

余熱利用計画について

- ▶ ゴミ焼却施設では、ゴミを焼却するとき発生する高温排ガスの持つ熱エネルギーを、排ガス中にボイラー等の熱交換器を設けることにより、蒸気、温水、高温水あるいは高温空気等の形態のエネルギーに変換することができます。
- ▶ 蒸気、温水、高温水等の熱エネルギーは、配管を使って移送され、最終利用先でその熱を放出させて、空調温水、吸収式冷凍機等に利用されます。
- ▶ 蒸気は、この他、タービンを駆動させることにより動力源として使用でき、さらに発電機により電気に変換することができます。
- ▶ 交付金を受けるためには、エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアルに定められたエネルギー回収率の交付要件を満たす必要があります。

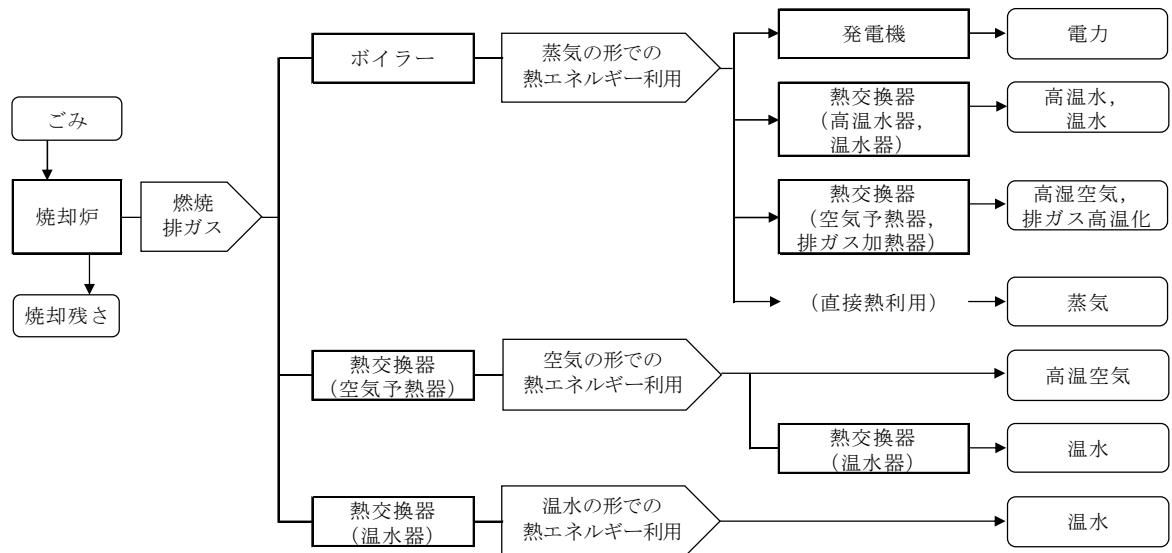


図 4-1 焼却排熱のエネルギー変換による熱利用形態

出典) 「廃棄物熱回収施設設置者認定マニュアル (平成 23 年 2 月)」環境省

注記) 「ゴミ処理施設構造指針解説 ((社)全国都市清掃会議、1987)」の図を一部修正

1. 想定されるエネルギー量

▶ 約 45 t /日の場合、17,437,500 (kJ/h) =17,437 (MJ/h)

※基準ごみを (8,800+9,800)/2=9,300 (kJ/kg) として算出 (小数点以下切り捨て)

45t/24h*9,300 kJ/kg*1,000kg=17,437,500 (kJ/h)

2. エネルギー回収率の交付要件

▶ 10% (過疎地域を含んでいるため)

▶ 約 45 t /日の場合、17,437 (MJ/h) *10%=1,744 (MJ/h) 以上のエネルギー回収が必要

3. 実際に利用できる最大熱量

▶ 約 45 t /日の場合、約 6,000 (MJ/h)

4. 発電の可否 (炉数の設定)

▶ 一般的には安定的な燃焼状態を維持するために必要な炉の規模として、1 炉 1 時間あたり 1t 以上が目安とされています。

▶ 計画施設の場合、施設規模は最大でも 45t/日であることから、2 炉構成の場合、1 炉 1 時間あたりが 1t 未満となり、施設の運転に注意を要します。

▶ 全国 1,087 施設のうち、1 炉構成の施設は 197 施設 (約 18%) です。そのうち、施設規模が 30~50t/日の施設は 22 件で、全連続炉に限定すると 9 件 (全体の 0.8%) となります。(表 4-1)

表 4-1 全国における 1 炉構成の焼却処理施設 (全連炉 : 30~50t/日)

No.	都道府県	自治体名	施設名	施設規模	竣工年	余熱利用
1	青森県	平内町	平内町廃棄物処理施設	37	2000	無し
2	山形県	尾花沢市大石田町環境衛生事業組合	尾花沢市大石田町環境衛生事業組合ごみ処理施設	30	2002	場内温水
3	福島県	田村広域行政組合	田村西部環境センター	40	2006	場内温水、場内蒸気、発電 (場内利用)、場外温水
4	静岡県	西伊豆町	西伊豆町クリーンセンター	45	1998	無し
5	京都府	宮津与謝環境組合	宮津与謝クリーンセンター	30	2020	無し
6	大阪府	忠岡町	忠岡町クリーンセンター	30	1986	無し
7	大阪府	岬町	岬町美化センター	50	1986	場内温水
8	兵庫県	南但広域行政事務組合	南但ごみ処理施設 高効率原燃料回収施設	43	2013	場内温水、その他
9	熊本県	水俣芦北広域行政事務組合	水俣芦北広域行政事務組合 クリーンセンター	43	2002	場内温水

▶ 小規模施設における炉数の比較表を以下に示します。どちらも一長一短ですが、1 炉の方が安定的な燃焼管理がしやすく、発電等熱利用の選択肢が広いのが特徴です。

表 4-2 小規模施設における炉数の比較（30～50t/日、全連続炉）

項目	1 炉構成		2 炉構成	
運転管理の難易度	○	・ 1 炉当たりの処理量が 1t/時間以上になるため、安定的な燃焼管理がしやすい	△	・ 1 炉当たりの処理量が 1t/時間以下のため、炉内の温度が変動しやすく安定的な燃焼管理が難しい。
ごみ処理の安定性	△	・ 1 炉のため、故障時や休炉時はごみ処理ができない（ごみピットを大きくすることで対応可能）	○	・ 1 炉が故障してももう一方の炉で処理が可能であり、安定した処理が可能である。
余熱利用	◎	・ 蒸気、温水利用の他、ボイラ発電ができる可能性がある。	○	・ 蒸気、温水利用（ボイラ発電は施設規模が小さいため不可能）
施設建設費	○	・ 機器点数が少ないため、2 炉構成と比較して安価（発電する場合はボイラ等の設置費用が高額であるため 2 炉構成と変わらない可能性あり）	△	・ 機器点数が多く、事業費が高くなる。
維持管理費	○ (△)	・ 機器点数が少ないため、2 炉構成と比較して安価（発電する場合はボイラ等の点検費用が高額であるため逆転する可能性あり）	△	・ 機器点数が多く、維持管理費が高くなる。
必要面積	○	・ 機器点数が少ないため、2 炉構成と比較して必要面積は小さくなる。	△	・ 機器点数が多く、必要面積は大きくなる。
全国での実績	○	9 件	○	13 件

▶ 丹波市クリーンセンター（23 t/日×2 炉）はバイナリー発電を導入していますが、電力の用途は場内利用（施設内で使用する電力の一部をバイナリー発電で賄っている）に限られています。また、発電以外の余熱利用はほぼありません。（場内給湯程度、環境省の実態調査結果では記載なし）

※バイナリー発電：バイナリー発電とは、加熱源により沸点の低い媒体を加熱・蒸発させてその蒸気でタービンを回す方式です。加熱源系統と媒体系統の二つの熱サイクルを利用して発電することから、バイナリーサイクル（Binary-Cycle）発電と呼ばれており、地熱発電などで利用されています。バイナリー＝「2 つの」

5. 余熱利用形態について

(1) 交付対象となる余熱利用形態

表 4-3 交付対象となる余熱利用形態（概要）

区分	余熱利用形態
場外利用	温室熱源
場内利用	場内給湯
	場内冷暖房
	管理棟
	リサイクル施設での利用（給油、冷暖房等）

(2) 余熱利用形態と必要熱量（文献より）

表 4-4 余熱利用形態とその必要熱量（場内プラント関係）

設備名称	設備概要（例）	利用形態	必要熱量 MJ/h	単位当たり熱量	備考	
場内プラント関係余熱利用設備	誘引送風機のタービン駆動	タービン出力 500kW	蒸気タービン	33,000	66,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大気拡散する熱量を含む。
	排水蒸発処理設備	蒸発処理能力 2,000t/h	蒸気	6,700	34,000kJ/ 排水100t	—
	発電	定格発電能力1,000kW (背圧タービン)	蒸気タービン	35,000	35,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大気拡散する熱量を含む。
		定格発電能力2,000kW (復水タービン)		40,000	20,000kJ/kWh	
	洗車水加温	1日（8時間） 洗車台数50台/8h	蒸気	310	50,000kJ/台	5-45℃加温
洗車用スチームクリーナ	1日（8時間） 洗車台数50台/8h	蒸気噴霧	1,600	250,000kJ/台	—	

出典) 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」 社団法人 全国都市清掃会議、財団法人 廃棄物研究財団
備考) 本表に示す必要熱量、単位当たりの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件等により異なる場合がある

表 4-5 余熱利用形態とその必要熱量（場内建築関係）

設備名称	設備概要（例）	利用形態	必要熱量 MJ/h	単位当たり熱量	備考	
場内建築関係余熱利用設備	工場・管理棟給湯	1日（8時間） 給湯量10m ³ /8h	蒸気水	290	230,000kJ/m ³	5-60℃加温
	工場・管理棟暖房	延床面積1,200m ²	蒸気水	800	670kJ/m ² ・h	—
	工場・管理棟冷房	延床面積1,200m ²	吸収式冷凍機	1,000	840kJ/m ² ・h	—
	作業服クリーニング	1日（4時間） 50着	蒸気洗浄	≒0	—	—
	道路その他の融雪	延床面積1,000m ²	蒸気水	1,300	1,300kJ/m ² ・h	—

出典) 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」 社団法人 全国都市清掃会議、財団法人 廃棄物研究財団
備考) 本表に示す必要熱量、単位当たりの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件等により異なる場合がある

表 4-6 余熱利用形態とその必要熱量（場外）

設備名称	設備概要（例）	利用形態	必要熱量 MJ/h	単位当たり熱量	備考	
場外 余熱 利用 設備	福祉センター 給湯	収容人員 60名 1日（8時間） 給湯量16m ³ /8h	蒸 気 温 水	460	230,000kJ/m ³	5-60℃加温
	福祉センター 冷 暖 房	収容人員 60名 延床面積2,400m ²	蒸 気 温 水	1,600	670kJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房時必要熱量 ×1.2倍となる。
	地域集中給湯	対象100世帯 給湯量300L/世帯・日	蒸 気 温 水	84	69,000kJ/ 世帯・日	5-60℃加温
	地域集中暖房	集合住宅 100世帯 個別住宅 100棟	蒸 気 温 水	4,200 8,400	42,000kJ/世帯・h 84,000kJ/世帯・h	冷房の場合は暖房時必要熱量 ×1.2倍となる。
	温水プール	25m 一般用・子供用併設	蒸 気 温 水	2,100	—	—
	温水プール用 シャワー設備	1日（8時間） 給湯量30m ³ /8h	蒸 気 温 水	860	230,000kJ/m ³	5-60℃加温
	温水プール用 管理棟暖房	延床面積350m ²	蒸 気 温 水	230	670kJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房時必要熱量 ×1.2倍となる。
	動植物用温室	延床面積800m ²	蒸 気 温 水	670	840kJ/m ² ・h	—
	熱帶動植物用 温 室	延床面積1,000m ²	蒸 気 温 水	1,900	1,900kJ/m ² ・h	—
	海水淡水化 設 備	造水能力 1,000m ³ /日	蒸 気	18,000 (26,000)	430kJ/造水1L (630kJ/造水1L)	多重効用缶方式 (2重効用缶方式)
	施設園芸	面積10,000m ²	蒸 気 温 水	6,300~ 15,000	630~ 1,500kJ/m ² ・h	—
	野菜工場	サラダ菜換算 5,500株/日	発電電力	700kW	—	—
	アイス スケート場	リンク面積1,200m ²	吸 収 式 冷 凍 機	6,500	5,400kJ/m ² ・h	空調用を含む。 滑走人員500名

出典) 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」社団法人 全国都市清掃会議、財団法人 廃棄物研究財団

備考) 本表に示す必要熱量、単位当たりの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件等により異なる場合がある

6. 他市事例 (30 t /日~60 t /日)

表 4-7 余熱利用の事例

自治体名	長与・時津環境施設組合	丹波市
施設名	クリーンパーク長与	丹波市クリーンセンター
施設規模・ 処理方式	54 t /日 (27 t /日×2 炉) 竪型ストーカ式	46 t /日 (23 t /日×2 炉) ストーカ式
工事費	約 67.5 億円 (建設工事+運營業務)	約 46 億円 (建設工事のみ)
供用開始	平成 27 年 (2015 年) 3 月	平成 27 年 (2015 年) 3 月
余熱利用 概要	施設内にて、給湯・冷暖房・足湯に余熱を利用。「足湯」については、事前手続き不要で来訪者へ開放している。 利用方法：場内温水利用 余熱利用量 (実績値) : 17, 111, 365 MJ (R1)	国内初の一般廃棄物焼却施設におけるバイナリー発電設備の導入施設。発電により得られた電力は、施設内の電力の一部として使用している。 利用方法：発電・場内利用 発電能力：年間 72 kWh (R1) 発電効率：0.73% (R1) 総発電量 (実績値) : 161 MWh (R1)
自治体名	美作市	野洲市
施設名	美作クリーンセンター	野洲クリーンセンター
施設規模・ 処理方式	34 t /日 (17t /16h×2 系列) ストーカ式 (准連続燃焼方式)	43 t /日 (21.5 t /日×2 炉) ストーカ式
工事費	約 30 億円 (建設工事のみ)	約 50 億円 (建設工事のみ)
供用開始	平成 26 年 (2014 年) 11 月	平成 28 年 (2016 年) 9 月
余熱利用 概要	利用方法：場内温水利用 余熱利用量 (実績値) : 2, 813, 440 MJ (R1)	令和 2 年 7 月より、温水プール、温浴施設、特産物販売等を備えた施設「野洲市健康スポーツセンター サンネス」を、PFI 事業として建設し、その施設に熱供給を行っている。 利用方法：場外 PFI 事業年数：約 22 年 財政負担：23.4 億円 (税抜)

出典) 「【平成 30 年度環境省委託業務】平成 30 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務報告書 (平成 31 年 3 月) 一般財団法人日本環境衛生センター」、「小規模自治体における中間処理に係る先進事例集 環境省」、「新野洲クリーンセンター建設工事の設計概要について 野洲市」等を基に加筆

7. まとめ

- ▶利用できるエネルギー量（交付要件を満たす場合）：1,744～約6,000（MJ/h）
- ▶炉数について、1炉と2炉で実現可能な余熱利用形態が異なります。ただし、炉数の決定は施設の安全運転にも関係するため、総合的に判断する必要があります。
- ▶発電について、1炉でも2炉でも設備を導入することは可能です。ただし、1炉の場合はボイラ発電とバイナリー発電の選択肢があることに対して、2炉の場合はバイナリー発電にほぼ限られます。また、1炉でも2炉でも他市事例では導入を回避される程度の発電効率または費用対効果となり、発電量は施設内で利用する程度に留まるものと考えられます。なお、1炉の方が2炉よりも発電効率は良くなるものと考えられますが、事例が少ないため、詳細はメーカーへのヒアリングが必要です。
- ▶以上のことから、実現可能な余熱利用形態のパターンは以下のように想定されます。
 - ① 1炉で発電を実施し、電力は場内で利用する（+場内給湯程度は可能）
 - ② 2炉で発電を実施し、電力は場内で利用する（+場内給湯程度は可能）
 - ③ 1炉で発電を実施せず、場内または場外で利用する（利用方法は別途検討）
 - ④ 2炉で発電を実施せず、場内または場外で利用する（利用方法は別途検討）
- ▶本日までの決定事項を基にメーカーへのヒアリングを実施し、ヒアリング結果を基に余熱利用計画を再度検討する方法もありますが、ヒアリングのためにもある程度の条件設定が必要で、少なくとも3カ月程度の期間が必要となります。
- ▶条件設定について、少なくとも以下の事項については条件設定しておくことが望ましいと考えます。

<メーカーヒアリング実施のために必要な条件設定>

- 炉数（1炉 or 2炉）
- 発電の実施（実施する or 実施しない）