

対話型全国説明会 説明参考資料

2021年1月

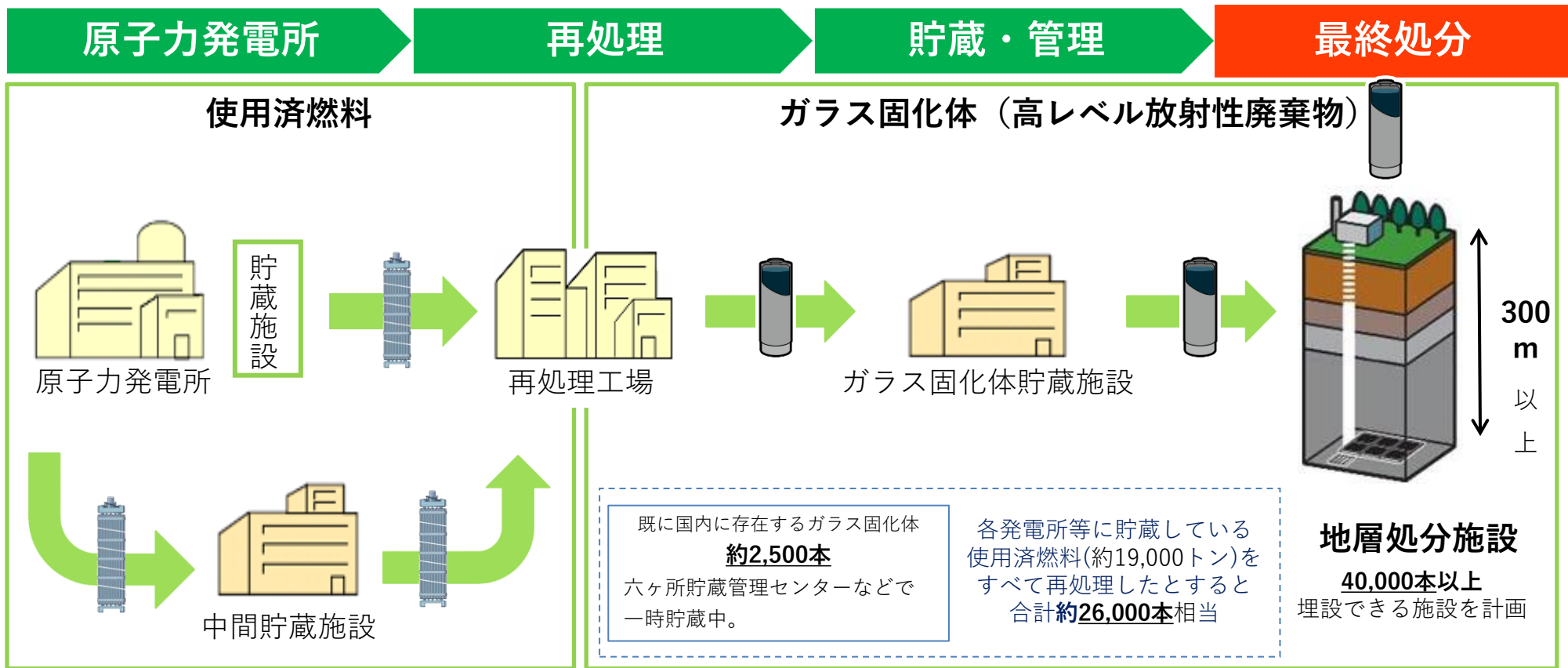
	ページ番号
1. 高レベル放射性廃棄物の最終処分までの流れ	4
2. 地層処分事業について	18
(1) 基本コンセプト	20
(2) 処分地選定調査	32
(3) リスクと安全確保	36
3. 科学的特性マップについて	72
4. 今後の対話活動について	94

※作成、文責：上記1及び3は資源エネルギー庁、上記2及び4は原子力発電環境整備機構（NUMO）です。

1. 高レベル放射性廃棄物の最終処分までの流れ

高レベル放射性廃棄物の最終処分までの流れ

- 原子力発電により発生した使用済燃料は、資源として利用できるウランとプルトニウムを回収し、**(再処理)**、残った長半減期の放射性物質を含む廃液はガラス原料と高温で溶かし合わせて固化します**(ガラス固化体)**。
- 放射能が高く発熱を伴うガラス固化体は30～50年程度、冷却のために貯蔵・管理した後で最終処分します。具体的には、**地下深部の安定した岩盤に埋設**します**(地層処分)**。



※日本原子力研究開発機構 (JAEA) の研究施設から発生したガラス固化体、及び上記の再処理の際に発生する TRU 廃棄物のうち放射能レベルが一定以上のもの (地層処分対象 TRU 廃棄物) も、同様に地層処分の対象となります。

青森県に立地する核燃料サイクル関連施設

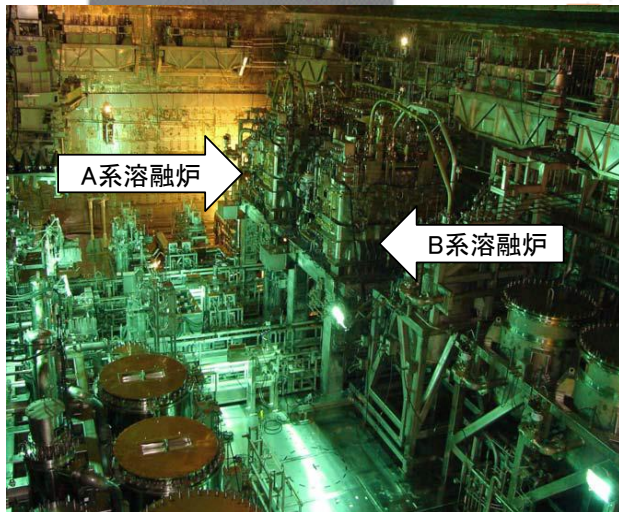
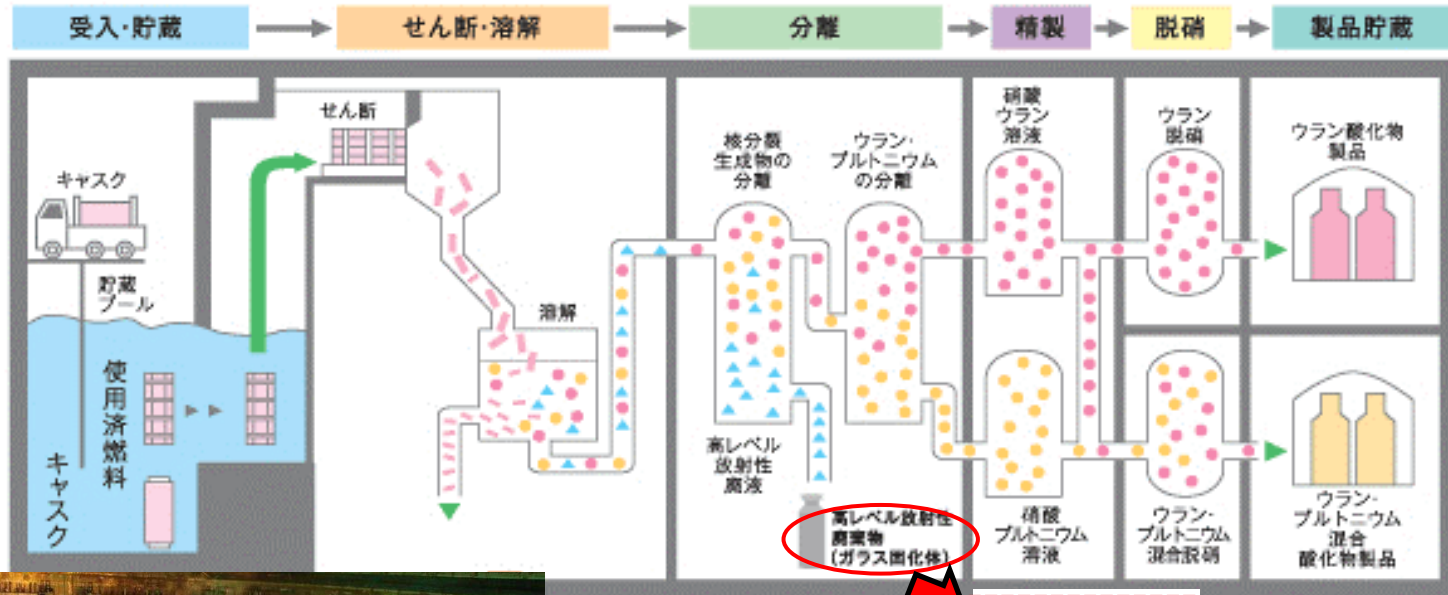
- 国及び電気事業者は、これまで30年にわたり、青森県の理解と協力の下、青森県内に核燃料サイクル施設の建設を進めてきました（六ヶ所再処理工場、むつ中間貯蔵施設等）。
- こうした青森県との関係を引き続き尊重し、十分な理解と協力を得て政策を進めることが必要です。



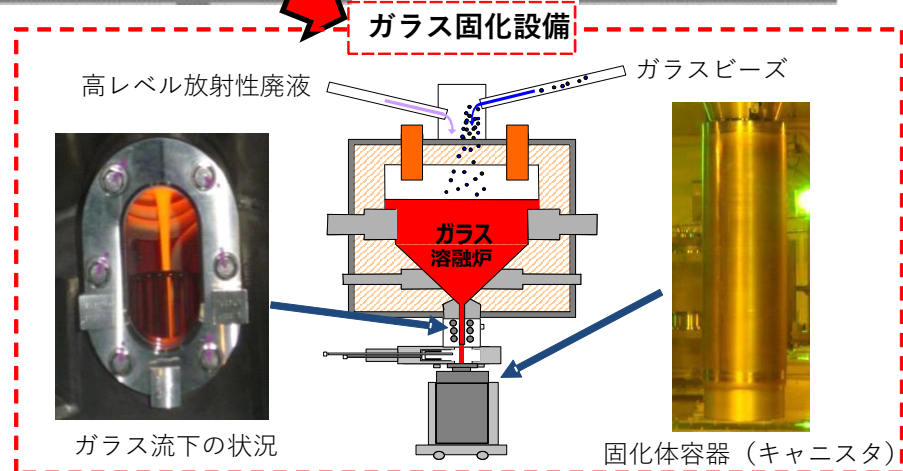
※ウラン濃縮工場は、2017年5月に新規規制基準に係る事業変更が許可され、9月12日より新規規制基準対応工事等のため生産運転を一時停止中
※高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、2020年8月に新規規制基準に係る事業変更許可を取得 (現在は受入停止中。過去受入分1,830本は継続保管中)

六ヶ所再処理工場について

- 再処理工程とは、使用済燃料の受け入れ・貯蔵に始まり、せん断・溶解、分離、精製、脱硝、製品貯蔵に至る一連のプロセスです。

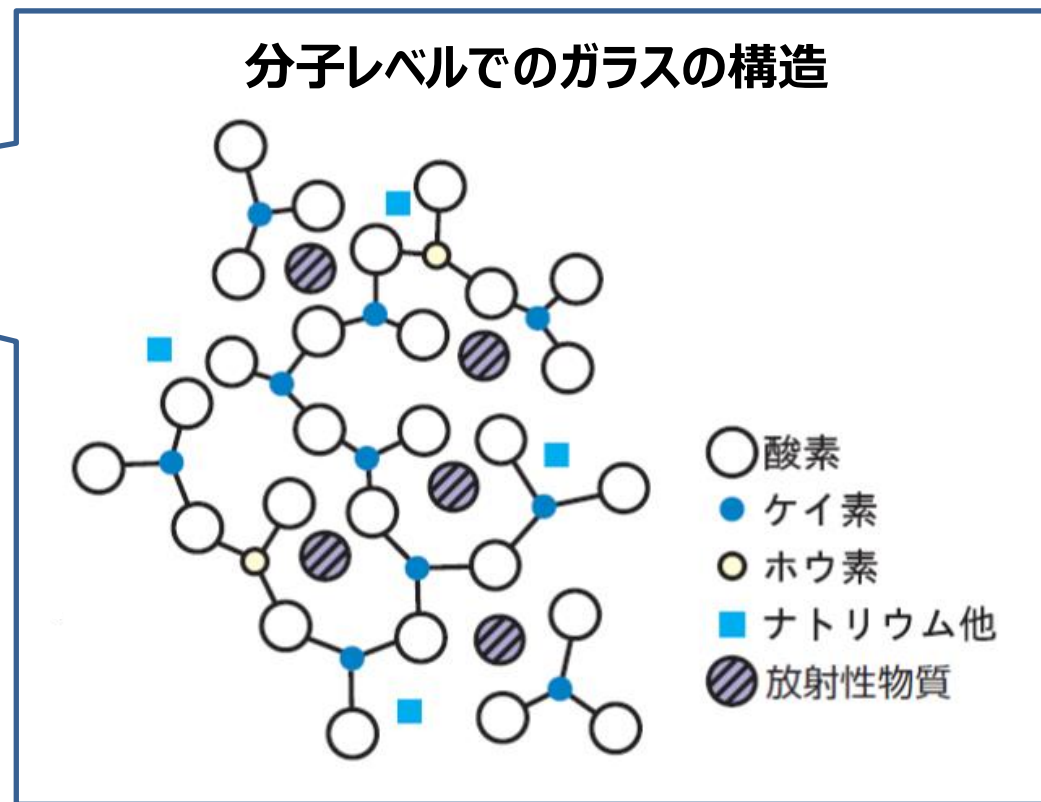


ガラス溶融炉の全景(ガラス固化セル)



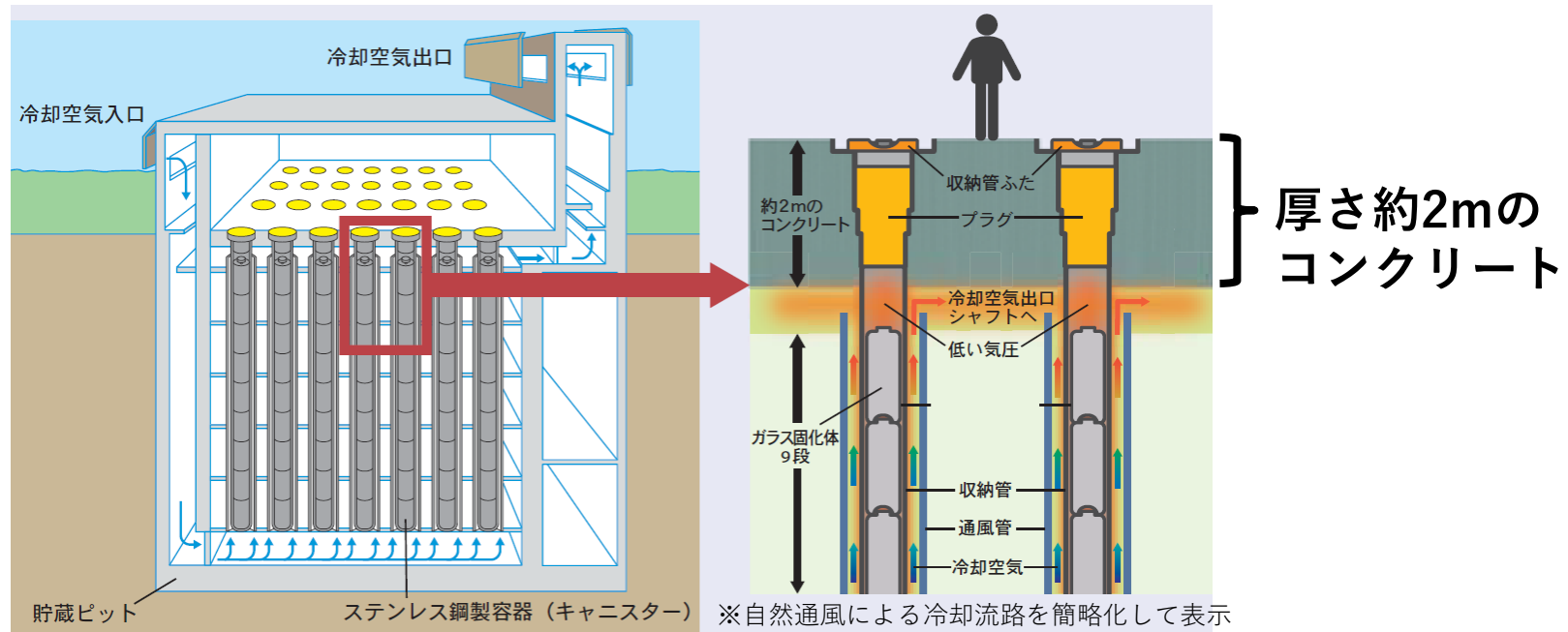
ガラス固化体について

- 放射性物質はガラスの分子の網目（非晶質構造）に取り込まれます。ガラス自体が水に非常に溶けにくいので、地下水と接触しても放射性物質は非常にゆっくりとしか溶け出しません。



ガラス固化体の特性

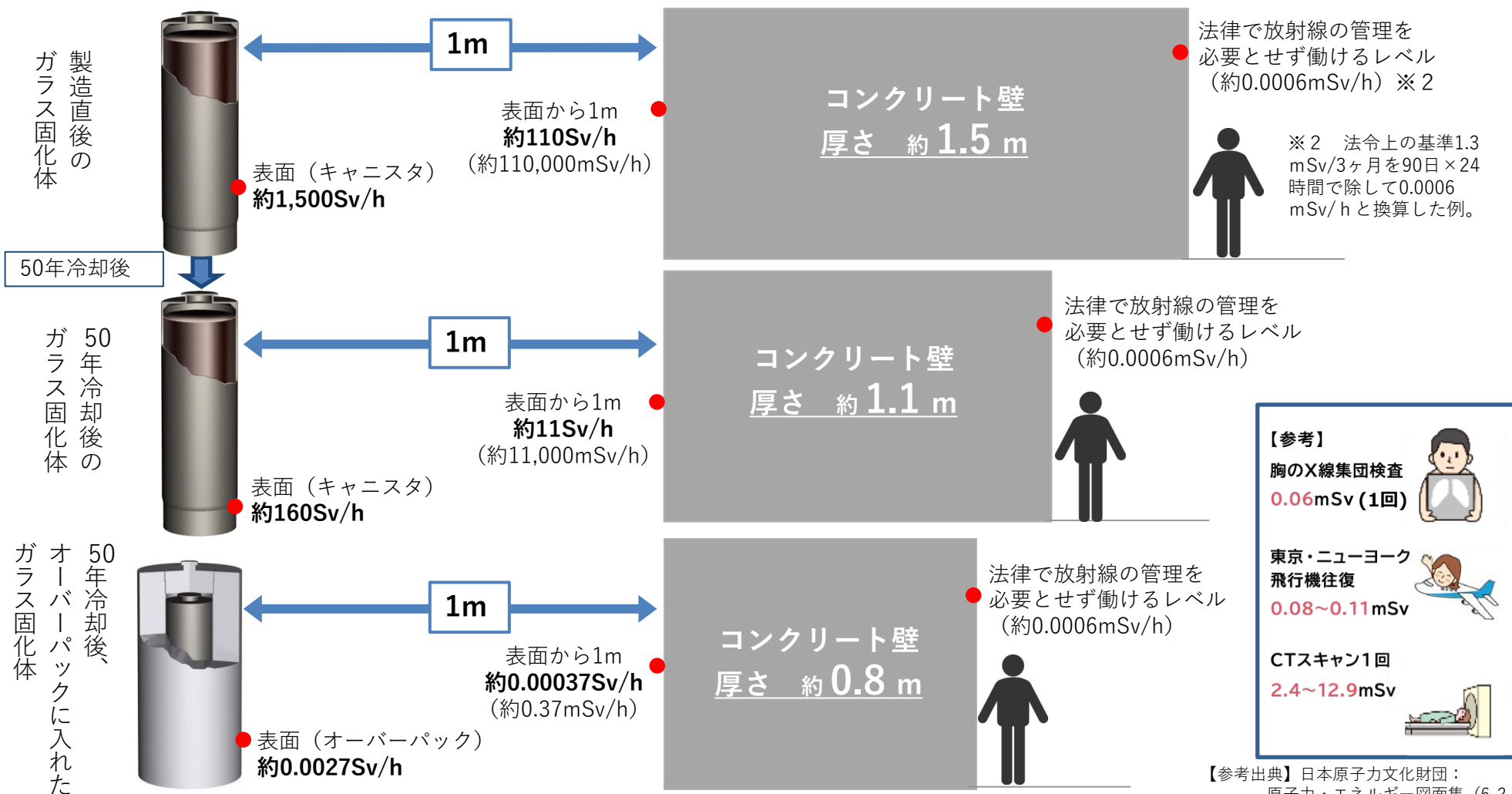
- ガラス固化体にはウランやプルトニウムなどがほとんど含まれていないため、臨界状態になることはなく、爆発することはありません。
- 製造直後のガラス固化体の放射能レベルは非常に高く、線量も高いものですが、厚さ約2mのコンクリートで遮へいすることで、その外側では人が作業できるレベルまで放射線の影響を低減できています。
- ガラス固化体の放射能は時間とともに低減します。1000年程度の間に99%以上低減し、その後もゆっくりと減衰していきます。



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）

ガラス固化体（高レベル放射性廃棄物）からの放射線量（1）

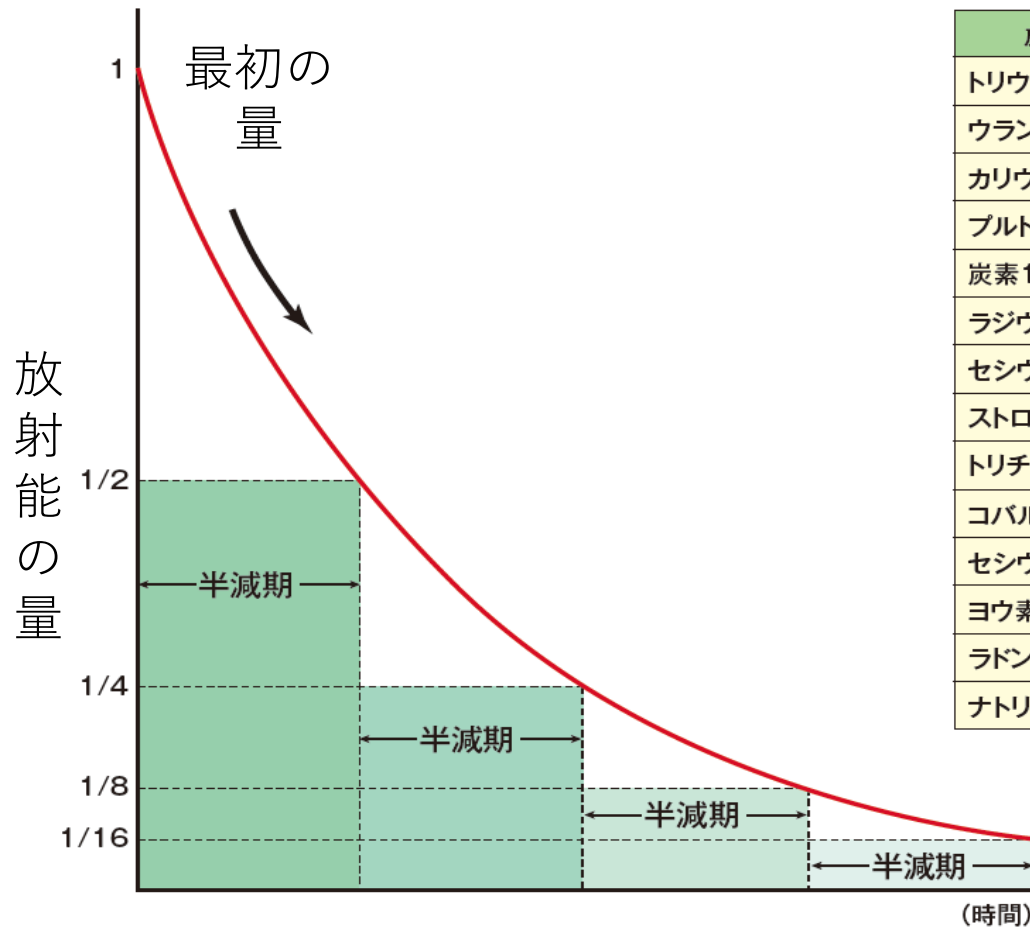
- ガラス固化体からは強い放射線（※1）が出ていますが、距離を取ることや遮へいを施すことによって、その影響を低減することができます。



※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。次のページを参照ください。

(参考) 放射能の減衰と半減期①

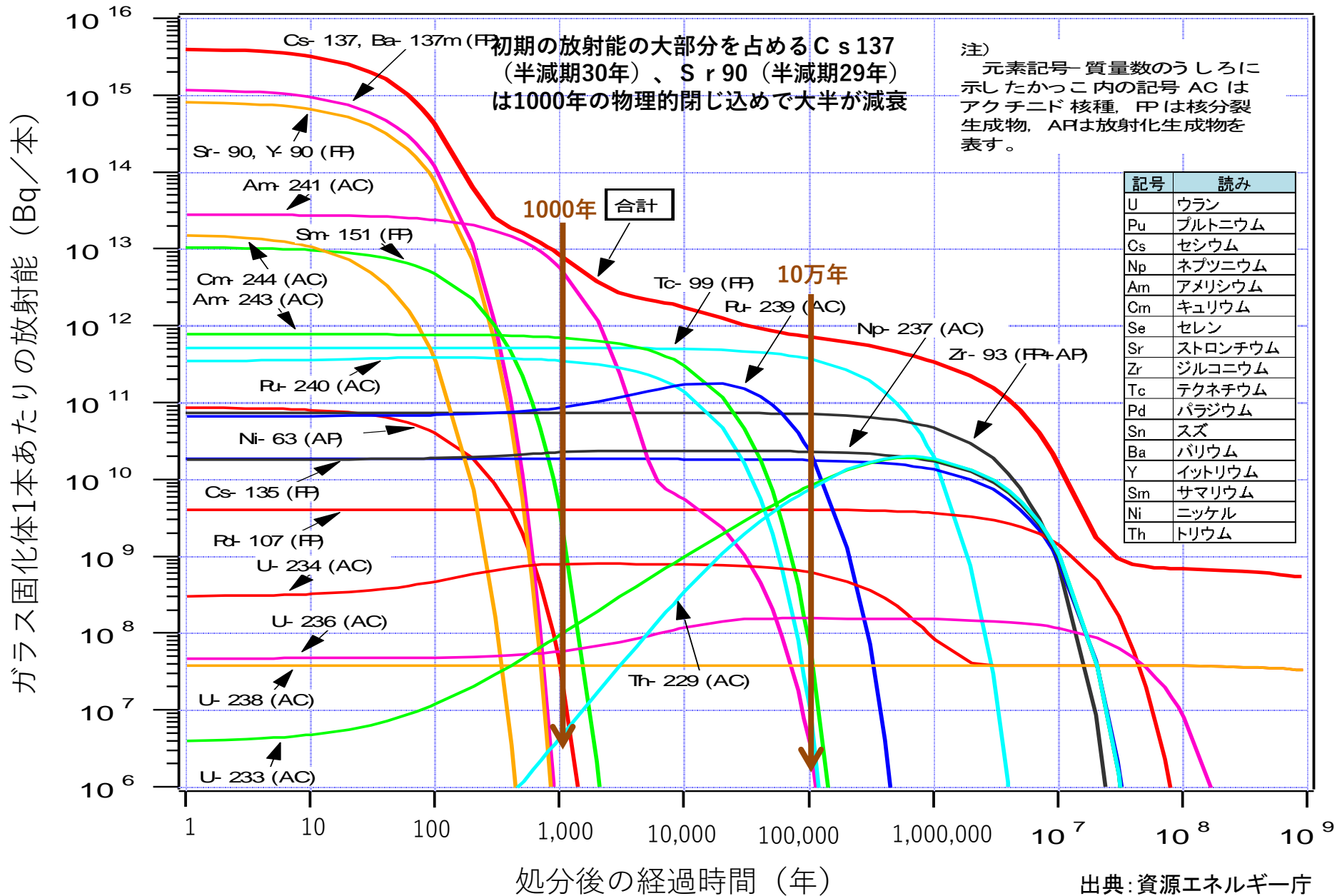
- 放射性物質には時間が経つにつれて量が減り、放射能は弱まるという性質があります。減り方には規則性があり、ある時間が経つと放射性物質の量は半分に減ります。この時間を「半減期」といいます。



放射性物質	放出される放射線*	半減期
トリウム232	$\alpha\cdot\beta\cdot\gamma$	141億年
ウラン238	$\alpha\cdot\beta\cdot\gamma$	45億年
カリウム40	$\beta\cdot\gamma$	13億年
プルトニウム239	$\alpha\cdot\gamma$	2.4万年
炭素14	β	5,700年
ラジウム226	$\alpha\cdot\gamma$	1,600年
セシウム137	$\beta\cdot\gamma$	30年
ストロンチウム90	β	28.8年
トリチウム	β	12.3年
コバルト60	$\beta\cdot\gamma$	5.3年
セシウム134	$\beta\cdot\gamma$	2.1年
ヨウ素131	$\beta\cdot\gamma$	8日
ラドン222	$\alpha\cdot\gamma$	3.8日
ナトリウム24	$\beta\cdot\gamma$	15時間

*壊変生成物(原子核が放射線を出して別の原子核になったもの)からの放射線も含む

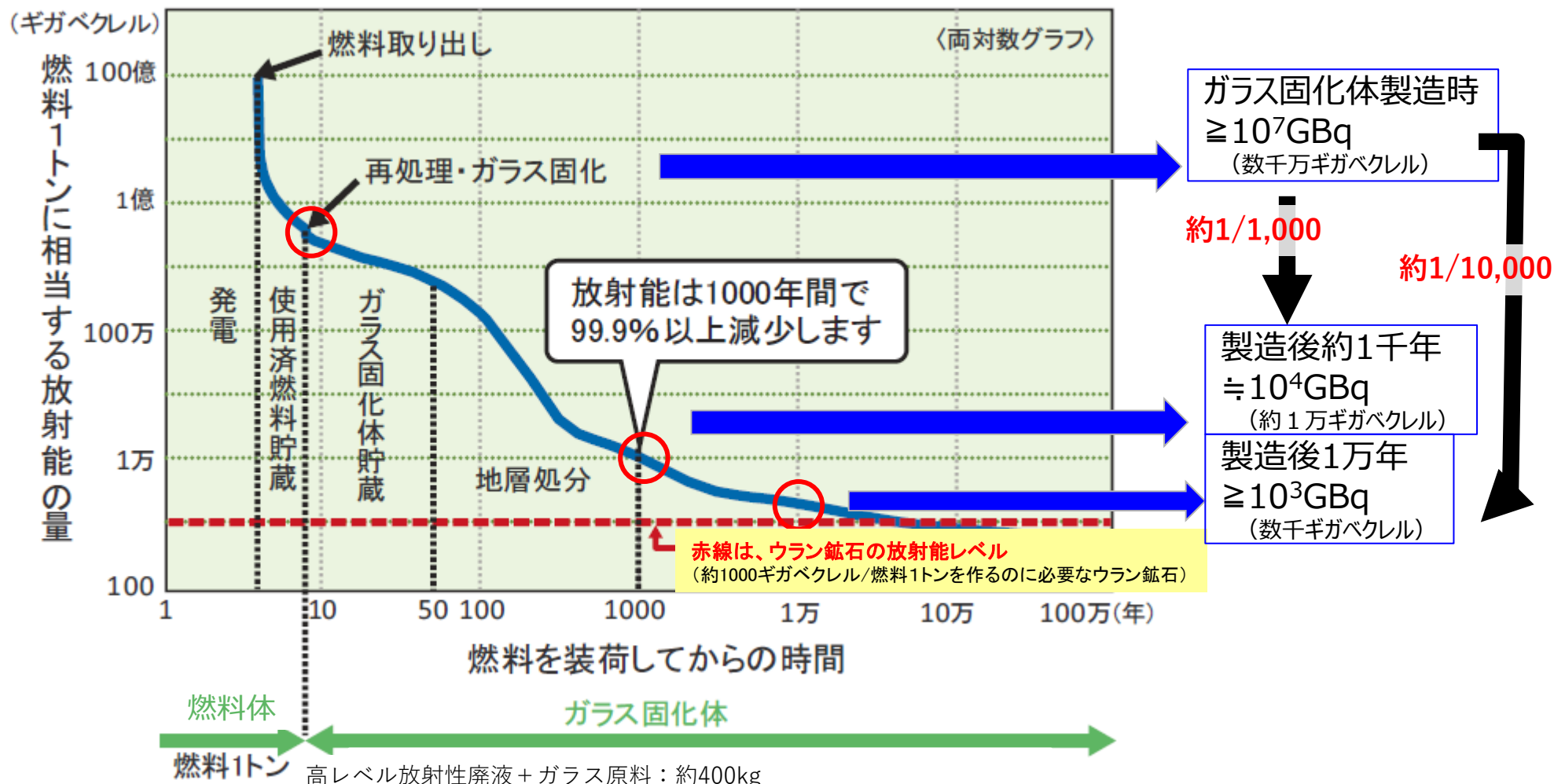
(参考) 放射能の減衰と半減期②



ガラス固化体（高レベル放射性廃棄物）からの放射線量（2）

- 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

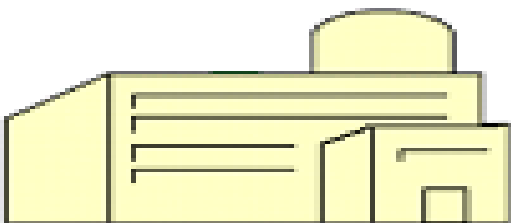


使用済燃料の中間貯蔵対策の強化

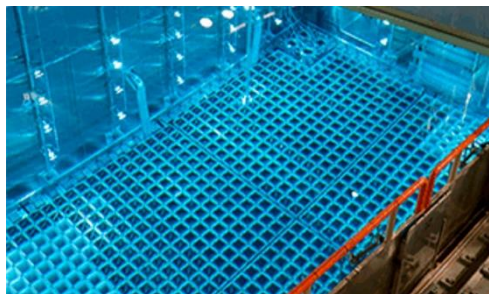
- 再稼働や廃炉の取組が進展する中、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進めることは重要です。
- このため、発電所の敷地内外を問わず、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設などの建設・活用を促進しています。

原子力発電所敷地内

原子力発電所



(プール貯蔵方式)



水冷式

(乾式貯蔵方式)

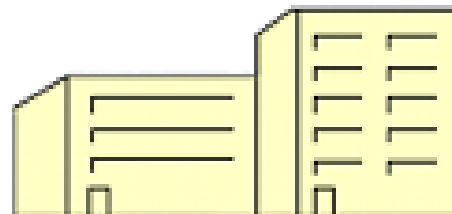


< 乾式貯蔵方式の例 > 空冷式

日本原子力発電 (株)
東海第二発電所内の乾式貯蔵施設
(キャスク)

原子力発電所敷地外

中間貯蔵施設



< 中間貯蔵施設の例 >

リサイクル燃料貯蔵(株) (むつ市、建設中)

空冷式

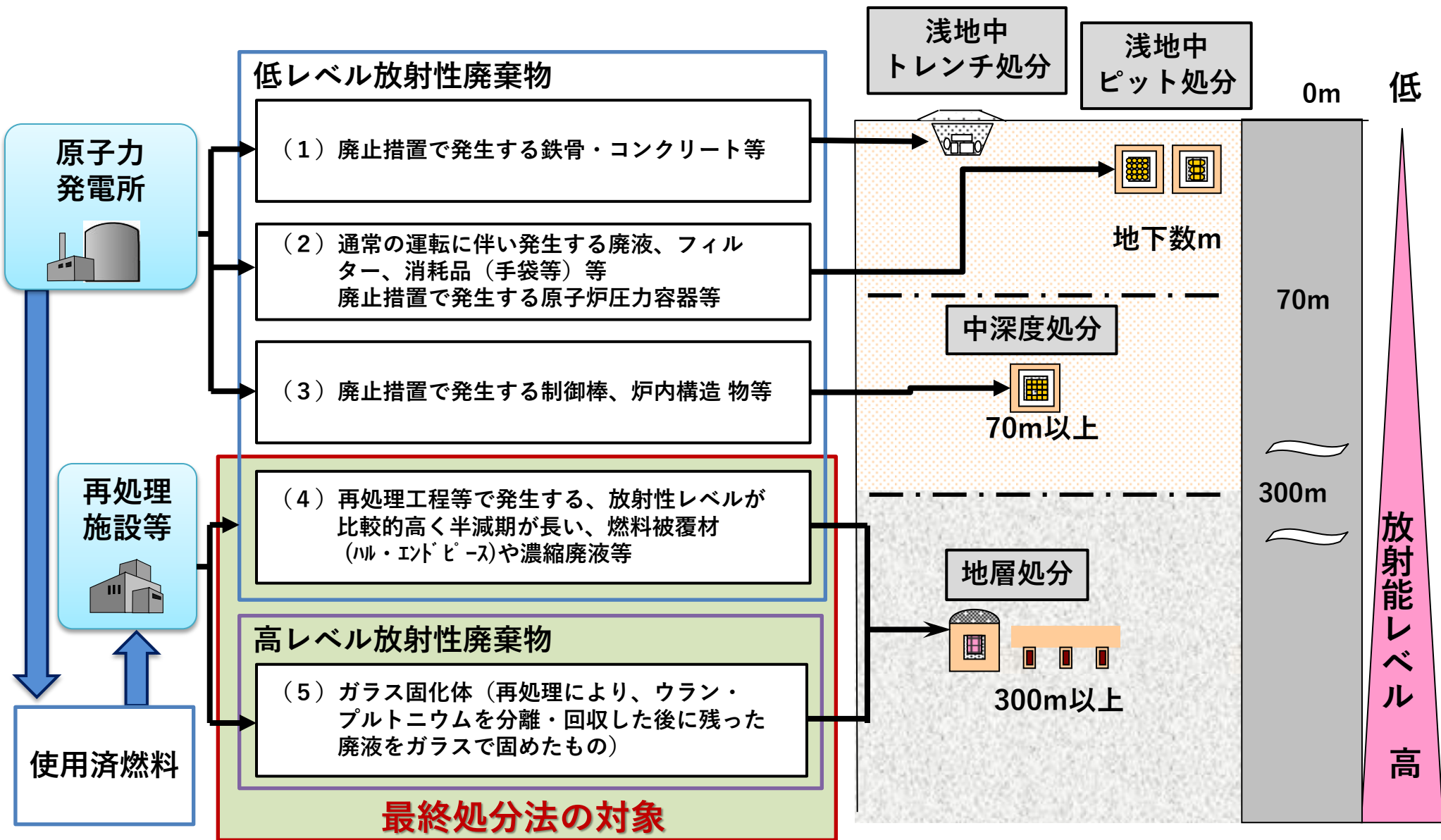
放射性廃棄物の種類と処分方法

発生元

放射性廃棄物の種類

処分方法

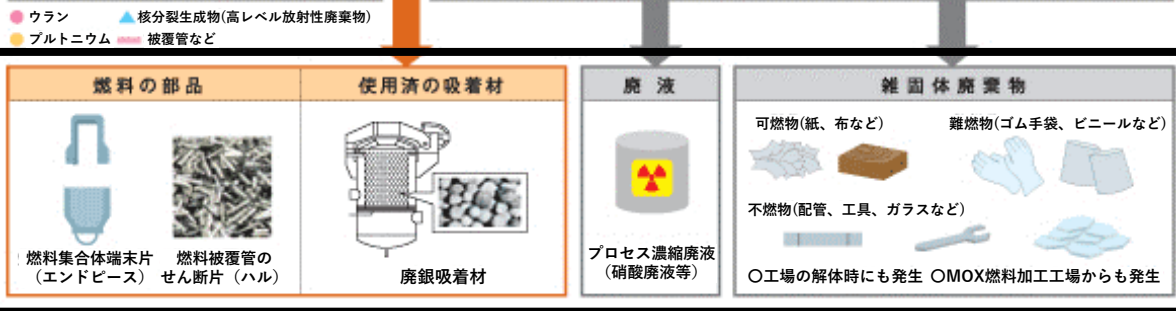
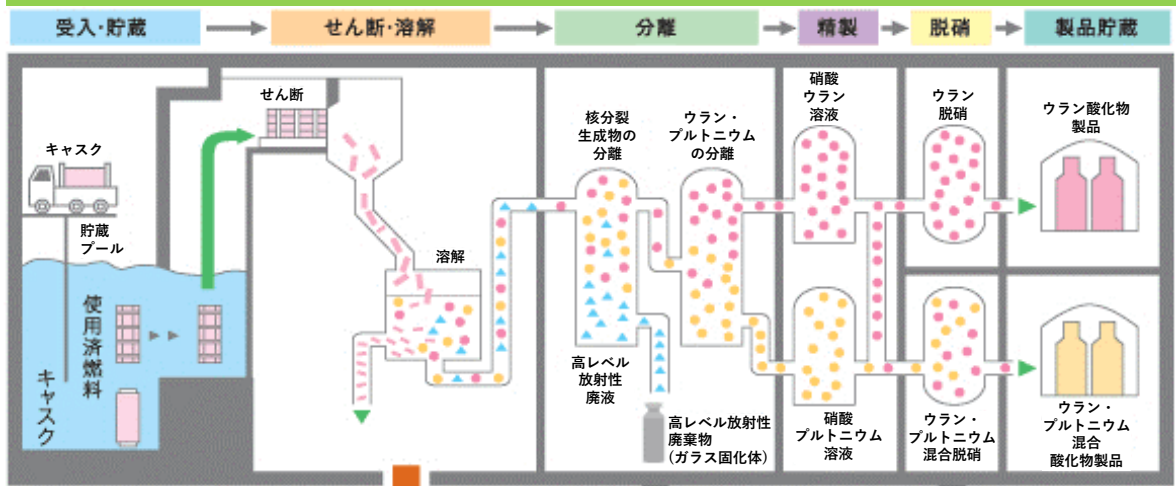
※廃棄物の種類、処分方法については、代表的なものを記載



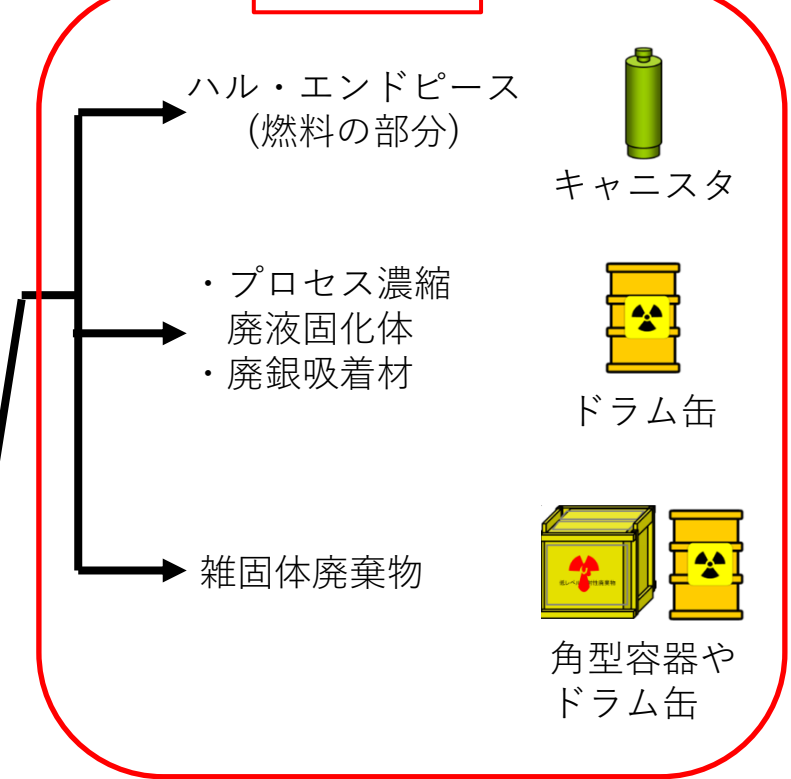
再処理等により発生するガラス固化体以外の廃棄物について

- 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

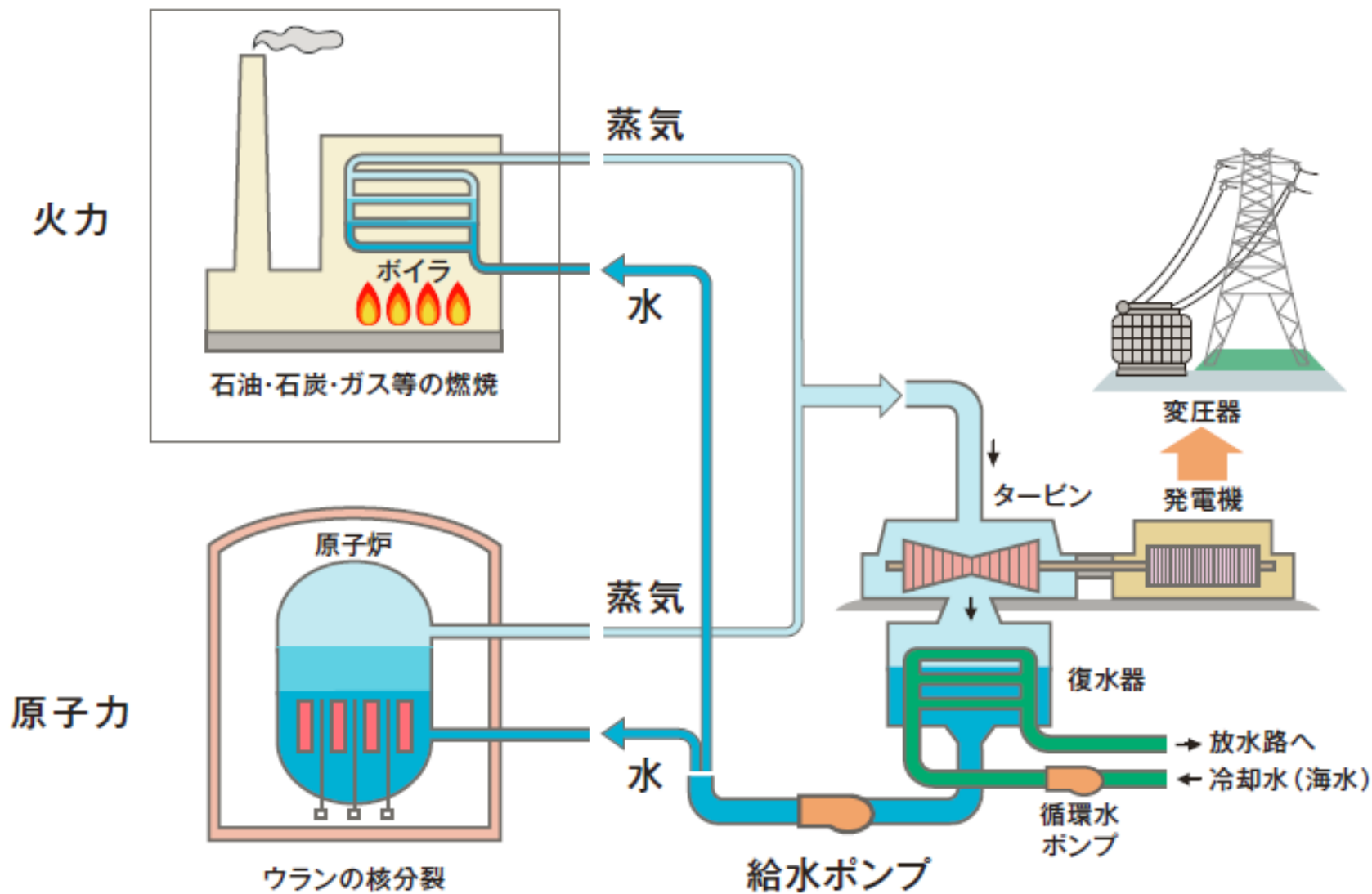


廃棄物の例



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

(参考) 火力発電と原子力発電のしくみ



2. 地層処分事業について

- (1) 基本コンセプト
- (2) 処分地選定調査
- (3) リスクと安全確保

本パートでお伝えしたいこと ～地層処分事業について～

- 地層処分は、地上で保管を続けるよりも、安全上のリスクを小さくし、かつ、将来世代の負担を小さくする最良の処分方法として、国際的に採用されています。
- 安全な処分が可能な地点を地域の意向を踏まえつつ選定するため、NUMOは、法律に基づき、段階的な調査を行います。
- さまざまなリスク要因を徹底的に抽出し、立地による対応、設計による対応、安全性の確認というプロセスを繰り返し行うことで、厳格に安全性を見極めます。

2. 地層処分事業について

- (1) 基本コンセプト
- (2) 処分地選定調査
- (3) リスクと安全確保

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

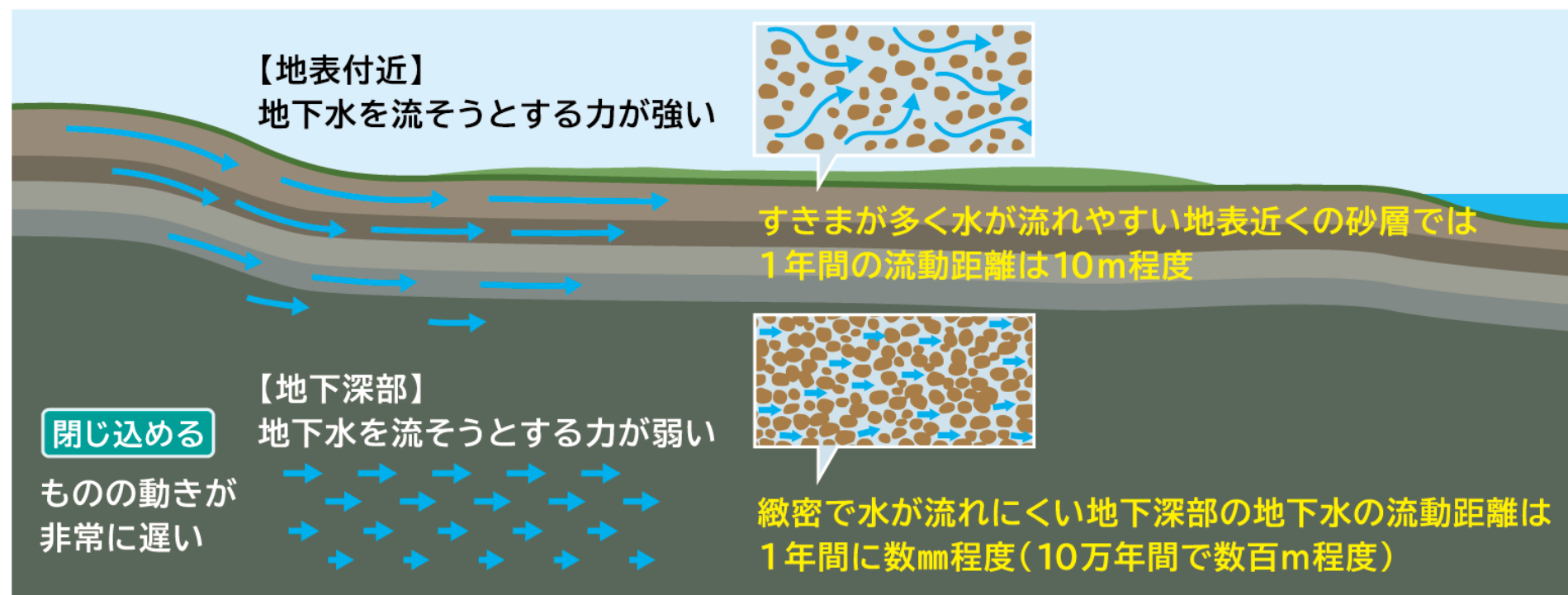
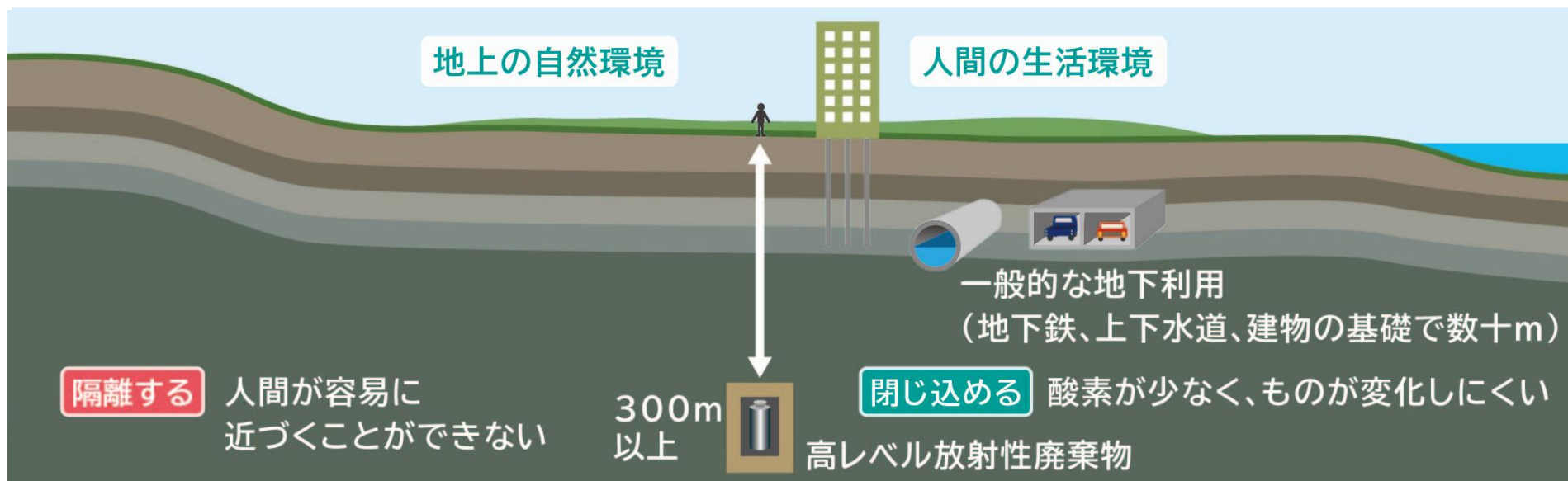
- ① 酸素が少ないため、錆びるなどの化学反応が発生しにくく、ものが変化しにくいので、埋設物がそのままの状態であり続ける
- ② 地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い
- ③ 人間の生活環境や地上の自然環境の影響を受けにくい

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

数万年以上

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？



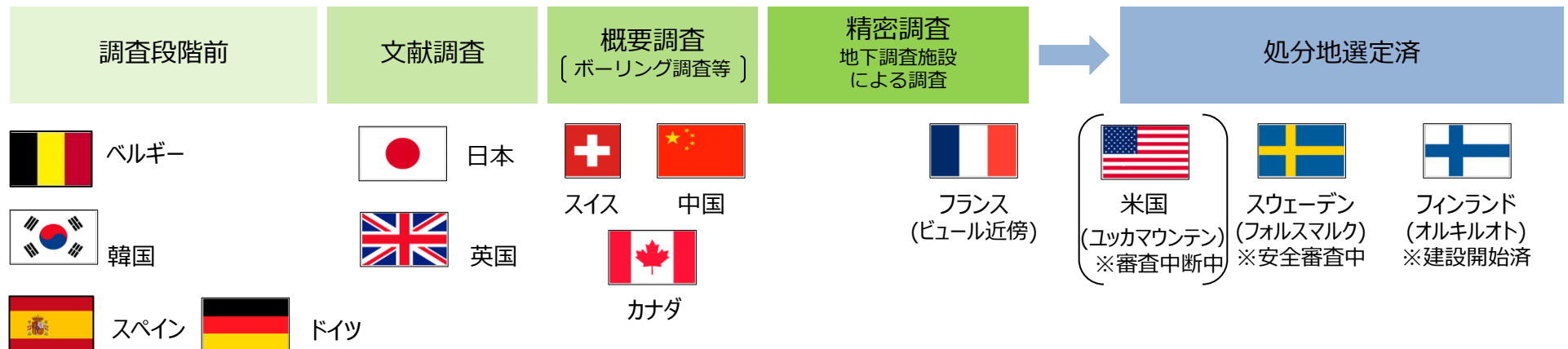
＜地下深くに適切に埋設することで＞
人間による管理を必要とせず将来世代の負担を小さくできる

最終処分方法に対する国際的な評価

- 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。

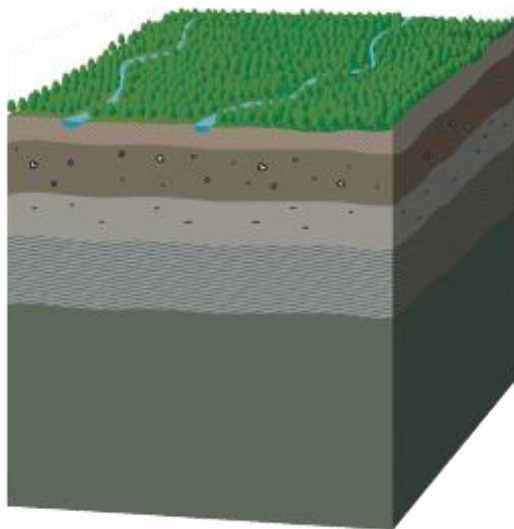


地下環境の安定性

- 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。

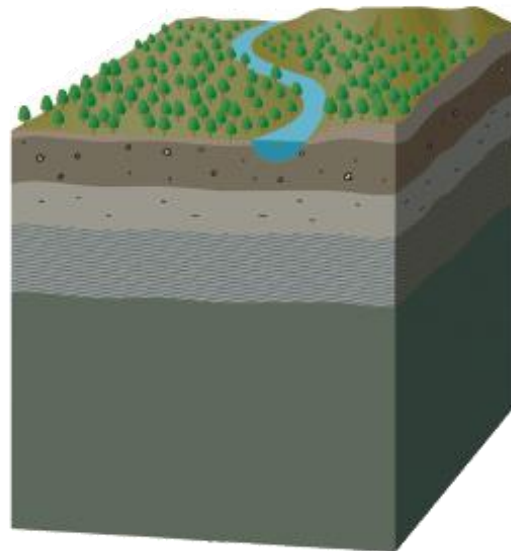
約100万年前

- ・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



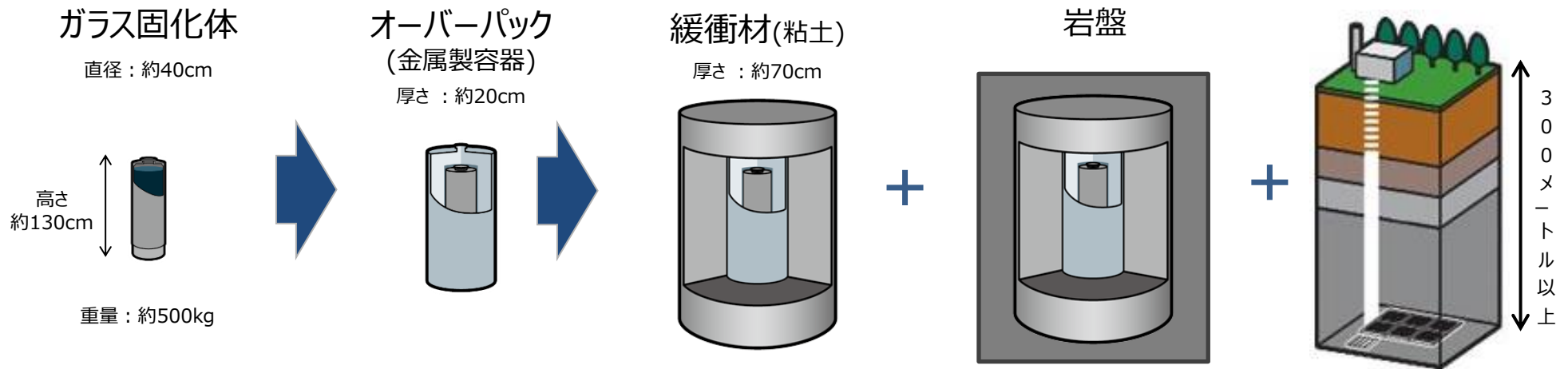
現在

- ・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表から300m以上深い安定した岩盤に埋設します。[天然バリア]
- ガラス固化体をそのまま埋設するのではなく、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
- 水に溶けにくい

- 放射能が高い期間、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

- 酸素が少ない
- 地下水の流れが遅い
- 放射性物質を吸着し、移動を遅らせる
- 地上の人間や自然環境から隔離

- 地表から十分に離す (300m以上)
- 地温により劣化しないように注意

人工バリア

+

天然バリア

人間の生活環境への影響がないように隔離・閉じ込め

(参考) 緩衝材 (ベントナイト) とは①

- ベントナイトとは、海底・湖底に降り積もった火山灰などが性質を変えることでできあがった粘土鉱物の一種です。

<ベントナイトの特徴>

- ・水を吸うと膨張する
- ・膨張すると、水を通しにくくなる
- ・放射性物質を吸着しやすい

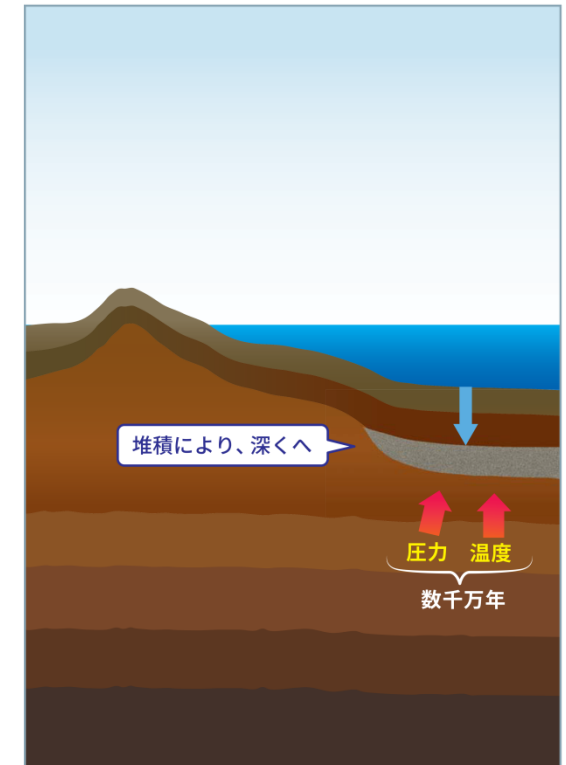
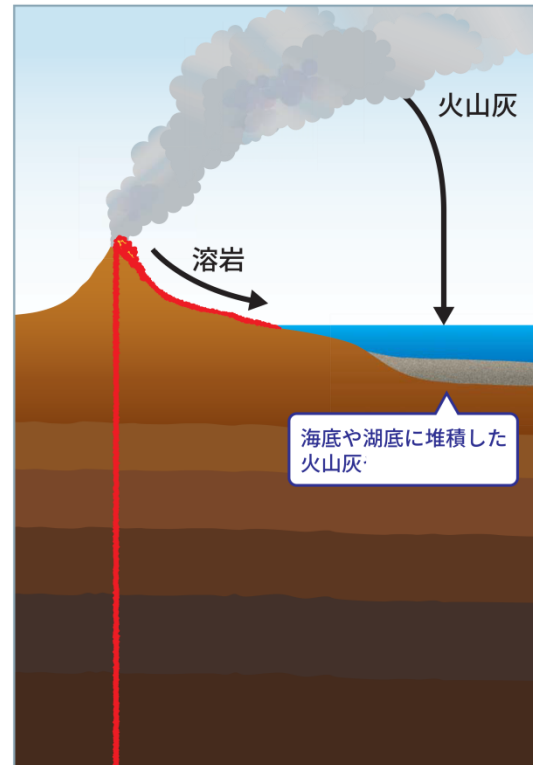
ベットのトイレの砂にもベントナイトが使われているんだよ!



ベントナイトは完全無機鉱物なので人体にも環境にも優しいんだね。

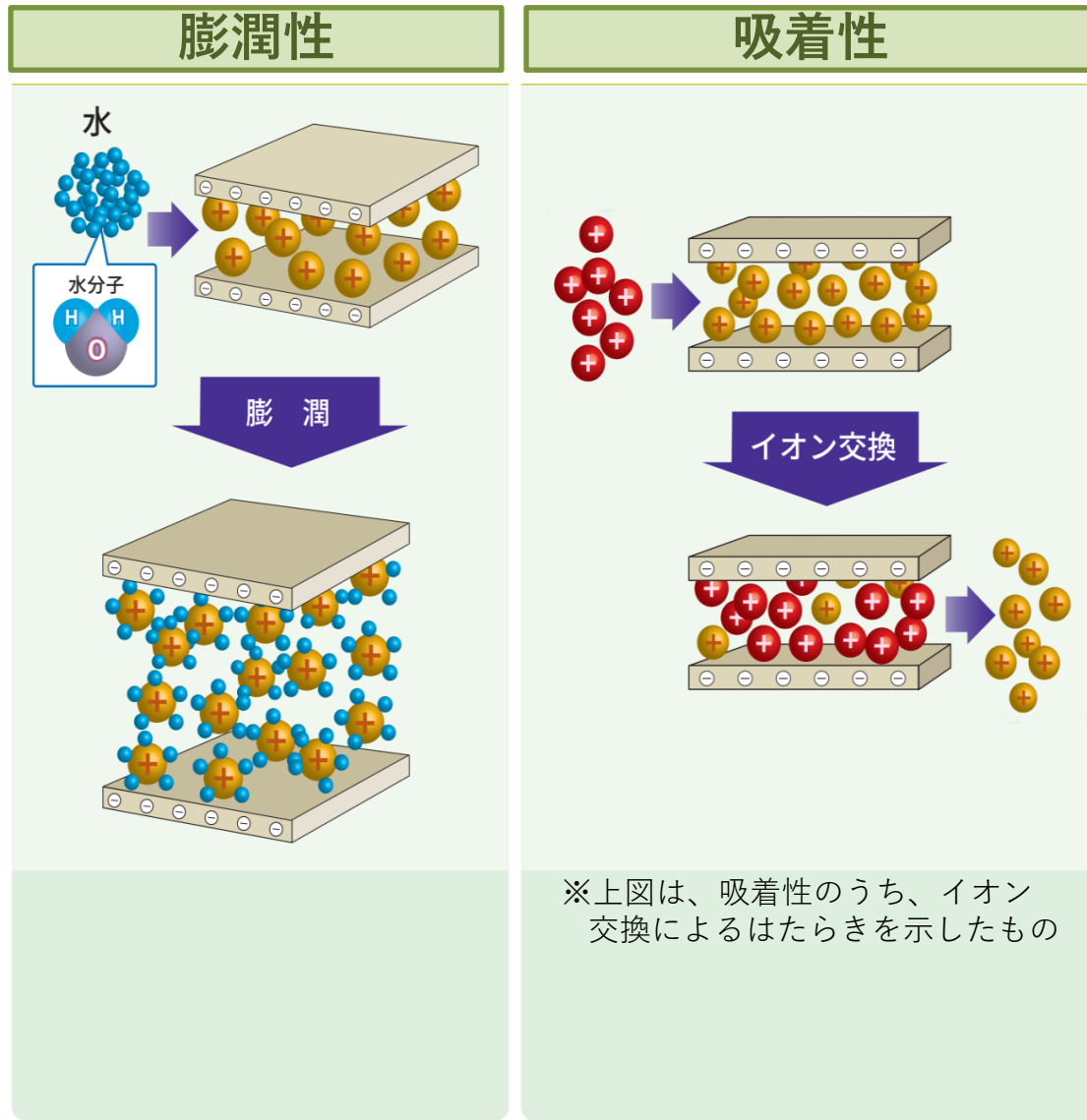


ベントナイトができるまで



(参考) 緩衝材 (ベントナイト) とは②

- ベントナイトには、水に触れると膨らむ性質や (膨潤性)、物質を吸着する性質 (吸着性) などの性質があります。



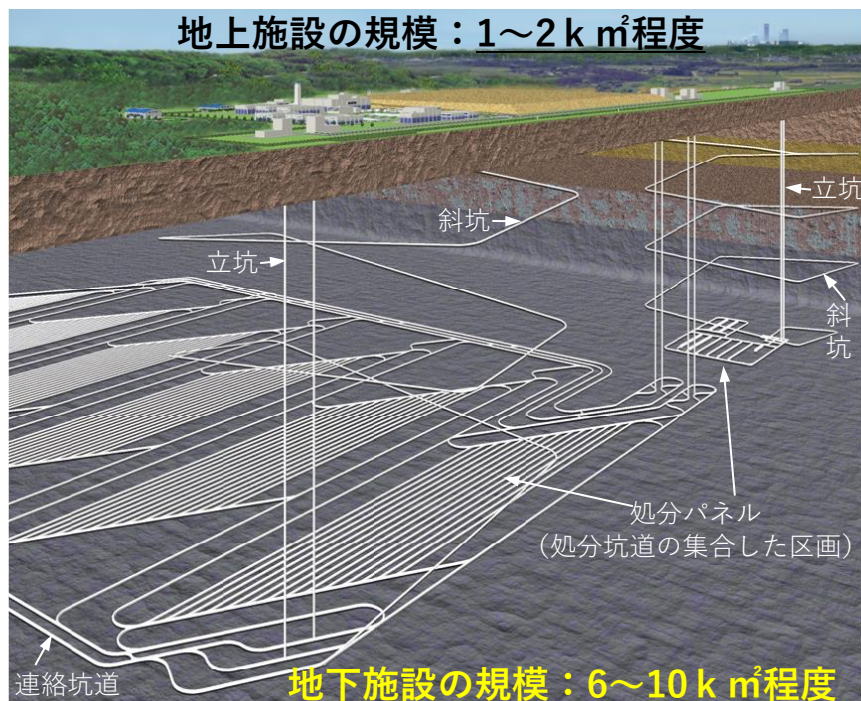
地層処分手業の概要

- ガラス固化体を40,000本以上埋設できる施設を全国で1か所つくることを計画しています。
- 地上施設は1~2 k m²、地下施設は6~10 k m²程度を想定しています。
- 事業の費用は、約3.9兆円 (※)と試算しています。その費用は、原子力発電所の運転実績に応じた金額を電力会社などが毎年NUMOに拠出しています。

※ガラス固化体 (40,000本)、地層処分対象TRU廃棄物 (19,000m³) を埋設する規模で算定。 [2020年2月時点]

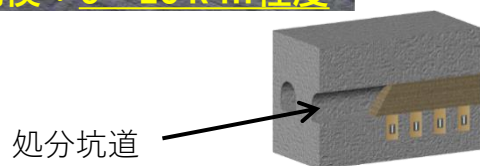
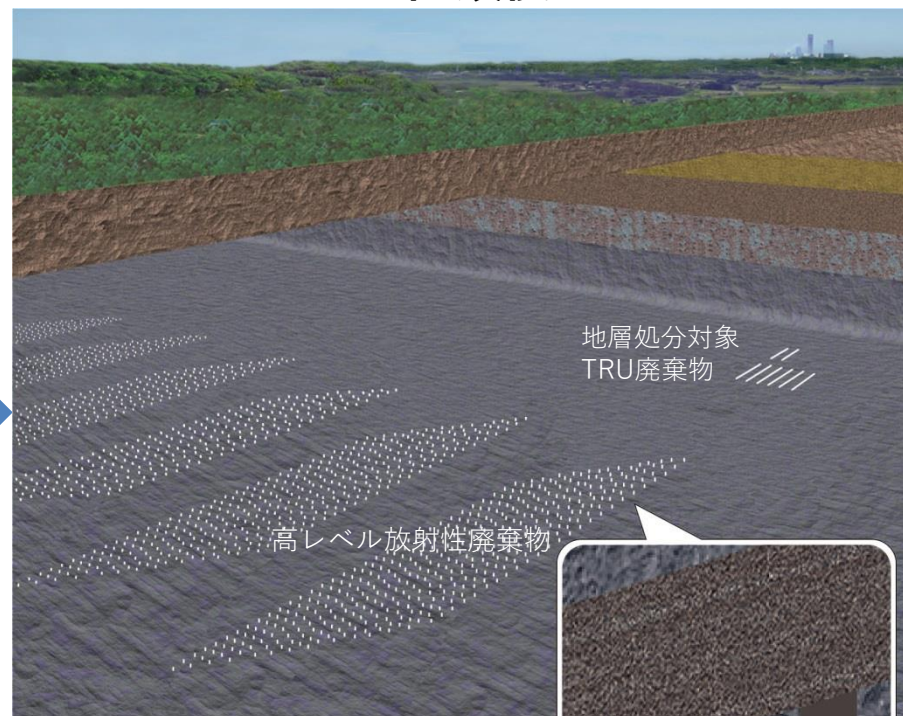
< 操業中 >

地上施設の規模：1~2 k m²程度

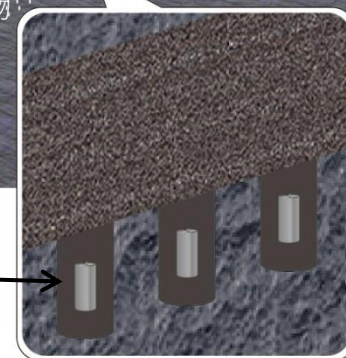


操業終了後、坑道を埋戻し、
地上施設は撤去

< 閉鎖後 >

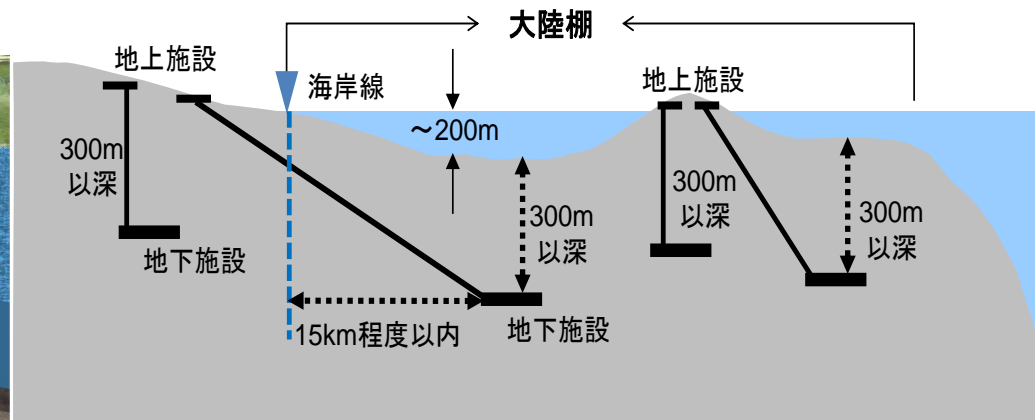
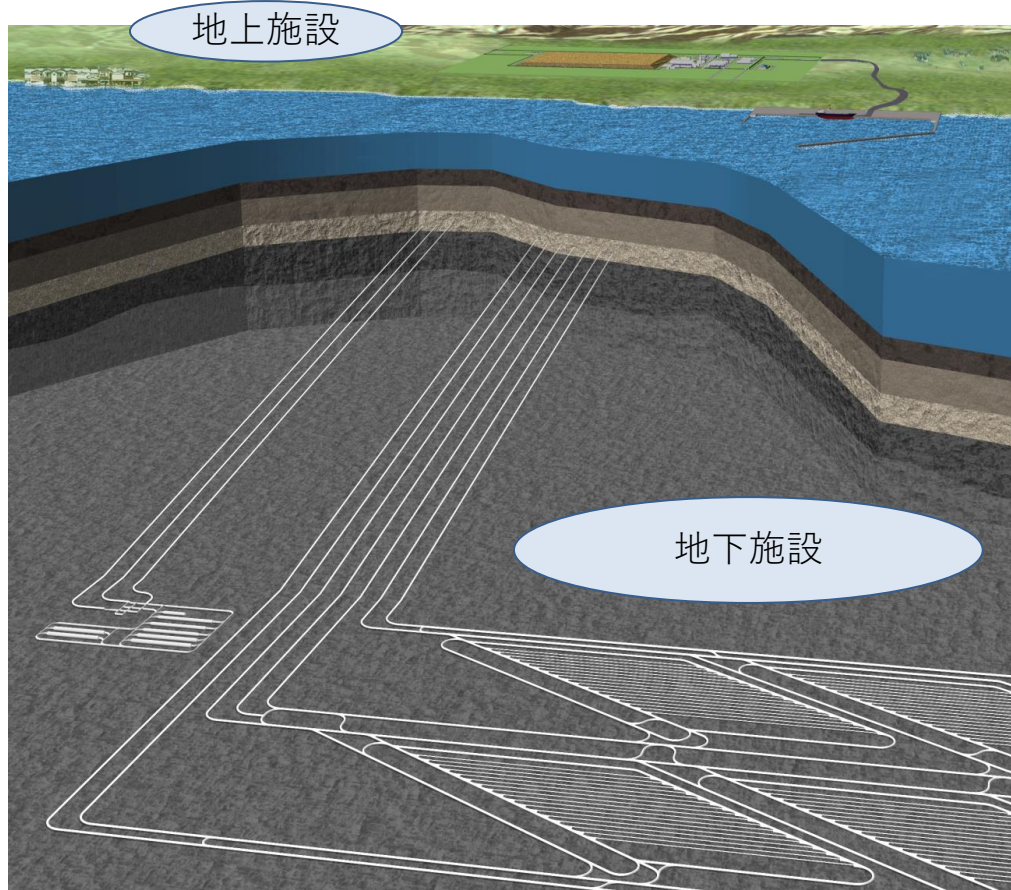


ガラス固化体



地層処分事業の概要（沿岸海底下の場合）

- 地層処分施設は、必要な面積が確保でき、安定した場所であれば、内陸部や沿岸部、山地など様々な場所が考えられます。
- 沿岸部や島嶼部では、地上施設は陸上に設置し、地下施設を海底下に設置することも可能です。



【沿岸部に期待される主な特性】

- 地下水の流れが極めて遅く、流動性が長期間にわたって低い場所を見出せる可能性がある。
- 隆起速度の小さい地域が比較的多い。

【沿岸部の考慮すべき事項】

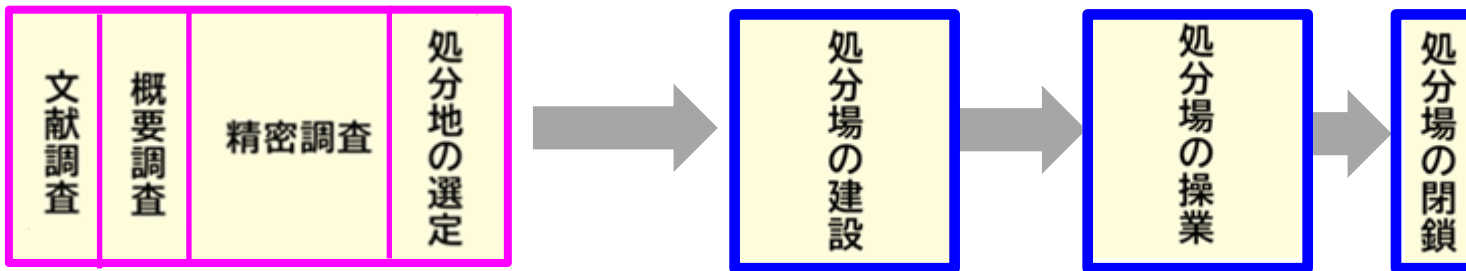
- 海水準変動^(注1)や塩水（塩淡水境界^(注2)）の影響
- 侵食の影響
- 建設・操業時の安全性（津波・湧水など）

(注1) 約10万年周期で変化する海面の高さの変化のこと

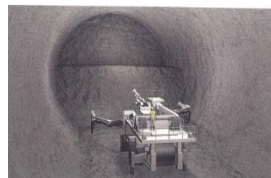
(注2) 塩水と淡水の密度差や濃度差によって形成された境界

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。



建設中のイメージ



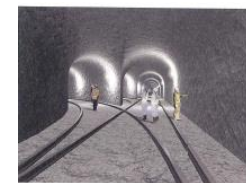
坑道の掘削イメージ

地上施設



管理棟内のイメージ

地下施設



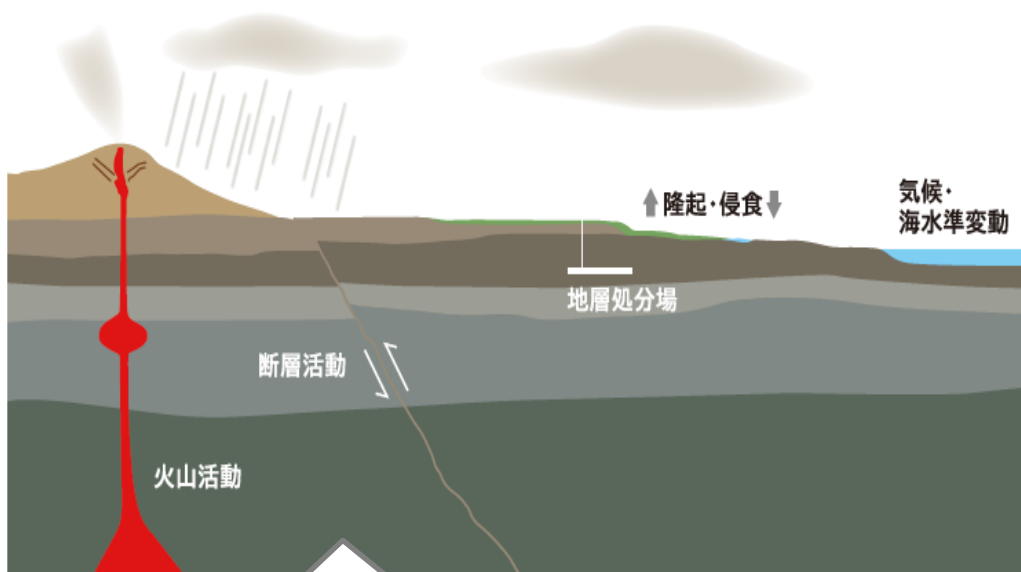
坑道の完成イメージ

2. 地層処分事業について

- (1) 基本コンセプト
- (2) 処分地選定調査
- (3) リスクと安全確保

地層処分を行う上で考慮すべき地質環境

- **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。



火山や断層に近いところ
などは避ける



処分地選定調査①

- 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、処分地選定調査を実施します。

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

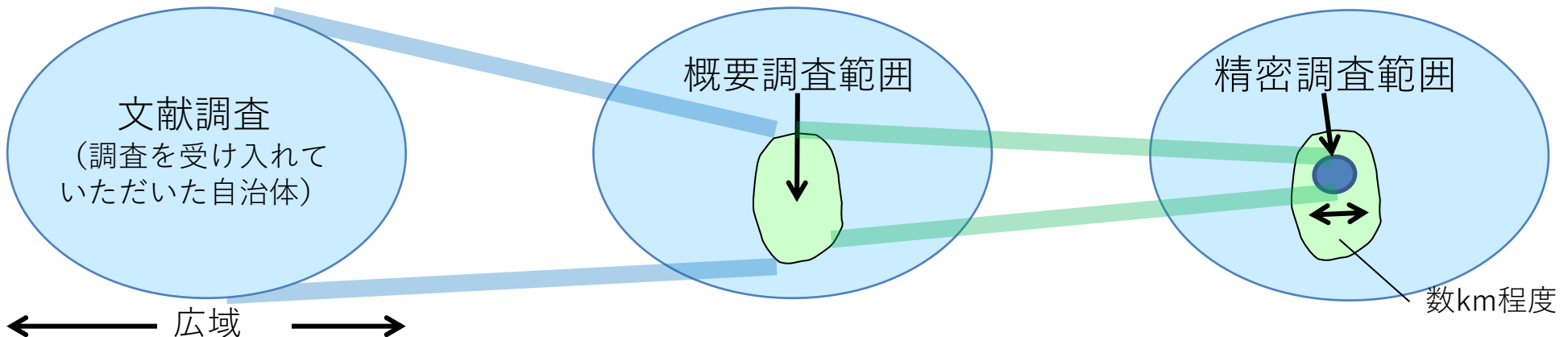


安全性が確保できる場所であることを確認します。

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



処分地選定調査②

- 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、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、知事と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)

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

文献調査

2年程度



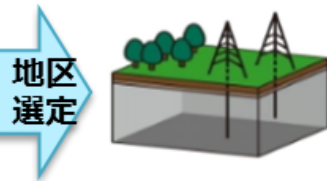
(机上調査)

(自治体からの応募、もしくは、国からの申入れを自治体が受諾)

(意見に反して先へ進まない)
地域の意見を聴く

概要調査

4年程度

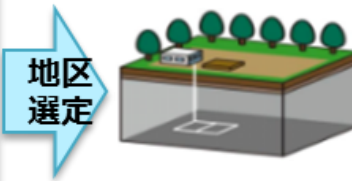


(ボーリング調査)

(意見に反して先へ進まない)
地域の意見を聴く

精密調査

14年程度



(地下施設での調査・試験)

(意見に反して先へ進まない)
地域の意見を聴く

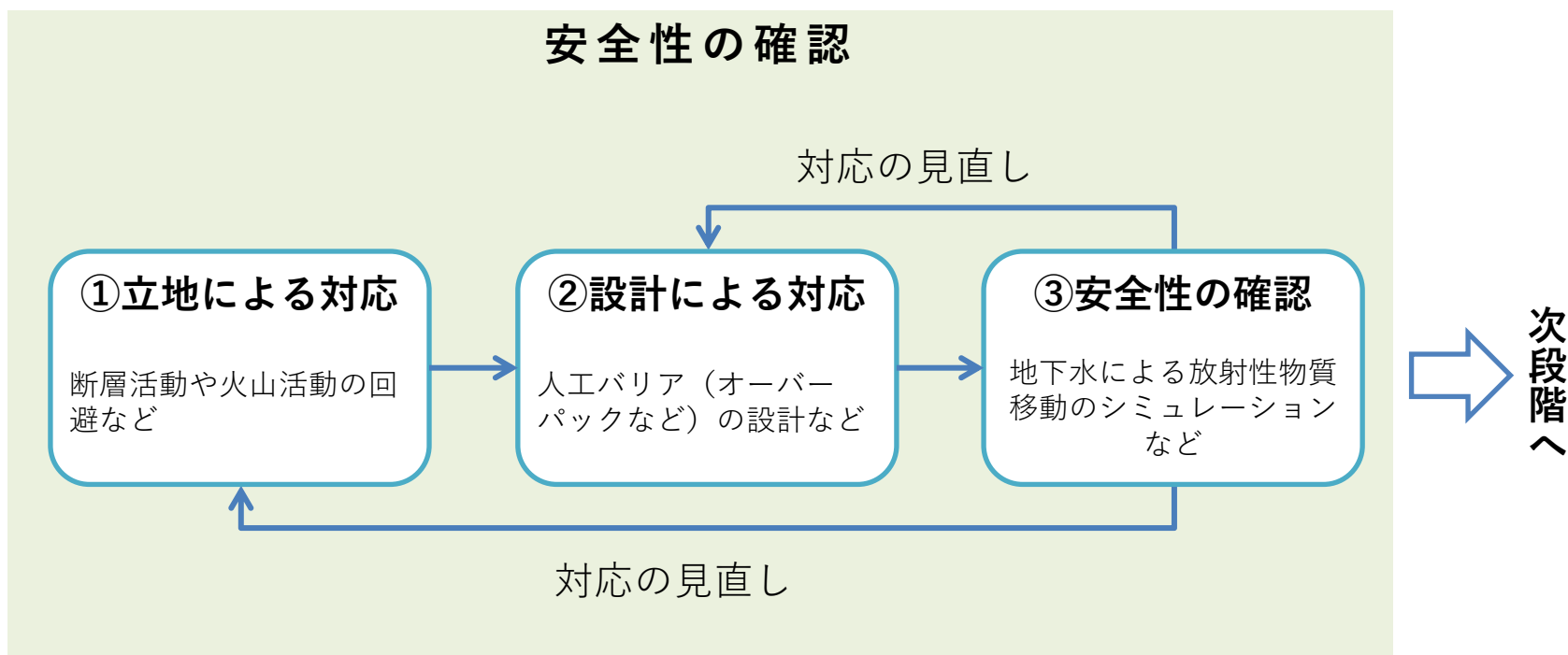
施設
建設地
の選定

2. 地層処分事業について

- (1) 基本コンセプト
- (2) 処分地選定調査
- (3) リスクと安全確保**

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。

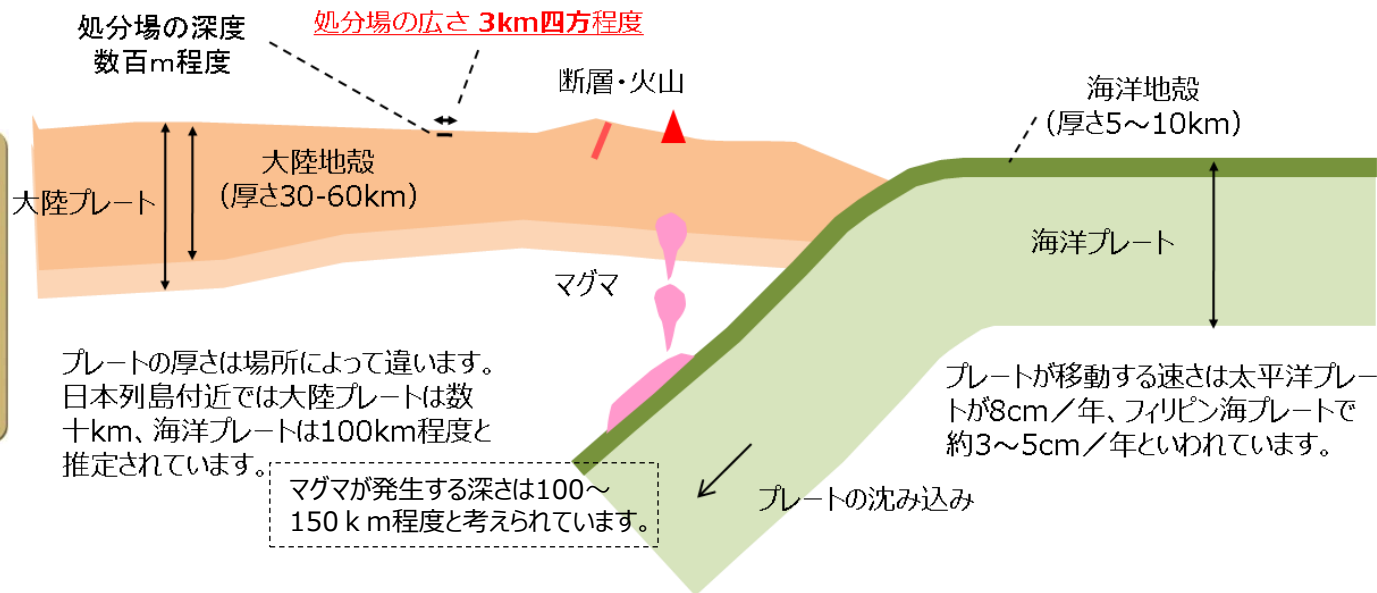


プレートの動き

- 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「続プレートテクトニクスの基礎」(瀬野, 2001) p.82より。(※) https://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/wakaru_shiryo2/wakaru_shiryo2.pdf

火山などにかかわるリスク要因に対する対応

考慮すべきリスク要因

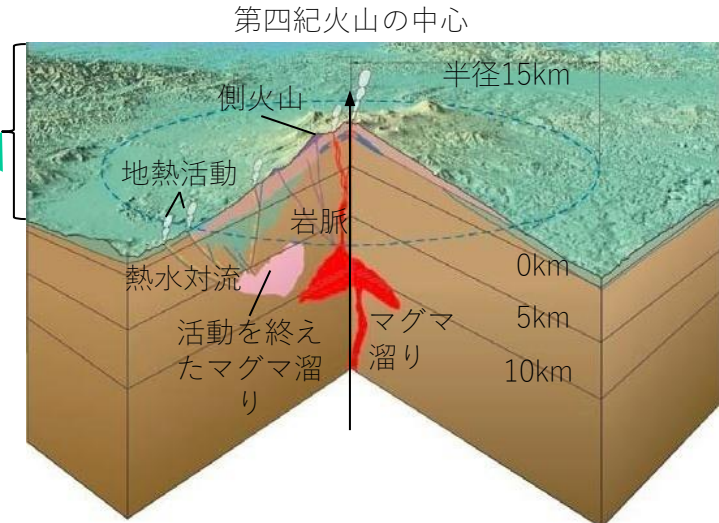
- ◆ マグマの処分場への貫入と地表への噴出による隔離機能の喪失
- ◆ 高い地温や、熱水や酸性地下水などの影響による閉じ込め機能の喪失

リスク要因への対応

- 地表踏査、物理探査、ボーリング調査などを行い、こうした影響が著しい場所や将来こうした影響が発生する恐れが高い範囲への設置を避けます。

▶ 地表踏査

- 火山噴出物の分布や年代などを調べ、過去の火山活動の規模や時期などを把握
- 火山周りの側火山、岩脈などの分布範囲から過去・現在のマグマ活動の範囲を概略的に把握



▶ 物理探査

- 電磁探査や地震探査により、岩盤の電気や地震波の伝わりやすさといった物性の違いを測定して、マグマの分布などを推定

▶ ボーリング調査

- 地下の温度測定、採取した火山岩の年代測定、地下水に含まれるガスの成分により、マグマの存在の可能性を調査

火山の中心と側火山等の関係の例（複成火山の場合）と主な調査項目

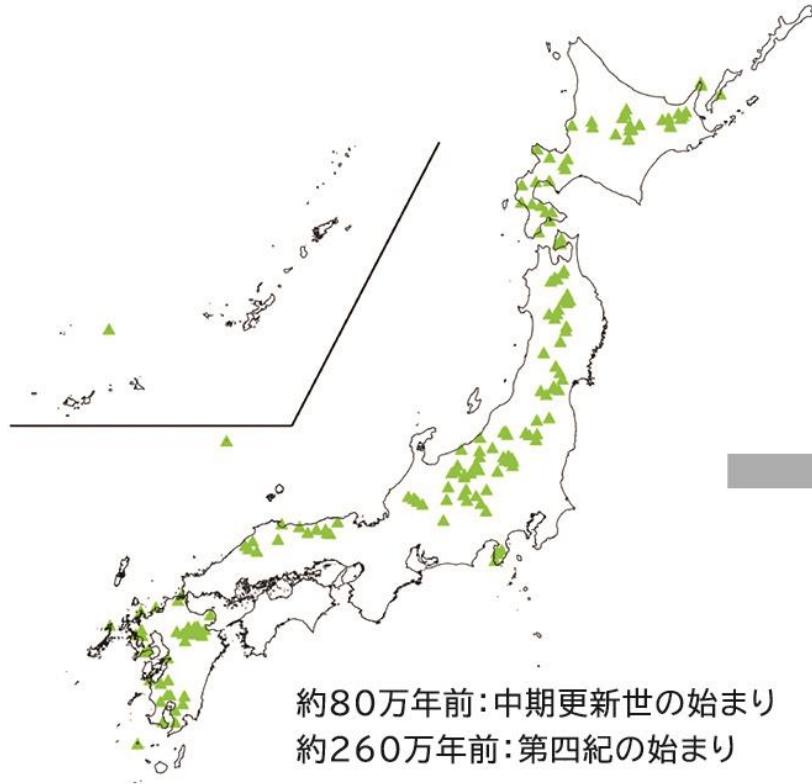
(注) 側火山：火山の頂上の火口から離れた山腹に火口ができ、そこにできる小型の火山のことです。
地熱活動：地下に存在する熱源から放出される熱によって、地温が高くなることです。
熱水対流：地下に存在する熱源から放出される熱によって、地下水の対流が引き起こされることです。
複成火山：休止期間をはさんで噴火活動を何度か繰り返した火山のことです。

- この他に、火山とは直接関係しない深部流体などについても、地下水の化学成分の調査、物理探査、ボーリング調査などの地下の状況の調査を通じて、その分布を把握し、著しい影響が及ぶと考えられる範囲は避けるようにします。

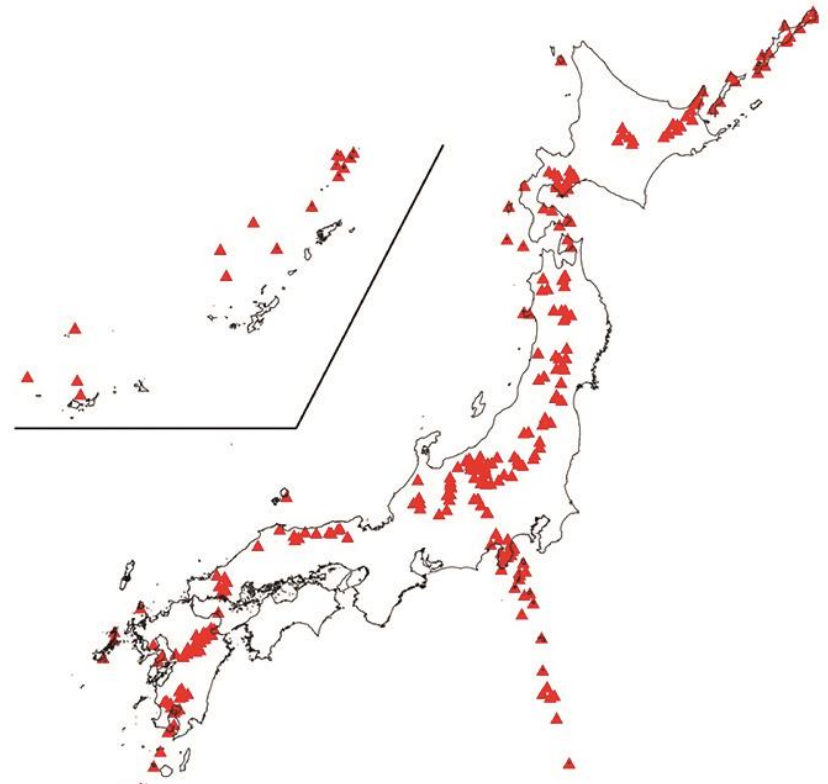
日本列島の火山活動の推移

- これまでの研究により、火山活動が起きる地域は過去数100万年程度の間ほとんど変化していません。
- 火山の影響を受けるリスクを十分に小さくするために、火山の中心から十分離れた場所であることが大切です。

約260万年前～約80万年前に活動した火山



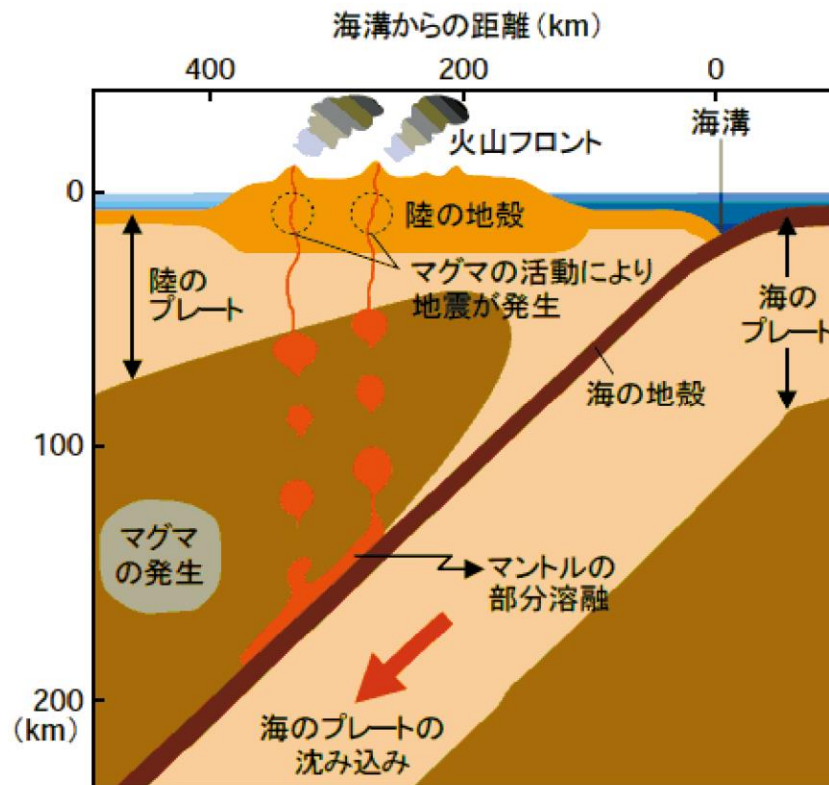
約80万年前～現在に活動した火山



- ・中期更新世とは: 第四紀の中の更新世(約260万年前から約1万年前)のうち、約80万年前から約13万年前までの期間
- ・第四紀とは: 約260万年前以降の地質時代

(参考) 火山・火成活動について

- 日本の火山の多くは、陸のプレート（大陸プレート）の下に沈み込んだ海のプレート（海洋プレート）からの水の働きにより、マンツルの一部が融けることでマグマが生成・上昇し、一旦地殻内のマグマだまりに蓄えられるなどした後、地表に噴出することで形成されます。
- 火山には寿命（数十万年程度）があると考えられており、活動休止期を挟み数十万年以上の長期に活動している火山については、活動期ごとに異なる熱源により活動している可能性があります。
- 第四紀火山の中心及び個別火山体（側火山等）の分布に基づく、97.7%の火山で、火山中心から半径15kmの範囲内に個別火山体が収まっています。
- 火山の中心から半径15kmより外側についても、マグマの貫入と噴出に係るリスクがないことが明らかではなく、処分地選定調査の中でマグマの状況を含む地下の状況を注意深く調査します。



プレートの沈み込みと火山活動

(出典：地震調査研究推進本部)

断層活動にかかわるリスク要因に対する対応

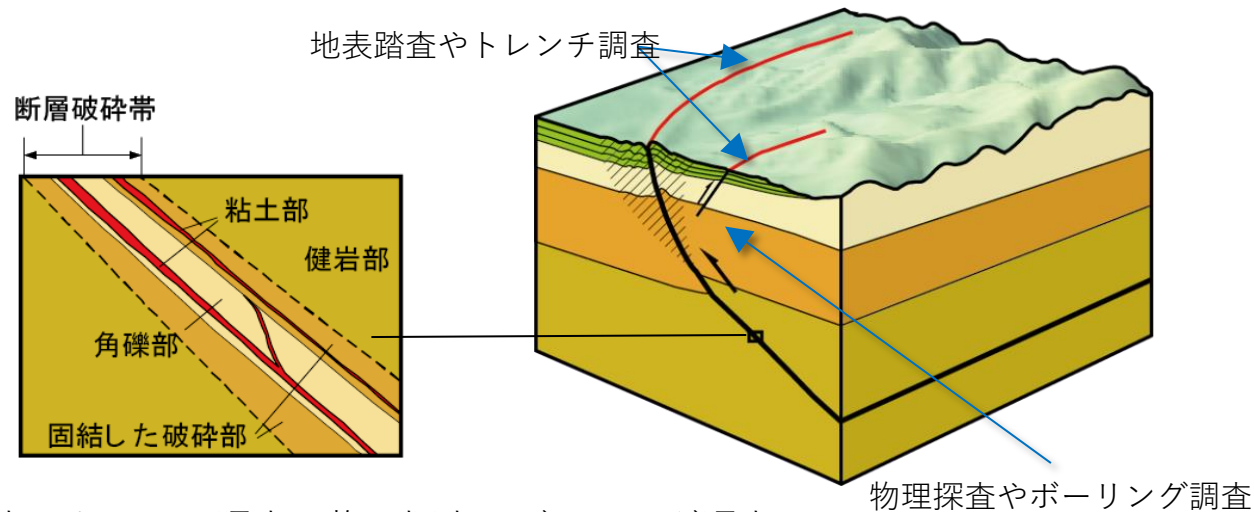
考慮すべきリスク要因

- ◆断層のずれによる閉じ込め機能の喪失

リスク要因への対応

- 地表では地表踏査やトレンチ調査、地下に対しては物理探査やボーリング調査などを行い、断層の位置などを把握するとともに、過去の活動の傾向を把握することにより、将来、断層が伸展したり分岐するような場所を推定し、将来にわたって断層活動の影響が著しいと考えられる場所を避けます。

活断層の概要と調査



- 地表踏査、トレンチ調査、物理探査、ボーリング調査
 - 断層の位置の把握
 - 破砕帯などの性状の把握
 - 断層の過去の活動時期の推定
- 過去の活動の傾向を把握し、将来、断層が伸展したり、分岐するような場所を推定

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はあります。
- 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。

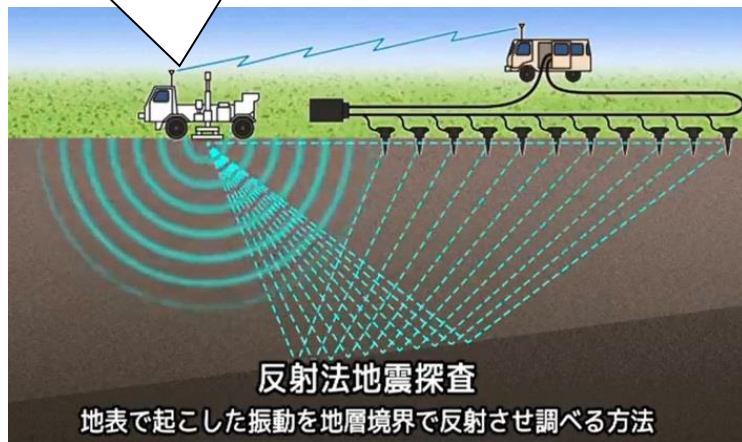
●地表から物理探査で地下の断層の分布を確認した例

奈良盆地東縁断層帯の帯解（おびとけ）断層の事例

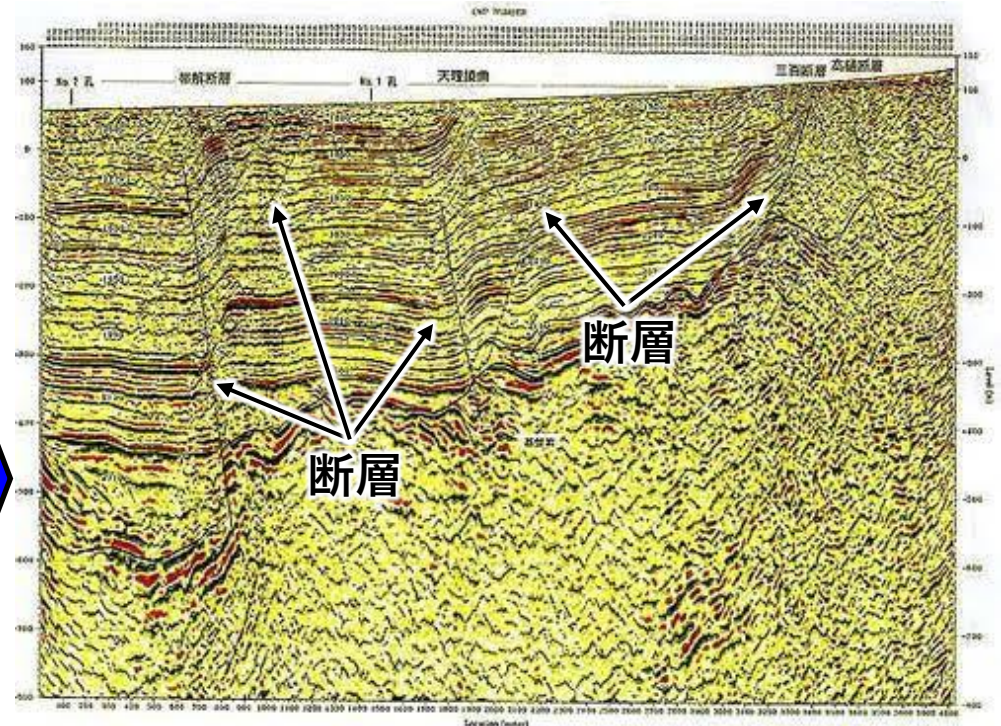
人工的に揺れを発生させる車



出典：(株)地球科学総合研究所提供

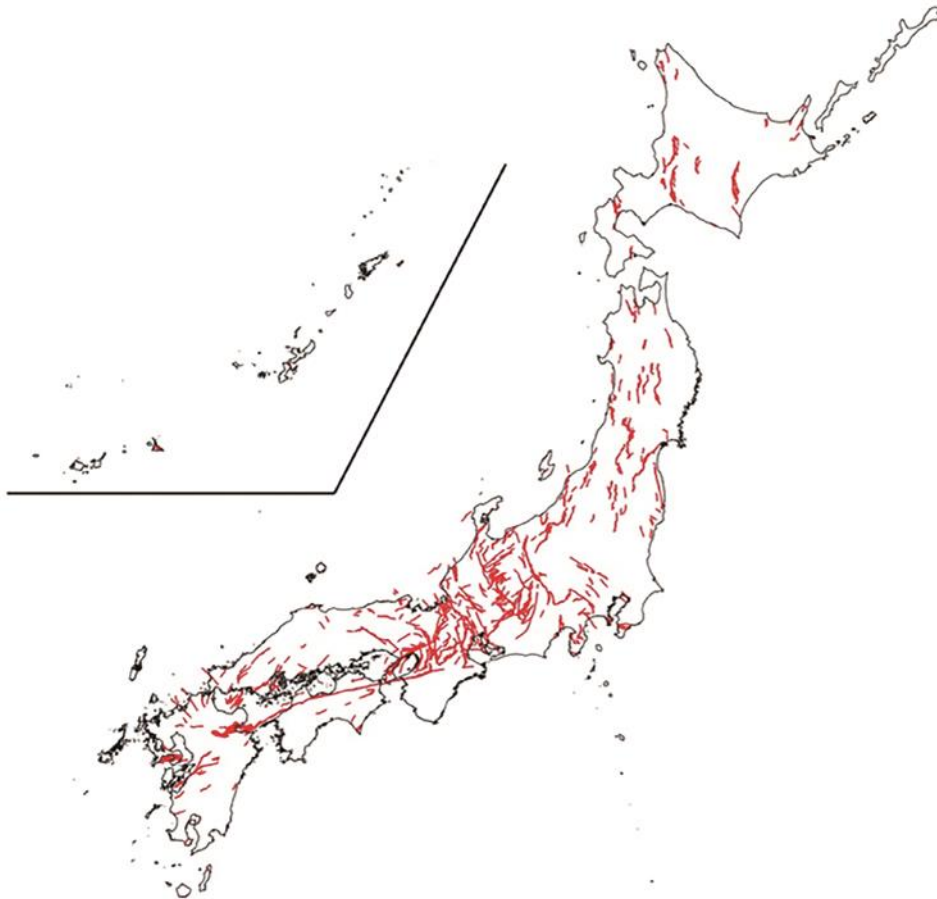


地中の断層の分布を可視化した結果



断層の分布

- 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、それらから、離れた場所であることを確認します。



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

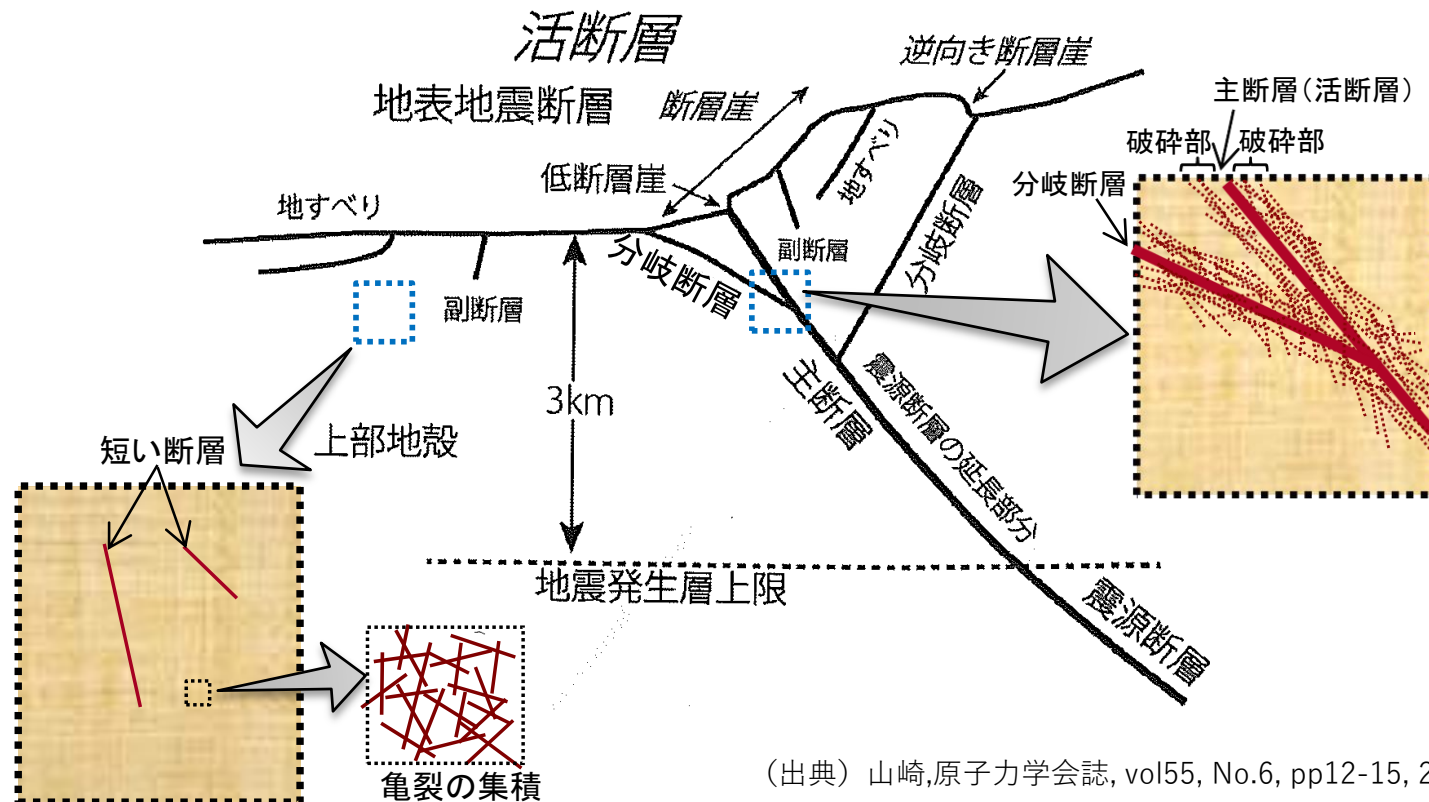
既にある断層が岩盤の中で最も弱い場所となり、同じ断層が繰り返し活動する傾向があります。

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

(参考) 断層活動について

- マグニチュード7以上の地震を引き起こす震源断層のずれは、地震発生域（地下3～20km程度）の全体に及び、地表にまで達する可能性がある。このような活断層は、繰り返し活動するとともに、大きな変位をもたらします。
- 一方、繰り返し活動することが想定されない断層の影響については、たとえ動いたとしても人工バリアによる緩衝効果が期待されることから悪影響があるとは考えにくいです。
- 活断層が繰り返し活動することにより、周辺の岩盤が破断・破碎されている場合には、当該活断層周辺の透水性が高くなっている可能性があります。
- 地上・地下で活断層の位置が異なる可能性や、地上に表れていない断層が地下に存在する可能性があるため、地下に存在する活断層等は処分地選定調査の中で注意深く調査します。
- 処分地選定調査では、断層の伸展・分岐の発生の可能性や断層面、破碎部、亀裂等の透水性等を評価し、安全評価を行うことにより、問題がある場所は避けます。

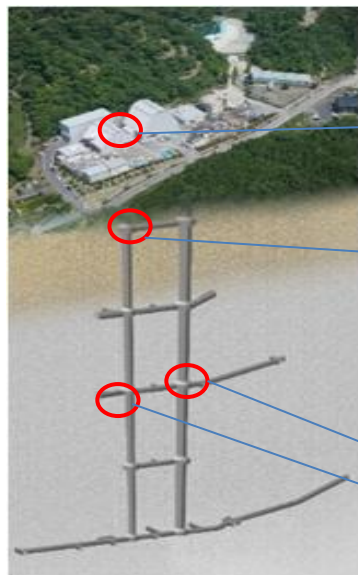


(出典) 山崎,原子力学会誌, vol55, No.6, pp12-15, 2013の図2に加筆

地震・津波の影響

- **地震の影響についても考慮します。**過去の地震等を調査・評価し、場所に応じた最大級の地震を想定して、必要な**耐震設計を行います**（例：通常より太い鉄筋を多数配置するコンクリート壁）。
- また、一般的に地上に比べて**地下深部の揺れは概ね1/3から1/5程度**であることがこれまで知られています。坑道を埋め戻し、**処分施設閉鎖後は、廃棄体と周りの岩盤が一緒に動くため**、地下深部の廃棄体に地上と同程度の大きな影響が及ぶことは考えにくいです。
- **津波の影響についても考慮します。**過去の津波等を調査・評価し、場所に応じた最大級の津波を想定して、**防潮堤や高台に施設を建設するなどの対策**を取ります。**処分施設閉鎖後は、地下坑道が埋め戻されているために影響はないと考えられます。**

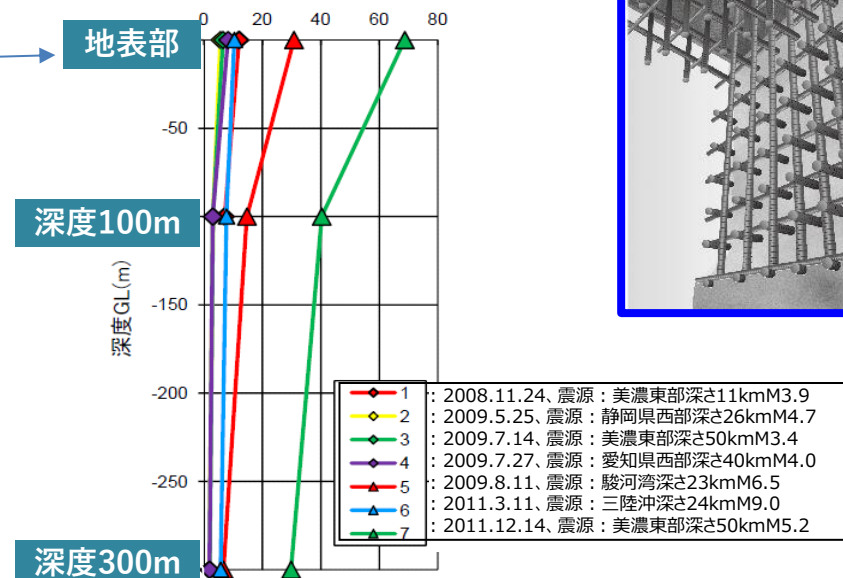
瑞浪超深地層研究所
(岐阜県瑞浪市)



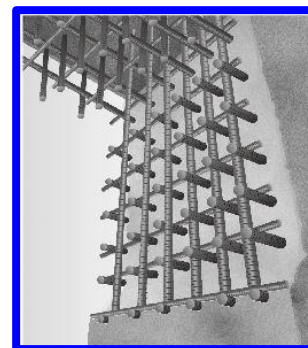
地表と地中の地震の揺れの違い
(実際に地下研究所で計測された地震の計測結果)

地下研究所
において
地表部
深度100m
深度300m
それぞれの深度で
計測

最大加速度 (cm/s²) : 揺れの大きさ



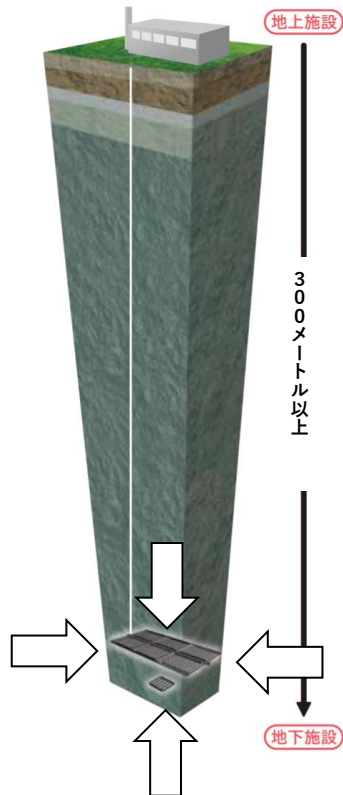
耐震性を高めるための
鉄筋コンクリート壁



地震の影響は大丈夫なのか

- 地下のトンネルには、地層の重さにより、常に高い圧力がかかっています。
- 地震の揺れで加わる力は、常にかかっている力に比べて小さいので、トンネルのひずみなどへの影響はほぼ無く、崩れるなどの危険性は無いことを計算にて確認します。

地下のトンネルには、常に、
地層の重さ分の圧力がかかっている

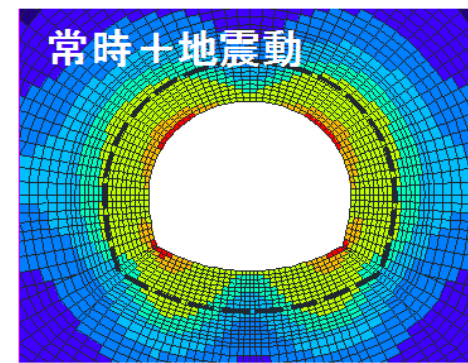
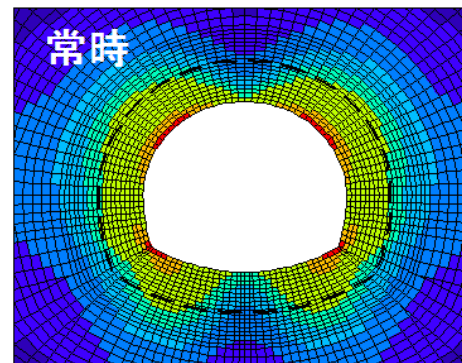


例えば、地下500mにトンネルを建設する場合、
地震によってかかる力は地面に常にかかっている圧力の20分の1

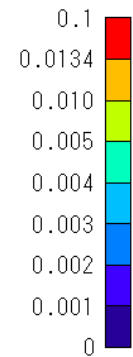
- トンネルには最大で約3,600 t (1m²あたり) の力がかかる。
- 東日本大震災級の揺れが発生すると、約150 t (1m²あたり) の力が加わるが、これは、元々かかっている重さ分の力の1/20以下である。

東日本大震災時の揺れを再現した際のトンネルのひずみに関する数値解析結果例

計算の結果、トンネルのひずみは、最大でも0.06%程度



赤いほどトンネルのひずみが大きい



https://www.numo.or.jp/approach/houkokukai/pdf/houkokukai20130628_04.pdf

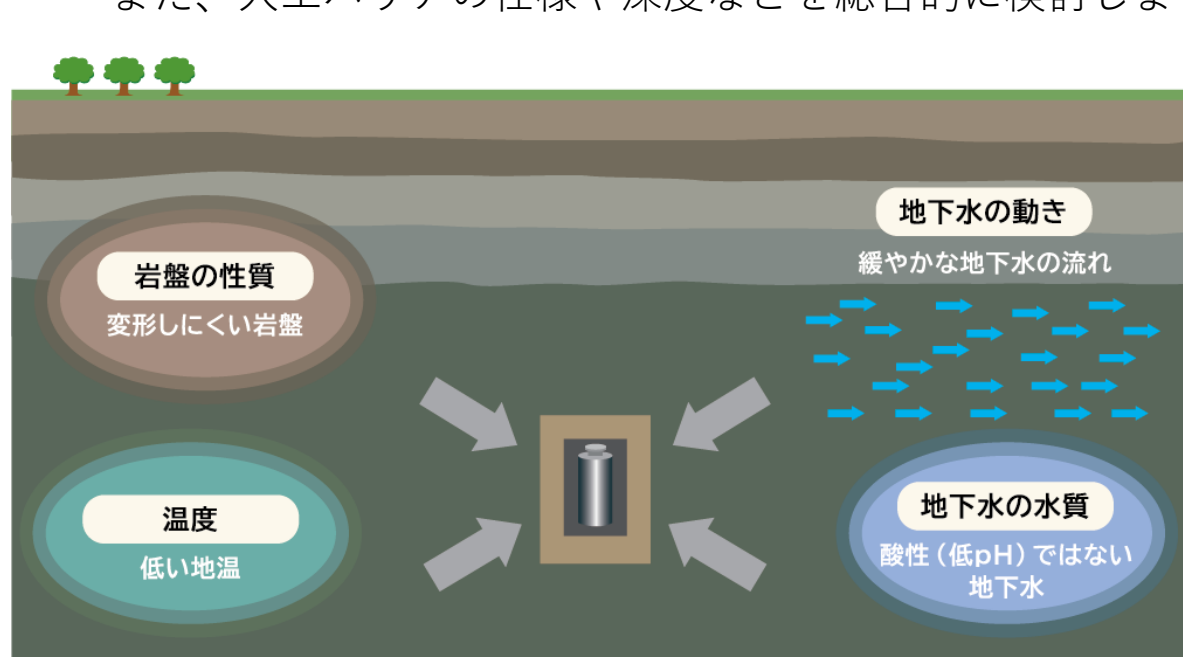
好ましくない地質環境の特性にかかわるリスク要因に対する対応

考慮すべきリスク要因

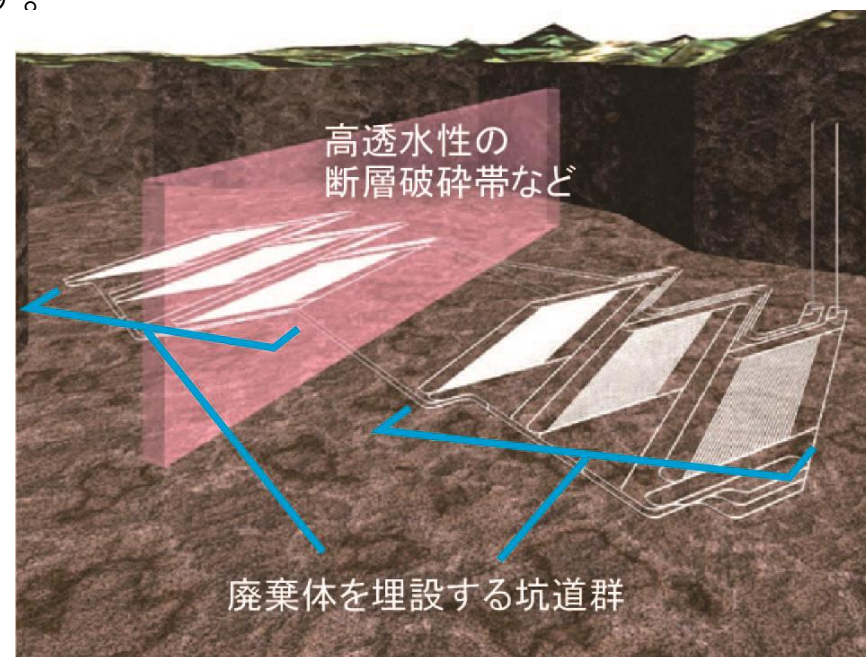
◆好ましくない地質環境特性による、天然バリアや人工バリアの閉じ込め機能への影響

リスク要因への対応

- ① 処分地選定調査においては、ボーリング調査などを実施し、地下深部の地質、地下水の流れやすさや水質、岩盤の変形しにくさ、地温などを調査し、より好ましい範囲を選びます。
- ② 調査した地下深部の特性を踏まえ、地下施設を断層や亀裂から離して配置することを考えます。また、人工バリアの仕様や深度などを総合的に検討します。



好ましい地下深部の地質環境



著しく地下水を通しやすい断層破碎帯が存在する場合の坑道群配置例

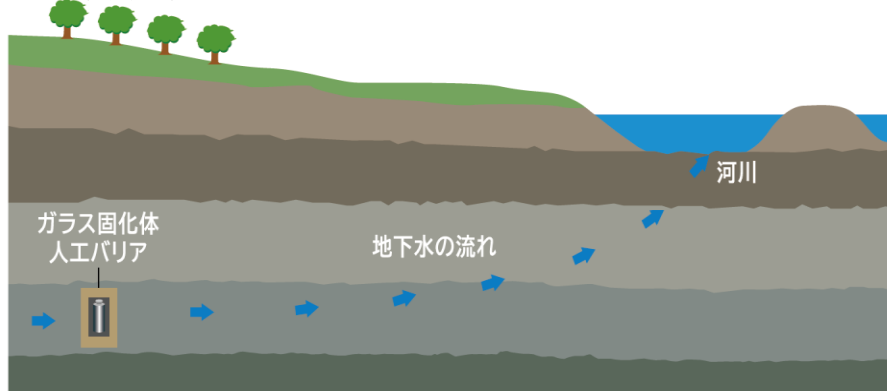
放射性物質が漏れ出した場合の想定（安全性の確認）

- 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したとしても、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。
- 更に、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）

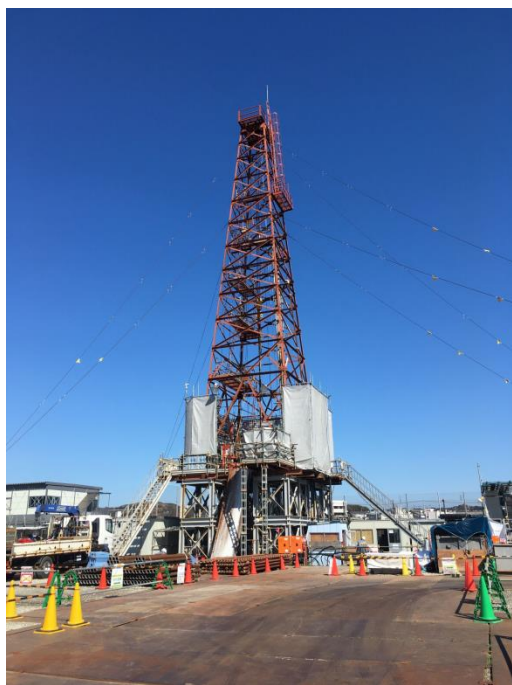


地下水により放射性物質が地表まで運ばれるといったケースについては、岩盤、地下水の特性の違いや人工バリア、天然バリアの性能が基本の想定より低い場合を設定するなど、多数のケースを解析しています。

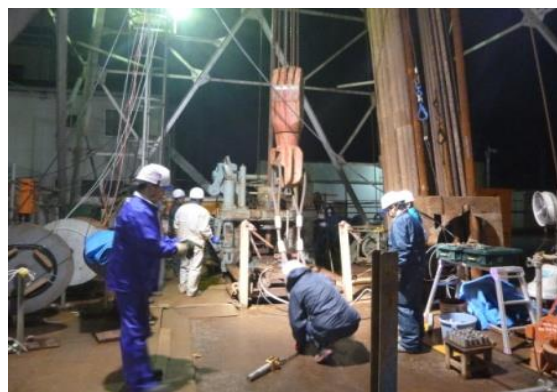
安全評価の結果は、いずれも国際機関が勧告している値を下回っています。

(参考) 地下水の年代測定

- 地下水年代は、雨水などが地下水になってからの時間を言い、地下水の年齢とも言えます。
- 地下水年代を測定するためには、地下水に溶解している放射性物質の濃度変化に着目する測定方法、地下水中に蓄積する物質の濃度変化に着目する測定方法などがあります。
- これまでのさまざまな調査により、日本国内でも100万年以上前から滞留した非常に古い地下水の存在が確認されています。



ボーリング調査の外観（やぐら）



採水調査

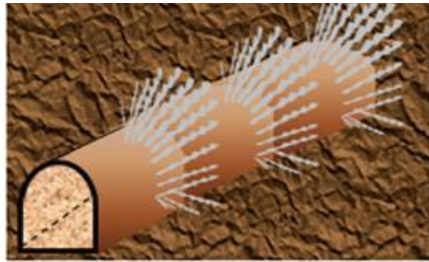


コア間隙水の抽出

建設・操業中の地下水（湧水）のリスク

- 坑道を掘ると、周囲の岩盤と圧力差が生じることで、地下水（湧水）が流入するのは一般的な現象です。
- 操業等に支障がないよう、排水や止水対策（グラウチング等）を施すことで、操業中などの湧水に対応します。なお、埋設後、排水をやめて坑道を完全に埋め戻すと坑道内の地下水が再び満たされて周囲の岩盤との圧力差はほとんどなくなるため、再び地下水の流れは非常にゆっくりとした状態に戻ります。

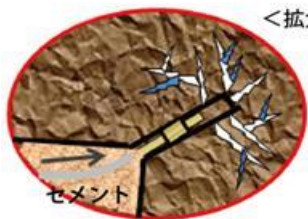
止水対策として事前に行う
グラウチングの全体イメージ



【セメント系材料 注入前】

【セメント系材料 注入後】

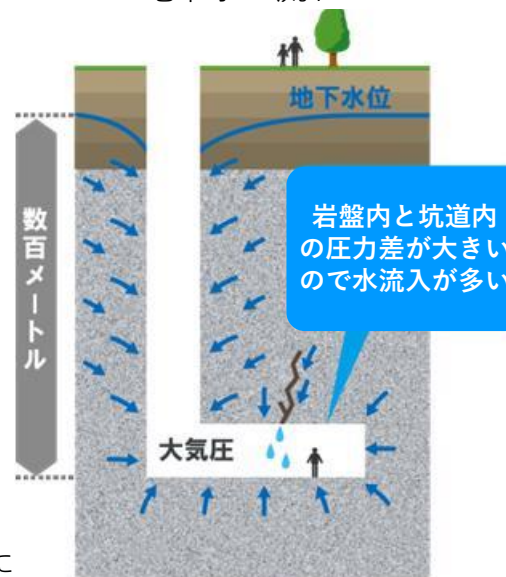
<拡大>



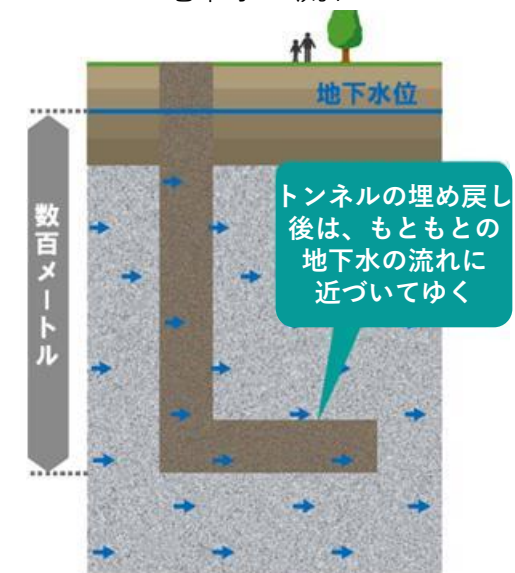
湧水亀裂の想定箇所に応じたドリルでグラウチング用の穴をあけます。

セメント系材料を岩盤内に注入し、隙間をふさぎます。

坑道開放時の
地下水の流れ



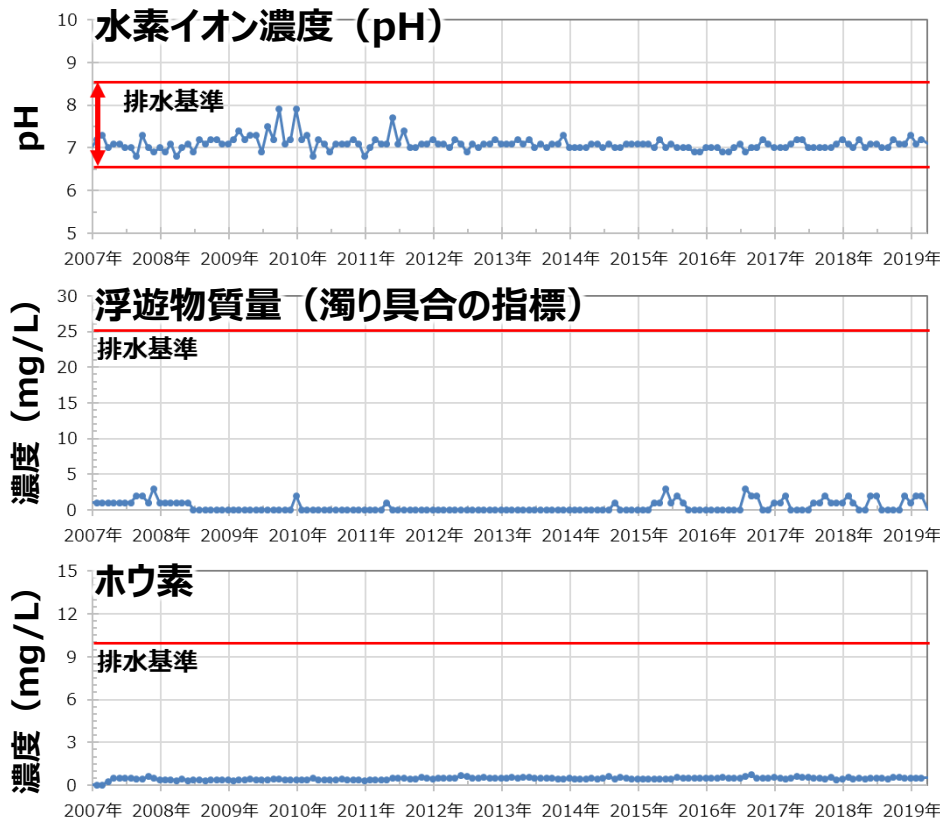
坑道埋め戻し後の
地下水の流れ



グラウチングにより、地下水量を1/100程度まで減らせることは実証済。岐阜県瑞浪市の地下研究所における研究では、1,380m³/日の湧水が想定されていた箇所をグラウチングすることで15m³/日まで低減。

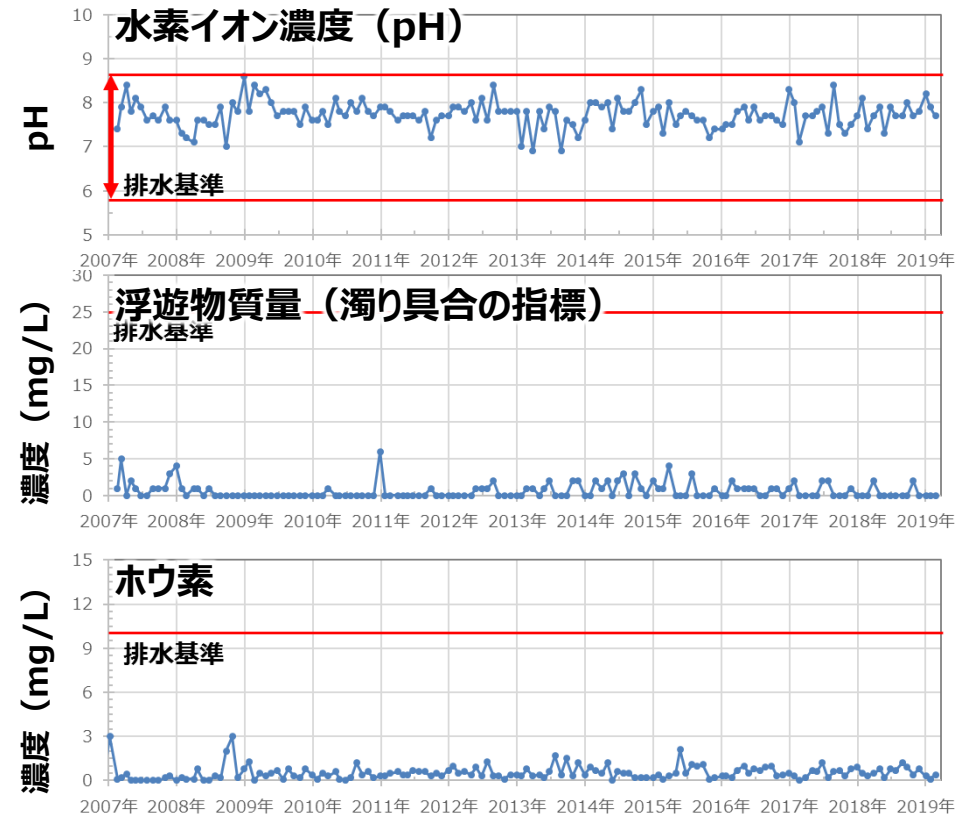
地下水の排水に伴う河川や海への影響はないのか

- 排水をする事業者は、地下水の排水処理施設を設置するなどして、水質汚濁防止法や自治体で定めている条例等を守る必要があります。
- 岐阜県や北海道の地下研究施設では、排水処理後の水質を30項目以上測定し、環境基準を満たした水を河川へ放出しています。周辺環境に影響が無いことが確認されています。



岐阜県の地下研究施設の排水測定結果例

JAEAのHP情報より作図



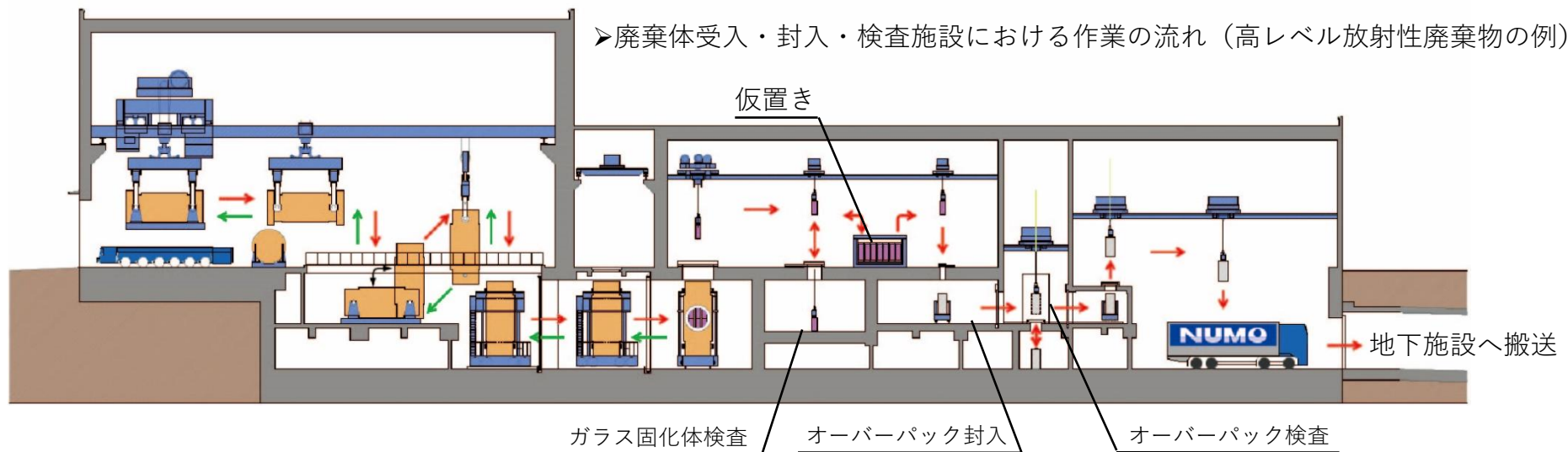
北海道の地下研究施設の排水測定結果例

JAEAのHP情報より作図

作業期間中の地上施設の放射線安全対策

- 近隣の皆さまや施設作業員に、ガラス固化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。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。

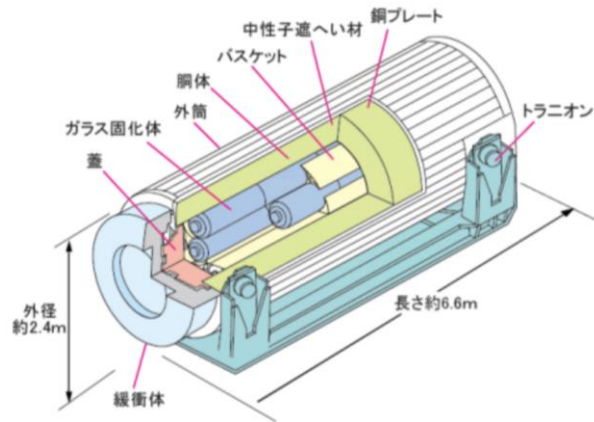
(※ 誤作動、誤操作があった場合には、必ず安全な方向に向かうこと)



- 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へい



出典：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（英仏含め船での輸送実績は18回※）



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

専用の輸送車両の例

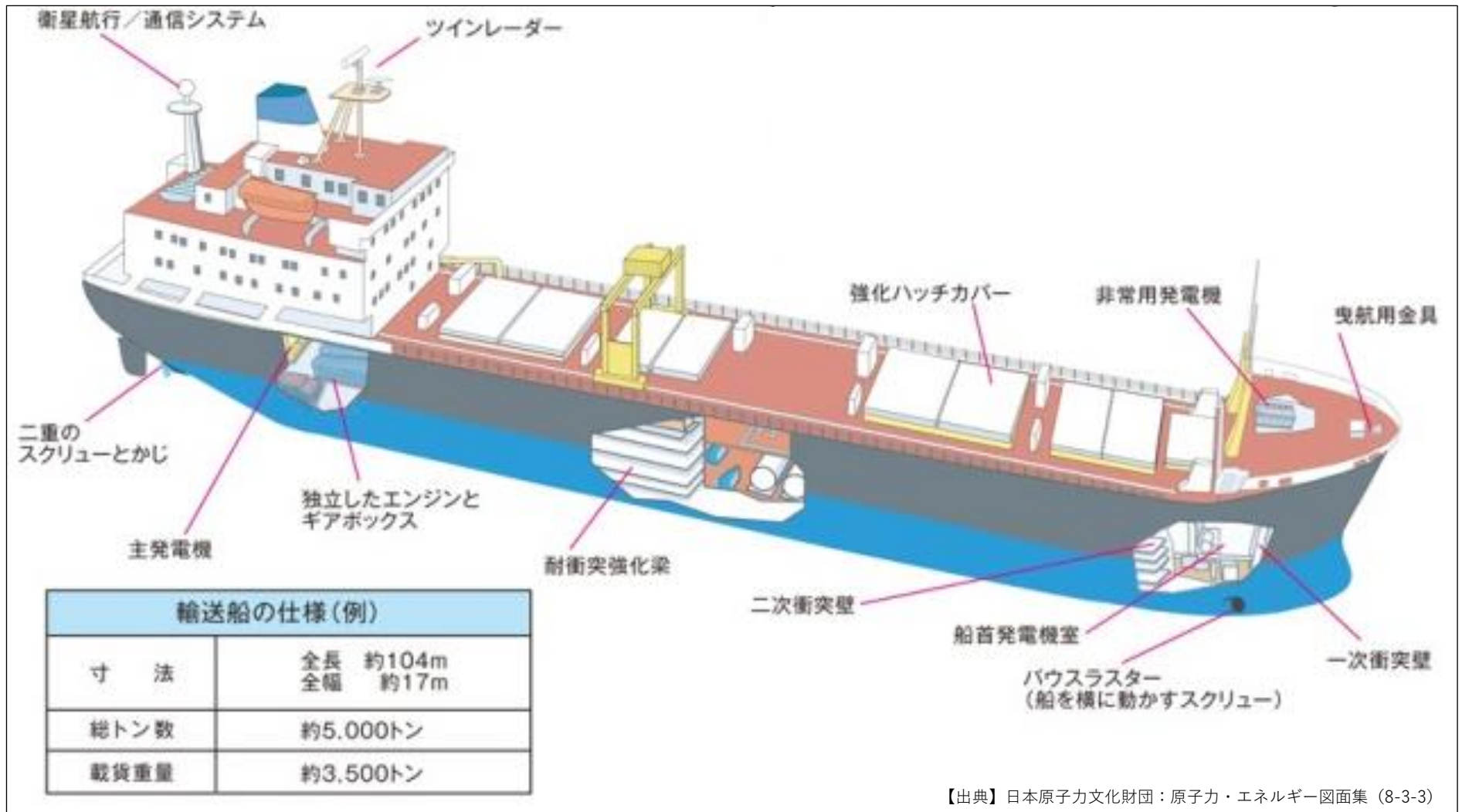
これまでにこの車両で75回※運搬



出典：原燃輸送株式会社HP

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／スクリューなどを備えた安全性の高い船舶を利用します。



【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）

「リスクと安全確保」の詳細について

●地層処分、安全確保の考え方



「地層処分、安全確保の考え方」PDF

https://www.numo.or.jp/kagakutekitokusei_map/pdf/anzen_a4.pdf

安全確保を行うための方法や技術の詳細について

●包括的技術報告書

わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－（レビュー版）



包括的技術報告書特設ページ

https://www.numo.or.jp/technology/technical_report/tr180203.html

■ 目的

- これまでに蓄積されてきた科学的知見や技術を統合し、**実施主体として、わが国の地質環境に対して安全な地層処分を実現するための方法を説明し、**技術的な取り組みの最新状況を提示。

■ 取りまとめの考え方

- 包括的技術報告書を文献調査以降の事業段階で作成するセーフティケースの「基本形」と位置づけ
 - セーフティケース（処分場の安全性を、さまざまな証拠に基づき論を尽くして説明するための文書）の作成は実施主体の役割（IAEA（2012）、OECD/NEA（2004, 2013）など）
 - 事業の節目において、新しい科学的知見を反映しながら繰り返しセーフティケースを作成して社会に提示し、事業に関する意思決定の材料を提供

各国における地層処分の安全性を説明するための技術報告書（セーフティケース）

ジェネリック（サイトが不特定）

ジェネリック

NUMO包括的技術報告書
2018

英国RWM
2016

ジェネリックまたは
岩種スペシフィック

ベルギーONDRAF/NIRAS
2001

スイスNagra
2002

許認可申請

米国USDOE
2008

スウェーデン
SKB 2011

フィンランド
Posiva 2012

フランスAndra 2005 :
サイトスペシフィック

サイトスペシフィック
(特定のサイトを対象)

国際的指針

OECD/NEA
2004/2012

IAEA
2012



第2次取りまとめと包括的技術報告書

第2次取りまとめ (JNC, 1999)

包括的技術報告書 (NUMO, 2018)

地質環境の調査・評価

■地層処分の概念の成立に必要な条件を満たす地質環境がわが国に広く存在することを示し、特定の地質環境がそのような条件を備えているか否かを評価する方法を開発

(各論) 岩盤や地下水の文献情報や事例研究から以下の結論

- 地温が十分に低く、応力が均等な深部岩盤が国内に存在
- 地下水は深部に行くほど還元され、動きは遅い
- 少なくとも将来十万年程度の期間、地質環境の長期安定性を論ずることが可能。

■地下研究所における調査技術の適用性検証や地下深部データなど、第2次取りまとめ後の最新の研究成果・地質情報を反映し、地層処分に適した地質環境を選定する実務的な調査・評価方法を整備するとともに、地下深部の状況を詳細に反映した地質環境モデルを構築

(例) 地下研究所の地下水や岩盤の性状に関する実測データなどを含む全国規模の地質環境情報をもとに、わが国の地下に広く分布する3岩種(深成岩類、新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類)を代表に地質環境モデルを構築

※第2次取りまとめでは結晶質岩と堆積岩の二種類の推計データを活用

工学技術

■幅広い地質環境条件に対応し、人工バリアや処分施設を適切に設計・施工する技術を開発

(例) -人工バリア及び処分施設の設計・施工の評価手法を開発し、関連するデータベースを整備。

- 人工バリアの仕様を提示。
- 処分場の建設・操業の手順を検討し、処分場のレイアウトを提示。現行技術を軸に、その延長技術も活用し、実現可能性を明確化。

■処分場の形状や技術オプションなどの様々な選択肢を具体化し、地質環境に応じて柔軟に設計する手法を開発

(例) -断層や割れ目への対処の考え方を具体化(岩盤の割れ目からの湧水量に応じて廃棄体の定置可否を判断する設計方法等)

-PEM(横置型地上組立式人工バリア)の導入

■操業時(閉鎖前)の設計想定を超える事象に対する安全性の評価方法を構築

安全評価

■地層処分の長期にわたる安全性を評価する方法を開発し、数値解析により、安全に実施できる見通しを確認。

(例) 評価シナリオを提示し、線量を指標として地層処分システム全体の安全評価モデルを構築。

■実測データに基づく具体的な地質環境モデルとその特徴を反映した解析手法を用いて処分場が安全に構築できる見通しを確認。

(例) サイトの特性に応じた処分場の設計や線量評価に至る数値解析等の作業手順を体系化

総括

■地層処分を事業化の段階に進める、信頼できる技術基盤が整備されたと総括

■わが国の地質環境で安全な地層処分が実現できる見通しをあらためて確認し、サイト調査に向けた準備は十分と総括

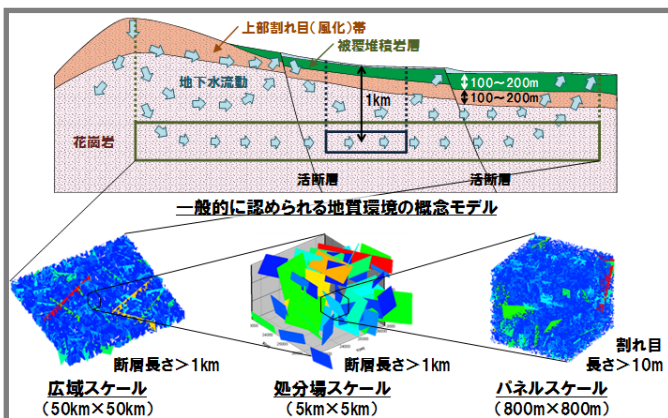
■ 適切な地質環境を選定するための調査・評価技術の提示

- 地質環境を調査・評価するための方法や最新技術を整理
- 調査・評価技術の適用性検証事例（地下研究所の利用）の蓄積 など

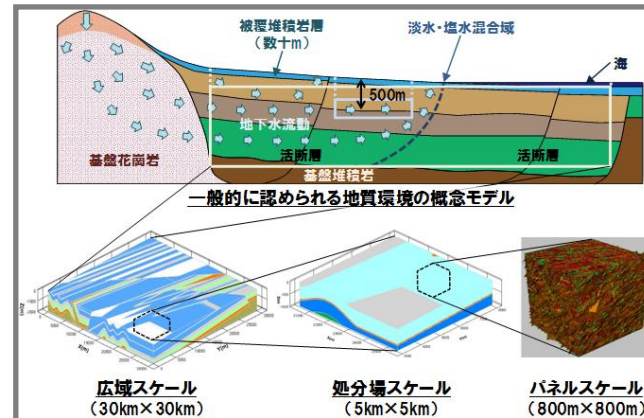
■ わが国の地質環境の特徴を反映した地質環境モデルの提示

- わが国の地下深部に広く分布する代表的な三種類の岩種について、その特徴を表現したモデル（地質環境モデル）を作成
- 深地層の研究施設（幌延・瑞浪）の研究成果など、地下深部の状況（特に、断層・割れ目の特性など）に関する最新の知見を利用

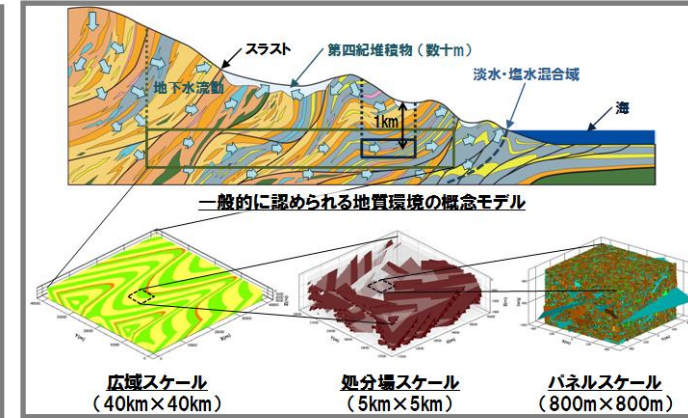
深成岩類



新第三紀堆積岩類



先新第三紀堆積岩類



三種類の岩種に対する地質環境モデル

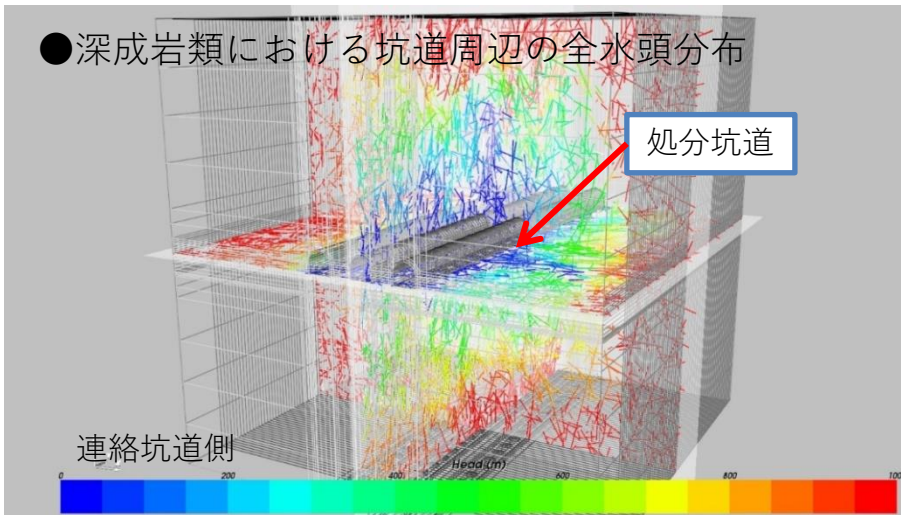
■ 処分場の設計手法と地質環境モデルに対する設計結果の提示

- 地質環境モデルの特徴に対応した設計上の対策の具体化と設計結果の提示
- 地上施設の安全対策や作業方法の具体化 など

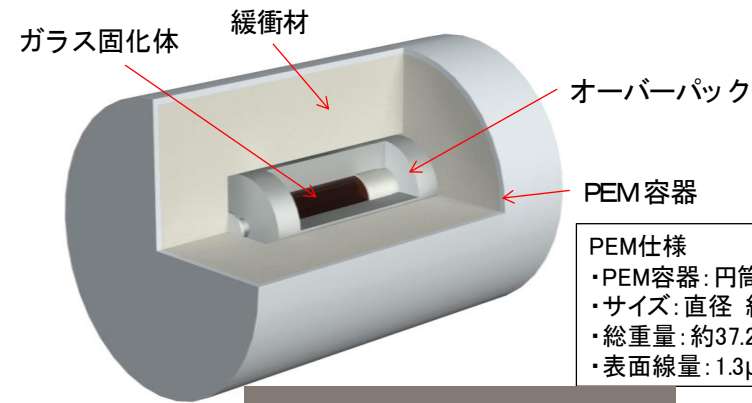
■ 人工バリアの設計オプションの検討

- 品質管理の容易さや作業性に優れる人工バリアの定置方法 (PEM) の導入 など

● 深成岩類における坑道周辺の全水頭分布

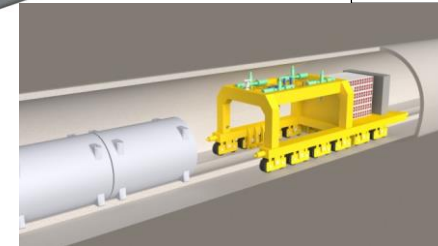


岩盤割れ目からの湧水量に応じて、廃棄体の定置可否を判断する解析評価の例



PEM仕様

- PEM容器: 円筒形, 無孔, 厚さ 28 mm
- サイズ: 直径 約2.3 m, 長さ 約3.4 m
- 総重量: 約37.2 トン
- 表面線量: 1.3 μ Sv/h (50年冷却時)



地上施設でガラス固化体とオーバーパック、緩衝材を人工バリアとして一体的に組み立てた状態で地下に搬送・定置するPEM概念

■ 処分場の建設・操業・閉鎖に用いる工学的な技術の提示

- ・ 国内外における実規模スケールの実証試験の蓄積と工学技術の信頼性向上



オーバーパック製造試験

(原環センター地層処分実規模試験施設ホームページ)

<https://fullscaledemo.rwmc.or.jp/movie/>



PEMの組立実証試験

(出典) 原環センター (2011) :
平成22年度地層処分技術調査等委託費高レベル放射性廃棄物処分関連 処分システム工学要素技術高度化開発報告書

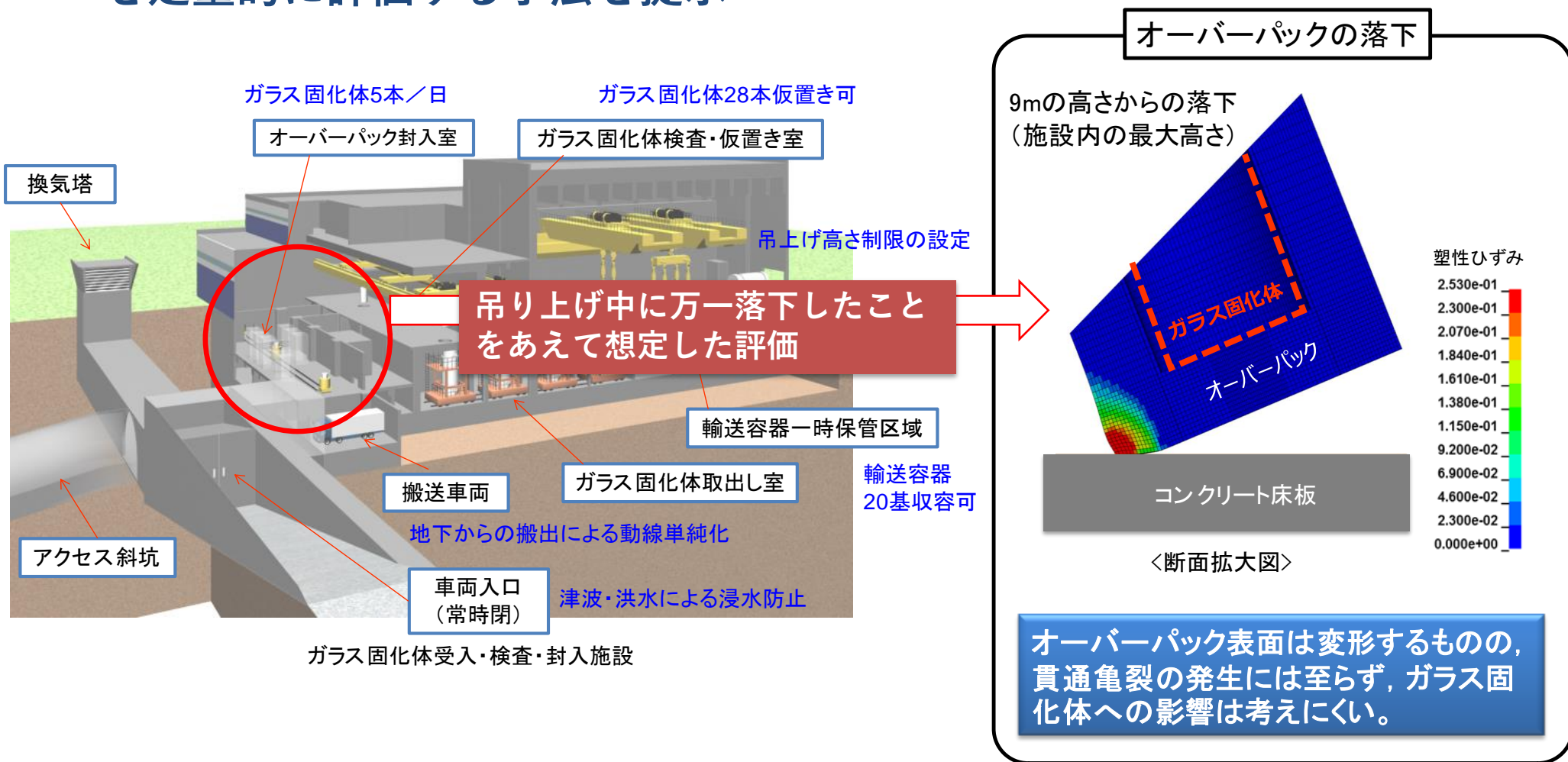


自動運転による廃棄体定置試験

(スウェーデンSKB社ホームページ)

<https://www.skb.se/nyheter/temakvall-om-maskinutveckling/>

- 作業中における万一の異常状態の発生を考慮し、処分施設の安全性を定量的に評価する手法を提示



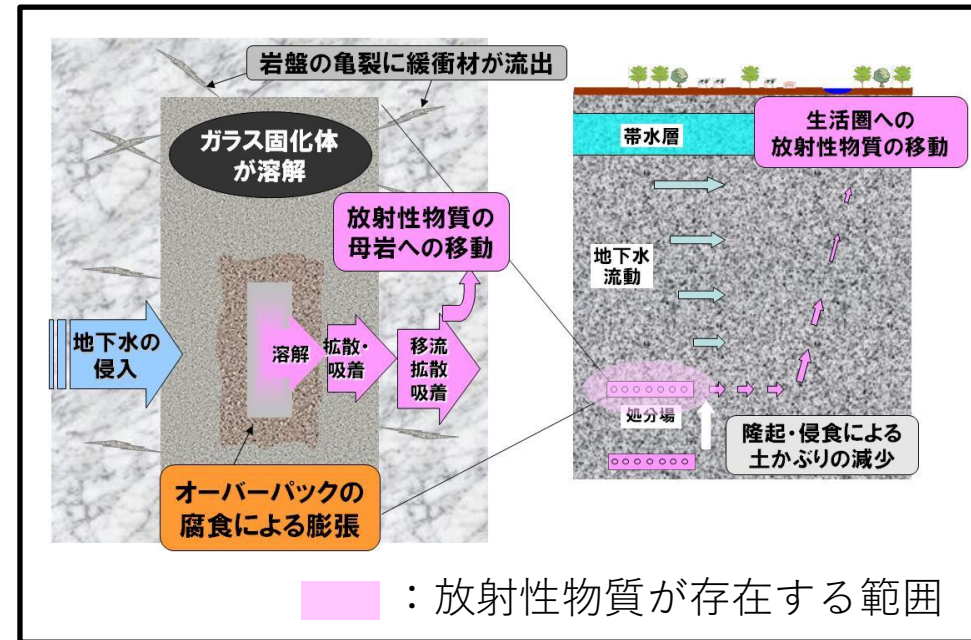
地上施設におけるガラス固化体の異常状態の評価事例

■ 閉鎖後長期の安全評価を行う手法・技術の提示

- 事象の発生可能性を考慮した安全評価シナリオの作成方法の構築
- 国内外の最新のデータベースに基づいた放射性物質の移行パラメータの設定
- 人工バリアや地下施設の構造的な特徴、地下施設周辺における地質環境モデルの特徴などをできるだけ詳細に反映し、三次元的な放射性物質の移行現象を解析する技術の導入 など

■ 安全評価の実施

- 三岩種の地質環境モデルを対象とした処分場の設計結果に対する安全評価を実施
- 発生する可能性が極めて小さい安全評価シナリオを想定した解析を含めて、国際機関の勧告に基づいて設定しためやすの線量を下回る結果



廃棄体から地表まで放射性物質が移行するシナリオの概念図

閉鎖後長期の安全性の評価 (2/4)

- 国際機関（国際放射線防護委員会ICRP, 国際原子力機関IAEA）の指針に基づき、発生可能性に応じてシナリオを区分し、区分ごとにめやす線量を設定

シナリオ区分		各シナリオの意味	めやす線量
自然事象	基本シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● 地層処分システムに対して発生する可能性が最も高いと想定されるシナリオ → (科学的な知見が少なく不確実性が大きい場合には、基本シナリオについても、安全上厳しい結果になるように設定) 	安全性確保の水準：300 μ Sv/y ->ICRPの推奨値と同水準 基本シナリオに対する事業者としての努力目標：10 μ Sv/y ->諸外国の規制基準の最小値(スウェーデン)と同水準
	変動シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● 基本シナリオに対して、不確実性を考慮して様々な解析ケースを設定するシナリオ 	
	稀頻度事象シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ● 発生可能性が極めて小さく、現実社会で生じることはほとんど想定されないが、あえて過酷な条件を想定して評価するシナリオ 	著しい影響の水準： 20～100mSv(1年目) 1～20mSv/y(2年目以降) ->ICRPが推奨する緊急時被ばくの参考値などと同水準
人間侵入シナリオ		<ul style="list-style-type: none"> ● 偶発的な人間侵入の発生可能性は極めて小さいが、あえて過酷な条件を想定して評価するシナリオ 	著しい影響の水準： 20～100mSv(1年目) 1～20mSv/y(2年目以降) ->ICRPが推奨する緊急時被ばくの参考値などと同水準

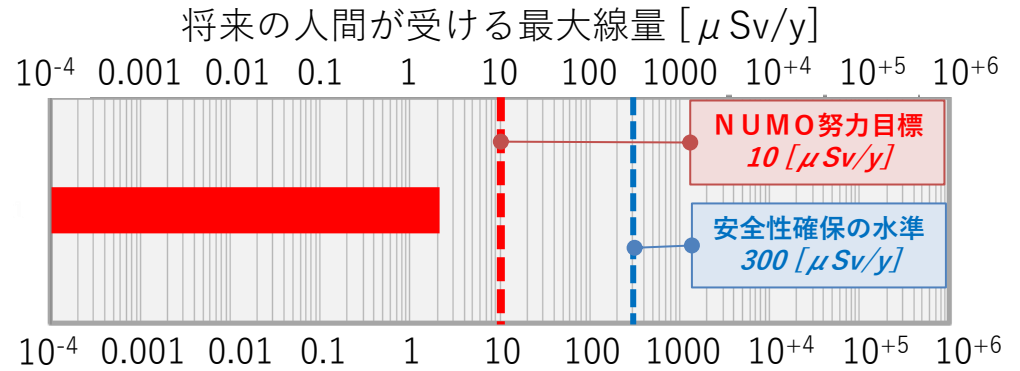
閉鎖後長期の安全性の評価 (3/4)

- 不確実性を考慮した様々な解析ケースの評価においても、めやす線量を下回っている

基本シナリオ

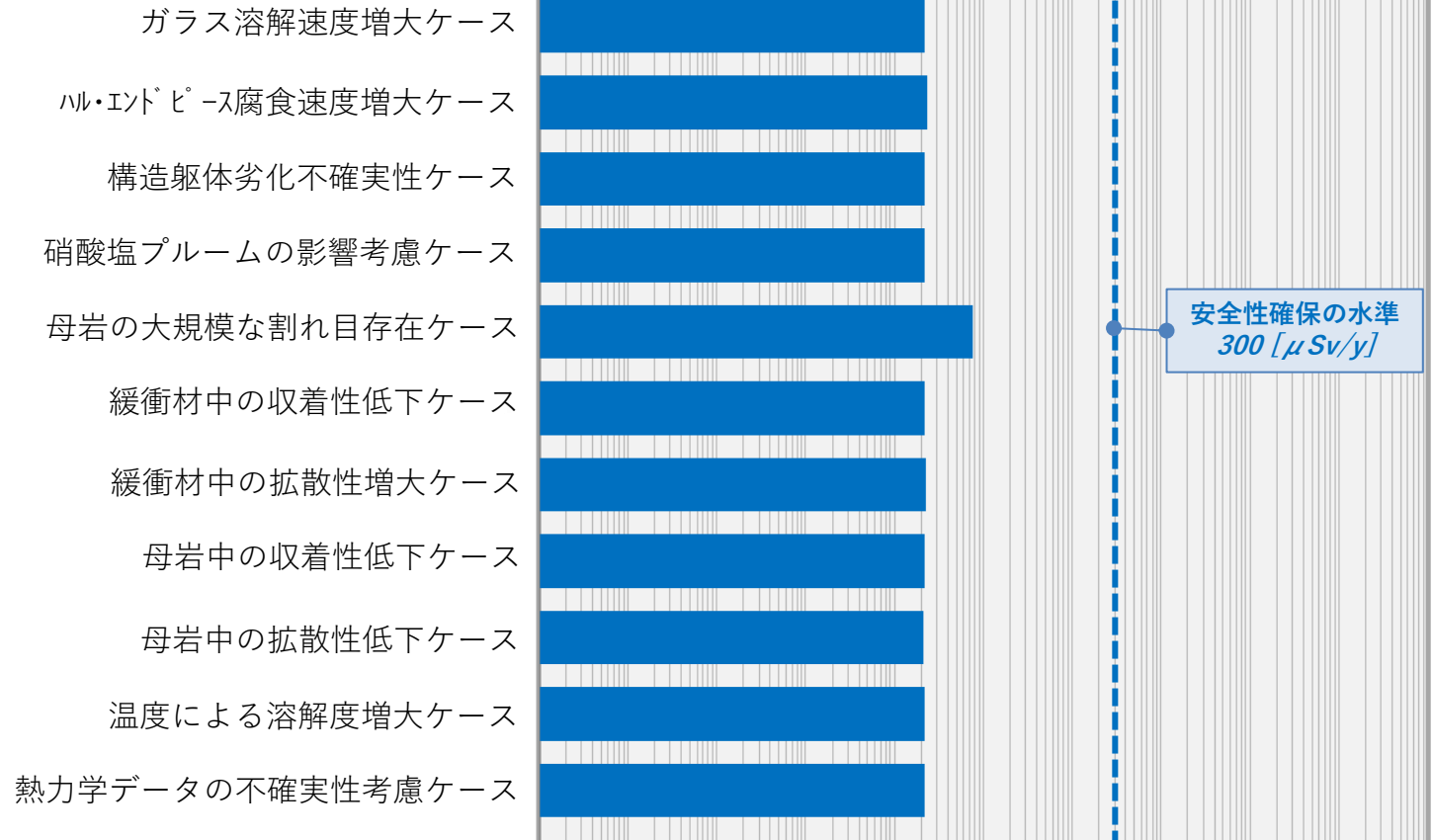
(地層処分システムに対して発生する可能性が最も高いと想定されるシナリオ)

基本ケース



変動シナリオ

(基本シナリオに対して、不確実性を考慮して様々な解析ケースを設定するシナリオ)

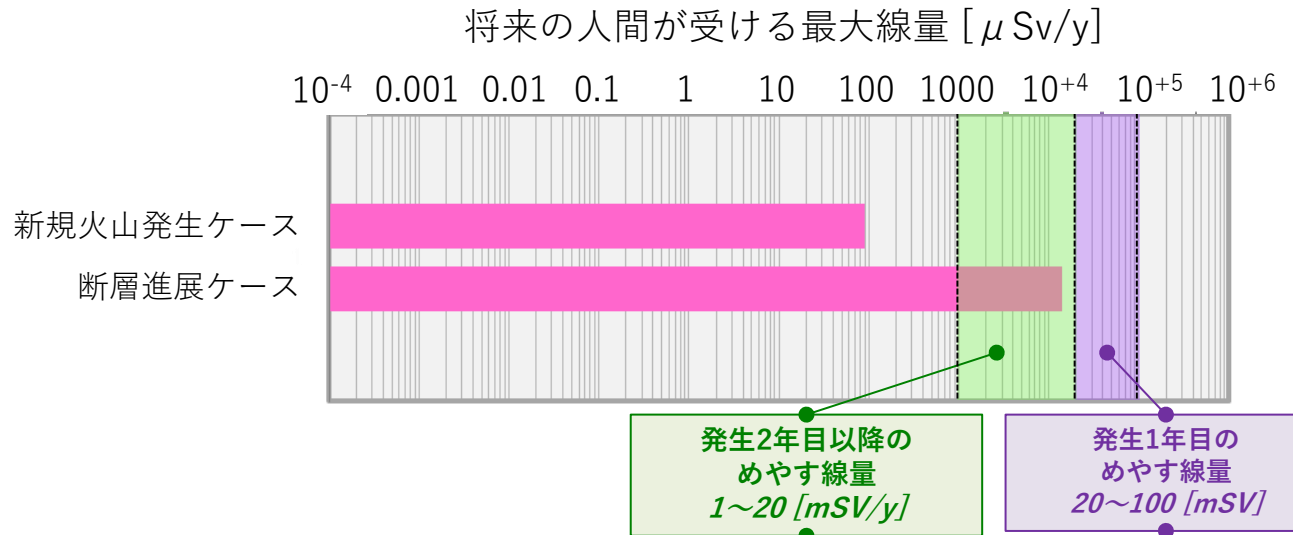


閉鎖後長期の安全性の評価 (4/4)

- あえて過酷な条件を想定した評価においても、めやす線量の範囲に収まっている

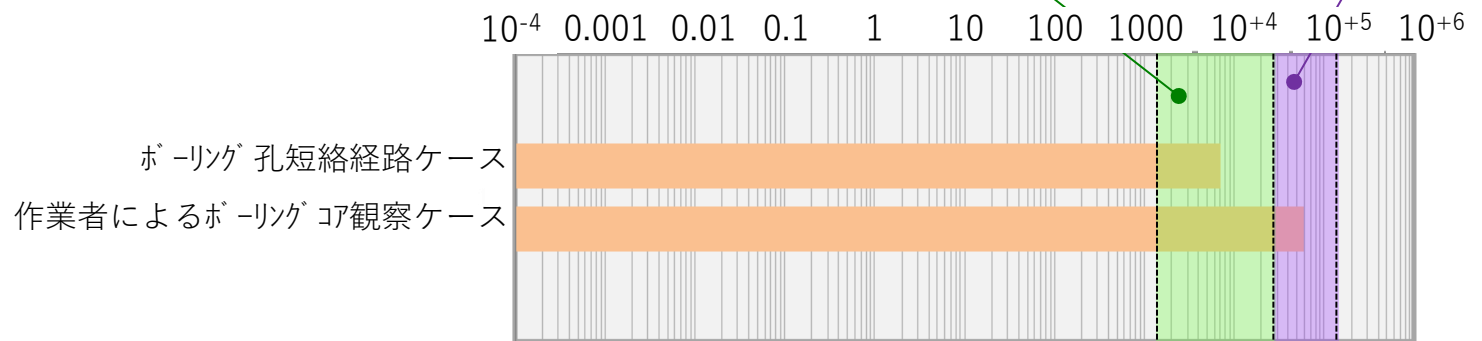
稀頻度事象シナリオ

(発生可能性が極めて小さく、現実社会で生じることはほとんど想定されないが、あえて過酷な条件を想定して評価するシナリオ)



人間侵入シナリオ

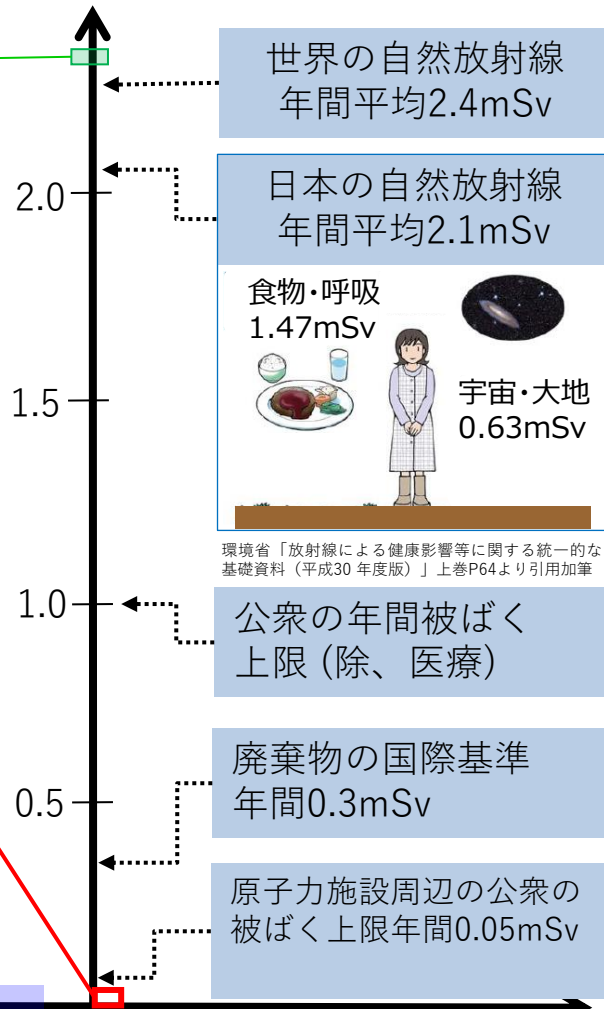
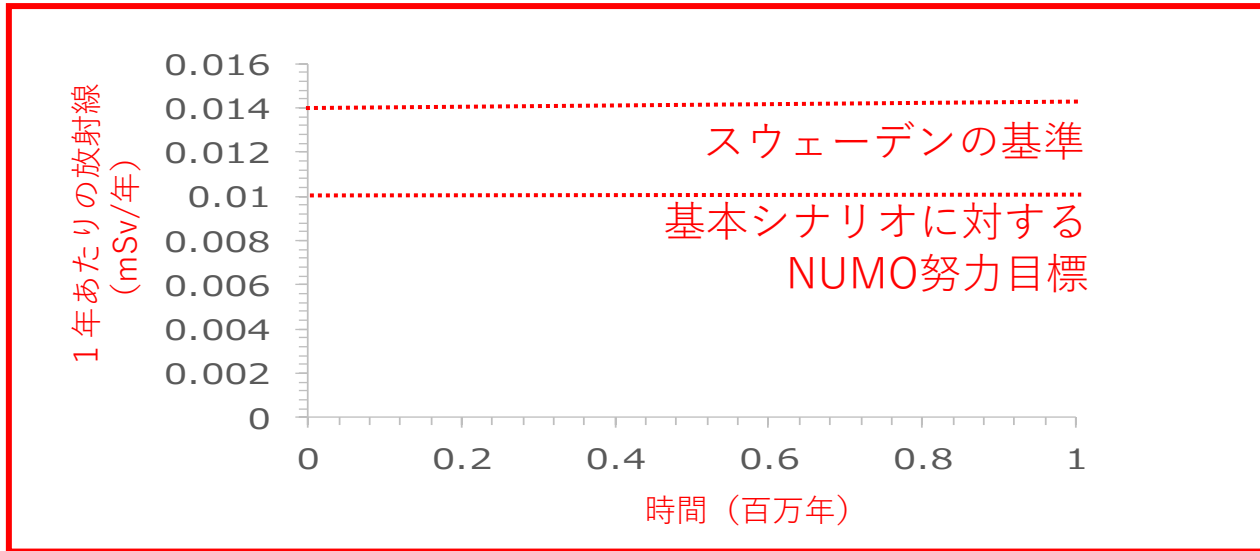
(偶発的な人間侵入の発生可能性は極めて小さいが、あえて過酷な条件を想定して評価するシナリオ)



【参考】地層処分における時間軸と放射線量の多寡

- 長期の安全性の評価領域は自然放射線よりも極めて低く、岩盤の形成年代より極めて短い

7,000mSv	100%の人が死亡（全身被ばく）
250mSv	緊急時の作業員に対する限度
50mSv	発電所などで働く作業員に対する限度（年間）
約9mSv	インド・ケララ naturally 放射線（年間平均）



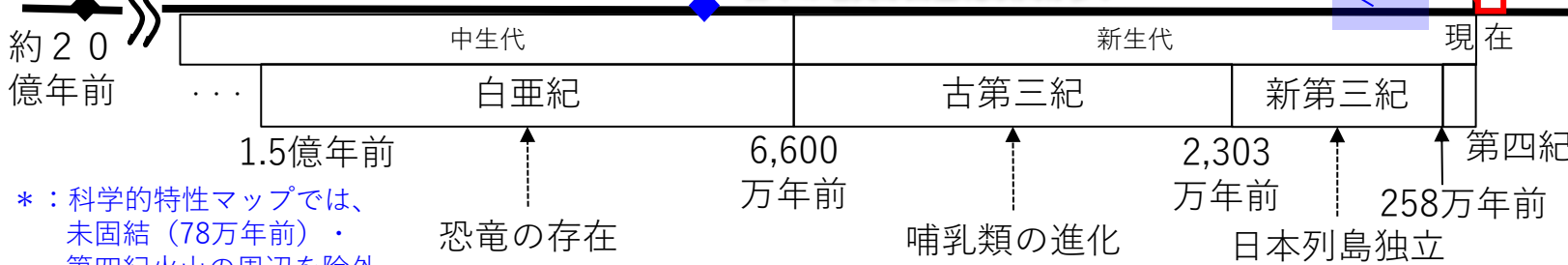
環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）」上巻P64より引用加筆

スウェーデン南東部に広く分布する岩盤

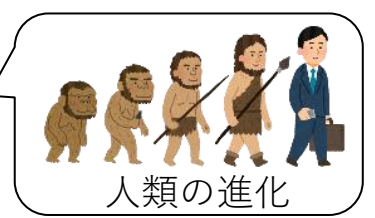
瑞浪の花崗岩
(約7,000万年前)

幌延の堆積岩
(1,300万年前～300万年前)

日本の地質は白亜紀以降が多い



* : 科学的特性マップでは、未固結（78万年前）・第四紀火山の周辺を除外



地層処分の安全性の説明が信頼のおけるものであるためには、その裏づけとなる論拠が科学的に妥当であり不確実性に対し頑健であることが必要

- 大学や関係研究機関の専門家による技術的内容の確認や最新知見の反映
- 線量以外の指標（処分場の放射能の閉じ込め性能、天然ウランの放射能による毒性との比較など）による安全性に関する多面的な考察
- 今後の信頼性向上に向けた技術開発課題と取組方針の明確化
 - 沿岸海底下における塩水の影響を把握するための技術開発
 - 処分場閉鎖後にボーリング孔や坑道が水みちになることを防止する技術開発
 - 人工バリア設計オプションの開発
 - 廃棄体の回収可能性を確保する技術開発
 - 放射性核種の移行解析技術の高度化 など

→ わが国全体の5ヵ年の技術開発計画の策定に反映

- 幌延・瑞浪を含む地下深部で実際に取得された情報に基づき、地下深部の状況（特に、断層・割れ目の特性など）がより実態に即して表現された わが国の代表的な三種類の岩種の地質環境モデルを対象とした処分場の設計と安全評価を実施したことで、わが国の多様な地質環境に対する地層処分技術の信頼性が向上
- 処分場の設計技術をより具体化・詳細化
 - 断層・割れ目への対処方法
 - 廃棄体の回収技術の具体化 など
- 実規模大の実証試験が国内外で数多く蓄積されていることによって、工学技術の信頼性が一段と向上
- 操業中における万一の異常状態の発生までを考慮した安全性について、定量的かつ詳細な評価を実施
- 閉鎖後長期の安全評価について、最新のデータベースに基づく核種移行パラメータの設定や、三次元核種移行解析技術などの最新知見を適用することで、安全評価の信頼性が向上

- 最新の科学技術的知見を反映し、地層処分の安全な実施に必要な地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価に関する一連の技術とその信頼性を示す根拠、長期の事業を見据えた事業マネジメントの考え方を包括的に取りまとめ
- 技術的信頼性や実用性をさらに向上するための技術課題を抽出
- 包括的技術報告書は、今後の技術開発成果や、サイトが明らかになった場合にはそのサイト固有の条件などを反映して、継続的に作成・更新を行う「安全性を説明する技術報告書」（セーフティケース）の基本形として活用可能
- 以上から、NUMOは文献調査以降に進むための技術的な準備が整っていると結論

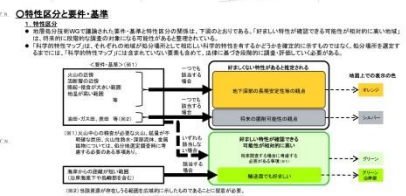
3. 科学的特性マップについて

本パートでお伝えしたいこと ～科学的特性マップについて～

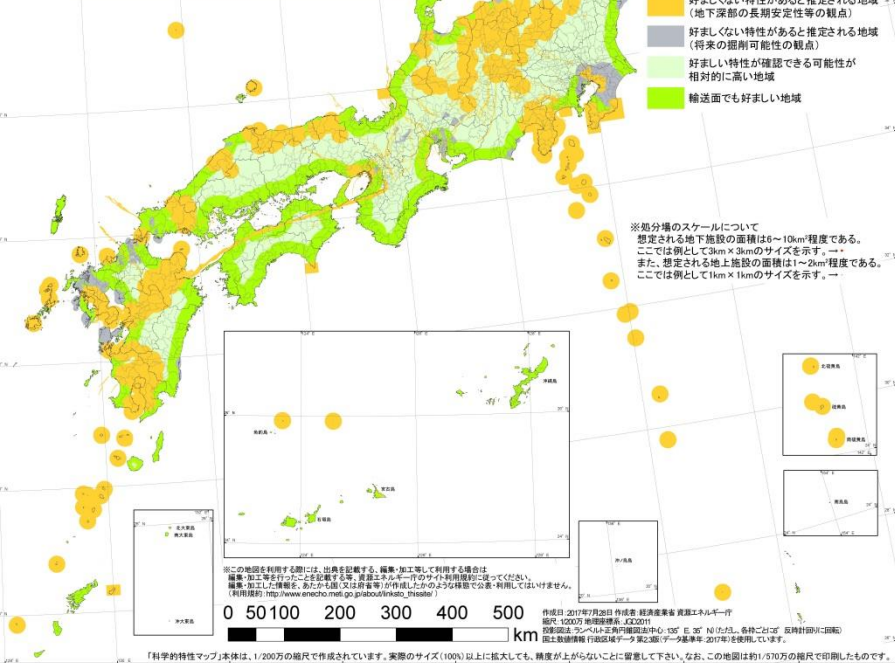
- 科学的特性マップは、地層処分に関する地域の科学的特性を、一定の要件・基準に従って客観的に整理したものです。国民の皆さまに、地層処分の仕組みや日本の地質環境などについて理解を深めていただくことが目的です。
- 今回のマップ公表は、長い道のりの最初の一步です。やがては複数の地域に処分地選定調査を受け入れていただくことを目指しながら、まずは一人でも多くの方に関心を持ち理解を深めていただけるよう、全国各地で対話を重ねていきます。
- 日本でも地層処分に好ましい特性が確認できる可能性が高い地下環境が広く存在するとの見通しを共有しつつ、どのようにしたらこの事業を社会全体として実現していけるのかについても、皆さまと一緒に考えていきたいと思えます。

地層処分に関する「科学的特性マップ」の公表

科学的特性マップ



区分	特徴	面積割合
オレンジ	好ましくない特性があると推定される地域 (地下深部の長期安定性等の観点)	約30%
シルバー	好ましくない特性があると推定される地域 (将来の掘削可能性の観点)	約5%
グリーン	好ましい特性が確認できる可能性が 相対的に高い地域	約35%
濃いグリーン	輸送面でも好ましい地域	約30%



○2017年7月28日 経済産業省HPで公表

○日本全国の地域特性を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)

1. 地層処分についての国民理解促進が目的

- 「処分場所を選ぶ際にはどのような科学的特性を考慮する必要がある？」
「火山国、地震国の日本でも地層処分は可能？火山や活断層は全国にどのように分布？」
⇒こうした国民の関心に応え、地層処分の仕組みや日本の地質環境等についての理解を深めてもらうことが目的。

2. 科学的・客観的に関連データを整理

- 地層処分に関係する地域の科学的特性（火山の影響範囲、活断層の影響範囲など）を、既存の全国データに基づき、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。
- 「土地確保が容易か？」といった社会的要素は含まず。

3. 国の新方針の下、専門家の検討を重ねて要件基準を確定

- 福島原発の事故後、従来の取り組みを抜本的に見直し、「国が前面に立って、地域の科学的な適性を示す」との新方針を決定（2015年5月）。
- 各分野の専門家が集まり、2年越しで精力的に審議。国際機関等のレビューも経て丁寧に精緻化。

4. 長い道のりの最初の一步

- マップ提示を契機に、全国各地できめ細かな対話活動を実施予定。幅広い国民理解を得た上で、将来的にいくつかの地域で調査を受け入れていただくことを目指す。処分地の選定はさらにその先。

最終処分に関する取組のこれまでの経緯

- 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（応募 → 取下げ）
 - 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：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、社会利益還元の必要性を国民で共有
 - ・ 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。
→ 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～）
 - ・ グリーン沿岸部を中心に、きめ細かく説明（2018年9月～）
 - 2019年11月：総合資源エネルギー調査会：科学的特性マップ公表から2年経過し、今までの取組を見直し
→ 「複数地域での文献調査の開始に向けた当面の取組方針」をとりまとめ
 - 2020年11月：北海道寿都町・神恵内村で文献調査開始

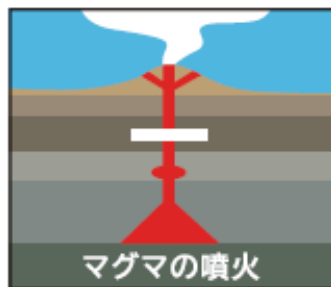
考慮すべきさまざまな科学的特性

- 安全に地層処分を行うために考慮すべき要素について、さまざまな観点から検討がなされました。

地下深部の科学的特性が長期にわたって安定的か？

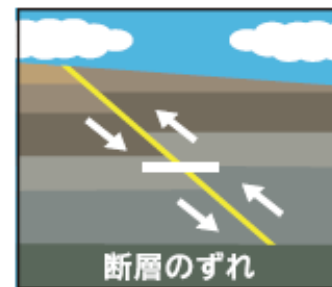
✕ 火山に近い

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。



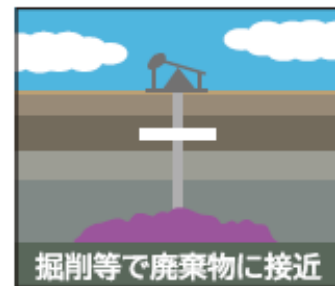
✕ その他、地下の科学的特性が地層処分に適さないところ

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

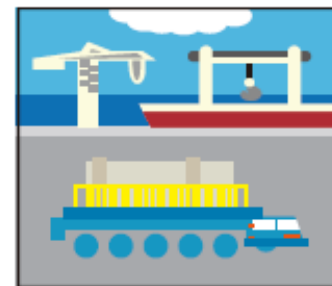
地下に鉱物資源があると、施設管理終了後の遠い将来に、人間が掘削してしまうかもしれません。



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」の概要

- 地球科学的・技術的観点から、一律・客観的な要件・基準に基づき、日本全国の地域特性を4区分（色）で示しています。

※社会科学的観点（土地確保の容易性など）は要件・基準に含めません。

<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

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

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）

マップ作成に用いた要件・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 （断層のずれによる処分場の破壊等を防止）	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	隆起と海面の低下により将来大きな侵食量が想定される場所 （処分場が著しく地表に接近することを防止）	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場所（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等が分布
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

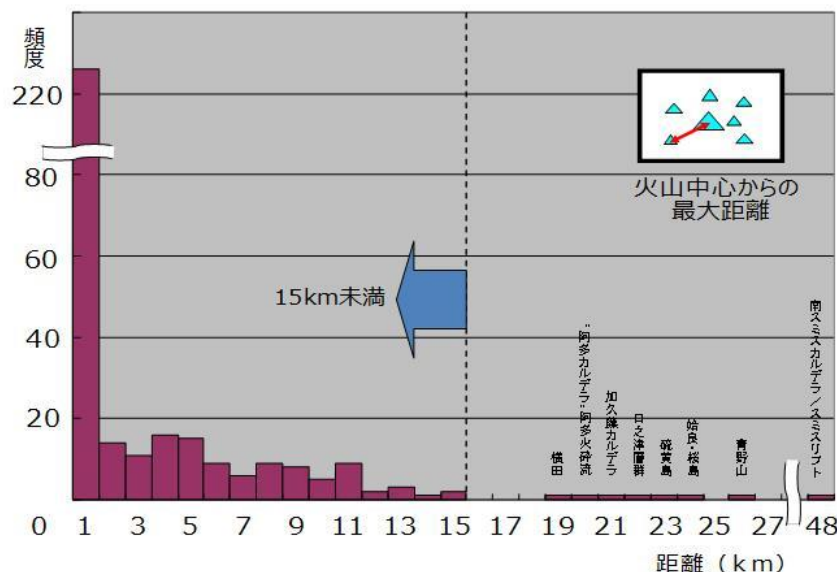
好ましい範囲の要件・基準

	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

(参考) 考慮すべき科学的特性の例～火山・火成活動（マグマの影響範囲）

- 過去に活動した火山の履歴を調べた結果、ほとんどの火山では、マグマの噴出は火山の中心から15kmの範囲に止まっていることが確認されています。このため、科学的特性マップでは、火山の中心から半径15km以内を「好ましくない特性があると推定される地域」として示すこととしました。
- 一部、カルデラ火山と呼ばれるタイプの火山は、より大きな範囲にマグマの噴出が確認されます。このため、カルデラ内全域を「好ましくない特性があると推定される地域」として示しています。
- これらの範囲の外についても、安全な処分が行えるかどうかを確認するためには、綿密な調査が必要になります。

第四紀火山の中心と個別の火山体間の最大距離と頻度

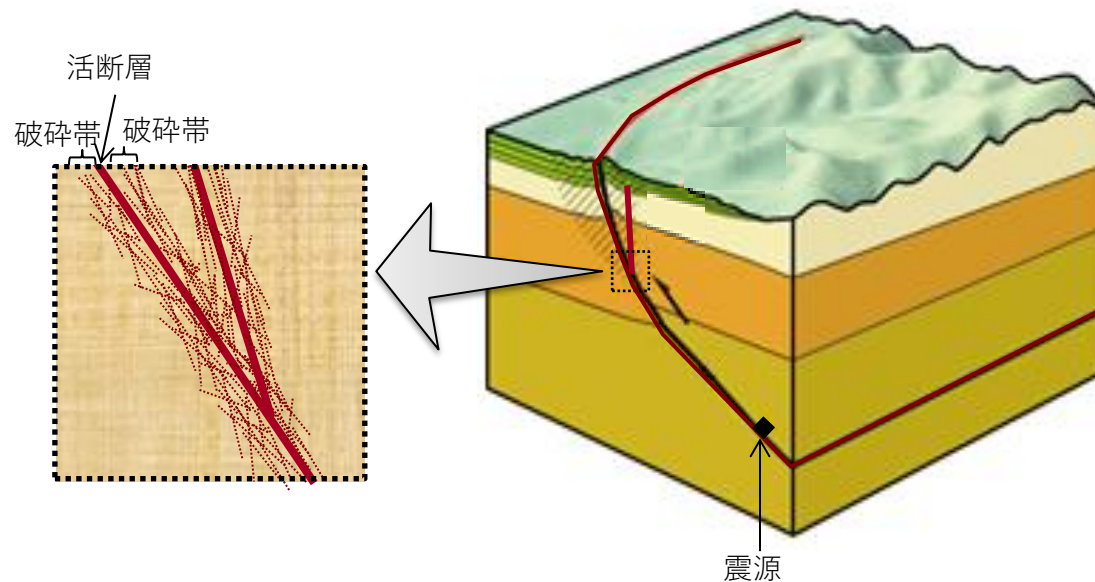


(第四紀火山カタログ委員会編,1999を基に作成されたNUMO,2004を使用)

(参考) 考慮すべき科学的特性の例～断層活動 (主な活断層とその影響範囲)

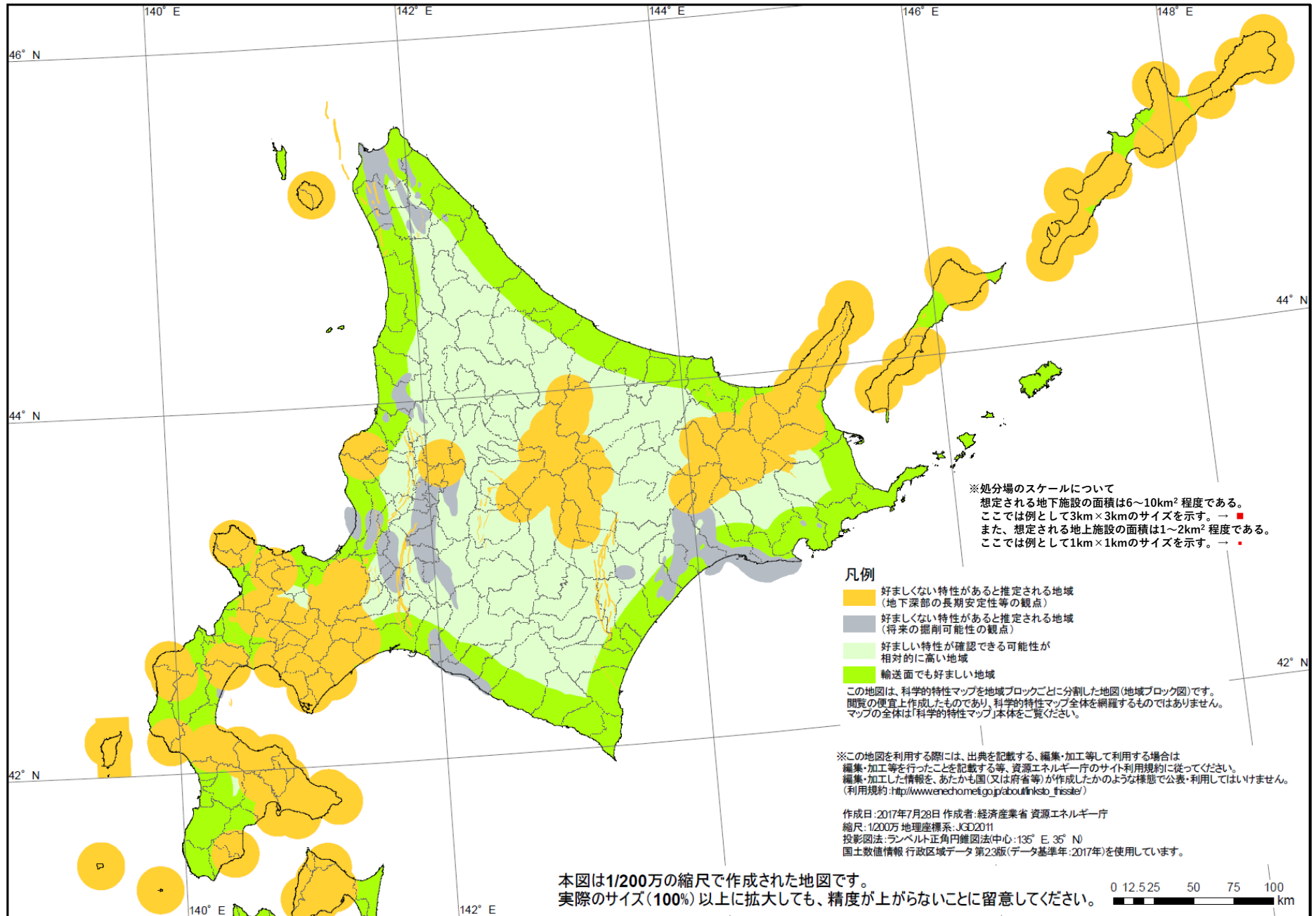
- 断層のずれにより破砕される周辺の岩盤は、地下水の流れが速くなり、放射性物質の移動を早めるおそれがあります。この破砕される可能性のある範囲 (破砕帯) の幅は、既存研究で示されているより保守的に大きくとり、マップ上では断層長さの1/100程度として設定されています。
- このため、科学的特性マップでは、全国的に整備された活断層データベースに基づき、断層長10km以上の活断層群*を対象に、活断層の長さの1/100の幅を「好ましくない特性があると推定される地域」として示すこととしました。
- この範囲の外についても、安全な処分が行えるかどうかを確認するためには、綿密な調査が必要になります。

※複数の活断層を束ねた活動セグメントの単位だと500強が記載されており、その構成要素である断層線は数千に至ります。

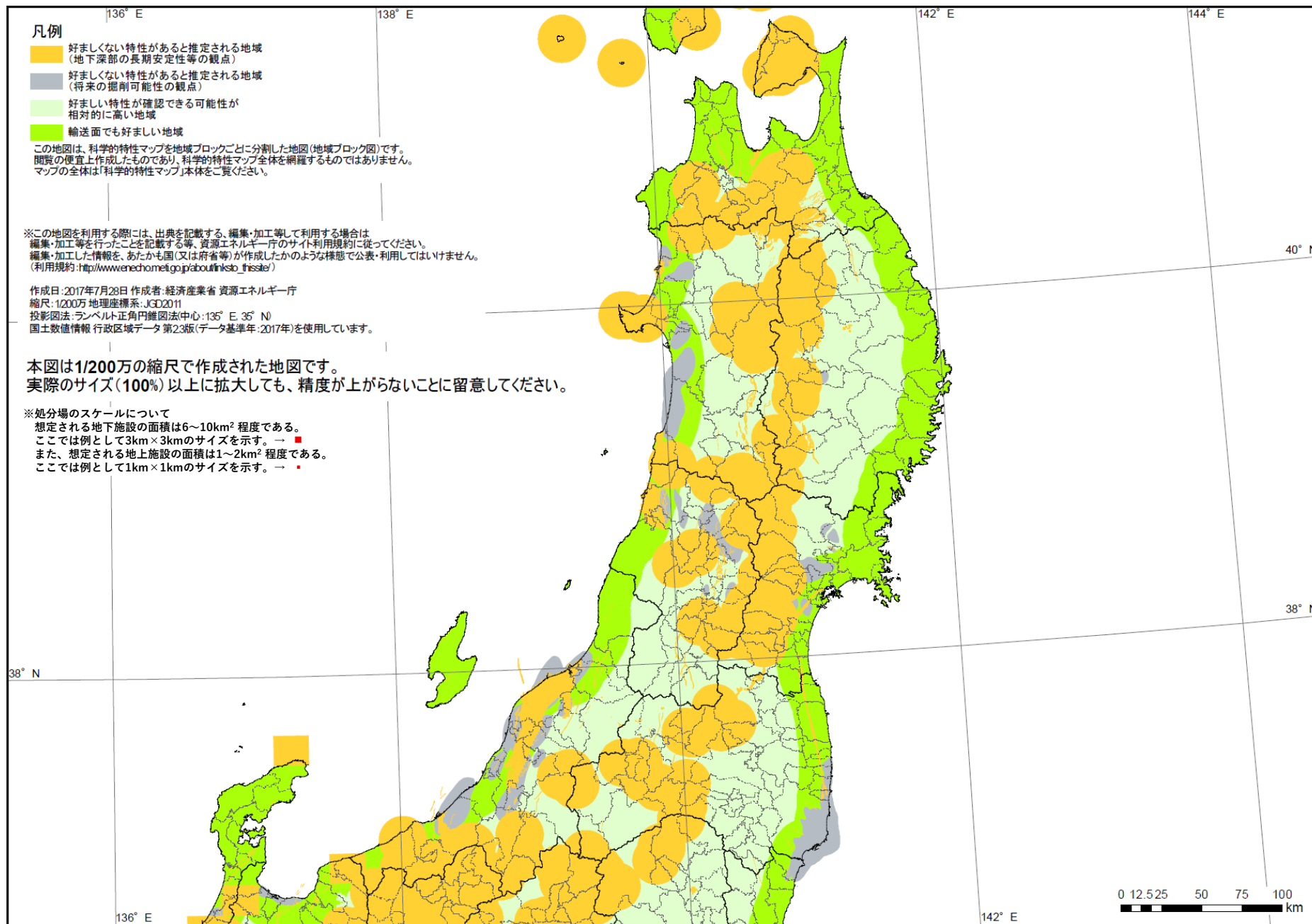


断層と破砕帯のイメージ

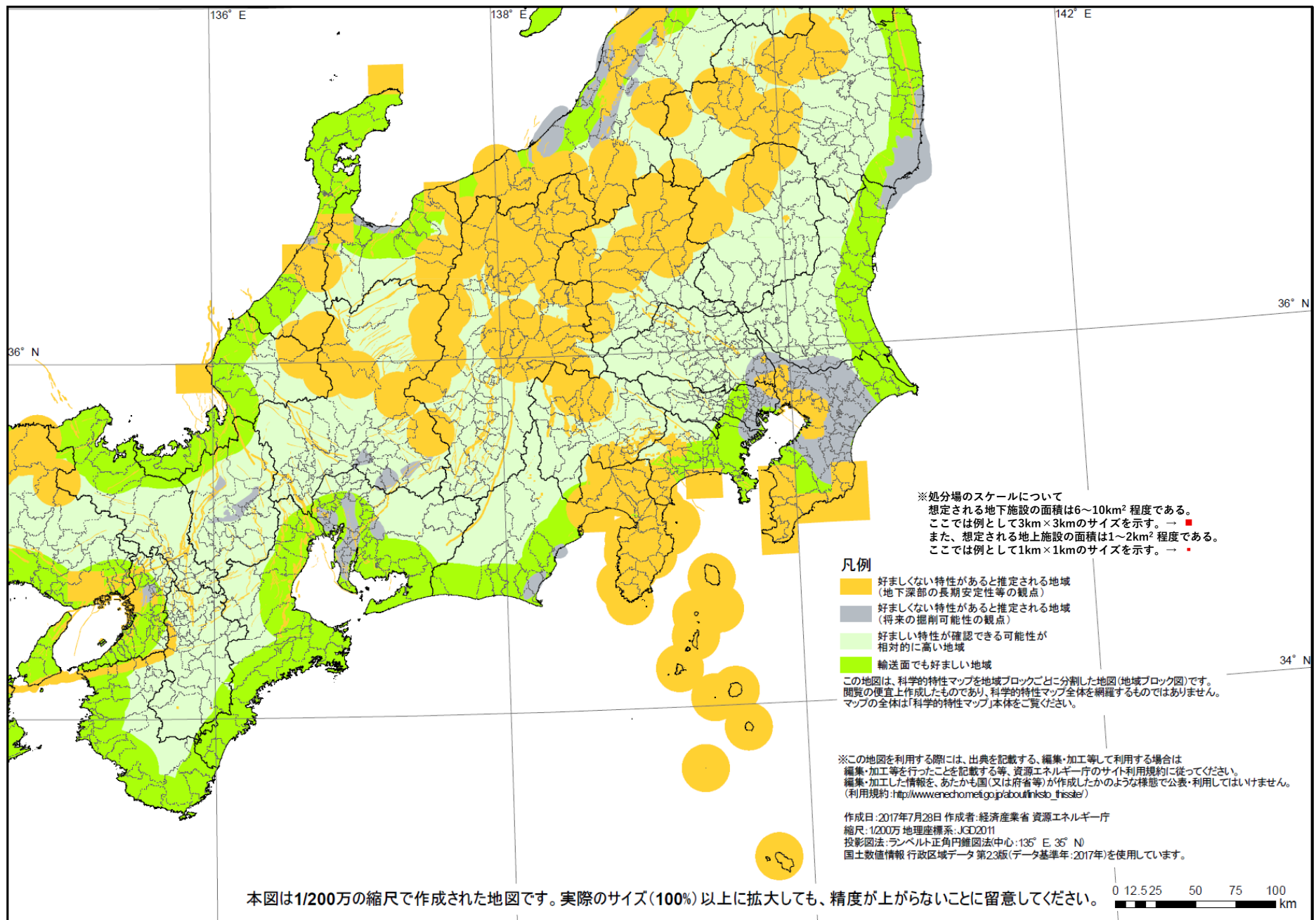
科学的特性マップ 地域ブロック図 (北海道)



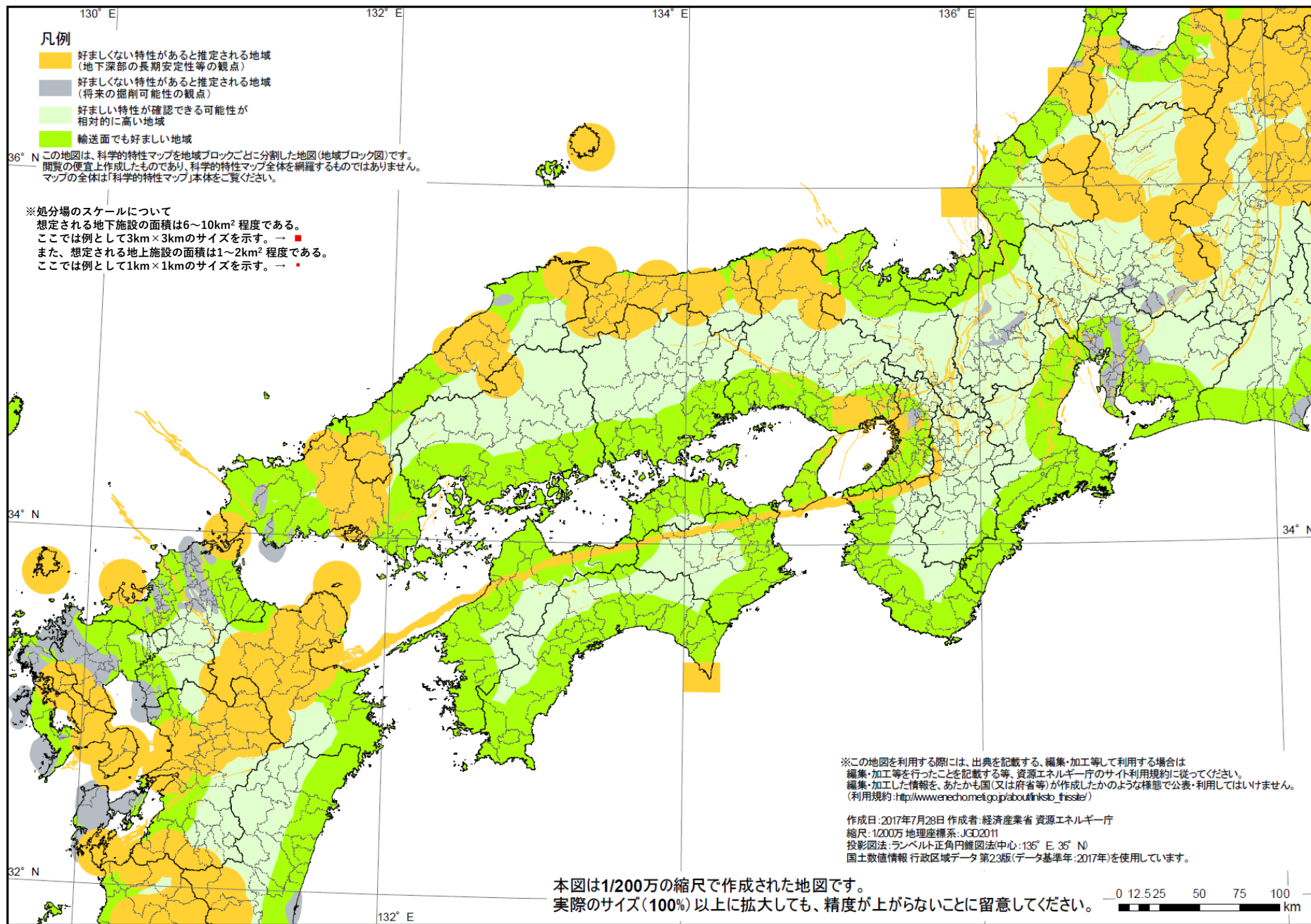
科学的特性マップ 地域ブロック図 (東北)



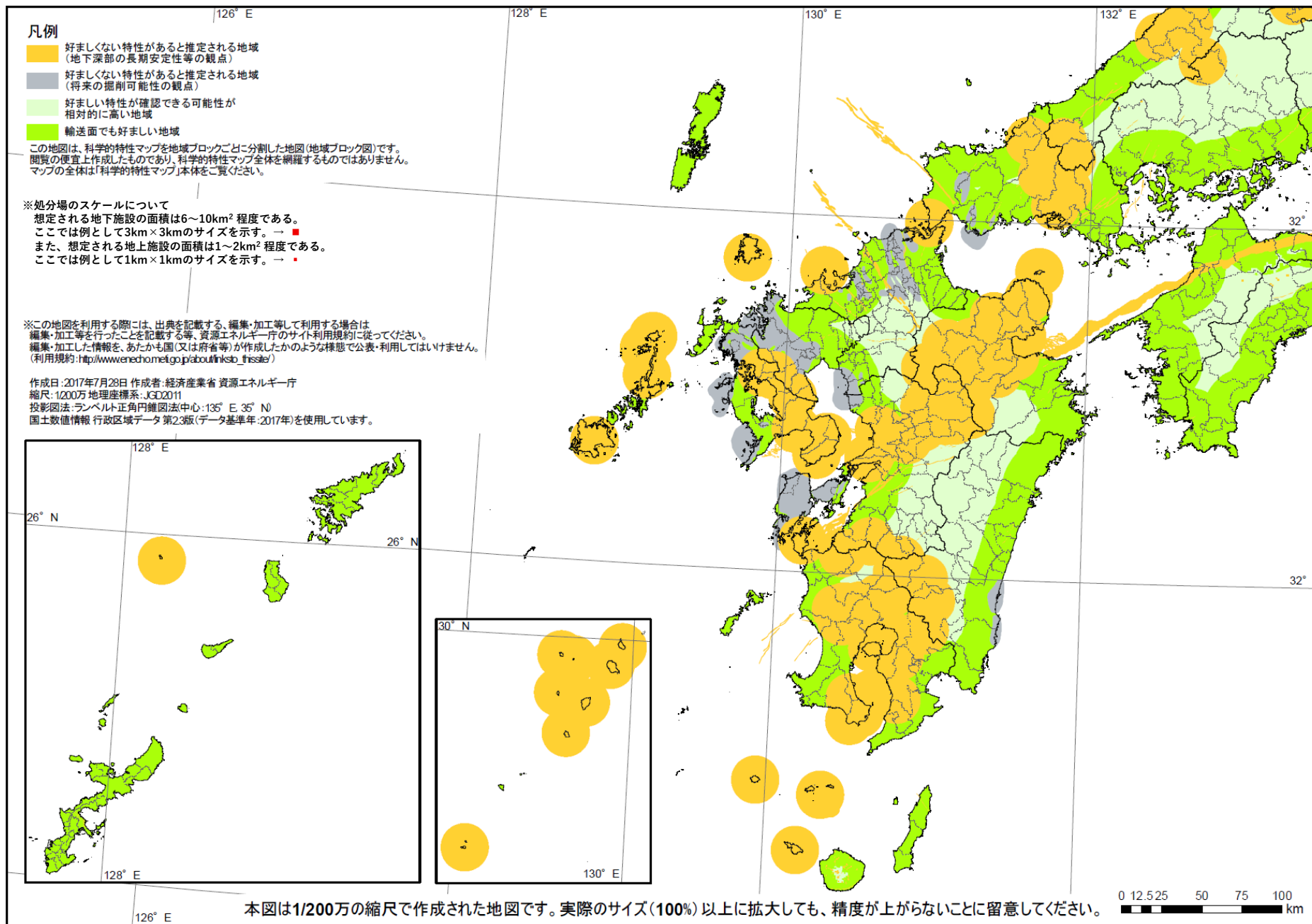
科学的特性マップ 地域ブロック図 (関東・中部)



科学的特性マップ 地域ブロック図 (近畿・中国・四国)



科学的特性マップ 地域ブロック図 (九州・沖縄)



処分地選定プロセスと文献調査の位置付け

- 最終処分法では、概要調査（ボーリング調査）、精密調査（地下施設における調査）を経て、最終処分地を選定する方針です。
- 概要調査を実施するかどうかの検討材料を集めるために、あらかじめ文献調査（資料による調査）を実施します。



- 文献調査とは、全国各地での対話活動の中で、地域の地質を詳しく知りたい「市町村」があれば、どの市町村に対しても、地域に関する資料やデータを情報提供し、理解活動の促進を図るものです。
- 市町村が次の調査に進もうとする場合には、改めて都道府県知事と市町村長のご意見を聴き、これを十分尊重することとしており、当該都道府県知事又は市町村長の意見に反して、先へ進みません。

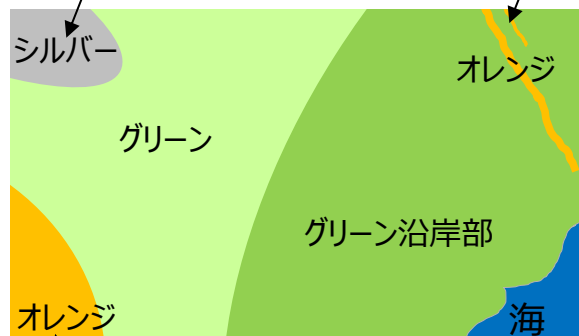
文献調査の進め方

- 文献調査は、地質図や鉱物資源図等の地域固有の文献・データをもとにした机上調査（ボーリングなどの現地作業は行わない）。

科学的特性マップ (全国一律に評価)

- ◆ 既存の公開された全国データを利用。
- ◆ 一定の要件・基準に従って、全国地図の形で示したもの。

石炭、ガス等資源



火山等

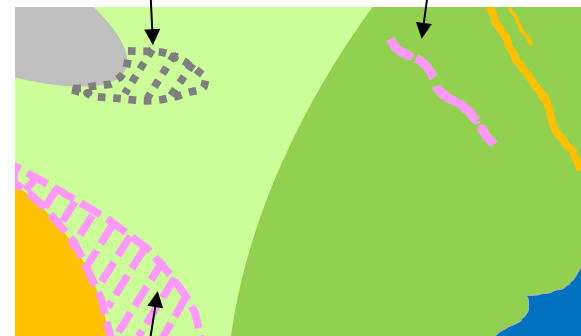
文献調査

(地域のデータによる調査)

- ◆ 全国データに加えて、地質図等の地域固有の文献・データを利用。
- ◆ 明らかに処分場に適当でない場所を除外。
- ◆ 地下水や周辺の活断層のデータも分析。

地域データで把握される 鉱山跡地

地域データで把握される 活断層等の分布



地域データで把握される詳細な 火山の分布

<現状・課題>

地域対応・国民理解

- これまでは、全国一律の一般的説明
- 受入地域への支援など社会的側面の議論はこれから
- 使用済燃料対策の重要性、関心の高まり

研究開発

- 日本原子力研究開発機構（JAEA）に長年の蓄積
- NUMOの役割がより重要に

国際協力

- 各国とも相互に学びながら取組
- 日本の取組には世界も関心

地域特性を踏まえた重点的活動

- 原子力発電環境整備機構（NUMO）は、地域特性を踏まえ、**「グリーン沿岸部」を中心とした重点的な対話活動**にきめ細かく取り組む。発生者としての**基本的責任を有する事業者**は、NUMOの活動を全力で支えつつ、**自らも主体的に取り組む**。

地域の検討を社会全体で支える環境づくり

- 国は、**大都市部を含めた全国的な対話活動、自治体への緊密な情報提供や地域支援のあり方に関する検討**などに取り組み、地域における検討が着実に進められる環境を整える。

使用済燃料対策強化との一体的な取り組み

- 最終処分対策とともに**使用済燃料の貯蔵対策についての対話活動を一体的に進め、**バックエンド全体の柔軟性確保に向けて国民理解・地域理解を得ていく。

研究開発の推進と体制強化

- NUMOとJAEA等の関係研究機関との連携強化やこれまでの研究開発成果の継承等を図り、**事業実施に必要な技術マネジメント能力の向上や現場経験を通じた人材育成**などを促進する。

各国共通課題の解決に向けた国際的な連携、貢献

- **各国から学ぶとともに、我が国の技術や経験を国際社会に積極的に提供**するなど、国際的な連携を強化し、日本の取組を通じて世界にも貢献していく。

火山国、地震国の日本でも、地層処分は可能なのですか。

- 地層処分が最適の処分方法であるということは、長年の研究成果を踏まえた国際的に共通の考え方です。日本でも、研究の結果、地層処分に適した地下環境は国内に広く存在するとの見通しが得られています。
- 勿論、日本中どこでも可能ということではありません。処分地には、火山や活断層等の影響を受けにくいことなどが求められます。
- このため、火山や活断層等が見当たらないグリーンの範囲の中から処分地を確保していく考えです。

グリーン地域であれば、安全な地層処分が確実にできるのですか。

- グリーン地域であっても、個々の地点が処分地に必要な条件を満たすかどうかは、三段階の処分地選定調査を綿密に実施し、確かめなければなりません。
- その調査結果次第では、地層処分に適さないと評価される可能性もあります。
- このため、できるだけ複数の地域に処分地選定調査を受けていただくことが重要です。

グリーン沿岸部地域は、処分地選定調査を受けざるを得ないのですか。

- そのようなことはありません。科学的特性マップ自体は、自治体に今何らかの判断を求めるものではありません。
- 特に輸送面でも好ましいと考えられる「グリーン沿岸部」を中心に、処分主体であるNUMOが重点的に対話活動を展開していく考えですが、その際には、安全確保の考え方等について、地域の方々と丁寧に対話を重ねていく方針です。
- そうした取組を通じて地域の理解を得ることなしに、一方的に調査を開始することはありません。

- 科学的特性マップの要件・基準については、地球科学的・技術的観点のみに基づくこととし、土地確保の容易性などの社会科学的観点／社会的側面をどう扱うべきかについては、審議会での議論を踏まえて、マップの提示後に議論を深めていくこととしました。

<総合資源エネルギー調査会（放射性廃棄物WG）での議論のポイント>

（2016年10月とりまとめ「科学的有望地の提示に係る社会科学的観点の扱いについて」に基づき整理）

- 地球科学的・技術的な知見について広く共有していくことが当面の重要課題。
- 社会科学的観点は、個別具体的には、NUMOが地域の住民や自治体の意向を把握し、事業に反映させていくことが重要。
- 廃棄物問題の解決という社会の共通利益を国全体としてどのように分かち合うかという観点から、国土利用のあり方や地域間の公平性のあり方などを総合的に捉えて、解決に向けた共通理解を得ていくべき。



科学的特性マップの提示後は、地球科学的・技術的側面だけでなく、地層処分を事業として捉え、社会としてどのように実現していくかについて議論や検討を深めていくことが重要。

- 地域支援のあり方についても、マップの提示後に議論を深めていくこととしています。

<総合資源エネルギー調査会（放射性廃棄物WG）での議論のポイント>

(2016年4月 第27回放射性廃棄物WGでの議論に基づき整理)

- 今後、当面重視すべき点は、この最終処分事業が国民一人一人にとって極めて重要な事業であり、これを受け入れていただく地域のおかげで社会全体が大きな利益を享受できるということについて、全国の幅広い方々の理解を得ていくこと。
- そうした前提の共有に引き続き取り組みつつ、地域支援については、以下の点を重視して取り組むとの基本的考え方を国民に伝え、どのように具体化していくか等、一緒に考えて行くことが重要。

地域支援の具体化に向けた基本的な考え方

- ・ 地域の皆さんの意向、希望を第一に考えること
- ・ 現世代と将来世代の地域の皆さんの誇りにつながること
- ・ 地域の皆さんの生活環境の向上につながる事
- ・ 周辺地域も含めた地域の持続的発展につながる事
- ・ 地域外（国内・国際）との交流の拡大につながる事

地域における対話の重要性

- 社会全体の課題を特定の地域に受け入れていただく事業であるので、地域住民の皆さまの間での議論を経て、主体的な合意形成がされることが重要です。
- そのため、文献調査の実施段階から、地域の皆さまに開かれた「対話の場」を設置します。
(諸外国の対話事例も参考に)

◆ 対話活動の様子 (スイスの事例)



[出典] ジュラ東部地域会議HP引用

◆ 対話の重要性 (諸外国関係者の指摘)

- 反対の人も賛成の人も、一緒のテーブルに着いてもらった方が、どのような懸念を持っているかがよくわかります。いずれの人もプロセスの外に置かないことが大切。
(スイス)
- 個人個人の信頼を得ていくためには、忍耐強く取り組み、関係者の関心と対話の場を維持することが重要。対話を続け、人々のなかに、どんな懸念があるのかを十分に理解しなくてはなりません。(スウェーデン)
- 計画はコミュニティと一緒に立案することで、コミュニティはその計画を理解し、結果も共有することができます。コミュニティ自体が、将来のビジョンを掲げ、自分たちをどのように発展させていくか、自分たちで考えることが大切です。(カナダ)

4. 今後の対話活動について

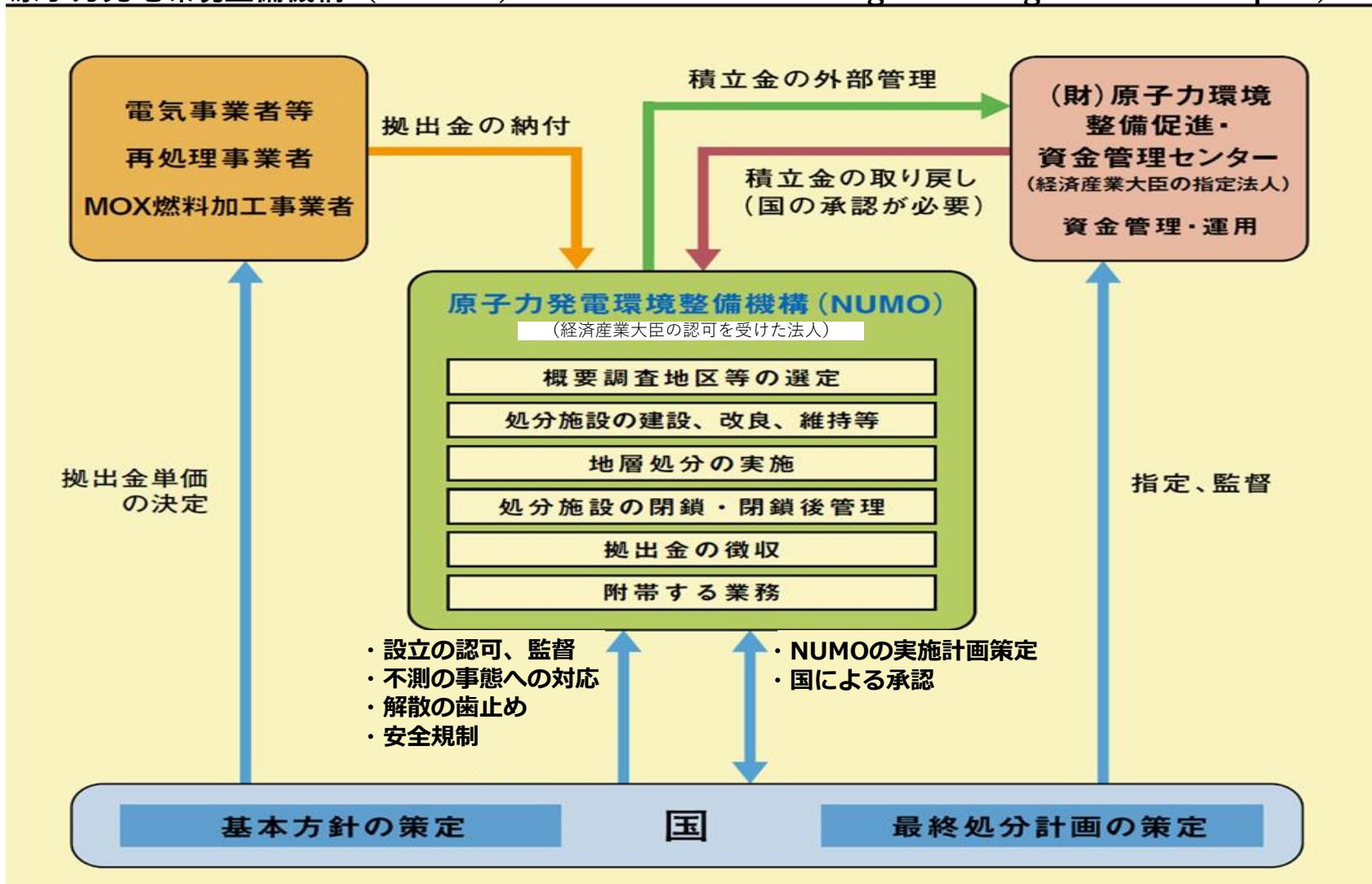
本パートでお伝えしたいこと ～今後の対話活動について～

- NUMOは、受け入れていただいた地域が将来にわたり発展するよう、当該地域の一員として魅力ある「まちづくり」の実現に全力で取り組みます。
- 今後は、地域社会との共生をどのように実現していくかといった社会的側面についても、国民の皆さま、地域の皆さまと一緒に考えていきます。
- NUMOは、本日のような説明会のみならず、専門家を招いた勉強会や地下施設見学会の開催などさまざまな学習の機会を積極的に提供していきます。是非、積極的にご活用、ご参加ください。

原子力発電環境整備機構（NUMO）とは

- NUMOは、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）



～対話活動～



各地におけるシンポジウム及びワークショップの開催

～技術開発～



スウェーデンSKB社との共同研究

海外の専門家との意見交換会の開催



地層処分模型展示車“ジオ・ミライ号”による巡回説明

国内外との共同研究

- ・ 米国エネルギー省 (DOE)
- ・ 電力中央研究所
- ・ ANDRA (フランス)
- ・ SKB (スウェーデン)
- ・ 日本原子力研究開発機構
- ・ NAGRA (スイス)
- ・ POSIVA (フィンランド)
- ・ 韓国放射性廃棄物管理公団 (KORAD)

きめ細かな対話活動の展開

- NUMOは今後、フェイス・トゥ・フェイスできめ細やかな対話を全国各地で積み重ねていく考えです。
- 具体的には、
 - ① 科学的特性マップの「グリーン沿岸部」を中心に、さらにきめ細かく説明会を実施していきます。
 - ② 電気事業者とも協力し、地域の諸団体などへの訪問説明を行っていきます。関心を持っていただける地域団体などに対しては、講師としての専門家の派遣や、地下施設見学会の開催など、ご要望に応じて積極的に支援を行います。
 - ③ 安全確保に関する技術的な事項だけでなく、地域との共生などの社会的な事項についても、相互理解を深めていくことに努めていきます。

技術的な事項

- 処分場の立地、設計による安全確保の考え方
- 段階的な調査による処分地選定
- 建設、操業時、輸送時の安全確保策

社会的な事項

- 自然環境や地域経済・生活・文化への影響
- 事業遂行上の考慮事項
- 地域共生の考え方

NUMO対話活動改革アクションプラン（2018年4月）

- NUMOは2018年4月に対話活動改革アクションプランを策定しました。試行錯誤を通じて、改善を続けながら対話活動を実施します。
 - ✓ これまでの反省を踏まえ、手作り・直営で、双方向かつ、参加者目線に立った多様な対話活動
 - ✓ 人が集まる場所にNUMOが出向いて説明、学生に関心を持ってもらうための広報、Webの活用等

アクションプランの主なポイント

1. これまでのセミナー・意見交換会の改善

(1) 運営方法の改善

- これまでのセミナー・意見交換会（一律／ほぼ一方通行で説明を聞かせるスタイル）から、**双方向かつ参加者目線で多様な対話**（具体的には、**初回・複数回の参加者を分けて**説明する、参加者が自らの関心に応じて説明を**聞きたいテーマを選べる**など）

(2) 幅広い議論を共有する工夫

- **地域の声を代表するさまざまなステークホルダー**（例 消費者団体、観光団体、青年団体など）との意見交換会の開催（pull型も含む）

2. 地層処分への関心をさらに広めるための取組

(1) 既存説明会等に参加したことがない方々へのアプローチ

- 人が集まる場所に**広報ブースを出展**（例 会社員向け:ビジネス街、女性向け:トレンド発信地、家族向け:大型ショッピング施設）

(2) 学生へのアプローチ

- エネルギー・原子力専攻学生等への**出前授業**、地層処分事業に関連する科学技術分野の学生向け**現場見学ツアー**（総合工学の強みを活かし、土木、建築、地学などの原子力専攻以外の関連層にアプローチ）
- **学生による学生向け広報のコンテスト**（Web動画作成等）

(3) Webを活用した、説明会参加以外のアプローチ

- **推進・慎重双方の専門家によるパネルディスカッション**の配信、説明会で寄せられた**慎重な意見に対するHP上での解説**の充実
- HPやSNSにおいて、**職員自身が登場し、地層処分事業を広報**（顔の见えない組織から顔が見える「〇〇さん」へ）
- 地層処分に関する知識の**検定試験など楽しみながら学べるコンテンツ**の充実

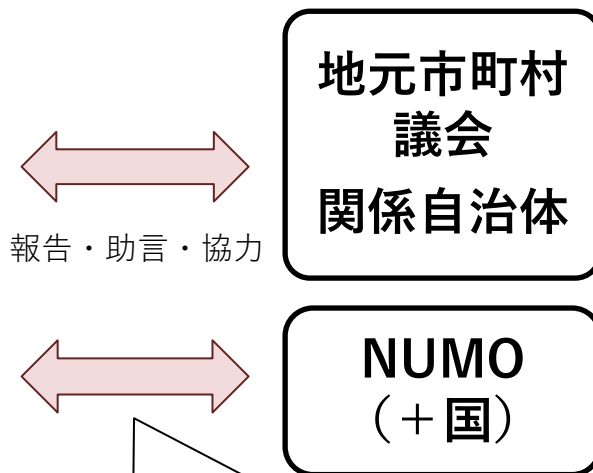
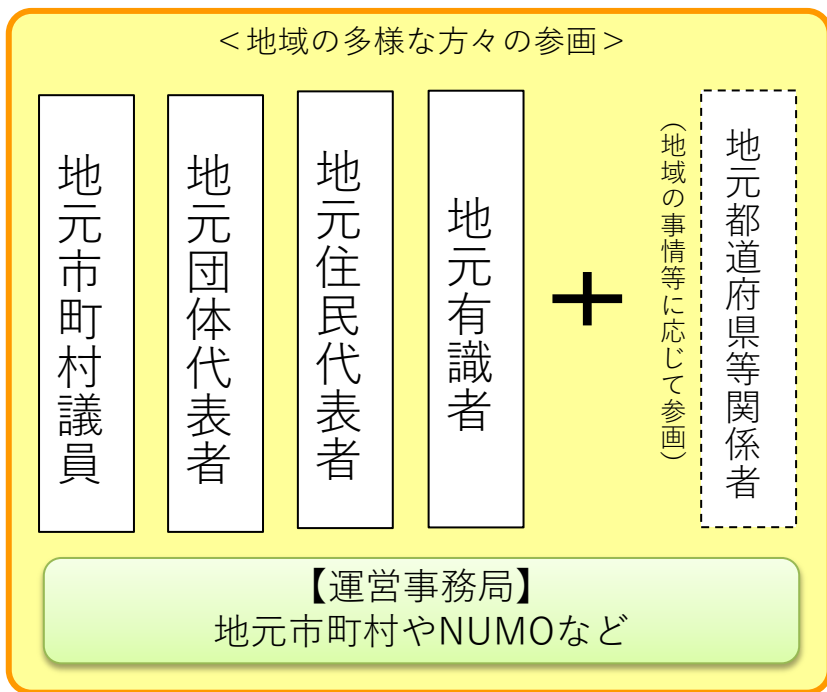
(4) 最終処分を更に学びたい団体（主婦団体等）間の交流の促進

3. 中長期的取組（人材育成に関する研修実施等）

地域における「対話の場」の役割

- 「対話の場」を通じ、適切な情報提供のもとで、住民の皆さまの間で継続的な対話が行われ、議論を深めていただくことが重要と考えています。
- 地域の将来を一緒に議論し、地域で時間をかけて処分事業を知っていただいた上で、更なる調査（概要調査）を実施するかどうかも含めて、検討を深めていただきたいと考えています。

対話の場のイメージ（一例）



- ◆ 地層処分の仕組みや安全確保、文献調査の進捗等を説明。
- ◆ 地域の様々なニーズを伺いながら、地域の将来を一緒に検討。

< 諸外国の例 >



スウェーデン 【写真提供】 エストハンマル自治体



カナダ 【出典】 イグナス地域連絡委員会HP引用

→ NUMOは、文献調査の実施地域に拠点を設置し、「対話の場」を通じて、地域と継続的な対話を進め、処分事業に関する広報、文献調査の進捗説明、地域の発展ビジョンの具体化等、核となる機能を果たしていきます。

- 地層処分事業は長期にわたる事業となります。地域の発展を支えとしてこそ、事業を安定的に運営することができます。
- NUMOは、処分施設の建設までに本拠を現地に移転し、地域の皆さまの一員として地域の発展に貢献していきます。

●NUMO経営理念

(2014年10月31日制定、2018年3月28日改定) (抜粋)

基本方針

私たちは、すべてにおいて安全を最優先します

私たちは、地域との共生を大切にします

私たちは、社会から信頼される組織を目指します

行動指針

地域社会の持続的発展に向けて地域の皆様と共に考え、
真に望まれるまちづくりに貢献します

NUMOの地域共生のイメージ

- NUMOは、地域の皆さまとのコミュニケーションを大切に、事業による地域の発展を実現し、地域の皆さまに「受け入れて良かった」とお考えいただけるような関係の実現を目指します。
- NUMOは、地域の雇用や経済などへのプラスの影響ができるだけ大きくなるように努めるとともに、風評被害などのマイナス影響を防ぐ措置を検討、実施します。

安心して暮らせるまちづくり ～NUMOのふるさとの町として～

- 安心して子供を産み、育てられる町に医療インフラの充実
- 子どももお年寄りも一緒に暮らせるコミュニティをつなぐ交通・情報インフラの充実



事業にともなうインフラ整備等 ～地域の利便性等の向上～

- 道路・港湾の改修・拡張、情報通信システムの向上
- 地下研究所、技能訓練センターの整備



活気のあるまちづくり ～活き活き地域社会の実現に向けて～

- 地元経済の活性化に貢献（資材の地元調達、地域特産品の販売支援等）
- 若者が定着できる雇用の創出と雇用につながる教育投資
- 魅力的なまちづくりのための文化的支援

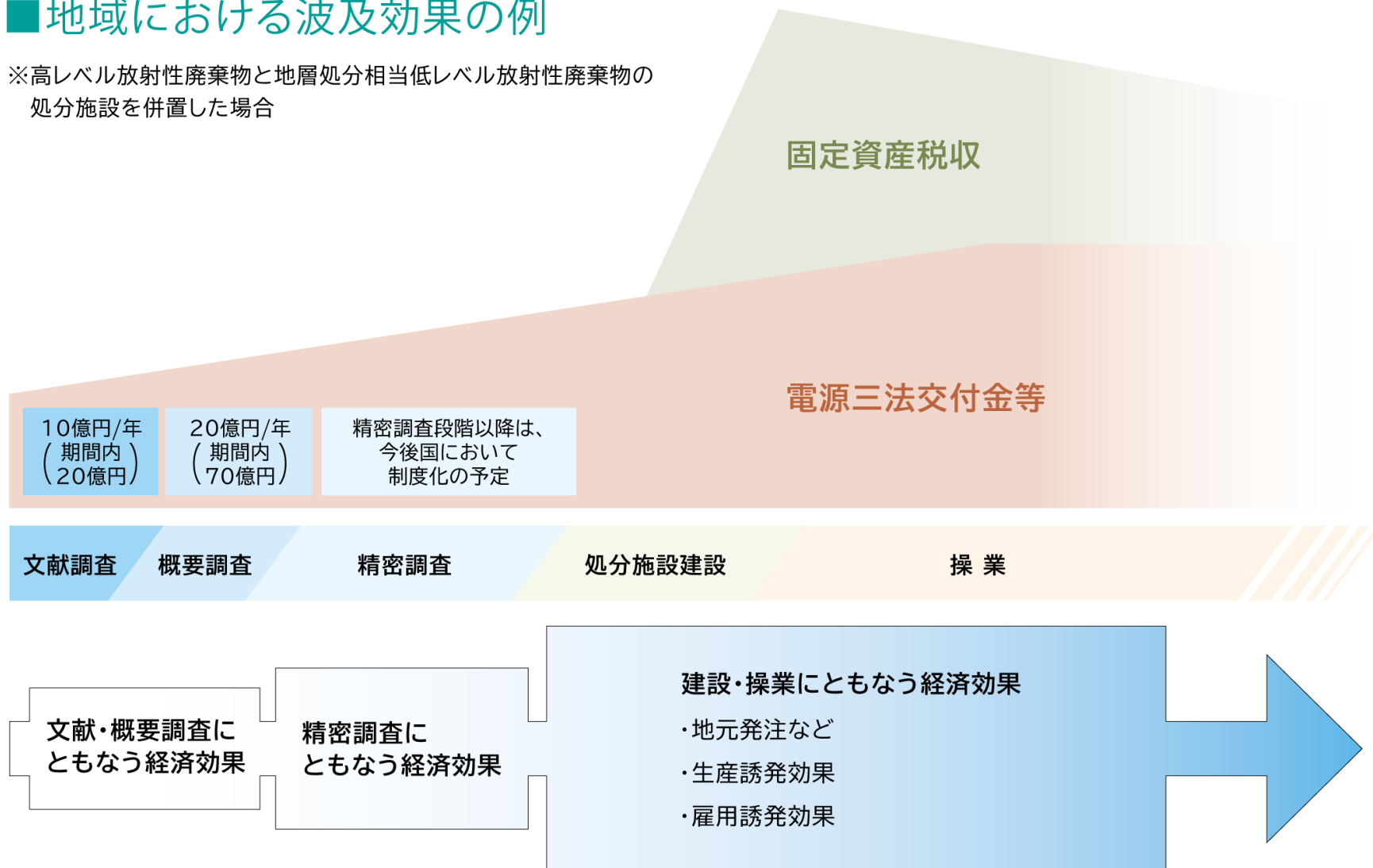


地域における波及効果の例

- 地域には、長期間にわたって地域共生事業の成果をはじめとして、さまざまな波及効果が発生します。

■ 地域における波及効果の例

※高レベル放射性廃棄物と地層処分相当低レベル放射性廃棄物の処分施設を併置した場合



事業に協力していただける地域への向き合い方

- 処分事業の実現には、一部の地域に関心を持っていただくだけではなく、広く国民的な理解と支持を得ていくことが重要と考えます。
- 2015年に決定した国の新たな基本方針においても、「敬意や感謝の念が広く共有されること」の重要性が改めて強調されています。

(参考) 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針

「事業の実現が社会全体の利益であるとの認識に基づき、その実現に貢献する地域に対し、敬意や感謝の念を持つとともに、社会として適切に利益を還元していく必要があるとの認識が、広く国民に共有されることが重要である。」

- こうした考え方に基づき、協力いただける地域の持続的な発展を日本社会全体でどのように支えていくか、全国的な対話活動の中で国民の皆さまのご意見を伺いながら、国や事業者とともに検討を深めていきます。

「地層処分事業に協力する地域の人々に対して、敬意や感謝の気持ちを持つことが重要である」と回答した人の割合

■ そう思う ■ どちらかといえばそう思う □ どちらともいえない ■ わからない/知らない ■ どちらかといえばそう思わない ■ そう思わない



「地層処分事業に協力する地域に対して、経済的・財政的な支援を行うことは適当である」と回答した人の割合

■ そう思う ■ どちらかといえばそう思う □ どちらともいえない ■ わからない/知らない ■ どちらかといえばそう思わない ■ そう思わない



【出所：NUMO実施のアンケート調査】
時期：2020年6月
対象：全国20～60才代の男女
方法：インターネット
サンプル数：10,000

学習支援のさらなる充実

- 関心を持っていただける地域団体などに対して、①専門家を招いた勉強会の開催や、②原子力関連施設などの見学会の開催、③小中学校、高校、大学などでの出前授業など、ご要望に応じて積極的に支援を行ってきました。
- 今後は、こうした取組をさらに充実させていきます（特に「グリーン沿岸部」の方々への支援機会の拡大を図ります）。各地域の皆さまの参加をお待ちしています。



①専門家を招いた勉強会
(地質学者等)



②原子力関連施設などの見学会
(北海道幌延町、岐阜県瑞浪市にある
JAEAの地下研究施設など)



③小中学校、高校、大学などでの
出前授業

諸外国における地域での対話活動の事例①

- 処分地選定プロセスにおいて、諸外国では各国の特徴に合わせたさまざまな方法で地域での議論を深めています。
- 各国の「対話の場」は、実施主体への提案や地域の要望反映など、重要な役割を果たしています。

調査段階前



ドイツ

調査段階



スイス



カナダ

処分地選定済



スウェーデン
※安全審査中



フィンランド
※建設開始済



スウェーデン

- 実施主体：SKB社
- 1992～フィージビリティ調査【公募】
- 1995～フィージビリティ調査【申し入れ・6自治体】
- 2002～サイト調査【2自治体】
- **2009 SKB社が処分場建設予定地を選定**
- 2011 立地・建設の許可申請 2030頃～操業予定

自治体ワーキンググループ（エストハンマル）

構成	自治体議員、外部専門家、隣接自治体代表
設置者	自治体（1995以降フィージビリティ調査の申し入れ後に自治体が内部組織を立上げ）
目的	各種調査・事業計画に対する理解促進と意見反映
活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 住民向けセミナーの企画・開催 ✓ 住民意見聴取 ✓ SKB社の調査活動のレビュー
備考	<ul style="list-style-type: none"> ● 1992以前の活動を踏まえ、実施主体（SKB社）との合同組織の設置を避け、自治体独自の意思決定に向けた体制を整備 ● 組織の運営管理のために環境問題の専門家や自治体OBなどを雇用

対話活動の様子

【スウェーデン】



【写真提供】エストハンマル自治体



フィンランド

- 実施主体：POSIVA(ポシヴァ)社
- 1983～ サイト確定調査
- 1986～ 概略サイト特性調査【5地点】
- 1993～ 詳細サイト特性調査【4地点】
- **2001 処分地選定**、2004～ 精密調査（オンカロ）
- 2016～ 建設開始、2020年代～ 処分開始予定

協力/フォローアップグループ他（オルキルオト）

地元住民、自治体職員OB、自治体議員 等

自治体と実施主体（POSIVA社）
(1996～99(詳細サイト特性調査期)に合同で立上げ)

事業計画に対する理解促進と意見の反映

環境影響評価の進め方、住民の参加活性化策などを議論

- 上記の議論も踏まえ、POSIVA社は以下を実施
 - ✓ 住民へのニュースレター発行
 - ✓ 協議支援企業（ファシリテータ）を活用した協議
 - ✓ 社会経済影響の調査、報告

諸外国における地域での対話活動の事例②



ドイツ【調査段階前】

- 処分実施主体：BGE(政府が100%所有する組織)
- 2013 サイト選定法策定(3段階の選定プロセス)
- 2017～サイト選定手続き開始
- 2020 実施主体が複数の地質学的に好ましい区域を公表予定
- 2031 処分地決定予定



スイス【調査段階中】

- 処分実施主体：NAGRA
- 2008 実施主体が3つの地質学的候補エリアを選定
【地域会議に参画する自治体数は39～49】
- 2011～2ヶ所以上の候補サイト選定【現在】
- 2031 処分地決定予定、2060頃 操業予定



カナダ【調査段階中】

- 処分実施主体：NWMO
- 2009 サイト選定計画策定(9段階のプロセス)
- 2010 サイト選定開始(22の自治体関心表明)
- 2013～候補地絞り込み
5自治体で選定プロセス中【現在】
- 2040～45 操業予定

～選定プロセス中の国々ではどのようにして地元住民の意見をくみ取っているのか～

社会諮問委員会（国レベルの場合）		地域会議	地域連絡委員会
構成	議会選出の有識者と一般市民(18人) ※一般市民代表委員6名は無作為抽出	自治体・経済団体・政党・教会等代表者及び住民 ※住民参加者はメディア等の活用により募集	地域住民、自治体首長、議員等 ※構成員は候補地ごとに異なる
設置者	連邦政府 (サイト選定法に基づき法制化)	連邦エネルギー庁(国)の主導により自治体が設置	実施主体の要請により自治体が設置 (地元ボランティアや自治体職員OBが運営)
目的	サイト選定手続きの全体監視	地域の持続的発展に資する観点の取り入れ	事業の地元福祉への貢献可能性の調査
活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 選定プロセス全体の外部監視 ✓ 選定手続きに対する信頼構築 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地上施設や土地利用に関して議論し、要望・提案をとりまとめ ✓ 社会・経済・環境への影響について国より情報提供、それを受けて議論の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地質・社会調査、広報活動への助言・協力 ✓ NWMOと地域の橋渡し役（リエゾン）
備考	今後、地域レベルの対話の場を設置予定	サイト選定を監督する連邦エネルギー庁(国)が、サイト地域に属するステークホルダーを招聘	サイト選定を行う実施主体(NWMO)の要請を受けて、各自治体で設置を議決



【ドイツ】社会諮問委員会総会を一般傍聴する様子

[出典]社会諮問委員会HP引用



【スイス】地域会議におけるグループディスカッションの様子（ジュラ東部）

[出典]ジュラ東部地域会議HP引用



【カナダ】地域連絡委員会の様子（イグナス自治体）

[出典]イグナス地域連絡委員会HP引用

諸外国における「より深く知りたい」 関心層への対応

- カナダや英国では、全国で国民意識を高める活動を行った上で、**関心表明を行った地域の住民への初期ステップ**として、**個別の関心に応じた詳細な情報提供や住民との継続的な対話**を実施しています。

カナダ「Learn more活動」

- ① 対話を通じて一般的国民意識を高める
- ② 詳しく知りたい地域に詳細な情報提供を実施 (22地域が関心表明)
- ③ 関心自治体に予備的評価 (関心を示した地域のうち、5地域が予備的評価段階に進み、うち2地域でポーリング調査等を実施中)



オープンハウスでの勉強会



スウェーデン・エストハンマル市長を招聘した講演会 (2012年当時)

カナダの現在のプロセス

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

英国

- 情報提供活動を通じ一般的国民意識を高める → **関心を示す方々との対話 (初期対話)** → 当該地域の方々との対話 (ワーキンググループの設置) → 調査エリアの方々との対話 (コミュニティパートナーシップの設置)

英国の現在のプロセス



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



「より深く知りたい」 関心層への情報提供の強化 (地層処分事業と地域との共生の具体化)

- 地層処分事業は長期にわたることから、処分地選定の段階から、**事業と地域との共生について検討・具体化していくことが重要**。関心層のニーズに応じて、地域共生についても情報提供。

＜特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日 閣議決定）＞※抜粋

- 最終処分事業に関心を有する地域及びその関連する地域においては、（略）最終処分事業と地域との共生等について、きめ細かな相互理解促進活動を行うことが重要である。
- 機構は、最終処分事業と地域との共生について、関係地方公共団体が地域の特性をいかした多様な方策を主体的に検討することができるよう協力することが重要である。

- 諸外国においても、**地域の声を踏まえながら**、ハード支援からソフト支援まで、様々な観点から地域共生策を具体化していくための取組が検討・実施されている状況。

＜インフラ＞

- 県内の道路等の整備（フランス、スウェーデン）
- 港湾の改良（スウェーデン）



＜企業誘致＞

- キャニスタ製造プラントや関連研究所の誘致（スウェーデン）

＜観光＞

- 観光者向け施設等の整備（フランス）



＜福祉＞

- 高齢者向けホーム施設建設に係る資金支援（フィンランド）

＜中小企業支援＞

- 地元事業者の資金繰り円滑化（実施主体が信用保証）
- ビジネスプラン策定やマーケティング調査等をサポート
- ※ スウェーデンでは、**エストハンマル自治体内の事業者のうち3割以上が実施主体SKBからの支援**を受けている（地層処分事業とは直接関係しない**造船事業者**や**酪農事業者**等も）
(スウェーデン)

＜教育＞

- ロボット・プログラミング教育支援（カリキュラムの作成・ロボット教材キットの提供等）（カナダ）



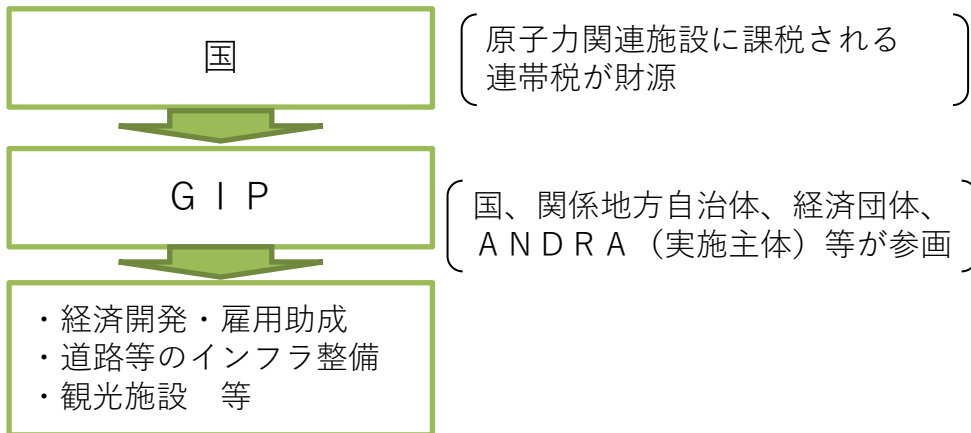
＜電力コスト削減＞

- 再エネ活用による農業・工業プロセスの効率化・最適化
- 住宅リノベーション時の再エネ導入支援（フランス）

フランスにおける立地地域支援事例

公益事業共同体（G I P）による地域支援

- 国は、法律に基づき、地層処分場などが設置される地域（県）に対し、地域振興のための基金（公益事業共同体（G I P））を設置。
- ビュール地下研究所は、2県にまたがるため、助成金は、それぞれの県のG I Pに年間約3,000万ユーロ（約40億円相当）が交付され、地域振興に活用。（あわせて年間6,000万ユーロ）



公共施設の整備



道路の整備

廃棄物発生者による地域支援

- フランス電力株式会社（E D F）など放射性廃棄物発生者は、左記G I Pとは別に、ビュール地下研究所を有する地域において、エネルギー産業の育成などの地域振興策を実施中。
(地元雇用創出1000人規模目標)

<主な取り組み>

- 木材ガス化によるコジェネレーションのパイロットプラント
- バイオディーゼル生産施設、バイオマスによるコジェネ発電所
- 地場産業の専門能力工場の設置、地域からの製品購入・発注
- 企業融資（低利融資、金利補助）



木材ガス化プラント

地層処分事業が地域に与える社会経済的影響（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、自治体と実施主体など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などについても総合的な調査分析を実施されてきました。

【フィンランド】

- ◆ 建設段階等ピーク時では、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では、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。
- ◆ 過去の住宅価格の推移を見ても、原子力産業施設立地による特徴的な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、など経済効果を期待する声がある。



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）

- ◆ 人口：約9,500人
(2017年)
- ◆ オルキルト原子力発電所が立地



[出典] POSIVA社HP引用

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）

- ◆ 人口：約21,900人
(2017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



[出典] SKB社HP引用

おわりに

本日の説明会では、地層処分の「仕組み」、地層処分を実施する上で考慮すべき「地質環境」、地質環境を踏まえて作成した「科学的特性マップ」に加え、これまで多くの方にご質問をいただいていた、処分地の選定に向けた今後の進め方や、地層処分事業が地域に及ぼす影響などについて、海外事例なども交えながらご紹介しました。

本日の説明会などを通じて、地層処分事業についてご不明な点や疑問点が出てきた場合、もっと詳しい話を聞いてみたいと関心を持っていただける場合には、一般の方でも、自治体の方でも、どなたでも、国やNUMOからご説明させていただく機会を設けたいと考えております。

地域の地質環境の特徴、地域経済への社会的影響やインフラ整備のイメージをお示ししたり、関連施設の見学にご案内したり、海外の経験を共有させていただくなど、皆さまの関心やニーズに応じて、柔軟に対応させていただきます。

なお、こうした機会は、あくまで地層処分について理解を深めていただくことを目的としたものであり、いずれの地域や自治体の皆さまにも、調査や処分場の受け入れの判断を求めるものではありません。

地層処分を社会全体でどのように実現していくのか、本日の説明会を含めたさまざまな機会を通じて、全国の皆さまと一緒に考えていきたいと思います。

(問い合わせ先)

NUMO 広報部・地域交流部

TEL：03-6371-4003

(平日10:00～17:00)

●勉強会への専門家派遣・施設見学について
(情報提供・学習支援)



<https://www.numo.or.jp/pr-info/pr/shienjigyo/>