



アラカルト

鉄鋼環境技術の将来展望

—エコ・コンビナートをめざして—

Future Perspectives for Iron and Steel Environment Technology

—Aiming for an Ecological-Industrial Complex- “Eco-kombinat” —

鉄鋼環境技術の将来展望検討特別委員会

はじめに

戦後一貫して我が国経済の発展を支えてきた大量生産—大量消費—大量廃棄という社会システムそのものへの反省が強まり、資源の循環という新しい理念を基調とする持続可能な経済社会の構築を目指している動きの中で、我が国の基幹的な素材産業として、また地域の主要産業として、社会の中で重要な地位を占める鉄鋼業は、公害防止、資源有効利用、省エネルギー化等による環境への負荷軽減を最重要課題として取り組み、また、その過程で多くの環境調和型のプロセス技術・製品を開発し、実用化してきた。

鉄鋼業は物理、化学、数情報からバイオロジーまでを含む多様な科学をベースにして、環境問題の解決に必要な高温・還元と酸化・大量処理等の独自の基盤技術を有しており、それらの技術の応用についても廃棄物の溶融・資源化処理等の豊富な経験を持っている。鉄鋼業の中核技術やインフラ等を利用し、製鉄所を資源の転換利用、供給のプラットホームとして活用することも検討すべきである。これらの分野で有用な環境技術の開発が推進されるならば、環境産業という新しい産業の発展を促し、日本経済の活性化にも寄与することが期待される。

ただ、この新しい可能性を追求するには、解決すべき課題も多い。産業のフレームとなる制度や社会システムの一層の整備が必要であり、また技術自体もまだ端緒に過ぎないものが少なくないので、開発、応用を進める上で、技術の方向と目標を見定めながら鉄鋼業内部だけでなく他の産業、学界、行政等との連携が必要な場合もあるであろう。

以上のような問題意識に立ち、平成14年9月に「鉄鋼環境技術の将来展望検討特別委員会」(委員長・石井邦宜鉄鋼協会副会長)を設立し、産学官の専門家、学識経験者を結集して、①鉄鋼技術を基盤にした環境・エネルギー重点化技術

②将来展望 ③国の制度設計 ④大学での環境技術教育・研究のあり方 ⑤学協会の役割 ⑥環境技術学会の必要性についての検討を行い、その結果を平成15年2月末に最終報告として取りまとめた*。

検討結果の一部は昨年11月に中間報告としてまとめられ、特別委員会の提唱した製鉄所を核にした「エコ・コンビナート」構想が、既に国家産業発掘戦略「環境・エネルギー」にも採り入れられている。

会員諸兄の参考までに、本報告書の要約を以下にまとめました。第146回秋季講演大会(10月11日～13日、於北海道大学)で標題のシンポジウム(10月12日)を開催し、本特別委員会最終報告の内容と将来展望について討議する予定です(本号683ページにシンポジウム案内を掲載しています)。大学、企業、官界などからの多数のご参加をお待ちしております(テキストとして最終報告書を使用予定)。

鉄鋼技術から見た環境技術

鉄鋼技術は、金属工学、材料工学、機械工学、電気工学、情報工学等、広範な専門分野を統合した総合技術体系である。

他方、環境技術は、大別して、①地球温暖化、②廃棄物・リサイクル、③有害化学物質の3つの問題に対処する技術であるが、これらは、鉄鋼製造のすべてのプロセスと関わりを持ち、鉄鋼業は、多様な技術を駆使してこれらの問題に対処してきた。

その結果、鉄鋼業は、鉄鋼製造工程における総合的な省エネ技術や環境保全技術、高機能材料(高張力鋼、電磁鋼板等)の供給による社会的な省エネ、廃プラスチックやスラグの活用、ごみのガス化溶融・資源化技術等の新しい環境技術によって、社会全体の環境負荷軽減に寄与している。

*本調査は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から三菱総合研究所への委託調査「地球温暖化対策技術開発に関する調査/産業・環境技術戦略に関する調査研究」の一貫として、三菱総合研究所から日本鉄鋼協会が再委託を受け実施したものである。

2 鉄鋼技術における重点化環境技術

2.1 重点化技術課題

環境・エネルギー問題への対応については、次の基本的視点が重要である。

- ・環境とエネルギーの両課題への一体かつ総合的な取り組み。
- ・我が国全体として目に見える量的効果の達成。
- ・産業、運輸、民生などの分野、あるいは産業間の壁を超えた取り組み。

これらの視点から見ると、鉄鋼業は次のような有利な条件を有している。

- ・大都市近傍、コンビナート地域での一貫製鉄所立地で地域社会、産業間連携が容易。
- ・高温プロセス技術、還元・酸化反応技術、大量物質処理技術、分析制御技術、材料設計技術等、環境・エネルギーに関連の深い技術の蓄積が大きい。
- ・廃プラ、廃タイヤの資源化処理、スラグの有効活用、IPP (Independent Power Producer, 独立発電事業者) 発電等の環境・エネルギー事業に取り組んでおり、技術とともにビジネスとしてのノウハウも持つ。
- ・広大な事業スペースの中で環境産業が発展できるインフラが揃えやすい。

このようなポテンシャルを持つ鉄鋼業が、21世紀の環境・エネルギー問題を質・量の両面から解決するために果たすべき役割として、次のようなものが挙げられる。

- ・クリーンエネルギー（水素、電力エネルギー）供給産業としての技術開発。
- ・鉄鋼エコプロダクトや鉄鋼技術・副産物を活用したCO₂問題解決への貢献。
- ・産業間資源循環リンケージのプラットフォームとしての製鉄インフラの活用。

製鉄所などの世界最先端の技術・インフラをプラットフォームとして活用し、産業間や地域との連携によって資源・エネルギーの循環や供給を高効率に行う、このような社会システムを「エコ・コンビナート」と称した。エコ・コンビナートとして製鉄プラットフォームを活用する技術・社会システムが実現すれば、クリーンエネルギー供給のポテンシャルは水素45億Nm³、電力290億kWh、製鉄所を核とするエコ・コンビナート構築による物質循環増加量2,300万トン等の年間当たりの効果が期待される（図1）。

2.2 技術革新を好循環で進めるための制度

環境技術については、一部省エネや省資源などの技術導入によりコストダウンが図られる分野は市場メカニズムが進むが、外部経済性が強く、従来からその商習慣がない分野は、政府が制度設計をしないと目標の設定自体困難で、技術の産業化が進まない。

したがって、革新を促すには、次のような条件の整備や制度の見直しが必要である。

- ・環境問題に関する広域的かつLCA (Life Cycle Assessment) 的な見方の普及と技術開発目標の設定（産学官共通目標の認識）。
- ・環境問題を市場メカニズムに乗せるシステム・制度の創出・強化。

上記を円滑に推進するための諸制度の整理、見直しとしては、下記などが考えられる。

- ・利用可能な排出物の円滑な移動・処理を妨げるおそれのある廃棄物処理法の規制緩和と見直し、バーゼル条約等にある廃棄物の定義・考え方あるいは区分の見直し。
- ・大量処理に不可欠な広域集荷を妨げる自治体単位処理原則の修正等（各種の境界条件の見直しなど）。
- ・再生資源の利用促進のための奨励措置（補助金、優遇税制、グリーン調達等）の拡充・強化。

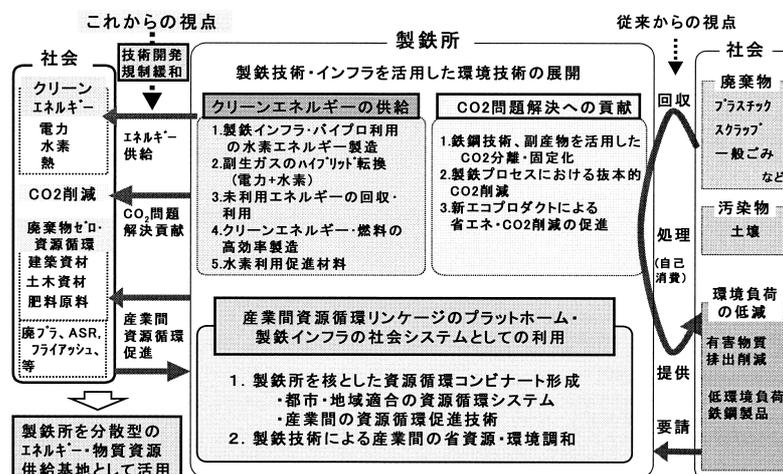


図1 製鉄所を核とした社会との新リンケージ「エコ・コンビナート」
ASR : Automobile Shredder Residue

- ・新たな再生資源（溶融ごみスラグ等）の品質評価と、適用についてのルールの整備。

さらに議論の場やデータの整備、社会的インフラの整備については以下が挙げられる。

- ・企業・産業の枠を超えた不用排出物の相互利用、カスケード利用のための情報交換ができる場の創出。
- ・利用可能性のある不用物の量、質、所在に関する共通データベースの整備・充実。
- ・環境調和型技術の応用のための社会的インフラ（水素ステーション等）の整備。

3 大学における環境技術教育・研究のあり方

3.1 鉄鋼技術に対する大学教育・研究の現状と課題

かつての鉄鋼技術を支えた従来型の冶金学は、総合材料技術の発展の中で材料科学の中に融合されてきている。その中で鉄鋼関係科目は縮小傾向にあるが、鉄鋼業の我が国経済に占める役割を考えると更なる縮小は避けられねばならない。研究面では、産業界の協力を得て応用面への関心を高め、あるいは、社会的ニーズの特に高い鉄鋼環境技術分野において、産学官連携プロジェクトを立ち上げるなどの努力が必要であろう。

3.2 環境技術教育・研究の位置付けと今後の展望

環境技術教育の体系が整っていない現状では、学部教育でしっかりとした自然科学能力を身に付けさせたいうえで、大学院において環境問題を深く洞察できる能力と実地に役立つ環境技術を修得させることが最も望ましいと考えられる。そのためには、「環境」を意識して構成された社会科学・人文科学科目、インターンシップ制度などを導入した実習などからなる体系的カリキュラムを構築することが急務である。

ただし、その前提として、幼児から社会人にわたって一貫した環境教育が重要である。また、社会に出てからは、環境関連分野の技術者のステップアップ促進制度や生涯教育制度を充実する必要がある。この分野の国家資格（公害防止管理者、作業環境測定士等）の種類を増やし、取得させることも、CPD（Continuing Professional Development）としての環境知識を深めさせる上で有意義である。

なお、環境技術の研究推進に当たっては産のニーズと学のシーズの結合が特に重要であり、産学連携して研究開発を効率的に推進していく諸制度の充実が望まれる。

3.3 鉄鋼技術・環境技術に関する技術者教育認定制度

(1) 鉄鋼技術に関する技術者教育認定制度

経済のグローバル化に伴い、技術者資格の相互承認のニー

ズが高まり、国際的に承認された教育プログラムの認定制度が必要になっている。

1999年に発足した日本技術者教育認定機構（JABEE）はこの点で重要な役割を果たすものであり、鉄鋼協会としても積極的に参画している。この様な認定プロセスを通じて認定を受けた大学の材料系学科の教育レベルが向上し、コミュニケーション能力や技術者倫理、環境問題への理解を深め、国際的にも通用する技術者が生み出されることが期待される。

(2) 環境技術に関する技術者教育認定制度

環境問題への社会的な関心は高く、学術的にも多くの研究課題を含むことから、大学・大学院にも「環境」を冠した学部（研究科）・学科（専攻）が多数現れている。ただ、環境学という固有の学術分野が確立されているとは言えず、環境を名乗る学部（研究科）・学科（専攻）の内容は極めて多様である。

これは、環境問題の広がりやを反映するものであって、それぞれに重要な意味を有することは否定できないものの、混乱を避けるための一定の指針は必要であろう。

現在、JABEEにおいても望ましい環境学科の教育プログラムの検討が行われており、環境技術分野の認定審査を通じて、各大学の教育プログラムが充実していくものと期待される。

(3) 環境技術研究の推進の核となる大学院

「環境技術、環境工学」への体系化は容易ではなく、全国で相次ぎ新設されている環境関係学科がカバーしている学問分野にも大きな差が見られる。東京大学や東北大学では文理にわたる幅広い分野を統合して、エネルギー循環と物質循環が調和した環境調和型社会の構築を目指した大学院研究科・研究系の創設を図っているのに対し、農学、地球環境学、上下水処理工学、などの分野を融合再編して、生物環境と物質循環の調和を主題にして環境調和型社会の構築を目指している大学もある。また、土木建築学、社会学、地球科学、情報科学などから関係分野を糾合して、都市環境を中心に自然共生型社会の構築を目指している大学などもある。しかし、問題点を自ら発掘して解決していくことができる「総合的問題発見と解決能力」を有し、将来社会の予測のもとに技術企画や経営企画を行い、幅広い視野を持って国際社会で活躍できる人材の育成を目指す、という点では同じである。

今後、全ての理工学分野は遠からず環境問題を取り入れた「environment conscious」な教育・研究システムに移行するであろう。その中核として「環境技術」と「環境政策」の確固たる連携に裏打ちされた環境技術研究の拠点大学院が必要であり、そこでは多様な学部修了生各自が身につけた専門基礎的素養をベースに環境技術・環境工学を深く究めることが重要である。

4 鉄鋼協会における環境技術のあり方

4.1 鉄鋼協会の環境技術関連活動

鉄鋼協会内の環境関係技術の調査研究は社会鉄鋼工学部会を中心に行われているが、今後とも産学官連携のもと、環境技術に関する研究、教育、講師派遣、討論会主催、情報発信などを積極的に推進していく。

また、鉄鋼材料はセラミックスや有機材料を含む広範な材料の一部であり、各種の材料関係学協会と関連を持つ。先進的な情報あるいは新規材料として発信される研究成果は、社会のあらゆる場面で利用されている。また、各種工業、土木建設等の関係学会、鉄鋼製造プロセスに関しては化学・化学工学、機械・塑性加工、計測制御、エネルギー関連学会等多岐にわたる学協会と連携が進んでおり、今後とも、これを強化していく必要がある。

社会人教育に関しては、「鉄鋼工学セミナー」等の技術者教育プログラムによる継続的専門能力開発（CPD）活動等を行っているが、その中で環境技術教育を今後一層充実させていく必要がある。

環境技術の論文の投稿については、本協会の論文誌（「鉄と鋼」および「ISIJ International」）の執筆要領で14の分野を定め、その中に「社会・環境」を明示している。現状では、環境関係の論文の比率はそれ程多くないが、今後増加していくと予想される。

また、我が国は、環境技術における先進国として積極的に世界に情報を発信していく必要があり、そのためには関係学協会が協力して環境関連論文を編集した欧文論文誌を世界に向けて発信して行く事を検討すべきである。

4.2 環境技術に関する学会の必要性

環境技術を扱う新たな学会の設立も一案ではあるが、広範な環境分野をカバーする学会は通常の形態では維持困難だと思われる。

環境技術に関係する研究者は多くの場合、既に縦割りの専門学会に属しているので、関連する要素技術の情報を交換したり議論することが難しい状況にもある。これらの解決を可能にする各学協会が連携した形の小さな学会、いわばバーチャル的な「環境技術学会」を設立することが最も早期に効果を上げられると考える。

また、各学協会誌の掲載論文のうち、環境に特化している度合いの強いものを環境分野ごとに整理して英文で再掲載（オリジナル論文も投稿可）する方法を提案したい。また、環境分野ごとの研究会等についてもWEB上で行う等、電子化し、極力負担の軽い学会を目指すことが必要である。

5 国の環境技術政策及び研究体制のあり方

5.1 鉄鋼技術から見た政府の環境技術開発政策のあり方

鉄鋼業は資源・エネルギー集約産業であり、国レベルで鉄鋼技術を社会インフラとしてとらえた技術開発戦略をもち環境技術開発の重要な環として推し進めていくことが求められている。環境技術は資源およびエネルギーを地球環境から得て社会システムの中で有用物として利用し、地球環境に戻していく過程で生起する総合的な課題であり、総合工学である。

このような総合工学を推進するためには、従来からの学問領域や行政施策などに存在するセクショナリズムの弊害を排していかねばならない。セクショナリズムから脱却し総合工学としての環境技術を推進していくためには、科学技術の重点課題間の相互関連を意識した国家的ロードマップの作成が必要である。また、研究マネジメント等ソフト面の充実も不可欠である。

5.2 産・官・学の役割分担・連携、

国立の研究機関（独立行政法人）のあり方

広範かつ長期にわたる環境問題の解決には産業界、大学および国立研究機関の連携が必須である。産業界は環境にかかわる技術課題の基点であり、同時にその解決を製品やシステムとして具現化して社会に還元する基点でもある。大学は技術シーズの中から新しいDisciplineを創出し学問領域を新たな枠組みへと組織化していくことが求められている。

国立研究機関は課題の側からは解決シーズを探求し、解決に向けては技術の育成拠点としての役割が期待されている。産官学の連携を進めていくために産学の流動的人材乗入れによる共同プロジェクトの場の創出を進めていく必要がある。

5.3 環境技術情報の管理のあり方、情報公開のあり方

環境情報は国家、社会、地域の意思決定のために必要な基盤的情報として活用され、また、環境報告書等に見られるように環境情報の公開提示の意義も産業界においても認識されるようになってきている。

環境情報の中には個別の製品やプロセスに関わる個別的な情報と環境技術に対するコミュニケーションの基礎となる国民的共通資産としての科学的数値情報がある。後者については基本的なデータの整備とともにネットワーク時代に適合したアクセス性の高い環境技術情報の公開利用システムの構築が必要である。

(2003年6月9日受付)