

第 3 節 基本システムの検討

1 ごみ処理方式

(1) 可燃ごみ処理方式の選定方法

基本構想では、施設整備に係る基本方針として、構成市町で定めたごみ処理基本計画と整合性を図りつつ、廃棄物の持続的かつ適正な処理、循環型社会の形成及び国連の掲げる SDGs（持続可能な開発目標）の推進を図るため表 2-3-1 のとおり設定しています。

本計画における可燃ごみ処理方式の選定は、基本方針に基づき表 2-3-2 及び図 2-3-1 に示すように一次選定、二次選定に分けて選定します。

表 2-3-1 基本構想における整備に係る基本方針

	内 容
基本方針 1	安全・安心に配慮した施設
基本方針 2	災害に強く、強靱で安定的に処理できる施設
基本方針 3	経済性・効率性に優れた施設
基本方針 4	環境に配慮した施設
基本方針 5	地域に開かれた施設

表 2-3-2 可燃ごみ処理方式の選定の流れ

選定段階	選定内容
一次選定	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみ処理方式を整理して、下記のいずれかに該当する処理方式を除外する。 <li style="margin-left: 20px;">1) 基本構想において不適と判断した処理方式 <li style="margin-left: 20px;">2) 基本方針 1 の安全・安心に配慮した施設を考慮し、採用実績が十分でない処理方式
二次選定	<ul style="list-style-type: none"> ・一次選定で抽出した可燃ごみ処理方式を対象に、基本方針に基づく評価項目及び評価基準を設定し、可燃ごみ処理方式を選定する。

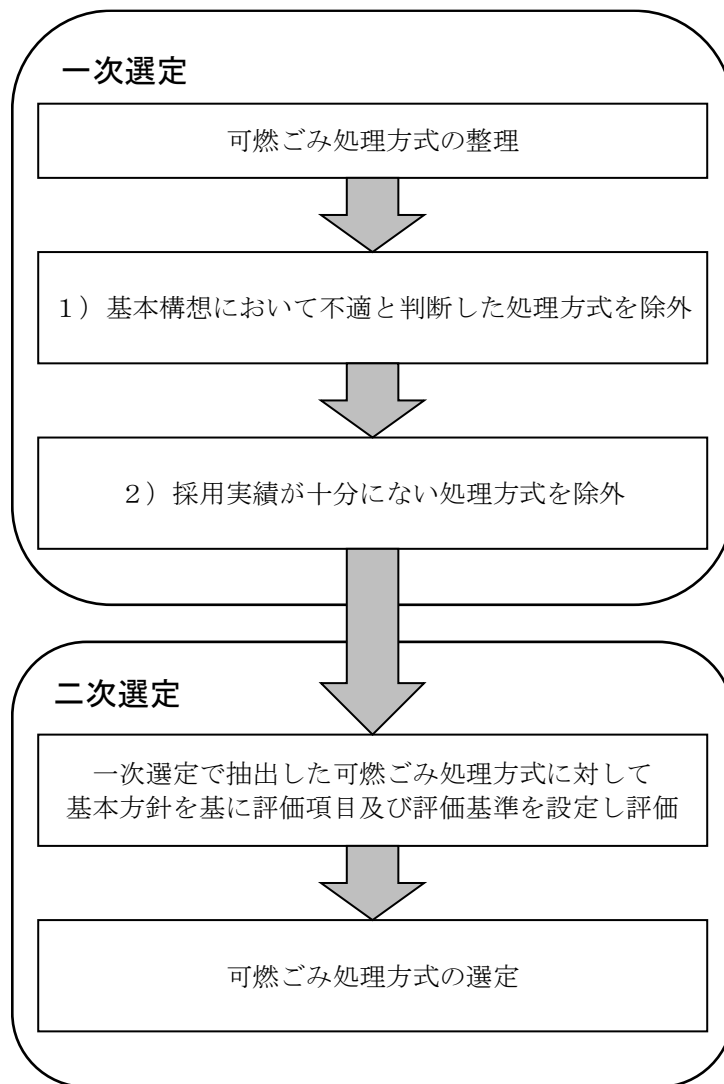


図 2-3-1 可燃ごみ処理方式の選定の流れ

(2) 可燃ごみの処理方式の整理

可燃ごみ処理方式については、基本構想において焼却方式のストーカ式を軸に今後の技術動向も踏まえ検討すると方向性を示しています。従来から広く普及している可燃ごみ処理方式と比較的新しい処理方式を分類毎に整理したものを図 2-3-2 に示します。また、その特徴を整理したものを表 2-3-3 及び 2-3-4 に示します。

直接焼却方式、ガス化溶融方式およびその他の方式として、メタンガス化、炭化、固形燃料化があります。その他の方式を、端的に表現するとごみを燃料に変換する方式です。

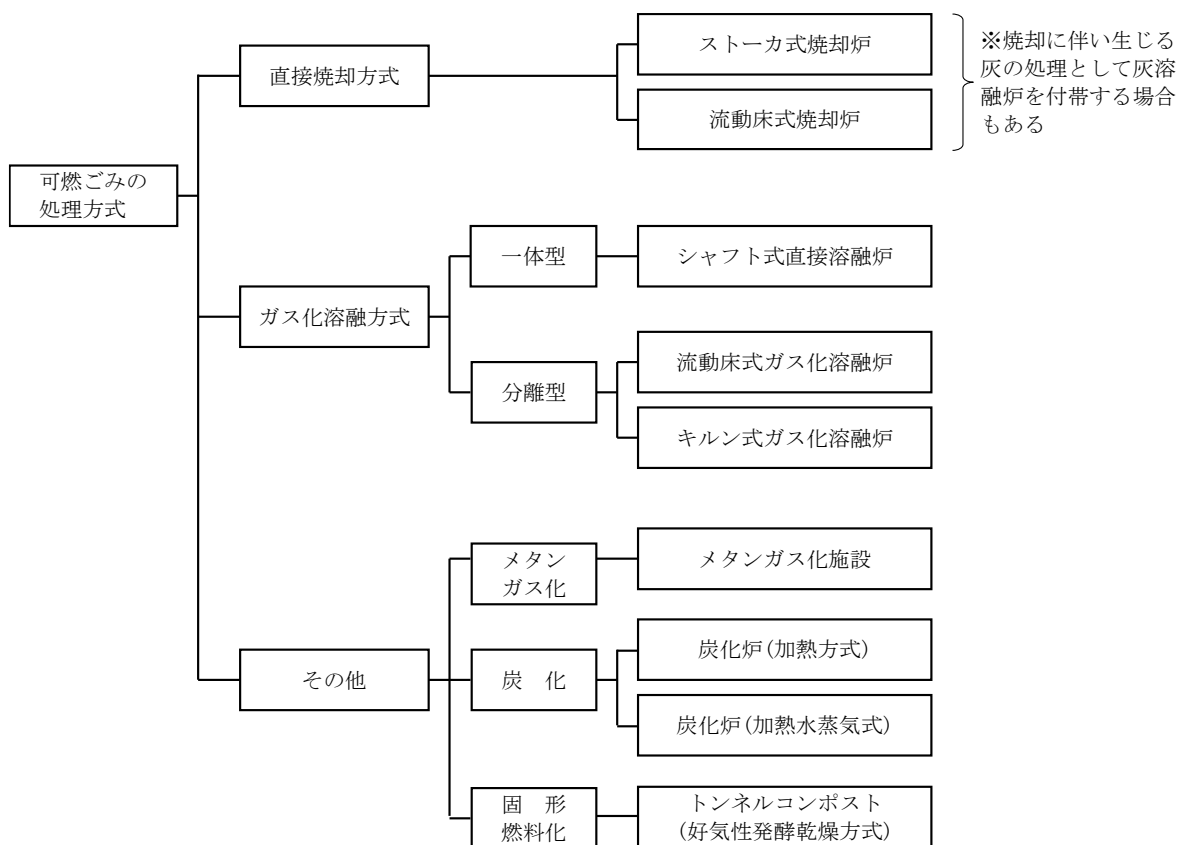


図 2-3-2 可燃ごみ処理方式の分類

表 2-3-3 可燃ごみ処理方式の特徴 (1/2)

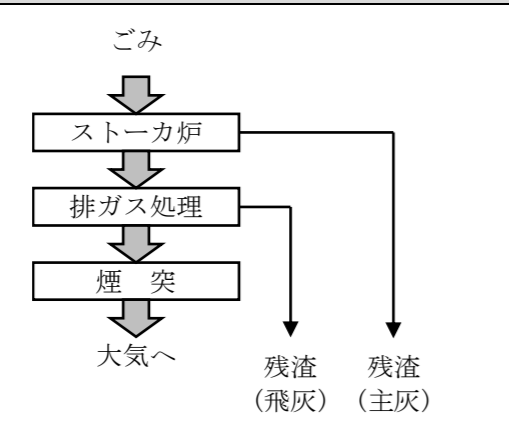
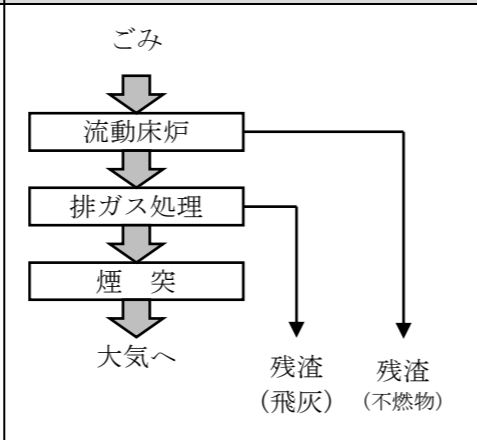
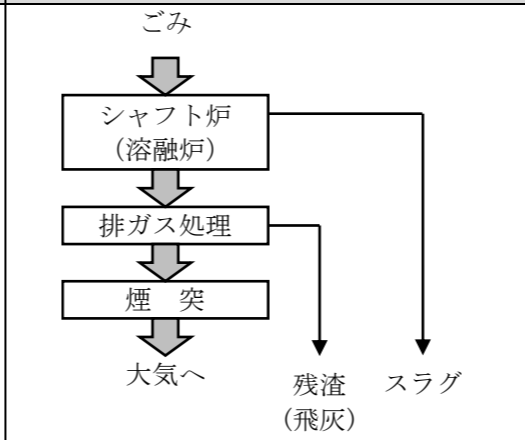
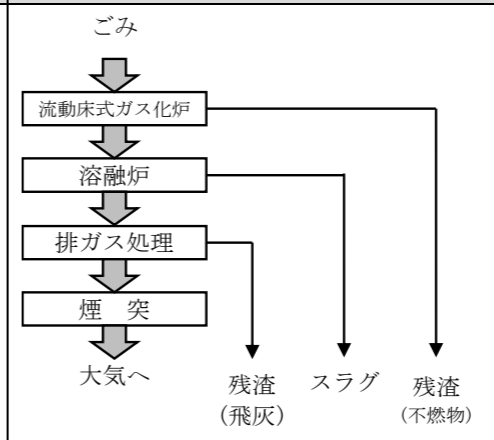
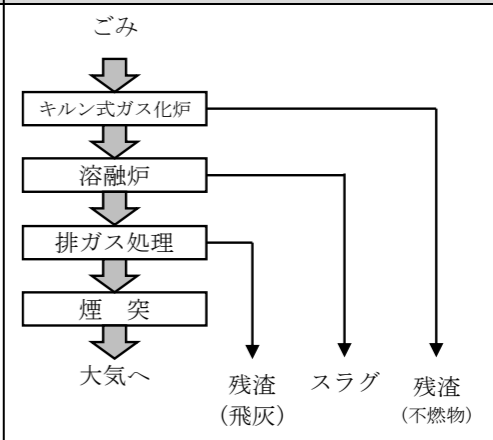
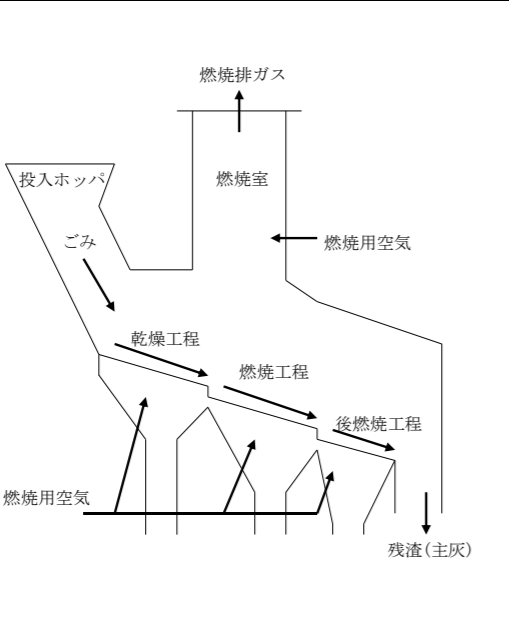
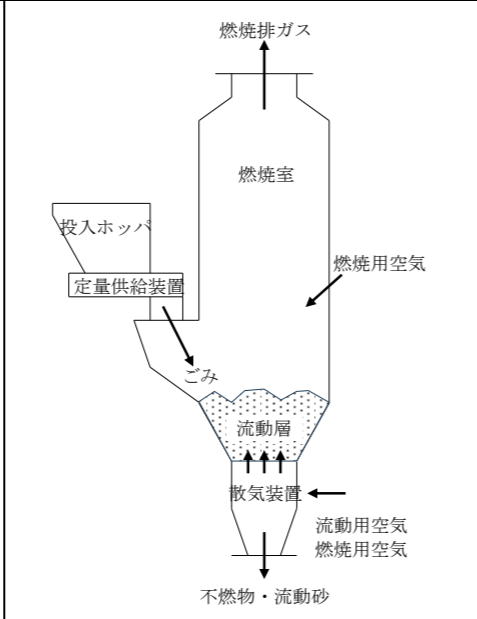
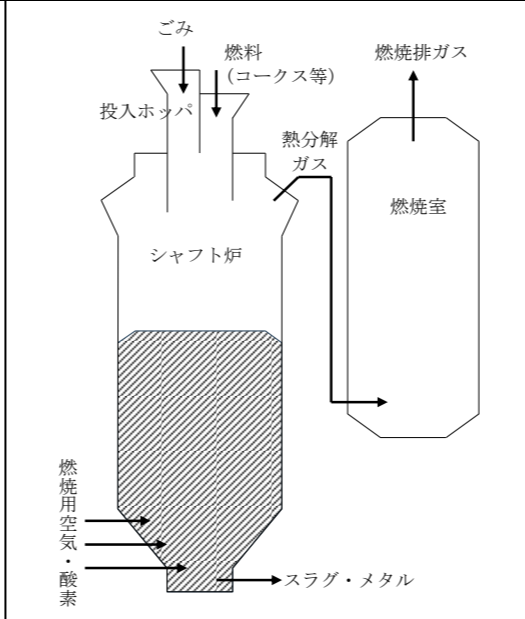
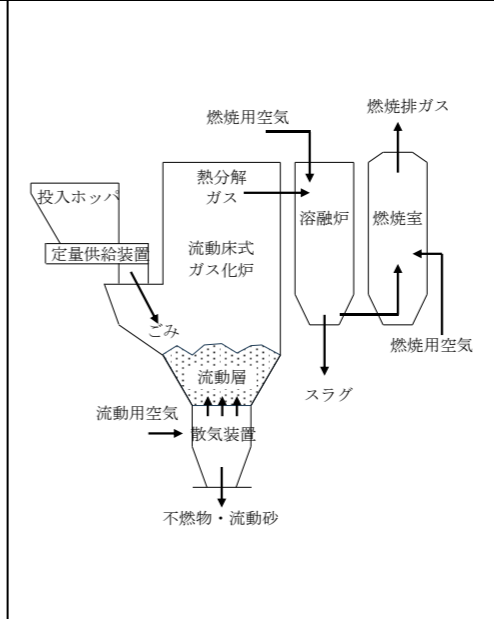
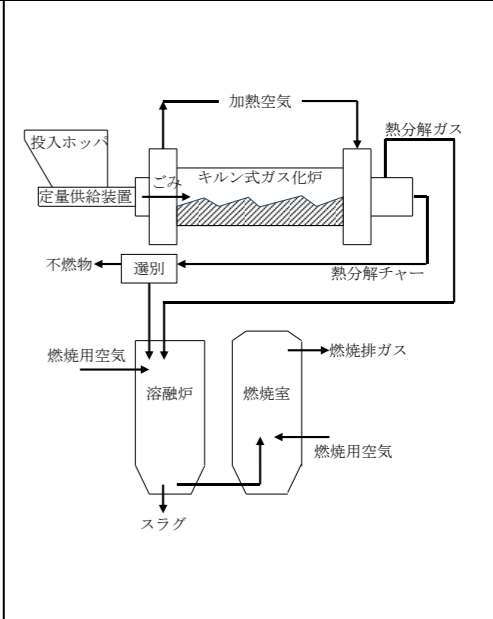
処理方式	直接焼却方式		ガス化溶融方式		
	ストーカ式焼却炉	流動床式焼却炉	一体型 シャフト式直接溶融炉	分離型 流動床式ガス化溶融炉	分離型 キルン式ガス化溶融炉
システム フロー (概略)					
模式図					
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ストーカ(火格子)を機械的に駆動し、下部から空気を送入しながら、投入したごみを乾燥、燃焼、後燃焼工程に順次移送し焼却する。 ・国内では歴史が古く最も稼働実績が多い。 ・成熟した技術であるといえ、比較的構造がシンプルであることから安定稼働に優れている。 ・残渣として焼却灰(主灰・飛灰)が発生するため、処理・処分が必要になる。 ・本組合の第二工場の方式である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・珪砂等の流動層に加压空気を供給し流動層を蓄熱させ、ごみを焼却する。ごみは流動層内で攪拌されながら瞬時に焼却される。 ・水分の多い汚泥などを焼却する炉の技術に応用した方式。 ・ストーカ式焼却炉に次いで国内実績が多いが、ダイオキシン類規制が行われる以前の排出量の多い施設事例の影響により近年は採用実績が少ない。なお、技術面で解決されている。 ・残渣として焼却灰(飛灰)と不燃物が発生するため、処理・処分が必要になる。 ・本組合の第一工場の方式である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・炉頂からごみと副資材(石炭由来の固形燃料(コークス)等)を投入し、1,700~1,800℃の高温でごみを溶融する。 ・溶鉱炉の技術を応用して開発された方式であり、不燃ごみにも対応する。 ・溶かされたごみは、スラグ(ガラス状または石質状の固化物)として排出される。 ・スラグは土木資材の代替えなどの利活用が期待できるものの、安定した利用先の確立が必要である。 ・温度維持のため、常時外部エネルギーが必要になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動床式焼却炉の技術を用いながらごみをガス化炉で熱分解して可燃性ガスを発生させ、後段の溶融炉で灰分等を溶かしてスラグとして排出する方式。 ・スラグは土木資材の代替えなどの利活用が期待できるものの、安定した利用先の確立が必要である。 ・流動床式焼却炉と同様、不燃物の排出がある。 ・安定運転の点から実状は燃料が必要になる場合が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動床式ガス化溶融炉と同様の思想で開発された方式。 ・ごみを熱分解ドラムでゆっくり可燃性ガスに分解し、後段の溶融炉で灰などを溶かしてスラグとして排出する。 ・流動床式ガス化溶融炉と違い、ガス化炉での滞留時間が1時間程度と長い。 ・スラグは土木資材の代替えなどの利活用が期待できるものの、安定した利用先の確立が必要である。 ・安定運転の点から実状は燃料が必要になる場合が多い。 ・機器点数が多いため他の炉に比較して複雑かつ大型になる。

表 2-3-4 可燃ごみ処理方式の特徴 (2/2)

処理方式	その他			
	メタンガス化施設	炭化炉 (加熱方式)	炭化炉 (過熱水蒸気式)	トンネルコンポスト (好気性発酵乾燥方式)
システムフロー (概略)				
模式図				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> メタンガス化施設は、酸素のない環境のもとで嫌気性微生物の働きによって有機物を分解させ、メタンガスや二酸化炭素を発生させ回収する施設である。 対象となる廃棄物は、メタン発酵が可能な生ごみを分別収集する方法と、通常の可燃ごみを破碎・選別し、メタン発酵に適した原料に処理する方法がある。 国内の自治体施設としては13施設である。そのうち生ごみではなく通常の可燃ごみを対象とする施設は6施設であり少ない。(環境省令和5年度施設整備状況資料より) 可燃ごみを対象とする場合、残渣やメタン発酵に適さない廃棄物を処理するため、焼却施設と併設するケースが多い。 本方式で可燃ごみの処理を完結するには、発生、回収したメタンガスの安定した利用先の確立が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 可燃ごみを炭化炉で熱分解処理し炭化物を回収する方式である。炭化炉の構造には、流動床式、キルン式、スクリュウ式などがある。 熱分解の方法は、ごみの部分燃焼を熱源に行う直接加熱と、高温空気を間接接触させ加熱する間接加熱がある。 熱分解処理温度(炭化温度)は、400~500℃の低温炭化と、500~1000℃の高温炭化がある。 熱分解処理時に可燃性ガスが発生するため、燃焼処理、排ガス処理が必要になる。その過程で焼却灰が発生するため処理処分が必要になる。 国内の自治体施設としては、4施設であり少ない。(環境省令和5年度施設整備状況資料より) 本方式で可燃ごみの処理を完結するには、回収した炭化物の安定した利用先の確立が必要である。そのため、脱塩など炭化物の品質向上が重要になる。 	<ul style="list-style-type: none"> 可燃ごみを炭化炉で熱分解処理し炭化物や再生油を回収する方式である。 熱分解の方法は、過熱水蒸気(水を沸騰させて発生した水蒸気(100℃)をさらに高温(100℃以上)に加熱した、無色透明の高温ガス)を用いる。無酸素状態での熱処理が可能のため、処理物(金属類)の酸化やCO₂の発生を抑制でき、ダイオキシン類などの有害ガスの発生を抑制できると言われている。 国内の自治体施設の実績が無いため、自治体レベルの可燃ごみ処理の安定性は不透明である。 熱分解処理の過程で排ガスが生じるが、国内の自治体施設の実績が無いため、排ガス性状は不透明である。 本方式で可燃ごみの処理を完結するには、回収した炭化物や再生油の安定した利用先の確立が必要である。そのため、炭化物や再生油の品質向上が重要になる。 	<ul style="list-style-type: none"> 可燃ごみをバイオトンネルで好気性微生物の働きにより生ごみなどを17日間程度で分解(発酵)し、選別後、固形燃料を製造する方式である。 分解した生ごみなどは選別し、発酵促進剤としてバイオトンネル内に返送し処理する。 紙、プラスチック、布などは分解時に生じる熱(70℃程度)と送風により乾燥させ固形燃料の原料として利用する。 固形燃料に不適な塩ビ製のプラスチックや金属類等は選別し残渣として処理する。 国内の自治体施設の実績はない。なお、香川県三豊市では民間のトンネルコンポスト施設で処理を行っている。 分解処理だけで17日間程度を要するなど、ごみの保管、処理に必要な敷地面積が非常に大きくなる。 本方式で可燃ごみの処理を完結するには、製造した固形燃料の安定した利用先の確立が必要である。

(3) 可燃ごみ処理方式の選定（一次選定）

1) 基本構想において不適と判断した処理方式の除外

基本構想において、メタンガス化施設は発生する残渣の焼却処理施設などの建設費や維持管理費、補修費が必要になるため、焼却方式と比較して経済性が大きく劣ると評価されていることから、選定する方式から除外します。

2) 採用実績による評価

可燃ごみ処理方式の採用実績については、キルン式ガス化溶融炉は、自治体の近年の発注実績がなく、自治体の稼働施設も少ない状況にあります。炭化炉（過熱方式）は、自治体からの近年の発注実績がなく、自治体の稼働施設も少ない状況にあります。炭化炉（過熱水蒸気式）並びにトンネルコンポスト（好気性発酵乾燥式）は、自治体からの近年の発注実績、稼働施設がともにありません。

3) 一次選定の結果

一次選定の評価結果を表 2-3-5 に示します。評価結果から、ストーカ式焼却炉、流動床式焼却炉、シャフト式直接溶融炉および流動床式ガス化溶融炉を選定します。

表 2-3-5 一次選定結果

処理方式		近年の 発注実績 ^{※1}	稼働施設 ^{※2}	評価	一次選定 結果	
直接 焼却 方式	ストーカ式焼却炉	159 件	660 件	○ 近年の発注実績、稼働施設ともに豊富である。	選定	
	流動床式焼却炉	3 件	106 件	○ 近年の発注実績は少ないが、稼働施設は豊富である。	選定	
ガス 化溶 融 方式	一体型 シャフト式直接溶融炉	9 件	53 件	○ 近年の発注実績、稼働施設ともに実績はある。	選定	
	分離型	流動床式ガス化溶融炉	2 件	42 件	○ 近年の発注実績は少ないが、稼働施設の実績はある	選定
		キルン式ガス化溶融炉	0 件	12 件	× 近年の発注実績は無いが、稼働施設の実績はある。	除外
そ の 他	メタン ガス化	メタンガス化施設	4 件	6 件	× 基本構想において不適と判断されている。	除外
	炭化	炭化炉 (加熱方式)	0 件	4 件	× 近年の発注実績は無い。稼働施設の実績はあるが少ない。	除外
		炭化炉 (過熱水蒸気式)	0 件	0 件	× 近年の発注実績、稼働施設の実績ともに無い。	除外
	固形 燃料化	トンネルコンポスト (好気性発酵乾燥方式)	0 件	0 件	× 近年の発注実績、稼働施設の実績ともに無い。	除外

※1 過去 10 年間（2015 年度(H27)～2024 年度(R6)）の国内の自治体の発注実績

※2 国内の自治体施設として環境省令和 5 年度施設整備状況資料による

(4) 可燃ごみ処理方式の選定（二次選定）

1) 二次選定の評価項目及び評価基準の設定

基本方針に基づく二次選定における評価項目及び評価基準を表 2-3-7 に示します。

表 2-3-7 評価項目及び評価基準

基本方針		評価項目		評価基準
1	安全・安心に配慮した施設	1-1	近年における自治体からの発注実績	○：50 件以上の発注実績がある △：発注実績は 50 件未満である
		1-2	稼働実績（信頼性）	○：30 年以上の稼働実績がある △：稼働実績は 30 年未満である
2	災害に強く、強靱で安定的に処理できる施設	2-1	ごみ量・ごみ質の変動への対応	○：変動への対応が可能である △：変動の影響を受けやすい
		2-2	施設の強靱化への対応	○：防災・減災への対応が可能である △：災害の影響を受けやすい
3	経済性・効率性に優れた施設	3-1	建設費	○：機器点数が少ないなど相対評価として建設費が低くなる要素がある △：機器点数が多いなど相対評価として建設費が高くなる要素がある
		3-2	維持管理性	○：機器点数が少ないなど相対評価として維持管理面で有利となる要素がある △：機器点数が多いなど相対評価として維持管理面で不利となる要素がある
		3-3	外部エネルギーの使用量	○：定常運転時における外部エネルギーの使用量が少ない △：定常運転時における外部エネルギーの使用量が多い
		3-4	エネルギー回収効率	○：廃棄物発電などによるエネルギー回収効率が高い △：廃棄物発電によるエネルギー回収効率が低い
		3-5	資源回収性	○：可燃ごみに含まれる金属類の回収など資源回収性が高い △：可燃ごみに含まれる金属類の回収など資源回収性が低い
		3-6	発生残渣量	○：埋立処分する残渣量が少なくなる要素がある △：埋立処分する残渣量が多くなる要素がある
4	環境に配慮した施設	4-1	ダイオキシン類の発生抑制	○：ダイオキシン類の発生抑制が技術的に可能である △：ダイオキシン類の発生抑制が技術的に容易でない要素がある。
		4-2	二酸化炭素の排出抑制	○：二酸化炭素の排出量が少ない △：二酸化炭素の排出量が多い
5	地域に開かれた施設	5-1	地域づくりへの寄与効果	○：地域づくりの拠点とすることが可能である △：地域づくりの拠点とすることが困難である。

2) 二次選定の評価内容

表 2-3-7 の評価項目、評価基準に基づく評価内容を表 2-3-8 及び表 2-3-9 に示します。

表 2-3-8 可燃ごみ処理方式の評価内容（1/2）

項目		直接燃焼方式		ガス化溶融方式	
		ストーカ式焼却炉	流動床式焼却炉	シャフト式直接溶融炉	流動床ガス化溶融炉
1-1	近年における自治体からの発注実績	過去 10 年間に於ける自治体からの発注実績は 159 件である。 ○	過去 10 年間に於ける自治体からの発注実績は 3 件である。 △	過去 10 年間に於ける自治体からの発注実績は 9 件である。 △	過去 10 年間に於ける自治体からの発注実績は 2 件である。 △
1-2	稼働実績*1 (信頼性)	30 年以上の稼働実績がある。 ○	30 年以上の稼働実績がある。 ○	稼働実績は 30 年未満である。 △	稼働実績は 30 年未満である。 △
2-1	ごみ量・ごみ質の変動への対応	ごみ量・ごみ質が変動しても安定的な高温燃焼の対応は可能である。 ○	質(熱量)の変動による影響を受けやすいが、助燃による安定的な燃焼の対応は可能である。 △	常時、燃料としてコークスを用いることから、ごみ量・ごみ質が変動しても安定した高温処理の対応は可能である。 ○	質(熱量)が一時的にでも低くなると、溶融炉への影響が大きくなるため、質(熱量)の変動の影響を大きく受ける。 △
2-2	施設の強靱化への対応	耐震設計などに配慮することで、防災・減災への対応は可能である。焼却方式による違いはない。 ○			
3-1	建設費	設備構成がシンプルであり、機器点数が他の処理方式に比較して少ないため、相対的に建設費が低くなる要素がある。 ○	ストーカ炉に比較して機器点数が多いため、相対的に建設費が高くなる要素がある。 △	機器点数は、ストーカ炉に次いで少ないため、相対的に建設費が低くなる要素がある。 ○	機器点数は、4 つの方式の中では最も機器点数が多いため、相対的に建設費が高くなる要素がある。 △
3-2	維持管理性	設備構成がシンプルで、維持管理面で有利となる要素がある。 ○	ストーカ炉に比較して機器点数が多くなるため、維持管理面で不利となる要素がある。 △	高温管理が必要であり、耐火物等の寿命が短く交換頻度が高くなる傾向にあるため、維持管理面で不利となる要素がある。 △	高温管理が必要であり、耐火物等の寿命が短く交換頻度が高くなる傾向にある。また、ガス化炉と溶融炉の二つの炉があるため管理が煩雑であり、維持管理面で不利となる要素がある。 △
3-3	外部エネルギーの使用量	定常運転での外部エネルギーの使用量は少ない。 ○	定常運転での外部エネルギーの使用量は少ない。 ○	常時、燃料としてのコークスを使用するため、外部エネルギーの使用量は多い。 △	常時、補助バーナを使用するため、外部エネルギーの使用量は多い。 △
3-4	エネルギー回収効率	発電効率に違いはないが、エネルギー回収の効率が低い。 ○	発電効率に違いはないが、エネルギー回収の効率が低い。 ○	発電効率に違いはないが、自己消費量が多いため、エネルギー回収の効率が低い。 △	発電効率に違いはないが、自己消費量が多いため、エネルギー回収の効率が低い。 △
3-5	資源回収性	焼却残渣(主灰)に含まれる鉄類の回収が可能であるが、焼却処理に伴い酸化されているため一般的に価値は低い。また、ストーカ下の落じん灰からのレア金属の回収がある。相対的に資源回収性が低い。 △	流動床炉下部より排出される不燃物に含まれる鉄類の回収が可能である。また、不燃物中の鉄類以外の金属類、並びにレア金属の回収があるが、ガス化溶融炉と比較すると相対的に資源回収性が低い。 △	スラグと排出される溶融金属の回収が可能である。灰をスラグにすることから相対的に資源回収性が高い。 ○	スラグとガス化炉下部より排出される不燃物に含まれる金属類の回収が可能である。鉄は未酸化の状態、アルミは溶融していない状態で回収可能であり、ストーカ式焼却炉や流動床式焼却炉で回収できる金属類よりも用途としては広がる。灰をスラグにすることから相対的に資源回収性が高い。 ○
3-6	発生残渣量	焼却残渣(主灰、飛灰)が発生する。民間のセメント原料利用などの資源利用ができない場合は、埋立処分する残渣量が多くなる。 △	焼却残渣(飛灰)及び不燃物が発生する。民間のセメント原料利用などの資源利用ができない場合は、埋立処分する残渣量が多くなる。不燃物については、鉄類の回収により埋立処分の抑制が可能である。 △	スラグ(金属含む)と溶融残渣(飛灰)が発生する。スラグの有効利用を行うことで、埋立処分する残渣量は直接燃焼方式に比較して少なくなる。 ○	スラグ、溶融残渣(飛灰)及び不燃物が発生する。スラグの有効利用を行うことで、埋立処分する残渣量は直接燃焼方式に比較して少なくなる。不燃物については、流動床式焼却炉と同様に金属類の回収により埋立処分の抑制が可能である。 ○

※1：環境省令和 5 年度施設整備状況資料において使用開始年度 1993 年度以前の有無により判断

表 2-3-9 可燃ごみ処理方式の評価内容 (2/2)

項目		直接燃焼方式		ガス化熔融方式	
		ストーカ式焼却炉	流動床式焼却炉	シャフト式直接熔融炉	流動床ガス化熔融炉
4-1	ダイオキシン類の発生抑制	適切な燃焼管理により、ダイオキシン類の発生抑制は十分に可能である。	適切な燃焼管理により、ダイオキシン類の発生抑制は十分に可能である。	燃料であるコークスが還元剤となり、高温還元雰囲気中で熔融（1700～1800℃）が可能で、適切な燃焼管理により、ダイオキシン類の発生抑制は十分に可能である。	熔融炉内は高温（1200℃程度以上）であるため、適切な燃焼管理により、ダイオキシン類の発生抑制は十分に可能である。
		○	○	○	○
4-2	二酸化炭素の排出抑制	通常運転での外部燃料投入は不要であり、二酸化炭素の排出は抑制できるため排出量は少ない。	通常運転での外部燃料投入は不要であり、二酸化炭素の排出は抑制できるため排出量は少ない。	常時、燃料としてのコークスを使用するため、直接燃焼方式に比較して外部燃料由来の二酸化炭素の排出量が多い。	補助バーナの常時使用、ごみの熱量低下（ごみ質低下）による助燃バーナの使用など、外部燃料投入が生じるため直接燃焼方式に比較して二酸化炭素の排出量が多い。
		○	○	△	△
5-1	地域づくりへの寄与効果	計画施設に環境学習拠点を設けるなど、計画・設計段階で地域づくりの拠点となる考え方を織り込むことで拠点とすることは可能である。ごみ処理方式による違いはない。			
		○			

3) 二次選定の結果

二次選定の評価結果を表 2-3-10 に示します。評価結果においてストーカ式焼却炉は「資源回収性」「発生残渣量」を除いて全て「○」の評価であり、総合的に最も本組合に適した処理方式と判断します。従って、本計画における処理方式は「ストーカ式焼却炉」とします。

なお、「資源回収性」と「発生残渣量」において課題となる焼却残渣の処分については、セメント原料利用などのリサイクルを実施することで、埋立処分の最小化を図ることも可能です。

表 2-3-10 二次選定の結果

評価項目			可燃ごみ処理方式			
			ストーカ式 焼却炉	流動床式 焼却炉	シャフト式 直接溶融炉	流動床ガス化 溶融炉
安全・安心に配慮した施設	1-1	近年における自治体からの発注実績	○	△	△	△
	1-2	稼働実績(信頼性)	○	○	△	△
災害に強く、強靱で安定的に処理できる施設	2-1	ごみ量・ごみ質の変動への対応	○	△	○	△
	2-2	施設の強靱化への対応	○	○	○	○
経済性・効率性に優れた施設	3-1	建設費	○	△	○	△
	3-2	維持管理性	○	△	△	△
	3-3	外部エネルギーの使用量	○	○	△	△
	3-4	エネルギー回収効率	○	○	△	△
	3-5	資源回収性	△	△	○	○
	3-6	発生残渣量	△	△	○	○
環境に配慮した施設	4-1	ダイオキシン類の発生抑制	○	○	○	○
	4-2	二酸化炭素の排出抑制	○	○	△	△
地域づくりへの寄与高架	5-1	地域づくりへの寄与効果	○	○	○	○
合 計			○ : 11 △ : 2	○ : 7 △ : 6	○ : 7 △ : 6	○ : 5 △ : 8