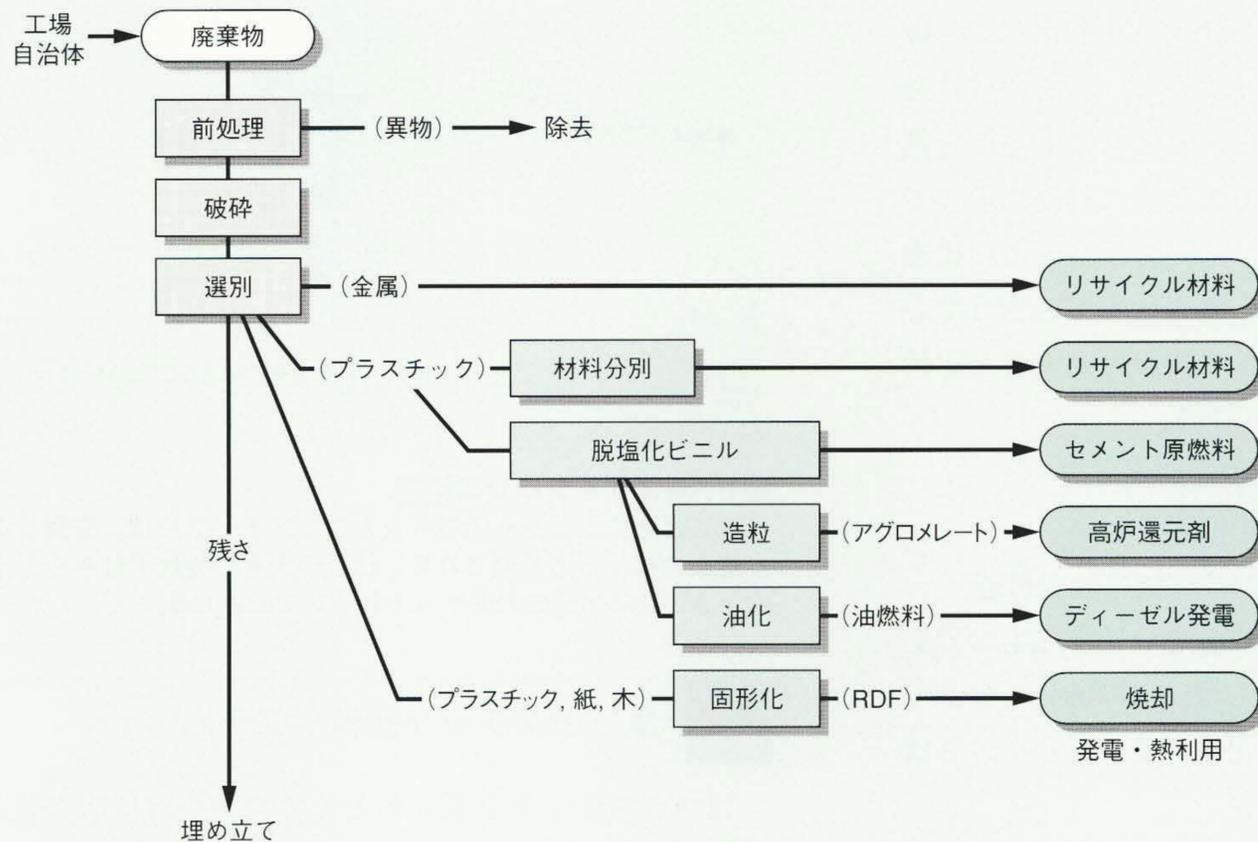


# 廃棄物の原料化・燃料化システム

## Wastes Processing System for Material and Thermal Recycling

宇野元雄 Motoo Uno  
岩瀬嘉男 Yoshio Iwase

尾崎洋一 Yôichi Ozaki  
坂根哲幸 Tetsuyuki Sakane



注：略語説明  
RDF (Refuse Derived Fuel ;  
ごみ固形化燃料)

### 廃棄物のリサイクル，原料化・燃料化処理の工程

多様な排出元から，既存設備で受け入れられる一定品質の原料や燃料を製造するには，その量や性状に合わせた一貫処理システムの設計が重要となる。

“Reduce(削減)”，“Reuse(再使用)”および“Recycle(再利用)”の3Rを基調とした廃棄物政策の下で，容器包装リサイクル法や家電リサイクル法に続き，リサイクル促進のための各種法律が制定された。それとともに，自治体や環境経営で先行する企業を中心に，ゼロエミッションやリサイクルに取り組む動きが活発化している。

原料化・燃料化処理システムは，廃棄物をセメントの原燃料や高炉の還元剤に加工したり，油や固形の燃料に加工したりしてリサイクルするシステムである。廃棄物の収集や生成物の輸送は既存の手段を使うことができ，生成物も，高炉，セメントキルン，ディーゼルエンジンまたは焼却炉といった既存の設備で受け入れることができる。

原料化・燃料化処理システムのメーカーでありユーザーでもある日立製作所は，いち早くこれらの技術に着目し，キーとなる前処理技術や原料化・燃料化技術を開発して製品化した。今後，実証事業や製品納入の実績に基づき，ベストミックス・トータルソリューションを目指し，顧客にとって適切なシステムを提案していく。

## 1 はじめに

廃棄物を原料としてリサイクルしたり，セメントキルンや焼却炉の燃料にして熱としてリサイクルする原料化・燃料化処理は，生成物が既存設備で受け入れられるため，比較的小さな設備投資で実現しやすい。

廃棄物は，排出元によって組成が異なるので，多様な廃棄物から一定品質の原料や燃料を製造するには，その量と性状に合わせたシステム作りが不可欠であり，一貫処理システムとしての設計が重要となる。また，地域の特性に合わせたきめ細かい対応も必要となる。

特に，大きな容積を占めるプラスチックについては，

埋め立て地の延命という観点からも，今後ますます処理の役割が重要となる。

ここでは，プラスチックを主体に，原料化や燃料化の前処理として重要な要素技術である「分別技術」，原料化システムの例として「高炉吹き込み用造粒システム」，および燃料化システムの例として「油化・発電システム」と「RDF(ごみ固形化燃料)製造・発電システム」について述べる。

## 2 廃プラスチック分別技術

使用済み製品の処理工程や製品の製造工程で発生する混合プラスチックをリサイクルするには，プラスチック

を各材質ごとに分別したり、特定の材質を分離除去することが必要となる。このような用途のために、液体サイクロン方式の廃プラスチック分別技術を製品化した。

液体サイクロンは、材質による比重差を利用して、破碎して小片にした混合プラスチックから、目的の材質を分別するものである(図1参照)。水とともに上部から供給されたプラスチック片は、流れとともに外筒に沿って回転しながら下降し、遠心力によって分離される。比重の大きい物は下部から排出され、比重の小さい物は中心の内筒から上方に排出される。他の比重分別方式と比較した場合の特徴は以下のとおりである。

- (1) 比重差が0.1程度の異種材質の分別が可能
- (2) 特殊な比重液を用いずに水を循環使用
- (3) 分別境界(しきい値)を比重0.95~1.2に設定可能

液体サイクロン単体は二つの成分を分別するものであるが、多段化することによって三つ以上の成分も分別でき、各種用途に応じたシステム化が可能である。設備構成の例を図2に示す。

産業廃棄物系プラスチックの原料化を目的とした適用事例としては、樹脂部品の生産端材として発生するPVC(ポリ塩化ビニル)とPP(ポリプロピレン)の分別などがある。

容器包装系廃プラスチックの原料化でも、PVCを事前に除去しなければならない場合がある。このような需要に対し、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託研究(研究期間:1999年10月から2002年3月まで)として、フィルムやラップなどを含むプラスチックからPVCを分離し、塩素混入率0.5 wt%以下の可燃系プラスチックを回収する技術の開発を行っている。

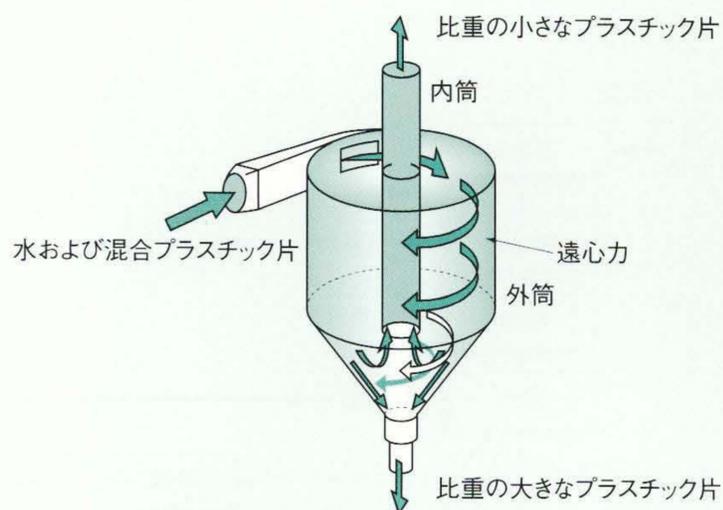


図1 液体サイクロンの構造

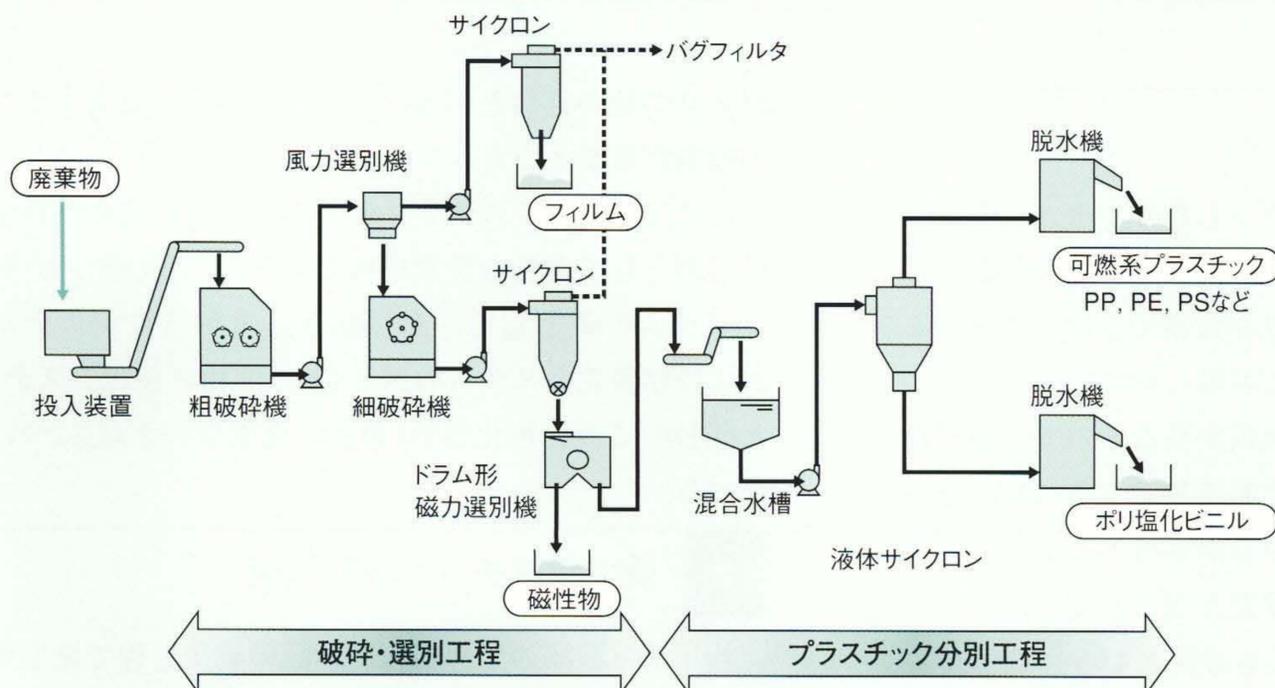
水とともに上部から供給されたプラスチック片は、回転しながら遠心力によって分離される。比重の大きい物は下部から、比重の小さい物は中心の内筒からそれぞれ排出される。

### 3 廃プラスチック造粒システム

廃プラスチックを還元剤として高炉などに吹き込み、再利用するための造粒システムの開発を進めている。

自治体が収集した容器包装系廃プラスチックから金属などの異物やPVCを除去した後に、軟化・圧縮・混練によって造粒体(アグロメレート)にするシステムである。容器包装系廃プラスチックに多く含まれる薄いフィルムシートの取扱いは難しいが、粒径が3~5 mm(最大10 mm)の造粒体にするにより、空気搬送および羽口からの安定した吹き込み供給が可能となる。

この造粒システム技術は、ドイツのDSD(Duales System Deutschland)社との技術提携契約により、導入



注: 略語説明  
PE (Polyethylene)  
PS (Polystyrene)

図2 廃プラスチックリサイクル設備の構成例

液体サイクロンをキー技術として、さまざまな装置を組み合わせることにより、各種用途に応じたりリサイクル設備の構築が可能となる。

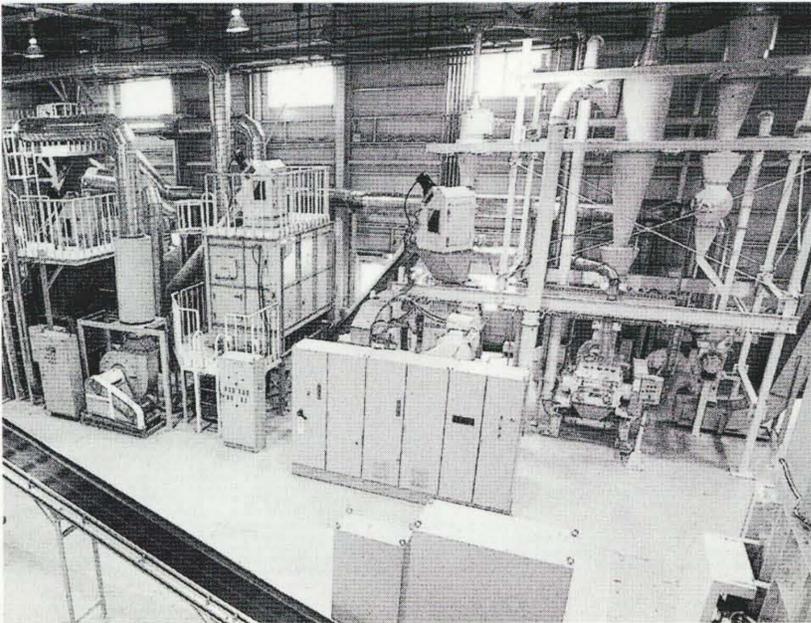


図3 廃プラスチック造粒システムの外観

容器包装系廃プラスチックから金属などの異物やPVCを除去した後、軟化・圧縮・混練によって造粒体を製造するドライプロセスを示す。

したものである。ディスクの回転摩擦熱を利用した造粒機構の採用により、PET（ポリエチレンテレフタレート）を除くプラスチックの連続処理が可能で、低コストでの造粒を実現できる。

また、このシステムでは、エアテーブルを用いた乾式のPVC選別除去装置により、造粒体中の塩素濃度2%以下を目標として実証開発している。

なおこの開発は、北九州エコタウン事業の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から財団法人クリーン・ジャパン・センター(CJC)が受託し、日立製作所はその協力企業として北九州市響灘地区に実証設備を建設し、実証研究開発(研究期間：1999年2月から2001年3月まで)を推進している。設備の外観を図3に示す。

#### 4 廃プラスチック油化発電システム

廃プラスチックを原料化・燃料化するもう一つの方式として油化処理技術を開発した。財団法人クリーン・ジャパン・センター(CJC)によるこの技術の実証実験事業として、油化・発電一貫システムの実用実証設備を建設し、株式会社日立エンジニアリングサービスの協力により、1998年4月から約2年間の実証運転を行った(図4参照)。

このシステムの特徴は、工場内で発生する産業廃棄物系プラスチックをその場で油化し、昼夜連続発電できるように油化と発電を一貫設備としたことである。廃プラスチックを熱分解して生じた分解ガスを凝縮し、重質分だけを還流させることにより、回収油をディーゼルエン

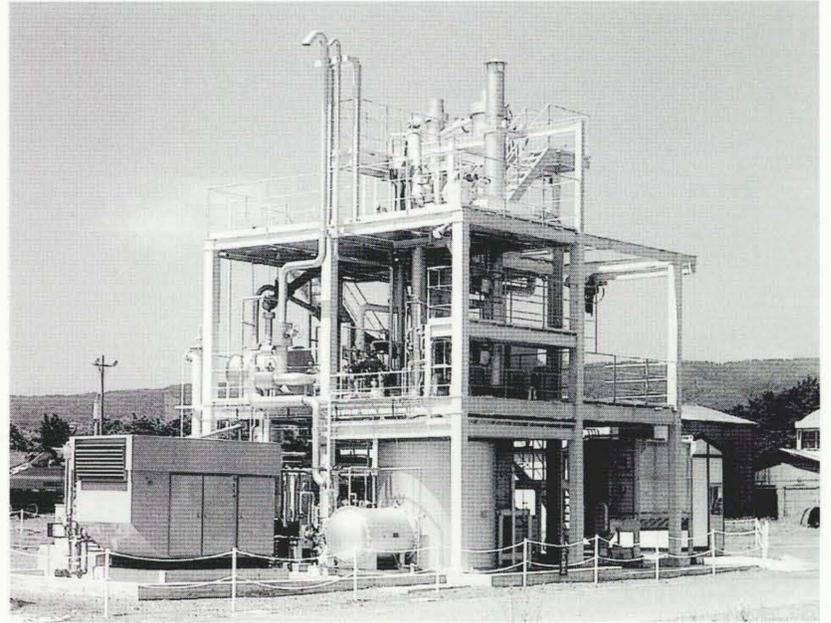


図4 廃プラスチック油化発電システムの外観

工場内で発生する産業廃棄物系熱可塑性プラスチックをその場で油化し、ディーゼルエンジンによって昼夜連続発電できるようにした実用実証設備を示す。

ジン用燃料に適した性状(セタン指数、動粘度など)に調整するとともに、回収油に合わせて改造したディーゼルエンジンで発電する。対象とする廃プラスチックは、主としてPVCを含まない熱可塑性プラスチック(ポリオレフィン系やポリスチレン系プラスチック)である。油化処理後に発生する残さ量が多い熱硬化性プラスチックに熱可塑性プラスチックを最適な割合で混合して油化処理することにより、熱硬化性プラスチックの残さ発生量を低減することもできる。回収油の一部は熱分解のための加熱燃料としても利用している。

### 5 RDF製造・発電システム

RDF(Refuse Derived Fuel)に関する技術は、分散型燃料化システムを実現するのに適している。木くず、紙くず、および廃プラスチックからRDFを製造し、石炭代替燃料として利用する。この技術の利点は以下のとおりである。

- (1) 減容、固形化することから、輸送や貯蔵、取り扱いが容易
- (2) RDF製造装置の分散設置が可能
- (3) 発熱量が高くしかも安定しており、熱利用に適合

産業廃棄物用RDFについては、日立製作所は、1995年に茨城県内にある自社の3事業所にRDF製造設備を導入し、各事業所で発生する産業廃棄物をRDF化した後、日立事業所内に設置した発電設備に収集するシステムを構築した(図5参照)。RDFの燃焼能力は40 t/d、発電出力は1,500 kWである。これにより、産業廃棄物の有効利用が可能になるとともに、発電した電力を工場内の高圧母

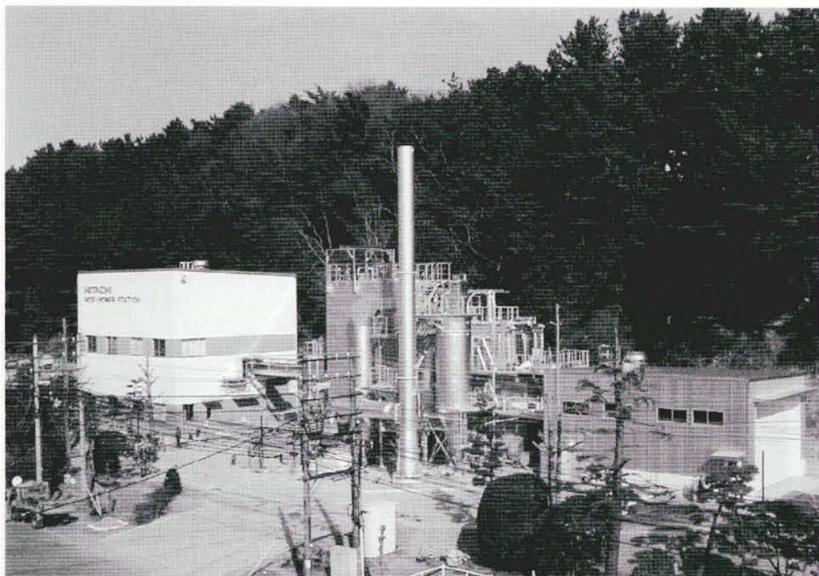


図5 産業廃棄物用RDF発電設備の外観

茨城県内にある3事業所でRDF化した産業廃棄物を、日立事業所内に設置した発電設備に収集し、この電力を工場内で利用することによって省エネルギーを図っている。

線に連系し、工場内で利用することで省エネルギーに貢献している。

一方、一般廃棄物向けRDF製造装置に関しては、日立金属株式会社が1999年2月に三重県海山町へ1号機を納入した(図6参照)。

この施設のごみ処理能力は、処理計画人口1万400人に対して20 t/d(8時間稼働)、RDF製造能力は約10 t/d(8時間稼働)である。分別収集された可燃ごみを受け入れ、破碎乾燥、選別、成形工程を経て、RDFを製造する。製造されたRDFの半数は併設の流動床炉で焼却し、この施設の乾燥機用熱源と冷暖房・給湯用熱源として利用する。余剰分は、セッコウボード製造会社のボイラ用補助燃料として売却する。

この施設の特徴は、(1) RDF製造工程の乾燥機の燃料に製造物のRDFを利用し、燃料費を低減していること、および(2) 前処理の選別装置で不適物を除去し、RDFの品質を安定させることによって燃焼時の有害物質の発生を抑えていることである。

## 6 おわりに

ここでは、廃棄物の原料化・燃料化システムについて述べた。

原料化・燃料化処理システムのメーカーでありユーザーでもある日立製作所は、キーとなる処理技術を先行開発し、それらをシステム化し、さらに実証事業などを通して、リサイクル推進に努めてきた。今後も、これらの実績に基づき、顧客にとって適切なトータルソリューションシステムを提案していく考えである。



図6 三重県海山町のリサイクルセンター

分別収集された可燃ごみからRDFを製造し、その半数を併設の流動床炉で焼却し、熱源として利用している。排ガス中のダイオキシンは0.1 ng-TEQ/m<sup>3</sup>N以下を達成している。

## 参考文献

- 1) 宇野, 外: 廃プラスチック処理技術, 日立評論, 80, 8, 567~570(平10-8)
- 2) 小林, 外: プラスチック分別装置, 産業機械, No.529(2000.1)
- 3) T. Kaneko, et al.: Status of a New Waste Plastics Recycle Process for Power Generation, ISFR'99, 13-16(1999)

## 執筆者紹介



### 宇野元雄

1973年日立製作所入社, 電力・電機グループ 環境システム推進本部 システム技術部 所属  
現在, 廃棄物リサイクルシステムの事業推進に従事  
E-mail: motoo\_uno @ pis. hitachi. co. jp



### 岩瀬嘉男

1982年日立製作所入社, 電力・電機グループ 環境システム推進本部 プラリサイクル推進室 所属  
現在, 廃プラスチックリサイクルの事業推進に従事  
E-mail: yoshio\_iwase @ pis. hitachi. co. jp



### 尾崎洋一

1981年日立製作所入社, 電力・電機グループ 環境システム推進本部 日立環境システム部 所属  
現在, 廃棄物発電システムの設計に従事  
E-mail: youichi\_ozaki @ pis. hitachi. co. jp



### 坂根哲幸

1978年日立金属株式会社入社, 環境エンジニアリング事業部 所属  
現在, 廃棄物資源化システムの設計に従事  
E-mail: tetsuyuki\_sakane @ po. hitachi-metals. co. jp