

循環型社会構築に向けて

Toward the Establishment of a Recycling-Oriented Society

小 谷 勝 彦^{*(1)}
Katsuhiko KOTANI

近 藤 博 俊^{*(2)}
Hiroto KONDOH

抄 録

最近の環境問題は地球温暖化防止への対応、循環型社会の構築、新たな化学物質の規制など、極めて大きな括りを持っている。特に、廃棄物処理場の逼迫、資源制約に伴うリサイクル問題を背景に、循環型社会形成の基本原則を定めた法制度が相次いで制定され、大量生産、大量消費、大量廃棄の経済社会構造を根本から見直し、廃棄物をミニマム化して資源の有効利用を図り、総力を挙げた循環型社会の構築が求められている。新日本製鐵では自らの生産工程で発生する副産物のリサイクルのみならず、社会や他産業で発生する副産物の資源化にも取り組み、循環型社会の構築に向けた積極的な企業活動を展開している。

Abstract

Recent environmental problems cover an extremely wide spectrum of subjects from addressing the preservation of global warming, establishing a recycling oriented society, to complying with the regulation of chemical substances. Under the background of the alarmingly short capacities of landfill sites and the need for recycling brought on by the scarcity of resources, the Basic Law for Promoting the Creation of a Recycling-Oriented Society and other related laws have been enacted. In addition to withdrawing from mass production, mass consumption, mass waste economic system and utilizing the resources effectively by minimizing the waste disposals, the establishment of a recycling-oriented society must be the urgent task. Through the attempting to recycle not only the by-products from its own production processes, but also the by-products from other industries and wastes materials from surrounding communities, Nippon Steel will achieve higher corporate activities by contributing to the establishment of a recycling-oriented society.

1. 緒 言

20世紀最後の10年間、わが国の社会経済の構造変化を加速させた世界的な潮流は、“情報化”と“グローバル化”であった。これらの潮流は、産業構造やライフスタイルの変化をもたらすとともに地球環境問題や廃棄物問題等の新たな環境問題について、世界の人々に共通の認識を持たせることとなった。

環境は人類を含む地球上のすべての生物の存続の基盤であり、その恩恵は現在と将来の世代双方が共有すべきものである。このような中、大量生産、大量消費、大量廃棄の経済社会構造を根本から見直し、廃棄物をミニマム化して資源の有効利用を図り、我々の社会を“持続可能な社会”に変えるべく、総力を挙げた循環型社会の構築が求められている(図1)。

鉄鋼業は、公害防止型の環境対策をはじめ、大気汚染防止、水質汚濁防止、廃棄物発生防止に対し、操業改善、設備改善、新しい技術開発など継続的な投資をすることで、有害な廃棄物のゼロエミッション化に向け改善、努力を行ってきた(表1)。

鉄鋼メーカーが循環型社会の構築に向け社会に貢献できることは、①鉄素材の循環、②既存インフラストラクチャーを活用した循

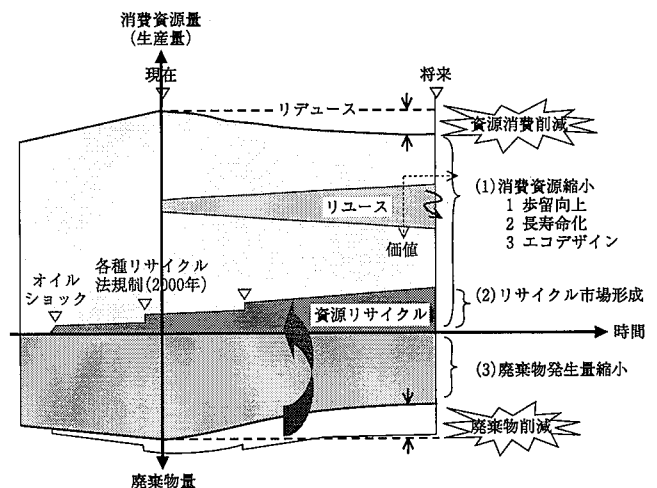


図1 循環型社会形成の将来像

^{*(1)} 環境部長
東京都千代田区大手町2-6-3 ☎100-8071 ☎03-3275-5145

^{*(2)} 技術総括部 部長

表1 新日本製鐵における代表的な環境対策

エネルギー問題												
地球温暖化問題												
廃棄物・リサイクル問題												
西暦		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
化学物質対策 大気・水質環境対策	原料ヤード散水増強	○								○	○	○
	原料ヤード雨水処理対策	○	○	○		○	○				○	
	コークス炉作業環境対策	○		○				○	○	○		○
	コークス炉炉蓋更新								○	○		
	焼結発塵対策		○	○	○			○	○	○		○
	焼結集塵機更新	○	○	○	○	○		○		○		○
	製鋼工場環境対策	○	○	○	○		○				○	○
リサイクル対策	ダストリサイクル設備											○
	廃プラスチック処理設備										○	
	焼却炉設置・更新					○				○		○
環境対策投資額		69	227	286	200	92	67	43	83	119	140	118

1990年までの累計投資額：2 894億円

環資源利用、③ゼロエミッション化技術がある。とりわけ既存の製鉄プロセスは、規制緩和に伴う廃棄物有効利用に関して安全性、信頼性、高効率性を持った社会インフラストラクチャーとなる得るポテンシャルを持っている。具体的には高炉、転炉、電気炉などによる高温溶融処理技術に関するノウハウや、これまで培ってきた製鉄設備の設計、運転技術等をプラットフォームとし、その技術応用とこれを活かす適正なインターフェイス技術との融合が考えられる。

日本鉄鋼業の世界に誇る高効率生産システムは今後、循環資源有効利用、地域ゼロエミッション化に貢献し、生活者にも評価されるものと確信する。

本報では、新日本製鐵における循環型社会構築に向けた取り組みについて、その全体観を論じる。

2. 最近の循環型社会形成をめぐる環境政策の動向

2.1 諸外国での動き

欧州では1980年代から環境政策が政治的にも重要な課題として取り組みが行われるようになった。ドイツでは自治体が処理していた廃棄物のうち、容器包装廃棄物については1991年に企業にリサイクルの責任を負わせる政令を制定し、その後、国内廃棄物政策のかなめとして、1994年に“循環経済・廃棄物法”を制定した。

ドイツの環境関連法の特徴として、“危険予防の原則”、“汚染発生者責任の原則”、“協力の原則”の3つの原則がある。この基本原則に従い、リサイクルのための追加コストおよび汚染発生後の修復コストを削減するために、環境に配慮した生産工程のイノベーションが行われ、エコロジーとエコノミーの共生を目指している。

欧州の環境政策の特徴は、総合的な予防的取り組みを促進するために長期的な環境計画が各国で策定されていることである。それらの計画では、中長期的な目標に基づき関係者の協力が求められるのみならず、施策の全般の進捗状況を把握するための監査制度や取り組みのインセンティブとして経済的手法の活用が奨励されている。経済的インセンティブとしては、製品への環境賦課金、デポジット制度、優遇税制措置、補助金制度、環境税等がある。また国によっては法規制による強制的な手法だけでなく、産業界との自主協定や、経済的インセンティブを活用した方法もある。

2.2 わが国の動き

(1) 環境基本計画

わが国においては、従来の公害基本法等から新たな環境政策の枠組みとして、1993年に環境基本法、1994年には環境基本計画が制定された。環境基本計画では、4つの目標である“循環”、“共生”、“参加”及び“国際的取組”を明言しており、環境負荷の少ない循環を基調とする経済社会システムを実現するために、環境施策の大綱、各主体の役割、政策手段を定めている。

(2) 循環型社会形成推進法

廃棄物の排出量の高水準での推移、リユース、リサイクルの停滞、最終処分場の逼迫、不法投棄件数の増大、化石燃料や鉱物資源などの再生不可能な資源の使用増大といった問題に早急に対応するため、既存の実行法を取りまとめる形で循環型社会形成推進基本法が制定され、2001年1月完全施行された。現在、基本計画を策定すべく中央環境審議会にて指針を検討している。

この法律は、社会物質循環の確保、天然資源の消費の抑制、環境負荷の低減を目的に、基本原則、各主体の責務、国の施策のあるべき姿について、基本的な考え方を示している。また法律の理念を具体的に実行する法律として、①改正廃棄物処理法、②資源有効利用促進法、③容器包装リサイクル法、④家電リサイクル法、⑤グリーン購入法等が成立し、世界最高水準のリサイクル関連法体系が整備された(図2)。

(3) 廃棄物処理法

廃棄物処理法は1970年に制定された後、幾度かの改正を経て、2000年5月、廃棄物の適正処理、処理施設の設置規制、処理業者に対する規制、処理基準の設定等を定め、成立し、2001年4月より完全施行に至っている。廃棄物処理法の改正は、不適正処理への対策強化が大きなポイントである。

(4) 資源有効利用促進法

逼迫する最終処分場の問題、資源の将来的な枯渇の可能性等から、大量生産、大量消費、大量廃棄型の経済社会から転換し、循環型社会の形成に取り組むことが喫緊の課題であることを認識し、経済産業省産業構造審議会では、1999年7月循環経済システムの構築に向けて循環経済ビジョンをまとめた。この報告書で提言された3Rの拡充、すなわちリサイクル対策(廃棄物の原材料としての再利用対策)の強化に加えて、リデュース対策(廃棄物の発生抑制対策)とリユース対策(廃棄物の部品としての再使用対策)の具体化を図るために、1991年に制定された“再生資源の利用の促進に関する法

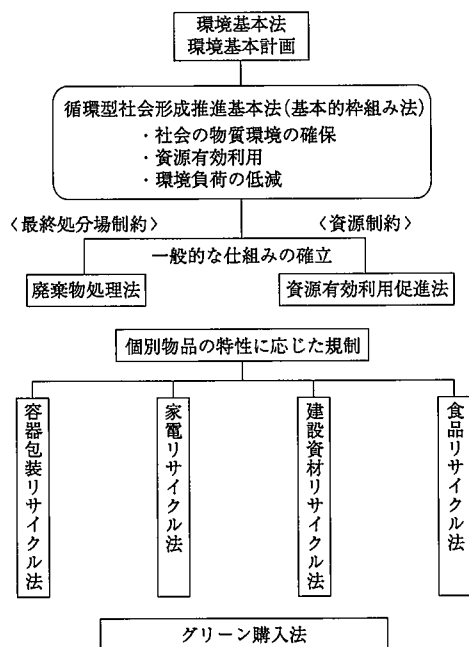


図2 循環型社会の形成の推進のための法体系

律”の抜本的な改正を実施し、2001年4月、“資源の有効な利用の促進に関する法律”（資源有効利用促進法）が施行された。

以上のように新しい理念の下に制度が次々と整備され、国、国民、企業単位の活動を融合した循環型社会形成（新環境安全保障システム）の構築に向け大きく前進している。こうした中で、鉄鋼業界は自らの副産物の循環にとどまらず、その技術やインフラストラクチャーを活かした循環型社会への具体的な貢献が求められている。

3. 産業界における循環型社会形成への取り組み

(1) 国の廃棄物減量化の指針

政府は廃棄物の減量化、リサイクルの推進を目的として、2010年度の廃棄物の最終処分量を96年度と比較して半減させる“廃棄物の減量化目標”を1999年9月に閣議決定した。

(2) 経済団体連合会（経団連）環境自主行動計画

鉄鋼業界は経団連において、1996年に“鉄鋼業の環境保全に関する自主行動計画”を策定し、2010年までにスラグ、ダスト、スラッジの最終処分量を75%削減する目標を掲げ、各種取り組みを進めている。

経団連では1997年より、産業廃棄物の削減目標を定めた環境自主行動計画を策定するとともに、年1回の数値報告に基づくフォローアップを実施している（図3）。

(3) 廃棄物処理法への対応

循環型社会形成推進基本法の施行に伴い、法の対象となる廃棄物の実績と計画の自治体への届出を実施している。詳細項目については、自治体ごとに協議の上決定することになっており、鉄鋼業では、スラグ、スケールなどが代表的な対象品目である。

(4) 資源有効利用促進法への対応

鉄鋼業は、資源有効利用促進法に基づいて具体的な義務が課せられる“特定省資源業種”に指定され、副産物の発生抑制と再生資源として利用促進に取り組むことが求められている。たとえば、生産工程の工夫によりスラグの発生抑制に取り組むとともに、スラグをセメントや路盤材等の原料として有効利用に取り組んでいる。

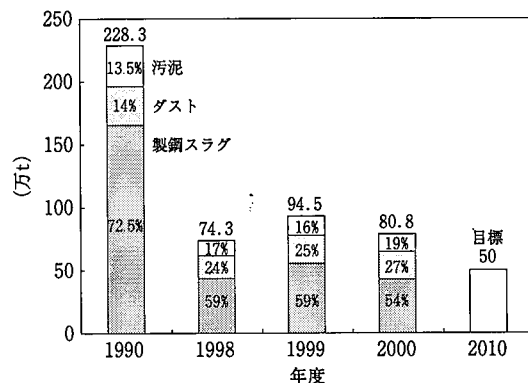


図3 鉄鋼業の産業廃棄物削減自主行動計画

4. 新日本製鐵における取り組み

1970年の新日本製鐵の発足とともに、本社に環境管理室を設け、環境保全活動に取り組んできた。環境基本方針については、1972年に策定後、幾度かの見直しを経て、2000年1月にも見直しを行った。基本方針は、①環境保全型社会の構築への貢献、②事業活動の全段階における環境負荷低減、③地球規模の環境保全を通じた国際貢献、であり、それに基づく中期環境経営計画として、1)地球環境保全への取り組み、2)循環型社会の構築への取り組み、3)製品、エンジニアリングを通じた環境保全、省エネルギー、省資源化への貢献、4)環境負荷低減対策、を掲げ、具体的な活動を展開している。特に、製造工程で発生する副産物の資源化率向上や廃棄物の極少化、他産業や社会で発生する副産物の再利用を重点課題として取り組んでいる。

(1) 鉄鋼製品のリサイクル

鉄鋼製品は全世界で毎年約8億t生産され、現在約120億tが社会に蓄積されている。役目を終えた鉄は鉄屑として回収され、使用される用途に応じて鉄鉱石を主体とする製造と、鉄屑を主体とする製造が共存した、効果的な循環システムが成り立っている（図4）。

(2) 副産物のリサイクル

<スラグ処理>

鉄鋼製造の副産物として発生するスラグは、石灰(CaO)とシリカ(SiO₂)が主成分で、その他有機物は一切含有していないことから、セメント原料、地盤改良材、路盤材などの様々な用途に活用されている。

スラグは、鉄鋼製造プロセスの高炉および製鋼工程で発生し、高炉では鉄鉄1tあたり300kg、製鋼では、溶鋼1tあたり150kg発生するが、高炉スラグは、セメントと非常に似た成分であるため、セメント原料への混合や、高炉セメントとして使用することで、ほ

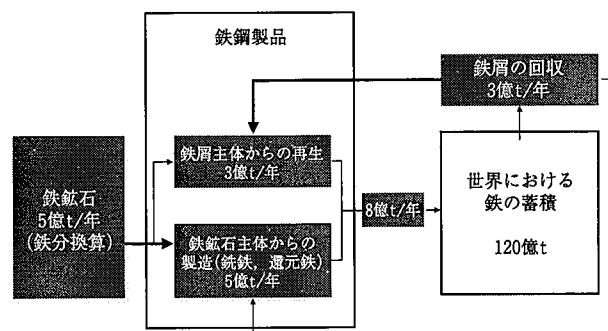


図4 鉄の再生（=Reproduct）循環システム

ば100%資源化している。

熔融状態の高炉スラグを水で急冷することで水硬化性を有する水砕スラグが得られ、これを微粉砕したものをポルトランドセメントと混合したセメントを“高炉セメント”と呼ぶ。高炉セメントはポルトランドセメントの約45%を高炉スラグに置き換えるため、石灰石資源の削減が図れ、また性能面でも長期強度に優れ、水和発熱が小さいため、大型構造物の温度ひび割れ対策に有効である。さらに海岸構造物における塩害対策やアルカリ骨材反応の抑制に優れた効果があり、高炉セメントはグリーン購入法に基づく公共工事の“特定調達品目”に指定され、国土交通省監修の“建設工事共通仕様書”にも採用されている。

また、製鋼スラグは、高炉スラグに比べて塩基度(CaO/SiO_2)が高く、そのままでは使用中に膨張を起こす。その対策として長期間の保管や水蒸気により石灰を安定化(エージング)し、出荷している。

<ダスト・スラッジ処理>

製鉄所の高炉や転炉工程で発生するダストは既に95%をリサイクルおよび外販しているが、更なるリサイクル率の向上を目的に、回転炉床式還元炉を君津、広畑、光の3製鉄所に導入し、ダストやスラッジ中の金属を還元してペレット状に造粒し、鉄鋼プロセスでリサイクルしている(写真1)。この技術により、ダスト中の亜鉛が制約となってリサイクルできなかったダストについても全量リサイクルが可能になり、また分離回収した亜鉛も亜鉛原料として販売が可能になった。

(3) 他産業で発生する副産物の資源化

<廃酸、アルミドロス、廃タイヤ等の受入>

他産業や社会で発生する副産物についても、鉄鋼生産工程において積極的に購入原料の代替として利用を図っている。具体的には、製紙産業で発生するスラッジやアルミニウム製造産業で発生するアルミドロスを保温材や製鋼補助剤として、石油精製や食品精製に使用されたニッケル触媒をステンレス鋼原料として、また、半導体メーカーの廃酸をステンレス鋼の酸洗に利用している。

広畑製鉄所では、高炉の休止による鉄源確保を目的に1993年よ

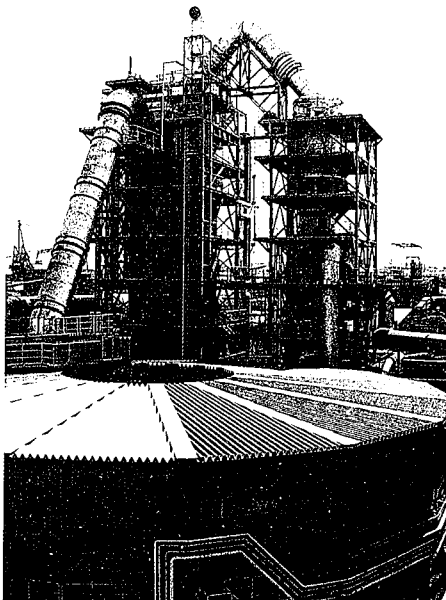


写真1 君津製鉄所ダストリサイクル設備

り、転炉に微粉炭と酸素を吹き込みスクラップ鉄を溶解する冷鉄源溶解法を実施している。この微粉炭の一部を廃タイヤで代替し、燃料源としてはもとより、廃タイヤ中に約14%含まれるスチールワイヤーも鉄源として、また発生した水素濃度の高いガスは製鉄所のエネルギーにリサイクル利用している。2000年には、年間57千tの廃タイヤをこの方式でリサイクル利用しており、これは全国の廃タイヤリサイクル量の約6%を占めている(図5)。

(4) 新たな取り組み

(ア) 廃プラスチックの資源化

製鉄設備のインフラストラクチャーの活用として、鉄鋼業では廃プラスチックを高炉およびコークス炉に石炭の代替品として有効活用している。これは、プラスチック廃棄物問題の解決、リサイクルによる省資源、省エネルギーの実現、 CO_2 排出量低減による地球温暖化防止に寄与し、循環型社会形成に貢献するものである。

新日本製鐵では、廃プラスチックのコークス炉での有効活用についてテストを重ね、容器包装リサイクル法において、“コークス炉化学原料化法”がケミカルリサイクルとしての技術認定を受けたことを機に、2000年よりプラスチックリサイクルを開始した。

容器包装リサイクル法により、一般家庭より排出された容器包装プラスチックは自治体により分別回収され、製鉄所に運ばれる。プラスチックはコークス炉に装入可能な品質、形状にするため異物の除去、破碎、塩化ビニル系プラスチックを除去したのち、減容成形する。その後、コークス炉に石炭と混合して装入し、密閉した炭化室内で1,200℃まで加熱、熱分解し、発生した高温ガスから炭化水素油(軽油、タール)とコークス炉ガス、残さとしてコークスを回収する。炭化水素油は化学原料として、コークス炉ガスは製鉄所の燃料ガスや発電所で利用されている。本方式では、投入したプラスチックの40%が炭化水素油、20%がコークス、40%がコークス炉ガスとして再利用されている(図6)。

2000年10月より、名古屋、君津製鉄所に廃プラスチック設備を稼働させ、2002年より八幡、室蘭製鉄所で稼働する予定である。

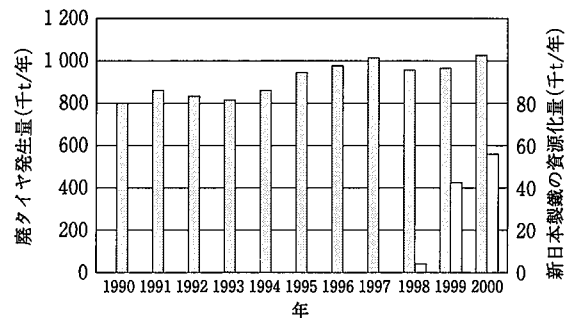


図5 廃タイヤ資源化実績とリサイクルの状況

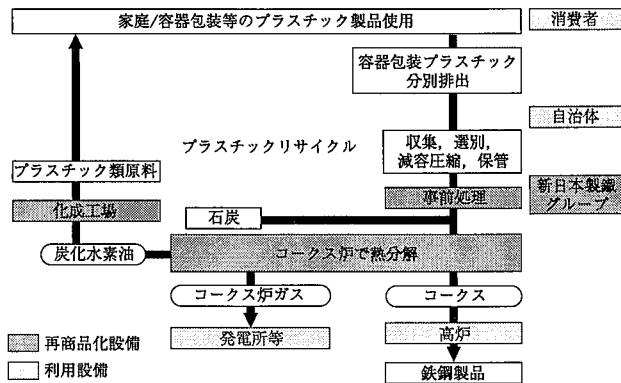


図6 プラスチックリサイクルフロー

本技術は地球温暖化問題に関する鉄鋼業の自主行動計画にも、2010年において100万tの受入により、1.5%相当のCO₂削減が図れるものとして期待されている。

(イ)シュレッダーダスト処理

リサイクル関連法が整備されつつある中で、自動車の適正なりサイクルに向けた動きが活発に議論されている。自動車のリサイクルに関しては、廃棄自動車の不法投棄を防止すること、リサイクルおよびその適正処理が持続的におこなわれること、最終処分量が極少化されること等を主眼としたリサイクルシステムの構築の議論が進められている。

ASR (Automobile Shredder Residue) は、有用品部や有害品等の部品を外した自動車をシュレッダーで裁断し、鉄等の金属を取り出した残さであり、現在は最終処分場で埋め立てされているが、新しいリサイクルシステムにおいて、ASRの発生を極少化し、さらには環境負荷低減および最終処分量の削減の観点から適正な処置が求められている。新日本製鐵では、既に一般廃棄物焼却炉で実績のあるガス化溶融炉技術等を中心に、新しい社会の要請に応えるべく検討を進めている。

(ウ)環境ソリューション分野

新日本製鐵では、製鉄業で永年にわたって培った技術を開発させ、環境技術、省エネルギー技術の優れたプラント技術を国内外に提供してきた。今般さらに、廃棄物処理や水処理、エネルギー利用や土壌浄化に至る幅広い分野で、循環型社会の形成に貢献するソリューション型事業を提供する。

<ガス化溶融炉>

高炉技術を応用したごみ直接溶融資源化システムは、不燃物も含めた多様なごみを1700℃以上の高温で安定して一括溶融するため、ダイオキシン類等の有害ガスの発生を抑え、埋め立てするごみを大幅に削減でき、また発生したスラグやメタルの溶融物も建設資材に資源化され、回収エネルギーも地域利用として活用できる画期的なごみ処理技術である。2001年11月現在、21基の受注実績があり、これは、全国の溶融炉66基の約1/3に相当している。全国の一般廃棄物の焼却炉は約1500基あり、今後とも環境調和型施設として展開が期待できる(表2)。

5. 今後の方向

近年、循環型社会を形成すべく種々の法体系が整備され、容器、家電、そして本年度は自動車分野において、従来廃棄物にまわっていたものの中から資源がすくい上げられようとしている。

循環型社会を形成するには、静脈産業としてのリサイクル産業の育成が必須であるが、単に収集、運搬を中心とした静脈産業の取り組みだけではリサイクルの推進に当たって技術開発およびコスト面で大きな障害が待ち受けており、製造プロセスで不断のイノベーションを実現してきた動脈産業が心臓的な役割を果たすことで、動脈産業と静脈産業の有機的な結合が実現するものと考えている。

鉄鋼業は、既存のインフラストラクチャーを最大限に活用して、循環型社会構築のための循環の輪の形成に大きく貢献できる産業であり、新日本製鐵は、種々の環境ソリューションを今後とも提供していく所存である。

表2 新日本製鐵のガス溶融炉受注実績

納入先	所在地	処理能力	稼働開始
釜石市	岩手県釜石市	50 t/日×2炉	1979年9月
茨木市(第1工場)	大阪府茨木市	150 t/日×3炉	1980年8月
茨木市(第2工場)	大阪府茨木市	150 t/日×2炉	1996年4月
損龍保健衛生施設事務組合	兵庫県龍野市	60 t/日×2炉	1997年4月
香川県東部清掃施設組合	香川県長尾町	65 t/日×2炉	1997年4月
飯塚市	福岡県飯塚市	90 t/日×2炉	1998年4月
茨木市(第1工場更新)	大阪府茨木市	150 t/日×1炉	1999年3月
糸島地区消防厚生施設組合	福岡県志摩町	100 t/日×2炉	2000年4月
亀山市	三重県亀山市	40 t/日×2炉	2000年4月
秋田市	秋田県河辺町	200 t/日×2炉	2002年4月(予定)
滝沢村	岩手県滝沢村	50 t/日×2炉	2002年12月(予定)
巻町外三ヶ町村衛生組合	新潟県西蒲原郡	60 t/日×2炉	2002年4月(予定)
習志野市	千葉県習志野市	67 t/日×3炉	2003年4月(予定)
(株)かずさクリーンシステム	千葉県木更津市	100 t/日×2炉	2002年4月(予定)
香川県東部清掃施設組合	香川県長尾町	65 t/日×1炉	2002年4月(予定)
豊川宝飯衛生組合	愛知県豊川市	65 t/日×2炉	2003年4月(予定)
高知西部環境施設組合	高知県中村市	70 t/日×2炉	2003年4月(予定)
多治見市	岐阜県多治見市	85 t/日×2炉	2003年4月(予定)
大分市	大分県大分市	129 t/日×3炉	2003年4月(予定)
古賀市外1市4町じん芥処理組合	福岡県古賀市	80 t/日×2炉	2003年4月(予定)
西濃環境整備組合	岐阜県大垣市	90 t/日×1炉	2004年4月(予定)