

展 望

UDC 543 : 669.1

鉄鋼分析に想う*

池野輝夫**

An Expectation for Iron and Steel Analysis

Teruo IKENO

1. はじめに

今回誌『鉄と鋼』にて鉄鋼分析特集号が発行されることは本誌として始めての企画と聞いておりますが、鉄鋼分析関係者にとって日頃の努力を会員諸氏にご理解いただく機会を与えられたことは誠に同慶に堪えない所であります。今日の日本の鉄鋼業の隆盛をふり返つて見ると鉄鋼分析技術はわが国の鉄鋼業を支える技術の中で極めて地味な技術の部類に入りますが、その発展の歴史は鉄鋼業の発展の歴史と不即不離の関係にあつて鉄鋼の生産量や品種が増大し新しい鉄鋼技術が開発されるに伴つて分析方法の迅速化や分析精度の向上、分析適用範囲の拡大を促し、反面分析技術の進歩によって新たな鋼種を拡大し材料の研究を促しあるいは新しい生産管理システムの確立に寄与するなど幅広い生長を遂げてきたのであります。またこの間にあつて鉄鋼分析技術の長足の進歩が鉄鋼と関連ある種々の分野、時には一見無関係と思われる分野までもの分析技術の発展に貢献している例は数多く知られている所であります。この機会に鉄鋼分析技術のこれまでの進歩の跡を顧みこれを取りまとめておくことは分析技術が典型的な積み上げの技術史であれば、将来の新しい方向づけにも参考になり特集号の意義は一層深いものになると思います。

環境問題から始つて、石油に大きく依存する産業エネルギー問題、さらには資源の問題など多くの重要かつ困難な問題が、戦後の日本を立ち直らせここまで成長してきた日本経済の行く手ははつきりした姿で浮上してまいつた中であつて、今日ほど企業の社会的責任が論議される時代は過去には余りなかつたと思います。その意味では今日の産業界は第2次産業革命とも言える状況にあるといつても過言ではないと思います。高度の生産性の追究によって生じた種々の歪を是正し、社会活動と一体化し、社会の福祉に寄与することが企業の本来あるべき姿だと思います。鉄鋼業にたずさわる技術者としては快適

な生活環境の保持の技術確立を達成し、ますます大型化し近代化する種々の鋼構造物に必要な良質の安全性の高い鋼材を安定して供給することこそ我々の責任でなければなりません。それはより濃密なより高度の分析技術の確立が要求されることは言うまでもなく、鉄鋼分析技術者の一層の自覚が求められ従来よりももつと広範囲の活動が期待されるゆえんであります。

多量の資源を外国より輸入し加工製品を外国は輸出しなければならぬ日本にとって前述の課題は単に国内だけのものではなく海外にもそのまま当てはまることであり、日本の鉄鋼技術、鉄鋼製品が世界で信頼されてこそ調和された国際化時代に適応できるでしょう。すでに活発な活動の推進されている国際標準化機構 (ISO, International Organization for Standardization) の各技術分野の中で鉄鉱石は日本がその幹事国を引受けている唯一の分野であり、鉄鉱石のサンプリング・化学分析・物理試験・粒度試験の各部門で日本が積極的な活動を行ない関係各国より評価されていることは良く知られている所であります。同じ国際標準化機構の中にある鉄鋼の分野でも日本が関係諸国と密接な協力を取りながら化学分析を始め多くの作業部会で活躍していることが日本の鉄鋼技術を認識してもらう上で大いに役立つことは当然でしょう。私が鉄鋼分析技術者に常日頃広い視野と世界に通用する技術の開発をお願いする理由もここにあります。

2. 鉄鋼分析技術発展の歴史を追つて

鉄鋼の5元素の分析と言う言葉で理解される時代は戦前から昭和25年頃までを指し、分析法で言えばすべて重量法・容量法がその主流をなしていた時代でありま

* 昭和49年2月21日受付 (依頼展望)

** 日本鉄鋼協会共同研究会鉄鋼分析部会部会長
日本鉄鋼協会鉄鋼標準試料委員会委員長
新日本製鉄(株)製品技術研究所 理博

す。もちろん高炉も日産 500~1 000 t, 転炉はなく 100 t 前後の平炉が鋼の主要生産設備であった時代のことであります。特にこれといった分析装置もなくひとえに分析工といわれる人達の経験と熟練によつて C, Si, Mn, P, S の 5 元素が分析された時代で、現在の技術内容と対比して見るとあらためて 20 年の技術の進歩のすばらしさに目を見張るばかりであります。ここに見落してはならない大事なことがあります。それは今日の鉄鋼分析技術の進歩をもたらした世界に誇り得る技術を築き上げた人達がこの頃より育ち始めてきたことでありましよう。その重要性はいつも口にはされながら、ややもすると鉄鋼技術の片隅に置き忘れられかねない分析技術を自ら体験してその問題点を掴んだ人や分析技術の学問的な掘り下げの必要性を認識した人によつて鉄鋼分析発展のための新しい土壌が作られ始めた大事な時と言うことが出来ます。

鉄鋼分析が急速にその力をつけていった時代がこの後に続く 10 年間と言うことができます。磨薄板の連続冷間圧延設備が新しく日本に導入されて冷延鋼板の研究が盛んに行なわれる一方で、平炉の酸素富化吹錬が採用され始められますと、鉄鋼分析もいわゆるトランプエレメント(微量元素)の分析や迅速分析の要求の聲が大きくなってきました。この局面に新しい分析機器として最初に登場するのが光電比色計・分光光度計であり、全くこれなくしてはこの時代の鉄鋼分析は語れぬほどです。ほとんどの元素が 0.01% 近くの微量含有率まで分析できるようになり、これまでの技術では数時間、時には 1~2 日かかつたものが数十分で分析出来るようになりました。この進展には日本学術振興会製鋼第 19 委員会第 1 分科会(分析)の活動が大きくあつたことを見逃すことはできません。この分科会を通じて示された関係諸大学の先生達の指導と新しいテーマをいち早く検討しその研究成果を互いに発表し話し合つて進められた鉄鋼各社の協力が大きな成果を産んだと言えるでしょう。産学協同の一形態を明確に形どつた時期でありました。この時の研究成果をまとめた学振鉄鋼迅速分析法をひも解いて見る時、当時の分析目標時間が 15 分以内であつたのを考えると今日の実状とは隔世の感があるのにおどろかされます。

第 3 の時期は昭和 35 年頃より始まつたいわゆる機器分析時代でしょう。この時期になりますと生産性向上のため、高能率の鉄鋼生産設備がどんどん建設され生産量が飛躍的に増えて行き世界でも有数の鉄鋼生産国になつていくわけです。転炉も導入され始め炉前分析の迅速化はいよいよ必要となり手操作による化学分析では到底間

に合わないこととなりました。この解決策として真空発光分光分析装置、蛍光 X 線分析装置が導入され、併せて分析要員の合理化も行なわれることになつたわけですが、私はこの時に鉄鋼分析技術者が短時間にしかも完全なまでに成し遂げたこれらの新しい分析装置の鉄鋼製造作業への密着と分析技術面からのバックアップは大いに評価されなければならないと思います。これら装置の導入に先がけて関係視察団が欧米に参つておりますが、その数年後には日本における機器分析の華々しい活動状況を多くの外国人が見学していることからしてもいかに日本の鉄鋼分析の技術がこの時期に大きく伸びたか首肯して戴けるものと考えてます。この機器分析態勢の確立がなければ日本の鉄鋼業がここまでのびられたかは疑い所ですが、これを成し得たのも先に述べました第一期より有能な人材が育つてきていたことによるものであり、大学の先生方の指導もさることながら彼ら自身の勉強と苦勞によつて成し遂げられたことは特筆すべきであります。この機器分析態勢の確立により生産現場の分析技術の中心は化学分析より機器分析へと移行し機器による分析処理率は現在 85% 以上にも達している状況であります。より迅速により精度よくとの不断的努力が続けられた結果今日の機器分析が初期の頃のそれとは大きく変つているのは言うまでもありません。

この機器分析の進歩に刺戟されて従来の化学分析の分野に著るしい変化の現われてきた時期が昭和 40 年頃からでしょう。炉前分析の主役の座こそ機器分析に譲つたものの化学分析の必要性・重要性は決して減少せず、機器分析がなし得ない新しい分析範囲の開拓、機器分析との比較で浮き上つてきた従来の化学分析の内蔵している問題点の解決、本質的に相対的測定法に頼らざるを得ない機器分析のためにより正確な標準値の提供など新しい要求が発生してまいりました。『車の両輪の如く』とよく言われますが、この時期は丁度化学分析と機器分析が車の両輪の如く発展して今日の確固たる鉄鋼分析の基盤を作つたと言つても過言ではないでしょう。原子吸光分析装置、ガスクロマトグラフ、電気化学的分析装置の導入・開発が盛んに行なわれ化学分析の能率や精度は飛躍的に増大いたしました。この時期の化学分析の進歩の特長は言い方を換えれば化学分析の機器化が著るしく進んだと言うことができます。しかもその指向の中に従来の化学分析がいくつかの分離操作の上に成り立つていたものを、可能な限り目的元素の化学的分離を行わずにそのままの状態で直接分析したいという考え方が大きく出現してまいりました。これはより微量の領域に入ると或いは同属元素の共存が多くなると化学的分離の誤差が看過

し得なくなることに操作の簡略化を図つたことに外なりません。この時の成果が後述の溶液の自動分析法の発展に連がってくるわけです。昭和40年頃より始まつた数年間に進歩した化学分析により鋼のC, S, Nなどの分析がそれぞれ数 ppm のオーダーの微量までも分析出来るようになったことを前述のいわゆる鉄鋼5元素時代と比較して見るとその進歩は驚くばかりです。さらにこの時期の化学分析の進歩につけ加えておかなければならないことは新しい化学分析装置が鉄鋼分析技術者とメーカーとの共同研究により日本で作られるという一つのパターンができてきたことです。このような創造的な力をつけてきた分析技術がさらにそれぞれ関連分野で独自の大きい力を発揮するようになってくることは想像に難くありません。

つぎに私達は昭和40年前後からの同時期に一つの体系にまで発展した析出分散相の分析いわゆる状態分析の功績を決して忘れることはできません。種々の苛酷な使用条件に耐えうる高強度鋼材開発の要望に応じて析出硬化型高張力鋼の研究が盛んに行なわれたのもこの時期であり研究に析出分散相の分析がどんなに必要であつたかは今更言うまでもないことであります。析出分散相の分析はそれまでの鋼中非金属介在物分析の経験をベースにしてでき上つた化学分析の一つの発展ではありますが、鋼中析出微粒子の同定・構成・分散状況・抽出分離・各構成成分別分離分析・各粒度別分離分析等々利用し得るあらゆる情報と利用し得るあらゆる技術の活用・組合せから生れてきた新しい分析分野でありその意味では化学分析でも機器分析でもありません。この新分野での研究に大いに力を発揮したのがエレクトロンプローベマイクロアナライザー(EPMA)や高出力のX線回折装置などの導入でありました。従来の非金属介在物の分析が平均値というマクロの意味でしか論じられなかつたのに対し1ミクロンというミクロの観点からの分析情報が加わり、格子常数の精密な測定によつて固溶体の組成比まで分つてまいりました。このようなきめ細かい分析は器用な日本人に向いているのでしょうか、この分野での日本の鉄鋼分析技術者の研究はすばらしいものがありました。析出分散相の分析技術が確立されて行くにしたがつて熱処理でおこる鋼中の反応が化学的に鮮明に理解できるようになりました。この結果あらためて鋼の材質の研究がきめ細かく行えるようになり、種々の新鋼種が生れて来たのも当然のことです。この分析技術はさらに鉄鋼生産工程の各部署で診断的な調査を可能にし種々の作業処理の改善や管理システムの開発に役立つわけであり

この数年間非常に進歩して来た分析分野の一つに環境管理分析があります。鉄鋼分析の中でこの分野の比重が過去の発展の歴史をふり返つて見る時残念ながら低かつたことは否定出来ませんが、始めにもふれた様に快適な環境それも製鉄所や工場内だけでなくその広い地域社会を含めて良好な生活環境を保持する技術を確立して行く過程で分析のしめる役割りはまことに大きいと言わねばなりません。あらゆる状況を考慮した上でいつも適用できるサンプリング・分析となると分析化学的には大変難しい問題であるわけですが、これまで蓄積されて来た鉄鋼分析技術者のポテンシャルはこれらの問題を積極的に効果的に解決しつつあり、日本学術振興会製鋼第19委員会第1分科会の中に設けられた環境分析小委員会や各地での共同研究機関での活動がそれをはつきりと物語っております。単なる分析だけに止らず連続分析、自動分析のためのセンサーの開発や有害物質を使用しない新しい分析法の研究、さらには無害処理技術の検討にまで分析技術者の努力が注がれつつあることも理解さるべきであります。

以上長々と鉄鋼分析の歴史を追つて私の思いつくまゝを述べてまいりましたが、どの分析分野の発展も現在決して停滞したり消滅しているわけではなく新しい限界の壁に向つて、さらに専門的な深い掘下げや幅広い活用を狙つてそれぞれの方向に向つて伸びております。鉄鋼分析が従来のイメージより脱皮して鉄鋼の基礎科学の領域にまで成長しつつあることはまことに心強い限りであり日本鉄鋼業発展のためにも鉄鋼分析技術の発展を心から願うものであります。

3. 鉄鋼分析技術者の体質にふれて

鉄鋼分析技術を他の鉄鋼技術と比較して見ると、その特質の一つとしてはたとえ競争激化の企業間にあつても共通の場で討論し、結論を出してそれに従わないと独りよがりとなり誰もが認めるものとはなりません。共通の場としては日本鉄鋼協会に鉄鋼分析部会があり、そのほかにも日本学術振興会製鋼第19委員会第一分科会や同ガス分析協議会や日本鉄鋼連盟の各委員会およびいろいろの研究会がありますが、いずれの場でも研究成果の発表があり、その成果を標準化することが真摯に続けられております。また分析とは不可分の標準試験の作製・提供に関して日本鉄鋼協会にある標準試料委員会が不即不離の関係で存在し活動していることも良く知られている所であります。上記の諸会のメンバーは学識経験者、企業の専門家、関係官庁、鉄鋼協会、鉄鋼連盟の方々に構成されておりますが、私の特に申し上げたいのはチームワ

ークが極めてよく各種委員会・分科会の横の連絡も非常にスムーズであることであります。

私はここに鉄鋼分析技術者の体質の一端を見る思いがします。このことから考えてみると分析 (analysis) という技術は文字通り物質を分解しそれを構成する化学的要素に分けるとい性格上、具象的な生産物を持ちません。生産するものといえばパーセントで表わされる単なる数字のみであり、しかもそれが出現してきた過程を証明する材料が無ければ、全く信用の上に成り立っているものと言わねばなりません。鉄鋼分析技術者が信用されなければもうそこには分析は無いのも同然でありましょう。この意味では分析技術者には山師や策略家がいなのは当然で、几帳面な真面目な人達ばかりであり、自分達の立場を理解し合い協力し合うことが極めて自然にでき上つたものでしょう。

しかし、反面から言えば常に受身でものごとを受け止め自分の専門性の中に閉じ籠りがちな体質を持った人々であるとの批判があつたとしても完全にこれを否定することもできません。私は鉄鋼分析の進歩がもたらした前述の分析技術者に期待される重要な役割りのことを思うと、敢えてこの機会に私の望んでいることを申し上げてみたいのであります。

これからの分析技術者は実に多くのことを学ばなければならぬでしょう。昭和 35 年頃までのいわゆる学振迅速分析法時代までは分析技術者といえば分析化学を専攻した人達はその主流を占めていました。しかしその後続く機器分析時代に入ると電気、物理を専攻された人達も従事されることが多くなり、このことは学問的に関係する領域が広がったことを示すものであります。さらに新しい分析分野として析出分散相の分析が進んでくると、金属組織学や冶金学的な知識を相当必要とするようになりました。これからの分析技術者がこれまでの受身一辺倒の分析から本当のニーズに適合した分析を行なうことができるようになるためには、上述の各領域にわたる広い知識を持ち深い理解の上に立つて他の部門の鉄鋼技術者と協力したり共同で仕事が進められるようになることが大事であらうと思います。そうなれば分析値に疑義が生じた時に単に『再分析して見ましょう』だけでなくもつと有効な問題解決策があるように私には思えてなりません。

機器分析が非常に進歩した結果、分析値は分析技術者の技術レベルに左右される部分が少なくなり、その意味では“主観的”な判断結果が“客観的”になつたという言い方もできるでしょう。ボタンを押すだけでタイプで打ち出されてくる分析値は誰が行なつても同じような数

値を打出し、その数値こそ間違いのない真の値のように思われて行くのは大変恐いことである。大した若勞もなしに得られるデータ一程、粗略に取り扱われ、その数値の持つ意味も理解されずに使用されることが多いものです。機械装置というものはその機能が常に正しく標準化され、設定されている条件内でのみ正しいアウトプットを対応的に提供するものであります。条件の変化があつた場合や機能の限界を越えている場合には唯機械的に信号を送り返しているに過ぎないものです。環境問題を契機にして各方面で分析値が多く測定され議論されていますが、誤つた結論・対策にならないよう分析技術者が自覚すると同時に、分析データを利用する他の分野の技術者を理解せしめることが分析技術者の責任でありましょう。

機器分析の進歩を喜ぶ反面今一つ私の気になる点があります。それはあまりにも便利になり過ぎたために化学反応を知らない分析技術者になつてしまわないかということです。機器分析の欠陥は相対分析法であり、標準試料がなければ分析できません。標準値を決定するためには化学量論的反應に基づく絶対測定法が必要であることは言うまでもありません。物質を分離して化学反応を追求する能力こそ分析技術者の最も得意とする所であらねばなりません。私は今こそ新しい武器を使つて各工程・過程で起る化学変化を徹底的に洗いざらして貰い度いものだと思つてます。この章の最初の部分で私は分析技術者は分析化学以外の多くの関係分野を勉強しなければならないと申し上げましたが、これはあくまで現在の鉄鋼分析の持っている力をさらに大きくするのに必要であると言うことを力説したのであつて、化学変化の究明を忘れた分析技術者はその本分を見失いつつある人のように私には思えてならないのです。

各大学の分析化学教室の研究内容も最近は大大きく変りつつあるようにかがつかつております。鉄鋼分析が発展したかつての時代のように分析化学研究室で専攻された人がすぐ分析技術者として指導的な活動をされた時とは異なり、各関係個所で数少ない人材を育成して行かなければならないのは大変なことだと思いますが、矢張り最終的な成果を挙げるのは人間であり、鉄鋼分析技術者の有能なそして逞しい後継者を育てて行くことが一番大事なことでありましょう。鉄鋼分析の分野はほとんど無機化学であつて華々しい有機化学の分野ほど広くありません。戦後有機化学の目覚ましい発展に伴つて化学に興味を持つ者は有機化学に走り、どの産業部門も無機分析の後継者の養成には苦慮している状況にあつて、地味な分野の活動は現代の若者には向かないのかとしみじみ考える

次第です。

4. おわりに

鉄鋼分析技術者のなし得たこれまでの業績はまことに立派なものであり、限られた紙面ではその努力の実体と業績の全体を述べることはできませんでしたが、私なりに日頃この人達に寄せる気持ちの一端を述べさせて戴いたことを大変嬉しく思います。私の危惧する所が杞憂に終り、期待する以上のことが成し遂げられることを心より望んでいます。

これからも鉄鋼分析技術はもつと発展して行くでしょう。極微量分析が可能になり今よりも一桁も二桁も微量の元素の影響が研究され新しい性質を持つた鉄鋼製品が

生れてくるかも知れません。極く微細な析出粒子まで抽出分離し同定できるようになれば、もつと鋼の性質がわかるようになるでしょうし、結晶粒界や結晶構造の差による化学反応の変化まで分析できるようになれば、それこそ今の我々には見たこともないような鉄鋼製品ができてくるかも知れません。分析機器が余りにも発展すると全く生産設備の一部になつて無人分析になることも決して夢ではないでしょう。新しいセンサーが開発されれば居ながらにして環境管理の多次元的情報が集められるようになるでしょう。こう書いていても次から次へと夢はふくらむばかりです。鉄鋼分析技術者の御健闘を期待いたしたいと存じます。