

---

# 中間貯蔵施設等の除染廃棄物対策の 取り組み状況に関する調査活動概要報告

令和3年9月6日

分科会-1 主査

土 宏之

(清水建設株式会社)

1. 分科会-1
2. 中間貯蔵事業の概要・現況
3. 活動報告
4. 考察
5. まとめ

## 低レベル放射性廃棄物・汚染廃棄物対策に関する研究小委員会の活動計画骨子

除染～除染廃棄物対策への土木技術の既往適用事例の調査・整理、今後の除染廃棄物対策事業に係る土木技術課題と考慮事項の検討

- ①除染～保管・仮置～中間貯蔵～除染土壌等の減容・再生利用に係る各種事業に関連して検討・適用されてきた技術情報の体系的な調査・検討・整理
- ②中間貯蔵～除去土壌等の減容・再生利用等の事業推進に向けた技術的考慮事項ならびに地域振興も考慮した地域共生型事業としての推進のあり方に関する調査・検討



- ・ 中間貯蔵事業で、実際に活用されている新技術、改良技術について調査しその特性や開発が達成された背景等について分析、考察する。
- ・ 減容・再利用、最終処分について、現状分析と今後の方向性を検討する。

- (1) 中間貯蔵関連（大熊町、双葉町）
  - a. 環境省HP等の公開文献情報の収集・・・実施
  - b. 採用された新技術に関するアンケート調査・・・実施
  - c. 現地調査（課題抽出等）・・・未実施
  - d. 分析・考察・・・実施中
- (2) 減容化／再利用関連
  - a.環境省実証試験委託報告書、技術開発戦略検討会資料等の公開文献情報の収集・・・実施
  - b.採用された新技術に関するアンケート調査・・・実施
  - c. 分析・考察・・・実施中
- (3) 最終処分関連
  - a. 国内外の関連事業、施設に関する公開文献情報の収集・技術的可能性の検討・・・実施中
- (4) 全体成果の取りまとめ・・・実施中

役職	氏名	所属
主査	土 宏之	清水建設（株）
副主査	納多 勝	（株）大林組
委員兼幹事	押野嘉雄	鹿島建設（株）
委員兼幹事	大久保英也	大成建設（株）
委員兼幹事	福田和人	前田建設工業（株）
委員兼幹事	西 邦夫	（株）安藤・間
委員兼幹事	横山勝彦	清水建設（株）
委員	池田孝夫	日揮（株）
委員	渡辺保貴	（一財）電力中央研究所



1章 はじめに

2章 中間貯蔵の概要

3章 技術調査

(1) 中間貯蔵のプロセスと要件

(2) 導入された新技術の調査

(3) まとめ

4章 最終処分に向けて

(1) 減容化

(2) 再生利用

(3) 最終処分

5章 終わりに

3章の検討の流れ

	本報告書での記述内容 (3章)	出所	
		文献	分科会1 委員から の情報
a	中間貯蔵施設事業のプロセス、サブプロセス	○	△
b	各プロセスにおける作業の内容	○	△
c	中間貯蔵施設事業への要件	○	
d	解決する必要のあった課題		○
e	開発かつ採用された技術	?	○
f	技術開発のインセンティブ (要件、課題との関係)		○
g	技術開発の特徴	?	○
h	今後の課題	?	○
i	まとめ		

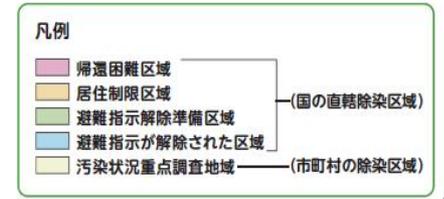
## 2011.10.29 国が中間貯蔵施設等の基本的考え方を公表

### <主な内容>

- ◆ 中間貯蔵施設の確保及び維持管理は国が行う
- ◆ 平成27年1月を目途として施設の供用を開始するよう最大限努力する
- ◆ 福島県内の土壌・廃棄物のみ貯蔵対象とする
- ◆ 中間貯蔵開始後30年以内に、福島県外で最終処分を完了する

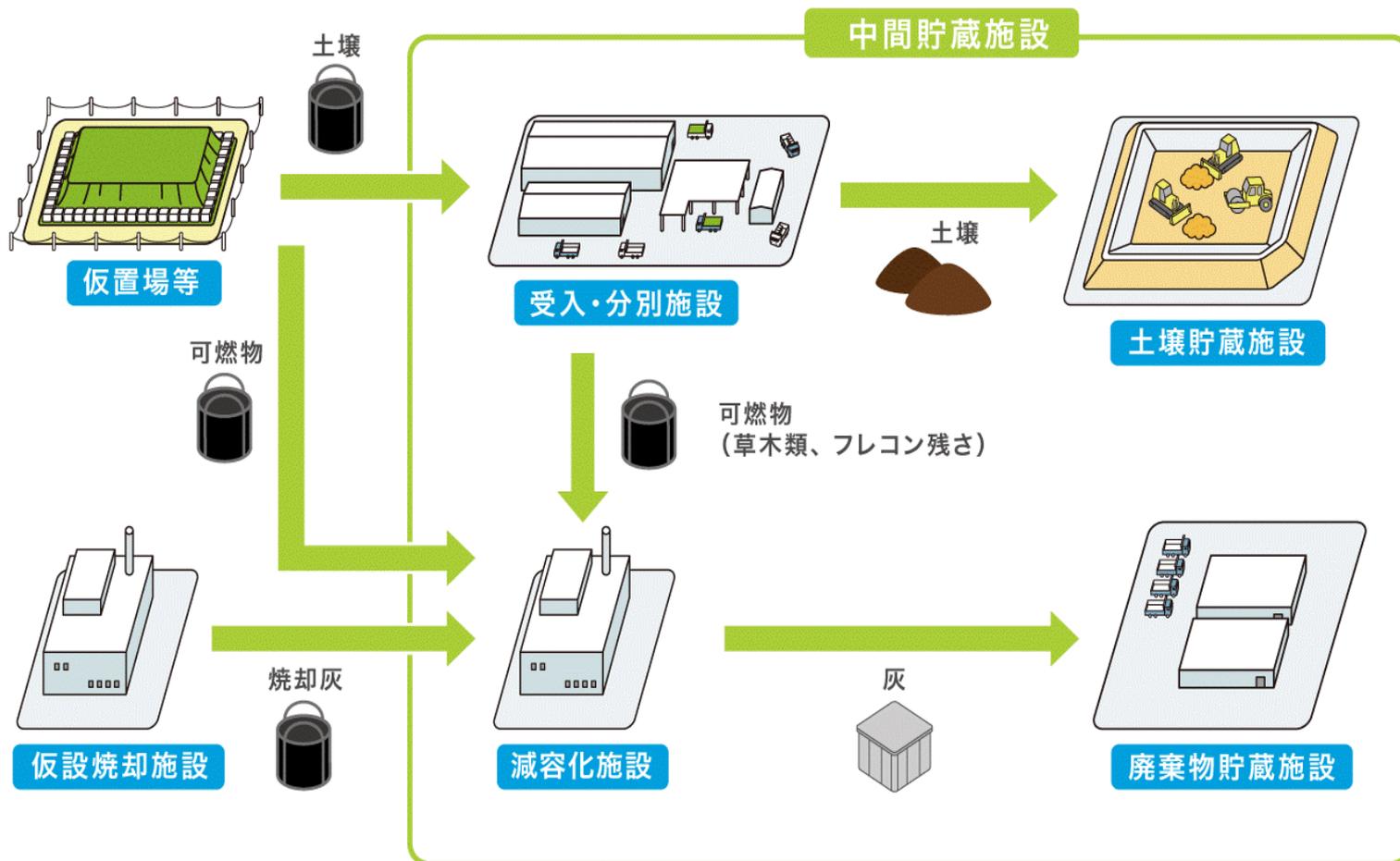


2015.3.13  
中間貯蔵施設保管場へのパイロット輸送開始から30年間の貯蔵開始

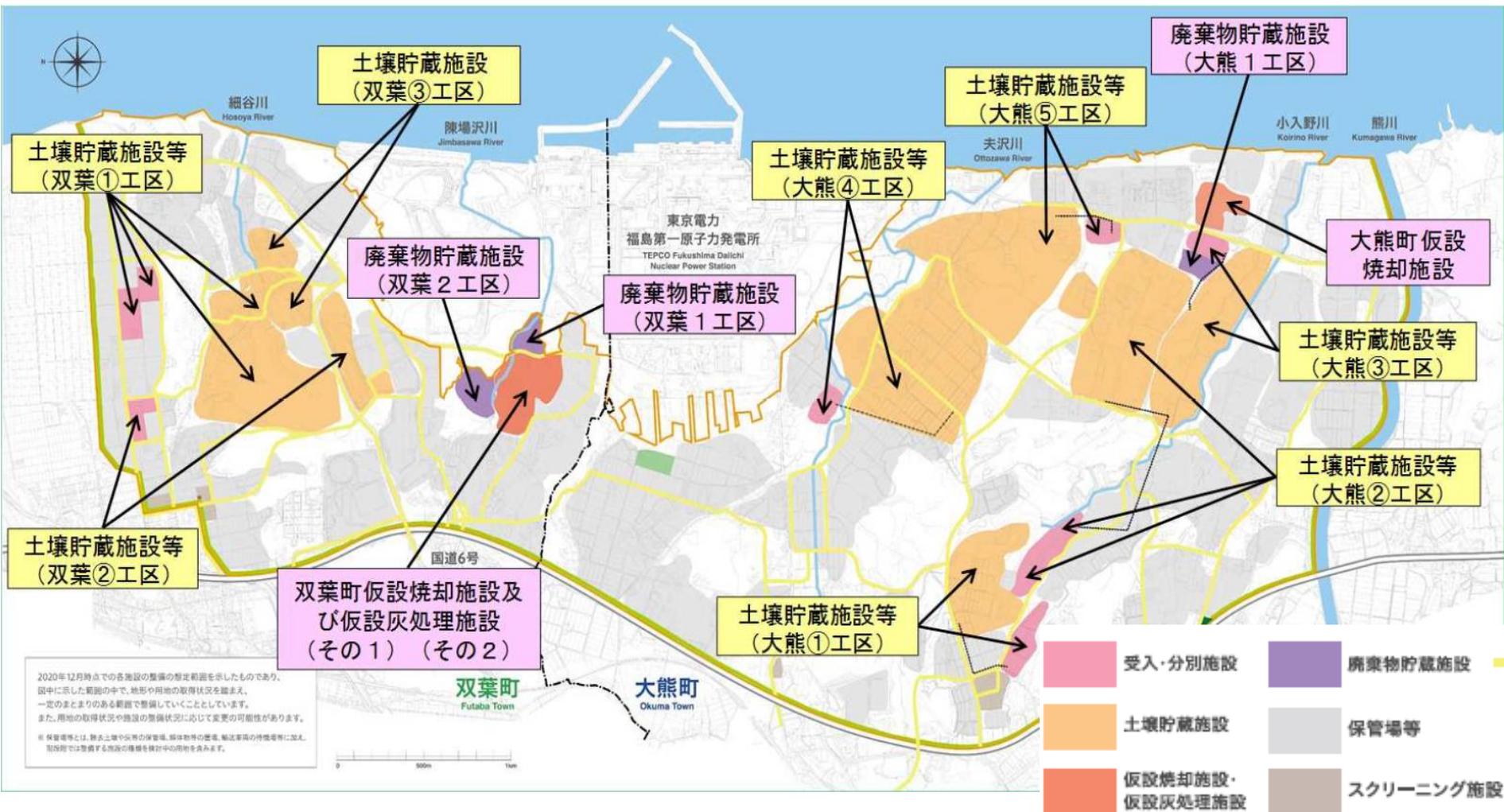


抜粋：環境省HP

- ◆ 中間貯蔵施設は、福島県内の除染に伴い発生した土壌や廃棄物等を最終処分までの間、安全に集中的に貯蔵する施設
- ◆ 除去物を受入れ・分別する受入・分別施設、土壌を貯蔵する土壌貯蔵施設、焼却灰（可燃物を焼却）を貯蔵する廃棄物貯蔵施設などで構成される。



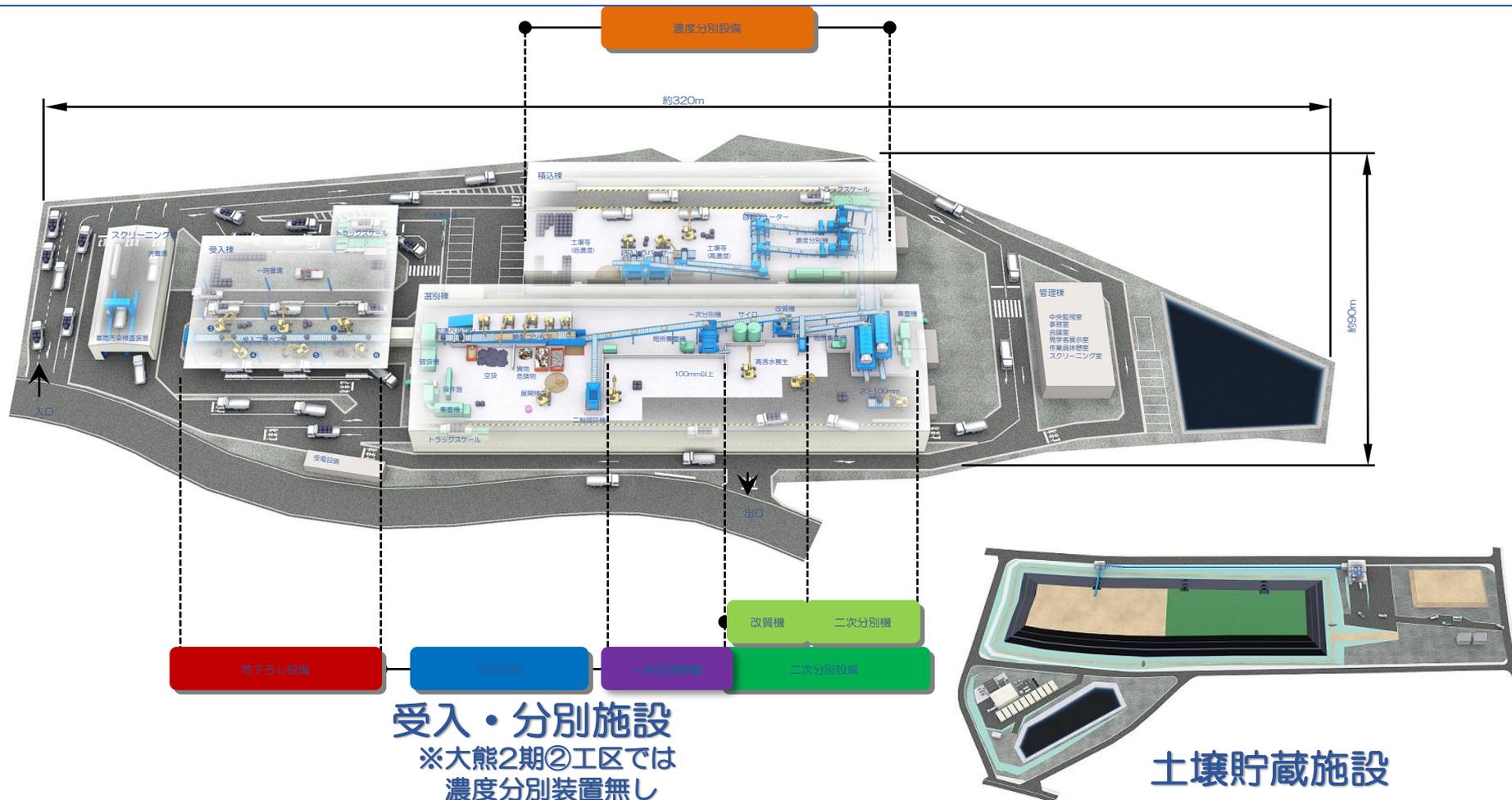
※環境省HPより抜粋

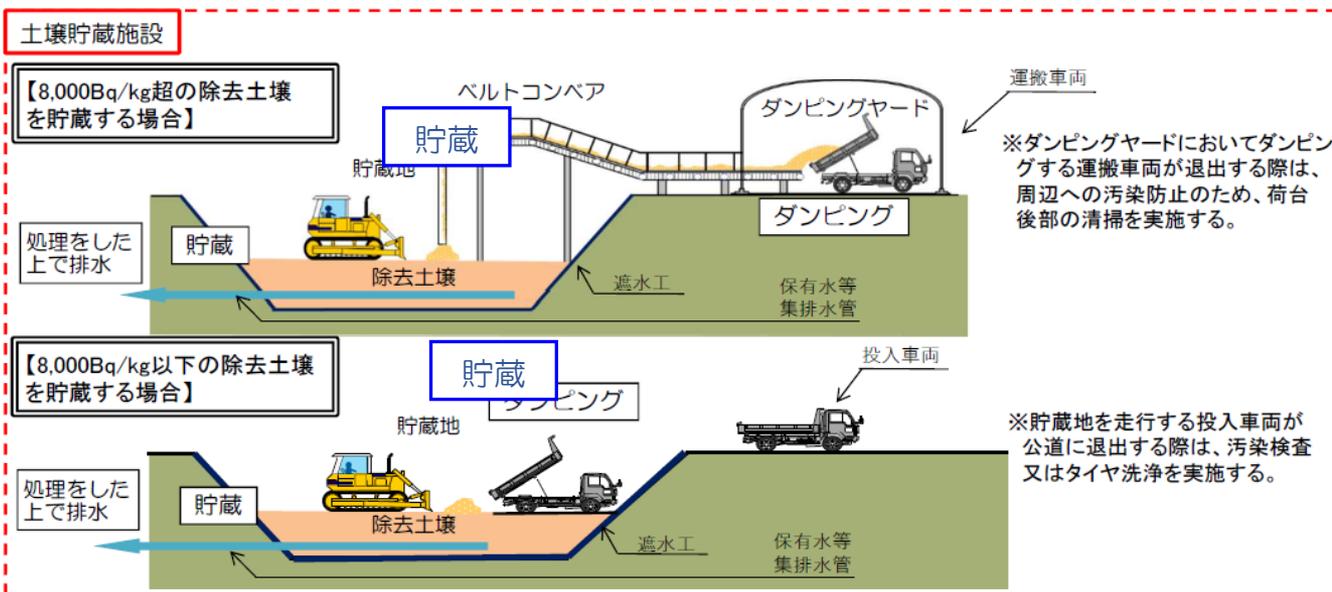
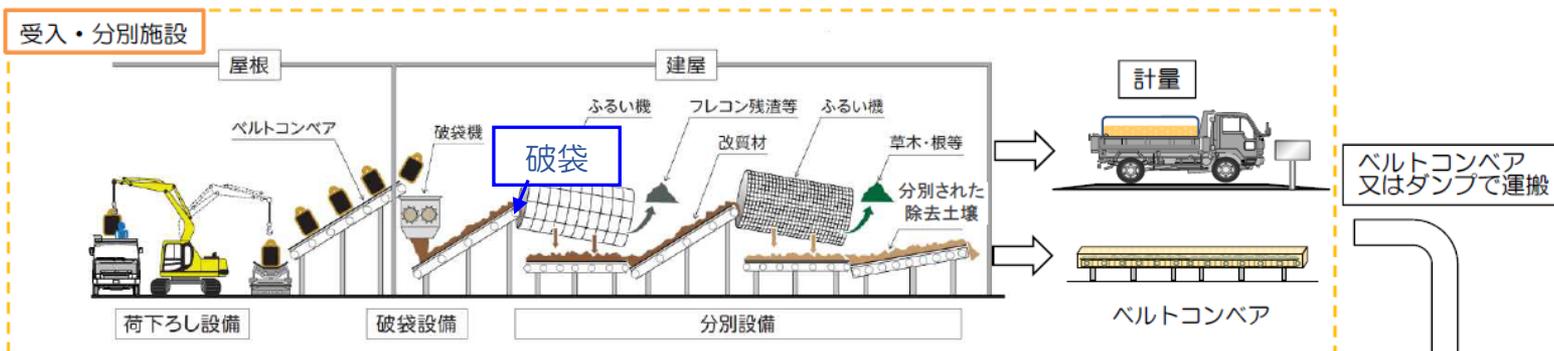


※環境省HPより抜粋

## 中間貯蔵施設の例：大熊1期②工区

**工事案件名** : 平成28年度中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設等工事（大熊町）  
**施設の種類** : 除去土壌等の受入分別施設（処理能力：140t/h [12時間稼働]）貯蔵施設 25万m<sup>3</sup>  
**発注者** : 環境省 東北地方環境事務所福島環境再生事務所  
**スケジュール** : 契約 2016年6月、着工 2016年9月、本格操業 2018年度上期～、竣工 2019年3月





ベルトコンベア  
又はダンプで運搬

処理土壌中継ヤード  
(テントがけ)に  
一旦仮置き後、  
土壌貯蔵施設に  
ダンピングしている

※ダンピングヤードにおいてダンピングする運搬車両が退出する際は、周辺への汚染防止のため、荷台後部の清掃を実施する。

※貯蔵地を走行する投入車両が公道に退出する際は、汚染検査又はタイヤ洗浄を実施する。

※遮水工、被覆工、堰堤&仕切り堤などの仕様は8000Bq/kg超、8000Bq/kg以下で変わらない

○用地取得については、地権者との信頼関係はもとより、中間貯蔵施設事業を理解いただくことが何よりも重要であると考えており、引き続き地権者への丁寧な説明を尽くしながら取り組みを進める。

○2021年7月末時点での用地取得状況

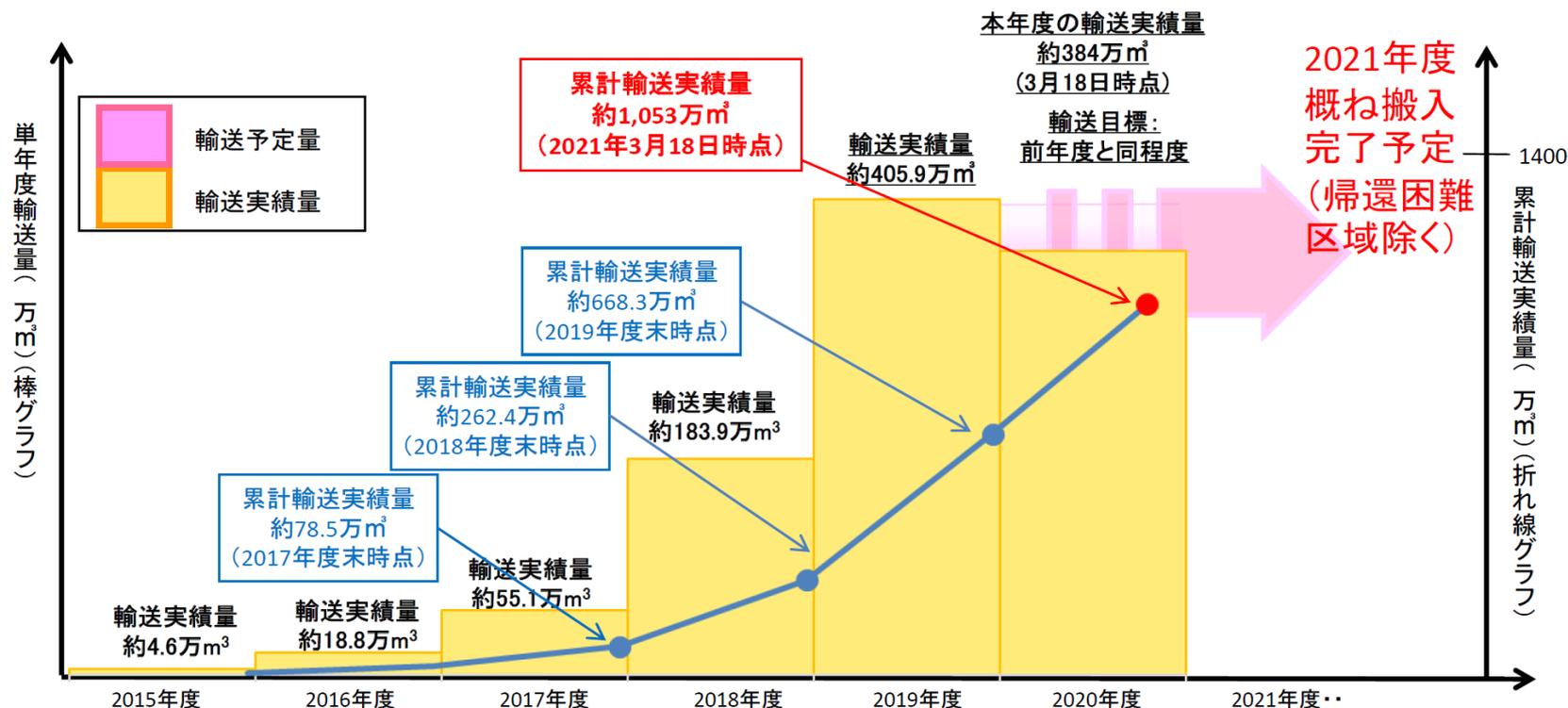
全体面積 約1,600ha	項目	全体面積に対する 面積と割合	全体登記記録人数 (2,360人※1)に対する 人数と割合
	地権者連絡先把握済み	約1,590ha ※1 99.4%	約2,100人 ※1 89.0%
民有地 約1,270ha (約79%)	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>契約済</b>   <b>民有地</b>                      約1,172ha(+0.4ha)                      92.3% ※3                 </div>	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>計</b>                      約1,247ha                      (+2.1ha)                      77.9%                 </div>	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>契約済</b>   <b>計</b>                      1,831人                      (±0人)                      77.6% ※2                      [ 連絡先把握済みの2,100人に対する割合は、87.2% ]                 </div>
公有地 約330ha (約21%)	<b>公有地</b> 約75ha(+1.7ha) 22.6% ※4  その他の公有地 約255ha 16.0%	<参考> 約1,502ha (93.9%)	

(注)端数処理の関係により合計が一致しない場合がある。また、契約済におけるカッコ内の数字は、前月末からの増加分を表す。

※1 国、地方公共団体を含む。  
 ※2 民有地1,829人、公有地2人。  
 ※3 民有地(約1,270ha)に対する割合。  
 ※4 公有地(約330ha)に対する割合。

※環境省HPより抜粋

- 輸送対象物量約1400万 $m^3$ の中間貯蔵施設への搬入に向け、用地や施設整備等の状況を踏まえて、安全を第一に、地域の理解を得ながら、輸送を実施する。
- 2021年度までに、県内に仮置きされている除去土壌等(帰還困難区域を除く)の概ね搬入完了を目指す。
- 2020年度は、安全を第一に、前年度と同程度の量を輸送する。



(出所) 2015～2019年度の輸送量実績及び2020年度の中間貯蔵施設事業の方針で示した2020年度の輸送量(予定値)を追記。

※環境省HPより抜粋

## 受入・分別施設及び土壌貯蔵施設の整備状況

2021年7月31日時点

・除去土壌の分別処理を行い、7月末時点で、約839.1万 $\text{m}^3$ （輸送量ベース）の土壌を土壌貯蔵施設に貯蔵しました。

工区	大熊①工区	大熊②工区	大熊③工区	大熊④工区	大熊⑤工区	双葉①工区	双葉②工区	双葉③工区
受入・分別施設数※ <sup>1</sup>	1	2	1	1	1	2	1	—
貯蔵容量※ <sup>2</sup>	約100万 $\text{m}^3$	約330万 $\text{m}^3$	約210万 $\text{m}^3$	約160万 $\text{m}^3$	約200万 $\text{m}^3$	約140万 $\text{m}^3$	約90万 $\text{m}^3$	約80万 $\text{m}^3$
貯蔵量※ <sup>2</sup>	91.3万 $\text{m}^3$	242.0万 $\text{m}^3$	110.0万 $\text{m}^3$	82.0万 $\text{m}^3$	145.7万 $\text{m}^3$	64.0万 $\text{m}^3$	72.1万 $\text{m}^3$	32.0万 $\text{m}^3$
着工	2017年 9月着工	2016年 11月着工	2017年 11月着工	2018年 10月着工	2018年 10月着工	2016年 11月着工	2018年 1月着工	2018年 9月着工
受入・分別施設スケジュール	2018年7月 運転開始	2017年8月 2018年7月 運転開始	2018年7月 運転開始	2019年8月 運転開始	2019年8月 運転開始	2017年6月 2018年9月 運転開始	2019年2月 運転開始	(なし)
土壌貯蔵施設スケジュール	2018年7月 運転開始	2017年10月 運転開始	2018年10月 運転開始	2020年3月 運転開始	2019年4月 運転開始	2017年12月 運転開始	2019年5月 運転開始	2019年12月 運転開始
受注者	鹿島JV	清水JV	大林JV	清水JV	大林JV	前田JV	大成JV	安藤・間JV

※<sup>1</sup> 発注時の1施設当たりの処理能力は140t/時。双葉③工区は、受入・分別施設を整備していません。

※<sup>2</sup> 貯蔵容量及び貯蔵量は、仮置場等からの輸送量ベース（1袋 = 1 $\text{m}^3$ で換算）。貯蔵容量は、用地確保状況等により変更となる可能性があります。

※環境省HPより抜粋

工区 大熊①工区		工区 大熊②工区		
施設	受入・分別施設	施設	受入・分別施設	
現況				
工区 大熊③工区		工区 大熊④工区		
施設	受入・分別施設	施設	受入・分別施設	
現況				

※環境省HPより抜粋

工区	大熊⑤工区		工区	双葉①工区	
施設	受入・分別施設	土壌貯蔵施設	施設	受入・分別施設	土壌貯蔵施設
現況			現況		
工区	双葉②工区		工区	双葉③工区	
施設	受入・分別施設	土壌貯蔵施設	施設	受入・分別施設	土壌貯蔵施設
現況			現況	受入・分別施設は整備していない。	

※環境省HPより抜粋

## 中間貯蔵施設の例：大熊1期②工区



土壌貯蔵施設

受入・分別施設



## 仮設焼却施設及び仮設灰処理施設

2021年7月31日時点

施設	大熊町	双葉町（その1）	双葉町（その2）
規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設焼却施設：200 t / 日 × 1 炉（ストーカ炉）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設焼却施設：150 t / 日 × 1 炉（シャフト炉）</li> <li>仮設灰処理施設：75 t / 日 × 2 炉（表面熔融炉）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設焼却施設：200 t / 日 × 1 炉（ストーカ炉）</li> <li>仮設灰処理施設：75 t / 日 × 2 炉（コークスベット式灰熔融炉）</li> </ul>
敷地面積	約5.0ha	約5.7ha	約6.8ha
着工	2016年7月伐採・造成開始	2018年6月伐採・造成開始	2018年6月伐採・造成開始
建設工事スケジュール	2016年12月開始	2019年1月開始	2019年1月開始
処理スケジュール	2018年2月処理開始	2020年3月処理開始	2020年3月処理開始
受注者	三菱・鹿島JV	新日鉄・クボタ・大林組・TPT JV	JFE・前田JV
外観			

# 2-13 中間貯蔵事業の概要：施設整備状況

## 廃棄物貯蔵施設

- 7月末時点で、灰処理ばいじんを封入した鋼製角形容器7,119個を廃棄物貯蔵施設に貯蔵。

2021年7月31日時点

工区	大熊1工区	双葉1工区	双葉2工区
主な建築構造	鉄骨鉄筋コンクリート造（2棟）	鉄骨鉄筋コンクリート造（1棟）	鉄骨鉄筋コンクリート造（1棟）
貯蔵容量※	29,280個	14,678個	30,028個
貯蔵量※	2,763個	4,356個	—
敷地面積	約2.4ha	約2.2ha	約3.7ha
着工	2018年7月造成開始 2018年12月建築開始	2018年6月造成開始 2018年11月建築開始	2019年12月造成開始 2019年12月建築開始
貯蔵スケジュール	2020年4月貯蔵開始	2020年3月貯蔵開始	未定
施設整備受注者	鹿島建設	大林組	鹿島建設
定置・維持管理受注者	鹿島建設		
外観			

※ 貯蔵容量及び貯蔵量は、鋼製角形容器（内寸約1.3m(幅)×約1.3m(奥行)×約1.1m(高さ)）の個数。

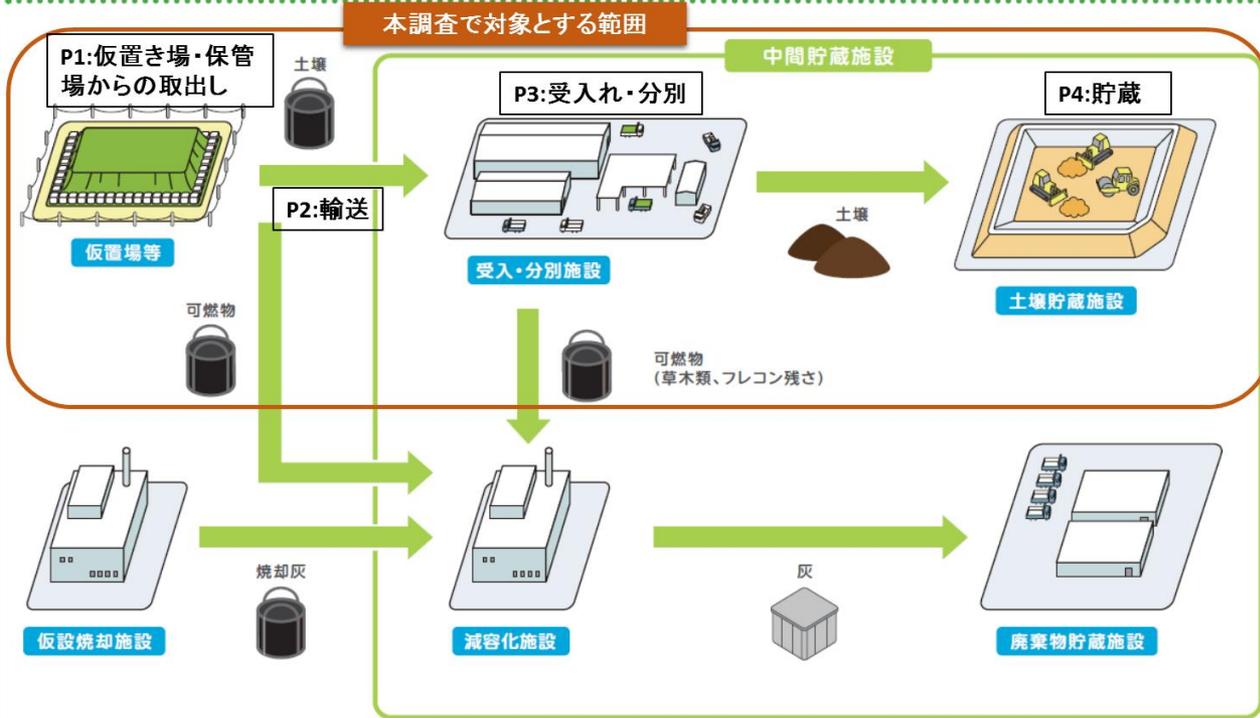
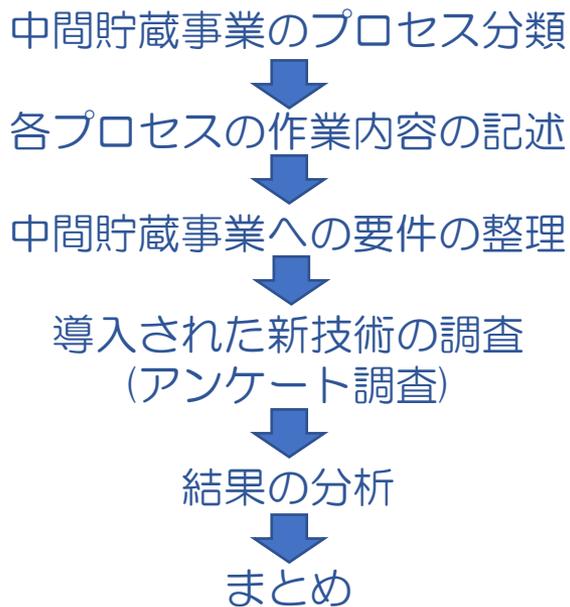
## a. 調査の対象

中間貯蔵事業では、下図に示すように中間貯蔵施設外（仮置場等、仮設焼却施設、輸送道路）と中間貯蔵施設内（受入・分別施設、減容化施設、土壤貯蔵施設、廃棄物貯蔵施設）の施設において多様な作業が行われる。

本調査では、下図に示す範囲を対象とする。この範囲では、すでに事業が開始されその進捗や用いられている技術が公開されている。

### 中間貯蔵施設事業の流れ

## b. 調査の流れ



環境省パンフレット、『除去土壌などの中間貯蔵施設について(2019.1版)』に加筆

## c. プロセス分類と作業内容の記述

中間貯蔵事業の対象範囲を5つのプロセスに分類した。

- P1 仮置き場・保管場からの取出
- P2 輸送
- P3 受入れ・分別
- P4 貯蔵
- P5 その他（共通事項）

上記プロセスを右表に示す27のサブプロセスとそこで行われる52の作業に細分化し、作業内容を記述した。  
併せて中間貯蔵事業に実際に関わる本分科会委員からの情報も反映した（文献1,2参照）。

プロセス、サブプロセス		作業			
P1	仮置き場・保管場からの取出し	P1a 仮置き場の解体	廃棄物取出し準備(シート・遮へい土のう等の撤去) 廃棄物取出し後解体(シートマット・集排水設備等の撤去) 撤去部材の分別・保管・廃棄		
		P1b 廃棄物取出し	廃棄物劣化状況・表面汚染密度調査 梱包修繕・表面汚染除去 廃棄物吊り上げ・取出し		
		P1c 積込	車両への積込 廃棄物の固縛・覆い		
		P1d 現況復旧	土壌放射能検査(復旧前後) 放射能除去 地勢・地力回復		
		P1e 廃棄物管理	搬出廃棄物の検査(重量・表面線量率) 取出しから払出しまでの廃棄物の記録保存		
		P1f 放射線管理	空間線量率・放射能測定 個人被ばく線量管理		
		P2	輸送	P2a 輸送	搬出・走行・搬入の一連の作業
				P2b 輸送管理	車両の運行状況・進捗状況の確認・管理
P2c 交通安全	事故防止対策の実施				
P2d 汚染防止	環境汚染防止対策の実施 騒音・振動の低減・測定				
P2e 放射線管理	空間線量率・放射能測定 個人被ばく線量管理				
P3	受入れ・分別	P3a 受入れ検査	車両必要事項書面検査・重量・線量・汚染検査 廃棄物タグ情報読込・数量確認・重量測定		
		P3b 荷下ろし	車両からの廃棄物吊下、荷下し		
		P3c 破袋	廃棄物容器の破袋 粉塵・水分の逸散防止		
		P3d 分別	一次分別(容器の残渣・大きな石等の分別) 二次分別(可燃物の分別) 粉塵・水分の逸散防止		
		P3e 濃度分別	土壌放射能濃度の連続測定と分別		
		P3f 改質	二次分別前の土質判定と含水率・粘性の調整		
		P3g 廃棄物管理	受入から分別後搬出までの廃棄物の記録保存		
		P3h 放射線管理	空間線量率・放射能測定 個人被ばく線量管理		
		P3i 搬出	分別設備から貯蔵又は減容化施設への運搬 粉塵・水分の逸散防止		
		P4	貯蔵	P4a 調査	設計に必要な地下水・土質試験の実施
P4b 設計	荷重・外力・事象(地震津波・地下水・降水)に対する設計 施設からの取出しを考慮した設計				
P4c 建設	敷地線量低減措置工(着工前の被覆・除染) 各種土工(造成・堰堤・道路) 集排水・処理設備工(雨水・地下水・浸透水)				
P4d 貯蔵	分別処理された土壌の貯蔵施設での埋立て 被覆工(保護土・キャッピング工) 除去土壌の飛散・流出防止				
P4e 地下水管理、漏洩感知	地下水・浸透水・放流水中のCs・重金属等の測定 遮水シートからの漏洩の検査・補修 埋立前後の周辺環境調査				
P4f 放射線管理	空間線量率・放射能測定 個人被ばく線量管理				
P5	その他			P5a 労務管理	作業員の安全衛生・労働環境管理

文献1：除去土壌などの中間貯蔵施設について2019.1環境省パンフレット  
文献2：平成28年度中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設等工事(大熊町、双葉町)現場説明書

#### d. 中間貯蔵事業への要件（文献1、2を参考に作成）

中間貯蔵での各作業は、他の事業と同様にQCDS E（品質、経済性、施工性、安全性、環境保全）への配慮が求められる。さらに本件はわが国で初めての、除去土壌等の運搬・処理・貯蔵事業であり、以下のような特徴と要件が想定される。

- (a) 事故由来の放射性物質を扱うことから、除去土壌等の閉じ込め、周辺住民と業者の放射線防護が重要となる。また、除染電離則に従った労務管理を確実に行うことが要求される。
- (b) 汚染土壌等は広域にわたり大量に（中間貯蔵施設への輸送対象物量は約1,400万<sup>3</sup>m）保管されている。これを確実にかつ短期間に運搬し貯蔵することが要求される。また、投入される建設資源（人員、機器、機材など）も膨大であり、確実な労務管理、資材管理が要求される。
- (c) 再生利用、最終処分までの30年に及ぶ長期間、汚染土壌や放射性物質を確実に閉じ込めることが要求される。
- (d) 周辺住民・周辺環境への配慮が特に求められる。かつ、多様な利害関係者（ステークホルダー）への説明性と理解獲得が円滑な事業進展への要件となる。

中間貯蔵への要件を下表に示す。

分類	要件	
品質	機械的特性	十分な耐力・剛性を有する。容器等を破損させない。
	水理的特性	十分な止水性・排水処理能を有する。
	化学的特性	貯蔵施設を化学的に安定した状況に保つ。大気・土質・水質等を汚染しない。
	閉じ込め性(固液)	粉体・液体を容器や貯蔵空間に保持し逸散・拡散させない。
	閉じ込め性(放射能)	放射線を遮へいする。放射性物質の逸散・拡散を防止する。
	耐久性	中間貯蔵期間、所定の機能を維持する。
生産性	規模対応性(大量・広域)	大量・広範囲の仮置き土壌等を確実に扱う。膨大な人員・資機材を適切に管理する。
	速度対応性	大量の土壌等の扱いにおいて十分な施工速度を持つ。
安全性	安全性(一般)	周辺住民と従事者の安全・衛生を確保する。
	安全性(放射線防護)	周辺住民と従事者を放射線・放射能から防護する。
環境	環境保護性	周辺環境への影響を低減する。
監視	計測・監視可能性	計量・モニタリングおよび合否判断の機能を持つ。
記録	記録・トレーサビリティ	作業や計測の履歴を記録し、記録保持を確実に行う。
費用	経済性	コスト面で優れる。
受容	社会的受容性	ステークホルダーへの説明性・理解と信頼の獲得に優れる。

各プロセスと要件との関係の一部を右表に示す。

## 「中間貯蔵施設の 土壌貯蔵施設等工事」 プロセスと作業への要件

		要件															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		品質	生産性	安全性	環境	監視	記録	費用	受容								
		機械的特性	水理的特性	化学的特性	閉じ込め性(固液)	閉じ込め性(放射能)	耐久性	規模対応性(大量・広域)	速度対応性	安全性(一般)	安全性(放射線防護)	環境保全性	計測・監視可能性	記録・トレーサビリティ	経済性	社会的受容性	
		十分な耐力・剛性を有する。容器等を破損させない	十分な止水性・排水処理能を有する	貯蔵施設を化学的に安定した状況に保つ。大気・土質・水質等を汚染しない	粉末・液体を容器や貯蔵空間に保持し逸散・拡散させない	放射線を遮へいする。放射性物質の逸散・拡散を防止する	中間貯蔵期間・所定の機能を維持する	大量・広範囲の仮置き土壌等を確実に扱う。膨大な人員・資機材を適切に管理する	持つ	周辺住民と従事者の安全・衛生を確保する	周辺住民と従事者を放射線・放射能から防護する	周辺環境への影響を低減する	計量・モニタリングおよび可否判断の機能を持つ	作業や計測の履歴を記録し、記録保持を確実に行う	コスト面で優れる	ステークホルダーへの説明性・理解と信頼の獲得に優れる	
		プロセスと作業															
		プロセス、サブプロセス			作業												
P1	仮置き場・保管場からの取出し	P1a 仮置き場の解体	廃棄物取出し準備(シート・遮へい土のう等の撤去)														
			廃棄物取出し後解体(シートマット・集排水設備等の撤去)														
		P1b 廃棄物取出し	撤去部材の分別・保管・廃棄														
			廃棄物劣化状況・表面汚染密度調査 梱包修繕・表面汚染除去														
	P1c 積込	廃棄物吊り上げ・取出し															
		車両への積込 廃棄物の固縛・覆い															
	P1d 現況復旧	土壌放射能検査(復旧前後)															
		放射能除去 地勢・地力回復															
P1e 廃棄物管理	搬出廃棄物の検査(重量・表面線量率)																
	取出しから払出しまでの廃棄物の記録保存																
P1f 放射線管理	空間線量率・放射能測定																
	個人被ばく線量管理																
P2	輸送	P2a 輸送	搬出・走行・搬入の一連の作業														
		P2b 輸送管理	車両の運行状況・進捗状況の確認・管理														
		P2c 交通安全	事故防止対策の実施														
		P2d 汚染防止	環境汚染防止対策の実施 騒音・振動の低減・測定														
		P2e 放射線管理	空間線量率・放射能測定 個人被ばく線量管理														
		P3a 受入れ検査	車両必要事項書面検査、重量・線量・汚染検査 廃棄物タグ情報読込、数量確認、重量測定														

### e. 中間貯蔵施設事業に導入されている新技術の調査

[調査方法] アンケート調査(調査票は次ページ参照)

[調査対象] 中間貯蔵工事を受注している共同企業体(JV)の幹事会社6社対象

[調査項目] 「技術名称」「対象プロセス」「開発経緯・目的」「機器・システムの概要」  
12項目 「特徴・性能・仕組み」「課題・今後の計画」「効果」「展開・適用事例」  
「適用で工夫・苦労した点」「開発者・特許等」「出典」「参考添付図」の

[調査結果] 53の技術が調査票にまとめられた。

[分析] 分析にあたっては、次の項目も考慮

- ①対象とするプロセス・サブプロセス、および各技術の要点
- ②基本となる技術分野。各技術開発が「土木技術の改良」「他分野から技術移転」「土木と他分野技術の業際的な融合」のいずれにあてはまるか。
- ③ハード面中心の開発(工法・材料・デバイス)かソフト面中心の開発(プログラム・システム)か。
- ④開発された技術は、「機械化・省力化」、「無人化・遠隔化」、「情報通信技術(ICT、IoT)」に対応するか。

## 技術情報調査票（例）

### O6- 大型土のう破袋システム

技術情報調査票 (O6)				
1.技術名称	大型土のう破袋システム			
2.対象プロセス				
(1)仮置き場・保管場からの取出し	(2)輸送	(3)受け入れ・分別	(4)貯蔵	(5)その他
a.仮置き場の解体	a.輸送	a.受け入れ検査	a.調査	a.労務管理
b.廃棄物取出し	b.輸送管理	b.荷降ろし	b.設計	
c.積込	c.交通安全	c.破袋	○ c.建設	
d.現況復旧	d.汚染防止	d.分別	d.貯蔵	
e.廃棄物管理	e.放射線管理	e.濃度分別	e.地下水管理、漏洩感知	
f.放射線管理		f.改質	f.放射線管理	
		g.廃棄物管理		
		h.放射線管理		
		i.搬出		
3.開発経緯・目的	除染除去物が封入された大型土のう袋から内容物を取り出すためには通常一体ずつ吊り上げカッターナイフなどで土のう袋を切り裂く必要がある。この手法では粉塵が舞う、手に除染除去物が付着するなどして作業員の被ばくの恐れがある。この問題を回避するために大型土のう袋を破る作業、破袋作業を機械により遠隔、自動かつ連続的におこなうことを目的とした。			
4.機器・システムの概要	大型土のう袋を大型土のう破袋システム上部から投入し、内部に設置したカッタードラムにより大型土のう袋を破袋する。			
5.特徴・性能・仕組み	大型土のう破袋システム内に設置されたカッタードラムは上方から見ると隙間が小さくなるよう配置され内容量が少ない土のう袋がすり抜けることが無いよう配置されている。ただしカッタードラム同士は上下に離れており、人頭大の石などが混入した場合も隙間から通り抜けることができる。またカッターティースは硬岩掘削用の高強度ティースを使用しており人頭大の石などの異物が混入した場合でも損傷は最低限で破袋工程への影響は低いものとなる。			
6.課題、今後の計画	特に無し			
7.効果	大型土のう袋の破袋作業を作業員の介入なしに自動的かつ連続的に行うことができる。			
8.展開・適用事例	平成29年度中間貯蔵(大熊3工区)土壌貯蔵施設等工事 平成30年度中間貯蔵(大熊5工区)土壌貯蔵施設等工事			
9.適用にあたり工夫・苦労した点	人頭大の石などをすり抜けさせることと、内容量が少ないあるいは柔らかい土のう袋を確実に破袋することを両立させるために適したカッタードラムの配置とカッターティースの選定			
10.開発者・特許等	特許 第 6180899号 破砕機 特許 第 5873061号 破砕機			
11.出典	(公財)原子力安全技術センター：平成26年度除染技術実証事業報告書(環境省受託事業) 大林組：「大型土のう破袋システム」リーフレット			
12.参考添付図				

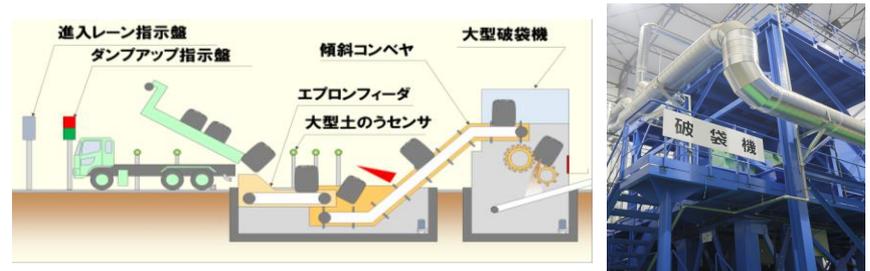


図1 大型土のう破袋システム



# 3-8 活動報告：

## 中間貯蔵事業の技術に関する調査(8)

### 中間貯蔵事業に導入された新技術整理表

No.	調査票番号	技術の名称	プロセスと各技術の説明	基本となる技術分野		新技術の特徴						
				土木技術を基本	土木と他産業の融合	他産業技術を基本	工法・材料・デバイス (ハード面が中心)	システム (ソフト面が中心)	機械化・省力化	無人化・遠隔化	情報通信技術の導入 (ICT, IoT)	
				P1a: 廃棄物の解体 P1b: 廃棄物取出し P1c: 回収 P1d: 現況復旧 P1e: 廃棄物管理 P1f: 放射線管理 P2a: 輸送 P2b: 輸送管理 P2c: 交通安全 P2d: 汚染防止 P2e: 放射線管理 P2f: 受入れ検査 P2g: 荷下ろし P2h: 破砕 P2i: 分別 P2j: 湿度分別 P3f: 改質 P3g: 廃棄物管理 P3h: 放射線管理 P3i: 塵出し P3j: 放射 P3k: 放射 P4a: 地下水管理 P4b: 漏洩感知 P4f: 放射線管理 P4g: 放射線管理 P5a: 品質管理								
1	A1	フレコン輸送管理システム	P2b	輸送管理		✓						✓
2	A2	ドライバーモニタリングシステム	P2b,P2c	輸送管理・ヒューマンエラー防止			✓					✓
3	A3	大型土のう濃度測定車	P1f,P3a,P3h	大型土のう重量・放射能検査		✓			✓			✓
4	A4	連続式土壌濃度測定分別装置	P3e	放射能濃度測定・分別		✓			✓			✓
5	A5	土壌からの有機物の分別	P3d	有機物分別	✓				✓			✓
6	A6	水中放射能連続モニタリングシステム	P4e,P4f	水中放射能濃度連続測定		✓			✓			✓
8	K1	指紋認証システム	P1f,P2e,P4f,P5a	被ばく管理・労務管理の合理化			✓					✓
9	K2	スマートG-Safe	P2a,P2b,P2c	輸送管理		✓			✓			✓
10	K3	スライド足場	P3a,P3b	大型土のう受入れ設備	✓				✓			✓
11	K4	橋形クレーン	P3b	大型土のう受入れ設備	✓				✓			✓
12	K5	破袋設備(ワイヤソー、二軸破砕機)	P3c	破袋設備	✓				✓			✓
13	K6	選別補助材(泥DRY)	P3f	分別前土壌改質	✓				✓			✓
14	K7	電気式漏水検知システム(施工品質管理)	P4e	防水シート漏水検知	✓				✓			✓
15	K8	マシンコントロール付バックホウによる保護土施工	P4d	保護土締め固め管理	✓	✓			✓			✓
16	M1	大型土のう積込、荷下ろし装置(SIKI)バンダップ)	P1c,P3b	大型土のう受入れ設備	✓				✓			✓
17	M2	輸送管理システム(RATS)	P2b,P2c	輸送管理		✓			✓			✓
18	M3	車両汚染検査装置	P3a	車両汚染スクリーニング装置	✓				✓			✓
19	M4	スライド足場	P3a,P3b	大型土のう受入れ	✓				✓			✓
20	M5	異物混入防止装置	P3c,P3d	大型土のう異物検知・除去	✓				✓			✓
21	M6	放射能濃度選別装置	P3e	放射能濃度測定・分別		✓			✓			✓
22	M7	中性土壌改質材	P3f	分別前土壌改質	✓				✓			✓
23	M8	自動シート閉閉装置	P1c,P3b	輸送車両覆い閉閉	✓				✓			✓
24	M9	遮水工施工管理システム	P4e	防水シート漏水検知	✓				✓			✓
25	O1	放射能濃度測定装置(TRUCKSCAN)	P1f,P3a,P3h	大型土のう放射能濃度測定		✓			✓			✓
26	O2	輸送車両運行管理システム	P1e,P2b,P2c	輸送車両管理					✓			✓
27	O3	中間貯蔵輸送管理システム	P1e,P2b	大型土のう輸送管理		✓			✓			✓
28	O4	荷台防水シート	P2d	輸送車両からの漏水防止	✓				✓			✓
29	O5	大型土のうダンパアップシステム	P3b	大型土のう受入れ	✓				✓			✓
30	O6	大型土のう破袋システム	P3c	破袋設備	✓				✓			✓
31	O7	土質判別システム	P3f	分別・再生資源化前土質判定	✓				✓			✓
32	O8	速効型中性系土質改良材(サラサクリーン)	P3f	分別前土壌改質	✓				✓			✓
33	O9	オリオンキャンソート	P3e	放射能濃度測定・分別		✓			✓			✓
34	O10	IoT土工	P4d	締め固め土工管理		✓			✓			✓
35	O11	遠隔操縦装置(サロゲート)	P4d	建設機械遠隔操縦	✓	✓			✓			✓
36	O12	粉塵飛散抑制技術	P4d	締め固め工事中飛散防止	✓				✓			✓
37	O13	導電性自己修復マット	P4e	防水シート漏水検知	✓				✓			✓
40	S1	除去土壌等輸送管理システム(S-FIT)	P1e,P1f,P2b,P2c	輸送管理		✓			✓			✓
41	S2	車両汚染検査装置	P3a	車両汚染スクリーニング装置	✓		✓		✓			✓
42	S3	ウォータージェット破袋システム	P3c	破袋設備	✓				✓			✓
43	S4	可燃物分離システム(パワーグラインドスクリーン)	P3d	有機物分別	✓				✓			✓
44	S5	セシウム汚染土壌濃度分別システム	P3e	放射能濃度測定・分別		✓			✓			✓
45	S6	改質技術	P3f	分別前水分測定・改質	✓				✓			✓
47	S7	空間線量マップ予測システム(Dose3DMap)	P1f,P3h,P4f,P5a	空間線量率解析		✓			✓			✓
48	S8	遮水シート自動溶着機の高高度化	P4c	防水シート施工	✓				✓			✓
49	S9	LEDシンチレーションファイバー検出器	P1f,P3h,P4f	放射線量測定・可視化		✓			✓			✓
51	T1	線量管理システム	P1f,P2e,P3h,P4f,P5a	被ばく管理・労務管理の合理化		✓			✓			✓
52	T2	輸送車両荷台上的遮水トレイ	P2d	輸送車両からの漏水防止	✓				✓			✓
53	T3	漏洩検知システム	P4e	防水シート漏水検知	✓				✓			✓



本調査範囲での技術開発に関し、以下の特徴が考察された。

①中間貯蔵事業特有の要件や課題への対応特有の要件は以下の通り。

- 放射性物質の閉じ込めと放射線防護
- 広域・大量の汚染物への対応
- 長期間の確実な閉じ込めと貯蔵施設の機能維持
- 周辺住民・環境への配慮と利害関係者（ステークホルダー）への説明性向上と理解獲得

本件の技術開発では一般工事と同様のQCDSの向上に加え、これら要件が開発のインセンティブとして影響している。

これを受けて、技術開発の目的や効果として以下のような事項が各社の調査票から明らかになった。

- 作業効率の向上
- 安全性向上、被ばく低減
- 作業員不足の解消、自動化
- ステークホルダー（発注者、規制者、地元住民等）の理解促進
- 1F廃炉工事への影響低減（交通影響、送電線の影響、被ばくの重複、諸基準の統一）
- 30年後を見据えた対応（トレーサビリティ）
- 新技術の一般への発展性・波及効果

### ②最新建設技術の活用と他産業技術の導入

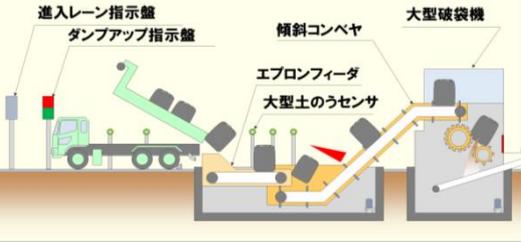
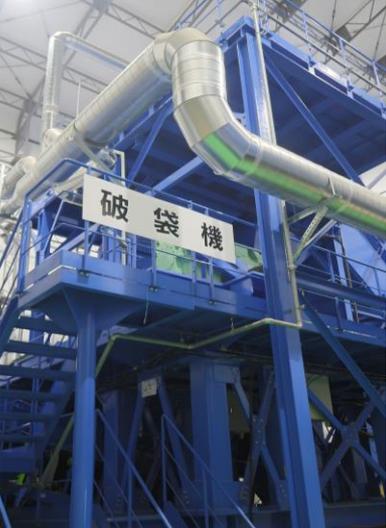
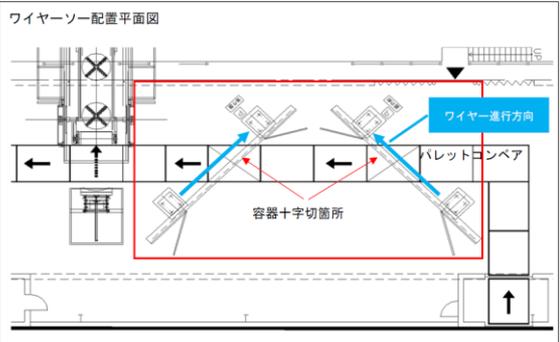
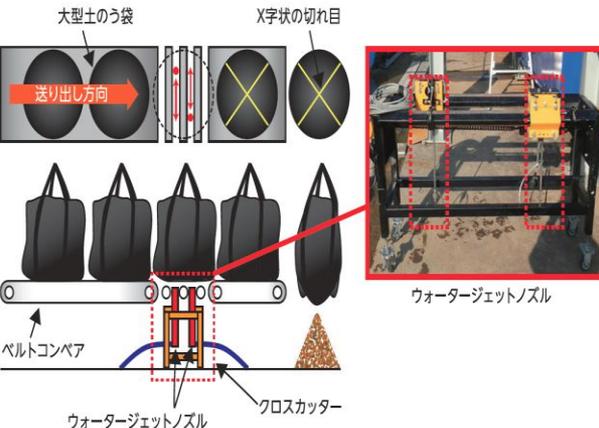
開発においては、最新の土木技術の改良(ex. 改質剤等)に加え、他産業技術(ex. 運行管理、放射能測定等)との融合が積極的に行われている。

また「機械化・省力化」を志向した開発が実施されるとともに、一歩進めて安全性や品質の向上のために「無人化・遠隔化」の技術開発が図られている。さらに、近年建設分野でも開発・導入がめざましい情報通信技術(例えば、ICT; Information and Communication Technology, IoT; Internet of Things)が多くのシステムに導入されている。

## ③個別技術における各社の開発

同じ作業に対する技術開発において、各社それぞれの工夫が見られ、民間の技術や創造力が活用されていることが確認された。

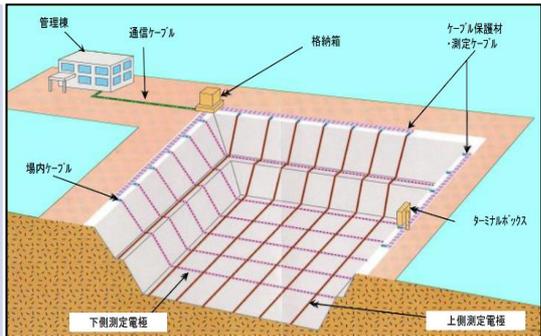
### [例-1]破袋技術

適用技術	カッタードラムによる破袋	ワイヤーソーによる破袋	ウォータージェットによる破袋
概要 	 	 	 

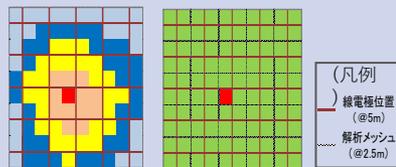
## [例-2] 遮水工 施工・品質管理

適用技術	漏水位置検出システム	導電性自己修復マット	電気式漏水検知システム
------	------------	------------	-------------

概要  
☒

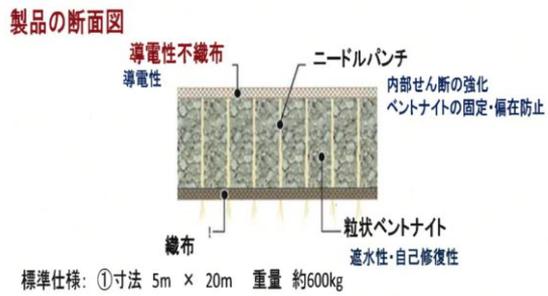


システム概要図



線電極配置: 5 m 間隔 → 2.5 m  
メッシュでの絞り込み

位置特定プログラムによる解析イメージ



【参考】従来の漏水検知システムとの比較

Conductive Mat は、遮水性・自己修復性・導電性を一体型にしたマットです。

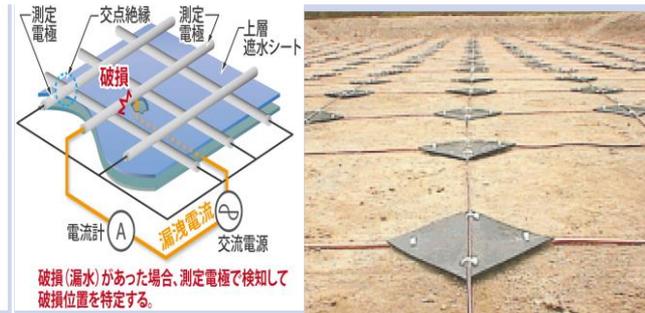
	従来製品	コンダクティブ・マット
製品イメージ		
検知システム断面イメージ	<ul style="list-style-type: none"> <li>自己修復マットのほかに導電性マットを敷設する必要があります。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>単体で2つの役割がありますのでコンダクティブ・マットのみの敷設となります。</li> </ul>

・コンダクティブ・マット1枚で、自己修復性+導電性を発揮する事ができます。  
 ・導電性は従来の導電性マットと同様な漏水位置特性の精度を向上させます。  
 ・敷設手間は1回のため、コスト削減・工期短縮にもつながります。

製品規格

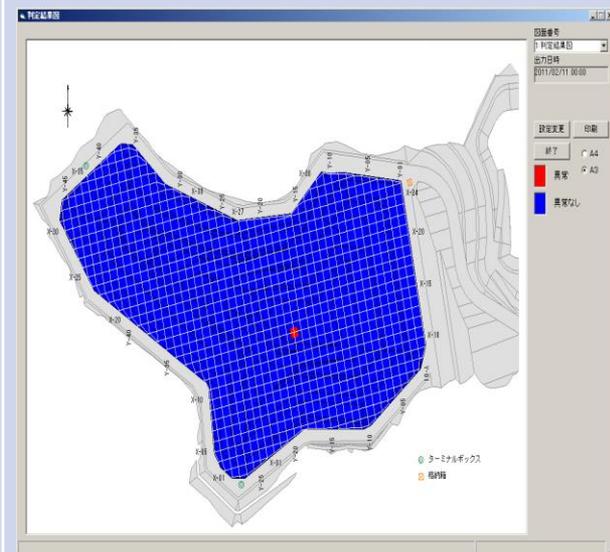
項目	規格	試験方法
ベントナイト量	kg/m <sup>2</sup> 4.0以上	JIS L 1506
厚さ	mm 6.0以上	JIS L 1506
ベントナイト膨潤力	ml/2g 20以上	JBAS-104-77
貫入抵抗	N 500以上	ASTM D 4833
接地抵抗	Ω 900以下	応用地質測定法

自己修復マットの概要と仕様



システムのイメージ

測定電極敷設例

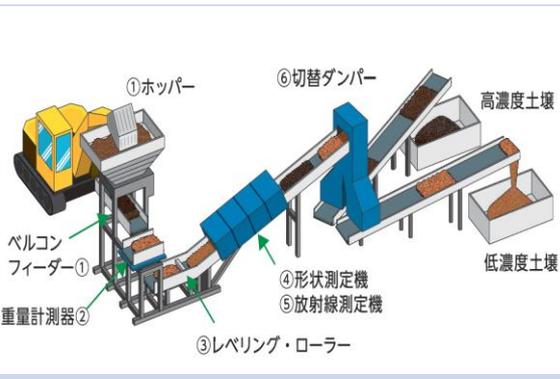


異常を検知した場合の管理画面イメージ

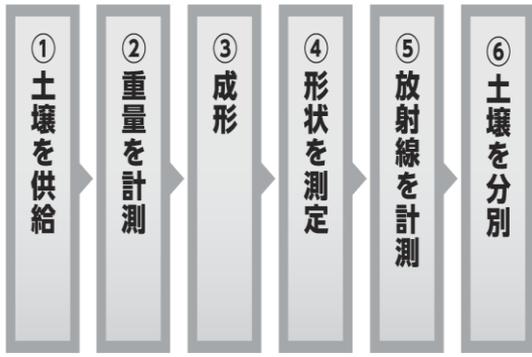
## [例-3] 土壌濃度分別

適用技術	CsIシンチレータ+ フォトダイオード	NaIシンチレータ	NaIスペクトロメータ
------	---------------------	-----------	-------------

概要  
☒



システムの概要



濃度分別機の処理プロセス

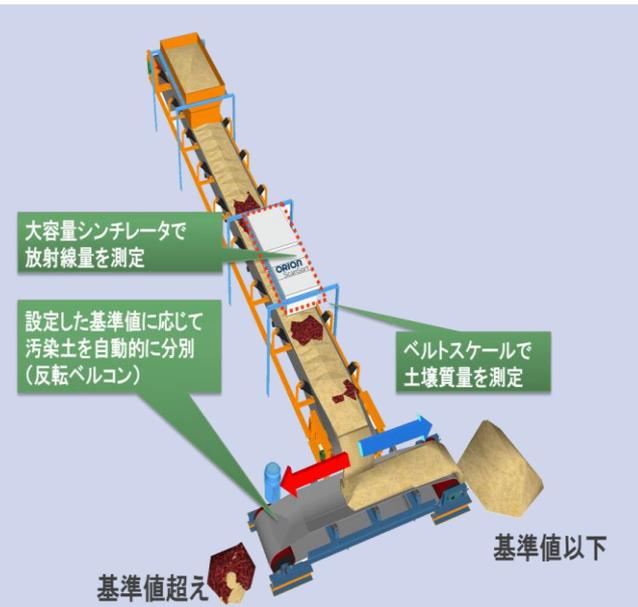


図1 システムの概要

### 発注者が、受注者の積極的な技術開発を取り入れ、官民一体となって努力し、これまで事業を順調に推進する事ができた要因(推定)

#### [事業]

- 事業全体の総事業費が大きく、短期間に発注された事
- 事業概要が明らかになってから、発注までの期間が長かった事
- 今までに経験のない事業規模・内容で既存技術では対処できなかった事  
(放射性廃棄物を大量に短期間に処理する特殊な技術を要する事業内容だった事等)

#### [発注側]

- 各社の技術を適正に評価する総合評価方式の発注だった事
- 発注時には概略設計のみを提示し、詳細は着工後の設計審査会等で議論し、決定した事(仕様規定と性能規定の関係)

#### [受注側]

- 福島原子力発電所の建設、保守に関わった企業が多く存在し、福島復興に協力したいという使命感があった事
- 除染の仕事を経験し、除去土壌等の扱いの知見が蓄積されていた事
- 受注に向けた技術開発の余裕があった事(マンパワー、資金等)

- 中間貯蔵事業に向け開発・導入された新技術等の調査を、共同企業体（JV）幹事会社6社に対し行った。
- その結果、5つのプロセス（27のサブプロセス）における53の技術が調査票にまとめられた。
- 環境省資料（要求水準書、パンフレット等説明資料）を参考に、本事業に求められる事項（要件）を抽出した。
- 開発・導入された新技術と本事業への要件との関係を整理した。
- 整理した結果を基に、本事業における技術開発の特徴を考察するとともに、『中間貯蔵事業において、発注者が受注企業の積極的な技術開発を取り入れ、官民一体となって努力し、これまで順調に事業を推進することができた要因』について考察を行った。
- 今後の計画として、年度内に成果をまとめ、次年度以降、公表を行っていく予定。