

高レベル放射性廃棄物の地層処分について

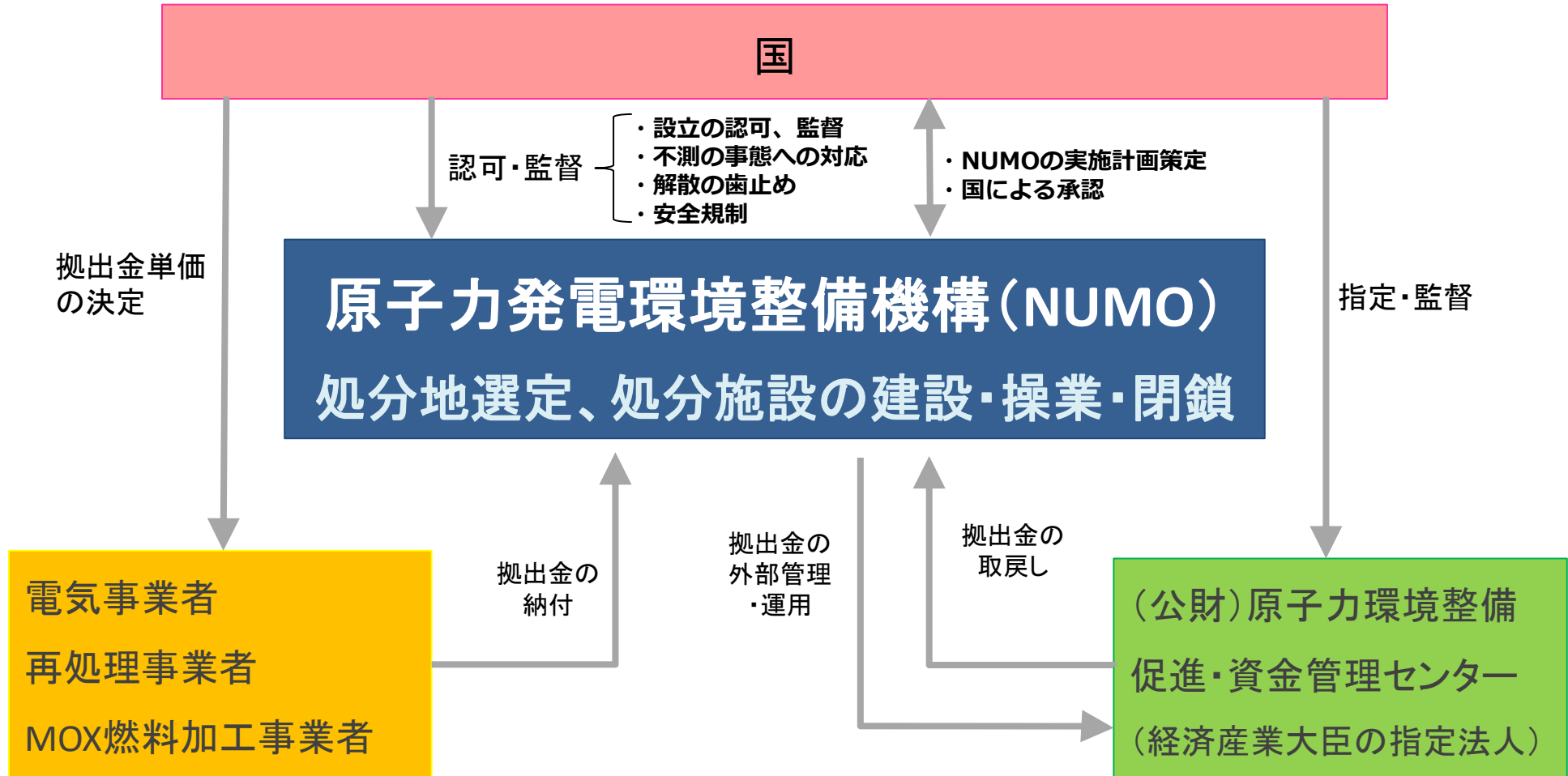
2020年1月9日

原子力発電環境整備機構
地域交流部 坂田英紀



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）に設立された**経済産業大臣の認可法人**です。



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

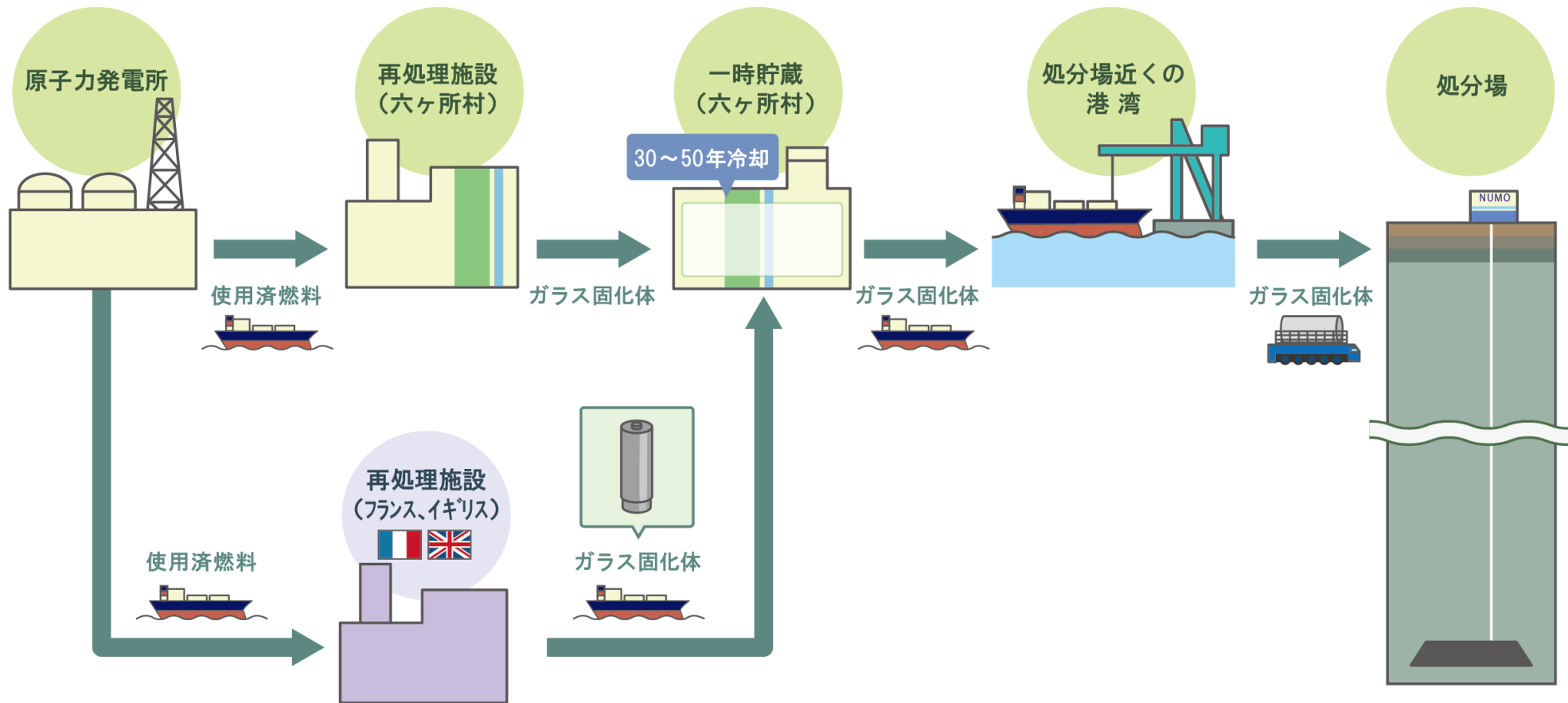
放射性廃棄物の種類

廃棄物の種類		廃棄物の例	発生場所	処分の方法(例)	
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	放射能レベルの極めて低い廃棄物	原子力発電所	トレンチ処分	
		放射能レベルの比較的低い廃棄物		廃液、フィルタ、廃器材、消耗品等を固形化	ピット処分
		放射能レベルの比較的高い廃棄物		制御棒、炉内構造物	余裕深度処分
	ウラン廃棄物		消耗品、スラッジ、廃器材	ウラン濃縮・燃料加工施設	余裕深度処分、ピット処分、トレンチ処分、場合によっては地層処分
	超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU廃棄物)		燃料棒の部品、廃液、フィルタ	再処理施設、MOX燃料加工施設	地層処分、余裕深度処分、ピット処分
高レベル放射性廃棄物		ガラス固化体	再処理施設	地層処分	

クリアランスレベル以下の廃棄物	原子力発電所解体廃棄物の大部分	上に示した全ての発生場所	再利用/一般の物品としての処分
-----------------	-----------------	--------------	-----------------

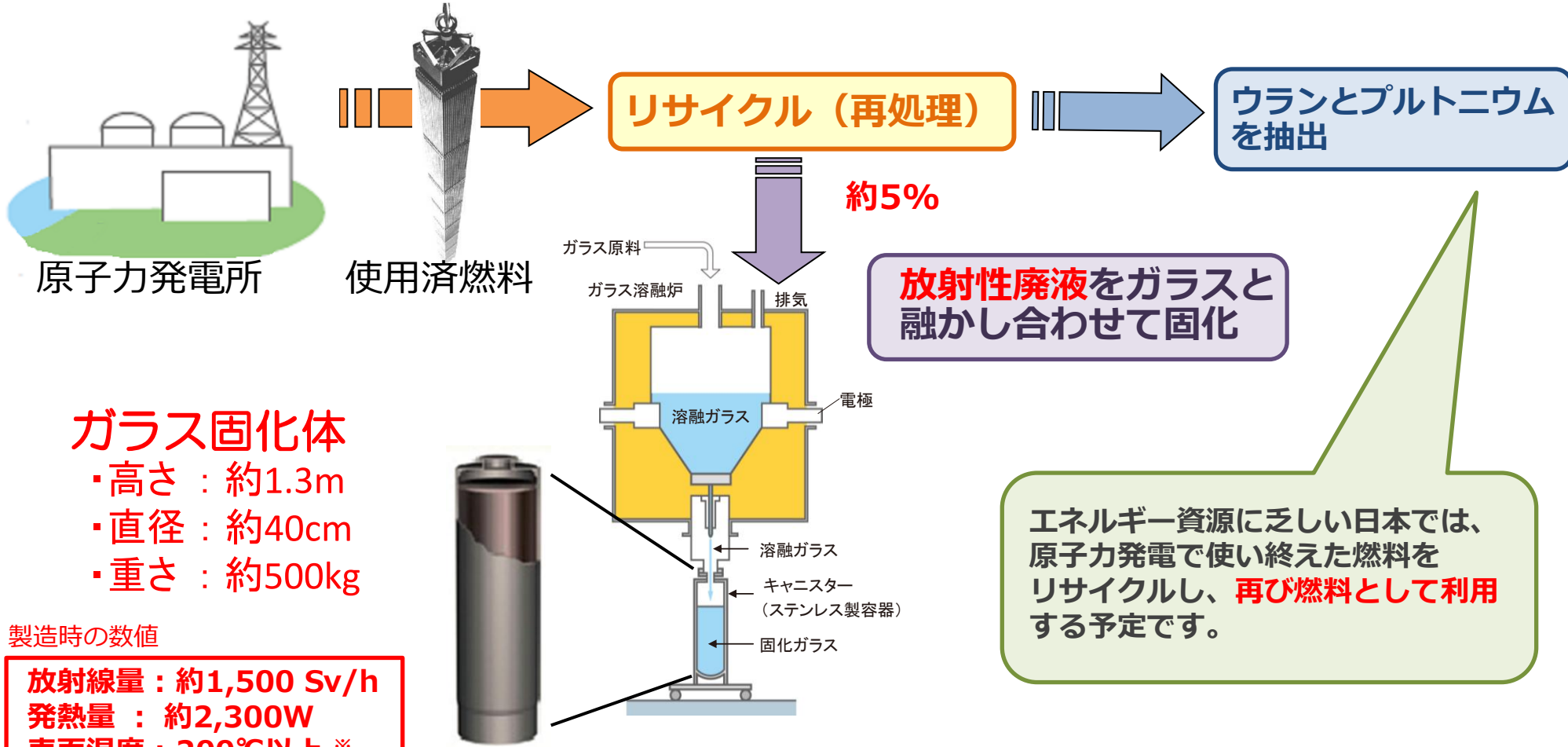
高レベル放射性廃棄物の製造から処分までの流れ

- 原子力発電所から出る使用済燃料は、原子力発電所の敷地内や敷地外に一定期間貯蔵し、冷却した後に、再処理工場に運ばれます。
- 再処理後に発生するガラス固化体は、青森県六ヶ所村にある**高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター**で、**30～50年間貯蔵し、温度（発熱量）が十分に下がるのを待ってから、処分施設に輸送**する予定です。



高レベル放射性廃棄物(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

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。

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18,000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25,000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

原燃2,176本、JAEA309本

ガラス固化体として
貯蔵管理中

2,485 本

(平成31年3月末時点)

ガラス固化体換算で
既に

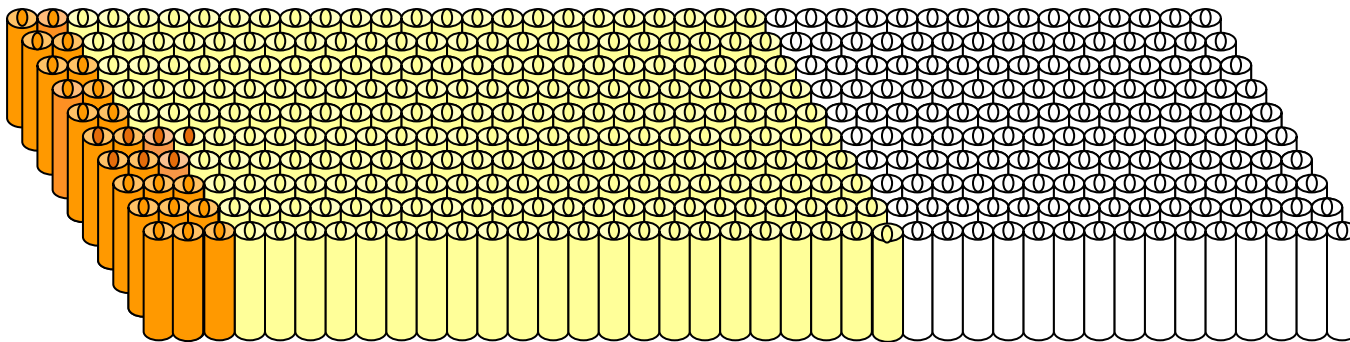
約 25,000 本相当

(平成31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

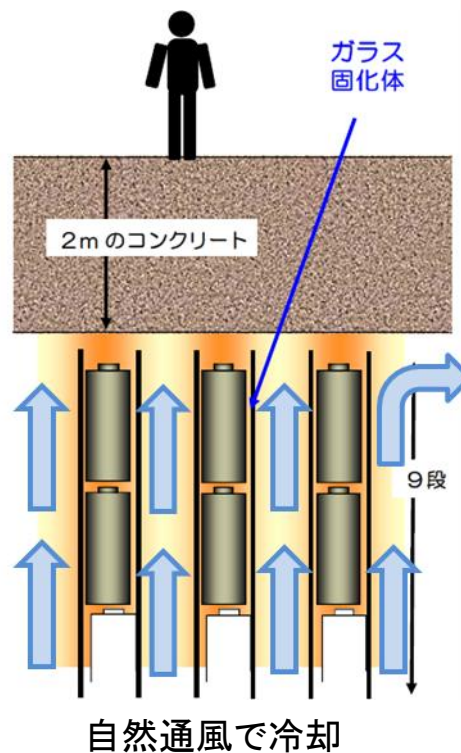
- ◆ 100万キロワットの原子力発電所を1年間運転すると、20本～30本のガラス固化体が発生します。
- ◆ 現在貯蔵中のガラス固化体は海外に使用済燃料の再処理を委託した際に発生したものと、国内での試作品等により発生したものです。

高レベル放射性廃棄物の一時貯蔵

- ・製造直後の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。
- ・ガラス固化体は安定した物質なので、それ自体に爆発性はなく、多数集めても臨界(※)になることもありません。 (※)放射性物質が連続的に核分裂を起こすこと。



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)

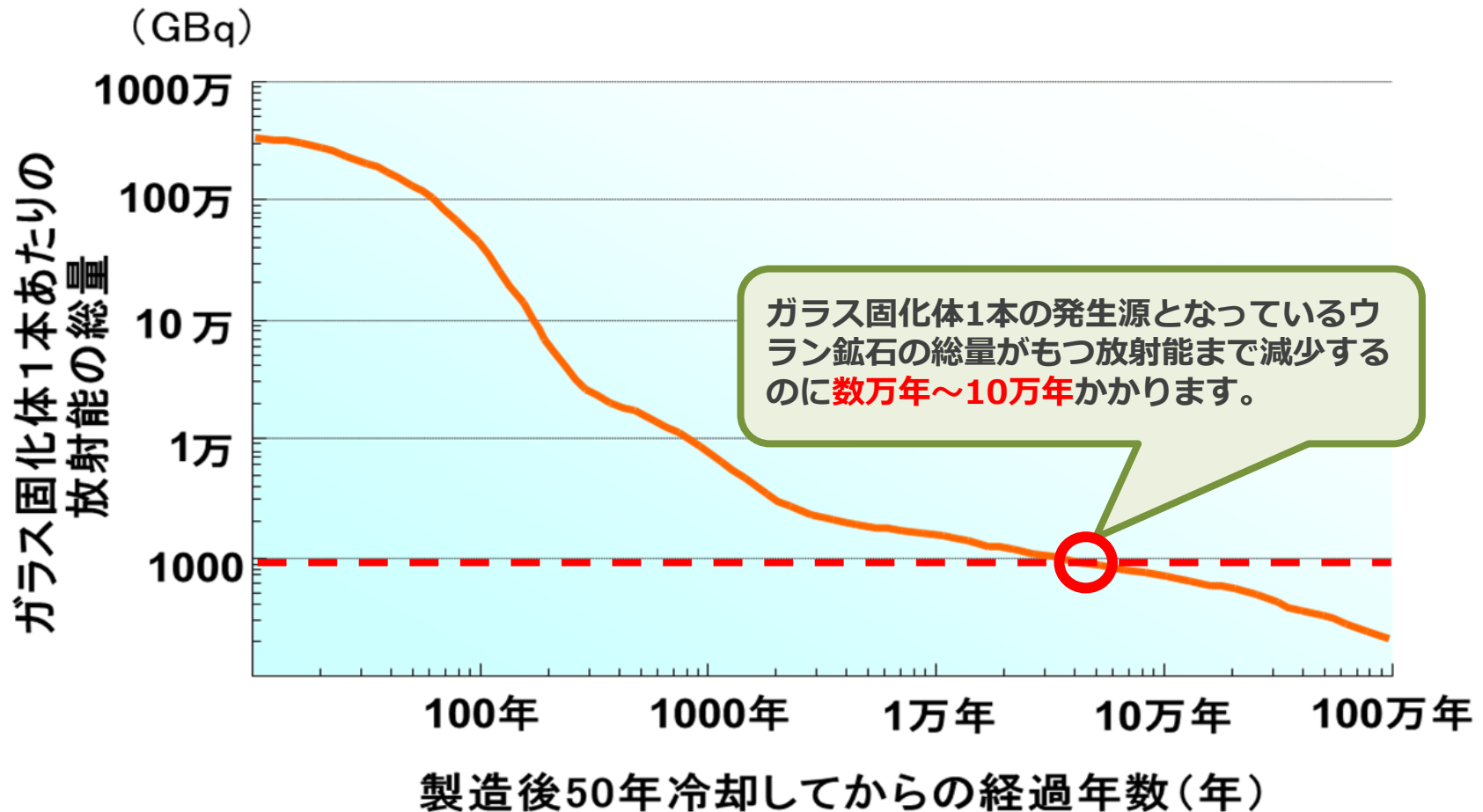


ガラス固化体からは強い放射線が出ますが、約2mのコンクリートで十分遮蔽できます。

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。

高レベル放射性廃棄物の放射能の減衰

高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の放射能は製造時には非常に高く危険ですが、時間の経過とともに放射能レベルは急速に低下します。



※Bq (ベクレル) とは放射能の強さを表す単位 (G : ギガ 1Bqの10億倍)
※上図は対数目盛で表記

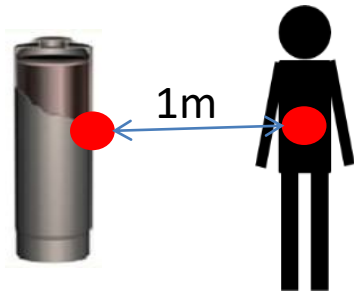
ガラス固化体の外部被ばく線量の低下(製造時→1000年後)

ガラス固化体は製造したばかりの時点では強い放射線を発しますが、**1000年後には99.9%以上の放射能は減衰してなくなります。**

ガラス固化体製造直後

表面線量
1,500,000
(mSv/時)

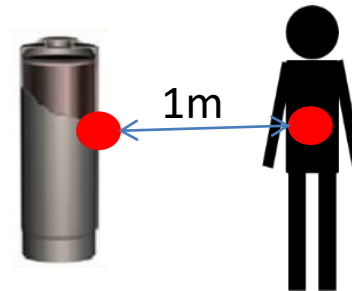
1m位置
100,000
(mSv/時)



1000年後

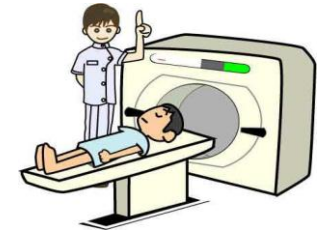
表面線量
19
(mSv/時)

1m位置
1.4
(mSv/時)



【参考】

CTスキャン1回
2.4~12.9 mSv



東京・ニューヨーク
飛行機往復
0.08~0.11 mSv



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
- 〔 1977年:OECD/NEALレポート
「地層処分が最も優れている」
・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

日本

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

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

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」

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」

2011年：スウェーデン
施設建設許可を国に申請

2016年：
フィンランド
施設建設を開始

国際

1950

1960

1970

1980

1990

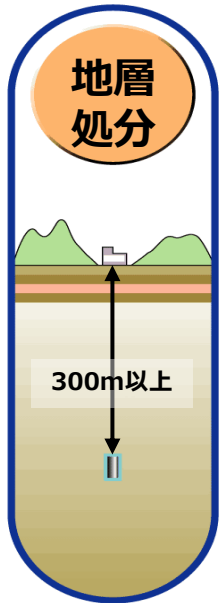
2000

2010

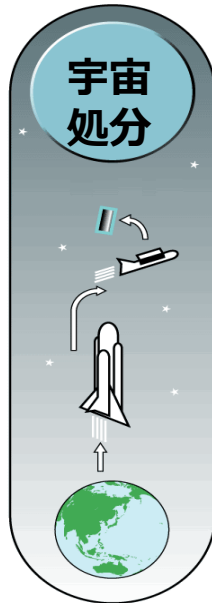
2020

どうして地層処分が選ばれたの？

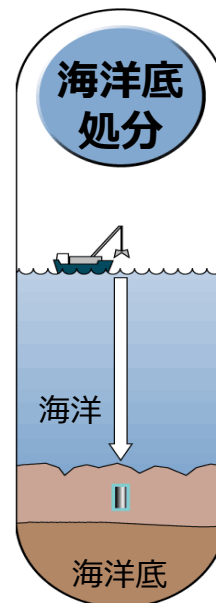
世界各国でさまざまな処分方法が検討されてきましたが、「**地層処分**」が**最適な方法**であることが、**国際的に共通な認識**となっています。



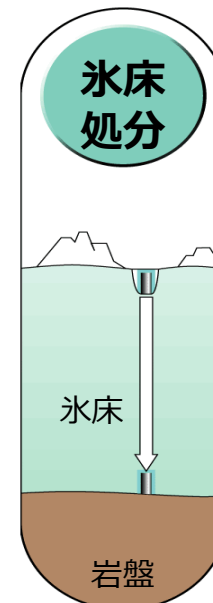
地層が本来もっている閉じ込める性質を利用



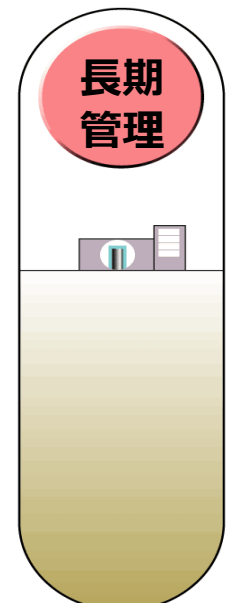
発射技術等の信頼性に問題



ロンドン条約により禁止



南極条約により禁止



人間による恒久的な管理が困難

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 人間の生活環境や地上の自然環境の影響を受けにくい

② 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

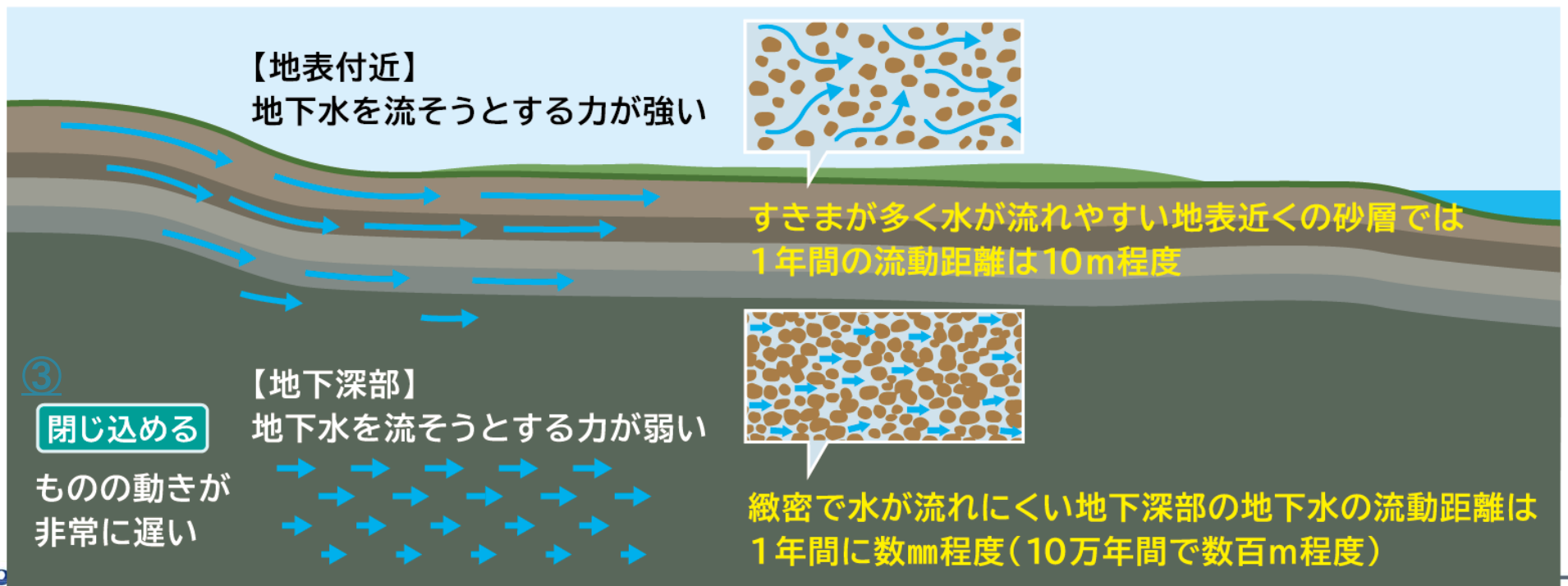
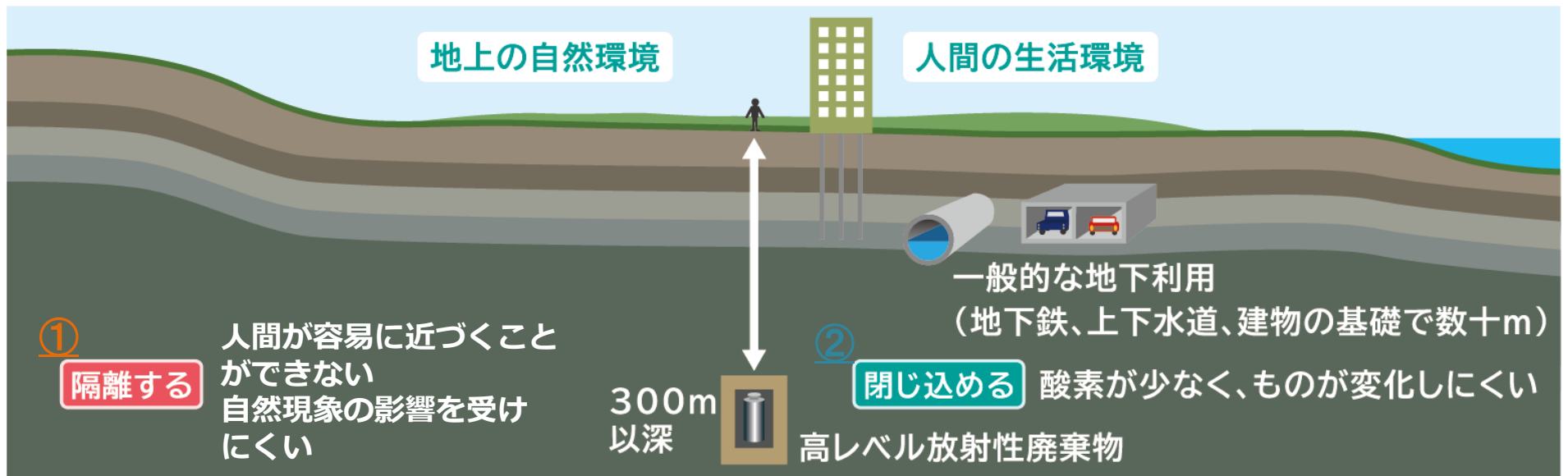
③ 地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い

隔離機能

閉じ込め機能



地下深部の特徴

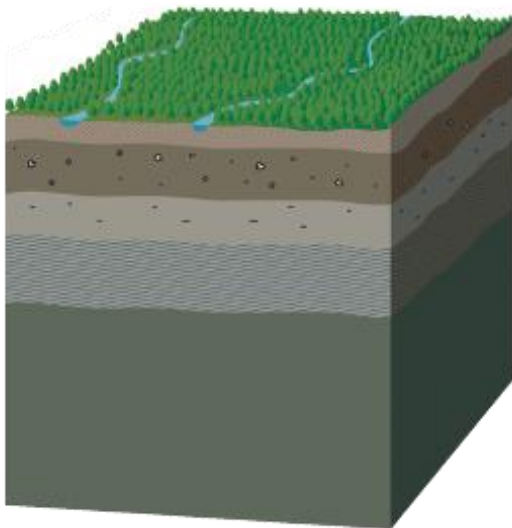


地下環境の安定性

- 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。

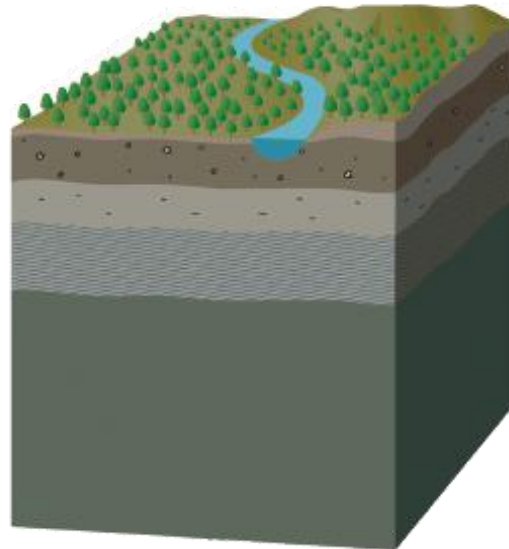
約100万年前

- ・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



地層処分場のイメージ(ビデオ)



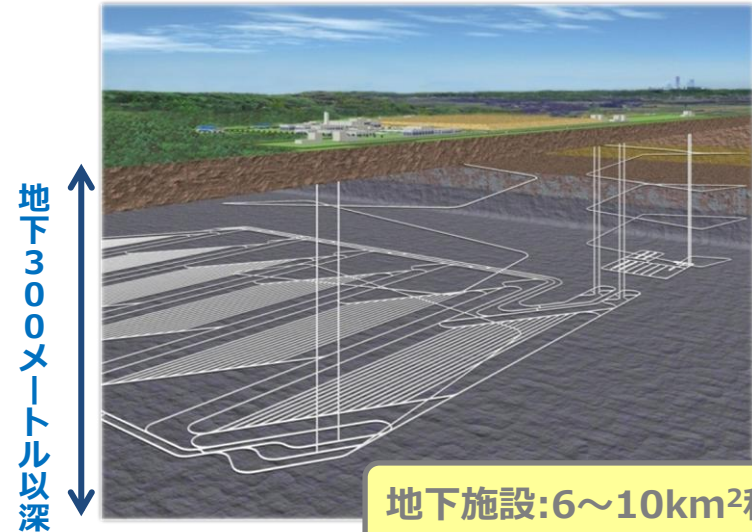
地層処分場のイメージと費用

ガラス固化体を4万本以上埋設できる施設を計画中です。

高レベル放射性廃棄物処分施設(イメージ)



地上施設: 1 ~ 2 km²程度



地下施設: 6 ~ 10 km²程度

処分費用 約 3.8 兆円 ※高レベル放射性廃棄物 (3.0兆円) とTRU廃棄物 (0.8兆円) の合計

- 電力会社等が原子力発電による発電量等に応じて拠出
(一家庭あたり毎月20円程度を電気料金に上乗せしていただいています。)
- 2017年度末の時点で積立額は約1.1兆円

3. 地層処分の安全性の確保

●目標：**人と環境に与えるリスクを十分小さくする** (※)

●方策：

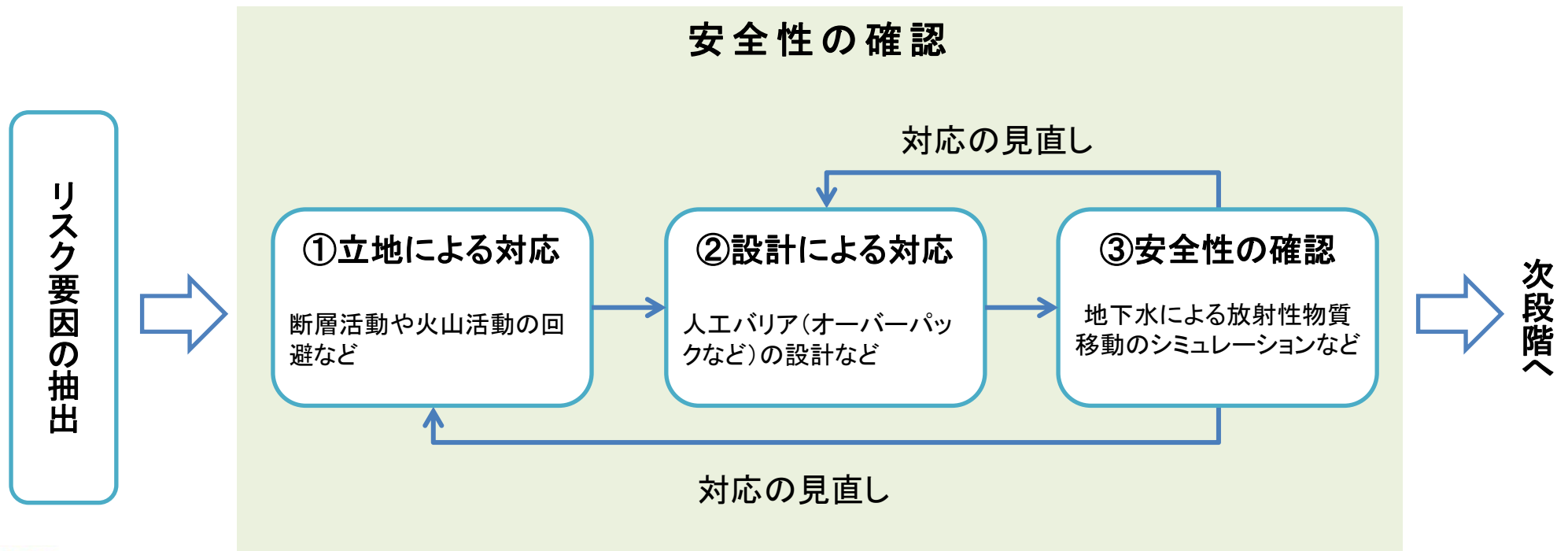
- (1) ガラス固化体に含まれる放射性物質の移動を妨げる(閉じ込める)ために、人工バリアと天然バリアを組み合わせた**多重バリアシステム**を構築する
- (2) 自然現象や人間の行為により閉じ込め機能や隔離機能に著しい低下が起きない地域を選ぶこと、および**好ましい地質環境**を有する地域を選ぶ
- (3) 機能低下・喪失が起きると仮定し、その時でも目標を達成できるように、**処分場全体を保守的に設計**(工学的対策を検討)し、そのことを安全評価で確認する
- (4) **建設・操業時、輸送時の十分な安全対策**を講じる

(※)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**

地層処分の安全確保の考え方

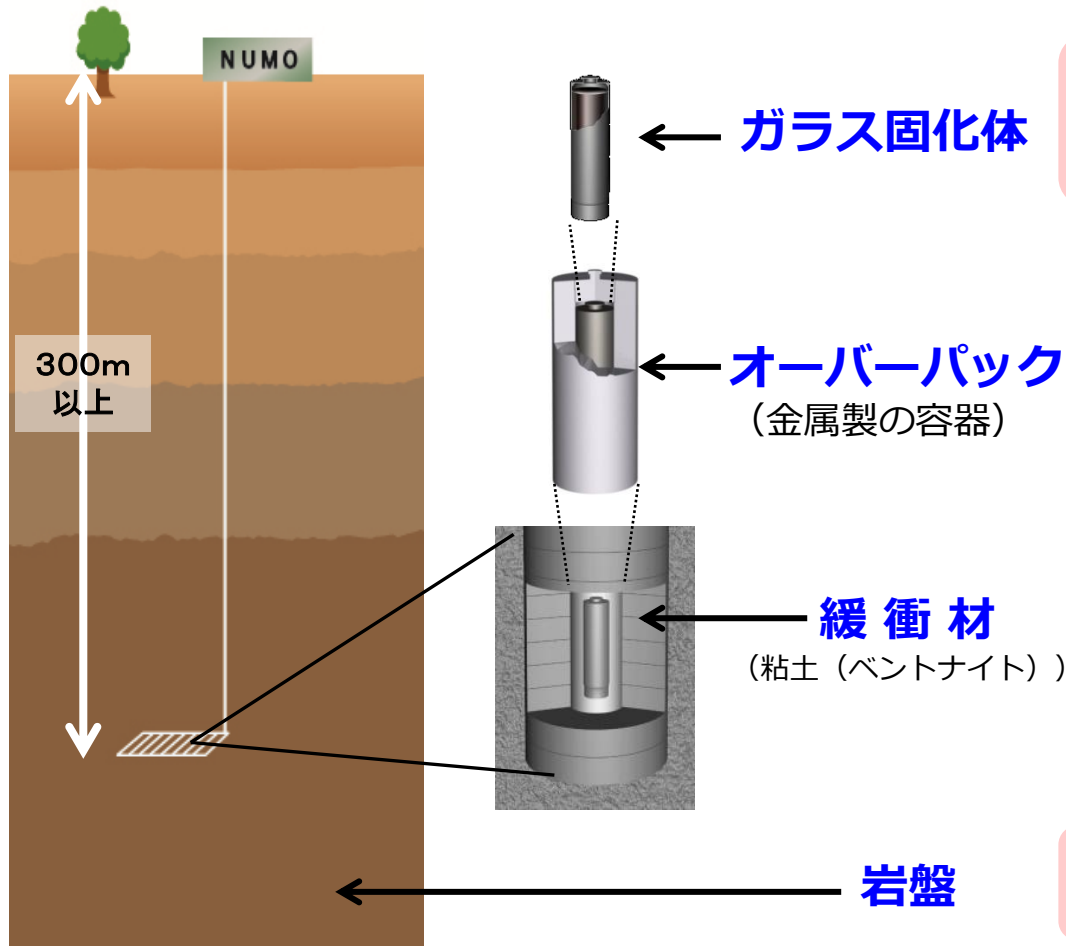
- 地層処分における、数万年以上という非常に長期間の安全性は、実験などによって安全性を直接確認することができません。そのため、安全性に影響を与え得るリスク要因を網羅的に洗い出し、どのように対応するかを検討します。具体的には、
 - ①断層や火山などの影響を避けた立地となっているか（立地による対応）
 - ②人工バリアや処分施設の設計で見直すべき点はないか（設計による対応）
 - ③安全が確保できるかをシミュレーションで確認する（安全性の確認）

という作業を何度も繰り返し行うことで安全性を確認します。



地層処分の方法

「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**で、**長期にわたり放射性物質の動きを押さえ閉じ込めます。**



- 放射性物質をガラス構造に取り込む。
- 水に溶けにくい。

- 放射能が高い期間、地下水とガラス固化体の接触を防止。

- 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。

- 放射性物質を吸着し移動を遅らせる。

人工
バリア

天然
バリア

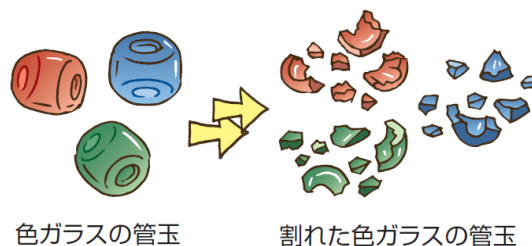
1つ目の人工バリア(ガラス固化体)

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

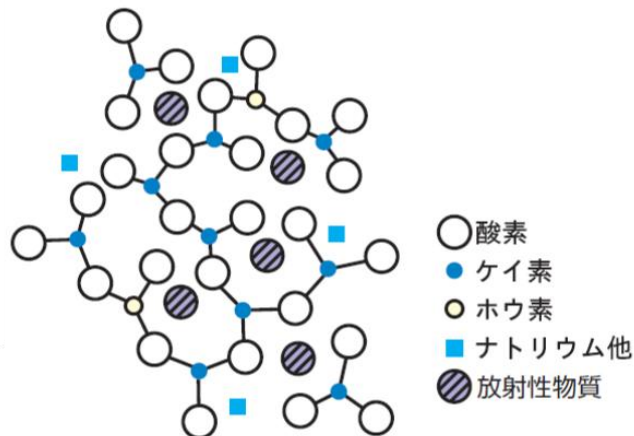


ガラスの性質



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



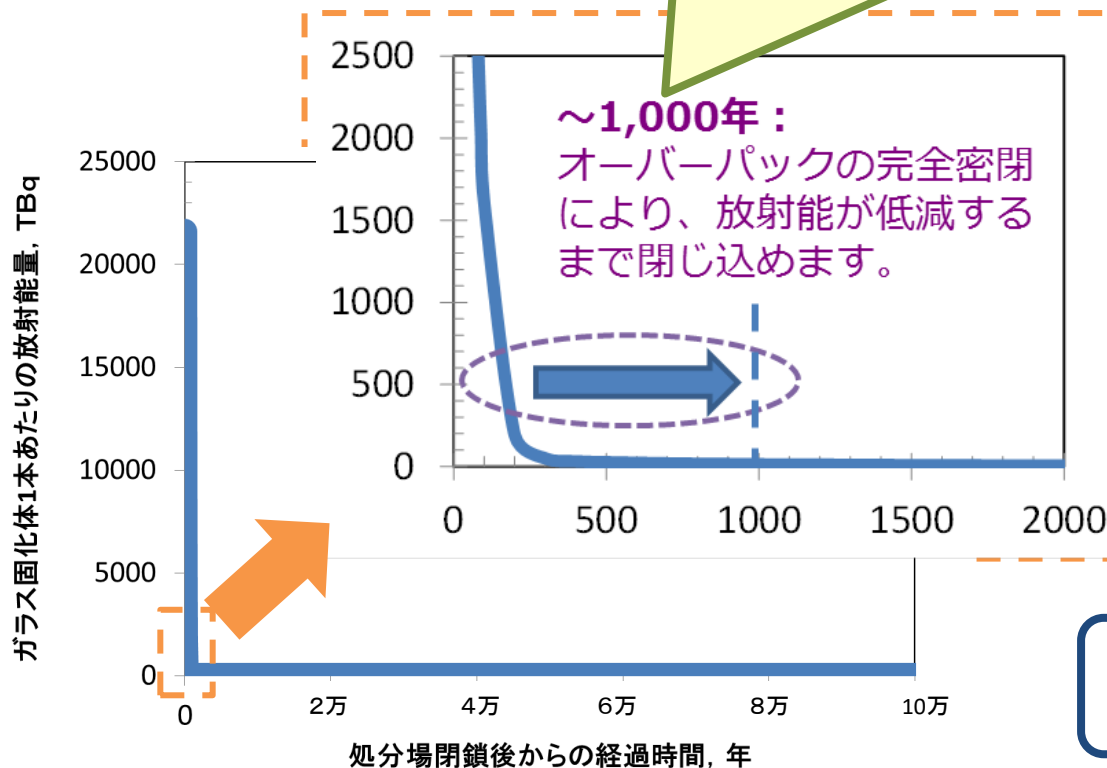
(B.C.2900年頃～B.C.300年頃) のガラス工芸品
(写真提供：PPS通信社)

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年間の腐食量は大きく見積もっても3cm程度です。



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

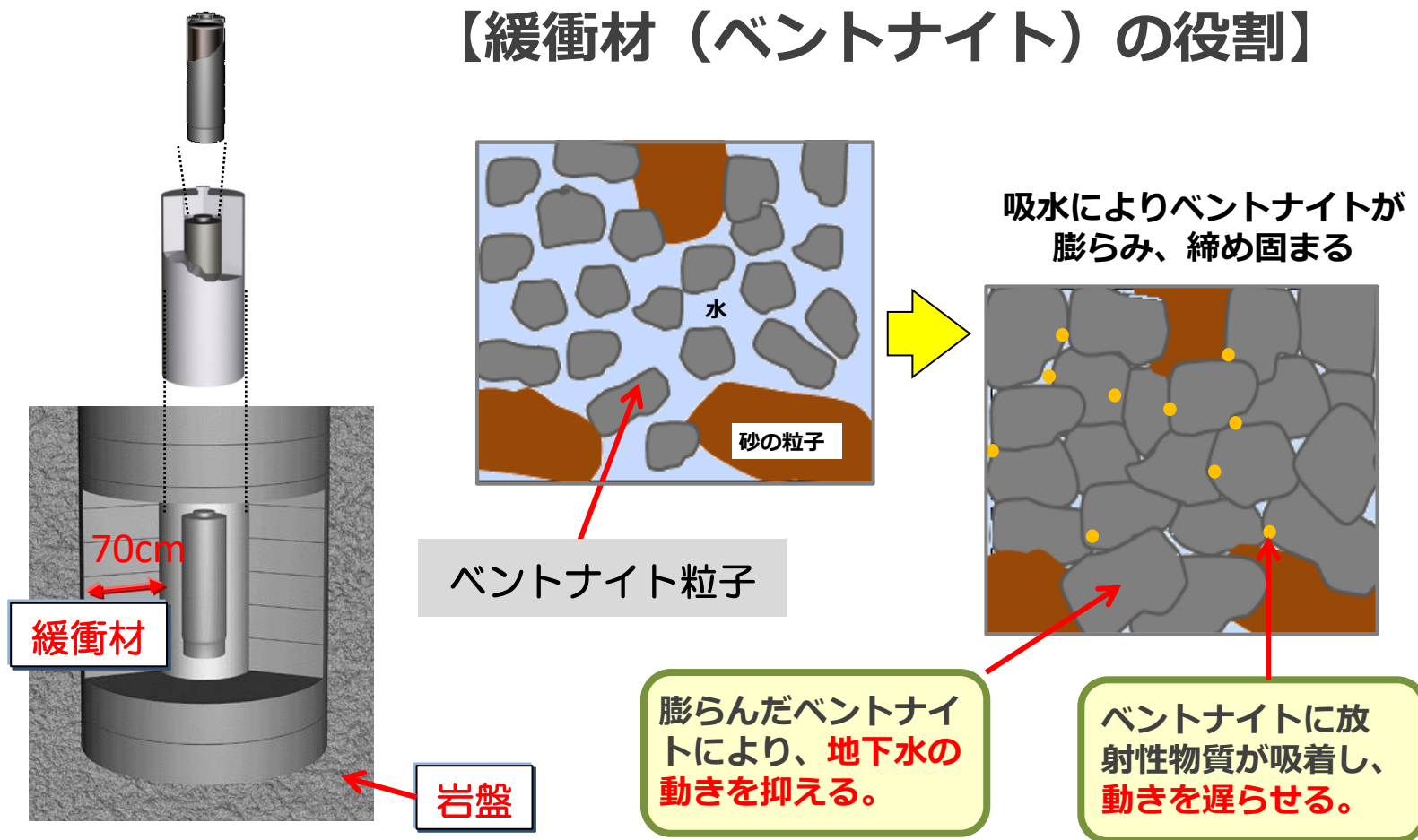
薄い錆びで覆われていましたが、ほぼ完全な形を残していました。

※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

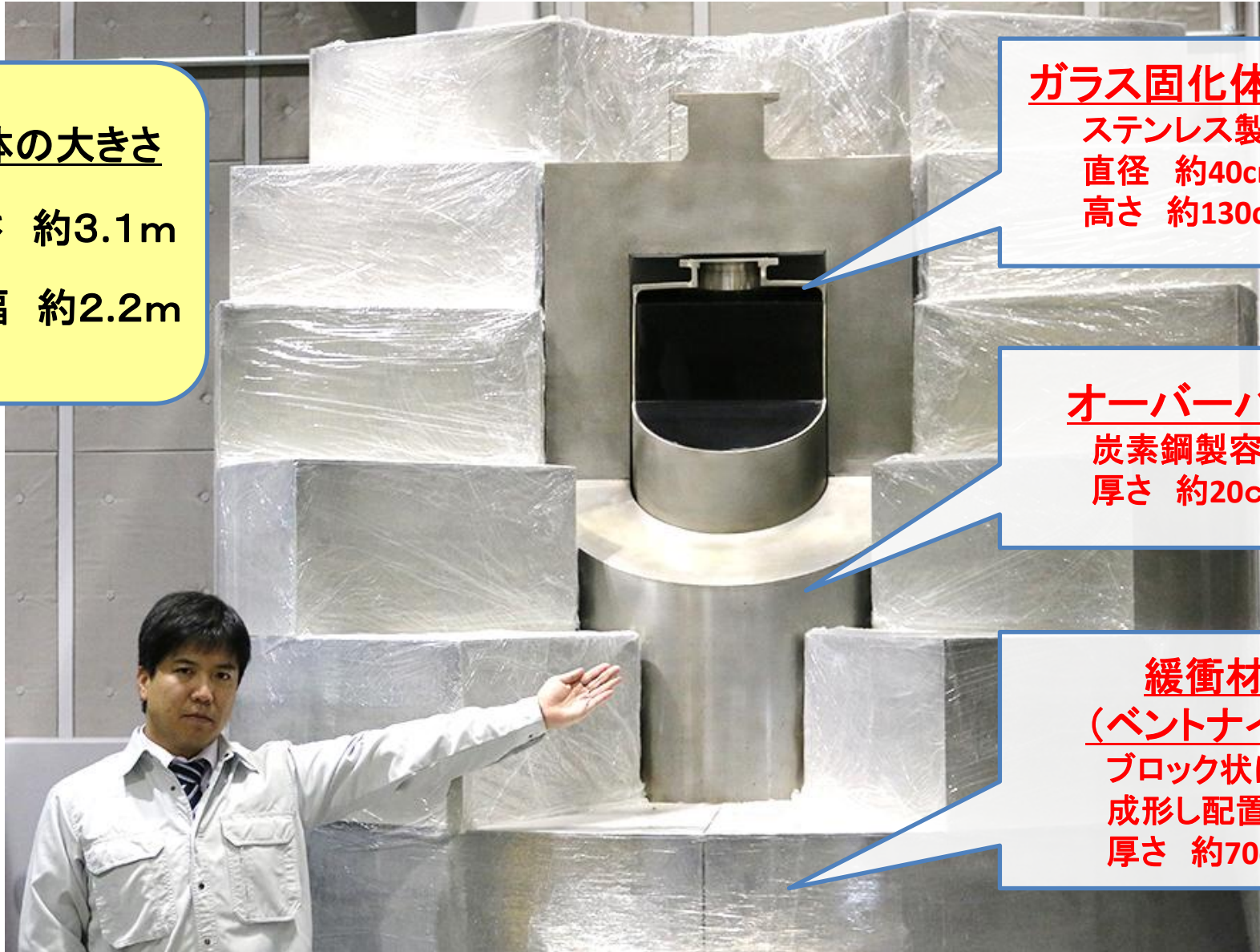
緩衝材

(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)

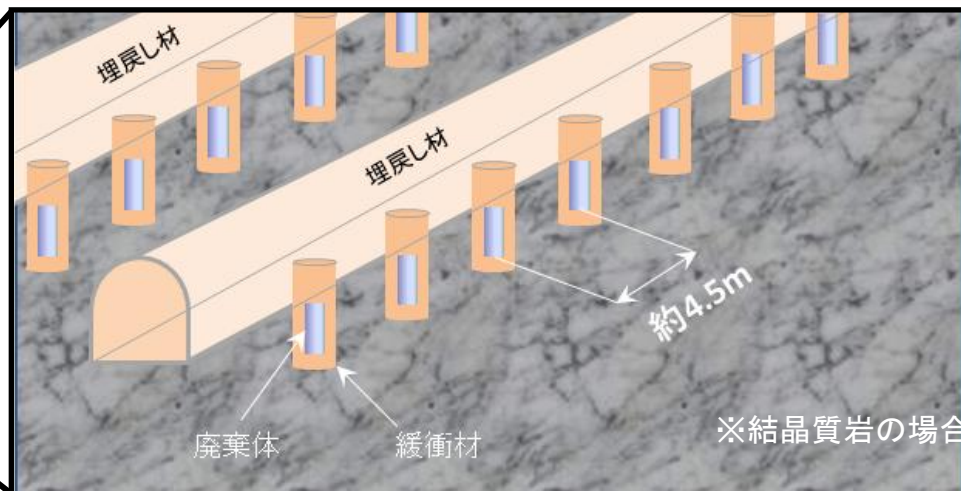
天然バリア(岩盤)

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



※結晶質岩の場合

考慮すべきリスク要因

地下水や火山、活断層等の自然現象の影響を受ける可能性が考えられますが、日本の地質の特性に応じた対策を講じることにより、安全に処分することが可能です。

火山・活断層が多い

日本の地質環境

地下水が多い

これらによる処分施設の損傷

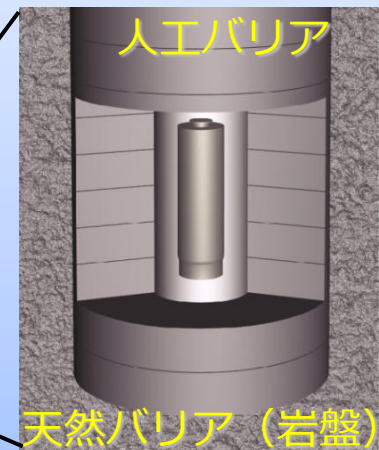
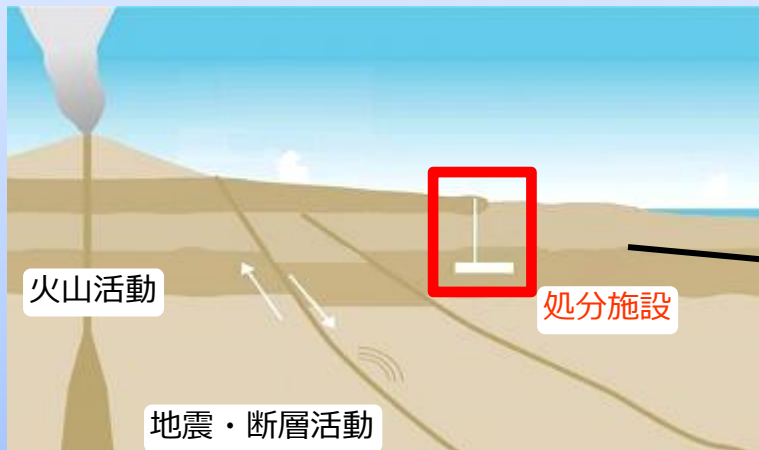
安全性への影響

地下水による放射性物質の生物圏への移動

対策

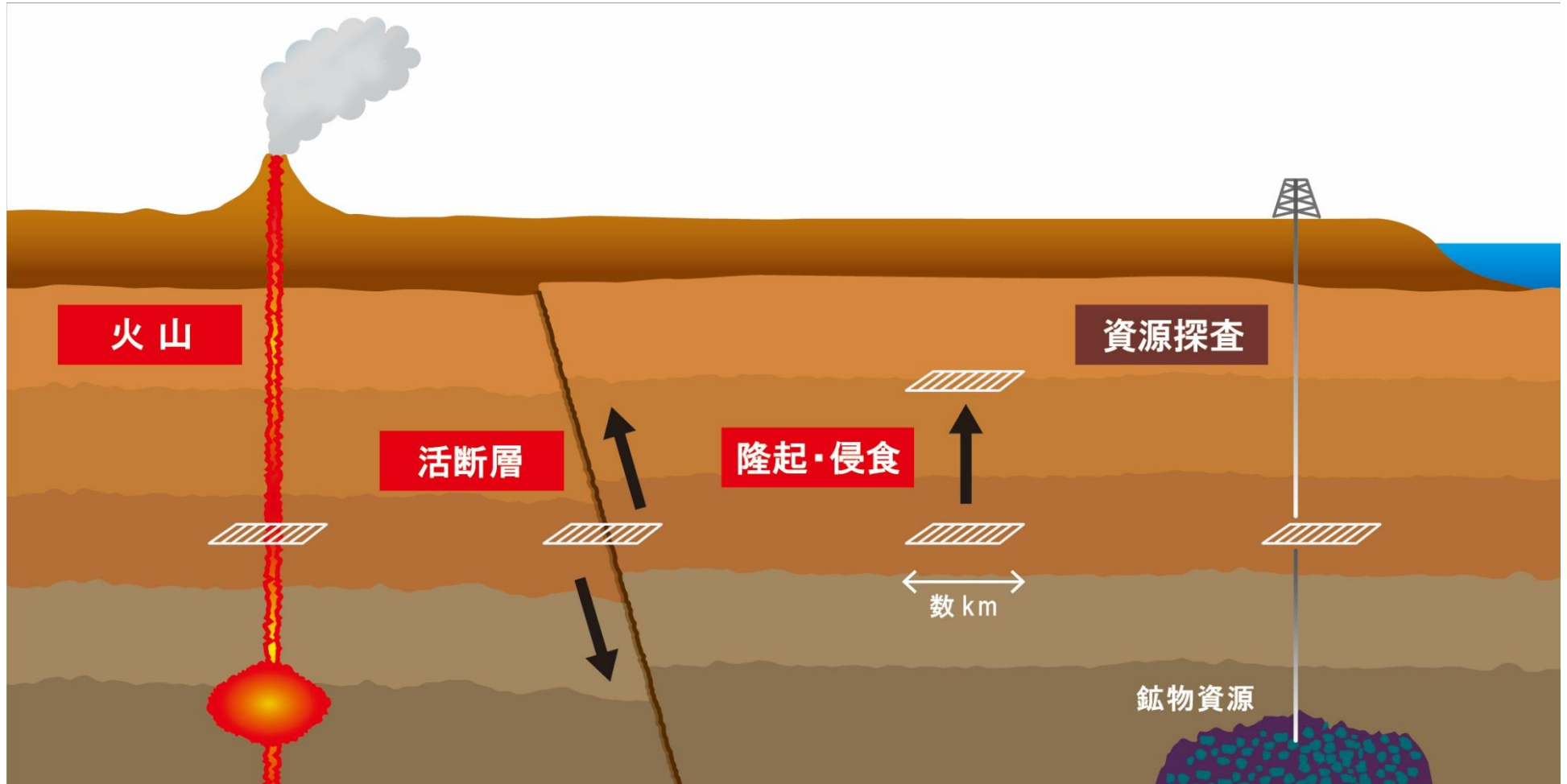
火山や活断層等を避けて処分施設を建設

多重のバリアでガラス固化体を防護するとともに、放射性物質の移動を遅延



天然現象の影響

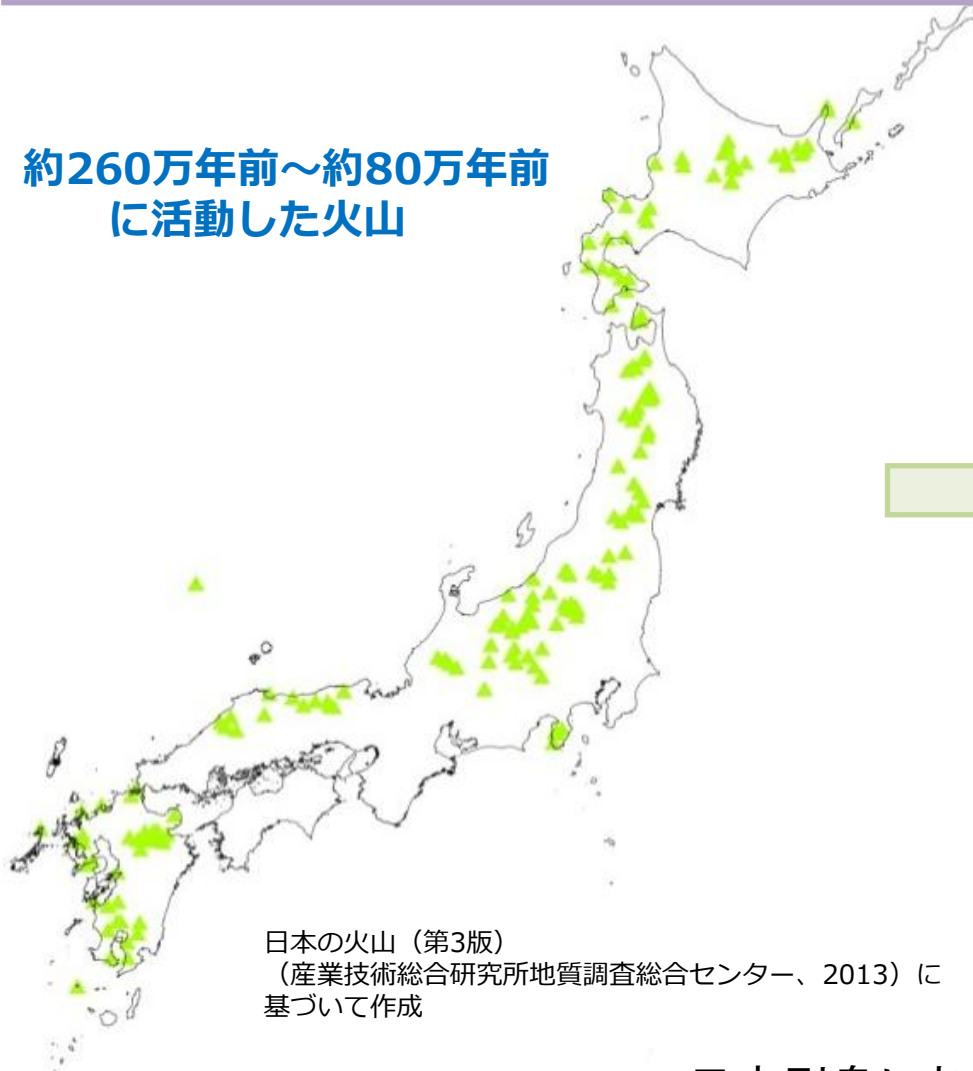
処分場を選ぶときには、**火山**、**活断層**、**隆起・侵食**が大きいところは避けます。また、**価値のある鉱物資源**がある場所は処分場にしません。



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。**

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

日本列島における火山の分布

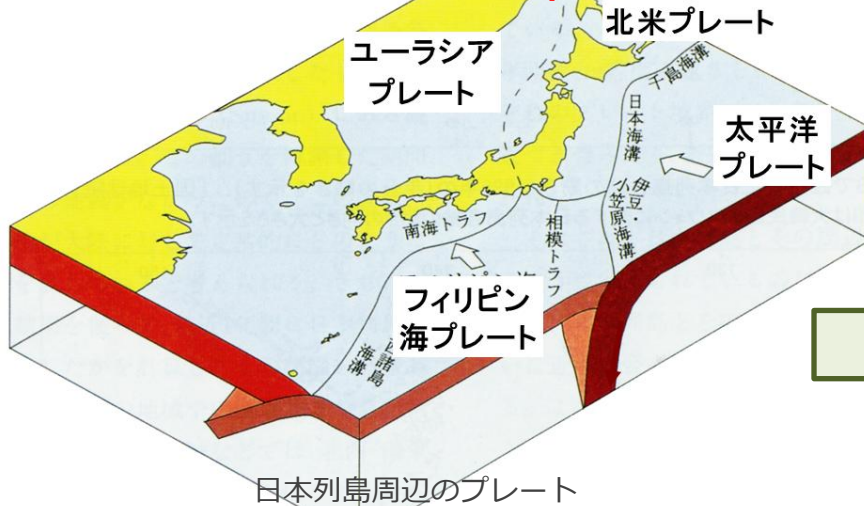
プレートと火山の位置関係

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。

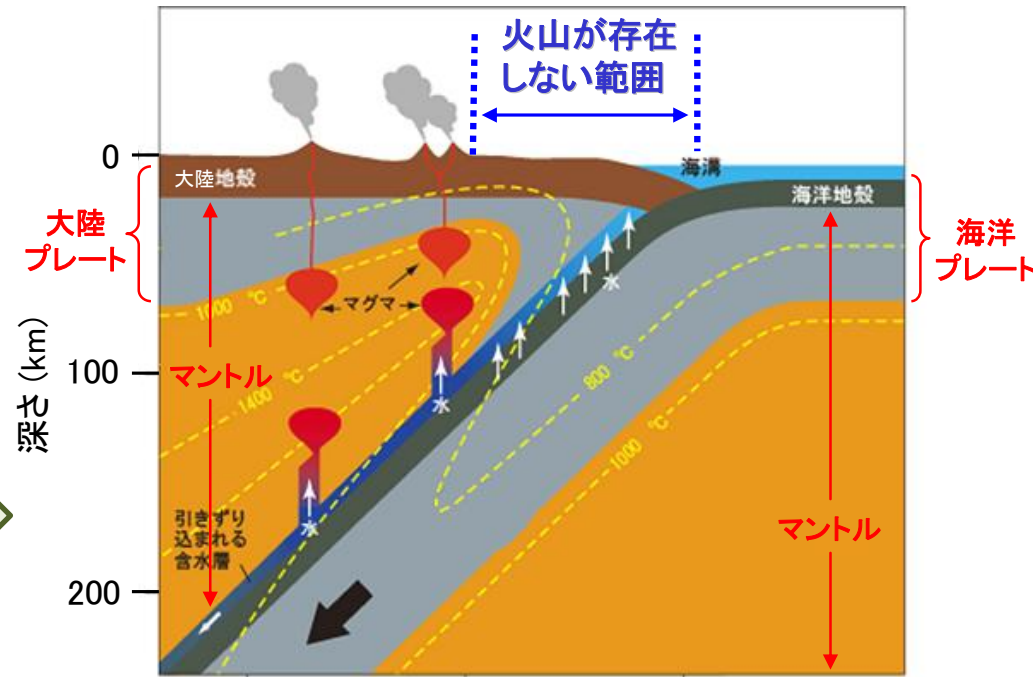
プレートの動き

太平洋プレート：約8cm/年

フィリピン海プレート：約5cm/年



日本列島周辺のプレート
(地震調査研究推進本部地震調査委員会編、1997に加筆)



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、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。

活断層について

断層活動は、過去数十万年にわたり**同じ場所**（活断層）で**繰り返し**起きています。

陸域の活断層の分布



出展：日本地質学会 地質環境の
長期安定性研究委員会（2011）

～ 活断層とは ～

過去数十万年前以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のこと。

～ 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。

数百万年前から、プレート運動に大きな変化はなく、一度できた断層はそこが弱面となって繰り返し活動することとなります。

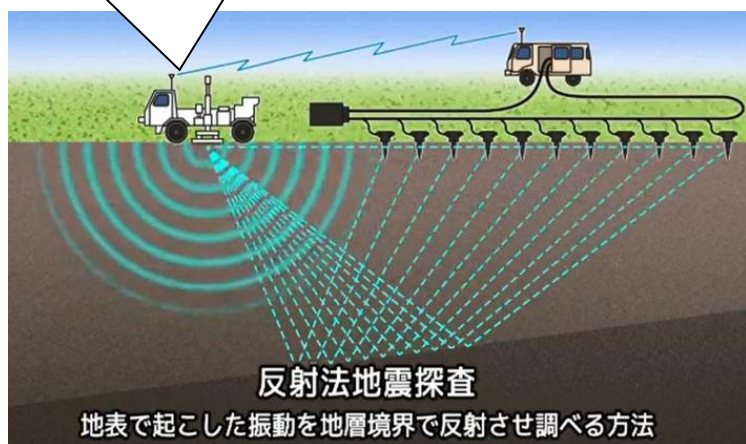
未知の断層は本当に発見できるのか

- 地下に伏在する断層など、地形的に確認が難しい断層があります。
- このような断層も現地調査（綿密な空中写真判読、地表踏査、物理探査、ボーリング調査等）により検出は可能です。

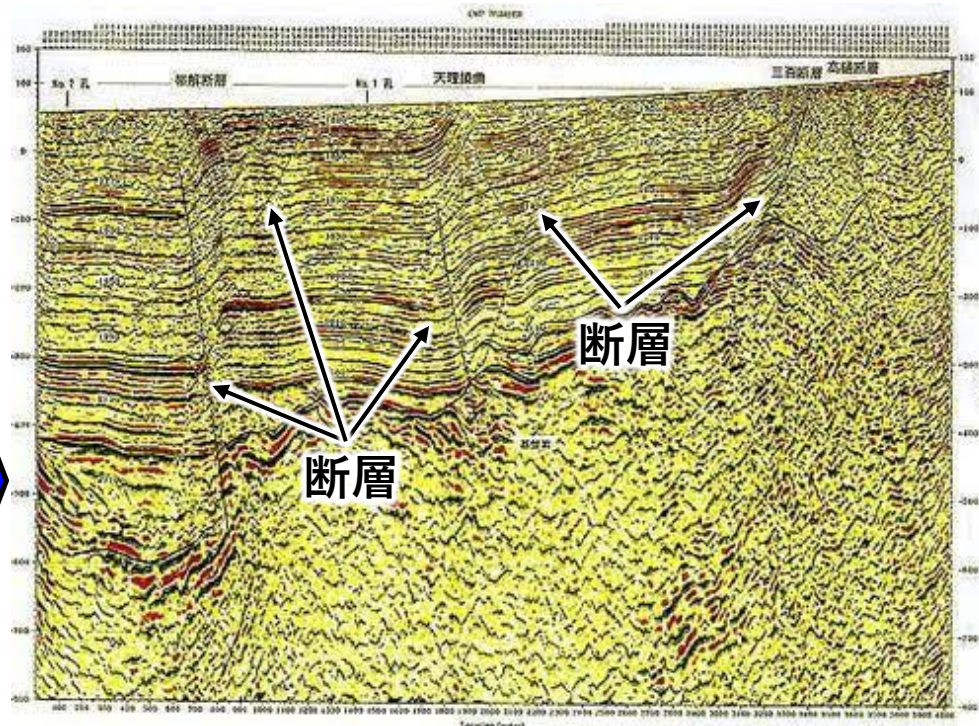
●地表から物理探査で地下の断層の分布を確認した例

奈良盆地東縁断層帯の帯解（おびとけ）断層の事例

人工的に揺れを発生させる車

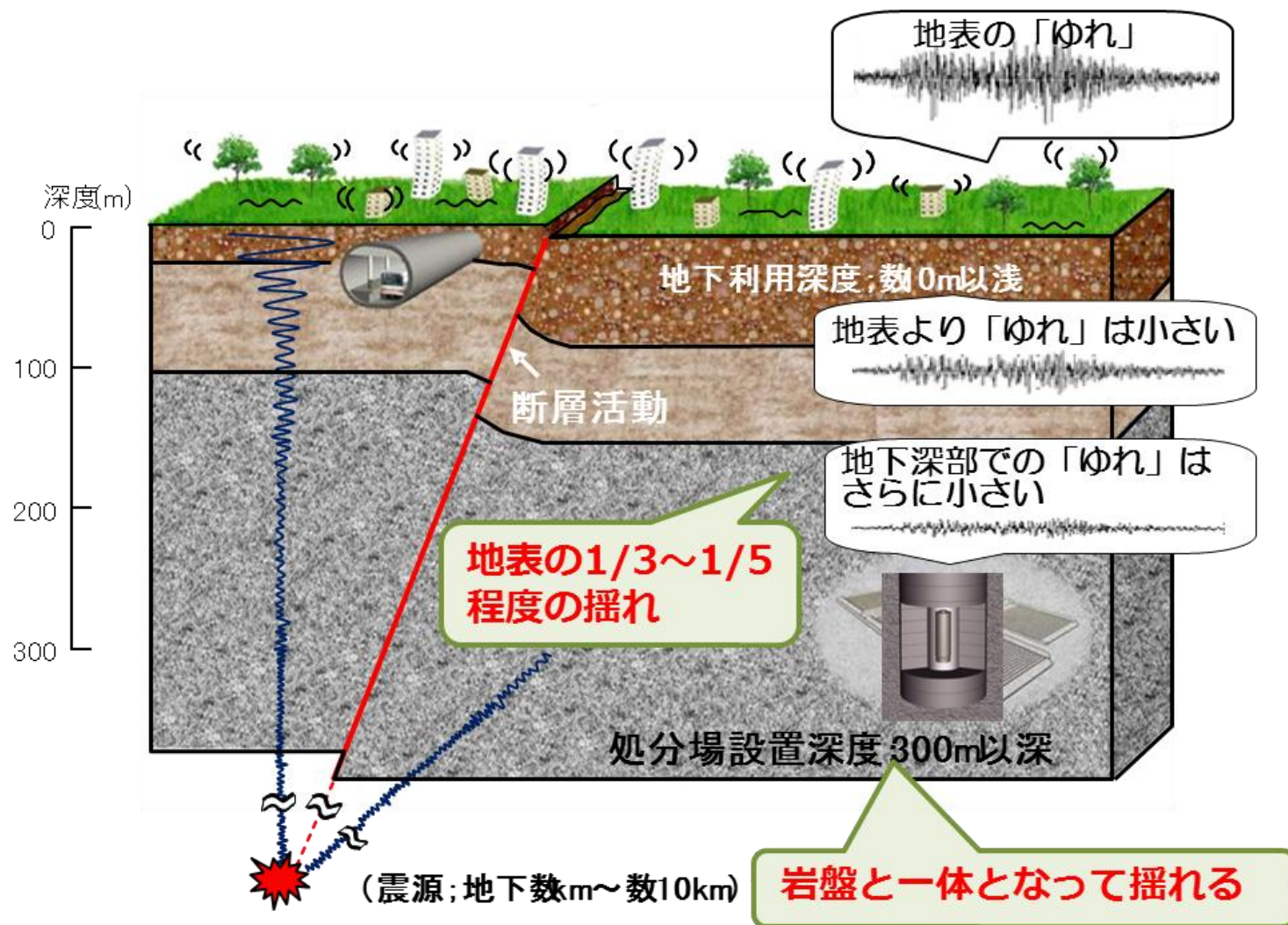


地中の断層の分布を可視化した結果



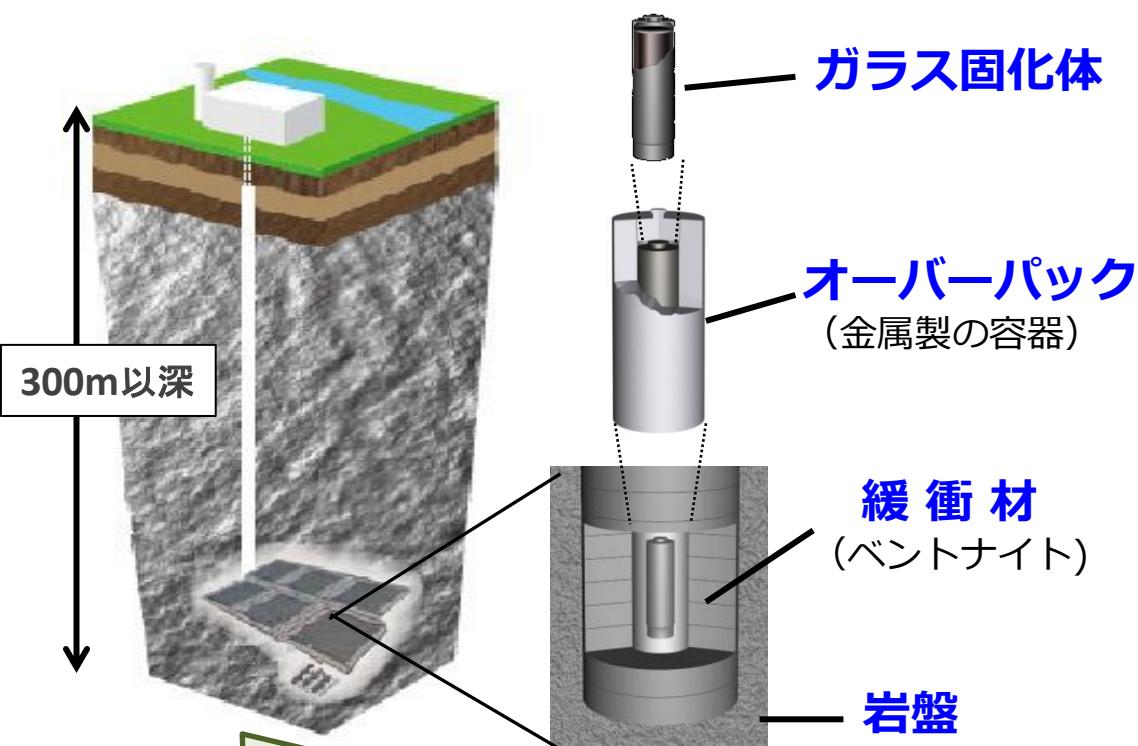
地震の影響

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処分施設への影響はほとんどありません。**



地下水によって放射性物質が運ばれるのでは？

人工バリアと天然バリアの多重バリアを構築することで、**地下水による放射性物質の生物圏への移動を遅らせます。**



- 放射性物質をガラス構造に取り込む。
- 水に溶けにくい。

- 放射能が高い期間、地下水とガラス固化体の接触を防止。

- 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。

- 放射性物質を吸着し移動を遅らせる。

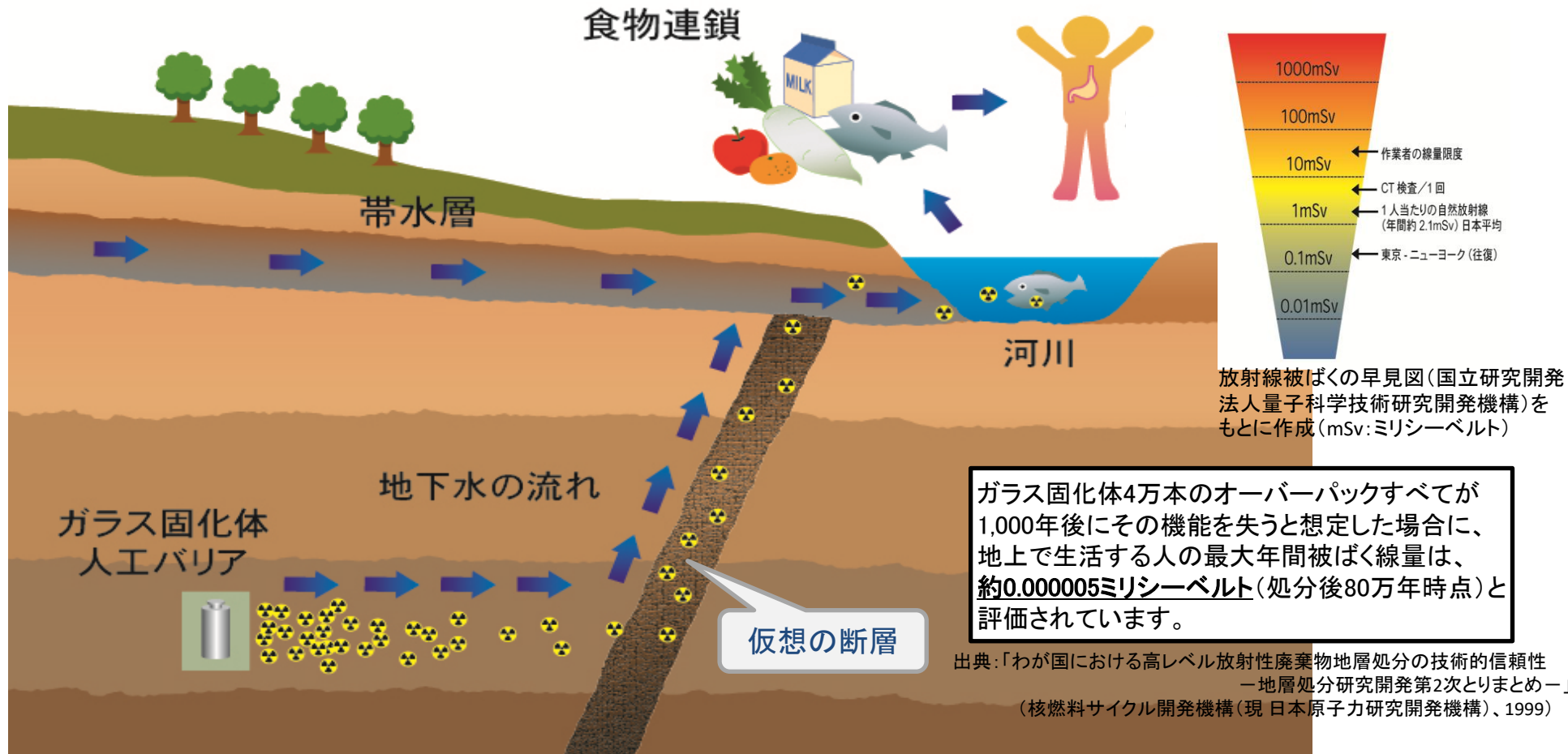
人工
バリア

天然
バリア

地下深部の地下水の流れは**非常に遅い性質を持っています。**
(平均的な流速で1年に数mm程度)

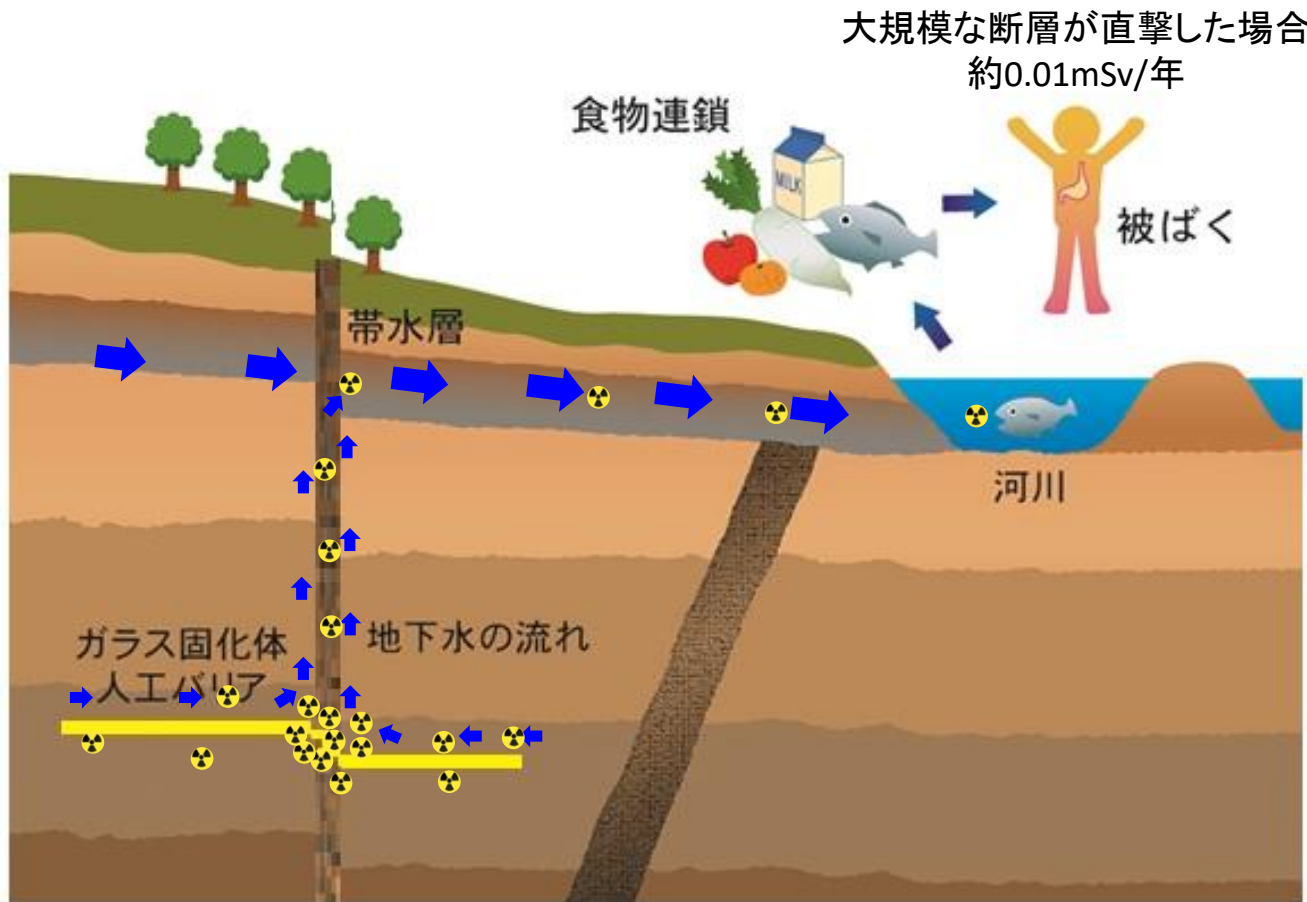
多重バリアで地下水の流れによる放射性物質の移動を遅らせます

被ばく評価を行う際に仮定するモデルの例
(被ばく量を過小評価しないために非常に“保守的”な設定をしています)



万一の事態を想定した安全性の評価を実施します

火山や大規模な断層を回避して処分場を設置しますが、万一の事態に備えてそれらが発生したと想定したシミュレーションを行い、安全性の評価を実施します。



処分場を横切るような大規模な断層が発生すると想定した場合のシミュレーションのイメージ

例：大規模な断層の発生

大規模な断層は十分な調査により避けることが基本

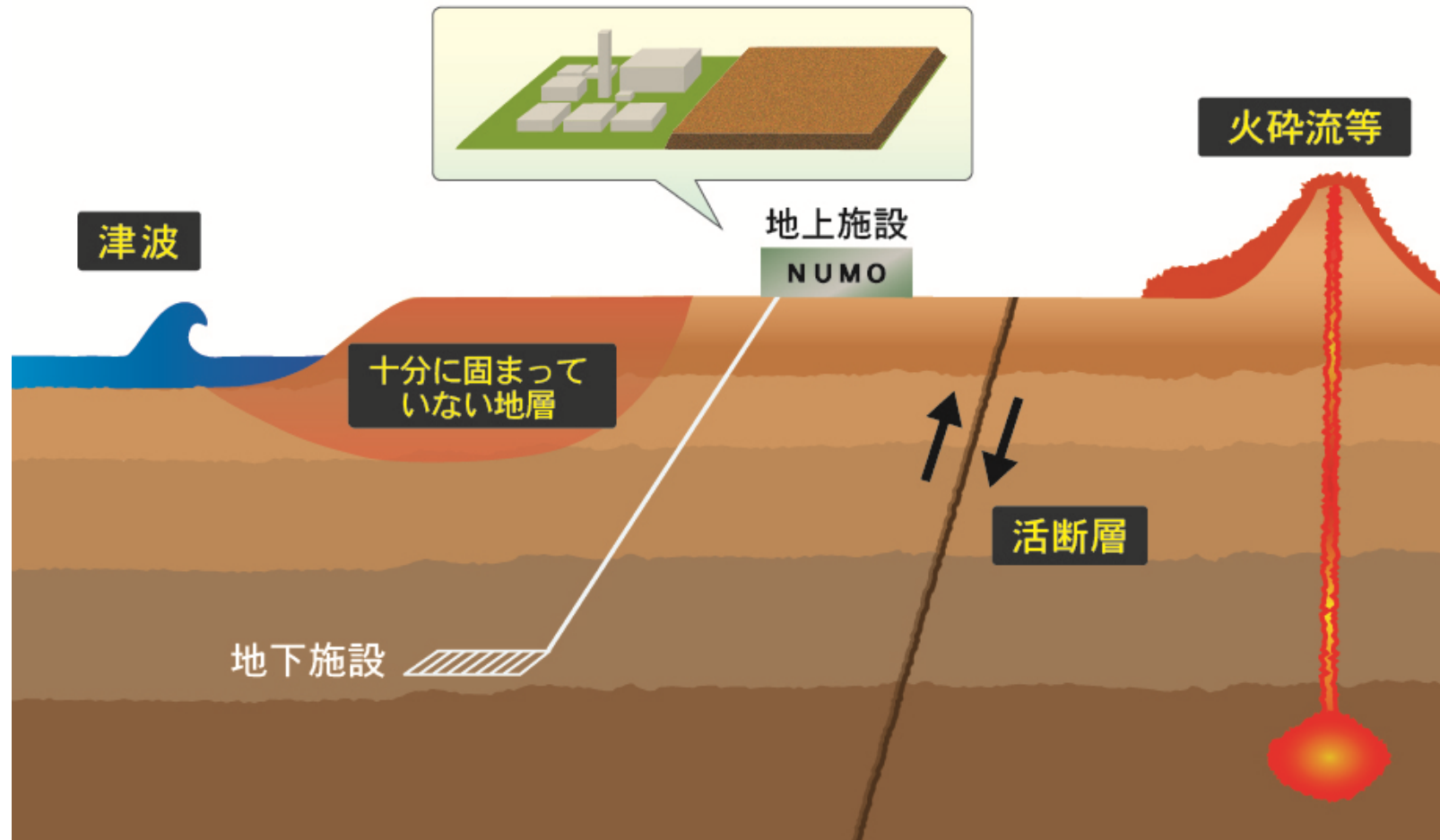
さらに処分場では、小規模な断層や割れ目を避けて廃棄体を埋設する

想定
処分場を横切るような断層が発生したら？

- ・ 処分場全体を横切るような断層が発生し、断層近傍の人工バリアが全て破壊されると想定した試算例では、処分後1000年を経過したのちの断層発生に対して最大年間被ばく線量は約0.01ミリシーベルトとなり、これは自然放射線のおよそ200分の1でした (Miyahara et al., 2008)。今後も、様々な条件の下で著しい影響が生じないかを確認してまいります。

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。



建設・操業・輸送時の安全対策

～輸送時の安全対策～

- 廃棄物を埋設した後の安全性だけでなく、処分施設の建設・操業時の安全対策にも万全を期します。
- 輸送時についても、**テロを含む事故リスクも想定し安全性を確保**するために、これまでの経験を参考にして、国内外の法令に従い、**頑丈な輸送容器、専用の輸送船や輸送車両等**を利用します。
※ガラス固化体の輸送は青森県六ヶ所村で多数の実績があります。



海上輸送船の例

http://www.pntl.co.uk/wp-content/uploads/2012/09/PNTL_Grebe_01.pdf

※海上輸送時には、国際海事機関(IMO)の安全基準に従って定められた法令に適合した専用輸送船を使用します。
この輸送船には、安全対策の点で二重船殻構造、耐衝突構造、広範な消火設備、航行システム通信設備、エンジン、かじ、スクリュー等の二重化、等の特長があります。



専用輸送車両の例

※輸送容器の転落防止のための設計やブレーキの二重化等十分な安全対策を講じます。

建設・操業・輸送時の安全対策 ～地上施設の安全対策～

- 操業中は放射能の高い廃棄物を扱うので、津波、火山活動、断層活動等の**自然災害により地上施設が破壊されるようなことは避ける**必要があります。
そこで、火砕流の分布範囲等を処分地選定調査により把握し、著しい影響を回避します。
- また、調査結果を踏まえて、**地上施設の耐震設計・津波対策**（必要に応じて、施設設置位置の検討、防潮堤や浸水防止用の水密扉の設置）等の安全対策を施します。



耐震性を高めるための
鉄筋コンクリート壁の実規模大模型
(日本原燃・六ヶ所PR館)

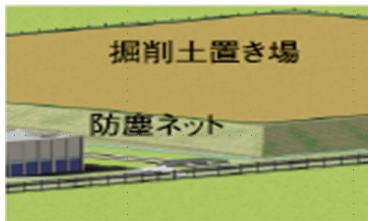


津波時の浸水防止のための水密扉
(東北電力・東通原発)

建設・操業・輸送時の安全対策 ～周辺環境への影響を調査～

● 処分地選定調査、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

掘削に伴い生じた湧水は、そのまま排水せず、沈澱池(ちんでんち)、排水処理施設で**上水処理・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。



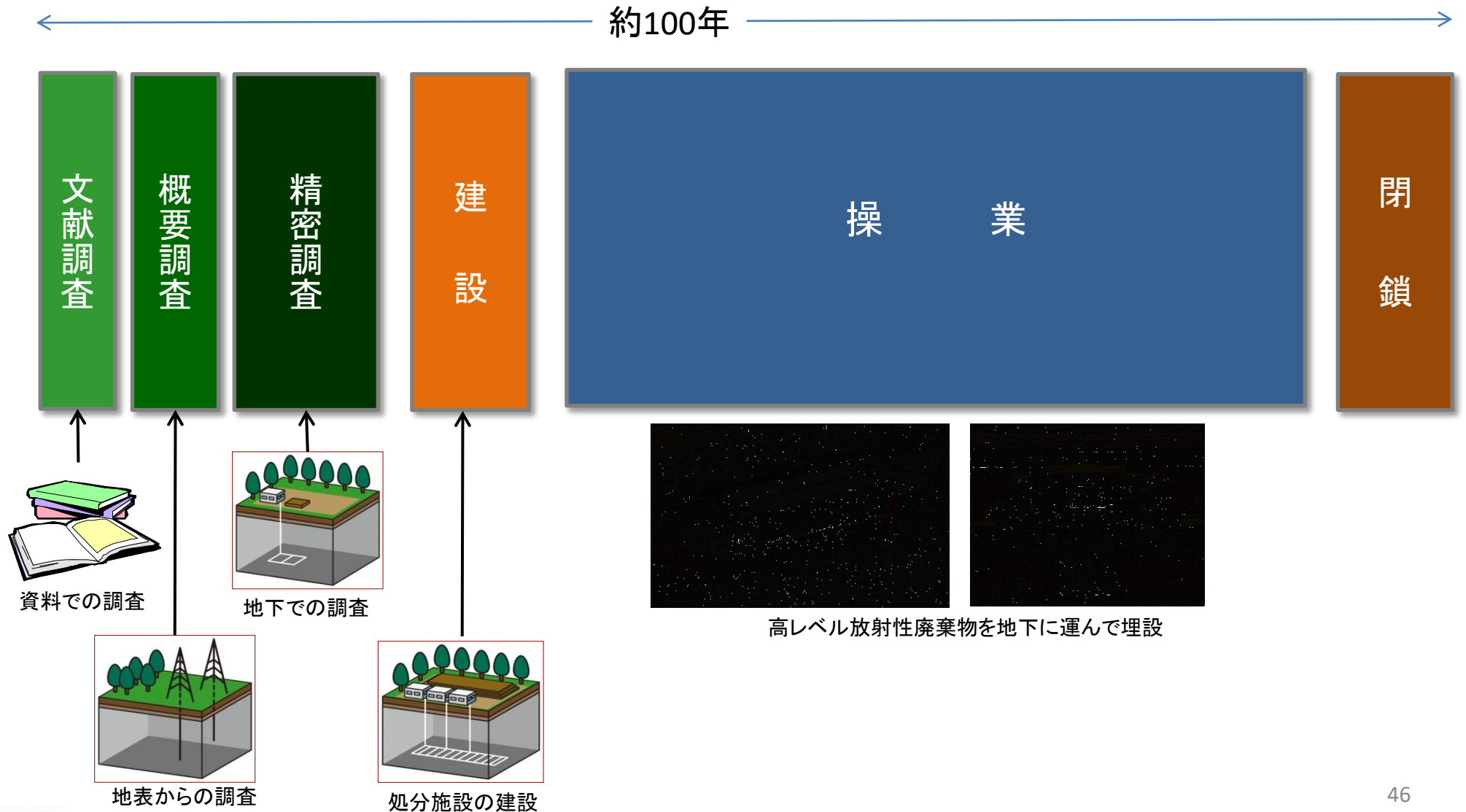
大気質・地上気象測定設備

建設・操業に伴い、**大気に影響**がないか調べます。

4. 処分地選定に向けた事業の進め方

地層処分事業の進め方

調査から処分場の閉鎖まで**100年にもおよぶ事業**です。



最終処分に関する取組の見直しの経緯

- 2000年: 「最終処分法」制定 ・事業主体として^{ニューモ}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） ⇒ その後、受け入れ自治体現れず
- 2013年: 最終処分関係閣僚会議創設 ⇒ 現政権として取組の抜本的な見直しに着手
- 2015年5月: 新たな基本方針を閣議決定
 - ポイント →
 - ・ 現世代の責任として、地層処分に向けた取組を推進する（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、社会利益還元の可能性を国民で共有
 - ・ 科学的により適性の高いと考えられる地域を提示するなど、国が前面に立って取り組む 等
- 2016年夏まで 関係学会等への情報提供・意見照会
OECD原子力機関（NEA）による国際レビュー
 - ・ 科学的な特性を提示するというプロセスや要件・基準の検討内容は、国際的な取組と整合的
- 2017年 4月: 総合資源エネルギー調査会: 2年越しの検討成果をとりまとめ
 - ➡ 「科学的特性マップ」作成に必要な要件・基準確定
 - ➡ 自治体向け・国民向け説明会の開催（5月～6月）
- 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**し、国民理解・地域理解を深めていくための取組を一層強化

科学的特性マップの提示

10年以上最終処分地の選定に向けた目途が立っていない状況のため、**最終処分法に基づく基本方針が改定**されました。

文献調査の開始に向けて、
新たなプロセスを追加

国による科学的特性マップ
の提示(マッピング)

対話活動の実施
(説明会の開催等)

- ・ 自治体からの応募
- ・ 複数地域に対し、国から申入れ

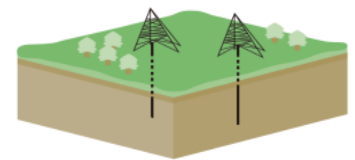
最終処分法で定められた処分地選定プロセス

①文献調査



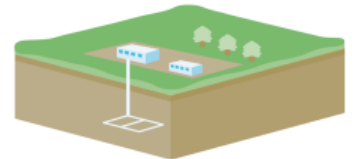
②概要調査

(ボーリングの実施等)

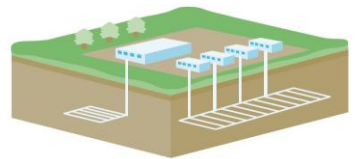


③精密調査

(地下施設の建設・試験)



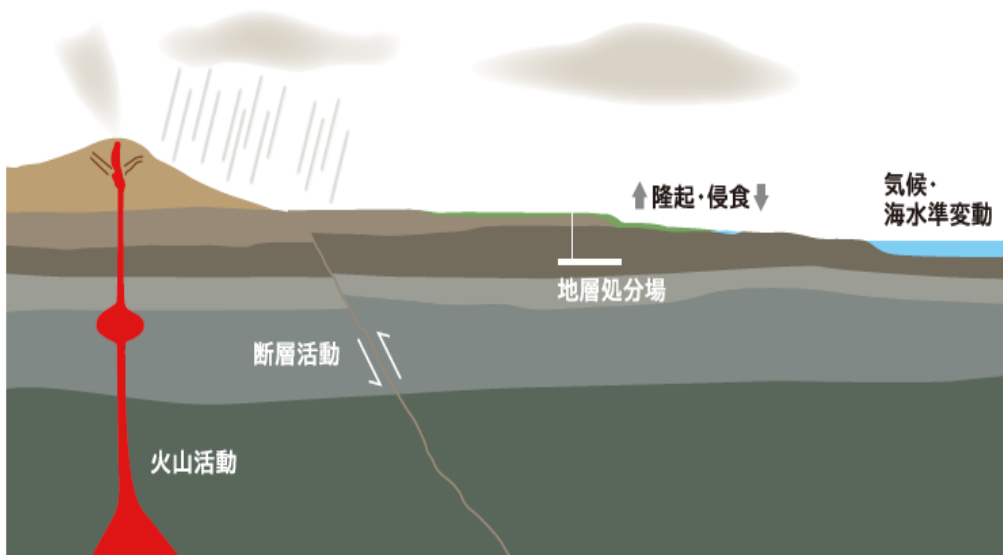
施設建設
廃棄物搬入開始



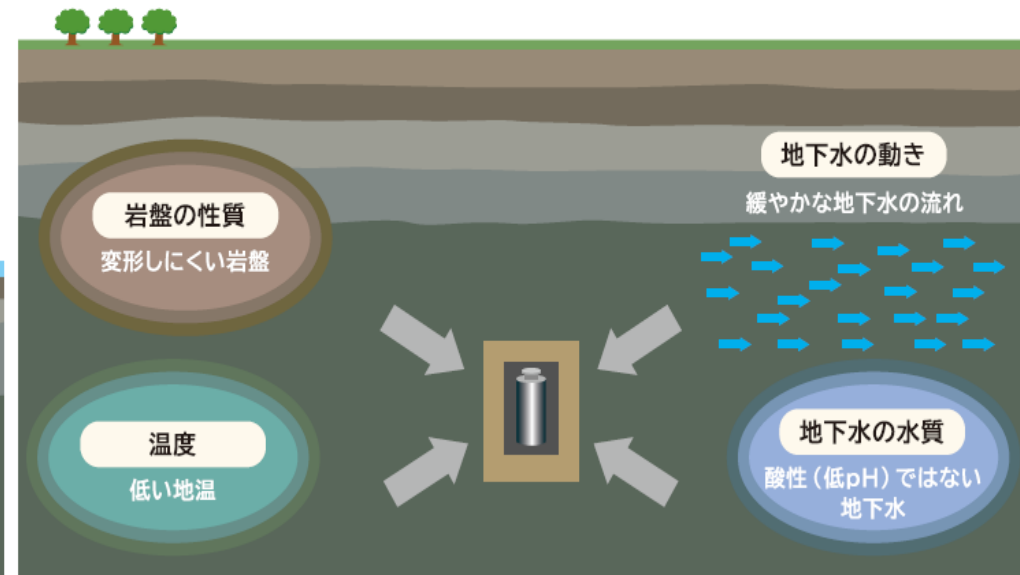
処分地の選定のための調査・評価

- 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3段階の処分地選定調査

- 法律(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3段階の調査を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、安全な地層処分が可能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

- 火山や活断層の活動記録など



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等

- 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

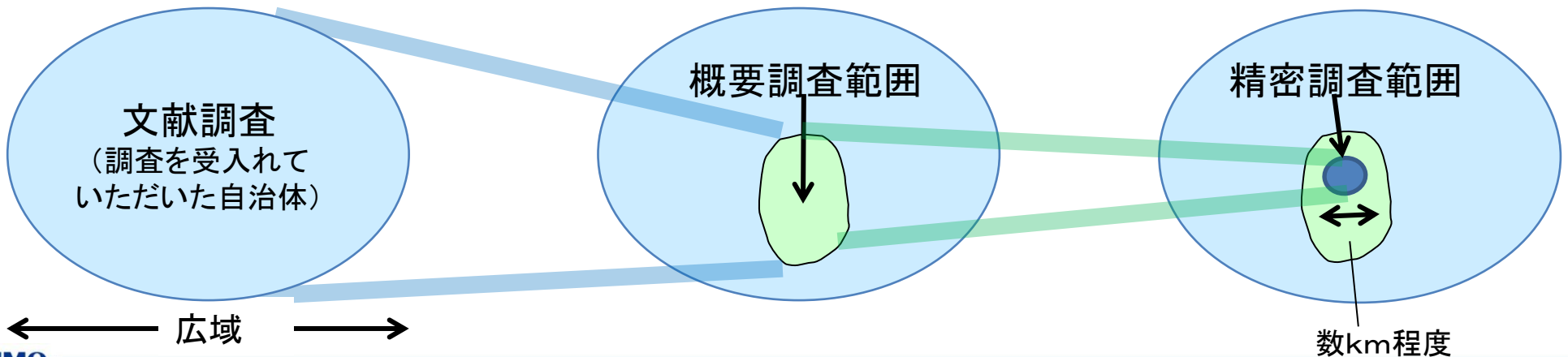


安全性が確保できる場所であることを確認します。

精密調査

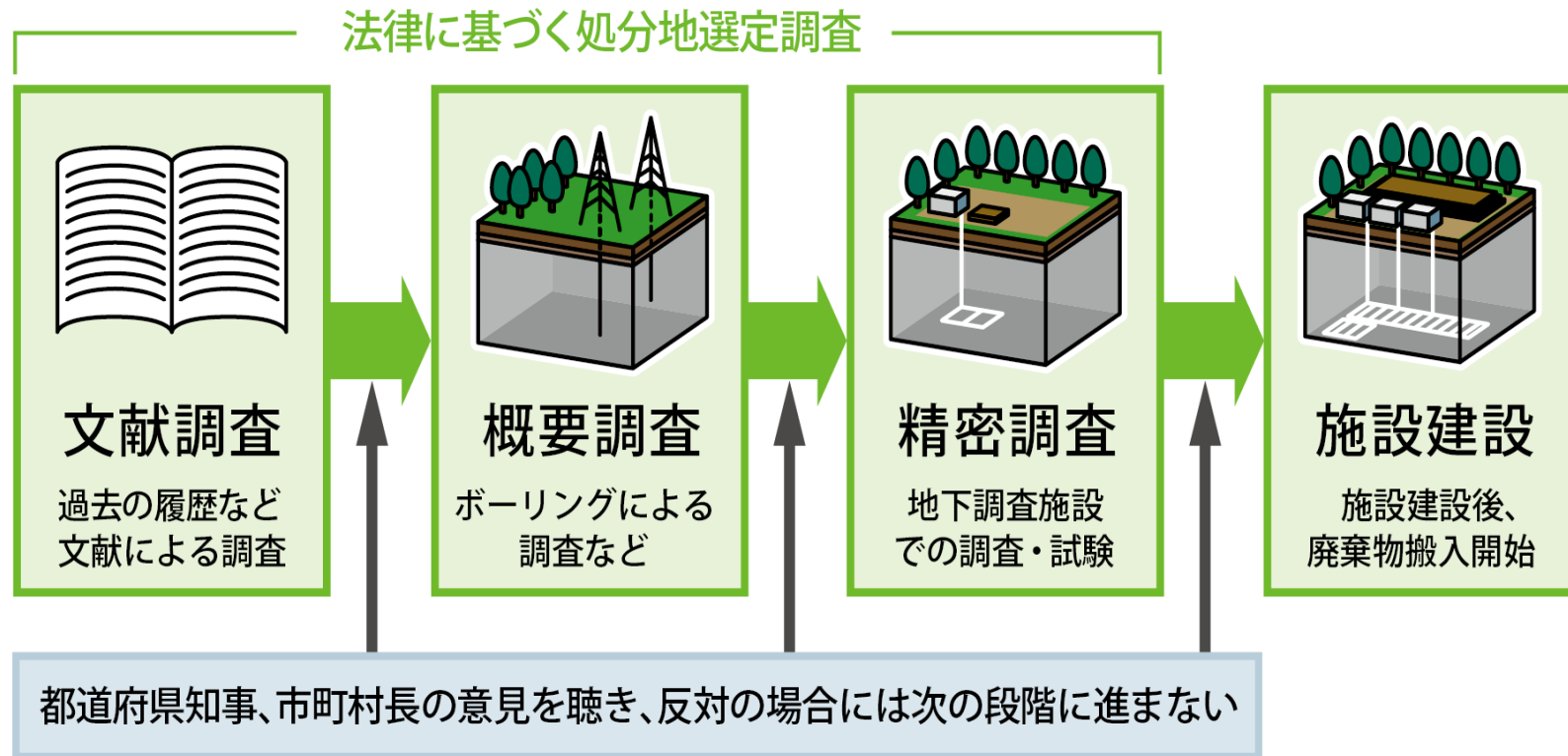
地下深部の調査施設で直接調査

- 断層や岩盤の性質、地下水の成分など



法律に基づく3段階の処分地選定調査

- 調査の各段階で結果を公表し、次の段階の調査の計画をお示しし、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。



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

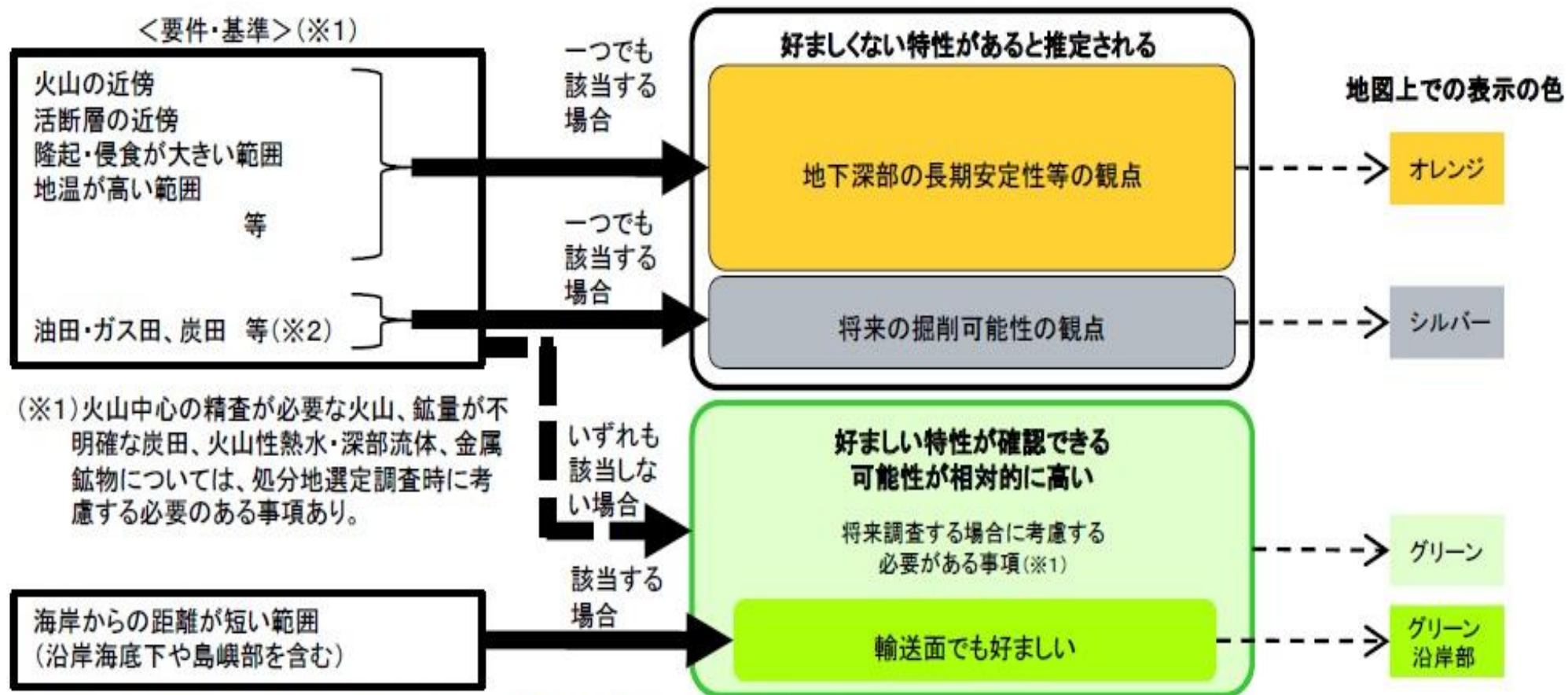
	要件	基準
火山・火成活動	火山の周囲(マグマが処分場を貫くことを防止)	火山の中心から半径15km以内等
断層活動	活断層の影響が大きいところ	主な活断層(断層長10km以上)の両側一定距離(断層長×0.01)以内
隆起・侵食	隆起と海水面の低下により将来大きな侵食量が想定される場所	10万年間に300mを超える隆起の可能性がある、過去の隆起量が大きな沿岸部
地熱活動	地熱の大きいところ(人工バリアの機能低下を防止)	15°C/100mより大きな地温勾配
火山性熱水・深部流体	高い酸性の地下水等があるところ(人工バリアの機能低下を防止)	pH4.8未満等
軟弱な地盤	処分場の地層が軟弱なところ(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

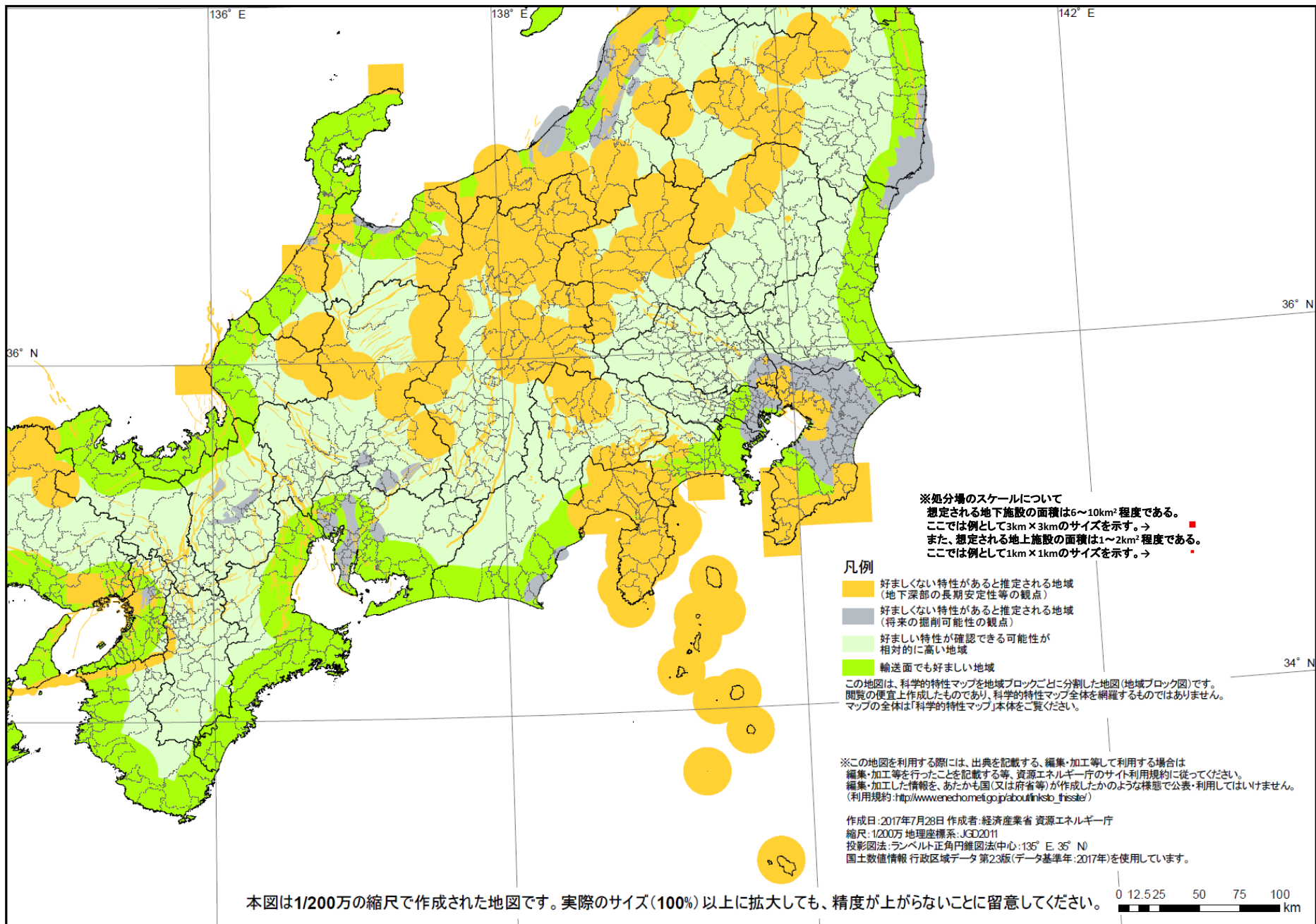
「科学的特性マップ」の要件・基準及び地域特性の区分

- 「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。**



(※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。

科学的特性マップ 地域ブロック図(関東・中部)



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「科学的特性マップに関する対話型全国説明会」を開催中。
- 科学的特性マップ公表後、各都道府県の県庁所在地（福島県除く）で説明会を開催し、一昨年10月からは県庁所在地以外でも開催。現時点で113回実施。

○対話型全国説明会 プログラム（夜開催の場合）

時間	分	プログラム	説明者
18:20~18:25	5	開会	
18:25~18:40	15	映像	映像「地層処分」とは・・・？
18:40~19:15	35	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
19:15~19:25	10	休憩	
19:25~20:25	60	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
20:25~20:30	5	閉会	

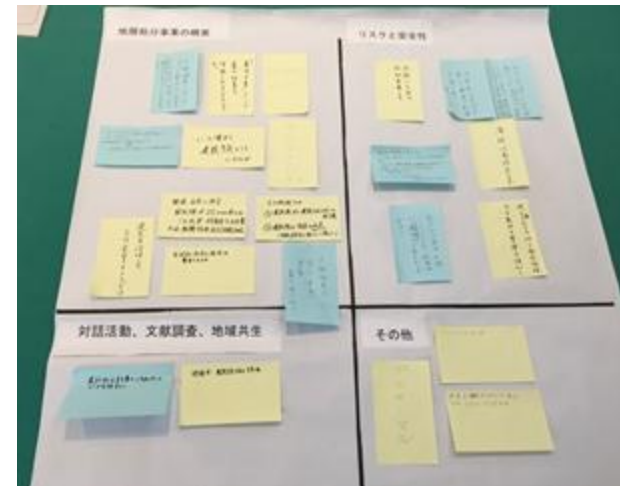
対話型全国説明会の実施状況②

会場全景

少人数でテーブルに分れて丁寧に説明・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



ヴァーチャル・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



十文字学園女子大学での出前授業

■ 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る。

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う。



全国研修会(昨年3/4東京)

経済社会的観点からの検討

- 各段階の調査では、地域の安全を第一に、安全性の観点からしっかりと技術的検討を行うとともに、**地域の経済社会への効果、影響等について検討**を行い、総合的にご判断いただけるように進めてまいります。

【文献調査段階における進め方】

①安全性の観点から技術的検討を行います

- ・地震等の自然現象による地層の著しい変動の記録がないこと、将来にわたってそうした変動の生ずるおそれが少ないこと 等
- ・地下水の状況等を踏まえた埋設後の長期の安全性
- ・建設・操業・輸送時の安全性 等

②経済社会的な観点からも検討を行います

- ・処分施設の設置に必要な土地確保や輸送インフラ利用、自然環境、地域経済・生活・文化、事業遂行への影響 等
- (「対話の場」を通じて寄せられる住民の皆さまの関心や意向を踏まえて、「**経済社会影響調査**」等を実施します)

(総合的に評価)

(評価結果の報告、自治体との話し合い)

概要調査地区の選定、概要調査の計画

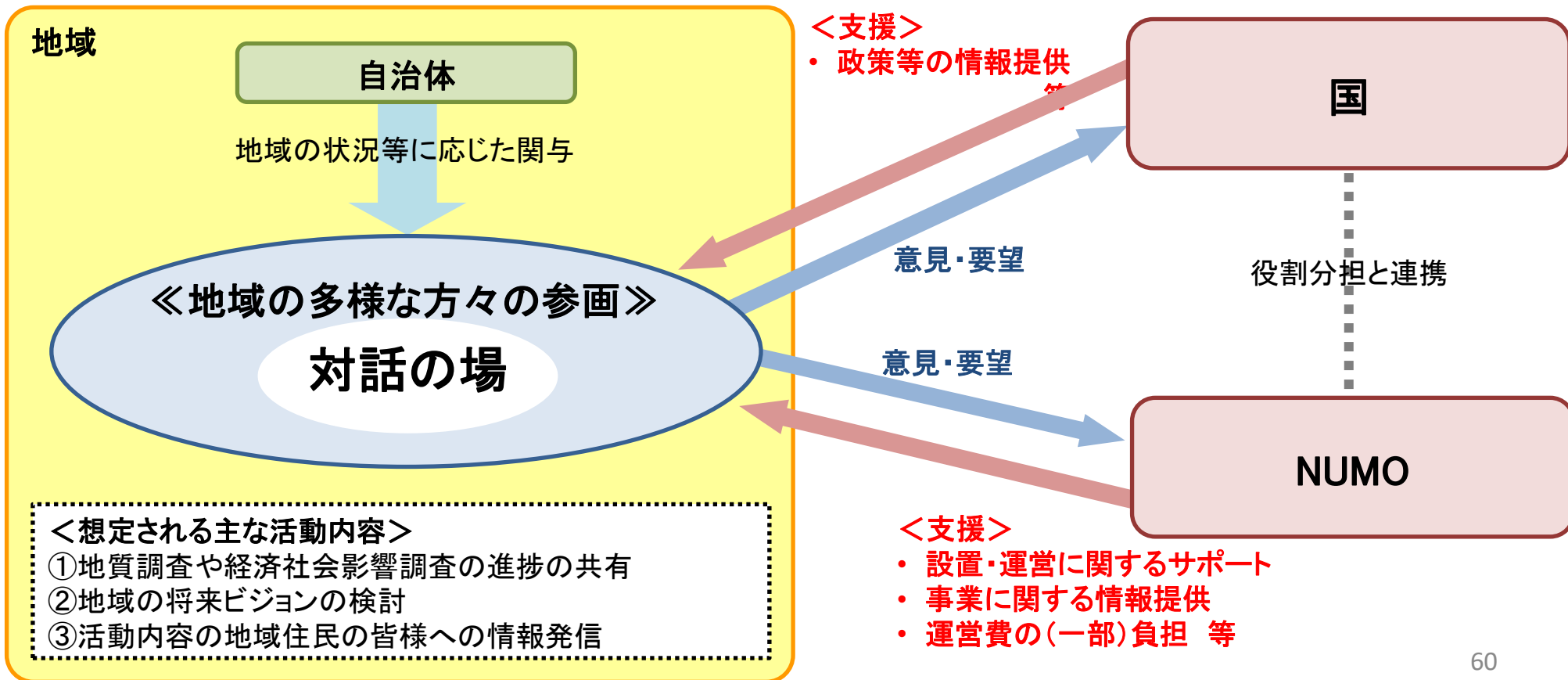
(経済産業大臣に申請)

経済産業大臣から市町村長、都道府県知事の意見の聴取(反対の場合には次の段階に進まない)

※処分地選定調査の各段階に応じて、検討内容は精緻化される

地域の皆さまとの「対話の場」の設置

- 処分地選定調査を行う地域では、安全確保策、地域経済への影響等、**処分事業**に関連する情報を地域の方々が共有し、対話を通じて理解を深めていただくことを目的に、「対話の場」の設置を支援します。
- 自治体の関与や参画メンバー、NUMOの関わり方等については、**当該自治体**（原則市町村）の判断で決めていただくことが基本です。



5. 諸外国の取組状況

諸外国の状況

○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(オルキルオト)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。
2011年に**施設建設許可を国に申請**。現在、安全審査中。

○その他の国

- ・フランス : 1983年より選定開始。ビュール近郊を処分地とする方向で検討中。
- ・英 国 : カンブリア州2市が関心を表明するも、州議会で否決(2013年)。2014年、
新たなサイト選定プロセスを公表。
- ・ドイツ : ゴアレーベンを選定も、調査凍結。選定プロセスの見直し中。
- ・米 国 : ユッカマウンテンを選定も、政権交代により撤回(2009年)。
選定プロセスの見直し中。

調査段階前
(方針検討段階を含む)

文献調査
相当

概要調査
相当

精密調査
相当

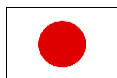
最終処分施設
建設地の選定

安全審査

建設等



韓国



日本



スイス



フランス
(ビュール近傍)



フィンランド
(オルキルオト)



ドイツ



英国



カナダ



スウェーデン
(フォルスマルク)
※建設には未着手



米国

スウェーデンにおける立地地域支援事例

- 実施主体のS K B社と原子力発電事業者は、最終的に候補地として残った2つの自治体（エストハンマル、オスカーシャム）との間で地域発展に関する協力協定を締結。
- 今後、両自治体に対して、2025年までの期間で総額約300億円規模の経済効果を生み出す付加価値事業を実施するといった、支援措置を講じる予定。

(支援例) ビジネス開発・地元企業支援 / インフラ整備 (道路や港湾の改良など) / 労働市場の拡大と多様化 / S K B社の本社機能移転 / 研究所の拡充 等



●エストハンマル (処分場建設予定地)

面積: 約2,790km²
(東京都の約1.3倍)
人口: 約21,800人

避暑地や観光地として有名。

●オスカーシャム (キャニスタ封入施設建設予定地)

・面積: 約1,054km²
(東京都の約0.5倍)
・人口: 約26,700人

工業の町で、近年はエネルギー産業が盛ん。



エストハンマル市長のコメント

(2016年3月国際シンポジウム(@東京))

- 「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

ご清聴ありがとうございました