

平成 27 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 1 月 12 日 (火)
13 : 00 ~ 15 : 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時に遵守すべき追加被ばく線量の検討

- ICRP、IAEA 等における放射線防護の基準や考え方を参照した本件の整理
- 国内の原子力施設由来の廃棄物及び災害廃棄物等の処理・処分等に係る法令、線量基準やその考え方を参照した本件の整理
- 線量基準策定に向けた論点整理
 - ① 緊急時被ばく状況、現存被ばく状況と通常時
 - ② 制限付き再利用とクリアランス
 - ③ 管理と非管理、管理者、管理期間 等

(3) その他

3. 閉会

配布資料一覧

WG1-1 放射線安全 WG の設置について

WG1-2 除去土壌の再生利用の前提

WG1-3 除去土壌等の再生利用の位置付け、対象物、使い方 (用途) について

WG1-4 除去土壌等の再生利用時に遵守すべき追加被ばく線量の検討に向けて

WG1-5 【参考資料】放射能濃度等の基準 (指標) について

WG1-6 【参考資料】IAEA、ICRP 及び国内の放射線防護等の基準や考え方

WG1-7 【参考資料】安全性確保を前提とした再生利用の考え方等について

(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 (第2回) 資料4)

「平成 27 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 1 月 12 日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 目 的

減容処理等により放射能濃度を低減させた除去土壌等を再生利用していくための環境整備が必要である。しかしながら、除去土壌等の再生利用を対象にした公衆及び作業者に対する追加被ばく線量に関する規制等は設けられていないのが現状である。

したがって、「平成 27 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、放射線防護に関する国際的な線量基準の考え方を基本に、国内の原子力施設由来の廃棄物及び災害廃棄物等の処理・処分等に係る国内の既往の法令や線量基準との関係性を踏まえつつ、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) 除去土壌等の再生利用時に遵守すべき追加被ばく線量の検討

- ICRP、IAEA 等における放射線防護の基準や考え方を参照した本件の整理
- 国内の原子力施設由来の廃棄物及び災害廃棄物等の処理・処分等に係る法令、線量基準やその考え方を参照した本件の整理
- 線量基準策定に向けた論点整理
 - ① 緊急時被ばく状況、現存被ばく状況と通常時
 - ② 制限付き再利用とクリアランス
 - ③ 管理と非管理、管理者、管理期間 等

(2) 再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度の検討

- 評価シナリオに関する考え方の整理

評価シナリオの分類の考え方(例:施工中、供用中(平常時、補修等)、災害時、人為事象等)、分類を踏まえた評価シナリオの考え方、パラメータの設定の考え方、各評価シナリオと線量基準との関係を整理する。なお、検討にあたっては土木学会の「中間貯蔵施設における除去土壌の減容・再生利用方策検討ワーキンググループ」(再生利用 WG)の意見を参考にする。
- 浄化物の放射能濃度の検討

評価シナリオを用途ごとに設定し、評価シナリオごとに被ばく経路を抽出した上で線量評価を行い、用途、遮へい措置等に応じて再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度を検討する。

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	出欠 (1/5 現在)			
				①1/12	②1/27	③2/16	④2/24
委員	あかし まこと 明石 真言	放射線医学総合研究所 理事	放射線臨床	×	○	×	○ 13～14 時のみ
〃	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	○	○ 15～16 時のみ	○	×
〃	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	放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 廃棄物技術開発研究チーム 主任研究員	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)	×	○ 13～14 時のみ	○	○ 12:30 ～14 時のみ
〃	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)	○	×	×	○ 11～12 時のみ
〃	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 研究主席	放射線管理、放射線防護、 各種国際基準	○	○	○	○
委員出席者数 (計)				5/8	7/8	6/8	7/8

【開催日程と議題 (案)】

開催日時	議題
第1回:1/12 (火) 13:00～15:00	国内外基準・指針等を参照した本件の整理、論点の提示 線量基準策定に向けた論点整理、 再生利用時に遵守すべき追加被ばく線量の検討
第2回:1/27 (水) 13:00～16:00	
第3回:2/16 (火) 10:00～12:00	評価シナリオに関する考え方の整理 評価シナリオを用途ごとに設定、被ばく経路を抽出 線量評価、浄化物の放射能濃度を検討
第4回:2/24 (水) 11:00～14:00	

(開催場所は全て JAEA 東京事務所)

除去土壌の再生利用の前提

平成 28 年 1 月 12 日
環境省

- 放射性物質汚染対処特措法における除去土壌の再生利用は、広く無限定に流通が認められているクリアランスレベルの考え方とは異なり、被ばく線量を低減するための措置が講じられた用途に限定して再利用する。
- 減容化等により汚染の程度を低減化した除去土壌は、通常の補修等では交換されることのない盛土材、路盤材等の構造基盤の部材として、覆土等により遮へいがされた状態で長期間にわたり管理下で供用される公共事業の用途に限定し再利用する。(例 廃棄物処分場の中間覆土材、土堰堤、道路・鉄道盛土、海岸防災林、防潮堤、土地造成・水面埋立て等)
- 除去土壌の再生利用は、施工時・供用時を通じて、特措法上、処分の一形態として処分基準の適用を受けるものである。
- 再生利用の基準は、日本全国を適用範囲とする（ただし、再生利用場所の放射能汚染状況に応じて基準の内容が異なることはあり得る）。

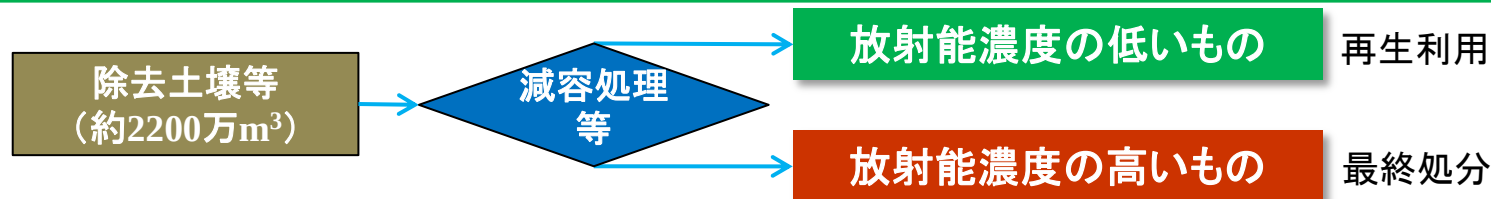
除去土壌等の再生利用の位置付け、対象物、 使い方（用途）について

平成28年1月12日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

除去土壌等の再生利用について

- 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響を受け除染活動に伴い発生する除去土壌等は、約2200万 m^3 と推計されている。我が国の喫緊の課題は、これら除去土壌等を減容処理し放射能濃度の比較的低いものと高いものとに分け、最終処分の負担を軽減することであり、その戦略検討が環境省を中心に関係府省等においてなされている。
- 本戦略の大きな柱の一つが除去土壌等の再生利用であり、除去土壌等は適切な前処理や減容処理により、公共事業等の資材として利用し、これらの量を増やすことで最終処分量の低減を図ることが、国土の狭い我が国の喫緊の課題の解決に繋がり、福島の復興にも繋がることとなる。
- 本ワーキンググループでは、安全性の確保を大前提として除去土壌等の再生利用を促進するため、本利用に係る放射線防護等の考え方を整理し、追加被ばく線量の基準等の検討を行う。



- ✓ 減容処理を全く行わない場合の最終処分量: 約2,200万 m^3 (平均規模の最終処分場(容積約32万 m^3 、埋立面積約2.7ha)の約69個分(総面積約190ha)に相当)
- ✓ 全ての除去土壌・焼却灰を減容処理(3,000Bq/kg以下の再生資材とする)した場合の最終処分量: 約10万 m^3 (数百万Bq/kgに濃縮)、再生資材量: 約2,100万 m^3

WG検討内容

- 国際放射線防護委員会(ICRP)、国際原子力機関(IAEA)等の国際的な放射線防護の基準や考え方
 - 放射線防護に係る国内法令等の基準や考え方
- 除去土壌等の再生利用時に遵守すべき追加被ばく線量を整理

- 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



- 用途ごとの評価シナリオによる 線量評価を基に、物理減衰も踏まえた用途、遮へい措置等に応じて再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度を検討

- 維持管理における留意点、放射能濃度の検査のタイミング、ロット等の考え方、検査方法等の明確化

除去土壌等の再生利用の位置付け

法令

法律

「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う
原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への
対処に関する特別措置法」(法律第110号)平成23年8月30日

放射性物質汚染対処特措法 (平成24年1月1日全面施行)

政令

放射性物質汚染対処特措法 施行令 (政令第394号)平成23年12月14日

省令

- ・関係原子力事業者による協力措置に関する省令(環境省令第28号)
平成23年8月20日
- ・汚染廃棄物対策地域の指定の要件等を定める省令(環境省令第34号)
平成23年12月14日
- ・除染実施区域に係る除染等の措置等を実施する者を定める省令
(環境省令第37号)平成23年12月28日

・放射性物質汚染対処特措法 施行規則(環境省令第33号) 平成23年12月14日

諮問 ↓ 答申 ↑

- 放射線審議会(諮問H23.11.22 ⇒ 答申H23.12.13)
「放射性物質汚染対処特措法に基づく放射線障害の防止に関する技術的基準の策定について」
- 原子力安全委員会(諮問H23.12 ⇒ 答申H23.12)
「環境省令の制定について」

告示・ 通知

(例)
除染実施区域内の土地等に係る土壌等の除染等の措置に伴い生じた
除染廃棄物の処理の推進について
(環廃対発第1510192号)(環廃産発第1510191号)(環水大総発第1510192号)
平成27年10月19日

(抄)

第四十一条 除去土壌の収集、運搬、保管又は処分を行う者は、環境省令で定める基準に従い、当該除去土壌の収集、運搬、保管又は処分を行わなければならない。

第五十三条 国は、基本方針に基づき、地方公共団体の協力を得つつ、汚染廃棄物等の処理のために必要な施設の整備その他の事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理及び除染等の措置等を適正に推進するために必要な措置を講ずるものとする。

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。

除染関係(抜粋)

- ・除去土壌の処理基準として、以下のような事項を定める。
収集運搬基準: 容器への収納、車両表面線量制限、書面の備え付け 等
保管基準: 遮水シートの設置、立入禁止区域の設定、保管場所の線量測定 等

〇〇基準: 〇〇〇等

再生利用に関して
あらたに追加

ガイドライン

- ・除染関係ガイドライン
- ・廃棄物関係ガイドライン
- ・再生利用の考え方(今回作成)



除去土壌等の再生利用に適用する概念について

	再生利用(新概念)	クリアランス(既概念)	処分(既概念)
管理の有無	有り	無し	無し(操業中は除く)
管理の対象期間	要設定(*1)	無し	「廃棄物埋設地の保全のために講ずべき措置を必要としない状況にあること」を認可されるまでの期間(操業中)、要管理
場所	特定せず	特定せず	特定
解放の有無	該当せず(*2)	解放済み	上記の対象期間以降の適切な時期に解放できる
シナリオ構築のための情報	・施工時、供用時、災害・損壊時 ・被ばく経路と対象者	・誘導基準(Cs-134, Cs-137の場合、100Bq/kg) ・個別審査(10μSv/年)の例は無い	・処分概念(バリア構成等) ・サイト特性 ・被ばく経路と対象者
評価のためのデータ	・線源の形態 ・利用先の設計仕様 ・放射性Csの移行パラメータ(溶出率、移行率等)		・インベントリ(放射能濃度、量) ・バリア特性(人工、天然)及びその時間的変遷 ・核種移行パラメータ ・施設設計仕様

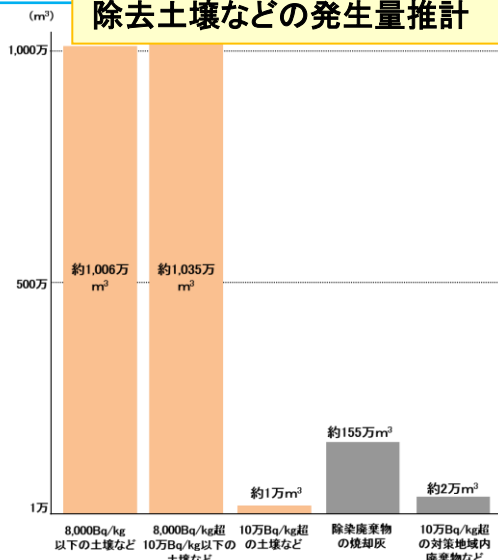
*1: 例えば、クリアランスレベルに減衰するまで期間、要管理(例: 3000Bq/kgの場合、100Bq/kgまで減衰するのに150年程度)

*2: *1で示した期間後、解放という考え方もある

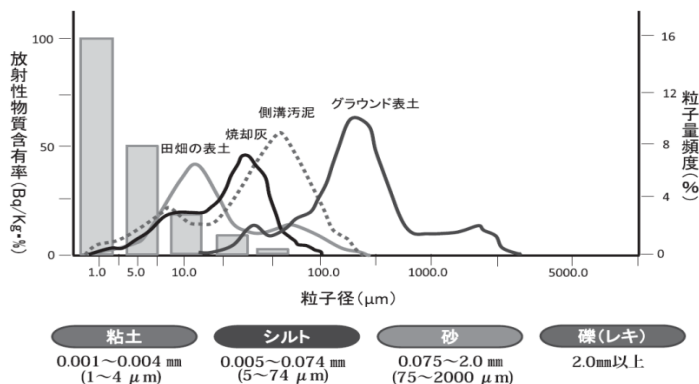
再生利用に供するもの(再生資材)について

- 除染作業により発生する除去土壌等の発生量は、約2,200万 m^3 と推計されており(下図左上)、放射性セシウムは、粘性土中に比較的多く存在することが知られている(下図左下)。
- 減容処理の主な方法として、分級処理(下図右上)、熱処理(下図右下)があり、分級処理により得られる浄化物であるレキ・砂、熱処理により得られる浄化物である溶融物・焼成物が再生資材の材料となる。

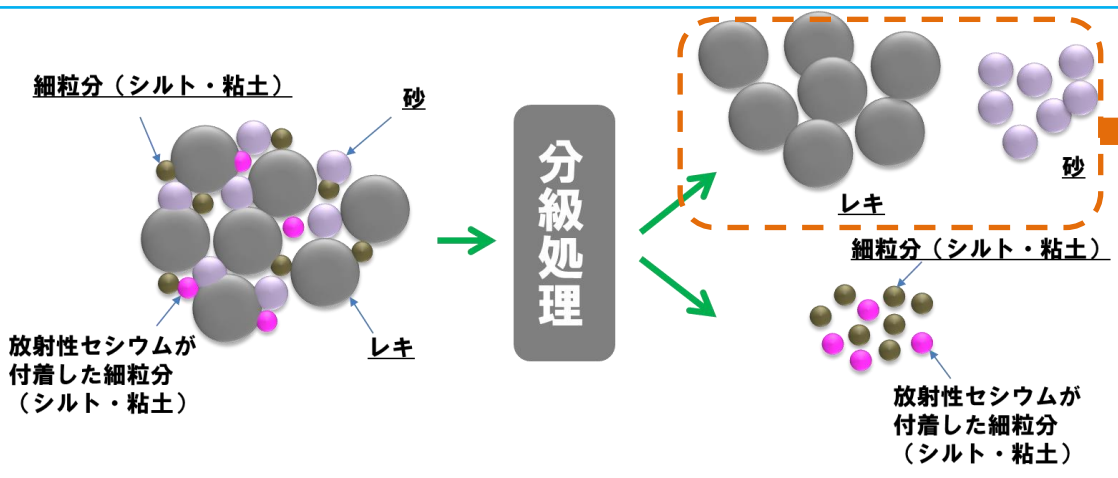
除去土壌などの発生量推計



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、佐藤敦政「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)



再生資材

各図の出典:「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(第1回)」資料

再生資材の使われ方について

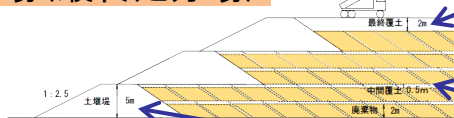
- 再生資材の用途として、下図のような、公共事業等の土木・建築資材等への活用が挙げられている。
- 実際の使用にあたっては、品質調整方法及び品質検査方法の確立、二次製品化における懸念事項等（添加物によるセシウムの溶出特性への影響等）への対応が必要である。
- 被ばく評価上の対象核種は放射性セシウム（ ^{137}Cs 及び ^{134}Cs ）とし、再生利用する時点の比を考慮する（食品同様、放射性セシウムを代表して評価することで安全性が保たれると考える※）。

用途先の例

- ・需要や利用可能性を考慮し、用途先及び部材を設定
- ・用途先の設計仕様に適した部材ごとの要求品質の調査

廃棄物処分場（最終処分場）

土堰堤



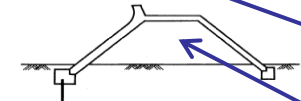
道路・鉄道盛土



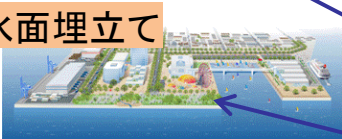
海岸防災林



防潮堤



土地造成・水面埋立て



その他、再生利用事業者のニーズに応じ検討

部材の例

最終覆土材
(上部覆土材)

中間覆土材

盛土材

上層路盤材

下層路盤材

盛土材
(路床、路体)

盛土材
(構造基盤)

盛土材

盛土材/埋立材

再生資材

- ・除去土壌等由来の再生資材

減容処理

品質調整

再生土壌(レキ・砂)
約900 ~ 1,300万 m^3

・分級処理
(除去土壌)

二次製品化

焼成物・スラグ
約400 ~ 800万 m^3

・熱処理
(除去土壌
及び焼却灰)

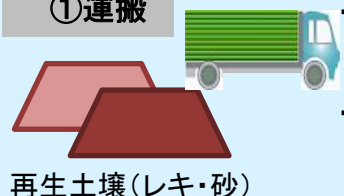
※「食品中の放射性物質に関する現行基準値は、放射性セシウム以外の放射性物質（プルトニウム、ストロンチウム90、ルテニウム106）も考慮に入れたうえで、東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質のうち、内部被ばく線量に対する影響が最も大きい等の理由から、放射性セシウムを代表として設定しています。
そのため、検査で放射性セシウム濃度が基準値内に収まっていれば、ストロンチウム90による影響も含めて、市場に流通する食品の安全性は保たれていると考えられます。」
(厚生労働省HP)

- ▶ 放射線影響に関する安全性確保の観点から再生利用時の追加被ばく線量基準の考え方・線量評価シナリオ*を整理する。それらを基に用途ごとの再生資材として使用可能な放射能濃度を整理する。

* 再生利用に係る追加被ばく線量の基準の区分(一般公衆/施工時の作業員、施工時/供用中、供用中の平常時/補修・改修工事時/災害時)

施工時

①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・吸入・経口〉

再生土壌(レキ・砂)

②施設建設



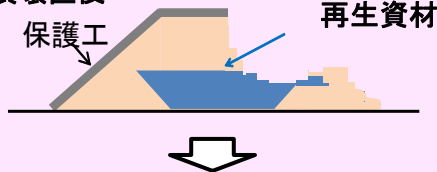
- ・作業員(施設建設作業)
〈外部・吸入・経口〉
- ・一般公衆
(建設現場周辺居住)
〈外部・吸入・経口〉

*作業員の被ばく評価時間は1000h/y

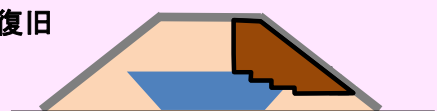
災害時

※災害時の評価シナリオ・モデルは今後精査
(下記図は盛土の損壊イメージ)

盛土損壊直後



復旧



線源: 損壊によりむき出しになった再生資材
評価経路: 作業員(盛土補修)、
周辺居住の被ばく(外部・吸入・経口)

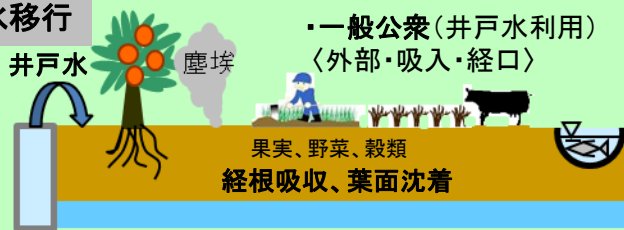
供用中

①施設の利用・周辺居住



- ・一般公衆
(完成施設利用)、〈外部〉
- ・一般公衆
(完成施設周辺居住)
〈外部・吸入・経口〉

②地下水移行



- ・一般公衆(井戸水利用)
〈外部・吸入・経口〉

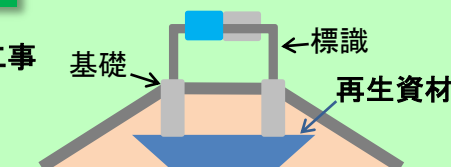
果実、野菜、穀類
経根吸収、葉面沈着

(参照:「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(環境省、平成23年12月27日))

供用中の補修・改修工事

例: 施設付属設備設置工事に伴う基礎工事

線源: 掘削工事時にむき出しになる再生資材
評価経路: 作業員(掘削・基礎工事)



追加被ばく線量評価に影響のある供用中の比較的頻度の高い作業

表面のひび割れに伴う補修作業、表面の浸食等に伴う補修作業、各種敷設管等の更新作業(上下水道、ガス管等)、付属設備の設置作業、その他改修作業

- 災害時の線量評価シナリオについて、土木の専門家の知見（損壊→修復までの「修復期間」や「損壊発生頻度」を考慮するかどうか）を踏まえ整理する。

盛土の破損形態、イメージ	復旧時を含めた評価モデル	線量基準案
I 盛土すべり崩壊  盛土内部より断面が円弧すべりにより大規模に崩落するケース。 再生資材を含む崩壊土が近隣住居付近まで移動し、その線源からの被ばくについても考慮。	- 再生資材の露出面、住宅付近の崩落土からの周辺居住者への被ばく評価 - 盛土復旧作業者の被ばく評価、周辺住民の被ばく評価	- 公衆・作業者への放射線防護の考え方 - 修復期間 - 損壊発生頻度 - 破損に耐えうる設計基準となっているかに基づき設定。 ↓ 「供用中」の基準（例えば、$10\mu\text{Sv/y}$）に準拠 「施工時」の基準（例えば、1mSv/y）に準拠 「災害時」の基準を設ける（例えば、供用中と施工時の基準の間）か、1mSv/y
II 法面崩壊  盛土法面が流出、崩壊するケース。 法面のみが崩壊し、内部の再生資材が露出するモデルを想定する。	盛土復旧作業者の被ばく評価、周辺住民の被ばく評価	
III 盛土分断崩壊  基礎地盤等の液状化等により盛土が沈下をはじめ、その沈下量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。	盛土復旧作業者の被ばく評価、周辺住民の被ばく評価	
IV 盛土沈下  基礎地盤等の液状化等により盛土が沈下をはじめ、表層部にひび割れ等が発生するケース。	遮へい能力が維持されているため、破損に対する被ばく評価の対象外	

自然災害による盛土の変状・崩壊シナリオのパターン分けについて

JAEA 安全研究センター

環境影響評価研究 Gr

自然災害による盛土の変状・崩壊シナリオについて、復旧方法ならびに復旧時の作業者及び周辺住民の被ばく影響の観点から、盛土の変状・崩壊の分類を考える。

1. 盛土の変状・崩壊の分類

参考文献 1)により、盛土の変状・崩壊の原因と現象は以下の通りに整理されている。

A:盛土の自重による変状・崩壊

A1-軟弱層上での円弧すべり・沈下変形

A2-施工中間隙水圧の上昇による法面のはらみ出し・崩壊

A3-地すべり地帯での大崩壊

A4-供用後の時間経過に伴う沈下・変形

B:異常降雨等による変状・崩壊

B1-雨水の表面侵食によるガリ（掘れ溝）の発生

B2-雨水の浸透による表層すべり

B3-表面水による洗掘・崩壊

B4-地盤と盛土との境界面に沿った崩壊

B5-押さえ擁壁変状に伴う沈下・流出

C:地山からの地下水浸透による変状・崩壊

C1-間隙水圧作用による崩壊

D:地震による変状・崩壊

D1-間隙水圧上昇による大規模な流動的崩壊

D2-不安定な基礎地盤とともに崩壊

D3-基礎地盤の液状化による崩壊

D4-表層すべり・腹付盛土の変形

D5-盛土・基礎地盤のゆすり込み沈下

上記以外に加え、崩落事象の事例調査 2)により「土石流による法面破損」の例が確認された。これは山間部での豪雨が最初の要因となるため、上記の区分において「B6-土石流による法面破損」を加えるものとする。

2. 自然災害による盛土の破損形態

土木学会資料 3)を参考に、自然災害における盛土の崩壊形態を以下の 4 分類に考える

I. 盛土すべり崩壊

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である。再生土の露出面としては「II.法面崩壊」と同様であるが、IIに比べてより規模が大きく再生土を含む崩壊土が近隣住居付近まで移動し、その線源からの被ばくについても考慮する。

<復旧方法>

崩落土を撤去した後、崩落面の地質調査を行う。地質自体に大きな問題が無ければ、再度盛土を成型する。成形する際、工期短縮を図るために土砂を詰めたフレコンバックを積み上げ、支持工を打ち込み固定させる手法が多く用いられる。その際に崩壊面の整地のために階段状に盛土は切り崩される。

<復旧時を含めた評価モデル>

復旧初期段階として、再生土の露出面及び住宅付近に存在する崩落土からの周辺居住者への被ばくを評価する。その後の残存盛土部の復旧段階では再度盛土をする為の崩壊面整地作業、盛土敷設作業における作業者の被ばくを評価する。

II. 法面崩壊

盛土法面が流出、崩壊するケースである。法面覆工材部のみが崩落し、内部の再生土が露出するモデルを想定する。

<復旧方法>

崩落土を撤去した後、崩落面の地質調査を行う。地質自体に大きな問題が無ければ、崩落防止の為支持工を打ち込む盛土を固定し、再度法面保護工を行う。

<復旧時を含めた評価モデル>

盛土の法面部の覆土のみが崩落し線源が露出した状態での支持工打ち込み作業及び法面保護工作業における作業者及びその周辺住民の被ばくを評価する必要がある。

III. 盛土分断破壊

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である。天端部は分断により遮蔽能力が失われているが、法面については崩壊に至らず変位に留まり、遮蔽能力は失われていないものとする。

<復旧方法>

盛土上部の分断している箇所については天端構造物の撤去後、再度盛土の敷設となる。法面についてはこれ以上の崩壊を防ぐため、支持工打ち込みや法面保護工を行う。

<復旧時を含めた評価モデル>

盛土上部の分断している箇所に対し盛土上部の撤去・整地が行われるため、盛土上部が撤去・整地され、再生土が上面でオープンになっている状態を想定する。この状態での盛土の復旧作業及び周辺住民の被ばくを評価する。

IV. 盛土沈下

上記の「III.盛土分断崩壊」と原因事象は同じ基礎地盤の液状化等による沈下だが、盛土の崩壊には至らず表層部のひび割れ程度で収まっているケースである。

<復旧方法>

盛土上部、舗装路面についてはひび等の損傷があると考えられるので撤去作業を行うが、路盤材部を含むその他の箇所はそのまま支持工打ち込み、盛土追加による高さ調整、法面保護工等を行う。

<復旧時を含めた評価モデル>

舗装路面の再舗装作業として考えられるため、再生土の露出は無く遮蔽能力も損なわれる状態とはならないとして被ばく評価の対象から除外する。

3. 盛土の変状・崩壊の分類の破損形態における分類

1.の現段階における変状・崩壊の分類で上げた A1～D5 までの現象を 2 の破損形態に当てはめると以下の通りになると考えられる。

破損形態	盛土の破損分類(項目番号)	線量評価
I. 盛土すべり崩壊	A1,A3,B3,B4,B6,C1,D1,D2	○
II. 法面崩壊	B1,B2,D4	○
III.盛土分断破壊	D3	○
IV.盛土沈下	A2,A4,B5,D5	遮蔽機能が維持されており評価の対象外

4. 破損形態に応じた線量基準の設定

上記の I～IIIの破損形態において、崩壊を引き起こす要因の事象（地震や豪雨など）の規模と設計対応の関係性が把握できるかどうか（例えば、「震度 5 に対する設計対策はなされており、震度 5 以下では I. 盛土すべり崩壊と III.盛土分断破壊は生じない」など）によって、破損形態に応じた線量基準（10 μ Sv/y と 1mSv/y）の使い分けが必要になるかもしれない。そのため、懸案の事象の規模と破損形態との関連性の事例と、懸案の事象に対する設計対応の範囲の情報に関する調査結果を整理する。

その整理の結果によっては、以下の線量基準のパターンが考えられる。

○パターン 1

崩壊を引き起こす要因の A～D の事象に対する設計対応はなされており、災害事例は設計対応を超えた規模により引き起こされた崩壊であることから、Ⅰ～Ⅲの破損形態は通常起こりうる範囲外のシナリオとして位置づけられ、念のために崩壊が生じた場合に対する線量評価を行い線量基準 1mSv/y との比較を行う。

○パターン 2

Ⅱ. 法面崩壊については、崩壊を引き起こす要因の A～D の事象との規模によらず発生している破損事例があり、因果関係の説明は困難である。一方、ⅠとⅢの破損形態については、崩壊を引き起こす要因の A～D の事象に対する設計対応はなされており、災害事例は設計対応を超えた規模により引き起こされた崩壊である。よって、Ⅱの破損形態に対しては、通常起こりうる範囲の破損とし 10 μ Sv/y を線量基準とした線量評価を行い、ⅠとⅢの破損形態は通常起こりうる範囲外のシナリオとして 1mSv/y を線量基準とした念のために崩壊が生じた場合の線量評価を実施する。

○パターン 3

Ⅰ～Ⅲの破損形態に対して、崩壊を引き起こす要因の A～D の事象との規模によらず発生している破損事例があり、因果関係の説明は困難である。そのため、Ⅰ～Ⅲの破損形態を通常起こりうる範囲の破損とし 10 μ Sv/y を線量基準とした線量評価を行う。

参考文献

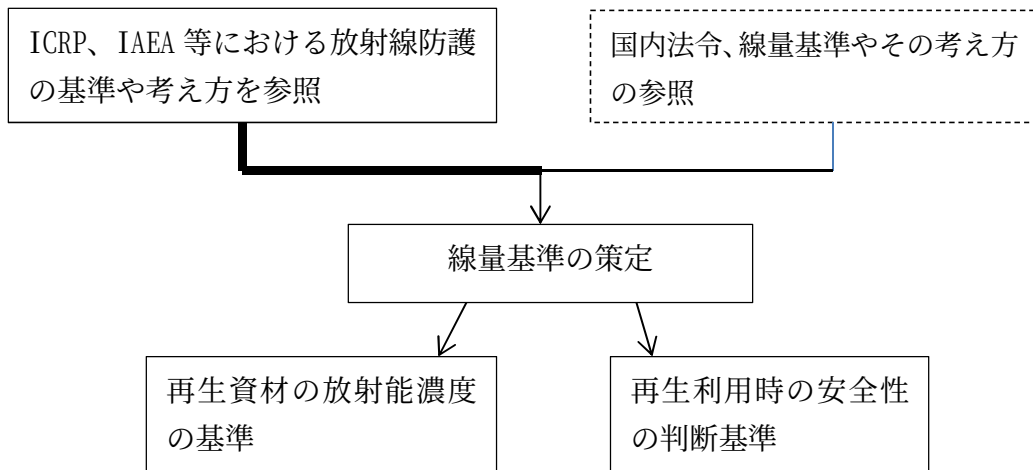
- 1) 社団法人日本道路協会、「道路土工 盛土工指針」、平成 22 年 4 月
- 2) 舟橋 秀麿、赤堀 義彦、「高山本線土石流災害の復旧工事概要と発生要因分析」、公益社団法人土木学会、第 55 回年次学術講演会、平成 12 年 9 月
- 3) 土木学会地震工学委員会 高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する小委員会、「高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する研究報告」、2000 年

除去土壌等の再生利用時に遵守すべき追加被ばく線量の検討に向けて

平成 28 年 1 月 12 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

放射線防護に関する国際的な線量基準の考え方を基本に、除去土壌等の再生利用時における作業者と公衆を防護するための線量の基準等について論点を記述した。



1. 再生利用のプロセス

放射線防護の対象及び適用する線量基準について検討するために、再生利用のプロセスを整理する。再生資材化までプロセスは特別な管理のもとで専用の施設で行われものと想定されることから、資源化後のプロセスが放射線防護の観点からは重要であると考えられる。本 WG 資料の WG1-3 には再生資材をインフラ施設に利用する場合のプロセスが以下のとおり示されている。

(1) 施工 (①運搬 ②施設建設)

(2) 供用

また、供用中には補修・改修工事や災害時の対応もある。

2. プロセスごとの被ばくの様態

上記 1. で整理した各プロセスにおいて、作業者の被ばくと施工等の作業が行われる場所・経路や供用の場所の周辺に居住する公衆や施設を利用する公衆の被ばくが想定される。

ICRP や IAEA の放射線防護体系は、被ばくの様態を「職業被ばく」、「公衆被ばく」及び「医療被ばく」に区分している (ICRP Publication 103、IAEA General Safety Requirements Part3)。作業者と公衆の被ばくの様態をどのようにとらえるかによって適用される線量基準が異なる。

上記の施工や供用中の補修・改修工事や災害時の対応における作業者の被ばくは、運搬や施設建設といった操業を管理する者に被ばくの責任が帰せられる「職業被ばく」に相当すると考えることもできる。作業者の被ばくを個人の被ばくモニタリングが必要となる「職業被ばく」(ICRP Pub.103、144 項)ではなく、線源と環境モニタリングによって被ばくを管理する「公衆被ばく」(ICRP Pub.103、150 項)をとらえることもできる。一方、運搬や供用場所の周辺等の住民の被ばくは線源(再生資材)を管理する者に責任が帰せられる「公衆被ばく」に相当する。

3. プロセスの被ばく状況

ICRP Pub.103 の 176 項に示された 3 つの被ばく状況(計画、現存、緊急時)は、時間的な概念であるとともに空間的な境界をもつ概念でもある(ICRP Pub.111、2 項)。たとえば、現存被ばく状況にあるとみなせる地域(福島県内の避難区域及び福島県内外の汚染状況重点調査地域など)を設定することができよう。事故当時に影響を受けたが現在は放射線レベルが事故前の状況に回復している地域では、計画被ばく状況における放射線防護が適用できる(ICRP Pub.103、253 項)。

(1) 正当化との関係

除去土壌への取り組みによって低減できる線量が、再生利用に伴う被ばくを考慮しても十分な便益となると判断される場合に、再生利用を含めた現存線量の低減の取り組みは正当化されると考えられる。除去土壌はもっぱら現存被ばく状況にある地域で発生するのであるから、このような判断は、再生利用が現存被ばく状況にある地域でのみ行われる場合は自明であろうが、そこでの行為が計画被ばく状況下のものとみなすべき地域に再生利用のプロセスの一部(特に資源化、利用場所への運搬、利用のための施工)があり得ることを想定する場合には必ずしも自明ではない。

したがって、再生利用のすべてのプロセスが計画被ばく状況下で行われたとしても正当化されるように、線量基準は現存被ばく状況を意識せずに設定するという考え方もあり得る。

(2) 職業被ばくとの関係

上記 2. に記述したように、再生利用のプロセスに従事する作業者の被ばくを職業被ばくとみなすか公衆被ばくとみなすかによって線量基準は異なる。プロセスの各段階で被ばく状況のカテゴリーを変更する必要があるかもしれない。現存被ばく状況下であっても、作業が長期的なものであったり、雇用が長期であったりする場合には、その被ばくは計画職業被ばくの一部として扱うべきであると ICRP Pub.103 は勧告している(229 項、線量限度、線量拘束値による管理)。線量基準は、再生利用プロセスにおいて、作業者の放射線管理が職業被ばくとして個人モニタリングによって行われるのか、公衆被

ばくとして線源と環境のモニタリングによって行われるのかということと関連する。

4. 再生利用における管理と非管理

線量基準を設定するということは、基準を遵守するために操業や線源を管理する責任を課せられる者が特定できることを、ほとんどの場合、前提としている（IAEA General Safety Requirements Part3, Requirement 4）。再生利用プロセスの作業を担う者として、民間事業者、自治体や国が想定できる。

上記 1.で区分したプロセスにおいて、施工中には管理責任者が明確であるが、供用中の管理責任者の所在については、特に管理が長期にわたる場合、検討を要する。

これらの者に責任を負わせるための制度が必要であり、既存の制度が利用できるのか、創設しなければならないのか、ということが線量基準に関係する。

(1)管理あるいは制限付き再生利用

想定される再生資材の用途である公共事業の土木・建設資材については、道路、堤防等はおのずから保全が行われ、保全管理の主体が国や自治体であれば恒久的な管理も期待できる。こうした放射線防護以外の管理に自動的に付随して、放射線防護上の管理に相当する管理が継続されるととらえることが可能ではないか。

(2)非管理あるいは無制限再生利用、クリアランス

責任をもつ者を要しない線量基準のあり方としては、クリアランス（広義には免除 exemption）の概念を適用したものがある。クリアランスは、当該線源に対する放射線防護上の管理の義務からその管理者を完全に解放するという意味合いをもつ（ICRP Pub.104、91 項）。

原子力安全委員会は「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）において、事故の影響を受けた廃棄物の一部を「再利用して生産された製品は、市場に流通する前にクリアランスレベルの設定に用いた基準（10 μ Sv/年）以下になるように、放射性物質の濃度が適切に管理されていることを確認する必要がある。」としている。製品化されない場合や用途先施設供用の場合についても、この考え方が適用されるものと考えられる。

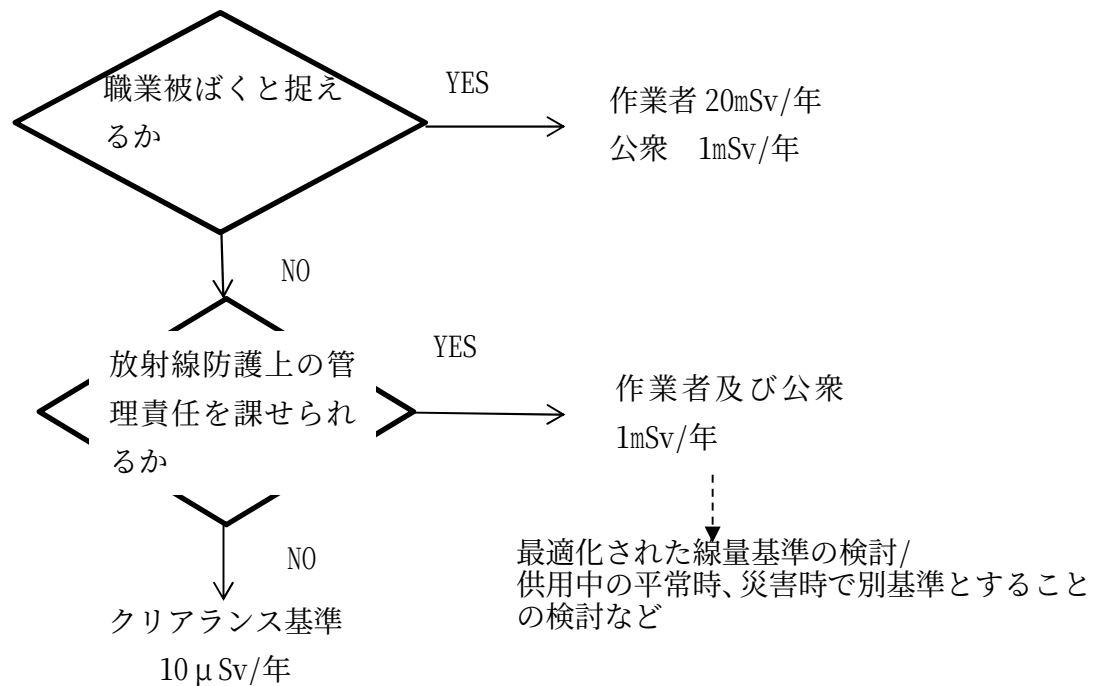
5. 放射線防護の最適化と線量基準

ICRP は、個人が受ける被ばく線量の大きさは作業者や公衆の線量限度以下であり、経済的あるいは社会的な要因を考慮したうえで、合理的に達成できる限り低く保たれることを確実にすること（最適化）を放射線防護体系の最も重要な概念としている（ICRP Pub.103、5.8 節）。線量基準をもとに再生資材の放射能濃度を導出する際にも、線量拘

束値（たとえば 300 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ （ICRP Pub.82、38 項））を設定して最適化を行い、それぞれの操業や用途先施設の実態に応じて異なる線量値を基準にすることも可能である。しかし、そのような方針で、導出された放射能濃度が用途先ごとに異なるということでは、実用上管理が複雑になるものと想定される。こうした方針をとらず、最適化しない線量値（線量限度そのもの）を基準にして放射能濃度を導出したとしても、利用される再生資材の放射能濃度には分布があるので、個人の被ばくに寄与する放射能濃度は平均化されて基準の放射能濃度よりは低くなり、すべての個人の線量が線量限度に達することはないであろうから、最適化の要件は考慮されていると見なせる。

6. 線量基準

以上の論点を図示する。



放射能濃度等の基準（指標）について

平成28年1月12日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

食品関係濃度基準

	件 名	策定日	評価条件・指標			被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
食品等に係る濃度	食品の新たな基準値 〈厚生労働省〉	H24.4.1	すべての人が摂取し、代替がきかず、 摂取量が多いことから、WHO（世界保 健機関）が示している基準を考慮	飲料水	10 Bq/kg*	飲水者の内部被ばく （約0.1 mSv/年）	食品 （0.9 mSv/年） + 飲料水 （0.1 mSv/年） ＝1 mSv/年
			子供への配慮で一般食品の半分	牛乳	50 Bq/kg**	飲食者の内部被ばく	
			一般食品に割り当てる線量は、介入線 量レベル（1mSv/年）から、「飲料水」の 線量（約0.1 mSv/年）を差し引いた約 0.9 mSv/年を年齢区分別の年間摂取 量と換算係数で割ることにより、限度 値を算出（この際、流通する食品の50% が汚染されていると仮定）	一般食品	100 Bq/kg**	すべての年齢区分の 限度値のうち最も厳 しい値を下回る数値 に設定。 飲食者の内部被ばく （約0.9 mSv/年）	
			子供への配慮で一般食品の半分	乳児用食品	50 Bq/kg**	飲食者の内部被ばく	
	水道水中の放射性物質に 係る管理目標値 〈厚生労働省〉	H24.4.1	飲用・入浴・手洗い・揮発による暴露 を考慮	水道水	10 Bq/kg*	飲用以外の利用に伴 う被ばく量は極めて 小さいことから飲用 水の基準を適用 水道水利用者の内・ 外被ばく	

* 対象核種：セシウム134,137

**対象核種：セシウム134,137 ストロンチウム90 プルトニウム238,239,240,241 ルテニウム106

参考：原子力発電所外に適用されている放射能に関する主な指標例（原子力被災者生活支援チーム）

食品関係濃度基準

	件 名	策定日	評価条件・指標			被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
食品生産に係る濃度	飼料中の放射性セシウムの暫定許容値 〈農林水産省〉	H24.2.3 (牛) H24.4.1 (牛以外)	一日当たりの飼料の給与量及び移行係数により食品の新たな基準値 一般食品: 100 Bq/kg 牛乳: 50 Bq/kg を超えるものが生産されないよう放射性セシウム濃度を設定 <u>飼料給与量</u> 乳牛: 64kg/日 肉牛: 21kg/日 <u>移行係数</u> 乳: 4.6×10^{-3} 日/kg 肉: 3.8×10^{-2} 日/kg	牛・馬用飼料	100 Bq/kg*	生産された食品の飲食者の内部被ばく	0.9 mSv/年
				豚用飼料	80 Bq/kg*		
				家きん用飼料	160 Bq/kg*		
				養殖魚用飼料	40 Bq/kg*		
	きのこ原木及び菌床用培地の当面の指標値 〈農林水産省〉	H24.4.1	きのこへの移行係数により食品の新たな基準値 一般食品: 100 Bq/kg 牛乳: 50 Bq/kg を超えるものが生産されないよう放射性セシウム濃度を設定 <u>移行係数</u> きのこ原木・ほだ木: 2 菌床用培地・菌床: 0.5	きのこ原木・ほだ木	50 Bq/kg*		
				菌床用培地・菌床	200 Bq/kg*		
	肥料・培土・土壌改良資材の暫定許容値 〈農林水産省〉	H23.8.1	肥料等を長期間施用しても事故前の農地土壌の放射性セシウムの濃度範囲。	肥料・培土・土壌改良資材	400 Bq/kg*	施用作業者の外部被ばく	10 μ Sv/年以下
	稲の作付に関する考え方** 〈農林水産省〉 〈原子力災害対策本部〉	H23.4.8	水田の土壌から玄米への放射性セシウムの移行の指標 0.1 を前提として、玄米中の放射性セシウム濃度が食品衛生法上の暫定規制値(500 Bq/kg)以下となる土壌中放射性セシウム濃度の上限值	水田土壌	5,000 Bq/kg*	米飲食者の内部被ばく	5 mSv/年

* 対象核種: セシウム134,137

**暫定値であり現在は別途、H24年より農林水産省が原発被災地における「米の作付等に関する方針」を示されており作付制限されている。

また、生産された米についても「食品の新たな基準値」の一般食品: 100 Bq/kgを超えないよう管理されている。

参考: 原子力発電所外に適用されている放射能に関する主な指標例(原子力被災者生活支援チーム)

再生利用関係濃度基準

	件 名	策定日	評価条件・指標		被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
再生 利用 濃度	脱水汚泥等を利用した副次産物の 利用〈原子力災害対策本部〉	H23.6.16	原子炉等規制法(クリアランス制度) 放射性セシウムのクリアランスレ ベルによる	100 Bq/kg*	再利用者の内・外 被ばく	10 μSv/年
	砕石及び砂利の出荷基準 〈経済産業省〉	H24.3.22		100 Bq/kg*		
	災害廃棄物(コンクリートくず等)の 再生利用** 〈環境省〉	H23.12.27	管理された状態で道路の下層路盤 材等(表面30cm以下)にコンクリート くず等を用いる場合に道路端に1年 間居住した場合。		居住者の内・外被 ばく	10 μSv/年 以下
	調理加熱用の薪及び木炭の当面の 指標値 〈農林水産省〉	H23.11.2	調理に使用し た場合の食品 への移行、清 掃等使用中の 被ばくや灰と なった時の濃 縮率を考慮	薪 (濃縮率:210倍)	40 Bq/kg*	—
				木炭 (濃縮率:25倍)	280 Bq/kg*	

* 対象核種:セシウム134,137

**常磐道で再生利用

アスファルト(路面切削後の廃材)と新しい材料を混同し2,000Bq/kg以下として30cm以上の覆土処理が可能となる復旧盛土や舗装下の路盤材料として利用した事例あり。

参考:原子力発電所外に適用されている放射能に関する主な指標例(原子力被災者生活支援チーム)

廃棄物関係濃度基準

件 名		策定日	評価条件・指標				被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
廃棄物濃度	東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法〈環境省〉	H24.4.17	灰となった時の濃縮率を考慮	可燃物	その他の焼却 （濃縮率：最大16.7倍）	240 Bq/kg*	一般廃棄物最終処分場での埋立処分が可能な放射性物質の濃度（8,000 Bq/kg）となるよう設定。	—
					流動床式焼却 （濃縮率：最大33.3倍）	480 Bq/kg*		
	指定廃棄物の指定基準 （放射性物質汚染対処特措法省令等） 〈環境省〉	H23.12.14	<u>施設条件</u> ・焼却施設は福島県内で想定される最大規模（焼却炉390t／日） ・保管場所は200 m×200 mの敷地にテント（15 m×30 m×高さ2 m）を50個設置と想定 ・処分場は福島県内の一般廃棄物の最大の処分場の残余容量（約420000m ³ ）に相当の200m×200m×10m（400000m ³ ）想定 <u>処理方法条件</u> 可燃物については焼却後に埋立処分、不燃物については埋立処分。処理の各工程で最も被ばくしやすい作業は（脱水汚泥等埋立作業） <u>線源条件</u> 脱水汚泥等埋立作業：半径500 m×深さ10 mの大きさ、かさ密度2.0 g/cm ³ と想定 <u>作業・居住条件</u> ・作業者は1日8時間・年間250日の労働時間のうち半分の時間を廃棄物のそばで重機作業（遮へい係数0.4）するものとした。 ・周辺住民の居住場所は保管場所（又は埋立場所）から8000Bq/kg：距離（2m）、10万Bq/kg：距離（8m）を取るものとして評価	8,000 Bq/kg*	通常の処理方法で処理する場合の作業者及び周辺住民の内・外被ばく	1 mSv/年		
					10万 Bq/kg*	埋立処分を終了した最終処分場の周辺住民の内・外被ばく	10 μSv/年以下	
						最終処分場周辺居住の一般公衆の内・外被ばく	1 mSv/年	

* 対象核種: セシウム134,137

参考: 原子力発電所外に適用されている放射能に関する主な指標例(原子力被災者生活支援チーム)

排気・排水濃度基準

	件 名	策定日	評価条件・指標 *			被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
排水濃度	周辺監視区域外の水中の濃度限度 (原子炉等規制法)	—	同一人が0～70歳まで、その濃度のものを摂取した場合に1年当たり1mSvに相当する濃度。	セシウム134	60 Bq/ℓ	居住者の内部被ばく	1 mSv/年
				セシウム137	90 Bq/ℓ		
	廃棄物処理施設周辺の公共の水域の水中濃度限度 〈環境省〉 (放射性物質汚染対処特措法)	—		セシウム134	60 Bq/ℓ		
				セシウム137	90 Bq/ℓ		
排気濃度	廃棄物処理施設周辺の大気中の濃度限度〈環境省〉 (放射性物質汚染対処特措法)	—		セシウム134	20 Bq/m ³	居住者の内部被ばく	1 mSv/年
				セシウム137	30 Bq/m ³		

*原子炉等規制法：実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示より

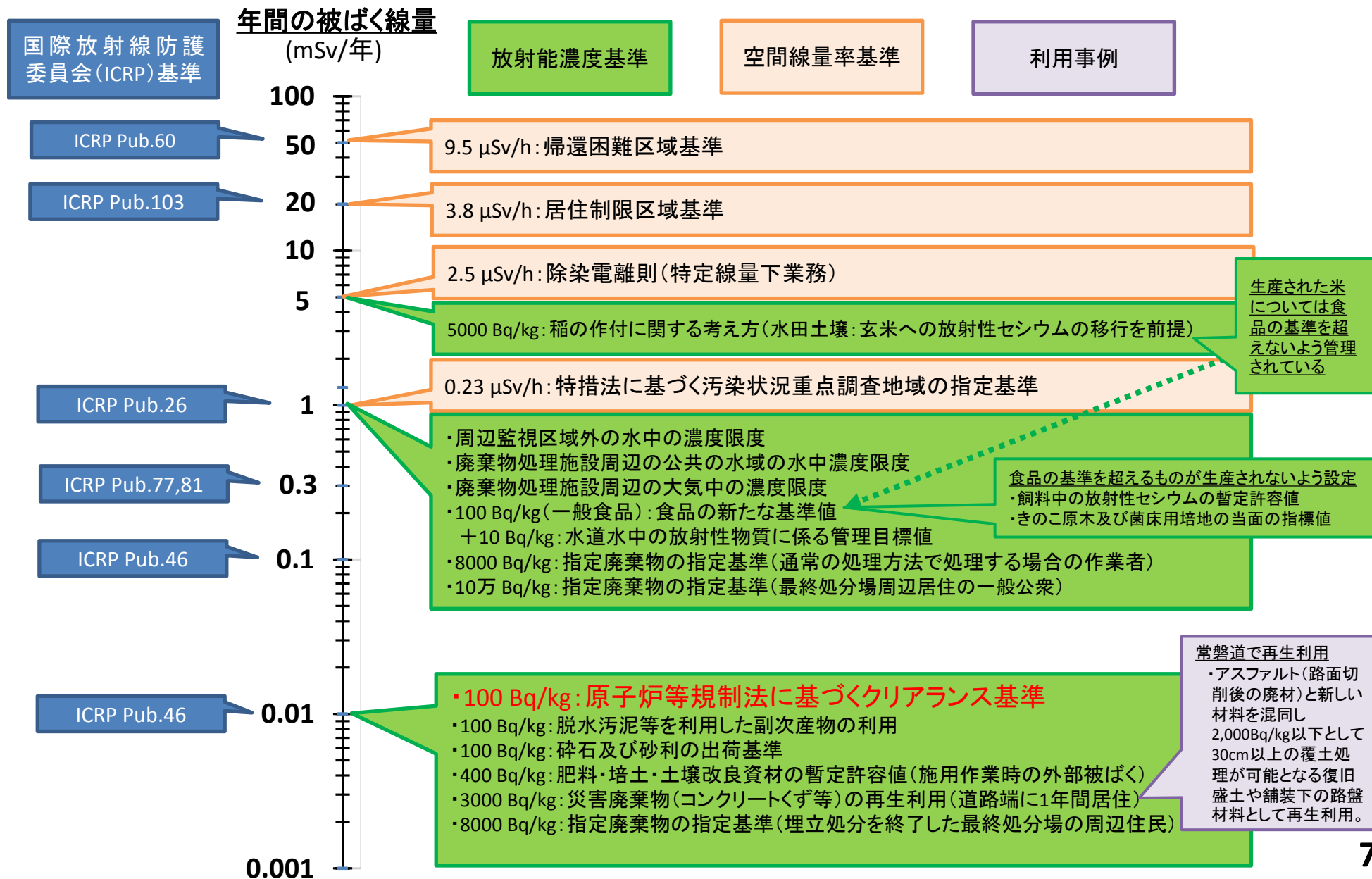
空間線量率基準

	件 名	策定日	評価条件・指標			被ばく推定対象 根拠等	被ばく量
空間線量率	避難区域等の見直しに関する考え方 〈内閣府原子力被災者支援チーム〉	H23.8.9	屋内(木造家屋、遮へいによる低減効果0.4倍)16時間、屋外8時間と想定	帰還困難区域	9.5 μSv/h	居住者の外部被ばく	50 mSv/年
				居住制限区域	3.8 μSv/h		20 mSv/年
	除染電離則〈厚生労働省〉	H25.4.12	週40時間52週換算	特定線量下業務	2.5 μSv/h	作業者の外部被ばく	5 mSv/年
	特措法に基づく汚染状況重点調査地域の指定基準 〈環境省〉	H23.12.28	屋内(木造家屋、遮へいによる低減効果0.4倍)16時間、屋外8時間と想定	汚染状況重点調査地域	0.23 μSv/h	居住者の外部被ばく	1 mSv/年

参考：原子力発電所外に適用されている放射能に関する主な指標例(原子力被災者生活支援チーム)

被ばく線量限度

	件 名	指 標		条件等
被ばく線量限度等	Pub.60(1990) 国際放射線防護委員会の 1990年勧告	100 mSv/5年かつ50 mSv/年		個人の被ばく線量を制限するために設定され、すべての被ばく源(医療被ばく、自然放射線被ばくを除く)からの線量の合計を制限するものであり、個々の線源からの被ばくの制限には適用されない。
	Pub.109(2009) 緊急時被ばく状況における人々の防護のための 委員会勧告の適用	参考 レベルの 枠	20～100 mSv/年	放射線事故など非常時に設定する参考レベル
			1～20 mSv/年	・ 計画被曝状況での職業被ばく拘束値 ・ 家屋内でのラドンに対する参考レベル ・ 非常状況での避難参考レベル
			1 mSv/年 未満	計画状況での公衆被ばくに設定する拘束値
	Pub.103(2007) 国際放射線防護委員会の 2007年勧告	計画被ばく状況で の実効線量限度	職業被ばく限度 20 mSv/年	決められた5年間の平均値。ただし、いかなる1年についても50mSvを超えてはならない。
			公衆被ばく限度 1 mSv/年	特別な状況では、5年間の平均が1mSvを超えないという条件の下で、1年間当たりより高い実効線量が許容される。
	Pub.26(1977) 国際放射線防護委員会勧告	1 mSv/年		公衆の個々の構成員に対する線量当量限度
	Pub.77(1997) 放射性廃棄物の処分に対する放射線防護の方策 Pub.81(1999) 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告	300 μSv/年		個人が自分の行動を決定する際に考慮に入れないリスクレベル10の-5乗/年オーダーに相当
	Pub.46(1985) 放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則	100 μSv/年		個人が自分の行動を決定する際に考慮に入れないリスクレベル10の-6乗/年オーダーに相当
	Pub.46(1985) 放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則	10 μSv/年		上記リスクレベル10の-6乗/年をさらに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て1/10



I A E A、I C R P及び国内の 放射線防護等の基準や考え方

平成28年1月12日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



国際原子力機関(IAEA)、国際放射線防護委員会(ICRP)における 放射線防護の基準や考え方

IAEA文書	概要
IAEA安全指針No. RS-G-1.7 規制除外、規制免除およびクリアランスの概念の適用	規制除外、規制免除、クリアランスの概念の適用に関する指針を示すことを目的として作成された安全指針。規制除外、規制免除、クリアランスする際の放射能濃度値を示すことを目的としている。
IAEA-TECDOC-855 固体物質に含まれる放射性核種のクリアランスレベル	クリアランスレベルの根拠や考慮事項、無条件クリアランスと条件付きクリアランスとの相違点、クリアランスレベルの検認方法、規制的な側面が議論されている。

ICRP勧告	再生利用に関連する内容・線量基準
Pub.46 (1985) 放射性固体廃棄物処分に 関する放射線防護の諸原則	規制免除として放射線防護の配慮を必要としない線量 $100 \mu\text{Sv/y}$ 無制限な利用で用途を特定していない場合は、複数の線源からの重複を考慮して $100 \mu\text{Sv/y}$ の $1/10$ である $10 \mu\text{Sv/y}$ を示している。
Pub.82 (1999) 長期放射線被ばく状況における公衆 の防護	長期被ばくに係る線量拘束値は $< \sim 0.3\text{mSv/年}$ 及び $< 1\text{mSv/年}$ ひとつの線源に対する放射線防護の最適化において用いるべき年線量値の最大値は 1mSv/y 未満であるべきであり、およそ 0.3mSv/y を超えない値が適切
Pub.103 (2007) 国際放射線防護委員会の 2007年勧告	ICRPの基本勧告であり、計画/現存/緊急時の3つの被ばく状況に基づく防護体系が示されている。 公衆の実効線量限度は 1mSv/y
Pub.104 (2007) 放射線防護の管理方策の 適用範囲	些細な被ばく線量として $10 \sim 100 \mu\text{Sv/y}$ ($10^{-7} \sim 10^{-6}$ の年間個人リスク) が示されている。 ※ $100 \mu\text{Sv/y}$ は、自然バックグラウンド放射線の変動幅と比べて十分小さい
Pub.109 (2009) 緊急時被ばく状況における人々の防 護のための委員会勧告の適用	緊急時 ($20 \sim 100\text{mSv/y}$) や現存被ばく状況 ($1 \sim 20\text{mSv/y}$) の参考レベルが示されている。 ⇒ 緊急時及び現存被ばく状況における些細な線量レベルは示されていない



国内の原子力施設由来及び災害廃棄物等の 廃棄物の処理・処分等に係る法令、線量基準や考え方

目的	法令等	対象	線量基準
原子力施設由来の資材の再利用	原子炉等規制法 (クリアランス制度)	原子力施設等から発生する、放射能濃度が極めて低く、人の健康への影響が無視できる「放射性物質として扱う必要がない物」(金属、コンクリート)	• 10^{-6}のリスクレベルに相当する線量$100 \mu\text{Sv/y}$に対し、複数の線源からの重複を考慮し$1/10$である$10 \mu\text{Sv/y}$に設定 • 用途を限定しない、あらゆる利用を考慮したシナリオで$10 \mu\text{Sv/y}$相当の濃度を算出 (Cs-137のクリアランスレベルは100Bq/kg)
放射性廃棄物の処分	第二種廃棄物埋設規則 (H25)* ¹	第二種廃棄物埋設 (トレンチ・ピット処分) の管理期間中	• 平常時: 1mSv/y (ALARA※¹により $50 \mu\text{Sv/y}$) • 事故時: 5mSv/回
		第二種廃棄物埋設 (トレンチ・ピット処分) の管理期間終了以降	• 基本シナリオ: $10 \mu\text{Sv/y}$ 将来起こる可能性が最も高いと予見される一連の変化を考慮し、科学的に最も可能性が高いと考えられる状態設定の下で、科学的に最も可能性が高いと考えられるパラメータを用いて評価 • 変動シナリオ: $300 \mu\text{Sv/y}$ 基本シナリオに対する不確かさを網羅的に考慮した状態設定の下で、科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい設定により評価 • 上記以外の自然現象・人為事象: 1mSv/y
事故影響廃棄物の処理処分	原子力安全委員会による当面の考え方 (H23)* ²	現存被ばく状況における事故の影響を受けた廃棄物の処理処分	• 再利用: $10 \mu\text{Sv/y}$ (クリアランスレベルを準用) • 処理・輸送・保管: 1mSv/y (周辺住民及び作業者※²) • 処分: 基本シナリオ: $10 \mu\text{Sv/y}$、変動シナリオ: $300 \mu\text{Sv/y}$
災害廃棄物の処理(処分や再生利用を含む)	福島県内の災害廃棄物の処理の方針 (H23)* ³	放射性物質により汚染されたおそれのある福島県内の災害廃棄物	• 再生利用: $10 \mu\text{Sv/y}$ (クリアランスレベルを準用、またクリアランスレベルを超える場合であっても、$10 \mu\text{Sv/y}$以下に低くするための対策を講じつつ、管理された状態で利用することは可能)
災害廃棄物の再生利用	災害廃棄物の再生利用について (H23)* ⁴	コンクリートくず等の災害廃棄物を土木資材として公共工事資材に利用	• 道路の路盤材の例: ✓ 作業者及び周辺居住者: 1mSv/y (約$4,000\text{Bq/kg}$以下の再生資材) ✓ 周辺居住者: $10 \mu\text{Sv/y}$ (道路表面から30cm下に再生資材を用いる場合; 約$3,000\text{Bq/kg}$、40cm下の場合; 約1万Bq/kg)
除染等業務に従事する労働者の安全	除染電離則 (平成25年4月12日施行)	復旧等の作業での土木及び基礎工、仮設工等における土木関連の作業 (Cs濃度が 1万Bq/kg を超える除去土壌等を取り扱う業務、作業場所が $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 超の区域等)	100mSv/5年、かつ50mSv/年 (注) 除染等事業者以外の事業者、自営業者、住民、ボランティアについては、作業場所が$2.5 \mu\text{Sv/h}$以下の場所であって、かつ、1mSv/yを十分に下回る範囲内で除染等業務に就かせる。

※1: "as low as reasonably achievable"の略語、合理的に達成可能な限り低く抑えること、※2: 作業者は「可能な限り 1mSv/年 を超えないことが望ましい」

*1: 原子力規制委員会:「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈の制定について」、原管廃発第1311277号 (H25.11.27)

*2: 原子力安全委員会:「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」(H23.6.3)

*3: 環境省:「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」(H23.6.23)

*4: 環境省:「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(H23.12.27)

安全性確保を前提とした 再生利用の考え方等について

平成27年12月21日

環境省

目次

1 再生利用の考え方(指針等)の検討手順

2 用途先及び再生資材について

2-1 用途先及び再生資材の品質確保の考え方

2-2 利用動向調査状況

2-3 課題と対応案

3 放射線影響に関する安全性確保の考え方の整理

3-1 施工時、供用中及び災害時の被ばく線量評価について

3-2 放射性セシウムの物理減衰を考慮した放射能濃度

3-3 課題と対応案

4 用途に応じた再生利用の手引きの検討

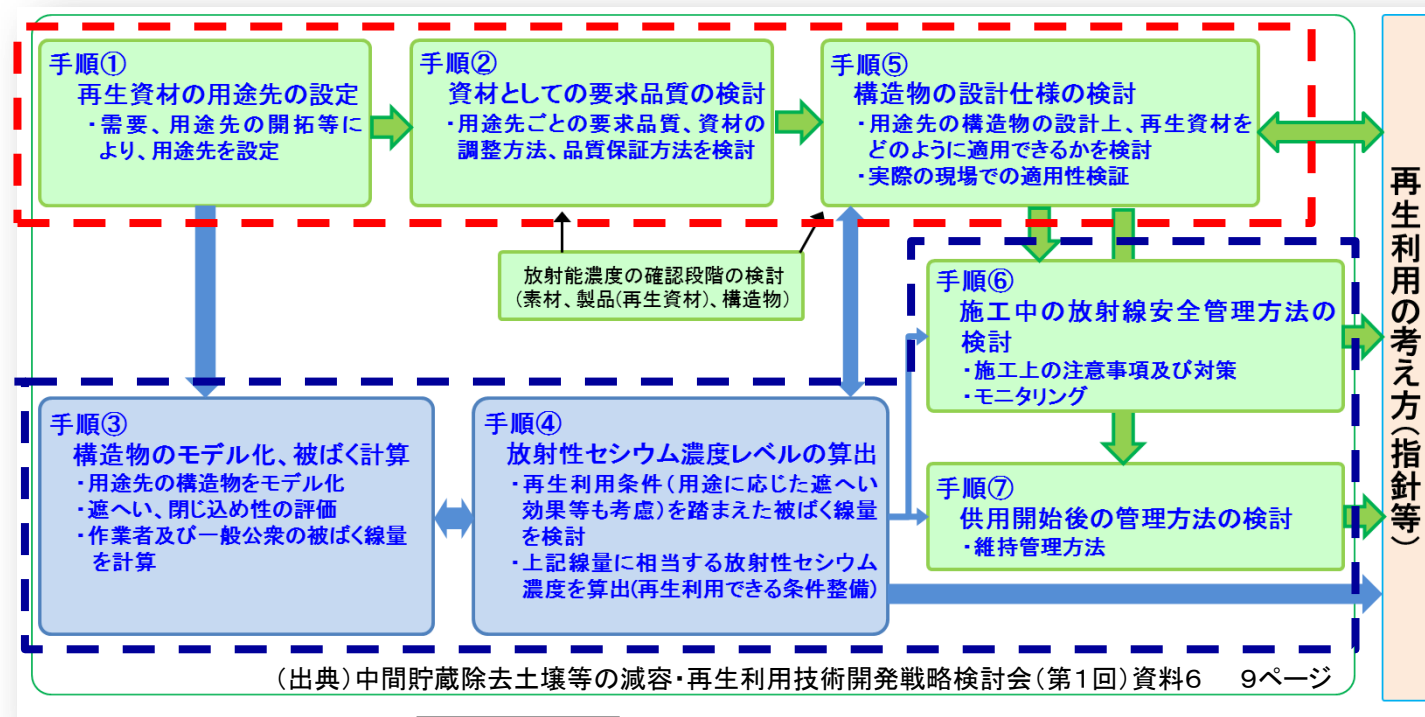
5 社会的受容性の向上及び啓発活動について

1. 再生利用の考え方（指針等）の検討手順

- 土木資材・構造物としての安全評価と、放射能に対する安全評価を、最新の放射線安全に関する知見・経験を踏まえて検討を行い、相互の妥当性を確認しながら再生利用の考え方（指針等）を取りまとめ、再生資材の利用を促進する。
- 安全性の確保を大前提として、すべての技術開発の完了を待つことなく、技術的に可能な分野から順次再生利用の実現を図る。

◆ 用途先及び資材品質確保の考え方 (手順①、②、⑤)

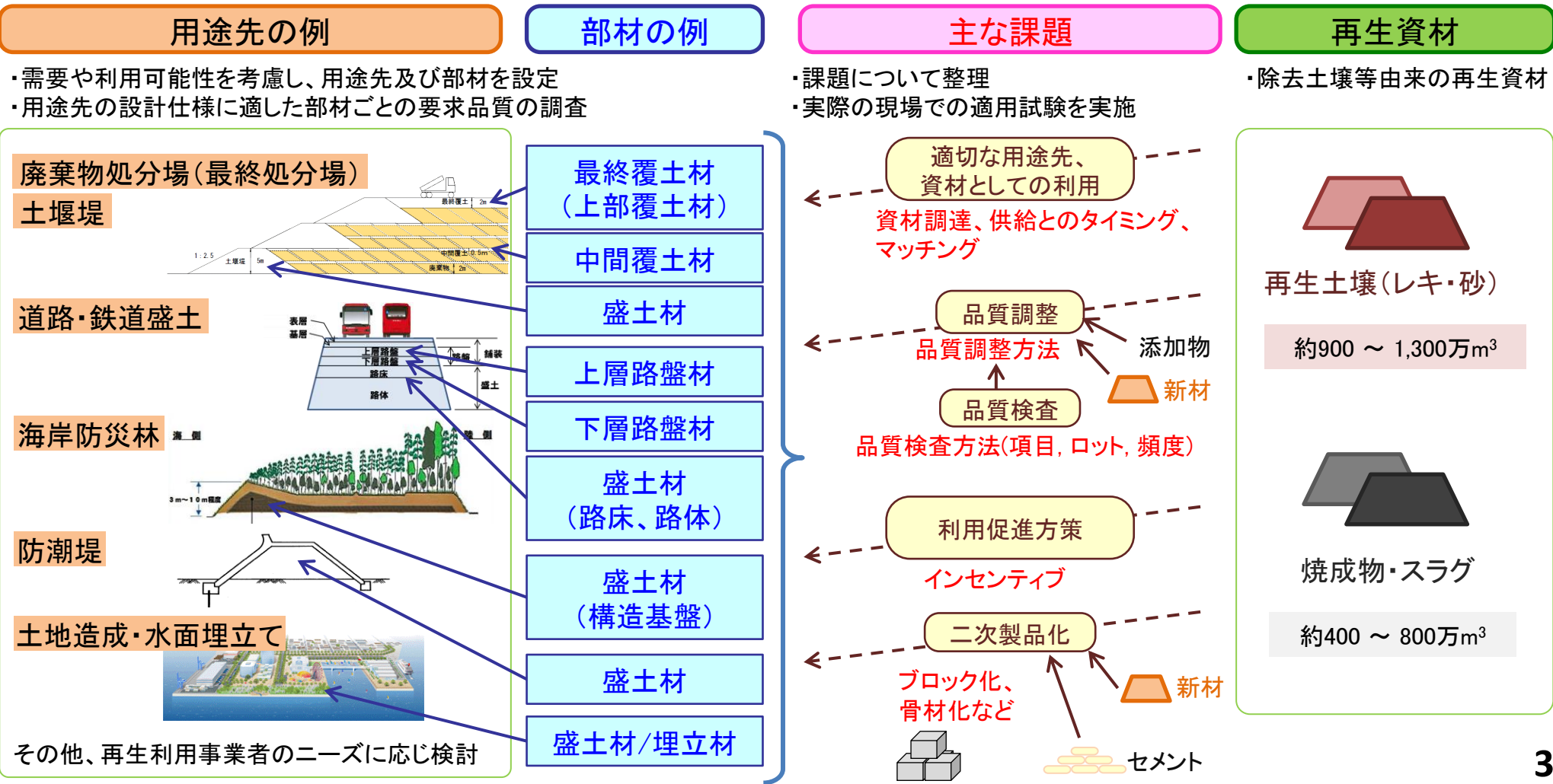
◆ 放射線影響に関する 安全性確保の考え方 (手順③、④、⑥、⑦)



まずは、浄化物の再生利用の記録が保存され、かつ、適切な遮へい措置が基本的に維持される構造物として、公共事業等の土木・建築資材等に活用されることを想定し、再生利用の考え方や利用促進方策を明確化する。

2-1 用途先及び再生資材の品質確保の考え方

➤ 再生資材が公共事業等の土木・建築資材等に活用される際の品質調整方法及び品質検査方法の確立、二次製品化における懸念事項等（添加物によるセシウムの溶出特性への影響等）の課題を抽出し、対応案を整理して、用途先及び資材品質確保の考え方を明確化する。



2-2 利用動向調査状況

- 建設分野における循環型社会構築に向けた取組により、建設工事で用いられる土砂利用量のうち建設発生土の利用割合は増加傾向にある。
- 除去土壌等由来の再生資材を建設工事で用いることを想定した場合、新材等の搬入土砂に対して再生資材を用いる優位性が必要となる(経済的・品質的な優位性、工期に応じた搬入の柔軟性等)。
- 建設副産物の再資源化が進められている中、再生資材の利用促進のためには、既存の環境関係法令等と整合を図った上で、再生資材として活用する利用先の具体化及び利用促進方策が重要。

利用土砂の搬入利用状況 (単位: 万m³)

	平成7年度	平成12年度	平成14年度	平成17年度	平成20年度	平成24年度
土砂利用量	20,474	18,029	30,808	23,367	14,771	22,466
①工事間利用	6,120	7,219	6,443	4,986	3,425	4,332
②土質改良土	360	942	914	876	744	706
③建設汚泥処理土	0	0	0	34	24	26
④再生砂	144	324	312	182	147	144
⑤新材	13,850	7,130	5,243	4,650	3,159	2,633
⑥搬入土砂利用量	20,474	15,615	12,912	10,728	7,498	7,841
⑦現場内利用		2,414	17,896	12,639	7,273	14,625
利用土砂の建設発生土利用率 (①+②+③+④+⑦)/(⑥+⑦)	32.4%	60.5%	83.0%	80.1%	78.6%	88.3%
内陸受入地	35,445	19,936	16,966	13,541	9,894	9,042

データ出典:「平成24 年度建設副産物実態調査結果参考資料」(国土交通省HP)

- 再生資材が代替として参入可能な量は、⑤新材(2,633万m³)など⑥搬入土砂利用量(7,841万m³)の一部と考えられる。
- 今後の利用促進策調査
 - (1) 今後の大規模な公共工事案件調査(例: 東日本大震災の被災地での大規模な海岸防災林、防潮堤、土地造成、埋立など)
 - (2) 新材等に代わって再生資材を利用する促進方策の検討

2-3 課題と対応案

➤ 再生資材等の利用動向調査を踏まえ、適切な用途先の確保、利用促進方策等を整理し、再生利用の促進を図る。

課題	対応案
適切な用途先の確保	・ 建設工事等における資材の利用動向(需要)の把握、需要に応じた再生資材の出荷体制の整備 ・ 大規模工事の時期を把握し、大規模工事の資材調達とのマッチング
二次製品化	・ 焼成物、スラグをコンクリート骨材等として二次製品化する際及び利用する際の課題整理
放射線影響に関する安全性を踏まえた品質調整、品質検査	・ 土木資材としての品質改良によるセシウムの溶出特性に与える影響の有無を実証試験等で確認 ・ 放射能濃度の検査のタイミング、検査ロット、均質化、サンプリング、ばらつき等の考え方の整理、検査方法の明確化
利用促進方策	・ 利用先となる関係府省、自治体等と連携し、再生利用先の具体化の検討 ・ 社会的・経済的インセンティブを含む利用促進方策の明確化

3-1 施工時、供用中及び災害時の被ばく線量評価について（評価イメージ）

➤ 放射線影響に関する安全性確保の観点から必要となる供用中の維持管理上の留意点の整理、災害時の土木構造物の損壊シナリオ・モデル等について専門家の意見を踏まえた、当該モデルに基づく被ばく評価等を行う。

※追加被ばく線量評価は用途ごとに行う。以下、インフラ施設を用途とした線量評価例（災害時等の評価シナリオ・モデルは今後精査）

施工時

①運搬

- ・作業者（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・吸入・経口〉

再生土壌（レキ・砂）

②施設建設

- ・作業者（施設建設作業）
〈外部・吸入・経口〉
- ・一般公衆（建設現場周辺居住）
〈外部・吸入・経口〉

*作業者の被ばく評価時間は1000h/y

災害時

※災害時の評価シナリオ・モデルは今後精査
（下記図は盛土の損壊イメージ）

盛土損壊直後

再生資材

復旧

線源：損壊によりむき出しになった再生資材
評価経路：作業者（盛土補修）、
周辺居住の被ばく〈外部・吸入・経口〉

供用中

①施設の利用・周辺居住

- ・一般公衆（完成施設利用）、〈外部〉
- ・一般公衆（完成施設周辺居住）
〈外部・吸入・経口〉

②地下水移行

井戸水 塵埃

果実、野菜、穀類
経根吸収、葉面沈着

- ・一般公衆（井戸水利用）
〈外部・吸入・経口〉

（参照：「管理された状態での災害廃棄物（コンクリートくず等）の再生利用について」（環境省、平成23年12月27日））

供用中の補修・改修工事

例：施設付属設備設置工事に伴う基礎工事

基礎 標識 再生資材

線源：掘削工事時にむき出しになる再生資材
評価経路：作業者（掘削・基礎工事）

追加被ばく線量評価に影響のある供用中の比較的頻度の高い作業

表面のひび割れに伴う補修作業、表面の浸食等に伴う補修作業、各種敷設管等の更新作業（上下水道、ガス管等）、付属設備の設置作業、その他改修作業

3-2 放射性セシウムの物理減衰を考慮した放射能濃度

- ▶ 放射性セシウム134は放射性セシウム137に比べ空間線量率への寄与は大きいですが、放射性セシウム137より早く物理減衰する（セシウム134の半減期は約2年、セシウム137は約30年）。時間経過とともに、空間線量率への寄与の小さい放射性セシウム137が大宗を占めることになるため、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が増加することとなる。
- ▶ 放射線影響に関する安全性確保のためには、放射能濃度を適切に管理できるよう、再生利用時点における使用可能な放射能濃度を提示する必要がある。

※放射能濃度の提示は用途ごとに行う。以下、インフラ施設を用途とした放射能濃度の評価例

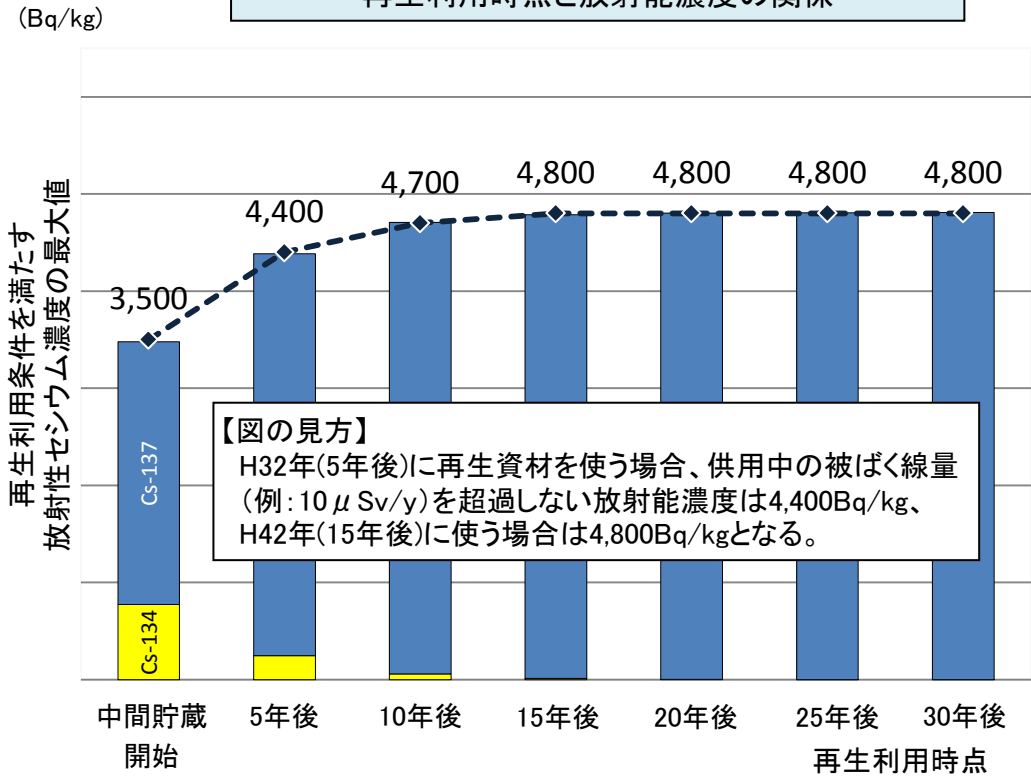
下層路盤材への再生利用における放射性セシウム濃度(例)*1

再生利用時点*2	放射能(Bq)の減衰*2		再生利用条件 (施工時1mSv/y)を満たす放射性セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)の 最大値(Bq/kg)*1		再生利用条件 (供用中10μSv/y)を満たす放射性セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)の 最大値(Bq/kg)*1	
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	H27年 時点の 濃度	再生利 用時点 の濃度	H27年 時点の 濃度	再生利 用時点 の濃度
H27(中間貯蔵開始)	0.260	0.912	5,200	5,200	3,500	3,500
H32	0.048	0.813	8,600	6,200	6,000	4,400
H37	0.009	0.725	10,600	6,600	7,500	4,700
H42	0.002	0.646	12,200	6,600	8,700	4,800
H47	0.000	0.576	13,700	6,700	9,800	4,800
H52	0.000	0.514	15,400	6,700	11,000	4,800
H57(貯蔵開始後30年)	0.000	0.458	17,300	6,700	12,400	4,800

*1: 道路の下層路盤材として、道路表面から30cm下に再生資材を用いる場合(参照:「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(平成23年12月27日環境省))

*2: 平成23年3月時点の¹³⁴Csと¹³⁷Csの放射能(Bq)の比(初期値)を1:1として、以降の年も3月時点の評価とする。(参照:「福島第一原子力発電所の事故に伴う大気への放出量推定について」(平成24年5月24日東京電力株式会社))

追加被ばく線量を一定(例:10μSv/y)とした場合の再生利用時点と放射能濃度の関係



3-3 課題と対応案(1/2)

- 除去土壌等の再生利用時における放射線影響に関する安全性評価の考え方を、専門家によるワーキンググループにおいて整理する。
- 具体的には、除去土壌等の再生利用時(施工時、供用中、災害時等)に遵守すべき追加被ばく線量の検討、追加被ばく線量評価の考え方の整理、用途ごとの線量評価シナリオによる線量評価、線量評価に基づき、用途、遮へい措置等に応じて再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度を検討する。

□国際放射線防護委員会(ICRP)、
国際原子力機関(IAEA)等の国際
的な放射線防護の基準や考え方
□放射線防護に係る国内法令等の
基準や考え方

→ 除去土壌等の再生利用時に
遵守すべき追加被ばく線量を整理

□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

※シナリオ分類イメージ

施工時

供用中

災害時

□用途ごとの評価シナリオによる
線量評価を基に、物理減衰も踏ま
えた用途、遮へい措置等に応じて
再生利用が可能となる浄化物の
放射能濃度を検討

□用途先及び再生資材の品質確保
の考え方も踏まえ、維持管理にお
ける留意点、放射能濃度の検査の
タイミング、ロット等の考え方、
検査方法等の明確化

3-3 課題と対応案(2/2)

➤ 放射線影響に関する安全性を確保するため、追加被ばく線量評価による用途、遮へい措置等に応じて再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度の明確化、維持管理の留意点、品質に係る検査方法等を整理し、再生利用の促進を図る。

課題	対応案
追加被ばく線量評価と再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度の明確化	- 土木構造物の施工時、供用中、災害時等に遵守すべき追加被ばく線量を整理し、用途、遮へい措置等に応じて再生利用が可能となる浄化物の放射能濃度の明確化 - セシウムの物理減衰を考慮した、時点に応じた再生利用が可能となる放射能濃度の検討と利用者が活用しやすい情報提供の手法の検討
維持管理における留意点	維持管理に必要となる記録(設計・施工記録、日常点検記録等)、保管要件等(保管者、期間等)の検討
放射線影響に関する安全性を踏まえた品質調整、品質検査(再掲)	- 土木資材としての品質改良によるセシウムの溶出特性に与える影響の有無を実証試験等で確認 - 放射能濃度の検査のタイミング、検査ロット、均質化、サンプリング、ばらつき等の考え方の整理、検査方法の明確化

4. 用途に応じた再生利用の手引きの検討

- 用途先及び資材品質確保、放射線影響に関する安全確保に関する検討結果を「再生利用の考え方」として整理するとともに、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製造利用、維持管理のそれぞれでの留意点を整理した「再生利用の手引き(案)」をとりまとめる。
- 特に、利用者向けの手引きについては、放射線影響に関する安全確保のための特別な知識や現場判断を必要とせずとも施工可能となるよう配慮する。

再生利用の手引き(製造者向け)(案)

1. 総則

- (1) 目的
- (2) 基本的な考え方
- (3) 再生資材とは
- (4) 適用範囲(用途、部材)、責任分担
- (5) 用語の定義
- (6) 関連する法令や指針

2. 再生資材の製造・運搬

- (1) 資材検査方法
- (2) 資材保管方法
- (3) 作業者の被ばく管理
- (4) 運搬方法
- (5) 記録の保管方法

3. 放射線管理の考え方

- (1) 被ばく線量評価に基づく放射能濃度の考え方
- (2) 用途ごとの作業者及び利用者の追加被ばく線量評価
- (3) 用途ごとの放射能濃度

再生利用の手引き(利用者向け)(案)

1. 総則

- (1) 目的
- (2) 基本的な考え方
- (3) 再生資材とは
- (4) 適用範囲(用途、部材)、責任分担
- (5) 用語の定義
- (6) 関連する法令や指針

2. 再生資材の利用

- (用途ごとに記載)
- (1) 構造物の設計方法
 - (2) 品質調整時の注意事項
 - (3) 施工上の注意事項
 - (4) 記録管理の引き渡し

3. 供用中の管理

- (1) 利用記録の保管方法
- (2) 構造物の管理方法
- (3) 補修、破損等への対応

参考資料

放射線管理の考え方

- (1) 被ばく線量評価に基づく放射能濃度の考え方
- (2) 用途ごとの作業者及び利用者の追加被ばく線量評価
- (3) 用途ごとの放射能濃度

- 構造物の設計方法については既存のガイドラインやマニュアルを参照
- 放射線影響に関する安全確保に関わる事項(再生資材の構造(形状、寸法、使用部位)や遮へい厚さなど)の留意点を明記
- 除去土壌等由来の再生資材を使用するに当たり、用途、部材に合わせた品質調整の留意点を明記

- 構造物としての維持管理については既存のガイドラインやマニュアルを参照
- 再生資材利用の記録方法、記録の保管方法について明記
- 構造物の維持管理・改修等における特別な留意事項を明記

- 再生利用時の放射能濃度の考え方について明記
- 用途ごとの被ばく評価を明記
- 用途ごとの放射能濃度を明記

5. 社会的受容性の向上及び啓発活動について

- 除去土壌等の最終処分量の低減を図るためには、再生利用の実現が鍵となる。
- 一方、再生利用の実現のためには、放射線影響に関する安全性の確保はもちろん、再生利用先の開拓・マッチングや再生利用に対する社会的受容性の向上が必要不可欠である。
- そのため、実証試験等を始め、様々なチャンネル・方策を通じて、再生利用に係る全国民的な理解の情勢を図っていくとともに、再生利用に係る地元住民・自治体等に対しては、浄化物の供給側において、放射線に関する専門的な知見に基づき、特に丁寧な説明を行っていく。
- なお、再生利用に関する社会的受容性向上に向けた取組及びその経験については、再生利用に限らず、県外の最終処分地の調整に活かすことができると考えられる。

社会的受容性の向上

○ 体制

関係府省、自治体(都道府県、市区町村)、専門家・学術機関(大学、学会、関連業界)、NPO等と連携

○ 安全・安心に対する幅広い情報提供・取組

- ✓ 再生利用や最終処分の必要性、技術開発や再生利用の進捗状況を広く情報発信
- ✓ 身近なリスクと比較して実感可能にする取組の実施
- ✓ モデル的な再生利用の取組の実施等

○ 国内外の最新の知見の取り入れ等

- ✓ 放射線影響に関する安全性を始め、減容・再生利用に関する最新の知見の取り入れ
- ✓ 国際的な情報交換やレビュー等に努めるとともに、我が国の取組について海外にも広く発信・共有

【理解醸成のための具体的方策(アイデア)例】

- ◆ 再生資材を原料とした二次製品のモデル的製造、巡回展示
- ◆ 再生資材の安全性の理解向上のための学習キット・教材の開発、配布
- ◆ 国際的イベント等における再生資材の利活用
- ◆ 実証事業等の再生資材の利用現場における放射線量の体験測定の実施

【参考】社会的受容性に係る活動例*

現地視察会



大学等との連携



* 仮置場等に関する、JAEA等による社会的受容性に係る活動例
(写真出典: JAEA福島研究開発部門HP)