

Seeps企画セッション

なぜバックエンド問題の社会的合意は難しいのか：
社会的受容性、可逆性、世代間公平性をめぐって

第4報告

「なぜバックエンド問題の社会的合意は難しいのか：
社会的受容性、特に技術的要因を中心に」

令和 元年9月29日（日）

竹内 真司（日本大学）・松本 礼史（日本大学）

師岡 慎一（早稲田大学）・勝田 正文（早稲田大学）

黒川 哲志（早稲田大学）・井上 弦（長崎総合科学大学）

背景および検討内容

- 地層処分政策の選好
 - 技術的要因＋社会的要因
 - 専門家との丁寧な双方向コミュニケーション
(本セッション山田ほか)
- 受容性を妨げる**技術的要因**は何か？
- 受容性を向上させるためには何が必要か？

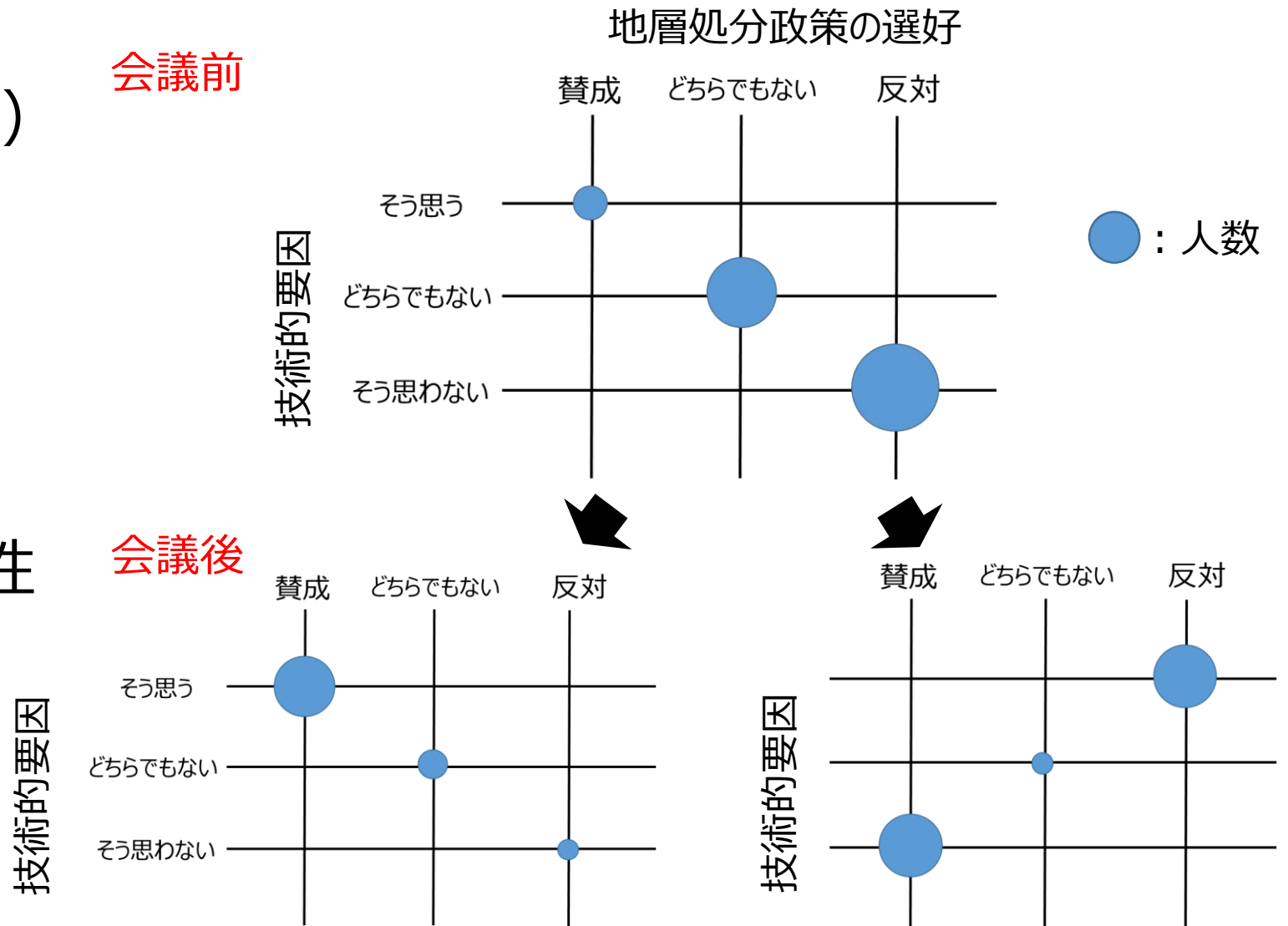
市民会議のアンケートから、**地層処分政策の選好と技術的要因**（6つ）のクロスプロットをベースに検討

アンケートにおける技術的観点からの質問事項

1. 高レベル放射性廃棄物の地層処分は安全だと思いますか？（安全性）
2. 地層処分に必要な技術は確立していると思いますか？（技術確立）
3. 高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵（乾式地上保管）は安全だと思いますか？（中間貯蔵）
4. 数万年から数十万年に及ぶ地層処分の安全評価は信頼できると思いますか？（安全評価）
5. 太平洋プレートなど4つのプレートがひしめき合う変動帯の日本で地層処分は可能だと思いますか？（変動帯）
6. 地層処分の後に地下水により放射性物質が地表に運ばれても自然環境や生活環境に大きな影響はないと思いますか？（環境影響）

アンケート内容と整理方法（例）

- 地層処分政策の選好（横軸）
- 技術的要因（縦軸）
 1. 地層処分の安全性
 2. 地層処分技術の確立
 3. 中間貯蔵の安全性
 4. 安全評価の信頼性
 5. 変動帯での処分の可能性
 6. 漏洩時の環境影響

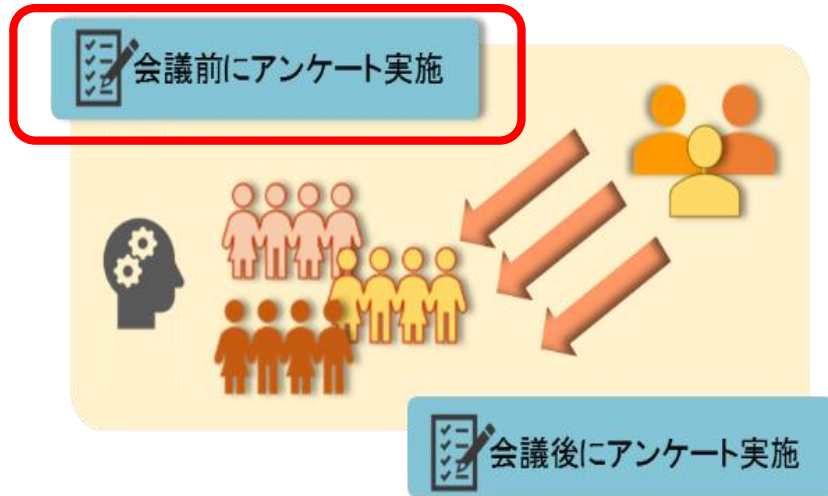


「政策には賛成だが技術的には受容できない」→技術的受容性の要因分析

アンケート（初回会議前と2、3回目会議後を比較）

第1回：欠如モデル

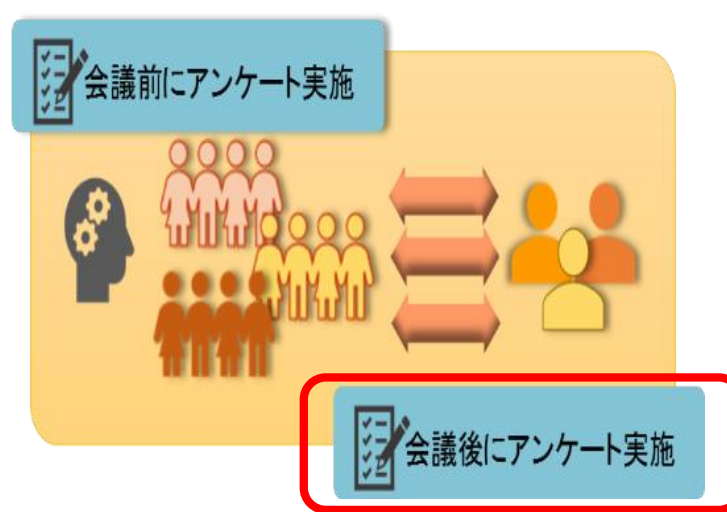
専門家から市民への一方向の
情報提供



第1回会議前

第2回：文脈モデル

市民と専門家との双方向コ
ミュニケーション



第2回会議後

第3回：社会的受容性モデル

市民主体の熟議
(専門家が適宜、補足)

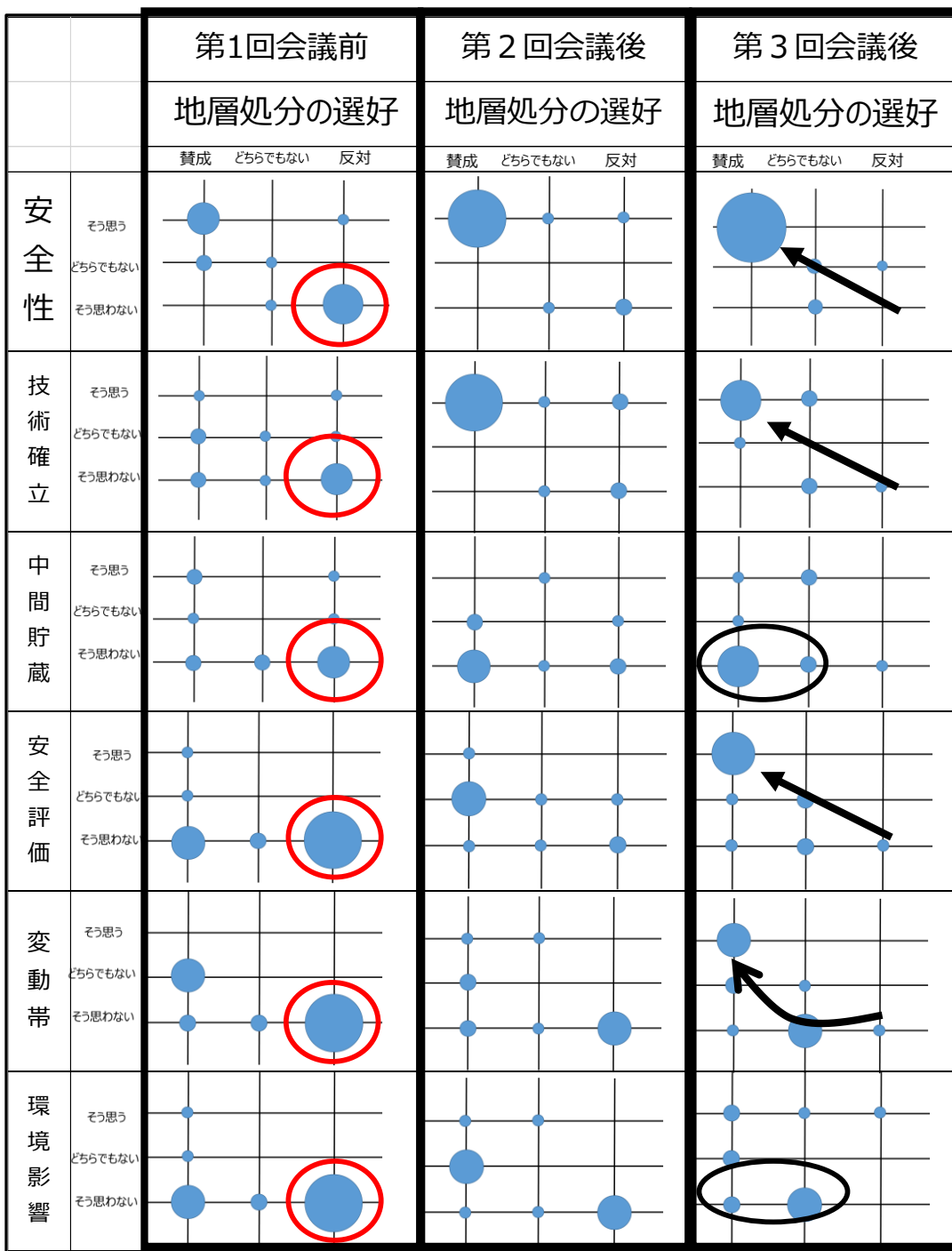


第3回会議後

アンケート結果

- 第1回会議前
 - 政策に反対 + 受容しない
- 第2 / 3 回会議後
 - 受容性向上：安全性、技術確立、安全評価
- 中間貯蔵
 - 地層処分の選好に関わらず、受容性低
- 変動帯
 - 受容性徐々に向上
- 環境影響
 - 地層処分の選好に関わらず、受容性低
 - 安全評価の不確実性、変動帯など将来予測に関連

- 3回の会議を経て受容性向上の傾向
 - 欠如モデル→文脈モデル→社会的受容性モデル



受容性（低）：地上での中間貯蔵

- 地上管理の長期化
- 高レベル＋将来の社会情勢の不確実性
- 地上管理への不安



地下での長期管理？

- 保管形態
 - コンテナ
 - 埋設
 - ✓≡地層処分
 - ✓最終処分時に再取り出し

➡ 簡単には受容されそうにない



防衛省資料

(http://www.mod.go.jp/j/approach/kokusai_heiwa/hokyushien/pdf/tatakai_katsudou.pdf)

国家間の争い



紀元1世紀



紀元5世紀

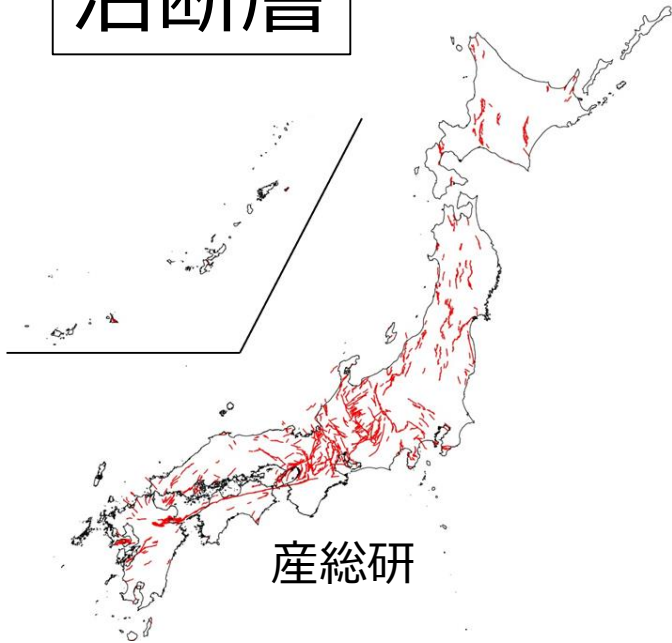


紀元15世紀

<http://www.geocities.jp/europiap/>

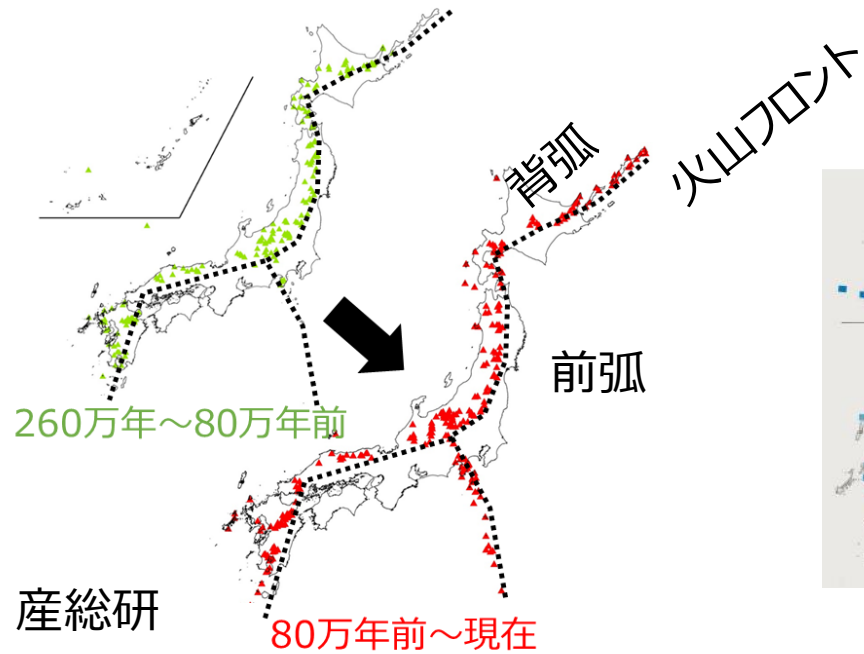
受容性（低）：環境影響（地質環境の変動性）

活断層



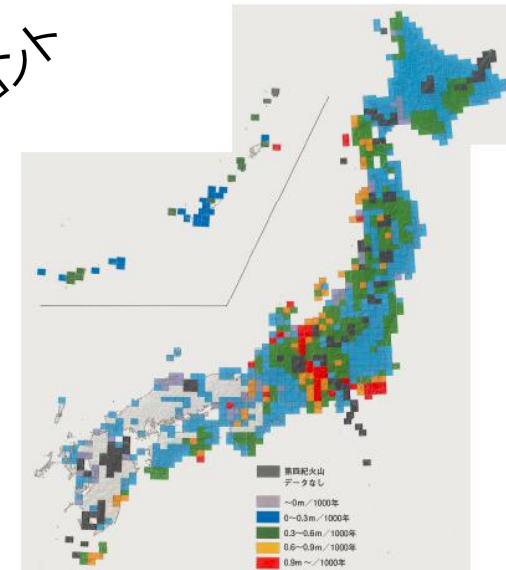
- 新たな断層形成？
- 位置は限定的
- 1回の地震で表出する確率は極めて低い
- 伏在断層の存在

火山活動



- 新たな火山の形成？
- 火山フロントの位置は安定
- 前弧では発生しない
- 背弧では発生事例あり

隆起・侵食

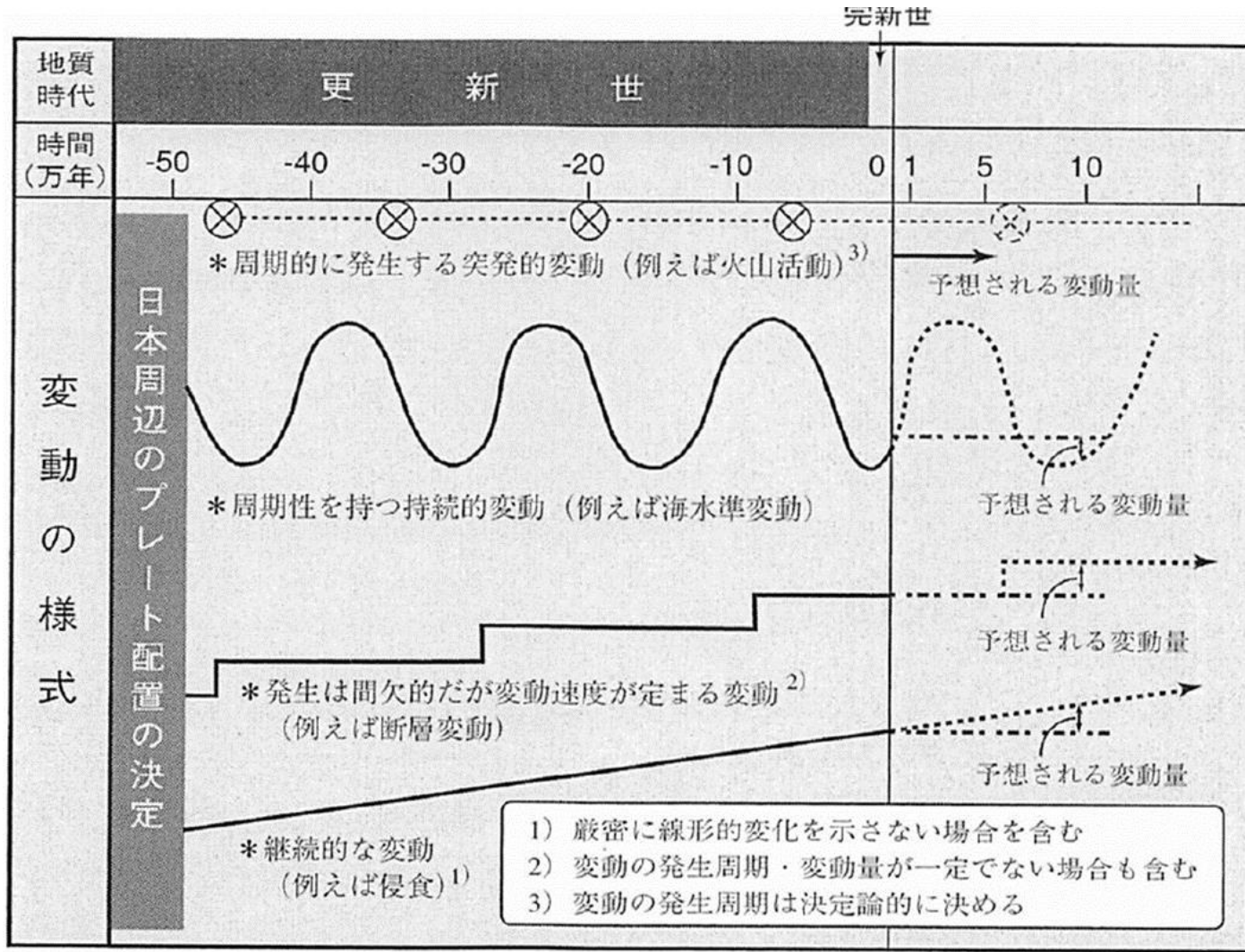


- 海水準変動の10万年周期
- 一部地域を除けば緩慢

確率論的思考、科学的知見の受容性？

➡ 簡単には受容されそうにない

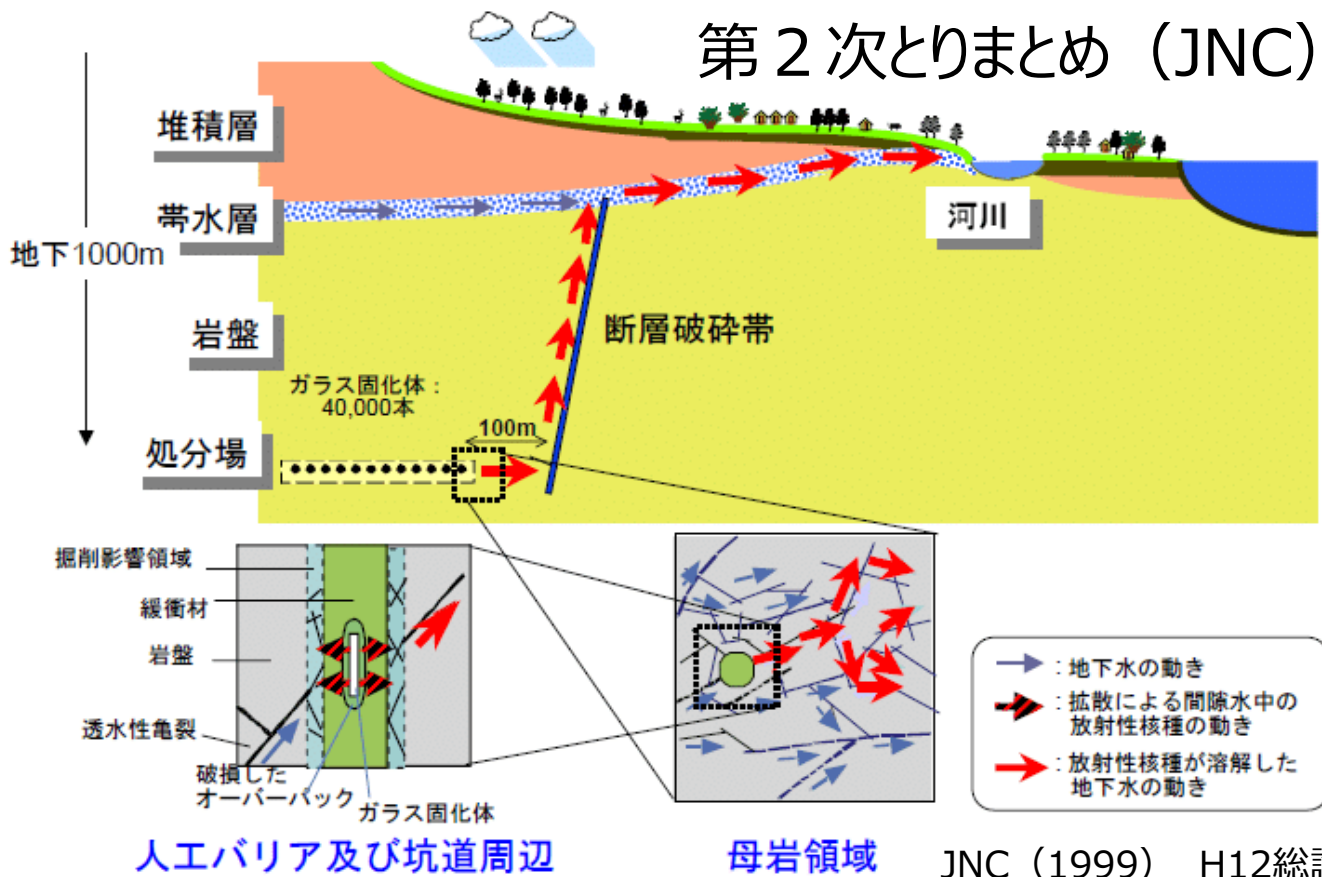
地質環境の変動性



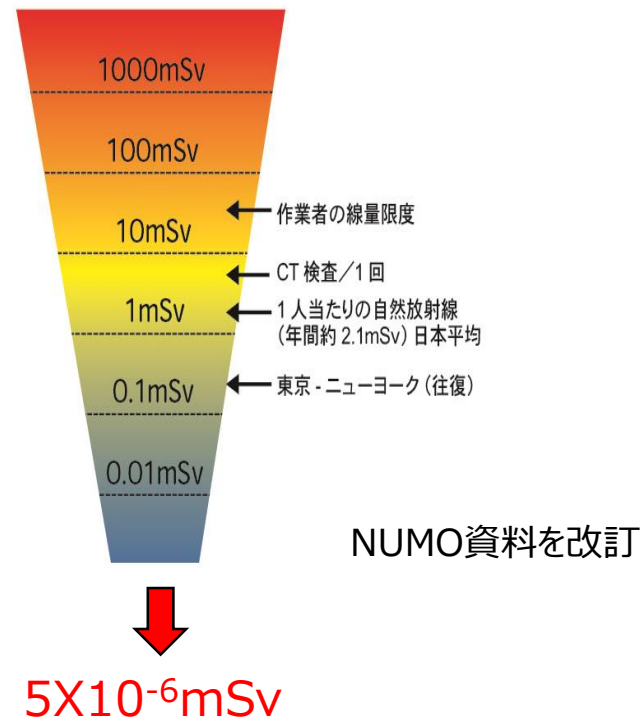
● 過去の変動履歴 (周期性)

● 科学的客観性の確保

受容性（低）：環境影響（安全評価の不確実性）



- ガラス固化体4万本のオーバーパック全てが1,000年後にその機能を失うと想定
- 地上で生活する人の年間被ばく線量：
約 $5 \times 10^{-6} \text{mSv}$ (@処分後80万年時点)



- 一つの想定
- 同じ結果になることは **まず** ない ➡ このような結果は受容されるか？

回収可能性を考慮した地層処分

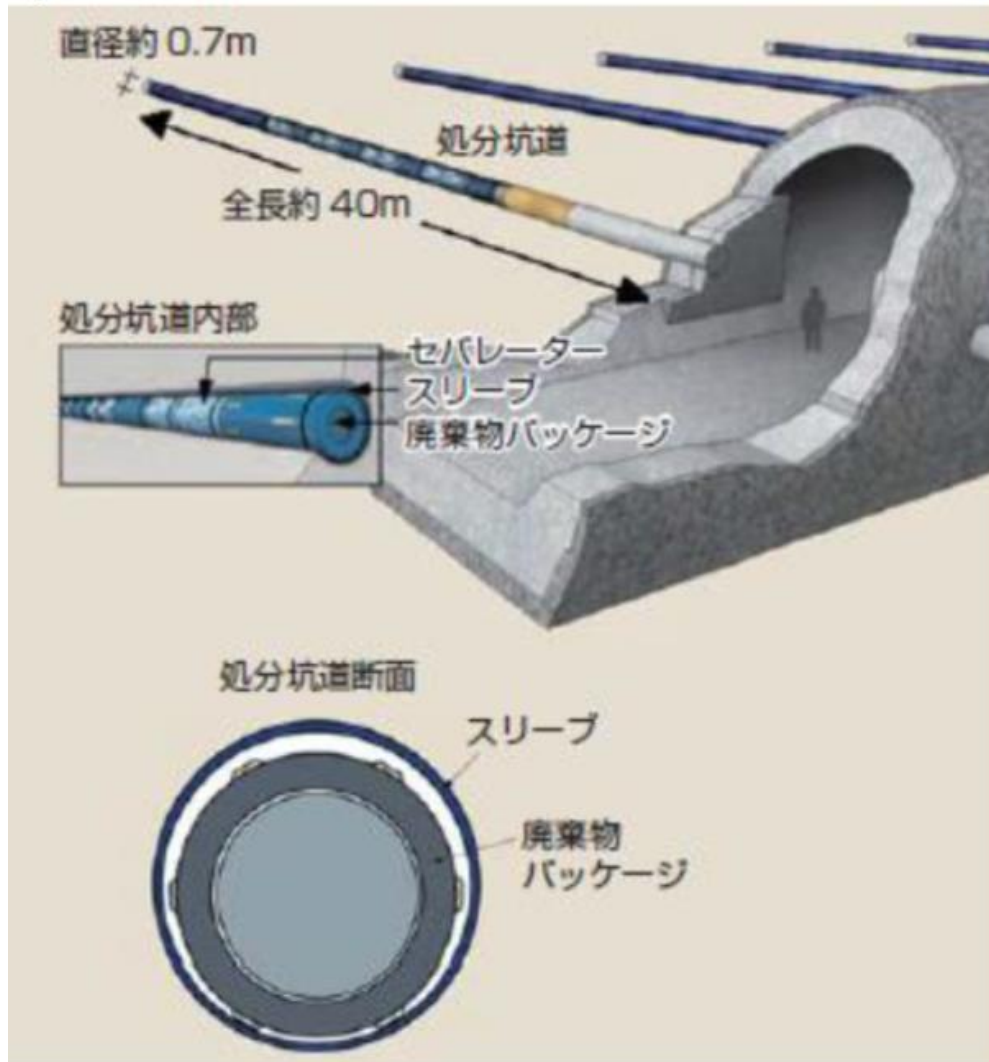
- 技術的な観点からの不安要素（理屈ではなくむしろ信用）
- 我が国では地層処分場の受け入れ難航
- 回収可能性を考慮した地層処分（フランス、日本、米国、フィンランド、スウェーデン etc.）

回収可能性について ～我が国の位置づけ～

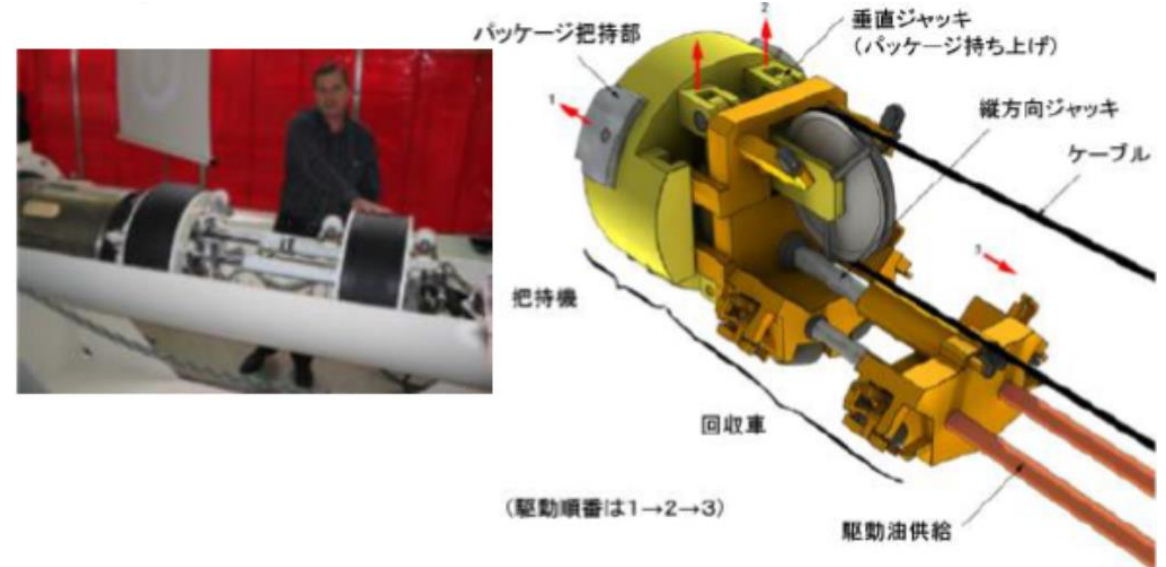
- 今後の技術その他の変化の可能性に柔軟かつ適切に対応する観点から、基本的に最終処分に関する政策や最終処分事業の可逆性を担保することとし、**今後より良い処分方法が実用化された場合等に将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする**。このため、NUMOは、特定放射性廃棄物が最終処分施設に搬入された後においても、安全な管理が合理的に継続される範囲内で、**最終処分施設の閉鎖までの間**の廃棄物の搬出の可能性（回収可能性）を確保する。

（特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針；2015年5月改定）

処分概念と回収可能性（再取り出し）の考え方（フランス）

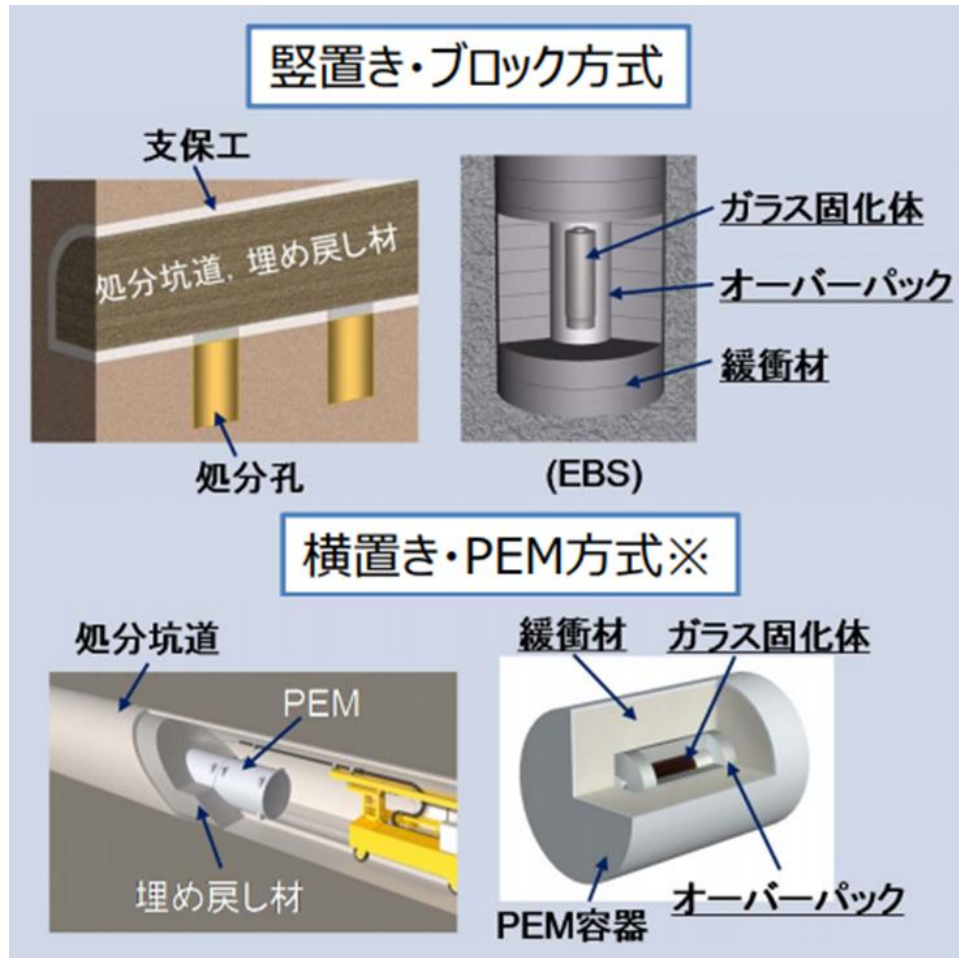


- 処分坑道に鋼製スリーブを設置
- 廃棄物パッケージはスリーブ内に定置
- 処分坑道入口はベントナイト／コンクリートプラグ設置
- 廃棄物パッケージとスリーブの間隙は埋め戻しせず
- 岩盤（粘土）の低透水性に期待



回収用牽引ロボット装置例 (Dossier 2005)

処分概念と回収可能性（再取り出し）の考え方（日本）



(NUMO)

日本

(廃棄体→オーバーパック→緩衝材→岩盤)

●定置方法

➤ 縦置き・ブロック方式／
横置きPEM方式

●定置後、直ちに埋め戻し

➤ 酸化性雰囲気でのOPの腐食
➤ 湧水量（処理費用の増大）

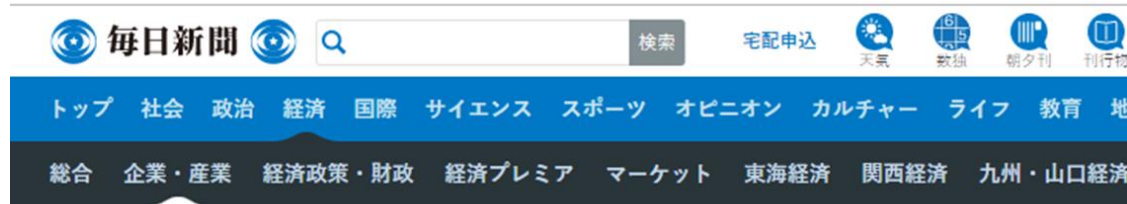
* スウェーデン、フィンランドも類似概念

各国の地質環境に依存した概念

まとめ

- 技術的受容性（難）
 - 地上での中間貯蔵
 - 将来の環境影響（変動帯、安全評価の不確実性に関連）
- 技術的受容性のために
 - 今回の市民会議のような丁寧な双方向の対話
 - 実施主体、国など実施関係者への信頼
- 回収可能性
 - 各国の地質環境に応じた概念の違い
 - 仮に前例がうまくいったとしても受容されとは限らない

信用失墜の好例



関電3.2億円受領、原発事業幹部が中心 高浜町元助役から

会員限定有料記事 毎日新聞 2019年9月28日 00時43分 (最終更新 9月28日 00時43分)

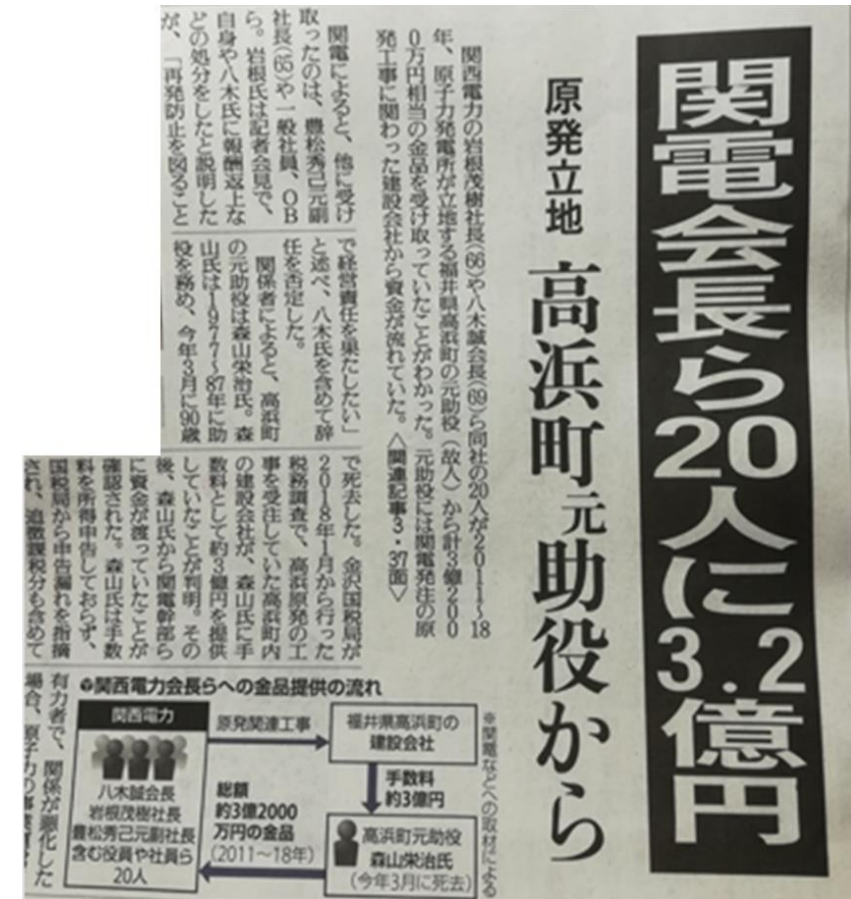
原子力 > 企業・産業 > 経済 > 最新の経済ニュース > 速報 >



記者会見する関西電力の岩根茂樹社長（中央）＝大阪市北区で2019年9月27日午前11時11分、梅田麻衣子撮影

関西電力の岩根茂樹社長（66）は27日、大阪市内で記者会見し、岩根社長、八木誠会長（69）ら幹部20人が、高浜原発が立地する福井県高浜町の元助役、森山栄治氏（今年3月に90歳で死亡）から、2011～18年の7年間で総額3億2000万円分の金品を受け取っていたことを明らかにした。

高浜町の助役を1977～87年に務めた森山氏は、原発関連工事を請け負う建設会社から、



<https://mainichi.jp/articles/20190928/k00/00m/020/023000c>

令和元年9月28日読賣新聞

課題

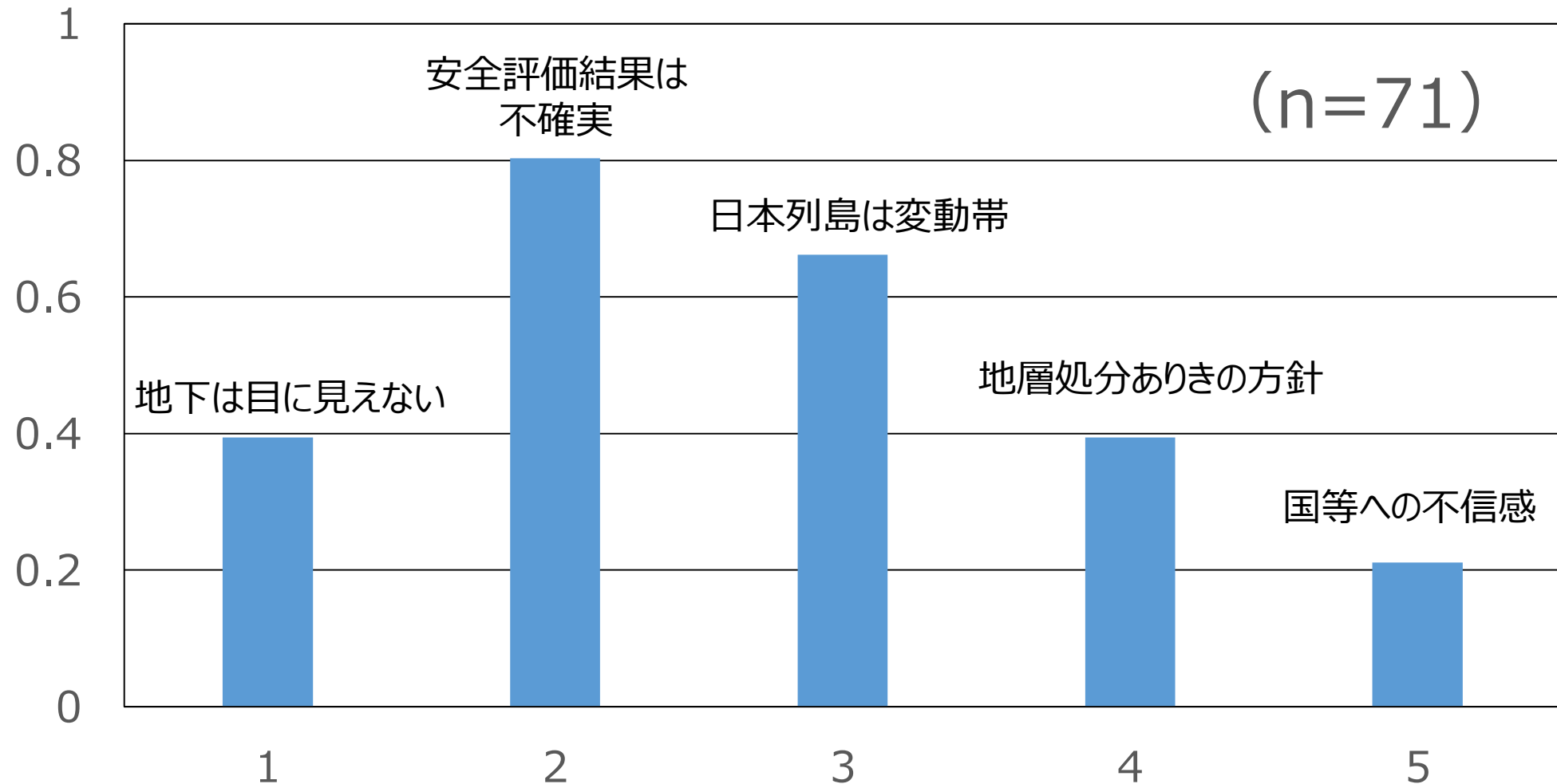
●地層処分の技術的受容性

- 対話の枠組みの構築（誰が、どこで、どのように など）
- 必要性、緊急性の提示（除去土壌の仮置き場 etc.）
- 実施主体など関係者への信頼

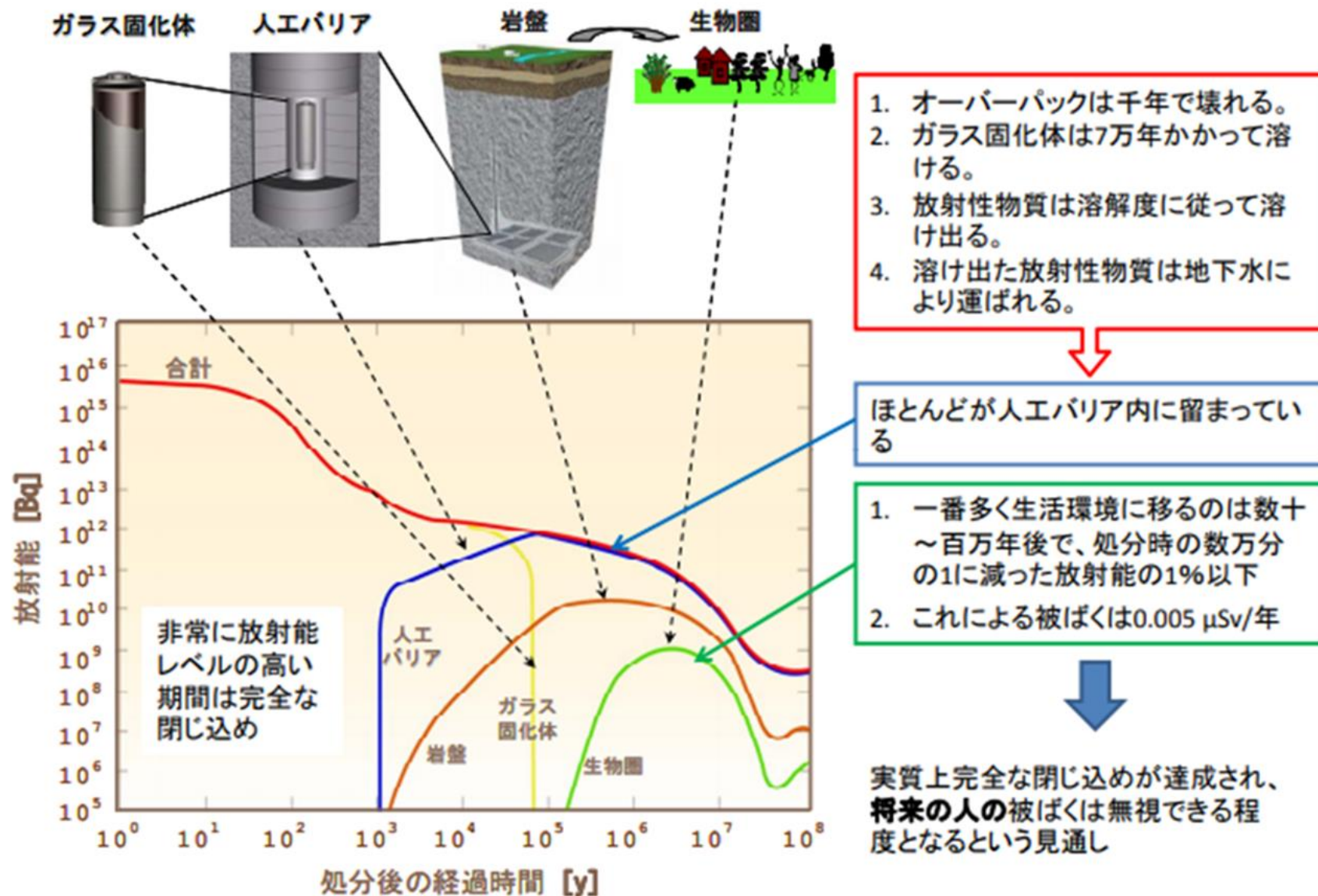
●地層処分の代替オプション

- 代替オプションの積極的取り組み
- 予算確保
- スケジュールの明確化

地層処分が受容されない理由 (学生へのアンケート結果)



各バリアにおける閉じ込め性能



- ほとんどが人工バリア内に留まっているかもしれない
- 一つの計算例！

日本経済新聞社世論調査 (2019.1)

「信頼できる」は自衛隊がトップ 本社郵送世論調査

2019年1月21日 2:00

8つの機関や団体、公職を挙げてそれぞれの信頼度を尋ねたところ「信頼できる」が最も高かったのは自衛隊で60%に上った。5割を超えたのは自衛隊のみで、次いで信頼度が高かったのは裁判所(47%)、警察(43%)、検察(39%)、教師(32%)の順で、司法・捜査当局への信頼が高かった。これらはいずれも「信頼できる」が「信頼できない」を上回った。

特に自衛隊についてはいずれの世代も信頼度が6割前後と高く「信頼できない」は7%にとどまった。平成は災害が相次いだ。過酷な現場で被災者を救出したり、避難所の支援をしたりする姿などが繰り返し伝えられ、高く評価されているとみられる。

逆に「信頼できない」が多かったのは国会議員で唯一5割を超えて56%だった。マスコミ(42%)、国家公務員(31%)が続いた。いずれも20歳代以上で「信頼できない」が「信頼できる」を上回っていた。国家公務員とマスコミは「どちらともいえない」が共に4割強だったが、国会議員は32%だった。

マスコミは「信頼できない」と答えた人の割合は70歳以上が20%台だったが、60歳代が34%、50歳代が41%、40歳代が47%で、30歳代では58%と5割を超えていた。18~20歳代は60%と最も多く、若い世代ほど「信頼できない」と答える人が多かった。

日本の組織・団体を信頼できる？



日本の組織・団体を信頼できる？

信頼できる



信頼できない



郵送世論調査 2018

安全評価結果は正しいのか？

- 日本の地質環境や室内試験の結果に基づいて、保守的な（危険側の）条件で設定した場合の**一つの評価事例**
- 保守的な結果ではあるが、必ずしもこのような結果になる**保証はない**（不確定な事象を解明する努力が必要）
- 本当のことは分からないという**謙虚な姿勢**
- 対話を繰り返しながら**理解を得ていくことが大事

地質環境の安定性の例（ウラン鉱床）

オクロの天然原子炉



- オクロ（ガボン共和国）の天然原子炉
- 約20億年前のウラン鉱床でのウラン235の自発核分裂の跡

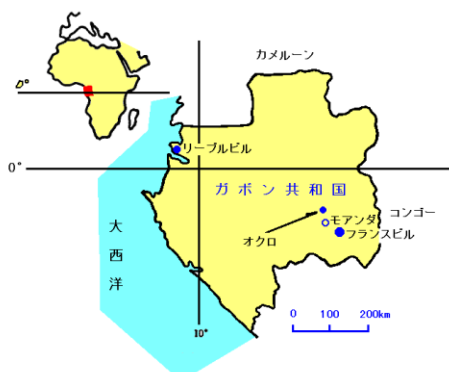


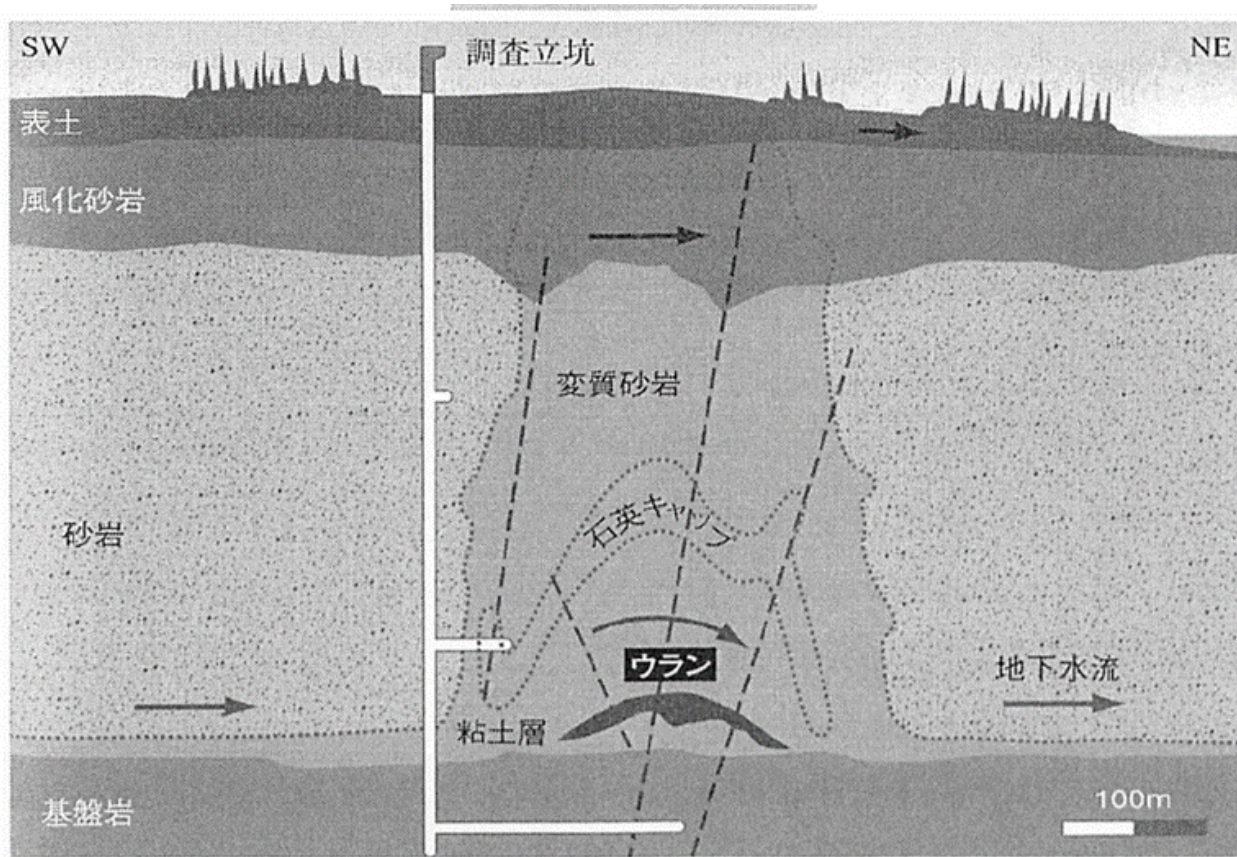
図1 ガボン共和国とオクロ

【資料提供】フランスビル・ウラン鉱山会社（COMUF）

<http://www.s-yamaga.jp/kankyo/kankyo-genpatsu-2.htm>

<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/04/04020110/05.gif>

シガーレイクウラン鉱床（カナダ）



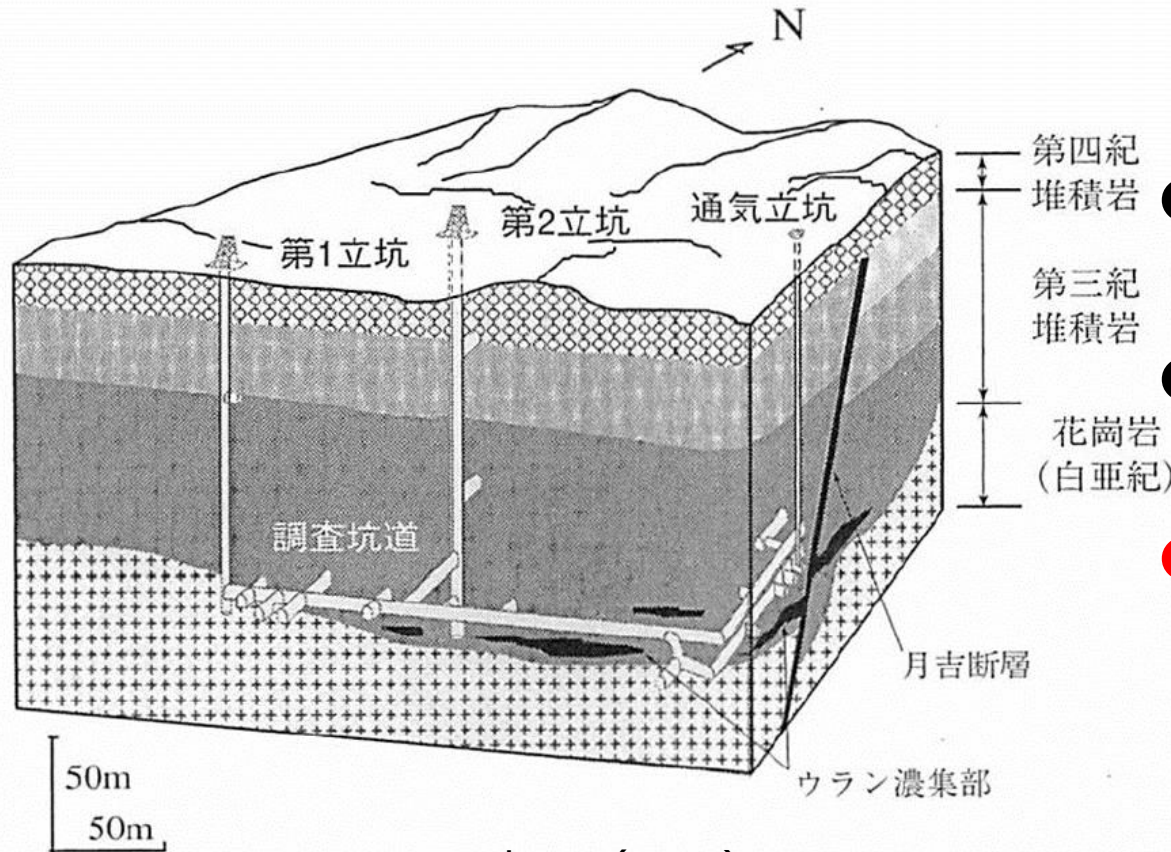
吉田 (2016)

粘土に囲まれたウラン鉱床

- 粘土層内に約13億年間
- 石英や変質砂岩がウラン
鉱床をキャップ



東濃ウラン鉱床（岐阜県）



吉田（2016）

- 花崗岩中のウランが堆積岩中の黒雲母等に吸着
- 断層によって変位するも、ウランの移動はほとんどない
- 約1000万年前に形成

断層に切られたウラン鉱床

化石



三葉虫
(カンブリア紀：約 5 億年前)



アンモナイト
(ペルム紀 (約2.5億年前) ~
白亜紀 (約6500万年))



ツノガイ
(約2000万年前)

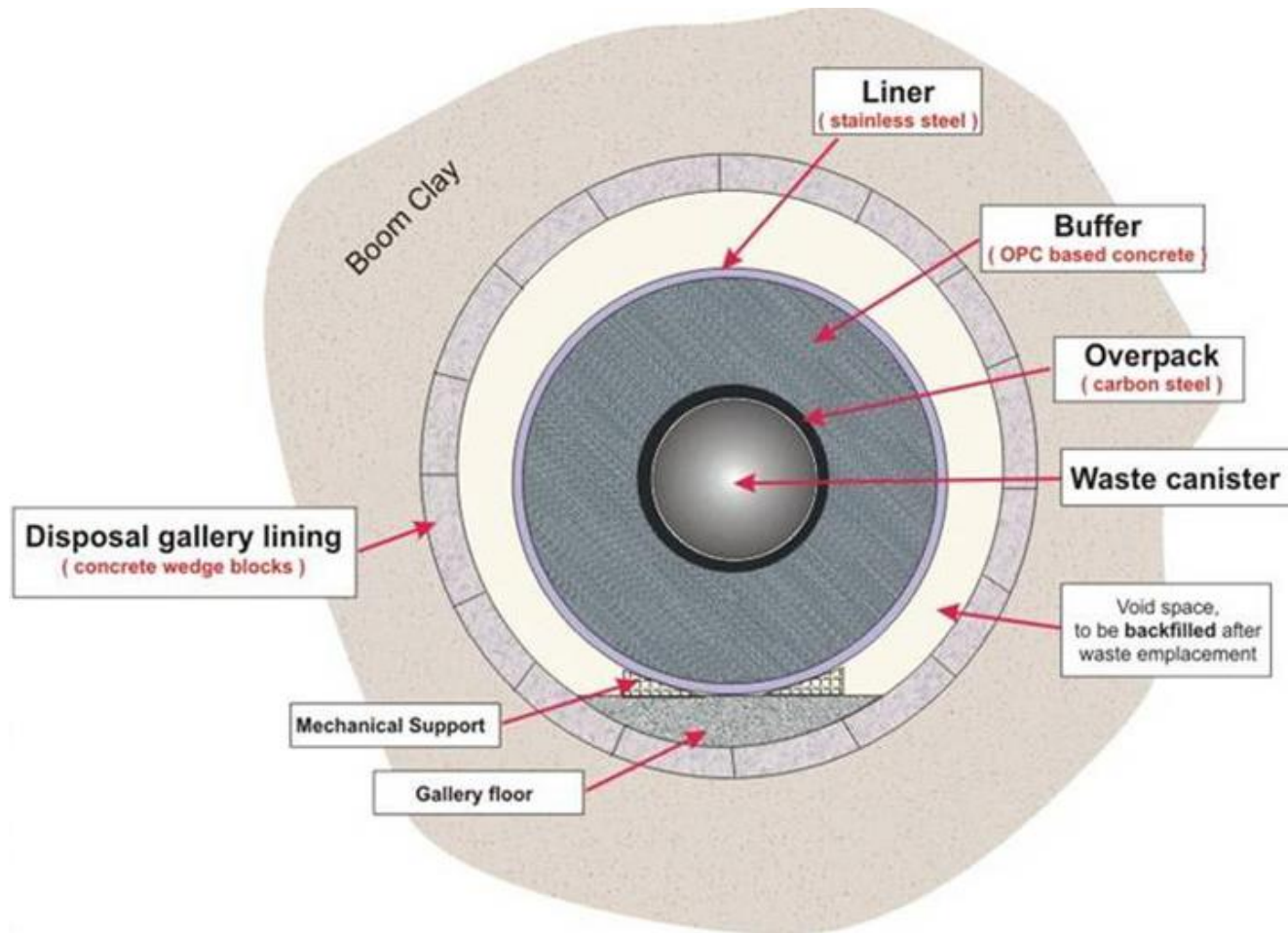
Yoshida et al.(2015)

ウラン鉱床も化石も **たまたま** 残っていたもの
But, **条件がそろっていれば保存される**

地層処分の社会的・技術的受容性の課題

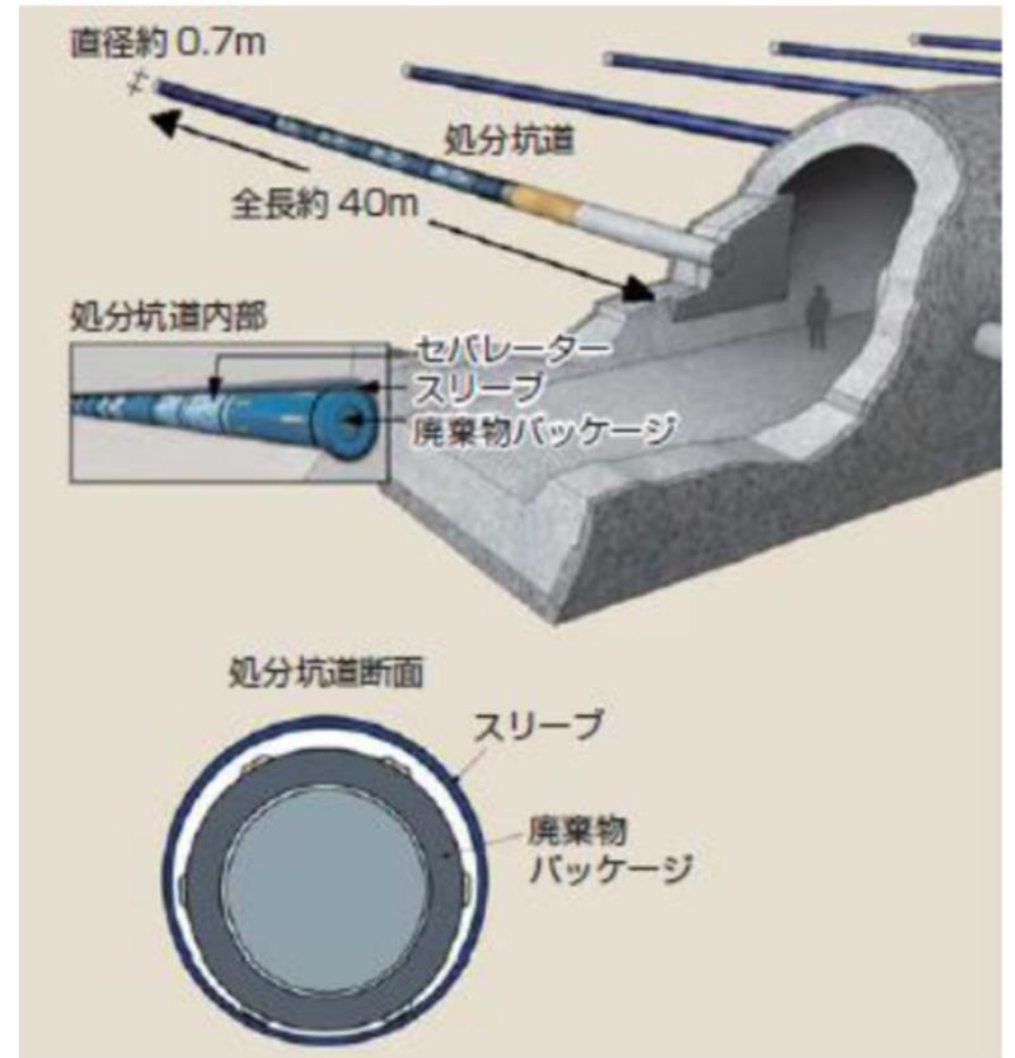
- 議論の出発点の見直し
 - 「地層処分ありき」から「HLW処分の必要性」
- 地層処分の代替オプションの十分な検討
 - 長期管理（地上／地下）
 - 減容・有害度低減技術
 - 可逆性・回収可能性に関わる検討
- 予算と人材の確保
- 対話の継続

各国で異なる処分概念



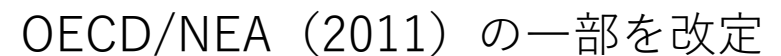
ベルギー

(廃棄体→オーバーパック→緩衝材→埋め戻し材→粘土層)



フランス

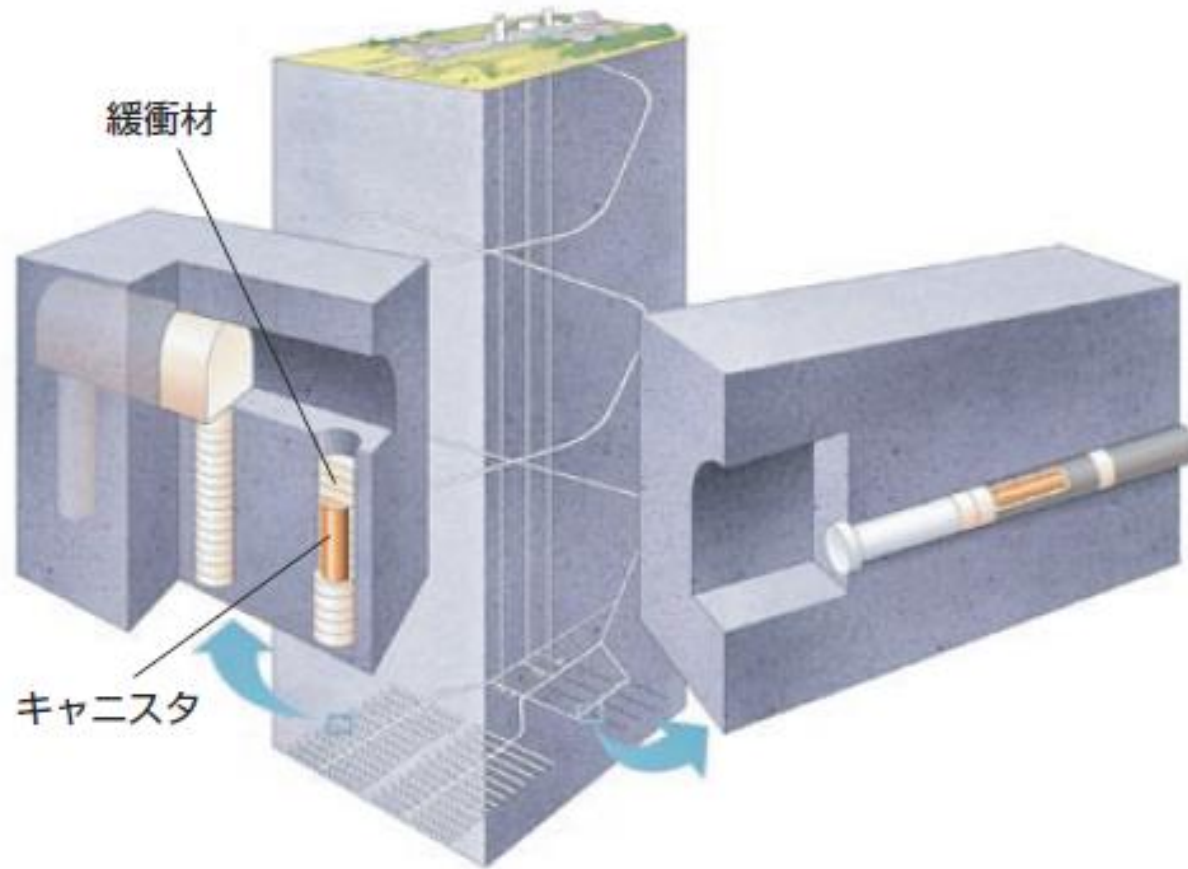
(廃棄物パッケージ→スリーブ→(埋め戻し材)→粘土層)



長期貯蔵と再取り出し

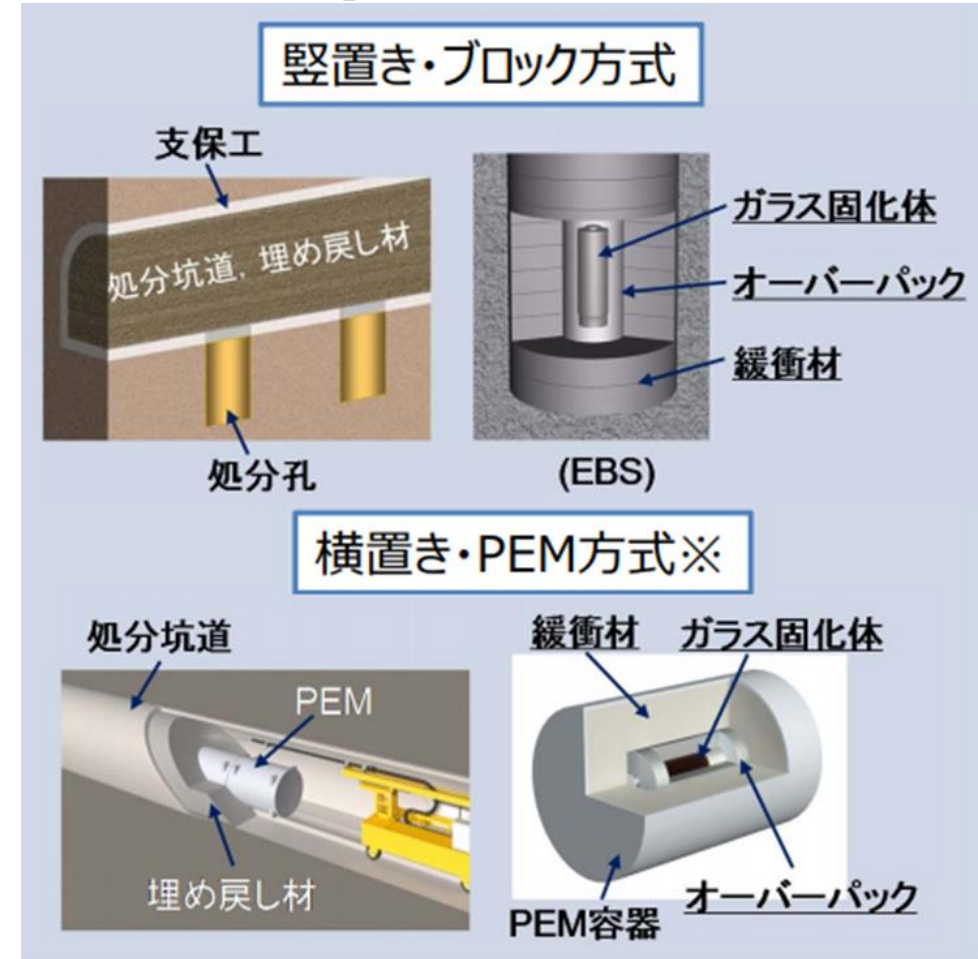
- 長期地上保管への懸念
- サイト決定までの暫定保管方法
- 技術開発への期待（日本の再取り出しの位置づけ参照）
- 地下での暫定保管➡再取り出し
- フランス、ベルギー
- スウェーデン、フィンランド、日本
- フランスで進んでいるからと言って日本で受け入れられるのか？
（地質環境、概念、方法の相違）
- 再取り出しには十分な理解と受容性が必要
- 技術者への信頼、技術開発の継続、人材確保（育成）

処分概念と再取り出しの考え方 (スウェーデン、日本)



スウェーデン

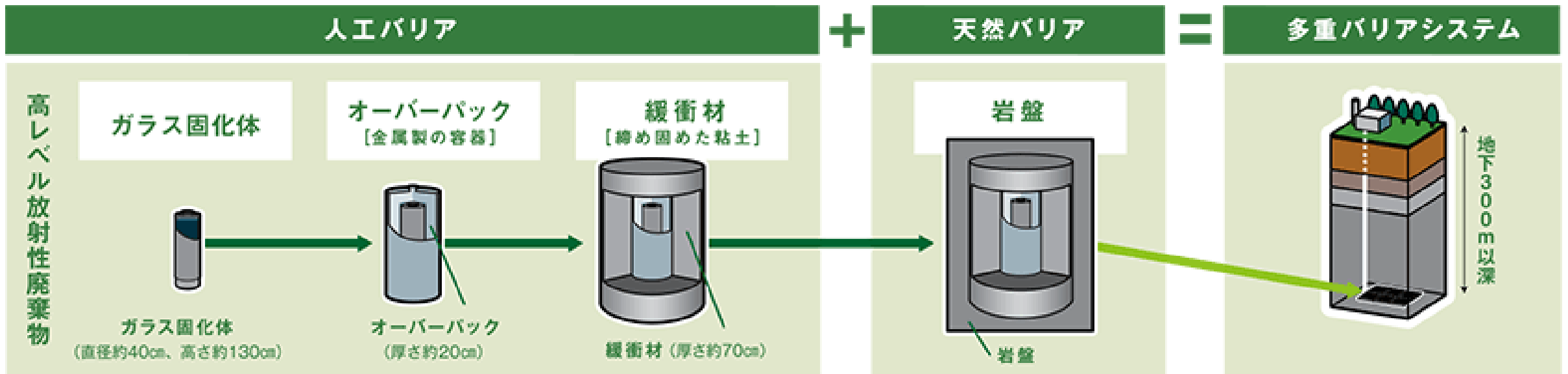
(廃棄体→キャニスタ→緩衝材→亀裂性岩盤)
(KBS-3処分概念)



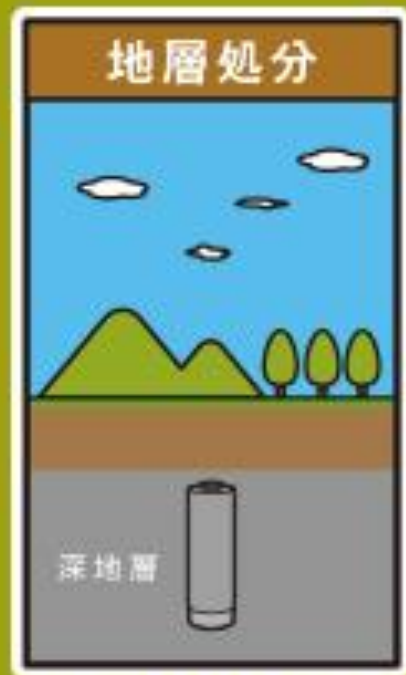
日本

(縦置きブロック方式／横置きPEM方式)
(廃棄体→オーバーパック→緩衝材→岩盤)

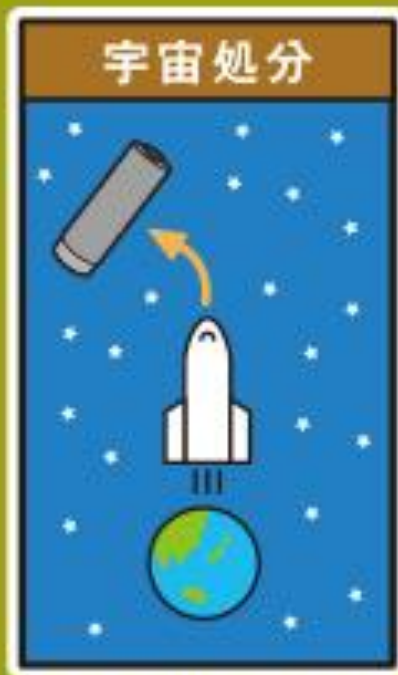
我が国の処分概念



放射性廃棄物処分等のオプション



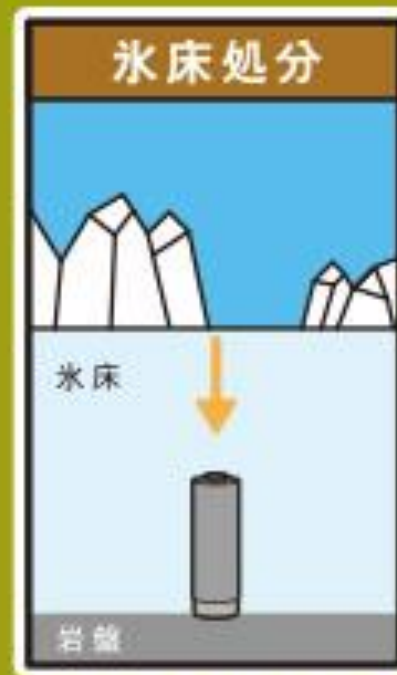
地層が本来持っている、物質を閉じ込める性質を利用。



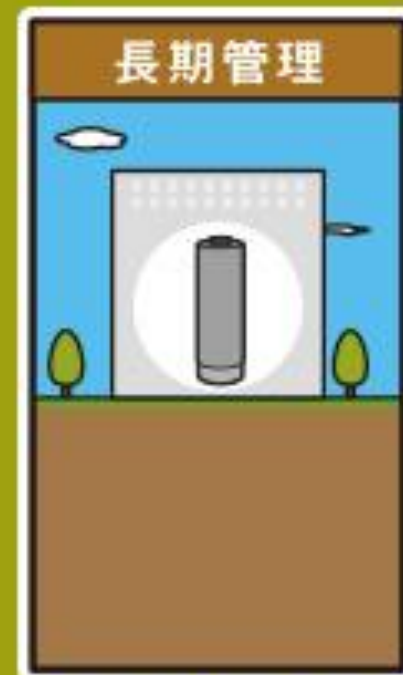
発射技術の信頼性に問題がある。



廃棄物などの海洋投棄を規制しているロンドン条約により禁止。



南極条約により禁止。氷床の特性等の解明が不十分。



将来の世代にまで管理の負担を負わせてしまう。