

廃棄物・土壌処分技術手法開発プロジェクト
長期維持管理・解体手法（最終処分）プロジェクト

遠藤和人

（プロジェクトメンバー）

山田正人、石垣智基、倉持英敏、肴倉宏史、佐藤昌宏、竹内幸生、
田野崎隆雄、大迫政浩、松崎祐司、小保方聡、高田光康

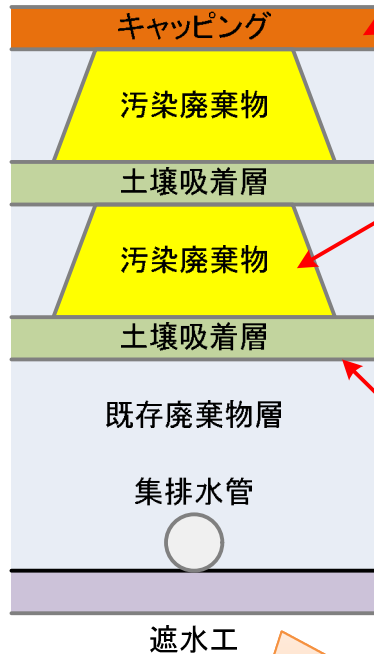
廃棄物・土壌処分技術手法開発プロジェクト 長期維持管理・解体手法（最終処分）プロジェクト

どの程度水が入るの？
どうなると危険？制御可能？

埋立処分場

上部隔離層の透水性

除染廃棄物仮置場



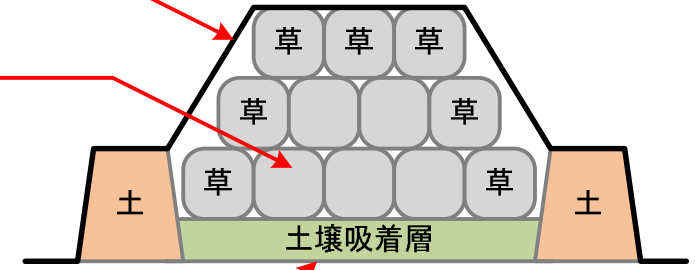
埋立・保管物の溶出挙動

どれくらい溶出するの？
長期的にも出てこないの？

土壌吸着層

セシウムの吸着性能は？
脱着するの？長期的にも大丈夫？

処分場のセシウムの挙動は？
汚染廃棄物を埋めた処分場の将来は？



運搬

中間貯蔵施設

どうやって処理するの？
分別は必要？

除染仮置場等の管理に関する研究

GCL(ジオシンセティッククレイライナー)の耐変形性能
通気防水シートの耐水性・透湿性

火災予防・基盤強度
行政連携対応
沈下予防策

埋立処分場

上部隔離層の透水性

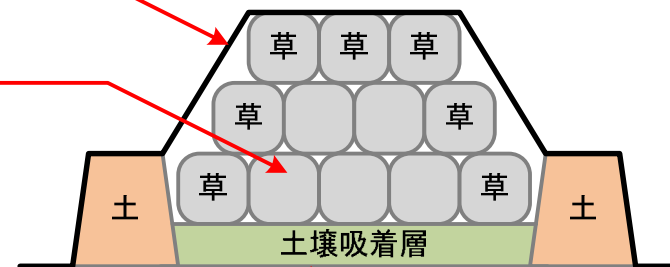
除染廃棄物仮置場



埋立・保管物の溶出挙動

除染草木類からの溶出特性評価
除染廃棄物からのコロイド流出特性

土壌吸着層



運搬

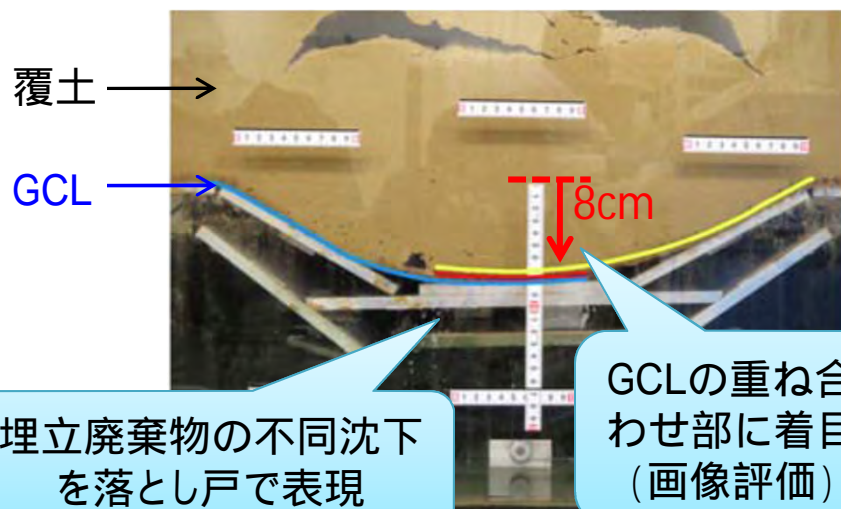
対策地域内廃棄物・除染廃棄物・除染土壌・中間貯蔵を考慮したフローイメージ図

中間貯蔵施設

シート系被覆材の性能評価

粘土系遮水シートの性能評価

- 落とし戸式変形試験 & 透水試験
- 試料 = ジオシンセティックレライナ- GCL



重ね合わせ部の透水性を評価

$$K_L = \frac{d}{h} \frac{Q}{b(t_2 - t_1)}$$

重ね合わせの無い場合の漏水量に比較して3倍

重ね合わせ幅150 mmのとき $K_L = 7 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$

通気性防水シートの性能評価

- 耐水度試験 JIS L 1092
- 透湿度試験 JIS L 1099
- 試料 = ガス透過性防水シート3種類



2 ~ 3gの水蒸気が透過可能

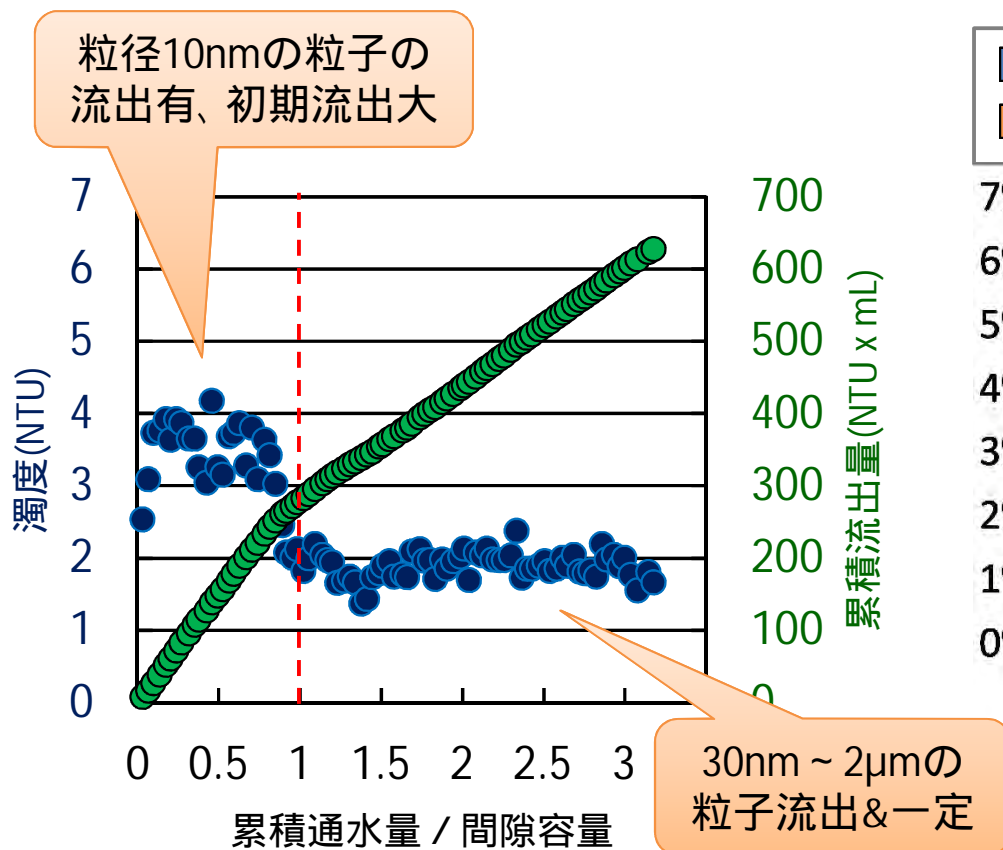
	耐水度 (kPa)	透湿度 (g/m ² /d)
ガス透過性防水シートA	>486	1,840
ガス透過性防水シートB	>489	2,480
ガス透過性防水シートC	23	3,050
遮水シート (control)	>490	0

水深50mまで耐水

$K = 10^{-15} \text{ m}^2$ 相当

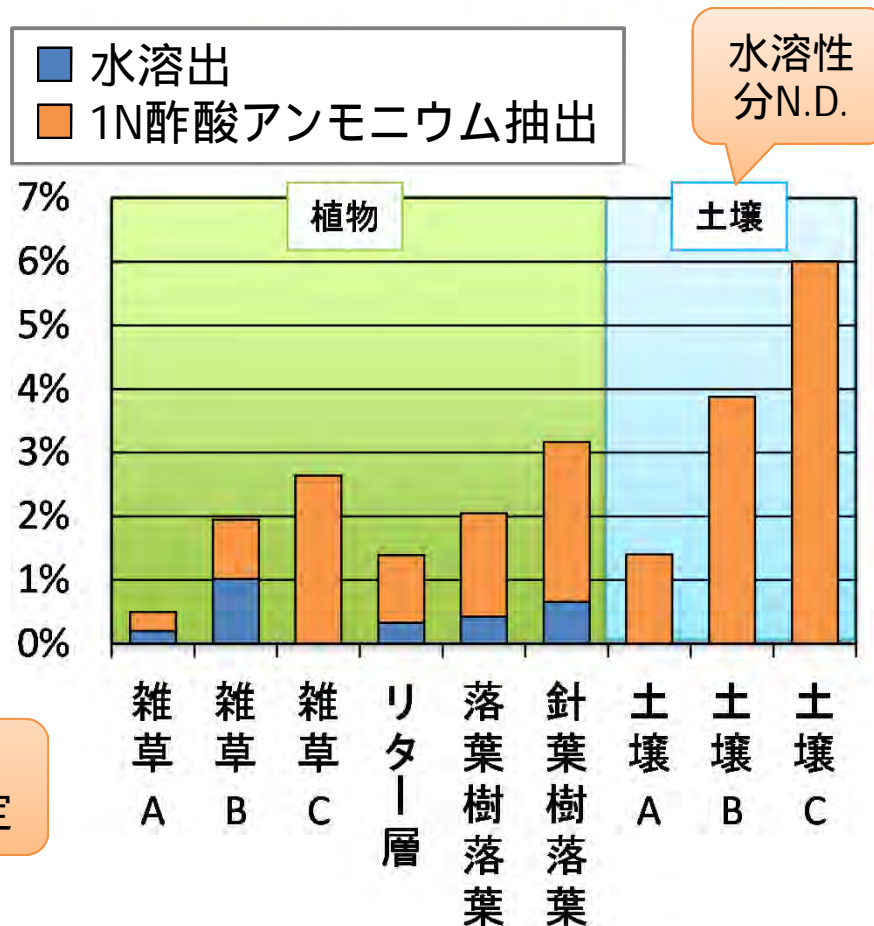
除染保管物からの溶出特性評価

リター層からのコロイド流出



初期の1 PVFで概ねのコロイド成分流出は終了。コロイド成分と放射性Csの関係が課題(本年度)

草木類等からの溶出特性



植物体には水溶性分あり。腐敗後の溶出挙動の変化が課題。腐敗後溶出量は植物体種類に依存か？

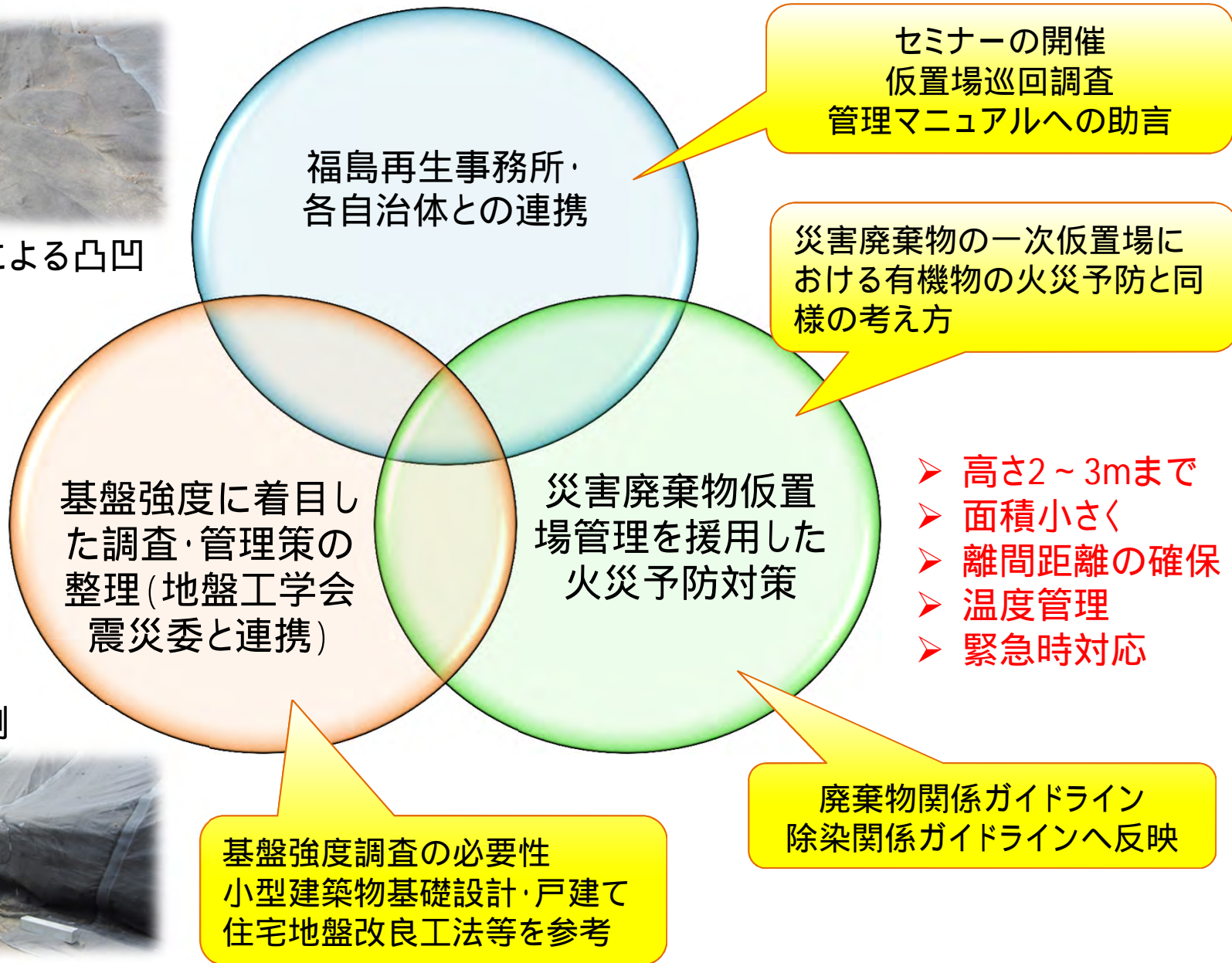
腐敗性除染廃棄物の仮置場管理対応



草木類沈下による凸凹

- 基盤調査
- 地形調査
- 地耐力
- 簡易設計
- 浅層改良

土堰堤の転倒

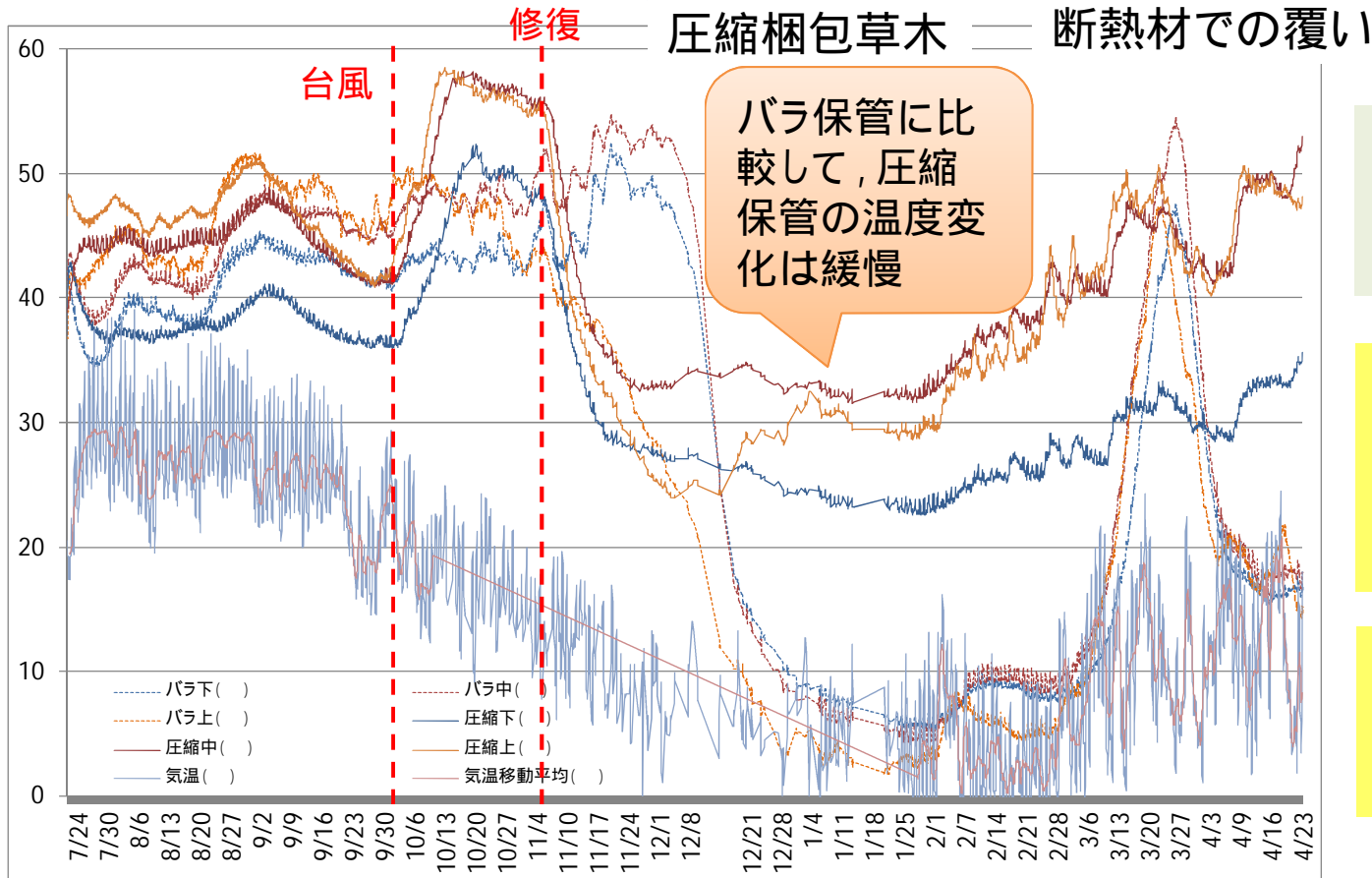


腐敗性除染廃棄物の沈下予防に向けた一方策

【目的】
 沈下防止
 仮置場面積縮小
 運搬効率上昇
 発熱増加の有無

草木フレコン
 3つが一つに

原型に対して容量で1/8 ~ 1/10



圧縮梱包草木

断熱材での覆い

板材での補強

観察初期の2週間のCO濃度は230ppm (発熱由来ではない)

台風以降、空気の流入が認められ、温度が上昇するが、隙間を埋めたら減少。

圧縮に伴う発火の危険性は現時点では観測されていない。

除染廃棄物の管理に対するまとめ

H23～24年度のまとめ

- GCL落とし戸実験により、不同沈下が発生しても難透水性に有意な損傷は無い
- 通気性防水シートの耐水性、透湿度は、腐敗性除染廃棄物の被覆として利用可能
- リター層からのコロイド流出は最初の1 PVFが多く、その後は少なくなる
- フォールアウト汚染草木類からの溶出は水溶出成分もある
- 腐敗性除染廃棄物の圧縮梱包により1トン/m³まで密度を大きくでき、発火の危険性については今のところ観察されていない
- 中間貯蔵施設の前処理フローを意識した除染が必要であることを提言
- 行政との連携体制を築きながら除染廃棄物仮置場管理を進めている

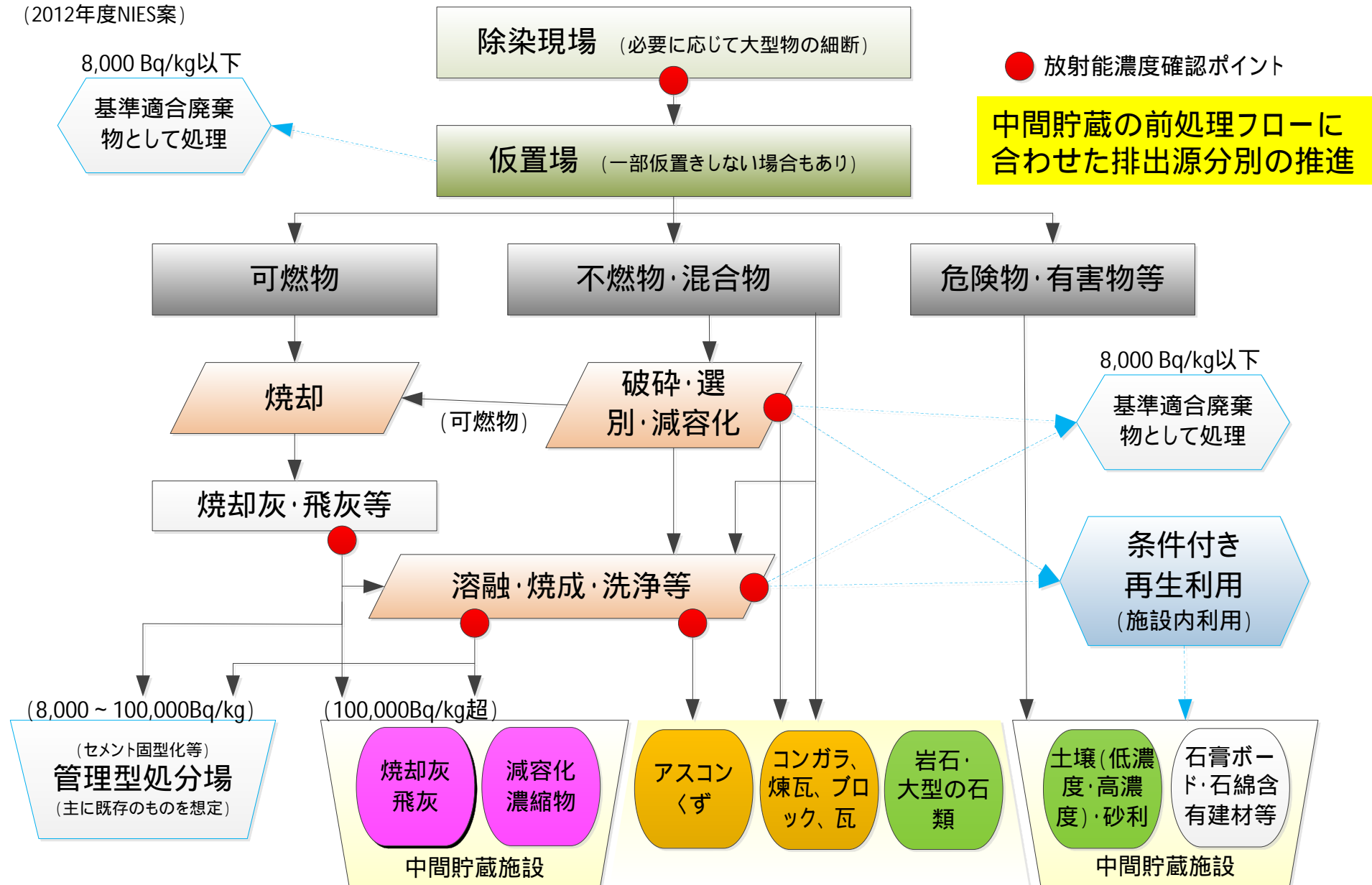
H25年度の計画

- GCLの長期特性、プレ膨潤効果、耐高塩類特性の検討を実施
- コロイド流出粒径と放射性Cs、土壌層での吸着・ろ過特性の把握
- 草木類、芝生混じり除染土壌の分解後溶出特性の把握
- 腐敗性除染廃棄物の圧縮梱包と通気防水シートの性能実証試験を実施
- 中間貯蔵施設の前処理フローに対する研究成果の実装

除染・対策地域内廃棄物

中間貯蔵施設へのフローイメージ（案）

(2012年度NIES案)



廃棄物最終処分場の管理を目的とした研究

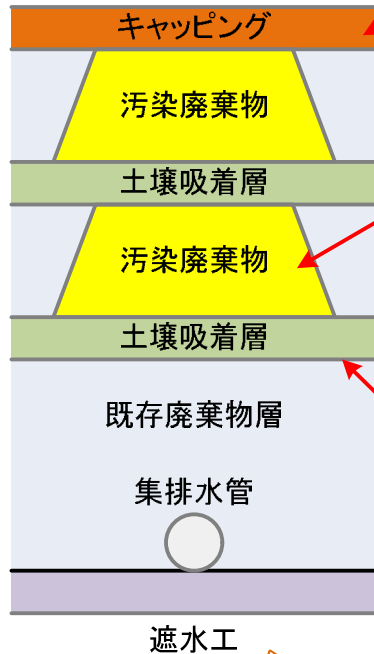
涵養量実証試験サイトの構築
GCLの変形検討は処分場にも使える

指定廃棄物埋立に向け
・飛灰セメント混練り固型化実証
・飛灰封じ込め固型化実証

埋立処分場

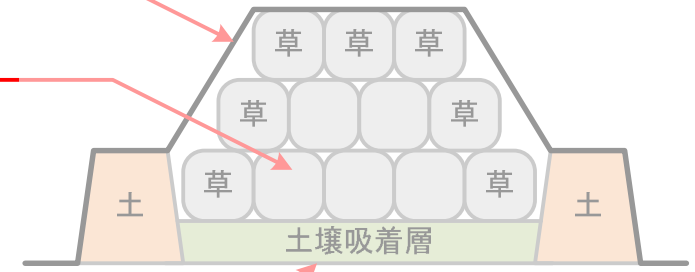
上部隔離層の透水性

除染廃棄物仮置場



埋立・保管物の溶出挙動

汚染廃棄物からの長期溶出特性
溶出試験と埋立層の液固比の違い
カラム溶出試験による挙動評価



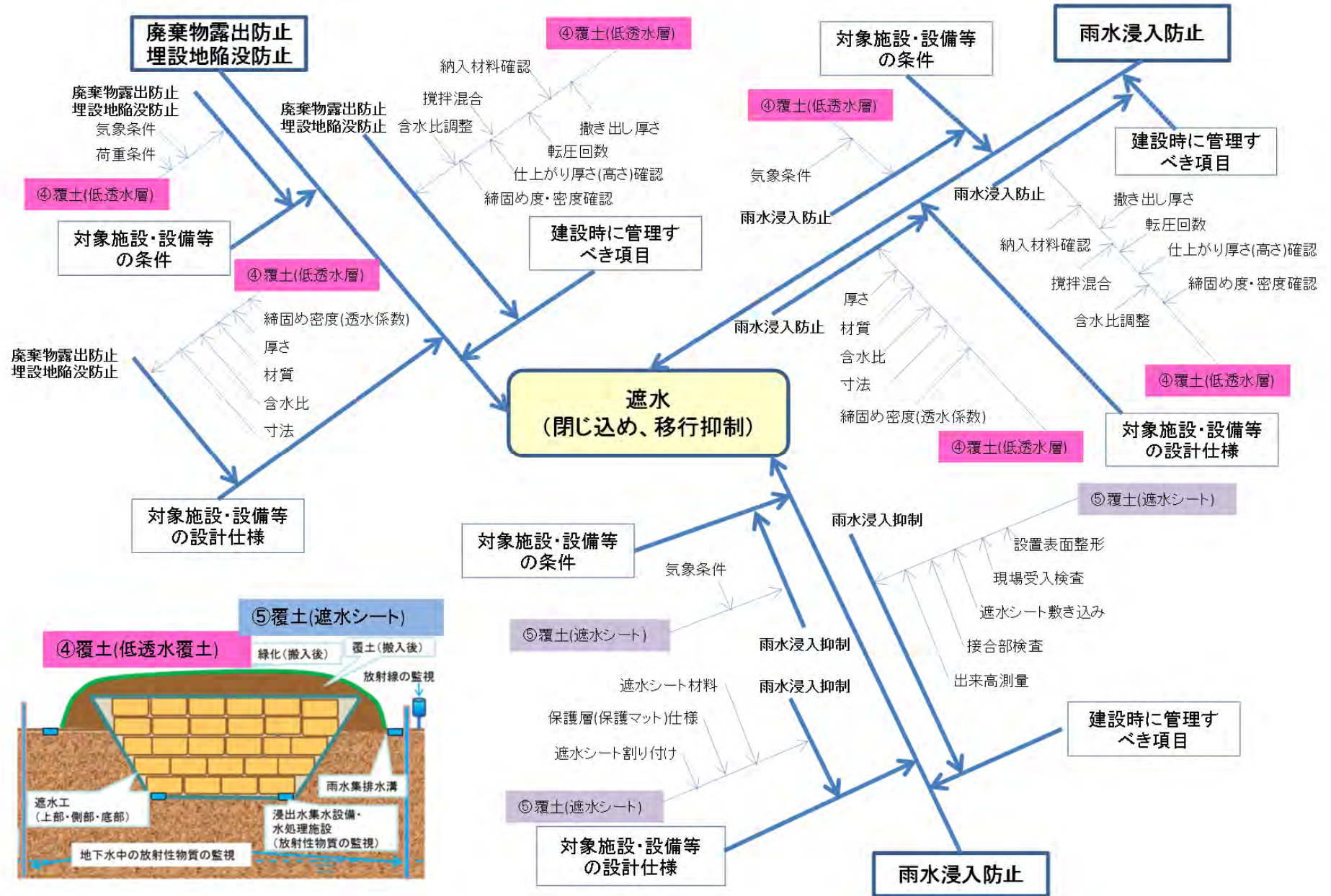
土壌吸着層

処分場環境が分配係数に及ぼす影響
非汚染浸出水通過による脱着性能

長期維持管理要件
個別評価による行政支援

中間貯蔵施設

フィッシュボーンによる品質管理・保障 (QC/QA) 要件の抽出



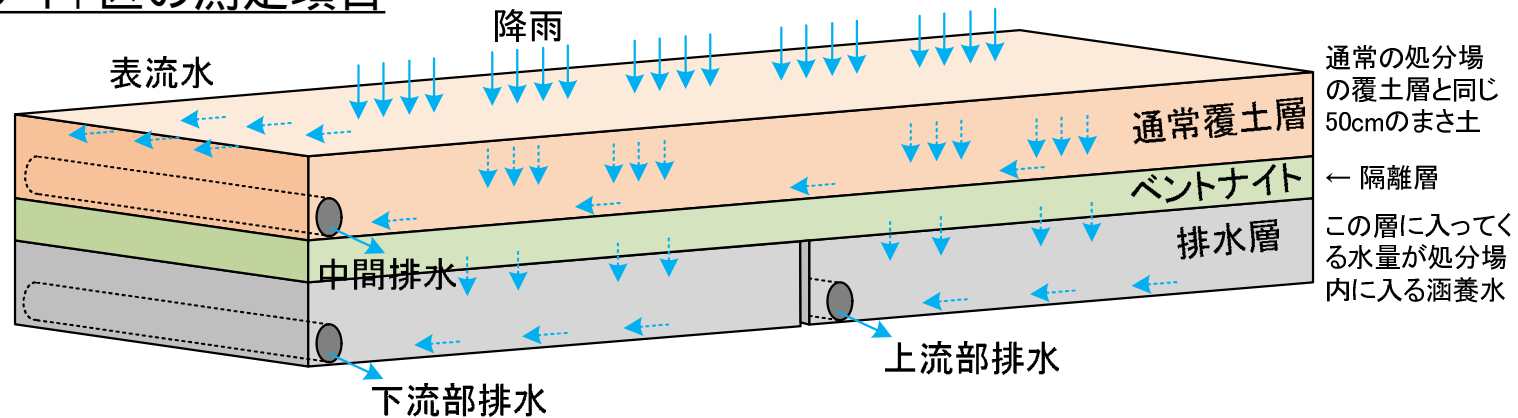
覆土からの涵養量に関する実証試験サイトの構築



手前から

- 対象区
- 浸食防止工区
- ベントナイト区
- GCL + シートなし区
- GCL + シートあり区
- 高分子ポリマー区

ベントナイト区の測定項目



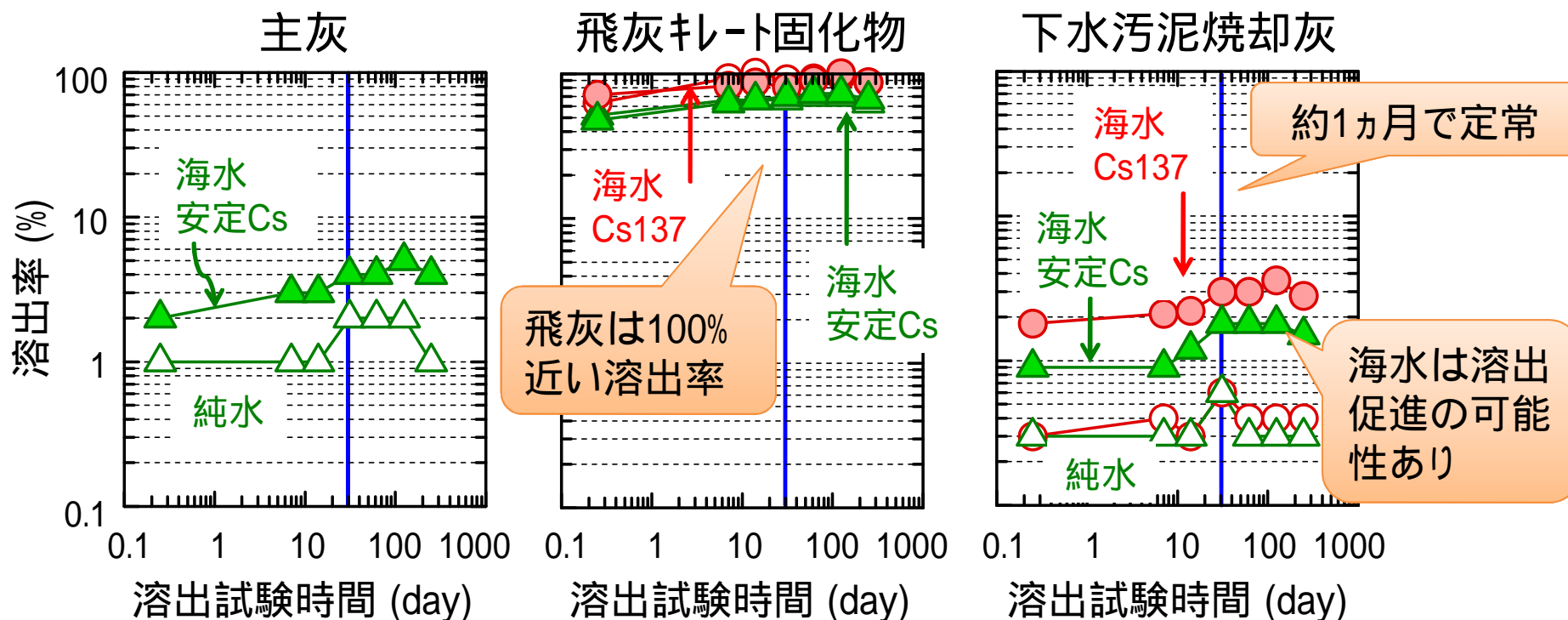
汚染焼却灰からの長期溶出特性（バッチ試験）

溶出試験時間を変えたJIS K 0058-1

- 試料 = 主灰、飛灰、下水汚泥焼却灰
- 溶媒 = 純水、海水
- 6時間 8か月、液固比10、200rpm撹拌



長期的な溶出挙動を求めて長期的安全性を検討



汚染焼却灰からの溶出水の特性評価

飛灰埋立層直下に敷設される土壤吸着層の吸脱着能は、飛灰埋立層からの浸出水に含まれる放射性Cs濃度・イオン濃度、及びその時間変化に依存する。
カラム溶出試験を行い、**飛灰埋立層を通過した浸出水の水質特性**を評価した。



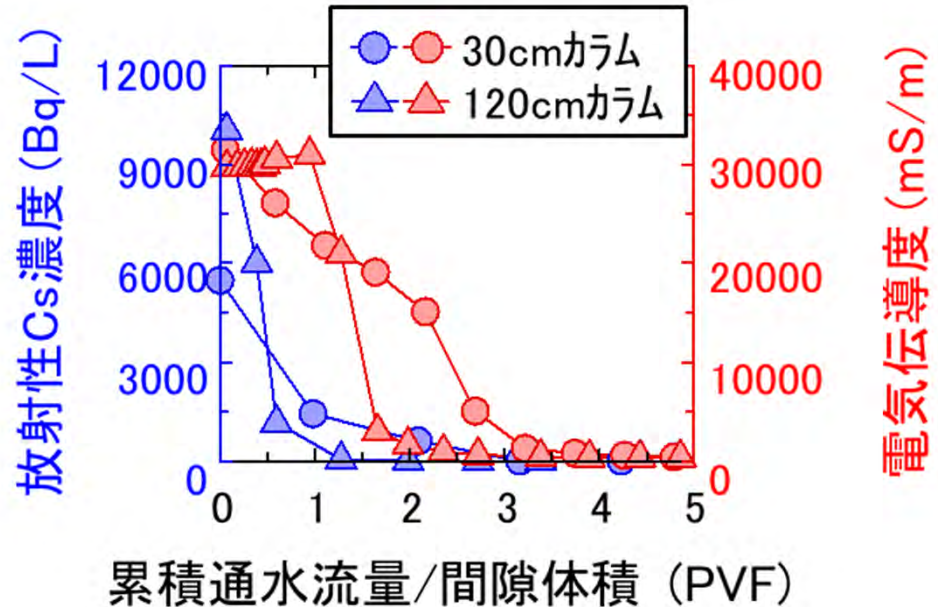
30cm

	単位	値
試料	焼却飛灰	1,820Bq/kg
乾燥密度	kg/m ³	1,120
液固比	L/kg	0.5
通水速度	mm/y	263,000
トラベルタイム	hour	6 or 24

JIS攪拌溶出量 = 130 Bq/L



120cm



- 飛灰埋立が深くなると、**放射性Cs溶出濃度は高くなるが、ECは変わらない**
- 放射性CsはPVF=1相当で速やかに洗浄(溶出率90-97%)、ECはテールリングする。

数千mS/mの共存イオン下でのCs吸着試験や、Cs吸着土壌から脱着試験が必要

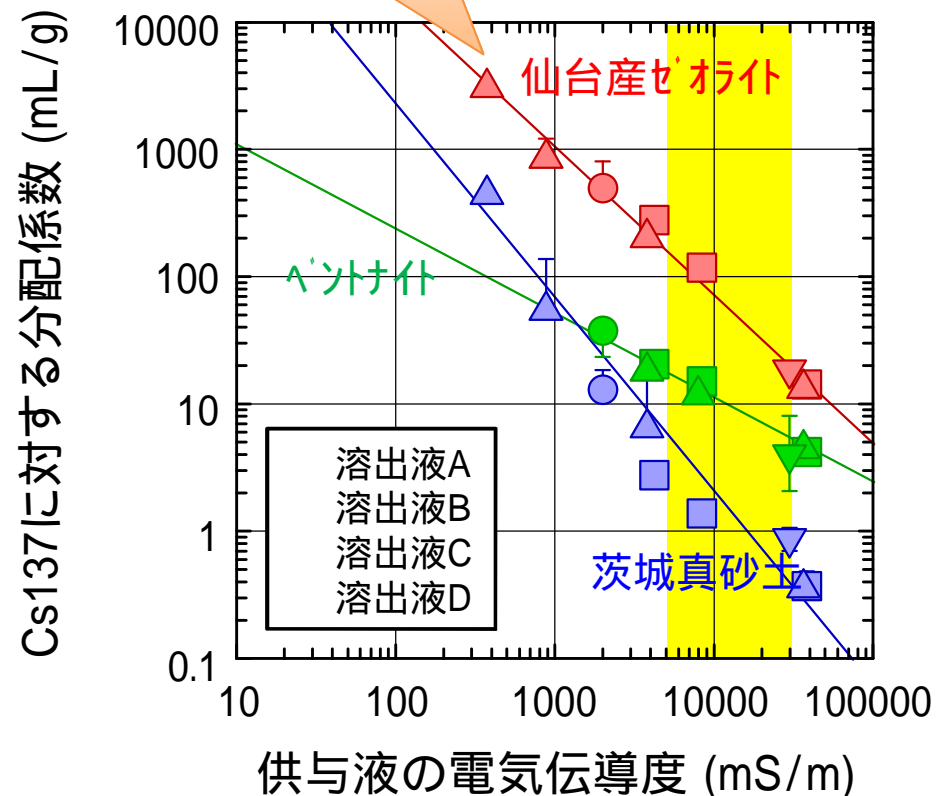
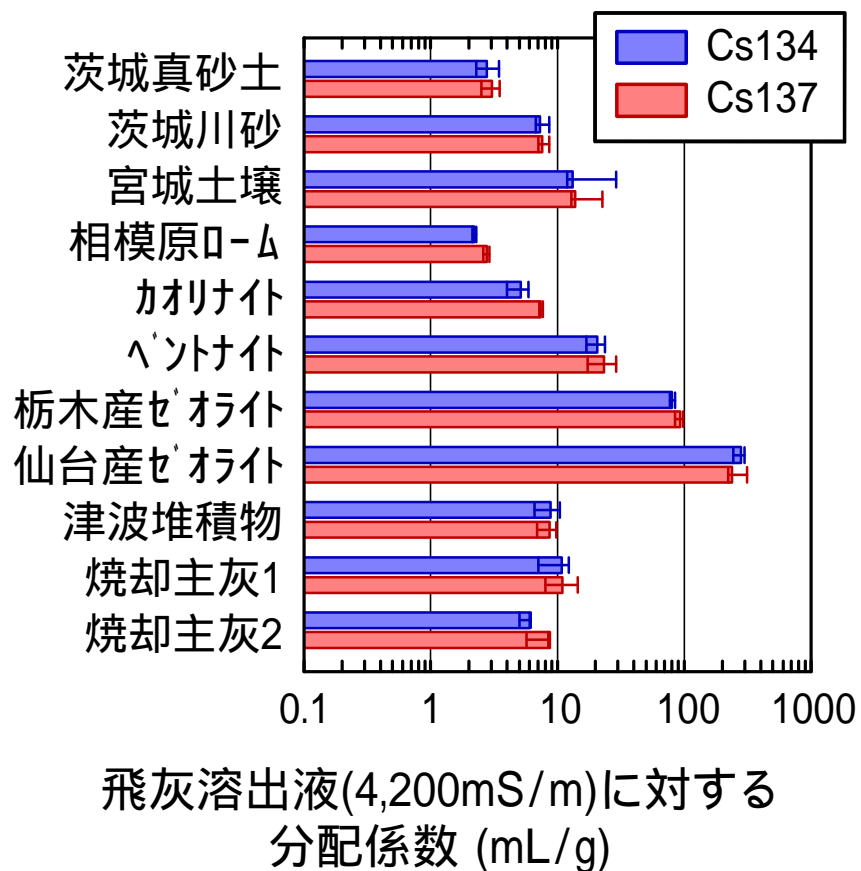
埋立廃棄物処分場の環境下における放射性Cs吸着能

バッチ吸着試験

- 試料 = 土壌、セオライト、津波堆積物等23種類
- 溶媒 = 放射性Cs混入飛灰の溶出液
- 液固比5-40、24時間、120rpm振とう



EC10倍で、
Kdは1/10倍



吸着土壌層からの長期的な放射性Cs脱着性能

バッチ脱着試験

- 試料 = 模擬汚染真砂土、模擬汚染セオライト*
- 溶媒 = 純水、人工海水、非汚染飛灰溶出液
- 液固比10、6時間溶出、200rpmフロッパー攪拌

* 放射性Csを含む飛灰溶出液に水没して作製



- 細粒分含有率 = 7%
- CEC = 4.1 cmol/kg
- 放射能 2,960Bq/kg



- 1.4-4.0mmの粒径
- CEC = 140 cmol/kg
- 放射能 7,580Bq/kg



試料	溶媒	pH	EC (mS/m)	溶出濃度 (Bq/L)	溶出率 (%)
汚染真砂土	蒸留水	6.7	89.7	1.38	0.7
	人工海水	7.7	5,220	12.1	6.2
	飛灰溶出液	12.0	7,680	29.7	15.3
汚染セオライト	蒸留水	4.8	275	<0.59	<0.1
	人工海水	5.5	5,330	9.07	1.8
	飛灰溶出液	10.7	7,420	18.4	3.7

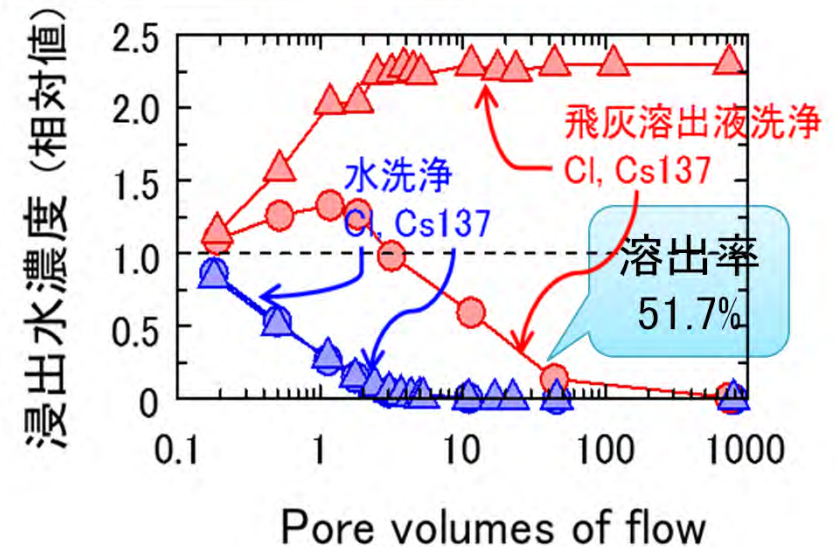
K濃度は、人工海水で397ppm、飛灰溶出液で13,100ppm (1Mの酢酸アンモニウム抽出率は共に8~9%)

カラム脱着試験

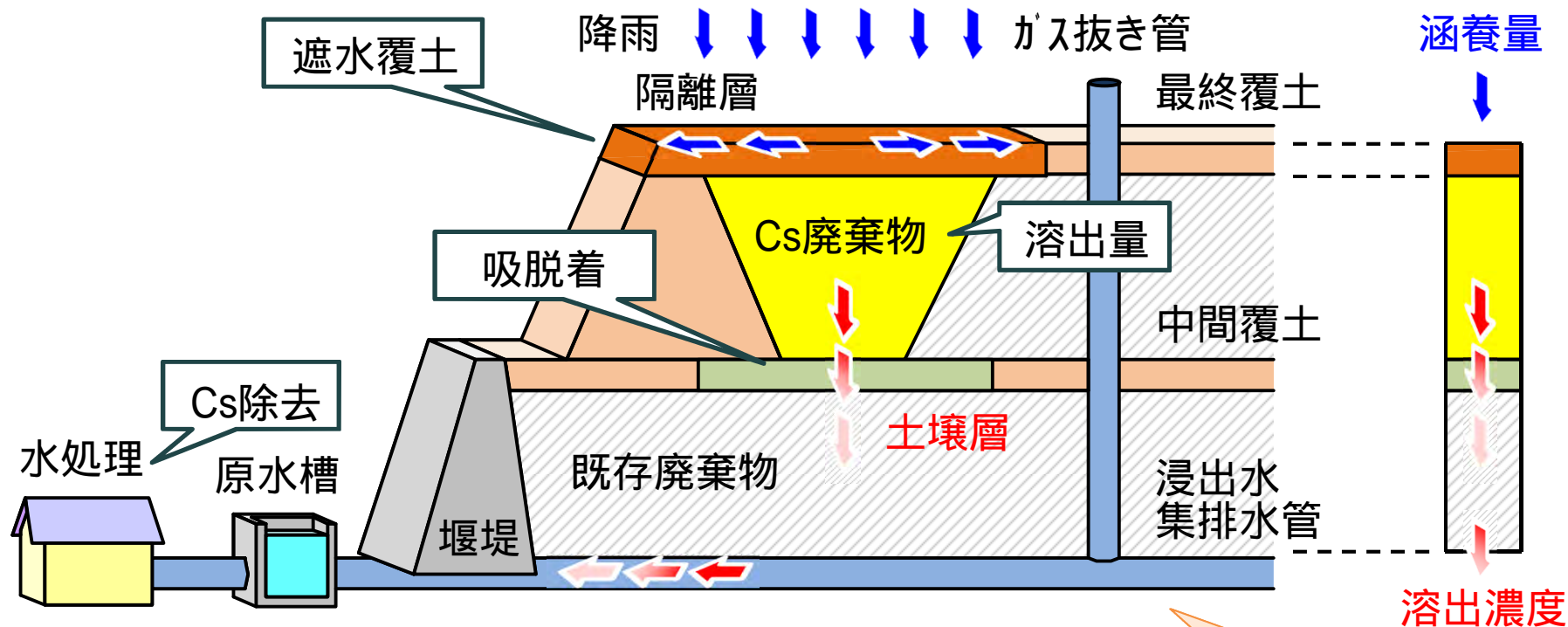
- 試料 = 茨城真砂土
- 溶媒 = 飛灰溶出液 純水、飛灰溶出液 非汚染飛灰溶出液



土壌吸着層を模擬し、飛灰溶出液で一度汚染した後、放射性Csを含まない液体で洗浄する



処分場内における放射性Cs物質移動と長期評価



埋立処分の安全性評価

- 浸出水集排水管に到達する放射性Cs濃度
- 降雨涵養量、廃棄物溶出特性、土壌吸着特性
- 一次元移流分散解析 + 吸着モデル + 溶出モデル

計算パラメータは
これまでの
実験結果より入手

溶出試験の液固比は10 埋立地盤の液固比は0.3
即時溶出性の飛灰の場合、埋立層内濃度は33倍