

福島市あぶくまクリーンセンター
焼却工場再整備事業基本構想
(参考資料)

平成 30 年 12 月
福 島 市

目次

1. 施設利用者アンケート調査結果.....	1
1.1.1 利用者アンケートの概要	1
1.1.2 アンケート調査結果の概要	2
1.1.3 アンケート設問と回答	3
2. ヒアリング調査結果.....	14
2.1.1 事業者ヒアリングの概要	14
2.1.2 事業者ヒアリングにおいて寄せられた具体的意見等	15
3. ごみ処理技術の動向の調査.....	22
3.1 廃棄物、資源化物の運搬・輸送システムの技術動向	22
3.1.1 車両による運搬	22
3.1.2 設備による運搬	23
3.2 中間処理の技術動向.....	24
3.2.1 焼却処理	24
3.2.2 熔融処理	27
3.3 資源化・再利用の技術動向調査	31
3.3.1 可燃ごみの資源化・再利用の技術調査	31
3.4 環境負荷低減技術の調査	34
3.4.1 検討対象とする環境負荷低減技術	34
3.4.2 プラントメーカーアンケートにおける環境負荷低減技術に対する見解	36
3.4.3 施設基本構想における環境負荷低減技術の採用に向けた方向性	42
3.5 焼却灰・飛灰・スラグに関する資源化技術動向調査	44
3.5.1 資源化技術の概要	44
3.5.2 資源化可能性調査.....	46
3.6 小動物焼却炉の技術動向調査.....	50
3.6.1 小動物焼却炉の法的位置づけ	50
3.6.2 炉の形式	50
3.6.3 あぶくまクリーンセンターにおける小動物焼却の現状と改善点	51
3.7 ヘルシーランド福島の余熱利用条件.....	54

3.8 処理システムの文献調査結果	55
3.8.1 建設実績（廃棄物年鑑より）	55
3.8.2 事故トラブル事例	55
3.8.3 排ガス量	57
3.8.4 排水量	57
3.8.5 温室効果ガス排出量	58
3.8.6 用役使用量	60
3.8.7 焼却灰等の最終処分量	61
3.8.8 建築面積	62
3.8.9 建設費	63
3.8.10 維持管理コスト	64
3.9 処理システム評価（評価結果詳細）	65
4. プラントメーカーアンケート調査結果の概要	68
5. 先進地視察報告	69
5.1 ごみ処理施設視察	69
5.1.1 目的	69
5.1.2 日時	69
5.1.3 視察場所	69
5.1.4 参加者	69
5.1.5 視察状況	70
5.2 CO ₂ 分離回収プラントの報告について	79
5.2.1 目的	79
5.2.2 日時	79
5.2.3 視察場所	79
5.2.4 参加者	79
5.2.5 視察状況	80

1. 施設利用者アンケート調査結果

1.1.1 利用者アンケートの概要

施設基本構想の策定にあたり、あぶくまクリーンセンターの抱える課題を利用者視点から確認し、基本構想に反映することを目的に利用者アンケート及びヒアリングを実施した。

(1) 目的

本調査は、現有施設の利用実態の把握と改善点等の抽出を行い、その結果を新施設整備の参考とすることを目的として、あぶくまクリーンセンターの利用者を対象に実施したものである。

(2) 調査方法

アンケート調査票の調査対象者及び配布・回収方法を表 1 に示す。

表 1 アンケート調査票の配布・回収方法

調査対象	配布・回収方法
①一般ごみ持込者	あぶくまクリーンセンターの計量所にて、アンケート調査票を配布し、その場で回収あるいは返信用封筒で郵送による回収。
②事業系ごみ持込者	
③委託・許可業者	アンケート調査票を各社へ郵送し、返信用封筒で郵送による回収。
④小動物焼却炉利用者	あぶくまクリーンセンターの窓口にて、アンケート調査票を配布し、その場で回収あるいは返信用封筒で郵送による回収。

(3) 調査時期

平成 30 年 4 月 9 日から平成 30 年 4 月 27 日まで（郵送分は 5 月 6 日（火）消印分まで）

(4) 回答者数及び回収率

本調査の回答者数及び回収率を表 2 に示す。

表 2 回答者数及び回収率

対象	調査票の配布数	回答者数	回収率
①一般ごみ持込者	400 部	190 部	47.5 %
②事業系ごみ持込者	71 部	21 部	29.6 %
③委託・許可業者	45 部	27 部	60.0 %
④小動物焼却炉利用者	52 部	33 部	63.5 %

1.1.2 アンケート調査結果の概要

調査結果の概要は以下のとおりである。

(1) 一般ごみ及び事業系ごみ持込者、委託・許可業者を対象とした調査

1) 多様なごみを持込む一般ごみ持込車両への対応

- ① 一般ごみ持込者が持込むごみの種類は、可燃ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ、資源物と多岐にわたる。現施設ではごみの種類ごとに搬入場所が異なり、また、各場所が離れている為、施設内における走行距離が長くなり、経路が複雑なため施設内で収集車両と交錯するおそれがある。また、現行の順路や一度市道に出て二度計量を行うことにも改善を求める意見が多い。看板設置による順路の明示、搬入場所の集約化、スムーズな動線計画、収集車両とは異なる搬入ルートの設定等が求められている。
- ② 施設の運用面では、現施設では平日（昼休み時間を除く）のみ搬入可能となっているが、受付時間の延長や昼休み時間及び土日祝日の搬入受入を望む声が多い。また、受付の所要時間の短縮に向け、事前予約や利用者カードの導入等受付手続きの簡素化の意見もあった。
- ③ 一般ごみ持込者の回答者の約 4 割が 60 歳以上となっており、今後は高齢化により高齢者の一般持込が一層増加することが予想される。高齢者の一般持込を想定した対応（受付手続きの簡素化及び搬入経路の明示等）が求められる。

2) 搬出入の円滑化

- ① 現施設では施設の北側から入る車両の割合と南側から搬入する車両の割合は同程度となっており、混雑時に計量所で車両が並ぶと車列が市道にはみ出すため別方向からの搬入が困難な状況となっている。計量所数の最適化や出入口から計量所までのアプローチの十分な確保が求められる。
- ② 委託・許可業者の半数程度が敷地内の搬入路について狭いと感じており、一般持込車両とは異なる搬入ルートが設定されることを望んでいる。委託・許可業者は最も頻繁に施設を利用することから、新施設では搬出入車両条件等に基づき、車両に適した搬入路の幅員や搬入ルートを検討する。

3) 新施設の外観

- ① 「周辺の自然環境と調和させる」ことを望む回答者が最も多かった。本施設は阿武隈川風致地区（第 3 種）に立地し、近隣には花見山や白鳥飛来地等の観光名所があることから、排ガス等の環境保全基準を遵守し、景観的にも緑化の推進や周辺環境になじんだ色彩、デザインとすることが期待される。

(2) 小規模焼却炉利用者を対象とした調査

- ① 施設に持込まれる小動物の大半が「犬」と「猫」であった。
- ② 利用者の多くが以前利用したことがあるリピーターであり、市のホームページ、クリーンガイドブック等が市のペット火葬サービスを知る主な情報源となっていた。
- ③ 遺骨の引取の必要性を感じ、また、現行の手数料は妥当・適当と考える利用者が多かった。市が提供する現行のサービスに概ね満足していることが伺える。

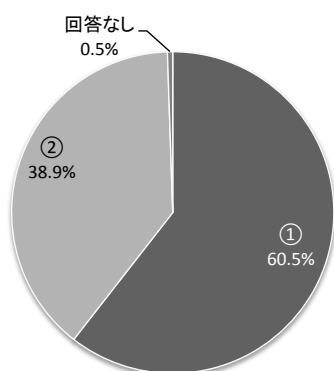
- ④ ごみと同じ敷地内でペットが火葬されること、一般持込ごみの搬入口の近くが引取場所となっていることに抵抗を感じる利用者もいることから、利用者に配慮した施設配置が求められる。

1.1.3 アンケート設問と回答

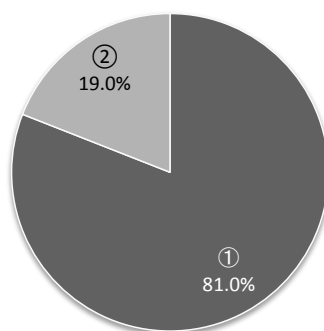
問 1. あなたの性別を教えてください。

①男性 ②女性

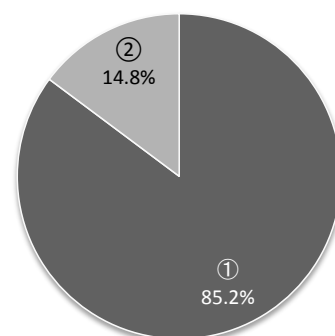
- 一般ごみ持込者の回答者の 60.5%が「①男性」、38.9%が「②女性」であった。
- 事業系ごみ持込者及び委託・許可業者の回答者の 8 割強が「①男性」であった。



一般ごみ持込者



事業系ごみ持込者

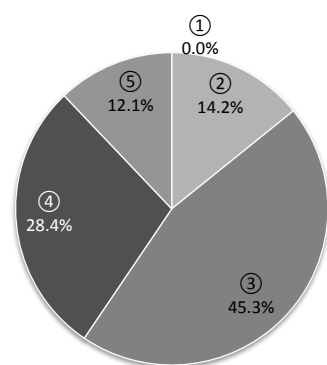


委託・許可業者

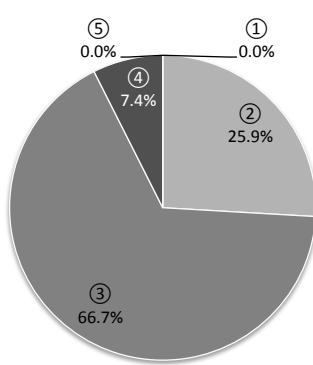
問 2. あなたの年齢について教えてください。

①0～20 歳 ②21～40 歳 ③41～60 歳 ④61～70 歳 ⑤71 歳以上

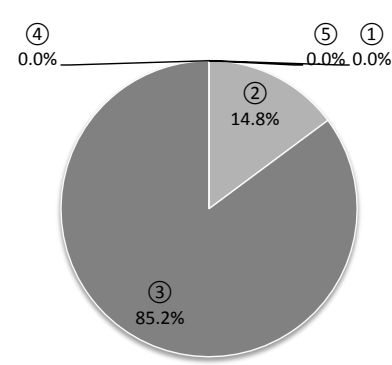
- 回答者の年齢は、「③41～60 歳」がどの属性でも最も多かった。
- 一般ごみ持込者の回答者の約 4 割が 60 歳以上であった。



一般ごみ持込者



事業系ごみ持込者

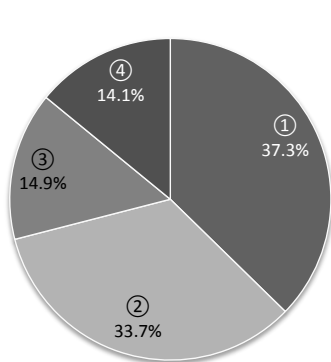


委託・許可業者

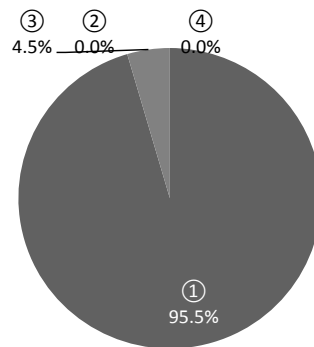
問3. 持ち込んだものについて教えてください（複数回答可）。

①可燃ごみ ②不燃ごみ ③粗大ごみ ④資源物

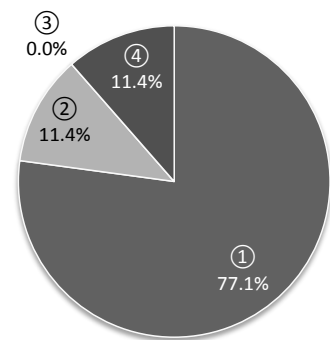
- 一般ごみ持込者の持込ごみの種類は、「①可燃ごみ」（37.3%）と「②不燃ごみ」（33.7%）が多く、「③粗大ごみ」（14.9%）、「④資源物」（14.1%）が続く。
- 事業系ごみ持込者の持込ごみの種類は、「①可燃ごみ」（95.5%）が大半を占める。
- 委託・許可業者が搬入するごみの種類は、「①可燃ごみ」が約 4 分の 3 を占め、「②不燃ごみ」及び「④資源物」がそれぞれ 11.4%となっている。



一般ごみ持込者



事業系ごみ持込者

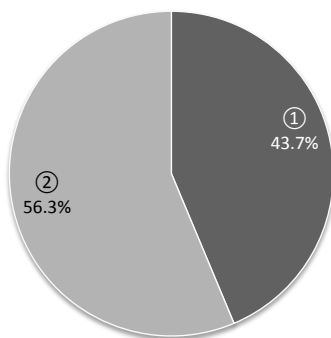


委託・許可業者

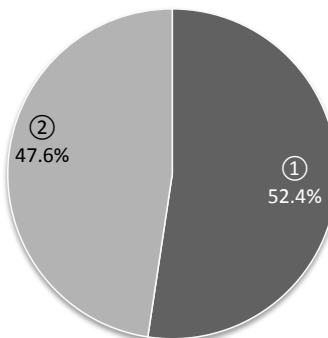
問4. クリーンセンターへはどちら側から入りましたか。

①センター北側（東部地区）から入った ②センター南側（渡利地区）から入った

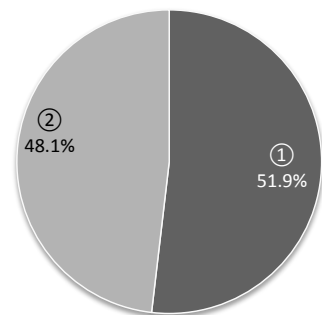
- 一般ごみ持込者は「②センター南側（渡利地区）から入った」車両が若干多いものの、全体的に「①センター北側（東部地区）から入った」車両の割合と「②センター南側（渡利地区）から入った」車両の割合は同程度となっている。



一般ごみ持込者



事業系ごみ持込者



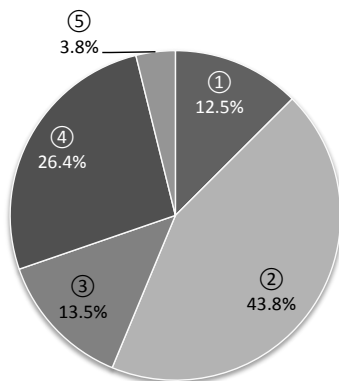
委託・許可業者

問5. クリーンセンターの敷地に入るまでの道順についてどう思いますか（複数回答可）。

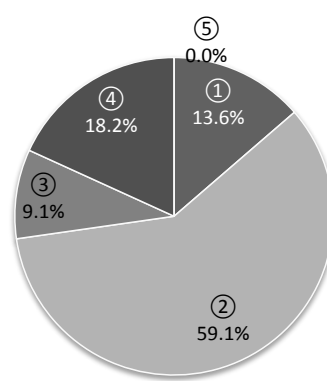
①現状に満足 ②問題ない ③わかりづらい ④狭い ⑤その他（ ）

- センターの敷地に入るまでの道順は、一般ごみ持込者の56.3%及び事業系ごみ持込者の72.7%は「①現状に満足」あるいは「②問題ない」と回答している。一方、一般ごみ持込者及び事業系ごみ持込者の26.4%、18.2%が「④狭い」、13.5%、9.1%が「③わかりづらい」と回答している。

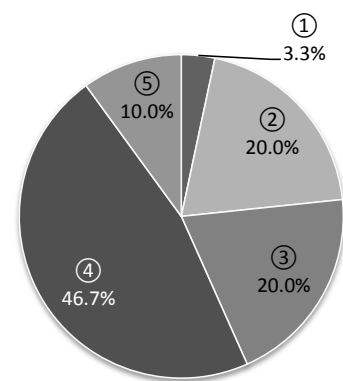
- 委託・許可業者の46.7%は「④狭い」、20.0%は「③わかりづらい」と回答している。



一般ごみ持込者



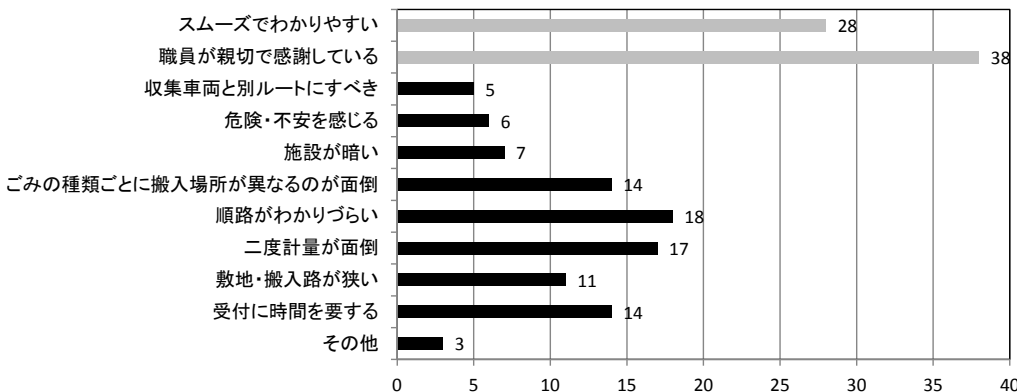

事業系ごみ持込者



委託・許可業者

⑤その他の回答		
一般ごみ持込者	事業系ごみ持込者	委託・許可業者
【混雑時を想定した搬入路設定】 <ul style="list-style-type: none"> 計量所が混雑し、車両が列を作っていると、反対側から搬入しにくい。一方向からの搬入とすべきでは。 混雑時道路まで並ぶので、もう少しアプローチがあるとよい。 収集車両の通行妨害となっている。 【利用者への配慮】 <ul style="list-style-type: none"> 初めて利用する人にはわかりづらい。看板等で表示したほうがよい。 	—	【搬入口】 <ul style="list-style-type: none"> 一般持込車両と事業系車両の搬入口が同じで狭い。 【搬入路の整備状況】 <ul style="list-style-type: none"> 路上駐車がある。 土手の木の枝が気になる。

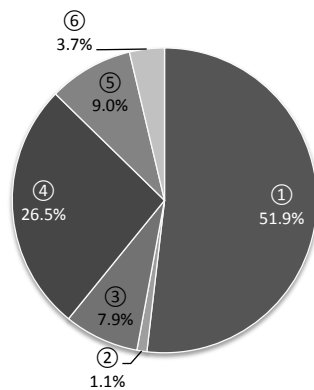
問6. クリーンセンターに入ってからごみを捨てて出るまでについてどう思いますか（自由記載）。

回答者	回答																								
一般ごみ 持込者	<p>■ 「職員が親切で感謝している」「スムーズでわかりやすい」など肯定的な意見が多く寄せられた。</p> <p>■ 一方、「順路がわかりづらい」「二度計量が手間」「ごみの種類ごとに搬入場所が異なるのが面倒」「受付に時間を要する」「敷地・搬入路が狭い」といった課題も挙げられた。</p> <p>■ その他の意見として、「施設内の道路が荒れている」「場内の換気システムの改善（ホコリ、ニオイなど）」等が挙げられた。</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>コメント</th> <th>回数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スムーズでわかりやすい</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>職員が親切で感謝している</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>収集車両と別ルートにすべき</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>危険・不安を感じる</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>施設が暗い</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>ごみの種類ごとに搬入場所が異なるのが面倒</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>順路がわかりづらい</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>二度計量が面倒</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>敷地・搬入路が狭い</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>受付に時間を要する</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	コメント	回数	スムーズでわかりやすい	28	職員が親切で感謝している	38	収集車両と別ルートにすべき	5	危険・不安を感じる	6	施設が暗い	7	ごみの種類ごとに搬入場所が異なるのが面倒	14	順路がわかりづらい	18	二度計量が面倒	17	敷地・搬入路が狭い	11	受付に時間を要する	14	その他	3
コメント	回数																								
スムーズでわかりやすい	28																								
職員が親切で感謝している	38																								
収集車両と別ルートにすべき	5																								
危険・不安を感じる	6																								
施設が暗い	7																								
ごみの種類ごとに搬入場所が異なるのが面倒	14																								
順路がわかりづらい	18																								
二度計量が面倒	17																								
敷地・搬入路が狭い	11																								
受付に時間を要する	14																								
その他	3																								
事業系ごみ 持込者	<p>■ 主に以下の課題が挙げられた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「順路がわかりづらい」（5名） ・「二度計量が手間」（3名） ・その他（捨てる場所の全体が暗い、ランプウェイの坂がきつ過ぎる、等） 																								
委託・許可 業者	<p>■ 混雑回避や安全確保の観点から、「一般ごみ持込車両と別ルートにすべき」という意見が最も多く寄せられた。</p> <p>■ その他の意見として、「入口と出口を別に設けて一方通行にすべき」や「誘導員の常時配置」等が挙げられた。</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>コメント</th> <th>回数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一般ごみ持込車両と別ルートにすべき</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>危険・不安を感じる</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>施設が暗い</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>順路がわかりづらい</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>敷地・搬入路が狭い</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	コメント	回数	一般ごみ持込車両と別ルートにすべき	5	危険・不安を感じる	2	施設が暗い	2	順路がわかりづらい	2	敷地・搬入路が狭い	3	その他	3										
コメント	回数																								
一般ごみ持込車両と別ルートにすべき	5																								
危険・不安を感じる	2																								
施設が暗い	2																								
順路がわかりづらい	2																								
敷地・搬入路が狭い	3																								
その他	3																								

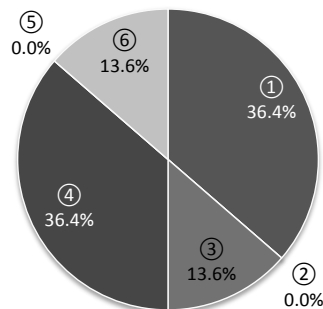
問7. 新しいクリーンセンターの外観をどのようにしたらよいと思いますか。

- ①周辺の自然環境と調和させる ②目立たないようにする
③圧迫感を軽減するデザインとする ④特にこだわらない
⑤ランドマーク的な特徴をもつものとする ⑥その他

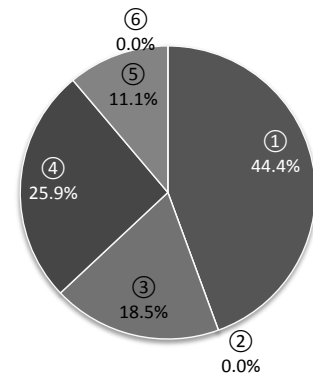
■ 全体的に、「①周辺の自然環境と調和させる」と回答した割合が最も多く、「④特にこだわらない」の回答が次に多かった。



一般ごみ持込者



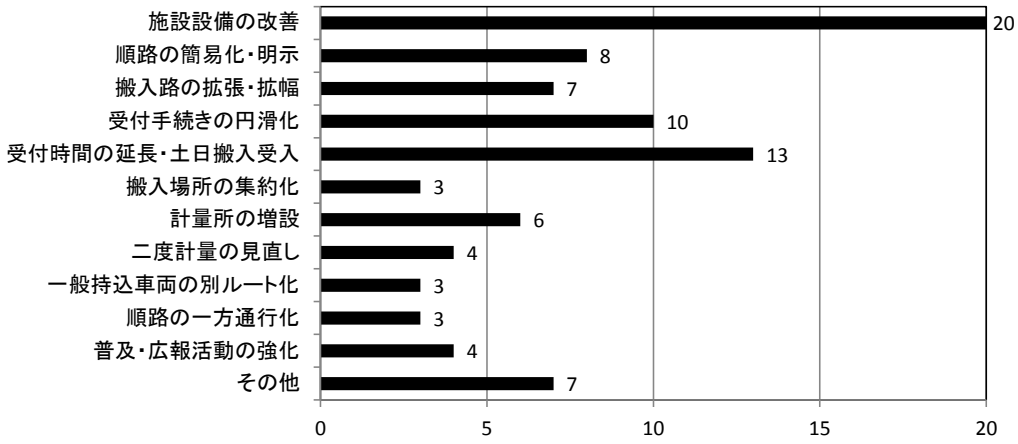
事業系ごみ持込者

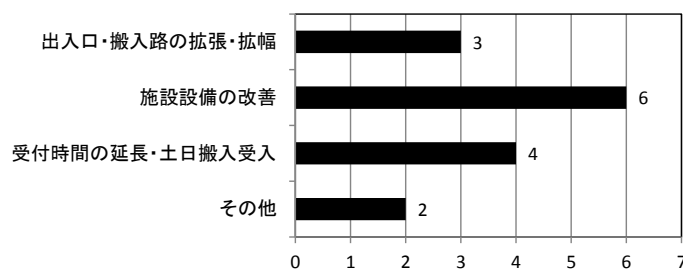


委託・許可業者

⑤その他の回答		
一般ごみ持込者	事業系ごみ持込者	委託・許可業者
<ul style="list-style-type: none"> ・ ごみというイメージを払拭するようなおしゃれなセンターにする。 ・ シンプルで洗練されたデザインで、清潔感を維持できるもの（白壁にガラス張りなど）。 ・ 華美でなければ。目立たず、あまり主張がない方が良い。 ・ 機能的な設計とする。 ・ なるべく費用のかからない設計を願いたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外観は特に気にする事はない。 ・ 経費はなるべく抑えるべき。 ・ 今の位が丁度良い。 	—

問8. クリーンセンターの改善すべき点等についてご意見をお聞かせください（自由記載）。

回答者	回答																										
一般ごみ 持込者	<p>【施設関連】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 「施設設備の改善」に関する意見が最も多く寄せられた。主な意見は下記のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 可燃ごみ搬入場所（ランプウェイ及びプラットホーム）における安全確保 ・ 防臭・防塵対策の強化 ・ 花見山への観光客及び景観への配慮 ・ 温水プール以外への余熱利用の拡充、等 ■ その他施設整備関連の事項として、「搬入路の拡張・拡幅」「順路の簡易化・明示」「計量所の増設」を希望する意見も多く寄せられた。 <p>【施設の運用関連】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 「受付時間の延長・土日搬入受付」では、下記の対応への要望があった。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現行の受付時間の延長（16：45以降～） ・ 土日・祝日（月1回でも可、粗大ごみだけでも） ・ 昼休み（11:30～13:00） ■ 「受付手続きの円滑化」では、下記の回答が寄せられた。 <ul style="list-style-type: none"> ・ ネット予約・ネット受付の導入 ・ 個人番号カードの活用 ・ 利用者カード（パスカード）の配布、等 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ その他の意見には下記等が挙げられた。 <ul style="list-style-type: none"> ・ ヘルシーランドが別名「ごみプール」と呼ばれているが、このような呼ばれ方をしないような名称であればよいのではないか。そのためにも、ネーミングは大事かと思う。 ・ ごみ区分の統一化（ごみ収集の分別区分とクリーンセンターで出すごみの区別が異なることがあり戸惑う、担当者によってごみの区分が異なることがある）。 ・ 持込ごみは、今後の福島の財政面を考え、有料化（300～400 円）にした方が良いのでは。 ・ 持ち込まれた物で使える物があったら安くクリーンセンターで売ってほしい。  <table border="1"> <thead> <tr> <th>改善点</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施設設備の改善</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>順路の簡易化・明示</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>搬入路の拡張・拡幅</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>受付手続きの円滑化</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>受付時間の延長・土日搬入受付</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>搬入場所の集約化</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>計量所の増設</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>二度計量の見直し</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>一般持込車両の別ルート化</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>順路の一方通行化</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>普及・広報活動の強化</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	改善点	件数	施設設備の改善	20	順路の簡易化・明示	8	搬入路の拡張・拡幅	7	受付手続きの円滑化	10	受付時間の延長・土日搬入受付	13	搬入場所の集約化	3	計量所の増設	6	二度計量の見直し	4	一般持込車両の別ルート化	3	順路の一方通行化	3	普及・広報活動の強化	4	その他	7
改善点	件数																										
施設設備の改善	20																										
順路の簡易化・明示	8																										
搬入路の拡張・拡幅	7																										
受付手続きの円滑化	10																										
受付時間の延長・土日搬入受付	13																										
搬入場所の集約化	3																										
計量所の増設	6																										
二度計量の見直し	4																										
一般持込車両の別ルート化	3																										
順路の一方通行化	3																										
普及・広報活動の強化	4																										
その他	7																										
事業系 ごみ 持込者	<ul style="list-style-type: none"> ■ 施設関連について、以下の改善点が挙げられた（各1名）。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 計量所の窓口カウンターが高く、車から出なければ手続きができない為不便（ドライブスルーのように乗車したまま支払い可能にならないか） ・ 手を洗う場所が欲しい 																										

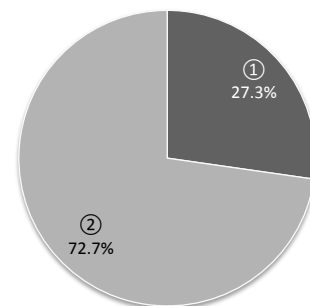
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 受付から精算までのルートをコンパクトにして欲しい ・ クリーンセンターに入るまでの道路が狭い ・ ランプウェイの勾配をなんとかしてほしい ・ ごみ搬入場所の臭い 										
委託・許可業者	<p>【施設関連】</p> <p>■ 「施設設備の改善」に関する意見が最も多く寄せられた。主な意見は下記のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ランプウェイのスロープの傾斜の緩和（平坦なほうが搬入しやすい） ・ 信号機の設置（施設内、側道から本線に入る箇所） ・ 安全対策（車止めを高くするなど車両の落下防止） ・ 不燃物の破碎設備の設置 <p>■ 「搬入路の拡張・拡幅」を希望する意見では、下記の指摘があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ クリーンセンター脇の道路は非常に狭く、花見時期のバス発着時並びにヘルシーランド来客者の駐車車両でより狭くなり、大変危険である。 ・ 側道の南北において、双方鋭角に本線に接続しており、左右折方向によっては安全確認が難しく非常に危険である。 <p>【施設の運用関連】</p> <p>■ 「受付時間の延長・土日搬入受入」では、下記の時間対応への要望があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 昼休み（11:30～13:00） ・ 早朝（7:30～） ・ 土曜日（午前中だけでも） <p>【その他】</p> <p>■ その他の意見には下記が挙げられた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 搬入排出の際に渋滞が生じないような導線計画の検討 ・ 混雑時期における一般持込車両との別ルート化 ・ 誘導員の配置等  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Number of Responses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>出入口・搬入路の拡張・拡幅</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>施設設備の改善</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>受付時間の延長・土日搬入受入</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Number of Responses	出入口・搬入路の拡張・拡幅	3	施設設備の改善	6	受付時間の延長・土日搬入受入	4	その他	2
Category	Number of Responses										
出入口・搬入路の拡張・拡幅	3										
施設設備の改善	6										
受付時間の延長・土日搬入受入	4										
その他	2										

(1) 小動物焼却炉利用者を対象とした調査

問 1. あなたの性別を教えてください。

①男性 ②女性

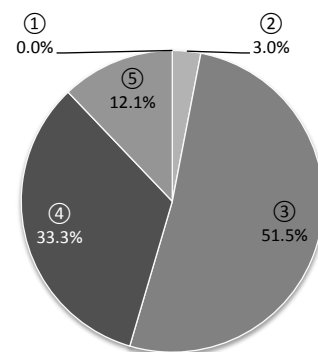
- 回答者の約 3 割が「①男性」、約 7 割が「②女性」であった。



問 2. あなたの年齢について教えてください。

①0～10 歳 ②11～20 歳 ③21～40 歳 ④41～60 歳 ⑤61～70 歳 ⑥71 歳以上

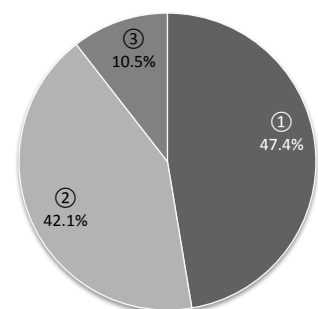
- 「③41～60 歳」の回答者が 51.5%と最も多く、60 歳以上の回答者が 45.4%であった。



問 3. 火葬を申し込まれたペットについて教えてください（複数回答可）。

①犬 ②猫 ③その他（ ）

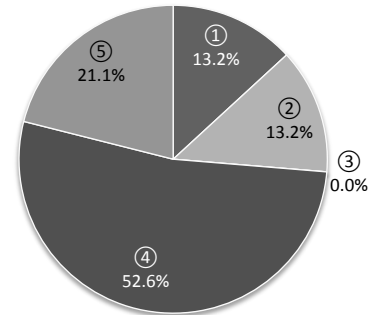
- 「①犬」と「②猫」の申し込みがそれぞれ 47.8%、42.1%とほぼ同程度であった。
- その他持ち込まれた小動物として、「家の周りで交通事故に遭った狸やはくびしん」「セキセイインコ」「チンチラ」が挙げられた。



問4. あぶくまクリーンセンターでペットの火葬ができることを何で知りましたか。

- ①市ホームページ ②クリーンガイドブック ③電話で問い合わせ
④以前利用したことがある ⑤その他（ ）

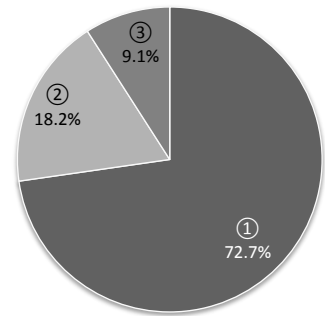
- ペット火葬に関する情報源としては、「④以前利用したことがある」回答者が52.6%と最も多く、「①市ホームページ」及び「②クリーンガイドブック」は13.2%であった。
- その他の情報源として、知人からの情報、動物病院からの紹介、広報誌等の回答があった。



問5. 遺骨の引取についてどう思いますか。

- ①必要 ②なくてよい ③その他

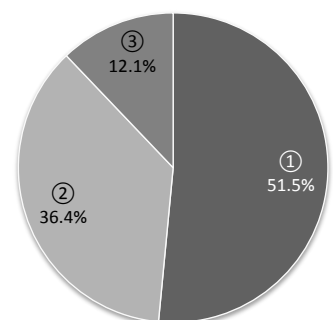
- 遺骨の引取については、「①必要」と考える回答者が72.7%で、「②なくてよい」と考える回答者は18.2%であった。
- その他の意見として、必要か不必要は個々が決めてよいのではないかという意見が複数あった。



問6. ペット火葬炉までの経路についてどう思いますか。

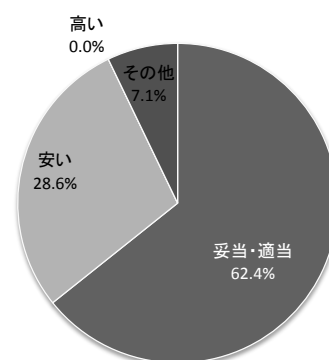
- ①わかりやすい ②わかりづらい ③その他

- ペット火葬炉までの経路について、「①わかりやすい」と回答した利用者が51.5%を占め、「②わかりづらい」と回答した利用者は36.4%であった。
- その他の意見として、初めて利用する人にとってはわかりづらいが窓口で丁寧に説明してもらえたのでわかりやすかった、という回答が複数あった。



問7. ペット火葬の手数料についてどう思いますか（自由記載）。

- 「妥当・適当」と考える回答者が62.4%と最も多かった。
- 「安い」と考える回答者が28.6%であった。もう少し高くてもよい、他の市町村に比べて（料金の割には）サービスがよい、という意見もあった。
- その他の意見として、相場がわからない、大きさ（重さ）によって料金を設定すべき、手数料が増加しても遺骨を引き取る場合のみ火葬の立会いと骨上げまでできるとよい、という回答があった。



問8. 新しい小動物の火葬施設について、ご意見ご要望をお聞かせください（自由記載）。

回答	<p>【施設について】</p> <p>（施設配置）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ごみ焼却場と同じ敷地内で愛犬を火葬することに抵抗があった。ごみの焼却を連想させないような工夫があると良い。 ・ 人目につかない場所に設置してほしい。 ・ 一般ごみ持込車の搬入口の目の前が引き取り場所になっていて、台にしばらく置かれたままで、とても嫌な気分になった。ペットや飼い主に配慮してもらいたい。 ・ 今の場所のごみという感じがして少し悲しい。 ・ 受付と引取場所を同一にしてほしい（もしくは、すぐ近くにしてほしい）。 ・ 亡くなったペットをステンレスの冷たい台に置くのではなく、直接受け取って、速やかに保管場所へつれていてもらいたい。 ・ 遺体（ペット）を焼却炉の前に安置されるより、少し離れた場所に遺体（ペット）の安置所を設け、ペットとの最後の別れの場所があれば良い。 ・ 外のテーブルの上にペットを置いたが、寒々として可哀想に思った。せめて室内に置いて最後の別れをしたかった。 <p>（施設規模）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在の方式・手続は良いので、施設は容量が大きくなればなお良い。 <p>（順路）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 火葬施設までの案内は受付で説明してもらったが、いざ行ってみると迷った。わかりやすく案内表示してもらいたい。 <p>【サービスについて】</p> <p>（火葬への立会い）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最後まで家族がいれる新しい施設を作してほしい。できれば火葬に立ち合えれば嬉しい。
----	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利用する人が施設の中に一步でも踏み入れることができるとよい。手放す際（別れる時）に丁寧に心を込めて手を合わせられるようなコーナーなどがあるとよい。 <p>（遺骨の引取り）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 当日に遺骨が引き取れれば良い。 <p>（土日の受入）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 金曜の夜中に息を引き取り、丸 2 日家においた。これが夏だったら困るので、せめて受付は土日もやって欲しい。 <p>（個別火葬）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個別に火葬してもらいたい。 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ これからもますます必要とされる施設だと思う。華美過ぎる必要はないが、もう少しあたたかく送ってあげられる環境を希望する。 ・ 今のままで良い。 ・ 係員方が丁寧に一緒に帽子を取って手を合わせていただいた。このようなことが大事かと。
--	--

2. ヒアリング調査結果

2.1.1 事業者ヒアリングの概要

(1) ヒアリング調査方法

市内の委託業者（家庭系）3 事業所、許可業者（事業系）4 事業所の 7 事業所にヒアリングを実施し、再整備時における施設の改善項目や必要とする機能について以下に示す 5 項目を伺った。

- ① 施設の改善点について
- ② 機能として整備を希望する、充実を求める事項について
- ③ 運営面の改善について
- ④ ごみの減量化や収集運搬の効率性についての提案
- ⑤ その他、市の清掃事業に係るご意見

(2) ヒアリング調査日時

ヒアリング調査は、平成 30 年 4 月 20 日及び 5 月 1 日に実施した。

(3) ヒアリング調査結果の概要

以下にヒアリング調査結果の概要を示す。

1) 施設の改善点について

施設の改善点として多く挙げられたのは【構内通路の改善（一度市道に出ないようにする）】、【ランプウェイの傾斜の改善】、【事業者と一般持込の完全分離】、【プラットホームの改善（拡幅など）】、【一般持込ごみの荷降ろしスペースの整備】であった。

2) 機能として整備を希望する、充実を求める事項について

本項目では、特に【駐車場の確保】、【トイレの確保】、【休憩所の確保】、【洗車場の整備】への意見が多く寄せられた。ごみ収集の仕事上、外でトイレを使用することが容易でないことからトイレに対する要望は多く寄せられた。また、パッカー車は低速で運転することが多く、車両の排ガス処理設備（DPF）が詰まりやすいことから、DPF 再生のための一定時間のアイドリングをする場所についても整備の要望が寄せられた。

3) 運営面の改善について

本項目では、開場時間の繰り上げと、土日いずれかの開場に関する要望が多く寄せられた。特に許可業者においては土日休まず営業する事業者は休日の収集を行っており、パッカー車で保管したまま月曜日の朝にクリーンセンターに搬入する状況となっており、休日夜間の臭気対策などに事業者が苦労しているとのことである。

また、この状況が月曜日と金曜日に車両が集中する理由にもなっている。

4) ごみの減量化や収集運搬の効率性についての提案

本項目では、【指定袋製の導入】、【ごみステーションの配置のアンバランスの解消】、【市民へのごみ出しルールの徹底】などの意見のほか、震災後のごみ量の増加要因として剪定枝や除草した草葉の排出の増加があることが示唆された。

5) その他、市の清掃事業への意見

その他として、【危険物（ガスボンベ、使い捨てライター等）のごみ出し方法の改善】や【ごみステーションの面積の確保】、【処理手数料等】についての意見が寄せられた。

2.1.2 事業者ヒアリングにおいて寄せられた具体的意見等

(1) 施設の改善点について

1) 動線

- ① 一度市道に出る必要があり面倒である。
- ② 一度市道に出ずに構内で2度計量できる動線を希望する。
- ③ 事業系受付手前のカーブの見通しがよくなく、事業系の受付で止まっている車があるとスムーズに進めない。
- ④ 施設内は可能な限り一方通行で計画願いたい。
- ⑤ 市道より台貫に進入する箇所の位置が不明確なため、委託業者の車両が、一般車両の車列に巻き込まれる。渋滞緩和や巻き込み事故防止のため車両進入箇所の分離等を希望する。
- ⑥ 現在、南北両方からの進入が可能で、車列待ちの割り込みによるトラブルの懸念がある。場内通路に待機箇所を整備されることを希望する。
- ⑦ 構内道路にセンターラインを引いてもらい、線からの一般車のはみ出しが無いよう車列を作るよう改善してほしい。
- ⑧ 当社では灰の運搬を請け負っているが8t車の設計に10t車を使用していることもあり、ハンドルの切り返し等が発生しているので改善願いたい。
- ⑨ 通路（車路）が狭く使いにくい。次期施設では一方通行での整備を希望する。
- ⑩ 冬季に特に崖側が凍結するので改善してほしい。
- ⑪ 一般受付の方が構内動線が複雑なので混乱しているケースが見受けられる。

2) ランプウェイ

- ① スロープが急で坂道発進が危険である。
- ② 月曜日の朝にスロープ部が渋滞する。
- ③ ランプウェイが対面通行のため、上がり口とプラットフォーム入口箇所が車両の交錯が発生し危険である。

3) 計量

- ① パッカー車（委託・許可）と一般受付を分けていただきたい。
- ② 同じ計量所で2度計量していることから一般受付の渋滞に巻き込まれる。専用の出口計量を整備することを望む。
- ③ 個人搬入と事業者のトラックスケールは分けて整備したほうが良い。一緒になっているあらかわクリーンセンターでは、一般車の渋滞に巻き込まれている。

4) プラットホーム

- ① プラットホームをもう少し明るくしていただきたい。
- ② 投入扉の間に段差を設けて作業員と車両との接触事故防止対策を講じてほしい。

- ③ ごみ投入扉の横幅が狭く正確に車両を止めないと投入時に車両が扉に接触する危険がある。
- ④ プラットホームでテールゲートの清掃ができないのであらかわクリーンセンターと同様に掃除できるようにしていただきたい。
- ⑤ プラットホームの扉を増やしていただきたい。
- ⑥ クレーンの接近警告がないので整備してほしい。
- ⑦ プラットホーム幅が狭いため手前の投入扉前に停車した時、新たに進入した車が奥に入れない時がある。
- ⑧ 施設のシャッターが低く、仮にダンプ状態のまま誤って走行した際に梁にぶつける可能性がある。

5) 案内

- ① 小動物持ち込み者の逆走などもあることから、場内のルート案内等の看板の設置が良いのではないかな。

6) 荷降ろしスペースの確保

- ① 一般受付車両の逆走がよく見られるので危険である。一般受付用の荷降ろしスペース等を確保して、プラットホームに乗り入れないように改善ができないかな。
- ② 一般受付の不燃ごみ荷降ろし場が狭く、市民の車両との事故が発生した事がある。荷降ろし場所の拡張と経路の明確化を求めたい。
- ③ 塵芥車と市民の搬入通路及び荷降ろし場を別にしてほしい。
- ④ 不燃物は、荷降ろし場で保管後、パッカー車搬出としているが、市民にアームローコンテナに直投していただくなどにより作業時間短縮が図れると思う。

7) 市道の通行制限

- ① 市道の渋滞は、一般車を追い抜こうとすると対向車が来て通行困難となる場合がある。
- ② 花見山のシーズンの大型バスも離合困難な箇所を通行されることから危険である。
- ③ 崖側の市道を三本木橋からの一方通行（ヘルシーランド側からの入場禁止）としていただきたい。

8) 啓発機能等

- ① 新規の顧客のため施設を案内することがあるが、あぶくまクリーンセンターは老朽化も進行し、かつ見学機能も乏しいので整備を希望したい。

9) その他

- ① 現在のエリア分けは、地域性があまり考慮されていないことから可能であれば、あぶくまあらかわのどちらでも受け入れられるようにしてほしい。
- ② 老朽化の問題からかもしれないが、臭気対策があらかわクリーンセンターより万全でないと感じる。
- ③ 灰搬出場に清掃用のシャフト（釜場排水のピット）がなく清掃に苦労していることから、溜まった排水をバキュームできるよう次期施設では考慮いただきたい。

(2) 機能として整備を希望する、充実を求める事項について

1) 駐車場待機スペース

- ① 塵芥車の駐車スペースや休憩所を確保してほしい。臭気や市民の目もあり、コンビニ等で駐車して休憩することも難しい。
- ② 収集する立場として、昼休みの待機場所の確保に苦労していることもあるので、昼休みを取ることができる待機場所があるとありがたい。

2) トイレ

- ① 現在、運転手用トイレが仮設トイレ1箇所しかないので充実してほしい。収集の途中で民家やコンビニのトイレを借りられない事情があり切実である。
- ② トイレの数が少なく、緊急時に事務所のトイレをお借りしているためトイレの充実を求めたい。
- ③ 車を止める場所がなく、トイレに行くのも一苦労するので、駐車スペースとトイレの充実を望みます。

3) 動線

- ① 敷地内の通路をわかりやすくロードペイントするなど案内を充実してほしい。

4) 洗車場

- ① 洗車機能があるとありがたい。
- ② 洗車設備の整備を希望する。臭気対策や車両の長持ちなどメリットも多い。

5) トラックスケール

- ① 計量は2回計量が良い（出口専用トラックスケールの整備）。
- ② 一般と業者の受付は分けるべき。
- ③ 一般受付の本人確認や住所確認を簡素化できないか（免許証のスキャンやホームページでの事前受付などで）。

6) 不燃ごみ保管所

- ① 市民のごみ出し場（不燃粗大）をもう少し広くしていただきたい。

7) ランプウェイ

- ① ランプウェイの坂道発進がきつい。改善されればマニュアル車のため渋滞時に後ろに並んだ一般車との事故防止にもなる。
- ② ランプウェイが冬季に凍結する。ロードヒーターが入っているとのことであるが効いていないのではないかな。
- ③ プラットホームに進入するスロープの勾配を緩やかにしてほしい。
- ④ 運転初心者には斜度のきついランプウェイは危険なため可能であればランプウェイなしの構造に。

8) プラットホーム

- ① ピットクレーンの作動と投入扉の信号が連動しておらず、投入時に真下にクレーンのバケットがあることもある。警告灯等の整備を求めたい。
- ② 一般持込の方の転落防止のためのダンピングボックス。
- ③ 一般市民の方が業者と同じ投入扉を共用しているのでせめて分離してほしい。

9) 啓発施設等

- ① 市民の理解があつての施設ですので環境啓発機能の充実をのぞみます。

10) その他

- ① 交通誘導員がいると助かる。
- ② 収集車の DPF 処理のための駐車場所を確保してほしい。
- ③ 排ガス浄化装置の作動用に車両の待機場所を確保していただきたい（警告ランプが点くとすぐに停車して 20 分ほどアイドリングし触媒内のすすを燃焼させる必要がある）。路上等で行うと市民からサボっていると通報される。
- ④ 車両にピット転落防止のためのフックを付ける清掃工場もある。

(3) 運営面の改善について

1) 開場時間

- ① 午前の受付時間終了が早いため、正午までに延長してほしい（車両の台数制限があり、ごみが多いときに待機時間が生じる）。
- ② 朝の開場をできる限り早くしていただきたい。業者によっては朝 5 時から収集しており、特に月曜日は、土日のごみを抱えているので開場時間を 30 分でも前倒ししていただけると助かる。
- ③ 午前の受付が 11 時半までとなっており門限に間に合わせるため時間に間に合わないときに柔軟に対応いただきたい（余裕をもった運転により安全性も向上する）。
- ④ お昼休み時間（11:30～13:00）にも受付をしてほしい。
- ⑤ お昼休み時間の受付を柔軟に対応してほしい（繁忙期で事前連絡が合った場合の開場時間の延長など）。
- ⑥ 月曜日、金曜日はごみ量が多い傾向にあるので 30～1 時間程度繰り上げて開場いただけると助かる。
- ⑦ 午前の受付終了も正午までに時間延長してほしい。
- ⑧ 許可業者は、朝 5 時から収集するところもあり、また通学時間帯の収集ができないため可能な限り開場時間を前倒ししていただけると助かる。

2) 休日の開場

- ① 週末の顧客対応の関係上、土日祝日の開場日を設定いただきたい（土日いずれかで可）。
- ② 土日のごみをパッカー車に保管すると、車両のサビ発生や悪臭の問題もあり可能であれば土曜日の半日でも開場願いたい。
- ③ 公衆衛生や過積載防止の観点から、土曜日又は日曜日の受付を検討してほしい。
- ④ 可能であれば、土曜日の受付をしてほしい。
- ⑤ 3 連休や年末年始などの長期休暇が課題で、顧客のごみの回収が必要で、一方、クリーンセンターに持ち込めないのもので、ごみを積載したまま車庫に入れている。
- ⑥ コンビニエンスストア等、24 時間営業している店舗も数多くあり、土曜日の開場は助かる。

3) 交通誘導員

- ① 市民の搬入が著しく多くなる時期は、不慣れな方の誘導のため誘導員を増員してほしい。

(4) ごみの減量化や収集運搬の効率性についての提案

1) ごみの減量化

a) 事業者の努力

- ① スーパー等に出入りしているが事業者はごみの減量にかなり努力されている印象がある。
- ② 特に、惣菜等を売りきれギリギリの線で製造してごみを減らすなどしている。
- ③ 特に、スーパー等の大手事業者は、生ごみを冷蔵庫に保管するなど、臭気対策を徹底している。
- ④ 大手の事業者は、ごみ減量の勉強会を開催されて許可業者の担当者がレクチャーに呼ばれたりしており、減量化の努力はされている。
- ⑤ 資源物のスーパーやホームセンターでの拠点回収を強化すれば搬入されるごみの減少に繋がる可能性がある。但し、モラルや管理体制などの課題もあると思う。

b) 一般ごみの有料化

- ① 家庭系ごみを有料化すれば減量が見込める。

c) 資源化

- ① 古布類の分別収集は、資源化率の向上に寄与すると考えている。但し、2～3割は不適物で焼却となる。
- ② 可燃ごみに布類が多く含まれている印象から、布類の資源化が有効と考えている。特に季節の変わり目に多く出される。
- ③ 布団類などの再資源化は技術レベルが高く採算性に課題があると伺っている。
- ④ 給食センターや学校での生ごみ堆肥化によるごみ減量は容易で取り組みやすい。
- ⑤ 食用油が可燃ごみとして排出されていることから食用油の回収は有効と考えている。
- ⑥ 古紙がそれなりに多いからと古紙の回収を強化した場合、禁忌品の混入率が増加し、不適物が焼却ごみに還流されることになる。特に油を吸った紙、石鹼箱のような香料（におい）付の紙、ハンバーガーの包み紙などは再生できず、現場や引取先でラブルになる。
- ⑦ 震災後、（業者向け）生ごみの堆肥化事業が放射能の関係で中断していたが最近再開した。但し、堆肥化施設の受入料金が高く普及が進まない。
- ⑧ 汚れたダンボールなどが可燃ごみに混じって出されるケースがあり、やむを得ない場合もあるかと思われるが、可能な限りきれいなもので排出され資源化されればと思う。

d) ごみ出しのマナー

- ① 許可業者の立場からすると、一般のごみの排出マナー（分別の未徹底など）に課題があると考えている。

- ② 排出袋が決まっておらず、肥料袋やダンボールで出す人がいる。
- ③ 事業系は、伊達市他周辺の自治体と比較しても指導は比較的厳しいと認識している。しかし、家庭系ごみは指導がゆるいと思う。
- ④ 引越しごみの不適正搬出（集積所に出したまま引っ越ししてしまう）やごみ出しマナーの悪化（半透明袋を使用しないなど）が気になる。
- ⑤ アパートや賃貸住宅でのごみ出しマナーが著しく良くないので指導を徹底していただきたい。
- ⑥ ダンボール箱や肥料袋で出す方がおり口を縛っていないなどマナーの不徹底が見受けられる。45L以下の袋での排出を啓発いただきたい。
- ⑦ 学生アパート等に近い集積所では、混合ごみ等により荒れていることが多く対応に苦慮している。町内会だけでなく大家様や不動産管理会社への協力をお願いしたい。

2) 収集運搬の効率性

- ① コンビニ袋等、小さな袋で出す方もおり、可能であれば 45L 袋で統一されたほうが作業効率が上がる。
- ② 利用者が極端に少ない集積所があり、利用状況に差が出ているので集約や再配置などをしていただきたい。
- ③ 近郊の土地開発などの人口利用者増と、委託車両の割当が一致しない箇所があり一部で収集に苦労している。
- ④ 地域の局所的な住宅増加や市町村合併により昼休みが取れない収集車（多い車で日7〜8 往復）が生じていることから、区割り変更や増車対応などを検討いただきたい。
- ⑤ 集積所への排出時間が守られず収集後に排出されるケースやごみをパッカー車に投げ入れられる市民もおり周知や改善が必要と認識している。
- ⑥ 特にあらかわクリーンセンターでは、時期により受付までの渋滞で 30 分を要することがあり、収集効率の観点から受付体制等の見直しを期待したい。
- ⑦ 集積所が狭くごみを入れた袋を上に乗せられるため、取り残し等が生じる場合がある。資源を種類別に並べられるスペースを確保してほしい。

3) ごみ増加の原因

- ① 震災後 1 年位はごみが多かった印象があるが、（事業系は）その後は落ち着いていると認識している。
- ② 震災後、（家庭系では）剪定枝等の伐採ごみと清掃活動での特別収集ごみが著しく増加している（但し、分けて収集・計量していないため物量は不明）。
- ③ 震災後、除染作業の草木が著しく増加した他、荒地がきれいになって除草が容易になったことから震災前よりこれらのごみが格段に増加している。
- ④ 震災後、家庭系ごみからの草木類の排出が多くなったと認識しており、減量化のためにはこれらへの対策が必要と考えている。
- ⑤ 秋には、野菜や果物がそのまま捨てられることも多く見かけている。
- ⑥ 許可業者としては、残置ごみや遺品処理などの需要が増加してきている印象がある。
- ⑦ 事業系ごみは、震災によるごみの増量等の影響は確認できない。

- ⑧ 東日本大震災のごみは産廃ルートが多く、事業系ごみが増えた印象はない。

4) 安全の確保

- ① 国道沿いの集積所など作業上危険な箇所は、別の場所に移設いただきたい。
- ② 集積所で交通量が多い危険な場所は、移設等を可能な範囲で見直してほしい。

5) その他

- ① 最終処分場の管理を請け負っている立場から、処分場の容量不足は気になる。
- ② 以前は、【1日 4kg 未満の事業系ごみはごみステーションに出してよい】というルールがあったので慣例として事業系ごみをステーションに出している人がいる可能性がある。

(5) その他、市の清掃事業への意見

1) 処理手数料

- ① 事業系ごみの処理料金は端数がなく計算しやすく助かる。
- ② 許可業者の搬入手数料は、他市に比べ安価だと思う。
- ③ ごみ処理手数料 10 円/kg は周辺自治体と比較しても安価で良心的な価格である。
- ④ 指定袋制（有料化でなく袋代の実費負担）を導入を希望する。
- ⑤ 一般受付で 2t 車に満載して搬入する市民もあり、一定量以上の有料化など歯止めが必要。

2) 安全の確保

- ① スプレー缶が他の不燃ごみと一緒に出されており、パッカー収集のため事故の懸念がある。危険物は、別品目での収集を希望する。
- ② ガス缶、スプレー缶、ガスライターは別の袋で回収いただきたい。なお、昨年パッカー車の火災が 7 件発生しており、発見が遅れた場合の修理費は非常に高額である。

3) 車両

- ① 最近の収集車は、排ガス処理設備等の重量物のため車重が増えており最大積載量が減少している。以前のような積載量が確保できないことから、増車や車両入れ替え時に柔軟に対応いただけると助かる。

4) その他

- ① 市で断っているオイルヒーターやブロック、レンガなどについて、個人排出の確認の後、何らかに対応していただきたい（現状では、委託業者と市でたらい回しにされたという苦情が来る）。
- ② 計量所及び不燃物可燃物の荷降ろしのサポートのサービス向上ができないか（お昼休みの受付など）
- ③ ごみ焼却で発生した熱で電気を作ったり水素燃料を製造できないか。
- ④ 過積載などの検査が厳しいと思う。
- ⑤ 事業系の排出ルールはゆるいと思う。
- ⑥ 少量の一般廃棄物の排出に対し、費用が合わないことも多い（ごみ袋 1 袋のためにパッカー車で収集に伺うなどコスト高となる）。

3. ごみ処理技術の動向の調査

3.1 廃棄物、資源化物の運搬・輸送システムの技術動向

廃棄物・資源化物の運搬・輸送システムとして、本書では敷地内の「あぶくまクリーンセンター資源化工場（容器包装プラスチック資源化施設）」との残渣運搬等の連携性を考慮し、車両による運搬とコンベヤによる運搬を比較・検討する。

3.1.1 車両による運搬

廃棄物運搬車両と特徴を表 3 に示す。

表 3 廃棄物運搬車両と特長

車両の種類		参考画像	特長
パッカー車 ^{*1}			<ul style="list-style-type: none"> ・ 厨芥類等の可燃ごみを圧縮しながら運搬する収集運搬車。 ・ 主としてステーションからの収集に使用される。
深ダンプ車 ^{*2}			<ul style="list-style-type: none"> ・ 比重の低い廃棄物を効率よく運搬できるよう、深アオリとなっているダンプ車。 ・ 主に秋季の問題がなく容量のかさばる廃プラスチック類や建設解体物の運搬に使用される。 ・ 積載には、重機またはバンカー等の設備が必要。
脱着式コンテナ車	(開放型)コンテナ車 ^{*3}		<ul style="list-style-type: none"> ・ コンテナを分離可能とすることで、現場での利用効率を向上させた車両。 ・ コンテナ車は、主に建設解体物の運搬に使用される。
	コンパクトコンテナ ^{*4}		<ul style="list-style-type: none"> ・ プラスチック類や可燃ごみを密閉構造のコンテナで圧縮して輸送するもの。 ・ 臭気の問題が改善され、さらなる運搬効率が図れるが、積載に際しコンパクト設備が必要となる。

*1 あぶくまクリーンセンターの搬入車を国際航業株式会社にて撮影

*2 新明和工業ホームページより

*3 極東開発工業ホームページより

*4 富士車輛ホームページより

3.1.2 設備による運搬

ごみの施設内における運搬には、主にベルトコンベヤが使用される。ただし、可燃ごみの場合、ピットでごみを受け入れ投入クレーンで焼却炉に直投（処理方式によっては、破碎後に直投）される場合が多く、可燃ごみ等をコンベヤを用いて運搬するケースは少ない。

ベルトコンベアにより運搬される例としては、不燃ごみ・粗大ごみ処理施設で選別された可燃ごみをベルトコンベヤで運搬し併設されている焼却施設に輸送する配置としている場合がある。

あぶくまクリーンセンターにおいても敷地内の資源化工場で容器包装プラスチック類を選別しており、可燃ごみの排出がされている。しかし、施設の処理能力 10t/日を考慮すると（残渣の量が 1 割程度としても）コンベヤ等を使用して運ぶことは不経済であると見込まれる。

3.2 中間処理の技術動向

中間処理は、排出された可燃ごみを衛生的に処理するとともに減容化を図るためのプロセスである。このうち、主として減容化を図る技術として焼却処理や溶融処理があり、主として再資源化を目的とするものに炭化处理、固形燃料化、堆肥化、飼料化、メタン発酵などの技術がある。

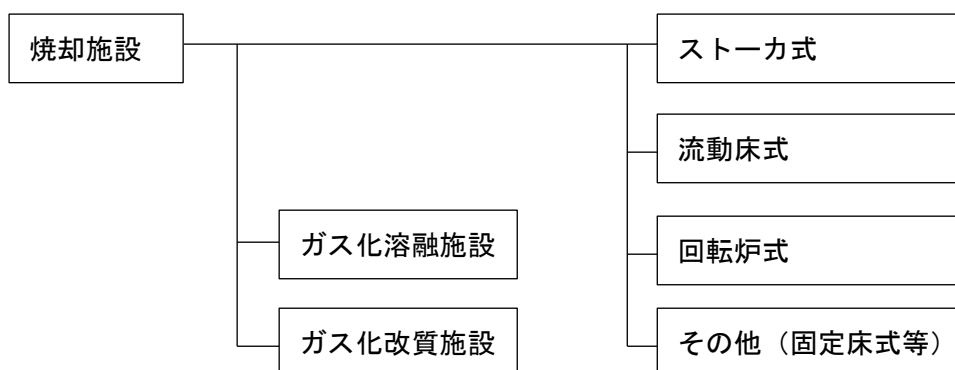
ここでは、主として衛生的な処理と減容化を目的に行う処理として焼却処理、溶融処理を対象としてその技術的動向を示す。なお、主として再資源化を目的とする技術は次項にて詳述する。

3.2.1 焼却処理

ごみの焼却は、ごみを衛生的に処理するとともに効率よく減容化が可能であることから従来より国内では広く行われている。明治以降、急激な都市化とともにごみ量が増加しごみに起因するハエやネズミの発生、野焼きによる衛生上の問題、ごみの飛散など様々な問題を生じたことでこの解決策としてごみの焼却が行われるようになった。¹

ごみ焼却方式は、図 1 のように分類され、それぞれの特徴は、表 4 に示すとおりである。

¹ 国内において焼却施設が普及した経緯については、「日本の廃棄物処理の歴史と現状」（環境省）および「清掃事業の歴史 東京ごみ処理の変遷」（東京二十三区清掃一部事務組合）を参照。



「ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017 改訂版)」(公社)全国都市清掃会議を基に作成。

図 1 ごみ焼却の種類

(1) ストーカ式

炉内にある可動火格子の上でごみを燃焼させる方式である。ごみの焼却方式としては最も普及している方式である。

ダイオキシン類対策のためごみを高温燃焼させる必要があり、高温燃焼に伴う火格子の焼損が課題であったが、水冷火格子などの対応技術が開発されたことにより概ね解決している。

(2) 流動床式

炉内に充填された砂を流動させ保熱した砂とごみを炉内で攪拌することにより燃焼する方式である。

汚泥等の焼却も可能であり、またごみ質の変動に強いことが特徴である。しかし、重金属類対策やダイオキシン類対策を要する飛灰の発生量が多いことから近年の導入事例は少ない状況である。

(3) 回転炉式

円筒状の焼却炉にごみを投入し、円筒の傾斜に沿って緩やかにごみを移動させながら燃焼させる方式である。幅広いごみ種や比較的大きなものも燃焼可能であるが、比較的燃え残りが出やすいことと負圧管理を徹底する必要があることに難点がある。

主に、産業廃棄物用途や工業用（セメントキルン等）に用いられる方式であり、一般廃棄物処理施設としての実績はほとんどない。

表 4 焼却方式の種類と特徴

	ストーカ式	流動床式	回転炉式
概要 (処理プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ホッパに投入されたごみを、炉の下部から燃焼用の空気を送り、第 1 燃焼室で前後動する火格子(振動式、階段式、回転式等)上で乾燥帯・燃焼帯・後燃焼帯の 3 工程を通じてごみを攪拌、移動させ、炉上部からのふく射熱や燃焼ガスによる接触伝熱によってごみを燃焼させる。 燃焼排ガスは炉上部の第 2 燃焼室(再燃焼室)に二次空気と混合され、完全燃焼する。 燃焼温度は約 850℃から 950℃である。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみを破碎し、縦型の焼却炉に投入する。縦型の焼却炉の下部には砂(流動砂)があり、砂中にある散気管から空気が供給され空気による砂の攪拌がされ砂と混合されながらごみが燃焼する。 不燃物等は、炉下から排出される。灰は、排ガスとともに移動し集じん機にて補足される。 燃焼温度は約 850℃から 950℃である。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみを筒状の焼却炉(ロータリーキルン)に投入する。焼却炉は、僅かな傾斜(2~3°)がついており、炉の回転に伴い燃焼しながら出口方向に移動する。 キルンの回転によりごみを攪拌しながら燃焼させる。 燃焼温度は約 850℃以上である。
略図			
処理対象物	可燃ごみ全般 し尿・浄化槽汚泥等	可燃ごみ全般 し尿・浄化槽汚泥等	プラスチック類、汚泥、災害廃棄物等
特徴① 長所	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼がゆるやかで長い時間を要しますが安定燃焼しやすい特徴がある。 収集ごみ(粗大ごみを除く)を前処理する必要がない。 小規模から大規模の処理が可能。 ごみ焼却時に伴う余熱利用で、場内・場外への熱供給と発電を行うことが可能。 国内に多くの建設・運転実績があり、安全、安定性の面で処理技術としての信頼性が高い。 数多くのメーカーが参入しており、競争性や事業の継続性が確保されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 炉内の砂が保熱されることで温度を保つことが可能であることから、水分の多いごみやごみ質の変動にある程度対応可能である。 同様に砂が保熱することで安定的な燃焼が可能。 炉体下部の不燃物排出装置を介して鉄くず等を回収することが可能。 小規模から大規模での納入が可能である。 ごみ焼却時に伴う余熱利用で、場内・場外への熱供給と発電を行うことが可能。 納入可能なメーカーは数社程度ある。 	<ul style="list-style-type: none"> キルンを緩やかに移動しながら燃焼するため安定燃焼しやすい。 構造が比較的単純である。 幅広い性状のごみを焼却可能である。そのため、主として産廃炉での導入が多い。 また、炉内が大きいことから比較的大きなものの焼却が可能である。 上記の特性から、東日本大震災後の仮設焼却炉において採用実績がある。
特徴② 短所	<ul style="list-style-type: none"> ごみの発熱量が低く(4,200kJ/kg から 5,000kJ/kg 前後)、安定燃焼温度(850℃以上)を下回るような場合には、ダイオキシン類発生対策のため、燃焼温度を維持するための補助燃料(重油、灯油、ガス等)が必要となる。 高質ごみが多い場合、火格子が焼損するおそれがある。ただし、水冷火格子等の導入により改善が見られる。 排出される灰の処理・処分が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 炉の構造上、焼却灰の殆どが飛灰として回収されるので飛灰処理量が増加する。 炉に投入するためには、ごみを破碎する必要がある。 飛灰が多いものの重金属類の濃縮があまりされず山元還元に向かない。 排出される灰・不燃物の処理・処分が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみの攪拌が他の方式よりも少なく、燃え残りが出やすい。 構造上、回転部分に隙間があるため、燃焼ガス漏洩防止のための負圧管理を徹底する必要がある。 一般廃棄物処理施設としては、ほとんど普及していない。

なお、焼却処理の共通する技術動向として表 5 に示すものが挙げられる。

表 5 焼却方式における最近の技術動向

技術	特徴
無触媒脱硝技術	低酸素下での運転を行うことで、窒素酸化物を削減する技術。燃烧排ガスの一部を焼却炉内に戻すことによる排ガス再循環（EGR）技術や炉内への尿素吹込、燃烧制御の高度化などにより無触媒で排ガスのNOxを50ppm以下（O ₂ 12%換算値）とすることが可能である。
低空気比運転	排ガス再循環（EGR）や燃烧制御、炉構造の工夫により、排ガスを削減する技術。排ガスの削減に伴う環境負荷低減の他、補機類の省エネルギー化などの波及効果が期待できる。
人工知能等の活用	各地の焼却炉の燃烧データのデータベース化、解析やフィードバック制御の技術を高度化し、ビックデータ解析や人工知能を活用した炉内制御技術が開発されつつある。
水銀対策	平成30年4月以降に規制される水銀の排出規制に合わせ、水銀濃度をモニタリングしつつ活性炭吹込量を制御することにより水銀排出濃度を抑制する。

3.2.2 溶融処理

溶融処理は、ダイオキシン類対策に伴いごみの高温処理が求められるようになり、更には焼却灰をスラグとして資源化することを目的に技術導入された。技術的ルーツは、主として製鉄プラント（高炉、電炉）、鑄造炉（キューポラ）、流動床焼却炉の改良によるものである。

溶融処理の分類を図 2 に示す。溶融処理には、焼却灰を溶融する灰溶融方式とごみを燃焼しながらガス化し溶融するガス化溶融方式がある。灰溶融方式の場合は、焼却処理（ストーカ式、流動床式、回転炉式）から発生する灰の後処理の位置づけであり、ガス化溶融方式は、焼却方式と同様にごみを直接処理する方式として位置づけられる。

一般論として、溶融処理は焼却処理と比べて取り扱う温度域が高温（1300℃～1800℃）でありそれに伴い運転管理、維持管理、安全管理が高度になる。

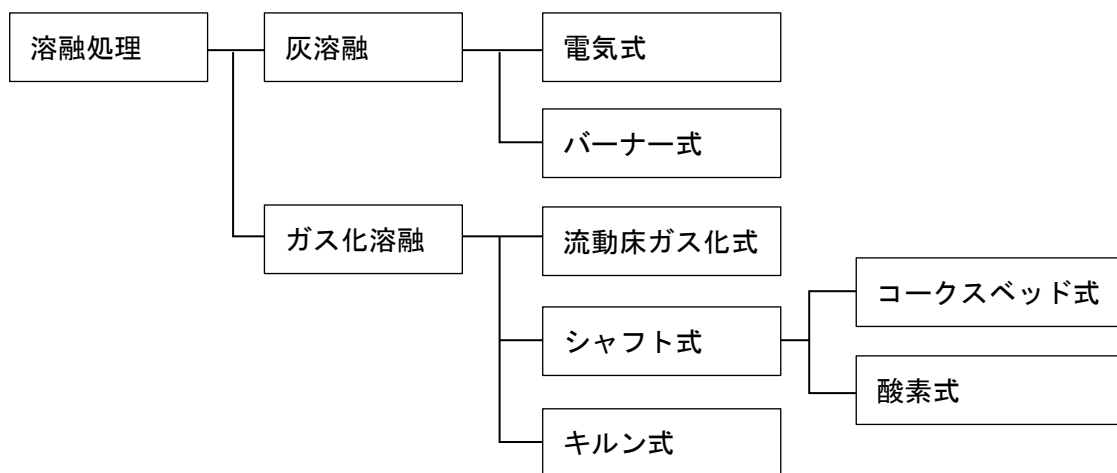


図 2 溶融処理の分類

(1) 灰溶融

灰溶融は、主として焼却灰のダイオキシン類対策とスラグの再資源化を目的に導入が図られた。一般廃棄物の施設整備では、平成 9 年の旧厚生省通知²に基づき平成 15 年に例外規定設けられる³まで、焼却施設に溶融施設の併設が義務付けられた。この制度は平成 17 年に循環型社会形成推進交付金制度に移行することにより必須の条件ではなくなり、灰溶融炉の設置自治体は激減し、設置していた自治体においても処理費用の高騰や維持管理の煩雑さなどから休止が相次いだ。

また、スラグの埋立処分や溶融炉の休止が相次いでいる事態に対し、平成 26 年 9 月 30 日付けで会計検査院より「溶融固化施設の運営及び維持管理並びに溶融スラグの利用について」の意見が出されており改善が求められている状況である。

灰溶融は、溶融の熱源により電気式とバーナー式に区分される。それぞれの特徴は、表 6 に示すとおりである。

(2) ガス化溶融

ガス化溶融は、ごみをガス化の過程を経て溶融する技術である。方式は、流動床ガス化式、シャフト式、キルン式があり、シャフト式は更にコークスベッド式と酸素式に区分される。それぞれの特徴は、表 7 に示すとおりである。

ガス化溶融は比較的新しい技術であるが、焼却と同様に低空気比運転などの取り組みが行われている。

² 平成 9 年 1 月 28 日付衛環 21 号厚生省生活衛生局水道環境部長通知

³ 平成 15 年 12 月 16 日付事務連絡、①焼却灰を再生利用する場合、②最終処分場の残余量が 15 年以上、③離島など整備の合理性が見込めない場合。

表 6 灰溶融の種類とその特徴

	電気式灰溶融方式	バーナー式灰溶融方式
概要 (処理プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> 焼却炉でゴミを燃焼させた後の炉底から排出する焼却灰及びバグフィルタ等で捕集される飛灰等のばいじんを、電気を熱源として高温(1,300℃から※炉形式による)で溶融固化することにより無害化・減容化し、資源化可能な溶融スラグ(ガラス質状の物質)を生成する。 電気式では焼却残さはその中の金属とともに溶融され、金属は炉の底部に溶融メタルとして、灰はその上部に溶融スラグとして層を形成する。 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却炉でゴミを燃焼させた後の炉底から排出する焼却灰及びバグフィルタ等で捕集される飛灰等のばいじんを、燃料を熱源として高温(1,300℃から※炉形式による)で溶融固化することにより無害化・減容化し、資源化可能な溶融スラグ(ガラス質状の物質)を生成する。 燃料式では主に灰層の表面から徐々に溶融し、溶融スラグが出さい口から流れ出る。
略図	<p>電気式溶融炉 (プラズマ式溶融炉 (シングルトーチ形式))</p>	<p>バーナー式溶融炉 (反射式表面溶融炉)</p>
処理対象物	焼却残さ(焼却灰と飛灰)、汚泥	焼却残さ(焼却灰と飛灰)、汚泥
特徴① 長所	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰を溶融スラグにすることにより重金属類の溶出が防止され、焼却灰の無害化・資源化につながる。 焼却灰が1/3から1/2に減容化され、最終処分場(埋立地)の延命化につながる。 溶融スラグの有効利用は、採石等による環境破壊、資源枯渇防止につながる。 溶融固化物(スラグ)の用途として、①路盤材、②コンクリート用骨材、アスファルト混合物骨材、③埋め戻し材、④コンクリート二次製品用材料(歩道用ブロックなど)等がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰を溶融スラグにすることにより重金属類の溶出が防止され、焼却灰の無害化・資源化につながる。 焼却灰が1/3から1/2に減容化され、最終処分場(埋立地)の延命化につながる。 溶融スラグの有効利用は、採石等による環境破壊、資源枯渇防止につながる。 溶融固化物(スラグ)の用途として、①路盤材、②コンクリート用骨材、アスファルト混合物骨材、③埋め戻し材、④コンクリート二次製品用材料(歩道用ブロックなど)等がある。
特徴② 短所	<ul style="list-style-type: none"> ゴミを処理する場合、焼却炉と灰溶融炉の2つの炉を持つため必要面積も大きくなる。 溶融炉施設の稼働に電気が必要で、コストが高くなります。焼却施設と併設した場合は、焼却施設で発電した電気を使用可能であるが、売電量は低下する。 溶融という高温雰囲気での運転に起因する揮散物質の固化による堆積や機器の腐食、塩類による炉材の損耗等が見られるため、機器の維持管理が重要である。 溶融固化物は、用途に応じて強度、耐久性、品質等の規格を満たす必要がある。 スラグの用途が限定的であり、需供バランスが取れずに全量有効活用されない事例ある。 焼却残さ溶融施設から発生する副生成物(前処理残さ、溶融飛灰、スラグの加工残さ、溶融メタル及び汚泥等)の処理が必要となる。 水蒸気爆発等の事故が生ずる事例がある。 平成21年に灰溶融の設置が交付金の要件から外され、溶融炉を廃止しても補助金の返還が不要となり、新設で溶融炉を併設する計画が激減した。また、溶融炉を廃止する事例が増加している。 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミを処理する場合、焼却炉と灰溶融炉の2つの炉を持つため必要面積も大きくなる。 溶融炉施設の稼働に重油などのエネルギー源が必要で、コストが高くなります。 溶融という高温雰囲気での運転に起因する揮散物質の固化による堆積や機器の腐食、塩類による炉材の損耗等が見られるため、機器の維持管理が重要である。 溶融固化物は、用途に応じて強度、耐久性、品質等の規格を満たす必要がある。 スラグの用途が限定的であり、需供バランスが取れずに全量有効活用されない事例ある。 焼却残さ溶融施設から発生する副生成物(前処理残さ、溶融飛灰、スラグの加工残さ、溶融メタル及び汚泥等)の処理が必要となる。 水蒸気爆発等の事故が生ずる事例がある。 平成21年に灰溶融の設置が交付金の要件から外され、溶融炉を廃止しても補助金の返還が不要となり、新設で溶融炉を併設する計画が激減した。また、溶融炉を廃止する事例が増加している。

表 7 ガス化溶融の種類と特徴

	シャフト式	流動床式	キルン式
概要 (処理プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ガス化炉と溶融炉が一体化したシステムで、溶鋳炉の技術をごみ処理に応用させたもの。 代表的な機種として、①コークスベッド式、②酸素式がある。①コークスベッド式は、副資材としてコークス、石灰石を用いて、炉下部に赤熱したコークスベッドを形成し高温溶融する。②酸素式は、廃棄物をガス化炉底部から供給する高濃度酸素により高温燃焼させ、灰分を溶融しスラグ化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 流動床炉において流動空気を絞り、流動砂の温度を 500℃から 600℃と比較的低温に維持することで、安定してガス化し、発生した熱分解ガスとチャー（炭）等を旋回溶融炉で熱回収を図るとともに、灰分を高温で溶融しスラグとして回収する。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみを熱分解キルンに投入し、キルン内で低酸素濃度下で 500℃から 600℃に加熱し炭化。熱分解ガスとチャー（炭）等を旋回溶融炉で熱回収を図るとともに、灰分を高温で溶融しスラグとして回収する。
略図	<p>(コークスベッド式の場合)</p>		
処理対象物	可燃ごみ全般 焼却残さ、汚泥、廃プラスチック類、金属等不燃物類、掘り起こしごみ、等		
特徴① 長所	<ul style="list-style-type: none"> コークスの使用により、広範囲な廃棄物に対応可能である。 従来埋立していた金属、不燃物、灰分等をスラグ・メタルとして再資源化することができる。 溶融炉下部にコークスによる高温還元雰囲気を形成することから、ごみ中の低沸点重金属(鉛など)は、スラグから揮発し、溶融飛灰へ移行するため、スラグ中の重金属類含有量は少ない。 コークスを使用する場合は、ごみ処理量当たりの発電量は、ほかの方式に比べ高くなる(コークスを使用しない場合は、ごみ処理量当たりの発電量はほかの方式に比べ低くなる)。 ガス化溶融では、最も長い歴史と多くの納入実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ガス化炉でごみが部分燃焼され短時間で熱分解が行われる。 流動床において廃棄物中の不燃物や未酸化の金属の回収が可能で、スラグの資源化で最終処分量を削減できる。 低空気比運転が可能で、焼却に比べ、排ガス量が少なくなる。ダイオキシン類の発生を抑えることも可能。 自己熱溶融限度が高いため、一定以上の発熱量のごみを処理する場合は、ごみの燃焼熱のみで溶融が可能である。 ごみ処理量当たりの発電量は、コークスを使用したシャフト炉式に比べ小さいが、排ガス量が少なく、かつ、自己消費電力が少ないため、総合的なエネルギー効率はよい。 	<ul style="list-style-type: none"> 炭化炉で廃棄物中の不燃物や未酸化の金属の回収が可能で、スラグの資源化で最終処分量を削減できる。 低空気比運転が可能で、焼却に比べ、排ガス量が少なくなる。ダイオキシン類の発生を抑えることも可能。 ごみ処理量当たりの発電量は、コークスを使用したシャフト炉式に比べ小さいが、排ガス量が少なく、かつ、自己消費電力が少ないため、総合的なエネルギー効率はよい。
特徴② 短所	<ul style="list-style-type: none"> 酸素式の場合は、ごみ質等の影響を受け、発熱量変動を生じやすく、燃焼プロセスに影響を与える。ごみを安定的にガス化・溶融するためには、ごみの攪拌等により極力ごみの均質化を図るとともに、安定的なごみの供給が必要となる。 コークスベッド式は、コークスや石灰石が必要で、燃料費が嵩み、CO₂排出量も多くなる。 溶融飛灰は重金属が濃縮されるため処理が課題となります。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱分解ガスの漏洩により中毒や火災につながる可能性がある。ごみの定量供給による熱分解炉の安定運転の確保に配慮が必要な方式である。 低質ごみ時や低負荷時(自己熱での溶融が困難な場合)には、灯油等の補助燃料の投入が必要となります。この場合、燃料費が嵩み、CO₂排出量も多くなる。 ごみの前処理(破碎等)が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 投入に際しごみの破碎が必要。 熱分解キルンの構造が複雑で、ごみ詰まり等のトラブルが生じる。 熱分解キルンを密閉下で加熱する必要があるため、ガス漏れや異常燃焼を起こしやすい構造である。

3.3 資源化・再利用の技術動向調査

3.3.1 可燃ごみの資源化・再利用の技術調査

可燃ごみの資源化・再利用の主な技術として次に挙げられる技術がある⁴。ここでは、それぞれの技術の概要や特徴を示す。なお、紹介する技術の詳細は、表 8 及び表 9 に示す。

(1) ガス化改質

可燃ごみ等の廃棄物を低酸素濃度下で熱分解し、熱分解ガスを精製することにより工業用原料や燃料として資源化する処理方式である。本方式の主な特徴は、低酸素濃度での熱分解、熱分解で発生するチャー（炭）の溶融、熱分解ガスの急冷処理とガス精製である。

(2) 炭化

可燃ごみ等の廃棄物を低酸素濃度下で熱分解し、炭を製造する技術である。熱分解プロセスはガス化改質とほぼ同じであるが、炭を製造することを目的としており、熱分解ガスは高温燃焼させた後に排ガスとして排出される。

(3) 固形燃料化

可燃ごみ等を破碎・乾燥させた後、ペレタイザーを用いてペレット状の固形燃料を製造するものである。固形燃料として保管性に優れることから、ごみ処理の広域化に伴い導入される⁵ケースがある。蓄熱による発火などの安全管理が必要となる。

(4) 堆肥化

可燃ごみのうち厨芥類や草木類を発酵させ堆肥を製造するものである。自治会等で生ごみ処理機を導入する方法やヤード式の堆肥化施設を整備する方法などがあるが堆肥の品質や生ごみ等の分別収集に課題がある。

(5) 飼料化

可燃ごみのうち厨芥類等を乾燥又は発酵させ家畜等の飼料を製造する技術である。品質確保などに課題があることから産業廃棄物の食品残渣や事業系一般廃棄物で行われているが、家庭系ごみへの適用は困難である。

(6) メタン発酵

可燃ごみをメタン発酵させ、メタンガスを回収する技術である。家畜ふん尿処理や下水処理では一般的な技術であるが、可燃ごみに用いる場合は、処理できないごみのために焼却設備の併設が必要となる。

⁴ 特定の廃棄物のみを対象とした技術（バイオエタノール、バイオディーゼル燃料等）については、市の可燃ごみ処理を前提としていることからここでは説明を割愛する。

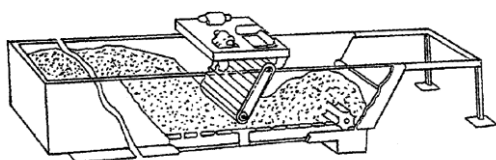
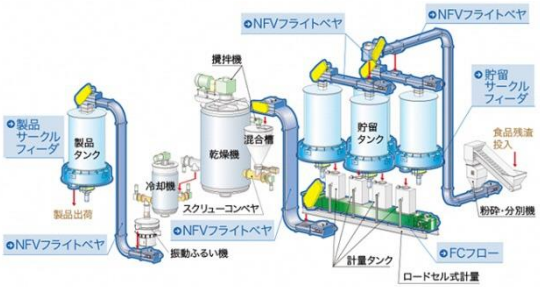
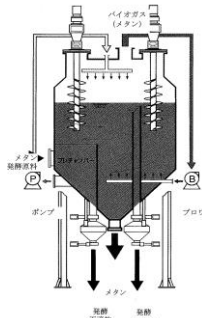
⁵ 都道府県の政策として導入推進を図った自治体に、石川県、三重県、広島県などがあるが、いずれの県も撤退の方向を打ち出している。

表 8 可燃ごみの資源化・再利用技術の種類と特徴(1)

	ガス化改質	炭化	固形燃料化
概要 (処理プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ごみを低酸素下で熱分解し、熱分解ガスを燃焼させず不完全燃焼のまま急冷することにより一酸化炭素ガスやメタンガスを回収する処理方式である。 ガス化により得られたガスは、精製後、ガスエンジンやガスタービンなどで高効率発電を行う。 ガス化と同時に得られるチャー（炭素分）は、後段の熔融炉で熔融しスラグ化する。 ガス化には、シャフト式、流動床式等がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみを低酸素下で熱分解し、炭を取り出す技術である。炭化により発生するガスは、炭化の熱源として燃焼させるか、燃焼炉で焼却する。 炭化物は、吸着剤・ろ材、燃料、土壌改良材など様々な用途への活用が期待される。 炭化炉には、対象物の一部に着火し炭化を行う直接加熱式と炉の外側から熱を加える間接加熱式がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみを破碎し乾燥させた後、ペレタイザーやリングダイ等の装置を用いて加圧し、押出成形することにより固形燃料を製造する処理方式である。押出成形の過程でごみ中に含まれるプラスチックなどが熔融ペレット状になる。 固形燃料は、長期の保存が可能であるほか、石炭等の代替燃料として使用される。
略図			
処理対象物	可燃ごみ	可燃ごみ、RDF	可燃ごみ、プラスチック類、紙類、木くず等
特徴① 長所	<ul style="list-style-type: none"> ガス化したガスは、ごみ焼却施設で多く用いられる蒸気タービン発電より効率の良いガスタービン発電又はガスエンジン発電を使用することができる。 ガスを急冷することにより、重金属塩の回収が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 炭化の過程で発生したガスを炭化の燃料に使用することができ、効率的である。 炭化物の利用先が安定的に確保されるようであれば、多くが資源化される処理方式である。 	<ul style="list-style-type: none"> 処理設備が比較的簡易である。 製造した RDF は長期保存が可能で、比較的発熱量が高い。
特徴② 短所	<ul style="list-style-type: none"> 特にガス回収プロセスにおいて、技術的に高度でトラブルが多い。 回収されるガスは、一酸化炭素が主体で発熱量が低く安定的にガスを得られない場合がある。 特にガスの急冷プロセスで水を大量に消費する。 処理プロセスが複雑でランニングコストが高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱分解ガスの漏洩により中毒や火災につながる可能性がある。ごみの定量供給による熱分解炉の安定運転の確保に配慮が必要な方式である。 投入に際しごみの破碎が必要。 間接加熱式では、密閉下で加熱する必要があるため、ガス漏れや異常燃焼に注意が必要である。 ごみから得られた炭化物ということもあり、品質の確保や炭化物の引取先の確保に課題がある。実際、導入されている施設での用途は、鋳造炉の燃料、火力発電の燃料、セメント製造時の燃料等である。 	<ul style="list-style-type: none"> RDF の消費先確保が容易ではない。特に発熱量に対して灰分が多い。 RDF の保管中に油分の酸化や発酵に起因する発熱を生じることがあり、保管に際しては細心の注意が必要である。 乾燥等の燃料消費が多く、一連のごみ処理のプロセスとした場合は効率が低い。

※略図は、全国都市清掃会議編 「ごみ処理施設整備の計画設計要領 2017」による。

表 9 可燃ごみの資源化・再利用技術の種類と特徴(2)

	堆肥化	飼料化	メタン発酵
概要 (処理プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 厨芥類（生ごみ）等の有機性の廃棄物を攪拌、発酵させ堆肥（コンポスト）として再資源化する技術。 ・ 発酵による発熱（～80℃程度）で細菌類が死滅することで衛生的な堆肥とすることができる他、発酵による有機分の分解と水蒸気の発生により減容化を図ることが可能である。 ・ 堆肥化の方式には、ヤード式やトンネル式など複数の方式がある。 ・ 厨芥類（生ごみ）等のほか、下水道汚泥、し尿、家畜ふん尿、浄化槽汚泥など有機性の廃棄物を合わせて処理することも可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 厨芥類（生ごみ）等の食品残渣を乾燥・ペレット化して家畜等の資料とするもの。 ・ 乾燥によるペレット状飼料と乳酸発酵による液体飼料を製造する方法があり、それぞれで仕組みは異なる。 ・ 乾燥工程の加熱（又は出荷時の加熱）により殺菌され、衛生的な飼料を製造する事が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 厨芥類（生ごみ）等の有機性の廃棄物をメタン発酵させメタンを回収し再資源化する技術。 ・ 嫌気性細菌の一種であるメタン菌による発酵で、堆肥化のプロセス（好気性発酵）とは異なる。 ・ 乾式と湿式の2種類の方式がある。 ・ 回収したメタンを含むバイオガス（主成分はメタンと二酸化炭素）を精製してメタンを取り出し、ガスエンジン、ガスタービン、燃料電池等により発電する、又は、都市ガスに混合して供給することで利活用を図る。 ・ 下水処理の技術としては確立された技術である。
略図			
処理対象物	生ごみ、下水汚泥、し尿、家畜ふん尿、浄化槽汚泥など	生ごみ（腐敗していないもの）	生ごみ、し尿、家畜ふん尿
特徴① 長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有機性の多様な廃棄物を再資源化可能である。 ・ 設備が簡便であり、焼却方式等に比べインシナルコストが低い。 ・ 資源としてのリサイクル率が非常に高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多量の食品残渣が安定的に発生し、速やかに処理できる状況下であれば有効に利用することが可能。 ・ 資源としてのリサイクル率が非常に高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備構成が比較的単純である。 ・ メタンの他、消化液は液肥として土壌還元が可能である。 ・ 生ごみを個別に回収する場合であっても堆肥化や飼料化ほど品質を重視しなくても良い。また、他の有機系廃棄物との合わせ処理が可能である。
特徴② 短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生成した堆肥は、肥料取締法の基準に合致する必要がある。特に減容化に伴う重金属類の濃縮には留意する必要がある。 ・ プラスチック分など発酵に寄与しない廃棄物は処理できない。そのため本プロセスだけでは、市の可燃ごみ処理は完結しない。 ・ 発酵に伴う臭気対策が必要となる。また、原料によってはアンモニア等が発生することで配管の腐食等が生じるおそれがある。 ・ 堆肥の需要先を確保する必要がある。 ・ 生ごみでも塩分の多い廃棄物など、発酵や品質の阻害する成分を含むものは処理できない。 ・ 市の可燃ごみで収集する場合は、生ごみを別区分として収集する必要がある、臭気対策などに万全を期す必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生成した飼料は、家畜が食べることが可能なだけでなく栄養等に留意する必要がある。 ・ 本プロセスだけでは、市の可燃ごみ処理は完結しない。 ・ 実際に飼料化を行っているのは、大手の食品工場やチェーンストア等であり、市中から回収される廃棄物の処理には向かない。特に弁当がらの選別や不適物の除去は容易ではない。 ・ 飼料としての要求水準は堆肥以上であり品質管理が難しい。 ・ 実際に堆肥化を行っている事業者では、腐敗防止のために冷蔵庫で廃棄物を輸送（食品産業の自家輸送等）しており、市の家庭ごみでこのような事業体制を構築することは困難である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市のごみ処理では、生ごみ以外の可燃分も多く混じっているため本プロセスだけでは、市の可燃ごみ処理は完結しない。 ・ 消化液は、ごみ由来で成分の保証が容易ではなく農業利用が困難である。 ・ 消化液の窒素分が著しく高濃度であるため排水処理をして放流するには相当の費用を要する。下水道放流が可能な場合、上水等による希釈放流が可能である。 ・ 湿式を採用する場合は、生ごみだけを分別・回収するシステムを構築する必要がある。

※飼料化の略図は、(株) 椿本バルクシステムホームページより、ほかの略図は、全国都市清掃会議編 「ごみ処理施設整備の計画設計要領 2017」による。

3.4 環境負荷低減技術の調査

3.4.1 検討対象とする環境負荷低減技術

ごみ処理技術は、いわゆる迷惑施設に位置づけられることから、これまでの施設整備においては特に生活環境面において改善が図られてきた。現在のごみ処理施設は、ばい煙、水質汚濁、振動、騒音、臭気などの生活環境においては、法令による規制基準を上回る環境性能を達成している状況である。

近年、地球温暖化対策が環境負荷低減の優先順位の上位に位置してきておりことから、ここでは検討対象とする環境負荷低減技術として、温室効果ガス抑制とそれに密接に関連する省エネルギーの見地から環境負荷低減技術の調査を行うこととする。

基本構想の策定において調査対象とする環境負荷低減技術は、以下のとおりとする。それぞれの特徴は、表 10 に示す。このうち(9)地域電力供給は、電力自由化に伴い利用できる制度であり技術とは異なるが、適用可能性を検討するために合わせて示す。

- (1) 地中熱利用、下水熱利用
- (2) CO₂分離回収プラント
- (3) スーパーごみ発電（複合型発電）
- (4) 水冷式復水器
- (5) 熱電発電モジュール（ペルチェ素子）
- (6) バイナリー発電
- (7) スターリングエンジン
- (8) 高温高圧ボイラ
- (9) 地域電力供給

表 10 環境負荷低減技術と技術の進捗度ならびに事例等

技術名称	概要	技術の段階	事例等
(1) 地中熱利用、下水熱利用	地中の温度は、年中約 14℃程度と一定しており温度差を用いた融雪、冷暖房、プール加温などに用いられる。	実用化段階	一般商業施設等
(2) CO ₂ 分離回収プラント	清掃工場等から発生した二酸化炭素を回収プラントで回収し再利用（藻類の培養や CO ₂ 固定化等）	実証段階	佐賀市清掃工場
(3) スーパーごみ発電（複合型発電）	ガスタービンを併設し、ガスタービン排熱を使用し蒸気を過熱、蒸気タービン発電との併用（コンバインドサイクル）により高効率なごみ発電を行う技術。	実用化段階	千葉市新港清掃工場他、国内 4 箇所。ただし、国内の全施設がランニングコストの高騰から休止している。
(4) 水冷式復水器	通常空冷する復水器を水冷にすることでさらなる発電効率の向上を目指す。	実用化段階	北九州市新門司工場他
(5) 熱電発電モジュール（ペルチエ素子）	温度差により発電するペルチエ素子を使用し、従来エネルギー利用困難であった低温域でのエネルギー回収を行うもの。	実証段階	昭和電工(株)や(株)KELK（コマツ小会社）、パナソニック等が実用化に向け試験中
(6) バイナリー発電	アンモニア等の低沸点の物質を用いたタービンを回して発電する技術。	実用化（初期）段階	丹波市 クリーンパーク丹波 萩・長門清掃一部事務組合： 萩・長門清掃工場
(7) スターリングエンジン	温度差でピストンを上下動させて駆動する外燃機関。	実用化（初期）段階	萩・長門清掃一部事務組合： 萩・長門清掃工場
(8) 高温高圧ボイラ	現在の高効率発電の主流である 400℃、4MPa より高い蒸気条件を設定可能なボイラとすることでさらなる発電能力向上を目指す。	実証段階	津久井クリーンセンター（NEDO の実証実験） 事例（建設中）で廿日市市の 450℃、6MPa の事例あり。 海外では事例が多いものの、水管の交換を前提としたものである ⁶ 。
(9) 地域電力供給 ⁷	電力事業に自治体が（合併で）参入することで、ごみ発電で得られた電力を市内の公共施設で利用し、電力ベースでの CO ₂ 削減とコストダウンを図る。	実用化（初期）段階	松阪市、北九州市、米子市、成田市他 （福島市においても平成 27 年 4 月からあらかわクリーンセンターの余剰電力を DBO 事業者を通じ市内小中学校へ供給している。）

⁶ 「平成 27 年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書」による。

⁷ 平成 28 年度環境省委託業務 「平成 28 年度福島市における廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書」によると、福島市において地域電力供給事業を成立させるには地域における事業規模（消費地の需要量）を拡大することが必要と報告されている。これは、ごみ発電がベース電源として機能するのに相当の需要（消費先）が必要なためである。

3.4.2 プラントメーカーアンケートにおける環境負荷低減技術に対する見解

基本構想策定のために実施したプラントメーカーアンケートにおいて、環境負荷低減技術に対する見解を収集した。その結果、次のような回答や技術的見解が得られた。

(1) CO₂分離回収プラント

メーカーアンケートで得られた CO₂ 分離回収プラントに対する回答は、表 11 のとおりである。導入実績自体がまだ少ないことから、導入に積極的なメーカーは少ない。また、回答のうち 1 社は、事業条件に左右されると回答されている。

表 11 プラントメーカー各社の CO₂ 分離回収プラントに対する回答

回答項目	回答者数
実績なし	3 社
適用できる（採算等に課題があるとの回答を含む）	3 社
無回答	3 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 実績がない、もしくは調査中

- ・ 実績がなく、現在は情報収集や導入試験等を行っている段階です。
- ・ 技術的見地がないため回答を控えさせていただきます。
- ・ 事業用火力発電所向けには実用化されており技術的には問題はないと思われるが詳細な検討が必要。

2) コスト面及び利用先に係る意見

- ・ 非常に高コストであり、また回収した CO₂ の需要先が近隣になれば実用に適さないと思慮します。
- ・ 導入は可能ですが、CO₂ 供給先の確保が必要であり、民間企業を誘致し事業として成り立たせる必要があります。

(2) スーパーごみ発電（複合型発電）

メーカーアンケートで得られたスーパーごみ発電（複合型発電）に対する回答は、表 12 のとおりである。国内で 4 事例があることを踏まえ導入可能と回答した企業は多いものの、資源高に対する影響、CO₂ 排出量の増加、ランニングコスト面から否定的な意見が多く寄せられた。

表 12 スーパーごみ発電に対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	4 社
技術的優位性は低い	2 社
無回答	3 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な確実性

- ・ 実績があり技術的には導入可能。
- ・ 適用は可能である。
- ・ ガスコージェネレーションシステムとして納入実績はあり。

2) 他技術の進歩による優位性の低下

- ・ 通常のごみ廃熱ボイラにおいて高温高压化が進んでいる昨今において、本技術の優位性は薄れている。
- ・ ガス料金が安定的に安価な時代に進んだ技術。
- ・ 導入のメリットはないと考える（高温高压ボイラの採用により 6.0MPa×450℃の蒸気回収が可能なため。

3) 温室効果ガスの増加等

- ・ CO₂の排出量の削減、経済性を考慮すると現時点では導入の可能性は低い。
- ・ 都市ガスを用いた発電は FIT 非該当のため、一般的なごみ発電と比較して売電単価が減少する可能性があります。

4) 経済的見地

- ・ ガスタービンに使用する都市ガスの単価が高いため売電単価によっては採算性が見いだせない。
- ・ 発電量に比べ費用がかかり、経済的に課題がある。
- ・ 導入は可能ですが、都市ガスを多く使用しかつガスタービン等の維持費が必要になるため採算性を検討する必要がある。

(3) 水冷式復水器

メーカーアンケートで得られた水冷式復水器に対する回答は、表 13 のとおりである。導入可能と回答した企業は多いものの、水量の確保や水利権ならびに環境影響に対する懸念が意見として寄せられた。なお、一部回答では、ロードヒーティングなどの一部の利用に限るなど条件付きでの提案もなされている。

表 13 水冷式復水器に対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	5 社
適用困難	1 社
無回答	1 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な可能性

- ・ 導入は可能ですが、蒸気を復水するための冷却水を多く確保する必要があります。
- ・ 実績があり、技術的には導入可能です。
- ・ 空冷式復水器と比較して夏季にも安定した発電が可能。
- ・ 空冷式と比較して省スペースとなるため有利である。
- ・ バイオマス発電では一般的に採用している確立した技術です。
- ・ タービン排気圧を下げられるので熱落差を大きくすることができ、効率向上が見込める。

2) 環境側面の懸念等

- ・ 海水又は河川水を使用する場合、冷却水放流先の水温上昇による環境アセスメントが必要になるなど別途手続きが必要になります。
- ・ 大量の冷却水が必要になるので立地上の制約を受けやすい。
- ・ 取水先、排水先の課題（水利権、漁業権を含む）を解決する必要がある。
- ・ 適用可能ですが、周辺環境への影響やライフサイクルコストを十分検討する必要があります。

3) 経済的見地

- ・ 冷却水が必要となるため給水量や水処理薬品量が多くなります。
- ・ 蒸気を復水するための冷却水を多く確保する必要があります。
- ・ 本施設は、上水の利用（アンケートにおける条件）であることから高額な水道料金となるため本施設への導入は難しいと思慮します。
- ・ 熱交換する設備のメンテナンス性に課題がある。

4) 利用可能性

- ・ ロードヒーティング等、熱利用の用途があれば導入可能性はあります。
- ・ 冷却水の熱利用先の確保が可能であれば導入可能性あり。
- ・ （回答社の実績では）ロードヒーティング用の温水加温(蒸気の一部を水冷)のために排気蒸気を部分的に利用しています。本方式であれば本事業でも導入可能ですが、夏季では熱の利用先が無くなり使用できなくなるため、排気蒸気の全量を空冷式復水器で処理する必要があります。

(4) バイナリー発電

メーカーアンケートで得られたバイナリー発電に対する回答は、表 14 のとおりである。技術的には多くのメーカーが導入可能と回答したものの、蒸気タービンに対する優位性の低さや設備の合理性の観点から、採用に否定的な意見が多く寄せられた。また、ごみ処理施設への導入実績の少なさを懸念している意見も見受けられた。

表 14 バイナリー発電に対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	6 社
技術的優位性は低い	2 社
無回答	1 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な可能性

- ・ 一般廃棄物処理施設での実績はありませんが、污泥焼却プラント、産廃処理プラントで採用しており技術的には導入可能です。
- ・ 導入は可能ですが、熱源の蒸気は蒸気タービンに送り発電に回すほうが効率が良いと考えます。
- ・ 本技術は、70～90℃程度の温水もしくは蒸気による発電ですので、ストーカ式において適用可能です。
- ・ 全国的にごみ焼却施設におけるバイナリー発電実績は多くありません。技術的及び採算面を検討する必要があります。

2) 経済的見地

- ・ 低温熱源をタービン抽気とした場合、タービン自体の発電効率が低下するためプラント全体としての発電効率向上が見込めない。
- ・ イニシャルコスト、メンテナンスコストが高くライフサイクルコストでメリットを得ることは難しいと考える。
- ・ 発電出力が低く、費用対効果が得られにくい。
- ・ 導入すること自体は可能ですが、コストと回収電力の費用対効果の検証が必要。
- ・ 本施設では、ボイラー・蒸気タービン発電機のほうが合理的。

3) その他

- ・ 啓発目的であれば導入の可能性はある。
- ・ バイナリー発電用の低温熱源をごみ焼却プロセスのどこにするかの検討が必要。

(5) スターリングエンジン

メーカーアンケートで得られたスターリングエンジンに対する回答は、表 15 のとおりである。技術的には多くのメーカーが導入可能と回答したものの、蒸気タービンに対する優位

性の低さや設備の合理性の観点から、採用に否定的な意見が多く寄せられた。また、ごみ処理施設への導入実績の少なさを懸念している意見も見受けられた。これは、バイナリー発電と同様の回答傾向である。

表 15 スターリングエンジンに対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	4 社
回答が難しい	1 社
無回答	4 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な可能性

- ・ 実績はありませんが適用可能です。
- ・ 導入は可能ですが、熱源の蒸気は蒸気タービンに送り発電に回すほうが効率が良いと考えます。
- ・ エンジンメーカーとの詳細検討が必要なため回答を控えさせていただきます。
- ・ 規模が小さい施設や准連続式等のごみ処理施設で安価に発電を行う場合にメリットがある技術。

2) 経済的見地

- ・ 本施設では、ボイラー・蒸気タービン発電機のほうが合理的。
- ・ 技術的には導入可能ですが、イニシャルコスト、メンテナンスコストが高く、ライフサイクルコストでメリットを得ることは難しいと考えます。

(6) バイオガス化

メーカーアンケートで得られたバイオガス化に対する回答は、表 16 のとおりである。排水クロードの条件により適用困難とした回答や採算性への課題、敷地面積や機器点数増加に伴うコスト増の回答があった。

表 16 バイオガス化に対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	3 社
適用困難	2 社
客先要望による	1 社
無回答	3 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な可能性

- ・ 排水がクローズドのため導入可能性なし。
- ・ 実績もあり確立した技術。
- ・ 低位発熱量の小さい厨芥等からのエネルギー回収には適した技術。
- ・ ガス中にタール分等の未燃分が含まれておりガスのハンドリングが難しい(熱分解によりガス化する方式による回答と思われる)。ガスエンジン等で発電する場合はガス精製が必要。
- ・ 技術的に未検証の部分が多く安定稼働に期待ができない。

2) 経済的見地

- ・ 十分な敷地の確保が必要。
- ・ 発電のみの場合に比べ(交付金の)交付対象項目は増えますが総合的には建築費、維持管理費とも割高になります。
- ・ バイオガス化により売電収入が増加した場合も、それに得た売電収益以上にバイオガス化設備に多くの維持管理費が必要になる場合があるため採算性を検討する必要があります。
- ・ 厨芥のみの処理技術であり厨芥以外の焼却処理施設も別途必要になるため、両施設を合わせた建設・運営費用の検討が必要です。
- ・ 発酵槽を設置する必要があるため現状の建築可能面積では収まらない可能性があります。
- ・ 導入のメリットはないものとする(費用対効果、メンテナンス性にメリットが見られないため)。

(7) 高温高压ボイラ

メーカーアンケートで得られた高温高压ボイラに対する回答は、表 17 のとおりである。全社が高温高压ボイラの採用は可能と回答している。ただし、材料の選定や費用対効果について指摘する意見もあった。

表 17 高温高压ボイラに対する回答

回答項目	回答者数
適用できる	8 社
回答辞退(検討条件が不明確なため)	1 社

主な見解として次のような意見が寄せられている。

1) 技術的な可能性

- ・ 技術的に確立されており発電効率の大幅な向上が見込める。
- ・ ボイラーの高温腐食対策が必要。
- ・ (回答社では) 6MPa、450℃の施設を建設中である。

- ・ 本アンケート回答では、5MPa、430℃にて回答している。

2) 経済的見地

- ・ ボイラの高温腐食対策が必要。ボイラ減肉⁸速度増加に伴う補修費増加と発電効率向上による売電収入増加の定量評価が必要。
- ・ ボイラの高温高圧化に伴い維持管理費が増加する傾向にあります。

3.4.3 施設基本構想における環境負荷低減技術の採用に向けた方向性

環境負荷低減技術の調査結果を踏まえ、再整備事業における環境負荷低減技術の採用（案）は表 18 のとおりとする。

⁸ 高温・高圧の水流による摩耗や、化学的な腐食によって配管壁が薄くなる現象。

表 18 環境負荷低減技術の採用について（案）

技術名称	概要	再整備段階における適用性	技術の段階	採用の方向性	
				方向性	理由
A. 地 中 熱 利 用、下水熱利 用	地中の温度は、年中約 14℃程度と一定して おり温度差を用いた融雪、冷暖房、プール 加温などに用いられる。	<ul style="list-style-type: none">・ 通常の公共施設（公民館、庁舎等）で使用する ことには問題はなく、ごみ処理施設においても 使用可能である。・ ただし、焼却施設で蒸気タービン（又はガスター ビンもしくはガスエンジン）発電を行う場合、 復水器蒸散熱として未利用の低温排熱が発生、 用途が重複する。	実用化段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ ごみ焼却炉からの未利用の低温排熱が多く発生す ることから、費用をかけて整備することに費用対効 果が発揮されにくい。
B. CO ₂ 分 離 回 収プラント	清掃工場等から発生した二酸化炭素を回収 プラントで回収し再利用（藻類の培養や CO ₂ 固定化等）	<ul style="list-style-type: none">・ 溶媒を用いた排ガスからの CO₂回収技術であり、 焼却、ガス化溶融問わず採用可能性がある。・ CO₂ 利用先を併せて検討する必要がある。	実証段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ CO₂ の利用先確保が困難。・ 採算性に課題がある。
C. スーパーご み発電（複合 型発電）	ガスタービンを併設し、ガスタービン排熱 を使用して蒸気を過熱、蒸気タービン発電 との併用（コンバインドサイクル）により 高効率なごみ発電を行う技術。	<ul style="list-style-type: none">・ 既存技術であり、総合的なエネルギー効率に優 れる。・ 費用対効果やメンテナンスの煩雑さに課題があ り、現在のところ解決に至っていない。	実用化段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ 温室効果ガスの増加。・ 採算性に課題がある。
D. 水冷式復水 器	通常空冷する復水器を水冷にすることでさ らなる発電効率の向上を目指す。	<ul style="list-style-type: none">・ 既存技術であり、冷却水が安定的に供給、放流 できる立地であれば整備可能（放流できない場 合は、低温余熱利用（プール保温等）やクーリ ングタワーを整備）。	実用化段階	（一部）検討 できる可能性 がある。	<ul style="list-style-type: none">・ ヘルシーランド福島のパール、ロードヒーティング での採用可能性を今後検討する。・ 井戸水が使用できれば、給水側は解決できる可能性 がある（温排水の課題は残る）。・ 基本計画段階で詳細な調査を行う。
E. 熱電発電モ ジュール（ペ ルチェ素子）	温度差により発電するペルチェ素子を使用 し、従来エネルギー利用困難であった低温 域でのエネルギー回収を行うもの。	<ul style="list-style-type: none">・ ごみ処理施設での導入事例なし。・ 小型で付帯施設が不要なため省スペース性に優 れる。	実証段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ 小規模施設向けであり、採用の優位性が見いだせな い。
F. バイナリー 発電	アンモニア等の低沸点の物質を用いたター ビンを回して発電する技術。	<ul style="list-style-type: none">・ 温泉発電等で実用化されており、小規模のごみ 焼却施設で導入し始めている。・ 設備がパッケージ化されており導入が容易。	実用化（初 期）段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ 小規模施設向けであり、採用の優位性が見いだせな い。
G. スターリン グエンジン	温度差でピストンを上下動させて駆動する 外燃機関。	<ul style="list-style-type: none">・ 小型かつ軽量で空きスペースに設置できる（大 型化には向かない）	実用化（初 期）段階	採用しない。	<ul style="list-style-type: none">・ 敷地上の制約でヘルシーランド福島の駐車場の確 保が困難となる。・ 排水クロードを採用した場合の消化液の取扱が 困難（濃度的に下水道放流が前提となる）。
I. 高温高圧ボ イラ	現在の高効率発電の主流である 400℃、4MPa より高い蒸気条件を設定可能なボイラとす ることさらなる発電能力向上を目指す。	<ul style="list-style-type: none">・ 発電の高効率化を目標にする場合、最も一般的 な手法。・ 400℃、4MPa を超えると水管に排ガス由来の高温 腐食が顕著となり、耐久面や費用対効果に課題 が発生する。	実証段階	採用する方向 で今後検討す る。	<ul style="list-style-type: none">・ 基本計画段階で高温高圧ボイラの費用対効果を確 認する。
J. 地域電力供 給 ⁹	電力事業に自治体が（合併で）参入するこ とで、ごみ発電で得られた電力を市内の公 共施設で利用し、電力ベースでの CO ₂ 削減と コストダウンを図る。	<ul style="list-style-type: none">・ 市内に所在する新エネルギー（太陽光発電、地 熱発電、バイオマス発電等）と連携して地域電 力供給事業を行うもの。・ 各発電事業者をまとめる地域電力会社の設立が 必要。・ 市の施設への供給の場合、「自己託送制度」の方 が有利。	実用化（初 期）段階	（一部）検討 できる可能性 がある。	<ul style="list-style-type: none">・ 市の政策として地域に電力や税収を還元する目的 で採用することは可能であるが、地域の需要が大き くないことから事業採算性に課題が生じる。

⁹ 平成 28 年度環境省委託業務 「平成 28 年度福島市における廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書」によると、福島市において地域電力供給事業を成立させるには地域における事業規模（消費地の需要量）を拡大することが必要と報告されている。これは、ごみ発電がベース電源として機能するのに相当の需要（消費先）が必要なためである。

3.5 焼却灰・飛灰・スラグに関する資源化技術動向調査

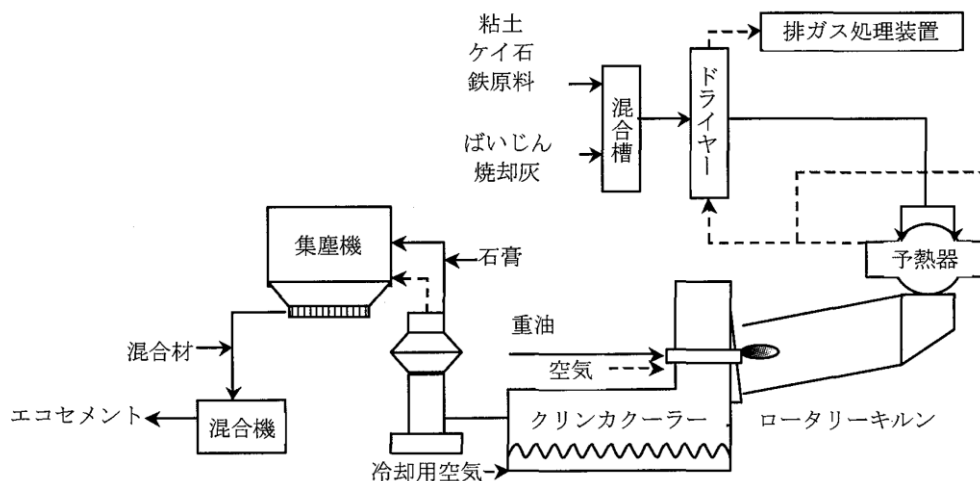
3.5.1 資源化技術の概要

(1) セメント原料化

セメント施設の処理フロー例を図 3 に示す。

セメント原料化は、セメント原料の二酸化ケイ素や酸化アルミニウム等を含む焼却灰・飛灰を石灰石、粘土、ケイ石、鉄原料を混ぜて焼成することで、セメントを製造する方法である。焼成の過程でダイオキシン類は分解し、重金属は揮発し、集じん設備で回収される。焼却主灰を主体に行う場合、塩素含有率が比較的高いため、エコセメントとして製造されるが、この場合には、無筋コンクリート等使用方法が限定される。その一方で、塩素除去など前処理を行う場合は、普通セメントとして利用が可能である。

また、セメント原料化において、対象とする焼却灰は、ストーカ炉から排出される主灰のみとする場合が多く、流動床炉の場合、主灰のほか不燃物が排出され、セメント原料化には向かない。



出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017 改訂版)」(公社)全国都市清掃会議

図 3 セメント製造施設の処理フロー例（エコセメントの製造）

(2) 山元還元

熔融飛灰中には鉛、カドミウム、亜鉛、銅等の非鉄金属が高濃度で含まれていることから、廃棄物を埋立て処分せずに、山元（製錬所）に還元し、非鉄精練技術を用いて、有価金属として再生利用する技術である。

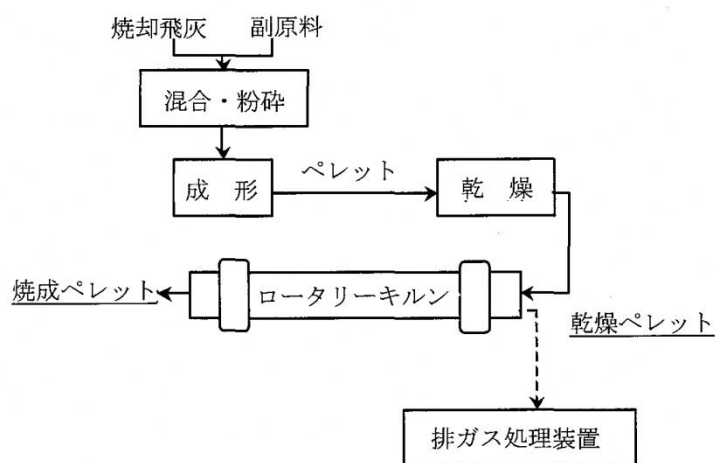
熔融飛灰からの金属濃縮法としては、湿式法と乾式法がある。乾式法として、塩化揮発法が上げられる。これは熔融飛灰に塩化剤を添加し加熱することで沸点の低い金属塩化物を生成させて、熔融飛灰から揮発分離させる方法で、熔融飛灰から亜鉛等を 100%近く分離できるが、排ガス処理等の付帯設備が必要となる、エネルギーの消費量が多い等の課題があり、コストが高い。

湿式法は、水洗処理、化学抽出法がある。水洗処理は、熔融飛灰を水で洗浄し、水溶性のナトリウム、カリウム、塩素を除くことで濃縮する方法であるがアルミニウム、ケイ素等の難水溶性の成分が多量に含まれる場合、濃縮に限界がある。

(3) 焼成処理

焼成施設の処理フロー例を図 4 に示す。

焼成処理は、非焼成物質単体又はこれにベントナイトや珪砂等の副原料を混合し、これを粒上、レンガ上に成形した後、燃料の燃焼熱や電気熱エネルギー又はその他のエネルギーにより加熱し、約 1,100℃程度で焼成することにより、ダイオキシン類を熱分解し、鉛・カドミウム等の重金属を揮発除去し溶出防止を行うものである。なお、焼成されたペレットは、建築資材としての利用が可能である。



出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017 改訂版)」(公社)全国都市清掃会議

図 4 焼成施設の処理フロー例

(4) 灰溶融処理

溶融処理は、電気エネルギーを利用して焼却残渣を溶融する電気式と燃料を用いて溶融する燃料燃焼式がある。溶融により、焼却残渣の出し部分を占める無機物は、溶融スラグとなり、重金属類の溶出が防止されるとともに、焼却残渣は概ね 1 / 2 まで減容化される。

溶融スラグは水砕の場合、砂状の微細な固形物となり、空冷や徐冷の場合には比較的大きな塊上の固形物となる。電気溶融炉の場合でも、焼却残渣中の未難文や電極等の消耗等によりガスが発生し、その中には焼却残渣中の塩や低沸点重金属類が揮散し、賛成ガスも含むため排ガス処理を行う必要があります。集じん器等で排出された溶融飛灰は安定化処理が必要である。また、非鉄精錬会社で山元還元により金属回収する方法もある。

(5) スラグの資源化

ごみを焼却し、溶融してスラグ化する方式には、焼却炉+溶融炉、ガス化溶融炉などの方式がある。スラグは、廃棄物やその焼却灰等を高温で溶融したものを冷却し、生成されるガラス質

の固化物であり、高温で溶融されるため重金属類はほとんど溶出せず、ダイオキシン類は熱分解され溶融スラグ中にほとんど残存していない。品質が確保されればコンクリート二次製品やアスファルト舗装等の土木資材として利用することが可能である。

3.5.2 資源化可能性調査

新あぶくまクリーンセンターから発生する焼却灰等の資源化可能性調査結果を表 19 に示す。

新あぶくまクリーンセンターから発生する、焼却灰等の外部処理委託方法として、セメント原料化、焼成処理、溶融処理の可能性が考えられる。しかしながら、本市から発生する主灰及び飛灰の放射能濃度は、平成 30 年 8 月で、**2,730～9,293Bq/kg** と高い現状にある（表 20、表 21）ことから、セメント原料化であれば 100Bq/kg 以下、焼成処理であれば 800Bq/kg 以下まで下がりなければ受入条件が成立しない。また、溶融処理を行う場合、放射能濃度に関する受入条件はないが、濃度によって価格変動が発生することから、最終処分場への埋立と資源化を行う場合との費用対効果を精査し、今後入念に検討する必要がある。

また、本書で示す資源化可能性調査結果は、平成 30 年 12 月現在のヒアリング結果であり、今後も継続して、事業者の最新の動向を注視しておくことが望ましい。

表 19 新あぶくまクリーンセンターから発生する焼却灰等の資源化可能性調査結果

(平成 30 年 12 月現在)

資源化方法	工場所在地	受入対象	受入可能性	受入条件	引き取り価格(参考)
セメント原料化	岩手県大船渡市	・焼却灰 ・飛灰(ばいじん) ・下水汚泥焼却灰 ・浄水発生土	可	・焼却灰・飛灰の溶出試験結果の添付を義務づけ ・セシウム濃度 100Bq/kg 以下	※他事例調査時の価格 □焼却灰(主灰): 25,000 円/t □ばいじん(飛灰): 30,000 円/t～60,000 円/t 以上 (工場一律。消費税、運搬費含まず。焼却灰の成分及び諸条件により、単価が若干上下する場合あり)
焼成処理	埼玉県大里郡寄居町	・焼却灰 ・飛灰 ・産廃(燃えがら、汚泥、鉍さい、ばいじん)	可	・湿灰 ・焼却灰・飛灰の溶出試験結果の添付を義務づけ ・飛灰のみの受付けはしていない。 ・飛灰は薬剤(キレート)処理済のものが条件 ・セシウム濃度 800Bq/kg 以下	・焼却灰(主灰): 27,000 円/t ・ばいじん(飛灰): 40,000 円/t (消費税、運搬費含まず。運搬は持込・委託どちらも可)
溶融処理	福島県いわき市	・焼却灰 ・飛灰(ばいじん)	可	・湿灰 ・焼却灰・飛灰の溶出試験結果の添付を義務づけ ・飛灰は薬剤(キレート)処理済が条件	□混合灰: 42,500 円/t(※埋立費を含む) ※運搬費含まず、セシウム濃度によって変動あり。(特段設定はしていない)

表 20 本市から発生する焼却灰等の放射性濃度の現状(1)

あぶくまクリーンセンター

単位：ベクレル/kg

試料採取日	混 合 灰					
	セシウム 134	セシウム 137	計			
H23. 07. 22*	20,900	23,400	44,300			
H23. 09. 28	13,000	16,500	29,500			
H24. 04. 18	7,213	10,296	17,509			
H25. 04. 30	5,620	11,000	16,620			
H26. 04. 30	1,900	5,290	7,190			

試料採取日	主 灰			飛 灰		
	セシウム 134	セシウム 137	計	セシウム 134	セシウム 137	計
H26. 08. 31	914	2,660	3,574	3,850	11,900	15,750
H27. 04. 30	989	3,970	4,959	3,950	14,400	18,350
H28. 04. 30	378	1,810	2,188	990	5,140	6,130
H29. 04. 13	326	2,200	2,526	842	5,770	6,612
H29. 05. 31	540	3,920	4,460	1,220	8,800	10,020
H29. 06. 30	518	3,910	4,428	1,280	9,200	10,480
H29. 07. 31	710	5,140	5,850	1,500	11,700	13,200
H29. 08. 31	598	4,720	5,318	1,280	10,100	11,380
H29. 09. 30	248	2,170	2,418	820	6,260	7,080
H29. 10. 31	93	716	809	353	3,170	3,523
H29. 11. 30	243	2,030	2,273	589	4,860	5,449
H29. 12. 31	278	2,100	2,378	579	5,180	5,759
H30. 01. 31	207	2,160	2,367	628	5,390	6,018
H30. 02. 28	196	1,870	2,066	1,250	11,700	12,950
H30. 03. 06	191	1,640	1,831	547	5,190	5,737
H30. 04. 30	214	1,910	2,124	664	5,960	6,624
H30. 05. 31	380	3,910	4,290	929	8,900	9,829
H30. 06. 30	154	1,690	1,844	586	5,630	6,216
H30. 07. 31	274	2,890	3,164	871	8,330	9,201
H30. 08. 31	447	4,170	4,617	773	8,520	9,293

<備考>

1. あぶくまクリーンセンターでは、平成 26 年 7 月 31 日までは、主灰と飛灰が混ざった状態の「混合灰」を搬出していたが、環境省の指示により同年 8 月 1 日からは、主灰と飛灰を分けて搬出している。
2. 放射性物質濃度の測定は、ゲルマニウム半導体検出器を用いて測定する方法で行っている。
3. *は、福島県で測定を行っている。
4. 分析結果が検出下限値（10ベクレル/kg）未満の場合は、「不検出」と表示している。
5. あぶくまクリーンセンターの平成 29 年 9 月と 10 月の数値が下降しているが、これはクリーンセンターの点検及び工事により、除染ゴミの搬入を制限したことによるもの。

表 21 本市から発生する焼却灰等の放射性濃度の現状(2)

あらかわクリーンセンター

単位：ベクレル/kg

試料採取日	飛 灰			溶融スラグ		
	セシウム 134	セシウム 137	計	セシウム 134	セシウム 137	計
H23. 07. 22*	13, 100	14, 400	27, 500	—	—	—
H23. 09. 28	29, 500	37, 400	66, 900	—	—	—
H24. 04. 24	27, 000	40, 400	67, 400	1, 520	2, 310	3, 830
H25. 04. 30	9, 900	20, 000	29, 900	350	700	1, 050
H26. 04. 30	3, 500	10, 000	13, 500	260	600	860
H27. 04. 30	1, 800	6, 800	8, 600	84	310	394
H28. 04. 30	1, 200	6, 200	7, 400	42	220	262
H29. 04. 30	570	4, 200	4, 770	13	110	123
H29. 05. 31	440	3200	3640	16	140	156
H29. 06. 30	440	3300	3740	18	150	168
H29. 07. 31	380	2900	3280	11	75	86
H29. 08. 31	470	3, 700	4, 170	21	170	191
H29. 09. 30	410	3, 300	3, 710	16	120	136
H29. 10. 31	230	2, 000	2, 230	12	84	96
H29. 11. 30	340	3, 000	3, 340	11	120	131
H29. 12. 31	220	2, 100	2, 320	不検出	48	48
H30. 01. 31	120	1, 100	1, 220	不検出	35	35
H30. 02. 28	83	790	873	不検出	25	25
H30. 03. 06	98	910	1, 008	不検出	31	31
H30. 04. 30	230	2, 300	2, 530	不検出	70	70
H30. 05. 31	250	2, 700	2, 950	不検出	110	110
H30. 06. 30	320	3, 400	3, 720	不検出	120	120
H30. 07. 31	220	2, 400	2, 620	不検出	63	63
H30. 08. 31	230	2, 500	2, 730	不検出	84	84

<備考>

1. あぶくまクリーンセンターでは、平成 26 年 7 月 31 日までは、主灰と飛灰が混ざった状態の「混合灰」を搬出してたが、環境省の指示により同年 8 月 1 日からは、主灰と飛灰を分けて搬出している。
2. 放射性物質濃度の測定は、ゲルマニウム半導体検出器を用いて測定する方法で行っている。
3. * は、福島県で測定を行っている。
4. 分析結果が検出下限値（10ベクレル/kg）未満の場合は、「不検出」と表示している。
5. あぶくまクリーンセンターの平成 29 年 9 月と 10 月の数値が下降しているが、これはクリーンセンターの点検及び工事により、除染ゴミの搬入を制限したことによるもの。

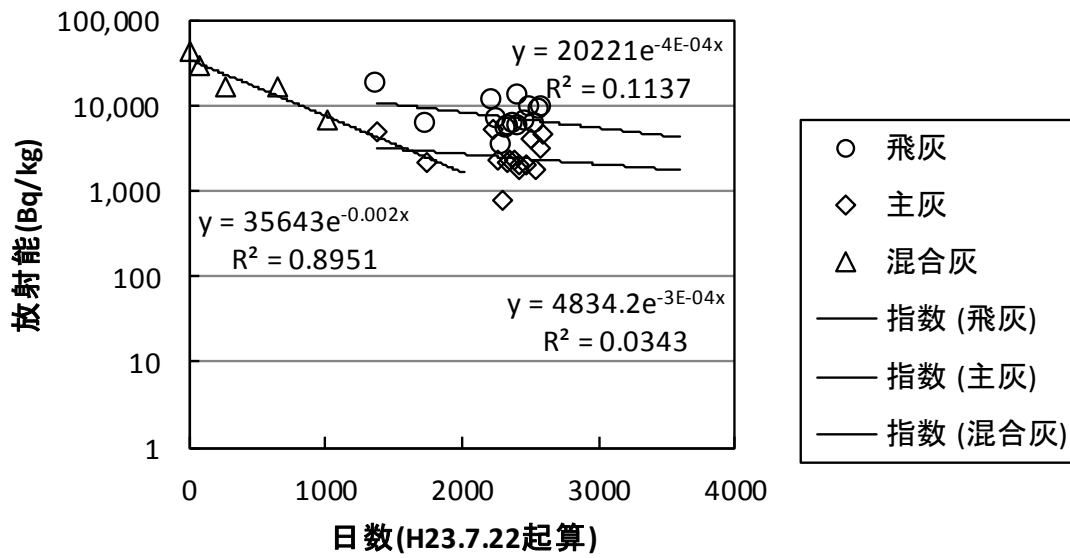


図 5 【参考】あぶくまクリーンセンターの放射能濃度の今後の見通し

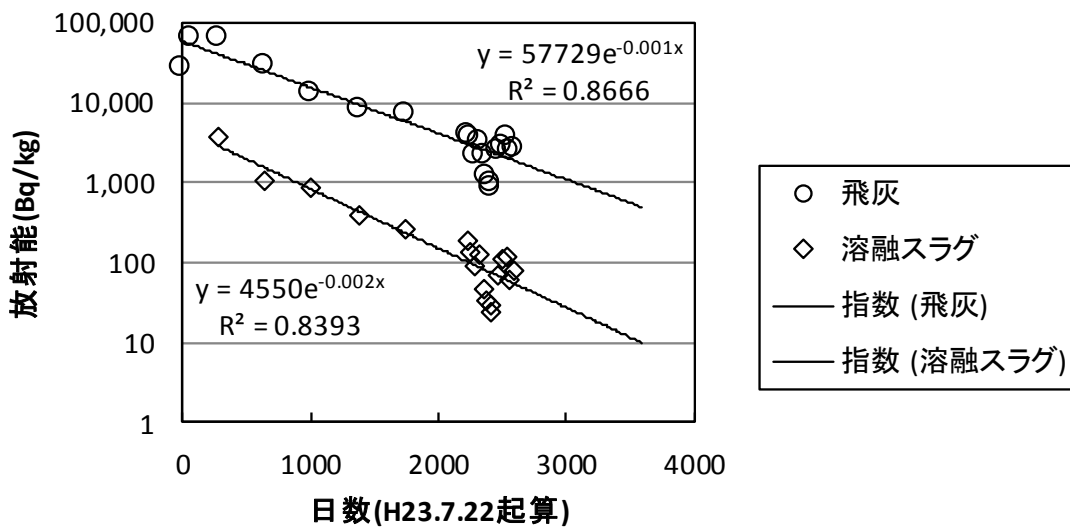


図 6 【参考】あらかわクリーンセンターの焼却灰等の放射能濃度の今後の見通し

3.6 小動物焼却炉の技術動向調査

3.6.1 小動物焼却炉の法的位置づけ

廃棄物処理法上、動物の死体は産業廃棄物に位置づけられているものの【畜産農業に係るものに限る】という条件が指定されており、ペット等の動物の死体は一般廃棄物となる¹⁰。また、動物霊園事業等におけるペットの死体の火葬においては、その死体は廃棄物として取り扱わないとされている¹¹。

しかしながら、道路清掃等における野良猫、野良犬の死骸の処理などを含め自治体においては公衆衛生の観点から動物焼却炉の整備が必要な状況である。

自治体において小動物の処理は、①ごみ焼却施設に併設して専焼炉を設置する（福島市のケース）、③斎場に専焼炉を併設する、③その他（直接ごみ焼却炉の投入口に入れる等）などで行われている。また、民間事業者において動物霊園事業として火葬を取り扱っている事業者もある。

3.6.2 炉の形式

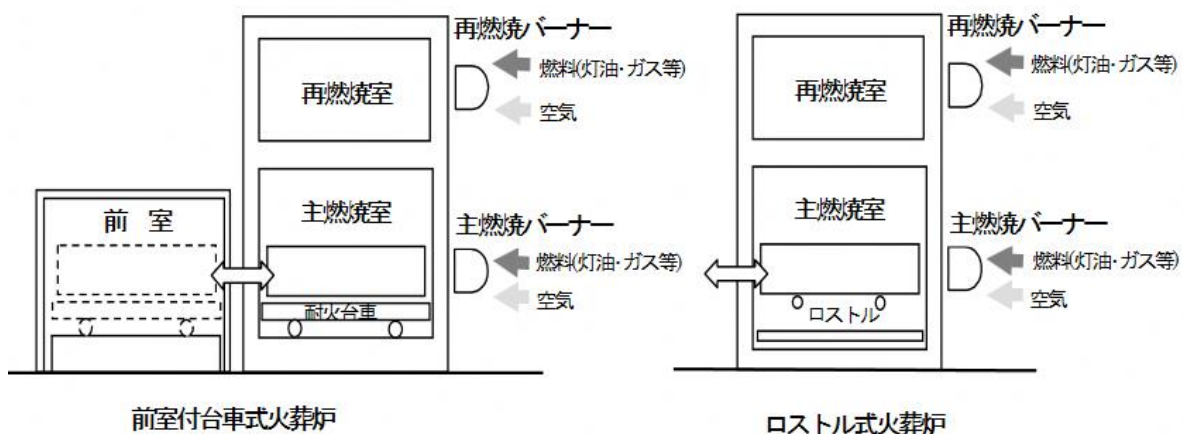
炉の形式は、火葬炉と同様にロストル（固定火格子）式と台車式に区分される。動物の死骸は、自燃しないためバーナーで着火し燃焼させる必要がある。

(1) ロストル（固定火格子）式

ロストル式は、焼却対象物を固定火格子（ロストル）上で焼却する方式である。焼却後に残る骨は、火格子下に落下し、運転終了後回収される。

(2) 台車式

台車式は、焼却炉の下側が台車に載って分割可能になっており、台車の上に耐火物が張られ、耐火物上に焼却対象物を置き台車と炉本体を接続することで焼却ができる方式である。



出典：多摩・島しょ地域における火葬場の需給及び運営に関する調査研究報告書（公益財団法人 東京市町村自治調査会）

図 7 ロストル式と台車式の火葬炉の構造

¹⁰ 廃棄物処理法施行令第 2 条第 11 項

¹¹ 「動物霊園事業に係る廃棄物の定義等について」 昭和 52 年 7 月 16 日環整 125 号

3.6.3 あぶくまクリーンセンターにおける小動物焼却の現状と改善点

福島市では、小動物焼却炉をあぶくまクリーンセンターに設置し市民を対象に犬や猫等のペットの火葬を受け付けている。

ここでは、ペット火葬を含む小動物の火葬の実績や現状を整理するとともに利用者アンケート調査結果を踏まえた改善要望を示す。

(1) 火葬の実績

福島市清掃事業概要によると、平成 28 年度には飼犬 941 頭、飼猫等 1,235 頭、野良 2,202 頭の計 4378 頭の火葬実績がある。

表 22 あぶくまクリーンセンターにおける小動物焼却の実績

区分 年度	飼犬		飼猫等		野良 (H16より集計方法変更)		計		合計
	収集運搬	自己搬入	収集運搬	自己搬入	収集運搬	自己搬入	収集運搬	自己搬入	
平成14年度	277	787	280	677	1,100		1,657	1,464	3,121
平成15年度	245	751	265	705	1,195		1,705	1,456	3,161
平成16年度	241	899	300	746	969	257	1,510	1,902	3,412
平成17年度	234	881	281	793	1,069	348	1,584	2,022	3,606
平成18年度	179	763	228	772	1,085	562	1,492	2,097	3,589
平成19年度	198	858	213	808	1,096	649	1,507	2,315	3,822
平成20年度	181	763	234	820	1,041	637	1,456	2,220	3,676
平成21年度	178	825	232	848	1,083	606	1,493	2,279	3,772
平成22年度	151	852	192	825	1,058	792	1,401	2,469	3,870
平成23年度	174	779	204	882	1,018	793	1,396	2,454	3,850
平成24年度	162	813	163	844	1,087	888	1,412	2,545	3,957
平成25年度	171	792	208	833	995	1,054	1,374	2,679	4,053
平成26年度	163	777	185	844	967	1,093	1,315	2,714	4,029
平成27年度	144	746	179	977	846	1,100	1,169	2,823	3,992
平成28年度	137	804	177	1,058	926	1,276	1,240	3,138	4,378

(2) サービス並びに手数料

福島市の市民向けのペット火葬のサービスとして、遺体の引き取り、遺骨の返還（骨壺付き）を行っている。

また、ペット火葬に伴う手数料は、表 23 に示すとおりである。

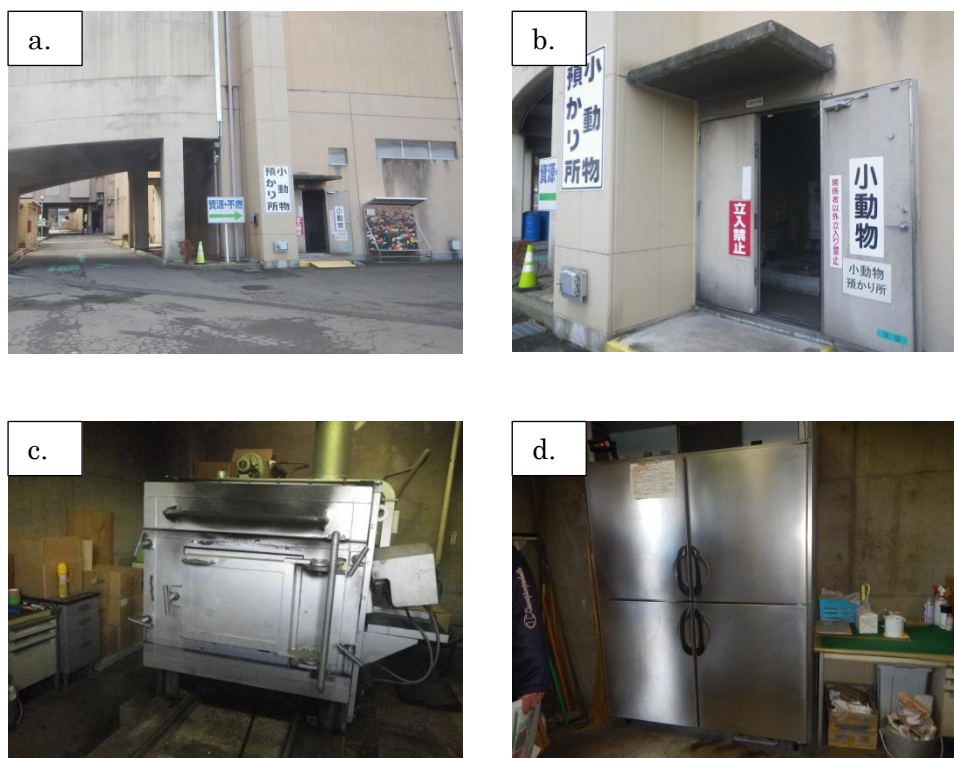
表 23 ペット火葬に伴う手数料一覧

区分		金額
引き取りを希望する場合	遺骨の返還を希望する場合	3,000 円／1 頭
	遺骨の返還を希望しない場合	2,000 円／1 頭
自己搬送する場合	遺骨の返還を希望する場合	2,000 円／1 頭
	遺骨の返還を希望しない場合	1,000 円／1 頭

(3) 現況

クリーンセンターでは、自己搬入の場合、事務所にて火葬を受付した後、申込者自らが計量所脇の安置スペースに遺体を置き、その後は市の職員で冷蔵庫にて一時保管し一定量が揃ったときに火葬炉で火葬を行っている。

火葬炉は、あぶくまクリーンセンターのプラットホームの階下に位置しており、火葬炉の排ガスは建物側面に設置された煙突より排出されている。



a.小動物焼却炉と安置スペース、b.炉室の扉及び煙突、c.火葬炉、d.保管用冷蔵庫

図 8 あぶくまクリーンセンターの小動物焼却炉の状況

(4) アンケート調査における利用者の意見

利用者アンケートにおいて金額、サービスのいずれも妥当との回答が 62%あり、丸剤のつ状況でも一定のサービスレベルには達していると推測される。

アンケートとの個別意見として特にごみ焼却施設のイメージと安置場所について改善を求める意見が寄せられている。

1) ごみ焼却施設との関連性

- ・ ごみ焼却場と同じ敷地内で愛犬を火葬することに抵抗があった。ごみの焼却を連想させないような工夫があると良い。
- ・ 人目につかない場所に設置してほしい。
- ・ 今の場所のごみという感じがして少し悲しい。
- ・ 一般ごみ持込車の搬入口の目の前が引き取り場所になっていて、台にしばらく置かれたままで、とても嫌な気分になった。ペットや飼い主に配慮してもらいたい。

2) 安置場所について

- ・ 受付と引取場所を同一にしてほしい（もしくは、すぐ近くにしてほしい）。
- ・ 外のテーブルの上にペットを置いたが、寒々として可哀想に思った。せめて室内に置いて最後の別れをしたかった。
- ・ 遺体（ペット）を焼却炉の前に安置されるより、少し離れた場所に遺体（ペット）の安置所を設け、ペットとの最後の別れの場所があれば良い。

3.7 ヘルシーランド福島の余熱利用条件

ヘルシーランド福島では、あぶくまクリーンセンターから 8kgf/cm^2 (約 0.8MPa) の蒸気の供給を受け施設にて使用している (図 9)。

あぶくまクリーンセンターの蒸気条件が 216°C 、 2MPa (これを減圧しヘルシーランド福島に供給) なのに対し、近年のごみ焼却施設の蒸気条件は、 400°C 、 4MPa もしくはそれ以上であり、再整備により効果的なエネルギー回収が可能となる。

本基本構想では、ヘルシーランド福島の蒸気供給を現在と同程度と仮定し、再整備におけるエネルギー回収率の検討と、余熱利用の検討を行うこととする。

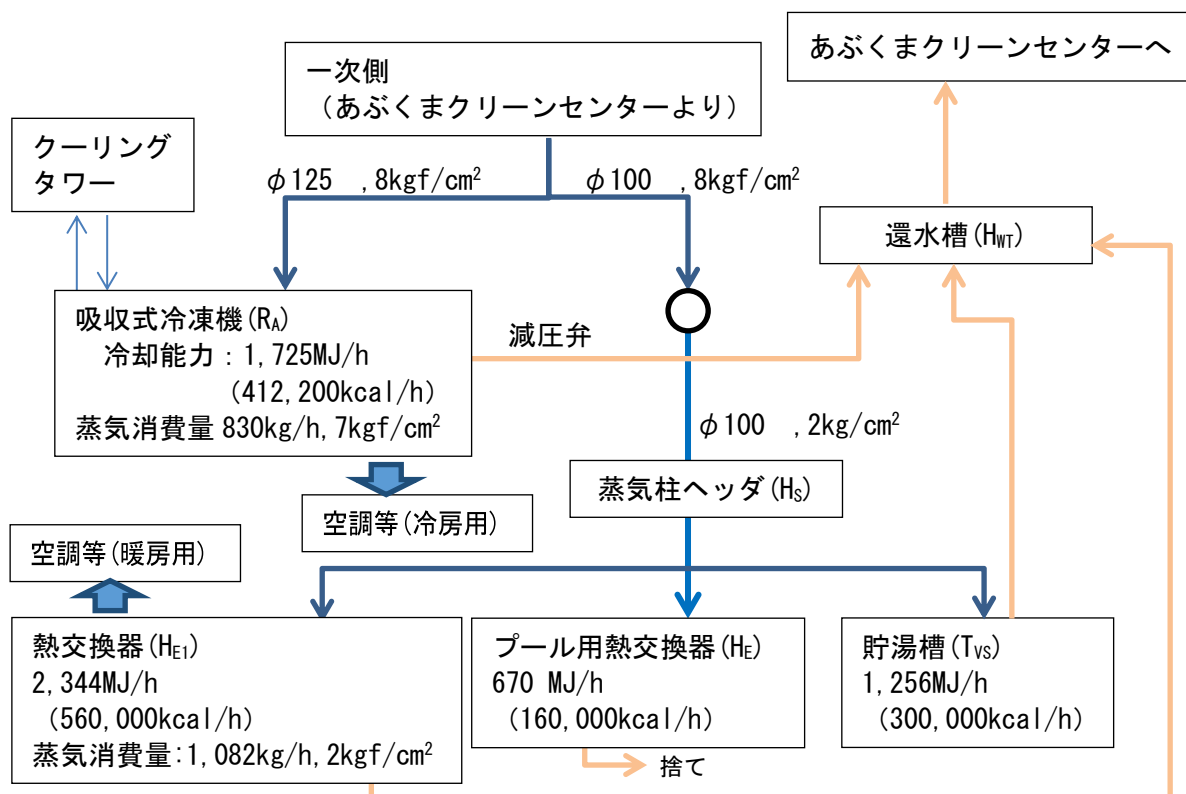


図 9 ヘルシーランド福島の蒸気フロー

3.8 処理システムの文献調査結果

3.8.1 建設実績（廃棄物年鑑より）

近年の処理方式の上位は、ストーカ式焼却方式 108 件、シャフト式ガス化溶融方式 14 件、流動床式焼却方式 10 件であった。

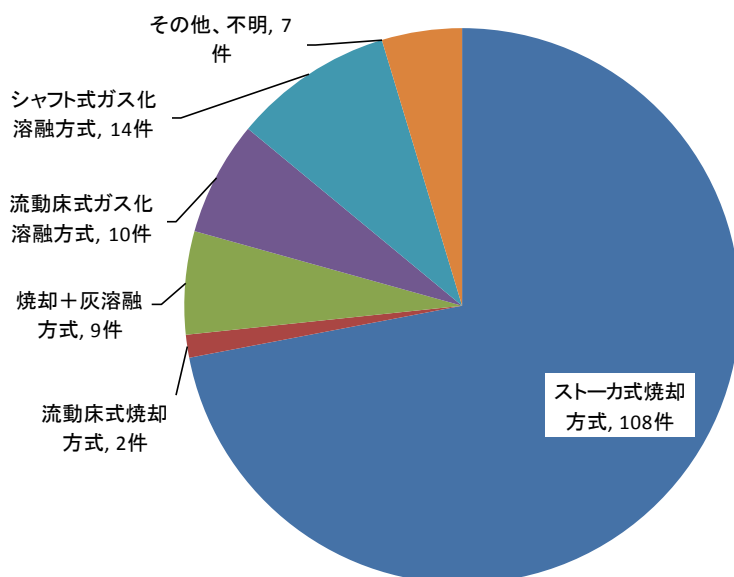


図 10 他自治体の発注件数（n=150 件）

3.8.2 事故トラブル事例

過去 10 年間の事故事例のうち処理方式特有の事故の発生件数の上位は、ストーカ式焼却方式 2 件、**焼却+灰溶融**方式 3 件、シャフト式ガス化溶融方式 2 件であった。

なお、事故の続報、ピット転落、破碎機巻き込まれ等の処理方式によらない事故は対象から除外している。

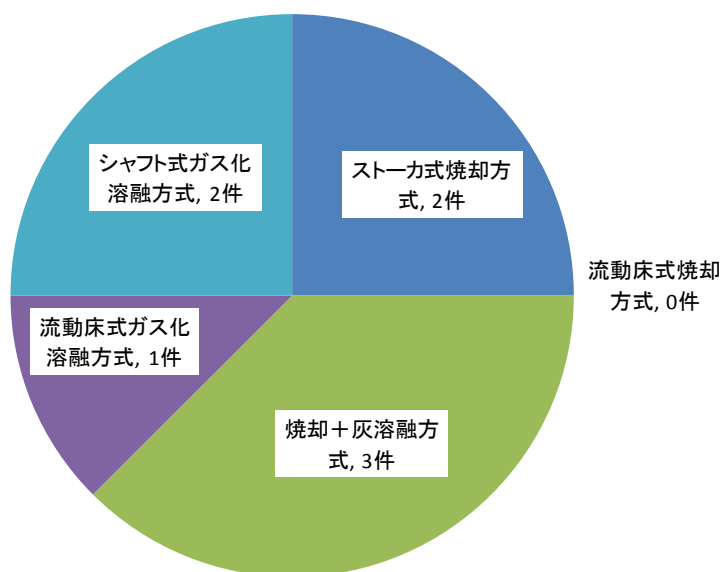


図 11 事故トラブル事例（n=8 件）

表 24 過去 10 年間の処理方式別の事故事例

日時 (事故日)	自治体	方式	事故概要	処理方式 特有の事故
2008. 6. 25	A 市	ストーカ式焼却方式	破砕機内部の爆発事故	
2009. 3. 8	B 市	焼却+灰溶融方式	溶融スラグ漏出に伴う火災発生	○
2010. 3. 25	C 市	シャフト式ガス化溶融方式	可燃性ガス（メタン）発生によるものとみられる余熱利用施設建設中の爆発事故	
2010. 7. 23	D 市	ストーカ式焼却方式	混練装置内で重金属安定剤と飛灰が反応し、可燃性ガス（二硫化炭素）が発生し、小爆発が発生	○
2011. 4. 17	E 市	焼却+灰溶融方式	灰溶融炉の底部に孔が開き、溶融物が炉外に流出	○
2012. 2. 23	F 組合	ストーカ式焼却方式	灰押出し装置付近で爆発事故、2 名負傷、灰搬送コンベヤ破損	○
2012. 7. 10	G 市	シャフト式ガス化溶融方式	炉内作業中に 9 名が一酸化炭素中毒により救急車で搬送	○
2013. 1. 10	H 組合	ストーカ式焼却方式	補修作業（清掃時）中に足場からの転落による死亡事故	
2013. 1. 24	I 市	シャフト式ガス化溶融方式	炉内清掃中に焼却灰に埋まる死亡事故	○
2013. 11. 11	J 組合	ストーカ式焼却方式	白煙防止用の冷却装置から冷却水が工場外へ漏水した事故	
2013. 3. 12	K 市	焼却+灰溶融方式	遠隔操作作業中に起きた水砕槽内の爆発事故	○
2015. 3. 5	L 市	流動床式ガス化溶融方式	燃焼炉の試運転中、ダクト点検口から熱風が噴き出したことによる負傷事故	○
2015. 5. 8	M 組合	流動床式ガス化溶融方式	作業員が稼働中のコンベヤーに右腕を挟まれて骨折した事故	
2016. 3. 29	N 組合	ストーカ式焼却方式	破砕棟内で起きた破砕されたスプレー缶などから出た可燃性ガスによる出火（ぼや 3 月発生）の他、2 月、7 月にも同様の事故が発生	

朝日新聞（地方版含む）及び毎日新聞（地方版含む）の 2008 年 8 月 1 日～2018 年 7 月末（過去 10 年分）：オンラインデータベースを使用し整理。

3.8.3 排ガス量

調査結果は以下のとおり。

表 25 処理方式別排ガス量の比較

(単位: (Nm³/t))

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し (n=24)	7,537.7	2,915.3	5,147.3	5,558.1	ストーカ式焼却炉、流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=32)	8,322.9	2,128.3	3,857.0	4,437.1	－
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=6)	10,461.8	7,539.5	7,728.5	16,599.8	－
焼却灰溶融あり 平均 －	9,392.4	4,833.9	5,792.8	10,518.5	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 流動床式 (n=13)	10,118.0	2,396.8	4,634.3	5,150.3	流動床式ガス化溶融方式
ガス化溶融 シャフト式 (n=24)	12,789.8	2,636.7	5,481.4	6,511.2	シャフト式ガス化溶融方式

3.8.4 排水量

調査結果は以下のとおり。

表 26 ごみ t あたりの排水量

(単位: (m³/t))

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し (n=15)	0.77	0.11	0.29	0.43	ストーカ式焼却炉、流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり (n=33)	0.87	0.11	0.46	0.45	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 (n=12)	0.74	0.10	0.39	0.43	流動床式ガス化溶融方式、シャフト式ガス化溶融方式

3.8.5 温室効果ガス排出量

調査結果は以下のとおり。

なお、灰溶融無し（1998 年以前）のデータは、施設が古いことから集計の対象としなかった。

表 27 処理量あたりの燃料使用量

（単位：（MJ/ごみ t））

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し(1998 年以前) —(n=221)—	113.75	1.00	30.25	61.60	—
灰溶融無し(1998 年以降) (n=24)	131.78	0.00	52.64	82.89	ストーカ式焼却炉、 流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=39)	300.52	4.83	76.02	134.92	—
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=21)	2,279.71	0.00	588.26	924.01	—
焼却灰溶融あり 平均 —	1,290.12	2.42	332.14	529.47	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 流動床式 (n=20)	1,931.56	157.12	417.97	740.64	流動床式ガス化溶融方式
ガス化溶融 シャフト式 (n=29)	3,304.36	1,334.23	2,030.09	3,130.35	シャフト式ガス化溶融方式

表 28 処理量あたりの電力使用量

（単位：（kWh/ごみ t））

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し（1998 年以前） —(n=185)—	240.10	52.80	132.40	141.20	=
灰溶融無し（1998 年以降） (n=35)	243.70	98.20	182.30	178.40	ストーカ式焼却炉、 流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=36)	456.30	185.20	267.30	292.70	—
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=16)	454.40	135.20	271.90	305.50	—
焼却灰溶融あり 平均 —	455.35	160.20	269.60	299.10	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 (n=57)	553.40	93.30	320.00	345.60	流動床式ガス化溶融方式、 シャフト式ガス化溶融方式

表 29 【燃料由来】温室効果ガス排出量計算値

		エネルギー 使用量 (MJ/ごみ t)	使用量換算 係数	使用量換算値	CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /ごみ t)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)
灰溶融無し (1998 年以降)	灯油	82.89	36.70MJ/L	2.26L/ごみ t	2.49	5.62
焼却灰溶融あり 平均	灯油	529.47	36.70MJ/L	14.43L/ごみ t	2.49	35.92
ガス化溶融 流動床式	灯油	740.64	36.70MJ/L	20.18L/ごみ t	2.49	50.25
ガス化溶融 シャフト式	コークス	3,130.35	29.40MJ/kg	106.47kg/ごみ t	3.17	337.52

表 30 【電力由来】温室効果ガス排出量計算値

	電力使用量 (kWh/ごみ t)	CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /kWh)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /ごみ t)
灰溶融無し (1998 年以降)	178.40	0.518	92.41
焼却灰溶融あり 平均	299.10	0.518	154.93
ガス化溶融	345.60	0.518	179.02

表 31 【合計】温室効果ガス排出量計算値

	温室効果ガス排出量 (kgCO ₂ /t)		
	燃料由来	電力由来	合計
ストーカ式焼却方式	5.62	92.41	98.04
流動床式焼却方式	5.62	92.41	98.04
焼却+灰溶融方式	35.92	154.93	190.86
ガス化溶融 流動床式	50.25	179.02	229.27
ガス化溶融 シャフト式	3,130.35	179.02	516.54

3.8.6 用役使用量

調査結果は以下のとおり。

表 32 ごみ t あたりの燃料使用量

(単位：(MJ/ごみ t))

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し(1998 年以前) (n=221)	113.75	1.00	30.25	61.60	-
灰溶融無し(1998 年以降) (n=24)	131.78	0.00	52.64	82.89	ストーカ式焼却炉、 流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=39)	300.52	4.83	76.02	134.92	-
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=21)	2,279.71	0.00	588.26	924.01	-
焼却灰溶融あり 平均 -	1,290.12	2.42	332.14	529.47	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 流動床式 (n=20)	1,931.56	157.12	417.97	740.64	流動床式ガス化溶融方式
ガス化溶融 シャフト式 (n=29)	3,304.36	1,334.23	2,030.09	3,130.35	シャフト式ガス化溶融方式

表 33 ごみ t あたりの電力使用量

(単位：(kWh/ごみ t))

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し(1998 年以前) (n=185)	240.10	52.80	132.40	141.20	=
灰溶融無し(1998 年以降) (n=35)	243.70	98.20	182.30	178.40	ストーカ式焼却炉、 流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=36)	456.30	185.20	267.30	292.70	-
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=16)	454.40	135.20	271.90	305.50	-
焼却灰溶融あり 平均 -	455.35	160.20	269.60	299.10	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 (n=57)	553.40	93.30	320.00	345.60	流動床式ガス化溶融方式、 シャフト式ガス化溶融方式

表 34 電力使用量エネルギー換算値

	電力使用量 (kWh/ごみ t)	エネルギー換算係数 ※電力発生熱量 (MJ/kWh)	エネルギー換算値 (MJ/ごみ t)
灰溶融無し (1998 年以降)	178.40	3.6	642.2
焼却灰溶融あり 平均	299.10	3.6	1,076.8
ガス化溶融	345.60	3.6	1,244.2

表 35 【合計】エネルギー消費量

	エネルギー消費量 (MJ/ごみ t)		
	燃料由来	電力由来	合計
ストーカ式焼却方式	82.89	642.24	725.13
流動床式焼却方式	82.89	642.24	725.13
焼却+灰溶融方式	529.47	1,076.76	1,606.23
ガス化溶融 流動床式	740.64	1,244.16	1,984.80
ガス化溶融 シャフト式	3,130.35	1,244.16	4,374.51

3.8.7 焼却灰等の最終処分量

調査結果は以下のとおり。

表 36 ごみ t あたりの主灰発生量

(単位 : t)

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し (ストーカ) (n=35)	0.14	0.05	0.10	0.10	ストーカ式焼却炉
灰溶融無し (流動床) (n=11)	0.06	0.01	0.03	0.05	流動床式焼却炉

表 37 ごみ t あたりの飛灰発生量

(単位 : t)

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し (ストーカ) (n=29)	0.05	0.02	0.03	0.03	ストーカ式焼却炉
灰溶融無し (流動床) (n=6)	0.09	0.06	0.07	0.06	流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり (焼却灰+飛灰) (n=30)	0.06	0.01	0.03	0.03	焼却+灰溶融方式
焼却灰溶融あり (焼却灰) (n=14)	0.06	0.01	0.03	0.03	-
ガス化溶融 (n=56)	0.07	0.02	0.04	0.04	流動床式ガス化溶融方式、 シャフト式ガス化溶融方式

表 38 ごみ t あたりの焼却灰・飛灰発生量計算値

	焼却灰・飛灰発生量 (t/ごみ t)		
	焼却灰	飛灰	合計
ストーカ式焼却方式	0.10	0.03	0.13
流動床式焼却方式	0.05	0.06	0.11
焼却+灰溶融方式	—	0.03	0.03
ガス化溶融 流動床式	—	0.03	0.03
ガス化溶融 シャフト式	—	0.04	0.04

3.8.8 建築面積

調査結果は以下のとおり。

表 39 施設規模 1t あたりの建築面積

(単位 : m²)

	最大値	最小値	中央値	平均値	適用
灰溶融無し (n=48)	53.2	5.4	23.7	29.5	ストーカ式焼却炉、流動床式焼却炉
焼却灰溶融あり 電気式 (n=38)	53.6	14.8	39.4	36.8	—
焼却灰溶融あり 燃料式 (n=21)	91.1	18.1	51.2	51.2	—
焼却灰溶融あり 平均 —	72.3	16.5	45.3	44.0	焼却+灰溶融方式
ガス化溶融 (n=60)	87.9	6.8	36.0	47.3	流動床式ガス化溶融方式、シャフト式ガス化溶融方式

3.8.9 建設費

調査結果は以下のとおり。

表 40 近年の発注事例

発注年度	発注者	規模 (t/日)	処理方式	事業 形態	建設費 (千円、税抜)	ごみ t 当たり建設単価 (千円/ごみ t)
H24	A 組合	104	ストーカ式焼却方式	DBO	3,065,313	29,474
H25	B 組合	200	流動床式ガス化溶融方式	DBO	11,058,470	55,292
H25	C 市	170	ストーカ式焼却方式	DBO	11,210,000	65,941
H25	D 組合	110	ストーカ式焼却方式	DBO	6,200,000	56,364
H25	E 市	200	ストーカ式焼却方式	DB	11,340,000	56,700
H25	F 市	170	ストーカ式焼却方式	DB	5,050,500	29,709
H25	G 市	120	ストーカ式焼却方式	DB	6,850,000	57,083
H27	I 組合	150	流動床式ガス化溶融方式	DBO	9,121,548	60,810
H27	J 市	110	ストーカ式焼却方式	DBO	7,400,000	67,273
H27	K 組合	200	シャフト式ガス化溶融方式	DB	13,666,666	68,333
H28	L 組合	110	ストーカ式焼却方式	DBO	8,352,000	75,927
H29	M 組合	100	焼却+灰溶融方式	DBO	8,400,000	84,000

表 41 近年の発注事例

	建設単価 (千円/ごみ t)
ストーカ式焼却方式	54,809.00
流動床式焼却方式	—
焼却+灰溶融方式	84,000.00
ガス化溶融 流動床式	58,051.34
ガス化溶融 シャフト式	68,333.33

3.8.10 維持管理コスト

調査結果は以下のとおり。

表 42 近年の発注事例

発注年度	発注者	規模 (t/日)	処理方式	事業 形態	運営 期間	運営費 (千円、税抜)	ごみ t 当たり 運営費単価 (千円/ごみ t)
H24	A 組合	104	ストーカ式焼却方式	DB0	20	5,234,687	2,517
H25	B 組合	200	流動床式ガス化溶融方式	DB0	15	7,741,530	2,581
H25	C 市	170	ストーカ式焼却方式	DB0	20	8,038,952	2,364
H25	D 組合	110	ストーカ式焼却方式	DB0	20	6,600,000	3,000
H25	E 市	200	ストーカ式焼却方式	DB	－	－	－
H25	F 市	170	ストーカ式焼却方式	DB	－	－	－
H25	G 市	120	ストーカ式焼却方式	DB	－	－	－
H27	I 組合	150	流動床式ガス化溶融方式	DB0	20	8,378,452	2,793
H27	J 市	110	ストーカ式焼却方式	DB0	20	7,430,000	3,377
H27	K 組合	200	シャフト式ガス化溶融方式	DB	※	※	※
H28	L 組合	110	ストーカ式焼却方式	DB0	19.5	6,289,000	2,932
H29	M 組合	100	焼却+灰溶融方式	DB0	20	7,900,000	3,950

※入札公告関係資料の掲載期間が終了していたため、不明。

表 43 近年の発注事例における運営費

	運営単価 (千円/ごみ t)
ストーカ式焼却方式	2,838.00
流動床式焼却方式	－
焼却+灰溶融方式	3,950.00
ガス化溶融 流動床式	2,687.00
ガス化溶融 シャフト式	－

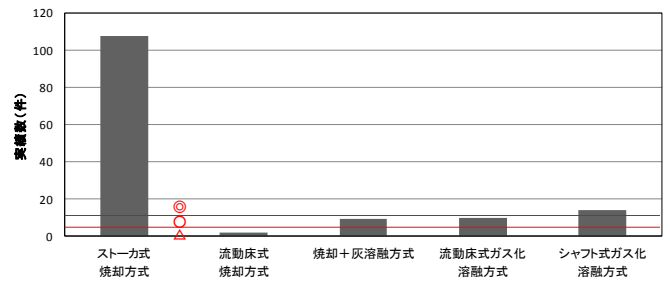
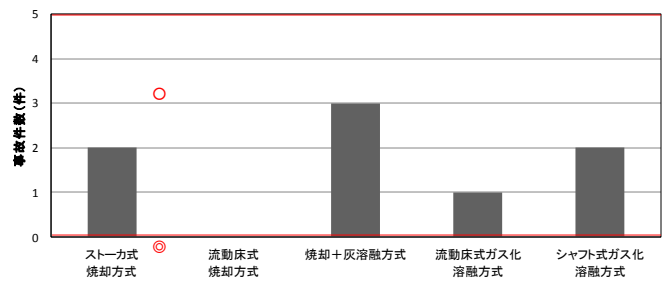
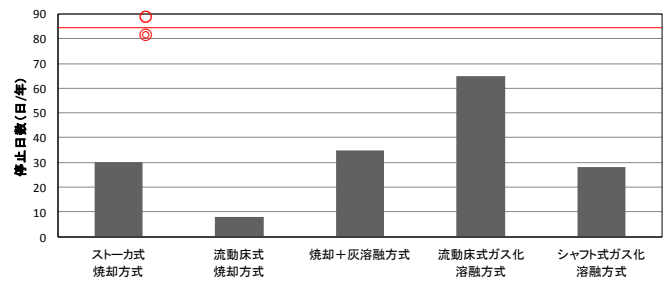
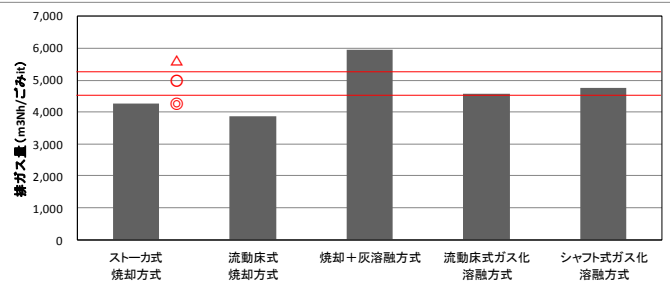
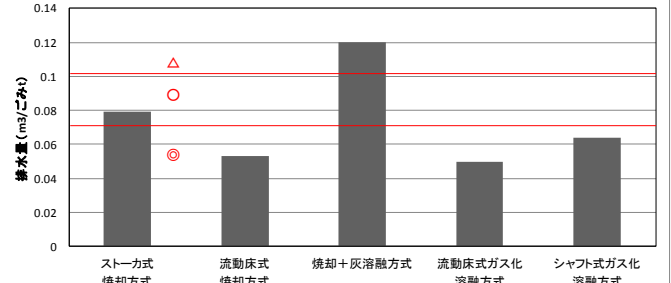
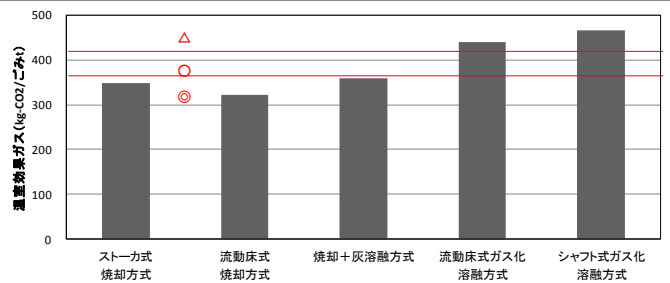
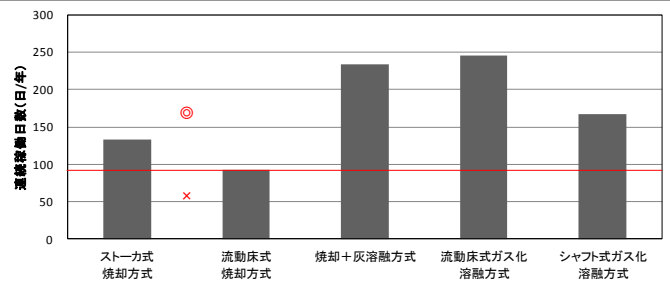
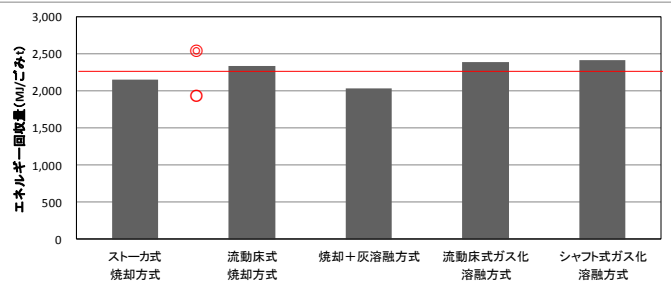
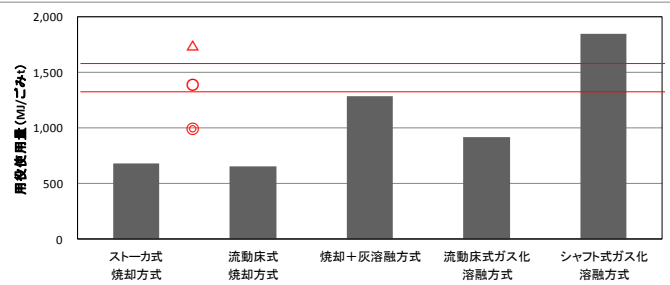
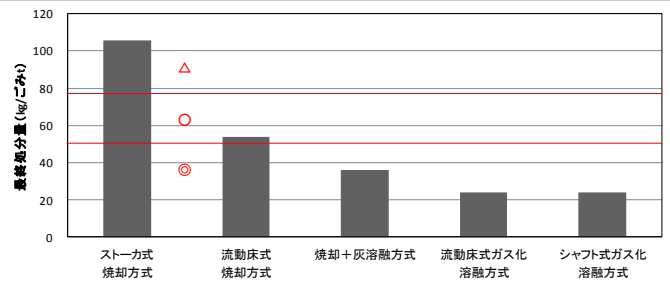
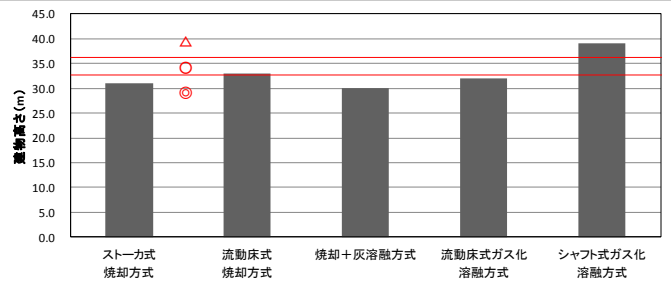
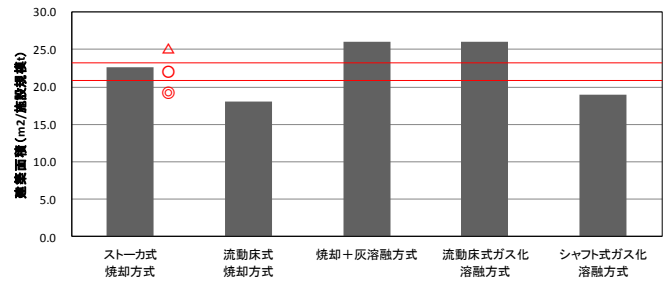
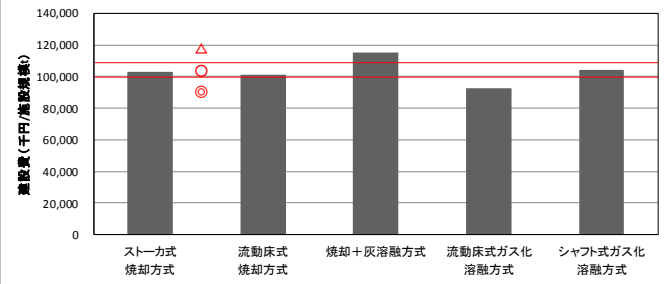
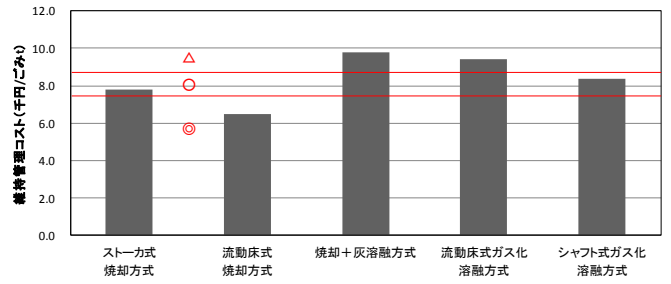
3.9 処理システム評価（評価結果詳細）

本編第5章第6節 処理方式の比較・評価の方式別評価結果一覧（採点表）を表 44 に、評価項目別比較表を表 45 に示す。

表 44 評価結果一覧（採点表）

基本方針	目指すべき施設像 （評価内容）	評価項目	単位	評価基準	アンケート回答（平均値）および評価点数					配点	最大	下位 上限値	中位 上限値	上位 上限値	平均値
					ストーカ式 焼却方式	流動床式 焼却方式	焼却＋灰溶融方式	流動床式ガス化 溶融方式	シャフト式ガス化 溶融方式						
1.安全・安心な環境にやさしい施設整備	(1)安全・安定的かつ衛生的な処理が可能な施設	① 建設実績(受注実績数)	件	◎:10件以上 ○:5件以上 △:5件未満 ×:実績無し	108	2	9	10	14	5	108	73	37	2	29
					◎ 5	△ 2.5	○ 3.75	◎ 5	◎ 5						
		② 事故トラブル事例	件	◎:事故トラブル事例なし ○:5件未満 △:5件以上	2	0	3	1	2	5	3	2	1	0	2
					○ 3.75	◎ 5	○ 3.75	○ 3.75	○ 3.75						
		③ 停止日数	日/年	◎:85日未満 △:85日以上	30	8	35	65	28	5	65	46	27	8	33
					◎ 5	◎ 5	◎ 5	◎ 5	◎ 5						
		④ ごみ質変動の範囲	kJ/kg	◎:計画ごみ質の範囲のごみ質を網羅している (低位発熱量:6,400～12,300kJ/kg) △:助燃剤の投入により網羅可能	網羅している	網羅している	網羅している	網羅している	網羅している	5	-	-	-	-	-
					◎ 5	◎ 5	◎ 5	◎ 5	◎ 5						
	(2)高度な公害防止技術を設置し、生活環境の保全が図れる施設	① 公害防止基準の遵守	-	◎:全ての項目において遵守可能 ×:遵守不可能	全ての項目遵守可能	全ての項目遵守可能	全ての項目遵守可能	全ての項目遵守可能	全ての項目遵守可能	10	-	-	-	-	-
					◎ 10	◎ 10	◎ 10	◎ 10	◎ 10						
		② 排ガス量	m³N/h・ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	4,277	3,856	5,942	4,574	4,747	5	5,942	5,247	4,551	3,856	4,679
					◎ 5	◎ 5	△ 2.5	○ 3.75	○ 3.75						
		③ 排水量	m³/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	0.079	0.053	0.12	0.050	0.064	5	0.12	0.10	0.07	0.05	0.07
					○ 3.75	◎ 5	△ 2.5	◎ 5	◎ 5						
		④ 温室効果ガス排出量*	kg-CO₂/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	349	323	359	440	467	5	467	419.00	371.00	323.00	388
					◎ 5	◎ 5	◎ 5	△ 2.5	△ 2.5						
	(3)災害に強く、長期間の稼働に耐える施設	① 連続稼働日数	日/年	◎:90日以上 ×:90日以下	134	92	234	246	167	10	246	195	143	92	174
					◎ 10	◎ 10	◎ 10	◎ 10	◎ 10						
2.循環型社会・低炭素社会の形成に寄与する施設整備	(1)余熱を積極的に回収し、有効利用可能な施設	① エネルギー回収量	MJ/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	2,152	2,330	2,033	2,388	2,411	5	2,033	2,159	2,285	2,411	2,263
					△ 2.5	◎ 5	△ 2.5	◎ 5	◎ 5						
		② 用役使用量(助燃剤、電力(エネルギー換算値))	MJ/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	686	652	1,287	915	1,845	5	1,845	1,447	1,050	652	1,077
					◎ 5	◎ 5	○ 3.75	◎ 5	△ 2.5						
	(2)焼却灰の減容化・再資源化が図れる施設	① 焼却灰等の最終処分量	kg/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	106	54	36	24	24	5	106	79	51	24	48.80
					△ 2.5	○ 3.75	◎ 5	◎ 5	◎ 5						
3.周辺環境と調和した施設整備	(1)景観に配慮した施設	① 建物高さ	m	◎:平均値以上 ○:平均値以下	31.0	33.0	30.0	32.0	39.0	10	39	36.0	33.0	30.0	33.00
					◎ 10	○ 7.5	◎ 10	◎ 10	△ 5						
4. 市民との協働による施設整備	(1)利用者の意見を反映した安全で利便性の高い施設	① 建築面積	m²/ごみt ※施設規模	◎:平均値以上 ○:平均値以下	22.6	18.0	26.0	26.0	19.0	10	26	23.33	20.67	18.00	22.3
					○ 7.5	◎ 10	△ 5	△ 5	◎ 10						
5.経済性に優れた施設	(1)費用対効果の高い施設	① 建設費	千円/ごみt ※施設規模	◎:上位 ○:中位 △:下位	102,968	101,053	115,263	92,368	103,947	5	115,263	107,631	100,000	92,368	103,120
					○ 3.75	○ 3.75	△ 2.5	◎ 5	○ 3.75						
		② 維持管理コスト	千円・年/ごみt ※処理量	◎:上位 ○:中位 △:下位	7.8	6.5	9.8	9.4	8.4	5	10	8.70	7.60	6.50	8.4
					○ 3.75	◎ 5	△ 2.5	△ 2.5	○ 3.75						

表 45 評価項目別比較表

建設実績（受注実績数）		事故・トラブル事例		停止日数	
					
排ガス量		排水量		温室効果ガス排出量	
					
連続稼働日数		エネルギー回収量		用役使用量	
					
最終処分量		建物高さ		建築面積	
					
建設費		維持管理コスト			
					

4. プラントメーカーアンケート調査結果の概要

調査結果の概要を表 46 に示す。

事業者が納入を希望する処理方式はストーカ式焼却方式が 7 社／9 社、流動床式ガス化溶融方式が 1 社／9 社、無回答が 1 社／9 社であった。

表 46 調査結果概要

調査対象処理方式	納入を希望する処理方式
ストーカ式焼却方式	7 社
流動床式焼却方式	0 社
焼却+灰溶融方式	0 社
流動床式ガス化溶融方式	1 社
シャフト式ガス化溶融方式	0 社
無回答	1 社

調査結果は、方式別の個別回答を平均化し、それを代表値として評価を実施した。平均化した評価値は、表 44 に示す。なお、方式別の回答件数は、表 47 のとおりである（複数方式に回答した事業者あり）。

表 47 方式別回答者数

調査対象処理方式	回答数
ストーカ式焼却方式	5 社
流動床式焼却方式	1 社
焼却+灰溶融方式	1 社
流動床式ガス化溶融方式	2 社
シャフト式ガス化溶融方式	2 社

5. 先進地視察報告

5.1 ごみ処理施設視察

5.1.1 目的

本視察は、あぶくまクリーンセンターの再整備にあたり、最近竣工した同規模の施設を視察しその知見を得ることにより、整備コンセプトの醸成及びシステム検討や今後の検討に資する情報収集を行うとともに視察先との意見交換を行うことにより、よりよい基本構想を策定することを目的に実施したものである。

5.1.2 日時

平成 30 年 5 月 17 日（木）9 時～17 時 30 分

5.1.3 視察場所

- ① 亘理名取共立衛生処理組合岩沼東部環境センター「ぼぽか」
- ② 山形広域環境事務組合 エネルギー回収施設（立谷川）

5.1.4 参加者

先進地視察には、4 名の委員と 12 名の事務局員（その内、市職員は 9 名）で行った。

（敬称略）

所属	氏名
福島大学共生システム理工学類	樋口良之
福島大学共生システム理工学類	佐藤理夫
日本大学工学部建築学科	土方吉雄
福島市環境部	遊佐吉典

5.1.5 視察状況

(1) 岩沼東部環境センター「ぽぽか」

1) 施設概要

施設概要は、表 48 のとおりである。また、施設全景を図 12 に、配置を図 13 に示す。

表 48 岩沼東部環境センター「ぽぽか」の概要

事業主体	亘理名取共立衛生処理組合
施設名称	岩沼東部環境センター「ぽぽか」
敷地面積	37,978.39m ²
延床面積	14,918.32m ²
処理能力	焼却施設（熱回収施設）／157t/日（78.5t/24h×2 炉） リサイクルセンター／22.9t/5h
処理方法	焼却施設（熱回収施設）／全連続焼却式ストーカ方式 リサイクルセンター／高速回転式破砕機、低速回転式破砕機
発電出力	1,990kw



図 12 施設全景（パンフレットより）

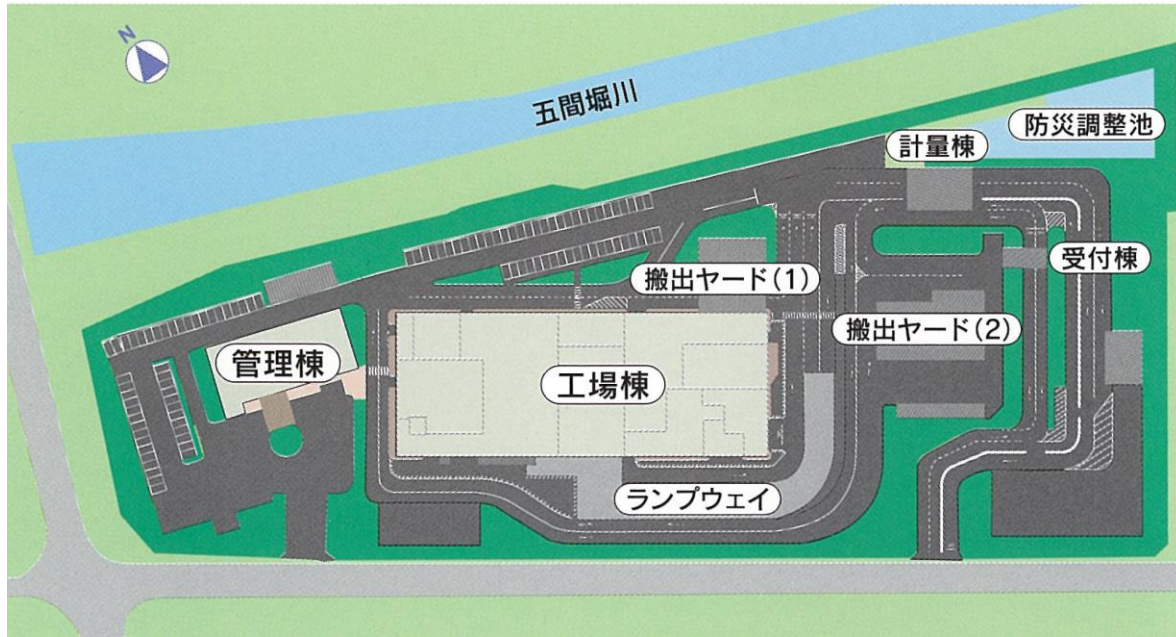


図 13 配置図（パンフレットより）

2) 施設の特徴

- ① 排ガスの煙突は、仙台空港が至近の立地であり航空法の制約により赤白の塗色となっている。非常に目立つが近隣住民からはランドマークとして周知されている。
- ② プラットホームは、パッカー車のごみ投入用の扉が 4 箇所あり、個人搬入者用にダンピングボックスが設置されている。
- ③ 受付棟とトラックスケール（計量棟）は離れており、初めて来場する個人搬入者は、受付棟で説明を受け IC カードを発行の上、計量棟に向かい計量している。なお、委託車両や許可車両は、予め IC カードが発行されており受付棟をバイパスする専用の動線で直接計量棟に向かう。
- ④ 一般搬入者がトラックスケールに乗りなれていないことから、トラックスケールから車両がはみ出たり、前車の計量中にトラックスケールに乗ったりすることがある。また、トラックスケールのバーは、パッカー車の高さを想定して設置されているため、車高の低い一般車の場合は、バーの下をくぐって通り過ぎることがある。同様に機械の高さもパッカー車仕様のため、一旦車両を降りないと機械を操作できないという課題もある。
- ⑤ 出口のトラックスケールは、委託専用車両と一般用を分けて設置し、渋滞対策としている。
- ⑥ 個人搬入者用に、ダンピングボックスが設置されている。
- ⑦ 東日本大震災の津波等を踏まえ、施設の地盤を嵩上げするとともに焼却炉等の主要設備を上部に配置している。
- ⑧ 発電（定格）は、高圧受電で逆潮流可能な 1,990kw としている（技術的にはそれより高出力が可能であるが、特別高圧線の設置負担金が生じることから回避）。

3) 視察状況

視察状況は、図 14 に示す。

<p>① 見学説明を受ける参加者</p> 	<p>② 模型</p> 
<p>③ プラットホーム</p> 	<p>④ 屋上から計量所を望む</p> 
<p>⑤ ごみピット</p> 	<p>⑥ 説明用案内板</p> 

図 14 視察状況

4) 当日の質疑等

当日の質疑内容を表 49 に示す。

表 49 質疑内容

番号	質問	回答
1	<ul style="list-style-type: none"> 震災の前後でごみ量・ごみ質は、変わっていると聞きましたが、実際の計画とごみ量の差は、どの程度ですか。また、どんな影響を及ぼしていますか。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみの有料化を行う計画でしたが、震災の影響で地元住民の負担を減らすために保留としました。復旧・復興が落ち着いてから再度有料化を検討する予定です。 震災後の人口減を考慮して計画しましたが、復旧・復興のための工事関係者の影響で計画人口を上回りごみ量は増加しました。震災前は、ごみの減量が年々進捗していたが、震災後に急激に悪化しました。震災後7年が経過し人口も戻りつつありますが、震災前に比べると1000人程度少なく会社関係も復旧・復興が進むにつれて増えており、ごみ量も増加しています。
2	<ul style="list-style-type: none"> 現在、低負荷運転より負荷のかかった状態で運転しているのでしょうか。 	<ul style="list-style-type: none"> 処理能力と同等の搬入量となっています。 施設的な余力も少ないため構成市町でごみの有料化を検討しているとともに、ごみの減量化も取り組んでいます。 当施設では、資源化できるものは全て資源化し、焼却量を減らしています。例えば、焼却炉から出てきた鉄は、業者に渡して資源化しています。また、震災の影響で草木が大量に搬入されます。以前は焼却をしていましたが、現在は資源化しています。
3	<ul style="list-style-type: none"> 上記の問題は、長期的に考えると解決するとお考えですか。 	<ul style="list-style-type: none"> 解決すると考えています。
4	<ul style="list-style-type: none"> ストーカ方式に選定した大きな要因は何ですか。 	<ul style="list-style-type: none"> これまで亘理と名取の2つの焼却施設(ストーカ方式)で処理を行っていました。今後も公設公営で運営をすると決まったため、運転員が内容を把握しており習熟が容易なストーカ方式にしました。
5	<ul style="list-style-type: none"> 施設の設計は日本環境工学設計事務所、施工はJVでされていますが、設計の入札を行い、施工の入札を行ったのでしょうか。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計は、発注仕様書の作成とし、その中でプラントメーカーに見積仕様書を提出して頂いた。また、性能発注は、事前にプラントメーカーから参考設計を貰い精査して発注仕様書に盛り込みました。
6	<ul style="list-style-type: none"> 放射性物質の検討は行いましたか。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に行っていません。

(2) エネルギー回収施設（立谷川）

1) 施設概要

施設概要は、表 50 のとおりである。また、施設全景を図 15 に、配置を図 16 に示す。
現在は 2 期工事前の状況であるため搬入・搬出の計量機等は、仮設にて運営している。

表 50 エネルギー回収施設（立谷川）の概要

事業主体	山形広域環境事務組合
施設名称	エネルギー回収施設（立谷川）
敷地面積	約 12,155m ² （Ⅰ期）、約 17,870m ² （Ⅱ期）
延床面積	約 10,696m ² （Ⅰ期）、約 11,275m ² （Ⅱ期）
処理能力	150t/日（75t/24h×2 炉）
処理方法	流動床式ガス化溶融炉
発電出力	蒸気タービン発電機 3,100kw



図 15 全景（施設パンフレットより）

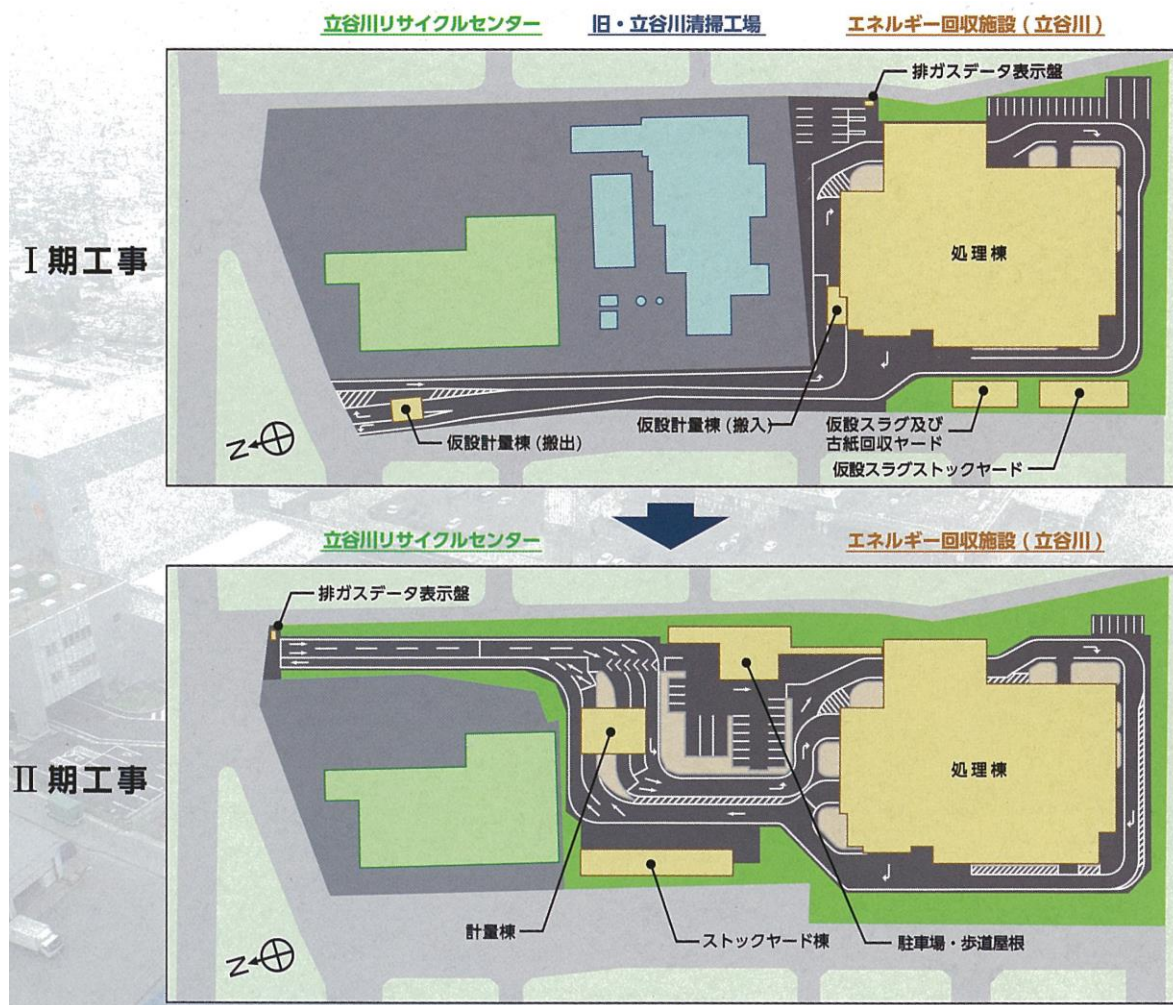


図 16 配置図（パンフレットより）

(3) 施設の特徴

- ① プラットホームは、パッカー車のごみ投入用の扉が 4 箇所あり、個人搬入者用に、ダンピングボックスが設置されている。
- ② 災害時の防災拠点として、防災備蓄品の用意（300 名分）やエレベーターにストレッチャーが入るように設計している。
- ③ 非常用発電機としてディーゼル発電機(800kw)を設置している。このディーゼル発電機は、施設を自立起動し運転継続できる発電機容量とそのための燃料を備蓄している。
- ④ 社会科見学向けに、自然エネルギーの活用事例を学べる広場や体験などを設置している。
- ⑤ プラットホームや最終処分場のライブ映像を映し出せるモニターを設置している。
- ⑥ プラットホームの一角に小動物焼却炉を設置し、ペット火葬を取り扱っている。
- ⑦ 将来の計画として、隣接する公設市場へ温水の供給や場内で使用するフォークリフト充電用電源の供給等を予定している。

(4) 視察状況

視察状況は、図 17 に示す。

① 見学説明を受ける参加者	② ごみピット（ダブルピット構造）
	
③ 屋上緑化	④ 足踏み発電の体験ブース
	
⑤ 遠隔モニター	⑥ ディーゼル発電機
	

図 17 視察状況

1) 当日の質疑等

当日の質疑内容を表 51 に示す。

表 51 質疑内容

番号	質問	回答
1	立谷川と川口は同じ時期の整備で、同じ手法で評価されていると思いますが、総合評価点の地域経済へ貢献度の評価で川口の配点が低くなっています。 なぜ、川口の方が地域経済への貢献度の配点が低くなっているのですか。	立谷川は、2社の競争入札で、提案が良く価格が安かった事業者が地域経済への貢献度が低いことが影響して失注となりました。 川口の入札では、総合評価の配点を見直して地域経済への貢献度を低めに設定して価格を優先したためです。
2	発電出力が 3,100kw だと、特別高圧ですか。また、電力会社への売電において制約がありますか。	逆潮流部分は、2,000kw 未満になっています。電力会社への売電への制約は特にありません。
3	現在、1 炉運転の時は電気を買っていると聞きましたが、設計時には 1 炉運転でも電気を買わない提案になっていたのですか。	提案上は、そういう計画になっていました。
4	上記の場合、電気代の支払いは、運営受託会社が行っているのですか。	支払いは、運営受託会社が行っています。
5	現在、ごみの焼却は、立谷川と川口と半郷で行っていますか。 また、全処理能力は一日何 t ですか。	可燃物は年間 8 万 t 程度です。 現在、ごみの焼却は立谷川と半郷で行っています。本年 12 月より川口の本稼働となり、同時に半郷の運転を停止する予定です。また、焼却量は 1 施設あたり 4 万 t/年を計画しています。
6	半郷の旧施設より川口の方が処理能力が低い処理に問題はないのですか。	問題ないと考えています。
7	なぜ、川口の処理能力は、多少余力のある能力にできなかったのですか。	本来であれば、ごみ量は減るため余力は想定していませんでした。処理能力を上回る搬入量の場合は、焼却日数を増やして対応する予定です。

8	ごみの有料化は、いつから行っていましたか。	平成 22 年 7 月から行っています。また、川口が本稼働したら、広域で処理するために手数料を見直す予定です。
9	広域化によって施設の場所が変わると思うが、収集委託の車両台数等に変更するのですか。	半郷から川口になった場合は、距離が長くなるため、山形市では、収集車両の増車や委託費の見直しを検討する予定です。
10	流動床のガス化溶融炉にした大きな要因は何ですか。	平成 15 年の検討委員会で、5 方式を 7 項目の評価項目に基づき評価しました。その結果、流動床式ガス化溶融炉が最も優位と判断されました。 平成 25 年に最新のデータで 3 方式の再検証を行いました。その結果、流動床式ガス化溶融炉が最も良い判断となりました。なお、組合のホームページに検証報告書が載せられています。
11	埋立廃棄物が従来の 3 分の 1 程度になったと聞きましたが、実績値を教えてください。	従前は焼却量の 10%が残さとなり最終処分場に搬入されていました。現在、5 カ月で 810t のスラグが発生しています。飛灰は、659t (3.3%)、不適物は 69t (0.34%) です。現状の埋立量は、4%まではありません。
12	スラグの主な利用方法などを教えてください。また、取引金額を教えてください。	スラグの金額は、運営会社が管理しています。 主な利用方法は、最終処分場の覆土材に利用しています。今後は、アスファルトの骨材等に利用したいと考えています。
13	ディーゼル発電機は、どの程度の電力を発電できますか。また、燃料の貯留量を教えてください。	ディーゼル発電機は、災害時のみ使用します。発電容量は、1 炉を立ち上げる発電容量になっています。また、立ち上げた炉の蒸気を使用し、もう 1 炉を立ち上げる計画です。燃料は 60 kℓを貯留しています。
14	施設のデザインや景観は、どのようなものに準じて決めましたか。	メーカー提案に基づいて決定しました。

5.2 CO₂分離回収プラントの報告について

5.2.1 目的

本視察は、あぶくまクリーンセンターの再整備にあたり、採用事例がほとんどなく先端の技術である CO₂分離回収プラントを調査し、その適用性の検討のための情報収集を行ったものである。

5.2.2 日時

平成 30 年 5 月 21 日（月）13 時～14 時 30 分

5.2.3 視察場所

佐賀市清掃工場

対応者：佐賀市環境部バイオマス産業都市推進課 本山様

5.2.4 参加者

国際航業（株）岡田、今林

5.2.5 視察状況

(1) 施設概要

施設概要は、表 52 のとおりである。

表 52 佐賀市清掃工場の概要

事業主体	佐賀市
施設名称	佐賀市清掃工場
敷地面積	50,600m ²
処理能力	焼却施設（熱回収施設）：300t/日（100t/24h×3 炉） 灰溶融炉：23t/日（休止中） リサイクルセンター：24t/5h
処理方法	焼却施設（熱回収施設）：全連続焼却式ストーカ方式 灰溶融炉：プラズマ式 リサイクルセンター：破碎・選別・圧縮・梱包
発電出力	4,500kw
CO ₂ 分離回収設備	吸収方式：化学吸収法 最大 10t-CO ₂ /日

(2) 技術導入の背景

1) 市町村合併によるごみ処理施設統廃合

佐賀市では、平成 17 年と平成 19 年に周辺自治体と合併し、旧自治体が所有する複数の焼却施設の統廃合が必要となった。そこで、施設が最も新しくかつ施設規模の大きな佐賀市清掃工場にごみ処理機能を集中させることを意図した。

2) 地元住民への地域還元

しかし、地元住民は 50 年近く当該敷地でのごみ処理事業を容認いただいていた他、当初の公約では合併に伴い新たな地域からのごみを受け入れない協定を締結していたことから、協定を改定するためには何らかの地域還元策が必要な状況となった。

3) 清掃工場周辺における CO₂ の需要

清掃工場周辺は、一帯が農地であり特にビニルハウスを使用した園芸栽培が盛んな地域であった。冬季には、灯油ボイラーを使用したビニルハウスの加温が行われた他、春（3～4 月）においても植物の成長促進を目的にハウス内に CO₂ を供給するために加温が不要にもかかわらずボイラーを使用する状況も見受けられた¹²。また、地域還元を目的に清掃工場周辺に産業を誘致したいという市の思惑もあった。

そこで、清掃工場の排ガスから CO₂ を回収して利活用する試みが始まり、平成 25 年度から実証試験が開始された。

¹² ハウス内では外気が取り込まれないまま植物の光合成が行われるため、光合成に必要な二酸化炭素が不足する。

4) 企業誘致

実証試験が始まって以降に藻類のベンチャー企業から進出の申し出があり、申し出内容を踏まえ、CO₂分離回収設備の実機を導入することとなった。当該企業は、ヘマトコッカス類を培養しアスタキサンチン¹³を抽出、サプリメント原料として販売する。

なお、企業誘致に際しては、周辺が農業振興地域であったことから藻類の培養が農業施設として位置づけられるよう農水省と協議を行ったとのこと。

現在、全農からの申し入れを踏まえ CO₂ の農業利用の実証施設を整備中である。

(3) 技術的特徴

- ① 焼却炉から発生する CO₂ をアミン類の溶液を使用し吸着。溶液を高温にして CO₂ を分離させ回収する。溶液は、再び冷却し再使用する。
- ② 回収している CO₂ は、排ガス中の CO₂ の 5%程度である。
- ③ 回収した CO₂ は、純度 99.5%以上で食品添加物としての基準を満たすものである。重金属類は不検出でダイオキシン類は 0.02pg-TEQ/m³未満である。
- ④ 設備投資の抑制のため、ガスホルダーは、1MPa 以下としている。
- ⑤ CO₂ は、kg あたり 36 円で売却できている。この金額は、施設の法定耐用年数(17 年)間で補助金を除く部分を償還できる金額として設定したものである。
- ⑥ 本技術の導入に際し、排出量取引は活用していない。

(4) その他

- ① 温室効果ガス抑制の観点から平成 28 年度に灰溶融炉を休止し、灰をセメント原料として出荷している。
- ② CO₂ の利用状況は、回収量の 2 割程度であり今のところ残量は大気放出としているが、今後、企業立地が予定されていることから残量は少なくなる見込。なお、暫定的な利活用としてドライアイスの製造等もあるが、コスト面が課題である。
- ③ また、機器冷却塔と水槽の落差を使用した工場内の小水力発電を行っている。
- ④ 佐賀市では、他に下水処理場での消化ガス発電（ガスエンジン）、下水処理水の濃度調整による海への窒素分、リン分の補給（のり発育を促進）を行っている。

¹³ 植物色素（カロテノイド）の一種で高い抗酸化作用を有する。

(5) 視察状況

視察状況は、図 18 に示す。





① CO ₂ 分離回収設備全景	② CO ₂ ガスホルダ
	
③ 藻類培養施設（建物奥のハウス）	④ 小水力発電の説明パネル
	

図 18 視察状況