

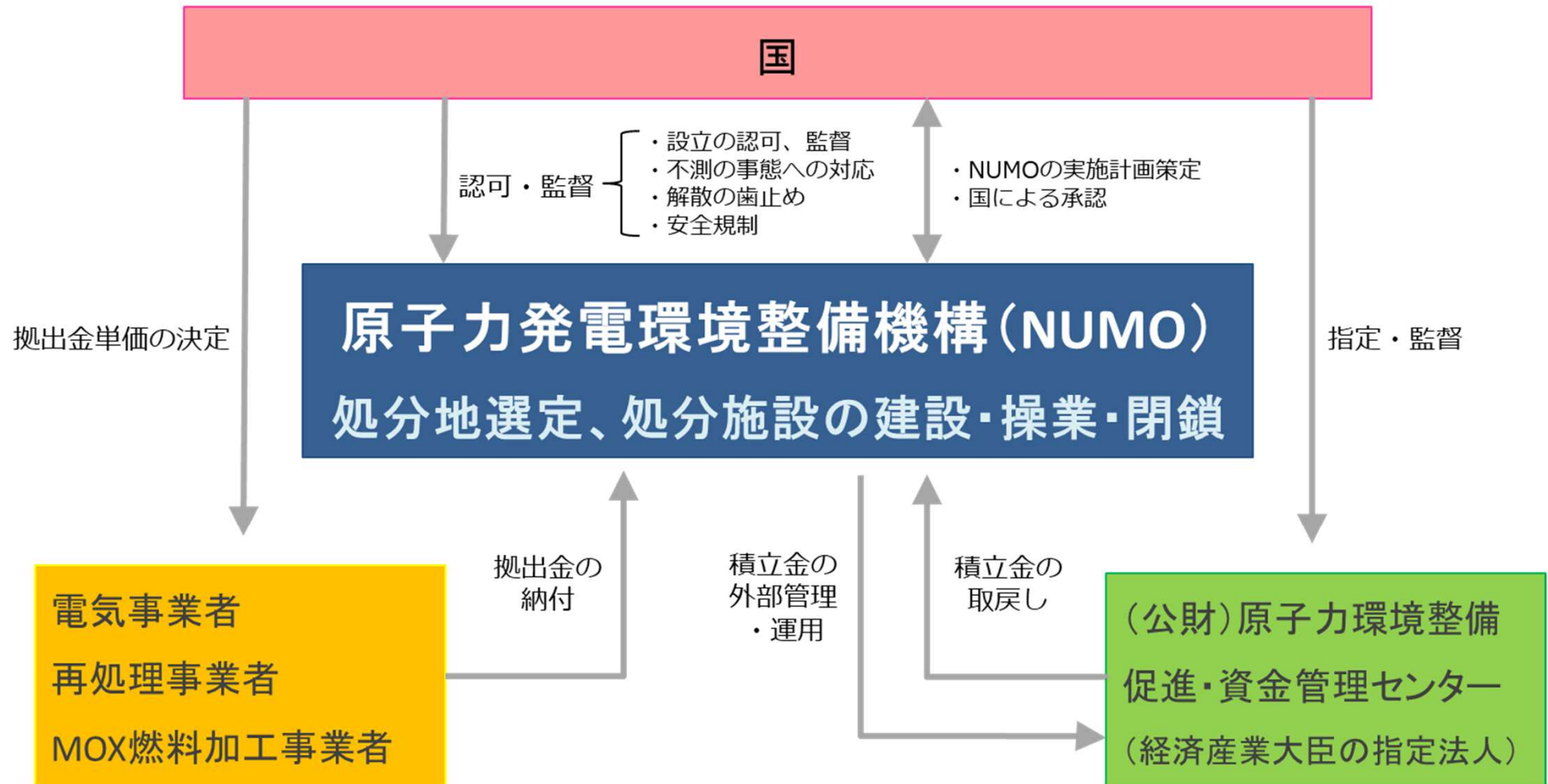
高レベル放射性廃棄物の地層処分について



原子力発電環境整備機構（NUMO）とは

NUMOは、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に基づき、2000年（平成12年）に経済産業大臣の認可を受けて設立された法人です。

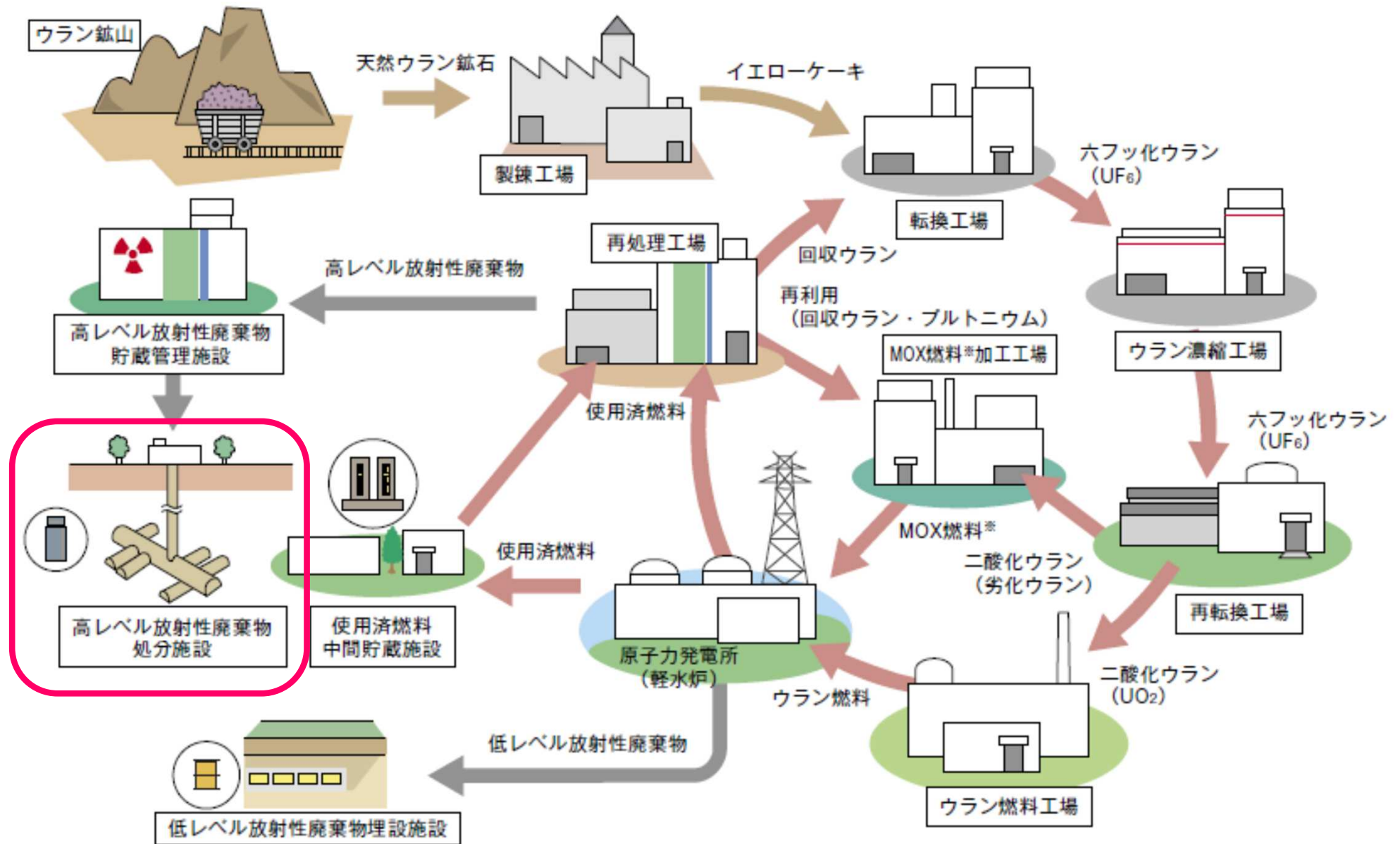
原子力発電環境整備機構（NUMO）～Nuclear Waste Management Organization of Japan）



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. 科学的特性マップと全国的な対話活動
5. 処分地選定に向けた事業の進め方
6. 諸外国の取り組み状況

1. 高レベル放射性廃棄物とは

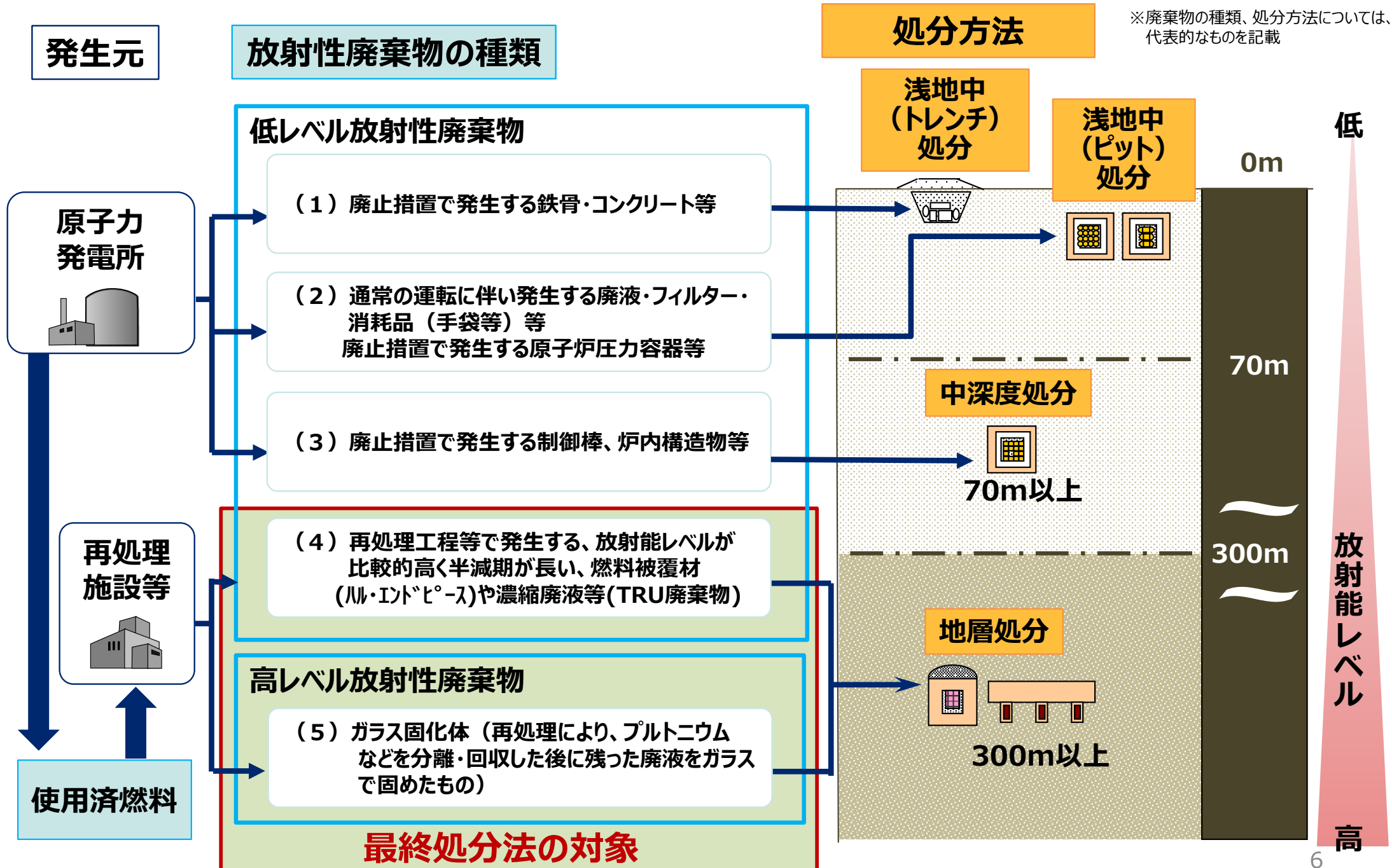
使用済燃料の再処理と高レベル放射性廃棄物



※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

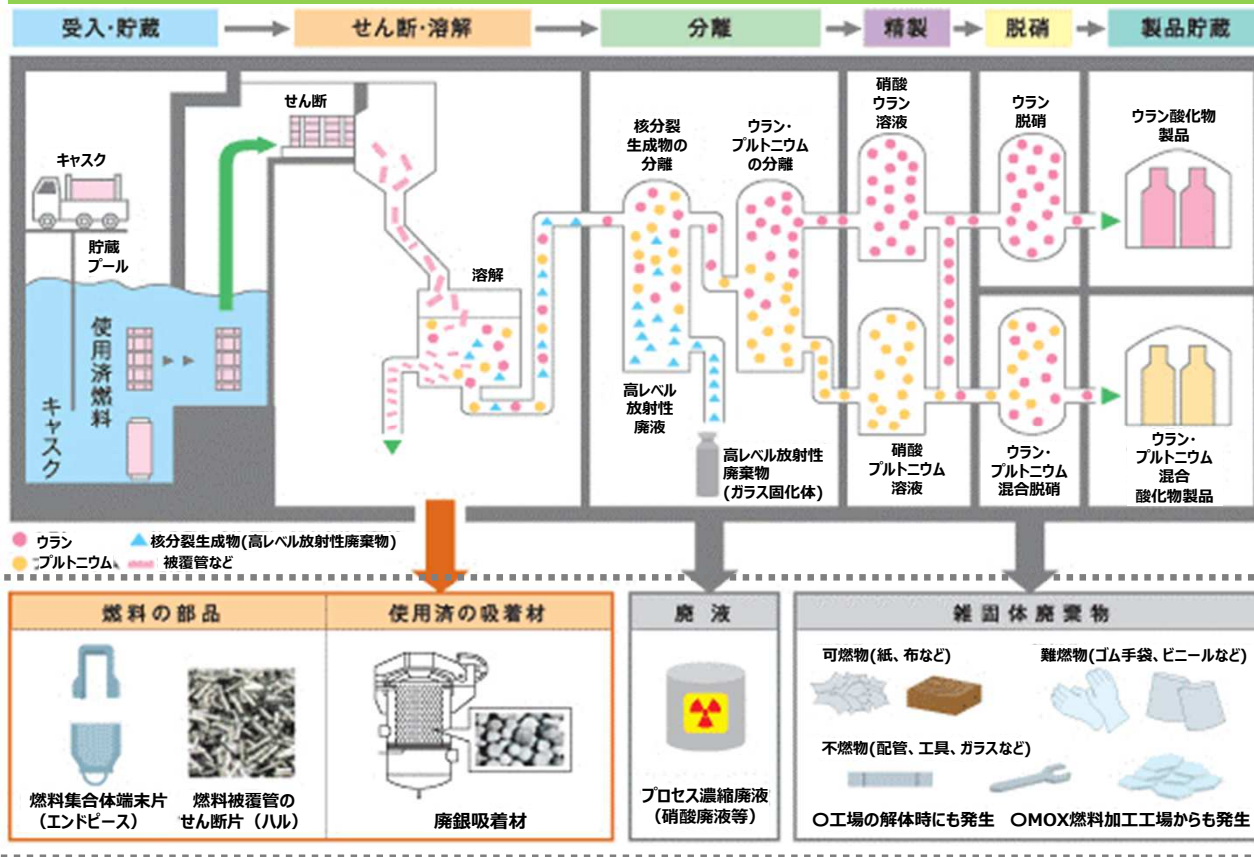
放射性廃棄物の種類と処分方法



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

ハル・エンドピース (燃料の部分)



・プロセス濃縮廃液
・固化体
・廃銀吸着材

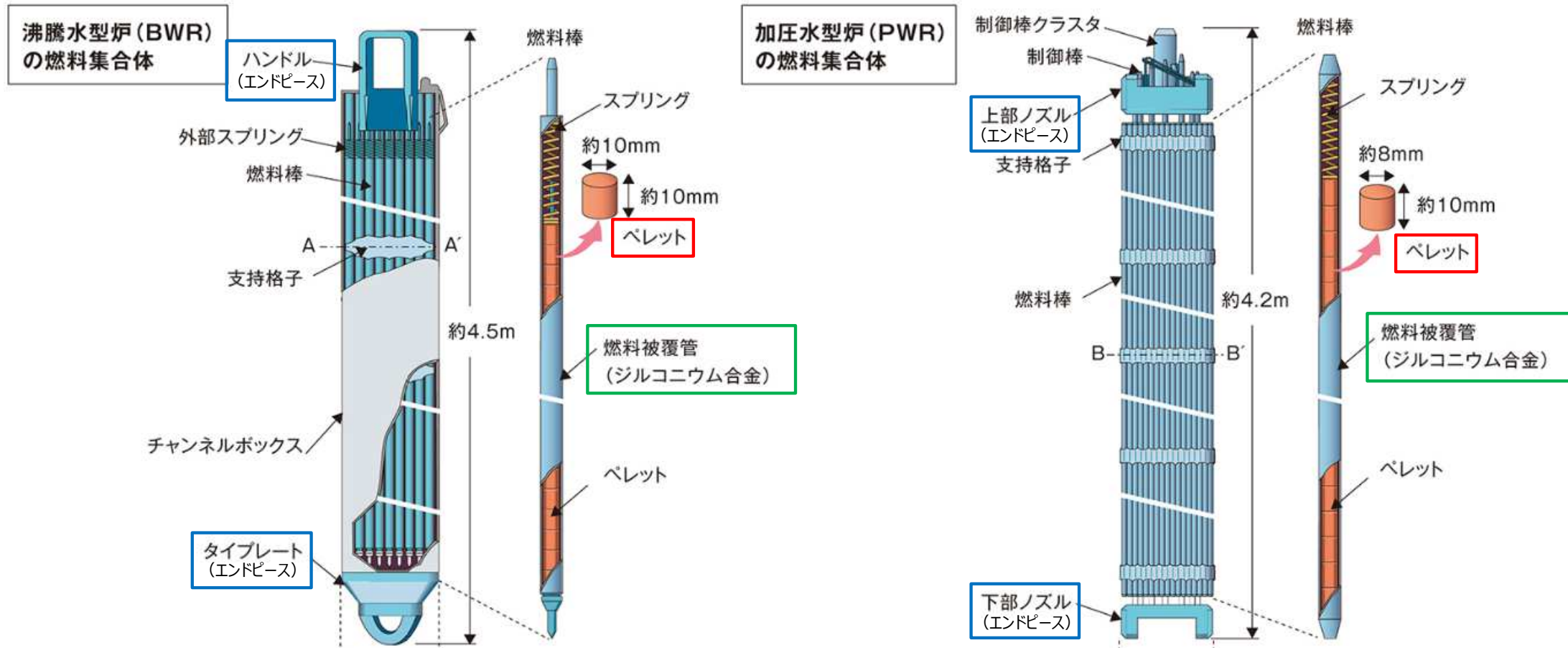


雑固体廃棄物



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)

<参考> 使用済燃料（燃料集合体）の構造



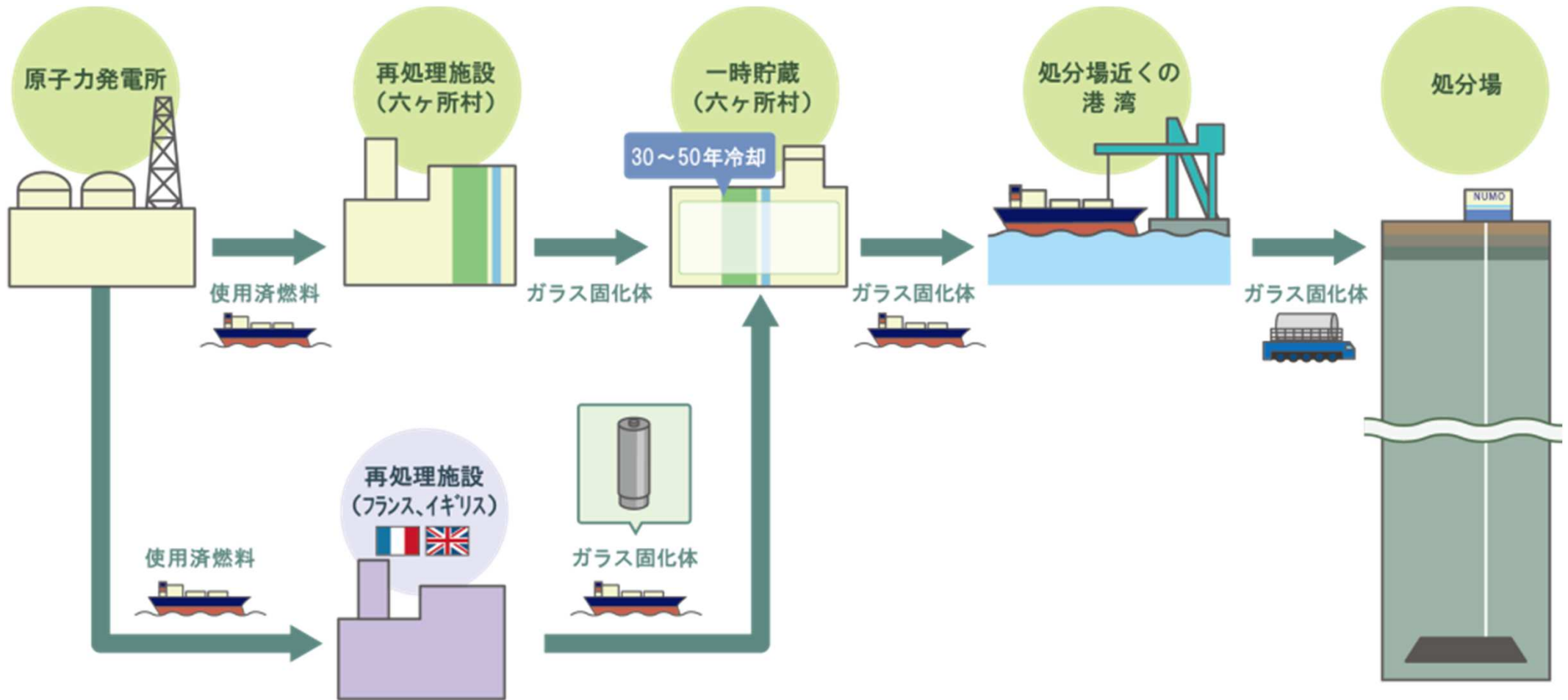
【出典】日本原子力文化財団：原子力・エネルギー図面集（5-1-7）

ペレット（燃料ペレット）：ウランをセラミック状に焼き固め、直径・高さともに1センチ程度の小さな円柱形に加工したもの

エンドピース：使用済燃料集合体の両端部

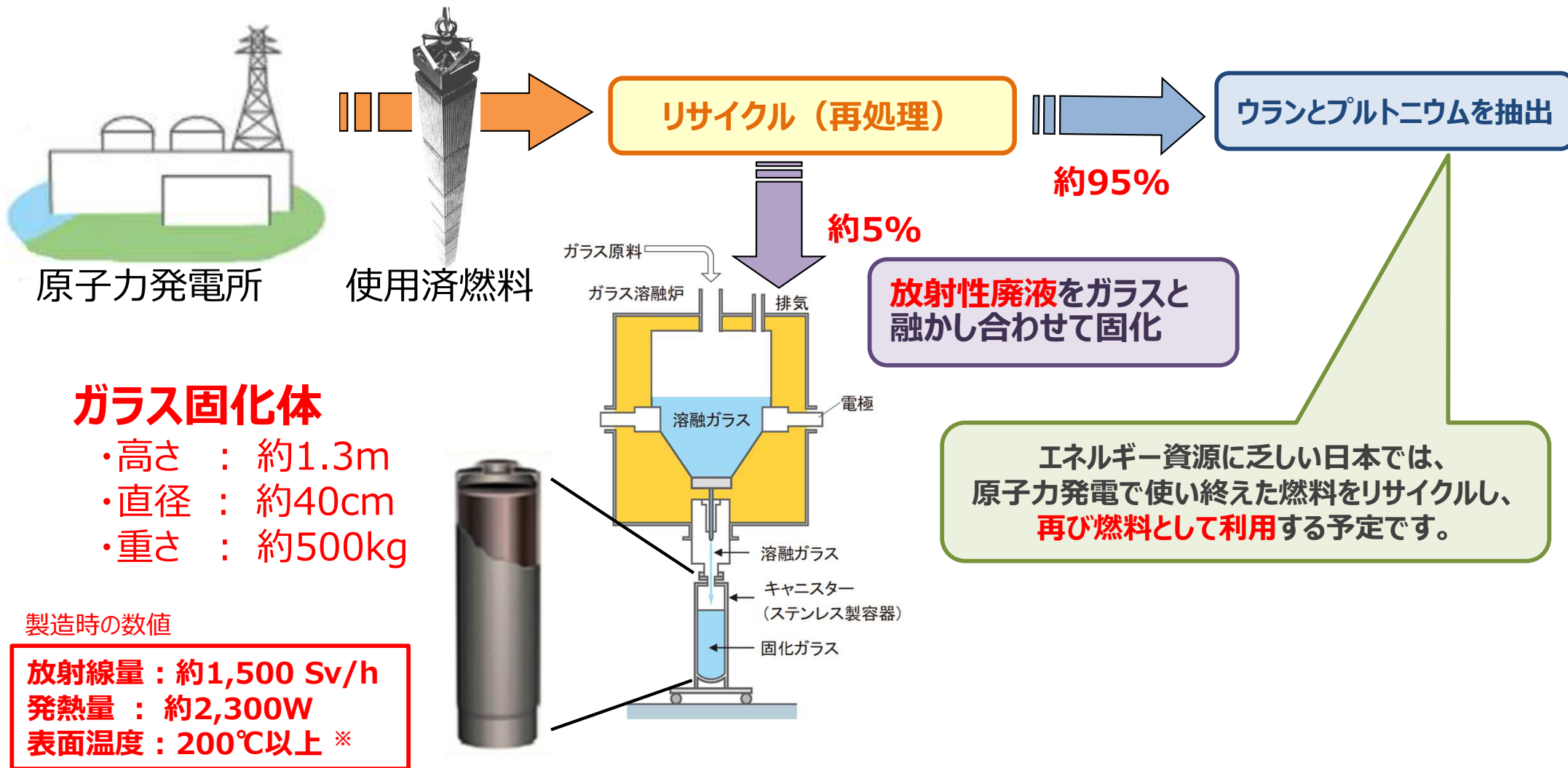
ハル：数cmにせん断された後、溶解槽で溶解せずに残る使用済燃料被覆管の廃材

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をガラス固化体といいます。



エネルギー資源に乏しい日本では、原子力発電で使い終えた燃料をリサイクルし、再び燃料として利用する予定です。

※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トン超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27,000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

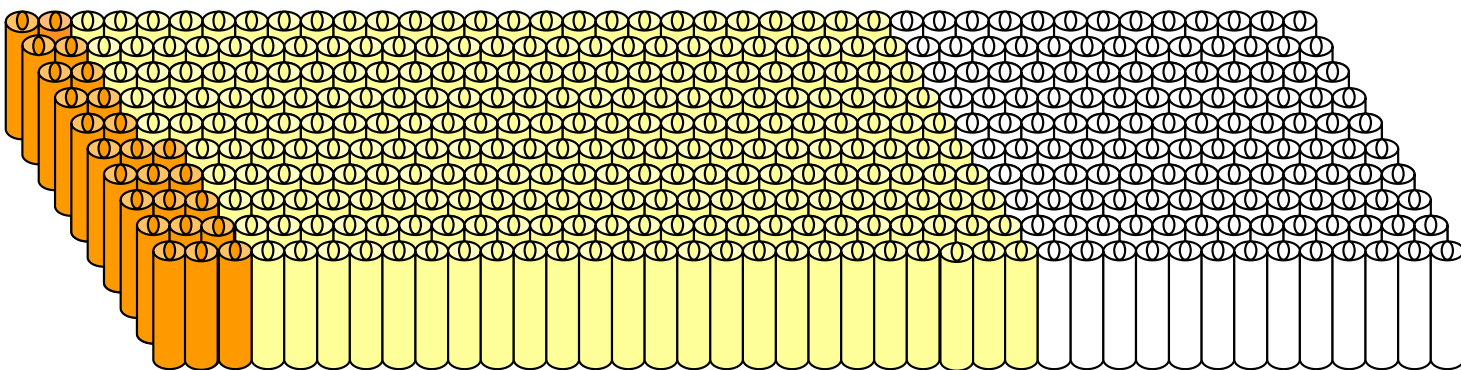
日本原燃：2,176本、JAEA：354本




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い**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（ガラス固化体）の特性と貯蔵・管理

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。

- ガラス固化体に含まれるウランやプルトニウムの量は極めて少ないため、臨界状態になることはなく、爆発することはありません。
- 貯蔵管理施設内ではガラス固化体を厚さ約2mのコンクリートで遮へいすることで、その外側では人が作業できるレベルまで放射線の影響を低減できています。
- 青森県六ヶ所村の貯蔵管理施設で25年以上安全に保管されている実績があります。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。

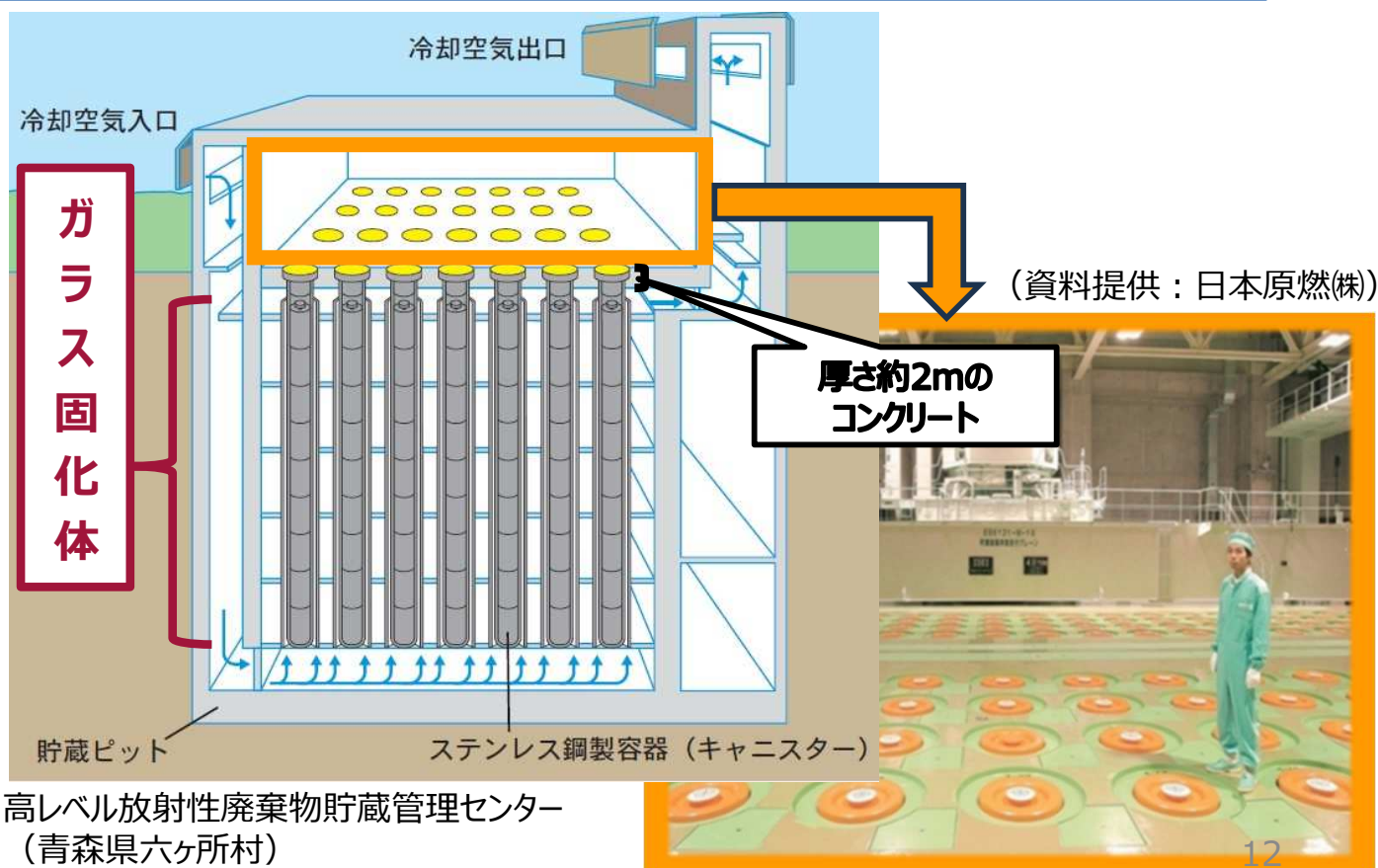
ガラス固化体に含まれる核種及び臨界質量

核種	ガラス固化体 1本あたりの質量 (g)	臨界質量※1 (g)
U-233 (ウラン233)	0.005	550※2
U-235 (ウラン235)	40	690※3
Pu-239 (プルトニウム239)	30	510※2
Pu-241 (プルトニウム241)	1	210※3

※1：臨界（核分裂の連鎖反応）が継続する最小の質量。

※2：Thomas, J. T. (1978) : Nuclear Safety Guide. TID-7016, Revision 2.

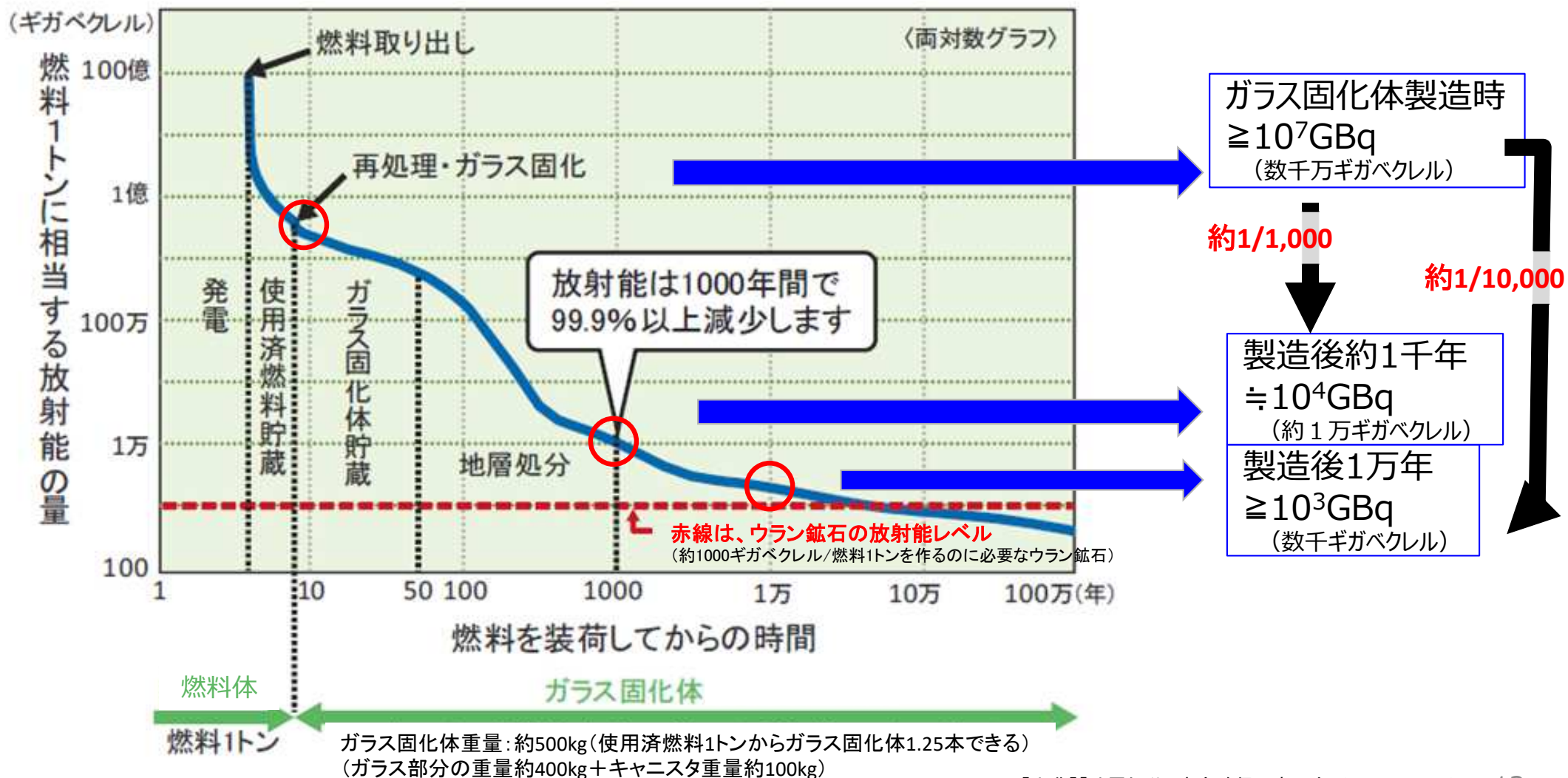
※3：奥野他, (2009) : 臨界安全ハンドブック・データ集第2版 (受託研究) , JAEA-Data/Code 2009-010.



ガラス固化体（高レベル放射性廃棄物）の放射能量

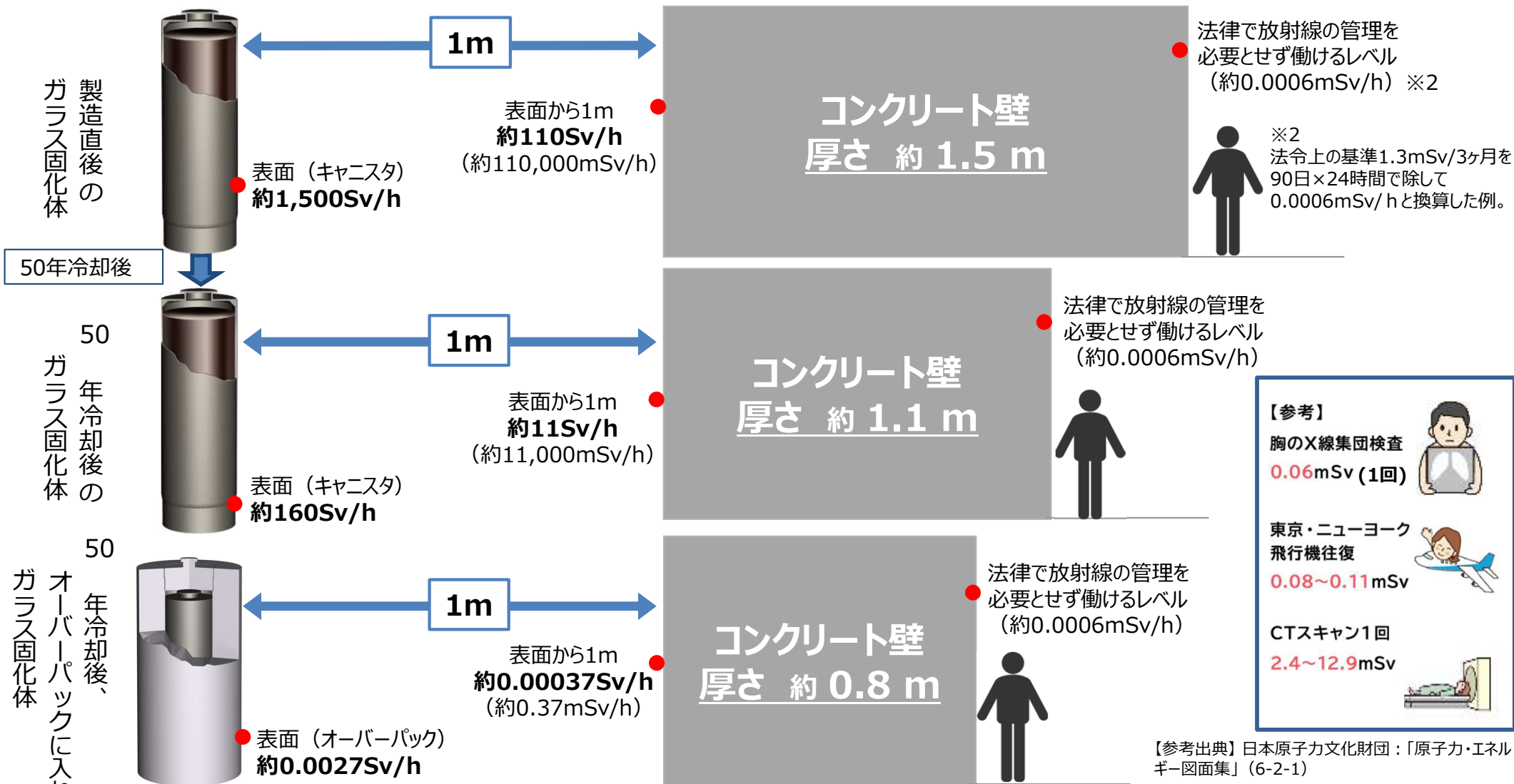
- ガラス固化体製造直後には数千万ギガベクレル（GBq）の放射能をもちます。
- 1000年後には1万ギガベクレル程度、1万年後には数千ギガベクレルとなります。

▼ガラス固化体の放射能の経時変化



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（※1）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。



※1 放射能は時間の経過とともに減少する性質があります。

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り組みの歴史と現状

日本では、**原子力発電の操業前から処分の検討が始まりました**

日本

2020年：北海道寿都町と神恵内村で文献調査を開始

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

1999年：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

1966年：商業炉運転開始

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

1950

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

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」

2016年：フィンランド
施設建設を開始

2022年：スウェーデン
施設建設計画を国が承認

2022年：スイス
Nagraがサイトを提案

2023年：フランス
施設設置許可を国に申請

2020

2010

2000

1990

1980

1970

1960

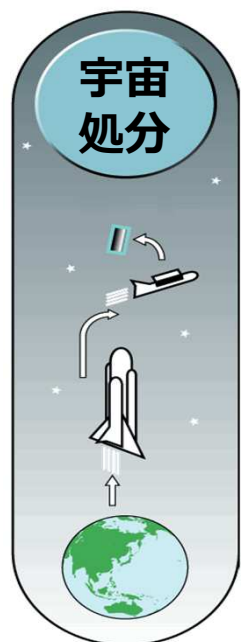
国際

最終処分に関する国際的な評価

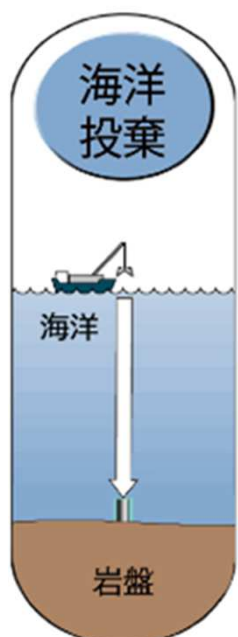
- 国際的にさまざまな処分方法（**宇宙処分**、**海洋投棄**、**氷床処分**など）が検討された結果、**地層処分が最も適切**であるというのが**各国共通した考え方**となっています。
- また、国際条約において「**放射性廃棄物は発生した国において処分されるべき**」とされており、諸外国も自国内での地層処分の実現に向けて最大限の努力をしています。

各国共通の考え方

- 高レベル放射性廃棄物は、放射能の低減に極めて長い期間を要するので、人間が管理し続けることは困難である。
- 将来の世代に管理負担を残さないよう、現世代の責任で解決の道筋をつけるべきである。
- そのためには、これを人間の生活環境から長い期間にわたって適切に隔離する必要がある。
- 隔離の方法としては、地下深くの安定した岩盤に埋設する「地層処分」が最適であり、他の有効な方法は現時点で見当たらない。



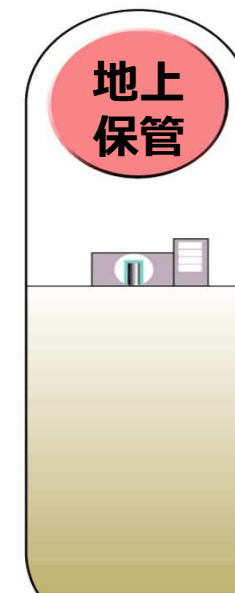
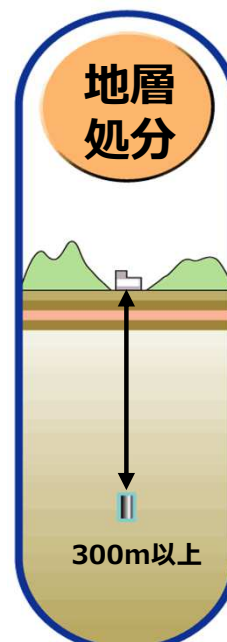
発射技術などに課題



ロンドン条約で禁止



南極条約で禁止



数万年以上も、自然災害や戦争などのリスクを回避し、地上で管理し続けるのは困難

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

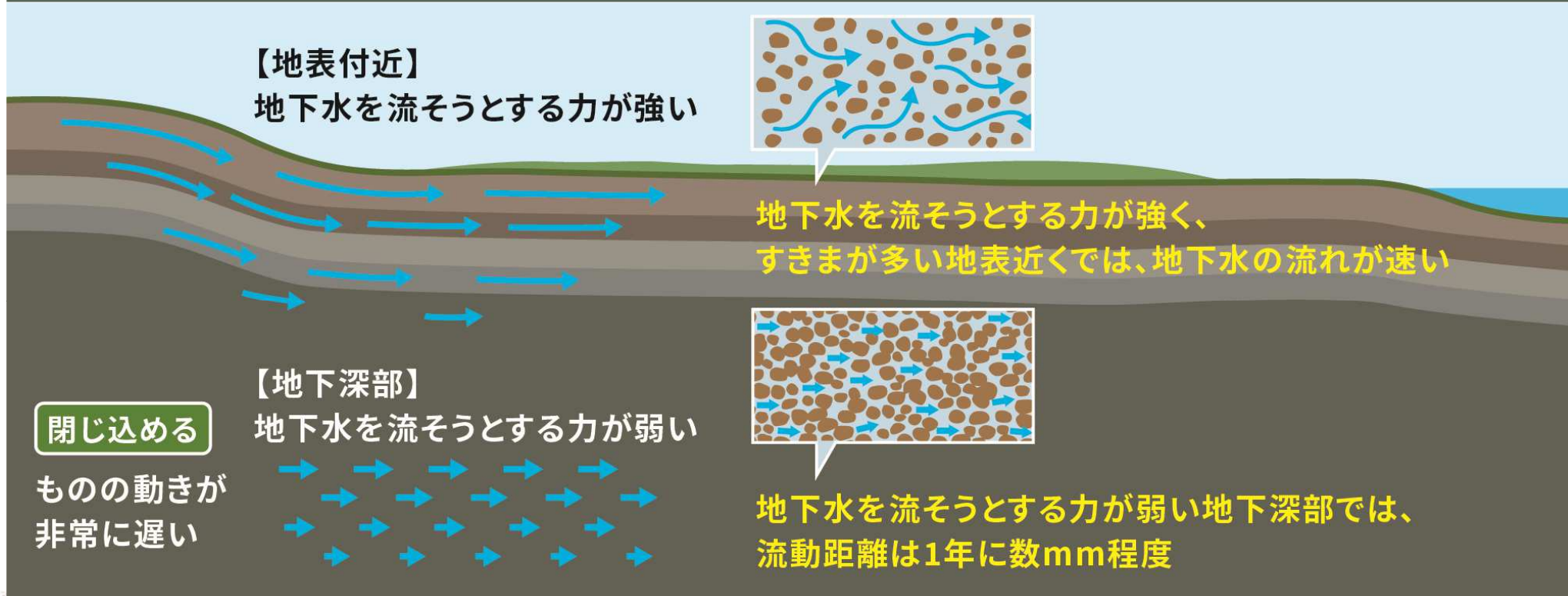
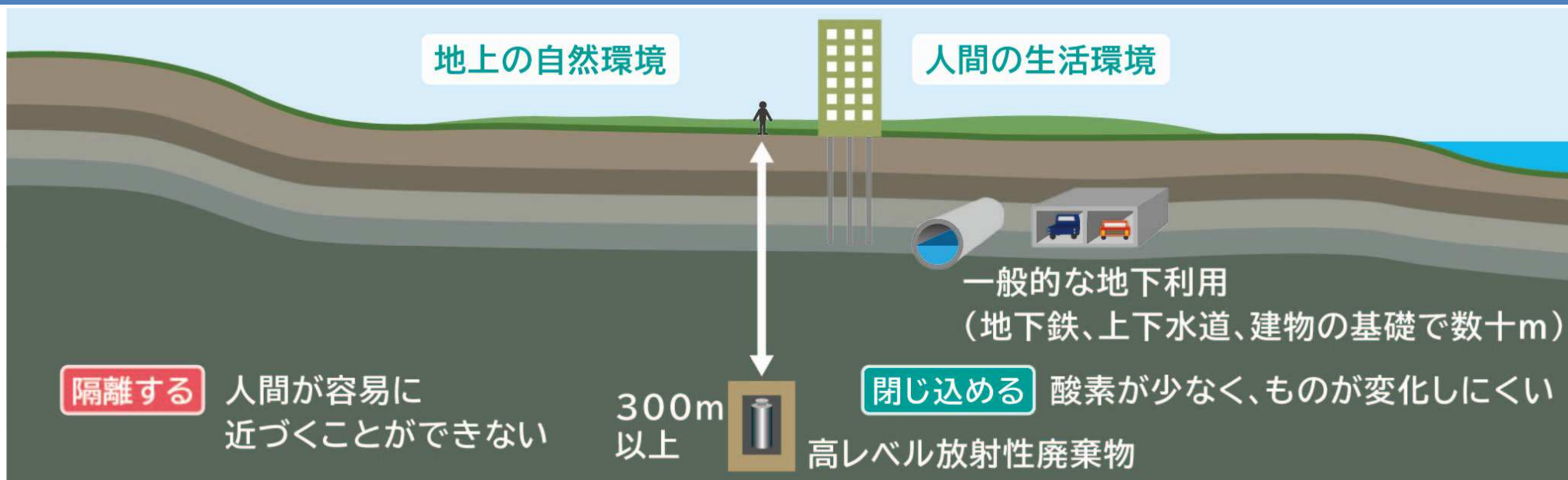
- ① 酸素が少ないため、錆びるなどの化学反応が発生しにくく、ものが変化しにくいので、埋設物がそのままの状態であり続ける
- ② 地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い
- ③ 人間の生活環境や地上の自然環境の影響を受けにくい

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

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**必要なコストを誰が負担**するのか？



＜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

長期間、地上で保管を
続ける場合

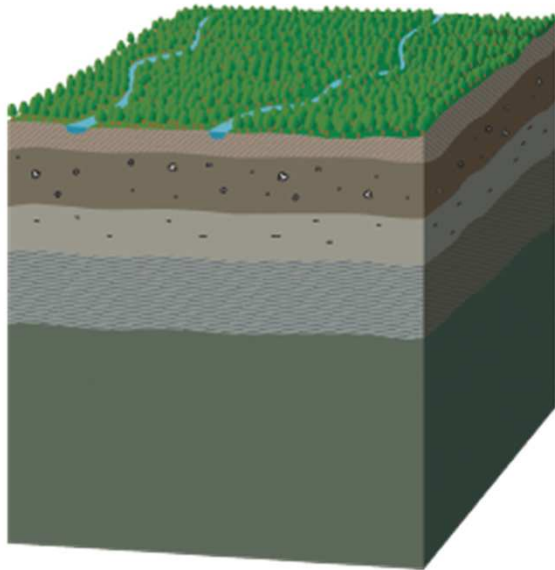
地下環境の安定性

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十万年以上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。

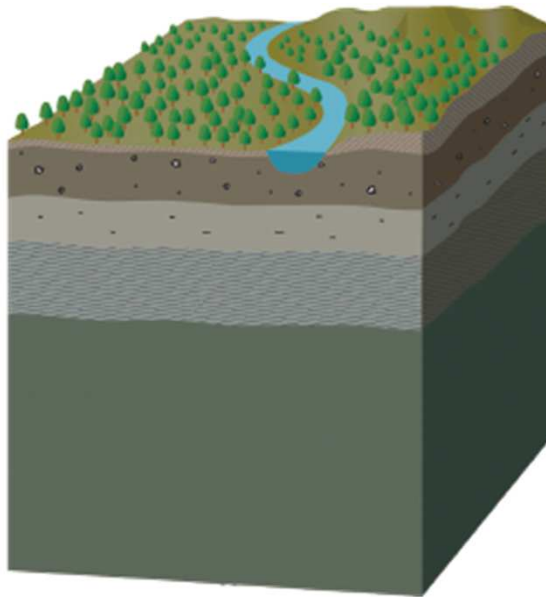
約100万年前

- ・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

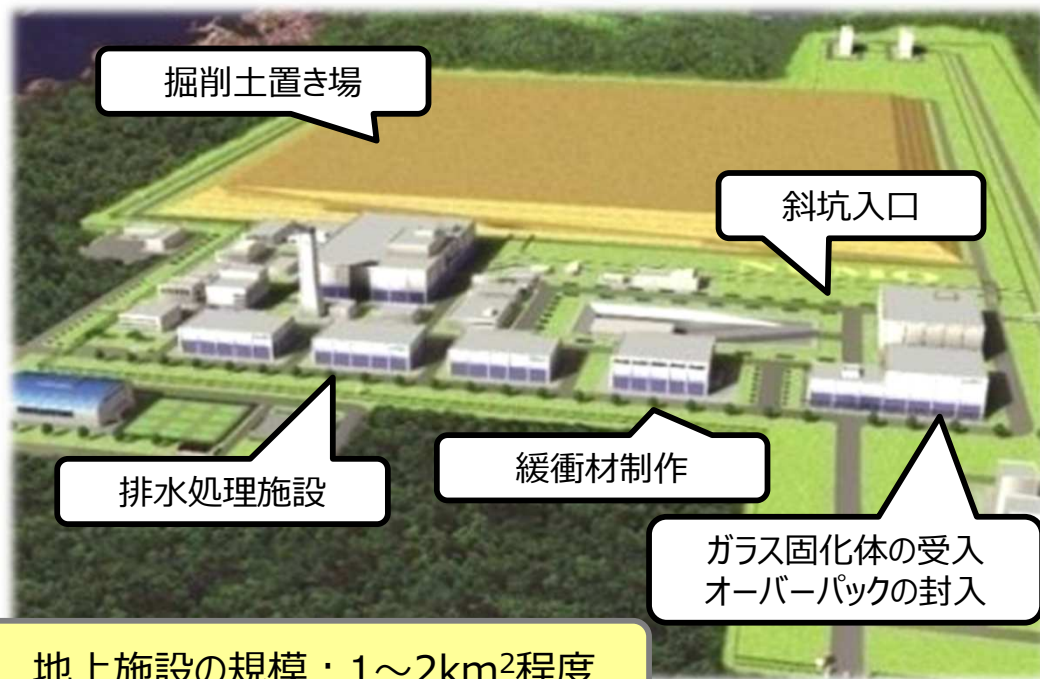
- ・地上は人間により開発
- ・地下深部は大きな変化なし



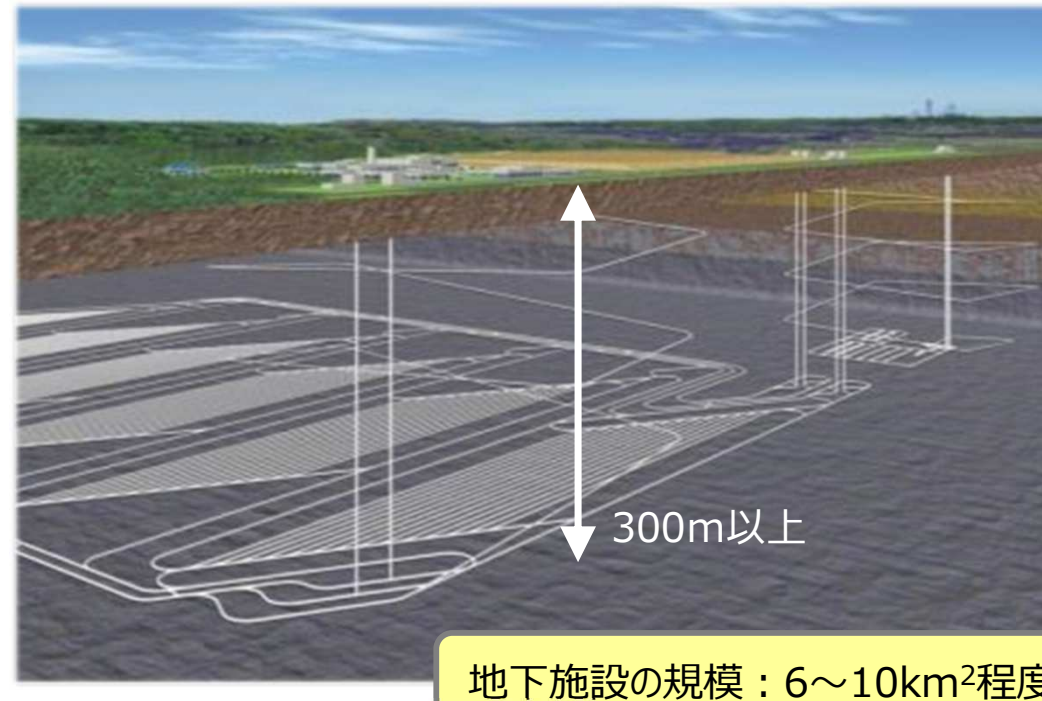
地層処分場の規模

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



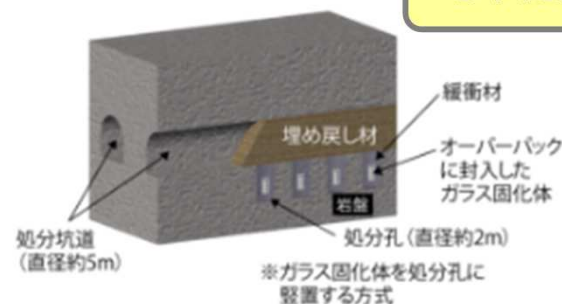
地下施設のイメージ



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** (※)

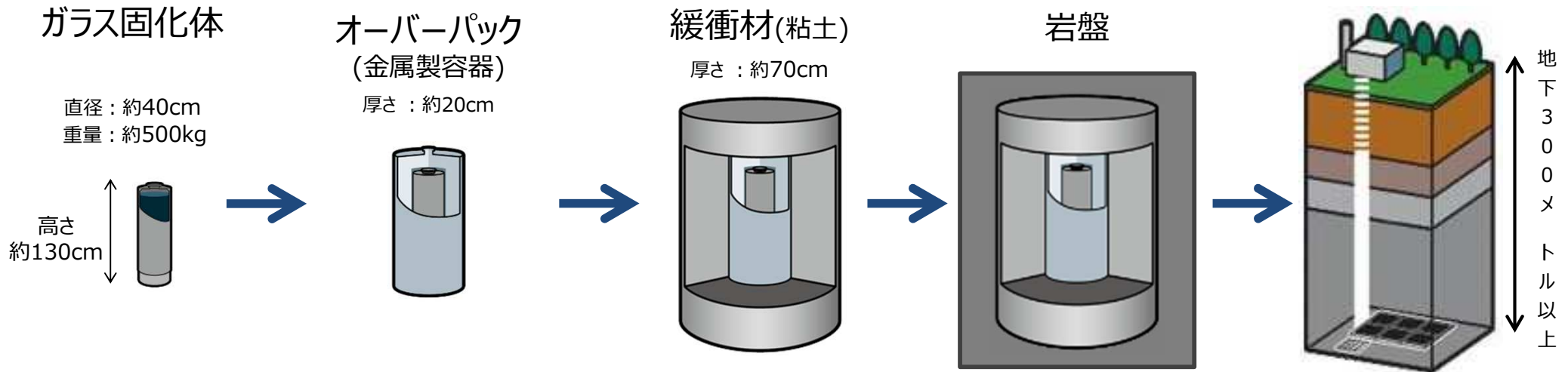
方策：

- (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】**



- 放射性物質をガラスと一緒に固める
- 水にとけにくい

- ガラス固化体と地下水の接触を防止

- 水を容易に通さない
- 放射性物質を吸着し、移動を遅らせる
- 周囲からの影響を緩和

- 酸素が少ないため、物質が変化しにくい
- 地下水の流れが遅い

- 人間の生活環境から隔離する

人工バリア

天然バリア



多重バリア

(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)

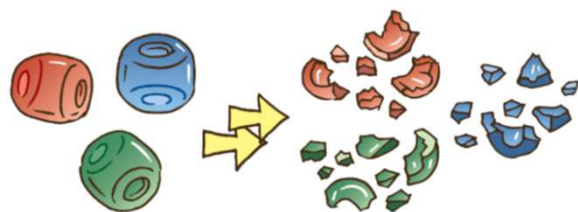
1つ目の人工バリア（ガラス固化体）

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

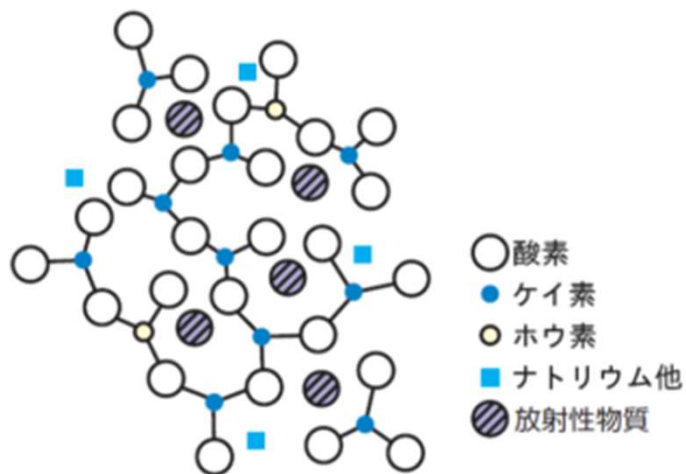


ガラスの性質



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



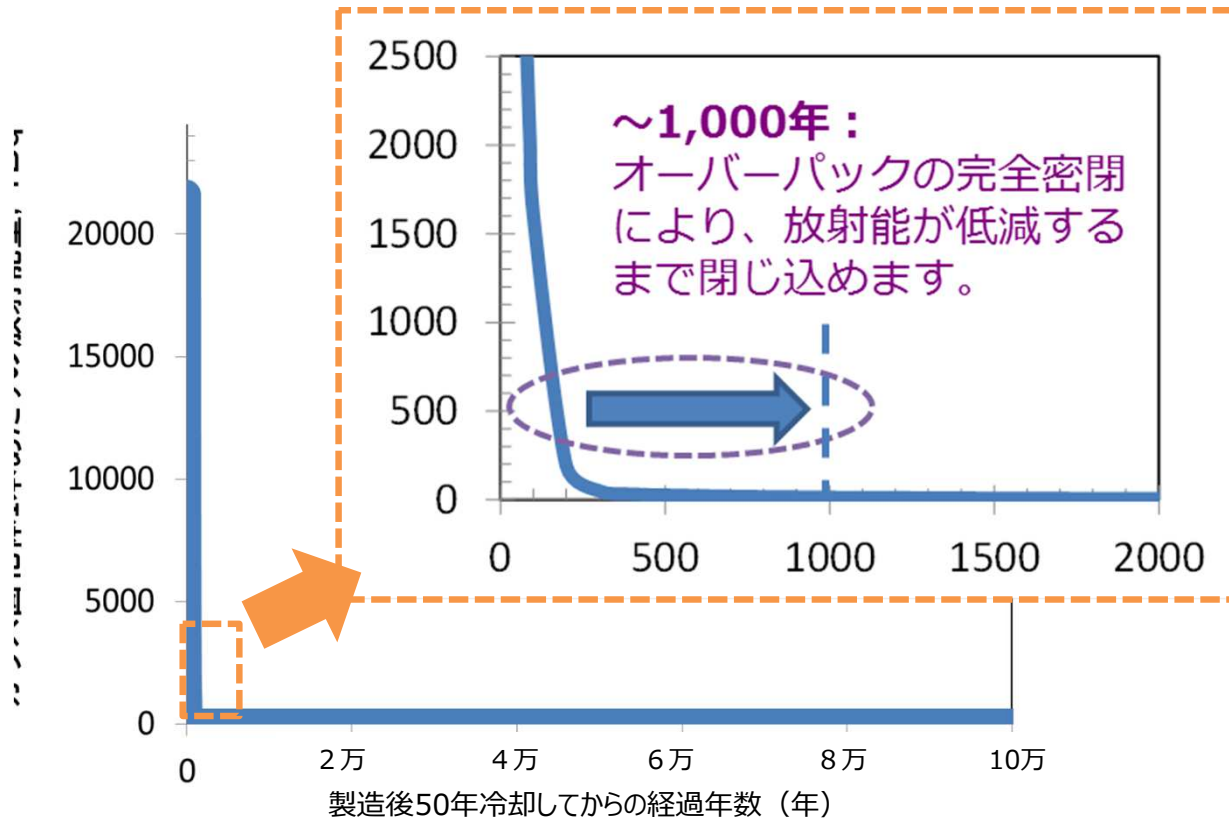
紀元前2900年頃～紀元前300年頃のガラス工芸品
(写真提供：PPS通信社)

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）

少なくとも放射能が高い1,000年間、ガラス固化体と地下水の接触を防ぎます。
地下深部は、酸素が非常に少ないため、腐食は極めてゆっくりとしか進みません。

※1,000年間の腐食量は、大きく見積もっても2cm程度です。



※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

出雲大社境内遺跡から
出土した鉄斧
(730~750年前)



写真提供:
国立研究開発法人
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。

3つ目の人工バリア（緩衝材）

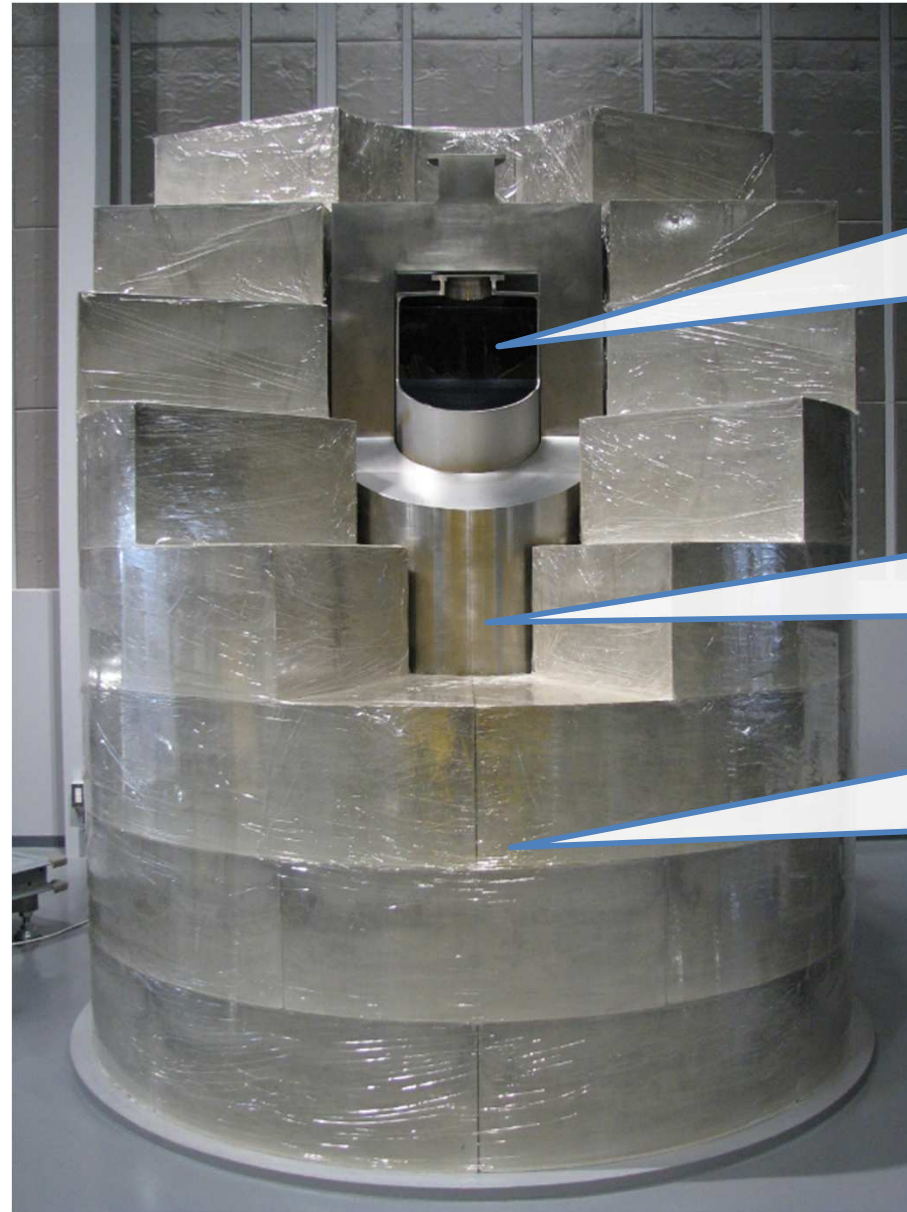
緩衝材で放射性物質の移動を遅らせ、放射能が生物圏に影響のないレベルに下がるまで、しっかりと地中に閉じ込めます。

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)

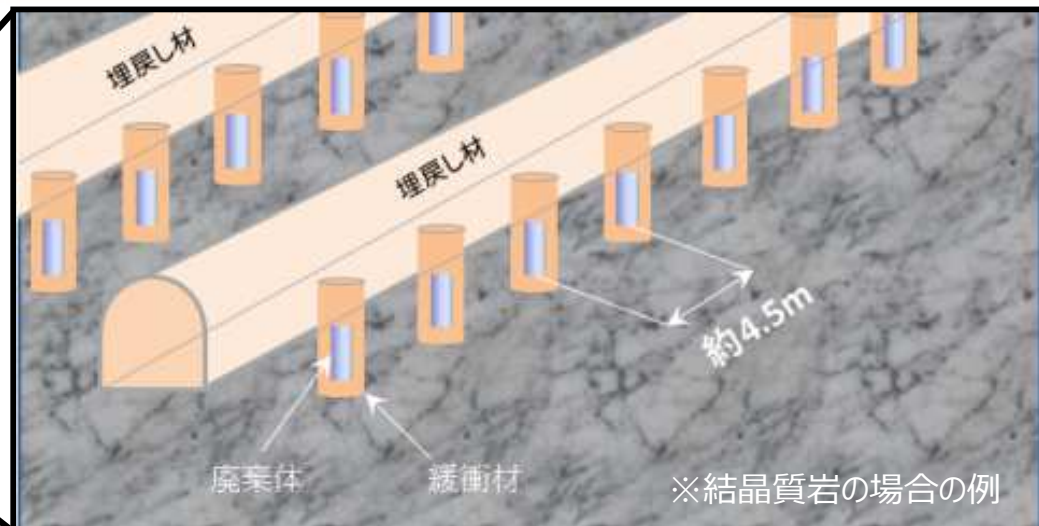
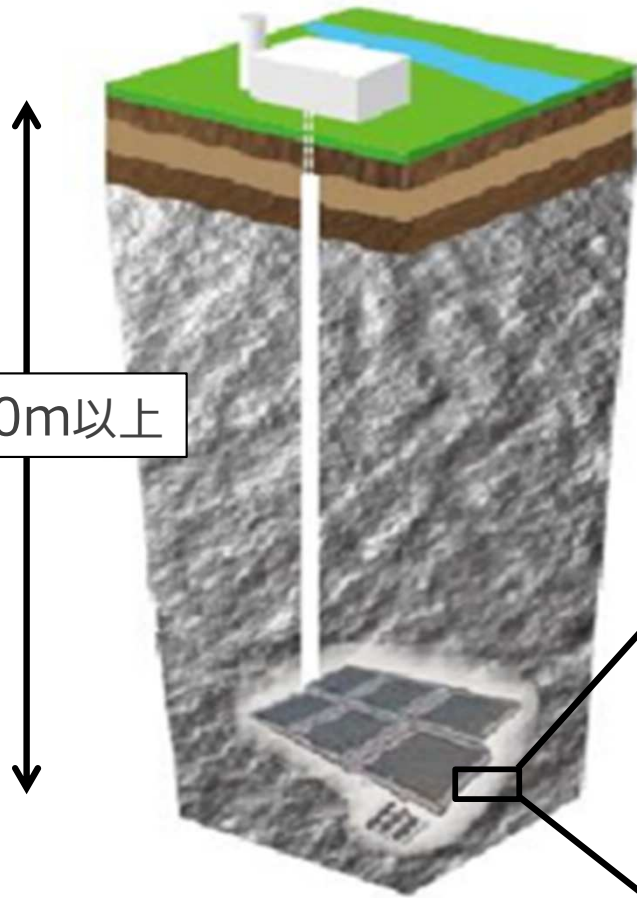
天然バリア（岩盤）

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】

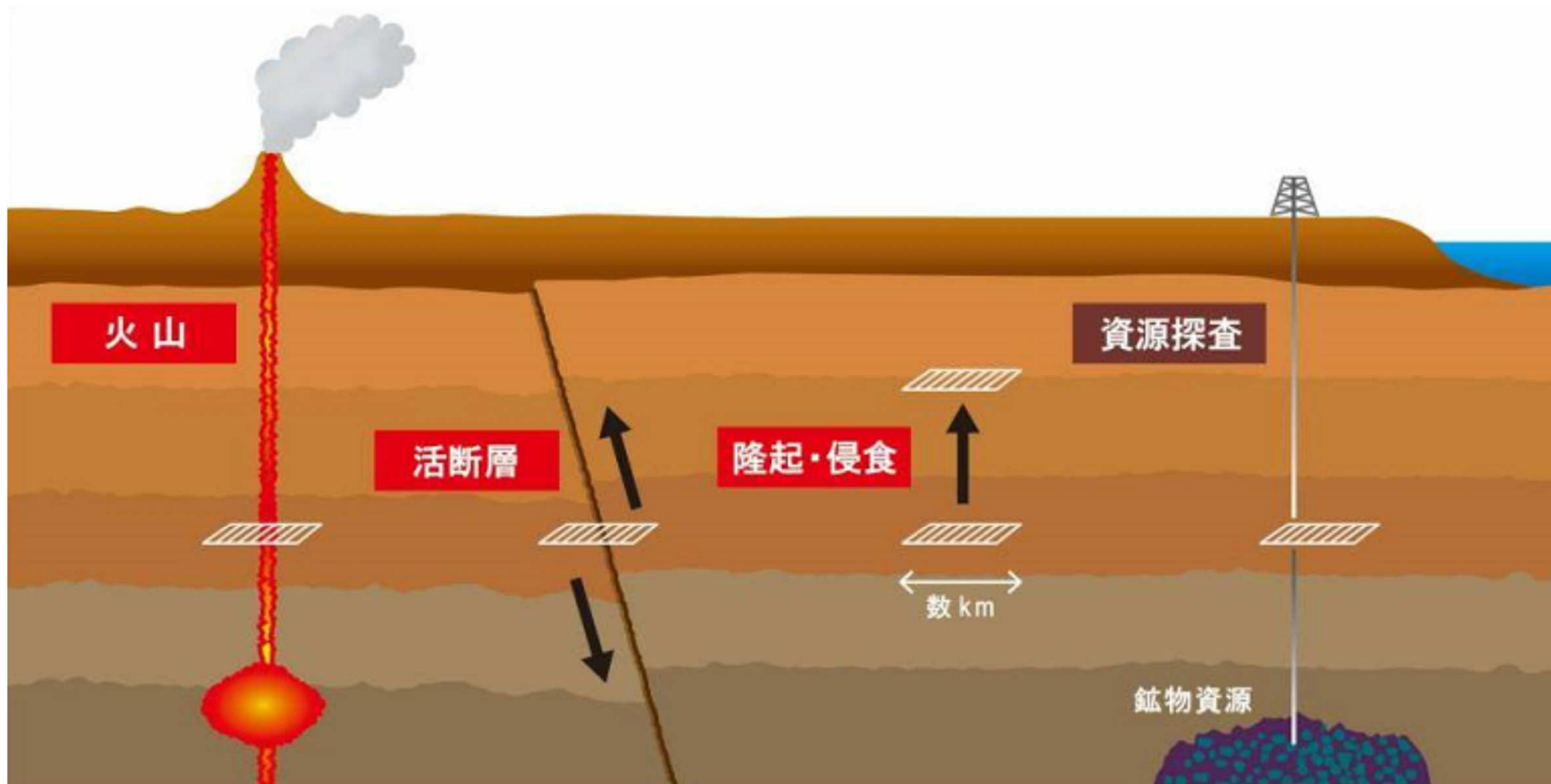
- (1) 人間の活動や天然現象から隔離できる
- (2) 地下水の移動が非常に遅い
- (3) 岩体は放射性物質を吸着する性質がある
- (4) 酸素がほとんど無く、金属腐食が起きにくい

300m以上



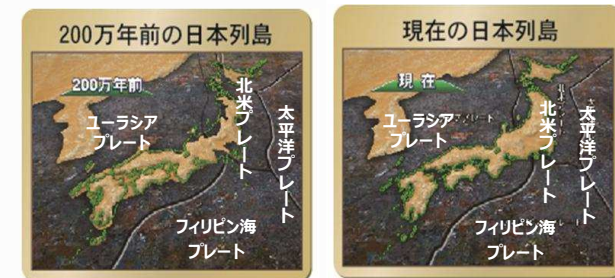
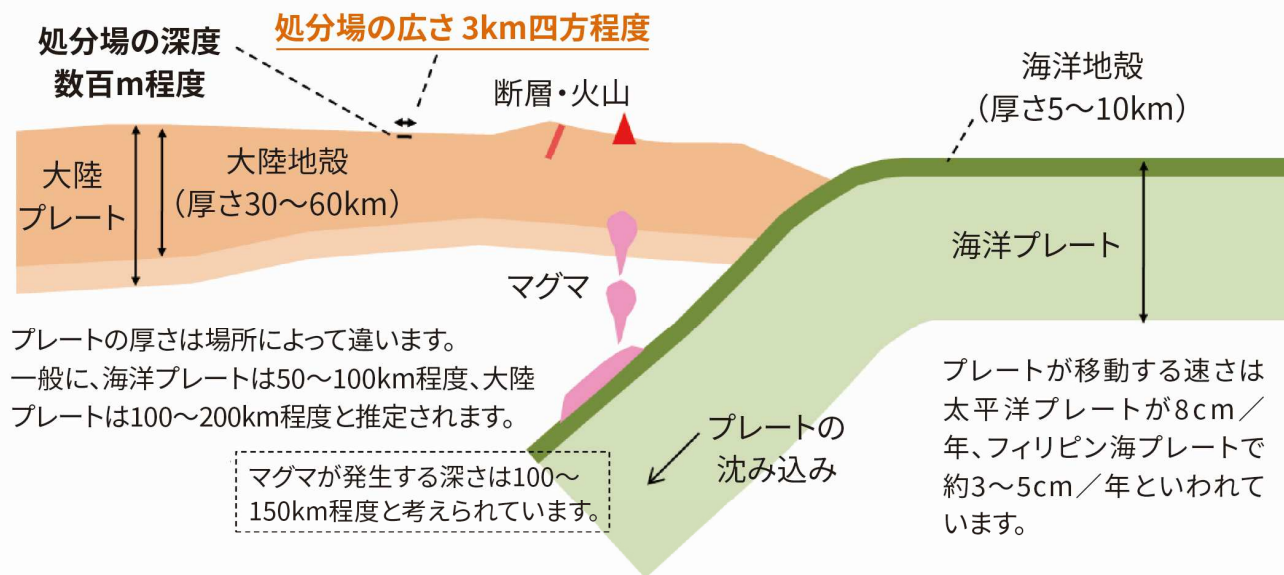
天然現象の影響

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。



プレートの動き

- プレートのもぐり込む場所では、歪みが蓄積されたり、岩石が融けてマグマが生じたりすることで、活発な断層活動や火山活動が見られます。**日本周辺のプレートの動きは数100万年前からほとんど変化がなく、そのため、断層活動や火山活動が起きる地域は長期間ほとんど変化しておらず、同じ場所で繰り返し起こっています。**
- また、プレートの大きさに比べれば、処分場は広さ3km四方、深さ数百m程度であり、断層活動や火山活動が起きる地域を避ければ地質環境が大きく変化しない設置場所を探すことは可能です。
- なお、地盤が安定しているとされているヨーロッパにおいても、スウェーデンなどの**北欧では、氷河期に氷床が成長・後退することで岩盤に掛かる荷重が変化し、その結果、地盤が隆起・沈降する可能性があることは考慮する必要があります。**



200万年前と現在の日本列島

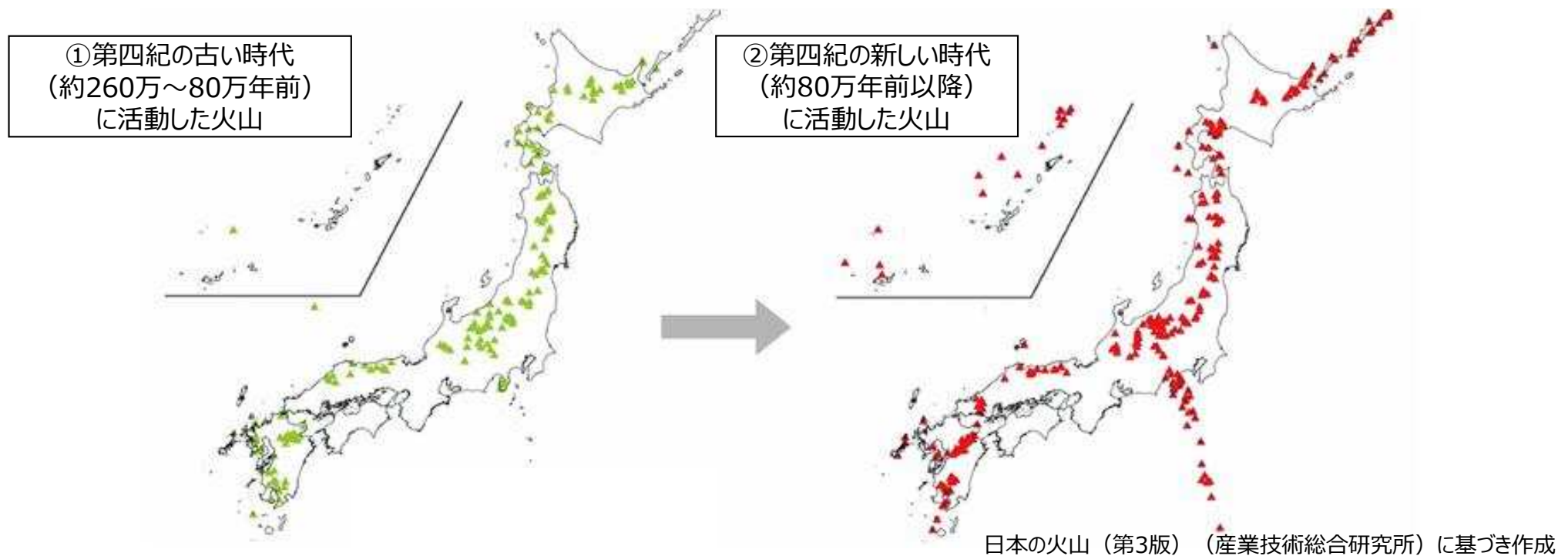
「地震がわかる!」(地震調査研究推進本部, 2017) (*) p.33を参考に作図。プレートの移動の速さ、地殻の厚さ及びマグマが発生する深さは、同資料のそれぞれp.25,30,33より。プレートの厚さは「プレート収束帯のテクトニクス学」(木村, 2002) p.12より。 (*) https://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/wakaru_shiryo2/wakaru_shiryo2.pdf

数万年以上を見据えたリスク（火山）

- 火山活動によってマグマが処分場を直撃すると、処分場の隔離機能等が失われる可能性があります。
- **火山活動が起きる地域は特定の地域に偏っており、その傾向は数百万年の間ほとんど変化しておらず、10万年程度の期間ほとんど変化しないと考えられます。**
- このような場所を**避けて立地することで火山のリスクに対応**します。

火山活動が起きる地域は**過去数百万年の間ほとんど変化していません。**

(注) ここでは一例として、**現在を含む地質学的な時代である第四紀**をその中の時代区分で**概ね二分**
(①約260万～80万年前と②約80万年前以降)



数万年以上を見据えたリスク（活断層）

- 断層活動で処分場が破壊されたりすると、処分場の閉じ込め機能が失われる可能性があります。
- **断層活動は特定の地域に偏り、数十万年にわたり同じ場所で繰り返し起きており、10万年程度の期間は同様と考えられます。**
- **このような場所を避けて立地することで断層活動のリスクに対応します。**
(隠れた活断層は概要調査以降で確認)

断層活動は過去**数十万年にわたり同じ場所で繰り返し起きています。**



活断層の調査

①物理探査



写真提供：地球科学総合研究所 H P

②ボーリング調査

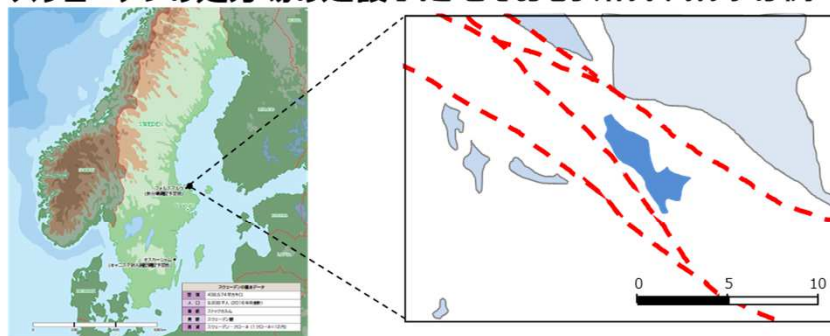


③トレンチ調査



(遠田ほか,2009)

[参考] スウェーデンの処分場の建設予定地であるフォルスマルクの例



スウェーデンの建設予定地でも、断層を考慮した立地になっています。

- 陸
- 海または湖沼
- - - 大規模断層
- 処分場建設候補地

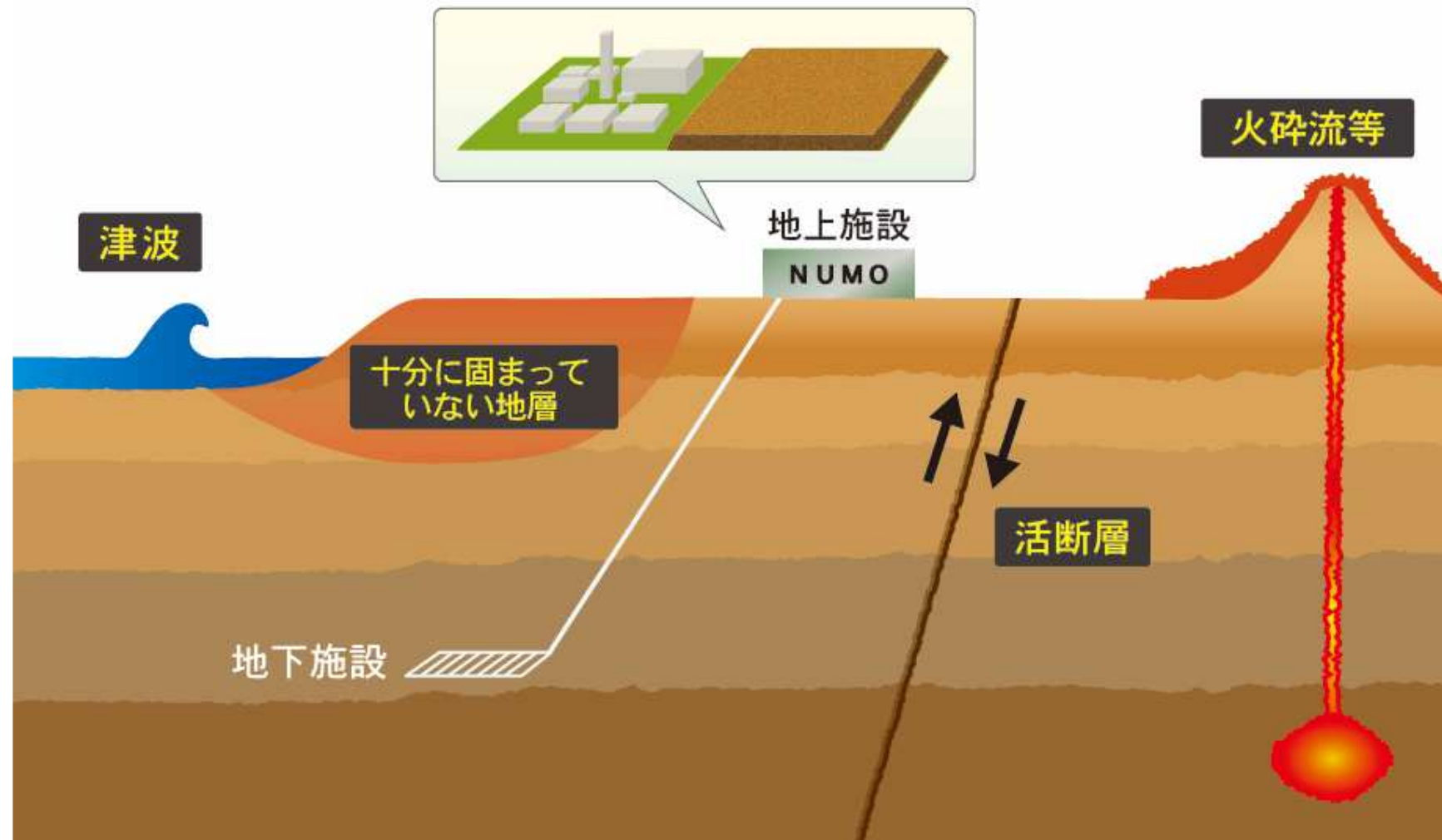
出典：活断層データベース（産業技術総合研究所）
<https://gbank.gsj.jp/activefault/>

諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2019年版）（資源エネルギー庁発行）P.9,14
SITE INVESTIGATION Forsmark2002-2007. (http://skb.se/upload/publications/pdf/Site_investigation_Forsmark_2002-2007.pdf) のp.6より作成

地盤が安定しているとされているヨーロッパにおいても、スウェーデンなどの北欧では**氷河期に氷床が成長・後退することで岩盤に掛かる荷重が変化し、その結果、地盤が隆起・沈降する可能性があることも考慮する必要があります。**

処分場建設、廃棄物運搬のための考慮事項

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。



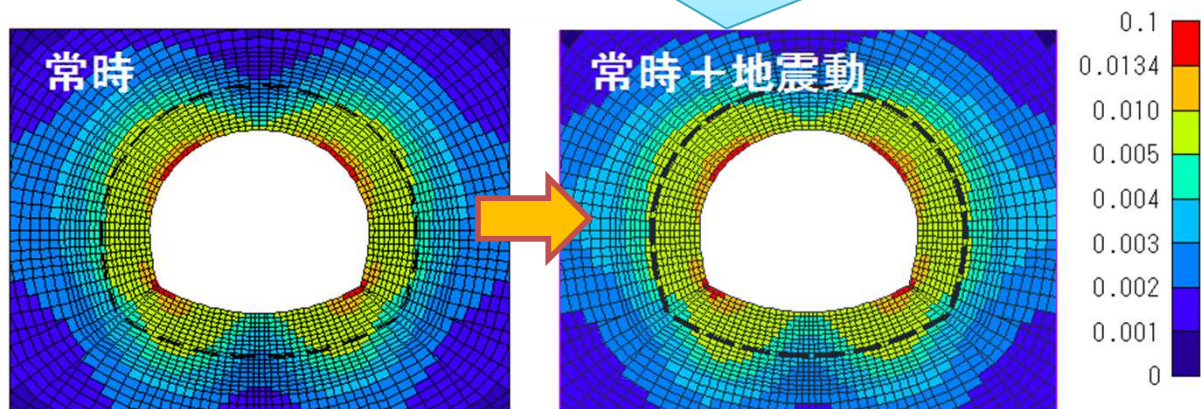
建設・操業中のリスク（地震）

- 建設・操業中は、地震の揺れによって施設が損傷しないよう、過去の地震などを踏まえた**最大級の地震を想定し、設計**します。
- 地下の坑道は、地層の重さによる高い圧力に耐えられるように余裕をもって設計し、地震の揺れが加わっても十分な強度が発揮されます。
- なお、坑道を埋め戻した後は、ガラス固化体と周りの岩盤は一緒に動くため、揺れの影響は少なくなります。

<東日本大震災時の揺れを再現した坑道のひずみの数値解析結果>

坑道にかかる圧力、地震力によるひずみを示した断面図

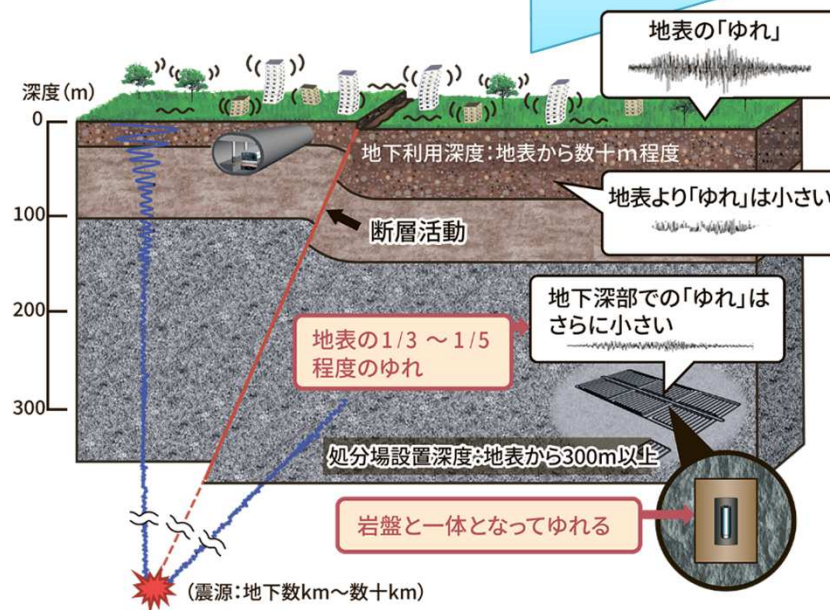
計算の結果、**地震の揺れによる坑道のひずみはほとんどない**
(最大でも0.06%程度)



赤いほど坑道のひずみが大きい (変位量[%])

https://www.numo.or.jp/technology/technical_report/tr14_02pdf/TR-14-02.pdf

これまでの研究から、**地下深くは地震の揺れの影響が少ない**ことが分かっています (一般的に**地下深部の揺れは地表の1/3から1/5程度**)



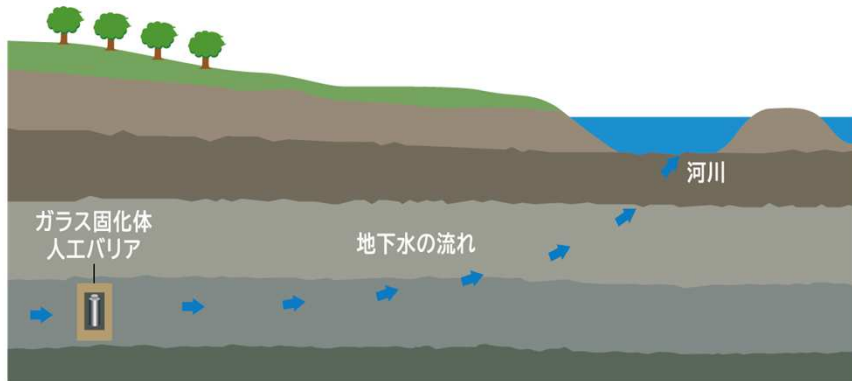
放射性物質が漏れ出した場合の想定（安全性の確認）

- 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、安全な範囲に収まることを確認します。
 - 例えば、放射性物質が地下水中に漏れ出すシミュレーションでは、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。（図1参照）
 - 更に、処分場を横切るような大規模な断層が発生するなどの可能性が極めて小さい事態のシミュレーションも行います。（図2参照）

【人間の生活環境への影響をシミュレーションした例】

図1：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



安全性の確認例（被ばく線量の計算）

4万本のガラス固化体を封入したオーバーバック（金属製容器）の全てが1000年後に同時に閉じ込める機能を失い、放射性物質がガラス固化体から出ていくと想定したケース

人間が受ける年間線量の最大値	<	この場合の安全性確保の国際基準
2 [μSv/年]		300 [μSv/年]

出典：包括的技術報告書 https://www.numo.or.jp/technology/technical_report/tr180203.html

図2：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）

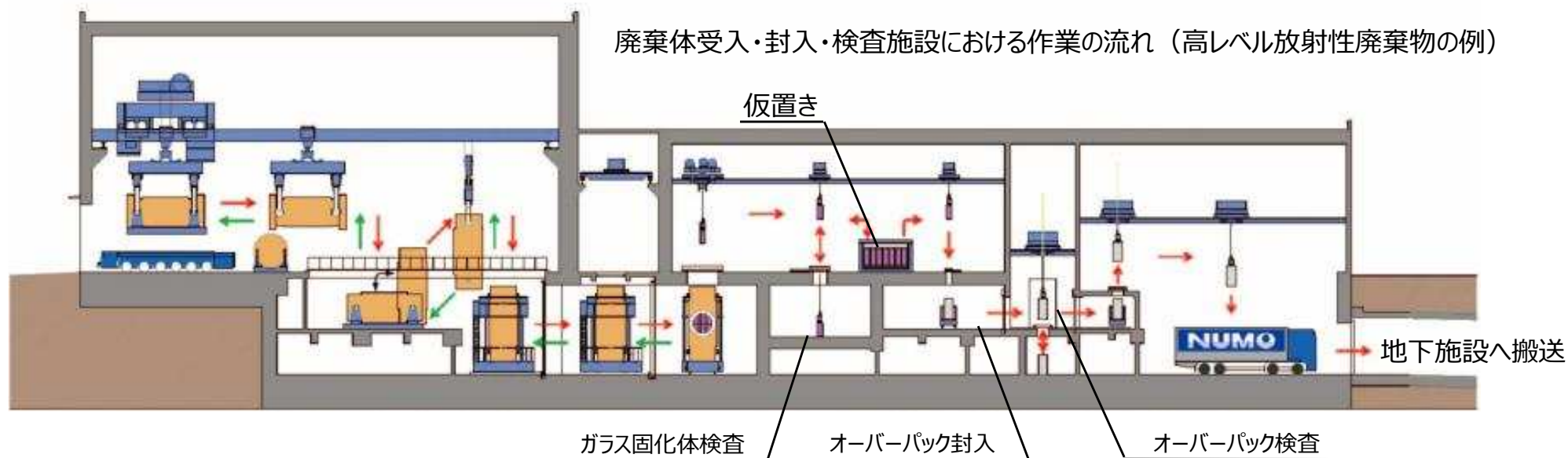


地下水により放射性物質が地表まで運ばれるといったケースについては、岩盤、地下水の特性の違いや人工バリア、天然バリアの性能が基本の想定より低い場合を設定するなど、多数のケースを解析しています。

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。

操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。
- 放射線の影響を低減させるため、施設の壁を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。
ガラス固化体の転倒、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)

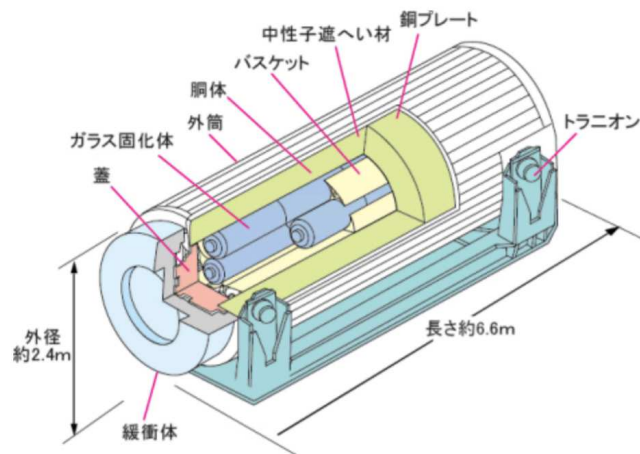


輸送時の安全性

- ガラス固化体は、放射線を遮へいし、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）や国が定めた基準を満たした専用容器に入れて輸送します。
- 海上輸送する船舶は、耐衝突性などの安全対策を施した専用船を使用します。
また、陸上輸送では、セキュリティの対応も踏まえ、港から地上施設までの輸送経路を確保します。
（例えば、専用道路など）

専用の輸送容器の例

専用容器によって放射線を遮蔽



出典：（一財）日本原子力文化財団
原子力・エネルギー図面集(8-3-2)

専用の輸送船の例

英国から青森県六ヶ所村に廃棄体を運搬した輸送船
（船での輸送実績は、英仏併せ18回※）



出典：PNTL (Pacific Nuclear Transport Ltd.)
http://www.pntl.co.uk/wp-content/uploads/2012/09/PNTL_Grebe_01.pdf

専用の輸送車両の例

これまでにこの車両で75回※運搬



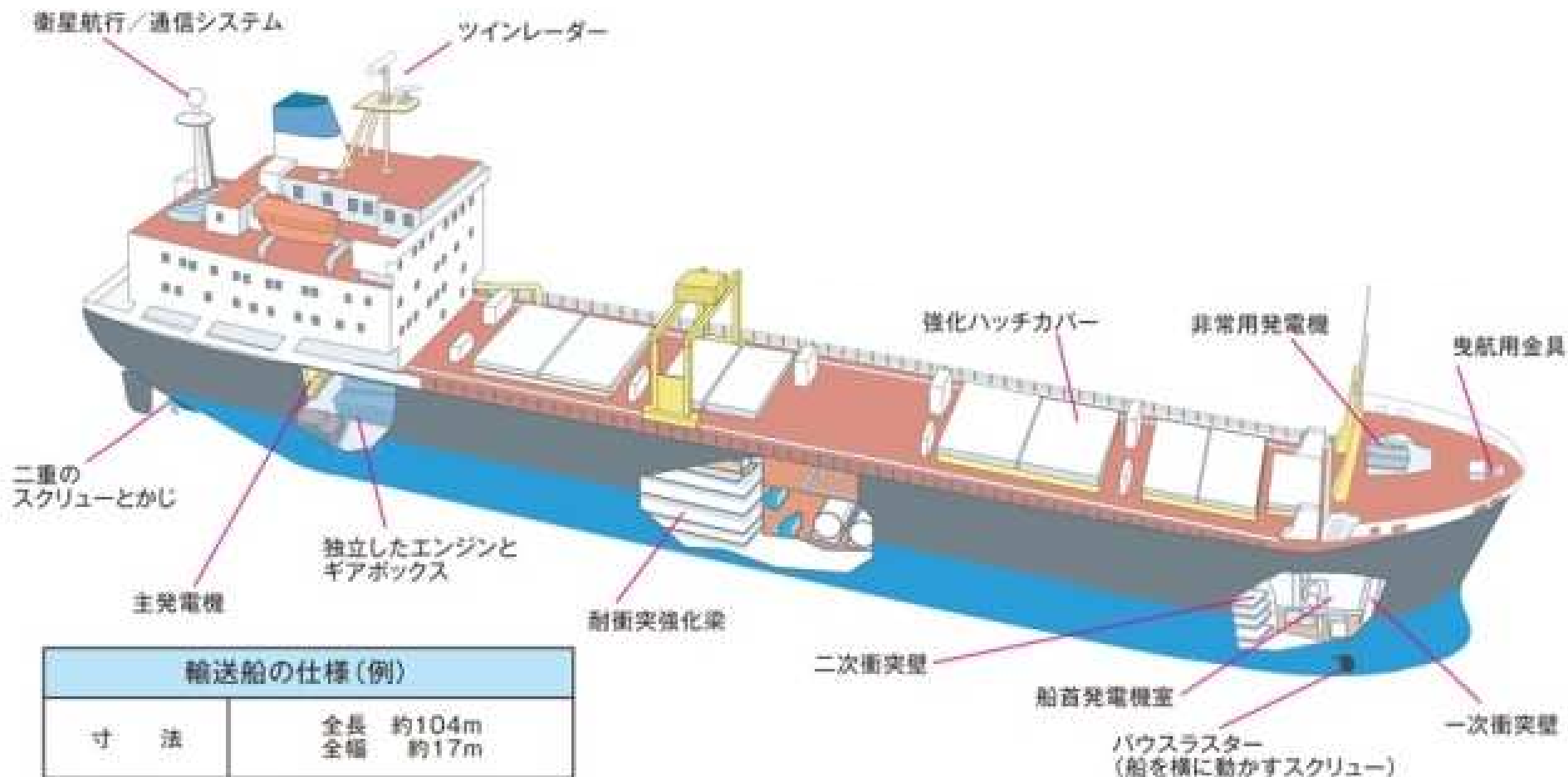
出典：原燃輸送株式会社HP

* 日本原燃HP (https://www.jnfl.co.jp/ja/business/about/hlw/survey/glass_no18.html) より集計

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

【出典】日本原子力文化財団：原子力・エネルギー図面集（8-3-3）

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。

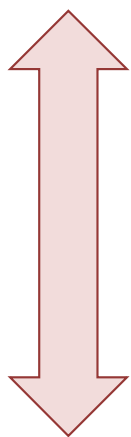
大気質・地上気象測定設備 (写真提供：東京電力)

地層処分に関する技術開発

- NUMOでは、地層処分事業の実施主体として、安全な地層処分を実現するため、国やJAEA等の関係機関と連携。取り組むべき技術的課題を整理し、最新の技術開発動向を踏まえた安全確保の考え方やその手法を、「包括的技術報告書」として取りまとめ、**2023年1月OECD/NEAによる国際レビューを完了しました。**
- ①地層処分に適した地質環境のモデル化、②処分場の設計と工学技術、③数万年以上を見据えた処分場の長期の安全性評価など、より実践的な技術開発に取り組み、技術的信頼性の更なる向上を目指します。

関係機関の役割

实用・実践



原子力発電環境整備機構
(NUMO)

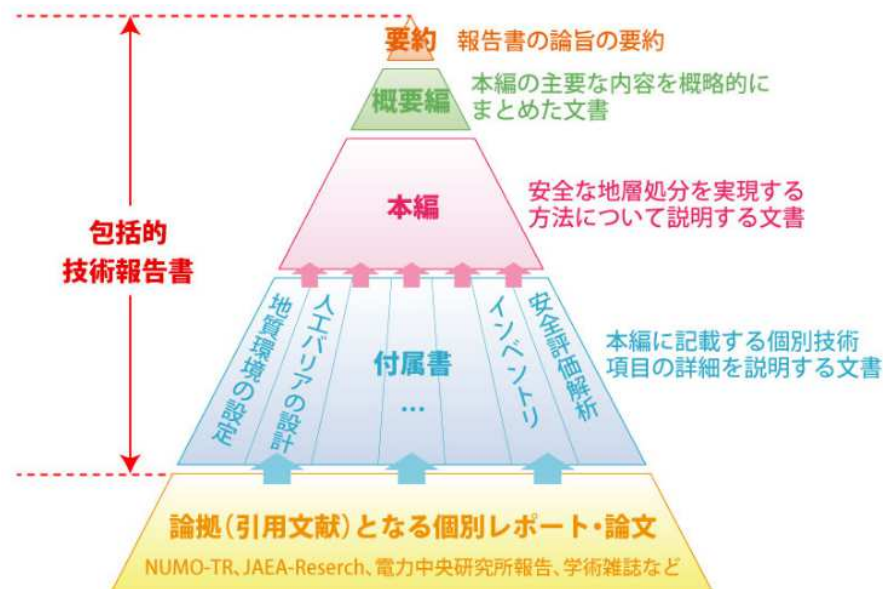
経済産業省 (資源エネルギー庁)

関係研究機関
(JAEA、電力中央研究所、
産業技術総合研究所、
原子力環境整備促進・資金管理センター、
量子科学技術研究開発機構 他)

基礎・基盤

「包括的技術報告書」の概要

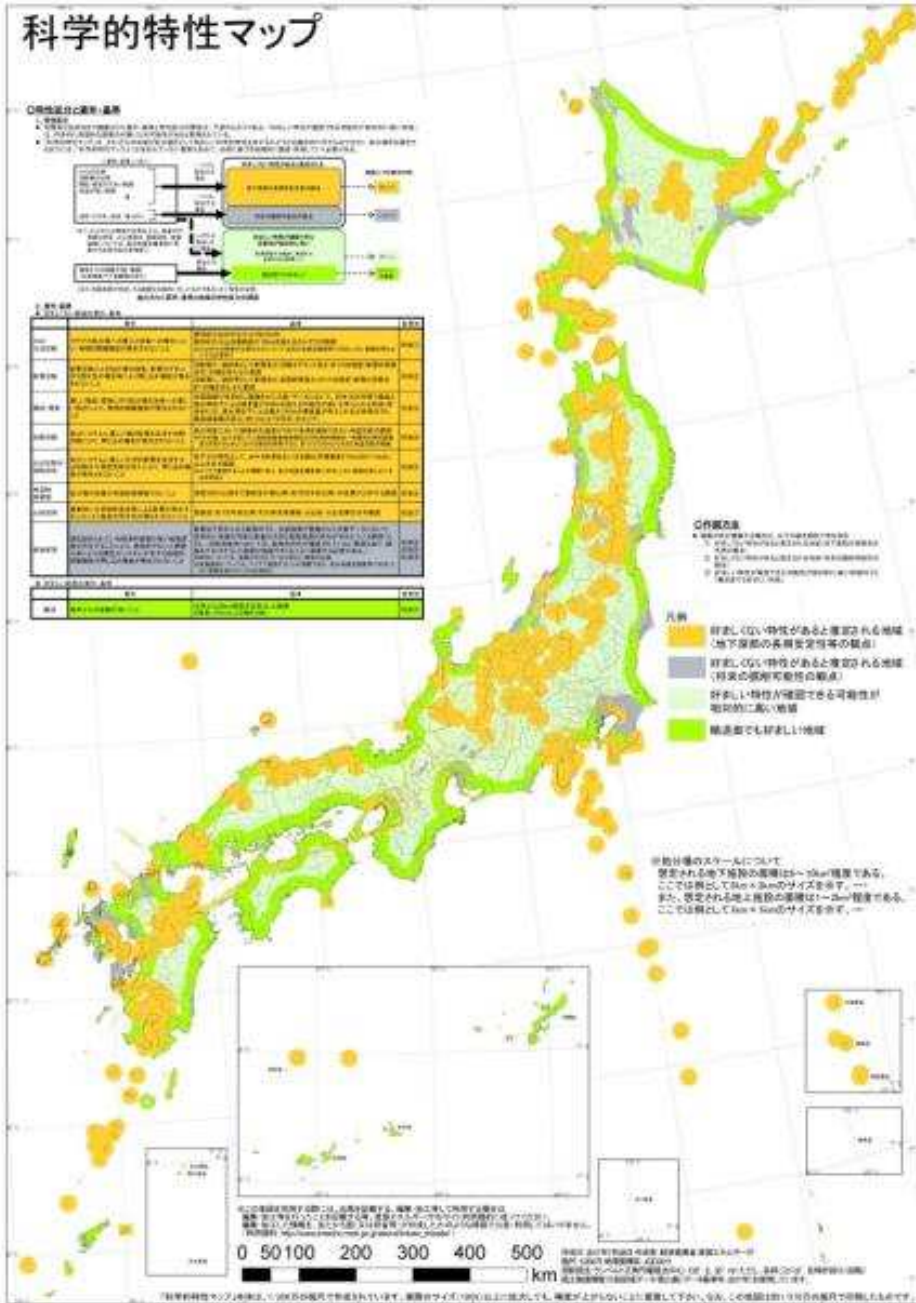
NUMOが、どのようにサイトの調査を進め、安全な処分場の設計・建設・操業・閉鎖を行い、閉鎖後の長期間にわたる安全性を確保しようとしているのかについて、これまでに蓄積された科学的知見や技術を統合して包括的に説明するもの。(2021.2.24公表、2023.1 OECD/NEAによるレビュー完了)



(出典) NUMOホームページ

4. 科学的特性マップと全国的な対話活動

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5%
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

注記：「科学的特性マップ」本体は、1/200万の縮尺で作成（約90cm×約120cm）

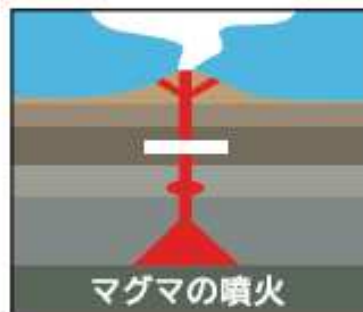
考慮すべき様々な科学的特性

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。



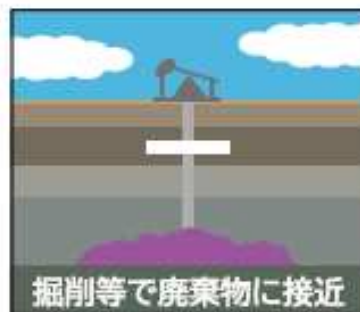
✕ その他、地下の科学的特性が地層処分に適さないところ

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

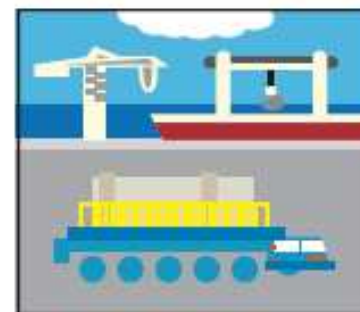
地下に鉱物資源があると、施設管理終了後の遠い将来に、人間が掘削してしまうかもしれません。



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。

＜要件・基準＞

火山の近傍（中心から半径15km）
活断層の近傍（断層長×0.01幅）
隆起・侵食が大きい範囲
地温が高い範囲 など

油田・ガス田、炭田のある範囲

一つでも
該当する場合

一つでも
該当する場合

いずれも該当しない場合

該当する場合

海岸からの距離が短い範囲（20km目安）
（沿岸海底下や島嶼部を含む）

好ましくない特性があると推定される

地下深部の長期安定性等の観点
（オレンジ）

将来の掘削可能性の観点
（シルバー）

好ましい特性が確認できる
可能性が相対的に高い
（グリーン）

輸送面でも好ましい
（グリーン沿岸部）

安全な地層処分が成立すると
確認できる可能性が相対的に
低い

安全な地層処分が成立すると
確認できる可能性が相対的に
高い

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がある、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℃/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	

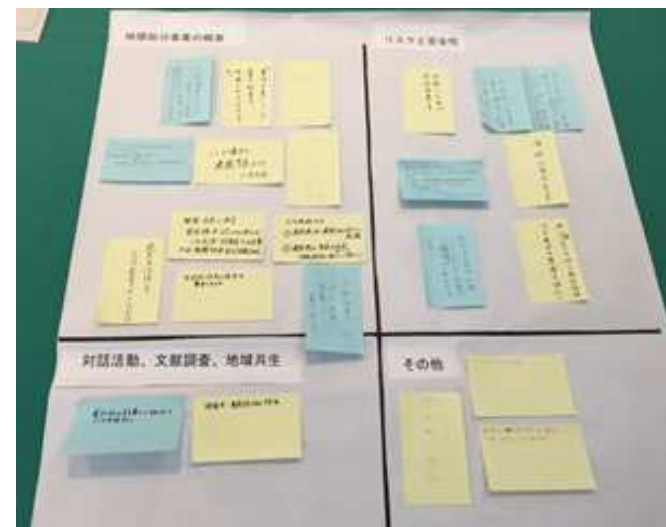
対話型全国説明会の実施状況②

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

■ 「ジオ・ラボ号」を用いた巡回説明

次世代層への情報発信として、動く展示コンテンツである地層処分展示車「ジオ・ラボ号」を用いた巡回説明を実施しています。



5.処分地選定に向けた事業の進め方

最終処分に関する取り組みのこれまでの経緯

- 2000年：**「最終処分法」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：**高知県東洋町が応募 → 取り下げ**

- 2013年：**最終処分関係閣僚会議**創設 ⇒ 取り組みの抜本的な見直しに着手

- 2015年：最終処分法に基づく**「基本方針」改定**（閣議決定）

ポイント

国が前面に立つ観点から

- 科学的により適性の高いと考えられる地域を提示
- 理解状況等を踏まえた国から自治体への申入れ

および 回収可能性の担保 等

- 2017年：**最終処分関係閣僚会議：「科学的特性マップ」公表**

ポイント

国民理解・地域理解を深めていくための理解活動を強化

- 全国で、科学的特性マップを中心に説明（2017年10月～）
- グリーン沿岸部を中心に、きめ細かく説明（2018年9月～）

→ 全国各地で説明会を実施中

- 2020年：**北海道2自治体（寿都町・神恵内村）において「文献調査」開始**

- 2023年：最終処分法に基づく**「基本方針」改定**（閣議決定）

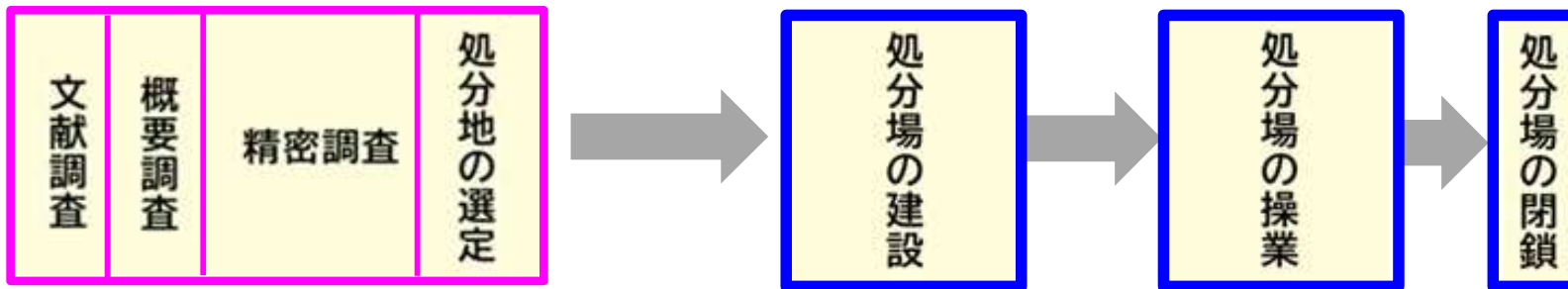
ポイント

文献調査の実施地域拡大に向けた取り組み強化

地層処分事業の期間

- 処分場の立地地点を選定するまでに、法律に定められた段階的な調査を行います。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100年以上の長期にわたります。
- 処分場の建設や操業中は多くの作業員が従事します。
- 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。

<地層処分事業の流れ（イメージ）>



<施設の建設、操業から閉鎖・管理終了後までの流れ（イメージ）>



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



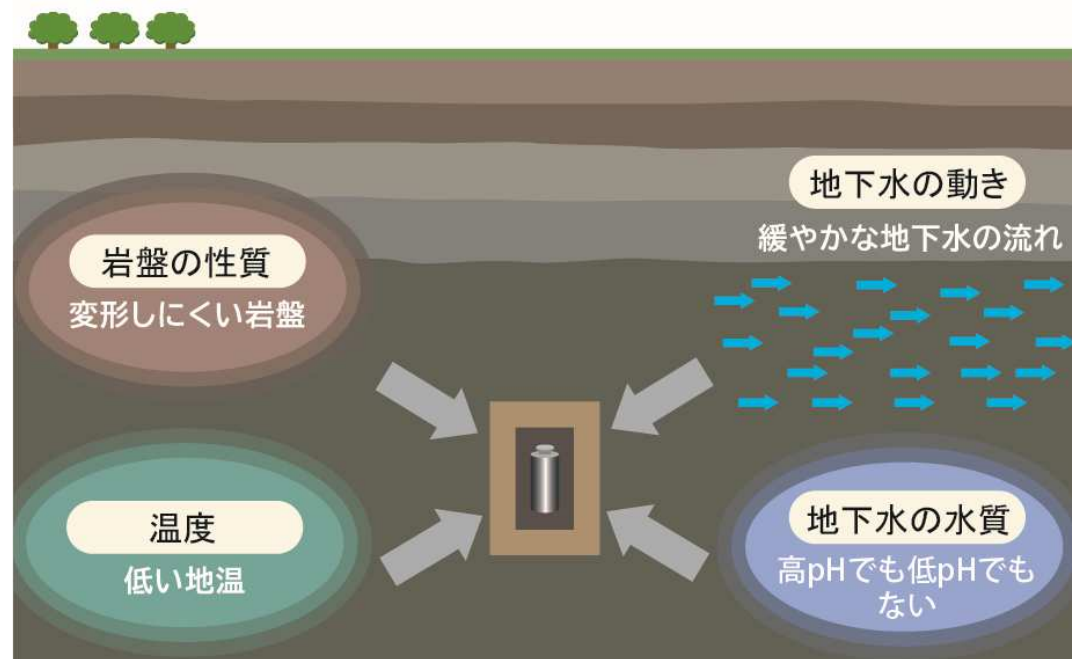
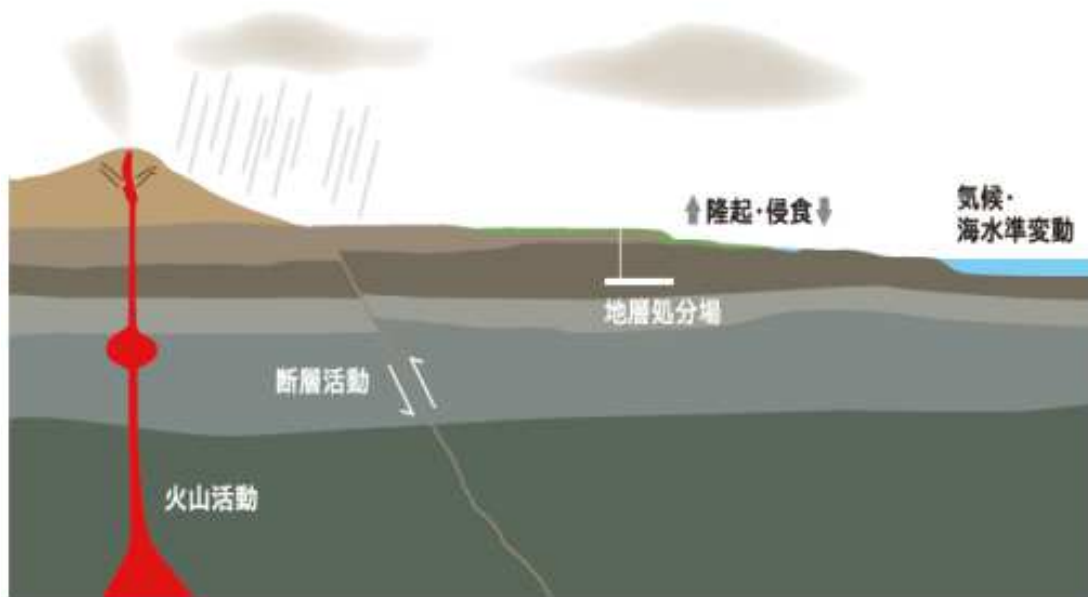
坑道の完成イメージ

処分地の選定のための調査・評価

- **地下深部は一般的に安定した環境**ですが、安全に地層処分を行うためには、個別地点において詳細に調査し、**火山や活断層**を避け、**地温や地下水**などの地質環境特性が好ましい場所を選び、設計などと合わせて総合的に評価することが必要です。
- 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。

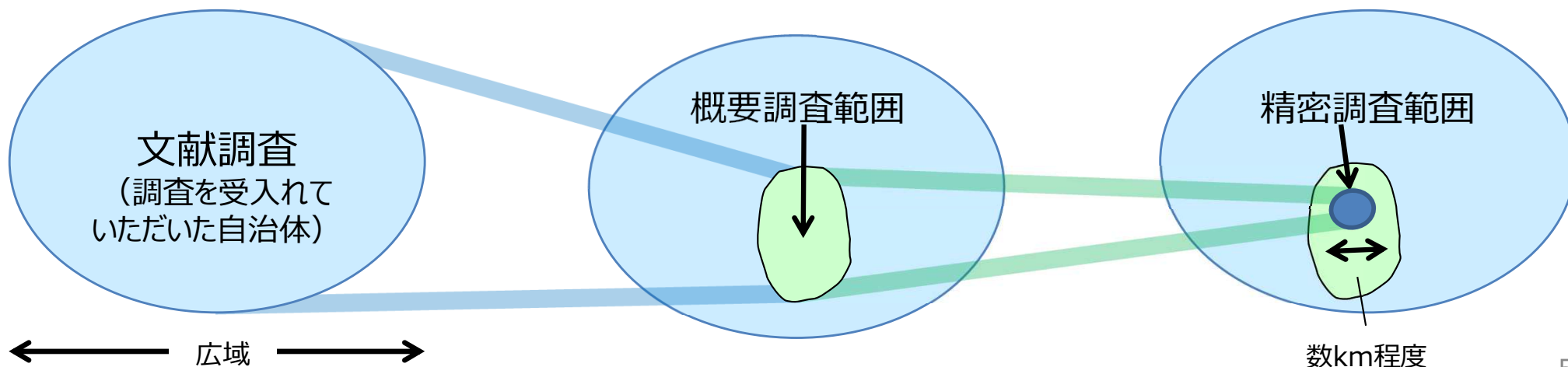
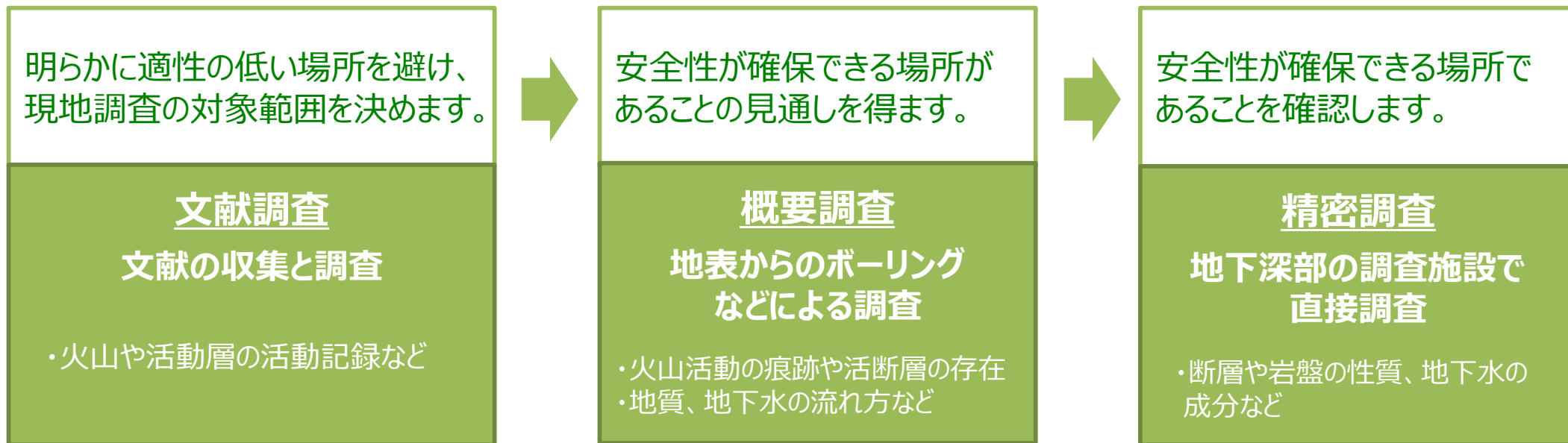
- 将来にわたって、火山活動や大きな断層のずれが処分場を破壊するようなことがないか
- 隆起、侵食などにより処分場が地上に近づくことがないか

- 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

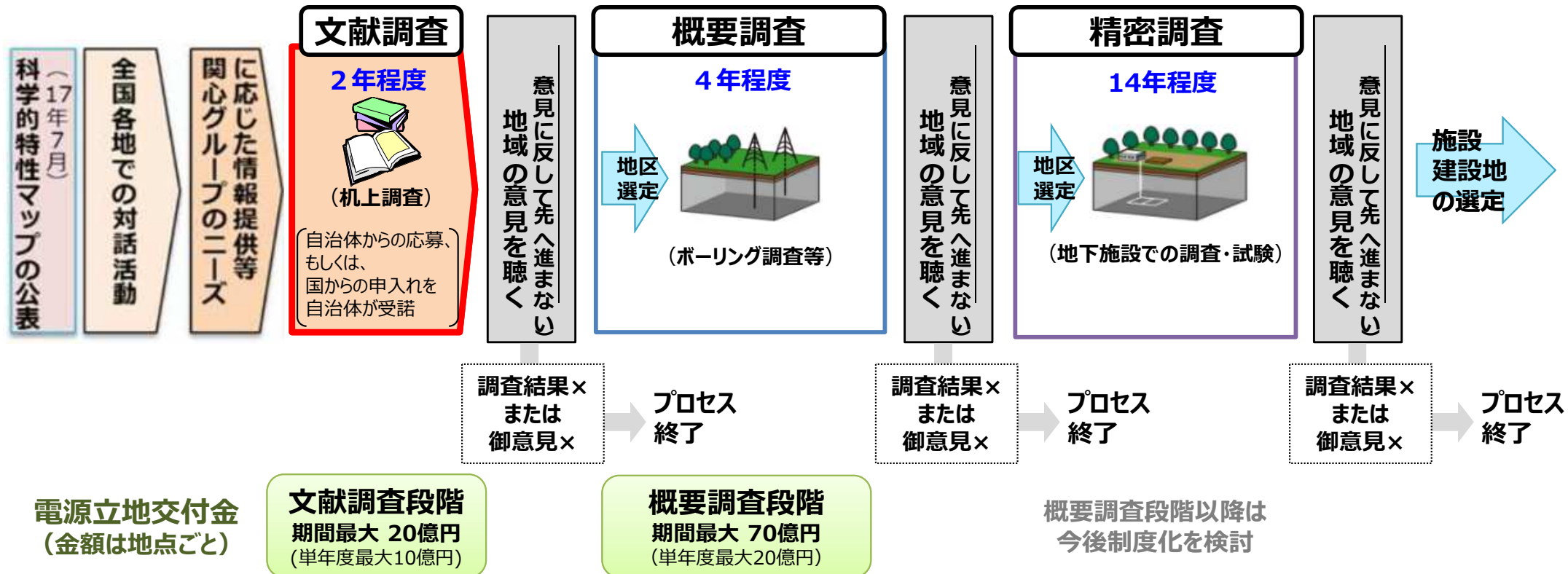
- 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」では、文献調査に始まる段階的な調査を、NUMOが実施しなければならないと定められています。調査範囲を絞り、詳細度を高めながら地下環境特性などを把握し、安全な地層処分かどうかを評価するために実施します。



最終処分法に基づく処分地の選定プロセス

- 最終処分法では**段階的な調査を経て処分地を選定**することを規定。
最初の調査である**文献調査**は、関心を示した市町村に対して、地域の地質に関する文献・データを調査分析して情報提供することにより、事業について議論を深めていただくための、**いわば対話活動の一環**です。
- 次に進むとする場合には、都道府県知事と市町村長のご意見を聴き、これを十分に尊重することとしており、**当該都道府県知事または市町村長の意見に反して、先へ進みません**。

← 20年程度の調査期間中、放射性廃棄物は一切持ち込まない →



日本における文献調査の動向

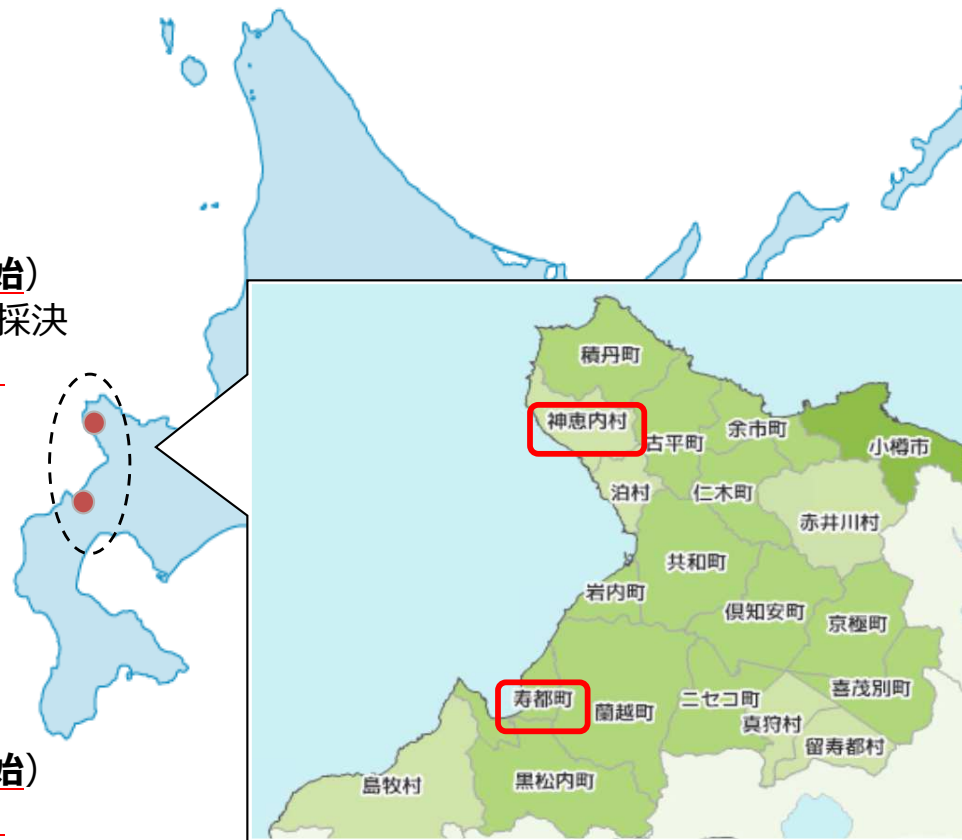
- 2020年11月17日、北海道の寿都町と神恵内村で、**文献調査を開始**しました。また、2021年4月から、両町村で「**対話の場**」を開催しています。
- 引き続き、**全国のできるだけ多くの地域で**、最終処分事業に関心を持っていただき、文献調査を受け入れていただけるよう、取り組んでまいります。

(1) 北海道 寿都町 (すつちょう) 町から応募

- 2020年 8/13 文献調査検討の表面化
9/7 寿都町主催で住民説明会 (～9/29)
9/29 住民説明会 (国説明)
9/30 町議会への説明会 (国説明)
10/5 町長、地元産業界との意見交換 (国説明)
10/8 町議会全員協議会 (意見聴取)
10/9 町長が文献調査応募
11/17 経産省がNUMOの事業計画変更を認可 (**文献調査 開始**)
- 2021年 3/8 概要調査・精密調査移行時の住民投票条例が町議会で採決
4/14 「対話の場」の立ち上げ (2024年1月までに17回開催)

(2) 北海道神恵内村 (かもえないむら) 国の申入を受諾

- 2020年 9/11 商工会での検討状況が表面化
9/15 村議会開会 (誘致請願を常任委員会に付託)
9/26 国・NUMO主催で住民説明会開始 (～9/30)
10/2 常任委員会で誘致請願を採択
10/8 村議会臨時会で誘致請願を採択
10/9 国から申し入れ、村長が受諾
11/17 経産省がNUMOの事業計画変更を認可 (**文献調査 開始**)
- 2021年 **4/15 「対話の場」の立ち上げ** (2024年1月までに16回開催)



文献調査の概要

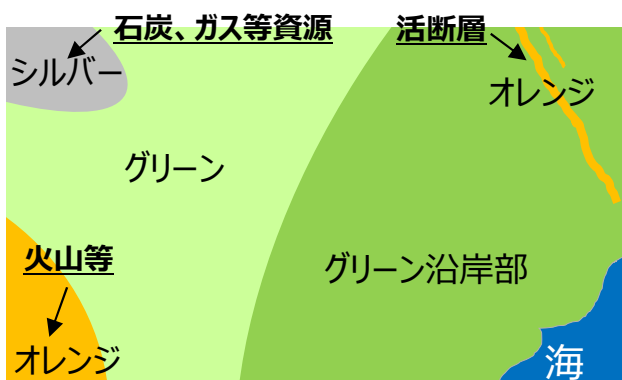
- 文献調査は、地質図や学术论文等の地域固有の文献・データをもとにした机上調査であり、ボーリングなどの現地作業は行いません。次の調査（概要調査）に進むかどうかの判断材料を提供するものです。
- 全国で初めての調査であり、他の地域の参考にもなることから、国の審議会で専門家による技術的・専門的な議論を経て、文献調査段階の評価の考え方を2023年11月に策定しました。

NUMOによる調査

地域データを使い、明らかに立地に適当でない場所を除外

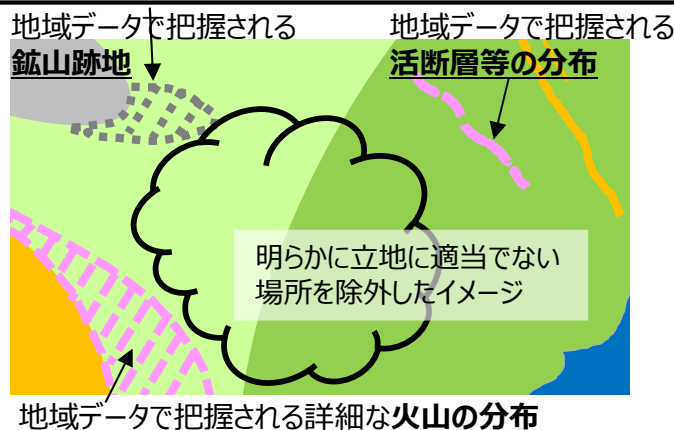
科学的特性マップ：全国一律に評価

個別地域の文献・データは利用せず、既存の公開された全国データを利用し、一定の要件・基準に従って、客観的に整理し、全国地図の形で示したもの。



文献調査：地域のデータによる調査

全国データに加えて、地質図等から得られる地域固有の文献・データを利用し、地層の著しい変動が生じるおそれがあり、明らかに立地に適当でない場所を除外。



調査結果の報告

➤ NUMOは調査結果について都道府県知事と関係市町村長にご報告するとともに、地域の皆さまには公告・縦覧、説明会の開催等により報告し、御意見を伺い、意見を踏まえ、取りまとめ。

➤ その後、国は、都道府県知事と関係市町村長に意見を聴く。

（反対の場合は次の段階に進まない）

文献調査段階の評価の考え方

- 科学的特性マップ策定時の考え方、原子力規制委員会「考慮事項」などを基に、避けるべき場所の基準と確認の仕方などを具体化。

地層の著しい変動

- ①断層等 ②マグマの貫入と噴出 ③地熱活動（非火山性を含む）
④火山性熱水や深部流体の移動・流入、⑤侵食

第四紀の未固結堆積物

鉱物資源

- ①鉱物資源 ②地熱資源

対話活動の拠点となる事業所の開設（寿都町、神恵内村、札幌市）

- コミュニケーション拠点として寿都交流センター、神恵内交流センターを開設。
その支援のために札幌事務所を開設（2021年3月26日）

寿都町



【NUMO寿都交流センター：職員8名】

神恵内村



【NUMO神恵内交流センター：職員6名】

NUMOは、2020年11月から寿都町および神恵内村に関する**文献調査**を進めています。
また、2021年4月14日に寿都町、同月15日に神恵内村において「**対話の場**」が設置されました。
文献調査をしっかりと進めるとともに、住民の皆さまのご意見を伺いながら対話活動に取り組んでいます。

「対話の場」での意見を起点とした対話活動の展開

- 2021年4月、各町村とNUMOが「対話の場」を立ち上げ、中立的な立場のファシリテーターの進行により、地元住民をメンバーとして実施しています。
- 「対話の場」での議論から派生した取り組みも展開中です。

「対話の場」

➤ 寿都町（17回開催）

＜主なテーマ＞

- 地層処分について思うこと
- 地層処分の概要
- 地層処分の安全性についての考え方
- 文献調査の進捗状況
- 町民が集まりやすい機会づくり
- 放射線による人体影響
- 海外先進地(フィンランド)との意見交換
- 将来の町の在り姿について 等



➤ 神恵内村（16回開催）

＜主なテーマ＞

- 地層処分について思うこと
- 地層処分の概要
- 処分事業の安全性についての考え方
- 文献調査の進捗状況
- 文献調査の模擬体験
- 交付金制度と村の将来について 等



派生した取り組み

● 「まちの将来に向けた勉強会」

- ✓ 住民有志の勉強会（テーマは処分事業やまちづくり）
- ✓ これまで16回開催



● 現地視察

- ✓ サイクル関連施設@青森県六ヶ所村
- ✓ 深地層研究センター@北海道幌延町



● 町民向けパンフレット

● 地元CATVで「対話の場」放映



● 現地視察

- ✓ 深地層研究センター@北海道幌延町



● 専門家による村民向けシンポジウム

● 小規模単位の説明会



※2024年1月末時点

（出典：資源エネルギー庁資料 ※NUMOで一部加工） 61

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」改定のポイント

～国は、政府一丸となって、かつ、政府の責任で、最終処分に向けて取り組んでいく～

1. 国を挙げた体制構築

○関係府省庁連携の体制構築

- ・「最終処分関係閣僚会議」のメンバーを拡充。
- ・「関係府省庁連絡会議」(本府省局長級)及び「地方支分部局連絡会議」(地方支分部局長級)を新設。

○国・NUMO・電力の合同チームの新設/全国行脚

- ・国(経産省、地方支分部局)が主導し、地元電力・NUMO協働で全国行脚(100以上の自治体を訪問)。
- ・処分事業主体であるNUMOの地域体制を強化。

2. 国による有望地点の拡大に向けた活動強化

○国から首長への直接的な働きかけの強化

- ・国主導の全国行脚(再掲)、全国知事会等の場での働きかけ。

○国と関係自治体との協議の場の新設

- ・関心や問題意識を有する首長等との協議の場を新設(順次、参加自治体を拡大)。

3. 国の主体的・段階的な対応による自治体の負担軽減、判断の促進

○関心地域への国からの段階的な申し入れ

- ・関心地域を対象に、文献調査の受け入れ判断の前段階から、地元関係者(経済団体、議会等)に対し、国から、様々なレベルで段階的に、理解活動の実施や調査の検討などを申し入れ。

4. 国による地域の将来の持続的発展に向けた対策の強化

○関係府省庁連携による取組の強化

- ・文献調査受け入れ自治体等を対象に、関係府省庁で連携し、最終処分と共生する地域の将来の持続的発展に向けた各種施策の企画・実施。

6. 諸外国の取り組み状況

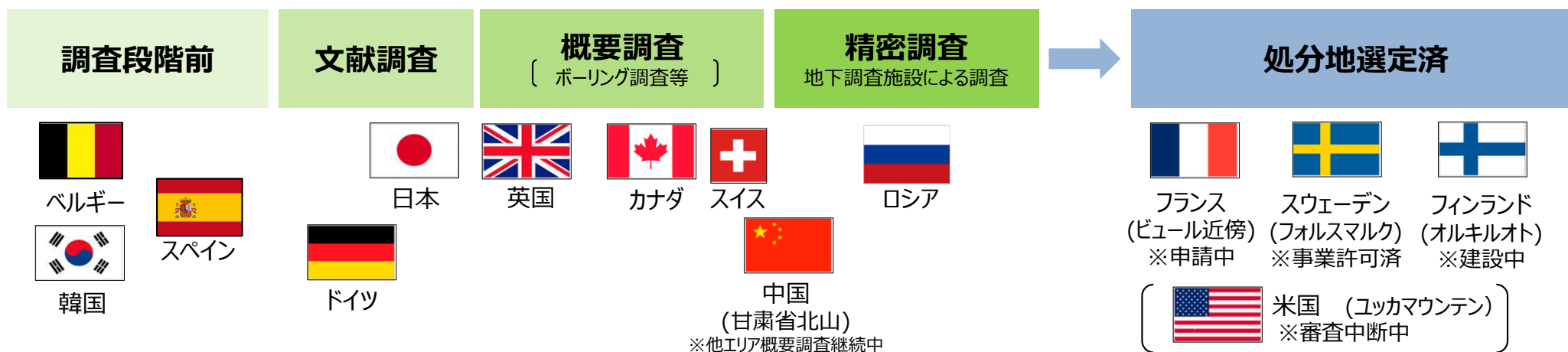
諸外国における地層処分事業の進捗

○最終処分地が決定している国

- ・フィンランド : 1983年より選定開始。2000年に処分地（オルキオト）を決定。
2015年11月に処分施設建設を許可。**2016年12月より建設開始。**
- ・スウェーデン : 1977年より選定開始。2009年に処分地（フォルスマルク）を選定。
2022年1月に施設建設計画を承認。現在、事業認可済。
- ・フランス : 1983年より選定開始。**2023年1月にビュール近郊の処分地設置を申請。**

○その他の国

- ・英国 : 2018年より新たなサイト選定を開始。現在、3つの調査エリアで概要調査相当の調査を実施中。
- ・ドイツ : 2017年よりサイト選定を開始。2020年にサイト区域マップを公表。
- ・米国 : **ユッカマウンテン計画を政権交代時に撤回**（2009年）。選定プロセスを見直し。



※2023.1 時点

最終処分の実現に向けた原子力利用国の状況

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は、**原子力を利用する全ての国の共通の課題**。
- 世界で唯一処分場の建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分の実施を決めてから**30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきた**。



フィンランド

概要調査相当
6件

精密調査相当
4件

処分地選定
1件



スウェーデン

文献調査相当
8件

概要・精密調査相当
2件

処分地選定
1件



フランス

文献・概要調査相当
10件

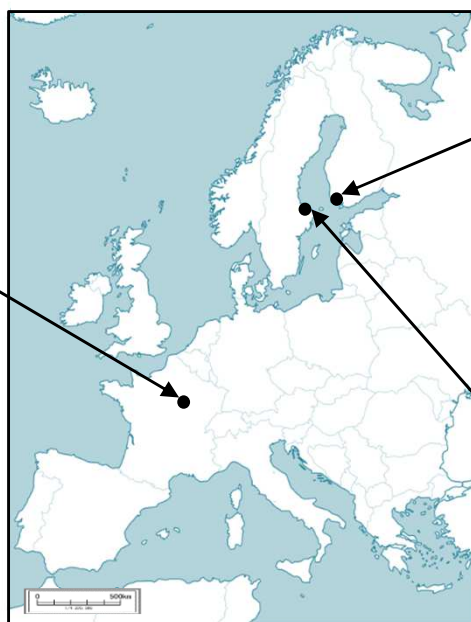
精密調査相当
1件

処分地選定
1件

フランス（ビュール地下研究所近傍）



- ◆ ムーズ県とオート＝マルヌ県の県境に立地予定
- ◆ 処分場建設予定地の主な6自治体（約90km²）の人口は600人程度、農業が主要産業



フィンランド（エウラヨキ）



- ◆ 人口：約9400人
- ◆ オルキルト原子力発電所が立地
- ◆ 原子力発電がエウラヨキ市の主要産業

スウェーデン（エストハンマル）（注）写真はSKB社作成イメージ図



- ◆ 人口：約22000人
- ◆ フォルスマルク原子力発電所が立地
- ◆ 沖合には群島が数多く広がっており、避暑地や観光地としても有名

諸外国における地層処分事業の進捗：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	2020年代半ば頃

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（オンカロ）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：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	2030年代後半

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：フランス



フランス

処分実施主体	ANDRA（放射性廃棄物管理機関）
進捗状況	処分地を選定、建設許可を申請中
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	2035～2040年操業許可取得予定

1979年 フランス原子力・代替エネルギー庁（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
2023年1月 ANDRAが地層処分場の設置許認可を申請

諸外国における地層処分事業の進捗：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	・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	北部レゲレン
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
2022年9月 NAGRAが3つの地域のうち北部レゲレンを候補地として提案

諸外国における地層処分事業の進捗：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：英国



英国

処分実施主体	NWS（ニュークリアウエイストサービス）
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 ・低レベル放射性廃棄物
主な候補地	未定
操業予定	2045年頃

2001年～ 政府等がアクションプログラムを実施
 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
 2007年 原子力廃止措置機関（NDA）が実施主体として決定
 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
 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
 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
 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
 2014年7月 政府が新たなサイト選定プロセスを公表
 2018年12月 RWM社が新たなサイト選定プロセスを開始
 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
 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
 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
 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
 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
 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
 2022年1月 NDAがRWM社と低レベル放射性廃棄物処分実施主体のLLWR社を統合し、NWSを設立
 2022年6月 リンカンシャー州のイーストリンジー市がテッドルソープGDFコミュニティパートナーシップを設立
 2023年9月 調査の結果地質的に適さないと判断し、カンブリア州のアラデル市から撤退

諸外国における地層処分事業の進捗：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	・ガラス固化体／使用済燃料 ・TRU廃棄物
主な候補地	・ユッカマウンテン
操業予定	・2048年 ・TRU廃棄物の処分については、1999年よりカールスバッド近郊の「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
- 2021年6月 使用済み燃料の中間貯蔵施設サイト選定計画を再始動

諸外国における地層処分事業の進捗：ドイツ



ドイツ

処分実施主体	BGE（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	・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

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

1989年 処分実施主体として連邦放射線防護庁（BfS）設置

2000年 政策見直しにより10年間の探査活動の凍結

2010年11月 探査活動再開

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

2012年 ゴアレーベンでの探査活動を一時停止

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

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

2017年9月 新たなサイト選定手続きを開始

2020年9月 地質学的な基準・要件を満たす区域を示したマップを公表

諸外国における地層処分事業の進捗：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	処分の基本方針を決定
処分廃棄物	・ガラス固化体／使用済燃料（カテゴリ-C廃棄物） ・TRU廃棄物（カテゴリ-B廃棄物）
主な候補地	未定
操業予定	カテゴリ-Bは2035年～2040年、カテゴリ-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が国内の粘土層での地層処分を推奨する報告書を発表
2022年 高レベル放射性廃棄物を地層処分する方針を決定

諸外国における地層処分事業の進捗：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：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：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：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：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

地域との共生に向けた取り組み

- 地層処分事業は**100年以上の長期にわたる事業**となります。地域の発展と共に、事業を安定的に運営することが重要です。
- NUMOは、調査の開始に伴い、**地域にコミュニケーションのための拠点を設置し、事業に関するご質問にお答えするとともに、住民の皆さまと共に、地域の発展に向けた議論に貢献**していきたいと考えています。

諸外国における地域共生事例 (スウェーデン・エストハンマル市)

- 「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**。



エストハンマル前市長

最終処分場建設
予定地 (CG図)



エスソ研究所の研究の様子 [出典] SKB社HP引用

- 実施主体は、地域において**合計900名弱の雇用創出と試算** (建設段階等ピーク時)
また、地元事業者は、**建設資材、建設工事・土木工事、宿泊施設や食事サービス**等でシェアを獲得する可能性が高いと分析。
- 2025年までに**総額約230億円規模の経済効果**を生み出す**事業を実施予定**
(地元企業の新商品開発支援/関連施設の誘致、インフラ整備 (道路・港湾の改良)、事業主体の本社機能や研究所移転等)

※フィンランドやスウェーデンでは、**観光業や農業への風評被害や住宅価格低下の可能性**などについても、過去の類似事例を調査分析し、その結果を住民に共有。