

中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設検討会 (第1回)

平成29年4月24日(月)
15:00～17:00
於: TKP赤坂駅 ホール14A

議事次第

1. 開会
2. 議題
 - (1) 中間貯蔵としての減容化施設のあり方等について
 - (2) その他
3. 閉会

配付資料

- 資料1 委員名簿
- 資料2 設置要綱
- 資料3 中間貯蔵としての減容化施設について
- 資料4-1 主な焼却及び熱処理方式
- 資料4-2 放射性セシウムを含む廃棄物の処理フロー例
- 資料5 生成物の物性等について
- 資料6 ばいじんの性状について
- 資料7 議論して頂きたいポイント

中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設検討会

委員名簿

(五十音順)

氏 名	職 名
荒井 喜久雄	公益社団法人 全国都市清掃会議技術指導部長
大迫 政浩	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター長
勝見 武	国立大学法人 京都大学大学院地球環境学堂 教授
木村 英雄	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 安全研究センター 研究嘱託
倉持 秀敏	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 基盤技術・物質管理研究室長
吉岡 敏明	国立大学法人 東北大学大学院環境科学研究科 教授

中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設検討会設置要綱（案）

1 目的

平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に必要な双葉町内の中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設については、これまでの知見を踏まえ、施設の安全性を確保しつつ、円滑かつ確実に整備、運営していくことが必要である。

双葉町内に整備する中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設について次に掲げる事項を検討することを目的として「中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設検討会」（以下「検討会」という。）を開催する。

2 検討事項

検討会の検討事項は次のとおりとする。

- （１）中間貯蔵施設の減容化施設的能力、機能等に係る事項
- （２）中間貯蔵施設の減容化施設の運営等に係る事項
- （３）その他必要と認める事項

3 検討会の構成

- （１）検討会は、環境省放射性物質汚染対処技術統括官が、上記２の検討事項に関する学識経験者の参集を求めて開催する。
- （２）検討会の座長は、委員の互選により選任する。
- （３）座長は、検討会の議事運営に当たる。
- （４）座長に事故等があるときには、座長があらかじめ指名する委員がその職務を代行する。
- （５）検討会は、必要に応じ関係者から意見聴取を行うことができる。

4 事務

検討会の事務は、環境省放射性物質汚染対処技術統括官付参事官室が水・大気環境局中間貯蔵施設担当参事官室と協力して行う。

5 その他

検討会は、原則として公開とする。

中間貯蔵としての減容化施設について

平成29年4月

環境省

平成29年度の中間貯蔵施設事業の方針

平成28年12月9日
公表資料

輸送

○平成29年度の輸送量50万m³程度。

- ・ 学校等に保管されている除染土壌等を優先的に輸送。
- ・ 先行して学校等から仮置場に搬出済みの市町村に配慮。
- ・ その他、以下を考慮し、各市町村からの搬出量を決定（焼却灰の輸送を含む）。

①各市町村に均等に配分した基礎量

②立地町である大熊町・双葉町等への配慮

③発生量等に応じた傾斜配分（発生時期や広域処理にも配慮）

○今後の輸送量及び輸送台数を想定した上で、これらに対応した道路交通対策を、輸送量の拡大に先立って実施。

ー平成29年度の輸送量に対応した舗装厚の改良などの道路交通対策を平成28年度内に実施

ーピーク時の輸送に向けて工事用道路の整備を含め必要な道路交通対策を順次実施

平成29年度の中間貯蔵施設事業の方針

平成28年12月9日
公表資料

用地

- 当面5年間の見通し(平成29年度末270～830ha(累計))に沿って、丁寧な説明を尽くしながら、用地取得に全力で取り組む。

施設

- 既に工事に着手している受入・分別施設、土壌貯蔵施設の整備を進め、平成29年秋頃を目処に貯蔵開始。
- 平成30年度の輸送量90～180万 m^3 に対応する受入・分別施設、土壌貯蔵施設を着工。
- 平成29年冬頃の稼働を目指し、大熊町の減容化施設を整備。
併せて、平成31年度稼働を目指し、双葉町に減容化施設を着工。
- 焼却灰の輸送の開始に併せて、焼却灰保管場を確保しつつ、平成31年度の貯蔵を目指し、廃棄物貯蔵施設の整備に着手。
- 除染土壌等の継続的な搬入が可能となるよう、平成29年度の輸送量の搬入に必要な保管場の整備を実施。

大熊工区の土壌貯蔵施設等の整備状況

- 昨年11月15日に施設の工事に着手したところ。
- 受入・分別施設、土壌貯蔵施設の両方において、敷地内の造成工事を実施中。
- 受入・分別施設が完成次第、当該施設の初期運転を行うほか、今年の秋には土壌貯蔵施設への貯蔵を開始する予定。



受入・分別施設予定地における造成工事



土壌貯蔵施設予定地における造成工事

双葉工区の土壌貯蔵施設等の整備状況

- 昨年11月15日に施設の工事に着手したところ。
- 受入・分別施設においては、建屋内機器の設置工等を実施中。
- 土壌貯蔵施設においては、敷地内の伐採、造成工事等を実施中。
- 受入・分別施設が完成次第、施設の初期運転を行うほか、今年の秋には土壌貯蔵施設への貯蔵を開始する予定。



受入・分別施設予定地における工事の様子



土壌貯蔵施設予定地における伐採・造成工事

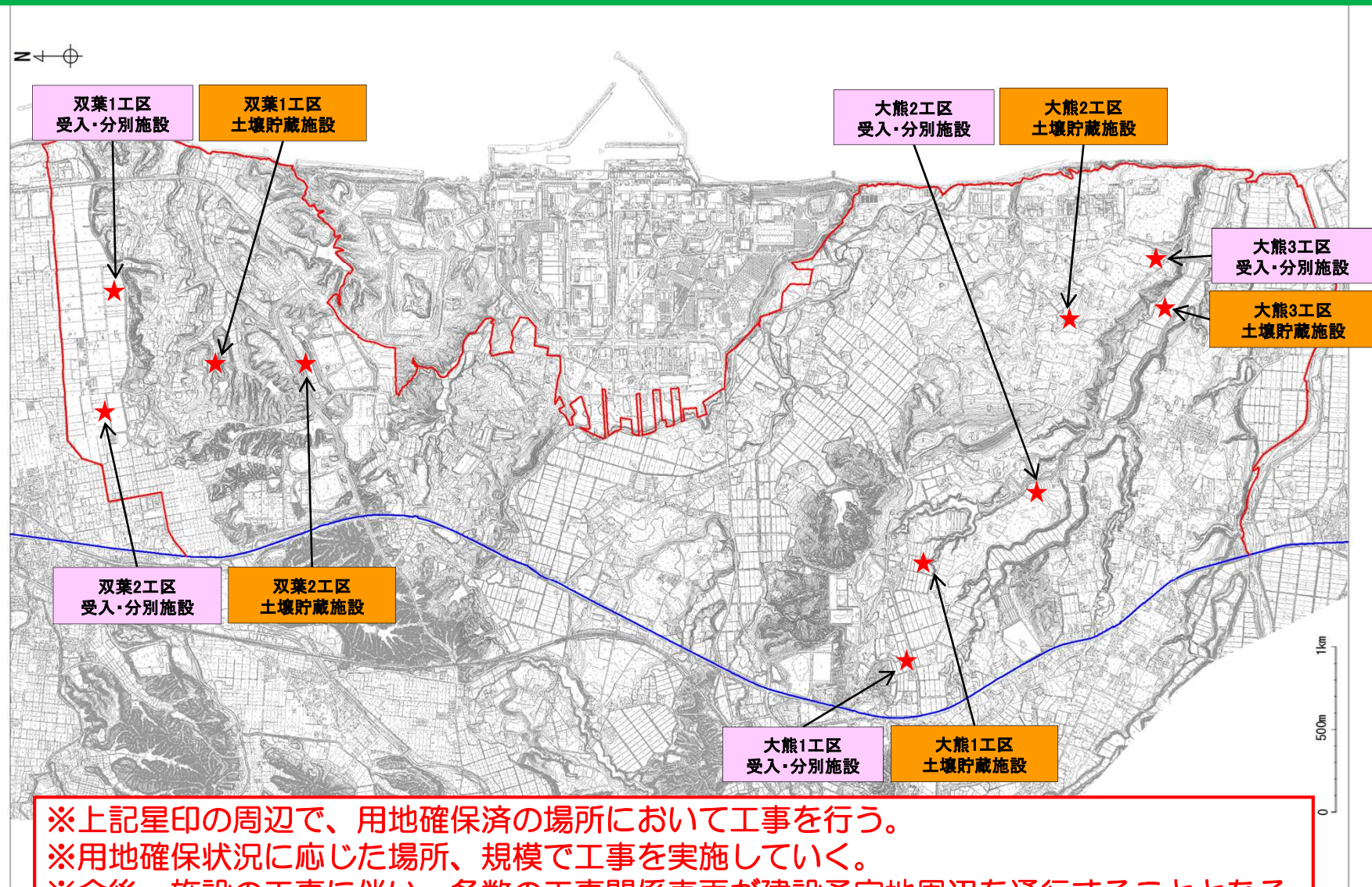
平成29年度中間貯蔵(大熊、双葉工区)土壤貯蔵施設等工事の概要

工事件名	平成29年度中間貯蔵(大熊、双葉工区)土壤貯蔵施設等工事				
	大熊1工区	大熊2工区	双葉1工区	大熊3工区	双葉2工区
概要	中間貯蔵施設の受入・分別施設、土壤貯蔵施設を整備するとともに、除染土壤等の仮置場からの輸送、分別処理、貯蔵施設への埋立を行う。				
	除染土壤等：主に8,000Bq/kg超			除染土壤等：8,000Bq/kg以下	
規模	受入・分別処理能力：各140t／時 除染土壤等の輸送量、貯蔵量：各737,500m ³ （※）（計3,687,500m ³ ）				
スケジュール	平成29年2月28日公告、4月21日開札			3月7日公告、4月28日開札	
	工期　：　平成29年5月頃～平成33年3月				
	契約締結(平成29年5月頃)後、準備ができ次第、確保済み用地にて着工予定。				

※ 工事規模やスケジュールは、用地確保状況や作業の進捗状況により変更となる可能性がある。

※ 貯蔵時は締め固めることにより、体積は約 55万m³となる見込み。

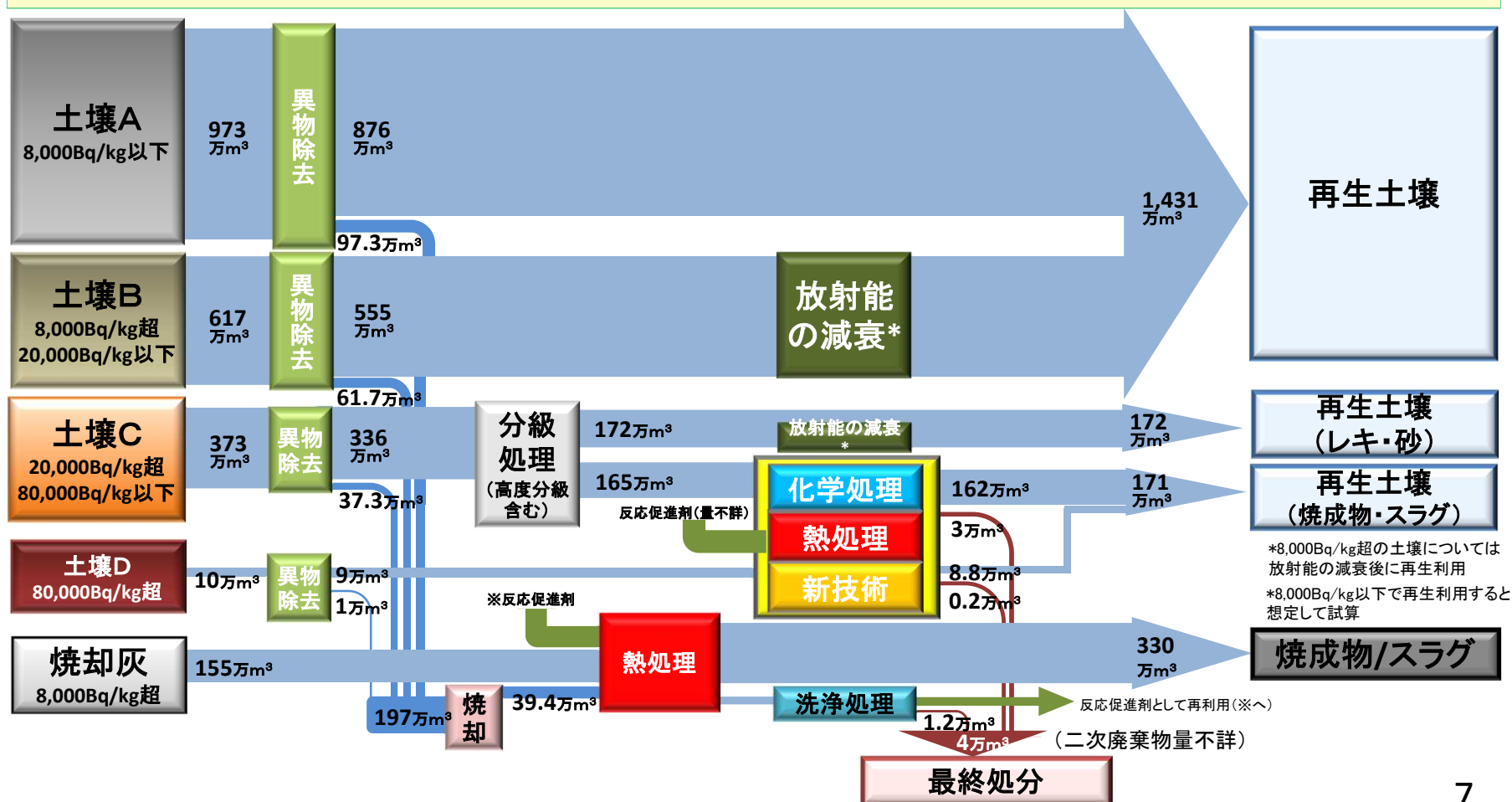
平成29年度の中間貯蔵施設の工事予定場所



※上記星印の周辺で、用地確保済の場所において工事を行う。
※用地確保状況に応じた場所、規模で工事を実施していく。
※今後、施設の工事に伴い、多数の工事関係車両が建設予定地周辺を通行することとなるが、積載物等の飛散防止や工事関係車両の交通事故防止等の安全対策に万全を期し、工事に対する安全と安心の確保に努めながら工事を行う。

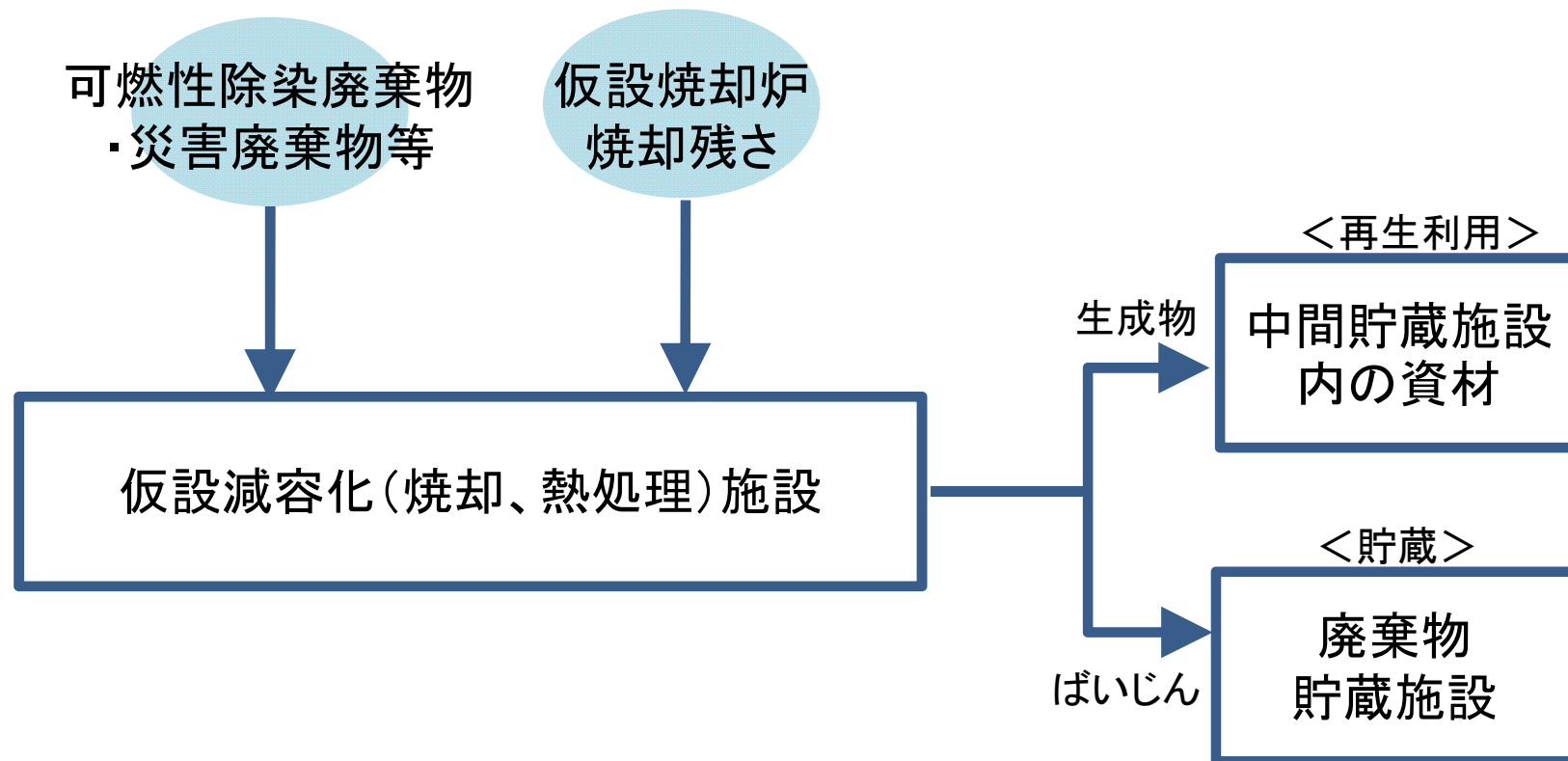
(参考)除去土壌及び焼却灰の再生利用可能量の技術的可能性 再生資材の放射能濃度を8,000Bq/kg以下とした場合

- 「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」において、現時点で想定されるすべての減容処理技術を適用した場合の物質収支を試算。
- 焼却灰は、熱処理、洗浄処理により、焼成物・スラグ等として有効利用を図り、最終処分量を削減する技術的可能性を示唆。



双葉町減容化施設の整備概要

- 双葉町に設置する減容化施設については、可燃性の除染廃棄物や災害廃棄物等、焼却残さを処理対象物とする。
- 当施設の処理により発生する生成物とばいじんについて、生成物は中間貯蔵施設内で利用し、ばいじんは中間貯蔵施設の廃棄物貯蔵施設に貯蔵する。



双葉町減容化施設の整備概要

○減容化対象物

- ・双葉町等で発生した可燃性の除染廃棄物および双葉町で発生した災害廃棄物等
- ・中間貯蔵施設に搬入もしくは施設内で発生した焼却残さ等

○整備予定施設

- ①仮設減容化(焼却、熱処理)施設
- ②仮設灰保管施設
- ③ その他付帯施設(管理棟など)

※ユーティリティーのうち、電気は商用電源ならびに自家発電。
用水は井水とする。

○施設の規模

- ・1日当たり200トン程度の廃棄物を処理できる規模の施設を想定(24時間稼働)
- ・バグフィルターを2段設置。

双葉町減容化施設の整備概要

- ・所在地：双葉町大字細谷字大森 地内
- ・面積：約5ha
- ・現状：山林



建設予定地の位置

地理院地図(国土地理院)をもとに作成

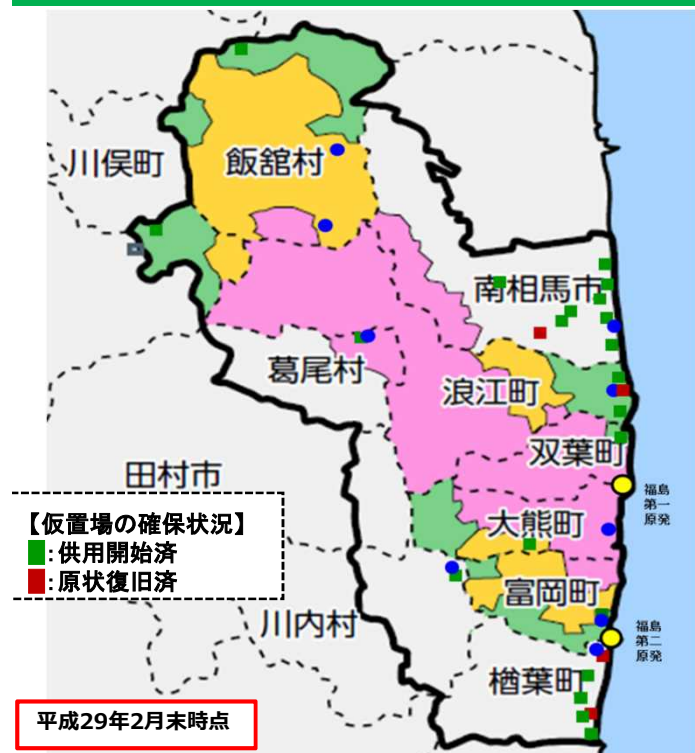
地理院地図(国土地理院)をもとに作成

(参考)国直轄による対策地域内における仮設焼却施設の設置状況

(平成29年3月31日時点)

- 9市町村(10施設)において仮設焼却施設を設置することとしており、それぞれの進捗状況は下表のとおり。平成29年2月末までに約48万トン(除染廃棄物を含む)を処理済。
- 現在稼働している仮設焼却施設においては、環境モニタリング(※1)を実施しており、排ガス中の放射能濃度が検出下限値未満であること等を確認している。

(※1) 環境省放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト <<http://shiteihaiki.env.go.jp/>>



- 仮設焼却施設 (建設工事中等を含む)
- 汚染廃棄物対策地域
- 避難指示解除準備区域
- 居住制限区域
- 帰還困難区域



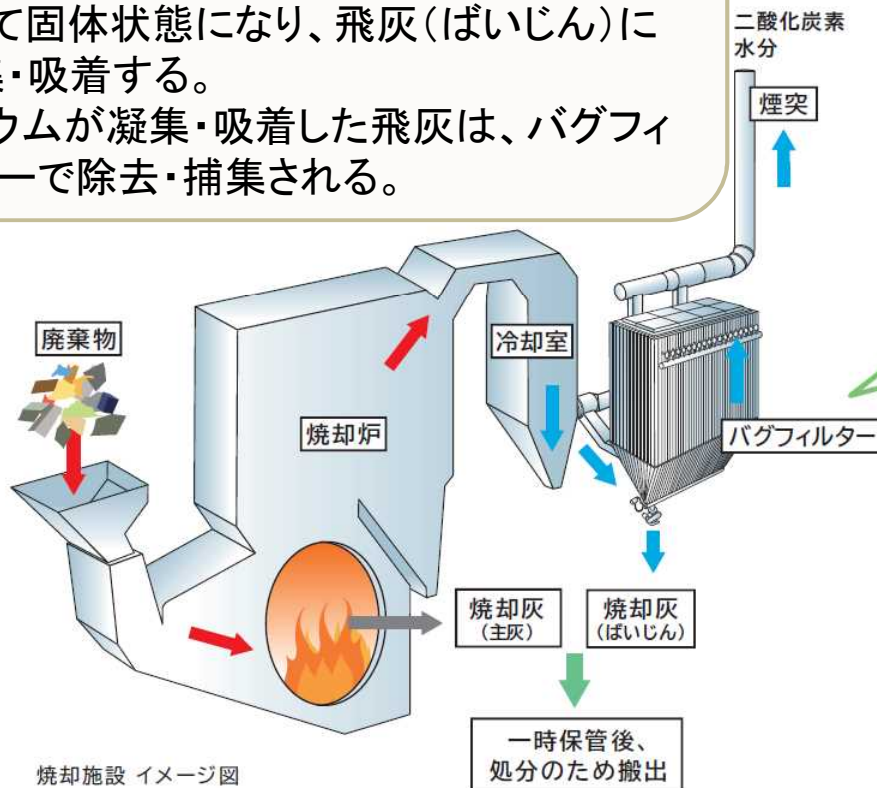
楢葉町の仮設焼却施設
(平成28年10月)

立地地区	進捗状況	処理能力	処理済量※ (平成29年2月末時点)
川内村	災害廃棄物等の処理完了	7t/日	約2,000トン(約2,000トン)
飯舘村 (小宮地区)	災害廃棄物等の処理完了	5t/日	約2,900トン(約2,900トン)
富岡町	稼働中(平成27年4月より)	500t/日	約120,000トン(約35,000トン)
南相馬市	稼働中(平成27年4月より)	200t/日	約82,000トン(約67,000トン)
葛尾村	稼働中(平成27年4月より)	200t/日	約99,000トン(約26,000トン)
浪江町	稼働中(平成27年5月より)	300t/日	約131,000トン(約67,000トン)
飯舘村 (蕨平地区)	稼働中(平成28年1月より)	240t/日	約29,000トン(約10,000トン)
楢葉町	稼働中(平成28年11月より)	200t/日	約16,000トン(約5,900トン)
大熊町	建設工事中	200t/日	—
双葉町	平成29年度着工予定	—	—
川俣町	処理方針検討中	—	—
田村市	既存の処理施設で処理中	—	—

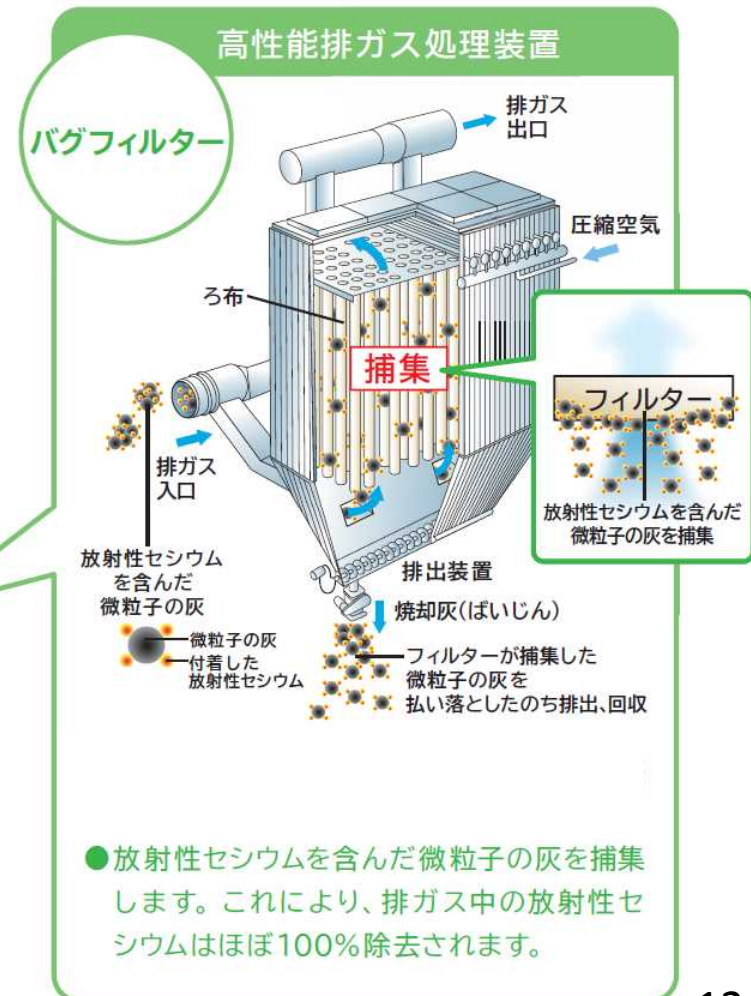
※処理済量については、除染廃棄物も含み、()内はうち災害廃棄物等の処理済量。

(参考)排ガス処理方式の概要

- ・廃棄物の中の放射性セシウムは、850℃以上の高温の炎の中で揮発したり、小さな液滴となって排ガスと一緒に流れていくものと、燃え残りの灰(主灰)に含まれるものに分かれる。
- ・排ガスは200℃以下まで急冷されて、気体状・液状のセシウムは、主に塩化セシウムとして固体状態になり、飛灰(ばいじん)に凝集・吸着する。
- ・セシウムが凝集・吸着した飛灰は、バグフィルターで除去・捕集される。



焼却施設 イメージ図



整備スケジュール(案)

平成29年 4～5月	有識者による検討会の開催
平成29年 秋頃	減容化処理業務の発注公告
平成29年 年内中	契約締結
平成29年度内	着工
平成31年度内	稼働開始

本検討会の検討事項

- これまで環境省では、国直轄で福島県内に仮設焼却施設を多数設置し、処理を進めているが、双葉町に設置する中間貯蔵施設の減容化施設については、可燃性の廃棄物の焼却に加え、限られた用地に廃棄物貯蔵施設を整備する必要があることから、焼却残さの熱処理も行うこととしている。
- 今後、環境省が施設発注に使用する要求水準書等を作成するにあたり、本検討会から技術的事項についてご助言をいただきたい。

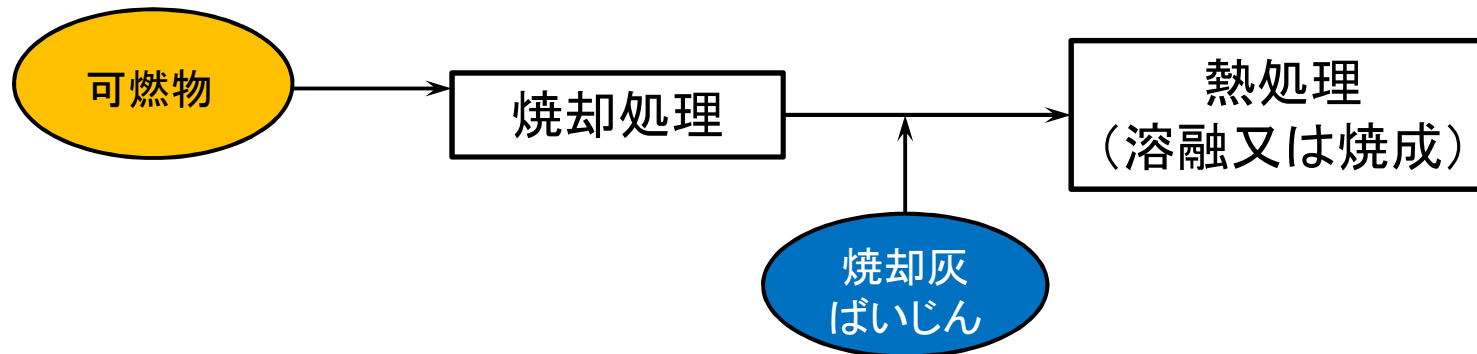
主な焼却及び熱処理方式

平成29年4月

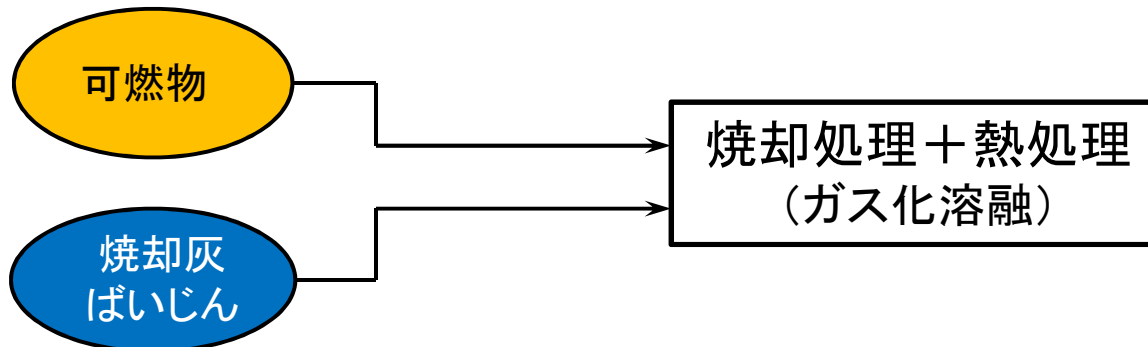
処理方式概要

- ・これまでの通常の一般廃棄物等の処理について概説する。
- ・可燃物及び焼却灰・ばいじんを処理する場合、減容化処理方式として、焼却と熱処理を分離した施設で処理する方式と、焼却と熱処理を一体として同時に行う方式がある。

焼却及び熱処理分離方式

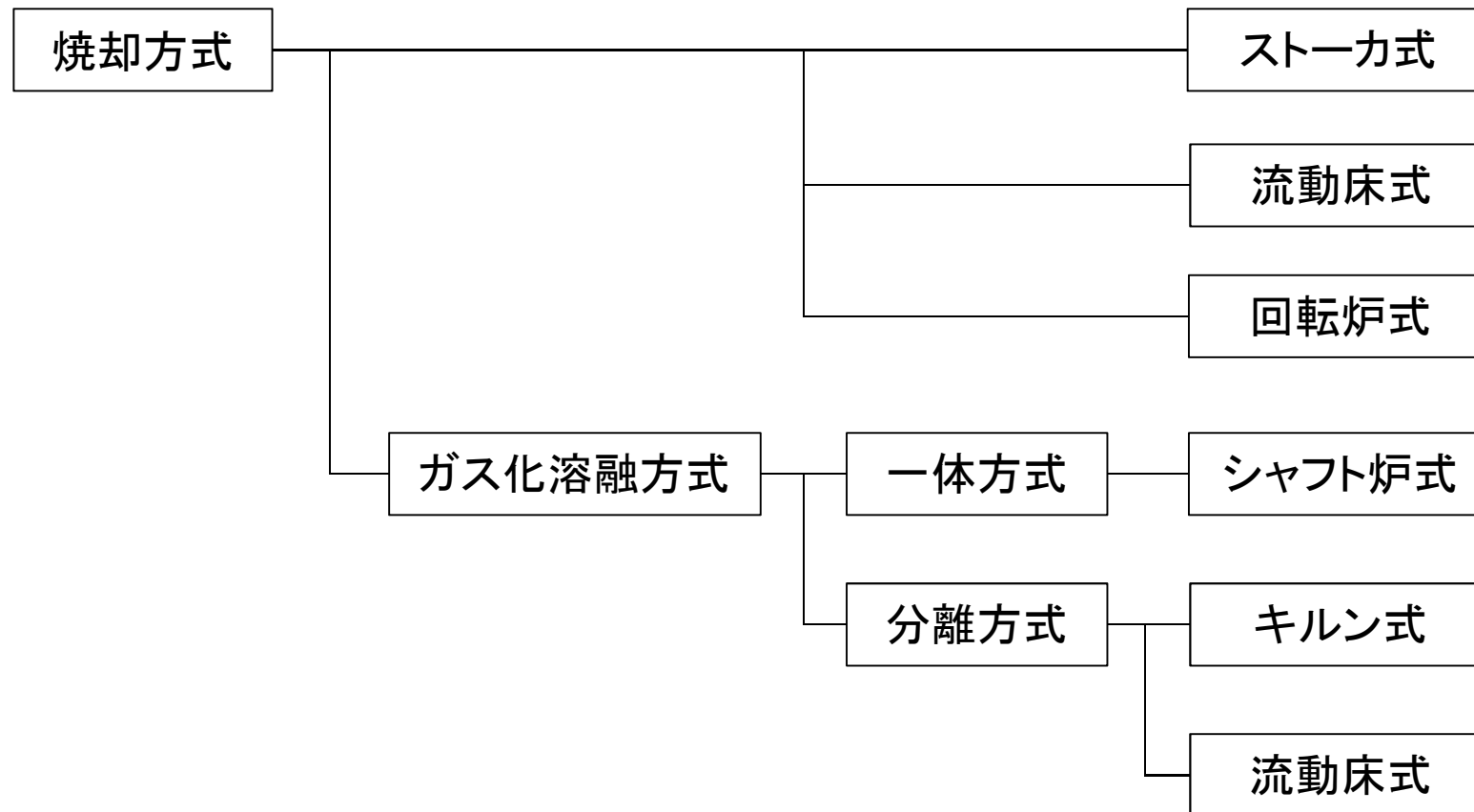


焼却＋熱処理一体方式



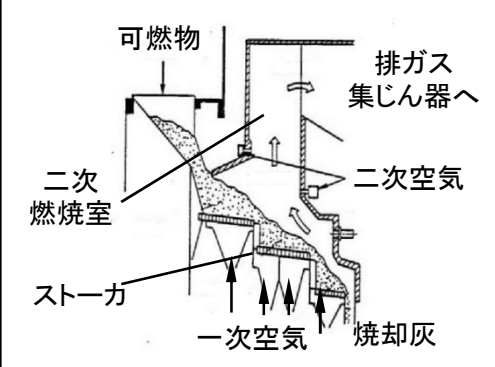
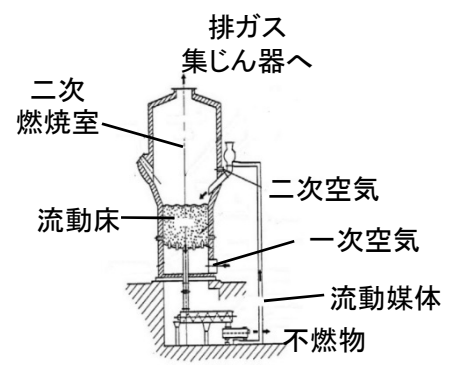
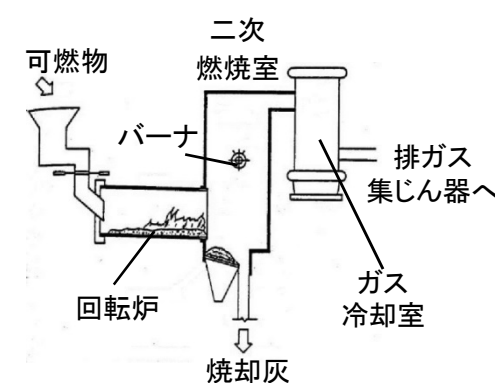
焼却方式の分類

- ・焼却方式は、可燃物を焼却し、焼却灰及びばいじんとして排出し減容化を行う方式。
- ・熱処理方式と一体になっているガス化溶融方式は、可燃物を熱分解・ガス化して燃焼させるとともに、その燃焼熱などを利用して灰を溶融し、スラグ化する方式。
- ・焼却方式の概略分類は下図のとおり。



「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006版」に基づき作成

主な焼却方式の概要

概要	・可燃物を焼却し、可燃分は燃焼ガス化し、灰分のみを焼却灰及びばいじんとして排出することで減容化を行う方式。 ・炉形式によって、ストーカ式（揺動式、階段式、回転式など）、流動床式、回転炉式などに分類される。		
概略図 「ごみ処理施設構造指針解説」(1987)に基づき作成	ストーカ式の例	流動床式の例	回転炉式の例
			
導入実績 〔一般廃棄物処理施設 H14～H26 100t/d以上〕	76件	8件	1件
その他	—		

導入実績は、「一般廃棄物処理実態調査結果」(環境省) http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/に基づき作成

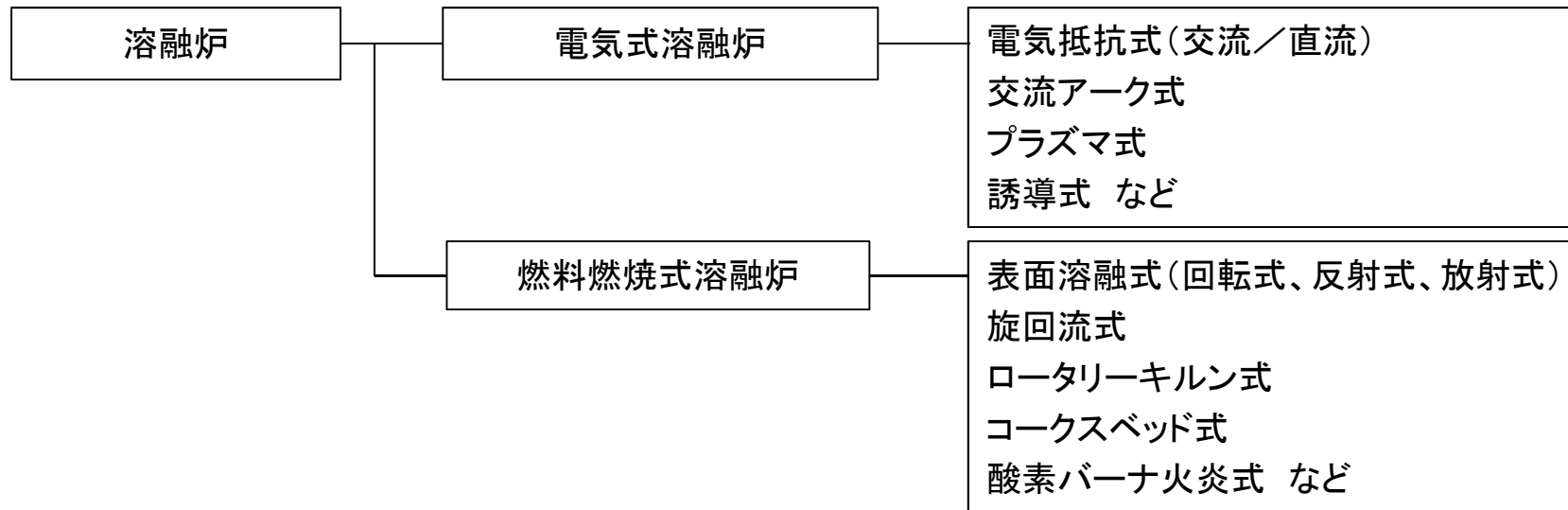
主なガス化溶融方式の概要

概要	・可燃物を熱分解した後、発生ガスの燃焼熱などを利用し、灰及び不燃物等を溶融する方式。 ・コークスの燃焼などによる高温を利用し、ガス化溶融炉本体で可燃物の熱分解・ガス化から溶融までを一体で行う一体方式(シャフト炉式)と、可燃物の熱分解・ガス化と可燃物中の灰分の溶融を別の炉で行う分離式(キルン式、流動床式)に分類される。		
概略図	一体式(シャフト炉式)の例	分離式(キルン式)の例	分離式(流動床式)の例
「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006版」に基づき作成	可燃物 コークス 石灰石 排ガス 集じん器へ ガス化 溶融炉 燃焼室 空気・酸素 溶融スラグ 溶融メタル	可燃物 排ガス 集じん器へ 熱分解 キルン ガレキ メタル 溶融スラグ 旋回 溶融炉	可燃物 排ガス 集じん器へ ガス化炉 旋回 溶融炉 空気 ガレキ メタル 溶融スラグ
導入実績 〔一般廃棄物 処理施設 H14～H28 100t/d以上〕	35件	37件	
その他	・固型化ばいじんの破碎などの前処理が必要。		

溶融及び焼成方式の分類

＜溶融方式＞

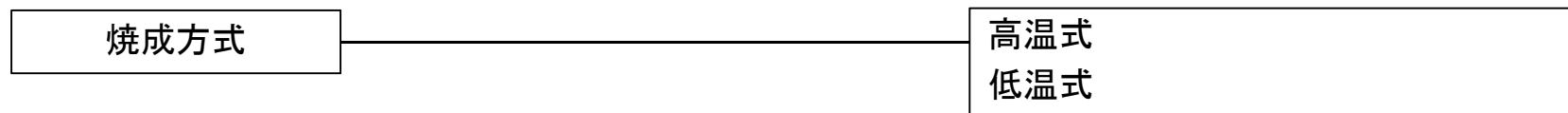
- ・焼却処理で発生した焼却灰及びばいじんをその融点以上に加熱・溶融して、重金属類を分離除去し再生利用可能な溶融スラグする方式。
- ・溶融方式の概略分類は下図のとおり。



(「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006版」に基づき作成)

＜焼成方式＞

- ・焼却灰及びばいじんをその融点以下で加熱することにより灰を焼成し、また重金属類などを分離除去し再生利用可能な焼成物を得る方式。
- ・焼成方式の概略分類は下図のとおり。



(メーカーヒアリングに基づき作成)

主な溶融方式(電気式)の概要

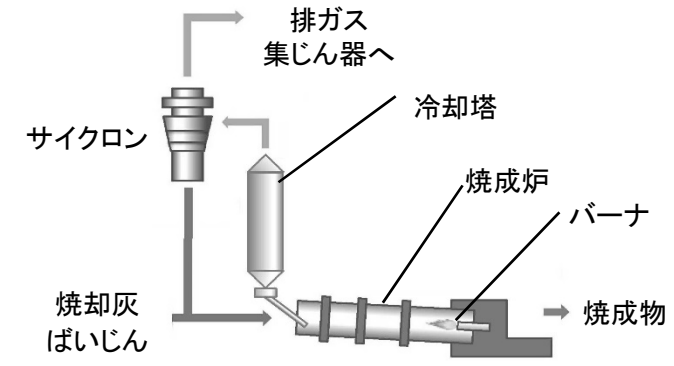
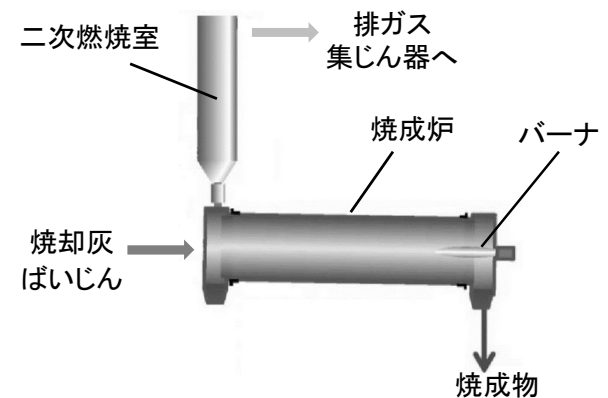
概要	・処理対象物を電気から得られる熱エネルギーにより加熱し溶融する方式。 ・熱エネルギーを得る方法によって種々の方式に分類される。 電気抵抗式(交流／直流)、交流アーク式、プラズマ式、誘導式 など。		
概略図 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006版」に基づき作成	交流電気抵抗式の例	交流アーク式の例	プラズマ式の例
導入実績 (一般廃棄物 処理施設 H14～H28 20t/d以上)	41件		
その他	・溶融塩類やダストの付着を防ぐため、焼却灰とばいじんの投入割合の調整や塩基度調整剤※¹が必要。 ・固型化ばいじんの破碎などの前処理が必要。		

導入実績は、「一般廃棄物処理実態調査結果」(環境省) http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/に基づき作成

主な溶融方式(燃料燃焼式)の概要

概要	- 燃料の燃焼熱によって処理対象物を加熱し溶融する方式。 - 炉形状、加熱方法などにより種々の方式に分類される。 表面溶融式(回転式、反射式、放射式)、旋回流式、ロータリーキルン式、コークスベッド式、酸素バーナ式 など。		
概略図 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006版」に基づき作成	表面溶融式(回転式)の例	表面溶融式(反射式)の例	コークスベッド式の例
導入実績 一般廃棄物 処理施設 H14～H28 20t/d以上	8件		
その他	- 溶融塩類やダストの付着を防ぐため、焼却灰とばいじんの投入割合の調整や塩基度調整剤※¹が必要。 - 固型化ばいじんの破碎などの前処理が必要。		

焼成方式の概要

概要	・焼成方式は、焼却灰及びばいじんをその融点以下で加熱することにより、灰の焼成、重金属類を分離除去し再生利用可能な焼成物を得る方式。 ・処理温度の違いにより、高温式と低温式とに分類される。	
概略図 「放射性Csを含む除去土壌等の熱処理に関する技術評価」(2015, 国環研)に基づき作成	焼成方式(高温式)の例 	焼成方式(低温式)の例 
導入実績 (メーカー ヒアリング)	5件(エコセメント施設、重金属汚染土壌処理施設など)	
その他	・焼成物の融点を上げるために、塩基度調整剤※¹などが必要。 ・固形化ばいじんの破碎などの前処理が必要。	

※1 塩基度調整剤

- ・塩基度は元素組成中のカルシウム(Ca)とケイ素(Si)の比率のことで、元素組成分析結果から CaO/SiO_2 で求められる数値である。塩基度によって、灰の融点や粘度が異なる。
- ・一般に、塩基度が高い場合は、融点が高く、低温になると粘度が急激に増す。また塩基度が低い場合は、比較的低温で溶融するが温度が上昇しても粘性の低下は少ない。
- ・処理方式により、概ね以下の値で管理されており、塩基度が適合しない場合、処理対象物に塩基度調整剤を混合して、スラグの塩基度を調整する。

＜熱処理方式の塩基度の目安＞

- ・溶融方式 1.0前後
- ・ガス化溶融方式 1.0よりやや低め
- ・焼成方式 溶融方式と比較し、約2～3倍程度

＜塩基度調整剤の例＞

塩基度が低い場合：消石灰、石灰石など
塩基度が高い場合：砂、ガラスカレットなど

(メーカーヒアリングに基づき作成)

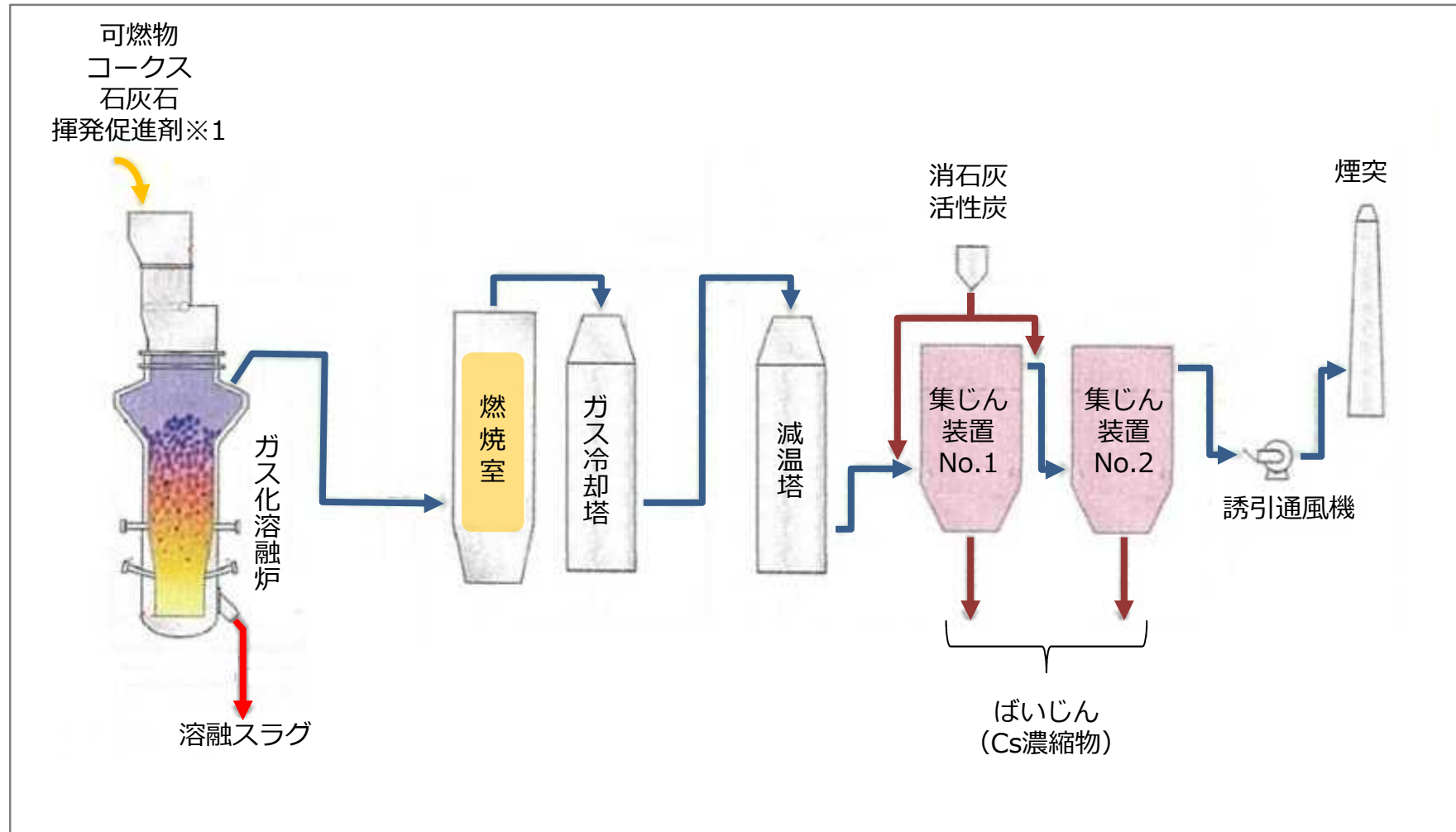
放射性セシウムを含む 廃棄物の熱処理フロー例

平成29年4月
環境省

処理フローの例①

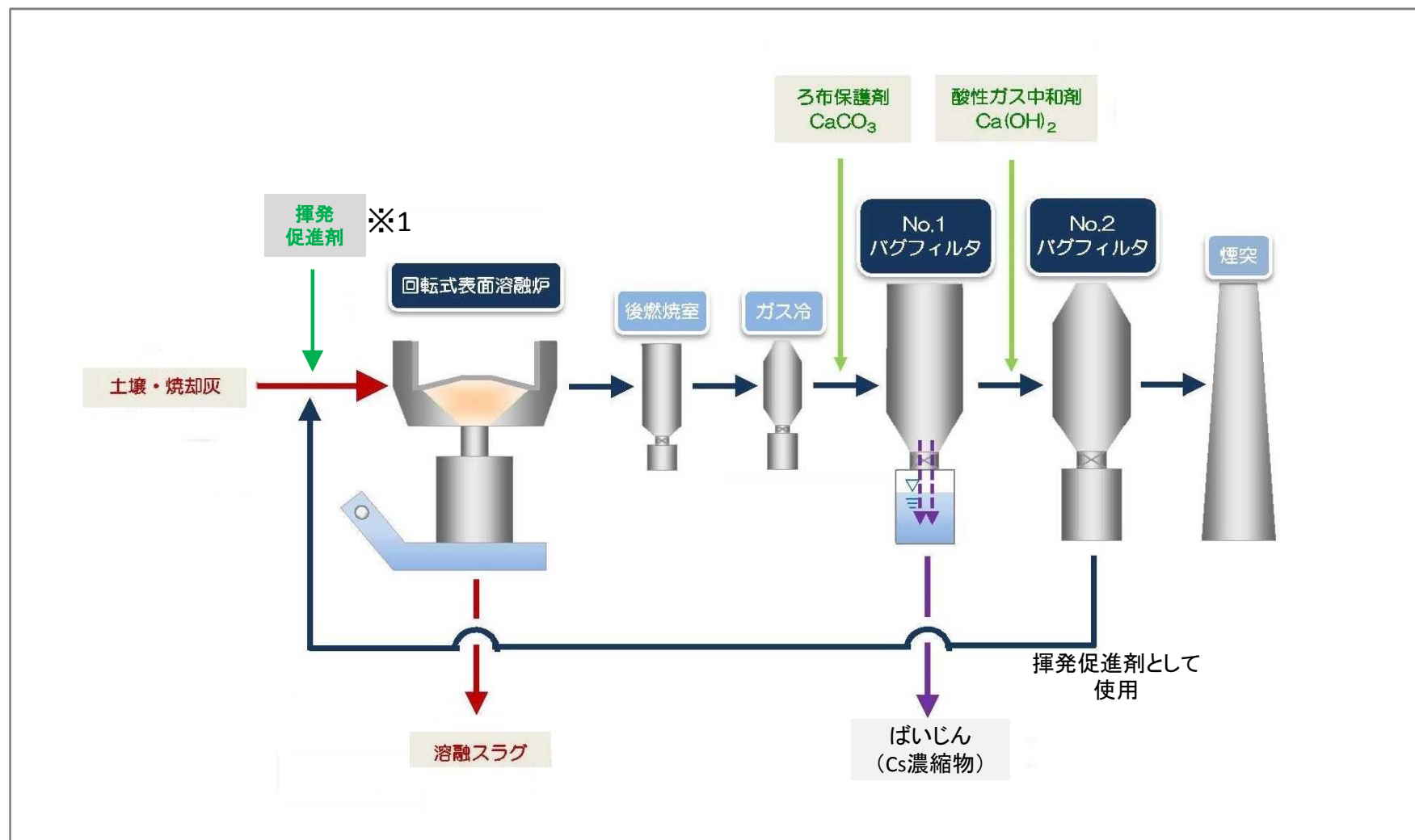
放射性Csを含む廃棄物の熱処理フロー例を示す。

○ガス化溶融



処理フローの例②

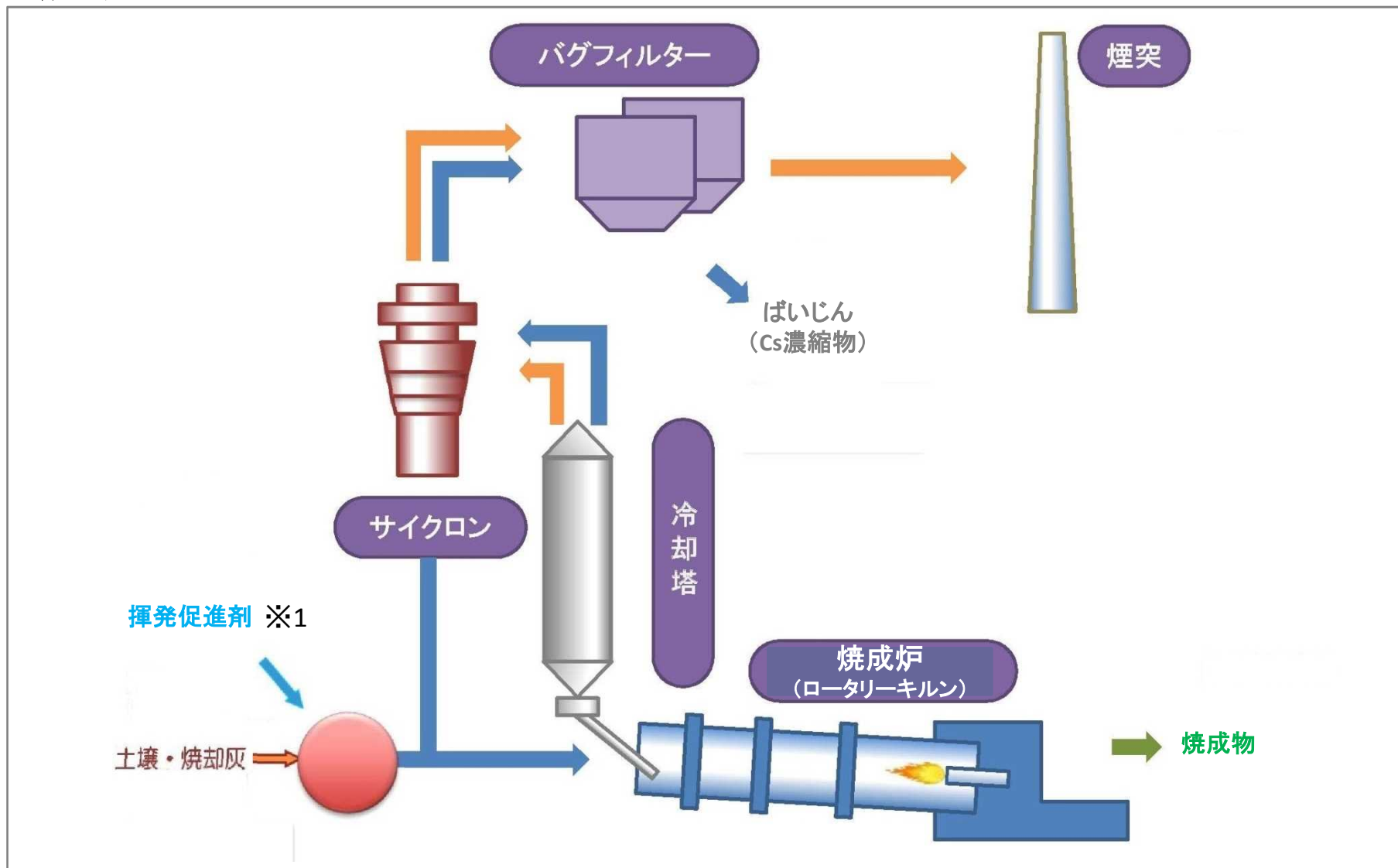
○溶融方式



「放射性Csを含む除去土壌等の熱処理に関する技術評価」(2015,国環研)に基づき作成

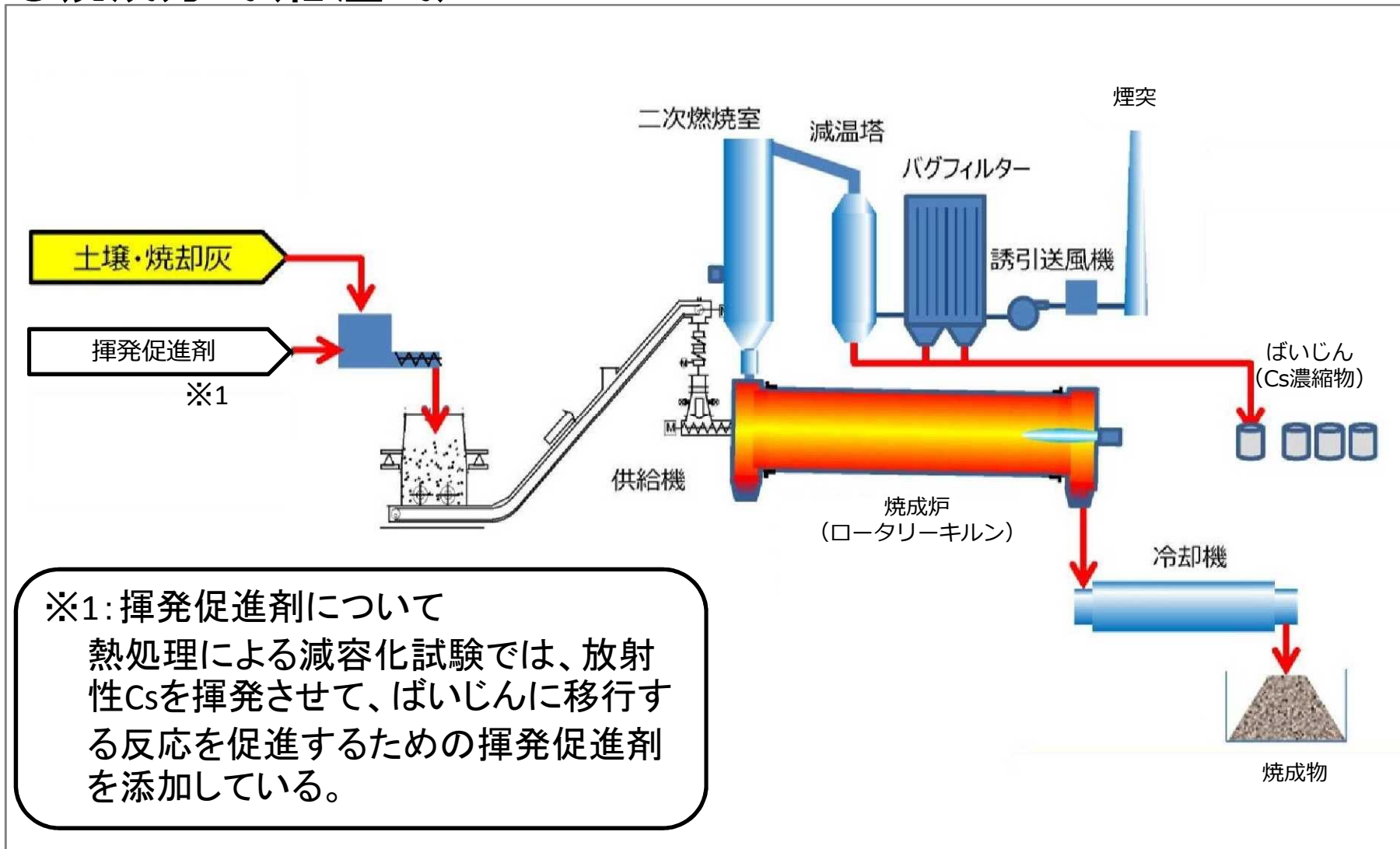
処理フローの例③

○焼成方式(高温式)



処理フローの例④

○焼成方式(低温式)



「放射性Csを含む除去土壌等の熱処理に関する技術評価」(2015,国環研)に基づき作成

生成物の物性等について

平成29年4月
環境省

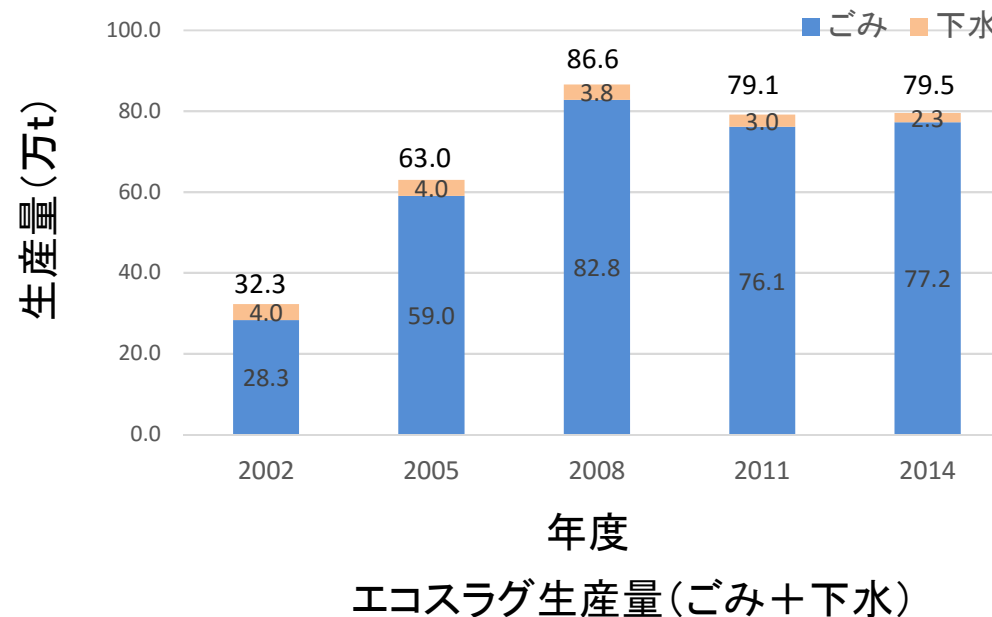
熱処理生成物の利用状況①

通常の廃棄物処理において、焼却残さを熱処理したスラグや焼成物は、コンクリート用骨材等の土木資材、セメント原料等として一般的に使用されている。

○溶融スラグ

エコスラグ利用普及推進委員会による集計では、ごみ及び下水由来の溶融スラグの生産量は、以下のとおり推移。

2014年度のごみスラグ生産量77.2万トンのうち、灰溶融方式が33.9万トン、ガス化溶融方式が43.3万トンを占めている。



熱処理生成物の利用状況②

JISに規格化されている道路用骨材、コンクリート用骨材以外の用途でも、砂代替の土木資材として利用されている(全体の約45%)。

エコスラグ(ごみ+下水)の用途別利用状況(2014年度)

品目	利用量 (t)	比率 (%)
道路用骨材	250,300	36.8
コンクリート用骨材	123,900	18.2
地盤・土質改良材	51,000	7.5
最終処分場の覆土	35,000	5.1
管渠基礎材	36,100	5.3
埋戻し・盛土など	87,800	12.9
凍上抑制材	2,200	0.3
その他	94,300	13.9
合計	680,600	100.0

用途別JIS
JIS A5032 *
JIS A5031 **
—
—
—
—
—
—
—

「2015年度版 エコスラグ有効利用の現状とデータ集」
(一般社団法人 日本産業機械工業会 エコスラグ利用
普及委員会) に基づき作成

* : 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を
溶融固化した道路用溶融スラグ

** : 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を
溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材

熱処理生成物の利用状況③

＜砂代替としての土木資材の利用例＞

・埋戻し材等への利用

「溶融スラグの有効利用に係わるガイドライン(案)」(平成15年3月,ゼロエミッション社会を目指す技術開発委員会・廃棄物・溶融スラグ利用技術等専門部会)に基づき作成

- ✓ 溶融スラグは砂状であるため、スラグ単独または砂と混合して利用する。なお、スラグ単独で使用する場合は、締固め度が小さい傾向があるため、施工時に注意する必要がある。
- ✓ 溶融スラグには針状のものが含まれている可能性がある。そのため、運搬、施工時は、必要に応じて、防塵めがね、防塵マスク、手袋等を着用し、溶融スラグの取り扱いに注意する必要がある。

・工作物の埋戻し材としての利用

「埼玉県溶融スラグ有効利用指針」(平成19年3月,埼玉県環境部資源循環推進課)に基づき作成

- ✓ 埋戻す時に工作物の表面に傷がつかないこと。

工作物の埋戻し材としては、以下のような特性が求められ(建設発生土利用技術マニュアル)、通常、砂が用いられる。

- ①圧縮性の小さいこと
- ②埋設物に悪影響を与えないこと
- ③施工性が良く、早期に所定の支持力が得られること
- ④外力の作用により変形、流出しないこと

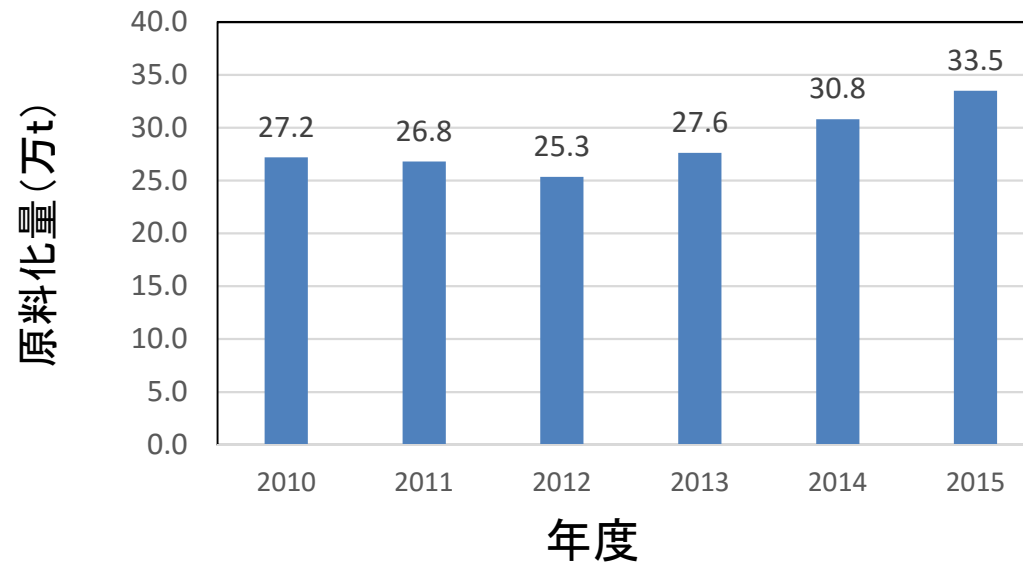
熱処理生成物の利用状況④

○焼成

- ✓ 一般廃棄物の焼却灰等の焼成物が、セメント原料として約34万トンが利用されている(2015年度※)。規格としては、JIS R 5214がある。

※環境省「一般廃棄物処理実態調査結果」

- ✓ セメント原料以外の用途では、下層路盤材、ガスパ管及び下水道管埋設時の埋戻し材として活用されている。規格としては、JIS A 5001(道路用砕石)などが準用されている。



焼成された焼却残さのセメント原料化量(全国)

「一般廃棄物処理実態調査結果」(環境省)

http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/に基づき作成

放射性Csを含む廃棄物の熱処理の生成物の性状①

これまでの研究報告等によれば、放射性Csを含む廃棄物の熱処理において、揮発促進剤を添加することにより、放射性Csのばいじんへの分配率を高め、生成物の放射性Cs濃度の低減を図ることが可能との知見が得られている。

○溶融方式の例

都市ごみ焼却施設（ストーカー＋灰溶融）におけるスラグの放射性Cs濃度、分配率等については、以下の表のとおり

表 スラグの放射性Csの濃度、分配率等

	処理対象物	処理対象物放射性Cs濃度(Bq/kg)	スラグ放射性Cs濃度(Bq/kg)	放射性Csのスラグへの分配率(%)
A施設	主灰	1,000～1,850	356～478	34.5
B施設	主灰＋ばいじん	3,890(主灰) 21,800(ばいじん)混合	800	5.9
C施設	主灰	2,620～5,530	675～1,940	8.3～48.0
	主灰＋ばいじん	39,200、69,400(ばいじんのみ)	967、1,490	5.5、10.1

「事故由来放射性物質汚染廃棄物の熱処理に関するこれまでの研究成果」（環境放射能除染学会誌 2014年 Vol2 No2）に基づき作成

放射性Csを含む廃棄物の熱処理の生成物の性状②

○ガス化溶融方式の例

ガス化溶融炉において、揮発促進剤の添加量を変化させた場合のスラグの放射性Cs濃度、分配率等については、以下の表のとおり。

表 スラグの放射性Csの濃度、分配率等

	揮発促進剤 CaCl ₂ (%)	処理対象物放 射性Cs濃度 (Bq/kg)	スラグ放射性 Cs濃度 (Bq/kg)	放射性Csの スラグへの 分配率(%)	スラグの放射性Cs 溶出量
RUN0	0	3,450	244	1.55	検出下限値未満
RUN1	2	4,075	36	0.41	検出下限値未満
RUN2	4	4,585	32	0.16	検出下限値未満
RUN3	5	5,166	24	0.16	検出下限値未満
RUN4	13	5,488	33	0.29	検出下限値未満

「平成28年度中間貯蔵施設の管理等に関する業務報告書」(JESCO) に基づき作成

放射性Csを含む廃棄物の熱処理の生成物の性状③

○焼成方式の例

焼成における生成物の放射性Cs濃度等については、以下の表のとおり。
なお、揮発促進剤を添加し、処理されている。

表 生成物の放射性Csの濃度等

	処理対象物放射性 Cs濃度 (Bq/kg)	生成物放射性Cs 濃度(Bq/kg)
RUN5	8,900～37,000	37～89
RUN6	11,000～31,000	82～92

※処理対象物が焼却灰の場合のみ

「飯舘村蕨平地区における仮設資材化実証事業の稼働状況について」(環境省)

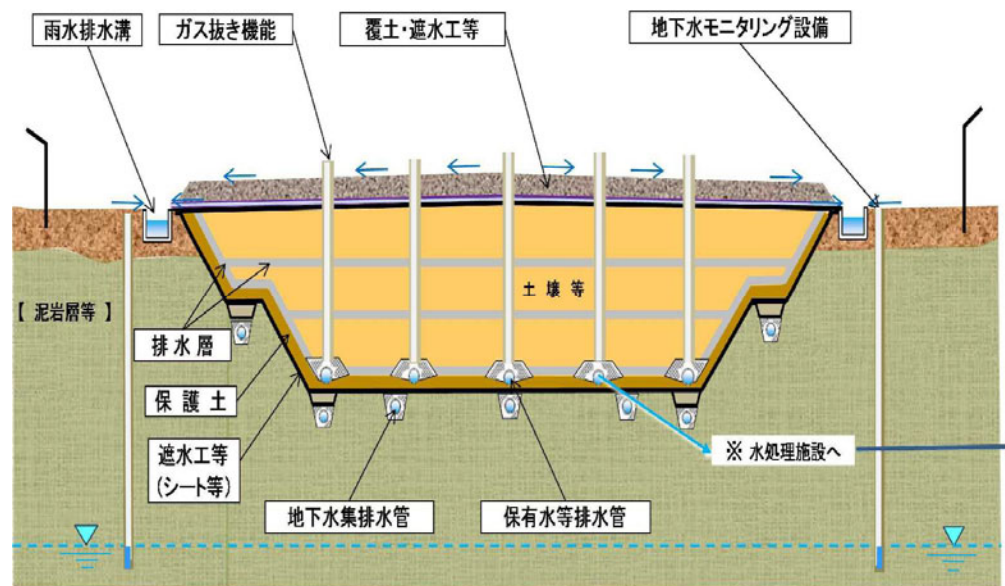
http://shiteihaiki.env.go.jp/initiatives_fukushima/waste_disposal/iitate/materials_warabidaira.htmlに
基づき作成

中間貯蔵施設における生成物の利用用途・可能量

生成物は、土壌貯蔵施設内の砂の代替材等として中間貯蔵施設内で使用することを想定

○土壌貯蔵施設の例

利用用途	利用可能量(万m ³)
遮水シート保護土	120
排水層* (貯蔵地内)	50
排水層** (最終覆土下)	30
最終覆土	100



土壌貯蔵施設イメージ図

*土壌層5mごとに15cm以上の排水層を設ける。

**最終覆土の下に15cm以上の排水層を設ける。

○その他の例

中間貯蔵施設エリア内のコンクリート骨材、路盤材、アスファルト合材等への利用についても検討。

利用用途に応じて求められる性能例

<共通>

- 土壌の水中での重金属類の溶出試験である平成3年環境庁告示46号に示す試験方法により、土壌環境基準に適合すること。含有量は平成15年環境省告示19号に示す試験により、土壌汚染対策法に適合すること
- 事故由来放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのないもの(平成24年環境省告示第6号等に準じる)

<排水層>

- 一般に排水層の材料としては、砂・砂利等が用いられる。これらの要求水準は特に定められていないが排水層が目詰まりを起こさないよう、砂と同程度の透水係数(10^{-2} cm/s以上)を有すること

<遮水シート保護、最終覆土下の排水層>

- 針状固化物又は鋭利な破片などを含まないこと

<最終覆土>

- 最終覆土としての締固め度等が得られること

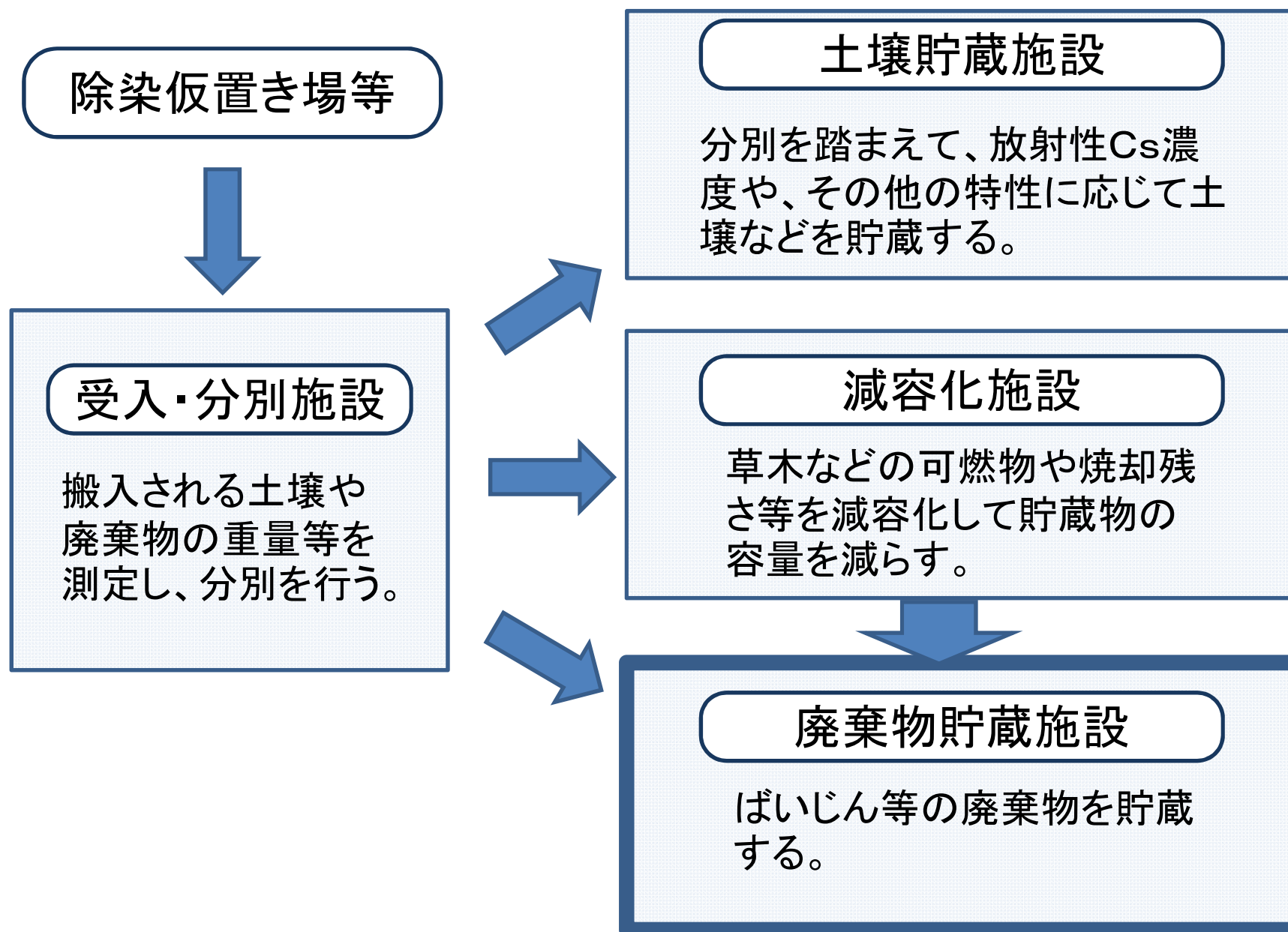
<その他>

- コンクリート骨材及び二次製品、アスファルト合材等はそれぞれ「JIS 5031 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ」及び「JIS5032 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」に適合すること

ばいじんの性状等について

平成29年4月
環境省

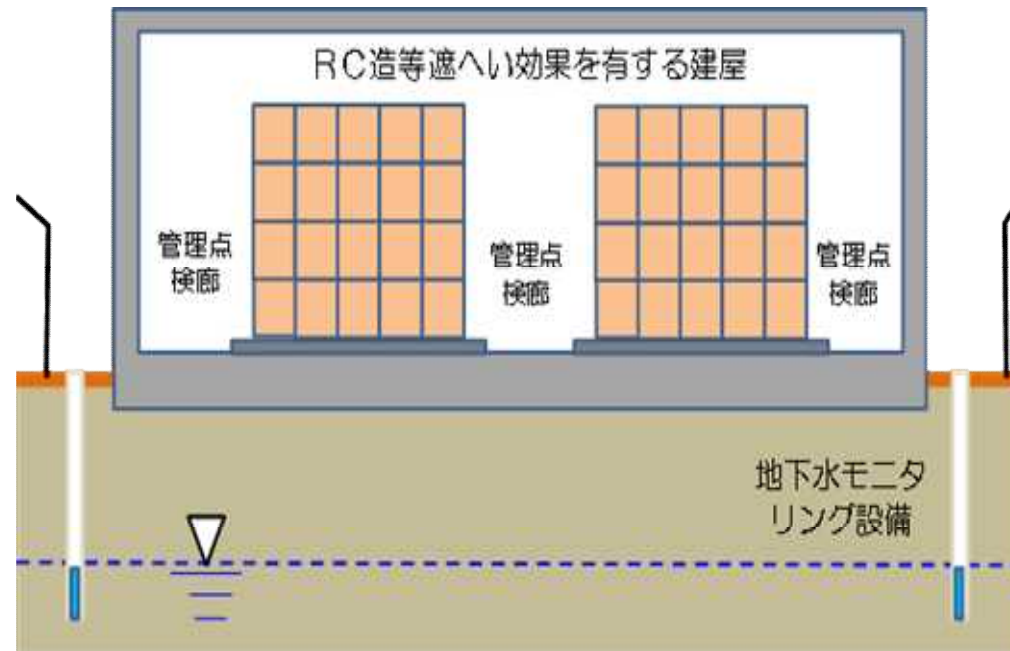
処理フローイメージ



廃棄物貯蔵施設

用地の効率的な利用の観点から、廃棄物貯蔵施設を最小化するためには、貯蔵の対象となるばいじん等の廃棄物を、可能な限り減容化することが重要

- ・廃棄物貯蔵施設では、30年以内の県外最終処分までの間、廃棄物を貯蔵する。
- ・廃棄物貯蔵施設は、鉄筋コンクリート構造物とし、想定される外力に対して構造耐力上の安全を確保する。



廃棄物貯蔵施設イメージ図

ばいじんの性状①

これまでの研究報告等によれば、放射性Csを含む廃棄物の熱処理において、揮発促進剤を添加することにより、放射性Csのばいじんへの分配率が高まるとの知見が得られている。

○溶融方式の例

都市ごみ焼却施設（ストーカー＋灰溶融）におけるばいじんの放射性Cs濃度、分配率等については、以下の表のとおり

表 ばいじんの放射性Csの濃度、分配率等

	処理対象物	処理対象物放射性Cs濃度(Bq/kg)	溶融ばいじん放射性Cs濃度(Bq/kg)	溶融ばいじんCs分配率(%)
A施設	主灰	1,000～1,850	1,840～8,070	65.5
B施設	主灰＋ばいじん	3,890(主灰) 21,800(ばいじん) 混合	100,500	94.1
C施設	主灰	2,620～5,530	9,790～35,900	52.0～91.7
	主灰＋ばいじん	39,200、69,400(ばいじんのみ)	43,200、91,800	89.9、94.5

「事故由来放射性物質汚染廃棄物の熱処理に関するこれまでの研究成果」（環境放射能除染学会誌 2014年 Vol2 No2）に基づき作成

ばいじんの性状②

○ガス化溶融方式の例

ガス化溶融炉において、揮発促進剤の添加量を変化させた場合のばいじんの放射性Cs濃度、分配率等については、以下の表のとおり。

表 ばいじんの放射性Csの濃度、分配率等

	揮発促進剤 CaCl ₂ (%)	処理対象物 放射性Cs濃度 (Bq/kg)	溶融ばいじん 放射性Cs濃度 (Bq/kg)	溶融ばいじん Cs分配率(%)	溶融ばいじん Cs溶出率(%)
RUN0	0	3,500	28,500	98.45	11
RUN1	2	4,100	34,100	99.59	34
RUN2	4	4,600	38,200	99.84	44
RUN3	5	5,200	43,300	99.84	73
RUN4	13	5,500	46,000	99.71	81

「平成28年度中間貯蔵施設の管理等に関する業務報告書」(JESCO)に基づき作成

ばいじんの性状③

○焼成方式の例

焼成におけるばいじんの放射性Cs濃度等については、以下の表のとおり。なお、揮発促進剤を添加し、処理されている。

表 ばいじんの放射性Csの濃度等

	処理対象物	処理対象物放射性Cs濃度(Bq/kg)	副産物(ばいじん)Cs濃度(Bq/kg)
RUN5	焼却灰	8,900～37,000	150,000～230,000
RUN6	焼却灰	11,000～31,000	140,000～170,000

※処理対象物が焼却灰の場合のみ

「飯館村蕨平地区における仮設資材化実証事業の稼働状況について」(環境省)

http://shiteihaiki.env.go.jp/initiatives_fukushima/waste_disposal/iitate/materials_warabidaira.htmlに基づき作成

廃棄物の貯蔵容器

既往の事例等から貯蔵容器として想定される容器の特長を以下に整理

*鋼繊維補強ポリマー含浸コンクリート容器

項目	フレキシブルコンテナ	ドラム缶	鋼製角形容器	コンクリート容器	PIC容器*
実績	除染土壌等で多数採用	低濃度放射性廃棄物容器に多数採用	低濃度放射性廃棄物容器に多数採用	放射線低減効果があり、ばいじん保管に採用	放射線低減効果高く比較的高濃度のばいじん保管に採用
容量(m ³)	1.33	0.20	1.67	1.67	1.19
空重量(kg)	7	27	250	1,000	1,270
m ³ 当り容器重量	5.3kg/m ³	135.0kg/m ³	149.7kg/m ³	598.8kg/m ³	1,067kg/m ³
m ³ 当り容器価格	1.1～2.3万円/m ³	10～15万円/m ³	9～12万円/m ³	9 万円/m ³	84万円/m ³
耐久性	屋外で数年程度 IP-2型は通常のものより耐久性あり	塩化物に対して内袋等の保護にて30年以上	同左	同左	米国原子力規制委員会認可取得 材料使用 300年以上
納期	即納	即納	3ヶ月	1ヶ月	3ヶ月
貯蔵例					

議論して頂きたいポイント

これまで環境省では、国直轄で福島県内に仮設焼却施設を多数設置し、処理を進めているが、双葉町に設置する中間貯蔵施設の減容化施設については、可燃性の廃棄物の焼却に加え、限られた用地に廃棄物貯蔵施設を整備する必要があることから、焼却残さの熱処理も行うこととしている。

今後、環境省が施設発注に使用する要求水準書等を作成するにあたり、本検討会から技術的事項についてご助言をいただきたい。特に、議論いただきたい点は以下の通り。

- ・焼却残さの熱処理を安全かつ適切に行うため、減容化施設に求められるポイント
- ・生成物の利用及び廃棄物貯蔵施設に保管する廃棄物の保管量や保管方法を踏まえた、焼却残さの熱処理施設において重視すべき機能やポイント
- ・生成物について、中間貯蔵施設内で活用する際に重視すべき、安全性、汎用性、規格等の要求品質
- ・廃棄物貯蔵施設での保管、将来の処理や搬出を踏まえた充填容器・貯蔵容器の考え方