

廃棄物安全研究 —事故により発生した生活環境中汚染物の 処理・処分に関する線量評価—

(独)日本原子力研究開発機構
安全研究センター
サイクル施設等安全研究ユニット
廃棄物安全研究グループ

武田 聖司

平成23年度 安全研究センター成果報告会
平成24年1月17日

評価の全体概要

背景・目的:

- ✓ 下水処理等の副次産物である**脱水汚泥**、震災により発生した**災害廃棄物**、**稲わら**等において、原発事故により放出された放射性物質が検出
- ✓ それらの処理、埋設処分、または再利用は、作業員や公衆への放射線に対する安全性を確保しつつ、円滑に実施される必要がある



生活環境中の汚染物に対し、取扱い方針の策定に貢献するため、
処理・埋設処分・再利用に係る線量評価を実施

評価対象:

1. **脱水汚泥**
 - ✓ 脱水汚泥の焼却・埋設処分・一時保管に係る評価
2. **災害廃棄物**
 - ✓ 災害廃棄物の分別・解体から処理・埋設処分・再利用に係る評価
3. **稲わら**
 - ✓ 稲わらの輸送・一時保管に係る評価

経緯:

- ✓ 福島県の下水道処理施設から、高濃度の放射性セシウムを含む脱水汚泥 (26,400Bq/kg) 及びその副次産物 (334,000Bq/kg) が検出と発表 (5/1)
- ✓ 脱水汚泥等の**セメント材料等への再利用の停止**
- ✓ 栃木県、茨城県など周辺の都道府県においても、脱水汚泥から放射性セシウムが検出
- ✓ 原子力災害対策本部からの依頼により、脱水汚泥の**焼却処理**、**埋設処分**に係る作業者と一般公衆への線量の解析を実施

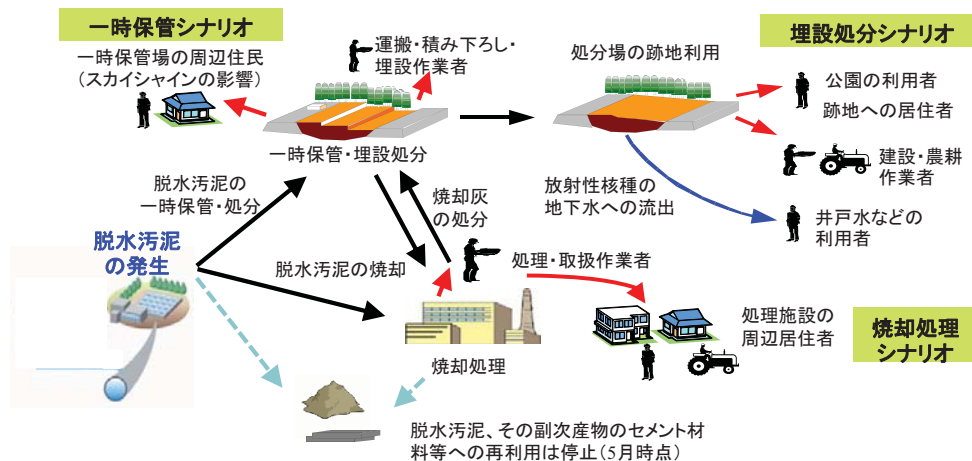
放射性物質の放射能濃度が低く人の健康への影響が無視できることから、放射性物質として扱わないこと

評価の基本方針:

- ✓ 原安委及び文科省の**既往のクリアランスレベル評価**に用いられた手法(シナリオ・モデル・パラメータ)を基本
- ✓ 脱水汚泥に特有な被ばく経路、パラメータの条件を新たに考慮
- ✓ Cs-134とCs-137を評価対象
- ✓ 原安委による当面の安全確保の考え方(6/3)に沿った評価
 - 処理に伴って周辺住民**が受ける線量は**1mSv/y**を超えない
 - 処理を行う作業**者が受ける線量は、可能な限り**1mSv/y**を超えない
 - 最終処分場**の管理期間終了後において、周辺住民が受ける線量は**10 μSv/y**以下

評価シナリオ:

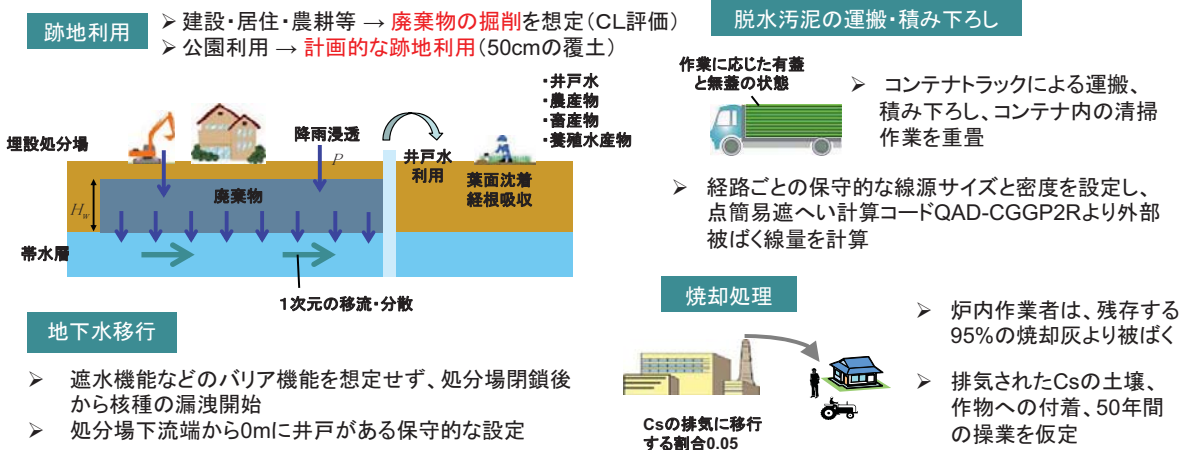
- ✓ **焼却処理シナリオ**: 脱水汚泥を焼却施設にて処理する際の作業員への影響、処理施設の周辺居住者への影響を想定
- ✓ **埋設処分シナリオ**: 脱水汚泥や焼却灰を処分する際の運搬・積み下ろし・埋設に係る作業員への影響と、埋設処分後の跡地利用や処分場周辺の地下水利用による一般公衆への影響を想定
- ✓ **一時保管シナリオ**: 脱水汚泥や焼却灰を一時保管する際の周辺住民の直接線及びスカイシャインによる影響を想定



焼却処理・埋設処分に関する解析手法



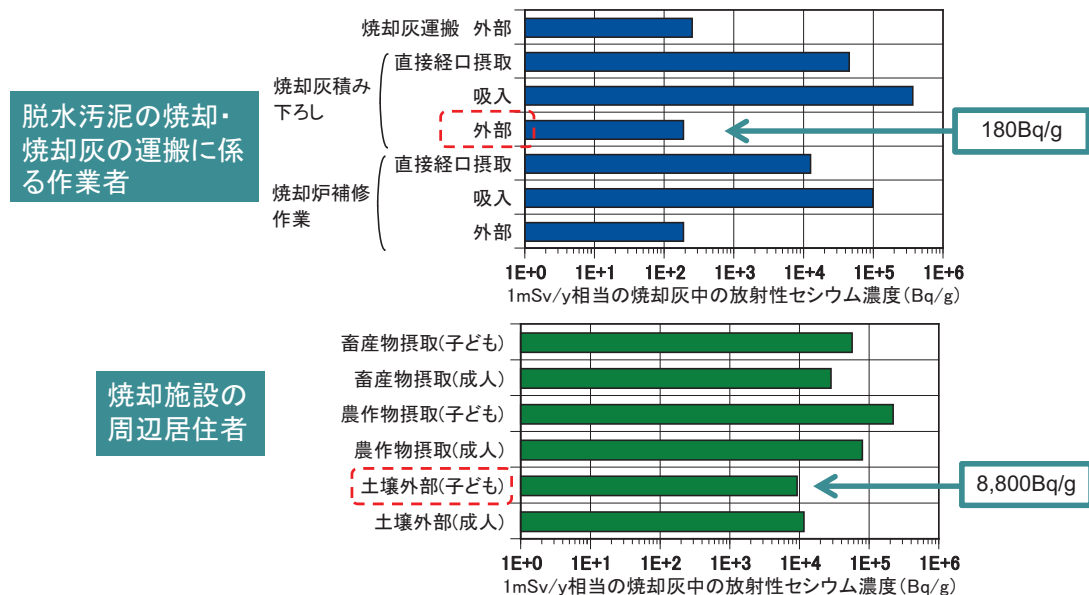
- ✓ JAEA開発のクリアランスレベル評価コードPASCLRを使用
- ✓ 既往のクリアランスレベル評価におけるモデル式、パラメータ値を基本的に使用
- ✓ 被ばく形態
 - 作業員: 外部被ばく、粉塵吸入および汚染物の直接経口摂取による内部被ばく
 - 一般公衆: 外部被ばく、粉塵吸入および井戸水や農作物などの摂取による内部被ばく (成人と子ども)



焼却処理シナリオ (脱水汚泥)



- ✓ 放射性セシウム (Cs-134、Cs-137を1:1) に対する線量計算の結果から、1mSv/y相当の脱水汚泥または焼却灰中の濃度を逆算

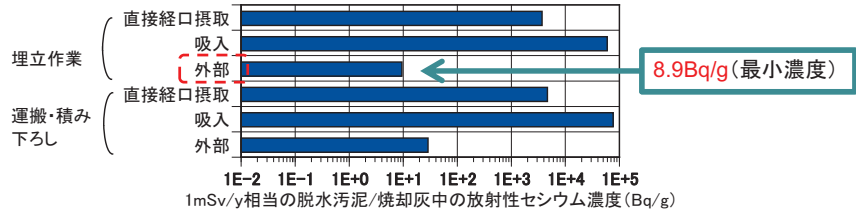


- ✓ 外部被ばく経路が吸入や経口摂取の経路に比べて線量が高い傾向

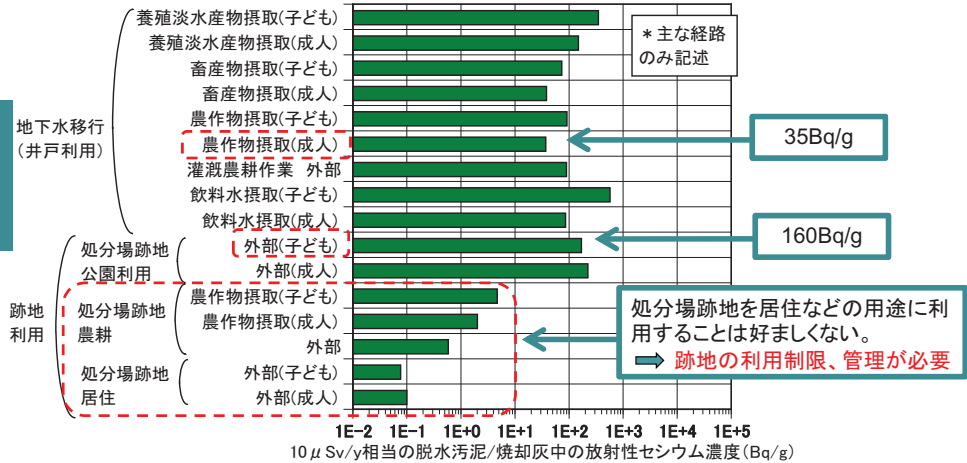
埋設処分シナリオ(脱水汚泥)



脱水汚泥/焼却灰の埋設処分に係る作業者



埋設処分後の跡地利用・地下水利用に係る一般公衆



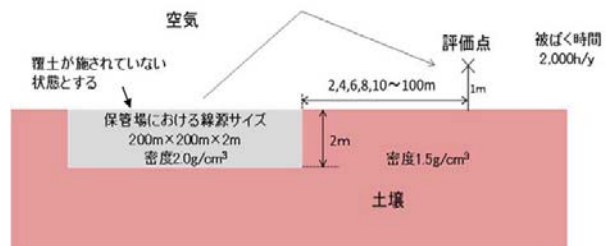
✓ 8,000Bq/kg以下の脱水汚泥等に対し、跡地を居住などの用途に利用しないとした場合埋設処分は可能

一時保管シナリオ(脱水汚泥)

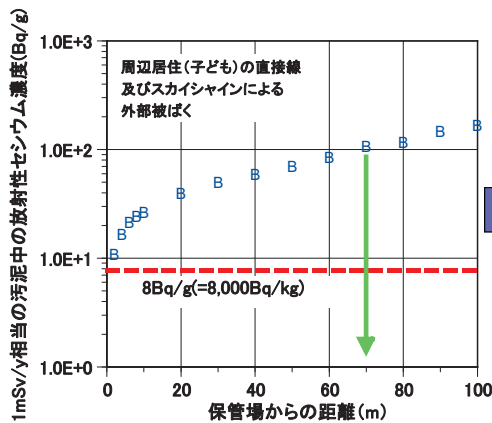


処分場などの敷地に脱水汚泥が一時保管された場合の周辺住民の直接線及びスカイシャインによる線量影響を計算

- ✓ モンテカルロ法による3次元輸送計算コードMCNP-4Cを使用
- ✓ 処分場の敷地全体に、覆土が施されずに汚泥が保管されている状態を想定
- ✓ 評価点までの距離2~100mまで計算



【評価体系】



- ✓ Cs-134とCs-137の合計8,000Bq/kg以下であれば、一時保管に対する周辺住民の直接線及びスカイシャインによる線量は1mSv/yを下回る
- ✓ 保管の敷地から70m程度の距離を確保できれば、100,000Bq/kgによる直接線及びスカイシャインによる線量を1mSv/yに抑えることができる

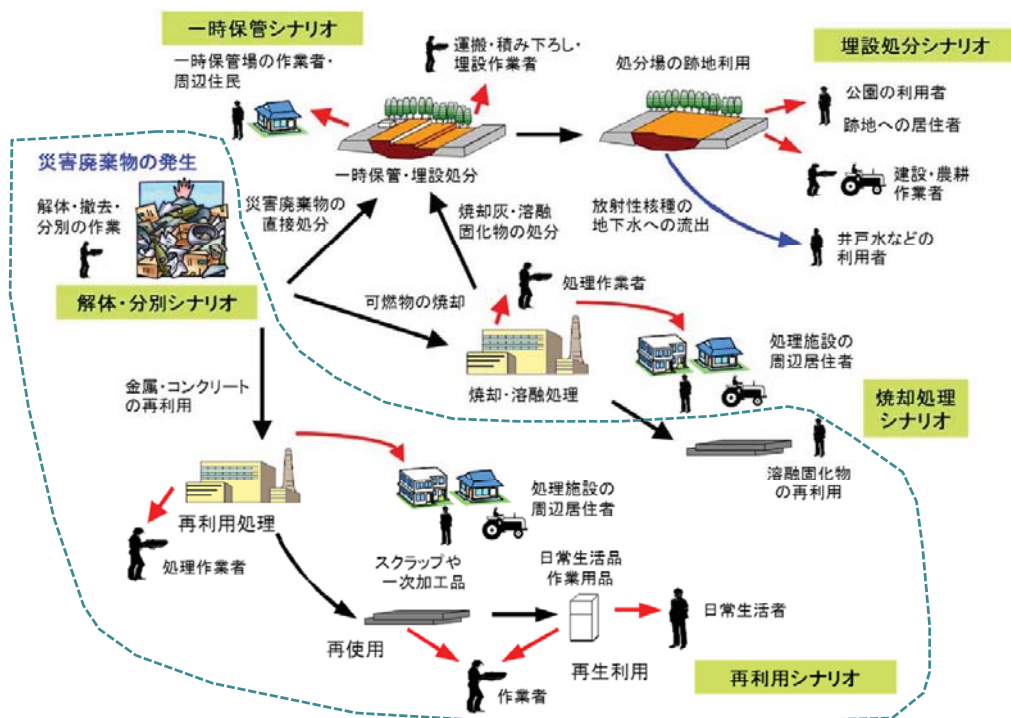
経緯:

- ✓ 福島県における放射性物質により汚染された災害廃棄物の当面の取扱いを公表(環境省、5/2)
- ✓ 環境省「**災害廃棄物安全評価検討会**」の設置 → 仮置き場周辺の空間線量率及び放射能濃度の調査を行い、その結果を踏まえ、**災害廃棄物の基準や処理方法**について検討
- ✓ 同検討会において、JAEA安全研究センターは、その処理・処分の方策の検討のための**安全評価の実施を担当**

評価の基本方針:

- ✓ 原安委及び文科省の**既往のクリアランスレベル評価**に用いられた手法(シナリオ・モデル・パラメータ)を基本
- ✓ 災害廃棄物の**処理・処分・再利用**を対象に、**特有な被ばく経路を追加し、福島県内での取扱いを想定**したパラメータの条件を設定。可燃物の再利用は想定しない
- ✓ Cs-134とCs-137を当面の評価対象
- ✓ 原安委による当面の安全確保の考え方(6/3)に沿った評価
 - 脱水汚泥の評価と同様
 - 災害廃棄物の再利用に係るシナリオに対しては $10 \mu \text{Sv/y}$

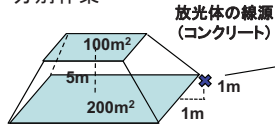
評価シナリオ(災害廃棄物)



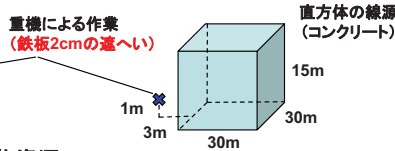
- ✓ 既往のクリアランスレベル評価におけるモデル式、パラメータ値を基本的に使用。PASCLRを使用

解体・分別

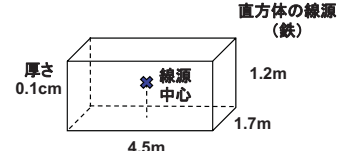
①山積みされた災害廃棄物の分別作業



②コンクリート建造物の解体作業



③自動車などの金属廃棄物の解体・分別作業



- 外部被ばくの線源形状は、廃棄物資源循環学会災害廃棄物対策・復興タスクチーム、「災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル～東日本大震災において～」より

- 1階3mの5階建てを想定
- 建家内の空間はコンクリートで密集

- 国内の一般的なセダントタイプの仕様に基づき形状、金属の厚さを設定
- 車内での解体作業

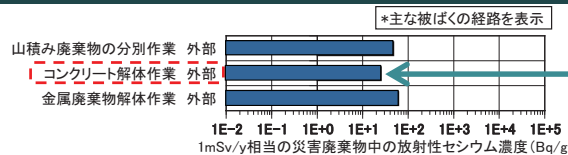
焼却処理

- ✓ 焼却処理は、福島県内での実施を想定 → 福島県内の焼却施設の条件による計算

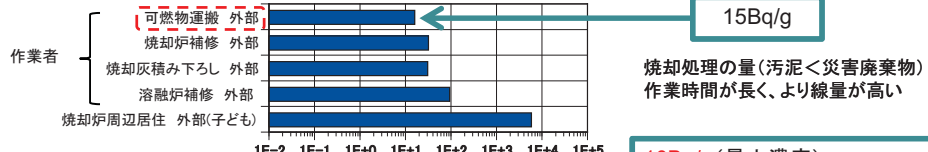
- 既往の焼却炉により家庭ゴミと災害廃棄物を混焼のケース(混燃率27%)と、専用の焼却炉を導入するケース(100%)を設定し、最も高い線量の結果にて評価
- 県内最大規模の焼却炉の処理能力390t/日、炉内面積、炉内形状に応じた炉内作業時の外部被ばく線量換算係数などを考慮
- 作業員の被ばく時間は、取り扱う物量が設定できる場合、その量に依存した設定

災害廃棄物の解析結果

解体・分別シナリオ

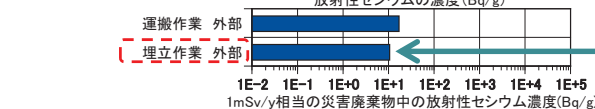


焼却処理シナリオ



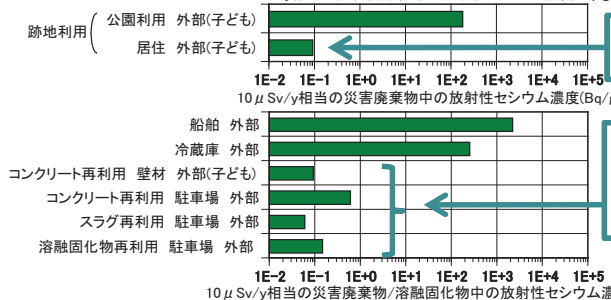
焼却処理の量(汚泥<災害廃棄物)作業時間が長く、より線量が高い

埋設処分シナリオ



10Bq/g(最小濃度)脱水汚泥と同様に、跡地の居住などの用途への利用制限により、8,000Bq/kg以下の災害廃棄物は埋設処分可能

再利用シナリオ



コンクリートの壁材、スラグや溶融固化物の建材の利用時の線量が高く、これらに対して再利用時の適切な濃度管理の必要性を示唆

稲わらの評価概要



経緯:

- ✓ 東北地域において、原発事故後に収穫された稲わらに対し、1万～69万Bq/kgの放射性セシウムが測定(7月中旬)
- ✓ 高濃度の稲わらは肉牛への給与のため他の都道府県に流通。農水省は稲わらの流通に関する全国調査を行い、関東から西日本までの流通の可能性がある結果となった(7月28日)
- ✓ 農水省より、稲わらの適切な輸送と保管の指針検討のための線量評価の依頼

稲わらの輸送時の作業員に対する被ばく線量の解析:

- ✓ 農家所有の近隣農地への輸送(小型トラック)と遠隔地から東北地域への輸送(大型トラック)のケース
- ✓ 農機によるロール状の稲わら(重量250kg)の輸送、人力による直方体の稲わら(25kg)の輸送
- ✓ 「稲わらの積み込み→運搬→積み下ろし・定置」の一連の作業に対する外部被ばく

稲わらの保管時の周辺住民に対する被ばく線量の解析:

- ✓ ロール2段積み、60個を保管
- ✓ 線量の評価位置は地上から1m、ロールからの距離は2m～100m
- ✓ 被ばく時間:2,000時間(8時間×250日)
- ✓ 保管時の遮へい措置(土のう積み等)は講じない条件で、直接線及びスカイシャインによる線量を計算



稲わらの評価結果

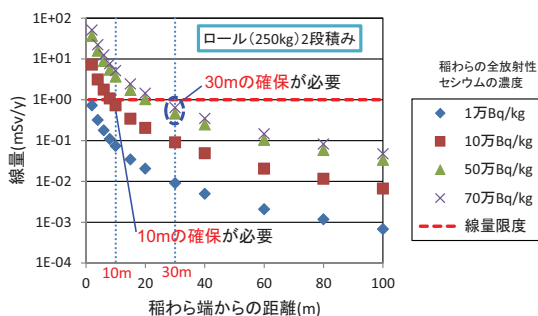


稲わらの輸送時の被ばく線量の解析:

輸送工程パターン		1mSv/y以内とするための作業回数 (作業回数に応じた線量:mSv)			
		セシウム濃度 1万Bq/kg	セシウム濃度 10万Bq/kg	セシウム濃度 50万Bq/kg	セシウム濃度 70万Bq/kg
農家所有の近隣農地への移動	ロールの場合	100回以上 (0.26mSv)	20回 (0.52mSv)	7回 (0.91mSv)	5回 (0.91mSv)
	直方体(25kg)の場合	100回以上 (0.41mSv)	20回 (0.82mSv)	4回 (0.82mSv)	3回 (0.86mSv)
遠隔地から東北地域への移動	ロールの場合	50回 (0.9mSv)	5回 (0.9mSv)	1回 (0.9mSv)	1回 (1.3mSv)
	直方体(25kg)の場合	50回 (0.9mSv)	5回 (0.9mSv)	1回 (0.9mSv)	1回 (1.3mSv)

遠隔地からの運転時の外部被ばくを低減化する措置が必要
(運転時間の制限、輸送量の軽減、遮へい材の導入など)

稲わらの保管時の被ばく線量の解析:



- ✓ 保管場所周辺の居住者や屋外作業員の被ばく線量を1mSv/y以内とするためには、10万Bq/kgの稲わらでは10m、50～70万Bq/kgの稲わらでは30mの距離を確保する必要がある
- ✓ 1万Bq/kgの稲わらでは、距離にかかわらず被ばく線量は1mSv/y以内となる

脱水汚泥・災害廃棄物の評価：

- ✓ 合計濃度 (^{134}Cs 、 ^{137}Cs) が $8,000\text{Bq/kg}$ の脱水汚泥、災害廃棄物等に対し、通常の方法により焼却などの処理をする場合、処理の各工程における作業員及びその周辺住民の被ばく線量は原子力安全委員会により示された 1mSv/y を下回ることを確認
- ✓ $8,000\text{Bq/kg}$ の脱水汚泥、災害廃棄物等の埋設処分した処分場の管理期間終了後は、跡地で居住などの利用制限を設けることにより、原子力安全委員会により示された $10\mu\text{Sv/y}$ を下回ることを確認
- ✓ 再生利用に関しては、コンクリートの壁材や溶融固化物の建材の利用時の線量が高く、これらに対して再利用時の適切な濃度管理の必要性を示唆



- 原子力災害対策本部「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方(6月16日)」の技術情報として活用
- 環境省「福島県内の災害廃棄物の処理の方針(6月23日)」の技術情報として活用
- 放射性物質汚染対処特措法に基づく環境省令、ガイドラインの策定に貢献

稲わらの評価：

- ✓ 稲わらの近隣農地と遠隔地からの輸送に関して、輸送時間と回数、稲わら形状、セシウム濃度の条件に応じた作業員の線量を算出
- ✓ 保管時の周辺住民に対し、 1mSv/y 以下となるセシウム濃度条件に応じた保管場所からの距離を算出



- 稲わらの適切な輸送と保管の指針検討のための情報を提供