

# 函館市廃棄物処理施設整備技術検討報告書

(案)

平成28年3月

函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会



はじめに

現在、函館市では、平成39年度の供用開始を目途に、新たな廃棄物処理施設の整備に向けた検討を進めており、今後、施設配置計画や環境保全対策、エネルギー利用方策等を取りまとめる施設整備基本計画を策定するうえで、とりわけ高度で専門的な技術が採用されている焼却施設については、施設整備に係る技術的な課題を整理する必要があります。

本委員会は、焼却施設の処理方式や環境保全対策、エネルギー利用方策等の課題について、専門的な立場で検討するため、廃棄物処理等に関して知見を有する学識経験者5名により設置されました。

これまで5回にわたる委員会を開催し、ごみ処理推計量、計画ごみ質、施設規模等の基本条件を整理し、複数の処理方式の比較評価等について検討を重ねてまいりました。

この報告書は、処理方式の検討経緯、選定結果のほか、環境保全対策やエネルギー利用方策等に関する委員会としての意見・提言をまとめたものです。

函館市においては、今後の施設整備にあたり、本報告書の趣旨を十分に踏まえ、ごみの安全かつ安定的な処理に加え、適切な環境保全やエネルギーの有効利用に配慮し、経済性に優れた施設の建設に向けて、市民参加により、市民の理解を得ながら進められることを、委員一同願っております。

平成28年3月 日

函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会  
委員長 澤村 秀治

## 目 次

1 処理方式の選定結果について	1
2 処理方式選定までの経緯について	2
(1) 検討対象とすろごみ処理方式	2
(2) 検討にあたつての基本条件の整理	4
(3) 評価項目、配点基準の設定	6
(4) 評価方法・評価基準の設定	7
(5) 処理方式の比較・評価	10
3 施設整備に係る課題について	25
(1) 環境保全対策	25
(2) エネルギー利用方策	27
(3) 焼却施設の炉数	27
(4) 破砕選別処理施設	28
4 資料編	29
(1) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会設置要綱	29
(2) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会委員名簿	31
(3) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会開催経過	32

## 1 処理方式の選定結果について

本委員会では、函館市の新たな焼却施設の処理方式の選定にあたり、他都市の稼働事例等から複数の処理方式を選出し、焼却残さの処理・資源化方法も考慮したうえで、近年の稼働実績や函館市の地域性等から実用性が乏しい処理方式を除外し、比較・評価を行う処理方式の絞り込みを行ったところである。

評価にあたっては、「ごみを安全かつ安定的に処理できる施設」、「適切な環境保全対策を講じた施設」、「資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設」、「経済性に優れた施設」の4つの視点から、28の評価項目を設定し、総合評価による比較を行った。

その結果、「ストーカ式」の「灰資源化」が最高点に、「ストーカ式」の「灰埋立」が次点となった。

したがって、本委員会では、最適な処理方式として「ストーカ式」を選定する。

なお、焼却灰の処理の運用については、廃棄物の減量化・資源化の状況や最終処分場の残余容量等の動向を考慮し、判断すべきと考える。

表1 総合得点

大項目	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
	灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
ごみを安全かつ安定的に処理できる施設	116	116	100	94	75	93	93
適切な環境保全対策を講じた施設	71	71	67	51	67	65	65
資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設	29	45	29	27	24	29	45
経済的に優れた施設	57	57	57	36	39	31	31
総合得点	273	289	253	208	205	218	234
得点率	91.0%	96.3%	84.3%	69.3%	68.3%	72.7%	78.0%

## 2 処理方式選定までの経緯について

### (1) 検討対象とするごみ処理方式

はじめに、燃やせるごみの基本的な処理方式として、各種分別方法等を考慮し、以下の7つの処理方式について考察を行った。

- 焼却処理
- メタン発酵
- 焼却+メタン発酵（コンバインドシステム）
- 固形燃料化
- 炭化
- たい肥化
- 飼料化

これらの処理方式のうち、処理できるごみの範囲や函館市におけるごみの排出状況等を勘案し、次の2方式を基本として検討を進めることとした。

- 焼却処理
- 焼却+メタン発酵（コンバインドシステム）

次に、焼却処理に分類される以下の6つの処理方式について考察を行った。

- ストーカ式
- 流動床式
- ガス化溶融方式（流動床式）
- ガス化溶融方式（シャフト式）
- ガス化溶融方式（キルン式）
- ガス化溶融方式（ガス化改質方式）

そのうち、ガス化溶融方式（キルン式）およびガス化溶融方式（ガス化改質方式）の2方式については、最近の導入実績等を勘案し、検討から除外した。

また、処理方式を検討するうえで、焼却残さの処理・資源化方法との組み合わせについて考察し、函館市の地域性等から実用性が乏しいと思われる灰溶融および山元還元を除外した。

結果的に、表2に掲げる7方式を検討対象として、比較・評価を進めることとした。

表2 比較検討対象とする処理方式および焼却残さ処理方法

処理方式		焼却残さ	処理方法	整理番号
ストーカ式		主灰・飛灰	埋立	①
		主灰	セメント資源化	②
		飛灰	埋立	
流動床式		不燃物・飛灰	埋立	③
ガス化溶融方式	シャフト式	溶融飛灰・溶融不適物	埋立	④
	流動床式	不燃物	粉砕して溶融	⑤
溶融飛灰・溶融不適物		埋立		
焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)		主灰・飛灰	埋立	⑥
※焼却処理は、コンバインド方式において実績のあるストーカ式を標準とし、メタン発電方式は、ガスエンジンとする。		主灰	セメント資源化	⑦
		飛灰	埋立	

## (2) 検討にあたっての基本条件の整理

函館市の将来人口推計（「函館市人口ビジョン」平成27年10月）では、人口減少が見込まれることから、新施設の施設規模は、国の「廃棄物処理施設整備費国庫補助金交付要綱」に準拠し、稼働後7年目までにごみ処理推計量が最も多くなる稼働予定年度（平成39年度）のごみ処理推計量から算出する。

平成39年度の計画処理量、計画ごみ質、施設規模は以下のとおりである。

### ア 計画年間処理量

表3 計画年間処理量

項目	ごみ量推計値（平成39年度）
燃やせるごみ	70,347t
破碎選別処理による可燃性残さ	2,796t
合計	73,143t

### イ 計画ごみ質

表4 計画ごみ質

組 成		単位	低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
三成分	可燃分	%	42.6	49.7	56.9
	水分		52.4	44.9	37.4
	灰分		5.0	5.4	5.7
低位発熱量		kJ/kg	6,900	10,300	13,700
		kcal/kg	1,648	2,461	3,273
単位体積重量		t/m <sup>3</sup>	0.33	0.25	0.17

### ウ 施設規模

#### (ア) 通常処理分

- 計画年間処理量 73,143t/年（70,347t/年+2,796t/年）
- 年間実稼働日数 365日－85日（年間停止日数）＝280日
- 調整稼働率 96%
- 施設規模  $73,143 \div 280 \div 0.96 = 272.1\text{t/日}$       －A

(イ) 災害廃棄物処理分

- 災害廃棄物量 48,000t
- 処理年数 3年
- 年間実稼働日数 365日－85日（年間停止日数）＝280日
- 調整稼働率 96%
- 施設規模  $48,000 \div 3 \div 280 \div 0.96 = 59.5\text{t/日}$  － B

$$\begin{aligned} \text{施設規模 } A + B &= 272.1 + 59.5 \\ &= 331.6\text{t/日} \end{aligned}$$

算定結果では、不測の場合に備える災害廃棄物処理分が全体規模の約 18%を占め、通常の施設規模として過大であると考えられる。

そこで、他都市等の事例から、災害廃棄物処理分を全体規模の 10%と設定し、施設規模を 300t/日とした。

$$\begin{aligned} \text{通常処理分 } 272.1\text{t/日} + \text{災害廃棄物処理分 } 30.2\text{t/日} &= 302.3\text{t/日} \\ &\approx 300\text{t/日} \end{aligned}$$

### (3) 評価項目，配点基準の設定

#### ア 評価項目の設定

ごみ処理方式の選定にあたり，函館市の「ごみ処理施設整備に係る基本的な考え方」（平成27年9月）に掲げる次の視点に基づき，評価項目を設定した。

##### ① ごみを安全かつ安定的に処理できる施設とすること

ごみを将来にわたって安全かつ安定的に処理する能力，機能を確保するとともに，地震，水害等の災害に強い施設とする。

##### ② 適切な環境保全対策を講じた施設とすること

焼却施設から生じる排ガス，排水等について，法令等基準を厳守するとともに，騒音，振動および悪臭等についても，周辺環境への影響を低減させるため，適切な対策を実施する。

##### ③ 資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設とすること

ごみ焼却に伴う熱エネルギーを回収し有効活用する，資源循環型の環境にやさしい施設とするとともに，破碎選別処理施設の導入や資源化施設の処理能力等の向上により，最終処分量の低減を図る。

##### ④ 経済的に優れた施設とすること

施設の運転管理等が容易で，建設費，運営管理費，最終処分費等を含めた全体経費の低減が可能な，経済性に優れた施設とする。

##### ⑤ 市民参加により，市民の理解を得ながら計画を進めること

整備基本計画の策定にあたって，市民協働の理念のもと住民団体，公募委員等が参画する委員会において検討を行うなど，市民の理解を得ながら，施設整備を進める。

#### イ 配点基準の設定

配点基準は，公平性のある客観的な評価を実施するため，函館市の特性，全国での評価事例を参考に設定し，総合評価（合計100点）による比較により優劣を判断する際に，項目ごとの重要性を考慮する必要があるため，重み付けを設定することとした。

そのため，ごみを適正に処理するうえで最も重要と考えられる「ごみを安全かつ安定的に処理できる施設」に40点を配分し，以下，重要度に応じて，「環境保全対策を講じた施設」に25点，「経済的に優れた施設」に20点，「資源の循環とごみのエネルギーの有効利用に優れた施設」に15点を配分した。配点基準は表5のとおりである。

表5 配点基準

大項目	中項目	小項目	評価の着目点	整理番号	配点 (重み付け)		
ごみを安全かつ安定的に処理できる施設	安全性	防災面への対応	ガス漏れや爆発、火災対策がとられているか。	1	40	4	
		非常時の対応	非常時の対策はとられているか。	2		4	
		事故・トラブル事例	過去10年程度において、事故・トラブル事例はあるか。	3		4	
		労働安全衛生性	作業環境対策はとられているか。	4		3	
	信頼性	連続稼働実績	連続稼働実績はどうか。	5		3	
		建設実績	過去10年間の建設実績はどうか。	6		4	
	安定稼働	ごみ質変動への対応	幅広いごみ質に対応可能か。	7		4	
		処理不適物	処理不適物はどのようなものか。	8		4	
		運転管理の難度	難度の高い専門技術が必要か。	9		3	
		システムの簡略化	機器点数はどの程度か。	10		4	
		補修の頻度	主要機器等を補修する頻度はどの程度か。	11		3	
適切な環境保全対策を講じた施設	公害防止性	公害防止性能	公害防止基準を満足できるか。	12	25	10	
		排ガス量	排ガス量はどの程度か。	13		4	
		排水量	排水量はどの程度か。	14		3	
	温暖化負荷	温室効果ガス発生量	二酸化炭素排出量はどの程度か。	15		8	
資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設	省エネルギー	資源・エネルギー消費量	助燃剤使用量、電力使用量等はどの程度か。	16	15	3	
	再資源化性	物質回収量	メタル、スラグ等の物質循環が図られる回収量はどの程度か。	17		2	
		処理残さの資源化	焼却灰、熔融スラグ、熔融飛灰の資源化に係る実現可能性はどの程度か。	18		2	
		エネルギー回収量	エネルギー回収量はどの程度か。	19		4	
	最終処分負荷	最終処分量	最終処分量はどの程度か。	20		4	
経済的に優れた施設	支出分コスト	施設建設費	施設建設費	施設建設費はどの程度か。	20	10	21
		維持管理費(20年間)	維持管理費	人件費、点検補修費、用役費はどの程度か。			22
			資源化に要する費用	処理残さの資源化に係る費用はどの程度か。			23
			最終処分に要する費用	処理残さの最終処分に要する費用はどの程度か。			24
	収入分コスト	資源売却収入(20年間)	売電収入	発電量のうちどの程度売電可能か。売電収入はどの程度か。		25	4
			金属、スラグ売却収入	金属、スラグの売却収入はどの程度か。		26	
	コスト変動対応	コスト変動対応力	補助燃料等コスト変動に係る影響による処理経費の安定性がどの程度であるか。	27		3	
	建物の大きさ	建築面積	建物面積はどの程度か。	28		3	
合計					100		

(4) 評価方法・評価基準の設定

方式の評価方法は、公平性、客観性が求められることから、数量的な評価が可能な項目については定量的評価とし、数量的な評価が困難な項目については、

文献等から一定のレベルを設定し定性的評価とした。

なお、評価項目に数量的な基準値等の客観的な指標がない場合には、方式ごとの相対比較により基準値等を設けて評価することとした。評価方法・評価基準は表6のとおりである。

表6 評価方法・評価基準

大項目	中項目	小項目	評価の着目点	整理番号	評価方法	評価基準																						
ごみを安全かつ安定的に処理できる施設	安全性	防災面への対応	ガス漏れや爆発、火災対策がとられているか。	1	定性評価	対策および実績十分:◎, 満足レベル:○, 一部不安有:△																						
		非常時の対応	非常時の対策はとられているか。	2	定性評価	対策および実績十分:◎, 満足レベル:○, 一部不安有:△																						
		事故・トラブル事例	過去10年程度において、事故・トラブル事例はあるか。	3	定性評価	事故・トラブル事例ほぼ無し:◎, 処理停止等事例無, 処理不具合等事例有り:○, 事故・トラブル事例有り:△																						
		労働安全衛生性	作業環境対策はとられているか。	4	定性評価	作業環境悪化事例ほぼ無し:◎, 作業環境対策可能, 作業環境悪化事例有り:○, 費用多大または不可能:△																						
	信頼性	連続稼働実績	連続稼働実績はどうか。	5	定量評価	120日以上達成:◎, 90日以上達成:○, 90日未満:△																						
		建設実績	過去10年間の建設実績はどうか。	6	定量評価	ランク付けによる評価																						
	安定稼働	ごみ質変動への対応	幅広いごみ質に対応可能か。	7	定性評価	対応可能:◎, 標準的:○, 対応困難:△																						
		処理不適合物	処理不適合物はどのようなものか。	8	定性評価	少ない:◎, 標準的:○, 多い:△																						
		運転管理の難度	難度の高い専門技術が必要か。	9	定性評価	比較的容易:◎, 標準的:○, 専門技術必要:△																						
		システムの簡略化	機器点数はどの程度か。	10	定性評価	平均より少ない:◎, 平均:○, 平均より多い:△																						
		補修の頻度	主要機器等を補修する頻度はどの程度か。	11	定性評価	少ない:◎, 平均:○, 多い:△																						
適切な環境保全対策を講じた施設	公害防止性能	公害防止性能	公害防止基準を満足できるか。	12	定性評価	基準以上達成可能:◎, 基準程度達成可能:○, 法規制値程度達成:△ <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>対象物</th> <th>単位</th> <th>基準</th> <th>法規制値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ばいじん</td> <td>g/m<sup>3</sup>N</td> <td>0.01以下</td> <td>0.04以下</td> </tr> <tr> <td>塩化水素</td> <td rowspan="3">ppm</td> <td>100以下</td> <td>430以下</td> </tr> <tr> <td>硫黄酸化物</td> <td>30以下</td> <td>※</td> </tr> <tr> <td>窒素酸化物</td> <td>150以下</td> <td>250以下</td> </tr> <tr> <td>ダイオキシン類 新設: H9.12以降</td> <td>ng-TEQ/m<sup>3</sup>N</td> <td>0.1以下</td> <td>既設: 1以下 新設: 0.1以下</td> </tr> </tbody> </table> <small>※: 規制濃度は地域ごとに定められるK値と、煙突高さ、排ガス温度、排ガス量等から決まる。函館市の場合、K値は11.5。</small>	対象物	単位	基準	法規制値	ばいじん	g/m <sup>3</sup> N	0.01以下	0.04以下	塩化水素	ppm	100以下	430以下	硫黄酸化物	30以下	※	窒素酸化物	150以下	250以下	ダイオキシン類 新設: H9.12以降	ng-TEQ/m <sup>3</sup> N	0.1以下	既設: 1以下 新設: 0.1以下
		対象物	単位	基準	法規制値																							
		ばいじん	g/m <sup>3</sup> N	0.01以下	0.04以下																							
	塩化水素	ppm	100以下	430以下																								
硫黄酸化物	30以下		※																									
窒素酸化物	150以下		250以下																									
ダイオキシン類 新設: H9.12以降	ng-TEQ/m <sup>3</sup> N	0.1以下	既設: 1以下 新設: 0.1以下																									
排ガス量	排ガス量はどの程度か。	13	定量評価	ランク付けによる評価																								
排水量	排水量はどの程度か。	14	定量評価	ランク付けによる評価																								
温暖化負荷	温室効果ガス発生量	二酸化炭素排出量はどの程度か。	15	定量評価	ランク付けによる評価																							

大項目	中項目	小項目	評価の着目点	整理番号	評価方法	評価基準	
資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設	省エネルギー	資源・エネルギー消費量	助燃剤使用量，電力使用量等ほどの程度か。	16	定量評価	ランク付けによる評価	
	再資源化性	物質回収量	メタル，スラグ等の物質循環が図られる回収量ほどの程度か。	17	定量評価	ランク付けによる評価	
		処理残さの資源化	焼却灰，熔融スラグ，熔融飛灰の資源化に係る実現可能性ほどの程度か。	18	定性評価	需要多，実現可能性高または当該品目資源化無し：◎，標準的：○，需要少，逆有償または全量資源化できない可能性有り：△	
		エネルギー回収量	エネルギー回収量ほどの程度か。	19	定量評価	ランク付けによる評価	
	最終処分負荷	最終処分量	最終処分量ほどの程度か。	20	定量評価	ランク付けによる評価	
経済的に優れた施設	支出分コスト	施設建設費	施設建設費	施設建設費ほどの程度か。	21	定量評価	ランク付けによる評価
		維持管理費（20年間）	維持管理費	人件費，点検補修費，用役費ほどの程度か。	22		
			資源化に要する費用	処理残さの資源化に係る費用ほどの程度か。	23		
			最終処分に要する費用	処理残さの最終処分に要する費用ほどの程度か。	24		
	収入分コスト（20年間）	資源売却収入	売電収入	発電量のうちの程度売電可能か。売電収入ほどの程度か。	25	定量評価	ランク付けによる評価
		金属，スラグ売却収入	金属，スラグの売却収入ほどの程度か。	26			
	コスト変動対応	コスト変動対応力	補助燃料等コスト変動に係る影響による処理経費の安定性がどの程度であるか。	27	定性評価	小さい：◎，標準的：○，大きい：△	
	建物の大きさ	建築面積	建物面積ほどの程度か。	28	定量評価	ランク付けによる評価	

ランク付けによる評価とは，最大値と最小値の間を3等分し，最も優れる区間を◎，次に優れる区間を○，劣る区間を△とする評価方法のことである。ただし，各方式の差が小さい場合，全て同一評価とする場合もある。

参考例は図1のとおりである。

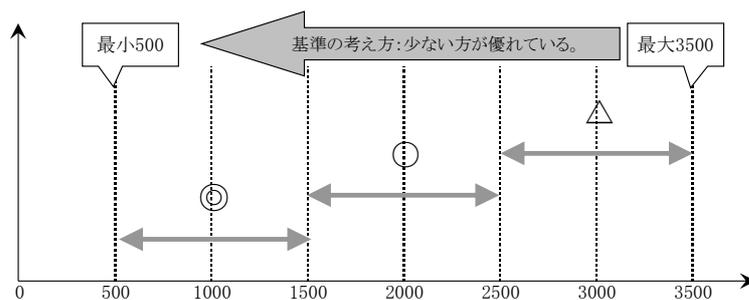


図1 ランク付けによる評価（少ない方が優れている場合）

## (5) 処理方式の比較・評価

### ア 比較・評価の前提条件

処理方式の比較・評価にあたり、必要な項目について、各処理方式につき3社のプラントメーカーに対して照会を行った。

回答状況は、表7のとおりである。

表7 回答状況

処理方式	回答数
焼却方式 (ストーカ式)	3社 (うち一部回答1社)
焼却方式 (流動床式)	2社
ガス化溶融方式 (シャフト式)	0社
ガス化溶融方式 (流動床式)	1社 (一部回答)
焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	1社 (一部回答)

なお、回答が得られなかった処理方式については、文献等に基づき、項目内容を作成した。主な参考文献等は、次のとおりである。

- ・ ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版 (全国都市清掃会議)
- ・ 廃棄物処理施設の発注仕様書作成の手引き (平成25年11月環境省)
- ・ 一般廃棄物焼却施設の物質収支・エネルギー消費・コスト算出モデルの作成 (平成23年度環境研究総合推進費補助金 研究事業)
- ・ 平成21年度版ごみ焼却施設台帳 (平成23年3月財団法人 廃棄物研究財団)

これらの条件のもと、以下のとおり各処理方式について、比較・評価を行った。

なお、定量的評価については評価対象の数値等を、定性的評価については評価に係る考え方を記載した。

### イ 「ごみを安全かつ安定的に処理できる施設」に係る評価

「ごみを安全かつ安定的に処理できる施設」については、「安全性」、「信頼性」、「安定稼働」について評価を行った。

## (7) 安全性

各処理方式における防災面への対応，非常時の対応，事故・トラブル事例，労働安全衛生性について評価を行った。

### a 防災面への対応

処理方式ごとの系内からのガス漏れ対策，施設での火災対策および爆発対策を評価するため，定性的評価を行った。

#### ・ ガス漏れ対策

いずれの方式においても炉内の負圧制御，ガス検知器の設置，炉本体に稼動部を設けない密閉構造などの十分な対策がとられている。

しかし，「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」は，ガス化させることを主とした技術であることから，ガス漏れ対策は実施されているが大量にガスが発生するリスクは否めないと判断し，他方式よりも1段階低い評価とすることとした。

#### ・ 施設での火災対策

いずれの方式においてもごみピット火災検知や放水銃の設置といった十分な対策がとられており，全て高い評価とした。

#### ・ 施設での爆発対策

いずれの方式においても炉の構造に爆発が生じないような対策を行っていることから，全て高い評価とした。

防災面への対応を総合的に評価し，「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」を「○」評価とし，その他の方式を「◎」評価とした。

### b 非常時の対応

処理方式ごとの起動，非常時の対策を評価するため，地震対策，停電時の対策について定性的評価を行った。

#### ・ 地震対策

いずれの方式においても感震器設置による自動停止システムの構築や，建築物は官庁施設の総合耐震計画基準に準拠させるとともに，プラント機器は火力発電所の耐震設計規定等に準じた設計を行っており，十分な対策がとられていることから，全て高い評価とした。

#### ・ 停電対策

いずれの方式においても非常用発電機の設置や，蒸気タービン発電

による自立運転を行うことが可能であり、また、計装用電源消失の対策として、無停電電源装置の設置などによりデータ消失を防止する等、いずれも十分な対策が取られていることから、全て高い評価とした。非常時の対応を総合的に評価し、全て「◎」評価とした。

#### c 事故・トラブル事例

処理方式ごとの事故・トラブル事例を評価するため、過去10年の事故・トラブル事例から定性的評価を行った。なお、炉の性能とは関係ないヒューマンエラー等に起因する事例は除外することとした。

「ガス化溶融方式（シャフト式）」については、平成23年度に1件トラブル事例があったことから「○」評価とし、「ガス化溶融方式（流動床式）」については、平成18年度に1件、平成23年度に2件、平成26年度に1件トラブル事例があったことから「△」評価とした。また、「焼却+メタン発酵方式（コンバインドシステム）」については、事故・トラブル事例はないものの、稼働の実績が少なく、その年数も短いことから「○」評価とし、その他の方式を「◎」評価とした。

#### d 労働安全衛生性

処理方式ごとの労働安全衛生性を評価するため、ダイオキシン類の飛散防止対策、転落等日常作業時の対策について定性的評価を行った。

- ・ ダイオキシン類の飛散防止対策

いずれの方式においても管理区分を区画できる部屋区画の実施や、室内換気の確実な実施、局所ろ過式集じん器の設置、機器の密閉化など、いずれも十分な対策がとられているが、「ガス化溶融方式（流動床式）」において、平成26年11月に発生したダイオキシン類漏洩が平成27年11月現在まで解決していない事例があり、構造的な要因があるものとして1段階低い評価とした。

- ・ 転落等日常作業時における対策

いずれの方式においても梯子でのアクセスを減らしたり、梯子を設置する場合でも背かごを設置することや、十分な点検・補修作業を行えるスペースの確保、段差を設けない歩廊計画、照度の確保、ダンピングボックスの設置など、いずれも十分な対策が取られていることから、全て高い評価とした。

労働安全衛生性を総合的に評価し、「ガス化溶融方式（流動床式）」を「○」評価とし、その他の方式を「◎」評価とした。

「安全性」全体としては、「非常時の対応」において全ての処理方式で「◎」となったものの、「防災面への対応」において「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」が「○」評価に、「事故・トラブル事例」において「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「焼却+メタン発酵方式（コンバインドシステム）」が「○」評価、「ガス化溶融方式（流動床式）」が「△」評価に、「労働安全衛生性」において「ガス化溶融方式（流動床式）」が「○」評価となった。

そのため、「ストーカ式」および「流動床式」が高評価となった。

表8 「安全性」の評価結果

小項目	評価の着目点	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
		灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
				残さ埋立	残さ埋立			
防災面への対応	ガス漏れや爆発、火災対策がとられているか。	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
非常時の対応	非常時の対策はとられているか。	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
事故・トラブル事例	過去10年程度において、事故・トラブル事例はあるか。	◎	◎	◎	○	△	○	○
労働安全衛生性	作業環境対策はとられているか。	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎

#### (イ) 信頼性

各処理方式における連続稼働実績、建設実績について評価を行った。

「信頼性」全体としては、「連続稼働実績」において全ての処理方式で「◎」評価となったものの、「建設実績」に差があることから、「ストーカ式」が高評価となった。

表9 「信頼性」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
					残さ埋立	残さ埋立			
連続稼働実績	連続稼働実績はどうか。	日	354	354	227	270	308	148	148
		評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
建設実績	過去10年間の建設実績はどうか。	件	44	44	1	16	14	0	0
		評価	◎	◎	△	○	△	△	△

## (ウ) 安定稼働

各処理方式におけるごみ質変動への対応、処理不適物、運転管理の難度、システムの簡略化、補修の頻度について評価を行った。

### a ごみ質変動への対応

処理方式ごとのごみ質変動への対応を評価するため、定性的評価を行った。

「ストーカ式」については十分な燃焼時間があるため、また、「ガス化熔融方式（シャフト式）」について補助燃料を添加するため、幅広いごみ質に対応可能であることから、「◎」評価とした。「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」については、焼却処理設備部分は「ストーカ式」であることから、同様の評価とした。

「流動床式」および「ガス化熔融方式（流動床式）」については、瞬時燃焼（瞬時ガス化）のため、制御システム上の対応が必要となることから、「○」評価とした。

### b 処理不適物

処理方式ごとの処理不適物を評価するため、定性的評価を行った。いずれの方式においても、爆発物等については処理不適としているが、「ガス化熔融方式（シャフト式）」は、ガラス、陶磁器、破碎不燃物等にも対応できることから「◎」評価とし、その他の方式は「○」評価とした。

### c 運転管理の難度

処理方式ごとの運転管理の難度を評価するため、高い専門技術が必要かどうか定性的評価を行った。

「ストーカ式」および「流動床式」については、古くから存在する歴史の長い技術であり、運営管理のノウハウが確立していることから「◎」評価とした。「ガス化熔融方式（シャフト式）」および「ガス化熔融方式（流動床式）」については、1,000 度を超える熔融炉の管理が必要であることから、また、「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」については、焼却設備だけではなく、発生したガスを貯留するガスホルダーの管理等、メタン発酵設備に係る技術も要することから、「ストーカ式」および「流動床式」と比較し運転管理の難度が高いと判断し「○」評価とした。

#### d システムの簡略化

処理方式ごとのシステムの簡略化を評価するため、機器点数について定性的評価を行った。

「ストーカ式」については、機器点数がその他の方式と比べて少なく、処理フローが単純であることから「◎」評価とした。「流動床式」については、前処理設備、砂分級装置等があり、「ストーカ式」より機器点数が多く、処理フローがやや複雑であることから「○」評価とした。

「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」については、溶融のための機器が必要であることから、また、「焼却+メタン発酵方式（コンバインドシステム）」については、焼却設備とメタン発酵設備の2種類の設備が必要であり、処理フローが複雑であることから、「△」評価とした。

#### e 補修の頻度

処理方式ごとの補修の頻度を評価するため、特に補修頻度の高い耐火物の補修について定性的評価を行った。

「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」については、高温部が多く耐火物の補修頻度が他の方式よりも多いことから「○」評価とし、その他の方式を「◎」評価とした。

「安定稼働」全体としては、「処理不適物」以外の評価が「◎」評価であった「ストーカ式」が高評価となった。

表 10 「安定稼働」の評価結果

小項目	評価の着目点	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
		灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
ごみ質変動への対応	幅広いごみ質に対応可能か。	◎	◎	○	◎	○	◎	◎
処理不適物	処理不適物はどのようなものか。	○	○	○	◎	○	○	○
運転管理の難度	難度の高い専門技術が必要か。	◎	◎	◎	○	○	○	○
システムの簡略化	機器点数はどの程度か。	◎	◎	○	△	△	△	△
補修の頻度	主要機器等を補修する頻度はどの程度か。	◎	◎	◎	○	○	◎	◎

#### ウ 「適切な環境保全対策を講じた施設」に係る評価

「適切な環境保全対策を講じた施設」については、「公害防止性」，「温暖化負荷」について評価を行った。

## (7) 公害防止性

各処理方式における公害防止性能、排ガス量、排水量について評価を行った。

### a 公害防止性能

処理方式ごとの公害防止性能を評価するため、法規制値、日乃出清掃工場における実績値等に基づき設定した基準（表 1 1）に対する定性的評価を行った。

いずれの方式においても公害防止基準以上の性能を達成できることから、「◎」評価とした。

表 1 1 公害防止基準

対象物	単位	基準	法規制値
ばいじん	g/m <sup>3</sup> N	0.01 以下	0.04 以下
塩化水素	ppm	100 以下	430 以下
硫黄酸化物		30 以下	※
窒素酸化物		150 以下	250 以下
ダイオキシン類 新設 :H9.12以降	ng-TEQ/m <sup>3</sup> N	0.1 以下	既設 1 以下 新設 0.1 以下

※ 規制濃度は地域ごとに定められるK値と、煙突高さ、排ガス温度、排ガス量等から決まる。函館市の場合、K値は11.5。

「公害防止性」全体としては、「排ガス量」において「流動床式」および「ガス化溶融方式（シャフト式）」が「△」評価に、「排水量」において「焼却+メタン発酵方式（コンバインドシステム）」が「△」評価となった。

そのため、「ガス化溶融方式（流動床式）」が高評価となった。

表 1 2 「公害防止性」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
公害防止性能	公害防止基準を満足できるか。	評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
排ガス量	排ガス量はどの程度か。	m <sup>3</sup> N/h	64,620	64,620	72,698	68,518	57,929	63,388	63,388
		評価	○	○	△	△	◎	○	○
排水量	排水量はどの程度か。	m <sup>3</sup> /日	40.5	40.5	38.0	39.3	39.3	81.3	81.3
		評価	◎	◎	◎	◎	◎	△	△

### (イ) 温暖化負荷

各処理方式における温室効果ガス発生量について評価を行った。

「温暖化負荷」としては、「ガス化溶融方式（シャフト式）」が低評価となった。

表 1 3 「温暖化負荷」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
温室効果ガス発生量	二酸化炭素排出量はどの程度か。	t-CO <sub>2</sub> /年	3,359.37	3,364.04	2,038.66	35,085.96	23,232.58	6,706.03	6,710.39
		評価	◎	◎	◎	△	○	◎	◎

### エ 資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設

「資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設」については、「省エネルギー」，「再資源化性」，「最終処分負荷」について評価を行った。

#### (ア) 省エネルギー

各処理方式における資源・エネルギー消費量について評価を行った。

「省エネルギー」としては、「ガス化溶融方式（シャフト式）」が低評価となった。

表 1 4 「省エネルギー」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
資源・エネルギー消費量	助燃剤使用量，電力使用量等ほどの程度か。	GJ/年	50,063	50,131	49,303	232,767	114,875	80,922	80,985
		評価	◎	◎	◎	△	○	◎	◎

## (イ) 再資源化性

各処理方式における物質回収量，処理残さの資源化，エネルギー回収量について評価を行った。

### a 処理残さの資源化

処理方式ごとの処理残さの資源化を評価するため，焼却灰，溶融スラグ，溶融飛灰の資源化に係る実現可能性について定性的評価を行った。

「ストーカ式」，「流動床式」および「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」の「灰埋立」について，資源化の観点からはセメント資源化が可能である焼却灰を埋立処分することから1段階低い評価とすることとした。なお，「灰資源化」については，近隣にセメント工場において焼却灰の資源化が可能であることから1段階高い評価とすることとした。

「ガス化溶融方式（シャフト式）」および「ガス化溶融方式（流動床式）」については，近年，溶融スラグおよび溶融飛灰の需要が少なく，資源化するうえでの課題となることから1段階低い評価とすることとした。

処理残さの資源化を総合的に評価し，「ストーカ式」および「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」の「灰資源化」を「◎」評価とし，その他の方式を「△」評価とした。

「再資源化性」全体としては，「物質回収量」，「処理残さの資源化」および「エネルギー回収量」の項目で「◎」評価であった「ストーカ式」および「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」の「灰資源化」が高評価となった。

表 1 5 「再資源化性」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却＋メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化
物質回収量	メタル，スラグ等の物質循環が図られる回収量はどの程度か。	t/年	0	6,656	239	7,534	2,560	0	6,213
		評価	△	◎	△	◎	○	△	◎
処理残さの資源化	焼却灰，溶融スラグ，溶融飛灰の資源化に係る実現可能性はどの程度か。	評価	△	◎	△	△	△	△	◎
エネルギー回収量	エネルギー回収量はどの程度か。	GJ/年	96,041	96,041	100,781	24,041	24,041	78,672	78,672
		評価	◎	◎	◎	△	△	◎	◎

## (ウ) 最終処分負荷

各処理方式における最終処分量について検討を行った。

「最終処分負荷」としては、「ストーカ式」および「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」の「灰埋立」と「流動床式」が低評価となった。

表 1 6 「最終処分負荷」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却＋メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化	灰埋立	シャフト式	流動床式	残さ埋立	残さ埋立
最終処分量	最終処分量はどの程度か。	t/20年	322,787	178,100	297,348	203,548	238,521	310,607	175,555
		評価	△	◎	△	◎	○	△	◎

## オ 「経済的に優れた施設」に係る評価

「経済的に優れた施設」については、「施設建設費」，「維持管理費（20年間）」，「資源売却収入（20年間）」，「コスト変動対応」，「建物の大きさ」について評価を行った。なお、「施設建設費」および「維持管理費（20年間）」は支出分コストとして、「資源売却収入（20年間）」は収入分コストとして評価した。

### (ア) コスト

各処理方式における支出分コスト，収入分コストについて評価を行った。

支出分コストでは、「流動床式」が最も低額であることから「◎」評価とし、「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」の「灰資源化」が最も高額であることから「△」評価とした。その他の処理方式については、ランク付けによる評価を行った。

収入分コストでは、「焼却＋メタン発酵方式（コンバインドシステム）」が最も高額であることから「◎」評価とし、「ガス化溶融方式（シャフト式）」が最も低額であることから「△」評価とした。その他の処理方式については、ランク付けによる評価を行った。

表 1 7 「コスト」の評価結果

中項目	小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
				灰埋立	灰資源化	灰埋立	シャフト式 残さ埋立	流動床式 残さ埋立	灰埋立	灰資源化
支出 分コスト	施設建設費	施設建設費はどの程度か。	億円	226.00	226.00	226.00	247.00	245.00	291.00	291.00
	維持管理費 (20年間)	維持管理費 人件費, 点検補修費, 用役費はどの程度か。	億円	134.21	134.21	133.89	188.45	183.74	170.06	170.06
		資源化に要する費用 処理残さの資源化に係る費用はどの程度か。	億円	0.00	29.07	0.00	0.00	0.00	0.00	27.13
		最終処分に要する費用 処理残さの最終処分に要する費用はどの程度か。	億円	48.89	23.90	38.86	25.71	28.19	44.10	23.72
	計	支出分コストの合計はどの程度か。	億円	409.10	413.18	398.74	461.16	456.93	505.16	511.91
		評価	◎	◎	◎	○	○	△	△	
収入 分コスト	資源売却収入 (20年間)	売電収入 発電量のうちの程度売電可能か。売電収入はどの程度か。	億円	-75.21	-75.21	-78.92	-18.83	-18.83	-89.77	-89.77
		金属, スラグ 売却収入	億円	0.00	0.00	-1.92	-0.21	-3.16	0.00	0.00
	計	収入分コストの合計はどの程度か。	億円	-75.21	-75.21	-80.84	-19.04	-21.98	-89.77	-89.77
		評価	◎	◎	◎	△	△	◎	◎	
コスト合計		コストの総計はどの程度か。	億円	333.89	337.97	317.90	442.12	434.95	415.39	422.14

(イ) コスト変動対応

各処理方式におけるコスト変動対応力について評価を行った。

処理方式ごとのコスト変動対応力を評価するため、補助燃料等コスト変動に係る影響による処理経費の安定性について定性的評価を行った。

いずれの方式においてもコスト変動の影響は見込まれるが、とりわけ「ガス化溶融方式(シャフト式)」については、副資材としてコークスを大量に使用し、他の方式に比べて補助燃料等コストが処理費用に占める割合が大きいことから「△」評価とし、その他の方式を「○」評価とした。

「コスト変動対応」としては、「ガス化溶融方式(シャフト式)」が低評価となった。

表 1 8 「コスト変動対応」の評価結果

小項目	評価の着目点	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
		灰埋立	灰資源化	灰埋立	シャフト式 残さ埋立	流動床式 残さ埋立	灰埋立	灰資源化
コスト変動対応力	補助燃料等コスト変動に係る影響による処理経費の安定性がどの程度であるか。	○	○	○	△	○	○	○

(ウ) 建物の大きさ

各処理方式における建築面積について評価を行った。

「建物の大きさ」としては、他方式に比べ概ね2倍程度の面積を必要とする「焼却+メタン発酵方式（コンバインドシステム）」が低評価となった。

表19 「建物の大きさ」の評価結果

小項目	評価の着目点	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
			灰埋立	灰資源化	灰埋立	シャフト式	流動床式	残さ埋立	残さ埋立
建築面積	建物面積ほどの程度か。	m <sup>2</sup>	6,400	6,400	6,400	6,900	6,900	12,800	12,800
		評価	◎	◎	◎	◎	◎	△	△

## カ 総合評価

小項目ごとに行った評価を、「◎」3点、「○」2点、「△」1点で点数化し、小項目ごとに重み付けを行って、集計した結果は、表1のとおりとなる。

大項目ごとの評価において、「ごみを安全かつ安定的に処理できる施設」については、「ストーカ式」および「流動床式」が、「適切な環境保全対策を講じた施設」については、「ストーカ式」および「流動床式」が、「資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設」については、「ストーカ式」および「焼却+メタン発酵方式(コンバインドシステム)」の「灰資源化」が、「経済的に優れた施設」については、「ストーカ式」および「流動床式」が高得点となった。

総合的な評価としては「ストーカ式」の「灰資源化」が最高点に、「ストーカ式」の「灰埋立」が次点となった。

表1 総合得点 (再掲)

大項目	ストーカ式		流動床式	ガス化熔融方式		焼却+メタン発酵方式 (コンバインドシステム)	
	灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式		
			灰埋立	残さ埋立	残さ埋立	灰埋立	灰資源化
ごみを安全かつ安定的に処理できる施設	116	116	100	94	75	93	93
適切な環境保全対策を講じた施設	71	71	67	51	67	65	65
資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設	29	45	29	27	24	29	45
経済的に優れた施設	57	57	57	36	39	31	31
総合得点	273	289	253	208	205	218	234
得点率	91.0%	96.3%	84.3%	69.3%	68.3%	72.7%	78.0%

なお、比較評価総括表は、表20のとおりである。

表20 比較評価総括表

大項目	中項目	小項目	評価の着目点	整理番号	配点(重み付け)	評価方法	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶解方式		焼却+メタン発酵方式(コンバインドシステム)		評価基準	
								灰埋立	灰資源化		残さ埋立	残さ埋立	灰埋立	灰資源化		
										流動床式						残さ埋立
ごみを安全かつ安定的に処理できる施設	安全性	防災面への対応	ガス漏れや爆発、火災対策がとられているか。	1	40	4	定性評価	評価	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	対策および実績十分:◎, 満足レベル:○, 一部不安有:△
		評価点	12	12				12	8	8	12	12				
		非常時の対応	非常時の対策はとられているか。	2		4	定性評価	評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	対策および実績十分:◎, 満足レベル:○, 一部不安有:△
		評価点	12	12				12	12	12	12	12				
	事故・トラブル事例	過去10年程度において、事故・トラブル事例はあるか。	3	4		定性評価	評価	◎	◎	◎	○	△	○	○	事故・トラブル事例ほぼ無し:◎, 処理停止等事例無, 処理不具合等事例有り:○, 事故・トラブル事例有り:△	
	評価点	12	12				12	8	4	8	8					
	労働安全衛生性	作業環境対策はとられているか。	4	3		定性評価	評価	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	作業環境悪化事例ほぼ無し:◎, 作業環境対策可能, 作業環境悪化事例有り:○, 費用多大または不可能:△	
	評価点	9	9				9	9	6	9	9					
	信頼性	連続稼働実績	連続稼働実績はどうか。	5		3	定量評価	日	354	354	227	270	308	148	148	120日以上達成:◎, 90日以上達成:○, 90日未満:△
		評価	◎	◎				◎	◎	◎	◎	◎				
	建設実績	建設実績	過去10年間の建設実績はどうか。	6		4	定量評価	件	44	44	1	16	14	0	0	ランク付けによる評価
		評価	◎	◎				△	○	△	△	△				
	評価点	12	12	4		8	4	4	4							
		安定稼働	ごみ質変動への対応	幅広いごみ質に対応可能か。		7	4	定性評価	評価	◎	◎	○	◎	○	◎	◎
	評価点	12	12	8		12			8	12	12					
処理不適物	処理不適物はどのようなものか。	8	4	定性評価	評価	○	○	○	◎	○	○	○	少ない:◎, 標準的:○, 多い:△			
評価点	8	8			8	12	8	8	8							
運転管理の難度	難度の高い専門技術が必要か。	9	3	定性評価	評価	◎	◎	◎	○	○	○	○	比較的容易:◎, 標準的:○, 専門技術必要:△			
評価点	9	9			9	6	6	6	6							
システムの簡略化	機器点数はどの程度か。	10	4	定性評価	評価	◎	◎	○	△	△	△	△	平均より少ない:◎, 平均:○, 平均より多い:△			
評価点	12	12			8	4	4	4	4							
補修の頻度	主要機器等を補修する頻度はどの程度か。	11	3	定性評価	評価	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	少ない:◎, 平均:○, 多い:△			
評価点	9	9			9	6	6	9	9							
適切な環境保全対策を講じた施設	公害防止性	公害防止性能	公害防止基準を満足できるか。	12	25	10	定性評価	評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	基準以上達成可能:◎, 基準程度達成可能:○, 法規制値程度達成:△	
		評価点	30	30				30	30	30	30	30				
	排ガス量	排ガス量	排ガス量はどの程度か。	13		4	定量評価	m <sup>3</sup> N/h	64,620	64,620	72,698	68,518	57,929	63,388	63,388	ランク付けによる評価
		評価	○	○				△	△	◎	○	○				
	評価点	8	8	4		4	12	8	8							
	排水量	排水量	排水量はどの程度か。	14		3	定量評価	m <sup>3</sup> /日	40.5	40.5	38	39.3	39.3	81.3	81.3	ランク付けによる評価
		評価	◎	◎				◎	◎	◎	△	△				
	評価点	9	9	9		9	9	3	3							
	温暖化負荷	温室効果ガス発生量	二酸化炭素排出量はどの程度か。	15		8	定量評価	t-CO <sub>2</sub> /年	3,359.37	3,364.04	2,038.66	35,085.96	23,232.58	6,706.03	6,710.39	ランク付けによる評価
								評価	◎	◎	◎	△	○	◎	◎	
評価点	24	24	24	8	16	24	24									

対象物	単位	基準	法規制値
ばいじん	g/m <sup>3</sup> N	0.01以下	0.04以下
塩化水素	ppm	100以下	430以下
硫黄酸化物		30以下	※
窒素酸化物	150以下	250以下	
ダイオキシン類	ng-TEQ/m <sup>3</sup> N	0.1以下	既設 1以下 新設 0.1以下

※ 規制濃度は地域ごとに定められるK値と、煙突高さ、排ガス温度、排ガス量等から決まる。肉類中の場合、K値は11.5。

大項目	中項目	小項目	評価の着目点	整理番号	配点(重み付け)	評価方法	単位	ストーカ式		流動床式	ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式(コンバインドシステム)		評価基準		
								灰埋立	灰資源化		シャフト式	流動床式	灰埋立	灰資源化			
										残さ埋立	残さ埋立						
資源の循環とごみの持つエネルギーの有効利用に優れた施設	省エネルギー	資源・エネルギー消費量	助燃剤使用量, 電力使用量等ほどの程度か。	16	3	定量評価	GJ/年	50,063	50,131	49,303	232,767	114,875	80,922	80,985	ランク付けによる評価		
							評価	◎	◎	◎	△	○	◎	◎			
							評価点	9	9	9	3	6	9	9			
	再資源化性	物質回収量	メタル, スラグ等の物質循環が図られる回収量ほどの程度か。	17	2	定量評価	t/年	0	6,656	239	7,534	2,560	0	6,213	ランク付けによる評価		
							評価	△	◎	△	◎	○	△	◎			
							評価点	2	6	2	6	4	2	6			
		処理残さの資源化	焼却灰, 溶融スラグ, 溶融飛灰の資源化に係る実現可能性ほどの程度か。	18	2	定性評価	評価	△	◎	△	△	△	△	◎	需要多, 実現可能性高または当該品目資源化無し: ◎, 標準的: ○, 需要少, 逆有償または全量資源化できない可能性有り: △		
							評価点	2	6	2	2	2	2	6			
							評価	△	◎	△	△	△	△	◎		ランク付けによる評価	
	エネルギー回収量	エネルギー回収量ほどの程度か。	19	4	定量評価	GJ/年	96,041	96,041	100,781	24,041	24,041	78,672	78,672				
						評価	◎	◎	◎	△	△	◎	◎				
						評価点	12	12	12	4	4	12	12				
最終処分負荷	最終処分量	最終処分量ほどの程度か。	20	4	定量評価	t/20年	322,787	178,100	297,348	203,548	238,521	310,607	175,555	ランク付けによる評価			
						評価	△	◎	△	◎	○	△	◎				
						評価点	4	12	4	12	8	4	12				
経済的に優れた施設	支出分コスト	施設建設費	施設建設費	施設建設費ほどの程度か。	21	10	定量評価	億円	226.000	226.000	226.000	247.000	245.000	291.000	291.000	ランク付けによる評価	
		維持管理費	維持管理費	人件費, 点検補修費, 用役費ほどの程度か。	22			億円	134.210	134.210	133.885	188.454	183.743	170.060	170.060		
		資源化に要する費用	資源化に要する費用	処理残さの資源化に係る費用ほどの程度か。	23			億円	0.000	29.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		27.129
			最終処分に要する費用	処理残さの最終処分に要する費用ほどの程度か。	24			億円	48.886	23.900	38.857	25.706	28.188	44.100	23.719		
		計	計	支出分コストの合計ほどの程度か。	21-24			億円	409.096	413.177	398.742	461.16	456.931	505.16	511.908		
								評価	◎	◎	◎	○	○	△	△		
	収入分コスト	資源売却収入(20年間)	売電収入	売電収入	発電量のうちどの程度売電可能か。売電収入ほどの程度か。	25	4	定量評価	億円	-75.205	-75.205	-78.917	-18.825	-18.825	-89.766	-89.766	ランク付けによる評価
			金属, スラグ売却収入	金属, スラグの売却収入ほどの程度か。	26	億円			0	0	-1.921	-0.211	-3.156	0	0		
			計	計	収入分コストの合計ほどの程度か。	25-26			億円	-75.205	-75.205	-80.838	-19.036	-21.981	-89.766	-89.766	
		評価	◎	◎	◎	△			△	◎	◎						
		評価点	12	12	12	4			4	12	12						
		コスト合計	コスト合計	コスト合計	21-26	—			億円	333.891	337.972	317.904	442.124	434.95	415.394	422.142	
	コスト変動対応	コスト変動対応力	補助燃料等コスト変動に係る影響による処理経費の安定性がどの程度であるか。	27	3	定性評価	評価	○	○	○	△	○	○	○	小さい: ◎, 標準的: ○, 大きい: △		
	評価点	6	6	6	3	6	6	6	6								
	建物の大きさ	建築面積	建物面積ほどの程度か。	28	3	定量評価	m <sup>2</sup>	6,400	6,400	6,400	6,900	6,900	12,800	12,800	ランク付けによる評価		
							評価	◎	◎	◎	◎	◎	△	△			
							評価点	9	9	9	9	9	3	3			
	合計					100			273	289	253	208	205	218	234		

### 3 施設整備に係る課題について

#### (1) 環境保全対策

環境保全対策については、今後、具体的な施設整備予定地の選定が行われることから、市の環境保全対策に係る基本的な考え方等に対し、留意すべき点を挙げた。

#### ア 排ガス

##### (ア) 対策の概要

焼却施設から排出される主な有害物質として、ばいじん、硫黄酸化物、窒素酸化物、塩化水素、ダイオキシン類が挙げられる。これらの物質は、大気汚染防止法、ダイオキシン類対策特別措置法等により、厳しく大気への排出濃度が規制されているが、近年、法規制値よりも低い自主規制値を設定する事例が見受けられる。

なお、水銀については、現在、大気汚染防止法等では、規制対象外となっているが、将来的に規制が設けられる可能性があり、国等の動向を見据えながら、基準値の設定等に対応する必要がある。

##### (イ) 市の基本的な考え方

法令等基準を厳守し、排ガス処理技術の動向や道内他都市の規制状況等を踏まえながら、環境負荷低減と経済性の均衡に配慮した適切な基準値の設定等を検討する。

##### (ウ) 留意点

- ・ 規制値の設定にあたっては、環境負荷の低減と経済性の均衡を図ることが原則である。
- ・ 法定基準を守ることが基本であり、コストパフォーマンスが悪くなるほど自主規制値を下げる必要はない。
- ・ 炉の運転管理をしっかりと行い、継続する姿勢が大切である。
- ・ 減温塔を設置するより、廃熱ボイラーの次にエコマイザーを設置し熱を吸収した方が、熱回収率に優れている。
- ・ 近年、炉の燃焼制御技術が発展したため、無触媒脱硝方式でも窒素酸化物の低減が可能となった。
- ・ 塩化水素、硫黄酸化物の濃度低減のため湿式処理方式を採用した場合、排水量に影響があるなど、1つの項目ではなく、環境保全におけるトータルなシステムとしての考え方を持つべきである。
- ・ 設備の性能保証値に比べて実際の測定数値が相当低いことを、住

民に説明することが大切である。

- ・ 地域住民が納得するよう、分かりやすい説明が必要である。
- ・ 地域住民の理解を得るうえで、必ずしも合理的な判断だけに基づかない事例も見受けられる。

## イ 排水

### (ア) 対策の概要

焼却施設から発生する排水については、下水道放流と河川放流が考えられ、水質汚濁防止法などの法令等により規制値が設定されている。

なお、山間部等の公共下水道がない地域などに施設を建設する場合には、状況によってクロードシステムの採用の検討も必要である。

### (イ) 市の基本的な考え方

法令等基準を厳守し、施設の設置場所周辺の状況を踏まえながら、適切な排水処理方式等を検討する。

### (ウ) 留意点

- ・ 下水道排除基準や水質汚濁防止法等に合致できる水処理は、十分に可能である。
- ・ 農業、漁業を営む立地等においては、クロードシステムを検討、採用する事例がある。

## ウ その他（騒音・振動、悪臭、低周波音）

### (ア) 対策の概要

焼却施設から発生する騒音、振動、悪臭等については、騒音規制法、振動規制法、悪臭防止法などの法令等により規制値が設定されている。住宅地に隣接して建設する場合などは、排ガス同様自主規制値を設定することがある。

### (イ) 市の基本的な考え方

法令等基準を厳守し、施設の設置場所周辺の状況を踏まえながら、環境負荷低減と経済性の均衡に配慮した適切な対策を検討する。

### (ウ) 留意点

- ・ 低周波音については、人により感じ方が異なるため対策が難しい。
- ・ 低周波対策は、施設の設置場所周辺の状況を踏まえながら、検討する必要がある。

## (2) エネルギー利用方策

エネルギー利用方策については、今後、具体的な施設整備予定地の選定が行われることから、市のエネルギー利用方策に係る基本的な考え方等に対し、留意すべき点を挙げた。

### ア エネルギー利用方策の概要

ごみ焼却施設から発生するエネルギーは、廃熱ボイラーから蒸気を回収し、場内利用、場外利用および発電を行う。発電した電力は、炉や送風機等の駆動電力として場内消費するほか、余剰電力は売電することが可能である。

### イ 市の基本的な考え方

ごみ焼却にあたって、高効率な発電によるエネルギー回収を基本としながら、施設の設置場所周辺の状況を踏まえ、地域において適切なエネルギー利用方策を検討する。

### ウ 留意点

- ・ 発電が最もエネルギー回収率が高い。
- ・ 地域冷暖房を導入した場合、低温熱源まで活用できるメリットがある。破碎設備を併設し、防爆対策として蒸気を使用する場合は、悪臭対策について考慮する必要がある。

## (3) 焼却施設の炉数

焼却施設の炉数については、安全・安定性、環境性、経済性等の視点や操炉シミュレーション等により、2炉・3炉を比較し、炉数の選定について、委員会としての方向性を示した。

### ア 2炉・3炉の比較

2炉の場合は、建設費、維持管理費の経済性において、3炉に対して優位であり、3炉の場合は、年間操炉計画や故障時のリスク等の安全・安定性やエネルギー回収において、2炉に対して優れている。

### イ 方向性

- ・ 函館市の焼却施設は1施設の設置であり、市内に代替となる施設がないことから、3炉の方が炉運転の選択肢が増え、ごみ量の変動や故

障に対して柔軟性のある強い施設ができる。

- ・ 現時点では、3炉とし、実施計画策定までに経済性等の課題も踏まえて、炉数を決定することが適当である。

#### (4) 破碎選別処理施設

破碎選別処理施設は、市が焼却施設との付設を検討している状況であることから、市の想定する施設概要等に対し、留意すべき点を挙げた。

##### ア 施設の概要

- ・ 施設規模 28t/日
- ・ 計画年間処理量 5,876t (燃やせないごみ 5,876t, 粗大ごみ 560t)
- ・ 処理内訳への効果 (稼働後 20年間) 埋立処分量の削減 約 55,000t  
資源化量の増加 約 5,000t

##### イ 留意点

- ・ 処理フローについて、粗破碎機（低速回転破碎機）、高速回転破碎機の系列とすることにより、爆発対策に効果がある。
- ・ 破碎選別処理施設の不燃性残さ発生割合は、埋立処分量に直結するため重要である。
- ・ 破碎選別処理量の月変動に対応するためには、受入貯留ヤードに余裕を持つことが有効である。

## 4 資料編

### (1) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会設置要綱

#### (設置)

第1条 函館市の廃棄物処理施設の整備にあたり、技術的な課題について専門的な立場で検討するため、函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会（以下「委員会」という。）を設置する。

#### (所掌事務)

第2条 委員会は、次に掲げる事項について検討協議し、その結果を市長に報告するものとする。

- (1) 焼却処理施設の処理方式等に関すること
- (2) その他委員会の目的を達成するために必要な事項に関すること

#### (組織)

第3条 委員会は、委員5人以内をもって組織する。

2 委員は、廃棄物処理等に関する専門的な知識を有する学識経験者のうちから市長が指名する。

#### (任期)

第4条 委員の任期は、市長が指名した日から委員会の検討協議が終了し、市長に報告した日までとする。

#### (委員長)

第5条 委員会に委員長を置く。

- 2 委員長は、委員の互選により定める。
- 3 委員長は、委員会を代表し、会務を総理する。
- 4 委員長に事故があるときは、委員長があらかじめ指名する者が、その職務を代理する。

#### (会議)

第6条 委員会の会議（以下「会議」という。）は、委員長が招集する。

- 2 委員長は、会議の議長となる。
- 3 会議は、委員の半数以上が出席しなければ開くことができない。
- 4 委員長は、委員の都合により会議を開催することが困難であると認めるときは、検討協議に係る書面を各委員の所在する場所に持ち回る書面会議の方法により検討協議し、会議の開催に代えることができる。

#### (委員以外の者の出席)

第7条 委員長は、必要があると認めるときは、会議に委員以外の者の出席を求め、その意見または説明を聴くことができる。

(庶務)

第8条 委員会の庶務は、環境部環境推進課において処理する。

(補則)

第9条 この要綱に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が委員会に諮って定める。

附 則

この要綱は、平成27年5月13日から施行する。

(2) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会委員名簿

氏 名	所 属
あさき ようすけ 浅木 洋祐	国立大学法人 北海道教育大学函館校 国際地域学科 准教授
あらい きくお 荒井 喜久雄	公益社団法人 全国都市清掃会議 技術部 部長
さとう こうせい 佐藤 幸世	一般財団法人 日本環境衛生センター 環境工学部 部長
◎ さわむら しゅうじ 澤村 秀治	独立行政法人 国立高等専門学校機構 函館工業高等専門学校 社会基盤工学科 教授
よしだ ひでき 吉田 英樹	国立大学法人 室蘭工業大学 大学院工学研究科 准教授

◎：委員長

(敬称略，五十音順)

(3) 函館市廃棄物処理施設整備技術検討委員会開催経過

回数	開催日	事項
第1回	平成27年 9月25日(金)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 委員長の選出について</li> <li>2 委員会の運営等について</li> <li>3 本市のごみ処理施設整備に係る基本的な考え方について</li> <li>4 燃やせるごみの処理方式について</li> </ol>
第2回	平成27年10月30日(金)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 検討にあたっての基本条件の整理</li> <li>2 比較検討対象とする処理方式の整理</li> <li>3 評価項目, 配点基準</li> <li>4 プラントメーカーへの照会事項の整理</li> </ol>
第3回	平成27年12月17日(木)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 プラントメーカーからの回答結果について</li> <li>2 処理方式の比較・評価について</li> </ol>
第4回	平成28年 1月28日(木)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 処理方式の検討について</li> <li>2 焼却炉の炉数について</li> <li>3 環境保全対策の検討について</li> <li>4 エネルギー利用方策の検討について</li> <li>5 破砕選別処理施設の整備について</li> </ol>
第5回	平成28年 2月29日(月)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 函館市廃棄物処理施設整備技術検討報告書(案)について</li> </ol>

