

ふえらむ

Vol.3 No.6 1998

(社)日本鉄鋼協会会報

Bulletin of

The Iron and Steel

Institute of Japan



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

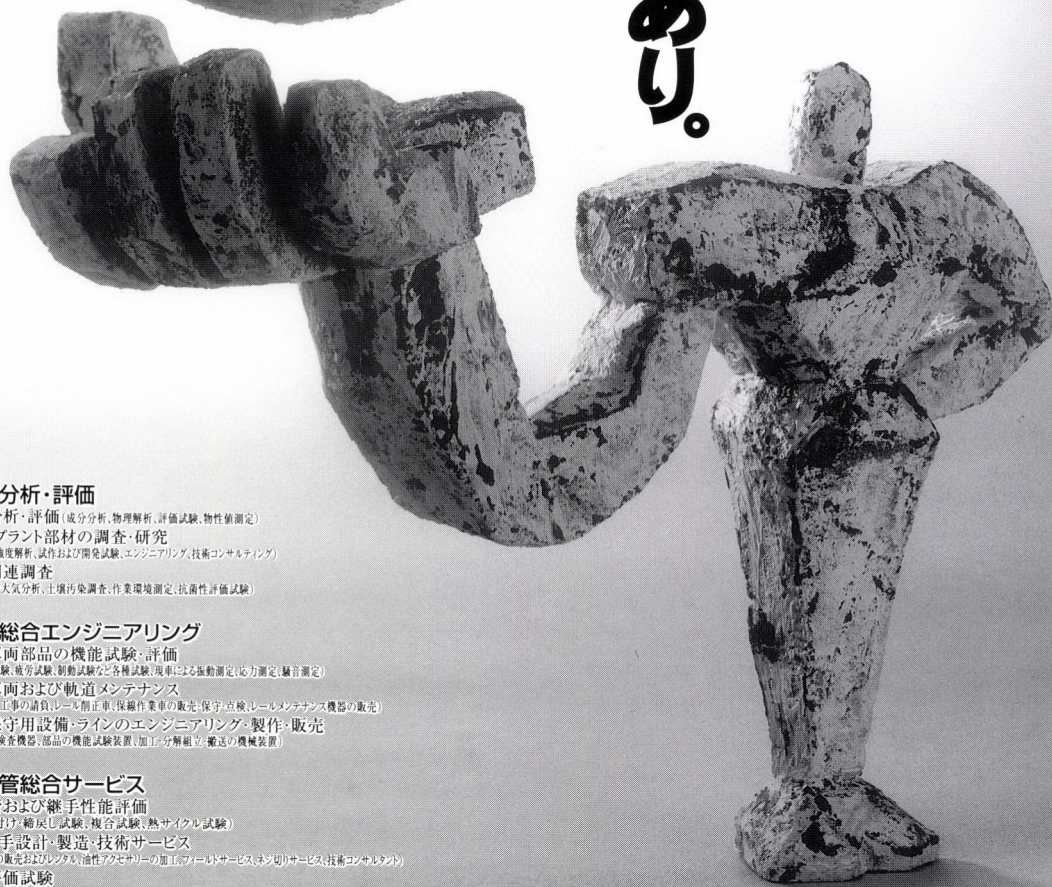
ホームページ <http://www.isij.or.jp>



チカラに自信あり。

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

SMT



■材料分析・評価

- 材料分析・評価(成分分析、物理解析、評価試験、物性値測定)
- 材料・プラント部材の調査・研究
(素材特性、強度解析、試作および開発試験、エンジニアリング、技術コンサルティング)
- 環境関連調査
(水質および大気分析、土壌汚染調査、作業環境測定、抗腐性評価試験)

■鉄道総合エンジニアリング

- 鉄道車両部品の機能試験・評価
(台車回転試験、駆動試験、制動試験など各種試験、現車による振動測定(出力測定、騒音測定))
- 鉄道車両および軌道メンテナンス
(レール削正工事の請負、レール削正車、保線作業車の販売、保守点検、レールメンテナンス機器の販売)
- 車両保守用設備・ラインのエンジニアリング・製作・販売
(測定機器、検査機器、部品の機能試験装置、加工・分解組立、搬送の機械装置)

■油井管総合サービス

- 油井管および継手性能評価
(継手締付け、縮戻し試験、複合試験、熱サイクル試験)
- ねじ継手設計・製造・技術サービス
(継手サイズの販売およびレンタル、油性アクセラーの加工、ファールサービス(ネジ切り)サービス(技術コンサルティング))
- 各種評価試験
(気密・水密試験、耐圧試験、破壊試験、実体疲労試験、腐食環境下での材料評価試験、その他特殊試験)



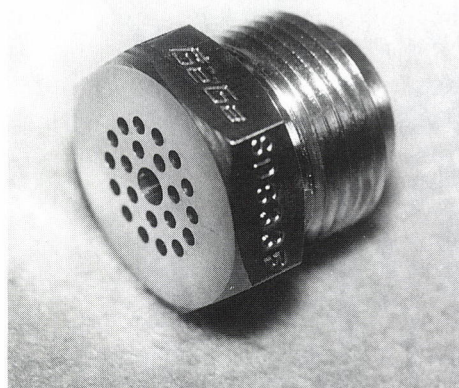
住友金属テクノロジー株式会社
SUMITOMO METAL TECHNOLOGY, INC.

本社:〒660-0891 尼崎市扶桑町1番8号 TEL (06) 489-5778

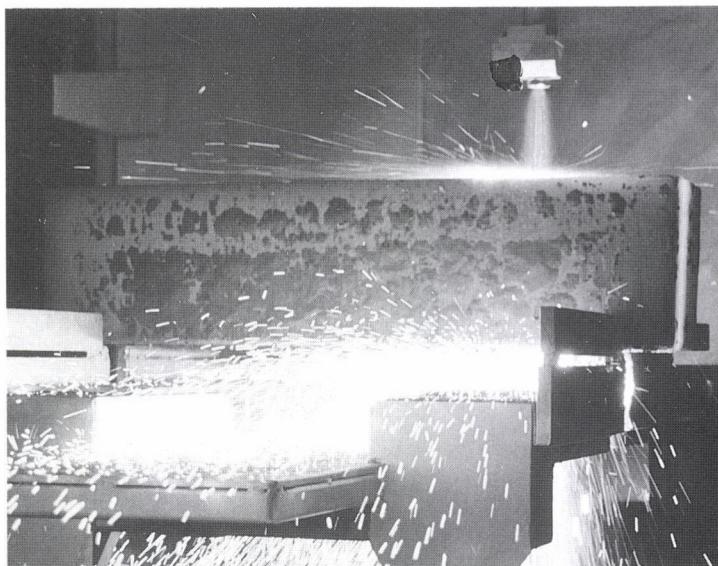
受託研究事業部・関西事業部・和歌山事業部・小倉事業部・鹿島事業部・鉄道産機事業部・OCTG事業部

良質で狭いカーフ幅の優れた切断面が得られる ゲガ社が開発した厚板切断火口!!!

GeGa

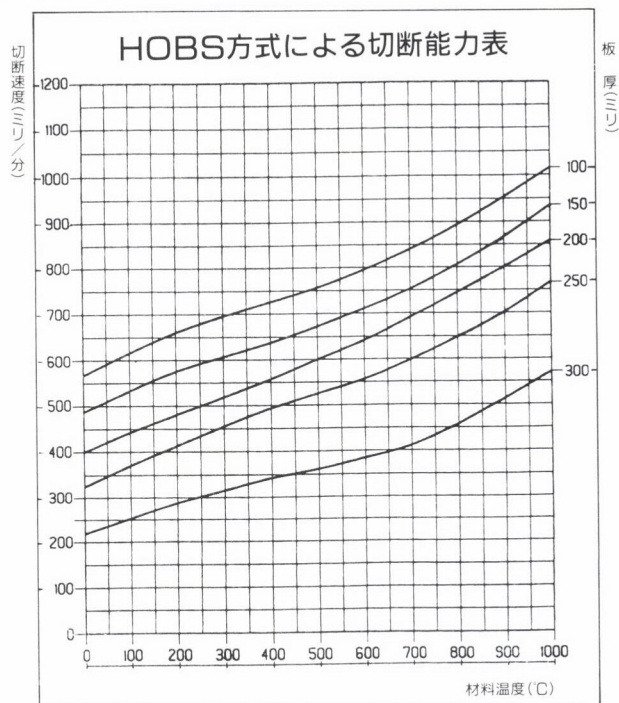
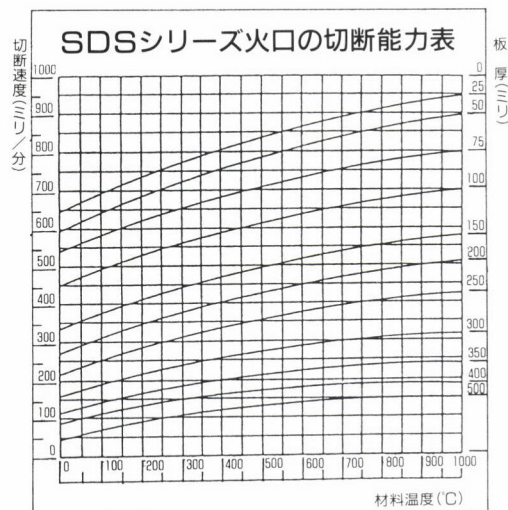


従来からご好評を得ているSDSシリーズ切断火口(SOBS)で、火口高さは120~140ミリ、平均カーフ幅はおよそ6~8ミリと、経済性に優れた火口です。
(日本特許権取得済み)



新たに開発された高圧高速切断技術(HOBS)で、従来のSDSシリーズ火口に比べ、約40~60%以上の高速切断速度が得られるようになりました。

(日本特許申請中)



GeGa Lotz社の総販売代理店:

株式会社 トライメート

〒194-0023 東京都町田市旭町1-6-11 コスモ・ミツイ
PHONE: 0427-27-2813 TELEFAX: 0427-23-0803



ホームページ <http://www.kobelcokaken.co.jp/>

高度な技術と総合力で、あらゆるご要望におこたえます。

- 成分分析 ●状態分析 ●組織観察 ●物理解析 ●物理的性質 ●腐食・防食性質 ●材料強度 ●疲労強度
- 構造物強度 ●構造解析と強度評価 ●コンピュータシミュレーション ●溶接試験 ●水質・底質 ●大気・悪臭
- 作業環境 ●騒音・振動 ●環境測定 ●試験材の製造・加工 ●ターゲット材、クラッド材、新素材の製造

神戸製鋼グループの総合試験研究会社



神戸営業所：〒651-0086 神戸市中央区磯上通2丁目2番21号 ☎(078)272-5691 FAX(078)265-3622

●東京営業所 ☎(03)3281-1025 ●名古屋営業所 ☎(052)581-8770 ●播磨営業所 ☎(0794)45-7361 ●九州営業所 ☎(093)533-7206

●神戸事業所 ●西神事業所 ●尼崎事業所 ●神鉄事業所 ●加古川事業所 ●高砂事業所 ●関門事業所 ●藤沢事業所

製鋼／金属工場向け

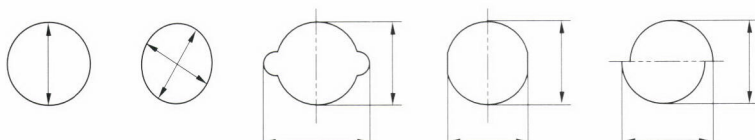
Zumbach

ODACオンライン外径測定システム

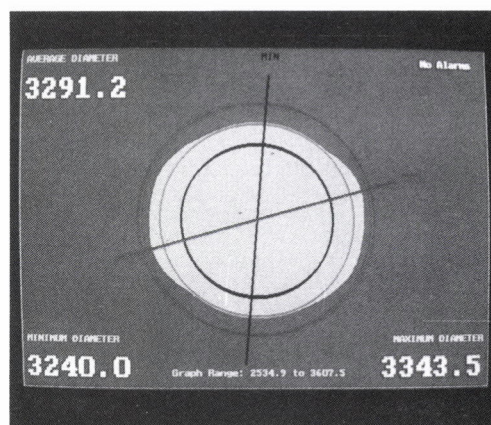
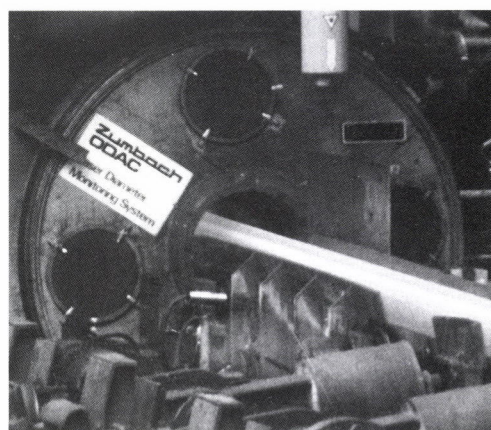
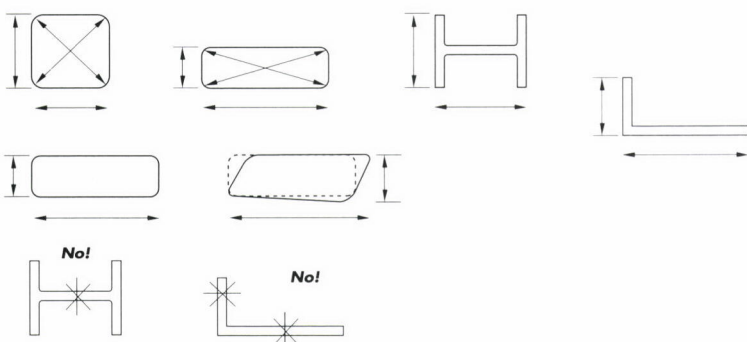
ZUMBACH社製ODAC外径測定システムは、熱間／冷間圧延や厳しい環境でのアプリケーションのために特別に開発されたものです。

本製品は、製鋼／金属メーカーとの長年の開発努力と経験の結果生まれたものです。ハイテクのレーザー技術、ユニークな保護システムの採用により、製鋼現場の厳しい条件下において、他の光学システムとは一線を画す精度と信頼性を発揮します。

円形測定対象及び輪郭(異形)



輪郭の測定が可能



特 徴

- 材質や表面の状態に影響を受けない。
- 表面の反射に影響を受けない。
- 周囲の光や、測定対象からの放射(温度)に影響を受けない。
- 振動、スピードに影響を受けない。
- 煙、埃等に影響されない。

■ 測定範囲は1-510MMで、仕様にあったタイプを選択できます。

■ 極細線(0.012 φ mm～)はタイプODAC2で測定できます。

—UNIT-TEK—

ユニテック・ジャパン株式会社

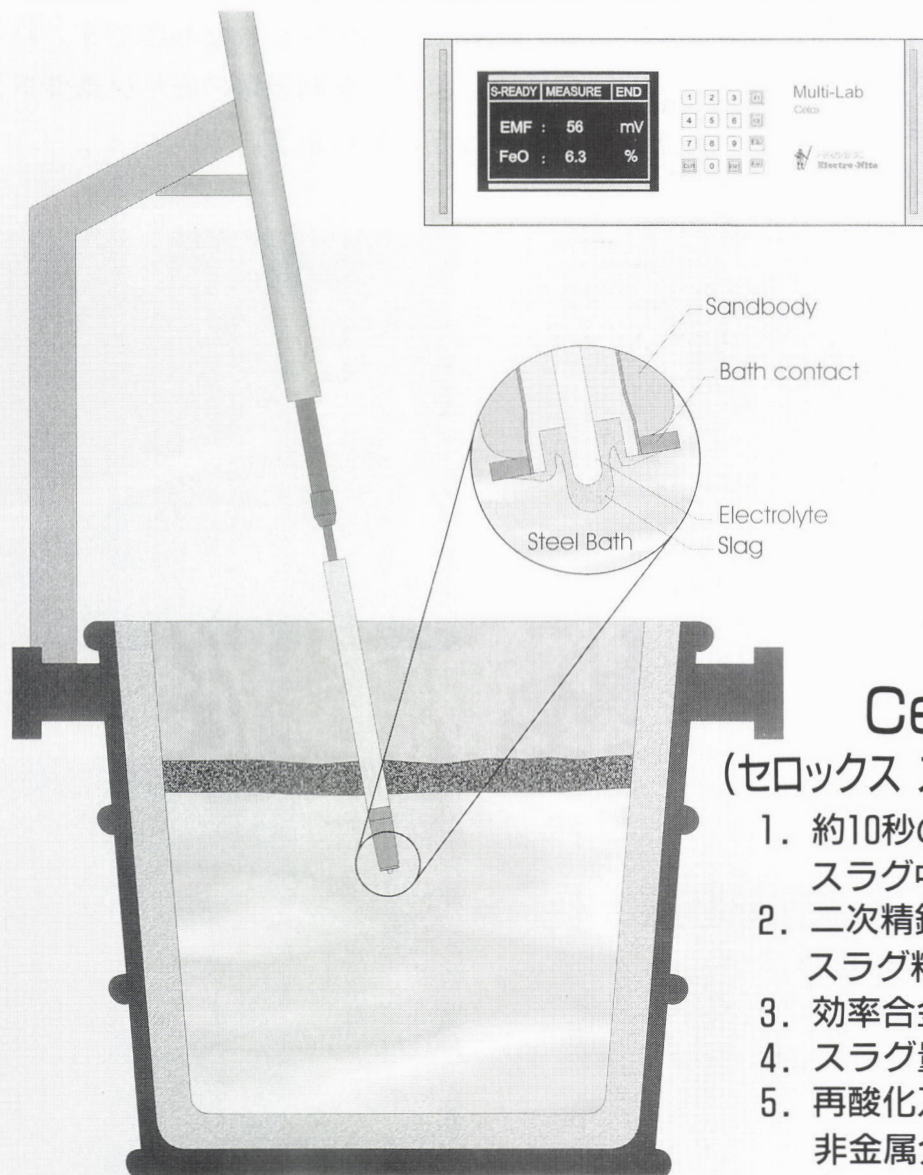
〒563-0025 大阪府池田市城南2-7-6 神田第2ビル
TEL. 0727-54-5757 FAX. 0727-54-5758



Heraeus
Electro-Nite

Celox SLAC

溶融スラグ中の酸化鉄活量(FeO)迅速測定装置



Celox SLAC (セロックス スラック)の特徴

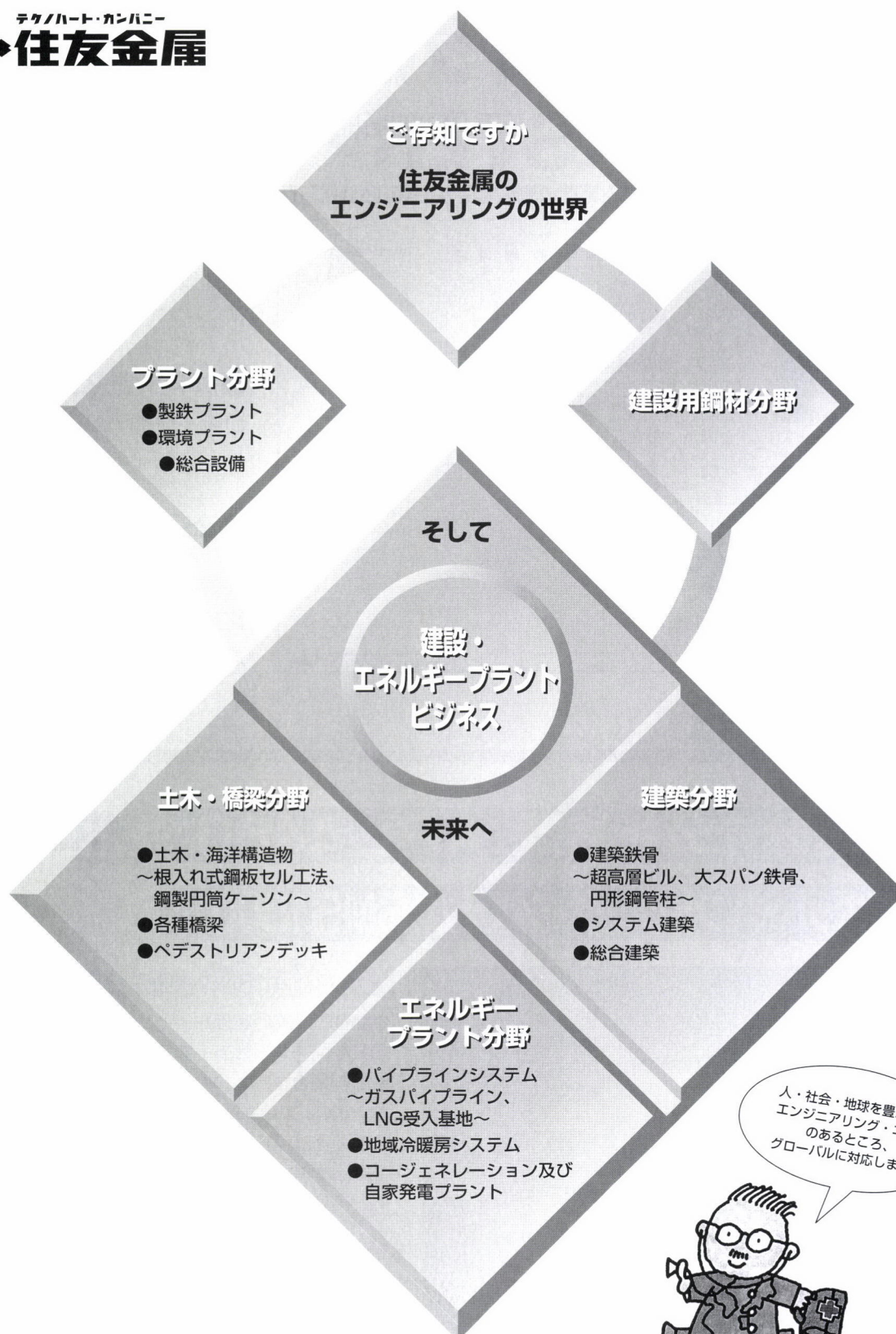
1. 約10秒の浸漬で
スラグ中酸化鉄活量測定
2. 二次精錬時の
スラグ精製に正確な情報
3. 効率合金の添加と節減
4. スラグ量の低減
5. 再酸化及び
非金属介在形成の制御

ヘレウス・エレクトロナイト株式会社

532-0003 大阪市淀川区宮原4丁目3-12

TEL 0120-349-213(担当 山口) FAX 0120-349-214

E-mail hen-japan@msn.com URL <http://www.heraeus.de>



人・社会・地球を豊かに。
 エンジニアリング・ニーズ
 のあるところ、
 グローバルに対応します。



住友金属工業株式会社

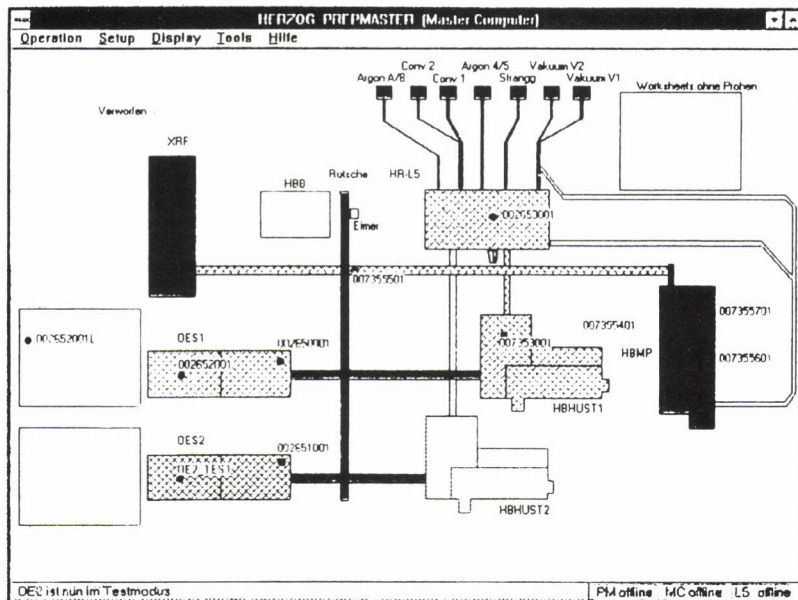
<http://www.sumikin.co.jp/>

エンジニアリング事業本部

東京プロジェクト開発部 TEL.03-3282-6229 大阪プロジェクト開発部 TEL.06-220-5467

ドイツ・ハルツォク社の全自動ラボ PREPMASTER

Sample Management System
for Laboratory Automation



■全自動気送システム

各種試料の搬送から
自動取り出しまで完全自動

■試料調製装置

切断・研磨・粉碎・プレス
ビート成形の完全自動

■運行管理システム (PREPMASTER)

装置管理

ID番号管理

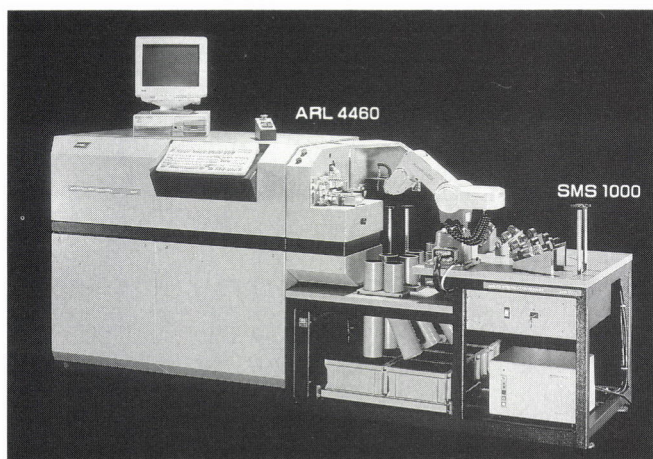
運行管理

HERZOG

発光分光分析装置 ARL 4460

ARL

ロボット・ハンドリング・システム SMS1000



ARL 4460の概要・特徴・仕様

全世界的に高い評価を得ているARL社の最高モデル。ベストセラー機種として既に2000台を超える実績を持つ“3460”をベースに、CCS（電流制御ソース）及びTRS（時間分解スペクトロスコープ）の2つの新技術が加わり、高い信頼性を実現。

- 分 光 器／1メートル、Paschon-Runge真空式ポリクロメーター、最大60チャンネル
- 試料スタンド／アルゴンフラッシュ、循環水冷テーブル
- 回 折 格 子／3タイプ：1080、1667、2160gr/mm
- 電流制御発光電源：(CCS)
- スリット幅／1次：20μm 2次：37.5、50、75μm

SMS 1000の概要・特徴

強力なワークステーションにささえられた完全無人化システム。工程分析から試料ファイルまでの工程管理、装置校正分析から補正・校正用試料管理までの装置管理の完全自動化。

ハルツォク HERZOG
ジャパン株式会社

〒174-0041 東京都板橋区舟渡三丁目5番8号(区立第一工場ビル)
TEL03-5994-0273 FAX03-3967-2224

ふえらむ

Vol.3 (1998) No.6

C O N T E N T S

目 次

Techno Scope	海洋牧場の今を追う	392
話題のプロジェクト	人間型ロボット	400
鉄の点景	歴史を耕した鉄 鋳	404
会長就任にあたって	岸 輝雄	407
展 望	深海調査研究の現状と今後の展望 堀田 宏	408
入門講座	分析試験法編-2 発光分光分析・蛍光X線分析—鉄鋼製造プロセス制御のための機器分析法— 小野昭紘、成田正尚	414
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 底吹き転炉から複合転炉に至る攪拌研究の回顧と今後の課題 中西恭二	421
解 説	オンデマンド印刷—デジタル化時代の印刷技術— 柳 謙一	428
	高炉炉下部におけるブラックボックス解明の試み 山口一良	433
会員へのお知らせ		440
平成9年度事業報告・収支決算及び平成10年度事業計画・収支予算のお知らせ		456
新名誉会員・一般表彰受賞者		462
第6回日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞受賞者		484

ホームページ <http://www.isij.or.jp>



海洋牧場の今を追う

—「つくり育てる漁業」への道程—

養殖というスタイルはあったものの、

これまでの漁業の主流は、

「獲る」ことだった。

だが、狩猟・採取から農耕・牧畜へという

人類史上の大きな変化があったように、

次世紀の人口爆発現象を見通した場合、

漁業も種を蒔き、育て、収穫する時代を

迎えねばならないだろうという。

「つくり育てる漁業」の実現へむけて、

研究・開発が進む海洋牧場の実態を

概観してみよう。

つくり育てる漁業をめざし、 海洋牧場の各種要素技術が実証実験中

音で魚群をコントロールする音響給餌システムをはじめ、稚魚のふ化育成技術、人工魚礁、海中の環境整備技術、などの要素技術の開発が進んでいる。将来は各技術の集大成としての海洋牧場の実現がめざされている。捕獲することが中心だったこれまでの漁業から、自然環境の中で育てていく新しい漁業をめざし、今、全国で実証実験設備が稼働している。海洋牧場と呼ばれる技術の実態とはどんなものなのか、全体像を素描してみる。

従来型漁業の限界と人口爆発

「獲る漁業から、つくり育てる漁業へ」。

漁業の将来像を展望する場合に必ずといっていいくらいに引き合いに出されるキーワードである。つくり育てる漁業、といえばまず養殖が思い浮かぶが、このキーワードの裏側には、単純に養殖という発想では解決できない漁業をめぐる複雑な状況が存在している。

日本の水産物需要はおよそ1,000万トン／年。対する現在の漁業生産高は、750万トン前後となっている。足りない分は当然ながら輸入でまかなっている。1980年代後半にピークを迎えたわが国の漁業生産高は、当時1,300万トンにまで迫っていたが、90年代に入ってから低下の一途をたどってきた。時代的・社会的背景には、70年代以来の200カイリ体制による漁場縮小、漁業支出増大、魚価低迷といった、いわゆる「漁業三重苦」といわれる漁業経営環境の悪化があり、世界的にも「略奪漁業」から「資源管理型漁業」へとといった「獲れるだけ獲る」漁業への見直しの機運があった。従来の国内の漁業にブレーキがかかる一方、内需拡大策により輸入が奨励される傾向もあった。また国連海洋法（1994年11月発効）による排他的経済水域の設定と漁獲割当制の導入は漁獲制限への道をさらに明確にする結果となった。

現状、約400万トン近くの水産物を輸入していることになるわけだが、このまま輸入に頼り続けていける見通しがあれば問題はない。だが、行く手には、きわめて深刻な長期的不安要因が横たわっている。世界的な人口爆発と食糧問題である。

FAO（国連食糧農業機構）の推定によれば、世界の人口は2050年には100億人をこえるといわれる。ごく大雑把なそろばん勘定をすれば、現在の約2倍以上の食糧が、その時には必要になるということである。現在でさえ世界人口の3分の2が慢性的な食糧不足に苦しんでいることを考えれば、100億人時代の食糧事情を想像してみることは背筋が寒くなるようなことであるには違いない。

穀物をはじめとする農産物の生産技術や供給計画が考えら

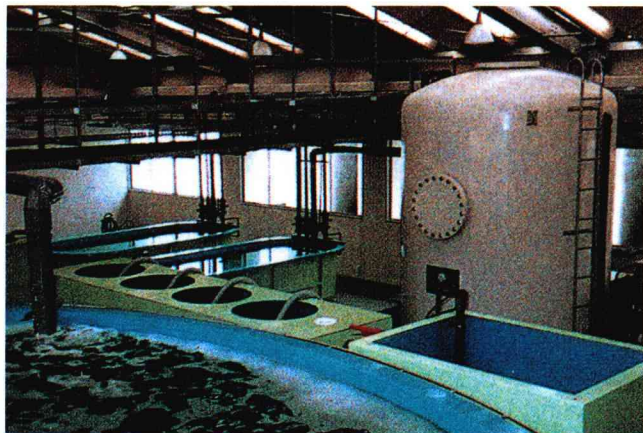
れねばならない一方、蛋白質の確保という点から、今以上に水産物に頼らねばならない部分が大きくなることは必至だろうと予想される。畜産など陸上での蛋白質生産という方法もあるものの、精肉生産は現在ですでに限界に近いという見方も強く、海の生産力に頼らねば、爆発的に増加する人口を支えることは不可能なのではないかとの認識が抱かれ始めているのである。

だが漁業に関してもFAOによれば、すでにかんりの海域、かなりの魚種で、「開発可能量」に達してしまっている——すなわち獲れるだけの魚を獲ってしまっているという。むしろ世界の「漁獲努力量」が大きすぎて、従来の水産物資源は減少の方向に向かっているというのである。世界的な食糧不足が深刻化していった場合、日本に対しても、これまでのような豊富すぎるほどの輸入水産物が尽きることなく供給されるようなことは、期待できなくなってくる。贅沢な海の幸を口にできなくなるのは、やむをえないにせよ、世界規模での食糧問題にまともに直面することがはたしてできるのかどうか危惧されるところである。

そこで、人の手を加えることで、より大きな収穫を得ることのできる海洋牧場の技術が注目されつつある。

日本人が贅沢のために消費しているエネルギーを飢餓地域の人々に振り分けた場合、1億3000万人が飢えから解放されるといわれる。そうした事実を日本に住むわれわれが謙虚に受け止めることは必要であるにせよ、儉約をすればすむという問題でないことは確かだろう。偏りや無駄も含めて100億人時代に人々が飢えずにすむために必要な食糧は、現在の2倍ではなく3～5倍だろうといわれている。農業だけで受け止めていくにはあまりに大きな数字である。

人間は農業という手法を生み出し発達させることで、大量の人口を養う術を手に入れたといわれる。歴史の教科書にいう農業革命である。陸上の生物がもつ生産力を、自己のシステムに組み入れコントロールしてきた長い歴史に比べ、海では捕獲技術の進歩はあったにせよ、「獲る」要素が格段に大きかった。これまで農業で行ってきたように、これからは海から得ら



種苗生産設備。

れる生産力をコントロールしながら人間社会のシステムに組み込んでゆかねば、この人類史的な波をこえられないのではないか。「獲る」から「つくり育てる」へという短いフレーズの中に、実はこんな重い現実が凝縮されているというわけだ。

海洋牧場というコンセプトは、実は地上でなされた狩猟から農耕牧畜へという食糧獲得上の変革を、海においても成し遂げようとするものだと解釈できる。ひょっとすると未曾有の大きな分岐点への入り口に位置する技術であるのかもしれない。海の生態系に手をつけていくという意味では、自然保護の立場からの反対論は根強く存在しており、どこまでを「牧場化」すべきかは、今後慎重に考えていく必要もありそうだ。

農業のように魚を「栽培」する

農業のように、水産資源を管理し、育て、収穫するという発想やノウハウは、養殖や栽培漁業といわれる分野で長年培われてきた実績がある。

自然の状態では、生まれたばかりの稚魚たちは、捕食されたり、環境に適応できずに死んだりする率が高い。逆にこの時期をうまく生き延びれば、その後の生存率は大きく向上する。そこで、ふ化からある一定の大きさになるまでを保護してやり、生存確率が高くなってから放流してやろうという発想が生まれた。これが栽培漁業の基本である。水産業の現場では、卵からふ化した稚魚を「種苗」と呼ぶ。苗床で種を育成し、ある段階にまで成長してから、田に植えてやる農業栽培のような漁業という意味なのだろう。

ひとくちに保護するといっても、もっとも弱い時期の自然の生物を育成するのだから、さまざまな技術的困難がともなう。この種苗育成技術がさまざまな魚種で確立されてきたことが、海洋牧場構想への序章になっていると考えられるだろう。同様に要素技術となる研究がさまざまなレベルで開発され、総体としての海洋牧場の実現可能性が生まれてきたようだ。

水産庁は、1988年にマリノベーション構想（沿岸沖合域総



音響給餌システム（長崎県松浦市）。



音響給餌システム（大分県元の間）。

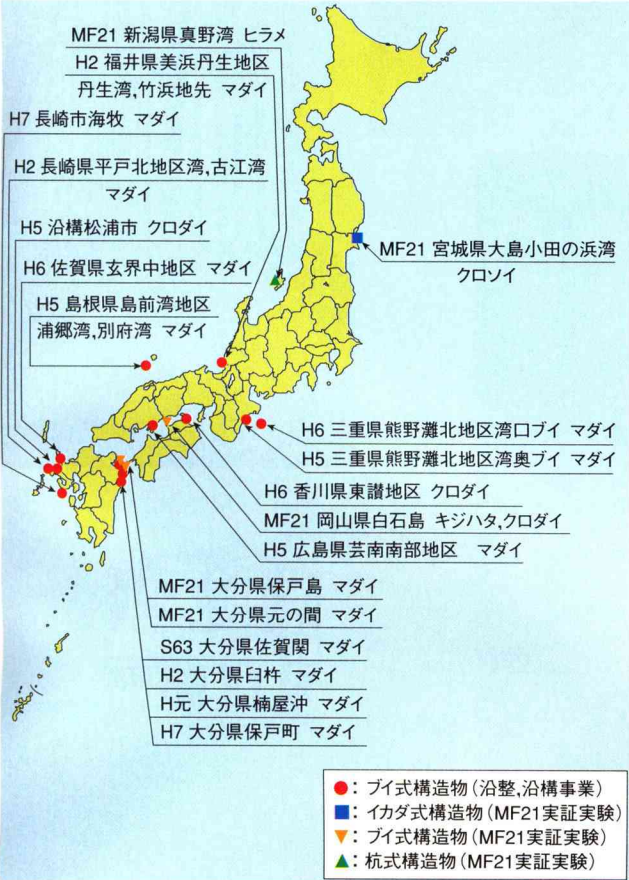
合開発地域整備推進事業構想）を打ち出し、新たな「つくり育てる漁業」に必要な要素技術の開発や大規模漁業開発計画に乗り出すことを決定した。さらに94年には、漁業環境の変化や技術開発の状況に鑑み、新マリノベーション構想を決定している。この一連の構想の中で音響馴致、自動給餌による沖合養殖漁場の開発、人工湧昇流施設、人工魚礁といった海洋牧場の要素技術となるものが明示されていた。現在は新マリノベーション構想にもとづいて産・官・学が一体となった研究開発が行われており、この研究および事業活動が海洋牧場研究の中核になっている。

音で魚群をコントロール

海洋牧場を語る際に、まず最初に例示されるのが音響馴致^{じゅんち}システムだろう。稚魚への給餌の時に特定の音を聞かせていると、成長してからも音を聞いて集まってくるようになり、魚群を誘導できるように育成できるという技術だ。メディアで取り上げられる機会も多く一般にもかなり知られているノウハウではあるが、これだけで海洋牧場が成立するわけではない。沿岸海域での稚魚の保護とともに、保護海域に魚群をうまくとど



音響給餌システムによる育成の一例（マダイ）。



音響給餌施設 設置位置図

めコントロールしていくために、この音響馴致技術が重要になってくる。致死率が高い稚仔魚の時期を保護しつつ、成長の各段階ごとに、適切に育成していくうえで必要とされるのだ。

放流域への定着性の高い種類の場合、放流後に育つのを待って収穫する「全収穫型」の海洋牧場が可能だが、これができるのは貝類やクルマエビなど一部のみで、大半の魚種では棲み心地のよい場所を求めて移動するなど、かならずしもすべてが放流域にとどまっていることを期待できない。そこで放流した種苗をなるべく散逸させずに、定住させていくノウハウが、いわば沿岸海域での海洋牧場の第一段階となる。そのために音響馴致が用いられる。

音響馴致システムの具体的な装置としては、ブイやイカダなどの浮体構造物に飼料ホッパーによる給餌装置を積んだ構成になっており、時間で自動給餌することができる。現在、全国で進行している海洋牧場事業は、この音響馴致システムを中

心として、いくつかの要素を組み合わせたものになっているようである。左図の19拠点は国の沿岸整備事業と沿岸構造改善事業によって実験が進行しているものだが、この他にも県の事業として多数の実証実験が進行している。

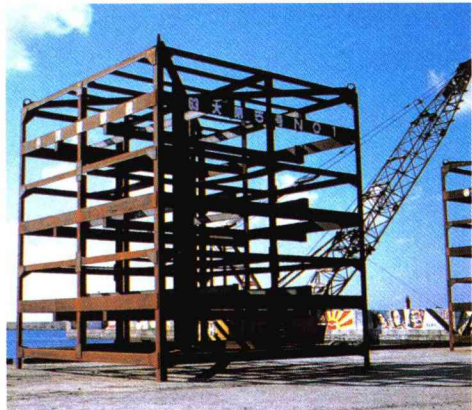
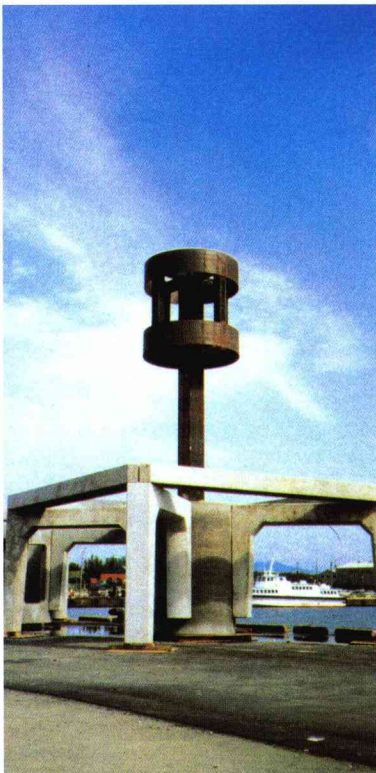
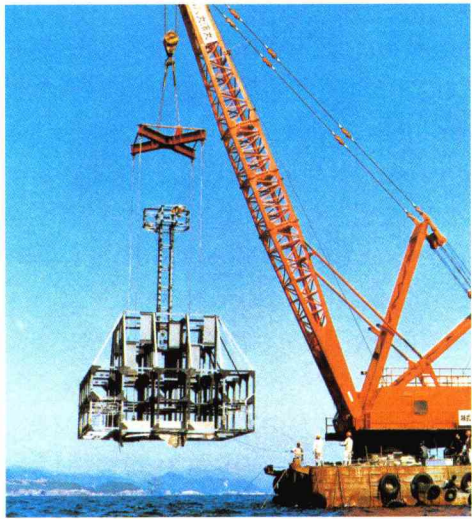
魚に好まれる鋼製魚礁

定着性向上には、餌の次に「すみか」を与えることが必要になる。稚魚であれば外敵から身を隠し、自力で餌を獲得することのできる場所、成魚であれば、棲みついて自然繁殖することが可能な場所である。そのために育成礁や誘導礁、滞留礁などといった人工の魚礁を設置していくことになる。

海洋牧場関連の技術のうち鉄鋼にもっとも関連が深いのは、この魚礁の分野だろう。鋼製の比較的大きな構造物としてさまざまなタイプの鋼製魚礁が製造され適用されているからである。沈船に魚が集まる現象は比較的古くから知られてきたが、近年の研究では海中に溶け出す鉄のイオンが生物に好適な環境をつくり、プランクトンや藻類などの繁殖を促すのではないかとといった説が出されている。まだ実証はされていないとのことだが、もしそうであるならば、海底の砂漠化といわれる「磯焼け」を防ぐ意味でも鋼製魚礁は有効だと考えられるという。ただし現状では、魚礁の7割方はコンクリート製であり、鋼製魚礁は上述の環境面での有望性や、大型で自由な形状にできる点などで今後に期待がかかっている。

鋼製の海中構造物ではアルミ電極による電気防食が採用されることも多いが、鋼製魚礁では鉄イオンを有効に生かすため、あえて電気防食はほどこさず、錆しろのみで処理しているという。設置された鋼製魚礁では、びっしりと付着した藻類や周囲に根づいている海中生物の姿を見ることができる。鉄製品の愛好家には、錆にひとかたならぬ愛着を示す向きも少なくないが、魚や海藻も錆びた鉄が好きらしいというのは面白い。

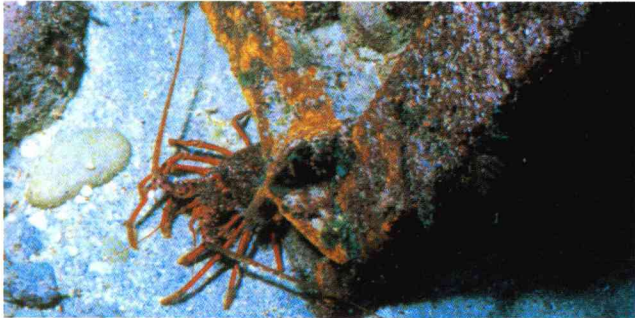
磯焼け対策に研究が進む電着藻類もユニークな鋼製構造物の一種である。これは金網状の構造物を設置後、微弱な電流を流し続けておくと、海水に含まれるカルシウムなどのミネラル分が電着し、人工岩礁ができあがるというもの。藻類が着床しやすく、磯焼けした海底や砂泥地などのいわゆる海中緑化に効果がある。いわば人工の珊瑚礁といえるものである。海藻が繁茂すれば稚魚も棲みやすくなり、ウニ、アワビなどの育成にも好都合だという。



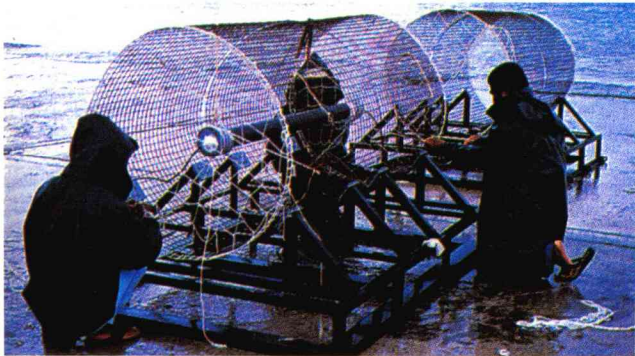
さまざまなタイプの鋼製魚礁。自由な形状に設計でき、大規模なものの建造が可能。



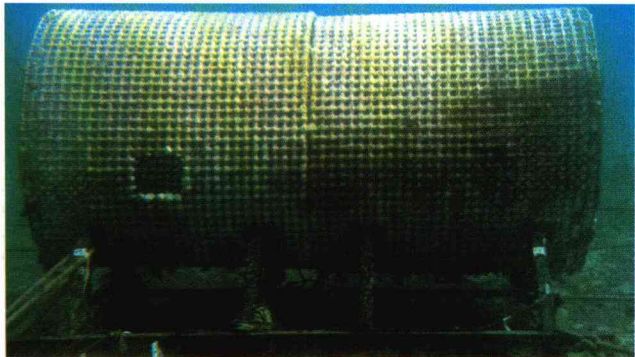
銅製増殖礁に集まる魚群。



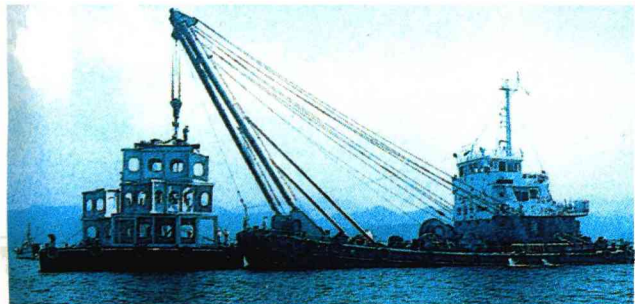
銅製増殖礁に棲みついた伊勢海老。



組み立てられた設置前の電着藻礁。



通電12カ月後の電着藻礁。海中のミネラル分が結着している。



コンクリート魚礁の設置風景。

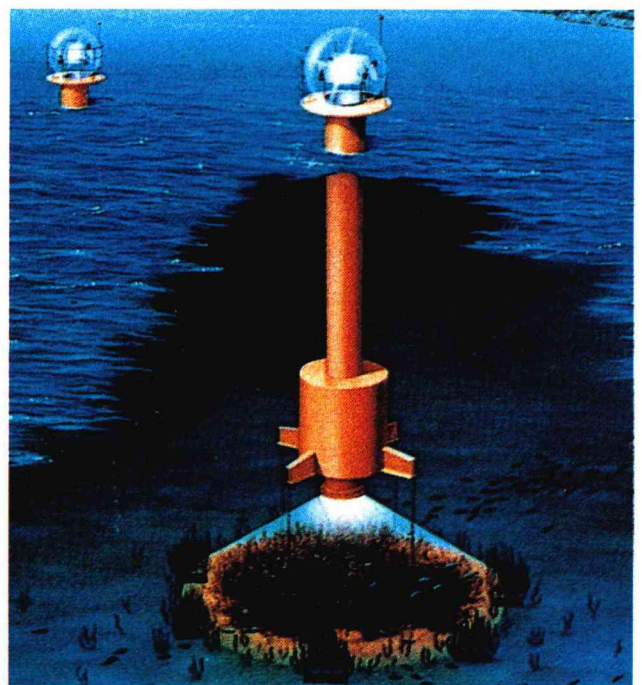
総合システムとしての海洋牧場

魚の住環境を整備するという側面からは、環境浄化装置や、海底に太陽光を送る海中緑化システムなどが研究されている。また湧昇流を人工的に起こす構造物も研究・実用化されつつある。湧昇流とは、深層の栄養塩類を豊富に含んだ海水が表層近くに湧き上がっている現象で、よい漁場になってきた海域には自然の湧昇流が存在する 경우가多かった。雑菌が表層水に比べて少ない富栄養状態の水が太陽光の当たるところまで昇ってくることで、プランクトンが良好に発生し、食物連鎖の底辺を支えることが、豊かな生物相を生む結果になっているという。

人工湧昇流施設は海底の潮流を壁面構造物にあてて、深層水を上昇させようというもので、愛媛県で行われたパイロット事業では設置後の効果がみられ、現在、漁業生産性の向上を実証評価中だという

深層水が無菌に近く水温が安定している性質を利用し、これを汲み上げて種苗育成に生かす研究も行われている。種苗育成では、細菌感染が命取りになるが、深層水をポンプで汲み上げて使うことで環境に敏感な稚魚を健康に育てることが可能になると考えられているようである。

外洋を回遊する魚種の育成についても、一部で研究がすすめられており、将来は太平洋をこえて回遊する魚群の行動パターンをキャッチし、広大な外洋を舞台として種苗の育成・放流、保護、そして捕獲までをコントロールしていく、スケールの大きな海洋牧場技術が実現することも考えられる。

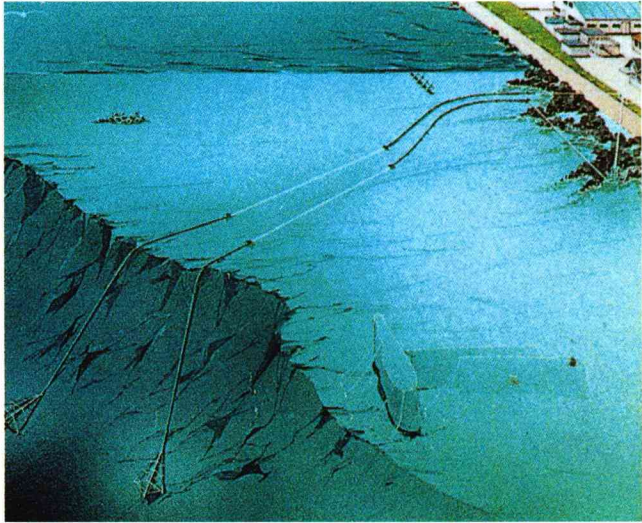


海底の人工礁に光を当てて藻類の成長を促す海中緑化システム。



人工湧昇流発生構造物とその設置風景。

こうした各種の要素技術の導入以外にも海洋牧場の該当地域では、稚魚があやまって捕獲されないよう、保護する対策も必要となる。この問題については、保護区域を設け、その域内では魚を獲らないという方法が考えられている。稚魚の間だけ捕獲しないように保護するナーサリ・エリアを導入する方法と、成魚も含めて保護し、より高い再生産効果を期待するサンクチュアリ(該当魚種の完全な漁獲禁止区域)を導入する方法が考えられており、ケースに応じて使い分けられるようである。



種苗育成などに有効な深層水利用システム。



水温監視、魚群量の計測、標識機能などを備えた浮き魚礁システム。

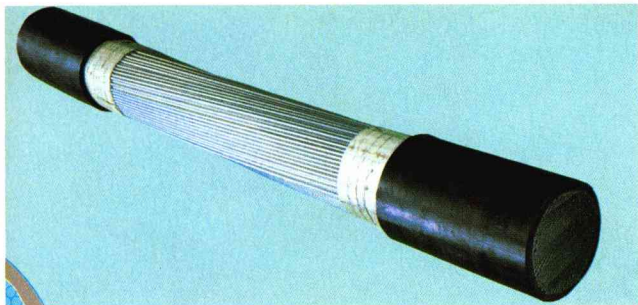
さて、ここまでで取り上げた技術は、主に沿海域を中心としたものだが、さらに沖合では回遊性の魚種のために浮き魚礁を設けるなどの方法も開発されている。回遊性魚は浮遊物のまわりに集まる習性があるため、ブイなどの浮体構造物をうかべ、その係留索も含めて魚群を集めるポイントにしようという発想である。こうした浮き魚礁の係留索には、吊り橋などに使用されるストランドケーブル（亜鉛メッキ銅線を樹脂被服したもの）が採用されているという。

海洋牧場の要素技術としては、このほかにも監視レーダー、観測ブイ、さらには海洋観測衛星も含めた情報の収集・応用というノウハウも含まれ、将来的にはより多角的なシステムへと集大成されていく途上にあるようだ。すべての要素技術を網羅するような海洋牧場は今の時点では登場していないようだが、各種技術の実績を重ねていくなかで、より洗練され組織化されていくと予想できるだろう。

また養殖という分野でも、従来からの沿岸部での養殖業が飽和状態になってきたことから、より沖合に自動化された大規



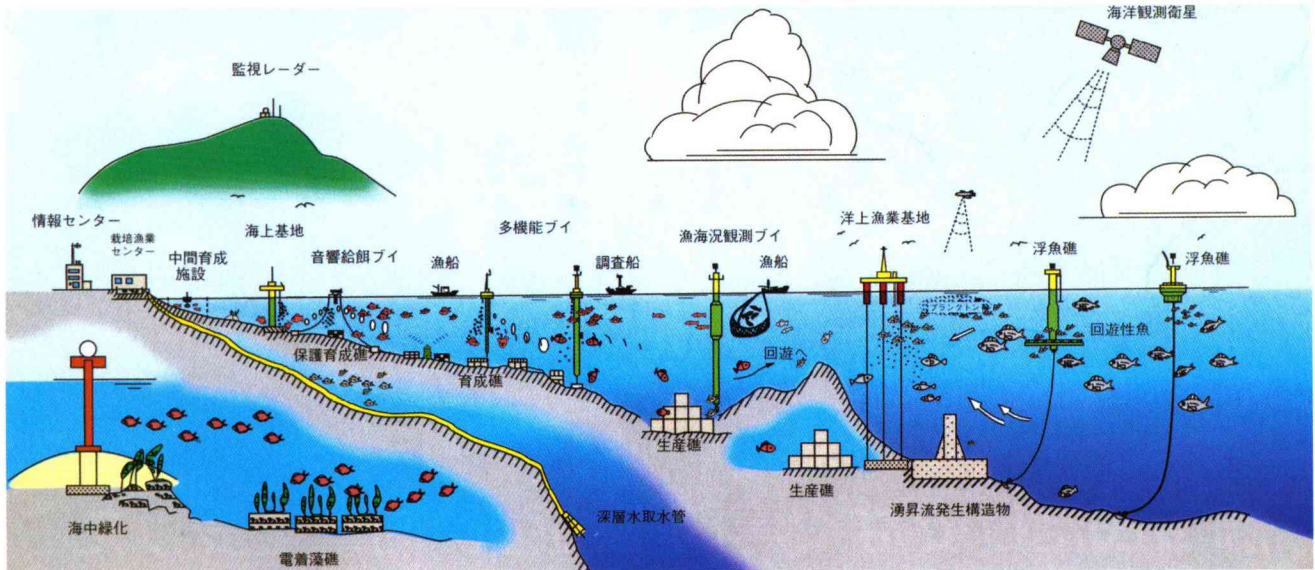
沿岸の消波機能をはたすPCハイブリッド製浮消波堤（左）とフレキシブルマウンド消波堤。



浮き魚礁の一部として機能するストランドケーブル。吊り橋に使われるものと同じ製品が採用されている。



自動給餌装置や監視システムを搭載する海上ステーションと超大型生簀からなる沖合養殖システム。



海洋牧場構想の全体像。

模な拠点を設け、超大型生簀を用いて自動給餌、自動監視、によって魚を育てるシステムも考案され、すでに実証稼働している。こうした設備も広義での海洋牧場の技術に含めて考えることができそう。

海洋牧場の技術とは「これがそうだ」というような単一の技術ではなく、さまざまな「つくり育てる」技術を、システムとして組み合わせたものだといえそう。その意味では、今後とも新たな要素技術が誕生してくる可能性もあるだろう。

「つくり育てる」漁業は、次世紀の台所をまかなう意味で、

多大な可能性をはらんでいる。その一方で今世紀のあらゆる産業が突き当たってきた自然環境との不協和音という問題を海というフロンティアにまで拡大しかねない側面もいまだ否定しきれないだろう。そうならぬよう研究が進められることに期待するとともに、20世紀の教訓が新たな歴史を築いていく作業の中で生かされることを祈りたい。

取材協力・写真提供：（社）マリノフォーラム21、
（社）鋼材倶楽部鋼製漁場施設委員会、
海洋牧場開発協議会

話題の
PROJECT

プロジェクト

**ホンダ
人間型ロボット**



鉄腕アトムに一步近づいた ロボットの姿

一般市民だけでなく専門家も強い衝撃を受けた 二足歩行の実現

昨年TBSのニュース番組で紹介され、多くの国民に衝撃を与えた本田技研工業の二足歩行ロボット P2。人間の歩き方に非常に近く、階段や傾斜した場所もスムーズに歩く姿は、見る人に強い印象を残した。基礎研究として取り組まれているホンダの二足歩行ロボット研究の現状について、開発責任者の本田技術研究所和光基礎技術研究センター 第5研究室室長・広瀬真人氏に話をうかがった。

完全動歩行に向かう二足歩行ロボット研究

人型ロボットの研究が始まったのは、1960年代にさかのぼる。1968年にMosher氏が“Rig”と呼ばれる操縦型倒立振り子モデルを試作した。Rigは足首と股関節の2つの自由度しかなく、すべての操作を人が行うというきわめて限定された機能しか持たなかった。1971年には、早稲田大学の加藤一郎氏らが、自動型二足歩行ロボットを世界で初めて完成させている。WAP-3 (Waseda Automatic Pedipulator 3) と名づけられたこのロボットは、空気圧式袋形人工筋をアクチュエータに用い、平地、斜面、階段を歩くことができた。1972年、イギリスのWittらが“Duckling Lower-Limb”と呼ばれるサリドマイド児用の歩行補具を開発。1980年、東京大学の三浦宏文氏らが竹馬型二足歩行ロボット“Biper-3”を完成。翌1981年には人間型二足歩行ロボット“Biper-4”で左右に重心を移動させながら膝や足首を曲げて歩くことに成功している。1984年には早稲田大学のWL-10RD (Waseda-Leg 10 Dynamic Refine) が水平・平坦路において、人間の成人が普通に歩くのと同じ二足歩行を実現した。また1997年には、早稲田大学の7つの研究室が協力して、二足歩行を行いマンボダンスを踊れる“WABIAN (Waseda Bipedal humanoid)”を完成させている。このように、二足歩行ロボットの研究では、わが国は世界でも

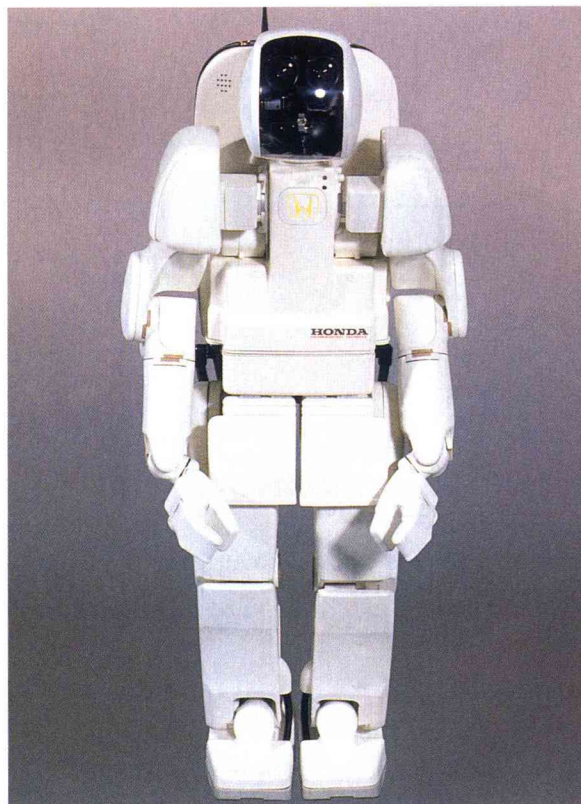
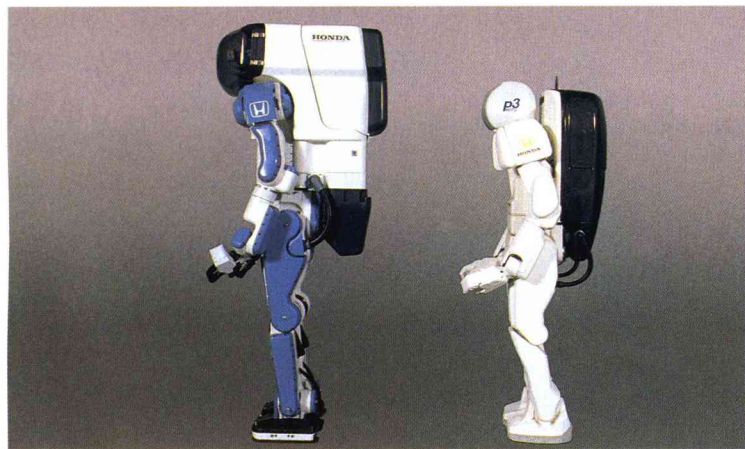
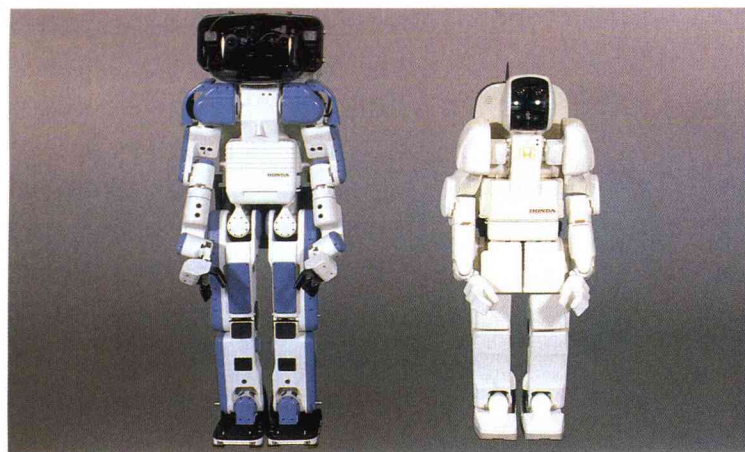
トップレベルにある。

歩行には、重心が常に支持脚の底面積内にある静歩行と、重心を支持脚の底面積外に出しバランスをとって移動する動歩行の2種類がある。かつてブリキのおもちゃでよく見られた人型ロボットは静歩行をしており、歩き方としてはかなり不自然に見える。一方、人間のみならず四足歩行をしている馬など、ほとんどの動物は動歩行を行っている。静歩行は力学的に安定しており、静止状態でも自立しているため制御が比較的簡単だ。動歩行では、静的に不安定な系を制御して安定させるため、より高度な制御技術が必要になり、すばやく反応しないとロボットが倒れてしまう。

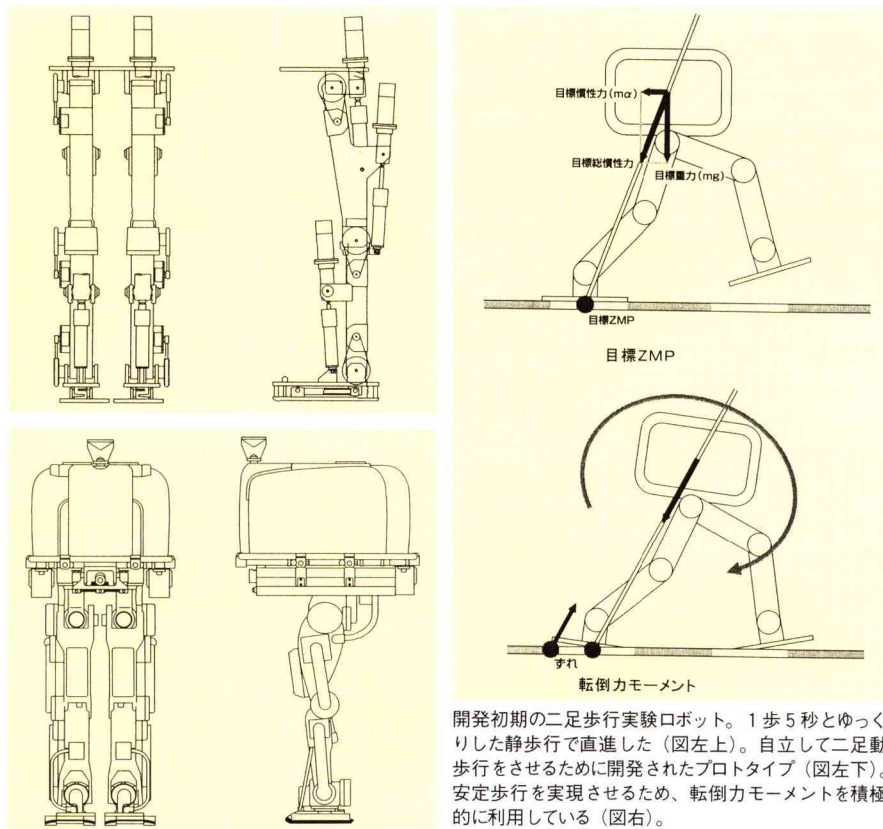
二足歩行ロボットの研究は、操縦型から自動型へ、静歩行から動歩行へ、定常状態から自動補正型へと移ってきた。そうした中で、本田技研工業の二足歩行ロボットが注目されるのはどのような理由によるのだろうか。

動きを分解するのではなく統一してプログラムする

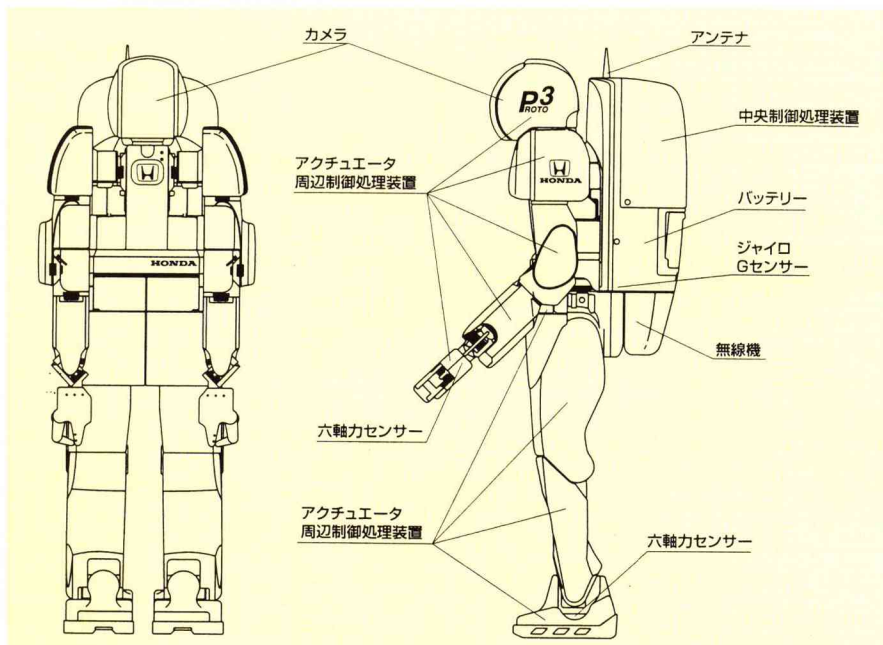
同社が二足歩行ロボットの研究を開始したのは約11年前、1986年のことだ。モビリティ分野で取り組む基礎研究を検討する中から、人型ロボットが提案されたという。ロボットを選んだ理由は、認識技術など知識化領域の技術蓄積が目的の一つだった。



テレビで紹介された人間型ロボットは一回り大きいP2(Prototype 2)だったが、現在はより小型化されたP3が完成している(写真左上・下)。P2が重量210kg、全高1820mmだったのに比べ、P3は重量130kg、全高1600mmとなっている(写真右)。



開発初期の二足歩行実験ロボット。1歩5秒とゆっくりした静歩行で直進した（図左上）。自立して二足動歩行をさせるために開発されたプロトタイプ（図左下）。安定歩行を実現させるため、転倒力モーメントを積極的に利用している（図右）。



P3の平面図。最大歩行速度2.0km/h、最大作業重量2.0kg per hand、バッテリー作業時間25分、作業自由度：脚自由度12、腕自由度14、手自由度2、アクチュエータにハーモニック減速機+DCサーボモータを使用。サイズ・重量・素材などを除けば、P2とP3の間に大きな違いはない。

ロボットの移動方式としては、1) 車輪式、2) 脚式、3) キャタピラ式、4) 匍匐式その他などがある。このうち、車輪式はホンダが得意とする分野であり、基礎研究として取り組む魅力に乏しかった。脚式が選ばれた理由をあえて説明するなら、不整地などかなり条件の悪い場所でも移動できることだという。そして、なぜ人型なのかは「他がやっていない」からだった。

た。四足歩行は自立状態での制御が比較的容易なため、研究もかなり行われていた。かといって三足歩行では、不自然なイメージがつきまとう。人型ロボットが実現できれば、人間が動けるあらゆる環境に対応できるのでないか。配管や障害物を避けながら移動したり、荒れ地での移動、手足を連動させることで壁を攀じ登るといったことも可能になるのではないか。人型ロボットには、そうした可能性の広がりを感じられたのだ。

とはいっても、人間とまったく同じ動きが可能な人型ロボットにいきなり取り組むのは、あまりに無謀ともいえる。研究領域がモビリティ分野であることから、まず移動部分の実現を当面の課題と位置づけた。

研究に取り組み始めてから間もなく、二足による静歩行は比較的容易に実現できたという。次に研究段階は動歩行に移った。ここで同社は、ほかとは違ったアプローチをとっている。

動歩行では重心位置だけでなく、重心の速度、3次元の加速度、遊脚側の重心位置、速度、3次元の加速度を考慮しなければならない。これらを一括して解析・制御するのは非常に困難だ。そのため、通常はロボットの動きを進行方向に平行な垂直平面（矢状面）と進行方向に直角な垂直平面（前頭面）に分け、それぞれの平面内での動きは独立したものと仮定する。こうした処理は歩行の解析・制御を容易にするが、歩行そのものが若干不自然になる。また、機械を制御する場合、通常は加速領域、定常領域、減速領域に分割して解析するのが一般的だが、人間が歩いている状態のどこからどこまでが加速領域・定常領域・減速領域である

かを特定することは難しい。

ホンダでは、人の歩く動きを徹底的に解析し、それをロボットにそのままプログラミングすることで、より自然な動歩行を実現しようとした。人間の身体は206個の骨で構成されているが、歩行に必要な関節を解析によって特定し、股関節、膝関節、足関節など12自由度が最低限必要であるという結論が出

された。

自然な歩行を実現する制御技術の原理

実験を繰り返し、平坦な場所をまっすぐに動歩行で歩くための仕様が決まると、次は人間の生活環境に合わせて移動できる、自在な歩行技術の研究が開始された。こうしたロボットの安定制御技術は、次の3つの要素にまとめることができる。

- 1) 着地時の衝撃を柔らげ、床面の凹凸を吸収する脚全体を使用した衝撃吸収制御技術
- 2) 倒れそうになったとき、倒れずに復元させる姿勢制御技術
- 3) 制御の結果決まる着地位置に足部を置けるように、状況に応じて変化する歩き方を作り出し制御する技術

ロボットの姿勢制御は、目標歩行パターンの関節角に追従するように制御される。歩行しているロボットには慣性力と重力の合力である目標総慣性力が働くが、これと釣り合う形で足を踏み出し床から反力を得れば、ロボットは転ばない。しかし、関節角が目標歩行パターンに完全に追従していても、床の傾きや凹凸によって、目標総慣性力と床反力にずれが生じ、転倒力モーメントが発生する。

ホンダでは、1) 足裏の位置や姿勢を修正することでロボットが倒れそうになる方向に姿勢制御を行う床反力制御、2) ロボットの上体姿勢の傾きと目標上体姿勢傾きの差が大きくなると、目標上体軌道を変更して姿勢を復元させるモデルZMP (Zero Moment Point) 制御、3) 目標ZMPを制御することで生じるロボットの上体と足部の相対的位置関係のずれを理想状態に戻すための着地位置制御によって、転倒力モーメントを傾いた姿勢を復元することに積極的に利用しようという考え方をとっている。

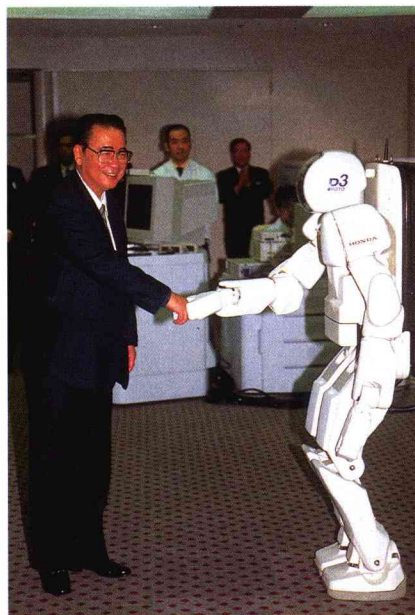
また移動体である以上、外部からエネルギー供給、駆動補助、制御を受けたのでは意味がない。バッテリーやモーター、制御コンピュータなど、すべての機能をロボット体内に搭載する必要がある。このためロボット自体がかなり大きく、重くなってしまう。しかし、姿はできるだけ人間に近いものを目指した。

鉄腕アトムを完成する第一歩

現在、本田技研工業の二足歩行ロボットは、A点からB点まで移動せよというオペレーターからの命令を受けると、床の斜度や状態に応じて自動的に向きを変え移動することができる。階段の昇降は、あらかじめ段数と奥行き、段の高さをインプットしてやる必要があるが、±20mmまでは誤差を自動的に吸収することができる。また内蔵されたバッテリーによって最大15分間移動することが可能となっている。もちろん現在は、外部電源からの供給も可能になっているが、ただ、平坦地から自動的に階段を認識し、自動的に昇降するといった自動認

識機能は搭載されていない。オペレーターが側についてコントロールすることが前提となっている。

制御技術の方針が決まって以降は、数多くのトライ＆エラーを繰り返しながらアクチュエータの調整を行った。その結果、人間の歩行にかなり近い動歩行が実現できた。また押している台車の邪魔



中国・李鵬首相が来日した際に、P3が握手で出迎えた。

をすると足踏みし、放せばまた歩きはじめる、人が上体を押すと自動的に姿勢を制御し、放すとまた元の姿勢に戻るといった反応の自然さは注目に値する。

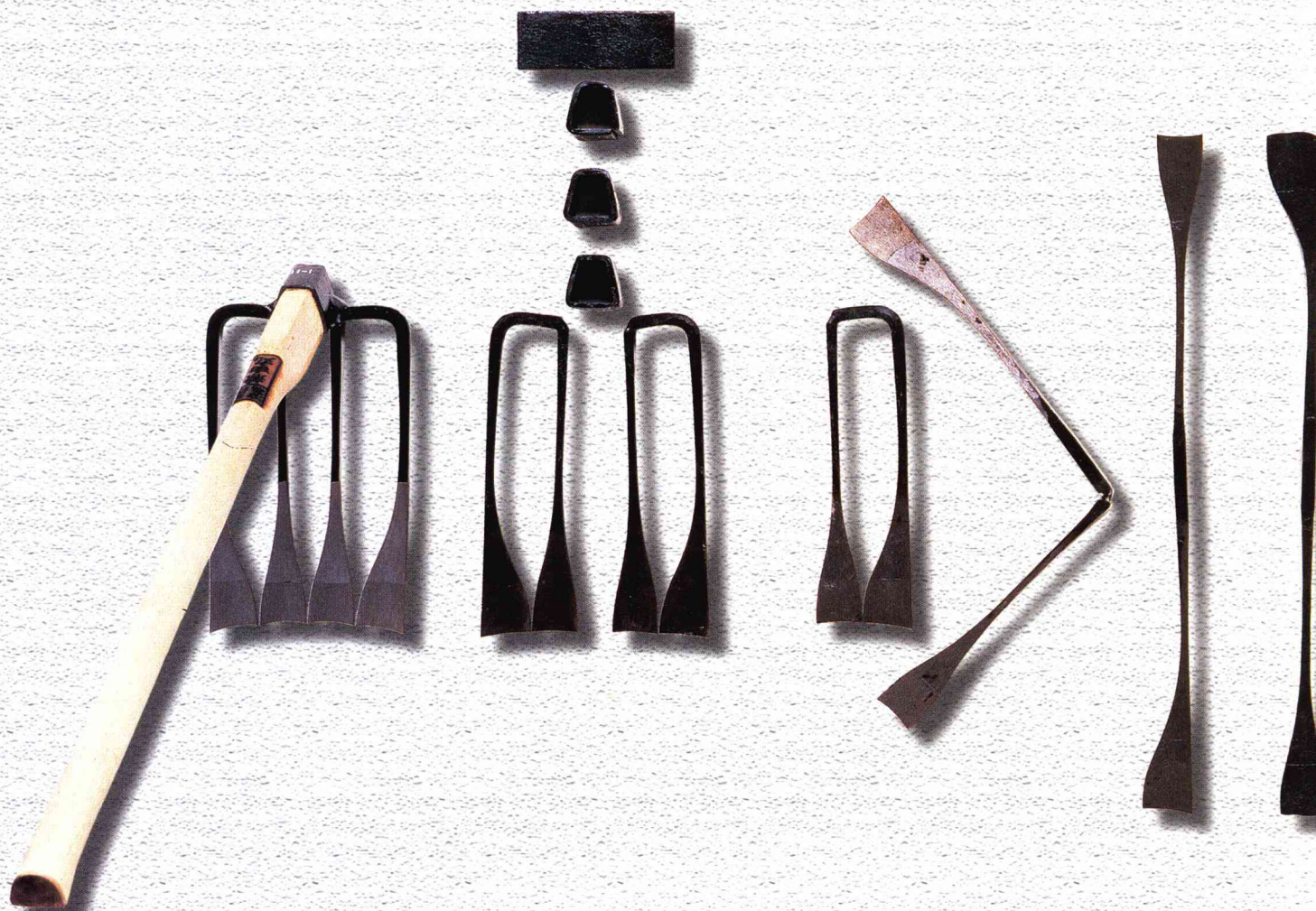
テレビ画面に映る二足歩行ロボットの姿を見た多くの人がすごいと感じた理由は、歩く姿が人にかかなり近いことによる。それはロボット工学の専門家にも共通することなのだ。

ただ、現在のロボットには物足りない部分がある。当初の研究目標を二足歩行の実現に置いたため、上体は歩行にまったく寄与していない。現在の歩き方は、ちょうど腰を痛めた人が下半身だけで歩いている姿に似ている。

また、人間が活動する場所での移動を実現するためには、扉の開閉なども行う必要がある。テーブル上に手をついて、奥に置かれた物をつかんだり、寝転んだ状態から起き上がるといった動きを実現するためにも、上体の機能は必要になる。現在、時速2～3kmで歩行しているが、このスピードアップも当面の課題となっている。

あくまで基礎研究のテーマとして取り組んだため、ホンダでは応用方法や商業利用といったことは、まったく念頭においていないという。また成功した要因として「歩かせることが目標であり、歩かせるための技術の獲得が目的ではない」という開発姿勢にあったと分析している。開発に携わった技術者たちは、子供のころ手塚治虫の『鉄腕アトム』や横山光輝の『鉄人28号』を読んで育った世代が中心。研究室にはアトムや鉄人の漫画が置かれ、メンバーが内容について議論したこともあるという。「自分たちの研究がアトムを作るために役立つとしたら、こんなにうれしいことはない」。二足歩行ロボットの研究に、技術者としての夢を感じたような気がした。

[取材協力・写真提供：本田技研工業株式会社]



Steel 鉄の点景 Landscape

鍬は農耕の始まりとともに使われ始め、今なお使い続けている息の長い道具である。日本では弥生時代に木製の鍬が現れ、5世紀に大陸から鉄製のものが入ってきたといわれる。木から鉄先へと変化して、生活の基盤となる農業を支え続けてきた鍬だが、この道具に焦点をあわせて歴史を見て行くうちに、はっとするようなリアルな姿が浮かび上がってくることに驚かされる。今回は、膨大な鍬についての研究のなかから、近世・近代のある側面にスポットを当てて、鍬の面白さを「つまみ食い」的に味わってみたい。

歴史を耕した鉄

鍬くわ

江戸時代のはじめには村の鍛冶屋はいなかった

しばしも休まず……と始まる村の鍛冶屋の歌。鍛冶仕事の見事さに耽溺するかのようなその歌詞は、農民たちのために農具を打ち続けた古きよき時代の鍛冶屋というイメージを喚起してくれる。だが、安易に叙情にひたる前に、実は村に鍛冶屋が住みつくようになったのは、歴史上そう古いことではないという事実を確認しておかねばならない。

江戸時代はじめは、士農工商の身分によって住むところが分かれており、鍛冶のような「工」が農村に住むことは禁じられていた。鍛冶職は城下町などに特権を与えられて集住していたから、農村に鍛冶屋が住むようになったのは、江戸時代も後半のことで一般には明治になって古い身分制度が廃止されてからのことである、と国立歴史民俗学博物館教授・朝岡康二氏はいう。

村に鍛冶屋がいなかったとすると、それまではどうしていたのだろうか。移動の許可を受けるために「出職」という形で鑑札を持ち、特定の鍛冶町から農村へ出張をしていたというのが実態だったらいい。それも主に修理や打ち直しを中心に行っていた。当時は京や大阪などで製品化された「くだりもの」といわれる出来合いの農具がかなり広範に流通していた。そうした鉄の流通を背景に、古鉄を打ちなおし、リサイクルを行っていたのが野鍛冶（農鍛冶）だった。

写真の熊手のような形の鍬は、またぐわ股鍬と呼ばれるもので、国立歴史民俗博物館の朝岡教授らが現存する野鍛冶に依頼し複製したものである。江戸後期の農学者大蔵永常が自著『農具便利論』の中で「鍬は三里を隔てずして違ふものなり」と記しているように、地域によってさまざまな形態が見られる鍬の中でも、股鍬はとくに明治期以降東日本で急速に広がったものの代表選手である。

この股鍬の原形は、近世後期に使われるようになっていったびっちゅうくわ備中鍬にあったと考えられている。備中鍬は『農具便利論』にも登場し、西日本で多く使われていることが記されている。なぜこういう形態の鍬が急に東日本で使われるようになったのだろうか。それはひとつには、越後平野などで急速に乾田化が

四本子と呼ばれるばち型の爪をもつ股鍬の複製品と、その鍛造工程が分かる分解図。明治期以降の東日本に広く普及し、もっとも主要な農具として使われてきた。

進行したこととかかわりがあると考えられる。

マンノウの普及と村の鍛冶屋の登場

明治期に日本は洋式農法を取り入れ、いわゆる乾田化が促進されたとされる。乾田とは、水稻を収穫した後に水を抜いて田を一度乾燥させることであるが、そこに麦などを裏作として栽培する、いわゆる二毛作がはやくから取り入れられていた。西日本にくらべて東日本では、この時期に乾田化が急速に進んだが、水を抜いた後の土は湿って重く、表面積の大きい平^{ひら}鍬で起こすのはかなりの重労働であったと考えられ、効率を上げるために表面積の少ない備中鍬が浸透していったというのである。

関東地方の台地部では殖産興業とともに、桑園が拡大していったこと、勤労奨励により寸暇を惜しんで働こうとする傾向が強まっていったこと、女性の労働力を動員しようとする傾向、なども「マンノウ」（この地域の股鍬）の普及を促した、と朝岡教授は指摘する。

明治以前この地域ではおもに土起こしにはイグワなどと呼ばれる大型の鋤^{すき}が使われていたと考えられている。イグワは鍬のように上から打ち下ろすのではなく、いわばアンダースローで土に入れ、足をのせかけ、今日風にいえばスコップで穴を掘るように使う。女手では手にあまる作業で、この時期にもう少し手軽な方法をとということから、「マンノウ」が使われるようになったと考えられる。

鍬先が鍛造品であるのに対しイグワの先は鋳造によって造られていた。明治以前、農具は鍬と鋤を基本としていたが、股鍬が普及するとともに、鋤は場所によってはまったく姿を消してしまうほどになっていったという。

女性労働力を巻き込み、生産性を向上させていく、などと書くともて今日の話のようだが、農業ではすでにはやくから行われてきたことで、その流れが今日の日本の農村を形づくってきたのだと考えると、なにか目の覚めるような思いにさえとらわれる。

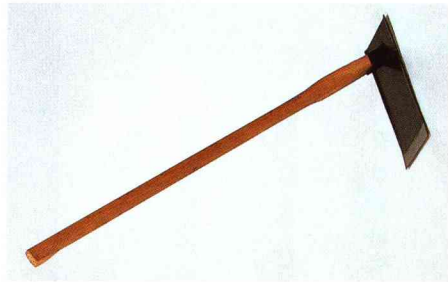
国立歴史民俗博物館

歴史学・考古学・民俗学の3分野の協業を通じて、わが国の歴史・文化を究明することを目的に資料収集・保管・展示を行っている。緑豊かな佐倉城址跡に、充実した5つの展示室を持ち、散策もかねて訪れるのにも好適な博物館。実物資料の展示のほか、すでに現存しないものなども複製品や復元模型を積極的に取り入れ、各テーマを具体的に・系統的に解説してくれる。

毎週月曜日（祝祭日の場合は翌日）と年末年始は休館。



木製の土台にU字型の切れ込みがある刃を取り付けた、いわゆる風呂鍬（ふろぐわ）の複製品。5世紀に大陸から導入され、明治・大正期に風呂部分まで鉄製のものが登場するまで、日本の鍬の主流だった。



木製の風呂部分をもたない平鍬の複製品。形のうえでは近世に土工たちが開墾に使った黒鍬の特徴を引き継いでいる。

江戸時代から「出職」でやってきていた鍛冶屋が農村に住み着いてしまうこともまれにあったらしいが、明治になって移動の自由がおおやけに認められるようになると格段に増えていったという。これがいわゆる村の鍛冶屋になっていったわけだ。鍛冶町では、親方になれるのは、小僧に入った者のうち5人にひとり程度であったというから、親方候補からもれた職人たちが新しい自由な空気の中で農村に新天地を求めていったことは、想像に難くない。こうした「人の流れ」に呼応して、うちものを中心とする村の鍛冶屋による農村の鉄文化が定着していったのだらうと推測することができる。

ひとつの道具に焦点をあわせて歴史を眺めてみると、社会のしくみが比較的短い間に大きく変化している様をリアルに見ることができる。明治以前の鍛冶をめぐる歴史もやはり、変化の積み重ねなのだと朝岡教授はいう。

いわゆる伝統だと思い込んでいるものの中にも、意外に新しい歴史の根を持っているものが多い。変化の歴史を知ることが、固定化されてしまったわれわれの歴史や伝統に対する観念を、ときほぐしてくれる効果があるのではないだろうか。また同時に、今、さまざまにいわれる社会的閉塞状況も実は根は意外に新しく、それを変えてゆくことは考えているより困難なことではないのかもしれないという希望さえ抱かせてくれるように思えた。

[取材協力・写真提供：国立歴史民俗博物館]



千葉県佐倉城内117番地 TEL043-486-0123

JR＝総武本線佐倉駅よりバス約15分。京成線＝京成佐倉より徒歩約15分。

会長就任にあたって



岸 輝雄

東京大学先端科学技術研究センター教授
工業技術院産業技術融合領域研究所所長

この度第83回通常総会において本会会長に選任されました。数多くの諸先輩会長と比較し、経験の乏しさゆえに身の引き締まる思いです。日本の鉄鋼業を支えてきたこの伝統ある鉄鋼協会のより一層の発展のために浅学非才ではありますが努力したいものと念願している次第です。

本協会は戦後の鉄鋼業の著しい発展と共に、着実にその内容を充実してまいりました。しかし、産業構造の変革期を迎え、鉄鋼業もその例外ではなく、大きなリストラに直面し、それに対応して本協会自身もリストラ80としてその組織および運営の仕方を大きく変更しました。最も大きな部分は学会部門、生産技術部門に分ける運営を開始したことです。産と学が連携するための場でありながら、あえて2つに分けて個々の発展を促しつつ、その連携を促す方向を模索したわけです。

学会部門に関しては機関誌の論文数はもとより、内容も順調に向上し、かなりの評価を得るに至っております。今後は、英文論文集は世界に冠たるインパクトファクターを有する学会誌への発展が望まれると言えます。一方、学会部門の両輪と言える講演大会については、その論文発表数が減少していることは大きな課題です。もちろん、発表の内容が高いという言い方で済ましてしまえば問題はありますが、質と量が比例することもよく指摘され、それなりの対応が必要です。リストラにより企業の研究者の数が減り、それでいて大学関係の鉄鋼研究者の人口が増える状況にはありません。また、材料研究のあり方の変化が生じています。研究領域が細分化され、高度な研究が要求される昨今では、何か一つ卓越した研究手法(実験、理論、計算、どんな方法でも)を持つことが不可欠になってきました。優れた研究手法を持つ研究者がその手法を活用する場合、金属、非金属を問わず、その応用を進めていく方向を模索します。大学における冶金学科が材料学科に変遷したのは、色々な材料の研究が必要であると同時に、高度な研究手法があらゆる材料に共通的に使えるという状況にも依存しています。

それゆえ、鉄のみを研究の対象とし、その問題点を解決するために多種多様な手法を用いる研究者群と、素晴らしい手法を扱う材料研究の一部に鉄鋼が含まれる研究者群が存在することを認識すべきです。重要なことは、後者の研究者群を鉄鋼協会の中に引入れ、活躍していただく場を作りうるかどうかにかかっていると言えます。また、鉄鋼の各生産プロセスに関係する要素技術に加えて、今後は環境・エネルギーおよびリサイクル等の取扱いが大きな課題になります。この場合には、細分化された現状の研究手法から総合的に、かつ統合化した研究体制をとることが必要になります。

生産技術部門は、これまで共同研究部会として鉄鋼業の発展に大きな寄与をしたことは疑いありません。今後ともに技術者の交流の場としてこの日本流の特徴を活かすとともに新しい技術の芽を育て、そして学会部門へ提供できるニーズを明確にしていくことが期待されます。

昨今、産業界のみでは基礎的な研究を推進しきれないということも含めて科学技術基本計画が制定され、国が基礎研究に積極的な支援を決めております。鉄鋼の分野においても、金属材料技術研究所がSTX21プロジェクトとして2倍の強度、2倍の寿命を目標に鉄鋼材料の開発に乗り出したことは誠に時期を得た英断であり、かつ基礎研究の意味からも心強い限りです。大学においても、産学共同のあり方の一つとして各分野別に拠点となるべき大学を明確にし、鉄鋼協会が中心になり、その支援体制を産学で進めてくことが望まれます。鉄鋼の科学技術の戦略マップを作成し、協会内の資金配分はもとより、外部資金の導入にも努めたいと計画しております。そのために鉄鋼科学技術戦略委員会を設け、わかりやすい鉄鋼技術の将来を見通す計画です。この時留意したい点は、国際協調と生産技術と学会部門のブリッジングにあり、総合企画に期待する所は大きいと言えます。

いずれにせよ、これからの2年間は野田前会長のもとに作成された新中期計画「鉄のプレゼンスの向上」「国際化」「運営の自立化」という三つの課題をこなすことにあります。十分に検討された上記課題を実行することを今期の目標とさせていただきますたく皆様のご協力をお願いする次第です。よろしくお願い申し上げます。



深海調査研究の現状と今後の展望

堀田 宏
Hiroshi Hotta

海洋科学技術センター 理事

The Present Status of Deep Sea Research and Its Perspective

1 はじめに

この頃は、私たちが住むこの地球を外からみることが出来るようになってきた。それは真っ暗な宇宙空間に、あたかも白いレースを纏って浮かぶように見える青く輝く美しい天体である。その青い色は、言わずと知れた薄い大気とその下に広がる海の色であり、白い色は雲であるから、水に満ちた「水球」と呼ぶのが相応しい天体である。しかし、水は光や電波を通さないという大層厄介な性質を持っているので、海水を通してこの海の下に黒ぐろと横たわっている「地球」を見ることはできない。

太陽の光は、地球のあらゆる活動の根源である。この光エネルギーによって陸では植物が育ち、海では植物プランクトンが繁殖し海の生態系の第一次生産者という重要な役割を果たしている。しかし、太陽光は海の中には精々200メートル程度しか差し込むことは出来ず、その下には暗黒で、冷たく、高圧の深海がひろがっている。では一体、海の深さはどれくらいあるのでしょうか？実際に測られた海の深さは、平均で約3,800メートルもあり、最も深い所はなんと約10,900メートルもあるのである。つまり、地球表面の約70%を占めている海の中で光が差し込むことができない暗黒で冷たく高圧の空間を深海と考えれば、海の95%は深海であり、この地球の本質は深海底の下に潜んでいるといえるのである。したがって、この深い海の底で起こっているいろいろな現象を調べその仕組みを知ることは、私たちが住む地球を正しく理解し、今後私たちがその自然と馴染んで地球上の生態系の一部として生き延びていくためには、欠くことのできない大切な仕事なのである。

2 地球観の変遷 —平面の地球から球体の地球へ—

1) 陸と海からみた地球

私たちが最も良く知っている地球は、長年人類が生きてきた陸である。陸の表面は、常に気温の変化を受けると同時に雨などの水の影響を受けて風化が進み、侵食の場となっている。

歴史的にも地球観とはまず「陸からみた地球」であり、それゆえに地球は平面的であって、その周りを太陽などの天体が動いていると考えた。しかし天体の動きを注意深く観察していた科学者達は、天が動くというよりはやはり地球が太陽の周りを回っていると考えるようになった。

やがて陸から海へ漕ぎだした人々は、帆船を駆って大海原で暴風などの過酷な自然の猛威を経験しながらもその先に進み、その先には今まで知られていなかった新しい大陸や島々などの陸地がたくさんあることを発見した。これらの新しい土地にはいろいろな珍しい産物や人々の風習があることを知った人たちは、それらの産物や風習を持ち帰って大きな利益をあげた。このような探検航海には莫大な資金が必要であったため、各国の王侯がそれを支援し、新しく発見した土地を植民地とするとともにそれらの産物を主とする交易を盛んにしていき、各国が競い合う15世紀から18世紀にかけての「大航海時代」となった。16世紀には、このような船を使って海をわたりあるき、一方向に進んで行くとやがて元の場所に戻ることができることも分かったことなどから、地球が相当に広く、深い海からなる球状の天体であるという「海からみた地球」の像が浮かび上がってきたのである。

19世紀にはいると、英国とアメリカ大陸との間に通信用の海底ケーブルを敷設して当時開発されたばかりの電信を利用しようという機運がたかまった。深海を測る一つの

きっかけはこのように極めて平和的なものであった。

2) 空と宇宙からみた地球

やがて20世紀となり航空機が発明され、初めて地面や海面などの地球の表面から離れて相当に高い所から広い範囲を一望のもとに見られるようになり、ますます「丸い地球」の姿は、はっきりしてきた。二度の世界大戦をへて科学技術は、長足の進歩をとげ、1957年の旧ソ連のスプートニクの地球周回の成功に引き続き、ガガーリンの宇宙飛行が実現し、人類の宇宙時代がやって来た。

宇宙空間からみた地球は、暗黒の闇の中でゆっくりと回転しながら刻々その模様を変えてゆく白い雲で覆われた青く輝く美しい天体である。

このように陸から、海から、空から、宇宙からみた地球を通して、私たちは、膨大な太陽エネルギーを受けて変動している地球の姿を少しずつ理解することができるようになってきたのである。

3) 深海底からみた地球

海には二つの顕著な境界面がある。一つは海面であり、他の一つは海底である。海面は、膨大な太陽光のエネルギーを受けて、それ自身が海流の形でその熱を赤道地帯から高緯度地帯まで広い範囲に分配しているほか、その上の大気と複雑なやり取りを行って地球の温暖な環境を作っている。また、太陽光は海面から200メートル位の深さまでは差し込んでいたが、この深さを過ぎると極端に減衰し、暗黒で低温の世界となる。それが深海である。つまり200メートルよりも深い海のもう一つの境界面、海底は太陽光の恩恵を受けない別世界なのである。

この太陽光の恩恵に浴さない別世界にはどんなものがあるのか、そこではどんなことが起こっているのかということが明らかにされるようになったのは、1970年代になってからのことでそう昔のことではない。1960年代終に提唱された「プレートテクトニクス」の仮説は、地球科学史上の最も大きな出来事の一つであるが、それを検証するために、従来の海洋研究では使われたことのない深海掘削船と潜水調査船という二つの全く新しい技術が導入された。それらを駆使して深海底に関する調査研究を進めたところ、地球内部の熱エネルギーがプレートを動かして過去2億年の中生代以来、地球の環境変動に重要な役割を果たしてきたこと、また、そのエネルギーが全く誰も予想もしていなかった未知の、深海特有のといつて良いような動物を中心とした生態系を養っていたことなど従来知られていなかった新しい地球の姿が浮かび上がってきたのである。つまり、地球は太陽エネルギーと地球自身がその内部に抱えている熱エネルギーによって動かされているという新しい地球観をもたらしたのである。

3 深海を調べる

一体どれくらいの深さから「深海」と言うのかということについては、さきに述べた。深海のもう一つの特徴は高圧であることである。これは海水の密度は、空気に較べて約1,000倍も大きいことによるもので、10メートル毎に約1気圧ずつ圧力が増加するためである。深さ200メートルでは20気圧、1,000メートルでは100気圧、そして10,000メートルでは1,000気圧の高圧の世界となるのである。

海洋学としての深海に関する調査に先鞭を付けたのは、有名なイギリスの海洋観測船「チャレンジャーVI」号の世界周航であった。その世界周航の目的は、海の水深はどれほどか、その海底はどんな地質からなっているのか、生物はどの深さまでいるのか、ということ調べようとするものであった。これは、まことに素朴な疑問ではあるが極めて重要な問題である。

「チャレンジャーVI」号は、1872年から1876年までの3年5か月をかけて大西洋、インド洋、南極海、太平洋、そして大西洋と約69,000マイルの航海を行い、その間に362地点で停船して、測深、採水、採泥、ドレッチなどを行った。

その結果、北西太平洋で測られた約8,190メートルが最も深い水深であった。ここが現在のマリアナ海溝であり、1950年にはやはりイギリスの新しい海洋観測船「チャレンジャーVIII」号がもっと深い場所があることを発見した。それがチャレンジャー海淵である。

生物は、当時は1,000メートル程度までしかいないだろうと考えられていたが、実際には5,000メートルを超える深海底からも採集され、その当時の常識をくつがえした。

海底をなす地質については、もちろん大部分は堆積物であった。それらは深さによって違っていて約5,000メートルを超えると「赤粘土」と名付けられたチョコレート色の非常に細かな泥で覆われていることがわかった。この赤粘土とともに太平洋の東部で黒褐色のピンポン玉からじゃがいも大の円礫が大量に採取された。これが有名な「マンガン団塊（ノジュール）」の発見である。

このころ、S. モールズによって発明された電信通信をイギリスとアメリカとの間に海底ケーブルを敷いて、使おうという気運が高まった。そのためには、海の深さを測ってケーブルの長さを見積もる必要があった。測深は、なるべく速く上げ下ろしできるように改良されたウインチを使って、重りを付けた長いロープによっておこなわれた。これによって、深海の測深も出来るようになり、1854年にはアメリカ海軍水路部のM. モーリが初めての近代的な海底地形図として「北大西洋の水深図」を発表した。

4 測深データが示す雄大な海底の景観

世界の各国は、19世紀の後半に国策として海軍に水路部を設けるようになり、わが国でも1871年に大日本帝国海軍水路部が発足した。測深の方法は、重りを付けたロープを下ろす測鉛法から第1次世界大戦で発明されたソーナーを応用した音響測深法に変わって行った。その後起こった第二次世界大戦では潜水艦の作戦のためにも各国は競って測深に力をいれた。

やがて1945年に日本の敗戦によって、戦いは終わった。アメリカを中心とする連合国は、大戦中に各国が軍の秘密資料として保管していた大量の測深データを集めて、海洋研究者に公表することになった。海洋研究者の中でも特に海洋地質学者は、早速このデータを使って等深線による海底地形図を描いてみたのである。そこには驚くべき雄大な景観が浮かび上がったのである。

中央大西洋北部に知られていた高まりは、孤立したものと考えられていたが実際にはずっと南にまで続く大山脈であることがわかり、「大西洋中央海嶺」と名付けられた。また東太平洋では、中米から南米の沖合いにもっと幅の広い長大な大山脈があることが分かり、「東太平洋海膨」と名付けられた。

一方、北西太平洋については日本の海軍水路部が広い範囲について丁寧な測深を行っていて、千島列島から日本列島、さらにマリアナ諸島、ヤップ島の沖合にかけて周囲よりも極端に深い「海溝」があることを明らかにした。また、カムチャツカ半島の南東沖から南南東方向に向けて多くの海山が直線状に並んでいる様子がわかった。水路部ではこれを「北西太平洋海嶺」と呼んでいたが、アメリカの海洋地質学者、R.デイツはこれらの海山に歴代の天皇の名前をつけて、「天皇海山列」と呼ぶことを提唱し、世界的にはこの名称が受け入れられることになった。

音響測深機はその後、急速に発達したソーナー技術とコンピュータ技術の恩恵を受けて海底の地形を従来の方法とは全く違って、面的に測定し、ほとんど実時間で等深線として表示するマルチナロウビーム測深機となった。この技術革新により測深の効率と品質は飛躍的に上がった。

これらの測深資料によって、現実には絶対に見ることの出来ない水を取り除いた地球の姿が明らかにされたのである。その大きな特徴は、約8万キロメートルにわたって大陸の間をくまなく巡っている地球上の最大の地形である大洋中央海嶺である。もう一つの特徴は、特に太平洋の周辺を取り巻くように存在する海溝である。この実に雄大な海底の地形がプレートテクトニクスの考えを引き出す重要

な役割を果たしたのである（図1）。

5 プレートテクトニクスの検証に活躍した潜水調査船

プレートテクトニクスの考えは良く知られているように、地球の表面は何枚かの固い板状の岩盤、つまりプレートによって覆われていて、それらが互いに動いていることによって、地震が起こったり火山が噴火したりする地殻変動が起こると説明するなど多くの地質学的現象を統一的に説明するものである。その最も基本的な原理は、長大な海底の高まりである大洋中央海嶺で地球内部から大量のマグマが上がって来て新しい海洋プレートが作られており、そのプレートは水平に移動しながらやがて冷えて重くなって、海溝の所で沈み込み始め地球の内部に再び戻って行くというものである。この考えによれば、大洋中央海嶺の頂上部の海底では火山活動が活発に起こっているはずであり、またそこには地球の大部分を構成するマントルが一部溶けてマグマとして地球内部から直接上がってきて固まった火山岩があるはずである。それを確かめるために登場したのが潜水調査船であった。

大洋中央海嶺の典型的な例としてまず大西洋中央海嶺北部が選ばれ、アメリカのウッズホール海洋研究所の「アルヴィン」とフランスのイフレメール（国立海洋開発庁）の「シアナ」の2隻の潜水調査船を使った中軸谷における潜航調査が1973-1974に行われた。これが有名な「FAMOUS-French-American Mid-Ocean Undersea Study」計画による潜航調査である。そこでは確かに堆積物を被っていない新鮮な火山岩が露出していて、新しい海底火山活動が活発であることが確かめられた。また、そこで潜水船によって採られた岩石試料から大洋中央海嶺を構成する岩石、玄武岩の組成が明らかにされ、その後の研究の基準となった。また、この潜航調査の手順は、その後の潜水調査船をつかった海洋研究の基本的なモデルとなった。

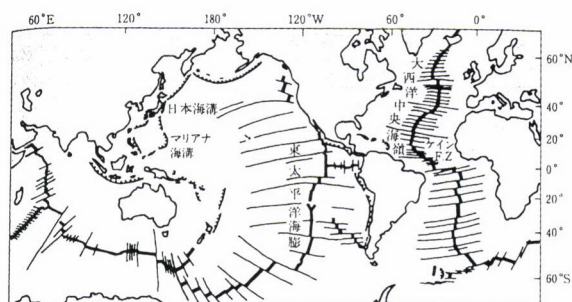


図1 世界の海底地形の概要

6 日本の潜水調査船「しんかい2000」および「しんかい6500」

太平洋の大洋中央海嶺である東太平洋海膨で生成された太平洋プレートは、約1万キロメートルの距離を移動したのち日本海溝などの海溝で地球の内部へ沈みこんでいる。私たちは、この海溝域でのプレートの沈み込みにとまう多くの巨大地震によって昔から繰り返し大きな被害を被っている。

これらのことを踏まえて、わが国の海洋研究や海洋開発を推進する課題をまとめた国の審議会では、6,000メートル級の潜水調査船の研究開発が必要であると提案した。これを受けて海洋科学技術センターでは、その建造にかかわる技術の可能性や、それを使って行うべき研究の課題などについて調査・検討をおこなった。その結果、一挙に6,000メートル級潜水調査船を建造し、運用することは極めて困難であり、一旦その中間段階として2,000メートルまで潜ることのできる潜水調査船を建造し、研究を進めることが望ましいとの結論に達した。

この水深2,000メートルまで潜ることのできる潜水調査船は「しんかい2000」と命名され、その母船「なつしま」とともに1981年に建造された。「しんかい2000」は、おおよそ全長9.3メートル、幅3メートル、高さ2.9メートルの大きさで、重量は約24トンである。二人のパイロットと一人の研究者が乗り込む耐圧殻は約3センチメートルの厚さの超高張力鋼で作られており、内径は2.2メートルの真円球である(図2)。この潜水調査船を使つての潜航調査は、1983年から始められた。最初は、日本海に面した富山湾で水産生物の調査が行われ、実際に生きた生物を海底の現場で観察した生物の研究者達を感激させた。その後、海底地震の研究の関連で相模湾、駿河湾や海底の火山活動にとまう熱水噴出現象の関連で沖縄トラフや伊豆・小笠原海嶺などに潜航調査の海域をどんどん拡げていった。その間に、相模湾においては大型の二枚貝であるシロウリガイ(図3)や非常に変わった管状の生物であるチューブワームの群集

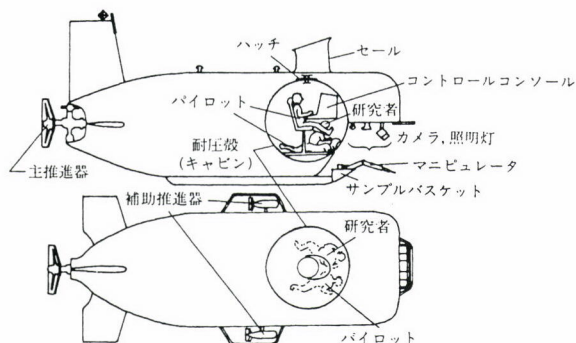


図2 潜水調査船「しんかい2000」の概略図

(図4)が発見されたし、沖縄トラフでは低温から高温の熱水噴出現象が発見されるなど数々の大きな発見が続いた。

これらの潜航調査の間に得られた多くの科学的および運用上の知識と、別に進められた技術開発の成果を一緒にして、いよいよ最終目的である6,000メートル級潜水調査船の建造に取り掛かることになった。ここで「6,000メートル級」とは具体的には何メートルを目指すのかということが議論された。常識的には6,000メートルまで潜ることができれば、世界中の海の98パーセントの海域で潜航調査を行うことができるので、ほぼ暗黙のうちに6,000メートルと考えられていた。しかし、先にも述べたようにわが国の深海研究にとっては、この残りの2パーセントこそが大切なのである。その2パーセントとは、特別に深い海、つまり「海溝」であるからであり、日本海溝の例で分かるように、そこでは大きな被害を与える地震が繰り返し起こっているからである。とりわけ1933年(昭和8年)の三陸地震は、それによる津波で3,000人をこす死者を出すような大きな被害を与えたことで知られている。また、この地震は普通海溝型巨大地震と違って、海溝の海側斜面で起こった極めて珍しい地震であるので、この震源域の調査が重要であると考



図3 相模湾で発見されたシロウリガイの群集(水深約1,100m)

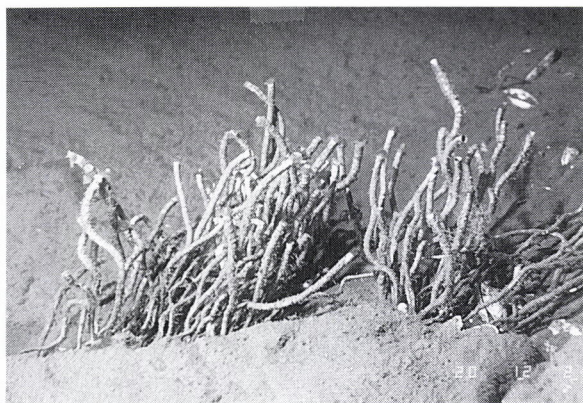


図4 相模湾で発見されたチューブワームの群集。東太平洋海膨でのものと比べるとずっと小形で、直径1~2cm、長さ50~60cm(水深約1,100m)

えた。その地震と関係が深いと思われる断層状の地形は、水深6,500から6,200メートルのところにあって、潜航深度は6,500メートルとすることがきめられた。

この潜水調査船は「しんかい6500」と命名され、その母船「よこすか」とともに1990年に海洋科学技術センターに引き渡された。その建造にさいして、最も工夫を凝らされたことは、潜航・浮上の時間をいかにして短く出来るかということであった。

いろいろな議論の結果、上昇・下降の際に最も抵抗の少ない潜水船の形状を風洞実験によって選び、「しんかい2000」の約2.5倍の速さで沈降・浮上できるようにした。これによって6,500メートルの海底で約3時間の調査ができるようにしたのである。潜水船は、全長9.5メートル、高さ3.2メートル、幅2.7メートルと十分に小型に纏められ(図5)、重量も耐圧殻をチタン合金とすることによって約26トンに収められた。

7 深海底からみた地球

中央大洋海嶺の海底火山活動の調査は、アメリカとフランスとの共同研究のもとで大西洋から東太平洋に場所を移して続けられた。そして1977年に東太平洋海膨から東に続くガラパゴス断層帯の水深約2,500メートルの所で全く予想もしていなかった驚くべき生物群集を発見したのである。そこでは、十数度の温かな水が湧きだしており、その中に生きている多数の二枚貝や目のないカニのほか、いろいろな奇妙な生物が群集をなしていた。

更に、その二年後の1979年には北緯21度付近の東太平洋

海膨の深海底で、まるで真っ黒い煙りを吐いているように見える高さ数メートルの煙突状の自然の構造物が発見された。黒い煙状のものは、300度を超える熱水であることがその後確かめられた。この煙突状の構造物は、その形状から「チムニー」と呼ばれ、黒い熱水を噴き出すチムニーは特に「ブラックスモーカー」と呼ばれている(図6)。これらのチムニーは、一般にマウンドと呼ばれる高まりの上に立っているが、潜水船がこれらの場所から採ってきた地質試料を調べたところ、銅、亜鉛、鉛などの重金属の硫化物を多く含む、いわゆる「海底熱水鉱床」であることが解り、世の中の注目を一身に集めることとなった。

また、これらの熱水噴出域にも先に述べたような特異な生物群集が発見された。その中には、長さが2~3メートルほどの筒状の殻のなかで生きている口も消化管もないのっぽうの動物がいた。これが相模湾などでも見つかったチュウブワームである。これらの生物はその後の研究で、体内に化学合成細菌を共生させて海底から噴き出してくる熱水に含まれている硫化水素の持っている化学エネルギーを利用して有機物を作る極めて特異な「化学合成生物」であることが解った。この潜水船による特異な生物群集の発見は20世紀の自然科学史上の第一級の出来事といえよう。

その後、熱水も温水も出ていない海底にも似た生物群集がいることがフロリダ半島沖のメキシコ湾で発見された。そこでは海底に活断層があり、それに沿ってメタンを含む冷水が湧きだしていることが解った。この発見によって、熱水や温水の湧出が見られない相模湾の海底で発見された特異な生物群集の意味も理解できるようになった。更に、1991年には日本海溝の陸側斜面での「しんかい6500」の潜航で同様の活断層に依存するシロウリガイの群集が発見された。これはいまのところ世界で最も深い生物群集である。

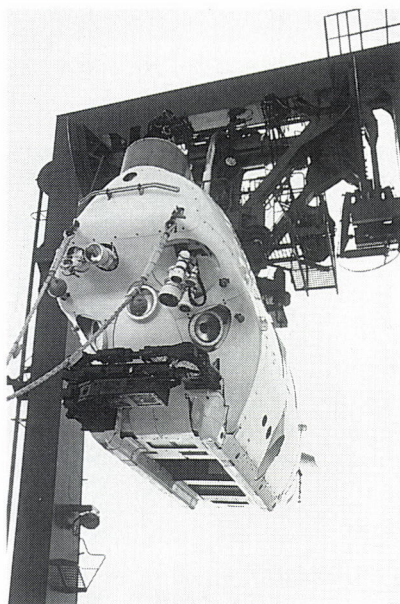


図5 潜水調査船「しんかい6500」

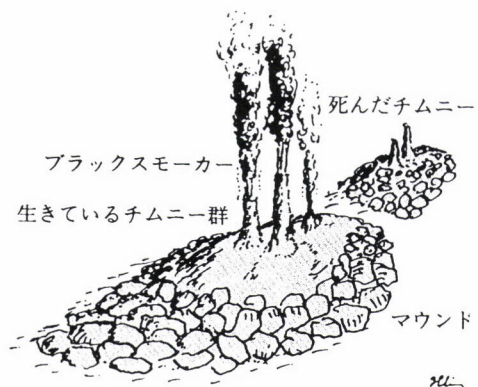


図6 熱水噴出域の概念図 約250~300℃をこえる熱水は黒っぽい色をしているので「ブラックスモーカー」とよばれる。約200℃あるいはそれより低温の熱水は灰色から白色、または透明に近いものが多く、これらは「ホワイトスモーカー」とよばれる。

従来は、海底での活断層の位置を正確に示すことは極めて難しいことであったが、このようなことから特異な生物群集は活断層の位置を示す最も良い指標であると考えられるようになった。

深海に特有なといって良いような特異な生物群集は、プレートの生成域や衝突域といった地球上で最も地殻変動の活発な所に見つかっているのである。

潜水調査船によるこのような成果の他に、プレートテクトニクスの考えを直接証明した方法に深海掘削がある。これは、海洋域における石油掘削技術を発展させたもので、数千メートルの深海底を堆積層の下まで掘り抜いて、その最下部に残されている微化石から年代とその当時の水温などを推定しようという計画であった。この計画は、初めアメリカの国内研究計画として始められたが、後にわが国もそのメンバーの一員となった国際共同研究として、見事に約2億年にわたる世界的なプレート運動の軌跡と地球環境のあらましを復元して見せたのである。

おわりに

地球表面の約7割を占める海、その海水に覆われた深海底に関する調査・研究から地球の実態がだんだんとみえてきた。約2億年前には、大きな一つの原始大陸パンゲアとそれを取り巻く原始大洋パンサラッサとから成っていた地球は、やがて地球内部の活動が活発になって、大陸のいたる所で火山活動が起こり、急にばらばらに分離され始めた。この大量の物質と熱の供給を受けて、地球の環境は一挙に温暖化するとともにプレートの運動が始まり、海水の循環運動も広がり始めた。この出来事によって地球に降り注ぐ太陽からの熱エネルギーは、はるか高緯度地帯まで万遍なく分配されるようになり、やがて200万年前頃から急激に寒冷化に向かい、現在のような温暖な気候となっていった。

このような海洋の大循環の変化ばかりではなく、プレートの運動はやがて大陸同士の衝突をももたらし、特にユーラシア大陸とインド大陸の衝突によって高く聳えたヒマラ

ヤ山脈は、大気の循環にも影響を及ぼすこととなり、アジアモンスーンが始まったことも明らかにされた。これらの地球環境の変遷の歴史は、主として深海底の堆積層の中に蓄積されてきた微化石を手掛りに解き明かされてきた。

また、このような地球上の大変化を引き起こしたプレート運動の原動力については、各地で起こっている地震の波の観測から、2,900キロメートルの深さに及ぶマントルの中での大規模な一種の対流といって良いような上昇する温かいプルームと下降する冷たいプルームがあることが解り、それが原動力ではないかと考えられるようになった。これがプルームテクトニクスと呼ばれている新しい考えである。この研究は、現在は地球表面の僅か3割を占めるにすぎない陸域での観測で行なわれているので、まだまだ不明瞭な点が多い。

今後、深海底に残されているより詳しい地球環境の変遷史を明らかにするためにも、また、地球環境に大変化をもたらした原動力であるマントルの様子をもっと明らかにするために深海底で地震波を観測するためにも、従来の掘削法を超えてより深く、より難しい地質構造の海底でも掘削することができる新しい装置を備えた深海掘削船が強く要望されており、その開発が試みられている。この計画は、OD21 (Ocean Drilling 21……21世紀の海底掘削計画) と呼ばれており、実現の暁には現在のODPと合わせて大きな国際協力研究になるものと期待されている。もし、この計画が実現するならばマントルまで掘り抜いて科学者の年来の念願であるマントルの岩石を手にいれてその正体を明らかにすることもできるであろう。そうすれば、マントルのダイナミクスについてのシミュレーションもより現実的なものとなり、将来の地球の変化についてもより正確な予測ができるに違いない。

最後に、もし本稿の内容についてもっと詳しく知りたい方がおられれば拙著「深海底からみた地球……しんかい6500がさぐる世界」、1991年、有隣堂が参考になると思います。

(1998年1月6日受付)



入門講座

分析試験法編-2

発光分光分析・蛍光X線分析

—鉄鋼製造プロセス制御のための機器分析法—

小野昭紘 Akihiro Ono 新日本製鐵(株) 先端技術研究所 研究審議役*

成田正尚 Masanao Narita (株)大同分析リサーチ業務部 取締役業務部長

Emission Spectrochemical Analysis・Fluorescence X-ray Analysis
—The Instrumental Analytical Methods for Quality Control in the Steel-making Process—

1 はじめに

皆さんがご存知のように鉄鋼は、溶鉱炉で鉄鉱石を溶解し、得られた溶銑の脱珪、脱燐、脱硫および転炉で脱炭などの処理を行い、さらに脱ガスや微量成分調整などの処理を施して造られている。また、電炉操業ではスクラップ、合金鉄などが溶解主原料として使用され、電炉、炉外精錬処理が行われる。これらの操業で、例えば、溶鉱炉では酸化鉄(Fe_2O_3 など)中の酸素をコークスの炭素によって一酸化炭素(CO)として奪い取って金属鉄とし、溶銑の脱珪処理では酸化鉄(Fe_2O_3)を加えて珪素を二酸化珪素(SiO_2)に変えてスラグとして取り去るなど基本的には化学反応をベースにしている。したがって、これらの製造プロセスの管理には、溶鋼中の元素の挙動を常に監視して操業をコントロールする必要がある、溶鋼中の成分組成分析が必須となる。鉄鉱石あるいは鉄原料から鋼製品ができるまでに分析する成分数はかなりの数になるが、これらの成分分析の90%以上が今回取り上げる発光分光分析法と蛍光X線分析法によって処理されており、まさに鉄鋼製造プロセス制御分析法の主役と言える。製鉄—製鋼現場で採取された溶鋼試料を分析センターに気送し、冷却、切断、研磨の前処理をして上記分析装置にセットすれば、30~60秒以内に20~30成分が同時に定量されて製造現場へ直ちに伝送され、操業にフィードバックされる。高品質の鉄鋼を能率よく、安定して生産するには、迅速性、操作簡易性、分析精度に優れ、メンテナンス性のよい発光分析法および蛍光X線分析法は欠くことのできない必須分析法となっている。

一般に発光分析法は製鋼分析全般に、蛍光X線分析法は原料、副産物、溶銑分析や電炉などで扱う特殊鋼分析などに使い分けられている。

2 発光分光分析法

1666年Newtonは太陽光線をプリズムを通して初めて人工の虹を作りスペクトルと命名したが、これが発光分光分析の基本の分光の始まりと言われる。その後1860年に、金属を化学フレイム中で蒸発させると特有の発光スペクトルが出現することを KirchhoffとBunsenが確認し、この方法によってRbとCsの新元素を発見したが、これが発光分光分析法の幕開けであった。

発光分析法が鉄鋼に応用され、我が国に導入されたのは従来の平炉から転炉製鋼法に移行し、分析時間の極端な短縮を迫られたからである。当時の1963年に日本鉄鋼協会内に発光分光分析分科会が発足し、従来の化学分析法に代わる発光分析法の導入に貢献した。今日までに蓄積された分析技術や多くの研究開発成果から今やほぼ成熟した分析方法¹⁻⁵⁾であると言える。

2.1 原理と装置

発光分光分析法の原理を一言で表せば、「高温熱媒体によって試料中の成分を励起し、生成した原子やイオンが輻射する光を分光し、そのスペクトル線の波長から定性分析を、発光強度から定量分析を行う方法」である。そして、そこで採用する高温熱媒体の種類(励起源)によって、対象試料の状態が固体か液体か、分析範囲はマクロか局所かなどその適用性が異なる幾つかの種類の発光分析方法に別れる。励起源には、(1)化学フレイム(例：空気—アセチレン、2500K／アルカリ金属成分分析など)、(2)電氣的放電(例：スパーク放電、10000K／固体金属分析など)、(3)希ガスプラズマ(例：高周波誘導結合プラズマ、8000K／溶液試料分析など)(4)レーザー照射(金属、非導電性物質分析など)、

*1998年4月現在 (社)日本分析化学会 事務局長

(5)スパッタリング(グロー放電/表面処理銅板の深さ方向分析など)などがある。

上記の励起源によって生成するプラズマが熱平衡状態にあるとき、あるスペクトル線の強度 I は一般に次式で表すことができる。

$$I = N(g/Z)A \ h \ \nu \ \exp(-E/kT)$$

ここで、 N ：目的元素の単位体積中の原子数、 g ：励起準位の統計的重価、 Z ：分配関数、 A ：遷移確率、 h ：プランクの定数、 ν ：スペクトル線の振動数、 E ：励起準位のエネルギー、 k ：ボルツマン定数、 T ：プラズマの絶対温度である。また、 g 、 Z 、 A 、 ν などは定数とみなせるから、 $I = N \exp(-E/kT)$ のように表わせ、スペクトル線強度は温度とともに指数関数的に増大することが分かる。したがって、励起源は一般に高温であるほど励起効率がよく、広範な元素の高感度分析を可能にする。ただし、高温になると励起光中の中性原子線の減少とイオン線の増加の現象が起るので、測定する分析線の波長の選定が重要になる。市販される波長表には、例えば波長589.09nmのナトリウムの中性原子線はNa I 589.09、波長353.30nmのナトリウムの1価のイオン線はNa II 353.30と表示され、相対的な発光強度も記載されている。

スパーク放電は、試料と対電極間に約1000Vの交流電圧をかけ、コンデンサー放電により火花放電を行わせる方法である。スパークは電極間の電流値は小さいが、放電径が小さいために高温で電子密度の大きいプラズマ状態を形成する。スパーク放電発光分光分析法は、導電性の固体試料に直接放電を飛ばすことができるので各種金属の製造プロセス制御など迅速分析に必須の分析法となっている。このように発光分析法は、試料を励起する方法によってそれぞれ特徴をもった分析が可能になる。ここでは、鉄鋼製造プロセス制御分析に活用される「スパーク発光分光分析法」について述べる。

スパーク発光分光分析装置は、図1に示すように試料励起部、分光部、測光部、データ処理部から構成される。各

種発光分析法では試料励起部が異なるが、その他の部分はほぼ同じである。実際の分析操作は簡単で、銅試料を切断、研磨し、分析装置の発光スタンドにセットしてスタートスイッチを押せば分析は自動的に行われて結果が出力される。通常用いられる約30mmφのディスク形状の銅試料表面に約4mmの間隙で対向するタングステン対電極間にアルゴンガスの流通下でスパーク放電を飛ばす。励起光は分光器に入って回折格子によって分散され、各波長位置に設置した光電子増倍管に入射され、電流値に変換されて計測される。通常約5mmφの面積に300Hzで7秒間程度スパーク放電が行われ、この時の2100パルスすべての発光強度はCPUにメモリーされる。1パルス毎の発光強度はかなりのバラツキがあり、目的元素と同時に発光したFeスペクトルとの発光強度比、それらの平均値からある範囲を超えたパルス強度の棄却処理(PDA/Pulse Distribution Analysis)⁶⁾、1パルス毎の発光スペクトル波形の時間分解処理などデータ処理技術が重要な位置を占めている。なお、発光分析は基準化学分析法によって値付けされた鉄鋼認証標準物質(CRM)、鉄鋼標準物質(RM、二次標準)などを用いて作成された検量線から含有率を求める相対分析法であり、標準物質の選定、整備が必須となる。

これまで述べた「励起」、「データ処理」以外に励起光の「分光」が、発光分析の精度、感度などの性能に直接影響する。発光スペクトル線の数には元素により数千本以上あるものもあり、これを分離するには高い分散をもった分光器が必要である。通常、発光分析に用いられる分光器は、出口スリット位置における波長分散(逆線分散)が、0.2～1nm/mmのことが多い。スリット幅を30μmとすれば、スペクトルバンド幅は0.006～0.03nmになる。例えば、焦点距離1mの分光器で2000本/mmの回折格子を使うと逆線分散は0.5nm/mmとなる。また、発光分析では通常、紫外から可視部にかけてのスペクトル線が測定されるが、炭素、りん、硫黄など波長が200nm以下の真空紫外域に強いスペクトル線をもつ元素の測定では、励起光の吸収損失のために、分光器内部を真空にしたり、窒素ガスを封入したりする。

2.2 定量元素と定量範囲

スパーク発光分光分析法によって定量できる元素およびその定量範囲⁴⁾を表1に示した。分析時間は、試料を装置に設定後はJIS分析法⁴⁾に規定される28元素を約30秒以内で同時定量できる。また、同規格には表2にその一部を示した対標準物質許容差や室内再現許容差などが詳細に記載されており、各元素の定量精度を知ることができる。また、本分析法はPDA処理により酸可溶性Alの形態別定量⁶⁾などにも活用されている。微量域の窒素⁷⁾、酸素はそれらの分析

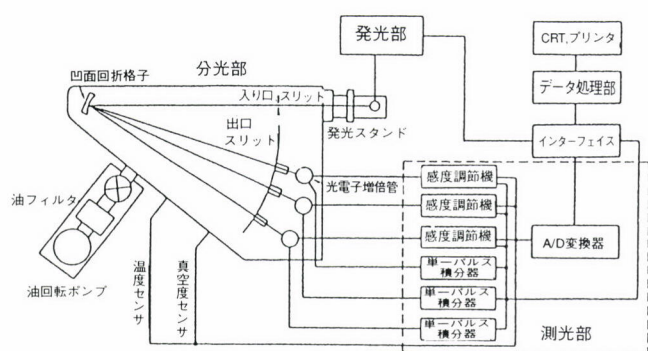


図1 スパーク発光分光分析装置の構成

線が真空紫外域にあることから研究開発中であるが実用化は近い。

2.3 最近の技術開発動向と課題

プロセス制御のための発光分光分析法の使命は、如何に速く正しい分析値を提供するかにある。その迅速化の最近の動向を見てみる。分析要員の削減を目的に分析試料の前処理を中心にした自動化は積極的に行われ、大規模な分析所はほとんど採用している状況にあるが、発光、蛍光、ガスの各分析を実施する分析室全体を自動化し、完全無人化を行った例⁹⁾を図2に示した。さらに進めて、分析装置を炉前に持ち出し試料の気送時間を省略して迅速化を狙うオンサイト分析化⁹⁾が進められている。最近では試料を投入すれば、前処理から分析値のアウトプットまでの発光分析の全操作を自動処理する現場設置型のコンテナタイプのものが活用され始めた¹⁰⁾。また、赤熱状試料の研磨を省略して迅速化を狙うレーザー発光分析法¹¹⁾も登場してきた。また、迅速化を究極的なものとするために、溶鋼を採取せずに直接分析する溶鋼オンライン発光分析法が実用化されるようになってきた。転炉溶鉄中の成分の火点スペクトルオンライン分析法¹²⁻¹⁴⁾は、図3に示すように酸素吹錬で得られる溶鉄表面の火点(約2800K)に発生した原子発光スペクトルを吹錬ランス内に設置した光ファイバー(100m)で分光器に伝送し、Fe強度比、自己吸収、火点温度などの補正を行い、Mn¹²⁾、Cr¹⁴⁾などの成分をオンラインリアルタイムで連続分析をするものである。発光分析の今後の課題は、精錬限界の低減化¹⁵⁾に対応した微量元素の高精度定量化およびオンライン連続分析法などによるさらなる迅速化を追求する研究開発があげられ、これらの課題解決には新たなシーズ探索が必要となろう。

表1 スパーク発光分析法の定量成分と定量範囲^{4,5)}

成分	定量範囲	% (m/m)
炭素	0.001 以上 5.5 以下	
けい素	0.002 以上 6 以下	
マンガン	0.003 以上 30 以下	
りん	0.0005 以上 1.0 以下	
硫黄	0.0002 以上 0.5 以下	
ニッケル	0.002 以上 40 以下	
クロム	0.002 以上 40 以下	
モリブデン	0.001 以上 10 以下	
銅	0.001 以上 6 以下	
タングステン	0.01 以上 25 以下	
バナジウム	0.001 以上 6 以下	
コバルト	0.001 以上 20 以下	
チタン	0.0005 以上 3 以下	
アルミニウム	0.001 以上 5 以下	
ひ素	0.001 以上 0.3 以下	
すず	0.0006 以上 0.3 以下	
ほう素	0.00005 以上 0.5 以下	
鉛	0.001 以上 0.5 以下	
ジルコニウム	0.001 以上 1 以下	
ニオブ	0.001 以上 2 以下	
マグネシウム	0.001 以上 0.2 以下	
カルシウム	0.0001 以上 0.01 以下	
タンタル	0.02 以上 0.2 以下	
アンチモン	0.008 以上 0.5 以下	
セレン	0.003 以上 0.1 以下	
テルル	0.003 以上 0.1 以下	
ランタン	0.002 以上 0.05 以下	
セリウム	0.005 以上 0.05 以下	

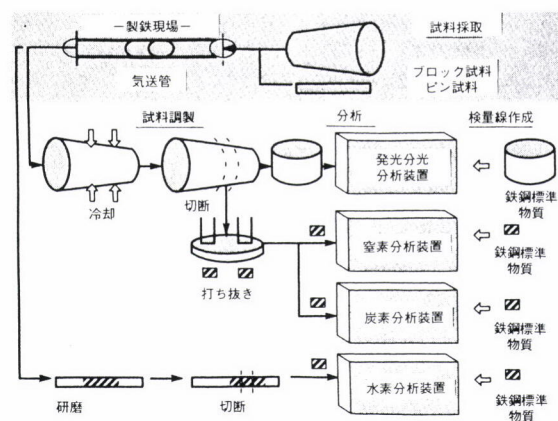


図2 鉄鋼製造プロセス制御のための全自動分析システム⁸⁾

表2 スパーク発光分析法の対標準物質許容差と室内再現許容差例^{4,5)}

単位：％(m/m)

成分	成分含有率の範囲	対標準物質許容差	室内再現許容差
炭素	0.013 以上 0.12 未満 0.12 以上 0.49 以下	2.0× (0.03926 × C % + 0.00264) 2.0× (0.02567 × C % + 0.00426)	2.0× (0.02721 × C % + 0.00132) 2.0× (0.01609 × C % + 0.00263)
けい素	0.10 以上 1.42 以下	2.0× (0.02598 × Si % + 0.00320)	2.0× (0.01794 × Si % + 0.00031)
マンガン	0.12 以上 1.79 以下	2.0× (0.01800 × Mn % + 0.00405)	2.0× (0.01085 × Mn % + 0.00153)
りん	0.004 以上 0.038 以下	2.0× (0.04148 × P % + 0.00030)	2.0× (0.02581 × P % + 0.00017)
硫黄	0.002 以上 0.041 以下	2.0× (0.06798 × S % + 0.00036)	2.0× (0.04375 × S % + 0.00024)

3 蛍光X線分析法

皆さんよくご存じの如くX線は、ちょうど今から100年前の1895年ドイツのW. C. Rontgenが陰極線の実験中、放電管の外側のかなり離れた位置の蛍光体が光を放っているのを見つけ出したのが発端と言われ、1912年以降にLaue、Friedrich、Knipping、日本の寺田博士らがX線が電磁波で回折現象があることを実証し、Braggが結晶面からの反射によってX線の波長を測定することに成功、その波長は紫外線より短く、0.001~10nmであることを明らかにした。このBraggの(1)式が蛍光X線分析での波長の分散に用いられている。

$$2d \sin \theta = n\lambda \dots\dots\dots (1)$$

ここで d は結晶の原子面間隔、 θ は回折角、 n は次数、 λ は波長である。

また、MoseleyはX線の波長と原子番号との関係[(2)式]を明らかにし、X線スペクトル分析で元素分析が可能な基礎を築いた。

$$\lambda = C / [A^2 (Z - B)^2] \dots\dots\dots (2)$$

ここで λ は波長、 C は光速、 A 、 B は固有X線の各系列に特有な定数、 Z は原子番号である。

こうした理論的背景を踏まえX線を工業分析に適用する方法は早くから研究され1950年後半には実用機が完成、一部鉄鋼分析に活用され始めた。当初の分析装置は分析元素の数、種類に大きな制約があったが、その後蛍光X線の励起源であるX線管の対陰極材質の改良・高出力化・薄窓化による高X線出力、人工分光結晶の開発、計数管の改良、高安定化電源の開発、高分解能パルス計数回路の開発、アナログからデジタル計測化、データ処理の電算機化等があり、現在では、1種類のX線管で40元素近くが1分以内に分析できる装置が開発されている。しかも蛍光X線分

析法は分析を対象とする物質の制約が少ないため、固体、粉体、液体、薄膜等その利用範囲は多岐にわたり材料・製品開発、生産管理に重要な役割を担っている。

鉄鋼での蛍光X線分析法は、諸先輩並びに現役分析技術者の努力と鉄鋼協会の共同研究会あるいは鉄鋼連盟の標準化委員会等で高精度な利用方法^{16,17)}および規格化¹⁸⁾が推進され、他の業界の教科書的作用を果たしている。

3.1 原理と装置

鉄鋼分析は次の手順によって行い、定量値を求める。装置の基本概念を図4に示した。

(1) 試料の調製

鉄鋼分析には、塊状あるいは板状の試料が適用され、分析径が25mm、厚さ5mm以上の大きさの試料を準備、分析面を粒度60番以上の研磨材で平滑にして測定に供する。

(2) 蛍光X線の励起

分析試料にX線管球(現在はRh陰極管が良く使われている)で発生したX線(一次X線)を照射すると、一次X線の一部は透過し、残りは吸収したり、散乱する。図5¹⁹⁾に示すように、この吸収された一次X線がエネルギーとして原子核近くの電子を放出させ空位を生じさせる。この軌道の空位を補うため外側の電子が遷移する。この時余分となったエネルギーが放出される。これが蛍光X線と呼ばれるもので

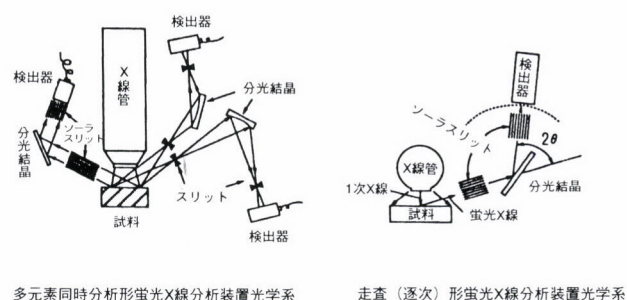


図4 蛍光X線分析装置の概念図

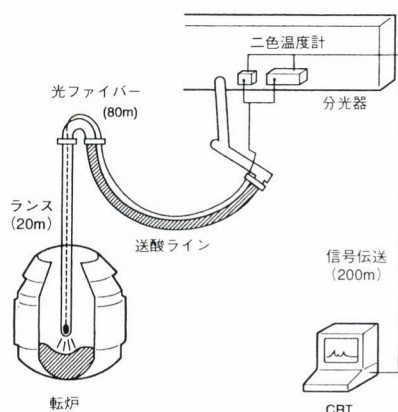


図3 転炉精錬制御のための溶鉄中Mn成分のオンライン連続分析システム¹²⁾

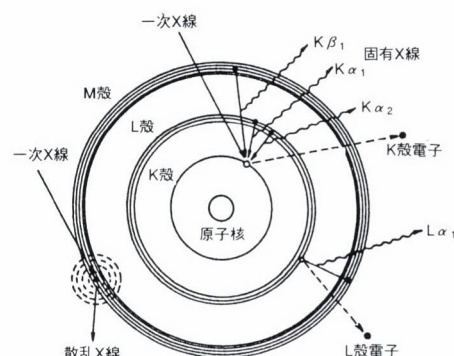


図5 Bohrの原子モデルと固有X線の発生機構¹⁹⁾

ある。空位の軌道および遷移する電子の軌道によってスペクトルの波長が異なる。このスペクトルは、K核への遷移はK線、L核への遷移をL線と呼ばれ、K系列、L系列、M系列のX線となり、それぞれ数本から数十本のスペクトル線から成っている。 α 線、 β 線は次核からの電子遷移、次々核からの電子遷移などで決定される。このスペクトルの波長は元素固有の物で、前述のMoseleyの関係式で決定される。分析には強度の強いK線あるいはL線が使用される。また、X線の試料への照射時間は20～40秒が採用されている。

(3) 蛍光X線の分光

発生した蛍光X線を分光結晶(発光分析で言うプリズム、回折格子に相当するもの)で元素ごとに分光(分散)させる。この分光は結晶の原子面間隔既知の物質を用い入射X線角度、反射X線角度を光学的に配置することにより、前述のBraggの回折式から波長分散が可能となる。

(4) 分光後蛍光X線強度の計数

元素ごとの蛍光X線強度は放射線の計数管(比例計数管、シンチレーション計数管等)で計数される。それをノイズの除去、近接エネルギーの分離等を電気的に行って、計数値とする。

(5) 定量値への換算

計数値から定量値への換算には、あらかじめ認証値(化学分析値)が既知の標準物質を測定し、その物質で得られた分析元素の蛍光X線強度と認証値との関係を示した検量線(通常は1次または2次の数式を使用)から定量値(含有率)に換算する。しかし、試料内から発生する蛍光X線は共存する元素によって吸収したり、近接スペクトルの重なりを受けるので、その補正を行う必要があり、補正した後定量値とする。この吸収補正は測定波長が基元素である鉄の質量吸収に比べ共存元素の質量吸収の程度が大きい、小さいかを判断して行われる。鉄鋼分析での補正式を(3)式に示した。鉄鋼の日本工業規格分析法¹⁸⁾ではこの共存元素の補正が理論的あるいは実験的に体系化されており、炭素鋼、低合金鋼、高合金鋼、ニッケル超合金鋼が一括して定量できることを特徴としている。

$$W_i = X_i (1 + \sum d_j \cdot W_j) - \sum l_j \cdot W_j \cdots \cdots (3)$$

ここで W_i は定量元素の補正後値、 X_i は未補正定量値、 d_j は吸収補正係数、 W_j は共存成分含有率、 l_j はスペクトル線の重なり補正係数を示す。

装置は概念図に示すように、炉前分析、生産管理分析用に使用されるタイプとして多元素が一度に定量出来る多元素同時型と研究分析、材料開発分析等に活用しやすい一元素毎に波長をセッティングして測定する走査型がある。鉄鋼以外の鉄鉱石、スラグ、造滓剤、CCパウダー、耐火物等

の粉体試料あるいはメッキ液その他の液体試料は、試料の予備調製、分析試料容器、測定雰囲気を変更することにより分析できる。

(6) 自動化

蛍光X線分析法の自動化・無人化は発光分光分析同様各所で実施され、自動試料調製装置多試料自動試料装填装置などの付帯設備との組み合わせで使用されている。

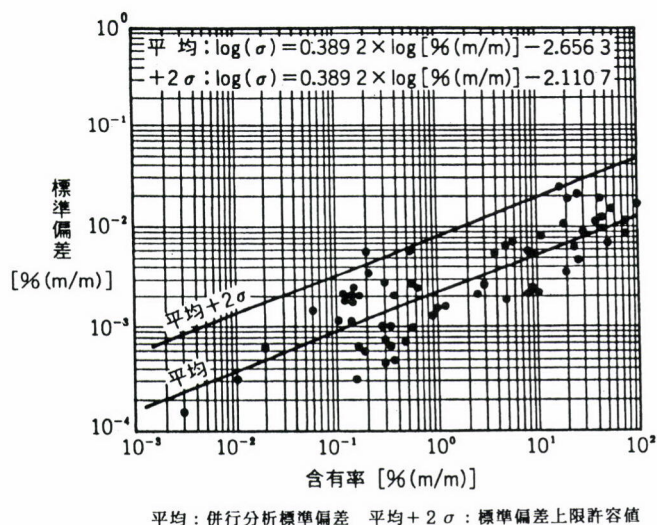
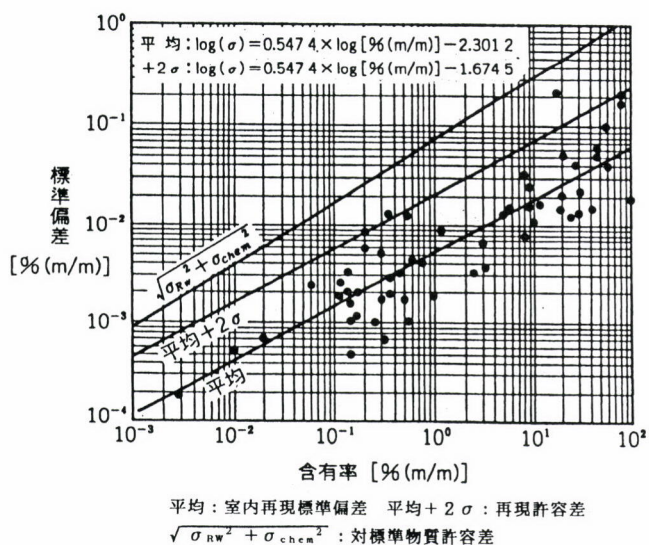
3.2 定量元素と定量範囲

1950～1960年代は蛍光X線分析法で定量できる元素はせいぜい原子番号22(チタン)以上に限られていたが、前述したようにその後ハード、ソフト両面の開発改善により現在では原子番号5(ほう素)、同6(炭素)まで分析できる感度を得られるようになってきた。しかし鉄鋼中の元素定量にはまだまだ多くの課題があり、鉄鋼の日本工業規格¹⁸⁾では表3の元素と定量範囲が実用できるものとして規定されている。

その分析精度は図6の室内併行分析精度(短時間の繰り返し測定誤差)、図7の室内再現精度(長時間間隔のくり返し測定誤差)で示すように、非常に良好でこれから益々厳しくなる化学成分規格に対応できるものと考ええる。また、近年鋼中への添加元素として使われているランタン、セリウ

表3 蛍光X線分析法の定量成分と定量範囲¹⁸⁾

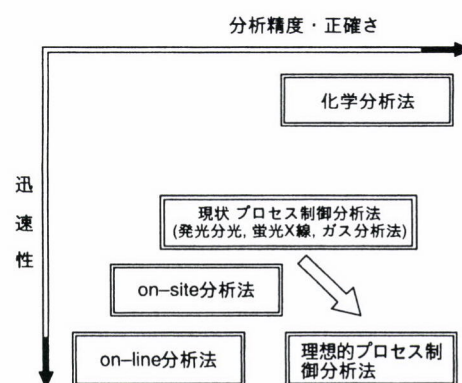
成分	定量範囲 % (m/m)
けい素	0.002 以上 10 以下
マンガン	0.001 以上 30 以下
りん	0.001 以上 1 以下
硫黄	0.001 以上 0.6 以下
ニッケル	0.002 以上 99.5 以下
クロム	0.001 以上 50 以下
モリブデン	0.001 以上 30 以下
銅	0.001 以上 10 以下
タングステン	0.002 以上 25 以下
バナジウム	0.001 以上 6 以下
コバルト	0.002 以上 60 以下
チタン	0.001 以上 10 以下
アルミニウム	0.002 以上 12 以下
ひ素	0.002 以上 0.3 以下
すず	0.002 以上 0.6 以下
鉛	0.002 以上 0.4 以下
亜鉛	0.001 以上 0.1 以下
ジルコニウム	0.001 以上 2 以下
ニオブ	0.001 以上 10 以下
マグネシウム	0.003 以上 0.2 以下
カルシウム	0.001 以上 0.1 以下
タンタル	0.002 以上 15 以下
アンチモン	0.002 以上 0.7 以下
セレン	0.001 以上 0.5 以下
テルル	0.002 以上 0.2 以下
ビスマス	0.001 以上 0.2 以下
鉄	0.003 以上 50 以下
ランタン	0.002 以上 0.2 以下
セリウム	0.003 以上 0.6 以下
プラセオジウム	0.002 以上 0.1 以下
ネオジウム	0.003 以上 0.3 以下

図6 蛍光X線分析法の併行分析標準偏差とその上限許容値¹⁸⁾図7 蛍光X線分析法の室内再現標準偏差、再現許容差及び対標準物質許容差¹⁸⁾

ム、プラセオジウム、ネオジウムの希土類元素の定量ができる。

3.3 今後の課題

本法の一番の課題はppmオーダーの定量が精度よく迅速にできることと炭素の定量が実用化されることに尽きると考える。前者については鋼中の不純物元素特にチタン、ひ素、すず、鉛、亜鉛、アンチモン、セレン、テルル、ビスマス分析のニーズが強く要請され分析感度の向上、測定方法の改善が望まれている。後者については分析感度の向上と測定時の分析表面汚染対策が解決の糸口と言える²⁰⁾。こ

図8 鉄鋼製造プロセス制御のための分析の将来像²¹⁾

れらが実現された時には、蛍光X線分析法利用の更なる飛躍が期待できるものと考ええる。

4 終わりに

ここで述べた発光、蛍光の両機器分析法は、基準分析法 (referee method) ではなく鉄鋼製造を支える日常分析法 (routine method) である。信頼性のある正しい分析値を提供するにはSI単位の質量に帰属するトレーサビリティの確保が必要で、機器分析法には標準物質が必須である。したがって、機器分析法の発展には基準分析法であり、標準物質の認証値を決定する化学分析法の発展が表裏一体でなければならない。精錬限界が減少して鉄鋼中不純物成分の微量化が進み、これに加え熟練分析技術者の激減で化学分析技術の行詰りが顕著である。車の両輪の関係にある化学分析法の研究開発および技術の伝承、教育が必要不可欠である。一方、プロセス制御機器分析法の使命である迅速化、高精度化には、上述のように各種の挑戦が行われているが新たなシーズ探索が必要な段階にある。鉄鋼製造プロセス制御のための分析の将来像を図8²¹⁾に示した。製鋼技術、鉄鋼材料開発が続く限り、発光分光、蛍光X線の両工程管理分析法の微量化対応と極限までの迅速化の追求は永遠の課題である。

(次号「ICP発光分析・ICP質量分析」)

参考文献

- 1) 井樋田睦, 河島磯志: 鉄と鋼, 60 (1974), 1752.
- 2) 日本鉄鋼業における分析技術, 日本鉄鋼協会編, (1982), 347.
- 3) 小野昭紘: 鉄と鋼, 77 (1991), 1765, 1809.
- 4) 「鉄および銅—スパーク放電発光分光分析方法」, JIS G 1253 (1994)
- 5) 小野昭紘: 鉄と鋼, 81 (1995), 869.
- 6) 小野寺政昭, 佐伯正夫, 西坂孝一, 坂田忠義, 小野準一, 福井勲, 今井直樹: 鉄と鋼, 60 (1974), 2002.
- 7) 千葉光一, 他: 鉄と鋼, 82 (1996), 47.
- 8) 大野義信: 鉄と鋼, 81 (1995), 433.
- 9) 仁部晴美, 黒崎将夫, 笠井茂夫: 分析化学, 37 (1988), T133.
- 10) 永田昌嗣, 杉本和臣, 吉川裕泰, 船曳佳弘, 野村光一, 新井幸雄: 材料とプロセス, 8 (1995), 577.
- 11) 秋吉孝則, 坂下明子, 前川俊也, 石橋耀一, 城代哲史, 望月正: 鉄と鋼, 83 (1997), 42.
- 12) 大野剛正, 千葉光一, 小野昭紘, 佐伯正夫, 山内雅夫, 金本通隆: 鉄と鋼, 77 (1991), 805.
- 13) 千葉光一, 小野昭紘, 佐伯正夫, 大野剛正: 鉄と鋼, 77 (1991), 1874.
- 14) 辻野良二, 宮本健一郎, 伊藤知洋, 湯木敏隆, 加藤勝彦, 新飼明男, 千葉光一: 鉄と鋼: 82 (1996), 53.
- 15) 雀部実: 第143, 144回西山記念技術講座 (日本鉄鋼協会), (1992), 1.
- 16) 鉄鋼の工業X線分析方法, 日本鉄鋼協会編, (1972)
- 17) 「日本鉄鋼業における分析技術」, 日本鉄鋼協会編, (1982), 375.
- 18) 「鉄及び銅—蛍光X線分析方法」, JIS G 1256 (1997)
- 19) 「蛍光X線の手引き」, 理学電機工業(株)編, (1990), 4.
- 20) 日本鋼管(株): 蛍光X線分析法による銑鉄中炭素の定量精度調査WG活動報告書 日本鉄鋼協会分野別部会分析技術部会資料
- 21) 小野昭紘, 植村健: Readout, 30 (1997) No.14, 29.

(1998年3月2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 底吹き転炉から複合転炉に至る攪拌研究の回顧と今後の課題

中西恭二

静岡理工科大学 常務理事

Kyoji Nakanishi

Reminiscences on the R&D of the Bottom Blowing and the Combined Blowing Processes with a Particular Emphasis on Gas Mixing and the Remaining Task in the Future

1 はじめに

日本の一貫製鉄所から平炉が消滅したのは1971年4月(昭和46年)、日本に初めて平炉が建設されてから70年目にあたる。転炉の寿命も70年とすれば2027年に姿を消すことになる。技術発展史の短サイクル化から言えば2027年よりもっと早まるかもしれない。今はその29年前にあたる。平炉消滅の29年前と言えば1942年(昭和17年)である。当時、平炉はあと29年もすると消滅すると誰かが言ったとして、そんな馬鹿な…と言わなかった人がいただろうか。いたとしたら、それはベルリン工科大学のDurrerとアーヘン工科大学のSchwarzだったであろう。Durrerは1922年に純酸素上吹き実験を始めていた。Schwarzは1938年に純酸素ガスの上吹きと底吹き実験を行って特許を申請していた。

日本の鉄鋼産業がサイエンスも含めて世界のリーダーを正しく継承しているとすれば、先の問いかけに、可能性は十分に有ると頷く研究者が大学の片隅か企業の片隅でその機会到来を虎視眈々と狙って、今日も研究や技術開発に切磋琢磨しているに違いない。そうあって欲しいと思うだけで心がわくわくしてくる。その一端を担っていてもおかしくない著者が今語りべの境地に甘んじていることは慚愧に堪えない。が、ここは淡々と原稿を埋めていこう。

2 OBM/Q-BOPの発明者のこと

2.1 SavardとLee

British Columbia大学のBrimacombe教授(故人、本原稿執筆中にカナダ政府の研究企画プロジェクトのリーダーとして頑張っている旨のクリスマスカードをもらったが、その直後に54才の若さで心不全で急逝した)は、底吹き転炉用二重管羽口の発明者SavardとLee氏を記念して開かれたSavard/Lee International Symposium on Bath Smelting

のProceedingsで次のような巻頭言を掲載している¹⁾。「工業の進歩は連続的なものではない。革新的な技術が発明されると、工業は大きくジャンプして進歩する。製鋼分野では、ベッセマー転炉、上吹き転炉およびSavardとLeeが発明した底吹き二重管羽口などが革新的な技術であった。興味深いのは、ベッセマー、上吹き転炉の先駆者DurrerそしてSavardとLeeらがいずれも鉄鋼業に従事していなかった事である。」

著者は1974年2月からの1年間、ニューヨーク州立大学バッファロー分校のSzekely教授(故人)の研究室にPos. Doc. (博士研究員)として留学していた。鉄鋼精錬技術向上のための鋼浴の攪拌が研究テーマであった。当時、純酸素底吹き転炉、Q-BOPを川崎製鉄が導入する可能性は高かったので、留学中、吹き込みガスジェットによるメタルバスの攪拌もテーマの一つとした²⁾。帰国直前の1975年2月にニューヨークで開かれたアメリカ金属学会に出席して、成果の一つを講演発表した。それより数カ月前、川鉄から連絡が入った。川鉄が純酸素底吹き転炉、Q-BOPを導入することを正式に決定したという知らせだった。帰国すれば今までの攪拌研究のポテンシャルが存分に活かせる事に内心小躍りしながら、この学会に参加した。著者の講演が終わると、フランス人かなと思う日本人に近い背丈で小太りの紳士が人懐っこい笑顔で近づいて来た。そして握手を求められた。この紳士が二重管羽口の発明者の1人、G. Savard(図1)であった。当時彼はCanadian Liquid Air社の研究所長をしていた。通常、学会で講演発表の直後に握手を求められるのは「素晴らしい発表だった。おめでとう」が相場なので、謙遜の表情を整えつつ握手を返した。…が彼は発表を褒めに来たのではなかった。「あなたは川崎の技術者か。川崎は素晴らしい」彼は続けた。「実は、カナダの製鉄会社、ステルコでも新しい転炉を増設することになり、LDにするかQ-BOPにするかで、社内の意見が分かれた。結局、



図1 Savard氏（右から2人目）



図2 Lee氏（中央）と同夫人

在来のLD転炉を採用することになったが、その理由はQ-BOPが未知の技術だからというものだった。ところが川崎は全く同じ理由で採用に踏み切った。未知の部分があるから面白いと…、そこが素晴らしい」

その後もう一人の発明者、Robert G. H. Lee氏(図2)ともOBM/Q-BOPファミリー会議で知り合うことが出来た。謙虚でとつとつとした語り口から彼の人が伝わってくる。その後Lee氏がSavard氏の後任としてCanadian Liquid Air社の研究所長を継いだ。Lee氏が研究所長になってからもSavard氏は顧問として残り、著者が1985年5月、Montrealの研究所を訪ねた際にもカナダロブスターの昼食を二人からご馳走になった。東洋系のLee氏が、元上司にあたるSavard氏を引退後も尊敬の念をもって遇している日常を垣間見たようで、暖かい心持ちになった。

そもそもCanadian Liquid Air社は、純酸素の需要増大を狙って、純酸素吹き込みに耐えうる新羽口の開発に着手した³⁾。SavardとLeeは1965年二重管羽口を発明しヨーロッパのトーマス炉への売り込みに成功する。すなわち1968年3月、Eisenwerk Gesellschaft Maximilians-Hütte MBH (Sulzbach Rosenberg)において25 t トーマス転炉が、上述の二重管羽口を取り付けた30 t 炉に改造され、OBM(Oxy-

gen Bottom Maxhuütte)と呼ばれる。この30 t OBMは、鋼中N濃度が従来の100ppmから20ppmへと低下し、また炉底寿命が100回から200回以上に伸びるなど、期待通りの成果をあげた。二重管羽口の内管通路は、純酸素が流れるが、内管と外管の環状間隙はプロパンなどの炭化水素ガスが流れ、これが炭素と水素に熱分解する際の吸熱を利用して、羽口先端の高温部を集中的に冷却する。プロパンと云えば燃料であり直感的に発熱剤と考えるのが普通である。クラッキングに伴う吸熱効果に着目して冷却剤として使ったのは実にあざやかな発想であった。さらに分解して析出する炭素が酸化防止剤になり羽口先端にポーラスな凝固鉄が傘状に付着して保護殻の役目を果たすのも炭化水素系ガスの利点である。こうして羽口寿命は純酸素を使用しても飛躍的に伸びる。このOBMプロセスに注目していた米国最大の鉄鋼会社、USスチールは、1971年、OBMプロセスの特許を買い、みずからもSouth Chicagoに30 tの実験炉をつくり、大型化にも十分耐え得ることを確信する。こうして1972年LD転炉の建設予定を覆して、Gary工場に200 tの純酸素底吹き転炉3基を設置し、Q-BOPと呼ぶ。続いて1974年同Fairfield工場の230 t 平炉12基も、2基の180 t Q-BOPにリプレースされる。

川鉄がQ-BOPを導入したのはその直後であり、まだ日本のLD転炉の方が経済性、生産性、鋼の品質などで勝っていた。導入にまつわる話は、当時週刊現代に連載されていた柳田邦男氏のノンフィクション「水の日、炎の日」⁴⁾にインタビューをまじえて掲載された。鉄鋼協会の製鋼問題懇談会において、NKKの川上公成氏(故人)が、「ついに、週刊誌も参考文献になる時代が来た」と挨拶して笑いを誘ったことが懐かしい。同じNKKの研究者、宮下芳雄氏(故人)も著者にとっては良き先輩でありライバルであった。昭和53年春の鉄鋼協会講演大会において、初めて川鉄のQ-BOP操業データを発表した時、宮下氏が即座に質問に立ち上がった。「今回のQ-BOPのデータは、海外から聞く報告より詳細で有益であった。しかしLD転炉導入の頃と比べて進歩の度合いが遅いようであるが、何か意見は？」最初に重心を浮かされてから足払いを掛けられた気分になった。はて、どうやって反論しようかと、会場を見回しながら思案した。何と会場の最前列で風呂敷づつみを机の上に置いて聴講されているのは、製鋼技術の大先輩、新日鐵の武田喜三氏(故人)ではないか。氏は昨日、同じこの会場で渡辺義介賞を受賞され、「わが国における転炉技術の発展」と題して記念講演をおこなった。その内容を思い出し、「宮下さん、LD転炉の草創期には、八幡製鐵と日本鋼管が大同団結して成果を上げたというじゃありませんか。NKKさんも早くQ-BOPを採用して川鉄と共同して成果を上げようじゃないですか」

と切り返した。最前列の武田氏が爆笑されたのはいうまでもない。その後、酒の席でNKKの研究者は以下のように語っていた。「NKKでは戦前から昭和33年までトーマス転炉での操業を経験して来た。その結果今の上層部は羽口のトラブルに辛酸をなめてきた人ばかりである。若手が底吹き転炉の将来性をPRしてもなかなか採用の気運とはならない。川鉄はその点白紙状態で底吹き転炉を技術的に評価出来たと思う」

2.2 Brotzmann

二重管羽口を発明したのはSavardとLeeであるが、この特許を素早く買って純酸素底吹き転炉に取り込みOBMプロセスとして総合化したのがKarl Brotzmann氏(図3)である。彼はDH式真空脱ガス処理設備の発明者でもある。昭和53年当時、Sultzbach-Rossenberg Maxhütteの製鋼工場は、Brotzmannらの実験工場の様相を呈していた。OBMの鋼浴流動の水銀モデル実験で減圧設備が必要になると、現場のDH設備を利用するなど、現場でプロセス開発をして飯を食べている印象を強く受けた。例えば当時最先端の技術テーマであった羽口の個別流量制御やスクラップの予熱に重要なside-tuyereなどの試験は実機の60 t OBMに装着して実施していた。付属の研究所には実験室らしきものは見当たらなかった。一方Brotzmann以下の居室と並んで立派な製図室が完備していた。またDr. Brotzmannの隣室にDr. Gollobという法律の専門家がおり、工場見学に際してconfidential contractへの署名とか、種々の法律業務を処理してDr. Brotzmannを補佐していた。技術を開発して世界に販売するスリムですきの無いミッション遂行部隊として強く印象に残った。

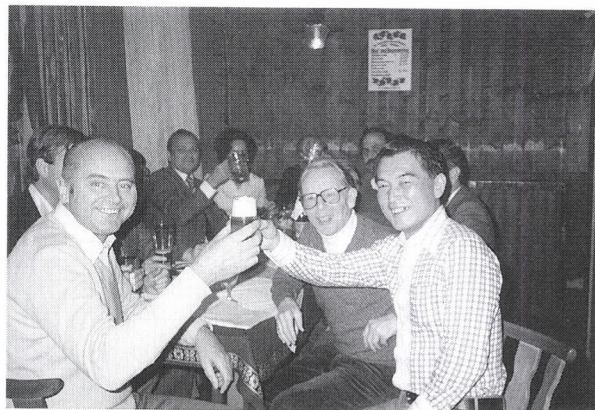


図3 乾杯するBrotzmann氏(左端)と川名氏(右端)

決断させた人物である。

発表された論文は全部で15件、その内それぞれ4件がMaxhütteと川鉄、その他のファミリーはそれぞれ1件ずつであった。会議の主催者にあたるMaxhütteの4件は当然として、新入りの川鉄の4件はファミリーの中でも多く目をひいた。3日間で15件の論文発表といった軽いスケジュールのため午後はフリー・トーキングということであったが、川鉄には質問が集中し、午後はスケジュールのやりくりに苦労した。

ファミリー会議とそれに引き続いてのいくつかの製鉄所訪問により、欧州の複合吹錬の動向を知ることが出来た。具体的には、ARBED(ルクセンブルグ)ではLD転炉のサブランス・サンプリングの代表性のなさを強調し、新しいタイプのサブランス・システムを採用予定であるが、内容は秘密ということであった。この点我々も気になったので川鉄もQ-BOPで得られた同時的中率96.1%の技術をLDへトランスファーしつつあると対抗したところ、彼らのプライオリティを主張するかのようにLDでのガス攪拌をおわせた。またThyssen Ruhrort(ドイツ)はLDを改造したOBMであり、複合吹錬が直ちに可能であることに驚いた。彼らは著者の発表したISCO値に強い関心を示し、休日にも拘らず応対してくれた研究者、H. Litterscheidの家にスライドプロジェクターを持ち込み、製鋼部長のR. A. Weberも加わり討論した。彼らのLD改造OBMでは年産4万tの低炭Fe-Mn合金の吹錬を計画していたし、またステンレス鋼の吹錬をOBMと上吹きランスで考えてもいた。当時すでにKrefeld(ドイツ)ではAODに上吹きランスを付けてステンレス鋼の製造を行っていたので、この点でも複合吹錬の実用化に最短距離にあると感じた。

3 OBM/Q-BOPファミリー会議

1978年10月、永井潤(当時川鉄千葉製鋼部長)と著者は川鉄として初めての論文4件を持ってOBM/Q-BOPファミリー会議に参加した。それらの題目は、

- ①Q-BOPのDynamic Control System, “Smart”, “QDT”の特長と成果(講演者 永井)
- ②Q-BOPのOGガス回収率の向上(永井)
- ③モデル実験によるQ-BOP鋼浴流動の解析(中西)
- ④酸化精錬炉内反応を特徴づけるパラメータ、ISCO(中西)

当ファミリー会議には、当時川鉄が合併事業を進めていたブラジルからツパロン製鉄所の建設班長、川名昌志も参加した。彼は千葉製鋼部長時代に、Q-BOPの導入が失敗に帰した時には自分が責任を取ることを担保に上層部に導入を

4 攪拌研究の回顧

J. Szekelyは1964年放射性同位元素Au¹⁹⁸を用いて平

炉内鋼浴の均一混合時間を測定した⁵⁾。その結果、約500secという値を得ている。多分これが製鋼炉内における混合時間測定のパイオニア的な仕事であろう。炉体形状から当然予想されることであるが、鋼浴の混合は極めて緩慢である。一方LD転炉の均一混合時間はChaterjeeらによって、Szekelyと同様にAu¹⁹⁸を使って6 t LDで測定され、60-120 secと平炉のそれに比べて1/4から1/8と短い値を得ている⁶⁾。このように、平炉に比べて均一混合時間が激減したため、LD転炉の攪拌は十分に強いという固定観念が製鋼の技術者や研究者らに長い間浸透し過ぎたのではないだろうか。したがってOBM/Q-BOPが登場した時、冶金技術者は攪拌強化による冶金効果よりも、炉底羽口から吹き込まれるO₂ガスと微粒のCaO粉末とメタル間の直接反応によるガス/スラグ/メタル反応の促進を期待したきらいがある。

川鉄は230 t Q-BOP導入後、時を同じくして5 tの試験転炉を建設した。この目的は耐火物の開発、羽口配列を含む最適羽口設計法、炉内反応機構の解明、現場で発生したトラブルの再現と防止法など多岐にわたった⁷⁾。LDとQ-BOPの炉内反応を統一的ないし連続的に説明するにはどうしたらよいかも研究者としての興味の焦点であった。結局均一混合時間を含む特性値、ISCOを提唱した。そしてLD転炉においても上吹き酸素の高々10%分を炉底羽口から吹き込めば、Q-BOPとほぼ同等の冶金効果が得られることが明らかとなった。その結果、既存のLD転炉は続々と底から酸素あるいは他の攪拌ガスを吹き込む複合転炉へと改造されていった。Q-BOPがさらに世界中に普及すると期待していた欧州の発明者らは、LD転炉にわずかな改造を施すことによって、ほぼQ-BOP並みの冶金効果が得られる複合転炉の出現で骨抜きにされた観がある。

欧州勢はすでにLD技術の販売において日本で儲け損なっていた。その時の経緯は文献⁸⁾に以下のように記されている。BOT (Brassert Oxygen Technik) 社はオーストリアのVoest社とAlpine社のLD転炉法に関する特許管理会社でありスイスに設立された。昭和30年5月頃八幡製鐵と日本鋼管はそれぞれ別個にBOT社あるいはAlpine社と技術導入交渉を開始した。2社が競い合って価格が上がり上がることを恐れた通産省製鉄課の指導により窓口は日本鋼管一社に絞った。そして日本鋼管が取得する上吹き法に関し、日本鋼管と八幡製鐵は全く同等の権利を享受し、義務を負担することになった。技術導入契約は昭和31年2月に成立した。LD転炉法による鋼の年間生産量を120万tと予想し、当時のレートで約5億円を一括払いすることで日本鋼管は我が国のジェネラル・ライセンシーとなった。昭和40年にはすでに900万tにまで転炉鋼の生産が急増したことを考

えると誠に安価な買い物であった。その分欧州では稼ぎ損なったのである。昭和33年に富士製鐵と住友金属が、昭和34年には川鉄と神戸製鋼が加わりBOTグループとして、LD転炉の技術向上に協力し、利益も応分に享受した。

以上のような背景から、今度こそはと欧州勢が満を持していた観があるだけに、複合吹錬により日本の鉄鋼業はまたしても経済的に有利な迂回路を見いだしたと言える。このためのリスクを川鉄一社で背負い、メリットは共有したとも言える。事実川鉄千葉で230 t Q-BOPが稼働したのが昭和52年2月であったが、53年1月には鉄鋼界に操業データを公表⁹⁾、そして53年春の鉄鋼協会講演大会では5 t試験転炉で得られたパラメータ、ISCO値を含む5連報を公表した¹⁰⁻¹⁴⁾。ISCOの関数形をみればQ-BOPの冶金特性をLDに賦与するためにはどうすればよいかが一目瞭然であり、各社の製鋼技術者には役立ったに違いない¹⁵⁾。昭和30年代川鉄は日本のLD転炉ファミリー、BOTグループに後塵を拝して入れてもらい利益を受けたがそのお返しを果たしたとも言える。

5 小型試験転炉による研究

昭和29年頃、LD転炉導入の是非を検討するため、試験転炉が設置された。すなわち八幡製鐵所では洞岡工場に5 t試験転炉を昭和29年2月に設置、稼働させた。また富士製鐵室蘭製鐵所では3 t転炉が昭和29年7月に稼働した。その後実機の転炉が順調に稼働して試験転炉の役目は終わった。それから、約20年後に再び試験転炉のブームが訪れた。上述のように、昭和52年、川鉄では5 t試験転炉を設置した。この5 t炉は当初は2年ほどで役目を終わるつもりであったが、今日まで20年間、次々に新しいテーマが生まれて、延べにして1500回の試験操業を行っている。当初は底吹き転炉と複合転炉の技術確立が主たる目的であったが、その他にも昭和50年代に入り、増大するスクラップの新しい溶解方法の開発、あるいは粉鉱石など安価原料の利用技術の開発など転炉機能の拡大が要請されてきたのである。このような事情を背景に、昭和50年代に入って、他社でも試験転炉が建設された(表1)。

表1 昭和50年以降に設置された試験転炉の概要

会社	川鉄	住金	NKK	新日鉄	新日鉄
設置場所	千葉	鹿島	福山	君津	広畑
稼働年・月	昭52・4	昭55・2	昭61・9	昭61・10	昭61・12
炉容(t)	5	15	5	6	3-5
設置目的	Q-BOP対応	ナシヨプロ (石炭ガス化)	鉄鉱石溶融 還元	ナシヨプロ (Fe-Cr溶融 還元)	冷鉄源溶融

6 攪拌研究の今後の課題

ガス吹き込みによる攪拌研究に関しては、かなり膨大なレビューをBrimacombeらとの共著¹⁶⁾で、1990年のElliott Symposium Proceedingsに掲載した。これら一連の研究は、一言で表現すると、攪拌を強化することで如何に早く系を平衡に近づけるかの視点で行われたものであった。高温プロセス分野での攪拌の取り上げかたは平衡到達の一手段としてのものでしかなかった。その点では至極当たり前のことをしこしこやっていたに過ぎない。ところが同じ頃、材料分野の研究者らは、メカニカル・アロイングのように強烈な加工エネルギーを材料に加え、非平衡状態を人工的に創り出していた。そしてそのような材料が実用材料にもなっている。自然現象に逆らって新しいものを創製している点が何とも面白い。

高温プロセスの分野でも、現状の攪拌エネルギーに満足せず、さらに高次元の攪拌エネルギーを投入すれば、系は静的平衡から外れ新しい動的平衡現象のもとで新精錬技術が生まれる可能性はないだろうか。熱力学を最大の武器とする高温プロセス分野の研究者が、静的平衡内にとどまっている間に材料分野の研究者が非平衡の世界を切り開いている。特に固体の世界ではツールとして超高温電子顕微鏡が威力を発揮している¹⁷⁾。高温プロセスの分野では熱力学的に溶解度のない元素は、精錬中にも溶解しないとして扱われている。果たしてそうだろうか。特に溶鋼の自由表面では気相原子を吸着した1原子層が存在し、このような異常相が、絶えず溶鋼バルク中に攪拌エネルギーと共に織り込まれている。無理やりにでも一度溶解させた元素は、溶解度がないために拡散も出来ない。したがって溶鋼中で孤立せざるを得ないのである。

金属材料中には塑性変形中に可動転位や点欠陥などが歪み速度に比例して生成する。これらの格子欠陥は動的条件下で溶質元素と相互作用を起こして変形抵抗の一因となる。これと同じように液の攪拌も塑性変形の一種と見ることが出来る。つまり、静止状態では存在しなかった格子欠陥が動的には存在し、ここには静的な熱力学的測定では溶解度のない元素も溶解し得ると考えることができる。実際、底吹き転炉のようなガス攪拌の際には多量のガス/メタル界面が生成し、ガスバブルの移動と共に、ガスを吸着した1原子層が液バルクの中に取り残される。これはあたかも面心立方金属合金中に見られる積層欠陥のようなものである。このような動的条件下での溶質元素再分配を数式モデル化すれば以下のようなものである¹⁸⁾。

まず、(1)式の反応を考える。ある時刻における反応の進行度は(2)式の活量比、 K で表すことが出来る。平衡に到達

すると活量比、 K は平衡定数、 K_{eq} となり、(3)式で表せる。(1)式の右向き反応のGibbs自由エネルギーの変化、 ΔG は(4)式で表せる。ここに、 H, S, T はエンタルピー、エントロピー、絶対温度である。標準生成自由エネルギー、 ΔG^0 は(5)式で与えられる。

reaction

$$nA + mB = (AnBm) \dots\dots\dots (1)$$

activity ratios

$$K = a_{(AnBm)} / a_A^n \cdot a_B^m \dots\dots\dots (2)$$

equilibrium constant

$$K_{eq} = \{a_{(AnBm)} / a_A^n \cdot a_B^m\}_{eq} \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln(K_{eq}) \dots\dots\dots (5)$$

図4は系が時間とともに平衡に近づく様子を模式的に示している。一方、図5は、系が攪拌エネルギーの増大に連れて平衡から遠ざかる様子を模式的に示している。この際平衡とは静的な状態でのそれを意味しており、動的な状態での平衡には近づいているのである。気相中のArガスの化学ポテンシャルは(6)式で与えられる。ここに、 P は圧力、 k

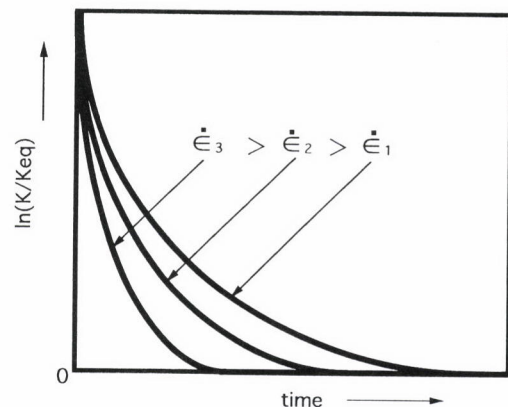


図4 攪拌強化による平衡到達時間の短縮

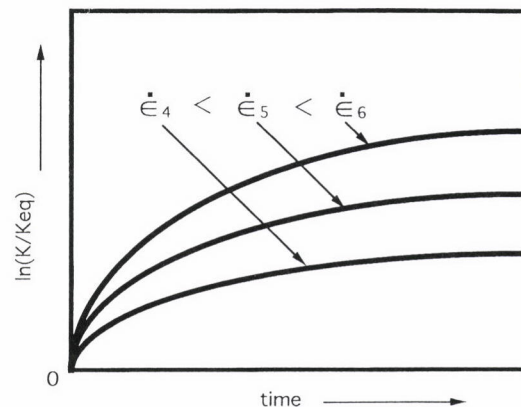


図5 攪拌強化による静的平衡からの乖離

はボルツマン定数、 m はAr原子の質量、 h はプランク定数、 ν は電子基底状態の重なり、 ρ は原子核のスピン重なりである。

chemical potential of Ar gas

$$\mu_{\text{Ar}}^g = kT \ln P - \frac{5}{2} kT \ln T - \ln \left\{ \frac{(2\pi m)^{3/2} k^{5/2}}{h^3} \nu \rho \right\} \dots \dots \dots (6)$$

一方、溶鉄の中には攪拌によってAr原子のトラッピングサイト Nt が生成している。このような格子欠陥に捕捉されたAr原子の数を N_{Ar} とすれば、溶鉄中Ar原子の分配関数は(7)―(9)式で与えられる。これよりAr原子の自由エネルギーは(10)式で与えられ、化学ポテンシャルは(11)式で与えられる。

partition function of Ar in liquid iron, Γ

$$\Gamma = \Omega(J_{\text{Ar}})^{N_{\text{Ar}}} \exp(-W/kT) \dots \dots \dots (7)$$

$$\Omega = \frac{Nt!}{N_{\text{Ar}}! (Nt - N_{\text{Ar}})!} \dots \dots \dots (8)$$

$$W = u_{t\text{Ar}} \cdot N_{\text{Ar}} \dots \dots \dots (9)$$

free energy, F

$$F = -kT \ln \Gamma \dots \dots \dots (10)$$

chemical potential of Ar in liquid iron

$$\mu_{\text{Ar}}^L = \partial F / \partial N_{\text{Ar}} \dots \dots \dots (11)$$

動的状態での平衡条件は(6)と(11)式を等置して得られる。すなわち、(12)式が成り立ち、これより、(13)式が導かれる。ここに C は定数である。(14)式は攪拌エネルギー密度、 $\dot{\epsilon}$ と攪拌エネルギーの緩和時間、 τ の積、 $\dot{\epsilon}\tau$ に比例してAr原子の溶解サイト X_t が増加することを示している。(13)、(14)式は攪拌エネルギーが存在する間は静的には溶解度を持たないAr原子が溶鉄中に溶解することを示したものである。

$$\text{at equilibrium, } \mu_{\text{Ar}}^g = \mu_{\text{Ar}}^L \dots \dots \dots (12)$$

$$X_{\text{Ar}} = \frac{CP\sqrt{T}X_t}{CP\sqrt{T} + \exp\left(\frac{u_{t\text{Ar}}}{kT}\right)} \dots \dots \dots (13)$$

$$\text{where } X_t = \alpha \dot{\epsilon} \tau \dots \dots \dots (14)$$

以下に、より具体的に、希ガスArの溶鋼中への溶解量について推論した。平衡実験による限り溶鉄中へのArガスの溶解度は 1.96×10^{-4} ppm と著しく低く¹⁹⁾、実際上溶解しない。しかし、昭和30年代の製鋼現場に比べて、現在では攪拌と雰囲気制御のために桁違いに多量のArガスを吹き込んでいる。激しい攪拌により、仮に間違っても溶鉄中にArが溶解込めば、溶解度の無いことが災いして拡散移動することも出来ない。つまり一度溶解込んだArは系外へ追い出すことも意外と困難になるのではなかろうか。連続铸造鋳片

に認められるブローホールには、このようにして一旦溶解したArが再度気泡として放出され、凝固殻に捕捉されたものもあるに違いない。そこでメカニカルアロイング時の加工エネルギーと製鋼作業での攪拌エネルギーを比較して、Ar非平衡溶解度を推算する。

メカニカルアロイングでは機械的エネルギーを蓄積して非平衡なアモルファス合金を作り出す。その一例として70at%Cu-30at%Ag合金がある。この系はCuとAg原子が微弱ながら互いに反発するため、固相では全率固溶体をつくれず、本来共晶となる。このアモルファス合金をつくるため20回を越える繰返し重ね圧延法が取られている。このための加工エネルギーを推算すると、1500J/gと見積もられる。一方、通常のガス攪拌は10watt/t steel程度のエネルギーで1時間程度の攪拌(転炉—RH—CC)であるので0.036J/gの攪拌エネルギーと見積もられる。攪拌ないし加工エネルギーに比例して非平衡濃度も増加するとすれば、メカニカルアロイングから類推して溶鋼中へのArの非平衡濃度は5ppm(重量分率)となる。以上の推算で得られた攪拌エネルギーと非平衡濃度の関係を図示すれば図6が得られる。

では、このような非平衡濃度のArは溶鋼中にどのようにして溶解するのか。吹き込んだArガスは気泡となり溶鋼中を浮上するが、気液界面では不活性なArといえども物理吸着はしてもよい。そこで1Nm³のArガスを1tの溶鋼に吹き込み、Arガスは直径1cmの気泡となって浴中を浮上するものとし、物理吸着した全Ar原子が溶鋼中に溶解込むとすると、その値は71ppmとなる。先に求めた5ppmは、この7%に相当する。あり得ない話ではないように思える。このような領域が今後の課題として残されている。世界の何処かで、静的な平衡から遠ざかるための攪拌研究が精力的に進められ、それが新しい精錬プロセスに結びついた時、攪拌をあれだけやっていた日本で、何故そのような発想が生まれなかったのかと臍を噛みたくないものである。

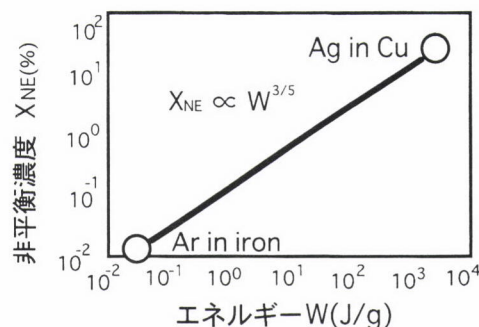


図6 機械的エネルギーと非平衡濃度

7 おわりに

エジソンが直流電気技術を守るため交流電源の電気椅子を創り犬を殺して見せた話は有名である。これほど極端でないにしても、技術の進歩は新技術と旧技術の偏執者の闘いの歴史でもある。上吹き転炉の出現によって平炉は日本から姿を消した。しかし消滅する直前には平炉でも上吹き転炉並みの酸素が吹き込まれ、平炉でありながら、あたかも上吹き転炉のような操業技術が追及され生産性と経済性でかなりの進歩を見た。残念ながらそれでも勝ち目はなく平炉は上吹き転炉に駆逐される。続いて底吹き転炉が登場した。底吹き転炉は鋼浴の攪拌が極めて強くかつ均一の反応が進むため、上吹き転炉には無い数々の利点が多々もたらされた。上吹き転炉を守る技術者たちは上吹き転炉の利点を維持しつつ、底吹き転炉の利点をも取り込むための技術開発を進め、結局複合転炉を完成させた。これは従来の上吹き転炉にマイナーな改造を施すだけで済むので、著しい経済効果を上げた。このように新旧技術の攻守の境界線で次なる技術のエンブリオが形成されていく事が多い。

本原稿の執筆依頼を受けた時、著者は川崎製鉄に勤務していた。執筆に際しては当然必要となる製鋼部会資料、学振19委員会資料などが揃っていた。ところが平成9年7月に川崎製鉄を退職して静岡理工科大学へ勤務することになった。当大学には金属工学系の学科が無く、したがって上述の参考資料は皆無で技術の発展史を正確にかつ偏り無く記述することが大変難しくなった。その結果、編集委員会の意図とはかなり乖離した原稿になったことをここにお詫びしたい。

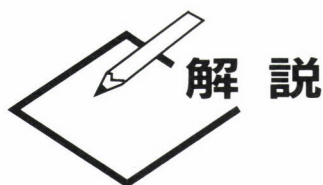
しかし執筆に際して楽しい発見もあった。一貫製鉄所の無い静岡県では、転炉関連の図書など市立図書館でも見つからないだろうとたかをくくって出かけてみた。アッタ！新日鐵室蘭に永く務めた水木栄夫著「転炉製鋼の歴史と現状」²⁰⁾。著者が故郷静岡に戻らなければ、そして「ふえらむ」編集委員が著者に宿題を課さなければ、未だ誰にも読まれず書架に飾られたままになっていただろう。静岡県は鉄鋼協会会員の過疎地です。このような地域にこそ鉄鋼協会は何かが出来、何かを得ることが出来るのではないのでしょうか。

本原稿を執筆しつつ思ったが、吹錬の研究・技術開発に功績のあった多くの方々がすでに亡くなっている。それも平均寿命からすればまだまだご活躍すべき若さであり、誠に寂しい。ISCOと同種のパラメータ、BOCを提案¹⁵⁾した新

日鐵の大河平氏もその一人である。正しくGONE with the WINDである。この小文とともに彼らを偲びたい。

参考文献

- 1) J. K. Brimacombe : Savard/Lee International Symposium on Bath Smelting, TMS, Montreal, Quebec, Canada, (1992), p. IX
- 2) J. Szekely : Fluid Flow In Metallurgy
- 3) 中西恭二, 三本木貢治 : 鉄と鋼, 65 (1979) 1, 138.
- 4) 柳田邦男 : 日本の逆転した日, 講談社, (1981), 161.
- 5) J. Szekely : J. Iron and Steel Inst., 202, 505 (1964)
- 6) A. Chatterjee, N. O. Lindfors and J. A. Wester : Ironmaking and Steelmaking, (1976) 1, 21.
- 7) K. Nakanishi, K. Saito, T. Nozaki, Y. Kato, K. Suzuki and T. Emi : Steelmaking Conference, Proceedings of AIME, Pittsburgh, USA, (1982) March, 101.
- 8) わが国における酸素製鋼法の歴史, 日本鉄鋼協会, 鉄鋼科学・技術史委員会, (1982), 80.
- 9) 川名昌志 : 鉄鋼界, (1978) 1, 56.
- 10) 川名昌志, 岡崎有登, 永井潤, 香月淳一, 田中貞治, 駒村宏一, 山田純夫 : 鉄と鋼, 64 (1978), S165.
- 11) 川名昌志, 岡崎有登, 永井潤, 数土文夫, 馬田一, 中西恭二 : 鉄と鋼, 64 (1978), S166.
- 12) 川名昌志, 岡崎有登, 永井潤, 数土文夫, 朝穂隆一, 鈴木健一郎 : 鉄と鋼, 64 (1978), S167.
- 13) 中西恭二, 鈴木健一郎, 別所永康, 仲村秀夫, 馬田一 : 鉄と鋼, 64 (1978), S168.
- 14) 中西恭二, 加藤嘉英, 鈴木健一郎, 香月淳一 : 鉄と鋼, 64 (1978), S169.
- 15) 藤井毅彦 : 製鋼脱炭反応の研究の変遷, アグネ技術センター, (1994), 110.
- 16) J. K. Brimacombe, K. Nakanishi, P. E. Anagbo and G. G. Richards : 1990 Elliott Symposium Proceedings, TMS, (1990), 343.
- 17) 藤田広志 : まてりあ, 33 (1994), 589.
- 18) 中西恭二 : 材料とプロセス, 8 (1995), 85.
- 19) 石井邦宜 : 学振19委—11514, 9月(1994), 134.
- 20) 水木栄夫 : 転炉製鋼の歴史と現状, 水星舎, (1985)
(1998年1月14日受付)



オンデマンド印刷 —デジタル化時代の印刷技術—

柳 謙一

三菱重工業(株) 広島研究所 所長*

Ken-ichi Yanagi

On-Demand Printing

—Printing Technology in the Digital Era—

1 はじめに

インターネットなど高度情報化社会が進展する中、印刷産業においても情報のデジタル化が急速に進んでおり、画像再現の一形態である印刷技術にも革新の波が押し寄せている。1445年頃グーテンベルグが鋳造鉛活字による活版印刷を発明して以来、写真製版と呼ばれるプロセスの台頭などを経て、エレクトロニクスとコンピュータによる自動化が進み、印刷技術はアートからサイエンスへと変化してきた。やがて衛星通信に利用する可視域レーザを使った製版技術が1970年代に発表されると、印刷技術はアナログの世界からデジタルの世界へと発展を遂げてきた。

最近では安価なパソコンが高性能化し、印刷上流の編集・製版工程におけるデジタル化が急速に普及し定着してきた。これらデジタル技術と市場ニーズの個別化・多様化から、“必要な印刷物を必要なときに、必要な部数だけ印刷する”という新たな印刷コンセプト、すなわち“オンデマンド印刷”が生まれ、印刷産業が今後も成長を続けるためのキーテクノロジーとして強い関心が寄せられている。

ここでは、オンデマンド印刷の代表である電子写真方式の印刷システムを例に、デジタル化時代の印刷技術について解説してみたい。

2 印刷のオンデマンド化

2.1 印刷での画像再現

印刷物をルーペなどで拡大すると、図1に示すようなインキの付着した小さなドットの集合体が観察される¹⁾。このドットは網点と呼ばれており、一つの網点の大きさは250 μm 以下であり、印刷ではこの網点の集合体で画像の形状、濃淡、色を再現している。図1のように濃度が濃くなるに従い、網点の大きさを増加させている。

2.2 印刷のオンデマンド化

現状、印刷物は図2に示すAの流れで製作されている。すなわち、注文主から受入れた原稿(写真のようなアナログ原稿、またはコンピュータ出力されたデジタル原稿)の内、アナログ原稿については、スキャナーによってデジタル化され、別途のデジタル原稿と共に集版機に入力される。

ここで印刷物全体の画像情報を全てデジタル化する。

次に、フィルム出力機では先程の網点で画像再現されたデジタルデータを作成し、そのデータにより露光し、フィルムを作る。次に、そのフィルムを版に重ね合わせて、露光することにより刷版を作り、これを印刷機に取り付けて印刷する。

しかし、現状の印刷の全工程では、次のような問題点が存在する。

- (1) 一旦、完全デジタル化した画像情報を基にフィルム、刷版作成のアナログ的処理が途中に介在している。
- (2) フィルム、刷版作成は、印刷会社の製版部門で行われているが、そのために必要とされる印刷部数に関係なく、1部でも1万部でも2～3日間の工程が必要である。

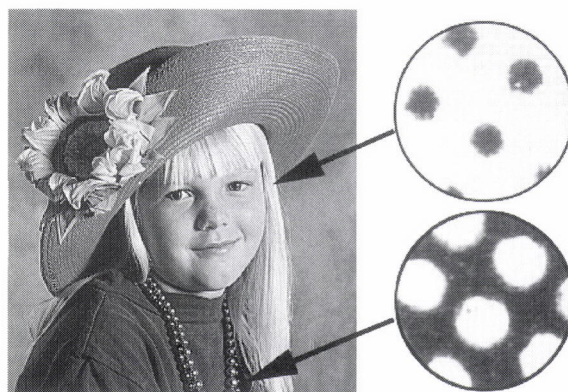


図1 印刷での画像再現

*1998年4月現在 九州大学工学部教授

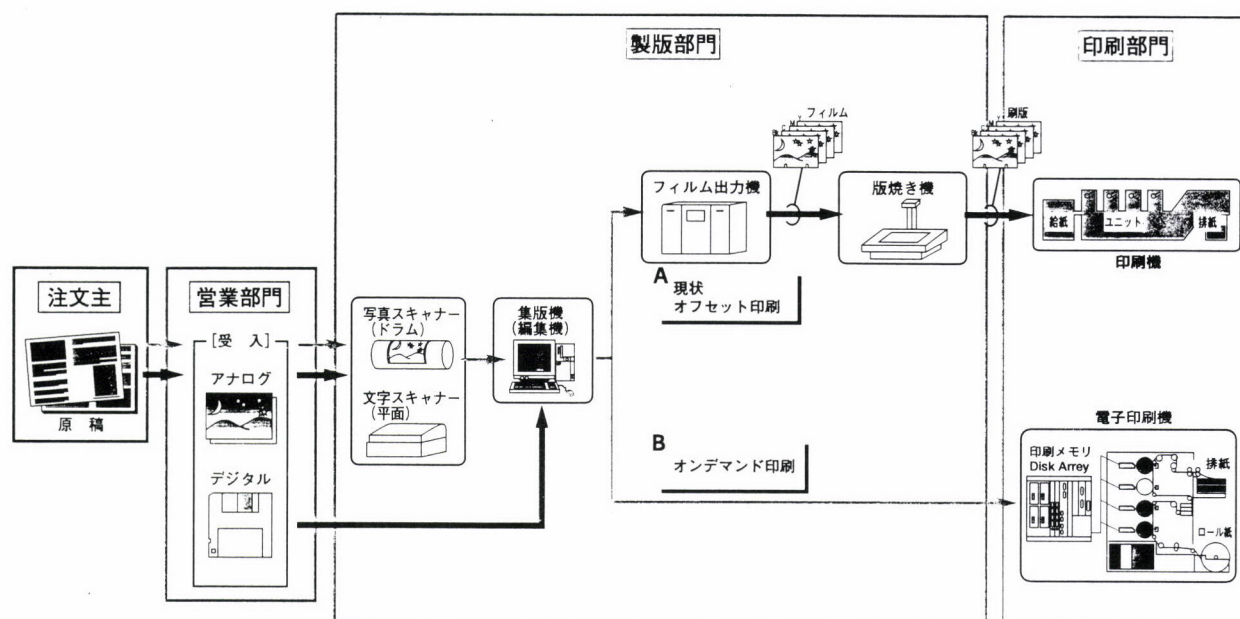


図2 印刷工程

このような現状の印刷技術に対し、完全デジタル化した画像情報から直に印刷用紙に画像を形成し、“必要な印刷物を必要な時に、必要な部数だけ印刷する”電子写真方式のオンデマンド印刷(図2のBの流れ)が数年前から実用化され始めている。

2.3 オンデマンド印刷の特徴²⁾

(1) 小部数対応

オンデマンド印刷は、刷版が無く、フィルムや刷版の製作工程、コストが不要なことから1部でも1万部でも1部当たりの印刷単価は変化しない。このことから刷版を必要とする現状の印刷が不得手な小部数がオンデマンド印刷向きである。

(2) 短納期(即時性)

絵柄の内容が変わる毎に刷版を作成する必要があることからいつでも必要な時に印刷できる。また、1枚1枚異なった絵柄を順次に印刷することも可能である。これによりダイレクトメールの宛名書きに代表される1枚毎に可変データを印刷する、いわゆるパーソナリゼーションが可能となる。これは、オンデマンド印刷の大きな利点となっている。

(3) 印刷形態の多様化

現状の印刷会社での印刷形態の他に、情報のネットワークを利用して、注文主のところで印刷したり、近くのプリントショップで印刷する形態も可能である。つまり、印刷物の製作が印刷会社に留まらず、広範囲の場所で実施され、まさに“必要な部数だけ、必要な場所で”印刷することが可能である。

2.4 オンデマンド印刷の利用分野

オンデマンド印刷の利用分野を表1に示す。各分野共にオンデマンド印刷を受け入れるための条件(画像データのデジタル化の進展、必要部数、画質、印刷速度など)があり、現在、その条件が最も整っているのはドキュメント印刷分野である。ここでは、仕様変更の度に改訂される取扱説明書やマニュアルが主要な対象となる。

表1 オンデマンド印刷の利用分野

分 野	印 刷 物
ドキュメント印刷	マニュアル、取扱説明書、社内報、会社案内、報告書
商業印刷	カタログ、チラシ、パンフレット、POP（店頭広告）、DM
出版	文庫本、教材、同人誌、自費出版、人名録
新聞	超分散印刷、タウン誌
その他	イベント（結婚式、学会他）の印刷物



電子印刷とキーテクノロジー

3.1 電子印刷システム

オンデマンド印刷に適用できる記録技術³⁾としては、インキジェット、熱転写、電子写真などの方式があげられる。それらの比較表を表2に示す。

インキジェット方式は印刷面の巾方向に高精細なピッチで全面にヘッドを並べる技術が確立すれば高速・高画質化が期待できる。現状は単一ヘッドを採用しており安価であるが、印刷速度は遅く、画質も画素径が大きく劣る。また熱転写方式は高画質な印刷が可能であるが、印刷速度に制限がある。一方、電子写真方式は前記2者に比べ記録速度が早く、記録エネルギーも少なく済むことから印刷の高速化が期待できる。また湿式トナーの場合、トナー粒子の小径化が可能で、オフセット印刷相当の高画質化も期待できる。オンデマンド印刷の必要条件である高速・高画質を同時に達成可能な記録方式としてはインキジェット・電子写真の2方式が考えられるが、現状では早期実現が可能な電子写真方式が先行して開発されている。

表2 記録技術比較表

記録技術	記録速度 (dot/s)	記録エネルギー (J/cm ²)	記録最小画素径 (μm)	記録階調再現量 (量/dot)	発色材料最小サイズ (μm)
インキジェット方式	10 ⁴ ~10 ⁶	0.1~0.2	50~150	1	<0.1
熱転写方式	10 ⁴ ~10 ⁶	1.5~2.0	30~50 7~10	256	<0.1
電子写真方式 (乾式トナー)	10 ⁶ ~10 ⁸	0.5~1×10 ⁻⁶	25~60	64 ^(注)	6~12
電子写真方式 (湿式トナー)	10 ⁶ ~10 ⁸	0.5~1×10 ⁻⁶	1~4	64 ^(注)	0.1~2

(注) 現状では実績はないが原理的には可能。

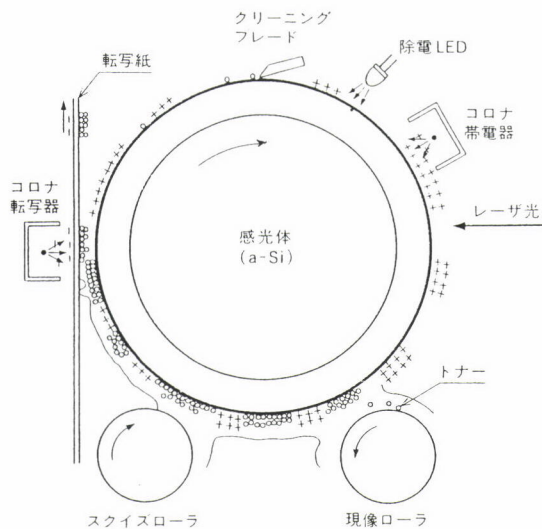


図3 電子写真印刷プロセス

電子写真方式(湿式)の画像形成原理の一例を図3に示す。

まず、コロナ帯電器で感光体表面を均一に帯電する。次に、画像部にレーザー光を当て光の当たった部分の帯電電荷を除去し、画像部以外の所(非画像部)に電荷を残した静電潜像を形成する。現像ローラで供給される液体トナー中の着色微粒子(トナー)は、静電潜像及び現像電圧と同極性の電荷を帯びている。現像ローラ電圧を画像部の電位より高く、かつ非画像部の電位より低い電圧に設定することにより、トナーが電気泳動し、感光体の光を当てた部分に付着して可視像(トナー像)となる。次に、スクイズローラで感光体上に形成されたトナー像の余分な液を除去する。記録紙をこのトナー像に重ね、記録紙の裏側からコロナ転写器でトナーと逆極性の電荷を記録紙に与え、静電力によりトナー像を記録紙に転写する。転写されたトナー像は、定着器(図示していない)によって熱を加え、記録紙に融着させて永久像とする。一方、転写されずに感光体ドラム上に残ったトナーはブレードで除去し、残留した潜像電荷は除電LEDの光によって除去される。この帯電から除電に至る一連のプロセスを繰返すことにより連続的に画像形成を行う。ここで用いられる感光体には、アモルファスシリコン感光体やOPCと呼ばれる有機感光体が使われる。

なおイメージの書き込みはレーザー光以外にもLEDアレイでも可能である。またトナーはコピー機に用いられている粉体トナーを採用する場合もある。さらに紙への転写は直接感光体から紙へ転写する方式以外に、中間体へ一旦転写し、その後紙へ転写するオフセット方式も実用化されている。

3.2 レーザによる光書き込み技術

イメージを光で書き込む方式⁴⁾としては表3に示すようにLEDアレイ方式、液晶シャッター方式、レーザー走査方式等があるが、高解像度・高速化には一般にレーザー走査方式が適しており、ここでは半導体レーザーが使用される。

解像度800dpi 100線 64階調の印刷をするときは、図4に示すように1 inch当り800個あるドットのうち、8個×8個のドットで1つの網点を形成し、約32μm²の領域をレーザービームでオン・オフし、画像を形成していく。

レーザービームを幅方向に一次元走査するためにはポリゴンミラー(6~8面体)が使用され、高速回転させる必要がある。このポリゴンミラーは高速になるほどモータ軸受け等の耐久性、ミラー変形からくるビームのゆがみによる精度のバラツキが問題となるため、高速化には限界がある。そのため一般に、光源をマルチ化し、複数のレーザースポットを同時に書き込める様工夫している。

表3 光書込み技術の比較

	LED方式	液晶シャッタ方式	レーザ走査方式
構成図			
長所	・高速変調が可能 ・駆動電圧が低い ・構成が簡単	・短波長化が可能 ・構成が簡単	・高速変調が可能 ・回折限界に近い高解像化が可能
短所	・各素子の光量ばらつきがある ・実装密度で高解像化に限界	・コントラストが低い ・変調周波数が低い	・短波長化できない ・可動部があり装置が大きくなる

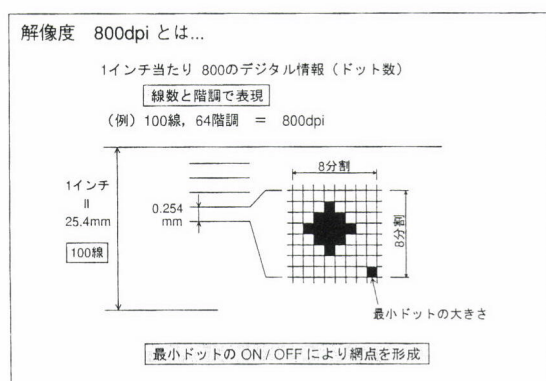


図4 800dpi、100線、64階調の網点

3.3 液体トナー

電子印刷で用いられるトナーは粉体トナーと液体トナーに大別される。粉体トナーはレーザプリンタ・コピー機等で広範囲に使用されておりデジタル印刷の主流となっている。しかしながら粒径が $10\mu\text{m}$ 以上と大きいため、高画質化には不向きである。一方、液体トナーは粒径が小さくできるため高画質化に対応可能であり、今後の主流となっていくと考えられる。

液体トナーは、着色剤である顔料をポリマーで被覆したマイクロカプセル⁴⁾をトナー粒子として、その表面に帯電剤、分散剤を吸着させ、非極性有機溶媒中に分散させたものである。図5にトナーの構造モデルを示す。

また、構成材料としての非極性溶媒は、感光面上に形成された静電潜像が乱れないように、低誘電率のイソパラフィン系溶媒が用いられている。

着色剤としては、一般に印刷インキ等に用いられている顔料が使用可能である。

ポリマーは、①画像を紙面上にしっかりと定着させる、②トナーに電荷を付与させる、③分散媒中にトナー粒子を分散安定化させる、という働きを担うため、分子骨格として、

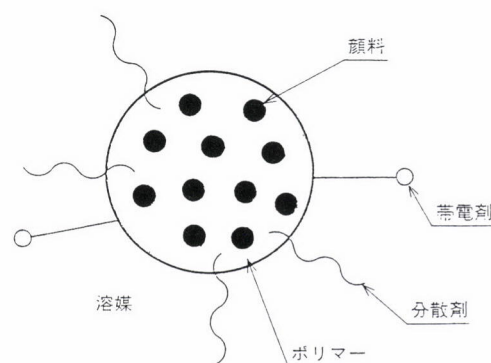


図5 液体トナーの構造モデル

分散媒に溶媒和する部分と溶媒和しにくい部分及び顔料、帯電剤、分散剤との親和性を高めるため極性基を有する部分を持っているのが理想的である。例としてはエチレン・酢酸ビニル系共重合体がある。

4 オンデマンド印刷の将来像

4.1 21世紀の市場予測

21世紀に向けて、コミュニケーションメディアの拡大とともに印刷技術のデジタル化がますます進展していくであろう。DTP(Desktop Publishing)システムで編集された印刷物用データは、ネットワークでやり取りしやすいサイズに圧縮(1/10 ~1/50)し、インターネットなどを通してユーザに届けるネットワークパブリッシングの新しいスタイルが始まろうとしている。

情報メディアの多様化により印刷産業の出荷額は年々増加し、現在の約10兆円から2000年には12兆円、2010年では15兆円の市場規模になると予想されている⁵⁾。図6には各印刷分野での市場規模の予測を示している。このうちオンデマンド印刷に代表される電子型媒体の印刷市場規模は2000年で約5000億円、2010年で約2兆円に拡大していくものと予想される。

4.2 技術課題と将来像

将来のオンデマンド印刷のキーワードとしては国際規格、デジタルパブリッシング、地球環境問題等がある。

印刷分野では、編集などの印刷上流から印刷、製本に至る後工程までデータを共有化する目的で、ドイツのハイデルベルグ社が提唱したCIP-3 (Cooperation for Integration of Prepress, Press and Postpress) と呼ぶデータフォーマットの国際規格を作る動きがある。現在は、このCIP-3に世界中の有力メーカ(日本では小森コーポレー

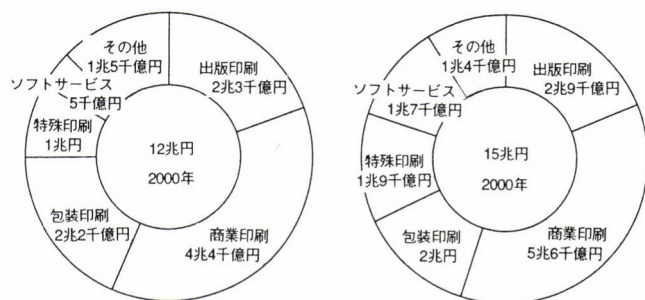


図6 21世紀の印刷産業の市場動向

ション、三菱重工業などが参画)が入り、規格の統一活動を行っており、21世紀に向けてのオンデマンド印刷のスタンダードになっていくであろう。

DTPで編集された数百ページの印刷物の情報をネットワークメディアを介して高速、高解像度で印刷する時代がそこまでやってきた。いま、A4カラー1000ページ、印刷速度毎秒10枚、解像度はオフセット印刷並みの2400dpiで印刷するにはメモリー容量2200Gbyte、レーザ出力2650Mbyte/sの高出力システムが必要となる。これを実現するため、高度なデータ圧縮、伸長技術に加え、高速・大容量・低コストな半導体メモリーの開発が期待される。

また、トナーはカラーコピー機の画質の急速な向上に見られるように、ますます小粒径のものたとえば1 μ m程度のものが使われるであろう。そのため、乾式のトナーではハンドリングが難しくなり、粉塵対策が必要になる。

一方、液体トナーは非極性の性質をもつ有機溶媒を使うため、定着時に多量の溶媒が蒸発する。この蒸発溶媒の排

出規制の強化に対応するため、溶媒再利用を狙った完全クローズドシステムが必要になってこよう。

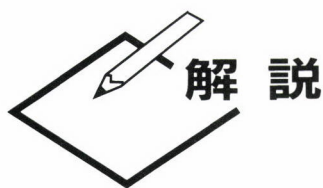
5 おわりに

以上、情報のデジタル化時代を迎えて、“いつでも、必要なときに、必要な部数だけ印刷する”オンデマンド印刷技術の現状と将来展望について述べてきた。このようにオンデマンド印刷は印刷の未来形を先取りしたものであるが、取扱説明書や社内報等のドキュメント印刷分野では既に、実用化も始まっている。今後さらに、チラシ、POP(店頭広告)、パンフレット等の商業印刷分野あるいは文庫本、人名録等の出版分野へと、その利用分野は拡大していくものと思われる。

参考文献

- 1) 池田弘昭, 他: 三菱重工技報, 34 (1997) 2, 77.
- 2) 島田仁章: オンデマンドカラー印刷の新しい展開, シンポジウム「ネットワーク社会とハードコピー」論文集, 電子写真学会, (1996), 14.
- 3) 田阪範文, 他: 三菱重工技報, 34 (1997) 2, 73.
- 4) 須田康晴, 他: ポリマーマイクロカプセルの粒径制御技術, コロイドおよび界面化学討論会要旨集, 日本化学会他, (1995), 186.
- 5) 平成7年度印刷産業におけるマルチメディアの影響と展望に関する調査研究, (社)印刷産業連合会,

(1998年1月8日受付)



高炉炉下部における ブラックボックス解明の試み

山口一良

新日本製鐵(株) プロセス技術研究所
主幹研究員

Kazuyoshi Yamaguchi

Approach to Elucidate Black Box in Lower Part of Blast Furnace

1 はじめに

ブラックボックスといわれる高炉内で、その色彩の強い炉下部、その中でもっとも色彩の濃い「炉芯」と呼ばれる固・気・液体共存高温域での物理化学現象の制御技術を開発し、高炉制御性向上の結果としての生産弾力性向上・極限操業への接近・資源対応弾力性向上・CO₂排出抑制等の効果を狙うことは、製鉄技術部門に残された大きな課題の1つである。これは鉄鋼協会「製鉄技術検討会」(1991.6～1993.11)における活動の結果として提案された諸課題の1つでもあり、その課題解決に向けた検討を行うことは喫緊の要望であった。この要望に応えるために、鉄鋼各社の技術者・研究者と、製鉄関係の研究に携わっている大学の先生とを合わせた20名程度が集まり、産学のパワーをもっとも効果的に結合した検討を行い、判明した知見を取り纏めることにより、極めて有益度の高い成果を得ることができた。

本解説では、検討した結果に基づいてかなり断定的な記述をしているが、これらの事項は鉄鋼各社・大学の技術者・研究者間で必ずしも統一された見解ではないことを付け加えて、今後のさらなる研究・開発に期待したい。

2 高炉の「炉芯」とは?

高炉の「炉芯, Deadman」とは、高炉炉下部の中心部に存在する入れ替わりの遅いコークス充填領域であり、溶鉄・スラグはこの高温領域を滴下して出鉄口より排出される(Fig. 1¹⁾)。近年、溶鉄製造コスト低減を目的として、羽口部から熱風とともに微粉炭(粉の石炭)を多量に吹込む技術が実施され、炉芯の役割がさらに重要であると認識されるようになった。

現在、高炉炉下部における現象に起因すると考えられる操業上の問題点は、主として2つ存在する。その1つは「炉

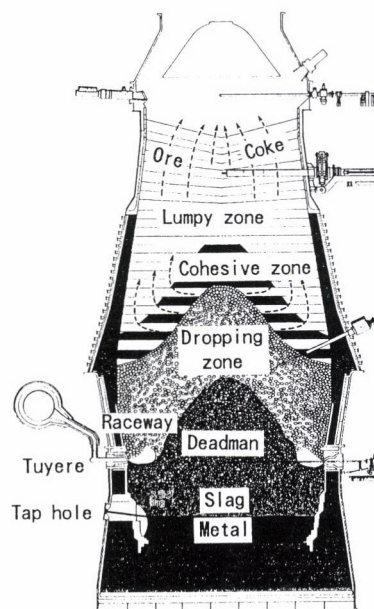


Fig. 1. General view of the inner state of blast furnace¹⁾.

芯不活性」と呼ばれ、炉芯内の温度が低下し通気・通液性が悪化して生産量が低下する現象であり、もう1つは、炉床側壁部における溶鉄流が発達してレンガ浸食を促進するため、レンガ残存厚みが減少して高炉の寿命を縮める原因となり、結果として生産量が低下する現象である。

これらの問題点を解決するための操業上のアクションは基準化されているものの、炉下部における現象が未解明のため、対症療法にならざるを得ないことと、アクションの効果が常に同一ではないため、過剰なアクションにより結果として生産量低下、燃料比上昇の幅が大きくなってしまいう欠点をもっている。

炉芯内の通気・通液性の制御、炉床側壁・炉底部の溶鉄流の制御技術を開発し、制御精度を向上させるために解決

すべき課題とその解決方法を提示するのが、本検討の大きな目的である。

3 高炉操業における炉芯の役割の明確化

炉芯の機能として、①高炉炉熱のバッファー、②中心部融着層降下時の受け皿、③微粉炭由来の未燃チャーの消費等が挙げられるものの、充填構造の変化および温度レベルによってはスラグが流下しない、あるいは入れ替わりが遅いためコークス燃焼領域としての役割を果たさないといった不具合な点も合わせもっている。

そこで、高炉操業における炉芯の役割を明確にし制御上の基礎的知見を得るために、炉芯充填構造が炉芯内ガス流れ・粉の移動・伝熱、および炉床側壁・炉底部における溶銑の流動・伝熱に及ぼす影響を解明すべく、数学モデルシミュレーションを実施した。

3.1 炉芯内ガス流れ・粉の移動・伝熱に及ぼす炉芯充填構造の影響

鉄鋼協会製銑部会「4流体の移動現象研究会」の研究成果として、『高炉の流動・伝熱シミュレーションにおける4流体モデリング』²⁾が提出され、炉芯を含む高炉内における4流体(固・気・液・粉体)の流動・伝熱解析が可能な数学モデルが開発された。このモデルを用いて、炉芯充填構造を変化させたときの炉芯内ガス流れ・粉の移動・伝熱におけるクリティカルな変化(単調な増加・減少ではない不連続的な変化)を検出するケーススタディを試みた。その結果を次に述べる。

(1) 炉芯内コークス粒径、炉芯内空隙率の影響

炉芯内空隙率がほぼ一定で、コークスの平均粒径を40~15mmの範囲で変更すると、粒径減少に伴い炉芯内へのガス侵入割合は減少するが、炉芯内ガス温度分布でみる

限りクリティカルな変化はない。次に、粒径30mm一定で空隙率を0.45~0.15の範囲で変更した。これは、コークス中へのスラグ・メタル・粉等の堆積による空隙率低下に対応する。空隙率低下により炉芯内へのガス侵入割合は減少し、炉芯内ガス温度分布でみると、空隙率0.20以下で炉芯内に2073K以下の低温領域(横線)が生じ炉芯不活性を示唆する(Fig. 2³⁾)。

この結果から、炉芯不活性防止のためにはコークス粒径よりも空隙率を確保するほうが効果的であり、空隙率の下限は0.30と推定される。

(2) 未燃チャー粒径の影響

微粉炭吹込み量150kg/t-pig、燃焼効率75%の条件で、25%の微粉炭由来未燃チャー(密度100kg/m³)がレースウェイ奥で発生するとし、未燃チャー粒径を0.1~3.0mmの範囲で変更した。チャー粒径増大とともに炉芯内でのチャー存在密度は高くなり炉内圧損が増加する。これは、粒径増大とともに粉自身の運動量およびガス流との相互作用力が増加するためであるが、粒径0.5mmでの増加に比較してそれ以上の変化は小さい。したがって粒径の上限は0.5mmであると推定されるが、現在一部の高炉を除いて微粉炭粒径は0.1mm程度であり、今後の微粉炭粗粒化時に留意すべき項目である。

本モデルでは、粉体の動的ホールドアップのみを考慮し層中への蓄積を表現できず、レースウェイ奥で発生した未燃チャーは炉芯内を通過しすべて炉上部に移行する。しかし炉芯内におけるチャー存在密度の増加は、実際にはチャーの炉芯内への蓄積増加に繋がると考えられ、微粉炭粒径の上限管理は必須である。

(3) 粉コークス粒径の影響

未燃チャーの代わりに、同量の粉コークス(密度500kg/m³、発生量に換算して10.7%)がレースウェイ奥で発生するとし、粒径をチャーと同様に変更した。粒径0.5mmでの炉内圧損上昇はチャーと同じであるが、チャーと異なる挙動は粉コークスの流動に現われ、粒径0.5mmの場合レースウェイ奥で発生した粉は炉芯内を通過し、すべて炉上部に移行するが、粒径1.0mmを超えると粉は炉芯内の弱いガス流に同伴されずほとんどが炉底部へ流入する(Fig. 3³⁾)。発生量を変化させてもクリティカルな現象の生じる粒径0.5mmの値は変わらない。

炉底部に流入した粉は炉芯内下部に蓄積すると考えられ、この領域の不活性を生じる可能性がある。一方羽口レベルより上部の炉芯内は粉がほとんど存在しないため活性状態が維持される。現在、実炉のレースウェイで発生した粉コークスは1.0mm以下のものが多いが、1.0~3.0mmの部分も相当量存在し、上述した現象が実炉で起こっている

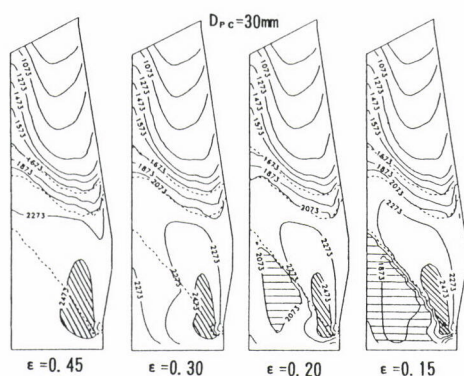


Fig. 2. Estimated results of gas temperature distribution with change of coke void (ϵ) in the deadman³⁾.

可能性は十分考えられる。

すなわち、羽口レベルより上部の炉芯充填構造が良好でも下部の充填構造が悪いケースが想定され、両領域の検出・制御が必要となるとともに管理を困難にする。このような状態を招かないように、コークス粉化抑制、とくに1.0 mm以上の粉発生抑制は極めて重要である。

3.2 炉床側壁・炉底部における溶鉄の流動・伝熱に及ぼす炉芯充填構造の影響

『高炉炉床部 3 次元流動・伝熱モデル』⁴⁾を用いて、炉芯充填構造を変化させたときの炉床側壁・炉底部における溶鉄の流動・伝熱におけるクリティカルな変化を検出するケーススタディを試みた。

炉芯を含む炉床側壁・炉底部充填構造として、①コークス粒径を30～15mm、空隙率を0.4～0.2の範囲で変化させた場合、②空隙率0.4一定で炉芯部(中心部)と周辺部のコークス粒径に差をつけた場合、③炉底コーナー部にコークスフリースペース(溶鉄単味層)形成、あるいはさらに炉芯浮上(炉底全体にフリースペース形成)の場合を設定したが、

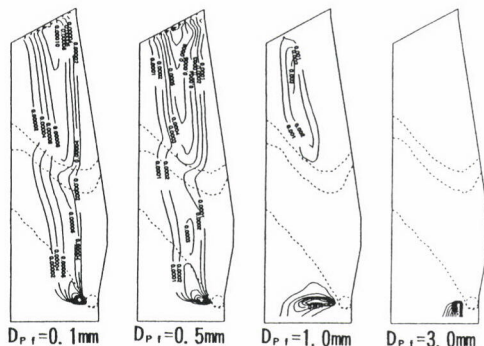


Fig. 3. Estimated results of fines volume fraction with change of fine coke diameter (D_{Pf})³⁾.

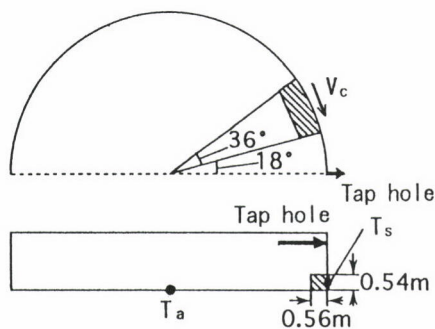


Fig. 4. Region in the hearth bottom for estimating the molten iron flow rate (V_c) and the hearth brick temperature (T_s)⁵⁾.

溶鉄の流動・伝熱にクリティカルな現象は生じなかった。炉床側壁・炉底部の現象はもっと極端な充填構造により変化することを示唆している。なおFig. 1 に示すように、炉床側壁・炉底部ではコークス充填層中に溶鉄・スラグの存在するのが一般的であるが、炉底部でコークスが浮上し(炉芯浮上と称する)溶鉄単味層が形成されることがあり、これをコークスフリースペースと称している。

次に、炉床側壁・炉底部全域のコークス粒径30mm、空隙率0.4を基に、炉芯部(中心部)にコークス粒径5mm、あるいは溶鉄がまったく流下しない溶鉄不透過層を設定し、実炉での炉床側壁部れんが温度上昇の部位に対応する領域(Fig. 4⁵⁾、斜線)の溶鉄平均流速(V_c , mm/s)とれんが内面温度(T_s , °C)を算出した。実炉でみられる出鉄口下部の炉床側壁部の温度上昇は、この領域を流れる溶鉄流速が極端に速くなり、休風等により溶鉄停滞層を形成しても送風時にすぐに破壊されてしまうことによると考えた。

Fig. 5 (a)⁵⁾に示すように、炉芯部に溶鉄不透過層を設定しても、炉芯が完全に炉底に接地しているときは炉床側壁部に V_c の極端に速い(>10 mm/h)領域は生じないが、フリースペース形成・炉芯浮上の場合は $V_c > 10$ mm/hの領域が炉床側壁部に生じる{Fig. 5 (b), (c)⁵⁾、斜線}。Fig. 6⁵⁾に V_c と T_s の関係を示す。炉芯が完全に炉底に接地している場合は、炉芯不活性にかかわらず V_c および T_s はそれほど増加しない(●印、1.0mm/s, 1000°C程度)。これに対してフリースペース形成・炉芯浮上のときは、活性炉芯(コークス粒径30mm)の場合、 T_s は増加するが(1050°C程度) V_c 増加は小さい(1.5mm/s程度)。不活性炉芯(コークス粒径5mm, 溶鉄不透過層形成)の場合、 T_s 増加は同程度であるが V_c が極端に増加し(3.0mm/s程度)、れんが浸食増大を示唆する(○、●印)。

炉芯が完全に炉底部に接地している状態では、たとえ炉芯不活性に陥っても炉床側壁部のれんが浸食増大(温度上昇)を招くことはないが、フリースペース形成・炉芯浮上の状態になると、炉芯不活性を抑制しない限りれんが浸食増

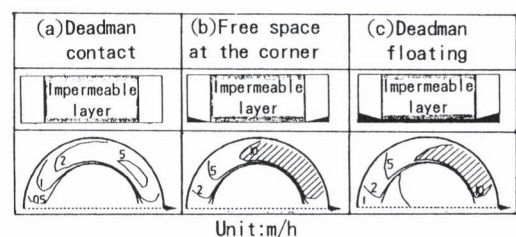


Fig. 5. Relation between the deadman structure and the estimated molten iron flow rate distributions in the hearth bottom⁵⁾.

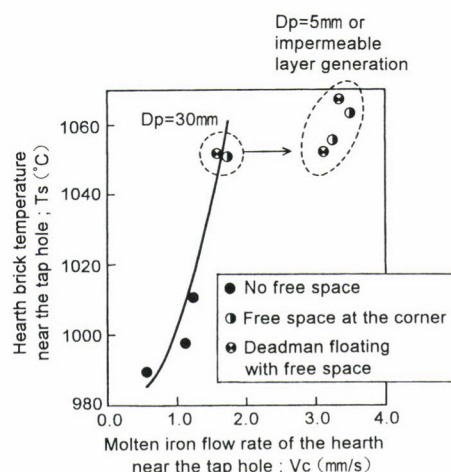


Fig. 6. Relation between the estimated molten iron flow rate and the estimated hearth brick temperature⁵⁾.

大の可能性は極めて高い。ただし、炉床側壁部の平均溶銑流速が溶銑停滞層の破壊に及ぼす影響の実験的検証が今後必要である。

4 実炉における炉芯充填構造の操業に及ぼす影響

4.1 炉芯不活性を表わす操業指標

現在、実炉操業中に炉芯状況を検知する代表的指標は、炉底中心部れんが背面温度(T_a)と出滓率(出銑口からの溶銑流出時間のうちスラグが同時に流出している時間の割合)であるが、炉芯内の温度が低下し通気・通液性が悪化して生産量が低下する現象(炉芯不活性)は、ある高炉の操業解析によると、 T_a ・出滓率が低いときと整理でき(Fig. 7⁶⁾、■印)、温度低下による炉底部温度低下、スラグ流動性悪化の結果と考えられる。

しかし T_a と出滓率の関係を示す図を鉄鋼各社の代表的な高炉のデータで作成すると、Fig. 7に示す関係は得られるが、図の左下の領域で通気・通液性が悪化して生産量が低下する事例はほとんどない。その事例のない高炉において、休風時の羽根部採取コークスの調査により、炉芯充填構造を表わすコークス粉率(−3mm)とスラグ・メタル含有率を測定したデータによると、粉率が高く含有率が多い場合(炉芯不活性徴候と判断できる)、 T_a ・出滓率が低いとは限らない。

これらの結果から、炉芯不活性を表わす操業指標は別に導出する必要のあることがわかる。

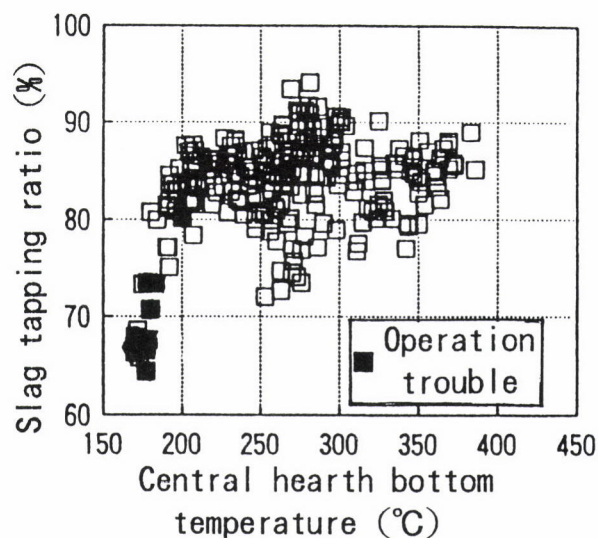


Fig. 7. Relation between the central hearth bottom temperature and the slag tapping ratio in the actual furnace⁶⁾.

4.2 炉芯充填構造を表わす新しい概念

鉄鋼各社の高炉において、炉芯不活性に至らないまでも複数の出銑口から流出する溶銑滓の量、品質(温度, [%Si])のアンバランスの程度が大きくなる現象にはかなり事例が多く、「出銑口間差の発生」としてその抑制に努めている。このアンバランスの程度が大きくなると通気・通液性悪化に至る。

この現象は、「炉床に溶銑滓の不透過層が部分的に存在する」という仮定を設定することにより合理的に説明できた(Fig. 8⁷⁾)。そこで鉄鋼各社の代表的な高炉において、出銑口間差が発生している操業を溶銑滓不透過層を設定して解釈すると、ほとんどの高炉で合理的な説明が可能であることがわかった。

3.2の数学モデルシミュレーションで設定した炉芯全体(中心部)の溶銑不透過層の概念は、実炉においてその層がアンバランスに存在し、炉床側壁・炉底部における溶銑滓の流動に大きな影響を及ぼすことが間接的に検証されたといえる。まだ実炉におけるこの層の検知例はないが、この概念は高炉解体調査で発見された「融着帯」に匹敵する重要な概念と考えられ、今後の高炉炉下部現象の解明・制御のための基本的概念として、その検知は今後の大きな課題の1つである。

5 炉芯不活性に及ぼす操業条件の影響の普遍化

5.1 炉芯内温度に及ぼす操業条件の影響

4.1で述べたように、炉芯不活性になりやすい高炉となり難い高炉が鉄鋼各社に存在する。その差の解明のために

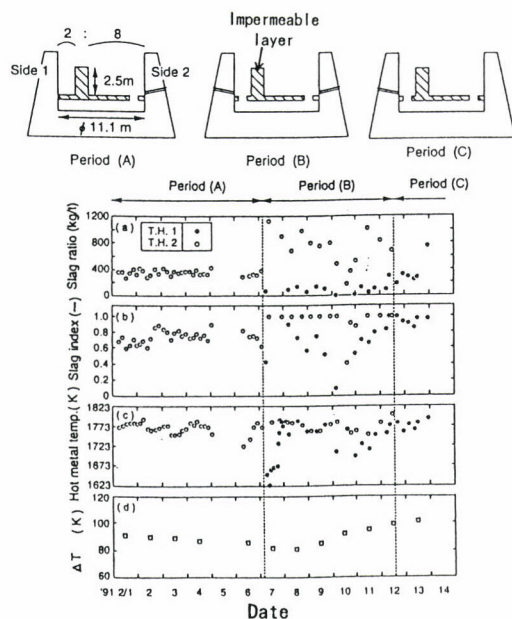


Fig. 8. Relation between the operating transitions and the estimated impermeable layer in the deadman⁷⁾.

『2次元軸対象の流動・伝熱・反応・原燃料粉化を考慮した融着帯モデル』⁸⁾を用いて、内容積がほぼ同じで炉芯不活性になりやすいA高炉となり難いB高炉を対象高炉として取り上げ、炉芯内温度に及ぼす高炉操業条件の影響の検討を試みた。

両高炉の出鉄比・微粉炭比がほぼ同じ期間のデータには、①燃料比はB高炉が高い(28kg/t-pig)、②中心部O/C(鉄鉱石とコークスの装入比率)はA高炉が高く、B高炉は低い、という2つの特徴がある。炉芯不活性を表わす指標となり得る羽口中心レベルの炉芯内溶融物温度とコークス粒径を比較すると、どちらもA高炉の値が小さく炉芯不活性になりやすい状態を表現している。

さらに燃料比と中心部O/Cの影響を分離するために、A高炉の操業条件(高中心部O/C, 低燃料比)を、B高炉(低中心部O/C, 高燃料比)に近づける操業設計を行い、再度シミュレーションを実施した。Fig. 9⁹⁾に炉芯内溶融物温度と燃料比の関係を示す。この図のプロットは中心部鉱石層厚比 $\{Lo/(Lo+Lc)\}$ で層別してあるが、溶融物温度は燃料比によらず $Lo/(Lo+Lc)$ の低いときに上昇する。ただし $Lo/(Lo+Lc)$ の低いときは、燃料比増加により溶融物温度はさらに上昇する。

すなわち、 $\{Lo/(Lo+Lc)\}$ によって炉芯不活性のなりやすさが変わり、 $Lo/(Lo+Lc)$ の低いほうがなり難く、燃料比によってなりやすさは変わらない。ただし、 $Lo/(Lo+Lc)$ の低い場合は燃料比増加によってさらになり難くなる。

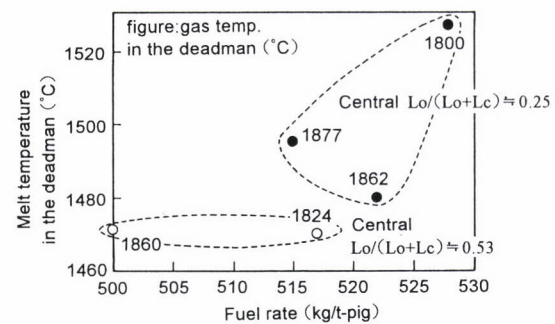


Fig. 9. Relation between the fuel rate and the estimated melt temperature in the deadman⁹⁾.

5.2 炉芯不活性状態からの回復操業の評価

前述した「4流体の移動現象研究会」の研究成果として、『高炉炉芯の伝熱機構とその支配要因』¹⁰⁾が提出され、高炉炉芯内の伝熱解析が可能な数学モデルが開発された。このモデルを用いて、炉芯不活性となり炉芯内温度が低下したときに、その状態を回復させる操業評価のためのケーススタディを試みた。FeOの吸熱領域を炉芯上部、炉芯内ガス流速を0.1m/sとし、スラグ中FeO含有量を13～1%の範囲で変更した。

Fig. 10¹¹⁾に示すように、定常状態に達したときの炉芯内固体温度分布における1350℃以下の領域(斜線)はFeO=4%(還元率=98.97%)まではあまり変化なく、FeO=1%(還元率=99.73%)で急激に縮小する。すなわち、炉芯不活性状態回復のためには炉芯上部のスラグ中FeO(鉱石還元率)を極端に低いレベルに維持する必要があることを示しており、実炉での大幅な燃料比上昇アクションに対応している。

また、①高炉炉芯温度低下の状態を回復させるためには炉芯内にガスを流すことが前提で、ガス流速0.1m/s程度でも効果が大きい、②ガス流れがなく熱伝導のみの伝熱しか期待できない炉芯では回復は不可能であることもわかった。

6 炉芯浮上を支配する要因の明確化

3.2で述べたように、炉底コーナー部のフリースペース形成・炉芯浮上は、炉床側壁部のレンガ浸食にとって好ましくない。そこで、フリースペース形成・炉芯浮上の起こる条件策定を、弾塑性理論を用いた高炉充填層内応力解析手法¹²⁾を用いて実施した。高炉3次元数学モデル¹³⁾を用いて羽口より上部の融着帯形状を含む充填状態・ガス抗力を推定し、そのデータを用いた充填層内応力解析により羽口レベルにおける半径方向の垂直荷重分布を推定した。羽口レベルより下の炉底部のコークス・スラグ・溶鉄の充填構

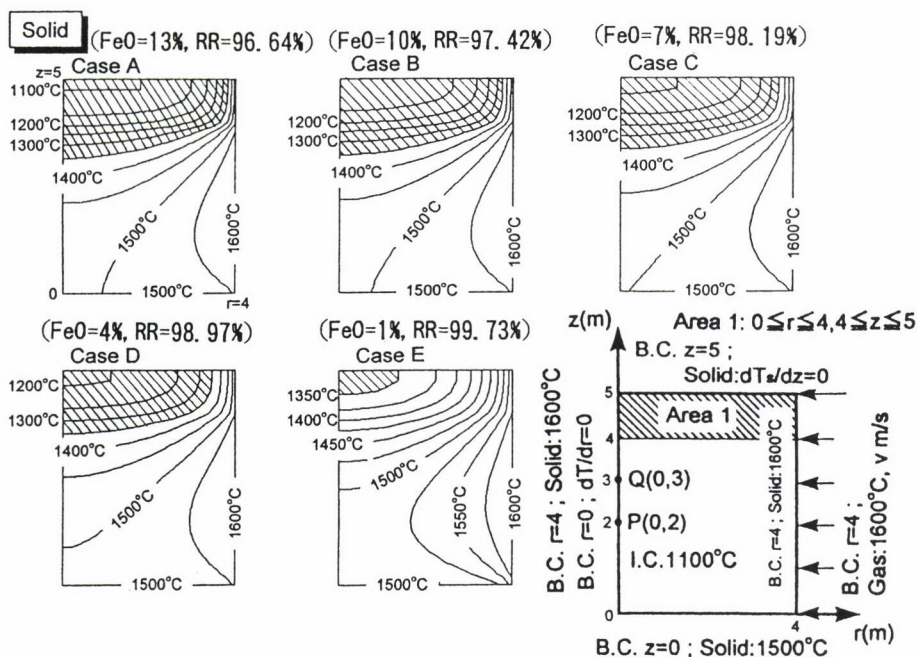


Fig. 10. Schematic diagram of the simulation model of blast furnace deadman and estimated results of solid temperature in the steady state¹¹⁾.

造を設定して、垂直方向の力学バランス計算により炉芯コークス沈下量分布(炉芯下面形状)を算出した。

Fig. 11¹⁴⁾に、出鉄口から炉底までの深さが無限であるときの炉芯下面形状の推定結果を示す。下面形状は力学バランスが取れた状態を示し、この形状(線)より下部が溶銑単味層、上部がコークス充填層(炉芯)である。炉芯内空隙率(ϵ)が低い(炉芯不活性に対応、破線)ほうが下面形状が上方にあり、炉芯が浮上しやすいといえる。また出鉄口から炉底までの深さが有限で下面形状より炉底深さが浅い場合は、炉芯が炉底に接地していることになる。解析対象高炉の建設時の出鉄口から炉底までの深さは1.83mであり、現在炉底れんが浸食により3.8m近くまで深くなっているとしても、図から炉底中心部で炉芯は炉底に接地していると考えられる。これに対して炉底周辺部はほとんど浮上状態にある。

本計算は垂直方向の力学バランスだけで、荷重の水平方向への分散、および溶銑中コークスの安息角の影響を考慮しておらずFig. 11はかなり極端な推定結果となっているが、炉底中心部で炉芯浮上は起こり難く、炉底コーナ部のフリースペースは形成されやすいといえる。また炉芯不活性は炉芯浮上を促進し、通気性不良による送風圧力上昇も炉芯浮上促進要因となることもわかった。

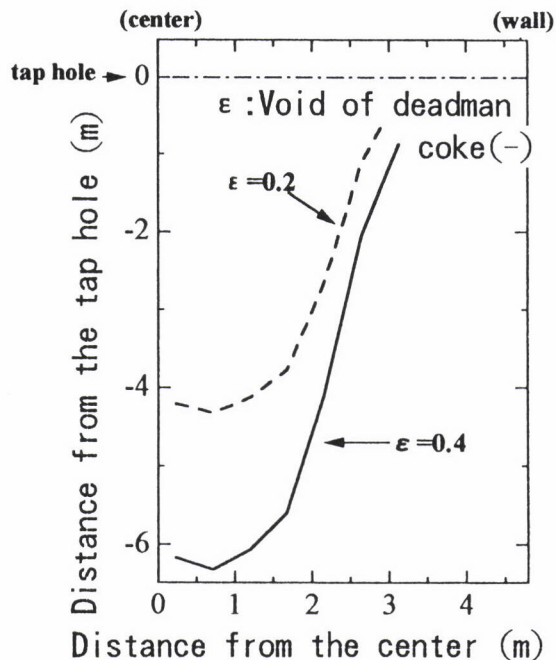


Fig. 11. Estimated results of the lower surface of hearth coke¹⁴⁾.

7 高炉内におけるコークス粉化機構と粉化抑制

炉芯不活性を助長する要因の1つとして、粉の増大はいうまでもないが、とくにコークス粉の影響は大きい。本検

討において、高炉内におけるコークス粉化機構と粉化抑制のレビューとそれに基づく考察を行った。レビュー項目として、①高炉内における主たるコークス粉発生領域と粉化機構、②粉発生領域においてコークスが受ける衝撃力、③実炉におけるコークス粉測定例、④高炉操業に影響を及ぼすコークス粉存在領域、⑤微粉炭多量吹込み時のコークス粉発生量変化とその原因、⑥コークス粉の移動・蓄積挙動、⑦コークス粉の消費挙動、⑧コークス粉発生抑制策、⑨コークス品質評価の試みにわたっている。

今後のコークス粉発生抑制策として、コークス反応性(Coke Reaction Index ;CRI)向上が有効であることがモデル実験で明らかにされ¹⁵⁻¹⁷⁾、実炉試験では、CRI向上により粉(−3mm)低下・小粒(3~15mm)増加となるが装入物降下性はそれほど悪化しない結果が得られており¹⁸⁾、冷間強度を保持した反応性向上の性状を具備したコークス製造が、今後の課題として提示された。

8 おわりに

鉄鋼各社・大学の技術者・研究者による検討の結果、得られた成果について述べたが、これらの成果は、鉄鋼各社のより詳細な高炉操業データを提示した議論(同一概念による鉄鋼各社の操業評価、共通の数学モデルを用いた各社の高炉操業成績入力による高炉の操業評価)、および大学・鉄鋼各社で開発した数学モデル適用において、高炉炉下部現象解明のために汎用的・効果的なケーススタディの前提を提示し、その結果を検証したことにより達成できたものである。得られた成果を纏めて次に示す。

- 1) 高炉炉芯内空隙率および発生粉コークス粒径が、炉芯内ガス流れ・粉の移動・伝熱を支配する要因である可能性が高い。
- 2) 高炉炉底コーナー部におけるコークスフリースペース形成および炉芯コークス浮上、炉床側壁・炉底部における溶銑の流動・伝熱を支配する要因である可能性が高い。
- 3) 一般的に、フリースペースは形成しやすく炉芯は浮上し難いが、炉芯不活性状態では炉芯は浮上しやすくなる。
- 4) 炉床側壁・炉底部における溶銑の流動・伝熱を支配する炉芯充填構造の新しい概念として、「溶銑不透過層」が提示された。
- 5) 炉芯不活性を支配する操業条件、炉芯不活性状態からの回復時の操業条件の1例を提示した。
- 6) コークス粉発生抑制を支配する要因の1つは、コークス反応性である。

本検討におけるシミュレーション主体の結果は半定量的

なレベルに止まっており、今後定量的な形にするための研究・開発が必須であるとともに、実炉における検証を含む検討が必要である。

本検討の結果を受けて、高炉炉下部制御のための基礎的現象の学術的観点からの研究として「高炉炉下部機能強化研究会」が学会部門高温プロセス部会の中にスタートした(1997.4~)。また今回の試みは、産学共同研究の新しい形として、リストラ後の少数精鋭のパワーをもっとも効果的に活用できる先駆的な例になると思われる。

参考文献

- 1) NKK福山製鉄所：製鉄部概要，20.
- 2) 日本鉄鋼協会生産技術部門製鉄部会4流体の移動現象研究会：高炉内における4流体の流動と伝熱(4流体の移動現象研究会成果報告書)，(1996)，204.
- 3) P. R. Austin, 埜上 洋, 八木順一郎(東北大学素材工学研究所)：私信.
- 4) 富田幸雄, 大楠 洋, 福田富也：日新製鋼技報，56 (1987)，1.
- 5) 富田幸雄(日新製鋼(株))：私信.
- 6) 熊岡 尚(新日本製鐵(株))：私信.
- 7) 澤 義孝, 武田幹治, 田口整司, 松本敏行, 渡辺洋一, 鎌野秀行：鉄と鋼，78 (1992)，1171.
- 8) 佐藤 健, 野内泰平, 木口 満：川崎製鉄技報，29 (1997)，30.
- 9) 武田幹治(川崎製鉄(株))：私信.
- 10) 日本鉄鋼協会生産技術部門製鉄部会4流体の移動現象研究会：高炉内における4流体の流動と伝熱(4流体の移動現象研究会成果報告書)，(1996)，188.
- 11) 村山武昭(九州大学)：私信.
- 12) 片山賢治, 若林 悟, 稲田隆信, 高谷幸司, 山岡秀行：鉄と鋼，83 (1997)，91.
- 13) 高谷幸司, 宇治澤優：材料とプロセス，5 (1992)，1144.
- 14) 稲田隆信(住友金属工業(株))：私信.
- 15) 山口一良, 鶴野建夫, 山本哲也, 上野浩光, 今野乃光, 松崎真六：鉄と鋼，82 (1996)，641.
- 16) 笠井昭人, 宮川一也, 上條綱雄, 木口淳平, 清水正賢：鉄と鋼，83 (1997)，239.
- 17) 武田幹治：材料とプロセス，10 (1997)，793.
- 18) 倉重一郎, 中村文夫, 波多野道春, 岩永祐治, 野見山寛, 小島正光, 網永洋一：日本学術振興会製鉄第54委員会提出資料(54委-1689)，(1984.7.19-20).

(1998年2月2日受付)

本会情報一覧

記事内容	掲載号
平成10年度理事、監事、並びに評議員の選挙結果報告	本号440頁
第36・37回白石記念講座「海洋利用のフロンティア」開催のお知らせ	本号442頁
会報「ふえらむ」に「協会の活動から」「ふえらむの窓」欄新設のお知らせ	本号443頁
第136回秋季講演大会 新製品・新技術紹介コーナー出展社募集	本号444頁
第135回春季講演大会欠講のお知らせ	本号445頁
前近代の鉄、その製造と加工フォーラム基礎グループ研究会開催のお知らせ	本号445頁
「鉄と鋼」[ISIJ International] 投稿規程・執筆要領	本号446頁
平成9年度事業報告・収支決算及び平成10年度事業計画・収支予算のお知らせ	本号456頁
新名誉会員・一般表彰受賞者のお知らせ	本号462頁
第6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484頁
第136回秋季講演大会 一般講演募集案内	5号369頁
第136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370頁
講演大会参加方法のご案内	5号371頁
第136回秋季講演大会 討論会講演募集案内	5号371頁
第136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373頁
専門分野別部会登録のご案内	5号374頁
ISS主催行事予定	5号376頁
平成10年度重点研究募集要領	5号378頁
計測・制御・システム工学部会フォーラムのご案内	5号379頁
1997年度下期分野別部会部会大会状況	5号380頁
第8回鉄鋼研究振興助成（含む石原・浅田研究助成）募集案内および運用の一部変更のお知らせ	4号297頁
第7回鉄鋼圧延国際会議参加登録のご案内	4号299頁
本会会員への大学研究支援設備紹介のお知らせ	2号132頁
「鉄と鋼」特集号「評価・分析・解析」原稿募集のご案内	1号57頁

学会部門

第135回春季講演大会欠講のお知らせ

第135回春季講演大会において、以下の欠講がありましたのでお知らせします。

148 The improvement productivity under low slag content at Kwangyang Sinter Plant
POSCO J. N. Lee・K. J. Lee・K. S. Han

社会鉄鋼工学部会

前近代の鉄、その製造と加工フォーラム基礎グループ研究会

1. 主テーマ：前近代製鉄法解明に必要となる物理化学
2. 日時：1998年6月27日（土）10:30～17:00
3. 場所：東京工業大学大岡山キャンパス百年記念館

問合せ先：千葉工業大学 金属工学科 寺島慶一
TEL.0474-78-0314 FAX.0474-78-0329

行事等予定

太字は本会主催の行事

開催期日	行事（開催地）	掲載号及び頁
1998年		
6月 10日	シンポジウム「自動制御系の調整方法」（千葉）	4号300頁
11,12日	平成10年度溶接技術基礎講座（東京）	4号306頁
11,12日	HPI技術セミナー第8回「圧力設備の材料、設計、施工、維持管理」（東京）	4号306頁
12日	九州支部 平成10年度合同学術講演会（熊本）	本号450頁
15,16日	第28回初心者のための有限要素法講習会（大阪）	5号383頁
17,18日	SICE夏期セミナー'98－実践ディジタル信号処理－（千葉）	4号306頁
23～25日	第10回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム（蔵王）	1号 58 頁
24日	東海支部 第25回「若手材料研究会」（名古屋）	本号450頁
24日	日本時計学会 春季研究会（東京）	本号451頁
24,25日	金属学会セミナー「計算機シミュレーションを用いた材料開発の基礎と応用」（東京）	5号383頁
24～26日	第39回塗料入門講座（東京）	5号383頁
25,26日	第24回実用溶接講座（川崎）	4号306頁
27日	前近代の鉄、その製造と加工フォーラム基礎グループ研究会（東京）	本号445頁
30～7/2	第71回塑性加工学講座「板材成形の基礎と応用」（名古屋）	本号451頁
7月 1日	第17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）	5号383頁
6,15日	第36・37回白石記念講座「海洋利用のフロンティア」（東京、神戸）	本号442頁
9,10日	システム制御情報学会「チュートリアル講座'98」（大阪、東京）	5号383頁
14日	第1回環境工学サロン（東京）	本号451頁
14～16日	平成10年度溶接工学夏季大学「溶接・接合による材料・製品の高品質化と高機能化」（大阪）	4号306頁
16,17日	第14回海洋工学シンポジウム－海洋新世紀 夢から実現へ－（東京）	1号 58 頁
21日	関西支部 本多記念講演会（大阪）	本号450頁
23,24日	第34回X線材料強度に関するシンポジウム（京都）	4号306頁
23,24日	混相流シンポジウム'98（東京）	5号383頁
24日	第78回塑性加工講習会「インプロセスセンシングとセンサ技術」（東京）	4号306頁
25～31日	第24回鉄鋼工学セミナー（蔵王）	3号213頁
30日	第46回年次大会（平成10年度）「工学・工業教育に関する研究講演」（福岡）	5号384頁
8月 6,7日	中国四国支部 湯川記念講演会 合同講演大会（島根）	本号450頁
17～20日	Dynamics and Design Conference '98（札幌）	5号384頁
26～28日	第73回塑性加工学講座「有限要素法入門セミナー」（東京）	5号384頁
9月 21～23日	GALVATECH'98国際会議（千葉）	9号693頁
28～30日	第136回秋季講演大会（愛媛）	5号369頁
10月 28～30日	第24回疲労シンポジウム（福岡）	5号384頁
28～30日	第34回熱測定討論会（横浜）	本号451頁
11月 8～12日	国際炭素会議1998（東京）“ニューカーボンのための科学と技術”	1号 58 頁
9～11日	第7回鉄鋼圧延国際会議（千葉）	4号299頁
10～12日	画像化システムと画像通信システムの雑音低減に関する国際シンポジウム（ISNIC-98）（東京）	1号 58 頁
11～13日	第39回高圧討論会（岐阜）	本号451頁
17～19日	第24回固体イオニクス学会討論会（仙台）	本号451頁
12月 1～3日	第2回高温エネルギー変換システムおよび関連技術に関する国際シンポジウム（名古屋）	1号 58 頁

お詫びと訂正

本誌Vol.3, (1998) No.4のグラフ記事中に誤りがありました。お詫びして訂正いたします。

該当箇所	誤	正
4 ページ左上図中	(財)日本品質システム審査認定登録協会	(財)日本適合性認定協会 (96年6月付で変更、略称はJABのまま)
7 ページ左上図中	環境JIS (仮称)	JISQ14000

編集後記

大学で鉄鋼材料の講義をしている。先日学生への授業に
対するアンケートの中で鉄鋼材料の最新の研究も紹介して
欲しいとの要望があり、はたと気づいた。教科書の鉄鋼材
料の説明は主にこれまでの記録であり、教科書だけで教え
ていたのではいかにも鉄鋼材料は確立してしまっていて、この
分野の開発が終了してしまっているかの印象を与える。真
理や原理は時代の影響を受けないが、実用材料は時代と共
に変化している。鉄は人々の暮らしをよくする目的で日夜
研究され、絶え間ぬ進歩を遂げていることを学生に教える
ことの重要さに気付いた。鉄の最近の研究を知るには何を
見ればよいか。そう考えて「ふえらむ」を過去2年分一気

に読んだ。鉄の最新の研究と開発の様子がよく分かった。
早速「ふえらむ」を基に授業用のプリントを作り学生に配
布した。鉄が時代のニーズに答えるべく現在も変化し続け
ていることに学生たちは新鮮な驚きを覚えたようだ。「ふえ
らむ」の編集のお手伝いをさせてもらって3年になるが、
「ふえらむ」がこんな形で次代を担う学生達の教育に役立
つことを初めて実感した。「ふえらむ」が今後も鉄の今の動
きを伝える身近でかつ日本で最も権威ある雑誌であって欲
しいと願っている。

(M.U.)

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)	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(株))	久保田 猛 (新日本製鐵(株))	小西 正躬 (株)神戸製鋼所)
小林 正人 (株)日本鉄鋼連盟)	今野 美博 (住友金属工業(株))	佐藤 駿 (財金属系材料研究開発センター)
下川 成海 (株)日本鉄鋼協会)	塚本 顕彦 (三菱重工業(株))	長坂 徹也 (東北大学)
中村 欣弘 (株)トライ)	古田 修 (愛知製鋼(株))	丸山 俊夫 (東京工業大学)
三浦 和哉 (株)日本鉄鋼協会)	山下 孝子 (川崎製鉄(株))	

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

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

1996年5月10日第三種郵便物認可 1998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 内仲康夫

印刷人/印刷所 東京都文京区白山1-33-15 (株)トライ

発行所 社団法人日本鉄鋼協会 〒100-0004 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 1998 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

〒107-0052 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 001-1-978-750-8400 FAX 001-1-978-750-4744

Institute for Scientific Information

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

表紙デザイン 出澤 由野

平成9年度事業報告・収支決算及び 平成10年度事業計画・収支予算のお知らせ

平成10年4月1日に開催された第83回通常総会において、平成9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9年度事業報告・収支決算 (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、H10~12年度の3年間について、新中期計画を策定した。同計画では、「リストラ80」の精神を継承しつつ、科学技術基本法の成立等、その後の環境変化を反映させて次の3点を柱とすることとした。なお、予算についてはH13年度計画に反映させることとした。

・鉄のプレゼンスの向上

科学技術戦略の立案とアピールを行う。また、金属連合協議会の設立・運営に協力し、同協議会を中心に金属系学協会の連携を強化する。これらにより、鉄鋼研究開発の重要性を広く世間に認識させ、公的資金の取得と次世代の人材育成を目指す。

・国際化

日本の鉄鋼業は世界のトップとして相応の貢献を期待されるようになった。グローバル化の動きに対応し、欧米の学協会との交流に加え、東南アジアとの協力についても関係機関と連携しつつ検討する。

・運営の自立化

公的資金の取得、事業の効率化・重点化等により、維持会費への依存度を下げるよう引き続き努力する。

2. 学会部門の活動

・6番目の専門分野別部会として「評価・分析・解析部会」が4月にスタートし、学会活動の一層の活性化がはかられた。また、各部会の特色を生かした講演大会を企画、実施することになっていたが、春季、秋季とも各種シンポジウム、セミナー等も多数併催され活発な情報発信・情報交換が出来た。

・会報「ふえらむ」、論文誌「鉄と鋼」[ISIJ International]の一層の内容充実をはかった。3誌の発行部数はそれぞれ月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1研究協議会が設立された。また、5研究会が新設され、継続研究会と合わせ19研究会が活動中である。

・重点研究制度による研究支援については、研究テーマを2件採択した。

・科学技術振興調整費(総合研究)に協会として応募し、フィジビリティ・スタディとして1件が採択された。また、同調整費(知的基盤整備)の計量研究所受託分に参加することとなった。

・科学研究費補助金(国際会議補助)に、2件応募し1件が採択された。

3. 生産技術部門の活動

・前年度同様、日本鉄連連盟と連携して共同研究テーマの一元化募集および評価を実施した。技術開発課題の戦略的育成を目的に“技術開発課題”の募集、戦略分野の設定、テーマ検討グループ設置等の新たな企画を実施した。

・共同研究テーマの中から4件の新規研究会候補テーマを提案した。また、3つのテーマ検討グループを発足させ次年度に向けてのテーマ育成を開始した。

・分野別部会においては、各部会で部会運営の効率化を推進し、経費および作業負担軽減に努めた。

・調査検討部会では次世代街区フォーラム設立のための準備会を設置し、設立支援を行った。

・育成活動では、体系的、効果的な展開を進め、従来の学生見学会の見直し、大学生への鉄のプレゼンス向上のための特別講義等を実施した。また、新たに缶用鋼板技術史の編纂事業を開始した。

・その他、産業技術歴史展「テクノフェスタ21」に日本鉄鋼連盟と協同して参加した。

4. 会員増強

会員増強特別委員会が提案した施策をフォローすることとしていたが、主な企業・大学に設置した会員増強推進委員の協力により、

入会の勧誘や退会の慰留を行った。また、講演大会等のイベントでも入会の勧誘を積極的に行い成果をあげた。ホームページを新設し、会員への情報伝達を強化した。また、「鉄鋼協会」の広報活動については、新中期計画の中で引き続き検討することにした。

5. 支部

千葉地区の支部発足をバックアップすることになっていたが、今年度中の発足には至らなかった。また、支部活性化策については、ものづくり教育や優秀学生の会費免除等を通して活性化に貢献した。支部を対象とした鉄鋼技能功績賞の第1回の表彰を行った。

6. 事務局

専務理事が島田 仁から内仲康夫に交替した。(H9.7.22)

7. その他

会長が4月末から5月初めに欧州の4学協会を訪問し意見を交換した。訪問先は次のとおり。ATS(フランス)、VDEh(ドイツ)、IOM(イギリス)、CRM(ベルギー)。

(2) 総合企画・共通分野の事業

1. 総会等の開催状況

総会(第82回通常総会H9.3.27)、評議員会(2回)、理事会(8回)、特別選考委員会(1回)、総合企画会議(7回)、総合企画小委員会(5回)、助成委員会(4回)、シニアブレイン会議(1回)、支部長会議(2回)

2. 助成事業

- a. 次世代鉄鋼奨学助成(第3回応募5件、採択4件)
- b. 鉄鋼研究振興助成及び石原・浅田研究助成(H7~9年度採択分47件に助成金交付、H10年度分応募45件、採択20件)
- c. 外国人博士研究員奨学(第3回応募2件、採択1件)
- d. 日向方斉メモリアル国際会議助成(運用見直し検討中)
- 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)、学術功績賞(3件)、渡辺三郎賞(1件)、野呂賞(1件)、渡辺義介記念賞(15件)、西山記念賞(15件)、依論文賞(4件)、澤村論文賞(4件)、三島賞(3件)、林賞(1件)、山岡賞(2件)、里見賞(1件)、鉄鋼技能功績賞(14名)、日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞(46件)
- b. 特別講演会：湯川メモリアルレクチャー(H9.3.27 1件、受賞記念講演(2件))

4. 鉄鋼二次製品生産設備実態調査

平成9年3月「鉄鋼二次製品生産設備の現況」報告書を刊行

(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(5回)、学術企画小委員会(5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(8回)、論文誌編集委員会(9回)、論文賞選考分科会(3回)、講演大会協議会(6回)、広告企画分科会(5回)

2. 会報・論文誌の刊行

- a. 会報「ふえらむ」Vol.2 No.3~Vol.3 No.2、計12冊刊行
- b. 論文誌「鉄と鋼」Vol.83 No.3~Vol.84 No.2(和文論文誌)計12冊刊行
- c. 論文誌「ISIJ International」Vol.37 No.3~Vol.38 No.2計12冊刊行

3. 講演大会

- a. 第133回(春季)講演大会(H9.3.27~29 早稲田大学理工学部)
 - 一般講演478件、討論会62件、登録参加者1,845名、学生ポスターセッション(発表件数25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134回(秋季)講演大会(H9.9.24~26 東北大学川内北キャンパス 金属学会と同期日、同会場)
 - 一般講演576件、討論会55件、登録参加者1,563学生ポスターセッション(発表件数38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.10 No.1~3、秋季No.4~6を発行。

4. 専門分野別部会の活動

6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65の活動単位を設け、自主運営による研究活動を実施。

- 高温プロセス部会(登録者2679名)
5フォーラム、15研究グループで活動。討論会7件、予告セッション2件。
- 社会鉄鋼工学部会(登録者1856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。
- 計測・制御・システム工学部会(登録者1379名)
3フォーラムで活動。シンポジウム4件、部会賞(研究2件、技術1件)
- 創形創質工学部会(登録者2565名)
12フォーラムで活動。討論会4件、シンポジウム4件。
- 材料の組織と特性部会(登録者3317名)
5フォーラム、10自主フォーラムで活動。討論会4件、シンポジウム5件、予告セッション2件、セミナー(2回)。
- 評価・分析・解析部会(登録者342名、H9年度新設)
4フォーラム、7自主フォーラムで活動。シンポジウム1件

5. 国際会議

- GALVATECH'98組織委員会(2回開催、H10.9.20~23開催の準備)
- 第7回鉄鋼王延国際会議組織委員会(4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。11研究協議会を設置。

7. 研究会

継続研究会(学会部門所属8、生産技術部門所属6)に加え、研究協議会からの要望に基づき、5研究会を設置。

8. 重点研究制度による研究支援

H9年度応募5件、採択2件(平成7年度から実施)。

9. 公的資金による研究調査等

- 科学技術振興調整費(総合研究)
4課題提案うち1課題「材料の超高強度化に伴う環境脆化の低減に関する研究」がフィジビリティスタディとして採択された。
- 科学技術振興調整費(知的基盤整備)
計量研究所より「鉄鋼材料の組成評価に関する研究」を受託
- 通産省科学技術研究開発プロジェクト(スーパーメタル)
JRCMより「社会システムに及ぼす鉄鋼材料の超高強度化、高機能化の影響」を受託
- 科学技術庁試験研究所・試験研究費(新世紀構造材料)
金属材料技術研究所より「超々臨界圧発電プラント設計と材料展望」を受託
- 文部省科学研究費補助金
「第7回鉄鋼王延国際会議」に補助金を受く。

10. 日本金属学会共同研究会への参画

合金状態図研究機構、水素と材料機能共同研究会

11. 書籍等の刊行

「鉄鋼の技術と社会動態」等17点を刊行。

12. 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。

13. 他学協会との協賛による事業(186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(6回)、技術企画小委員会(6回)、課題抽出WG(3回)、調査検討部会(6回)、国際鉄鋼技術委員会(2回)、育成委員会(4回)、第8回日本・中国鉄鋼学術会議組織委員会(1回)、日本・ドイツセミナー組織委員会(1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40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
(物流部会は、H10.1.1鉄連・物流政策委員会に移管、情報管理部会はH10.2で閉会)

3. 分野横断研究

- 自動車用材料検討部会(H9.9.25 シンポジウム開催)
- 実用構造用鋼の材質造り込み技術検討部会設置
- 日本圧力容器研究会議(H9.11.12 20周年シンポジウム開催、専門委員会14回開催)
- 次世代街区フォーラム準備会(H9.11.10 設立総会、事務局は本会に設置)

4. 育成事業

- 人材育成
・鉄鋼工学セミナー分科会(第23回鉄鋼工学セミナー、第5回鉄鋼工学アドバンスセミナーを開催)
- 技術育成
・技術講座分科会(第165・166回西山記念技術講座、第34・35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」中の第8巻を刊行)
・缶用鋼板技術史分科会(「我が国における缶用鋼板技術史」の編集)
- プレゼンス
・広報分科会(ホームページによる情報発信の検討、若手会員の海外研修を実施)
・学生プレゼンス分科会(第12回理工学系学生のための製鉄所・研究所見学会、第1回学生セミナー、大学への特別講義を実施)
・ものづくり教育分科会(高校理数系教諭の製鉄所見学と鉄鋼技術者・研究者との懇談会を7地区で実施、「ものづくり教育を考える会」の会報作成・配布)

5. 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、会員社20事業所に頒布。

(5) 支部活動

7支部(北海道、東北、北陸、東海、関西、中国・四国、九州)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9年度収支決算

平成9年度収支計算書総括表

費 目	全 会 計									
	一 般 会 計		特 別 会 計		差 額		別 途 資 金 会 計			
	平成9年度実績Ⅰ (A)	平成9年度実績Ⅱ (B)	平成9年度予算 (A')	平成9年度実績Ⅲ (C)	差 額 (A)-(A')	差 額 (B)-(B')	平成9年度実績Ⅳ (D)	平成9年度予算 (D')	差 額 (D)-(D')	差 額 (D)-(D')
収入の部										
会費収入	605,407,310	605,407,310	592,660,000	0	12,747,310	0	0	0	0	0
事業収入	171,739,430	171,739,430	172,340,000	0	-600,570	0	0	0	0	0
補助金・受託金収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
寄付金・負担金・分担金収入	8,467,400	8,467,400	8,378,000	0	89,400	0	2,116,024	2,116,024	3,000,000	-883,976
利子・雑収入	6,074,066	6,074,066	5,604,000	0	470,066	0	6,751,555	47,159,938	48,953,000	-1,793,062
繰入金収入	46,283,296	46,283,296	71,337,000	0	-25,053,704	0	60,287,200	61,607,381	38,258,000	23,349,381
当期収入合計(a)	837,971,502	791,688,206	850,319,000	0	-12,347,498	0	41,728,564	69,154,779	110,883,343	-68,154,779
前繰越収支差額	70,335,563	70,335,563	70,335,563	0	0	0	1,134,685,968	562,602,869	1,697,288,837	-562,602,869
収入合計(b)	908,307,065	862,023,769	920,654,563	0	-12,347,498	0	1,176,414,532	631,757,648	1,808,172,180	-631,757,648
支出の部										
事業費支出	634,087,685	634,087,685	700,178,000	0	-66,090,315	0	0	0	0	0
固定資産取得支出	129,756,508	129,756,508	127,090,000	0	2,666,508	0	77,076,860	77,076,860	82,040,200	-4,963,340
固定資産売却・雑支出	3,400,130	3,400,130	3,200,000	0	200,130	0	0	0	0	0
人材費支出	8,467,400	8,467,400	8,378,000	0	89,400	0	0	0	0	0
繰出金支出	61,607,381	61,607,381	38,258,000	0	23,349,381	0	41,644,243	4,639,053	46,283,296	-4,639,053
予備費	0	0	43,550,563	0	-43,550,563	0	0	0	0	0
当期支出合計(c)	837,919,104	775,711,723	920,654,563	0	-83,335,459	0	41,644,243	81,715,913	123,360,156	-81,715,913
当期収支差額(a-c)	652,398	15,976,483	-70,335,563	0	70,987,961	0	84,321	-12,561,134	-12,476,813	96,255,744
大当繰越収支差額(b-c)	70,987,961	70,987,961	0	0	70,987,961	0	1,134,770,289	550,041,735	1,684,812,024	-550,041,735

費 目		補 助 金 等 事 業		会 計 差 額 (E) - (E')	平成9年度実績		平成9年度予算 (F')	(差 額) (F) - (F')
		平成9年度実績 Ⅲ (E)	平成9年度予算 (E')		合 計 Ⅰ + Ⅱ + Ⅲ (F)			
収入の部	会 事 補 助 金 利 子	0	0	0	605,407,310	592,660,000	12,747,310	
	費 金 受 託 金 分 担 金	13,394,351	2,400,000	10,994,351	171,739,430	172,340,000	-600,570	
	入 金 金 金 入 入	12,952,399	18,290,000	-5,337,601	13,394,351	2,400,000	10,994,351	
	入 入 入 入	887,900	108,000	779,900	23,535,823	29,668,000	-6,132,177	
		0	0	0	54,121,904	54,665,000	-543,096	
		0	0	0	107,890,677	109,595,000	-1,704,323	
	当 期 収 入 合 計 (a)	27,234,650	20,798,000	6,436,650	976,089,495	961,328,000	14,761,495	
支出の部	前 期 繰 越 収 支 差 額	20,525,480	20,525,480	0	1,788,149,880	1,788,149,880	0	
	収 入 合 計 (b)	47,760,130	41,323,480	6,436,650	2,764,239,375	2,749,477,880	14,761,495	
	事 業 費	27,233,279	33,041,854	-5,808,575	661,320,964	728,776,854	-67,455,890	
	固 定 資 産 取 得 費	0	0	0	206,833,368	213,573,200	-6,739,832	
	固 定 資 産 取 得 費	0	0	0	3,400,130	3,200,000	200,130	
	繰 出 金	0	0	0	8,467,400	8,378,000	89,400	
	繰 入 金	0	0	0	107,890,677	109,595,000	-1,704,323	
当 期 支 出 合 計 (c)	27,233,279	33,041,854	-5,808,575	987,912,539	1,107,073,617	-119,161,078		
当 期 収 支 差 額 (a-c)	1,371	-12,243,854	12,245,225	-11,823,044	-145,745,617	133,922,573		
次 期 繰 越 収 支 差 額 (b-c)	20,526,851	8,281,626	12,245,225	1,776,326,836	1,642,404,263	133,922,573		

平成9年度別途資金会計収支計算書内訳表

科 目	特 別 資 金										特別資金合計 (B)
	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)	日向方育学 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)		(105,903万円)
収入の部											
補助金・受託金収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
寄付金・負担金・分担金収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
利子・雑収入	1,025,782	221,977	902,818	414,496	1,208,769	2,108,447	1,023,718	1,307,988	32,194,388	40,408,383	40,408,383
学会部門 生産技術部門 総合企画・共進費	0	0	844,113	0	0	0	0	476,068	0	1,320,181	1,320,181
繰入金収入小計	0	0	844,113	0	0	0	0	476,068	0	1,320,181	1,320,181
当期収入合計	1,025,782	221,977	1,746,931	414,496	1,208,769	2,108,447	1,023,718	1,784,056	32,194,388	41,728,564	41,728,564
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	1,134,685,968
収入合計	87,708,483	16,539,741	49,032,800	41,804,559	56,018,284	68,609,853	60,996,344	93,212,263	702,492,205	1,176,414,532	1,176,414,532
支出の部											
事業費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
退職金・退職一時金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
管理費	0	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	0	0	0	0	722,430	0	0	0	0	722,430	722,430
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	0	0	0	0	722,430	0	0	0	0	722,430	722,430
総合企画 表彰費 研究助成金・学術振興費 支部委託費	3,011,993	163,000	168,321	831,343	438,480	171,463	0	300,292	33,500,000	4,613,137	4,613,137
企画・共進 小計	3,261,993	163,000	168,321	2,668,264	688,480	0	0	0	33,500,000	40,450,058	40,450,058
繰出金支出合計	3,261,993	163,000	168,321	2,668,264	1,410,910	171,463	0	300,292	33,500,000	41,644,243	41,644,243
当期支出合計	3,261,993	163,000	168,321	2,668,264	1,410,910	171,463	0	300,292	33,500,000	41,644,243	41,644,243
当期収支差額	-2,236,211	58,977	1,578,610	-2,253,768	-202,141	1,936,984	1,023,718	1,483,764	-1,305,612	84,321	84,321
次期繰越収支差額	84,446,490	16,376,741	48,864,479	39,136,295	54,607,374	68,438,390	60,996,344	92,911,971	668,992,205	1,134,770,289	1,134,770,289
平成9年度予算収支差額	-3,005,000	8,000	289,000	-2,849,000	-658,000	-46,000	35,000	1,002,000	520,000	-4,704,000	-4,704,000
決算収支差額-予算収支差額	768,789	50,977	1,289,610	595,232	455,859	1,982,984	988,718	481,764	-1,825,612	4,788,321	4,788,321

平成9年度貸借対照表総括表

科 目	一 般 会 計			特 別 資 金 会 計				平成8年度 (X')	差 額 (X) - (X')
	一般会計Ⅰ (S)	平成8年度 (S')	差 額 (S) - (S')	特別資金(T)	積立金等(U)	小計(T)+(U)(X)			
資産の部									
流動資産	255,427,916	258,851,190	-3,423,274	1,136,329,014	550,047,851	1,686,376,865	1,698,312,415	-11,935,550	-11,935,550
固定資産	86,680,455	89,762,398	-3,081,943	0	0	0	0	0	0
資産合計	342,108,371	348,613,588	-6,505,217	1,136,329,014	550,047,851	1,686,376,865	1,698,312,415	-11,935,550	-11,935,550
負債の部									
流動負債	176,389,271	180,915,478	-4,526,207	1,558,725	6,116	1,564,841	1,023,578	541,263	541,263
固定負債	0	0	0	0	187,976,550	187,976,550	0	187,976,550	187,976,550
負債合計	176,389,271	180,915,478	-4,526,207	1,558,725	187,982,666	189,541,391	1,023,578	188,517,813	188,517,813
正味の財産									
前期繰越正味財産	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	-9,011,806
当期正味財産増加額	-1,979,010	-11,808,083	9,829,073	84,321	-200,537,684	-200,453,363	-9,011,806	-191,441,557	-191,441,557
正味財産合計	165,719,100	167,698,110	-1,979,010	1,134,770,289	362,065,185	1,496,835,474	1,697,288,837	-200,453,363	-200,453,363
負債及び正味財産合計	342,108,371	348,613,588	-6,505,217	1,136,329,014	550,047,851	1,686,376,865	1,698,312,415	-11,935,550	-11,935,550

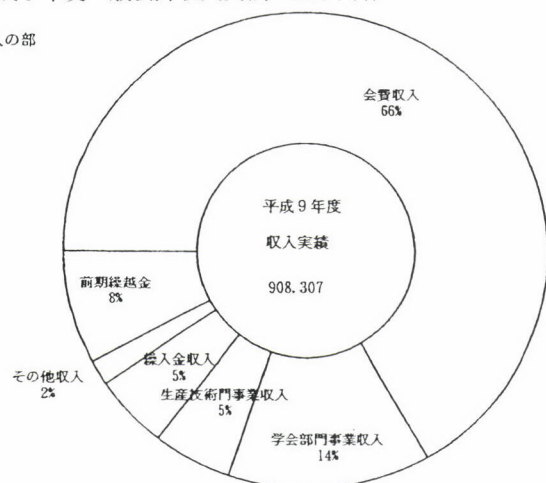
科 目	補 助 金 等 事 業 会 計			合 計 Ⅰ + Ⅱ + Ⅲ (Z)	平成8年度 (Z')	差 額 (Z) - (Z')
	補助金等事業 会計Ⅲ (Y)	平成8年度 (Y')	差 額 (Y) - (Y')			
資産の部						
流動資産	23,788,579	20,741,348	3,047,231	1,965,593,360	1,977,904,953	-12,311,593
固定資産	0	0	0	86,680,455	89,762,398	-3,081,943
資産合計	23,788,579	20,741,348	3,047,231	2,052,273,815	2,067,667,351	-15,393,536
負債の部						
流動負債	3,261,725	215,868	3,045,860	181,215,840	182,154,924	-939,084
固定負債	0	0	0	187,976,550	0	187,976,550
負債合計	3,261,725	215,868	3,045,860	369,192,390	182,154,924	187,037,466
正味の財産						
前期繰越正味財産	20,525,480	23,802,405	-3,276,925	1,885,512,427	1,909,609,241	-24,096,814
当期正味財産増加額	1,371	-3,276,925	3,278,296	-202,431,002	-24,096,814	-178,334,188
正味財産合計	20,526,851	20,525,480	1,371	1,683,081,425	1,885,512,427	-202,431,002
負債及び正味財産合計	23,788,579	20,741,348	3,047,231	2,052,273,815	2,067,667,351	-15,393,536

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、下記宛て請求下さい。

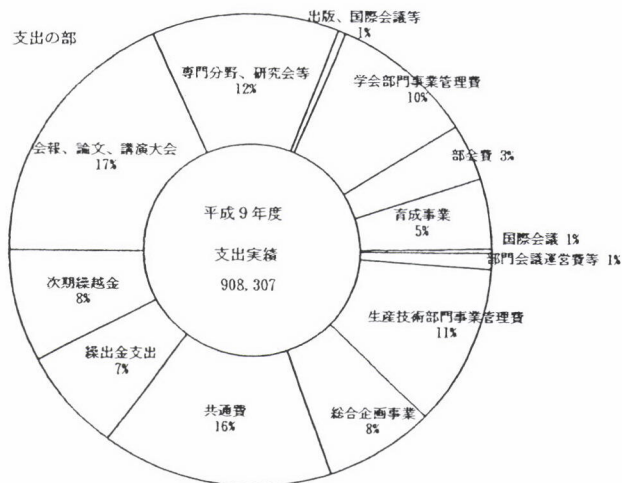
資料請求先：(社)日本鉄鋼協会 総合企画事務局 総務グループ
〒100-0004 東京都千代田区大手町1-9-4 経団連会館3階
TEL.03-3279-6021(代) FAX.03-3245-1355

平成9年度一般会計収支実績の主な内容

収入の部



支出の部



平成9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	科目								
	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	3,534,370	135,000	148,490	139,000	502,000	1,334,000	811,880	464,000
	(正会員会費補助金)	2,411,550	106,000	114,170		342,000	917,000	618,380	314,000
	(新入会費補助金)	983,820	29,000	34,320		160,000	417,000	193,500	150,000
	事業補助金	3,401,120	315,000	245,000	260,000	750,000	932,000	210,120	689,000
	前年度繰越金	354,490	42,000	15,510		-207,000	-56,000	0	-149,000
	本部補助金計	8,596,000	757,000	674,000	664,000	1,325,000	2,540,000	1,352,000	1,284,000
	事業収入	1,121,000	0	0	30,000	546,000	0	545,000	0
	参加費	2,232,397	70,000		324,397	294,600	1,543,400	0	0
当期支出	他団体分担金	985,091	0		538,292	0	0	0	446,799
	利子収入	90,652	3,768	327	198	1,097	28,159	26,015	31,088
	雑収入	417,989	7,500		270,489	16,500	0	0	123,500
	支部繰入金収入	436,809	0	122,500	107,309	0	207,000	0	0
	事業その他収入計	5,283,938	81,268	122,827	1,270,685	858,197	1,778,559	571,015	601,387
	当期収入合計	13,879,938	838,268	796,827	1,934,685	2,183,197	4,318,559	1,923,015	1,885,387
	前期繰越収支差額	18,673,803	1,283,648	361,048	107,309	2,464,004	4,831,620	5,642,946	3,983,228
	収入合計	32,553,741	2,121,916	1,157,875	2,041,994	4,647,201	9,150,179	7,565,961	5,868,615
	事業費	2,539,781	301,890	120,000	382,960	240,000	798,927	104,591	591,413
	講演会・講習会費	5,190,496	253,450	286,251	1,073,789	858,585	1,331,700	441,408	945,313

支出の部		合計	北海道	東北	北陸	東海	関西	中国・四国	九州
事業費	科目								
	研究費	2,539,781	301,890	120,000	382,960	240,000	798,927	104,591	591,413
	講演会・講習会費	5,190,496	253,450	286,251	1,073,789	858,585	1,331,700	441,408	945,313
	見学会費	501,143	0	244,300	0	66,036	121,236	69,571	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	182,120	0	0	15,500	0	158,700	0	7,920
	事業費補助対象額	8,413,540	555,340	650,551	1,472,249	1,164,621	2,410,563	615,570	1,544,646
	その他	125,216	125,216	0	0	0	0	0	0
	湯川記念講演会	125,216	125,216	0	0	0	0	0	0
	ものづくり教育超過額	8,538,756	680,556	650,551	1,472,249	1,164,621	2,410,563	615,570	1,544,646

支出の部		合計	北海道	東北	北陸	東海	関西	中国・四国	九州
事業費	科目								
	研究費	2,539,781	301,890	120,000	382,960	240,000	798,927	104,591	591,413
	講演会・講習会費	5,190,496	253,450	286,251	1,073,789	858,585	1,331,700	441,408	945,313
	見学会費	501,143	0	244,300	0	66,036	121,236	69,571	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	182,120	0	0	15,500	0	158,700	0	7,920
	事業費補助対象額	8,413,540	555,340	650,551	1,472,249	1,164,621	2,410,563	615,570	1,544,646
	その他	125,216	125,216	0	0	0	0	0	0
	湯川記念講演会	125,216	125,216	0	0	0	0	0	0
	ものづくり教育超過額	8,538,756	680,556	650,551	1,472,249	1,164,621	2,410,563	615,570	1,544,646

Ⅲ. 平成10年度事業計画 (H10.3.1~H11.2.28)

(1) 総括

1. 新中期計画の実施

新中期計画の3本柱「鉄のプレゼンスの向上」「国際化」「運営の自立化」に沿って、鉄鋼科学技術戦略の立案、金属系学協会の連携、業務の効率化による費用削減等、急務と思われるものから順次着手する。

2. 学会部門の活動

専門分野別部会については、設置5年後の見直し(平成11年度末)に先立ち、今年度は各専門分野別部会ごとに当該分野における今後の学術・技術の展開等につき検討し、鉄鋼科学技術戦略の策定に協力する。また、各部会ともシンポジウム、セミナー等の企画・実行による一層の活性化をはかるとともに自主的運営を目指す。創刊3年目に当たる会報「ふえらむ」の内容をより充実させる。研究協議会の運用改善を行い、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。広告収入増大等により事業収支改善をはかる。

3. 生産技術部門の活動

技術創出活動では、学会部門との連携強化をはかり、テーマ検討グ

ループによる研究テーマの戦略的育成を実施する。また、分野別部会では、部会活動の活性化、運営の自立化を推進する。育成活動では、厚板技術史の編纂着手等、新たな企画を展開し、人材育成、技術育成、プレゼンス活動を効果的に進める。また、国際交流の観点から、協会刊行物の英文化の検討を進める。次世代街区フォーラムの運営を支援する。

4. 会員増強

従来の会員増強策に加えて、鉄鋼協会の活動を広くPRする広報活動を計画的・効果的に実施する。

5. 支部

各支部の実態を踏まえ、支部活動の一層の充実をはかる。

(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4回H11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8回H11年度助成開始分約20件)
- 外国人博士研究員奨学(運用の見直しを検討する)

- d. 日向方斉メモリアル国際会議助成(外国人基調講演者の招聘費補助)
e. 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

- a. 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)
b. 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

- a. 会報「ふえらむ」Vol.3 No.3～Vol.4 No.2計12冊刊行。
b. 論文誌「鉄と鋼」Vol.84 No.3～Vol.85 No.2計12冊刊行。
c. 論文誌「ISIJ International」Vol.38 No.3～Vol.39 No.2計12冊の刊行。

2. 講演大会

- a. 第135回(春季)講演大会(H10.4.1(水)～3(金)東京大学本郷キャンパス)
学生ポスターセッション(4.2)、ISIJ オープンパーティ(4.2)
b. 第136回(秋季)講演大会(H10.9.28(月)～30(水)愛媛大学城北キャンパス)
学生ポスターセッション(9.29)、ISIJ オープンパーティ(9.29)
c. 講演論文集「材料とプロセス」Vol.11 No.1～6計6冊刊行。

3. 専門分野別部会の活動

- 6 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、研究グループ等の活動を継続推進する。

4. 国際会議

- ・ GALVATECH'98(H10.9.20～23於千葉市)
・ 第7回鉄鋼圧延国際会議(H10.11.9～11於千葉市)
・ 第3回材料電磁プロセッシング国際シンポジウム組織委員会(H12春開催の準備)

5. 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。

6. 重点研究制度による研究支援

7. 書籍等の刊行

「溶融めっき鋼板マニュアル」等20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

20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

自動車用材料検討部会、実用構造用鋼の材質造り込み技術検討部会、日本圧力容器研究会議、次世代街区フォーラム検討部会の活動を推進する。

3. 国際会議

- a. 第8回日本・中国鉄鋼学術会議(H10.11.12～13於千葉市)
b. 第10回日本・ドイツセミナー開催準備(H11.5.18～19於日本)

4. 育成事業

- a. 人材育成
・ 第24回鉄鋼工学セミナー(H10.7.25～31宮城・蔵王ハイツ)
・ 第6回鉄鋼工学アドバンスセミナー(H10.11川鉄研修所)
b. 技術育成
・ 西山記念技術講座(第167・168回 H10.3、第169・170回 H10.11)
・ 白石記念講座(第36・37回 H10.7、第38・39回 H11.1)
・ 「叢書・鉄鋼技術の流れ」中の第3巻を刊行予定
・ 「我が国における缶用鋼板技術史」の編纂、刊行及び「厚板技術史」の編纂
c. プレゼンス
・ 大学への特別講義の実施
・ 第13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H10.3 全国15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H10.8 5地区
・ 学生会員の海外研修の実施(H10.3 カナダ)

(4) 支部活動

支部活動の一層の活性化をはかる。

IV. 平成10年度収支予算

平成10年度収支予算総括表

費 目	一 般 会 計					全 会 計					別途資金会計				
	平成10年度予算		平成9年度予算		差 額 (A) - (A')	平成10年度予算		平成9年度予算		差 額 (A) - (A')	平成10年度予算Ⅱ		平成9年度予算		差 額 (D) - (D')
	(A)	(A')	(A)	(A')		(B)	(B')	(B)	(B')		(C)	(C')	(C)	(C')	
収入の部	593,060,000	593,060,000	592,660,000	400,000		221,529,000	221,529,000	172,340,000	49,189,000		0	0	0	0	0
会費収入	221,529,000	221,529,000	172,340,000	49,189,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
事業収入	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0
補助金・受託金収入	8,467,000	8,467,000	8,378,000	89,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
寄付金・負担金・分担金収入	3,700,000	3,700,000	5,604,000	-1,904,000		40,121,000	7,154,000	47,275,000	-48,953,000		3,000,000	3,000,000	3,000,000	-3,000,000	0
利子・雑収入	66,749,000	66,749,000	71,337,000	-4,588,000		258,000	35,258,000	35,258,000	-38,258,000		45,154,000	85,533,000	90,211,000	-4,678,000	0
繰入金	893,505,000	826,756,000	350,319,000	43,186,000		1,134,770,289	550,041,735	1,684,812,024	-1,697,288,837		1,770,345,024	1,787,499,837	1,697,288,837	-12,476,813	0
当期収入合計(a)	893,505,000	826,756,000	350,319,000	43,186,000		1,134,770,289	550,041,735	1,684,812,024	-1,697,288,837		1,770,345,024	1,787,499,837	1,697,288,837	-12,476,813	0
前期末繰越収支差額	70,987,961	70,987,961	70,335,563	652,398		1,175,149,289	595,195,735	1,770,345,024	-1,787,499,837		0	0	0	0	0
収入合計(b)	964,492,961	897,743,961	420,654,563	43,838,398		2,349,919,578	1,145,237,470	3,550,687,048	-3,443,781,439		1,770,345,024	1,787,499,837	1,697,288,837	-12,476,813	0
支出の部	753,618,000	753,618,000	695,735,000	57,883,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
事業費	116,246,000	116,246,000	131,533,000	-15,287,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
管理費	3,500,000	3,500,000	3,200,000	300,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
固定資産取得費	12,632,000	12,632,000	0	12,632,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
会館特別補修費	8,467,000	8,467,000	8,378,000	89,000		0	0	0	0		0	0	0	0	0
人材出入・派遣費	35,258,000	35,258,000	38,258,000	-3,000,000		53,462,000	13,287,000	66,749,000	-71,337,000		0	0	0	0	0
繰出金	34,771,961	34,771,961	43,550,563	-8,778,602		0	0	0	0		0	0	0	0	0
当期支出合計(c)	964,492,961	929,234,961	420,654,563	43,838,398		53,462,000	21,858,200	75,320,200	-153,377,200		0	0	0	0	0
当期収支差額(a-c)	-70,987,961	-102,478,961	-70,335,563	-652,398		-13,083,000	23,295,800	10,212,800	-63,166,200		0	0	0	0	0
次期末繰越収支差額(b-c)	0	0	0	0		1,121,687,289	573,337,535	1,695,024,824	-1,634,122,637		1,770,345,024	1,787,499,837	1,697,288,837	-12,476,813	0

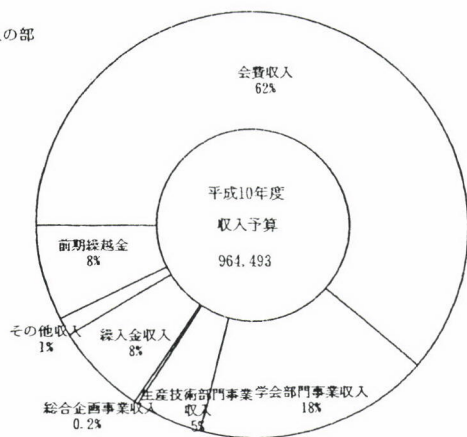
費 目			補 助 金		等 事 業		計 額 (E) - (E')	平成10年度予算		平成9年度予算	差 額 (F) - (F')
			Ⅲ (E)	Ⅲ (E')	Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ (F)	Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ (F')					
収入の部	会費収入	0	0	0	0	0	593,060,000	592,660,000	400,000		
	事業収入	0	0	0	0	0	221,529,000	172,340,000	49,189,000		
	補助金・受託金・負担金・分担金収入	25,036,927	2,400,000	22,636,927	25,036,927	2,400,000	2,400,000	22,636,927	17,799,000		
	寄付金・利子・雑収入	36,000,000	18,290,000	17,710,000	47,467,000	29,668,000	54,665,000	17,990,000	-3,690,000		
	繰入金	0	108,000	-108,000	50,975,000	109,595,000	109,595,000	-7,588,000	7,588,000		
	当期収入合計(a)	61,036,927	20,798,000	40,238,927	1,040,074,927	961,328,000	961,328,000	78,746,927	-18,418,927		
	前期末繰越収支差額	20,526,851	20,526,850	1,371	1,776,326,836	1,788,149,880	1,788,149,880	-11,823,044	11,823,044		
収入合計(b)	81,563,778	41,323,480	40,240,298	2,816,401,763	2,749,477,880	2,749,477,880	66,923,883	-17,446,903			
支出の部	事業費	65,303,886	33,041,854	32,262,032	818,921,886	728,776,854	728,776,854	90,145,032	-88,756,000		
	管理費	0	0	0	124,817,200	213,573,200	213,573,200	-88,756,000	88,756,000		
	固定資産取得費	0	0	0	3,500,000	3,200,000	3,200,000	300,000	-300,000		
	会館特別補修費	0	0	0	12,632,000	0	0	12,632,000	-12,632,000		
	人材出入・派遣費	0	0	0	8,467,000	8,378,000	8,378,000	89,000	-89,000		
	繰出金	0	0	0	102,007,000	109,595,000	109,595,000	-7,588,000	7,588,000		
	当期支出合計(c)	65,303,886	33,041,854	32,262,032	1,105,117,047	1,107,073,617	1,107,073,617	-1,956,570	1,956,570		
当期収支差額(a-c)	-4,266,959	-12,243,854	7,976,893	-65,042,120	-145,745,617	-145,745,617	80,703,497	-80,703,497			
次期末繰越収支差額(b-c)	16,259,892	8,281,626	7,978,266	1,711,284,716	1,642,404,263	1,642,404,263	68,880,453	-68,880,453			

平成10年度別途資金会計収支予算内訳表

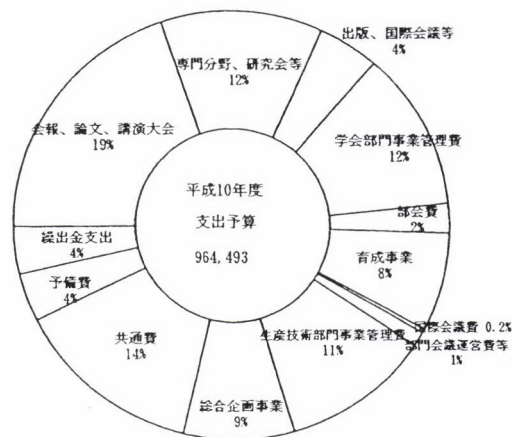
科 目		特 別 資 金										特別資金合計 (B) (105,903万円)
		表彰並びに 事業資金 (7,403万円)	渡辺義介 記念資金 (1,000万円)	西山弥太郎 記念資金 (5,000万円)	湯川正夫 記念資金 (3,000万円)	浅田長平 記念資金 (5,000万円)	白石元治郎 記念資金 (5,000万円)	日向方齊学術 振興資金 (6,000万円)	外島健吉 記念資金 (10,000万円)	鉄鋼研究 振興資金 (63,500万円)		
収入の部	補助金・受託金収入										0	
	寄付金・負担金・分担金収入										0	
	利子・雑収入	1,008,000	264,000	972,000	405,000	868,000	2,067,000	1,020,000	1,395,000	32,122,000	40,121,000	
	学会部門、学会部門積立金 生産技術部門、生産技術部門積立金 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	1,008,000	264,000	972,000	405,000	868,000	2,067,000	1,020,000	1,653,000	32,122,000	40,379,000	
支出の部	前期繰越収支差額	84,446,490	16,376,741	48,864,479	39,136,295	54,607,374	68,438,390	60,996,344	92,911,971	668,992,205	1,134,770,289	
	収入合計	85,454,490	16,640,741	49,836,479	39,541,295	55,475,374	70,505,390	62,016,344	94,564,971	701,114,205	1,175,149,289	
	学会部門					1,000,000					1,000,000	
	浅田記念文庫 学会部門事業費										0	
	小計	0	0	0	0	1,000,000	0	0	0	0	1,000,000	
	生産技術部門						2,226,000				2,226,000	
	記念講座費・講演会費 出版費 生産技術部門事業費							7,746,000			7,746,000	
	小計	0	0	0	0	0	2,226,000	0	7,746,000	0	9,972,000	
	総合企画	2,771,000 250,000	164,000	169,000	1,636,000	450,000 250,000					5,190,000	
	表彰費 研究助成金・学術振興費 支部委託費 小計	2,771,000 250,000 3,021,000	164,000 164,000	169,000 169,000	1,636,000 4,036,000	450,000 250,000 700,000	2,226,000 2,226,000 0	1,000,000 1,000,000 1,000,000		33,400,000 33,400,000	5,190,000 34,900,000 42,490,000	
企画・共通										0		
小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
繰出金支出合計	繰出金支出合計	3,021,000	164,000	169,000	4,036,000	1,700,000	2,226,000	1,000,000	7,746,000	33,400,000	53,462,000	
	予備費										0	
	当期支出合計	3,021,000	164,000	169,000	4,036,000	1,700,000	2,226,000	1,000,000	7,746,000	33,400,000	53,462,000	
	当期収支差額	-2,013,000	100,000	803,000	-3,631,000	-832,000	-159,000	20,000	-6,093,000	-1,278,000	-13,083,000	
	次期繰越収支差額	82,433,490	16,476,741	49,667,479	35,505,295	53,775,374	68,279,390	61,016,344	86,818,971	667,714,205	1,121,687,289	
平成9年度予算収支差額		-3,005,000	8,000	289,000	-2,849,000	-658,000	-46,000	35,000	1,002,000	520,000	-4,704,000	
II10予算収支差額-II9予算収支差額		992,000	92,000	514,000	-782,000	-174,000	-113,000	-15,000	-7,095,000	-1,798,000	-8,379,000	

平成10年度一般会計予算の主な内容

収入の部



支出の部



平成10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	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	3,267,960	110,000	158,780	115,000	490,090	1,163,000	837,000	394,090
	(正会員会費補助金)	2,527,020	100,000	114,660	86,000	358,190	925,000	633,000	310,170
	(新入会会費補助金)	740,940	10,000	44,120	29,000	131,900	238,000	204,000	83,920
	事業補助金	3,838,000	315,000	270,000	259,000	885,000	1,084,000	300,000	725,000
	前年度積算額	152,000	0	0	0	0	152,000	0	0
本部補助金計		9,272,960	690,000	693,780	639,000	1,655,090	2,729,000	1,467,000	1,399,090
当 期 収 入	会費	1,097,000	0	0	0	552,000	0	545,000	0
	参加費	2,820,000	60,000	0	700,000	630,000	1,430,000	0	0
	他団体分担金	1,027,600	0	0	500,000	0	27,600	0	500,000
	利子収入	59,100	4,000	1,000	100	2,000	20,000	12,000	20,000
	雑収入	64,450	6,000	0	20,000	5,000	3,450	0	30,000
	支部繰入金収入	100,000	0	100,000	0	0	0	0	0
事業その他収入計		5,168,150	70,000	101,000	1,220,100	1,189,000	1,481,050	557,000	550,000
当期収入合計		14,441,110	760,000	794,780	1,859,100	2,844,090	4,210,050	2,024,000	1,949,090
前期繰越収支差額		19,897,145	1,383,730	218,391	274,325	2,882,415	5,275,139	5,740,403	4,122,742
収入合計		34,338,255	2,143,730	1,013,171	2,133,425	5,726,505	9,485,189	7,764,403	6,071,832
(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	2,500,000	0	0	0	600,000	600,000	600,000	700,000
	ミニ講座	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	5,322,000	230,000	270,000	800,000	1,380,000	1,242,000	300,000	1,100,000
	見学会費	538,000	0	150,000	0	150,000	138,000	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	146,000	0	0	0	0	138,000	0	8,000
	事業費補助対象額	8,690,800	630,000	540,000	1,300,000	1,770,000	2,152,800	600,000	1,698,000
そ の 他	湯川記念講演会超過額	20,000	0	0	0	0	20,000	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	8,710,800	630,000	540,000	1,300,000	1,770,000	2,172,800	600,000	1,698,000
	管理費	4,518,180	100,000	254,780	420,000	565,000	1,678,400	1,250,000	250,000
	当期支出合計	13,228,980	730,000	794,780	1,720,000	2,335,000	3,851,200	1,850,000	1,948,000
	当期収支差額	1,212,130	30,000	0	139,100	509,090	358,850	174,000	1,090
次期繰越収支差額		21,109,275	1,413,730	218,391	413,425	3,391,505	5,633,989	5,914,403	4,123,832

新 名 誉 会 員

本会は特別選考委員会の議を経て、平成10年2月20日開催の平成9年度第7回理事会、第2回評議員会において、下記の4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。

岸田 壽夫 君	大同特殊鋼(株)相談役
森田 善一郎 君	大阪大学名誉教授、住友金属工業(株)顧問
Prof. Alexander McLean, Ph.D	トロント大学冶金・金属材料工学科教授
Dr.-Ing. Dirk Springorum	ドイツ鉄鋼協会元専務理事

平成10年度一般表彰受賞者

渡辺義介賞

北村 卓夫 君 元新日本製鐵(株)副社長

西山賞

佐野 信雄 君 東京大学名誉教授
新日本製鐵(株)技術開発本部顧問

浅田賞

百合岡信孝 君 新日本製鐵(株)技術開発本部フェロ-

服部賞

王寺 睦満 君 新日本製鐵(株)常務取締役君津製鉄所所長
長谷 登 君 住友金属工業(株)常務取締役

香村賞

小指 軍夫 君 NKK技術開発本部特別主席
山口 喜弘 君 (株)神戸製鋼所常務取締役技術開発本部長

学術功績賞

佐野 正道 君 名古屋大学大学院工学研究科教授
牧 正志 君 京都大学大学院工学研究科教授
八木順一郎 君 東北大学素材工学研究所教授

渡辺三郎賞

高橋 國展 君 山陽特殊製鋼(株)専務取締役

野呂賞

徳田 昌則 君 東北大学学際研究センター教授

俵論文賞

- ・山下 正人 君、幸 英昭 君、長野 博夫 君(住金)、三沢 俊平 君(室蘭工大)
- ・秋吉 孝則 君、坂下 明子 君、前川 俊哉 君、石橋 耀一 君、城代 哲史 君、望月 正 君(NKK)
- ・片山 賢治 君、若林 悟 君、稲田 隆信 君、高谷 幸司 君、山岡 秀行 君(住金)
- ・坂田 敬 君、奥田 金晴 君、瀬戸 一洋 君、小原 隆史 君(川鉄)

澤村論文賞

- ・尹 弘斌 君、柴田 浩幸 君、江見 俊彦 君、鈴木 幹雄 君(東北大)
- ・M. Brochu 君(川鉄、現 Université de Montréal, Canada)、横田 毅 君、佐藤 進 君(川鉄)
- ・今井 規雄 君、小松原 望 君、国重 和俊 君(住金)
- ・武田 幹治 君(川鉄)、F.C. Lockwood 君(Imperial College of Science, UK)

渡辺義介記念賞

朝生 一夫 君 川崎製鉄(株)水島製鉄所理事・企画部長
奥村 和男 君 川崎製鉄(株)理事・樹脂部長
熊谷 憲一 君 愛知製鋼(株)取締役
白川 欽彦 君 住友金属工業(株)鋼管事業部鋼管技術部部長
炭竈 隆志 君 NKK鉄鋼技術センター製鉄技術開発部長

俵 正憲 君 日新製鋼(株)周南製鋼所副所長
鶴 茂則 君 新日本製鐵(株)厚板営業部技術担当部長
那波 泰行 君 NKK鉄鋼技術センター鉄鋼技術総括部長
西川 潔 君 新日本製鐵(株)名古屋製鉄所副所長
野呂 克彦 君 新日本製鐵(株)技術総括部製鋼技術グループリーダー
馬場 恒二 君 (株)中山製鋼所取締役
水口 征之 君 (株)神戸製鋼所取締役神戸製鉄所所長
水野 正志 君 大同特殊鋼(株)技術開発研究所所長
望月 顕 君 住友金属工業(株)技監
山本 利樹 君 新日本製鐵(株)大分製鉄所副所長

西山記念賞

阿部富士雄 君 金属材料技術研究所評価ステーション第3ユニットリーダー
伊藤 公久 君 早稲田大学理工学部材料工学科教授
伊藤 勲 君 新日本製鐵(株)鉄鋼研究所鋼材第一研究部研究部長
金山 宏志 君 (株)神戸製鋼所技術開発本部生産技術研究所所長
工藤 赳夫 君 住友金属工業(株)総合技術研究所副所長
粉川 博之 君 東北大学大学院工学研究科教授
近藤 義宏 君 防衛大学校機械工学教室教授
田中 厚夫 君 東洋鋼鋳(株)下松工場表面処理部長
長井 寿 君 金属材料技術研究所材料創製ステーション第3ユニットリーダー
長坂 徹也 君 東北大学大学院工学部工学研究科助教授
濱渦 修一 君 新日本製鐵(株)フェーズ技術研究所庄延フェーズ研究部長
藤田 米章 君 NKK総合材料技術研究所副所長
増原 憲一 君 日新製鋼(株)技術研究所塗装・複合材料研究部部長
山田 建夫 君 住友金属工業(株)総合技術研究所上席研究主幹
吉岡 啓一 君 川崎製鉄(株)技術研究所分析・物性研究部門長

三島賞

岡田 康孝 君 住友金属工業(株)総合技術研究所上席研究主幹
鈴木 洋夫 君 金属材料技術研究所フェーズ制御研究部長
中江 秀雄 君 早稲田大学理工学部材料工学科教授
林賞 該当なし
山岡賞 (社)日本鉄鋼協会高強度鋼の遅れ破壊研究会
里見賞
山川 宏二 君 大阪府立大学工学部機能物質科学科教授



新 名 誉 会 員

大同特殊鋼(株)相談役 岸 田 壽 夫 君

特殊鋼製造技術の進歩・発展

昭和 20 年 9 月東京帝国大学第 2 工学部冶金学科卒業、21 年 12 月大同製鋼(株)に入社し、取締役渋川工場長、常務取締役知多工場長、専務取締役、取締役副社長を歴任後、昭和 63 年代表取締役社長に就任、平成 4 年からは相談役として現在に至っている。

氏は、一貫して高品質量産特殊鋼の生産技術の発展に尽力してきた。その卓越する先駆・先見性をいかに活用されている高品質量産特殊鋼の基本プロセス(AF—LF—RH—CC)を完成し、産業界に多大な貢献をした。

溶解精錬過程において氏は S37 年、70 トン大型電気炉操業を成功させ、また RH 法の発展性に早くから着目、操業法を確立した。さらに、炉外取鋼精錬LF法を進歩発展させ、RHと共に世界に向け数多くの設備・技術が提供されている。また、炉体水冷技術・超高電力操業・酸素富化操業・機械化等で高効率化した電気炉と、LF・RH をライン化して、飛躍的な精錬能力と超清浄鋼の製造を可能にした。造塊過程においては鋼塊の大型化を果たし、発熱押棒、底部絞り鑄型、スロットッドモールド等を業界に先駆け次々導入し、品質・歩留を大幅に改善した。さらに、早くから連続鑄造法に着目し、昭和 45 年には早くも渋川工場に設備導入し、研究に着手した。その結果をもって 55 年に本邦初の特殊鋼専用ブルーム連続鑄造機を設置し、自動車用構造用鋼の CC 化に成功した。平成 4 年には垂直丸型連続鑄造機を導入し、斬新な軽圧下法等を採用して、ステンレス、工具鋼の CC 化を実施し、大きな品質改善を実現した。その他ステンレス溶解における AOD 操業、快削鋼製造技術、特殊鋼の品質管理等、氏の研究・指導による業績は誠に数多い。

かくのごとく氏は、多品種、高品質の高級特殊鋼生産技術のリーダーとして活躍した功績者であり、昭和 63 年藍綬褒章、平成 5 年勲二等瑞宝章を授与された。本会からは昭和 46 年渡辺義介記念賞、56 年渡辺三郎賞、平成 2 年には製鉄功労賞を授与されている。

氏は本会の運営にも尽力し、特殊鋼部会長ならびに協会副会長を歴任した。



新 名 誉 会 員

大阪大学名誉教授・住友金属工業(株)顧問 森 田 善一郎 君

物理化学的ならびに物性物理学的手法による鉄鋼製精錬の研究と国際学術交流への貢献

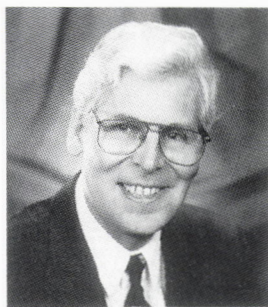
昭和 28 年大阪大学工学部冶金学科を卒業、34 年同大学院冶金学専攻博士課程を修了し工学博士の学位を取得後、関西大学勤務を経て 41 年大阪大学助教授(工学部)、46 年英国ウェールズ大学カーディフ校客員教授、48 年大阪大学教授(工学部)となり、鉄冶金学ならびに反応制御工学講座を担当した。平成 6 年定年退官後大阪大学名誉教授となり、引き続き住友金属工業(株)顧問に就任し現在に至っている。

氏は、大学卒業以来長年にわたり一貫して鉄鋼製精錬の基礎に関する研究を精力的に進め、とくに鉄鋼製精錬反応と凝固に関する熱力学、冶金融体の物性と構造、インジェクション冶金における輸送現象などの分野で、数多くの優れた業績を挙げた。氏の研究の特徴は、熱力学、動力学、物性物理学、輸送現象などの基礎科学に基づく多岐にわたる手法により製精錬の基礎研究を実施していることで、その発想、手法ともに独創的で、その成果は 200 編を超える学術論文として、公表され、それらは鉄鋼製精錬研究ならびに実操業における貴重な情報として高く評価されている。

以上の業績により本会から昭和 46 年に西山記念賞、59 年に依論文賞、平成 6 年に西山賞を、また日本金属学会から昭和 47 年に功績賞、平成元年に谷川・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尽力し、本会では理事を 3 期歴任するとともに平成 2 年 4 月から第 38 代会長として本会の運営とその改善のため貢献した。一方本会鉄鋼工学セミナーでは、その創設期より参画し、その間同セミナー小委員長を務め、その発展にも尽力した。

また本会のかかわる国際会議、シンポジウムにも参画あるいは参加し、とくに第 5 回、第 6 回日中製鉄製鋼学術シンポジウムでは日本側組織委員長を務めるなど、本会国際学術交流事業の発展にも大きく貢献した。氏はまた、長年にわたり日本学術振興会製鋼第 19 委員会、製鉄第 54 委員会、冶金物質の高温物性第 140 委員会委員および運営委員を務め、産学共同研究の推進に尽力した。氏はまた国外においても業績が高く評価されており、平成 3 年には中国北京科技大学名誉教授、4 年には英国ノッティンガム大学国際顧問教授となり、6 年には同大学よりドクター・オブ・サイエンス(D・Sc)の名譽学位を受けている。



新 名 誉 会 員

トロント大学 冶金・金属材料工学科教授 Professor Alexander McLean, Ph. D 君

鉄鋼製錬プロセスの物理化学的研究業績と日本人鉄鋼研究者の育成

英国 Royal College of Science and Technology 冶金学科卒 (B. Sc 1958), 同大学大学院冶金学専攻修了 (Pg. D 1963)。カナダ国 McMaster 大学, Toronto 大学冶金・金属材料工学科准教授を経て同大学教授となり現在に至っている。

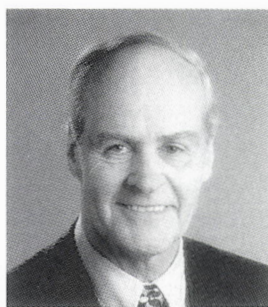
その間、鉄鋼製錬研究の卓越した業績により、カナダ金属学会、米国鉄鋼協会をはじめ多くの学協会より数多く受賞している。また 1985 年には米国 ISS の会長をつとめた。

君は、鉄鋼製錬全般にわたる基礎ならびに応用研究で数多くの業績を挙げており、博士論文である鋼のアルミニウム脱酸平衡に関する研究を端として、30 歳代に在職した企業研究所で清浄鋼の製造開発に従事した体験から大学に復職した後にも、清浄鋼に関連する研究テーマ、例えば電気炉における中空電極を通じてのガスの吹き込み、タンディッシュメタラジの提案、連铸モールドの電磁攪拌、さらにアークプラズマの製錬技術への応用等、北米における鉄鋼製錬分野を代表する研究者の一人として幅広い活躍をしている。最近千葉工大大野名誉教授の発明した凝固方法を利用した種々の金属の net shape casting に興味をもち、これらに関する国際研究協力活動に従事している。

このような研究業績を通じて、北米を中心に数多くの賞を受けており、その中で ISS の Distinguished Member (1982), AISI の Distinguished Member (1982), ISS の Henry Marion Howe Memorial Lecturer (1988), 英国金属学会 Sydney Gilchrist Thomas Medal and Prize は特筆されるべきものである。これらの他にも既に幾多の学会の名誉会員、名誉教授の資格を与えられている。

また、同教授は親日家として知られており、大学での研究あるいは国際学術交流を通して、多くの日本人研究者、留学生の指導・育成にあたり、現在わが国で活躍している研究者・技術者の中に、薫陶を受けた者は枚挙に遑がなく、ユーモアあふれる人柄も定評のあるところである。

同教授が 1996 年 4 月に千葉で開催された第一回世界製鋼会議に Opening Lecturer として招かれ、講演を通して参加者に深い感銘を与えたことは記憶に新しい。長年の同教授の功績を記念して、本年 7 月には ISS 主催の The Alex McLean Symposium が開催されることは誠に喜ばしい。



新 名 誉 会 員

ドイツ鉄鋼協会 元専務理事 Dr.-Ing. Dirk Springorum 君

日独学術・技術交流推進ならびに国際協力の調整促進

1958 年アーヘン工科大学鉄冶学科卒業、1961 年同学博士課程修了、Dr.-Ing. 取得。1962～1982 まで Rheinstahl Hüttenwerke 社、Thyssen Henrichshütte 社に勤務、Board member に就任。1982 年 3 月以降ドイツ鉄鋼協会専務理事に就任。1997 年 12 月定年により、専務理事退任。

氏は 1982 年ドイツ鉄鋼協会 (VDEh) 専務理事に就任し、爾来本会との交流に力を注いできた。

従前より開催の日独セミナーでは、その重要性を認識され、強力な支援体制を確立した。また、日独耐火物部会の相互訪問による技術交流会の開催、本会電気炉技術調査団の受け入れ、VDEh 製鋼プラント調査団の日本派遣のほか、双方が開催する国際会議の協調、協力など両会を通じて学術ならびに技術の交流を積極的に推進した。なお、氏は国際鉄鋼協会技術委員会ドイツ代表として我が国鉄鋼技術者と深い交流、親交がある。

氏は国際的にも活発な活動をしており、特に毎年 Düsseldorf で開催されている世界金属・材料関係学協会専務理事会議では、開催国議長としての確かつ公正な判断に基づいた議事運営を行い、議論の白熱する国際会議のテーマ、開催地区、時期の審議に関する各国の意見調整に当たって、優れた国際感覚と卓越した手腕による采配は衆目の認めるところで、鉄鋼科学・技術の国際交流の推進役、調整役としての役割を果たしており、その指導力は高い評価を受けている。

氏はドイツ鉄鋼協会とドイツ鉄鋼連盟との統合を目前にした 1997 年末、定年により専務理事を退任した。



渡 辺 義 介 賞

元新日本製鉄(株)副社長 北 村 卓 夫 君

わが国鉄鋼業の進歩発展

昭和 28 年 3 月東大工学部応用化学科卒業後直ちに富士製鉄(株)に入社し、東海製鉄、新日鉄名古屋製鉄所生産管理部、室蘭製鉄所製鉄部長、中国協力部副本部長、常務取締役室蘭製鉄所長、中央研究本部長、総合技術センター建築推進本部、副社長を歴任する。

1. 近代製鉄所の建設と円滑な立ち上げ：東海製鉄（名古屋製鉄所）の建設に際し、冷延・熱延、高炉、製鋼と 3 期にわたる設備立ち上げの中でコークス炉の大型化に取り組み、500 万 t を超える粗鋼規模を誇る一貫製鉄所をいち早く完成させることに寄与した。また、操業と連結した生産管理方式を立ち上げ、当時自動車産業をはじめとして急成長を遂げる諸産業に安定した鋼材供給を実現した。その後、中国上海宝山製鉄所の建設にも携わり、中国鉄鋼業の近代化に大きく貢献した。
2. 鉄鋼技術の開発・研究の推進：また、中央研究本部長として研究開発からエンジニアリングまで一貫した新しいコンセプトに基づく総合技術センターの建設に携わり、自ら技術開発本部長として、新商品・新プロセスの創出に尽力し、鉄鋼技術の開発・研究の進歩に大きく寄与した。
3. 鉄鋼協会の構造改革推進：さらに、鉄鋼協会の企画委員会委員長をはじめ、協会の運営にも深く携わった。特に、大学、企業双方にとって魅力ある新しい時代にあった鉄鋼協会の発展に向け長期展望小委員会委員長として構造改革を進め、新しい協会の実現に多大な貢献を果たした。



西 山 賞

東京大学名誉教授 新日本製鉄(株)顧問 佐 野 信 雄 君

鉄鋼製錬反応に関する熱力学的、速度論的研究

昭和 39 年 3 月に東大大学院冶金学科卒業し工学博士を取得後、Purdue 大学（米）、McMaster 大学（加）を経て 41 年東大工学部冶金学科講師として帰国。43 年同学科助教授、55 年金属工学科教授を経て平成 9 年 3 月に東大を定年退官。東大名誉教授となる。

君は溶融鉄合金—スラグ間に分配される様々な元素の熱力学、速度論的研究を行い、鉄鋼製錬に関する基礎的知見を基に優れた論文を多数出版し、この分野における世界的権威である。君の業績を概観すると、酸化物と金属の接触反応についてきわめて広い範囲の研究を行っている。溶鉄の脱酸に関する研究は研究初期から現在に至るまでの主要課題である。溶融スラグの物理化学的性質は最も重要な概念を多数発信している研究主題である。また溶鉄と気体の反応速度、溶鉄と溶融スラグの接触反応（溶鉄処理、溶融還元）、特殊製錬技術、シリコンの製錬など様々な研究を行った。さらに環境・資源問題はこれが顕在化する前から着目し、スラグの有効利用、無害化、スクラップ製錬法の開発等も研究課題である。第 6 回世界鉄鋼会議（1990）では組織委員会副委員長を務め、同会議が世界製鋼会議と組織変更した第 1 回会議（1996）は君が委員長を務めた。平成 6 年から 8 年まで日本鉄鋼協会会長、5 年から 9 年まで学振 19 委の委員長を務めた。日本鉄鋼協会会長在職中に米国鉄鋼協会と学術協定の締結を行った功績は大きい。以上のように君は世界的に優れた研究業績を挙げると共に、多くの研究者、技術者の育成に貢献し鉄鋼関連の諸学協会と共同して鉄鋼製錬工学の進歩・発展に貢献した功績が極めて顕著である。



浅 田 賞

新日本製鉄(株) フェロー 百合岡 信 孝 君

鋼材溶接性の評価基準の確立と国際的普及

昭和 40 年 3 月京大工学部冶金学科修士課程を卒業、直ちに富士製鉄(株)に入社し広畑製鉄所電磁鋼板部に勤務、47 年 7 月 MIT 留学を経て製品技術研究所配属後、鉄鋼研究所接合研究センター所長などを歴任し、平成 7 年 6 月フェローとなり現在に至る。

1. 鋼材の溶接性評価技術の確立：鋼材の溶接による硬化は継手性能を劣化させるので、溶接部の硬さが制限されているが、基礎的研究の積み重ねによりこの硬さを厳密に予測する式を提唱した。本式は Yurioka の式として世界的に知られ、溶接用鋼材の成分設計と溶接施工時の適正溶接条件設定に広く利用されている。さらに、炭素鋼や高張力鋼に溶接では、溶接割れ防止のため予熱を実施するが、その必要予熱温度決定法を確立した。本法も溶接ネットワークを通して多くの国の溶接技術者が利用しており、建設省総プロの「HT60 キロ鋼施工指針」にも参考にされた。
2. 鋼材溶接技術の国際規格化への貢献：予熱温度決定法は世界各国からの高い評価を受け、この予熱決定の基準となる鋼材溶接性指標はカナダ工業規格（CSA Z183 86）に規定された。日本溶接会議（委員長）、溶接学会（理事）、日本学術会議溶接研究連絡委員会（幹事）、国際溶接学会（委員長）、英国材料学会の新雑誌“Science and Technology of Welding and Joining”の編集委員を務め、特に国際溶接学会の技術委員長として、鋼材の炭素当量と予熱温度算出法等の国際規格化に貢献している。



服 部 賞

新日本製鉄(株) 常務取締役 君津製鉄所長 王 寺 睦 満 君

製鋼技術の進歩発展と一貫製鉄所の高生産性化への貢献

昭和 35 年 3 月東大工学部冶金学科卒業後直ちに八幡製鉄(株)に入社。製鋼部門を担当し西独留学後、八幡製鉄所第三製鋼工場長、君津製鉄所製鋼部長、技術部長、副所長、取締役技術開発本部設備技術センター所長を経て平成 7 年 6 月現職となり、現在に至る。

1. 製鋼技術の進歩発展：製鋼技術の進歩発展に尽力し多大な功績を挙げた。八幡製鉄所においては高効率 DH 設備、上底吹き転が精錬法(LD-OB)等の開発を行い高級鋼の大量溶製の基盤技術を確立した。さらに高品質・高速大断面ブルーム連続铸造機を開発し大断面シームレスパイプ用素材を連続铸造にて直接製造する技術を確立した。また君津製鉄所において溶銑予備処理から多機能型二次精錬プロセス(真空 KIP 等)の一連の精錬機能を効率的に組み合わせると共に分割ロールによるスラブ軽圧下技術、ブルーム用電磁攪拌・軽圧下技術、介材物形態制御技術等の開発を推進し、高純度、高 cleanliness 鋼の大量安定製造技術を確立した。また平成 4 年 7 月から 7 年 6 月まで製鋼部会長をつとめ部会活動の活性化に貢献した。
2. 高生産性製鉄所の確立：八幡製鉄所において鉄源集約を中心として効率的な生産体制を構築した。君津製鉄所においては統括的立場から新連続焼鈍設備、溶融亜鉛メッキ設備、新連続铸造設備等の建設推進を指揮し、品質及び設備生産性の大幅な向上や工程省略を達成した。また一貫的な生産・品質管理システムを確立し、物流の整流化を図り、環境変化に柔軟に対応出来る近代的で高い生産性を有する一貫製鉄所を実現し、業界の発展に大きな貢献をした。



服 部 賞

住友金属工業(株) 常務取締役 長 谷 登 君

薄板鋼板製造技術の開発・育成

昭和 36 年東大工学部機械工学科を卒業後、直ちに入社。鹿島製鉄所で昭和 42 年当時純国産最新鋭熱延ミルの建設に従事し、一貫して薄・厚鋼板品の製造及び技術開発に携わり、取締役和歌山・鹿島製鉄所長を経て、平成 7 年常務取締役に就任。

君は、一貫して鋼板の製造・技術開発の分野に携わり、卓越した知見と指導力により多くの独創的な技術・製品開発を指導してきた。

1. 昭和 44 年鹿島製鉄所に純国産初の熱延ミルを設置し、当時画期的なプロコン導入、粗ロールタンデム化、油圧ルーバー、高性能冷却設備、近接コイラー等高精度・高強度薄板鋼板(ハイテン材)製造の基礎になる技術要素を採用して、多くの成果をあげた。
2. 平成 5 年には冷間圧延に於いて、これまでの常識を覆す板断面形状がほぼ矩形を呈する厚み精度の格段に優れた鋼板を開発する事を構想し、強力なクラウン制御能力を持ち、熱間圧延機でのみ採用されていたベアクロス圧延機に着目し、冷延鋼板製品の全長・全幅方向にわたって、板厚分布の均一化に画期的な高精度薄板圧延プロセスを開発・育成指導し、世界に先駆けて高品質冷延鋼板を実用化した。
3. その結果、業界トップレベルの全長・全幅にわたって $\pm 0.4\%$ (板厚に対して)の高板厚精度を誇るほぼ矩形を呈している鋼板の製造を可能とし、鉄鋼業の品質・歩留り向上に多大な貢献をした。
4. 君は、この画期的な薄板鋼板製造技術の開発・育成に努めた結果、大河内記念生産賞、科学技術功労者賞を受賞して、鉄鋼生産技術の進歩・発展に多大な貢献をした。



香 村 賞

NKK 技術開発本部 特別主席 小 指 軍 夫 君

構造用鉄鋼材料の研究と TMCP 実用化への貢献

君は昭和 33 年 3 月東大工学部応用物理学科卒業後、NKK に入社し、第二材料研究部長、鉄鋼研究所副所長を経て、平成 4 年特別主席に就任し現在に至る。昭和 37 年から 2 年間、米国コロンビア大学に留学、50 年東大より工学博士を授与される。

君は構造用鋼材の熱間圧延による組織形成と材質形成に関する広範な基礎的および工学的研究において多くの業績を挙げ、現在世界的に実用化されている TMCP(加工熱処理)技術の基礎の構築に極めて大きな貢献を果たした。

1. 熱間加工によるオーステナイトの再結晶挙動、再結晶・未再結晶オーステナイトからのフェライト変態挙動、熱間加工後の変態におよぼす冷却速度の影響、microalloy の影響などを明らかにし、変態組織の微細化機構を解明することにより、この分野において先駆的な研究開発を行った。
2. 上記の成果に加え、熱間圧延の諸条件の変態組織におよぼす影響と材質形成について研究し、これらを総合して世界で初めて制御圧延・制御冷却(TMCP)の機構のスキームを構築、提案し、これらの技術の実用化に貢献した。また制御圧延による集合組織形成について初めて指摘し、その形成機構を明らかにした。
3. 構造用鋼の組織と機械的性質の関係について幅広く研究し、特に硫化物系介在物の延性、靱性におよぼす影響について初めて総合的に解明した。また建築構造用の厚肉高張力鋼の開発に取組み、耐震性能に優れた鉄鋼材料の高機能化に多大な成果をあげた。



香 村 賞

(株)神戸製鋼所 常務取締役 技術開発本部長 山口 喜 弘 君

棒鋼圧延および静水圧押出技術の進歩発展

君は昭和 37 年阪大工学部精密工学科卒業後、(株)神戸製鋼所に入社し、中央研究所加工技術研究室長、技術情報企画部長、開発実験センター長を経て、平成 3 年取締役技術開発本部副本部長、5 年常務取締役技術開発本部長となり現在に至る。

1. 棒鋼圧延技術の革新：高級棒鋼の品質の決め手となる精密圧延および制御圧延・制御冷却に関し、種々の基盤研究と独創的なアイデアをもとに理論に根ざした新たな圧延・冷却技術を開発、新設備の設計や計算機制御、操業条件に反映することにより世界一の生産性、品質を誇る棒鋼圧延技術と棒鋼製品の実現に貢献した。
具体的には、精密圧延を狙いとして、スタンド間隔とミル剛性を最適化するとともに、粗と中間圧延機列には独自の無張力圧延制御方式を開発、さらに、粗列のスケジュールフリーパスや CAD を利用したロール孔型設計など多くの新規技術を開発し実用化した。
制御圧延・制御冷却に関しては、直接焼入れ鋼など棒鋼圧延ラインでの高度な TMCP を実現するため、いち早く温度・冷却計算モデルを開発、これを基に各水冷帯の設計や独自の浸漬水冷ノズルを発明・実用化するとともにプロセスコンピュータを介して水量を制御する制御冷却などを世界に先駆けて開発した。これらの新たに開発した技術を新ラインに組込むことにより、製品全長に亘って高い寸法精度と優れた品質を有する高級棒鋼を、世界一の生産性で製造することを可能とし、業界をリードする圧延技術に仕上げた。
2. 静水圧押出技術の開発：高減面率や均一変形を特徴とする静水圧押出技術および設備を開発、特に世界で唯一の熱間静水圧押出法の開発と実用化により、従来加工が困難とされていた金属系超電導線材の工業化を大幅に進め、また、チタンを被覆した複合材料や粉末冶金材料などの難加工材の製造を可能とした。



学 術 功 績 賞

名古屋大学 大学院工学研究科 材料プロセス工学専攻 教授 佐 野 正 道 君

金属精錬に関する物理化学的・プロセス工学的研究

昭和 38 年 3 月に早大理工学部応用化学学科を卒業。同年 4 月、同大学院に進学し、43 年 3 月、博士課程を修了。同年 4 月、名古屋大学工学部助手、51 年 4 月助教授を経て、62 年 5 月教授に就任、現在に至る。

君は、金属精錬反応プロセスについて物理化学的・プロセス工学的研究を行い、種々の製錬反応の反応速度論とプロセスの動力学に関する多くの基礎的知見を得ている。

(1) ガス吹き込み精錬の動力学に関する研究は、転炉操業、二次精錬などのプロセスの解析において広く引用されている。(2) ガス—金属間反応の速度論的研究は、二次精錬による極低窒素鋼の製造プロセスの解析に多大な示唆を与えるものである。(3) スラゲー—金属間反応の速度論的研究は、二次精錬、溶銑予備処理などにおけるスラゲー—金属間の複雑な同時反応を正しく理解するための鍵となるものである。(4) 熔融金属の脱ガスに関する研究では、固体酸化物と金属中不純物の反応を利用する真空吸引脱ガス法を考案し、低濃度域での脱ガスに効果的であることを示した。(5) 熔融金属中在物の除去速度に関する研究では、金属中の微小在物粒子の除去速度に及ぼす攪拌、気泡への附着、粒子の凝集、の影響を定量的に明らかにした。(6) 熔融スラグ中酸化鉄のグラファイトによる還元速度に関する研究は、熔融還元炉内で進行する反応の解析に重要な基礎的示唆を与えるものである。

以上のように、君は、金属精錬に関して基礎と応用の両面にわたり他の追従を許さない独創的な発想をもって研究・開発に極めて大きな業績を収めている。



学 術 功 績 賞

京都大学 大学院工学研究科 材料工学専攻 教授 牧 正 志 君

鉄鋼材料の加工熱処理による組織制御に関する研究

昭和 41 年 3 月京大工学部金属加工学科卒業、44 年 9 月同大学院工学研究科博士課程中退、同年 10 月京大工学部助手。48 年工学博士。51 年京大助教授、63 年同教授。この間、49 年から 2 年間米国イリノイ大学に博士研究員として滞在。

君は鉄鋼材料の加工熱処理による組織制御の基礎となる相変態、再結晶、熱間変形などに関し一連の系統的研究を行ってきた。主な成果として、以下の点が挙げられる。

- (1) 変態誘起塑性 (TRIP) 現象の本性と諸因子の影響を解明し、加工熱処理法として定着させる基礎を与えた。
- (2) オースフォームによる鋼の強靱化作用を組織学的観点から系統的に研究し、ラスマルテンサイトのブロック組織の微細化が靱性向上の一因であることを示した。
- (3) 鉄合金において従来知られていなかった特異な変態挙動を示す新しいタイプの薄板状マルテンサイトが存在することを見出し、この知見を基に新しい鉄系形状記憶合金 (Fe-Ni-Co-Ti) を開発した。
- (4) 動的再結晶の本性を明らかにするとともに、動的連続再結晶を巧みに利用すると高歪速度でも超塑性現象が発現することを二相ステンレス鋼を用いて明らかにした。さらに、鋼のベイナイト変態機構、極低炭素鋼の相変態、フェライト変態の核生成サイトとしての各種在物の作用、拡散変態生成物の異相界面微細構造、凝固柱状晶組織の変形・再結晶、などの研究を行っている。

以上のように君は鉄鋼材料の広範な研究テーマを対象に先駆的、独創的研究を行い、加工熱処理を中心とした鉄鋼材料の組織制御と諸特性向上に対する基礎的指針を与えた功績は大である。



学術功績賞

東北大学 素材工学研究所 教授 八木 順一郎 君

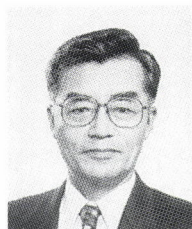
移動現象論に基づく素材製造プロセスの解析と評価に関する研究

昭和 39 年名大工学部金属工学科卒，44 年同大学院金属工学専攻博士課程修了，工学博士。44 年東北大学選鉱製錬研究所助手に採用，同年講師，46 年助教授，58 年教授に昇任。平成 4 年改組により，東北大学素材工学研究所教授，現在に至る。

君は長年に亘り移動現象論に基づき，金属精錬プロセスの解析と評価に関する研究を行い，生産効率，エネルギー効率，環境負荷等の改善について数多くの先駆的研究成果を挙げている。これらを要約すると下記のようにまとめられる。

1. 酸化鉄の還元，炭材の酸化，スクラップの浸炭等固体反応の速度論的研究，ならびに，これらを応用した金属製錬プロセスの動力学的特性の解明に顕著な成果をあげている。
2. エクセルギー解析法を応用し，製鉄システムのエネルギー評価法を確立している。
3. 工業排出ガスからのメタノール，ジメチルエーテルの合成等，環境問題解決のための新合成プロセスの提案と解析を行い，有効性を示している。
4. 工業排熱の民生利用のための基本概念の提案，および，燃焼合成法による排熱回収法に必要な素材の製造法の開発を行い，成果をあげている。

上述のごとく金属製錬プロセスの高度化，および，工業排熱，排ガスの有効利用による環境負荷低減に関して，移動現象工学，数値シミュレーションを巧みに応用し，卓越した成果をあげるとともに，日本鉄鋼協会を中心として学協会において，関連研究分野のリーダーとして活発な研究活動を展開し，学術技術の進歩に貢献している。



渡辺 三郎 賞

山陽特殊製鋼(株) 専務取締役 高橋 國展 君

高品質特殊鋼の製造管理技術の確立

君は昭和 35 年阪大工学部冶金学科を卒業，直ちに山陽特殊製鋼(株)に入社，技術開発課長，品質保証部長，63 年取締役技術管理部長を経て，平成 5 年常務取締役，8 年専務取締役に就任し現在に至っている。

この間，一貫して高合金鋼ならびに軸受鋼などの高級特殊鋼継目無鋼管の製造管理技術確立と品質改善に多大の貢献をなしてきた。さらに，特殊鋼の連铸化や条鋼圧延設備の更新に伴い量産特殊鋼の分野でも品質向上に努め，その普及に貢献した。主な業績は次のとおり。

1. 高合金鋼継目無鋼管の製造管理技術の確立：昭和 40 年頃から耐熱鋼，工具鋼など高合金鋼継目無鋼管の製造技術の開発に継続的に取り組み，熱間押出し及びコールドビルガーによる継目無鋼管の量産管理技術を確立した。
2. 軸受鋼継目無鋼管の製造管理技術の確立：昭和 40 年代の後半には，アッセルミル熱延鋼管，コールドビルガー冷延鋼管に対し，被削性が最適となる連続球状化焼鈍方法を見出し，軸受鋼継目無鋼管の量産管理技術を確立した。
3. 高纯净度，高品質特殊鋼の開発：昭和 50 年代後半の量産特殊鋼の連铸化に際しては，電気炉の偏芯炉底出鋼，真空脱ガスと完全垂直大断面ブルーム連铸の組合せによる品質管理ポイントを明らかにして，高纯净度特殊鋼の量産管理技術を確立した。また，条鋼圧延においては超精密圧延や制御圧延の管理技術を確立すると共に，非破壊検査機器を駆使した品質保証体制を確立して，高品質・高信頼性特殊鋼の安定供給に貢献した。



野呂 賞

東北大学 学際研究センター 教授 徳田 昌則 君

協会活動，特に高温プロセス分野，政策立案，育成，国際に関する貢献

昭和 40 年 3 月に東大大学院博士課程を修了。同年 4 月に東北大学選鉱製錬研究所講師となり，55 年教授に昇進，61 年からは同所附属難処理希少資源研究センター長を勤めた。平成 7 年新設の東北大学学際科学研究センターに移籍，現在に至る。

君は，特に高温プロセス分野において高い学問的業績をあげたばかりでなく，本会活動に対し以下のように多大の貢献をした。

鉄鋼技術史小委員会幹事（昭和 48 年～54 年）を勤め，「我が国における純酸素製鋼法の歴史」の編集，刊行に携わったのを皮切りに，スラグの有効利用に関する基礎研究部会（52 年～57 年），高炉反応部会（52 年～56 年），鉄鋼スラグの基礎と応用部会（平成 5 年～8 年）の幹事として活動した。特に，昭和 61 年～平成 3 年には界面移動現象研究部会部会長として活動し，報告書を刊行した。昭和 55 年からは編集委員として，55 年 9 月～60 年 8 月はその製鉄グループ主査として，また 57 年からは研究委員会委員として活動した。平成 1～2 年には理事を務め，この間，鉄鋼業育成懇談会委員（平成元年度），将来研究課題検討小委員会委員長（3，4 年度），製鉄部会製鉄技術検討会委員長（4，5 年度）を勤め，本協会の将来活動に関する提言を行った。この中で将来研究課題検討小委員会の報告は，現在のナショナルプロジェクト「スーパーメタル」の原点となった。昭和 51 年以来鉄鋼工学セミナーの講師，セミナー委員，製鋼グループ主査として，また，5 回にわたり，西山記念技術講座，白石記念講座の講師として，教育，普及活動に寄与した。また，日露及び日独セミナーに参加するとともに，平成 6 年度には第 1 回世界製鉄会議組織委員長として，国際交流活動に貢献した。

俵 論 文 賞



耐候性鋼の最終安定さび層を構成する Cr 置換微細ゲーサイトの傾斜組成分布とイオン選択性

(鉄と鋼、Vol.83(1997)、No.7、pp.448-453)

山下 正人 君、幸 英昭 君、長野 博夫 君(住友金属工業(株))、
三沢 俊平 君(室蘭工業大学)

本論文は耐候性鋼の耐候性を担う長期大気腐食により形成された最終安定さび層である微細結晶粒が密に凝集した Cr 置換ゲーサイトについて、その構造と性状、ならびにイオン透過の観点からその機能について検討したものである。研究手法として、天然さびと人工さびを比較しつつ鋼/さび界面からの距離による傾斜組成分布を丹念に調べ検討している点において特に独創性に富んでいる。結果として、さび層中で鋼/さび層界面に近づくにつれて、ゲーサイト中の Cr 含有量が増加し、これにともなって結晶粒が微細化し、さび層のイオン選択透過性がアニオン選択性からカチオン選択性へと変化することを明らかにするとともに、鋼/さび層界面の TEM による詳細な観察により、厚さ約 50nm の薄いマグネタイトからなる界面層の存在を検知し、この薄膜層を介してさび層と鋼が強固に密着していることを示している。

Cr 置換量の多いゲーサイトはカチオン選択性膜として作用し、塩化物イオンの透過を抑制することを明らかにした本論文は、今後海浜地帯において安定さびの生成が可能な新しい耐候性鋼の開発の可能性を示唆するものであり、俵論文賞を受賞するに十分な価値があると認められる。

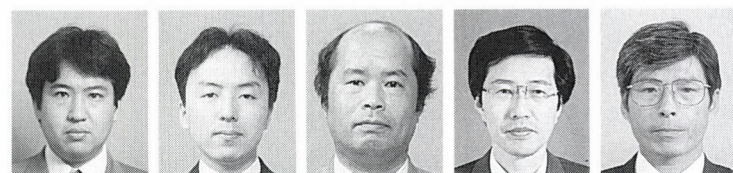


レーザ ICP 法の鉄鋼分析への適用

(鉄と鋼、Vol.83(1997)、No.1、pp.42-47)

秋吉 孝則 君、坂下 明子 君、前川 俊哉 君、
石橋 耀一 君、城代 哲史 君、
望月 正 君(NKK)

本論文はレーザーを試料に照射して蒸発生成する微粒子をアルゴンをキャリアとして直接 ICP で励起発光させるレーザー ICP 法を鉄鋼の迅速分析法として確立した内容について記したものである。本研究では、まず ICP 分析に適合する微粒子を生成するために必要な条件をレーザー照射による熱挙動の推定計算から求め、それを基準にレーザ発光装置を作成した。その際以下の条件を考慮した。通常レーザー照射を行うと、蒸気圧の高い物質が優先的に蒸発する選択蒸発がおり、定量化に困難になる。本研究では同一面多重照射法を応用し、理論的に選択蒸発が起らないことを示し実験的にも確認している。確立したレーザー ICP 分析法は精度にすぐれ、特に鋼中炭素分析において熱履歴の影響を受けずに再現性がよい。従来分析法にまさる本法を用いて圧延試料の全自動分析装置、表面正常の迅速分析装置の 2 種の新装置を開発し、実機で稼働している。本技術では微粒子の長距離搬送、1000℃間での高温試料分析にも適応が可能なため熱片のその場分析など従来法では分析不可能であった領域も含め広範囲な適用が可能であることを見だしその発展性は大きい。



高炉内充填層の応力解析

(鉄と鋼、Vol.83(1997)、No.2、pp.91-96)

片山 賢治 君、若林 悟 君、稲田 隆信 君、高谷 幸司 君、
山岡 秀行 君(住友金属工業(株))

高炉内の土質力学的応力場は、装入物の降下特性や炉芯コークス層の形成状態、装入原料の圧壊、炉壁耐火物磨耗、炉床部での固液間力学バランスに基づく溶銑流れなど、炉内の物質移動現象を基本的に支配している重要因子であるにもかかわらず、その解明は模型実験による定性的把握あるいは特定部位に限定した応力解析に留まっていた。本論文は、炉内全域を対象とした応力解析の先駆的試みとして、装入物を連続体と見なし、弾性状態・塑性状態のいずれにも適用可能な解析方法として弾塑性モデルを採用するとともに Drucker-Prager の降伏条件を巧みに連結させ、粒子層のせん断現象をも考慮に入れた応力解析の理論的手法を初めて明らかにしたものである。また、本研究では解析手法の開発に留まらず、その精度検証のために高炉冷間模型を用いた応力測定を固定層、移動層さらにはガス向流移動層の広範囲な条件で精緻に実施し、理論計算値と実験値との定量的評価に基づいて解析法の有効性を明らかにしている。さらに、本モデルを用いた実高炉条件でのシミュレーション解析によって稼働高炉の内部応力状態を推定するとともに、現在実施されているコークス強度や鉬石荷重軟化試験の条件設定について、その妥当性を理論的に検討している。

このように、高炉内応力場の理論的な解析手法を確立した本論文は学術的かつ工業的意義が大きく、高炉の動力学的な不安定現象の解明や新たな制御技術の開発に貢献するものである。

俵 論 文 賞



変態組織を利用した固溶強化 IF 鋼の低降伏比化

(鉄と鋼、Vol.83(1997)、No.9、pp.593-598)

坂田 敬 君、奥田 金晴 君、瀬戸 一洋 君、
小原 隆史 君(川崎製鉄(株))

本論文は、IF 鋼の深絞り性の向上にとって必須な P について、その降伏挙動を変態組織強化という観点から研究し、固溶強化元素の最適化により顕著な降伏比の低下を達成することに成功している。第 1 に、極低炭素鋼において、強度上昇手段として見なされてきた変態組織強化を利用し、降伏応力成分を顕著に低下し得る成分、焼鈍条件が存在することを見いだしている。具体的に、P を 0.10 wt% 程度まで多量に添加した鋼においても、 $\alpha + \gamma$ の 2 相域焼鈍温度を限定すれば低降伏比を達成できる。さらに、降伏比が著しく低下した鋼の下部組織は、第 2 相がグラニュラー・ベイニチック・フェライトまたはベイニチック・フェライトであること、第 2 相の周囲に多くの転位が導入されていることを発見し、これが従来のフェライトマルテンサイト複合組織鋼と同様の連続降伏を生じ、降伏比低減につながったと結論している。さらに、低降伏比化に有利な第 2 相がもつべき条件として、2 相域での固溶元素の分配および 2 相域温度域の広さなどを Thermo-Calc により検討している。

以上本論文は、固溶強化元素により固溶強化鋼の降伏強度を制御できることを示したものであり、学術的価値とともに、実用化に向けて優れた生産技術指針を与える論文である。

澤 村 論 文 賞

*"In-situ"* observation of collision, agglomeration and cluster formation of alumina inclusion particles on steel melts

(ISIJ International, Vol. 37 (1997)、No. 10、pp. 936-945)

尹 弘斌 君、柴田 浩幸 君、江見 俊彦 君、鈴木 幹雄 君 (東北大学)

本論文は、共焦点走査型レーザー顕微鏡と赤外線イメージ炉を組み合わせ、アルゴン雰囲気下で溶鋼上でのアルミナ粒子の挙動の直接観察に世界で初めて成功した成果をまとめたものである。溶鋼上でのアルミナ粒子の衝突・凝集およびクラスター化過程を「その場」観察し、アルミナ粒子間に引力が働くことを見いだした。この引力は、アルミナ/溶鋼/アルゴンガスの三相が共存する系で、アルミナが溶鋼に濡れがたいために生ずるキャピラリー効果によることを明らかにした。ここで観察・解析されたアルミナの衝突・凝集過程および機構は、清浄鋼製造には欠かすことのできない溶鋼のアルゴンガス吹き込み精錬時の、アルゴン気泡によるアルミナ介在物除去機構に適用可能なことを指摘した。

以上本論文は、独創的な手法を用いて世界で初めてアルミナ粒子の衝突・凝集・クラスター化のリアルタイムでの観察に成功すると共に、得られた結果の鉄鋼製造プロセスでの位置づけを明確に示した、優れた論文である。



Analysis of grain colonies in type 430 ferritic stainless steels by Electron Back Scattering Diffraction (EBSD)

(ISIJ International, Vol. 37 (1997)、No. 9、pp. 872-877)

Myriam Brochu 君(元川崎製鉄(株)、現 Université de Montréal, Canada)、横田 毅 君、
佐藤 進 君(川崎製鉄(株))

本論文はフェライト系ステンレス鋼圧延板に見られるリジリング現象について、その発生原因と機構を詳細に考察した研究成果をまとめたものである。製品の表面性状に悪影響を及ぼすリジリング現象は、製品板中にほぼ同一方位を持つ結晶粒コロニー群の存在に由来することは 30 年前から予想されていたが、これまでそれを実験的に確認した研究はなかった。本研究では 430 ステンレス鋼を用い、EBSD 法を駆使してコロニーの存在を明らかにしたのみならず、そのサイズまでも明瞭に特定することに世界に先駆けて成功した。一方、コロニー間の塑性変形挙動の相違に基づく従来のリジリング発生モデルでは定量的な議論が不可能であったことを指摘し、本研究では R D 面内の微小領域の塑性変形に着目して、(1) 板厚方向の微小分割領域の塑性変形量の総和が板厚を決定する、(2) 塑性変形量の最も多い領域を変形中心とし、板厚方向内でその領域に向かって変形が起こる、という二つの独創的な考え方を導入した新しいモデルを構築し、リジリングの発生を定量的かつ統一的に説明する理論体系の第一歩を築いた。

以上のように、本論文は今後のリジリング研究発展の方向性に多大な影響を与える優れた論文として高く評価できる。

澤 村 論 文 賞



Effect of Cu, Sn and Ni on hot workability of hot-rolled mild steel

(ISIJ International, Vol. 37 (1997), No. 3, pp. 217-223)

今井 規雄 君、小松原 望 君、国重 和俊 君 (住友金属工業 (株))

本論文は、スクラップに含まれる Cu、Sn、などトランプ元素の熱間加工に及ぼす影響を実用レベル（電炉レベル）の微量範囲にて検討したものである。マクロな観察（酸化・引張り歪み後の割れ観察）からミクロな観察（光学顕微鏡組織観察、SEM 観察、EDX による組成分析）まで一貫して調査し、更に Fe-Cu-Sn-Ni、4 元系の状態図計算により、掲題の液体脆化の検討を行った。その結果①微量な Cu、Sn の熱間加工割れに及ぼす影響を定量化した。②更に、地鉄界面に形成される濃化合金の組成の存在状態を詳細に把握し、割れ（液体脆化）と Cu 濃化合金の関係を前記 4 元系状態図を用いて初めて解明した。③実用レベルの微量な成分の範囲では、濃化合金の形成（種類）には従来の報告とは異なり、Fe の選択酸化による界面への Cu、Sn、Ni 濃化のみならず、地鉄中への逆拡散が重要な役割を担っていることを明確にした。以上本論文は実用鋼におけるトランプ元素の微妙な影響を状態図計算を行い、かつ総合的に明確にしている点が高く評価できる。



Integrated mathematical model of pulverised coal combustion in a blast furnace

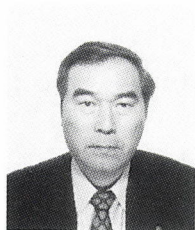
(ISIJ International, Vol. 37 (1997), No. 5, pp. 432-440)

武田 幹治 君 (川崎製鉄 (株))、F. C. Lockwood 君 (Imperial College of Science, UK)

本論文は、高炉への微粉炭吹込み時の燃焼挙動を詳細に評価できる数式モデルの開発と、それを用いた燃焼性改善技術について述べたものである。微粉炭燃焼モデルに関しては、過去にも報告されているが、その多くは微粉炭吹込み限界や吹込み方法等のガイドラインとしての簡易的なモデル構成であったが、著者らはブローパイプ内およびレースウェイ内において乱流特性を初めて考慮した。

具体的には、揮発分の燃焼には独自にモデル化した $k - \epsilon$ 乱流モデルを、また微粉炭の運動には確率過程を考慮した粒子分散モデルを開発し、充填層内の乱流現象を評価している。これにより、半径方向のガス混合、燃焼性、微粉炭流の拡散等の定量的評価が可能となり、高速の熱風と微粉炭吹込みランスの相互作用により生成する乱流が微粉炭の燃焼促進に重要なことが見いだされた。

このように、本論文は微粉炭燃焼に関するシミュレーション精度の向上に寄与し、また燃焼性改善技術に有用な知見を提供しており、ランス改善技術の応用等を含め、プロセス解析の発展に貢献するものである。



渡辺義介記念賞

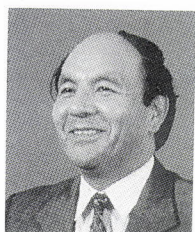
川崎製鉄(株) 水島製鉄所 理事・企画部長 朝 生 一 夫 君

条鋼及び継目無鋼管の製造技術の進歩発展

君は、昭和 43 年京大工学部金属加工学科卒業後直ちに川崎製鉄に入社、兵庫工場、水島製鉄所鋳鍛部、水島製鉄所条鋼圧延部形鋼課長、水島製鉄所条鋼管理室長、知多製造所シームレス管部長を経て平成 9 年度水島製鉄所企画部長に就任、現在に至る。

君は、入社以来主として鋳鍛鋼、形鋼、線材棒鋼および継目無鋼管の生産・製造業務に従事し、新製品の開発・生産品質管理技術・製造技術の向上に大きく貢献した。主な業績は以下のとおりである。

1. 鋳鍛鋼の製造技術の向上：強度と靱性に優れた大型圧力容器、大型中空鋼塊の製造技術の開発とその実用化に貢献した。
2. 外法一定 H 形鋼の開発：H 形鋼の高効率自在成形技術の開発と製造技術の確立および新商品の開発と用途拡大により形鋼需要の拡大に貢献した。(平成 3 年度大河内記念生産特賞受賞)
3. 高品質線材棒鋼製造技術の開発：連続鍛圧技術の開発とその応用技術の確立により線材棒鋼製品の品質を飛躍的に改善した。(平成 5 年度大河内記念技術賞受賞)
4. ステンレス継目無鋼管の高生産性製造技術の確立：
 - (1) ステンレス継目無鋼管のマンネスマン方式による高生産技術を確立した。
 - (2) 溶接可能なマルテンサイト系ステンレス継目無鋼管を開発商品化に貢献した。



渡辺義介記念賞

川崎製鉄(株) 理事・樹脂部長 奥 村 和 男 君

高炉操業技術の進歩発展

君は昭和 45 年早大大学院理工学研究科(金属)を修了後直ちに川崎製鉄に入社、千葉製鉄所製鉄部、企画部、工程部長、化学事業部事業企画部長を経て樹脂部長に就任、現在に至る。

君はわが国の製鉄部門技術の進歩発展、特に高炉操業技術の確立に多大な貢献をした。

1. 高炉装入物分布制御技術の確立：高炉の建設・操業を通して、先駆的な装入物分布制御技術を確立した。特にベルレス高炉において、装入物分布計およびガスサンプラーからの情報とベルレス傾動シュートによる層厚制御技術を結び付け、従来困難とされていた装入物分布の定量化とその制御技術を開発した。また炉内暗視装置を考案し長年の夢であった炉頂の分布をカメラで確認し、当該制御技術の妥当性を検証した。これらの技術により
 - (1) 高炉原料の使用粒度範囲の拡大(安価な細粒原料装入)や低品質原料の使用が可能となり、溶鉄コスト低減に多大の成果をもたらした。
 - (2) 炉体保護操業を可能にし、高炉の長寿命化を達成した。千葉 6 高炉は寿命 20 年という大型高炉で世界一の記録を残した。これらは炉況監視システム(Go-Stop)にも組みこまれて、欧米製鉄所に技術供与され、国際技術協力面でも多大な寄与をした。
2. 高炉への粉流体吹き込み技術の開発：羽口からの微粉炭吹き込みの安定性を向上させるとともに羽口前現象を解明し、水および粉体鉱石類の吹き込みが、低 Si 化など溶鉄品質のコントロール手段となることを明確にした。この技術は、現有ダスト製煉炉における粉体吹き込み技術の基礎となった。
3. 業界に先駆けて、製鉄所内エネルギーバランスを考慮した高炉操業設計を行い、低燃料比操業指向の業界内であえて燃料比可変のフレキシブル操業を提案・実行し、全所トータルコストの低減に大きく貢献した。



渡辺義介記念賞

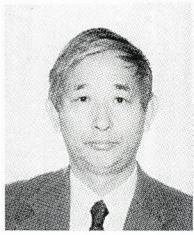
愛知製鋼(株) 取締役 熊 谷 憲 一 君

自動車用特殊鋼の開発と品質保証システムの確立

昭和 39 年東北大学工学部修士課程修了後、愛知製鋼(株)入社、研究部を経て東大工学部精密工学科で工学博士号を取得、第一生産技術部、研究部を歴任後、平成 3 年研究開発部副部長、5 年品質保証部部長、7 年取締役就任後研究部、第一開発部担当。

君は、顧客ニーズを先取りする事により、自動車用特殊鋼の設計から、その生産技術・品質保証システムまで一貫した研究開発を行い、自動車用特殊鋼の進歩・発展に大きく貢献した。

1. 昭和 40 年代、主として自動車用特殊鋼の切削性と鋼の冶金学的要因との関係を系統的に研究し、合金元素・快削性元素・熱処理・脱酸方法が切削性に及ぼす影響を明らかにした。この知見をもとに、硫黄快削鋼、鉛快削鋼、Ca 脱酸快削鋼を実用化するとともに、非調質鋼の開発と組み合わせ自動車用重要部品の実用化に貢献した。
2. 昭和 55~58 年にかけて、フェライト系ステンレス鋼の表面キズ低減による冷間鍛造性向上やオーステナイト系ステンレス鋼の制御圧延技術の確立に尽力した。また、難加工材であるバルブ鋼の熱間加工性の改善を行うと共に、製造工程の確立を行い生産性向上および納期短縮に貢献した。
3. 昭和 59 年~平成 4 年にかけて、高纯净度化による軸受鋼の寿命向上に尽力し、軸受の長寿命化と軽量化に貢献した。
4. 平成 5~6 年にかけて、特殊鋼製造の品質保証システム確立に尽力し、特殊鋼業界で初めて ISO9000 の認証取得に貢献した。



渡辺義介記念賞

住友金属工業(株)東京本社 鋼管事業部鋼管技術部部長 白川 欽彦 君

溶接鋼管製造技術の進歩発展と新製品の開発実用化

昭和44年3月、阪大大学院溶接工学研究科修了後直ちに住友金属工業(株)に入社。和歌山製鉄所鋼管技術室担当課長、大径鋼管・溶接鋼管の各工場長から、平成2年6月鹿島製鉄所厚板建材部長、鹿島製鉄所工程部長を経て、6年6月鋼管技術部部長、現在に至る。

1. 製造技術の開発、実用化に関する功績：(1)高度化する需要ニーズに対応して高強度・高靱性大径溶接鋼管、特に極厚肉鋼管の製管技術開発、高靱性・高強度溶接ワイヤ・フラックスの開発を含む溶接技術、溶接条件監視技術の開発適用、非破壊検査機器の開発等により、高能率、高品質、低コストで製造できる体制を確立した。これにより、近年メキシコ湾深海でのTLP(テンションレグ・プラットフォーム)建設が可能となり、石油業界へ多大な貢献をした。一連のTLP用鋼管は、現在も独占的に供給を継続中である。(2)従来の鍛接管製造法に代わる、世界初のSW鋼管(熱間での高周波低抗溶接製管法)では自走式内面ビード除去装置を始めとする新プロセス技術開発により高能率、高性能小径管工場を実現した。これらの功績により昭和63年大河内記念生産賞を受賞した。(3)世界初のレーザー溶接鋼管の開発にも取り組み、高周波予熱との組み合わせにより新高級溶接鋼管製造技術確立に大きな貢献をした。
2. 新製品の開発、実用化に関する功績：エネルギー需要増大に伴い必要とされた深海用極厚肉大径溶接鋼管の開発を始めとして高耐食性クラッド鋼管、Cr-Mo合金鋼の製品開発等に多大な貢献をした。

また、高強度・高靱性・高耐食性と高度化する客先の要求に応える為に、製鋼、厚板、鋼管と一貫した開発を推進し、高纯净鋼製造技術、厚板加速冷却技術適用による高強度・高靱性鋼管用の素材の開発、新世代高級鋼管の開発を世界に先駆けて実現した。これにより、CAPSIS試験対応鋼の高耐食性ラインパイプの供給を可能にした。



渡辺義介記念賞

NKK 鉄鋼技術センター製鉄技術開発部長 炭 竈 隆 志 君

製鉄技術の進歩発展

君は昭和42年3月名大金属工学科を卒業後、NKKへ入社。一貫して製鉄の操業及び技術開発に従事、京浜・福山の製鉄工場長を経て、福山製鉄技術室長、本社製鉄技術開発部主任部員を歴任、平成5年製鉄技術開発部長に就任、現在に至る。

主な業績は以下のとおりである。

1. 高炉の大型化とその操業技術の確立：昭和40年代の高度成長期に福山製鉄所の第1高炉から第5高炉までの建設・操業に携わり、高炉炉内容積の拡大(1高炉2,000m³→5高炉4,617m³)及びその最適操業技術を確立した。昭和49年からは京浜製鉄所扇島の高炉建設に従事、第1・第2の各高炉を順調に立ち上げ、京浜製鉄所の基礎を築いた。
2. 製鉄技術の開発：(1)福山5高炉で、高炉に初めてAIを導入し、炉熱制御及び炉況診断システムのオンライン化を行い、長期間の低Si(年間平均0.17%)操業技術を確立した。
(2)オイルショックを契機として、重油吹込み操業からオールコークス操業、更には微粉炭吹込み操業へと操業形態が変わってきた。この間、操業の安定化技術とともに炉心ゾンデを用いて高炉内現象を解明することにより微粉炭多量吹込み達成のための新技術を開発し、福山4高炉で218kg/tの実績を指導した。
(3)さらに、資源のリサイクル化の一環として廃プラスチックの高炉吹込み技術及びシャフト炉型のスクラップ溶解炉の開発など新技術の発展に尽力している。
3. 業界活動に貢献：平成7年から9年6月まで日本鉄鋼協会共同研究会の製鉄部会長として、斯界の発展に多大の貢献をなした。



渡辺義介記念賞

日新製鋼(株) 周南製鋼所副所長 俵 正 憲 君

鉄鋼生産技術の向上と発展

昭和44年3月東大工学部冶金学科卒業、同年日新製鋼(株)に入社、呉製鉄所製鋼課長、同製鋼技術課長、同生産管理部部長代理、同生産管理部品質技術課長、同生産管理部次長、同製鋼部長、同生産管理部部長を歴任後、平成9年6月周南製鋼所副所長に就任し、現在に至る。

君は、普通鋼・特殊鋼の生産技術の進歩と発展に対し多大な功績をあげた。

その主な功績は、以下のとおりである。

1. 日本2機目の垂直連铸機立上に尽力し、当時困難とされていた低炭素Alキルド鋼の連铸化、転炉工程による高炭素特殊鋼の連铸化、リムド鋼連铸化基礎実験等を通じて、黎明期の連铸技術発展に大きく貢献した。また、Niめっき铸型、電磁攪拌導入を行うとともに、日本初のVAD設備を用いた転炉—VAD—連铸プロセスによる高級特殊鋼・合金鋼の生産プロセスを開発した。
2. 転炉—RH—連铸—熱延を直結した高効率製鋼工場の設計・建設・立上を中心となって推進し、転炉迅速出鋼技術、極低炭素鋼フレ疵低減技術、中炭素鋼表面割れ防止低減技術等の開発により、普通鋼高効率製鋼技術の確立に大きく貢献した。また、上底吹転炉における転炉炉寿命、取鋼自然開孔の世界記録更新等を通じて、製鋼用耐火物技術の向上に大きく寄与した。
3. 高温無欠陥铸片生産技術、铸片グレード判別技術等の開発により、製鋼熱延直結生産システムを確立し、製鉄から製鋼、圧延に至る効率的な生産管理システムの構築ならびに運営に多大な貢献をした。



渡辺義介記念賞

新日本製鉄(株) 厚板営業部技術担当部長 霧 茂 則 君

厚板製造技術の進歩発展

昭和 45 年東大冶金学科修士課程を修了後ただちに新日本製鉄(株)に入社し、君津製鉄所において厚板技術を担当し、英国留学後、同所厚板工場長、本社厚板技術室長、君津製鉄所厚板・熱延部長、同所品質管理部長を経て平成 9 年 4 月現職となり、現在に至る。

1. TMCP 厚板製造技術の確立：厚板製造において制御圧延と制御冷却を組み合わせた TMCP 技術の実機導入と操業技術の確立を行い、この技術による高溶接性高張力鋼を造船用鋼材に適用する等、高品質で高能率な TMCP 技術を確立した。さらに、省合金・省熱処理による低コスト厚板製造技術への展開、ならびに溶製技術等との組み合わせによる高機能鋼材の開発推進等、TMCP 厚板製造技術およびこれを用いた商品化技術の進歩に貢献した。
2. 建築用高性能鋼材の開発・実用化：超高層ビル用途への低降伏比高張力鋼板の開発や、世界初の耐火鋼の実用化等、建築用高性能鋼材を開発・実用化するとともに、建築用鋼の JIS 規格化を推進する等、厚板の需要創成に貢献した。特に耐火鋼に関しては H 型鋼等他分野への展開、耐火設計技術と組み合わせた利用加工技術の開発等を推進して鋼構造建築技術の発展に寄与した。
3. 厚板圧延技術の開発・改善：厚板圧延技術において、自動化技術の拡大や高精度圧延制御システムの開発に貢献した。特に世界初の厚板ベアクロス圧延機の導入など高能率でかつ形状・板厚精度に優れた製造技術を確立し、厚板の品質改善ならびにその後の商品開発にも大きく寄与した。



渡辺義介記念賞

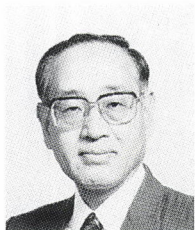
NKK 鉄鋼技術センター鉄鋼技術総括部長 那 波 泰 行 君

厚板製造技術の進歩発展

君は昭和 42 年 3 月京大機械工学科を卒業後、NKK へ入社。福山及び京浜の厚板工場の建設と操業を担当し、特殊鋼・チタン営業部長、高機能薄板チームマネージャー、鋼材技術開発部長等を歴任、平成 9 年から鉄鋼技術総括部長に就任、現在に至る。

君は、一貫して厚鋼板製造技術の進歩発展に尽力し、この間の君の業績は極めて大きく、多大の貢献をした。その主な業績は以下のとおりである。

1. 厚鋼板製造技術の進歩発展：福山・京浜製鉄所の両厚板工場の建設立上げを通して、(1)油圧 AGC の世界初めての導入による絶対値 AGC 技術の確立と板厚精度の顕著な向上、(2)高効率高精度加熱制御技術の確立による加熱原単位最高値の達成、(3)高強度高韌性高張力鋼製造のための加速冷却技術の確立等の現在の厚鋼板製造技術の根幹となる技術を開発実用化した。
2. 一貫製鉄所における最新鋭厚板工場の建設：京浜厚板工場の建設に当初から携わり、センターコンピューターとプロセスコンピューターを有機的に結合させ、かつ、工場内での鋼板トラッキング・システムを確立した合理的近代的厚板工場の建設に大きく貢献した。
3. 高性能厚鋼板の開発：TMCP 型高溶接性高性能高張力鋼、建築用低降伏比高張力鋼、高強度 Cr-Mo 鋼、ステンレス鋼、ステンレス・チタンクラッド鋼等の全ての分野において需要家ニーズを先取りした高性能厚鋼板の開発実用化に大きな貢献を果たした。



渡辺義介記念賞

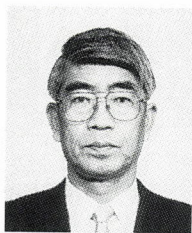
新日本製鉄(株) 名古屋製鉄所副所長 西 川 潔 君

製鉄技術の進歩発展

昭和 45 年 3 月名大大学院金属工学科修士課程を修了後、新日本製鉄(株)に入社し、広畑製鉄所において製鉄技術を担当し、広畑製鉄工場長、本社製鉄技術室長、名古屋製鉄部長を経て、平成 9 年 4 月現職となり現在に至る。

この間の主な業績は次のとおりである。

1. 融着帯制御による高炉操業安定化技術の確立：広畑 1 高炉において世界初の解体調査を実施し、軟化融着帯をはじめ高炉炉内状態の新しい知見を数多く見出した。さらに軟化融着帯の形状を制御する事が高炉操業技術の最重要ポイントとなる事を見出した。これは現在の高炉操業技術の基礎として炉内状況推定モデル等にも広く応用され、技術発展に大いに貢献した。
2. 計算機制御技術による高炉操業安定化の確立：広畑 4 高炉において多数の検出端情報を計算機に取り込み、炉熱・ガス流分布等の操業情報ガイドシステム及び吹き抜け等の操業異常予知システムを構築し、操業者への的確な情報提示を可能とし、高炉の安定操業に大いに貢献すると共に、高炉への計算機制御導入の端緒を開いた。
3. 高炉長寿命操業技術の確立：ベル高炉の混合装入方法において、コークス混合比率が高炉半径方向ガス流分布へ与える影響に着目し、炉末期の乱れたシャフトプロフィールでも安定操業を可能とした装入物分布制御を確立し、広畑4高炉の長寿命化に貢献した。



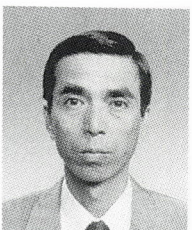
渡辺義介記念賞

新日本製鉄(株) 技術総括部製鋼技術グループリーダー(部長) 野呂克彦君

製鋼技術の進歩発展

昭和45年3月東大大学院産業機械工学科修士課程を修了後、直ちに新日本製鉄(株)に入社し、名古屋製鉄所に於いて製鋼技術を担当し、名古屋製鋼工場長、名古屋生産室長、本社製鋼技術室部長代理、名古屋製鋼部長を経て平成7年6月現職となり現在に至る。

1. 高効率高生産性転炉精錬技術の開発・改善：従来型溶銑予備処理法の欠点である顕熱ロスを大幅に改善し、転炉型大量溶銑予備処理法 LD—ORP プロセスとして完成させた。本法は、低溶銑比まで脱磷操業を可能とし、発生スラグ量も従来法に比較し、約3割削減することができた。さらに、従来脱炭炉の操業時間を大幅に短縮させ、業界でもトップの高効率高生産性転炉精錬技術を確立した。本技術は、業界でも高く評価され他社へも技術普及され、業界の発展にも今なお大きく貢献している。
2. 高品質高生産性連铸技術の開発・改善：高速連铸技術を確立するために業界に先駆け、铸型内溶鋼流動の状況を操業中に把握するオンライン可視化システムを開発・実機化し、铸型内流動を可視化・定量化するとともに、電磁力による流動制御技術と TD 内プラズマによる加熱技術との組み合わせにより、高速铸造下での高品質铸片の製造技術確立に貢献した。
3. 労働生産性向上・労働環境生産快適化技術の開発・実機化：鉄鋼業より、いわゆる 3K 職場を廃止し、就労の安定化と、労働生産性向上を図るために、とりわけ製鋼工程の自動化・機械化技術の開発と実機化を推進し、地金処理や耐火物施工及び補修作業の近代化を実現し、今日の高い労働生産性の確立に大きく貢献した。



渡辺義介記念賞

(株)中山製鋼所 取締役製銑製鋼資源リサイクル管掌 馬場恒二君

製鋼技術の発展と向上

君は、昭和42年3月阪大工学部冶金工学科を卒業後、直ちに(株)中山製鋼所に入社、主として製鋼部門の操業・技術開発に従事し、転炉製鋼課長、製鋼技術室長、製鋼部長を歴任し、平成5年6月より取締役就任、現在に至る。

君はこの間、一貫して製鋼技術の進歩発展に努力したが、主な業績は次のとおりである。

1. 製鋼工場の合理化推進：昭和50年平炉—普通造塊法により、転炉—連铸法へのリプレースを企画から操業まで担当し、スラブ連铸機の稼働に続いて、分塊圧延工程を省略した小断面ブルーム、ビレットを順調に立ち上げ、国内でいち早く全連铸化工場を実現させた。さらに、RH 式脱ガス、転炉サブランス設備、転炉複合吹錬化等の技術導入を積極的に行い、製鋼工場の合理化に大きく貢献した。
2. 極軟線材の開発：リムド軟鋼線材の代替として、RH による強脱炭、Si-Ti 弱脱酸、B での N_2 固定等による連铸可能な伸線加工性の優れた極軟線材を開発した。さらに、小断面サイズでの浸漬铸造技術の確立に尽力し、線材・棒鋼品質の向上に著しく貢献した。
3. 連铸直結型分塊ミルの設置：製鋼工場内にブルーム連铸に直結したコンパクトなブレイクダウンミルを設置し、ブルーム、ビレット連铸の統合化を図り、省人化によるコスト低減と高品質の鋼片製造技術を確立した。



渡辺義介記念賞

(株)神戸製鋼所 取締役鉄鋼事業本部神戸製鉄所 所長 水口征之君

製銑技術の革新と発展向上

君は昭和42年東大金属学科を卒業し(株)神戸製鋼所に入社、神戸製鉄所、加古川製鉄所の製銑部門を経て、57年加古川製鉄所製銑技術室担当課長、計画室担当課長を歴任、平成4年製銑部長となり、8年より取締役神戸製鉄所長に就任、現在に至る。

君は入社以来、製銑部門の技術開発、さらには製鉄所全体の運営管理を担当し豊富な知識と鋭い先見力、卓越した企画力によって製銑部門の技術開発の発展に多大な貢献をした。

その主な業績は以下のとおりである。

1. 高炉における微粉炭吹き込み操業技術の確立：省エネルギー省プロセスとして注目されていた、コークス代替としての高炉への微粉炭吹き込み技術の開発にいち早く取り組み、昭和58年に実機化を図った。その後、数%のコークスを炉中心部に装入することにより容易に炉内ガス流が制御可能であることを見いだした。このコークス中心装入法を基幹にした装入物分布制御技術と微粉炭燃焼技術の向上により、加古川2高炉において世界で初めて高微粉炭比操業を達成した。さらに他高炉への高微粉炭吹き込み操業への設備投資を他社に先駆け決断し、全高炉での高微粉炭比操業の早期実現に大きく貢献し、製銑技術に大きな革新をもたらした。
2. ベレット多配合操業技術の確立：装入物分布制御技術の開発とベレット品質の向上等によってベレット多配合時の高炉操業技術を確立し、焼成鉍使用上の自由度を高めた。さらにこの技術は、技術指導を通して世界の製銑技術発展に大きく貢献した。



渡辺義介記念賞

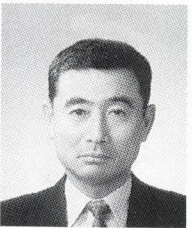
大同特殊鋼(株)技術開発研究所 所長 水野正志君

特殊鋼圧延の品質保証, 計測技術の開発

君は, 昭和 45 年東工大大学院理工学研究科電気工学専攻修了後, ただちに大同特殊鋼へ入社。中央研究所(現, 技術開発研究所)第 13 研究室長を経て, 平成 7 年 7 月より技術開発研究所長として現在に至っている。

君は, 長年に亘り鉄鋼生産工程における革新的な計測制御技術の研究開発に努め, とくに, 非破壊検査に関しては独創的な技術開発の結果, 省力ならびに生産性の向上に大いに貢献した。

1. 製品自動検査機器の開発・ライン化: 従来, 特殊鋼丸棒製品の検査・手直し工程は, 多本数のパッチ作業であり生産性が極めて劣っていた。君は, 昭和 50 年代初頭より, 回転式超音波探傷機の精度向上, 渦流探傷機(0.3 mm 保証)の開発, 漏洩磁束探傷機の精度向上(0.15 mm 保証), 画像処理を用いた自動磁気探傷機(0.1 mm 保証)の開発等を行い, 製品検査・疵取りのライン化に多大の貢献を行った。本ラインは特殊鋼業界のモデルシステムとして, 広く活用されている。
2. 鋼片整検ラインにおける自動探傷・自動傷取ラインの開発: 特殊鋼製造過程の半製品である鋼片表面傷の手直し工程は, 人手による労働集約型作業で, 生産性向上にも限界があった。また, 典型的な 3K 作業でもあり, 要員確保が困難という課題を抱えていた。君は, 磁気探傷技術と画像処理技術を組み合わせた画期的な探傷法を開発し, “疵検査→疵マップ作成→疵取り”の作業の完全自動化ラインを完成させた。この自動化ラインは, 平成 5 年に実用化されて以来, 現在も順調に稼働を続けており, 生産性の大幅な向上を実現させると共に作業環境改善への貢献度は顕著である。



渡辺義介記念賞

住友金属工業(株)東京本社 技監 望月 顕君

製鉄技術の発展向上

君は, 昭和 40 年 3 月東北大学金属工学科を卒業後, 直ちに住友金属工業(株)に入社, 主として製鉄部門の操業・技術開発に携わり, 小倉製鉄部長, 和歌山製鉄部長, 同副所長, 小倉副所長を歴任し, 平成 9 年東京本社技監に就任し, 現在に至っている。

君は, 高炉操業技術の向上, 省エネルギー技術の開発・実用化に率先して取組み, 製鉄技術全般に亘る発展向上に対する貢献は, 極めて大きなものがある。

加えて日本鉄鋼協会部会活動や, ナショプロ共同研究の推進等, 鉄鋼業界全体の活動に大きく貢献している

1. 高炉長期安定操業技術の確立: 昭和 47 年から小倉製鉄所第 2 高炉の建設から, 49 年の火入れ, 56 年の短期改修を経て後 16 年間(通算 23 年間)の長期に亘る高炉操業に一貫して携わり, 高炉 1 基体制下にて, 業界でもトップクラスの長期安定操業実績を作り上げ, 炉命 20 年以上を目指した操業技術の基盤を作り上げた。中でも安定操業に不可欠な装入物分布制御技術の確立や, 長寿命化対策としての高炉炉壁圧入技術開発などに成果をあげた。
2. 高炉乾式炉頂圧発電設備の開発: 製鉄プロセス全般に亘る省エネルギー技術の開発に努めてきたが, 特に高炉乾式炉頂圧発電設備の開発が特筆される。57 年 3 月高炉ガス乾式除塵装置と炉頂圧発電設備を組み合わせた乾式炉頂圧発電設備(TRT: Top Pressure Recovery Turbine)を開発し, 世界で初めて小倉 2 高炉に採用, 発電出力を従来の 50% 増と飛躍的な向上に成功した。



渡辺義介記念賞

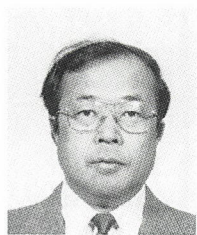
新日本製鉄(株)大分製鉄所 副所長 山本利樹君

大型一貫製鉄所における製鋼技術の進歩発展

昭和 43 年 3 月東大理学部化学科を卒業後, 直ちに富士製鉄(株)に入社し, 製鋼技術を担当し, 米国へ留学後, 大分製鋼工場長, 大分製鋼技術室長, 技術開発本部製鋼プロセス研究部主幹研究員, 大分生産技術部長を経て平成 9 年 6 月現職となり現在に至る。

この間の君の主な業績は次のとおりである。

1. 全連铸技術の確立: 大分製鉄所連铸立ち上げの時の連铸比率は約 20% で, 主流はインゴット材であった。需要家が連铸材の適用可能と評価するレベルのホットコイルを供給することが至上命題であった。そこで (1) Si や Al 量の適正化, (2) 連铸の铸造速度向上, (3) 無手入れ化等の技術的確立を行い, 短期間で連铸技術の基礎を確立した。
2. 高生産性連铸技術の確立: 連铸能力の向上は当時の連铸技術にとって最大の課題であった。主な開発技術として, (1) 内部割れを防止する圧縮铸造法(CPC), (2) モールドレベルコントロールの確立, (3) 緩冷却のための気水冷却ノズル開発, (4) プリメルトパウダーの開発, (5) ブレークアウト予知技術等の確立を行い, 36 万 t/月・基の生産性を確保できる铸造技術を確立した。
3. 量産高級鋼製造技術の確立: 連铸の鋼種拡大に対応し, (1) 溶鉄予備処理設備の設置(ORP-M), (2) 電磁力を応用した溶鋼流制御技術, (3) 中心偏析防止技術(SEFT), (4) 連铸機垂直曲げ化等を行い, プリキ・自動車用鋼板等の量産高級鋼の製造技術を確立した。
4. 労働生産性向上: 連铸設備の自動化, 耐火物施工の集約化及び管制・計画システムの導入等を図り, 現在でも世界一の労働生産性を有する製鋼工場を構築した。



西山記念賞

金属材料技術研究所 フロンティア構造材料研究センター評価ステーション第3ユニットリーダー

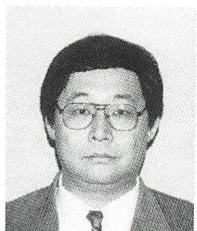
阿部 富士雄 君

耐熱鋼および耐熱合金の微細組織変化とクリープ強度特性に関する研究

昭和47年3月岩手大金属工学科卒業, 49年3月東北大学院金属材料専攻修士課程修了, 52年3月同博士課程修了, 日本学術振興会奨励研究員を経て53年金属材料技術研究所へ入所, 環境性能研究部室長などを経て平成9年4月から現職。

君は耐熱鋼および耐熱合金の微細組織変化とそれに伴うクリープ強度特性変化に関する基礎的な研究に取り組み, 以下の優れた業績をあげている。

1. 多目的高温ガス炉の1000℃級中間熱交換器用Ni-Cr-W系超耐熱合金の開発に関連して, 主要な強化因子である炭化物や α -Wの析出速度や析出形態を明らかにし, 熱交換器の環境を模擬した不純ヘリウム中で合金組成に応じて酸化皮膜形成や脱炭浸炭の他に, α -Wや γ' 析出物の再溶解が進行すること及びその機構を明らかにした上で, 微細組織変化に基づく腐食環境中でのクリープ強度特性変化を系統的に明らかにした。
2. 核融合炉用低放射化耐熱鋼の開発に関連して, 従来の耐熱鋼に替わる新しいCr-W系フェライト鋼や高Mnオーステナイト鋼を提案して広い組成範囲にわたって溶製し, クリープ強度はマルテンサイト組織の安定性と密接に関係すること, 析出や回復再結晶に伴うクリープ変形挙動の変化, クリープ寿命を決定する因子として最小クリープ速度だけでなく3次域でのクリープ速度の加速も重要であることを系統的に明らかにした。
3. 金材技所クリープデータシート研究に関連して, 各種材料の標準的な長時間クリープデータを取得し, その解析から実用耐熱材料は高温で複雑な組織変化をすること, それに伴って長時間クリープ変形挙動も複雑に変化することを系統的に明らかにした。



西山記念賞

早稲田大学 理工学部材料工学科 教授 伊藤 公久 君

鉄鋼製錬プロセスの熱力学的および動力学的研究

昭和58年3月東大大学院工学系研究科博士課程を修了(工学博士)し, 同年4月東北大学選鉱製錬研究所助手, 平成3年4月早稲田大学理工学部材料工学科助教授, 8年4月同教授となった。昭和61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, 鉄鋼製錬プロセスにおける各種製錬反応を, 熱力学・動力学的の両面から研究している。熱力学的研究においては, 溶銑処理温度におけるスラグ-メタル間のりんの分配平衡を測定し, スラグの脱りん能をフォスフェイトキャパシティーを用いて統一的に評価した。また, 溶融スラグ中のチタン, クロム, ニッケル酸化物の活量係数およびレドックス平衡を測定し, その物理化学的挙動を明らかにした。さらに, スラグのナイトライドキャパシティーや酸化チタンを含むスラグ系の酸化鉄の活量測定などを行い, 多くの基礎的データをj得ている。動力学的研究としては, 制御板によって底吹きジェットjの安定化と気泡の微細化が可能であることを示した。また, 溶融還元プロセスにおける泡立ち現象の重要性に着目し, 泡の崩壊定数と泡立ち指数が一致することを, 理論的および実験的に確認し, 泡立ち指数をスラグ物性値の関数として測定することによって, 実炉におけるスラグの泡立ち高さを推定する方法を提案した。この一連の研究によって, John Chipman Awardを受賞している。さらに, RH炉内の流れの研究や, 超音波を用いた脱ガス法の研究などにより, 鋼の高純化プロセスへの基礎的見解を数多く提供している。

以上のように, 君は鉄鋼製錬プロセス研究の分野で卓越した業績を挙げた。



西山記念賞

新日本製鉄(株)鉄鋼研究所 鋼材第一研究部研究部長 伊藤 叡 君

耐食鋼材の開発と腐食防食の基礎研究

昭和49年九大大学院応用化学科博士課程を修了, 同年4月新日本製鉄(株)に入社後, 基礎研究所に配属。米国留学後, 基礎研究所, 第二技術研究所, 技術開発企画部, 鉄鋼研究所にて一貫して開発, 企画業務に従事。平成6年鉄鋼研鋼材第一研究部長に就任。

君は腐食防食の研究から, 多くの耐食鋼材開発, 防食技術, 診断技術開発の業績をあげた。

1. 低合金鋼(耐候性鋼)の腐食機構に関する研究と耐食鋼開発: 耐候性鋼上に生成する錆の防食能は, Cu, Pの濃縮する下部錆層のイオン透過抵抗に因ることを電気化学的解析と錆の分析から初めて明らかにした。これから新たな錆膜防食性能評価法(国の全国調査に利用)及び新耐候性鋼(Ca添加)を開発した。
 2. 高耐候性ステンレス鋼の表面設計に関する研究と耐食鋼開発: ステンレス鋼の耐候性試験法として, 液薄膜電位法を考案し, 非晶質シリカ表面皮膜の有用性に着眼し, 新たな19Cr高耐候性ステンレス鋼とその表面皮膜を開発した。
 3. 鋼構造物の腐食診断技術の開発: 鋼管杭や鉄筋など海水, コンクリート環境にある鋼の複雑な腐食反応を, 主に電気化学交流インピーダンス法を用いて体系的に解析し, その実腐食速度との相関を明らかにした。これから, 従来にない多種のフィールド用腐食センサーと計測システムを開発, 鋼構造物の腐食寿命予測診断に用いられている。
- その他, 自動車排気系用ステンレス鋼開発, ドライコーティングステンレス鋼開発やチタンクラッド防食法開発など, 基礎研究のみならず, 多方面にわたる業績をあげた。



西山記念賞

(株)神戸製鋼所 技術開発本部生産技術研究所 所長 金山 宏志 君

高炉装入物の反応挙動及びチタンの溶解・鑄造の研究開発

君は昭和 45 年阪大大学院冶金学修士課程を修了後、(株)神戸製鋼所に入社、中央研究所配属。鉄鋼技術研究所研究企画室長、材料研究所精錬凝固研究室長、開発企画部企画担当部長を歴任。平成 9 年より現職。平成 5 年阪大工学博士を取得。

君は、入社以来、製鉄・製鋼プロセスの研究開発に従事し、主に以下の業績を挙げた。

1. 高炉装入物の高炉内反応挙動の解明：(1)高炉内における焼結鉱とペレットの主に高温還元挙動と溶け落ち挙動を基礎的に研究し、ペレットの高温での還元停滞現象を見出すと共に、還元状況が溶け落ち挙動に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。(2)加えて、高炉解体調査等により焼結鉱とペレットの高炉内反応挙動を検証し、ペレット多配合高炉の操業安定化とドロマイトペレットの開発に貢献した。(3)高炉レースウェイ近傍での微粉炭の燃焼、堆積挙動等を実験炉ならびに実炉で調査し、高炉への微粉炭多量吹き込みに貢献した。
2. チタンの溶解・鑄造技術の高度化：(1)チタンの新しい溶解法であるエレクトロンビーム溶解技術に基礎的に取り組み、スポンジチタン溶解時の問題点、問題となる Al 等の合金成分の蒸発速度、放射温度計による溶湯温度測定時の問題点等を明らかにした。(2)伝熱・凝固解析と合金元素の溶質再配分計算からなるチタン VAR 鑄塊の成分偏析予測モデルを開発し、Fe、Pd 等を含有するチタン合金の安定製造に貢献した。



西山記念賞

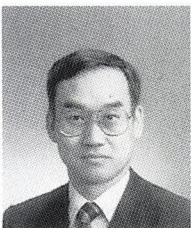
住友金属工業(株)総合技術研究所 副所長 工藤 越夫 君

各種環境における耐食ステンレス鋼管の開発

昭和 43 年 3 月京大工学部冶金学科卒業、45 年同大学大学院工学研究科修士課程を修了後、直ちに住友金属工業(株)に入社、中央技術研究所で腐食防食に関する研究に従事。鋼管・鋼材研究部長を経て、平成 8 年 7 月に副所長、現在に至る。この間昭和 55 年東大で工学博士号を取得。

君は、これまで一貫してステンレス鋼の腐食特性の解明とそれに基づく新製品開発に従事し、特に石油生産、化学プラントならびに原子力発電の各分野における高耐食ステンレス鋼管の開発、実用化に多大な貢献を果してきた。

1. 石油生産用高合金管の開発：第 2 次石油ショックを契機に高深度油井の開発が行われるようになり、高耐食鋼管の必要性が高まった。世界に先駆け、ステンレス鋼の H_2S 含有湿潤環境での腐食特性を解明すると共に、高耐食 Ni 基合金、2 相ステンレス鋼、13Cr 鋼の、合金および利用技術開発をおこない、高合金油井管、ラインパイプの世界への普及に貢献した。
2. 化学プラント用ステンレス鋼管の応力腐食割れ防止：化学プラントで遭遇する種々の環境での応力腐食割れ、なかでも塩化物環境で、現象の解明、新しい促進試験法の提案ならびに耐応力腐食割れステンレス鋼の開発を通じて、腐食工学の発展、プラントの信頼性向上に寄与した。
3. 加圧水型原子炉蒸気発生器管の耐食性向上：Ni 基 600 合金の高温高压水中での粒界応力腐食割れと粒界炭化物析出との関連を明確化すると共に、材質と熱処理の組合せによる粒界応力腐食割れ防止の最適製造技術を確立して、原子力の信頼性向上に寄与した。



西山記念賞

東北大学 大学院工学研究科 材料加工プロセス学専攻 教授 粉川 博之 君

ステンレス鋼溶接・接合部の材料組織学的研究

昭和 49 年 3 月東北大学工学部金属材料工学科卒業、54 年 3 月同大学院博士課程修了後、同 4 月東北大学工学部助手に採用され、59 年 6 月助教授、平成 7 年 10 月教授に昇進し現在に至る。なお、平成元年 4 月から 2 年 4 月まで文部省在外研究員としてカナダ国トロント大学に在籍した。

君は、大学院博士課程において、金属材料の高温変形における結晶粒界すべりと粒界構造の関連を明らかにし、工学博士を授与された。また、この研究成果により本多記念研究奨励賞を受賞した。その後、東北大学工学部助手に採用されて以来現在に至るまで、主に鉄鋼材料の溶接・接合部の材料組織及び物理化学と諸特性に関する基礎的研究に従事し、数々の研究成果を挙げた。その主要なものとして、(1)ステンレス鋼溶接部の組織学的研究、(2)ステンレス鋼のウェルドディケイに関する研究、(3)溶接金属の窒素吸収に関する研究、(4)液相拡散接合に関する研究、(5)二相合金の超塑性接合に関する研究、等が挙げられる。君の研究の特徴は、鉄鋼材料の溶接・接合部の諸特性をマイクロ組織の結晶方位学的観点から解析し、結晶界面制御による特性改善の可能性を示唆している点であり、その研究成果は国内外から高く評価されており、溶接学会から論文賞、日本金属学会から功績賞、米国溶接学会から増測/神商賞などが授与されている。



西山記念賞

防衛大学校 教授 近 藤 義 宏 君

耐熱合金のクリープ強化機構と転位下部組織に関する研究

昭和 56 年 3 月東工大大学院理工学研究科博士後期課程金属工学専攻修了後、同研究生、同大工学部金属工学科助手を経て、57 年 4 月防衛大学校機械工学教室助手、58 年 10 月講師、62 年 4 月助教授、平成 9 年 4 月教授となり、現在に至る。

耐熱鋼及び耐熱合金の高温クリープにおける強化機構を転位下部組織に基づき説明したものであり、それらの業績を以下に挙げる。

耐熱鋼のクリープにおける固溶強化に関する研究では、クリープの負荷応力は変形に係る応力（有効応力）と加工硬化としての転位組織を保持する応力（摩擦応力）に分けられることを実証し、耐熱鋼のクリープにおける固溶強化を摩擦応力の増加で定量的に説明した。また、摩擦応力の増加は結晶粒内の転位密度の増加と相関することを見いだした。単結晶 Ni 基超合金のクリープ特性と γ' 相の析出形態との関連では、 γ' 相のラフト化はこれまで考えられてきたようにクリープ抵抗を増加させず、逆にクリープ抵抗を低下させることを示した。さらに、加速クリープ域におけるクリープ速度の増加と γ' 相のラフト化の形状との関係を調べた。その結果、 γ 相チャンネルの幅が拡大し、 γ 相チャンネル内の転位の曲率半径が増大して、転位の拘束力を低下させ、クリープ速度を増加させるというモデルを提案し、これを支持する実験事実を多数提示した。このような一連の研究はわが国の超合金の開発に重要な指針を与える。



西山記念賞

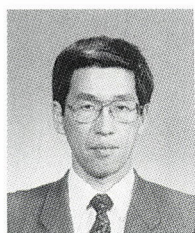
東洋鋼鈑(株)下松工場 表面処理部長 田 中 厚 夫 君

ポリエステル樹脂フィルム積層鋼板の開発ならびに工業化

昭和 44 年 3 月慶應大工学部応用化学科を卒業、直ちに東洋鋼鈑(株)に入社、61 年技術研究所主任研究員、平成 5 年同研究部長、7 年同副所長を歴任し、9 年 6 月より下松工場表面処理部長となり、現在に至っている。

君は入社以来、一貫して表面処理鋼板の研究、開発に携わり、特に熱可塑性樹脂フィルム積層金属板の開発研究およびその工業化において、次のような著しく優れた業績を挙げた。即ち、ぶりき・ティンフリースチールなどの缶用材料は、製缶加工を行う前または後に数回の有機樹脂塗料の塗装を施すために、塗料焼き付け時に排出される多量の有機溶剤の処理が必要であり、環境汚染を防止する上で問題となっている。君は早くからこの環境問題に関心を示すとともに種々の熱可塑性樹脂フィルムの優れた特性に着目し、有機樹脂塗料を使用した缶用材料に代わる二軸配向ポリエステル樹脂フィルム積層鋼板の開発に着手し、地球環境に優しい缶用材料を世界に先駆けて開発、工業化した。

まず、魚肉缶、果実缶のフルオープン蓋、エアゾール缶のキャップ、底および 5 ガロン缶など耐食性が要求される分野に適用した。ついで厳しい成形加工性などが要求される絞り加工後、ストレッチ加工が施される薄肉化深絞り缶に応用するために、ポリエステル樹脂フィルムの物性、積層条件などの基礎的な研究を積み重ね、二軸配向共重合ポリエステルフィルム積層鋼板およびその製造技術を開発し、200 m/分の高速度で積層する技術も確立した。この樹脂積層鋼板は成形加工性のみならず耐衝撃加工性、耐高温殺菌性、保香性にも優れており、あらゆる食缶、飲料缶に適用でき缶用材料を通じて地球環境の保護に大きく貢献した。



西山記念賞

金属材料技術研究所 フロンティア構造材料研究センター材料創製ステーション第 3 ユニットリーダー

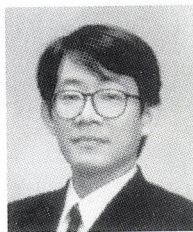
長 井 寿 君

低温用構造材料の組織と機械的性質の関係に関する研究

昭和 52 年東大工学系大学院金属材料修士課程修了後、同金属材料学科助手に採用。56 年に金属材料技術研究所に配置換え、極低温材料研究グループ主任研究官、力学特性研究部室長等を経て、現在材料創製ステーション第 3 ユニットリーダー。工博（東大、昭和 56 年）。

君は、鉄鋼およびチタン合金などの低温用構造材料を対象に、微視組織と低温域における機械的性質の関係について基礎的知見を明らかにしてきており、その成果の上に立って、複相組織制御によって強度と他の性質のバランス向上する設計思想を提案している。

1. 含ニッケル低温用鋼の微視組織と低温靱性の関係について、焼戻しラスマルテンサイト組織を母相とし、安定な残留オーステナイトが互いに連結せず微細に分散した複相組織が強度－靱性（遷移温度）バランスに優れていることを明らかにした。
2. 液体ヘリウム温度（4K）における破壊靱性値評価法、高サイクル疲労試験法の開発研究に従事し、多大な貢献をした。それに基づき、低温用オーステナイト鋼やチタン合金の 4K における強度、破壊靱性値、高サイクル疲労特性等を評価し、貴重なデータの蓄積に努めた。同時に変形、破壊についての基礎研究も進め、高純度であるこれら合金においては、微視組織起因の疲労き裂内部発生が低温ほど顕著になる現象を発見した。ここから、高強度合金の疲労強度向上のためには、結晶方位単位のランダム化、微細化が最も重要であることを指摘している。
3. リサイクルが本来的に容易な合金設計の考え方として、「単純組成複相合金の組織制御による広範囲材質設計」を提案し、Al-Si 共晶合金や Si-Mn 鋼の微細複相組織化に取り組み、その端緒的な成果を出している。



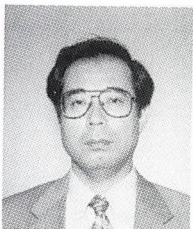
西山記念賞

東北大学 大学院工学部工学研究科 助教授 長坂 徹也 君

鉄鋼製錬プロセスにおける気-液反応速度に関する研究

昭和 55 年東北大学工学部金属工学科卒業, 60 年同大学院博士課程修了, 工学博士の学位を取得後, 同年 4 月同大学工学部助手, 平成 4 年 4 月より 1 年間米国カーネギーメロン大 Research Associate, 6 年 2 月助教授に昇任し, 現在に至る。

君は、一貫して鉄鋼製錬プロセスに関する物理化学的研究に従事してきた研究者であり、中でも気-液間反応速度に関する研究では世界的に卓越した業績を挙げている。溶融酸化鉄の CO 及び H_2 による還元速度を測定し、界面化学反応機構を詳細に解析した結果、ガス分子の解離が反応を律速し、反応速度がスラグ中の Fe^{2+} と Fe^{3+} のイオン濃度比で決まることを示すと共に、統一的な速度式にまとめる事に成功した。引き続き、溶鉄と N_2 , H_2O , CO_2 , CH_4 , C_2H_6 間の反応速度を研究し、いずれもガス分子の解離が反応速度を支配することを明らかにすると共に、解離速度定数及び N, O, S, Se, Te 等の表面活性物質の影響を精密に定量化している。これらは、既存プロセスのみならず、溶融還元製鉄法における最も基礎的な要素研究として、国内外で広く引用されている。また君は、硫化物フラックス法や蒸発法による溶鉄からの不純物除去、正則溶液モデルによるスラグの水蒸気溶解度解析、クロム鉱石の溶融還元に関する熱力学、CaO 系フラックスの熱力学的性質等、研究範囲は多岐に亘っており、いずれも高純度鋼の精錬技術上重要な基礎資料として高く評価されている。このような卓越した研究成果のみならず、若手会員海外研修リーダー、高校生向けパンフレット製作 WG 委員として会員の育成活動にも大きく貢献している。



西山記念賞

新日本製鉄(株)プロセス技術研究所 圧延プロセス研究部長 濱 渦 修一 君

熱間圧延技術の開発

昭和 45 年九大生産機械工学科修士課程を修了, 同年新日本製鉄(株)に入社。生産技術研究所, プロセス技術研究所にて圧延加工の研究開発に従事。この間、八幡・広畑新熱延工場、富津総合技術センター建設などにあたる。平成 7 年圧延プロセス研究部長に就任、現在に至る。

君は、板圧延をはじめ形鋼・鋼管圧延にわたる広範な熱間圧延分野の研究開発に従事し、同技術の革新に貢献した。

1. 熱延の幅圧下・幅制御技術を開発し実用化した。
2. 圧延中のキャンバーや曲がりの挙動を解明しその制御技術を開発。
3. 加工中の冶金現象を考慮した変形抵抗式および摩擦係数を考慮した圧延モデルを世界に先駆けて実用化した。
4. 熱延におけるクラウン・形状制御体系を確立し実用化。以後当分野の標準となった。
5. 各種圧延の有限要素解析手法を開発し実用化に至らしめた。とくにメタラジと変形の連成解析, H 形鋼の拡幅圧延解析, 棒鋼・鋼管の傾斜圧延解析などを先進的に可能とした。



西山記念賞

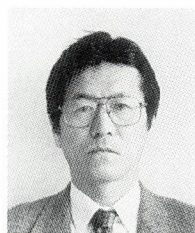
NKK 総合材料技術研究所 副所長 藤田 米章 君

鋼材製造プロセスの研究と製造技術開発

君は昭和 47 年 3 月阪大工学研究科修士課程修了, 直ちに NKK に入社し, 技術研究所圧延加工研究室に勤務, 圧延研究室長, 第二プロセス研究部長を経て, 平成 9 年現職に就任し現在に至る。昭和 63 年阪大より工学博士を授与される。

この間、君は以下に略記する代表的研究によって、鋼材製造プロセスの技術開発に貢献し、塑性加工技術を、広く鉄鋼製造技術、複合材料製造技術にまで適用している。

1. ホットコイル、厚板、形鋼等鋼材の歪み低減を目的として、塑性加工に加熱・冷却を絡めた総合的な研究を行い、ホットコイルの矯正法、厚板の最適ローラー矯正法を提案し、熱歪み・残留応力制御として不等辺不等厚山形鋼の圧延冷却法を実用化するとともに、曲げ加工技術を応用して新しい鋼製サイロ成形法も開発・実機化し利用技術向上を行った。
2. 鋼材・鋼管等の圧延法・圧延変形特性を詳細に研究し、圧延時の幅広がりにはばすロール数や張力の影響を定量化して棒鋼精密圧延技術、継目無管精密圧延技術等の先駆的な提案を行った。また、分塊圧延のクロップ最少化圧延法を実用化した。
3. 連続鋳造鋳片の V 形状ロールによる熱間縦切断法の開発、連続鋳造鋳片の鍛造による幅圧下技術、新しい熱延スラブ幅大圧下法・幅出し圧延法等、鋳造と圧延の接点分野に新しい塑性加工技術を提案すると共に、鋳造技術そのものに対しても、新しい鋳造法である双ロール型薄鋳片連続鋳造法に対して半溶融の凝固層を圧延する加工現象の解明と制御の研究を行った。
4. また、鉄鋼業としての新しい分野のチャレンジとして、塑性加工技術の観点から、溶湯鍛造法による短繊維強化複合材製造プロセス・技術の先進的研究を行った。



西山記念賞

日新製鋼(株)技術研究所塗装・複合材料研究部 部長 増原 憲一 君

機能性塗覆装鋼板の研究開発

昭和44年阪大基礎工学部化学工学科を卒業し、日本エクスラン工業(株)を経て、52年に日新製鋼(株)に入社、61年市川研究所高分子応用技術研究室長、平成5年鉄鋼研究所塗覆装研究部長、8年技術研究所塗装・複合材料研究部長に就任し、現在に至る。

君は入社以来、塗覆装鋼板の機能性付与の研究開発に従事し、次のような業績をあげた。

1. 耐傷付き性に優れたつや消し塗装鋼板の開発：塗膜中に、これまで使用されたことのなかったポリアクリロニトリル樹脂粒子(PAN粒子)を添加し、PAN粒子特有の潤滑性を活かした耐傷付き性に優れたつや消し塗装鋼板を開発した。本材料が耐候性・加工性に優れていることから外装建材用プレコート鋼板として広く利用されるようになった。
2. 塗膜の粘弾性的研究：折り曲げ試験などに頼っていた塗覆装鋼板の加工性評価に、塗膜の応力一ひずみ特性、塗膜の粘弾特性などの物理的データを基にした科学的評価法を導入し、合理的にプレコート鋼板の塗膜設計をする技術を確認して上記開発のベースとした。
3. 電子線照射による新規塗覆装技術の研究：電子線照射技術を活かし、塗装・フィルムの接着、グラフ重合による塗膜の表面改質などの塗覆装鋼板への幅広い適用を研究し、従来の熱硬化タイプの塗膜では得られない高鮮映性・高硬度・高耐食性、帯電防止性などの機能を付与した各種塗覆装鋼板を開発し、広幅コイルでの製造技術の検討まで実施した。
4. 拘束型制振鋼板の開発：制振性に優れた芯材樹脂を粘弾性的挙動から設計し、接着性・加工性、耐熱性に優れた制振鋼板を開発した。さらに、広幅コイルでの製造条件の確立、溶接、加工性の評価方法の確立を行った。



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 山田 建夫 君

継目無鋼管の製造技術に関する研究開発

昭和44年京大大学院修士課程修了。同年住友金属工業(株)入社。爾来一環して、継目無鋼管の製造工程に関する研究開発業務を担当。平成3年博士号取得。平成6年総合技術研究所加工プロセス研究部長を経て、9年上席研究主幹。

君は入社以来一環して鉄鋼加工プロセスの研究、就中継目無鋼管製造技術の開発に携わり当該分野の発展に寄与してきた。特に製造プロセスの理論化に取り組み、それをベースとして、製造技術の開発改善や計算機制御システムの開発に取り組み功績があった。40年代後半には継目無鋼管製造の主要な圧延機であるストレッチレデュサの連続圧延理論を開発し、この理論的背景を元に世界で初めて鋼管圧延機にプロセスコンピュータを導入レデュサの重要な課題である管端厚肉化を防止するための制御を完成した。50年代にはマンドレルミルの連続圧延理論を開発して寸法分布改善のための計算機制御に結びつけた。この成果は日本塑性加工学会の論文賞を受賞した。50年代から60年代にかけてレデュサでの管端厚肉化を相殺するためのマンドレルミルにおける油圧圧下制御の開発にとり組み、これもまた世界に先駆けて完成させた。この成果により鉄鋼協会の依論文賞を受賞した。これらの技術は模倣でなく日本では勿論世界的に先駆的研究開発であることに意味が大きい。最近では住友金属が和歌山製鉄所に建設した新中径シームレスミル技術開発の中心として活動し、社外では鉄鋼協会、塑性加工学会等のシンポジウムにおいて、講師をつとめる等当該分野の発展に寄与した功績は大きい。



西山記念賞

川崎製鉄(株)技術研究所 分析・物性研究部門長 吉岡 啓一 君

ステンレス鋼板の各種材質および鉄鋼の分析、評価・解析に関する研究

昭和44年3月東北大工学部金属工学科を卒業、49年3月東北大大学院博士課程修了後、川崎製鉄(株)に入社し、各種ステンレス鋼板の製品開発研究に従事した。平成2年ステンレス鋼研究室長、5年鋼管研究室長、6年7月より分析・物性研究部門長。

1. ステンレス鋼板の機械的性質、溶接性に関する研究：フェライト系ステンレス鋼板のじん性、加工性、高温強度および溶接性の向上の観点から、1) C, Nの影響、2) Ti, Nb, Al等の安定化元素の影響、3) 溶接雰囲気の影響を検討するとともに、また低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼板の溶接熱影響部のじん性改善の観点から、マルテンサイト-フェライト相バランス等を検討し、それらの特性に優れた鋼板を開発した。また、低炭素マルテンサイト系ステンレス鋼の焼き入れ性、耐磨耗性向上の観点から、成分バランスを検討し、それらに優れた鋼板を開発した。
2. ステンレス鋼板の耐食性に関する研究：各種腐食環境下での耐食性向上の観点から、1) 大気中の耐候性評価、2) 海水中での腐食挙動、3) 自動車マフラー内での耐凝縮水腐食性の評価、4) 自動車排ガス用触媒担体材料としての耐酸化性評価、等を行い、それらの特性に優れた鋼板を開発した。また、耐食性に優れた発色ステンレス鋼の製造方法を検討し、それを開発した。
3. 鉄鋼の分析、評価・解析に関する研究：鉄鋼の高純度化に対応し、製鋼工程分析の迅速化の観点によりC, Nの定量下限を大幅に改善した発光分光分析法を開発するとともに、微量元素分析法について検討し、その方法を確立した。また、電子顕微鏡、二次質量イオン分析法等の物理分析解析手法を用いて、鉄鋼材料の評価解析を行い、冶金学的キャラクター化に貢献した。



三 島 賞

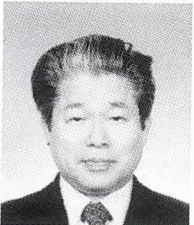
住友金属工業(株)総合技術研究所 上席研究主幹 岡田 康孝君

鉄鋼材料の高機能化と加工熱処理技術の研究開発

昭和44年京大工学部金属加工学科卒業後、46年同大学工学研究科特殊工学専攻修了。直ちに住友金属工業(株)に入社。61年米国業務研修、62年鉄鋼技術研究所鋼管材料研究室長、平成6年研究主幹(材料強度部門)、7年岡田研究室主宰、9年上席研究主幹、現職。

君はこれまで鉄鋼材料について幅広くその機能向上や発現に関する研究開発と実用化に従事してきた。この間、金属間化合物や炭化物の析出挙動の研究を通じて電子機器部品、原子力用や油井用鋼管等において新機能の発明や製造技術の向上に優れた業績を挙げた。

1. 非磁性鋼の開発：1) 透磁率を Ni, Ba, 或 Md 点で数式化し、低透磁率化の製造技術確立により電子機器分野で貢献。2) 透磁率による耐食合金の Cr 欠乏層検出法を開発した。
2. マルエージ鋼の強靱化機構の研究：1) Mo と Ti の金属間化合物の2段階複合析出が強化を促進するとともに靱性劣化を回避することを初めて解明し、強靱化機構に明確な指針を与えた。2) その結果、延性・靱性に優れた高強度化の実用限界を 2600 MPa に引き上げた。3) 原子力用材料、工具、精密バネ、半硬質磁石材料等の開発と製造技術確立に幅広く貢献した。
3. 耐食材料の高強度化に関する研究：1) 苛酷環境で使用される Ni 基合金の析出強化では γ' -Ni₃Ti と γ'' -Ni₃Nb のうち後者の方が転位集積が小さく、耐 SCC 性に優れていることを明らかにし、耐食材料の高強度化に新しい指針を与えた。2) 高強度・高耐食 Ni 合金油井管や原子力用伝熱管の加工熱処理技術の確立に貢献した。
4. 軸受鋼の迅速球状化法の開発： γ - α 域の繰り返し加熱冷却による炭化物の急成長、 α 域での急速浸炭現象を見出し、生産性向上・脱炭防止に革新技术で貢献した。



三 島 賞

金属材料技術研究所 プロセス制御研究部長 鈴木 洋夫君

鋼およびチタン合金の高温変形能に関する研究開発

昭和38年東北大理学部物理学科を卒業、同年新日鉄(旧八幡製鉄)へ入社、以来鉄鋼材料研究に従事、その間47年～49年に米国大学院留学、修士。平成5年科学技術庁金属材料技術研究所へ任用。現在、同プロセス制御研究部長。工学博士(東北大)

君は一貫して鉄鋼材料、チタン合金の研究開発に従事し、この間に析出強化機構の解明、粒界偏析元素の定量、熱間脆化機構の解明など基礎的研究で数多くの先駆的業績を挙げると共に連続鋳造、熱間直送圧延などの実機化、実用化へ多大な貢献をした。

1. 融点から 600℃ の広い温度域における鋼の熱間脆化機構の解明を行った。脆化域を3つに区分して各脆化におよぼす各種元素の影響、熱履歴依存性等を体系的に解析し、連続鋳造およびそれに引続く熱間加工(直送圧延)時の熱間割れ防止策を提案し、従来は難 CC 化鋼種とされていた鋼の CC 化や直送圧延製造工程の実機化に貢献した。この研究成果は世界的にも活用されている。
2. 含 Nb, V 鋼の γ - α 域での加工熱処理による炭・窒化物の析出挙動と強度の関係を明らかにし、TMCP や直接水焼入れプロセス開発の基礎を構築した。
3. 我が国で初めて超高真空チェンバー内での試料破壊治具を考案すると共にオージェ電子分光による粒界ならびに表面偏析元素の定量化を行った。この研究により各種元素の粒界偏析元素の研究が加速され高強度鋼の焼戻し脆化機構を明確にする端緒となった。
4. チタン合金の熱間脆化、ならびに熱間加工条件と組織微細化に関して基礎的研究を行い、鉄鋼圧延ミルを用いての実機規模圧延へ反映させた。



三 島 賞

早稲田大学 理工学部材料工学科 教授 中江 秀雄君

鋳造技術の基礎研究と実用化

君は昭和45年10月、早大大学院博士課程を修了(工学博士)、46年1月より(株)日立製作所機械研究所に勤務。58年4月より早大理工学部材料工学科に移籍し、教授として勤務。現在に至る。

君は長年にわたって鋳造技術の基礎研究から実用化に関する研究、セラミックスの実用化に関する研究、金属の固液界面エネルギーに関する研究など多くの分野での研究に従事し、多くの優れた業績を挙げた。以下にその代表的な例を示す。

1. 鋳鉄溶解における加炭材の問題(鋼くずの利用法の拡大)に関して、従来の問題点であった、N による鋳造欠陥の対策の確立。(小林賞：日本鋳物協会)
2. 鋳鉄の金型鋳造法の開発。鋳造、溶解条件による材質の変化現象の解明と鋳造装置の開発。(豊田賞：日本鋳物協会)
3. セラミックスと金属の接合に関する研究では、日立製作所の時代に研究を開始し、その実用化に至っている。(発明奨励賞：社団法人発明協会)
4. 近年は、溶融金属の固液界面エネルギーの測定に関する研究に従事し、それらの結果を金属材料の基礎研究、実用化研究に活用している。これらの研究は、論文賞(日本金属学会)に止まらず、鋳造工学に新しい見方を導入している。これら成果は鋳物国際会議においても高く評価され、優秀論文賞を2度受賞している。

山 岡 賞

日本鉄鋼協会高強度鋼の遅れ破壊研究会

遅れ破壊解明の新展開

活動期間：平成 5 年 4 月～平成 9 年 3 月

成果中間報告会：第 128 回秋季講演大会討論会「高強度鋼の遅れ破壊討論会」

成果報告会：平成 9 年 1 月 27、28 日 成果報告書「遅れ破壊解明の新展開」刊行

1960 年代後半、高強度化された橋梁ボルトが遅れ破壊したことから、その原因解明と防止策を講じるために、日本鉄鋼協会、日本金属学会、日本学術振興会の 3 者からなる鉄鋼基礎共同研究会に遅れ破壊部会が設置された。1970 年初頭のその活動により、種々の破壊機構モデルや統一的な遅れ破壊試験方法などが提案された。しかしながら、現実には、ボルトの使用上限強度を下げ遅れ破壊が回避されることになり、高強度化の対応は各大学やメーカーの研究に委ねられてきた。

近年になり、鉄鋼の高強度化の社会的要請が強まる中、各部会でそれらが議題に取り上げられた。本部会では、高強度鋼の遅れ破壊を取り上げ、1) 遅れ破壊感受性の定量的評価方法、2) 実環境における水素濃度の定量化、3) 遅れ破壊を支配する環境因子、材料因子及び力学因子、5) 遅れ破壊機構について、大学、国公立研究所、鉄鋼メーカー、さらに高強度のボルトや PC 材を利用するユーザーが集結して精力的な研究を行った。その結果、鋼中の水素評価法や遅れ破壊に寄与する水素に関する理解を深めるとともに、遅れ破壊対策の方向性が明確になった。また、現在もフィールド試験中である、共通試料を用いた全国暴露・水素分析試験により、高強度鋼中への水素の侵入と離脱の挙動が明らかになりつつある。これらの成果は、報告会・報告書を通して多数の関係者に広く知らしめ、高強度鋼を製造するサイドから利用するサイドにまたがる幅広い研究と開発の指針を与えた。特に報告書に取り入れた「遅れ破壊 Q & A」は、各分野の複数の専門家が、遅れ破壊の基本的な事項を、最新の切り口と経験に基づく知遇を生かして平易に解説し、今後の研究課題をも明確に整理、提示している。



里 見 賞

大阪府立大学 工学部機能物質科学科 教授 山 川 宏 二 君

割れ、局部腐食に注目した腐食モニタリングに関する研究

昭和 43 年 3 月京大大学院工学研究科工業化学専攻博士課程を修了後、京大工学部助手、講師、助教授を経て、57 年 4 月より大阪府立大学工学部教授となり、現在に至っている。

君は、割れ、局部腐食に注目した腐食モニタリング手法の開発に従事してきた。

まず、鉄鋼材料の水素による割れの予知を目的として室温型水素検出器を開発した。耐 HIC 鋼における合金元素の役割、高張力鋼の K_{JSCC} と水素含有量の関係、種々な環境（湿潤硫化水素、アルカリシアン系、海水、大気など）からの水素侵入の挙動を明らかにした。この手法は日本鉄鋼協会高級ラインパイプ共同委員会で採用され、英国ガス公社に委託して実施した HIC 試験では水素侵入挙動と HIC の関係の追及に使用された。

続いて、高温高圧水素環境で生じる鋼の水素侵食の予知を目的とした高温型水素検出器の開発を行った。水素イオン選択透過性固体電解質の両面に白金ペーストを塗布して 3 電極とする水素検出器を作成し、種々な温度で水素拡散係数および水素含有量を測定した。これらの値は報告されているのとよく一致し、また半年以上に亘る長期測定でも再現性よく測定できた。現在ある化学会社のプラントに取り付け、長期測定を実施中である。

オーステナイト系ステンレス鋼の塩化物による応力腐食割れや孔食の予知を目的として腐食電位のノイズ解析を行った。微小な割れは電位の急激な卑側への移行から検出できること、また生じた孔食の数は 2 種類ある信号の 1 つの数と一致し、考案した逆電位設定法により孔食の大きさを推定できた。現在この手法の共同測定を実施中である。

第6回日本鉄鋼協会・日本金属学会奨学賞受賞者（平成10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2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。



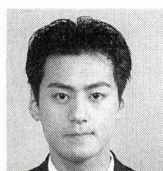
北海道大学工学部
材料工学科
高田 幸史 君



北海道大学工学部
金属工学科
菊地 竜也 君



室蘭工業大学工学部
材料物性工学科
松本 浩一 君



室蘭工業大学工学部
機械システム工学科
今井 英生 君



秋田大学鉱山学部
物質工学科
西 育男 君



秋田大学鉱山学部
資源・素材工学科
田村 宗之 君



東北大学工学部
金属工学科
高橋 広己 君



東北大学工学部
材料物性学科
富永 幸夫 君



東北大学工学部
材料加工学科
皆川 量之 君



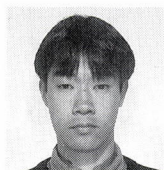
茨城大学工学部
物質工学科
丸岡 信也 君



筑波大学第三群基礎工学類
物質・分子工学専攻
渡邊 隆志 君



東京大学工学部
金属工学科
宅間 絵理子 君



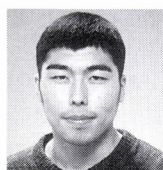
東京大学工学部
材料学科
山口 秀史 君



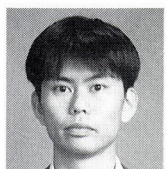
東京工業大学工学部
金属工学科
山本 啓介 君



横浜国立大学工学部
生産工学科
山川 恵利子 君



長岡技術科学大学工学部
創造設計工学課程
船越 弘志 君



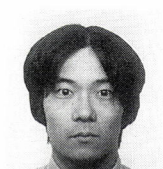
長岡技術科学大学工学部
材料開発工学科
中野 康博 君



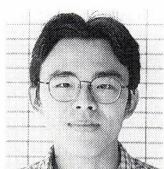
富山大学工学部
物質工学科
川畑 真典 君



名古屋大学工学部
材料機能工学科
駒垣 幸次郎 君



名古屋大学工学部
材料プロセス工学科
十河 智彦 君



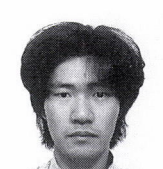
名古屋工業大学工学部
材料工学科
松坂 慶二 君



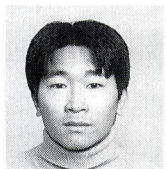
豊橋技術科学大学工学部
生産システム工学課程
大谷 昌弘 君



京都大学工学部
物理工学科
北條 伸彦 君



京都大学工学部
物理工学科
山中 貴光 君



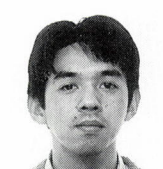
大阪大学工学部
材料開発工学科
茂野 交市 君



大阪大学工学部
材料物性工学科
永瀬 丈嗣 君



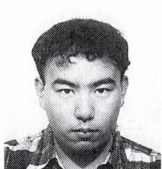
大阪大学工学部
生産加工工学科
斉藤 哲 君



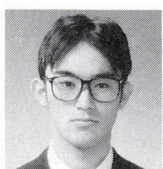
大阪大学基礎工学部
電子物理科学科
中道 孝 君



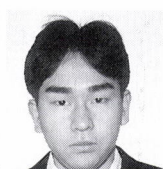
愛媛大学工学部
材料工学科
豊村 学 君



九州大学工学部
物質科学工学科
西平 健 君



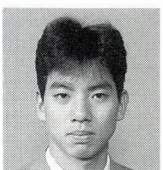
九州工業大学工学部
物質工学科
皆川 直史 君



長崎大学工学部
材料工学科
浜田 幸紀 君



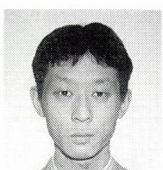
熊本大学工学部
材料開発工学科
青木 敏洋 君



大阪府立大学工学部
材料工学科
瀧川 和明 君



大阪府立大学工学部
機能物質科学科
上山 かつり 君



姫路工業大学工学部
材料工学科
山口 篤 君



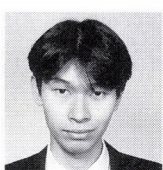
石巻専修大学理工学部
電子材料工学科
桜井 淳也 君



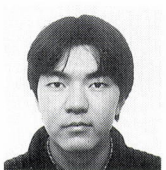
千葉工業大学工学部
金属工学科
花立 要 君



東京理科大学基礎工学部
材料工学科
下野 恵美 君



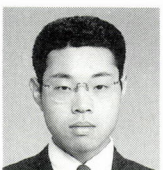
芝浦工業大学工学部
金属工学科
石澤 淳一郎 君



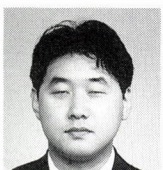
早稲田大学理工学部
材料工学科
大間知 範威 君



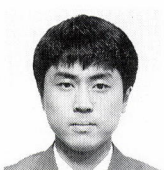
東海大学工学部
金属材料工学科
矢部 洋正 君



金沢工業大学工学部
機械工学科
大武 伸昭 君



帝京科学大学理工学部
物質工学科
小笠原 幸憲 君



関西大学工学部
材料工学科
山口 智宏 君



近畿大学理工学部
金属工学科
大本 祐介 君



帝京大学理工学部
材料科学工学科
尾内 真一 君

ふらむ Vol.3 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1 (株)トライメート 厚板切断火口

2 (株)コベルコ科研 試験分析サービス

3 ユニテック・ジャパン(株)

外径測定システム

4 ヘレウス・エレクトロナイト(株)

迅速FeO測定装置

前5 住友金属工業(株)

エンジニアリング各分野

6 ハルツォク・ジャパン(株)

発光分光分析装置

後1 本誌広告目次

(株)日本エアシステム

幹線増便キャンペーン

後2 大同特殊鋼(株)

企業PR

(株)大同分析リサーチ 試験分析サービス

3 日本電子(株) EPMA

神奈川機器工業(株) 強力磁気フィルタ

4 (財)日本規格協会 JISハンドブック

表3 ジャパンマシナリー(株)

レーザー速度計

表4 日本アナリスト(株) 炭素分析装置

本誌広告取扱 株協会通信社 TEL.03-3571-8291 / 株共栄通信社 TEL.03-3572-3381 / 株スノウ TEL.03-3257-9565
FAX.03-3574-1467 / FAX.03-3572-3590 / FAX.03-3257-9568

東京—大阪線毎日4往復

東京 → 大阪(伊丹)

大阪(伊丹) → 東京

JAS 201便	06:35発	07:35着		JAS 200便	07:40発	08:40着	✓
JAS 203便	08:55発	09:55着	✓	JAS 202便	10:45発	11:45着	✓
JAS 205便	13:30発	14:30着	✓	JAS 206便	16:20発	17:20着	✓
JAS 209便	19:25発	20:25着	✓	JAS 208便	19:55発	20:55着	✓

✓ マークはスーパーシートが装備されています。

幹線増便記念キャンペーン(4/1~7/16)

キャンペーン期間中はマイルレッジが3倍になります(通常は2.2倍)。

JASスカイメリットの会員なら、どなたでも東京⇄大阪線6往復すると、片道が無料になります。
(その他の対象路線につきましては、JASカードセンター ☎0120-4-33283 までお問い合わせください。)

幹線も
さらなる充実!

- 東京—札幌 1日11往復 ●
- 東京—福岡 1日11往復 ●

●ご予約・お問い合わせは、JAS予約センター
イイッバサ
☎0120-5-11283

増便記念得ツアー
(1泊2日)
大阪・神戸 新名所の旅
37,000~68,500円
98年4~6月

JAS
日本エアシステム

そこに大同特殊鋼がいるから。
ほら、ね。宇宙の夢もどんどん近くなる。



私たちは、航空宇宙や自動車、
エレクトロニクス、エンジニアリングなど、
さまざまな分野で未来を拓いています。



本 社 〒460-8581 名古屋市中区錦1丁目11-18 (興銀ビル)
東京支店 〒105-8403 東京都港区西新橋1丁目7-13 (大同ビル)
大阪支店 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋4丁目1-1 (興銀ビル)
<http://www.daido.co.jp/>

分析・試験・調査

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

材料解析

各種材料の
破断原因調査

環境分析

産業廃棄物の分析
工場排水の測定

化学成分分析

鉄鋼、非鉄金属の
成分分析

機械試験

各種材料の強度・
靱延性の試験

腐食試験

金属、ステンレス等の
沸騰試験薬腐食試験

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

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

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

詳しくはホームページまで

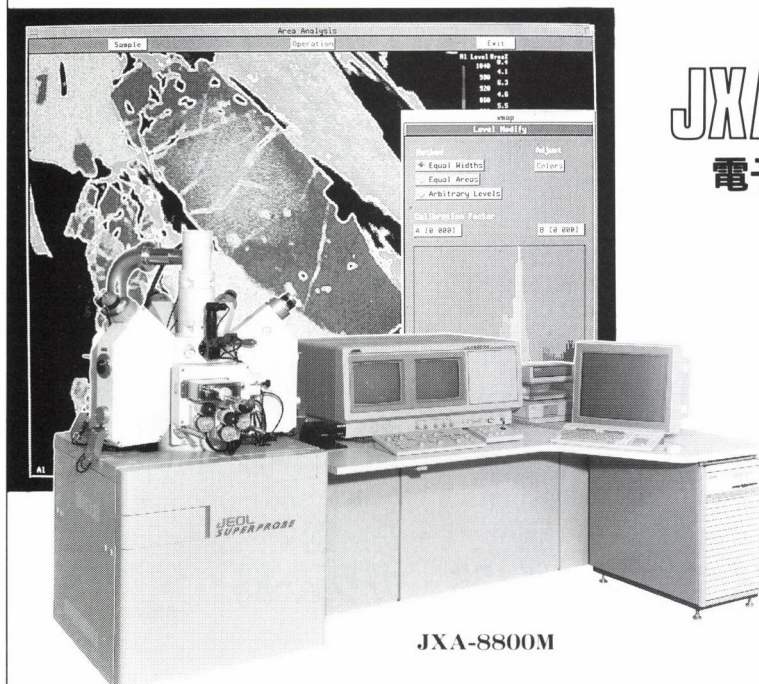
<http://www.daido.co.jp/dbr/index.html>

ご意見・ご感想等はメールで

E-MAIL: webmaster_dbr@daido.co.jp

2001年をイメージした新世代のEPMA

SUPER PROBE JXA-8800/8900 シリーズ 電子プローブマイクロアナライザ



JXA-8800M

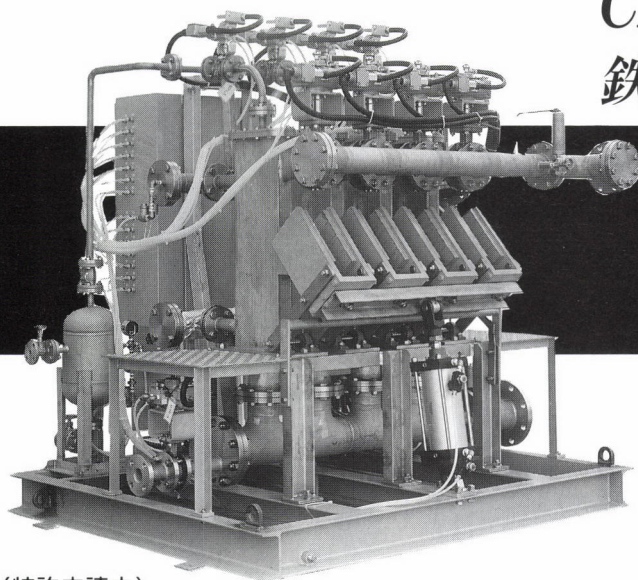
SUPERPROBE JXA-8800シリーズは、電子光学系、試料ステージ、X線分光器、像観察機能などの基本性能を向上させるとともに、最新のマイクロエレクトロニクスやコンピュータテクノロジーをとり入れた拡張性のあるEPMAです。

JXA-8900シリーズは波長分散形X線分光器(WDS)とエネルギー分散形X線分光器(EDS)を一体化させた、日本電子独自のWDS/EDSコンバインドタイプです。

Serving Advanced Technology

JEOL 日本電子

本社・昭島製作所 〒196 東京都昭島市武蔵野 3-1-2 ☎(0425)43-1111
東京事務所/東京支店 〒100 東京都千代田区丸の内3-3-1・新東京ビル ☎(03)3211-8611
西東京 (0425)42-2135・札幌 (011)726-9680・仙台 (022)222-3324・筑波 (0298)56-3220・横浜 (045)474-2181
名古屋 (052)581-1406・大阪 (06) 304-3941・広島 (082)261-3790・高松 (0878)21-8487・福岡 (092)411-2381



(特許申請中)

CAL・CGLでの 鉄分除去はおまかせ下さい!!

最新技術による 強力磁気フィルタ

- 強力永久磁石による高い除去効率
- 高流速逆洗によるメンテナンスフリー
- 逆洗水循環利用による低ランニングコスト



神奈川機器工業株式会社

本社・工場 〒235-0021 横浜市磯子区岡村8-19-1 TEL.(045)761-0351(代)
TEL.(045)753-3800~2(営業部直通) FAX.(045)755-0089
神戸営業所 〒650-0037 神戸市中央区明石町32(明海ビル809号室)
TEL.(078)321-6400(代) FAX.(078)321-6403
E-mail: kanakee@a1.mbn.or.jp



JISハンドブック

4月24日発行 予約受付中

'98年版45冊 全63冊

《1998年版の特色》

- ★ 鋁工業の各業態別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。
- ★ 「プラスチック」を多くの方々のご要望にお応えして、「試験編」と「材料・製品編」に分冊。
- ★ 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 ¥9,500〔7月刊〕	20 接 着 ¥6,500	30 工作機械 ¥10,000	41 金属分析 (非鉄編) ¥8,800	55 情報処理 (ハードウェア編) ¥13,000
1 -1 ** 鉄 鋼 I (用語・検査・試験・特殊用 塗鋼/鋳鍛造品/その他) ¥4,200	11 -1 * プラスチック (試験編) ¥5,500	21 安 全 (産業関連・他) ¥6,200	31 化学分析-97 ¥5,900	42 * 電気計測 ¥8,600	56 情報処理 (ソフトウェア編) ¥11,500
1 -2 ** 鉄 鋼 II (棒・形・板・帯/鋼管/線・二次製品) ¥4,200	11 -2 * プラスチック (材料・製品編) ¥5,500	22 油 圧・空 気 圧 ¥6,800	32 ポンプ-97 ¥6,000	43 熱処理 ¥7,500	57 情報処理-97 (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	12 石油-97 ¥7,100	23 放射線(能) ¥6,800	33 色彩-96 ¥4,854	44 ガラス-93 ¥4,757	58 情報処理 (用語・符号・データコード編) ¥8,500
3 ** ね じ ¥5,800	13 試 薬 ¥8,600〔7月刊〕	24 -1 建 築 (材料編) ¥6,800〔7月刊〕	34 ** 金属塗 装 ¥6,600	45 耐火物 ¥5,000	59 情報処理-97 (プログラム言語編) ¥13,000
4 ** 工 具 ¥8,200	14 * 品質管理 ¥5,400	24 -2 建 築 (試験・設備編) ¥6,800〔7月刊〕	35 標準化 ¥6,600	46 計測標準 (標準物質・基準片/他) ¥4,400	60 情報処理-97 (OSI上位層編) ¥9,200
5 * 機械要素 ¥6,900	15 製 図 ¥6,100	25 生コンクリート ¥4,200〔7月刊〕	36 セラミッ クス-97 ¥7,700	47 ボイラ・圧力容器 (試験/検査/法規編)-96 ¥7,961	61 非 破 壊 検 査 ¥6,200
6 ** 配 管 ¥8,300	16 * 溶 接 ¥6,700	26 土木-97 ¥7,400	37 FAシステム-97 (ロボット・NC・その他) ¥8,900	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-97 (土木関係) ¥5,800
7 ** 電 気 ¥9,500	17 物流・包装-97 ¥8,600	27 * 自動車-97 ¥9,200	38 紙・パルプ-97 ¥5,000	53 ク リ ー ム ¥4,500	64 適合性評価 ¥3,700
8 * 電 子 (試験方法/ オプトエレクトロニクス編) ¥9,500	18 図記号 ¥6,200	28 ** 機械計測 ¥5,700	39 光学-97 ¥6,000	54 織 維 ¥5,800	65 製品安全 ¥3,600
9 * 電 子 (部品編) ¥7,600	19 ゴ ム ¥8,400	29 * 塗 料 ¥6,500	40 金属分析 (鉄鋼編) ¥8,200	* □ (アミ) のかかった既刊本は1998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('98年版)刊行予定 * ★印は英訳版発売中 * No49、50、51、52、63は欠番です。	

財団法人 日本規格協会

〒107-8440 東京都港区赤坂4-1-24

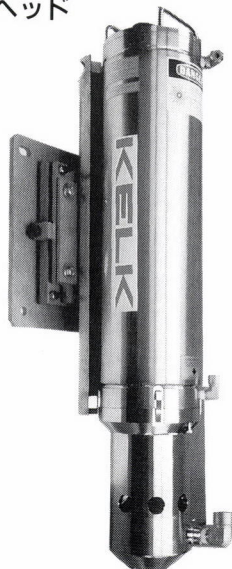
TEL (03)3583-8002
FAX (03)3583-0462

KELK
Sensors for Rolling Mills

ケルク社(カナダ)

ACCUSPEED レーザー速度計

光学ヘッド



コンパクトな一体型の
エアージャケットと水冷ジャケット
モデルASD2100A

エレクトロニクスユニット



防水、防塵、冷却用
エアージャケットと水冷ジャケット
モデルASD2100B
モデルASD2100C
モデルASD2100D



アキュスピードレーザー速度計は、ケルク社(カナダ)の鉄鋼用測定機の長年の経験と実績を生かして、今回新開発した非ドプラーレーザー速度計です。

■仕様

- 半導体可視レーザー(30mW)
- 精度 $\pm 0.02\%$
- 測定距離(2100mm)
- ユーザーアクセスプログラムの完備
- 取り付け位置により4タイプ用意

■応用例

- 長さ測定
- マスフローコントロール
- 先進率計測
- クロップシャートラッキング
- 表面検査トラッキング
- 連铸コントロール
- ストリップ形状(幅計と組み合わせ)
- 板幅コントロール

★御問合せは下記までお願いします。

ケルク社(カナダ)
日本総代理店



ジャパンマシナリー株式会社

JAPAN MACHINERY COMPANY

JMCハイテックセンター

システム営業二部	〒144-0046 東京都大田区東六郷2-4-12	TEL03-3730-6061(代表) FAX03-3730-3737
広島支店	〒730-0017 広島市中区鉄砲町8-18	TEL082-221-8871(代表) FAX082-228-8660
神戸営業所	〒650-0032 神戸市中央区伊藤町119	TEL078-332-6391(代表) FAX078-332-6393
本社	〒104-0061 東京都中央区銀座8-5-6	TEL03-3573-5261(代表) FAX03-3571-7865

米国 LECO 社製 WC-200

— 最新型 —

炭素分析装置

高炭素含有量域の精度向上

分析対象物質：各種セラミックス・耐火物(SiC、TiC)
鉄、鉄鋼、フェロアロイ、非鉄金属、鉱石、触媒等



本体寸法／W700、H775、D600mm

製造プロセスの工程管理や製品の品質管理に威力を発揮します。

■ 広く高精度な分析範囲

測定範囲：40ppm～4.0% (1 g 試料)

測定範囲は、試料重量を変えることにより広がります。

分析精度：20ppmまたは0.15%RSD

(いずれか大きい方)

■ 分析時間 3 分以内

■ 高周波燃焼法/赤外線吸収方式

姉妹炭素分析装置

IR-412型

高感度(0.1ppm)分析用

C-400、C-200型

ルーティン分析用

日本国内では、日本アナリストの定評あるサービス態勢がLECO分析装置の精度・信頼度を一層高いものにしています。
本社(東京五反田)には、常設展示場と分析研究室があり、分析技術のご相談を承っております。



日本総代理店

日本アナリスト株式会社



ISO-9001
No. FM 24045

(BSI - British Standards Institute)

本 社 〒141-0031 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 〒560-0023 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 〒804-0003 北九州市戸畑区中原新町2-1(北九州テクノセンター) ☎(093)884-0309 FAX(093)873-1190