

日本原子力学会バックエンド部会
バックエンド週末基礎講座

放射性廃棄物処分に対する 安全規制と規制支援研究

平成23年10月30日

独立行政法人 原子力安全基盤機構
内田 雅大

本日の紹介内容

1. 放射性廃棄物の安全規制
 - 1.1 原子力安全規制の理念
 - 1.2 放射性廃棄物の種類と処分概念
 - 1.3 放射性廃棄物の安全規制
 - 1.4 処分スケジュールと規制
2. 規制支援研究(高レベル放射性廃棄物を中心に)
 - 2.1 規制支援研究とは
 - 2.2 原子力安全・保安院のニーズ
 - 2.3 実施体制
 - 2.4 主な課題と成果
3. まとめ

1. 放射性廃棄物処分の安全規制

1.1 原子力安全規制の理念

「国は、その規制活動により原子力安全が確保されていることに対して、国民の信頼が得られるようにしなければならない。国民が抱く原子力安全への懸念を踏まえ、安全規制が的確になされていること、及び不測の事態に備えた危機管理体制が確保されていることについて、広く国民に説明し、その理解を得ることは、国に課された使命である。」

「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会報告
～原子力の安全基盤の確保について～」(平成13年6月)

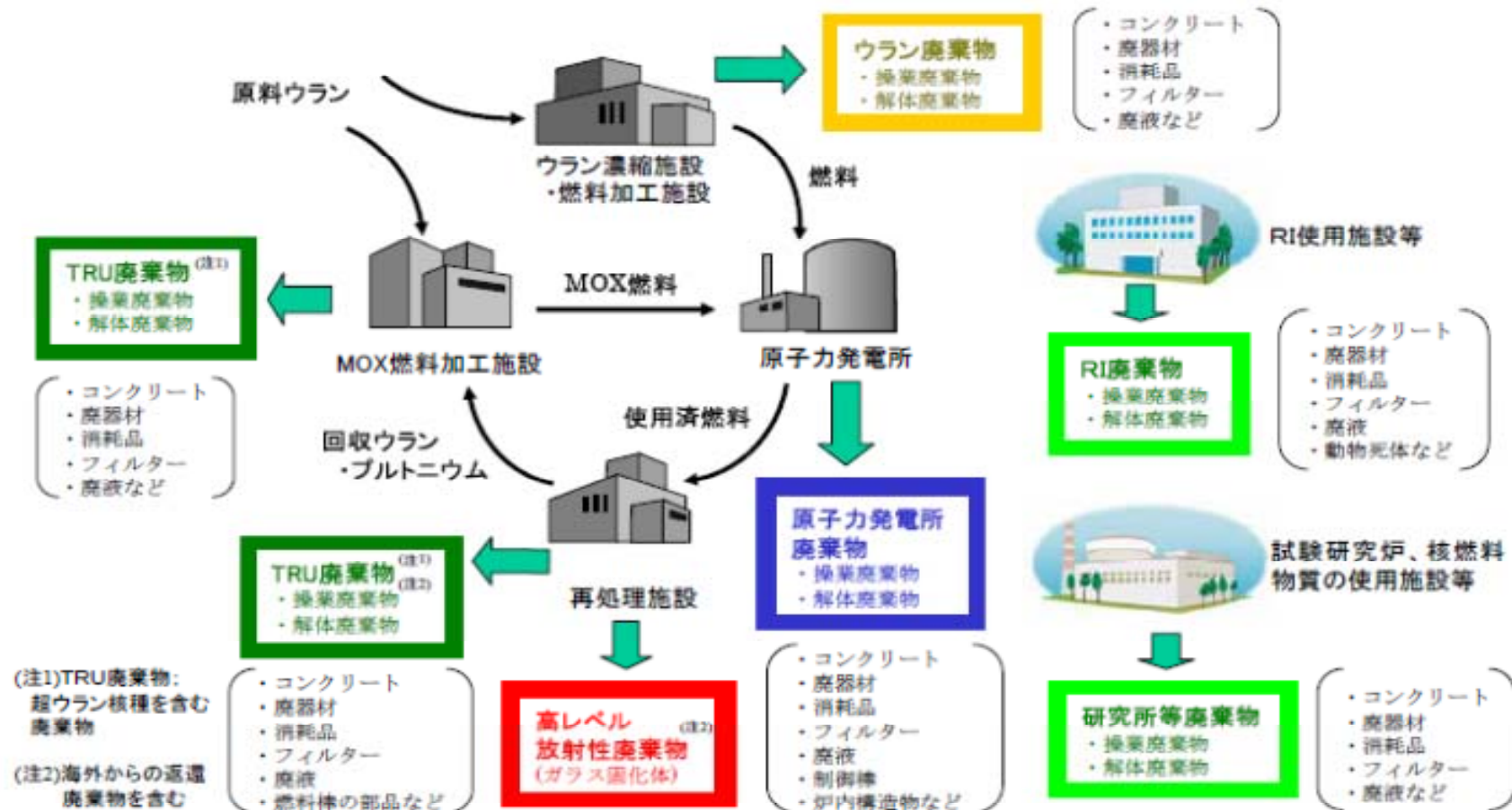
安全規制の基本的な在り方

- ✓「明確であり、公開されていること」
- ✓「最新の技術的知見を反映した効果的なものであること」
- ✓「国際動向に主体的に対応すること」

1.2 放射性廃棄物の種類と処分概念

(1) 放射性廃棄物の種類

放射性廃棄物は、原子力発電所や再処理施設、ウラン濃縮・燃料加工施設などの核燃料サイクル施設、医療機関や研究機関等の作業や廃止措置に伴い発生。



(2) 国内における放射性廃棄物量（貯蔵と埋設）

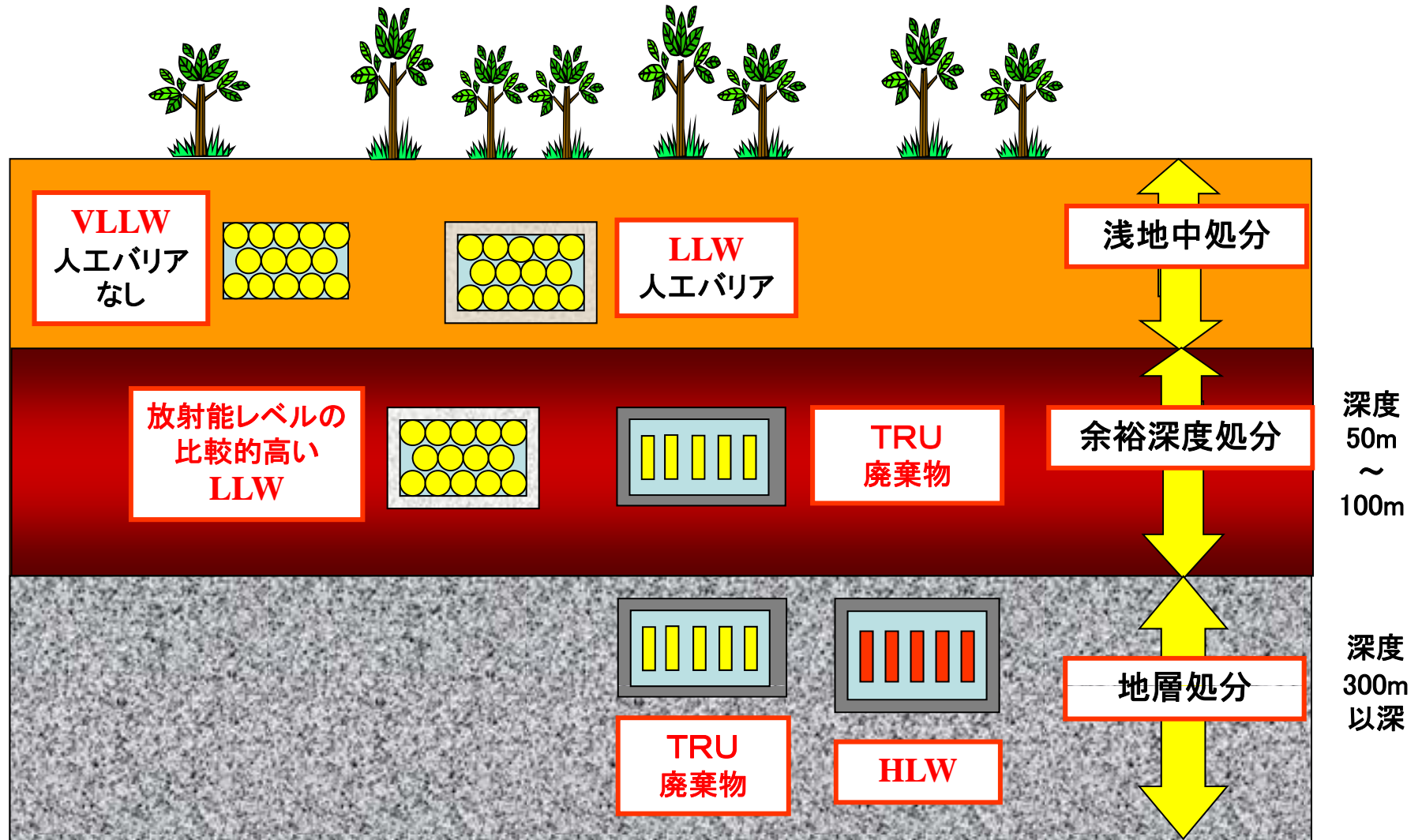


NISA「平成20年度原子力施設における放射性廃棄物の管理状況及び放射線業務従事者の線量管理状況について」に基づき作成

(3) 放射性廃棄物処分の種類と処分方策

発生場所	放射性廃棄物の種類		処分方法、処分実施者等	
再処理工場	高レベル放射性廃棄物		地層処分 (冷却貯蔵後、地下300m以深の地層への処分) ●NUMOが処分サイトを公募中	
MOX燃料 成型加工工場	低 レ ベ ル 放 射 性 廃 棄 物	TRU廃棄物 (長半減期低発熱放射性廃棄物)	(含まれる放射性物質の濃度に応じて廃棄物を区分し、コンクリートピット処分、余裕深度処分、地層処分を想定)	
原子力発電所		発電所 廃棄物	放射能レベルの比較的高い廃棄物	余裕深度処分 (一般的な地下利用に余裕をもった深度、50m以深) ●JNFLが事業許可申請を予定
			放射能レベルの比較的低い廃棄物	浅地中処分(コンクリートピット処分) ●JNFLが低レベル放射性廃棄物埋設センターを操業中
			放射能レベルの極めて低い廃棄物	浅地中処分(トレンチ処分) ●日本原子力研究開発機構がJPDRで処分を実施 ●日本原電東海発電所が事業許可申請を予定
ウラン濃縮工場 ウラン燃料 成型加工工場		ウラン廃棄物		(含まれる放射性物質の濃度に応じて廃棄物を区分し、トレンチ処分、コンクリートピット処分、余裕深度処分、地層処分を想定)
病院、研究所等	研究施設等廃棄物		(含まれる放射性物質の濃度に応じて廃棄物を区分し、トレンチ処分、コンクリートピット処分等を想定) ●日本原子力研究開発機構が事業計画中	
原子力施設の運転・ 解体等に伴い発生	放射性廃棄物として取り扱う必要のないもの (クリアランス相当の廃棄物)		再生利用や産業廃棄物と同様の処分が可能	

(4) 処 分 の 方 法

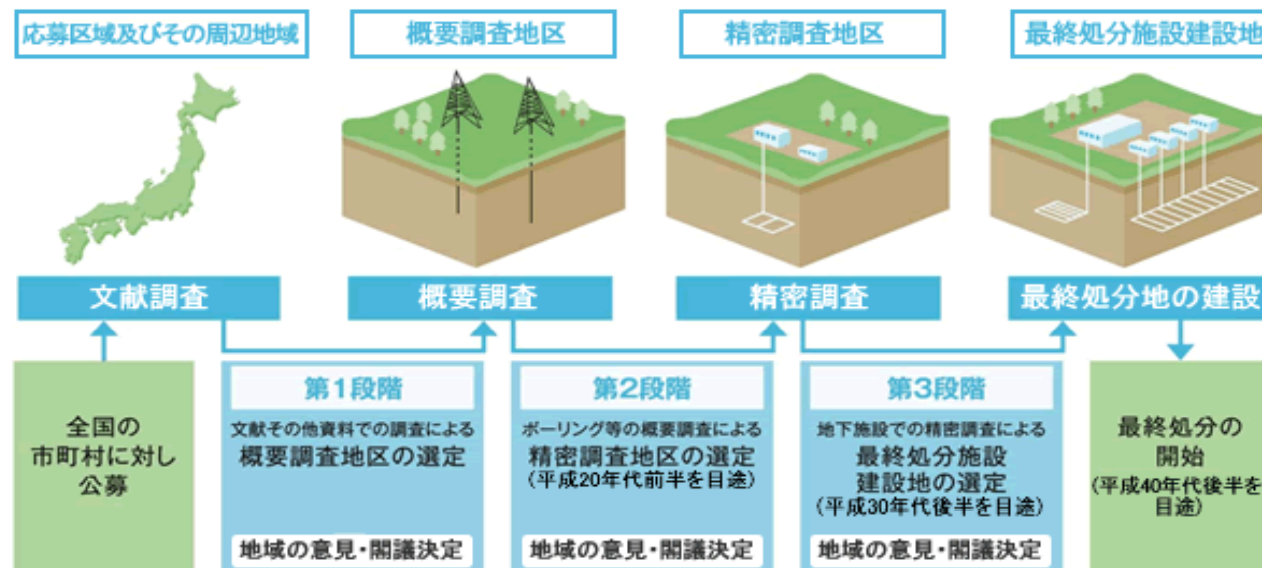


VLLW: 極低レベル放射性廃棄物 LLW: 低レベル放射性廃棄物

TRU廃棄物: 超ウラン元素廃棄物 (長半減期低発熱放射性廃棄物)

HLW: 高レベル放射性廃棄物

(4)-1 地層処分

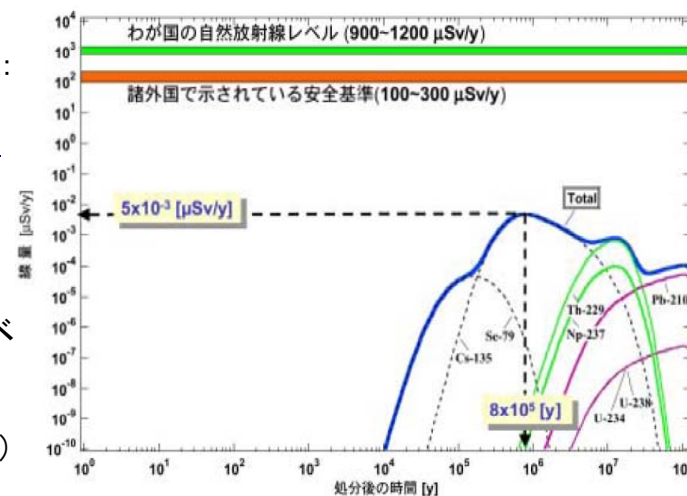


地層処分の
想定概念図

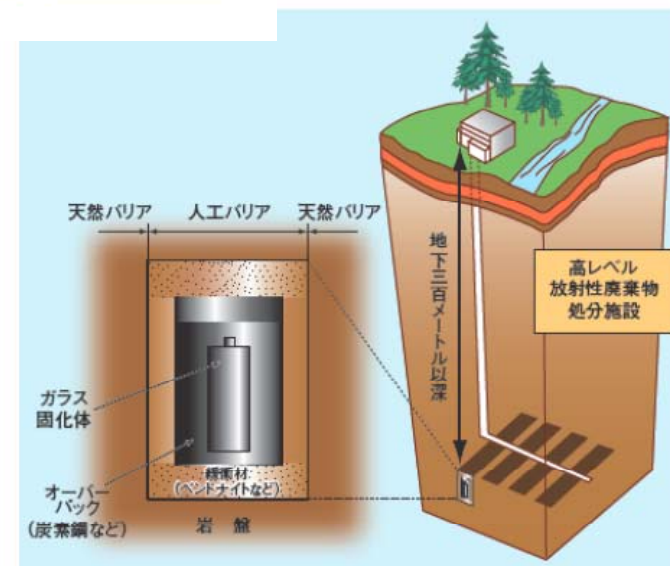
地層処分の安全評価試算例:

処分後約80万年後に最大値
が出現
→ 100万年程度を考慮して
モデル化が必要

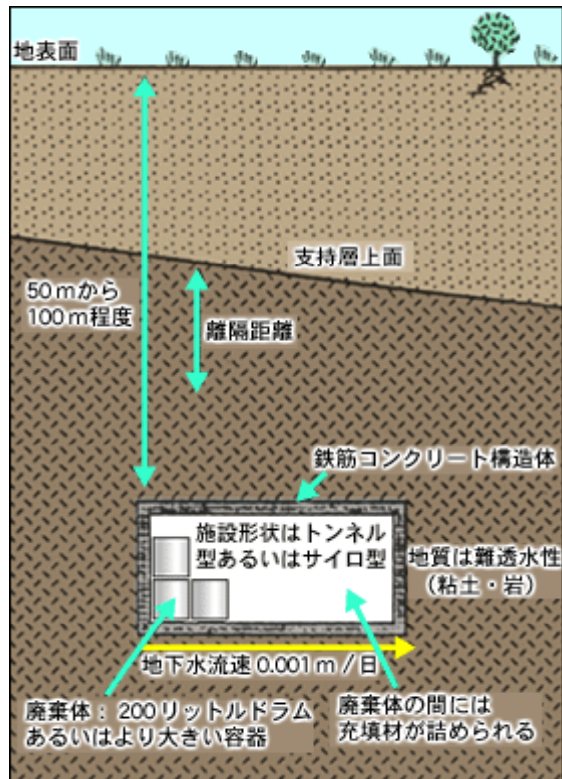
(出典: わが国における高レベル
放射性廃棄物地層処分の
技術的信頼性 ―地層処分
研究開発第2次取りまとめ―)



(4万本の廃棄体について、すべてのオーバーバックが処分後1,000年で閉じ込め機能を失うことを想定)

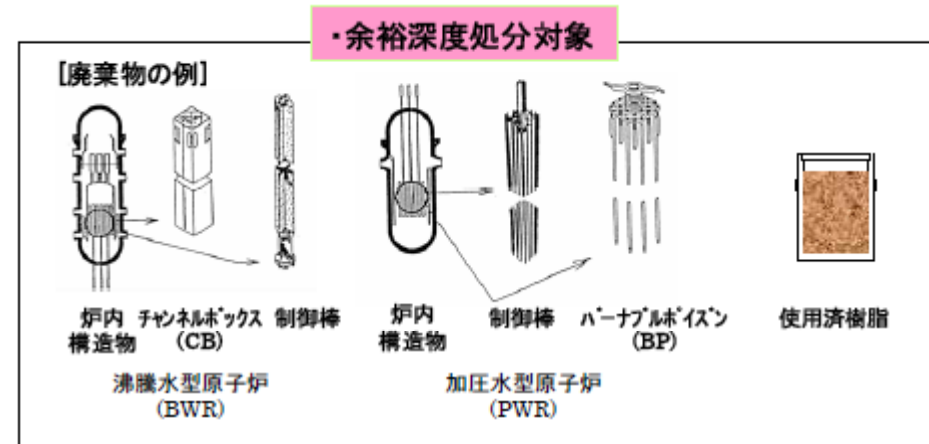


(4)-2 余裕深度処分



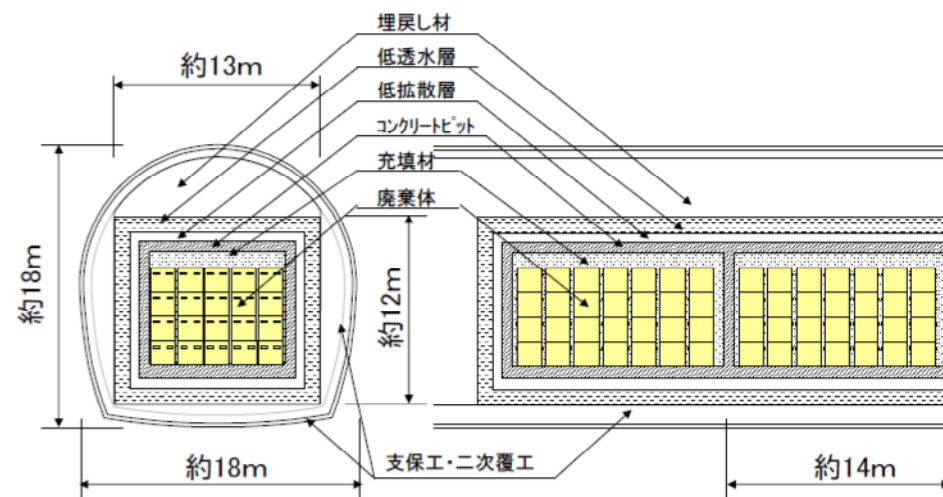
余裕深度処分の概念

(原子力発電四季報No.28より)



(注) CB/BPは再処理工場からも発生

余裕深度処分対象となる廃棄物



断面図

縦断面図

処分空洞断面の概念図

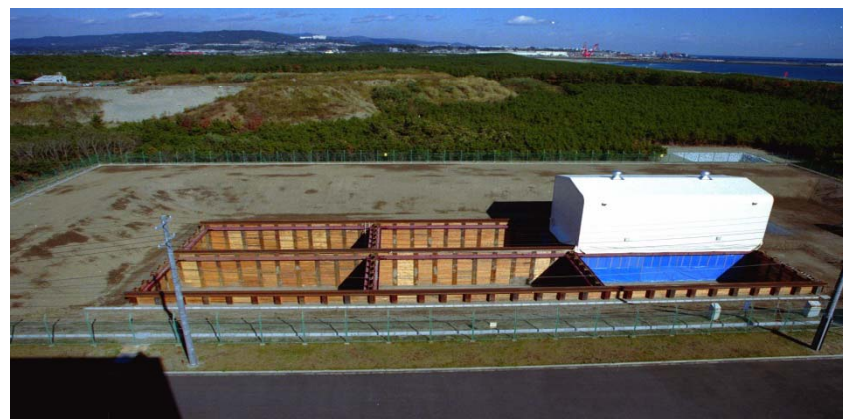
(原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会(第17回)配布資料より)

(4)-3 浅地中処分

- ・原子力発電所等の運転、点検、施設の解体等で発生する廃棄物のうち、放射性レベルの比較的低い廃棄物(廃液、フィルター、廃機材等)を処分する施設。
- ・浅地中トレンチ処分と浅地中ピット処分の2種類



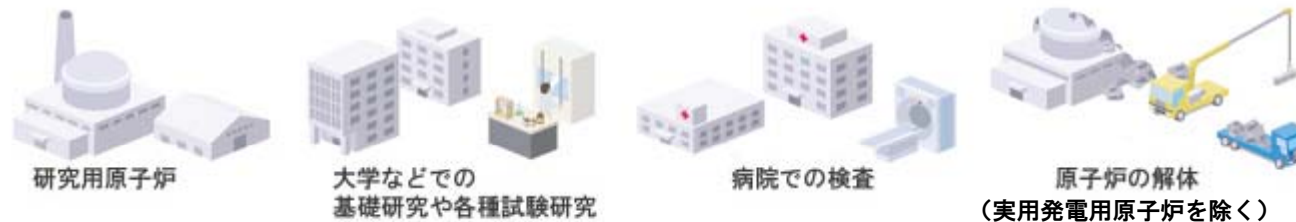
浅地中ピット処分場の例
(低レベル放射性廃棄物埋設センター)
(日本原燃株式会社HPより)



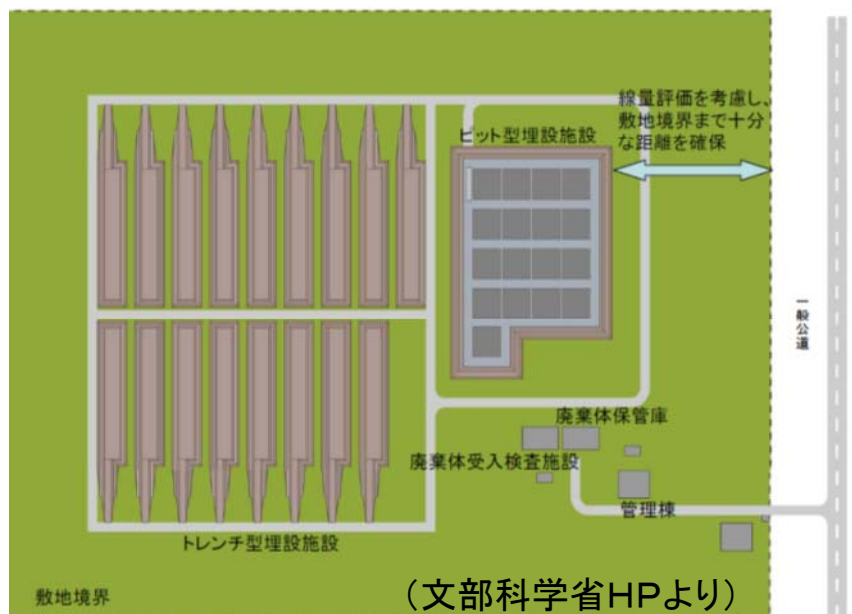
浅地中トレンチ処分場の例
(日本原子力研究開発機構 廃棄物埋設実地試験)
(資源エネルギー庁HPより)

(4)-4 研究施設等廃棄物

発生場所



廃棄物の例



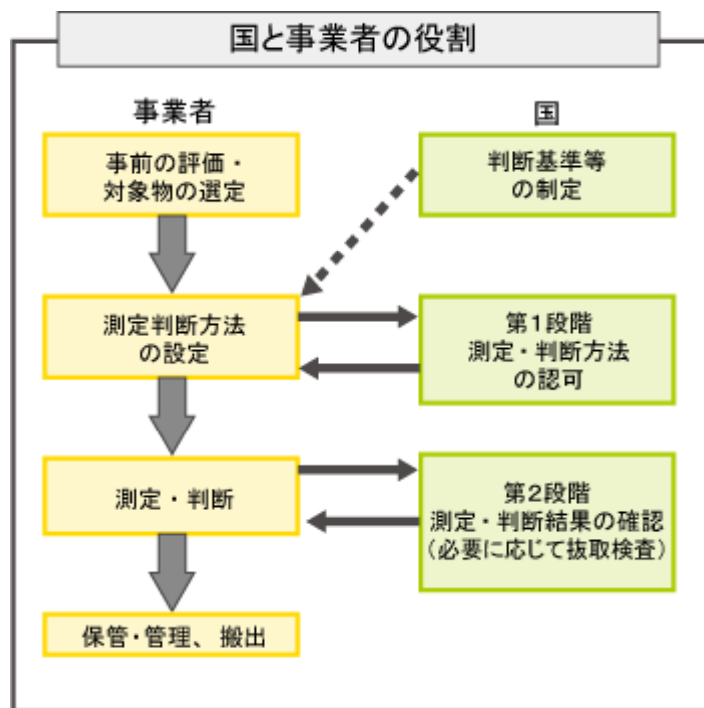
第一期事業として、廃棄体約60万本
(ピット処分約22万本、トレンチ処分約
38万本)を想定。

(4)-5 クリアランス相当の廃棄物

➤クリアランス制度とは

原子力発電所の解体などで発生する資材等のうち、人の健康への影響が無視できるほど放射能レベルが極めて低いものは、普通の産業廃棄物として再利用、または処分することができるようにするための制度。

➤クリアランス制度では、クリアランスされる資材の放射能濃度を確認するために、国(一部の確認はJNESが担当)による2段階のチェックが実施される。



(「原子力・エネルギー」図面集2009より)



クリアランスした鋼材
で製作したベンチ。
保安院等で展示中

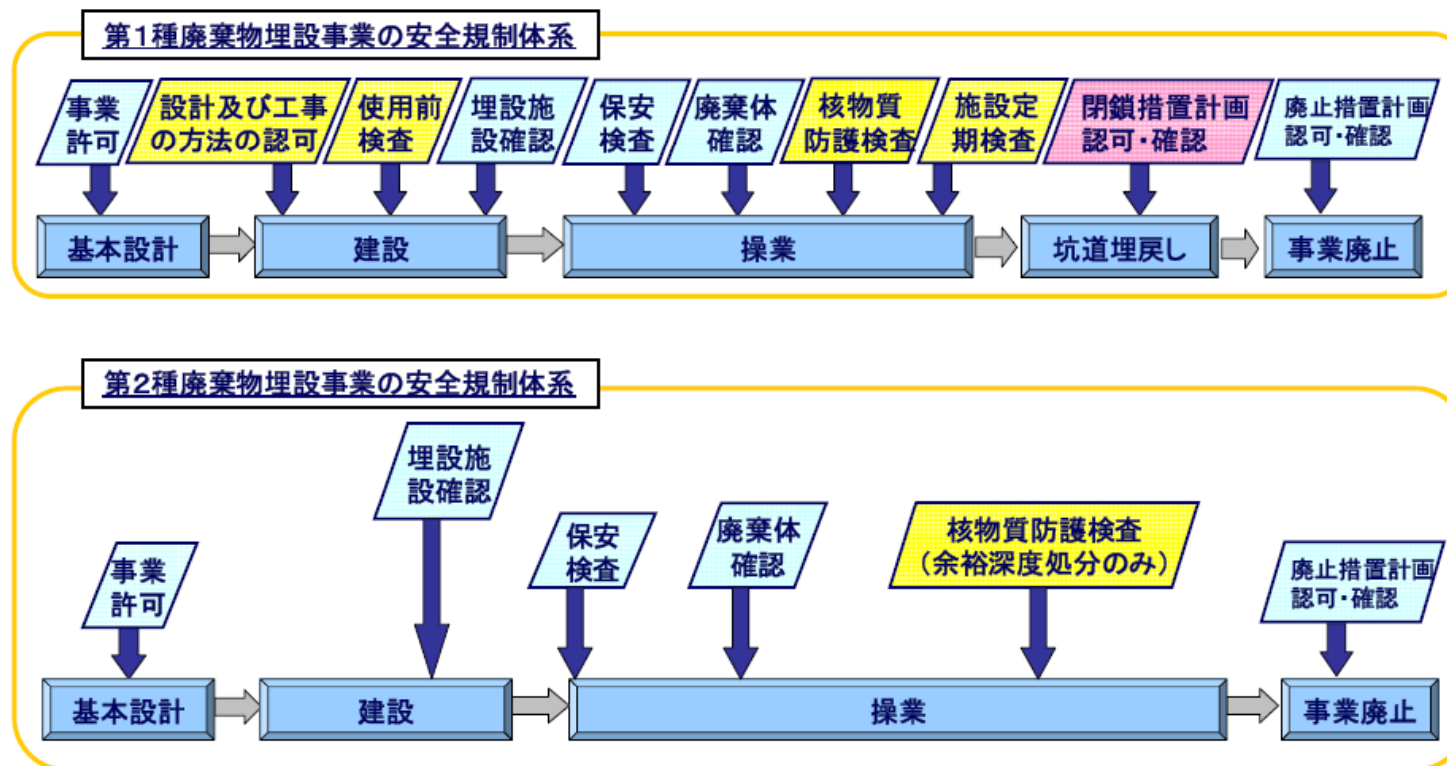
クリアランスレベル: 年間0.01ミリシーベルト
(10マイクロシーベルト) 以下

1.3 放射性廃棄物の安全規制

放射性廃棄物の安全規制は、第1種廃棄物埋設事業、第2種廃棄物埋設事業に区別して実施

第1種廃棄物埋設事業：地下300m以深の地層処分対象となる放射能レベルの高い主に高レベル放射性廃棄物の埋設事業

第2種廃棄物埋設事業：地層処分以外の放射能レベルの低い主に低レベル放射性廃棄物の埋設事業



(原子力安全委員会特定放射性廃棄物調査会第17回配布資料より)

1.3 放射性廃棄物の安全規制体制



1.3 放射性廃棄物処分に係る安全規制の検討状況

廃棄物の種類			原子力委員会の検討	原子力安全委員会の検討			関係法令の整備	
			処分方針	安全規制の考え方	濃度上限値等の基準	個別施設審査方法		
高レベル放射性廃棄物			済(98.5)	済 ^{※1} (00.11、07.5)	済 (92.6、00.9、07.5)	—	今後検討	済(08.4)
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	余裕深度処分対象廃棄物	済(98.10)	済 (00.9、07.7)		済 (00.9、07.5)	済 (10.8)	済(08.4)
		低レベル放射性廃棄物	済(84.8)	済 (85.10、07.7)		済 (87.2、92.6、07.5)	済 (88.3、93.1、10.8)	済(08.4)
		極低レベル放射性廃棄物				済 (93.1、07.5)	済(08.4、10.8)	済(08.4)
	TRU廃棄物		済 (00.3、06.4)	済(06.4、07.7)		済(07.5)	一部検討中 ^{※5}	済(08.4)
	ウラン廃棄物		済(00.12)	一部済(06.4)		今後検討		一部済 ^{※2} (05.6)
研究施設等廃棄物			済(98.5)	済(04.1、06.4、07.7)		一部済 ^{※7} (07.5)	今後検討	一部済 ^{※6} (05.6)
クリアランスレベル以下の廃棄物			済 (84.8、00.12)	済 (01.7、04.09)		一部未 ^{※3} (99.3、01.7、04.12、09.10)	—	一部未 ^{※4} (05.12)

※1: 第1次報告をとりまとめ(2000.11)。中間報告(2007.5)。

※2: 原子炉、使用施設(一部)、からの廃棄物について検討済。

※3: 原子炉、使用施設(一部)、ウラン取扱施設(金属の再利用用途)からの廃棄物について検討済。

※4: 原子炉、使用施設(一部)からの廃棄物について検討済。

※5: 第二種廃棄物埋設に係る安全審査の考え方について検討中。第一種廃棄物埋設については今後検討。

※6: 政令について検討済。関係省令等を今後検討。

※7: 核燃料使用施設(使用済燃料、照射済燃料を取扱う施設)から発生する廃棄物について検討済。

1.3 地層処分の安全規制

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」

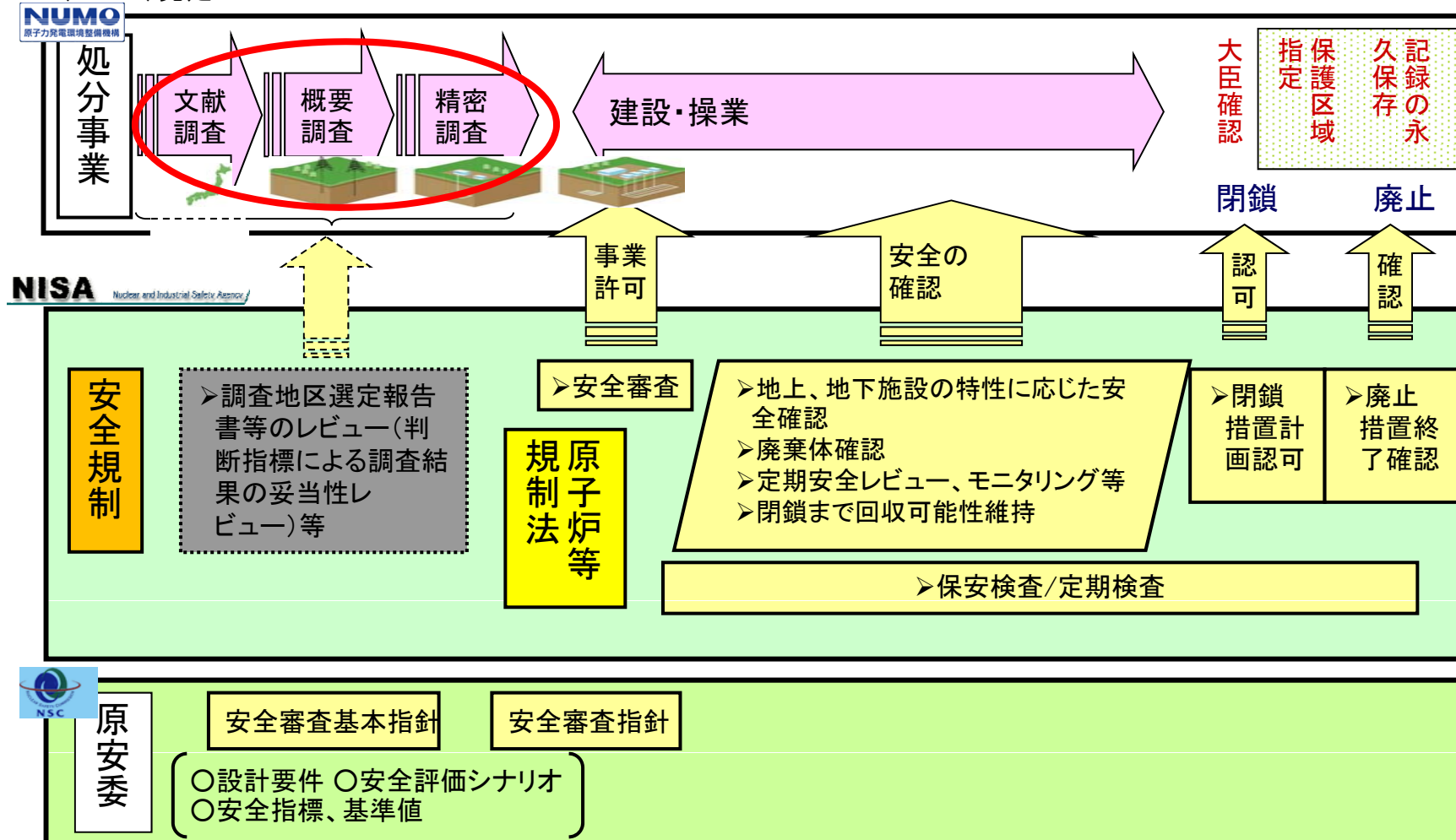
原子炉等規制法

▽平成12年原子力
発電環境整備機構
（NUMO）発足

▽平成20年代中頃
精密調査地区選定

▽平成40年前後処分地決定

NUMOの解散（別に定める）▽



2. 規制支援研究 —地層処分を中心として—

2.1 規制支援研究とは

規制支援研究

…「規制当局、教育研究機関、公的研究開発機関等で行われる主として安全規制を目的とする研究及び、産業界等で行われる主として安全性、信頼性向上を目的とする研究」(安全基盤研究※)のうち、規制当局である保安院のニーズに基づいて国の予算によって実施される研究のこと。

平成21年10月、原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会
「放射性廃棄物処理・処分に係る規制支援研究(平成22年度～平成26年度)報告書」より
(<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g91019d01j.pdf>)

→ 上記報告書では、放射性廃棄物処理・処分の分野において、下記の5分野のニーズを示した。このニーズに基づき、JNESが規制支援研究計画を策定し(<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g91019e01j.pdf>)、研究を実施(JNES交付金、保安院による委託事業)。

- 地層処分に係るニーズ(JNES交付金、保安院による委託事業)
- 余裕深度処分に係るニーズ(JNES交付金)
- 浅地中処分に係るニーズ(JNES交付金)
- クリアランスに係るニーズ(JNES交付金)
- 返還廃棄物貯蔵に係るニーズ(JNES交付金)

※ 5) 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力安全基盤小委員会、「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力安全基盤小委員会報告～原子力の安全基盤の強化について～」、平成19年10月

2.2 原子力安全・保安院のニーズ

「放射性廃棄物処理・処分に係る規制支援研究報告書及び計画（平成22年度～平成26年度）」

～平成21年10月、原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会で策定～

目次

1. 背景及び目的

2. 保安院のニーズ

2.1 地層処分に係るニーズ

2.2 余裕深度処分に係るニーズ

2.3 浅地中処分に係るニーズ

2.4 クリアランスに係るニーズ

2.5 返還廃棄物貯蔵に係るニーズ

2.6 規制支援研究を支える活動

3. 規制支援研究計画の策定について

3.1 規制支援研究計画策定に当たっての基本方針

3.2 規制支援研究計画の策定手順について

4. 規制支援研究の進め方について

4.1 規制支援研究実施体制

4.2 規制関連機関以外の機関との関係について

4.3 規制支援研究の国際的な取組みのあり方

4.4 学協会規格への対応

4.5 国民とのコミュニケーションへの対応

5. おわりに

参考文献

・JNESは、保安院との強固な連携の下、全ての規制支援研究（委託事業、交付金事業）の進捗状況を把握し、一元的に成果を取りまとめて、研究計画の立案を担う。

(1) 保安院のニーズ

放射性廃棄物処理・処分の分野に係る規制支援研究について、平成22年度以降の保安院のニーズは下記の通り。

●地層処分に係るニーズ

- ・概要調査及び精密調査結果の妥当性レビューのための判断指標の策定
- ・安全審査に向けた基本的考え方（安全設計の基本的要件や安全評価の基本的考え方等）の取りまとめ、安全審査の判断指標の策定 等
→ 「地層処分に係る規制研究レポート（仮）」の作成

●余裕深度処分に係るニーズ

- ・安全審査に用いる解析手法の整備
- ・安全性能確認のための要領整備

●浅地中処分に係るニーズ

- ・施設確認要領、廃棄確認要領の策定

●クリアランスに係るニーズ

- ・大型金属廃棄物／建屋コンクリート及びコンクリートガラ廃棄物の検認方法の策定
- ・ウランクリアランスの基準整備とウラン加工施設廃棄物の検認方法の策定
- ・不測事態対応マニュアル整備

●返還廃棄物貯蔵に係るニーズ

- ・固型物収納体（CSD-C）及び低レベル放射性廃棄物ガラス固化体（CSD-B）の外廃棄確認要領策定

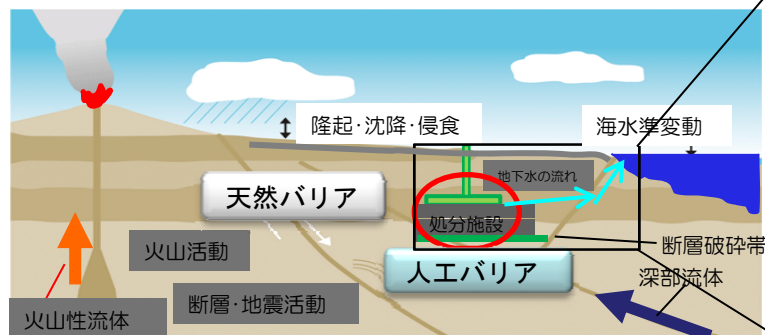


2.2 原子力安全・保安院のニーズ ー地層処分に関わるニーズー

最終処分法に基づく立地選定

概要調査結果及び精密調査結果の
妥当性レビューに関する研究

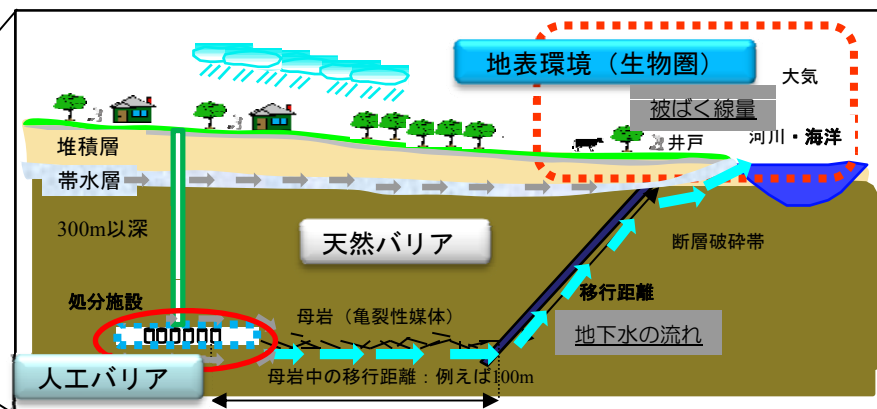
地震、火山、隆起・侵食、気候、海水準変動、地下水流動等の地質・気候関連の事象に関する規制側として必要な評価手法(実証検証含む)、調査結果の妥当性レビューのための判断指標等の確立



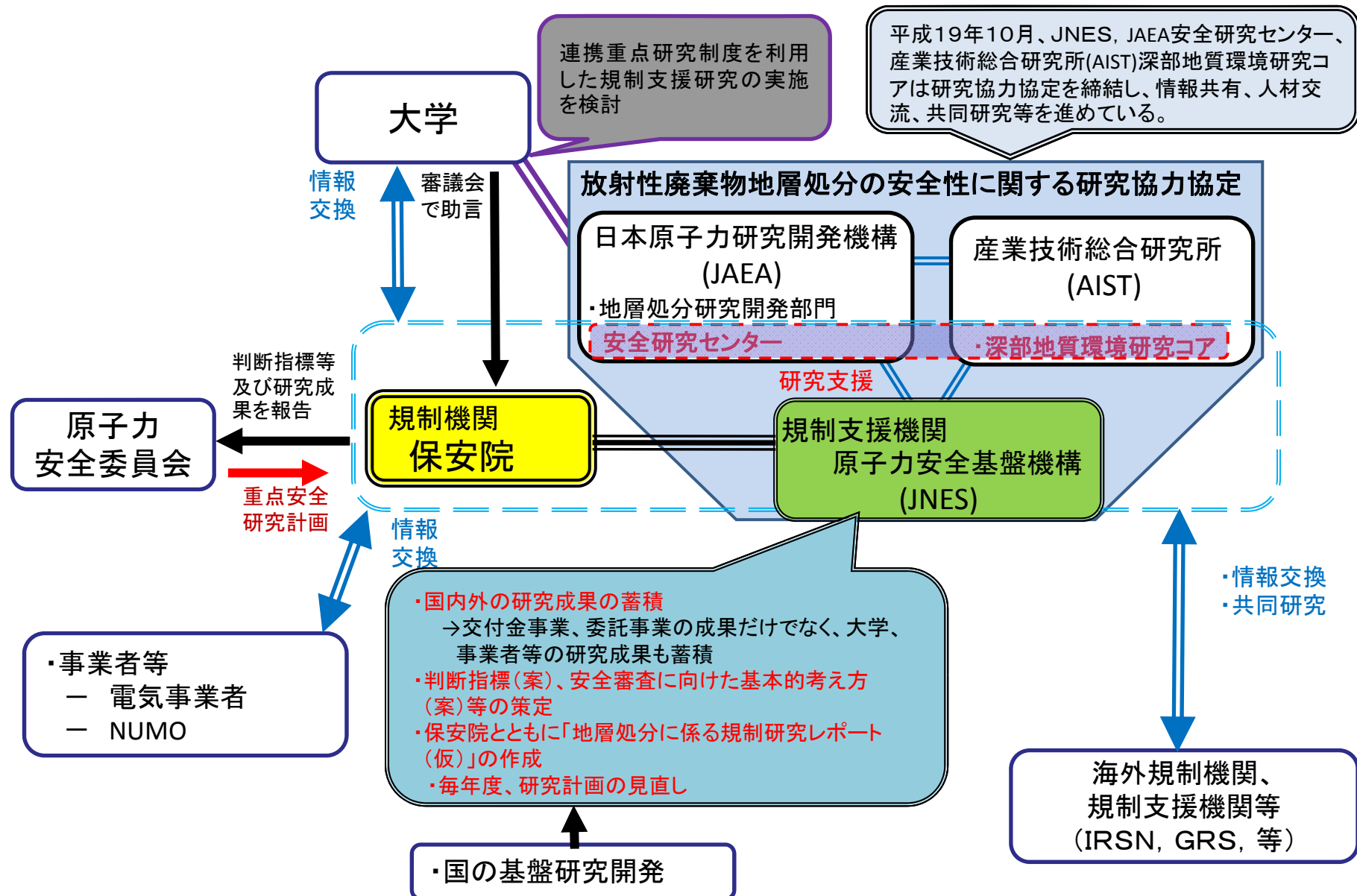
原子炉等規制法に基づく安全規制

安全審査等に向けた研究

人工バリア内の核種移行評価手法、人工バリアや天然バリア中の一連の核種移行評価手法(地下水の水流による核種移行を含む)や、最終的な地表環境(生態圏)での被ばく線量等の評価のためのシナリオ設定手法等の長期的な安全評価手法の確立(数十万年のスケール)



2.3 地層処分に係る規制支援研究実施体制



2.4 地層処分に係る規制支援研究計画（1/3）

○「概要調査結果の妥当性レビューに向けた検討」における研究項目

特魔法第七条第2項が定める適合条件に対する適合性を示すために調査・提示されるべき内容の具体化

・「当該対象地層等において、地震等の自然現象による地層の著しい変動が長期間生じていないこと」

- 1) 隆起・沈降、侵食、地震・断層活動、火山・火成活動の活動度評価手法の開発と評価指標の策定
- 2) ボーリングを含む各種調査手法、解析的手法の選定

・「当該対象地層等が坑道の掘削に支障がないものであること」

- 1) 岩石の物理的特性、強度等の力学特性、均質な母岩ないし単純な地質構造の空間的規模の把握に係る指標の設定
- 2) 原位置試料を用いた岩石物性試験の精度と解析評価手法の整理
- 3) 原位置等で実施する周辺の広域地殻応力の評価手法に係る指標の設定

・「当該対象地層等内に活断層、破碎帯又は地下水の水流があるときは、これが坑道その他の地下の施設に悪影響を及ぼすおそれが少ないと見込まれること」

- 1) 断層などの透水異方性の高い構造が、地下水変動に与える影響の評価
- 2) 処分深度までの地下水流動、処分深度における水質、処分深度の地下水が人工バリアに与える影響に係る評価指標の設定
- 3) 地表調査及びボーリング調査による水文地質学、化学、生物化学調査手法に係る指標の設定
- 4) 処分深度の地下水の年代、起源、混合の解析評価に必要な手法の選定
- 5) 結晶質岩における水みち認定のための調査手法の選定と評価指標の認定

2.4 地層処分に係る規制支援研究計画（2/3）

○「精密調査結果の妥当性レビューに向けた検討」における研究項目

特魔法第八条第2項が定める適合条件に対する適合性を示すために調査・提示されるべき内容の具体化

・「地下施設が当該対象地層内において、異常な圧力を受けるおそれがないと見込まれることその他当該対象地層の物理的性質が最終処分施設の設置に適していること」

- 1) 地層の岩盤物性、広域地殻応力に係る指標の設定
- 2) 最終処分施設の設置に望ましい地層の物理的性質に係る指標とその時間的・空間的検討範囲の設定

・「地下施設が当該対象地層内において異常な腐食作用をうけるおそれがないと見込まれることその他当該対象地層の化学的性質が最終処分施設の設置に適していると見込まれること」

- 1) 地層の化学的性質、処分深度地下水の化学的性質に係る指標の設定
- 2) 最終処分施設の設置に望ましい地層の化学的性質に係る指標とその時間的・空間的検討範囲の設定

・「当該対象地層等内にある地下水又はその水流が地下施設の機能に障害を及ぼすおそれがないと見込まれること」

- 1) 地層の地下水の水理的性質、地層内の地下水流に係る指標の設定
- 2) 最終処分施設の設置に望ましい地下水の水理学的指標とその時間的・空間的検討範囲の設定

2.4 地層処分に係る規制支援研究計画（3/3）

○「安全審査等に向けた検討」における研究項目

- ・安全設計の基本要件及び安全評価の基本的考え方の整理

- 1) 安全確保、安全設計、安全評価の基本的考え方の整理

- ・処分システムの状態及び挙動評価技術の整備

- 1) 地質環境条件及び天然バリア挙動評価手法の整備
- 2) 人工バリア挙動評価手法の整備
- 3) 廃棄体（ガラス固化体と放射化金属）挙動評価手法の整備

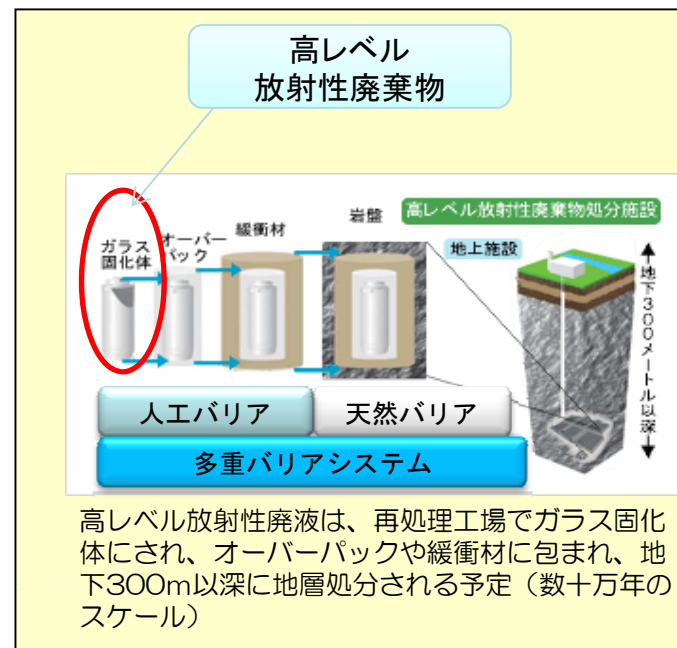
- ・地層処分の影響評価技術の整備

- 1) 被ばく線量等の評価のためのシナリオ設定手法の整備
- 2) 廃棄体からの核種溶出挙動評価手法の整備
- 3) 人工バリア核種移行挙動評価手法の整備
- 4) 天然バリア核種移行挙動評価手法の整備

- ・安全評価上考慮すべき事項に関する評価手法の整備

- 1) 生物圏評価手法の整備
- 2) 不確実性を考慮した安全評価手法の整備
- 3) 稀頻度事象の評価手法の整備

- ・安全審査の判断指標の整備



2.4 主な規制支援研究の成果 (地層処分)

2.4.1 概要調査結果の妥当性レビューに向けた検討 (1) 判断指標の検討

目標:

概要調査結果の妥当性をレビューするための「判断指標」を策定する。平成23年度は抽出された調査・評価項目に対しての要件等を設定し、判断指標のドラフト版を作成する

内容:

策定すべき判断指標の項目(調査・評価項目)や、判断指標策定に当たっての方法論などを含む概要調査結果の妥当性レビューにおける考え方について、23年度中に原案を取りまとめる

考え方のとりまとめ

- ・判断指標について想定される項目構成を検討。
 - －調査・評価項目
 - －精密調査地区選定段階において考慮すべき要件
 - －考慮すべき要件の背景となる知見と概要調査で用いる調査・評価手法
- ・サイト特性を考慮した処分場の安全評価を念頭において、最終処分法、セーフティケース、IAEA安全基準文書等の文書を参照し、そこから判断指標を策定する調査・評価項目を抽出

判断指標の策定

- ・各項目での確認事項および要件の検討
- ・知見および調査・手法の整備
- ・品質管理の検討
- ・規制支援研究計画へ反映すべき課題の整理

成果: 「概要調査結果の妥当性レビューのための判断指標」作成

2.4.1 概要調査結果の妥当性レビューに向けた検討 (2) 我が国の過去の自然事象についてのデータベース化

目標:

- 1) 第四紀火山データベースの更新
- 2) 地質データベースの更新

内容:

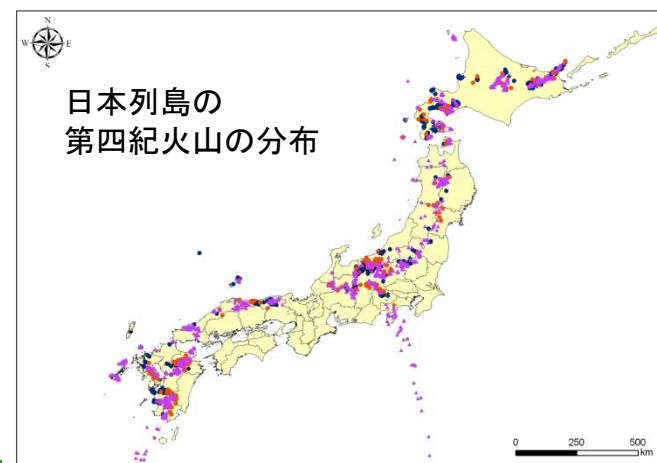
- 1) 既にAISTが公表している「日本の第四紀火山」(Webデータベース)の更新・拡充を行う。
最新の研究成果を反映した日本列島に分布する第四紀火山に対する地質文献データ集の更新。
公表資料(学術論文, 報告書等)のレビューに基づく, 第四紀火山の分布, 火口位置, 噴火年代, 岩質等のデータセットの作成。
第四紀の定義の更新(180万年→260万年前)に対応したデータの拡充。
既存文献では噴火年代が特定できない火山に対する新たな年代測定の実施。
- 2) これまで整備を行ってきた「地質データベース」を最新の地質情報に更新。
電子データ作成及び登録業務を円滑に実施するための地質データベースシステムの管理運用。
事業者による概要調査結果を判断する作業に有用な地質データ出力機能の作成。
長期的な構造運動による影響のデータ化手法の検討。

成果:

最新の知見を反映した「日本の第四紀火山」および「地質」データベース

成果物:

最新の知見に基づく, 日本列島に分布する地質データベース



(3) 自然事象に関する不確実性低減のための複数の調査手法の相互補完的運用の検討 及び従来手法を補う調査技術 ②火山活動予測手法の検討

目標:

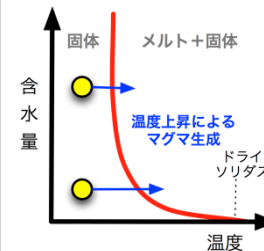
- 1) 東北日本の新規火山出現評価手法の確立
- 2) 巨大カルデラ火山の新規出現に関するポテンシャル評価手法の検討

内容:

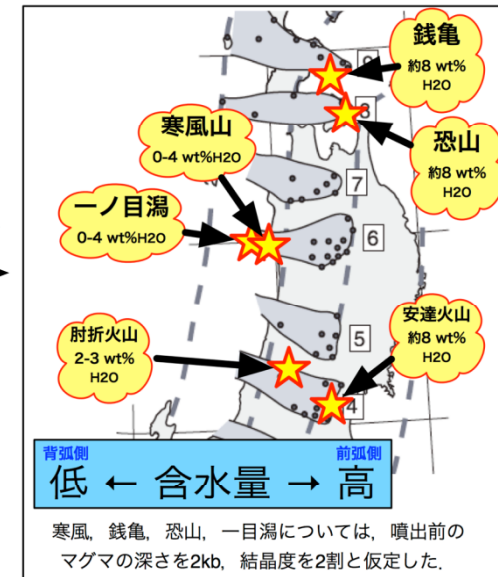
1) 島弧スケールの長期的な火山活動予測手法の確立のために、マグマ含水量の推定手法を用い、新規火山出現評価手法の確立を目指す。

特に、東北日本の複数の火山に対して、地質学的手法による火山時空分布解析および岩石学的手法によるマグマ発生条件としてのマグマ含水量の時間・空間分布を明らかにすることで、東北日本の長期的なマグマ活動推移のモデル化を行う。

2) 北海道中東部地域および九州中部地域の火山活動推移との比較研究を通して、巨大カルデラ火山の新規出現に至るマグマ蓄積モデル化を行う。



・含水量の相異により、マグマの発生が地下深部の温度上昇に対して鋭敏に反応する地域と緩慢な地域が存在すると思われる



マグマ発生要因として重要な、含水量の空間分布の把握

成果:

- ・島弧における火山出現に関するマグマ成因論モデル
- ・巨大カルデラ火山出現に至るマグマ蓄積プロセスに対する岩石学的モデル

成果物:

- ・日本列島における新規火山出現予測に対する考え方およびポテンシャル評価手法の提示

(4) 地下水年代測定における複数の年代の水が混合している場合の評価

目標:

- 1) 地下水の混合解析により端成分およびその起源を解明
- 2) 各成分の混合結果と各種年代値を解析し、最適な地下水年代値を検討

内容:

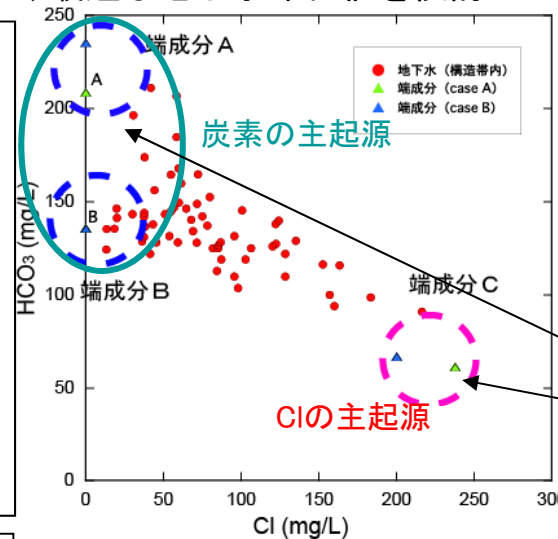
- 1) 対象地域における最適な地下水の混合解析手法を提示し、より精密な地下水年代値を求める手法を検討する。
- 2) 上記評価手法の汎用性、特殊性について整理、検討しまとめる。
- 3) 他地域の地下水への適用可能性の検討として、沿岸部の堆積岩地域および結晶質岩地域について検討する。

成果:

- 多変量解析による混合成分の起源解析に基づいた最適な年代評価
- $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ と ^4He 濃度の関係による海水と淡水の年代評価
- トリチウム、 ^{14}C による若い浅層地下水混入の評価

成果物

- 地下水の混合成分の評価手法
- 最適な地下水年代測定手法



解析例(その1)

多変量混合解析

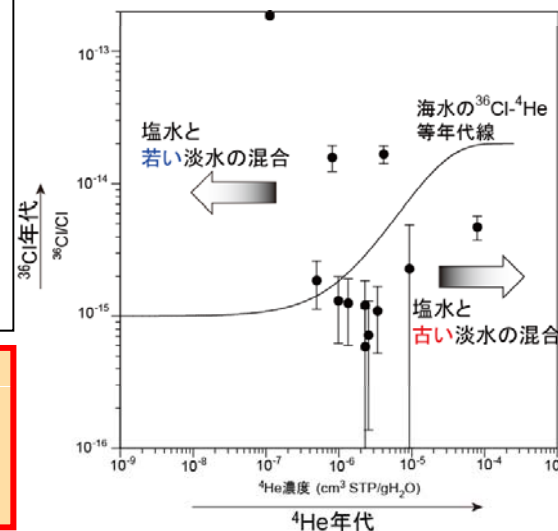
混合を考慮に入れない年代

^{14}C 年代 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ 年代
数千～3万年 約30万年

解析結果(左図)

- 炭素は淡水に濃縮 → 淡水成分の年代
- Cl^- は塩水に濃縮 → 塩水成分の年代

測定手法により異なる年代値 → 各端成分の年代の違いを反映



解析例(その2)

年代測定値のずれによる解析

$^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ と ^4He 等年代線からのずれにより、海水成分と淡水成分の年代差を解析

沿岸域における海面変化に伴う海水の侵入—淡水との混合時期を反映

2.4.2 精密調査結果の妥当性レビューに向けた検討

(1) 深部流体・熱水活動の将来予測及び影響範囲とその定量化評価

目標:

- 1) 地殻下部で活動する深部流体の組成や流量について定量化手法を検討する。
- 2) 火山による熱水活動の持続時間と規模の予測手法の検討を行う。

内容:

① 深部流体

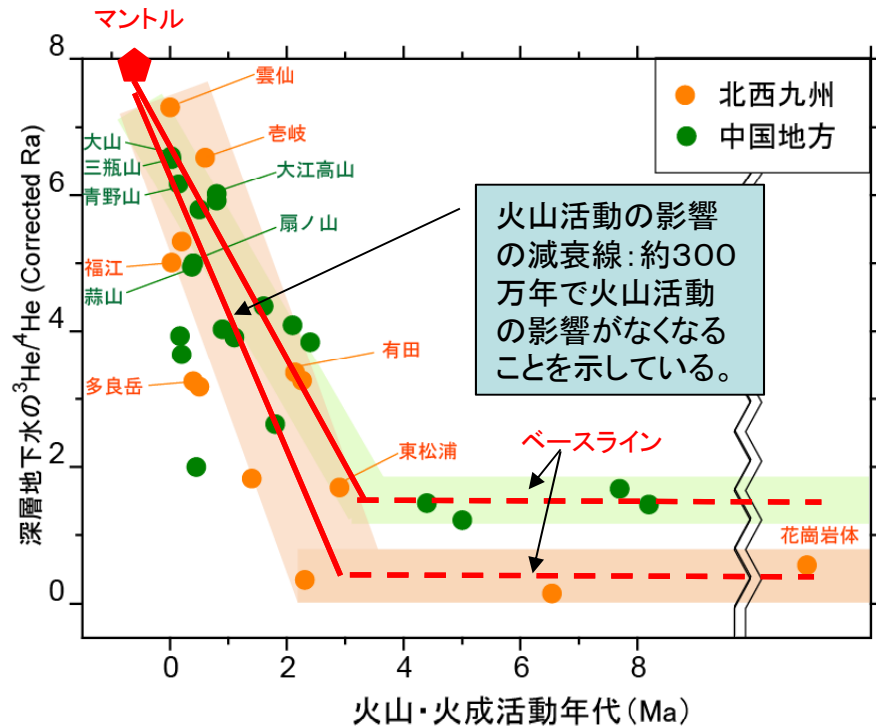
- ・地殻下部で活動する熱水の組成や流量について検討
- ・地殻下部から上昇する深部流体の流量については、実測量およびモデルに基づく推定量について検討

② 熱水活動

- ・単成火山のマグマの影響の時間スケールの結果(H22年度)に基づいて、熱水活動の持続時間について予測手法を検討
- ・マグマ活動や深部低周波地震の分布およびマグマ中の揮発物質含有量等に基づき、現在の地殻下部マグマ活動に起因して放出される熱水の特徴や規模について検討

成果:

- ・地殻下部で活動する熱水の組成や流量の評価と考え方
- ・火山活動の周辺への影響の持続時間と規模の評価と考え方



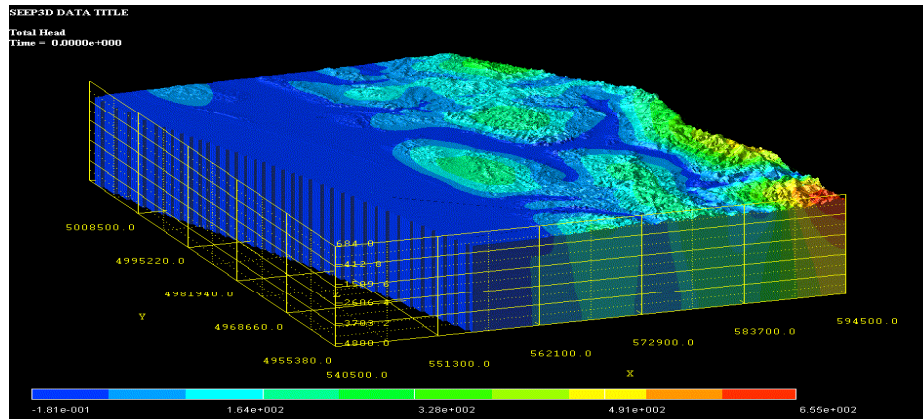
北西九州および中国地方における単成火山活動年代と周辺の深層地下水の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比

成果物:

- ・深部流体の活動予測の評価手法
- ・熱水活動の影響予測の評価手法

2.4.3 安全審査等に向けた研究

(1) 自然事象等の外的因子の影響を考慮した地下水流動評価手法の整備とその適用条件・適用範囲及び不確実性の把握



全水頭分布

● 粒子追跡解析の結果

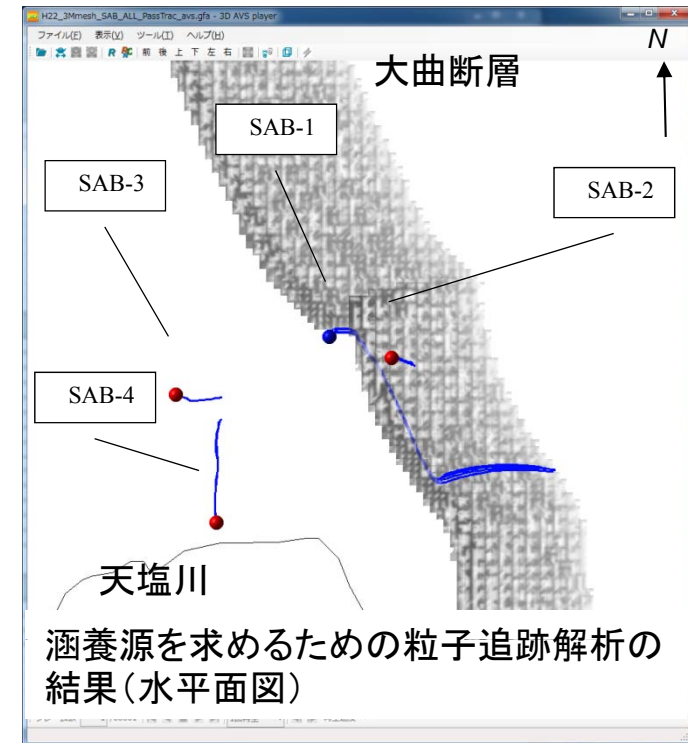
- ・SAB-1孔へは、北向きの流れ(大曲断層の深部を通過してくるより遠方の山側からの流入)

→ 水質調査結果と整合的

- ・SAB-2孔での到達粒子解析からの涵養にかかる時間は標高-350m以深では 10^5 年オーダーと非常に古い地下水

→ 地下水年代測定と整合

- ・SAB-3、4の滞留時間は $10^6 \sim 10^7$ 年オーダー



(3) 時間スケールや処分環境を考慮した、廃棄体・人工バリアの挙動モデルの整備とその適用条件・適用範囲及び不確実性の把握

「精密調査結果の妥当性レビューに向けた検討」における研究(3)

目標:

- 1) ガラス固化体の溶解(速度)評価モデルの整備
- 2) 放射化金属の腐食(速度)評価モデルの整備
- 3) オーバーパックの寿命評価モデルの整備
- 4) 緩衝材の止水性評価モデルの整備

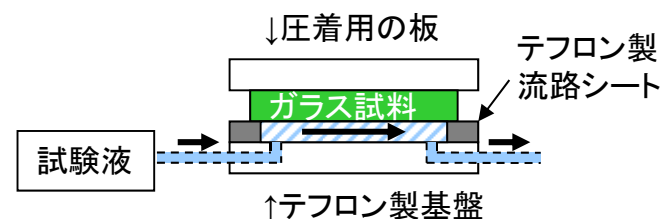
内容:

1) H21年度までにジェネリックな評価モデルを整備*。H22年度は、地下水環境(淡水、塩水、酸化&還元性条件など)を考慮した溶解・腐食・劣化試験等を実施し、評価モデルの適用性確認を行う。

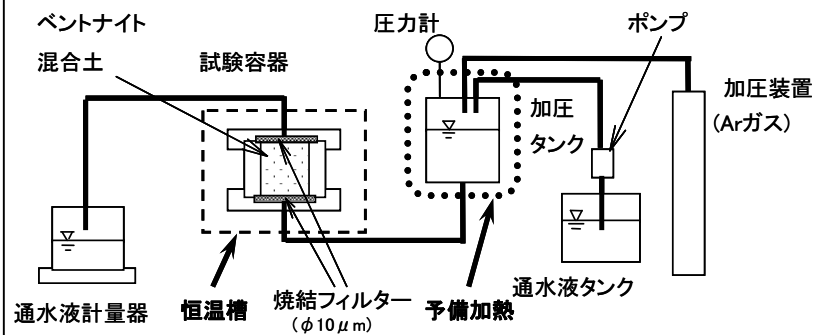
2) ハル等の腐食速度モデルの構築に資するため、ジルコニウム系金属の腐食速度モデルやデータに関する既往情報を調査・整理。さらに、ジルコニウム系金属の腐食試験を実施し、腐食モデルを構築するためのデータを取得。

成果:

- 評価モデルの地下水環境への適用性確認と技術的課題の抽出
- ジルコニウム系金属の既往の腐食速度モデル、データの整理と技術的課題の抽出



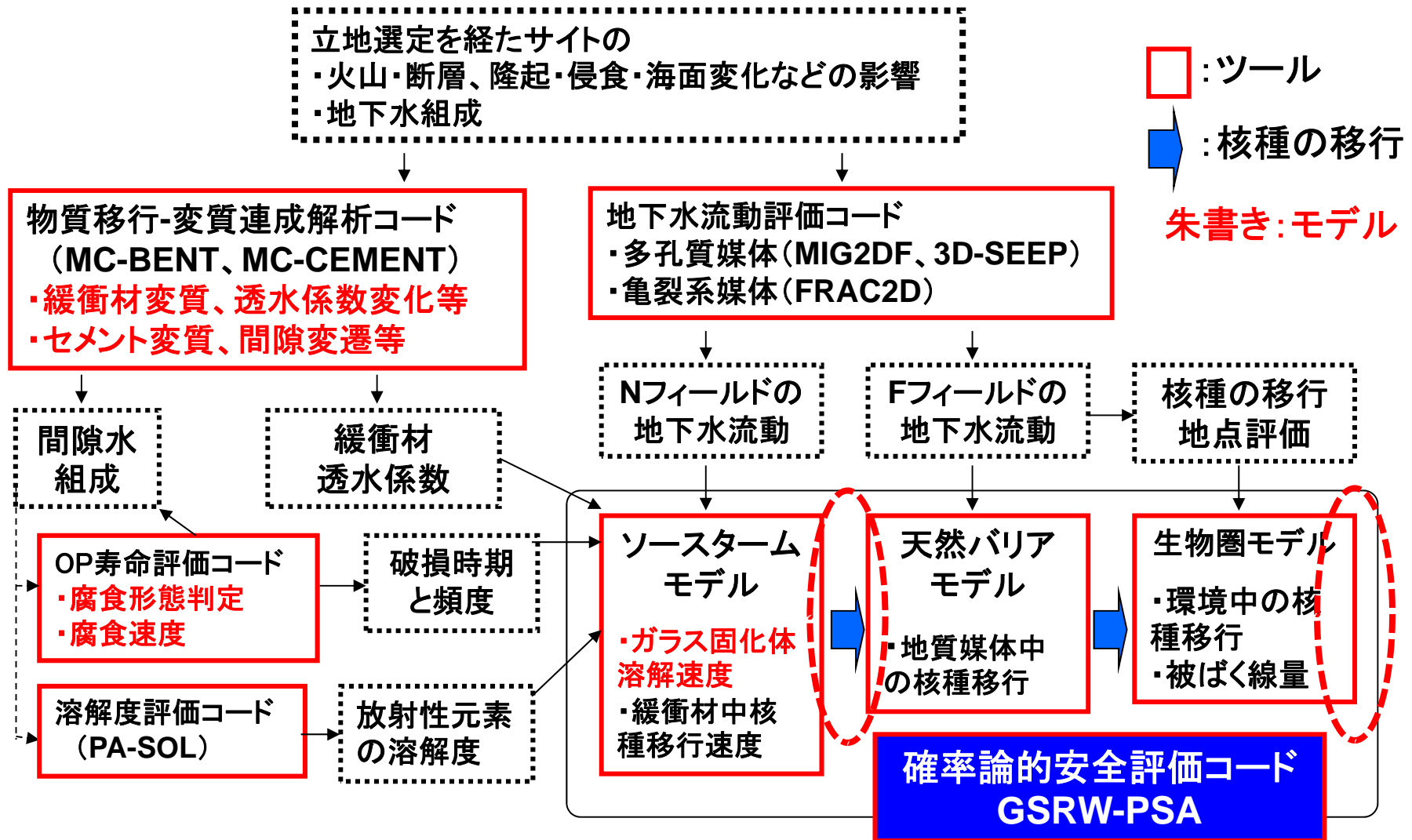
フロー式ガラス固化体浸出試験装置の概略



緩衝材の劣化に伴う透水性変化を測定する装置の概略

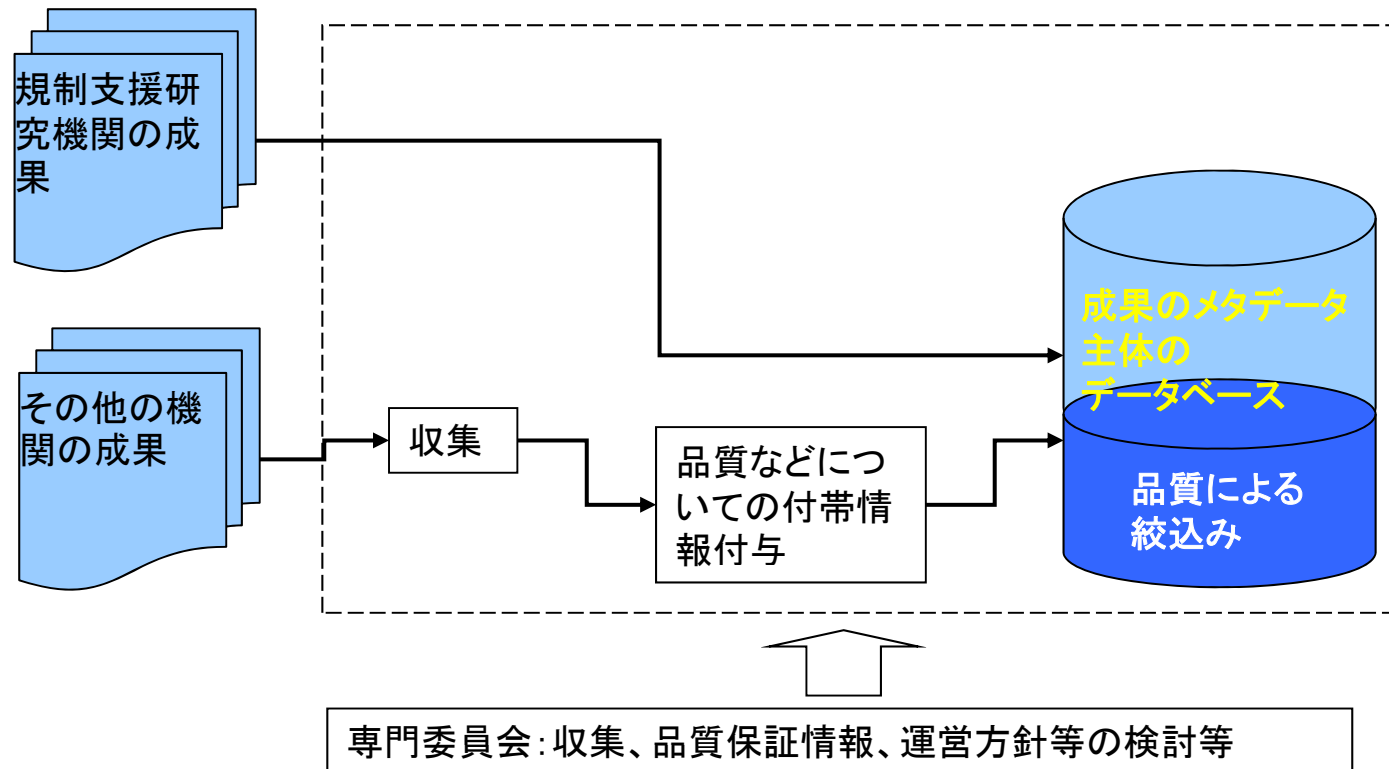
*非開放系、再冠水・膨潤した状態をニアフィールドの初期状態と想定しその状態が維持される時間スケールを対象

(4) 人工バリア及び天然バリア中の核種移行評価手法の整備 (地下水移行シナリオ)



2.4.4 安全規制に活用可能な国内外の研究成果の蓄積

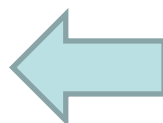
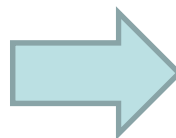
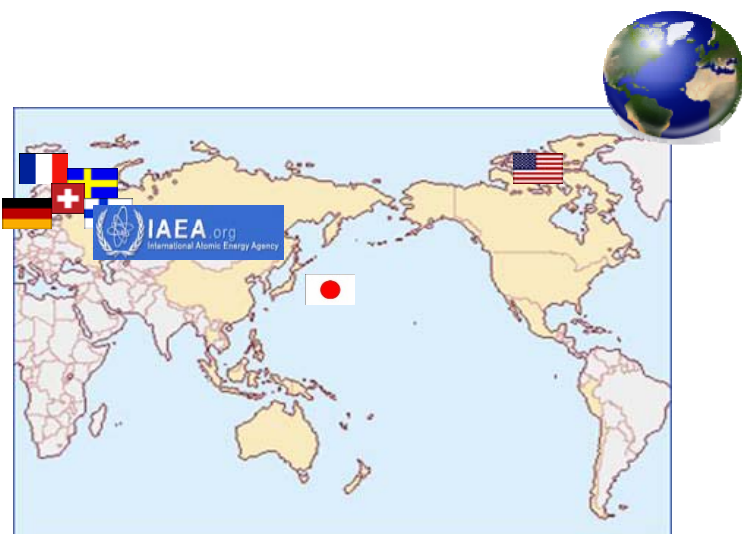
成果の蓄積に係るデータベース



地層処分の安全性に必要な知見を広い分野から収集するために、国内外の研究の成果を保安院の判断根拠として使える品質にあるかどうかを、独立性を保ちながら確認し、蓄積・活用可能とする体制を整備、運用する。

2.4.5 国際動向調査

諸外国における高レベル放射性廃棄物等の地層処分をはじめとした放射性廃棄物処分に対する長期的な安全規制の考え方、埋設処分に係る安全評価手法や最新の安全規制等を調査検討し、我が国の安全規制体制の整備に役立てること等を目的として実施



米国、フランス、スウェーデン、フィンランド、ドイツ等の諸外国における放射性廃棄物処分の安全規制に係る動向調査や、IAEAの安全基準文書への参画や検討を通じ、我が国の安全規制体系の整備に役立てる。

2.4.6 これまでの規制支援研究の実績 (平成22年度までの成果)

主として、我が国の代表的な環境下(堆積岩分布地域、結晶岩分布地域)において、安全評価が可能である。

1. 判断指標

- 概要調査結果の妥当性レビューのための判断指標に関して、調査・評価項目を選定

2. 自然事象の影響

- 長期変動事象(隆起・侵食、地震・断層活動、火成活動)の特徴および地質環境(岩盤、地下水水質等)に及ぼす影響を解明するための評価手法の開発(評価手法の高精度化)。
- 長期変動事象のデータベースの整備がほぼ完了。

3. 水文地質学的変化による影響

- 代表的な環境下での、隆起・侵食や海水準変動を考慮した広域地下水流動の評価が可能。

4. 人工バリア、天然バリアの核種移行等

- 「第2次取りまとめ」で提案されている処分場の施設設計および人工バリアの設計に対しての安全評価が可能。

2.4.6 規制支援研究の課題 (平成26年度までの研究計画への反映)

主として、実際に使用する人工バリア材やサイトの地質環境条件に対応可能とするために各種評価手法の検証を実施

1. 判断指標

- 各調査・評価項目に対して、確認事項および要件を設定
- 知見および調査・手法、品質管理の方法の提示

2. 自然事象の影響

- サイトの地質環境条件に対応可能とするための各種評価手法の適用性検証。

3. 水文地質学的変化による影響

- サイトの地質環境条件に対応可能とするための地下水流動モデルの適用性検証。
- 処分場・坑道スケールにおける地下水系の流動、水質の時空間変化に対する各種評価手法の適用性検証。

4. 人工バリア、天然バリアの核種移行等

- サイトの地質環境条件や実際の人工バリア材の情報に対応可能とするための各種評価手法(廃棄体からの核種溶出挙動、人工バリアおよび天然バリア核種移行挙動の評価手法等)の適用性検証。

3. まとめ

- 原子力安全委員会は各種放射性廃棄物の指針の策定を行い、原子力安全・保安院は、技術基準等を策定するとともに、これに基づく安全規制を実施
- 規制機関は、規制支援研究機関（原子力安全基盤機構、産業技術総合研究所・深部地質コア、日本原子力研究開発機構・安全研究センター）、大学等で、保安院のニーズに基づいて安全規制を目的とする規制支援研究を実施
- 当面の重要な目標は、概要調査結果の妥当性レビューの判断指標の整備
- 規制研究レポートの作成を通じて規制支援研究推進のPDCAサイクルを適切に実施し、安全審査に向けて規制側の技術的能力を整備していく。