



Japan Atomic Energy Agency

未来へげんき  
To the Future / JAEA

令和3年度  
原子力規制庁技術基盤グループ-原子力機構安全研究・防災支援部門  
合同研究成果報告会

# 廃棄物・環境安全研究グループの研究概要

令和3年11月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
安全研究・防災支援部門 安全研究センター  
廃棄物・環境安全研究グループ

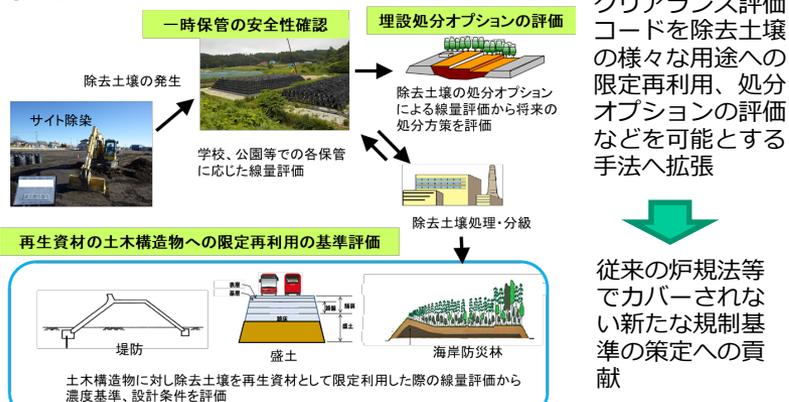
武田 聖司

本研究の一部は令和2年度原子力発電施設等安全技術対策委託費(廃棄物埋設における性能評価に関する研究、廃止措置・クリアランスに関する検討)事業の成果である。

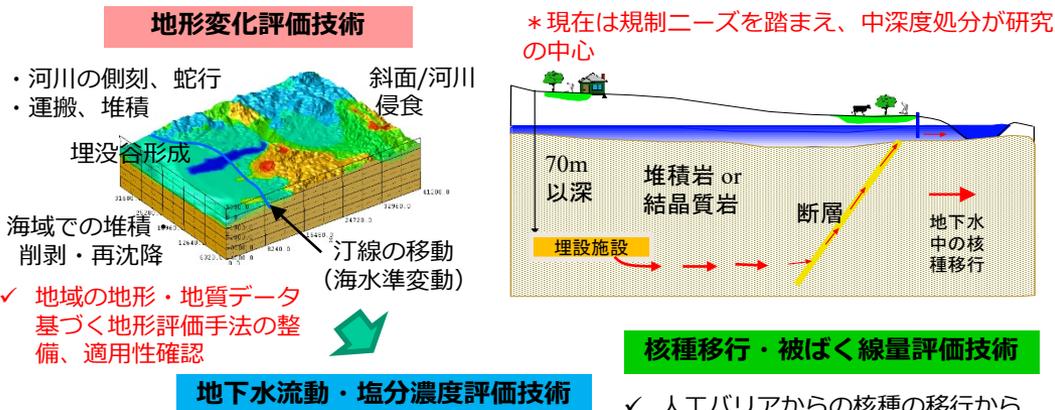
# 廃棄物・環境安全研究グループの全体像

放射性廃棄物の安全管理に資するため、1F事故汚染物を含む廃棄物等の保管・貯蔵・処分及び原子力施設の廃止措置に係る安全評価手法を確立し、公衆や作業員への影響を定量化できるようにする。また処分において、安全機能が期待される材料の長期的な性能評価モデルを構築し、評価手法として整備する。

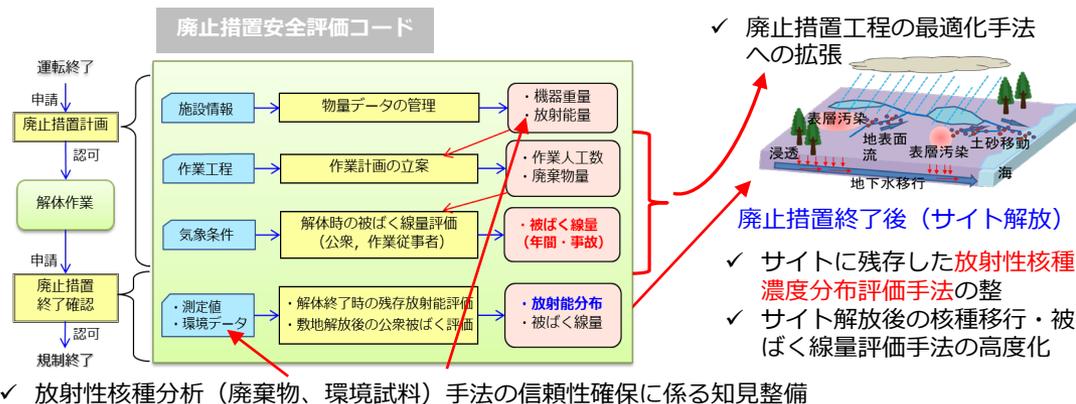
## 1F事故汚染物の保管・貯蔵・処分に関する安全評価手法の確立



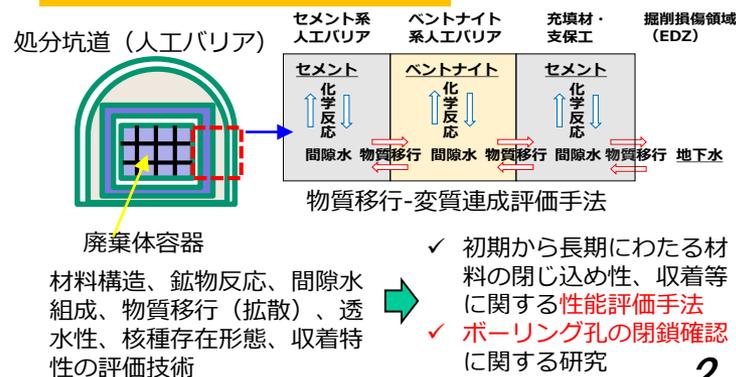
## 放射性廃棄物の処分に係る安全評価の手法の確立



## 原子炉施設の廃止措置に係る安全評価手法の確立



## 人工バリア材の性能評価技術



# 廃止措置の安全評価に関する研究

廃止措置の終了確認（サイト解放）における具体的な方法の策定に資するため、敷地内の放射能分布並びに被ばく評価の方法及び手順を整備する。

## サイトに残存した放射性核種濃度分布評価手法の整備

【ねらい】 廃止措置終了時に表層及び地下に残存する放射性核種の濃度分布を評価する手法を整備する

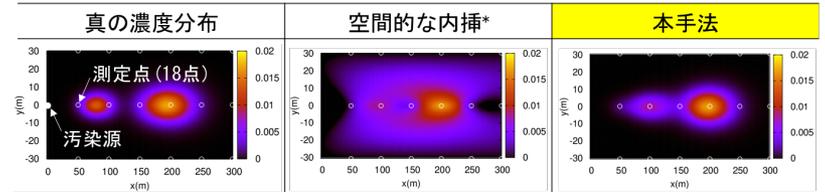
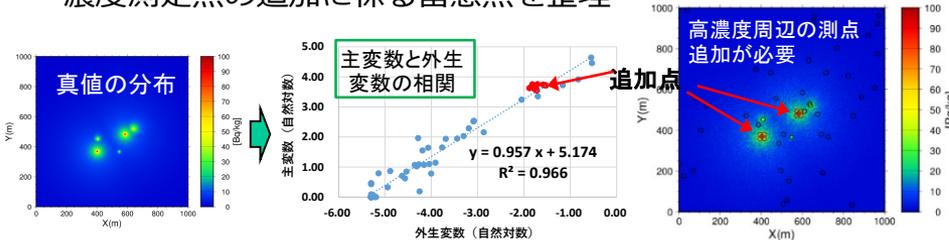
### 表層汚染に対する評価手法

### 【アプローチ・成果】

### 地下汚染に対する評価手法

- ✓ 主変数（核種濃度）に対し、外生変数（表面の計数率）データを活用した外生ドリフトクリギングによる放射能分布評価コードESRAD3を開発
- ✓ 本手法の実際のサイトへの適用を目指し、評価した放射能分布の妥当性判断のため絶対誤差平均（MAE）を指標とした交差検証（leave-one-out）のケーススタディを実施し、濃度測定点の追加に係る留意点を整理

- ✓ ある時期の限られた測定データを活用し、サイト内の地下水による物質移行を考慮した統計学的な逆解析を行う地下汚染の濃度分布評価手法を提案
- ✓ 従来の手法に対し、ギブスサンプリングにより推定値に対する非負の制限を設けることで物理的に適切な解を推定
- ✓ 仮想モデル・汚染事例に適用し、測定データの空間的な内外挿だけでは再現できない分布を精度良く評価



<sup>3</sup>Hによる帯水層の仮想汚染の評価事例

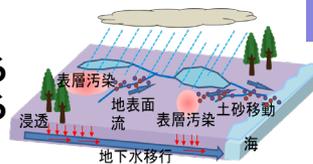
\*トレンド付きクリギング

## サイト解放後の核種移行・被ばく線量評価手法の高度化

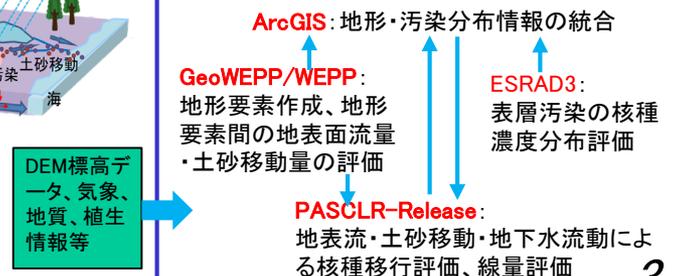
【ねらい】 表層に残存する放射性核種を対象に降雨に伴い発生する地表面流・土砂移動による移行モデル、線量評価の手法を整備する

### 【アプローチ・成果】

- ✓ 表層の放射能分布に対して、サイト解放後の浸透地下水、地表面流、土砂移動による3つの核種移行の形態を考慮できる被ばく線量評価手法を整備
- ✓ 仮想的な表層土壌汚染に対する予察的解析から、降雨イベントの発生による地表面流及び土砂移動により窪地での核種濃度上昇の可能性を確認



### サイト解放後の核種移行・線量評価コードシステム



# 放射性廃棄物処分の安全評価に関する研究

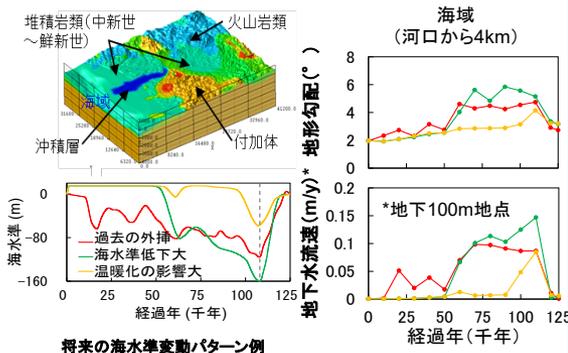
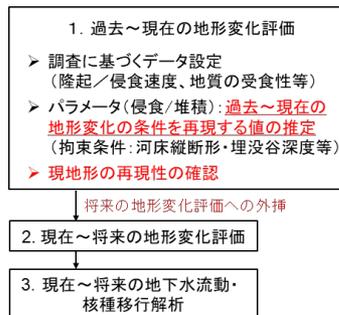
中深度処分の各種ガイド（設計プロセス、廃棄物埋設地の地下の配置など）の策定と、審査において事業許可申請書の妥当性を判断するため、人工/天然バリアの性能評価手法、安全評価手法等の技術基盤の整備を行う。

## 将来の地形変化・地下水流動変化の評価手法の整備

【ねらい】 廃棄物埋設地の位置の設計や天然バリアの性能評価の妥当性判断のため、隆起・侵食、海水準変動等の不確かさが将来の地形変化、地下水流動、核種移行に与える影響の評価手法を整備する

### 【アプローチ・成果】

- 過去から現在の地形変化において満足すべき拘束条件を導入し、現在の地形の再現性を確認した上で、将来の地形変化に外挿する評価手法を整備
- 国内の典型的な集水域への適用性の検討（山地・河川・平野・海域）のため、長期的な評価に適したパラメータ推定を行い、現地形の再現性から適用性を確認
- さらに、将来の海水準変動の不確かさ等を考慮した将来12.5万年間の地形変化・地下水流動・核種移行を評価し、将来12.5万年間の地形・地下水流動の空間的・時間的な変化の特徴を整理



地形変化・地下水流動・核種移行評価の流れ

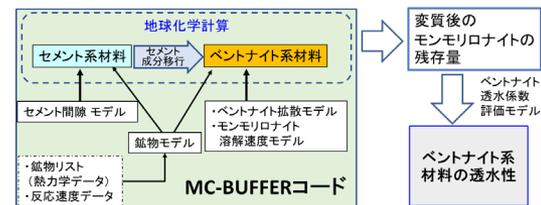
将来の地形変化・地下水流動の解析例

## ベントナイト系人工バリアの性能評価手法の整備

【ねらい】 ベントナイト系人工バリアの長期的な止水性能の評価のため、セメント-ベントナイト相互作用による材料の変質現象をモデル化し、人工バリアの性能評価手法を整備する

### 【アプローチ・成果】

- 変質現象のモデル化に必要なセメント-ベントナイト内での鉱物の溶解・生成反応、イオン種の拡散、間隙変遷、透水性等のデータ取得と各種モデル化
- 物質移行-地球化学の連成解析による性能評価



ベントナイト系人工バリアの性能評価手法

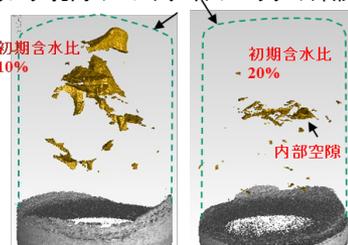
## ボーリング孔の閉鎖確認に関する研究

【ねらい】 埋設地の地質調査等のために掘削されたボーリング孔が核種の移行経路とならないための埋戻材等による閉鎖の妥当性確認に関する科学的・技術的知見を整備する

### 【アプローチ・成果】

- ボーリング孔での移行経路の形成に影響を与える可能性のある孔内透水性、孔周辺の掘削損傷領域の形成、残置物などの対象や条件を整理
- 模擬ボーリング孔の室内試験から、初期含水比により孔内で内部空隙が連続し移行経路となり得る可能性

模擬ボーリング孔内のベントナイトブロックの外形



ベントナイトブロック膨潤試験(X線CTによる内部空隙)