

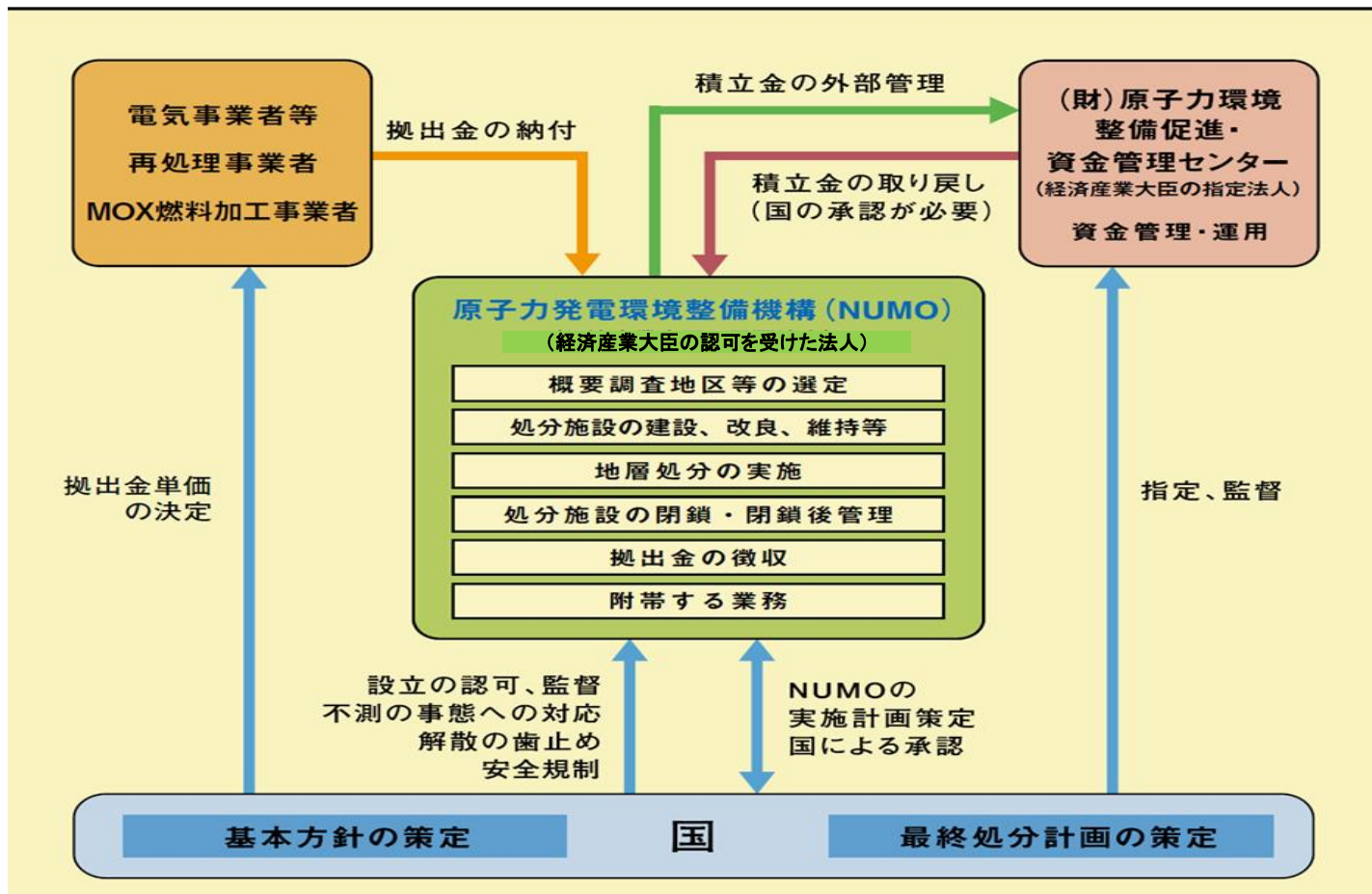
高レベル放射性廃棄物の地層処分について

原子力発電環境整備機構(NUMO)とは

NUMOは、2000年に制定された「**特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律**」に基づいて、経済産業大臣の認可を受け、電気事業者によって設立された法人です。

最終処分にかかる費用は、法律に基づき、電気事業者等から毎年、原子力発電電力量等に応じて拠出され、NUMOとは別の資金管理機関において適切に管理されています。

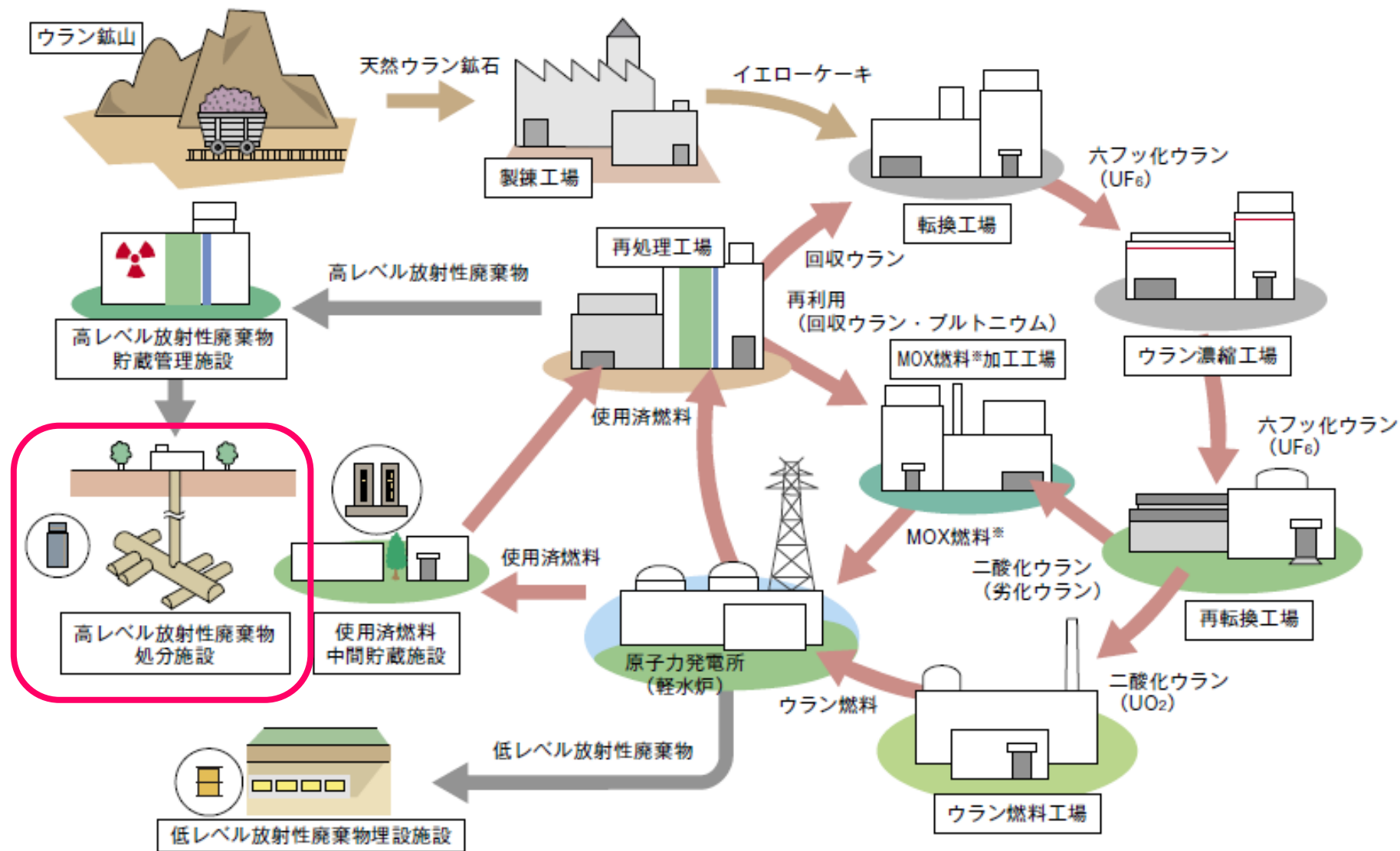
原子力発電環境整備機構 (NUMO) ~ Nuclear Waste Management Organization of Japan



1. 高レベル放射性廃棄物とは
2. 地層処分事業の概要
3. 地層処分の安全性の確保
4. 処分地選定に向けた事業の進め方
5. 諸外国の取組状況

1. 高レベル放射性廃棄物とは

使用済燃料の再処理と高レベル放射性廃棄物



※MOX(Mixed Oxide)燃料:プルトニウムとウランの混合燃料

(出典)一般財団法人 日本原子力文化財団
「原子力・エネルギー」図面集(7-2-1) 5

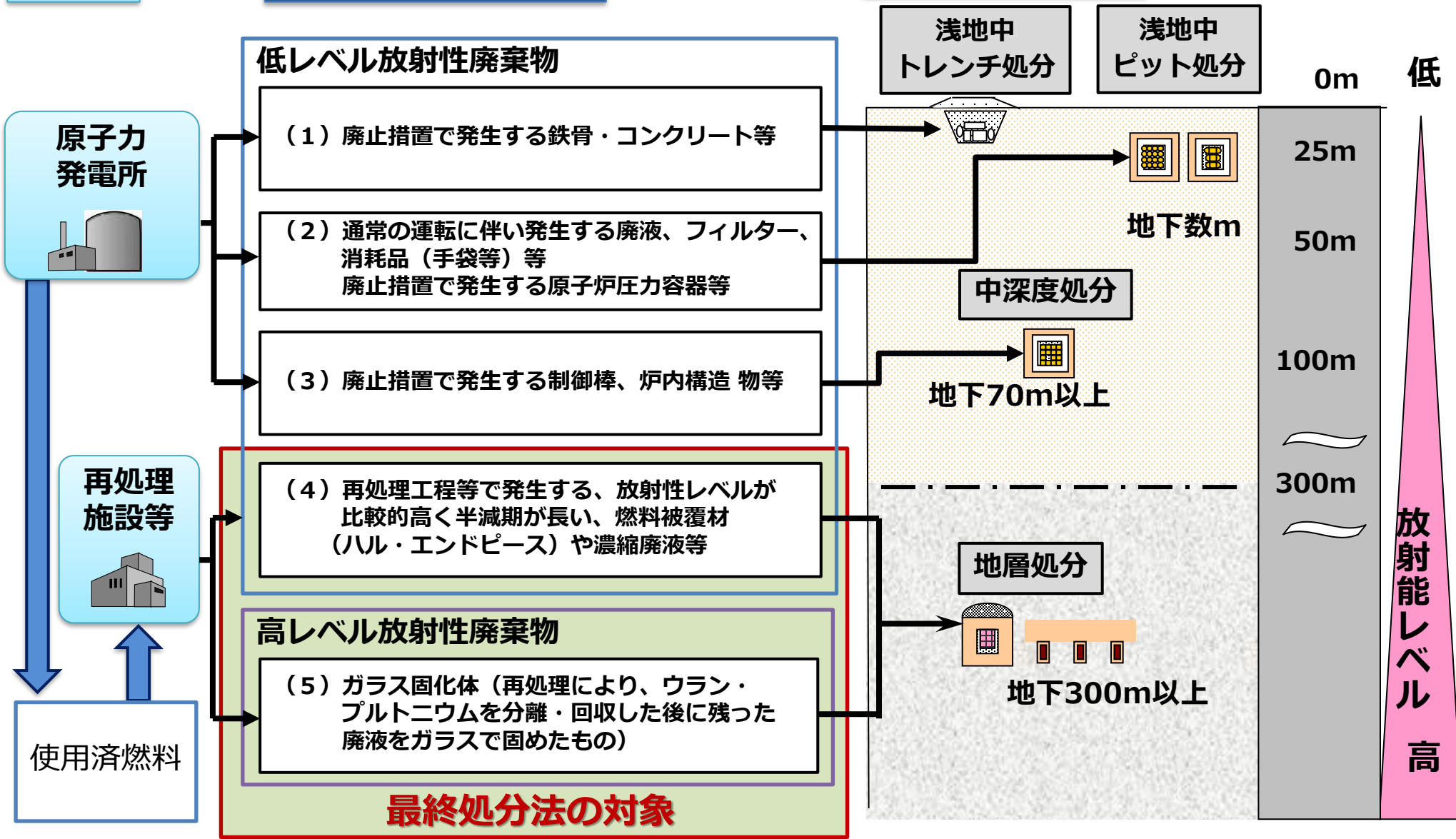
放射性廃棄物の種類と処分方法

発生元

放射性廃棄物の種類

処分方法

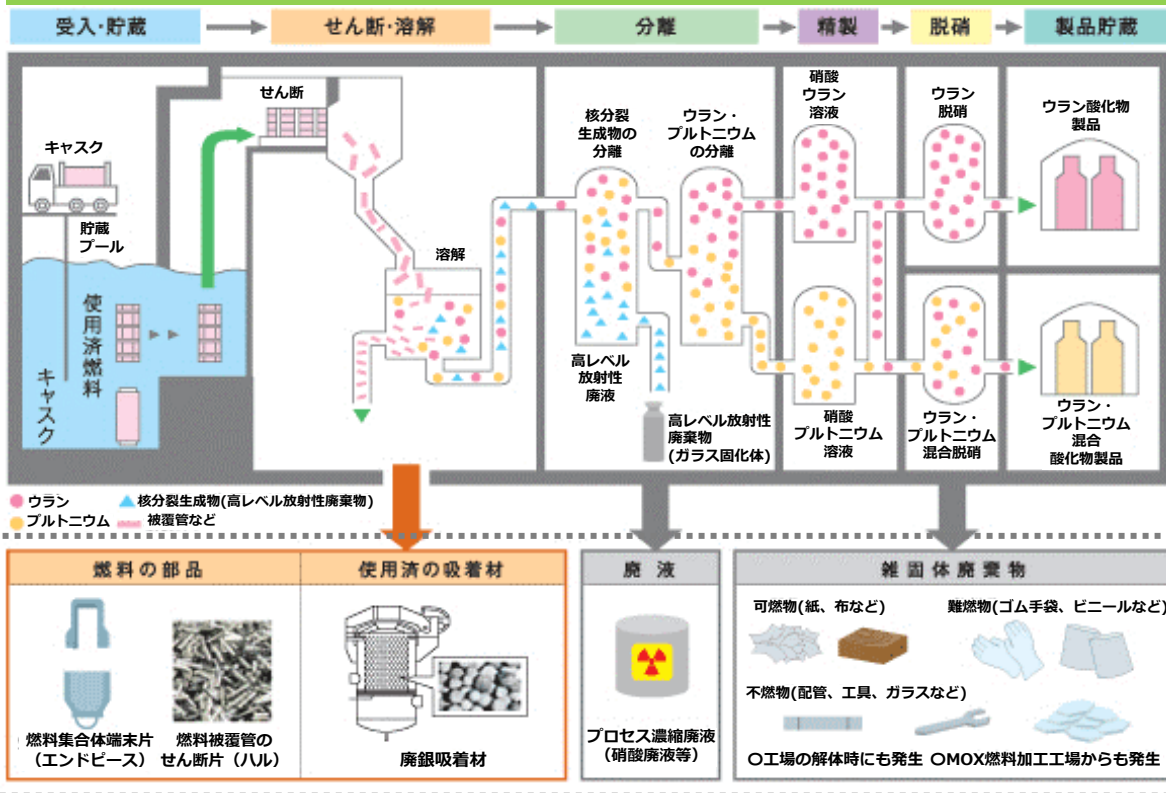
※廃棄物の種類、処分方法については、代表的なものを記載



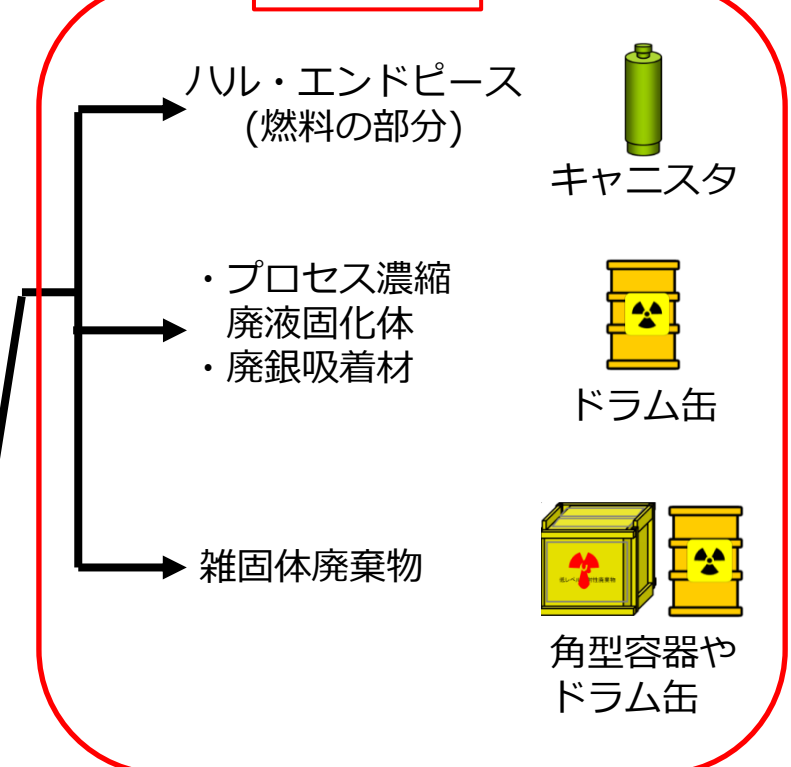
再処理等により発生するガラス固化体以外の廃棄物について

再処理工程では、ガラス固化体にして地層処分する廃液以外の廃棄物も生じます。その中には、使用済燃料を覆う金属部品などのように、放射能レベルが比較的高く半減期が長いものもあり、こうしたものはガラス固化体と同様に、地層処分の対象となります（地層処分対象 TRU 廃棄物）。

再処理施設の操業により発生する廃棄物

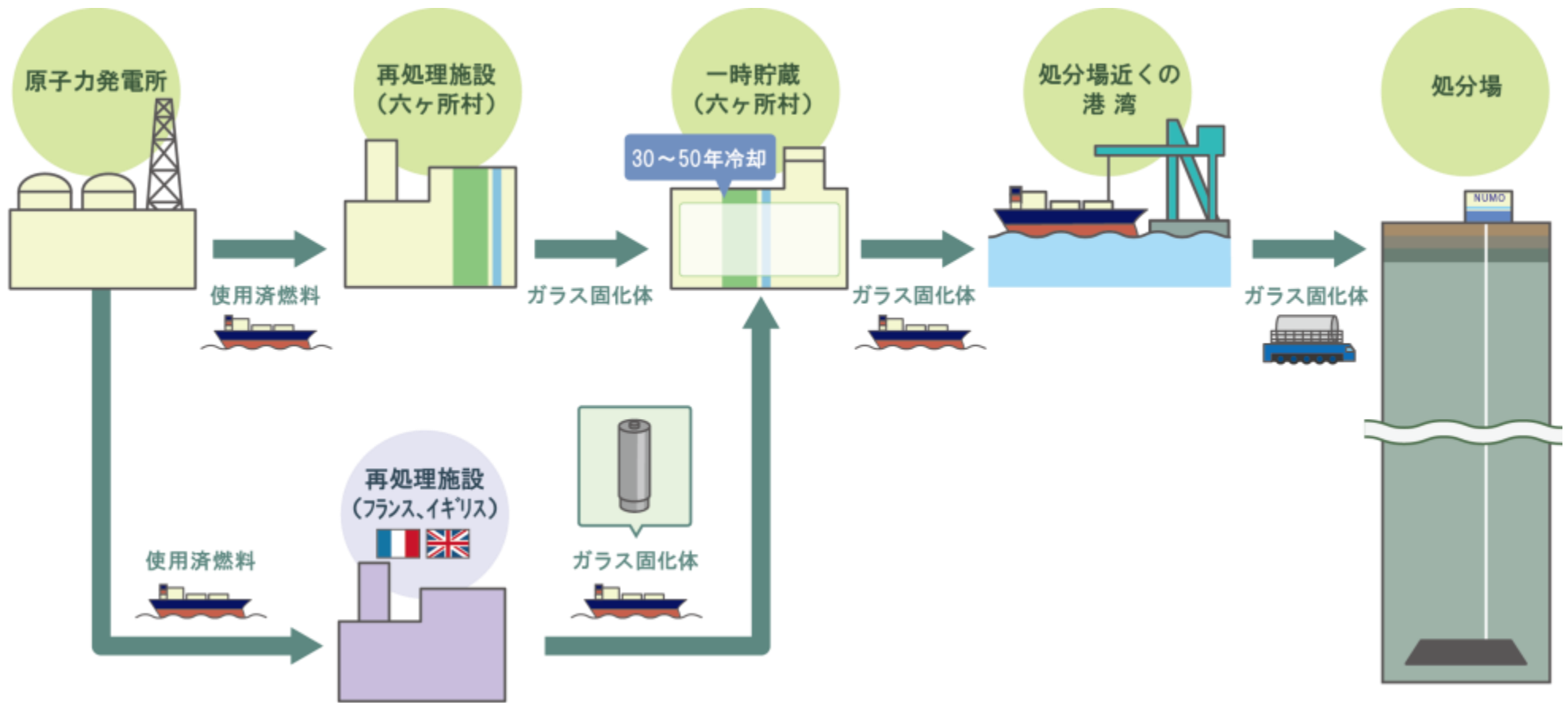


廃棄物の例



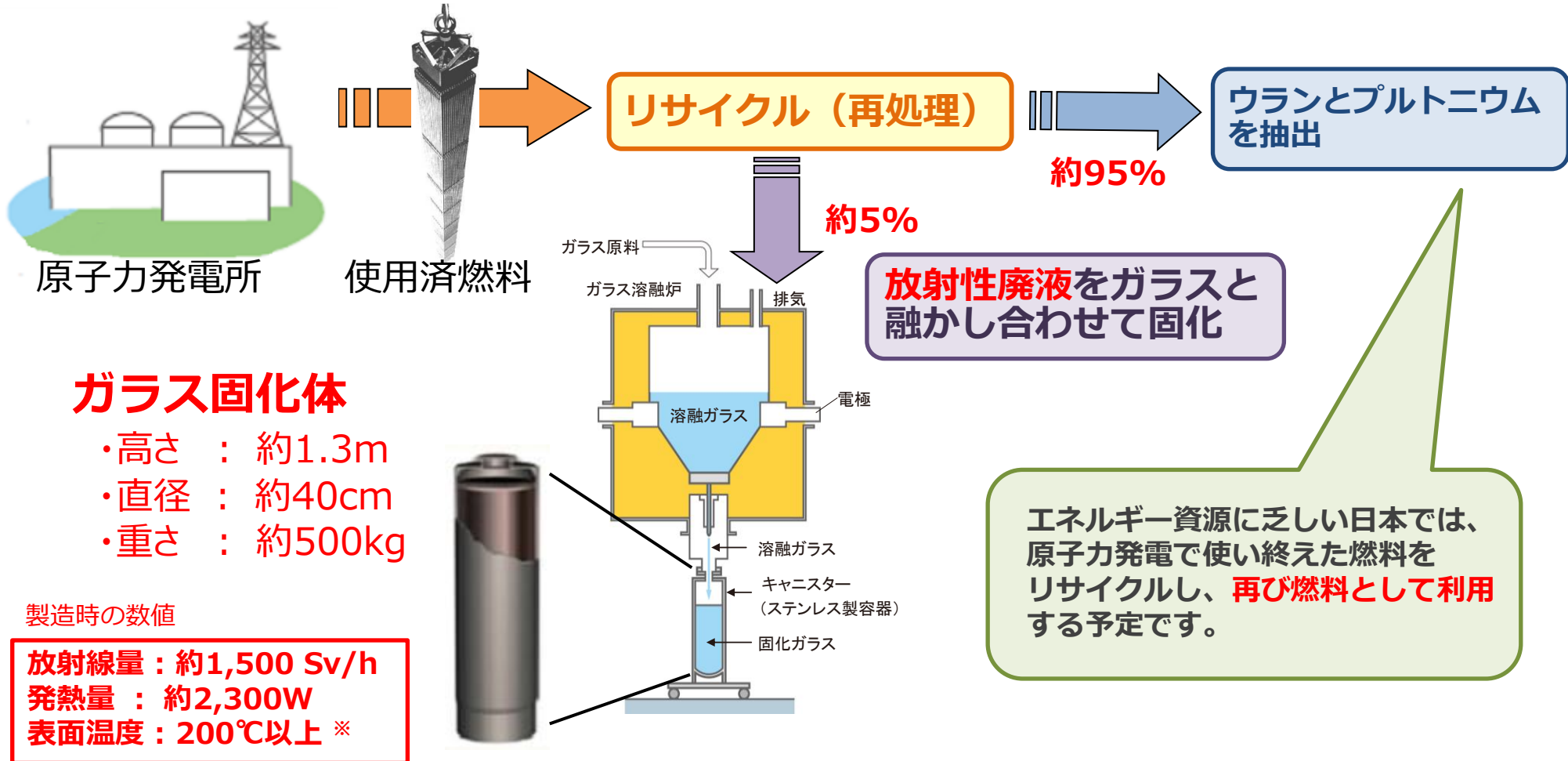
地層処分の対象 (TRU 廃棄物のうち比較的高放射能レベルが高く半減期が長いもの)

高レベル放射性廃棄物の製造から処分までの流れ



高レベル放射性廃棄物とガラス固化体

原子力発電所で使い終わった燃料（使用済燃料）をリサイクル（再処理）する際に残る廃液を、ガラスと融かし合わせて固めたもの（ガラス固化体）を処分します。



ガラス固化体

- ・高さ：約1.3m
- ・直径：約40cm
- ・重さ：約500kg

製造時の数値

放射線量：約1,500 Sv/h
発熱量：約2,300W
表面温度：200℃以上 ※

※周囲の環境条件により異なる

高レベル放射性廃棄物の発生量

現在、原子力発電所等で保管されている約19,000トンの使用済燃料を今後リサイクルすると、既にリサイクルされた分も合わせ、約26,000本のガラス固化体となります。

高レベル放射性廃棄物の発生量

日本原燃：2,176本、JAEA：329本

ガラス固化体として
貯蔵管理中

2,505 本

(2022年3月末時点)

ガラス固化体換算で
既に

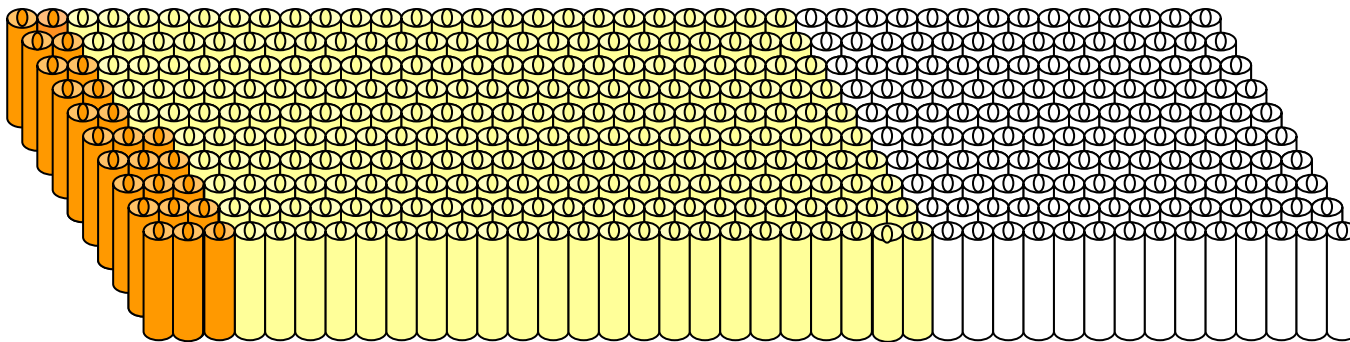
約 26,000 本相当

(2022年3月末時点)

原子力発電所の
稼働状況に
応じて増加

NUMOでは、**40,000 本以上**のガラス固化体を処分できる施設を計画中です。

次の世代に負担を残さないためにも、原子力発電による電気を利用してきた私たちの世代でできるだけ早く処分に道筋をつけなくてはなりません。



= ガラス固化体
100本

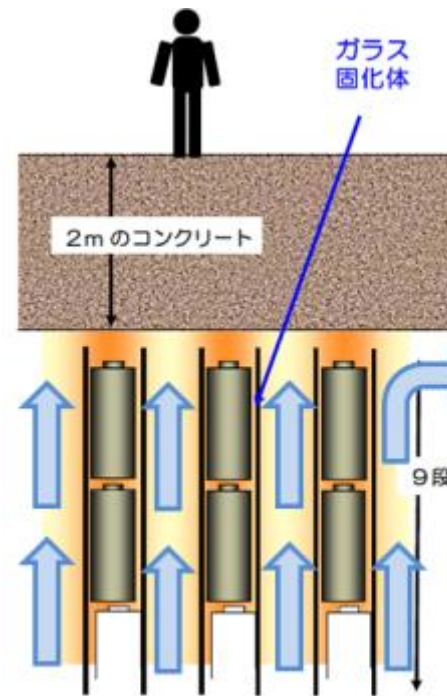
- ◆ 100万キロワットの原子力発電所を1年間運転すると、20本～30本のガラス固化体が発生します。
- ◆ 現在貯蔵中のガラス固化体は海外に使用済燃料の再処理を委託した際に発生したものと、国内での試作等により発生したものです。

高レベル放射性廃棄物の一時貯蔵

ガラス固化体の放射能レベルは非常に高く危険ですが、**適切な対策を施す**ことにより、**安全に管理**できます。



日本原燃(株) 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（青森県六ヶ所村）
写真提供：日本原燃(株)

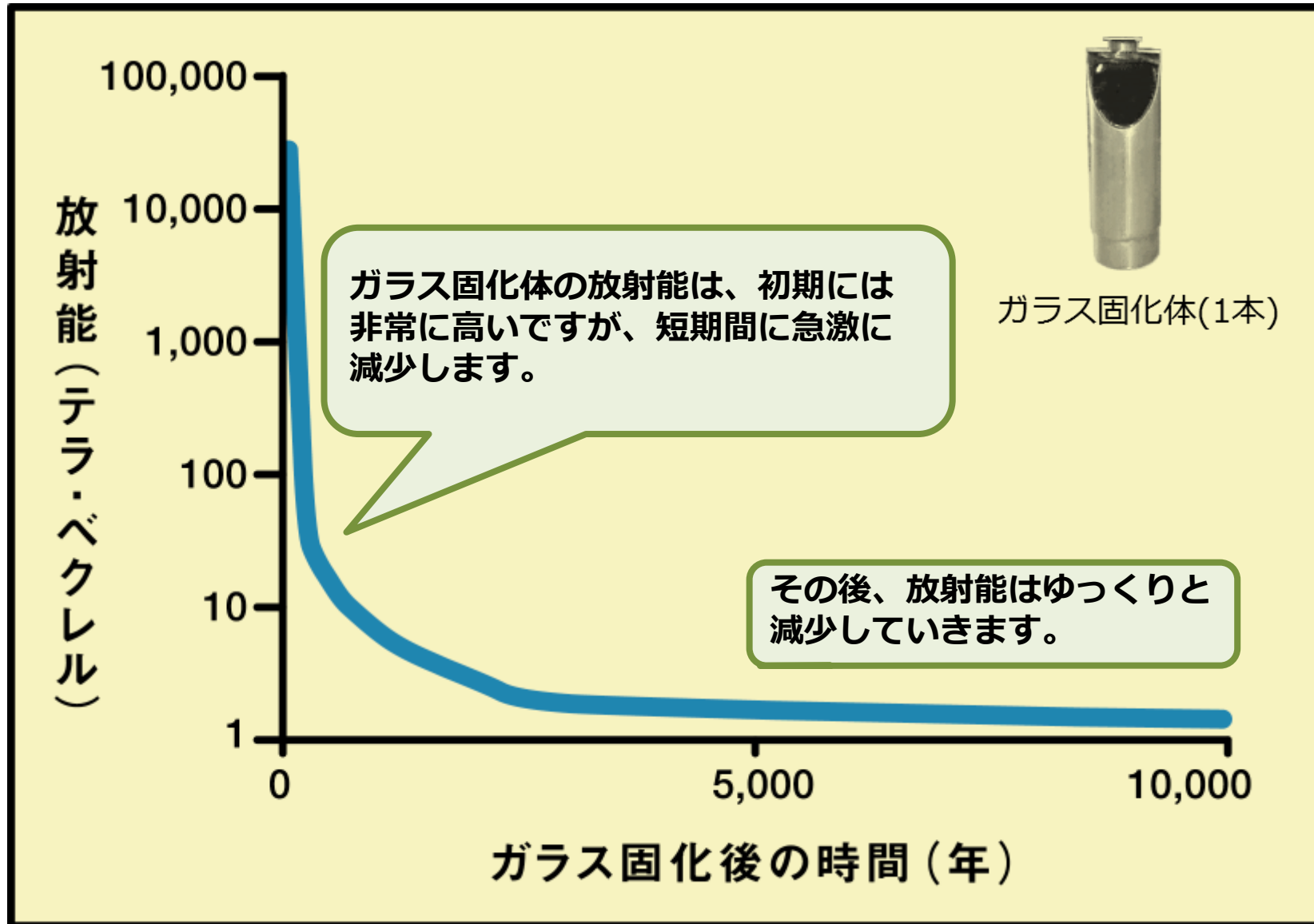


ガラス固化体からは強い放射線が出ますが、**約2mのコンクリートで十分遮蔽**できます。

30～50年貯蔵。
この間に放射線量は1/10、表面温度は100度くらいまで減少します。

自然通風で冷却

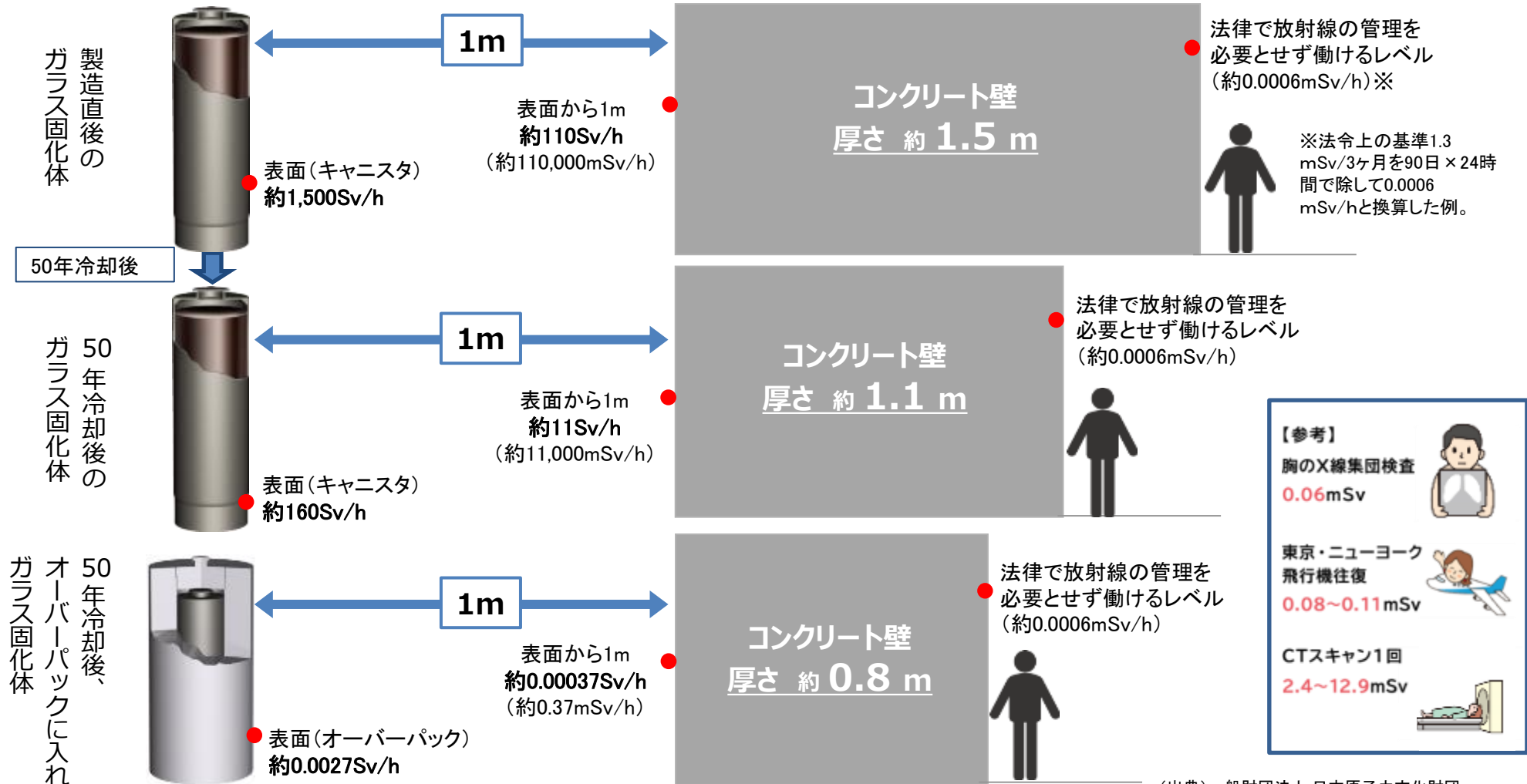
高レベル放射性廃棄物の放射能



※ベクレルとは放射能の強さを表す単位のことであり、1テラ・ベクレルは1兆ベクレルです。

ガラス固化体(高レベル放射性廃棄物)からの放射線量

ガラス固化体からは強い放射線が出ていますが、距離を取ることや遮へいを施すことによって、その影響を低減することができます。



※ 放射能は時間の経過とともに減少する性質があります。

(出典)一般財団法人 日本原子力文化財団 「原子力・エネルギー」図面集(6-2-1)

2. 地層処分事業の概要

「地層処分」選択の背景 ～国際的な研究・議論の蓄積～

最適な処分方法は何か、**原子力発電の導入時から、各国共通の課題**として、国際的に研究・議論が行われてきています。

1950～70年代前半

問題の認識、対策の模索

- ・ **長期貯蔵管理か最終処分か**
- ・ 人間が管理を続けることの脆弱性
- ・ 地層処分研究の開始

1970～80年代

処分方法の確立、国際的共有

- ・ 環境問題への認識の高まり
(1975年:ロンドン条約(海洋投棄禁止))
- ・ **地層処分がベスト**との評価の確立
- ・ 各国で地層処分研究が本格化

1990年代～

地層処分の研究開発から実施へ

- ・ 国際的な研究交流の進展
- ・ **各国での処分実施体制の構築**
- ・ 処分地選定の進展

1962年：
「深海投棄に向けて研究開発」
(※1966年：商業炉運転開始)

1976年：
「**地層処分を重点**に研究開発」

1999年：
「**日本でも地層処分が
技術的に可能**」

地層処分に関する取組みの歴史と現状

日本

1999年：核燃料サイクル開発機構
研究開発成果「第2次取りまとめ」
日本において地層処分は技術的に
実現可能であることを確認

1976年：原子力委員会決定
地層処分研究スタート

1962年：原子力委員会報告書
高レベル放射性廃棄物の処分
の検討開始

1960

1957年：米国科学アカデミー報告書
地層処分の概念を初めて提示

1970

1980

1977年：OECD/NEA報告書
「安定な地層中へ閉じ込めることが、最も進歩した解決方法である」

1995年：OECD/NEA報告書
「現世代の責任で地層処分を実施することは最も好ましい」

1990

2011年：スウェーデン
施設建設許可を国に申請

2000

2000年：「特定放射性廃棄物の最終処分に
関する法律」制定・NUMO設立

2010

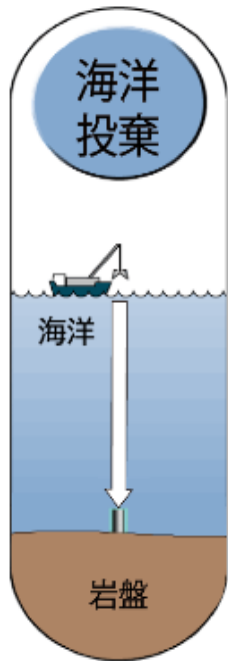
2016年：
フィンランド
施設建設を開始

2020

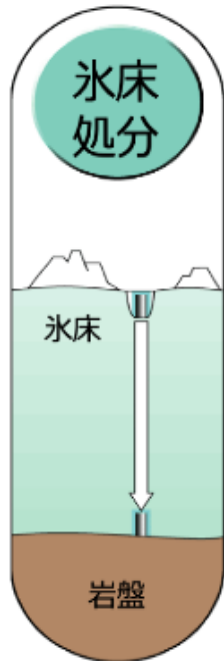
国際

どうして地層処分が選ばれたの？

世界各国でさまざまな処分方法が検討されてきましたが、「**地層処分**」が最適な方法であることが、**国際的に共通な認識**となっています。



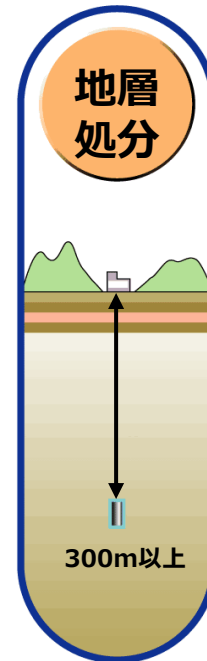
ロンドン条約
で禁止



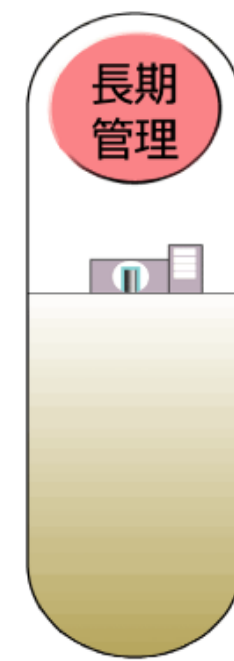
南極条約で
禁止



発射技術などの
信頼性に課題



地層が本来持っている
閉じ込める性質を利用



**数万年以上も、地上で保管し続けるのは、
リスク管理上 現実的ではない**

地層処分とは

原子力発電に伴って発生する「高レベル放射性廃棄物」を、地下深くの安定した岩盤に閉じ込め、人間の生活環境や地上の自然環境から隔離して処分する方法を「地層処分」と言います。

地下深部の特徴

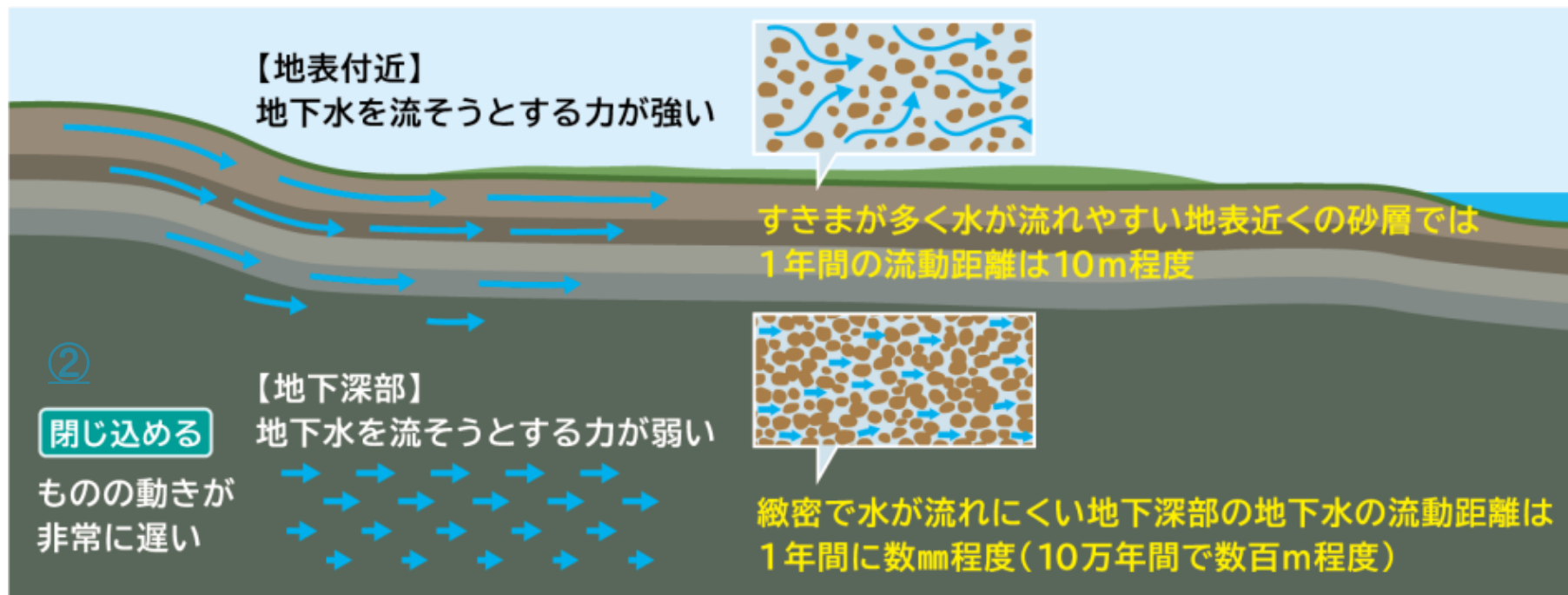
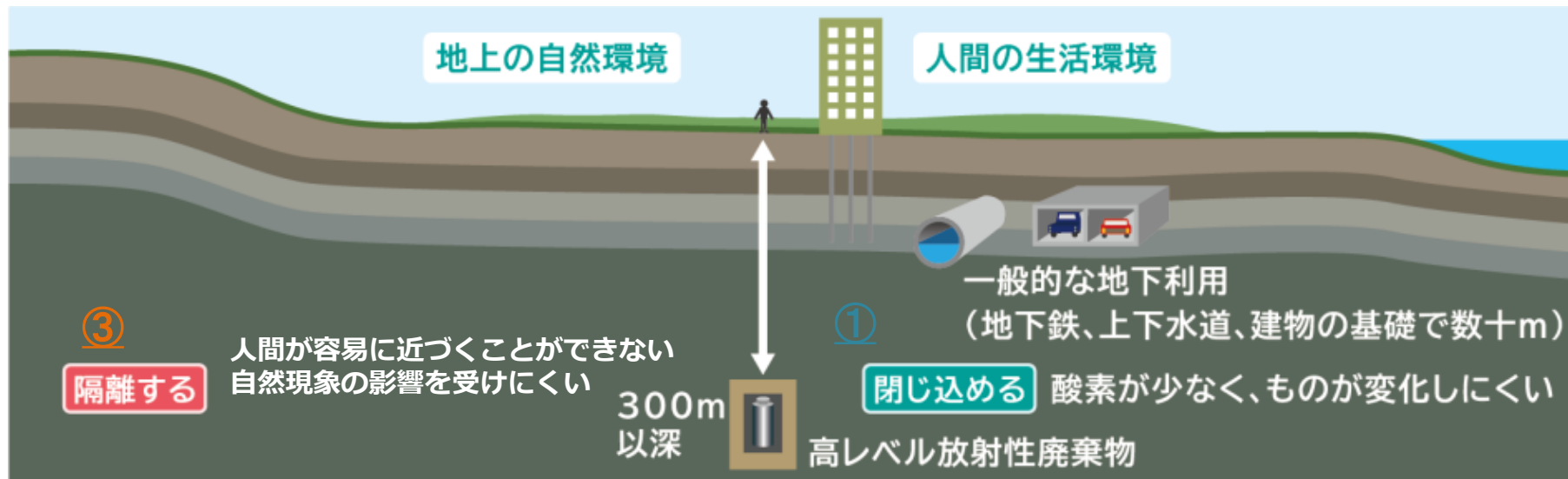
- ① 酸素が少ないため、錆びるなどの化学反応が発生しにくく、ものが変化しにくいので、埋設物がそのままの状態であり続ける
- ② 地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い
- ③ 人間の生活環境や地上の自然環境の影響を受けにくい

閉じ込め機能

隔離機能



地下深部の特徴



地層処分の基本的な考え方

長い期間にわたって地上で保管する場合、自然災害などのリスクが増大し、また、管理に必要な技術や人材の維持など、**将来世代へ負担を負わせ続ける**こととなります。地下深くに適切に埋設することで、放射能が減衰するまでの間、**人間が管理することなく**、将来にわたる高レベル放射性廃棄物による**リスクを十分に小さく維持し続ける**ことができます。

現在

数十年

数百年

数千年

数万年

管理における安全上のリスクは大きくなる

- 地上は地下よりも、**地震、火山噴火、台風、津波、戦争、テロなどの影響**を受けやすい
- 地上は地下よりも、ものが**腐食しやすい**



＜地下深くに適切に埋設することで＞
安全上のリスクを小さくできる

長期間、地上で保管を
続ける場合

人間の管理の必要性が継続し、管理の実行可能性に不確実性が増す

- **数万年以上も人間社会が管理**し続けられるか？
- 管理に必要な**技術や人材を維持**し続けられるか？
- 将来世代が管理を行うために**必要なコストを負担**できるか？



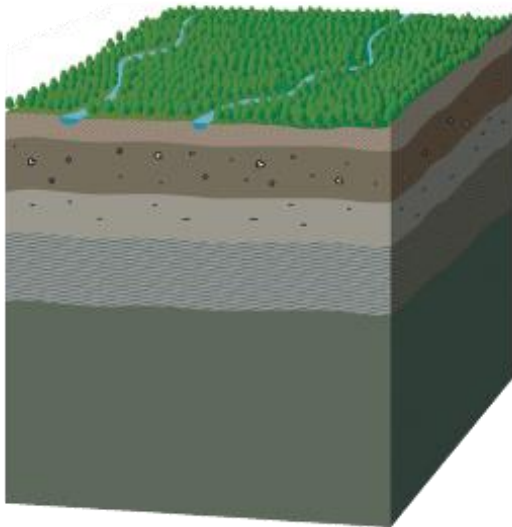
＜地下深くに適切に埋設することで＞
人間による管理を必要とせず、将来世代の負担を小さくできる

地下環境の安定性

地上は自然環境や人間の開発などにより刻々と変化しますが、地下深部には過去数10万年から100万年にわたって大きく変化せず安定しているところが広く存在します。地層処分は安定した地下深部に廃棄物を埋設します。

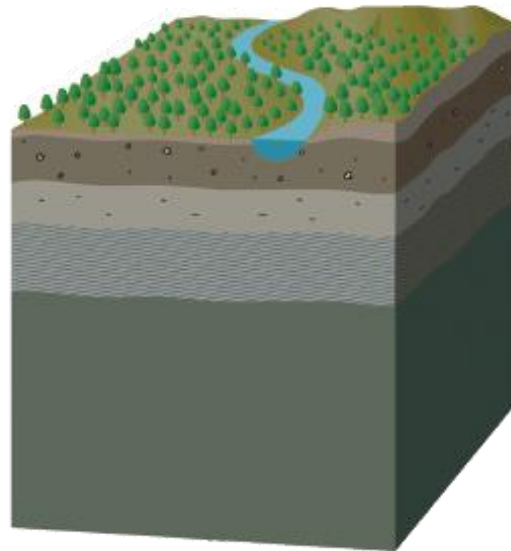
約100万年前

- ・現在と同様な地殻変動の傾向が始まる頃



約25万年前

- ・現生人類（ホモ・サピエンス）が出現
- ・地上は森や川などの状態変化
- ・地下深部は大きな変化なし



現在

- ・地上は人間により開発
- ・地下深部は大きな変化なし

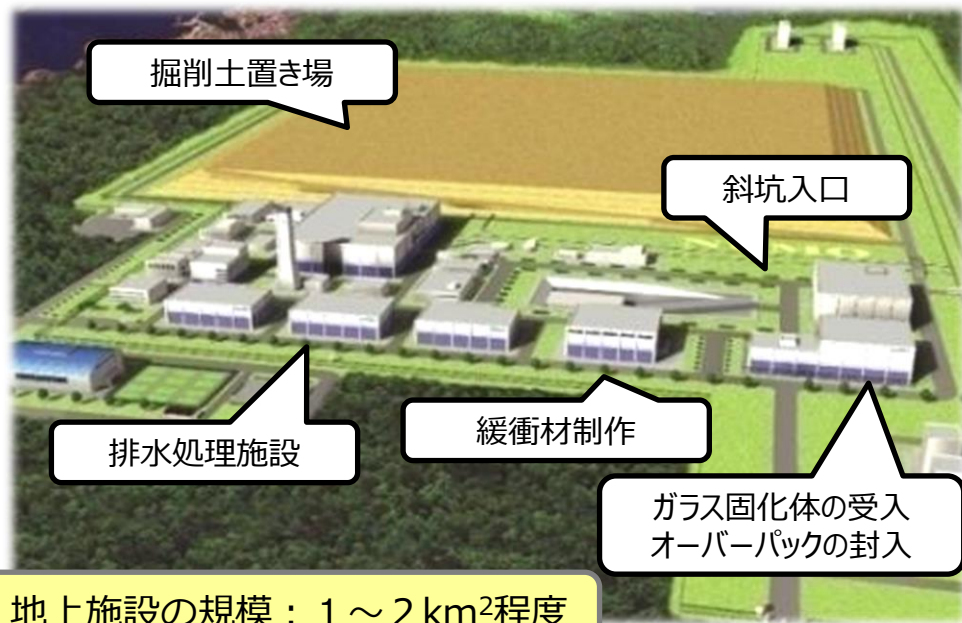


地層処分場の規模

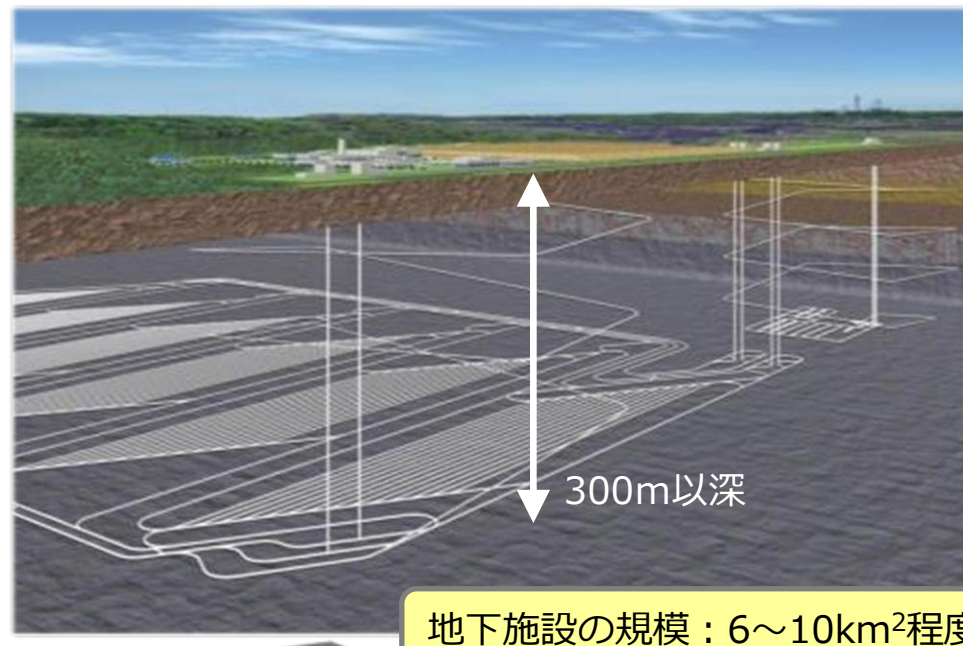
スケールメリットを考慮し、ガラス固化体を4万本以上埋設できる施設を1ヶ所建設することを計画しています。

処分施設の規模は、地上施設が1~2km²程度、地下施設が6~10km²程度、坑道の総延長は200km程度と見込んでいます。

地上施設のイメージ



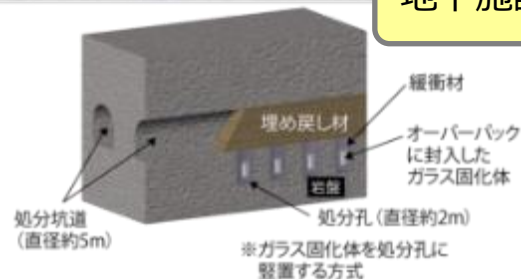
地下施設のイメージ



最終処分事業費：約4兆円

※地層処分相当の低レベル放射性廃棄物の処分費用も含む。

※費用は原子力発電を行う電力会社等が拠出。



3. 地層処分の安全性の確保

地層処分の安全確保の目標と方策

目標：**人と環境に与えるリスクを十分小さくする**（※）

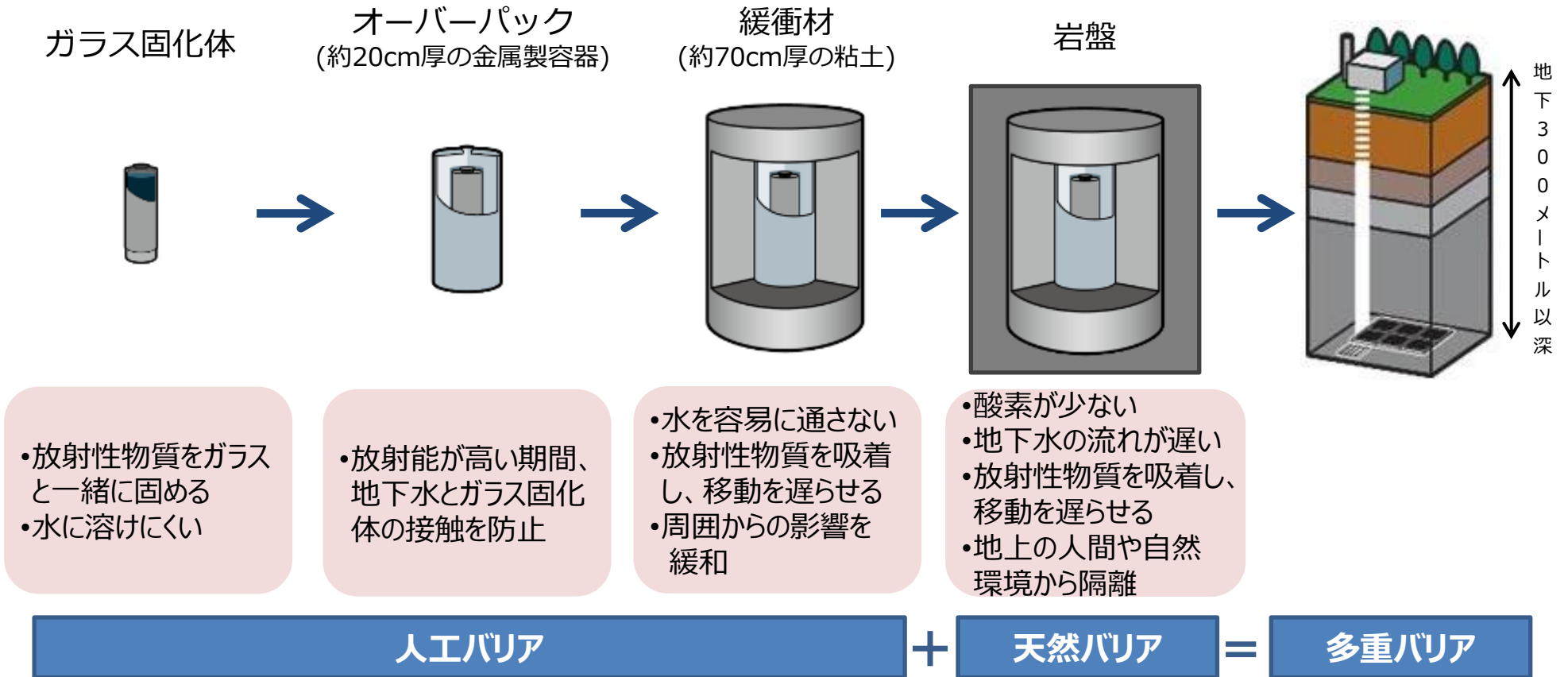
方策：

- (1) ガラス固化体に含まれる放射性物質の移動を妨げる（閉じ込める）ために、人工バリアと天然バリアを組み合わせた**多重バリアシステム**を構築する
- (2) 自然現象や人間の行為により閉じ込め機能や隔離機能に著しい低下が起きない地域を選ぶこと、および**好ましい地質環境**を有する地域を選ぶ
- (3) 機能低下・喪失が起きると仮定し、その時でも目標を達成できるように、**処分場全体を保守的に設計**（工学的対策を検討）し、そのことを安全評価で確認する
- (4) **建設・操業時、輸送時の十分な安全対策**を講じる

（※）埋設したガラス固化体による地上の人々の放射線被ばく線量の追加分が、**自然放射線による被ばく線量と比べて十分小さくする**

地層処分の仕組み(多重バリアシステムの構築)

高レベル放射性廃棄物を地下300mより深い安定した岩盤に埋設します。[天然バリア]
その際には、放射能が高い期間（少なくとも1000年間）は放射性物質を取り込んだガラス固化体をオーバーパック（厚い金属製容器）に格納し、さらに緩衝材（粘土）で包みます。
[人工バリア]



長期にわたり放射性物質を人間の生活環境から隔離し閉じ込めるのに効果的

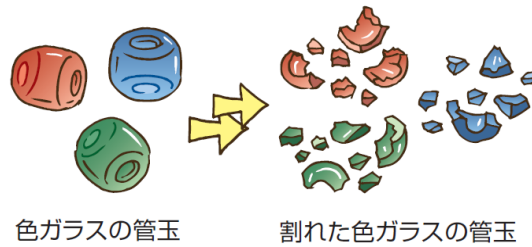
1つ目の人工バリア(ガラス固化体)

放射性物質はガラスの網目構造の中に取り込まれているため、
ガラスが割れても直ちには溶け出しません。

ガラス固化体

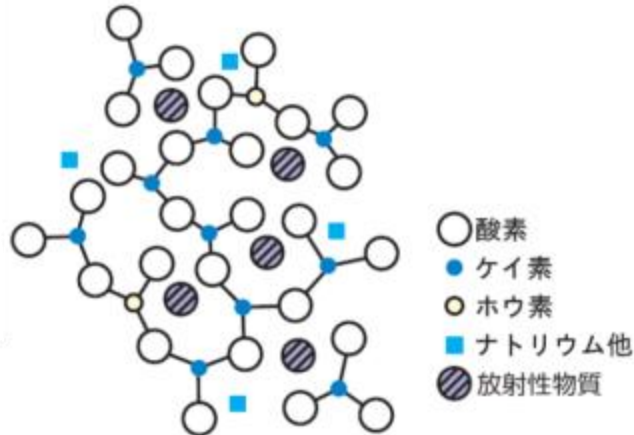


ガラスの性質



色ガラスの管玉

割れた色ガラスの管玉



発掘された古代エジプト時代の
ガラス工芸品



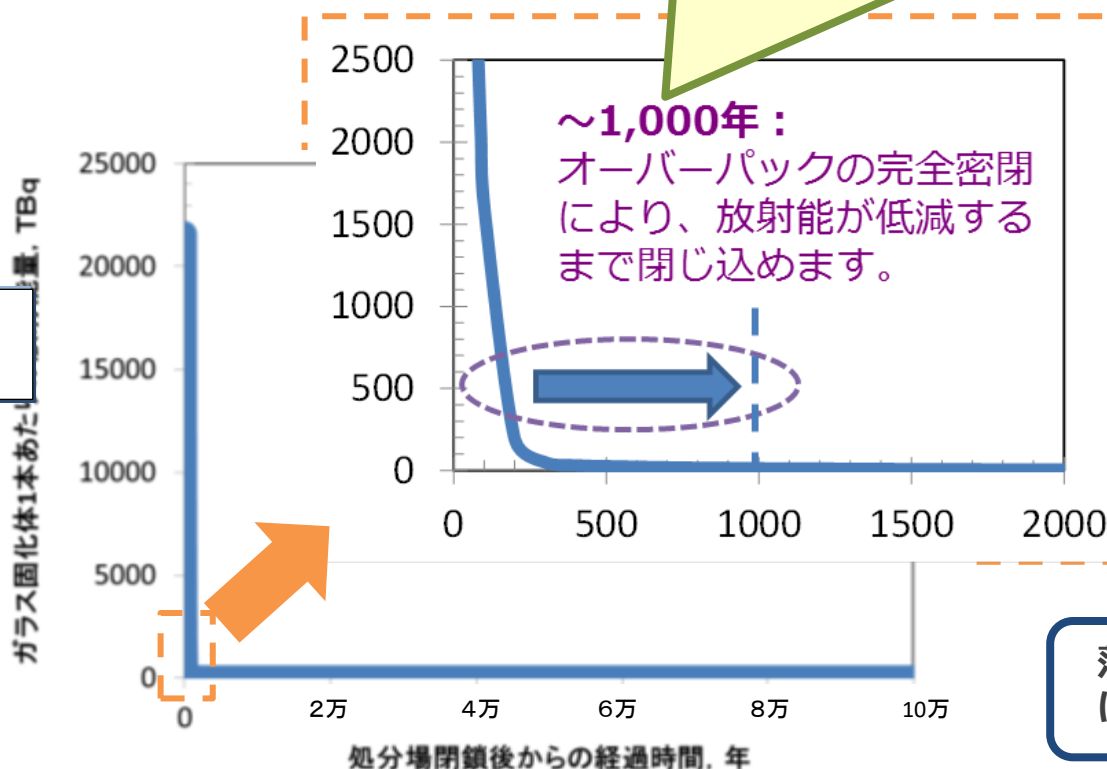
(B.C.2900年頃～B.C.300年頃) のガラス工芸品
(写真提供：PPS通信社)

ガラス固化体が全て溶けるまで **7万年以上かかる**と考えられています。

2つ目の人工バリア(オーバーパック)

放射能が急激に減る少なくとも1000年の間、鋼鉄製で厚さ約20cmのオーバーパックで完全密封し、ガラス固化体が地下水に触れないようにします。

地下の深いところは、酸素が非常に少ないため、腐食も極めてゆっくりとしか進みません。そのため、1000年の間の腐食量は大きく見積もっても3cm程度です。



オーバーパック
(厚さ:約20cm)

出雲大社境内遺跡から
出土した鉄斧
(730~750年前)



写真提供: 日本原子力研究開発機構

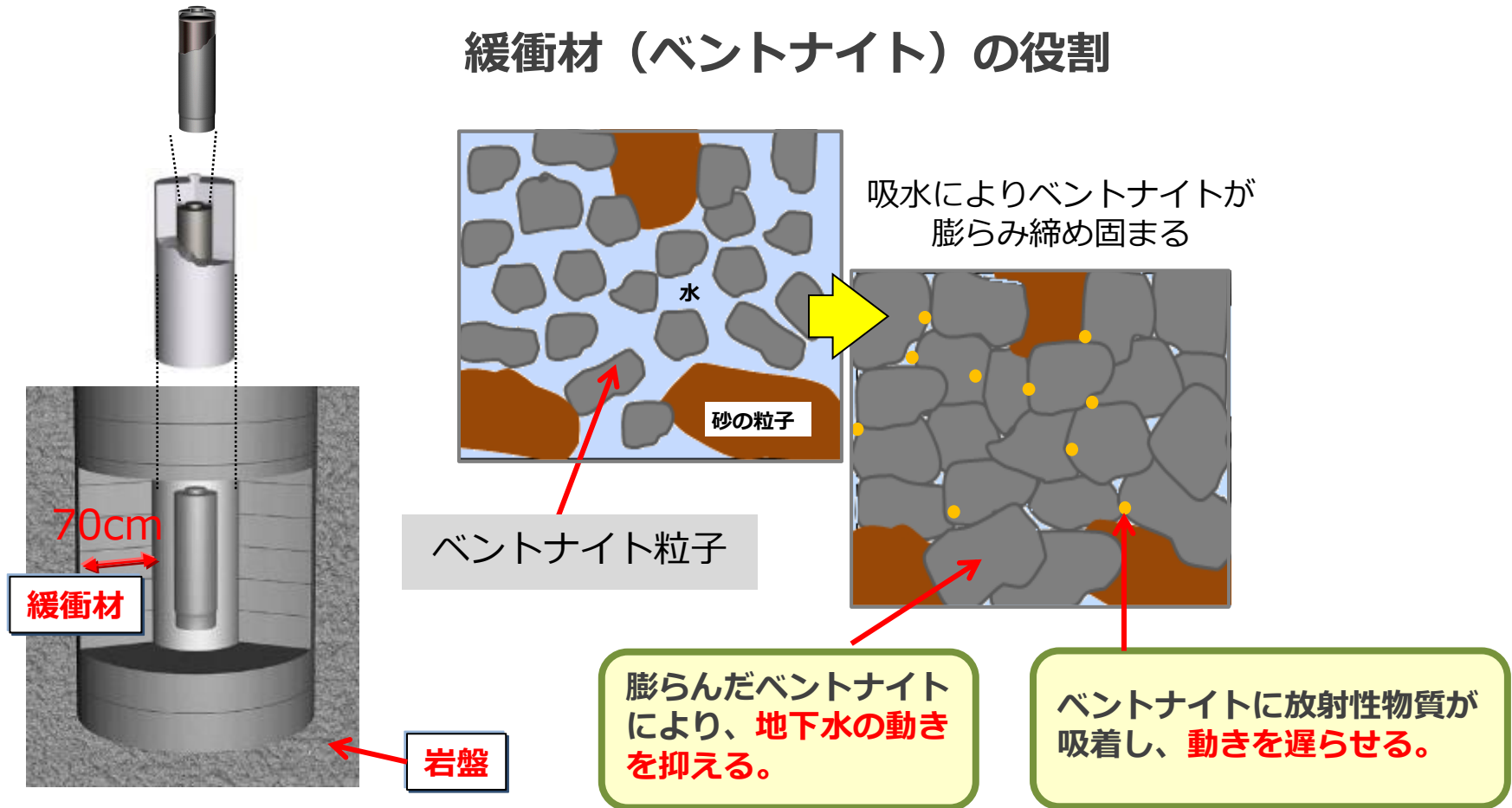
薄い錆びで覆われていましたが、
ほぼ完全な形を残していました。

※TBq (テラベクレル) は放射能の強さを表す単位「ベクレル」の1兆倍

3つ目の人工バリア(緩衝材)

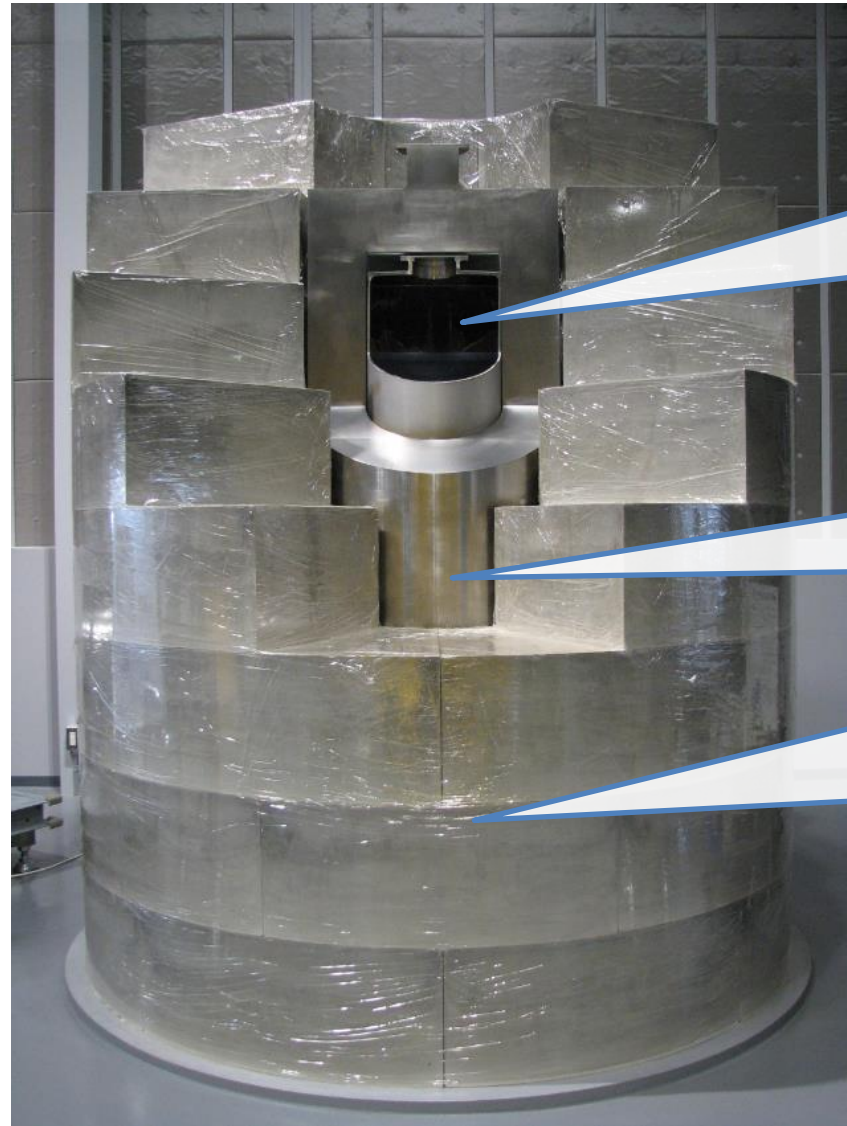
緩衝材で放射性物質の移動を遅らせ、放射能が生物圏に影響のないレベルに下がるまで、しっかりと地中に閉じ込めます。

緩衝材 (ベントナイト) の役割



<イメージ> 高レベル放射性廃棄物 人工バリア(実物大)

全体の大きさ
高さ 約3.1m
横幅 約2.2m



ガラス固化体 (模造)

ステンレス製容器
直径 約40cm
高さ 約130cm

オーバーパック

炭素鋼製容器
厚さ 約20cm

緩衝材

(ベントナイト)
ブロック状に成形し配置
厚さ 約70cm

(展示：地層処分実規模試験施設)

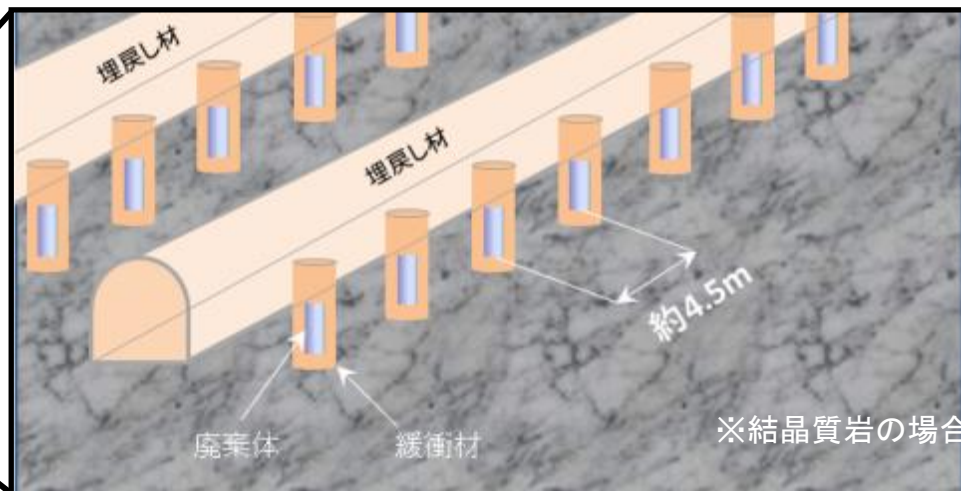
天然バリア(岩盤)

300mより深い地下の岩盤にガラス固化体を1体ずつ間隔をおいて埋設します。

【地下深部の特徴】

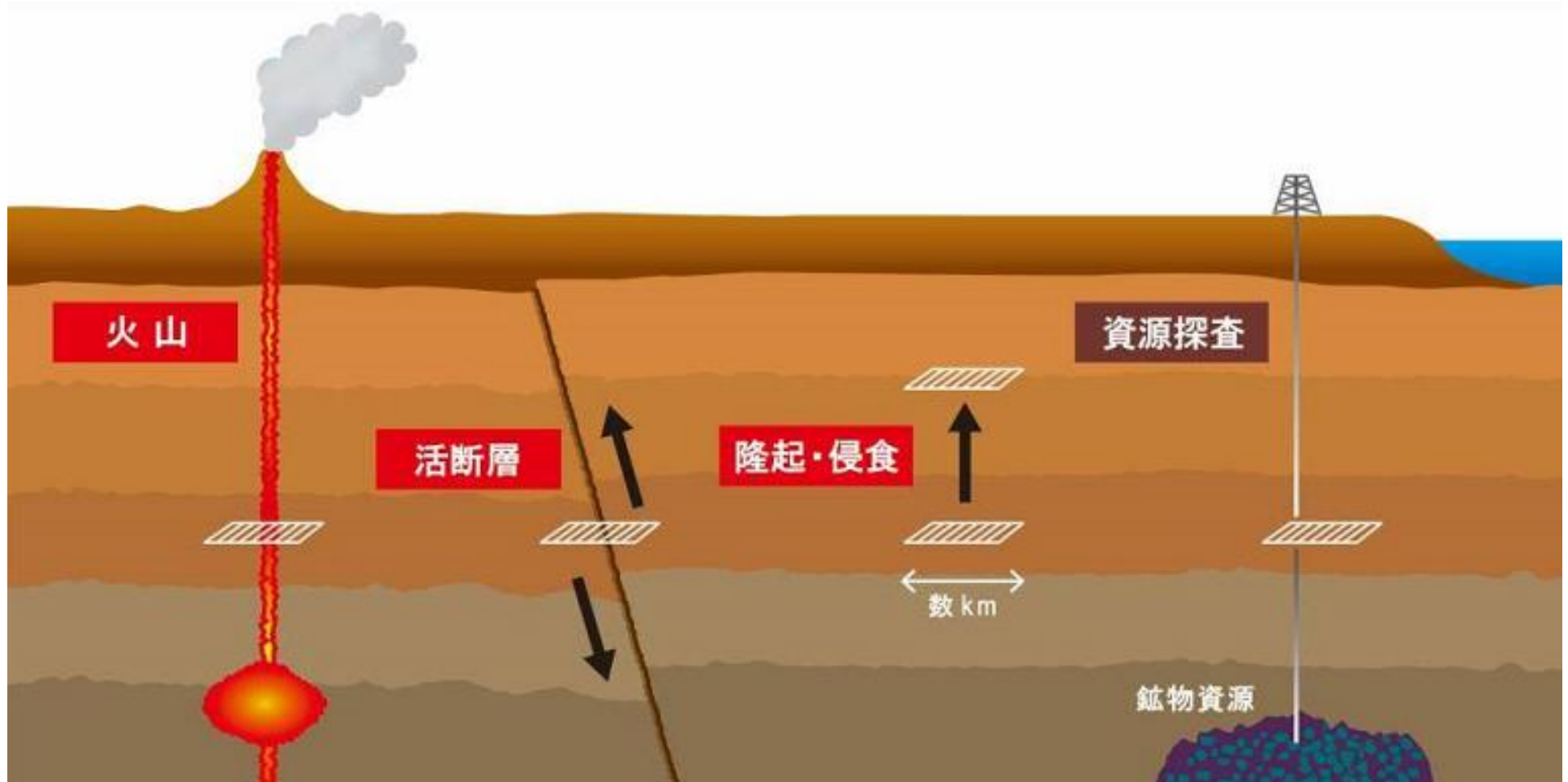
- (1) 人間の活動や天然現象から隔離できる
- (2) 地下水の移動が非常に遅い
- (3) 岩体は放射性物質を吸着する性質がある
- (4) 酸素がほとんど無く、金属腐食が起きにくい

300m以深



天然現象の影響

処分場を選ぶときには、**火山**、**活断層**、**隆起・侵食**が大きいところは避けます。また、**価値のある鉱物資源**がある場所は処分場にしません。

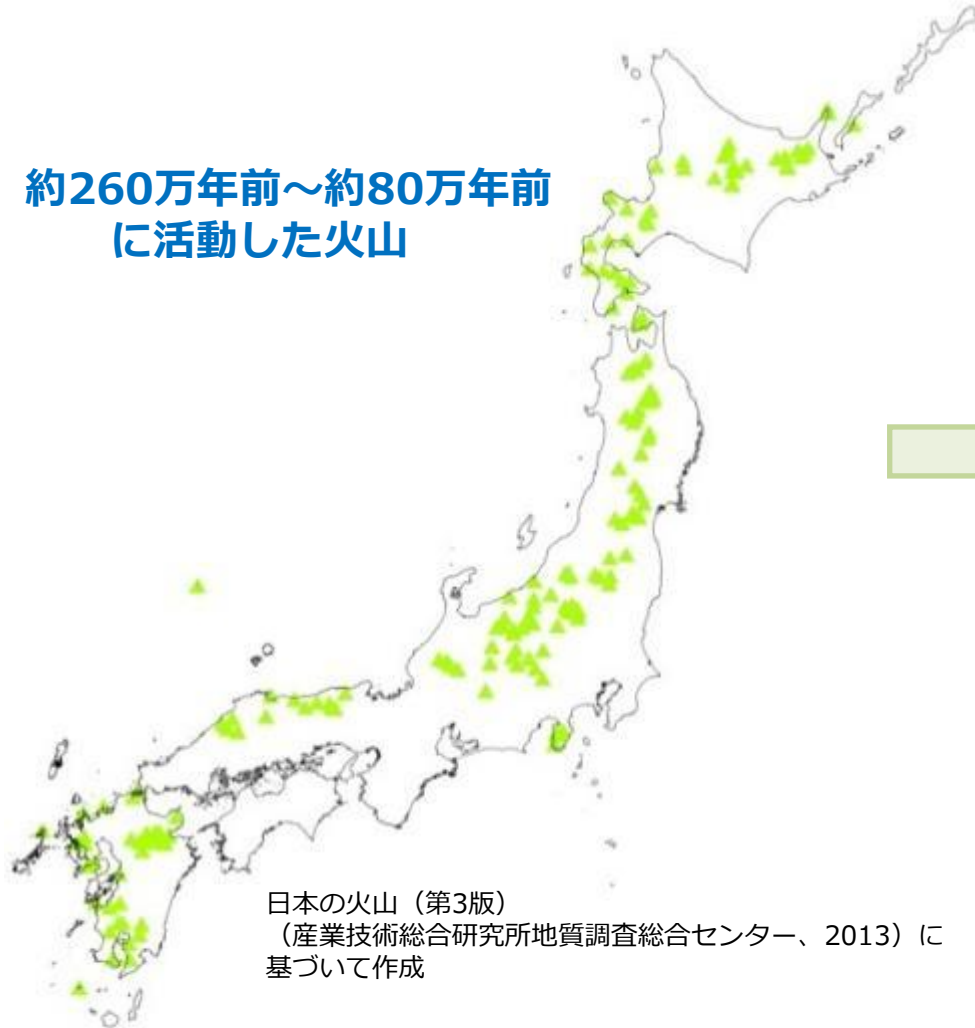


火山について

過去数百万年程度の期間、**火山の位置はほとんど変わっていません。**

日本列島における火山の分布

約260万年前～約80万年前
に活動した火山



日本の火山（第3版）
（産業技術総合研究所地質調査総合センター、2013）に
基づいて作成

約80万年前～現在
に活動した火山



約80万年前：中期更新世の始まり
約260万年前：第四紀の始まり

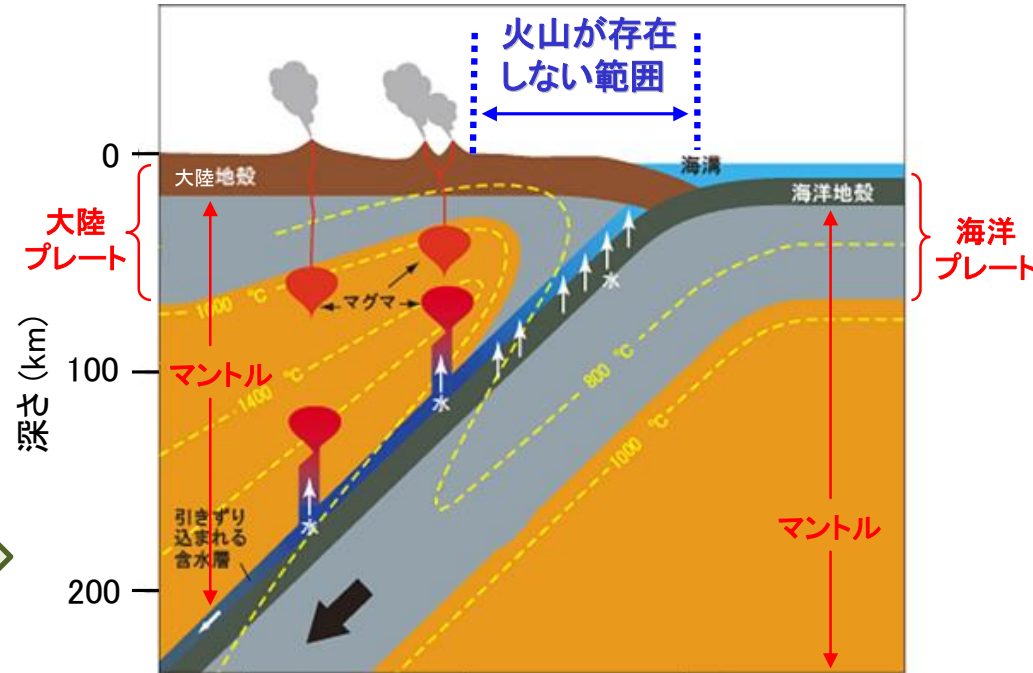
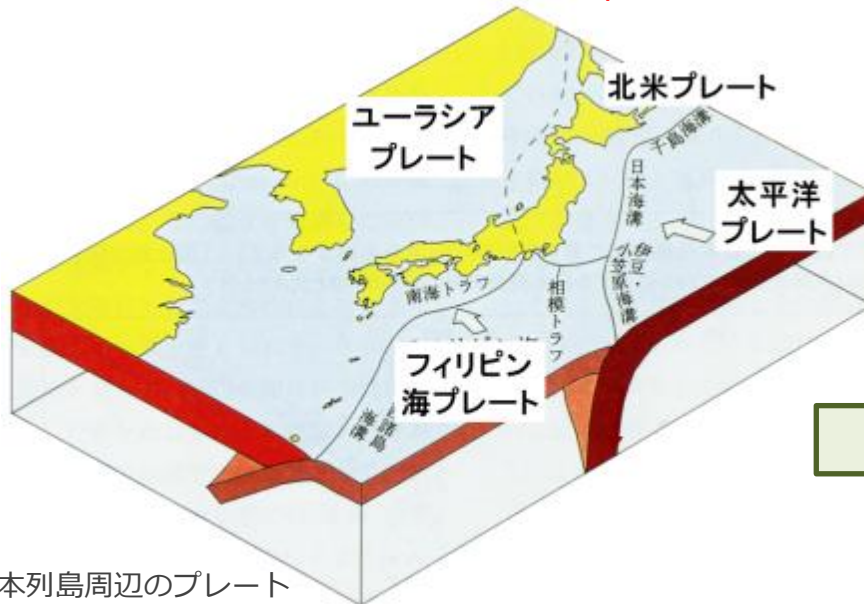
プレートと火山の位置関係

マグマが発生する深さはほぼ決まっている（深さ100km程度）ため、**プレートが沈み込む位置から一定の範囲には火山は発生しません。**

プレートの動き

太平洋プレート：約8cm/年

フィリピン海プレート：約5cm/年

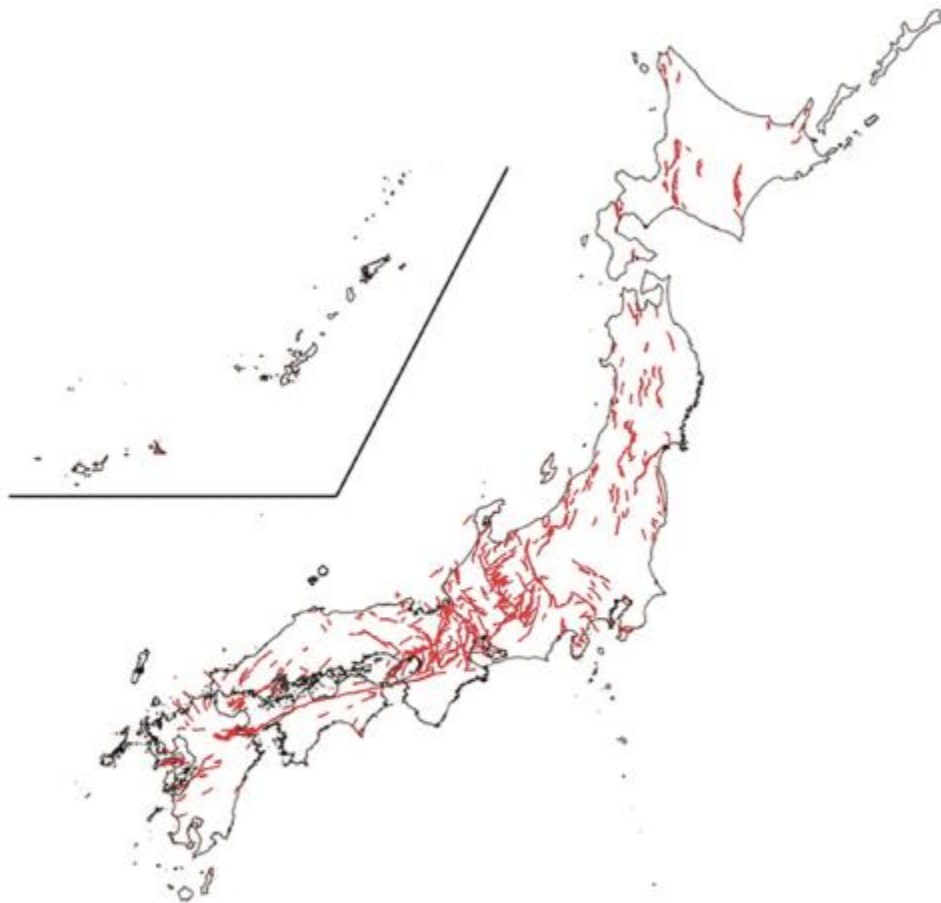


沈み込み帯におけるマグマ発生モデルの例（巽、1995を編集）

- 日本の火山活動や地震は、**プレートの動きによって引き起こされます。**
- プレートの動きの方向や速さは**数百万年前からほとんど変化がなく、プレートの動きに関する活断層や火山活動などの現象は今後も10万年程度はほとんど変化しない**と考えられています。

断層の分布

断層活動は過去数10万年にわたり同じ場所で繰り返し起こっています（活断層）。
詳細な調査により隠れた活断層やその影響範囲などを確認し、回避します。
また、それらが、離れた場所であることを確認します。



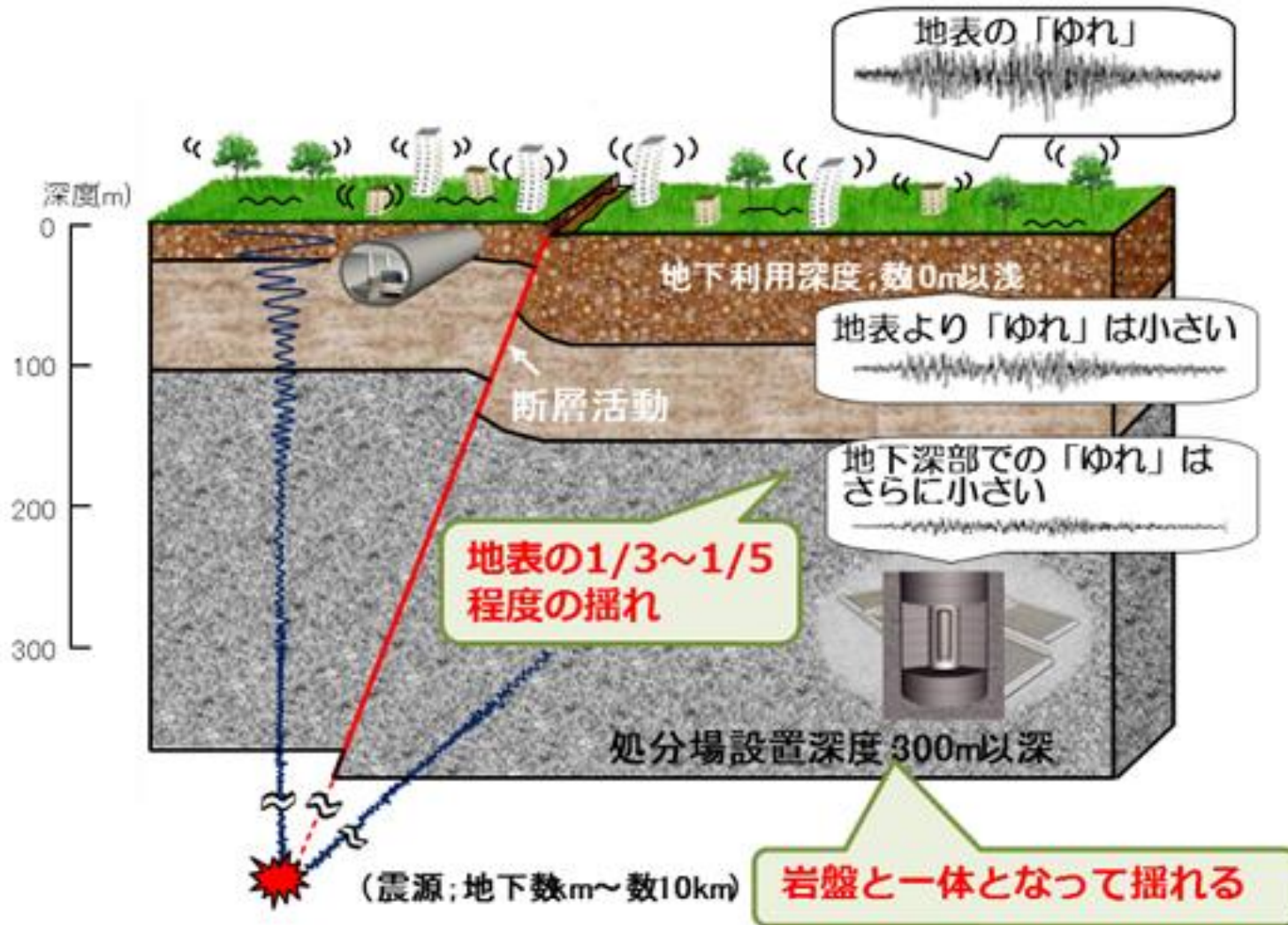
既にある断層が岩盤の中で最も弱い場所となり、同じ断層が繰り返し活動する傾向があります。

活断層の影響範囲とは

断層周辺の岩盤の破壊や変形が生じている領域、ならびに将来、断層が伸展したり分岐する可能性がある領域のこと

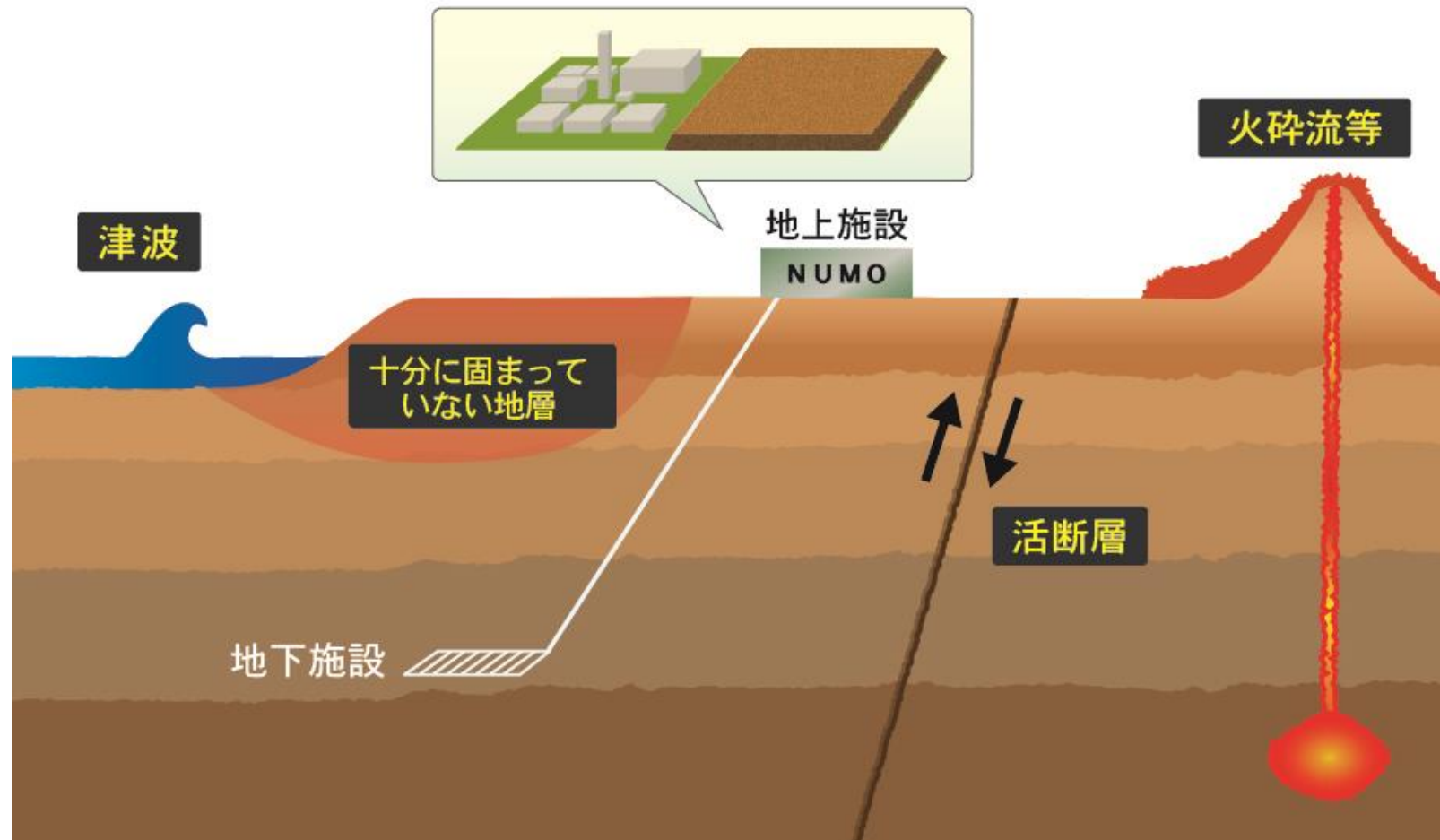
地震の影響

地下の揺れは地表に比べ小さく、周囲の岩盤と一体となって揺れるため、**地震の揺れによって破壊される可能性は非常に小さい**です。



処分場を建設したり廃棄物を運んだりするために考えておくこと

処分施設の建設や操業時の安全性を確保するため、火砕流、地震（断層活動）、十分に固まっていない地層、津波等の影響を受けない場所を選びます。



放射性物質が漏れ出した場合の想定(安全性の確認)

処分場の設計や立地するサイトの特徴を考慮しながら、地下水により放射性物質が地表まで運ばれるといったケースを想定し、人間の生活環境への影響をシミュレーションします。

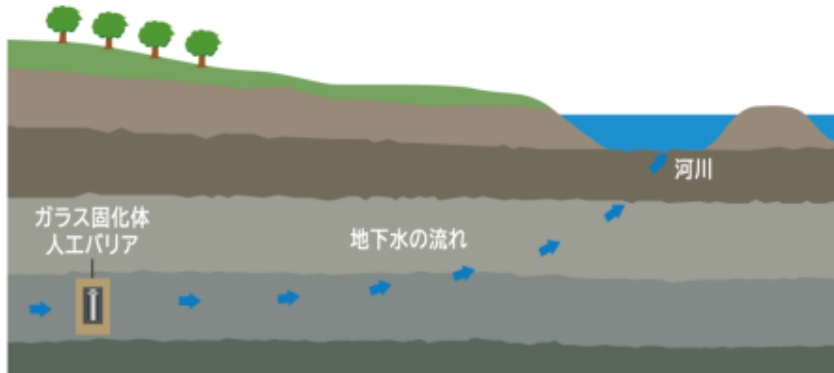
放射性物質が地下水中に漏れ出たとしても、バリア機能により人間の生活環境へ移動する量は非常に少なく、また移動中に放射能は減衰します。

さらに、断層や火山などを避けたサイト選定や多重の安全対策を施した設計により、不測の事態が発生する可能性は非常に小さいものの、可能性が極めて小さい事態も敢えて起こると想定したシミュレーションを行い、その影響が安全な範囲に収まっていることを確認します。

人間の生活環境への影響をシミュレーションした例

地下水により放射性物質が地表まで運ばれる
安全評価用のモデルのイメージ

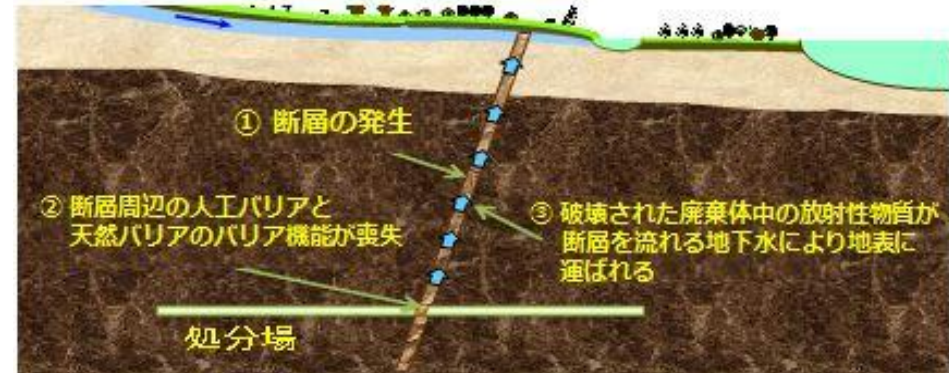
処分場閉鎖から1000年後に、すべてのガラス固化体と地下水が接触し、放射性物質の溶出が開始すると仮定。



可能性が極めて小さい事態も想定したモデルのイメージ

処分場を横切るような大規模な断層が発生すると仮定。

(最も多くの廃棄体を断層が横切るようにするなどの保守的な仮定を置き、横切る時期は、具体的に特定が困難なことから、10万年後前までで幅を持たせて設定)



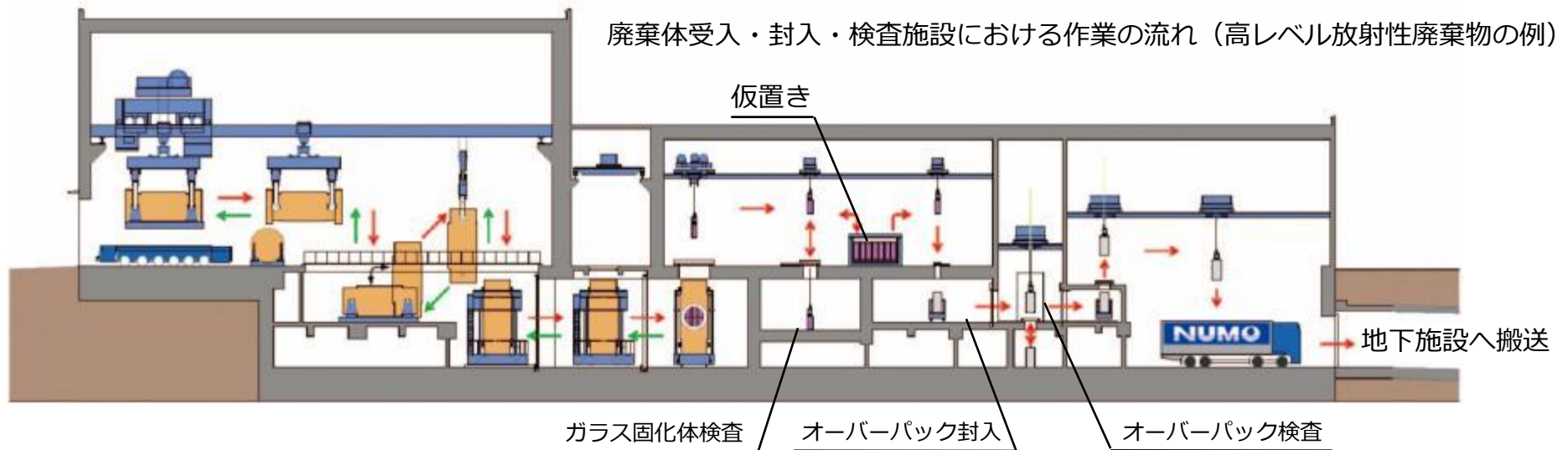
地下水により放射性物質が地表まで運ばれるといったケースについては、岩盤、地下水特性の違いや人工バリア、天然バリアの性能が基本の想定より低い場合を設定するなど、多数のケースを解析しています。

安全評価の結果は、いずれも国際機関が勧告している値を下回っています。

作業期間中の地上施設の放射線安全対策

近隣の皆さまや作業員に、廃棄体からの放射線の影響が無いようにします。施設の壁を放射線の減衰に十分な厚さにします。周辺環境への放射性物質の漏洩を防ぐため、施設内の気圧を外部より低くします。廃棄体の転倒、停電などに備えて多重性、フェイルセーフ※などの考え方で対応します。

(※ 誤作動、誤操作があった場合には、必ず安全な方向に向かうこと)

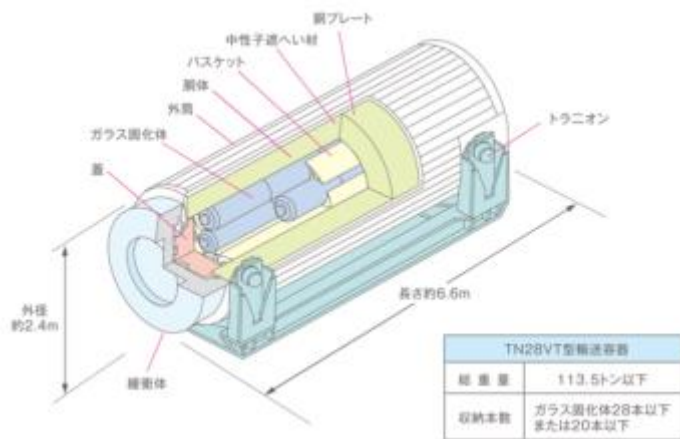


輸送時の安全性

放射線を遮蔽し、衝突や火災などの事故時でも放射性物質が漏れないよう、国際原子力機関（IAEA）によって定められた条件を満たし、また**国が定めた基準を満たした専用容器に入れて輸送**する予定です。専用容器を輸送するための車両や船も**特別な安全対策**を講じ、さらに専用道路を建設することも考えています。

すでに海外で再処理したガラス固化体を日本へ**運んだ実績が多数**あります。専用容器は落下試験や耐圧、耐火試験などにより、**落下、火災、水没などに対する耐性**（閉じ込め性、遮蔽性など）が確認されたものを使用します。

基準を満たした専用容器例



【出典】日本原子力文化財団
原子力・エネルギー図面集(8-3-2)

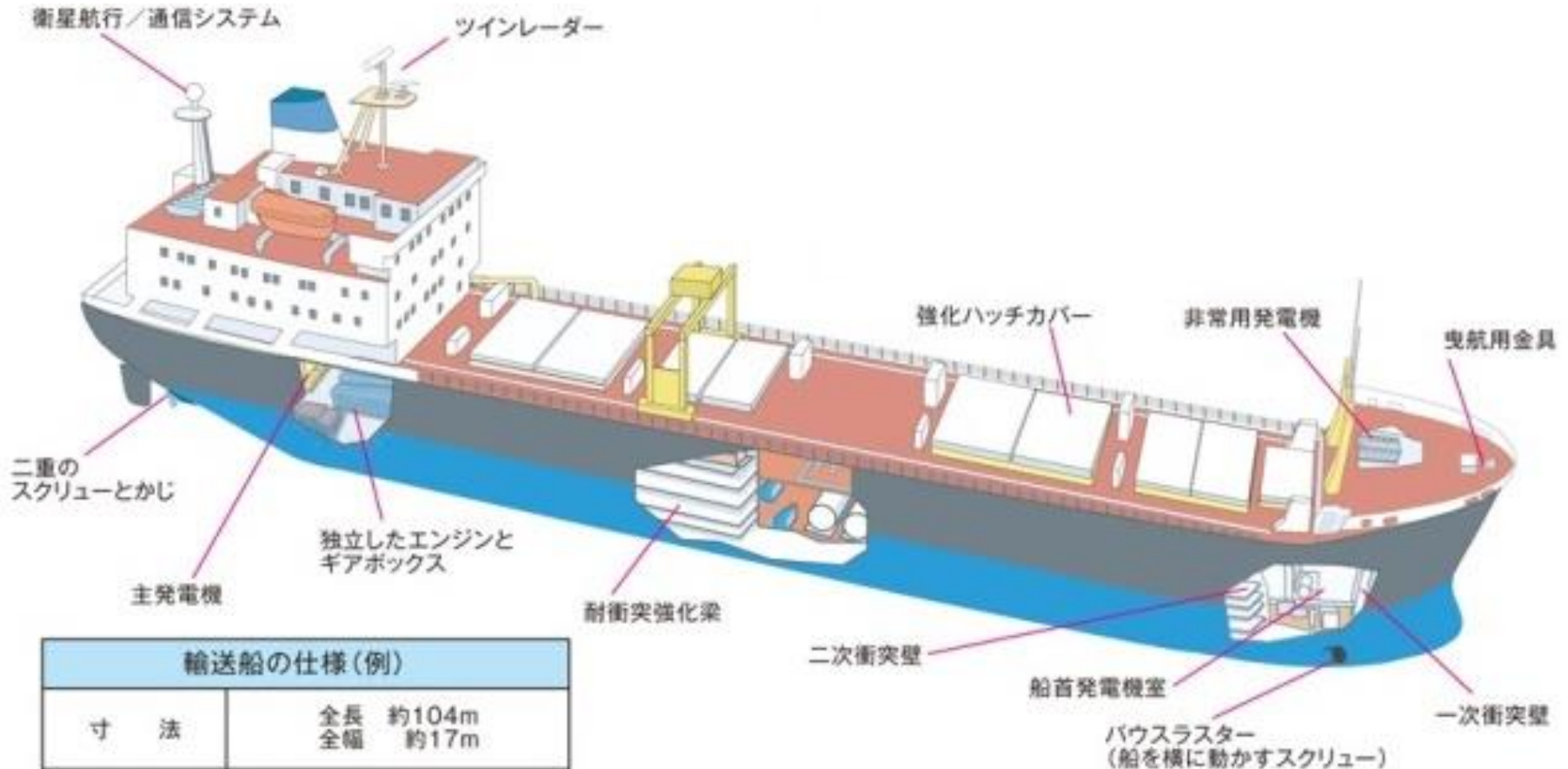
専用の輸送車両



【出典】原燃輸送株式会社HP

ガラス固化体輸送中の安全対策(海上輸送)

海上輸送時には、安全対策の点で、①二重船殻構造、②耐衝突構造、③広範な消火設備、④二重の航行システム/通信設備/エンジン/かじ/スクリューなどの特長がある船舶を利用します。

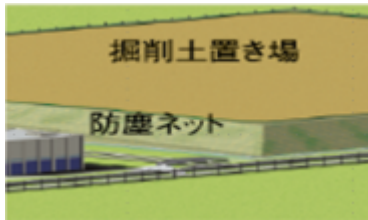


輸送船の仕様(例)	
寸法	全長 約104m 全幅 約17m
総トン数	約5,000トン
載貨重量	約3,500トン

建設・操業・輸送時の安全対策～周辺環境への影響を調査～

処分場の建設・操業に際しては、その着手にあたって、**周辺環境への影響を予測し、評価**を行います。その上で、悪影響が出ないように適切な対策を講じます。

※**騒音・振動**など、一般的な環境調査項目に加え、地層処分事業で特徴的と考えられる地下岩盤の掘削にともなう**掘削残土の処理**や坑道内の湧水の周辺河川などへの**放流などの影響**についても、調査と予測評価を行います。



防塵対策

建設工事中は、防塵ネットなどを設置し、塵の飛散を防ぎます。また、低騒音・低振動の機械を使用するなど、周辺環境に配慮します。



坑道掘削により生じた水を排水処理

水質調査

(写真提供：東京電力)

掘削に伴い生じた湧水は、そのまま排水せず、沈澱池、排水処理施設で浄水処理・検査を行います。また、施設周囲の地下水、河川、海域などの水質や放射能について調査します。



建設・操業に伴い、大気に影響がないか調べます。

大気質・地上気象測定設備 (写真提供：東京電力)

4. 処分地選定に向けた事業の進め方

最終処分に関する取組のこれまでの経緯

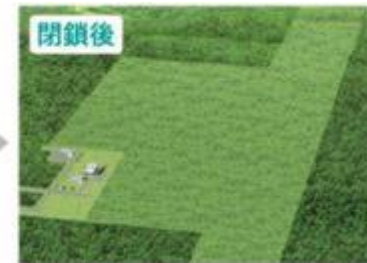
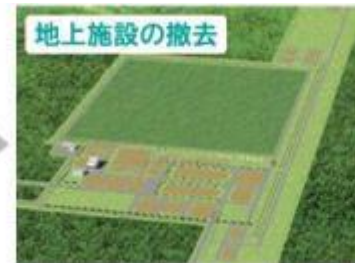
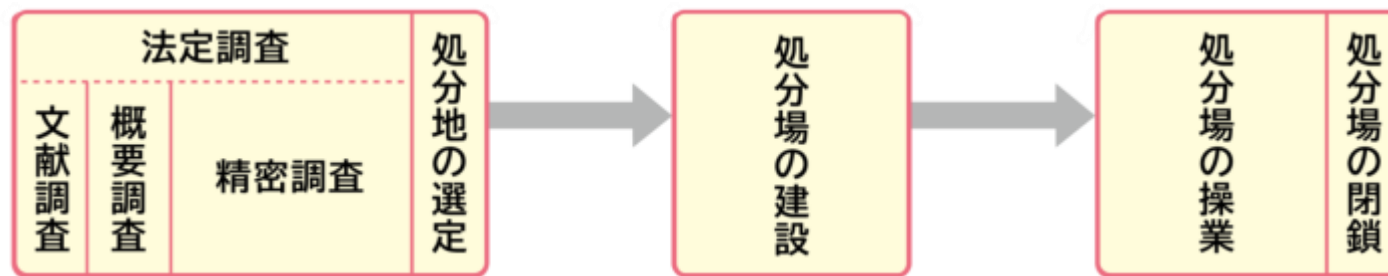
- 2000年：**「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」制定**
事業主体として、**NUMO（原子力発電環境整備機構）設立**
⇒処分地選定調査の受入自治体を全国で公募（2002年～）
- 2007年：**高知県東洋町（応募 → 取下げ）** ⇒ 受け入れ自治体現れず
- 2013年：**最終処分関係閣僚会議創設** ⇒ 取組の抜本的な見直しに着手
- 2015年5月：**新たな「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」**を閣議決定
 - ・ 現世代の責任として、地層処分に向けた取組を推進（同時に回収可能性を担保）
 - ・ 受入地域に対する敬意や感謝の念を国民で共有
 - ・ 将来の幅広い選択肢を確保する観点から、可逆性を担保
 - ・ 科学的により適性の高いと考えられる地域を提示する等、国が前面に立って取り組む
- 2017年7月：**最終処分関係閣僚会議 科学的特性マップを公表**
国民理解・地域理解を深めていくための対話活動を強化
 - ・ 全国の県庁所在地で科学的特性マップを中心に説明（2017年10月～）
 - ・ マップ上の濃いグリーン地域を中心に事業イメージや選定プロセスも説明（2018年9月～）
- 2019年11月：総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会
放射性廃棄物ワーキンググループにおいて、
「複数地域での文献調査の開始に向けた当面の取組方針」を策定
- 2020年11月：**北海道2自治体（寿都町、神恵内村）**において文献調査開始

地層処分事業の期間

処分場の立地地点を選定するにあたり、法律に基づき段階的に調査を行います。処分場の建設と操業は並行して進められます。

閉鎖までの期間を含めると、地層処分事業は長期にわたります。

操業終了後は、地下施設を埋め戻し、地上施設を撤去し、最終的に更地に戻します。



建設中のイメージ



坑道の掘削イメージ

地上施設



管理棟内のイメージ

地下施設



坑道の完成イメージ

処分地の選定のための調査・評価

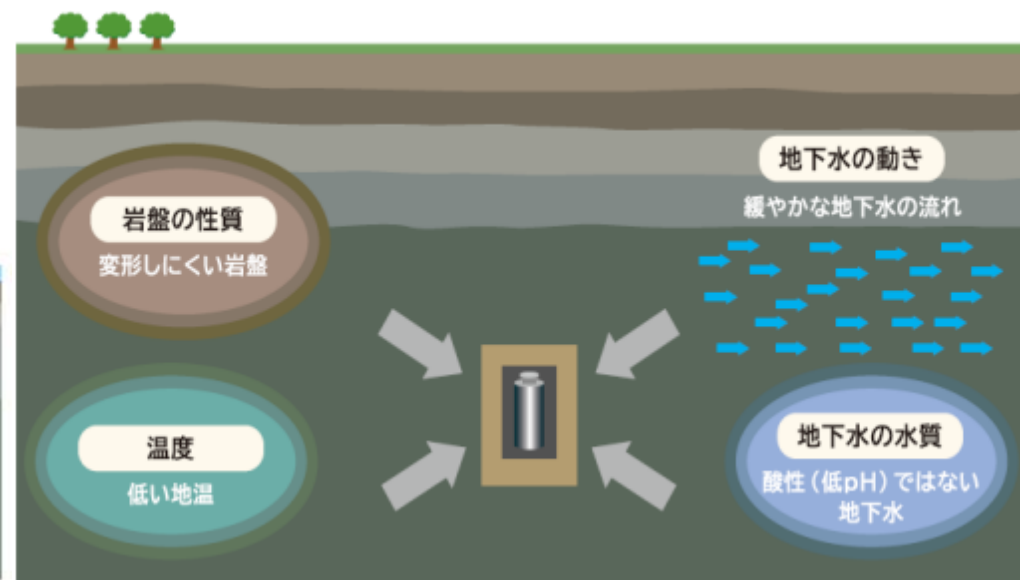
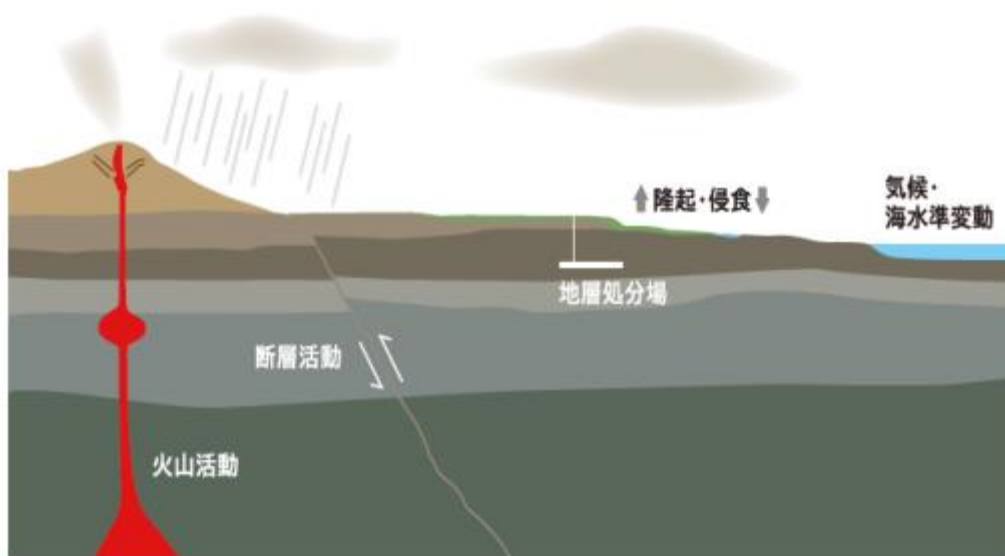
地下深部は一般的に地層処分に適した特性を持っていますが、安全に処分を行うためには、具体的な地点において**好ましい地下環境特性が確かに存在し、その特性が長期にわたって確保**できることを十分に調査して確認する必要があります。

このため、まずは長期安定性の観点を中心に文献等に基づき確認します。

さらに、現地調査により、地下環境特性を詳しく確認します。

- 将来にわたって、火山活動や大きな断層のずれが処分場を破壊するようなことがないか
- 隆起、侵食などにより処分場が地上に近づくことがないか

- 好ましい地下環境特性（地下の温度、地下水の動きや水質、岩盤の性質）が長期にわたって確保できるか



法律に基づく処分地選定調査①

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」では、文献調査に始まる段階的な調査を、NUMOが実施しなければならないと定められています。調査範囲を絞り、詳細度を高めながら地下環境特性などを把握し、安全な地層処分かどうかを評価するために実施します。

明らかに適性の低い場所を避け、現地調査の対象範囲を決めます。

文献調査

文献の収集と調査

- ・火山や活動層の活動記録など

安全性が確保できる場所があることの見通しを得ます。

概要調査

地表からのボーリングなどによる調査

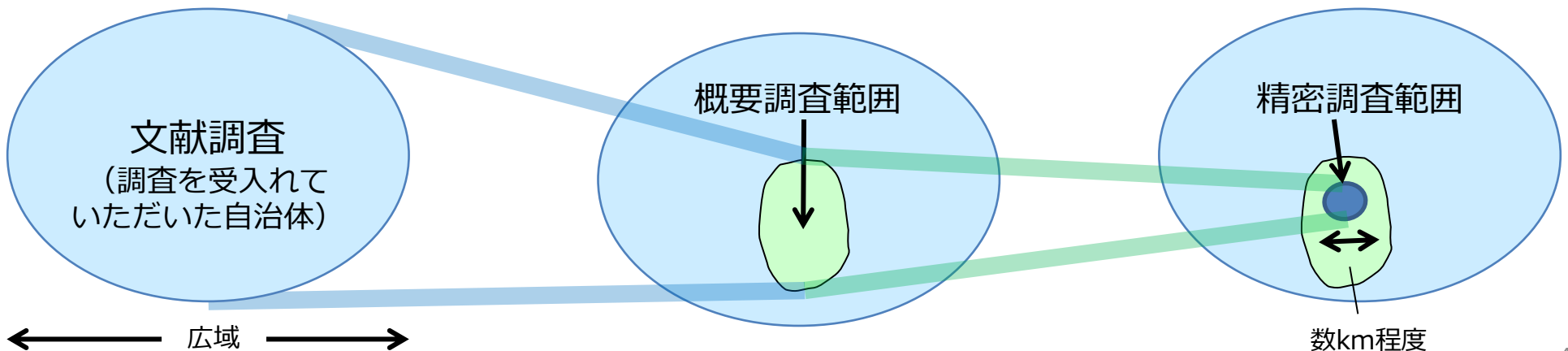
- ・火山活動の痕跡や活断層の存在
- ・地質、地下水の流れ方など

安全性が確保できる場所であることを確認します。

精密調査

地下深部の調査施設で直接調査

- ・断層や岩盤の性質、地下水の成分など



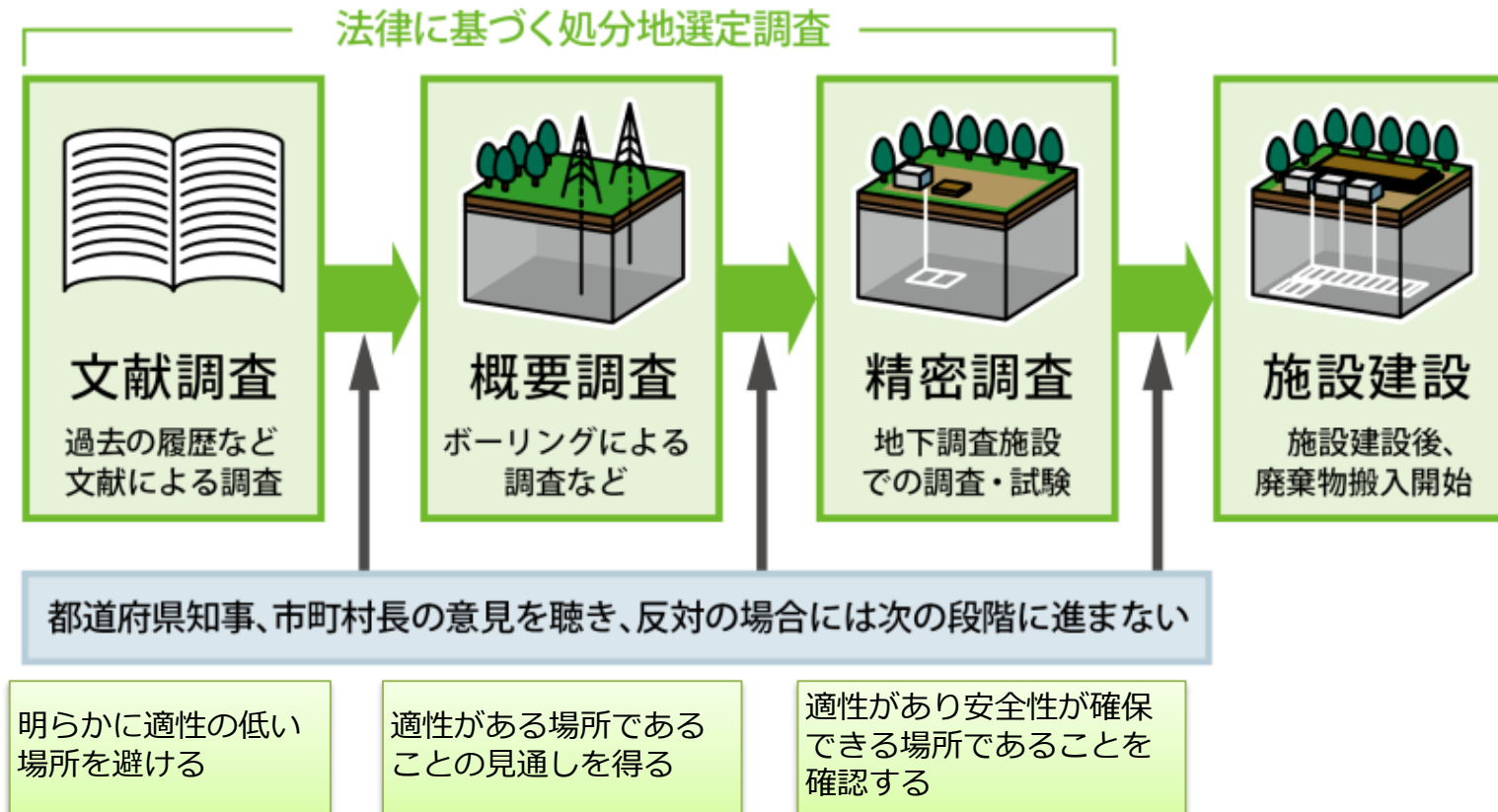
法律に基づく処分地選定調査②

調査の各段階では、安全を第一にしっかりと技術的検討を行うのみならず、地域経済社会への効果、影響などについても調査を行い、市町村に処分場受け入れの可否を総合的に判断していただけるよう情報提供しながら進めてまいります。

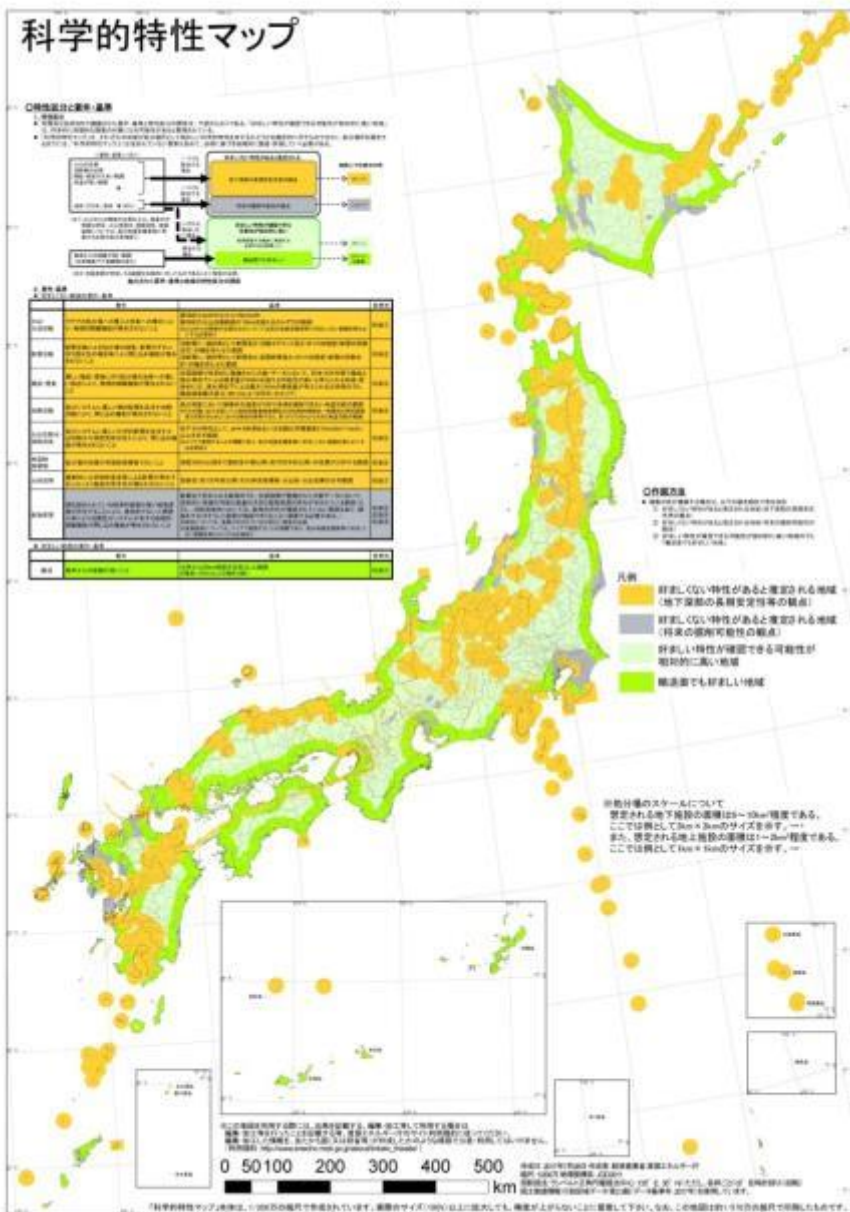
調査の各段階で結果を公表し、次の段階の調査地区をお示しし、知事や市町村長のご意見を伺います。反対される場合には次の段階には進みません。

施設の安全性については、国の原子力規制委員会による審査※が別途行われます。

(※核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づく審査)



地層処分に関する「科学的特性マップ」の公表



○2017年7月28日 経済産業省HPで公表

○日本前項の地域特性を4区分（色）で示す

○日本全国に占める面積割合

オレンジ : 約30%

シルバー : 約30%

グリーン : 約35%

グリーン沿岸部（濃いグリーン） : 約30%

○地域特性区分に一部でも含まれる自治体数

オレンジ : 約1,000

シルバー : 約300

グリーン : 約900

グリーン沿岸部（濃いグリーン） : 約900

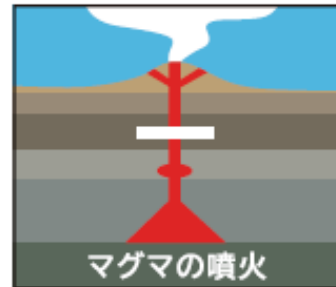
考慮すべき様々な科学的特性

安全に地層処分を行うために考慮すべき要素について、様々な観点から検討されました。

地下深部の科学的特性が長期にわたって安定的か？

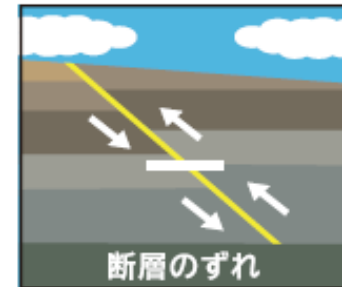
✕ 火山に近い

将来にわたって火山の活動が処分場を破壊したりすることのない場所を選びます。



✕ 活断層に近い

大きな断層のずれが処分場を破壊したりすることのない場所を選びます。



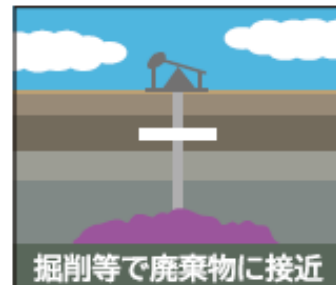
✕ その他、地下の科学的特性が地層処分に適さないところ

地盤の隆起の速度が大き過ぎないか、地下の温度が高過ぎないか、地盤の強度が不十分でないか、といったことも考慮します。

将来の人間が気づかずに近づいてしまわないか？

✕ 地下に鉱物資源がある

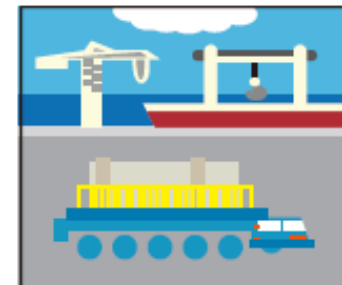
地下に鉱物資源があると、施設管理終了後の遠い将来に、人間が掘削してしまうかもしれません。



輸送時の安全性が確保されるか？

○ 陸上輸送距離が短い（海岸から近い）

陸上輸送にかかる時間や距離は、短い方が安全上好ましいです。

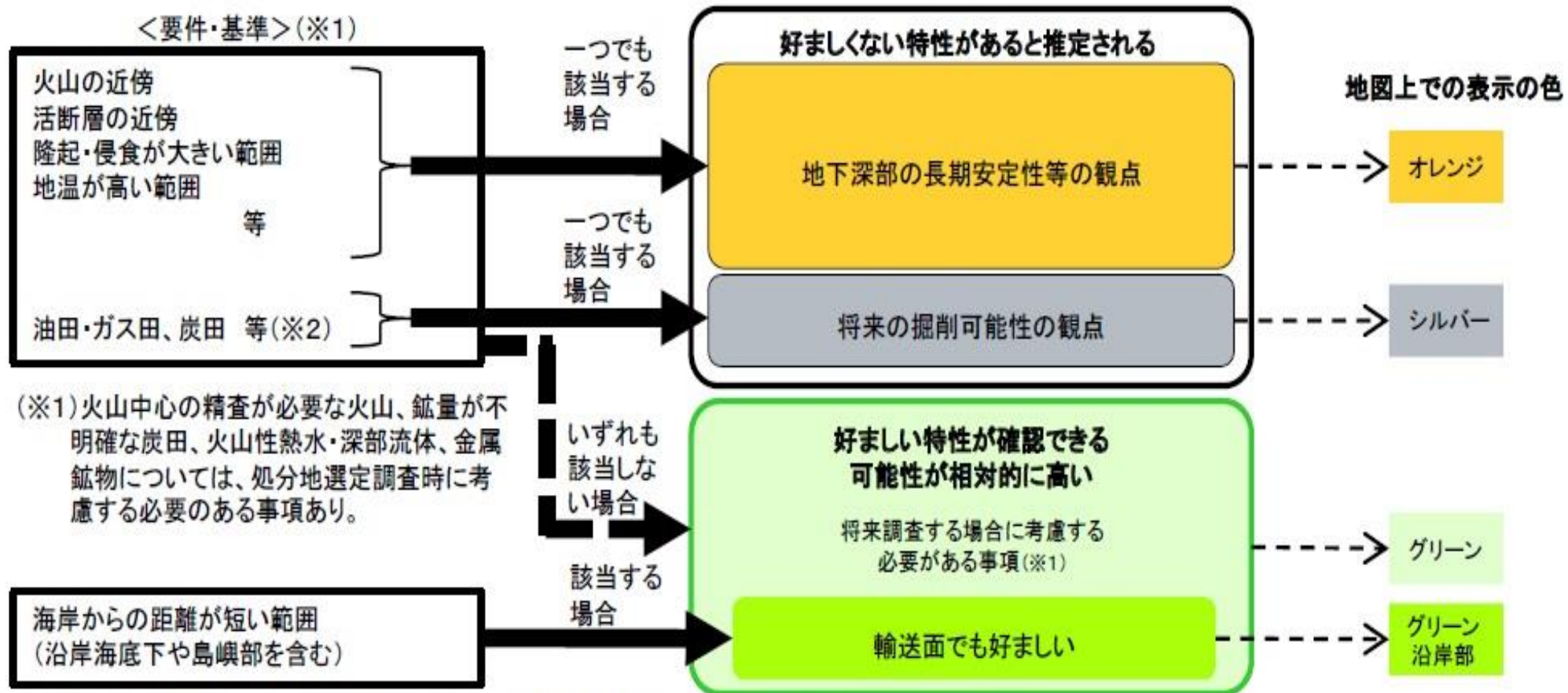


※貯蔵場所からの長距離輸送としては、海上輸送を想定しています。

「科学的特性マップ」の要件・基準および地域特性の区分

「科学的特性マップ」は、それぞれの地域が処分場所として相応しい科学的特性を有するかどうかを**確定的に示すものではありません。**

処分場所を選定するまでには、「科学的特性マップ」には含まれていない要素も含めて、法律に基づき段階的に調査・評価していく必要があります。



(※1) 火山中心の精査が必要な火山、鉱量が不明確な炭田、火山性熱水・深部流体、金属鉱物については、処分地選定調査時に考慮する必要のある事項あり。

海岸からの距離が短い範囲
(沿岸海底下や島嶼部を含む)

(※2) 当該資源が存在する範囲を広域的に示したものであることに留意が必要。

マップ作成に用いる要件・基準の一覧

好ましくない範囲の要件・基準

	要件	基準
火山・火成活動	火山の周囲（マグマが処分場を貫くことを防止）	火山の中心から半径15km以内等
断層活動	活断層の影響が大きいところ	主な活断層（断層長10km以上）の両側一定距離（断層長×0.01）以内
隆起・侵食	隆起と海水面の低下により将来大きな侵食量が想定される場所	10万年間に300mを超える隆起の可能性のある、過去の隆起量が大きな沿岸部
地熱活動	地熱の大きいところ（人工バリアの機能低下を防止）	15°C/100mより大きな地温勾配
火山性熱水・深部流体	高い酸性の地下水等があるところ（人工バリアの機能低下を防止）	pH4.8未満等
軟弱な地盤	処分場の地層が軟弱なところ（建設・操業時の地下施設の崩落事故を防止）	約78万年前以降の地層が300m以深に分布
火砕流等の火山の影響	火砕流などが及びうる場所（建設・操業時の地上施設の破壊を防止）	約1万年前以降の火砕流が分布
鉱物資源	鉱物資源が分布する場所（資源の採掘に伴う人間侵入を防止）	石炭・石油・天然ガス・金属鉱物が賦存

好ましい範囲の要件・基準

	要件	基準
輸送	海岸からの陸上輸送が容易な場所	海岸からの距離が20km以内目安

対話型全国説明会の実施状況①

地層処分の仕組みや地域の科学的特性についての理解を求めて、国と共催で全国各地で対話型全国説明会を開催中。

科学的特性マップ公表後（2017年7月）、各都道府県の県庁所在地（福島県除く）で説明会を開催し、2018年10月からは県庁所在地以外でも開催。

対話型全国説明会 プログラム例（夜開催の場合）

時間	分	プログラム	説明者
18:00~18:05	5	開会	
18:05~18:20	15	映像	映像「地層処分とは・・・？」
18:20~18:50	30	地層処分の説明	・原子力発電環境整備機構 ・経済産業省資源エネルギー庁
18:50~19:00	10	休憩	
19:00~19:55	55	テーブルでのグループ質疑	・原子力発電環境整備機構職員 ・資源エネルギー庁職員
19:55~20:00	5	閉会	

対話型全国説明会の実施状況②

説明会の様子

少人数でテーブルに分かれて丁寧に説明・質疑応答



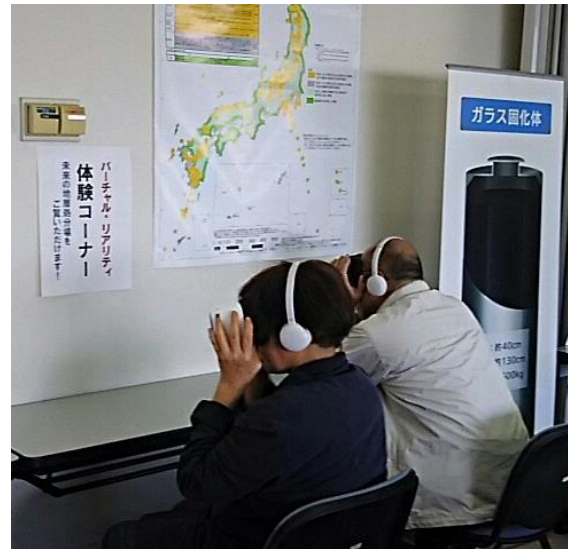
参加者の質問を付箋で整理し、
多様な関心・疑問にお答え



マップの意味、要件・基準等について詳しく説明



バーチャル・リアリティ体験や実物大模型などを展示



■ 出前授業

全国の小学校・中学校・（工業）高校・高専・大学の授業等にNUMO職員が出向き、高レベル放射性廃棄物の処分に関する説明（実験）と情報提供



大学での出前授業

■ 教育関係者の支援（情報提供）

授業で「高レベル放射性廃棄物の処分問題」を取り扱っていただけるよう、全国の教育研究会組織等が行う授業研究に係る活動に対し、資料の提供、関連施設の見学等の支援を行っています。

なお、年度末には全国研修会を開催し、小中学校による授業での実践例の報告や意見交換などを行っています。



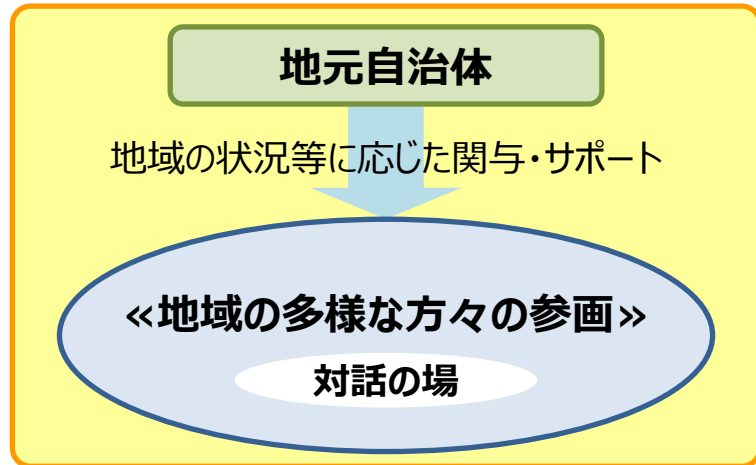
全国研修会

対話の場の設置について

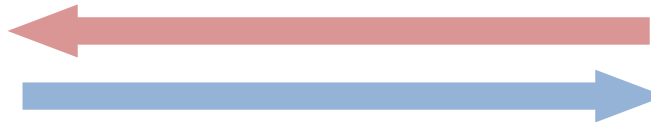
処分地選定が円滑に行われるためには、**地域による主体的な合意形成**が図られることが重要です。処分事業についての情報を継続的に共有するため、地域に対話の場が設置され、多様な関係住民の皆さまが参画し、積極的な活動が行われることが望ましいと考えています。

また、長期にわたる地層処分事業が地域の持続的発展を支え地域と共生できるよう、地域の様々なニーズをお伺いし、地域の将来的なビジョンを共に考え、共にその実現に取り組んでいきます。

<対話の場のイメージ>



- 地層処分を理解してもらうための情報提供、勉強会・見学会開催
- 文献調査の進捗・結果報告 等



- 地域での議論を踏まえた意見・要望

<諸外国の例>



ドイツ [出典] 社会諮問委員会HP引用



スイス [出典] ジュラ東部地域会議HP引用



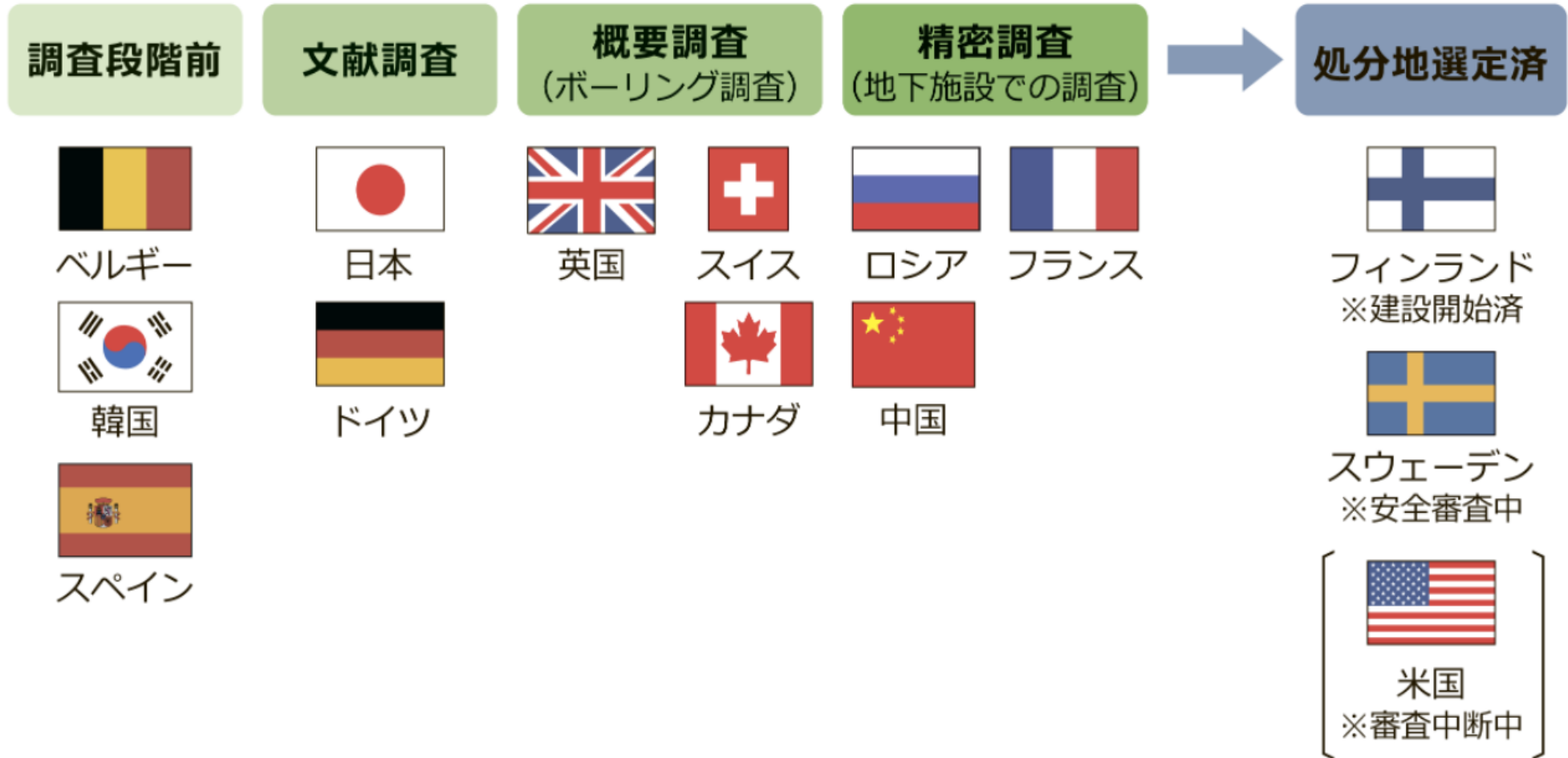
カナダ [出典] イグナス地域連絡委員会HP引用



スウェーデン [写真提供] エストハンマル自治体

5. 諸外国の取組状況

諸外国における地層処分事業の進捗(1)



諸外国における地層処分事業の進捗(2)フィンランド



フィンランド

処分実施主体	ポシヴァ社
進捗状況	処分場建設中
処分廃棄物	使用済燃料
主な候補地	エウラヨキ自治体 オルキルオト
操業予定	2025年頃

1983年 原子力事業者であるTVO社がサイト選定を開始

1995年 処分実施主体としてポシヴァ社を設立。TVO社から事業を引き継ぐ

2001年5月 政府がエウラヨキ自治体のオルキルオトを最終処分地とすることを承認

2004年 ポシヴァ社が地下特性調査施設（ONKALO）を建設し、調査を開始

2012年12月 ポシヴァ社が処分場建設許可申請を提出

2015年11月 政府が処分場建設を許可

2016年12月 ポシヴァ社が処分場建設を開始

2021年5月 地上施設や立坑の建設作業に加えて、廃棄物を処分するための坑道を掘削開始

2021年12月 ポシヴァ社が処分場操業許可申請を提出

諸外国における地層処分事業の進捗(3)スウェーデン



スウェーデン

処分実施主体	SKB社（スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社）
進捗状況	処分地を選定、事業に関して政府は建設許可を条件付きで発給
処分廃棄物	使用済燃料
主な候補地	エストハンマル自治体 フォルスマルク
操業予定	2031年頃

1984年 処分実施主体としてスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB社）設立
1992年 SKB社が研究開発計画においてサイト選定プロセスを提示
1995年 政府がSKB社のサイト選定プロセスを承認
2009年6月 SKB社がエストハンマル自治体のフォルスマルクを処分地として選定
2011年3月 SKB社が処分場の立地・建設許可申請を提出
2020年10月 スウェーデンのエストハンマル自治体議会が使用済燃料処分場の受入れを議決
2022年1月 事業に関して政府は建設許可を条件付きで発給（今後の着工には規制機関等の認可が必要）

諸外国における地層処分事業の進捗(4)フランス



フランス

処分実施主体	A N D R A （放射性廃棄物管理機関）
進捗状況	詳細な地下調査を実施中
処分廃棄物	・ガラス固化体 ・長寿命中レベル放射性廃棄物
主な候補地	ビュール地下研究所近傍
操業予定	2035年頃

1979年 フランス原子力・代替エネルギー省（CEA）の一部門として、放射性廃棄物管理機関（ANDRA）設置

1991年 政府が放射性廃棄物管理研究法制定

2006年 放射性廃棄物等管理計画法制定「可逆性のある地層処分」を基本方針として決定

2009年 ANDRAが処分場候補サイト（詳細な調査を実施する区域）を政府に提案

2010年 政府がANDRAの提案を了承。調査開始

2013年 ANDRAが処分場設置に関する公開討論会を開催

2014年5月 ANDRAが地層処分プロジェクト継続計画を公表

2021年 ANDRAが地層処分場の設置許認可申請を行う予定

諸外国における地層処分事業の進捗(5)スイス



スイス

処分実施主体	NAGRA（放射性廃棄物管理共同組合）
進捗状況	サイト選定を実施中
処分廃棄物	<ul style="list-style-type: none">・ ガラス固化体／使用済燃料・ α廃棄物（TRU廃棄物）・ 低中レベル放射性廃棄物
主な候補地	未定
操業予定	2060年頃

1972年 処分実施主体として放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）設立

2005年 政府が「監視付き長期地層処分」の方針を法律で明確化

2008年 NAGRAが処分場の3つの地質学的候補エリアを提案、サイト選定を開始

2011年11月 連邦評議会がNAGRAの提案を承認

2018年11月 連邦評議会がサイト選定第2段階の成果報告書を承認

2019年 NAGRAが3つの地域で現地調査を順次開始

諸外国における地層処分事業の進捗(6)カナダ



カナダ

処分実施主体	NWMO (核燃料廃棄物管理機関)
進捗状況	サイト選定を実施中
処分廃棄物	使用済燃料
主な候補地	未定
操業予定	2040年～2045年頃に開始

2002年 核燃料廃棄物法制定。処分実施主体としてカナダ核燃料廃棄物管理機関 (NWMO) 設立

2005年11月 NWMOが核燃料廃棄物の長期管理アプローチを政府に提案

2007年6月 政府が最終的に地層処分を目指す「適応性のある段階的管理」を国家方針として決定

2010年5月 NWMOがサイト選定手続きを公表、サイト選定開始

2012年 サイト選定開始以降、22の自治体が処分事業へ関心表明、NWMOが初期スクリーニングを実施するとともに関心表明受付を一時中断

2014年 初期スクリーニングを通過した21の自治体で現地調査を開始

2017年12月 絞り込み等の結果、オンタリオ州の5自治体で調査を継続

2019年11月 5自治体から3自治体へ絞り込み

2020年1月 3自治体から2自治体 (イグナス・タウンシップ、サウスブルース) に絞り込み、現地調査を継続

諸外国における地層処分事業の進捗(7)英国



英国

処分実施主体	RWM社（放射性廃棄物管理会社）
進捗状況	サイト選定を実施中
処分廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガラス固化体 ・ 中レベル放射性廃棄物
主な候補地	未定
操業予定	2040年頃
<p>2001年～ 政府等がアクションプログラムを実施</p> <p>2006年 高レベル放射性廃棄物等を地層処分する方針を決定</p> <p>2007年 原子力廃止措置機関（NDA）が実施主体として決定</p> <p>2008年6月 政府等が処分場選定プロセスに関心を示す自治体の募集を開始。その後、カンブリア州および同州内の2自治体に関心を表明</p> <p>2010年10月 関心を表明した2自治体に対する初期スクリーニング（不適格地域の机上調査）が終了。地域での検討（サイト選定プロセスへの参加是非の検討）に移行</p> <p>2013年1月 関心を表明していたカンブリア州および同州内の2自治体が議会投票の結果、選定プロセスから撤退</p> <p>2014年4月 NDAが放射性廃棄物管理局（RWMD）を分離し、放射性廃棄物管理会社（RWM社）を設立</p> <p>2014年7月 政府が新たなサイト選定プロセスを公表</p> <p>2018年12月 RWM社が新たなサイト選定プロセスを開始</p> <p>2020年11月 カンブリア州のコーブランド市が調査エリアの特定に向けてワーキンググループを設置</p> <p>2021年1月 カンブリア州のアラデル市が調査エリアの特定に向けてワーキンググループを設置</p> <p>2021年9月 カンブリア州コーブランド市ワーキンググループが調査エリアを特定</p> <p>2021年10月 カンブリア州アラデル市ワーキンググループが調査エリアを特定</p> <p>2021年10月 リンカンシャー州が調査エリアの特定に向けてワーキンググループを設置</p> <p>2021年11月 カンブリア州のコーブランド市がミッドコーブランドGDFコミュニティパートナーシップを設立</p> <p>2021年12月 カンブリア州のコーブランド市がサウスコーブランドGDFコミュニティパートナーシップを設立</p> <p>2022年1月 カンブリア州のアラデル市がアラデルGDFコミュニティパートナーシップを設立</p>	

諸外国における地層処分事業の進捗(8)アメリカ



アメリカ

処分実施主体	DOE (エネルギー省)
進捗状況	安全審査に向けた手続中
処分廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体/使用済燃料 ・TRU廃棄物
主な候補地	<ul style="list-style-type: none"> ・ユッカマウンテン
操業予定	<ul style="list-style-type: none"> ・2048年 ・TRU廃棄物の処分については、1999年よりカールスパッド近郊の「廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)」が操業中

1982年 連邦議会が放射性廃棄物政策法において高レベル放射性廃棄物を地層処分する方針を決定。エネルギー省(DOE)に「民間放射性廃棄物管理局(OCRWM)」を処分実施主体として設置

2002年 連邦議会がネバダ州ユッカマウンテンを最終処分地に決定

2008年 DOEが処分場建設許認可の申請

2009年 政権交代によりユッカマウンテン計画を中止する方針を決定

2010年 DOEが代替案を検討する特別委員会(ブルーリボン委員会)を設置

2012年1月 ブルーリボン委員会が最終報告書を提出。地層処分の必要性を勧告

2013年1月 DOEが「使用済燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分戦略」を公表

2017年1月 政権交代によりユッカマウンテン計画継続の方針

諸外国における地層処分事業の進捗(9)ドイツ



ドイツ

処分実施主体	B G E (連邦放射性廃棄物機関)
進捗状況	新たなサイト選定手続きを開始
処分廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体／使用済燃料 (発熱性放射性廃棄物) ・非発熱性廃棄物 (低レベル放射性廃棄物)
主な候補地	未定
操業予定	2050年代以降
<p>1977年 処分場候補地として政府が提案したゴアレーベンにおいて探査活動を開始</p> <p>1989年 処分実施主体として連邦放射線防護庁 (BfS) 設置</p> <p>2000年 政策見直しにより10年間の探査活動の凍結</p> <p>2010年11月 探査活動再開</p> <p>2011年12月 政府と国内全州が新たなサイト選定の実施することに合意</p> <p>2012年 ゴアレーベンでの探査活動を一時停止</p> <p>2013年7月 新たなサイト選定手続きを定める法律が成立。ゴアレーベンでの探査活動を終了。同法に基づき設置された委員会においてサイト選定に関する基準、手続きを検討中</p> <p>2017年4月 新たな処分実施主体として連邦放射性廃棄物機関 (BGE) が活動を開始</p> <p>2017年9月 新たなサイト選定手続きを開始</p>	

諸外国における地層処分事業の進捗(10)ベルギー



ベルギー

処分実施主体	ONDRAF/NIRAS (ベルギー放射性廃棄物・濃縮核分裂性物質管理機関)
進捗状況	処分の基本方針などを検討中
処分廃棄物	・ガラス固化体/使用済燃料 (カテゴリーC廃棄物) ・TRU廃棄物 (カテゴリーB廃棄物)
主な候補地	未定
操業予定	カテゴリーBは2035年~2040年、カテゴリーCは2080年に開始
1980年	放射性廃棄物・濃縮核分裂性物質管理機関 (ONDRAF/NIRAS) が設立
2001年	ONDRAF/NIRASが、地層処分の安全評価・実現可能性の第2次中間報告書を発表
2011年	国家廃棄物計画を策定、研究開発を継続
2020年	ONDRAF/NIRASが報告書を取りまとめ、高レベル放射性廃棄物処分方針決定の予定

諸外国における地層処分事業の進捗(11)スペイン



スペイン

処分実施主体	ENRESA（放射性廃棄物管理公社）
進捗状況	最終管理方針を検討中
処分廃棄物	・ガラス固化体／使用済燃料 ・長寿命中レベル放射性廃棄物
主な候補地	未定
操業予定	2050年以降

1984年 放射性廃棄物管理公社（ENRESA）設立

1986年 ENRESAによりサイト選定プロセス開始（1990年代に反対運動により中断）

1999年 政府が新しい放射性廃棄物管理計画を策定、最終管理方針決定を延期

2006年6月 政府が第6次総合放射性廃棄物計画を承認

諸外国における地層処分事業の進捗(12)中国



中国

処分実施主体	CNNC（中国核工業集团公司）
進捗状況	ボーリング調査を含む地質調査を実施中
処分廃棄物	ガラス固化体／使用済燃料
主な候補地	未定
操業予定	2041年～今世紀半ばに開始

1982年 原子力開発を掌握する組織として中国核工業総公司（CNNC）を設置
1999年 分割・改組され、中国核工業集团公司（CNNC）設立
2003年10月 放射能汚染防止法が施行
2006年2月 研究開発計画ガイドを公表
2018年1月 高レベル放射性廃棄物を地層処分することを条文に盛り込んだ「原子力安全法」が施行
2021年6月 6つの候補地の1つ（甘粛省北山）で地下研究所の建設プロジェクトを開始

諸外国における地層処分事業の進捗(13)ロシア



ロシア

処分実施主体	ノオラオ社
進捗状況	詳細な地下調査のための地下研究所を建設中
処分廃棄物	・ガラス固化体 ・長寿命中レベル放射性固体廃棄物
主な候補地	エニセイスキー
操業予定	未定
2011年7月 放射性廃棄物管理法が制定 2012年3月 放射性廃棄物管理を実施する国家事業者として国営企業ノオラオ社設立 2018年 ノオラオ社が地下研究所の建設を開始	

諸外国における地層処分事業の進捗(14)韓国



韓国

処分実施主体	KORAD (韓国原子力環境公団)
進捗状況	サイト選定手続きを検討中
処分廃棄物	使用済燃料
主な候補地	未定
操業予定	未定

2009年1月 放射性廃棄物管理法に基づき、処分実施主体として韓国放射性廃棄物管理公団 (KRMC) 設立
2013年6月 KRMCの名称が韓国原子力環境公団 (KORAD) に変更

諸外国における地層処分事業の進捗(15)日本



日本

処分実施主体	NUMO（原子力発電環境整備機構）
進捗状況	文献調査を実施 / 公募中
処分廃棄物	・ガラス固化体 ・地層処分相当低レベル放射性廃棄物
主な候補地	未定
2000年10月 実施主体として原子力発電環境整備機構（NUMO）設立 2002年12月 文献調査を受け入れる自治体の公募を開始 2015年5月 政府が特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針を改定 2017年7月 政府が「科学的特性マップ」を公表 2020年11月 NUMOが2つの地域で文献調査を開始	

地層処分事業の経済社会的影響(諸外国での評価)

既に処分場所が決まったスウェーデンやフィンランドにおいては、自治体と実施主体等との対話活動を通じて、**雇用への寄与、地域経済に与えるプラスの影響、農業や観光業への風評被害の可能性等**についても総合的な調査分析が実施されてきました。

【フィンランド】

- ◆ **建設段階**等ピーク時には、エウラヨキ及び周辺地域において合計**300名強**の雇用創出と試算。
- ◆ **農業・観光業・不動産**価値に対して、**特にマイナス影響が出ることはない**と評価。

【スウェーデン】

- ◆ **建設段階**等ピーク時には、エストハンマル及び周辺地域において合計**900名弱**の雇用創出と試算。
- ◆ **原子力産業施設立地による特徴的な住宅価格の低下傾向は確認できない**と評価。
- ◆ **技能労働者や家族の移住、住宅需要増加、処分施設の視察などによる訪問者数増加**、などの経済効果を期待する声あり。



エストハンマル市長
2016年
国際シンポジウム
(東京開催)

- ✓ 「ゴミ捨て場」ではなく「**ハイテク技術が集まる工業地域**」になる、との前向きなイメージが市民と共有できた
- ✓ 処分施設への投資は**地域の雇用や生活を向上**させる
- ✓ 優れた人材が集まり、**研究者や見学者が世界中から訪れる**だろう

エウラヨキ自治体 (最終処分施設建設地)



[出典] Posiva Oy

- ◆ 人口：約9,340人
(2021年)
- ◆ オルキルト原子力発電所が立地

エストハンマル自治体 (最終処分施設建設予定地イメージ)



[出典] SKB社HP

- ◆ 人口：約22,000人
(2019年)
- ◆ フォルスマルク原子力発電所が立地。
避暑地や観光地としても有名。