

今後の研究開発課題について

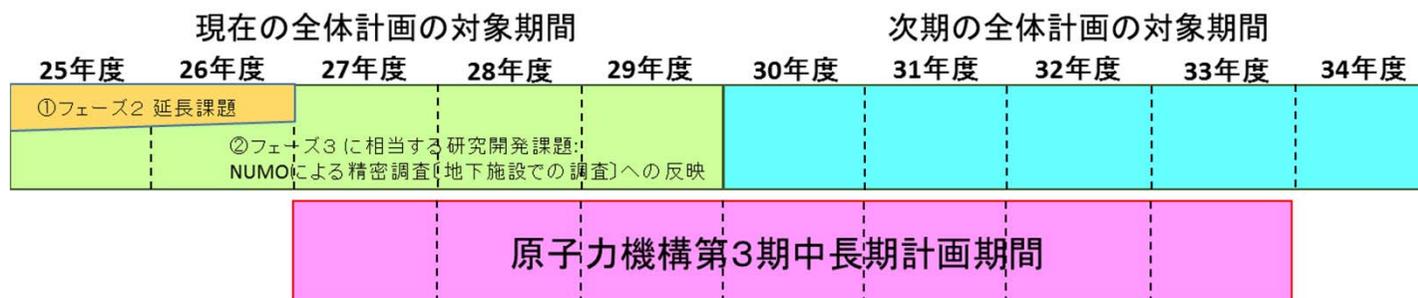
平成29年 5月31日



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

原子力機構における研究開発

現在、原子力機構は第3期中長期計画期間（平成27年度～平成33年度）の途中であり、平成30年度以降についても、同中長期計画に従った研究開発を進めて行く。



第3期中長期計画(H27-33年度) (抜粋)

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に必要な基盤的な研究開発を着実に進めるとともに、実施主体が行う地質環境調査、処分システムの設計・安全評価、国による安全規制上の施策等のための技術基盤を整備し、提供する。さらに、これらの取組を通じ、実施主体との人材交流等を進め、円滑な技術移転を進める。

加えて、代替処分オプションとしての使用済燃料直接処分の調査研究を継続する。

これらの取組により、我が国の将来的な地層処分計画立案に資する研究成果を創出するとともに、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献する。

研究開発の実施に当たっては、最新の科学的知見を踏まえることとし、実施主体、国内外の研究開発機関、大学等との技術協力や共同研究等を通じて、最先端の技術や知見を取得・提供し、我が国における地層処分に関する技術力の強化・人材育成に貢献する。

- 1) 深地層の研究施設計画
- 2) 地質環境の長期安定性に関する研究
- 3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- 4) 使用済燃料の直接処分研究開発

深地層の研究施設計画

第3期中長期計画に掲げた重点課題を、引き続き着実に進める。研究開発の進捗状況等については、平成31年度末を目途に、外部専門家による評価等により確認する。

平成31年度末までに、その後の進め方について決定する。

瑞浪超深地層研究所

① 地下坑道における工学的対策技術の開発

- ◆大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術
- ◆地下水管理技術

② 物質移動モデル化技術の開発

- ◆長期的な変遷を含めた地下深部におけるわが国固有の亀裂ネットワーク中の地下水流動・物質移動に関する試験及びモデル化技術

③ 坑道埋め戻し技術の開発

- ◆坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術
- ◆長期モニタリング技術など

幌延深地層研究所

① 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

- ◆人工バリア性能確認試験
- ◆オーバーパック腐食試験
- ◆物質移行試験

② 処分概念オプションの実証

- ◆処分孔等の湧水対策・支保技術等の実証試験
- ◆人工バリアの定置・品質確認等の方法論に関する実証試験
- ◆高温(100℃以上)等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験

③ 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

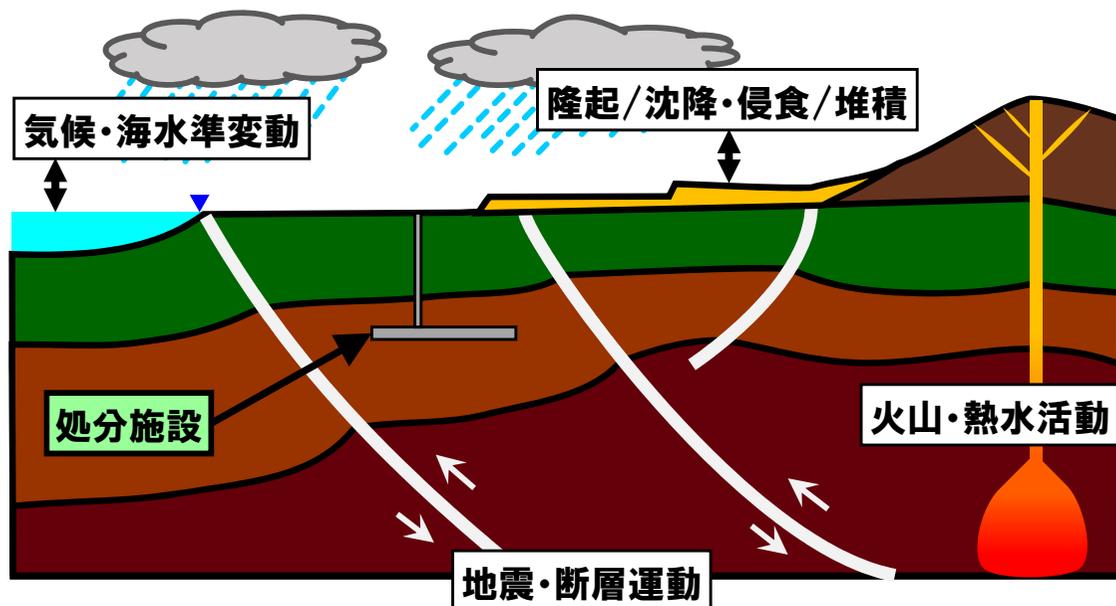
- ◆水圧擾乱試験等による緩衝能力の検証・定量化
- ◆地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

地質環境の長期安定性に関する研究 (1/3)

<地層処分において考慮すべき自然現象>

隆起・侵食、気候・海水準変動

- ・ 生活環境と処分施設との離間距離の短縮
- ・ 地下水の流動特性や水質の変化による放射性物質の移行への影響など



地震・断層運動

- ・ 岩盤の破断・破壊による処分施設の破損
- ・ 岩盤の破断・破壊による地下水移行経路の形成、岩盤ひずみに起因する地下水の水理学的変化など

火山・熱水活動

- ・ マグマの貫入・噴出による処分施設の破損
- ・ 地温上昇・熱水対流の発生、熱水・火山ガスの混入による地下水の水質の変化など

地質環境の長期安定性に関する研究 (2/3)

<基本的考え方>

地層処分技術WGにおいて示された課題を踏まえ、引き続き、自然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する技術を整備する。

「最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価 —地質環境特性および地質環境の長期安定性について—」より
広域的現象の理解に関する研究課題

- ✓ 火山の分布および地熱活動の評価に反映するための、マグマ成因論に関する知見の収集およびマントル内の熱対流モデルの評価手法の整備。
- ✓ 繰り返し活動し変位の規模が大きな断層の評価に反映するための、地形的に不明瞭な活断層の調査事例の蓄積および調査や評価方法の整備。
- ✓ 隆起量・侵食量の評価に反映するための、地形学的手法や堆積物の年代測定に基づく評価方法の整備。
- ✓ 天然現象の将来予測を行う上での前提となるプレートシステムの継続性の評価のための、プレートシステムの変遷と地質学的イベントの関係の整理および検討。
- ✓ 深部流体および非火山性熱水の流出の評価に反映するための、深部流体および非火山性熱水に関する形成・移動メカニズム等の調査事例の蓄積。

概要調査以降の調査・評価手法に関する研究課題

- ✓ 断層の活動性の評価に反映するための、地質断層の再活動性に関する調査事例および上載法の適用が困難な断層の活動性の評価方法(断層岩や充填鉱物の年代測定方法)の整備。
- ✓ 断層活動による影響範囲の評価に反映するための、既存の活断層の破碎帯の分布等の調査事例の蓄積および調査や評価方法の整備。
- ✓ 表層付近の酸化帯分布の評価に反映するための、表層付近の酸化帯に関する調査事例の蓄積。
- ✓ 地震活動の評価に反映するための、東北地方太平洋沖地震後に誘発された地震や湧水(たとえば、2011年4月11日の福島県浜通り地震)に関する調査事例の蓄積。
- ✓ 地下水の動きが緩慢であることを評価するための地下水年代測定などの技術の確保や調査事例の蓄積。

地質環境の長期安定性に関する研究 (3/3)

<取り組むべき課題>

- サイト選定では、自然現象に伴う地質環境の変化に係る様々なシナリオを想定し、地層処分システムに期待される物理的な隔離機能が損なわれる恐れがないような地域の選定が必要。
- 自然現象(地震・断層、火山・熱水、隆起・侵食など)に関する過去の記録や現在の状況を調査するための体系的な技術を整備することが重要。

⇒調査技術の開発・体系化

- 地質環境の変化によって生じる閉じ込め機能への影響を評価するためには、様々なシナリオが生じる可能性のほか、それに伴う変動の大きさ(幅)に係る予測・評価が必要。
- 将来の自然現象に伴う地質環境の変化を時間スケールに応じて予測・評価するための手法の整備が重要。

⇒長期予測・影響評価モデルの開発

- 「地質環境の長期安定性に関する研究」の科学的な基盤として、過去の自然現象の活動した時期やその変動の方向・速度を精度良く把握することが必要。
- 放射年代測定法を含めた編年技術の整備・高度化が重要。

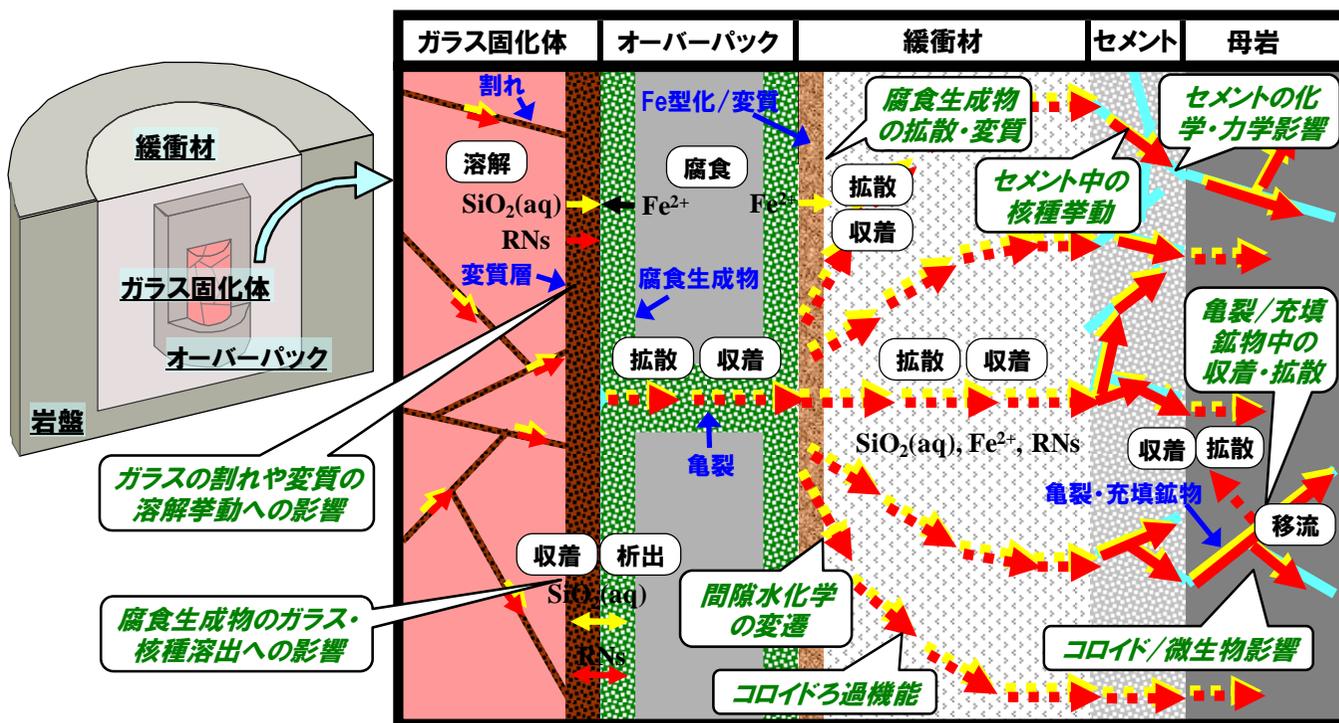
⇒年代測定技術の開発

高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発 (1/2)

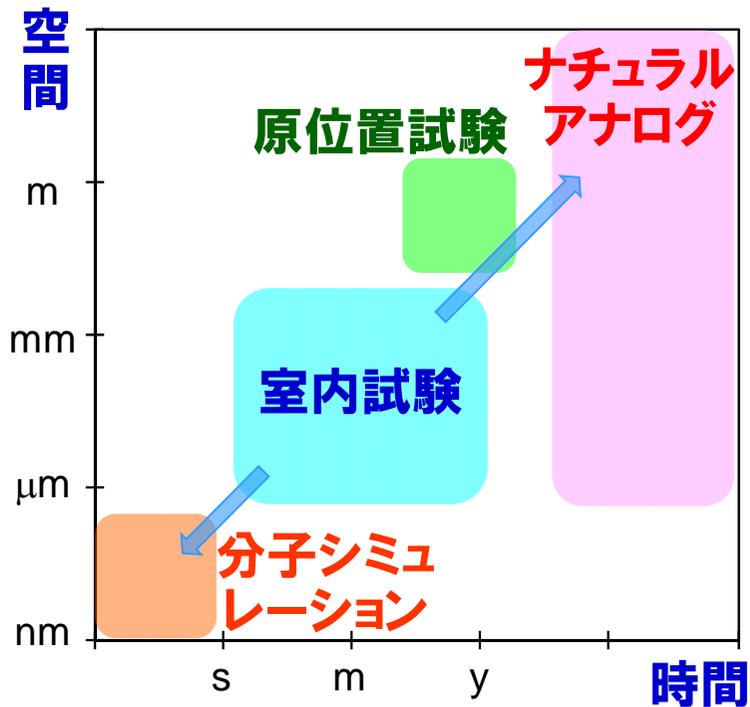
<基本的考え方>

地層処分が安全で信頼に足るものとして社会に受け入れられるものとするうえでは、常に最新の科学技術に基づき、地層処分システムの評価技術の信頼性を高め、十分に確認されたものとして整備しておくことが必要。このため、ニアフィールドを中心とした処分システムの長期挙動や性能評価に関する先端的技術開発を進め、処分実施主体(NUMO)が行う処分場設計や性能評価の科学的基盤の強化、安全規制策定のための技術基盤の構築に資する。

ニアフィールド内の複合現象/状態変遷と核種移行評価のイメージ



評価の時間・空間スケールと研究手法との対応



高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発 (2/2)

<取り組むべき課題>

- ニアフィールド環境の不飽和から飽和に至る期間(過渡期)を含めた長期変遷挙動は、人工バリアの長期性能や核種移行評価の前提条件を与えるものであり、岩石・人工バリア材のデータベース整備と評価モデルの構築及び原位置試験やナチュラルアナログによる確証が必要。

⇒ニアフィールド挙動評価技術開発とデータベース整備

- 多様な地質環境条件、ニアフィールド長期環境変遷、天然岩石中の不確実性要因等の影響を考慮した核種移行評価を実施するため、主要な影響要因に着目した岩石及び緩衝材中の核種移行データベース整備と評価モデルを構築することが必要。

⇒多様な不確実性要因を考慮した核種移行データベース及びモデルの開発

- ニアフィールドシステム全体としての複合現象と環境変遷、その場における核種移行挙動を、多分野における最先端の知識を取り込みつつ、より現実的に表現する技術を開発し、確証することが、過度な保守性に依拠しない性能評価技術として必要。

⇒ニアフィールド性能総合評価技術の開発

- TRU廃棄物処分における固有課題として、処分施設において多量に使用されているセメント系材料の影響による緩衝材・周辺岩盤の変質及び核種移行への影響、硝酸塩や有機物等による核種移行への影響評価が必要。

⇒セメント系材料、硝酸塩及び有機物の影響評価

使用済燃料の直接処分研究開発（1/2）

＜基本的考え方＞

- 平成25年度末までに得られた成果を取りまとめ、「わが国における使用済燃料の地層処分システムに関する概括的評価―直接処分第1次取りまとめ―」を作成（JAEA-Research 2015-016）。
 - ✓ 予備的な設計と安全評価を代表的な地質環境特性と使用済燃料特性という限定された条件下で実施することで現状の技術レベルを検討
 - ✓ 国内外の専門家のレビューを通じて多様性への対応や現実的な評価などに関する課題を抽出
- 現在までに、直接処分第1次取りまとめにおいて抽出した課題への対応を段階的に進めてきている。

技術的基盤の整備に向けては、引き続き使用済燃料に特有の課題について、人工バリアの成立性の評価の高度化、地質環境条件や使用済燃料の多様性への対応等に係る調査研究を、基盤と応用の両面から継続する必要がある。

使用済燃料の直接処分研究開発 (2/2)

<取り組むべき課題>

- 直接処分の場合の被ばく線量への影響を勘案し、容器寿命を長期化することで容器内での減衰を期待。
- 使用済燃料はガラス固化体に比べ多くの核分裂性物質を含有しているため、処分後に再臨界とならないような処分容器の設計が必要。

⇒使用済燃料の処分容器の設計

- 燃料集合体からの核種の溶出挙動のデータの拡充と評価モデルの高度化は国際的にも課題。
- 使用済燃料の特徴(寸法・重量, 発熱等)や処分容器の長寿命化に対して、緩衝材の挙動や変遷に関する個別現象の理解・評価モデルの高度化などが必要。

⇒使用済燃料, 緩衝材の長期挙動評価

- 人工バリアの成立性の評価の高度化、地質環境条件や使用済燃料の多様性への対応等をより確かなものとするためには、人工バリアとその他の処分施設要素との関連についての知見や直接処分システムとしての安全性に関する知見などを適宜反映することが必要。

⇒直接処分システムの成立性の多角的な確認

- 幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分以外の処分方法(超深孔処分等)に関する調査研究も必要。

⇒直接処分以外の処分方法についての調査