

# 高効率廃棄物発電技術開発

「従来型ストーブ炉発電等高効率化技術開発」

事業原簿

N E D O

新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 目次

### 0．概要

#### 1．国の関与の必要性・制度の適合性

- 1.1 国が関与することの意義
- 1.2 費用対効果

#### 2．事業の背景・目的・位置づけ

- 2.1 事業の背景・意義・目的
- 2.2 事業の位置づけ
  - (1)国内の関連プロジェクト
  - (2)国外の技術動向

#### 3．事業の目標

#### 4．事業の計画内容

- 4.1 事業全体、個別研究開発項目の計画内容
  - (1)高温高効率燃焼炉の開発
  - (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発
  - (3)環境負荷低減技術の開発
  - (4)パイロットプラントによる実証試験
  - (5)最適トータルシステムの研究
- 4.2 研究開発スケジュール
- 4.3 研究開発実施主体の体制

#### 5．実用化、事業化の見通し

#### 6．今後の展開

#### 7．中間・事後評価の評価項目・評価基準、評価手法及び実施時期

#### 8．研究開発成果

- 8.1 高温高効率燃焼炉の開発
- 8.2 耐腐食性スーパーヒーターの開発
- 8.3 環境負荷低減技術の開発
- 8.4 パイロットプラントによる実証試験
- 8.5 最適トータルシステムの研究

#### 9．成果の普及、広報

- (1)発表・投稿リスト
- (2)特許出願リスト
- (3)パイロットプラント見学者

0 . 概要

| 制度名                  |  | 事業名 | 高効率廃棄物発電技術開発<br>「従来型ストーカ炉発電等高効率化技術開発」 |
|----------------------|--|-----|---------------------------------------|
| 事業の概要                | <p>未利用エネルギーである廃棄物から高効率でエネルギーを回収するためには、蒸気条件の向上（蒸気温度、蒸気圧力の高温高圧化）が最も効果的である。従来の廃棄物発電では、主に塩分に起因するボイラーチューブの腐食問題で、蒸気温度を300 以下と低く抑えられ、発電効率が10%以下がほとんどであった。このため、廃棄物発電導入量拡大のための技術的施策の1つとして、従来型清掃工場における廃熱ボイラーの高温・高圧化に関する技術開発を実施し、高効率廃棄物発電の安定運転の可能性を検証するとともに、実用炉における高効率化システム及び経済面等の最適システムを抽出する。実施項目は次の通りである。</p> <p>(1)高温高効率燃焼炉の開発、(2)耐食性スチール-ヒーターの開発、(3)環境負荷低減技術の開発、(4)パワードプラントによる実証試験、(5)最適トータルシステムの研究</p>   |     |                                       |
| 1 . 国の関与の必要性・制度への適合性 | <p>我が国のエネルギー政策において、今後のエネルギー需要の増大と地球環境問題に対する対策の調和を図ることが重要である。</p> <p>本プロジェクトは、廃棄物を高効率にエネルギー回収するもので、エネルギー政策の観点から有意義であること、未利用エネルギーである廃棄物エネルギーの有効利用による温室効果ガス（二酸化炭素）の排出量の削減に寄与すること、また、喫緊の課題である廃棄物の焼却処理に伴うダイオキシン類の発生を抑制することなど、これらの国家的課題をすべて解決するものであることから、国がリードし、推進していく必要がある。</p> <p>なお、平成14年末がダイオキシン緊急対策の期限であることから、これにあわせて更新するプラントが多く、廃棄物発電の高効率化は、これにあわせて実施することが現実的である。しかし、廃棄物発電の高効率化は直接ダイオキシン対策とは関係が薄いため、民間の自主開発のみで高効率化が普及するとは考えにくい。高効率ボイラー材の開発等、高効率廃棄物発電システムは、この更新時に反映させる必要があるため、事業として緊急性が高い。この緊急性および重要性に鑑み、国が基盤技術として開発に関与することが必要である。</p> <p>本開発事業は、廃棄物発電施設の高効率化により、上述の諸問題の解決を図るとともに、経済性においても従来技術に比べて優れた高効率廃棄物発電技術を開発する。</p> |     |                                       |
| 2 . 事業の背景・目的・位置付け    | <p>我が国における廃棄物の総排出量は増加傾向にあり、平成9年度には、一般廃棄物の総排出量は5,120万トン/年に達している。また、我が国の地方自治体による一般廃棄物の処理方法は、焼却を主とする方針がとられており、焼却率は約76%にまで上昇している。このような多量の廃棄物の焼却の際に発生する熱を有効に回収する廃棄物発電は、エネルギー政策上の観点から有意義である。</p> <p>平成6年「新エネルギー導入大綱」において新エネルギーとして位置づけられ、平成10年「長期エネルギー需給見通し」では、廃棄物発電の供給見通しとして2010年度で417万kWの目標が掲げられている。しかしながら、我が国の廃棄物発電の規模は、約91万kW（平成9年度）に止まっており、一般廃棄物の焼却施設の総数1,880か所（平成7年度）のうち発電を実施している施設が171か所（平成9年度）しかないのが現状である。従って、同発電規模拡大のためには、現在低レベルにある発電効率の向上が最も有効な手段である。</p> <p>このような状況下で、廃棄物の持つエネルギーを高効率に回収する本プロジェクトは有意義である。</p>  |     |                                       |
| 3 . 事業の目標（全体目標）      | <p>廃棄物の持つエネルギーを高効率に回収するために、500 、9.8MPaの蒸気を安定して発生し、高効率で、かつ、環境負荷の小さい廃棄物発電技術の確立を目標とする。</p>  |     |                                       |

| 事業の計画内容<br>(単位:百万円)       | H3   | H4  | H5                                 | H6  | H7           | H8   | H9   | H10 | H11 | 総額<br>(9年間) |
|---------------------------|--|-----|------------------------------------|-----|--------------|------|------|-----|-----|-------------|
| 一般会計                      |  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 特別会計(電特)                  | 79   | 331 | 522                                | 559 | 563          | 2488 | 1808 | 705 | 734 | 7,787       |
| 特別会計(石特)                  |  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 特別会計(エネ高))                |  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 総予算額(計)                   | 79   | 331 | 522                                | 713 | 1383         | 2488 | 1808 | 705 | 734 | 8,763(受託含む) |
| 4. 研究開発体制                 | 省内担当原課   |     | 通商産業省 資源エネルギー庁<br>公益事業部 電力技術課      |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 運営機関   |     | 新エネルギー・産業技術総合開発機構                  |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 委託先  |     | 三菱重工業(株)、津久井郡行政組合、神奈川県企業庁、電源開発(株)他 |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 再委託先   |     | 本文研究体制図参照                          |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 共同研究先  |     | なし                                 |     |              |      |      |     |     |             |
| 5. 実用化、事業化の見通し            | <p>実証試験により開発したスーパーヒーター用開発合金である高温部材(JHN-24)、中温部材(HR30M)のシームレス管および溶接肉盛管は、実証試験後のフォローアップ研究とあわせて4年間の耐久性を確認中。</p> <p>今後研究成果の実績より450、500と商用機の蒸気温度の向上が図られる見通し。現時点では蒸気温度の主流が300、400へ一般化しつつあり、これには本技術開発の成果がいかされた設計となっている。</p> <p>さらに、この技術開発をきっかけとして、高性能・低コスト化を狙った肉盛管・溶射管の開発が進んでいる。</p> <p>また、本研究で得られた環境側及び材料側要因の影響度に関するデータ、プラントの腐食防止方法、腐食予測式は、既に民間にて高効率廃棄物発電プラントの計画・設計に用いられている。</p>  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 6. 今後の展開                  | <p>効率を向上させるためには、蒸気条件(温度、圧力)を向上させる必要があるが、本プロジェクトでは、耐腐食性スーパーヒーター材料を開発することにより、その課題を達成した。実証プラントでは燃焼炉としてストーカー炉を採用し、検証を行ったが、この技術は流動床炉、ガス化溶融炉などの他の燃焼炉においても適用可能なものであり、今後の廃棄物発電の高効率化に大いに寄与することが期待される。また、廃棄物処理の広域化に伴う設備の大容量化に対応可能である。現在灰溶融の高効率化の観点から受注が急増しているガス化溶融炉については、本技術開発の知見をもとに、ガス化溶融発電システムの特徴を生かした高効率化の技術開発(廃棄物ガス化溶融発電技術開発)をH10~12年度に実施した。</p> <p>また、小規模自治体向けの高効率廃棄物発電導入を目的として高効率廃棄物ガス変換発電技術開発を平成13年度より3カ年の計画で実施中である。</p> |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 7. 中間・最終評価                | <p>H6年度に、パイロットプラントによる実証試験に向けて、高効率廃棄物発電について炉最適化検討、スーパーヒーター材料開発等の各要素研究の評価を行い、下記の結論を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各種炉型について最適化を行い蒸気条件500、10MPaの炉を開発した。</li> <li>スーパーヒーター材料について現状で最適な材料を決定した。</li> <li>実用規模のプラントの概念設計・経済性評価を行い、発電効率30%が達成できることを確認すると共に高効率化が経済的に優位であることを確認した。</li> </ul>  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 8. 研究開発成果<br>(本資料作成時迄の累計) | 特許出願数:   |     | 11件                                |     | 学会等発表件数: 83件 |      |      |     |     |             |
|                           | 発表文献数:   |     | 45件                                |     |              |      |      |     |     |             |
| 9. 研究開発成果                 | 基本計画の変更  |     | なし                                 |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 変更内容   |     | なし                                 |     |              |      |      |     |     |             |
|                           | 評価履歴   |     | なし                                 |     |              |      |      |     |     |             |
| 10. 今後の事業の方向性             | <p>現段階で高温高圧蒸気による高効率発電に十分対応可能なため、自治体に対しPRを深め、実機採用に向け導入普及活動を行なう。</p>   |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |
| 11. 作成日                   | 平成13年11月30日  |     |                                    |     |              |      |      |     |     |             |

## 1. 国の関与の必要性・制度の適合性

### 1.1 国が関与することの意義

我が国のエネルギー政策において、今後のエネルギー需要の増大と地球環境問題に対する対策の調和を図ることが重要である。

本プロジェクトは、廃棄物を高効率にエネルギー回収するもので、エネルギー政策の観点から有意義であること、未利用エネルギーである廃棄物エネルギーの有効利用による温室効果ガス（二酸化炭素）の排出量の削減に寄与すること、また、喫緊の課題である廃棄物の焼却処理に伴うダイオキシン類の発生を抑制することなど、これらの国家的課題をすべて解決するものであることから、国がリードし、推進していく必要がある。

なお、平成 14 年末がダイオキシン緊急対策の期限であることから、これにあわせて更新するプラントが多く、廃棄物発電の高効率化は、これにあわせて実施することが現実的である。しかし、廃棄物発電の高効率化は直接ダイオキシン対策とは関係が薄いため、費用対効果等の関係もあり、民間の自主開発のみで高効率化は普及し難い。高効率ボイラー材の開発等、高効率廃棄物発電システムは、この更新時に反映させる必要があるため、事業として緊急性が高い。この緊急性および重要性に鑑み、国が基盤技術として開発に関与することが必要である。

本開発事業は、廃棄物発電施設の高効率化により、上述の諸問題の解決を図るとともに、経済性においても従来技術に比べて優れた高効率廃棄物発電技術を開発するものである。

### 1.2 費用対効果

本技術開発成果は、600 t / d 以上の清掃工場の廃棄物発電設備の高効率化に適用可能である。（200 t / d 以上の清掃工場においても、ガス化溶融発電プラントのボイラー部技術としても適用可能であるが、ガス化溶融発電技術とダブルカウントになるので、ここでは省くこととする。）

市場規模で、評価する場合、600 t / d 以上の清掃工場の処理規模は 48915 t / d（1999 年実績が今後も続くものと仮定）であり、現状発電効率 30% 付近まで達成されている清掃工場はほとんど存在しないことから、この規模の清掃工場全てが将来的に 30% 近くまで高効率化されるための清掃工場を、このプロジェクトの対象市場規模と想定すると、清掃工場の建設費は一般に t / d 当り 4000 万円～5000 万円と想定されているので、国内の市場規模は約 2 兆円である。

CO<sub>2</sub> 削減効果で評価する場合、以下の仮定のもとで試算すると、削減効果は、1 年当り全国で約 4 百万 t -CO<sub>2</sub> となり、非常に費用対効果の高いものとなる。

600 t / d 以上の清掃工場処理規模は、1999 年実績と一定とし、48915 t / d とする。

発熱量は 2000 kcal / kg とする。

発電効率は、技術開発を行った場合 30%、技術開発を行わなかった場合 10% とする。

稼働率は 70% とする。

C02 削減量は、廃棄物発電出力増を石油火力の減負荷で対応することとし、原単位を 689 g -C02/ kWh とする。

技術開発の普及があまねく実施された断面での試算とする。(普及率を 100%とする)

技術開発を行った場合(発電効率 30%)の廃棄物発電発生出力 =  
(48915 × 1000) [kg/d] × 2000 [kcal/kg] × 4.1868 [kJ/kcal] / (24 × 3600) [s/d] × 0.3 [%:効率]  
= 1,422,204 [kW]

(1) 技術開発を行った場合の C02 削減量(1年当り:稼働率 70%)

= 1,422,204 × 365 × 24 × 0.7 (稼働率) × 689 = 6,009 千 t - C02

(2) 技術開発を行わなかった場合(発電効率 10%)の廃棄物発電出力

= (48915 × 1000) × 2000 × 4.1868 / (24 × 3600) × 0.1 = 474,068 [kW]

(3) 技術開発を行わなかった場合の C02 削減量(1年当り:稼働率 70%)

= 474,068 × 365 × 24 × 0.7 (稼働率) × 689 = 2,003 千 t - C02

(4) 技術開発を行った場合の C02 削減効果(1年当り)

= 6009 - 2003 = 4,006 千 t - C02

従って、本技術開発は C02 排出量削減において、大きく寄与でき、費用対効果が高いものと考えられる。

## 2. 事業の背景・目的・位置づけ

### 2.1 事業の背景・意義・目的

我が国における廃棄物の総排出量は 1990 年(平成 2 年度)以降も漸増傾向にあり、一般廃棄物の総排出量は平成 3 年度 5,044 万 t/年、平成 6 年度 5,054 及び平成 9 年度 5,120 万 t/年である。一方、産業廃棄物の総排出量は平成 3 年度 3.98 億 t/年、平成 6 年度 4.05 億 t/年及び平成 9 年度 4.15 億 t/年に達している。

また、我が国の地方自治体による一般廃棄物の処理方法は、焼却を主とする方針がとられており、焼却率平成 9 年度には約 76%にまで上昇している。このように多量の廃棄物の焼却の際に発生する熱を有効に回収する廃棄物発電は、エネルギー政策上の観点並びに環境負荷低減の観点から有意義であるとともに重要視する必要がある。(表 2.1-1 一般廃棄物諸量の推移参照)

また、平成 6 年 12 月に発表された総合エネルギー対策推進閣僚会議の「新エネルギー導入大綱」において、廃棄物発電は太陽光発電、コージェネレーション等とともに重点導入を図るべき新エネルギーとして位置づけられ、平成 10 年 6 月には総合エネルギー調査会需給部会において「長期エネルギー需給見通し」がまとめられ、これによると廃棄物発電の供給見通しとして 2010 年度で 500 万 kW の目標が掲げられている。(本目標値はその後平

表2.1-1 一般廃棄物諸量 [ 排出量、焼却量、焼却施設、発電施設(含産廃) 発電能力(含産廃)等 ] の推移

|                                | FY1990<br>H 2 年度         | FY1991<br>H 3 年度        | FY1992<br>H 4 年度        | FY1993<br>H 5 年度    | FY1994<br>H 6 年度    | FY1995<br>H 7 年度    | FY1996<br>H 8 年度     | FY1997<br>H 9 年度     | FY1998<br>H 10年度     | FY1999<br>H 11年度     |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ごみ総排出量(千t)*                    | 50,443                   | 50,767                  | 50,198                  | 50,304              | 50,536              | 50,694              | 51,155               | 51,200               |                      |                      |
| 直接焼却量(kt/d)*<br>(直接焼却率 (%))    | 100.5<br>(72.7)          | 99.1<br>(71.2)          | 100.0<br>(72.7)         | 100.3<br>(72.8)     | 102.7<br>(74.2)     | 104.0<br>(74.9)     | 106.3<br>(75.8)      | 108.0<br>(76.9)      |                      |                      |
| 直接埋立量 (kt/d)*<br>(直接埋立率 (%))   | 27.5<br>(19.9)           | 23.2<br>(16.7)          | 20.1<br>(14.6)          | 19.5<br>(14.1)      | 17.0<br>(12.3)      | 15.6<br>(11.2)      | 14.2<br>(10.1)       | 11.9<br>(8.5)        |                      |                      |
| 焼却施設数* 一廃                      | 1,873                    | 1,841                   | 1,864                   | 1,854               | 1,887               | 1,880               | 1,872                | 1,843                | [1,840]              | [1840]               |
| 発電施設数** 一廃<br>(発電施設率 一廃)<br>産廃 | 95                       | 104                     | 117<br>(6.3)<br>44      | 123<br>(6.6)<br>47  | 130<br>(6.9)<br>50  | 146<br>(7.8)<br>43  | 161<br>(8.6)<br>46   | 171<br>(9.3)<br>44   | 180<br>(9.8)<br>58   | 190<br>(10.3)<br>58  |
| 発電能力** 一廃<br>(千kW) 産廃<br>合計    | [31]***<br>[8.5]<br>[40] | [34]<br>[8.5]<br>[42.5] | [36]<br>[8.5]<br>[44.5] | [38]<br>[9]<br>[47] | [45]<br>[9]<br>[54] | 55.8<br>9.1<br>64.9 | 65.8<br>10.2<br>76.0 | 70.8<br>10.7<br>81.5 | 78.6<br>14.7<br>93.3 | 84.5<br>13.6<br>98.1 |
| 発電効率(%)<br>累積平均的効率<br>年度毎単純平均  | [ ~ 6.8 ]                | 4.6                     | [ ~ 7.0 ]               |                     | 8.3                 | [ ~ 7.6 ]           |                      | [ ~ 8.5 ]<br>8.7     |                      | [ ~ 9.6 ]<br>12.2    |

参考資料 \* : Fact Book 廃棄物基本データ集(2000年版) (財)日本環境衛生センター発行

\*\* : 資源エネルギー庁電力技術課調べ 平成12年度

\*\*\* : [ ] 内数値は資源エネルギー庁 公益事業部発電課 監修「21世紀に向けた発電技術懇談会 廃棄物部会・報告書  
及び廃棄物発電導入マニュアル 平成11年3月版 NEDO を参照し、 の手法で見直した参考値

: 平均的発電効率は廃棄物発電施設の発電端効率の推移から累乗近似曲線から求めた参考値(エネ庁データを基にIAE調べ)

成 13 年 6 月総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書にて 417 万 kW に変更されている。ただし、この数値はバイオマス発電分を除いたものである。）

しかしながら、我が国の廃棄物発電の規模は、産業廃棄物によるものも含めて、平成 6 年度約 54 万 kW、平成 9 年度 81.5 万 kW、平成 11 年度 98.1 万 kW と伸びてはいるものの、依然目標の 1/4 以下に止まっており、地方自治体による取り組みも、一般廃棄物の焼却施設の総数 1,880 ヶ所（平成 7 年度）に比べて発電を実施している施設が平成 9 年度 171 ヶ所、平成 11 年度 190 ヶ所しかないのが現状である。

他方、廃棄物発電の導入促進は、未利用エネルギーの有効利用を通じて、平成 9 年 12 月に開催された気候変動枠組条約第 3 回締約国会議（C O P 3）を受けての温室効果ガスである二酸化炭素の排出量の削減にも寄与することが期待されている。

このような状況下で、廃棄物の持つエネルギーを高効率に回収する本プロジェクトは有意義である。

## 2.2 事業の位置づけ

本事業は、前述のとおり、未利用エネルギーの有効利用を図るとともに、京都議定書にもとづく二酸化炭素排出量削減を目的とした廃棄物発電導入拡大政策の一環で行なわれるものであり、従来型清掃工場におけるボイラー蒸気の高温高压化による高効率発電の安定運転を検証し、高効率スーパーヒーター材料開発の知見を得て、清掃工場における廃棄物発電出力の拡大を担うものである。その他付随的成果として HCl 濃度の高い燃焼雰囲気ガス中の材料開発、この種のシステムに関するトータルシステム検討手法の確立、次世代の技術の方向性検討等に有効に利用できる。

本事業は新エネルギー発電量拡大の一翼を担い、総合資源エネルギー調査会での 2010 年廃棄物発電導入目標達成のツールとして用いるものである。

なお、関連する事業の動向は、以下の通りであり、いずれも本プロジェクトとの競合はない。

### (1)国内の関連プロジェクト（ナショナルプロジェクト）

- 環境調和型エネルギーコミュニティ形成促進事業（NEDO）
- 新エネルギー事業者支援対策事業（債務保証）（NEDO）
- 新エネルギー事業者支援対策事業（補助事業）（NEDO）
- 地域新エネルギー導入促進事業（NEDO）
- 廃棄物発電導入技術調査等（NEDO）
- 先進型廃棄物発電フィールドテスト事業（NEDO）
- 新型廃棄物固形化燃料利用発電技術開発（電源開発株式会社）

### (2)国外の技術動向

欧州では、ごみの持つエネルギーの有効利用が早い時期から行われ、焼却する場合は発電あるいは熱供給利用が常識となっている。例えばドイツでは焼却施設のほぼ 100% が発電設



備を備えている。また、事業者(自治体)が焼却と発電事業を手掛ける場所もあって焼却ボイラと発電用ボイラが同一蒸気タービンを使うところもあり、そのため蒸気条件が高いものも採用された。高蒸気条件が採用された背景としては、欧州では我が国のごみに比べて腐食性ガス濃度(特にHCl)が低いこと、過熱器部分のガス温度・流速の設定が低いことなどが挙げられる。しかし、最近ではSH管腐食等が考慮され、近年建設されるものは蒸気温度400前後のものが大部分となっている。

本プロジェクトでは、廃棄物発電の高効率化に向けて蒸気温度500という未踏の領域に大きく踏み込み、世界をリードするものである。

### 3. 事業の目標

廃棄物の持つエネルギーを高効率に回収するために、500、9.8MPa(100ata)の蒸気を安定して発生し、高効率で、かつ、環境負荷の小さい廃棄物発電技術の確立を目標とする。

| 項目                  | 開発目標   |
|---------------------|--|
| <b>【個別技術開発】</b>     |  |
| (1)高温高効率燃焼炉の開発      | (1) 廃棄物を完全燃焼させ、安定的に高温高圧蒸気を得る最適燃焼炉の概念設計を実施すること。   |
| (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発  | (2) 耐塩素系ガス腐食及び耐アルカリ溶融塩腐食に優れたスーパーヒーターを開発すること。本スーパーヒーターをパイロットプラントで実際に運転し、500 × 100ata 蒸気での腐食環境に耐え、安定運転に支障のない減肉傾向を示すこと。 |
| (3)環境負荷低減技術の開発      | (3) 高効率化による伝熱面積の増大に伴い、ダイオキシン再合成領域での滞留時間が長くなる可能性があるため、パルスプラズマ法により、出口ダイオキシン濃度を0.1ng - TEQ / m <sup>3</sup> N以下とする。     |
| (4)パイロットプラントによる実証試験 | (4) 「耐腐食性スーパーヒーターの開発」により開発されたスーパーヒーター開発合金を用いて、500 × 100ata 蒸気での安定運転を実施すること。  |
| (5)最適トータルシステムの研究    | (5) パイロットプラントの実証試験データを用いて数値シミュレーションを行い、発電端効率 30%を達成可能であることを定量的に示すこと。   |

## 4. 事業の計画内容

### 4.1 事業全体、個別研究開発項目の計画内容

未利用エネルギーである廃棄物から高効率にエネルギーを回収するためには、蒸気条件の向上（蒸気温度、蒸気圧力の高温高圧化）が効果的であるが、そのために必要な基礎データの収集・分析、開発、開発成果の実証、トータルシステムの検討等を段階的に実施するものである。

本プロジェクトは、廃棄物の持つエネルギーの有効利用と廃棄物処理に伴う環境保護の2面を有しており、以下の5項目に分類し、技術開発を進めた。

- (1)高温高効率燃焼炉の開発
- (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発
- (3)環境負荷低減技術の開発
- (4)パイロットプラントによる実証試験
- (5)最適トータルシステムの研究

#### (1)高温高効率燃焼炉の開発

廃棄物を完全燃焼させ、安定的に高温高圧蒸気を得る最適燃焼炉の概念設計をストーカー炉及び流動床炉を対象に実施する。このため、既設焼却炉データの調査・分析、小型装置による試験研究、コンピュータ解析による最適炉構造、最適燃焼システム、蒸発管保護構造、炉の耐久性等の研究を行う。

#### (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発

耐塩素系ガス腐食及び耐アルカリ溶融塩腐食に優れたスーパーヒーターを開発するために、模擬環境腐食試験、既設燃焼炉でのフィールド試験等を通じてパイロットプラントで実証するための最適材料の選定・開発を行い、スーパーヒーターの試作を行う。また、スーパーヒーター保護構造技術の開発を行う。

#### (3)環境負荷低減技術の開発

高効率廃棄物発電における廃棄物の高温燃焼に対応したコンパクトで効率的な排ガス処理技術としてパルスプラズマ排ガス処理法開発を行う。特にダイオキシン出口濃度を $0.1\text{ng-T E Q / m}^3\text{N}$ 以下とする。

#### (4)パイロットプラントによる実証試験

技術開発の結果をもとに中間評価を行い、適切な燃焼炉について実用規模の燃焼条件、運転特性等を模擬できる規模の、要素技術開発の成果を反映した燃焼炉を建設・運転する。これにより、スーパーヒーターの耐久性(蒸気温度 $500$ )を含む設備の信頼性を実証する。

#### (5)最適トータルシステムの研究

最適な廃棄物利用発電システムについて、要素技術開発及び関連技術を含め総合的に検討する。

#### 4.2 研究開発スケジュール

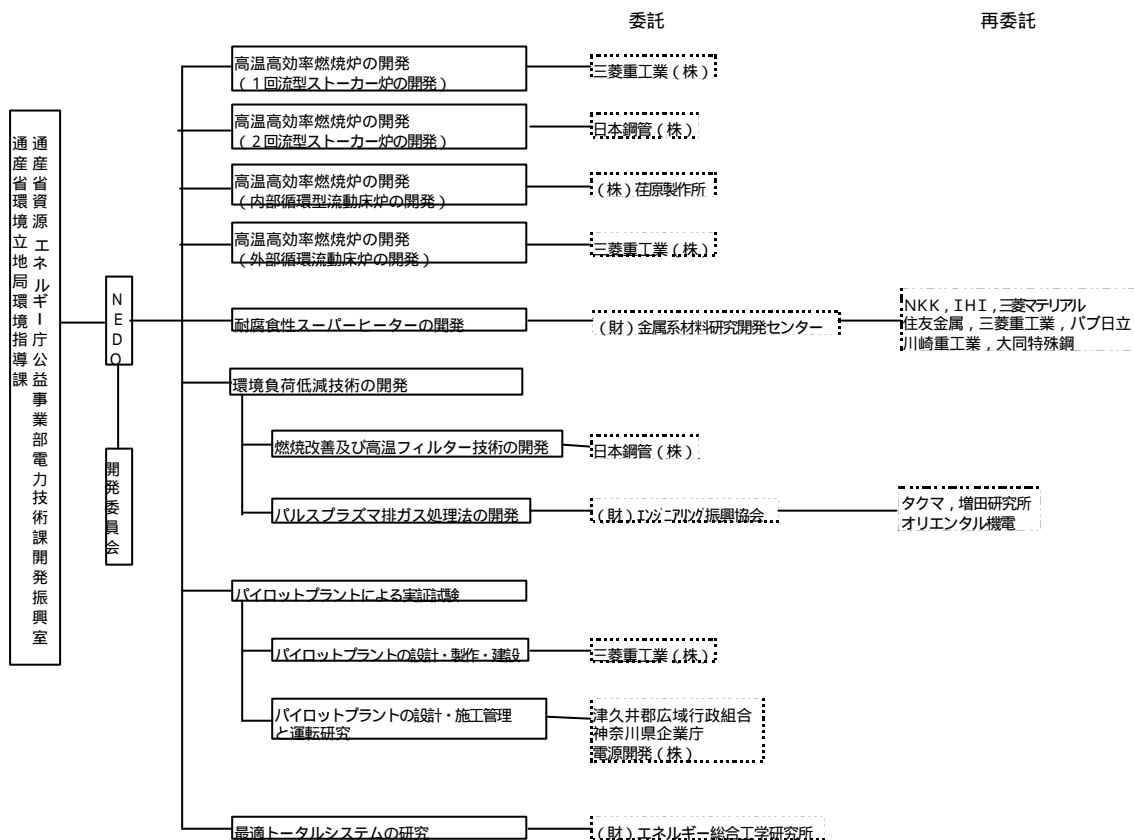
| 年度                  | 3  | 4     | 5   | 6    | 7   | 8   | 9   | 10   | 11   |
|---------------------|----|-------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|
| 高効率廃棄物発電技術開発        |    |       |     |      |     |     |     |      |      |
| (1)高温高効率燃焼炉の開発      |    |       |     |      |     |     |     |      |      |
| ストーカー燃焼炉の開発         |    | [Bar] |     |      |     |     |     |      |      |
| 流動床燃焼炉の開発           |    | [Bar] |     |      |     |     |     |      |      |
| (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発  |    | [Bar] |     |      |     |     |     |      |      |
| (3)環境負荷低減技術の開発      |    | [Bar] |     |      |     |     |     |      |      |
| (4)パイロットプラントによる実証試験 |    |       |     |      | 建設  |     |     | 実証運転 |      |
| (5)最適トータルシステムの研究    |    | [Bar] |     |      |     |     |     |      |      |
|                     |    |       |     |      |     |     |     |      |      |
|                     |    |       |     | 中間評価 |     |     |     |      | 最終評価 |
| 事業費                 | 79 | 331   | 521 | 559  | 563 | 248 | 180 | 704  | 734  |
| 合計 7,787 百万円        |    |       |     |      |     | 8   | 8   |      |      |

### 研究開発スケジュール

### 4.3 研究開発実施主体の体制

本プロジェクトの研究開発については、原則、研究項目毎にNEDOから以下の機関及び企業に委託して実施した。

また、学識経験者等からなる技術開発委員会を設け、研究内容の成果等について審議、検討を行った。



#### 『高効率廃棄物発電技術開発委員会構成』

- 委員長 三角逸郎 (財)発電設備技術検査協会 常務理事
- 委員 稲葉裕俊 (財)エネルギー総合工学研究所 専務理事
- ” 石橋喜孝 東京電力(株)エネルギー・環境研究所 石炭グループマネージャー
- 委員 荻須吉洋 (財)省エネルギーセンター エコ・エネプロジェクト室 室長
- ” 関 寿彰 東京都清掃局ごみ減量総合対策室 参事(計画担当)
- ” 平岡正勝 京都大学 名誉教授
- ” 福井一男 (財)エンジニアリング振興協会 エネルギー・環境研究部会 部会長
- ” 細井祐三 名古屋大学 名誉教授
- ” 堀尾正勲 東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所 教授
- ” 有井良和 電気事業連合会 技術開発部 部長
- ” 吉葉正行 東京都立大学大学院工学研究科機械工学専攻 助教授
- ” 渡辺千仞 東京工業大学大学院 社会理工学研究科経営工学専攻 教授

## 5. 実用化、事業化の見通し

実証試験により開発したスーパーヒーター用開発合金である高温部材（JHN-24）、中温部材（HR30M）のシームレス管および溶接肉盛管は、平成11年度に終了した実証試験後のフォローアップ研究として、あわせて4年間の耐久性を確認中である。

なお、本研究は、国内における高効率化の先導役ともなり、本研究の中間成果、検討を通して、この間400級（効率20%級）プラントの実用化に貢献し、現時点では蒸気温度の主流が300から400へと一般化しつつあり、これには本技術開発の成果が活かされた設計となっている。今後、研究成果の実績より450、500と商用機の蒸気温度の向上がはかれる見通しである。

また、この技術開発をきっかけとして、高性能・低コスト化を狙った肉盛管・溶射管の開発が進んでいる。

さらに、本研究で得られた環境側および材料側要因の影響度に関するデータ、プラントの腐食防止方法、腐食予測式は、既に民間にて高効率廃棄物発電プラントの計画・設計に用いられている。

## 6. 今後の展開

効率を向上させるためには、蒸気条件（温度、圧力）を向上させる必要があるが、本プロジェクトでは、耐腐食性スーパーヒーター材料を開発することにより、その課題を克服した。実証プラントでは燃焼炉としてストーカー炉を採用し、検証を行ったが、この技術は流動床炉、ガス化熔融炉などの他の燃焼炉においても適用可能なものであり、今後の廃棄物発電の高効率化に大いに寄与することが期待される。また、廃棄物処理の広域化に伴う設備の大容量化に十分対応可能である。

現在、灰熔融の効率化とダイオキシン類の低減の観点から受注が急増しているガス化熔融炉については、本技術開発の知見を基に、ガス化熔融発電システムの特徴を生かした高効率化の技術開発（廃棄物ガス化熔融発電技術開発）を平成10年度より3ヵ年かけて実施した。

また、小規模自治体向けの高効率廃棄物発電導入を目的として高効率廃棄物ガス変換発電技術開発を平成13年度より3ヵ年の計画で実施中である。

今後の導入・普及を促進するためには、国による補助率の増加や、売電電力料金単価の上昇他、制度面の要素が大きく影響すると思われる、現在進めている技術開発の一環でそうした施策面の検討を実施中である。

## 7. 中間・事後評価の評価項目・評価基準、評価手法及び実施時期

平成6年度の中間評価では、高効率廃棄物発電について炉型式の検討、スーパーヒーター材料開発等の要素研究を行うとともに実用規模のプラントの検討を行い、中間評価として下記の結論を得た。別紙 に中間評価資料を添付した。

### (1)高温高効率燃焼炉の開発

要素技術を実証するためのパイロットプラントとして4炉型（1回流型ストーカー炉、2回流型ストーカー炉、外部循環型流動床炉及び円部循環型流動床炉）の中から1回流型ストーカー炉を選定した。同選定のため検討成果を表7.1に示す。

外部循環型流動床炉については、パイロットプラント炉型としては採用されなかったものの高温高効率燃焼炉としては非常に有望な炉であり大型の実験装置であるホットモデルが開発メーカーの構内にあるため、引き続き実炉開発に向けた燃焼試験データ等の蓄積を図るとともに廃プラ、産廃の一部についても検討を行うこととした。

#### (2)耐腐食性スーパーヒーターの開発

既存材料、新規開発材料を対象に小型評価試験、実炉評価試験を行い、スーパーヒーター材料について先ず既存材料の中から最適な材料を選定した。例えば、蒸気温度350以下は炭素鋼（STBA24）、400はSUS310、500ではAlloy625等である。

引き続き、耐腐食性に優れた廉価な新規材料の開発を行っていく。

#### (3)環境負荷低減技術の開発

パルスプラズマ排ガス処理法については引き続き5,000Nm<sup>3</sup>/h排ガス処理装置により、最適システム条件設定、NO<sub>x</sub>対策等研究開発を行っていくこととした。

#### (4)パイロットプラントによる実証試験

スーパーヒーター材料を中心に開発した要素技術の実証を行う。

#### (5)最適トータルシステムの研究

実用規模の高効率廃棄物発電プラントとして1200t/日プラントの概略検討を行ったが、今後規模に応じた蒸気条件の見直し等、導入普及に向けた設計検討、経済性の検討を行うこととした。

図7.1 パイロットプラント炉型選定のための検討結果

| 炉型<br>結果                             | ストーカー  |   | 流動床  |   |
|--------------------------------------|--|---|--|---|
|                                      | 1 回流型  | 2 回流型   | 外部循環型  | 内部循環型   |
| 1. SHの腐食対策                           | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化<br/>・コンピューターシミュレーションにより形状・寸法の最適化を行った。<br/>・小型ストーカー炉により燃焼空気を最適化した。</p> <p>(2) SH設置位置の工夫<br/>・ガス温度650 以下に設置<br/>・ガス流速10m/S以下</p> <p>(3) SH材質の検討<br/>・蒸気温度 400 以下 STBA24<br/>・蒸気温度 400 ~ 450 SUS310<br/>・蒸気温度 450 ~ 500 ALLOY625を候補とするが新材料にも期待する。</p> <p>(4) その他<br/>・ガス温度変動を抑制する。<br/>・過熱蒸気温度制御を採用する。<br/>・並流型SHを採用する。</p> | <p>(1) 炉形状の最適化<br/>・2 回流型を採用した。<br/>・バフフル形状、スクリーン壁形状の最適化を行った。</p> <p>(2) SH設置位置・材質の検討<br/>・蒸気温度 350 以下 STBA24<br/>・蒸気温度 350 ~ 400 SUS310<br/>・蒸気温度 400 ~ 500 ALLOY625</p> | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化<br/>・大型試験装置により確認した。</p> <p>(2) SH設置位置・材質の検討<br/>・SHを外部熱交に設置する。<br/>・炭素鋼または低合金鋼を使用する</p>                        | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化<br/>・コンピューターシミュレーションにより最適化を行った。</p> <p>(2) SH設置位置・材質の検討<br/>・蒸気温度 350 以下<br/>ガス温度 600 以下に設置し材料としては SUS 310を使用する。<br/>・蒸気温度350~500<br/>熱回収室流動床内に設置し材料は ALLOY625またはHR11Nを候補とする。</p> |
| 2. 高圧化に伴う蒸発管の温度上昇(310 )対策            | <p>(1) 炭素鋼使用<br/>・ただし大部分は耐火材、一部は耐熱コーティングで対処する。</p>   | <p>(1) 炭素鋼使用<br/>・ただし耐火材で保護をする。</p>   | <p>(1) 炭素鋼使用<br/>・ただし耐火材で保護をする。</p>  | <p>(1) 炭素鋼使用</p>  |
| 3. 排ガス対策<br>ダイオキシン, SOx,<br>NOx, HCl | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>  | <p>(1) 2 回流構造の採用 ( CO 数ppm)<br/><br/>(2) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>   | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>  | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>   |
| 4. 特徴                                | <p>(1) 長所<br/>・前処理が不要である。<br/>・運転保守が容易である。<br/>・フライアッシュが少ない。</p> <p>(2) 短所<br/>・SH腐食環境が厳しい。</p>  | <p>(1) 長所<br/>・前処理が不要である。<br/>・運転保守が容易である。<br/>・フライアッシュが少ない。<br/>・2 回流構造の採用により排ガス性状が比較的良好である。</p> <p>(2) 短所<br/>・SH腐食環境が厳しい。</p>  | <p>(1) 長所<br/>・SH腐食環境極めて良好である。<br/>( HCl 濃度 5 ppm以下)<br/>・排ガス性状が比較的良好である。</p> <p>(2) 短所<br/>・フライアッシュが多い。<br/>・破砕等の前処理が必要である。</p> | <p>(1) 長所<br/>・前処理が不要である。<br/>・SH腐食環境が比較的良好的である<br/>( HCl 濃度 250 ~ 700ppm)</p> <p>(2) 短所<br/>・フライアッシュが多い。</p>   |



## 8. 研究開発成果

### 8.1 高温高効率燃焼炉の開発

#### (1) ストーカ焼却炉の開発

パイロットプラントで採用する炉型の選定を行なった。更にパイロットプラントの設計前に必要な検討も行なった。

#### (2) 流動床燃焼炉の開発

中間評価以降、引き続き研究開発を継続し、低公害燃焼、燃焼炉設計技術、過熱器管材料等の研究を行い、以下の成果を得た。

なお、同炉を用いたシステムの概要、同試験装置のフロー及び主要データを、それぞれ図8.1-1、図8.1-2及び図8.1-3に示す。

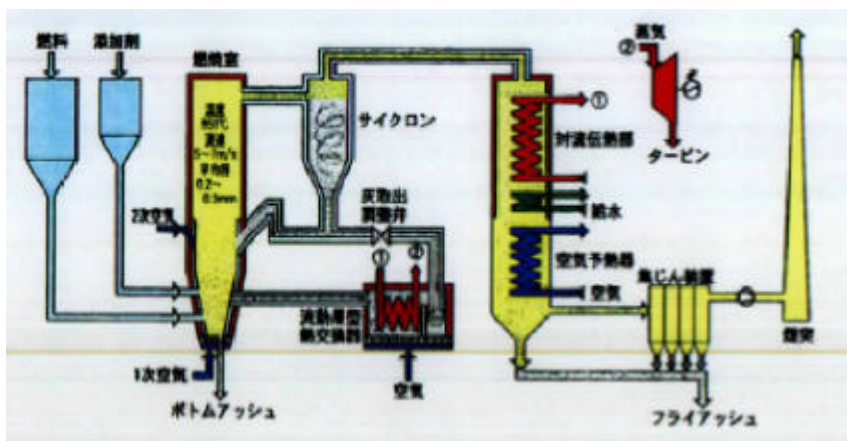


図 8.1-1 高効率廃棄物発電システム概要

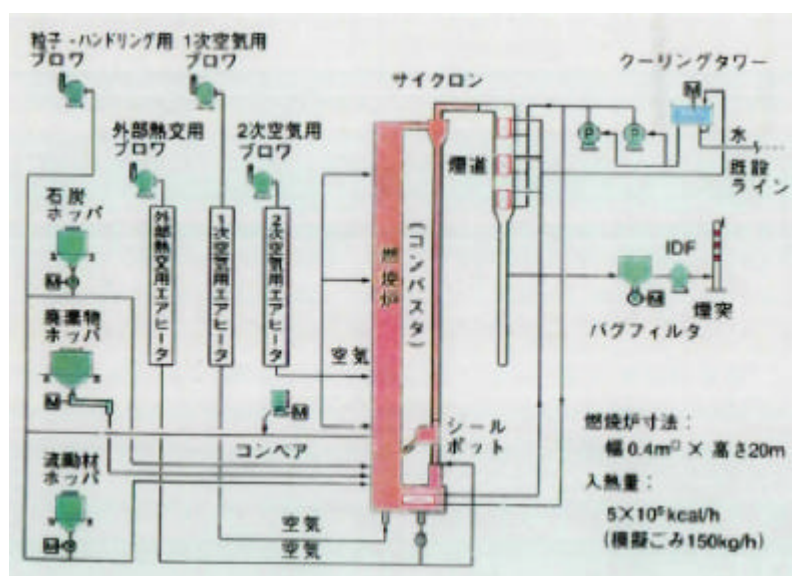


図 8.1-2 試験装置主系統図

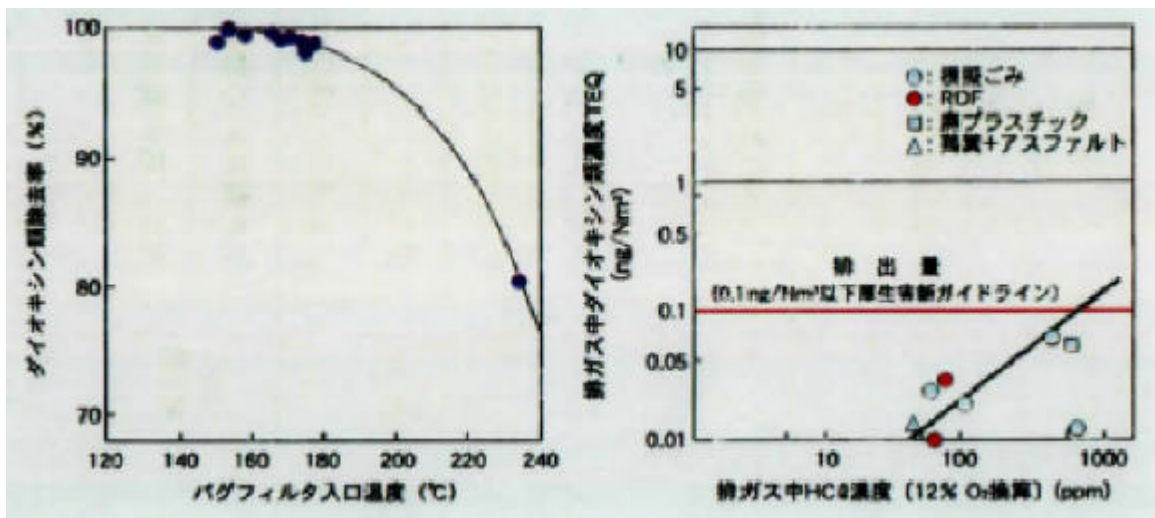


図 8.1-3 試験結果主要データ

#### 低公害燃烧

- ・都市ごみ及び各種廃棄物の外部循環型流動床炉による低公害燃烧技術を確立した。
- ・ダイオキシン類に関しては、供試廃棄物のいずれにおいても排ガス中ダイオキシン類濃度を 0.1ng-TEQ/Nm<sup>3</sup> 未満に抑制可能なことを実証した。
- ・Ca 化合物と各種腐食成分の (SO<sub>2</sub>、HCl 等) との反応特性を把握し、あわせて排ガス中の腐食成分を抑制するのに必要な Ca 化合物を燃烧場に添加する方法を確立した。

#### 燃烧炉設計技術

- ・焼却炉の高さ方向の排ガス濃度分布を廃棄物の種類毎に把握した。これにより設計に必要な滞留時間決定が可能になった。
- ・ダイオキシン類に関し、燃烧炉高さ方向の分布と生成、分解速度を把握した。これによりダイオキシン類を抑制するのに必要な滞留時間決定が可能になった。
- ・計算機シミュレーションの適用により燃料性状をもとに燃料物性の予測が可能になった。

#### 過熱器管材料

- ・外部熱交換器内のガス及び固体として持ち込まれる腐食成分の挙動を調査し、外部熱交換器の採用により過熱器部分への腐食成分の侵入を効果的に抑制可能なことを検証した。
- ・外部熱交換器及び煙道の実ガス雰囲気における各種過熱器材の腐食データを入手した。

## 8.2 耐腐食性スーパーヒーター材料の開発

スーパーヒーター用チューブ材料の開発及びパイロットプラントによる実証試験

基礎実験と既存炉を利用した腐食試験及び技術調査に基づき、パイロットプラントを設計・製作した。なお、パイロットプラントの設計仕様を表8.2-1に示す。設備完成後、試運転を経て実証試験を行った。

その結果、耐腐食性向上のための基本技術を確立して6種類の新材料(表8.2-2参照)を開発し、これらについて、パイロットプラント(神奈川県津久井郡)による実証試験を実施した。

図8.2-1にパイロットプラントの断面図を示す。

表8.2-1 パイロットプラントの主要な設計仕様

|         |  |
|---------|--|
| 処理規模    | ごみ処理量 50トン/24時間×1基                     |
| 発電機出力   | 800kW                                  |
| 発電出力    | 約12%(約2800kcal/kgごみ50t/24hとして)         |
| 炉形式     | 1回流型ストーカー炉                             |
| 蒸気条件    | 500、100kg/cm <sup>2</sup> (ボイラ出口蒸気条件)  |
| タービン形式  | 衝動式減速形復水タービン                           |
| ごみ供給方式  | ピット・アンド・クレーン方式                         |
| 燃焼設備    | 火格子燃焼方式、廃熱ボイラ方式                        |
| 排ガス処理設備 | バグフィルタ+半乾式有害ガス処理装置                     |
| 通風設備    | 平衡通風方式                                 |
| 灰出設備    | ピット・アンド・クレーン方式                         |
| 煙突      | 内筒 鋼板製 0.98 × 5.9 m 1基<br>外筒 鉄筋コンクリート製 |
| 建設場所    | 神奈川県津久井郡津久井町青山<br>津久井郡広域行政組合           |

表8.2-2 開発材一覧

| 適用          | 規格名             | 成分系                        | 供試箇所     |
|-------------|-----------------|----------------------------|----------|
| 蒸気温度400 対応材 | HR30M           | 30Cr-30Ni-1Mo              | 2SH      |
| 蒸気温度500 対応材 | JHN-24          | 20Cr-56Ni-18Mo             | FSH      |
| 二重管         | HC22二重管         | 22Cr-57Ni-13Mo             | FSH      |
| 溶射被覆管       | 溶射管             | 50%625-50%TiO <sub>2</sub> | 2SH, FSH |
| 溶接コーティング管   | Alloy625 コーティング | 22Cr-62Ni-9Mo              | FSH      |
|             | C276 コーティング     | 20Cr-57Ni-13Mo             | FSH      |

以下に結果を示す。

パイロットプラント・スーパーヒーター各試験材の最大腐食減肉量を表8.2-3に示し、ガス温度と最大腐食減肉量の関係を図8.2-2に示す。

一般部(スートブローの影響を受けない部分)の最大減肉量は、各材料とも約2mm/

13800h以下、つまり約1mm/年以下の値であった。2次、3次スーパーヒーターの開発合金の減肉速度、機械的性質、加工性及び腐食代を5mmとした場合の耐久寿命等につ

いて、表 8.2-4 に示す。

高温用スーパーヒーター（三次SH）材として、従来材（Alloy625）と比較して、塑性・加工性に優れ、耐久寿命、コスト面でも優れた材料（JHN24、HC-22/304H等）を開発し、また、中温用スーパーヒーター（二次SH）材としては、従来材（Alloy825、310J1）に比較して耐久寿命、コスト面で優れた材料（HR30M）を開発する事ができた。

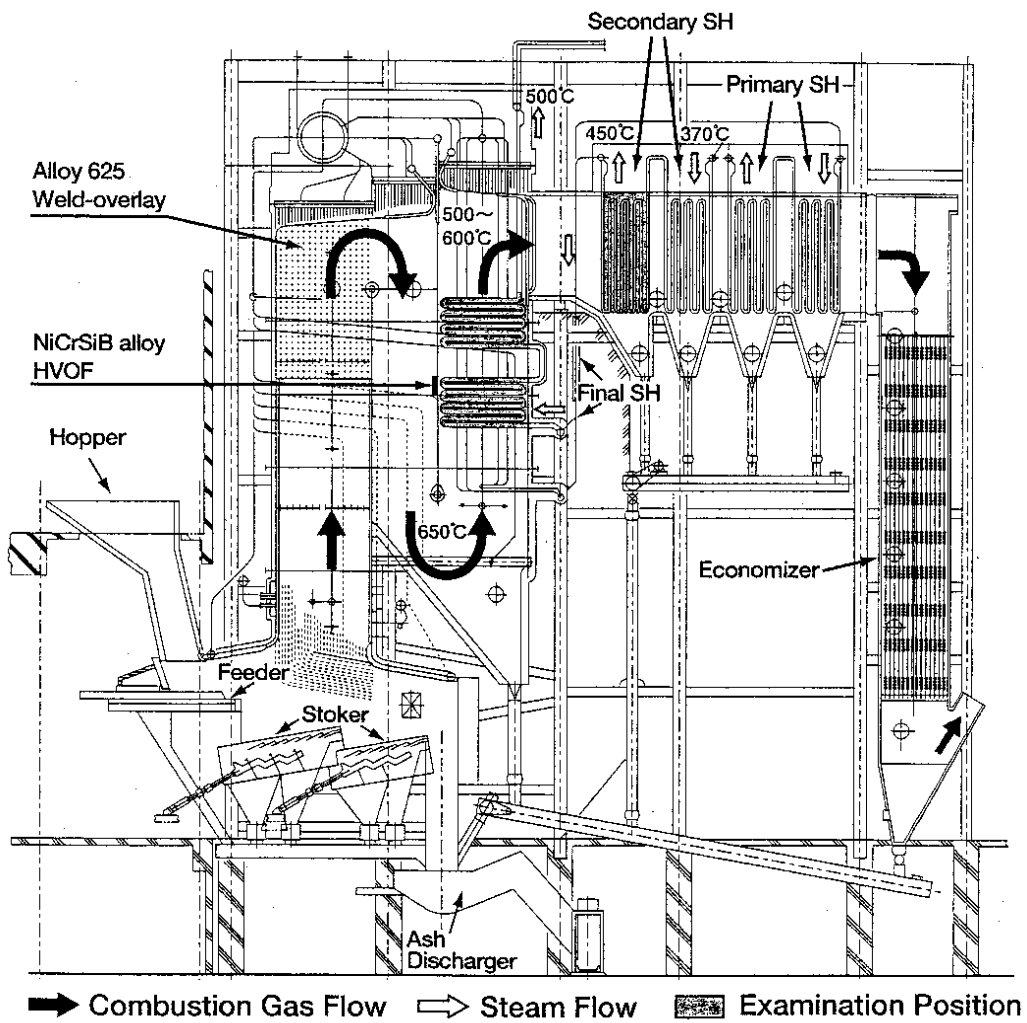


図 8.2-1 パイロットプラント断面図

表 8.2-3 パイロットプラント・スーパーヒーター各試験材の最大減肉量

( mm / 13800 時間 )

| 抜管位置<br>試験材   | 3 次スーパーヒーター<br>( F S H ) |        |        |        |        | 2 次スーパーヒーター<br>( 2 S H ) |        |
|---------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|
|               | 下部パネル                    |        | 上部パネル  |        | ターミナル管 | 高温側                      |        |
|               | 1 本目                     | 16 本目  | 1 本目   | 16 本目  | 1 本目   | 1 本目                     | 16 本目  |
| ガス温度[ ]       | 621                      | 554    | 540    | 513    | 510    | 488                      | 461    |
| メタル温度[ ]      | 452                      | 486    | 491    | 499    | 500    | 451                      | 429    |
| 蒸気温度[ ]       | 445                      | 483    | 488    | 499    | 500    | 450                      | 429    |
| Alloy625      | 1.82                     | 1.36   | 1.91   | 0.52   | 0.59   | 0.41                     | 0.23   |
|               | (3.00)                   | (1.93) | (2.39) | (1.05) | (1.10) | (0.64)                   | (0.33) |
| Sanicro65     | -                        | -      | -      | -      | (1.05) | -                        | -      |
| HR11N         | 1.47                     | 1.49   | 2.03   | 1.30   | 2.06   | 0.43                     | 0.27   |
|               | (4.18)                   | (2.50) | (3.10) | (2.23) | (2.24) | (1.40)                   | (0.31) |
| HC-22         | 1.56                     | 0.85   | 1.23   | 0.65   | 0.85   | -                        | -      |
|               | (2.42)                   | (1.62) | (2.05) | (0.98) | (1.06) | -                        | -      |
| JHN24         | 1.02                     | -      | -      | 0.47   | -      | -                        | -      |
|               | (1.75)                   | -      | -      | (1.00) | -      | -                        | -      |
| C-276 肉盛      | (2.73)                   | -      | -      | -      | (0.97) | -                        | -      |
| 625M 肉盛       | (3.23)                   | -      | -      | -      | (0.88) | -                        | -      |
| HC-22 二重管     | -                        | -      | -      | -      | (1.30) | -                        | -      |
| HR30M         | -                        | -      | -      | -      | -      | 0.41                     | 0.31   |
|               | -                        | -      | -      | -      | -      | (1.05)                   | (0.50) |
| Alloy825      | -                        | -      | -      | -      | -      | 0.37                     | 0.34   |
|               | -                        | -      | -      | -      | -      | (0.43)                   | (0.37) |
| 溶射 / SUS310J1 | -                        | -      | -      | -      | -      | (0.10)                   | -      |
| SUS310J1      | -                        | -      | -      | -      | -      | 0.60                     | 0.62   |

注：(1) ( ) 内はストブローの影響を受ける部分の最大値

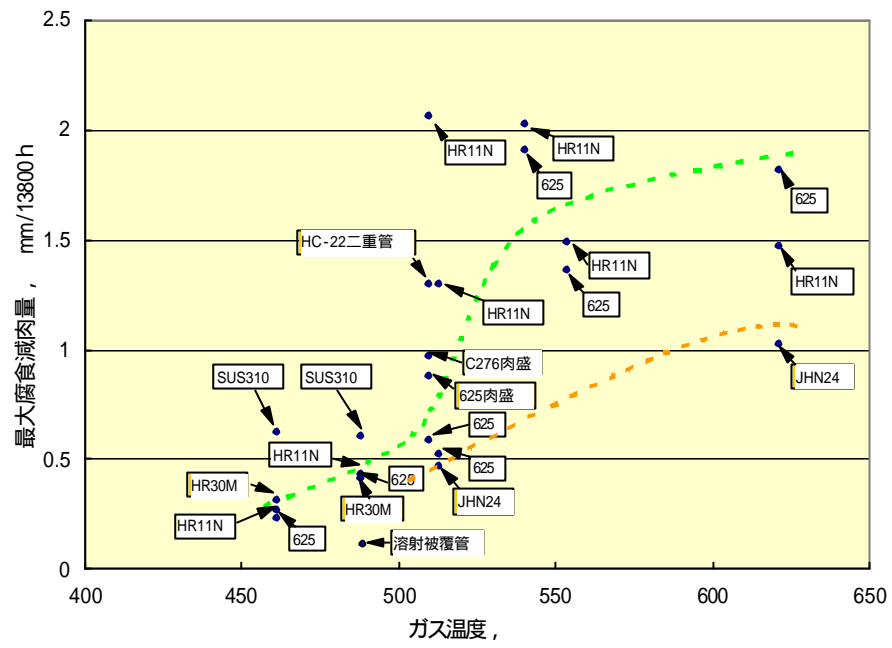


図 8.2-2 ガス温度と最大腐食減肉量

表8.2-4 開発材料及び既存材料の比較表

| 腐食が<br>厳しい位置           | 材 料                   | 基本成分                    | 耐食性 (at 13800h) |                | 機械的性質                          |                              | 加工性       |              | コスト比<br>(STB24=1と<br>した) | 耐久寿命<br>—コスト比— |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------|--------------|--------------------------|----------------|
|                        |                       |                         | 腐食速度<br>(mm/2年) | 耐久寿命<br>(年)    | 引張強さ<br>(Kgf/mm <sup>2</sup> ) | 耐力<br>(Kgf/mm <sup>2</sup> ) | 塑性<br>加工性 | 溶接性<br>(溶接材) |                          |                |
| 高温用<br>〔 3次SH<br>入口部 〕 | JHN24                 | 21Cr-18Mo-Nb,V-Niベース    | 1.02<br>(1.75)  | 9.8<br>(5.7)   | 73.4                           | 33.7                         |           | (625)        | 23                       | 0.43<br>(0.25) |
|                        | HC-22<br>/304H *2     | 21Cr-13Mo-3W-V-Niベース    | 1.56<br>(2.42)  | 6.4<br>(4.1)   | 70.4                           | 31.6                         |           | (HC-22)      | 14                       | 0.46<br>(0.29) |
|                        | 625M<br>/304H *1      | 21Cr-9Mo-Niベース          | (2.73)          | (3.7)          | 53                             | 21                           |           | (625)        | 9                        | (0.41)         |
|                        | C-276M<br>/304H *1    | 18Cr-15Mo-3W-Niベース      | (3.28)          | (3.0)          | 53                             | 21                           |           | (HC-4)       | 9                        | (0.33)         |
|                        | Sanicro65<br>/T-22 *2 | 21Cr-9Mo-Niベース          |                 |                | 47.3                           | 17.3                         |           | (625)        | 30                       |                |
|                        | 625(比較材)              | 21Cr-9Mo-4Nb-Al-Niベース   | 1.82<br>(3.00)  | 5.5<br>(3.3)   | 84.4                           | 42.2                         |           | (625)        | 30                       | 0.18<br>(0.11) |
| 中温用<br>〔 2次SH<br>出口部 〕 | HR11N                 | 29Cr-29Fe-1Mo-N-Niベース   | 0.43<br>(1.40)  | 23.3<br>(7.1)  | 60                             | 25                           |           | (625)        | (15)                     | 1.55<br>(0.47) |
|                        | HR30M                 | 30Cr-30Ni-1Mo-Feベース     | 0.41<br>(1.05)  | 24.4<br>(9.5)  | 65                             | 28                           |           | (625)        | 7.5                      | 3.25<br>(1.27) |
|                        | 825                   | 22Cr-3Mo-3Cu-32Fe-Niベース | 0.37<br>(0.43)  | 27.0<br>(23.3) | 60                             | 25                           |           | (625)        | 15                       | 1.8<br>(1.55)  |
|                        | 310J1(比較材)            | 25Cr-20Ni-0.7Nb,N-Feベース | 0.60            | 16.7           | 67                             | 30                           |           | (310J1)      | 6                        | 1.38           |

注) \*1: 肉盛り二重管 \*2: 二重管  比較材に対する開発材の利点となる特性  
 ( )内はスートブロー影響部の最大減肉量, 二重管及び素管の耐久寿命は腐食代を5mmと考慮して算出。

## 高温腐食モデルと腐食減肉量の推定式の提案

高効率廃棄物発電用スーパーヒーター材料の開発、選定にあたっては、実機の腐食速度を支配する要因及び腐食機構を明確にする必要がある。

本プロジェクトでは、各種基礎実験、実炉プローブ試験、パイロットプラント実証試験で得られた知見をベースに廃棄物焼却炉での高温腐食機構モデル（図 8.2-5 参照）を提案し、ガス温度、メタル温度、灰中の Cl 量、ガス中の HCl 量及び材料中の Cr+Ni+Mo 量から腐食速度を推定する予測式を提案した。

本提案予測式を使用することにより、設計段階において任意の環境条件に応じた腐食速度の予測が可能となるため、適正材料の選定や腐食代の設定に利用することが可能となる。

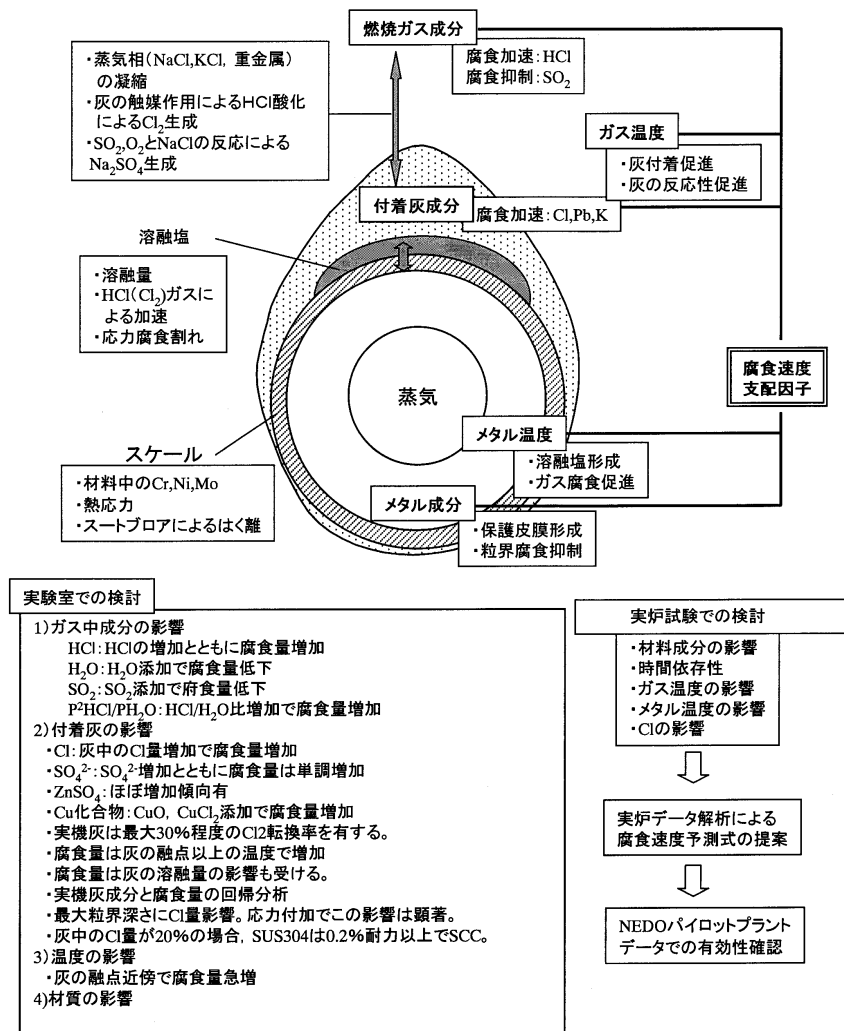


図 8.2-5 高温腐食機構モデル図と影響因子に関する研究事例



## 腐食予測式

プローブ試験結果から導いた予測式として、次の3方式を検討した。

【直線則近似の場合】

$$W = 10^{-42.944} \cdot [Tg]^{9.858} \cdot [Tm]^{3.901} \cdot [HCl]^{0.576} \cdot [Cl]^{0.419} \cdot [Cr+Ni+Mo]^{-0.391} \cdot Time$$

【放物線則近似の場合】

$$W^2 = 10^{-87.738} \cdot [Tg]^{21.906} \cdot [Tm]^{7.430} \cdot [HCl]^{1.194} \cdot [Cl]^{0.580} \cdot [Cr+Ni+Mo]^{-0.760} \cdot Time$$

【パイロットプラント実証試験データにより補正】

$$W = 10^{-33.8} \cdot [Tg]^{5.65} \cdot [Tm]^{4.86} \cdot [HCl]^{0.576} \cdot [Cl]^{0.419} \cdot [Cr+Ni+Mo]^{-0.391} \cdot Time$$

W：腐食量，Tg：ガス温度，Tm：メタル温度，HCl：燃焼ガス中のHCl濃度(ppm)，Cl：付着灰中のCl濃度(wt.%)，Cr+Ni+Mo：材料中のCr，Ni及びMo量の合計(wt.%)，Time：時間(hr)

その結果、実機の腐食減量を精度上予測できる式としては、最終的には第3番目の式（パイロットプラント実証試験データにより補正）が最も適切であることを見出した。

### 8.3 環境負荷低減技術の開発

#### パルスプラズマ排ガス処理法の開発

中間評価以降、小型試験装置(排ガス処理量 50Nm<sup>3</sup>/h)の結果をもとに、ベンチスケール試験装置(排ガス処理量 5000Nm<sup>3</sup>/h)の設計・製作、試験運転を行いダイオキシン類・窒素酸化物・硫黄酸化物・水銀・塩化水素・ばいじん等の除去性能を確認した。

更に、放電室を前室と後室とに分けて前室で粒子状ダイオキシンを後室でガス状ダイオキシンを除去することによりダイオキシン除去性能を大きくするため、ベンチスケール試験装置を改造し性能確認試験を行い以下の結果を得た。

- ・ ダイオキシン類はシステム出口、放電室出口とも 0.1ngTEQ / Nm<sup>3</sup> 以下のデータが得られ、計画当初の目標であるダイオキシン除去性能目標を達成することができた。
- ・ 前室にて粒子状ダイオキシンはばいじんに吸着されて排ガス中から除去され、ガス状ダイオキシンは後室のパルス放電により分解されていることが判明した。
- ・ 窒素酸化物、硫黄酸化物、水銀等の同時処理については、パルス放電により酸化させ、システムにより低減できることが確認できた。
- ・ 以上をまとめて当初の性能目標（平成5年9月時点）と最終結果を共に示す。

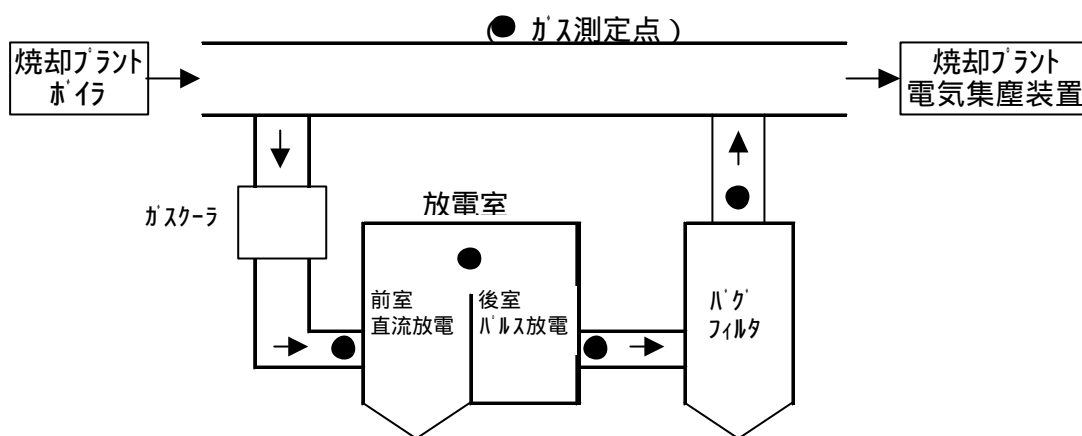


図 8.3-1 システム概略系統図

表 8.3-1 当初性能目標（平成 5 年時点）と実験結果

(%)は除去率を示す)

| 項目        | 当初期待値                     |                            | 実験結果                      |                             |                             |
|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|           | システム入口                    | システム出口                     | システム入口                    | 放電室出口                       | システム(バグフィルタ)出口              |
| ダイオキシン類濃度 | 20 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> | 0.1 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> | 5以上ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> | 0.1以下ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> | 0.1以下ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> |
| NOx       | 120 ppm                   | 30 ppm                     | 45 ppm                    | 35 ppm                      | 28 ppm                      |
| SOx       | 80 ppm                    | 4ppm (95%)                 | 250 ppm                   | 160 ppm                     | 5ppm (98%)                  |
| Hg濃度      | 0.5 mg/Nm <sup>3</sup>    | 0.05 mg/Nm <sup>3</sup>    | 0.07 mg/Nm <sup>3</sup>   | 0.04 mg/Nm <sup>3</sup>     | 0.01 mg/Nm <sup>3</sup>     |
| HC濃度      | 1000 ppm                  | 20ppm(98%)                 | 960 ppm                   | 820 ppm                     | 120ppm(99%)                 |
| ばいじん濃度    | 5 g/Nm <sup>3</sup>       | 0.01 g/Nm <sup>3</sup>     | 2 g/Nm <sup>3</sup>       | 0.02 g/Nm <sup>3</sup>      | 0.001 g/Nm <sup>3</sup>     |

そして解体研究を行い試験装置の材料損耗調査結果等から概念設計・経済性の検討を行った。

- ・ 実機に対応し得るパルス電源の設計、製作の見通しがついた。
- ・ 経済性において活性炭吹き込みシステムを比較してほぼ同等であることが判明した。

#### 8.4 パイロットプラントによる実証試験

パイロットプラントを建設し、要素技術開発の成果の検証と高効率廃棄物発電設備の信頼性を確認した。

表 8.4-1 主要諸元

|           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| 設置場所      | 神奈川県津久井郡津久井町青山 3 0 6 4 - 1           |
| 敷地面積      | 約 3 3 0 0 m <sup>2</sup>             |
| 建築面積      | 約 1 5 0 0 m <sup>2</sup>             |
| 構造        | 鉄筋コンクリート造・鉄骨造 地上 4 階 地下 2 階          |
| 焼却能力      | ごみ処理量 50 t / 24 h × 1 基              |
| 炉型式       | 1 回流型ストーカ炉（往復動式全連続燃焼式ストーカ炉）          |
| ボイラ設備     | 単炉式単胴自然循環式水管ボイラ                      |
| 使用圧力（常用）  | 9 . 8 M P a (100kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 蒸気温度（常用）  | 5 0 0 （過熱器出口）                        |
| 蒸気発生量（最大） | 7 . 7 t / h                          |
| 発電設備      | 蒸気タービン発電設備 出力 8 0 0 k W              |
| 発電効率      | 約 1 2 %（ごみの発熱量を 2800kcal/kg として）     |
| 環境保全設備    | 排ガス処理設備（ろ過式集じん装置、脱塩装置、脱硝装置）          |



実証運転研究工程

表 8.4-2 にパイロットプラントによる実証試験の全体工程を示す。

表 8.4-2 高効率廃棄物技術開発 パイロットプラントによる実証試験 全体

| 大工程        | 平成 6 年度 | 平成 7 年度 | 平成 8 年度 | 平成 9 年度 |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | 平成 10 年度 | 平成 11 年度 | 備 考 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|----------|----------|-----|
|            |         |         |         | 4       | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |          |          |     |
| 1. 基 礎 設 計 | —       |         |         |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |
| 2. 詳細設計    |         | —       |         |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |
| 3. 土木建築工事  |         | —       |         |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |
| 4. 機器製作・据付 |         |         | —       |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |
| 5. 試運転調整   |         |         |         |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |
| 6. 実証試験    |         |         |         |         |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |          |          |     |

<平成 6 年度>

- ・基本仕様書作成

<平成 7 年度>

- ・基礎工事着工 (10/6)

<平成 8 年度>

- ・プラント工事着工 (11/16)

<平成 9 年度>

- ・水圧検査 (4/24)、機器据付、受電 (9/11)、火入 (10/22)、ごみ燃焼開始 (11/2)、使用前検査(官庁検査) (2/2~2/4)、竣工 (2/13)

<平成 10 年度>

- ・実証運転、定期点検

<平成 11 年度>

- ・実証運転、定期点検

運転研究結果

500、9.8MPaの高温高压蒸気を安定して発生することができ、定期点検においても大きな異常はなく、高効率廃棄物発電設備の信頼性を確認した。

a. 性能確認試験結果 (H10.3.11~H10.3.12 実施)

|                                     | 計画値     | 性能試験      | 備考 |
|-------------------------------------|---------|-----------|----|
| 月日                                  |         | 3/11~3/12 |    |
| 時間                                  |         | 9:00~9:00 |    |
| ごみ焼却量 (t/24h)                       | 50      | 51        |    |
| 蒸気量 (t/h)                           | 3.5~7.7 | 5.50      |    |
| 蒸気温度 ( )                            | 500     | 502       |    |
| 炉出口ガス温度 ( )                         | 800~950 | 883       |    |
| S H入口ガス温度 ( )                       | 650 以下  | 638       |    |
| ボイラ出口ガス温度 ( )                       | 250~320 | 242       |    |
| 燃焼空気温度 ( )                          | 100~150 | 100       |    |
| 酸素濃度 (%)                            | 9~14    | 11.5      |    |
| 塩化水素 (ppm)                          | 50 以下   | 10.3      |    |
| 窒素酸化物 (ppm)                         | 75 以下   | 58.4      |    |
| 硫黄酸化物 (ppm)                         | 50 以下   | 0.3       |    |
| 一酸化炭素 (ppm)                         | 50 以下   | 3.9       |    |
| タービン入口蒸気量 (t/h)                     | 4.84    | 3.55      |    |
| 発電電力 (kW)                           | 800     | 554       |    |
| 所内使用電力 (kW)                         | -       | 474       |    |
| 逆送電力 (kW)                           | -       | 80        |    |
| ダイオキシン類濃度 (ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> ) | 0.5 以下  | 0.025     |    |

b. 運転実績

|        | 運転時間<br>(h) | 発電電力量<br>(kWh) | 売電電力量<br>(kWh) | 廃棄物処理量<br>(t) | 備考              |
|--------|-------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| 平成9年度  | 852         | 561,280        | 116,004        | 1,926         | 実証運転開始 H10.2.26 |
| 平成10年度 | 7009        | 4,071,745      | 763,524        | 17,228        |                 |
| 平成11年度 | 6557        | 3,900,395      | 806,328        | 16,254        |                 |
| 合計     | 14418       | 8,533,420      | 1,685,856      | 35,408        |                 |

c. 環境特性

| 項目      | 単位                     | 管理値                     | 測定値     | 備考      |             |
|---------|------------------------|-------------------------|---------|---------|-------------|
| ばいじん    | 濃度                     | g/m <sup>3</sup> N      | -       | < 0.01  | H12.2.10 測定 |
|         | 濃度 (O <sub>2</sub> 換算) | g/m <sup>3</sup> N      | 0.02 以下 | < 0.008 |             |
|         | 排出量                    | g/h                     | -       | < 130   |             |
| 硫黄酸化物   | 濃度                     | ppm                     | 50 以下   | < 5     |             |
|         | 排出量                    | m <sup>3</sup> N/h      | -       | < 0.070 |             |
| 窒素酸化物   | 濃度 (O <sub>2</sub> 換算) | ppm                     | 75 以下   | 63      |             |
|         | 排出量                    | g/h                     | -       | 0.92    |             |
| 塩化水素    | 濃度 (O <sub>2</sub> 換算) | ppm                     | 50 以下   | 6.50    |             |
| ダイオキシン類 | 排ガス                    | ng-TEQ/m <sup>3</sup> N | 0.5 以下  | 0.0075  | H12.3.3 測定  |
|         | 主灰                     | pg-TEQ/g(L)             | -       | 0.0078  | H12.2.9 測定  |
|         | 飛灰                     | pg-TEQ/g(L)             | -       | 0.39    |             |

8.5 最適トータルシステムの研究

高効率廃棄物発電システムの最適トータルシステムを確立するため、経済性や技術課題、関連技術等の調査を行った。

高効率廃棄物発電システムの評価検討

要素技術開発及びパイロットプラントによる実証試験により得られた知見及びデータを活用し、フィジビリティスタディ (FS) を行い、高効率化技術の導入によるシステムの仕様・性能及び経済性について検討した。

検討したボイラーの基本構造図を図 8.5-1 に示す。また、実施した FS の検討条件を表 8.5-1 に示す。

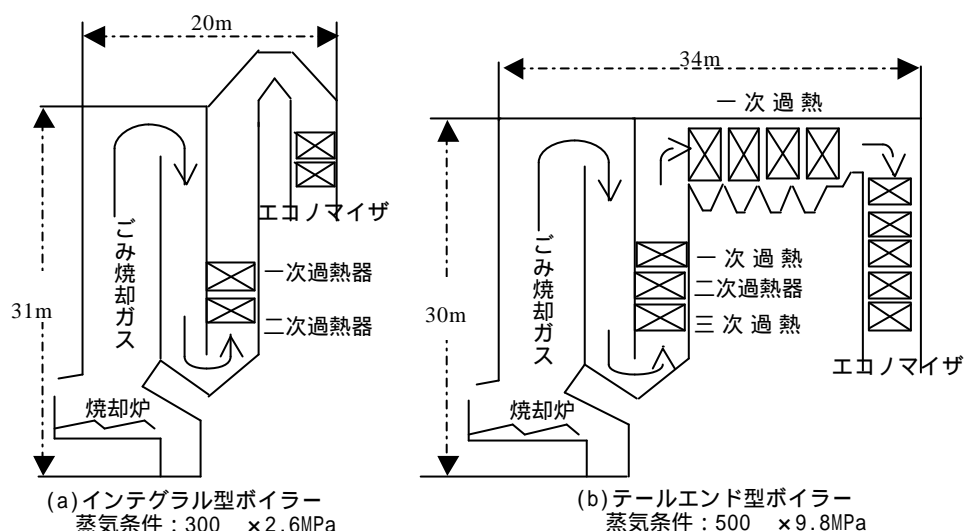


図 8.5-1 ボイラー基本構造図例(600t/d)

表 8.5-1 F S の主な検討条件

| 項目                           | 条件  |
|------------------------------|---|
| ごみ処理規模 (t/d)                 | 100, 300, 600, 1200, 1800   |
| 蒸気条件                         | 300 × 2.6MPa(27ata)<br>400 × 3.9MPa(40ata)<br>450 × 5.9MPa(60ata)<br>500 × 9.8MPa(100ata) |
| ボイラー出口ガス温度( )                | 220   |
| ボイラー出口ガスO <sub>2</sub> 濃度(%) | 9.0   |
| 減温塔出口ガス温度( )                 | 150   |
| 再加熱器出口ガス温度( )                | 210   |
| 復水器真空                        | 4.9kPa, 24.5kPa<br>(0.05ata, 0.25ata)   |
| 排ガス処理装置                      | バグフィルタ・脱硝装置   |
| ごみ発熱量                        | 8.8MJ/kg (2100kcal/kg)  |

a. 発電端効率

蒸気条件の向上による発電端効率をごみ処理規模ごとに算出した。図 8.5-2 に空冷復水器式の蒸気タービン発電を行った場合の、蒸気条件別に見たごみ処理規模と発電端効率の関係を示す。ごみ処理規模 1800t/d において、500 × 9.8MPa (100ata) で発電端効率 27.4%が最高値となった。復水器を水冷式にしてタービン背圧を低下させることにより、ごみ処理規模にもよるが、発電端効率は 1～3%上昇する。図 8.5-3 に水冷式復水器を用いた試算結果を示す。この条件では発電端効率は 30.6%に達し、目標値を達成することが出来ることが分かった。

一方、更なるプラントシステムの高効率化技術として、低温脱硝装置の開発成果（廃棄物ガス化溶融発電技術開発成果）の適用による排ガスの再加熱工程の削除や、低O<sub>2</sub>運転等の適用が考えられる。高効率化の試算例を表 8.5-2 に示す。こうした最適化により、1200t/d 規模で発電端効率 30%を達成できる可能性が示された。



表 8.5-2 高効率化試算例

| 項 目                |       | 蒸気温度<br>℃ | 蒸気圧力<br>MPa | ボイラ出口温度<br>℃ | 排ガス O <sub>2</sub><br>% | タービン排圧<br>ata | 復水器形式 | 減温塔出口温度<br>℃ | 排ガス再加熱温度<br>℃ | 発電端効率<br>% |      |
|--------------------|-------|-----------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|-------|--------------|---------------|------------|------|
| ごみ処理規模<br>100t/d   | ベース 1 | 400       | 3.92        | 220          | 9                       | 0.22          | 空冷    | 150          | 210           | 18.3       |      |
|                    | 試算    | ①         | 400         | 3.92         | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 22.2 |
|                    |       | ②         | 500         | 3.92         | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 25.5 |
| ごみ処理規模<br>300t/d   | ベース 2 | 400       | 3.92        | 220          | 9                       | 0.22          | 空冷    | 150          | 210           | 19.2       |      |
|                    | 試算    | ④         | 400         | 3.92         | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 150        | 22.9 |
|                    | ベース 3 | 500       | 9.8         | 200          | 9                       | 0.22          | 空冷    | 210          | 150           | 21.8       |      |
|                    | 試算    | ④         | 500         | 5.88         | 180                     | 8             | 0.22  | 空冷           | 170           | 170        | 25.6 |
|                    |       | ⑤         | 500         | 9.8          | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 25.9 |
|                    |       | ⑥         | 500         | 5.88         | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 27.4 |
| ごみ処理規模<br>600t/d   | ベース 4 | 500       | 9.8         | 220          | 9                       | 0.22          | 空冷    | 150          | 210           | 23.6       |      |
|                    | 試算    | ⑦         | 500         | 9.8          | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 27.3 |
|                    |       | ⑧         | 500         | 8.3          | 180                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 28.0 |
| ごみ処理規模<br>1,200t/d | ベース 5 | 500       | 9.8         | 220          | 9                       | 0.22          | 空冷    | 150          | 210           | 23.6       |      |
|                    | 試算    | ⑨         | 500         | 9.8          | 190                     | 8             | 0.1   | 水冷           | 170           | 170        | 30.0 |

(注)   はベースと異なる条件を示す

b. 送電端効率

図 8.5-4 に、(a) 灰溶融設備なしと、(b) 灰溶融設備ありの場合の送電端効率（空冷復水器）を示す。送電端効率(a)の最大値は、1800t/d、500 × 9.8MPa で 23.8% となった。小規模施設では発電出力が小さく、蒸気タービンの蒸気損の増大と、所内電力の影響が受け易い。灰溶融設備ありでは、小規模施設では更に落ち込みが著しく、100t/d 規模以下では送電は難しいと思われる。

c. 発電機出力

図 8.5-5 に発電機出力（空冷復水器）の施設規模依存性を示す。発電機出力は、ほぼ蒸気温度及びごみ処理規模に比例し、1800t/d、500 × 9.8MPa では約 50,000kW となった。

d. 建設費単価（建設費/ごみ処理規模）

図 8.5-6 に建設単価（円/t/d）の設備規模別蒸気温度の依存性の試算結果を示す。建設単価はスケールメリットにより、規模が大きくなる程安くなり、また、蒸気条件が高いほど高くなる。主な要因はボイラ部（SH、蒸発管等）の重量増加によるコストアップなどである。

e. ランニングコスト

図 8.5-7 にランニングコストの設備規模別蒸気温度の依存性の試算結果を示す。ベースプラント（300 ）と比較し、400 で1~2%、500 で12~16%増加となった。また、どのごみ処理規模でも蒸気条件を上げるのに伴いランニングコストの増加割合も大きくなることから分かる。

f. ごみ処理単価

図 8.5-8 に、ごみ処理単価（円/t）[ = 年間経費（ランニングコスト+資本費-売電収入）/年間ごみ処理量 ]のごみ処理規模別蒸気温度の依存性の試算結果を示す。1800t/d 規模では500 、1200t/d 規模以下では400~450 で最も小さな値となった。ごみ処理規模が大きくなるほど、売電収入分の割合が大きくなるので、蒸気条件向上のメリットが大きくなることが示された。

g. 発電原価(売電分)

図 8.5-9 に、発電原価（円/kWh）[ =（資本費(売電分)+ランニングコスト(売電分)）/年間売電電力量 ]のごみ処理規模別蒸気温度の依存性の試算結果を示す。発電原価はどの規模でも400~450 において最も小さな値となった。発電原価(売電分)は発電設備部分のコストアップが大きく影響してくるため、今後SH部を含む発電設備部分のコストダウン、所内電力量の削減等の努力が必要である。

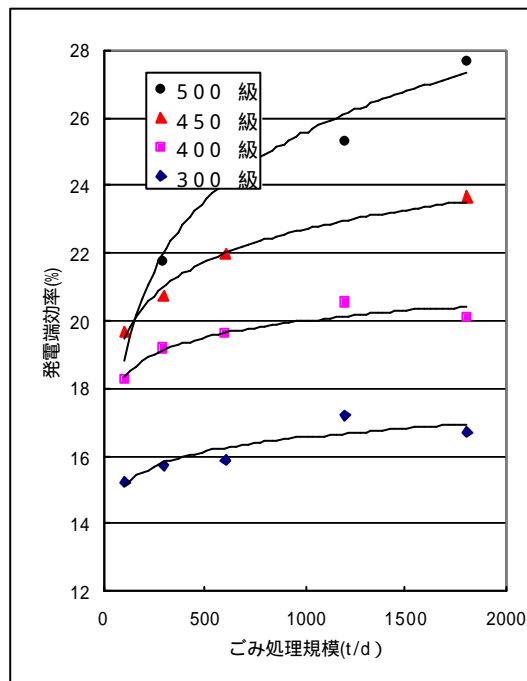


図 8.5-2 蒸気温度別ごみ処理規模と発電端効率（空冷復水器）

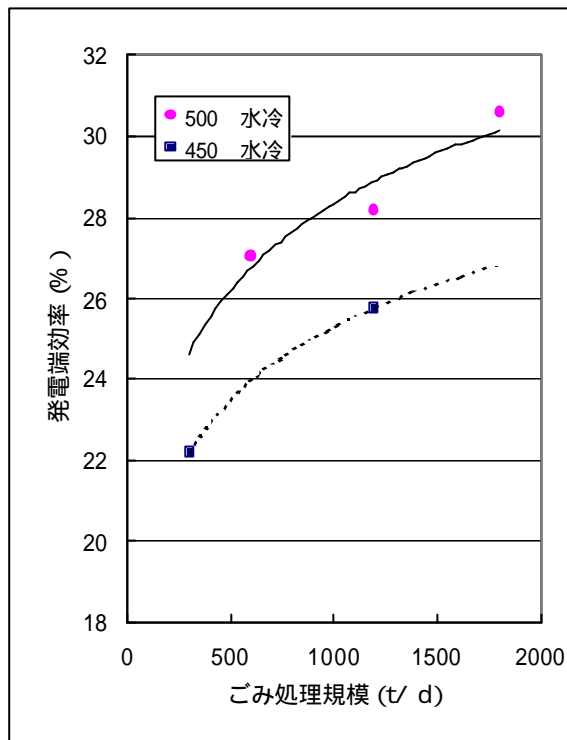
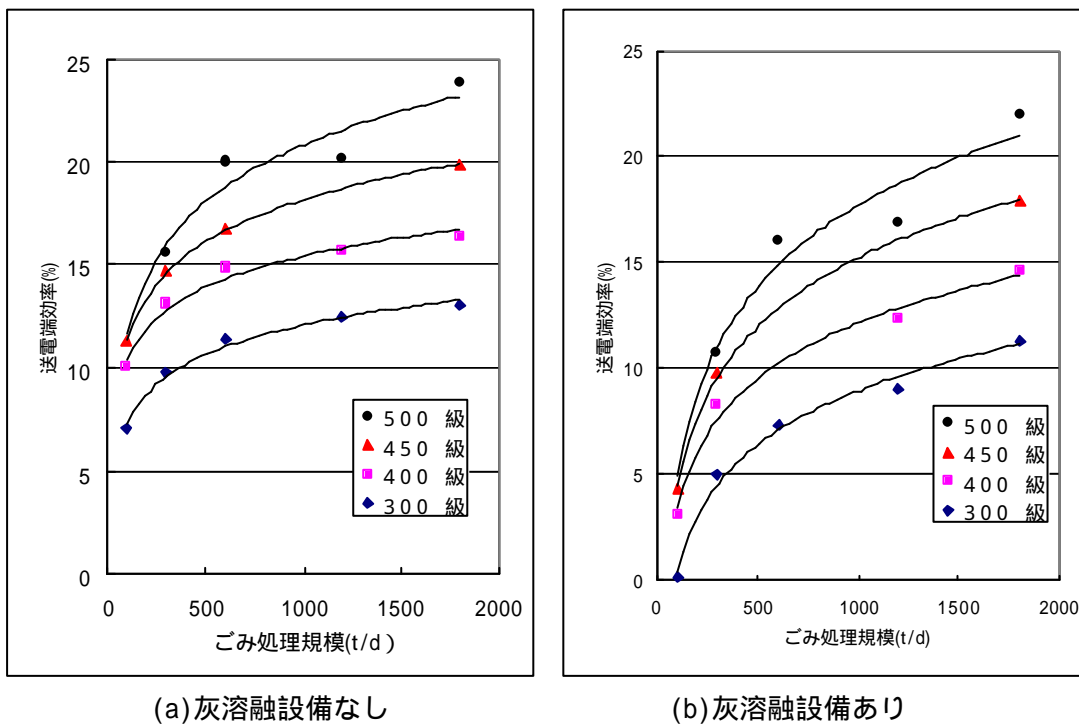


図 8.5-3 蒸気温度別ごみ処理規模と発電端効率（水冷復水器）



(a) 灰溶融設備なし

(b) 灰溶融設備あり

図 8.5-4 蒸気温度別ごみ処理規模と送電端効率（空冷復水器）

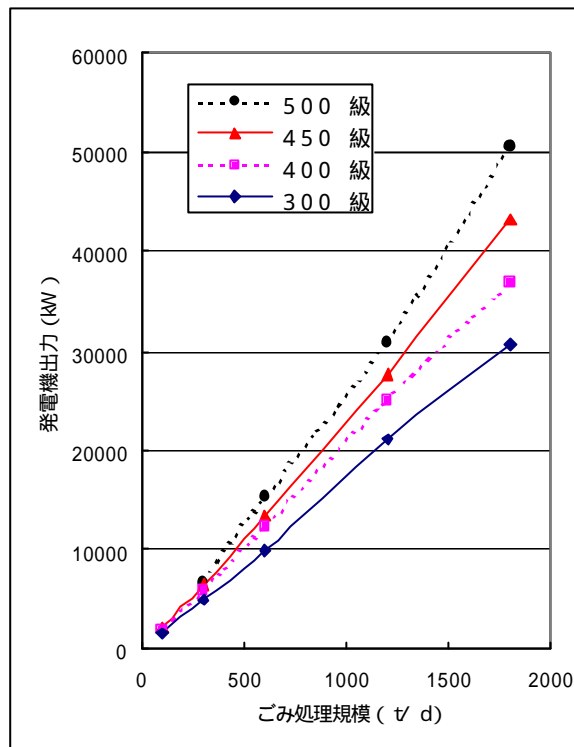


図 8.5-5 蒸気温度別ごみ処理規模と発電機出力 (空冷復水器)

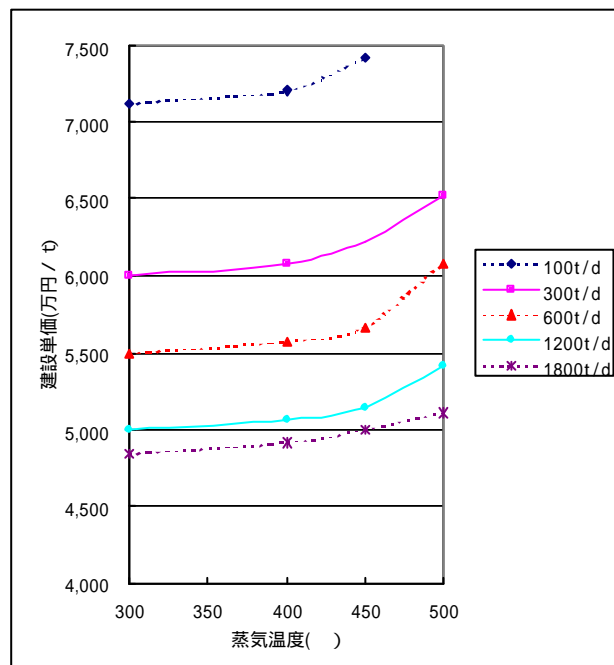


図 8.5-6 ごみ処理規模別蒸気温度と建設単価

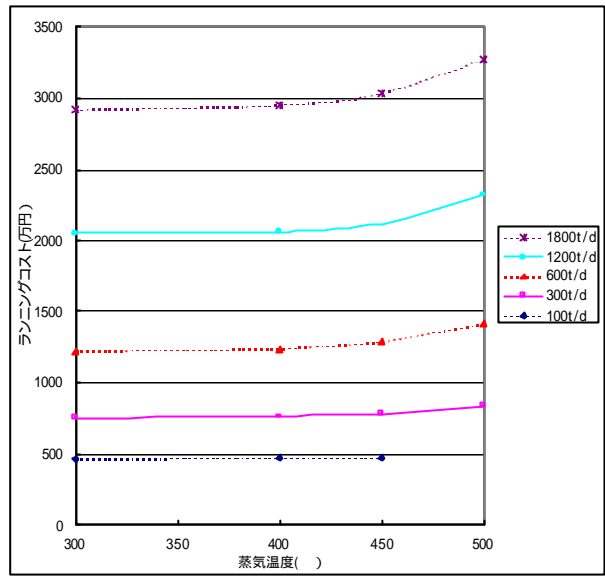


図 8.5-7 ごみ処理規模別蒸気温度とランニングコスト

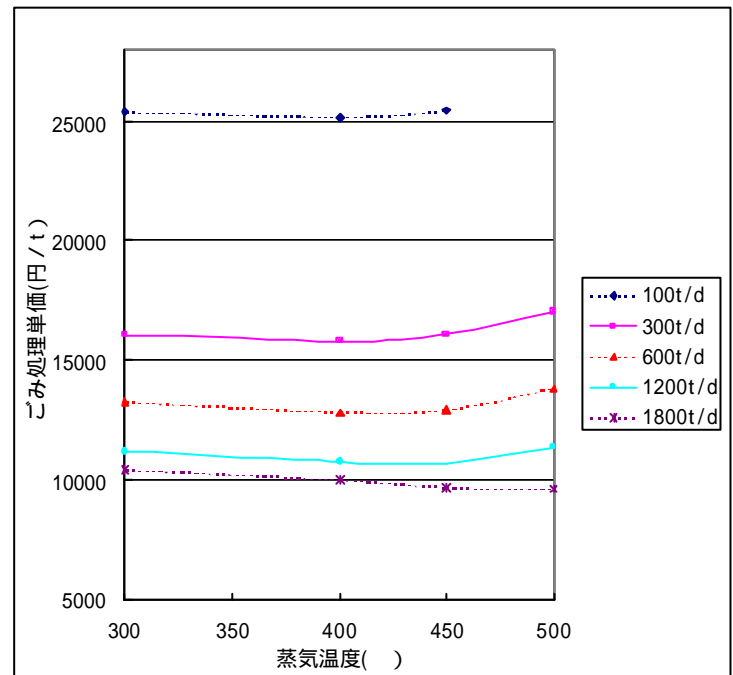


図 8.5-8 ごみ処理規模別蒸気温度とごみ処理単価

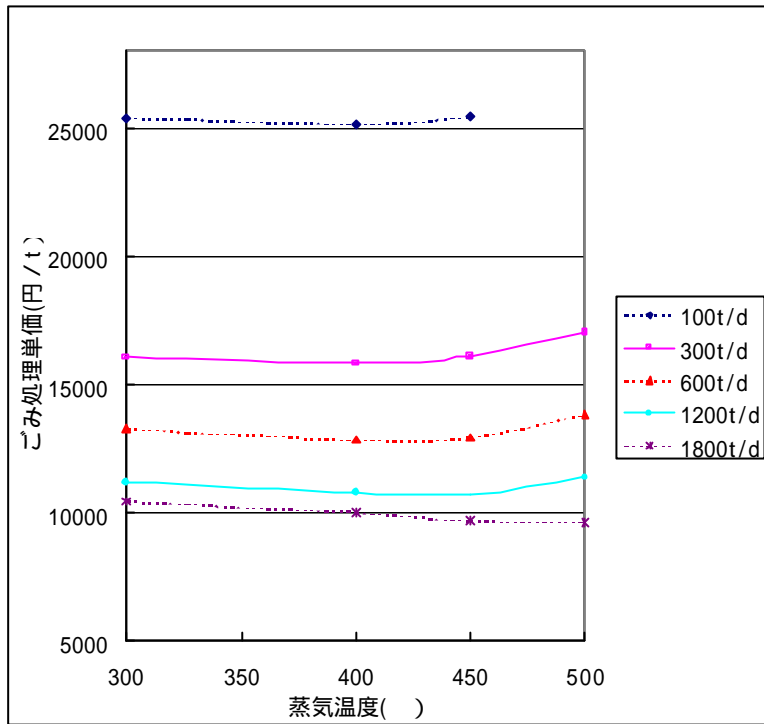
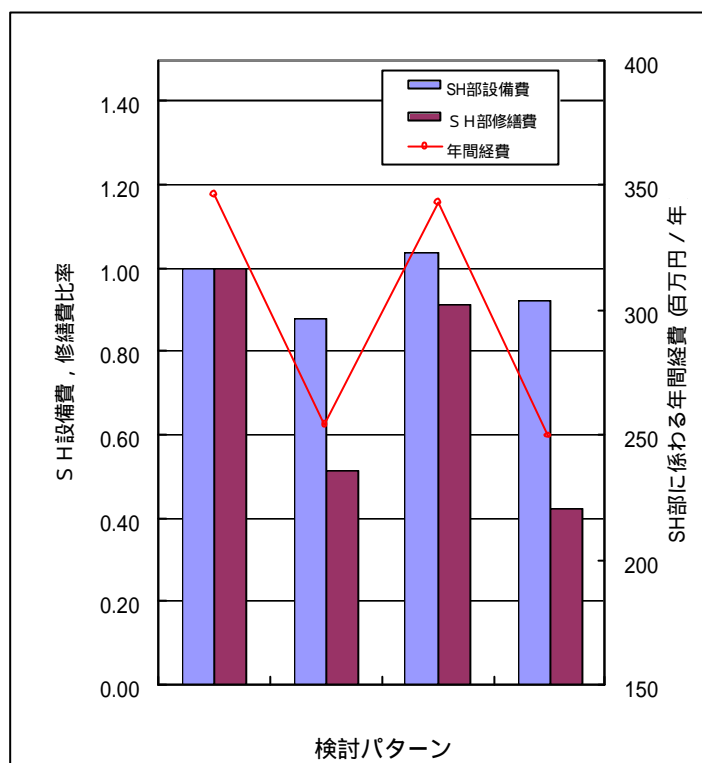


図 8.5-9 ごみ処理規模別蒸気温度と発電原価

#### h. スーパーヒーター開発材の経済性評価

パイロットプラントによる実証試験の 13800 時間の腐食量のデータを用いて、2 次スーパーヒーター（2SH）と 3 次スーパーヒーター（3SH）に、それぞれ開発材と既存材を適用した場合の年間経費について算出した。その結果を図 8.5-10 に示す。

開発材同士の組み合わせは、既存材同士の組み合わせと比較して、年間 97 百万円の経費の削減となり、経済的に有利であることが分かった。



| 項目                |          |          |          |       |
|-------------------|----------|----------|----------|-------|
| 二次過熱器             | SUS310J1 | SUS310J1 | HR30M    | HR30M |
| 三次過熱器             | Alloy625 | JHN24    | Alloy625 | JHN24 |
| SH部年間経費(百万円)      | 346      | 254      | 343      | 250   |
| と比較した年間経費削減額(百万円) | -        | 92       | 4        | 97    |

網掛けは開発材

#### 条件

腐食代を 5mm とし、加熱器管耐用年数を 13800 時間実証試験結果より以下のように推定

二次過熱器 SUS310J1 = 16年, HR30M = 25年

三次過熱器 Alloy625 = 5年, JHN24 = 9年

|              |              |
|--------------|--------------|
| ごみ処理規模 (t/d) | 1200         |
| 蒸気条件         | 500 × 9.8MPa |

図 8.5-10 SH 開発材の効果の評価

【まとめ】

高効率化技術開発の成果を用いた実プラントのF Sの結果、ごみ処理規模の大きなプラント（例えば、通常ベースでは1800t/d規模、更なる効率向上ベースでは1200t/d以上）において、500 ×9.8MPaという高蒸気条件の経済的メリットがあることが分かった。

しかし、わが国の廃棄物処理施設は600t/d規模以下の施設数が多く、これらプラントへの500級の技術の導入には更なる、高効率化、コストダウンが必要である。また、高効率化を支援する補助金制度、売電単価の設定見直し、広域化促進などが望まれる。

平成3年度から開始した、高効率廃棄物発電技術開発の成果は、その後の関連法律や補助金制度の適用なども効を奏し、新たに建設される廃棄物発電施設の蒸気条件は改善され、発電効率20%を越えるプラントの数は年々増加している。その結果、年度毎の新設設備の単純平均発電効率は下表見られる如く、ここ数年急激な伸びを示している。

新設廃棄物発電施設の年度毎の単純平均発電効率

| 年度        | H3年度 | H6年度 | H9年度 | H11年度 | H12年度 | H13年度 |
|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 平均発電効率(%) | 4.6  | 8.3  | 8.7  | 12.2  | 13.6  | 14.4  |

高効率廃棄物発電技術開発は、さらに平成10年度～12年度に「廃棄物ガス化熔融発電技術開発」、平成13年度～15年度に「高効率廃棄物ガス変換発電技術開発」が進められており、これらの成果の適用により大規模から中小規模施設の高効率化が可能になると期待される。

9. 成果の普及、広報

(1) 発表・投稿リスト

別紙「発表・投稿リスト」の通り

(2) 特許出願リスト

別紙「特許出願リスト」の通り

(3) パイロットプラント見学者

平成10年2月の運転開始後から、他府県の県職員、研究機関などから、延べ2,462名も見学者を迎え、高効率廃棄物発電への関心の高さと本プロジェクトへの期待の大きさを示している。パイロットプラントの年度別見学者数を以下に示す。

| 年度 | 件数  | 人数    |
|----|-----|-------|
| 8  | 1   | 20    |
| 9  | 28  | 361   |
| 10 | 105 | 1,168 |
| 11 | 44  | 913   |
| 合計 | 178 | 2,462 |



(別紙) 発表・投稿リスト

(1)論文発表一覧

全体

| 発表年月日             | 発表者        | 発表題目                             | 発表媒体                        |
|-------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1)平成 10年<br>7月1日  | N E D O 佐野 | 廃棄物発電技術の現状と<br>N E D O の取り組み     | ペトロテイク 1998年7月号             |
| 2)平成 10年<br>11月1日 | N E D O 渥美 | 廃棄物発電の高効率化の<br>ための技術開発           | 月刊エネルギー<br>日本工業新聞           |
| 3)平成 11年<br>7月21日 | N E D O 渥美 | 廃棄物発電の技術開発の<br>動向                | B・T avenue(財)<br>発電設備技術検査協会 |
| 4)平成 11年<br>7月21日 | N E D O 渥美 | 廃棄物発電の技術開発と<br>導入促進              | 新政策 政策総合研究所                 |
| 5)平成 13年<br>1月1日  | N E D O 榎本 | 廃棄物発電の技術開発<br>(高効率廃棄物発電技術開<br>発) | 新政策 政策総合研究所                 |

高温高効率燃焼炉の開発

| 発表年月日            | 発表者                                      | 発表題目  | 発表媒体                            |
|------------------|--|---|---------------------------------|
| 1)平成 7年<br>9月    | 日本鋼管(株) 渋谷<br>慶応大 川口・久々津                 | ごみ焼却炉における混合と燃<br>焼  | 廃棄物学会論文誌、学会誌                    |
| 2)平成 8年<br>9月    | 日本鋼管(株)<br>石関・稲田                         | 蒸気の高圧高温化  | 廃棄物学会論文誌、学会誌                    |
| 3)平成 8年<br>5月    | 三菱重工業(株)                                 | 高効率廃棄物発電  | 三菱重工技報                          |
| 4)平成 8年<br>10月   | 三菱重工業(株)                                 | 高温高効率ごみ焼却炉  | 環境装置ガイドブック                      |
| 5)平成 9年<br>2月26日 | 三菱重工業(株)<br>岡田                           | 廃棄物発電の現状と課題   | 第33回白石記念講座                      |
| 6)平成 9年<br>9月    | 三菱重工業(株)<br>横浜製作所<br>吉良 雅治               | ごみ発電の将来を占う  | 月刊「産業とエネルギー」                    |
| 7)平成 11年<br>5月   | 三菱重工業(株)<br>横浜製作所<br>川原雄三 他3名            | 500 /100kgf/cm <sup>2</sup> ・g 高温高<br>圧廃棄物発電プラント                        | 三菱重工技報(投稿)                      |
| 8)平成 11年         | 三菱重工業(株) 田頭<br>鳥居・明用・武田<br>N E D O 水子、徳下 | Combustion Characteristics<br>and Dioxin Behavior of Waste<br>Fired CFB | Chemical Engineering<br>Science |

腐食性スーパーヒーター材料の開発

| 発表年月日                 | 発表者  | 発表題目   | 発表媒体                                    |
|-----------------------|--|--|---|
| 1)平成 13 年<br>3 月      | バブコック日立(株)<br>高橋・塚上・車地<br>J R C M 湯川   | ごみ焼却炉高温腐食における<br>付着灰の触媒作用  | CAMP-ISIJ, Vol.7                        |
| 2)平成 6 年<br>3 月       | 住友金属工業(株)<br>大塚<br>バブコック日立(株)<br>塚上<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川<br>川崎重工業(株) 山本<br>三菱重工業(株) 川原<br>J R C M 湯川 | 小型評価試験による既存合金<br>の耐食性評価(高効率廃棄物<br>発電技術開発プロジェクト,<br>耐食性スーパーヒーター用材<br>料の開発,(その2))  | CAMP-ISIJ, Vol.7                        |
| 3)平成 6 年<br>4 月       | 三菱重工業(株)川原<br>石川島播磨重工業(株)<br>萩原<br>川崎重工業(株) 中村<br>日本鋼管(株) 澁谷<br>J R C M 湯川                           | 小型評価試験による既存合金<br>の耐食性評価(高効率廃棄物<br>発電技術開発プロジェクト,<br>耐食性スーパーヒーター用材<br>料の開発,(その3))  | CAMP-ISIJ, Vol.7                        |
| 4)平成 8 年<br>5 月       | 石川島播磨重工業(株)<br>中川・松永   | The effect of chemical<br>composition of ash deposit<br>on the corrosion of boiler<br>tubes in waste incinerators<br>Part2 | Materials Science Forum<br>Vol.251-254, |
| 5)平成 9 年<br>7 月 1 日   | (財)金属系材料研究<br>開発センター 湯川  | ごみ焼却炉ボイラの高温腐食に<br>ついて  | 材料と環境                                   |
| 6)平成 9 年<br>7 月 1 日   | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・松永・中川  | 廃棄物燃焼環境における材料<br>の腐食に及ぼす付着灰組成の<br>影響   | 材料と環境                                   |
| 7)平成 9 年<br>5 月       | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・中川   | 交流インピーダンス法による<br>廃棄物燃焼環境における材料<br>の耐食性評価   | 材料と環境 '97 講演集                           |
| 8)平成 9 年<br>9 月 30 日  | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所<br>川原雄三<br>他 4 名   | EVALUATION OF NEW CORROSION<br>RESISTANT SUPERHEATER<br>TUBINGS<br>IN HIGH EFFICIENCY WASTE -<br>TO- ENERGY PLANTS         | CORROSION Journal                       |
| 9)平成 9 年<br>9 月 30 日  | 石川島播磨重工業(株)<br>松本晃一 他 3 名  | 廃棄物燃焼環境における材料<br>の腐食に及ぼす雰囲気<br>ガス組成の影響   | 材料と環境                                   |
| 10)平成 9 年<br>10 月 1 日 | 石川島播磨重工業(株)<br>材料研究部<br>松本 晃一 他 3 名  | 交流インピーダンス法による<br>廃棄物燃焼環境における材料<br>の耐食性評価   | 材料と環境                                   |
| 11)平成 9 年<br>10 月 1 日 | 石川島播磨重工業(株)<br>材料研究部<br>松本晃一 他 3 名   | 交流インピーダンス法による<br>廃棄物燃焼環境における材料<br>の評価  | 材料と環境                                   |

腐食性スーパーヒーター材料の開発（続き）

| 発表年月日              | 発表者  | 発表題目  | 発表媒体   |
|--------------------|--|---|--|
| 12)平成10年<br>2月     | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・松永・中川                            | 交流インピーダンス法による<br>廃棄物燃焼環境における材料<br>の耐食性評価  | 材料と環境  |
| 13)平成11年<br>1月     | パプコック日立(株)<br>西川・木谷・窪田・<br>小野・福田                   | 廃棄物燃料の燃焼技術  | 火力原子力発電 Vol.50   |
| 14)平成11年<br>2月4日   | 三菱重工業 高橋<br>折田・川原・山田<br>JRCM 細田<br>NEDO 水子         | NEDO 高温高圧ボイラ<br>(500 , 100 kg f /cm <sup>2</sup> ) の<br>開発  | 第20回全国都市清掃研究<br>発表会講演論文集   |
| 15)平成11年<br>4月1日   | JRCM   | 耐腐食性スーパーヒーター材<br>料の開発   | JRCMのホームページ  |
| 16)平成11年<br>5月     | 三菱重工業(株)<br>横浜製作所<br>川原雄三 他3名                      | 500 / 100 kg f / cm <sup>2</sup> ・g<br>高温高圧廃棄物<br>発電プラント  | 三菱重工技報（投稿）   |
| 17)平成11年<br>9月26日  | 三菱重工業(株)<br>中川・高橋・川原・<br>佐々木<br>JRCM 細田<br>NEDO 水子 | 500 , 9.8MPa 高効率廃棄物<br>発電実証プラントの<br>運転状況  | 第10回廃棄物学会研究発<br>表会講演論文集，   |
| 18)平成11年<br>11月    | 川崎重工業(株)<br>上門・亀井・中村<br>JRCM 細田                    | 廃棄物焼却ボイラ高温腐食に<br>及ぼす応力の影響   | CAMP-ISIJ , Vol.12 ,   |
| 19)平成11年<br>11月    | 住友金属工業(株)<br>大塚・西山<br>JRCM 細田                      | 廃棄物発電ボイラ過熱器管の<br>高温腐食環境に関する<br>熱力的解析  | CAMP-ISIJ , Vol.12   |
| 20)平成11年<br>11月17日 | 三菱重工業(株)<br>川原・高橋・中川<br>JRCM 細田<br>NEDO 水子         | Demonstration Test of New<br>Corrosion-Resistant<br>Super-heater Tubings in<br>500 , 9.8MPa<br>High-Efficiency<br>Waste-To-Energy Pilot Plant | Proceedings of Stainless<br>Steel World 1999<br>Conference , Hague |
| 21)平成11年<br>11月20日 | 三菱重工業(株)<br>川原・佐々木・高橋・<br>中川<br>JRCM 細田<br>NEDO 水子 | 500 , 9.8MPa 高効率廃棄物<br>発電用高耐食性ボイラ材料の<br>実証試験  | CAMP-ISIJ , Vol.12   |

環境負荷低減技術の開発

論文発表なし。

パイロットプラントによる実証試験

| 発表年月日               | 発表者               | 発表題目                | 発表媒体         |
|---------------------|-------------------|---------------------|--------------|
| 1)平成 11 年<br>2月 1 日 | 三菱重工業(株)<br>総務広報部 | 高効率熱回収型ごみ焼却<br>システム | その他（インターネット） |

最適トータルシステムの開発

| 発表年月日                | 発表者                                   | 発表題目  | 発表媒体                          |
|----------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1)平成 7 年<br>3 月      | (財)エネルギー総合<br>工学研究所                   | 新エネルギーの展望<br>廃棄物発電                          | (財)エネルギー総合工学研<br>究所広報用小冊子     |
| 2)平成 7 年<br>6 月 20 日 | (財)エネルギー総合<br>工学研究所                   | NEDO 高効率廃棄物発電<br>プロジェクトの概要紹介他               | 新エネルギーの展望                     |
| 3)平成 8 年<br>3 月      | (財)エネルギー総合<br>工学研究所                   | 新エネルギーの展望<br>廃棄物発電（その 2）                    | (財)エネルギー総合工学研<br>究所広報用小冊子     |
| 4)平成 8 年<br>中旬       | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川・山口          | 廃棄物発電高効率化技術の検<br>討                          | 季刊「エネルギー」-総合工学                |
| 5)平成 9 年<br>7 月      | (財)エネルギー総合工<br>学研究所<br>小川紀一郎<br>山口 健一 | 米国における廃棄物発電の現<br>況                          | 季報 エネルギー総合工学                  |
| 6)平成 10 年<br>10 月    | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎          | 廃棄物発電の海外状況<br>（アメリカ編）                       | プラスピア<br>平成 10 年度冬季号          |
| 7)平成 11 年<br>3 月     | (財)エネルギー総合<br>工学研究所                   | 新エネルギーの展望 廃棄物<br>発電（その 3）                   | (財)エネルギー総合工学研<br>究所広報用小冊子     |
| 8)平成 11 年<br>7 月     | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎          | 廃棄物発電システムの高効率<br>化に関する考察（在来型廃棄<br>物発電方式の場合） | 「火力原子力発電」（社団<br>法人 火力原子力発電協会） |
| 9)平成 11 年<br>12 月    | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎          | 廃棄物発電の現状と<br>将来展望                           | 「火力原子力発電」（社団<br>法人 火力原子力発電協会） |
| 10)平成 12 年<br>1 月    | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎          | 廃棄物発電技術について                                 | 計測と制御 （社）計測自<br>動制御学会         |

( 2 ) 口頭発表リスト

全体

| 発表年月日             | 発表者              | 発表題目   | 発表媒体                                    |
|-------------------|------------------|--|---|
| 1)平成9年<br>4月      | N E D O<br>山内、佐野 | Development of High-Efficiency Waste Power Generation Technology | 第9回日仏エネルギー・環境専門家会合                      |
| 2)平成9年<br>10月27日  | N E D O<br>山内、佐野 | Development of High-Efficiency Waste Power Generation Technology | 日韓エネルギーセミナー                             |
| 3)平成9年<br>11月25日  | N E D O<br>金氏、佐野 | Development of High-Efficiency Waste Power Generation Technology | N E D O T E K E S - V T T Joint Seminar |
| 4)平成11年<br>12月1日  | N E D O<br>佐野    | Situation of Waste in Japan                                      | バイオマス利用に関する国際シンポジウム(日 蘭)                |
| 5)平成12年<br>2月14日  | N E D O<br>徳下、佐野 | H A B室におけるバイオマス関連受託研究について  | 日本エネルギー学会<br>バイオマス部会                    |
| 6)平成12年<br>6月5日   | N E D O<br>徳下、佐野 | Biomass R&D Projects in NEDO                                     | 第2回CTIバイオマス会議                           |
| 7)平成12年<br>9月28日  | N E D O<br>榎本    | 高効率廃棄物発電技術開発<br>二酸化炭素排出量抑制を受けた<br>廃棄物処理技術の取り組み                   | N E D Oフォーラム<br>2000                    |
| 8)平成13年<br>11月20日 | N E D O<br>榎本    | 高効率廃棄物発電技術開発の<br>取り組み  | 第1回 高効率廃棄物発電<br>技術に関するセミナー              |

高効率燃焼炉の開発

| 発表年月日               | 発表者  | 発表題目  | 発表媒体                      |
|---------------------|--|---|---------------------------|
| 1)平成6年<br>7月29日     | 三菱重工業(株)<br>折田                             | NEDO 高効率廃棄物発電技術<br>開発プロジェクト研究紹介               | 地球環境システム工学研究会             |
| 2)平成6年<br>9月16日     | 日本鋼管(株) 澁谷                                 | 高効率廃棄物発電技術開発報告( )                             | 地球環境システム工学研究所第4回定例研究会     |
| 3)平成6年<br>10月3日     | パブコック日立(株)<br>高橋・塚上                        | ごみ焼却炉の高温腐食における灰の触媒作用について                      | 第41回腐食防食討論会               |
| 4)平成6年<br>11月7-9日   | 日本鋼管(株)<br>澁谷・野村                           | 都市ごみ焼却炉における混合と燃焼                              | 廃棄物学会<br>第5回研究発表会         |
| 5)平成6年<br>12月14-15日 | NEDO 若山、<br>三菱重工業(株)<br>高塚・藤間              | 「 High efficient utilization of waste energy」 | 7TH SCEJ SYMPOSIUM ON CFB |
| 6)平成7年<br>9月25日     | パブコック日立エンジニアリングサービス(株) 高橋<br>パブコック日立(株) 塚上 | ごみ焼却炉の高温腐食における灰の触媒作用について(その2)                 | 第42回腐食防食討論会(札幌)           |

高効率燃焼炉の開発（続き）

| 発表年月日                     | 発表者   | 発表題目   | 発表媒体   |
|---------------------------|---|--|--|
| 7)平成7年<br>9月27日           | JRCM 湯川<br>他4名                              | 都市ごみ焼却炉での暴露試験による過熱器管用合金の耐食性評価  | 第42回腐食防食討論会  |
| 8)平成7年<br>10月5日           | 三菱重工業(株)<br>立岩 折田 吉良                        | 高効率廃棄物発電システムの研究  | 第5回環境工学総合シンポジウム  |
| 9)平成8年<br>9月9 -<br>10日    | 三菱重工業(株)<br>徳田                              | 「外部循環流動層の廃棄物燃焼技術」  | 流動床燃焼国際協力委員会<br>第5回ラウンドテーブルカンファレンス                         |
| 10)平成11年<br>2月25日         | 三菱重工業(株)<br>橋本                              | 「高効率ごみ発電システムの開発」   | 日本機械学会 九州支部特別講演会（後援：九州通商産業局）                               |
| 11)平成11年<br>2月22日         | 三菱重工業(株)<br>鳥居                              | Development of High-efficiency Waste Power Generation Technology」<br>「 DEVELOPMENT OF HIGH-EFFICIENCY FLUIDIZED BED INCINERATOR」 | 「日・EU 石油代替エネルギー-関連研究者交流事業」に係る<br>招聘者への説明」<br>（於 弊社長崎研究所）   |
| 12)平成11年<br>3月16日         | 三菱重工業(株)<br>橋本                              | 「廃棄物の燃焼技術」   | NEDO 主催「ナメ技術者交流会/廃棄物回収とエネルギーへの活用技術」<br>（於 ナメ/ホ-チン市）        |
| 13)平成11年<br>6月24日         | 三菱重工業(株)<br>横浜製作所 土井亨                       | ボ-伝熱管と高温高効率燃焼炉の開発  | 学会   |
| 14)平成11年<br>12月2-<br>3日   | 三菱重工業(株)<br>田頭・鳥居・明用・<br>武田、 N E D O 水子     | 各種廃棄物の循環流動層燃焼特性ならびにダイオキシン類生成・分解特性  | 第4回流動層シンポジウム   |
| 15)平成11年<br>12月22-<br>27日 | 三菱重工業(株)<br>田頭・鳥居・明用<br>武田<br>N E D O 水子・徳下 | Combustion Characteristics and Dioxin Behavior of Waste Fired CFB  | 6th International Conference on Circulating Fluidized Beds |

腐食性スーパーヒーター材料の開発

| 発表年月日         | 発表者   | 発表題目                           | 発表媒体          |
|---------------|---|--------------------------------|---------------|
| 1)平成5年<br>11月 | バブコック日立(株)<br>高橋・塚上   | ごみ焼却炉における高温腐食環境について            | 耐熱金属材料第123委員会 |
| 2)平成6年<br>10月 | 石川島播磨重工業(株)<br>中川・松永  | ごみ焼却プラントにおける伝熱管の腐食に及ぼす付着灰組成の影響 | 第44回材料と環境討論会  |
| 3)平成7年        | J R C M 湯川<br>川崎重工業(株) 上門<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川<br>三菱重工業(株) 川原<br>日本鋼管(株) 坪井 | 都市ごみ焼却炉での暴露試験による過熱器管用合金の耐食性評価  | 第42回腐食防食討論会   |

腐食性スーパーヒーター材料の開発（続き）

| 発表年月日                 | 発表者  | 発表題目  | 発表媒体  |
|-----------------------|--|---|---|
| 4)平成7年<br>3月9-<br>10日 | 三菱重工業(株) 川原  | 都市ごみ焼却ボイラ・蒸発管<br>の高温腐食要因と金属溶射<br>による腐食対策  | 日本学術振興会   |
| 5)平成7年<br>3月28日       | 三菱重工業(株)川原<br>石川島播磨重工業(株)<br>萩原<br>川崎重工業(株)中村<br>日本鋼管(株) 澁谷<br>J R C M 湯川                            | AN EVALUATION OF CORROSION<br>RESISTANT ALLOYS BY FIELD<br>CORROSION TEST IN JAPANESE<br>REFUSE INCINERATION PLANTS | CORROSION/95 , Paper<br>No.564 ,Orlando , FL ,NACE<br>(1995)        |
| 6)平成7年<br>3月28日       | 住友金属工業(株)<br>大塚<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川<br>三菱重工業(株) 川原<br>バブコック日立(株)<br>塚上<br>川崎重工業(株) 山本<br>J R C M 湯川 | AN EVALUATION OF CORROSION<br>RESISTANT ALLOYS BY<br>LABORATORY CORROSION TESTS                                     | CORROSION/95 , Paper<br>No.565 ,Orlando , FL ,NACE<br>(1995)        |
| 7)平成7年<br>3月26日       | 三菱重工業(株)<br>川原   | CORROSION FACTOR OF WATER<br>WALL TUBE AND<br>PROTECTION BY FIELD<br>METAL  | SPLAYING IN MUNICIPAL<br>WASTE INCINERATION PLANT<br>CORROSION • 95 |
| 8)平成7年<br>9月25日       | バブ日立エンジニアリ<br>ングサービス(株)<br>高橋<br>バブコック日立(株)<br>塚上  | ごみ焼却炉の高温腐食<br>おける灰の触媒作用に<br>ついて(その2)  | 第42回腐食防食討論会<br>(札幌)   |
| 9)平成7年<br>9月27日       | JRCM 湯川<br>他4名   | 都市ごみ焼却炉での暴露試<br>験による過熱器管用合金の<br>耐食性評価   | 第42回腐食防食討論会   |
| 10)平成8年<br>1月         | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・松永・中川  | 交流インピーダンス法によ<br>る溶融塩埋没環境における<br>各種材料の耐食性評価  | 第43回腐食防食討論会   |
| 11)平成8年<br>5月         | 住友金属工業(株)<br>大塚<br>三菱重工業(株) 川原、<br>バブコック日立(株)<br>塚上<br>J R C M 湯川<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川               | ごみ発電ボイラ用材料の高<br>温腐食に及ぼす管付着灰溶<br>融量の影響   | 第43回腐食防食討論会   |
| 12)平成8年<br>6月         | 三菱重工業(株) 折田・<br>川原・吉良・小河原<br>J R C M 湯川  | 高効率廃棄物発電パイロッ<br>トプラント計画   | (社)日本機械学会,<br>第9回熱工学シンポジウム  |
| 13)平成8年<br>10月16日     | (財)金属系材料研究<br>開発センター -<br>湯川<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川・松永   | ごみ焼却雰囲気中における<br>ボイラチューブ腐食の<br>電気化学的研究   | 第43回腐食防食討論会   |

腐食性スーパーヒーター材料の開発（続き）

| 発表年月日             | 発表者   | 発表題目   | 発表媒体   |
|-------------------|---|--|--|
| 14)平成8年<br>10月16日 | JRCM 湯川<br>他4名  | ごみ発電炉 炉用材料の高温<br>腐食に及ぼす管付着灰溶融<br>量の影響  | 第43回腐食防食討論会  |
| 15)平成8年<br>10月16日 | 三菱重工業(株) 川原<br>川崎重工業(株) 中村<br>日本鋼管(株) 坪井<br>JRCM 湯川                       | 高効率廃棄物発電炉 炉用新<br>合金の実機耐食性評価  | 第43回腐食防食討論会  |
| 16)平成9年<br>3月     | 住友金属工業(株) 大塚<br>石川島播磨重工業(株)<br>中川<br>三菱重工業(株) 川原<br>バブコック日立 塚上<br>JRCM 湯川 | A Corrosion Mechanism for<br>the Fireside Wastage of<br>Superheater Materials in<br>Waste Incinerators           | CRROSION/97 PAPER No.157 ,<br>New Orleans , Lousiana ,<br>NACE                             |
| 17)平成9年<br>3月     | 石川島播磨重工業(株)<br>松永・中川  | Corrosion loss measurement<br>of boiler tubes in a waste<br>incineration environment<br>by A.C. impedance method | NACE Internatinal ,<br>Corrosion ' 97  |
| 18)平成9年<br>3月     | 石川島播磨重工業(株)<br>中川・松永<br>三菱重工業(株)<br>川原                                    | An electrochemical<br>investigation of corrosion<br>of superheater tube in<br>waste incineration<br>environment  | NACE Internatinal ,<br>Corrosion ' 97 , Paper<br>No.164                                    |
| 19)平成9年<br>3月13日  | 三菱重工業(株) 川原<br>川崎重工業(株) 中村<br>日本鋼管(株) 坪井<br>JRCM 湯川                       | Evaluation of New<br>Corrosion Resistant<br>Superheater Tubings in<br>High Efficiency<br>Waste-to-energy Plants  | CORROSION/97 , Paper<br>No.165 , New Orleans ,<br>Louisiana , NACE ,                       |
| 20)平成9年<br>9月     | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・松永・中川   | 廃棄物燃焼環境における材<br>料の腐食に及ぼす雰囲気<br>ガス組成の影響   | 第44回材料と環境討論会   |
| 21)平成9年<br>9月     | 石川島播磨重工業(株)<br>中川・松本・松岡   | 溶融塩化物/硫酸塩混合塩中<br>における腐食に及ぼす<br>重金属化合物の影響   | 第44回材料と環境討論会   |
| 22)平成10年<br>1月29日 | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・中川  | 交流インピーダンス法によ<br>る溶融塩埋没環境におけ<br>る材料の耐食性評価   | 第117回腐食防食シムポジム   |
| 23)平成10年<br>8月19日 | バブコック日立(株)<br>福田  | 灰の腐食性に及ぼすガス組<br>成の影響   | 第45回材料と環境討論会   |
| 24)平成10年<br>8月24日 | 三菱重工業(株)<br>折田・川原・高橋・<br>山内、JRCM 細田                                       | High Efficiency Waste To<br>Energy Facility - Pilot<br>Plant Design -  | International Joint Power<br>Generation Conference and<br>Exposition (Baltimore) ,<br>ASME |



耐腐食性スーパーヒーター材料の開発（続き）

| 発表年月日                     | 発表者  | 発表題目   | 発表媒体  |
|---------------------------|--|--|---|
| 25)平成10年<br>9月28-<br>30日  | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所<br>川原雄三 他4名                              | 「高効率ごみ発電炉向けの<br>625合金管の実用化」<br>「ごみ発電炉用高耐食性<br>Ni-Cr-Mo系鋳造合金の開<br>発」<br>「高効率ごみ発電炉・加熱<br>機への高Cr高Mo・Ni基合<br>金管<br>及び鋳物の実用化  | 1998年秋期講演大会   |
| 26)平成10年<br>10月           | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・中川<br>JRCM 細田                            | Corrosion Monitoring of<br>Alloys for Boiler Tube in<br>Waste Incineration<br>Environment  | Electrochem. Soc.194th<br>Meeting Abstract No.319               |
| 27)平成10年<br>10月15日        | パプコック日立(株)<br>呉研究所 福田祐治                                    | ごみ焼却環境の高温腐食と<br>発電用加熱機器管材料   | 「超高温・高機能材料<br>研究会」  |
| 28)平成10年<br>11月10-<br>11日 | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所<br>川原雄三 他2名                              | 高効率廃棄物発電パイロッ<br>トプラントの運転実績<br>日本機械学会   | 第6回動力・エネルギー<br>技術シンポジウム   |
| 29)平成10年<br>11月10日        | 三菱重工業(株)<br>川原・折田・高橋                                       | 高効率廃棄物発電パイロッ<br>トプラントの運転実績   | 日本機械学会,<br>「第6回動力・エネルギー<br>技術シンポジウム」                            |
| 30)平成11年<br>4月25日         | 三菱重工業(株)<br>川原・折田<br>川崎重工業(株) 中村<br>日本鋼管(株) 鮎川<br>JRCM 細田  | APPLICATION OF NEW<br>CORROSION-RESISTANT<br>SUPERHEATER TUBINGS FOR<br>A500, 100kgf/cm <sup>2</sup> HIGH-E<br>FFICIENCY WASTE-TO-ENERGY<br>PLANT              | CORROSION/99 PAPER No.91,<br>San Antonio, Texas, NACE<br>(1999) |
| 31)平成11年<br>4月28日         | 住友金属工業(株) 大塚<br>パプコック日立(株)<br>福田<br>三菱重工業(株) 川原<br>JRCM 細田 | laboratory Corrosion Tests<br>for Simulating Fireside<br>Wastage of Superheater<br>Materials in Waste<br>Incinerators  | LCORROSION/99 PAPER<br>No.89, San Antonio, Texas,<br>NACE       |
| 32)平成11年<br>8月31日         | 三菱重工業(株)<br>川原・高橋・中川<br>JRCM 細田<br>NEDO 水子                 | Demonstration Test of New<br>Corrosion-Resistant<br>Superheater Tubings in<br>500, 100kgf/cm <sup>2</sup><br>High-Efficiency<br>Waste-To-Energy Pilot<br>Plant | Proceeding of EUROCORR/99<br>Congress, EFCE, No.227,<br>Aachen  |
| 33)平成11年<br>9月            | 石川島播磨重工業(株)<br>松本・中川<br>日本鋼管(株) 鮎川<br>JRCM 細田              | ごみ焼却炉環境における伝<br>熱管材料の電気化学的腐食<br>モニタリング   | 第46回材料と環境討論会  |

耐腐食性スーパーヒーター材料の開発（続き）

| 発表年月日                              | 発表者  | 発表題目  | 発表媒体  |
|------------------------------------|--|---|---|
| 34)平成 11 年<br>8 月 30 日-<br>9 月 2 日 | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所<br>川原雄三 他 4 名                        | Application of New<br>Corrosion-resistant<br>Superherhtar Tubings to<br>500 、100kgf/cm <sup>2</sup> ・g High<br>Efficiency<br>Waste-to-energy Pilot<br>Plant | EUROCORR/99                                       |
| 35)平成 11 年<br>11 月 15-<br>17 日     | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所<br>川原雄三 他 4 名                        | Application of New<br>Corrosion-resistant<br>Superherhtar Tubings to<br>500 、100kgf/cm <sup>2</sup> ・g High<br>Efficiency<br>Waste-to-energy Pilot<br>Plant | Stainless Steel World/99                          |
| 36)平成 11 年<br>11 月 20-<br>22 日     | 三菱重工業(株)<br>横浜研究所 川原雄三<br>他 4 名                        | 500 、9.8Mpa 高効率廃棄<br>物発電高耐食性材料の<br>実証試験   | 第 138 回秋期講演大会                                     |
| 38)平成 12 年<br>3 月                  | バブコック日立(株)<br>福田<br>三菱重工業(株) 川原<br>J R C M 細田          | Application of High Speed<br>Thermal Spraying for SH<br>Tubes in Waste<br>Incinerators  | CORROSION/2000 PAPER<br>No.264 ,Orlando ,FL ,NACE |
| 39)平成 12 年<br>3 月                  | 大同特殊鋼(株)<br>竹内<br>三菱重工業(株)川原<br>J R C M 細田             | APPLICATION OF COMPOSITE<br>TUBES<br>PLASMA-WELD-OVERLAID WITE<br>Ni-Cr-Mo ALLOY FOR<br>SUPERHEATER APPLICATIONS<br>IN WASTE INCINERATORS                   | CORROSION/2000 ,Orlando ,<br>FL ,NACE             |
| 40)平成 12 年<br>3 月                  | 川崎重工業(株)<br>上門・亀井・中村<br>J R C M 細田                     | EFFECT OF STATIC STRESS ON<br>HIGH TEMPERATURE CORROSION<br>BEHAVIOR OF BOILER TUBES IN<br>WASTE INCINERATION<br>ENVIRONMENT                                | CORROSION/2000 ,Orlando ,<br>FL ,NACE             |
| 41)平成 12 年<br>3 月                  | 三菱マテリアル(株)<br>松井・瀧澤・脇田<br>三菱重工業(株)<br>川原<br>J R C M 細田 | Development of Ni-Cr-Mo<br>Alloy for Superheater Tube<br>Applications   | CORROSION/2000 PAPER<br>No.262 ,Orlando ,FL ,NACE |
| 42)平成 12 年<br>3 月                  | 住友金属工業(株) 大<br>塚・西山<br>J R C M 細田                      | Thermodynamic Equilibrium<br>Calculations of Deposits<br>on Superheater Tubes in<br>Waste Incinerators  | CORROSION/2000 ,                                  |

## 環境負荷低減技術の開発

| 発表年月日                   | 発表者                  | 発表題目                                   | 発表媒体  |
|-------------------------|----------------------|--|---|
| 1)平成8年<br>6月20日         | (株)タクマ中央研究所<br>玉置    | PPCP 法によるごみ焼却炉排<br>ガス中の有害物質除去          | 第6回国際静電気会議 PPCP<br>法によるごみ焼却炉排ガス<br>中の有害物質除去 |
| 2)平成9年<br>8月13日         | (株)タクマ中央研究所<br>小畑 貞二 | パルスプラズマ法によるご<br>み焼却炉排ガス中の大気汚<br>染物質の除去 | 第2回公害防止用コールド<br>プラズマ技術シンポジウム                |
| 3)平成9年<br>12月23日        | (株)増田研究所 細川          | 燃焼炉から排出されるガス<br>状汚染物質の低減へのPP<br>CPの応用  | 大気汚染制御における非平<br>衡プラズマ技術の<br>国際シンポジウム        |
| 4)平成10年<br>9月22-<br>24日 | (株)タクマ中央研究所<br>岸田寛之  | PPCP の性能                               | 第7回国際静電気会議<br>(韓国・慶州)                       |
| 5)平成10年<br>12月19日       | (株)増田研究所<br>細川俊介     | PPCP ガス処理法の焼却<br>炉への応用                 | 促進酸化技術による水及び<br>空気処理に関するアジア太<br>平洋地域研究会     |

## パイロットプラントによる実証試験

| 発表年月日             | 発表者                                       | 発表題目                                  | 発表媒体                     |
|-------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|
| 1)平成8年<br>7月12日   | 三菱重工業(株) 折田・<br>川原・吉良<br>NEDO 小河原 JRCM 湯川 | 高効率廃棄物発電パイロットプラ<br>ント計画               | 第9回熱工学シンポジウム             |
| 2)平成10年<br>3月5日   | 平野成彬                                      | NEDO におけるゴミ発電の<br>高効率化技術開発            | 東北大学工学部講演会               |
| 3)平成10年<br>9月22日  | 矢野良忠                                      | 高効率廃棄物発電技術開<br>発・パイロットプラントによ<br>る実証試験 | 第18回 NEDO 事業報告会          |
| 4)平成10年<br>11月17日 | 平野成彬                                      | NEDO における高効率廃棄物<br>発電パイロットプラント        | TIS 廃棄物発電セミナー            |
| 5)平成10年<br>3月4日   | 平野成彬                                      | NEDO における高効率廃棄物<br>発電技術開発             | ゴミ、RDF 発電の技術開発<br>動向セミナー |

## 最適トータルシステムの開発

| 発表年月日          | 発表者                          | 発表題目                                | 発表媒体                                      |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1)平成10年<br>10月 | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎 | 21世紀に向けた廃棄物処<br>理技術と発電技術の展望に<br>ついて | ごみ焼却余熱有効利用促進<br>市町村等連絡協議会 技術<br>研修会       |
| 2)平成10年<br>12月 | (財)エネルギー総合<br>工学研究所<br>小川紀一郎 | 廃棄物発電の現状と将来<br>展望                   | (財)火力原子力発電技術<br>協会九州支部講演会「地球<br>環境問題を考える」 |

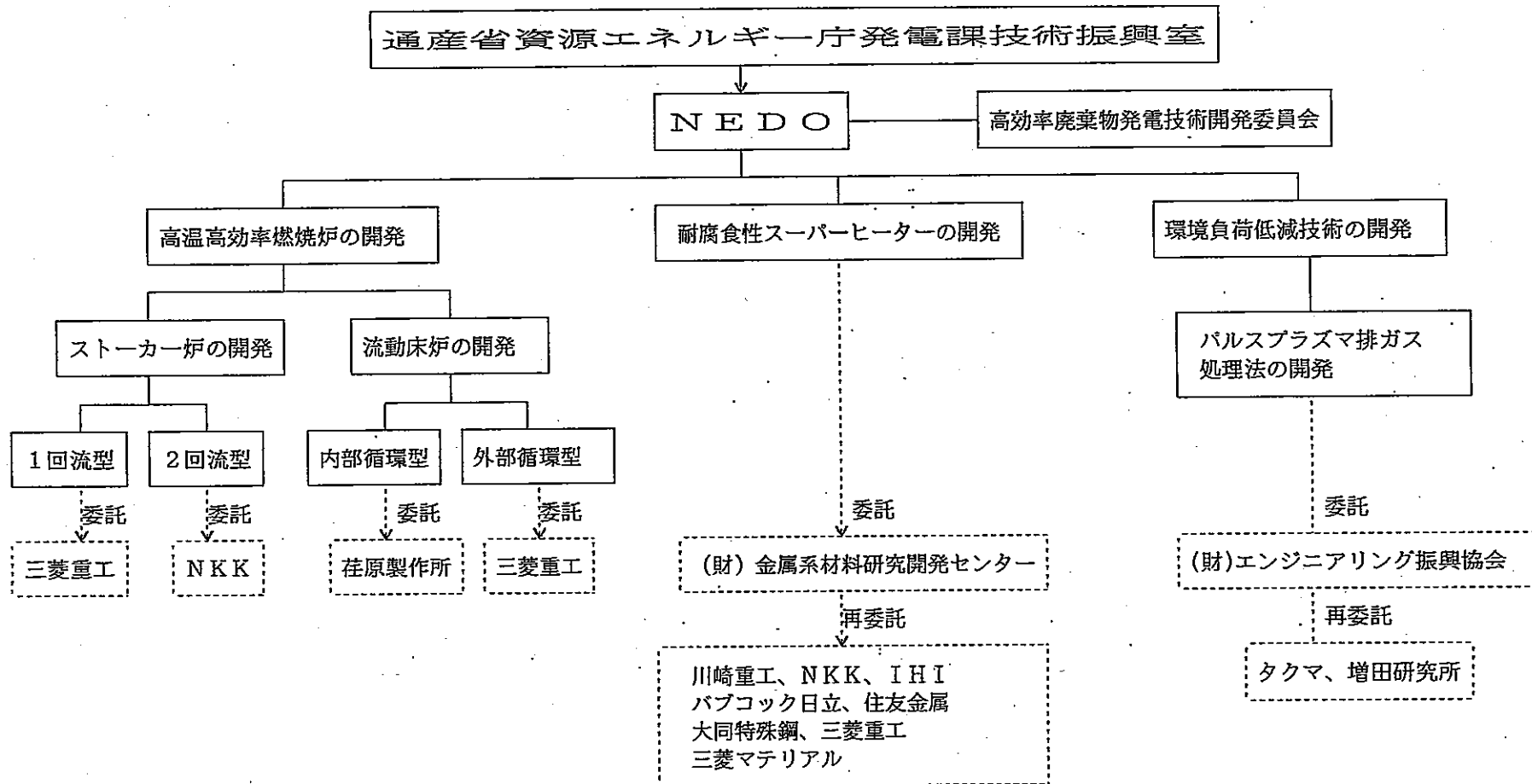
(別紙) 特許出願リスト

| 出願年月日            | 出願人<br>(会社名) | 種類  |
|------------------|--------------|-----|
| 1)平成6年<br>3月23日  | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 2)平成6年<br>10月21日 | 住友金属工業(株)    | 特許権 |
| 3)平成8年<br>2月5日   | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 4)平成8年<br>3月18日  | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 5)平成8年<br>3月22日  | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 6)平成8年<br>7月17日  | 大同特殊鋼(株)     | 特許権 |
| 7)平成8年<br>11月26日 | 大同特殊鋼(株)     | 特許権 |
| 8)平成9年<br>1月22日  | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 9)平成9年<br>1月22日  | 三菱マテリアル(株)   | 特許権 |
| 10)平成9年<br>1月31日 | (株)タクマ       | 特許権 |
| 11)平成9年<br>6月19日 | (株)タクマ       | 特許権 |

| 出願名称                                 |
|--------------------------------------|
| 高温耐食性および高温強度のすぐれたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱管材 |
| 高効率廃棄物発電ボイラ過熱器管用オ - ステナイト系耐食合金       |
| 高温耐食性に優れたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱管          |
| 耐粒界腐食性に優れたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱用複合管      |
| 高温耐食性に優れたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱管          |
| ボイラ用高温パイプとその製造方法                     |
| 肉盛り溶接による耐食性金属管の製造方法                  |
| 高温耐食性に優れたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱管          |
| 高温耐食性に優れたごみ焼却排ガス利用廃熱ボイラの伝熱用複合管       |
| パルス荷電ガス処理装置                          |
| パルス電源装置及びパルス荷電ガス処理装置                 |



4. 研究体制



## 5. 研究開発結果

### 5. 1 要素研究結果

#### (1) 高温高効率燃焼炉の開発

4種類の炉を対象に小型装置による実験、コンピューターシミュレーション等により炉の最適化を行い、スーパーヒーター材料の研究開発成果と併せて蒸気条件500°C、100kg/cm<sup>2</sup>の焼却炉の開発ができた。研究開発成果を表1に示す。

#### (2) スーパーヒーター材料開発

既存材料、新規開発材料を対象に小型評価試験、実炉評価試験を行い、スーパーヒーター材料について既存材料として現状で最適な材料を選定した。

|              |             |          |
|--------------|-------------|----------|
| 蒸気温度 350°C以下 | 炭素鋼(STBA24) | 35万円/トン  |
| 400°C以下      | SUS310      | 175万円/トン |
| 500°C以下      | ALLOY625    | 700万円/トン |

なお、今後も引き続き廉価な新規材料開発を行っていく予定である。

#### (3) 環境負荷低減技術の開発 (パルスプラズマ排ガス処理法の開発)

パルスプラズマ排ガス処理法は、放電によって生ずるプラズマを用いて排ガスを処理する方法で、PPCP (Pluse corona induced Plasma Chemical Process) 排ガス処理法とも呼ばれる。基本的な原理は、放電で生じる電子をNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、Hg等に衝突させて化学的に活性化することによりCaと反応させて除去するものである。また、有効な除去方法が無いダイオキシンを分解することも実験室レベルでは確かめられている。

本プロジェクトでは、平成5、6年度に渡って小型試験装置 (排ガス処理量50Nm<sup>3</sup>/H) を用いてパルスプラズマ排ガス処理法の効果を確認した。各項目についての除去率と除去性能は以下の通り。

|                             | 最高除去率(%) | 特徴  |
|-----------------------------|----------|---|
| ダイオキシソ                      | 99.1     | ガス温度が低いほど除去率が良くなる。  |
| 水銀                          | 98.0     | ガス温度等環境によらず除去率が良い。  |
| 硫黄酸化物<br>(SO <sub>x</sub> ) | 97.0     | ガス温度が高いほど除去率が良くなる。  |
| 塩化水素                        | 92.8     |   |
| ばいじん                        | 99.0     | 滞留時間が長いほど除去率が良くなる。  |
| 窒素酸化物<br>(NO <sub>x</sub> ) | 38.0     | 平均でも高除去率を得ている。<br>条件を変えても40%以上の除去率を得られない。<br>滞留時間を長くするとNO <sub>x</sub> が逆に増加する。 |

### 5. 2 最適トータルシステムの検討 (実炉の概念設計・経済性評価結果)

要素研究を行った4種の炉について規模1200t/日 (内部循環型流動床は600t/日) の高効率化プラントの概略の概念設計と、その経済性検討を行った。

評価の前提条件を表2に、評価結果を表3に示す。

概念設計の結果は

- ・この規模では蒸気条件を500°C、100kg/cm<sup>2</sup>とすることで2炉については発電効率を目標の30%とすることが確認できた。



一方、経済性評価結果は

- ・高効率化による建設費の上昇分は従来型に比べ3.5～11.4%である。
- ・発電単価を発電設備のみを対象に算出すると、ストーカー炉では8円/kWh程度であり、現行の電力会社の買電単価8.11円/kWh（昼間12.5円/kWh、夜間4.2円/kWh）を下回っており、高効率化して売電することが経済的に有利であることを示している。
- ・発電単価を焼却炉を含めた全設備を基に求めたとしても17.11～19.79円/kWhであり、電力会社からの購入価格20円/kWhを下回っている。

以上のように、蒸気条件を500°C、100kg/cm<sup>2</sup>と向上させることで大規模プラントでは現行の倍程度の効率30%を達成でき、また高効率化は経済的にも優位であることがわかった。

### 5. 3 パイロットプラントの選定

要素技術を実証するためのパイロットプラントとして4炉型の中から1回流型ストーカー炉を選定した。4炉型とも技術的に遜色はないが、今後の導入・普及等を考慮して1回流型ストーカー炉を選定したものであり、選定理由を下記に示す。

- ・全国の焼却炉の大部分が1回流型ストーカー炉であり、既に長い歴史もあり開発された技術を付加するだけで高効率化でき、現場のオペレーターにもそれほどの違和感が無い。
- ・流動床に比べてスーパーヒーター腐食環境が厳しくスーパーヒーター材料の実証に適している

なお、パイロットプラントの仕様は以下の通りである。

|         |   |
|---------|---|
| 処理規模    | ごみ処理量 5.0t/24時間×1基                      |
| 発電機出力   | 800kW                                   |
| 発電出力    | 約12%（約2800kcal/kgごみ50t/24hとして）          |
| 炉形式     | 1回流型ストーカー炉                              |
| 蒸気条件    | 500°C、100kg/cm <sup>2</sup> （ボイラ出口蒸気条件） |
| タービン形式  | 衝動式減速形復水タービン                            |
| ごみ供給方式  | ビット・アンド・クレーン方式                          |
| 燃焼設備    | 火格子燃焼方式、廃熱ボイラ方式                         |
| 排ガス処理設備 | バグフィルタ+半乾式有害ガス処理装置                      |
| 通風設備    | 平衡通風方式                                  |
| 灰出設備    | ビット・アンド・クレーン方式                          |
| 煙突      | 内筒 鋼板製 0.98φ×5.9m 1基<br>外筒 鉄筋コンクリート製    |
| 建設場所    | 神奈川県津久井郡津久井町青山<br>津久井郡広域行政組合            |

### 5. 4 結論

高効率廃棄物発電について炉最適化検討、スーパーヒーター材料開発等の要素研究を行うと共に実用規模のプラントの検討を行い中間評価として下記の結論を得た。

- ・各種炉型について最適化を行い蒸気条件500°C、100kg/cm<sup>2</sup>の炉を開発した。
- ・スーパーヒーター材料について現状で最適な材料を決定した。
- ・実用規模のプラントの概念設計・経済評価を行い、1200t/日規模のプラントでは蒸気条件500°C、100kg/cm<sup>2</sup>とすることで発電効率30%を達成できることを確認すると共に高効率化が経済的に優位であることを確認した。

## 6. 今後の研究開発の進め方

### (1) 燃焼炉の開発

- ・外部循環流動床炉については、パイロットプラント炉型としては採用されなかったものの高温高効率燃焼炉としては非常に有望な炉であり大型の実験装置であるホットモデルがある。従ってホットモデル燃焼炉で引き続き実炉開発に向けた燃焼データ、制御技術等の蓄積を図ると共にカーシュレグダグスト、廃プラ等、産廃の一部の適用についても検討を行ってゆく予定である。

### (2) 対腐食性スーパーヒーターの開発

- ・引き続き廉価な新規材料開発を行っていく。

### (3) パルスプラズマ排ガス処理法の開発

- ・パルスプラズマ排ガス処理法については引き続き5,000Nm<sup>3</sup>/h排ガス処理装置により、最適システム条件設定、NO<sub>x</sub>対策等研究開発を行っていく。

### (4) パイロットプラントの運転研究

- ・スーパーヒーター材料を中心に開発した要素技術の実証を行う。

### (5) 商用炉の検討

- ・実用規模の高効率廃棄物発電プラントとして1200ト/日プラントの概略検討を行ったが、今後規模に応じた蒸気条件の見直し等、導入普及に向けた設計検討、経済性検討を行いたい。

| 結果                                   | ストーカー  |   | 流動床  |   |
|--------------------------------------|--|---|--|---|
|                                      | 1 回流型  | 2 回流型   | 外部循環型  | 内部循環型   |
| 1. SHの腐食対策                           | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピューターシミュレーションにより形状・寸法の最適化を行った。</li> <li>・小型ストーカー炉により燃焼空気量を最適化した。</li> </ul> <p>(2) SH設置位置の工夫</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス温度650℃以下に設置</li> <li>・ガス流速10m/S以下</li> </ul> <p>(3) SH材質の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気温度 400℃以下 STBA24</li> <li>・蒸気温度 400℃～450℃ SUS 310</li> <li>・蒸気温度 450℃～500℃ ALLOY625を候補とするが新材料にも期待する。</li> </ul> <p>(4) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス温度変動を抑制する。</li> <li>・過熱蒸気温度制御を採用する。</li> <li>・並流型SHを採用する。</li> </ul> | <p>(1) 炉形状の最適化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2回流型を採用した。</li> <li>・ハッフル形状、スクリーン壁形状の最適化を行った。</li> </ul> <p>(2) SH設置位置・材質の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気温度 350℃以下 STBA24</li> <li>・蒸気温度 350℃～400℃ SUS310</li> <li>・蒸気温度 400℃～500℃ ALLOY625</li> </ul> | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大型試験装置により確認した。</li> </ul> <p>(2) SH設置位置・材質の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・SHを外部熱交に設置する。</li> <li>・炭素鋼または低合金鋼を使用する</li> </ul>                     | <p>(1) 炉形状・燃焼の最適化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピューターシミュレーションにより最適化を行った。</li> </ul> <p>(2) SH設置位置・材質の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気温度 350℃以下</li> <li>・ガス温度 600℃以下に設置し材料としては SUS 310を使用する。</li> <li>・蒸気温度350～500℃</li> <li>・熱回収室流動床内に設置し材料は ALLOY625またはHR11Nを候補とする。</li> </ul> |
| 2. 高圧化に伴う蒸発管の温度上昇(310℃)対策            | <p>(1) 炭素鋼使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ただし大部分は耐火材、一部は耐熱コーティングで対処する。</li> </ul>   | <p>(1) 炭素鋼使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ただし耐火材で保護をする。</li> </ul>   | <p>(1) 炭素鋼使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ただし耐火材で保護をする。</li> </ul>  | <p>(1) 炭素鋼使用</p>  |
| 3. 排ガス対策<br>ダイオキシン, SOx,<br>NOx, HCl | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>  | <p>(1) 2回流構造の採用 (CO 数ppm)</p> <p>(2) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>   | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>  | <p>(1) バグフィルタ、脱硝装置の設置</p>   |
| 4. 特徴                                | <p>(1) 長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・前処理が不要である。</li> <li>・運転保守が容易である。</li> <li>・フライアッシュが少ない。</li> </ul> <p>(2) 短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・SH腐食環境が厳しい。</li> </ul>  | <p>(1) 長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・前処理が不要である。</li> <li>・運転保守が容易である。</li> <li>・フライアッシュが少ない。</li> <li>・2回流構造の採用により排ガス性状が比較的良好である。</li> </ul> <p>(2) 短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・SH腐食環境が厳しい。</li> </ul>  | <p>(1) 長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・SH腐食環境極めて良好である。(HCl濃度 5ppm以下)</li> <li>・排ガス性状が比較的良好である。</li> </ul> <p>(2) 短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フライアッシュが多い。</li> <li>・破碎等の前処理が必要である。</li> </ul> | <p>(1) 長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・前処理が不要である。</li> <li>・SH腐食環境が比較的良好である (HCl濃度 250～700ppm)</li> </ul> <p>(2) 短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フライアッシュが多い。</li> </ul>   |

## 高効率廃棄物発電概念設計 - 経済性検討前提条件

|            |   |
|------------|---|
| ごみ処理量      | 400t/日×3炉 (内部循環型200t/日×3炉)  |
| 蒸気条件       | 500℃×100kg/cm <sup>2</sup> (高効率型)<br>/ 300℃×27kg/cm <sup>2</sup> (従来型)                                      |
| 設計ごみ低位発熱量  | 3,000 kcal/kg   |
| 復水器        | 水冷式復水器 (高効率型) / 空冷式復水器 (従来型)  |
| 排ガス温度 (°C) | <p>焼却炉 → ボイラ → 減温塔 → バグフィルター → ガス加熱器 → SCR → ID</p> <p>850°C    220°C    150°C                    210°C</p> |
| 排ガス性状      | ばいじん 0.02 g/Nm <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> 30 ppm<br>SO <sub>x</sub> 20 ppm                    HCl 15 ppm  |

|   | ストーカー炉  |   | 流動床炉                           |                                      |
|---|---|---|--------------------------------|--------------------------------------|
|   | 1回流型  | 2回流型  | 外部循環型                          | 内部循環型                                |
| 発電効率 (%)                                | 30.0<br>/17.5   | 28.1<br>/14.8   | 30.9<br>/18.9                  | 26.6<br>/18.1                        |
| 発電出力 (kW)                               | 52,400<br>/30,500                                     | 49,000<br>/30,900                                     | 53,900<br>/31,400              | 23,200<br>/15,400                    |
| 所内動力 (kW)                               | 6,500<br>/6,000                                       | 6,400<br>/6,000                                       | 8,000<br>/7,500                | 3,500<br>/2,870                      |
| SH材料<br>(従来型は炭素鋼)                       | ~400°C 炭素鋼<br>400~450°C SUS310<br>450~500°C CALLOY625 | ~350°C 炭素鋼<br>350~400°C SUS310<br>400~500°C CALLOY625 | ~350°C 炭素鋼<br>350~500°C SUS310 | ~400°C SUS310<br>400~500°C CALLOY625 |
| 建設費 (億円)                                | 668<br>/600   | 667<br>/600   | 検討中                            | 310.5<br>/300                        |
| 増加分 (%)                                 | 11.4%   | 11.2%   |                                | 3.5%                                 |
| 発電部分の設備費<br>(億円)                        | 119.4<br>/63.0  | 117.6<br>/63.0  | 検討中                            | 60.0<br>/43.7                        |
| 発電単価<br>(円/kWh)                         | 7.51<br>/8.79   | 8.01<br>/8.49   | 検討中                            | 9.73<br>/11.13                       |
| <参考><br>発電単価<br>全設備を対象とし<br>た場合 (円/kWh) | 17.11<br>/27.71                                       | 18.40<br>/27.12                                       | 検討中                            | 19.79<br>/28.14                      |

(注) 上段：高効率型

下段：従来型