第 18 回廃棄物学会研究発表会
小 集 会 発 表 資 料

地球温暖化防止における
都市ごみサーマルリサイクルの役割の
現状と可能性

2007 年 11 月

廃棄物学会学術研究委員会 廃棄物焼却研究部会

第 18 回廃棄物学会研究発表会
小 集 会 発 表 資 料

地球温暖化防止における
都市ごみサーマルリサイクルの役割の
現状と可能性

2007 年 11 月

廃棄物学会学術研究委員会 廃棄物焼却研究部会

廃棄物焼却研究部会　委員名簿		
	浅田　信二	ユニチカ（株）
	河端　博昭	ダイネン（株）
	上林　史朗	（株）クボタ
	木村　哲雄	（株）クボタ
	澁谷　榮一	ＪＦＥ環境ソリューションズ（株）
	瀬川　道信	京都市環境局
	高岡　昌輝	京都大学
◎	武田　信生	立命館大学
	谷川　昇	北海道大学
	鶴田　敏郎	Hitz 日立造船（株）
	手島　肇	（株）タクマ
	中村　一夫	京都市環境局
	西谷　隆司	大阪市立環境科学研究所
	尾藤　俊文	カワサキプラントシステムズ（株）
○	藤田　泰行	（株）タクマ
	増田　孝弘	（株）タクマ
	三野　禎男	Hitz 日立造船（株）
	安田　憲二	（独）国立環境研究所
	山内　淳行	中日本建設コンサルタント（株）
	山形　成生	（株）神鋼環境ソリューション
	山田　明弘	三菱重工業（株）
◎ 代　表，○ 幹　事		

目　　次

Ⅰ　はじめに……1

京都大学大学院工学研究科　高岡　昌輝
(14:40～14:45)

Ⅱ　都市ごみサーマルリサイクルの現状……3

(株)タクマ　増田　孝弘
(14:45～15:15)

Ⅲ　循環型社会における焼却処理の役割向上と評価……13

(独)国立環境研究所　安田　憲二
(15:15～15:45)

Ⅳ　焼却施設におけるエネルギー回収能力増強等の施策による
二酸化炭素排出量の削減効果の試算……27

(株)神鋼環境ソリューション　山形　成生
Hitz 日立造船(株)　鶴田　敏郎
(15:45～16:15)

(質疑応答)　(16:15～16:35)

Ⅴ　おわりに……53

立命館大学エコ・テクノロジーセンター　武田　信生
(16:35～16:40)

添付資料……55

日時：平成 19 年 11 月 21 日(水)　14:40～16:40
場所：つくば国際会議場　1F102 大会議室

Ⅰ　はじめに

高岡　昌輝（京都大学）

世界各地で地球温暖化の影響とみられる異常気象が頻発し、人々にも身近に温暖化が感じられるようになってきている。さらに、IPCC（国連気候変動政府間パネル）とアル・ゴア元アメリカ合衆国副大統領が本年のノーベル平和賞を受賞したことにより、温暖化防止が大きな課題として国内外でこれまでになくクローズアップされている。

日本において、廃棄物分野の温室効果ガスの排出量は 1990 年比で 61.6％上昇しており、廃棄物処理と温暖化の関係について一般に広く認識されているとは言い難い。平成 16 年度では廃棄物分野は総排出量の 3.5％を占めており、より一層温暖化防止に対する取り組みを推進していくことが期待されている。

そこで、研究部会では一般廃棄物の中間処理の大部分を占める焼却処理が、サーマルリサイクルとして地球温暖化あるいはその防止に対してどのように寄与するのか、現状と将来の可能性について探ることとした。ここでは、サーマルリサイクルという言葉を使用しているが、熱回収（サーマルリカバリー）と同義語として使用する。

まず、都市ごみサーマルリサイクルの現状として、欧州の動向やマテリアルリサイクルとの関係などを文献をもとに明らかにし、サーマルリサイクルの評価を行った。欧州では廃棄物の焼却は Energy from Waste と呼ばれ、積極的な熱回収が行われている。また EU の埋立禁止令もあって廃棄物処理における温室効果ガス排出削減の方向性は明確であるといえ、その動向は興味深い。また、サーマルリサイクルの評価としては、現在 IPCC のガイドラインでは温室効果ガスを算定する際、廃棄物焼却に伴う発電は廃棄物分野においてカウントされない。ゆえに、ガイドラインに従えば、廃棄物分野の「焼却」で削減できる余地は化石燃料由来の廃棄物焼却量を削減することが唯一の手段となる。しかし、実際は廃棄物焼却に伴い、発電や熱利用が行われ、電力あるいは他の熱源の削減に寄与している。つまり、廃棄物焼却施設においては「表の排出量」の裏に「削減量」が隠れている。この点を明らかにしないと都市ごみサーマルリサイクルの意義が薄れてしまう。

次に、一般廃棄物焼却施設に対する実態調査により、技術面、運転管理面および制度面から発電効率の改善、合理的な廃熱利用、制度を見直し、売電量の増加等による CO_2 排出量の削減効果について評価した。

最後に、標準的な焼却炉のモデルを設定し、環境負荷物質対策の見直し、エネルギー回収能力の増強やバイオガスとのコンバインドシステム、さらには溶融固化設備との併設などのケースについて模擬的に試算を行い、CO_2 削減効果の試算を試みた。

詳細は後述するが、CO_2 削減が叫ばれる中、上流側の産業部門、あるいは民生部門における取組が重要であることは言うまでもない。しかし、最終的なエネルギーを回収する廃棄物処理施設の社会的役割も同様に大きなものといえ、地球温暖化防止に向けた都市ごみサーマルリサイクルの可能性をあらためて見直していただきたい。

Ⅱ　都市ごみサーマルリサイクルの現状

増田　孝弘　（株式会社タクマ）

1　はじめに

我が国の都市ごみ処理は衛生処理・減容化を目的として始まったことから、永らく焼却処理が中心であり適正処理が第一義の目的であったが、今日では循環型社会への貢献が求められるようになり、ごみ焼却施設は熱回収施設として位置づけられている。本稿では都市ごみからの熱回収（サーマルリサイクル）が置かれている現状について、いくつかの観点から考察する。

2　3R推進とサーマルリサイクル

平成12年に制定された循環型社会形成推進基本法（以下、基本法）では、廃棄物処理において3Rが優先とされ、その次に熱回収（サーマルリサイクル）、最後に適正処分という順序となっている。3Rのうち Reduce,Reuse については発生側の問題であり、Recycle、熱回収、適正処分が処理・処分に係わる項目である。都市ごみ処理においては Recycle の推進による焼却量の削減が重要視され、容器包装リサイクル法（以下、容リ法）に基づく各種容器包装廃棄物の分別収集や、生ごみ等のバイオマスの有効利用などが推し進められようとしている。そのような情勢もあってか、ごみ処理に占める直接焼却量は平成13年度をピークに毎年微減しており、平成16年には5年ぶりに4,000万トンを下回った[(1)]。

リサイクルの手法として優先されるのがマテリアルリサイクルであり、基本法においては前述のとおり熱回収は3Rの Recycle に含まれない。容リ法ではいわゆるその他プラについて、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルを優先し、サーマルリサイクルは認めないという方針でスタートした。その後、本年4月の改正により分別収集量の増加に対応するための「緊急避難的・補完的」な方法としてサーマルリサイクルが認められた経緯がある。

以下では、実際のマテリアルリサイクル施設の調査結果を紹介し、サーマルリサイクルとの関係について考察する。

2-1　マテリアルリサイクル施設の調査

適切なマテリアルリサイクルの推進は循環型社会の形成に不可欠であり、多くの優れたマテリアルリサイクル手法が開発され、実用化してきている。当部会ではマテリアルリサイクルと焼却処理との現在および将来の関係を考えることを目的として、いくつかのマテリアルリサイクルの現場（ケミカルリサイクルを含む）を視

察・調査した。以下に紹介する。なお、記載内容はそれぞれ調査時点のものである。各視察先の詳細については添付資料を参照されたい。

(1) 塩ビ管の再生処理 (㈱クボタ小田原工場 殿)

硬質塩ビを粉砕し、押出成形して三層管の中間層として使用する。内層及び外層は新製材料とすることで強度・耐性を確保している。原料は発生現場にて汚れ、異物を除去するため、工場での残渣発生は基本的にない。ただしゴムや異種のプラスチックが混入すると除去できない。

異物混入がなければ品質的には新製材と同等かやや劣る程度だが、新製材に比べて回収、製造などのコスト面の課題がある。

(2) 廃バッテリ等からの鉛リサイクル (神岡鉱業㈱ 殿)

廃バッテリーから鉛、銀、プラスチックを回収している。バッテリーを破砕し電極を溶鉱炉で溶解し、金属類を回収する。ケース(プラスチック)は溶解、造粒し再生プラスチック原料とする。処理能力はバッテリー年間 50,000 トン、鉛回収量 30,000 トン。

(3) 溶融飛灰製錬 (三池製錬㈱ 殿)

三池製錬(株)は三井金属(株)の 100%子会社。製鋼煙灰から粗酸化亜鉛を製造する MF 炉と呼ばれる溶融炉を利用して、溶融飛灰を受け入れて処理している。製鋼煙灰、溶融飛灰、石炭等の原料は年間 110,000トンで、そのうち溶融飛灰は 25,000トン/年を占める。製品としては粗酸化亜鉛(亜鉛 65%、鉛 10%)、MF マット(銅を 40%含む)、MF スラグ。金属を含む製品はグループ内の別会社(八戸製錬(株)他)でさらに精錬され地金となる。スラグはセメント原料等として販売。

溶融飛灰は水洗により脱塩処理される。脱塩後は製鋼煙灰と同等の金属含有率となる。溶融飛灰洗浄廃水を排水処理工程で重金属回収処理後放流。

溶融飛灰はフレコン搬入が最も多い。フレコンは破砕して MF 炉に投入する。

溶融飛灰の受入価格は 40,000 円/トンを基本とするが、亜鉛の含有量が多い場合は値引きすることを検討中(見学時点)。焼却飛灰については亜鉛をはじめとする金属含有量が低く事業として成り立たないため基本的に引き受けない。

(4) 塩ビのマテリアルリサイクル (㈱コベルコ・ビニループ・イースト千葉工場 殿)

塩ビ系廃プラスチックを処理し、塩ビ製品の再原料となる再生塩ビ(塩ビコンパウンド状)を製造する。塩ビだけを溶解する溶剤を使用し、不溶解物(土砂、その他プラスチック)をろ過後、溶剤を蒸発させて再生塩ビを得る。蒸発した溶剤は回収して循環使用する。

塩ビ系廃プラスチックの回収においては、塩ビ含有率 70%以上を目安としている。近年の中国輸出増大の状況下、回収量と品位の確保に注力している。

また、ろ過された不溶解物は外部に処理委託しており、この意味でも原料の品位が重要である。

(5) 廃プラ高炉原料化施設ほか (JFE スチール㈱東日本製鉄所 京浜地区 殿、JFE環境㈱ 殿)

容リ法の「その他プラ」のケミカルリサイクル手法のひとつである高炉原料化を行っている。ケミカル

リサイクルは広義のマテリアルリサイクルとして認められており、狭義のマテリアルリサイクルが需要確保や施設能力の点で必ずしも十分といえない現状において、ケミカルリサイクルは「その他プラ」の処理に重要な役割を担っている。

その他プラは揺動選別機でフィルム系と固形・ボトル系に分離され、フィルム系はさらに湿式比重選別によりPVCを分離し、PVC以外を高炉原料とする。銑鉄の出銑量約12千トン／日の高炉に対し、40～50トン／日の廃プラを投入している。

当該事業所では廃プラの高炉原料化以外にもPVCの脱塩素処理、NF ボード製造、ペットボトルリサイクル、家電リサイクルといった施設が稼働中である。

これらのマテリアルリサイクル施設について**表 1**に整理した。傾向として、原料を限定し原料に適した処理を行うことが、それぞれのリサイクルシステムを成立するうえで重要であることが伺える。(1)(4)は排出源における分別や異物除去により原料の品質を確保している。(2)は廃バッテリという単一品目を扱うことで一定品質の原料を得ている。(3)は金属類を多く含み、異物混入がないという溶融飛灰の特性がポイントである。(5)の原料であるその他プラのベールは、容リ法に基づき市町村が収集・分別・異物除去したものである。

製品については、(1)(2)はそれぞれの業界で再生品の使用を推進している。(2)(3)(4)は製品自体の品質・価値が高いため流通性がある。(5)は製品である高炉還元剤を自社の高炉で使用している。また、それぞれの施設において原料中の異物や不適物が残渣となることから、その意味でも原料の品質が重要である。

一連の調査により、受入物品質やリサイクル工程の高度な管理の必要性、および素材産業の役割の重要性を強く感じる一方で、残渣・不適物の課題（量、性状、行方）、費用負担、焼却ごみへの影響、といった課題を認識した。

表1　各種リサイクル施設の特徴

No	施設	事業者（所）	原料	主な処理	製品	残渣	収益源	その他
(1)	塩ビ管の再生処理	㈱クボタ小田原工場	硬質塩ビ ・建築解体現場などの排出源で収集 ・発生現場で汚れ・異物除去 ・中間受入施設にて品質判定	破砕、押出成形	再生塩ビ管 ・3層構造の中間層 ・再生品の品質は新製材と同等またはやや劣る程度	原料に異物、汚れ等がなければ残渣は発生しない	製品の売却益	塩ビ関係団体が推進
(2)	廃バッテリ等からの鉛リサイクル	神岡鉱業㈱	廃バッテリ ・関係業者団体による回収システム	破砕、溶鉱炉、電解 プラは溶解し再生	鉛・銀その他地金 再生プラ原料 溶融スラグ	廃酸（中和処理）	製品の売却益	バッテリ業界が推進
(3)	溶融飛灰製錬	三池製錬㈱	溶融飛灰 ・フレコンが主体 ・フレコンの場合15%加湿 ・金属含有量が少ない焼却飛灰は原則引き受けない	水洗脱塩後、製鋼煙灰とともに溶融	粗酸化亜鉛 MF マット MF スラグ	とくになし	処理費用 製品の売却益	粗精錬された製品は二次精錬され地金となる
(4)	塩ビのマテリアルリサイクル	㈱コベルコ・ビニループ・イースト千葉工場	農業用ビニルシート 電線被覆 ・塩ビ含有量の高い塩ビ系廃棄物	前処理（破砕／洗浄） ビニループ（溶解／ろ過／沈殿）	再生塩ビ （塩ビコンパウンド状）	土砂、多種のプラ等 ・原料の約30%発生 ・外部に処理委託（有償）	処理費用 製品の販売益	
(5)	廃プラ高炉原料化施設	JFE スチール㈱ 東日本製鉄所 京浜地区 JFE環境㈱	その他プラ（ベール） ・容リ法にもとづく再商品化事業者	破砕、PVC 除去、造粒、高炉投入	高炉還元剤	異物 原料から分離された PVC	再商品化委託費	PVC の脱塩素設備も稼働

2-2　マテリアルリサイクルとの関係

マテリアルリサイクルが熱回収より優先とされていること自体には異論はない。ただ、マテリアルリサイクルは2-1で示したように、原料の選択、処理技術の確立、製品の流通ルート確保といった課題を解決する必要があり、得手不得手がある。一方で熱処理(熱回収)の特徴として、原料をさほど選ばない、処理技術は確立されている、製品（主として電力）の需要確保が容易といった点が挙げられ、マテリアルリサイクルと表裏をなす部分がある。

リサイクル手法の選択はライフサイクルコスト(LCC)やエネルギー(LCE)、温室効果ガス排出量($LCCO_2$)といった指標による総合的な判断が必要であろう。それらを考慮してリサイクル手法を比較した文献がいくつか発表されている[(2)]が、場合によってはマテリアルリサイクルが他の手法に比べて環境負荷が高いという結果が示されている。

このようなことを考慮すると、マテリアルリサイクルの適用性や LCC,LCE,$LCCO_2$ について評価した結果、マテリアルリサイクルに適さない廃棄物については、熱回収－適正処分という選択肢があるという考え方ができる。

マテリアルリサイクルの過程では処理残渣が発生する。日本容器包装リサイクル協会の統計[(3)]によると、平成 18 年度のその他プラの市町村からの引取量は 548,839トン、対して再商品化量は 380,434トンであり、差し引き 168,405トン、31％が処理残渣となった計算となる。その他プラのマテリアルリサイクルに限ると、残渣発生率は 49％という報告もある[(4)]。これらの残渣は焼却または埋立されていると予想されるが、適切に処理されているかどうかは不明であり、残渣の処理も考慮した評価が求められる。熱処理（熱回収）はこのような残渣処理の受け皿となることが可能である。

また、先にも述べたとおり改正容リ法においてその他プラの再商品化手法として熱回収が緊急避難的・補完的な方法として認められた。

熱回収とマテリアルリサイクルは対立するものではなく、熱回収はマテリアルリサイクル推進を支える、ひいては循環型社会形成を積極的に支える手法であると考える。

3　適正処理・処分に対する役割

埋立地の逼迫を背景に、循環型社会基本計画では最終処分量を平成22年度において平成12年度から半減させることを目標としている。一方で最終処分物の質に対しても安定化や温室効果ガス排出に影響する有機物や、ダイオキシン類・重金属・塩類といった有害化学物質等の抑制が求められている。

当部会では廃棄物の中間処理（主として焼却処理）と最終処分の関係について議論すべく、過去 2 度にわたり埋立部会と共同で小集会・討論会を開催した(第 14 回研究発表会(2003 年)における小集会、及び2005 年の研究討論会)。そのなかで、埋立部会からは主として焼却残渣の質について、環境保全、早期安定化、有害化学物質といった観点からの問題提起があった。さらに、溶融スラグ化やセメント原料化、溶融飛灰の山元還元といった焼却残渣の資源化は正しい答えなのか、という問いかけがなされた。

これに対し当部会からは、焼却率の向上による有機物直接埋立の減少、燃焼の高度化による焼却残渣中の有機物量低減とダイオキシン類の抑制、ごみ性状の変化による一部の重金属含有量の減少と重金属の溶出防止処理の実施、灰のスラグ化による埋立量の削減といった対応がなされてきていることを指摘した。一方でカルシウム分や塩類、あるいは重金属類については埋立地への負荷低減が不十分であることも報告した。また、社会システムとしての中間処理のあり方について議論し、中間処理あるいは埋立の上流側での質のコントロールの重要性や、コストやエネルギーといった指標からみたシステムの評価例を示し、熱処理以外のリサイクルも含めた範囲で処分場への量的・質的負荷のミニマム化が重要であるという認識で一致した。

3Rを推進するなかで、3Rに適さない廃棄物や3Rの過程における処理残渣が必ず発生する。熱処理によるそれらの減量化・安定化と埋立処分は今後も3R推進における必要不可欠な社会インフラであり続ける。そのなかで熱処理は環境負荷を最低限に抑えつつ、一方で可能な限りの熱回収を行う必要があり、埋立側は受け入れた残渣の確実な管理と早期安定化を求められる。

4　欧州における熱回収[2]

欧州では1999 年に策定された「廃棄物の埋立に関する理事会指令」により、処理されていない廃棄物の埋立禁止、生分解性廃棄物の埋立の削減といった規制が設けられたため、都市ごみ中の有機物・可燃物の無機化が不可欠となった。これは埋立量の削減と温暖化対策としての埋立有機物からのメタン発生抑制を目的としている。

廃棄物枠組み指令（2007 年 6 月改正）では廃棄物管理のヒエラルキーと呼ばれる優先順位が設定されている。その順位は廃棄物の発生抑制、リユース、リサイクル・コンポスト化、焼却によるエネルギー回収、埋立処分とされており、循環型社会形成推進基本法に謳われた優先順位とほぼ一致する。リサイクルに関してはさらに包装廃棄物、使用済み電池及び蓄電池、使用済み自動車、廃電気・電子機器といった個別品目についての指令が用意されており、焼却に関しては 2000 年の「廃棄物の焼却に関する欧州議会及び理事会指令」により比較的厳しい排出基準が定められている。

エネルギー面に目を向けると、2001 年の「再生可能エネルギーに関する欧州指令」では、2010 年までに再生可能エネルギー導入の割合を最終エネルギー供給量の 12%にする目標が掲げられ、同じく 2001 年の「グリーン電力推進に関する欧州指令」では、電力について 2010 年までに電力供給量の 22.1%を再生可能エネルギー電力で賄う目標が設定されている。

これらを背景に、欧州における廃棄物処理はそれまでの埋立処分中心から、マテリアルリサイクルの推進および積極的なエネルギー回収へと向かっている。

欧州の廃棄物発電の特徴として、一般に日本に比べて規模が大きいこと、また熱回収率が高いことが挙げられ、焼却－熱回収を選択した場合には可能な限り熱効率を高めようとする姿勢がみられる。表 2に欧州各国及び日本の都市ごみ焼却施設の規模を、表 3に欧州の都市ごみ焼却施設からの電力および熱の販売量を示す[1][6]。施設規模は平均で 500 トン／日近くに達しており、日本の 143 トン／日に比べて 3 倍以上である。電力および熱の販売量は合計でごみトンあたり 1,000kWh に近く、ごみの発熱量を 10MJ／kg とすると、ごみの入熱の 35%以上を販売したことになる。表 3において熱の販売量が電力を上回っていることは特徴的である。欧州では古くから地域熱供給が普及しており、一部は都市ごみを燃料としている。オーストリア、デンマーク、フランス、スウェーデンといった国々は特に都市ごみによる地域熱供給がさかんで、地域熱供給に占める都市ごみの割合が 10%以上に達している[7]。

欧州では都市ごみ処理が民間事業として行われる場合もあり、採算性を確保するため遠距離収集や産廃の同時処理等を行って規模を大きくするとともに、可能な限り発電を行いかつ場内消費を削減することで非常に高い送電端効率（例えば 24～26%）を目指す事例がみられる。

以上のように、欧州においては廃棄物からの熱回収が埋立量削減、地球温暖化防止、再生可能エネルギーの供給といったさまざまな観点から、廃棄物処理の重要な手法として認識されているといえる。

表2　欧州における都市ごみ焼却施設規模(2005 年)[1][6]

	施設数	合計能力 (t／h)	平均能力 (t／日・施設)
Austria	9	91	243
Belgium	18	367	489
Czech Rep,	3	117	936
Denmark	34	577	407
Finland	1	8	192
France	127	1,909	361
Germany	68	2,445	863
Great Britain	22	386	421
Hungary	1	60	1,440
Italy	51	690	325
Netherlands	11	670	1,462
Norway	13	78	144
Portugal	3	205	1,640
Spain	10	245	588
Sweden	30	513	410
Switzerland	30	464	371
Sum/average	431	8,825	491
日本	1,374		143

表3　欧州における都市ごみ焼却施設からの電力・熱の販売量(2004 年)[6]

	電力 (MWh／年)	熱 (MWh／年)	ごみ処理量 (t／年)	電力 (kWh／ごみ t)	熱 (kWh／ごみ t)
Austria	23,412	844,200	842,230	28	1,002
Belgium	460,390	69,324	1,370,693	336	51
Czech Rep,	5,702	694,719	410,383	14	1,693
Denmark	1,183,653	6,156,051	3,009,953	393	2,045
Finland	0	104,700	49,000	0	2,137
France	1,083,137	4,691,580	8,238,173	131	569
Germany	3,905,450	8,327,206	15,259,766	256	546
Great Britain	439,625	51,459	872,797	504	59
Hungary	40,291	47,684	160,054	252	298
Italy	1,855,245	509,498	4,453,738	417	114
Netherlands	2,010,257	659,818	5,158,988	390	128
Norway	132,593	1,076,679	766,723	173	1,404
Portugal	282,726	0	648,463	436	0
Spain	4,381,060	0	2,221,218	1,972	0
Sweden	624,049	6,088,072	3,077,906	203	1,978
Switzerland	993,982	2,019,972	3,024,847	329	668
Sum/average	17,421,572	31,340,962	49,564,932	351	632

5　温室効果ガスとサーマルリサイクル

5-1　一般廃棄物燃焼由来の温室効果ガス排出量

我が国の温室効果ガス排出量(森林吸収を考慮しない総排出量)は平成 16 年度 1,355 百万トン(CO_2換算、以下同様)、平成17年度においては1,360百万トンで、京都議定書基準年に対して7.8%増である。京都議定書目標達成計画の評価・見直しに関する中間報告[8]では、「京都メカニズムの活用量及び森林吸収量が現行目標達成計画のとおりとすると、京都議定書の6%削減約束の達成には1.5%～2.7%不足することが見込まれる」とされており、20～34 百万トンの追加削減が必要になる。

平成 16 年度における廃棄物分野からの温室効果ガス排出量は 47.9 百万トンであり、我が国全体の 3.5%を占める。一般廃棄物の焼却に限定すると 15.4 百万トン、廃棄物分野の 32%、我が国全体の 1.1%に相当する[9]。

一般廃棄物の焼却由来の温室効果ガス算出方法を簡単に紹介する。排出量の内訳は一般廃棄物中のプラスチックおよび合成繊維くずの燃焼に伴う二酸化炭素排出がそれぞれ 13,404.4 千トン、1,194 千トン、一般廃棄物の燃焼に伴うメタンおよび一酸化二窒素の排出が CO_2 換算でそれぞれ 17.9 千トン、782.7 千トンである。プラスチックおよび繊維くずの焼却量は環境省による統計値よりそれぞれ 6,055 トン、1,204 トン、プラスチックの場合は固形分 80%、燃焼率 99%、炭素含有率 76.2%として、繊維くずの場合は固形分 80%、合成繊維くずの割合 54.2%、燃焼率 99%、炭素含有率 63%として二酸化炭素量を算出している。メタンおよび一酸化二窒素については焼却炉形式(連続式、准連続式、バッチ式)ごとに焼却量に対する排出係数を定め、焼却量を乗じて積算している。

上記の他に一般廃棄物としてのプラスチックの原燃料利用として 497.3 千トン、およびごみ固形燃料(RDF・RPF)の燃料利用として 667.5 千トンが計上されている。このうち後者は産業廃棄物由来も含まれているため、文献[10]に基づき一般廃棄物である RDF からの排出量を算出すると 254.9 千トンとなり、これらを合計すると一般廃棄物の燃焼由来としては 16,152 千トン、我が国全体の 1.2%となる。一般廃棄物の燃焼由来の温室効果ガス排出量を表 4にまとめる。

表4　一般廃棄物の燃焼由来の温室効果ガス排出量

		GHGs	排出・吸収量 [Gg CO_2eq]	備考
一般廃棄物	プラスチック	CO_2	13,404.4	
	繊維くず	CO_2	1,194.3	
		CH_4	17.9	
		N_2O	782.7	
	小計		15,399.3	
一般廃棄物の原燃料利用		CO_2	497.3	
		CH_4	0.0010	
		N_2O	0.011	
	小計		497.3	
ごみ固形燃料(RDF)の燃料利用		CO_2	253.4	(RDF+RPF)　663.7
		CH_4	0.02	0.07
		N_2O	1.5	3.7
	小計		254.9	667.5
計			16,151.5	

5-2　一般廃棄物発電・熱利用による温室効果ガス削減効果

一般廃棄物の燃焼に由来する温室効果ガスの排出量としては、単に排出分のみを積算しており、発電や熱利用といった熱回収による間接的な温室効果ガス削減は含まれていないことに注意が必要である。この算出方法は IPCC のガイドライン[11]に基づくものであり、国内の総排出量を重複することなく正確に算定することを目的としている。したがって、廃棄物焼却が実質的にどれほど温室効果ガス排出に寄与しているのかを評価するために使用するのは適当ではないと考える。そこで、熱回収の現状とそれによる温室効果ガス削減効果、および将来の可能性について考察する。

図 1にごみ発電施設数の推移を、図 2にごみ発電の発電能力と発電電力量の推移を示す[1]。都市ごみ焼却施設は平成 16 年度の実績で 1,374 箇所、うち発電を行っている施設は 281 箇所、総発電能力は 149.1 万 kW、発電電力量は 7,129GWh で、100 万 kW の原発 1 基分に相当する。ごみ発電施設数は全体の 20%に過ぎないが、ごみ処理量でみると平成 16 年度の直接焼却量 39,142 千トンの 63%に相当する 24,678 千トンが発電施設を備えた焼却施設で処理されている[12]。一方、発電以外の何らかの余熱利用を行っている施設は 959 箇所であり、それらの施設の焼却量は合計 38,139 千トン、直接焼却量の 97%である[12]。

廃棄物発電による間接的な温室効果ガス削減を試算すると、事業者の二酸化炭素排出係数を 0.555kg-CO_2／kWh として 3,957 千トン、一般廃棄物焼却由来の温暖化ガスの 25.7%に相当する。余熱利用熱量については信頼できる統計がないが、ごみ入熱の5%が余熱利用されたと仮定すると、熱量等価とした原油換算で 443 千 kL、温室効果ガス 1,174 千トン、一般廃棄物焼却由来の温室効果ガス排出量の 7.6%に相当し、発電分と合わせると 33.3%となる。

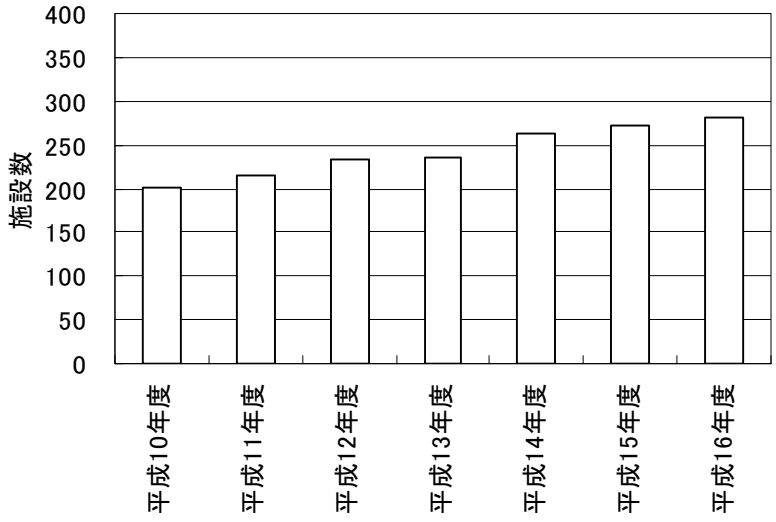


図1 ごみ発電施設数の推移

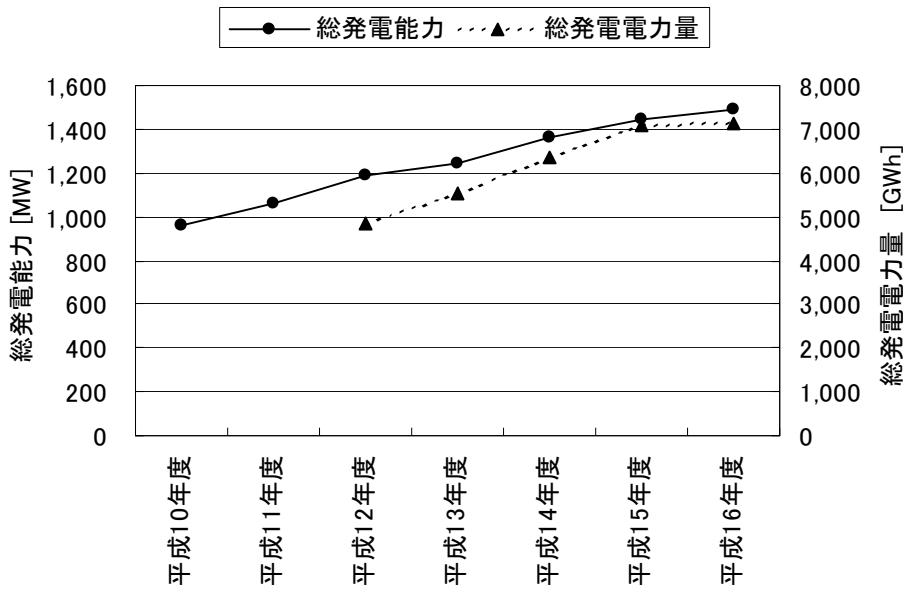


図2 ごみ発電の発電能力、発電電力量

我が国の廃棄物発電はさまざまな制約から、高効率発電が普及しているとは言い難い。ごみの発熱量を9MJ／kg と仮定するとごみ発電を行っている施設の発電効率はおしなべて 11.6%にすぎない。ここで、発電、余熱利用の可能性について次のようなシナリオを設定する。

シナリオ1 ： ごみ発電の割合が直接焼却量の 80%に達し、発電効率が 20%に上昇。
余熱利用はすべての施設で 10%。

シナリオ2 ： すべての施設で発電効率 25%、余熱利用 10%を達成。

現状と各シナリオによる温室効果ガス削減効果を表 5に示す。シナリオ1では一般廃棄物焼却由来の 72%、シナリオ2では 104%に相当する温室効果ガスの削減効果が得られる。すなわち、シナリオ2では一般廃棄物焼却由来の温室効果ガス排出量を相殺できる。また文献(8)に示されている温室効果ガスの追加削減必要量 20～34 百万トンに対しては、現状→シナリオ1の場合 18～30%、現状→シナリオ2の場合 32～54%の削減効果がある。

発電についての計算は発電量をベースとしており、各都市ごみ焼却施設での自家消費については考慮していないが、発電を行わない場合は施設稼働のための電力を外部から得る必要があることから発電量による評価には一定の意義があると考える。

このように、一般廃棄物による発電・熱利用は現状でも大きな温室効果ガス削減効果があり、今後も大きなポテンシャルを持っているといえる。特に、生ごみや紙などのいわゆるバイオマスはカーボンニュートラルであり、廃棄物発電を考えるうえで重要である。

表5　廃棄物発電・熱利用による温室効果ガス(GHGs)削減可能量

		現状※	シナリオ1	シナリオ2
発電条件	対象ごみ	63% 24,678 トン	80% 31,313 トン	100% 39,142 トン
	発電効率	11.6%	20%	25%
余熱利用条件	対象ごみ	97% 38,139 トン	100% 39,142 トン	
	熱利用率	5%	10%	
回収熱量(GWh)	発電	7,129	15,657	24,464
	余熱利用	4,767	9,785	
GHGs 削減量 （千トン-CO_2）	発電	3,957	8,689	13,577
	余熱利用	1,174	2,410	
	合計	5,131	11,100	15,988
	現状との差	―	5,969	10,857
一般廃棄物焼却由来の GHGs 排出量(15.4 百万トン)に対する割合		33%	72%	104%
文献(8)による追加削減量 (20～34 百万トン)に対する割合		―	18～30%	32～54%

注)ごみ発熱量 9MJ/kg、電力の排出係数 0.555kg-CO_2/kWh、原油の発熱量 0.258kL あたり 10GJ、原油の排出係数 18.66t-C/TJ

※「現状」は 2004 年時点、一部仮定を含む。

5-3　生分解性有機物の直接埋立回避による温室効果ガス排出削減効果

生分解性有機物を埋め立てると、嫌気性分解により高い温室効果(温暖化係数 21)を持つメタンが発生する。4で触れたとおり、欧州では温室効果ガス排出削減を目的のひとつとして生分解性有機物の埋立を厳しく制限しようとしている。

日本では狭小な国土事情と衛生処理の観点から、一般廃棄物は焼却後、残渣を埋め立てるという処理方式が早くから主流であった。このことは結果的に温室効果ガスであるメタン排出を抑制してきたことになる。そのうえ埋立量半減目標が掲げられたこともあり、直接最終処分される割合は近年さらに減少傾向にあり、平成 16 年度において一般廃棄物の約 3.5%[1]と諸外国に比べて際だって少ない。

廃棄物の埋立による 2004 年の温室効果ガス排出量は文献(10)によると 5,974 千トン(一廃、産廃)とされており、この量は過去から現在の埋立量と分解速度より、該当年におけるメタン発生量を二酸化炭素量に換算したものである。分解速度を無視して、かつ一般廃棄物に限定すると、2004 年に埋め立てられた生分解性有機物から将来にわたり排出される温室効果ガスの量は 1,290 千トンとなる。この量は先に試算した 2004 年のごみ発電による温室効果ガス削減効果 3,957 千トンの約1／3である。

生分解性有機物の埋立により、嫌気性埋立地では炭素の 50%、日本で主流の準好気性埋立地では同 20%、欧州の一部で採用されている好気性埋立地では 5%程度がメタンとなり、残りが二酸化炭素となるとの報告がある[13]。

仮に平成 16 年度の直接焼却量 39,142 千トンを直接埋め立てた場合のメタン排出量を以下に試算する。含水率 50%、乾燥重量のうち生分解性廃棄物の割合を 70%と仮定し、文献(10)を参考に準好気性埋立によるメタン発生量を 70kg-CH_4／トン(乾燥重量)とすると、メタンは 959 千トン発生し、二酸化炭素換算で 20,139 千トンに相当する。これは5-1で示した一般廃棄物焼却由来の排出量 15,400 千トンを上回っており、直接埋立を回避し焼却するだけで、発電や熱利用を考慮しなくとも、温室効果ガス排出削減に寄与しているのである。

参考文献

(1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課、日本の廃棄物処理 平成16年版、平成18年9月

(2) 例えば、(社)プラスチック処理促進協会、プラスチック製容器包装の処理に関するエコ効率分析(2005)

(3) 日本容器包装リサイクル協会ホームページより、http://www.jcpra.or.jp/

(4) 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会(第28回)資料3「再商品化手法について」参考資料集、平成17年3月30日

(5) 酒井伸一、平井康宏、廃棄物分野からの温室効果ガス排出について、都市清掃第60巻第278号pp332-338、平成19年7月

(6) Energy from Waste 2006、ISWA

(7) 高 偉俊、EUにおける分散電源による地域熱供給の現状に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年9月

(8) 中央環境審議会地球環境部会・産業構造審議会環境部会地球環境小委員会、京都議定書目標達成計画の評価・見直しに関する中間報告、平成19年9月

(9) 地球環境研究センター、日本国温室効果ガスインベントリ報告書、2006年8月

(10) 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第4部 廃棄物分科会報告書、平成 18 年8月、環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会

(11) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm

(12) 一般廃棄物処理実態調査結果 平成16年度、環境省廃棄物処理技術情報

(13) 松藤康司、立藤綾子、埋立構造の違いによる温室効果ガスの発生と制御、廃棄物学会誌 Vol.8, No.6, (1997)

Ⅲ　循環型社会における焼却処理の役割向上と評価

安田　憲二（国立環境研究所）

1　はじめに

平成 16 年度における一般廃棄物の総排出量は 5,051 万トンであり[1]、このうち全体の 77.5%にあたる 3,914 万トンが焼却処理されている。焼却処理量は平成 15 年度以降から減少傾向にあるが、依然として廃棄物処理の主体を担っている。焼却処理では廃棄物の熱エネルギーが利用できるため、サーマルリサイクルとして発電等が行われている。平成 16 年度のごみ発電における総発電能力は 1,491 千 kW[1]であり、実際の発電量も 100 万 kW の原発 1 基分に匹敵しており、微量ではあるが年々増加している。

一方、焼却処理の過程では大量の二酸化炭素が排出されている。平成 16 年度における廃棄物分野からの温室効果ガス排出量は二酸化炭素換算で 4,790 万トン（総排出量の 3.5%）であり、このうち一般廃棄物の焼却処理では同じく 1,540 万トン（廃棄物分野の 32%）が排出されている。二酸化炭素等による地球温暖化は、その影響の深刻さから対策は緊急を要している。従って、一般廃棄物の焼却処理においても、循環型社会での役割を向上するため、廃熱の利用効率等を高めて二酸化炭素の排出量を削減することは重要な課題である。

そこで、実稼働の一般廃棄物焼却炉における実態調査をもとに、技術面、運転管理面および制度面から発電効率の改善、合理的な廃熱利用、制度の見直しなどについて検討した。それらをもとに、焼却処理分野での売電量の増加等による二酸化炭素排出量の削減効果について評価した。

2　調査内容

2-1　調査方法

ここでは、平成 13 年3月以降に竣工された、比較的新しい焼却炉 15 施設について、アンケートおよびヒヤリング調査により、施設の運転、廃熱の利用状況等を把握した。アンケート調査は 17 年度に、またヒアリングは平成 18 年2月～3月に実施した。評価には、17 年度～18 年度(一部は 16 年度)における年間の実稼働データを用いた。

2-2　調査施設

ストーカ炉が2施設、ストーカ＋灰溶融が6施設、流動床＋灰溶融は1施設、ガス化溶融炉としてシャフト式2施設、流動床式は3施設およびキルン式1施設について調査した。調査施設の概要を表 1 に示す。

2-3　調査項目

①ごみ焼却量　②ごみ発熱量　③炉の運転状況　④環境汚染物質の排出状況
⑤発電量　⑥発電効率　⑦売電量　⑧廃熱の利用状況
⑨スラグの資源化状況　⑩溶融飛灰の処理状況

表1　調査施設の概要

No.	燃焼方式等	焼却能力	完成年月	脱硝方式	灰溶融方式
1	ストーカ炉	120 t/d×2 炉	2002.04	触媒脱硝	
2	ストーカ炉	90 t/d×3 炉	2003.12	無触媒	
3	ストーカ＋灰溶融	193 t/d×3 炉	2005.02	触媒脱硝	プラズマ式
4	ストーカ＋灰溶融	130 t/d×3 炉	2001.03	触媒脱硝	アーク式
5	ストーカ＋灰溶融	135 t/d×3 炉	2002.12	触媒脱硝	プラズマ式
6	ストーカ＋灰溶融	150 t/d×3 炉	2006.03	触媒脱硝	電気式
7	ストーカ＋灰溶融	123 t/d×2 炉	2003.04	触媒脱硝	プラズマ式
8	ストーカ＋灰溶融	100 t/d×3 炉	2003.03	無触媒	プラズマ式
9	流動床＋灰溶融	144 t/d×3 炉	2003.03	触媒脱硝	プラズマ式
10	シャフト式ガス化溶融炉	129 t/d×3 炉	2003.03	触媒脱硝	
11	シャフト式ガス化溶融炉	80 t/d×2 炉	2003.03	無触媒	
12	流動床式ガス化溶融炉	115 t/d×2 炉	2003.03	触媒脱硝	
13	流動床式ガス化溶融炉	140 t/d×3 炉	2002.11	触媒脱硝	
14	流動床式ガス化溶融炉	98 t/d×2 炉	2003.04	触媒脱硝	
15	キルン式ガス化溶融炉	105 t/d×2 炉	2003.03	燃焼制御	

3　調査結果

3-1　施設の稼働状況

調査した 15 施設について、ごみ焼却量、発電量、発電効率および売電量等についての調査結果を表 2に示す。

ごみ発熱量では、廃プラスチック類の埋立処分を行っている施設 No.5，7，10 が概ね 8,000kJ／kg（＜1,920kcal／kg）以下と低い値であった。また、廃プラスチック類の埋立処分から焼却に切り替えた市（No.6）では、切り替え前に比べて発熱量が約 25％増加し、10,500kJ／kg 以上と非常に高い値となっていた。

発電効率については、施設が新しいことから 15％以上と効率が高い施設が約半数近い6施設もあり、そのうちの1施設は 20％以上であるなど、発電に力を入れているのが分かる。ただし、施設の立地条件から特別高圧電力への接続ができない施設（No.1，9，12，15）および1炉当たりの焼却能力が 100t／d以下の施設（No.2，11，14）では、ごみ発熱量が高いにもかかわらず、発電効率が 10～11％と低かった。また、シャフト式ガス化溶融炉（No.10，11）では、燃料にコークスを使用しているため見かけ上の発電効率は高いが、ごみ発熱量から計算した発電効率は 11～14％であった。

表2　調査施設の運転状況

No.	ごみ発熱量（kJ/kg）	ごみ焼却量（t/年）	発電電力量（MWh/年）	発電効率（%）	売電力量(%)（MWh/年）
1	8,400	50,506	10,681.1	9	2,679.7（25.1）
2	8,400	55,049	12,593.5	10	5,049.1（40.1）
3	8,780	166,883	61,136.3	15	10,196.9（16.7）
4	9,450	103,602	49,783.5	18	16,473.1（33.1）
5	8,000	68,412	32,354.2	21※	0
6	10,500	46,882	30,998.8	15	10,882.2（35.1）
7	7,542	32,791	9,573.0	14	0
8	8,500	35,209	14,542.0	17	3,938.0（27.1）
9	8,800	48,141	13,746.6	12	0
10	8,026	111,554	41,581.9	14	13,279.3（31.9）
11	10,880	10,880	5,728.8	11	0
12	8,990	70,916	18,346.5	10	5,821.1（31.7）
13	9,200	79,971	40,931.0	20	9,859.0（24.1）
14	8,800	50,972	13,771.6	11	1,725.1（12.5）
15	9,630	27,895	7,323.9	10	135.3　（1.8）

※）スーパーごみ発電

3-2　施設の燃焼過程における環境負荷

ここでは、燃焼過程で排出されるダイオキシン類、ばいじん、塩化水素、窒素酸化物および硫黄酸化物について、住民協定等に基づく各施設の環境保全管理値を表 3に示す。調査した施設では、排ガス処理施設として消石灰と活性炭の噴霧を組み合わせたバグフィルター（ダイオキシン類対策、塩化水素対策）、アンモニア噴霧と組み合わされた触媒反応塔（窒素酸化物対策）および一部の施設では湿式有害ガス除去装置（塩化水素対策、硫黄酸化物対策）が設置されていた。このため、毎年実施されている排ガス測定では、いずれも環境保全管理値以下であり、法規制値を大幅に下回っていた。

廃熱利用の面から排ガス処理施設を見た場合、特に触媒反応塔が利用効率に影響している。触媒反応塔では排ガスとの反応温度が 200℃以上であることから、反応塔の入口側で蒸気を用いて排ガスの再加熱を行っている。窒素酸化物については、東京都特別区等、横浜市等、大阪市等の3地域で総量規制が指定されているが、今回調査した 15 施設はいずれの地域にも該当していない。この場合、窒素酸化物の排出基準値は 250ppm となる。調査した施設では、表 1に示したように、15 施設中 11 施設に触媒反応塔が設置されている。表 1および表 3から、触媒反応塔を用いなくても、尿素の炉内吹き込み（無触媒）や燃焼制御（低空気比燃焼）により、窒素酸化物濃度を 70～100ppm に制御することは可能である。このことから、施設周辺の環境条件にもよるが、二酸化炭素の排出量を削減する方法として、触媒反応塔を設置せずに無触媒等で窒素酸化物濃度を下げ、発電効率を高めることも選択肢の一つになると考えられる。

表3　調査施設における環境保全管理値

No.	ダイオキシン類 (ng-TEQ/m^3)	ばいじん (g/m^3)	塩化水素 (ppm)	窒素酸化物 (ppm)	硫黄酸化物 (ppm)
1	0.1	0.01	50	30	25
2	0.1	0.02	70	70	50
3	0.05	0.04	50	60	20
4	0.1	0.02	50	70	30
5	0.1	0.01	10	30	10
6	0.1	0.01	50	50	20
7	0.05	0.01	80	80	20
8	0.1	0.01	50	100	80
9	0.1	0.02	10	30	10
10	0.05	0.01	30	60	20
11	0.01	0.01	50	100	30
12	0.01	0.02	50	60	50
13	0.05	0.01	10	50	10
14	0.1	0.01	50	100	20
15	0.1	0.01	50	100	50

4　循環型社会における焼却処理の役割向上

循環型社会の中で焼却処理を有効に活用するためには、焼却廃熱の積極的な活用等により、結果として二酸化炭素の排出量を削減することが必要である。

そこで、今回の調査結果をもとに、二酸化炭素排出量を削減するため、技術面、運転管理面および制度面から発電量や売電量等を増加するための方策について検討した。

4-1　技術面からの取り組み

技術面における取り組み内容を表 4に示す。

表 4に示した技術面における方策のうち、焼却施設からの低温廃熱の利用促進に関して 100℃前後は三機工業[(2)]が、250℃以下は神鋼環境ソリューションと神戸製鋼所との共同開発[(2)(3)]により、それぞれ実証実験を行っている。また、ボイラーの高温高圧化については、1990 年代初頭まで3MPa、300℃のボイラーが主流であったが、現在は4MPa、400℃へと発展している。米国では 1980 年代から6MPa、450℃のボイラーが使用されており、日本でも 10MPa、500℃級ボイラーの開発が行われている。この開発研究では、実機レベルで発電効率 30%を目指しており、この発電効率は従来の約2倍も高い。

表4　技術面での方策と定性効果等

分　　類	方　　策	定 性 効 果 等
熱回収の向上	低空気比燃焼	排ガス低減による熱回収率向上
	低温エコノマイザーの使用	排ガス量と白煙防止必要熱量低減
熱利用の効率化	低温触媒の採用	排ガス再加熱用必要熱量の低減
	低温廃熱の利用推進	総熱利用効率の向上
発電システムの効率化	ボイラーの高温高圧化	発電効率の向上
その他	バイオガス化との組合せ	発電効率の向上

バイオガス化との組合せでは、生ごみの分別により焼却するごみの発熱量が高くなるとともに、メタン発酵で発生したメタンガスによる発電も可能となり、発電効率を高めることになる。この方策については、横須賀市が平成 13 年度から 17 年度にかけて行った実証試験結果[(4)]から、環境負荷の評価で温室効果ガス排出量が削減され、その量は年間 145 千トンのごみ処理量に対して二酸化炭素換算で年間 6,300 トン-CO_2 と算定されている。

4-2　運転管理面からの取り組み

運転管理面における取り組み内容を表 5に示す。

表5　運転管理面での方策と定性効果等

分　　類	方　　策	定 性 効 果 等
排ガス処理設備	白煙防止の停止	プロセス蒸気削減→発電効率向上
	触媒運転温度の低温下	排ガス再加熱用蒸気量の削減
運転計画	複数炉運転日数の増加	発電量、売電量の増加

白煙防止については、多くの場合住民協定に基づいて実施しているが、環境汚染の面からは不要なケースが少なくない。今回の調査によると、白煙防止に使用されている蒸気量は全体の1％前後であった。

脱硝用触媒の運転温度低下については、3-2の環境負荷で論じた窒素酸化物低減方法の選択と同じ次元の問題である。現在使用されている脱硝触媒塔の入口側における排ガス再加熱では、使用されている蒸気量が全体の 10％未満であり、白煙防止の約 10 倍と高い。このため、脱硝触媒塔の使用をやめると、発電効率が 1.5％程度増加する。

通常、一般廃棄物処理施設では予備炉も含めて複数炉（2ないし3炉）が設置されている。複数炉を同時に運転した場合は発電量と売電量が増加するため、二酸化炭素の削減量を高めることができる。表 1に示した施設 No.10 には3炉設置されているが、2炉運転と3炉運転における売電量を比較したところ、図 1に示したように、3炉運転により売電量が最大で約 80％も増加していた。このことから、最適処理量を設定して複数炉の運転日数を従来よりも増やせれば、二酸化炭素量の削減に効果的である。

4-3　制度面からの取り組み

制度面における取り組み内容を表 6に示す。

表 2に示したように、ごみ発熱量と焼却能力が類似している施設間での比較によると、特別高圧電力への接続ができない施設（No.1，9，12，15）では、発電効率が4～5％低めに設定されている。特別高圧電力への接続用件緩和は、全国レベルでの売電量増加に効果的である。

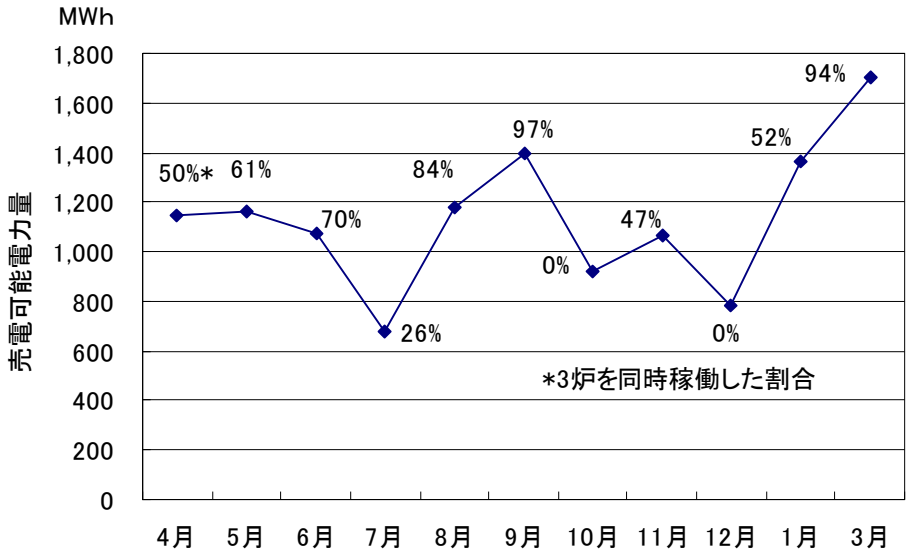


図1　売電可能電力量と炉の運転状況との関係

廃プラスチック類を埋立から焼却へ変換したり、廃プラスチック類を多く含むリサイクル残渣を一般廃棄物と混焼できれば、ごみ発熱量が高くなり、発電効率を高めることができる。表2に示した施設No.6では、廃プラスチック類を埋立から焼却へ変換したことにより、発熱量が 8,360kJ／kg から 10,500kJ／kg へと約25%アップした。この結果、発電効率も2%高くなった。また、リサイクル残渣の多くが産業廃棄物となり焼却されるケースが多い。しかし、焼却時に発電利用されることが少ないため、二酸化炭素量の削減に寄与する割合は低い。制度を変えて一般廃棄物焼却炉で焼却できれば、発電量と売電量を高め、二酸化炭素量を大幅に削減できる。

設計条件については、施設の設置されている環境により判断基準が大きく異なる場合が少なくないことから、一概に決めるのは危険である。ただし、エネルギーの消費量等を定量的に評価して、選択する材料を提供することは温暖化防止の面から重要であると考える。

表6　制度面での方策と定性効果等

分　　類	方　　策	定 性 効 果 等
電力関係	特別高圧電力への接続要件緩和	発電効率の向上
産業廃棄物との混焼など	廃プラスチック類を埋立から焼却へ	ごみ発熱量のアップ
	リサイクル残渣との混焼	ごみ発熱量のアップ
設計条件	灰溶融の必要性を再検討	売電量の増加
	触媒脱硝の必要性を再検討	売電量の増加
	排水クローズド規制の緩和	発電量の増加

灰溶融炉の場合、溶融方式や焼却能力により異なるが、発電電力量の 15～50％の電力を消費している。溶融スラグの資源化については平成 18 年7月に JIS 化されたが、今回のヒヤリング調査結果から判断すると、スラグの資源化はあまり進んでいない状況にある。また、溶融の際に発生する溶融飛灰については、山元還元する自治体が増えている。山元還元の場合、金属資源の有効利用の面から有意義ではあるが、委託費が溶融飛灰1トン当たり4万円～6万円と高いため、市の財政に大きな負担となっているのが現状である。

脱硝触媒塔の使用に関しては、既に4-2で論じたとおりである。さらに、排水クローズド規制の緩和により、発電電力量が2～5％程度増加するとの試算例もある。

5　まとめと今後の課題

実稼働の一般廃棄物焼却炉における実態調査をもとに、技術面、運転管理面および制度面から発電効率の改善、合理的な廃熱利用、制度の見直しなどについて検討し、焼却処理分野での売電量の増加等による二酸化炭素排出量の削減効果について評価した。その結果、以下の事柄が判明した。

(1) 技術面での取り組みとしては、低温廃熱の利用促進のほか、ボイラーの高温高圧化およびバイオガス化との組合せにより発電効率を高める方法が二酸化炭素量の削減に有効である。

(2) 運転管理面としては、脱硝触媒塔ではなく、無触媒あるいは燃焼管理による窒素酸化物制御法の採用、最適処理量の設定による複数炉運転日数の増加などが効果的である。

(3) 制度面での取り組みは、特別高圧電力への接続用件緩和や廃プラスチック類との混焼によるごみ発熱量の増加が有効である。また、灰溶融炉、触媒脱硝の必要性を再検討することも、削減量の増減に影響を与える要因であると考えられる。

今後の課題としては、廃熱利用による二酸化炭素排出量の削減効果を定量評価する方法についての問題がある。売電量からは単純に削減量を算定できるが、施設内での自家消費や隣接するリサイクルセンターで利用する場合、施設によって消費量に差があるため、客観的な削減量の算定が難しい。

参考文献

(1)　環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課、日本の廃棄物処理　平成16年版、平成18年9月

(2)　日経エコロジー、「熱の“宅配ビジネス”に脚光　6月に安全性のお墨付きも」、Nikkei Ecology 2007.08, pp.19

(3)　青木　勇、中島優一、高橋和雄、東　康夫、「未利用エネルギーの活用　焼却廃熱の車両輸送について、都市清掃、Vol.60, No.278, pp.372-375 (2007.07)

(4)　横須賀市環境部、生ごみバイオガス化事業の評価、平成18年11月、横須賀市ホームページから、http://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/

Ⅳ　焼却施設におけるエネルギー回収能力増強等の施策による二酸化炭素排出量の削減効果の試算

山形　成生（株式会社　神鋼環境ソリューション）
鶴田　敏郎（Hitz 日立造船　株式会社）

1　はじめに

地球温暖化防止を目的として、各業界で二酸化炭素排出量削減のための努力がなされているが、一般廃棄物の焼却施設も例外ではなく、廃熱の利用効率を高めて二酸化炭素の排出量を削減することは重要な課題となっている。一方、実際には廃棄物処理施設の立地条件などの諸条件等により、熱回収率が十分に高められていない場合があることも事実である。

平成19年度一般廃棄物関係予算当初内示の概要では、地球温暖化対策のためのエネルギー回収能力の増強、たとえば、既存施設におけるボイラ・タービンの増設による発電能力の向上や低空気比燃焼へ転換した熱回収（発電）効率向上の施策が交付対象となった。この

内示の概要を鑑み、本章では、2項において焼却施設の機能強化等による熱回収および発電効率向上効果について試算した。具体的には標準的なモデル（基本仕様）を設定し、その条件からボイラ出口排ガス温度や蒸気条件などのプロセスパラメータを変更させ、それによる発電効率や売電量の変化、および二酸化炭素排出量の削減効果について評価を行った。

また、同内示の概要では、経済成長戦略大綱工程表においてごみ発電と比肩する廃棄物処理システムとして確立・普及することとされたバイオガス化施設整備の推進等の制度拡充を図っており、メタン発酵＋メタン発酵残さ熱回収等からなる乾式システム（メタン発酵＋焼却発電で構成されるコンバインドシステム）も交付対象とされている。3項では、コンバインドシステムの採用による効果について試算を行った。

一方、焼却残さの再利用・リサイクルおよび環境負荷の低減の観点から、溶融固化設備の導入が推進されている。焼却施設に溶融固化設備を併設した場合、溶融固化のためのエネルギーが必要になる。4項では、溶融固化のエネルギー源として電気を使用する場合を想定し、焼却施設に電気式溶融固化設備を併設した場合の送電端効率について試算した。

これまで、焼却処理施設の計画段階で熱回収率の検討にあたり、設備構成と熱回収率の関係を定量的・体系的にまとめた参考文献もあまり見受けられなかったのではないかと考える。本報告書では、上記の試算を通して、設備構成と熱回収率の関係の定量的・体系的な評価を試みた。

なお、本来焼却施設の熱回収率について比較検討を行う上では、発電に加え熱利用（温水など）についても加味する必要がある。しかし、熱利用については立地条件に左右され、必ず需要があるとは限らないため、本報告では、発電についてのみの試算とした。

2　焼却施設の機能強化等による熱回収および発電効率向上効果

2-1 前提条件

本試算のシステムフローおよび設定条件を表 1に示す。以下では、主要な条件に対してそれを採用した考え方について示す。

(1) 施設規模と炉構成

新設の焼却施設の規模は、ダイオキシン対策の観点から大型化が計られている。また、ごみ処理の効率性、発電の効率性および経済性等から考えて、ごみ焼却量は 300t／日以上の全連続施設とすることが望ましく、最低でも1施設 100t／日程度以上とするべきである[1]とされている。

本試算では、上記を鑑み、施設規模は 300t／日（中規模都市を想定）と設定した。また、処理の継続性の観点より複数炉構成が一般的であることを考慮し、2炉構成とした。

(2) ごみ質

当部会では、第 12 回廃棄物学会研究発表会小集会（2001 年 11 月）にて「ごみの中間処理におけるマスバーンの再評価　－マスバーン VS ガス化溶融－」というテーマで報告を行っている。本試算では、その報告にあたり用いたごみ質設定条件を流用した。

当該報告より約7年が経過しているが、図 1に示すとおり全国平均の低位発熱量は、2000 年以降ほぼ横ばい（8,700～9,000kJ／kg）であり、当該報告時の設定低位発熱量 8,800kJ／kg とほぼ同等であるため、試算条件として用いても妥当であると考える。

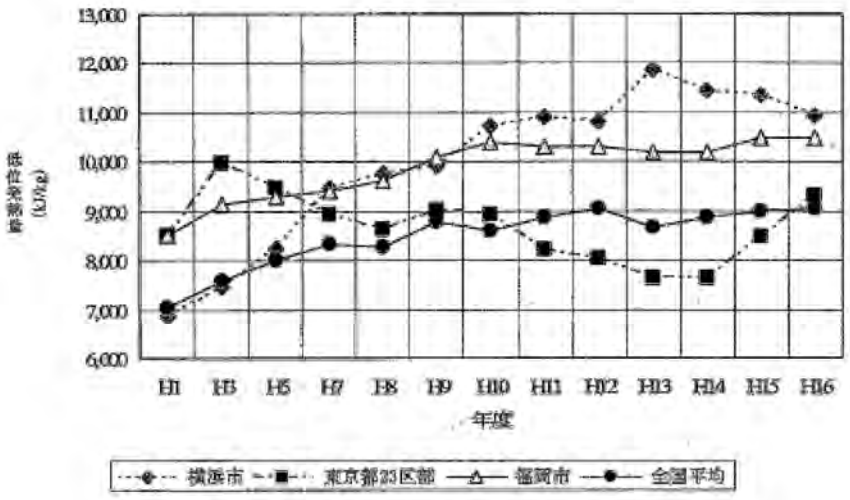


図1　ごみ発熱量の経年変化[2]

なお、本試算は、現実に近いごみ質における試算および評価のみで十分であるため、当該報告における低質および高質ごみでの試算は実施していない。

(3) 公害防止条件および排ガス処理フロー

公害防止条件についても、ごみ質と同様に第12回廃棄物学会研究発表会小集会(2001年11月)にて報告した「ごみの中間処理におけるマスバーンの再評価　－マスバーンVSガス化溶融－」と同条件とした。また、排ガス処理フローについても多数の実績がある乾式処理＋低温バグフィルタを基本とした。

(4) プロセスパラメータ

焼却施設の熱回収効率を向上させるための方策例は、先の21頁の表4および22頁の表5に示すとおりであるが、具体的には発電効率の向上に与える影響が大きく、かつ、定量的評価が可能な以下の項目についてパラメータを変更して試算を行った。

また、「白煙防止装置の運用を停止した場合」や「窒素酸化物濃度規制値を緩和した場合(触媒反応塔の非設置)」についても、公害防止条件の緩和等が必要であるが、発電効率の向上に与える影響が大きいと思われるため、あわせてそれらの方策を適用した場合の試算を行った。

表1　本試算のシステムフローおよび設定条件(基本仕様)

項　目		単　位	設定値
1)施設規模		t／日	300 (150t／24h×2炉)
2)ごみ質			
(1)低位発熱量		kJ／kg	8,800
(2)三成分	可燃分	%	46.4
	水分	%	45.6
	灰分	%	8.0
(3)可燃分中の元素組成	C	%	54.09
	H	%	8.13
	N	%	0.78
	S	%	0.04
	Cl	%	0.54
	O	%	36.42
3)公害防止条件			
(1)塩化水素		ppm	50
(2)硫黄酸化物		ppm	50
(3)窒素酸化物		ppm	50
(4)ダイオキシン類		ng-TEQ／m^3N	0.1
4)白煙防止条件		℃×%	5×50

表 1　本試算のシステムフローおよび設定条件（基本仕様）（つづき）

5）ボイラ・タービン条件		
(1)ボイラ主蒸気	MPa×℃	3×300
(2)タービン型式	―	抽気復水タービン
(3)タービン主蒸気	MPa×℃	2.6×295
(4)タービン排気圧力	kPa	−86.6
(5)タービン排気湿り度	%	10
6）余熱供給	―	場内：電気式 場外：供給なし
7）プロセスフロー		

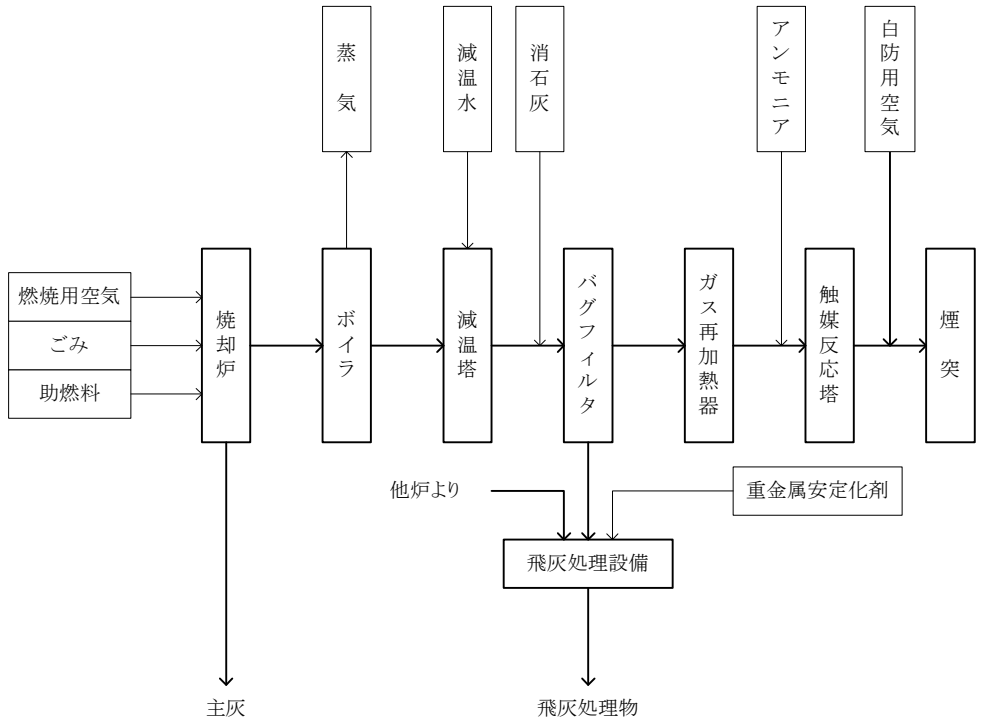
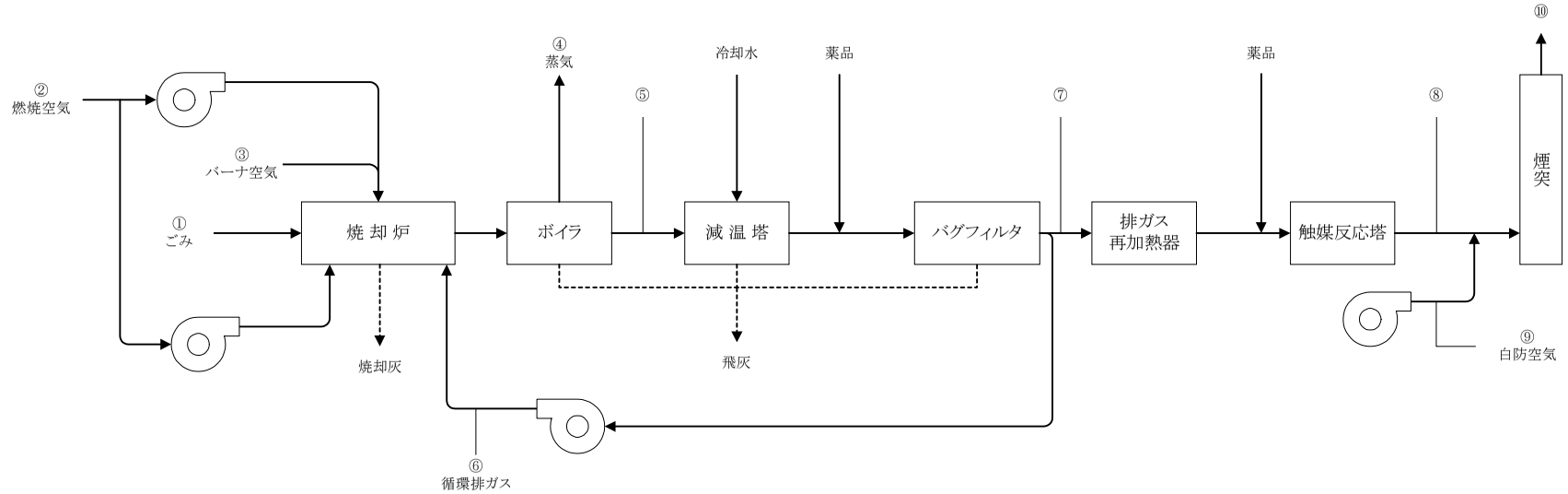


表2　基本仕様と検討仕様のパラメータの比較

分　類	方　策	パラメータ	基本仕様	検討仕様
熱回収の向上	低空気比燃焼 【方策④】	空気比	1.8	1.4 （排ガス循環　あり／なし）
	低温エコノマイザ 【方策①】	ボイラ出口 排ガス温度	250℃	300℃（排水クローズド） 200℃（エコノマイザ増強） 170℃(減温塔削除)
熱効率 の効率化	低温触媒の採用	触媒反応塔 入口排ガス温度	210℃	190℃
発電システム の効率化	ボイラの高温高圧化 【方策⑤】	主蒸気 圧力・温度	3MPa×300℃	4MPa×400℃
施設運用	白煙防止装置の 運用停止 【方策②】	白防条件	5℃×50%	白煙防止装置の停止 または 白防条件の設定なし
	窒素酸化物濃度 規制値の緩和 （触媒反応塔の 非設置） 【方策③】	窒素酸化物 濃度規制値	50ppm （触媒有り）	100ppm （触媒なし）

なお、実際には各方策を組み合わせることにより、より発電効率は向上する。その組み合わせについては、表 3に試算結果と合わせて示す。

表3　発電効率向上のための施策の組み合わせと試算結果



試算ケース No.	計算条件								①	②		③			④			⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		⑩		ー	備考
	要素技術（○が適用技術）								給塵量	燃焼空気		助燃料	バーナ空気		蒸気圧力	蒸気温度	蒸気量	ボイラ出口排ガス		循環排ガス		BF 出口排ガス		触媒出口排ガス		白煙防止用空気		煙突出口排ガス		発電量2炉運転時	
	低空気比	EGR	高温高圧	低温エコ	減温塔なし	低温触媒	触媒なし	白防なし	kg/h	m³N/h	℃	L/h	m³N/h	℃	MPa	℃	kg/h	m³N/h	℃	m³N/h	℃	m³N/h	℃	m³N/h	℃	m³N/h	℃	m³N/h	℃	@-86.6kPa	
基本仕様									6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	18,000	35,714	250	0	ー	38,586	160	38,897	200	1,500	200	40,397	190	4,680	
1-1-2								○	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	18,000	35,714	250	0	ー	38,586	160	38,897	200	白防なし		38,897	190	4,740	
1-1-3							○	○	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	18,000	35,714	250	0	ー	38,586	160	触媒なし		白防なし		38,586	151	5,120	
1-2-1				○（低温化）				結果不要	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,100	35,714	200	0	ー	37,120	160	37,431	200	0	200	37,431	190	5,090	
1-2-3				○（低温化）			○	○	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,100	35,714	200	0	ー	37,120	160	触媒なし		白防なし		37,120	151	5,450	
1-3-1				○	○			結果不要	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,700	35,714	170	0	ー	35,707	160	36,018	200	0	200	36,018	190	5,290	
1-3-3				○	○		○	○	6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,700	35,714	170	0	ー	35,707	160	触媒なし		白防なし		35,707	150	5,630	
1-4-1									6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	17,000	35,714	300	0	ー	40,089	160	40,399	200	6,000	200	46,399	190	4,080	
1-5-2							○		6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	18,000	35,714	250	0	ー	38,586	160	触媒なし		9,200	200	47,786	159	4,770	
1-6-2				○（低温化）			○		6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,100	35,714	200	0	ー	37,120	160	触媒なし		3,900	200	41,020	154	5,310	
1-7-2				○	○		○		6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,700	35,714	170	0	ー	35,707	160	触媒なし		2,800	200	38,507	153	5,520	
2-1-1		○							6,250	23,400	20	0	0	20	3	300	19,060	32,540	250	3,520	155	31,620	160	31,750	200	8,620	200	40,370	190	4,750	
2-1-2		○						○	6,250	23,400	20	0	0	20	3	300	19,060	32,540	250	3,520	155	31,620	160	31,750	200	白防なし		31,750	190	5,050	
2-2-1	○								6,250	23,300	20	0	0	20	3	300	19,270	28,960	250	0	ー	31,380	160	31,780	200	7,760	200	39,540	190	4,830	
2-2-2	○							○	6,250	23,300	20	0	0	20	3	300	19,270	28,960	250	0	ー	31,380	160	31,780	200	白防なし		31,780	190	5,100	
3-1-2		○	○						6,250	23,400	20	0	0	20	4	400	17,440	32,540	250	3,520	155	31,620	160	31,750	200	8,620	200	40,370	190	5,430	
3-1-3		○	○					○	6,250	23,400	20	0	0	20	4	400	17,440	32,540	250	3,520	155	31,620	160	31,750	200	白防なし		31,750	190	5,780	
3-2-2		○	○	○（低温化）					6,250	23,400	20	0	0	20	4	400	17,990	32,430	200	3,360	155	30,160	160	30,300	200	4,900	200	35,200	190	5,910	
3-2-3		○	○	○（低温化）				○	6,250	23,400	20	0	0	20	4	400	17,990	32,430	200	3,360	155	30,160	160	30,300	200	白防なし		30,300	190	6,090	
3-2-4		○	○	○（低温化）			○	○	6,250	23,400	20	0	0	20	4	400	17,990	32,430	200	3,360	155	30,160	160	触媒なし		白防なし		30,160	150	6,420	
3-3-2		○	○	○	○				6,250	23,500	20	0	0	20	4	400	18,510	32,360	170	3,260	155	29,280	160	29,420	200	2,740	200	32,160	190	6,190	
3-3-3		○	○	○	○			○	6,250	23,500	20	0	0	20	4	400	18,510	32,360	170	3,260	155	29,280	160	29,420	200	白防なし		29,420	190	6,290	
3-3-4		○	○	○	○		○	○	6,250	23,500	20	0	0	20	4	400	18,510	32,360	170	3,260	155	29,280	160	触媒なし		白防なし		29,280	150	6,610	
＊－＊－＊			○						6,250	30,100	20	0	0	20	4	400	16,900	35,700	250	0	ー	38,430	160	38,830	200	2,300	200	41,130	190	5,350	基本ケース+高温高圧化
＊－＊－＊			○					○	6,250	30,100	20	0	0	20	4	400	16,900	35,700	250	0	ー	38,430	160	38,830	200	白防なし		38,830	190	5,440	
＊－＊－＊	○		○						6,250	23,300	20	0	0	20	4	400	17,640	28,960	250	0	ー	31,380	160	31,780	200	7,760	200	39,540	190	5,530	基本ケース＋高温高圧化
＊－＊－＊	○		○					○	6,250	23,300	20	0	0	20	4	400	17,640	28,960	250	0	ー	31,380	160	31,780	200	白防なし		31,780	190	5,840	＋低空気比
＊－＊－＊						○			6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	18,000	35,714	250	0	ー	38,586	160	38,897	180	4,900	200	43,797	173	4,700	低温触媒（190℃）
＊－＊－＊				○（低温化）	○	○			6,250	30,100	20	0	0	20	3	300	19,100	35,714	200	0	ー	35,707	190	36,018	180	白防なし		36,018	170	5,450	

※　収支は1炉分とします。

2-2 焼却施設の機能強化等による発電量および発電効率向上の試算結果

(1) 試算の内容について

本項では、以下の3ケースについてパラメータの変更に伴う発電量と発電効率の変化を試算した。

ケーススタディ(その1)　基本仕様からボイラ出口の排ガス温度を変更した場合の効果について試算した。

本パラメータはボイラ効率に影響を与えるため、設定値が下がると廃熱回収量が増加し、発電効率の向上が見込まれる。一方、排水クローズドが求められた場合は、減温塔でプラント内で発生した排水を噴霧蒸発処理しなければならないため、減温塔での温度落差が大きくなる、つまり、バグフィルタ入口温度が一定であることよりボイラ出口の排ガス温度が相対的に上昇、言い換えるとボイラ効率が低下し、発電効率は低下することが想定される。

ケーススタディ(その2)　基本仕様から燃焼空気比の変更により排ガス量を低減した場合の効果について試算した。

燃焼空気比を下げると排ガス量が削減され、以下の効果が期待できる。

- ボイラ出口での排ガスの持去り熱量(＝排ガス量×比熱×排ガス温度)が低減できるためボイラ効率が向上する。
- 触媒のための加熱用蒸気量が低減できるため、タービン呑み込み蒸気量が増加する。

なお、燃焼空気比の低減方策としては、燃焼空気量そのものを削減する方法(以下、低空気比と記す)に加え、バグフィルタ出口排ガスを一部分岐し焼却炉燃焼室に吹き込む排ガス循環法(以下、EGR と記す)の2ケースについて検討を行った。

ケーススタディ(その3)　その1およびその2に加え、ボイラ蒸気条件を変更した場合の効果について試算した。

蒸気条件を高温高圧化することにより、タービン内部効率の向上が期待でき、発電効率が向上することが想定される。

なお、いずれのケースにおいても、上記に示したパラメータの変更に加え、『白煙防止の運用を停止した場合』と『窒素酸化物濃度規制値を緩和した(触媒反応塔を設置しない)場合』についても、その効果をあわせて試算した。

(2) ケーススタディ(その1)

ケーススタディ(その1)では、ボイラ出口排ガス温度に注目し、その設定変更に伴う発電量の変化を試算した。その結果を表 4に示す。

方策① ： ボイラ出口排ガス温度を変更した場合
方策② ： 白煙防止装置の運用を停止した場合
方策③ ： 窒素酸化物濃度規制値を緩和した場合(触媒反応塔の非設置)

表4 ケーススタディ(その1)における発電量の試算結果

基本仕様	基本仕様＋①		基本仕様＋①＋②	基本仕様＋①＋②＋③
	ボイラ出口排ガス温度	発電量		
4,680kW (ボイラ出口排ガス温度:250℃)	300℃	4,080kW 【1-4-1】	―	―
	250℃	4,680kW 【基本仕様】	4,740kW 【1-1-2】	5,120kW 【1-1-3】
	200℃	5,090kW 【1-2-1】	5,090kW 【1-2-1】	5,450kW 【1-2-3】
	170℃	5,290kW 【1-3-1】	5,290kW 【1-3-1】	5,630kW 【1-3-3】

表の見方: 基本仕様(4,680kW)に対し、ボイラ出口排ガス温度を 200℃に低減して、白煙防止装置の運用を停止、かつ、窒素酸化物濃度濃度規制値を緩和した(触媒反応塔の非設置)場合の発電量は、5,450kW になることを示す。表 5、表 6および表 7の見方も同様である。なお、【 】は、表 3における試算ケース No.を示す

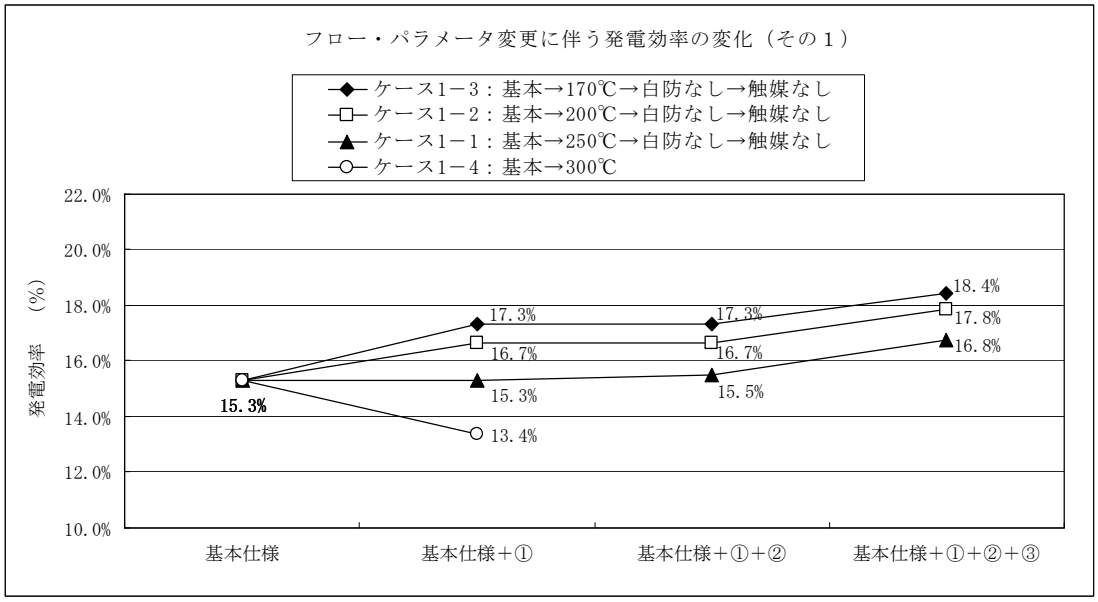


図2 ケーススタディ(その1)における発電効率の試算結果

① ボイラ出口排ガス温度が発電効率に与える影響は大きく、250℃の場合（基本仕様）と 170℃の場合（ケース 1-3-1）を比較すると、発電効率で約2％効率がアップする結果となった。逆に、排水クローズドを要求された場合は、ボイラ出口排ガス温度を 300℃（ケース 1-4-1）程度まで上げざるを得ない場合が多いが、その場合は発電効率は、2％程度低下する結果となった。

② ボイラ出口排ガス温度が170℃（ケース1-3）および200℃（ケース1-2）の場合は排ガス中の水分率を低減できるため、白煙防止装置を設けなくても、窒素酸化物除去のため触媒反応塔前で排ガスを 210℃まで昇温することにより、白煙防止条件を満足できる結果となった。また、250℃（ケース1-3）の場合でも少量の温風（200℃）を混合することで白煙防止基準を満足できた。よって、脱硝用に排ガスを再加熱している場合は、白煙防止装置を停止した場合や白煙防止条件の適用が無くなった場合でも、発電効率の大きな向上は見込めない結果となった。

③ 窒素酸化物濃度規制値が緩和され触媒反応塔の設置が不要となり、白煙防止条件の適用もなく、さらに、排水の下水道放流が可能でボイラ出口排ガス温度の低温化が可能な場合は、従来型焼却施設（3MPa×300℃ボイラ、燃焼空気比 1.8）においても、発電効率 18％程度が期待できる結果となった。

表 4では白煙防止装置の運用の停止を優先条件として試算したが、以下では、方策②と方策③の発電効率への寄与を確認する目的で、窒素酸化物濃度規制値の緩和を優先条件とした場合についての試算を行った。

表5 ケーススタディ（その1）における発電量の試算結果
（窒素酸化物濃度規制値の緩和を優先条件とした場合）

基本仕様	基本仕様＋①		基本仕様＋①＋③	基本仕様＋①＋③＋②
	ボイラ出口排ガス温度	発電量		
4,680kW（ボイラ出口排ガス温度：250℃）	250℃	4,680kW【基本仕様】	4,770kW【1-5-2】	5,120kW【1-1-3】
	200℃	5,090kW【1-2-1】	5,310kW【1-6-2】	5,450kW【1-2-3】
	170℃	5,290kW【1-3-1】	5,520kW【1-7-2】	5,630kW【1-3-3】

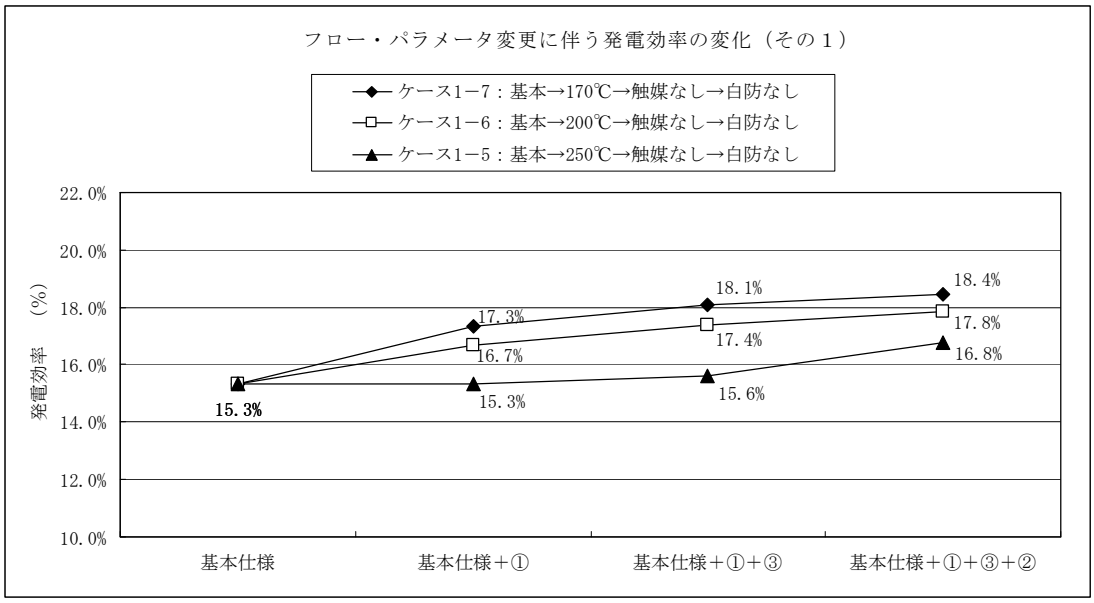


図3　ケーススタディ(その1)における発電効率の試算結果
（窒素酸化物濃度規制値の緩和を優先条件とした場合）

① 基本ケースにおいて比較すると、図 2のケース 1-1 の場合、白煙防止装置の運用を停止することにより、発電効率は 15.3%から 15.5%にわずかではあるが向上した。一方、図 3のケース 1-5 のとおり、窒素酸化物濃度規制値を緩和（触媒反応塔非設置、白防あり）の場合は、発電効率は 15.3%から 15.6%になった。

② 低温エコノマイザを導入（減温塔なし）した場合を比較すると、図 2ケース 1-3 では白煙防止装置の運用を停止しても、発電効率は 17.3%と変化がなかった。これに対し、図 3のケース 1-7 のとおり、窒素酸化物濃度規制値を緩和（触媒反応塔非設置、白防あり）の場合は、発電効率は 17.3%から 18.1%に向上した。

③ ボイラ出口排ガス温度が比較的高い場合（上記の①の場合）は、減温塔での噴霧水量の影響で排ガス中の水分率が高くなり、脱硝のための再加熱エネルギーと白煙防止のためのエネルギーがほぼ同等であったため、発電効率の変化に大きな差は見られなかった。一方、低温エコノマイザを導入した場合（上記②の場合）は、減温塔で水噴霧しないため排ガス中の水分率が低く、白煙防止のためのエネルギーが脱硝のための再加熱エネルギーより少なくて済むため、窒素酸化物濃度規制値を緩和した場合の方が、**発電効率の向上割合が大きくなったものと考えられる。**

(3) ケーススタディ(その2)

ケーススタディ(その2)では、燃焼空気比に注目し、その設定変更に伴う発電量の変化を試算した。その結果を表 6に示す。

方策④ ： 排ガス量を削減(燃焼空気比を 1.4 に変更)した場合

方策② ： 白煙防止装置の運用を停止した場合

表6 ケーススタディ(その2)における発電量の試算結果

基本仕様	基本仕様＋④		基本仕様＋④＋②
	排ガス量削減のための方策	発電量	
4,680kW	EGR	4,750kW【2-1-1】	5,050kW【2-1-2】
	低空気比	4,830kW【2-2-1】	5,100kW【2-2-2】

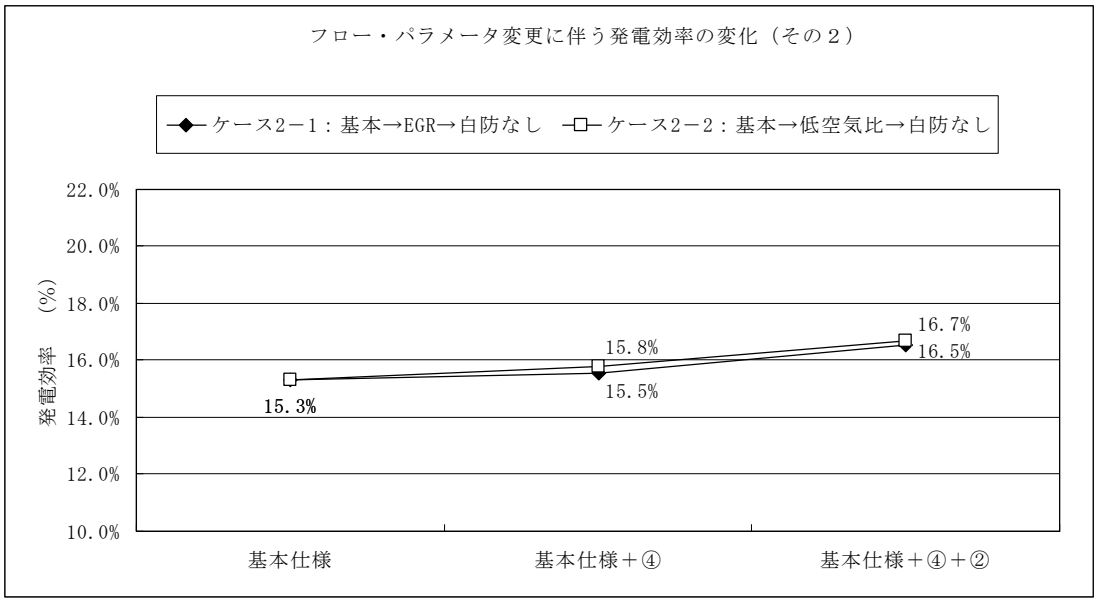


図4 ケーススタディ(その2)における発電効率の試算結果

① 低空気比の方が、EGR の場合に比べてボイラ通過排ガス量が削減され、ボイラ効率のアップが可能となるため発電効率が向上できる結果となったが、その差はわずかであった。

(4) ケーススタディ(その3)

ケーススタディ(その3)では、ボイラ出口排ガス温度、排ガス量の削減(燃焼空気比)に加えボイラ蒸気条件に注目し、その設定変更に伴う発電量の変化を試算した。なお、排ガス量削減の方策(燃焼空気比の低減)は、窒素酸化物量の削減についても考慮し EGR 方式を採用することで計算を行った。その結果を表 7に示す。

方策④ ： 排ガス量削減のため EGR を採用した場合
方策⑤ ： 蒸気条件を高温高圧化(4MPa×400℃)とした場合
方策① ： ボイラ排ガス温度を変更した場合
方策② ： 白煙防止装置の運用を停止した場合
方策③ ： 窒素酸化物濃度規制値を緩和した場合(触媒反応塔の非設置)

表7 ケーススタディ(その3)における発電量の試算結果

基本仕様	基本仕様 ＋④	基本仕様 ＋④ ＋⑤	基本仕様 ＋④＋⑤＋①		基本仕様 ＋④ ＋⑤ ＋① ＋②	基本仕様 ＋④ ＋⑤ ＋① ＋② ＋③
			ボイラ出口 排ガス温度	発電量		
4,680kW (ボイラ出口 排ガス温度: 250℃)	4,750kW 【2-1-1】	5,430kW 【3-1-2】	250℃	5,430kW 【3-1-2】	5,780kW 【3-1-3】	―
			200℃	5,910kW 【3-2-2】	6,090kW 【3-2-3】	6,420kW 【3-2-4】
			170℃	6,190kW 【3-3-2】	6,290kW 【3-3-3】	6,610kW 【3-3-4】

① 蒸気条件を高温高圧化することにより、発電効率は約 2.5%向上できると試算された。これは、高温高圧化によりタービンの内部効率を向上できることによる。

② これに低温エコノマイザを組み合わせることで、触媒反応塔を設置した条件でも発電効率は20%程度を達成可能との試算結果が得られた。(ケース 3-3-2)

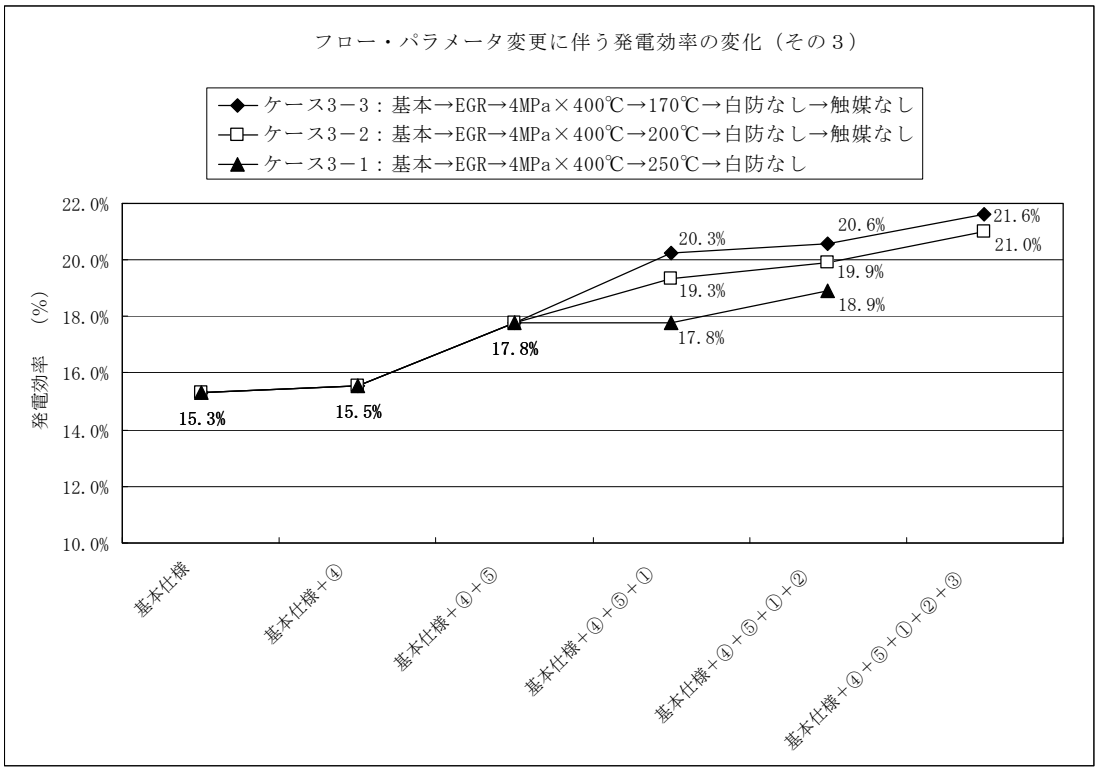


図5　ケーススタディ(その3)における発電効率の試算結果

2-3 消費電力量と送電量についての試算結果

施設の発電効率を向上させることは重要であるが、トータルでの二酸化炭素排出量の削減を考慮する場合、送電量について評価する必要がある。つまり、発電量のアップ分に比べ消費電力量のアップ分がそれ以上であれば、外部への送電量は減少し、かえって二酸化炭素排出量の削減量が低減される結果となってしまいかねない。以下では、(4)ケーススタディ(その3)の場合について、消費電力量と送電量について試算した。

なお、消費電力量の算出にあたっては、本来、構成全機器の仕様に基づき算出すべきであるが、今回は簡単化のため、これまでの実績に基づき基本仕様の消費電力量を想定し、上記に示したパラメータの変更による影響を基本仕様の消費電力量より増減する形で求めた。

以下に、試算条件の一覧(表 8)と各ケースの電力量のまとめを示す。

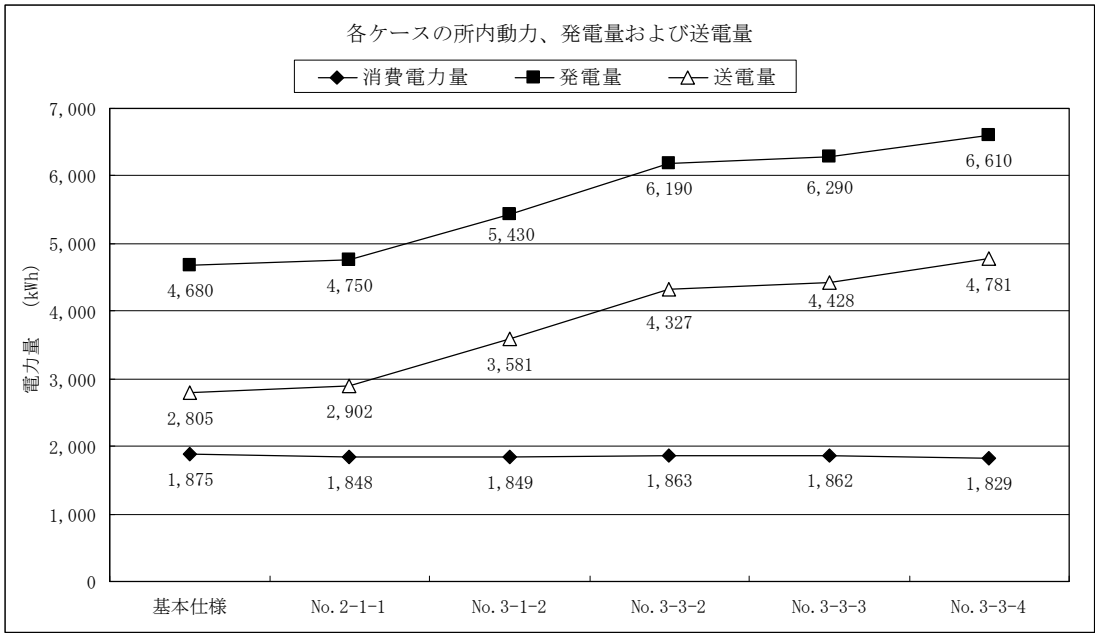


図6 消費電力量および送電量の試算結果

① 消費電力量については、蒸気条件の高温高圧化や発電量の増大によりボイラ給水ポンプ、タービン排気復水器の消費電力量は増加するものの、EGR の採用により排ガス量が削減されることで IDF 電力量が低減されるなど送風機関係の電力量が低減されることにより、どのケースも基本仕様とほぼ同等の消費電力量と試算された。

② 一方、発電量は各方策の適用により向上が見込めるため、方策の組み合わせによっては外部への送電量は基本仕様時に比べて大幅に増加できることが分かった。

表8 消費電力量および送電量の試算結果と条件

項　目		基本仕様	No.2-1-1	No.3-1-2	No.3-3-2	No.3-3-3	No.3-3-4
仕　様		基本仕様	基本仕様 ＋④	基本仕様 ＋④ ＋⑤	基本仕様 ＋④ ＋⑤ ＋①	基本仕様 ＋④ ＋⑤ ＋① ＋②	基本仕様 ＋④ ＋⑤ ＋① ＋② ＋③
方策の適用状況	EGR	非適用	適用 （低空気比燃焼）	←	←	←	←
	蒸気条件	3MPa×300℃	←	4MPa×400℃ （高温高圧化）	←	←	←
	ボイラ出口排ガス温度	250℃	←	←	170℃ （低温エコ）	←	←
	白煙防止	運転	←	←	←	停止 （白防なし）	←
	窒素酸化物濃度規制値	50ppm	←	←	←	←	100ppm （規制値緩和）
電力関係（kWh）	①ベース電力量(*1)	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875	1,875
	方策の適用による電力量の増減(*2)						
	②ボイラ給水ポンプ	±0	+2	+13	+19	+19	+19
	③押込送風機	±0	−3	−3	−3	−3	−3
	④二次送風機	±0	−9	−9	−9	−9	−9
	⑤誘引風通機	±0	−30	−30	−47	−51	−95
	⑥白防ファン	±0	+3	+3	±0	−1	−1
	⑦EGRファン	±0	+7	+7	+6	+6	+6
	⑧タービン排気復水器	±0	+3	−7	+22	+26	+37
	⑨消費電力量（①＋Σ（②～⑧））	1,875	1,848	1,849	1,863	1,862	1,829
	⑩発電量	4,680	4,750	5,430	6,190	6,290	6,610
	⑪送電量（＝⑩－⑨）	2,805	2,902	3,581	4,327	4,428	4,781

＊1　消費電力量原単位を、150kWh/ごみtとして算出した。

2-4 二酸化炭素排出量の削減量についての試算結果

昨今では、未利用エネルギーの有効利用の観点から発電設備を設置する施設が増加傾向にあるが、高効率発電が実施されている施設は最近建設された施設に限られており、発電を有する施設の平均発電効率は 10.5%に止まる。表 9にごみ発電施設数と発電能力の実績を示す[3]。

表9 ごみ発電施設数と発電能力(平成 16 年度)

発電施設数	281
総発電能力(千 kW)	1,491
発電効率 平均(%)	10.5
総発電量 (GWh／年)	7,129

一般廃棄物焼却施設への高効率発電設備の適用推進による二酸化炭素排出量削減の可能性を試算すると以下のとおりである。なお、全焼却処理量は 39,142 千t／年とし、発電付き施設におけるごみ焼却量は、環境省の廃棄物処理技術情報に基づき 24,678 千 t／年を用いた[4]。

CASE① ・・・ 発電効率をケーススタディ基本仕様と同等とした場合
CASE② ・・・ 基本仕様に低温エコノマイザ(全量下水道放流)を適用した場合
CASE③ ・・・ 発電効率を高効率発電(20%)まで向上させた場合
CASE④ ・・・ 全焼却量(39,721 千t／年)を高効率発電施設で焼却処理した場合

表10 高効率発電の適用推進による二酸化炭素排出量の削減効果の試算

項 目	単位	現状	CASE①	CASE②	CASE③	CASE④
ごみ量	t／年	24,678,000	24,678,000	24,678,000	24,678,000	39,142,000
発電効率	%	10.5	15.3	17.3	20.0	20.0
低位発熱量	kJ／kg	―	8,800	8,800	8,800	8,800
年間総発電量	MWh／年	7,129,000	9,228,000	10,434,000	12,063,000	19,133,000
発電量増加分	MWh／年	基準	2,099,000	3,305,000	4,934,000	12,004,000
CO_2 原単位[5]	t-CO_2／MWh	―	0.555	0.555	0.555	0.555
CO_2 削減量	t-CO_2／年	―	1,165,000	1,834,000	2,738,000	6,662,000

表 10でも分かるとおり、現状の施設の機能増強やインフラ整備（下水道）を図ることで発電効率を基本仕様と同程度まで高めることにより年間約 110 万t、基本仕様に低温エコノマイザを採用することで約 180 万 t の二酸化炭素発生量を削減できる結果となった。また、高効率発電を適用した場合は、年間 270 万tの二酸化炭素排出量の削減が期待されると試算された。さらに、現状焼却処理されている一般廃棄物が、全て発電効率 20%を有する焼却施設で処理された場合を想定すると年間約 670 万tの二酸化炭素排出量の削減が可能との試算結果を得た。

二酸化炭素発生量の削減状況については、「排出権購入や森林整備など現在固まっている抑制策を実施しても、京都議定書で日本が公約する 90 年比6%の削減は難しい情勢。公約達成には、家庭とオフィスの排出量合計の5%強に当たる 2,000 万トン超の追加削減が必要になる。」[(6)]とされている。焼却施設の改造・更新には時間を要するため、短期間での効果を期待することは難しいが、長期的な視点において高効率発電化による二酸化炭素排出量の削減は、この追加削減量（2,000 万t）の5～35%を占め、地球温暖化の防止に大きく寄与ができる施策であると考えられる。

3　メタン発酵＋焼却処理併用システム（コンバインドシステム）を採用した場合の発電効率向上効果

二酸化炭素排出量の削減が喫緊の課題となっている昨今、エネルギー源は、石油などの化石燃料から自然エネルギーへのシフトが必要との認識が高まっている。植物起源のバイオマスは、自然エネルギーのひとつでありカーボンニュートラルという特長を持ち、その利活用への期待が高まっている。一方、バイオマスは、広く薄く分布するのが一般的であり、収集が困難なことがその利活用の妨げとなっている。ところで、一般廃棄物にも生ごみなどのバイオマスが含まれ、その割合は約 40％にも達する[7]。これが、既存のインフラ（収集ルート）を通じて焼却施設へ収集、搬入されるため、その集積度からしても一般廃棄物は良質のバイオマス燃料であると位置付けられる。これを直接焼却し、その廃熱を回収・発電することによってもエネルギー回収は可能であるが、バイオマス燃料の含有率が多いと単位発熱量を低下させ、燃焼を妨害する。これは、バイオマスが植物体起源なので生理的に水分を多量に含むため、水の蒸発潜熱を考慮すると、バイオマス発熱量が約 18,800kJ／kg（4,500kcal／kg）（高位）、含水率 90％とすると発熱量と蒸発潜熱がほぼ同等になってしまうからである[8]。

これらを考慮すると、生ごみなどのバイオマスを焼却前に分別し、その特性に応じた処理を通してエネルギー回収を行い、発熱量が上がった分別残さを焼却、熱回収することでエネルギー回収効率の向上が期待できる。

この観点より、焼却してごみ発電をするより高効率のエネルギー回収が可能となることから、政府の経済成長戦略大綱工程表において、メタンガス化施設を廃棄物発電と比肩するごみ処理システムとして確立し、普及させるべきものと位置付けるとともに、また、環境省も平成 19 年度からは、新たにメタンガス化施設及びメタン発酵残さとその他のごみ焼却を行う施設を組み合わせた方式（コンバインドシステム）の交付率を 1／2 に嵩上げしている。

以下では、コンバインドシステムの効果について試算した。

3-1 前提条件

① 一般収集ごみ 300t／日を選別して、メタン発酵ごみと焼却ごみに選別する。一般収集ごみを機械選別した場合、生ごみに加え、紙類等もメタン発酵ごみに混入するが、ここでは簡単化のため、一般収集ごみ中の生ごみがメタン発酵ごみとして選別された場合を想定する。

② メタン発酵ごみは、メタン発酵処理し、得られたバイオガスはガスエンジンにて発電する。

③ メタン発酵残さ（脱水前残さ）は、脱水処理を行い、脱水残さは焼却ごみとあわせて焼却処理する。脱離液は、適正処理後に下水道に放流する。

④ 焼却プロセスの各パラメータは、基本仕様（**表 1**）とする。

3-2 試算結果

試算結果を以下に示す。

① メタン発酵併設により、焼却量は減るが発熱量が上がるため、焼却炉総入熱量は、焼却単独焼却時に比べて5％程度の低下にとどまる。一方、焼却対象ごみ（機械選別設備で分別された焼却ごみとメタン発酵脱水残さ混合ごみ）の発熱量のアップにより、空気予熱等が必要なくなるため発電量としては、同等レベルと試算された。

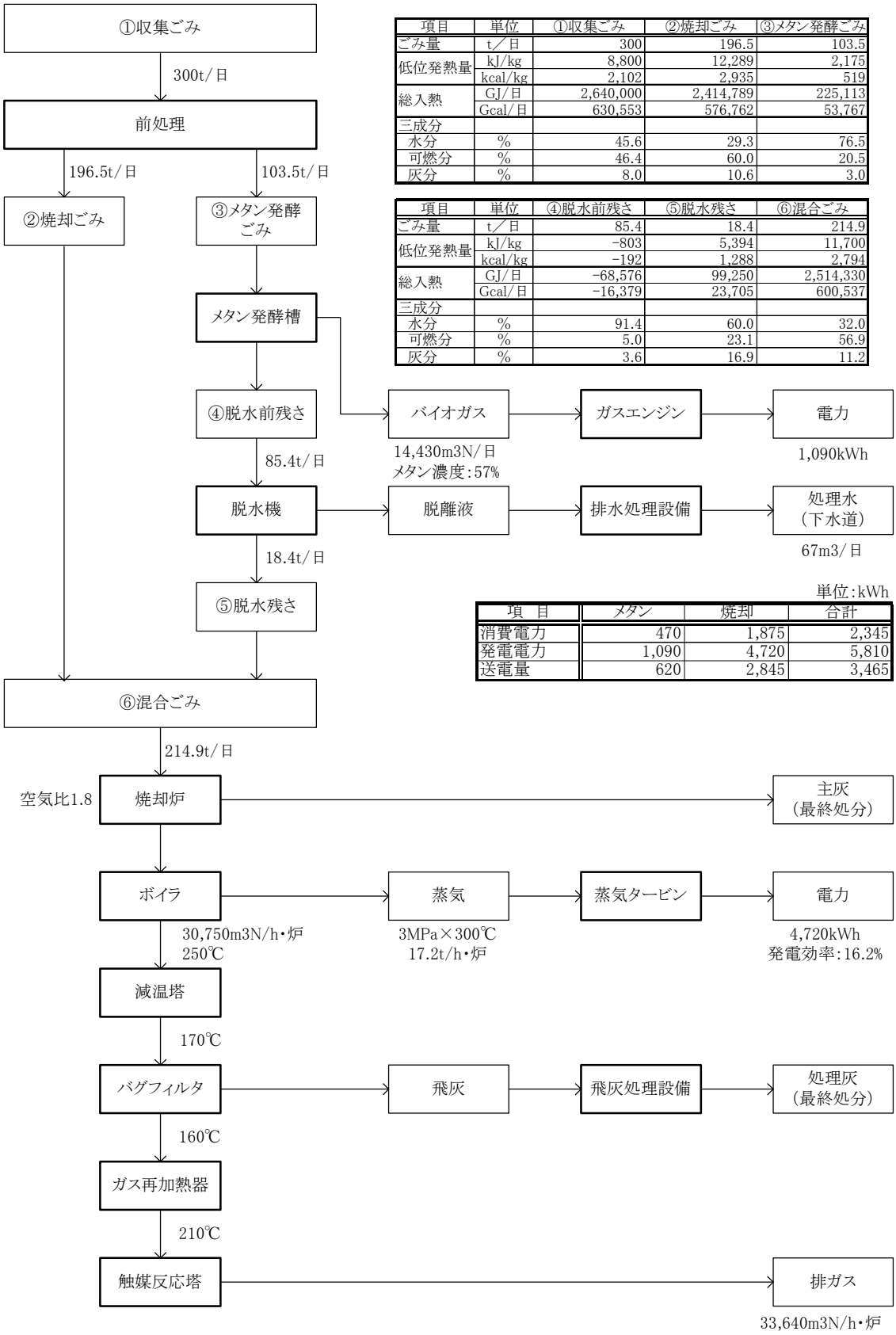
② メタン発酵施設では、回収されたバイオガスにてガスエンジンで発電することで 1,090kW の電力が回収できる結果となった。

③ 以上、焼却単独処理時に比べ、コンバインドシステムの場合は、トータルでの発電効率として3～4％向上が見込める試算結果となった。

④ なお、メタン発酵処理にともない発生する脱離液は、適正処理後に下水道放流が可能であるという条件での試算結果であり、クローズドシステムでは大幅に発電効率が低下することが予想される。つまり、コンバインドシステムの場合は、メタン発酵処理の特長を生かし、かつ、焼却施設でのエネルギー回収効率最大化をはかる観点から、下水道放流可能という条件は非常に重要であるといえる。

表11 コンバインドシステムを採用した場合の試算結果

項　目	焼却単独処理	コンバインドシステム	備　考
1．一般ごみ収集量	300t／日	300t／日	
2．前処理			
1）焼却ごみ	－	196.5t／日	
2）メタン発酵ごみ	－	103.5t／日	厨芥分別率：90%
3．メタン発酵処理			
1）バイオガス発生量	－	14,430m^{3}N／日	メタン濃度：57%
2）ガスエンジン発電量	－	1,090kW	発電効率：32%
3）脱水残さ発生量	－	18.4t／日	焼却処理
4）脱離液発生量	－	67m^3／日	下水道放流
4．焼却処理			
1）混合ごみ量	300t／日	214.9t／日	
2）発電量	4,680kW	4,720kW	
3）発電効率	15.3%	16.2%	焼却施設のみ
5．まとめ			
1）トータル発電量	4,680kW	5,810kW	
2）トータル発電効率	15.3%	19.0%	
3）トータル消費電力量	1,875kW	2,345kW	
4）トータル送電量	2,805kW	3,465kW	
5）トータル送電端効率	9.2%	11.3%	



項目	単位	①収集ごみ	②焼却ごみ	③メタン発酵ごみ
ごみ量	t／日	300	196.5	103.5
低位発熱量	kJ/kg	8,800	12,289	2,175
	kcal/kg	2,102	2,935	519
総入熱	GJ/日	2,640,000	2,414,789	225,113
	Gcal/日	630,553	576,762	53,767
三成分				
水分	%	45.6	29.3	76.5
可燃分	%	46.4	60.0	20.5
灰分	%	8.0	10.6	3.0

項目	単位	④脱水前残さ	⑤脱水残さ	⑥混合ごみ
ごみ量	t／日	85.4	18.4	214.9
低位発熱量	kJ/kg	−803	5,394	11,700
	kcal/kg	−192	1,288	2,794
総入熱	GJ/日	−68,576	99,250	2,514,330
	Gcal/日	−16,379	23,705	600,537
三成分				
水分	%	91.4	60.0	32.0
可燃分	%	5.0	23.1	56.9
灰分	%	3.6	16.9	11.2

単位:kWh

項　目	メタン	焼却	合計
消費電力	470	1,875	2,345
発電電力	1,090	4,720	5,810
送電量	620	2,845	3,465

図7　コンバインドシステム採用時のフローと概略バランス

4　焼却施設に電気式溶融固化設備を併設した場合の送電端効率

ごみ焼却施設については、焼却残さ（焼却灰および飛灰）のリサイクル・減量化を図る観点から溶融固化設備を設置する場合が多くなっている。また、溶融固化処理は、焼却残さ中のダイオキシン類も高効率で分解可能であり、環境負荷の低減にも寄与している。一方、エネルギー使用量の観点から見ると、焼却炉に併設して溶融固化設備を設ける場合は、電力や化石燃料などの外部燃料が必要となることも事実であり、特に電気式溶融固化設備の場合は、発電した電力を消費するため、送電端効率が低下する。

以下では、焼却炉に電気式灰溶融設備を併設した場合の、電力収支および送電端効率について試算した結果を示す。

4-1 前提条件

溶融電力量原単位や溶融排ガス量は、溶融炉形式や排ガス処理システムによって異なる。そのそれぞれの炉形式について試算することは困難であるため、以下のとおり簡単化し試算を行った。

表12　溶融固化設備を併設した場合の試算の前提条件

No	項　目	条　件	備　考
1	焼却施設の仕様	基本仕様	表 1　本試算のシステムフローおよび設定条件（基本仕様）
2	溶融対象	主灰、飛灰	
3	飛灰溶融	バグフィルタを 2 段として、1 段目飛灰のみ溶融	バグフィルタが増えることによるガス計算への影響（放熱等）は無視。また圧損アップにより IDF の容量がアップするが、溶融電力原単位に含まれると仮定する。
4	溶融対象灰量	ごみ中の灰分の95%	前処理(磁選、篩等)により5%が除かれるとする。
5	溶融方式	電気式溶融炉	
6	溶融電力量原単位	1,000kWh／灰 t	規模、負荷率等によらず一定 電力以外は無視
7	溶融排ガスを焼却炉に混合することによる影響	考慮しない	実際には焼却排ガスと混合し処理する場合、触媒手前の再加熱蒸気量や白防蒸気量に影響するが、微量と判断し、考慮しない。

4-2 試算結果

溶融固化設備を焼却炉に併設した場合の試算結果を以下に示す。

表13 溶融固化設備を焼却炉に併設した場合の試算結果

項　目	焼却単独処理	焼却＋溶融併設	備　考
1. 一般ごみ収集量	300t／日	300t／日	
2. 溶融固化処理			
1）主灰量	21.4t／日	21.4t／日	
2）主灰中の鉄・ｱﾙﾐ等	―	1.2t／日	
3）細粒灰量	―	20.2t／日	
4）飛灰量	―	2.6t／日	
5）溶融対象量	―	22.8t／日	＝細粒灰＋飛灰
3. まとめ			
1）発電量	4,680kW	4,680kW	
2）消費電力量（焼却）	1,875kW	1,875kW	
3）消費電力量（溶融）	―	950kW	
合　　計	1,875kW	2,825kW	
4）送電量	2,805kW	1,855kW	
5）送電端効率	9.2%	6.1%	

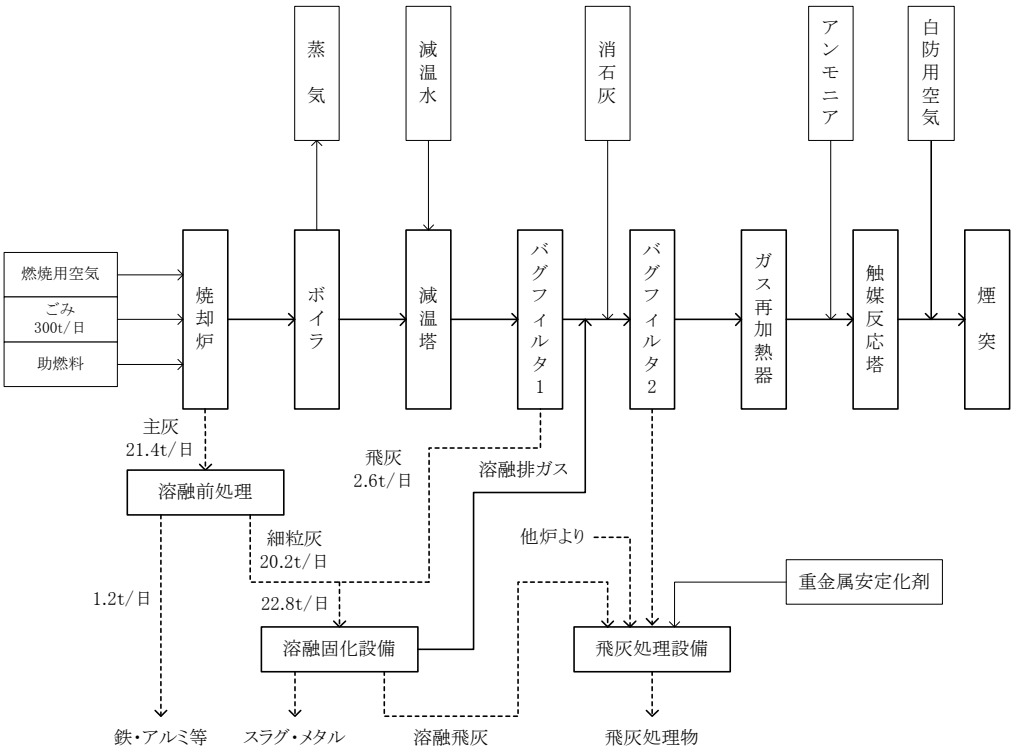


図8 溶融固化設備を併設した場合の処理フロー

① 焼却炉に溶融固化設備（電気式）を併設し焼却残さを溶融固化した場合、発電量（4,680kW）の約 20％（950kW）を場内消費する結果となった。これにより、送電端効率は、基本仕様の9.2％から6.1％に低下する結果となった。

② ただし、溶融固化には、焼却残さをスラグ化しリサイクルを推進できる、また、焼却残さ中のダイオキシン類の分解、重金属の固定化が可能であり環境負荷を低減できる、という“リサイクル率の向上”、“リサイクルの推進による埋立量の削減”と”環境負荷の低減“という、二酸化炭素排出量の削減という評価軸では評価することが難しい大きな効果があることも言及しておく。

5　まとめ

5-1 焼却施設の機能強化等による熱回収および発電効率向上効果

① ボイラ出口排ガス温度が発電効率に与える影響は大きく、250℃の場合（基本仕様、ケース1-1）と 170℃の場合（ケース 1-3）を比較すると、発電効率で約2％効率がアップする結果となった。逆に、排水クローズドを要求された場合は、ボイラ出口排ガス温度は 300℃（ケース 1-4）程度まで上げざるを得ない場合が多いが、その場合は排ガス中の水分率が高くなり基本ケースに比べ余計に白煙防止用の蒸気が必要になり、発電効率は、2％程度低下する結果となった。

② 蒸気条件を高温高圧化することにより、発電効率は約 2.5％向上できると試算された。これは、高温高圧化によりタービンの内部効率を向上できることによる。これに低温エコノマイザを組み合わせることで、触媒反応塔を設置した条件でも発電効率は 20％程度を達成可能との試算結果が得られた。（ケース 3-3）

③ 表 10でも分かるとおり、現状の施設の機能増強やインフラ整備（下水道）を図ることで発電効率を基本仕様と同程度まで高めることにより年間約 110 万t、基本仕様に低温エコノマイザを採用することで約 180 万 t の二酸化炭素発生量を削減できる結果となった。また、高効率発電を適用した場合は、年間 270 万tの二酸化炭素排出量の削減が期待されると試算された。さらに、現状焼却処理されている一般廃棄物が、全て発電効率 20％を有する焼却施設で処理された場合を想定すると年間約 670 万tの二酸化炭素排出量の削減が可能との試算結果を得た。二酸化炭素発生量の削減状況については、「排出権購入や森林整備など現在固まっている抑制策を実施しても、京都議定書で日本が公約する90年比6％の削減は難しい情勢。公約達成には、家庭とオフィスの排出量合計の 5％強に当たる 2000 万トン超の追加削減が必要になる。」[(6)]とされている。焼却施設の改造・更新には時間を要するため、短期間での効果を期待することは難しいが、長期的な視点において高効率発電化による二酸化炭素排出量の削減は、この追加削減量（2,000 万t）の5～35％を占め、地球温暖化の防止に大きく寄与ができる施策であると考えられる。

④ 二酸化炭素排出量の削減を推進していくための施策として以下があげられるが、それぞれが密接に関連することに加え、施設立地条件に関係するものがあるため、実際の適用にあたっては焼却施設単独でなく周辺状況も含めて総合的、かつ慎重に検討を進めていく必要がある。

- 施設の機能強化（廃熱回収能力の増強、ボイラの高温高圧化、EGR）
- インフラ整備による下水道の整備（プラント排水の下水道放流）
- 白煙防止条件の設定の有無および白煙防止装置の運用

5-2 コンバインドシステムを採用した場合の発電効率向上効果

① メタン発酵併設により、焼却量は減るが発熱量が上がるため、焼却炉総入熱は、焼却単独焼却時に比べて5％程度の低下にとどまる。一方発熱量のアップにより、空気予熱等が必要なくなるため発電量としては、同等レベルと試算された。

② メタン発酵施設では、回収されたバイオガスにてガスエンジンで発電することで 1,090kW の電力が回収できる結果となった。

③ 以上、焼却単独処理時に比べ、コンバインドシステムの場合は、トータルでの発電効率として3～4％向上が見込める試算結果となった。

④ ただし、メタン発酵処理にともない発生する脱離液は、適正処理後に下水道放流が可能であるという条件での試算結果であり、クローズドシステムでは大幅に発電効率が低下することが予想される。つまり、コンバインドシステムの場合は、メタン発酵処理の特長を生かし、かつ、焼却施設でのエネルギー回収効率最大化をはかる観点から、下水道放流可能という条件は非常に重要であるといえる。

5-3 焼却施設に電気式溶融固化設備を併設した場合の送電端効率

① 焼却炉に溶融固化設備（電気式）を併設し、焼却残さを溶融固化した場合、発電量（4,680kW）の約 20％（950kW）を場内消費する結果となった。これにより、送電端効率は、基本仕様の 9.2％から 6.1％に低下する結果となった。

② ただし、溶融固化には、焼却残さをスラグ化しリサイクルを推進できる、また、焼却残さ中のダイオキシン類の分解、重金属の固定化が可能であり環境負荷を低減できる、という“リサイクル率の向上”、“リサイクルの推進による埋立量の削減”と”環境負荷の低減“という二酸化炭素排出量の削減という評価軸では評価することが難しい大きな効果があることも言及しておく。

③ また、焼却施設に溶融固化設備を併設する場合、二酸化炭素排出量削減の観点からも高効率発電を実施することが望ましいと考えられる。

参考文献

(1)　ごみ処理施設整備の計画・設計要領　2006 改訂版　pp.149
(2)　ごみ処理施設整備の計画・設計要領　2006 改訂版　pp.38
(3)　平成 19 年度版　環境循環型社会白書　pp.200
(4)　一般廃棄物処理実態調査結果　平成 16 年度、環境省廃棄物処理技術情報
(5)　市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針　平成19年6月　資料図表-7
(6)　日本経済新聞　2007 年8月8日付け
(7)　Fact Book 2000 pp.22
(8)　佐野寛、自然エネルギーの中におけるバイオマスの位置付け、環境技術 Vol.30, No.7, pp.494 (2001)

V　おわりに

武田　信生（立命館大学）

地球温暖化に関する京都議定書の約束期限である 2012 年が近づくにしたがって、この問題に対する動きは環境、資源、経済、政治の各分野を巻き込んで活発になってきた。ことに、最近特に目立ってきた異常気象や自然災害の多発は、温暖化による影響の可能性を多くの懐疑的な人々にも信じさせ、そしてその脅威を示す説得性の高い材料を提供するところとなった。今後の半世紀あるいはこの 21 世紀においては、環境問題は温暖化を軸として展開されるであろうと想像される。

廃棄物の分野での温暖化対策でいえば、3Rの推進による資源の循環的利用を通して温暖化ガスの排出を抑制していくことが最も重要な課題であると考えられる。廃棄物は一方において、伝染病の予防など公衆衛生を確保するために「処理されなければならないもの」であり、一方では「利用価値の残っている資源・エネルギー源」である。このような二つの側面を持つことから、廃棄物処理は常に矛盾を孕みつつ、時間的・空間的要素に支配されながら進められてきたといえる。

ヨーロッパ、特に北ヨーロッパの諸都市において、そしてわが国において都市ごみの処理は焼却処理を軸として発展してきた。

わが国おいて焼却処理が主流の位置を占めることになったのは、いうまでもなく、公衆衛生の確保のためであった。湿潤・温暖な気候、多様な台所ごみの排出（豊富な食生活）、高い人口密度の中で伝染病を抑止していくために鼠族昆虫の生育を抑える焼却処理は最も信頼性の高い方法であり、大きな力となったことは疑いない。1,300 を超える数の焼却施設が林立し、熱回収・利用が十分になされてこなかったのにはこのような背景がある。

一方、ヨーロッパでは、都市において排出されるごみは燃料的な意味が強かった。気候がドライであり、都市ごみ組成の面から見ても腐敗性を第一の課題としなければならない状況ではなかったと推察される。むしろ、地域暖房などの熱源とすることが生活を維持する上で重要であった。ヨーロッパの大都市では大規模な焼却施設があり、発電・熱利用が当然のごとく行われてきた。特に北ヨーロッパでは熱需要が旺盛であるので、地域暖房、病院、洗濯場などへの熱供給が古くから行われてきた。

わが国で廃棄物の熱利用が十分に発達してこなかった理由を、エネルギーの供給と需要の両面から考えてみる。

わが国はエネルギー源に恵まれず、石炭は埋蔵されているもののその採掘条件は悪く、国際的な市場水準からいえば利用することは極めて困難である。また石油・天然ガスは埋蔵自体がわずかであると見られる。四面が海に囲まれているという好条件から、石炭（固体）燃料から石油（液体）燃料、さらには天然ガス（気体）燃料への転換が極めてスムーズに進み、それがわが国の高度経済成長に寄与してきた。そして、その強い経済力が海外から石油・天然ガスを輸入する力ともなってきた。したがって、廃棄物の燃料的価値は相対的に低く、これの利用に関するインセンティブはあまり働かなかった。しかし、資源争奪時代にはいり、原油価格がバレル 90 ドルを超える事態が起こってきている時代には、当然のことながら廃棄物のエネルギー

源としての相対的価値は高まってくることが予想される。

エネルギー需要の面でいえば、わが国の多くの地域では地域暖房などの熱供給が発達する条件をそなえていない。北海道を除けば暖房需要は短期間であり、地域熱供給の需要は限定的である。そのため、廃棄物からの余熱利用の大勢は発電であり、熱利用効率は低率とならざるを得なかった。余熱利用の理想は「発電＋熱利用」であるが、それを実現する場を見つけることは極めて困難であった。

地球温暖化防止にとって、未利用エネルギーや再生可能エネルギーの利活用、すなわち、廃棄物の焼却で発生する燃焼排ガスの持つ熱エネルギーを最大限に活用することは重要である。都市ごみには生物由来であり、再生可能であると見られる木くず、紙くず、厨芥などとともにプラスチックや繊維くずの一部のように化石燃料由来である可燃物がともに含まれている。化石燃料由来の物質がマテリアルリサイクルやケミカルリサイクルの流れにのることは理想的ではあるが、汚染され散在した部分は最終的には焼却を通してエネルギーとして活用されることが次善の策である。

この報告では、サーマルリサイクルが地球温暖化防止にとって果せる役割の現状と可能性について検討した。現状分析からは、必ずしも十分に可能性を発揮できているとはいえないことが示された。また、将来の可能性については技術的な改善方策として幾つかの例を挙げて試算によりその効果を示すことを試みた。試算の中には「白煙防止をはぶく」、「脱硝触媒によらない無触媒脱硝」、「排水のクローズド化の緩和」などの例をあげているが、これらは必ずしも環境対策を疎かにしようという意図ではない。環境対策に費やされているエネルギー量を示し、環境対策から得られている便益と比較して、これからの時代の選択に材料を提供することを意図したものである。環境をとるのか、エネルギーをとるのか、といった単純な選択肢の問題ではなく、限られた資源、資金の中で得られる便益を比較した上で、どのような計画・設計をしていくことが市民にとって最大の利益をもたらせることになるかを判断しなければならない時代が来ていると考えるからである。

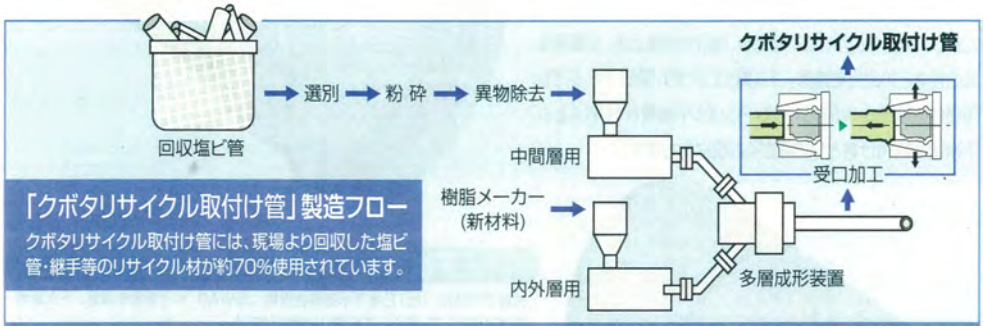
今回の分析はまだ十分なものではない。すなわち、コストや便益など、多くの要素についての検討ができていないことに加え、種々の社会的制約との関係についての考察にまで至っていないからである。研究部会としては引き続き、広く、深く検討を進めて、市民の判断にとって有効な情報を提供していきたいと考えている。積極的なご批判やご助言を期待するものである。

添 付 資 料

マテリアルリサイクル施設の詳細情報

1 塩ビ管リサイクル

1) 基本情報

日付	平成16年6月15日(火)
施設	株式会社クボタ　小田原工場　(現　クボタシーアイ株式会社　小田原工場)
原料	回収塩ビ管(硬質塩ビ管)
発生源	建築解体現場等
製品	リサイクル三層管 ・中間層に再生材を使用し、内外部を新製材で挟むことにより強度、耐性を向上。 ・内圧限界、外圧限界は新製材と同等。
処理方法	原料は発生場所における選別または回収拠点での前処理を経て工場に搬入される。 工場で破砕、異物除去(磁選等)を行い、押出成型機へ。 新製材では1台の押出成型機で管・継手を製造するが、再生材では三層構造の中間層に再生材料を、内外層に新製材を使用するため、2台の押出成型機が必要。
処理フロー	
残渣	原料に異物、汚れ等がなければ残渣は発生しない。
特徴	・塩ビ関連団体がリサイクルを推進。 ・塩化ビニル管・継手協会が受入基準や手続き(マニフェスト)を示し、回収拠点(中間受入施設)を用意。 ・排出者が分別・前処理(異物除去)等を行えば有償で引き取り、前処理なしの場合は処理費を徴収する。 ・中間受入施設にて品質を判定することにより、原料の品質を確保。
収益源	製品の売却益
その他	新製樹脂に比べて回収・輸送、製造、管理にコストがかかる一方、製品価格が新製材を上回ることはなく、コスト面の課題がある。

2）資料

(1) 硬質塩ビ管・継手　RECYCLE（塩化ビニル管・継手協会）

動きだした
リサイクル世紀

硬質塩ビ管・継手

RECYCLE

塩化ビニル管・継手協会
http://www.ppfa.gr.jp

動き出したリサイクル世紀

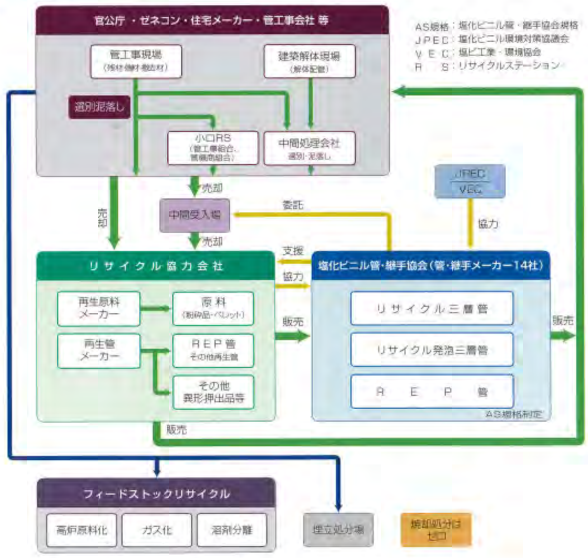
■ 塩ビ管・継手の一貫リサイクルシステム

塩化ビニル管・継手協会は、資源循環型社会を創造する一貫リサイクルシステムの構築に取り組んでいます。マテリアルリサイクル（パイプからパイプへ）としては、2005年までに80%のリサイクル率を目標に、リサイクル拠点として協力会社16社21拠点、中間受入場32拠点、契約中間処理会社2社3拠点合わせて全国に56拠点を設置しました。

使用済み塩ビ管・継手リサイクル材を各拠点で受入後、会員会社・協力会社において三層管・REP管等の再生管を製造し、全国販売しています。

このような受入れから再生管販売までの塩ビ管・継手一貫リサイクルシステムは世界でも画期的なものです。更に、フィードストックリサイクルも含め、将来は100%のリサイクルを目指しています。

■ リサイクルシステム図



■ 使用済み塩ビ管・継手受入基準

詳しくは「リサイクル持込要領」
または協会ホームページをご覧下さい。

	製品	外観
受入できます	■ 会員会社製品 • 硬質塩ビ管（グレー、紺色、茶色、オレンジ他） • 硬質塩ビ継手（　〃　） ■ 賛助会員製品（硬質塩ビ製） • リブパイプ • ます（ふたは、グレー、みかげ色のみ） • マンホール ■ 会員会社製再生管 • リサイクル三層管 • リサイクル発泡三層管 • REP管 • その他再生管	■ 汚れを落したもの • 泥 • 油 ■ 異材質を取り除いたもの • ゴム輪 • 金具 • 砂付加工 • テープ • ペンキ • ラベル • FRP • その他 ■ その他 • 焦げ部を除いたもの • 長さ95cm以下
受入できません	■ 他樹脂製品 • ポリエチレン管 • ポリブテン管 • ABS管 • ポリプロピレン製ます • その他 ■ 金属付き硬質塩ビ製品 • 金属インサート継手 • 電線管ボックス • その他 ■ その他の塩ビ製品 • 軟質塩ビ製品 • 雨樋 • 板 • 波板 • その他	• 汚物付、ヘドロ付 • ペンキ全面塗装品 • FRP全面巻品 • 全面焦げたもの • 切りくず、粉状品 • 95cm以上の長もの（協力会社は受入れ可能です。詳しくはお問合せ下さい。）

（注）硬質塩化ビニルライニング鋼管は、専用受入拠点で受入れます。（問合せ先：塩ビライニング鋼管リサイクル協会　TEL.03-5511-0518）

FAX宛先（協力会社・中間受入場）

殿

FAX　（　　）

（塩化ビニル管・継手協会）

年　月　日

☆太枠内をご記入の上、お持込日の3日前までにお持込先にFAXしてください。
お持込日には原本をお持ち下さい。

塩ビ管・継手リサイクル材売却伝票

売却事業者	
名称	印
住所　〒 Tel　（　）	
業種　○印をつけて下さい。 管工事　建築土木　解体　産廃　販売　その他	

持込日	年　月　日 時頃

売却リサイクル材		
	種類	□一般管（灰色）　□水道管（灰色）　□耐衝撃管（紺色） □給湯管（茶色）　□その他（　）
	形態	□工事端材・残材　□撤去配管材　□建物解体材
	運搬	（　トン車）　□カゴパレット　□バラ　□その他
	持込み量	カゴパレット（注）（　）個　又は（　）kg　又は（　）m³

売却事業者→持込先：（協力会社・中間受入場）

（注）

(1)「塩ビ管・継手リサイクル材受入基準」に該当しないものは、購入できませんので予め取除いてからお持込み下さい。

(2) このカゴパレットは、中間受入場で用意している協会標準のカゴパレットのことです。
（内寸法：955mmW×760mmL×700mmH=0.5m³）

※コピーしてお使い下さい。

Recycle Century

■ 全国受入拠点連絡先（リサイクル協力会社・中間受入場）

平成15年6月1日現在
（最新版はホームページをご覧下さい。）

地区		会社	住所	電話	FAX
北海道	1	北海樹脂興業(株)	北海道江別市工栄町25-10	011-384-5578	011-384-2438
	2	(株)ムサシノ化学	北海道夕張郡栗山町鳩山11-43	01237-2-4899	011-373-2932
東北	3	(株)新開ティ・エス青森出張所	青森県青森市問屋町2-12-33	017-728-7080	017-728-7081
	4	新開(株)盛岡出張所	岩手県岩手郡滝沢村木賊川320-11	019-688-6545	019-688-6547
	5	太陽商事(株)仙台営業所	宮城県仙台市泉区福岡字鍛冶袋2-8	022-379-7321	022-379-7322
	6	太陽商事(株)	宮城県白石市大町稲荷山108	0224-25-9898	0224-25-8334
	7	新開(株)南秋田出張所	秋田県河辺郡河辺町和田字上石川112	018-882-5086	018-882-5880
	8	新開(株)山形営業所	山形県山形市桧町3-8-1	023-684-2153	023-684-2154
	9	郡東運輸(株)	福島県郡山市喜久田町卸3-3	024-959-6684	024-959-3696
関東甲信越	10	大水産業(株)八郷工場	茨城県新治郡八郷町加生野564	0299-42-3124	0299-42-3125
	11	(株)丸昌	茨城県猿島郡猿島町生子2325	0280-88-0311	0280-88-0373
	12	新開(株)栃木出張所	栃木県宇都宮市針ケ谷1-26-11	028-654-2621	028-654-2625
	13	(株)新開ティ・エス高崎営業所	群馬県佐波郡玉村町大字八幡原1971	0270-64-2781	0270-64-2782
	14	大水産業(株)	埼玉県岩槻市釣上新田318	048-791-2887	048-791-2870
	15	(株)昭和樹脂三郷工場	埼玉県三郷市彦川戸2-1	048-952-2231	048-952-3388
	16	大洋化学工業(株)	埼玉県新座市畑中2-6-22	048-478-4721	048-479-2866
	17	第二化学(株)	千葉県流山市西初石5-32-4	04-7159-2131	04-7158-1913
	18	新開(株)東京営業所	東京都大田区東海4-2-26	03-3790-8321	03-3799-3133
	19	(有)秋葉樹脂	神奈川県伊勢原市小稲葉2220	0463-91-3990	0463-91-3992
	20	(株)NTTロジスコ新潟営業支店	新潟県新潟市美咲町1-23-66	025-281-0800	025-281-0806
	21	新開(株)甲府営業所	山梨県中巨摩郡玉穂町中楯字堂ノ前753-2	055-240-3115	055-240-3116
	22	(株)NTTロジスコ信越支店	長野県長野市青木島4-4-9	026-284-7400	026-283-1389
	23	日本通運(株)静岡支店中吉田倉庫	静岡県静岡市中吉田15-72	054-263-8514	054-264-3067
中部	24	サンワリスエクスプレス(株)	岐阜県各務原市鵜沼各務原町4-141	058-370-3011	058-370-7244
	25	(株)豊和化学工業所揖斐川工場	岐阜県揖斐郡揖斐川町若松前字西若松485	0585-23-1243	0585-22-6306
	26	(株)豊和化学工業所	愛知県小牧市下小針天神2-160	0568-72-8234	0568-72-8235
	27	日本通運(株)津支店	三重県津市雲出本郷町大字根成1-1	059-235-3881	059-235-0731
北陸	28	丸喜産業(株)富山工場	富山県婦負郡婦中町横野137-1	076-466-6888	076-466-6877
	29	丸喜産業(株)	富山県高岡市蓮付5858番地	0766-36-1464	0766-36-1429
	30	(株)NTTロジスコ北陸支店	石川県金沢市鳴和町1-2	076-251-9901	076-251-2236
	31	日本通運(株)福井物流支店	福井県福井市重立町22-1	0776-52-8180	0776-52-8189
関西	32	西川産業(有)	滋賀県甲賀郡水口町大字植205番地	0748-62-2805	0748-62-7893
	33	新開(株)京都出張所	京都府京都市右京区西院月双町107	075-311-5677	075-311-5679
	34	日進化学工業(株)	大阪府大阪市平野区加美北6-15-34	06-6791-3401	06-6791-3402
	35	久保産業(株)	兵庫県神戸市西区高塚台3-2-5	078-996-0544	078-996-0452
	36	(株)NTTロジスコ天理倉庫	奈良県天理市二階堂上之庄町字細道430-1	0743-68-3570	0743-64-1034
	37	日本通運(株)和歌山支店	和歌山県和歌山市西浜796-1	073-431-3101	073-428-2669
	38	東快産業(株)	岡山県岡山市小串694	086-269-2218	086-269-2722
中国	39	日本通運(株)鳥取支店	鳥取県鳥取市千代水4-38	0857-28-6251	0857-28-6251
	40	日本通運(株)松江支店	島根県松江市八幡町字灘大土手外953-16	0852-37-0246	0852-37-1362
	41	(株)NTTロジスコ中国支店	広島県安芸郡坂町北新地1-3-29	082-884-3737	082-820-1326
	42	金井産業(株)	山口県周南市若山2-2-13	0834-62-2778	0834-63-5678
四国	43	日本通運(株)徳島支店	徳島県徳島市東沖洲1-20-2	088-664-0222	088-664-4984
	44	(株)新開ティ・エス高松営業所	香川県高松市上福岡町2008-10	0878-34-8878	0878-34-8770
	45	雲宝商事(株)新居浜工場	愛媛県新居浜市黒島字沖浜930-131	0897-45-3453	0897-45-3432
	46	日本通運(株)高知支店	高知県高知市南竹島町字南三部兵衛西の丸37-7	088-832-5261	088-832-5263
九州	47	日本通運(株)流通4号倉庫	福岡県粕屋郡粕屋町大字内橋字ヌワセダ730-1	092-938-9227	092-938-9245
	48	九州ビニール工業(株)	佐賀県三養基郡基山町大字小倉1701	0942-92-2821	0942-92-1122
	49	日本通運(株)長崎支店	長崎県長崎市小ヶ倉3-76-147	095-822-5157	095-826-8359
	50	(株)熊本市リサイクル事業センター	熊本県熊本市近見8-8-35	096-357-0070	096-357-1691
	51	日本通運(株)大分海運事務所	大分県大分市大字鶴崎家京泊1422	097-532-8261	097-537-7306
	52	日本通運(株)宮崎支店	宮崎県宮崎市昭栄町67	0985-27-0022	0985-29-7845
	53	日本通運(株)鹿児島総合物流事業所	鹿児島県鹿児島市新栄町8-17	099-226-6114	099-225-0490

中間受入場　　リサイクル協力会社

（注）中間受入場は、(株)NTTロジスコが補助しています。

Recycle Century

■ 持込手順とリサイクルの流れ

詳しくは協会のホームページをご覧下さい。

- 排水用再生塩ビ管が、グリーン購入法の特定調達品目（公共工事）に定められました。
- 国土交通省「公共建築工事標準仕様書（機械設備工事編）」〈平成15年3月〉に、REP管（REP-VU）と発泡三層管（RF-VP）が採用されています。

〈塩化ビニル管・継手協会規格〉

AS 58	排水用リサイクル硬質塩化ビニル管	（REP-VU）	（呼び径40～150）	1999年3月制定
AS 59	建物排水用リサイクル発泡三層硬質塩化ビニル管	（RF-VP）	（呼び径40～150）	2000年1月制定
AS 62	下水道用リサイクル三層硬質塩化ビニル管	（RS-VU）	（呼び径100～300）	2001年9月制定

■ リサイクル拡充システム

現在の塩ビ管・継手リサイクルシステムでは、

- お客様に、汚れなどを落としてから持ち込んで頂いています。
- そのまま粉砕して原料になるので、有価で購入させて頂いています。

しかし、汚れたものもそのまま受け入れて欲しいというご要望も多いので、新たに次のような受入拠点として契約中間処理会社を設けることに致しました。

- 使用済み塩ビ管・継手を汚れたままで受け入れます。
- しかし、泥を落とすなどリサイクル処理費用が必要になります。
- 詳細は受入条件については、各受入拠点へお問い合わせ下さい。

これから全国へ展開して参ります。

〈契約中間処理会社〉　平成18年2月現在（最新版はホームページをご覧下さい）

会社	住所	TEL	FAX	未処理品受入	処理品受入	持込	回収
（株）メイアン	千葉県市原市能満2053番28	0436-74-3033	0436-74-4473	○	○	○	○
（株）タツノ開発	連絡：愛知県半田市岩滝西町4-43-2 受入：砂利工場（常滑市久米字御州12-20） 受入：にさわ油工場（常滑市久米字瀬池33-1）	0569-23-0229	0569-22-8376	○	－	○	○

（注）未処理品とは協会受入基準合格品のことです。

塩化ビニル管・継手協会正会員（50音順）

- 旭有機材工業株式会社
- アロン化成株式会社
- 株式会社ヴァンテック
- GK 岐興株式會社
- 岐阜プラスチック工業株式会社
- 株式会社クボタ
- シーアイ化成株式会社
- Shin-Etsu 信越ポリマー株式会社
- 積水化学工業株式会社
- 東栄管機株式会社
- 日本プラスチック工業株式会社
- 日本ロール製造株式会社
- 前澤化成工業株式会社
- 三菱樹脂株式会社

賛助会員団体

- プラスチック・マスマンホール協会
- プラスチックリブパイプ協会
- C.C.BOX管路システム研究会
- 真空式PVCパイプ協会
- 塩ビライニング鋼管リサイクル協会

●本パンフレットの内容については、予告なく変更する場合がありますのでご了承下さい。

塩化ビニル管・継手協会

〒107-0051 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル　TEL.03-3470-2251　FAX.03-3470-4407

URL http://www.ppfa.gr.jp

再生紙使用

第15版'04年2月改訂12000

(2) 硬質塩ビ管・継手　リサイクル持込要領（塩化ビニル管・継手協会）

硬質塩ビ管・継手
リサイクル持込要領

塩化ビニル管・継手協会
http://www.ppfa.gr.jp

はじめに

平素は、当協会会員が製造販売する硬質塩化ビニル管・継手をご利用頂きありがとうございます。

本冊子「硬質塩ビ管・継手　リサイクル持込要領」は、当協会が進めています塩ビ管・継手のリサイクルについてお客様が実際にどのような手順でリサイクルを進めたらよいかをご説明したものです。

現在、環境省、経済産業省、国土交通省、厚生労働省など国を挙げて循環型社会を目指して動いております。

当協会においてもこのような動きを先取りする形でリサイクルシステムの構築を進めて参りました。その成果の一つとして排水用再生塩ビ管が平成１５年２月にグリーン購入法の特定調達品目に定められました。

関係各位に於かれましては、本冊子の内容をご理解頂き、塩ビ管・継手のリサイクルにご協力賜りますようお願い致します。

目　　次

1．持込要領 …… 2
2．受入基準事例集（製品、外観） …… 3
3．伝票処理フロー …… 5
4．売却伝票・購入証明書 …… 6
5．マニフェスト（Ａ票、Ｂ１票） …… 7
6．カゴパレットについて …… 9
7．委任状（記入例） …… 10

当協会のリサイクルに関するご質問、ご意見等ございましたら次のところへご連絡頂くようお願い致します。

塩化ビニル管・継手協会

〒１０７－００５１　東京都港区元赤坂１－５－２６東部ビル
TEL　：０３－３４７０－２２５１
FAX　：０３－３４７０－４４０７
Email：ｋｙｏｋａｉ@ｐｐｆａ．ｇｒ．ｊｐ
URL　：ｈｔｔｐ：／／ｗｗｗ．ｐｐｆａ．ｇｒ．ｊｐ

塩ビ管・継手等リサイクル　持込要領

常日頃、塩ビ管・継手をお使い頂きありがとうございます。使用済み塩ビ管・継手等のリサイクルのために次の要領でお持込み下さい。

分別・混落としをして　お持ち込み頂ければ、有価で購入致します。

1. 持込品の分別と異物除去をお願いします。

●リサイクル受入基準（写真集）を参照して
・リサイクルできるもの・できないものを分別して下さい。
・異物を除去して下さい。
・万一、お持ち込みいただいたものの中に受入基準外のものが入っていた場合には、恐縮ですが、お持ち帰りいただきますのでご承知おきください。

2. 売却伝票をFAXでお送り下さい。

●持込み先はリサイクルパンフレットの受入拠点（中間受入場・リサイクル協力会社）一覧表からお選び下さい。
●売却伝票を持込み先に３日前迄にＦＡＸでお送り下さい。
●売却伝票は、説明資料に含まれているものをコピーしてお使い下さい。

3. リサイクル材をお持込み下さい。

●中間受入場　・・・・・・・・・・月、水、金（祝祭日を除く）　9～１６時
●リサイクル協力会社　・・・・・月　～　金（祝祭日を除く）　9～１６時
（昼休み時間は除く）
●運搬を第三者に委託する場合は、マニフェストを発行してください。

4. 受入拠点で手続きをして下さい。

● リサイクル材を中間受入場のカゴパレットに移し替えて下さい。
・ リサイクル協力会社では、担当者の指示に従ってください。
●リサイクル材料として次のように購入致しますので、売却代金を受け取って下さい。

カゴパレット当たり（約100kg）　約３０円
－1カゴ未満は切上げて、1カゴとしてお支払いします。－

●購入証明書に受領の署名・捺印（またはサイン）をして受け取って下さい。
※持込み先にて発行された「購入証明書」は、リサイクルを行った証拠として５年間保存願います。

リサイクル材受入基準　事例集（製品）

受入できるもの

受入できないもの

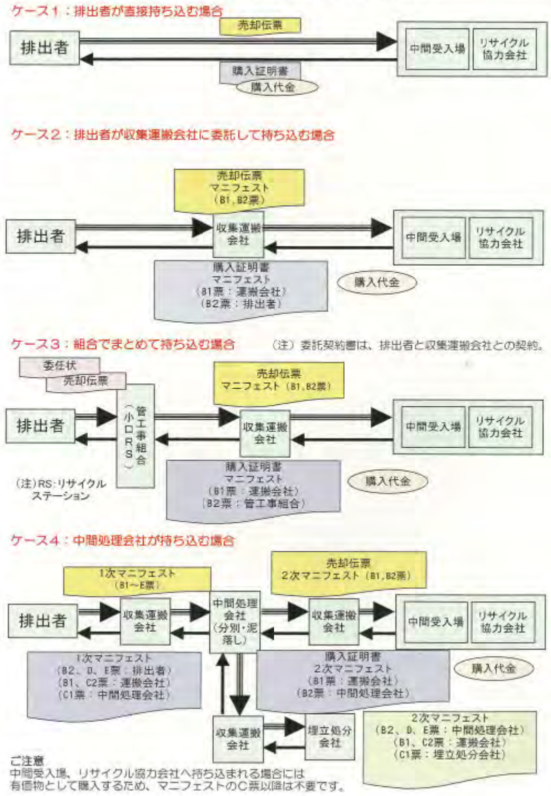
ご注意：写真以外の「非硬質塩ビ製品」も受入できませんのでご了承下さい。

注）硬質塩化ビニルライニング鋼管については、塩ビライニング鋼管リサイクル協会へお問合せの上専用受入拠点をご利用ください。（03-5511-0518）

リサイクル材受入基準　事例集（外観）

このままでは受入できないもの

塩ビ管・継手等リサイクル伝票処理フロー



ご注意
中間受入場、リサイクル協力会社へ持ち込まれる場合には有価物として購入するため、マニフェストのC票以降は不要です。

FAX宛先（協力会社・中間受入場）

殿

FAX　　　（　　　）

（塩化ビニル管・継手協会）

年　　月　　日

☆太枠内をご記入の上、お持込日の3日前までにお持込先にFAXしてください。
お持込日には原本をお持ち下さい。

塩ビ管・継手リサイクル材売却伝票

売却事業者	名称	印
	住所　〒 Tel　（　　）	
	業種　○印をつけて下さい。 管工事　建築土木　解体　産廃　販売　その他	

持込日	年　月　日　時頃

売却リサイクル材	種　類	□一般管（灰色）　□水道管（灰色）　□耐衝撃管（紺色） □給湯管（茶色）　□その他（　　）
	形　態	□工事端材・残材　□撤去配管材　□建物解体材
	運　搬	（　　トン車）　□カゴパレット　□バラ　□その他
	持込み量	カゴパレット(注)（　　）個　又は（　　）kg　又は（　　）m³

売却事業者→持込先：（協力会社・中間受入場）

（注）
(1)「塩ビ管・継手リサイクル材受入基準」に該当しないものは、購入できませんので予め取除いてからお持込み下さい。
(2) このカゴパレットは、中間受入場で用意している協会標準のカゴパレットのことです。
（内寸法：９５５mmW×７６０mmL×７００mmH=０.５m³）

※コピーしてお使い下さい。

①売却事業者様用

塩ビ管・継手リサイクル材購入証明書

殿

年　　月　　日

上記のリサイクル材は下記の条件で購入し、再生利用致します。
受入事業場
住所
TEL
担当者　　印

購入者名　　印
住所
TEL

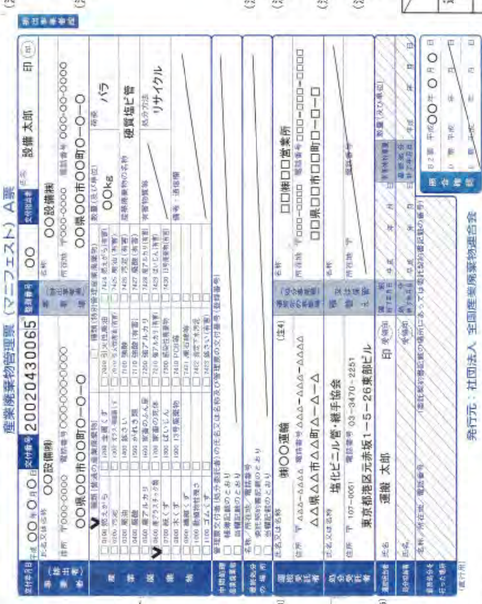
（注）
中間受入場（塩化ビニル管・継手協会）または、リサイクル協力会社が購入者となります。

購入量	購入金額
カゴパレット（　　）個×　円 （　　）kg×　円	円 円 円
合　計	円 （内　消費税　円）

備考（　　）　　売却代金領収印　印

持込先　→売却事業者

中間受入場への持ち込む場合の記入例



(注1) 排出者がマニフェストを発行することが原則ですが、管工事組合が小口RSを運営するときには、地方自治体によっては、管工事組合が排出者に代わってマニフェストを発行することも可能となります。
(注2) 排出者の控えの伝票です。B2票と一緒に5年間は保管して下さい。
(注3)「運搬受託者」は、収集運搬の免許が必要です。
(注4)「運搬先の事業場」の欄には、中間受入場の事業場を記入して下さい。
(注5) 収集運搬業者の運転手が記入して下さい。
(注6) リサイクル協力会社へ持ち込まれるときには、運搬先の事業場、処分受託者は、リサイクル協力会社となります。

持込先	中間受入場	協力会社
運搬先の事業場	□□㈱□□営業所（中間受入場）	㈱〇〇産業（協力会社）
処分受託者	塩化ビニル管・継手協会	㈱〇〇産業（協力会社）

中間受入場へ持ち込む場合の記入例

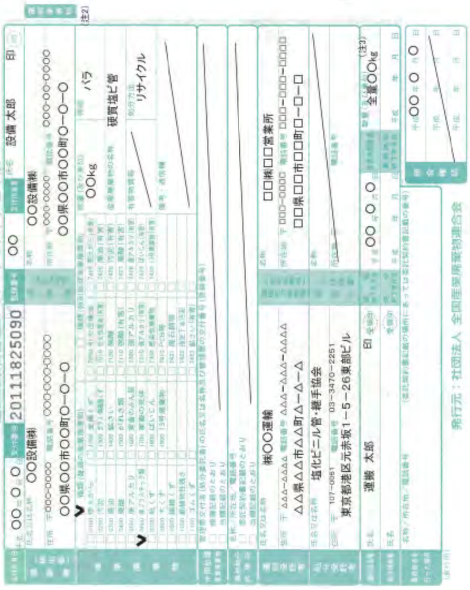
マニフェストB１票

(注1)運搬業者が控えとして保管する伝票です。5年間保管して下さい。

(注2)B2票の場合は、「運搬業者→排出事業者」となっています。

(注)
マニフェストB2票は、このB1票とほとんど同じで、上記(注2)の所だけが違っています。

(注3)必ず「全量」と記入して下さい。



カゴパレット（協会全国統一仕様）について

１．仕様
- （１）外寸　１０００^{W}×８００^{L}×８５５^{H}　mm
- （２）内寸　９５５^{W}×７６０^{L}×７００^{H}　mm（容量　０．５１　m^{3}）
- （３）段積み　２　段
- （４）本体重量　４７　kg
- （５）銘板　「塩化ビニル管・継手協会」

２．取扱い
- （１）このカゴパレットは、中間受入場に設置しています（全国統一仕様）。
- （２）中間受入場へリサイクル材をお持ち込みになったら、このカゴパレットに移し替えてください。
- （３）移し替える際に、受入基準に合致したリサイクル材かどうかの確認を受けて下さい。

ご注意
万一、お持ち込みいただいたものの中に受入基準外のものが入っていた場合には、恐縮ですが、お持ち帰りいただきますのでご承知おきください。

３．その他
このカゴパレットをご入用の方は、次のところへ申し込んでください。
太陽工業㈱　担当　松山
東京都世田谷区池尻２－３３－１６
Tel　03-3714-3313　　Fax　03-3791-5558

写真　トラックからカゴパレットへの移し替え

様式例　　　　　　　　　　　　　　　　記入例

委　　任　　状

私は、<u>○○○管工事組合　殿</u>に次の事務を委任します。

1．使用済み塩ビ管・継手の産業廃棄物収集運搬契約に関する事務。

2．産業廃棄物管理表（マニフェスト）に関する事務。

平成　13　年　○　月　○○　日

住所　　○○県○○市○○町○○番地

氏名　　㈱ ○○管工事店
　　　　管工事　太郎　㊞

塩化ビニル管・継手協会正会員（50音順）

旭有機材工業株式会社
〒882-8688 宮崎県延岡市中の瀬町2-5955
TEL 0982-35-0880　FAX 0982-35-3350

アロン化成株式会社
〒141-0022 東京都品川区東五反田1-22-1 五反田ANビル
TEL 03-5420-1143　FAX 03-5420-7750

株式会社ヴァンテック
〒153-0044 東京都目黒区大橋1-6-3 日本ビル
TEL 03-3496-1414　FAX 03-3496-1324

岐興株式會社
〒501-3957 岐阜県関市倉知1000-1
TEL 0575-28-2101　FAX 0575-28-2125

岐阜プラスチック工業株式会社
〒500-8721 岐阜県岐阜市神田町9-25 大岐阜ビル
TEL 058-265-2233　FAX 058-265-2479

株式会社クボタ
〒556-8601 大阪市浪速区敷津東1-2-47
TEL 06-6648-2539　FAX 06-6648-3396

シーアイ化成株式会社
〒104-8321 東京都中央区京橋1-18-1 八重洲宝町ビル
TEL 03-3535-4582　FAX 03-3535-4545

信越ポリマー株式会社
〒330-0031 埼玉県さいたま市北区吉野町1-406-1
TEL 048-653-6288　FAX 048-652-5289

積水化学工業株式会社
〒105-8450 東京都港区虎ノ門2-3-17 虎ノ門2丁目タワー
TEL 03-5521-0559　FAX 03-5521-0558

東栄管機株式会社
〒157-0062 東京都世田谷区南烏山5-18-12 南烏山相葉ビル
TEL 03-3309-5111　FAX 03-5314-7037

日本プラスチック工業株式会社
〒485-0826 愛知県小牧市東田中1000-1
TEL 0568-72-2011　FAX 0568-73-7987

日本ロール製造株式会社
〒134-8533 東京都江戸川区東葛西3-1
TEL 03-3878-6886　FAX 03-3878-6677

前澤化成工業株式会社
〒104-0028 東京都中央区八重洲2-7-2 八重洲三井ビル5階
TEL 03-3275-0711　FAX 03-3275-3578

三菱樹脂株式会社
〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-5-2 三菱ビルヂング
TEL 03-3283-4070　FAX 03-3216-2905

賛助会員団体

プラスチック・マスマンホール協会
TEL 03-3592-3925　FAX 03-3592-3927

プラスチックリブパイプ協会
TEL 03-5511-0512　FAX 03-5521-0557

情報ボックス管路システム研究会
TEL 03-3245-3140　FAX 03-3245-3072

真空式PVCパイプ協会
TEL 03-3245-3140　FAX 03-3245-3072

塩ビライニング鋼管リサイクル協会
TEL 03-5511-0518　FAX 03-5521-0558

●本パンフレットの内容については、変更する場合がありますのでご了承下さい。

塩化ビニル管・継手協会
〒107-0051 東京都港区元赤坂1-5-26東部ビル
TEL 03-3470-2251　FAX 03-3470-4407
URL http://www.ppfa.gr.jp

再生紙使用
第5版'04年1月改訂/2000

(3) クボタ三層発泡管

建物排水用リサイクル発泡三層硬質塩化ビニル管

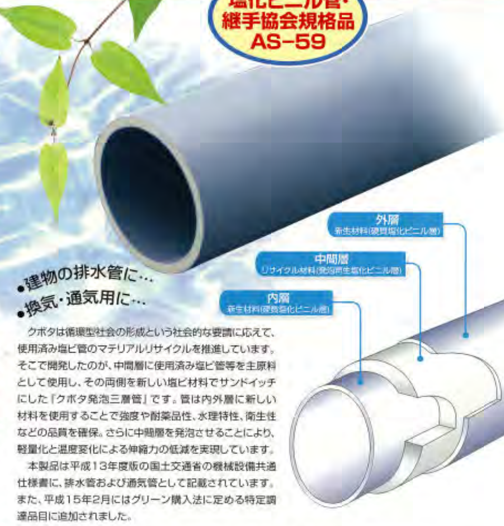
クボタ発泡三層管

RF−VP

Kubota 美しい日本をつくろう。

塩化ビニル管・継手協会規格品 AS−59

塩ビ管をリサイクルしてできた環境にやさしい新世代パイプ。



●建物の排水管に…
●換気・通気用に…

クボタは循環型社会の形成という社会的な要請に応えて、使用済み塩ビ管のマテリアルリサイクルを推進しています。そこで開発したのが、中間層に使用済み塩ビ管等を主原料として使用し、その両側を新しい塩ビ材料でサンドイッチにした「クボタ発泡三層管」です。管は内外層に新しい材料を使用することで強度や耐薬品性、水理特性、衛生性などの品質を確保。さらに中間層を発泡させることにより、軽量化と温度変化による伸縮力の低減を実現しています。

本製品は平成13年度版の国土交通省の機械設備共通仕様書に、排水管および通気管として記載されています。また、平成15年2月にはグリーン購入法に定める特定調達品目に追加されました。

軽量で優れた施工性

VP管と比べ約40%も軽量。取り扱いや施工がラクに行えます。

1m当たりの質量比較　単位 kg/m

呼び径	発泡三層管	VP管
50	0.66	1.12
100	2.04	3.41
150	3.98	6.70

熱伸縮による負荷を軽減

熱膨張力(軸方向)がVP管と比べ約40%も小さい(φ100)ため、熱伸縮による接合部への負荷を軽減します。

温度差	熱膨張力(軸方向)	
	発泡三層管	VP管
20℃	3.0kN	5.2kN

無圧管としての強度は十分

偏平強度はVU管の約7倍、破壊水圧はVU管と同等です(φ100)。

	発泡三層管	VU管
偏平強度*	15.1kN/m	2.1kN/m
破壊水圧	3.0MPa	3.1MPa

*5%偏平時

優れた耐薬品性・水理特性

管の内外層には新生の塩ビ樹脂を使用していますので、VP管と同じく耐薬品性・水理特性に優れています。

DV継手が使用可能

VP管と寸法が同じですので、DV継手がそのまま使用できます。

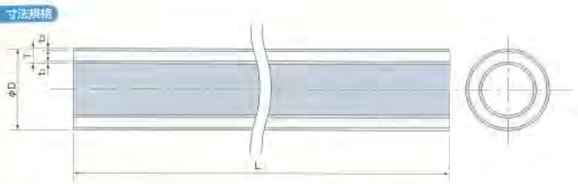
管の色は2色

※写真は灰青色(ブルーグレー)です。
建物の色調にマッチするシルバーグレーの品揃えもございます。

結露対策にも有効

熱伝導率が小さく、VP管に比べて結露が発生しにくくなっています。

寸法規格



単位：mm

呼び径	外径D			合計厚さT		内層厚さ t1 外層厚さ t2	長さL		参考	
	基準寸法	最大・最小外径の許容差	平均外径の許容差	最小	許容差	平均値の最小	基準寸法	許容差	概略内径	質量(kg/m)
40	48.0	±0.3	±0.2	3.6	+0.8	0.4	4,000	±10	40	0.474
50	60.0	±0.4	±0.2	4.1	+0.8	0.4			51	0.661
65	76.0	±0.5	±0.3	4.1	+0.8	0.4			67	0.851
75	89.0	±0.5	±0.3	5.5	+0.8	0.6			77	1.326
100	114.0	±0.6	±0.4	6.6	+1.0	0.7			100	2.041
125	140.0	±0.8	±0.5	7.0	+1.0	0.7			125	2.649
150	165.0	±1.0	±0.5	8.9	+1.4	0.9			146	3.979

取扱い上の注意事項

1. 管は屋内に保管するか、やむを得ず屋外に保管する場合はシートなどで覆って直射日光や雨水を避けてください。
2. 運搬や取り扱いに際しては、衝撃を与えたり落下させないでください。
3. 焚火やトーチランプの火、工事用照明ランプなどを近づけないでください。管が変形したり、炭化する恐れがあります。
4. 圧力がかかる管路には使用しないでください。
5. 60℃以上の流体は流さないようにしてください。
6. 管はエーテル、ケトン、フェノール類、炭化水素などの有機溶剤には膨潤や亀裂を起こしますので、触れないようにしてください。とくに建築配管では塗料(シンナー希釈剤を含む)やクレオソート(木材防腐剤)、殺虫剤、白蟻駆除剤などは直接または間接的(蒸気ガス)にも避けてください。
7. 温度変化による伸縮(継手部に大きな軸力が作用し、管が破損する場合があります)を吸収するため、管路には原則として伸縮処理(伸縮継手の使用など)を施してください。
8. 管には直接ねじを切らないでください。
9. 防火区画の貫通部での使用については、建設省告示第1422号(平成12年)により使用が制限されていますのでご確認ください。
10. 鋳鉄製継手を使用する場合は、必ず管を固定してください。
11. 残材や廃材は工事現場などで燃やさないでください。

株式会社クボタ　合成管事業部

ホームページアドレス http://plapipe.kubota.co.jp

※当カタログに記載の内容は、製品改良のため予告なく変更することがあります。また許容差のない数値は標準値とします。
※製品写真の色は印刷のため、実際とは若干異なります。

No.416-02

(4) クボタリサイクル取付け管

下水道用リサイクル三層硬質塩化ビニル管

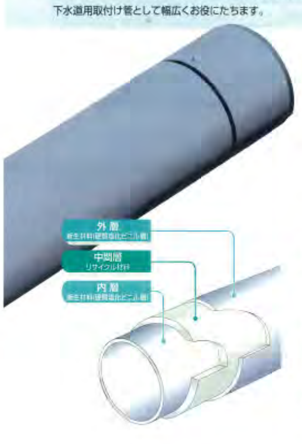
クボタリサイクル取付け管

塩化ビニル管・継手協会規格 AS−62　NEW

Kubota 美しい日本をつくろう。

塩ビ管をリサイクルして環境にやさしい下水道用新管材ができました。

クボタは循環型社会の形成という社会的な要請に応えて、使用済み塩ビ管のマテリアルリサイクルを推進しています。この度、AS-62規格品である中間層に使用済み塩ビ管等を主原料として使用し、その両側を新しい塩ビ材料で成形した「クボタリサイクル取付け管」を開発致しました。管は内外層に新しい材料を使用しているため、強度や耐薬品性、水理特性、衛生性などの品質を確保。ゴム輪受口片受け直管(RS-SRB)、両受け直管(RS-WSRB)、プレーンエンド直管(RS-VU)とも、下水道用取付け管として幅広くお役にたちます。



下水道用取付け管として十分な性能

性能や寸法は、(社)日本下水道協会規格 JSWAS K-1規格を満足。下水道用取付け管として、安心してお使いいただけます。

	JSWAS K-1規格			クボタリサイクル取付け管		
試験の種類	性能			試験結果		判定
引張強さ	47MPa以上			52.5MPa		合格
偏平性	呼び径	100	150	100	150	合格
	圧縮量(mm)	6	8	2.6kN/m	3.9kN/m	
	線荷重(kN/m)	1.70以上	3.38以上			
負圧性	0.078MPaで負圧の変動がないこと			異常なし		合格
耐薬品性	各試験液とも±0.20mg/cm²以内			各試験液とも規格内		合格
ビカット軟化温度	76℃以上			84℃		合格

再リサイクルも可能

クボタリサイクル取付け管のリサイクル材料使用率は約70%。新材料のみを使用する場合に比べ、貴重な石油資源や製造時のエネルギー使用量の節減を図ることができます。また残材など、使用後不要になった場合でも再度リサイクルができます。

塩ビ管用支管・継手や塩ビ製ますに接続可能

VU管と同寸法ですので、塩ビ管用支管や塩ビ製ます、VU継手等に接続できます。接続方法は接着、ゴム輪接合のいずれも可能で、従来通りの施工ができます。もちろん、塩ビ製ますの立上り部としてもお使いいただけます。

優れた耐薬品性、水理特性

管の内外層には新生の塩ビ樹脂を使用していますので、VU管と同じく、耐薬品性、水理特性に優れています。

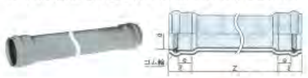
寸法規格

ゴム輪受口片受け直管(略号 RS−SRB) 品番1389・0205

単位 mm

呼び径	受口内径 d	ℓ	e	有効長 Z
100	115.5	83	50	800 4,000
150	166.5	103	60	

ゴム輪受口両受け直管(略号 RS-WSRB) 品番0215



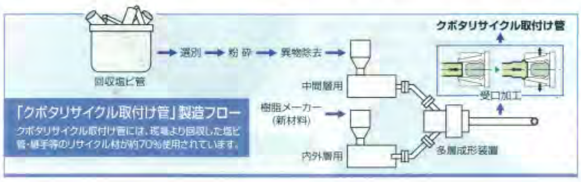
単位 mm

呼び径	受口内径 d	ℓ	e	有効長 Z(最小)
100	115.5	83	50	3,500
150	166.5	103	60	

プレーンエンド直管(略号 RS−VU) 品番2005

単位 mm

呼び径	外径D		合計厚さT		内層厚さt1 外層厚さt2	長さL	参考	
	基準寸法	平均外径の許容差	最小	許容差	標準	基準寸法	内径	質量(kg/m)
100	114.0	±0.4	3.1	+0.8	0.5	4,000	107.0	1.737
150	165.0	±0.5	5.1	+0.8	0.8		154.0	3.941



取扱い上の注意事項

1. 管は屋内に保管するか、やむを得ず屋外に保管する場合はシートなどで覆って直射日光や雨水を避けてください。
2. 運搬や取り扱いに際しては、衝撃を与えたり落下させないでください。
3. 焚火やトーチランプの火、工事用照明ランプなどを近づけないでください。管が変形したり、炭化する恐れがあります。
4. 圧力がかかる管路には使用しないでください。
5. 60℃以上の流体は流さないようにしてください。
6. 管はエーテル、ケトン、フェノール類、炭化水素などの有機溶剤には膨潤や亀裂を起こしますので、触れないようにしてください。そのため塗料(シンナー希釈剤を含む)やクレオソート(木材防腐剤)、殺虫剤、白蟻駆除剤などは直接または間接的(蒸気ガス)にも避けてください。
7. 残材や廃材は工事現場などで燃やさないでください。

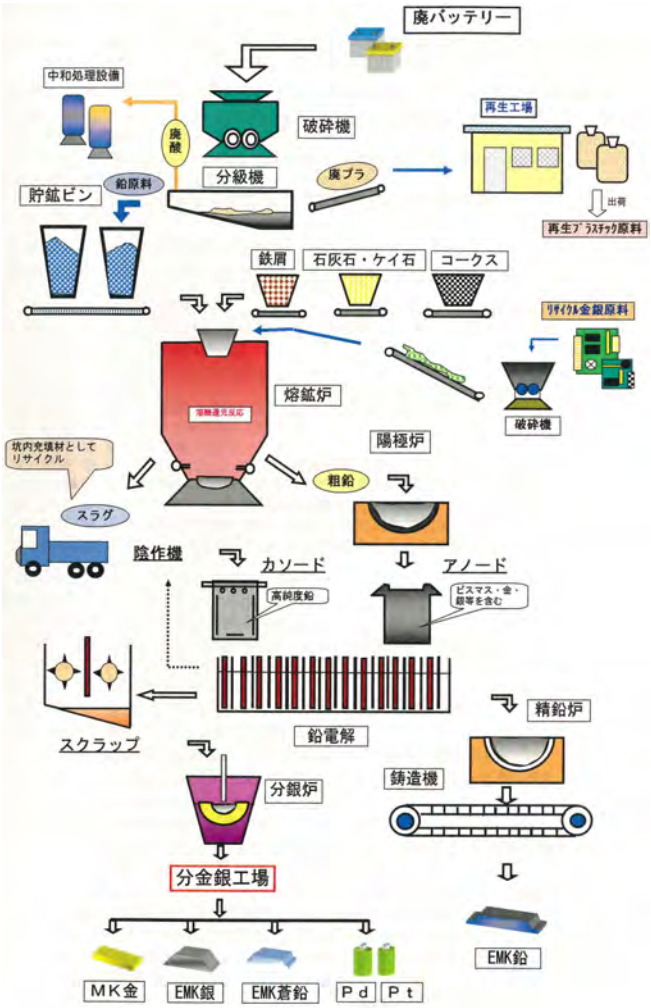
株式会社クボタ　合成管事業部

※カタログに記載の内容は、製品改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。また許容差のない数値は参考値を示します。
※製品写真の色は印刷のため、実際とは若干異なります。

No.346-02

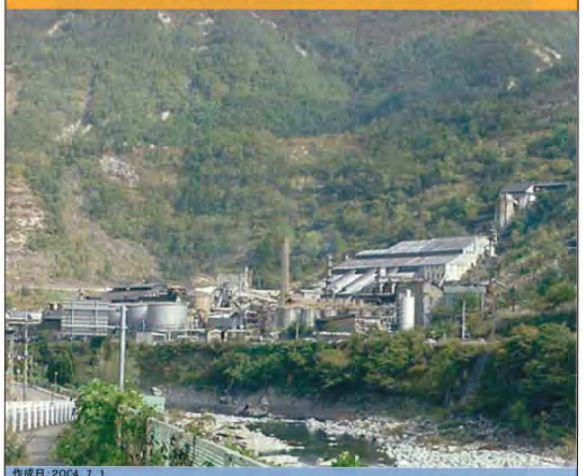
2 廃バッテリ等からの鉛他リサイクル

1) 基本情報

日付	平成16年11月12日(金)
施設	神岡鉱業株式会社　鉛リサイクル工場
原料	廃バッテリ、プリント基板、携帯電話など
副資材	鉄(空缶など)、石灰石(採掘)、ケイ石(ブラウン管など)、コークス(一部廃プラを代用)
処理量	バッテリー処理50,000トン/年、鉛回収30,000トン/年の能力
製品	鉛・銀その他地金 再生プラ原料 溶融スラグ
処理方法	廃バッテリはそのまま破砕機に投入。廃プラ(容器)、廃酸(電解液)、鉛電極に分離。 電極をコークス、石灰石、鉄くずとともに溶鉱炉に投入。 回収される粗鉛を電解槽で精錬し、カソードで鉛を、アノードで銀など貴金属を回収。 廃プラは溶解・造粒し再生プラスチック原料とする。
処理フロー	
残渣	廃酸(中和処理)
特徴	鉱山自体は平成13年に鉱石採掘休止。鉱山の設備を使ってリサイクルを始めた。 水力による自家発電設備を有しており、電解で使用する電力を賄っている。
収益源	製品の売却益
その他	バッテリー関連業者によりリサイクルが推進されている。バッテリ製造業者は再生鉛を使用する義務がある。

2）資料

KAMIOKA MINING & SMELTING



作成日：2004. 7. 1

三井金属グループ

マテリアルは語る

限られた資源を大切にし、素材の知恵を活かす。

そしてまた、再び命を吹き込む。

いま、時代はマテリアルリサイクルを求めています。

環境ISO14001認証取得工場

登録番号：JCQA－E－0486

神岡鉱業株式会社　鉛リサイクル工場

神岡鉱業株式会社　鉛リサイクル工場

環境方針

【環境理念】

神岡鉱業株式会社　鉛リサイクル工場は、1886年に洋式鉛製錬を開始して以来100年以上にわたり自社鉱石の製錬を礎として独自の技術を蓄積してきました。

この蓄積された技術・ノウハウを活かして、1995年より貴金属回収も含めた鉛バッテリーのリサイクル事業を開始しました。さらなるリサイクル技術の向上とゼロエミッションを目指すとともに、飛騨の豊かな自然環境を守り地域との共存を図ることにより、事業活動のあらゆる面で環境保全に配慮して行動します。

【行動指針】

1. 鉛熔鉱炉の活用とリサイクル技術の向上により、貴重な資源のリサイクルを推進します。
2. 環境関連の法律、規制、協定などを遵守しさらに自主基準を制定して、一層の環境保全に取り組み、汚染の防止に努めます。
3. 当工場の活動、製品、サービスにかかわる環境影響を常に認識し、環境目的、目標を定め、定期的な見直しを行います。
4. 省エネルギー管理体制の強化をし、資源、エネルギー及び産業廃棄物の削減を図ります。
5. 環境監査を実施し、環境管理の見直し及び維持向上に努めます。

この環境方針は社内外に公開いたします。

2003年7月20日

神岡鉱業株式会社　鉛リサイクル工場

工場長　　柳澤　克人

〈会社概要〉

・商号
神岡鉱業株式会社
・所在地
岐阜県飛騨市神岡町鹿間1番地1
・設立
昭和61年7月1日（三井金属鉱業株式会社より分離独立、100%子会社）
・資本金
46億円
・代表役員
代表取締役社長　城後　知明
・従業員数
252名（平成15年6月現在）
・主な事業内容
1.鉱物の採掘、製錬、加工及び販売
2.特別産業廃棄物処理業（リサイクル製錬）
3.各種金属粉の製造
4.電子材料の製造及び販売
5.地下空間利用事業
6.不動産賃貸業
・関連会社
神岡鉱山エンジニアリング株式会社
株式会社ユアソフト
神岡鉄道株式会社
神岡部品工業株式会社

【当社の産業廃棄物処分業に関する許可内容】

（岐阜県）産業廃棄物処分業　　許可番号　2121000326
許可年月日　：（新規）昭和63年6月13日　（最新更新）平成13年3月26日
事業の範囲　：①事業の区分
中間処理（破砕・焼却）
：②産業廃棄物の種類と処理能力
ア．破砕
・金属くず　（377t/日）　　・廃プラスチック類　（54t/日）
イ．焼却
・汚泥（無機性汚泥に限る）（12m3/日）
・廃プラスチック類　（11t/日）
・金属屑、鉱さい、ガラスくず及び陶磁器くず　（440t/日）
③許可の条件　　なし
④中間処理（破砕・焼却）施設の許可年月日及び許可番号
平成7年6月19日　　岐阜県指令環整第14号の3

（岐阜県）特別管理産業廃棄物処分業　　許可番号　2171000326
許可年月日　：（新規）平成6年1月20日　（最新更新）平成16年1月20日
事業の範囲　：①事業の区分
中間処理（中和・焼却）
：②産業廃棄物の種類と処理能力
ア．中和　（91m3/日）
・腐食性廃酸（廃バッテリーに含まれるものに限る）
・特定有害廃酸（カドミウム、鉛、砒素を含むもの。廃バッテリーに含まれるものに限る）
イ．焼却　（12m3/日）
・特定有害汚泥（鉛を含むもの）　　・金属くず
③許可の条件　　なし
④中間処理（中和・焼却）施設の許可年月日及び許可番号
平成7年6月19日　　岐阜県指令環整第14号の4（中和）
平成7年6月19日　　岐阜県指令環整第14号の2（焼却）

鉛リサイクル工場は2003年6月　環境ISO14001の認証を取得いたしました。
今後も環境方針に沿って、地球にやさしいリサイクル事業の推進に努めます。

神岡鉱業のリサイクル製錬転換への経緯と現状

神岡鉱業には操業開始から100年を超える歴史を持つ鉛製錬工場があります。
この鉛製錬工場は、以前は自社の鉱山から産出される鉛鉱石と輸入鉱石を原料として、高純度の鉛地金を生産してまいりました。

しかしながら、長引く地金価格の低迷により採算が悪化する一方で、公害防止と産業廃棄物のリサイクル化が一層求められる時代となり、平成7年2月より、使用済み鉛蓄電池（廃バッテリー）を原料とするリサイクル製錬に転換いたしました。

鉱石からの全面転換はわが国で最初の試みでありましたが、廃バッテリーの不法投棄が危惧される背景の中、蓄電池業界からの要望もあり、転換を図り現在に至っております。

従来の鉱石原料に見合う量を廃バッテリーで賄うには、必然的に広範囲にわたる集荷展開が必要となり、それに伴なう物流コスト等により採算的には大変厳しいものがありますが、廃OA機器や廃家電等から発生する古基板の適正処理と同時に微量に含まれる貴金属類を回収し、精製電解工場等で消費される大量の電気エネルギーを自家水力発電によって賄うことにより、効率的かつ地球環境にやさしいリサイクル製錬工場として評価をいただいております。

鉛蓄電池には、その構成物として、鉛、希硫酸、プラスチックが主に使用されており、使用済の電池より発生する廃酸は「特別管理産業廃棄物」、鉛、プラスチックは金属くず、廃プラスチックとして「産業廃棄物」に該当します。
また、古基板についても様々な樹脂やガラス屑・陶磁器屑・ハンダ等により構成されており、有価原料として評価されないものは同様に「産業廃棄物」としての適正な処理が必要となります。

「廃掃法」では、これらを収集運搬、又は処理（リサイクル処理を含め）をするにはそれぞれの許可が必要とされており、排出事業者は許可取得業者との業務委託契約に基づいた「マニフェスト」の運用と管理が法律で定められております。

弊社では、平成2年に岐阜県の「産業廃棄物処分業・中間処理」の許可を取得し、鉛を含む汚泥の処理を主とした業務を開始し、その後、リサイクル製錬への転換を図るにあたり、廃酸を対象とした「特別管理産業廃棄物処分業」の許可を取得しております。（許可の詳細は前ページの概要をご参照下さい。）

また、関東・関西を始め、各地の「特別管理産業廃棄物収集運搬資格」を有する収集運搬事業者との広範囲なネットワークにより業務展開しており、自動車用バッテリーの下取り回収だけでなく、産業廃棄物としての適正処理が義務付けられている産業用の鉛蓄電池についても、順法・機敏な対応が可能です。

★神岡鉱業は、永年の鉱山・製錬業において培って参りました幾多の技術と規模の大きい環境対策設備を最大限に利用し、「鉱山保安法」及び「廃掃法」の他、事業に係わるあらゆる法規制に対し順法かつ適正に対応し、多方面の皆様のご信頼をいただいております。

集荷された廃バッテリーとリサイクル工場（岐阜県）

鉛リサイクル工場

リサイクル技術の極限を目指す鉛製錬

鉛リサイクル工場は鉛を中心としたリサイクル工場として使用済みとなったバッテリーや電子機器類のIC基板を原料として操業しています。
熔鉱炉でコークスを燃料として原料を還元溶融し、粗鉛を生産します。その粗鉛を電気分解して陰極に高純度の電気鉛を析出させます。
生産した電気鉛は再度、バッテリー材料などの用途にリサイクルされています。
陽極に残った鉛スライムには、金・銀・ビスマスなどが含まれているので、酸化精製処理を行い有価貴金属を回収しています。この貴金属回収事業は鉛リサイクル工場にとって収益確保のための重要な柱であると同時に、その供給の多くを外国に依存している我が国にとって安全かつ効率的に回収、再資源化する事は必要不可欠であり、大変重要な位置付けとなっています。

古基板類→

リサイクル粗地金→
（50kg/本）

←純銀地金
（30Kg/本）

熔鉱炉

電解工場

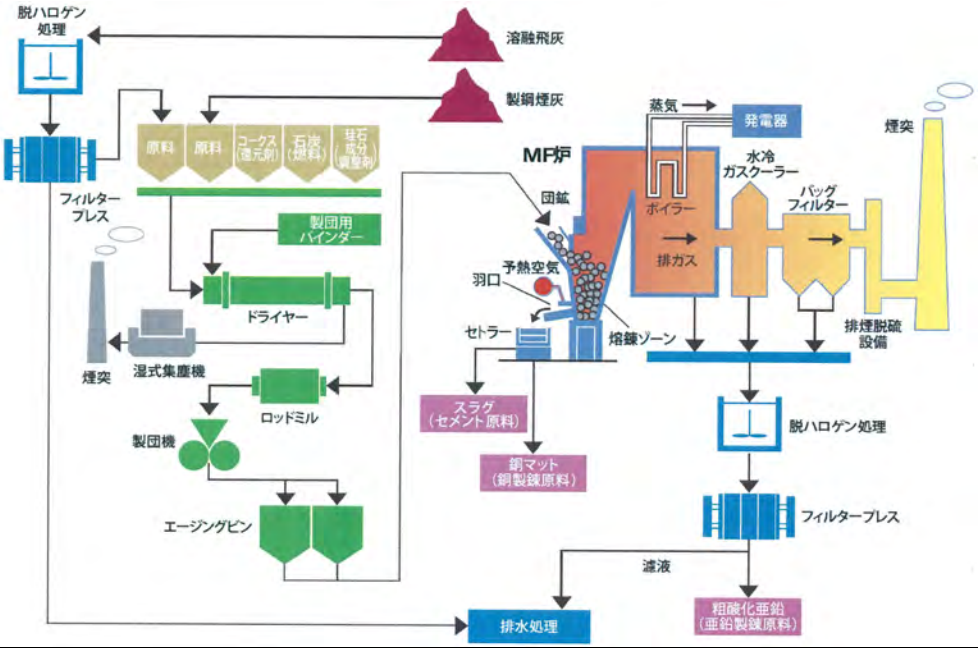
鉛リサイクル工場工程フロー】

沿革

720頃	養老年間	●	黄金を産し天皇に献じた旨、口伝あり。
1589	天正17年	●	越前大野の城主、金森氏の家臣、糸屋彦次郎（後の茂住宗貞）が鉱脈を発見。金山奉行として茂住鉱山・和佐保銀銅山を経営した。
1600頃	江戸時代	●	飛騨地方は天領となり、文化14年（1816）には前平坑を御手山（直轄鉱山）とした。
1874	明治 7年	●	三井組が大留・前平・蛇腹・鹿間の各坑（栃洞坑）を買収。
1886	〃 19年	●	鹿間谷で洋式鉛製錬を開始。
1889	〃 22年	●	茂住坑を三井物産から譲り受け、神岡の全山統一が成った。
1893	〃 26年	●	三井鉱山合名会社創立。
1905	〃 38年	●	鹿間に選鉱場を建設。鹿間谷製錬場を現在位置に移設。
1911	〃 44年	●	三井鉱山株式会社設立。
1921	大正10年	●	ベッツ式鉛電解設備完成。
1927	昭和 2年	●	鹿間選鉱場に優先浮遊法を採用。翌年、茂住選鉱場完成。
1943	〃 18年	●	燃鉱硫酸工場・亜鉛電解工場完成。
1950	〃 25年	●	企業再建整備法により三井鉱山の金属部門をもって神岡鉱業株式会社設立。
1952	〃 27年	●	三井金属鉱業株式会社に商号変更。
1953	〃 28年	●	金木戸発電所完成。
1966	〃 41年	●	神岡物産株式会社設立。
1968	〃 43年	●	栃洞坑にトラックレス・マイニング法を我が国で最初に導入。
1969	〃 44年	●	栃洞坑運搬合理化・高圧化。坑内破砕設備工事完成。
1970	〃 45年	●	電気亜鉛製錬増強工事完成。
1975	〃 50年	●	鉛電解工場大型化。
1981	〃 56年	●	跡津発電所5,000kw増加。自家発電総計36,450kw。
1983	〃 58年	●	茂住坑内に東京大学宇宙線地下観測所（カミオカンデ）が完成。
1984	〃 59年	●	第3セクターにより、神岡鉄道㈱設立。
1986	〃 61年	●	三井金属より分離・独立、神岡鉱業株式会社設立。
1987	〃 62年	●	金属粉新工場操業開始。神岡興産株式会社を神岡鉱山エンジニアリング㈱（KMEC）と改称。
1988	〃 63年	●	産業廃棄物処理業許可取得。
1989	平成 元年	●	株式会社ユアソフト設立。
1993	〃 5年	●	新亜鉛電解工場操業開始。
		●	鉛製錬原料転換を推進するため、リサイクル事業室を設置。
1994	〃 6年	●	特別管理産業廃棄物処理業許可取得。
		●	茂住坑が保安操業となる。
1995	〃 7年	●	廃バッテリーを原料とするリサイクル製錬開始。
1996	〃 8年	●	再生プラスチック工場操業開始。
		●	新大型観測設備スーパーカミオカンデが完成、観測開始。
1997	〃 9年	●	リサイクル推進功労者表彰事業において、「通商産業大臣賞」受賞。
1998	〃 10年	●	廃バッテリー処理設備増強、改善。
2001	〃 13年	●	神岡鉱山鉱石採掘中止。
		●	ウェステック大賞2001において鉛バッテリーを中心とした鉛リサイクル事業が「審査委員長特別賞（プラント部門）」受賞。
2002	〃 14年	●	リデュース・リユース・リサイクル推進功労者表彰事業において、「内閣総理大臣賞」受賞。
		●	小柴東京大学名誉教授がノーベル物理学賞を受賞される。（弊社坑内空間に建設された東京大学研究施設「カミオカンデ」における研究成果）
2003	〃 15年	●	8月、鉛リサイクル工場が環境ISO14001の認証を取得。（登録番号：JCQA－E－0486）
2004	〃 16年	●	2月より、市町村合併により所在地住所が飛騨市に変更となる。

3 溶融飛灰製錬

1) 基本情報

日付	平成17年9月27日(火)
施設	三池製錬株式会社　熔錬工場
原料	溶融飛灰 ・フレコンが主体 ・フレコンの場合15%加湿 ・金属含有量が少ない焼却飛灰は原則引き受けない
副資材	製鋼煙灰(主原料)、廃ガラス、廃プラ、石炭、ケイ石・ガラス
処理量	溶融飛灰　25,000トン/年 製鋼煙灰　60,000～70,000トン/年 石炭　20,000トン/年 ケイ石・ガラス　20,000トン/年
製品	粗酸化亜鉛(亜鉛65%、鉛10%)　36,000トン/年 MFマット(銅40%)　300トン/年 MFスラグ　60,000トン/年
処理方法	溶融飛灰は水洗し脱塩後、フィルタープレスで脱水。 製鋼煙灰等の他の原料とともに溶融。
処理フロー	
残渣	とくになし
特徴	製鋼煙灰から粗酸化亜鉛を製造するMF炉を流用して、原料の一部として溶融飛灰を処理。 水洗脱塩後の溶融飛灰は製鋼煙灰と同等の金属含有率。
収益源	処理費用　(40,000円/トンが基本) 製品の売却益
その他	粗精錬された製品はグループ内の他の事業所で二次精錬され地金となる。

三井金属

Environmental Business

三井金属の溶融飛灰処理事業（三池製錬）

地球環境へのやさしいアプローチです

お問い合わせ先：
三井金属鉱業株式会社　環境事業本部　環境事業推進部　担当：町田、横本、北出
〒141-8584　東京都品川区大崎1-11-1　ゲートシティ大崎ウェストタワー19F
TEL:03-5437-8212　FAX:03-5437-8213

2005/05/09 Ver.M2.2

三井金属の溶融飛灰処理の経緯（廃棄物からの重金属回収への取り組み）

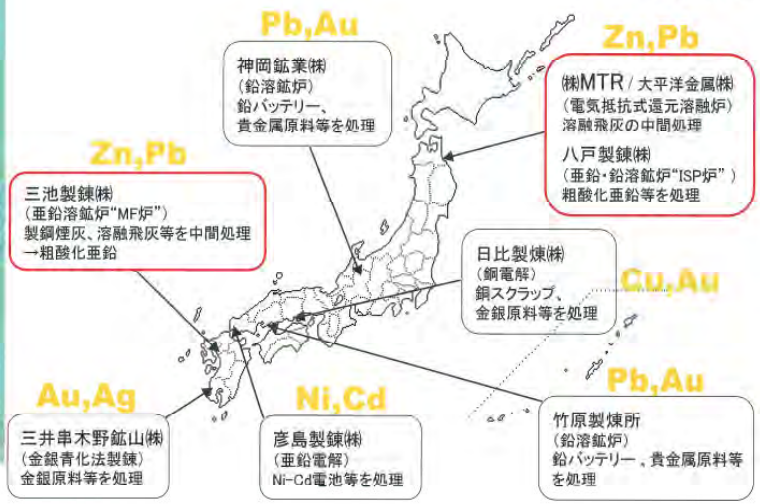
三井金属

1965	自社亜鉛鉱滓処理のため三池製錬所においてMF炉（三井式半溶融炉）を開発
1970-	廃棄物処理法改正により製鋼煙灰（電炉ダスト）が有害廃棄物に指定 MF炉で製鋼煙灰を主とする産業廃棄物の処理を開始
1997/1	旧厚生省がダイオキシン削減策として焼却残渣の溶融処理等を提言
1999-2002	経産省の補助事業として「飛灰無害化技術開発（山元還元の実証試験）」を 三池製錬㈱*で実施
2000/1	「ダイオキシン類特別対策措置法」施行 → 溶融炉が急増
2001/10	八戸製錬㈱で産廃の溶融飛灰処理を事業化
2002/10	三池製錬㈱*で産廃・一廃の溶融飛灰処理を事業化
2002/12	青森エコタウンの認可に伴い、八戸製錬㈱で一廃の溶融飛灰の受け入れを開始
2005/6	八戸地区において大平洋金属㈱との連携による溶融飛灰処理会社㈱MTRを設立 ・・・青森エコタウン事業として、一廃・産廃の溶融飛灰を2006/4月から受け入れ予定

*:1986/9　三井金属鉱業㈱から分離

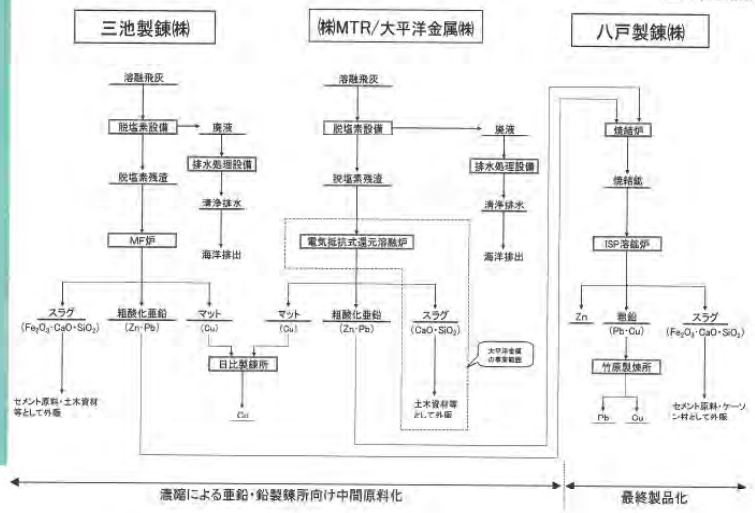
三井金属グループの貴金属・非鉄金属リサイクル事業所

三井金属



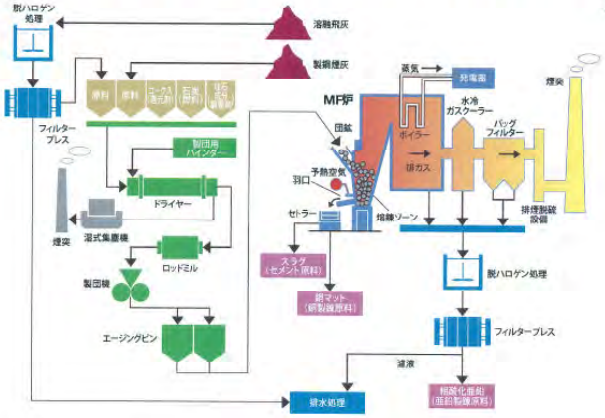
三井金属グループの溶融飛灰処理フロー

三井金属



三池製錬での溶融飛灰処理（詳細）

三井金属



- MF炉の特徴
  - 還元揮発・酸化回収方式
  - ゼロエミッション（工程からの産廃の発生なし）
  - 廃熱回収　3,000kWh
- 処理能力 ： 60,000t/年

三井金属

粗酸化亜鉛

バグフィルター

ボイラー

水砕スラグ

セトラー
（スラグと銅マットを比重分離）

スラグ出滓口

銅マット（メタル）

三井金属

フレコン、5tコンテナ
による受け入れ

オープントップコンテナ
による受け入れ

溶融飛灰洗浄装置

フィルタープレス

脱塩後の溶融飛灰

溶融処理

溶融飛灰の処理実績および計画

三井金属

1. 処理中の案件　　※ 処理量は受け入れ重量（湿潤）ベース

排出事業者	所在地	区分	種類	処理開始時期	処理量（t/年）	備考（発生状況、輸送方法　他）
A　社	宮崎県	産廃	溶融飛灰	H14/10	1,600	一廃焼却灰も溶融処理
B　事業団	三重県	一廃	溶融飛灰	H14/12	5,000	県内の産廃も溶融処理。JR5tコンテナ
C　市	沖縄県	一廃	溶融飛灰	H15/9	500	海上コンテナ（那覇→福岡定期航路）
D　組合	鹿児島県	一廃	溶融飛灰	H15/10	400	
E　社	神奈川県	産廃	溶融飛灰	H16/1	1,300	一廃焼却灰も溶融処理。貨物船（長州港→大牟田港）
F　組合	長崎県	一廃	溶融飛灰	H16/1	200	
G　連合	新潟県	一廃	溶融飛灰	H16/3	800	貨物船（新潟港→三池港）
H　組合	熊本県	一廃	溶融飛灰	H16/3	615	
I　組合	佐賀県	一廃	溶融飛灰	H16/4	1,200	
J　社	青森県	産廃	溶融飛灰	H16/4	7,050	ASR主体。貨物船（新潟港→三池港）・JR5tコンテナ併用
K　センター	愛媛県	産廃	溶融飛灰	H16/6	850	一廃焼却灰も溶融処理。H17/10から2,000t/年搬出予定
L　市	愛知県	一廃	溶融飛灰	H16/7	750	JR5tコンテナ
M　組合	長崎県	一廃	溶融飛灰	H16/11	20	2市3町のうち焼分場のない1町分を搬出
N　社	栃木県	産廃	溶融飛灰	H16/12	800	一廃焼却灰も溶融処理。貨物船（新潟港→三池港）
O　社	熊本県	産廃	溶融飛灰	H17/1	1,800	ASR主体
P　社	福岡県	産廃	溶融飛灰	H17/1	500	ASR主体。試験運転期間中500t（スポット）。ジェットパッカー車
Q　組合	福岡県	一廃	溶融飛灰	H17/4	1,000	ジェットパッカー車
R　社	広島県	産廃	溶融飛灰	H17/5	100	発生量9,000t/年の一部を搬出
S　市	静岡県	一廃	溶融飛灰	H17/6	300	JR5tコンテナ
T　社	茨城県	産廃	溶融飛灰	H17/8	3,000	
U　市	新潟県	一廃	溶融飛灰	H17/9	300	貨物船（新潟港→三池港）
V　市	長崎県	一廃	溶融飛灰	H17/9	700	
			計		23,855	

2. 計画中の案件・・・搬出元と具体的な話を進めているもの

排出事業者	所在地	区分	種類	処理開始時期（予定）	予定処理量（t/年）	備考（発生状況　他）
W　組合	高知県	一廃	溶融飛灰	H18/4	1,440	ジェットパッカー車
X　組合	熊本県	一廃	溶融飛灰	H18/4	400	
Y　市	埼玉県	一廃	溶融飛灰	H18/4?	840	JR10tオープントップコンテナ
Z　組合	沖縄県	一廃	溶融飛灰	H18/4?	1,500	
AA　組合	鹿児島県	一廃	溶融飛灰	H18/4?	1,500	
AB　市	広島県	一廃	溶融飛灰	H19/4?	1,000	ダンプトラック
			計		6,680	

「一廃」溶融飛灰処理事業の法的な取り扱い

三井金属

「特例（業の許可）」

・ 法第十四条の四第十五項
→特管産廃処分業者は環境省令（施行規則第十条の二十）で定めるところにより、特管一廃の処分可能

・ 施行規則第十条の二十第二項
→特管産廃"ばいじん"の処分を行う者は特管一廃"ばいじん"の処分可能

特管産廃の許可で特管一廃の取り扱いが可能

※別途、収集・運搬の許可が必要です

※ 特例ではなく一般的な**「委託」**でも可能です。

・ 法第七条第六項のただし書き
→環境省令（施行規則第二条の三）で定める者については、許可不要

・ 施行規則第二条の三第一項
→「市町村の委託を受けて一般廃棄物の処分を業として行う者」

処理費

三井金属

- 約40,000円/t （消費税別途）
- 見積条件
  - 収集運搬費は別途
  - 荷姿は1m³フレコンバック*
  - 約15%加湿状態（飛散防止処置）での湿潤重量

＊ フレコンパック以外の荷姿（ジェットパッカー車、天蓋付きダンプトラック、オープントップコンテナ等によるバラ積み）の場合、収集運搬方法を含めて処理費は別途協議になります。

「一廃」溶融飛灰の処理開始までの手続き

三井金属

- 「特例（業の許可）」の場合：
  契約時に排出自治体から大牟田市に域外通知を提出。
- 「委託」の場合：
  大牟田市との事前協議が必要。

収集運搬方法

三井金属

- 一廃溶融飛灰の処理を「特管産廃の許可」で行う場合：
  排出元、積替地での「特管産廃ばいじん」の収集運搬許可が必要です。
- 主な輸送方法

トラック輸送　：九州・中国地方の排出先 →（トラック）三池製錬

鉄道コンテナ輸送：排出先（主に中部・関西地方）→（トラック）最寄りのJR貨物駅
→（貨車）JR熊本駅 →（トラック）三池製錬

海上輸送　：排出先 →（トラック）最寄りの港 →（500t級貨物船）三池製錬（大牟田港自社バース）

＊：1500t級（新潟港-三池港）の場合は三池港からトラック輸送

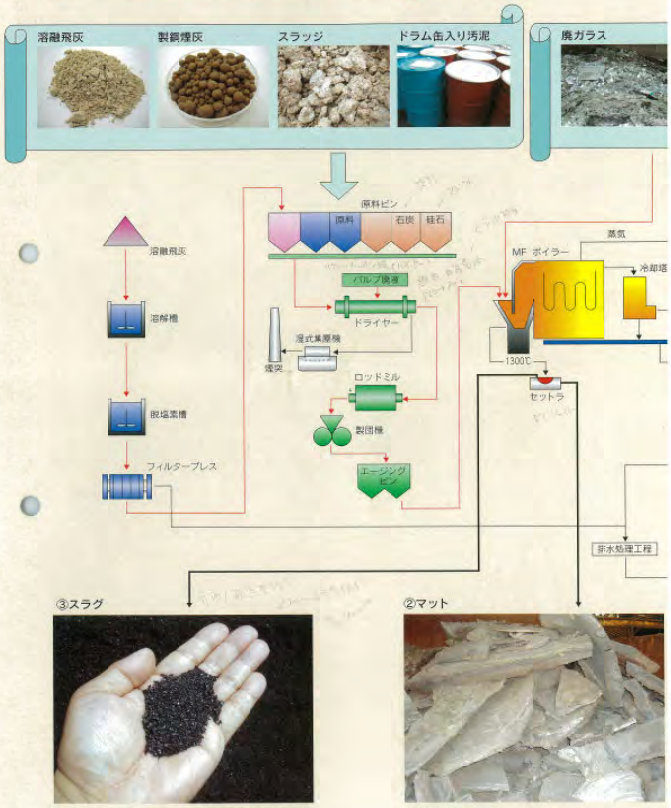
三井金属

その他

- 以下の場合、受け入れできませんので、ご注意願います。
  - Hgの含有量が10mg/kgを超える場合
- 一般廃棄物で特管ばいじんに相当しない場合は「委託」になります。
  - ボイラーからの排出物、スクラバーで回収された汚泥等

(2) MF PROCESS

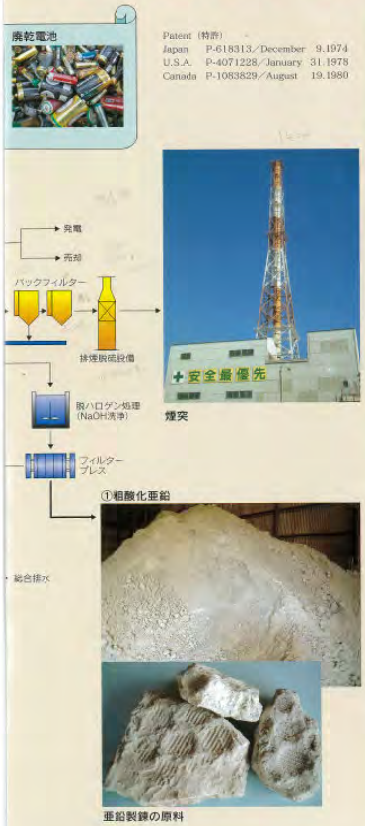
and Resources Recycling



セメントの鉄源、ブロック材の骨材などに外販。

銅製錬の原料

産業廃棄物処理と有価資源のリサイクリング



亜鉛製錬の原料

Patent（特許）
Japan P-618313／December 9.1974
U.S.A. P-4071228／January 31.1978
Canada P-1063829／August 19.1980

MFプロセスの概要

前処理

製鋼煙灰などの原料と石炭、珪石、およびバインダーとしてリグニンスルホン酸を混合、乾燥し、粉砕後に製団鉱としてMFに供用します。

MF炉

製団鉱は、装入シュートで乾燥、予熱、コーキング作用を受け、炉内熔錬ゾーンに入ります。熔錬ゾーンでは、約2200°Cの予熱空気が羽口より吹込まれ、亜鉛や鉛が還元揮発されます。溶融物はセットラに抜出され、マットとスラグに分離されます。マットには銅や金、銀が濃縮し、またスラグは1300°C以上の高温で溶融無害化されており、重金属等は溶出しないものとなっております。

排ガス処理

排ガスはボイラー、ガスクーラーで冷却後、2段バッグフィルターに送られ、揮発した亜鉛分は粗酸化亜鉛として回収されます。

脱ハロゲン

粗酸化亜鉛中に含まれる塩素類は、湿式洗浄方式で除去されます。

環境対策およびコンピューターシステム

排ガス中のダイオキシン類は、MF炉内での分解及び活性炭による吸着により除去されます。また、排水も中和処理され、環境対策には万全を期しております。操業は、コンピューターによる細かな監視、コントロールがなされています。

PROCESS DESCRIPTION

Briquetting

EAF dust and the other raw materials are mixed with lignosulfonic acid and fed to the MF after drying, pulverizing, and briquetting.

MF

The briquettes which are dried, preheated and semi-coked in MF charging chute fall into the furnace smelting zone more than 1300° C.
Preheated blast air through tuyeres is introduced into the furnace and zinc/lead are vaporized by reduction. Molten materials are tapped to the settler use to separating matte and slag. Copper, nickel and precious metals are condensed in the matte which is processed in copper smelting plant. Slag is perfectly non-toxic due to the high temperature processing.

Exhaust gas treatment

After cooling the furnace gas in waste heat boiler and gas cooler,
crude zinc oxide in the gas is collected by the bag filter.

Halogen removal

Chlorine and other elements in the crude zinc oxide are removed by the wet washing system.

Environmental protection and computer system

DXNs in the raw materials are resolved in the MF furnace and just a little DXNs in the exit gas are absorbed in the activate carbon powder. And waste water is also treated for pollution free. These operations are monitored and controlled by computer system.

and Resources Recycling

概　要

三井金属鉱業株式会社では、三池製錬所（現三池製錬株式会社）において、永年培った亜鉛製錬鉱浮処理の技術を生かした三井独自の半溶鉱炉であるMFプロセスを開発し、1965年に操業を開始しました。

現在では、製鉱煙灰を主体とする有害産業産業物（鉱滓）の処理と有価金属の回収を行い、粗酸化亜鉛とMFマットを生産しております。産業廃棄物処理による環境保護と、有所金属回収による資源リサイクルの社会的要求に対し、三井のMFプロセスはそのすぐれた技術でおこたえします。

OUTLINE OF MF PROCESS

Mitsui Mining & Smelting Co.,Ltd. has been developing MF process of half shaft blast furnace with license & know-how by the smelting technology for zinc smelting residue since 1965.

In recent operation,MF process is producing crude zinc oxide, MF matte,and non-toxic slag by processing many kinds of waste materials, such as electric arc furnace dust (EAF dust), zinc smelting residue, copper-silver bearing residue, etc.

MF process can be available for the environmental protection and the resources conservation by processing toxic waste materials.

処理対象物

PROCESSING WASTE MATERIALS

供用物　input:140,000t/y

・製鋼煙灰	EAF dust
・亜鉛製錬滓	zinc smelting residue
・熔融飛灰	secondary fly ash
・銅製錬煙灰	copper smelting dust
・銅金銀滓	Cu & precious metal residue
・その他産廃物	other residues and wastes

特　徴

幅広い適用

製鋼煙灰に限らず、溶融飛灰・亜鉛抽出残渣（赤泥）・汚泥・スラッジ等の浮類など、広範囲の原料に適用できます（塊、粉、水分の有無など形状は問いません）。又、プラスチックや廃ガラス等の可燃性廃棄物のリサイクル処理も可能です。

有価金属を回収

亜鉛や鉛を回収するだけでなく、金・銀・銅、ニッケルなど、多くの有価金属をマットとして回収できます。

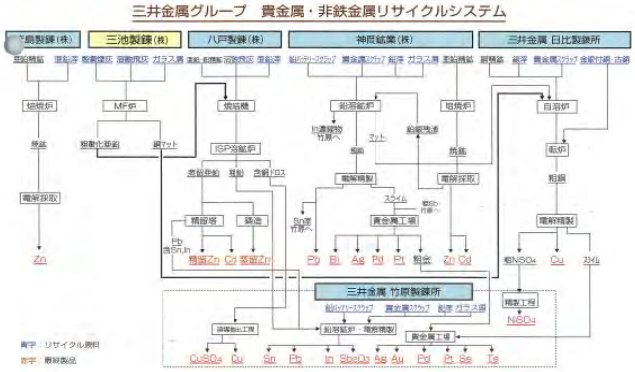
無害化

鉄一シリカを主成分とするスラグは、完全に無害化されており、セメント原料に使用できます。

サーマルリサイクル

効率の高い廃熱ボイラーを設置しており、蒸気を発生させて自家発電に利用しています。又、蒸気を近隣の企業にパイプライン輸送し売却しています。

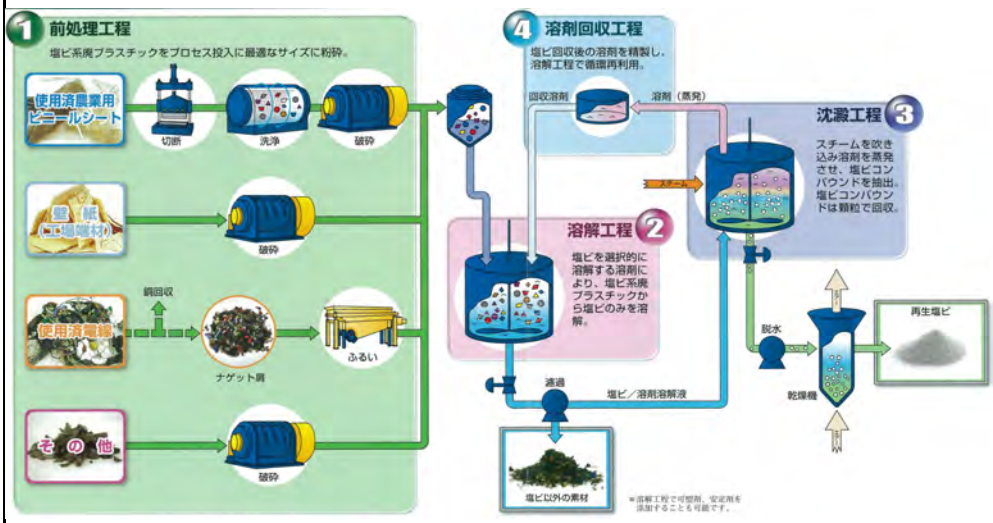
三井金属グループ　貴金属・非鉄金属リサイクルシステム



このカタログは、環境に配慮して古紙配合率100%の再生紙と大豆インクを使用しています。
2005.7

4 塩ビマテリアルリサイクル

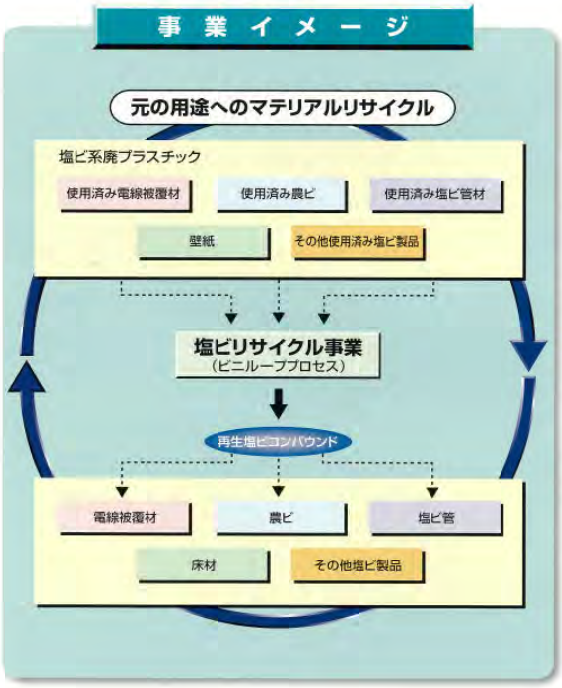
1) 基本情報

日付	平成18年10月25日(水)
施設	(株)コベルコ・ビニループ・イースト千葉工場
原料	農業塩ビ、電線被覆 ・均質で異物の少ない原料入手が必要 ・JAに指導員を派遣し、塩ビ袋とポリオレフィン袋を選別
処理量	26,000t/年
製品	塩ビコンパウンド、18,000t/年
処理方法	前処理:破砕、洗浄等。電線は専門業者にて導線を除去。 溶解・ろ過:原料中の塩ビを溶剤で溶解し、ろ過して異物や他のプラを分離。 沈殿・脱水:熱を加え溶剤を揮発させ、脱水、乾燥により塩ビを回収 溶剤回収:揮発した溶剤を冷却し再利用
処理フロー	
残渣	異物、多種のプラ等 ・原料の約30%発生 ・外部に処理委託(有償)・・・この量が収益を左右する
特徴	塩ビだけを溶解する溶剤を使用 溶剤は加熱揮発させ回収
収益源	処理費用 製品の販売益
その他	原料の塩ビの質(添加剤、着色等)が製品に影響する。 同質の原料のみを連続的に処理し、数ヶ月単位で原料を変更。

2）資料

コベルコ・ビニループ・イーストの塩ビリサイクル事業
（神戸製鋼所のグループ会社です）

神鋼環境ソリューションの子会社であるコベルコ・ビニループ・イーストは、Solvay社（ベルギーの大手化学メーカー）が開発した、塩ビリサイクル技術～Vinyloop®プロセス～による塩ビリサイクル工場を千葉県富津市にて建設し、2006年4月に稼働を開始致しました。



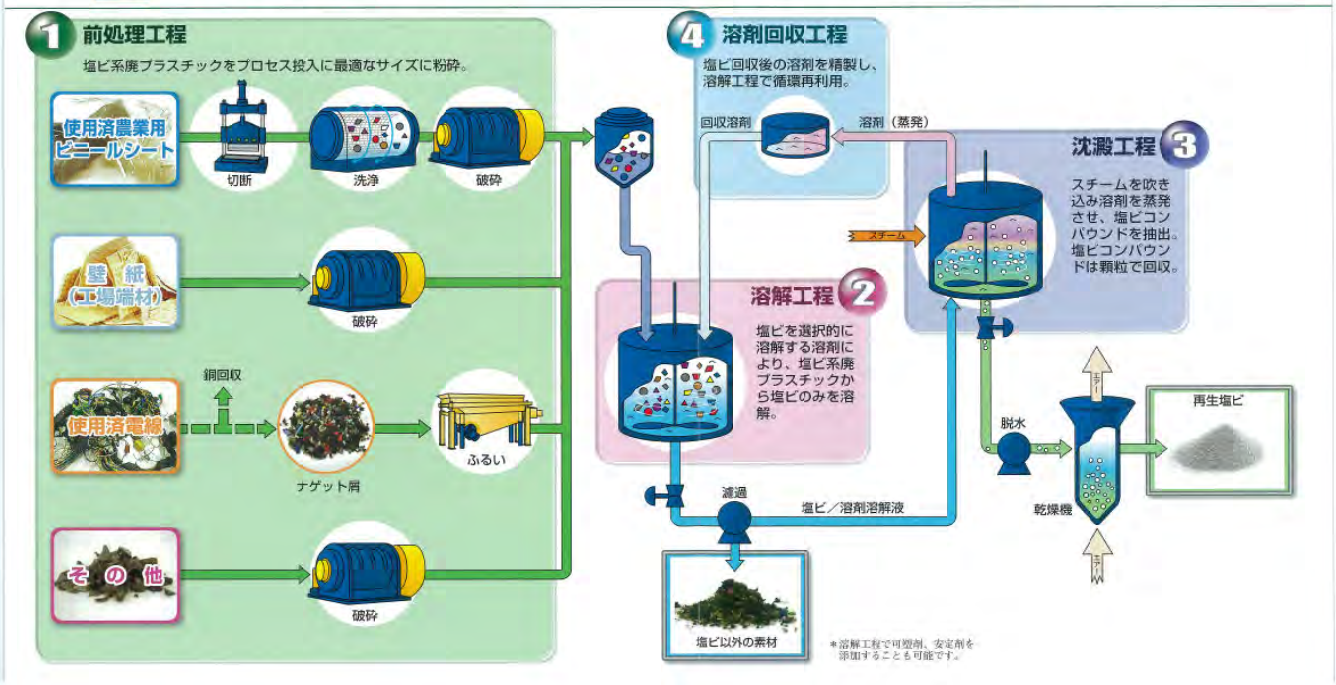
Vinyloop®プロセス
塩ビ系廃プラスチックからのPVC（塩ビ）コンパウンド再生プロセス

■Solvay社との業務提携
●日本における独占的パートナー
●日本におけるプラントの独占販売権

画期的な塩ビ再生技術が誕生しました。今までになかった新しいかたちの塩ビリサイクル事業を展開します。

プロセスの特長

- **あらゆる塩ビ系廃プラスチックから塩ビを再生**
  特に塩ビと他の素材が結合あるいは混在していて処理の困難な廃棄物の処理が可能。
- **純度100%に近い塩ビコンパウンドとして再生**
  成分と粒径が非常に均一（粒径のコントロールも可能）、添加剤（可塑剤、安定剤）の調合が可能。
- **再生された塩ビは、剛性（Shore A 硬度）、延伸性、絶縁性等々がバージン材に匹敵**
- **元の用途へのマテリアルリサイクルが可能**
  電線to電線等の元の用途へのリサイクルが可能で、〈静脈産業(廃棄物処理)〉と〈動脈産業(生産活動)〉を結ぶ本格的なマテリアルリサイクルを実現。



サンプル試験実験

下記についてサンプル試験を実施し、いずれも顆粒状での再生塩ビの回収が確認されています。

●農業用ビニールシート

●電線被覆材

●壁紙

●ターポリン

●床材

●塩ビ管

●自動車内装材

●自動車ワイヤーハーネス

千葉工場（千葉県富津市）

事　業　概　要

本技術・本事業の先進性・先駆性は環境省／千葉県によって認められ、平成16年度予算における「廃棄物再生利用施設整備事業補助金（エコタウン補助金）」交付を受けて建設し、2006年4月に稼働を開始致しました。

1 事業主体

(1) 名　　称：株式会社コベルコ・ビニルーブ・イースト（神戸製鋼所のグループ会社です）
(2) 設　　立：平成16年1月15日
(3) 資 本 金：498百万円
【株主（株）神鋼環境ソリューション90%、日本ソルベイ（株）10%】
(4) 代 表 者：代表取締役社長　平井 等
(5) 従業員数：35名
(6) 千葉工場所在地：千葉県富津市新富52-3 及び 59-3

2 事業内容

(1) 事業内容：塩ビ系廃プラスチックの処理とその再生品（再生塩ビ）の販売
(2) 事業規模：

塩ビ系廃プラスチック　受入
- ◆使用済み農業用ビニールシート
- ◆壁紙の工場端材
- ◆使用済み電線被覆材
- ◆使用済み硬質塩ビ・その他

合計　26,000トン/年

→

再生塩ビ　販売

合計　18,000トン/年

千葉工場所在地

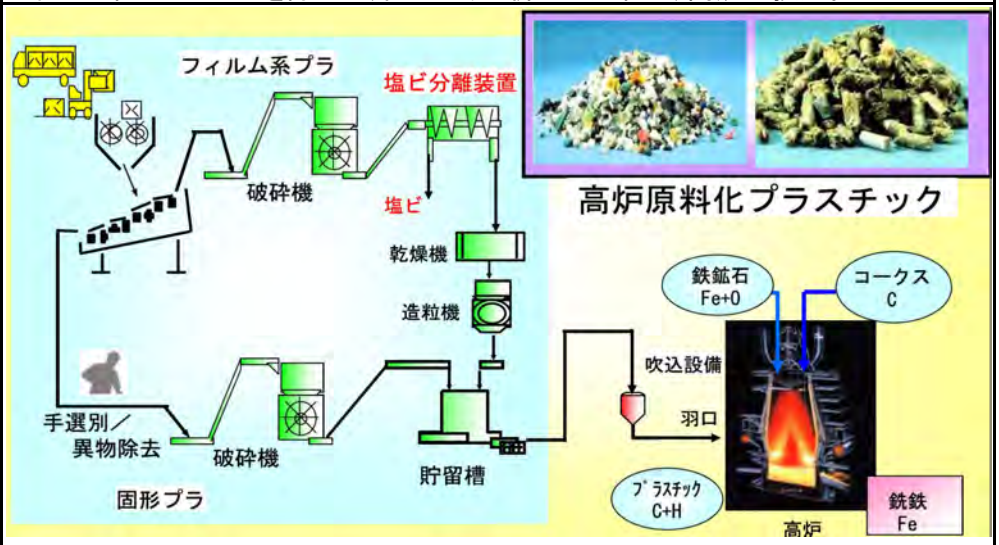
株式会社 コベルコ・ビニルーブ・イースト
〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9－12 ONビル
TEL.03-5739-5832　FAX.03-5739-6964
URL：http://www.kobelco-eco.co.jp/KVE/index.htm

★このパンフレットは再生紙を使用しています

06062000F

5 廃プラ高炉原料化　他

1) 基本情報

日付	平成18年10月25日(水)
施設	JFEスチール(株)東日本製鉄所(京浜地区)
原料	容リ法における「その他プラ」ベール
処理量	高炉(銑鉄出滓量12千t/日)に対して40～50t/日
製品	投入廃プラの60%が還元剤、40%が高炉ガスとなる
処理方法	廃プラは解砕後、重量物(固形プラ)と軽量物(フィルム系)に分離し、それぞれ破砕。 フィルム系からは塩ビを除去し、固形プラと併せて造粒し、高炉へ投入。
処理フロー	
残渣	異物 原料から分離された塩ビ 水分10%、不適物15%、歩留まり75%程度
収益源	再商品化委託費
その他	塩ビの脱塩素設備も稼働 その他、京浜地区では家電リサイクル、PETリサイクル、NFボード製造も行っている

2）資料

JFE

使用済みプラスチック高炉原料化システム
（容器包装リサイクル対応）

JFE環境 株式会社

解　砕　機

プラスチック種類選別機

破　砕　機

塩ビ選別機

造粒機（外観）

造粒機（内部）

分級・検査設備

羽口でのプラスチック吹込状況

JFEは国内の東西2拠点において、使用済みプラスチックの高炉原料化事業を行っています。

JFE

JFE環境 株式会社

R100

容器包装リサイクル法対応
使用済みプラスチック高炉原料化システム

資源循環型社会への貢献

・容器包装リサイクル法によるプラスチック製容器包装のリサイクルを行い、社会貢献しています。

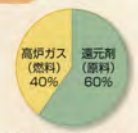
・分別排出されたものは、資源として生まれ変わります。

一貫リサイクルシステム

・徹底した品質管理を行い、製品は高炉で還元剤（コークス代替）として利用します。
・産業廃棄物系プラスチックの高炉原料化事業（96.10～）のノウハウを基にしたシステムです。
・本設備は一般廃棄物系プラスチックに含まれる塩化ビニルに対応可能なプロセスとなっています。

高炉原料化の特徴

・大量で安定したリサイクルが可能です。
・資源・エネルギー利用効率が非常に高く、省エネルギー・省資源が図れます。
・CO_2の排出が軽減でき、地球温暖化対策になります。
・再商品化と製品利用を一貫して行える画期的なシステムです。



プラスチックの利用割合

使用済みプラスチックの外観

フィルム系プラスチック

固形・ボトル系プラスチック

使用済みプラスチック高炉原料化一貫システム

プラスチックの分別排出

一般家庭 分別排出

・プラスチック製容器包装の分別排出
・保管時の臭気対策上、内容物の除去及び軽い洗浄。

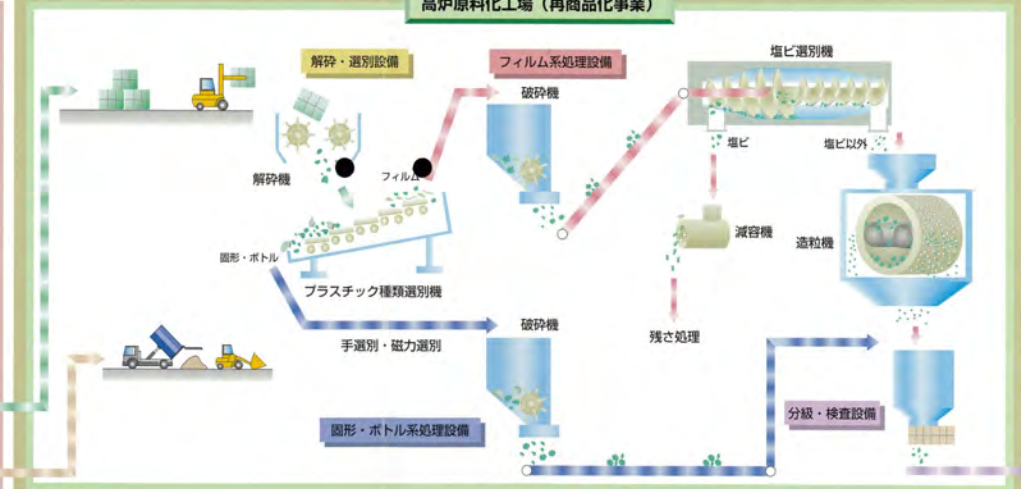
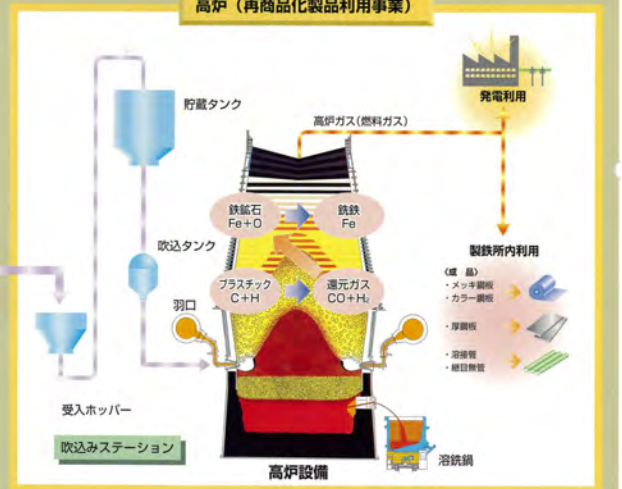
市町村 分別収集

・破袋，粗選別による異物除去（異物10%以下）
・圧縮，結束あるいは梱包による、形態の維持・飛散対策
・保管施設に10トン車１台程度の保管

分別基準適合物（ベール品）

排出企業 分別排出

高炉原料化工場（再商品化事業）



高炉（再商品化製品利用事業）