

**「包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現
－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－」（レビュー版）**

セッション6 セーフティケースとしての信頼性

NUMO包括的技術報告書（レビュー版）に関する外部専門家向け説明会

原子力発電環境整備機構（NUMO）

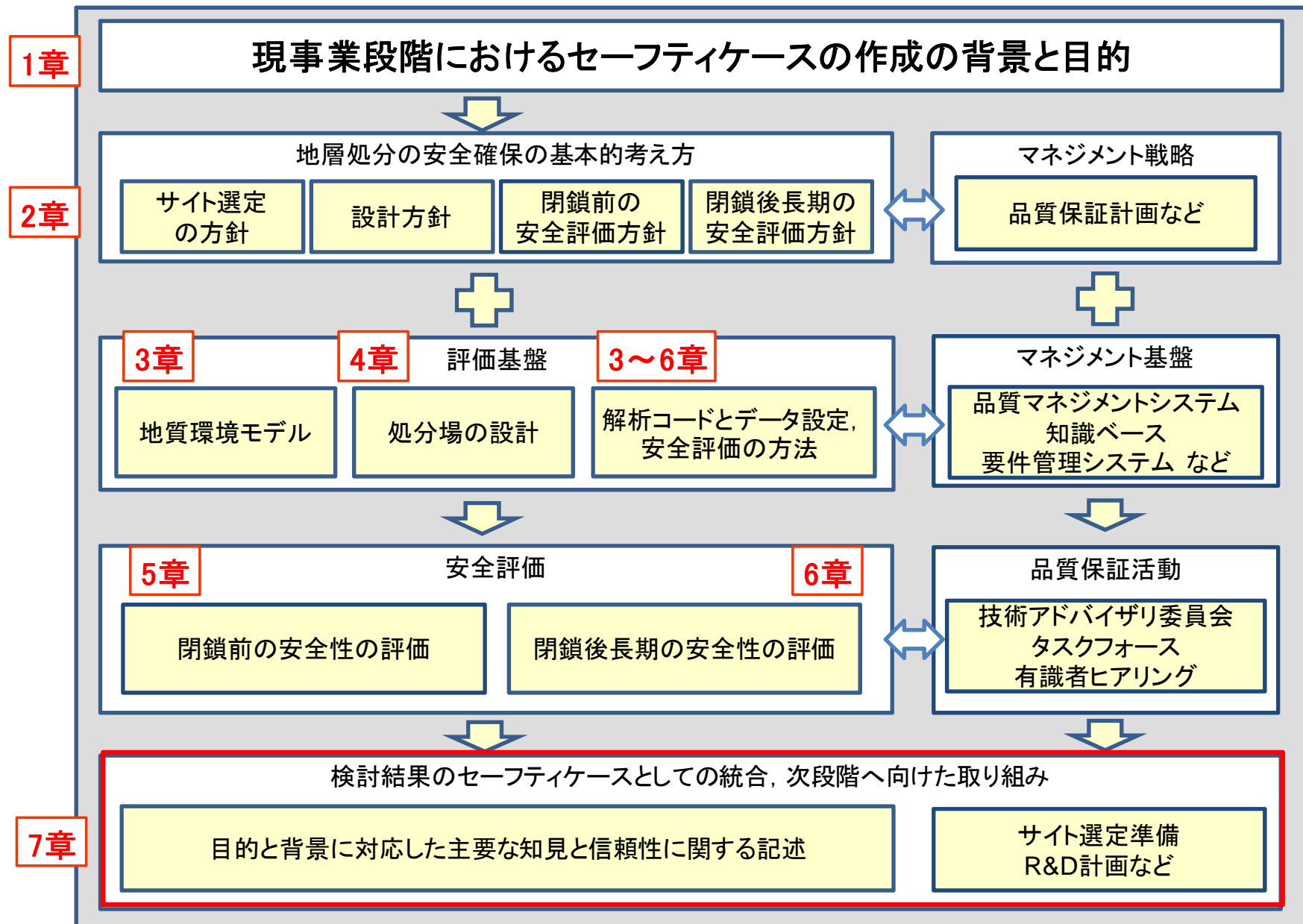
藤山 哲雄

第7章の目的

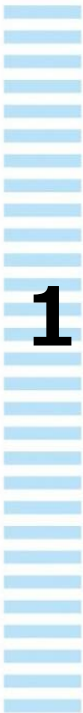
包括的技術報告書作成の背景と目的に応じた技術的な信頼性を確保しているかを以下の五つの視点で論じることにより、セーフティケースとしての信頼性を主張

1. わが国の多様な地質環境に対して処分場の設置に適したサイトを選定し、目標とする安全機能を満たす処分場を構築できる見込みがあるか。また、その安全性を評価する技術を有しているか
2. 安全評価の結果は、わが国の地質環境において地層処分の安全性を確保できることを示しているか
3. セーフティケースとしての信頼性をどのように確保しているか
4. セーフティケースのさらなる信頼性向上に向けた今後の取り組みは明確になっているか
5. 本報告書は、サイトが特定された後に、そのサイトに対して作成し継続的に信頼性を高めていくセーフティケースの基本形として活用することが可能か

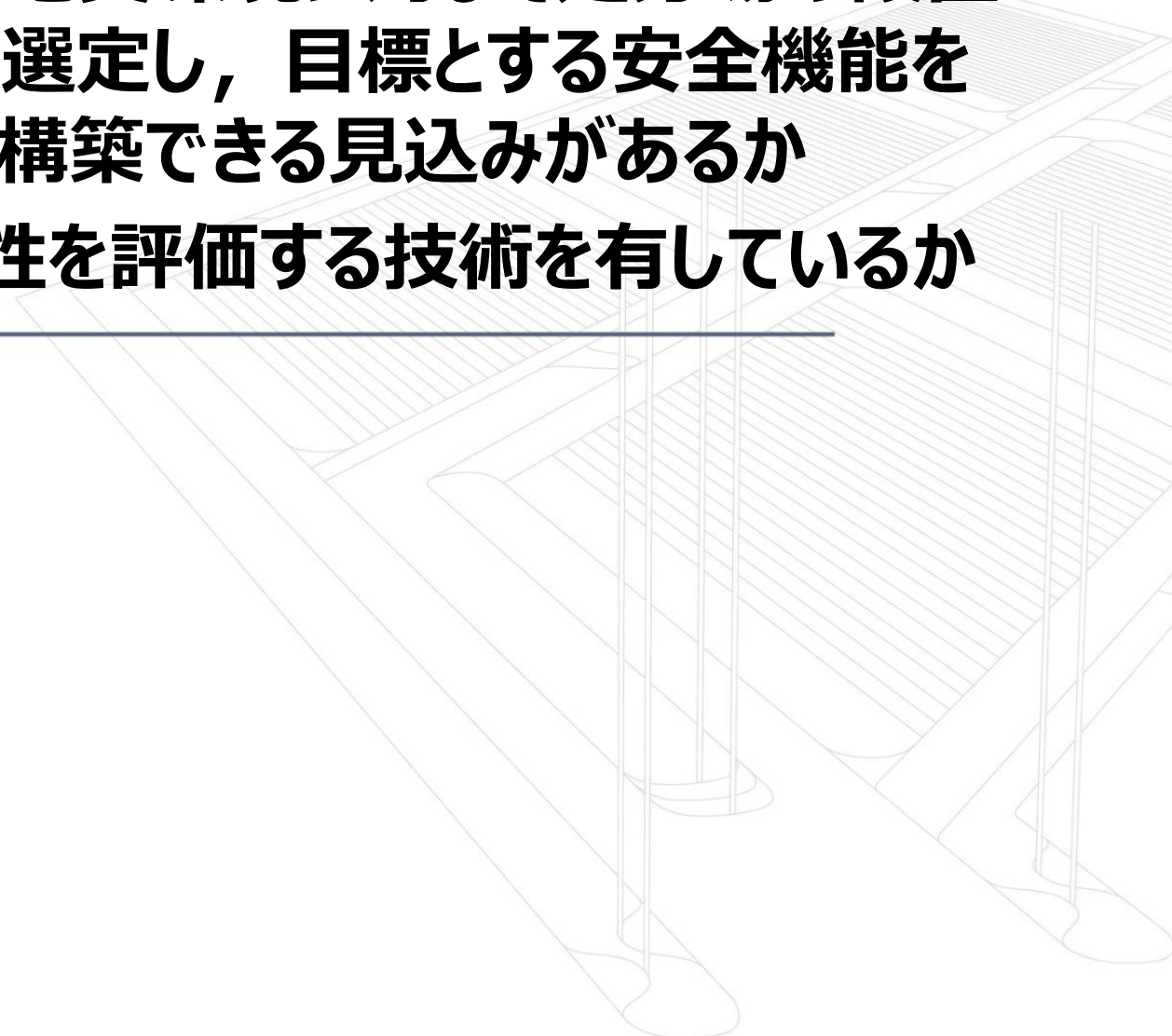
セーフティケースの構造と各章の関係



OECD/NEA, 2004を参考に作成



**1. わが国の多様な地質環境に対して処分場の設置に適したサイトを選定し，目標とする安全機能を満たす処分場を構築できる見込みがあるか
また，その安全性を評価する技術を有しているか**



(1) 処分場の設置に適した地質環境を選定する技術

○ メッセージ

- わが国の多様な地質環境に対してその特性を調査・評価し、処分場の設置に適した地質環境の選定を可能とする技術基盤が整っている

○ 技術的な論拠（第3章）

- 文献調査段階におけるサイトの適格性を判断するための要件や基準が整備（国の科学的特性マップの提示に係る要件・基準，NUMOの考慮事項など）
- 三段階のサイト選定において、要件・基準に照らして安定な地質環境を選定するための方法論や調査・評価技術を整備
- 地質環境情報を地質環境モデルとして解釈・統合するための技術を提示（3つの岩種に対する地質環境モデルの構築）
- 深地層の研究施設計画（幌延，瑞浪）や横須賀実証研究などによって、地質環境調査・評価技術の適用性が実証的に確認

(2) 安全機能を満たす処分場の設計と工学技術

○ メッセージ

- 地層処分で想定される多様な地質環境に対応して、所要の安全機能を満たす処分場を構築するための技術基盤は整っている

○ 技術的な論拠（第4章）

- 多面的な設計因子（閉鎖前安全性，閉鎖後長期安全性，工学的成立性，回収可能性など）を基軸として，地上施設，地下施設，人工バリアの各構成要素に設計要件を設定し，これを満足するよう**処分場の仕様を設計するための方法を提示**
- 三種類の検討対象母岩（深成岩類，新第三紀堆積岩類，先新第三紀堆積岩類）として示した多様な地質環境条件に対応して，**処分場を設計する手順とその結果を具体的に提示**
- 処分場を建設・操業・閉鎖するための技術は，国内外の地下研究施設の建設や，人工バリアの製作・施工技術の実証試験，回収技術の実証試験などを通じて，**既存あるいは今後の技術開発によって近い将来に実用化できる見通しを取得**

(3) 安全評価技術

○ メッセージ

- 安全性を評価するための技術基盤が整っている

○ 技術的な論拠（第5章，第6章）

（処分場閉鎖前の安全性）

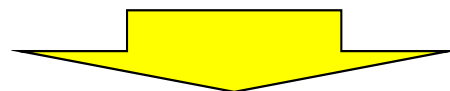
- 国内の既存原子力施設の規制基準や，IAEAが示す国際的な安全評価のガイドラインを参考に，施設の安全機能が正常に機能している状態（平常状態），および何らかの起因事象から考え得る事故に至った状態（異常状態）について，放射線安全にかかわる評価シナリオの作成手法，シナリオに基づいて放射線影響を評価する手法を提示

（処分場閉鎖後長期の安全性）

- 国内外の動向やこれまでの安全評価事例などを参考に，地質環境モデルとそれに対応した処分場の設計に応じたシナリオの構築，核種移行モデルとデータセットの設定，線量評価までの一連の方法論ならびに解析技術を提示

(4) まとめ – 安全な処分場を構築する技術に関する信頼性 –

- 現段階で利用できる情報に基づいた検討の範囲において、わが国の多様な地質環境の中から処分場の設置に適した地質環境を選定し、安全機能を満たす処分場の設計を行い実現するための技術、およびその処分場の安全性を評価する**技術基盤は整っている**
- 信頼性の向上に向けた今後の**技術課題が明確になっている**（後述）
- 今後、サイトが特定されれば、以下を実施
 - **サイトの地質環境条件に応じて個別技術およびその組合せを的確に選択し、調査・評価すべき情報やデータを求められる精度・分解能で取得**
 - **段階的に詳細化されるサイトの地質環境条件に応じて、処分場の設計および適用する工学技術の最適化を進め、より実際に近い条件での実証試験などにより段階的にその適用性を検証**



- **わが国の多様な地質環境に対して処分場の設置に適したサイトを選定し、目標とする安全機能を満たす処分場を構築できる見込みがある**



2. 安全評価の結果は，わが国の地質環境において地層処分の安全性を確保できることを示しているか

(1) 処分場閉鎖前までの安全性

○ メッセージ

- 設計した処分施設は閉鎖前に求められる安全機能を満たし、安全性を確保することが可能

○ 技術的な論拠（第5章）

- 遮蔽・閉じ込めの安全機能が正常に機能している状態における施設周辺の公衆への影響を評価し、操業中の処分施設周辺の放射線量は事業許可基準規則で規定されている目標線量よりも低くなる見通しを確認
- 廃棄体に衝撃が加わるシナリオ、熱的な影響が加わるシナリオといった異常状態のシナリオを特定し、これらの発生を想定した影響の評価解析を行った結果、特定したシナリオの範囲では、万一、処分施設内でこれらの異常状態が発生しても、放射性物質の漏えいが起こる可能性は極めて低いと考えられることを確認

(2) 処分場閉鎖後長期の安全性

○ メッセージ

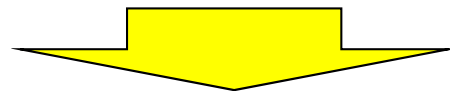
- わが国で想定される多様な地質環境に対して、設計した処分場の閉鎖後長期にわたる安全性を確保することは可能

○ 技術的な論拠（第6章）

- わが国において地層処分の対象として想定し得る三種類の検討対象母岩（深成岩類、新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類）の地質環境モデルに対して設計した処分場に対して、保守性に留意しながら線量評価を実施
- 基本シナリオ、科学的知見に基づいて合理的に設定できる不確実性を考慮した変動シナリオ、発生の可能性が極めて小さいと考えられる稀頻度事象シナリオおよび人間侵入シナリオのいずれのシナリオについても、国際的な指針や諸外国の安全基準を参考として仮設定したためやすの線量を下回る結果

(3) まとめ – 安全確保に関する信頼性 –

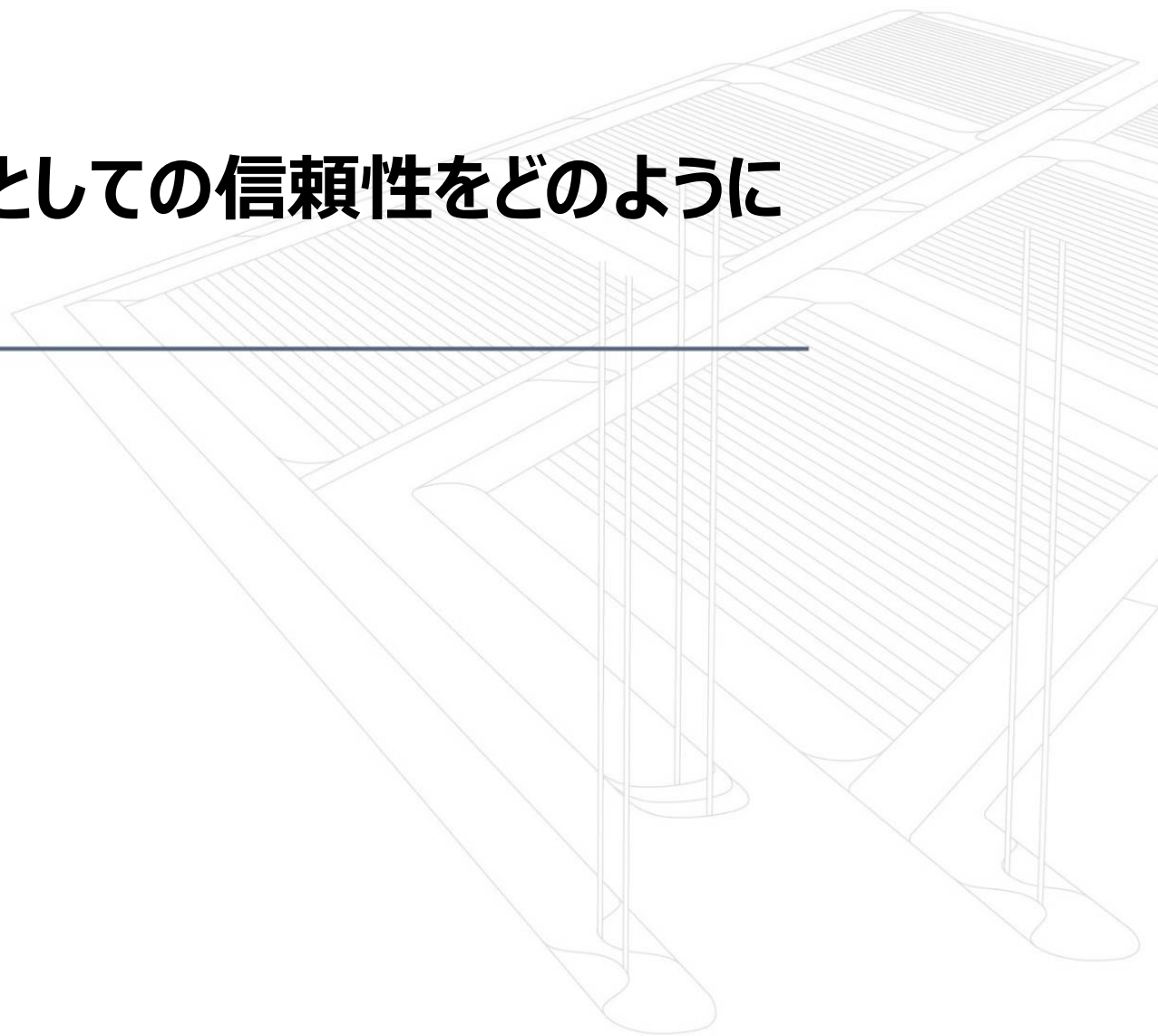
- 現段階で利用できる情報に基づいた検討の範囲における安全評価結果に基づけば、わが国で想定される多様な地質環境に対して処分場の閉鎖前および閉鎖後長期にわたる安全性を確保することが可能
- 信頼性の向上に向けた今後の技術課題が明確になっている（後述）
- 今後、サイトが特定されれば、以下を実施
 - 地層処分施設に対する規制基準の動向も踏まえつつ、段階的に詳細化されるサイト環境条件、地上施設および地下施設の設計や操業方法などに応じて閉鎖前の安全性を確認。万一、事故が発生した場合の対応策も整備
 - サイト固有の条件をシナリオの構築や核種移行データの設定、生活圏の評価モデルなどに反映し、サイト特性を反映した地質環境モデルと処分場の設計結果に対して閉鎖後長期の安全性を確認



- わが国の地質環境において、地層処分の安全性を確保できる見通しがある



3. セーフティケースとしての信頼性をどのように確保しているか



(1) 検討成果に対する信頼性(1/3)

○ メッセージ

- 検討成果の品質確保, 不確実性への対処の実施, 閉鎖後長期安全性に関する多面的な検討, ナチュラルアナログによる傍証などによって, 地質環境モデルの設定, 処分場の設計, 安全評価にかかる一連の検討成果に対する信頼性を確保している

○ 技術的な論拠 (各章)

① 検討成果の品質確保

- 地質環境モデルの構築には適用可能な品質と判断できる地下深部のデータを活用
- モデルやデータセットの技術的な妥当性などについて, 外部の専門家に確認を行いながら一連の検討を実施
- 検討に用いた解析コードは, 適用性の確認が行われているものを選定

② 処分場の安全確保に関する不確実性への対処

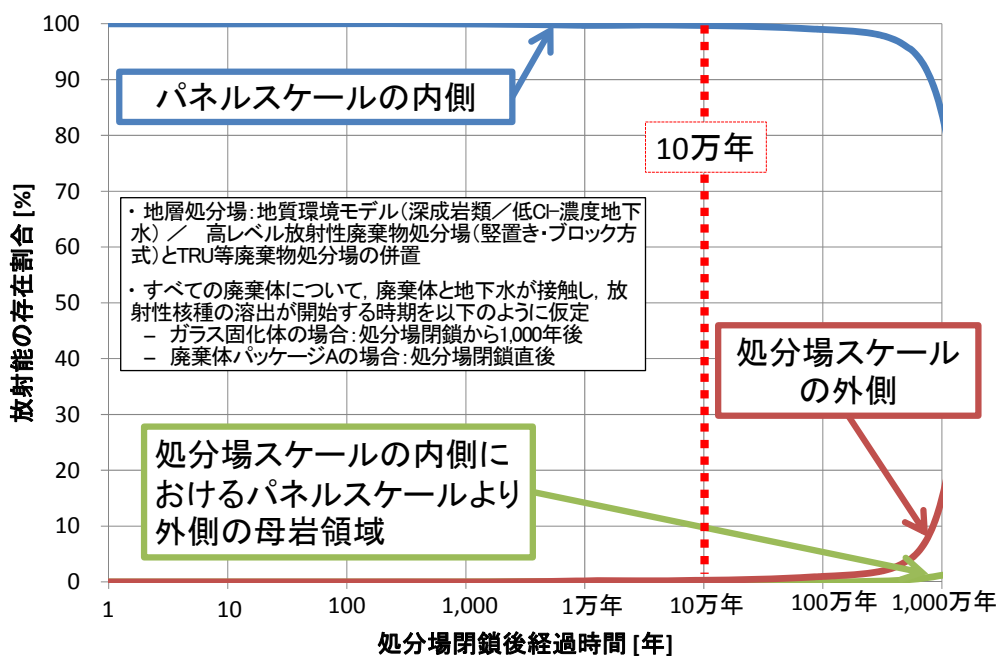
- 多様な母岩を想定して地質環境モデルを構築。断層・割れ目の空間分布を統計的に発生させたネットワークモデルによる水理・物質移動評価
- 処分場の設計では, 安全裕度をもたせた設計を実施
- 閉鎖後長期の安全評価では, 保守性に留意して線量評価解析のモデル化やパラメータの設定を実施

(1)検討成果に対する信頼性(2/3)

○ 技術的な論拠

③ 線量以外の多面的な指標による閉鎖後長期の安全性の検討

- 基本シナリオの解析結果では、三種類の検討対象岩種とも閉鎖後**10万年時点で98～99%の放射能が処分場スケール内に存在**（**閉じ込め機能が発揮**）
- 処分場パネルスケール内側における岩盤1kgあたりの潜在的放射性毒性は**10万年後に天然のウラン鉱石と同等以下に減衰**



閉鎖後10万年時点のパネルスケール内側における岩盤1kgあたりの潜在的放射性毒性（基本ケース） [Sv/kg]

検討対象母岩	深成岩類		新第三紀堆積岩類		先新第三紀堆積岩類	
	低Cl ⁻ 濃度	高Cl ⁻ 濃度	低Cl ⁻ 濃度	高Cl ⁻ 濃度	低Cl ⁻ 濃度	高Cl ⁻ 濃度
HLW処分場	1.2 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁻²	9.5 × 10 ⁻³	6.5 × 10 ⁻³	8.3 × 10 ⁻³	7.2 × 10 ⁻³
TRU等廃棄物処分場	4.2 × 10 ⁻²	4.2 × 10 ⁻²	2.7 × 10 ⁻²	2.7 × 10 ⁻²	4.3 × 10 ⁻²	4.3 × 10 ⁻²

Cigar Lake	2.5
人形峠	2.4 × 10 ⁻²

Nagra (2002)

原子力委員会 (1969)

基本ケースに基づく処分場各領域における放射能の存在割合（高レベル放射性廃棄物（縦置き・ブロック方式）とTRU等廃棄物（廃棄体パッケージA）の併置処分）

(1)検討成果に対する信頼性(3/3)

○ 技術的な論拠

④ ナチュラルアナログによる傍証

- 天然バリアの長期安定性や人工バリアなどの長期評価を示唆する自然の観測事実が存在
 - 北海道幌延地域の地下深部の新第三紀堆積岩層は数百万年程度前の古海水起源の地下水が胚胎 (中田ほか, 2010)
 - 岐阜県東濃地域の新第三紀堆積岩は断層活動や隆起・侵食, 海水準変動などが過去から生じているが, 1,000万年程度の長期にわたりウラン鉱床が保持 (Sasao et al, 2006)
 - ホウケイ酸ガラスと同様のプロセスで溶解する天然ガラスが100~200万年間にわたり地層中で発見されている事実は, ガラス固化体が長期にわたって地下深部に残存することを示唆 (PNC, 1997, Jantzen et al, 1987, Lutze et al, 1988)
 - 酸化性の地下水と接触していたと想定されるにもかかわらず, 古代ローマ時代の鉄釘が1,000年以上にわたりほぼ腐食せずに地下数mの粘土層中に保存されていた事実は, 炭素鋼オーバーパックが閉じ込め性能を喪失し核種の溶出が開始する期間を閉鎖後1,000年とする設定の保守性を示唆 (Miller et al, 2000)
 - フィリピンルソン島で得られている, 10万年以上にわたり接触していたベントナイト層とpH9.3~11.6の高Ca地下水の接触面におけるベントナイトのアルカリ変質領域が約5mm程度に制限されていた事実は, セメント系材料からの高pH地下水による緩衝材の変質範囲は限定的であることを支持 (藤井ほか, 2014)

(2) 第2次取りまとめおよび第2次TRULレポートからの主要な進展(1/2)

○ メッセージ

- 第2次取りまとめおよび第2次TRULレポートに対して、事業推進に必要な技術の信頼性が着実に向上しており、包括的技術報告書には最新の知見が反映されている

○ 技術的な論拠（第3章～第6章）

- 安全評価に重要な水みちの構造などの特徴に違いがある新第三紀堆積岩類と先新第三紀堆積岩類を分けて取り扱い、幌延・瑞浪を含む地下深部で実際に取得された情報に基づき、地下深部の状況（特に、断層・割れ目の特性など）がより実態に即して表現されたわが国の代表的な三種類の岩種の地質環境モデルを対象とした処分場の設計と安全評価を実施したことで、わが国の多様な地質環境に対する地層処分技術の信頼性が向上
- 処分場の設計技術をより具体化・詳細化。例えば
 - 断層・割れ目への対処方法、坑道換気設備設計の具体化
 - 廃棄体の回収技術の具体化 など

(2) 第2次取りまとめおよび第2次TRULレポートからの主要な進展(2/2)

○技術的な論拠（続き）

- 実規模大の実証試験が国内外で数多く蓄積されていることによって、工学技術の信頼性が一段と向上
- 処分場閉鎖前の安全評価について、**操業中における万一の異常状態の発生までを考慮した安全性**について、定量的かつ詳細な評価を実施
- 処分場閉鎖後長期の安全評価について、最新のデータベースに基づく核種移行パラメータの設定や、三次元核種移行解析技術などの**最新知見を適用することで、安全評価の信頼性が向上**

(3) まとめ –セーフティケースとしての信頼性確保–

○ メッセージ

- 検討対象母岩の地質環境モデルの設定と処分場の設計, およびこれらに対する安全評価にかかわる一連の検討は, 品質確保や不確実性の考慮, 最新知見の反映などが行われており, セーフティケースとしての信頼性が確保されていると考えられる



4. セーフティケースのさらなる信頼性向上に向けた今後の取り組みは明確になっているか



今後の信頼性向上に向けた取り組み（1/5）

○ メッセージ

- **サイトの特定後にその固有の条件に対して着実に適用できるよう、技術的信頼性のさらなる向上に向けた技術課題が明確になっているとともに、今後の取り組みに向けたわが国全体としての枠組みや協力体制が整えられている**

(1) 地質環境の調査・評価技術の信頼性向上（第3章）

分類	主な実施項目
自然現象の発生とその影響に係る今後の取り組み	<ul style="list-style-type: none">▶ 火山・火成活動の発生および影響の評価技術の高度化▶ 深部流体の移動・流入に係る現象理解および影響の評価技術の整備▶ 地震・断層活動の活動性および影響の調査・評価技術の高度化▶ 地形・地質学的情報に基づく隆起・侵食の調査・評価技術の高度化▶ 長期的な自然現象の発生可能性および地質環境の状態変遷に係る評価技術の整備
地質環境特性とその長期変遷に係る今後の取り組み	<ul style="list-style-type: none">▶ 水みちの水理・物質移動特性の評価技術の整備▶ 沿岸海底下の地質環境特性の調査・評価技術の整備▶ 地質環境特性の長期変遷のモデル化技術の高度化▶ ボーリング孔における体系的な調査・モニタリング・閉塞技術の整備
サイト調査のための技術基盤の強化に係る今後の取り組み	<ul style="list-style-type: none">▶ 自然現象の発生とその影響に係る科学的知見の蓄積▶ 地質環境特性とその長期変遷に係る科学的知見の蓄積▶ 地質環境調査・評価技術に係る技術的知見の拡充▶ 品質マネジメントシステムの拡充▶ 実践的な経験の蓄積

今後の信頼性向上に向けた取り組み (2/5)

(2) 処分場の設計技術と工学技術の信頼性向上 (第4章)

分類	主な実施項目
人工バリア	<ul style="list-style-type: none">➤ 人工バリア代替材料と設計オプションの整備➤ TRU等廃棄物処分に対する人工バリアの閉じ込め機能の向上➤ 人工バリア長期挙動の評価技術の整備と実証➤ 人工バリアの設計手法, 材料特性試験の標準化➤ 人工バリアの製作技術および定置技術の開発と実証
地上・地下施設	<ul style="list-style-type: none">➤ 処分施設の設計技術の向上➤ 処分場建設の安全性を確保する技術の高度化➤ 処分場閉鎖後の水みちを防止する技術の整備
回収可能性	<ul style="list-style-type: none">➤ 廃棄体回収技術の開発と実証➤ 回収可能性の維持に伴う影響評価技術の整備

(3) 処分場閉鎖前の安全評価技術の信頼性向上 (第5章)

分類	主な実施項目
閉鎖前の安全性の評価 シナリオの構築	<ul style="list-style-type: none">➤ 事象の重畳など複合的な事象を含むシナリオの構築➤ ハザードデータベースの更新
閉鎖前の安全性評価技術の 整備	<ul style="list-style-type: none">➤ 安全性の評価上重要なデータの取得➤ 複合的な事象に対する評価
事故対応技術の整備	<ul style="list-style-type: none">➤ 事故などに対する対応策と復旧策の検討

今後の信頼性向上に向けた取り組み (3/5)

(4) 処分場閉鎖後長期の安全評価技術の信頼性向上 (第6章)

分類	主な実施項目
地層処分システムの状態設定のための現象解析モデルの高度化	<ul style="list-style-type: none">➤ ニアフィールド構成要素の現象解析モデルの構築・高度化➤ 廃棄体由来の発生ガスに関する現象解析モデルの妥当性検討➤ 現象解析モデルの統合化技術の構築
リスク論的考え方に則したシナリオの構築手法の高度化	<ul style="list-style-type: none">➤ シナリオ構築から核種移行解析ケース設定に用いる情報の管理ツールの整備➤ 様々なデータを利用可能なストーリーボードの高度化
地層処分システムの状態変遷などを反映した核種移行解析モデルの高度化	<ul style="list-style-type: none">➤ ニアフィールドにおける状態変遷を考慮した核種移行解析モデルの構築➤ 水みちの微細透水構造などを反映した核種移行解析モデルの構築・高度化
施設設計などを反映した核種移行解析モデルの高度化	<ul style="list-style-type: none">➤ 施設設計を反映した核種移行解析モデルの構築・高度化➤ 地質環境の変遷に応じた生活圈評価手法の高度化
核種移行などに関するデータの取得およびデータベース整備	<ul style="list-style-type: none">➤ 処分場について想定される多様な環境や状態を対象とした核種移行パラメータ設定に資するデータの拡充➤ さまざまな生活圈を想定した評価に係るデータの拡充


今後の信頼性向上に向けた取り組み (4/5)

(5) 処分場の安全性と実現性の向上に向けた横断的な課題

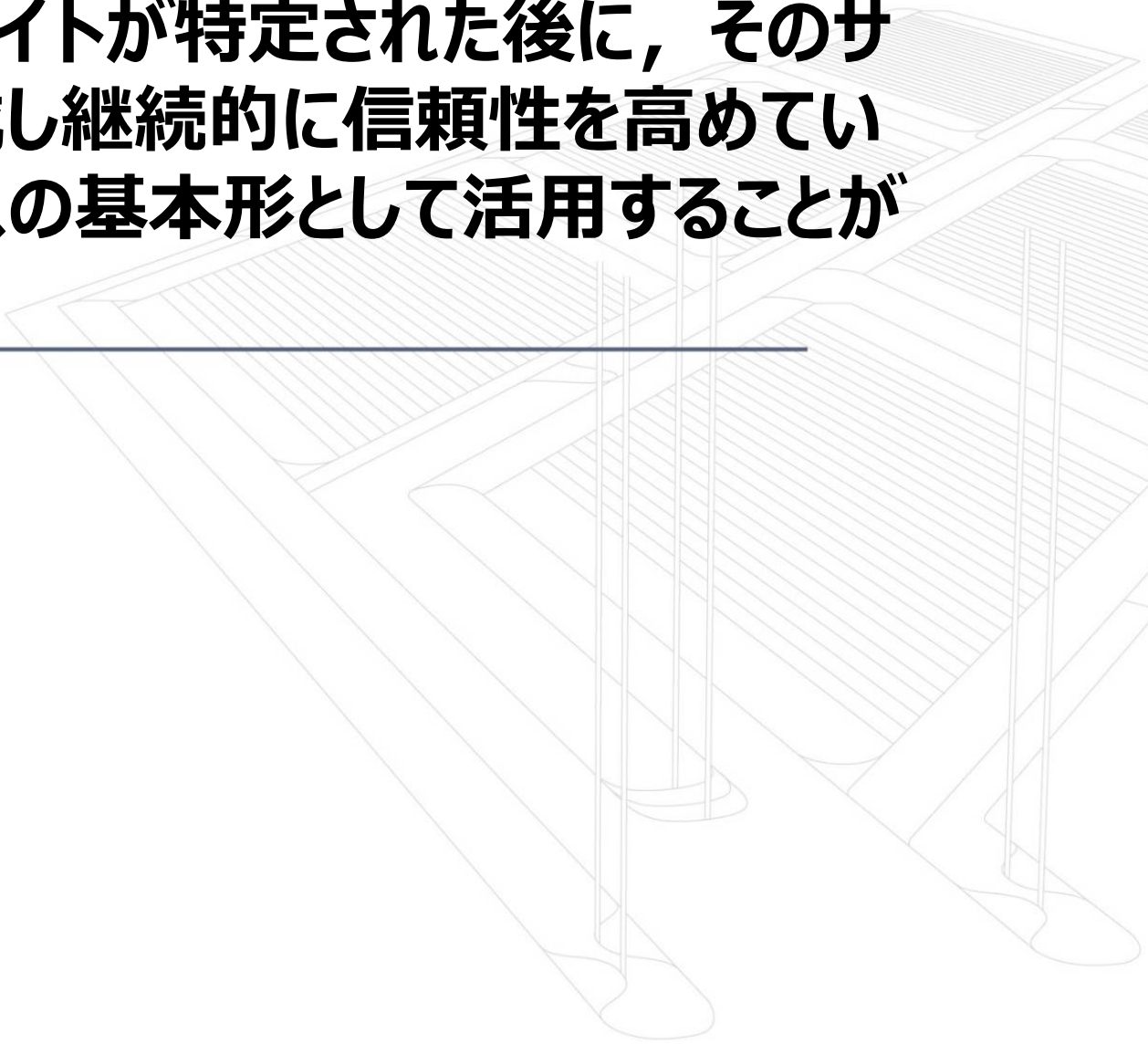
分類	主な実施項目
廃棄体受入基準の設定	<ul style="list-style-type: none"> ➤ インベントリの設定, 廃棄体特性の評価にかかわる技術整備
TRU等廃棄物特有の課題	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 放射性核種の長期閉じ込め性を確保できる廃棄体パッケージや人工バリアの仕様検討 ➤ 硝酸塩や有機物, ガス発生, 高アルカリ溶液などがバリア性能に与える影響に関する知見の蓄積 ➤ 廃棄体からニアフィールドまでの核種移行挙動について過度な保守性を排除したより現実的なモデル化, これに基づく評価技術の開発
沿岸海底下における処分場設置	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 隆起・侵食や海域におけるマグマや深部流体などの存在などに係る調査・評価技術の適用性確認と体系化 ➤ 塩水環境下における人工バリア材料の長期変質に関するデータの充実 ➤ 淡水・塩水混合域の移動などの特徴を考慮した安全評価技術の高度化
先新第三紀堆積岩類	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 地下深部における地質環境特性の統合的な情報の拡充 ➤ 炭酸濃度が比較的高い地下水水質に対する核種移行データの拡充
モニタリング技術	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 調査から処分場閉鎖までに至る水理場・力学場などの長期変化に対するモニタリング技術の開発 ➤ 人工バリア挙動の把握に向けた信頼性の高いモニタリング技術の開発
マネジメント手法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 要件管理・知識管理システムの構築

今後の信頼性向上に向けた取り組み（5/5）

- 包括的技術報告書で抽出された今後の信頼性向上に向けた取り組みは、地層処分研究開発調整会議により策定された「**地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～平成34年度）**」に反映
- NUMOは、基盤研究開発機関と適切な役割分担と連携を図りながら、全体計画を着実に進めていく



5. 本報告書は、サイトが特定された後に、そのサイトに対して作成し継続的に信頼性を高めていくセーフティケースの基本形として活用することが可能か



サイト特定後におけるセーフティケースの基本形としての適用性（1/2）

○ メッセージ

- 本報告書の検討を通じて整備した知識ベースは多様なサイトの条件に対応可能な技術基盤として活用できること、サイト特定後に更新するセーフティケースに含めるべき項目が明確になっていることから、本報告書はセーフティケースの基本形として活用可能

○ 技術的な論拠

- 最新の文献情報をもとに作成した検討対象岩種（深成岩類，新第三紀堆積岩類，先新第三紀堆積岩類）の地質環境モデルは，文献調査段階において対象となった場合，個別地点に対して作成する地質環境モデルの基盤として活用可能
- 検討対象としなかった火山岩類と変成岩類については，深成岩類および先新第三紀堆積岩類に対して検討した成果と同様の考え方や手法を適用することにより，今後データなどの拡充を行う必要があるものの，処分場の設計や安全評価に対応可能と想定
 - 火成岩類は，処分場の設計の観点から深成岩類，安全評価の観点から先新第三紀堆積岩類と類似した特徴を有する
 - 変成岩類は，深成岩類および先新第三紀堆積岩類のいずれかと類似した特徴を有する
- 沿岸海底下に処分場を設置する技術については，基本的には陸域の地質環境の調査・評価技術や，処分場の設計ならびに安全評価の方法論と大きく異なるものではなく，技術課題の検討を進めることで，これらの適用が可能と想定

サイト特定後におけるセーフティケースの基本形としての適用性 (2/2)

- サイト特定後は、以下のような項目をセーフティケースに反映
 - 地下深部の母岩から地表環境までの間に存在する地質環境
 - サイトの地表環境やその環境における人間の生活様式を考慮に入れた生活圏のモデル化
 - 地理・地形条件などの特性に依存する隆起・侵食挙動 など
- 今後の技術開発により、これらの評価手法の信頼性を向上

サイト特定後におけるセーフティケースに含めるべき項目（案）

○ 概要調査地区選定段階のセーフティケース（案）

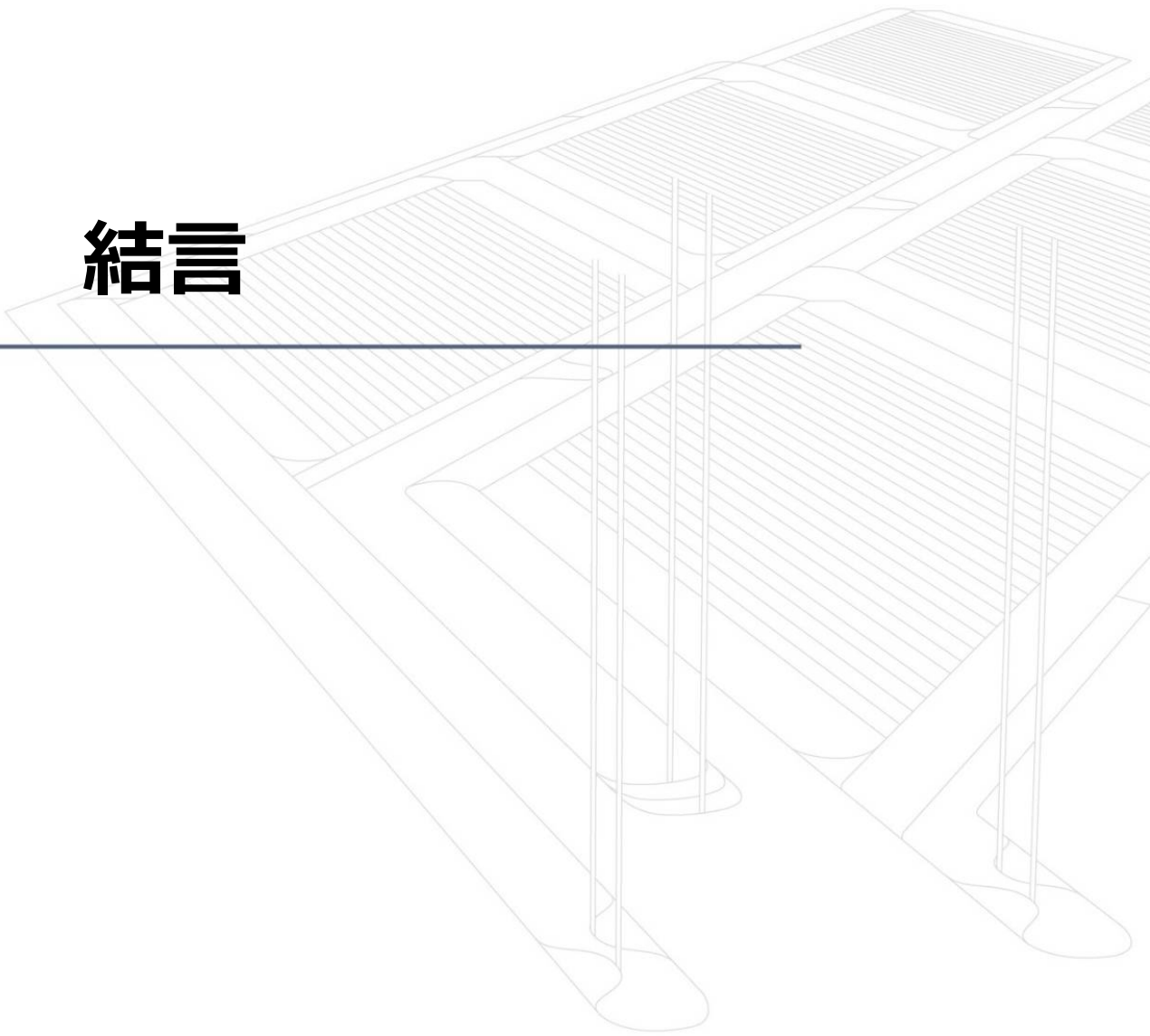
- 広域スケールの把握を主眼とした地質環境モデル
- 地表の地形や地質環境，およびサイトの社会的条件に基づいた地上施設の位置，自然災害などに対する閉鎖前の安全対策の検討
- 地下深部の母岩の分布や広域的な地下水の流動特性，サイトを包含する広域的な地質環境の長期安定性の理解，地上施設との位置関係などに基づいた地下施設設置深度の設定
- 概略の岩盤の力学的特性や地下水の水質に基づいた既存の設計オプションの適用可能性
- 上記の結果を受けた概略的な閉鎖後長期の安全性の評価
- 残された不確実性の抽出とこれを踏まえた概要調査段階における調査項目と技術課題 など

○ 精密調査地区選定段階のセーフティケース（案）

- 処分場スケールを詳細化した地質環境モデル
- 地下深部の母岩の三次元的な分布状況や，水理学的特性，海水準変動や隆起・侵食を含む地質環境の長期安定性の理解に基づいた地下施設設置深度や設置位置の更新
- 岩盤の力学的特性や地下水の水質などの実測データに基づく処分場の設計の合理化および設計オプションの絞り込み
- 閉鎖前の安全性の確保策，周辺環境の保全策
- 処分場の建設・操業・閉鎖に関する工学技術の実証試験などによる実用性の確認結果
- 母岩の特性や地下水水質などに対応した核種移行パラメータの設定
- サイトの地表環境や人間の生活様式を考慮に入れた生活圏のモデル化
- 上記の結果を受けた閉鎖後長期の安全性の評価
- 残された不確実性の抽出とこれを踏まえた精密調査段階における調査項目と技術課題 など



結言



包括的技術報告書のまとめ

- 処分場の設置に適したサイトを選定し、目標とする安全機能を満たす処分場を構築する技術、安全評価を行う基本的な技術は整備されており、安全評価の結果、安全性を確保できる見通しがある
- 事業推進に必要な技術は着実に信頼性が向上しており、さらなる信頼性向上に向けて取り組むべき技術課題が明確になっている
- 技術開発成果や最新の科学技術的な知見、またサイトが特定された後はその固有の条件などを反映して、継続的にセーフティケースを更新し、地層処分技術の信頼性を高めていく基盤が整備されている
- 本報告書で整理する技術情報をもとに、対象者が求める情報・知識に応じた複数種類の文書を整備するなど、コミュニケーションへの活用という観点でも知識・情報のマネジメントを進める準備が整った
- **以上を総括すると、安全な地層処分を実現できる見通しがあり、サイトが特定された後にも、地域の皆さまのご協力をいただきながら事業を円滑に進めていくことができる**



ご清聴ありがとうございました



参考文献 (1/2)

- 地層処分研究開発調整会議 (2018) : 地層処分研究開発に関する全体計画 (平成30年度～平成34年度) .
- PNC (動力炉・核燃料開発事業団) (1997) : ベントナイトに含まれた廃棄物ガラスのナチュラルアナログ – 100万年間の火山ガラスの変質挙動と環境条件 –, PNC TN8410 97-035.
- 藤井直樹, 山川稔, 鹿園直建, 佐藤努 (2014) : フィリピン国・ルソン島西部に分布するザンバレスオフィオライトで生成されたアルカリ溶液との反応によって変質されたベントナイトの地球科学的・鉱物学的特性, 地質学雑誌, Vol. 120, pp. 361-375, doi: 10.5575/geosoc.2014.0036.
- 原子力委員会 (1969) : 昭和43年版 原子力白書.
- Jantzen, C.M. and Plodinec, N.J. (1987) : Thermodynamic model of natural, medieval and nuclear waste glass durability, Journal of Non-structural solids, Vol. 67, pp. 207-223, doi: 10.1016/0022-3093(84) 90151-0.
- Lutze, W. and Ewing, R.C. (Editors) (1988) : Radioactive waste forms for the future, North Holland, New York, USA.
- Miller, W.M., Alexander, W.R., Chapman, N.A., Mckinley, I.G. and Smellie, J.A.T. (2000) : Geological disposal of radioactive wastes and natural analogues, Waste Management Series, Volume 2, Pergamon, Amsterdam, The Netherlands.
- Nagra (2002) : Project Opalinus clay safety report -Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste, Nagra NTB 02-05.
- 中田弘太郎, 長谷川琢磨 (2010) : 地下水年代測定評価技術の開発 (その10) – 北海道幌延地域における 4He ・ 36Cl 法適用の試み –, 電力中央研究所報告, N09027.
- OECD/NEA (2004) : Post-closure-safety case for geological repositories, NEA No. 3679.



参考文献 (2/2)

Sasao, E., Ota, K., Iwatsuki, T., Niizato, T., Arthur, R.C., Stenhouse, M.J., Zhou, W., Metcalfe, R., Takase, H. and MacKenzie, A.B. (2006) : An overview of a natural analogue study of the Tono Uranium Deposit, central Japan, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, Vol. 6, pp. 5-12, doi: 10.1144/1467-7873/05-084.