

# 東芝のオフサイト除染の取組み － 飛灰処理による減容化－

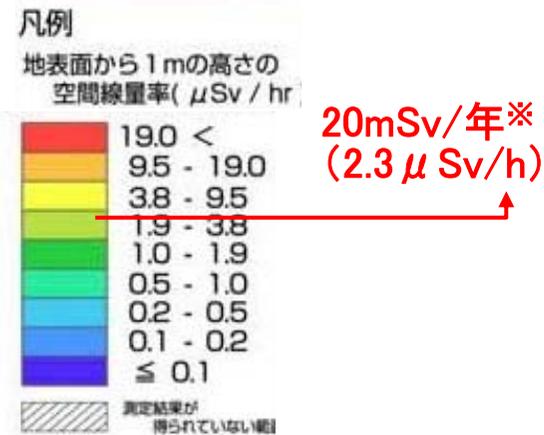
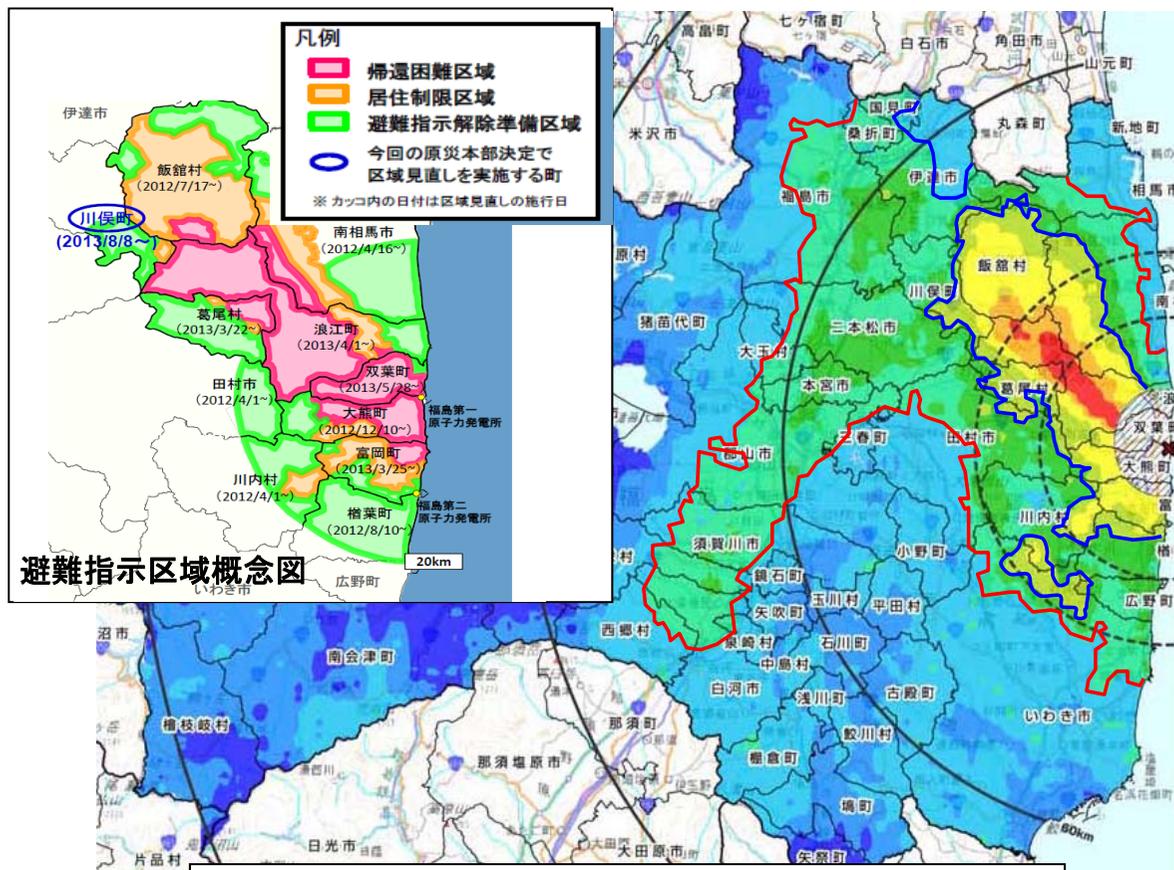
2014年3月6日  
株式会社 東芝  
原子力化学システム設計部



東芝グループは、持続可能な  
地球の未来に貢献します。

# 背景

福島県を中心に、広い地域が放射性セシウム(以下、Cs)を主体とした放射性物質により汚染された。



※居住制限区域の設定基準

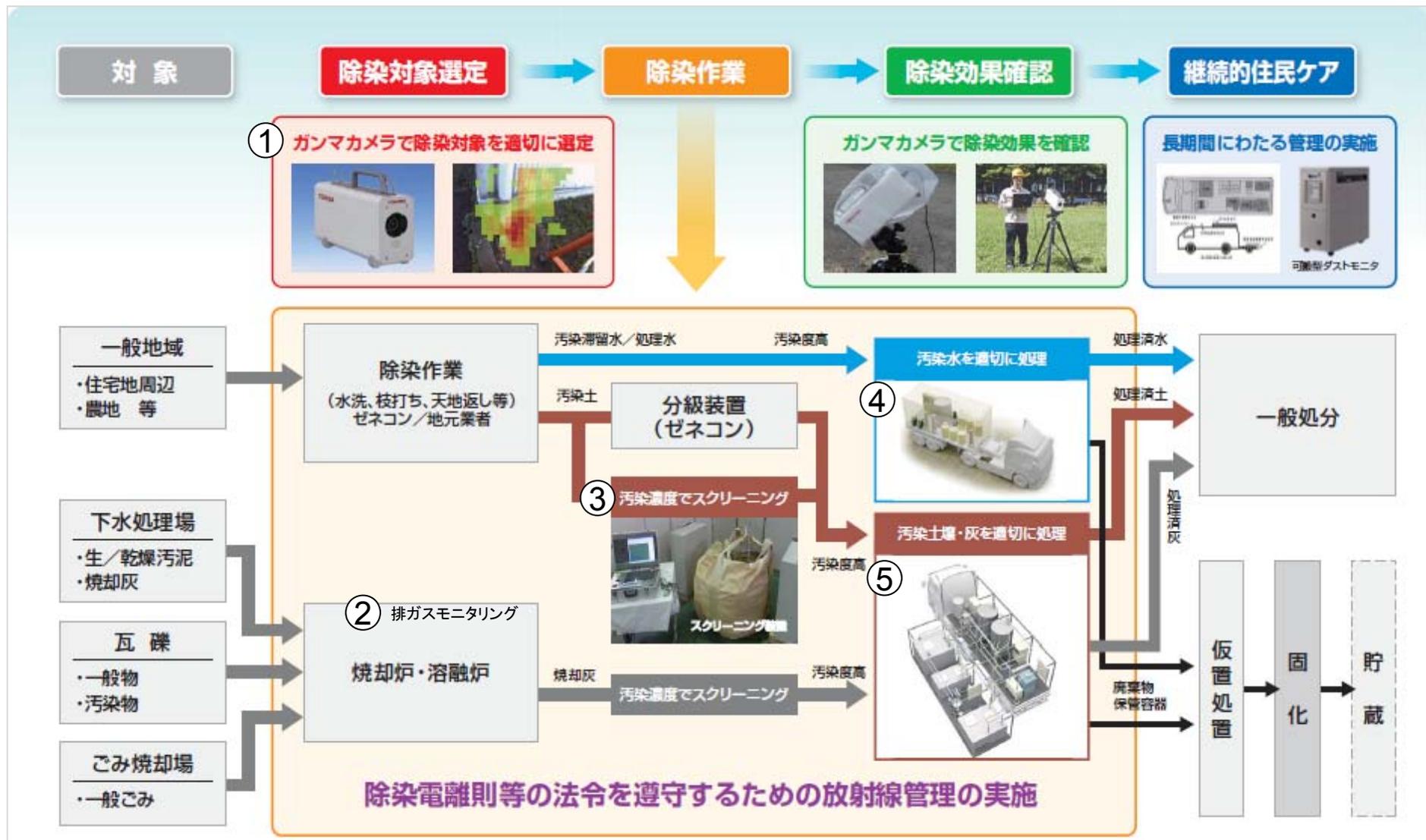
- 公共目的の立入りは可能
- 宿泊は不可
- 営農・営林不可(注)

(注: 農地の保安全管理、地域の営農再開に向けた公的機関の関与の下で行う作付実証は可)

【福島県の航空モニタリング測定結果】  
 ※出典: 原子力規制委員会 放射線モニタリング情報 (2013年8月28日)

## 原子力発電所の技術を福島県の環境改善へ展開

# 東芝版オフサイト除染作業モデル策定



**廃棄物処理の一連の流れを考慮**

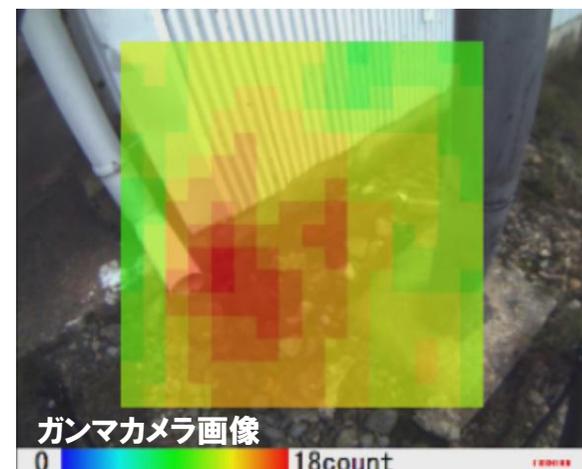
# オフサイト技術開発と福島復興活動(1/2)

## ■ 地域復興計画への協力

- 社内関連部門(スマートコミュニティ等)と連携した活動
- 地域の汚染調査、放射線管理で協力

## ■ ガンマカメラ(①)

- 楢葉町より可視化調査委託受注  
町への帰還に向けた住居撮影実施中
- 装置を購入された自治体への運用支援
- 森林、果樹園等の汚染調査へも適用展開



## ■ 排気塔ガスモニタ装置他(②)

- 焼却施設に向けた提案活動推進

## ■ 土壌・灰のスクリーニング装置(③)

- 仮置き場(汚染土壌)や焼却施設(汚染灰)での作業を想定
- 環境省公募によるスクリーニング実証試験実施
- 中間貯蔵施設の受入測定にも適用展開

# オフサイト技術開発と福島復興活動 (2/2)

## ■ 減容技術 (SARRY-Aqua™ / SARRY-Soil™)

➤ 2011年末にモバイル基を試作

- SARRY-Aqua™ (④) : 汚染水処理
- SARRY-Soil™ (⑤) : 土壌処理

➤ 必要な時期に備え、技術をラインナップ

- 汚染水 : SARRYの実績を設計へ反映
- 土壌 : JAEA公募、社内実証試験
- 農地土壌 : 農水省公募による実証試験
- 汚泥灰 : 国交省公募による実証試験
- 飛灰 : 20t/day連続処理装置の基本設計



上記技術の中から、本日はSARRY-Soil™の概要と飛灰処理技術を御紹介

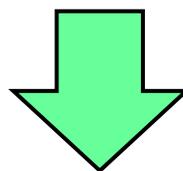
# 農地汚染土壌処理の背景

---

## ■ 農地における問題点

汚染濃度が**5,000Bq/kg**を超える農地では営農活動が制限

- 営農再開のために、農地土壌を5,000Bq/kg未満へ低減必要
- 汚染土壌除去に伴う放射性廃棄物（除去土壌）の低減必要



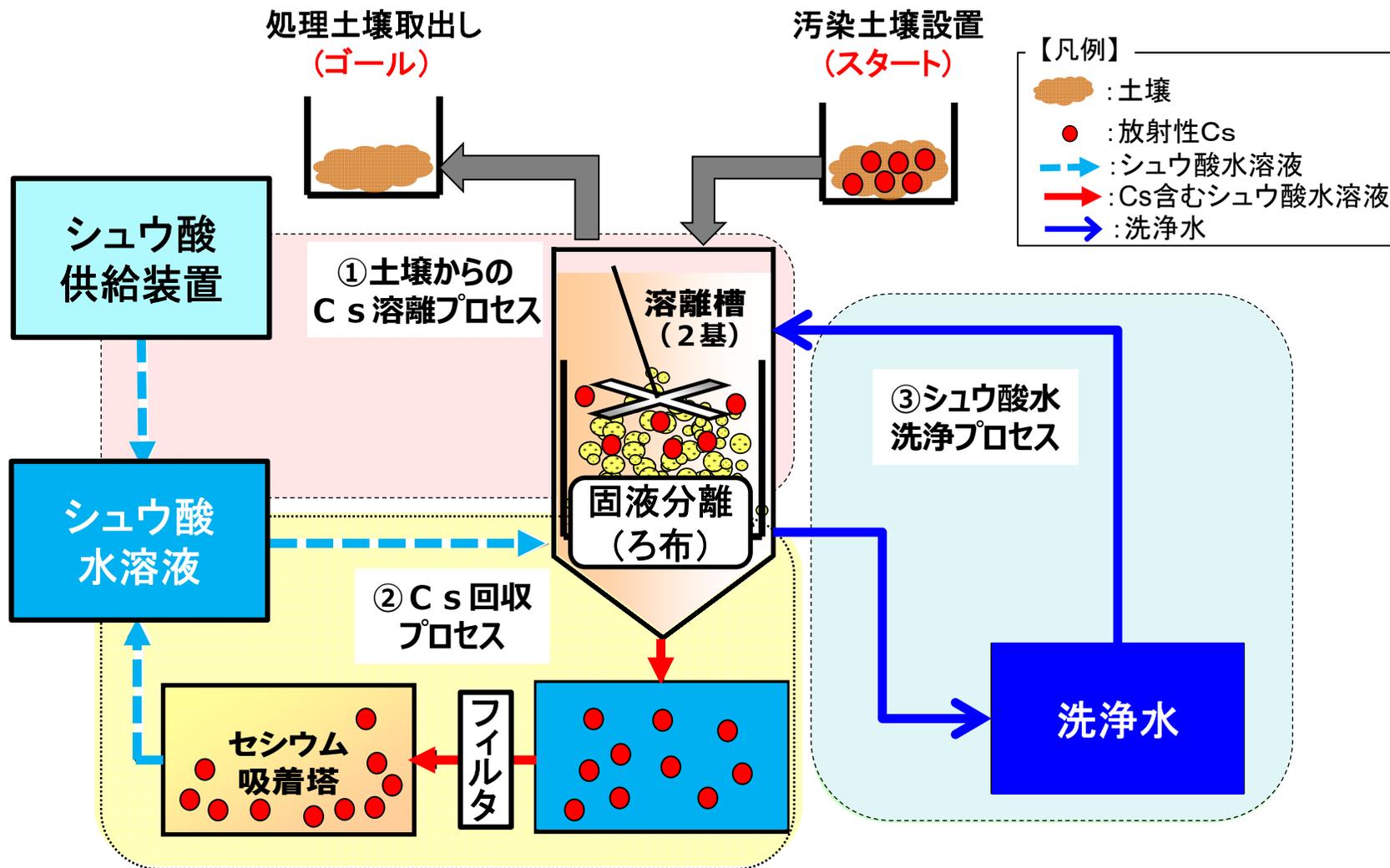
シュウ酸を用いた化学的処理手法の開発を実施中※

（※：農林水産省委託研究：「高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の確立」）

## ■ 開発課題

- **汚染土壌からの Cs 除去による減容化**

# SARRY-Soil™システムの概要



**本処理により土壌が約2割溶解し、8割が処理後土壌となる**

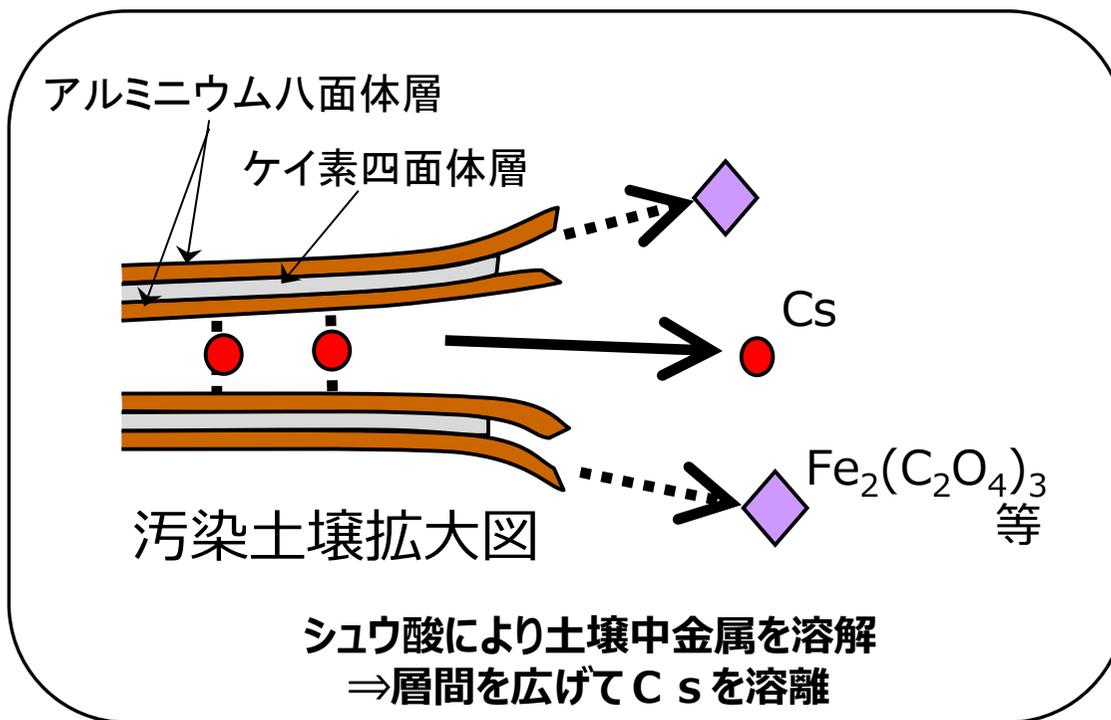
# 汚染土壌の化学的処理メカニズム

## <処理条件>

・薬品 : シュウ酸    ・濃度 : 0.5mol/L    ・温度 : 95℃



ラボ試験状況

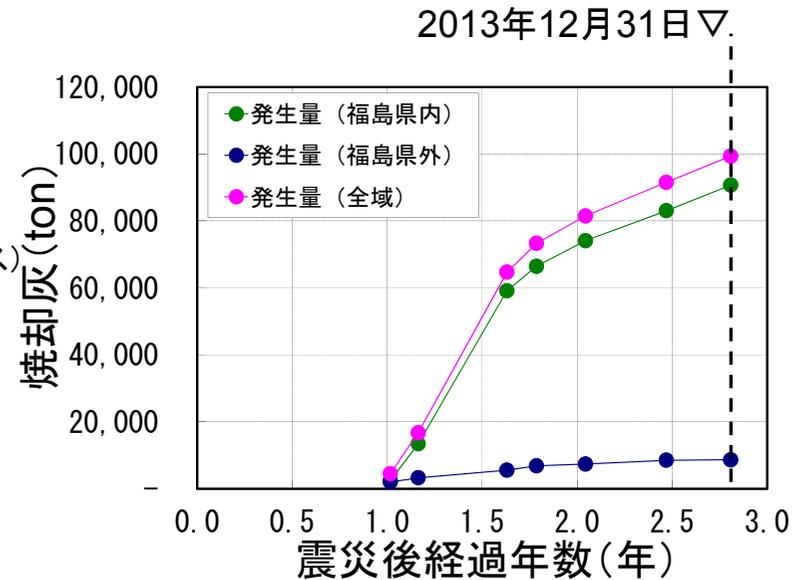
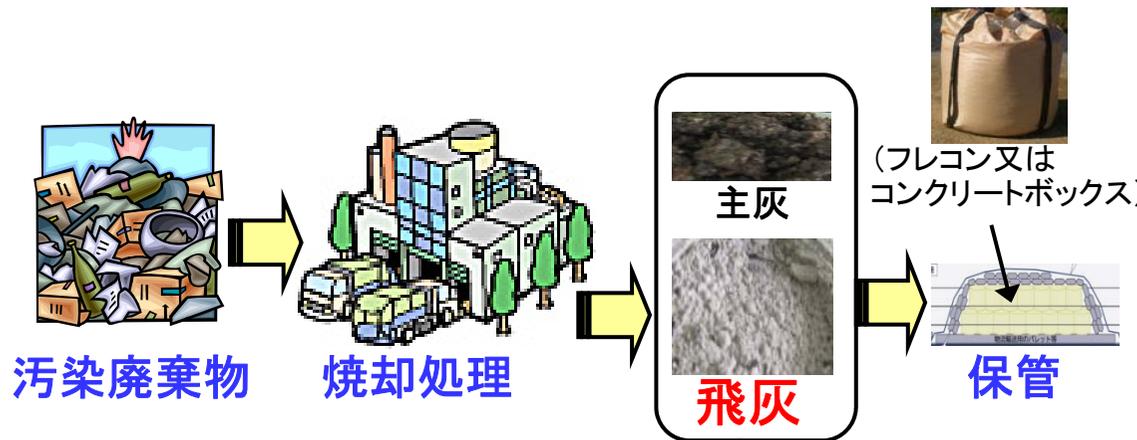


汚染土壌からのCs溶離メカニズム

ラボ試験により化学的処理によるCs除去効果を確認

# 飛灰処理の背景

- Csに代表される放射性物質が環境へ放出
- 生活圏の廃棄物にもCsが含有



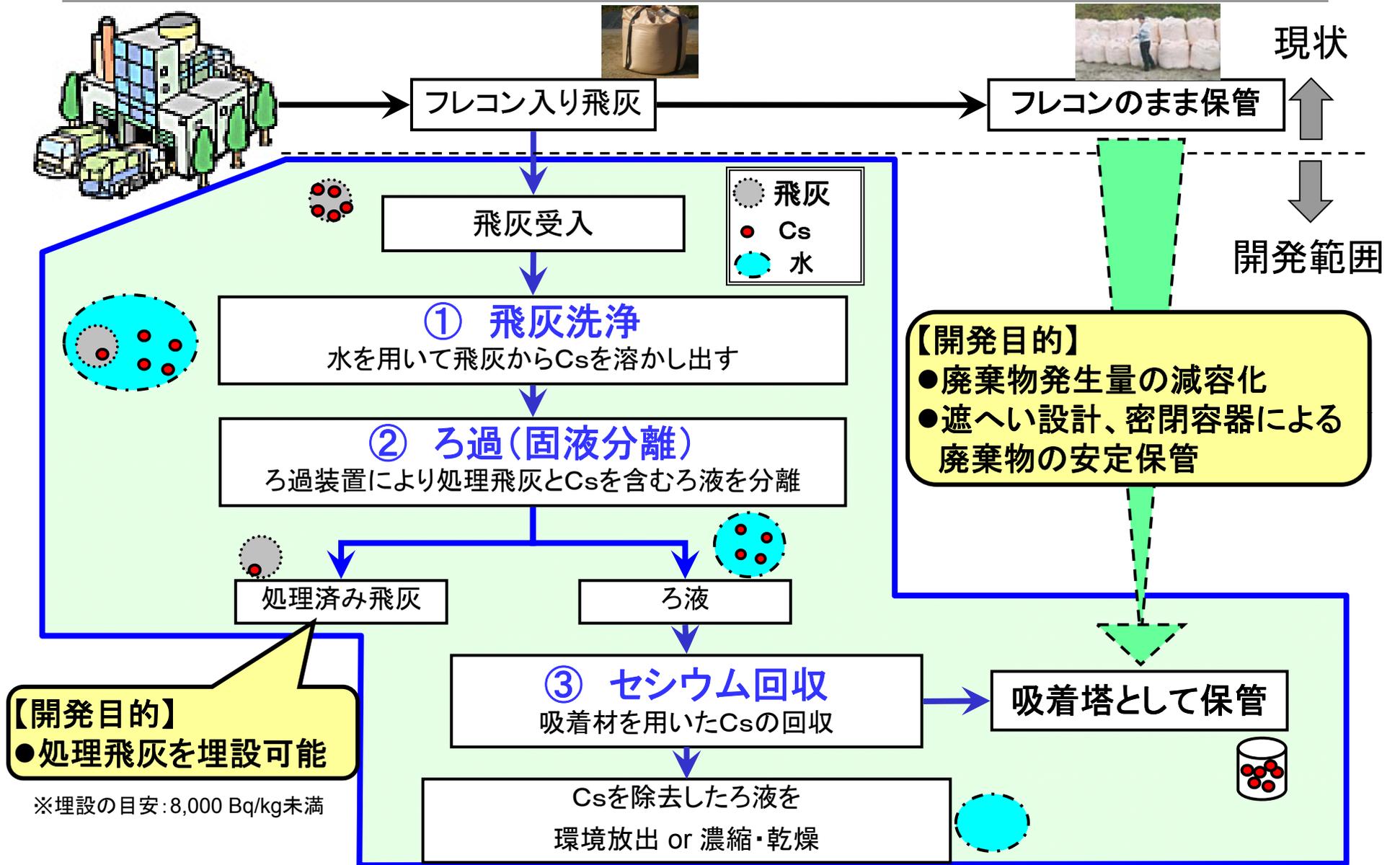
- 汚染廃棄物中のCsの約7割は飛灰に移る  
⇒ 放射能濃度が高い廃棄物になる
- 飛灰中のCsは水に溶け出しやすい  
⇒ 安定な保管が必要

## 焼却灰(指定廃棄物)発生量の推移

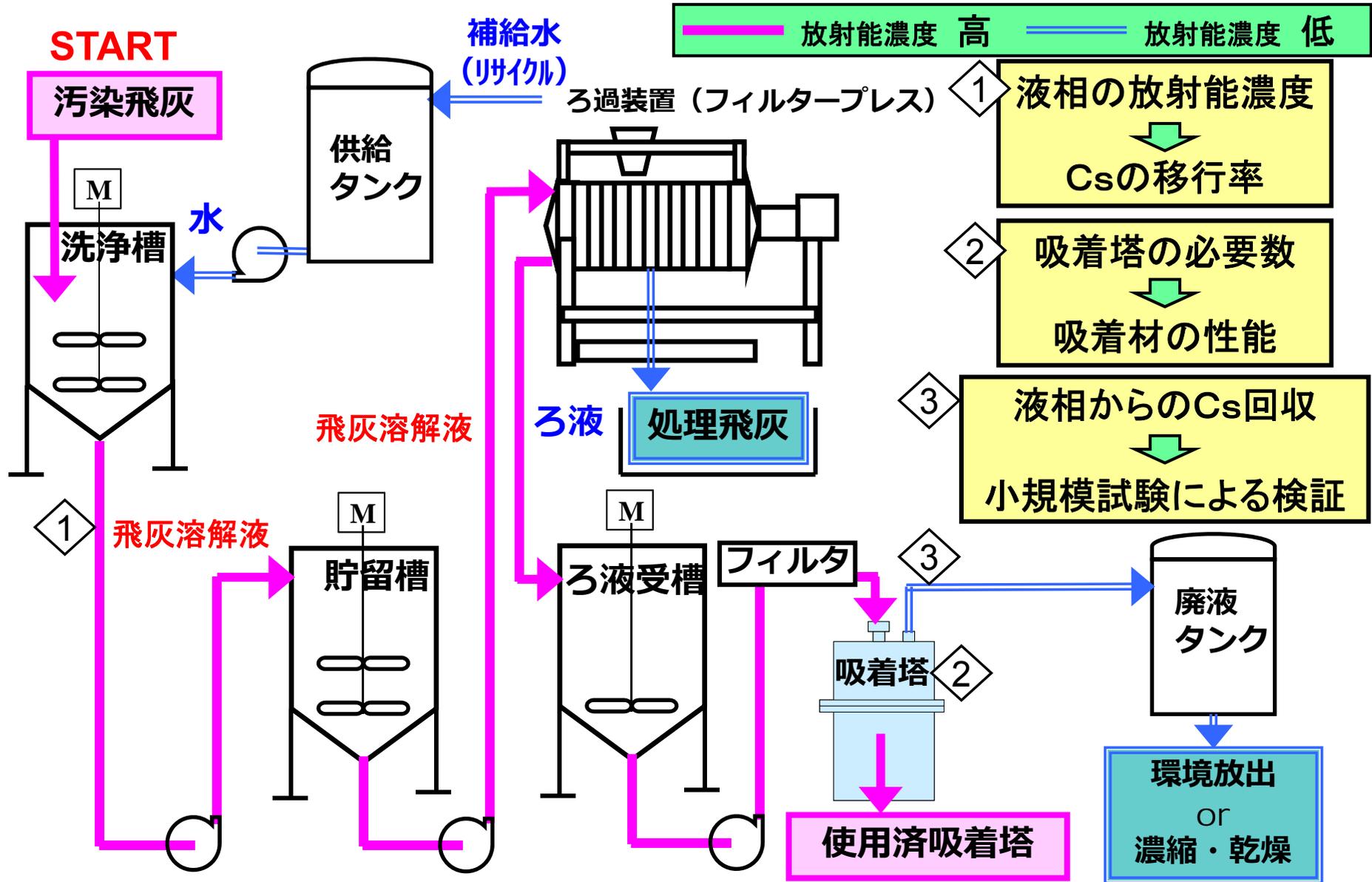
- 発生量の増加が顕著  
⇒ 大部分を飛灰が占める
- 保管場所の確保が課題  
⇒ 減容化の検討が必要

汚染飛灰の減容化・安定保管が課題

# 飛灰処理フロー及び開発目的



# 飛灰処理システム概要

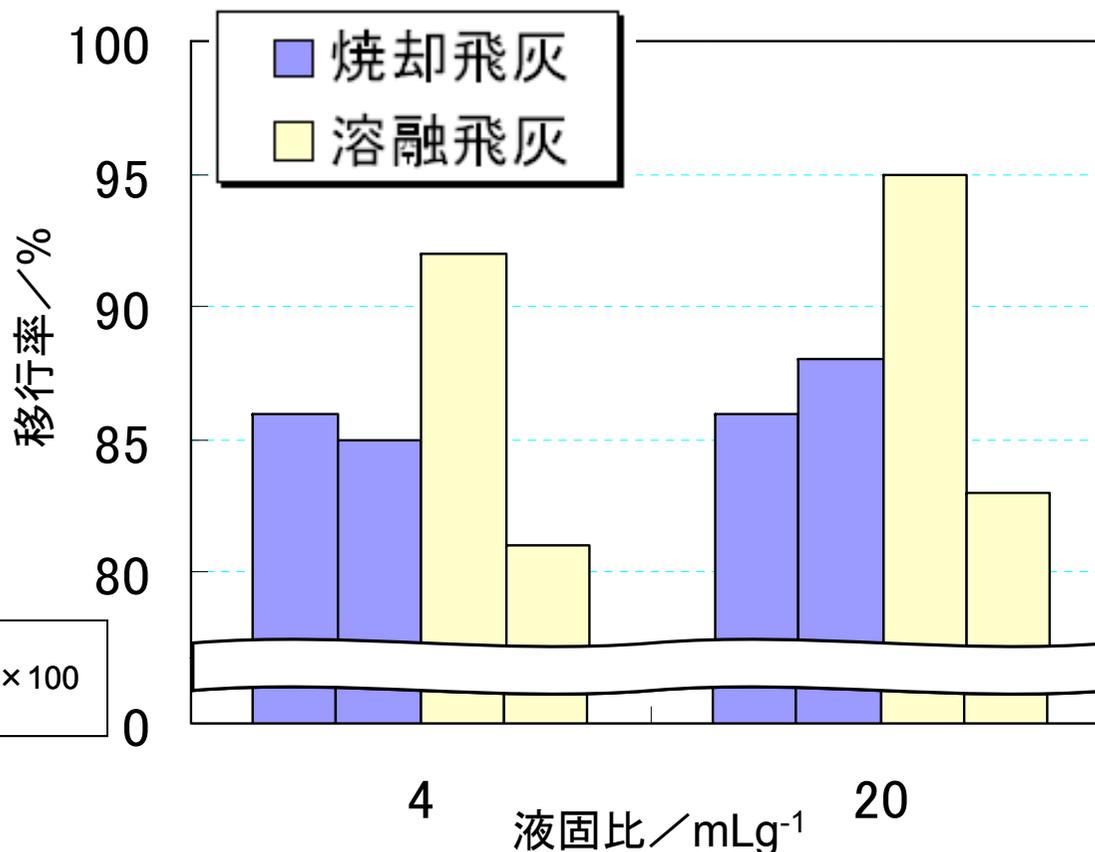


# 汚染飛灰から液相(水)へのCs移行率

## 【試験条件】

- 処理液 : 水
- 温度 : 常温
- 液固比 : 4, 20 mL/g
- 時間 : 10分
- 攪拌 : 有り

$$\text{移行率 [\%]} = \frac{\text{液相の放射性セシウム量}}{\text{(固相 + 液相の放射性セシウム量)}} \times 100$$



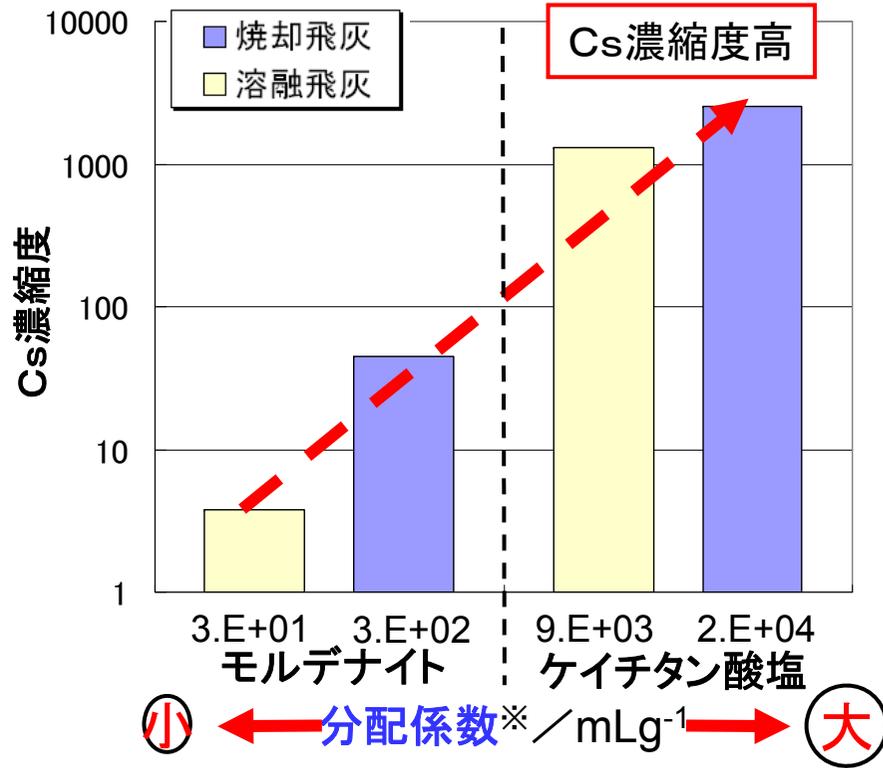
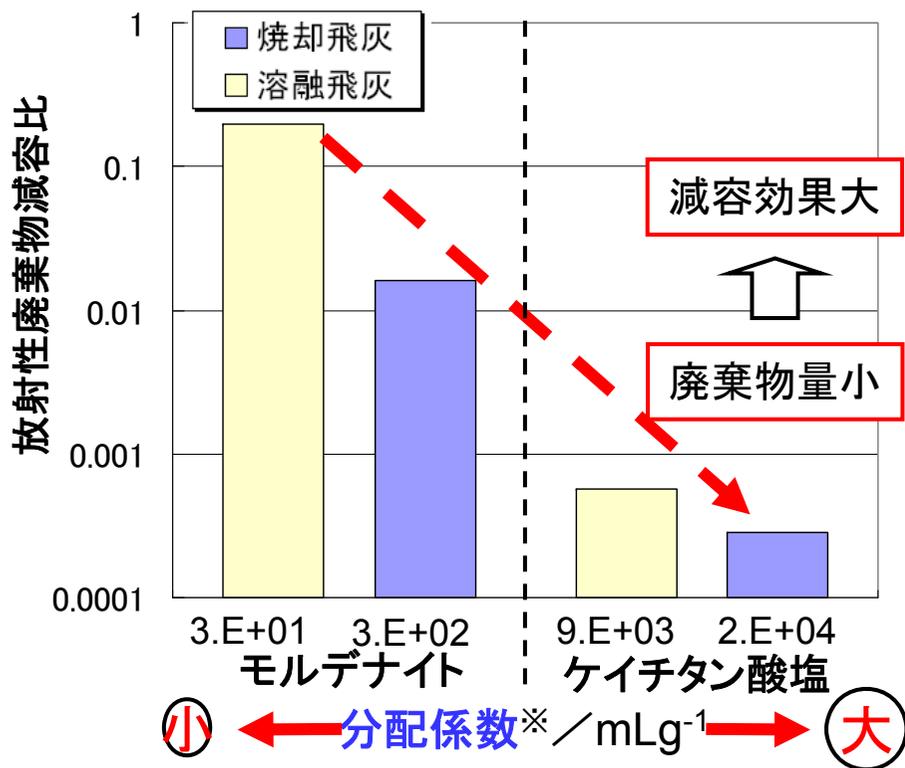
- 焼却飛灰の液相へのCs移行率 : 85~88%
- 熔融飛灰の液相へのCs移行率 : 81~95%

⇒ 処理システムの移行率は飛灰性状を考慮し設定

洗浄により飛灰中のセシウムの80%以上を除去可能

# 吸着材の性能評価

評価対象吸着材：モルデナイト、ケイチタン酸塩



※液固比4の場合

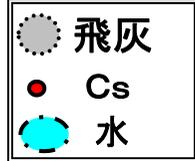
**分配係数**: 吸着材単位重量あたりのCs吸着量の指標  
⇒分配係数が高いほど、少量の吸着材でCsを回収可能

- 吸着材の種類と処理条件により、吸着材の分配係数は異なる

**吸着材選定により、吸着塔発生数・吸着材のCs濃度が制御可能**

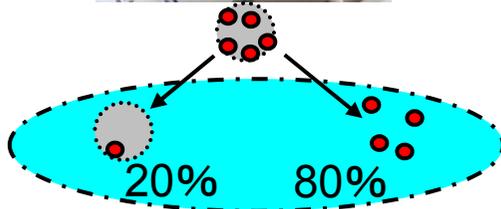
# 液相からのCs回収(ベンチスケール試験)

- 処理水 : 水
- 温度 : 常温
- 液固比 : 4 mL/g
- 時間 : 10分
- 攪拌 : 有り



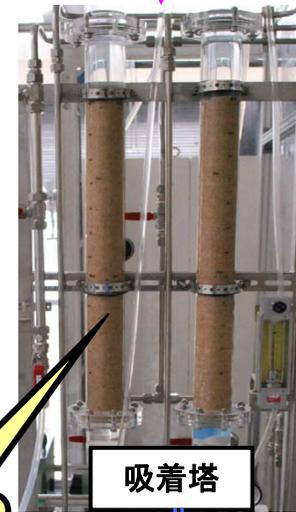
汚染焼却飛灰  
(2kg)

放射能濃度  
10,000 Bq/kg



処理  
飛灰

吸着材



放射能濃度  
2,000 Bq/L

放射能濃度  
検出限界値以下

環境放出  
or  
濃縮・乾燥

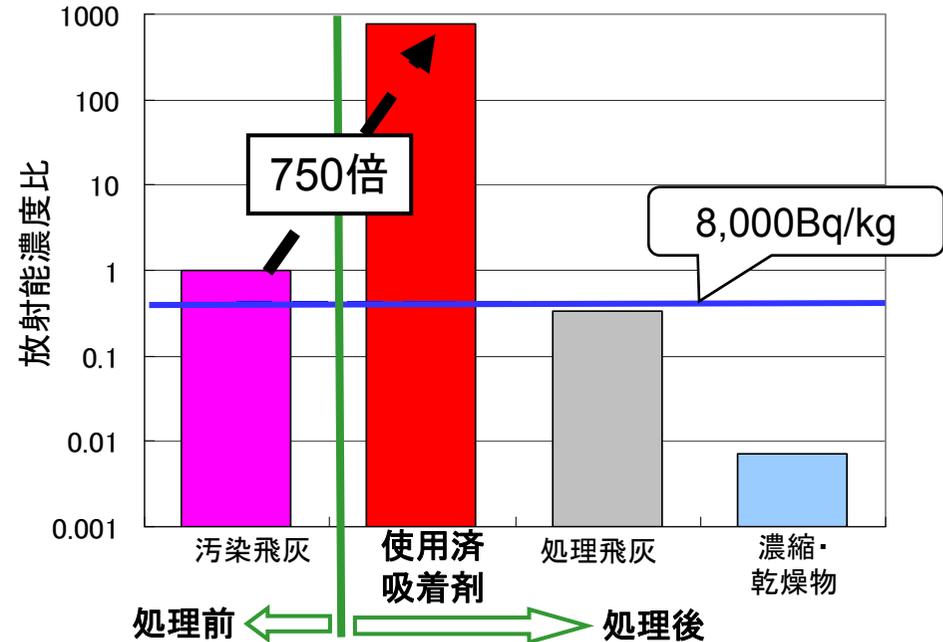
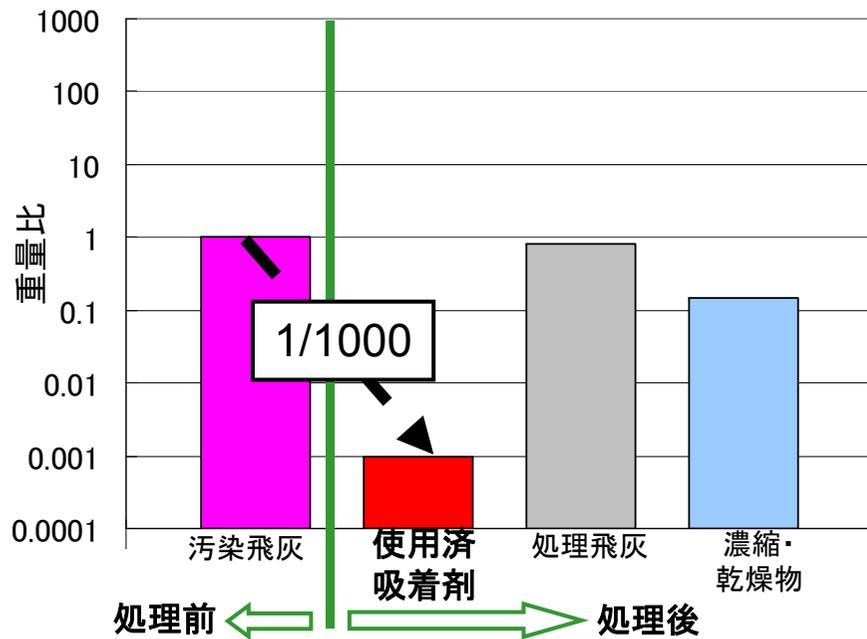
● 液相のCsは吸着塔で回収可能

吸着塔通水により液相の放射能濃度を検出限界以下に低減可能

# 処理システム適用の効果 (例)

## 【評価条件】

- 処理量 : 20 t/d、10,000 t
- 放射能濃度 : 20,000 Bq/kg
- 液固比 : 4 mL/g
- Cs移行率 : 80%
- 飛灰溶解率 : 20%
- 吸着材 : ケイチタン酸塩



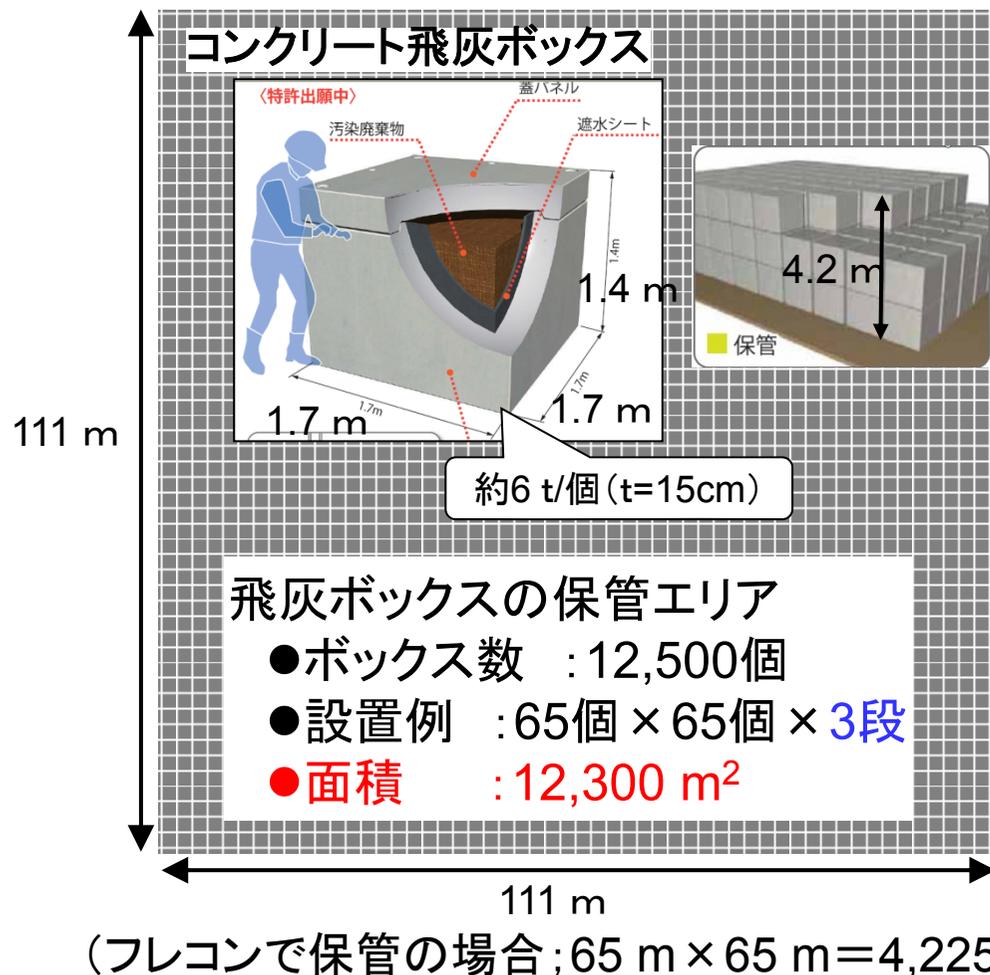
- 汚染飛灰中のCsを少量の吸着材で回収可能  
⇒ 廃棄物発生量 約1/1000 (放射能濃度は約750倍※)

※一部のCsは灰に残留するため

高性能吸着材を使用することにより保管が必要な汚染廃棄物量を約1/1000に減容

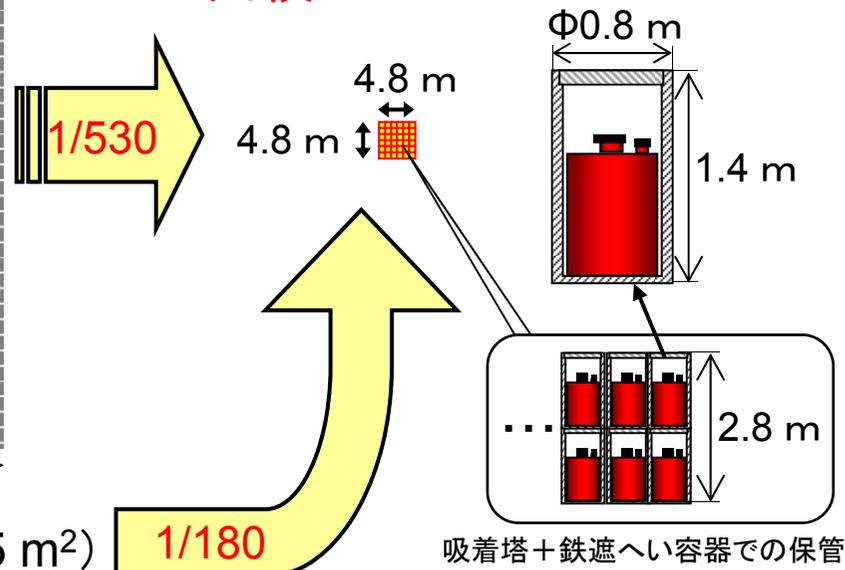
# 減容によるメリット（例：保管エリアの低減）

【飛灰1万トンをそのまま保管する場合】 【飛灰処理を行う場合】



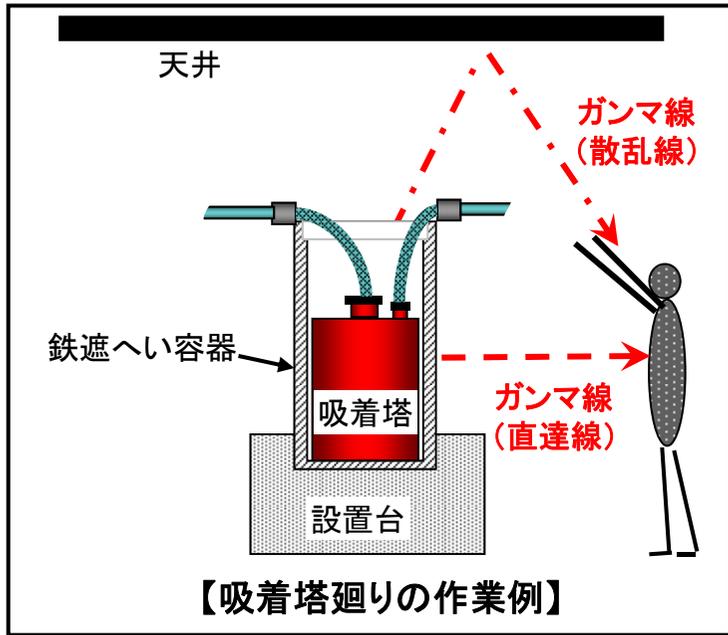
## 吸着塔の保管エリア

- 吸着塔種 : 高性能吸着材
- 吸着塔数 : 61体
- 設置例 : 6本 × 6本 × 2段
- 面積 : 23m<sup>2</sup>



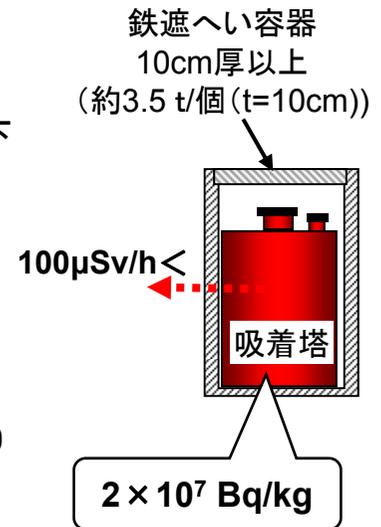
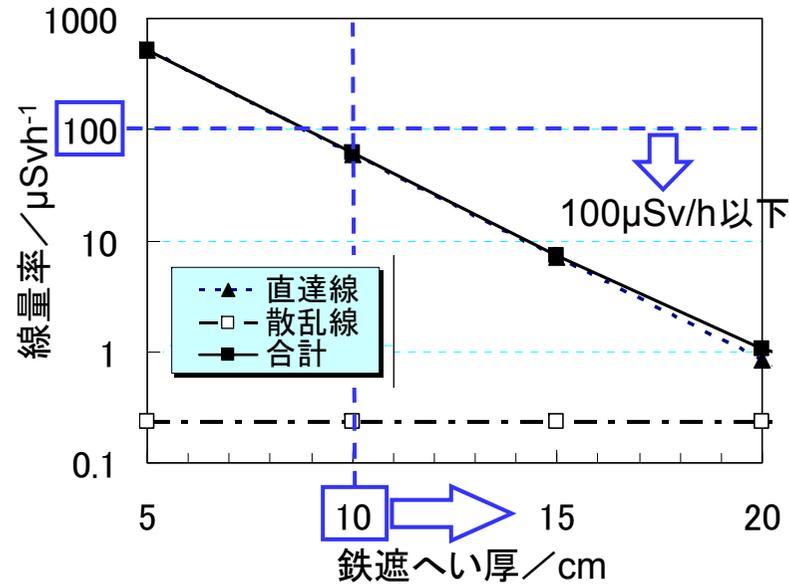
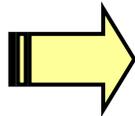
飛灰処理により、保管エリアを最大 1/530 に低減可能

# 吸着塔の安全な取扱(遮へい設計)

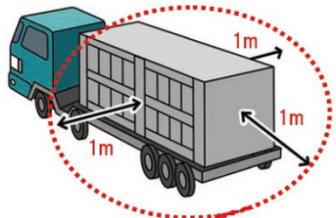


【評価条件】

- 吸着塔内の放射能濃度:  $2 \times 10^7$  Bq/kg  
⇒ 汚染飛灰中Csの1,000倍濃縮を仮定
- 散乱線、直達線からの影響を考慮



参考: 放射性廃棄物運搬時の規制

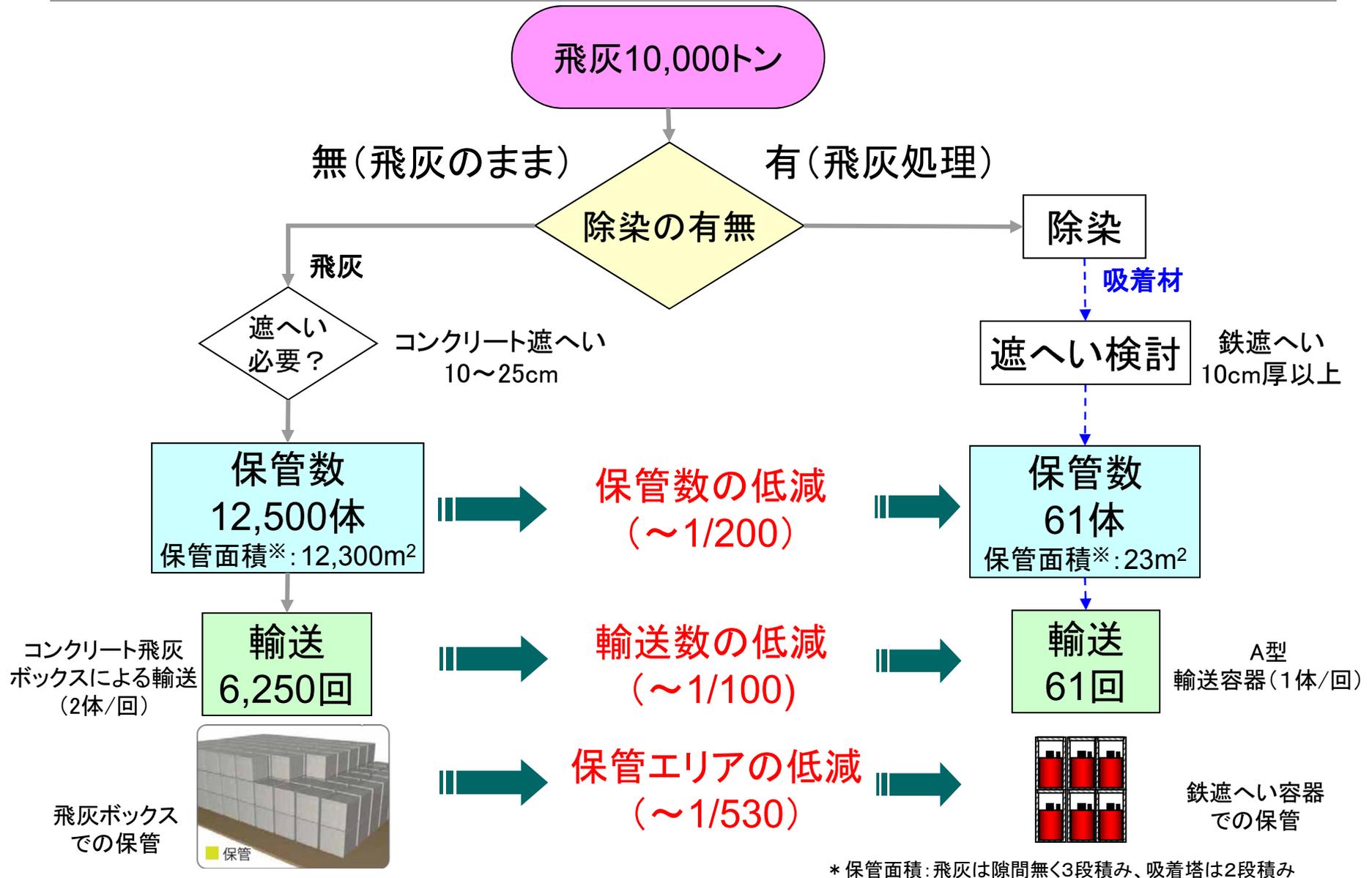


車両表面から1 m離れた地点での線量当量率  
⇒ 最大 100 μSv/h

● 鉄10 cm以上の遮へい設置  
⇒ 表面の線量率: 100 μSv/h以下

吸着塔の遮へい設計により、遮へい体表面線量率: 100μSv/h以下に制御可能

# 飛灰処理の有無による保管、輸送物量の比較



# まとめ

## 【汚染飛灰処理技術のまとめ】

### ① 飛灰処理により、保管が必要な廃棄物量を1/1000まで減容可能

- 仮保管エリア，中間貯蔵エリアの最小化
- 廃棄物の輸送回数の低減可能

### ② 吸着塔遮へい設計の最適化により、

#### 放射性廃棄物の安定・安心な管理・保管が可能

- 放射性廃棄物取扱い時の安全性向上
- 放射性廃棄物のセシウム封込性向上

### ③ 放射能濃度が低い二次廃棄物の取扱

- 処理済飛灰 ⇒ 放射能濃度を確認し、一般廃棄物として処分
- 廃液 ⇒ 濃縮・乾燥し、回収水をリサイクルするシステムを検討
- 濃縮・乾燥時の濃縮物(塩) ⇒ 1,000 Bq/kg未満とすることで一般廃棄物化

東芝は技術開発により、被災地復興へ貢献致します。

---

# **TOSHIBA**

## **Leading Innovation >>>**