

次期CCの技術的課題 に関する検討

検討する技術的課題

1 過去の部会における質問への回答

- (1) 災害時アクセス・ハザードマップの確認
- (2) 本市下水汚泥の処理状況
- (3) 環境学習
- (4) 建設候補地の立地条件等

2 プラントメーカーアンケートの概要

3 バイオガス化施設

4 資源物回収拠点

5 処理方式

- (1) 焼却処理
- (2) 排ガス処理
- (3) 排水処理

6 余熱利用

7 脱炭素仕様

- (1) 高温高圧・高効率発電
- (2) 排ガス処理の簡素化
- (3) 建築物の脱炭素仕様
- (4) CO₂回収

8 最終処分場の延命策

- (1) 焼却灰からの金属回収
- (2) 灰の資源化

9 ライフサイクルでのコスト削減

- (1) 建屋・設備コスト低減
- (2) デジタル技術の活用
- (3) 官民連携

10 災害時も稼働可能となる施設仕様等

1 過去の部会における質問への回答

(1) 災害時アクセス・ハザードマップの確認

土砂災害警戒区域



[凡例]

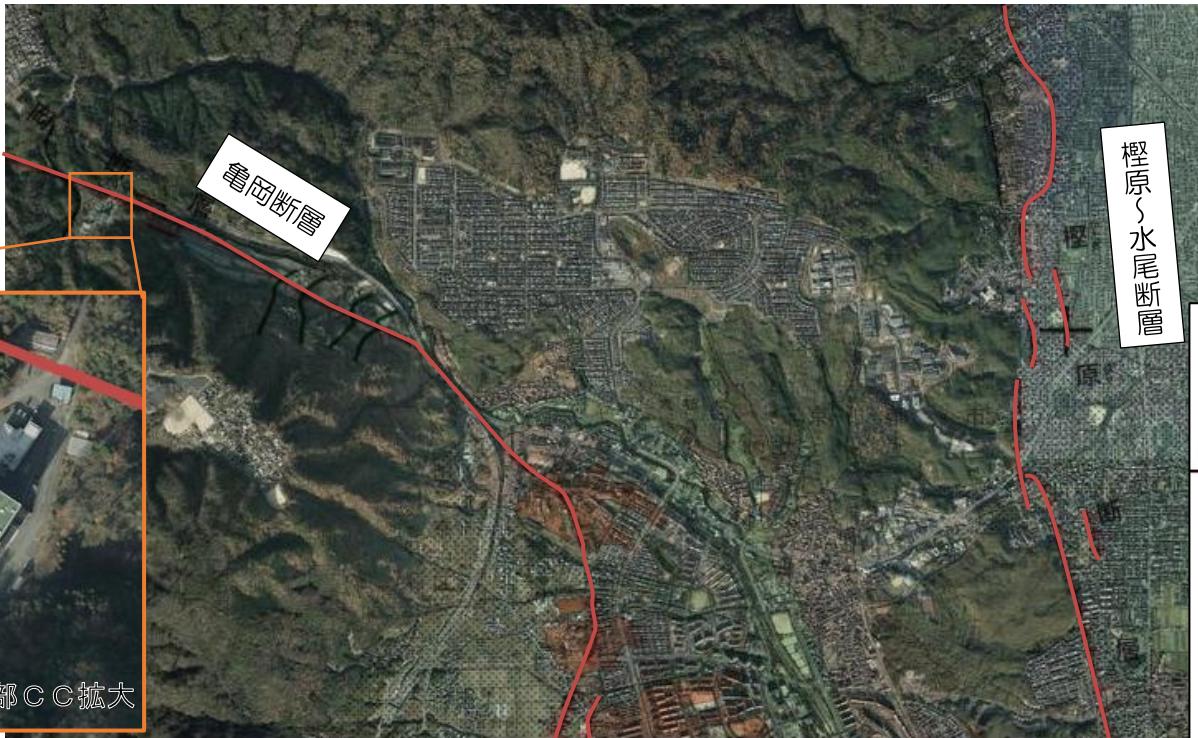
- : 土砂災害特別警戒区域
- : 土砂災害警戒区域
- : 旧西部CC (整地されている範囲)
- : 市町村の境界線

- 旧西部CC近辺に土砂災害特別警戒区域及び土砂災害警戒区域が指定されているが、旧西部CCの敷地内には掛かっていない。
- 国道9号線の一部に土砂災害特別警戒区域及び土砂災害警戒区域が指定されているが、京都市と京都府北中部を連絡する主要幹線道路でもあり、短期間で国による道路啓開が行われると考えられる。

1 過去の部会における質問への回答

(1) 災害時アクセス・ハザードマップの確認

地震(建物の耐震化、活断層)



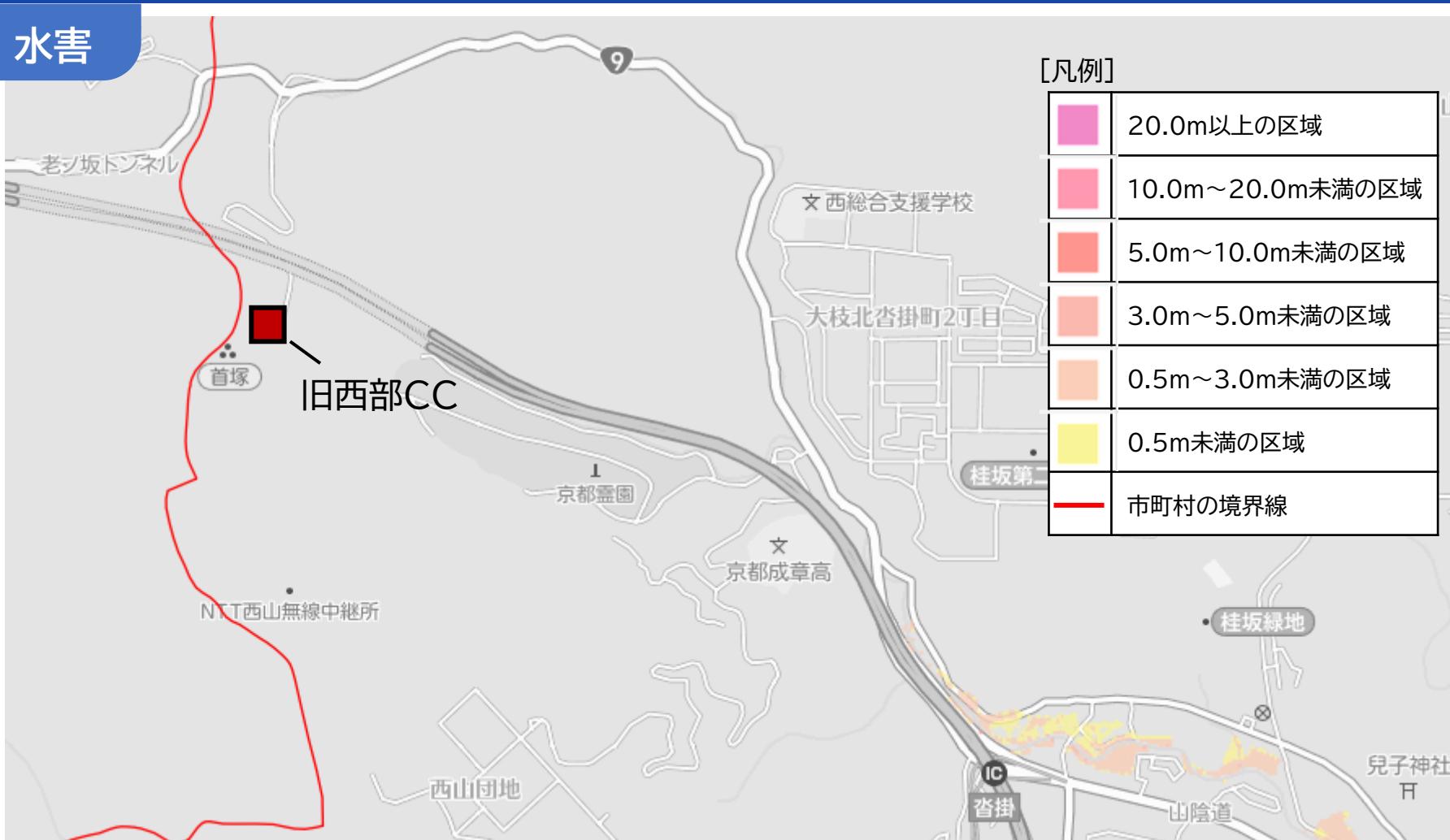
- 旧西部CCの最大予測震度は「樺原～水尾断層」による6強とされている。
- 建築基準法の新耐震基準では震度6強～7程度に達する程度の大規模地震に対して倒壊・崩壊する恐れがないように定められており、これに則った建築物とする。
- 亀岡断層が旧西部CCの搬入路の一部と交差しており、搬入路に被害が発生する可能性があるが、短期間で補修し復旧可能と考えている。なお、「亀岡断層」地震による旧西部CCの予測震度は5強とされている。

出典: 京都府地域防災計画震災対策計画編(令和5年6月)を基に国土地理院地図を加工して作成

1 過去の部会における質問への回答

(1) 災害時アクセス・ハザードマップの確認

水害



- 旧西部CC周辺は、国道9号線も含め、浸水被害は想定されていない。

出典:京都市防災ポータルサイト Web版水害ハザードマップ 浸水深 小畠川

1 過去の部会における質問への回答

(2) 本市下水汚泥の処理状況

下水汚泥量の推移

■ し尿及び浄化槽汚泥

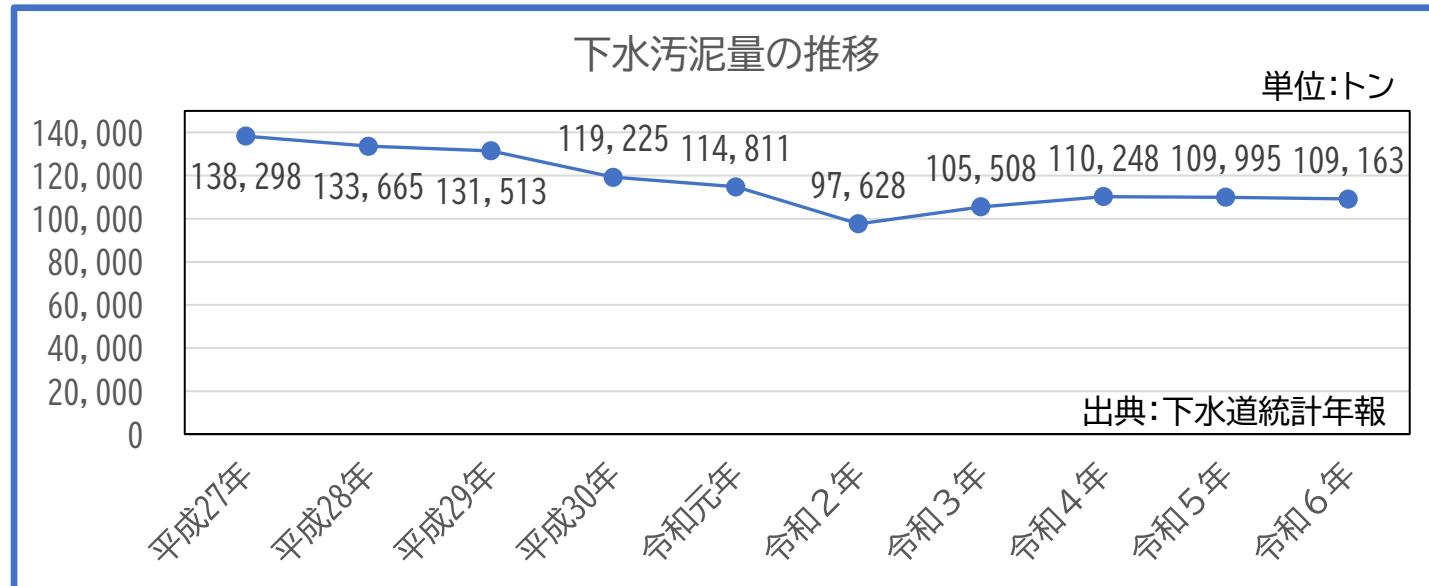
バキューム車で収集されたし尿及び浄化槽汚泥は、し尿前処理施設に搬入し、破碎、希釀等の前処理を行った後、汚泥も含めてすべて下水道に放流している。

■ 下水汚泥

下水汚泥については、鳥羽水環境保全センターにおいて、他の3センター(吉祥院、伏見、石田)分の下水汚泥を各センターから配管を通して集約して処理している。

下水汚泥量(汚泥脱水ケーキ発生量)は、コロナで事業活動が停止したことなどもあり、令和2年度に大きく減少した後、一旦増加したものの、10年スパンで見ると、人口減少に伴って減少傾向にある。

※各センター等の配置については次スライド参照



1 過去の部会における質問への回答

(2) 本市下水汚泥の処理状況

[凡例]

● ごみ焼却施設

○ 破碎施設

● リサイクル施設

▲: 持込ごみを受け入れている
クリーンセンター（2箇所）

● 下水処理場

京北浄化センター 下水 1,650m³/日
(H12(2000)年供用開始)



北部クリーンセンター (H19(2007)年稼働開始)	焼却 400 t/日 ごみ発電 8,500kW
東北部クリーンセンター (H13(2001)年稼働開始)	焼却 700 t/日 ごみ発電 15,000kW 破碎 80 t/日
次期クリーンセンター候補地 (旧西部クリーンセンター)	現在はプラスチック類の中継施設として運用中
鳥羽水環境保全センター吉祥院支所 (S9(1934)年供用開始)	下水 34,000m ³ /日
鳥羽水環境保全センター (S14(1939)年稼働開始)	下水 954,000m ³ /日 焼却 300t/日
下水汚泥固形燃料化施設 (R3(2021)年稼働開始)	脱水汚泥 150wet-t/日
伏見水環境保全センター (S48(1973)年供用開始)	下水 141,000m ³ /日
石田水環境保全センター (S56(1981)年供用開始)	下水 126,000m ³ /日
南部クリーンセンター (R1(2019)年稼働開始)	焼却 500 t/日 ごみ発電 14,000kW 破碎 180 t/日 バイオガス化 60 t/日 バイオガス発電 1,000kW

1 過去の部会における質問への回答

(2) 本市下水汚泥の処理状況

鳥羽水環境保全センターでの処理状況

- 汚泥を脱水処理する前に、消化タンクにて消化ガス(メタンガス)を抽出し、流動炉と固形燃料化の炭化炉の熱源(燃料代替)に利用している。
- 下水汚泥の約4割は固形燃料化(令和3~22年度のDBO事業)して、石炭の代替燃料として火力発電所等において利用している。
- 下水汚泥の残り6割は焼却処理し、焼却灰の一部はセメント原料として再資源化している。



下水汚泥固形燃料化施設

施設能力: 低温炭化方式

脱水汚泥150wet-t/日

まとめ

- 下水汚泥(し尿及び浄化槽汚泥含む。)については、メタン発酵や固形燃料化など有効利用されており、残りは焼却後、一部はセメント原料として再資源化して、なおも残った焼却灰は埋立処分している。
- 下水汚泥とごみの処理の連携例として、「ごみ焼却時の熱により乾燥させた下水汚泥をごみとともに焼却(ごみ発電)」(過去に旧東部クリーンセンターと隣接する石田水環境保全センターにおいて実施していた。)、「生ごみと下水汚泥と一緒にバイオガス化」といった取組が挙げられるところ、本市の各施設の立地条件等を踏まえれば、次期CCでの取組は難しいと考えられるが、将来に向けて他都市の事例等の研究が必要。

1 過去の部会における質問への回答

(3) 環境学習

南部クリーンセンター環境学習施設「さすてな京都」

- 本市では、令和元年度に稼働開始した南部クリーンセンターに、環境学習施設「さすてな京都」を併設している。「さすてな京都」は、環境学習を専門とする学識経験者で構成する検討会や、地域の意見もいただきながら整備した施設で、「京都市環境教育・学習基本指針」において、京エコロジーセンターとともに本市の「環境教育・学習の中核施設」と位置付けている。
- 「さすてな京都」は、本市では初めて、平日・土日を問わず、市民等が予約なしで見学できる(10人以上の団体を除く)ごみ処理施設としたほか、市内のほとんどの小学校の見学を受け入れるなど、ごみ処理施設の見学機能はもとより、ごみ処理をはじめ、ごみ減量、地球温暖化対策、生物多様性、環境面から見た横大路地域の歴史など、様々な分野を対象に、幅広い世代の方々に、楽しく学んでいただけるよう、充実した見学コンテンツや学習プログラムを提供している。
- 令和6年度にはアジサイフェア(6月)を中心に順調な集客が続き、年間来館者数が初めて6万人を突破し、令和7年6月3日には、令和元年10月の開館以来の来館者数が20万人を達成した。



京都市南部クリーンセンター



ジオラマ&発電体験コーナー



見学アテンドによる解説付き「工場見学ツアー」の様子

1 過去の部会における質問への回答

(3) 環境学習

次期クリーンセンターにおける環境学習機能

■ 次期クリーンセンターにおける環境学習機能については、

- ・ 南部クリーンセンター環境学習施設「さすてな京都」を、本市の「環境教育・学習の中核施設」と位置付けて整備・運営していること、
- ・ 廃棄物処理施設の整備等に係るコストの削減方策として、見学者設備についても過剰にならないよう留意するよう求められている※こと

※「廃棄物処理施設の整備等に係るコストの削減方策について(提案)
(2023年8月、(一財)日本環境衛生センター)

等を踏まえて検討する必要がある。

■ 自然を生かした環境学習

- ・ 建設候補地周辺には、京都府立大学の演習林をはじめ、豊かな自然が存在する。
- ・ 京都基本構想において、「わたしたち京都市民がめざすまち」の一つに「自然への畏敬(いけい)と感謝の念を抱けるまち」を掲げ、「自然との不可分性・一体性を改めて体感し体得できる機会を意識的に創出していく」こととしていることを踏まえ、建設候補地周辺の自然を生かした環境学習を検討することが考えられる。

■ ごみ処理施設における自然を生かした取組等の事例

平成10年に埋立てが終了した、東京たま広域資源循環組合の谷戸沢処分場において、夏休みに昆虫採集、紅葉の時期に自然観察会といった取り組みを毎年実施。



出典:東京たま広域資源循環組合HP

1 過去の部会における質問への回答

(4) 建設候補地の立地条件等

建設候補地の立地条件

■ 建設候補地

旧西部クリーンセンター跡地(京都市西京区大枝沓掛町26番地)

■ 敷地面積

約87,000m²

■ 敷地条件

- ・ 区域区分 市街化調整区域

- ・ 建ぺい率 60%(市街化調整区域)／20%(風致地区による)

- ・ 容積率 100%

- ・ 景観保全 近郊緑地保全区域

第1種自然風景保全地区

- ・ 風致地区 第1種地域

- ・ 眺望景観 遠景デザイン保全区域(4),(11),(49)

- ・ 屋外広告物 第1種地域

■ ユーティリティ

- ・ 電気:現状は高圧受電(特別高圧を引き込む予定)

- ・ ガス:都市ガスは無し(現状はバルク供給)

- ・ 上水:市により別途引き込む予定

- ・ 下水:公共下水道整備区域外(現状は合併浄化槽で処理後に河川放流)

- ・ 電話及びネット回線:引き込み済



国土地理院地図

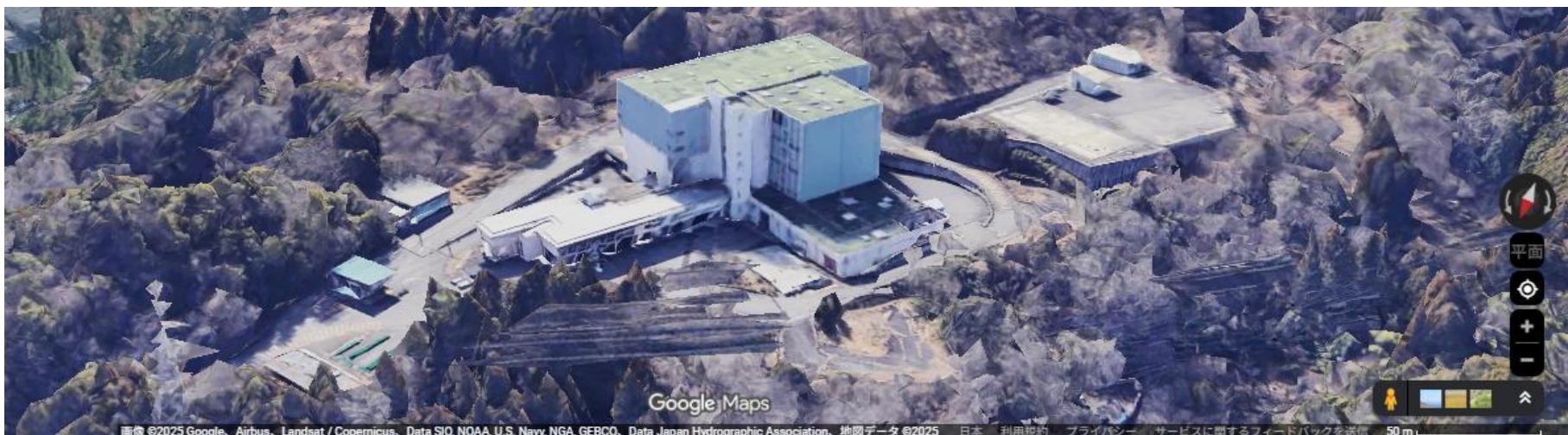
1 過去の部会における質問への回答

(4) 建設候補地の立地条件等

- 上空写真



- 視点Aから見たイメージ

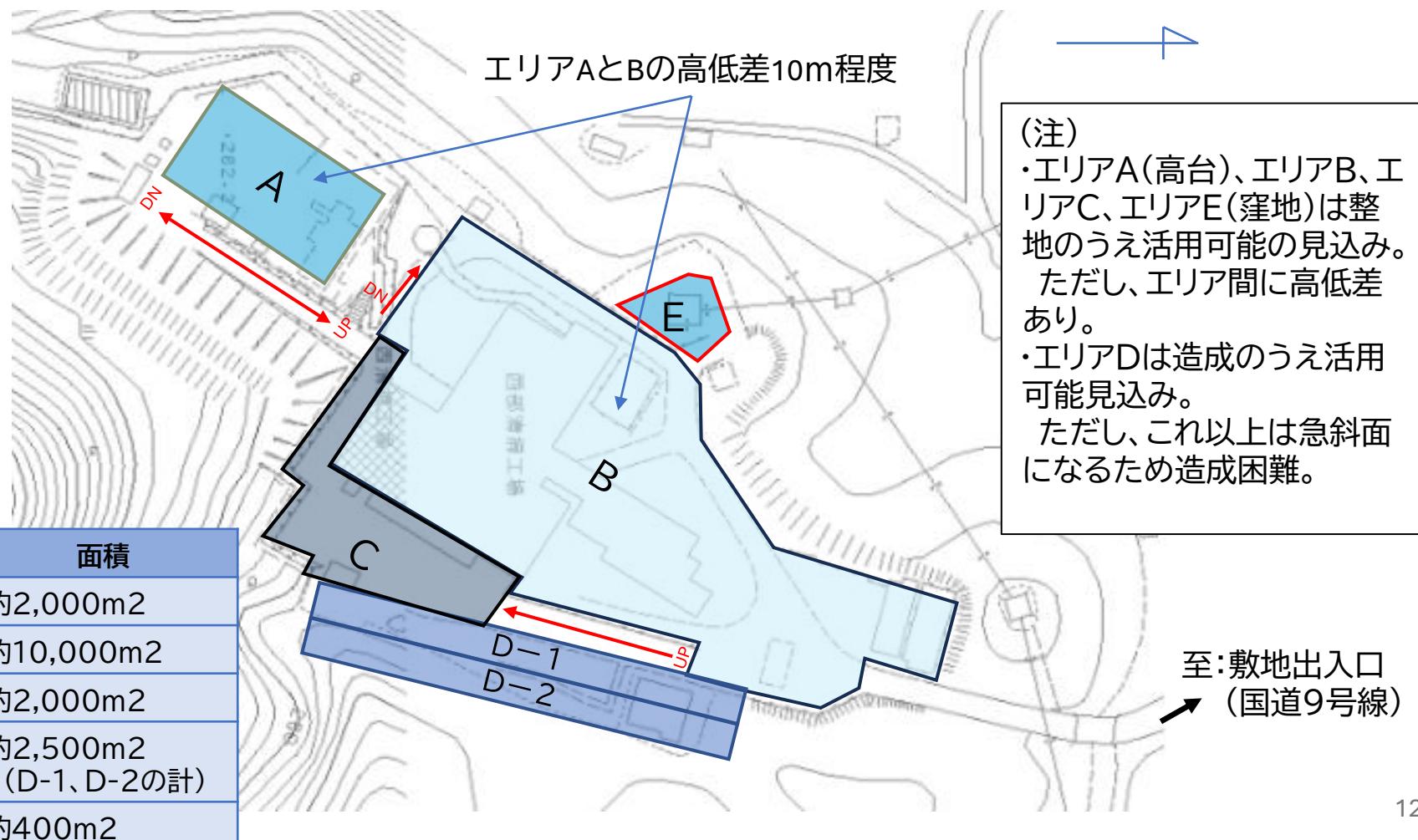


1 過去の部会における質問への回答

(4) 建設候補地の立地条件等

活用可能範囲

- 旧西部クリーンセンター敷地は大部分が山林であり、全域を活用することは地形的に非現実的
- 造成可能と見込まれる範囲を含め、次期クリーンセンターとして活用可能な範囲は以下のとおり



1 過去の部会における質問への回答

(4) 建設候補地の立地条件等

主な排ガス基準

項目	現・法規制値	H16年度時点 法規制値	(参考)自主基準値
		旧西部CC	南部CC、東北部CC、北部CC
ばいじん (g/m ³ N)	0.04	0.08	0.01
塩化水素HCl (ppm)	約430 (700mg/m ³ N)	約430 (700mg/m ³ N)	10
硫黄酸化物SOx (ppm)	約50 (参考)北部CCの値	13.17 [m ³ N/hr] (総量規制)	10
窒素酸化物NOx (ppm)	250	300	30
ダイオキシン類 (ng-TEQ/m ³ N)	0.1	1	0.1
水銀 (mg/m ³ N)	0.03	0.2	0.05

※ 法規制値は、大気汚染防止法、ダイオキシン類対策特別措置法に定める法の規制値。

旧西部クリーンセンターにおいては、自主基準値を設けていない。

硫黄酸化物は、クリーンセンターごとに、大気汚染防止法による硫黄酸化物の総量規制基準に定める式にて算出されるため、参考に北部CCの現・法規制値を記載。

1 過去の部会における質問への回答

(4) 建設候補地の立地条件等

主な排水基準

項目	現・法規制値 (河川放流)	H16年度時点 法規制値	(参考)公共下水道へ排除する場合の 水質基準
		旧西部CC	南部CC、東北部CC、北部CC
水素イオン濃度指数 (pH)	5.8~8.6	5.8~8.6	5~9
生物学的酸素要求量 (BOD) (mg/L)	25 (20)	100	600
浮遊物質量(SS) (mg/L)	90 (70)	150	600
窒素含有量 (mg/L)	120 (60)	120	240
大腸菌数(CFU/mL) 法改正(令和7年4月施行)	(800)	大腸菌群数として (3000個/cm ³)	規制値なし

なお、表中()内の数値は日間平均値を意味する。

※ 法規制値は、水質汚濁防止法、京都府の水質汚濁防止法に基づく排水基準に関する条例の規制値。

2 プラントメーカーアンケートの概要

メーカーアンケートの対象

- 過去10年間(2014-2023年度)において、一般廃棄物焼却施設の受注実績が大きい(合計受注規模1,000トン/日以上)プラントメーカー8社を選定した。
- 8社に対して、焼却又は溶融施設+バイオガス化施設のコンバインド方式、焼却又は溶融施設単独、両方の技術提案及び概算見積りを求めたところ、3社から辞退の申し出があり、5社から対応可能である旨の返答があった。
- アンケートに当たっては、スライド10~14の立地条件(敷地の活用可能範囲等)を提示のうえ、以下等の条件で回答を求めた。

主な項目	前提条件
ごみ処理量	91,100トン/年 (現行めぐるプラン目標(2030年度=330,000トン/年)から)
ごみ質	現行めぐるプラン目標年度(2030年度)のごみ組成から推計 (基準ごみで9,200 kJ/kg)
施設規模・運転日数	(焼却)350トン/日、(焼却+バイオガス化)メーカー提案。焼却運転日数292日/年
排ガス基準	既存の3クリーンセンターの基準を基に仮定※ (NOx: 30ppm以下、SOx: 10ppm以下、HCl: 10ppm以下、ばいじん: 0.01g/m ³ N以下、 ダイオキシン類: 0.1ng-TEQ/m ³ N以下 等)
排ガス処理方式	乾式とし、触媒脱硝反応塔及び活性炭吸着塔の設置は提案による(なるべく非設置)
排水処理方式	河川放流(小畠川)
排水基準	京都府の水質汚濁防止法に基づく排水基準に関する条例で定める排水基準以下 (pH: 5.8~8.6、BOD: 25(日平均20)mg/L以下、SS: 90(日平均70)mg/L以下 等)
その他	資源物回収拠点、市民持ち込みに必要な敷地の確保等

※ 次期クリーンセンターの排ガス基準値等は未定であるため、便宜的に本市の他クリーンセンターの自主基準値を用いたもの

2 プラントメーカーアンケートの概要

メーカーアンケートの結果概要

- 8社にアンケートを実施したところ、3社から回答辞退の申し出があり、5社から回答があった。主な回答内容は以下のとおり。
 - ・ 焼却・溶融処理方式については、各社ともストーク式焼却炉を提案し、配置可能と回答（その他の処理方式の提案は得られなかった）
 - ・ バイオガス化施設併設については、敷地条件のなかで1社のみが配置可能と回答
 - ・ 資源物回収拠点については、各社とも配置可能と回答（ただし、面積は様々）
 - ・ 持込ごみの受入れについては、各社とも配置可能と回答（ただし、面積は様々）
 - ・ 排ガス処理については、各社ともアンケートにおいて仮設定した排ガス基準値に対して触媒脱硝反応塔が必要と回答。活性炭吸着塔は不要と回答
 - ・ 排水処理については、各社とも河川放流可能と回答
- 以上から、ストーク式焼却炉については、資源物回収拠点を配置したうえで旧西部クリーンセンター敷地に建設可能な複数社があることが確認できた。

3 バイオガス化施設

バイオガス化併設による効果

■ メーカーアンケートの結果

バイオガス化施設の併設による効果を焼却施設単独を1として表すと以下のとおり。

	焼却施設規模	売電収入	CO ₂ 排出量	ランニングコスト
焼却施設・バイオガス化併設	0.94	1.15	0.99	1.16

※ 売電収入は、本市から提示した「非バイオマス分」の売電単価は13円/kWh、FIT・FIP制度におけるバイオマス発電の売電単価は、「一般廃棄物・その他バイオマス」は17円/kWh、「メタン発酵バイオガス」は35円/kWhを基にメーカーが算出。

※ 施設規模は、焼却単独:焼却350トン/日、バイオガス化施設併設:焼却330トン/日、バイオガス化施設50トン/日

■ 南部CCにおけるバイオガス化施設の併設効果

バイオガス化施設を併設しなかったと仮定した場合※を1として比較した場合。

	焼却施設規模	売電収入	CO ₂ 排出量	ランニングコスト
南部クリーンセンター	0.93	1.20	0.93	1.05

※ バイオガス化施設で処理しているごみを全量焼却施設で処理するとして、R2～R6の実績を基に試算した値(バイオガス化施設併設の場合の値も、R2～R6の実績を基に試算した。)。

※ 施設規模は、焼却単独:焼却539トン/日、バイオガス化施設併設:焼却500トン/日、バイオガス化施設60トン/日

次期クリーンセンターにおけるバイオガス化併設の可否

■ メーカーアンケートの回答があった5社のうち、建設候補地で焼却施設とバイオガス化施設のコンバインド方式を設置可能な業者は1社であった。

なお、設置ができない※と回答したプラントメーカーは、敷地条件の制約のなかで必要な位置に発酵槽を配置できない、バイオガス化施設を併設した場合に収集車両動線が確保できない、という理由であった。

※ 焚却施設とバイオガス化施設のコンバインド方式においては、ごみピットから発酵槽へ生ごみ等の投入及び発酵槽からごみピットへの残渣搬送をコンベヤ等の設備を介して行う必要があるが、ごみピットと発酵槽の高低差やごみの搬送距離、角度等の設備の配置に関する設計思想がプラントメーカーごとに異なる。

4 資源物回収拠点

国及び本市の動向等

- 環境省の一般廃棄物処理システム指針の改訂(令和7年3月)において、標準的な分別収集区分が定められ、また、分散型資源回収拠点をはじめとする回収方法についても明示化
- 環境省において、分散型資源物回収拠点施設の整備への支援事業を創設(令和7年度~)
- 環境省において、分別・回収方式の検討に関して、システム指針での情報提供 内容を地域特性に応じて推進するための地域循環共生圏ガイダンス(資源循環実践編)の策定を進めている。 その検討を進めるなかで、分散型資源回収拠点の効果を大規模自治体において実証し、それらの成果を、ガイダンスなどに活用するため、令和7~8年度にかけて、分散型資源回収拠点の実施方法の検討を環境省とともに進めている。
- ごみ減量及び資源循環施策のあり方に係る答申においても、「強化すべき施策」の一つに「資源物回収の強化」が、「施設整備の基本的な考え方」の一つに「資源物回収拠点の拡充・機能整備」が掲げられた。
これを踏まえて次期クリーンセンターの資源物回収拠点の併設について検討する。

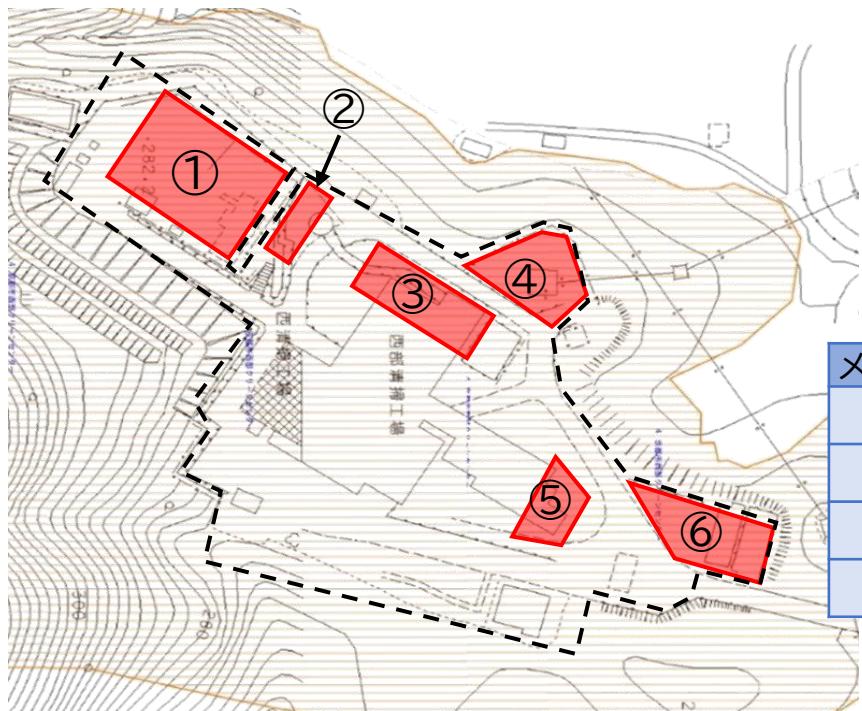
4 資源物回収拠点

次期クリーンセンターにおける資源物回収拠点の配置可能性

■ メーカーアンケート結果

敷地内で資源物回収拠点の配置可能性がある区域は下図の計6か所であり、各社の施設配置案から確保可能な面積※は2,000～2,900m²であった。

※ クリーンセンター建屋、収集車両導線、クリーンセンターのオーバーホールや大規模改修工事の際に必要な空地を確保したうえで、資源物回収拠点に活用可能な面積。ただし、各区域へのアクセス導線や設備配置を考慮しない単純な面積合計。



各区域の面積

区域①	2, 000 m ²	区域④	400 m ²
区域②	300 m ²	区域⑤	400 m ²
区域③	500 m ²	区域⑥	600 m ²

各社配置の可能性

メーカー	区域①	区域②	区域③	区域④	区域⑤	区域⑥	空地合計面積
A社	○	×	×	×	×	×	2, 000 m ²
B社	○	○	×	×	×	○	2, 900 m ²
C社	○	×	○	×	×	×	2, 500 m ²
D社	△*	×	×	○	○	×	2, 100 m ²

※△は面積の2/3程度であれば使用可能。

※1社は施設配置案の回答なし

4 資源物回収拠点

京都市事例

■ 上京リサイクルステーション

- ・ 旧上京まち美化事務所跡地を活用し、古紙類や古着類等16品目の回収を行っている。
- ・ 回収品目:古紙類、雑がみ、紙パック、使用済てんぷら油、古着類、乾電池、ボタン電池、充電式電池、蛍光管、水銀体温計・水銀血圧計、小型家電類、磁気テープ類、インクカートリッジ、リユースびん、刃物類、使い捨てライター
- ・ 回収実績(令和6年度):古紙類(雑がみ含む) 804,940kg 使用済てんぷら油 5,645kg
古着類 147,300kg 小型家電 61,280kg
※その他の回収品目については上京リサイクルステーション単体で計量していないため不明
- ・ 開所日時:平日及び土・日・祝の午前9時から午後5時まで(年末年始を除く)

■ 上京リサイクルステーションの面積及び職員数

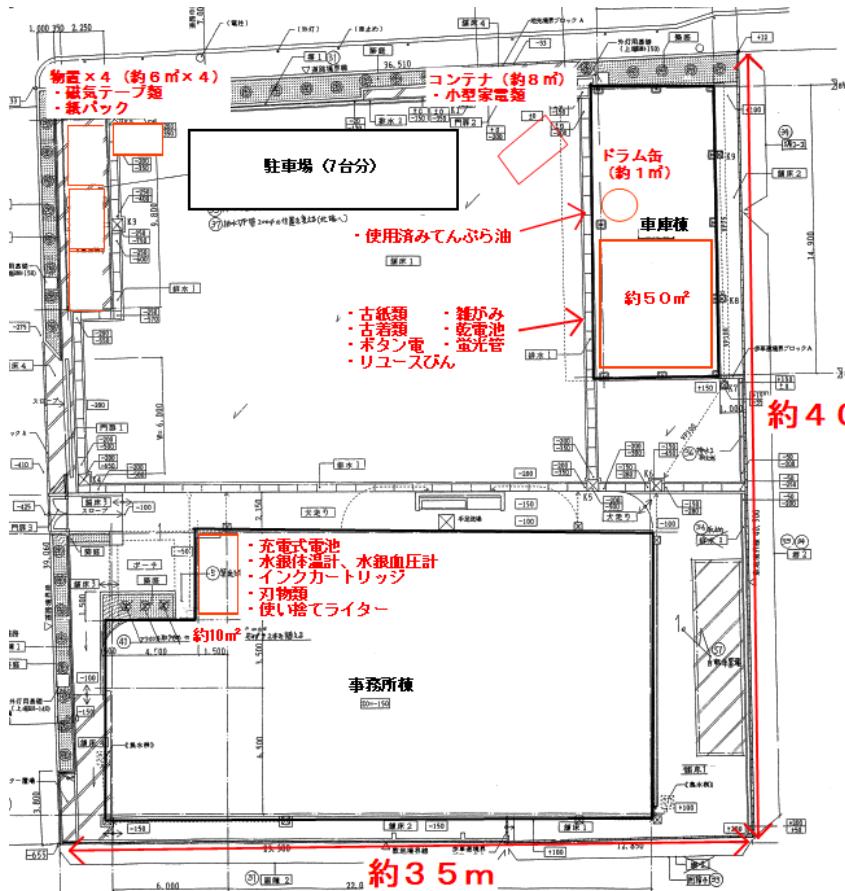
- ・ 敷地面積: 約1,400m²(約40m×約35m)
- ・ 車庫棟及び屋外
古着類、古紙類、小型家電類など11品目を回収
保管場所面積: 約100m²
(駐車場や車両導線を含め約700m²)。
- ・ 屋内
水銀体温計・水銀血圧計、刃物類など5品目を回収
保管場所面積: 約10m²
- ・ 職員数: 1名(交通誘導員(外部委託))



4 資源物回収拠点

京都市事例

■ 上京リサイクルステーションの配置例



出典:国土地理院

4 資源物回収拠点

他都市事例

■ 三重県津市 西部クリーンセンター

- 施設概要:ストーカ式 240トン/日(120トン/日×2炉)
昭和54年5月竣工(平成14年3月 2号炉新設、平成15年2月 1号炉改修)
- 市内6か所に資源ごみ等を回収する「エコ・ステーション」を設けており、その1か所を西部クリーンセンター内に回収場所を設けて実施。
- 回収品目:新聞、雑誌・雑紙、ダンボール、飲料用紙パック、衣類・布類、ペットボトル、小型電子機器、羽毛製品(ダウン率が50%以上の羽毛布団やダウンジャケット等)
※令和4年11月14日に河田フェザー株式会社等と協定を締結して実施
- 回収実績(令和6年度):新聞 3,150kg、雑誌・雑紙 22,850kg
ダンボール 10,340kg、飲料用紙パック 60kg
衣類・布類 20,690kg、ペットボトル 950kg
小型電子機器 不明

※羽毛製品に関しては西部クリーンセンター単体で計量していないため、不明。

(参考)津市全域での回収量

羽毛布団(1kg未満)89枚 羽毛布団(1kg以上) 36枚
ダウンジャケット 88枚 リサイクル不適合品 24枚

■ エコステーションの面積及び職員数

- 資源物仮置き場の面積: 約130m²
(駐車場や車両導線の面積は含まず)
- 職員数: 平日0人、日曜日2人。
※平日は焼却施設の管理運営事業者が自己搬入業務の一環として対応。日曜日はシルバーリースセンターへ委託。
土曜日の受け入れはしていない。

出典:津市HP 令和5年度 年次報告書(環境白書)、京都市調べ



4 資源物回収拠点

他都市事例

- 柳泉園組合(清瀬市・東久留米市・西東京市) 柳泉園クリーンポート
 - ・ 施設概要:ストーカ式 315トン/日(105トン/日×3炉) 平成13年12月竣工
 - ・ 令和7年10月から粗大ごみとして持ち込まれたプラスチック製(ポリプロピレン製)衣装ケースのうち、リサイクルに適した材質・状態のものを選別し、売り払いにより資源化事業者へ引き渡し、同事業者にて破碎・洗浄・再生樹脂化するマテリアルリサイクルを実施。再生樹脂はプラスチック原料として再利用される。
 - ・ 搬出頻度は月2回、1回あたりの搬出量300～500kg
- 衣装ケース選別にかかる面積及び職員数
 - ・ 衣装ケース一次仮置き場の面積は約20m²。
※自己搬入の過程で選別しているため、駐車場や車両導線の面積は含まない。
 - ・ 衣装ケース選別を開始して増員した職員は0人。
※管理運営事業者が自己搬入の業務の一環として対応している。

出典:柳泉園組合HP、京都市調べ

次期クリーンセンターにおける資源物回収拠点

- メーカーアンケート結果による資源物回収拠点配置可能面積が、京都市及び他都市の事例の面積を上回っていることから、事例のような多品目の資源物回収拠点を次期クリーンセンターに設置可能と考えられる。
- 市において並行して検討している持込ごみの受入れを行ったとしても、資源物回収拠点に必要な面積は確保可能と考えられる。

5 処理方式

(1) 焼却処理

導入実績

■ 処理方式ごとの焼却施設稼働数(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

- 本市の3つのクリーンセンターと同じ「ストー式」が大多数を占めている。

処理方式	645 (うち、建設中14)		うち、2016年度以降稼働開始 121 (うち、建設中14)	
	施設数	%	施設数	%
焼却	537 (12)	83.2	108 (12)	89.3
ストー式	461 (12)	71.4	103 (12)	85.2
流動床式	76 (0)	11.8	5 (0)	4.1
回転式	0 (0)	—	0 (0)	—
ガス化溶融・改質	105 (2)	16.3	13 (2)	10.7
シャフト炉式ガス化溶融	56 (2)	8.7	8 (2)	6.6
流動床式ガス化溶融	35 (0)	5.4	5 (0)	4.1
回転式ガス化溶融	12 (0)	1.9	0 (0)	—
ガス化改質	2 (0)	0.3	0 (0)	—
炭化	3 (0)	0.5	0 (0)	—

出典:環境省一般廃棄物処理実態調査結果/令和5年度調査結果/施設整備状況(焼却施設) 一部市で修正。

なお、全連続運転のみとし、休止又は廃止施設を除く。

- 2016年度以降に稼働している実績のある4方式について次スライドの調査を行った。

5 処理方式

(1) 焼却処理

焼却処理の調査内容

- 焼却処理方式のうち、「ストーク式焼却炉」「流動床式焼却炉」「シャフト式ガス化溶融炉」「流動床式ガス化溶融炉」の4方式について、以下を調査した。

1 導入実績

2016年度以降の全連続運転施設の稼働実績(前スライドのとおり)

2 CO₂排出量

電力及び燃料使用由来のCO₂排出量

3 最終処分量削減への貢献

最終処分量

4 経済性

設計・建設費及び運営維持管理費

5 処理方式

(1) 焼却処理

焼却処理の調査方法

- 今回のメーカーアンケートでは、ストーク方式の提案のみであったことから、他都市・組合における比較検討等でも活用されている文献※を用いて、「CO₂排出量」「最終処分量削減への貢献」「経済性」に係る試算を行った。

なお、次期クリーンセンターにおける比較を行うに当たり、施設規模350トン/日、年間稼働日数292日、年間焼却量91,100トンの場合の値で試算しており、物価上昇は考慮していない。

※ 一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析（2012年3月/北海道大学廃棄物処分工学研究室）

■ CO₂排出量

- ・ごみ1トンあたりの電気使用量と燃料使用量の文献値を基に、電気使用量は令和7年度時点の関西電力の電気事業者別排出係数を、燃料使用量はシャフト式を石炭コークス、それ以外の方式を灯油と仮定して年間のCO₂排出量を試算した。

■ 最終処分量削減への貢献

- ・ごみ1トンあたり焼却灰発生量、飛灰発生量、溶融スラグ、溶融メタルの文献値を基に、それぞれの年間発生量を試算した。

■ 経済性

- ・建設工事費、定期整備補修費、運転・管理委託費、薬品費、用水費、燃料費、電気費の文献値及び、前スライドの最終処分量を基に、それぞれ年間にかかる費用をストーク式焼却炉を1として表した。

5 処理方式

(1) 焼却処理

CO₂排出量

- ごみ1トンあたりの電気使用量と燃料使用量の文献値を基に、電気使用量は令和7年度時点の関西電力の電気事業者別排出係数を、燃料使用量はシャフト式を石炭コークス、それ以外の方を灯油と仮定して年間のCO₂排出量を試算した。(再掲)

項目	単位	ストーク式 焼却炉	流動床式 焼却炉	シャフト式 ガス化溶融炉	流動床式 ガス化溶融炉
電気使用量由来 のCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	6,959		12,217	
燃料使用量由来 のCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	329		20,276	2,611
合計	t-CO ₂ /年	7,287		32,492	14,828

出典:北海道大学 一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析

ごみあたり電気使用量について、ストーク式焼却炉と流動床式焼却炉、シャフト式ガス化溶融炉と流動床式ガス化溶融炉は一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において同値とした。また、ごみあたり燃料使用量について、ストーク式焼却炉と流動床式焼却炉は一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において同値とした。

計算方法:電気使用量由来のCO₂=ごみあたりの電気使用量(kWh/t)×ごみ焼却量(t/年)

×関西電力の電気事業者別排出係数(t-CO₂/kWh)

燃料使用量由来のCO₂=ごみあたりの燃料使用量(MJ/t)×ごみ焼却量(t/年)/1000

×灯油又は石炭コークスの炭素排出係数(tC/GJ)×44/12

なお、関西電力の電気事業者別排出係数は環境省電気事業者別排出係数一覧、灯油又は石炭コークスの炭素排出係数は温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルによる。

- 焼却炉(ストーク式及び流動床式いずれも)は、溶融炉に比べてCO₂の排出量が半分～四分の一程度になる。

5 処理方式

(1) 焼却処理

最終処分量削減への貢献

- ごみ1トンあたりの焼却灰発生量、飛灰発生量、溶融スラグ、溶融メタルの文献値を基に、それぞれの年間発生量を試算した。(再掲)

項目	単位	ストーカ式 焼却炉	流動床式 焼却炉	シャフト式 ガス化溶融炉	流動床式 ガス化溶融炉
焼却灰発生量	トン/年	9,110	2,733	-	-
飛灰発生量	トン/年	2,733	6,377	3,644	
焼却灰・飛灰発 生量の合計 (最終処分量)	トン/年	11,843	9,110	3,644	
溶融スラグ	トン/年	-	-	8,199	2,733
溶融メタル	トン/年	-	-	1,184	456

出典:北海道大学 一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析

飛灰発生量について、シャフト式ガス化溶融炉と流動床式ガス化溶融炉は一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において同値とした。

計算方法:それぞれの年間発生量=それぞれの文献値×ごみ焼却量(t/年)

- 最終処分量は、シャフト式ガス化溶融炉及び流動床式ガス化溶融炉(いずれも最終処分量が最小)とストーカ式焼却炉(最終処分量が最大)を比べると、年間約8,000トンの差がある。
- これは、20年間で東部山間埋立処分地の残余年数約4年分に相当する。

5 処理方式

(1) 焼却処理

経済性

- 建設工事費、定期整備補修費、運転・管理委託費、薬品費、用水費、燃料費、電気費の文献値及び、前スライドの最終処分量を基に、それぞれ年間にかかる費用をストーカ式焼却炉を1として表した。(再掲)

項目	ストーカ式 焼却炉	流動床式 焼却炉	シャフト式 ガス化溶融炉	流動床式 ガス化溶融炉
建設工事費 (20年で割り戻し)	1		1.19	0.95
定期整備補修費	1		1.90	3.28
運転・管理委託費	1		2.22	1.85
用役費(薬品・用水・ 燃料・電気代の合計)	1		2.70	1.71
最終処分費	1	0.77	0.31	0.31
合計	1	0.97	1.46	1.36

出典:北海道大学 一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析

全ての項目について、ストーカ式焼却炉と流動床式焼却炉は一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において同値とした。また、薬品費及び用水費について、シャフト式ガス化溶融炉と流動床式ガス化溶融炉は一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において同値とした。

- 1年間あたりの費用は、ストーカ式焼却炉及び流動床式焼却炉は同程度の費用が掛かり、ガス化溶融炉に比べて年間約3割低い。

5 処理方式

(1) 焼却処理

焼却処理の調査内容(まとめ)

- ここまで4項目について、以下の指標に従い◎、○、△を付けた場合、下表のとおり。
- 導入実績の評価指標
 - ◎:導入実績が多い
 - :平均的である
 - △:導入実績が他方式に比べて少ない
- CO₂排出量、最終処分量削減への貢献、経済性の評価指標
 - ◎:他の処理方式に対して優れている
 - :平均的である
 - △:他の処理方式に比べて劣る

項目	内容	ストーク式 焼却炉	流動床式 焼却炉	シャフト式 ガス化溶融炉	流動床式 ガス化溶融炉
導入実績	2016年度以降の全連続運転施設の稼働実績	◎	△	△	△
CO ₂ 排出量	電力及び燃料使用由来のCO ₂ 排出量	◎	◎	△	○
最終処分量削減 への貢献	最終処分量	△	△	◎	◎
経済性	設計・建設費及び運営維持管理費	◎	◎	△	△

- なお、他都市において、メーカーヒアリング・導入実績調査の結果も踏まえて上記4方式の評価を行った結果もあり、今回の本市試算と同じ傾向となっている。

5 処理方式

(3) 排水処理

(2) 排ガス処理

(スライド38～42(脱炭素仕様)に記載)

(3) 排水処理

■ 排水処理方式ごとの特徴(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

方式(放流先)	メリット	デメリット
下水放流	・下水道排水基準に適合する程度の処理で済む。	・下水道未整備地区では採用できない。
公共用水域放流	・下水道未整備地区でも採用できる。 ・発電への影響が小さい(エネルギー回収効率がよい)	・下水道排水基準よりも排水基準が厳しいため、排水処理に要する設備費・運用費が増加する可能性がある
排水クローズド	・外部への放流がないことが環境負荷低減になりうる。	・施設内排水を減温塔で噴霧蒸発処理するため、ボイラ効率が低下する。 ・20年間のLCC評価を行う必要がある。※

※ 「エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル」平成26年3月(令和3年4月改訂)において、できる限り施設内排水は再利用した後に下水道等へ放流することを検討したうえで、『クローズドシステムを採用する場合には、膜処理等の高度排水処理技術導入により再利用水の利用用途を広げ、減温塔噴霧水の減少、発電効率の向上を検討し、20年間のLCC評価により効果があると判断された場合は導入を検討すること。』とされている。

5 処理方式

(3) 排水処理

他都市の状況

- 近年の焼却施設では、下水道が整備されている場合はほとんどが※1下水放流であり、未整備の場合はプラント排水はすべてクローズド、生活排水※2は公共用水域放流が多い状況であった（下表参照）。

※1 下水道整備地区であっても排水クローズドとしている施設が4施設あった

※2 焼却施設において排出される、トイレや手洗いなどプラント設備以外からの排水

- 近年の焼却施設におけるプラント排水の処理方式
(2020年以降稼働、施設規模100t/d以上、京都市調べ全30施設中の内訳)

		プラント排水		
		下水放流	公共用水域放流	排水クローズド
区域	下水道 整備区域	17	0	4
	下水道 未整備区域	0	0	9

- 同施設の生活排水の処理方式

		生活排水		
		下水放流	公共用水域放流	排水クローズド
区域	下水道 整備区域	20	0	1
	下水道 未整備区域	0	7	2

- なお、上表のうち現時点で確認できている範囲ではすべて、各自治体等が建設工事を発注する際の要求水準書等において放流先が指示されていた。

5 処理方式

(3) 排水処理

公共用水域放流と排水クローズドのコスト比較

- メーカーアンケート結果を基に、排水クローズドとした場合の発電量と売電収入を試算したところ、排水クローズドの方が年間発電量が0.3%減少し、約2.7百万円/年の売電収入減少になると見込まれる結果となった。

条件:クローズド方式の場合、プラント排水のうち公共用水域(河川)放流分を炉内噴霧とし、その分だけボイラーへの入熱が減少するとした。また、焼却炉は常時2炉運転とし、入熱の減少と発電量は比例、売電単価は令和7年度の京都市3CCの売電価格を基に15円/kWhと仮定した。

なお、クローズドの場合でも排水を場内で再利用することから、排水処理設備については同等の設備が必要になるものと想定し、比較には含めていない。

排水処理まとめ

- 近年、下水道未整備区域に建設する焼却施設においては、プラント排水はクローズドにするのが主流となっており、公共用水域に放流する場合と比較してコストもほとんど変わらない(微増程度)。
- なお、バイオガス化施設を併設する場合は、焼却単独と比べて排水量が増加するため、排水クローズドは難しい。

6 余熱利用

山間部等における余熱利用例

- 近隣にエネルギー需要がない地域でのごみ焼却施設においては、場内利用(給湯、ロードヒーティング等)を除いて、発電(売電)以外の余熱利用はほとんど確認できていない。
- 限られた事例であるが、一部の施設では余熱利用の取組として、トランシーポートコンテナを活用し、遠方への熱輸送あるいは施設停止時の熱源として利用している例がある。

- トランシーポートコンテナ

工場や焼却施設などから出る200°C以下の排熱を熱交換により潜熱蓄熱材※に蓄え、トラックで輸送し熱を供給するシステム。また、コンテナを定置し、施設停止時の熱源として利用することもできる。

※ 蓄熱すると液体、放熱すると固体となる潜熱蓄熱材を用いて、固体⇒液体の相変化に要するエネルギー(潜熱)を蓄熱するもの。コンテナ1つあたり、350kWh～1,400kWh程度の熱量を蓄えることができる。



出典:トランシーポートコンテナ(熱の宅配便) (三機工業株式会社)

- ただし、トランシーポートコンテナを利用する場合には、安定的な熱需要の確保が必要になるほか、熱の供給元と供給先の双方に熱交換用の設備を導入するための面積及びコストが必要であるといった課題がある。

参考:潜熱蓄熱材を活用した廃熱利用システム「トランシーポートコンテナ」(三機工業株式会社)
「熱の宅配便」排熱をコンテナで配送 トランシーポートコンテナ(三機工業株式会社)

7 脱炭素仕様

(1) 高温高圧・高効率発電

高温高圧の他都市事例

- 近年、高温高圧(6MPa-450°C)を採用する事例が増えつつあり、発電効率も25%を超えるなど上昇傾向にある。
(本市の既存施設はいずれも4MPa-400°C(直近に整備した南部CCの発電効率:20%))
- 近年の高温高圧(6MPa-450°C)を採用した事例(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

自治体(一部事務組合)名	施設名称	稼働開始	焼却規模	発電出力	発電効率
広島県 廿日市市	はつかいちエネルギークリーンセンター	2019	150t/日	3,170kW	21.60%
三重県 桑名広域清掃事業組合	桑名広域清掃事業組合可燃ごみ焼却施設	2019	174t/日	3,080kW	21.85%
東京都 八王子市	館クリーンセンター	2022	160t/日	4,440kW	25.2%
長野県 穂高広域施設組合	穂高クリーンセンターごみ焼却施設	2020	120t/日	3,000kW	21.6%
北海道 札幌市	新駒岡清掃工場	2025	600t/日	16,800kW	26.5%
福井県 福井市	新ごみ処理施設	2029	265t/日	6,100kW	25.8%
大阪府 大阪広域環境施設組合	新鶴見清掃工場	2029	620t/日	21,000kW	27.62%

出典:京都市調べ

他都市事例における導入経緯

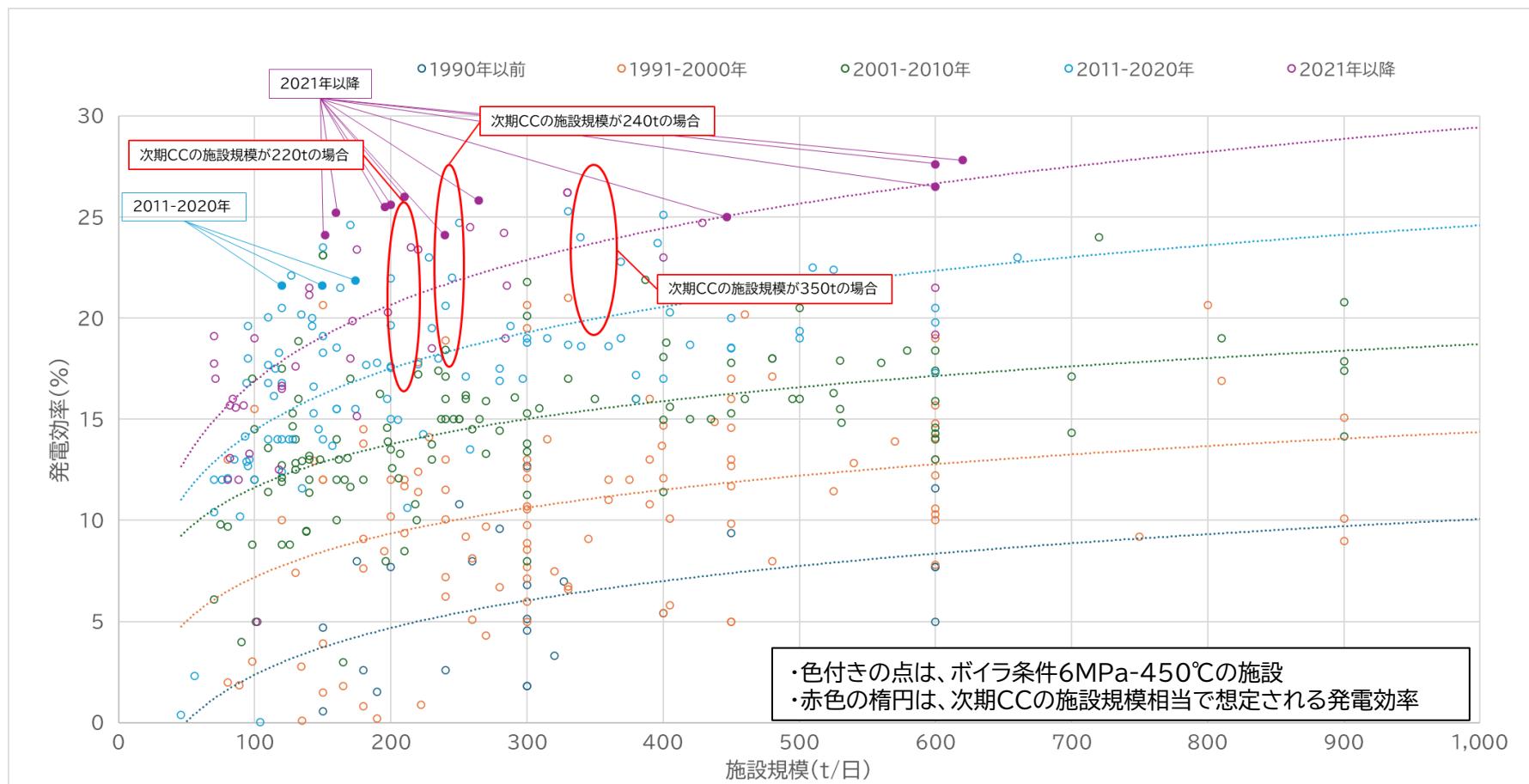
- 上記を含め、現在17施設(建設中を含む)で高温高圧(6MPa-450°C)の導入があり、うち、確認できている限りでは、発注時に高温高圧の蒸気条件を指定している事例は1件のみであった。
(ただし、厳密な指定ではなく、『6MPa450°Cを基本とする』との記述。)
- 現時点では、発注者の要求ではなく、メーカー提案により導入されている事例が多い。

7 脱炭素仕様

(1) 高温高圧・高効率発電

発電効率と施設規模相関(年代別)

- 次期CC想定施設規模(220/240/350 t/日)で、発電効率25%以上の施設が稼働している。
- 総じて6MPa-450°Cの施設は高い発電効率となっており、特に2021年以降(紫色)に建設された施設は、非常に高い発電効率を有している。



7 脱炭素仕様

(1) 高温高圧・高効率発電

メーカーアンケート結果

■ メーカーアンケート

- ・ 各社とも、4MPa-400°C以上の蒸気条件で提案があった。(うち2社は6MPa-450°C)
- ・ 4MPa-400°Cに比べて6MPa-450°Cは、年間の発電量が約16%高い結果であった。
- ・ また、詳細な内訳は明らかにされなかったが、ヒアリングでは、高温高圧化による設備・維持コスト増加より売電収入の増加の方が高く、高温高圧化が有利と回答したメーカーもあった。

課題等

■ 高温高圧の課題として、以下が挙げられる

- ・ 発電効率及び発電量の向上が見込まれるが、高温腐食や減肉が起こりやすいと想定されることから、さらに耐腐食性・耐摩耗性に優れた素材の使用や、水管・過熱器管の保護ために肉盛り溶接が必要となるなど、コスト増加要因となると考えられる。
- ・ 稼働から約35年使用するごみ焼却施設において、最長でも約6年しか稼働しておらず、長期稼働に関する課題等の知見の蓄積が今後の課題となる。

7 脱炭素仕様

(2) 排ガス処理の簡素化

湿式排ガス処理の非設置

■ メーカーアンケート結果

- 各社とも、湿式排ガス処理の非設置でも排ガス処理基準を満たすことができるという回答であった。
→ 年間の消石灰使用量は平均1,100トンで、南部CCに比べ埋立量が年間約1,000トン増加（埋立量6.7%増、20年間で東部山間埋立処分地の残余年数約6.2か月分に相当）

■ 20年LCC及びCO₂の比較

- 以下の4項目について、試算を行った結果は以下のとおり。

項目	効果
湿式ガス洗浄塔が不要	イニシャルコストの削減
排ガス再加熱に使う蒸気を発電に利用	発電量増加に伴う収入増加・CO ₂ 排出量削減
使用する消石灰の増加	薬品代の増加
埋立量の増加※	最終処分費の増加

計算方法：湿式ガス洗浄塔の費用=湿式ガス洗浄塔の設置面積×施設規模の換算×建築平米単価
+湿式ガス洗浄塔建設費×デフレーター

排ガス再加熱の費用=排ガス量×(煙突出口排ガス温度-ガス洗出口温度)×排ガス比熱×発電効率×売電単価

使用する消石灰量の費用=(消石灰使用量-南部消石灰使用量×施設規模の換算)×消石灰単価

飛灰の処分費用=埋立量の増加量×(大阪湾フェニックス処分場の一般廃棄物処分料金+運搬費)

CO₂排出量削減=排ガス量×(煙突出口排ガス温度-ガス洗出口温度)×排ガス比熱×発電効率×関西電力の電気事業者別排出係数

なお、湿式ガス洗浄塔の設置面積は南部CC図面から確認、湿式ガス洗浄塔建設費・南部消石灰使用量は南部CC実績、施設規模の換算は南部CCとの単純比例0.7(350/500)、排ガス量・煙突出口排ガス温度・発電効率・消石灰単価はメーカーアンケートの各社平均、建築平米単価はメーカーHP結果、ガス洗出口温度は本市調べ、排ガス比熱は陸上ボイラーの熱勘定方式のうち湿りの値、売電単価は令和7年度の京都市3CCの売電価格を基に15円/kWhと仮定、運搬費は本市実績、関西電力の電気事業者別排出係数は環境省電気事業者別排出係数一覧、デフレーターは国土交通省建設工事デフレーターを使用、消石灰の使用量・埋立量の増加量は上記による。

※ 飛灰の増加は浸出水性状の変化に伴う、浸出水処理コスト・処理期間の変化なども想定されるが、これらに係る定量的な評価は難しく、ここでは最終処分の増加量の評価のみとした。

約1億円の費用と
約1.9万t-CO₂の
削減効果があると
見込まれる。

※ この他、湿式ガス洗浄塔の非設置
によるメンテ費用等の削減効果も
ある。

7 脱炭素仕様

(2) 排ガス処理の簡素化

湿式排ガス処理の非設置

■ 国交付金

- ・ 湿式ガス洗浄塔はエネルギー回収率の向上を図るため、令和2年度から交付対象より除外されており、設置する場合は全額本市の負担となる。

■ 他都市の状況

- ・ 下表の近年の焼却施設の排ガス処理設備設置状況において、湿式排ガス処理を設置している施設が30施設中1施設のみであり、近年は湿式排ガス処理設備を設置する事例はほとんどない。

近年の焼却施設の排ガス処理設備設置状況(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)
(2020年以降稼働、施設規模100t/d以上、京都市調べ全30施設中の内訳)

処理設備構成	施設数	%
乾式排ガス処理のみ	13施設	43.3%
乾式排ガス処理 + 触媒脱硝塔	14施設	46.6%
乾式排ガス処理 + 活性炭吸着塔	2施設	6.7%
湿式排ガス処理 + 触媒脱硝塔	1施設	3.3%

- 最終処分量が年6.7%増加(20年間で東部山間埋立処分地の残余年数約6.2か月分の増加に相当)するものの、20年間で約1億円の費用と約1.9万t-CO₂の削減効果が見込まれる。

7 脱炭素仕様

(2) 排ガス処理の簡素化

触媒脱硝塔の非設置

■ メーカーアンケート結果

- ・ 各社とも、本市提示の排ガス基準値では非設置不可能であるが、基準値が50ppm以下なら非設置にできる(うち、1社は40ppm以下)との回答であった。

■ 他都市の状況(他都市・組合におけるNOxの基準値)

- ・ 近年の焼却施設の排ガス処理設備設置状況において、触媒脱硝塔は半数(15/30)の施設が設置している。
- ・ 同30施設の窒素酸化物(NOx)の排出基準値を確認したところ下表のとおり。排出基準値が40ppm以下の施設ではすべて触媒脱硝塔を設置している。

(2020年以降稼働、施設規模100t/d以上、京都市調べ全30施設中の内訳)

NOxの基準値	施設数(うち、触媒脱硝塔設置件数)	%
30ppm以下	7 (7)	23.3%
40ppm	2 (2)	6.7%
50ppm	10 (3)	33.3%
50ppmより高く、100ppm以下	10 (3)	33.3%
100ppmより高い	1 (0)	3.3%

(参考) 法基準値=250ppm(大気汚染防止法)

7 脱炭素仕様

(2) 排ガス処理の簡素化

触媒脱硝塔の非設置

■ 20年LCC及びCO₂の比較

- 以下の2項目について、試算を行った結果は以下のとおり。

項目	効果
触媒脱硝塔が不要	イニシャルコストの削減
発電量の増加	発電量増加に伴う収入増加・CO ₂ 排出量削減

計算方法:触媒脱硝塔の設置面積の費用=触媒脱硝塔の設置面積×施設規模の換算×建築平米単価
+触媒脱硝塔建設費×デフレーター

発電量の増加の費用=発電量×発電量の増加率×売電単価

CO₂排出量削減=発電量×発電量の増加率×関西電力の電気事業者別排出係数

なお、触媒脱硝塔の設置面積は南部CC図面から確認、触媒脱硝塔建設費は南部CC実績、施設規模の換算は南部CCとの単純比例0.7(350/500)、発電量はメーカーアンケートの各社平均、建築平米単価・発電量の増加率はメーカーヒア結果、売電単価は令和7年度の京都市3CCの売電価格を基に15円/kWhと仮定、関西電力の電気事業者別排出係数は環境省電気事業者別排出係数一覧、デフレーターは国土交通省建設工事デフレーターを使用。使用薬剤量の増減は基準値によるため考慮していない。

(参考)以下の条件で、20年間で9.27億円の費用と16,800t-CO₂の削減効果があるとしたプラントメーカー文献※もある。

試算条件:施設規模300t/日(150 t/日×2炉)、280日/年運転、低位発熱量8,800kJ/kg

NOx発生濃度100ppm、NOx保証値40ppm、バグフィルタ運転温度170°C、触媒脱硝運転温度210°C

売電単価12円/kWh、25%アンモニア水単価55円/kg、触媒寿命4年

※ 高性能排ガス処理システム(Hitz 技報 Vol.74 No.1 2013.5)

- 次期CCのNOx基準が現行施設と同じ(30ppm)場合、触媒脱硝塔を設置する必要があるが、50ppmまで引き上げることにより、非設置とすることができます。
- 触媒脱硝塔を非設置とした場合、20年間で約6.6億円の費用と約1.3万t-CO₂の削減効果があると見込まれる。

約6.6億円の費用と
約1.3万t-CO₂の
削減効果があると
見込まれる。

※ この他、触媒交換費用や、触媒脱硝塔の非設置によるメンテ費用の削減効果もある。

7 脱炭素仕様

(2) 排ガス処理の簡素化

活性炭吸着塔の非設置

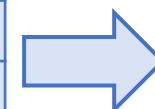
■ メーカーアンケート結果

- 各社とも、活性炭吸着塔の非設置でも排ガス処理基準を満たすことができるという回答であった。
→ 年間の活性炭使用量は平均約17トン、南部CCに比べ埋立量が年間約19トン増加
(埋立量0.1%増、20年間で東部山間埋立処分地の残余年数約4日分に相当)
※ 活性炭吸着塔で使用した廃活性炭は粉碎して炉内処理されるが、バグフィルタ前で噴霧した場合はそのままバグフィルタに捕集されるため飛灰量の増となる

■ 20年LCCの比較

- 以下の3項目について、試算を行った結果は以下のとおり。

項目	効果
活性炭吸着塔が不要	イニシャルコストの削減
活性炭使用量の増加	薬品費の増加
埋立量の増加	最終処分費の増加



約1.7億円の費用削減効果が見込まれる。
※ この他、活性炭吸着塔の非設置によるメンテ費用の削減効果もある。

計算方法: 活性炭吸着塔の設置面積の費用 = 活性炭吸着塔の設置面積 × 施設規模の換算 × 建築平米単価
+ 活性炭吸着塔建設費 × デフレーター

使用する活性炭使用量の費用 = (活性炭使用量 - 南部活性炭使用量) × 活性炭使用量 × 活性炭費用

飛灰の処分費用 = 埋立量の増加量 × 大阪湾エニックス処分場の一般廃棄物処分料金

なお、活性炭吸着塔の設置面積は南部CC図面から確認、湿式ガス洗浄塔建設費・南部活性炭使用量は南部CC実績、施設規模の換算は単純比例(0.7)、活性炭使用量・活性炭費用はメーカーアンケートの各社平均、建築平米単価はメーカーヒア結果、デフレーターは国土交通省建設工事デフレーターを使用。埋立量の増加量は上記による。

- 他都市事例(スライド39)においても、近年は活性炭吸着塔を設置する事例はほとんどない。
- 最終処分量が年0.1%増加するもの、20年間で約1.7億円の費用削減効果が見込まれる。

7 脱炭素仕様

(3) 建築物の脱炭素仕様

ZEB (Net Zero Energy Building)

■ ZEBの定義



	定性的な定義	定量的な定義(判断基準)
『ZEB』	年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物	以下の①及び②に適合した建築物 ① 基準一次エネルギー消費量から50%以上の削減(再エネ除く) ② 基準一次エネルギー消費量から100%以上の削減(再エネ含む)
Nearly ZEB	『ZEB』に限りなく近い建築物として、ZEB Readyの要件を満たしつつ、再生可能エネルギーにより年間の一次エネルギー消費量をゼロに近付けた建築物	以下の①及び②に適合した建築物 ① 基準一次エネルギー消費量から50%以上の削減(再エネ除く) ② 基準一次エネルギー消費量から75%以上の削減(再エネ含む)
ZEB Ready	『ZEB』を見据えた先進建築物として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネ設備を備えた建築物	以下の①に適合した建築物 ① 基準一次エネルギー消費量から50%以上の削減(再エネ除く)
ZEB Oriented	ZEB Readyを見据えた建築物として、外皮の高性能化及び高効率な省エネ設備に加え、更なる省エネの実現に向けた措置を講じた建築物	以下の①、②及び③を満たす建築物 ① 延べ床面積が 10,000 m ² 以上であること ② 該当する用途毎に、再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から規定する一次エネルギー消費量を削減すること A) 事務所等、学校等、工場等は40%以上 B) ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等は30%以上 ③ 「更なる省エネの実現に向けた措置」として、未評価技術(WEBPROにおいて現時点で評価されていない技術)を導入すること

※ ZEB Oriented相当とは ZEB Orientedの定量的要件のうち②を満たすことをいう。

出典:京都市公共建築物脱炭素仕様(令和6年3月、京都市)、環境省HP「ZEB PORTAL」

- ZEBを達成するには、創エネ(太陽光発電など)・省エネ(高効率な設備や断熱性能の向上など)を積極的に導入する必要があり、コストが増加する傾向にある。
※なお、ごみ発電はZEBの計算には含まれない。

7 脱炭素仕様

(3) 建築物の脱炭素仕様

京都市公共建築物脱炭素仕様(令和6年3月)

- 令和6年4月1日以降(適用期間は7年間)に設計を行う事業より、延べ面積10,000m²以上の新築及び増設工事の場合は原則ZEB Oriented以上(BEI^{※1}0.6または0.7以下^{※2})としている。
また、本市独自の取り組みとして、外皮性能基準(BPI^{※3}) の基準を定めている。

延べ面積・用途	外皮性能基準 (BPI)	一次エネルギー消費量基準 (BEI)
10,000 m ² 以上 (すべての用途)	0.75以下	ZEB Oriented 以上 (BEI \leq 0.6 or 0.7)
300 m ² 以上 10,000 m ² 未満 (事務所等、学校等)	0.75以下	ZEB Ready 以上 (BEI \leq 0.5)
300 m ² 以上 10,000 m ² 未満 (事務所等、学校等以外)	0.75以下	ZEB Oriented 相当 以上 (BEI \leq 0.6 or 0.7)
300 m ² 未満 (すべての用途)	—	BEI \leq 0.75
住宅	—	ZEH 水準 (BEI \leq 0.8)

※1 BEI:とは、建築物の省エネ指標。建物の利用に伴う直接的なエネルギー消費量を一次エネルギー消費量といい、設計一次エネルギー消費量を基準一次エネルギー消費量で除した数値を指す。本仕様におけるBEIにおいては、エネルギー利用の効率化設備によるエネルギー消費削減量を含まないものとする。

※2 建築基準法上の用途が工場(ごみ処理施設はこれに該当)の場合、0.6以下

※3 BPI:とは、建築物の外皮性能の指標。PAL*(外皮基準の指標)により算出される年間熱負荷の基準をいい、設計年間熱負荷係数(設計PAL*)を基準年間熱負荷係数(基準PAL*)で除した数値を指す。

7 脱炭素仕様

(3) 建築物の脱炭素仕様

クリーンセンターにおけるBEIの計算方法

- 建築物省エネ法では、住宅・建築物の一次エネルギー消費量の基準の水準として、BEI(Building Energy Index)という指標を用いる。ZEBの評価でも建築物省エネ法と同様に、BEIを用いる。BEIは国立研究開発法人建築研究所が公表している建築物のエネルギー消費性能計算プログラムを使用して計算する。

出典:環境省HP「ZEB PORTAL」

(以下は、「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)標準入力法 入力マニュアル」から抜粋して要約したもの。)

- 建築物省エネ法では、建物のエネルギー消費性能を評価する際、室用途ごとに設定された「標準室使用条件」を用いて一次エネルギー消費量を算出する。一方、用途が多様で標準化が困難な室(工場の生産室や外部へ電気・熱・高度演算などを提供する機械設備室など)については、一次エネルギー消費量を算定対象外とする。なお、それらに付随する制御盤室、監視室、倉庫、休憩所、便所などは評価対象に含める。
※工場等には室用途の分類が2種類(倉庫、屋外駐車場又は駐輪場)しかないため、該当しない使われ方の室は、実際の用途に近い他の室用途を選んで評価する。例えば、工場内に事務室がある場合は、建物用途を「工場等」とした上で、室用途として「事務所等—事務室」を選んで評価する。

⇒クリーンセンターはエネルギー消費性能計算プログラム上、建物用途は「工場等」に分類され、プラント部分(制御盤室、倉庫、便所等は除く)は評価対象に含まれない。ただし、事務室や会議室などの事務所用途の部屋は評価対象に含まれる。

- 一次エネルギー消費量は、①空気調和設備、②機械換気設備、③照明設備、④給湯設備、⑤昇降機の5種類の一次エネルギーにOA機器等による「その他一次エネルギー消費量」を加えた値から、太陽光発電設備、コーチェネレーション設備による削減量を差し引いて算出する。

⇒ごみ処理発電による一次エネルギー削減量は含まれない。

出典:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) 標準入力法 入力マニュアル Ver.3. 9
(2024年4月、国土交通省 国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人 建築研究所)

7 脱炭素仕様

(3) 建築物の脱炭素仕様

外皮性能基準BPIの計算方法

■ 外皮性能基準であるBPIは、BEIの評価対象となった室のうち、外壁に面した室を対象として算出される。

■ 以下の建物の外皮仕様に関する情報から算出される。

- ・ 外皮仕様

建物の外壁、屋根、窓などの仕様(断熱材、ガラスの種類、構造、開口部の割合など)を定義する。これにより、熱損失および日射熱取得の条件が決まる。

- ・ 気候条件、地域条件、用途条件の設定

建物の所在地(地域区分)、用途、室条件などを設定する。これにより、外気温度、日射条件、内外温度差など、熱負荷の前提条件が決まる。

⇒ 上記の仕様と条件をもとに、外皮からの熱損失量および日射による熱取得量を含めた年間の「熱負荷」が算定され、基準値との比較によりBPIが算出される。

出典:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) 標準入力法 入力マニュアル Ver.3.9
(2024年4月、国土交通省 国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人 建築研究所)

7 脱炭素仕様

(3) 建築物の脱炭素仕様

ごみ処理施設のZEB化事例

■ 伊勢広域環境組合

施設規模:203t/日(101.5t/日・炉×2炉)

処理方式:ストーカ式

稼働開始:令和9年10月

BEI:0%以下(ZEB:認証済)

出典:伊勢広域環境組合ごみ処理施設整備・運用事業 実施方針 令和4年9月12日

伊勢広域環境組合HP ごみ処理施設として全国で初となる『ZEB』認証を取得

■ 福井市

施設規模:265t/日(132.5t/日・炉×2炉)

処理方式:ストーカ式

稼働開始:令和8年4月

BEI:50%以下 (ZEB Ready:発注時点)

出典:(仮称)福井市新ごみ処理施設整備・運用事業 実施方針 令和2年12月

(仮称)福井市新ごみ処理施設整備・運用事業 要求水準書 設計・建築設備業務編 令和3年7月

ZEBに関するまとめ

- ごみ処理施設におけるZEB認証の取得例は全国的に少ないものの、いくつかの事例が報告されている。
- 京都市公共建築物脱炭素仕様において、次期CCは”ZEB Oriented”以上を満たすことが基準となっているところ、更に高い水準のZEBを目指す場合、建設・運営コストが増加する傾向にあるため、費用対効果を踏まえた検討が必要であると考えられる。

7 脱炭素仕様

(4) CO₂回収

CO₂排出量

■ 本市における廃棄物処理に伴う温室効果ガス排出量

ごみ減量及び資源循環施策のあり方について(答申)において、
2030年目標:11.3万t-CO₂ (R5実績14.0万t-CO₂)
※施設・車両等のエネルギー消費由来含む

■ 次期クリーンセンターのCO₂排出量の試算

施設規模220t/d、240t/d、350t/dのごみ焼却場から排出されるCO₂の試算結果

施設規模	2050年組成		(参考)2030年組成	
	CO ₂ 排出量※1 (t-CO ₂ /d)	総CO ₂ 発生量※2 (t-CO ₂ /d)	CO ₂ 排出量※1 (t-CO ₂ /d)	総CO ₂ 発生量※2 (t-CO ₂ /d)
220t/d	27	156	54	180
240t/d	30	170	59	196
350t/d	43	247	87	286

※1 CO₂排出量:非バイオマス由来ごみの焼却に伴い発生するCO₂量

※2 総CO₂発生量:バイオマス由来のごみを含む全てのごみの焼却に伴い発生するCO₂の総量

(計算方法)

2050年組成:2050年の想定ごみ質※から、ごみ1tを焼却した際のCO₂排出量0.707t、うちバイオマス由来0.583t、非バイオマス由来0.124tとし、この数値から算出。

※皆川ら(2025)「2050年に向けた一般廃棄物焼却施設への二酸化炭素回収設備の導入の可能性」による試算値を引用

2030年組成:2030年の本市想定ごみ質から、ごみ1t当たりを焼却した際のCO₂排出量0.816t、うちバイオマス由来0.569t、非バイオマス由来が0.247tとして算出。
(いずれも焼却由来CH₄、N₂Oを含ます。)

7 脱炭素仕様

(4) CO₂回収

CO₂回収設備に必要な面積

- CO₂回収設備の設置には一定の敷地面積が必要となることから、次期クリーンセンターにおけるCO₂回収可能量を試算するため、1t/d当たりのCO₂回収に必要な面積を設定する。
- 国内において、排ガスからのCO₂回収の実証実験や実装事例は少数ではあるが存在する。そこで、実装段階として知られる佐賀市清掃工場の事例から、1t/d当たりのCO₂回収に必要な面積を110m²とした。

・佐賀市清掃工場の事例

自治体	プラント メーカ	概要	CO ₂ 回収設備の仕様等
佐賀市 清掃工場 (100t/日×3炉)	荏原環境 プラント	<ul style="list-style-type: none">・平成28年8月からCO₂分離回収設備稼動・対象は排ガスの約7~8%・CO₂回収はアミン吸収法・回収したCO₂は、気体のまま配管を通して周辺の野菜栽培等の需要家へ供給・実機にて稼働中　　なお、建設費用は約14.5億円(うち、国補助5億円)　　整備費用は年間約2.4千万円	<ul style="list-style-type: none">CO₂回収率:90%CO₂回収量:10t/dCO₂純度:約100%設置面積:約1,100m²設置設備:CO₂分離回収前処理設備 CO₂分離回収装置 CO₂分離回収後処理設備 CO₂貯留装置

※本表における「CO₂回収率」は、当該CO₂回収設備が取り込んだ排ガスから回収されるCO₂の割合。
設置面積にはCO₂の液化設備は含まれていない。

出典: 京都市調べ

7 脱炭素仕様

(4) CO₂回収

次期クリーンセンターにおけるCO₂回収の可能性

- メーカーアンケートの結果、建設候補地(造成可能と考えられる範囲を含む)においてCO₂回収設備を配置可能な面積は2000m²とする。
※CO₂回収設備を分散して設置することは非効率と考えられるため、スライド19に示す区域①に集中的に設置すると仮定。
- 佐賀市清掃工場の事例をもとに、1t当たりのCO₂回収に必要な面積を110m²と仮定すると、CO₂回収量は最大でも約18t-CO₂/d(約5260t/年)である。

施設規模	面積	CO ₂ 回収量	CO ₂ 回収率 ^{※1}
220t/d	2,000m ²	18t-CO ₂ /d	12%
	3,001m ²	27t-CO ₂ /d	18% ^{※2}
	15,398m ²	140t-CO ₂ /d	90%
240t/d	2,000m ²	18t-CO ₂ /d	11%
	3,274m ²	30t-CO ₂ /d	18% ^{※2}
	16,798m ²	153t-CO ₂ /d	90%
350t/d	2,000m ²	18t-CO ₂ /d	7%
	4,774m ²	43t-CO ₂ /d	18% ^{※2}
	24,498m ²	238t-CO ₂ /d	90%

※1 CO₂回収率:総CO₂発生量に対するCO₂回収量の割合

※2 18%:2050年組成の試算(スライド48参照)から、ごみ1tを焼却した際のCO₂排出量0.707tのうち非バイオマス由来0.124tの割合

仮に、全国のすべてのごみ焼却施設が18%のCO₂を回収すれば、非バイオマス由来CO₂に対してCNが達成されるという参考値として提示。

7 脱炭素仕様

(4) CO₂回収

CO₂回収に関するまとめ

- 排ガスからのCO₂回収の大半は実証段階であり、一部には実装されている取組もあるが、現時点において国費の使途は技術開発や実証であり、導入支援のメニュー（循環型社会形成推進交付金など）はない。（第3回次期CC整備等検討部会資料参照）
- 次期クリーンセンター建設候補地の敷地状況において、CO₂回収装置を設置した場合、回収率は7～12%である。次期クリーンセンターの建設段階での設置や、建設後の大規模改修等による設置については、今後の技術動向（CO₂回収装置のコンパクト化など）や資源循環施策によるごみ質の変化（特にプラスチック比率の変化、それに伴い焼却施設に求められるCO₂回収率の変化）を注視しつつ、慎重に検討を進めていく必要があると考えられる。

8 最終処分場の延命

(1) 焼却灰からの金属回収

主灰からの金属回収

- 本市の東北部クリーンセンターでは、湿潤した主灰から回収される金属が有価物として売却できていなかったことから、大規模改修時に乾式の灰コンベヤを導入し、湿潤化前の主灰から金属を回収する方針を採用した。結果、大規模改修後は回収した金属を有価で売却できている。
- 乾式コンベヤは近年複数のプラントメーカーによる導入事例がある。
- 20年LCC比較
次期クリーンセンターにおいて東北部クリーンセンターと同様の設備を導入・運用する場合の費用に関し、以下の項目について試算した。

項目	効果
湿式よりも高価な乾式コンベアの導入	イニシャルコストの増
金属回収設備(磁選機等)の導入	設備費及び建築面積増によるイニシャルコストの増
同設備に係る定期整備補修	メンテナンスコストの増
回収した金属の売却	有価物売却益の増
金属回収による埋立量の削減	最終処分費の削減

約5.9億円の費用増と
約1.5万tの最終処分量
削減(約4.2か月の延命
効果)が見込まれる。

計算方法:乾式コンベヤ導入による費用の増=(乾式コンベヤ建設費-湿式コンベヤ建設費)×施設規模の換算×デフレーター

金属回収設備の費用=金属回収設備の設置面積×施設規模の換算×建築平米単価+金属回収設備建設費×デフレーター

金属回収設備に係る定期整備補修費=(保守管理費+整備委託費)×施設規模の換算×デフレーター

次期CCの金属回収量(最終処分量削減)=金属回収量/ごみ焼却量×次期CCのごみ焼却量

回収した金属の売却費=次期CCの金属回収量×R6金属売却単価

最終処分費の削減=次期CCの金属回収量×(大阪湾フェニックス処分場の一般廃棄物処分料金+運搬費)

なお、金属回収設備の設置面積は東北部CCの図面から確認。乾式コンベヤ建設費、湿式コンベヤ建設費、金属回収設備建設費、保守管理費、整備委託費、金属回収量、ごみ焼却量、R6金属売却単価は東北部CC実績。建築平米単価はメーカーHP結果。施設規模の換算は東北部CCとの単純比例0.5(350/700)。デフレーターは国土交通省建設工事デフレーターを使用。次期CCのごみ焼却量は施設規模350t/dで年間稼働日数292日で計算。

8 最終処分場の延命

(1) 焼却灰からの金属回収

落じん灰からの金属回収(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

■ 焼却灰からの金属回収事例

(多摩ニュータウン環境組合 多摩清掃工場)

施設規模: 400t/日(200t/日・炉×2炉)

処理能力: ストーカ式

稼働開始: 平成10年4月(その1)、
平成14年4月(その2)

概要:

主灰から磁選機で鉄分回収を行うほか、令和元年度には、焼却灰のうち貴金属の含有率が高い「落じん灰」を回収し資源として活かすため、落じん灰搬送設備を新たに設置。

5年間の落じん灰等売却契約を締結して工事費を回収。

資源化実績(令和5年度):

焼却灰の中からの鉄回収 236トン

貴金属を含む落じん灰の回収 377トン

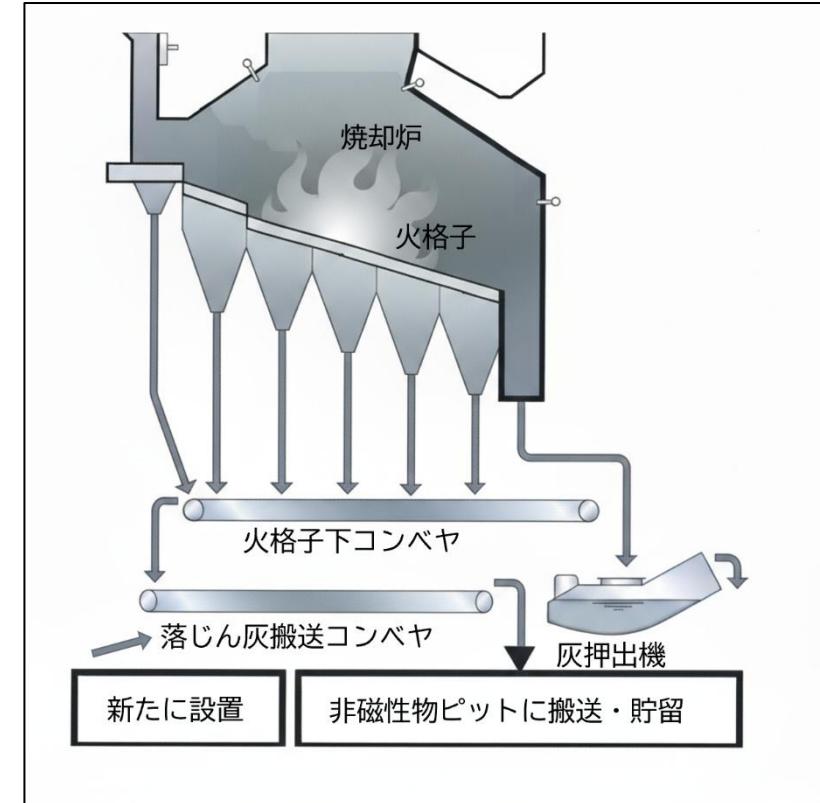
金属類有価物の売却総金額(令和5年度)

49,048,455円

(参考)

不燃・粗大ごみ等から手選別や機械選別での金属回収 925トン

小型家電・金属類からの金属回収 136トン



8 最終処分場の延命

(1) 焼却灰からの金属回収

落じん灰からの金属回収

■ 近年の採用事例

- 現在、建て替えを行っている大阪広域環境組合の鶴見工場では要求水準書に「焼却灰(落じん灰)を貴金属回収、資源化のため回収し、場外に搬出する」と記載されている。
(参考)

供用開始:令和11年、処理方式:ストーカ式、処理能力:620t/日(310t/日×2炉)

出典:大阪広域環境施設組合 鶴見工場建替・運転委託事業 要求水準書
令和4年4月15日 大阪広域環境施設組合

■ 横浜市の保土ヶ谷工場では要求水準書に落じん灰回収装置について、「焼却炉下部より排出された落じん灰を資源化処理するために提案により設ける」との記載がある。 (参考)

供用開始:令和11年、処理方式:ストーカ式、処理能力:1,050t/日(350t/日×3炉)

出典:保土ヶ谷工場(仮称)改築工事 発注仕様書 令和5年4月 横浜市

焼却灰からの金属回収に関するまとめ

- 主灰からの金属回収については、金属価格の影響を受けにくい乾式コンベヤの導入が有利であり、一定の延命効果も期待できるが、イニシャルコストが大きいため、他の延命策との優位性を比較検討する必要があると考えられる。
- 落じん灰からの金属回収については、稼働期間中に工事費を回収できる事例があるとともに、本市の北部クリーンセンター大規模改修においても導入する(稼働期間中に工事費を回収できる見込み)こと、近年の大都市の発注においても採用されていることを踏まえれば、回収量こそ少ないものの、導入可能性の高い最終処分場の延命策の一つであると考えられる。

8 最終処分場の延命

(2) 灰の資源化

灰の資源化についてのアンケート調査

- 灰の資源化について、政令市20自治体(東京二十三区清掃一部事務組合を含む)を対象にアンケート調査を実施した。調査の結果、灰の資源化を行っている自治体は13自治体であり、そのうち10自治体が民間企業へ外部委託して資源化を行い、9自治体が自治体所有施設で実施していた。なお、自治体所有の施設で行われている資源化はすべて溶融によるスラグ化であった。

灰の資源化に関するアンケート調査結果は以下のとおり。

項目	セメント原料化	スラグ化(自治体)	スラグ化(民間委託)	焼成砂化	山元還元	造粒固化
自治体数	7	9	5	4	2	1
平均処理費※ 円/t	24,400	—	43,500	36,100	42,900	25,300
資源化量 t	38,800	106,300	6,700	9,600	3,200	900

※処理費は運搬費を含まない税込み金額の平均。

※セメント原料化の平均処理費は主灰を対象としたものであり、飛灰は含まず。

※東京二十三区一部事務組合は、資源化種別ごとの処理費用について公表を行わないため、表中の集計(スラグ化(自治体)以外)には含めていない。(総量R6年度実績:10.2万t、R7年度計画:11.2万t)

最も多い手法はセメント原料化であったが、課題の有無についてヒアリングを行ったところ

- ・ セメント需要の先行きが不透明であり、事業者から長期の契約は行わないと言われた
- ・ 単年度契約においても、事務手続きに必要なぎりぎりのタイミングまで翌年度の契約可能量が判明しない

といった声が聞かれた。

出典:京都市調べ

8 最終処分場の延命

(2) 灰の資源化

他都市事例

■ 東京二十三組一部清掃組合の事例

- ・ 令和7年度の資源化計画量:
112,000t(セメント原料化77,300 t、徐冷スラグ化33,700 t、焼成砂化1,000t)
- ・ 搬出施設:中央、港、品川、目黒、大田、大田第一、多摩川、千歳、渋谷、
杉並、豊島、板橋、練馬、光が丘、墨田、新江東、有明、足立、
葛飾の各清掃工場と中防灰溶融処理施設(主灰の積替え)
- ・ 搬出先の処理施設:
(1) セメント原料化 北海道、青森県、岩手県、埼玉県、千葉県、山口県、福岡県、
大分県に所在する資源化施設(前処理施設含む)10か所
(2) 徐冷スラグ化 福島県、茨城県、栃木県、神奈川県、
愛知県に所在する資源化施設(前処理施設含む)5か所
(3) 焼成砂化 埼玉県に所在する資源化施設1か所

出典:東京二十三組清掃一部事務組合HP「焼却灰塔の資源化事業について」

■ 札幌市の事例

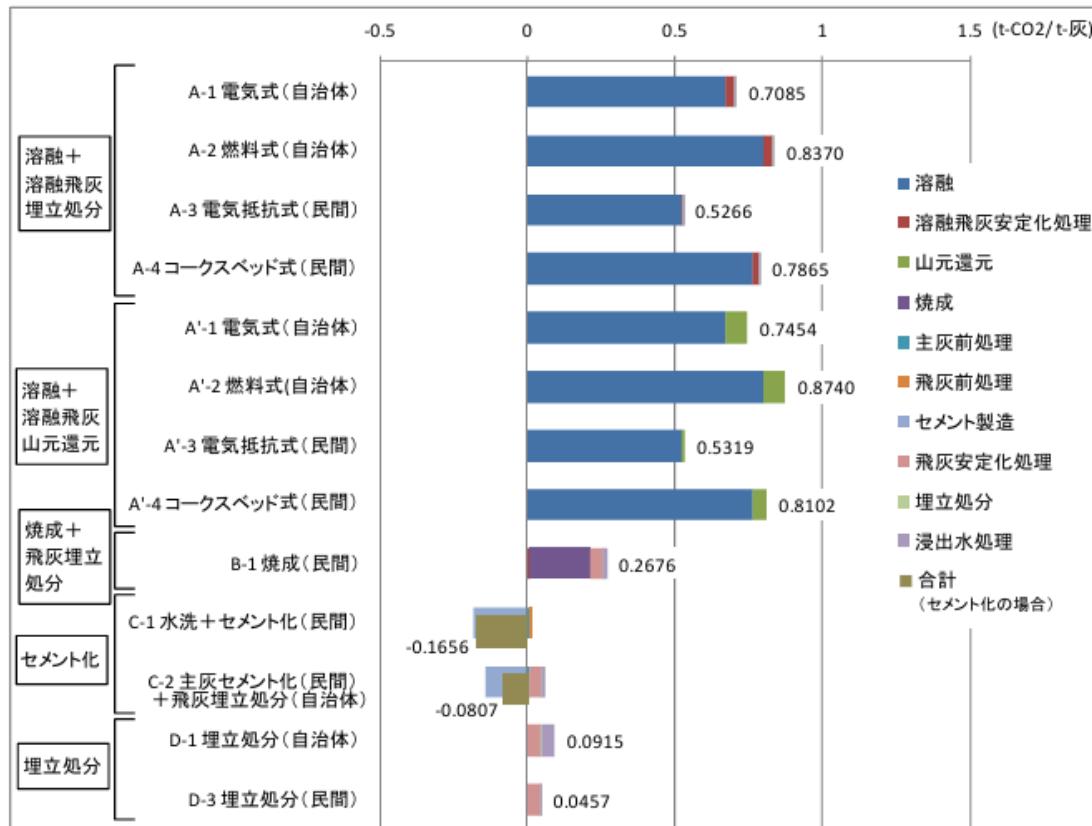
- ・ 焼却施設は3施設稼働しており、そのうち2施設から排出される一部の主灰をセメント原料化している。具体的には、白石清掃工場から排出される主灰約3.8万tのうち約1.5万t、駒岡清掃工場から排出される主灰約1.5万tのうち約0.5万tを資源化している。

■ さいたま市の事例

- ・ 焼却施設が3施設、溶融施設が1施設稼働しており、固化灰を除いたほぼ全量の灰を資源化。
 - ・ 今年度から稼働を開始した見沼環境センターでは、DBO方式による運営契約の中で、運営事業者が15年間にわたり資源化業者を選定し、資源化を行うことが盛り込まれている。
- ※メーカーアンケートより、以前は長期契約が可能であったが、現在は特に西日本では長期契約することは難しくなってきているとの回答あり。

8 最終処分場の延命 (2) 灰の資源化

各処理方法におけるCO₂排出量



※ セメント化における二酸化炭素排出量は、焼却灰を原材料としない製造方法と焼却灰を原材料の一部とする製造方法とを比較し、それぞれの二酸化炭素排出量の差をセメント化の排出量としていることに起因する。

埋立処分については、埋立期間を15年間と想定する。また、埋立完了後の浸出水処理期間を7年間と見込む。

輸送距離及び輸送方法の際による二酸化炭素排出量については、算出モデルには含まず。

※ 左表中「焼成」は焼成砂化のこと。

出典: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)—
平成22年3月 財団法人クリーン・ジャパン・センター

8 最終処分場の延命

(2) 灰の資源化

技術開発例

- 溶融技術を用いた分離・濃縮及びスラグ中の貴金属の分離回収
- 高度選別技術を用いた焼却灰からの金属・金銀滓回収

本市の試行実施事例

- 平成28年度および29年度に合計417トンのセメント原料化を実施し、これを使用したセメントについてはJIS規格を満たしていることを確認した。また、平成29年度および30年度には、合計400トンの焼成砂化を行い、これを使用した焼成砂は土壌環境基準を満足していることを確認している。

8 最終処分場の延命

(2) 灰の資源化

灰の資源化に関するまとめ

- 費用およびCO₂排出量の観点では、セメント原料化が最も優れている。ただし、セメント原料化については、セメント需要の先行きが不透明であるため、安定的な受け入れ先の確保が課題となる。
- クリーンセンターから排出される灰の全量を資源化せずとも、費用や委託先の受入可能量等の点から、可能な範囲で資源化を行う事例もある。
一方で、DBO方式による長期契約のなかに灰の資源化を含めて契約する事例もあるが、西日本では長期契約することは難しくなってきているとの情報がある。
- 溶融によるスラグ化については、多くの自治体で実績はあるが、CO₂排出量の面で劣り、民間企業へ委託する場合は単価が高い。ただし、CO₂排出量については、民間企業へ委託することで幾分抑えることが可能であると見込まれる(スケールメリットによるものと考えられる)。
- クリーンセンターで導入できる灰の資源化(外部委託含む)については、受入先の安定的な確保やCO₂排出量の増加、コストなど、どの手法も何らかの課題があり、それらが社会情勢に左右される側面もある。また、灰の資源化については、今もなお技術開発が行われている事例もあることから、こうした社会情勢や技術等の動向を見極めていく必要があると考えられる。

9 ライフサイクルでのコスト削減

(1) 建屋・設備コスト低減

プラント設備の屋外設置

- 「廃棄物処理施設の整備等に係るコストの削減方策について(提案)」(2023年8月 一般財団法人日本環境衛生センター) (第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

・ 施設整備に当たっては、建屋の気積を減らすため、一部の設備を屋外に設置する。焼却炉、排ガス処理設備、受変電設備等、屋外でも支障が生じないと考えられる設備も多いので、プラント性能の確保、運転面での必要性・利便性等、機能確保の観点から優先度をつける。産業廃棄物焼却施設や海外のごみ焼却施設では、焼却炉、排ガス処理設備等を屋外に設置している例がある。

- 他都市事例 (第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

- ・ 「泉北クリーンセンター整備基本構想」(令和5年7月 泉北環境整備施設組合)

・ 受入供給設備(ごみピット、プラットホーム等)のみの機能を持つ建屋を建設し、燃焼設備以降は建屋で覆わない、または、目隠し壁を一部設置する程度に留める
(土木建築費用を30%程度削減できる可能性がある)

- 景観上の課題

建設候補地が風致地区及び自然風景保全地区に該当することから、景観保持に留意が必要。

建屋・設備コスト低減のまとめ

- 設備の屋外設置は、廃棄物処理施設の整備コスト削減に有効な対策であることから、景観上の課題に配慮しながら検討する必要があると考えられる。

9 ライフサイクルでのコスト削減

(2) デジタル技術の活用

デジタル技術の活用例(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

■ 概況

- ・ 焼却炉の自動運転や遠隔監視などの技術開発が進み、維持管理の効率化が図られてきている。

■ プラントメーカーにおける主なデジタル技術の活用事例

技術事例	メーカー	現状 (研究・実証・実装)	省力化・省人化	トラブル時の対応	出典
AIごみ クレーン	日鉄 エンジニアリング	試験運用	省力化	従来の自動運転や手動運転に切り替えて継続運転	・改良型ごみクレーン自動運転システム「Think Crane®」の開発
	カナデビア	実証(東京23区杉並清掃工場)			・HitZ 技報 Vol.82 2021.12 AI技術を活用したごみ焼却施設の安定操炉と省力化の実現
遠隔監視・ 運転	タクマ	実装(足利市2028.3 運用開始)	省人化 遠隔監視と焼却炉自動運転と合わせて、1人の削減が可能	現地での通常運転に切替え	・第31回廃棄物資源循環学会研究発表会 講演原稿 2020 遠隔監視・運転支援拠点を活用した廃棄物焼却施設の運転安定化への取り組み
	川崎重工	実装			日本エネルギー学会機関誌「エネルギー」97, 636-640(2018)ごみ焼却施設の運転支援技術について
焼却炉 自動運転	JFE エンジニアリング	実証(山口県岩国市サンライズCC)		手動運転に切替え。 普段から手動での技能維持する訓練が必要	・JEFMA No.72[2024.3]長期間の無介入運転を実現する焼却炉自動運転システム 岩国市サンライズクリーセンターで実証運転終了
	タクマ	実装(さいたま市等)			・タクマニュースリリース2021.6 AIを活用した燃焼制御システム
清掃 ロボット	カナデビア	実証	省力化	手動を選択	HitZ 技報 Vol.83 2022.12 ごみ焼却施設のボイラ管群清掃装置
維持管理の 適正化	JFE エンジニアリング	研究	省力化	通常の定期的なメンテナンスに切替	環境浄化技術22巻6号P81-84 IoT技術を活用した機器の状態診断技術

9 ライフサイクルでのコスト削減

(3) 官民連携

事業方式の調査結果(第3回次期CC整備等検討部会資料再掲)

■ 概況

- ・ 近年は公設公営方式の導入割合が大幅に減少している。
- ・ 公設公営以外の方式では、DBO方式の導入割合が高い(近年は一層割合が高い)。

■ 焼却施設の事業方式

事業実施方式	645 (内、建設中14)		うち、2016年度以降稼働開始 121 (内、建設中14)	
	施設数	%	施設数	%
DB、DBM、その他公設公営	452 (1)	70.1	33 (1)	27.2
DB+O (長期包括運営委託)	83 (3)	12.9	21 (3)	17.4
DBO (その他公設民営含む)	100 (8)	15.5	63 (8)	52.1
PFI	10 (2)	1.5	4 (2)	3.3
合計	645 (14)	100	121 (14)	100

出典:環境省一般廃棄物処理実態調査結果/令和5年度調査結果/施設整備状況(焼却施設) 一部市で修正。
なお、全連続運転のみとし、休止又は廃止施設を除く。

10 災害時も稼働可能となる施設仕様等

施設の耐震化・耐水性

- スライド3の地震に関するハザードマップにおいて、旧西部CCの最大予測震度は「樺原～水尾断層」による6強とされている。
- スライド4の水害に関するハザードマップにおいて、旧西部CC周辺は、国道9号線も含め、浸水被害は想定されていない。
- 「廃棄物処理施設の耐震・浸水対策の手引き」(令和4年11月 環境省)においても、耐震・浸水対策については、周辺施設の整備状況や協定等による代替性・多重性、地質や気候などの自然環境・インフラ等の整備状況などの社会環境、地震・浸水に関する事項(活断層、建築基準法の地域係数、ハザードマップ等)などの地域特性を踏まえた上で、施設で確保すべき安全性の目標(要求性能)を定め、ハード対策だけでなく、ソフト対策も含めて適切な対策を検討することが求められている。

なお、検討の際は、施設全体の耐震性能を一律割増やすなど、施設の被災を完全に防ぐ考えでなく、一定の被災は想定した上で、汎用性機器の採用や予備品の確保など、復旧性能を高めることにより、施設に求められる機能や役割を果たす上で必要な耐震対策が確保できる可能性もあることに留意するよう求められている。

10 災害時も稼働可能となる施設仕様等

災害時の業務継続のための措置

- 「エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル」(平成26年3月（令和3年4月改訂）環境省)において、業務継続の重要性を踏まえて以下のとおりの機能が示されている。
 - ・ 外部からの電気の供給が途絶えた際にも、焼却炉が停止した状態から自立起動できるための始動用電源として、焼却炉1炉起動時の消費電力をまかなえる能力の発電設備を設置する。
 - ・ 始動用電源を駆動するために必要な容量の燃料貯留槽を設置する。
 - ・ 薬品等の補給ができない場合でも、焼却炉の運転が継続できるよう、1週間程度分の備蓄ができる貯蔵タンク等を設置する。
 - ・ 水については、1週間程度の運転が継続できるよう、災害時の取水方法を検討すること。

まとめ

- 「廃棄物処理施設の耐震・浸水対策の手引き」に基づき、施設の耐震化については、最大予測震度である6強に対応するとともに、一定の被災を想定した上で、汎用性機器の採用や予備品の確保など、復旧性能を高めるといった耐震対策についても検討が必要と考えられる。
- 一方、浸水被害の可能性はないため、施設の耐水性については、浸水被害を考慮する必要はないと考えられる。
- 業務継続のための措置については、その重要性を踏まえて、環境省のマニュアルを踏まえた対応が必要と考えられる。