

○プラスチック、紙類及びちゅう芥類他の可燃ごみの含有率を利用した計算による
 場合推定計算は、アンケート回答結果のごみの種類組成に基づき、計算式による
 見直しを行い、表2.1.2、図2.1.2に示した。

表2.1.2 ごみの種類組成に基づく計算結果

地名	地名	資源化率			
		紙0、プラ0	紙50、プラ50	紙50、プラ70	紙50、プラ80
北石狩	B	1,977	1,680	1,562	1,501
郡山河内	C	2,556	2,214	2,059	1,978
仙台	D	2,399	2,080	1,940	1,876
埼玉東部	F	2,413	2,060	1,903	1,822
川口	G	1,635	1,389	1,302	1,257
入間	H	1,868	1,510	1,364	1,287
町田	I	1,903	1,641	1,545	1,496
横浜都筑	K	1,964	1,650	1,524	1,459
名古屋	M	2,028	1,833	1,761	1,724
門真	Q	2,200	1,883	1,749	1,680
大阪八尾	R	1,802	1,496	1,377	1,315
高槻	S	2,570	2,013	1,745	1,606
周南	U	1,535	1,352	1,292	1,268
広島	V	2,075	1,857	1,776	1,735
大分	Y	1,645	1,395	1,305	1,261
福岡西部	Z	2,285	2,005	1,888	1,827

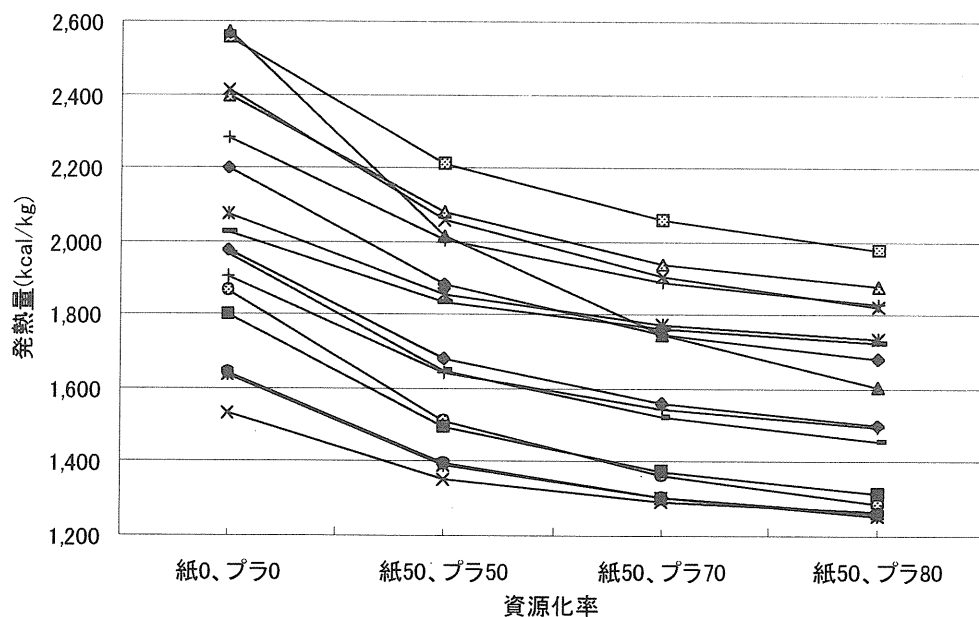


図2.1.2 ごみの種類組成に基づく計算結果

○容器包装廃棄物の回収率とごみ発熱量との関係

紙類やプラスチック類の発熱量の高いごみの量の増加が、近年におけるごみ質のカロリアップの要因を成しているといわれている。容器包装リサイクル法は、増加原因である容器包装廃棄物を資源化・再利用することにより、ごみの減量化を達成しようとするもので、各市町村は、分別収集計画を策定している。しかし、容器包装リサイクル法本格的実施の平成12年度以降のその他の紙、特にその他のプラスチックの資源化処理技術が示されたが、現在、各市町村とも見通しは白紙の状態となっているケースが多い。

これに対してどのような影響があるかを検討した結果を下記に示す。

- ① 可燃分高位発熱量を 4,500kcal/kg とした三成分式では、発熱量が低い結果が得られ、ごみ種別発熱量を基礎に求める式は、発熱量が高い結果を示している。
- ② 紙、プラスチックの低減による影響は、プラスチック、紙類及びちゅう芥類の可燃ごみの含有率を利用した計算式による値の方がほぼ直線的に低下する。

以上の結果から、三成分による簡易式より、プラスチック、紙類、ちゅう芥等の可燃物及び水分を基本としたごみ種類別計算式「 $88.2P + 40.5(Pa + G) - 6.00W$ 」が容器包装廃棄物のプラスチック類、紙類の減量化に対する影響を知るためには、相関性が高く適正な値を得られるものとして、ごみ種類別計算式の結果を採用する。

○計画発熱量の設定

①計画ごみ質の設定方法

ごみ質の上・下限及び平均値を定めるに当たっては、春夏秋冬の四季別に数多くのデータに基づいて決定することが望ましいといわれている。そこで、資源化率に対するごみ質の変動を示した表2.1.3では、16都市のごみ発熱量を平成7年度の四季のごみ質分析を平均した値に基づき、これらを正規分布として90%信頼区間の両端をもって、上・下限を定めることとした。

表 2.1.3 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

②推計結果

表 2.1.3 の結果から、資源化率を仮定して計画ごみ質を決定する。国の指導により作成する市町村分別収集計画作成要領では、現実的に不可能でない範囲でなるべく高めになるように設定している。

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 年度以降の処理方法が各自治体ともに明確に設定されていないケースが多く予想が難しい。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平成 10 年度で改めて見直しするとしていたが、しかし、前述のように現状のまま推移している自治体が多いことから、諸条件を考慮して平成 8 年度と同様にプラスチック類の資源化率は 50%とすることとした。

施設的设计条件としては、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 2.1.3 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。また、基準ごみについては高質ごみと低質ごみの中間値をとるものとした。

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

第3章 実証・実験

3.1 実証・実験概要

各社、各グループの実証試験の概要を、次のように一括整理した。

3.1.1 実証施設の数

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、残る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、残る1社は単独で実証試験を行う1社と処理方式の異なる方式でグループを組み、3プラントが建設され、合計15プラントにより実証試験が行われている。

3.1.2 施設の形式と施設規模

施設の形式は流動床ガス化炉方式8社、1グループで規模は30t/日以上2施設、20t/日以上5施設、10t/日2施設、キルンガス化炉方式2社、2グループで20t/日4施設であり、シャフト炉ガス化方式2社で規模は30t/日以上1施設、20t/日1施設である。

3.1.3 計画主要数値

1) 計画ごみ質

計画ごみ質は、平成8年度調査結果に基づいて、低質1,350kcal/kg～高質2,700kcal/kgである。

2) ガス冷却方式

排ガスの冷却方式は、流動床ガス化炉方式でボイラ方式1社、残りは水噴射方式を採用している。

3) 公害防止基準(開発目標値)

排ガスに関する公害防止目標値は、排ガス処理に係る経費の節減を図るため、燃焼装置での生成抑制を極力行い、窒素酸化物濃度の開発目標値は排ガス処理装置入口で50ppm、煙突出口で10ppm以下、ダイオキシン類では排ガス処理装置入口で0.2ng-TEQ/m³_N以下、煙突出口で0.01～0.05ng-TEQ/m³_N以下とする。

塩化水素濃度、硫酸化物濃度についての数値目標は、特に設定はしなかったが除外装置により、可能な限り低く設定するものとする。

4) 燃焼用空気過剰率（開発目標値）

燃焼用空気過剰率の開発目標値は、排ガス処理に係る経費の節減を図るため、1.3以下とする。

3.1.4 各社の実証計画

各社提案のガス化溶融炉方式は、表3.1に示すように、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、参加各社の処理方式と建設する実証プラントは、以下のようになる。施設は各社とも、全て10t/日以上の実証プラントによる参加となっている。

- 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
○IKグループ
(2社と2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)

注2 本文中では、試験設備の規模により次のように用語を統一した。

- ①実証プラント：10t/日以上施設規模
- ②実証試験：実証プラントの試験運転

③実験装置 : 上記以下の施設規模

④実験試験 : 実験装置での試験

表3.1 に各社実証試験及び実験試験計画書総括表を処理方式別に示す。

表3.1 次世代型ごみ焼却処理施設実証計画総括表 (1/5)

1. 流動ガス化炉方式

会社名	(株)荏原製作所	三菱重工業(株)
基本フロー	<pre> graph TD G1[ごみ] --> G1G[ガス化炉] G1G --> G1R[旋回熔融炉] G1R --> G1B[ボイラー] G1B --> G1PG[排ガス] G1R --> G1S[スラグ] </pre>	<pre> graph TD G2[粗破碎ごみ] --> G2G[ガス化炉] G2G --> G2CB[チャー-燃焼炉] G2CB --> G2CT[冷却塔] G2CT --> G2BF[集じんバグフィルター] G2BF --> G2PG[排ガス] G2G --> G2R[旋回熔融炉] G2BF --> G2R G2R --> G2S[スラグ] </pre>
実証規模(t/d)	20	
場所	荏原, 藤沢工場 (神奈川県)	実証規模(t/d): 20 場所: 横浜製作所内
スケジュール	建設 平成8年 実証開始 平成9年7月	建設 平成10年度 実証開始 平成10年12月
会社名	川崎重工業(株)	(株)栗本鐵工所, 三機工業(株) 東レエンジニアリング(株) ユニチカ(株)
基本フロー	<pre> graph TD G3[ごみ] --> G3G[ガス化炉] G3G --> G3R[旋回熔融炉] G3R --> G3B[ボイラー] G3B --> G3PG[排ガス] G3R --> G3S[スラグ] </pre>	<pre> graph TD G4[ごみ] --> G4G[ガス化炉] G4G --> G4R[熔融炉] G4R --> G4CT[冷却塔] G4CT --> G4PG[排ガス] G4R --> G4S[スラグ] </pre>
実証規模(t/d)	24	実験装置1.0 実証プラント10
場所	千葉県袖ヶ浦市	静岡県掛川市
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度

表3.1 次世代型ごみ焼却処理施設実証計画総括表(2/5)

1. 流動ガス化炉方式

会社名	(株)神戸製鋼所	住友重機械工業(株)
基本フロー	<p>ごみ</p> <p>↓</p> <pre> graph LR A[ガス化炉] --> B[巡回溶融炉] B --> C[ボイラ] C --> D[排ガス] B --> E[スラグ] </pre>	<p>ごみ</p> <p>↓</p> <pre> graph LR A[ガス化炉] --> B[キルン式溶融炉] B --> C[冷却塔] C --> D[排ガス] B --> E[スラグ] </pre>
実証規模(t/d)	30	20
場所	青森県中部上北清掃センター	自社工場内
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成11年度 実証開始 平成11年度
会社名	バブコック日立(株)	日立造船(株)
基本フロー	<p>ごみ</p> <p>↓</p> <pre> graph LR A[ガス化炉] --> B[巡回溶融炉] B --> C[冷却塔] C --> D[排ガス] B --> E[スラグ] </pre>	<p>ごみ</p> <p>↓</p> <pre> graph LR A[ガス化炉] --> B[巡回溶融炉] B --> C[冷却塔] C --> D[排ガス] B --> E[スラグ] </pre>
実証規模(t/d)	10	33
場所	安芸津環境研究所内(広島県)	岐阜県南濃衛生施設利用事務組合(養老町)
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成10年度 実証開始 平成10年度

表3.1 次世代型ごみ焼却処理施設実証計画総括表(3/5)

1. 流動ガス化炉方式

会社名	月島機械(株)	
基本フロー	<pre> graph TD Gomi[ごみ] --> Gasification[ガス化炉] Gasification --> GasCombustion[ガス燃焼炉] GasCombustion --> Melting[溶融炉] GasCombustion --> Pyrolysis[石化炉] Melting --> Stone[石材] Pyrolysis --> Cooling[冷却塔] Cooling --> Exhaust[排ガス] </pre>	
実験規模(t/d)	20	
場所	栃木県鹿沼市	
スケジュール	建設 平成10年度 実験開始 平成10年度	

表3.1 次世代型ごみ焼却処理施設実証計画総括表(4/5)

2. キルンガス化方式

会社名	石川島播磨重工業(株)・(株)クボタ	(株)タクマ
基本フロー		
実証規模 (t/d)	20	20
場所	石川島播磨重工業(株)愛知工場(愛知県知多市)	福岡市クリーンパーク・東部
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度
会社名	三井造船(株)	(株)日立グループ
基本フロー		
実証規模 (t/d)	20	20
場所	三井造船：千葉事業所	茨城県ひたちなか市清掃センター
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成10年度 実証開始 平成10年度

表3.1 次世代型ごみ焼却処理施設実証計画総括表(5/5)

3. シャフト炉ガス化方式

会社名	新日本製鉄(株)	日本鋼管(株)
基本フロー	<pre> graph LR A[コークス 石灰石 ごみ] --> B[ガス化溶融炉] B --> C[ガス燃焼炉] C --> D[冷却塔] B --> E[スラグ] D --> F[排ガス] </pre>	<pre> graph LR A[コークス 石灰石 ごみ] --> B[溶融・ガス燃焼炉] B --> C[冷却塔] B --> D[スラグ] C --> E[排ガス] </pre>
実証規模(t/d)	20	32
場所	新日鉄 戸畑構内(福岡県北九州市)	NKK 鶴見事業所
スケジュール	建設 平成9年度 実証開始 平成10年度	建設 平成7年度 実証開始 平成9年度

3.2 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った。このため、各開発目標別でデータ母数が異なっている。

3.2.1 対象ごみ質

実証試験に使用したごみの発熱量を図3.2.1に示す。併せて実証試験に使用したごみの最大、最小発熱量を示す。

3.2.2 助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無

助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無を図3.2.2に示す。

3.2.3 燃焼用空気過剰率

燃焼用空気過剰率は図3.2.3に示すようにおおむね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。空気過剰率の最多分布範囲は1.2～1.6の間にある。

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

図3.2.4に熱分解炉炉内温度、熱分解炉出口ガス温度、熔融炉出口ガス温度、集じん器入口温度、煙突出口排ガス温度を示す。図3.2.5に熔融炉出口、集じん器入口及び煙突出口排ガス量を示す。

3.2.5 排ガスの性状

熔融炉出口CO濃度（図3.2.6）、熔融炉出口O₂濃度（図3.2.7）、煙突出口窒素酸化物濃度（図3.2.8）、ダイオキシン類濃度（図3.2.9、図3.2.10）を示す。

○窒素酸化物

煙突出口の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 $0.2 \text{ ng-TEQ/m}^3_{\text{N}}$ 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、煙突出口目標値 $0.05 \text{ ng-TEQ/m}^3_{\text{N}}$ 以下をクリアしたものは22例中21例である。

3.2.6 スラグの溶出試験結果

表3.2.1にスラグの溶出試験結果を示す。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。

3.2.7 溶融飛灰の性状

表3.2.2に溶融飛灰の性状を示す。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。

3.2.8 コストについて

ごみ焼却炉と焼却残渣溶融炉の組み合わせる従来方式に対して、排ガス量が少なく排ガス系が小さくなるなど全体として、施設がコンパクトであること。エネルギー回収面では、ボイラー効率の向上により効率的な発電が可能であること等から、建設費、運転管理費の両面でコスト的に有利になると考えられる。

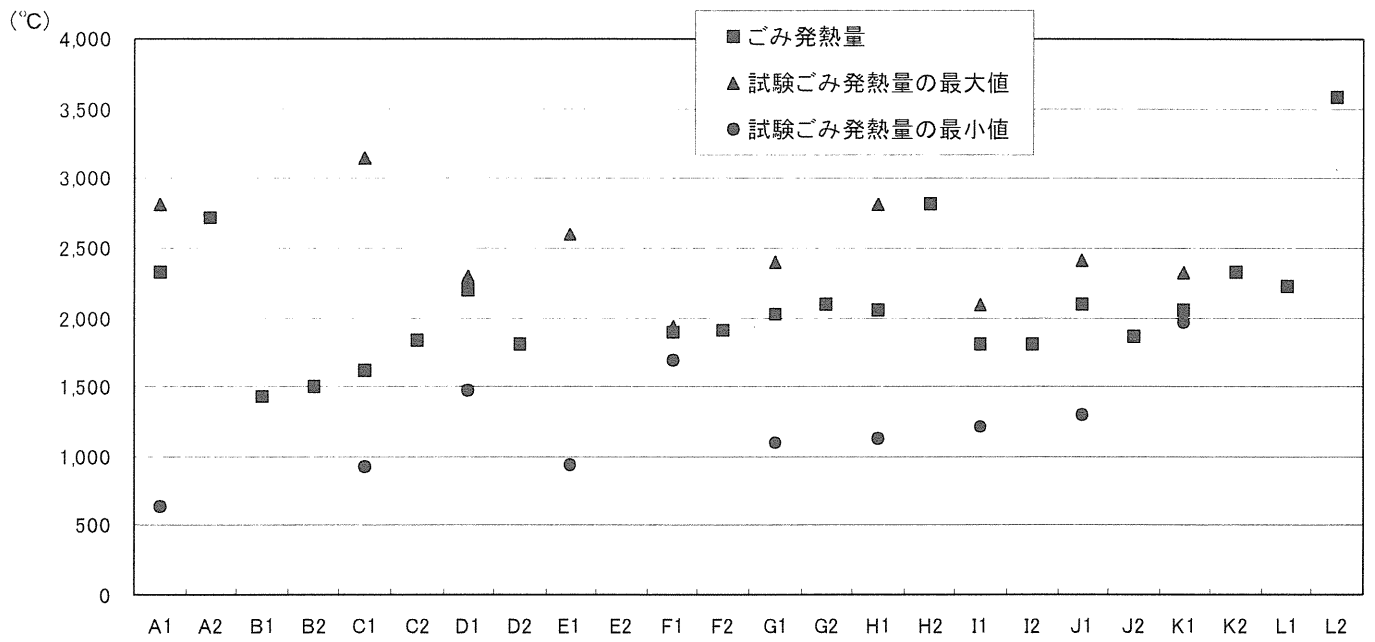


図3.2.1 実証試験に使用したごみ質

	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3.2.2 助燃、脱硝装置、活性炭吹き込みの有無

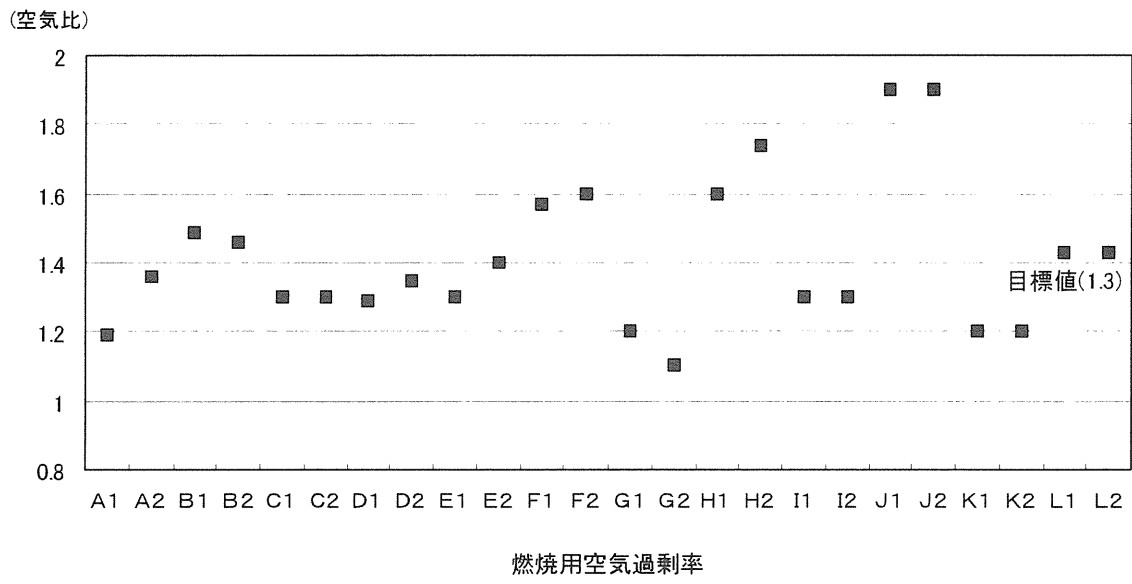


図3.2.3 燃焼用空気過剰率

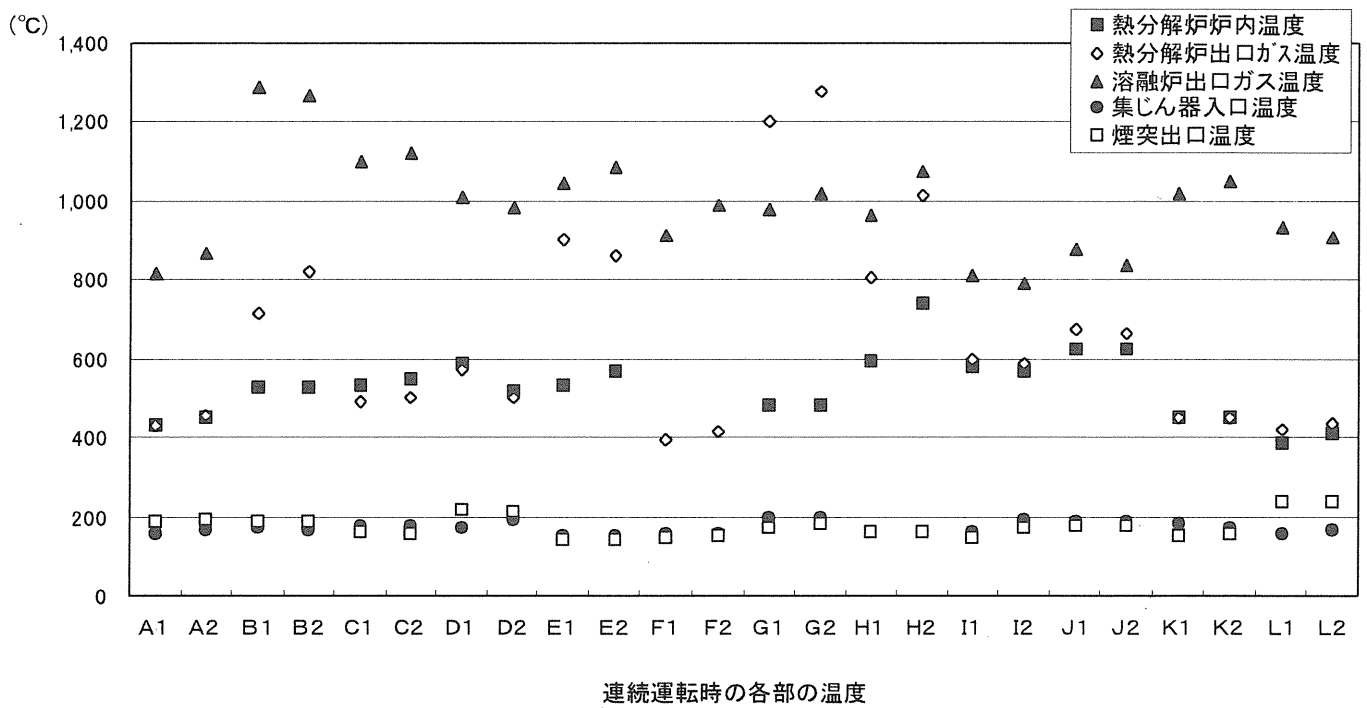


図3.2.4 実証試験時の各部の温度

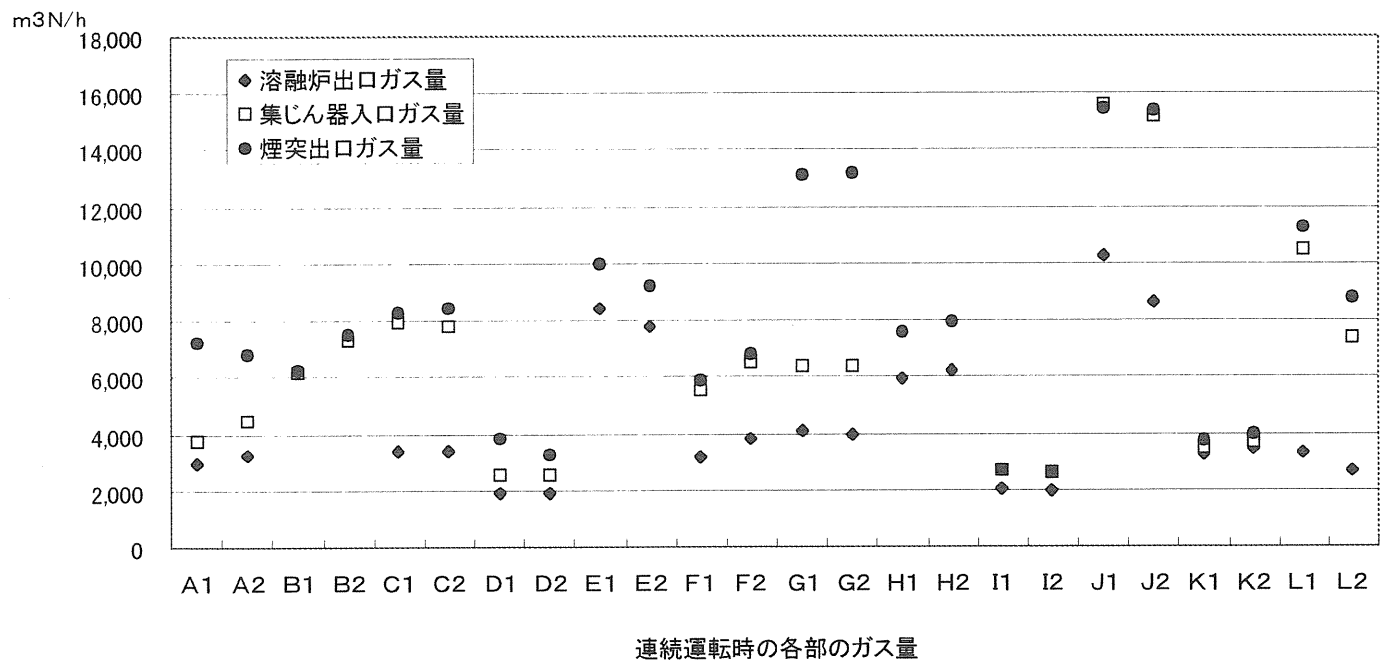


図3.2.5 実証試験時の各部のガス量

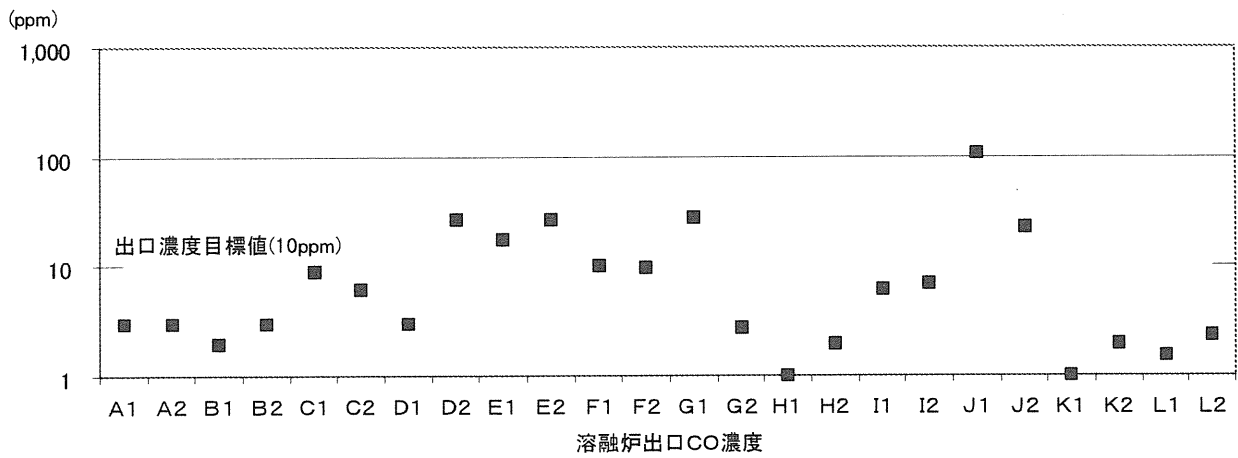


図3.2.6 溶融炉出口CO濃度

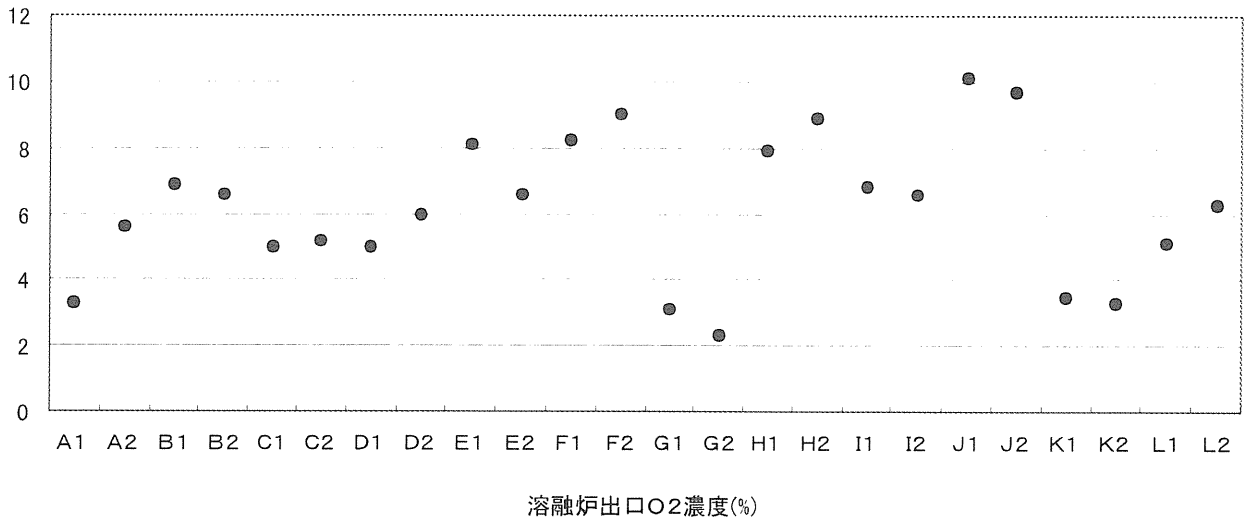


図3.2.7 溶融炉出口O₂濃度

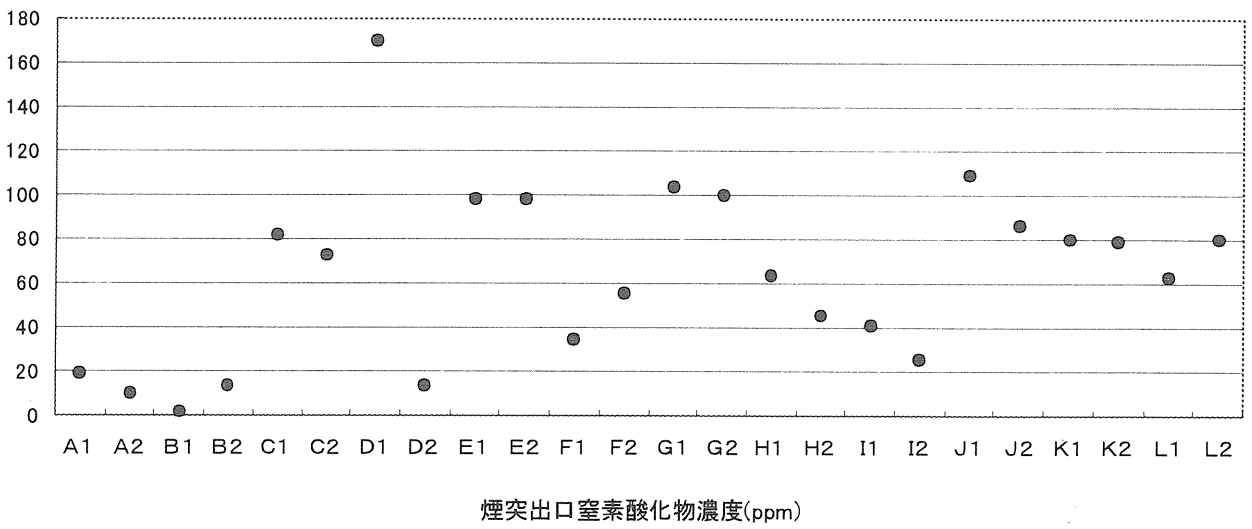


図3.2.8 煙突出口における窒素酸化物濃度

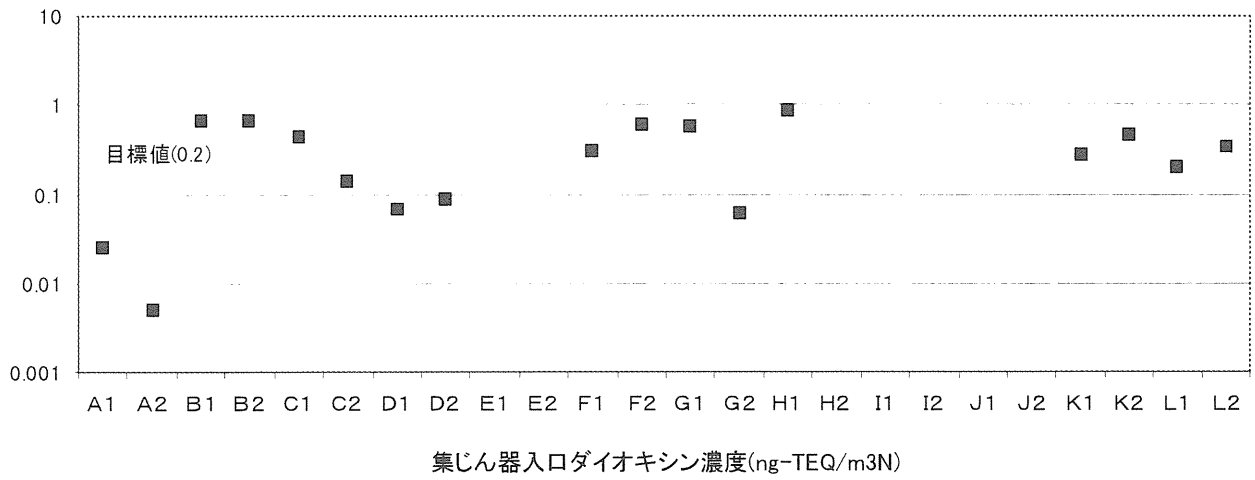


図 3.2.9 集じん器入口におけるダイオキシン類濃度

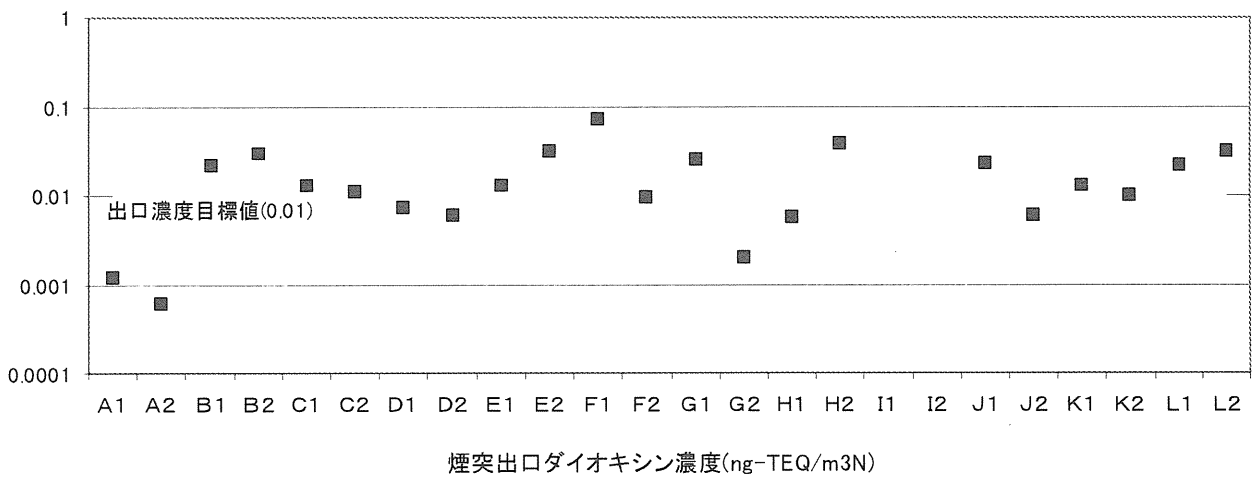


図 3.2.10 煙突出口ダイオキシン類濃度

表 3.2.1 スラグの溶出試験結果

	測定値 (mg/l)	参考:溶融固化物の再生利用に 関する指針 (mg/l)
T-Hg	<0.0005~ND	≦0.0005
Cd	<0.01~ND	≦0.01
Pb	<0.01~ND	≦0.01
Cr ⁺⁶	<0.02~ND	≦0.05
As	<0.01~ND	≦0.01
Se	<0.01~ND	≦0.01

表 3.2.2 溶融飛灰の性状

元素	単位	最大~最小	平均
Si	%	19.1~4.67	9.87
Ca	%	22.2~0.53	1.671
Al	%	11.9~2.11	5.86
K	%	13.1~2.27	6.34
Na	%	10.7~0.15	6.48
Cl	%	30.8~0.62	16.0
Pb	mg/kg	76,800~1,394	14,22
Cu	mg/kg	27,000~411	7,435
Zn	mg/kg	217,000~4,400	34,823

第4章 共同研究

4.1 溶融飛灰分科会

4.1.1 研究開発の概要

1) 目的

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。