
河野 亮 君



名古屋大学工学部
材料機能工学科
瀧 真 悟 君



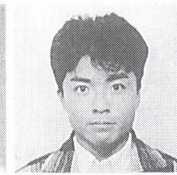
名古屋工業大学工学部
材料工学科
太田 泰 平 君



豊橋技術科学大学工学部
生産システム工学科
高柳 啓 君



京都大学工学部
材料工学科
村上 浩 二 君



京都大学工学部
金属加工工学科
石川 浩 司 君



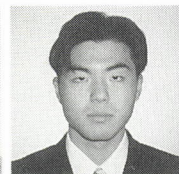
大阪大学工学部
材料開発工学科
岸本 治 夫 君



大阪大学工学部
材料特性工学科
萩原 幸 司 君



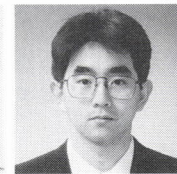
大阪大学基礎工学部
物理物性工学科
脇田 昌 幸 君



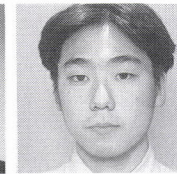
愛媛大学工学部
材料工学科
三谷 剛 司 君



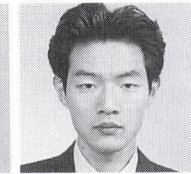
九州大学工学部
材料工学科
河村 哲 雄 君



九州工業大学工学部
物質工学科
越智 慎 哉 君



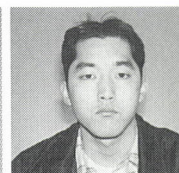
長崎大学工学部
材料工学科
狩野 伸 自 君



熊本大学工学部
材料開発工学科
森 健 太 郎 君



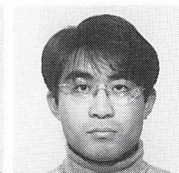
大阪府立大学工学部
材料工学科
山 成 真 市 君



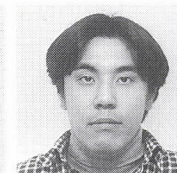
姫路工業大学工学部
材料工学科
勝部 政 弘 君



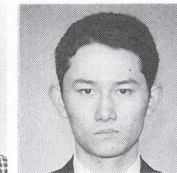
石巻専修大学理工学部
電子材料工学科
菅原 俊 一 君



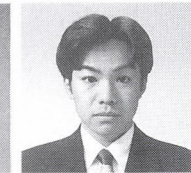
千葉工業大学工学部
金属工学科
田面 隆 弘 君



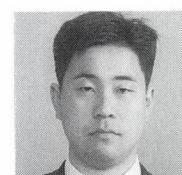
東京理科大学基礎工学部
材料工学科
古橋 徹 二 郎 君



芝浦工業大学工学部
材料工学科
田中 博 君



早稲田大学理工学部
材料工学科
宇山 英 幸 君



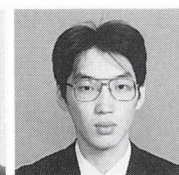
東海大学工学部
金属材料工学科
石橋 重 光 君



金沢工業大学工学部
機械システム工学科
雨池 弘 二 君



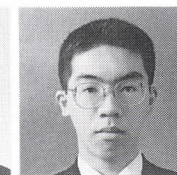
金沢工業大学工学部
機械システム工学科
渡辺 和 樹 君



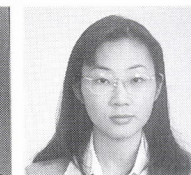
帝京科学大学理工学部
物質工学科
岡部 敦 君



関西大学工学部
材料工学科
渡部 あ ゆ こ 君



近畿大学理工学部
金属工学科
森本 信 太 郎 君



帝京大学理工学部
材料科学工学科
佐藤 宏 美 君

ふらむ Vol.2 No.6 広告目次

表2 住友金属テクノロジー(株) 試験分析サービス	前2 (株)大同分析リサーチ 試験分析サービス 後1 本誌広告目次 丸善(株) 書籍	後2 (財)日本規格協会 書籍 表3 日本ミンコ(株) サンプル・サンブラ 表4 日本アナリスト(株) 各種分析装置
前1 (株)島津製作所 材料試験システム		

本誌広告取扱 **丸善 協会通信社** 〒104 東京都中央区銀座7丁目3番13号
TEL 03(3571)8291・FAX 03(3574)1467

解いてわかる材料工学

I 材料創製プロセス II 材料の組織と強度

日本鉄鋼協会 監修 永田和宏・加藤雅治 編 A5/各本体 2,800円

基礎的事項の解説に続き、例題・演習問題を難易度に応じて分類、配列。I巻では、熱力学、反応速度論、凝固現象を、II巻では、弾塑性力学と破壊、格子欠陥と材料強化法を取り上げている。

材料技術者のための弾塑性力学

木原諄二 著 A5/本体 2,900円

設備診断技術ハンドブック

日本鉄鋼協会 編 B5/本体 9,800円

鉄鋼材料便覧

日本金属学会・日本鉄鋼協会 編 A5/本体 23,000円

コンピュータ 伝熱・凝固解析入門

— 鑄造プロセスへの応用 —

大中逸雄 著 A5/本体 5,200円

鋼の熱処理 改訂5版

日本鉄鋼協会 編 B5/本体 15,000円

金属を知る

西川精一 著 B6/本体 1,300円

丸善

(出版事業部) 〒103 東京都中央区日本橋3-9-2 第二丸善ビル 営業 (03) 3272-0521

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

※価格は税別

JIS '97年版45冊 全62冊

ハンドブック

《1997年版の特色》

- ★鋳工業の各業態別JISを厳選・収録。
- ★新規制定規格と改正規格を網羅した最新のJIS規格集として一層充実。
- ★ISO 9000に基づく品質システム、ISO 14000に基づく環境マネジメントシステム等に関するシステム構築、審査登録に必須のJIS規格を収録した「適合性評価」を新たに刊行。('96年12月発刊)
- ★製造物責任(PL)における重点対応策の一つである製品安全に関するJIS規格と国際規格を収録した「製品安全」を新たに刊行。('96年12月発刊)
- ★利用の便を配慮した“参考・付録”がさらに充実。

0 JIS 総目録 ¥ 4,000	10 * 環境測定 ¥ 9,100	21 安全-96 ¥ 5,922	31 化学分析 ¥ 5,900	41 金属分析 (非鉄編)-96 ¥ 8,447	55 情報処理 (ハードウェア編) ¥ 12,000
1-1 ** 鉄鋼 I 〔用語・検査・試験・特殊用 連鋼・鍛造品・その他〕 ¥ 4,000	11 ** プラスチック ¥ 10,700	22 油圧・ 空気圧 ¥ 6,700	32 ポンプ ¥ 6,000	42 * 電気計測 ¥ 8,200	56 情報処理 (ソフトウェア編) ¥ 9,200
1-2 ** 鉄鋼 II 〔棒・形・板・帯・鋼管・線・二次製品〕 ¥ 4,200	12 石油 ¥ 7,100	23 放射線 (能)-96 ¥ 6,408	33 色彩-96 ¥ 4,854	43 熱処理 ¥ 7,100	57 情報処理 (セキュリティ技術・ データ通信・文書通信編) ¥ 6,800
2 ** 非鉄 ¥ 6,000	13 試薬-96 ¥ 8,155	24-1 建築-95 〔材料編〕 ¥ 6,408	34 * 金属処理 ¥ 6,500	44 ガラス-93 ¥ 4,757	58 情報処理 (用語・符号・データコード編) ¥ 7,100
3 * ねじ ¥ 5,600	14 ** 品質管理 ¥ 5,400	24-2 建築-95 〔試験・設備編〕 ¥ 6,408	35 標準化 ¥ 6,500	45 耐火物-93 ¥ 4,757	59 情報処理 (プログラム言語編) ¥ 13,000
4 * 工具 ¥ 7,800	15 製図 ¥ 5,800	25 生コンク リート-96 ¥ 3,981	36 セラミッ ク ¥ 7,700	46 計測標準-95 ¥ 4,175	60 情報処理 (OSI上位層編) ¥ 9,200
5 ** 機械要素 ¥ 6,700	16 ** 溶接 ¥ 6,500	26 土木 ¥ 7,400	37 FAシステム 〔ロボット・NC・その他〕 ¥ 8,900	47 ボイラ・圧力容器 (試験・検査・法規編)-96 ¥ 7,961	61 非破壊 検査 ¥ 5,900
6 * 配管 ¥ 7,900	17 物流・包装 ¥ 8,600	27 ** 自動車 ¥ 9,200	38 紙・パルプ ¥ 5,000	48 ボイラ・圧力容器 (構造・部品編)-96 ¥ 8,544	62 コンクリート製品 (土木関係) ¥ 5,800
7 * 電気 ¥ 9,300	18 図記号-96 ¥ 5,922	28 * 機械計測 ¥ 5,400	39 光学 ¥ 6,000	53 クリーン ルーム-95 ¥ 4,272	64 適合性評価 ¥ 3,500
8 ** 電子 〔試験方法/ オプトエレクトロニクス編〕 ¥ 9,000	19 ゴム ¥ 7,700	29 * 塗料 ¥ 6,500	40 金属分析 (鉄鋼編)-96 ¥ 7,767	54 繊維-96 ¥ 5,534	65 製品安全 ¥ 3,400
9 ** 電子 〔部品編〕 ¥ 7,600	20 接着 ¥ 6,500	30 工作機械 ¥ 9,400	*□(アミ)のかかった既刊本は1997年版が出ませんので、 続刊として発売中です。 *表記定価には消費税が含まれておりません。 *★★印は英訳版('97年版)刊行予定 ★印は英訳版発売中 *No.49、50、51、52、63は欠番です。		

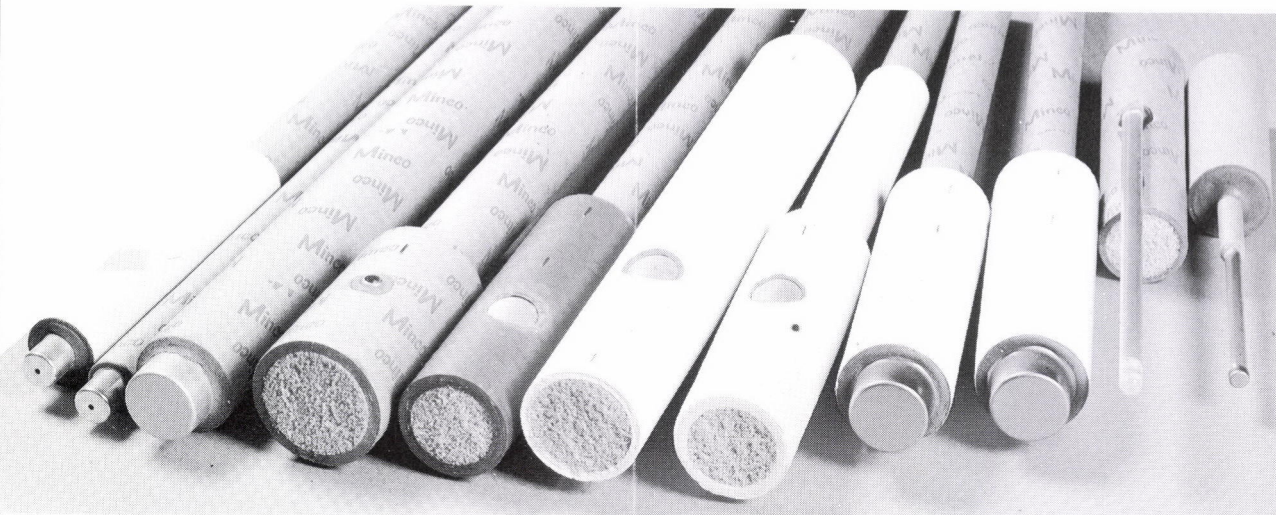
財団法人 日本規格協会

〒107 東京都港区赤坂4丁目1-24
TEL. 03(3583)8002 FAX. 03(3583)0462

Minco ミンコ・熱電対とサンプラー

品質向上のパイオニア

■ ミンコサンプラー (製鋼 製鉄 試料採取用)



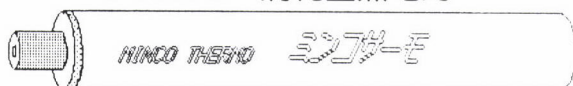
ミンコサンプラーの3つの大きな特徴 信頼性、作業性、安全性。

炉外精錬装置 脱ガス装置 電気炉 レードル タンディッシュ CCモールド
高炉出鉄樋 トピードカー 溶銑予備処理などあらゆる場所から採取できます

■ ミンコサーモ 消耗型熱電対

for IRONS, STEELS, FERROUS ALLOY

PT301型 消耗型熱電対



TYPE R(13%) IPTS 1968

白金・白金ロジウム

■ 標準試料

世界各国各社の製品を取り扱っております。

化学分析用、発光分光分析用、蛍光X線分析用、英国BAS、米国NBS、
BRAMMER、ALPHA、MINCO、カナダALCAN、ドイツBAM、
フランスIRSID、スウェーデンSKF、他 ご用命下さい。

日本ミンコ株式会社

本 社 東京都新宿区西新宿6丁目6番3号
新宿国際ビル新館4階
TEL03(3342)8728 〒160

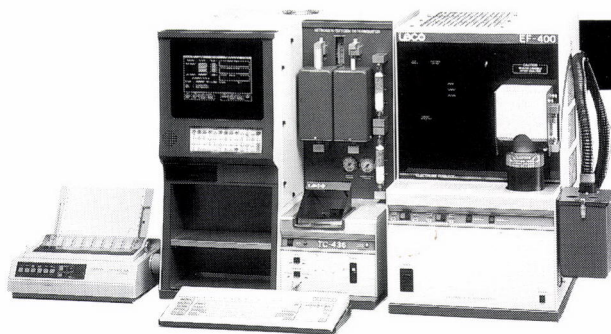
お問い合わせは

営業本部 埼玉県三郷市谷中388番地1
三郷工場 TEL.0489(52)8701~4 〒341
FAX.0489(52)8705

MINCO U.S.A. (WISCONSIN)
MINCO GERMANY (DÜSSELDORF)
MINCO AUSTRALIA (WOLLONGONG)



金属・鉱石・無機物・セラミック中 C・S・O・N・H 分析装置各種



TC-436

酸素窒素同時分析装置

(鉄鋼, 非鉄金属, 電子材料, 炭素繊維等)
(各種セラミックス (Si_3N_4 , AlN , BN , SiC , TiC)
(SiO_2 , $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_{7-y}$ 等))

感 度: 0.1ppm 分析時間: 標準40秒
分析範囲: (1g試料) (50mg試料)
酸素: 0~0.1% 酸素: 0~20%
窒素: 0~0.5% 窒素: 0~45%

電子天秤: プリンター内蔵
オプション: 昇温抽出プログラム

姉妹機

TC-136 O-N分析

TN-414 N分析

RO-416 O分析

TN-114 N分析

CS-444

炭素硫黄同時分析装置

(鉄鋼, 非鉄金属, 特殊合金, 鉱石等)

感 度: 0.1ppm 分析時間: 標準30秒
分析範囲: (1g試料) 炭素: 0~6.0%
硫黄: 0~0.35%

電子天秤, プリンター内蔵

オプション: オートクリーニング

オートローダー, ルツボ空焼器

姉妹機

CS-244 C・S分析

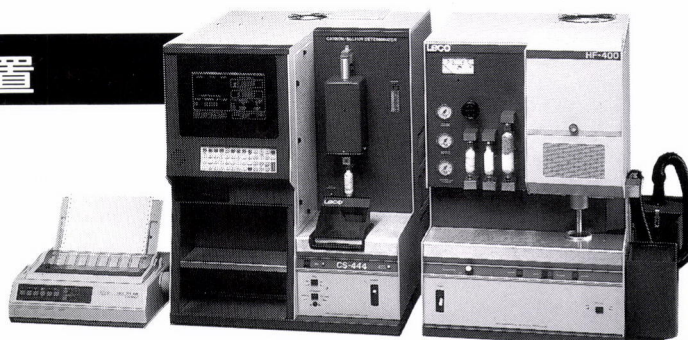
EC-12 C分析

IR-412 C・O分析

IR-432 S分析

WR-112 C分析

IR-232 S分析



RH-404

水素分析装置

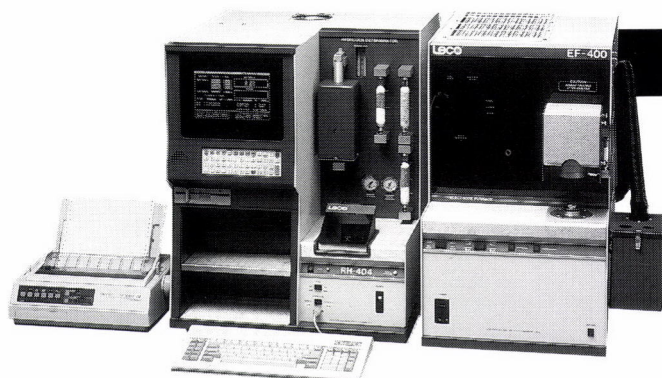
(鉄鋼, 銅, チタン等)

感 度: 0.01ppm 分析時間: 通常80秒
分析範囲: 0.3~250ppm (試料1gの場合)

姉妹機

RH-402 水素分析

DH-103 水素分析



常設展示中

分析方法その他
御相談承ります。



日本総代理店

LECO CORPORATION
U.S.A.

日本アナリスト株式会社



ISO-9002

No. FM 24045

(BSI - British Standards Institute)

本 社 〒141 東京都品川区西五反田 3 - 9 - 23

☎(03)3493-7281代 FAX(03)5496-7935

大阪支店 〒560 大阪府豊中市岡上の町 2 - 6 - 7

☎(06)849-7466 FAX(06)842-2260

九州営業所 〒804 北九州市戸畑区汐井町1-1(戸畑ステーションビル)

☎(093)884-0309 FAX(093)873-1190