

ごみ処理方式の検討及び資源回収計画について

1 適性評価の実施（案）

第3回検討委員会において提示した適性評価のうち、検討委員会での意見を踏まえ、適性評価の再検討、修正等を行った表1の網掛けの評価項目について、その結果を次ページ以降に示す。

なお、適性評価の実施におけるプラントメーカーの調査結果の取扱いは、第3回検討委員会時に示したものと同様である。

表1 新しいごみ処理施設の処理方式選定の評価項目

評価項目		評価の視点	
1 適正処理・安全安定性	(1) 処理能力と適応性	ア ごみ質変動への対応性	・計画ごみ質の範囲内における性能
		イ ごみ量変動への対応性	・低負荷での運転の可否
	(2) 信頼性	ウ 信頼性	・納入実績数(全国、県内)
	(3) 安定・安全稼働	エ 安定運転	・長期連続運転(90日以上)の可否
		オ 事故・トラブル事例等	・過去における重大な事故事例 ・それに対する改善事例
	(4) 施設の運転管理	カ 補修の頻度	・主要機器の補修頻度
	(5) システム全体としての安定操業	キ 最終生成物(※)の受入先確保	・最終生成物の処理・有効利用先の長期的な確保
2 環境保全・資源循環性	(6) 公害防止	ク 計画条件への適合	・排ガス、悪臭、騒音・振動等の公害防止基準の達成の可否
		ケ 排ガス量	・2炉運転時の排ガス量
	(7) 温暖化負荷	コ CO ₂ 排出量	・処理全体のCO ₂ 排出量 ・資源化によるCO ₂ 削減量
	(8) エネルギー回収量	サ エネルギー回収量	・エネルギー回収量
	(9) 周辺環境との調和	シ 施設配置計画	・建設候補地における施設の適切配置 ・緩衝緑地の保全
3 経済性	(10) 設計・建設費	ス 設計・建設費	・システム全体のコスト
	(11) 運営費	セ 用役費	
		ソ 人件費	
		タ 補修費	
		チ 外部資源化委託費	
		ツ 溶融スラグ委託(売却)費	
(12) トータルコスト	テ 全体コスト		

※最終生成物とは、焼却主灰、焼却飛灰、溶融飛灰及び溶融スラグを指す。

【1 適正処理・安全安定性】

(5) システム全体としての安定操業

キ 最終生成物の受入先確保

最終生成物の処理・有効利用先が長期的に確保できるかを、プラントメーカーへの技術調査及び資源化事業者へのアンケート調査を基に確認し、評価する。

ストーカ式焼却炉では、焼却灰及び焼却飛灰が生成され、これらの資源化方法はセメント原料化、外部溶融及び外部焼成に分類される。(図1参照)

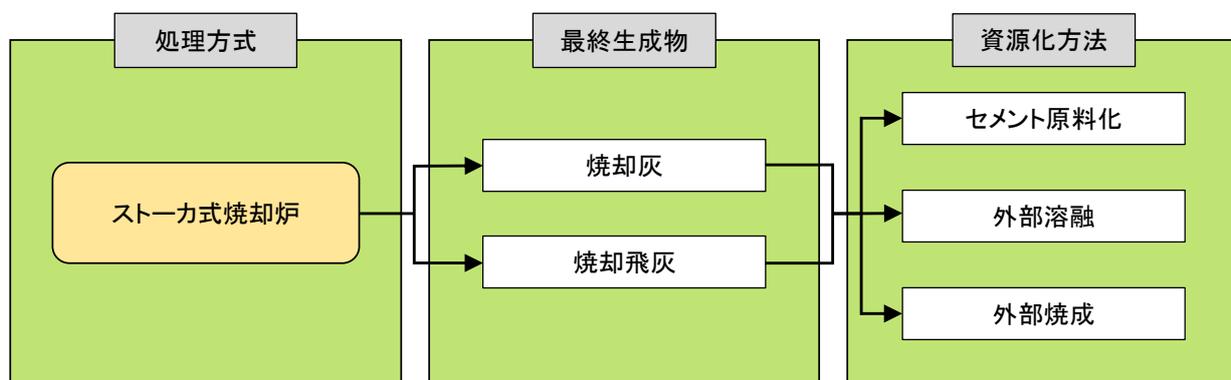


図1 ストーカ式焼却炉から発生する最終生成物とその資源化方法

一方、シャフト炉式ガス化溶融炉では、溶融飛灰、溶融スラグ等が生成される。溶融飛灰の資源化方法は、外部溶融及び金属精錬に分類され、溶融スラグ等は、土木・建築資材、製鉄原料等の資源として取引される。(図2参照)

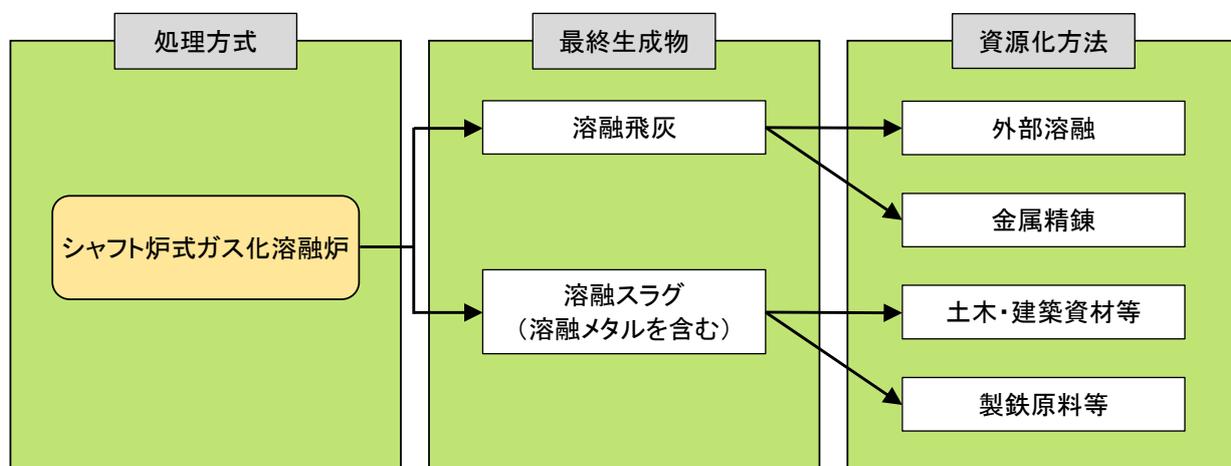


図2 シャフト炉式ガス化溶融炉から発生する最終生成物とその資源化方法

次に、プラントメーカーへの技術調査結果を基に、これらの最終生成物の想定発生量を表2に示す。なお、複数のプラントメーカーから回答を得た場合には平均の値を用いている。

表2 最終生成物の想定発生量

最終生成物の種類	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
焼却灰	約 3,500 t/年	—
焼却飛灰	約 1,800 t/年	—
溶融飛灰	—	約 1,700 t/年
溶融スラグ	—	約 4,600 t/年
合計	約 5,300 t/年	約 6,300 t/年

続いて、これらの最終生成物について、資源化事業者へのアンケート調査結果を基に、受入可能な事業者数を表3に示す。

表3 最終生成物の受入可能な事業者数

資源化方法等	ストーカ式焼却炉		シャフト炉式ガス化溶融炉	
	焼却灰	焼却飛灰	溶融飛灰	溶融スラグ
セメント原料化	◎：4件 不明：1件	◎：2件 ○：1件 不明：2件	—	—
外部溶融	◎：3件	◎：2件 ○：1件	○：1件 ×：2件	—
外部焼成	◎：1件 ○：1件	○：2件	—	—
スラグ引取先	—	—	—	◎：1件 ×：1件 不明：7件
金属精錬関連	—	—	不明：1件	—

※◎：可能性あり ○：条件付きで可能 ×：可能性なし 不明：現状では不明
—：対象外

また、各資源化方法における最終生成物の長期受入契約（20年間程度）の可能性について、表4に示す。

表4 最終生成物の長期受入契約の可能性

資源化方法等	長期受入契約（20年間）の可能性	対象となる最終生成物
セメント原料化	○ : 2件 × : 1件 不明 : 2件	【ストーカ式焼却炉】 ・焼却灰 ・焼却飛灰
外部溶融	◎ : 2件 ○ : 1件	【ストーカ式焼却炉】 ・焼却灰 ・焼却飛灰 【シャフト炉式ガス化溶融炉】 ・溶融飛灰
外部焼成	◎ : 2件	【ストーカ式焼却炉】 ・焼却灰 ・焼却飛灰
スラグ引取先	× : 1件 不明 : 1件 無回答 : 7件	【シャフト炉式ガス化溶融炉】 ・溶融スラグ
金属精錬関連	無回答 : 1件	【シャフト炉式ガス化溶融炉】 ・溶融飛灰

※◎：可能性あり ○：条件付きで可能 ×：可能性なし 不明：現状では不明
無回答：回答なし

これらの調査結果を見ると、ストーカ式焼却炉は、焼却灰及び焼却飛灰ともに、複数の資源化方法で受入可能な資源化事業者が複数確保でき、また、20年間の長期受入契約の可能性についても前向きな回答が多いことがわかる。

一方、シャフト炉式ガス化溶融炉は、溶融スラグの長期受入契約が可能な引取先を確認できないが、プラントメーカーへの技術調査では、溶融スラグをプラントメーカーが有価物として引き取ることが可能であるとの回答を得ている。また、溶融飛灰については、資源化事業者1者から受入可能性があるとの回答を得ている。

このことから、最終生成物の受入先確保の評価項目では、2方式ともに、受入先確保は可能であるが、溶融飛灰の受入先が1者であるシャフト炉式ガス化溶融炉より、焼却灰及び焼却飛灰の受入先が複数あるストーカ式焼却炉が優位であることが確認できる。この評価結果を表5に示す。

表5 最終生成物の処理・有効利用先の長期的な確保

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
最終生成物の受入先確保	◎	○
	可能 (焼却灰・焼却飛灰：複数)	可能 (溶融飛灰：1者)

【2 環境保全・資源循環性】

(7) 温暖化負荷

コ CO₂排出量

温暖化負荷を確認するため、各処理方式の処理フローの中で排出及び削減されるCO₂量を整理し、評価する。

各処理方式の処理フローにおいて、ごみ処理施設内で排出及び削減されるCO₂量を表6に整理するとともに、ごみ処理施設外での最終生成物の資源化等を含めたごみ処理全体で排出及び削減されるCO₂量を表7に整理する。また、表6及び表7における項目について、各処理方式の処理フローにおける該当箇所を図3に示す。

表6 ごみ処理施設内のCO₂排出量及び削減量

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
①ごみ燃焼に伴うCO ₂ 排出量	約 36,030 t-CO ₂ /年	約 36,030 t-CO ₂ /年
②補助燃料・副資材の燃焼に伴うCO ₂ 排出量	約 120 t-CO ₂ /年	約 5,330 t-CO ₂ /年
③電気の消費に伴うCO ₂ 排出量	約 5,090 t-CO ₂ /年	約 5,960 t-CO ₂ /年
④発電に伴うCO ₂ 削減量	約 -12,070 t-CO ₂ /年	約 -11,510 t-CO ₂ /年
①～④ ごみ処理施設内のCO ₂ 排出量	約 29,170 t-CO ₂ /年	約 35,810 t-CO ₂ /年

※①ごみ燃焼によるCO₂排出量は、「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル (Ver4.3.1)」(環境省 平成29年7月)及び「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」(環境省 平成27年4月)に基づき、プラスチック焼却(合成繊維の廃棄物を除く。)のCO₂換算係数を用いて算出している。

※④発電に伴うCO₂削減量は「-」(マイナス)表記としている。

表7 ごみ処理全体でのCO₂排出量及び削減量

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
①～④ ごみ処理施設内の CO ₂ 排出量	約 29,170 t-CO ₂ /年	約 35,810 t-CO ₂ /年
⑤最終生成物の 輸送及び 資源化に伴う CO ₂ 排出量	約 400～2,770 t-CO ₂ /年 〔セメント原料化〕 約 400 t-CO ₂ /年 〔外部溶融〕 約 2,770 t-CO ₂ /年 〔外部焼成〕 約 1,500 t-CO ₂ /年	約 890 t-CO ₂ /年 〔外部溶融〕 約 890 t-CO ₂ /年
⑥資源化に伴い 使用しなくなった 原料・資材分の CO ₂ 削減量	約 -1,030 t-CO ₂ /年 又は 影響は非常に小さい 〔セメント原料化〕 約 -1,030 t-CO ₂ /年 〔外部溶融〕〔外部焼成〕 影響は非常に小さい	影響は非常に小さい 〔溶融スラグ〕 影響は非常に小さい 〔外部溶融〕 影響は非常に小さい
①～⑥ ごみ処理全体の CO ₂ 排出量	約 28,540～31,940 t-CO ₂ /年	約 36,700 t-CO ₂ /年

※⑤最終生成物の輸送及び資源化に伴うCO₂排出量の算定における資源化方法は焼却灰及び焼却飛灰はセメント原料化、外部溶融及び外部焼成を、溶融飛灰は外部溶融を想定し、輸送手段は資源化方法ごとに建設候補地から一番近い資源化事業者までの10トン積ダンプトラックによる輸送を想定した。

※⑤最終生成物の輸送及び資源化に伴うCO₂排出量のうち、資源化に伴うCO₂排出量及び⑥資源化に伴い使用しなくなった原料・資材分のCO₂削減量は、「ごみ焼却灰リサイクルの温室効果ガス排出削減・ライフサイクル管理に関する調査研究－民間施設を活用したごみ焼却灰のリサイクルに関する調査研究（その2）－報告書」（財団法人クリーン・ジャパン・センター 平成22年3月）のプロセス別二酸化炭素排出原単位及びプロセス物質収支の算出結果に基づき、算出している。

※⑥資源化に伴い使用しなくなった原料・資材分のCO₂削減量のうち、セメント原料化は石灰石の代替原料としてCO₂量の削減が図られることから、「－」（マイナス）表記としている。その他については、代替される資材等とのCO₂排出量に大きな差がないことから影響は非常に小さいと考えられる。

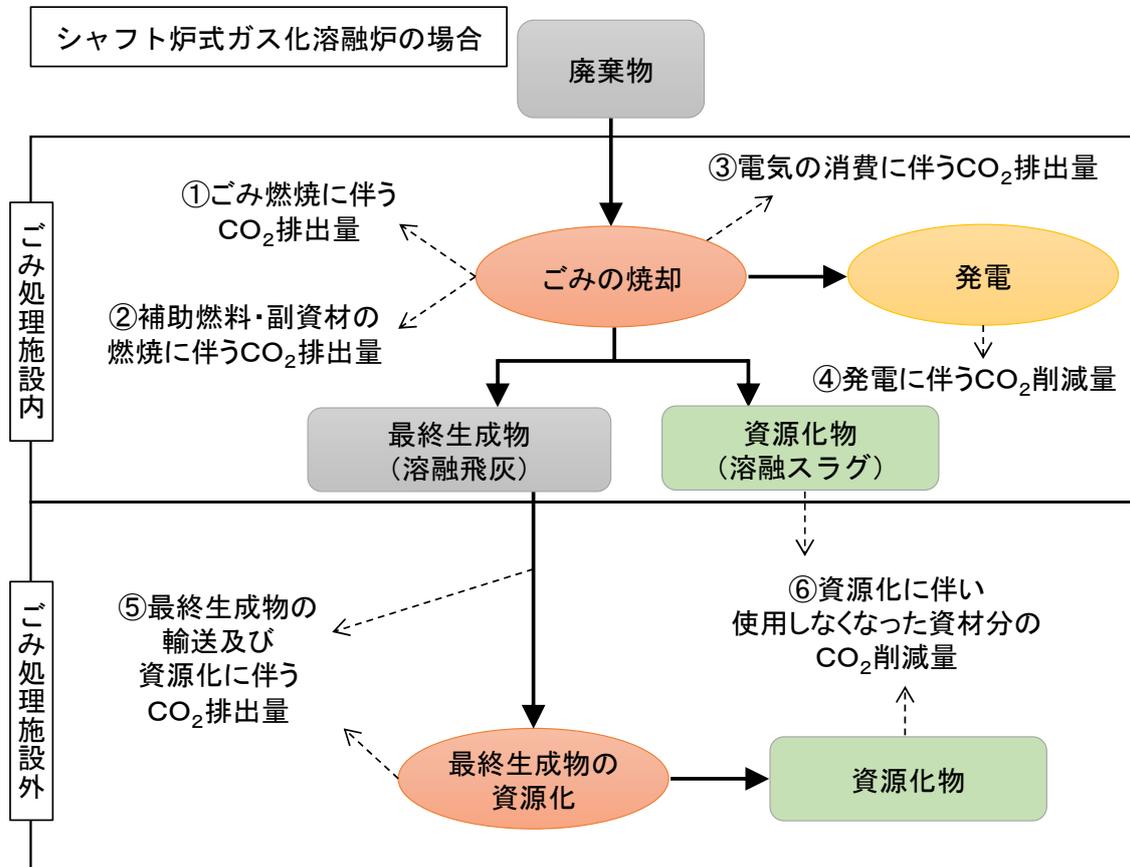
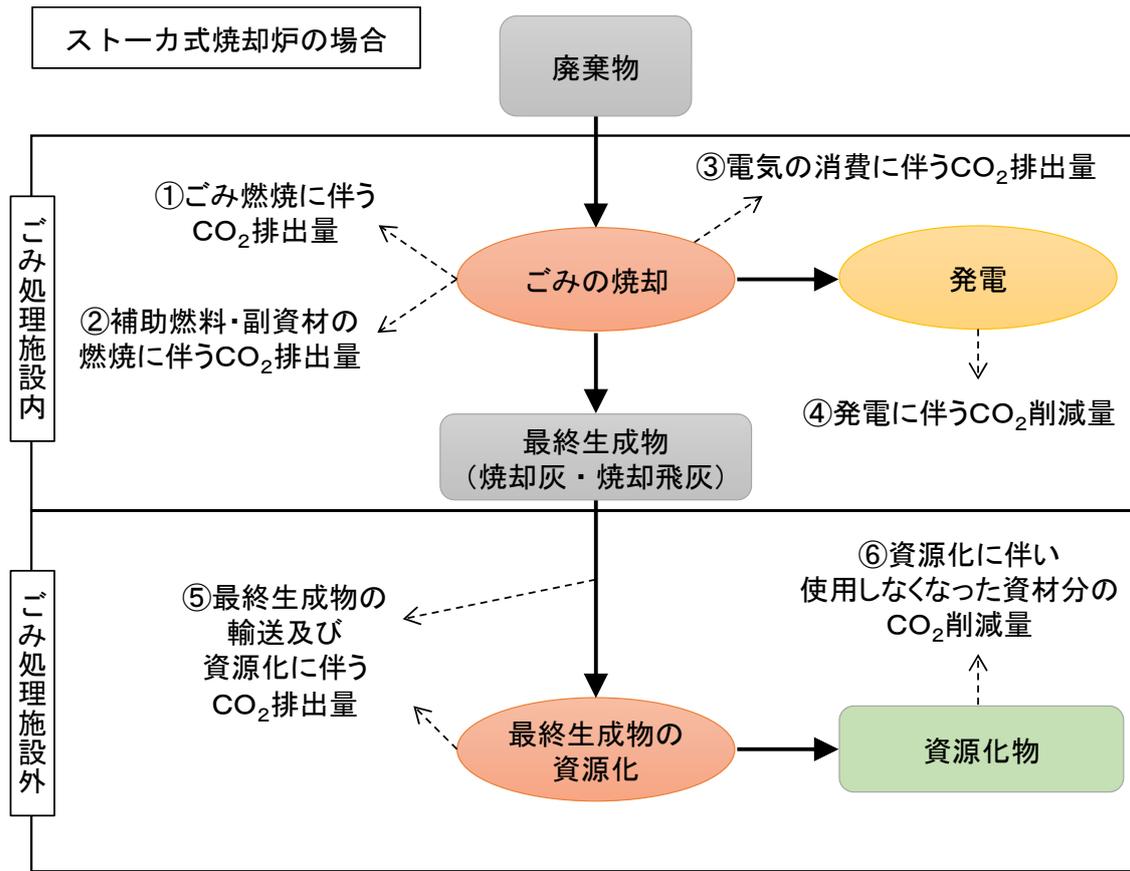


図3 各処理方式の処理フロー

これらの調査結果を見ると、ストーカ式焼却炉はごみ処理施設内でのCO₂排出量が少なく、さらに最終生成物の資源化においてセメント原料化を前提とする場合には、最終生成物がセメント製造において石灰石の代替原料となり、石灰石の使用量が削減できることから、石灰石に由来するCO₂排出量が削減されることとなる。その他の資源化方法である外部溶融及び外部焼成を前提とする場合には、最終生成物を資源化することのみを目的として溶融処理及び焼成処理を実施することから、一定量のCO₂が排出されることとなる。

一方、シャフト炉式ガス化溶融炉は、副資材としてコークスを用いることから、ごみ処理施設内でのCO₂排出量が多くなっている。最終生成物の資源化では、外部溶融での処理となるため、最終生成物の資源化を目的として溶融処理を実施することから、一定量のCO₂が排出されることとなる。

このことから、CO₂排出量の評価項目では、2方式ともに、ごみ処理施設内においては、発電を実施することにより、ごみ燃焼に伴うCO₂排出量を削減することが可能であることが確認できる。最終生成物の資源化を含めたごみ処理全体でのCO₂排出量では、ストーカ式焼却炉は最終生成物の資源化方法によってCO₂排出量の変動するが、どの資源化方法となってもシャフト炉式ガス化溶融炉と比較して、年間約4,500～8,000t-CO₂（10～20%程度）のCO₂排出量の低減が図られるため、ストーカ式焼却炉が優位であることが確認できる。この評価結果を表8に示す。

なお、林野庁のホームページ掲載データによると、年間約4,500～8,000t-CO₂を吸収するのに必要な杉の木は、約32～57万本と試算できる。

表8 CO₂排出量

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
	◎	○
CO ₂ 排出量	[ごみ処理施設内] 約29,170 t-CO ₂ /年 [ごみ処理全体] 約28,540～31,940 t-CO ₂ /年	[ごみ処理施設内] 約35,810 t-CO ₂ /年 [ごみ処理全体] 約36,700 t-CO ₂ /年

(8) エネルギー回収量

サ エネルギー回収量

1年間のエネルギー回収量を確認し、評価する。

各処理方式の処理フローにおいて、エネルギーの利用量及び回収量を表9に整理し、ごみ処理全体でのエネルギー回収量を算出する。

表9 ごみ処理全体でのエネルギー回収量及び利用量

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式ガス化溶融炉
①補助燃料・副資材の燃焼に伴うエネルギー利用量	約-1,900 GJ/年	約-46,200 GJ/年
②電力収支に伴うエネルギー回収量	約128,800 GJ/年	約102,400 GJ/年
③最終生成物の輸送及び資源化に伴うエネルギー利用量	約-43,100~-5,000 GJ/年 〔セメント原料化〕 約-5,000 GJ/年 〔外部溶融〕 約-43,100 GJ/年 〔外部焼成〕 約-13,600 GJ/年	約-13,900 GJ/年 〔外部溶融〕 約-13,900 GJ/年
①~③エネルギー回収量	約83,800~121,900 GJ/年 (原油 ドラム缶換算) 約10,900~15,900 本相当	約42,300 GJ/年 (原油 ドラム缶換算) 約5,500 本相当

※エネルギー利用(回収)量を算出する際の標準発熱量には、「2013年度以降適用する標準発熱量・炭素排出係数一覧表」(経済産業省資源エネルギー庁 平成27年4月)の標準発熱量を用いている。

※②電力収支に伴うエネルギー回収量は、電力事業連合会の資料を基に1kWhを送電するのに必要な熱量(送電端投入熱量)に換算している。

※③最終生成物の輸送及び資源化に伴うエネルギー利用量は、「ごみ焼却灰リサイクルの温室効果ガス排出削減・ライフサイクル管理に関する調査研究 -民間施設を活用したごみ焼却灰のリサイクルに関する調査研究(その2) - 報告書」のエネルギー・物質収支を基に、前述の標準発熱量を用いて算出している。

※①補助燃料・副資材の燃焼に伴うエネルギー利用量及び③最終生成物の輸送及び資源化に伴うエネルギー利用量は「-」(マイナス)表記としている。

※③最終生成物の輸送及び資源化に伴うエネルギー利用量の算定における資源化方法は焼却灰及び焼却飛灰はセメント原料化、外部溶融及び外部焼成を、溶融飛灰は外部溶融を想定し、輸送手段は資源化方法ごとに建設候補地から一番近い資源化事業者までの10トン積ダンプトラックによる輸送を想定した。

※原油ドラム缶は、1缶当たり200Lとして換算した。

これらの調査結果を見ると、ストーカ式焼却炉は、最終生成物の資源化においてセメント原料化を前提とする場合には、最終生成物がセメント製造における原料の代替原料となることから、最終生成物を資源化するために追加で必要となるエネルギー利用量を少なく抑えることが可能である。その他の資源化方法である外部溶融及び外部焼成を前提とする場合には、最終生成物の資源化を目的として溶融処理及び焼成処理を実施することから、一定のエネルギー利用量が必要となる。

一方、シャフト炉式ガス化溶融炉は、副資材としてコークスを用いることから、補助燃料・副資材の燃焼に伴うエネルギー利用量が多くなっている。また、最終生成物の資源化では、外部溶融での処理となるため、最終生成物の資源化を目的として溶融処理を実施することから、一定のエネルギー利用量が必要となる。

このことから、エネルギー回収量の評価項目では、2方式ともに、電力収支に伴うエネルギー回収量が多いことから、ごみ処理全体を通して十分なエネルギー回収が可能であることが確認できる。ストーカ式焼却炉においては、最終生成物の資源化方法によってエネルギー利用量が変動するが、どの資源化方法となってもシャフト炉式ガス化溶融炉と比較して、エネルギー回収量が2倍以上となるストーカ式焼却炉が優位であることが確認できる。この評価結果を表10に示す。

表10 エネルギー回収量

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式 ガス化溶融炉
	◎	○
エネルギー回収量	約 83,800～121,900 GJ/年 (原油 ドラム缶換算) 約 10,900～15,900 本相当	約 42,300 GJ/年 (原油 ドラム缶換算) 約 5,500 本相当

【3 経済性】

(10) 設計・建設費～(12) トータルコスト

ス 設計・建設費～テ 全体コスト

経済性については、各処理方式のシステム全体（20年間）に係る費用を確認し、低コストとなっているかを確認し、評価する。

各処理方式のシステム全体（20年間）に係る費用を表11に示す。

表11 全体コスト

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式 ガス化溶融炉
ス 設計・建設費	約 18,580 百万円	約 19,800 百万円
セ 用役費(20年間)	約 440 百万円 〔需用費(20年間) 約 1,900 百万円 〔売電収入(20年間) 約 -1,460 百万円〕	約 1,620～1,920 百万円 〔需用費(20年間) 約 2,800～3,100 百万円 〔売電収入(20年間) 約 -1,180 百万円〕
ソ 人件費(20年間)	約 5,040 百万円	約 5,160 百万円
タ 補修費(20年間)	約 7,220 百万円	約 8,000 百万円
チ 外部資源化 委託費(20年間)	約 3,180～4,880 百万円	約 1,870～1,900 百万円
ツ 溶融スラグ委託(売却) 費(20年間)	該当なし	約 -10～約 140 百万円
テ 全体コスト(20年間)	約 34,460～36,160 百万円	約 36,440～36,920 百万円

※全体コストの算出に当たっては、ごみ処理方式の適性評価のために実施したプラントメーカーへの技術調査及び資源化事業者へのアンケート調査結果を基に整理したもので、今後の社会情勢の変化等は考慮していない。

※シャフト炉式ガス化溶融炉の需用費は過去5年間のコークスの物価変動を見込んだ値とした。

※売電収入については、用役費内で差引を行っている。

※売電収入及び溶融スラグ委託(売却)費について、収入となる場合には、「-」(マイナス)表記としている。

※外部資源化委託費については、ストーカ式焼却炉はセメント原料化、外部溶融及び外部焼成を、シャフト炉式ガス化溶融炉は外部溶融を想定した。

次に、新しいごみ処理施設の建設に当たっては、環境省の循環型社会形成推進交付金の対象事業となることから、交付金対象となる設計・建設費における各処理方式の交付金割合を表 1 2 に示す。

表 1 2 設計・建設費の交付金割合

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式 ガス化溶融炉
ス 設計・建設費	約 18,580 百万円	約 19,800 百万円
(内、交付金額) 【交付金割合】	(約 5,630 百万円) 【 30 %】	(約 5,660 百万円) 【 29 %】

これらの調査結果を見ると、ストーカ式焼却炉は、用役費が低減できる一方、最終生成物の外部資源化委託費に一定の費用がかかることとなる。

一方、シャフト炉式ガス化溶融炉は、副資材としてコークスを用いることから、用役費に一定の費用がかかることとなるが、ごみ処理施設内で溶融処理を行うことから、最終生成物の外部資源化委託費が低減できることとなる。

また、循環型社会形成推進交付金の交付金割合については、2 方式ともに、約 30%と同程度であることが確認できる。

今回の適性評価において、全体コストの評価項目については、現時点でのプラントメーカーへの技術調査結果を基に整理しており、概算の全体コストとなっていること、また、今後の社会情勢の変化等を考慮していないことから、評価付けを行わないこととする。この結果を表 1 3 に示す。

表 1 3 全体コスト

項目	ストーカ式焼却炉	シャフト炉式 ガス化溶融炉
全体コスト (20年間)	— (評価せず)	— (評価せず)
	約 34,460～36,160 百万円	約 36,440～36,920 百万円

2 適性評価のまとめ（案）

適性評価のまとめとして、すべての評価結果を表14に示す。

表14 適性評価のまとめ

評価項目	【ストーカ式焼却炉】	【シャフト炉式ガス化溶融炉】
【1 適正処理・安全安定性】		
(1) 処理能力と適応性		
ア ごみ質変動への対応性 (計画ごみ質の範囲内における助燃剤の必要性)	○ 助燃は不要	○ 助燃は不要だが、ごみ質に関わらず副資材としてコークスを使用
イ ごみ量変動への対応性 (基準ごみ時に稼働可能な負荷率)	○ 約70%～120%	○ 約70%～120%
(2) 信頼性		
ウ 信頼性 (H12年以降、180t/日以上のごみ実績数)	○ 全国 70件 県内 5件	○ 全国 16件 県内 3件
(3) 安定・安全稼働		
エ 安定運転 (90日以上連続運転実績)	○ 実績あり	○ 実績あり
オ 事故・トラブル事例等	○ 事故・トラブル事例はあるが、改善対策済	○ 事故・トラブル事例はあるが、改善対策済
(4) 施設の運転管理		
カ 補修の頻度 (主要機器の補修頻度)	○ 1年に1回(2週間程度)	○ 1年に1回(2週間程度)
(5) システム全体としての安定操業		
キ 最終生成物の受入先確保	◎ 可能 (焼却灰・焼却飛灰:複数)	○ 可能 (溶融飛灰:1者)
【2 環境保全・資源循環性】		
(6) 公害防止		
ク 計画条件への適合	○ 公害防止条件をすべて遵守可能	○ 公害防止条件をすべて遵守可能
ケ 排ガス量 (基準ごみの煙突出口ガス量) (2炉、湿ベース)	○ 約44,000 m ³ N/h	○ 約44,000 m ³ N/h
(7) 温暖化負荷		
コ CO ₂ 排出量	◎ [ごみ処理施設内] 約29,170 t-CO ₂ /年 [ごみ処理全体] 約28,540～31,940 t-CO ₂ /年	○ [ごみ処理施設内] 約35,810 t-CO ₂ /年 [ごみ処理全体] 約36,700 t-CO ₂ /年
(8) エネルギー回収量		
サ エネルギー回収量	◎ 約83,800～121,900 GJ/年 (原油ドラム缶換算) 約10,900～15,900本相当	○ 約42,300 GJ/年 (原油ドラム缶換算) 約5,500本相当
(9) 周辺環境との調和		
シ 施設配置計画	○ 緩衝緑地の保全可能	○ 緩衝緑地の保全可能
【3 経済性】		
(10) 設計・建設費～(12) トータルコスト		
ス 設計・建設費 ～ テ 全体コスト	- 約34,460～36,160 百万円	- 約36,440～36,920 百万円

◎:比較して優位性がある ○:適性である -:評価付けを実施しない項目