

日本における リサイクルへの取り組み

宇宙で一番美しい星といわれてきた地球。しかし現在は地球環境問題が深刻化し、資源が枯渇する危機にさらされている。日本では、循環型社会形成をめざし、環境と経済が両立した新たな社会システム構築への取り組みが行われている。その中でもリサイクルは、最も重要な課題の一つである。鉄鋼業は、長年の経験と技術の蓄積を生かし、あらゆる角度からリサイクル、さらに循環型社会形成に貢献する活動に取り組んでいる。

スチール缶はすでに85%以上がリサイクルされ再利用されている
(千葉市新浜リサイクルセンター)



廃棄物の増大、求められるリサイクルシステム

2000年度、日本の廃棄物の総排出量は、約6.0億tである。このうち、一般廃棄物(家庭等から排出される廃棄物)は約5千万tで、一人一日当たり1.1kg排出されている計算になる。

日本の物質フロー(平成15年版循環型社会白書より)を見ると、2000年度の総資源投入量は21.3億tで、ここから10.8億tが建物や社会インフラなどの形で蓄積され、1.3億tが製品となり輸出され、4.2億tがエネルギーとして消費され、6.0億tが廃棄物等となる。また循環して使用される再生資源は約2.2億tで、これは総資源投入量の約1割強に過ぎない。このような現状から、廃棄物処理と再利用の問題の解決は、日本が直面する重要課題と位置付けられる。

日本における環境問題の議論は、1950年代後半に起った産業公害問題が端緒といえるだろう。工場排出物に起因した大気汚染や水質汚染が社会問題化し、これに対応し水質保全法(1958年)、ばい煙排出規制法(1962年)、公害対策基本法(1967年)が制定された。1970年のいわゆる「公害国会」では水質汚濁法、廃棄物処理法など14の法律が制定された。産業界でも公害防止投資を増加し、鉄鋼業を始めとする多くの企業がその対策に取り組み始めた。

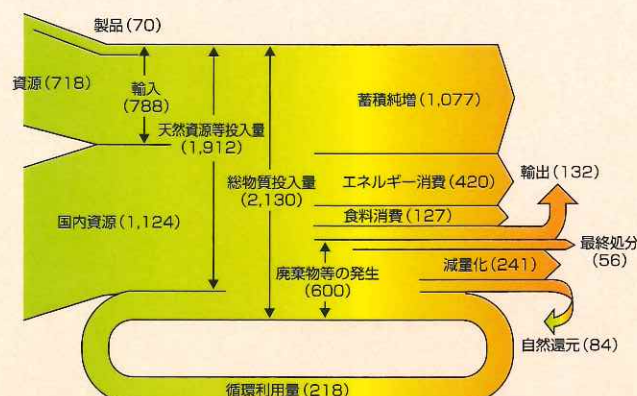
1970年代に経済の安定成長期に入ると、産業公害から自動車排ガスや生活排水などに問題が移った。これらの問題は、産業公害とは違い、市民一人一人の生活と密接に関係するため、産業界、市民、行政などが協力し、総合的に解

決に取り組むことが必要となった。

1980年代後半、バブル経済成長にともなって廃棄物の発生量は急増し、特に最終処分場のひっ迫が大きな問題となり、リサイクルの重要性が叫ばれるようになった。また有害物質の環境への影響や、資源枯渇などの問題が顕在化し、世界的に地球環境問題について活発な議論が行われるようになった。日本では1991年に再生資源利用促進法が制定された。この法律では、産業廃棄物となりうる工場副産物の利用促進や、古紙やガラスびんなどの生活資源のリサイクルを促進するための措置が講じられた。また自動車や家電などの環境配慮設計を進めること、スチール缶やアルミ缶などの材質の識別表示を行うことなどが求められた。

日本における物質フロー図の模式図(平成12年度)

(単位:百万t)



(注) 産出側の総量は、水分の取り込み等があるため総物質投入量より大きくなる。

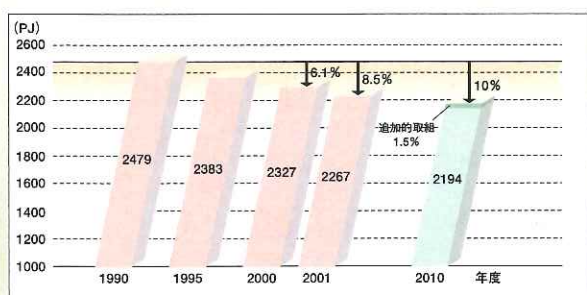
(環境省資料より)

鉄鋼業における地球温暖化対策への取り組み

日本の温室効果ガスの総排出量は年間約12.1億t(2001年度)だが、この内訳は産業部門37.2%、運輸部門22.0%、家庭部門12.7%などとなっている。鉄鋼業は産業部門の中で最も排出量が多く、全体の約1割を占めており、鉄鋼業の地球温暖化対策及び温室効果ガス削減への取り組みはきわめて重要だといえる。

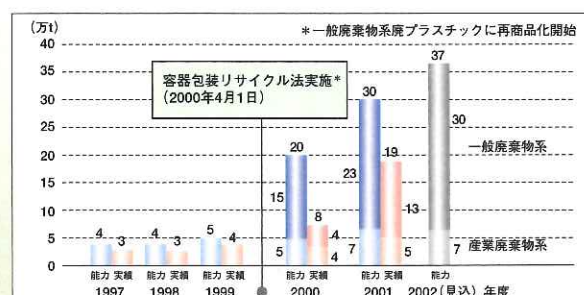
1996年、日本鉄鋼連盟は「鉄鋼業の環境保全に関する自主行動計画」を策定し、1990年度のエネルギー消費量に対して、2010年度には10%削減することを目標とした活動を開始した。基準年の1990年度から10年を経た2000年度までの進捗状況総括によれば、2001年度の日本鉄鋼業のエネルギー消費量の合計は2,267PJ(ペタジュール、1PJ=10¹⁵J)となり、1990年度2,479PJより8.5%削減を実現している。

具体的な取り組みとして、操業時における省エネルギーについては、高付加価値化や環境対策による増エネルギーがあるものの、



鉄鋼業におけるエネルギー消費推移及び2010年度目標
(「鉄鋼業の地球温暖化対策への取り組み」(社)日本鉄鋼連盟資料より)

生産設備の高効率化、操業改善等の対策により、順調に推移している。また、自主行動計画の追加的取り組みと位置付けられる高炉等への廃プラスチックの利用(1997年以降実施)については、処理能力のみならず処理実績が大幅に進展している。鉄鋼製品利用による省エネルギーでは、高機能化鋼材の利用による社会での省エネルギー貢献(例えば高強度鋼材利用での軽量化による省エネルギー)や、鉄鋼スラグなどの副産物利用による他産業での省エネルギー貢献、国際技術協力による省エネルギー貢献なども進展している。上記のうち、鉄鋼スラグでは、特に高炉スラグの約64%がセメント原料として利用されている。高炉スラグを使用した高炉セメントは、従来セメントに比べ工程が省略でき、炭酸ガス排出量の削減に効果がある。これによりセメント業界では年間550万tの炭酸ガス排出が抑制されたと試算されている(2000年度)。



鉄鋼業の廃プラスチック利用実績および処理能力
(「鉄鋼業の地球温暖化対策への取り組み」(社)日本鉄鋼連盟資料より)

循環型社会を目指す法体系の整備

1990年代後半になると、たんにリサイクルを進めるだけにとどまらず、将来的にも環境、資源の問題の解決を図っていくための経済社会システムの重要性についての議論が起った。1999年、当時の通商産業省は「循環経済ビジョン」報告書を取りまとめ、経済システムを従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型から循環型経済システムに転換すべきことが盛り込まれた。

このような流れを受け、2000年に循環型社会形成推進基本法を中心とした関連法が成立し、この年は「循環型社会元年」と呼ばれた。

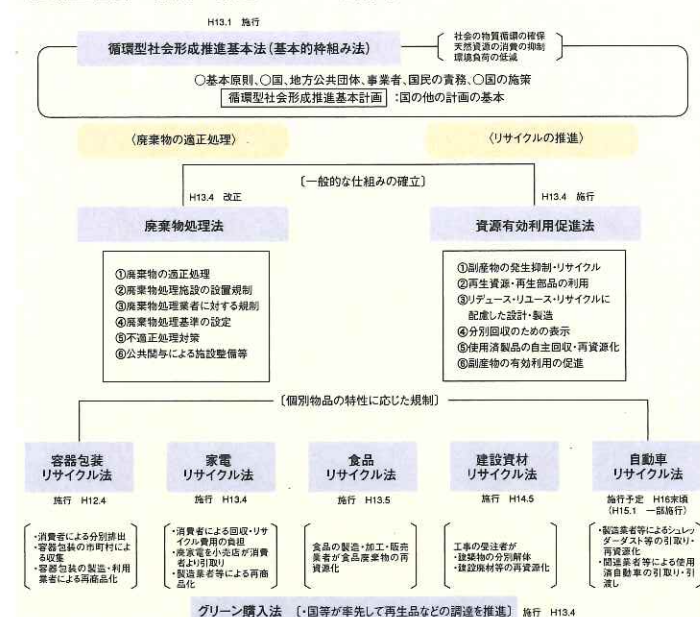
循環型社会形成推進基本法(2001年施行)は、循環型社会の定義、循環型社会形成に向けた事業者や国民などの役割分担、取り組みの基本原則、国としての総合的な取り組みの基本計画、などを決めたもので、循環型社会構築を推進する一連の法体系の中で基本的枠組みを示した法律である。

この法律の対象となる「循環資源」とは、廃棄物のうち有用なものを指す、とされている。また、廃棄物への取り組みの優先順位は、①発生抑制(リデュース、Reduce)、②再使用(リユース、Reuse)、③再生利用(リサイクル、Recycle)、④熱回収、⑤適正処分、と定められている。このうち、リデュース、リユース、リサイクルの3つを「3R」と呼んで、あらゆる面で3Rを推進している。

この法律のほか、廃棄物の適正処理を推進する「廃棄物処理法」、

リサイクルの推進を図る「資源有効利用促進法」があり、さらにリサイクルの対象となる個別製品の特性に応じたリサイクル法、再生品調達を推進するグリーン購入法が決められている。これらすべてを合わせたものが、循環型社会形成の推進のための法体系として整備されている。

循環型社会の形成の推進のための法体系



(「資源循環ハンドブック 法制度と3Rの動向2003年」経済産業省資料より)

リサイクルが進むスチール缶

個別製品のリサイクルを促進する法律として最初に施行されたのは、2000年施行の容器包装リサイクル法である。さらに2001年に家電リサイクル法、食品リサイクル法が施行され、同時期にグリーン購入法も施行された。2002年には建設資材リサイクル法が施行された。2004年には自動車リサイクル法が施行される予定となっている。

次に、各法律における鉄鋼製品のリサイクルの現状について見てみよう。

容器包装リサイクル法(2000年施行)は、家庭ごみの約60%を占める容器包装廃棄物を対象としたもので、市町村による分別収集(消費者による分別排出)及び分別収集された容器包装の事業者によるリサイクル、という回収・リサイクルシステムが規定されている。スチール缶は容器包装の1つだが、施行以前にすでにリサイクルが進んでいたため、アルミ缶、紙パック、段ボールとともに再商品化義務の対象にはなっていない。

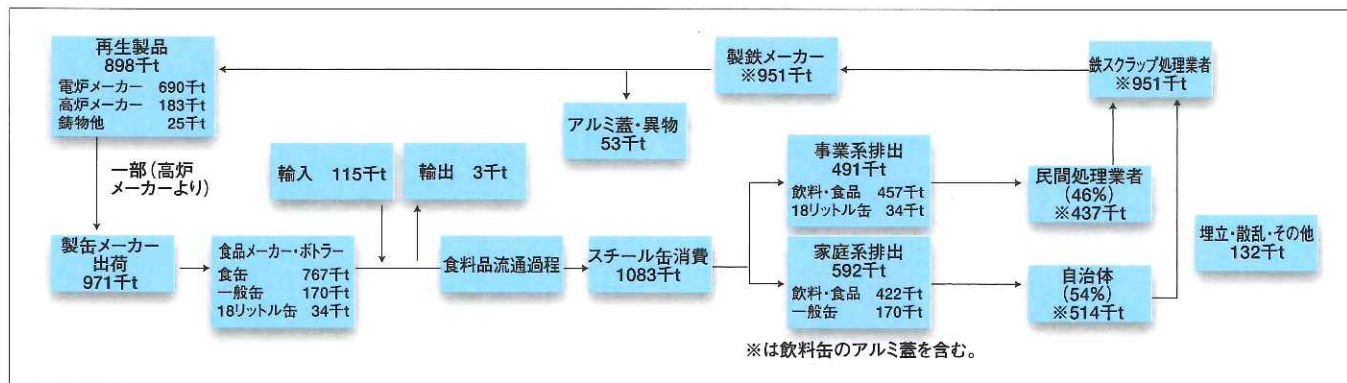
2002年度のスチール缶のリサイクル率は86.1%であり、産業構造審議会による品目別廃棄物処理・リサイクルガイドラインの目標値85%を達成している。他の容器包装のリサイクル率(2002年度)は、ガラスびん(カレット)83.3%、アルミ缶83.1%、PETボトル45.6%であり、スチール缶が最も進んでいることがわかる。このように順調にリサイクルが進んでいる理由としては、消費者の理解や協力の下に市町

村等の分別収集が進展していること、全国のリサイクルセンターの処理量が増加したこと、スチール缶スクラップの品質が向上し再利用が増加していること、などが挙げられる。処理されたスクラップは、電炉、転炉で鋼になり、ビルや橋梁、スチール缶、自動車、家電、鉄道、船舶などの鉄鋼材料として利用されている。

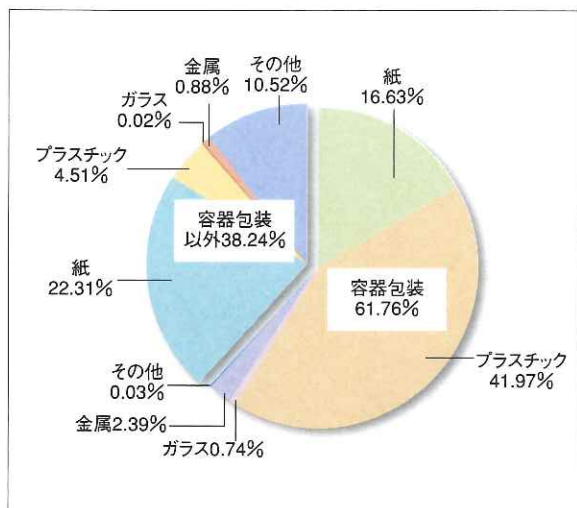
家電、自動車リサイクルから排出される鉄スクラップ

家電リサイクル法(2001年施行)は、家電販売店による回収、及び回収された使用済み家電製品の家電メーカーによる再商品化などが規定されている。エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機が対象品となっているが、このうちテレビを除く3品目では、材料の約半分以上を鉄鋼材料が占めている。2001年度に製造業者及び指定法人が引き取った家電製品は合計854万台で、再商品化率は56~78%であった。各対象品のリサイクル目標値(エアコン60%、テレビ55%、冷蔵庫50%、洗濯機50%)はいずれも達成された。リサイクル処理では、鉄、銅、アルミニウム、ガラス等が有価物として再商品化され、冷媒用フロン類も回収されている。

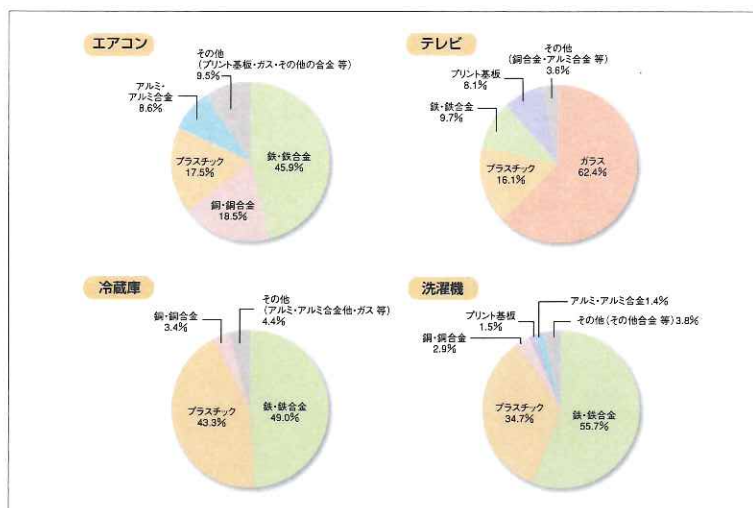
現在、施行に向け準備が進んでいるのが自動車リサイクル法(2004年施行予定)である。これは自動車所有者、使用済み自動車の引取り業者、自動車メーカー、フロン類回収業者及び解体・破碎業者の役割分担、リサイクルに必要な費用などについて規



スチール缶リサイクルのフロー (2001年) (スチール缶リサイクル協会資料より)



家庭ごみ全体に占める容器包装廃棄物の割合 (容積比)
(「資源循環ハンドブック 法制度と3Rの動向2003年」経済産業省資料より)

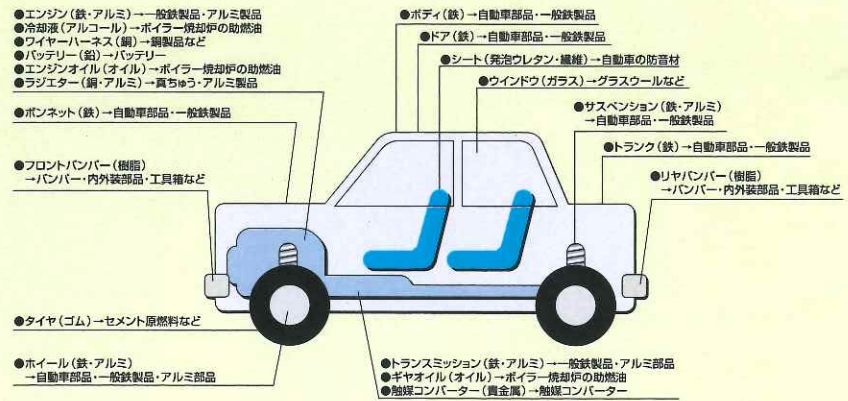


家電製品の組織
(「資源循環ハンドブック 法制度と3Rの動向2003年」経済産業省資料より)

定するものである。対象となるのは、大型車、商用車を含めたすべての4輪自動車である。最近10年では年間約500万台が廃車となっているが、廃車時に鉄スクラップを回収するルートはほぼ確立されており、その回収率はおおむね100%、リサイクル率は75~80%に達している(残りはシュレツダーダストとなり埋立・焼却)。リサイクルの目標値は、平成27年以降の使用済み自動車のリサイクル率95%以上、埋立処分量(容積)を平成8年の5分の1以下と設定されている。

使用済み鉄鋼製品の回収、再利用ルートは、日本の社会の中で、また鉄鋼業界の中で長年にわたって築かれてきた。個別製品のリサイクル法整備により排出された鉄スクラップは、再び鉄鋼材料として生まれかわる。鉄鋼材料はまさに循環型材料

の代表選手と言える。個別製品のリサイクルに関する法整備は今後もさらに進むであろうが、リサイクルに適した鉄鋼材料は今後も完全リサイクルに向けた取り組みの中で重要な役割を果たしていくことだろう。



使用済み自動車のリサイクル用途(社)日本自動車工業会資料より

ドイツ及びヨーロッパ諸国での環境保全とリサイクルへの取り組み

ヨーロッパには、環境や廃棄物問題への取り組みに熱心な国が多い。なかでも環境先進国として知られるのがドイツである。ドイツでは、1970年代以降、廃棄物量が増大し、処理施設不足、不法投棄が問題となっていた。そこで廃棄物の発生抑制を優先する循環型経済への転換を図るため、1996年「循環経済・廃棄物法」が施行された。この法律では、天然資源を保全するために循環経済を促進するとともに、環境保全に適合した廃棄物の処分を確保することを目的としている。また、廃棄物の発生抑制、材料リサイクル又はエネルギーリサイクルを図るとともに、リサイクルは処分に優先すると規定している。さらに、リサイクル及び処分についても、廃棄物の排出者、製造者、処理業者の責任を明確にしている。例えば、家庭廃棄物については市町村がリサイクルもしくは処分を行い、事業系廃棄物については、処分するものは事業者または市町村が、リサイクルするものは排出事業者責任下で民間事業者が行うことになっている。

家庭廃棄物の容器包装については、1990年に包装材の回収、選別を行うDSD (Dual System Deutschland) という民間企業が産業界の出資により設立され、ドイツの日常生活の中にリサイクルの意識を浸透させる役割を果たしてきた。DSDの活動には、市街地でのリサイクル回収ボックスの設置、リサイクル対象品マークの表示、ガラスびんやPETボトルのデポジット回収制度などがある。またプラスチック容器については、1995年に高炉への廃プラスチック吹き込みが開始され、現在では回収されたプラスチックの4割程度が高炉の還元剤として利用されているという。

ヨーロッパ各国は国境を接しているため、ある地域の環境因子の

悪化がすぐに他地域に悪影響を与えるおそれがある。そこでEU委員会が中心となって、環境保全に関する対策を講じてきた。1996年には、各産業界に対し包括的な環境保全を行うことを目的としたEU IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) 指令を採択した。この指令は、工業活動が原因となる大気、水、土壌への汚染物質を把握し、汚染の防止と削減をめざすと共に、利用可能な最も有効な技術を利用することを義務づける指令である。これに対応し、以後各国では総括的な環境規制の法制化を進めることになった。

廃棄物に関しては、EUの包装品・包装廃棄物指令(1994年制定)などがあり、加盟国に2001年に包装廃棄物の回収率50~60%、リサイクル率25~45%を達成する義務を示したもので、各国の回収率、リサイクル率とも達成している。現在では2006年リサイクル率60%の目標が設定されている。

最近の各国の廃棄物問題は、従来の規制的手法だけでなく、経済的手法などの多様な手法を取り入れ適切に活用する「ポリシーミックス」の考え方が広がっている。とくに経済的手法は、市場原理の元に循環経済を推進するものとして注目されている。これまで、世界各国に先駆けた環境保全やリサイクルに取り組んできたヨーロッパに



ドイツの街中で見られる回収ボックス

において、今後どのような対策が講じられるのか興味深いところである。

地域ぐるみで目指す環境未来都市 廃棄物ゼロを目指す「エコタウン事業」

ごみゼロとリサイクル産業の振興を図る

経済社会全体がリサイクルを推進するために、それを支える基盤となる地域や市民の活動は非常に重要である。毎日の生活の中にリサイクルが根付いてこそ、日本ひいては地球全体が循環型社会になることができるのである。

経済産業省は、1997年、地域でのゴミゼロ型のまちづくりを促進するために、「エコタウン事業」制度を導入した。ゴミゼロのためには、地域で排出されたすべての廃棄物をできるだけ他の産業分野の原料として活用する必要がある。エコタウン事業は、地域のゴミゼロ化への貢献、先進的・先導的なリサイクル施設を整備する民間事業者に対する補助に加えて、リサイクル産業の立ち上がりをねらいとしたものである。1997年の制度発足以来、6年間で18地域のエコタウン計画を承認（経済産業省と環境省の共同承認）している。

全国のエコタウン計画の中で、北九州市の取り組みは、その規模や内容から見て、代表的な例だといえる。

北九州市北部の響灘地区は、1940年代以来の埋立てによってできた土地である。関門海峡の浚渫土砂や地元製鉄所からの排出物などによってできたこの地域は、総面積約2,000ha、このうち計画地、未利用地が1,400ha（1994年当時）であった。北九州市では、1994～95年度に響灘開発基本計画を策定し、埋立地の利用による新たな産業創造に関する検討を行った。その結果、環境に配慮した事業への方向性が浮かび上がった。

北九州市は、1960年代に鉄鋼業を中心とした工業都市として大きな発展を遂げたが、一方で、重大な公害問題に直面した経験を持つ。この公害問題の解決に当たっては、市民や地元企業を上げて努力を結集させたという実績がある。また歴史的に、多くの企業、人材が集まっていることから、新しい事業を受け入れる地域環境が整っていたのである。

北九州市の特徴ある取り組み

1997年、エコタウン制度が発足し、最初の承認地域の1つに北九州市が選ばれた。北九州市は「環境産業推進会議」を招集し、具体的な活動を開始した。

北九州市の環境産業振興戦略の特徴は、「北九州方式3点セット」と呼ばれる3つの展開を行っていることにある。3点とは、以下のとおりである。

(1) 教育・基礎研究

市内八幡西区の北九州学術研究都市には北九州市立大学などの大学、研究機関が集まり、環境系の研究を行っている。

(2) 技術・実証研究

響灘地区の実証研究エリアで、地元企業育成や実証プラントの支援を行っている。例えば、焼却灰や食品残渣などの実証研究が行われる。

(3) 総合環境コンビナート

響灘地区の総合環境コンビナートにはペットボトルや自動車など各種のリサイクル工場が建設されている。また隣接地には地元のリサイクル工場が集まり各種のリサイクル事業化を進めている。

このうち、(3)の総合環境コンビナートは、リサイクル企業が集積することにより最終資源化の効率向上が図れることが大きな特徴である。例えば、OA機器リサイクル工場で排出された蛍光管を家電リサイクル工場に持ち込んで一括処理するなど、工場間の協力により、無駄のない資源化が実現する。

北九州市では、これらの3つの事業を、行政主導で進めるばかりでなく、できるかぎり民間活力を導入する姿勢を貫いてきた。経済性の高いリサイクル産業が成り立つという仕組みを作り、それを行政がバックアップするという方式が、同市の成功の秘けつともいえるだろう。



北九州市のエコタウン地域及び拠点（北九州市資料より）

鉄鋼技術を応用した複合中核施設

総合環境コンビナートの複合中核施設は、マテリアルとサーマルの再利用を最終的に図る施設であり、2004年度内完成を目指し建設中である。総合環境コンビナートでは、各立地企業がそれぞれに完全リサイクルを目指すものの、現状ではその過程で残渣が発生する。複合中核施設は、これらの残渣を最終段階で、最大限に資源化する役割を持つ。複合中核施設の稼働により、総合環境コンビナート内の廃棄物は最小限に抑えられ、かつ排出物と熱エネルギーは最大限利用されるものと期待される。例えば、廃自動車から排出されるシュレッダーダストは、以前は響灘地区に大量に埋立て処分されていた。複合中核施設により、このような残渣の資源化が図れ、埋立て処分量を極限まで減らすことができる。

中心となる設備は、製鉄所の高炉の技術を取り入れた「ガス化溶融炉」と呼ばれるものであり、シュレッダーダストなどの高カロリー、高不燃物比率である廃棄物処理残渣に対応した設計により、大容量高効率発電と溶融資源化が可能となる。

この設備は縦に長い筒の形状をしていることから、「シャフト型」とも呼ばれている。上部から、シュレッダーダストなどの残渣と還元剤（コークス）が投入され、下部に降りながら次第に高温になっていくと同時に、途中では副生物のガスを発生する。残渣が、乾燥・予熱帯（約300～400℃）を経て熱分解ガス化帯（約300～1,000℃）に達すると、有害成分の少ない可燃ガスが発生し、まずこれを回収する。さらに降下し、燃焼帯（1,000～1,700℃）、溶融帯（1,700～1,800℃）では、多様な材質のごみを確実にスラグ又はメタルに溶融することができる。もし重金属成分（鉛、亜鉛など）が含まれていても揮散するため、溶融物内にはその成分がほとんど残らない特徴がある。

溶融炉から回収したガスは、燃焼され、発電エネルギーとなる。こ



ガス化溶融炉の構造と仕組み（新日本製鐵（株）資料より）

の電力は総合環境コンビナート内の各企業に供給される。

溶融物のスラグ、メタルも無駄なく再利用される。スラグは天然の砂や石に近い成分になるので、土木用材料などとして再利用ができる。メタルとして残る合金の成分は主として鉄や銅であり、今後は産業廃棄物やシュレッダーダスト処理の増加に伴って銅成分が増加すると予測されている。これらは、合金原料として製鉄や銅精錬の材料としての使用が期待されている。

人々の関心と理解がリサイクル産業を支援

北九州市の試みは、完成すれば我が国最大規模のエコタウン計画であり、各方面からも注目されている。一方で、地元でのエコタウン構想への期待はどのようなものだろうか。

市民の関心を測る1つの尺度として、響灘実証研究エリア内にあるエコタウンセンターへの来場者数がある。この施設は、2001年6月に開設したが、初年度は約7万人、2002年度には約9万人の来場者があった。同センターでは、来場者の申し込みがたいへん多く、できるだけ市民を優先するように心がけてきたという。また地元小中学校の環境学習に生かしてもらおうようにしてきた。このように、エコタウン事業を広く一般に公開し、その成果の普及に努めてきた姿勢が、エコタウン事業を多くの人に理解してもらうことにつながったといえるだろう。

計画当初は、廃棄物が広域からここに集中することに対して懸念する声もあったそうだが、最近では「がんばって、という協力的な声が増えてきた」（北九州市担当者）という。

地域にリサイクルが根付くかどうかは、経済的に事業が成り立つシステムづくりができるか、また地元企業や市民の協力や理解があるか、に負うところが大きい。北九州市ではいま、エコタウン事

業の成功を確信しつつ、工場建設の槌音が響いている。



エコタウンをきっかけとして市民のリサイクルへの関心が高まっている（北九州市エコタウンセンターを見学する子どもたち）（写真提供：北九州市）



自動車リサイクル工場（写真提供：北九州市）

〔取材協力〕北九州市、新日本製鐵（株）、北九州エコエナジー（株）

