

第12回環境放射能除染研究発表会 企画セッション  
「減容化・再生利用と復興を考える知のネットワーク」  
第5回技術実証事業成果発表会

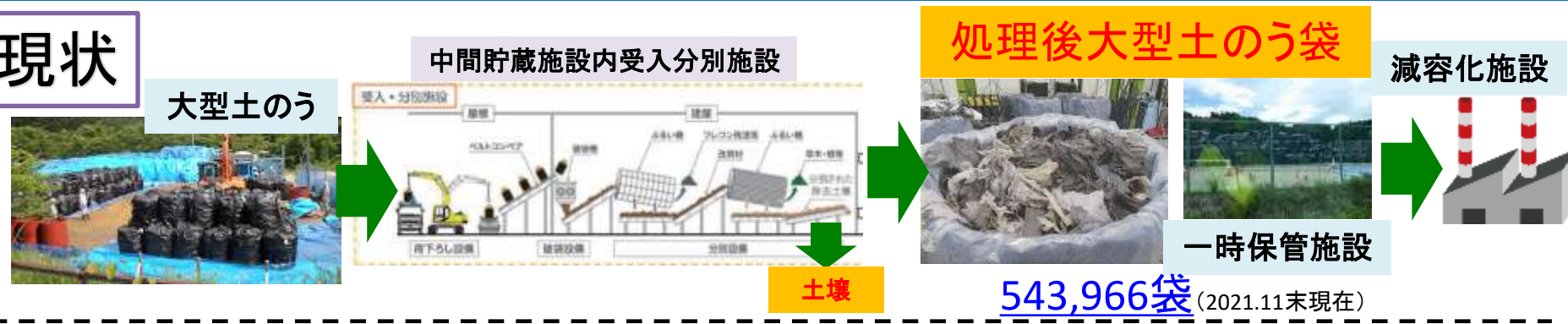
# 保管大型土のう袋 再資源化の技術実証検討 (令和4年度技術実証事業成果)

2023年8月31日

J&T環境株式会社

# 実証事業 事業目標

## 現状



## 課題

**焼却処理では限界**：処理量が伸びない＋発生スラグ量也大

## 方向性

**プラスチックを再生利用！**：土のう袋の主素材はポリエチレン・ポリプロピレン

## 事業方針

保管 **処理後大型土のう袋** の実態把握

処理後大型土のう袋からの **土壌類の除去**

## 目標

選別・乾式分離・水洗浄

**再生プラスチック材料として活用を目指す**

再生可能なレベルまで土壌類を除去

放射能濃度目安⇒ 0.3 $\mu$ Sv/h以下または100Bq/kg以下

分離物(土壌・石など)・洗浄水⇒埋立・処理可能

# スケジュール・体制

STEP	スケジュール	2022					2023			
		8	9	10	11	12	1	2	3	
	事業工程	8/1-2 工場 調査	9/8 サンプル移送 9/29 建屋設置			12/23 建屋撤去	1/27 返送		★ 報告会	
1	汚損状況調査	実態調査 土のう袋内容物確認	→							
2	簡易分離試験	小サンプルによる評価 (重量変化・放射能濃度変化)		→						
3	再生品質評価	再生利用判定方法の検討			→					
4	小型装置試験	実機を想定した土壌分離試験 (乾式分離・洗浄)				→				
	各種分析	土のう袋・土壌の放射能濃度、 洗浄水他分析		→						

## 実施体制

### J&T環境

業務管理者: 影山嘉宏      主任技術者: 黒木雅彦  
 照査技術者: 堂元拓哉  
 放射線管理責任者: 武田和明 (東京パワーテクノロジー)

試験実施 工事監理

### 東京パワーテクノロジー

放射線管理 環境整備 建屋電気工事

### レンタルのニッケン

建屋設置

# 1. 汚損状況調査①

## 受入分別施設調査

受入分別施設	主会社	線量レベル	大型土のう袋—土壌の分離方法
大熊①工区	鹿島JV	低線量	<u>ワイヤーソー</u> によるカット
大熊②工区	清水JV	高線量	ウォーターカット
大熊③工区	大林JV	低線量	<u>2軸破碎機</u> +バリセパ
双葉①工区	前田JV	高+低線量	破碎機+トロンメル
双葉②工区	大成JV	調査実施なし(事業終了)	

サンプルに選定

# 1. 汚損状況調査②



写真:大熊①工区

# 1. 汚損状況調査③



## 試験サンプル一覧

サンプル	搬入元	数量(kg)	表面線量率( $\mu\text{Sv/h}$ ) ( )バックグラウンド値
K-1	大熊①工区	200	0.30(0.26)
K-2		178	0.27(0.26)
O-1	大熊③工区	256	0.23(0.18)
O-2		218	0.23(0.18)

# 1. 汚損状況調査④

## 保管されている大型土のう袋の特徴



圧密状態で梱包  
(15~18セット/1袋?)



**土のう袋**

ほぼ原形のまま  
一部ちぎれたものも

**土壌**

シート表面に付着  
湿分が多い  
パラパラと落ちるものも



**外袋**

ポリプロピレン主

例外も



**土壌**



**内袋**

ポリエチレン主



アルミ製も

## 2. 簡易分離試験①

土壤分離に伴う重量・放射能濃度変化を小サンプルで把握！

手順



乾燥(乾燥器)



水分除去(80°C)



乾式分離(手もみ)



手でもみ落とし 3~5分

洗浄(水のみ)



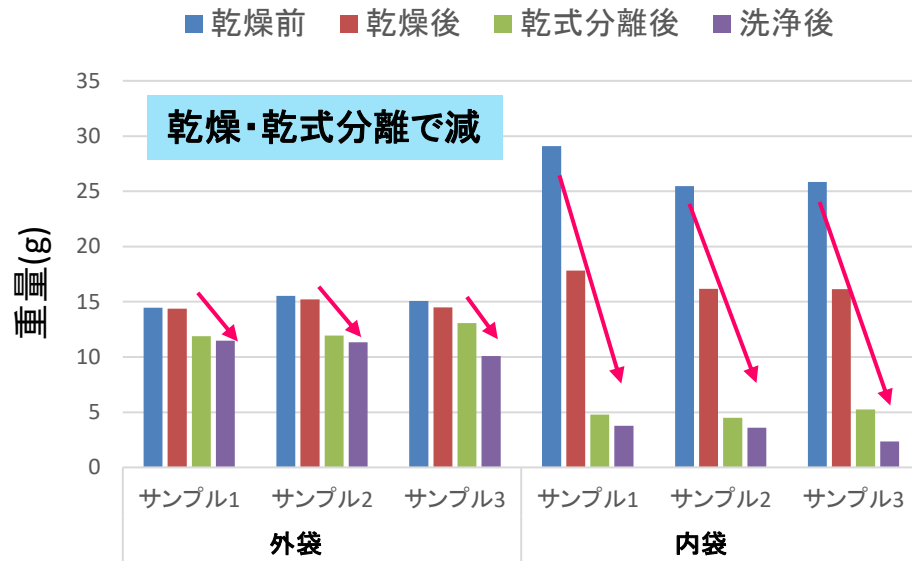
手もみ洗浄 3~5分



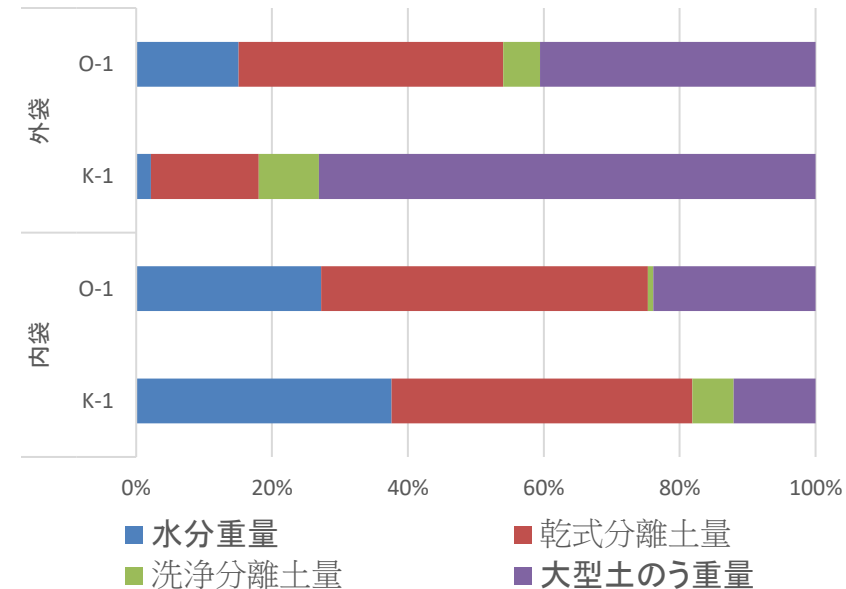


## 2. 簡易分離試験②

### 重量変化結果



### 土のう袋の重量構成割合を試算



- ★外袋  
破砕方式で土壌量に差
- ★内袋  
減量大きい

## 2. 簡易分離試験③

### 放射能変化結果

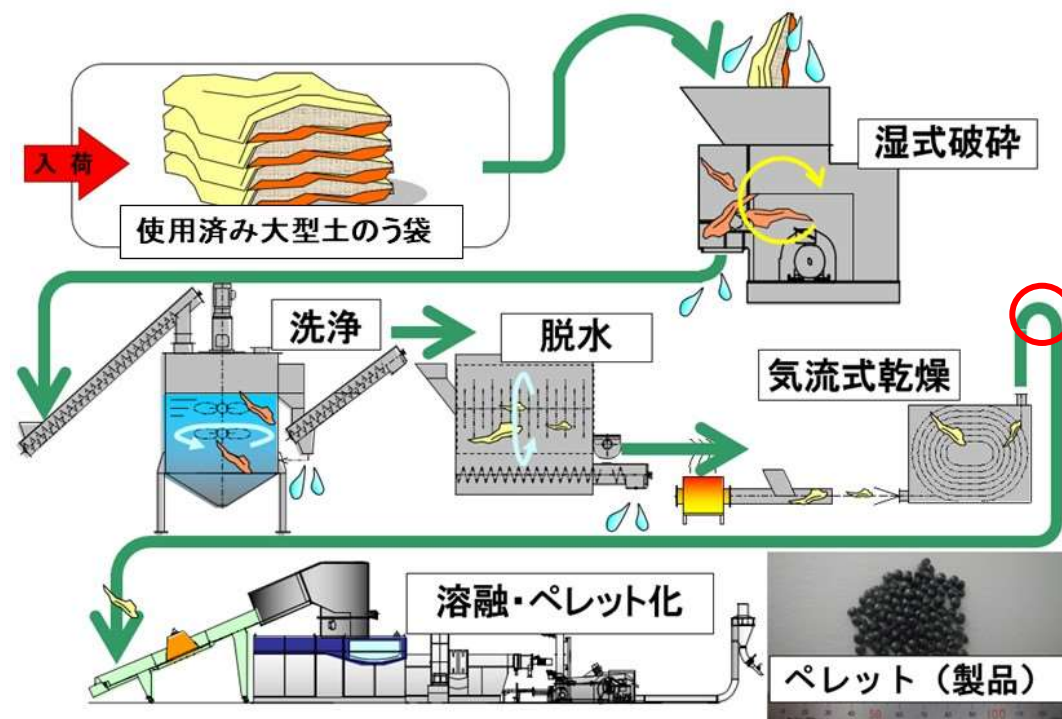
			放射能濃度(Bq/kg)			
サンプル	形状	NO	乾燥 土壌	大型土のう袋		
				乾燥後	乾式 分離後	洗浄後
K-1	外袋	1	1,400	470	210	<100
		2	1,800	530	180	<94
		3	1,000	240	150	<82
	内袋	1	3,200	1,000	360	<92
		2	2,600	1,700	400	110
		3	3,100	650	330	<82
O-1	外袋	1	1,500	600	460	<57
	内袋	1	2,000	1,500	120	<58

★手順が進むに従って濃度低減=放射能は土壌由来か  
★洗浄後に100(Bq/kg) 以下になる場合も

# 3. 再生品質評価①

再生プラスチック原料使用可能判断: 土壌付着率 + 放射能濃度

課題1:「再生できる土壌付着率は？」



熔融・ペレット化にあたっての異物混入許容量(今回は土の付着率)は、どの程度か？



異物の質によって異なるが、経験的に概ね数%程度。(メーカー聞き取りでは、2~5%程度)

弊社廃土のう袋リサイクル工場

# 3. 再生品質評価②

## 課題2:「土壌付着率を放射能濃度から推算可能か？」

(必ず分析)

土壌除去で土のう袋放射能濃度が低減⇒放射能は土壌由来

土壌付着率と放射能濃度との相関がある可能性大

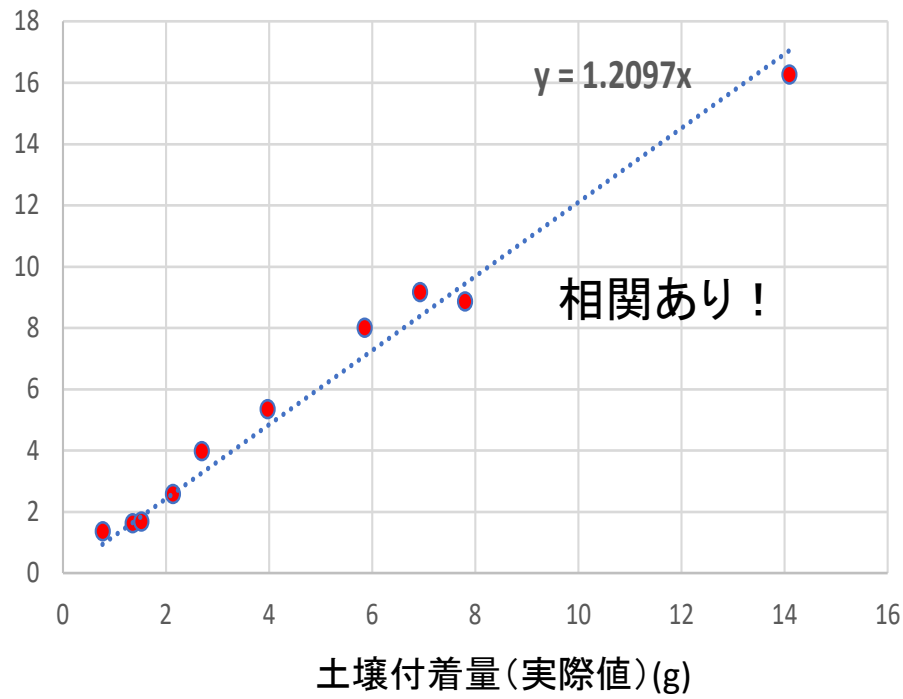
確認  
試験



模擬土のう  
=新品フレコン+乾燥土壌



土壌付着量  
(計算値)(g)



土壌付着量(計算値)(g)  
 = 模擬土のう袋放射能(実測)(Bq/kg)  
 ÷ 乾燥土壌放射能(実測)(Bq/kg)  
 × 模擬土のう重量(実測)(g)

結果

放射能濃度から土壌付着量(=土壌付着率)はおおよそ\*推定可能

\*土壌放射能濃度のばらつきを想定

### 3. 再生品質評価③ (2. 簡易分離試験結果を用いて)

#### 品質確認方法

## 放射能濃度による土壌付着率算出

(前出)簡易分離試験(放射能変化)

⇒再生プラスチック原料として利用可能(土壌付着率として)か評価  
2~5%以下を達成できるかどうかで評価

		NO	放射能濃度(Bq/kg)			土壌付着率(% 計算値)			
			乾燥 土壌	大型土のう袋			大型土のう袋		
				乾燥後	乾式分離後	洗浄後	乾燥後	乾式分離後	洗浄後
K-1	外袋	1	1,400	470	210	<100	34%	15%	<7%
		2	1,800	530	180	<94	29%	10%	<5%
		3	1,000	240	150	<82	24%	15%	<8%
	内袋	1	3,200	1,000	360	<92	31%	11%	<3%
		2	2,600	1,700	400	110	65%	15%	4%
		3	3,100	650	330	<82	21%	11%	<3%
O-1	外袋	1	1,500	600	460	<57	40%	31%	<4%
	内袋	1	2,000	1,500	120	<58	75%	6%	<3%

<評価結果>

**乾燥後**

利用不可

**乾式分離後**

利用不可

**洗浄後**

ほぼ利用可

# 4. 小型装置試験：乾式分離試験1（小型トロンメル）

## 乾式分離操作を小型試験装置で模擬



大型土のう袋  
(土壌がシート表面に付着)

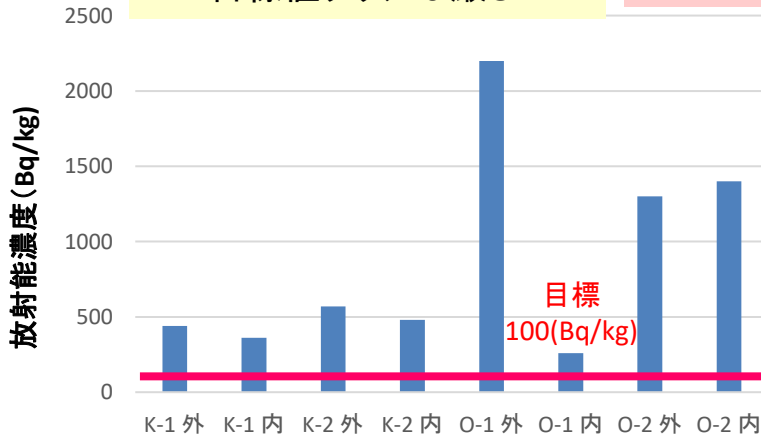


小型トロンメル  
(Φ400×800L 最大15rpm)

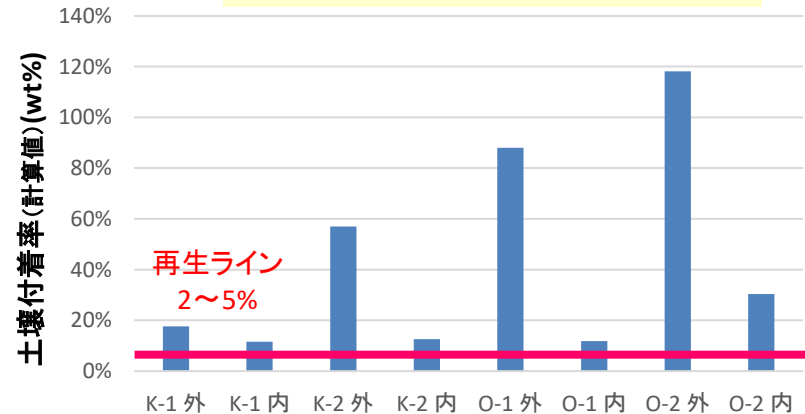
- ★トロンメルの回転力による分離効果はほとんどない
- ★(むしろ)投入時に生じるシート変形が土壌分離に有効

### 処理品再生利用評価

✓ 目標値クリアは厳しい



✓ 目標値クリアは厳しい



# 4. 小型装置試験: 乾式分離試験2 (振動ふるい)

## 乾式分離操作を小型試験装置で模擬



大型土のう袋  
(土壌がシート表面に付着)



投入: 15枚      ふるい時間: 1・5・10分

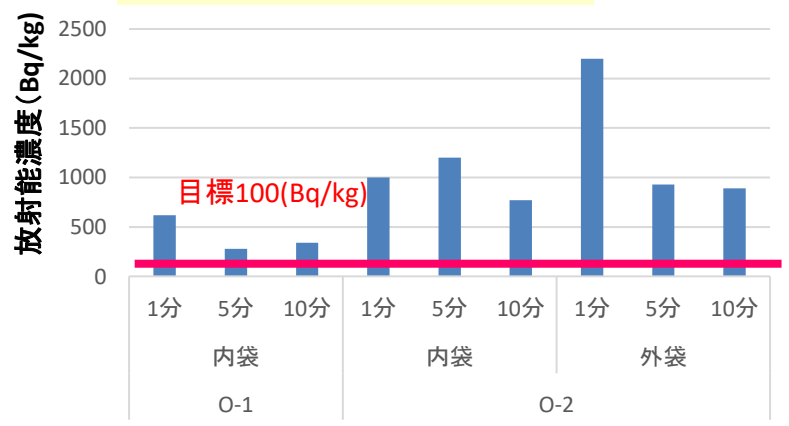


振動ふるい (φ500 目開き7.3mm)

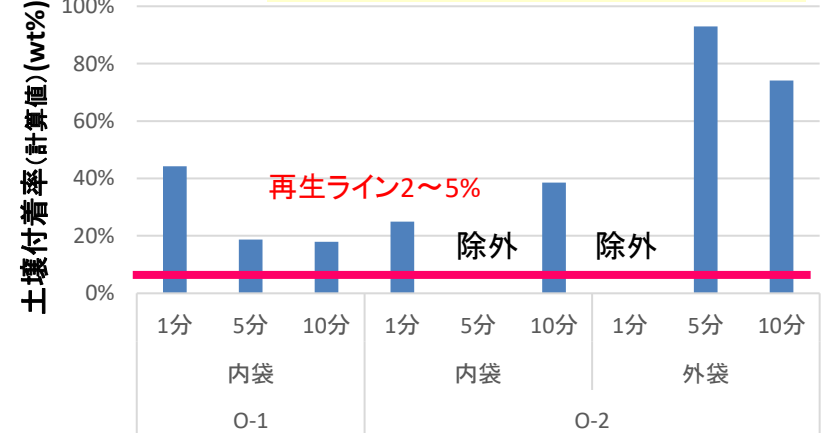
- ★シート表面に乗る程度の土壌分離は可能
- ★表面を擦り取ることが出来れば土壌はさらに除去可能

### 処理品再生利用評価

✓ 目標値クリアは厳しい



✓ 目標値クリアは厳しい

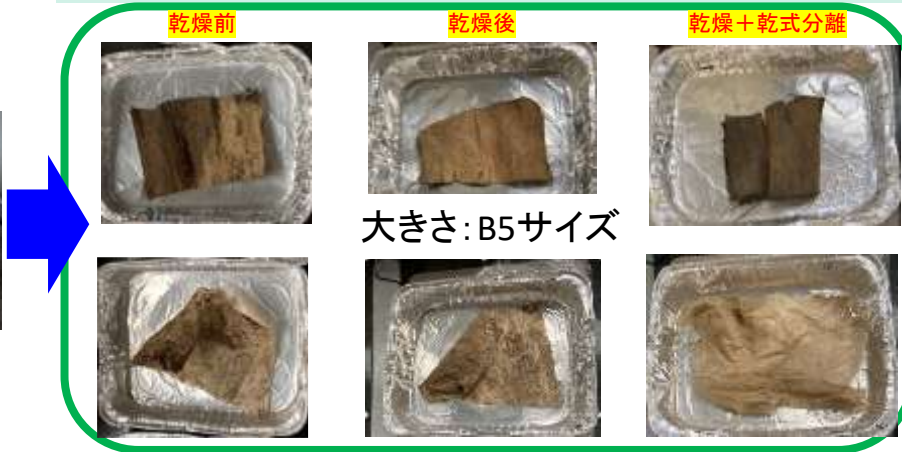


# 4. 小型装置試験: 洗浄分離試験

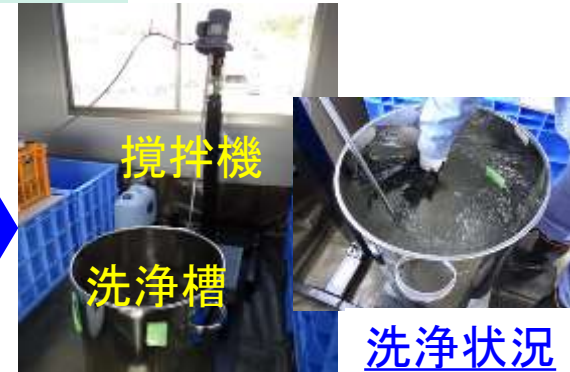
## 洗浄分離操作を小型試験装置で模擬



大型土のう袋



大きさ: B5サイズ



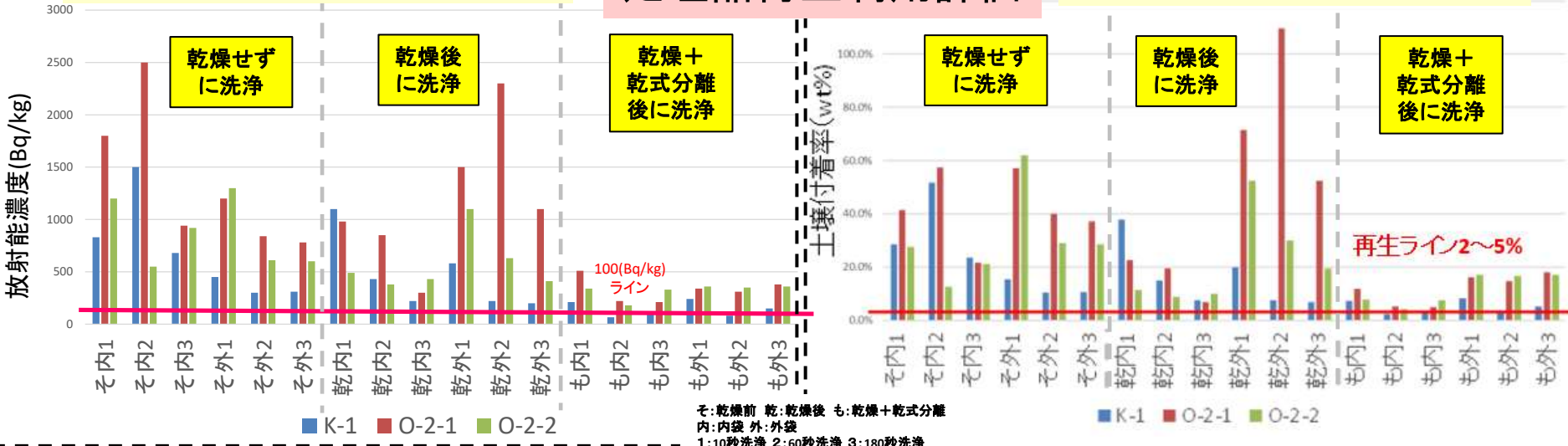
洗浄装置

- ★ 洗浄前の **乾燥+乾式分離** が効果的
- ★ シート表面の付着土壌は **擦り洗い** でさらに除去できる

目標値には厳しい・洗浄水入替頻度も課題

### 処理品再生利用評価

目標達成は厳しい・外袋は内袋より厳しい





## 試験結果

### ○保管土のう袋について

- 1) 受入分別施設にて切断され、土と分別された土のう袋の大きさ、湿り具合は、さまざまであった。  
また、土の付着、石や木の混入があり、その大きさや量もさまざまであった。
- 2) 土のう袋は、PE内袋、PP外袋の大型土のう袋が主体であったが、アルミ内袋もあった。
- 3) 内袋は平滑シートで土壌分離が容易、外袋は織布かつ強度があり土壌分離がやや難しかった

### ○土壌除去について

- 1) 再生可能な異物混入許容量2～5%程度(メーカー聞き取り)については、簡易分離試験により、乾燥＋乾式分離＋水洗浄によって、達成可能と考えられる。
- 2) 放射能濃度についても、付着している土が低線量(3000Bq/kg程度以下)であれば、乾燥＋乾式分離＋水洗浄 によって、100Bq/kg以下の達成も可能性があると考える。

## 実用化に向けて

- 1) 簡易分離試験で実施した手洗浄の洗浄レベルを大量処理において実現する装置構成の検討が必要。
- 2) 土のう袋の大きさや湿り具合、土・石・木などの混入物を考慮した装置構成の検討が必要。  
(湿り状態において土を効果的に除去するための乾燥工程の検討など)
- 3) できる限り水の使用量を減らす(極力排水を出さない)装置構成の検討が必要。
- 4) 高線量土のう袋の処理にあたっては、対応する装置構成の検討と基礎データ取得が必要。
- 5) 洗浄後の利用方法の検討が必要



# 参考資料

# 各種分析：分離土壤・洗浄排水

再生利用するプラスチック材料以外の処理発生品⇒品質確認

## 分離土壤



汚損状況調査時  
分離土壤(湿分有)

乾燥



乾燥操作後  
分離土壤(湿分無)

- ✓ 乾燥土壤は飛散性が高く舞いやすい
- ✓ 土壤成分は一例であるが灰分90wt%程度

## 土壤成分

項目	重量 g	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt%	SiO <sub>2</sub> wt%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt%	CaO wt%	Balance wt%
K-1土壤	5.418	24	47	8.9	2	13
O-1土壤	6.923	22	53	6.8	3.1	7.9

## 洗浄水



洗浄試験洗浄水

洗浄水		項目	放射能	pH	電気伝導度	SS	COD	BOD	全窒素
テストNo	排水条件		Bq/L	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
テストNo	排水条件	放射基準値	-	5.8~8.6	-	<50	<40	<40	<100
		ろ過前	<0.56	7.5	7.4	140	7.2	—	2.3
洗浄テスト-1	排水 60L 洗浄試験数 K-1乾式分離後6 O-2乾燥後6	ろ過後	<0.62	7.6	7.4	38	4.0	—	2.3
		ろ過前	<0.48	7.5	8.1	280	16	—	3.7
洗浄テスト-2	排水 60L 洗浄試験数 O-2乾燥前6 O-2乾式分離後6	ろ過後	<0.62	7.5	8.1	13	2.4	—	3.8
		ろ過前	<0.53	7.1	8.3	220	34	—	4.7
洗浄テスト-3	排水 60L 洗浄試験数 K-1乾燥前6 K-1乾燥後6	ろ過後	<0.66	7.2	8.3	14	3.9	—	4.8
		ろ過前	1.1	7.3	8.9	470	39	—	4.6
洗浄テスト-4	排水 60L 洗浄試験数 O-2乾燥前6 O-2乾燥後12 O-2乾式分離後12	ろ過後	0.5	7.2	9	33	7.2	4.5	4.4

- ✓ 今回の洗浄条件ではろ過前SSが基準値超
- ✓ 簡易ろ過でSS除去可(薬品不使用)