

UDC 669.1.001

展 望

これからの鉄鋼研究をどう進めるか*

長 嶋 晋 一**

A Future Trend of Research and Development in Steel Industry of Japan

Shin-ichi NAGASHIMA

1. ま え が き

私はこれまで企業の研究所に籍をおき、企業の長期的発展と利益のためには研究開発をどのような方向に進めるべきかを考える立場にあつた。限られた人員で、現場との接触をつづけその支持をうけながら、長期中期の展望のもとに目標をたてすぐれた研究成果をあげていくことのむつかしさを体験してきた。このような立場にあつたので、会社の内外のいろいろな階層の人からいわゆる研究管理に関連する質問をうけることが多かつた。それらの質問の中でも、若い熱心な研究者からの、役に立つ研究をしたい、どんな研究が鉄鋼業には役に立つのか、鉄鋼業は現在どのような研究テーマを必要としているか、という種類のものが最も多かつた。

私自身も 20 年前に大学の研究室にいて学位論文を書き上げたあと、“これで自分のための研究は済んだ。これからはお役に立つ仕事をしよう”と考えた。そうしてそれまでの研究の経験が活かせ、面白くてやりやすく、しかも実用的な研究がないものかとテーマ探しに苦労した思い出があるので、上のような質問を下さつた人達の気持はよくわかるつもりである。

当時は立場上きわめて一般的な当たりさわりのないお答しかできなかつたが、今回は大学、産業界の若い研究者の皆さんに話しかけるつもりで、上述の質問に答えながら今後の長期的な鉄鋼研究の方向について述べてみよう。

2. 役に立つ研究とは

“役に立つ研究”をしたい、“役に立つ研究をしろ”と言う人は非常に多い。この言葉は“役に立たない研究をしている人がいる”と思つている人が多いということを示している。

また応用研究や開発研究に対する基礎研究やアカデミックな研究があり、こちらの方は余り役に立たない趣味的な研究であると思つている人も極めて多い。

ところで、昨年アメリカから BARDEEN 博士が日本へ来た。この人はトランジスタの研究で SHOCKLEY 博士とともにノーベル賞を受賞した第一流の科学者であるが、来日の機会に“科学研究と産業の発展”という題目の講演をされた。同博士の言葉をかりて“役に立つ研究”はどんなものかを考えてみよう。

先ず、イノベーション——革新的な発明発見——が生まれるための要因は次のようなものである：

- ① 社会的ニーズがあること
- ② それを解決する方法が理論的には可能なことがわかっていること

この条件がそろつているときは、その目標に向つて科学的研究を着実に進めていけば革新的発明は必ず生まれるという。

ノーベル賞受賞後の記者会見のとき、“トランジスタは科学的研究の過程で偶然に生まれたのか、よく計画された研究によって生まれたのか”という質問に対して、SHOCKLEY 博士は、“よく計画された科学的研究の途中で偶然に生まれた”と答えた、という話が伝えられているが、研究についての博士らの姿勢を示した味わいのある言葉である。

さらに BARDEEN 博士は科学的研究——われわれは基礎研究 (fundamental または basic research) と言うはずのものをなぜか博士は scientific research と言つてゐる——つまり現象についての理解の研究は決して応用研究や開発研究と対立する概念ではない。応用を念頭においても真理を追求する研究はあり得る、と力説する。そして目的を持った研究は、時には結論を急ぐあまり科学的研究を怠つて途中で重要な現象を見逃がし、誤つた対策をとつて試行錯誤をくり返しかえつて時間と費用の浪費を招くことがある、と警告している。

また、科学的研究はその結果が直接的成果に結びつかない場合でも大きな間接的效果が得られるものだ、とも言う。この間接的效果を活かすか殺すかは、むしろ研究管理者の能力によるのであるが、研究者自身も“転んで

* 昭和 52 年 9 月 2 日受付 (Received Sep. 2, 1977)

** 横浜国立大学工学部 工博 (Faculty of Engineering, Yokohama National University, 2-31-1 Ōoka Minami-ku Yokohama 232)

もただでは起きない”執念を持つことが大切であろう。

ここでさらに私の考えを補足するなら、“役に立つ研究”かどうかは研究の姿勢による。いかに立派な研究テーマでも研究の進め方を誤ると長い目で見たときの大きな成果は得られないし、仮りに適切でない研究目標が与えられても人まねでないユニークな研究を着実にこなうならその結果は必ず役に立つものである。

2. 研究の歩留りをあげるには

もう少し現実的な話をしよう。上述の話に間違いはないが、世の中はそれほど悠長ではない。いくら立派な研究でも間接的効果だけではやはり具合が悪い。折角研究をするからには少しでも早く役に立つ研究をしたい。研究の歩留りを上げる方策はないものか、という質問について考えてみる。

研究開発のマネジメントにとつても、いつごろどの位の確率でどの程度の成果が得られるか、との見通しを持つて研究目標の設定をすることが望ましい。

ものの本によると、これまでに新しい技術が育つてきたパターンには次の二つがある³⁾。

(1) ニーズ先行型

(2) シーズ先行型

以下これらについて説明を加えてみよう。

(a) ニーズ先行型の研究

社会的ニーズに触発されて革新的大発明が生まれることは上に述べた通りであるが、研究目標の設定にあたってただ受身で待つていてもニーズは棚から落ちてはこない。最近では未来予測に関する技術が次々と発表されている。これについては後で述べるが、それらの技法を使いあるいは最近公表されている多数の技術予測結果についての報告や記事を参考にして社会的ニーズに関する長期的見通しをたて、それに対応して目標を設定することが大切である。

こうして確実なニーズが見つかり、それを解決するアイデアなり見通しがあればめでたしめでたしであるがもしそれを解決する糸口もつかめないときはどうしたらよいか。最近私は鉄と鋼の特集号¹⁾を参照しながら我が国の鉄鋼技術の進歩についてレビューした²⁾が、その中で研究者にとつても“温古知新”ということが大切であると述べた。つまりある技術に代替する新しい技術を育てるためのアイデアがほしいときには、その技術が主流を占めるに至った歴史を調べなおすことが早道である。その歴史の歩みの中で、今日われわれが思いつくようなアイデアは大てい誰かが先に思いつき試みているものである。残念ながらその時代にはニーズに合わない点があったり経済的に引き合わなかつたりしてふり落されている。陽の目を見ずに埋もれているそれらのアイデアや研究成果を掘り起こして、現在の資源事情や経済的背景、あるいは周辺技術の進歩した現状などを考慮

して再検討すると、敗者が復活する可能性はかなり大きいと言つてよい。

以上をまとめると、長期的技術予測に基づいて社会的ニーズを探索し、確かなニーズをとりあげて大胆に研究目標を設定すること。目標ができたなら、とらわれない柔軟な思考によつてその解決策を考えること。よい対策が思い浮かばないときには、それに関連する先人の業績をさかのぼつて学びなおすことである。

(b) シーズ先行型の研究

この型の研究では、科学研究によつて新しい現象を発見し、それを新技術に結びつけた原子力、トランジスタ、ゼロックスなどのような革新技術の開発の例がまず思ひうかぶ。

一方これとは別なタイプの例としては、最近わが国で開発された薄鋼板の連続焼鈍技術を挙げたい。それまでの方法は、冷延した薄鋼板をコイルに巻きとり、コイルをバッチ式炉で焼きなますのであるが品質の場所的不均一が生ずるのを防ぐため、徐加熱、長時間の保熱、徐冷によつて温度むらが生じないように細心の注意をはらうので 10 日間の熱処理時間を必要とした。基礎研究の結果その薄鋼板の軟化焼鈍のための所要時間は数分間に短縮する可能性が見出され、連続焼鈍設備の実機化の見通しが得られたのである。

連続焼鈍というアイデアはすでにブリキ原板については行なわれているので、先進技術の移行（トランスファー）と見る人もいるが、私は研究の結果生まれたシーズによつて開花した技術とみる方がよいと思つている。

先進技術のトランスファーのよい例としてはアメリカの 3M 社の技術開発が挙げられる³⁾。この会社はよく知られているスコッチテープ、接着剤、サンドペーパー、磁気テープなどテープと接着に関するすぐれた技術を持ちこれに新しいアイデアを盛りこんだ新製品を作つて次々と新市場を開拓してきた。この技術トランスファー方式は全く新しい技術を開発する場合とくらべると、苦労は少なく当りはずれの少ない、極めて歩留りのよい方式であるといえる。

以上のように、シーズ先行型の研究は

①発明発見型研究の成果を展開するもの

②技術の進んでいる他部門、異種企業の技術を採り入れる受け身の技術トランスファー

③すぐれた技術にアイデアを付加して新製品を開拓する積極的技術トランスファー

などに分けられる。このような研究開発のパターンは、一つの技術が発展し波及する過程で変つていくこともある。たとえばコンピュータの発達歩みをたどつてみると、真空管方式からトランジスタ、IC、LSI と新技術が導入されるたびにその機能は小型化、高速化の方向に大幅に向上して、製造業における工程の自動化から、受注-生産-出荷を通じての一貫管理をする全システム化に

まで発展したのは①のタイプに属する。

またこの技術はサービス産業に技術トランスファーされて、銀行のオンライン化、航空券、乗車券をはじめとする各種商品の自動販売からパチンコの全自動化にまで波及しているのは②のタイプと言つてよい。③の技術トランスファーの好例は計算機の小型化にむかつたことである。ポケット電卓の超小型化と高性能化の方向で次々と新製品が出現し、小型電卓が研究室の財産であつた時代から個人の所有の時代に入り、今では小学生までが1人1個を持つまでに市場が拡大された。

この項ではシーズ先行型研究の面白さを述べた。ある研究成果が適切なニーズに結びつく大きな技術に成長し、さらにその技術のトランスファーがはじまると次々とニーズを探しアイデアを生み出して一人歩きをはじめめるものようである。

3. 今後の技術の動向は

技術の進歩の動向を見定めるのは未来学の領分である。最近未来予測、技術予測に関しては多数の手法が発表されている。それを大別すると次のようになる。

①直観的予測手法 これにはブレイン・ストーミング法、創造性工学的手法、SF（空想科学小説）の利用などがあるが、最も高く評価されているのはデルファイ法である。シナリオ・ライティング法も含まれこの手法も広く用いられている。

②探索的予測手法 過去から現在までの資料をもとに傾向をつかみ、それを未来に延長して可能性を探る手法である。この代表的なものは外挿法であるが、このほかに歴史的類推法、包絡線法、シミュレーション法などがある。

③規範的予測手法 上述の探索的予測手法が“こうなるであろう”という予想のもとに未来の可能性を探ったのに対し、この手法は“こうあるべきだ”という未来社会に必要なニーズ、目標、価値などの規範的なものを設定することから出発して可能性を分析するものである。ニーズ研究、システムズ・アナリシス、ネットワーク手法、マトリクス手法、関連樹木法などがある。

④フィードバック的手法 たとえば探索的手法と規範的手法を循環的に組み合わせ、その間で情報のやりとりをしながら未来を探ろうとするものである。

これらの手法に基づいて、これまでに多くの未来予測に関する報告が発表されてきた。その中でも1972年に発表されたローマ・クラブのレポート“成長の限界”はジャーナリズムを賑わし、それ以来地球および人類の未来については悲観的見方が強くなっているが、対応策を盛りこんだ楽観論も少なくはない。紀元2000年が近づくにしたがって未来論議はますます活発になりつつある。

わが国においてもこの種の調査は各所で行なわれてい

るが、最近私が興味深く読んだのは“2000年の日本の社会・経済フレームワーク”というレポート⁴⁾である。紙数の関係でその内容をここに紹介することはできないが、羅生門法によつて、互に矛盾することもある多様な意見をとり入れながら統一のとれた将来像についてシナリオを展開したその手法と、オリジナルな結論は注目すべきもので一読をおすすめしたい。

このような社会・経済、そして技術の動向の展望に関しては、われわれ各人が上述のようなすぐれた機関あるいは個人のレポートを読むことも大切であるが、多数の人が各階層ごとに、またあるときは階層をこえて来未の展望についての意見を交換する場を数多く持ち、共通の理解をひろげることが大切である。

その意味でここでは先ず今後の技術が直面するであろう問題点を指摘してみる。

(1) 大量生産によるコスト・メリット追求方式は技術的にも経済的にも行きづまろうとしている。

(2) 地球の資源の有限性の認識がひろまり、再生不能な資源について人類の将来の問題としてどう対処するかを考えるべき時期がきている。

(3) 巨大化した技術が生ずるマイナスの効果が表面化しようとしている。（たとえば公害、環境問題、大量過密輸送の重大事故発生危険など）

(4) 価値観の転換（たとえば大量生産大量消費経済への反省、生き甲斐論議など）

これらの問題を鉄鋼技術に関連してはどのように対処するかは次節で論ずることにする。

4. 鉄鋼技術の今後の動向

鉄鋼業の未来予測についても多数の調査がある⁵⁾⁶⁾が、ここでは戦後のわが国の鉄鋼技術の発展をふり返つてその延長線上でたてた予想²⁾を基に、上述のレポートを参考にして今後の技術の進歩の方向についての私見をまとめてみた。

大きく分けると次のようなテーマが挙げられる。

(1) 製造プロセスのトータル・システムとしての見直し

(2) 鋼材を使用する側の価値観の変化についての対応

(3) 再生不能な資源節約の観点からの見直し

(4) リサイクル・システムの検討

(5) 環境対策

以下これらのテーマにしたがつて簡単な説明を加えることにする。

(1) 製造プロセスのトータル・システムとしての見直し

原料事情の悪化に伴つて製鉄、製鋼における操業は年々きびしくなるが、製品の品質の低下は許されない。そのため今後は鉄鋼製造の各プロセスにおいて、前工程の

問題点をどう受けとめるか、自分のプロセスの問題点が後工程にどのような影響を及ぼすかを考慮しながら操業することが必要になる。したがって、時には全体としてのバランスや効率が優先することによつて、個々のプロセスだけを見ると成績が低下する場合もあり得る。そのためにはエネルギー、歩留、生産性、品質などいろいろな観点から総合的な検討が必要になってくる。

(a) システム全体の経済性を見直し

たとえば、高炉操業においてコークス比を下げるために重油を使うと、重油中の S 含有量に応じて溶銑中の S 含有量が増加する。それを防ぐためにコスト高な低硫重油を使うか、コークス比を少し上げて重油の使用量を減らすか、あるいはかまわず重油を使つて溶銑の脱硫を強化するかをきめるには総合的なコストの検討がいる。

また、製品の品質に影響を及ぼす各種不純元素についても、その含有量をどの程度に抑えるか、そのための不純元素の除去は原料処理、製銑、製鋼などの各プロセスのどの段階で行なうのが全システムを考えたとき最もコストが低いか、技術的に安定かなどを総合的に判断することが必要になる。

またこれまでは大型化および高速化による量産のコスト・メリットを計ることが技術開発の一つの指針であったが、それは技術的にも経済的にも限界に達しようとしている。今後の鉄鋼需要の伸びを考えると、生産設備の稼働率はかなり低いまま推移することが予想される。したがって減産に耐える操業態勢の検討や、新設備の計画においても建設および操業コストはもちろん総合的に不況に耐えられることを前提にした検討が必要で、このような要請に対応できるハード、ソフト両面の研究が行なわれなければならない。

(b) エネルギー節約

製鉄業は典型的な資源、エネルギー多消費型産業であるので、これまでもコスト削減の要請からエネルギー節約を一つの目標として不断の努力を重ねてきた。その結果わが国の鉄鋼業は鉄鋼先進諸国と比較しても格段の高水準にある。現在の操業条件では技術の極限に達していると言つてよい。

しかし今後はさらに思い切つたプロセスの省略や、低落差エネルギーの利用など、現行プロセスにとらわれない発想に基づく新技術が出現する可能性がありそうに思われる。その意味で関連のない産業の革新技术、たとえば連続製鋼法や板ガラス製造における“フロートガラス”などの出現は参考にならないものであろうか。

(c) 連続化と直接化

上述のような生産のトータルシステムを経済性の面から考えると、これまでの技術の進歩を推進してきた思想から大型化と高速化については赤信号が出たが、連続化と直接化の原則は今後も残つていくであろう。

工程の連続化は特に鉄鋼業においては省エネルギーの

観点から重要である。これまでにストリップの熱間および冷間でのタンデム圧延、さらにコイルを走間で溶接しながらの連続圧延、形鋼の連続圧延、連続鑄造、連続焼鈍などが開発されてきたが、今後も連続製鋼法の成功につづいての連続製鋼や、連続鑄造鋼片の直接圧延、さらには熱間圧延した厚板の直接焼入れなど工程の連続化が進められるであろう。

直接化は工程の省略によつてエネルギーおよび労力を節約し材料の歩留りを向上させる最善の方法である。鉄鉱石の還元による直接製鉄法は、小規模ながらすでに確立された技術として見てよい。上述の連続鑄造鋼片のオンライン直接圧延技術は現在開発研究がすすめられているが、近い将来は固液共存状態の圧延まで進められるであろう。また別な発想に基づく溶鋼から直接鉄鋼製品を作る技術が生まれる可能性もある。

また鋼板を切削加工して機械部品を製作する方式から材料歩留りのよい非切削加工技術も大幅に進歩すると思われる。すでに粉末冶金や高度のプレス成形技術があるが、さらに高エネルギー加工による新成形技術や部品の直接型鑄造技術が出現することも予想される。

(d) プロセスの機能を活かした冶金学

これには①ユニットプロセスを効果的に利用する精錬技術と、②プロセスの機能を利用した材質制御法とが考えられる。

①精錬技術 転炉の炉内反応は脱炭が主体であることが理論的に解明されてから、脱硫は溶銑の予備処理によつて行なわれるようになった。このようにして精錬のユニットプロセスが解明され、溶銑やフェロアロイの精製、脱ガス処理まで精錬の前後工程を見きわめ、鋼材からの要請を考慮して経済的にかつ最も効果的に不純物をコントロールするという考えの下に研究が行なわれる方向にある。この動きは将来、連続製鋼あるいは新しいタイプの精錬設備に発展することも考えられる。

②材質制御法 これまでの圧延設備は製品の形状を作るために使われてきた。これは当然のことであつたが、鋼片をクロス圧延をすると厚鋼板の靱性が向上し、薄鋼板は熱間圧延、冷間圧延、焼なましの条件の組み合わせをコントロールすることによつてプレス成形性が向上することなどが明らかになるにしたがつて、圧延プロセスの機能を解明しそれを利用して材質を向上させようという考えが生まれた。この考えを促進したのは含 Nb 高張力鋼である。この鋼は圧延ままで高強度、高靱性を持つが特に熱延仕上り温度を低くすると性能が向上することから、コントロールド・ローリングの研究が行なわれ今では熱間圧延の全プロセスの圧下スケジュールを制御して材質を向上する方策がとられるに至つている。

今後は鋼種に応じて（塑性変形量と温度を考慮した）加工と熱処理の組み合わせによつて組織、結晶粒度、集合組織をコントロールし、これによつて機械的性質を向上

させる研究が一層進展するであろう。また加工プロセスの制御は造塊、分塊、連続鑄造などの前工程にまでさかのぼって行なわれることになると思われる。またこれらの研究の成果は鑄造から圧延へのプロセスにフィードバックされて新しいプロセスの提案にまで発展するかも知れない。

(c) テロテクノロジー

これはいささか耳新しい言葉であるが、設備を大切に使う技術という意味を含んだもので、イギリスで提唱され欧州で広く取り上げられている。鉄鋼業は代表的な装置産業であつて、全設備が事故を起こさず最高の性能で稼動することがコスト低減の最良の策であり、その意味でも設備保全技術には今後一層重点をおいて研究をすすめるべきであろう。このテロテクノロジーには

- ① トライボロジー
- ② 使用環境における材料強度学
- ③ 設備診断技術
- ④ 設備寿命予測

などが含まれる。

トライボロジーは摩擦、摩耗、潤滑など相対的に運動している物体の界面に関する現象を取り扱う境界領域の学問であり、使用環境における材料強度学というのは疲労、クリープ、遅れ破壊、応力腐食割れなどのように時間、温度、環境雰囲気が総合的に影響を及ぼすときの材料強度に関するものを総称した研究分野である。

設備診断技術とは装置の健全性や欠陥発生の有無を判定する技術で、非破壊的検査でかつ装置を止めずに使用状態で判定することが望ましい。設備寿命予測も損耗を生じている装置をどの時点まで安全に稼動させられるか、どの時点でどの程度の補修をするのが経済的かを、同じく非破壊的に稼動状態で推定することが望まれている。

イギリスで考えているテロテクノロジーは、さらに進んで、ある設備が建設されてからリプレースされるまでの1サイクルを通じて、故障が少なくまた事故が発生したときの被害を最小にするための機能まで含めた、トータルシステムとしての経済性を考慮したもののようで、われわれの目標もこの方向が望ましい。

(2) 需要家の価値観の変化への対応

—信頼性の向上—

近代技術の進歩に伴って巨大化、高速化は生産設備だけでなく建造物や交通・輸送など市民生活に直接関連のある分野にまでひろがっている。したがっていつたん事故が発生すると、その直接間接の被害の大きさ、波及する範囲の広さは、たとえば原油の貯蔵タンクの破壊事故を考えてもわかる通りである。

このような背景から材料の信頼性、品質の保証についての要望は今後一層強くなるであろう。造船業の好景気のために要望されていた極度の高能率溶接のための片面

1パスで溶接可能な鋼板よりは多少能率は低下しても溶接部の強度、靱性の低下の少ない鋼板と溶接法へ、という高能率、省力化から安全性優先への考え方の変化もこの線に沿ったものである。溶接性だけではなく、成形性、切削性についても能率最優先の考えは後退しつつある。

また破壊事故例を教訓にし安全性の面を併せ考えて、材料の特色を活かし適材を適所に使おうという機運が高まりつつあるように思われる。

(a) 品質の保証

品質の保証は、これまでは注文主または加工メーカーから出される仕様に対する保証だけで足りたが、今後は構造物として造られた後までも構造材料としての機能を保証することを要請される趨勢にある。たとえば万一構造物が破壊した場合はその部位にある材料の潜在的欠陥の有無についての責任を追求されることもあり得る。したがって次のような事項が重要である。

① 材質の非破壊的測定技術：全面、全数の検査が望ましい

③ 材質欠陥、非金属介在物、疵などの許容限度の定量的評価

③ 疲労破壊、遅れ破壊、応力腐食割れなど使用環境における破壊に対する安全性の評価

④ 製造条件の変動や内在する欠陥の影響を受けにくい鋼材の研究

(b) 加工性に関する要請への対応

ここでは溶接性、成形性、切削性について述べる。

①溶接性 溶接技術については今後とも熟練作業者の確保が困難であるから、いかに他の特性が良好でも溶接性の悪い鋼材は歓迎されない。軟鋼並みとはいわないが溶接性のよい鋼材の開発、熟練作業者の不要な溶接法の開発が望まれる。

また溶接継手部の残留応力や応力集中の少ない工法の検討も必要である。さらには溶接熱サイクルに敏感でない鋼材、かつてのMB鋼のような、の研究が行なわれてほしいものである。

②成形性 高張力薄鋼板でははじめ降伏強度が低く、成形加工後塗料を乾燥させる温度の時効によつて強化するものが開発されている。同様な考え方で、厚鋼板でも熱間または温間の成形を利用した強化法が考えられる。

また薄鋼板ではプレス成形によつてある形状のものを作るとき、塑性変形の経路によつて二次成形性が影響をうけるので今後も新成形法に関する期待がもてる。

③切削性 Pb 快削鋼の作業環境に及ぼす有害性の問題から Ca 快削鋼が開発されているが、特性には相違があり新しい型の快削鋼の伸びる分野が残されている。

④冷間鍛造性 省力化、生産性向上、材料の歩留の向上など種々の点でメリットが多く、材質および鍛造技術の両面で研究が期待されている。

(c) 材料の選択と規格の標準化

以上に材料を作る立場からの問題を述べたが、さらに材料を使う立場からもその長所を活かし短所を補う使い方を研究することが一層必要になってくる。特に、静的強度がすぐれていても、応力集中、応力腐食、腐食疲労などは使用環境が不明なときは安全性の評価もできない。

使用環境に対応した材料の選択およびその適切な使用法の検討を組織的に進めるとともに、材質ならびに使用条件についても規格化を検討することが望まれる。

(3) 再生不能な資源の節約

資源、エネルギーの節約については今さら述べるまでもないが、項目だけ挙げてみよう。

① 未利用資源の利用：低品位資源の活用や産業廃棄物の利用を含む

② 高エントロピー・エネルギーの利用：最近発表された濃度差エネルギー機関などには低落差エネルギーの利用法が開ける可能性がある。

③ 材料および製品製造の直接化：これについてはすでに(1)cに述べた。

④ 材料および製品の規格化、標準化：上述(2)cとも関連がある。

⑤ 防食技術の開発と普及：構造物および設備、機械の寿命の大半は腐食によって左右されている。材料の選択と表面処理や塗装などの組合せによるトータルシステムでの検討が必要である。

(4) リサイクル・システム

資源を持たないわが国では、長期的視野に立ち国民的コンセンサスに立つて資源の総合的リサイクルシステムを検討することが大切で、われわれが関連する分野ではどのような貢献ができるかを今から考えておきたい。

(5) 環境対策

企業防衛のための受け身の環境対策から、地域社会と共通の目的を持った環境創造にまで進展しつつあり、各方面で論ぜられている問題であるから、ここでは省略する。

む す び

戦後のわが国の鉄鋼技術の進歩のあとをマラソンレースにたとえた人がいる。何とかして先頭集団に追いつこうと夢中で走っているうちにどうにかトップグループの中に入りこめた。そして気がついたらそのグループの先頭を切つて走っている。前方にはもう誰も走っている人が見えない。ところがマラソンと違って研究開発の競争ではこれからどこを目ざして走つてゆけばよいのか誰も教えてくれない。後方からは追いかけてくるグループの足音がきこえる。方向を少しまちがえても、ちよつとペースを緩めても、たちまち追いつき追い越される……

確かに今日日本の鉄鋼技術は世界のトップレベルにある。先輩の努力によつて勝ちとつたこの技術の優位を維持してゆくためには、戦後の世界の技術が転換期にある今こそが最も大切な時期であるように思われる。現在の鉄鋼をとりまく環境変化を見極め、今後の進むべき方向について、基礎から開発までの幅広い分野にわたる研究者、技術者が論議を重ねて共通の認識を持ち、それぞれの分野で着実な研究開発の歩みを進めることが将来の大きな発展につながる道であろう。

文 献

- 1) 鉄鋼技術の進歩：鉄と鋼，61 (1975) 5, p. 443
- 2) 長島晋一：製鉄研究，(1976) 289, p. 2
- 3) 牧野 昇：未踏技術時代 (1976)，日本工業新聞社
- 4) 総合研究開発機構，日本経済研究センター：2000年のエネルギー需要・供給分析の基礎となる社会経済フレームワークの研究 (1975)
- 5) たとえば IISI：プロジェクト '85 (1972)，産業構造審議会：1970年代の鉄鋼業およびその施策のあり方 (1973)，ECE：1985年までの鉄鋼消費，生産，貿易予測と1990年の展望 (1975) など
- 6) 河野 力：鉄鋼業の将来とその課題—特に経済的側面よりみた技術的諸課題—：鉄と鋼，63 (1977) 1, p. 154