

次期中間処理施設基本計画策定に向けた検討結果の中間まとめ

本資料は、次期中間処理施設基本計画の策定に向け、過去の検討委員会におけるその基本的事項に関する審議状況と結果について、現時点でのまとめを行ったものである。

1. 平成 22 年度検討委員会の経緯

過去 8 回の検討委員会の審議の経過は以下のとおりである。

回数	日程	議題
第 1 回	H21. 6. 25	(1) 次期中間処理施設基本計画等策定について (2) 次期中間処理施設事業対象予定地の評価の進め方について (3) 検討地抽出の条件について (4) 次期中間処理施設の整備手法に係る再検討の概要について (5) 今後の委員会日程について（平成 21 年度）
第 2 回	H21. 9. 30	(1) 比較検討地の評価項目について (2) ごみ処理体系の評価項目について (3) その他
第 3 回	H21. 11. 26	(1) スケジュールについて（報告） (2) 比較検討地の抽出条件について (3) 比較検討地の評価項目及び基準の考え方について（中間報告） (4) 印西クリーンセンター老朽化調査について（事例紹介など） (5) 次期中間処理施設の方向性、あり方について (6) その他
第 4 回	H21. 12. 14	(1) 比較検討地の現況について (2) 評価項目及び基準の考え方について (3) その他
第 5 回	H22. 2. 2	(1) 比較検討地の評価について (2) リフォームと更新の比較について (3) システム（現在の処理体系）評価結果 (4) ごみ処理システムの新コンセプトについて (5) 視察の報告
第 6 回	H22. 3. 26	(1) 比較検討地の経済性の報告について (2) 平成 21 年度検討委員会報告書について
第 7 回	H22. 5. 26	(1) 平成 22 年度委員会スケジュールについて (2) 将来のごみ処理基本システムおよびコンセプトについて (3) 現在のごみ処理技術の紹介 (4) メーカー技術調査結果について (5) 施設視察報告 (6) その他
第 8 回	H22. 7. 30	(1) ごみ処理システムおよび熱回収施設整備の基本方針について (2) リサイクルプラザについて (3) 公害防止条件について (4) 施設視察報告 (5) その他

注) 表中の網掛けは、次期中間処理施設の基本的事項に関連する審議項目

次期中間処理施設の基本的事項については、第 2、3、5、7、8 回で主に検討した。その内容を次頁以降に整理する。

2. 次期中間処理施設の基本的事項

次期中間処理施設の基本的事項としては、『施設整備の基本コンセプト』が最上位に位置づけられ、それに基づいた『ごみ処理システムの基本構成』を構築することとなる。

また、ごみ処理システムの基本構成は、施設整備の基本コンセプトを実現するため、①エネルギー回収システム、②エネルギー利用システム、③焼却残渣処理システム、④リサイクルシステムの4つのシステムから構成される。

さらに、このごみ処理システムの基本構成に基づき、次回以降の委員会で、中間処理施設の『施設基本構成』（設備構成）と『公害防止条件』を検討することとする。



図 1 次期中間処理施設の基本的事項

3. 委員会でまとめられた次期中間処理施設整備コンセプト

これまでの検討委員会で検討した結果、次期中間処理施設の施設整備に関するコンセプトは、次の3つとなった。

■施設整備コンセプト

コンセプト①

「地域特性」を活用する先進的な資源循環システムの構築

地域の特性を生かした「エネルギー利用システム」を継続・発展させるとともに、外部機能の有効活用を基本とし、先進的なごみ処理システムの確立を目指します。

コンセプト②

「地球環境」と「地域還元」を両立するバランスのとれた模範的都市施設の実現

費用対効果の最大化を目指すと同時に、枯渇性資源の消費抑制や低炭素社会への貢献を目指し、地球環境と地域還元を両立する、これからの社会に対して模範的となる都市施設の実現を目指します。

コンセプト③

「安心・安全」の確保と災害時にも対応可能な処理機能の構築

通常時はもとより、震災などにより発生した災害廃棄物にも対応可能な処理機能を有する都市施設を目指していきます。

4. 委員会でまとめられたごみ処理システムの基本構成

これまでの検討委員会で検討した結果、印西地区にふさわしいと考えられるごみ処理システムの基本構成は下図のとおりである。また、本構成に至った比較評価の結果を5、6ページに示す。

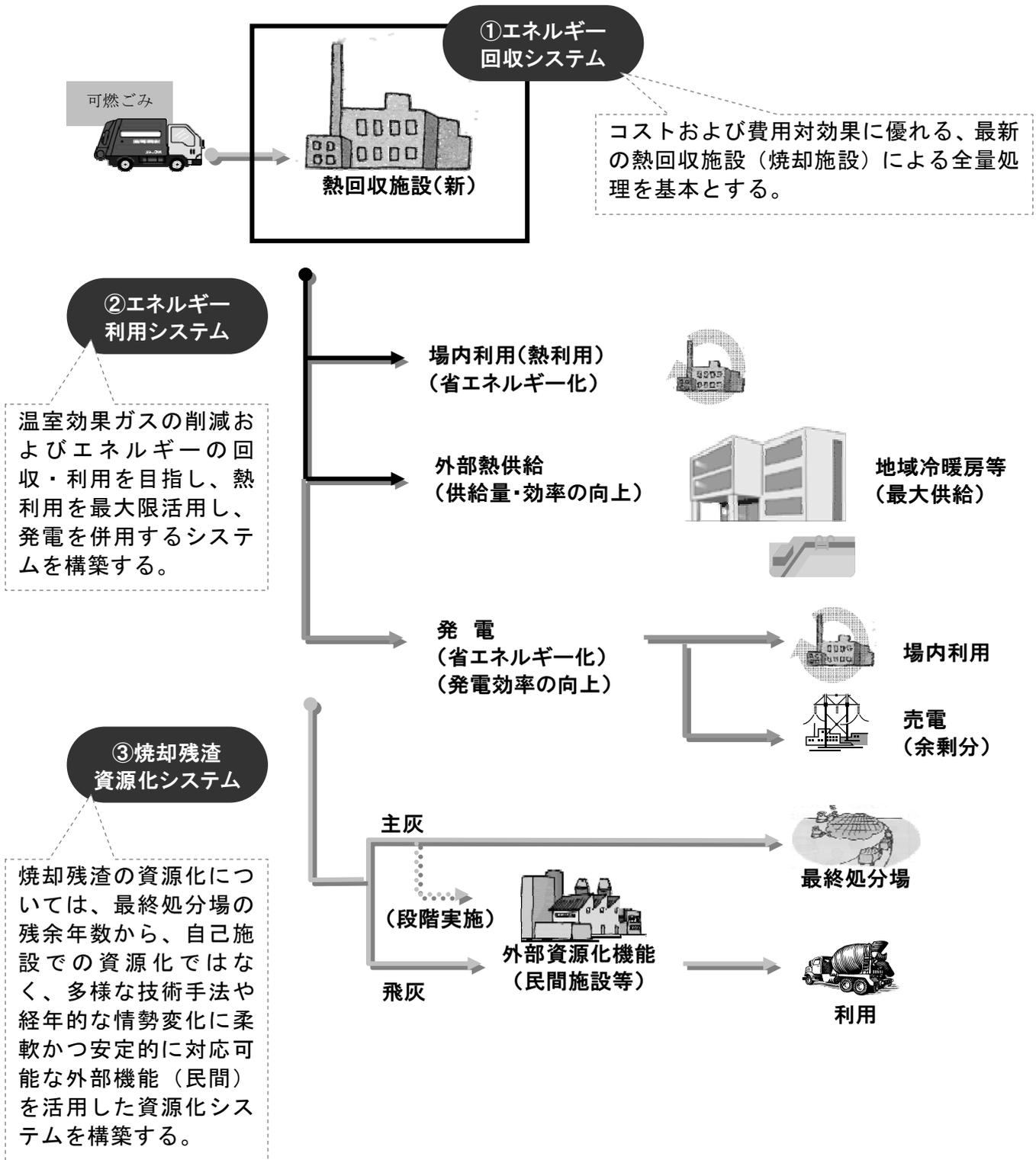


図 2 ごみ処理システムの基本構成

■比較評価結果

図 2 の印西地区にふさわしいと考えられるごみ処理システムの検討については、以下の 3 つの評価項目を中心に、リサイクル率や最終処分量について評価を行った。

- | |
|---------------------|
| ①温室効果ガス排出量 |
| ②エネルギー回収量 |
| ③建設および施設の維持管理にかかる費用 |

(1) エネルギー回収システムの検討結果

以下の 3 ケースについて比較評価を行い、最新の熱回収施設を整備したケース (B) が最も優れる結果となった。

予測評価ケース	内 容	検討結果
A 現行焼却施設	現在と同様の熱回収施設を整備したケース	× エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果が予測ケースの中で最も小さい。
B 熱回収施設	最新の熱回収施設を整備したケース	◎ エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果が優れているとともに、コストおよび費用対効果にも最も優れている。
C 熱回収施設+バイオガス化施設	最新の熱回収施設とバイオガス化施設を併せて整備したケース	△ エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果は得られるが、コストおよび費用対効果においては予測ケース B に劣る。

(2) エネルギー利用システムの検討結果

以下の 3 ケースについて比較評価を行い、最新の熱回収施設を整備したケース (B) が最も優れる結果となった。

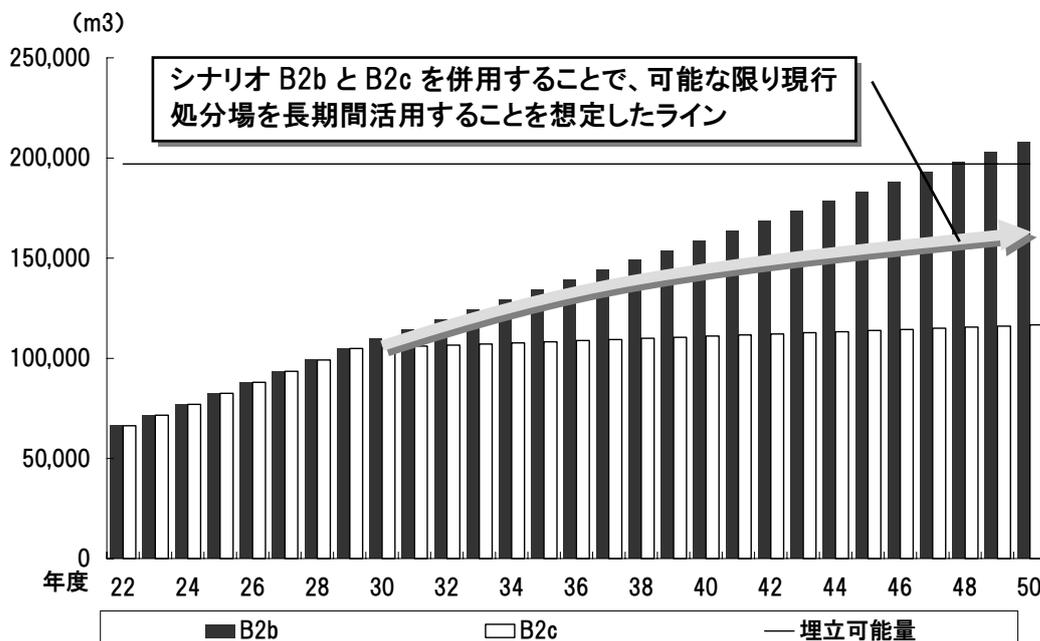
予測評価ケース	内 容	検討結果
1 発電 (余剰分) + 余熱利用施設 + 地域冷暖房	現在と同程度に余熱利用施設と地域冷暖房への熱供給を行い、かつ余剰熱量により発電するケース	○ 外部熱供給により、エネルギー回収および温室効果ガス削減効果は得られるが、予測ケース 2 に劣る
2 発電 (余剰分) + 余熱利用施設 + 地域冷暖房 (最大供給)	余熱利用施設へ現在と同程度に熱供給を行い、地域冷暖房へ現状よりもさらに供給量を増加させ、最大供給するとともに、余剰熱量により発電するケース	◎ エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果が優れているとともに、コストおよび費用対効果にも最も優れている。
3 発電 (最大化)	外部への熱供給を行わず、発電電力を最大化し売電を主体とするケース	△ 発電電力は最大となるが、エネルギー回収および温室効果ガス削減効果が予測ケースの中で最も小さい。

(3) 焼却灰の処理システムの検討結果

以下の4ケースについて比較評価を行い、「b 飛灰のみセメント原料化」および「c 飛灰・主灰ともにセメント原料化」が優れる結果となった。自己施設の整備ではなく、『外部機能を活用した焼却残渣の資源化』を行うことで、将来の状況変化や最終処分場の残余量を勘案しながら、コストと環境保全の最適化を図ることが望ましいという結果となった。

	予測評価ケース		熱回収施設の整備範囲	外部機能の利用	検討結果
	主灰	飛灰			
a	埋立処分	埋立処分	焼却	なし	△ コスト面では優れるが、資源化率の向上、最終処分量の削減（最終処分場の延命化）の観点から、他のケースに劣る。
b	埋立処分	セメント原料化	焼却	あり	◎ 資源化率の向上、最終処分量の削減（最終処分場の延命化）について一定の効果があり、エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果にも優れる。また、コスト面にも優れる。
c	セメント原料化	セメント原料化	焼却	あり	◎ 資源化率の向上、最終処分量の削減（最終処分場の延命化）について一定の効果があり、エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果にも優れる。ただし、コスト面で課題がある。
d	スラグ化	スラグ化	焼却+溶融	なし	△ 資源化率の向上、最終処分量の削減（最終処分場の延命化）について効果があるが、溶融のためのエネルギー消費により、エネルギー回収、温室効果ガス削減の効果に劣る。また、コスト面で課題がある。

■最適化のイメージ（最終処分場の残余量の推移）



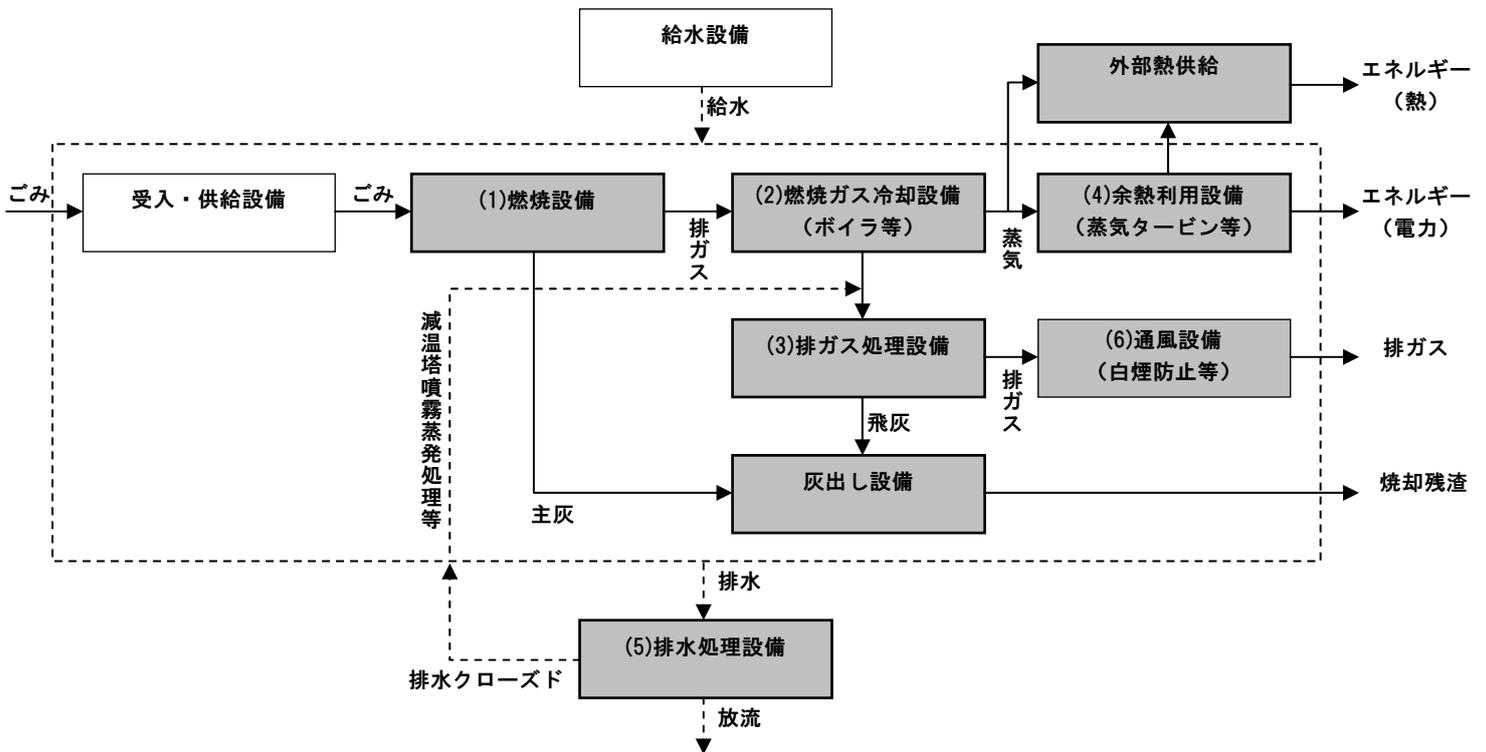
5. 施設整備の基本コンセプトを実現するための施設基本構成

基本コンセプト①（「地域特性」を活用する先進的な資源循環システムの構築）および②（「地球環境」と「地域還元」を両立するバランスのとれた模範的都市施設の実現）の実現に向け、可能な限りエネルギーの有効活用・低炭素社会への貢献を目指すためには、ごみ処理システムの中心となる焼却施設における、エネルギー回収を向上し、得られたエネルギーを効率よく利用するために、以下の4点を目指すことが重要となる。

- | | | |
|---|--------------------------|----------------|
| ① | ごみの持つエネルギーを効率よく蒸気として回収する | （熱回収能力の強化） |
| ② | 回収した蒸気をより効果的に利用する | （熱の効果的利用） |
| ③ | 回収した蒸気の未利用を極力小さくする | （熱需要に応じた多角的利用） |
| ④ | 効率良く電気に変換する | （発電効率の向上） |

なお、焼却施設における設備構成と、これら効率改善との関係性について図 3に整理する。

■焼却施設の一般的なフロー



■ : エネルギー回収との関係性の高い設備

注) 本図は一般的な焼却施設の設備フローを簡略化したものである。

図 3 焼却施設の一般的な設備フローとエネルギー回収との関係性

また、図 3 に示したエネルギー回収との関係性の高い各設備における熱回収効率の改善メニューと得られる効果の目安について表 1 に整理する。

■各設備の熱回収効率の改善メニューの例

表 1 各設備の熱回収効率の改善メニューの例

対象設備	改善メニュー	効果※
(1) 燃焼設備	①低空気比燃焼の採用	0.5%
(2) 燃焼ガス冷却設備	②低温エコノマイザの採用	1%
	③高温高圧ボイラの採用	1.5～2.5%
(3) 排ガス処理設備	④高効率乾式排ガス処理の採用	3%
	⑤触媒脱硝設備の省略及び低温化	1～1.5%
(4) 余熱利用設備	⑥抽気復水式タービンの採用	0.5%
	⑦水冷式復水器の採用	2.5%
(5) 排水処理設備	⑧排水の下水放流（排水クローズドシステムの導入なし）	1%
(6) 通風設備	⑨白煙防止設備の省略	0.4%

※発電効率で換算した値

出典) 高効率ごみ発電施設整備マニュアル (環境省)

さらに、表 1 に整理した改善メニューの詳細について、次頁以降に整理する。

■改善メニューの詳細

出典) 高効率ごみ発電施設整備マニュアル等

(1) 燃焼設備

① 低空気比燃焼の採用

焼却炉に供給する燃焼空気を低減することにより燃焼排ガス量を減らし、ボイラ設備出口での排ガス持出し熱量を低減することで、ボイラ効率の向上を図る方法である。

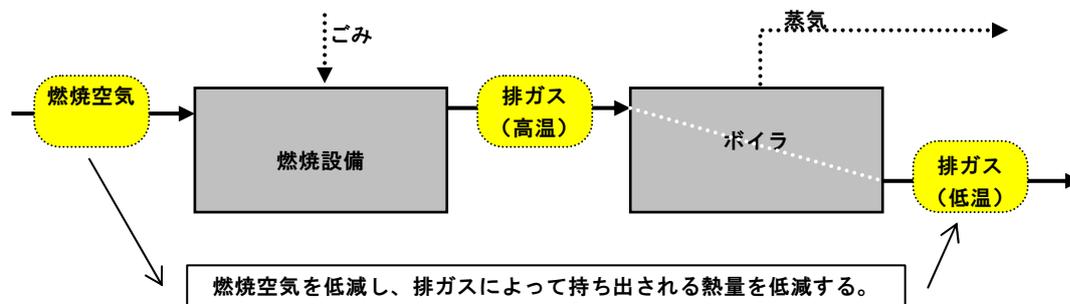


図 4 概略図

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> ・ 出口排ガス温度が同じでも排ガス量を低減することで、熱量の持ち出しが低減される。 ・ 平均的な空気比^{※1}は「1.8」であるが、1.4 まで低減した場合、ボイラ主蒸気流量が約 7% 向上すると試算されている。 	なし

※1 空気比＝総合燃焼空気量^{※2}／理論空気量^{※3}

※2 理論空気量に対して、余剰空気量を含めた総空気量

※3 投入するごみが完全燃焼するために必要な空気量

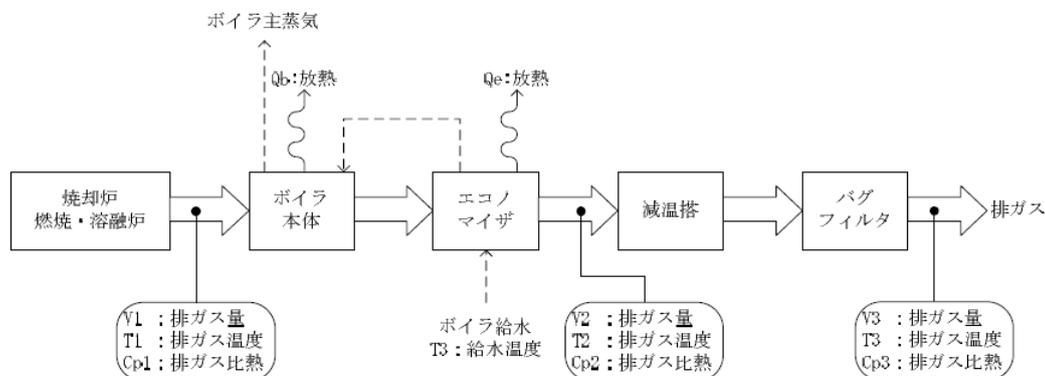
出典) 高効率ごみ発電施設整備マニュアル

(2) 燃焼ガス冷却設備

② 低温エコノマイザ[※]の採用

※エコノマイザ：ボイラ本体の下流に設置し、ボイラ出口の燃焼排ガスの余熱を利用してボイラ給水を加熱させる設備

低温エコノマイザとは、エコノマイザの伝熱面積を大きくしてより低温まで排ガスを冷却することで、ボイラ効率の向上を図る方法である。



出典) 高効率ごみ発電施設整備マニュアル

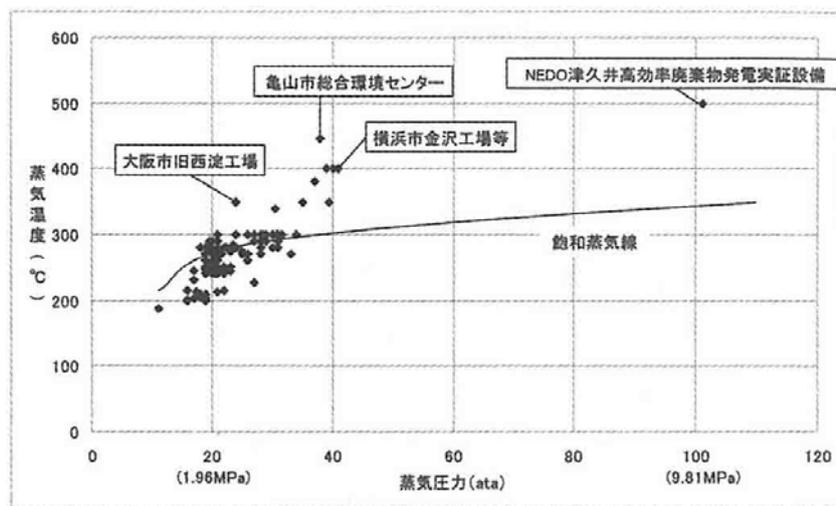
図 5 ボイラ設備周辺の概略フロー

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> ・ エコマイザ出口の排ガス温度の設計値としては、220～250℃を採用する事例が多かったが、最近では 200℃以下まで冷却・熱回収される事例が見られる。 ・ 出口温度を 250℃から 190℃まで低温化することにより、ボイラ効率が約 5%向上すると試算されている。 	な し

③ 高温高圧ボイラの採用

ボイラの蒸気条件を高圧化および高温化することで、発電効率を向上させる方法である。

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来は、水管に付着する灰の溶融等に起因する過熱器の高温腐食を避けるため、蒸気条件を「3MPaG×300℃以下」で設計されることがほとんどであった。 ・ 2000 年以降はボイラ構造の最適化や高温高圧ボイラ用過熱器材料の開発により「4MPaG×400℃」程度の蒸気条件を採用するケースが増えている。 ・ 蒸気条件を「3MPaG×300℃」から「4MPaG×400℃」に高温高圧化することで、発電効率が 1.5～2.5%向上すると試算されている。 	1.9MPaG×280℃



出典)「廃棄物発電導入マニュアル(改訂版)本編」NEDO(平成14年9月)

図 6 廃棄物発電の蒸気条件の実績値

(3) 排ガス処理設備

④ 高効率乾式排ガス処理の採用

排ガス処理方式は、大きく「湿式」と「乾式」に分類される。

酸性ガス（塩化水素、硫黄酸化物）の公害防止基準値が厳しい場合、従来は苛性ソーダによる湿式排ガス処理が用いられることが一般的であった。これに対し、高効率反応消石灰やナトリウム系薬剤等の高効率脱塩薬剤を採用することで乾式排ガス処理にて対応し、排ガス再加熱用蒸気使用量を削減、発電用に供することで発電効率の向上を図る技術である。

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> 『湿式排ガス処理』では、湿式洗浄塔内で多量の水を循環し、排ガス中の酸性ガスを吸収・除去し、湿式洗浄塔出口では、水分率が飽和（相対湿度 100%）まで増湿し、排ガス温度は 50～60℃となるため、150℃程度の排ガスの再加熱が必要となる。 『乾式排ガス処理』では、45℃程度の再加熱で済むため、再加熱用の蒸気量が削減できることにより、発電効率の向上が期待できる。また、水の消費量を抑制することが可能であり、水処理の負荷や放流量の削減等にも寄与する。 	半乾式

⑤ 触媒脱硝設備の省略及び入口温度の低温化

触媒脱硝とは、触媒を用いて排ガス中の窒素酸化物を窒素と水に還元する排ガス処理方式のことであり、還元薬剤としてアンモニア等が併用される。触媒脱硝においては、排ガス温度を高くすることで、高い脱硝率が得られるため、バグフィルタ通過後の排ガスを再加熱し、触媒反応塔の入口排ガス温度を 200～210℃に上げることが一般的である。

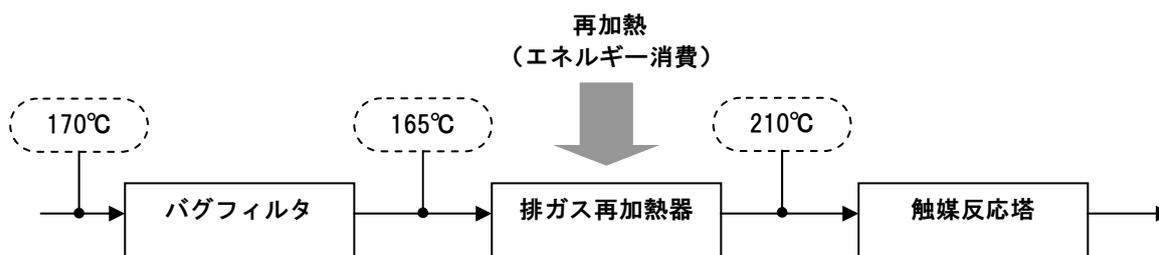


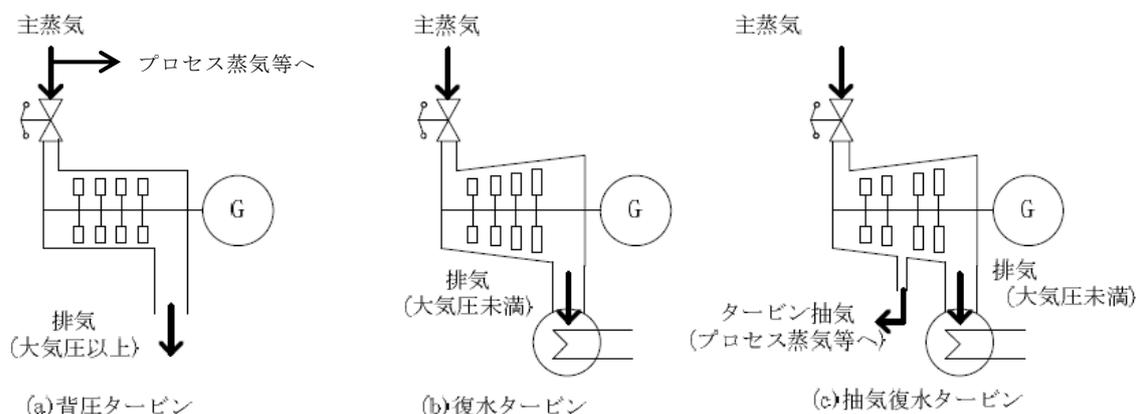
図 7 標準的な触媒脱硝フロー

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> 触媒脱硝は、排ガス温度を高くすることにより高い脱硝率が得られるため、バグフィルタ後段において 210℃程度に再加熱するため、エネルギーを消費することとなる。 触媒脱硝を省略あるいは、触媒入口の排ガスを低温化し、排ガスを再加熱するための蒸気量を削減することでエネルギー回収量を向上させることが可能である。 	触媒脱硝設備なし

(4) 余熱利用設備

⑥ 抽気復水式タービンの採用

蒸気タービン出口の圧力を大気圧以上で運転するものを背圧タービン、大気圧より下げた真空域とするものを復水タービンという。背圧タービンは構造が簡単で取り扱いも容易なため、以前はごみ発電に多く採用されてきたが、蒸気タービン出口の蒸気温度が高いため蒸気をカスケード利用して他の熱需用で使用することができ、大きな熱供給先が確保される場合は有効な形式であるが、利用できる蒸気の熱落差が小さいため発電量は小さくなる。初期のごみ発電は場内使用電力を賄うことを目的とした場合が多かったため、発電量の小さい背圧タービンでも問題なかったが、場外へ売電することが容易になったことによるごみ発電出力の大規模化に伴い、熱落差が大きくとれる復水タービンが採用されるようになった。最近では、更なる高効率化を目的として抽気復水タービンを採用する事例が増えてきている。



出典) 高効率ごみ発電施設整備マニュアル (一部加筆)

図 8 タービンの種類

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> 復水タービンでは、場内利用や余熱利用で用いる蒸気をボイラ主蒸気から分岐するのに対し、抽気復水タービンを採用した再生サイクルでは必要圧力が比較的低い設備用の蒸気を、タービン抽気蒸気から利用することが可能になる。これにより、タービン主蒸気量がアップするため発電効率が增加する。 	<p style="text-align: center;">背圧タービン</p>

⑦ 水冷式復水器の採用

入口蒸気条件が一定の場合、タービン排気圧力を低くすることにより発電出力の向上が期待できる。水冷式は空冷式に比べ熱貫流率が高く取れ、タービン排気圧力をより低減することが可能であり、発電効率の向上が期待できる。

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> 空冷方式では、水冷式に比べて 4,000 倍程度の体積流量が必要となり、広い復水器設置スペースが必要となる。そのため、「経済性を考慮し冷却媒体温度と復水温度の差は 30℃程度」と言われている。 水冷式の場合は、空冷方式に比べて熱貫流率が高くとれるため、「冷却媒体温度と復水温度の差は 13～15℃程度」と言われている。そのため、水冷式は蒸気タービン排気圧力を、-94 ～ -92kPaG まで低減できる。 	空冷式

(5) 排水処理設備

⑧ 排水の下水放流（排水クローズドシステムの導入なし）

排水クローズドシステムを採用した場合、施設内排水を減温塔で噴霧蒸発処理するためボイラ出口排ガス温度が高めの設定となり、ボイラ効率が低下する。

施設内排水を下水道等に放流できるようにすることで、施設内排水を減温塔で噴霧処理する必要がなくなる。これにより、ボイラ出口排ガス温度をより低温化することが可能となり、熱回収量の増加が可能となる。

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none"> 施設内で発生した排水を適正に処理・再利用したのち、余剰水を下水道等に放流できる場合は、エコマイザ出口排ガス温度 190～220℃程度以下まで下げることが可能である。 排水クローズドシステムとした場合は、諸条件にもよるがエコマイザ出口排ガス温度を 250℃程度に設定することが必要になる。 エコマイザ出口排ガス温度が 190℃と 250℃の場合を比較すると、ボイラ効率で約 5%、発電効率として約 1.0%の差異が生じると試算される。 	排水クローズドシステム

(6) 通風設備

⑨ 白煙防止設備の省略

白煙防止空気加熱用として消費されていた白煙防止用空気加熱蒸気を有効利用することで熱回収率の向上を図る方法である。

また、白煙防止装置の運用を停止した場合でも有害物質の発生リスクや他の機器への影響も小さく、白煙防止空気加熱用蒸気を発電に利用できるため、簡易に熱回収率を向上できる手法である。

特 徴	現行施設の状況
<ul style="list-style-type: none">▪ 白煙防止を行う場合、排ガスの再加熱や混合空気の加熱に蒸気が使われることが多い。▪ 蒸気使用量に伴い発電量が低下する。▪ 外気温 5℃、湿度 60%で設計されている施設において、白煙防止を停止することで発生する余剰蒸気をタービン発電に回した場合、発電電力量は約 3%（発電効率で 0.4%）増加すると試算されている。	白煙防止実施

6. 公害防止条件

次期中間処理施設整備コンセプトおよびそれを実現するための施設基本構成を踏まえ、以下の観点から自主基準値を検討する。

- ①現状からの改善を目指す。
- ②可能な限りエネルギーの有効活用・低炭素社会への貢献を目指したシステムとする。
(⇒先述の熱回収効率の改善メニューを可能な限り導入する)

これらの観点から、技術的に達成可能と考えられる公害防止条件は次のとおりである。

		HC I (ppm)	NO x (ppm)	SO x (ppm)	ばいじん (g/m ³ N)	DXNs (ng-TEQ/m ³ N)
現施設	規制値	430	250	1,900	0.08	1
	協定値	80	120	50	0.03	1,2号炉 1 3号炉 0.5
新施設	規制値	430	250	K=9.0 ^{※1}	0.04	1or0.1 (炉数による ^{※2})
自主基準値(案)		60	100	40	0.01	0.1

※1：規制値は、 $q = K \times 10^{-3} \times H e^2$ (Kは地域ごとに定められる値、Heは排出口高さ)で算定される数値。現行施設では約1,900であり、排ガス条件や煙突高さによるが同等程度となる。

※2：焼却能力(1炉、時間あたり)により規制値が異なる(新設：4t/h～：0.1、2～4t/h：1、～2t/h：5)。仮に新施設が200t/日とすると、2炉構成(4.2t/h>4t/h：0.1)と3炉構成(2t/h<2.8t/h<4t/h：1)となる。

7. 災害時の対応機能について

「コンセプト③ 「安心・安全」の確保と災害時にも対応可能な処理機能の構築」を実現するためのメニュー案として以下のものがあげられる。

- ① 施設の耐震化
(災害発生時においても施設機能を維持できるよう、耐震性の向上を目指す)
- ② 災害廃棄物の仮置場確保
(災害時においては、災害廃棄物が大量に発生し、その処理に一定の期間を要するため、一時保管するための仮置場として利用できるスペースを可能な限り確保する)
- ③ 災害廃棄物の処理を想定した規模設定
(災害廃棄物発生時には、通常のごみ処理に加えて災害廃棄物の処理を行うこととなるため、それに対応可能な施設規模とする)
- ④ 都市インフラとしての災害対応
(災害時における緊急避難場所としての空間を確保するとともに、周辺住民のライフライン確保に寄与する施設機能を保有する)