

199800570A (1/3)

# 廃棄物処理におけるダイオキシン類の 排出抑制技術に関する研究(その2)

次世代ごみ焼却施設の開発総括報告書

(平成10年度)

平成11年3月

財団法人 廃棄物研究財団

# 廃棄物処理におけるダイオキシン類の 排出抑制技術に関する研究(その2)

次世代ごみ焼却施設の開発総括報告書

(平成10年度)

平成11年3月

財団法人 廃棄物研究財団

## はじめに

現在、わが国において発生する一般廃棄物は年間約 5,100万トンに達し、この約75%を焼却し埋立処分している。ごみを無害化、減容化するための有効な手段として行われている焼却処理に際して、適正な処理の促進が社会的にも要請されているところであり、その有効な処理技術の確立が急務となっている。

この対応を迫られている諸問題として、例えば国内消費エネルギーの一部をごみのエネルギーに置き換え、国内総CO<sub>2</sub>の発生抑制による気候変動の抑制を図ること、最終処分場を確保するため焼却残渣の安定化・減容化・再資源化を図ること、ダイオキシン類やNO<sub>x</sub>に代表される大気汚染物質の低減による地球環境保全を図ること等が挙げられる。また関係者は、これら課題の解決を目指す次世代に適應できる焼却技術として、「次世代型ごみ焼却処理施設」であるガス化溶融技術の開発研究、実用化に取り組んでいる。

本研究は、平成8～10年度の3年間厚生省から厚生科学研究費補助金を受け、当財団内に平成8年度から学識経験者、地方公共団体及び民間企業からなる「次世代型ごみ焼却処理施設の開発研究委員会」を設置して共同研究を行った。本報告書は、平成10年度の研究成果をまとめたものである。

平成10年度は、各社のガス化溶融方式実証プラント建設及び実証試験が行われたほか、溶融飛灰の有効利用等の調査研究を行う「溶融飛灰分科会」、高温燃焼におけるダイオキシン類及び窒素酸化物の挙動調査等を行う「排ガス分科会」、システムの安全性、安定性についての検討を行う「システム分科会」、それぞれの分科会で共同研究が行われた。

本調査報告書を進めるにあたり、ご指導頂いた京都大学大学院工学研究科教授、武田委員長をはじめ、参画された各委員並びに貴重なご意見、ご助言を頂いた関係各位に厚くお礼申し上げます。次第である。

財団法人 廃棄物研究財団

理事長 山村 勝美

## 次世代型ごみ焼却処理施設の開発研究委員会委員名簿

(五十音順)

委員長	武田 信生	京都大学大学院 工学研究科 教授
委員	川本 克也	関東学院大学 工学部建築設備工学科 教授
//	工藤 豊	川崎市 環境局施設部建設課 主幹
//	後藤 耕一	京都市北部クリーンセンター施設第一係 係長
//	志村 利夫	横浜市 環境事業局工場建設課 係長
//	藤間 幸久	名古屋大学 理工科学総合研究センター 教授
//	藤吉 秀昭	(財)日本環境衛生センター環境工学部 次長
//	藤原 健史	京都大学大学院 工学研究科 助教授
//	松藤 敏彦	北海道大学大学院 工学研究科 助教授
//	山本 和夫	東京大学 環境安全研究センター 教授
//	吉田 伸隆	福岡市 環境局施設部工場整備課 係長

(社名五十音順)

協力委員	茂木 幹夫	石川島播磨重工業(株) 環境・プラント事業本部技術開発部 課長
//	中村 立雄	(株)荏原製作所 エンジニアリング事業本部環境プラント事業部 営業企画部 部長
//	守岡 修一	川崎重工業(株) 環境装置第一事業部技術開発部 部長
//	在間 勇二	(株)クボタ 焼却炉技術部東京技術課 課長
//	向井 孝	(株)栗本鐵工所 開発室環境開発グループ 部長
//	伊藤 正	(株)神戸製鋼所 都市環境本部環境エンジニアリングセンター 開発部開発室 課長
//	宮田 治男	三機工業(株) プラント事業本部環境システム事業部環境施設部 技術課 専門課長
//	長田 守弘	新日本製鐵(株) 環境・水道事業部環境プラント第二部 担当次長
//	黒豆 伸一	住友重機械工業(株) プラント・環境事業本部 環境技術研究所 主席研究員

協力委員	千葉 佳一	(株)タクマ 経営企画本部総合技術部 部長
//	鈴木 聖一	月島機械(株) 環境エンジニアリング部 プロポーザルグループ 課長
//	広津 秀	東レエンジニアリング(株) リサイクルプラント事業推進部 技術部 部長
//	横山 隆	日本鋼管(株) 環境プラント設計部 開発室 室長
//	藤原 弘道	バブコック日立(株) 横浜エンジニアリングセンター センター長
//	大橋 悟	(株)日立製作所 環境エネルギー技術開発センター 主任技師
//	安藤 真一郎	日立造船(株) 環境事業本部統括部技術開発室 新燃焼システム参事・部長
//	原田 裕昭	三井造船(株) 環境事業本部基本計画部 部長
//	四十万 利之	三菱重工業(株) 機械事業本部環境装置第一部 部長
//	浅田 信二	ユニチカ(株) エンジニアリング事業本部 プラント建設部 部長代理

## <目次>

### 平成 10 年度報告書概要

1. 計画ごみ発熱量の推計.....	1
2. 実証・実験研究調査概要.....	2
2.1 実証・実験計画.....	2
2.2 実証試験結果.....	3
3. 共同研究.....	7
3.1 熔融飛灰分科会.....	7
3.2 排ガス分科会.....	9
3.3 システム分科会.....	13

# 報告書

第1章 序	1
1.1 研究の目的	1
1.2 本研究委員会発足の経緯	2
1.3 「次世代型ごみ焼却処理施設の研究開発」プロジェクト事業の概要	3
1.3.1 開発研究テーマ	3
1.3.2 内容	3
1.3.3 期間	3
1.3.4 研究開発目標	3
1.3.5 実証プラントに関して	4
第2章 計画ごみ発熱量の推計	5
2.1 調査対象施設	5
2.2 実績ごみ発熱量の整理	6
2.3 容器包装廃棄物の回収率とごみ発熱量との関係	7
第3章 実証・実験	11
3.1 実証・実験概要	11
3.1.1 実証施設の数	11
3.1.2 施設の型式と施設規模	11
3.1.3 計画主要数値	11
3.1.4 各社の実証計画	12
3.2 実証実験結果	19
3.2.1 対象ごみ質	19
3.2.2 助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無	19
3.2.3 燃焼用空気過剰率	19
3.2.4 実証試験における各部の温度条件及び煙突出口のガス量	19
3.2.5 排ガスの性状	19
3.2.6 スラグの溶出試験結果	20
3.2.7 溶融飛灰の性状	20
3.2.8 コストについて	20

第4章 共同研究	27
4.1 溶融飛灰分科会	27
4.1.1 研究開発の概要	27
4.1.2 溶融飛灰性状調査	30
4.1.3 重金属回収試験	56
4.1.4 溶融飛灰資源化の留意点	69
4.1.5 溶融飛灰の無害化処理調査	74
4.1.6 まとめ	76
4.2 排ガス分科会	79
4.2.1 小型試験機によるダイオキシン類の再合成模擬実験	79
4.2.2 各実験条件における生成濃度	102
4.2.3 ダイオキシン類の生成に対する温度の影響	124
4.2.4 ダイオキシン類生成に対する滞留時間の影響	142
4.2.5 ダイオキシン類の生成に対する前駆物質の影響	150
4.2.6 ダイオキシン類の生成に対する灰の種類の影響	161
4.2.7 ダイオキシン類の生成に対する共存無機ガスの影響	176
4.2.8 コブラナPCBの生成特性	191
4.2.9 クロロベンゼン類およびクロロフェノール類の挙動	223
4.2.10 小型試験装置実験結果と実機との関連	235
4.3 システム分科会	238
4.3.1 システムの基準/指針作成についての考え方	238
4.3.2 シャフト炉システムの基準/指針	240
4.3.3 流動床炉システムの基準/指針	254
4.3.4 キルン炉システムの基準/指針	272



# 次世代型ごみ焼却処理施設の開発

## 平成10年度 報告書概要

### 1. 計画ごみ発熱量の推計

平成8年度推計では、ごみ種類別組成よりプラスチック、紙類の資源化率を決定しているが、本年度は、東京市町村自治調査会の実施した「多摩地域家庭ごみ等計量調査」に基づいて、包装廃棄物量を紙類中24.2%プラスチック類中80.1%とし、表1.1の結果から、資源化率を仮定して計画ごみ質を決定した。

表1.1 資源化率に対するごみ質 (kcal/kg)

資源化率 (%)	低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
0	1,535	2,053	2,572
紙 50×プラ 50	1,312	1,754	2,195
紙 50×プラ 70	1,225	1,631	2,036
紙 50×プラ 80	1,177	1,568	1,960

資源化目標率設定に関しては、紙類は各都市とも資源化を推進していることから、大幅な資源化の展開は難しいと考えられ、紙類の資源化率は50%とした。プラスチック類に対しては、平成12年度以降の処理計画が不透明であることなど予想が難しい。このため、平成8年度調査では、各市町村の基本方針が明確になると考えられる本年度改めて見直しするとしていた。しかし、現在当該自治体側ではプラスチックの資源化についての状況は余り変化していないため、平成8年度と同様に諸条件を考慮してプラスチック類の資源化率は50%とすることとした。

施設の設計条件としては、より広範囲のごみ質に対応が可能になるよう低質ごみ質を表4.1に示されている数値に基づき、高質ごみ発熱量を低質ごみ発熱量に対して約2倍と考えて以下のように設定する。

低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
1,300kcal/kg	1,850kcal/kg	2,600kcal/kg

## 2. 実証・実験

### 2.1 実証・実験計画

#### 1) 実証施設の数

各社提案のガス化溶融炉方式は、大別して①流動ガス化炉方式②キルンガス化炉方式③シャフト炉ガス化方式に分類され、参加 19 社中 12 社 (12 プラント) がそれぞれ単独で実証施設を建設した。

残り 7 社は共同開発を志向して 4 社、2 社がグループを結成した。残る 1 社は単独で実証試験を行うと同時に他の 1 社と共同で処理方式の異なった方式でグループを組むこととなり、3 プラントが建設された。

以上、合計 15 プラントにより実証試験が行われている。

#### 2) 施設の形式と施設規模

施設の型式は、①流動床ガス化炉方式 8 社、1 グループで規模は 30 t /日以上 2 施設、20 t /日以上 5 施設、10 t /日 2 施設、②キルンガス化炉方式 2 社、2 グループで 20 t /日 4 施設であり、③シャフト炉ガス化方式 2 社で規模は 30 t /日以上 1 施設、20 t /日 1 施設である。実証試験データが提出された機種は、流動ガス化炉方式 6 社 1 グループ、キルンガス化炉方式 2 社 1 グループ、シャフト炉ガス化方式 2 社であり合計 12 社であった。参加各社の処理方式は以下のとおりである。

- ① 流動ガス化炉方式 ○(株)荏原製作所○川崎重工業(株)○(株)神戸製鋼所  
(8 社と 1 グループ) ○住友重機械工業(株)○月島機械(株)○バブコック日立(株)  
○日立造船(株)○三菱重工業(株)○KSTU グループ
- ② キルンガス化方式 ○(株)タクマ○三井造船(株)○日立グループ  
(2 社と 2 グループ) ○IK グループ
- ③ シャフト炉ガス化方式 ○新日本製鉄(株)○日本鋼管(株)  
(2 社)

注 1 共同研究グループの参加企業名及びグループ略称は次のとおりとした。

- ・石川島播磨重工業(株)、(株)クボタ (IK グループという)
- ・(株)栗本鉄工所、三機工業(株)、東レエンジニアリング(株)、ユニチカ(株) (KSTU グループという)
- ・(株)バブコック日立、(株)日立製作所 (日立グループという)

## 2.2 実証試験結果

実証試験結果は、実証試験データが提出された10社2グループ（計12社）の資料に基づいて作成した。但し、提出された10社2グループごとに2例ずつで計24例のデータのうち、空白として記載されていない項目がある。このため、各開発目標別でデータ母数が異なっている。

### 1) 排ガスについて

溶融炉出口CO濃度（図2.1）、溶融炉出口O<sub>2</sub>濃度（図2.2）、煙突出口窒素酸化物濃度（図2.3）、集じん器入口及び煙突出口におけるダイオキシン類濃度（図2.4、図2.5）、更に燃焼用空気過剰率（図2.6）を示す。

また、事例毎に排ガス処理装置が異なるため、助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無（図2.7）を示す。

#### ○窒素酸化物

煙突出口における窒素酸化物の開発目標値は10ppm以下であり、この目標値を達成したものは24例中2例（脱硝装置付き）であった。

#### ○ダイオキシン類

集じん器入口におけるダイオキシン類の開発目標値は0.2 ng-TEQ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>以下であり、この目標値をクリアしたものは17例中7例であった。また、煙突出口の開発目標値は0.01~0.05 ng-TEQ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>であり、この目標値0.05ng-TEQ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>以下をクリアしたものは22例中21例であった。

#### ○燃焼用空気過剰率

燃焼用空気過剰率は、おおむね1.2から1.6の範囲である。目標値の1.3相当以下は、24例中13例となっている。

### 2) 実証試験に使用したごみ質

実証試験に使用されたごみ質は、600~3,600kcal/kgである。ごみ発熱量により灰溶融のための助燃料が必要になる。助燃の使用量は、溶融温度、炉の形式などで異なってくる。

### 3) 溶融スラグについて

いずれの溶融スラグも「環境庁告示第13号」に定められた溶出試験により、土

壤環境基準以下の溶出値を示した。このため、土木資材としての利用及び用途開発が期待される。

4) 溶融飛灰について、

溶融飛灰の重金属の資源化は、含有塩素の除去や回収重金属の濃縮のための前処理が必要となる可能性が多く、これら再資源化工程からの二次公害防止及び経済性に対する社会的評価が定まれば、山元還元が有効利用の有力な方法として考えられる

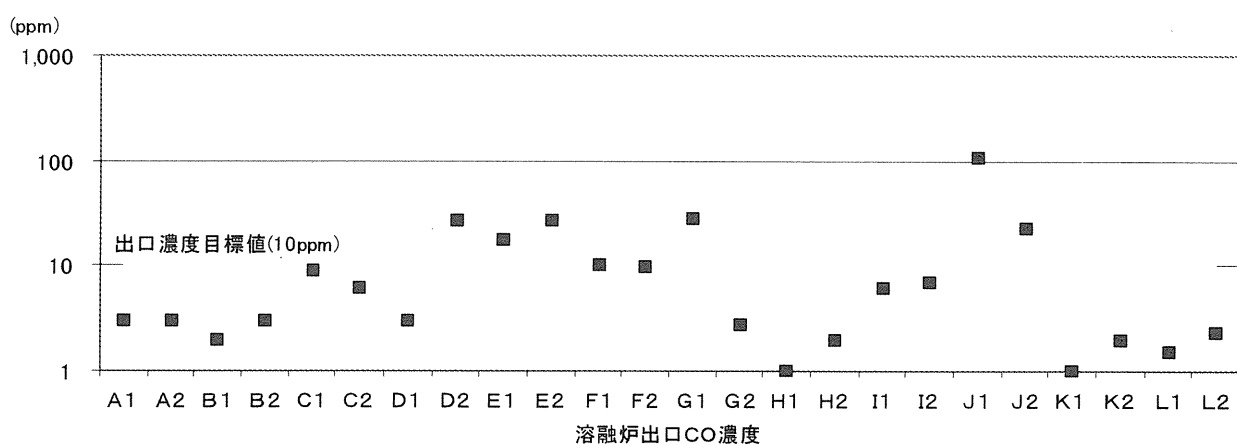
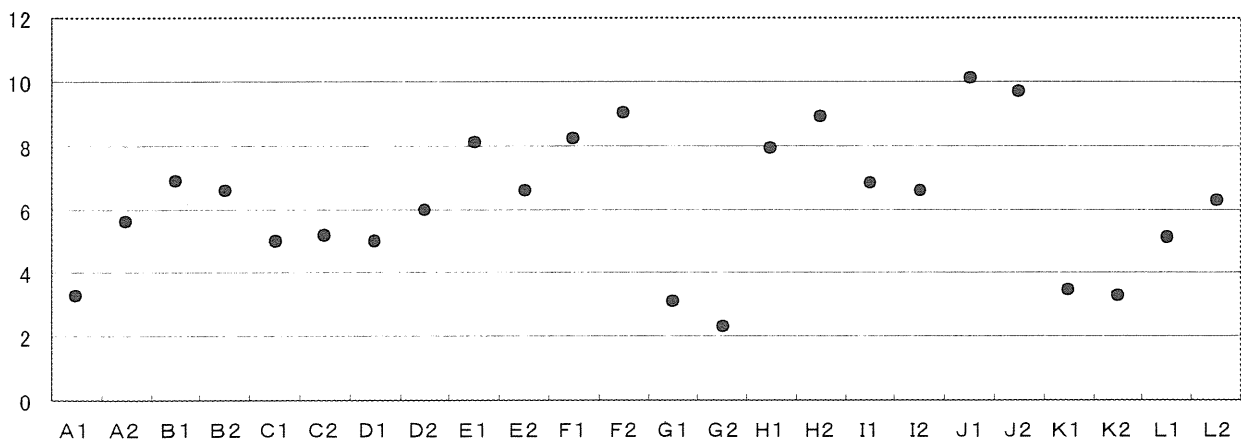
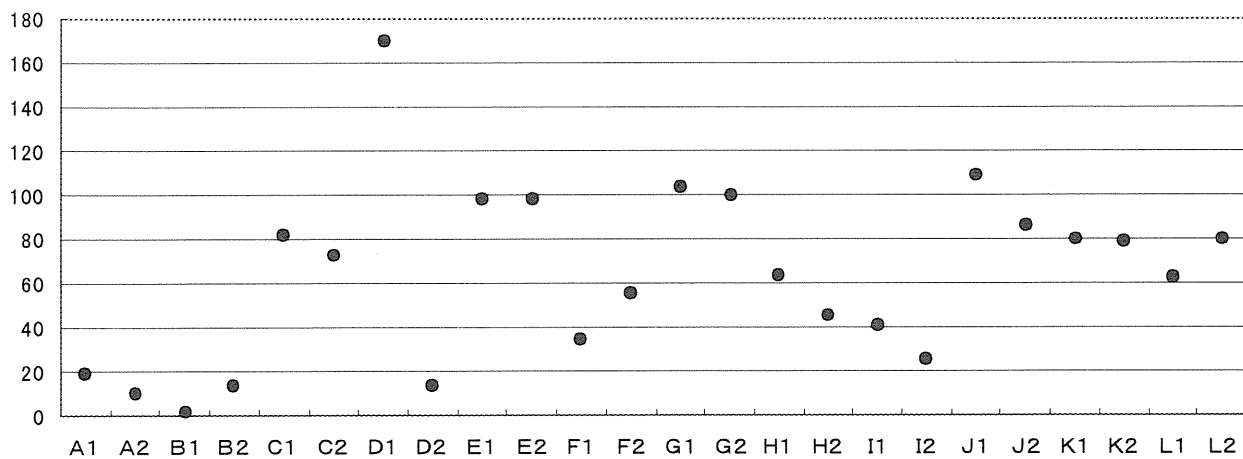


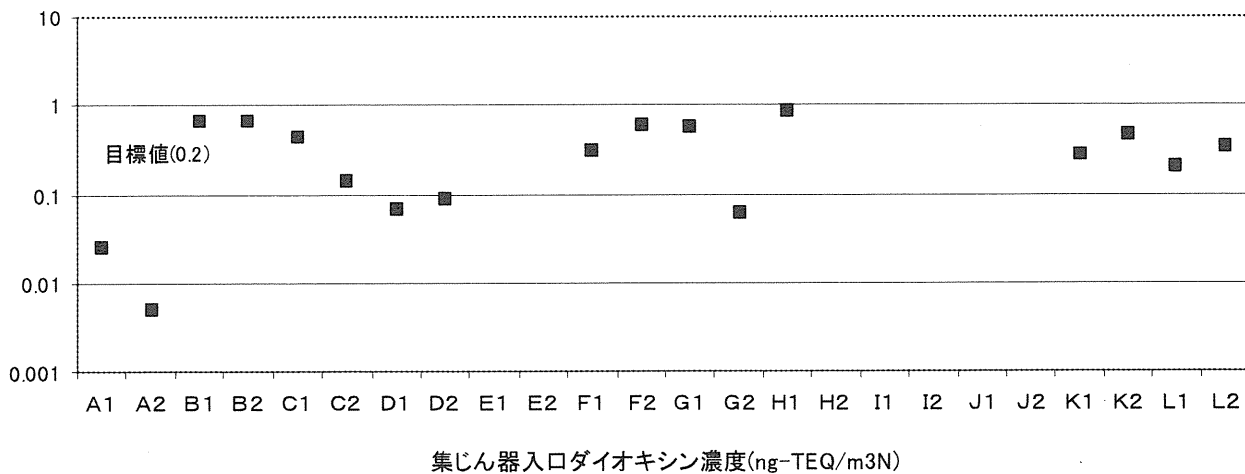
図 2. 1 溶融炉出口CO濃度



溶融炉出口O<sub>2</sub>濃度(%)  
 図2.2 溶融炉出口O<sub>2</sub>濃度



煙突出口窒素酸化物濃度(ppm)  
 図2.3 煙突出口窒素酸化物濃度



集じん器入口ダイオキシン濃度  
 図2.4 集じん器入口ダイオキシン濃度

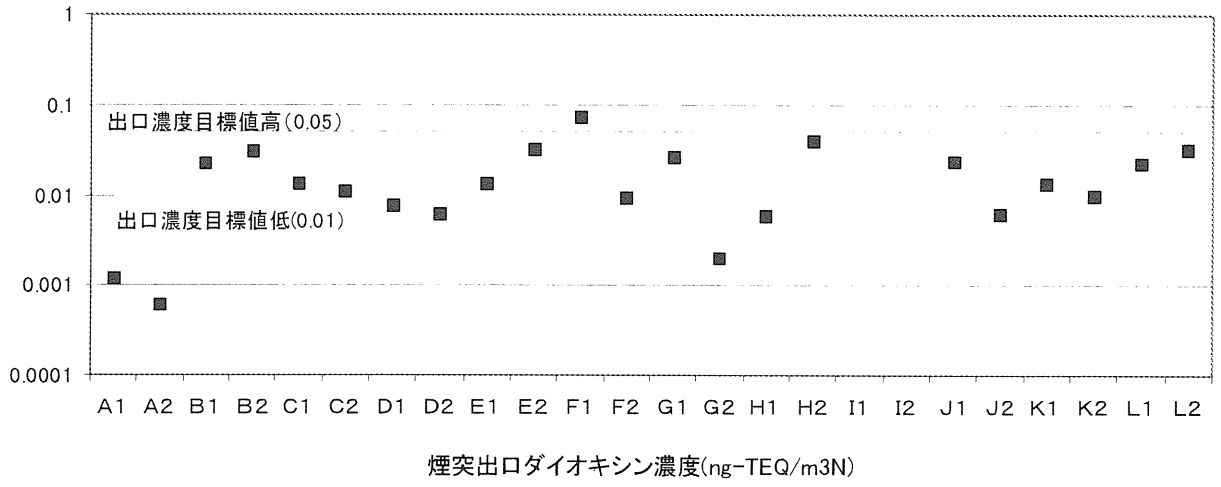


図2.5 煙突出口ダイオキシン濃度

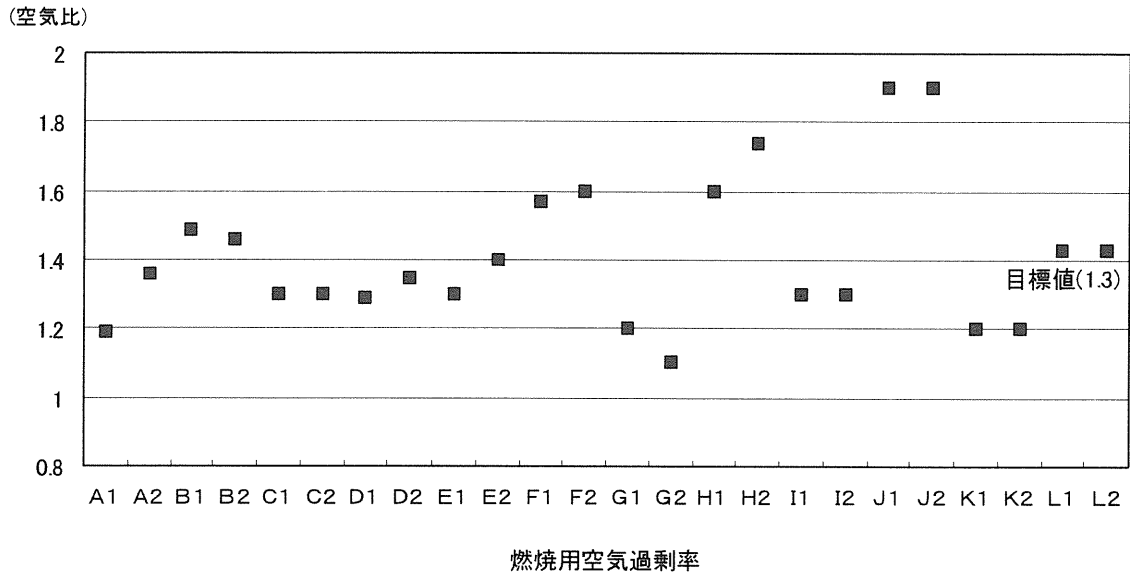


図2.6 空気過剰率

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	G1	G2	H1	H2	I1	I2	J1	J2	K1	K2	L1	L2
助燃	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	○	○
脱硝装置	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×	○	○
活性炭吹き込み	○	○	×	×	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×	×	○	○	×	×	○	○

○:あり、×:なし

図2.7 助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無

### 3. 共同研究

#### 3.1 溶融飛灰分科会

次世代型ごみ焼却処理施設が社会的に認知されるための必要条件のひとつとして、施設から排出される溶融飛灰の再資源化あるいは適切な処理が挙げられる。

本研究では、溶融飛灰を資源として捉えた場合、溶融飛灰自体または溶融飛灰より回収された物質が原料として備えるべき物性や市場性、経済性等を評価し、資源化についての留意点をとりまとめることを目的としている。

平成9年度は、現行の溶融炉から発生する溶融飛灰処理の現状及び、溶融飛灰資源化の可能性検討や問題点の抽出を①自治体アンケート、②重金属回収技術の調査、③塩回収技術の調査、④溶融飛灰無害化技術の調査を通じて実施した。平成10年度は平成9年度の調査結果を踏まえ、次世代型ごみ焼却炉（主として実証施設）から発生した溶融飛灰に関して、①溶融飛灰の性状調査、②重金属回収試験、③溶融飛灰資源化の留意点調査、④溶融飛灰の無害化処理の調査を実施したので報告する。

平成10年度に行った研究内容を以下に示す。

##### 1) 溶融飛灰性状調査

内容：各社提案の次世代型ごみ焼却炉（ガス化溶融炉方式）の実証施設から得られる溶融飛灰の性状調査を行い、灰溶融炉の溶融飛灰との比較等を行った。さらに溶融飛灰の重金属抽出基礎試験を行い、性状データも含めて非鉄製錬業界（日本鋳業協会）に提示し、重金属資源として評価を求めた。

成果：ガス化溶融炉方式での溶融飛灰中の高濃度の成分は塩素、カルシウム、カリウム、ナトリウムであり、重金属類は亜鉛、鉛、銅が濃縮されている。各実証炉から得られた11種類の溶融飛灰の性状の差異は比較的少ない。灰溶融炉との比較では、重金属濃度が低めであり、スラグへ移行すべき成分（カルシウム、珪素、アルミニウム）が高めである。

10種類の溶融飛灰の重金属抽出特性試験を行ったが、精製水による抽出では、鉛、亜鉛、銅の抽出率は20%以下と低く、pHの依存性がある。塩酸や硫酸（pH1、3）では亜鉛は70~50%以上と高いが、鉛、銅の抽出率は飛灰の種類により差がある。

非鉄製錬業界より、技術的には、ガス化溶融炉方式での溶融飛灰は重金属濃度がやや低く塩素が高く、直接製錬工程に受け入れられないものの、灰溶融と同様に逆有償で受入れ可能であるとの見解を得た。

## 2) 重金属回収試験

内容：ごみ処理施設サイトに回収技術を付加することも考慮して、炉形式の異なる3種類の溶融飛灰を用いて酸抽出法による重金属回収試験を行った。そして、重金属回収物の非鉄製錬原料としての評価を実施した。

成果：各々の溶融飛灰について、酸溶解、第一硫化物生成、第二硫化物生成工程での試験条件を予備検討により設定し試験を行った。各試料の分配率から判断した場合、目標重金属回収はほぼ達成したが、全般的に回収物中の珪素、カルシウム、アルミニウム濃度が高いため、目標重金属濃度が相対的に低くリサイクル原料としての付加価値は低い。

非鉄製錬業界よりは、一部試料を除き、有価のリサイクル原料として評価はできず、逆有償で受入れ可能との見解を得た。

## 3) 溶融飛灰資源化の留意点

内容：上記1)、2)の各種検討結果や非鉄製錬業界での評価を踏まえ、溶融飛灰を資源化するための技術及び社会システム上の留意点について整理した。

成果：技術上の留意点としては、溶融飛灰の重金属再利用において、塩素等の除去や再利用重金属の濃縮を目的とした前処理が必要となる可能性があり、また輸送・貯留も含めた資源化工程において二次公害を起こさないことが重要である。

社会システム上の留意点としては、受入れ側の非鉄製錬業界と自治体による効率的なシステムを構築することが重要で、資源化の確実な実施の監視と管理ができるシステム作り（コントロールカード等）が不可欠である。



#### 4) 溶融飛灰の無害化処理調査

内容：今回の実証炉から得られる溶融飛灰について、各種無害化処理を行い溶出試験（環告13号）による評価を行った。

成果：いずれの溶融飛灰についてもキレート等薬剤添加によって、埋め立て基準を十分満足することを確認した。薬剤量については飛灰の種類により大きく異なる。

### 3.2 排ガス分科会

次世代型ごみ焼却処理施設でのダイオキシン類の生成はその高温燃焼の故に極めて少ないが、より一層の低減を図るためには焼却工程下流の熱回収・減温工程での再合成を抑制することが重要である。このダイオキシン類の再合成挙動に及ぼす各種因子の影響は、従来型実炉や次世代型実証プラント等で一部定性的には把握されているが、定量的な検討のためには未解明な部分も多い。本分科会では、このボイラ部での再合成挙動をダイオキシン類の再合成過剰なモデル反応系で、且つ各因子の影響が極力独立して把握できるような実験条件で確認試験した。即ち、飛灰を充填した固定床型反応管に、模擬排ガス（ $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$ 、 $N_2$ ）を前駆体蒸気、 $HCl$  ガスおよび $SO_2$  ガスと共にまたは同伴させずに通過させ、反応器下流側でのガス中のダイオキシン類濃度および反応後の残留飛灰中のダイオキシン類濃度を分析して、各因子の影響を検討した。その結果以下のことが分かった。

#### 1) 目的及び基本方針（排ガス分科会）

「ガス化-溶融」という高温燃焼を核とした廃棄物処理プロセスにおけるダイオキシン類の挙動を考察する上では、現実のプロセスに近い条件を設定して現象を再現すべきである。しかし、ガス化プロセスには種々の方式があり、また、実験は比較的小規模な装置で可能な範囲としたいこと、および高温燃焼場においてはダイオキシン類はほとんど分解していると推測されることから、ここでは、ガス化-溶融プロセスにおいても再合成の可能性のある排ガス冷却過程に着目し、実験による検討を加えることとした。

すなわち、従来型の焼却方式とおそらく性状の異なる灰が存在する場において、ダイオキシン類がどのような生成特性を有するのかを解明することを目的として、

以下の点を基本方針とした。

- (1)試験範囲は排ガスの徐冷工程とする。
- (2)溶融工程後の灰を用いて、これに前駆物質のモデル有機化合物を供給する。
- (3)別途実施中の調査・研究成果を含めて事前調査を十分に行い、試験条件を絞り、精度および再現性のある評価可能な実験・分析データを取得する。
- (4)ダイオキシン類の再合成挙動について、定性的には一部既知であっても基準となる定量的データを共通の場で取得することをねらいとする。

## 2) 実験

### (1)灰の組成

適用する灰の組成については以下の5通りを検討する。すなわち、ガス化-溶融方式実証炉の飛灰に対し、共存する有機物を除去することで灰由来の生成の可能性がないと考えられる場合、触媒としての機能が予想される銅の塩化物を添加する場合、有機物とともに重金属分を含まない灰の基本的なマトリックスのみとする場合、および異種の灰と考えられる従来炉の飛灰を用いる場合である。下記に本報告で用いる灰の記号を示す。

- A：実証炉飛灰
- B：上記飛灰から有機物を除いたもの
- C：従来炉飛灰
- D：実証炉飛灰に銅の塩化物を加えたもの
- E：有機物および重金属を含まないもの

### (2)雰囲気ガス

雰囲気ガスとしては、乾燥ガス組成で $N_2$ ：80%、 $O_2$ ：6%、 $CO_2$ ：10%前後とし、また、共存水分を20%の条件で設定するものとする。ただし、初期の実験では酸素濃度を10%で行った場合がある。

### (3)供給有機成分

供給する有機成分として、一般に前駆物質とされるクロロベンゼン類、クロロフェノール類のほか、有機塩素化合物以外からも含めて以下のものを取り上げることとする。

- ①クロロベンゼン類からクロロベンゼン ( $C_6H_5Cl$ )

- ②クロロフェノール類から *o*-クロロフェノール ( $C_6H_4Cl(OH)$ )
- ③ベンゼン ( $C_6H_6$ )
- ④n-オクタン ( $C_8H_{18}$ )

上記の供給有機成分のなかで、ダイオキシン類の生成のもっとも典型的な前駆物質とされるのがクロロフェノール類であることから、*o*-クロロフェノールを主として用いることとする。

ここで、上記有機成分の供給濃度については、通常の従来型焼却炉の排ガス中に存在するクロロベンゼン類が2～6塩素化物の合計で数十 $\mu g/m^3$ であり、クロロフェノール類も同程度の濃度で存在することから、100～200 $\mu g/m^3$ の範囲とすることが妥当と考えられる。

#### (4) 共存無機ガス

排ガス中に通常存在し、ダイオキシン類の生成に影響すると考えられる無機成分として塩化水素 (HCl) を同時に供給するほか、生成を抑制する可能性が指摘されている二酸化硫黄 ( $SO_2$ ) を供給する条件も適用する。

### 3) 本実証試験の概要

- (1)次世代炉飛灰上でもダイオキシン類の再合成反応は生じたが、ガス側と灰側の生成総量を従来炉灰と比較すると約1/30と少なかった(残留灰中濃度は約1/100、排ガス側濃度はほぼ同等)。
- (2)次世代炉灰への塩化銅の添加は、ガス側のダイオキシン類濃度を増加させたが(約5倍)、灰側の濃度はそれほど増えなかった。塩化銅の添加は PCDFs 特に OCDF の生成を助長した。従来炉灰中の有機物(炭素質)を燃焼前処理で低減させると、ダイオキシン類の生成量が次世代炉灰と同レベルに減少した。
- (3)次世代炉飛灰へ接触させる模擬ガス中の前駆体の有無、種類および濃度を変えた実験では、排ガス側および残留飛灰側ともダイオキシン類濃度に大きな差は無かった。またその時の異性体・同族体分布も、前駆体フィードの有無・濃度によらず、また前駆体が芳香族系の場合でも脂肪族系の場合でもほぼ同一であった。このことから、今回のようなダイオキシン類の生成過剰な条件下では、ガス中の前駆物質よりも飛灰中に元々存在する有機物または炭素質が(次世代炉灰の場合極微量であるが)、ダイオキシン類の生成に大きく影響していることが推察された。

- (4)次世代炉飛灰での再合成挙動に及ぼす反応温度の影響としては、排ガス側のダイオキシン類濃度ピークは350°Cにあり、その前後(275、420°C)で急激に低下した。灰側での濃度ピークは275°Cにあり、200°Cでもその約半分の濃度が確認された。350°Cでは200°Cよりも濃度が低く、揮散しやすいことが推察された。
- (5)滞留時間の影響については前述(3)の挙動と合致して、前駆体を含むガスの滞留時間はダイオキシン類の生成挙動には影響しなかった。線速度を同一として飛灰充填量を変更した今回の実験では、排ガス側のダイオキシン類濃度は飛灰充填量に比例して増加し、灰側の濃度は同一であった。異性体・同族体分布も変わらなかった。
- (6)共存無機ガスの影響に関して、HClについては0と1,000ppmとの比較では生成を助長する効果が確認された。但し、多塩素価物が増えるので毒性等量としての増加はそれほど大きくなかった。SO<sub>2</sub>の影響については、500ppmの添加は排ガス側の生成抑制にやや効果のあることが確認されたが、50ppm添加では抑制効果は確認されなかった。
- (7)コプラナPCBの生成挙動は概ね一定で、排ガス側ではPCDDs/Fsに対する比率として平均で約6% (酸素12%換算濃度比)であった。灰側では次世代炉灰では約10% (実測濃度比)であったのに対し、従来炉灰では約2% (同)であった。組成の構成割合は、排ガス側ではdi-ortho : mono-ortho : non-ortho=35 : 45 : 20程度で、灰側では排ガス側数値よりdi-orthoがやや少なくnon-orthoがやや多い傾向であった。各因子に対する傾向としては、PCDD/Fsの挙動とほぼ連動しており、前述の前駆体フィードの有無や灰種類の影響についても同様の傾向が確認された。

今回の小型機模擬テストは、前述のように操作因子の影響を極力独立的に抽出し、且つその傾向を定量的に把握することを目的として変化が強調される条件で実施した。実機では個々の要素が単独ではなく複合的に作用するので、本実験の結果が相似的に反映されるとは限らないし、各種データの絶対値はそのまま実機・実証炉と結びつけられるものではない。しかし、今回の試験結果は独立した要素試験データであるが故に、次世代型ごみ焼却施設の各種形式に関わらず共通に適用・利用が可能なものである。今後、実機・実証炉データとの相互検討を積み重ねると共に、