

# なぜ、地層処分なのか

日本原子力学会ウィークリーウェビナー  
「放射性廃棄物の管理」2021  
第12回

2022年 2月 24日

原子力発電環境整備機構 (NUMO)  
草野由貴子

# 地層処分に係る本ウェビナーでの説明

## 第5回（2021年12月23日）

### 「高レベル放射性廃棄物の地層処分（その1）：その考え方」

- なぜ地層処分か？－国際的共通認識となった経緯
- わが国における地層処分計画の概要、NUMOの取り組み

## 第8回（2022年1月27日）

### 「放射性廃棄物処分と地質環境」

- 地層処分において地質環境に求められる要件や安全機能
- 地層処分における「安定な地質環境」の意味
- 地質環境の長期変動の評価に関するJAEAの研究

## 第9回（2022年2月3日）

### 「高レベル放射性廃棄物の処分（その2）：処分場の設計に係る現状と諸課題」

- 包括的技術報告書で示した処分場設計の考え方と今後の取り組み

## 第10回（2022年2月10日）

### 「高レベル放射性廃棄物の処分（その3）：セーフティケース」

- 包括的技術報告書で示した処分場の安全評価の考え方と今後の取り組み
- セーフティケースとしての包括的技術報告書の役割

## 第12回（本日）「なぜ、地層処分なのか」

- 地層処分が選択されてきた歴史的経緯
- 倫理的側面に配慮した地層処分計画の進め方

- 地層処分が選択された背景
  - 科学技術的な地層処分の実現可能性
    - 放射性廃棄物問題への認識の高まり
    - 地層処分の概念の形成
    - 科学技術基盤の発展
    - 諸外国の処分概念
  - 倫理的観点からの地層処分事業の成立性に関する国際的議論
  - 地層処分計画の進め方
    - 段階的アプローチ
    - 可逆性, 回収可能性
    - セーフティケースによる地層処分の安全性の説明
    - ステークホルダーの意思決定への参加の仕組み
  - 地層処分以外の方法との比較検討
    - 地層処分以外の処分方法
    - 長期貯蔵
- 各国における地層処分計画の状況
- 日本における地層処分計画の進展
- まとめと今後に向けて

# 地層処分の検討開始のきっかけ

- 米国での高レベル放射性廃液の漏洩事故が頻発（1950年代）
  - 長期間にわたる地上での貯蔵，人間による管理を継続することに疑問
  
- 全米科学アカデミー（NAS）による検討（1957年）
  - 放射性廃棄物の最終的な処分方法について検討
  - 放射性廃棄物を人間の生活環境から長期間にわたって隔離するためには，長期間の安定した環境が期待される岩塩層への処分が有望とされ，研究を開始すべきと提言
    - 岩塩層を長期間存続させた安定した地質環境が存在
    - 地下水の流れがほとんどない など特徴に着目したもの
  
- ⇒ 地層処分が検討され始めるきっかけ
  
- 欧米諸国での放射性廃棄物問題への認識の高まり（1970年代）
  - 原子力発電を進めていた欧米諸国では高レベル放射性廃棄物処分に関する法整備が進む
  - 実施主体（スイス：Nagra，スウェーデン：SKB）が設立され，研究開発に着手

# 科学技術的基盤の整備

- OECD/NEAのレポート（1977年）：放射性廃棄物問題を包括的な視点から捉えた国際機関による最初の報告書
  - 貯蔵；回収する意図を持って廃棄物を措置すること。継続的な監視を要する一時的な手段
  - 処分；回収する意図なく廃棄物を放出あるいは措置すること
  
  - 長期間にわたり危険性が残存する放射性廃棄物を人間が継続的に監視することによって管理（management）することに信頼を置くことはできない
  
  - 地層処分は、以下の観点から処分方法として有望と結論
    - 地質環境が放射性廃棄物の隔離・閉じ込めのためのバリアとして長期間安定に機能（地下深部への隔離，岩盤への放射性物質の吸着による移行の遅延）
    - 人工的なバリア（ガラス固化，安定な廃棄物容器による一定期間の核種の閉じ込め）を組み合わせることの有効性（多重バリアシステム概念）
    - ナチュラルアナログ事象による地質環境の閉じ込め性能の裏付け
    - 他の処分方法と比較検討の結果，地層処分を技術的実現可能性の高い処分方法として推奨
  
  - 岩塩層だけでなく、粘土質層と硬岩層も候補
    - 多くの国において，この報告書を出発点とする放射性廃棄物対策に関する計画が策定され，組織的な活動が開始されるとともに，国際的な取り組みが促進

# 地質環境の調査研究の進展と地層処分概念の具体化

## □ 地層処分の観点から地質環境が有する「天然バリア」の機能についての研究が進展 (NRC, 1983)

- 閉じ込め (地下水の流れが遅い, あるいは地下水が存在しない (岩塩層))
- 地下水への放射性核種の溶解制限 (還元性環境による低溶解度)
- 放射性核種の岩盤への吸着

⇒ 上記の水理学的・地球化学的特性は, 「地質環境」の特性に依存 (岩種による差異は有意ではない)

## □ 「多重バリアシステム」による処分概念の提示

- 米国 (NRC, 1983), スウェーデン (SKB, 1983) など
- その後に各国で採用される多重バリアシステムの基礎的概念

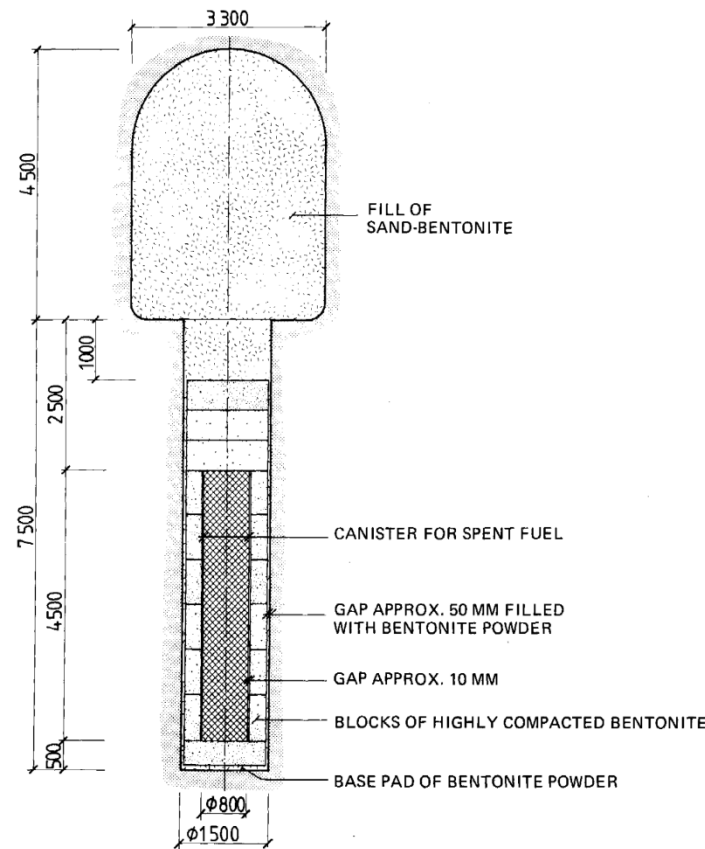


図. SKB (1983) で示されたスウェーデンの処分概念

# 地層処分の科学技術的実現可能性の検討

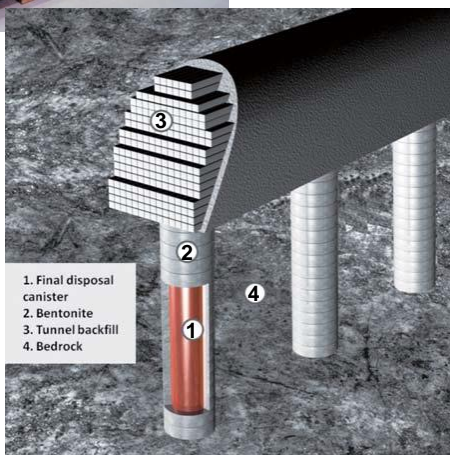
- 1980～90年代には、各国の地質環境や廃棄体の違いを反映した地層処分概念に関する共通的課題として、数万年以上の安全性をいかに確保するかが研究開発の焦点
  - 具体的には、
    - ① 地質環境の適切性を判断する方法
    - ② 人工バリアの具体的な設計、処分場の建設技術
    - ③ 数万年先の安全性の確認方法、など
  
- 数万年先の処分場の安全性の確認方法
  - 将来の処分場の状態に伴う不確実性への対処（将来を正確に言い当てることは不可能）
  - 将来の処分場の安全機能に影響を与える可能性のある現象について、発生する確率が非常に低いと考えられる事象も含めて将来の処分場の状態について想定される「シナリオ」を網羅的に作成
  - それらのシナリオが生じたとしても処分場に埋設された廃棄物の放射線学的影響が許容できるかどうかを評価（安全基準と比較）して安全性を確認する方法の構築（安全評価）
  - シナリオに沿って放射線学的影響を評価するために数理モデルに基づく解析を実施（解析においては安全評価上の保守主義に基づくことが基本）
  
- OECD/NEA, IAEA, CEC (1991) : 上記方法に基づいて、数万年以上先の地層処分の安全性を評価することは合理的であるとの国際的合意

# 諸外国の処分概念

## フィンランド



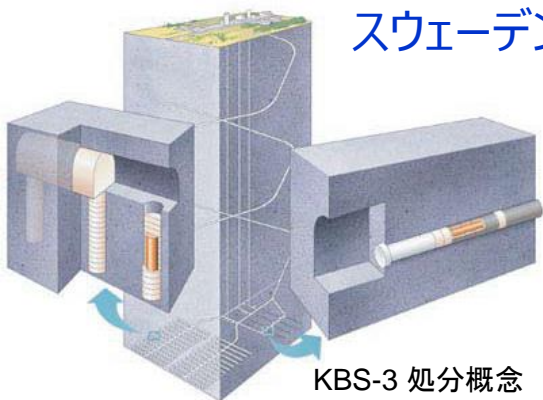
上図. 銅-鋳鉄キャニスタ



1. Final disposal canister
2. Bentonite
3. Tunnel backfill
4. Bedrock

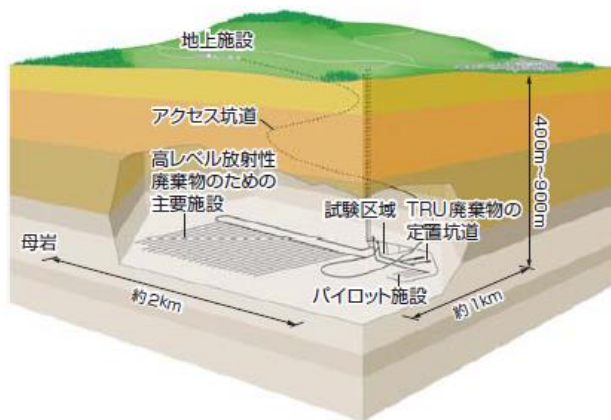
図. キャニスタの定置イメージ

## スウェーデン



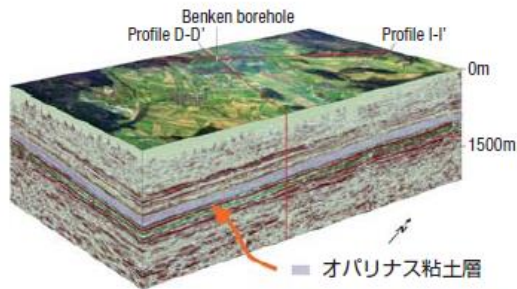
KBS-3 処分概念

## スイス



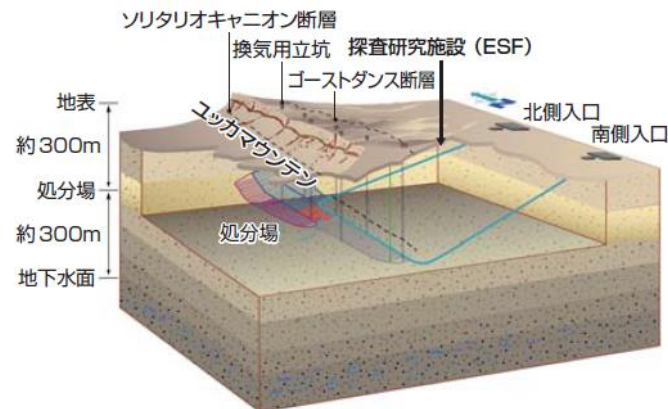
オパリナス粘土層内での高レベル放射性廃棄物の処分場とキャニスタの定置イメージ

(出典：NAGRA「処分の実現可能性実証プロジェクト」報告書(2002)、NAGRA放射性廃棄物管理プログラム(2016))

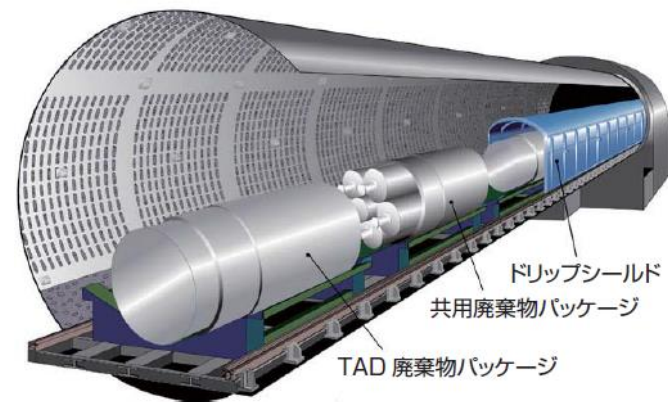


オパリナス粘土層の分布(例)

## アメリカ (ユッカマウンテン)



ユッカマウンテン処分場の全体レイアウト (DOEウェブサイトより引用)



定置坑道と廃棄物パッケージの概念

図の出典：資源エネルギー庁 (2021)



# 本日の内容

- 地層処分が選択された背景
  - 科学技術的な地層処分の実現可能性
    - 放射性廃棄物問題への認識の高まり
    - 地層処分の概念の形成
    - 科学技術基盤の発展
    - 諸外国の処分概念
  - 倫理的観点からの地層処分事業の成立性に関する国際的議論
  - 地層処分計画の進め方
    - 段階的アプローチ
    - 可逆性, 回収可能性
    - セーフティケースによる地層処分の安全性の説明
    - ステークホルダーの意思決定への参加の仕組み
  - 地層処分以外の方法との比較検討
    - 地層処分以外の処分方法
    - 長期貯蔵
- 各国における地層処分計画の状況
- 日本における地層処分計画の進展
- まとめと今後に向けて

# 倫理的観点の議論

- 地層処分が倫理的側面にも配慮された処分方法であるかを議論（OECD/NEA, 1995）
  - 世代間の公平性
    - 将来世代へのリスクを低減，もしくは今日と同レベルに維持
    - 原子力利用による恩恵を受け廃棄物を発生した世代が責任を負う，将来世代に不当な負担をかけない
    - 将来の科学技術の進歩と社会的受容性を考慮し，将来世代にできる限り選択肢を残す
  - 世代内の公平性
    - 関連する種々の社会層が意思決定に参加できる
    - 他の活動との関係における資源の分配に留意
  
- 放射性廃棄物を処分することの倫理的合理性（処分か？長期貯蔵か？）
  - 処分の目的は、「廃棄物を生活圏から長期間隔離し，仮に放射性物質が生活圏に到達してもその影響は問題にならない程度に小さいことを保証すると同時に，不慮の人間侵入によるリスクも小さいことも保証すること」⇒ 上記の倫理的観点に合致
  - 長期貯蔵により将来世代に現状と同じ状態を引き渡すことは，将来世代に選択肢を残す観点から一見倫理的だが，現世代がこの問題に何も行動を起こさないという点で非倫理的
  
- 地層処分を最適な選択肢として，その実現に向けた活動を継続することの倫理的合理性
  - 地層処分は可逆的（コストはかかっても閉鎖後の廃棄物の回収は可能）
  - 事業を段階的に進める ⇒ 新知見を取り入れる，各段階の意思決定に様々なステークホルダーが参加できる

- 地層処分に関する倫理的観点での配慮に関する議論を経て地層処分計画の進め方が検討
  
- 段階的アプローチ（世代間及び世代内の公平性）
  - 将来の科学技術の進歩と社会的受容性を考慮し、将来世代にできる限り選択肢を残すためのしくみ
    - 可逆性 (reversibility)
    - 回収可能性 (retrievability)
  
  - 様々なステークホルダーの意思決定への参加
    - ステークホルダーの参加を可能にするしくみ
    - 安全性に関する判断材料（セーフティケース）
    - ステークホルダーからの多様な要件の考慮
    - 地層処分以外の処分方法の維持

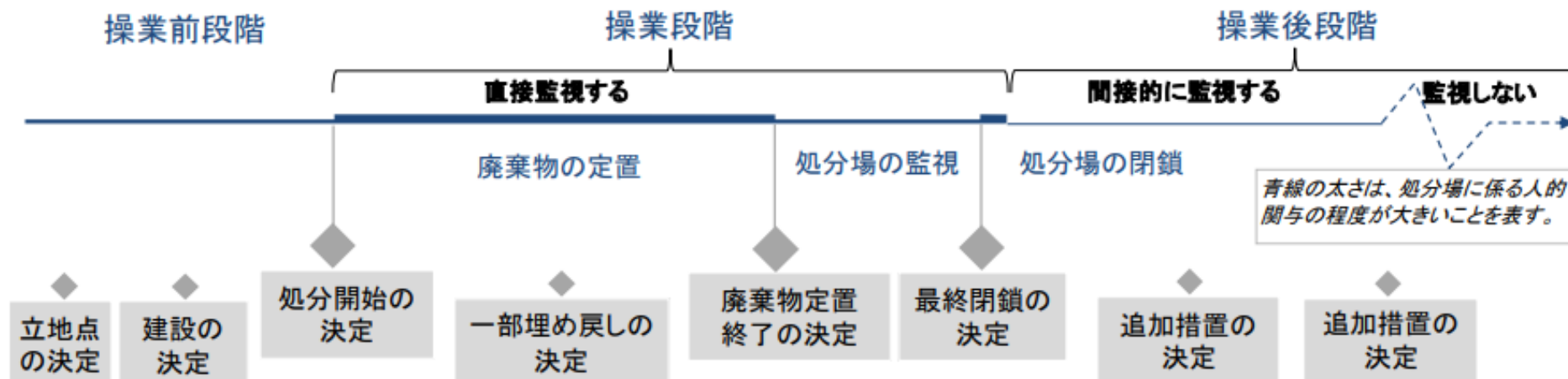
# 段階的アプローチ

## □ 段階的アプローチ

- 事業を期間やステージで区切り，その時点での最新知見を踏まえ安全性や事業の進め方を確認し事業を進める方法
- ステークホルダーが意思決定に参加し，事業への信頼性を高めるために必要な仕組み

## □ ステークホルダーの意思決定への関与

- ステークホルダーの判断の拠り所となる，信頼性の高い情報の提供
  - セーフティケースに基づく安全性の説明
- 意思決定に参加するためのアプローチの確保
  - 各国の実情に合わせて検討



図：処分場の事業段階および関連する意思決定の例(OECD/NEA, 2012)

# 可逆性

## □ 可逆性

- 処分システムを実現していく間に行われる決定を元に戻す、あるいは検討しなおす能力。
- 可逆性があるということは、後戻り（過去の決定を決定前の状態に戻す、過去決定を変更すること）が必要となった場合にそのための対策を講じることが可能であることを意味（OECD/NEA, 2012）
- 事業を進める際の段階的な意思決定のプロセスに可逆性を導入

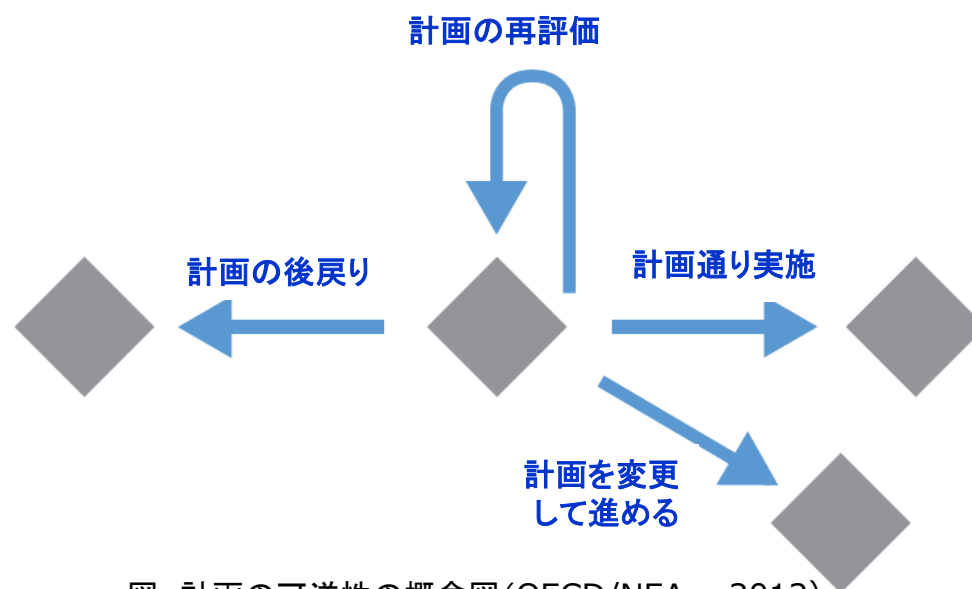


図. 計画の可逆性の概念図(OECD/NEA, 2012)

## □ 回収可能性

- 処分場に定置された廃棄体を取り出す能力。回収可能性があるということは、回収が必要になった場合にそのための対策を講じることが可能であることを意味（OECD/NEA, 2012） ⇒可逆性を維持するための手段

## □ 処分(disposal) : 回収する意図なく廃棄物を放出あるいは措置すること（OECD/NEA, 1977）

- 回収可能性の確保は、将来世代に選択肢を残す、新技術の利用などの余地を残しておくための方策として好ましい一方で、回収を容易にするための措置が処分場の安全性にとって不利にはならない（OECD/NEA, 2001） ⇒OECD/NEA（1977）の「処分」の定義のより明確な位置づけ

## □ 「どのように回収可能性を確保するか」、「いつまで回収可能性のオプションを残すか」の議論は、それぞれの国情に応じて技術的、政治的、社会的受容性などの観点から総合的に検討（OECD/NEA, 2012）

# 回収可能性の判断

- 事業の進展に伴って、回収の難易度・コストが増大，一方で能動的管理の負担が減少し受動的安全性が向上 ⇒この関係性を理解したうえでの議論，判断が必要

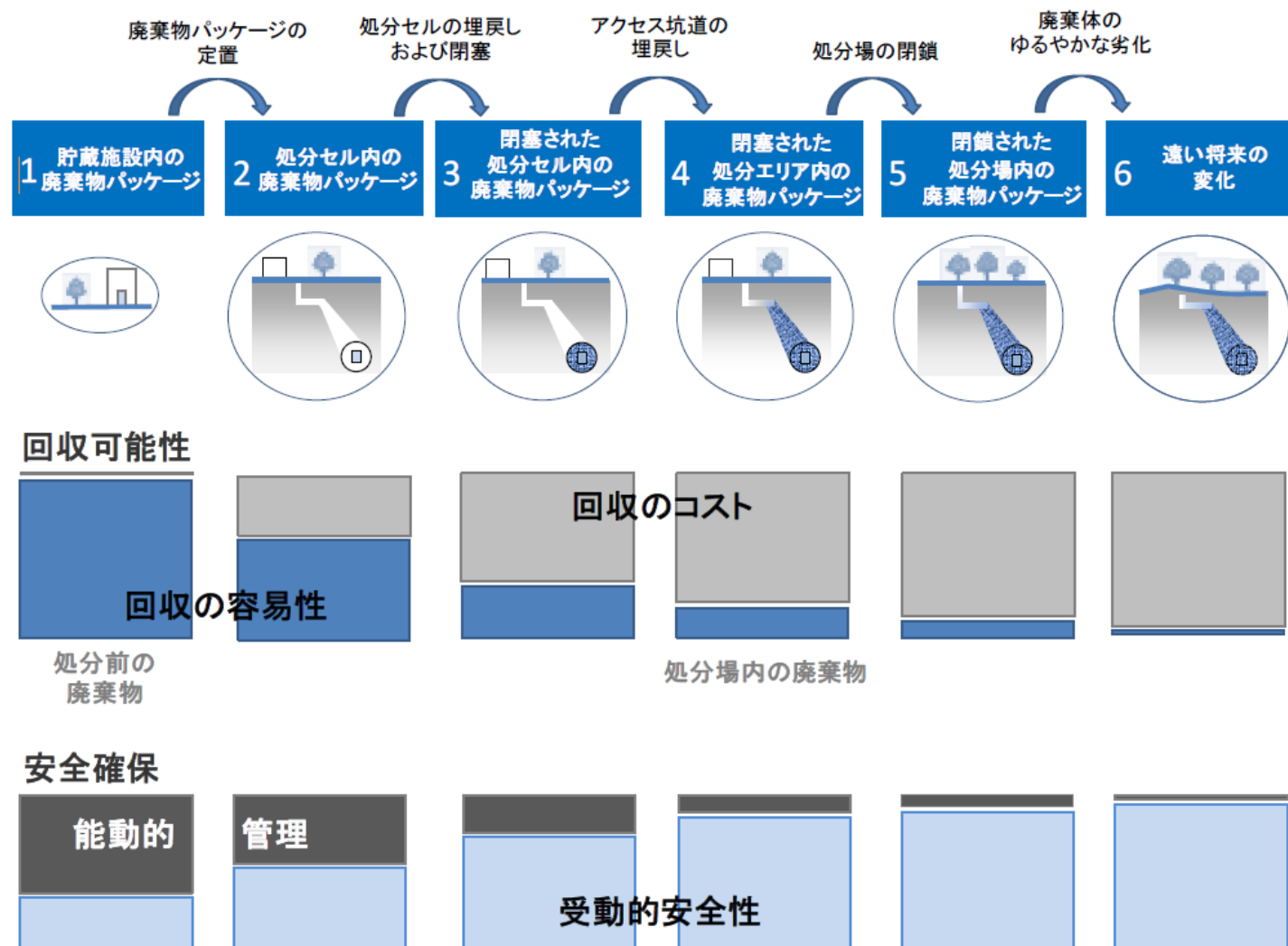


図:国際「R スケール」(廃棄物の事業段階, 深地層処分場の回収可能性の程度, 受動的 管理か能動的な管理か, 回収コストの変化を図示したもの) (OECD/NEA, 2012)

# 回収可能性の確保

～処分概念に対応した回収技術の整備～

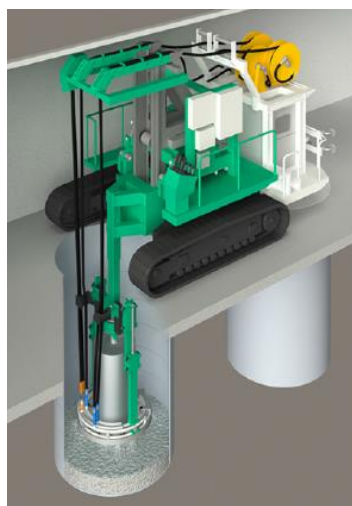
- 処分概念に対応した回収方法を検討し、現状の設計と技術で回収可能性が確保できることを確認
- 遠隔操作による実証的な検討を国内外で実施中

① 処分坑道端部プラグの除去



(縦置き・ブロック方式の場合)

② 処分坑道埋め戻し材の除去  
(自由断面掘削機)



③ 緩衝材の除去  
(右図の塩水噴射除去装置)

④ オーバーパックの回収  
(右図の装置に機能を備える)

縦置きを対象とした回収方法のイメージ  
(RWMC, 2015)

(横置き・PEM方式の場合)

② 隙間埋戻し材の機械除去  
(外周部)



③ 隙間埋戻し材の塩水ジェット除去  
(PEM周辺)



④ PEMの回収  
(専用装置の開発による)



PEMの回収方法のイメージ  
(NUMO, 2020)



# セーフティケース (Safety Case) の役割

数万年以上にわたる安全確保の信頼を確かなものとするため、

## ■ 安全性を支える論拠や根拠を体系的に取りまとめたもの

- ✓ caseの意味：場合，事例，主張の論拠・証拠
- ✓ safety caseという用語は他の産業分野でも使用

## ■ 事業の各段階（処分地の調査，許認可，建設・操業中，閉鎖時等）において，その時点の最新の科学技術的知見に基づき事業者が作成

- ✓ 段階的に進める事業の節目において，ステークホルダーが「次の段階に進んでよいか？」を判断するための材料
- ✓ セーフティケースを繰り返し作成し，処分場の安全性に関する説明性を継続的に向上

## ■ 安全評価によって安全基準への適合性を示すだけでなく，様々な論拠によって安全性に対する信頼性（確信の程度：confidence）を提示

- ✓ ナチュラルアナログや線量以外の補完的指標などによる安全性の説明の補強
- ✓ 品質保証、人的資源確保，知識管理など安全確保に必要なマネジメントに関わる戦略やそのための方法の提示
- ✓ 残された不確実性を特定し，次段階における具体的対応の提示

# ステークホルダーの意思決定への参加のしくみ

## □ 放射性廃棄物管理におけるステークホルダー

- 放射性廃棄物管理プロセスに利害または役割を持つあらゆる関係機関，団体，または個人（OECD/NEA，2013）
  - 例：規制機関，国，処分場を受け入れる自治体，国民，地域住民，地元政治家，地域の団体，廃棄物発生者（電力会社など），関係研究機関，専門家，協力業者など・・・
  - 事業への関与の程度や関わり方などは各国の状況や事業の段階などによって変化
  - セーフティケースの技術的信頼性を確認するという観点での主たるステークホルダーは規制機関，専門家

## □ 非専門家へのセーフティケースの説明における重要な要素の例

- 不確実性についての適切な説明の在り方
- 事業者や政府による公衆との新たな形式の対話の実施，社会的学びの場の構築
- 規制機関の非専門家へ伝達者，「人々の側に立った専門家」としての役割（OECD/NEA：2013b，2020）

<諸外国における対話活動の例>



スウェーデン [写真提供] エストハンマル自治体

## □ 意思決定への関与の仕組みは各国の実情に合わせて検討

- 例：事業者とステークホルダーとの「パートナーシップ」（協力関係）の構築など（OECD/NEA，2013b）

# 諸外国での対話活動の例

## カナダ「Learn more活動」

① 対話を通じて一般的国民意識を向上



② 詳しく知りたい自治体に詳細な情報提供を実施  
(22自治体が関心表明)



③ 関心自治体に予備的評価  
(関心を示した自治体のうち、11自治体が現地調査に進み、うち2地域で地震探査やボーリング調査等を実施中)

2023年に一カ所を特定する予定



オープンハウスでの勉強会



スウェーデン・エストハンマル市長を招聘した講演会 (2012年当時)

- ・ **詳細を学びたい地域**に対して、実施主体NWMO職員や専門家を派遣、選定プロセスの進め方等詳細な情報提供
- ・ **地域の持続的発展に向けた長期ビジョンの策定**等も支援
- ・ **スウェーデンの地域住民を招聘した勉強会**も実施

## 英国

① 情報提供活動を通じ、一般的国民意識を向上



② **関心を示す方々との対話(初期対話)**



③ 当該地域の方々との対話(ワーキンググループの設置)



④ 調査エリアの方々との対話(コミュニティパートナーシップの設置)

3自治体で設立

1自治体2地域で設立



多くのコミュニティに、**初期対話のプロセスに関心を持ってもらえるよう**、処分事業の進め方や地域との協力方針等をわかりやすくまとめた、「**コミュニティガイド**」を作成



# 本日の内容

- 地層処分が選択された背景
  - 科学技術的な地層処分の実現可能性
    - 放射性廃棄物問題への認識の高まり
    - 地層処分の概念の形成
    - 科学技術基盤の発展
    - 諸外国の処分概念
  - 倫理的観点からの地層処分事業の成立性に関する国際的議論
  - 地層処分計画の進め方
    - 段階的アプローチ
    - 可逆性, 回収可能性
    - セーフティケースによる地層処分の安全性の説明
    - ステークホルダーの意思決定への参加の仕組み
  - 地層処分以外の方法との比較検討
    - 地層処分以外の処分方法
    - 長期貯蔵
- 各国における地層処分計画の状況
- 日本における地層処分計画の進展
- まとめと今後に向けて

# 地層処分以外の処分方法の検討

- OECD/NEAの報告書（1977年）以来，地層処分を含めた種々の処分方法の検討が繰り返し実施

報告書の例	処分方法	概要	状況
OECD/NEA (1977)	海洋底処分・ 海洋底下処分	海底堆積物中に廃棄物を打ち込む，海底をドリルで掘削し廃棄物を海洋底下に埋設	ロンドン条約（1975年発効）により禁止
	氷床処分	廃棄物を封入したキャニスタを南極大陸の氷床に定置	南極条約（1959年発効）により禁止
	宇宙処分	廃棄物をロケットで太陽軌道に投入	ロケット発射技術の信頼性への疑問，経済性の問題
	核種分離変換	長寿命核種を安定／短寿命の核種に変換	研究開発を継続 長寿命核種を全て分離できない
U.S.DOE (1980)	超深孔処分	地下数km～5kmまでのボーリング孔への処分	研究開発を継続
	岩石溶融処分	流動状態の廃棄物を注入し，廃棄物の発熱を利用して岩石を溶融，固化	具体的な研究開発は停止
	井戸注入処分	流動状態の廃棄物を難透水層に注入	具体的な研究開発は停止

# 長期貯蔵の議論

## □ OECD/NEAの報告書（1977年）における議論

- 現世代は、放射性廃棄物を一定期間、安全に貯蔵する技術能力を保有するが、貯蔵には人間による制度的・継続的な管理が必要
- 社会的・倫理的側面を考慮すると、最終的には制度的な管理を必要とせず、事後に措置しなくても人間環境から必要なだけ隔離できるような手段を開発することが重要

## □ OECD/NEAの報告書（2006）における議論

- 将来世代の選択肢への配慮、地層処分に代る科学技術への期待、処分場立地地域からの反対による事業の遅延などへの対処のための選択肢として議論
- 従来の貯蔵の役割
  - 廃棄物管理を次の段階に進めるまでに放射能、発熱量を低減
  - 次のステップに関する決定がなされるまでの待機 など
- これまで安全に貯蔵を行ってきた実績があり、今後も適切な管理や施設改修等を行うことで何十年間にわたって継続することは可能
- 貯蔵の役割の拡大
  - ステークホルダーに処分方法が受け入れられるまでの期間の貯蔵
  - 廃棄物が少量しか発生しない国では経済性の観点から国際処分場の検討が進むまで貯蔵/廃棄物が蓄積するまで貯蔵
- 長期貯蔵は最終的な解決策にはならない（長期貯蔵による将来の安全性が保障できない、現世代の責任により処分に向けた取組みを進める必要性）が一定の役割を果たすことは可能

## □ 超深孔処分

- 米国において、軍事起源の一部の高レベル放射性廃棄物の処分オプションとして研究開発を継続
- 深部の地質環境特性の解明、ボーリング孔閉塞技術、回収可能性などの課題

## □ 核種分離変換

- 国内外で研究開発を継続
- 全ての長寿命核種を分離変換できない ⇒ 地層処分の必要性
- 高レベル放射性廃棄物の有害度低減、高レベル放射性廃棄物の減容による処分場面積の低減への効果
- 最終処分基本方針（2015年）において、最終処分の負担軽減等を図るため研究開発を着実に推進する旨が明記

# 本日の内容

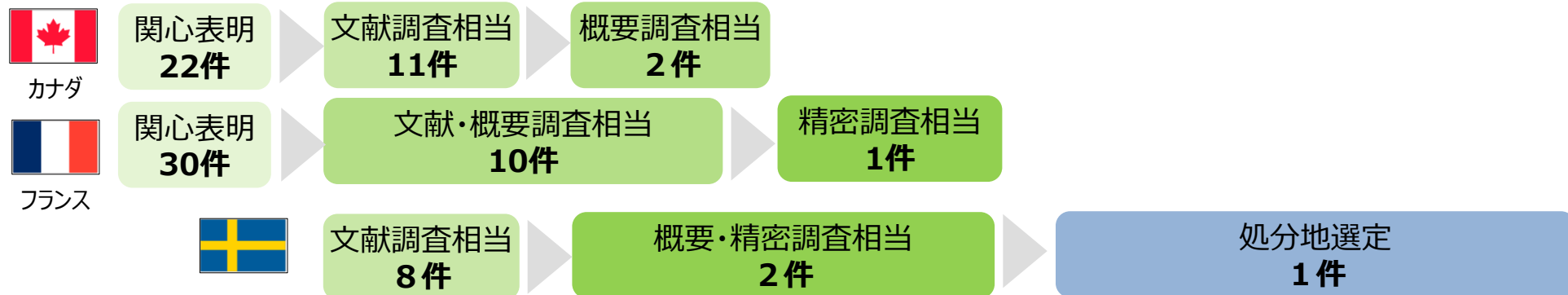
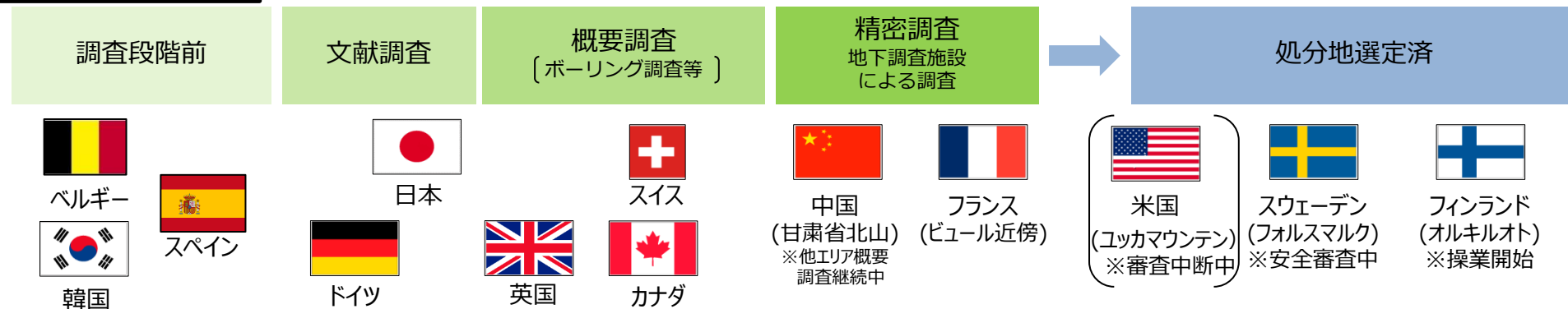
- 地層処分が選択された背景
  - 科学技術的な地層処分の実現可能性
    - 放射性廃棄物問題への認識の高まり
    - 地層処分の概念の形成
    - 科学技術基盤の発展
    - 諸外国の処分概念
  - 倫理的観点からの地層処分事業の成立性に関する国際的議論
  - 地層処分計画の進め方
    - 段階的アプローチ
    - 可逆性, 回収可能性
    - セーフティケースによる地層処分の安全性の説明
    - ステークホルダーの意思決定への参加の仕組み
  - 地層処分以外の方法との比較検討
    - 地層処分以外の処分方法
    - 長期貯蔵
- 各国における地層処分計画の状況
- 日本における地層処分計画の進展
- まとめと今後に向けて



# 各国における地層処分計画の状況

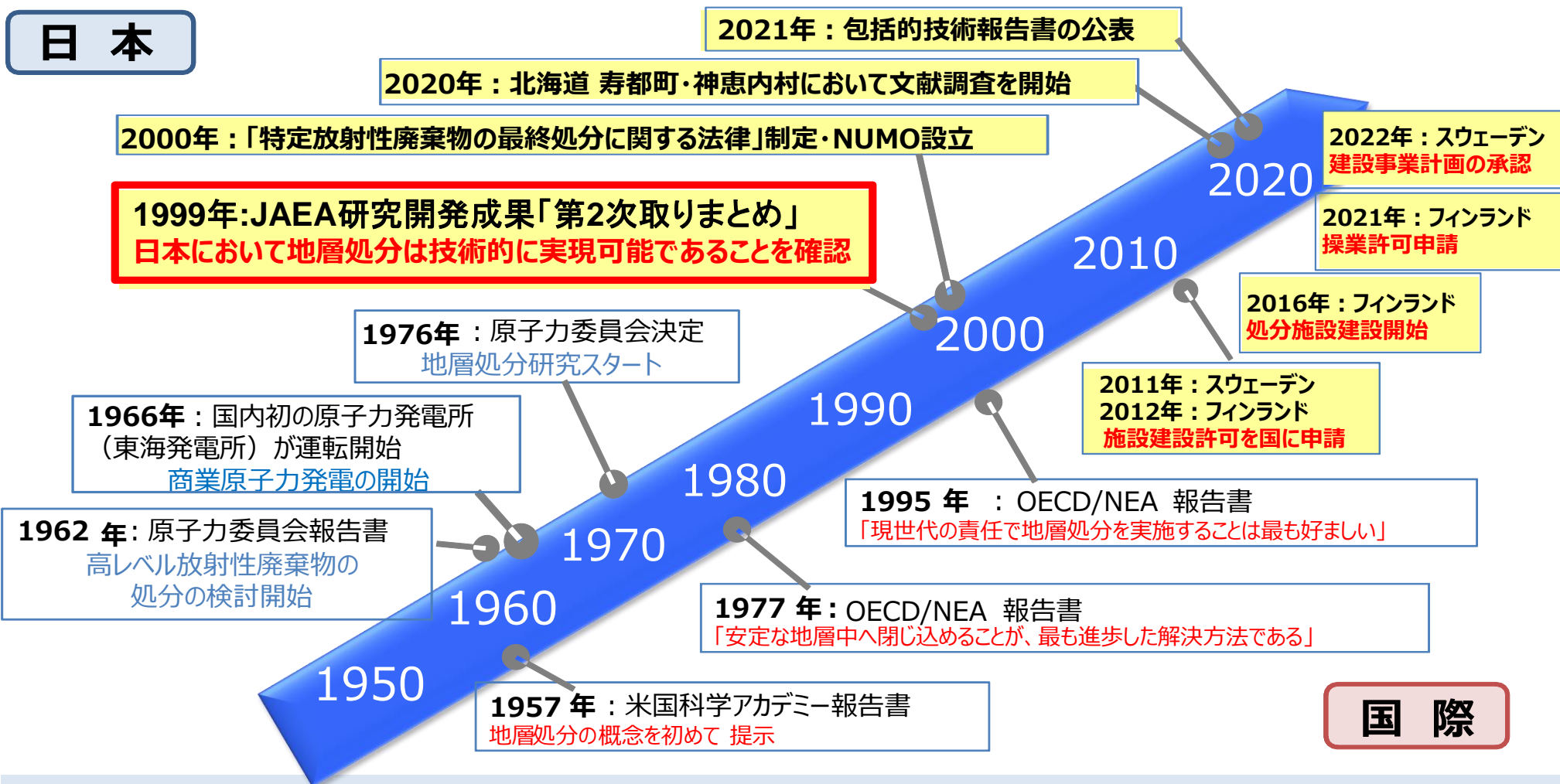
- フィンランド：2016年12月より処分場の建設が開始され、2021年12月に政府に操業許可申請
- スウェーデン：2016年に処分場の立地・建設許可申請、2022年1月に政府による処分場建設の事業計画の承認
- 米国：2002年にユッカマウンテンが処分場として決定、2008年に建設申請が提出されたが、政治的理由により審査中断中
- 各国とも長期間にわたる地域住民との対話を継続（例えばフィンランドでは30年以上）

## 諸外国の状況



# 日本における地層処分計画の進展

日本



- 原子力委員会報告書（1962年）：海洋投棄，天然の堅牢な洞窟或いは岩石層に封入するといった方式を提案
- 原子力委員会報告書（1976年）：当面は地層処分に重点を置き検討を進めていくという方針を提示（1975年発行のロンドン条約により海洋投棄が国際的に禁止）

# 本日の内容

- 地層処分が選択された背景
  - 科学技術的な地層処分の実現可能性
    - 放射性廃棄物問題への認識の高まり
    - 地層処分の概念の形成
    - 科学技術基盤の発展
    - 諸外国の処分概念
  - 倫理的観点からの地層処分事業の成立性に関する国際的議論
  - 地層処分計画の進め方
    - 段階的アプローチ
    - 可逆性, 回収可能性
    - セーフティケースによる地層処分の安全性の説明
    - ステークホルダーの意思決定への参加の仕組み
  - 地層処分以外の方法との比較検討
    - 地層処分以外の処分方法
    - 長期貯蔵
- 各国における地層処分計画の状況
- 日本における地層処分計画の進展
- まとめと今後に向けて

## まとめと今後に向けて：地層処分が選択された理由

- 最終的には人間の管理を必要とせずに生活圏から隔離できる手段（処分）の必要性
- 廃棄物を長期間にわたって隔離・閉じ込める方法の一つとして地層処分の実現可能性を検討
- 他の処分方法，長期貯蔵の比較検討の結果，科学技術的な実現可能性の観点から地層処分が最も有望な処分方法
  
- 倫理的観点に配慮したうえで地層処分を進める方策についても検討
  - 現世代・将来世代にとって受け入れ可能な事業となるよう，段階的アプローチ，可逆性・回収可能性等の仕組みを検討
  
- 地層処分は科学技術的観点での実現可能性だけでなく，倫理的側面にも配慮して進めることのできる処分方法として国際的に合意

## □ 信頼構築とコミュニケーションの取り組み

- 社会的背景，地域の実情などをとらえた，ステークホルダーとの対話の在り方の検討

## □ 意思決定のプロセスの重要性

- ステークホルダーの意思決定への関与の仕組みの検討（関与するステークホルダーの範囲，関与の仕組み，等）

## □ 知識マネジメント

- 各段階のセーフティケースに統合された知識や意思決定に係る情報など，多様かつ膨大な知識の共有・活用，長期的な継承方法の検討

## □ 持続可能な原子力発電にむけた放射性廃棄物管理・処分の在り方

- EUタクソミーでの原子力発電の持続可能性に関する議論
- 新たに検討すべき廃棄物（レガシー廃棄物，新型炉由来の廃棄物 等）
  - 様々な廃棄物を考慮した，放射性廃棄物管理・処分方法の検討が必要

# 参考文献リスト

- IAEA (2012) : The safety case and safety assessment for radioactive waste, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series, No. SSG-23.
- IAEA (2018) : IAEA Safety Glossary, Terminology used in nuclear safety and radiation protection.
- National Academy of Sciences (1957) : The disposal of radioactive waste on land, Report of the committee on waste disposal of the division of earth sciences.
- National Research Council (1983) : A study of the isolation system for geological disposal of radioactive wastes, National Academy Press.
- NUMO (2021) : なぜ、地層処分なのか, NUMO-TR-20-04.
- NUMO (2021) : 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－, 本編・付属書：NUMO-TR-20-03.
- OECD/NEA (1977) : Objectives, concepts and strategies for the management of radioactive waste arising from nuclear power programmes
- OECD/NEA (1995) : The environmental and ethical basis of geological disposal of long-lived radioactive wastes.
- OECD/NEA (2006) : The roles of storage in the management of long-lived radioactive waste.
- OECD/NEA (2012) : Reversibility of decisions and retrievability of waste; considerations for national geological Disposal Programmes.
- OECD/NEA (2013a) : The nature and purpose of the post-closure safety cases for geological repositories, NEA/RWM/R (2013) 1.
- OECD/NEA (2013b) : Stakeholder confidence in radioactive waste management: An annotated glossary of key terms, NEA No. 6988.
- OECD/NEA (2020) : Two decades of safety case development: An IGSC 20th anniversary brochure, NEA No. 7559.
- OECD/NEA, IAEA, CEC (1991) : Disposal of radioactive waste, can long-term safety be evaluated?
- RWMC (原子力環境整備促進・資金管理センター) (2015) : 平成26年度地層処分技術調査等事業 (地層処分回収技術高度化開発) 報告書.
- SKB (1983) : Final storage of spent nuclear fuel - KBS-3, I General, Art 716 1.
- U.S.DOE (1980) : Final environmental impact statement management of commercially generated radioactive waste, DOE/EIS-0046F.
- 資源エネルギー庁 (2021) : 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について (2021年版)
- 原子力委員会 (1962) : 廃棄物処理専門部会中間報告書, 原子力委員会月報, Vol. 7, No. 5.
- 原子力委員会 (1976) : 放射性廃棄物対策について, 原子力委員会月報, Vol. 21, No. 10.
- 日本原子力学会再処理・リサイクル部会ホームページ : テキスト「核燃料サイクル」8-1「分離・変換の意義」, [http://www.aesj.or.jp/~recycle/nfctxt/nfctxt\\_8-1.pdf](http://www.aesj.or.jp/~recycle/nfctxt/nfctxt_8-1.pdf) (2022年2月20日閲覧) .
- 増田純男 (2016) : 高レベル放射性廃棄物を地下深く終う地層処分.



ご清聴ありがとうございました