

福島環境回復に向けた 取り組みの現状と課題

国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
大迫政浩

福島の今

福島の実況 (I) 仮置き場



福島の現状(Ⅱ)仮置き場からの搬出



福島の現状(Ⅲ) 仮設焼却炉



福島の現状(Ⅳ)減容化実証



乾式昇華技術
(乾燥設備等)



乾式昇華技術
(キルン炉)



破袋設備
(ウォーターカッター)



バルコン上での濃度分別

福島の現状 (V) 福島第一原発周辺



原発施設を内陸側からみる



原発施設内の伐採樹木



大熊町の除染現場、除染効果確認



中間貯蔵建設予定地

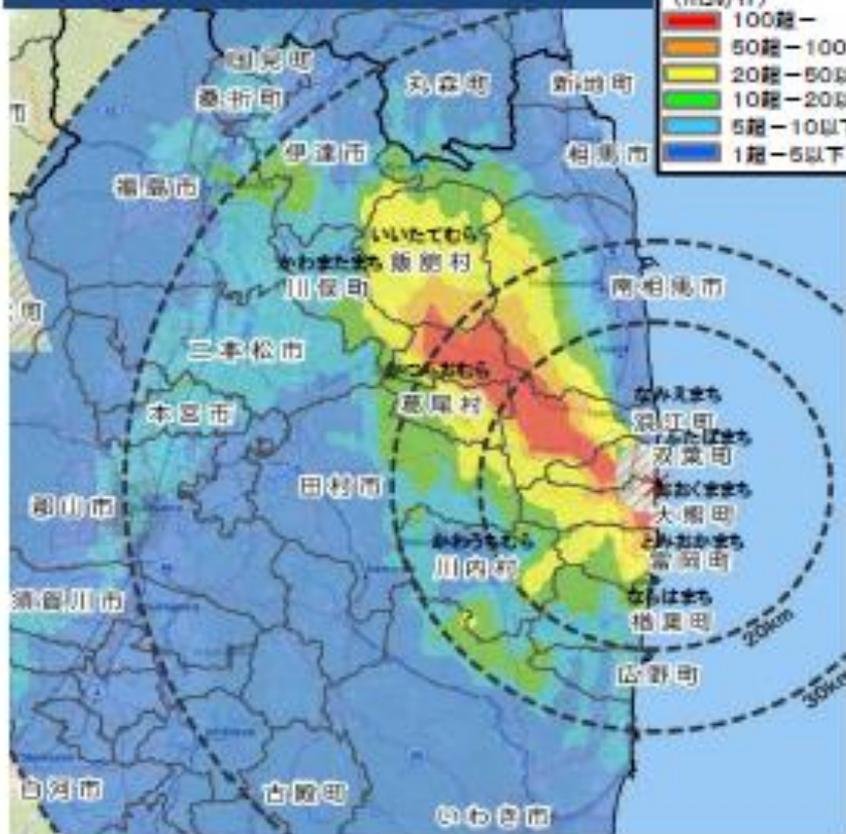
福島原発事故による環境放射能汚染

福島第一原発事故に伴う汚染の状況

除染とは、放射線防護手段の一つ(※)として、人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減させるために、生活空間における放射性物質の除去等を行うことをいう。

※政府としては、除染のみならず、モニタリングや食品の安全管理、健康診断など放射線リスクの適切な管理を総合的に行うことにより、長期的に、個人が受ける追加被ばく量を、年間1ミリシーベルト(1mSv/y)以下になることを目指している。

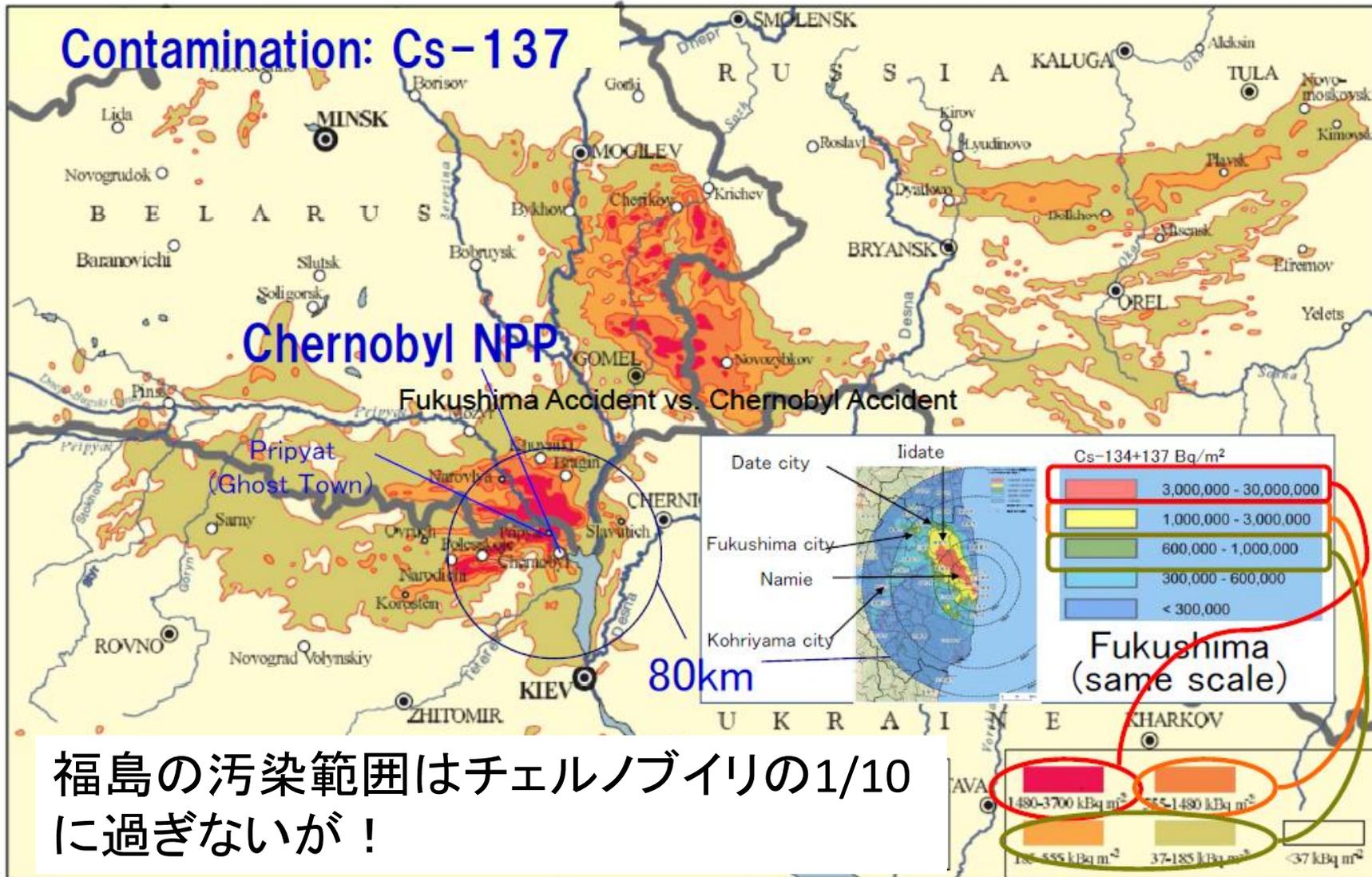
文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果(2011年4月29日時点)



避難指示区域の概念図 (平成26年10月1日時点)



環境汚染面からみた チェルノブイリ事故 VS. 福島原発事故 (I)



福島第一原発事故による環境放射能汚染の特徴

- チェルノブイリ事故に比較して、放射性物質の放出量は少ない
- 被ばく防止の点では、現時点での制御対象は放射性セシウムに限られる
- 汚染が人口密集地域に及んだため、除染を前提に避難地域を限定した
- 情報化社会のもとで汚染問題が起こった

国の対処

国の対応は？

放射性物質対応特別措置法の制定

- ・「国」が原発政策を進めてきた責任ゆえに、国が主導的に対応(法第3条)
- ・財政的措置は国が行うが最終的に東電に求償(結果的に東電管内の需要者が負担)
- ・除染と汚染廃棄物処理

放射性物質汚染対処特措法に基づく除染等の措置

①除染特別地域(国直轄地域)

環境大臣による 除染特別地域の指定

※旧警戒区域・計画的避難区域に
たむらし、みなみそうまし、かわまたまち
相当(田村市、南相馬市、川俣町、
ならはまちとみおかまちかわうちむら おおくままち
楢葉町、富岡町、川内村、大熊町、
ふたばまちなみえまちかつらぶらわらしいたてむら
双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村の
11市町村)



環境大臣による特別地域内
除染実施計画の策定

国による除染等の措置等の実施

②汚染状況重点調査地域 (市町村除染地域)

環境大臣による対象地域の指定
(放射線量が1時間当たり0.23マイクロシーベルト
($\mu\text{Sv/h}$)以上の地域)

※0.23 $\mu\text{Sv/h}$ は汚染状況重点調査地域の指定基準であり、除染の目標ではない。(注)

市町村長による調査測定

市町村長による除染実施計画策定

市町村長は除染実施計画に基づき
除染等の措置等を実施
(国が予算措置)

(注)一日24時間のうち、①8時間は屋外で過ごす②16時間は遮蔽率の低い(0.4)木造住宅で過ごす、という慎重な仮定の下で、個人線量1mSv/yを空間線量に換算

原子力事業所内の土壌等の除染等の措置及びこれに伴い生じた除去土壌等の処理

関係原子力事業者(東京電力)が実施

除染等の措置の概要

除染等の措置

除染等の措置により発生する土壌等を保管容器に収納後、仮置場等に保管する。



出典: 環境省

国直轄除染の進捗状況地図 (平成28年2月15日時点)



<避難指示が解除された市町村>

市町村	避難指示解除日
田村市	平成26年4月1日
川内村の一部 (旧避難指示解除準備区域)	平成26年10月1日
楢葉町	平成27年9月5日



出典:環境省

放射性物質汚染対処特措法に基づく廃棄物の処理

原子力事業所内及びその周辺に飛散した廃棄物の処理

関係原子力事業者が実施

特定廃棄物

①対策地域内廃棄物

環境大臣による汚染廃棄物対策地域※の指定

※廃棄物が特別な管理が必要な程度に放射性物質により汚染されている等一定の要件に該当する地域を指定



環境大臣による対策地域内廃棄物
処理計画の策定



国が対策地域内廃棄物処理計画に
基づき処理

浄水汚泥、下水汚泥、焼却灰等の汚染状況の調査及び環境大臣への報告
(特措法第16条)

廃棄物の調査に基づく環境大臣の指定の申請
(特措法第18条)



②指定廃棄物

環境大臣による指定廃棄物の指定
※汚染状態が一定基準(8,000Bq/kg)超の廃棄物



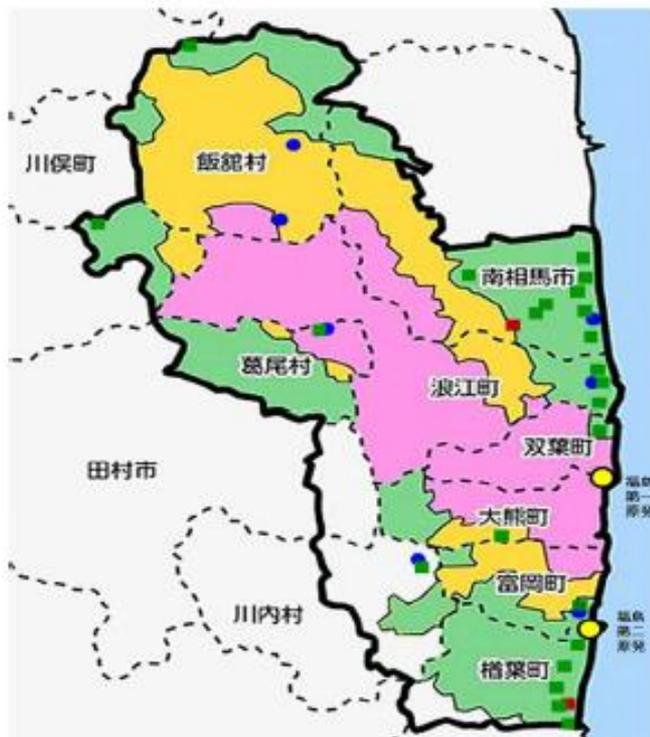
国が処理

不法投棄等の禁止

特定廃棄物以外の汚染レベルの低い廃棄物

廃棄物処理法の規定を適用(市町村等が処理、一定の範囲については特別の基準を適用)

国直轄による福島県における仮置場と仮設焼却施設の設置状況(平成27年3月27日現在)



(1) 仮置場の確保状況

- 当面必要な仮置場25箇所において供用開始済(うち2箇所においては原状復旧済)。
- 仮置場における地下水放射能濃度、粉じん濃度、敷地境界空間線量率についての環境モニタリングデータを公表中。

<http://taisakuchiiki-daiko.env.go.jp/>

(2) 仮設焼却施設の設置状況

- 7市町村において仮設焼却施設の設置を予定。6市町村(7施設)において事業者との契約を終え、うち、4施設は稼働中、3施設は建設工事中(うち、1施設は4月竣工予定)。

稼働中	飯館村(小宮地区)、川内村、富岡町、南相馬市
建設工事中	葛尾村、浪江町、飯館村(蔵平地区)
地元調整中	楢葉町
処理方針検討中	大熊町、双葉町、川俣町

※田村市については既存の処理施設で処理中。



双葉町中野地区における仮置場の整備状況(平成27年3月)



富岡町における仮設焼却施設の建設状況(平成27年3月)



葛尾村における仮設焼却施設の建設状況(平成27年3月)

福島県内の特定廃棄物・除去土壌等の処理フロー

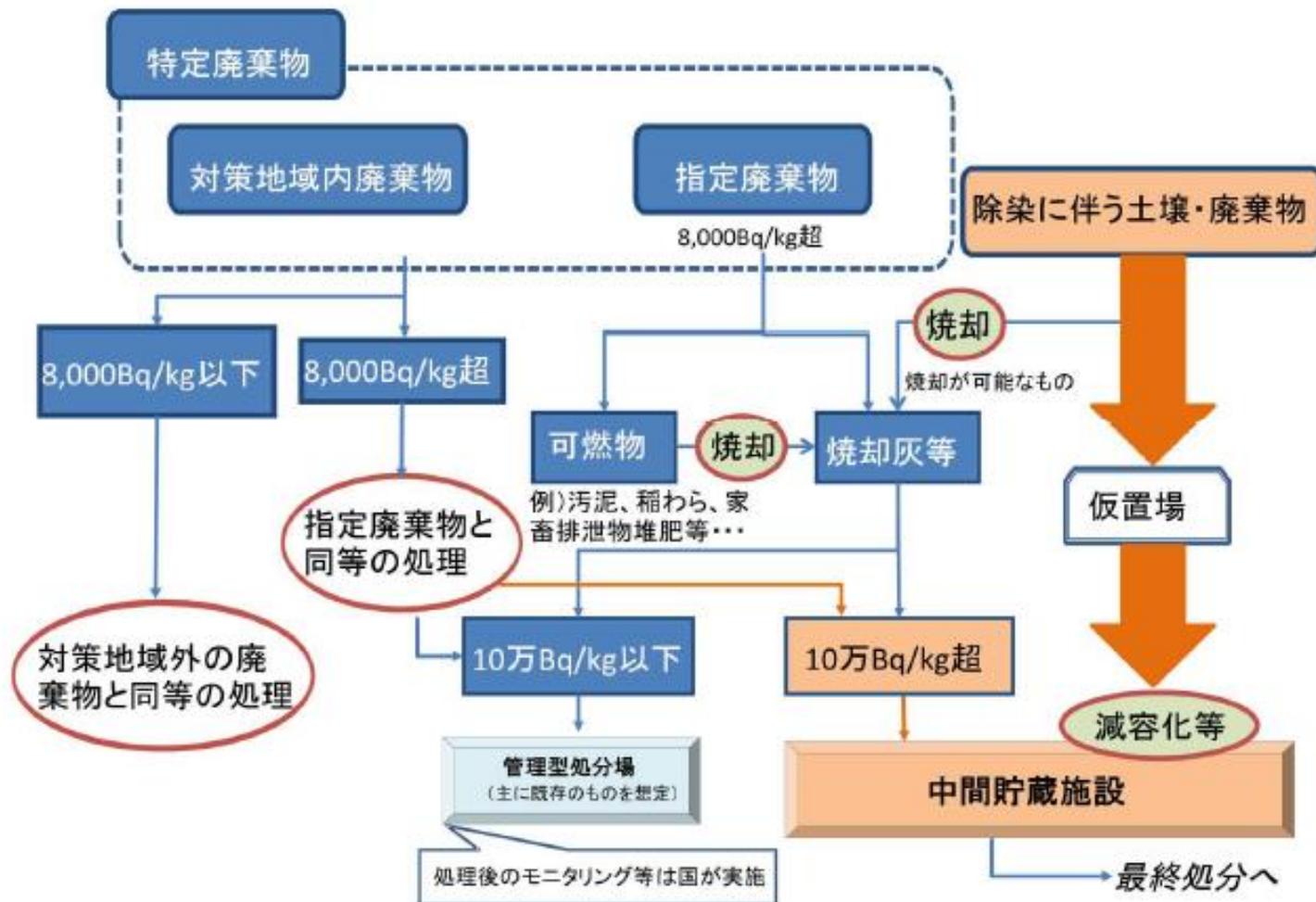


図1 特定廃棄物及び除染に伴う廃棄物等の処理フロー（福島県内）

除染エリアと中間貯蔵施設予定地

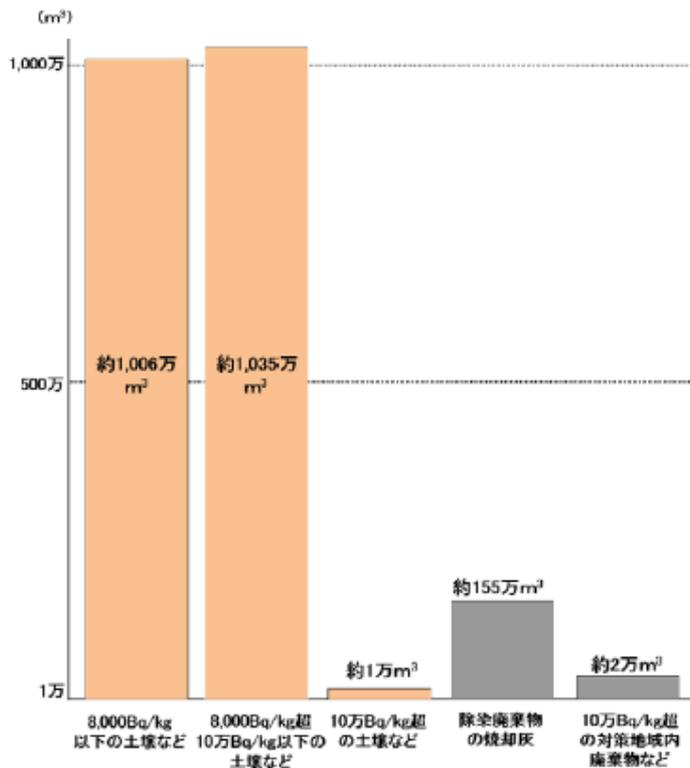
中間貯蔵施設には、福島県内各地で進められている除染により発生した土壌などが搬入されます。



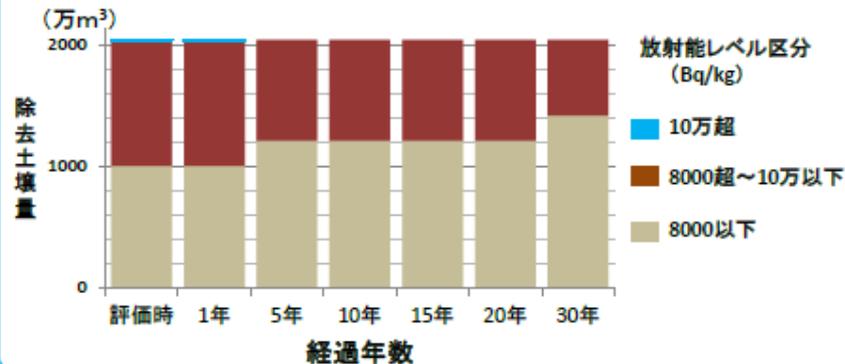
福島県内の除去土壌等の特性

- ・除去土壌の発生量は、約2,000万 m^3 と推計される(下図左)。
- ・現在約半分を占める放射能濃度が8,000Bq/kg以下のものは、放射能減衰により、30年後は約7割になる(下図右上)。
- ・放射性セシウムは、粘性土中に比較的多く存在する(下図右下)。
- ・減容処理を効果的に行うためには、放射能濃度と性状(粘性土か砂質土か)に適した減容技術を適用することが重要である。
- ・そのため、放射能減衰も考慮し、除去土壌等の放射能濃度と性状別の物量を推計する必要がある。

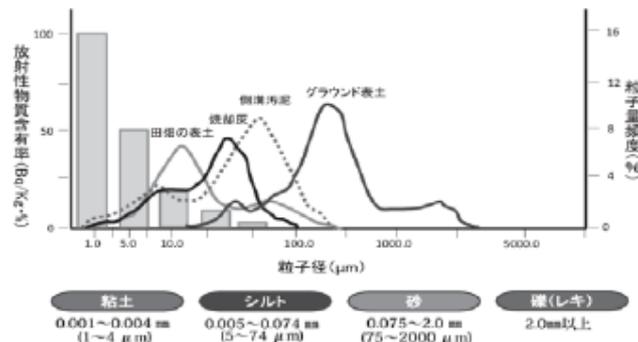
除去土壌などの発生量推計



放射能濃度毎の経時変化

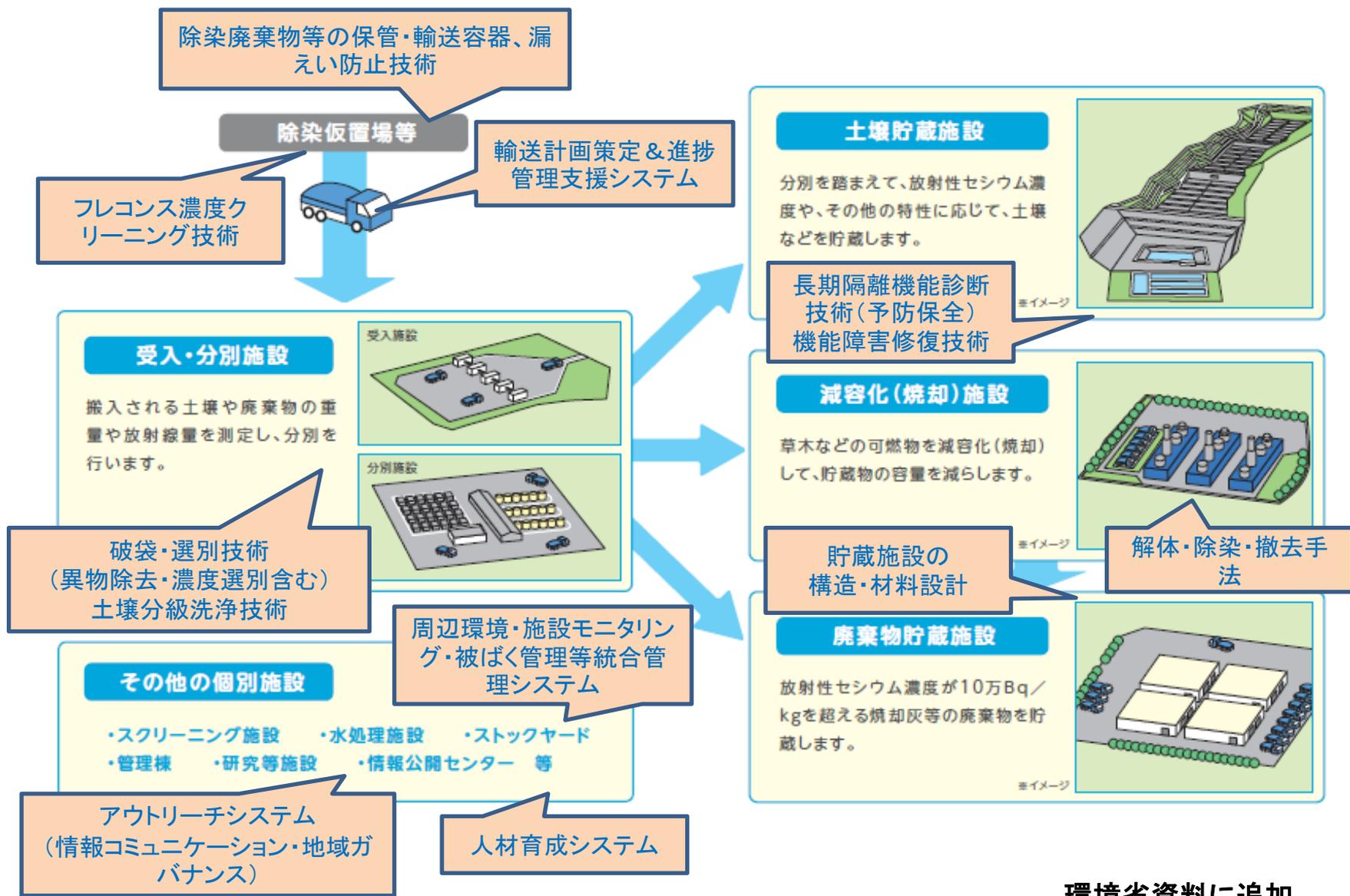


土壌の性状別による放射性セシウムの付着特性



出典: 豊原治彦、佐藤敏政「放射性物質を含む汚染土壌等の洗浄と減容」(生物工学会誌第92巻5号)

中間貯蔵施設運営上短期的に必要な具体的技術

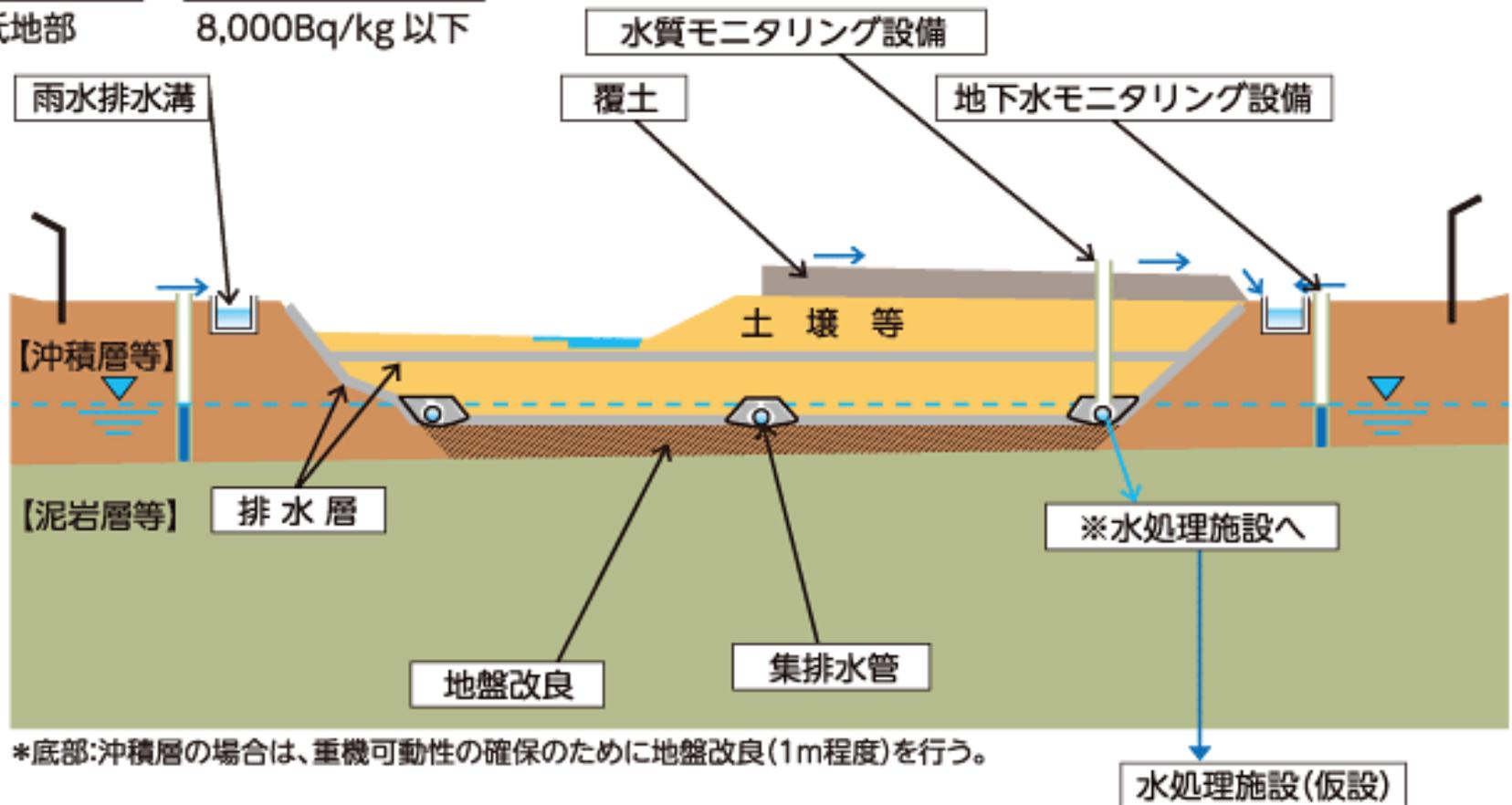


環境省資料に追加

I型土壤貯蔵施設のイメージ

適用地形・地質
低地部

放射性セシウム濃度
8,000Bq/kg 以下



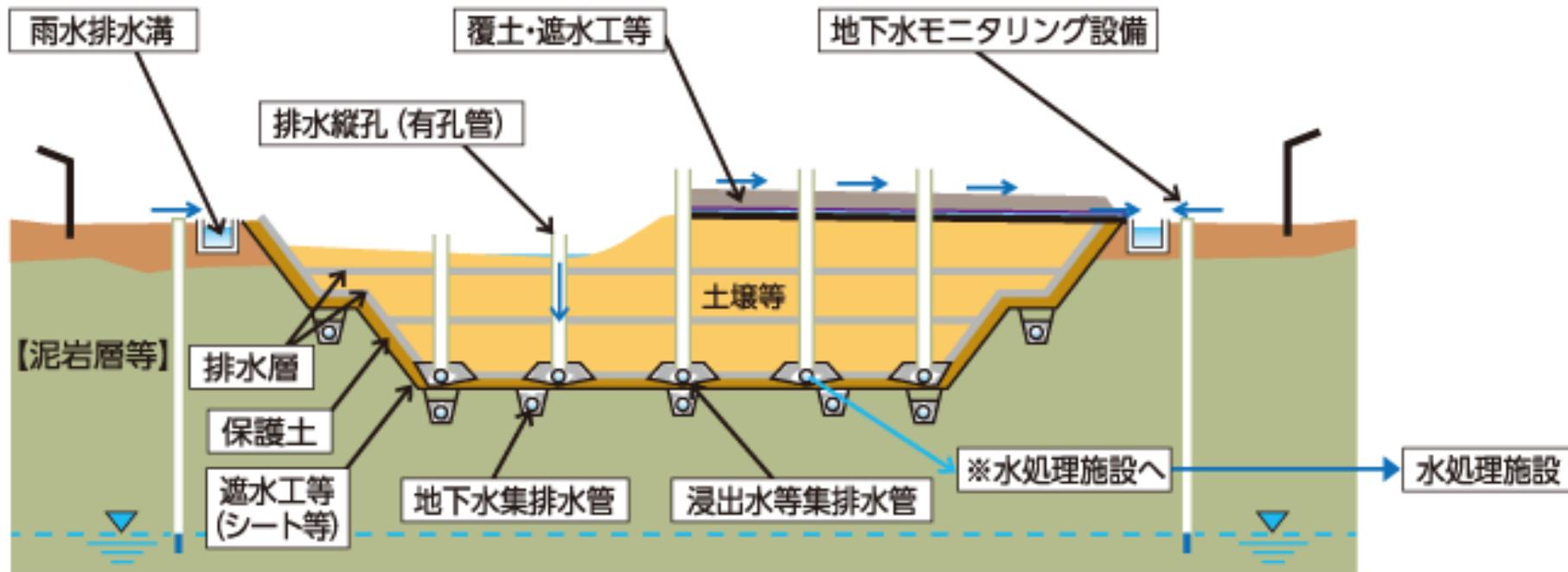
*底部:沖積層の場合は、重機可動性の確保のために地盤改良(1m程度)を行う。

出典:環境省

Ⅱ型土壤貯蔵施設のイメージ

適用地形・地質
丘陵地、台地等

放射性セシウム濃度
8,000Bq/kg 超



出典:環境省

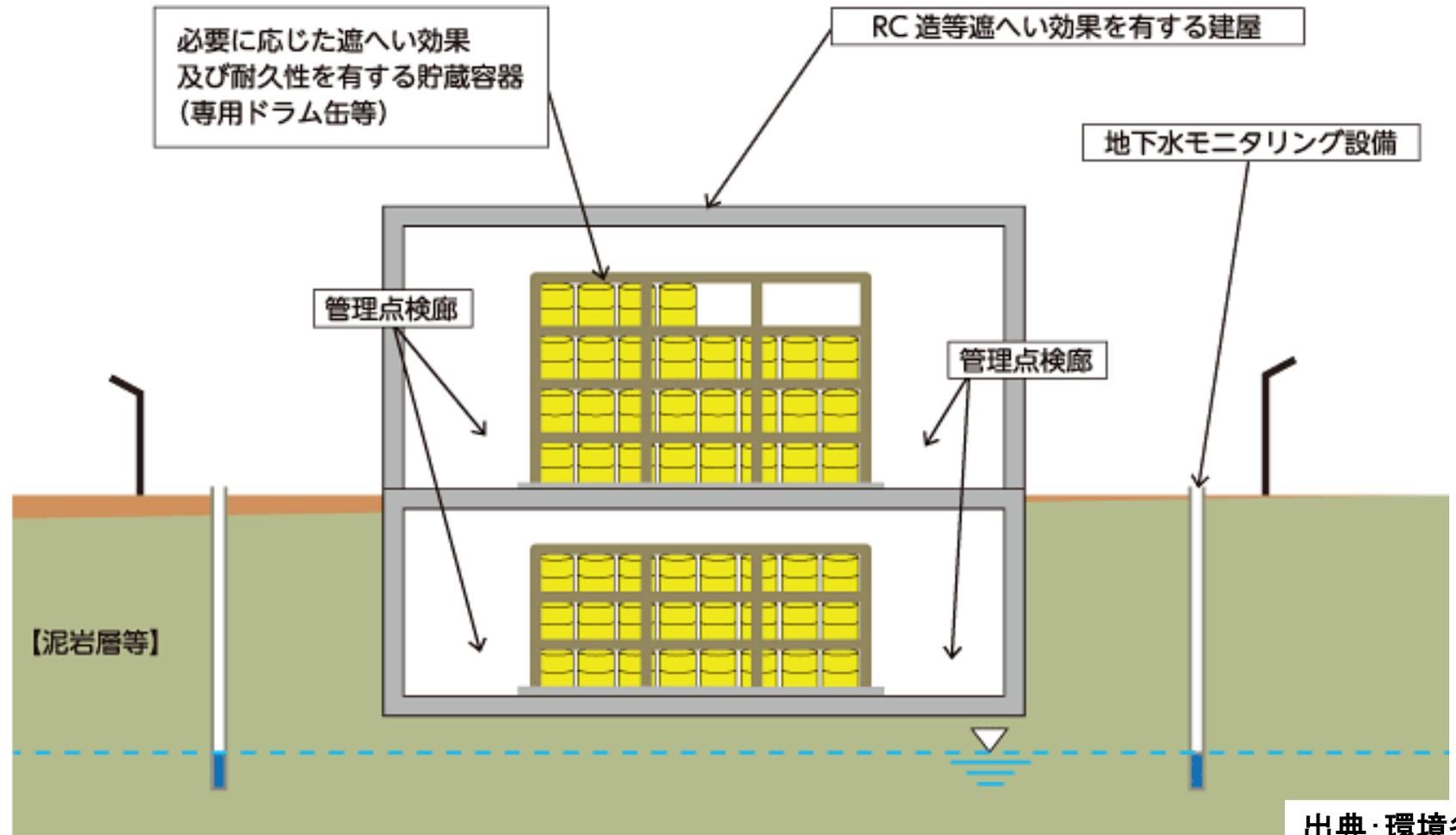
廃棄物貯蔵施設のイメージ

適用地形・地質

丘陵地、台地

放射性セシウム濃度

10万Bq/kg超



出典:環境省

平成28年度を中心とした中間貯蔵施設事業の方針

平成28年2月19日公表

I 用地取得

○体制を更に強化し、丁寧な説明を尽くしながら、用地取得に全力で取り組む。

II 施設整備

- 本格施設(受入・分別施設、土壌貯蔵施設、仮設焼却施設)について、平成28年度から整備に着手。用地取得を加速化し、施設を順次、拡張・展開。
- 福島の復興に向けて除染土壌等の継続的な搬入が可能となるよう、中間貯蔵施設内の保管場の整備を実施(既存の保管場の残容量も活用)。

III 輸送

- 平成28年度の輸送量(15万 m^3 程度)に対応する道路補修等の対策を平成27年度中に実施し、平成28年度から段階的に本格輸送を開始。
- ピーク時を含めた各輸送期間の輸送量及び輸送台数を想定した上で、当該輸送台数に対応した道路交通対策を、段階的な輸送量の拡大に先立って実施。
- 今後の輸送ルートを具体的に構想し、復興等に向けて整備されるIC供用開始後にピーク時輸送へ移行できるよう準備
- 以下を考慮し、輸送期間毎の各市町村からの搬出量を設定。
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

出典:環境省

中間貯蔵施設に係る「当面5年間の見通し」①

○用地取得や施設整備に全力を尽くすことにより、「復興・創生期間」の最終年であり、復興五輪と位置づけられる2020年東京オリンピック・パラリンピックが開催される平成32年度までに、500万～1250万 m^3 程度の除染土壌等を搬入できる見通し。これにより、

①少なくとも、身近な場所にある除染土壌等^(注1)に相当する量の中間貯蔵施設への搬入を目指す。

(注1) 住宅、学校などにおける現場保管量 約180万 m^3 (平成27年12月31日時点の実績値)

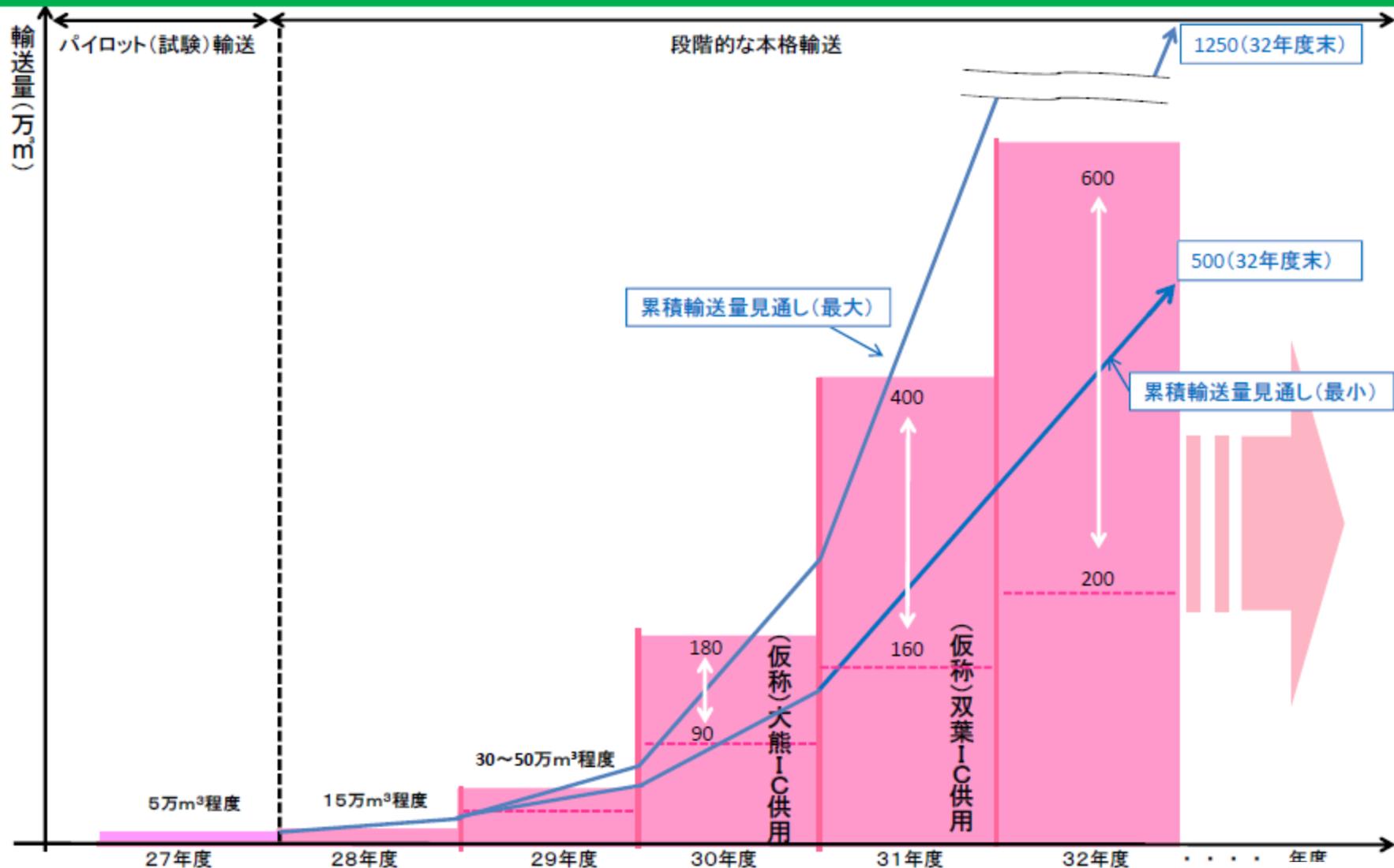
②さらに、用地取得等を最大限進め、幹線道路沿いにある除染土壌等^(注2)に相当する量の中間貯蔵施設への搬入を目指す。

(注2) 高速道路沿道から500m/国道・県道沿道から100m以内の仮置場の保管量 約300万～500万 m^3
(推計値)

- ※ 実際に、どの仮置場等から順番に搬出するかは各市町村の判断による。
- ※ 本見通しは、中間貯蔵事業の進捗状況を踏まえ、必要に応じて随時見直しを行う。

出典:環境省

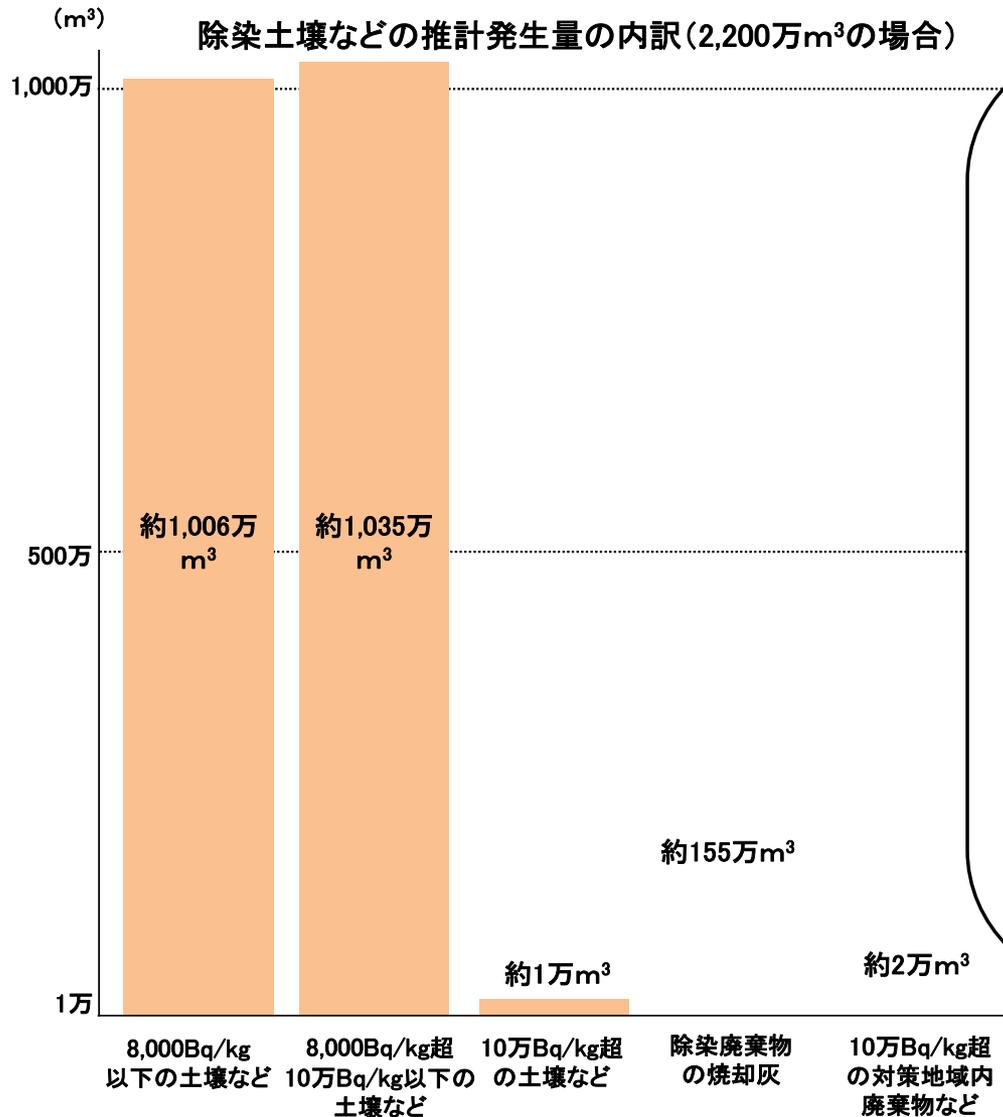
中間貯蔵施設に係る「当面5年間の見通し」のイメージ



出典:環境省

これからの技術課題 (中間貯蔵・減容化再生利用技術)

中間貯蔵施設の貯蔵量



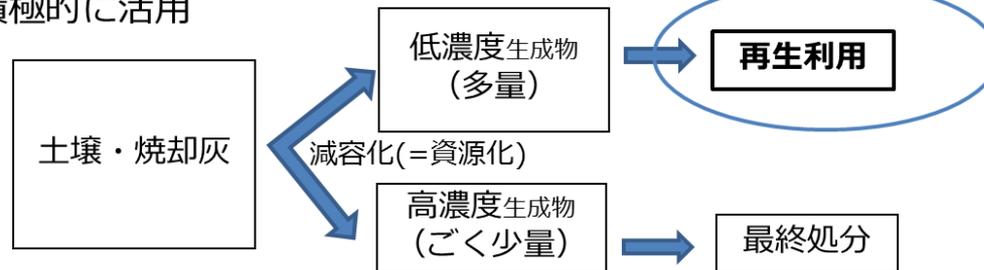
○福島県内の除染土壤などの発生量は、減容化(焼却)した後で、約1,600万～約2,200万m³と推計。
(参考:東京ドーム(約124万m³)の約13～18倍に相当)

※中間貯蔵施設の検討に当たっては、上記の他、現時点で推計が困難な分野の貯蔵も考慮。

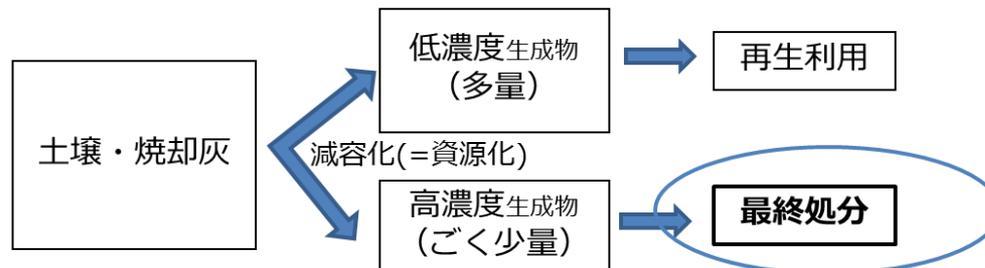
中間貯蔵施設における県外最終処分に向けた減容化技術の研究開発

- 大量の除去土壌については、濃度測定による分別、分級洗浄による低濃度物と高濃度物の選別が有効
- 熱的処理等の高度減容化技術は、焼却灰や高濃度選別土壌への適用を検討すべき
- 以上により、県外最終処分対象物を極力削減することが可能であり、研究開発を急ぐ必要がある

減容化（＝資源化）実施後の低濃度生成物は、安全・安心確保を大前提に、資源として積極的に活用



減容化（＝資源化）実施後の高濃度生成物については、最終処分が必要



※環境省資料を改訂

主要な減容化技術

震災後、活発な技術開発が展開されている状況であり、土壌・焼却灰ともに、現時点で既に多様な減容化技術が存在する。今後は、中間貯蔵施設に貯蔵される膨大な量の土壌等の処理に当たっての、処理能力・コスト面等の検証・向上を図るべき。

3つの主要な技術

1. 分級・洗淨処理

- ・セシウムが粒度の小さな粘土に付着しやすいという特性を踏まえ、除去土壌をふるいにかけて、研磨や洗淨することで、小さな粘土分のみを分離する方法。焼却飛灰には洗淨技術が有効。



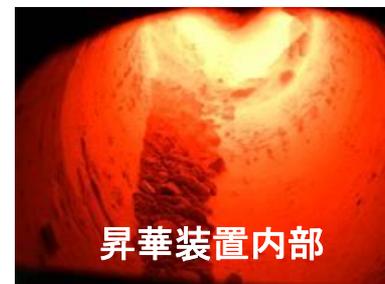
2. 化学処理

- ・薬剤と熱で土壌の有機分を分解し、土壌表面に作用させることでセシウムを分離し、吸着材で回収する方法。



3. 熱処理(昇華・溶融等)

- ・熱により、土壌からセシウムを揮発させて分離し、バグフィルタで吸着させ回収する方法。(一部方式では、反応促進剤を使うものがあります。)

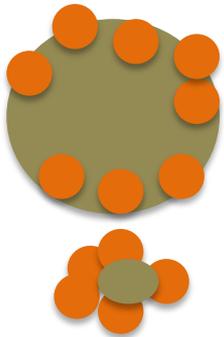


※環境省資料を改訂

減容化技術

湿式/乾式分級

細粒分を分離する方法

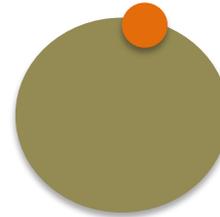


細粒分：
管理・保管

粗粒分：有効利用

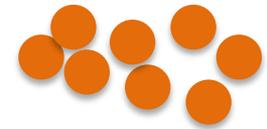
化学抽出法

土壤とセシウムを分離する方法



浄化物：
有効利用

熱処理法



濃縮物：
管理・保管

出典：保高徹生、廃棄物資源循環学会セミ
ナ一資料(2015.5.29)

減容化技術（Ⅰ） 分級洗浄

- 分級処理は、セシウムが細粒分（シルト・粘土）に付着しやすいという特性を踏まえ、土壌を細粒分（シルト・粘土）と砂・レキに分離する方法。
- 放射性セシウムが細粒分に付着しやすいという特性は、他の重金属に共通するものであり、重金属を除去する技術として、従来から多用されている。

原理イメージ



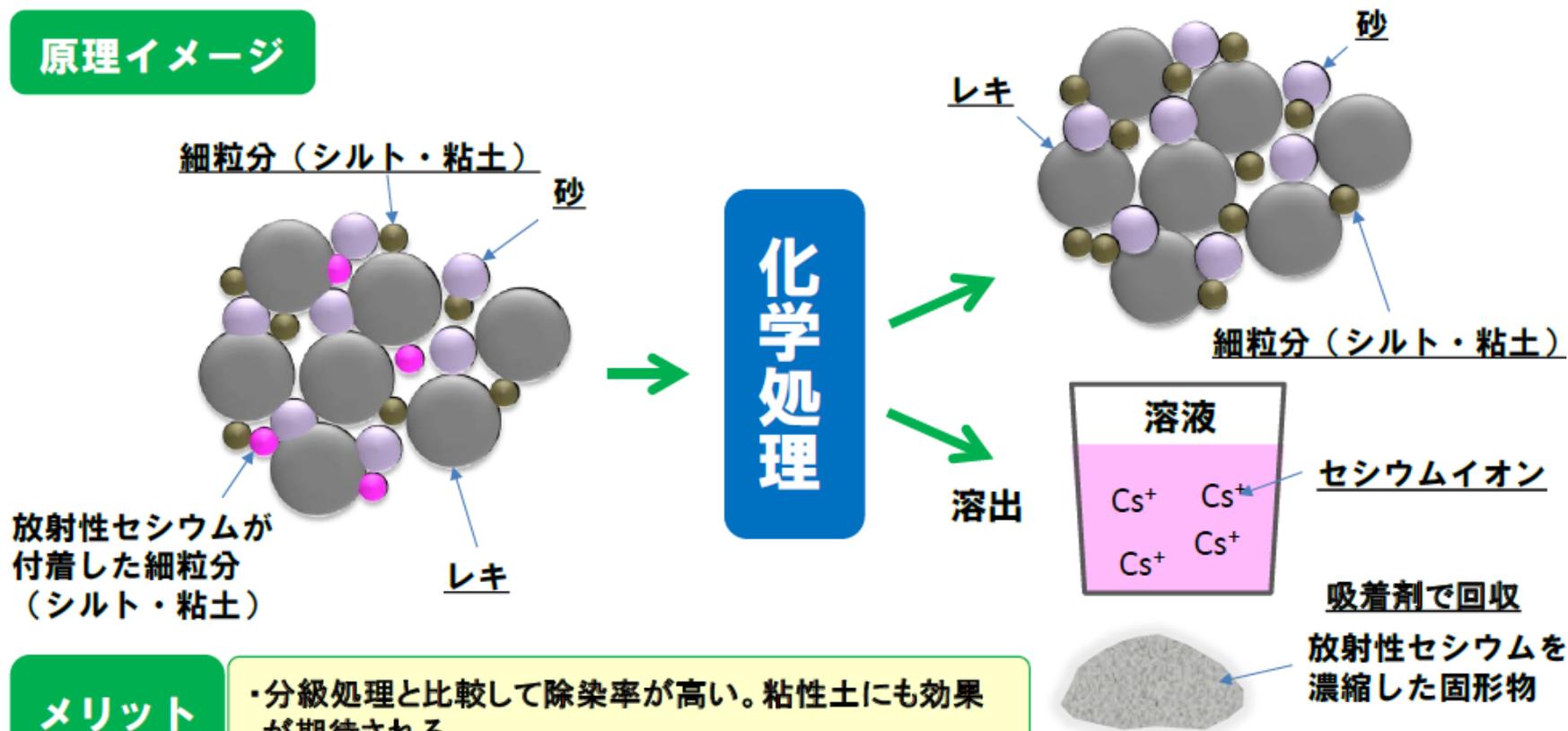
メリット

- 重金属除去で実績があり、実用化段階の技術が多い。
- 大量かつ比較的安価に処理が可能。

減容化技術(Ⅱ) 化学処理

- 化学処理は、強酸などの溶媒を使用し、土壌中のセシウムを溶液中に溶出させて、土壌からセシウムを分離する方法。
- 溶液中のセシウムは、吸着剤等で回収する。

原理イメージ



メリット

・分級処理と比較して除染率が高い。粘性土にも効果が期待される。

減容化技術(Ⅲ) 熱処理

- 熱処理は、土壌からセシウムの分離を促進する反応促進剤を相当量加えて加熱し、気化したセシウムを冷却し固形物として回収する方法。
- 処理後の生成物(溶融物・焼成物)は、極めて低い放射能濃度の浄化物になる。

原理イメージ



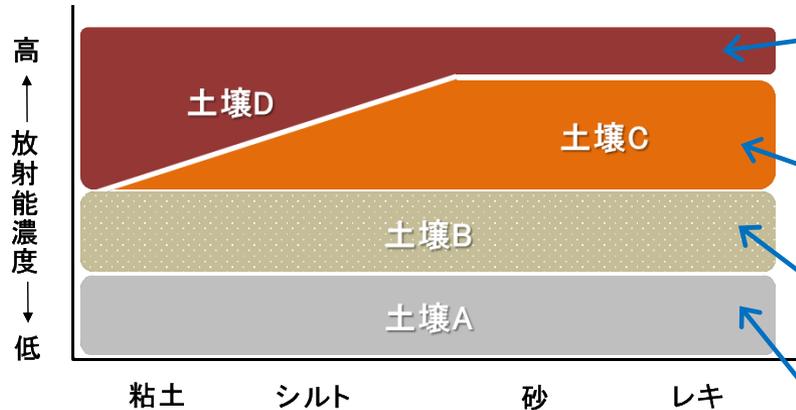
メリット

- 粘性土や砂質土などの性状に係わらず適用でき、除染率も高い。

除去土壌等の区分と適用する減容技術

土壌

放射能濃度、土質性状、適用する減容技術の特徴を踏まえ、除去土壌を4種類に区分(土壌A~D)



土壌D: 放射能濃度が高い砂質土、及び放射能濃度が中レベル以上の粘性土(分級処理により濃縮された粘性土質分を含む)。

□ 分級処理では再生資源化できず、熱処理・化学処理等の高度処理が必要。

土壌C: 放射能濃度が中レベルの砂質土。

□ 分級処理を行うことで再生資源として使用できる。

土壌B: 放射能の減衰を待つことで再生資源化できる粘性土及び砂質土。

□ 放射能の減衰を待つことで、分級等の減容処理は行わず再生利用できる。

土壌A: 放射能濃度が低く、再生資源として使用できる粘性土及び砂質土。

□ 分級等の減容処理は行わず再生利用できる。

焼却灰



焼却灰: 除去土壌等に含まれる可燃物の焼却処理残さ。

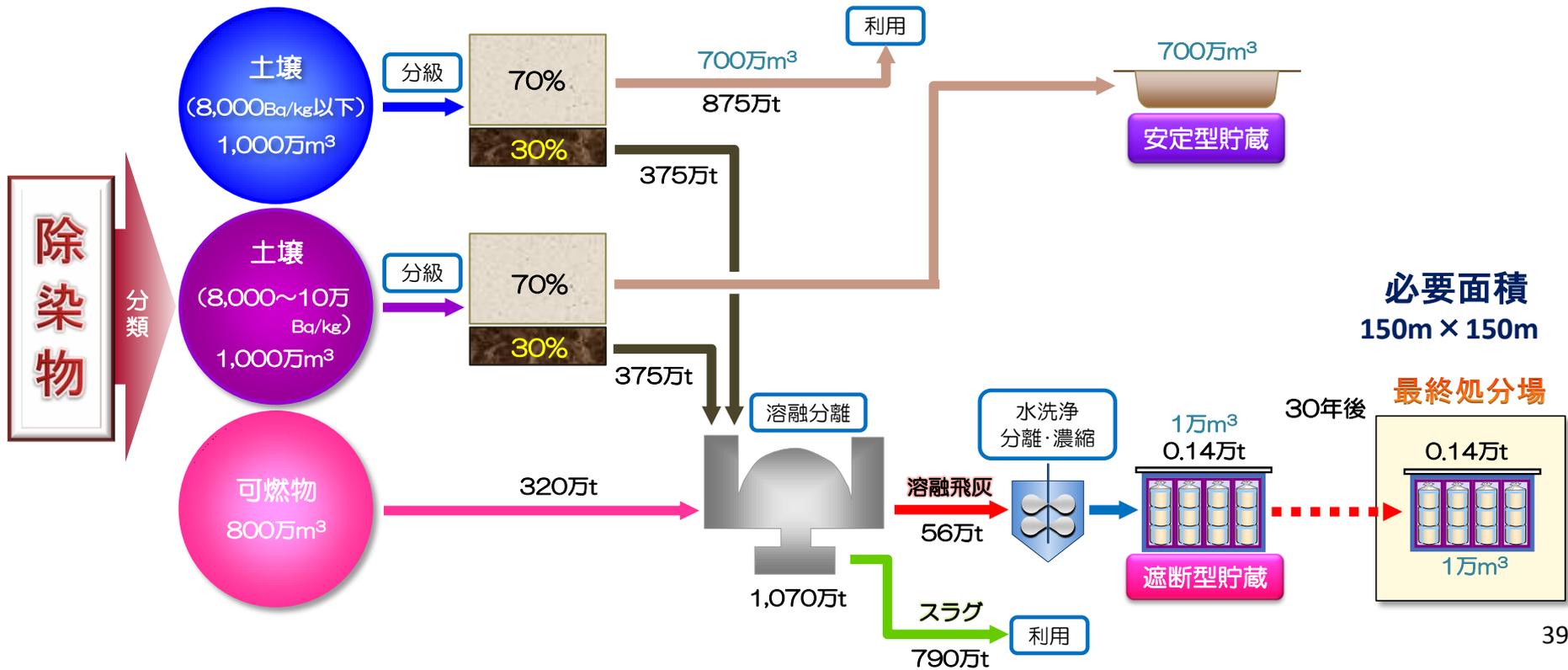
□ 洗浄処理、熱処理を組み合わせることで再生資源化。

シナリオ評価 《利用量を最大、保管量を最小》

- 8,000Bq/kg以下土壌を分級、低濃度砂分は利用
- 8,000Bq/kg以上10万Bq/kg以下土壌は分級し、中濃度分を安定型貯蔵
- 土壌分級したシルト・粘土分は可燃物とともに溶融
- 溶融飛灰を水洗浄しセシウムを吸着塔で吸着・保管

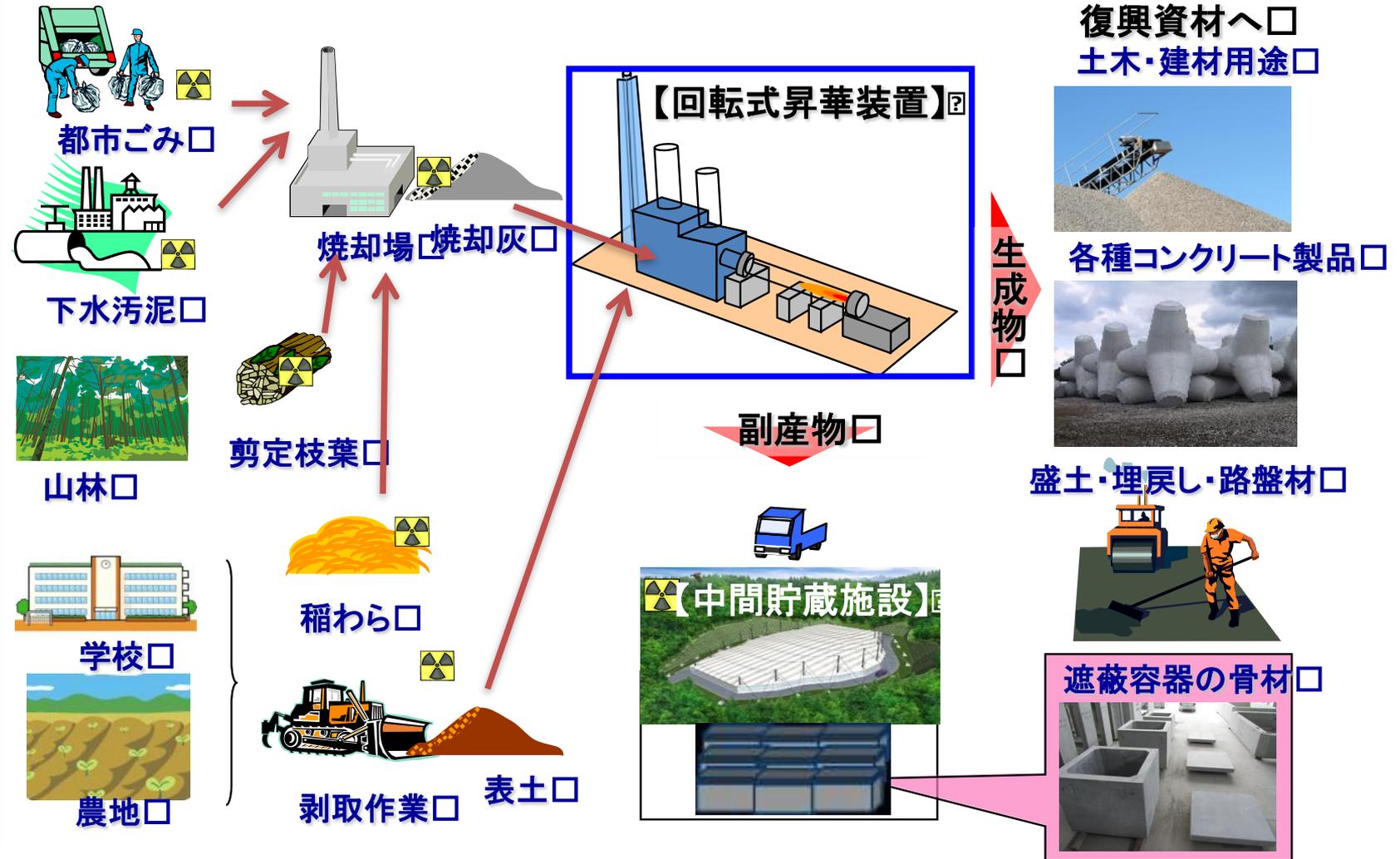
概算事業費

5年で処理	10年で処理	20年で処理	30年後発生費用
2兆5千億円	1兆9千億円	1兆6千億円	200億円

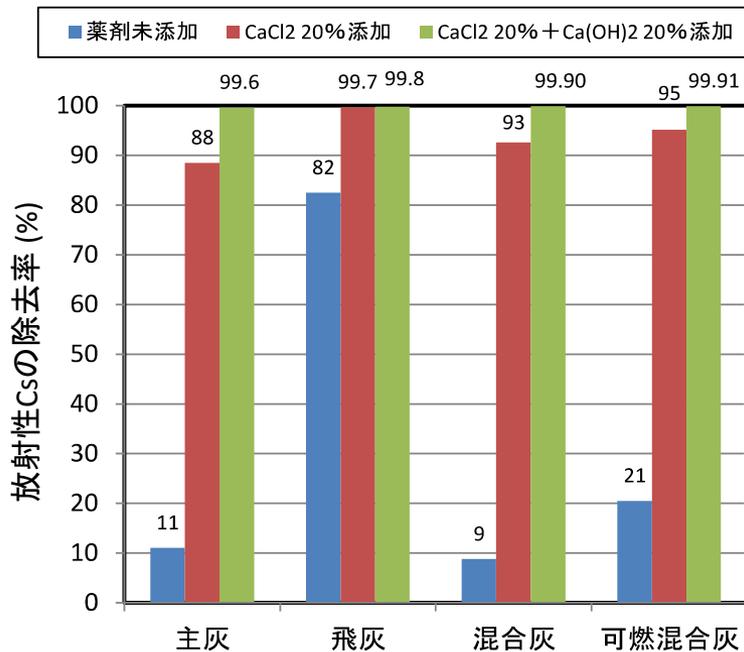
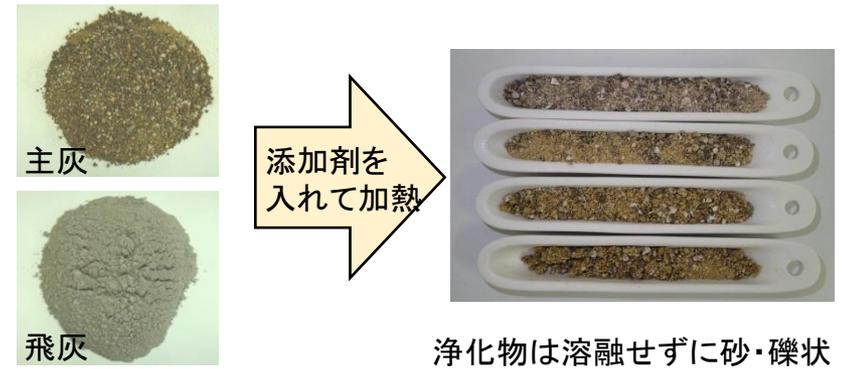


乾式Cs昇華技術(焼成技術)の概要

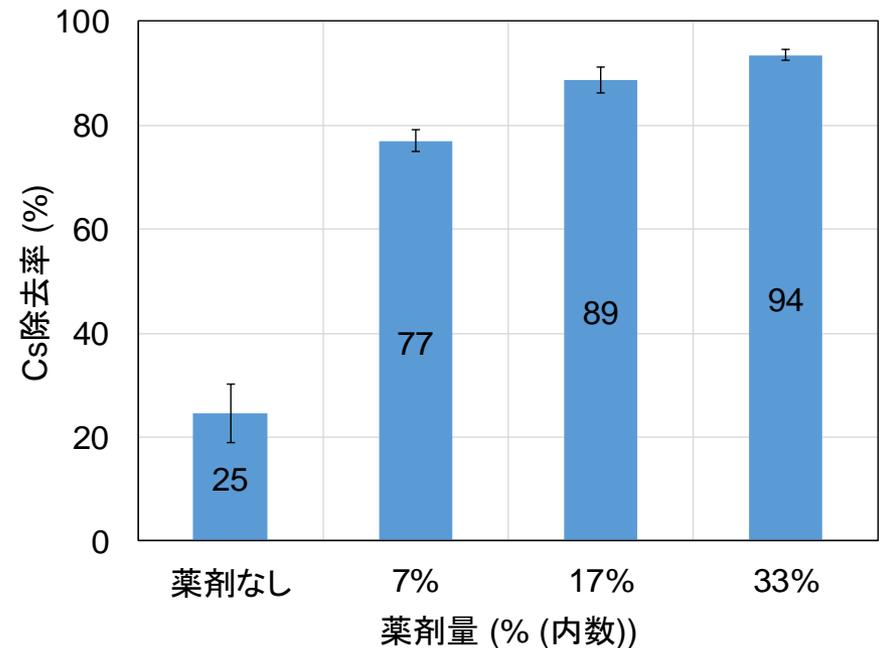
<対象物>



ラボ実験での他の減容化技術の適用性



除染廃棄物焼却灰に対する溶融による除去率 (1400°C)



除染廃棄物等の混合灰(主灰+飛灰)の加熱化学処理 (1000°C)

減容化技術(Ⅳ) 飛灰洗淨技術

ごみ焼却飛灰中の放射性物質の洗淨・除去設備

5 吸着塔保管場所

放射性セシウムが吸着した吸着塔を保管しています。また、厚さ50cmのコンクリート壁で放射線量を管理しています。

3 膜処理設備

脱水したろ液中の放射性セシウムを高圧RO膜と低圧RO膜の組合せで分離・濃縮します。RO膜の処理水は放射性セシウムが含まれないため、飛灰溶解設備の溶解液、脱水の洗浄液として再利用しています。

2 脱水設備

溶解した飛灰を脱水・洗浄します。脱水ケーキ中の放射性セシウムは十分に低濃度となり、脱水ケーキは埋立処分が可能となります。

4 吸着処理設備

濃処理された濃縮水中の放射性セシウムを吸着材に吸着させ、放射性セシウムを水から除去します。また、この設備は厚さ7.5cmの遮蔽壁を設置し、放射線量を管理しています。

1 飛灰溶解設備

放射性セシウムを含んだ飛灰を溶解し、飛灰中の放射性セシウムを水俵へ移行させます。

出入口

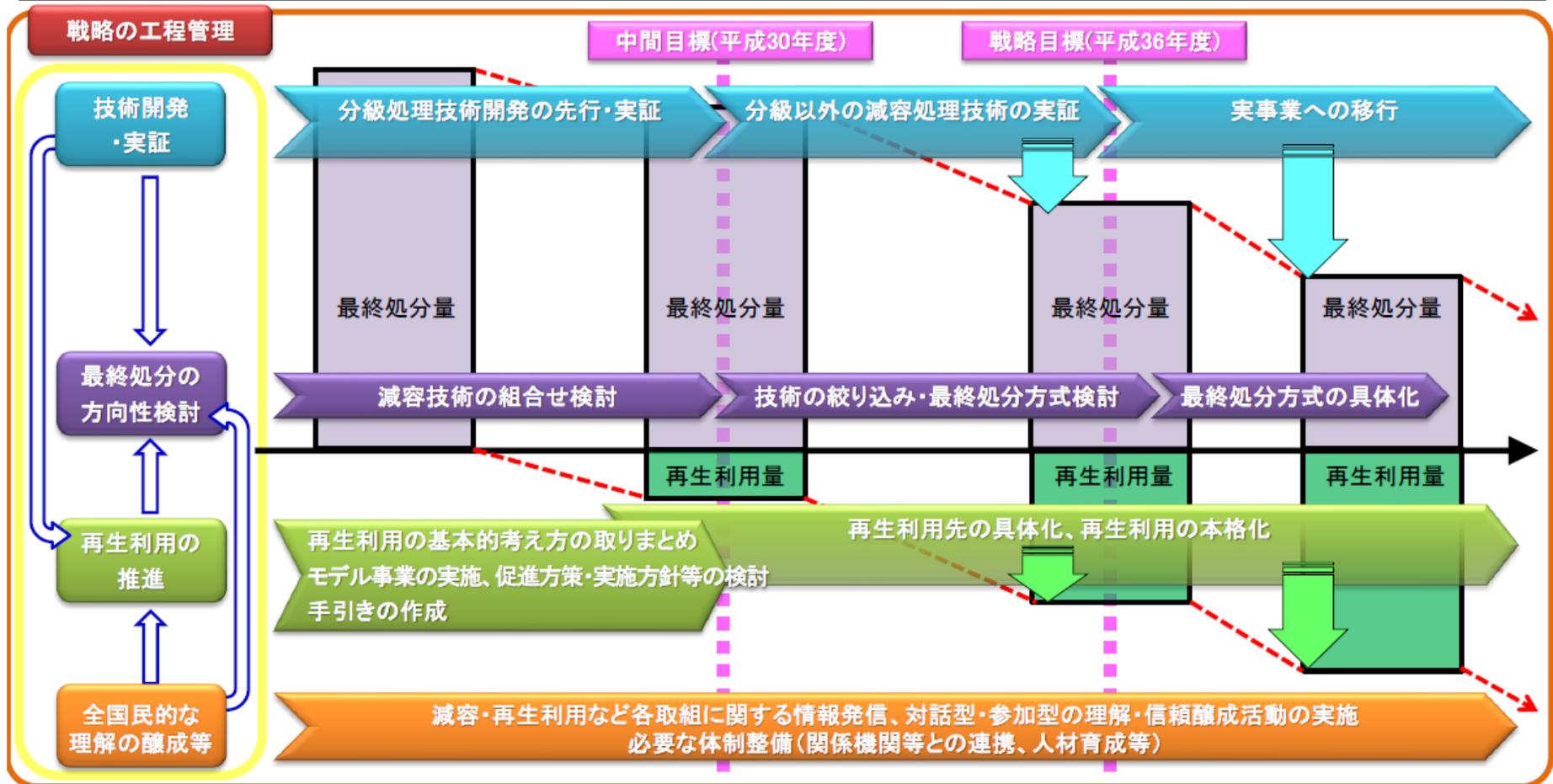
福島県内の一般廃棄物焼却施設の飛灰を用いてベンチテストを実施

出典：谷田・蛭江

中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略 イメージ

参考資料1

- 除去土壌等の福島県外最終処分に向けて、減容技術等の活用により、除去土壌等処理し、再生利用の対象となる土壌等(浄化物)の量を可能な限り増やし、最終処分量の低減を図る。
- 減容・再生利用技術開発の目標や優先順位を明確にし、減容・再生利用を実施するための基盤技術の開発を今後10年程度で一通り完了し、処理の実施に移行する。
- 安全性の確保を大前提として、安全・安心に対する全国民的な理解の醸成を図りつつ、可能な分野から順次再生利用の実現を図る。
- 技術開発の進捗状況や再生利用の将来見込みを踏まえて、最終処分場の構造・必要面積等について一定の選択肢を提示する。



出典:環境省

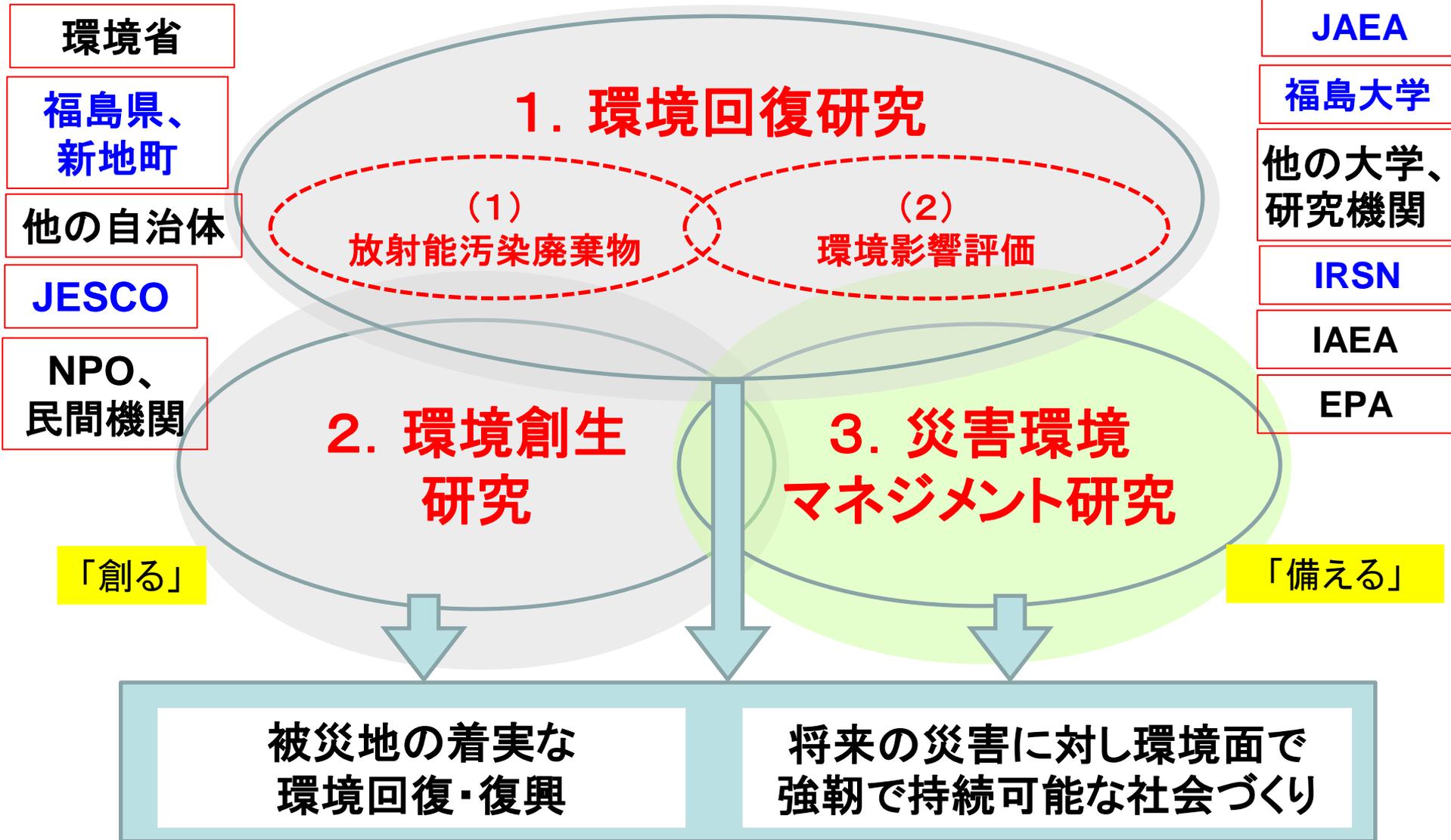
国立環境研究所の調査研究の取組み

国立環境研究所・福島支部を開設

- ✓平成28年度、福島県環境創造センター三春町施設に国環研・福島支部を開設。
- ✓福島県、JAEAをはじめとする官民学と連携して災害環境研究を実施。
- ✓職員数は60名。つくば本構と一体的に研究を推進。



災害環境研究の概要



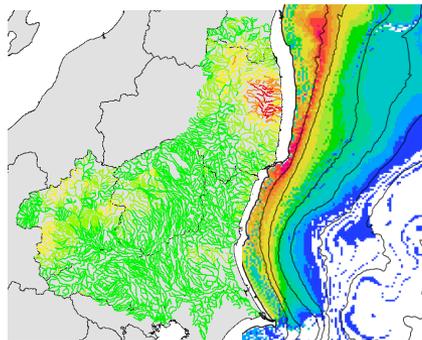
災害環境研究の展開

1. 環境回復(1) 汚染廃棄物管理システム



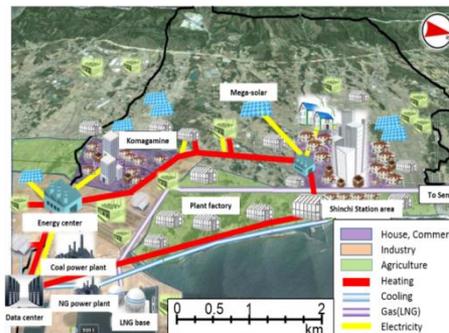
産官学との多面的連携

1. 環境回復(2) 環境動態解明等



大学や研究機関、
行政との連携

2. 環境創生 研究



新地町等における
産官学連携

3. 災害環境 マネジメント研究



産官学、地環研
との連携

福島県環境創造センターを軸とした福島県、JAEAとの連携

放射能汚染廃棄物の
安心・安全な処理・
処分技術開発

環境中の放射性物質
の実態・動態、生物・
生態系影響の把握

持続可能社会を
指向した復興
まちづくり支援

将来の災害に備えた
科学的基盤の構築、
特に災害廃棄物分野

- ・環境研究の中核機関として他機関と連携して分野横断的研究を推進
- ・被災地の環境回復・創生に環境研究面から貢献
- ・将来の災害に環境面から備える科学的基盤を構築、行政・社会に貢献

国環研の災害環境研究

環境創造センター (4つの機能)

環境回復研究

放射能汚染廃棄物
管理システム

環境動態解明、
被ばく、
生物・生態系影響

1. 調査研究

放射線計測

環境動態

除染・廃棄物

環境創造

環境創生研究

災害環境 マネジメント研究

2. モニタリング

3. 情報収集・発信

4. 教育・研修・交流

除去土壌や廃棄物問題に関する 主な研究テーマ

環境回復研究

- 汚染された廃棄物を安全に処理処分するには？ -

産業廃棄物



除染廃棄物

下水汚泥



一般ごみ

リスクガバナンス手法

「情報」「コミュニケーション」
「施設立地」の分析

測定分析・モニタリング技術

種々の計測装置の汚染廃棄物現場適用、
測定モニタリング管理手法開発、測定
分析精度評価



フローストック

人工圏放射性Csフローストック・横断的
被ばく評価連結モデル

放射性Cs溶出・収脱着特性解明

熱挙動・吸脱着メカニズム

マルチゾーン平衡計算を用いた
焼却シミュレーター開発

処理処分・再生利用等減容化技術

飛灰洗浄、浸出水放射性Cs検知、汚染コンクリートの除染と再利用、放射性Csの不溶化・固型化物、最終処分場用コンクリートとキャッピング、除染物保管技術開発

関連施設の長期的管理・解体等技術

焼却施設耐火物への放射性Cs蓄積とクリーニング効果解明

特定一廃・産廃の具体的な埋立方法提示

埋立・中間貯蔵施設

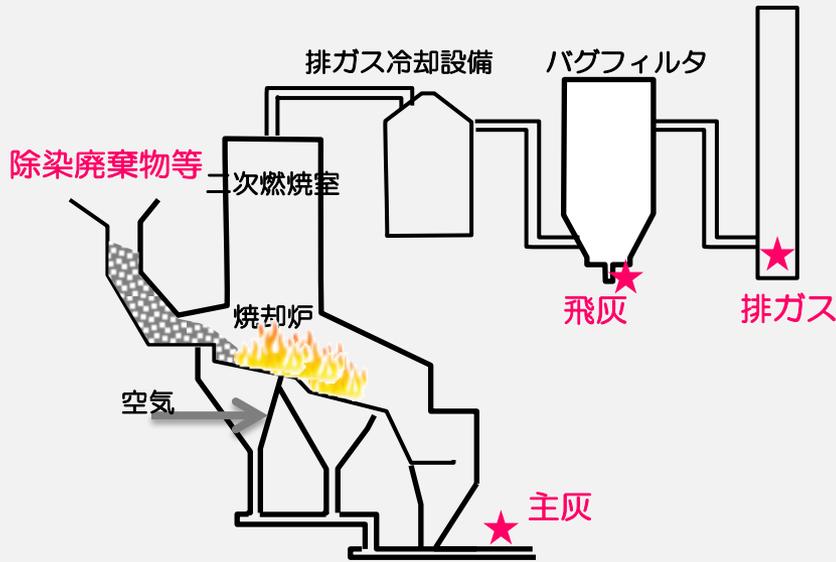


I. 焼却減容化技術の高度化及び高度熱的減容化技術の基礎的な技術基盤の構築

サブテーマ1：除染廃棄物熱処理施設における放射性Csの挙動解明

概要：対策地域内の除染廃棄物等熱処理施設等の調査を行い、鉱物学的解析や熱力学解析等により放射性Csの熱処理挙動を明らかにするとともに、焼却シミュレータの開発により汎用的な設計支援技術を確立する

① 熱処理施設（焼却・溶融）の調査



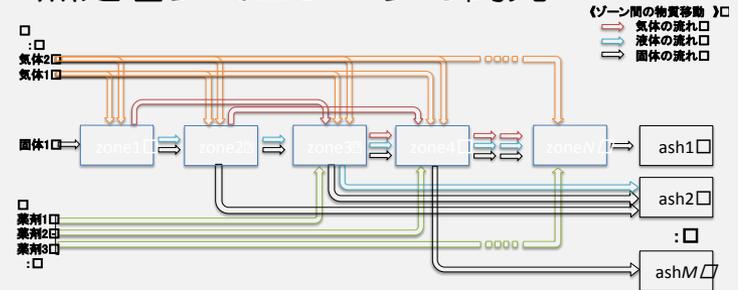
残渣：Cs濃度、分配挙動、溶出率、逐次抽出法
排ガス：Cs濃度、Cs除去率、粒径分布等

② 鉱物学的解析手法の適用



XRF, XRD, SEM-EBSD+状態図⇒Csの形態

③ 熱処理シミュレータの開発



各種施設へシミュレータを拡張 (e.g. 溶融)
⇒Csの炉内挙動、灰中の存在形態を推定

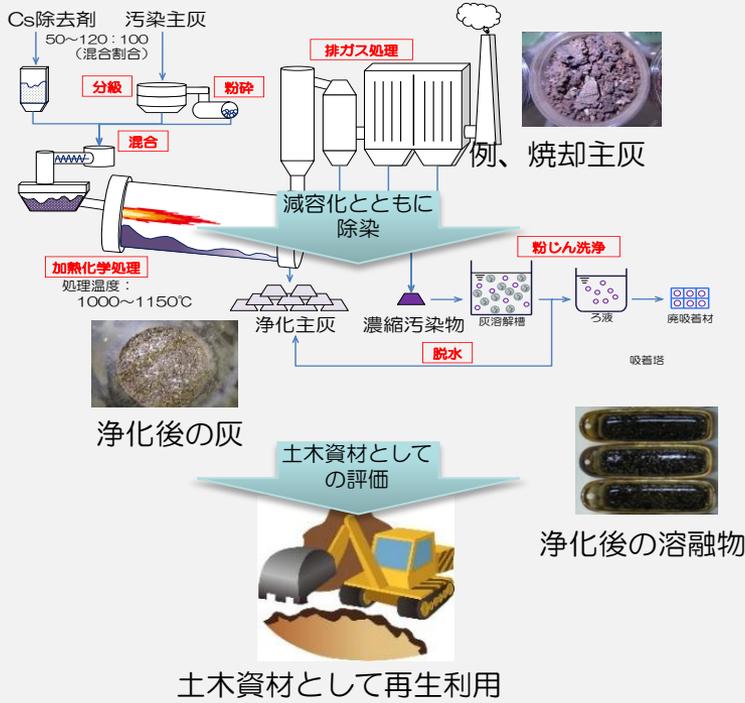
予想される成果とその活用：除染廃棄物の適正処理を推進し、早期の環境回復に貢献。中間貯蔵施設内の焼却処理施設を設計する際の基礎データを提供。熱処理シミュレータは、除染物のリサイクル過程におけるCs挙動の推定等にも応用可能。

I. 焼却減容化技術の高度化及び高度熱的減容化技術の基礎的な技術基盤の構築

サブテーマ2：中間貯蔵における高度熱的減容化技術等の開発

概要：焼成、溶融プロセスをベースとした高度熱的減容化技術を開発し、実装可能な処理システムを提案する。熱処理シミュレータを用いて技術の高度化を検討する。県外最終処分へ向けた廃棄体化技術を開発する。

①減容化技術の開発と処理システムの提案



- ・熱的減容化技術（焼成・溶融）を開発
- ・浄化物の有効利用性評価、Cs除去原理を説明



②廃棄体の検討および製造技術開発



洗浄+吸着技術を利用

減容化後の高濃度残渣



安全・安定な廃棄体へ

熱力学的解析法や鉱物化学的解析から安全・安定な廃棄体を検討・製造

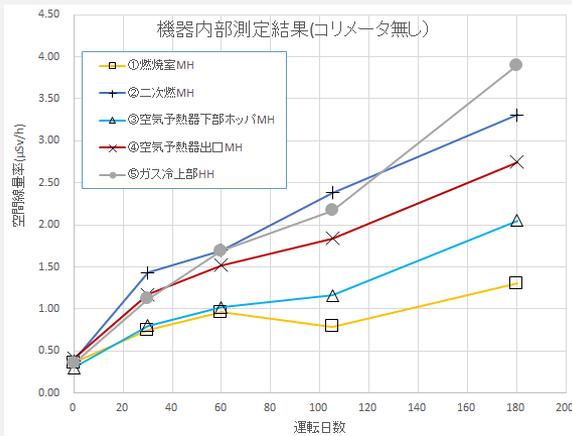
予想される成果とその活用：実装可能な高度熱的減容化技術設計の基盤となる知見を提供。県外最終処分へ向けた廃棄体化の在り方を提案

I. 焼却減容化技術の高度化及び高度熱的減容化技術の基礎的な技術基盤の構築

サブテーマ3：除染廃棄物等熱処理施設に対する維持管理・解体技術の検討

概要： 除染廃棄物等熱処理施設内の放射性セシウムの蓄積状況の把握、室内実験による蓄積挙動の解明と数値モデル化、施設内除染方法、安全な維持管理および解体法の確立

①放射性Cs炉内蓄積調査によるデータ蓄積

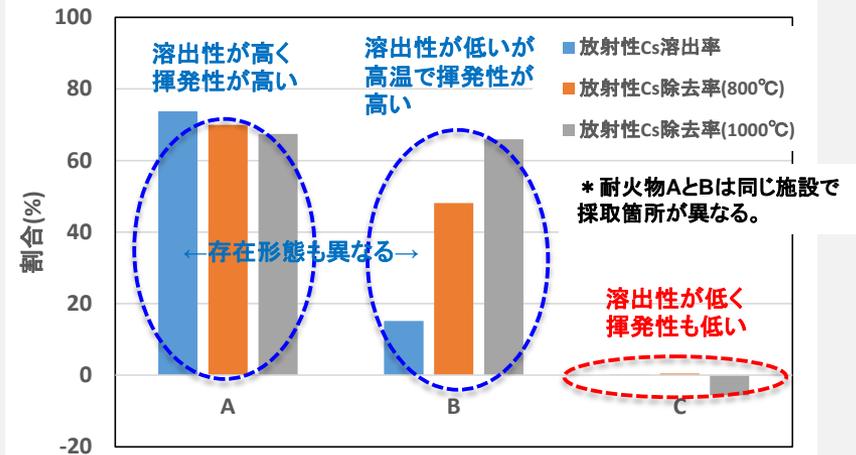


炉内空間線量率及び付着物濃度分布、耐火物中への浸透濃度

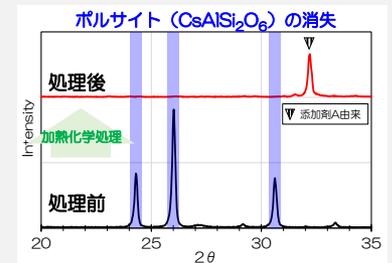
②Cs蓄積挙動解明と数値モデル化

蓄積データ、室内実験データによる数値モデル解析によるCs蓄積挙動の解明

③炉材中のCs溶出挙動、化学構造変化等のCs挙動評価



溶出性の把握、XRF, XRD, SEM-EBSDなどによる鉱物学的分析



予想される成果とその活用： 作業者の被ばく防止に考慮した維持管理方法の立案、解体前の施設内除染方法や高濃度放射性物質蓄積炉材の適正処分等に関する計画立案への貢献

II. 除去土壌等貯蔵時の環境影響因子と施設要件に係る基礎的な技術基盤の構築

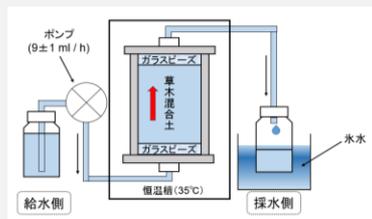
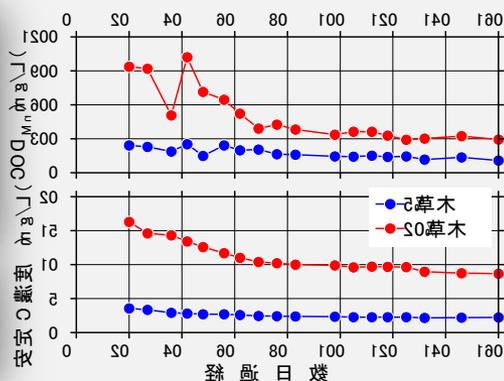
サブテーマ1：除去土壌の貯蔵施設に関する検討

概要： 除去土壌の品質に着目し、受入から貯蔵までに必要な汚濁成分や放射性セシウム等の挙動（運命）に関する基礎的知見を提供し、整備設計に必要な留意点等を明らかにする。

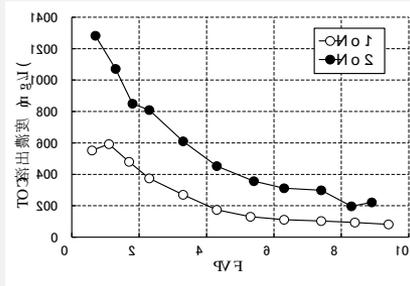
① 除去土壌の長期保管による浸出水特性に関する実証試験



中型ライシ浸透模擬試験

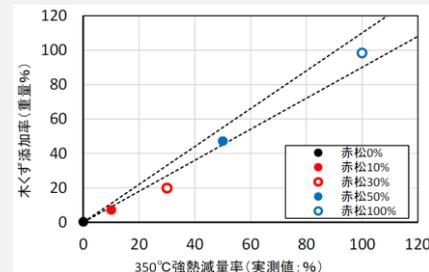


嫌気性飽和カラム溶出試験



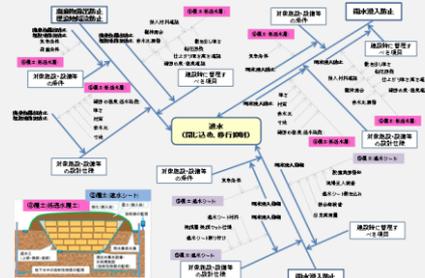
② 夾雑物の混合割合が貯蔵に及ぼす影響の評価

- 夾雑物ふるい分け試験による土質性状に応じた選別効率
- 有機物含有量判定試験方法の提案



③ 除去土壌等の貯蔵における施設要件に関する基礎的検討

- 施工や設計に対する品質管理・品質保証の考え方を提案
- 排水層、遮水工、最終覆土等の各種施設構造の要素評価



予想される成果とその活用： 除去土壌貯蔵施設における浸出水水質、ガス発生量等エミッションに関する基礎的な知見の提供と、施設設計・施工、維持管理、跡地利用における品質管理・品質保証要件の提示。

II. 除去土壌等貯蔵時の環境影響因子と施設要件に係る基礎的な技術基盤の構築

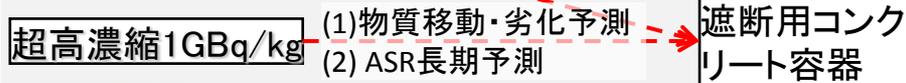
サブテーマ2：中間貯蔵におけるコンクリート技術の適用

概要：高濃度廃棄物の貯蔵施設を中心に、廃棄物特性を考慮し、安定で低Cs溶出性セメント固型化、コンクリート製の容器と貯蔵施設の設計・施工要件、汚染コンクリートの減容化について検討する。

① 最終廃棄体の製造技術開発



特性理解：乾燥、水素、塩類、石膏



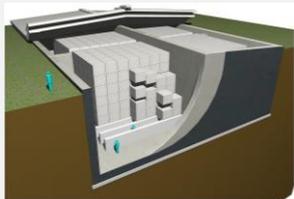
ひび割れた飛灰セメント固型化体

- 焼却灰のセメント固型化体
石炭灰添加による膨張抑制
フェロシアン化物によるCs溶出防止
- コンクリート容器(鋼製ドラムバックアップ)
最終処分までの長期間保管(処分場選定遅延、再取出しにも対応)

○ 技術資料化

廃棄物とコンクリートの相互作用
機構解析と対策の整理
設計・施工・維持管理方法の提案

コンクリート容器を用いた最終処分場



② 廃棄物貯蔵施設等の設計・施工指針 (安心のためのひび割れ制御)

- 材料選択
 - ・ 実使用骨材のアルカリシリカ反応性評価(根拠情報整備)
 - ・ ASR抑制対策の設定
 - ・ 乾燥収縮低減方策の設定
- 欠陥のない施工への指針
- ・ 最新の土木学会活動の反映



ひび割れ事例
上：アルカリシリカ反応
下：乾燥収縮

③ 汚染コンクリート減容化

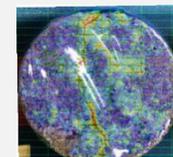
- 現場汚染状況の整理
- 表面汚染機構の解析
- 除染・再利用指針の提案



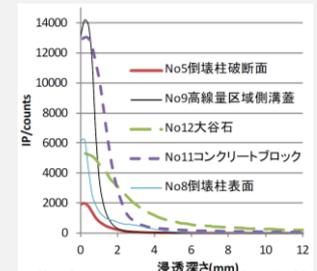
倒壊柱



コア採取



β線ラジオグラフ



Cs濃度プロファイル=除染指針

予想される成果とその活用：ひび割れを制御した耐久的なコンクリート施設・容器の設計・製造・維持管理指針の作成による、高信頼性の貯蔵施設建設・容器製造への貢献。コンクリート系廃棄物の減容化。

福島支部（環境創造センター）を活用した連携の必要性

- 凡例
- 薄紫 帰還困難区域
 - オレンジ 居住制限区域
 - 緑 避難指示解除準備区域
 - 青 避難指示が解除された区域
 - 黄緑 汚染状況重点調査地域
- (国の面積除染区域)
- (市町村の除染区域)



施設候補地の範囲

- 東京電力福島第一原子力発電所
- 東京電力福島第二原子力発電所

フクシマエコテッククリーンセンター

注) 福島県内で発生した1kgあたり10万Bq(ベクレル)以下の廃棄物を処分します。
 ※ Bq(ベクレル)とは、放射線の強さを表す単位(放射性物質から1秒間に出る放射線の数を表す)

平成26年4月時点

多様な研究者・技術者の融合
 (JAEA・福島県・大学機関等)

共同実証スペース活用
 測定分析インフラ活用



環境創造センター-NIES福島支部



基礎／ラボ実証研究
 (NIES福島支部&民間)



フィールド実証研究
 (JESCO&民間)





ご静聴有難うござ
いました。

大迫政浩

国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

