

これからのごみ処理は  
燃やして灰にして埋めました  
だけでいいのでしょうか？

ごみ熱分解溶融プロセス  
三井リサイクリング21

**JSW**株式会社 日本製鋼所

室蘭製作所 環境・機器・システム部  
〒051-0994 室蘭市茶津町4番地  
電話：(0143)22-9211 FAX：(0143)22-0020

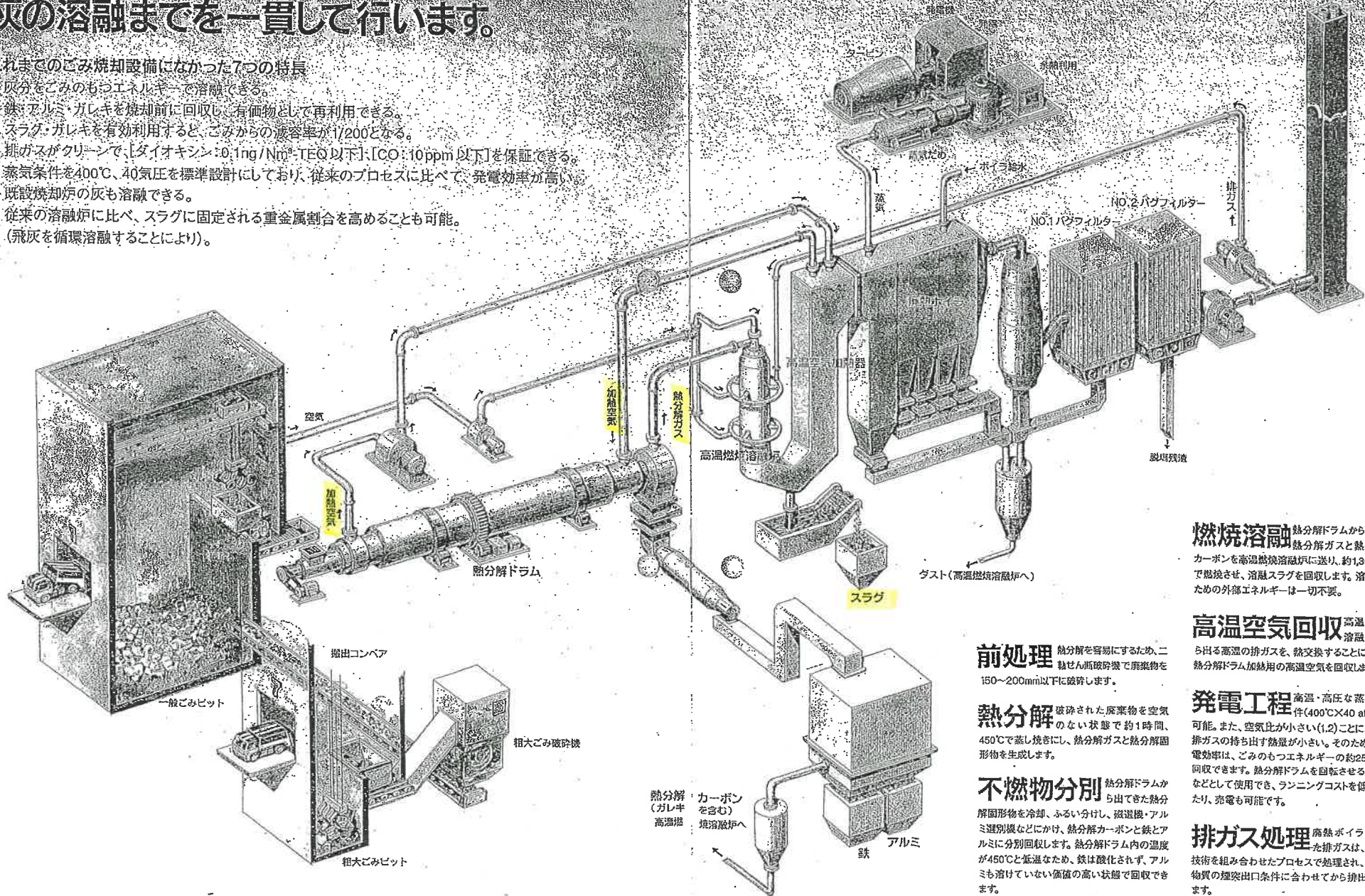
本社 環境・エンジニアリング事業部  
東京都府中市日鋼町1-1 (Jタワー) 〒183-8503  
電話：(0423)30-7313 FAX：(0423)30-7341



# 三井リサイクル21は、ごみの焼却処理から 灰の溶融までを一貫して行います。

これまでのごみ焼却設備になかった7つの特長

1. 灰分をごみのもつエネルギーで溶融できる。
2. 鉄・アルミ・ガレキを焼却前に回収し、有価物として再利用できる。
3. スラグ・ガレキを有効利用すると、ごみからの減容率が1/200となる。
4. 排ガスがクリーンで、[ダイオキシン:0.1ng/Nm<sup>3</sup>・TEQ以下]、[CO:10ppm以下]を保証できる。
5. 蒸気条件を400℃、40気圧を標準設計にしており、従来のプロセスに比べて、発電効率が高い。
6. 既設焼却炉の灰も溶融できる。
7. 従来の溶融炉に比べ、スラグに固定される重金属割合を高めることも可能。  
(飛灰を循環溶融することにより)。



**燃焼溶融** 熱分解ドラムから出る熱分解ガスと熱分解カーボンを高温燃焼溶融炉に送り、約1,300℃で燃焼させ、溶融スラグを回収します。溶融のための外部エネルギーは一切不要。

**高温空気回収** 高温燃焼溶融炉から出る高温の排ガスを、熱交換することにより、熱分解ドラム加熱用の高温空気を回収します。

**発電工程** 高温・高圧な蒸気条件(400℃×40 ata)が可能。また、空気比が小さい(1.2)ことにより、排ガスの持ち出す熱量が小さい。そのため、発電効率は、ごみのもつエネルギーの約25%を回収できます。熱分解ドラムを回転させる電気などとして使用でき、ランニングコストを低減したり、売電も可能です。

**排ガス処理** 廃熱ボイラを出た排ガスは、従来技術を組み合わせたプロセスで処理され、有害物質の揮発出口条件に合わせてから排出されます。

**前処理** 熱分解を容易にするため、二軸せん断破砕機で廃棄物を150~200mm以下に破砕します。

**熱分解** 破砕された廃棄物を空気のない状態で約1時間、450℃で蒸し焼きにし、熱分解ガスと熱分解固形物を生成します。

**不燃物分別** 熱分解ドラムから出てきた熱分解固形物を冷却、ふるい分けし、磁選機・アルミ選別機などに向け、熱分解カーボンと鉄とアルミを分別回収します。熱分解ドラム内の温度が450℃と低温なため、鉄は酸化されず、アルミも溶けていない高純度の高い状態で回収できます。



# 2つのキーハードが画期的な都市ごみ処理を実現しました。

## 熱分解ドラム

ごみを450℃の空気のない状態で、1時間かけて、じっくりと蒸し焼きにします。

熱分解ドラムの内部には多数の加熱管が配置されており、そこに高温空気を流し、ごみを約450℃で間接加熱します。ごみ投入口より熱分解固形物取出し口側が低くなるように傾斜させて設置した熱分解ドラムが、回転することにより、ごみは1時間かけて取出し口側に徐々に移動する仕組みになっています。

これにより、熱分解用の熱をごみ全体にまんべんなく効率的に与えることができ、カロリーが均一化した熱分解カーボンが生成されます。

ごみから熱分解ガスと熱分解カーボンを生成します。

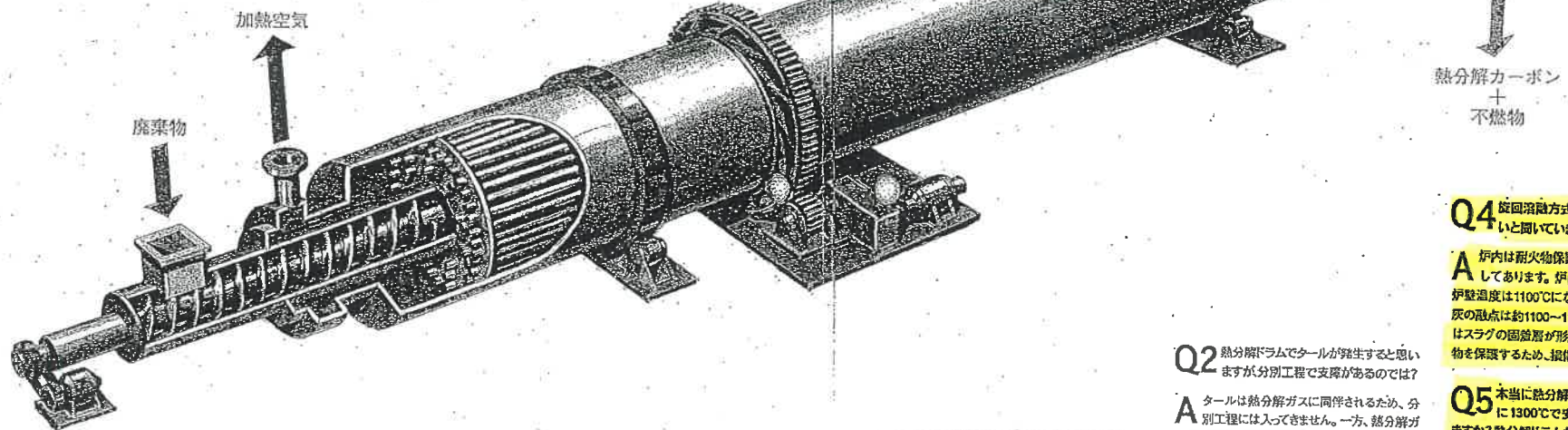
熱分解ドラムに投入されたごみは、熱分解ガスと熱分解カーボン、そして不燃物となって出てきます。熱分解ガスと熱分解カーボンは、次の燃焼発電工程の良質な燃料として利用されます。

始動時以外、外部エネルギーは必要ありません。

一旦、立ち上がってしまえば、熱分解用の熱は、燃焼発電炉の廃熱を利用することができます。熱分解ドラムの回転に必要な電気も、余熱を利用したシステム内の発電設備でまかなうことができます。

鉄・アルミは再利用に回せます。

ドラムの中では酸欠が少ない状態のため鉄は酸化されず、またドラム内の温度450℃はアルミの溶融点以下であるためアルミ箔でも原形で回収されます。これらの有価物を純度の高いまま回収できるため、再利用を目的とした売却も比較的容易です。



**Q4** 旋回溶融方式の耐火物は損傷が激しいと聞いていますが、補修頻度は?

**A** 炉内は耐火物保護のために水冷壁構造にしています。炉内温度は1300℃ですが、炉壁温度は1100℃になるように設計しています。灰の融点は約1100~1150℃であるため、炉壁にはスラッグの固着層が形成されます。この層が耐火物を保護するため、損傷はほとんどありません。

**Q5** 本当に熱分解ガスとカーボンだけで、常に1300℃で安定した運転を維持できますか? 熱分解ドラムからの分解ガス発生時に変動は?

**A** 横浜市の実証プラント(201/6)では、ごみの低位発熱量が1900kcal/kg以上あれば、燃料は必要ないことが確認されています。この結果をもとに実機においては、1500kcal/kgの発熱量でも燃料無しで運転を維持することが可能なくなっています。熱分解ガスの発生量は日変動、季節変動がありますが、熱分解カーボンの供給量、循環排ガス量の制御で炉内を所定温度に保ちます。

**Q2** 熱分解ドラムでタールが発生すると思いますが分別工程で対策があるのでは?

**A** タールは熱分解ガスに同伴されるため、分別工程には入ってきません。一方、熱分解ガス用の配管には保温のための工夫を施し、配管内部にタールが凝縮することを防止しています。

**Q3** 熱分解ドラム内が腐食する心配は?

**A** 腐食には酸欠の介在が必要です。熱分解ドラム内は酸欠がほとんどないため腐食の心配はありません。ごみに同伴されてくる酸欠が少なくなっています。もちろん設備面でも万全の安全対策を講じています。

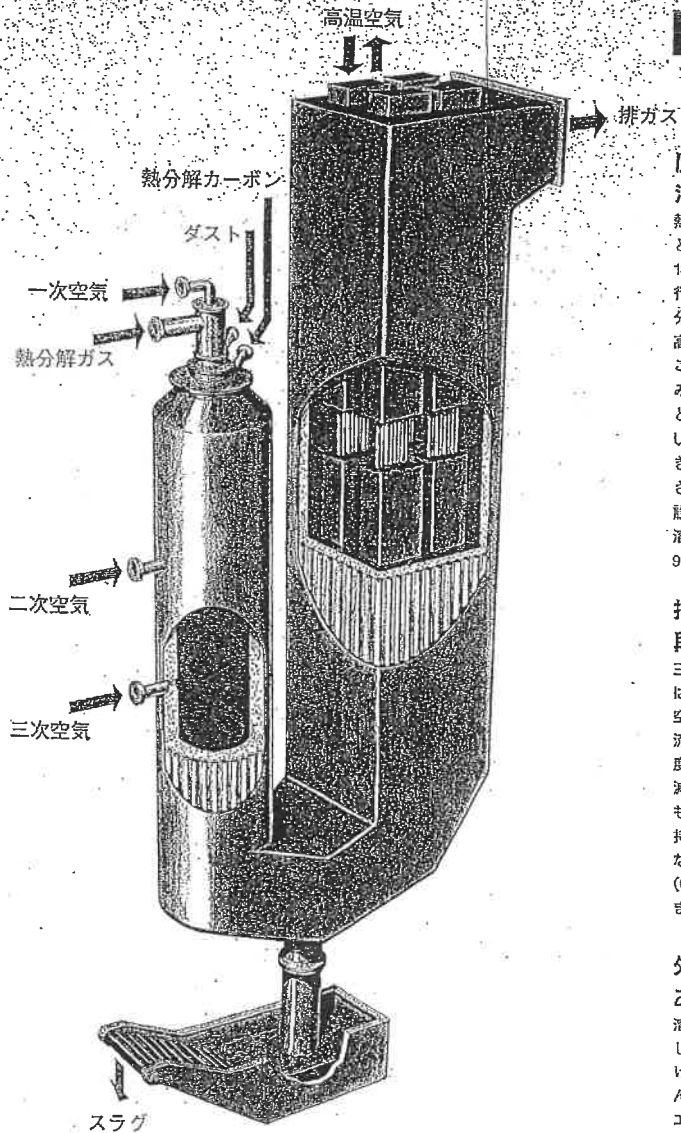
**Q1** 熱分解ガスはある程度、空気と混合すると燃焼するのでは?

**A** 熱分解ガスは多成分が混合しているため模擬テストが困難ですが、<シーメンス社による5年間の実証運転> <横浜市のデモプラントにおける実証運転> において、1度も燃焼事故を記録していません。熱分解カーボンに関しては、労働省産業安全技術協会の調査結果で安全が確認されています。もちろん設備面でも万全の安全対策を講じています。

<三井リサイクリング21 Q&A>



### 燃焼溶融炉



#### 灰分を1300℃の高温で溶かしてスラグにします。

熱分解ドラムで発生した熱分解ガスと熱分解カーボンを熱源として、1300℃で燃焼させ、灰分の溶融を行います。1300℃という温度は、灰分の溶融温度に対して100～150℃高いため、安定した溶融状態を保つことができます。これは、熱分解でごみのカロリー変動を吸収していることと、カーボンの性状が非常に燃やしやすいこと、空気比が1.2と石油焚き並に設定していることによります。さらに、後続の廃熱ボイラ、集じん設備で捕集される灰分を再度、燃焼溶融炉に送り溶融すれば、灰分の99%をスラグにすることもできます。

#### 排ガス中の有機物を格段に低く抑えます。

三井リサイクリング21の燃焼溶融炉は、タテ型旋回溶融炉です。炉内に空気を三段に分けて吹き込み、旋回流を与えているため、炉温各部の温度制御ができ、排ガス中のNOxが低減されます。ダイオキシンについても、高温燃焼と十分な滞留時間が保持できるため、特別な対策を施さなくても、廃棄物処理法の規制値(0.1ng/Nm<sup>3</sup>-TEQ)がクリアできます。

#### 外部エネルギーは必要ありません。

溶融炉の熱源は熱分解ドラムで発生した熱分解ガスと熱分解カーボンだけです。従来の溶融システムのほとんどは、電気やコークスなどの外部エネルギーを必要としますが、三井リサイクリング21では、それが不要なため、ランニングコストは大幅に低減できます。

# ごみを、できる限り資源として再利用できる状態にします。



## 鉄・アルミをリサイクルできます。

熱分解ドラムから出た熱分解固形物を冷却し、ふるいにかけて、品質の高い鉄とアルミを回収することができ、有価物として再利用に回すことができます。

これまでも鉄などの有価物を回収できる焼却炉はありましたが、高温処理のため、鉄がさびて品質が劣化したものしか回収できませんでした。当然、アルミは溶けてしまいます。しかし、三井リサイクリング21は、熱分解ドラム内が無酸素状態に近いので、鉄が酸化されませんし、450℃の低温なのでアルミは原形に近い状態のまま回収できます。

## スラグを有効利用できます。

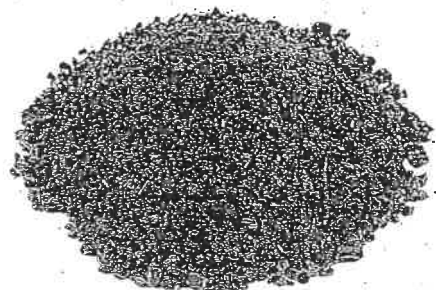
従来型の焼却設備に灰溶融炉を組み合わせたプロセスの場合、スラグ中に鉄、非鉄分が混入してくるため、さびの発生など、時間が経過すると変化を起こす可能性があり、スラグの利用は難しいとされています。三井リサイクリング21のスラグは有害物質をしっかりと封じ込め、物性的にも安定した溶出性能を示しています。品質も安定しており、アスファルト・コンクリートの骨材として使うなど、様々な有効利用用途が考えられています。

スラグ溶出試験結果

[mg/リットル]

項目	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果
鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
銅	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
亜鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ニッケル	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
マンガン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
鉄	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
アルミニウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

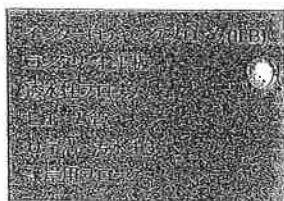
## 熔融スラグの有効な利用法



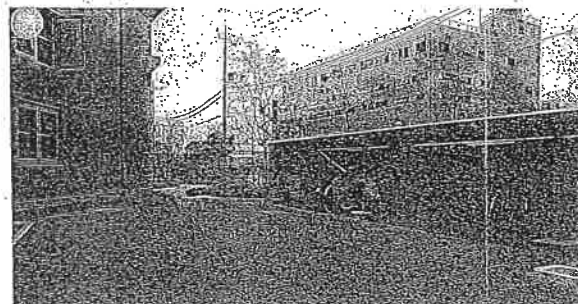
(1) <無加工>



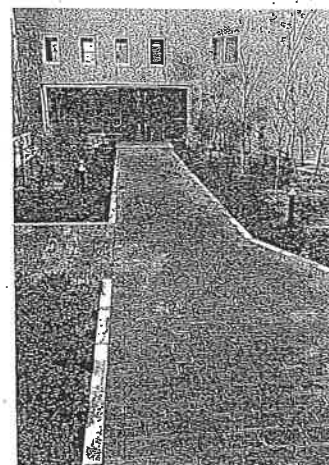
(2) <加工>



(3) <高付加価値加工>



駐車場 (透水性アスファルト) スラグ10%



アプローチ道路 (透水性舗道) スラグ40%



エントランスホール (床用タイル) スラグ40%



駐車場外周壁 (壁用タイル) スラグ60%



# ごみの持つエネルギーを回収し、大幅な省エネを実現します。



自己熱で熱分解から灰の溶融までを行うことができます。

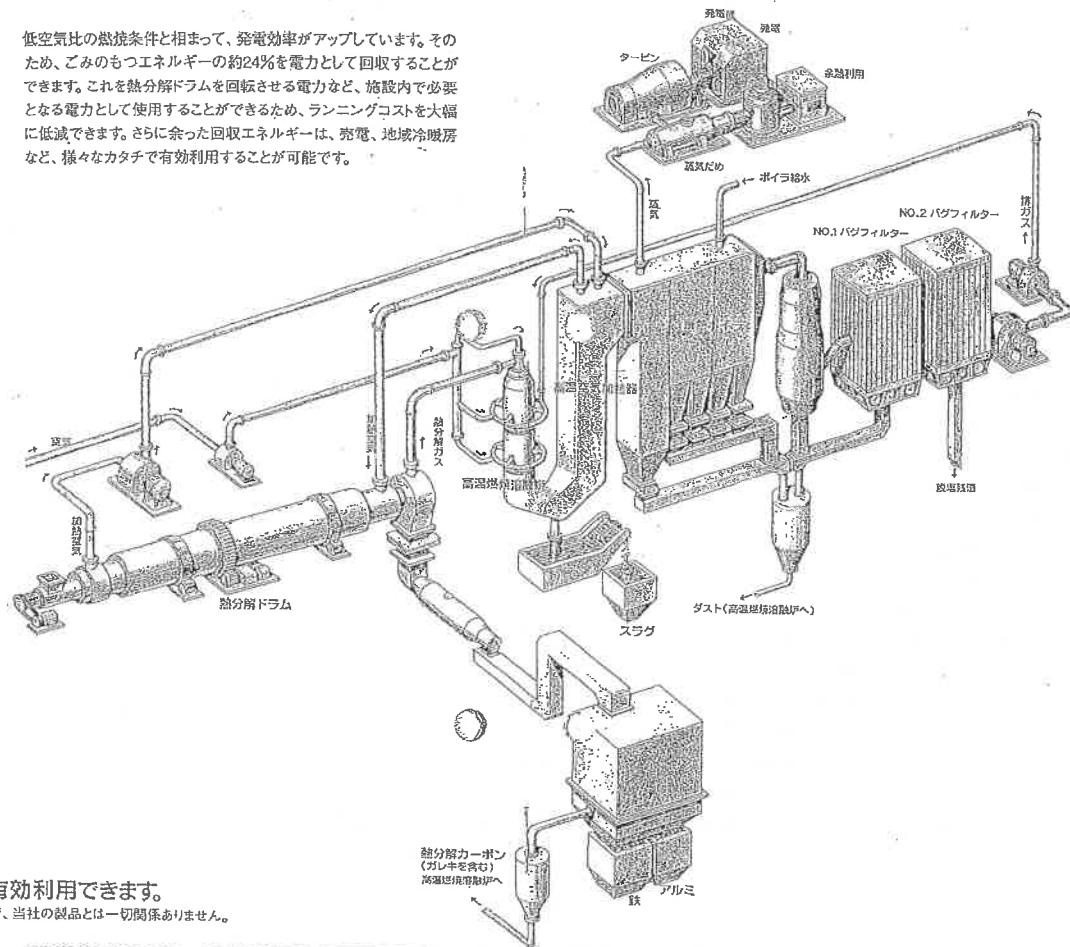
熱分解ドラムでは、加熱管中の高温空気が間接的にごみを蒸し焼きにすることによって、燃えやすい性質をもったカーボンとガスが生成されます。溶融炉で灰の溶融を行うための熱源は、この2つのごみから発生するエネルギーですべてまかなうことができます。

また、溶融炉から出た排ガスは、高温空気加熱器に入り、熱分解用空気を加熱します。加熱された空気は熱分解ドラム内の加熱管に戻され、ごみを蒸し焼きにする熱源として利用されます。つまり、三井リサイクリング21は、一旦始動すれば、外部エネルギーは不要。熱源を自給自足します。

それでもさらに熱が余るので、高効率な発電や余熱利用が可能です。

熱分解用空気を加熱し、1300℃から900℃まで冷却された排ガスは、廢熱ボイラに送られ200℃まで熱交換されます。廢熱ボイラの蒸気条件は400℃、40気圧。従来のものと比べて蒸気温度・圧力が高く、

低空気比の燃焼条件と相まって、発電効率がアップしています。そのため、ごみのもつエネルギーの約24%を電力として回収することができます。これを熱分解ドラムを回転させる電力など、施設内で必要となる電力として使用することができるため、ランニングコストを大幅に低減できます。さらに余った回収エネルギーは、発電、地域冷暖房など、様々なカタチで有効利用することが可能です。



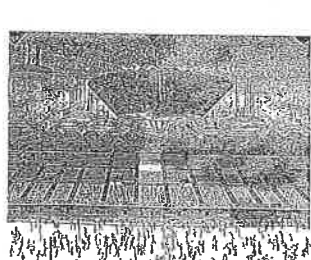
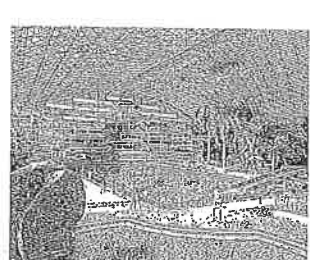
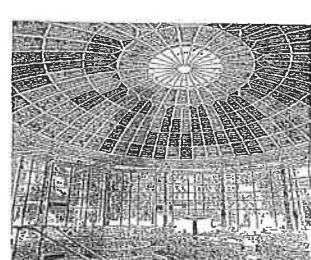
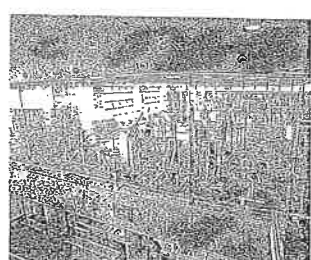
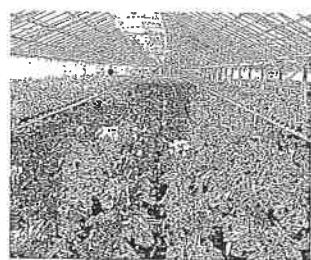
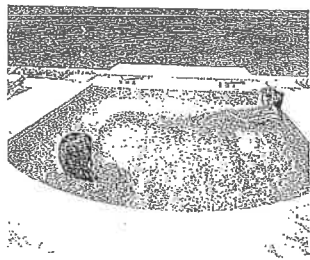
発電量の比較

計算条件 Hu=2800 kcal/kg  
ごみ11当り

発電機	発電量 (kWh)	発電効率 (%)
三菱電機	1.2	24.0
日立製作所	1.1	22.0
東芝	1.0	20.0
三菱重工	0.9	18.0
富士電機	0.8	16.0
川崎重工業	0.7	14.0
三菱電機	0.6	12.0
日立製作所	0.5	10.0
東芝	0.4	8.0
三菱重工	0.3	6.0
富士電機	0.2	4.0
川崎重工業	0.1	2.0

余った回収エネルギーは、いろいろなシーンで有効利用できます。

回収エネルギー利用例 写真は回収エネルギーの利用例として示したもので、当社の製品とは一切関係ありません。



# ごみを1/200に減容。最終埋立処分場の延命化に貢献します。

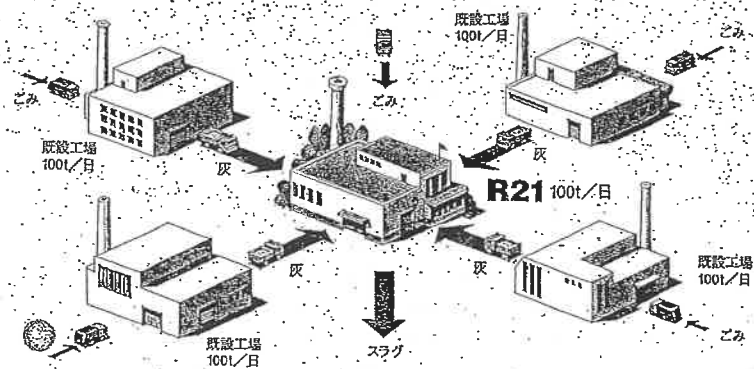


ごみを埋め立てる最終処分場は、全国平均で約7年分、首都圏では約4年分しか残っていないといわれており、早急な延命策が求められています。

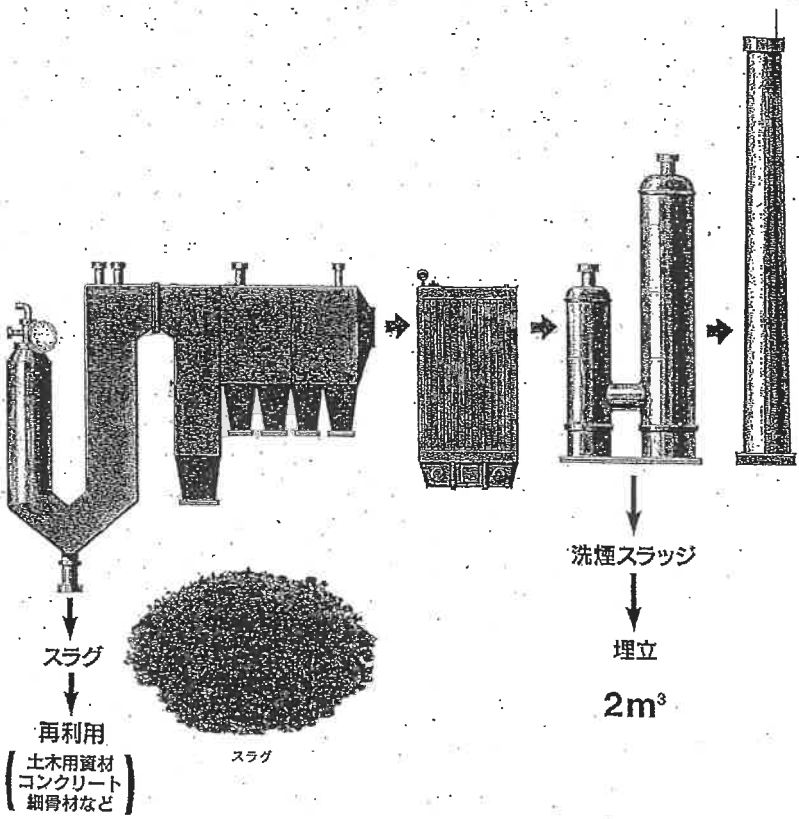
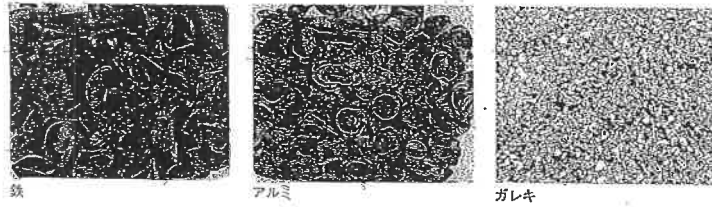
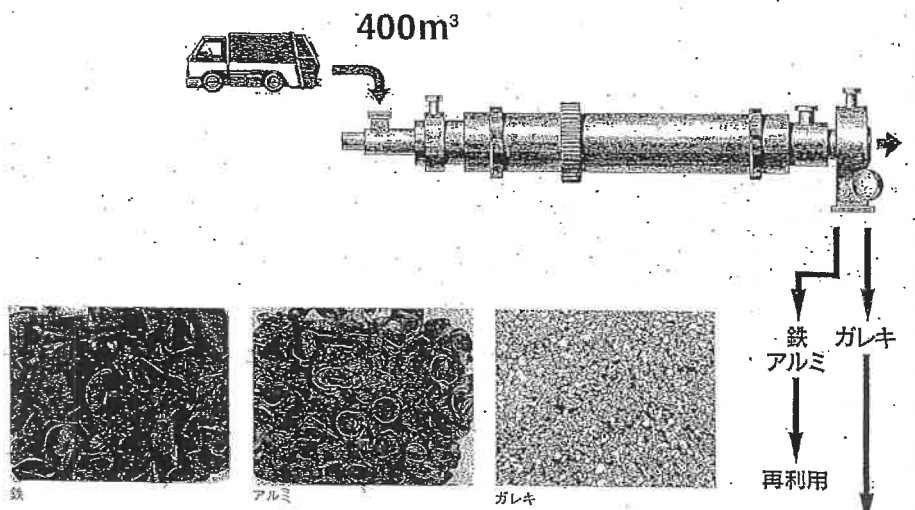
これまでのごみを焼却して灰にするプロセスでは減容率が1/29でした。三井リサイクルリング21ではごみを焼却だけでなく、鉄やアルミなどを有価物として再利用できます。焼却灰も溶融してスラグにすることにより、土木用資材などとして再利用できます。そのため、埋め立て量は1/200になります。

他の焼却炉の灰も溶融して減容できます。

三井リサイクルリング21の燃焼溶融炉は、その溶融処理量に大きな余力があります。つまり、本方式による熱分解・溶融炉100t/dを1基設置すれば、既設焼却炉400t/dの焼却灰までを溶融し、減容することが可能です。



100t (400m<sup>3</sup>)のごみを燃焼させた場合の物質収支



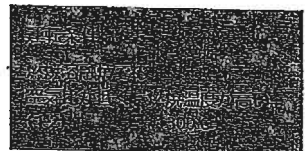
# 排ガスはクリーン。環境保全に効果的です。

**ダイオキシン排出量が画期的に低減できます。**  
 現在、ごみ焼却炉からのダイオキシンの排出が問題となっています。三井リサイクリング21は特別な対策を施さなくても廃棄物処理法による規制値 (0.1ng/Nm<sup>3</sup>-TEQ) が保証できます。また、三井リサイクリング21は燃焼溶融炉での燃焼温度が高いため、排ガス中の窒素酸化物の発生率の高さが懸念されますが、<空気を多段に吹き込む><排ガス循環を行って炉内温度をコントロールする>などの工夫により、燃焼管理のみで100ppm以下が保証できます。

排出ガス分析値 (煙突出口):  
 排ガス値: 8300~9800 Nm<sup>3</sup>/h  
 排ガス温度: 200°C

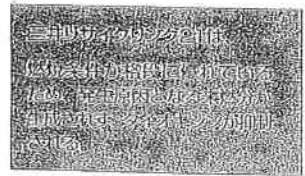
項目	単位	値	単位	値
SO <sub>x</sub>	ppm	10	ppm	10
NO <sub>x</sub>	ppm	200	ppm	200
HCl	ppm	200	ppm	200
HF	ppm	20	ppm	20
CO	ppm	10	ppm	10

## ダイオキシンが抑制されるしくみ



燃焼空気の供給が可能な理由

1. 燃焼空気が炉内に多量に供給可能
2. 燃焼炉の炉内に燃焼温度が高いため、燃焼空気の供給が可能



## 処理プロセスはいくつかの組み合わせが考えられます。

廃熱ボイラを出た排ガスは、従来技術を組み合わせたプロセスで処理され、有害物質の種別・濃度・排出条件に合わせてから排出されます。

