

平成 28 年度除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する 安全性評価検討ワーキンググループ (第1回)

平成 28 年 4 月 27 日 (水)
15 : 00 ~ 17 : 00
於:JAEA 東京事務所 (富国生命ビル)

議事次第

1. 開会
2. 議題
 - (1) ワーキンググループの設置について
 - (2) 除去土壌等の再生利用に係る基本的考え方について
 - (3) 減容処理後の浄化物の安全な再生利用に係る放射能濃度の考え方について
3. 閉会

配布資料一覧

- WG1-1 放射線影響安全評価検討 WG の設置について (案)
- WG1-2-1 放射線審議会 勉強会資料
放射性物質汚染対処特措法に基づく環境回復措置の概要 (案)
- WG1-2-2 放射線審議会 勉強会資料
減容処理後の浄化物の安全な再生利用に係る基本的考え方骨子 (案)
- WG1-3 減容処理後の浄化物の安全な再生利用に係る放射能濃度の考え方 (ドラフト)

「平成 28 年度除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価
検討ワーキンググループ」の設置について (案)

平成 28 年 4 月 27 日
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

1. 目 的

環境省から受注した事業「平成 28 年度除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略の具体化等に係る調査業務」(以下「本事業」という。) の実施に当たり、中間貯蔵除去土壌等を減容処理した後の浄化物を再生資材として利用する方策を検討する必要がある。本検討に当たっては、土木資材としての用途先や要求品質等の検討に加え、再生利用した際の放射線安全に関する評価・検討が必要不可欠である。

そのため、「平成 28 年度除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価検討ワーキンググループ」(以下「放射線影響安全性評価検討WG」という。) を「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」のもとに設置し、除去土壌等の再生利用における追加被ばく線量の基準等について、放射線安全に関する評価・検討を客観的かつ専門的な視点から検討を行う。

2. 検討内容

放射線影響安全性評価検討 WG では、以下について順次検討を行う。

- (1) 国際的な放射線防護の基準や考え方及び放射線防護に係る国内法令等の基準や考え方を参照し、除去土壌等の再生利用における追加被ばく線量基準の検討を行う。
- (2) 上記線量基準を基に、再生利用における追加被ばく線量評価の考え方(評価シナリオの分類等)を整理し、用途ごとの評価シナリオによる線量評価の検討を行うとともに、当該線量評価を基に再生資材の放射能濃度の検討を行う。
- (3) 安全な再生利用のため、利用者側の実態等も踏まえた管理方策等について検討を行う。

3. ワーキンググループの構成

放射線影響安全性評価検討 WG は別表 1 に示す放射線防護、放射性廃棄物処分、土木工学等の専門家から構成され、必要に応じ、関連する専門家の協力も仰ぐものとする。

4. 事務局、その他

- ・ 事務局は JAEA とする。
- ・ 放射線影響安全性評価検討 WG において取りまとめた結果は、「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」に報告し、その検討に資するものとする。

以 上

(別表 1) 放射線影響安全性評価検討 WG 委員名簿

(五十音順 敬称略)

	氏 名	機関・所属・役職	専門分野 等
委員	あかし まこと 明石 真言	量子科学技術研究開発機構 執行役	放射線臨床
〃	いいもと たけし 飯本 武志	東京大学 環境安全本部 准教授	放射線安全、放射線防護、 放射線計測、放射線管理
〃	きむら ひでお 木村 英雄	日本原子力研究開発機構 安全研究センター 環境影響評価研究グループ	放射性廃棄物処分、 クリアランス、線量評価
委員長	さとう つとむ 佐藤 努	北海道大学大学院 工学研究院 環境循環システム部門 資源循環工学分野 教授	放射性廃棄物処分 岩石・鉱物・粘土科学 (再生利用 WG 委員)
委員	たがみ けいこ 田上 恵子	量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 福島再生支援本部 環境移行パラメータ研究チーム 上席研究員	放射性廃棄物処分、 環境放射能、放射化学分析
〃	にいぼり ゆういち 新堀 雄一	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授	放射性廃棄物処分、 地下移動現象、反応工学 (再生利用 WG 委員)
〃	ひさだ まこと 久田 真	東北大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 教授	土木工学、建設材料、 コンクリート (再生利用 WG 委員)
〃	やまもと ひであき 山本 英明	日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター 技術主席	放射線管理、放射線防護、 各種国際基準

【開催日程と議題(案)】

開催日時		議題（案）
第 1 回	4/27（水） 15：00～17：00	除去土壌等の再生利用における線量基準の基本的考え方 線量評価に基づく浄化物の放射能濃度レベルの検討 再生利用における管理方策の検討①
第 2 回	5 月下旬を予定	
第 3 回	検討状況に応じて設定	追加用途における被ばく線量評価 再生利用における管理方策の検討② 「再生利用の手引き」への反映事項・内容の検討 等
第 4 回		
（開催場所は全て JAEA 東京事務所を予定）		

放射線審議会勉強会資料

放射性物質汚染対処特措法に基づく環境回復措置の概要 (案)

平成28年 5月20日

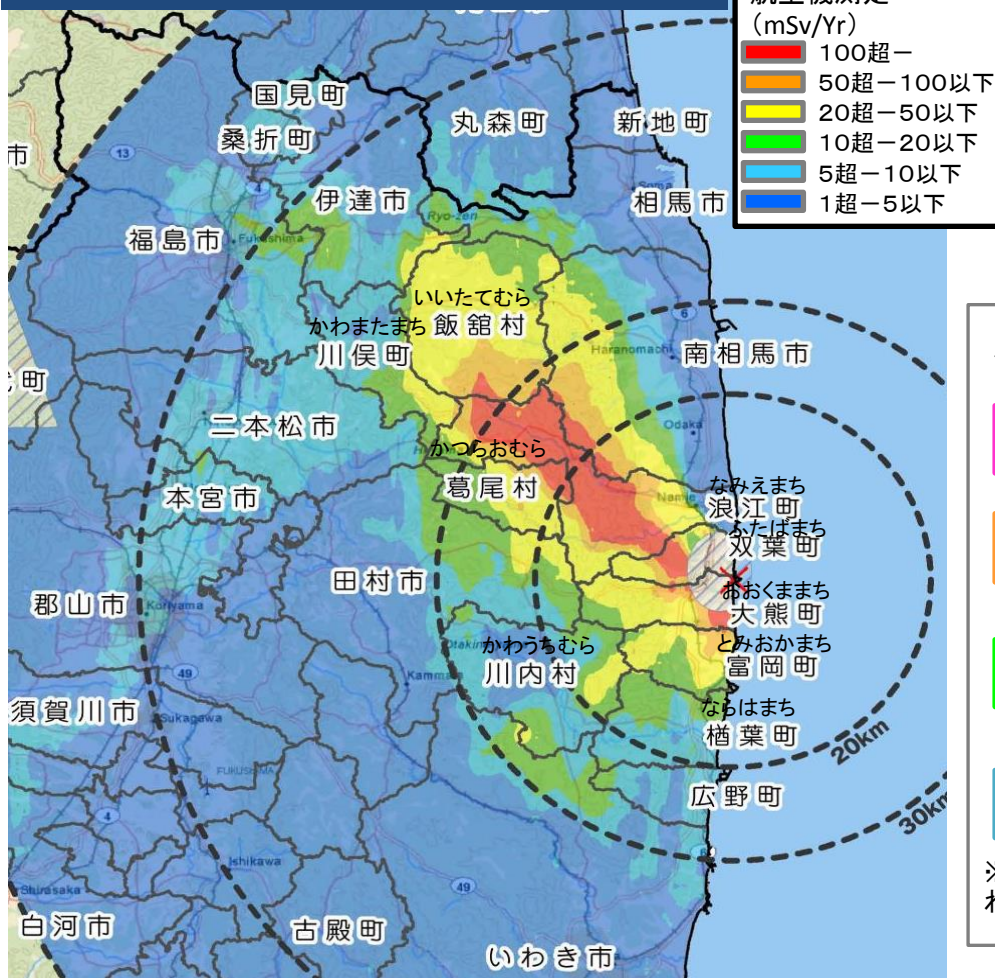
環境省

福島第一原発事故に伴う汚染の状況

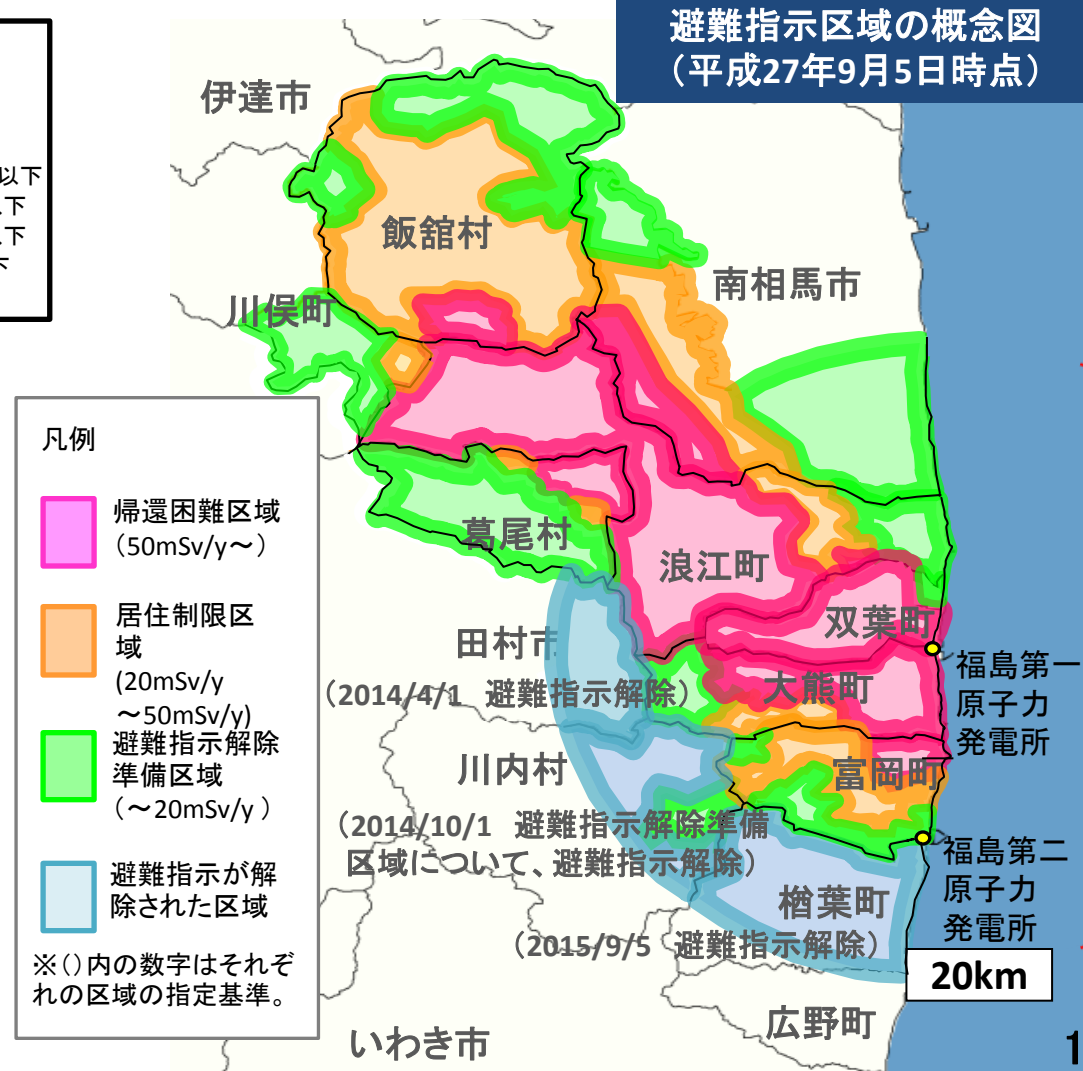
除染とは、放射線防護手段の一つ(※)として、人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減させるために、生活空間における放射性物質の除去等を行うことをいう。

※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、リスクコミュニケーション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線量を、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27年9月5日時点)



放射性物質汚染対処特措法の概要

目 的

事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関し、国、地方公共団体、関係原子力事業者（＝東京電力）等が講ずべき措置等について定めること等により、環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減すること

責 務

- 国
原子力政策を推進してきたことに伴う社会的責任に鑑み、必要な措置を実施
- 地方公共団体
国の施策への協力を通じて、適切な役割を果たす
- 関係原子力事業者
誠意をもって必要な措置を実施するとともに、国又は地方公共団体の施策に協力

基本方針の策定等

- 環境大臣は、放射性物質による環境の汚染への対処に関する基本方針の案を策定し、閣議の決定を求める
- 環境大臣は、放射性物質により汚染された廃棄物、土壌等の処理に関する基準を設定
- 国は、統一的な監視及び測定の体制を速やかに整備し、実施

費用負担

- 国は、汚染への対処に関する施策を推進するために必要な費用についての財政上の措置等を実施
- 本法の措置は原子力損害賠償法による損害に係るものとして、関係原子力事業者の負担の下に実施
- 国は、社会的責任に鑑み、地方公共団体等が講ずる本法に基づく措置の費用の支払いが関係原子力事業者により円滑に行われるよう、必要な措置を実施

放射性物質汚染対処特措法に基づく除染等の措置等

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・計画的避難区域に相当

たむらし みなみそうまし かわまたまち
(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
檜葉町、富岡町、川内村、大熊町、
ふたばまち なみえまち かつらおむら いいたてむら
双葉町、浪江町、葛尾村、飯舘村の
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

市町村長等は除染実施計画に基づき 除染実施区域において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

放射性物質汚染対処特措法に基づく汚染廃棄物の処理

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

下水道の汚泥、焼却施設の
焼却灰等の汚染状態の調査
(特措法第16条)

環境大臣に報告

左記以外の廃棄物の調査
(特措法第18条)

申請

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

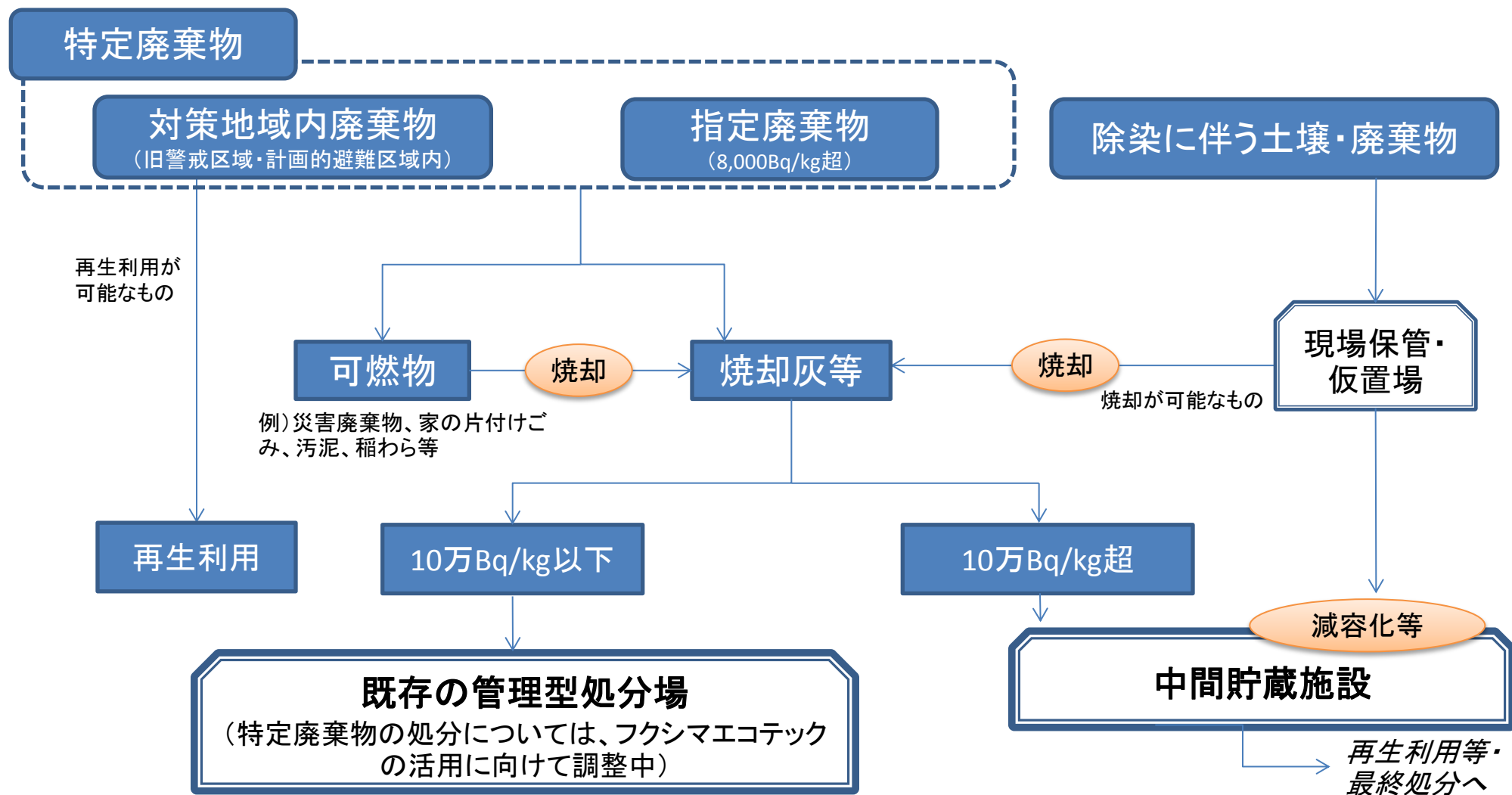
国が処理

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)

特定廃棄物及び除去土壌等の処理フロー(福島県内)



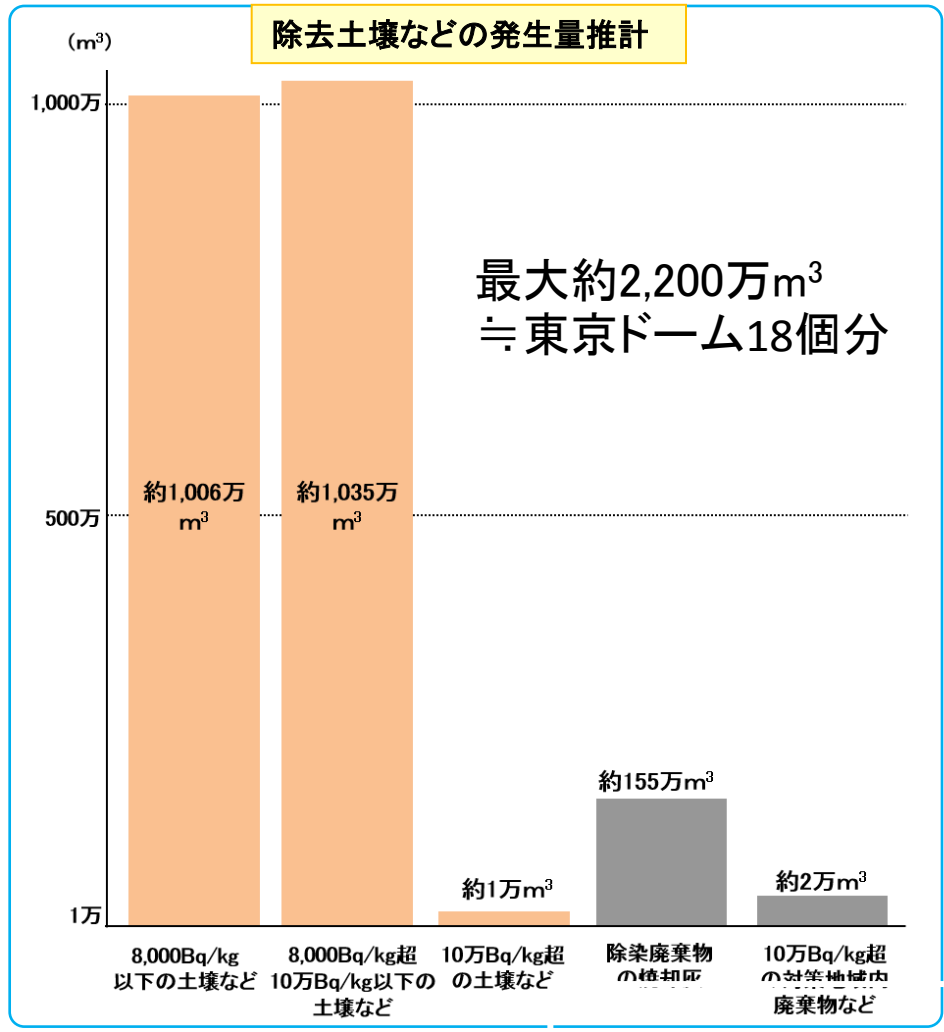
注) 特定廃棄物以外の8,000Bq/kg以下の廃棄物については、廃棄物処理法の規定を適用。(一定の範囲については特措法に基づく基準を適用。)

注) 中間貯蔵施設の検討に当たっては、追加的な除染など、現時点で推計が困難な分野の貯蔵も考慮。

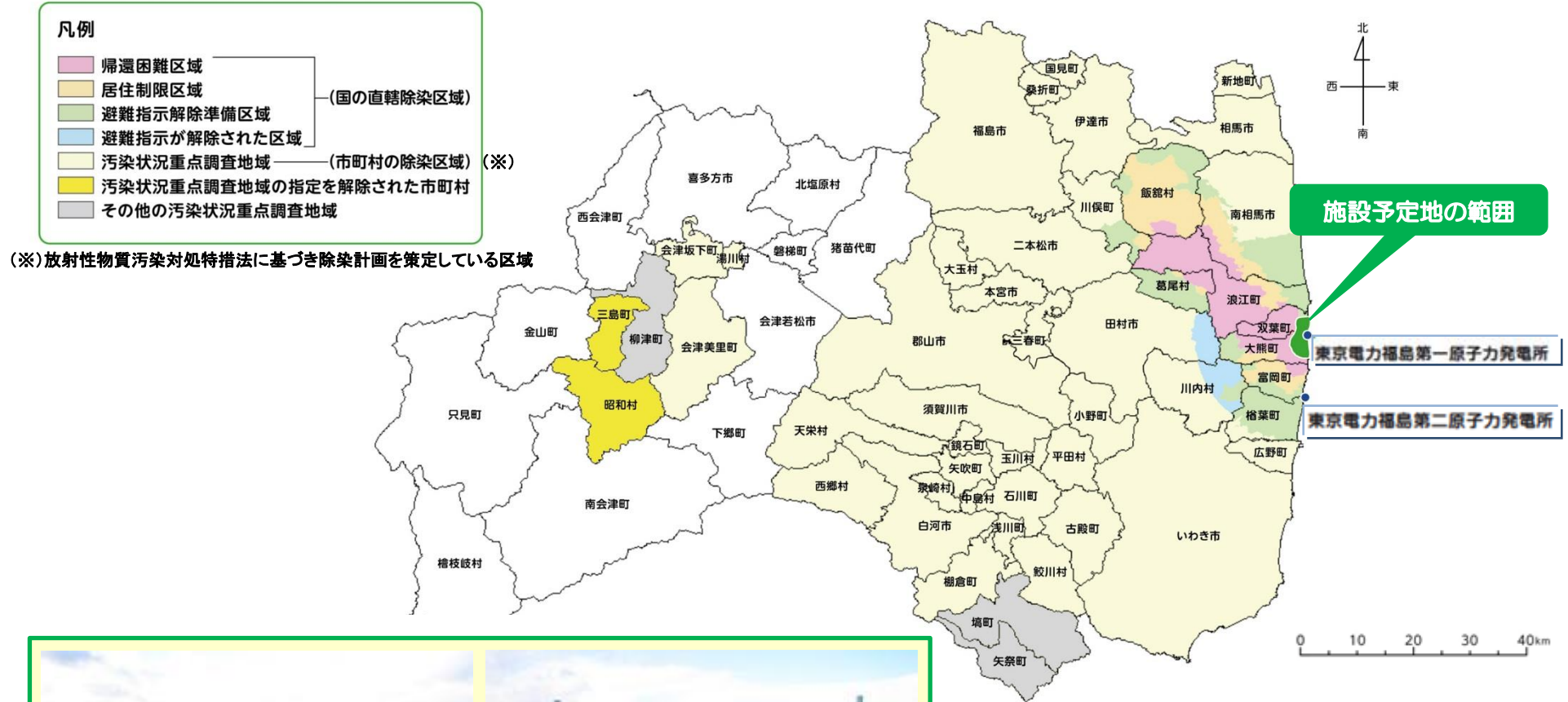
注) 除染廃棄物の専焼灰については、濃度に関わらず中間貯蔵施設に保管。

除去土壌等

- 除去土壌等とは、除染に伴い生じた土壌や落葉及び枝等
- 環境除染作業で発生する除去土壌等は、最大約2200万 m^3 と推計
- 最終処分するまでの間、安全に集中的に管理・保管する中間貯蔵施設に貯蔵



福島県内における除染実施地域と中間貯蔵施設予定地の位置関係



仮置場の設置の様子(写真は仮置場の一例) 出典:環境省ホームページ

中間貯蔵施設の個別施設と処理フローのイメージ

○中間貯蔵施設は、様々な機能をもつ施設で構成する予定。

除染仮置場等



受入・分別施設

搬入される土壌や廃棄物の重量や放射線量を測定し、分別を行います。

受入施設



分別施設



※イメージ

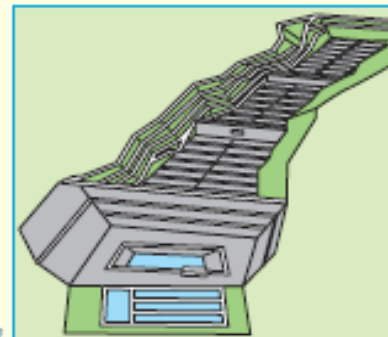
その他の個別施設

- ・スクリーニング施設
- ・水処理施設
- ・ストックヤード
- ・管理棟
- ・研究等施設
- 等

土壌貯蔵施設

分別を踏まえて、放射性セシウム濃度や、その他の特性に応じて、土壌などを貯蔵します。

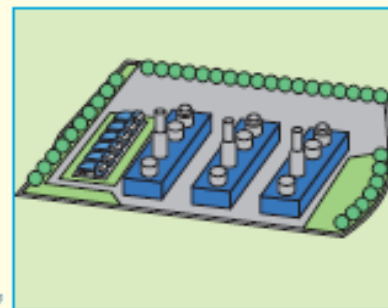
※イメージ



減容化(焼却)施設

草木などの可燃物を減容化(焼却)して、貯蔵物の容量を減らします。

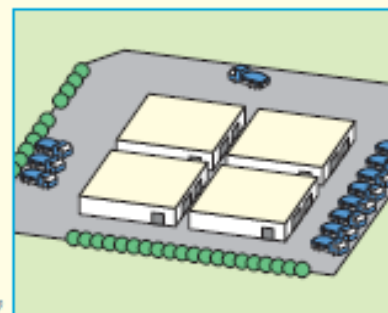
※イメージ



廃棄物貯蔵施設

放射性セシウム濃度が10万Bq/kgを超える焼却灰等の廃棄物を貯蔵します。

※イメージ



中間貯蔵施設の整備等のために必要な法律の改正について

(日本環境安全事業株式会社法の一部を改正する法律の概要)

- 福島を除染や復興に不可欠な施設である中間貯蔵施設の整備・運営管理等は、国が責任をもって行う。
- 国が強い指揮監督権限を有する特殊会社(国100%出資)であり、かつ、ノウハウの蓄積された専門組織である日本環境安全事業株式会社を活用できるよう、必要な規定の整備を行う。

会社の名称、法律の題名

1. 会社の名称を「中間貯蔵・環境安全事業株式会社」に変更する。
2. 法律の題名を「中間貯蔵・環境安全事業株式会社法」に変更する。

国の責務

1. 国は、中間貯蔵施設を整備し、その安全を確保する。
2. 国は、中間貯蔵施設の周辺の地域の住民その他の関係者の理解と協力を得るために必要な措置を講ずる。
3. 国は、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ために必要な措置を講ずる。等

事業の範囲

会社は、国、県、県内の市町村その他の者の委託を受けて中間貯蔵に係る事業等を行う。

※ 引き続き、PCB廃棄物処理事業等も行う。

株式の政府保有、政府出資、課税の特例

1. 会社の発行済株式の総数保有と規定(改正前は、過半数保有と規定。法案提出時点で総数保有。)
2. 政府の追加出資
3. 追加出資に伴う資本金の増加の登記に係る登録免許税の非課税措置

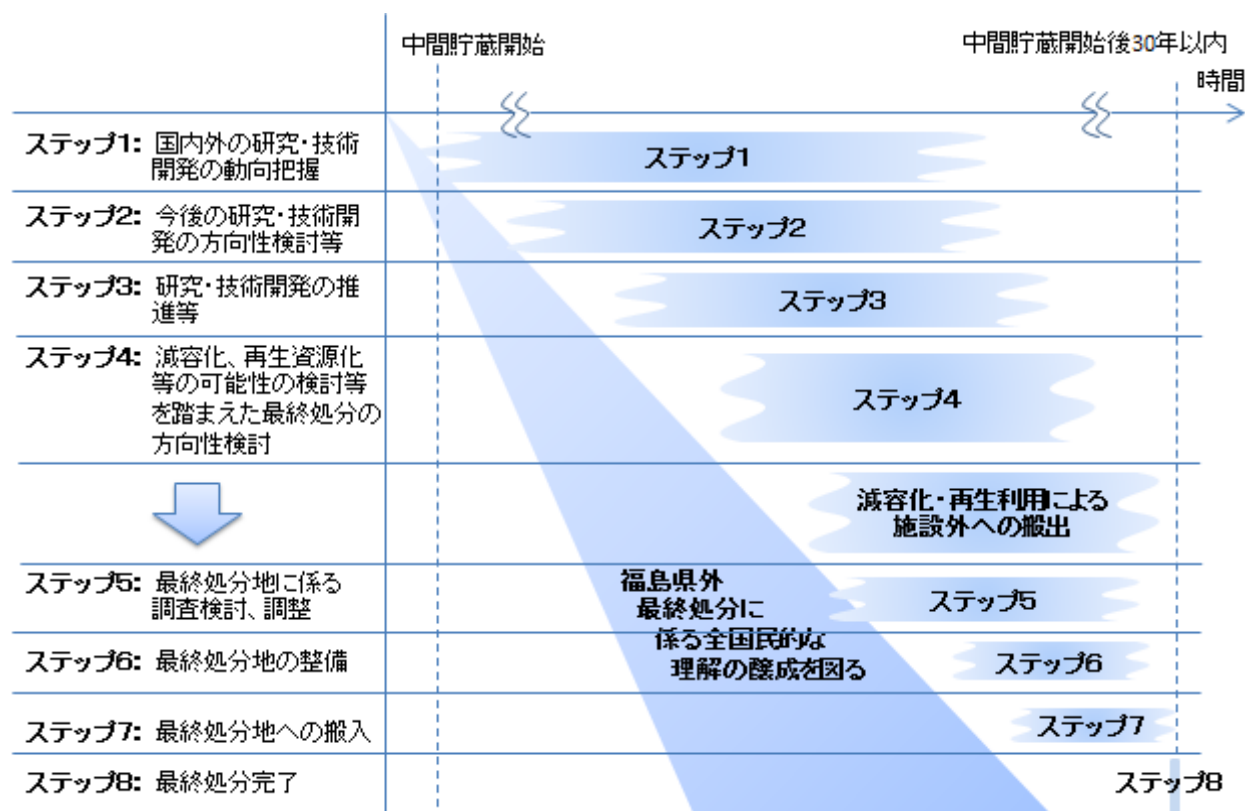
※ その他、区分經理の導入等所要の規定の整備を行う。

※ この法律は、公布の日から起算して2月以内の政令で定める日(平成26年12月24日)から施行(一部を除く。)

中間貯蔵開始後30年以内の県外最終処分について

- 福島県外での最終処分に向け、8つのステップに沿って取組を進めていく。
- 具体的には、放射能の物理的減衰を踏まえつつ、幅広く情報収集しながら、まずは、研究・技術開発、減容化・再生資源化等の可能性を踏まえた最終処分の方向性の検討等に取り組む。
- 並行して、情報発信等を通じて、低濃度生成物の再生利用と県外最終処分に係る全国民的な理解の醸成を図る。

最終処分に向けた8つのステップについて



中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会概要

中間貯蔵・環境安全株式会社法（JESCO法）において、国は、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ために必要な措置を講ずることとしていることを踏まえ、除去土壌等の減容・再生利用に係る技術開発戦略、再生利用の促進に係る事項等について検討を行う。

検討内容

減容技術の現状及び課題と その対応案

- ・ 各技術の特徴、除染率、濃縮率等の評価及び実利用に当たっての課題と対応案の検討
- ・ 処理施設に必要な処理能力の検討
- ・ 前処理、減容・再資源化処理までを含めた処理コストの検討
- ・ 分級システム実証事業の評価及び進捗管理

再生利用に関する課題の検討 （再生利用の考え方（指針等）の策定）

- ・ 再生利用の用途及び用途に応じた再生資材の管理
- ・ 再生資材に求められる要求品質の検討
- ・ 放射線安全性を確認するための評価方法等の検討
- ・ 再生利用促進方策の検討

減容・再生利用等 技術開発戦略の検討

- ・ 減容技術の適用の方向性の検討
- ・ 減容・再生利用する対象物の量、放射能濃度、性状等の検討
- ・ 対象物に応じた減容技術の適用の検討
- ・ 適用する技術の開発目標等の検討
- ・ 今後10年間程度の技術開発戦略の策定

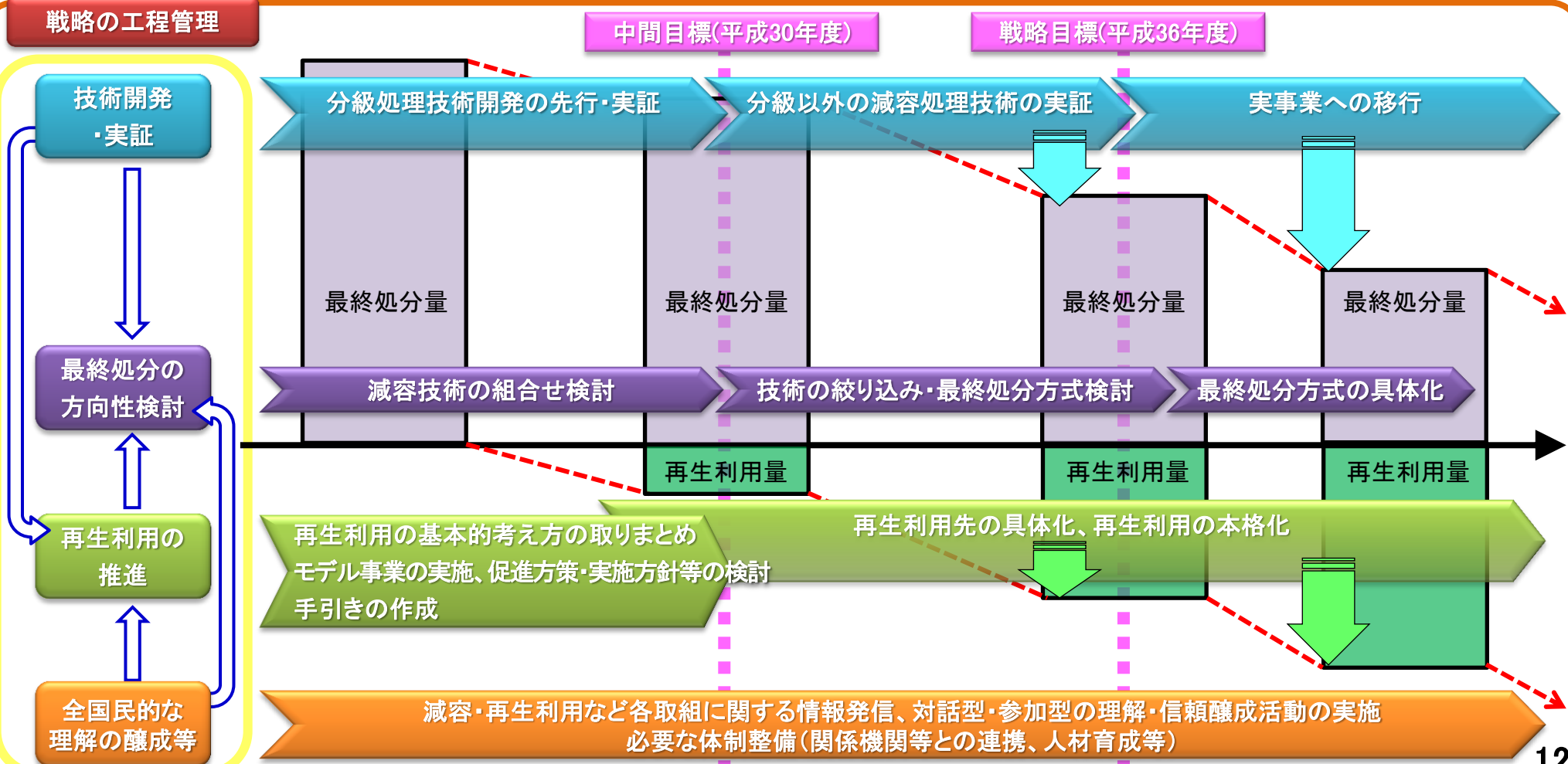
※除去土壌等の減容：除去土壌及び焼却灰を対象に、各種の減容技術を用いて放射能濃度の低いものと高いものに分け、低いものを再生資源とすることで、最終処分すべき量を減らすこと。

※再生利用：再生資源としたものを各種用途に利用すること。

中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略(平成28年4月取りまとめ)概要

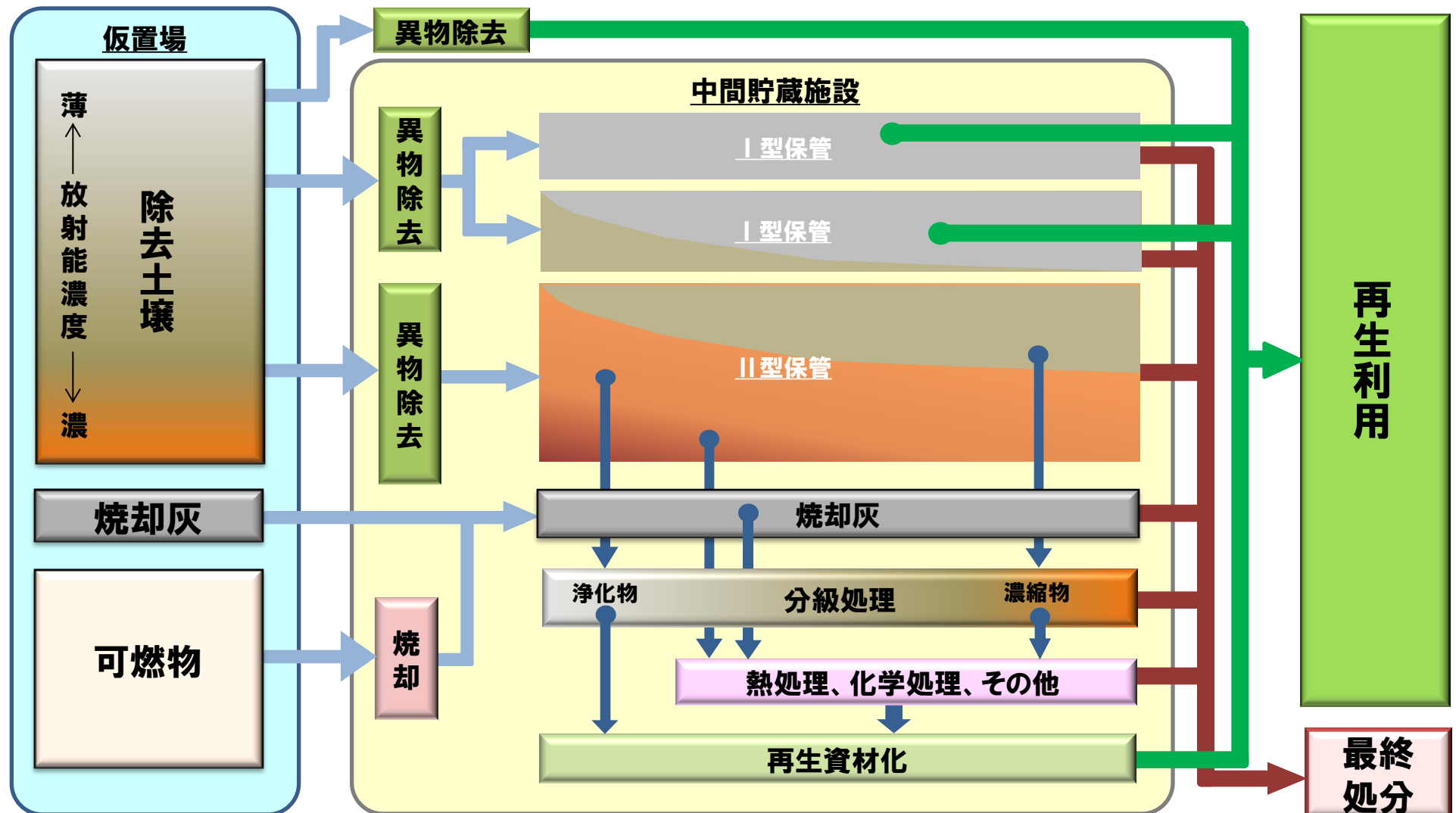
- 除去土壌等の福島県外最終処分に向けて、減容技術等の活用により、除去土壌等进行处理し、再生利用の対象となる土壌等(浄化物)の量を可能な限り増やし、最終処分量の低減を図る。
- 減容・再生利用技術開発の目標や優先順位を明確にし、減容・再生利用を実施するための基盤技術の開発を今後10年程度で一通り完了し、処理の実施に移行する。
- 安全性の確保を大前提として、安全・安心に対する全国民的な理解の醸成を図りつつ、可能な分野から順次再生利用の実現を図る。
- 技術開発の進捗状況や再生利用の将来見込みを踏まえて、最終処分場の構造・必要面積等について一定の選択肢を提示する。

戦略の工程管理



除去土壌等の減容処理・再生利用・最終処分の流れ

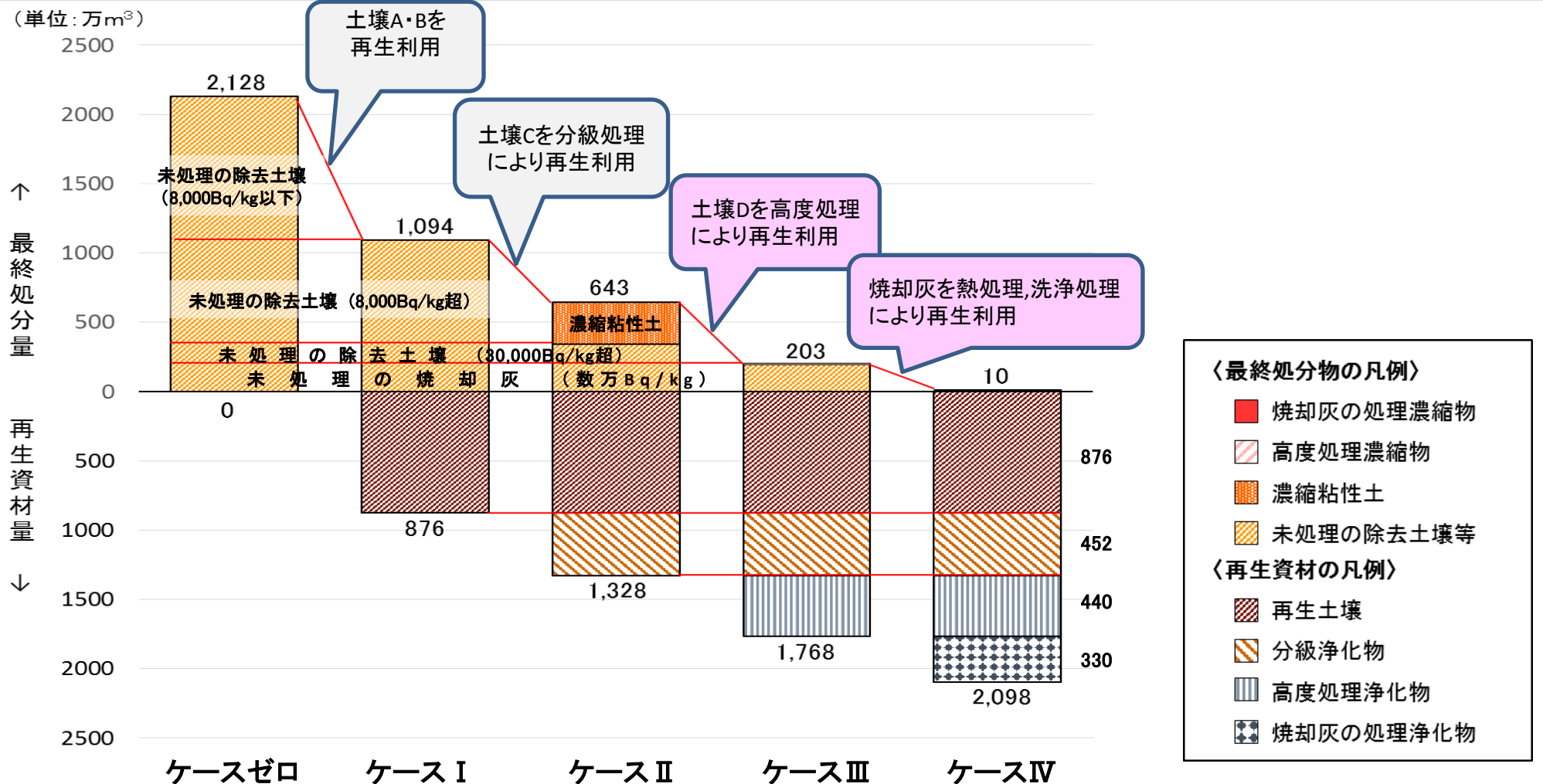
- 除去土壌等は、性状や放射能濃度等に応じた各種減容処理技術(分級処理・化学処理・熱処理等)を組合せて、再生資材と濃縮物に分ける。
- 再生資材は再生利用に使用し、濃縮物は最終処分する。



浄化物の放射能濃度を3,000Bq/kg以下とした場合の試算

➤ 最終処分量の試算値は10万m³

■ 浄化物の濃度を3,000Bq/kg以下とした場合の試算



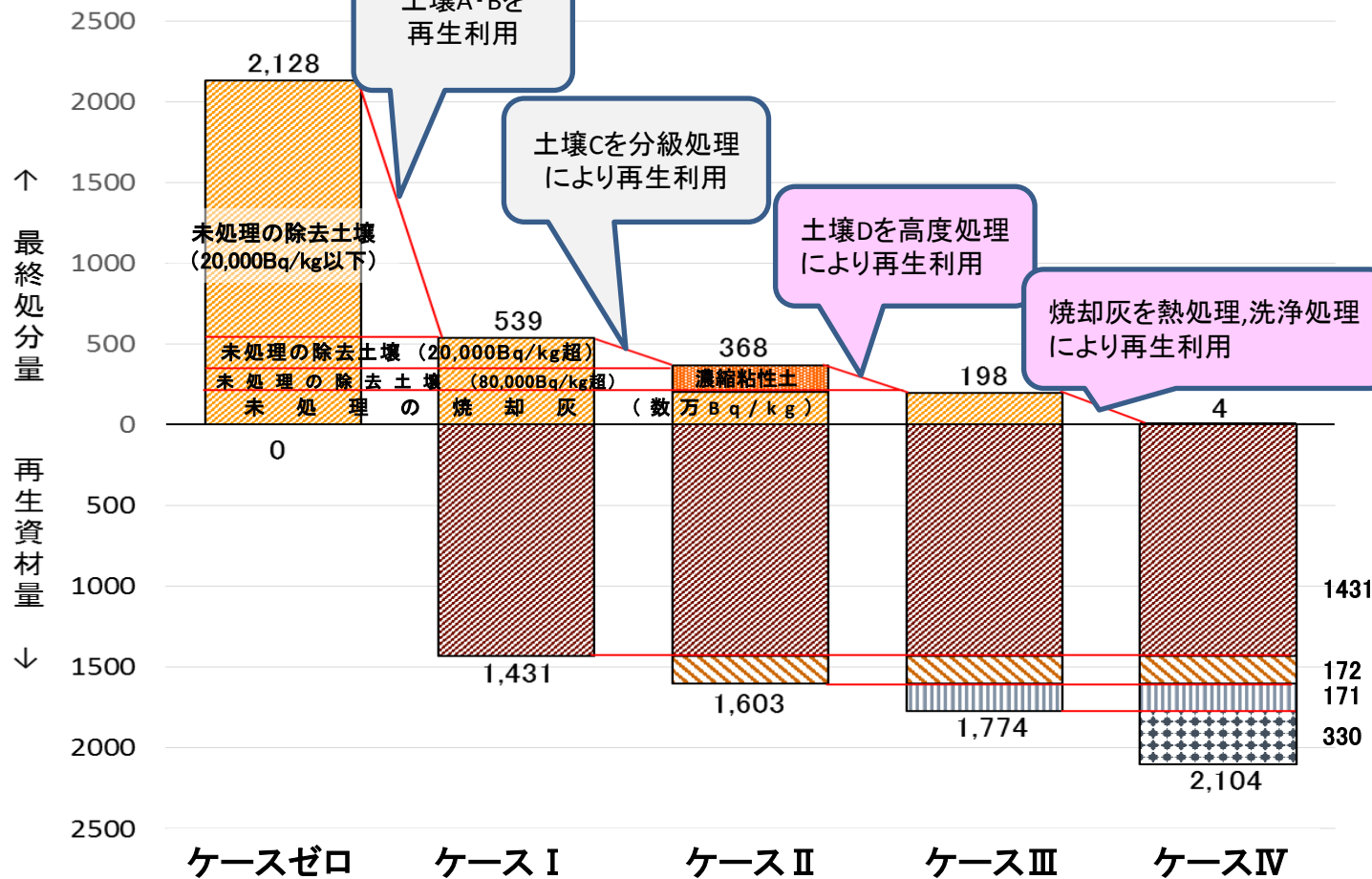
*異物焼却による減容分や反応促進剤による再生資材の嵩増し分があるため、最終処分量と再生資材量の合計は一致しない。

浄化物の放射能濃度を8,000Bq/kg以下とした場合の試算

➤ 最終処分量の試算値は4万m³

■ 浄化物の濃度を8,000Bq/kg以下とした場合の試算

(単位: 万m³)



〈最終処分量の凡例〉

- 焼却灰の処理濃縮物
- 高度処理濃縮物
- 濃縮粘性土
- 未処理の除去土壌等

〈再生資材の凡例〉

- 再生土壌
- 分級浄化物
- 高度処理浄化物
- 焼却灰の処理浄化物

*異物焼却による減容分や反応促進剤による再生資材の嵩増し分があるため、最終処分量と再生資材量の合計は一致しない。

放射線審議会勉強会資料

減容処理後の浄化物の 安全な再生利用に係る基本的考え方骨子 (案)

平成28年5月20日

環境省

目 次

- 1 除去土壌の再生利用の目的及び位置付け
- 2 再生利用の用途先及び資材としての要求品質
- 3 安全な再生利用のための基本的な考え方
- 4 再生利用の段階的な進め方
- 5 再生利用に係る追加被ばく線量評価の考え方
- 6 放射線防護のための管理のイメージ

(参考資料)

1. 除去土壌の再生利用の目的及び位置付け

- 除去土壌等は、最大約2,200万m³と推計され、必要な規模の最終処分場の確保等の観点から、本来貴重な資源である土壌からなる除去土壌等を、部分的に何らかの形で利用し、最終処分量を低減することが考えられるが、放射性物質を含むことから、そのままでは利用が難しい。
- このため、減容・再生利用に関する技術開発を推進し、除去土壌等の減容化を最大限図るとともに、安全性の確保・地元の理解を得て、減容処理により得られた放射能濃度の低い浄化物を再生利用する仕組みを構築していくことが必要である。
- 再生利用先は現時点で未定であることから、その実現に向けて、情報の発信、コミュニケーション及び実証的・モデル的な再生利用の取組等を通じ、再生利用の安全・安心に対する全国民的な理解の醸成を図る。その上で、再生利用先の具体化に当たっては、地域住民、地元自治体等の理解・信頼の醸成を図り、本格実施につなげていくこととする。
- 減容処理後の浄化物の安全な再生利用を推進するため、追加被ばく線量評価、放射線防護のための管理の考え方等について基本的な考え方を示し、これを踏まえて、再生利用の手引きの作成、実証事業・モデル事業の実施等を進める。

放射性物質汚染対処特措法(特措法)における再生利用の位置付け

○特措法 基本方針(平成23年11月11日閣議決定)

除去土壌の収集、運搬、保管及び処分の実施に当たっては、飛散流出防止の措置、モニタリングの実施、除去土壌の量・運搬先等の記録等、周辺住民の健康の保護及び生活環境の保全への配慮に関し必要な措置をとるものとする。また、安全な運搬、保管等のため、「当面の考え方について」※において示された考え方を踏まえ、減容化、運搬、保管等に伴い周辺住民が追加的に受ける線量が年間1ミリシーベルトを超えないようにするものとする。(中略)

また、仮置場等の確保等の観点から、除去土壌について、技術の進展を踏まえつつ、保管又は処分の際に可能な限り減容化を図るとともに、減容化の結果分離されたもの等汚染の程度が低い除去土壌について、安全性を確保しつつ、再生利用等を検討する必要がある。

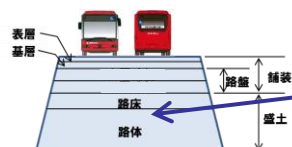
※「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」(平成23年6月3日原子力安全委員会)

2. 再生利用の用途先及び資材としての要求品質

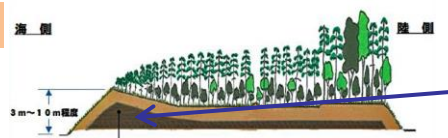
- 減容化等により汚染の程度を低減化した除去土壌（浄化物）は、再生利用の用途先で用いられる部材に適合するよう品質調整や二次製品化等のプロセスを経て利用可能な再生資材となる。
- 再生資材の要求品質の検討に当たっては、放射能以外又は放射能に関わる要求品質それぞれについて、適合要件を整理・検討する。

用途先の例

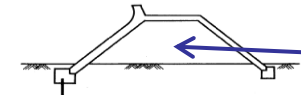
道路・鉄道盛土



海岸防災林

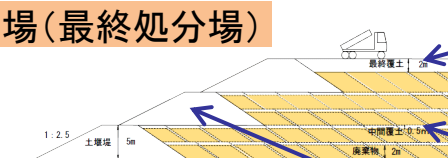


防潮堤



廃棄物処分場（最終処分場）

土堰堤



土地造成・水面埋立て



その他、再生利用の可能性に応じ検討

部材の例

盛土材
(路床、路体)

盛土材
(構造基盤)

盛土材

最終覆土材
(上部覆土材)

中間覆土材

盛土材

盛土材/埋立材

要求品質の検討

放射能以外の要求品質

- 構造・耐力上の安全性等、用途に応じて、従来どおりの土木構造物に求められる要求品質を適用。
- 土壌汚染に係る指定基準（土壌溶出量基準（環告18号）、土壌含有量基準（環告19号））に適合。
- ダイオキシン類に係る基準（1,000pg-TEQ/g以下）に適合。
- 資材を選別するための測定・分別（土質試験）の手法はJIS規格等に定められており、従来どおりの各種規格に従う。

放射能に関わる要求品質

- 放射性セシウムを含む資材であることにかんがみ、用途先ごとに追加被ばく線量評価を行い、放射線影響に関する安全性を確保するための要件（使用方法、放射能濃度、管理方法等）を明確にする。

3. 安全な再生利用のための基本的な考え方

- 除去土壌の再生利用は、利用先を管理主体や責任体制が明確となっている一定の公共事業等における盛土材等の構造基盤の部材に限定し、追加被ばく線量を制限するための再生資材の放射能濃度の設定及び覆土等の遮へい措置を講じた上で、適切な管理の下で実施する。

○再生資材の使用を限定するための措置

⇒使用場所は、構造基盤への陥没や法面崩壊を生じるおそれのない基礎地盤条件の場所を選定する。
管理主体や責任体制が明確となっている一定の公共事業等の盛土材等の構造基盤の部材に限定するとともに、紛失防止のための管理を行う。

○被ばく線量を制限するための措置

⇒用途ごとの被ばく評価を基に再生資材の放射能濃度の設定及び覆土等により遮へい及び飛散・流出を防止する設計・施工・管理を行う。

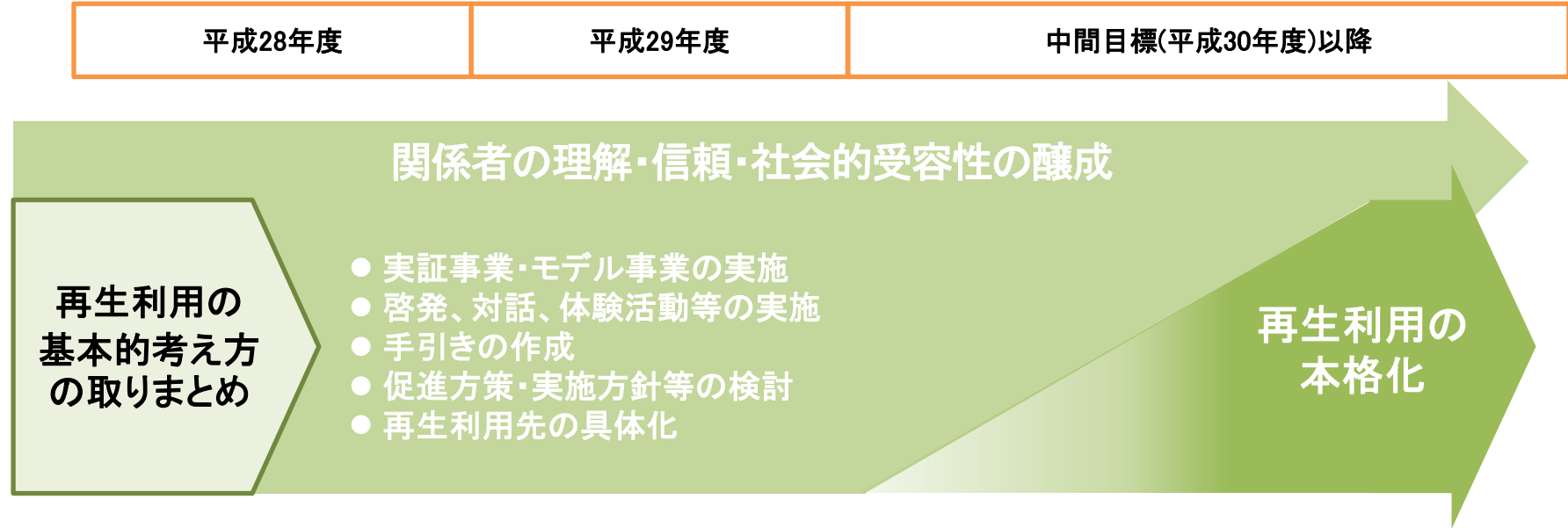
管理目的	管理要件	出荷	施工	供用	備 考
使用の限定	(1) 保管場所・使用場所・持ち出し	○	○	○	・使用場所は、構造基盤への陥没や法面崩壊を生じるおそれのない基礎地盤条件の場所とする。 ・再生資材の保管場所・使用場所・持ち出しを管理するとともに、記録を作成・保管する。
追加被ばくの制限	(2) 放射能濃度	○	×	×	線量評価に基づき設定した放射能濃度は出荷時に担保する。
	(3) 遮へい及び飛散・流出の防止	—	○	○	(施工時) ・出来形検査により設定した遮へい厚以上になっていることを確認する。 ・粉じん発生防止等により再生資材の飛散・流出を防止する。 (供用時) 土木構造物の目視点検等により、遮へい厚が損なわれるような異常がないことを確認する。

施工： 再生資材が露出した状況での工事

供用： 覆土等により遮へいがなされている状態での施設利用(再生資材が露出しない補修工事も含む)

○:実施 ×:不要 —:該当なし

4. 再生利用の段階的な進め方



■関係者間の理解及び社会的受容性を醸成するための段階的な取組

- 再生資材を利用した事業を想定し、事業実施者や地域住民等関係者の理解醸成や現場でのノウハウの整理のために必要な実証事業やモデル事業を実施。
- 再生資材利用の必要性や放射線安全に関する知見を、広く国民やステークホルダーと共有するための啓発、対話、体験のための具体的な取組を進める。
- 各用途に応じ、既存の公共事業等に係る環境関連法令等も含め、現場での再生資材の利用、管理における留意点を整理した「再生利用の手引き(仮称)」を作成する。
- 社会的・経済的インセンティブ等を含む利用促進方策、実施方針等の検討を行う。
- これらの取組を通じて、再生利用の本格化に向けた環境整備を進めていく。

5. 再生利用に係る追加被ばく線量評価の考え方①

- 一般公衆及び作業者に対する追加被ばく線量が $1\text{mSv/y}^{\ast 1}$ を超えないことを条件として、再生資材中の放射性セシウム($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$)の濃度レベルを算出する。
- 算出した濃度レベルに基づき、供用時の一般公衆に対する追加的な被ばく線量の更なる低減のための遮へい厚等の施設の設計に関する条件の検討を行う。

対象プロセス		減容化・運搬・保管等	施工・供用（補修・改修工事の対応、二次的な土地利用等を含む）
濃度レベルを算出するための目安値	作業者	1mSv/yを超えないようにする(当面の考え方※)	1mSv/y ^{*1} を超えないようにする(作業者も一般公衆と同じ【公衆被ばく】扱い)。 ただし、電離則又は除染電離則の対象となる場合は、当該規則を適用し、5年で100mSvかつ1年間につき50mSvとする。
	一般公衆	1mSv/yを超えないようにする(特措法基本方針)	1mSv/y ^{*1} を超えないようにする。
再生資材の濃度レベル		—	万一の場合も速やかに補修等の作業を実施できるよう、確実に電離則及び除染電離則の適用対象外となる濃度として、特措法における規制体系との整合も考慮して、8,000Bq/kg以下を原則とする。なお、用途ごとの被ばく評価計算から誘導された濃度(1mSv/y相当濃度)がこれ以下の場合は、その濃度以下とする(次回検討会で検討予定)。
施設の設計による追加被ばく線量のさらなる低減		—	破損時等を除く供用時における一般公衆の追加的な被ばく線量が、放射線による障害防止のための措置を必要としないレベル(0.01mSv/y ^{*2})になるように適切な遮へい等の措置を講じる。

*1: 全国が再生利用の対象となることから、現存被ばく状況における参考レベルのバンド(1~20mSv/y)の下方値であり、同時に計画被ばく状況における線量拘束値(最大1mSv/年)も満足する値。また、特措法基本方針の、周辺住民が追加的に受ける線量を制限するための値。

*2: ICRP勧告において「年に0.01~0.1mSvの大きさのオーダー」は、「個人に何ら懸念を生じさせないと見なされる」リスクに相当し、かつ、「自然バックグラウンド放射線の変動と比べて小さい線量レベル」にも相当するとされている。0.01mSv/yはこのオーダーの下方に相当し、放射線による障害防止のための措置を必要としないレベルに相当する値。なお、数倍の変動は上記のオーダーに包含されることから0.01mSv/yは安全側に立った設定となっている。

※「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」(平成23年6月3日原子力安全委員会)

5. 再生利用に係る追加被ばく線量評価の考え方②

- 以下のような条件の下でシナリオ・被ばく経路を選定し、施工時・供用時を通じて作業員への特別な防護措置や施設利用の制限を設けずに再生利用が可能となるような、再生資材の濃度レベルを算出する（算出結果については次回検討会で検討予定）。
- ✓ 現実的・代表的な作業工程、構造物の利用の情報に基づいた評価
（現実的・代表的なパラメータ設定、既往のクリアランスレベル評価の設定を基本）
- ✓ いくつものバリエーションが考えられる場合には、コントロール措置と併せて現実的な条件を設定。また、不確実性の大きいパラメータは安全側に立った値を設定。
- ✓ 利用開始時の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の存在比を考慮（時間経過とともに、空間線量率への寄与が小さい ^{137}Cs が大部分を占めるようになるため、追加被ばく線量を一定とした場合、使用できる放射能濃度も変化する）

施工時

施工時シナリオ

- ✓ 再生資材の運搬、各種構造物の施工時における作業員及びその周辺住民の被ばく

通常の作業工程を調査し、再生資材（線源）からの被ばくを受けやすい工程、作業条件を抽出し、具体的なシナリオ・被ばく経路を選定する

供用時

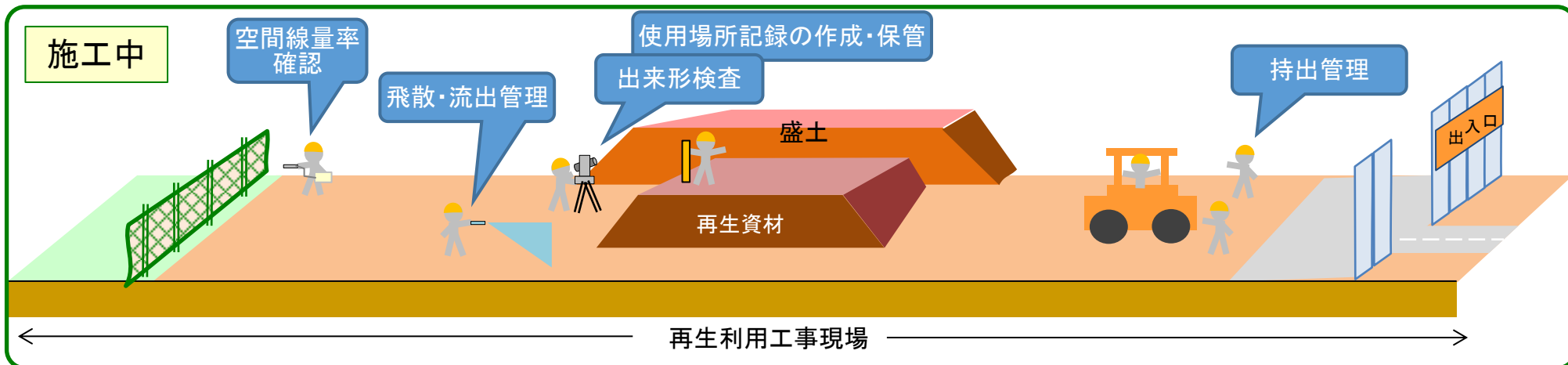
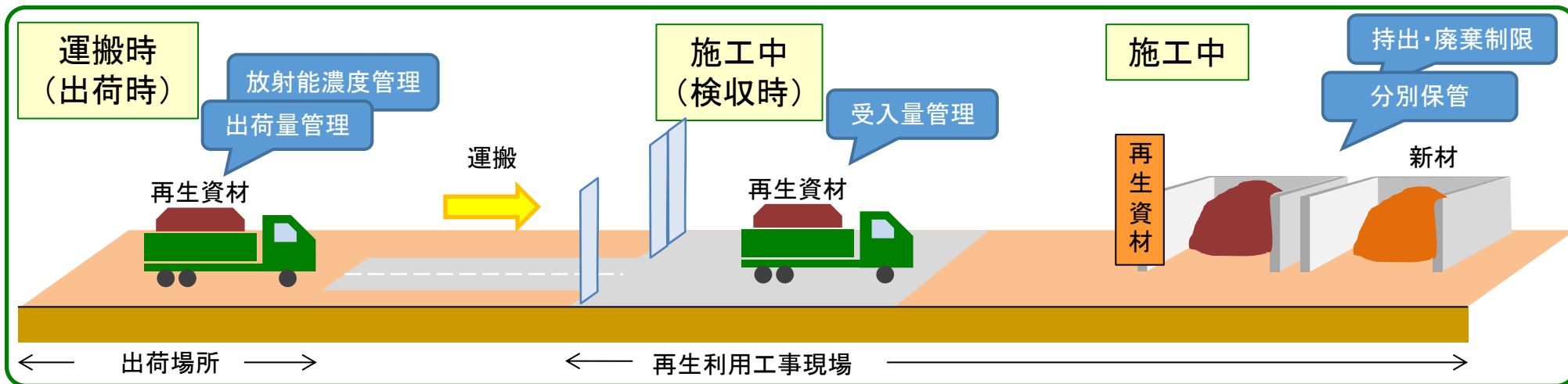
供用時シナリオ

- ✓ 供用時の構造物の利用者、周辺住民の被ばく
- ✓ 通常の点検・補修作業時、改修・追加工事における作業員の被ばく

各用途の点検・補修作業、改修・追加工事の情報に基づく供用時の作業員、並びに通常の供用時の一般公衆を対象に、具体的なシナリオ・被ばく経路を選定する

6. 放射線防護のための管理のイメージ①

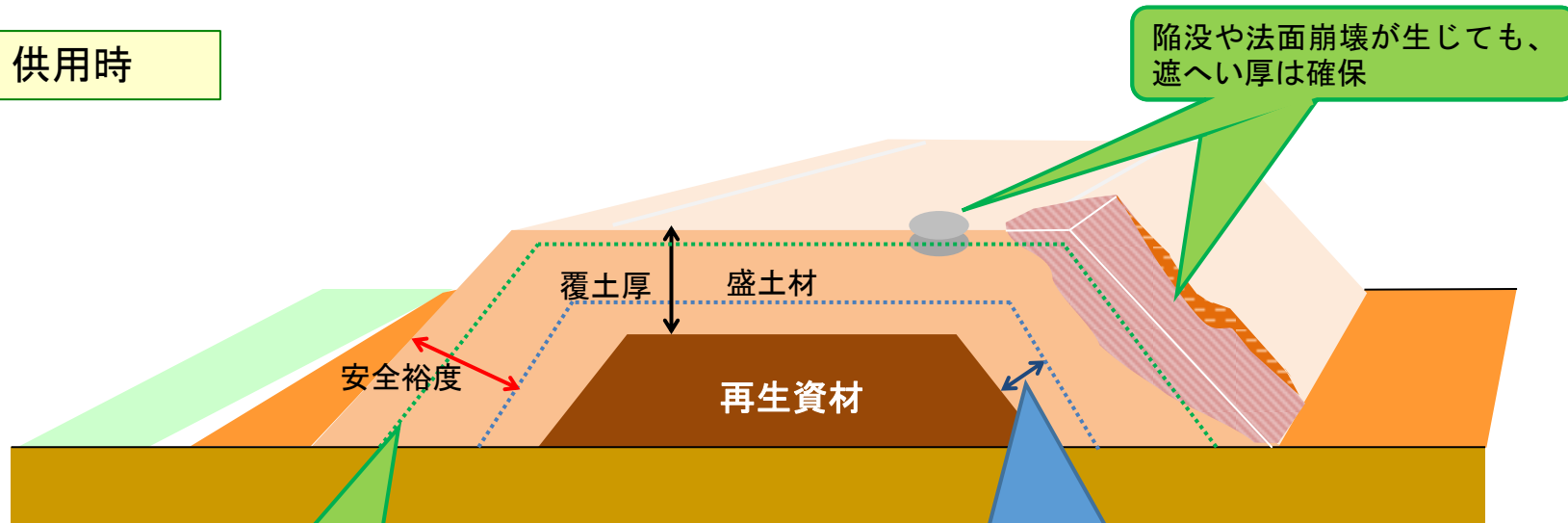
- 作業者が放射線防護のために追加的な措置を講じることなく施工できるように、再生資材の放射能濃度を設定するが、安全性に万全を期すため、今後、利用者側の実態等も踏まえた以下のような管理方策について検討を進める。
 - ✓ 出荷時から施工時に至るまで、再生資材の紛失・目的外使用防止のために必要な措置を行う。
 - ✓ 出来形検査を行うとともに、再生資材の使用場所、使用量、放射能濃度に関する記録の作成・保管を行う。
 - ✓ 施工時において追加被ばくを制限するために必要な措置（空間線量率の測定、再生資材の飛散・流出防止等）を行う。



6. 放射線防護のための管理のイメージ②

- 一般公衆の追加被ばくを放射線防護を必要としないレベルにするため、今後、利用者側の実態等も踏まえた以下のような管理方策について検討を進める。
- ✓ 被ばく線量を制限するための遮へい厚が、土木構造物として通常の修復が行われる場合でも確保されるように再生資材の埋設位置を設計する。
- ✓ 土木構造物を維持するために通常行われる点検管理により、放射線防護も同時に満足されることを確認する。

供用時



土木構造物としての修復措置がなされる目安

被ばくを制限するための遮へい厚

覆土厚は、土木構造物としての通常の補修がなされても被ばくを制限するための遮へい厚が確保されるように設計する。

（参考資料1）除去土壌等の再生利用の考え方に係る検討体制

- 「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」の下に「除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価検討ワーキンググループ」を設置。
- ワーキンググループにおいて、放射線防護に関する国際的な勧告値や参照すべき国内基準等を踏まえつつ、①除去土壌等の再生利用における追加被ばく線量の考え方、②再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度について検討を実施している。

中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用 技術開発戦略検討会



除去土壌等の再生利用に係る放射線影 響に関する安全性評価検討ワーキング グループ

（検討内容）

- ①除去土壌等の再生利用時に順守すべき追加被ばく線量の検討
- ②再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度の検討

ワーキンググループ委員

（50音順、○：委員長）

氏 名	機関・所属・役職
明石 真言	量子科学技術研究開発機構 執行役
飯本 武志	東京大学 環境安全本部 准教授
木村 英雄	日本原子力研究開発機構 安全研究センター 環境影響評価研究グループ
○佐藤 努	北海道大学大学院 工学研究院 環境循環システム部門 資源循環工学分野 教授
田上 恵子	量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 福島再生支援本部 環境移行パラメータ研究チーム 上席研究員
新堀 雄一	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授
久田 真	東北大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 教授
山本 英明	日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター 技術主席

(参考資料2) 線量基準等の整理

➤ 再生利用において参照すべき放射能濃度等の基準等とその算出で考慮された国際的な勧告値は以下のとおり

【国際的な勧告値】

■規制

50mSv/y

回復作業(ICRP Pub.96)を含む職業被ばく
(ICRP Pub.60,68,75)の個人線量限度(1年間)

20mSv/y

同上(職業被ばく)の個人線量限度(5年間の平均)

1mSv/y

公衆被ばく:公衆の個々の構成員に対する線量限度
(ICRP Pub.26,60)

■拘束値と参考レベルの枠(バンド) (ICRP Pub.103)

1mSv/y ~ 20mSv/y

現存被ばく状況における参考レベル

≤ 1mSv/y

計画被ばく状況における線量拘束値

■規制免除

0.01mSv/y ~ 0.1mSv/yのオーダー

公衆被ばく:些細な被ばく線量(ICRP Pub.104)
(些細な被ばく線量として年間個人リスク 10^{-7} ~ 10^{-6} に相当する線量)

0.01mSv/y

公衆被ばく:現在又は将来において複数の規制免除された線源からの被ばく(ICRP Pub.46)
(現在又は将来において複数の規制免除された線源から被ばくする可能性を考慮したリスク 10^{-7} に相当する線量)
公衆被ばく:規制免除された行為又は線源による被ばく
(IAEA指針RS-G-1.7)

年間の被ばく線量
(mSv/y)

100

50

20

10

5

1

0.1

0.01

0.001

0.0001

0.00001

0.000001

0.0000001

0.00000001

0.000000001

0.0000000001

0.00000000001

0.000000000001

0.0000000000001

【参照すべき国内基準】

放射線作業に係る基準

処分に係る基準

再生利用に係る基準

[評価対象物]

100mSv/5yかつ50mSv/y

[線源] ○ 電離則及び ◎ 除染電離則

5mSv/y

[線源] ◎ 2.5 μ Sv/h 除染電離則(特定線量下業務)

1mSv/y

[線源] ○ 周辺監視区域外の水中の濃度限度
[線源] ◎ 廃棄物処理施設周辺の公共の水域の水中濃度限度
[線源] ◎ 廃棄物処理施設周辺の大気中の濃度限度
[構造物] ◎ 指定廃棄物の指定基準(通常の処理方法で処理する場合の作業員)
[構造物] ◎ 10万Bq/kg以下の廃棄物の処分(埋立て処分する場合の処分場周辺住民)

0.01mSv/y

[線源] ○ 原子炉等規制法に基づくクリアランス基準(100Bq/kg)
[線源] ◎ 脱水污泥等を利用した副次産物の利用(100Bq/kg)
[線源] ◎ 砕石及び砂利の出荷基準(100Bq/kg)
[構造物] ◎ 災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用(道路端に1年間居住)
[構造物] ◎ 福島県内における公共事業における建設副産物の再利用等(例:下層路盤材)に関する当面の取扱いに関する基本的考え方

[構造物] ◎ 10万Bq/kg以下の廃棄物の処分(埋立て処分後の処分場跡地の周辺住民)

◎:事故後に策定されたもの ○:事故以前からの規制

※濃度基準についての対象核種: ^{134}Cs 、 ^{137}Cs

(参考資料3) 特措法における放射線防護の考え方

○目的

東京電力福島第一原子力発電所事故により発生した放射性物質による環境の汚染に対処するため、除染、汚染廃棄物の処理等の措置を講じ、人の健康又は生活環境への影響を速やかに低減する。

○追加被ばく線量の長期目標(特措法基本方針(閣議決定))

ICRP勧告に示された現存被ばく状況における参考レベルのバンド(1~20mSv/y)の下方値である1mSv/yを長期目標とする。(除染のみならず、総合的対策により達成)

○除染等の措置等の各プロセスにおける追加被ばく線量の制限

プロセス		追加被ばく線量の制限	備考
除去土壌	除染等の措置	除染電離則による。	放射線審議会答申 (平成23年12月13日) ○汚染地域の指定0.23μSv/h ○指定廃棄物の指定基準 8000Bq/kg ○特定廃棄物の処理の基準 ○特定一般廃棄物処理施設及び特定産業廃棄物処理施設の維持管理基準 ○除去土壌の運搬車に関する基準
	運搬	1mSv/y ・一般公衆:特措法基本方針 ・作業員:当面の考え方	
	保管		
	減容化		
	処分・再生利用	未定	
廃棄物	処理	1mSv/y ・一般公衆:特措法基本方針 ・作業員:当面の考え方	
	最終処分	0.01mSv/y ・一般公衆:特措法基本方針(管理期間以後) 1mSv/y ・作業員:特措法 指定廃棄物の指定基準	
	再生利用	0.01mSv/y ・一般公衆:当面の考え方 1mSv/y ・作業員:当面の考え方	

(参考資料4) 除去土壌等の再生利用とクリアランスとの相違

	除去土壌等の再生利用	クリアランス
関係法律	放射性物質汚染対処特措法	原子炉等規制法等
目的	○原子力発電所の事故に伴って環境に放出された放射性セシウムに汚染された区域に係る土壌等の除染に伴い生じた土壌等を、特措法の管理の下で、再利用先を限定し、被ばく線量を制限するための適切な措置を講じた上で、再利用しようとするもの。	○クリアランスレベルとは、放射性物質によって汚染されたものを一般社会に還元し再生利用することの可否判断するために定められたものであり、通常は、放射性物質として扱う必要がないものとして、放射線防護に係る規制の枠組みから外す際に適用されるもの。
管理項目	○有り ・使用の限定(保管場所・使用場所・持ち出し管理) ・追加被ばくの制限(放射能濃度、遮へい及び飛散・流出の防止)	○無し
使用制限	○用途を限定 再利用先は、管理主体や責任体制が明確となっている一定の公共事業における盛り土材等に限定し、追加被ばく線量を制限するための再生資材の放射能濃度の設定及び覆土材等の遮へい措置を講じた上で、適切な管理の下で実施する。	○無し
参照する追加被ばく線量	○一般公衆が自由かつ長期にわたって利用する使用時は、0.01mSv/y以下 (施工時、修復時等の短期的事象においても1 mSv/y以下)	○0.01mSv/y以下

減容処理後の浄化物の 安全な再生利用に係る放射能濃度の考え方 (ドラフト)

平成28年4月27日

JAEA

目 次

- 1 本検討で想定する再生利用の用途先
- 2 再生利用に係る追加被ばく線量基準
- 3 放射能濃度を設定するための被ばく経路の選定の考え方
- 4 用途先別の被ばく経路と放射能濃度
- 5 用途先別の災害・復旧時の検討

1. 本検討で想定する再生利用の用途先

- 今回の検討では、以下の再生利用の用途先を再生資材の放射能濃度設定の検討対象とした。用途先は以下に限定するものではなく、今後の検討で適宜追加される。
- 再生資材の要求品質のうち、土木構造等に関わる要求品質については既存の基準を準用することとし、放射線安全に関わる要求品質について、適合要件を整理・検討する。

用途先の例

盛土材

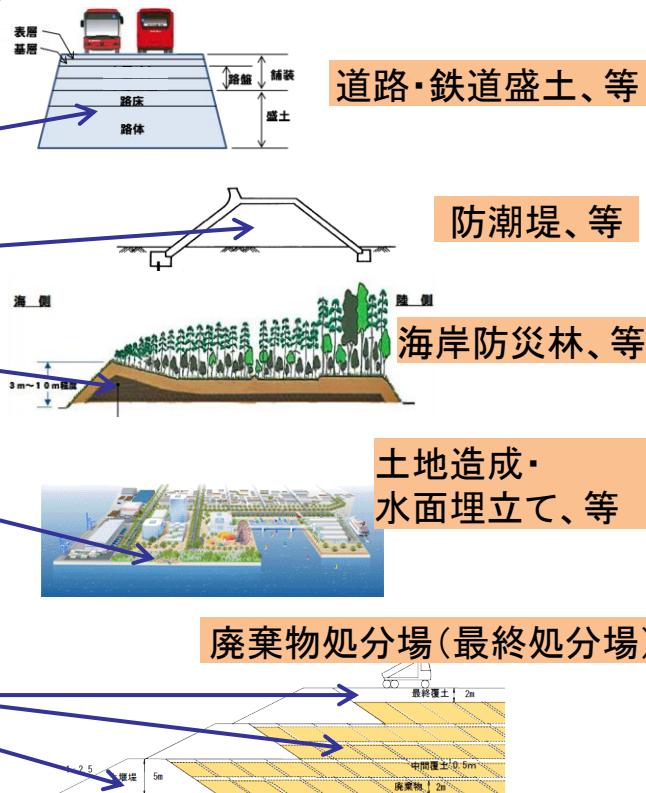
- ・土砂やアスファルト等で被覆
- ・コンクリート等で被覆
- ・植栽された土砂で被覆

埋立材・充填材

その他の個別用途

- ・覆土材
- ・処分場土堰堤

土木構造物の例



要求品質の検討

土木構造等に関わる要求品質

- ・構造・耐力上の安全性等、用途に応じて、従来どおりの土木構造物に求められる要求品質を適用。
- ・土壌汚染に係る指定基準(土壌溶出量基準(環告18号)、土壌含有量基準(環告19号))に適合。
- ・ダイオキシン類に係る基準(1,000pg-TEQ/g以下)に適合。
- ・資材を選別するための測定・分別(土質試験)の手法はJIS規格等に定められており、従来どおりの各種規格に従う。

放射線安全に関わる要求品質

- ・放射性セシウムを含む資材であることにかんがみ、用途先ごとに追加被ばく線量評価を行い、放射線影響に対する安全性を確保するための要件(使用方法、放射能濃度、管理方法等)を明確にする。

その他、再生利用の可能性に応じ検討

2. 再生利用に係る追加被ばく線量基準

- 第3回検討会にて、再生利用に係る追加被ばく線量は、一般公衆及び作業者ともに 1mSv/y^{*1} とされた。
- これを超えないことを条件として、再生資材中の放射性セシウム($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$)の濃度レベルを算出する。

対象プロセス		減容化・運搬・保管等	施工・供用（補修・改修工事の対応、二次的な土地利用等を含む）
濃度レベルを算出するための目安値	作業者	1mSv/yを超えないようにする(当面の考え方※)	1mSv/y ^{*1} を超えないようにする(作業者も一般公衆と同じ【公衆被ばく】扱い)。 ただし、電離則又は除染電離則の対象となる場合は、当該規則を適用し、5年で100mSvかつ1年間につき50mSvとする。
	一般公衆	1mSv/yを超えないようにする(特措法基本方針)	1mSv/y ^{*1} を超えないようにする。
再生資材の濃度レベル		—	万一の場合も速やかに補修等の作業を実施できるよう、確実に電離則及び除染電離則の適用対象外となる濃度として、特措法における規制体系との整合も考慮して、8,000Bq/kg以下を原則とする。なお、用途ごとの被ばく評価計算から誘導された濃度(1mSv/y相当濃度)がこれ以下の場合は、その濃度以下とする。
施設の設計による追加被ばく線量のさらなる低減		—	破損時等を除く供用時における一般公衆の追加的な被ばく線量が、放射線による障害防止のための措置を必要としないレベル(0.01mSv/y ^{*2})になるように適切な遮へい等の措置を講じる。

*1: 全国が再生利用の対象となることから、現存被ばく状況における参考レベルのバンド(1~20mSv/y)の下方値であり、同時に計画被ばく状況における線量拘束値(最大1mSv/年)も満足する値。また、特措法基本方針の、周辺住民が追加的に受ける線量を制限するための値。

*2: ICRP勧告において「年に0.01~0.1mSvの大きさのオーダー」は、「個人に何ら懸念を生じさせないと見なされる」リスクに相当し、かつ、「自然バックグラウンド放射線の変動と比べて小さい線量レベル」にも相当するとされている。0.01mSv/yはこのオーダーの下方に相当し、放射線による障害防止のための措置を必要としないレベルに相当する値。なお、数倍の変動は上記のオーダーに包含されることから0.01mSv/yは安全側に立った設定となっている。

※「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」(平成23年6月3日原子力安全委員会)

3. 放射能濃度を設定するための被ばく経路設定の考え方

- 以下のような条件の下で被ばく経路を設定し、施工時・供用時を通じて作業員への特別な防護措置や施設利用の制限を設けずに再生利用が可能となるような、再生資材の濃度レベルを算出する。
 - ✓ 現実的・代表的な作業工程、構造物の利用の情報に基づいた評価
(現実的・代表的なパラメータ設定、既往のクリアランスレベル評価の設定を基本)
 - ✓ いくつかのバリエーションや不確実性の大きいパラメータは安全側に立った値を設定
 - ✓ 利用開始時の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の存在比を考慮(時間経過とともに、空間線量率への寄与が小さい ^{137}Cs が大部分を占めるようになるため、追加被ばく線量を一定とした場合、使用できる放射能濃度も変化する)

施工時

施工時の条件設定

- ✓ 再生資材の運搬、各種構造物の施工時における作業員及びその周辺住民の被ばく

通常の作業工程を調査し、再生資材(線源)からの被ばくを受けやすい工程、作業条件を抽出し、具体的な被ばく経路を選定する

供用時

供用時の条件設定

- ✓ 供用時の構造物の利用者、周辺住民の被ばく
- ✓ 通常の点検・補修作業時、改修・追加工事における作業員の被ばく

各用途の点検・補修作業、改修・追加工事の情報に基づく供用時の作業員、並びに通常の供用時の一般公衆を対象に、具体的な被ばく経路を選定する

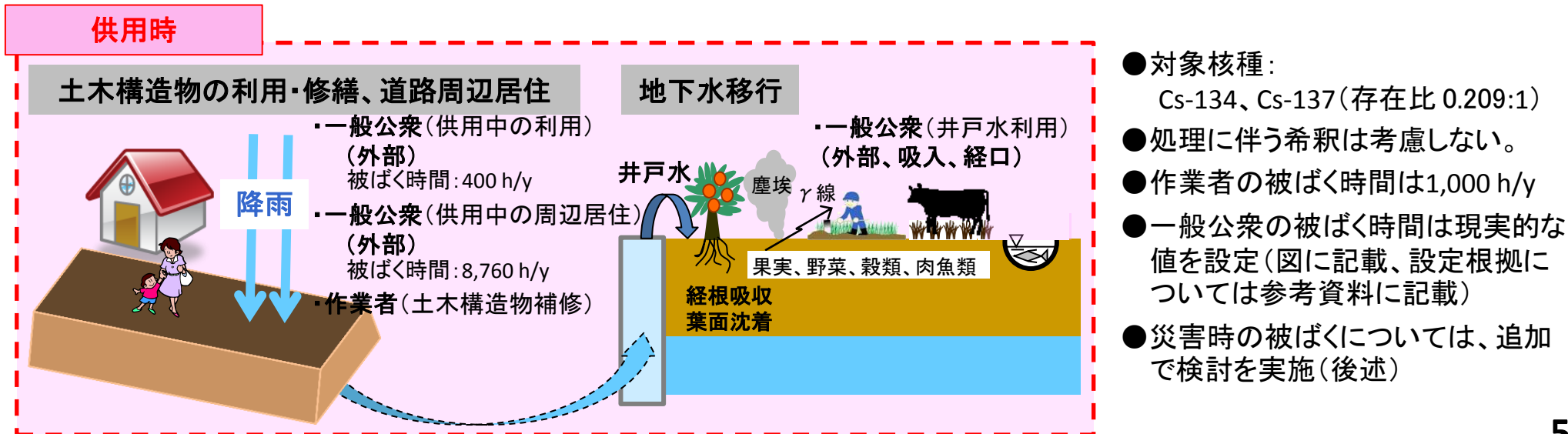
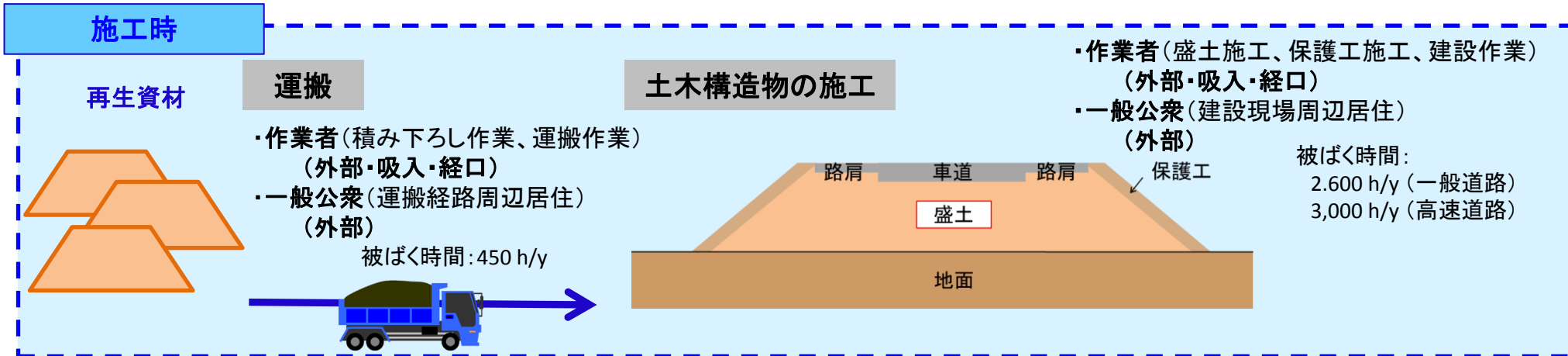
災害・復旧時の条件設定

- ✓ 地震、豪雨等の自然災害の発生に伴い土木構造物が破損した場合を想定
- ✓ 復旧時の際の作業員及び周辺住民の被ばく

自然災害による破損事例および復旧方法を調べ、要因と破損形態を分析し、線量評価の観点から復旧時の具体的な被ばく経路を選定する

4.1 (1) 土砂やアスファルト等で被覆された盛土での被ばく経路の設定

- 再生資材を土砂やアスファルト等で被覆された盛土(例:道路、鉄道等)に再利用する際に検討対象となる具体的な行為、対象者、被ばく形態(外部、吸入、経口)を整理し、被ばく経路を設定した。



4.1 (2) 最も影響が大きい被ばく経路と1mSv/y基準を満足する濃度

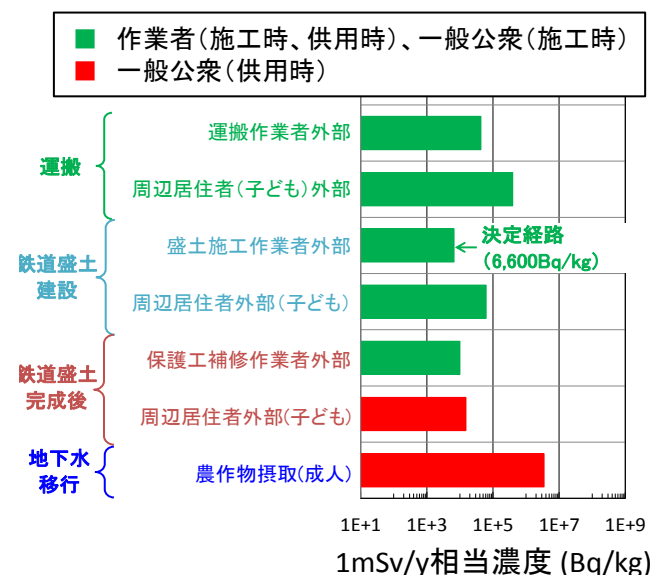
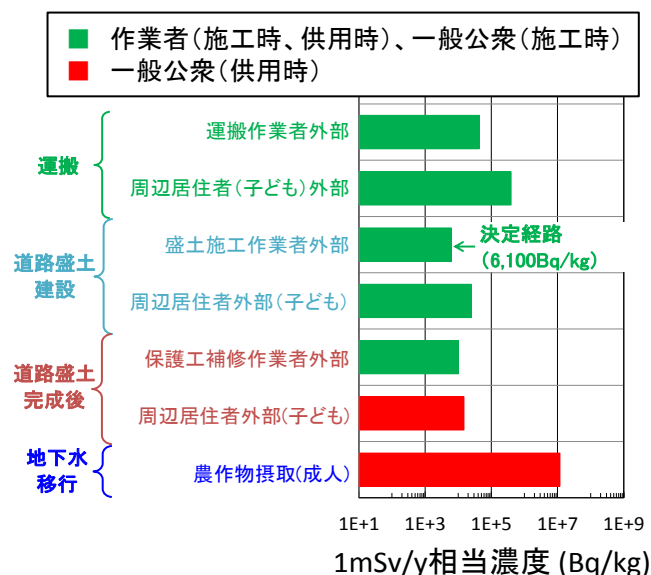
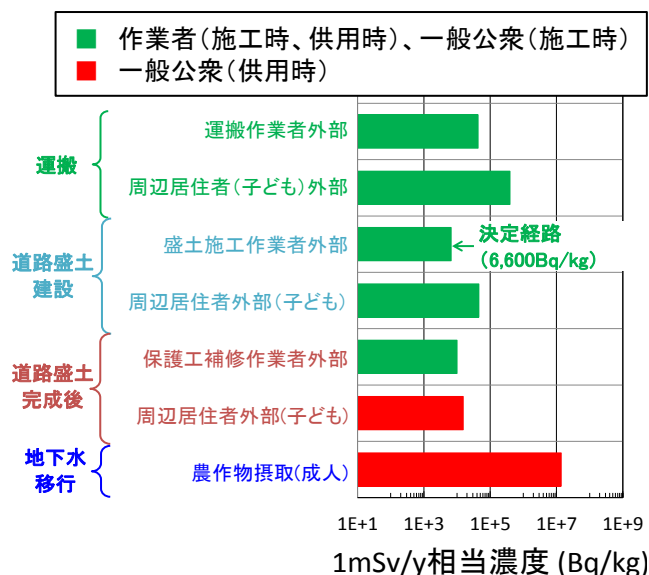
被ばく線量結果から、線量基準1mSv/y(施工時、供用時)を満たす放射性セシウムの濃度を算出した。道路盛土・鉄道盛土における決定経路と1mSv/y相当濃度は、

- 一般道路(盛土施工業者の外部被ばく): 6,600 Bq/kg
- 高速道路(盛土施工業者の外部被ばく): 6,100 Bq/kg
- 鉄道盛土(盛土施工業者の外部被ばく): 6,600 Bq/kg

一般道路 : 保護工厚さ 2 cm

高速道路 : 保護工厚さ 2 cm

鉄道盛土 : 保護工厚さ 2 cm

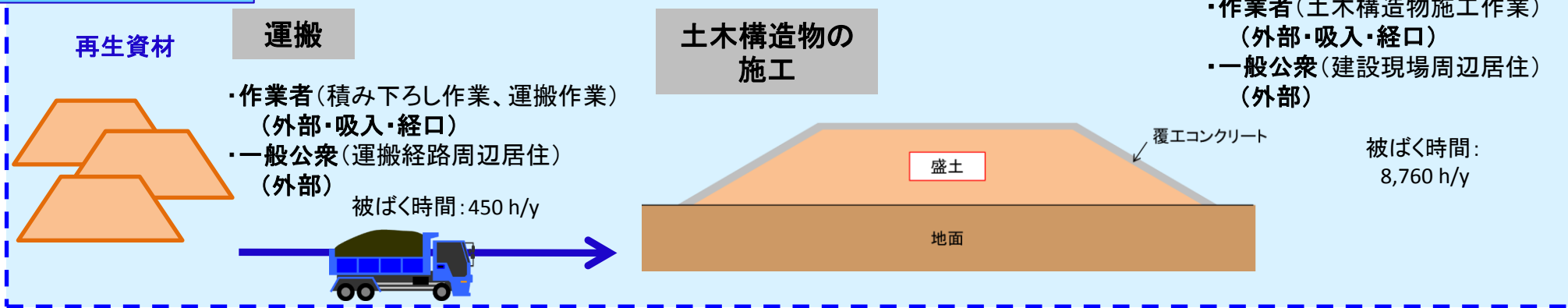


○最も影響が大きい被ばく経路は、盛土施工業者の外部被ばくとなっており、放射能濃度は保護工厚さを変えて算出・評価しても同一の値となる。

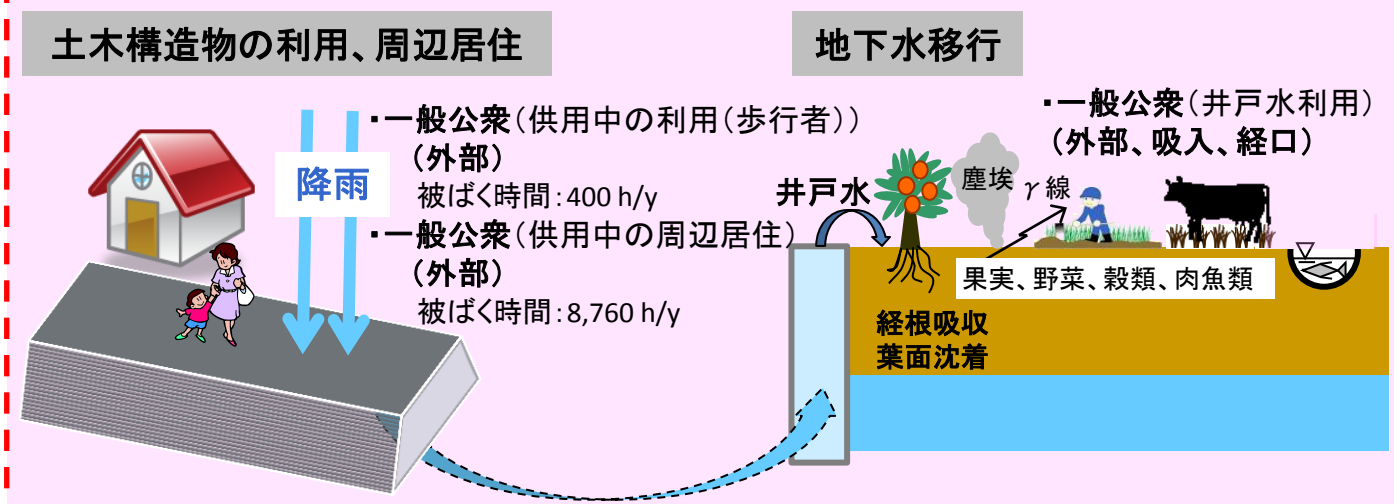
4.2 (1) コンクリート等で被覆された盛土での被ばく経路の設定

- 再生資材をコンクリート等で被覆された盛土(例:防潮堤等)に再利用する際に検討対象となる具体的な行為、対象者、被ばく形態(外部、吸入、経口)を整理し、被ばく経路を設定した。

施工時



供用時



- 対象核種:
Cs-134、Cs-137(存在比 0.209:1)
- 処理に伴う希釈は考慮しない。
- 作業員の被ばく時間は1,000 h/y
- 一般公衆の被ばく時間は、施工期間が長いことから、8,760 h/y(=年間を通じて被ばくする)と想定
- 土木構造物の点検・補修作業はあるが、被ばく時間が施工作業に比べ短く、遮へいされた状態であることから、検討対象から除外

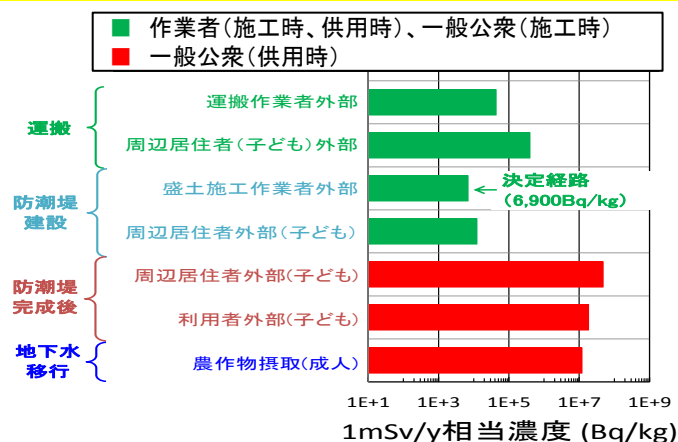
4.2 (2) 最も影響が大きい被ばく経路と1mSv/y基準を満足する濃度

被ばく線量結果から、線量基準1mSv/y(施工時、供用時)を満たす放射性セシウムの相当濃度を算出した。

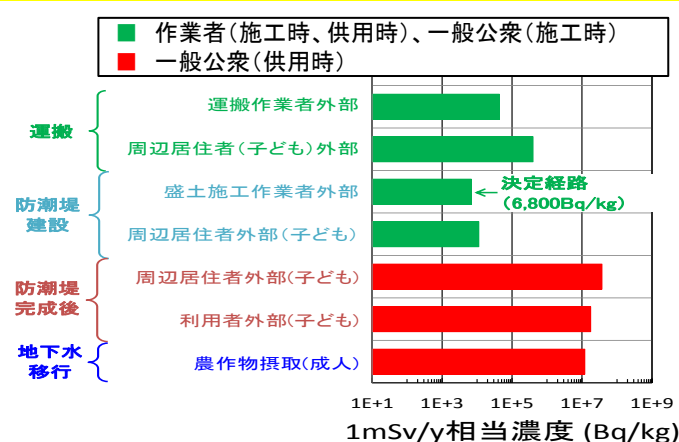
直立堤/傾斜堤(高さ8 m・15 m)において決定経路と1mSv/y相当濃度は、

- 傾斜堤(高さ8m)(盛土施工作業者の外部被ばく): **6,900 Bq/kg**
- 傾斜堤(高さ15m)(盛土施工作業者の外部被ばく): **6,800 Bq/kg**
- 直立堤(高さ8m)(盛土施工作業者の外部被ばく): **7,500 Bq/kg**
- 直立堤(高さ15m)(盛土施工作業者の外部被ばく): **7,500 Bq/kg**

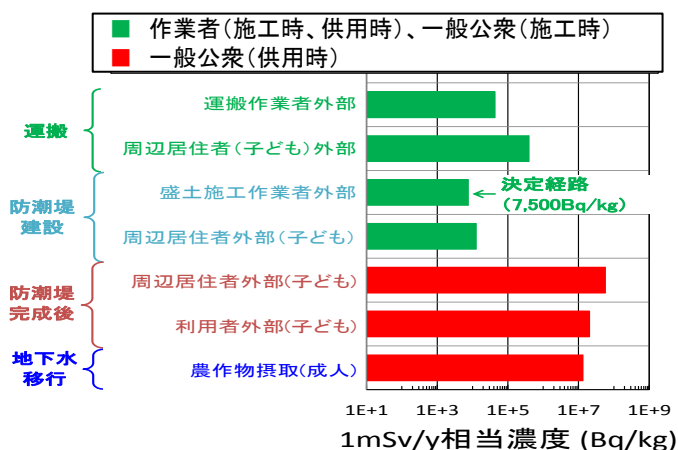
傾斜堤 : 盛土高さ 8 m



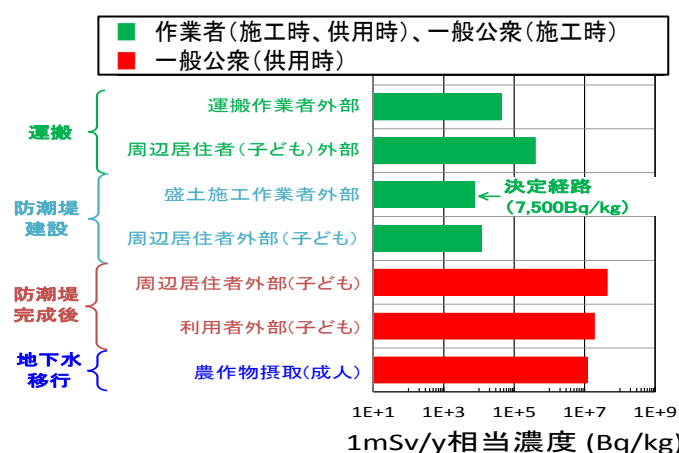
傾斜堤 : 盛土高さ 15 m



直立堤 : 盛土高さ 8 m



直立堤 : 盛土高さ 15 m



4.3 (1) 植栽された土砂で被覆された盛土での被ばく経路の設定

- 再生資材を植栽された土砂で被覆された盛土（例：海岸防災林等）に再利用する際に検討対象となる具体的な行為、対象者、被ばく形態（外部、吸入、経口）を整理し、被ばく経路を設定した。

施工時

再生資材

運搬

- ・作業員
（積み下ろし作業、運搬作業）
（外部・吸入・経口）
- ・一般公衆（運搬経路周辺居住）
（外部）被ばく時間：450 h/y

土木構造物 造成現場

土木構造物造成

盛土整備中

- ・作業員（建設作業）
（外部・吸入・経口）
- ・一般公衆（周辺居住）
（外部、吸入）
被ばく時間：96h/y

盛土整備後

- ・作業員（植栽）（外部）

●対象核種：

Cs-134、Cs-137（存在比 0.209:1）

●処理に伴う希釈は考慮しない。

●作業員の被ばく時間は1,000 h/y

●一般公衆の被ばく時間は、96 h/y （＝盛土施工後はすぐに覆土の施工に取りかかることにより盛土材が露出しているのは多くても年間4日間）と想定

供用時

土木構造物の点検・伐採作業、および周辺居住

- ・作業員（伐採作業）
（外部）
- ・一般公衆（周辺居住）
（外部）

※盛土から植栽へのCsの移行を考慮した解析を実施。

地下水移行

- ・一般公衆（井戸水利用）
（外部、吸入、経口）



降雨

地下水移行

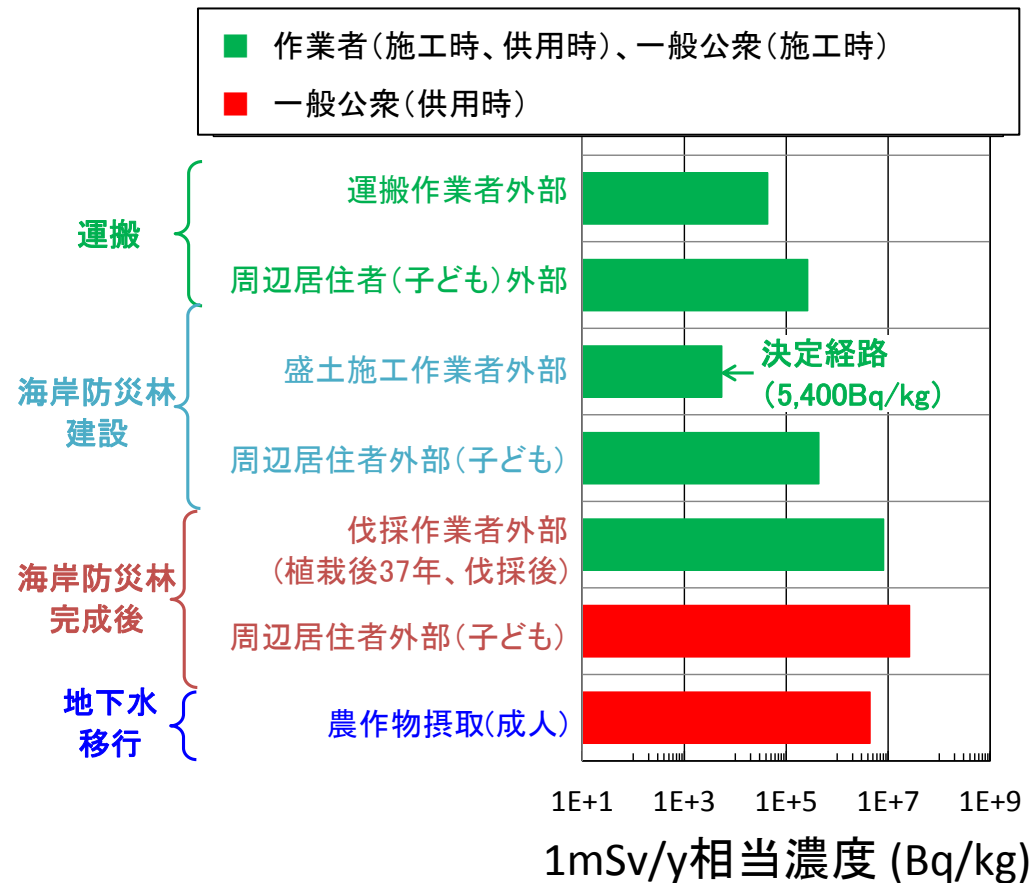
- ・一般公衆（海産物摂取）
（経口）



4.3 (2) 最も影響が大きい被ばく経路と1mSv/y基準を満足する濃度

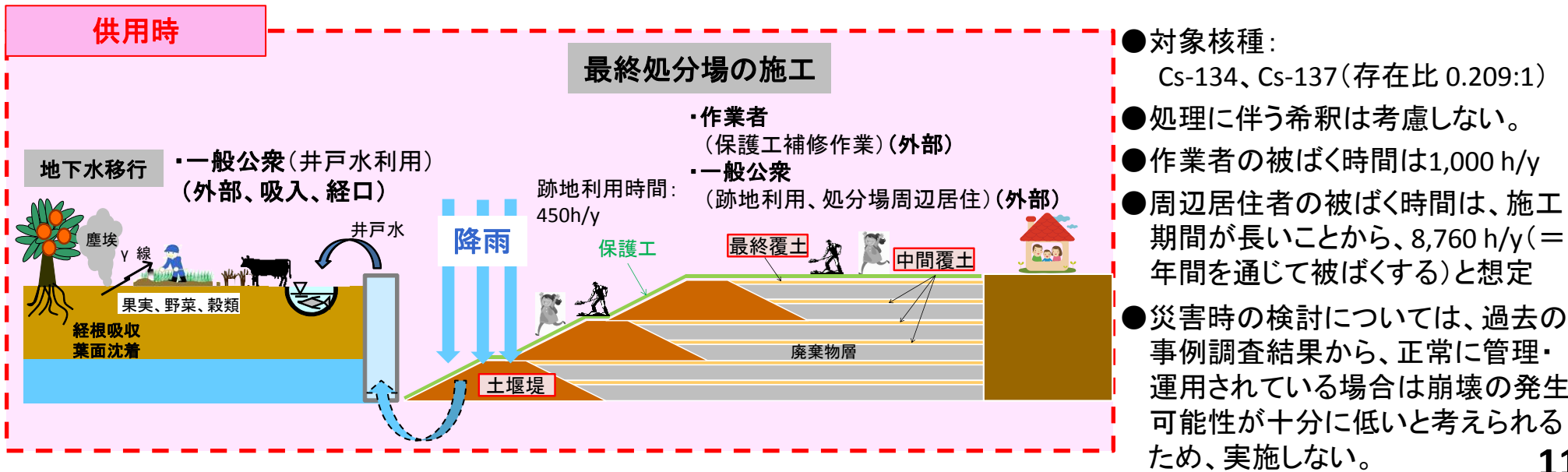
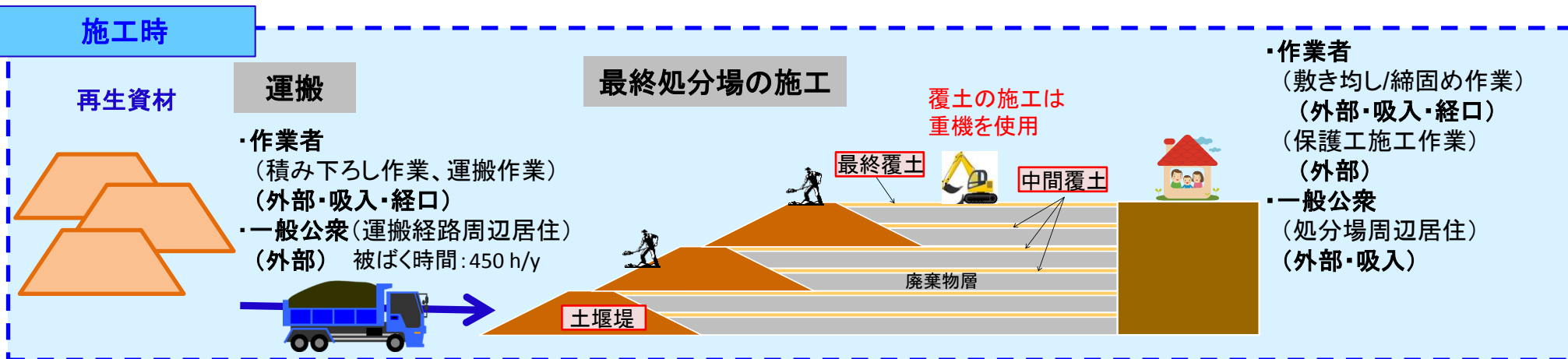
被ばく線量結果から、線量基準1mSv/y(施工時、供用時)を満たす放射性セシウムの濃度を算出した。海岸防災林において決定経路と1mSv/y相当濃度は、

➤ 盛土施工作業者の外部被ばく: **5,400 Bq/kg**



4.4 (1) 廃棄物処分場での被ばく経路の設定

- 再生資材を最終処分場の中間覆土、最終覆土、土堰堤に再利用する際に検討対象となる具体的な行為、対象者、被ばく形態(外部、吸入、経口)を整理し、被ばく経路を設定した。

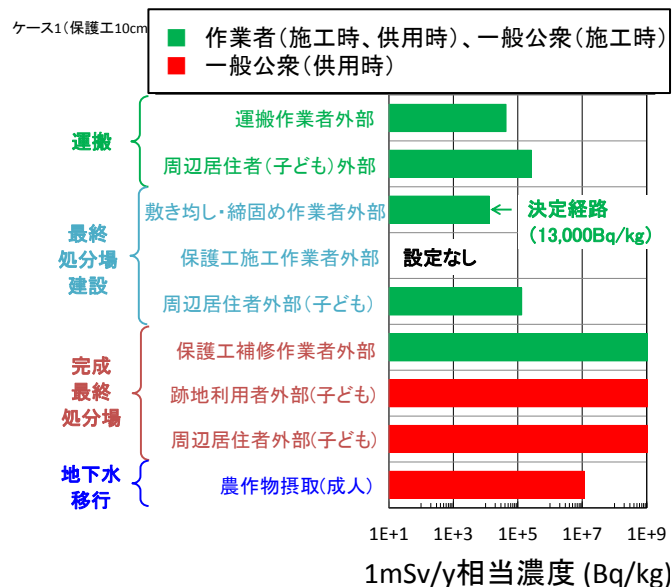


4.4 (2) 最も影響が大きい被ばく経路と1mSv/y基準を満足する濃度

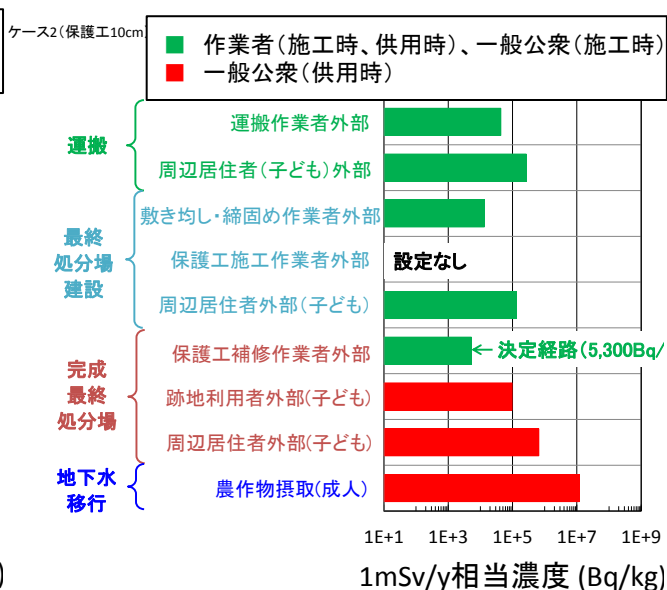
被ばく線量結果から、線量基準1mSv/y(施工時、供用時)を満たす放射性セシウムの濃度を算出した。決定経路と1mSv/y相当濃度は、

- 中間覆土(敷き均し・締固め作業者の外部被ばく): **13,000 Bq/kg**
- 最終覆土(保護工補修作業者の外部被ばく): **5,300 Bq/kg**
- 土堰堤(敷き均し・締固め作業者の外部被ばく): **8,100 Bq/kg**

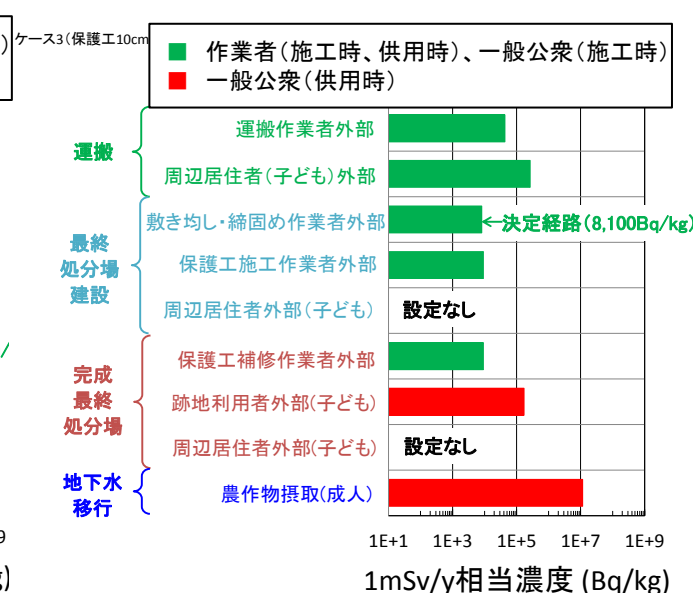
再生資材を中間覆土に使用



再生資材を最終覆土に使用



再生資材を土堰堤に使用



○保護工厚さを10cm～50cmに設定して算出しても、もっとも影響が大きい被ばく経路と放射能濃度は同一であった。

4.5 放射能濃度検討結果のまとめ

- 再生資材を4種類の土木構造物(道路・鉄道盛土、防潮堤、海岸防災林、廃棄物処分場)に利用した場合、各被ばく経路における1mSv/y相当濃度が最小となる被ばく経路(決定経路)は、4種類いずれも、施工時の作業員に対する外部被ばくであることが分かった。この被ばく経路から計算される1mSv/y相当濃度は5,300 Bq/kg～13,000 Bq/kgとなった。
- 作業員の外部被ばくを除くと、今回検討したすべての用途で8,000 Bq/kg以下で使用すれば、1mSv/yを超えることはないことが分かった。

用途先	遮へい条件	1mSv/y相当濃度と決定経路	
		作業員の決定経路と濃度	一般公衆の決定経路と濃度
盛土	法面保護工 (厚さ2～50cm)	一般道路: 6,600 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく) 高速道路: 6,100 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく)	15,000 Bq/kg (盛土完成後周辺居住者子ども-外部被ばく)
		6,600 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく)	
	覆工コンクリート	防潮堤高さ8m: 6,900 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく) 防潮堤高さ15m: 6,800 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく)	11,000 Bq/kg (建設現場周辺居住者子ども-外部被ばく)
		防潮堤高さ8m、15mともに: 7,500 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく)	12,000 Bq/kg (建設現場周辺居住者子ども-外部被ばく)
	植栽覆土 (厚さ1m)	5,400 Bq/kg(盛土施工作業者-外部被ばく)	260,000 Bq/kg (運搬経路周辺居住者子ども-外部被ばく)
中間覆土材	法面保護工 (厚さ10～50cm)	13,000 Bq/kg(敷き均し・締固め作業員-外部被ばく)	130,000 Bq/kg (建設現場周辺居住者子ども-外部被ばく)
最終覆土材		5,300 Bq/kg(保護工補修作業員-外部被ばく)	97,000 Bq/kg(跡地利用者子ども-外部被ばく)
処分場土堰堤		8,100 Bq/kg(敷き均し・締固め作業員-外部被ばく)	170,000 Bq/kg(跡地利用者子ども-外部被ばく)

*1: 「用途先」は、再生資材(線源)を再利用する構造部材を示している。

4.6 追加的な管理による1mSv/y相当濃度以上の再生資材を使用

- 作業者の外部被ばくが決定経路であり、**作業時間管理**、個人線量計による管理や地域放射線量により電離則適用等の特別な管理を行う場合は、**これまでの評価で1mSv/y相当濃度以上の再生資材であっても**放射能濃度上限の8,000 Bq/kgまで使用可能と考えられる。
- 8,000 Bq/kgまで使用可能とする前提として、以下のいずれかの管理が必要である。

作業時間を管理【1msv/yを遵守】

<再生資材を取り扱う時間を制限>

例えば、取り扱い時間1000h/y(年間の作業時間2000時間の半分)で1mSv/y相当濃度が6000Bq/kgのとき、作業時間を750h/yとすれば8000q/kg使用でも1mSv/yとなる

被ばく線量を管理(作業員がPD,GB等を装着)

<2.5μSv/h以上の地域>

除染電離則または電離則が適用される。
(1mSv/y超えてもよいが、BG込みで1mSv/yで作業従事終了としてもよい。**追加被ばく線量だけを測定することはできない**)

⇒被ばく管理(バッジの装着、線量管理)、教育、健康診断は自ずからなされる。

5.1 各用途先における災害・復旧時の検討

- 土木構造物に対する自然災害の要因や変状・崩壊の現象の検討例、災害事例などの文献を調査し、線量評価の観点から各土木構造物において検討対象とする災害要因と変状・崩壊の関係を整理する。
- 道路・鉄道盛土の破損として、Ⅰ. すべり崩壊、Ⅱ. 法面崩壊、Ⅲ. 分断崩壊の三つを検討。
- 防潮堤の破損として、Ⅰ. 決壊・流出、Ⅱ. 法面崩壊の二つを検討。
- 海岸防災林の破損として、Ⅰ. 津波、Ⅱ. 火災の二つを検討。

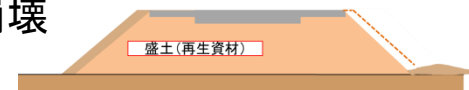
土砂やアスファルト等で覆土された盛土の(道路・鉄道盛土を例とした)災害・復旧時の検討

Ⅰ. すべり崩壊



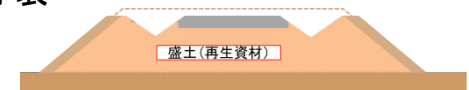
盛土内部より断面が円弧を描く円弧すべりにより大規模に崩落するケース

Ⅱ. 法面崩壊



盛土法面の表層が流出、崩壊するケース

Ⅲ. 分断崩壊



基礎地盤の液状化等により盛土が沈下をはじめ、その沈下量が大きい場合に盛土の形状が保てず全体的に分断しながら崩壊するケース。

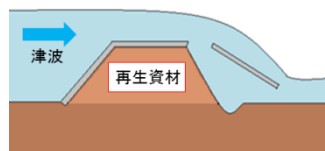
コンクリート等で覆土された盛土の(防潮堤を例とした)災害・復旧時の検討

Ⅰ. 決壊・流出



津波により堤防の一区間が決壊・流出するケース

Ⅱ. 法面崩壊



津波による洗掘により法面基部が破壊され、法面覆工が破壊されるケース

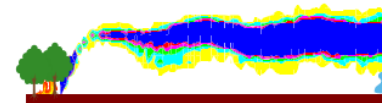
植栽された土砂で覆土された盛土の(海岸防災林を例とした)災害・復旧時の検討

Ⅰ. 津波



大規模な津波により防災林が破壊され津波堆積土や盛土の海への流出が発生するケース

Ⅱ. 火災



火災によりプルーム※が発生するケース

※微細な放射性物質が煙のように流れる現象

5.2 災害・復旧時における検討条件の概要

災害・復旧時における検討フロー

1. 自然災害の要因と考えられる事象として地震、津波、火災、暴風・竜巻、異常降雨(豪雨)を選定し、各土木構造物において変状・崩壊をもたらす可能性のある要因を予察的に検討する(下表参照)。
2. 1.の検討結果を踏まえ、土木構造物に対する自然災害の要因や変状・崩壊の現象の検討例、災害事例などの文献を調査し、線量検討の観点から各土木構造物において検討対象とする災害要因と変状・崩壊の関係を整理する。
3. 線量検討のために災害後の再生資材(線源)の状態の変化をイメージ化するとともに、復旧方法の情報を基に復旧時における再生資材の状態変化もイメージ化する。
4. 上記2.及び3.を踏まえ、作業員、周辺住民の被ばくに関する災害時被ばく経路を具体化する。1mSv/y相当濃度条件で仮に自然災害による構造物の破損が生じた場合の被ばく線量を検討し、1mSv/yを超えていないことの確認を行う。

変状・崩壊をもたらす可能性のある自然災害の要因の予察的検討

災害の要因	道路・鉄道盛土	防潮堤	海岸防災林
地震	地震動による盛土の変状・崩壊の可能性が考えられる	地震動による防潮堤の変状・崩壊の可能性が考えられる	地震動による海岸防災林の変状・崩壊の可能性が考えられる
津波	津波が到達しない内陸部にあるとして検討から除外	決壊などの堤防の崩壊の可能性が考えられる	津波による海岸防災林の流出の可能性が考えられる
火災	車両等の火災は考えられるが、変状・崩壊までは想定されないため対象外	車両等の火災は考えられるが、変状・崩壊までは想定されないため対象外	防災林樹木の火災の可能性が考えられる
暴風・竜巻	暴風等により破損する恐れは考えられないため対象外	暴風等により破損する恐れは考えられないため対象外	暴風等により防災林樹木の倒木の可能性が考えられる
異常降雨 (豪雨)	豪雨により盛土内の含水状態が変化し、盛土の変状・崩壊の可能性が考えられる	全面に不透水被覆があるため豪雨より防潮堤が変状・崩壊する恐れは考えられないため対象外	豪雨により盛土内の含水状態が変化し、盛土の変状・崩壊の可能性が考えられる

(注) 災害要因による道路路盤材の変状・崩壊の可能性は考えられないため、道路路盤材に対する災害時は検討の対象外

参考資料

道路盛土を例にした検討経路（1/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態
1	建設現場への運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部
2					粉塵吸入
3					直接経口
4		運搬作業		作業者	外部
5		運搬経路周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
6	盛土施工	敷き均し・ 締め固め	盛土	作業者	外部
7					粉塵吸入
8					直接経口
9	保護工	客土/植生基材吹付工		作業者	外部
10	建設現場 周辺居住	周辺居住		一般公衆(成人)	外部
11					粉塵吸入
12				一般公衆(子ども)	外部
13					粉塵吸入
14	道路施工	舗装・路盤材		作業者	外部
15	道路完成後	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
16		道路利用		一般公衆(子ども)	外部
17		道路補修作業		作業者	外部
18		保護工補修作業		作業者	外部

道路盛土を例にした検討経路（2/2）

経路	検討対象	線源	対象者	被ばく形態
19	完成道路への雨水 浸透による放射能 物質の漏洩 (地下水移行)	井戸水	一般公衆(成人)	経口
20			一般公衆(子ども)	経口
21		井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部
22				粉塵吸入
23		灌漑した土壌で生産され た農作物	一般公衆(成人)	経口
24			一般公衆(子ども)	経口
25		灌漑した土壌で生産され た畜産物	一般公衆(成人)	経口
26			一般公衆(子ども)	経口
27		井戸水で飼育された畜 産物	一般公衆(成人)	経口
28			一般公衆(子ども)	経口
29		井戸水で養殖された淡 水産物	一般公衆(成人)	経口
30			一般公衆(子ども)	経口

鉄道盛土を例にした検討経路（1/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態
1	建設現場への運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部
2					粉塵吸入
3					直接経口
4		運搬作業		作業者	外部
5		運搬経路周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
6	盛土施工	敷き均し・ 締め固め	盛土	作業者	外部
7					粉塵吸入
8					直接経口
9	保護工	客土/植生基材 吹付工		作業者	外部
10	建設現場 周辺居住	周辺居住		一般公衆(成人)	外部
11					粉塵吸入
12				一般公衆(子ども)	外部
13					粉塵吸入
14	鉄道施工	バラスト敷設		作業者	外部
15	鉄道完成後	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
16		保線作業者		作業者	外部
17		保護工補修作業者		作業者	外部

鉄道盛土を例にした検討経路（2/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態
18	完成鉄道への雨水浸透による放射能物質の漏洩（地下水移行）	飲料水摂取	井戸水	一般公衆（成人）	経口
19				一般公衆（子ども）	経口
20		農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部
21					粉塵吸入
22		農作物摂取	灌漑した土壌で生産された農作物	一般公衆（成人）	経口
23				一般公衆（子ども）	経口
24		畜産物摂取	灌漑した土壌で生産された畜産物	一般公衆（成人）	経口
25				一般公衆（子ども）	経口
26		畜産物摂取	井戸水で飼育された畜産物	一般公衆（成人）	経口
27				一般公衆（子ども）	経口
28		養殖淡水産物摂取	井戸水で養殖された淡水産物	一般公衆（成人）	経口
29				一般公衆（子ども）	経口

道路・鉄道盛土を例にした検討条件の詳細

■ 道路盛土に対する評価体系

- ・道路盛土の評価体系は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」(日本道路協会)に基づき、一般道路・高速道路に対して設定(盛土高さ・法面勾配については基準がないため、感度解析を実施し、影響が収束する体系を決定)
- ・保護工(植生工)の厚さは、上記マニュアルに基づき2cm(ケース1:草本類播種工)と10cm(ケース2:木本類播種工)の2種類を設定
- ・さらに覆土が施工されることを想定して、保護工の厚さが30cm(ケース3)と50cm(ケース4)の場合についても検討を実施

	一般道路	高速道路
施工時： 盛土建設	【かさ密度】 盛土: 2.0 g/cm³ 保護工: 1.7 g/cm³	
供用時： 道路利用 周辺居住	1年間住み続けることを想定	
供用時： 地下水移行	- 再生資材を使用する部材のみをソースタームに設定 - 道路盛土への浸透水量: 0.4 m/y (安全側に立った設定) (不透水性アスファルト: 1×10^{-7} cm/s、動水勾配: 1 → 浸透水量: 0.032 m/y)	- 盛土の空隙率: 0.25 - 盛土の収着分配係数: 270 mL/g (IAEA TRS No.364, 土壌、砂) - 完成道路盛土端から井戸までの距離: 0 m

■ 鉄道盛土に対する評価体系

鉄道盛土と道路盛土の施工基準が同等である(日本道路公団資料)ことから、一般道路と同様の評価体系を設定(※鉄道盛土では、供用時の鉄道保線作業者の被ばくについても検討(評価点:道路利用者と同位置))

防潮堤を例にした検討経路（1/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態
1	建設現場への運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部
2					粉塵吸入
3					直接経口
4		運搬作業		作業者	外部
5		運搬経路周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
6	盛土施工	敷き均し・ 締め固め	盛土	作業者	外部
7					粉塵吸入
8					直接経口
9	護岸工	基礎砕石工		作業者	外部
10	建設現場 周辺居住	周辺居住		一般公衆(成人)	外部
11					粉塵吸入
12				一般公衆(子ども)	外部
13					粉塵吸入
14	防潮堤完成後	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
15		防潮堤利用		一般公衆(子ども)	外部

防潮堤を例にした検討経路（2/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態
16	完成防潮堤への雨水 浸透による放射能物 質の漏洩 (地下水移行)	飲料水摂取	井戸水	一般公衆(成人)	経口
17				一般公衆(子ども)	経口
18		農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部
19					粉塵吸入
20		農作物摂取	灌漑した土壌で生産された 農作物	一般公衆(成人)	経口
21				一般公衆(子ども)	経口
22		畜産物摂取	灌漑した土壌で生産された 畜産物	一般公衆(成人)	経口
23				一般公衆(子ども)	経口
24		畜産物摂取	井戸水で飼育された畜産物	一般公衆(成人)	経口
25				一般公衆(子ども)	経口
26		養殖淡水産物摂取	井戸水で養殖された淡水産物	一般公衆(成人)	経口
27				一般公衆(子ども)	経口

防潮堤を例にした検討条件の詳細

- 防潮堤は、「傾斜堤」と「直立堤」の2種類を想定し、公開情報に基づき天端幅、法面勾配、覆工コンクリート厚さ等を設定し検討した。
- 防潮堤の高さは、施工仕様の情報を参考に8m(ケース1)と15m(ケース2)の2種類を想定。

	傾斜堤	直立堤
施工時: 防潮堤建設	【かさ密度】 盛土: 2.0 g/cm^3	
供用時: 防潮堤利用 周辺居住	1 h/dの散歩を想定 1年間住み続けることを想定	
供用時: 地下水移行	- 再生資材を使用する部材のみをソースタームに設定 - 防潮堤への浸透水量: 0.4 m/y (安全側に立った設定) (不透水性アスファルト: $1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$、動水勾配: 1 → 浸透水量: 0.032 m/y)	- 盛土の空隙率: 0.25 - 盛土の収着分配係数: 270 mL/g (IAEA TRS No.364, 土壌、砂) - 完成道路盛土端から井戸までの距離: 0 m

海岸防災林を例にした検討経路（1/2）

経路	検討対象		線源	対象者	被ばく形態	備考	
1	建設現場への運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部	※経路No.14は、盛土造成直後（0年・植栽前）、および防災林の根が再生資材に到達する時点（植栽後0年 or 植栽後2年）を評価する。 ※経路No.15は、植栽後7年、17年、27年、37年の伐採前・後を評価する。 ※経路No.16、17は、上述の0年・植栽前、植栽後0年 or 植栽後2年、7年、17年、27年、37年の伐採前・後を評価する。	
2					粉塵吸入		
3					直接経口		
4		運搬作業		作業者	外部		
5		運搬経路 周辺居住		一般公衆（子ども）	外部		
6	海岸防災林造成	建設作業 （盛土整備中）	盛土	作業者	外部		
7					粉塵吸入		
8					直接経口		
9		周辺居住 （盛土整備中）		一般公衆（成人）	外部		
10				粉塵吸入			
11				一般公衆（子ども）	外部		
12				粉塵吸入			
13		植栽等作業 （盛土整備後）		作業者	外部		
14	海岸防災林完成後	伐採作業	盛土、樹木、伐採木 （伐採前・後）	作業者	外部		
15		周辺居住		一般公衆（成人）	外部		
16				一般公衆（子ども）	外部		
17	海岸防災林完成後の地下水移行 （海側への流出）	海産物摂取	海産物 （魚類、無脊椎動物、藻類）	一般公衆（成人）	経口	※林帯幅、再生資材層厚さに応じたケース分けを行う。	
18				一般公衆（子ども）	経口		

海岸防災林を例にした検討経路（2/2）

経路	検討対象	線源	対象者	被ばく形態	備考
19	海岸防災林完成後の地下水移行（井戸水利用）	井戸水	一般公衆（成人）	経口	※井戸までの距離、再生資材層厚さに応じたケース分けを行う。
20			一般公衆（子ども）	経口	
21		井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部	
22				粉塵吸入	
23		灌漑した土壌で生産された農作物	一般公衆（成人）	経口	
24			一般公衆（子ども）	経口	
25		灌漑した土壌で生産された畜産物	一般公衆（成人）	経口	
26			一般公衆（子ども）	経口	
27		井戸水で飼育された畜産物	一般公衆（成人）	経口	
28			一般公衆（子ども）	経口	
29		井戸水で養殖された淡水産物	一般公衆（成人）	経口	
30			一般公衆（子ども）	経口	

海岸防災林を例にした条件設定の詳細

- 再生資材は厚さ2mの盛土に用いられ、盛土の上部に厚さ1mの覆土（植栽基盤として非汚染の腐植土を想定）が敷設された構造として検討した。
- 既往の海岸防災林の評価サイズから、最も大きな評価体系（林帯幅＝盛土幅：200m）を設定。

施工時 ・建設作業 ・植栽作業 ・周辺居住	【かさ密度】 盛土：2.0 g/cm³, 覆土：1.5 g/cm³ 盛土施工後はすぐに覆土が施工されると想定（盛土露出時間：4日間） ●建設作業・周辺居住 ●植栽作業
供用時 ・施設点検 ・伐採作業 ・周辺居住	・海岸防災林完成後の被ばくは、盛土からの放射線の他に最初の伐採以後の成長した樹木と、伐採木が地面へ堆積されている状態からの両者の放射線の影響を、経時的に考慮する。 ・樹木への核種の移行は、根系の伸長速度(4cm/月)より、植栽後2年で起こると仮定。
供用時 地下水移行	・再生資材を使用する部材のみをソースタームに設定 ・盛土への浸透水量：1.6 m/y（福島県浜通り沿岸の平年雨量の最大値） ・盛土の空隙率：0.3 ・盛土の収着分配係数：270 mL/g（IAEA TRS No.364, 土壌、砂） ・完成道路盛土端から海／井戸までの距離：0 m

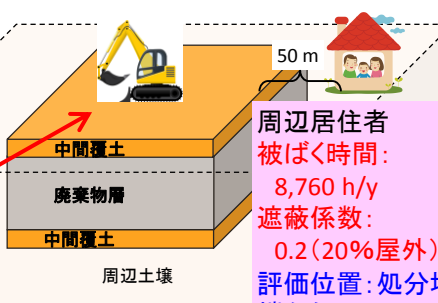
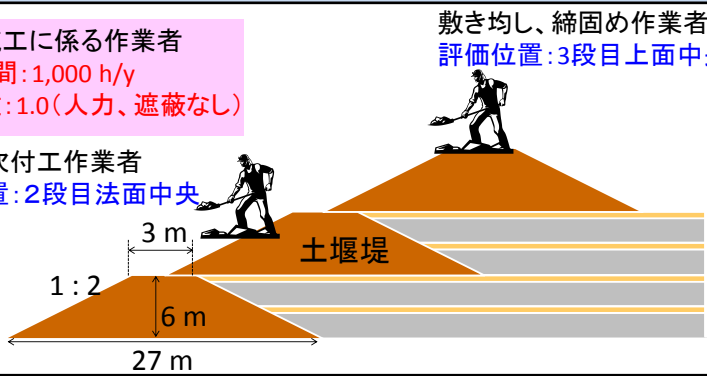
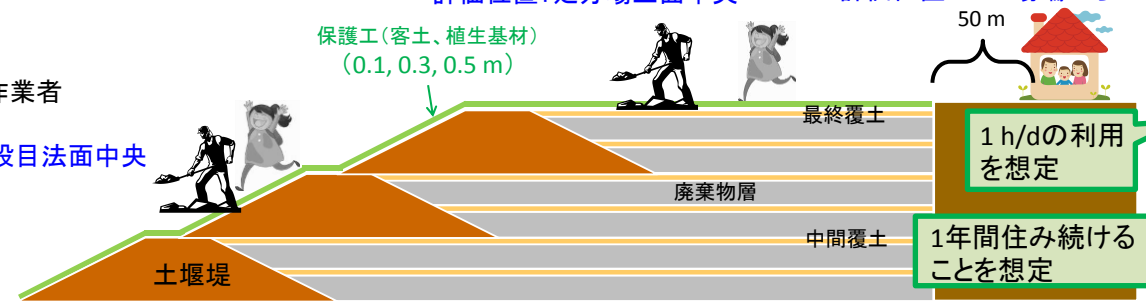
評価時期	線源
0年・植栽前	盛土のみ
植栽後0年	盛土＋樹木
植栽後2年	
植栽後7年・伐採前	
植栽後7年・伐採後	盛土＋樹木＋伐採木
植栽後17, 27, 37, 47年 （伐採前・後）	

最終処分場を例にした検討経路

経路	検討対象			線源	対象者	被ばく形態	備考
1	施工時	最終処分場への運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部	
2						粉塵吸入	
3						直接経口	
4			運搬作業	再生資材	作業者	外部	
5			運搬経路 周辺居住	再生資材	一般公衆(子ども)	外部	
6		最終処分場施工	敷き均し・締固め	中間覆土/最終覆土/土堰堤※1	作業者	外部	※1 経路6-8, 10-16は使用される部材に応じたケース分けを行う。 ※2 経路9は土堰堤に使用したケースのみ実施。 ※3 保護工厚さを変動させた評価を実施。
7						粉塵吸入	
8						直接経口	
9			保護工(客土、植生基材)施工	土堰堤※2	作業者	外部	
10			周辺居住	中間覆土/最終覆土※1	一般公衆(成人)	外部	
11					一般公衆(子ども)	粉塵吸入	
12						外部	
13						粉塵吸入	
14	供用時	最終処分場完成後	保護工補修	中間覆土/最終覆土/土堰堤※1	作業者	外部	※使用される部材に応じたケース分けを行う。
15			跡地の利用	中間覆土/最終覆土/土堰堤※1,3	一般公衆(子ども)	外部	
16			周辺居住	中間覆土/最終覆土※1,3	一般公衆(子ども)	外部	
17		地下水移行	飲料水摂取	井戸水	一般公衆(成人)	経口	
18					一般公衆(子ども)	経口	
19			農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部	
20						粉塵吸入	
21			農作物摂取	灌漑した土壌で生産された農作物	一般公衆(成人)	経口	
22					一般公衆(子ども)	経口	
23			畜産物摂取	灌漑した土壌で生産された畜産物	一般公衆(成人)	経口	
24					一般公衆(子ども)	経口	
25			畜産物摂取	井戸水で飼育された畜産物	一般公衆(成人)	経口	
26					一般公衆(子ども)	経口	
27			養殖淡水産物摂取	井戸水で養殖された淡水産物	一般公衆(成人)	経口	
28					一般公衆(子ども)	経口	

最終処分場を例にした検討条件の詳細

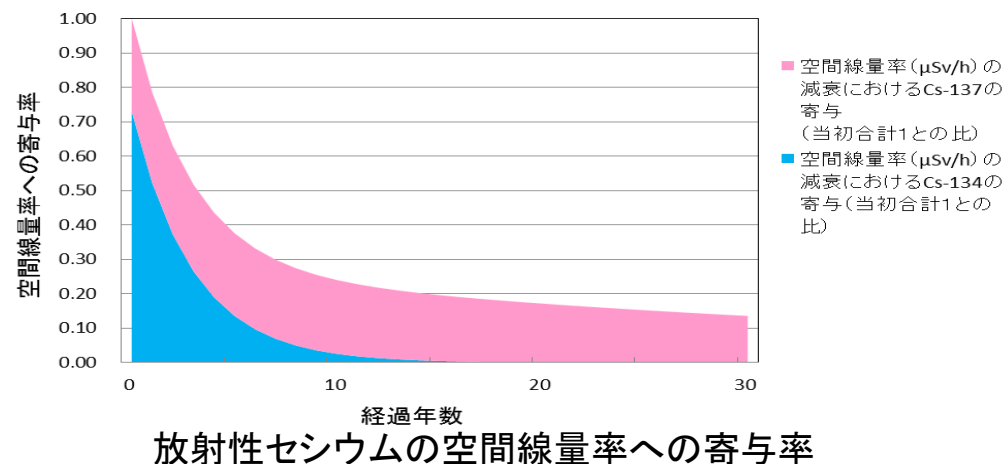
- 3段の土堰堤を有する最終処分場を想定。外部被ばくの評価体系は「全国都市清掃会議、廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版」を参照。
- 埋設終了後は、土堰堤法面、埋立地上面に保護工（客土、植生基盤）が0.1～0.5m吹付けられ、10年後に公園等にご利用されるとした。
- 最終処分場から周辺居住者（住宅）までの距離は、宮城県、千葉県の基準を参考に50mとした（上流側のみ）。

線源	中間覆土または最終覆土	土堰堤
施工時： 最終処分場 建設	処分場面積：200m × 200m 中間覆土（土壌）：厚さ0.5m、2.0 g/cm³ 最終覆土（土壌）：厚さ0.5m、1.5 g/cm³ 廃棄物（コンクリート）：厚さ3.0m、1.6 g/cm³ 周辺土壌（土壌）：1.5 g/cm³ 覆土の敷き均し、締固め作業者 被ばく時間：1,000 h/y 遮蔽係数：0.4（重機を使用） 評価位置：処分場上面中央  周辺居住者 被ばく時間：8,760 h/y 遮蔽係数：0.2（20%屋外） 評価位置：処分場端から50m	土堰堤施工に係る作業者 被ばく時間：1,000 h/y 遮蔽係数：1.0（人力、遮蔽なし） 保護工吹付工作業者 評価位置：2段目法面中央 敷き均し、締固め作業者 評価位置：3段目上面中央 
供用時： 保護工補修 跡地利用 周辺居住	保護工（土壌）：厚さ0.1～0.5m 1.7 g/cm³ 【土堰堤】 保護工補修作業者 跡地利用者 評価位置：2段目法面中央 【中間覆土、最終覆土】 保護工補修作業、跡地利用者 評価位置：処分場上面中央 保護工（客土、植生基材） （0.1, 0.3, 0.5 m） 	【中間覆土、最終覆土】 周辺居住者 評価位置：処分場端から50m 保護工補修作業 被ばく時間：1,000 h/y 遮蔽係数：1.0（人力、遮蔽なし） ※保護工が剥がれた状態を想定 跡地利用者（埋設10年後に利用） 被ばく時間：400 h/y 遮蔽係数：1.0（遮蔽なし） ※保護工による遮蔽を考慮 周辺居住者 被ばく時間：8,760 h/y 遮蔽係数：0.2（20%屋外） 1 h/dの利用を想定 1年間住み続けることを想定
供用時： 地下水移行	- 再生資材を使用する部材のみをソースタムに設定 - 最終処分場への浸透水量：0.4 m/y	- 空隙率：0.25（中間覆土、土堰堤）、0.43（最終覆土） - 土壌の収着分配係数：270 mL/g（IAEA TRS No.364, 土壌、砂） - 最終処分場端から井戸までの距離：0 m

今回の評価と既往の評価（3000Bq/kgで再利用）との違い

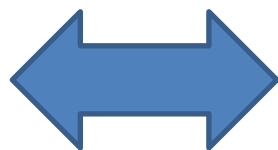
- ^{134}Cs と ^{137}Cs を比較すると ^{134}Cs の方が ^{137}Cs の約2.7倍程度空間線量率に寄与する放射線を放出する。一方、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射能濃度比は、事故当初にはおおむね1対1であったが、 ^{134}Cs （半減期約2年）は ^{137}Cs （半減期約30年）に比べ早く物理減衰する。
- そのため、一定量の除去土壌等に含まれる放射性セシウムの放射能濃度が一定になるようにして比較した場合、時間の経過に伴い空間線量率としては減少し、逆に、空間線量率が一定になるようにして比較した場合、時間の経過に伴い除去土壌等の放射能濃度としては増加することとなる。

核種	1MBq当たりの 実効線量率定数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
セシウム134	0.211
セシウム137	0.0779
(参考)ヨウ素131	0.0545
(参考)ウラン235	0.0232



今回の評価
土木構造物の施工（盛土）

年	濃度※
H23	4,900Bq/kg
H28	6,600Bq/kg



既往の評価
道路下層路盤材
(3,000Bq/kg、覆土厚30cm)

年	濃度*
H23	2,600Bq/kg
H28	3,700Bq/kg

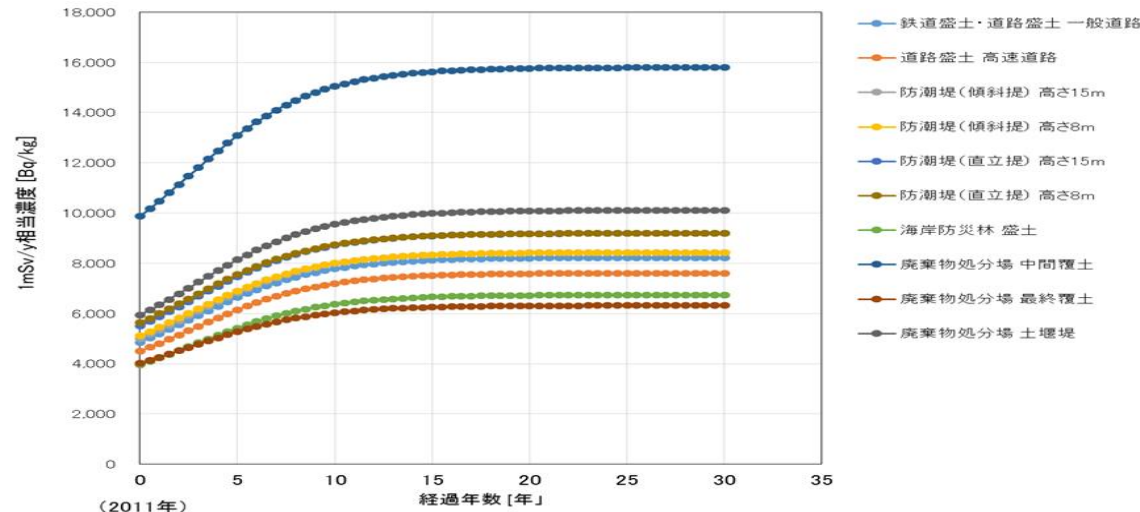
※：作業員1mSv/y相当濃度

*：一般公衆0.01mSv/y相当濃度

1mSv/y相当濃度の経時変化

- 放射性セシウムは物理減衰するため、再生利用時の ^{134}Cs と ^{137}Cs の存在比を考慮し、使用可能な放射能濃度を正しく把握する必要がある。
- 事故後10年程度で、多くの用途に8,000 Bq/kgの再生資材が1mSv/y以下で利用可能となる。

事故時からの経過年数	1mSv/y相当濃度「Bq/kg」									
	鉄道盛土・道路盛土 (一般道路)	道路盛土 (高速道路)	防潮堤(傾斜堤)		防潮堤(直立堤)		海岸防災林 盛土	廃棄物処分場		
			高さ15m	高さ8m	高さ15m	高さ8m		中間覆土	最終覆土	土堰堤
0(2011(H23)年)	4,900	4,500	5,000	5,100	5,500	5,600	4,000	9,900	4,000	5,900
5(2016(H28)年)	6,600	6,100	6,800	6,900	7,500	7,500	5,400	13,100	5,300	8,100
10(2021(H33)年)	7,800	7,200	8,000	8,000	8,700	8,700	6,400	15,000	6,000	9,500
15(2026(H38)年)	8,100	7,500	8,300	8,300	9,100	9,100	6,700	15,600	6,300	10,000
20(2031(H43)年)	8,200	7,600	8,400	8,400	9,200	9,200	6,700	15,800	6,300	10,100
25(2036(H48)年)	8,200	7,600	8,400	8,400	9,200	9,200	6,700	15,800	6,300	10,100
30(2041(H53)年)	8,200	7,600	8,400	8,400	9,200	9,200	6,700	15,800	6,300	10,100



8,000 Bq/kg以上の再生資材