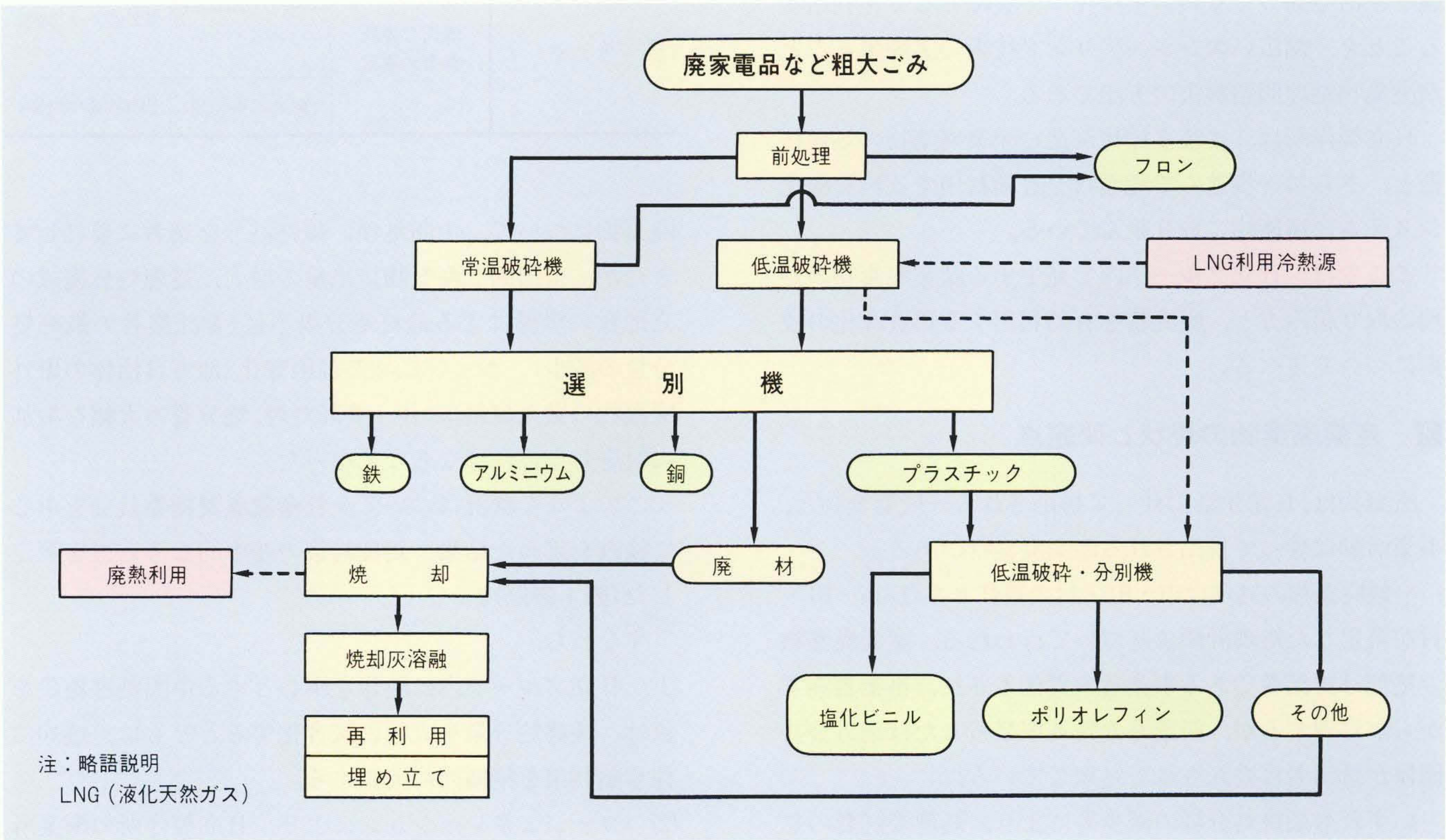
総合的なリサイクルを考えた廃棄物処理システム

Solid Waste Treatment System Considering Maximum Recycling Volume and Optimum Energy Application

杉原元雄*　Motoo Sugihara
澤田　貢**　Mitsugu Sawada
林　政克***　Masakatsu Hayashi
高村義之****　Yoshiyuki Takamura



総合的なリサイクルを考えた廃棄物処理システム　このシステムは鉄・非鉄金属・プラスチックを分別して再利用すると同時に，フロンの回収，LNGの排冷熱や焼却の廃熱を有効に利用するなど，地球に優しいシステムである。

環境問題の一つとして大きな関心を集めている廃棄物処理問題は，廃棄物排出量の増大，最終処分場の不足などの理由により，減量化とともに再資源化が緊急の課題となっている。廃棄物を不要物(ごみ)として処理するのではなく，有価物の回収，可燃物からの熱エネルギーの回収や発電といった多岐にわたるトータルエンジニアリング力でシステムづくりを行うことが必要である。また，廃家電品など粗大ごみからの再資源化のためには，鉄・非鉄金属・プラスチックを材料ごとに分別することが必要である。

日立製作所は，再資源化の要素技術として，低温での材料の性質の差を利用した分別技術などの開発に取り組んでいる。さらに，多分野にわたる技術と経験を生かして，エネルギー評価と環境評価を考慮した環境保全型の再資源化システムづくりを行っている。これら再資源化と，環境保全を考えて開発した新しいリサイクルシステムは，日立グループ各社から排出する産業廃棄物の処理施設に積極的に導入していく考えである。

* 日立製作所 機電事業部 技術士(機械部門)　** 日立製作所 環境本部　*** 日立製作所 機械研究所　**** 日立製作所 笠戸工場

1 はじめに

地球規模のさまざまな視点から取り上げられている環境問題の一つとして，大きな関心を集めているのが廃棄物処理問題である。

われわれが社会的活動を続けていく上でなくすことができない廃棄物を，より自然に優しく処理し，さらに快適な生活空間づくりのエネルギーや資源として再利用することを，幅広いエンジニアリング技術で実現することが廃棄物処理問題解決の方法である。

日立製作所は，多種多様化が進む産業廃棄物の処理技術と，さらに一歩進んで廃棄物を有効利用する再資源化システムに積極的に取り組んでいる。

ここでは，日立グループ内で発生する産業廃棄物の処理の取り組み方と，廃棄物を有効利用する再資源化の技術について述べる。

2 産業廃棄物の現状と問題点

廃棄物は，日常生活に伴って排出される一般廃棄物と，事業活動に伴って排出される産業廃棄物がある。

一般廃棄物の処理は市・町・村の責任とされ，市・町・村が策定した処理計画に基づいて行われる。産業廃棄物の処理は排出者である事業者の責任とされ，事業者みずからが処理するか，産業廃棄物処理業者または地方公共団体が排出者に委託されて処理している。

いずれも最終処分場の減少等により，処理委託費の急騰などの問題が生じている。その対策として，厚生省「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」改正，通商産業省「再生資源の利用の促進に関する法律」など，法規制が強化された。

産業廃棄物の処理方法は，廃棄物の種類や排出量の性状などで異なるが，資源として再生利用すること，さらに中間処理をすることによって，減量化，減容化を図り，最小限の不要物を最終処分(埋め立て)することが望ましい。事業者として環境評価を考えるとともに，経済性を考慮した廃棄物処理のプロセス開発が必要である。

3 日立グループにおける産業廃棄物処理計画

日立製作所の各事業所および関連会社(日立グループ)が排出する産業廃棄物は，1988年の実績で30万3,400 t/年，1993年には37万2,000 t/年が予想されている。この排出量のうち51%を関東地区で占めている。

日立グループでは，一部の自社処理を除き大半の産業廃棄物について，中間処理，最終処分を業者に委託してきたが，全国的な廃棄物排出量の増大，処理処分施設の立地難の影響による最終処分場不足(委託業者の最終処分量の減少)，および広域処理困難化(地方自治体の県外廃棄物の搬入規制)に伴う委託処理，処分費の大幅な増加に対応しなければならなくなった。

表1 日立グループの産業廃棄物の処理対策 日立グループから排出される産業廃棄物について，処理対策の基本的な考え方を示す。

	現状	計画	将来
中間処理	業者委託	自社【減容化】	自社
最終処分	業者委託	業者委託	
ポイント	適正な委託業者の選定	エネルギーの有効活用(コージェネレーション)	第三セクターへの参加
		資源の再利用	最終処分場の自社保有

このような状況について全社産業廃棄物委員会を中心に検討を重ねた結果，処理対策の基本的な考え方を策定した(**表1**参照)。

すなわち，

(1) 日立グループ内に焼却を中心とする中間処理施設を設け，最終処分量を大幅に減容化するとともに，焼却に伴う熱利用を積極的に実施する。

(2) コージェネレーションにより，日立製作所の事業所および周辺地域への熱利用を図る。

(3) 廃プラスチック類は，触媒方式によって熱分解し，ガソリン，ナフサなどとして原料に戻す。

(4) 焼却した後の灰や集じんダストは，コンクリート固形化あるいは減容化するためのさらに有利な溶融方式を検討する。

またこれらの設備では，後述するようにリサイクル，再資源化という視点から開発したプロセスを積極的に導入する考えである。

4 環境保全エンジニアリング

環境問題への関心の高まり，社会全体のリサイクル化への動きの中で，これからのシステムには廃棄物を処理するための技術だけでなく，有価物の回収，可燃物からの熱エネルギーの回収や発電といった多岐にわたる技術と，システム全体を検討し，構築するためのエンジニアリング力が必要とされる。日立製作所は多分野にわたる

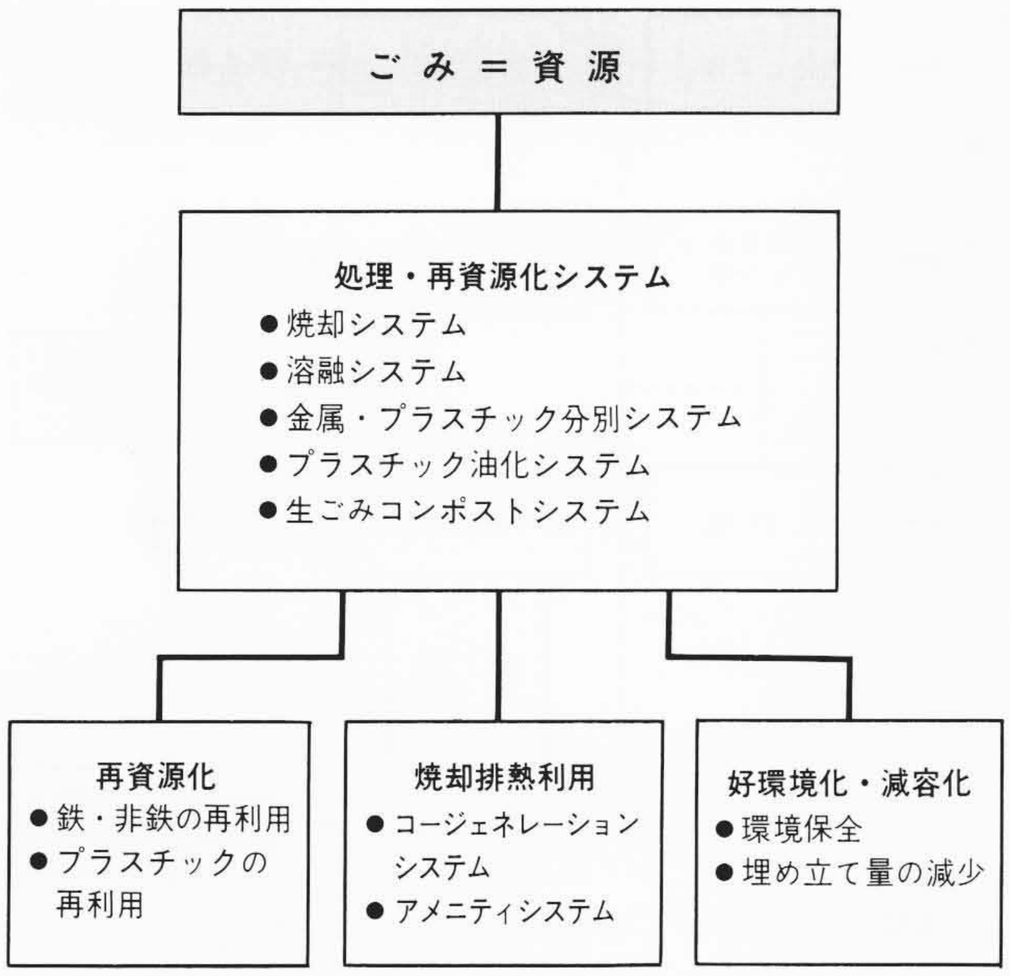


図1　廃棄物(ごみ)を資源とするシステム　　ごみを資源として活用し，環境保全とともに経済的にも効果のあるシステムを構築する。

技術と経験を生かしたトータルエンジニアリングにより，環境保全のシステムづくりを行っている。

例えば，**図1**に示すように廃棄物は不要物(ごみ)として処理するのではなく有効な資源として位置づけ，廃棄物の種類に応じた処理方法，再資源化技術によって環境保全とともに経済的にも効果的なシステムを構築している。システムが経済的に成り立つかどうかが，そのシステムが採用されるかどうかの分岐点となる。リサイクルすることができても，処理のためエネルギーを新材料を生産する以上に使っては意味がないし，処理することによって他の環境を破壊してはならない。システムの構築にあたっては，エネルギーの面と環境の面で評価を行っている。

5　リサイクル要素技術

生活様式の変化や経済の高度成長に伴い，家電品，OA機器，自動車やガス器具などの廃棄物が急増している。これらの粗大ごみは，鉄，銅，アルミニウム，プラスチックなどによって構成されている。現状の処理は，自治体の粗大ごみ処理施設や民間のシュレッダー工場で鉄だけが資源として回収されているに過ぎず，残量はダストとして埋め立て処理されている。最近ではプラスチックの使用比率の上昇に伴い，ダスト量が増えることが社会問題となってきた。再資源化を進めるためには，これらの各材料をその種類別に分別することが必要であり，従来とは異なった発想による破砕・分別回収技術の開発が望まれる。以下に新しい破砕・分別技術について述べる。

5.1　低温を利用した破砕・分別技術

廃家電品などに含まれている金属材料，プラスチック，ゴムなどは低温に冷却すると衝撃強度が低下し，さらに，ある温度以下になると急激に低下し脆くなる低温脆性の挙動を示す。したがって，複数の金属材料およびプラスチックで構成されている複合品は，低温で処理を行えば容易に破砕・分別回収ができ，有効に再資源として利用できることになる。鉄は低温によって衝撃値が下がることはよく知られているが，ここではプラスチック材料の低温温度特性を**図2**で示す。

低温破砕は，液体窒素などの冷媒を利用することが多いため，破砕コストが常温破砕に比べて割高となる反面，次のような利点がある。

(1)　常温では破砕できないものが破砕できること。

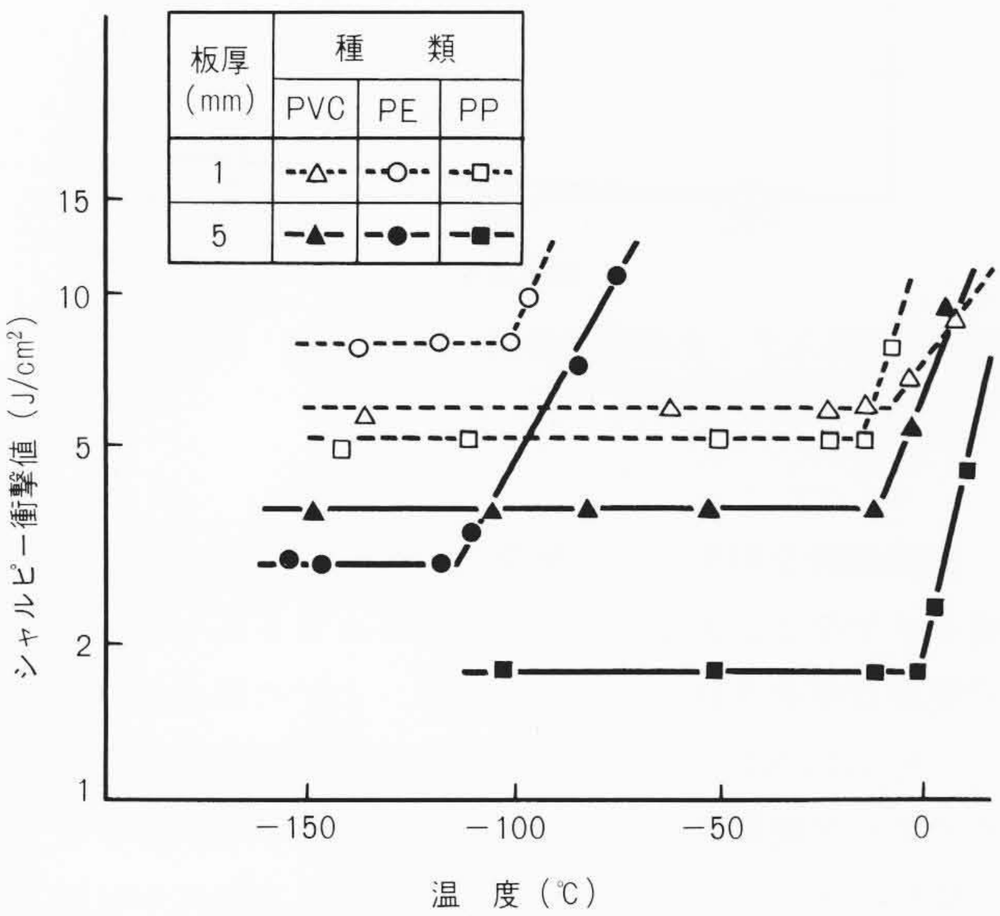
(2)　常温破砕では不可能なサイズへ微粉砕できること。

(3)　上記(1)，(2)を利用して，常温では不可能な分別ができること。

(4)　破砕時の発熱による変質が防止できること。

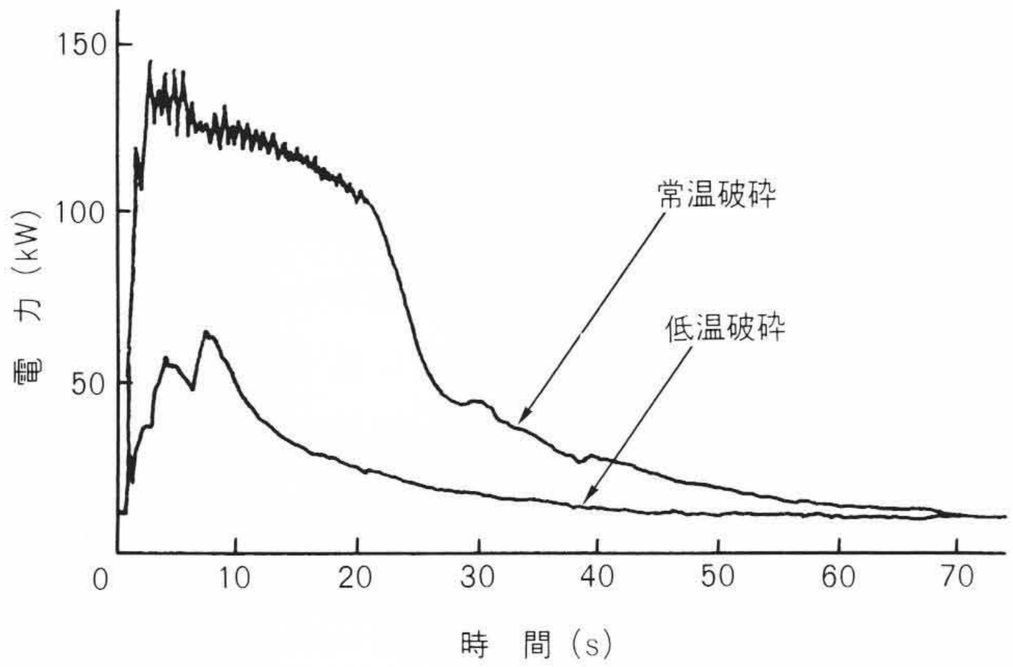
(5)　窒素雰囲気中で破砕するため，爆発や酸化を防止できること。

(6)　破砕エネルギーを少なくできるため(**図3**参照)，装置の小型化が図れメンテナンスコストも小さいこと。



注：略語説明　PVC (塩化ビニル)，PE (ポリエチレン)
PP (ポリプロピレン)

図2　プラスチックの低温衝撃値　　鉄は低温によって衝撃値が下がることはよく知られている。プラスチックも低温で材質，板厚によって特性が異なる。



低温破砕	常温破砕
投入量：32.2 kg	投入量：34.5 kg
動力：0.19 kW・h	動力：0.82 kW・h
破砕エネルギー：6.0 W・h/kg	破砕エネルギー：24 W・h/kg

図3 冷蔵庫用圧縮機の破砕動力　低温破砕のほうが常温破砕よりも破砕動力が小さく，しかも材料分別が行いやすい破砕ができる。

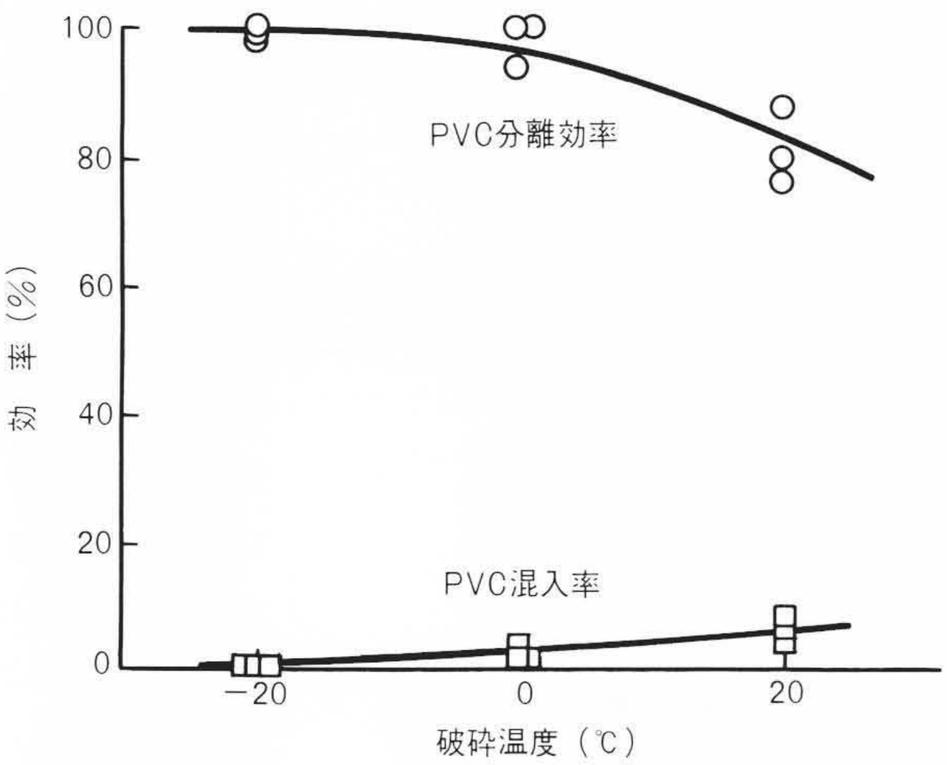


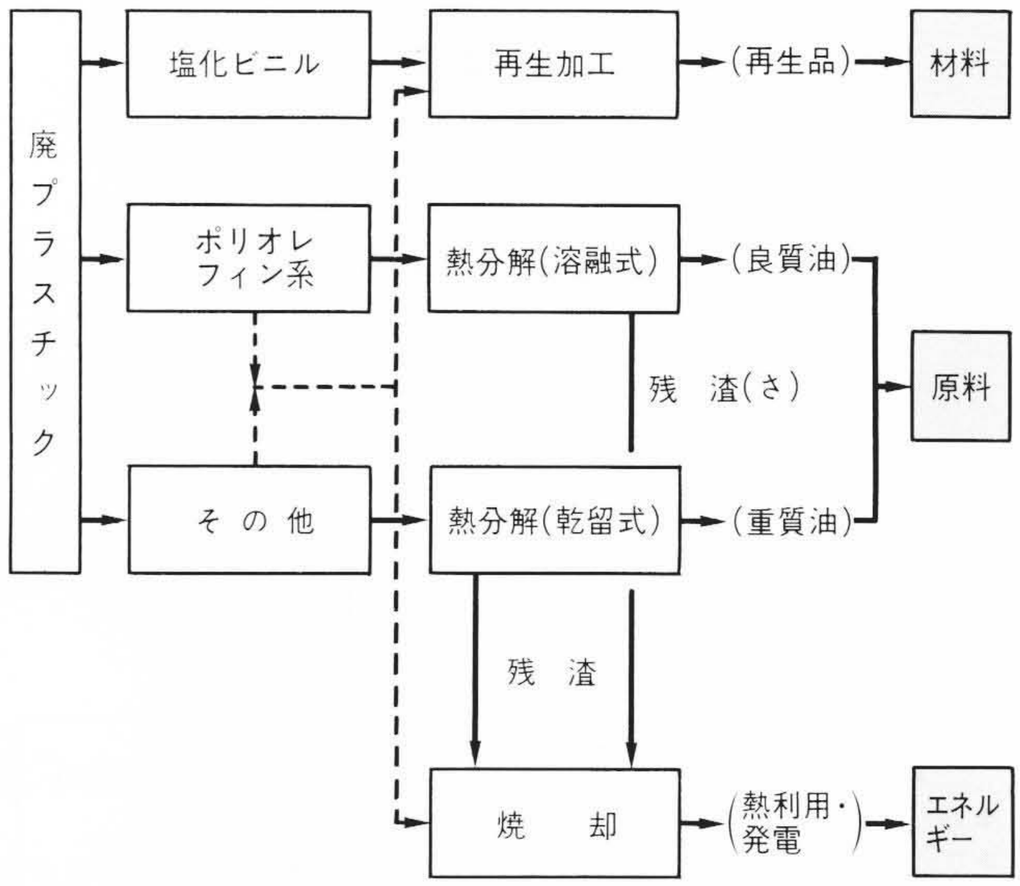
図4 プラスチック低温破砕例　破砕温度−20℃でPVCが破砕され，他と分別されている。

低温破砕を利用した実施例は，廃家電品，廃ガス器具，廃タイヤなどがあるが，エネルギーコスト高などの理由で現在は中止されている。しかし，上記の利点を再評価し，さらにLNG(液化天然ガス)の排冷熱を利用し冷熱のカスケード使用により，全体システムとしてエネルギー原単位を下げるなどを図れば経済的にも実用化が可能である。

5.2 プラスチックの分別技術

廃プラスチックの再資源化，リサイクルシステムの構築にあたって，廃プラスチックを塩化ビニル系，ポリオレフィン系，その他の三つに分けることが考えられる。廃プラスチックの上記3種類への分別は，プラスチックの低温脆性の相違による破砕サイズの差を利用した低温破砕や，プラスチックの比重差を利用する比重選別によって行うことができる。廃プラスチックから塩化ビニル系プラスチックを分離する低温破砕の一例を**図4**に示す。

破砕温度−20℃にすることにより，塩化ビニル系プラスチックが効率よく分離できる。このように分別技術を組み合わせることにより，これまで埋め立てられていたプラスチック廃棄物は，材料→原料→エネルギーという順序で再資源化が考えられる(**図5**参照)。



注：実線は主なフローを，破線は二次的フローを示す。

図5 廃プラスチックの再資源化フロー　廃プラスチックを3種類に分別し，それぞれ材料，原料，エネルギーとして再資源化を図る。

6 おわりに

産業廃棄物に関する日立グループの取組みと，再資源化するための現状でのシステムの構築と要素技術について述べた。

廃棄物処理では省エネルギー，省資源化の観点にも十分に配慮した減量化，再資源化の新しいシステムの開発がますますその重要性を増すことから，この達成に努力していく考えである。

終わりに，この論文執筆にはNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託研究として，財団法人エンジニアリング振興協会殿が行っている研究開発の成果の一部を使用させていただいた。ここに深く感謝の意を表す次第である。