対話型全国説明会
説明参考資料

2025年2月

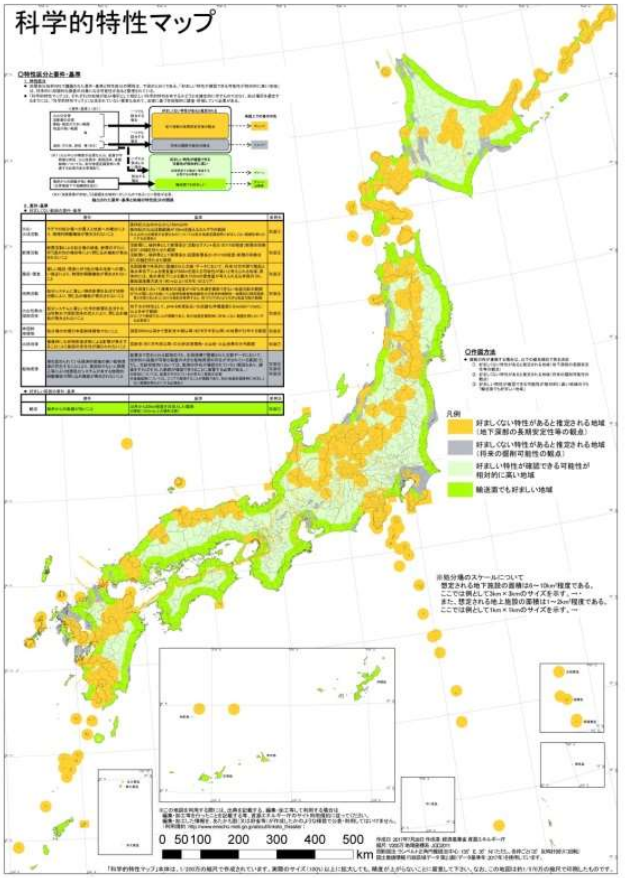
経済産業省
資源エネルギー庁

NUMO
原子力発電環境整備機構

はじめに

原子力発電に伴って発生する「高レベル放射性廃棄物」については、将来世代に負担を先送りしないよう、現世代の責任で、地層処分（地下深くの安定した岩盤に埋設）に向けた取り組みを確実に進めていく方針です。

地層処分の仕組みや日本の地質環境等について理解を深めていただくために、国は、地域の科学的特性を全国地図の形で示した『科学的特性マップ』を2017年7月に公表しました。



本日の説明会は、日本でも地層処分に適した地下環境が広く存在するとの見通しや社会全体の課題であるとの認識、さらには、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、安全確保に向けた取り組み等についても共有し、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て開催するものです。いずれの地域や自治体の皆さまにも、調査や処分場の受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対話活動を通じて、全国の皆さまと一緒に考えていきたいと思います。

－目 次－

	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	22
（1）基本コンセプト	24
（2）処分地選定調査	42
（3）リスクと安全確保	48
3．科学的特性マップについて	92
4．今後の対話活動について	112

１．高レベル放射性廃棄物の最終処分までの流れ

放射性廃棄物の種類と処分方法

発生元

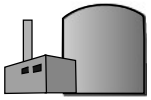
放射性廃棄物の種類

※最終処分法の対象

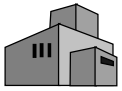
処分方法

※廃棄物の種類、処分方法については、代表的なものを記載

原子力発電所



再処理施設等



使用済燃料

低レベル放射性廃棄物

（１）廃止措置で発生する鉄骨･コンクリート等

（２）通常の運転に伴い発生する廃液･フィルター･消耗品（手袋等）等
廃止措置で発生する原子炉圧力容器等

（３）廃止措置で発生する制御棒、炉内構造物等

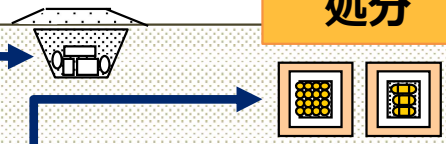
（４）再処理工程等で発生する、放射能レベルが比較的高く半減期が長い、燃料被覆材(ﾊﾙ･ｴﾝﾄﾞﾋﾟｰｽ)や濃縮廃液等(TRU廃棄物)※

高レベル放射性廃棄物

（５）ガラス固化体（再処理により、プルトニウムなどを分離･回収した後に残った廃液をガラスで固めたもの）※

浅地中（トレンチ）処分

浅地中（ピット）処分

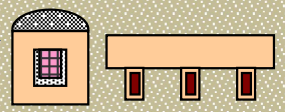


中深度処分



70m以上

地層処分



300m以上

0m

70m

～

300m

～

低

放射能レベル

高

高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）とは

● 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。**



原子力発電所



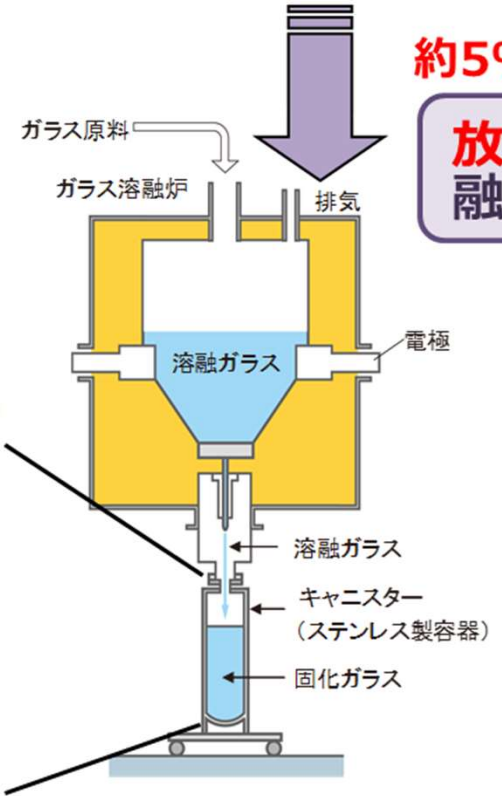
使用済燃料

リサイクル（再処理）

プルトニウム等を抽出

約5%

放射性廃液をガラスと融かし合わせて固化



ガラス固化体

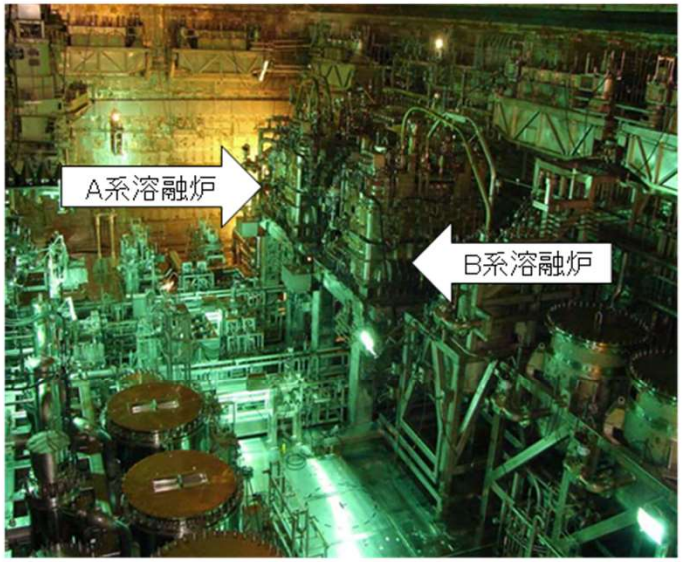
- 高さ ： 約1.3m
- 直径 ： 約40cm
- 重さ ： 約500kg



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



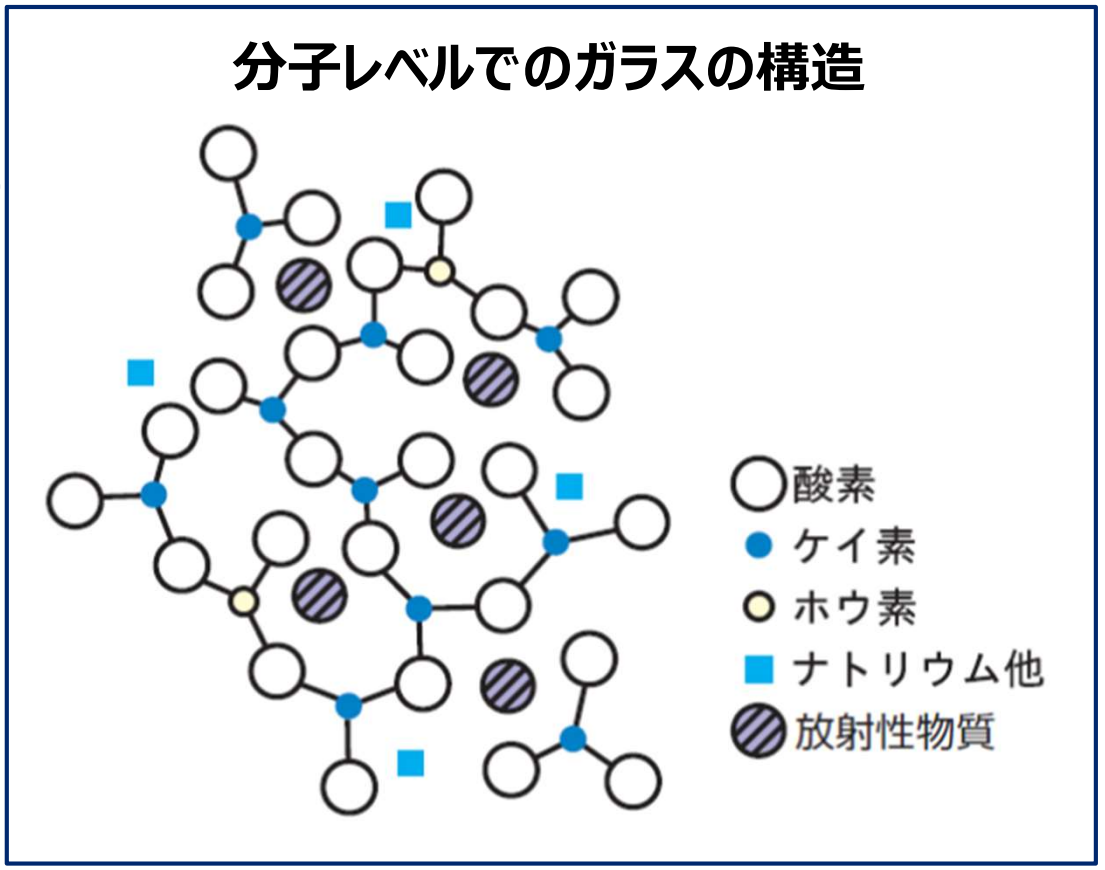
ガラス溶融炉の全景（ガラス固化セル）

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。



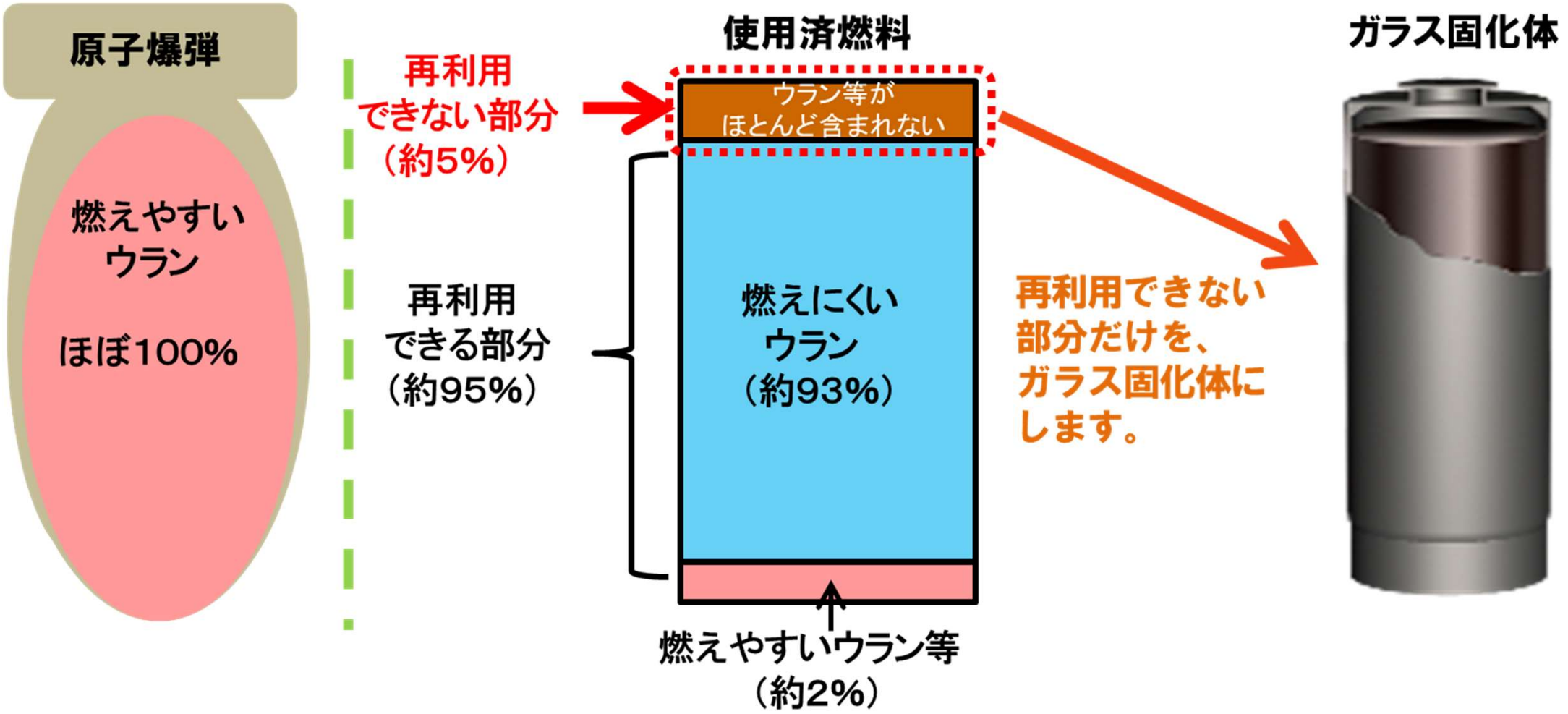
製造	日本原燃 株式会社	日本原子力 研究開発機構
直径	43cm	43cm
高さ	134cm	104cm
重さ	約500kg	約400kg



［写真］日本原燃株式会社

（参考）ガラス固化体は爆発しない？

- ガラス固化体は、使用済燃料の中の再利用できないものから作られており、**ウラン等がほとんど含まれていないため、爆発することはありません。**
- この点が、ほぼ100％が燃えやすいウランでできている**原子爆弾とは全く異なります。**



（参考）臨界質量について

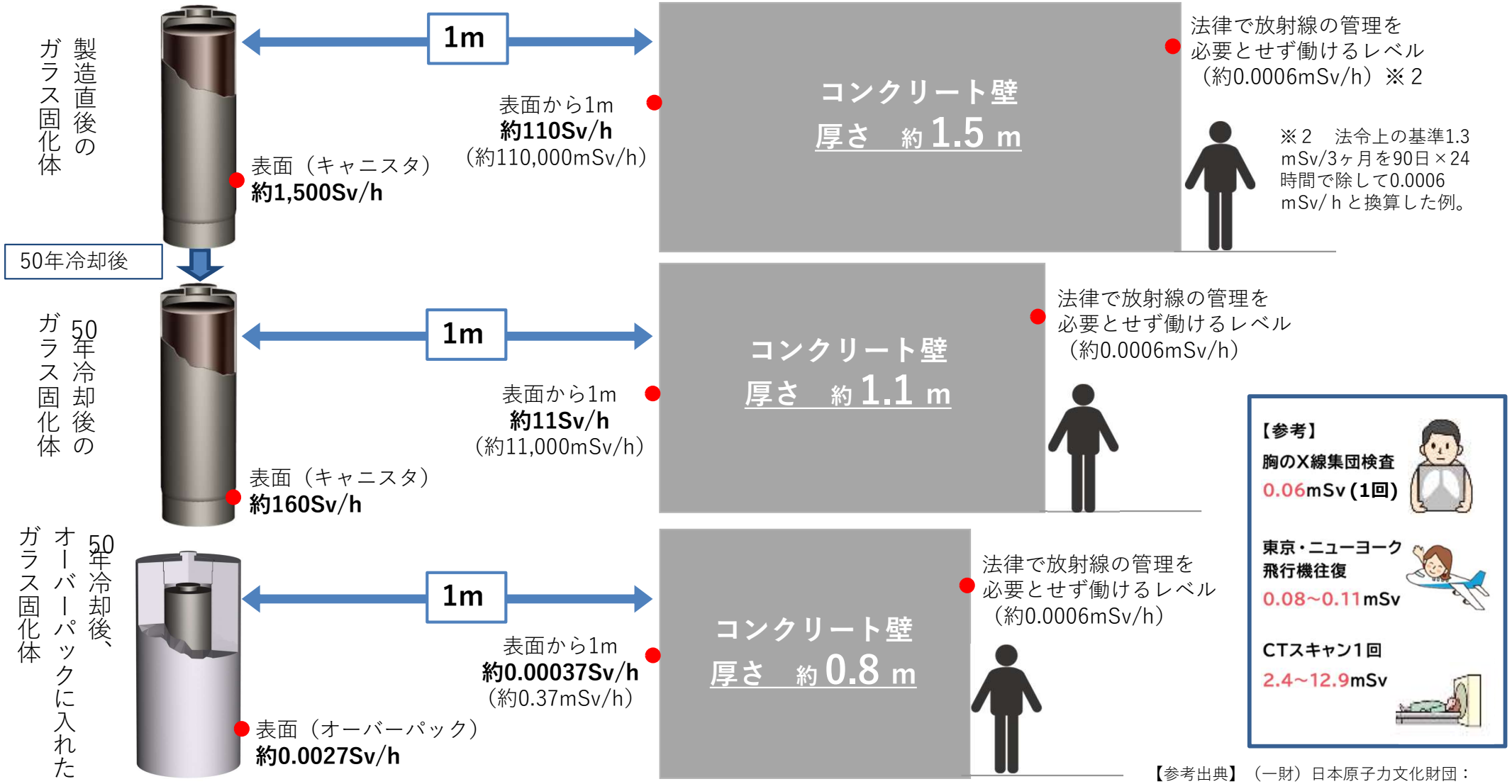
- ウランやプルトニウムのうち、量や条件によって**臨界になる性質をもつもの**は、質量数が奇数番号である**ウラン233、ウラン235、プルトニウム239、プルトニウム241**です※1。
- また、これらも**ある量以下だと臨界が継続しません。この量を「臨界質量」といいます。**この臨界質量も放射性物質の形状や周囲の環境によって変化します。
- 下表には、最も厳しい条件となる放射性物質を球状に一点で表現し、その周囲を水や金属で囲んだ状態で臨界質量を算出しています。**ガラス固化体**に含まれるウラン233、ウラン235、プルトニウム239、プルトニウム241の量は**臨界質量より十分少ない**ことから、**臨界には至らないと考えられています。**

核種		ガラス固化体1本あたりの質量（g）	臨界質量（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：John R. Lamarsh（1976）：原子炉の初等理論（武田充司･仁科浩二郎共訳）
※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）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。

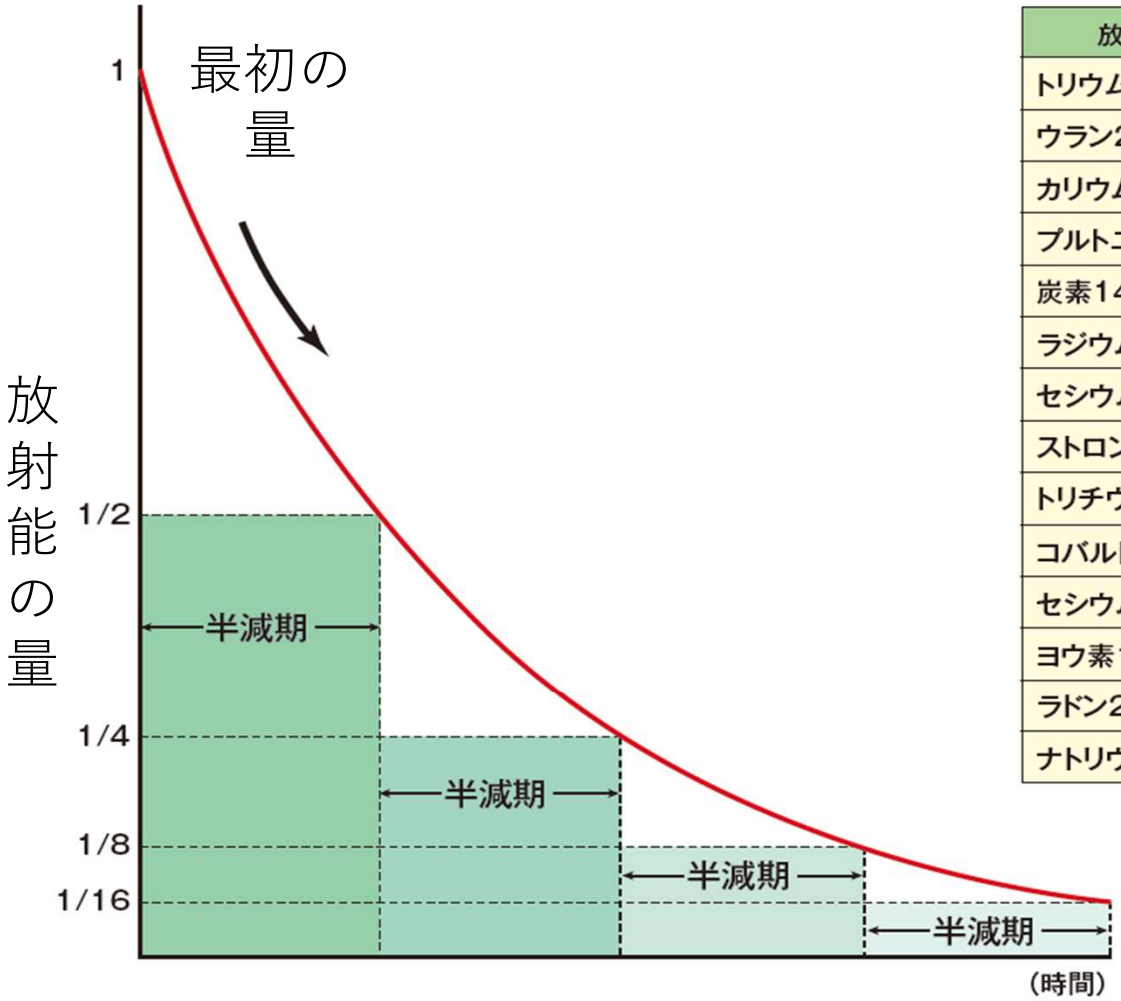


【参考出典】（一財）日本原子力文化財団：「原子力・エネルギー図面集」（6-2-1）

※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。

（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。

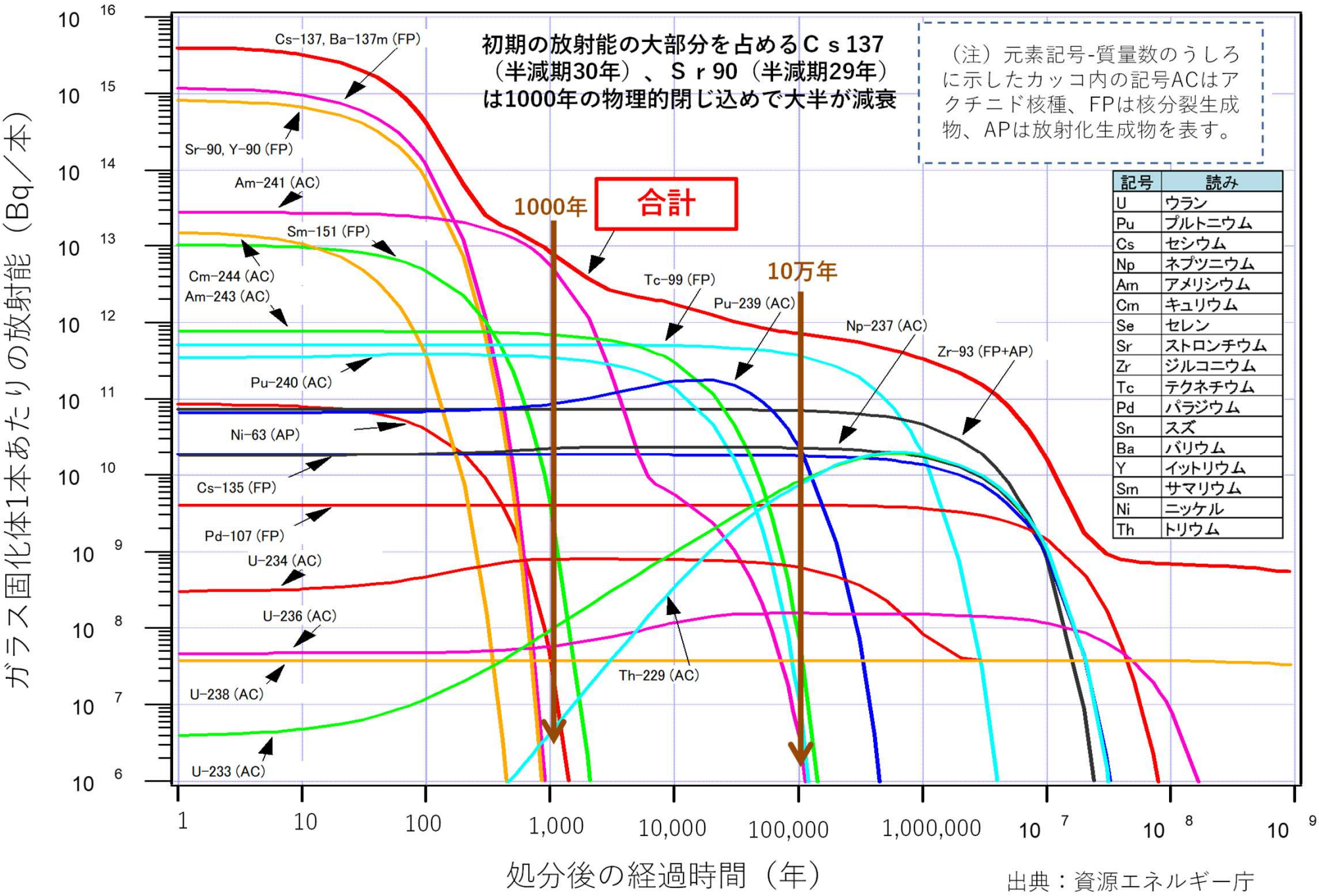


放射性物質	放出される放射線※	半減期
トリウム232	α·β·γ	141億年
ウラン238	α·β·γ	45億年
カリウム40	β·γ	13億年
プルトニウム239	α·γ	2.4万年
炭素14	β	5,700年
ラジウム226	α·γ	1,600年
セシウム137	β·γ	30年
ストロンチウム90	β	28.8年
トリチウム	β	12.3年
コバルト60	β·γ	5.3年
セシウム134	β·γ	2.1年
ヨウ素131	β·γ	8日
ラドン222	α·γ	3.8日
ナトリウム24	β·γ	15時間

※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

出典：（一財）日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集（2016）」

（参考）放射能の減衰と半減期②

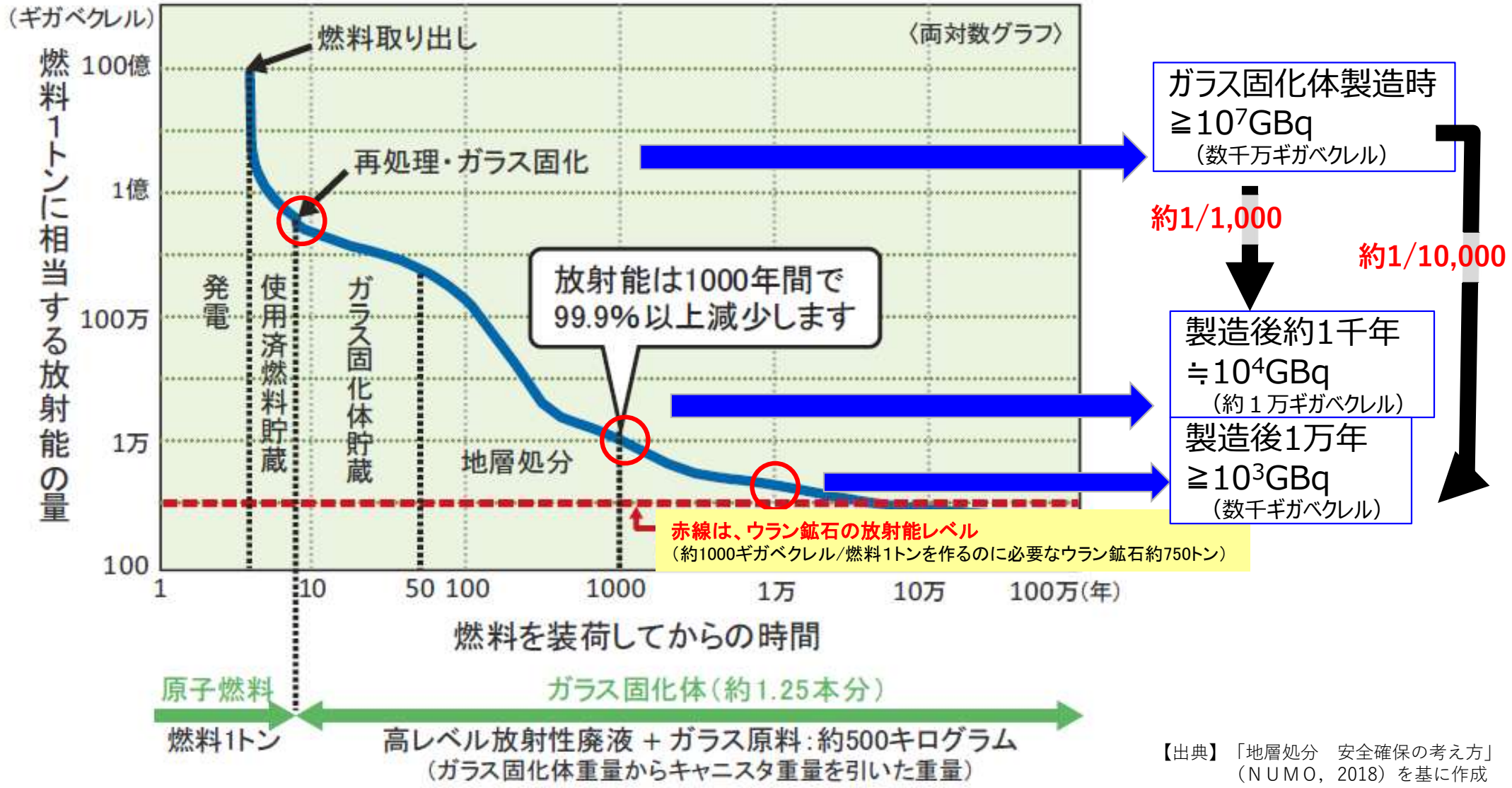


出典：資源エネルギー庁

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



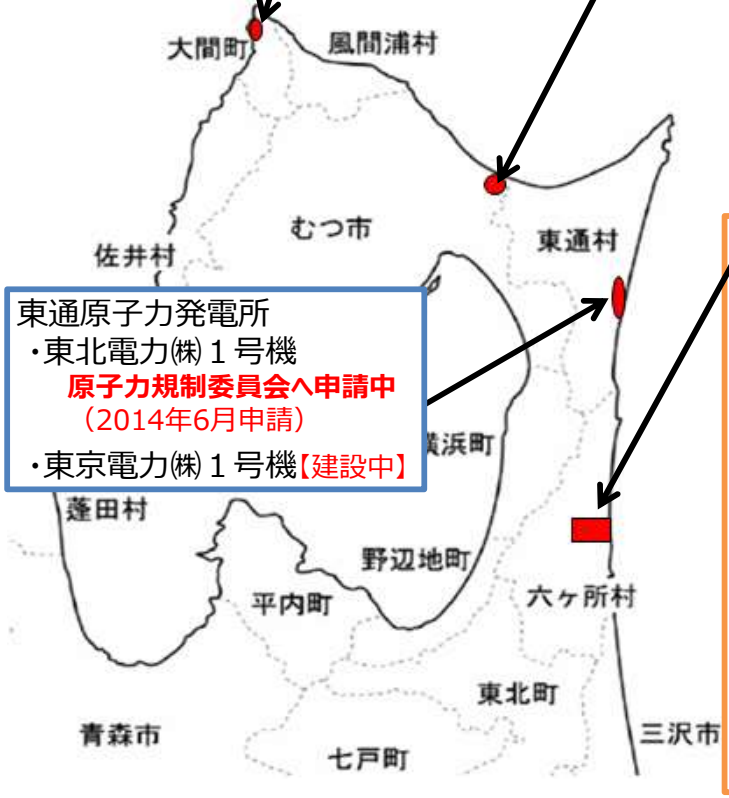
【出典】「地層処分　安全確保の考え方」（ＮＵＭＯ，2018）を基に作成

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、**1984年の電気事業連合会の立地協力要請以来**、これまで、40年以上にわたり、青森県の理解と協力のもと、**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、むつ中間貯蔵施設など）。
- 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重要です。

大間原子力発電所【建設中】
電源開発㈱
原子力規制委員会へ申請中（2014年12月申請）

東通原子力発電所
・東北電力㈱１号機
原子力規制委員会へ申請中
（2014年6月申請）
・東京電力㈱１号機【建設中】



使用済燃料中間貯蔵施設（リサイクル燃料貯蔵㈱）



２０１０年　工事開始
２０２４年１１月　事業開始

ウラン濃縮工場



１９８８年　工事開始
１９９２年　操業開始

ＭＯＸ燃料工場（予定図）

原子力規制委員会へ申請中
（2022年9月第一回設工認取得）



２０１０年　工事開始
２０２７年度中　竣工目標

核燃料サイクル施設（日本原燃㈱）

再処理工場

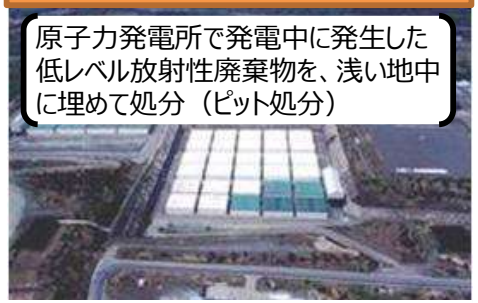
原子力規制委員会へ申請中
（ 2022年12月第一回設工認取得）



１９９３年　工事開始
２０２６年度中　竣工目標

低レベル放射性廃棄物埋設センター

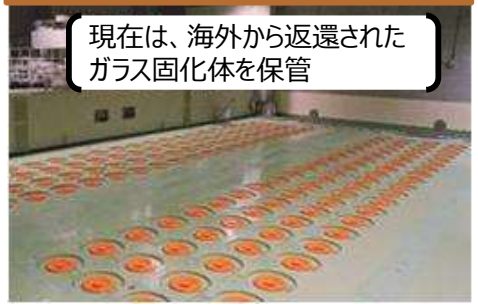
原子力発電所で発電中に発生した低レベル放射性廃棄物を、浅い地中に埋めて処分（ピット処分）



１９９０年　工事開始
１９９２年　埋設開始

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター

現在は、海外から返還されたガラス固化体を保管



１９９２年　工事開始
１９９５年　操業開始

※ウラン濃縮工場は、2017年9月12日より新規制基準対応工事等のため生産運転を一時停止。2023年８月25日生産運転再開。
※高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、現在新規制基準に係る適合性審査対応中（現在は受入停止中。過去受入分1,830本は継続保管中）

2024年11月現在

六ケ所原燃PRセンター

- 日本原燃株式会社の六ケ所原燃PRセンターは、ウラン濃縮工場、低レベル放射性廃棄物埋設センター、再処理工場などの「原子燃料サイクル施設」の役割と仕組みについて、大きな模型や映像、パネルでわかりやすく紹介している施設です。
- NUMOの学習支援事業を活用しての見学も年間約20件ほど実施しています。



六ケ所原燃PRセンター　外観

3F　展望ホール

広大な敷地と六ヶ所の村の四季を一望！



2F　サイクルステーション

放射線の基礎知識とエネルギーの未来について考える



1F　B1F　原燃ツアーズ

サイクル施設について、大型模型を通して体感！



再処理工場



高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター



ウラン濃縮工場

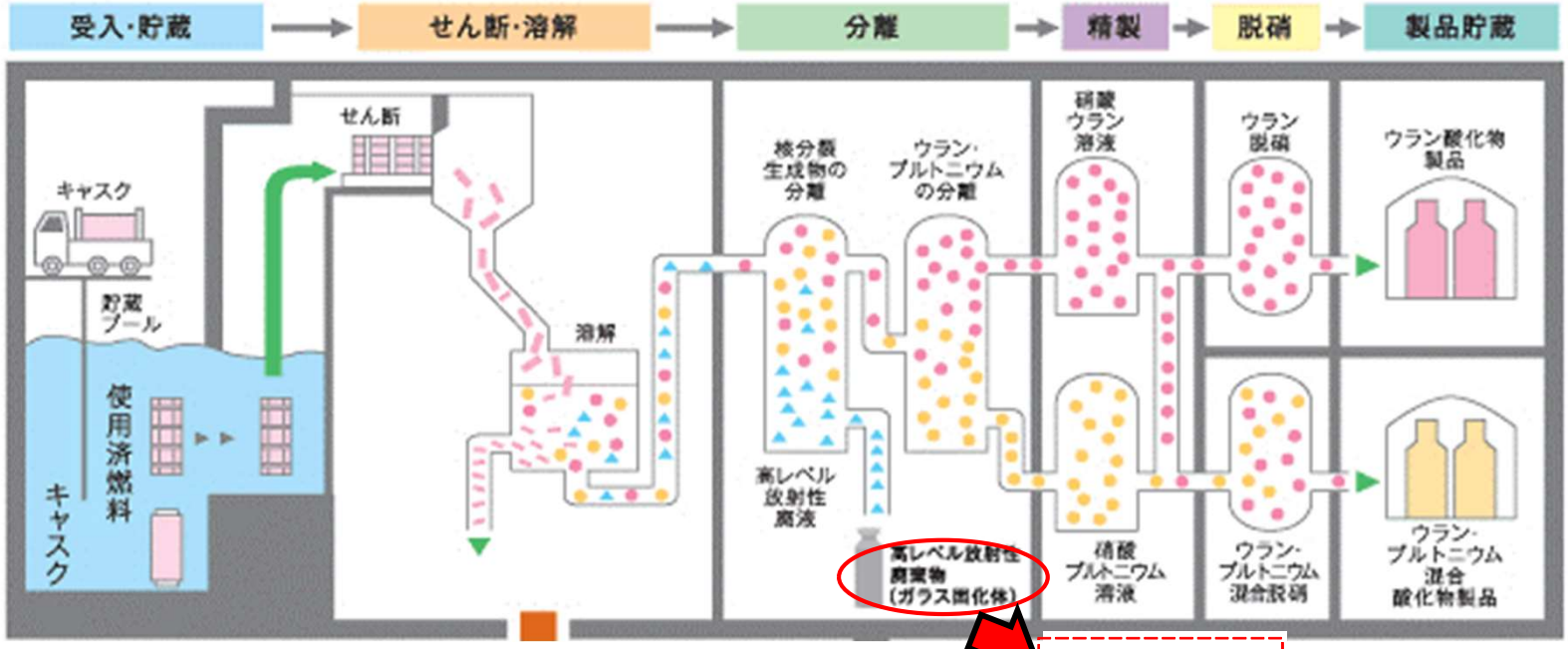


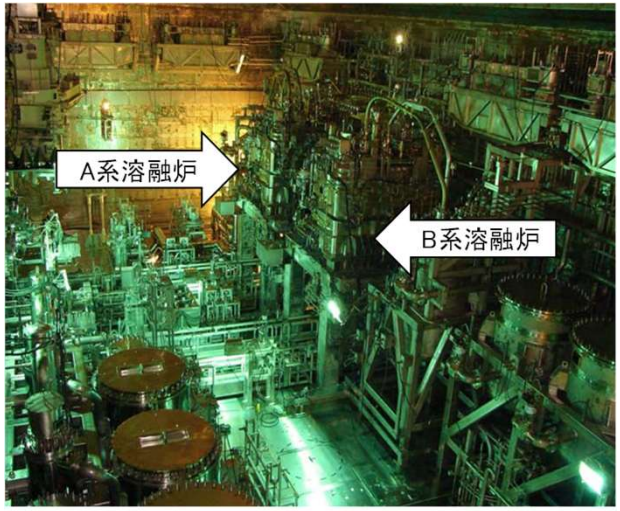
低レベル放射性廃棄物埋設センター

出典：六ケ所原燃PRセンター　HP

六ヶ所再処理工場について

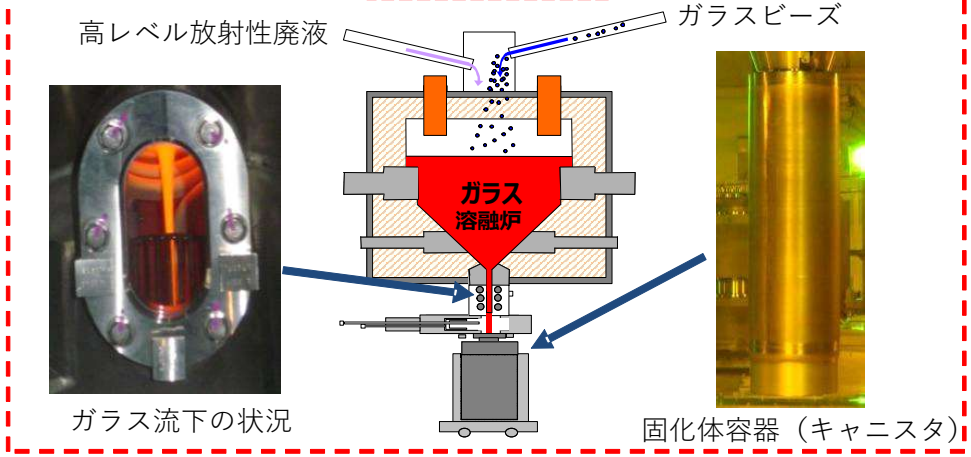
- 再処理工程とは、使用済燃料の受け入れ・貯蔵に始まり、せん断・溶解、分離、精製、脱硝、製品貯蔵に至る一連のプロセスです。





ガラス溶融炉の全景（ガラス固化セル）

ガラス固化設備



ガラス流下の状況

固化体容器（キャニスタ）

深地層研究施設（瑞浪・幌延）

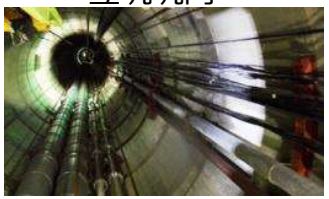
- 地層処分の技術的な信頼性を実際の深地層での試験研究等を通じて確認することを目的として、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が地下深くの地層の研究に取り組んできました。
- これらの施設へ、放射性廃棄物を持ち込むことや使用することはしません。また、研究実施区域を最終処分場とせず、中間貯蔵施設も設置しません。
- 北海道幌延町の幌延深地層研究センターは、2023年9月から、新たに深度500mに向けた掘削を開始しています。なお、岐阜県瑞浪市の超深地層研究所は、2020年３月に研究を終了し、坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を行いました（2022年1月）。

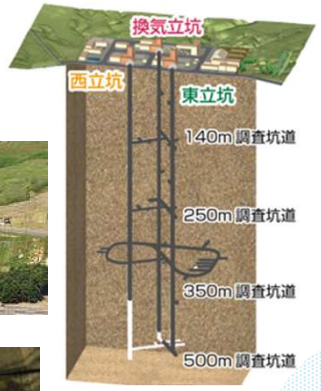
幌延深地層研究計画（北海道幌延町）

施設全景（研究所）



立坑坑内





掘削済み範囲
（イメージ図）

泥　岩
（堆積岩）
軟岩
塩水系

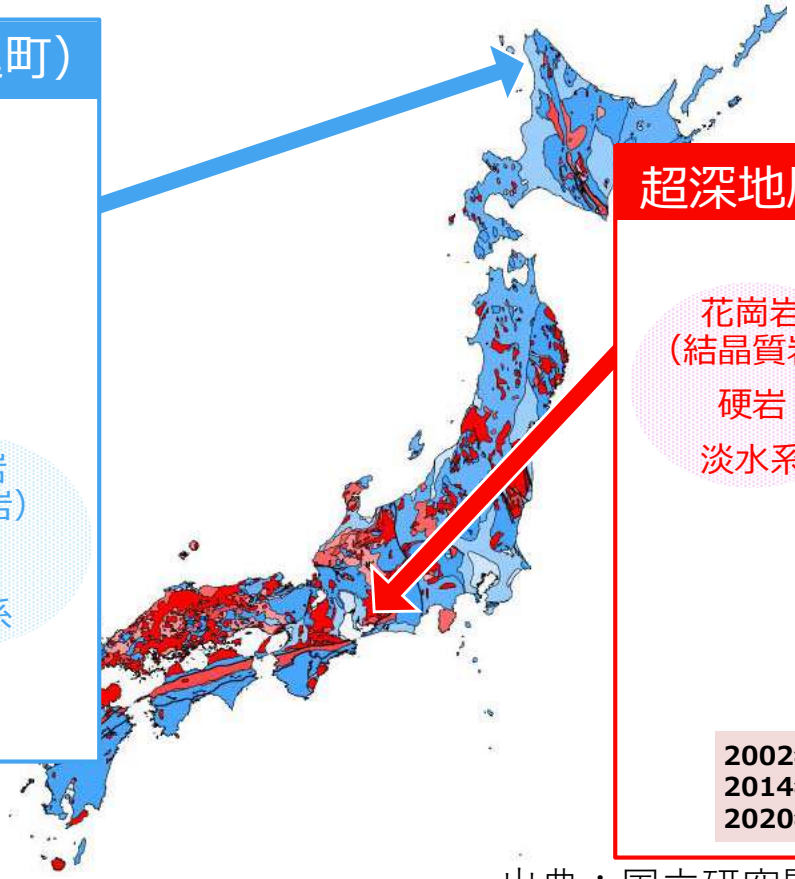
2001年4月　：研究センター 開所
2014年6月　：深度350m調査坑道の掘削終了
2023年9月　：深度500mに向けた掘削開始



岩盤の様子を調べる



地下水を調べる



超深地層研究所計画（岐阜県瑞浪市）

花崗岩
（結晶質岩）
硬岩
淡水系



（イメージ図）

地上施設（研究所）



研究坑道



2002年4月　：研究所 開所
2014年2月　：深度500m調査坑道の掘削終了
2020年3月　：研究終了

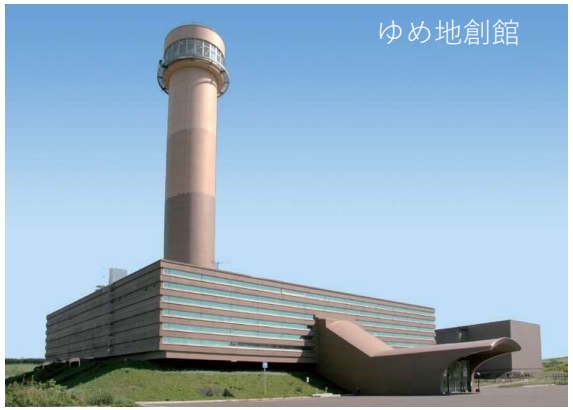
出典：国立研究開発法人　日本原子力研究開発機構

幌延深地層研究センター

- 北海道幌延町にある幌延深地層研究センターでは、放射性廃棄物を持ち込まないこと等を定めた三者協定（北海道、幌延町、日本原子力研究開発機構）の遵守を前提として、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を行っています。
- 調査研究を行うための調査坑道などの地下施設や地上施設と、センターで行っている研究について紹介している「ゆめ地創館」をご見学いただけます。NUMOの学習支援事業もご活用いただけます。
- ゆめ地創館に併設する地層処分実規模試験施設では、実物大の人工バリア（オーバーパック、緩衝材）や、地下で使用した試験装置をご覧いただけます。









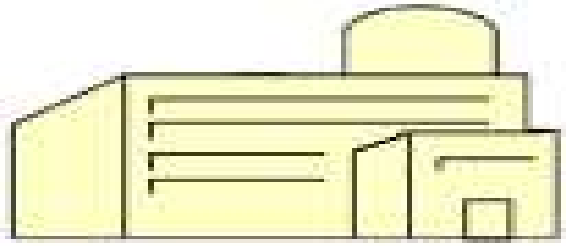
出典：国立研究開発法人　日本原子力研究開発機構

使用済燃料の中間貯蔵対策の強化

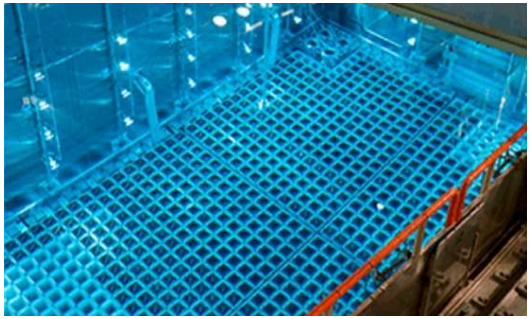
- 再稼働や廃炉の取り組みが進展する中、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進めることは重要です。
- このため、発電所の敷地内外を問わず、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設などの建設・活用を促進しています。

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）

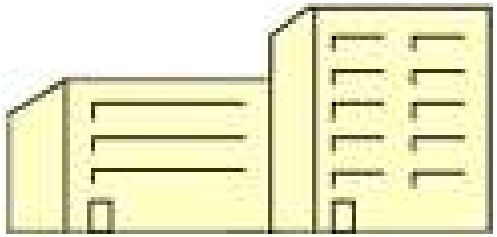


＜乾式貯蔵方式の例＞空冷式

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



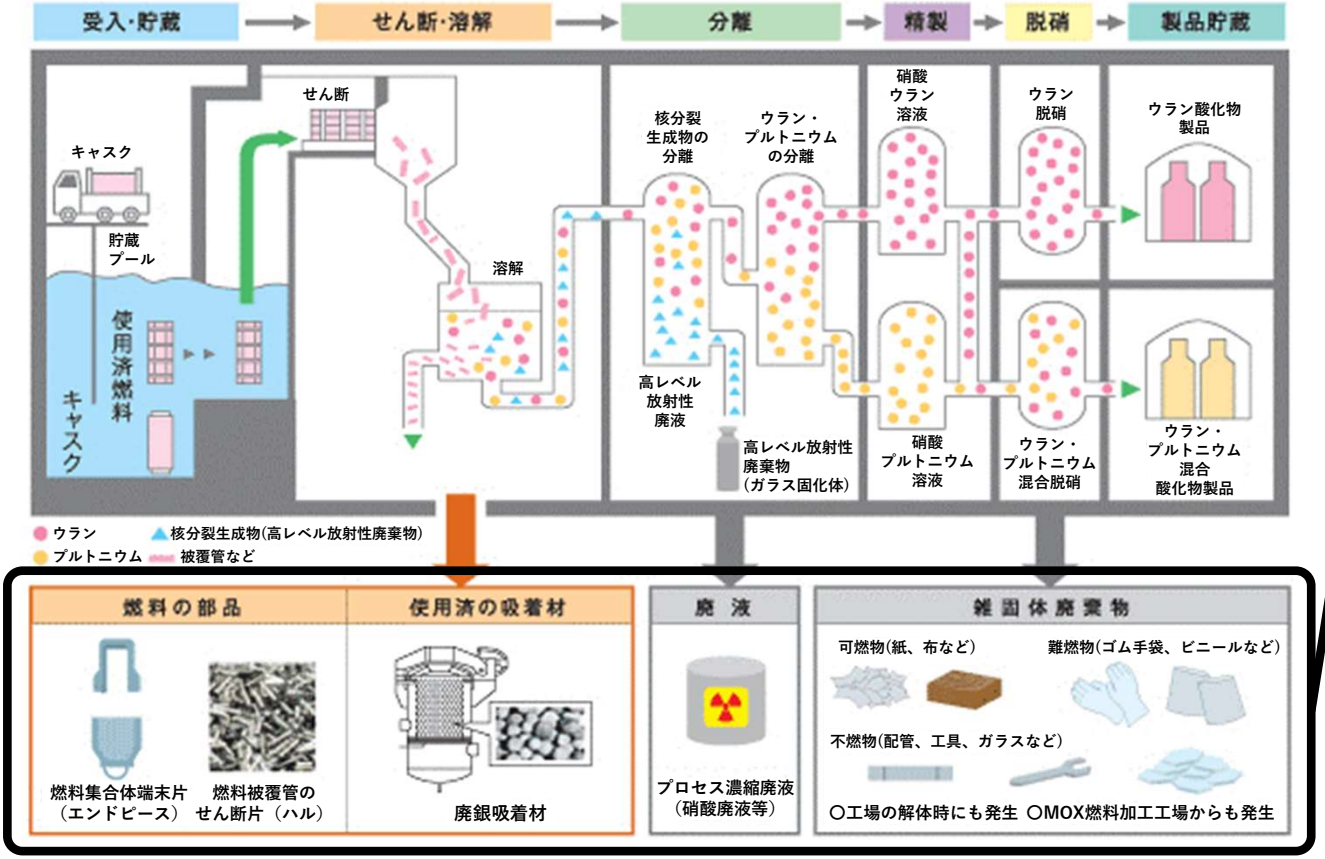


＜中間貯蔵施設の例＞
リサイクル燃料貯蔵(株)（むつ市）
空冷式

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

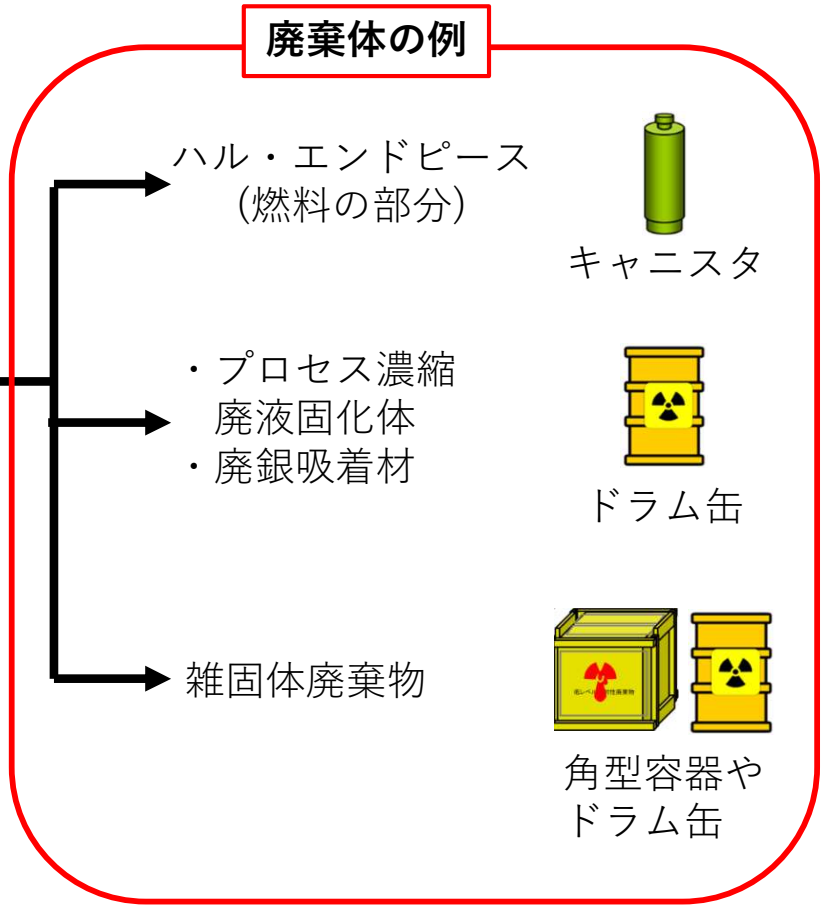
- 再処理工程では、ガラス固化体にして地層処分する廃液以外の廃棄物も生じます。その中には、使用済燃料を覆う金属部品などのように、**放射能レベルが比較的高く半減期が長いもの**もあり、こうしたものはガラス固化体と同様に、**地層処分の対象**となります（地層処分相当TRU廃棄物）。

再処理施設の操業により発生する廃棄物



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

廃棄体の例



（参考）海外における核燃料サイクルの取組状況

第39回総合資源エネルギー
調査会 電力・ガス事業分科会
原子力小委員会資料抜粋

フランス

- 運転中の原発は56基（シェア約65%）。
- 使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウムはプルサーマルで利用中。
- 将来的な高速炉実用化に向けて、高速炉開発を継続中。
- その間、使用済燃料貯蔵量等の抑制のため、2040年頃に軽水炉でのマルチサイクルを目指す方針。
- 現在、軽水炉でのマルチサイクルに向けて、使用済燃料の再処理や新たな燃料開発について研究開発中。

アメリカ

- 運転中の原発は94基（シェア約20%）。
- 使用済燃料は直接処分する方針。
- 最終処分場候補地のユッカマウンテンは、オバマ政権時代の計画中止の方針により、現在は安全審査が中断中。バイデン政権時代は処分方針を示していない。
- 米国及び世界の炭素削減目標達成のために不可欠な技術として、高速炉を含む様々な革新炉の開発・実証を推進。

イギリス

- 運転中の原発は9基（シェア約15%）。
- MOX燃料料製造プラント（SMP)が2011年に閉鎖を決定。現在、MOX燃料加工は行われていない。
- 酸化物燃料再処理プラント（THORP）が2018年に操業停止。現在、再処理は行われていない。
- 高温ガス炉をはじめとした先進モジュール炉の開発・実証を推進。

中国

- 運転中の原発は56基（シェア約5%）。
- 使用済燃料を再処理し、回収されるウラン・プルトニウムを活用して資源利用の最大化を図る方針。
- 現在、高速炉（実証炉、CFR600）を建設中。

ロシア

- 運転中の原発は36基（シェア約20%）、うち高速炉2基。
- 使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウムは高速増殖炉等で利用する方針。
- クローズド燃料サイクルの完結を政策に掲げており、高速炉や核燃料サイクル技術の研究開発を推進。

参照：IAEA「Power Reactor Information System」、資源エネルギー庁放射性廃棄物対策課「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について」、三菱総合研究所「令和4年度原子力の利用状況等に関する調査（海外における核燃料サイクル関連動向等調査）報告書」より

【参考】その他、核燃料サイクルの方針を示している国
（例）インド

使用済燃料を直接処分する方針を示している国
（例）スウェーデン　フィンランド　カナダ　韓国

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

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。

＜海外機関でも謳われている「将来世代に負担を先送りにしない」＞

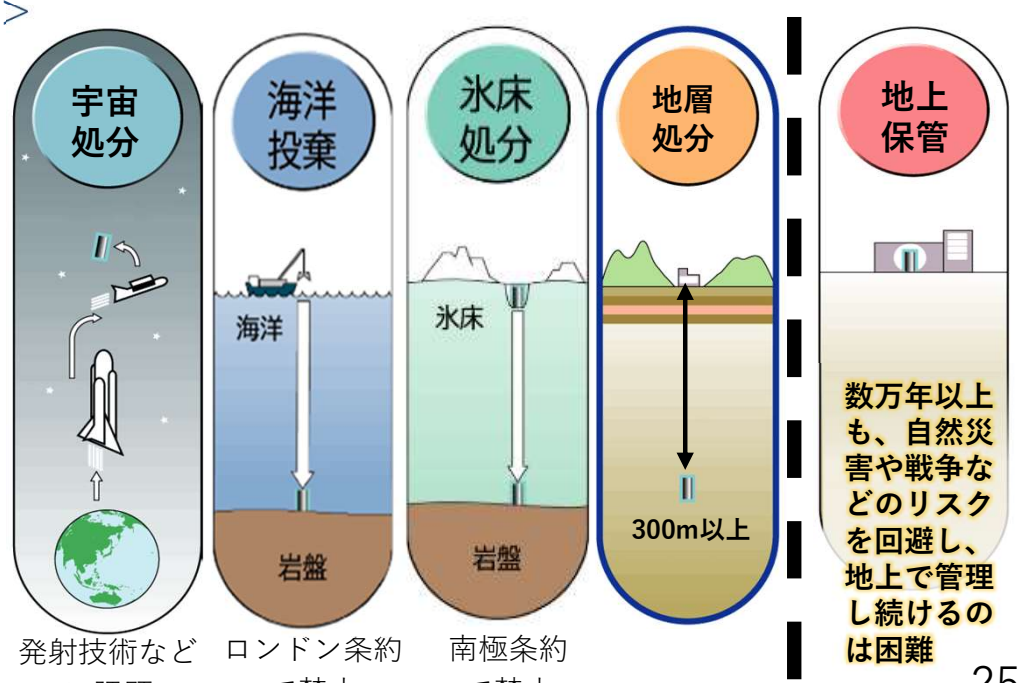
経済開発協力機構/原子力機関（OECD/NEA），“The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal, A Collective Opinion of the NEA RWMC”, 1995

・廃棄物発生者は、将来世代に過度の負担を課さないよう、これらの物質に責任を持つとともに、そのための方策を準備すべき。

・廃棄物マネジメントの方策は、**不明確な将来に対して安定した社会構造や技術の進展を前提としてはならず**、能動的な制度的管理に依存しない受動的に安全な状態を確保することを目指すべき。

米国科学アカデミー（NAS），“The Principles of Radioactive Waste Management”, 2001

・将来の社会によってこの種の貯蔵施設の永久的な保守が確保されることが高い確度をもって信じられない限り、地層処分のオプションの開発を行わず、貯蔵にだけ頼るのは慎重なやり方とはいえない。



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、自然災害や戦争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になります。
- 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。



管理における安全上のリスクは大きくなる

長期間、地上で保管を続ける場合

- 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

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

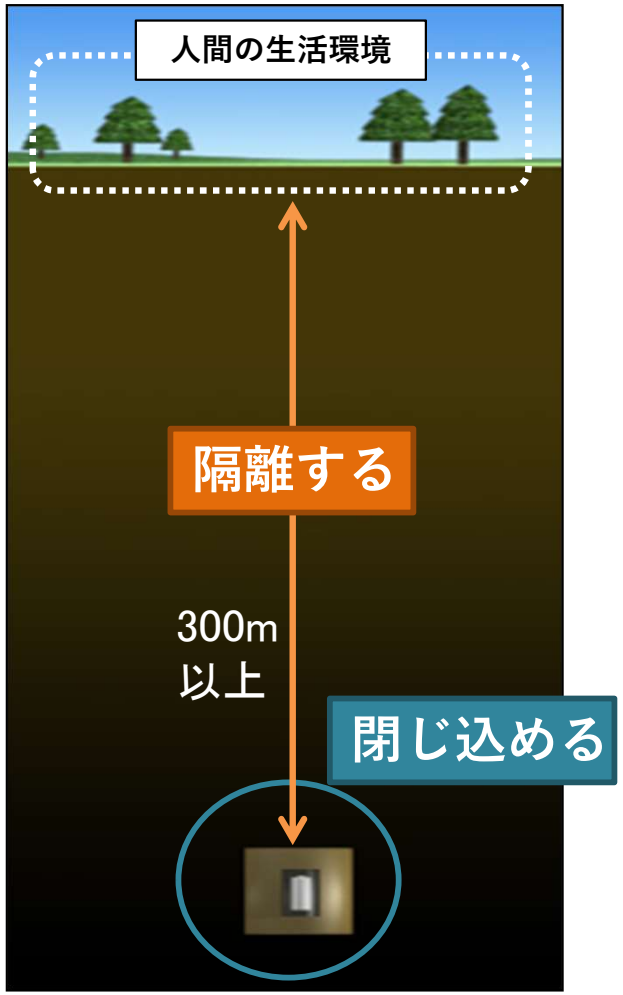
①酸素が少ないため、錆びるなどの化学反応が発生しにくく、ものが変化しにくいので、埋設物がそのままの状態であり続ける

②地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い

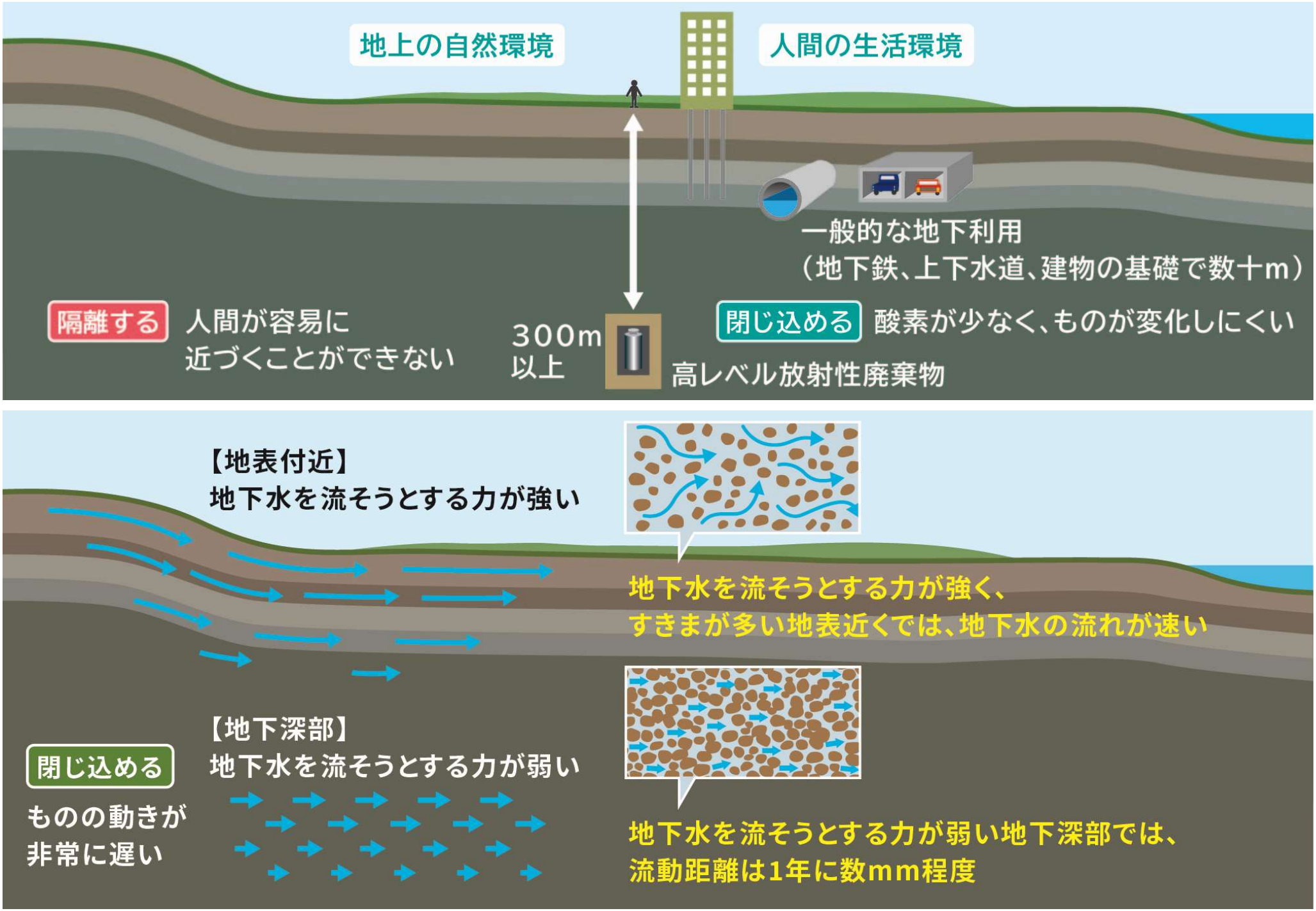
→ **閉じ込め機能**

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

→ **隔離機能**



地下深部の特徴

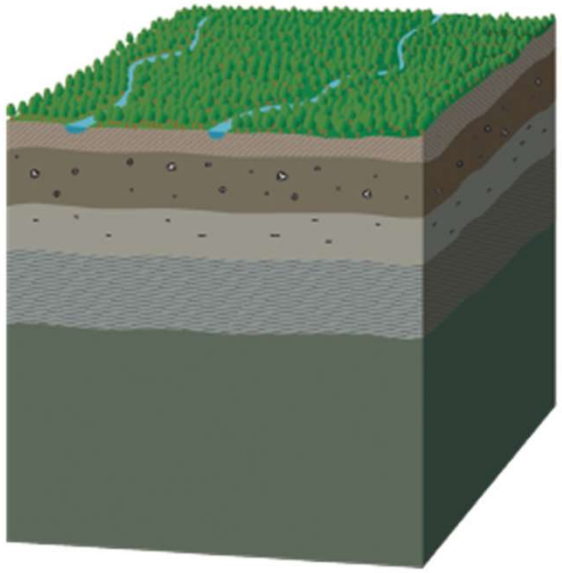

地上の自然環境
人間の生活環境
一般的な地下利用
（地下鉄、上下水道、建物の基礎で数十m）
隔離する
人間が容易に
近づくことができない
300m
以上
閉じ込める
酸素が少なく、ものが変化しにくい
高レベル放射性廃棄物
【地表付近】
地下水を流そうとする力が強い
地下水を流そうとする力が強く、
すきまが多い地表近くでは、地下水の流れが速い
【地下深部】
地下水を流そうとする力が弱い
閉じ込める
ものの動きが
非常に遅い
地下水を流そうとする力が弱い地下深部では、
流動距離は1年に数mm程度

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。

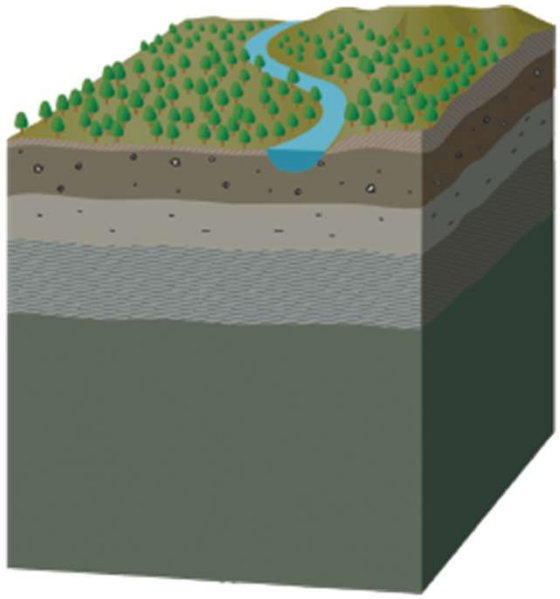
約100万年前

・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



（参考）地質環境の安定性

- 地層には、**長い期間、ものを安定して閉じ込める性質**があります。
- 地下深くには、石炭や鉱石、化石のように、**数千万年以上も保存**されているものがあります。

日本のシダ植物

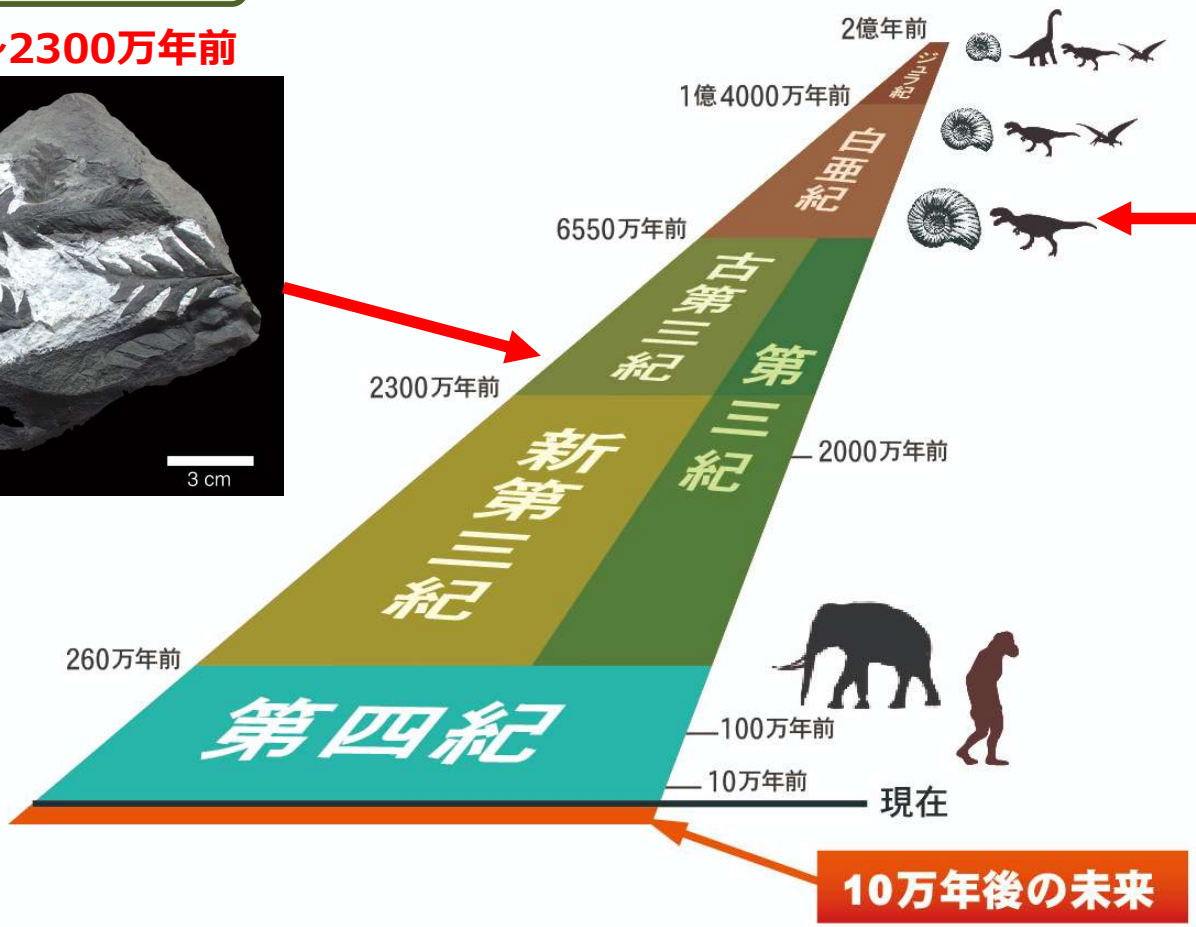
3400～2300万年前



アンモナイト

生息：**9040～8850万年前**



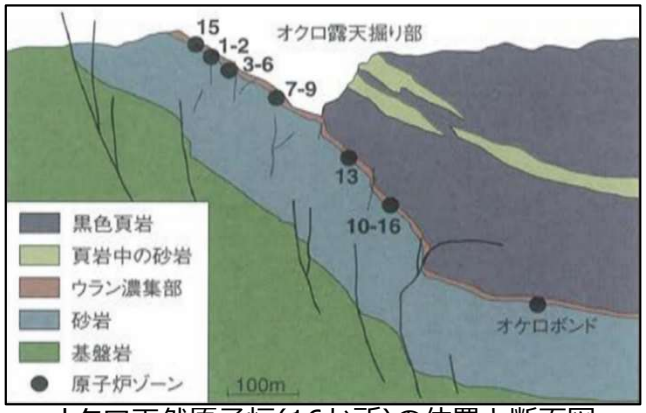


長期間にわたり安定した地質環境が保たれる場所においては、このような事例が確認されています。

写真　（右上）日本化石資料館（左上）地質標本館ウェブサイトhttps://www.gsj.jp/Muse/hyohon/f-plant/f06325.html

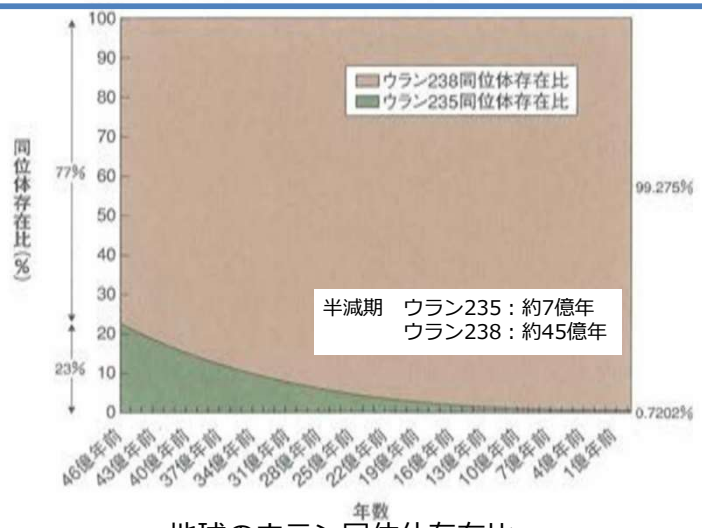
（参考）地下環境の閉じ込め機能（オクロ天然原子炉）

- 1972年9月、フランス原子力庁は、アフリカ・ガボン共和国オクロのウラン鉱山において、**約20億年前に原子力発電と同様の核分裂反応が起こっていた**ことを公表しました。
- さらに、各国研究機関において、**原子力発電と同じ核分裂反応によって生成される核種**が**岩石の内部に保持されている**ことも明らかとなりました。
- **地下の岩盤**が天然のウランや核分裂反応で生じた**放射性物質を長期に保持する働き**を有しています。



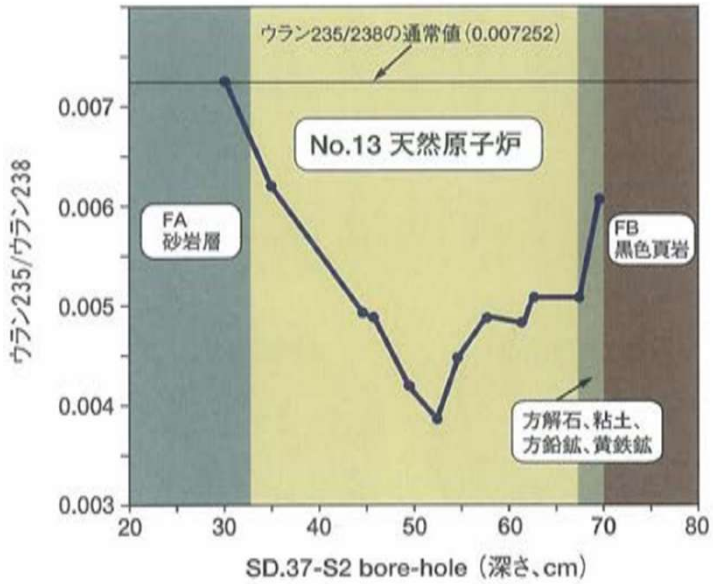
オクロ天然原子炉(16か所)の位置と断面図


核分裂反応を起こした炉心部



地球のウラン同位体存在比

- **原子力発電**の核燃料では**ウラン235を人工的に3～5%に濃縮。**
- **約20億年前のウラン鉱石**には、**ウラン235の半減期**から、自然の状態で**約５%あった**と考えられている。



ウラン235とウラン238の同位体比（オクロ天然原子炉）

- **炉内中心部**ほど燃料である**ウラン235を多量に消費（核分裂）**しているため、同位体**存在比が低く、有意な差**が見られた。

<オクロ天然原子炉の放射性核種から得られた主な知見>
●**ウラン235/238・プルトニウム239**：黒色頁岩と砂岩との境界(濃集部)におけるウラン235の同位体存在比が、約20億年前と同レベルの賦存量であったことを確認。酸素が少ない環境では、難溶性の二酸化ウランとして存在。⇒**ウランは長期間移動せず、その場所に留まっていたことの証。**
●**セシウム135**：酸素が少ない環境でも地下水に溶けやすい元素。地層内で移動しやすいことを確認。
⇒**地層処分システムの構築にあたり配慮が必要。**

【出典】自然が生み出した原子炉　－その誕生から消滅まで＆地層処分へのヒント　(財)原子力環境整備促進・資金管理センター

（参考）緩衝材に使うベントナイトとは①

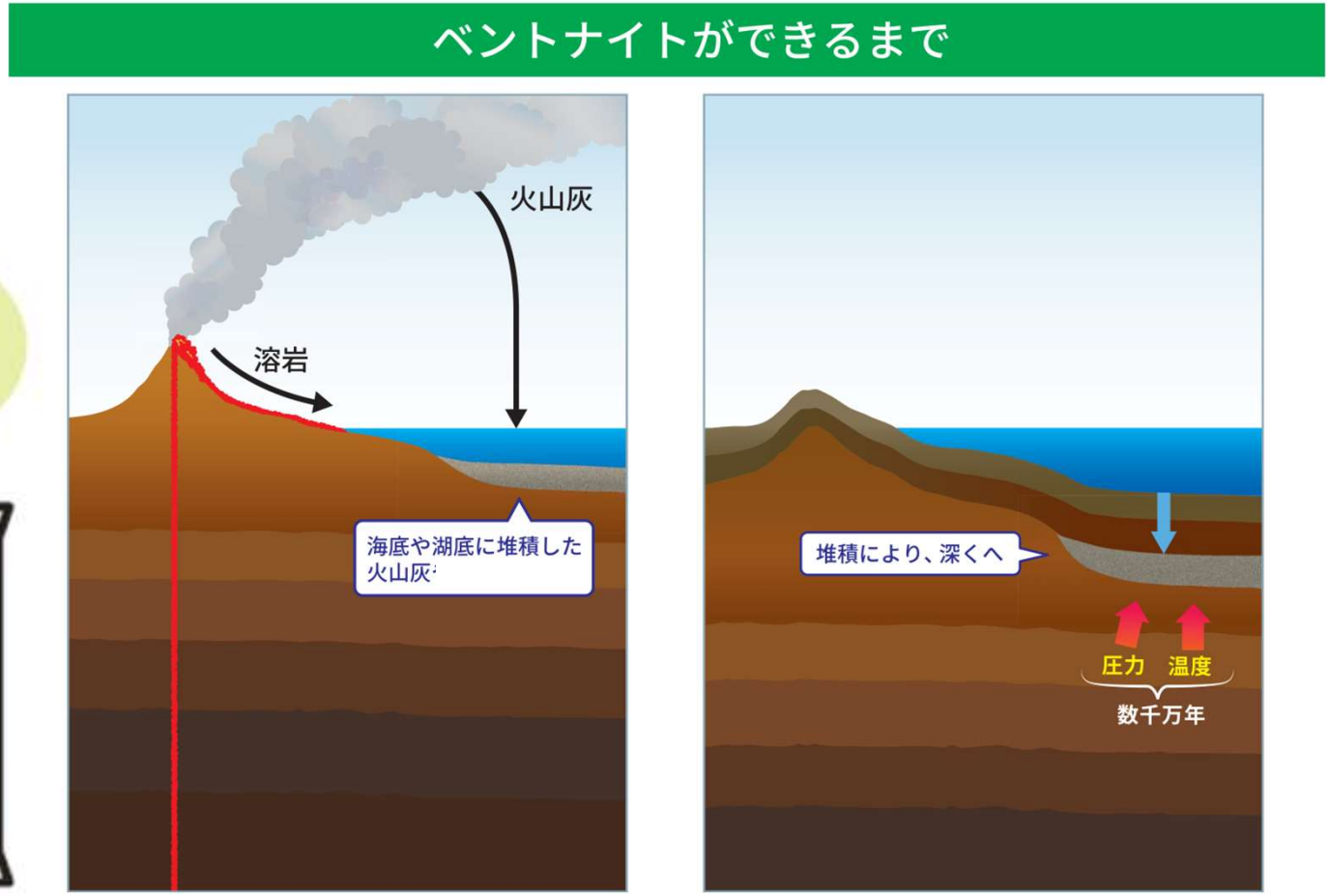
- ベントナイトとは、海底・湖底に降り積もった火山灰などが地下で圧力や熱の影響を受けて変質することでできあがった粘土鉱物を主成分とする岩石の一種です。

＜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



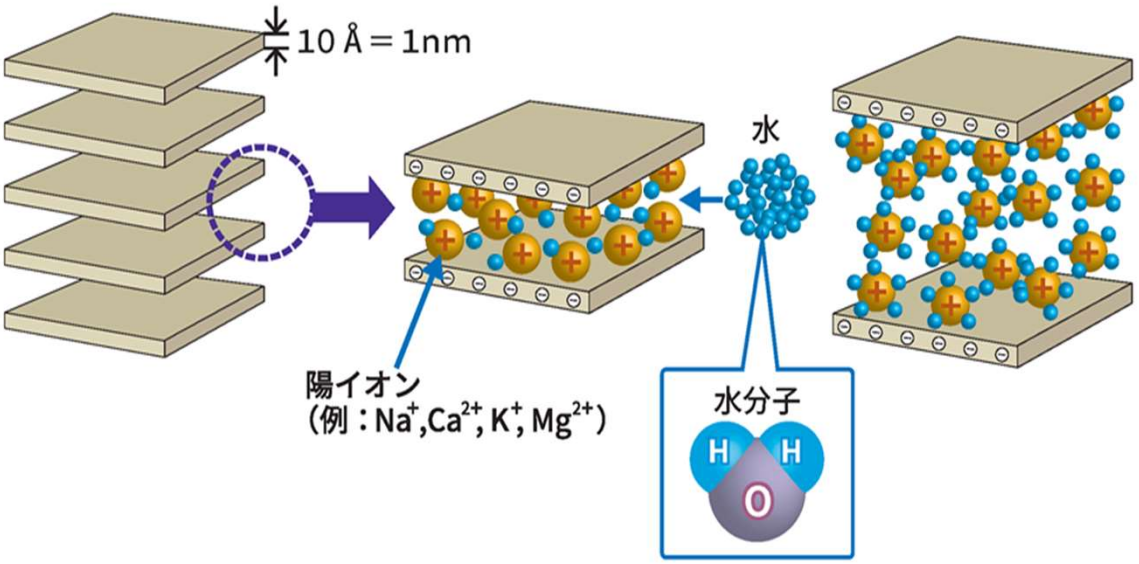




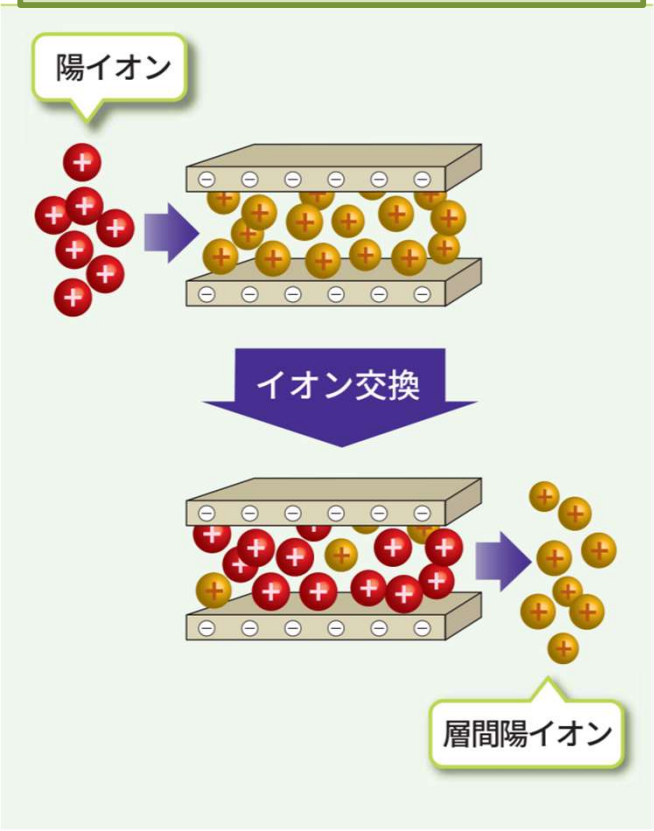
（参考）緩衝材に使うベントナイトとは②

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

膨潤性



吸着性



※上図は、吸着性のうち、イオン交換によるはたらきを示したもの

地層処分事業の概要

- 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1～2ｋ㎡、地下施設は6～10ｋ㎡程度を想定しています。
- 事業の費用は、**約4.5兆円**（※）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。

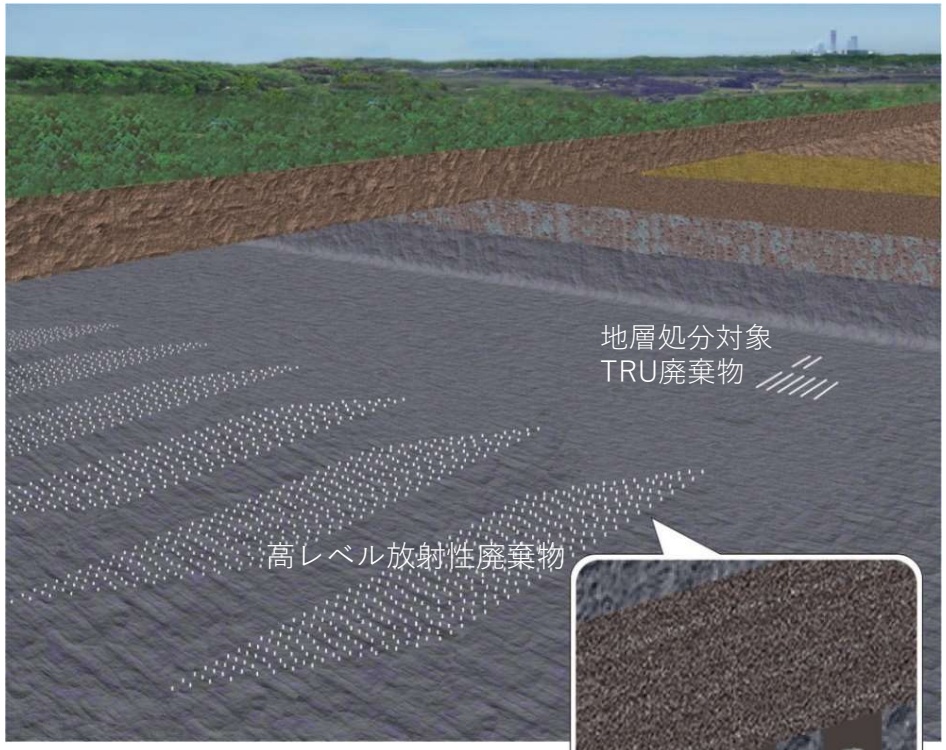
※ガラス固化体（40,000本）、地層処分相当TRU廃棄物（19,000m³）を埋設する規模で算定。

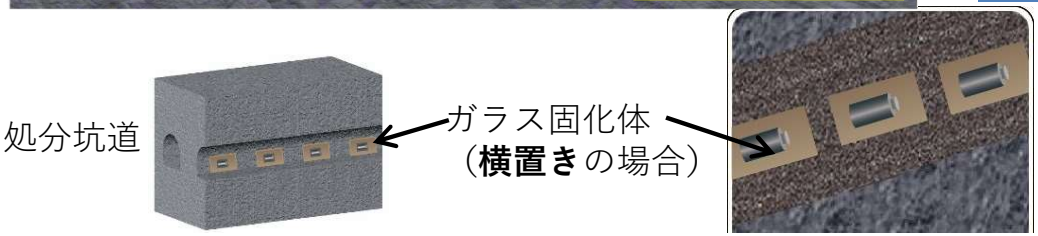
＜操業中＞

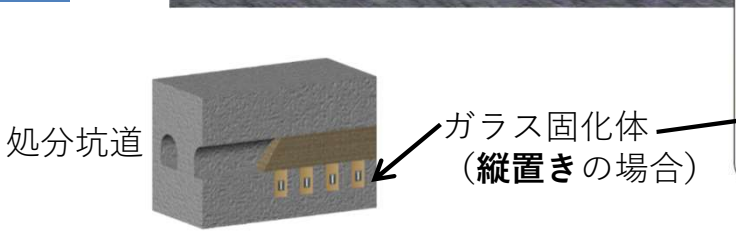


操業終了後、坑道を埋戻し、地上施設は撤去

＜閉鎖後＞

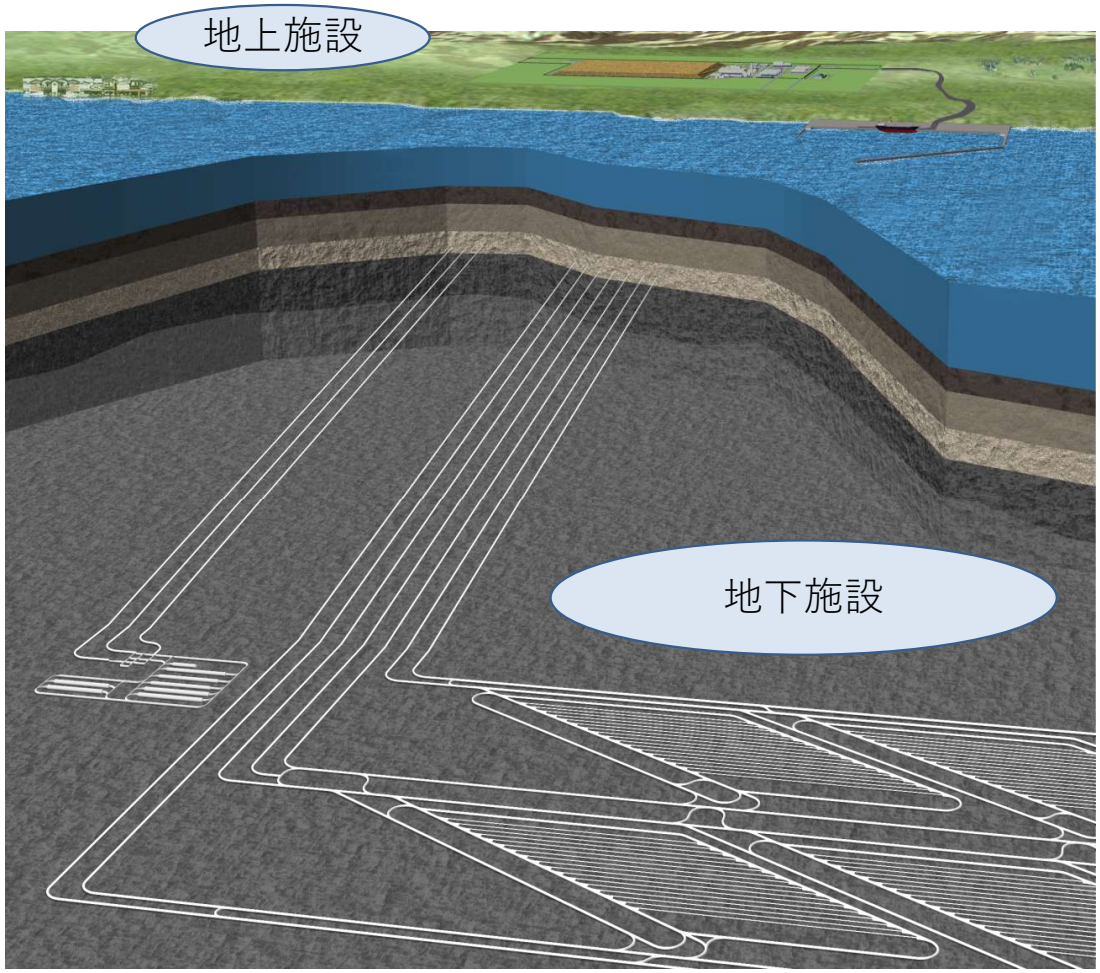


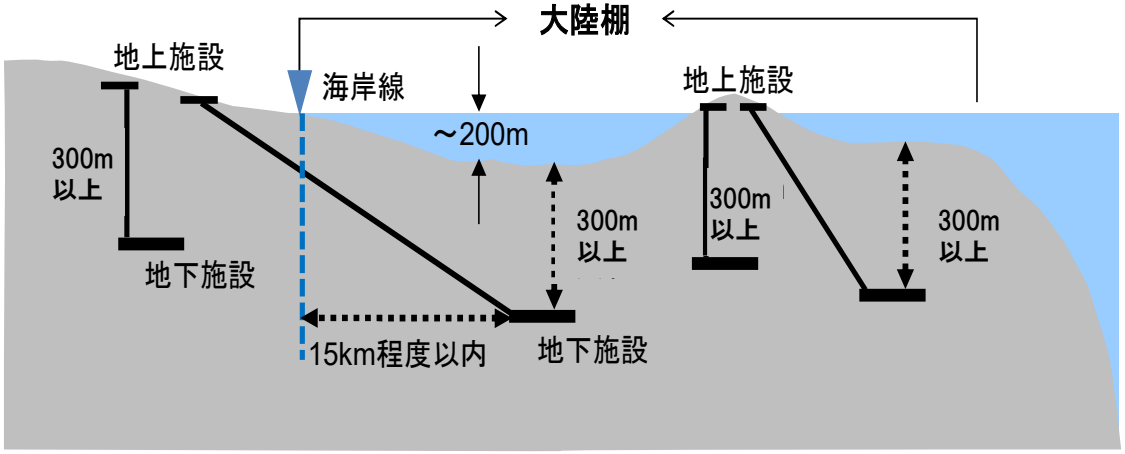




地層処分事業の概要（沿岸海底下の場合）

- 地層処分施設の設置場所は、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】

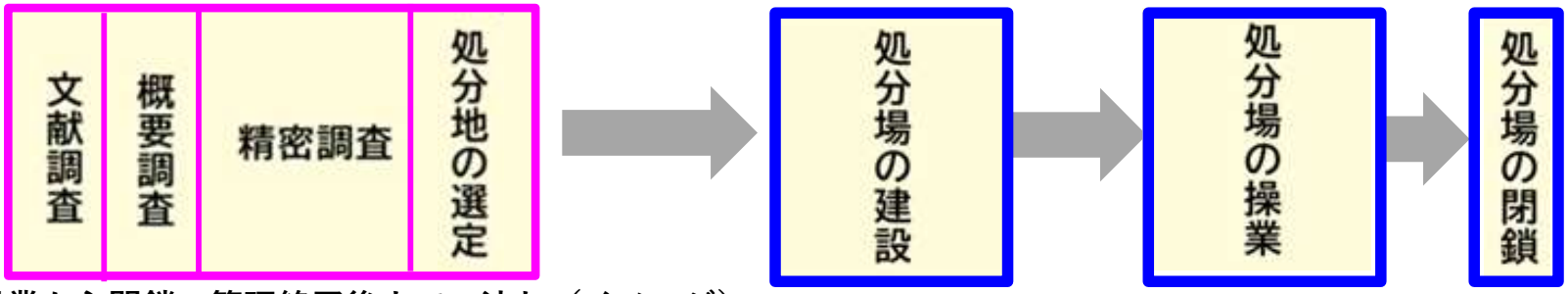
- 海水準変動※1や塩水（塩淡境界※2）の影響
- 侵食の影響
- 建設・操業時の安全性（津波・湧水など）

※1：約10万年周期で変化する海面の高さの変化のこと
※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。

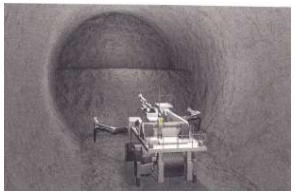
＜地層処分事業の流れ（イメージ）＞



＜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

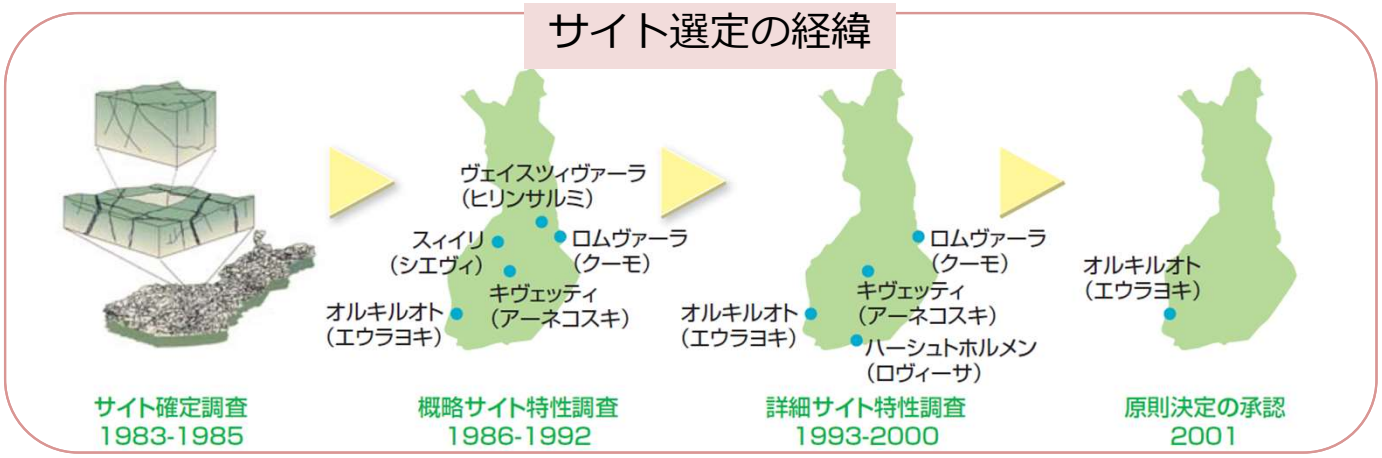

管理棟内のイメージ

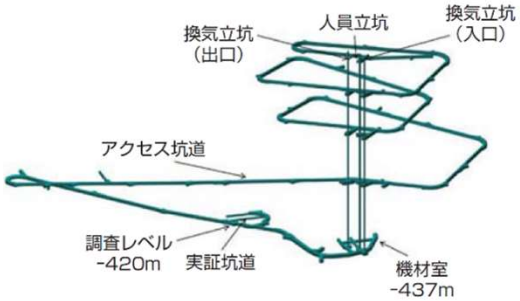
地下施設


坑道の完成イメージ

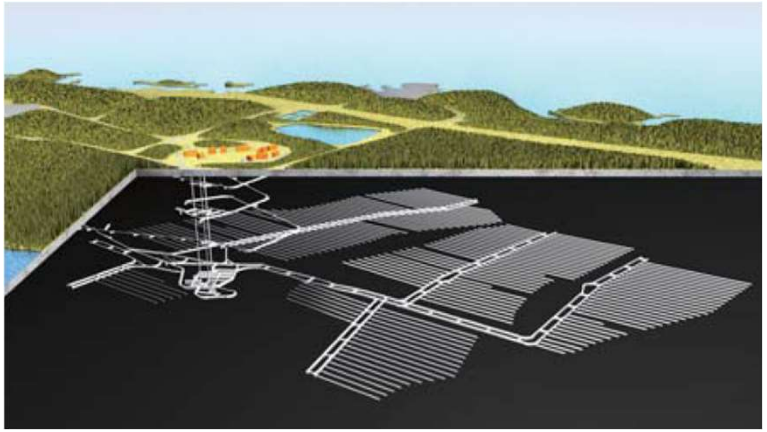
（参考）フィンランドにおける最終処分の概要

- **1983年**、地層処分場の**サイト選定段階と目標時期を設定。**最終処分地の**サイト調査を3段階で実施。**
- **2001年**、最終処分場の**建設地をオルキルオトに決定。2004年より**詳細調査のため、**オンカロと呼ばれる地下特性調査施設の建設を開始。**坑道の全長約5km、深度455mまで掘削。建設地の基盤岩は19～18億年前の変成岩や火成岩などの結晶質岩から構成。
- **2016年12月**、実施主体であるポシヴァ社により**処分場の建設を開始。**2024年8月、処分場の試運転を開始。2020年代に操業開始予定。
- 原子力発電所から発生する**使用済燃料**を2重構造のキャニスタに封入して**処分。処分場の規模**は、坑道の**総延長距離が35km、処分エリアは1.5km²(6,500トン処分を想定)**。





オンカロのレイアウト図


処分場の設置イメージ


銅－鋳鉄キャニスタ



キャニスタの定置イメージ


オンカロの坑道と試験処分孔

【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2024年版)

（参考）諸外国の処分状況①

国名	処分サイト	対象廃棄物処分量	処分実施主体、事業計画等
フィンランド 	エウラヨキ自治体 オルキルオト ○岩種：結晶質岩 ○深度：約400～450m	○使用済燃料： 6,500トン（ウラン換算）	ポシヴァ社（POSIVA） （原子力発電会社2社の共同出資会社） ○2001年：最終処分地の決定 ○2004年：オンカロ（地下特性調査施設）建設開始 ○2016年12月：処分場建設開始 ○処分開始予定：2020年代
スウェーデン 	エストハンマル自治体 フォルスマルク ○岩種：結晶質岩 ○深度：約500m	○使用済燃料： 12,000トン（ウラン換算）	スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB） （電力会社4社の協同出資会社） ○2011年3月：立地・建設許可申請 ○2022年1月：最終処分への事業許可発給 ○2025年1月：処分場建設開始 ○処分開始予定：2030年代
フランス 	ムーズ県及びオート＝マルヌ県の11自治体（ビュール地下研究所近傍） ○岩種：粘土層 ○深度：約500m	○高レベル・ガラス固化体： 11,800㎥ ○TRU廃棄物等：68,800㎥ ※全量再処理を前提とした2023年の見積（処分容器を含まない量）	放射性廃棄物管理機関（ANDRA） ○2000年：ビュール地下研究所建設開始 ○2010年：地下施設詳細調査区域の決定 ○2023年：処分場設置許可申請 ○処分開始予定：2040年代
カナダ 	ワビグーン・レイク・オジブウェイ・ネーション（WLON）－イグナスエリア ○岩種：結晶質岩 ○深度：500～1000m	○CANDU炉使用済燃料 処分量：未定 使用済燃料集合体数： 約327万体（2023年6月時点）約62,830トン（重金属換算）	核燃料廃棄物管理機関（NWMO） （原子力発電事業者共同出資の非営利法人） ○2010年：サイト選定開始 ○2024年11月：サイト選定プロセス終了 ○処分開始予定：2040～2045年頃

【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2024年版)を基に作成

（参考）諸外国の処分状況②

国名	処分サイト	対象廃棄物処分量	処分実施主体、事業計画等
スイス 	北部レゲレンを実施主体が提案 ○岩種：オパリナス粘土 ○深度：約800m	○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料：1,490㎥ ○TRU廃棄物等：289㎥ ※体積の値は処分容器を含む量	放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）（連邦政府と原子力発電事業者が出資） ○2008年～：サイト選定開始 ○2022年9月：NAGRAが1箇所を提案 ○2024年11月：概要承認申請 ○処分開始予定：2060年頃
ドイツ 	サイトは未定 ○岩種：未定 ○深度：300m以上	○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料等 処分量合計：27,000㎥	連邦放射性廃棄物機関（BGE） ○2031年※：処分場サイトの決定 ※10年以上遅延の見込み ○処分開始予定：未定
英国 	サイトは未定 ○岩種：未定 ○深度：200～1000m程度	○高レベル・ガラス固化体：9,880㎥ ○中レベル放射性廃棄物：503,000㎥ ○低レベル放射性廃棄物：5,110㎥ ※一部使用済燃料の直接処分も検討中	原子力廃止措置機関（NDA） ○2018年12月：サイト選定プロセスの開始 ○処分開始予定：2050年代
米国 	ネバダ州ユッカマウンテン（法律上、許認可手続中断） ○岩種：凝灰石 ○深度：200～500m	○民間の使用済燃料：63,000トン ○連邦政府の高レベル・ガラス固化体、使用済燃料：7,000トン	エネルギー長官（法律上） ○1987年：ユッカマウンテンを唯一の処分候補地として法律修正 ○エネルギー省（DOE）は使用済燃料の中間貯蔵に関する同意に基づくサイト選定プロセスの構築に向けた取り組みを2021年から開始しており、ここで学んだことを処分施設のサイト選定に適用することを想定している。 ○処分開始予定：2048年

【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2024年版)を基に作成

（参考）諸外国の処分状況③

国名	処分サイト	対象廃棄物処分量	処分実施主体、事業計画等
スペイン 	サイトは未定 ○岩種：未定 ○深度：未定	○使用済燃料と高レベル・ガラス固化体 ○長寿命中レベル放射性廃棄物 処分量：6,200㎥	放射性廃棄物管理公社（ENRESA）（政府出資による公社） ○1998年：サイト選定プロセス中断 ○処分開始予定：2073年以降
ベルギー 	サイトは未定 ○岩種：未定 ○深度：未定	○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料 ○TRU廃棄物等 処分量：11,700㎥（再処理した場合）	放射性廃棄物・濃縮核分裂性物質管理機関（ONDRAF/NIRAS） ○処分開始予定：高レベル等は2080年、TRU等は2035～2040年に処分開始
中国 	サイトは未定 ○岩種：未定 ○深度：未定	○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料 ○CANDU炉使用済燃料 処分量：未定	中国核工業集団公司（CNNC）（国営企業体） ○1986年：サイト選定開始 ○処分開始予定：2041年～今世紀半ば
韓国 	サイトは未定 （地層処分を優先し超深孔処分なども考慮）	○使用済燃料：約64万体（発生見込み）	韓国原子力環境公団（KORAD） ○処分開始予定：未定

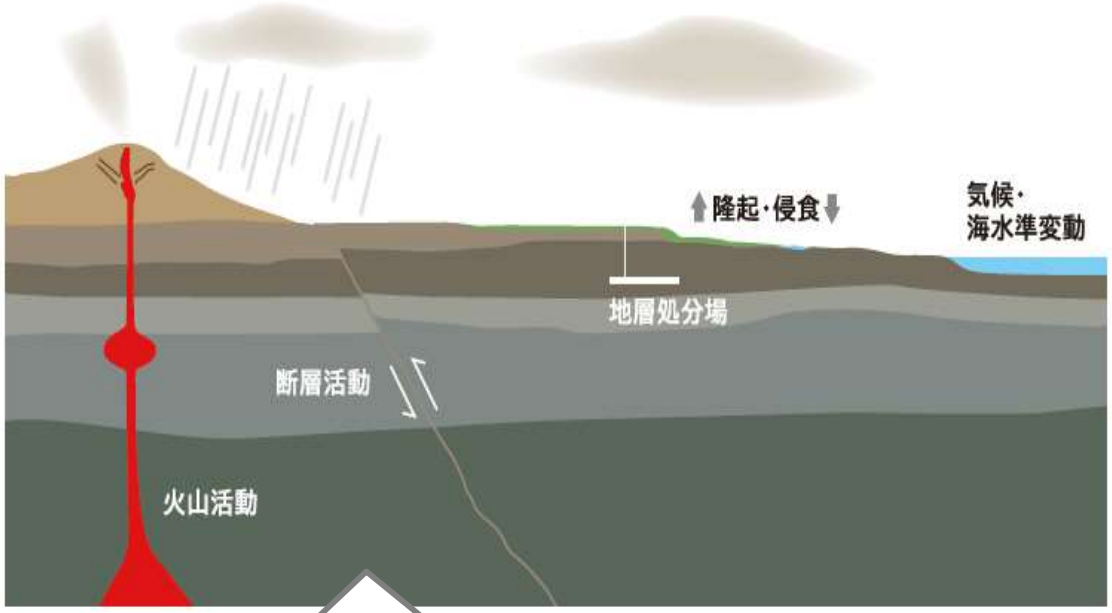
【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2024年版)を基に作成

２．地層処分事業について

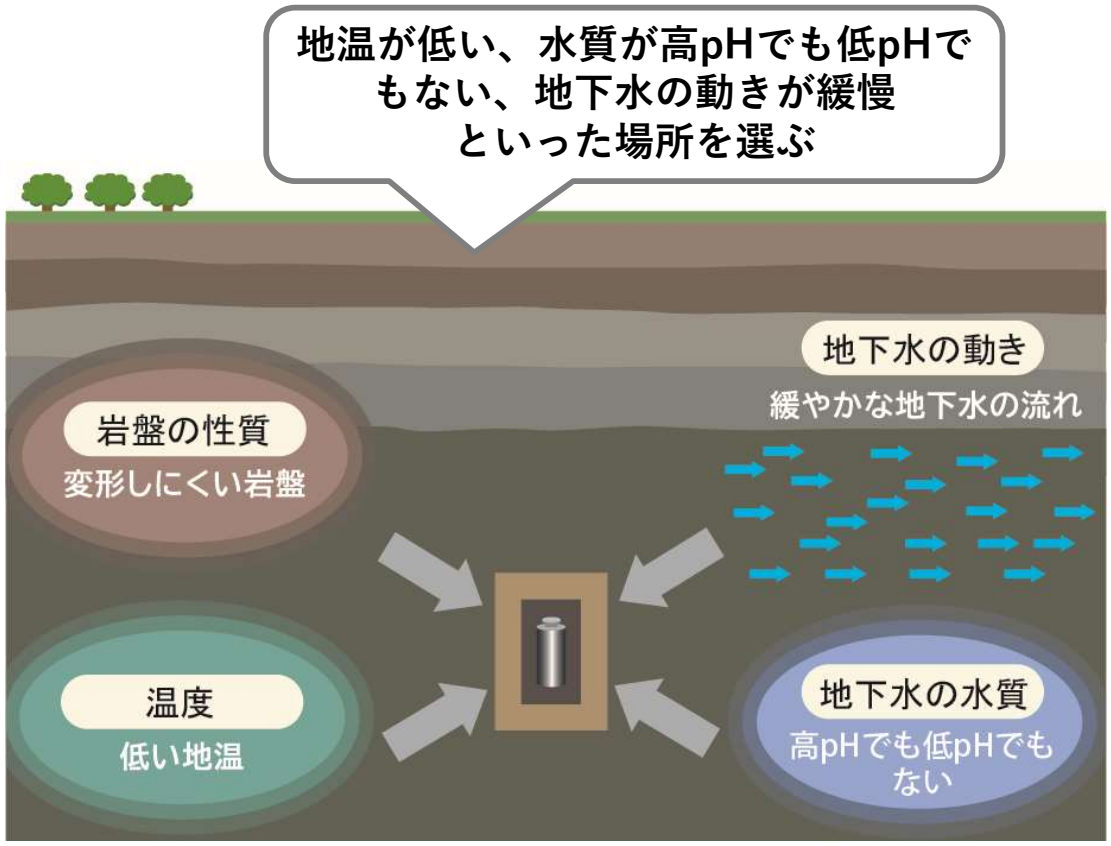
（１）基本コンセプト
（２）処分地選定調査
（３）リスクと安全確保

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。



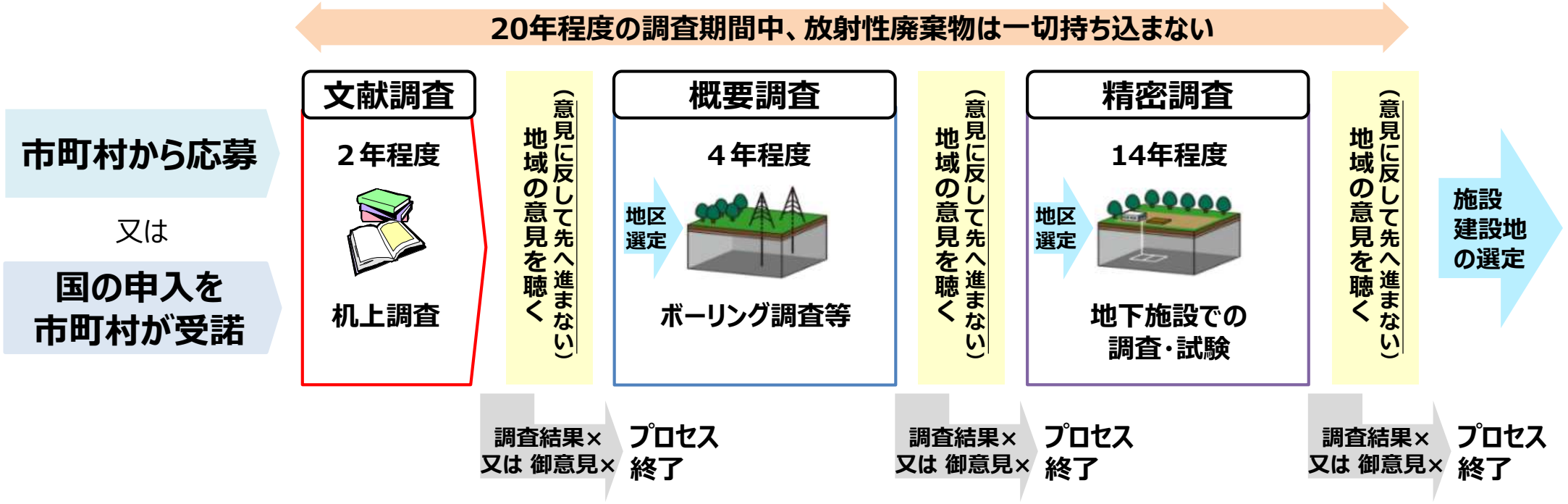
**火山や断層に近いところ
などは避ける**



処分地選定調査

- 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、知事と市町村長の御意見を伺います。御意見に反して先へ進むことはありません。
- 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）

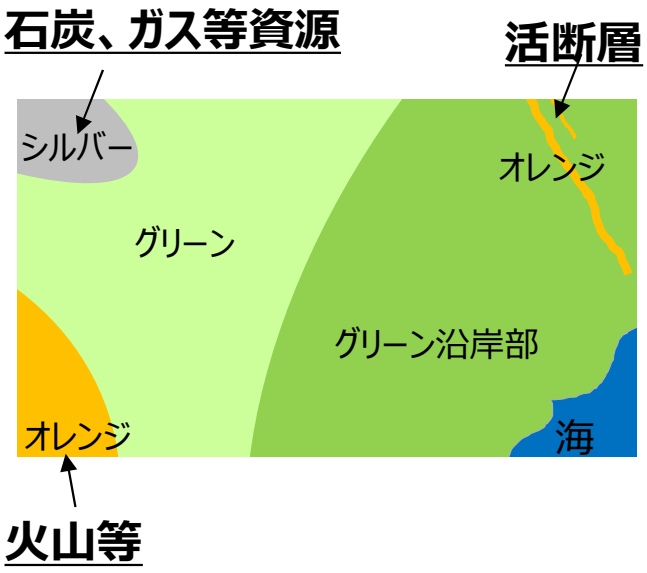


文献調査の進め方

- 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**となります（ボーリングなどの現地作業は行いません）。

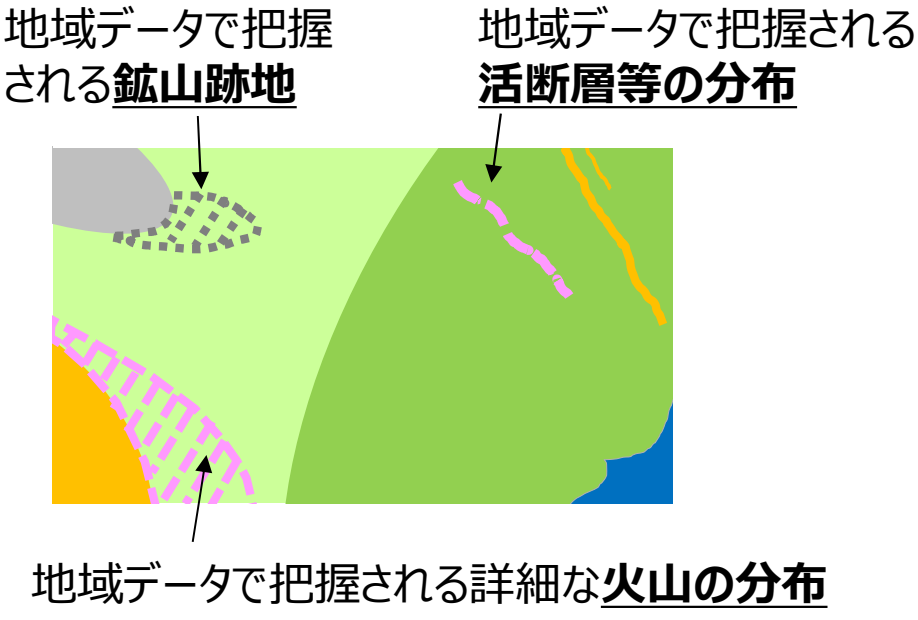
科学的特性マップ（全国一律に評価）

- ◆ **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**。



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**。
- ◆ **周辺の活断層等**のデータも分析。



文献調査への思い

寿都町長

片岡 春雄 氏
Haruo Kataoka

最終処分問題を全体で考えるために一石を投じる

ずっと先送りしてきた問題を、さらに**子供や孫世代に持ち越すことは、大人として恥ずかしい。**
私たちは、今の最新技術で世界とも 情報交換しながら**安全に処分する責任があることを考える必要**がある。

神恵内村長

髙橋 昌幸 氏
Masayuki Takahashi

全村民への理解を目指す 国とNUMOは慎重な意見を大切に

神恵内村は、**隣の泊村に北海道電力泊発電所**があり、**原子力政策に50年近く関わって**きた。
調査を進めていく上で、**村民の**皆様に**問題点や疑問点**が生じたら真っ先に説明に行き、**一つずつ払拭していく**つもりである。

出典：電気事業連合会「Enelog特別号(2020.11)」より一部抜粋
https://www.fepc.or.jp/enelog/common/pdf/sp202011.pdf

玄海町長

脇山 伸太郎 氏
Shintaro Wakiyama

国民的議論を喚起する一石となり、さらなる候補地の拡大につながる呼び水となることを期待

1975年の１号機の稼働以降、長年にわたり、原子力立地自治体として、発電をすることで、**日本のエネルギー政策と電力の安定供給に寄与**。今後も貢献。
日本はエネルギー自給率10％程度。資源価格高騰、二酸化炭素の問題等から、**しばらく原子力は日本に必要**。
中山間地域で平地も少なく、科学的特性マップ上もシルバーでもあり、これまで、最終処分の理解や関心が高まる活動に取り組む考えであった。
しかし、町内の３団体から、将来の持続的発展や安全確保を期待する請願が提出され、賛成多数で請願が採択され、町民等から様々な意見があったが、住民の代表が集う町議会で請願が採択されたことは、大変重い。
国からの申入れも受け、齋藤経産大臣との面談で、文献調査は、処分地に直結しないことも確認。
発電事業に長年携わり、国に貢献してきた原子力立地自治体が、更に文献調査に協力することは、非常に重い決断だが、**最終処分は、日本全体で考えるべき問題で、特定の地域だけの問題ではない。**

出典：第4回 特定放射性廃棄物小委員会(2024年6月17日) 資料４から一部抜粋
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/pdf/004_04_00.pdf

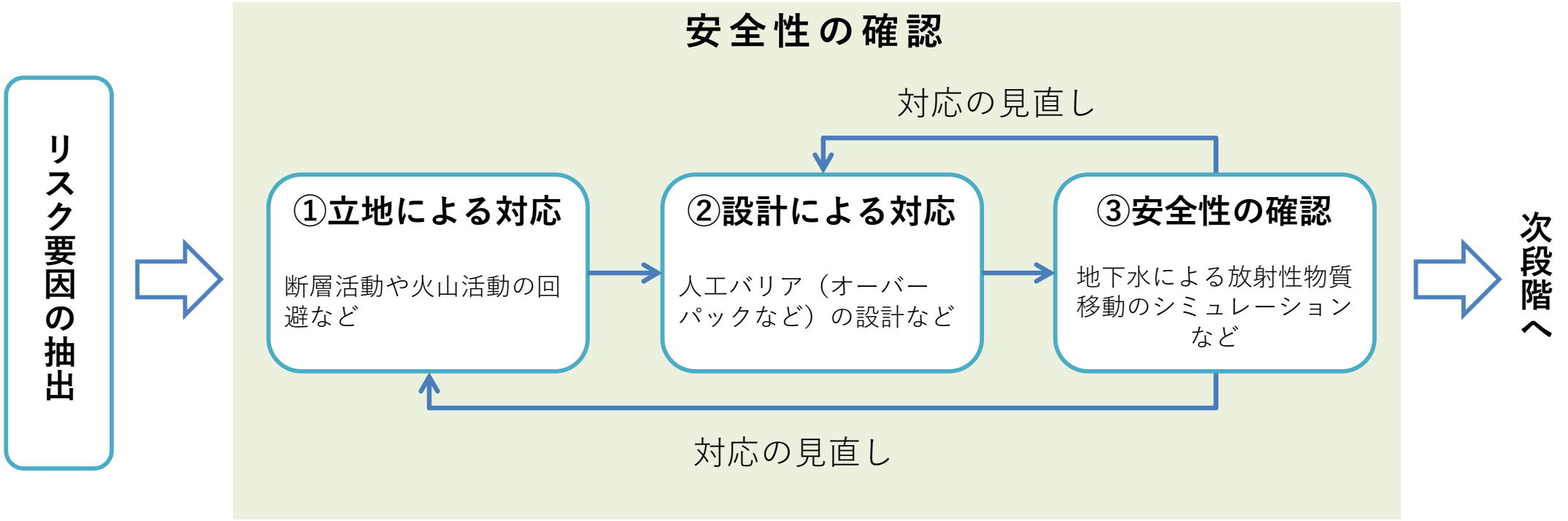
２．地層処分事業について

（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

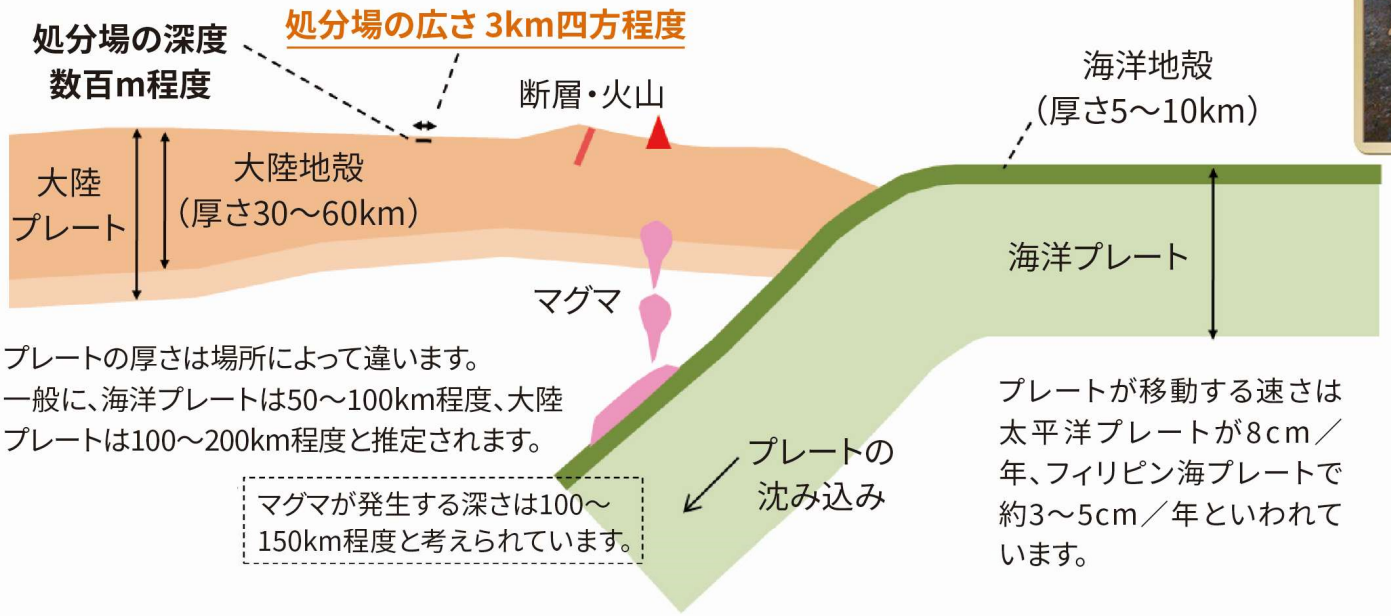
- 地層処分における、**数万年以上という非常に長期間の安全性は、実験などによって安全性を直接確認することができません**。そのため、**安全性に影響を与え得るリスク要因を網羅的に洗い出し**、**どのように対応するかを検討**します。具体的には、
  ①断層や火山などの影響を避けた立地となっているか（**立地による対応**）
  ②人工バリアや処分施設の設計で見直すべき点はないか（**設計による対応**）
  ③**安全が確保できるかをシミュレーションで確認する**（**安全性の確認**）

  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「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

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

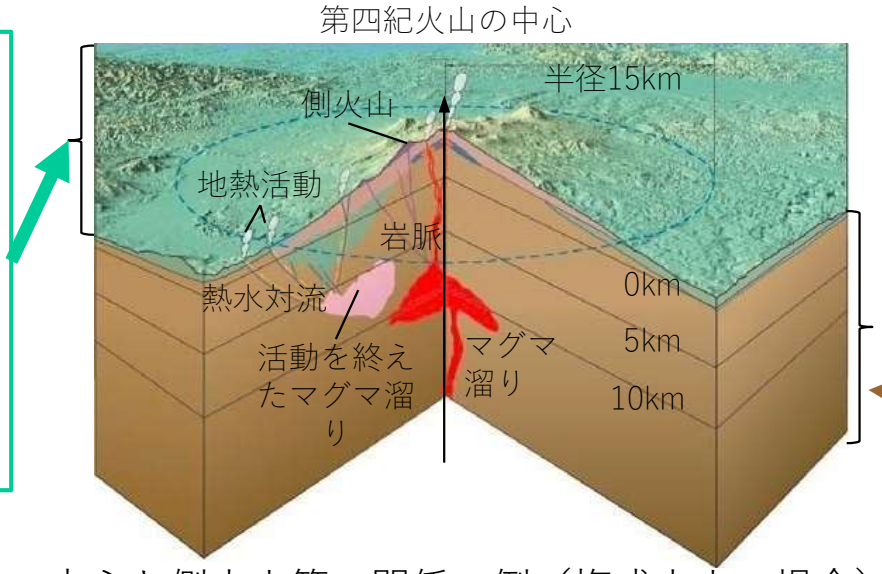
◆高い地温や、熱水や酸性地下水などの影響による閉じ込め機能の喪失

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

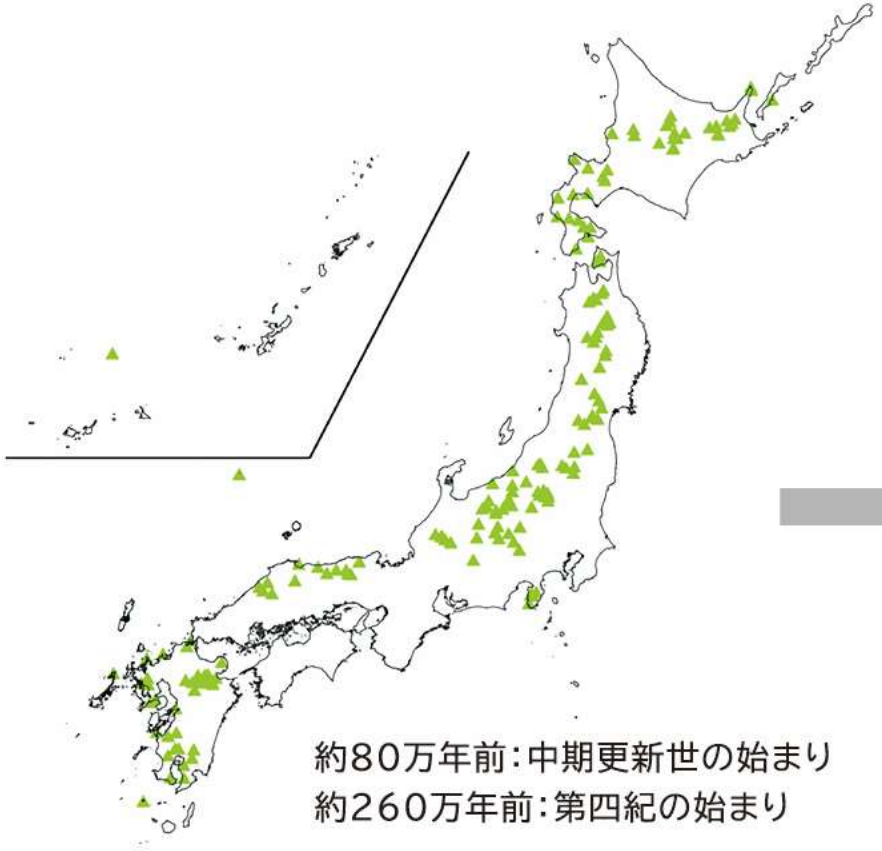
（注）側火山： 火山の頂上の火口から離れた山腹に火口ができ、そこにできる小型の火山のことです。
地熱活動：地下に存在する熱源から放出される熱によって、地温が高くなることです。
熱水対流： 地下に存在する熱源から放出される熱によって、地下水の対流が引き起こされることです。
複成火山： 休止期間をはさんで噴火活動を何度か繰り返した火山のことです。

●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

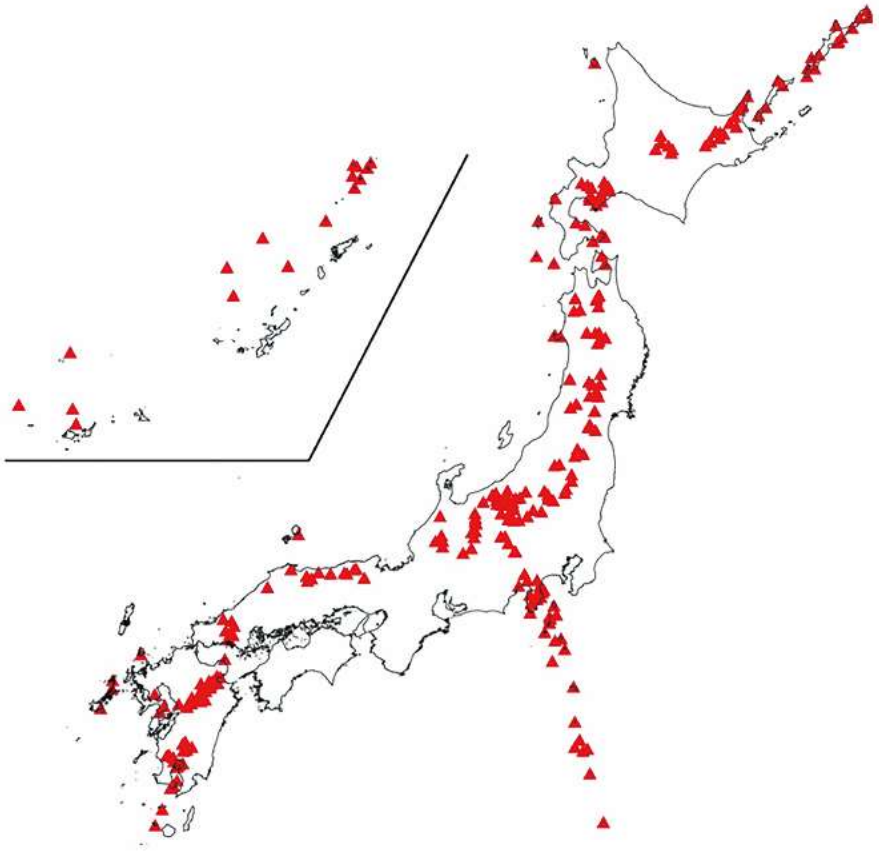
- これまでの研究により、火山活動が起きる地域は過去数100万年程度の間ほとんど変化していないことが分かっています。
- 火山の影響を受けるリスクを十分に小さくするために、火山の中心から十分離れた場所であることが大切です。

約260万年前～約80万年前に活動した火山



・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

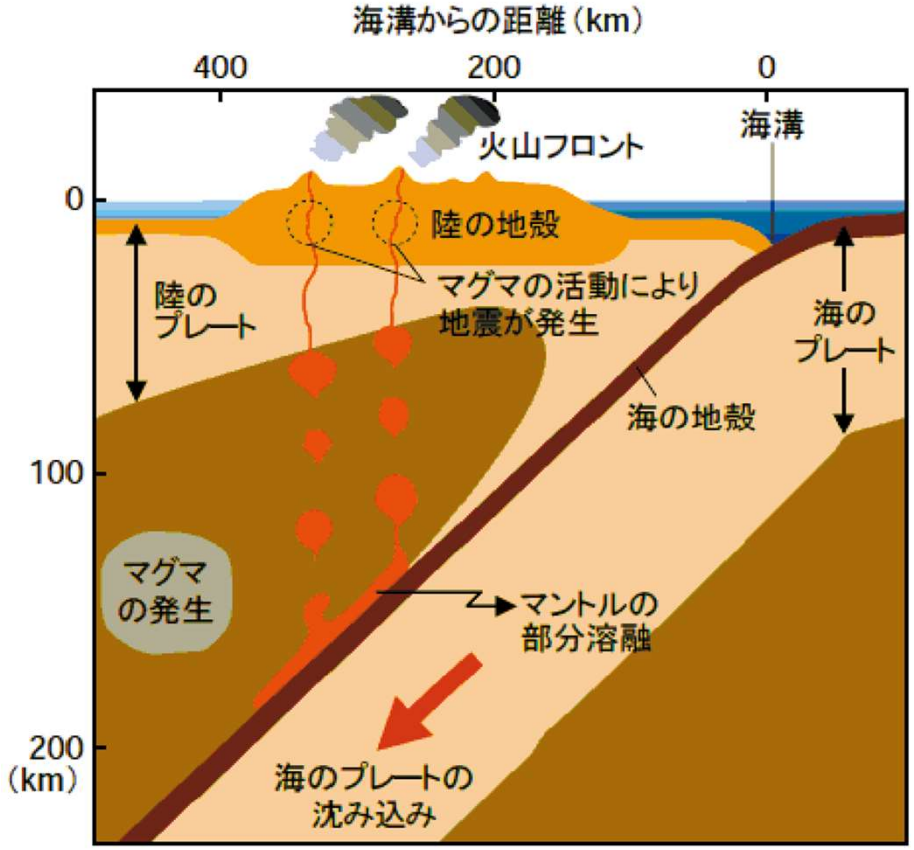
約80万年前～現在に活動した火山



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

（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、マント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）の分布に基づくと、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なわけではなく、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

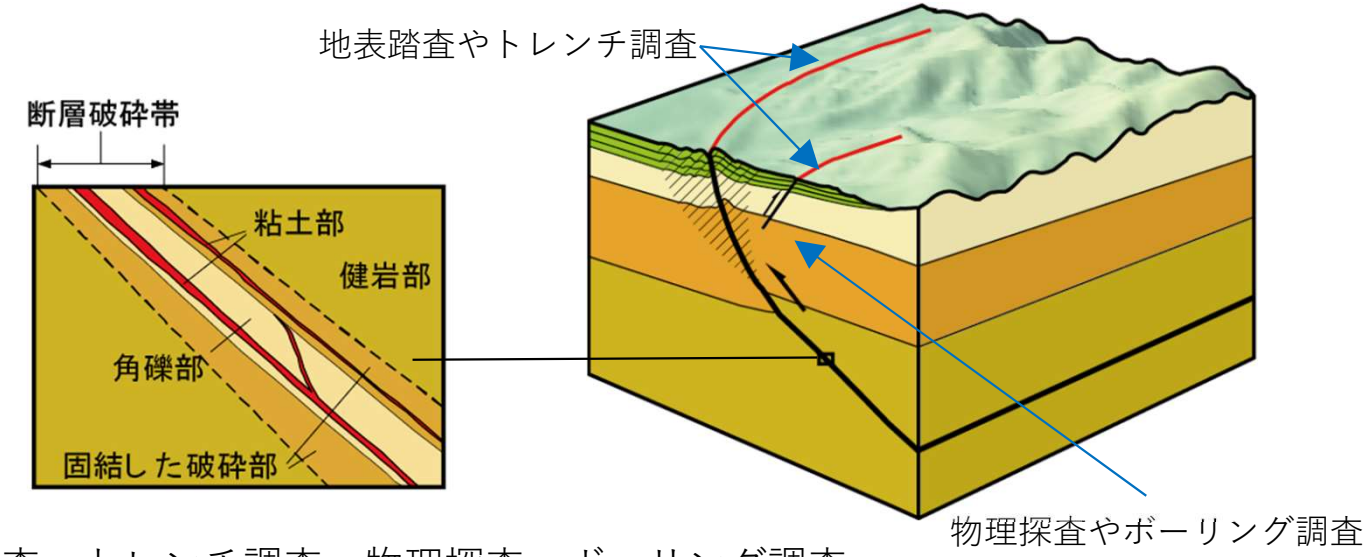
考慮すべきリスク要因

◆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。

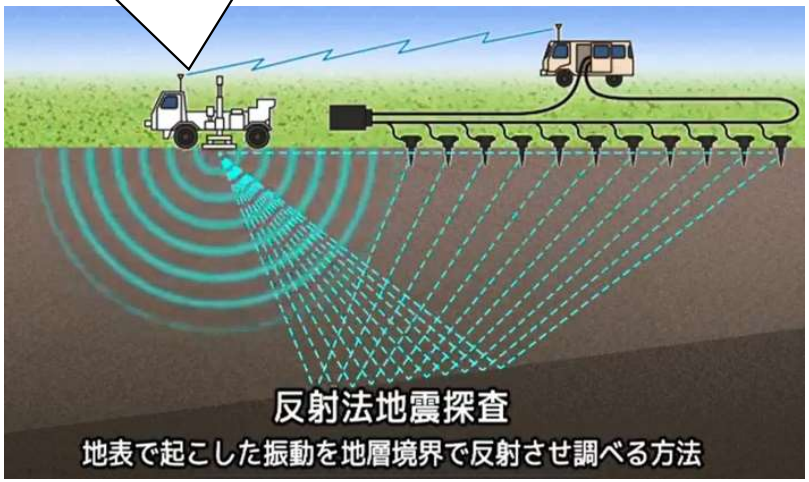
●地表から物理探査で地下の断層の分布を確認した例

奈良盆地東縁断層帯の帯解（おびとけ）断層の事例

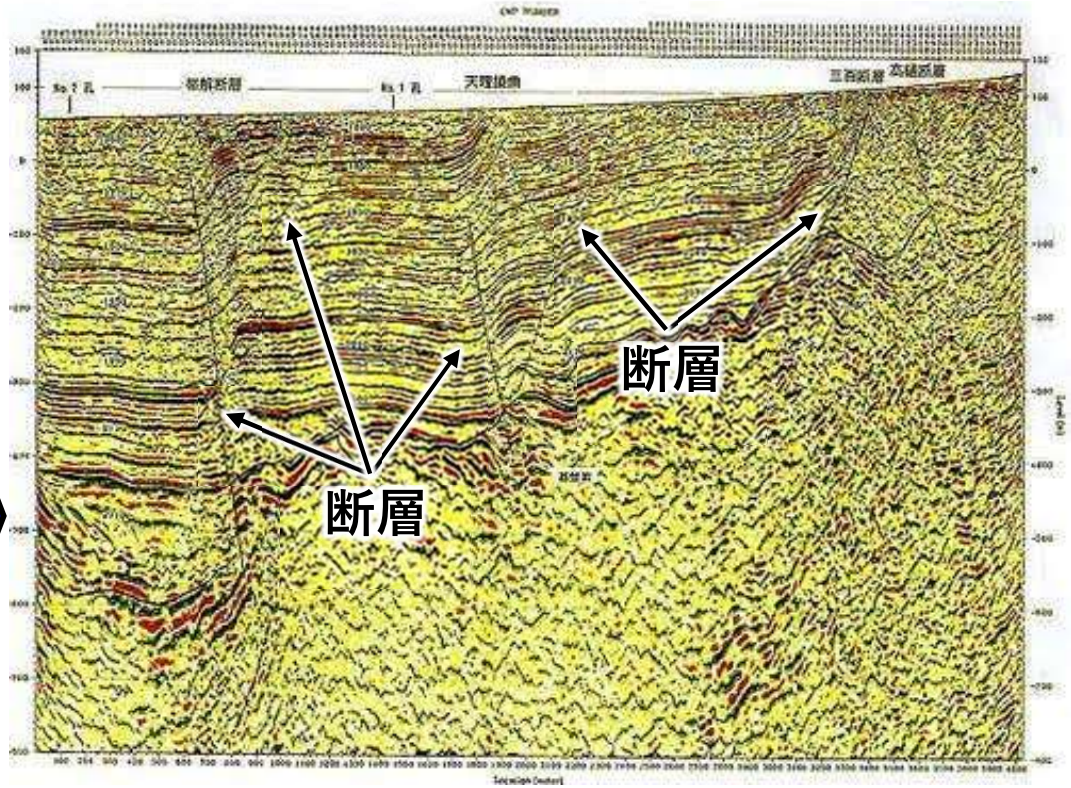
人工的に揺れを発生させる車



出典：(株)地球科学総合研究所提供



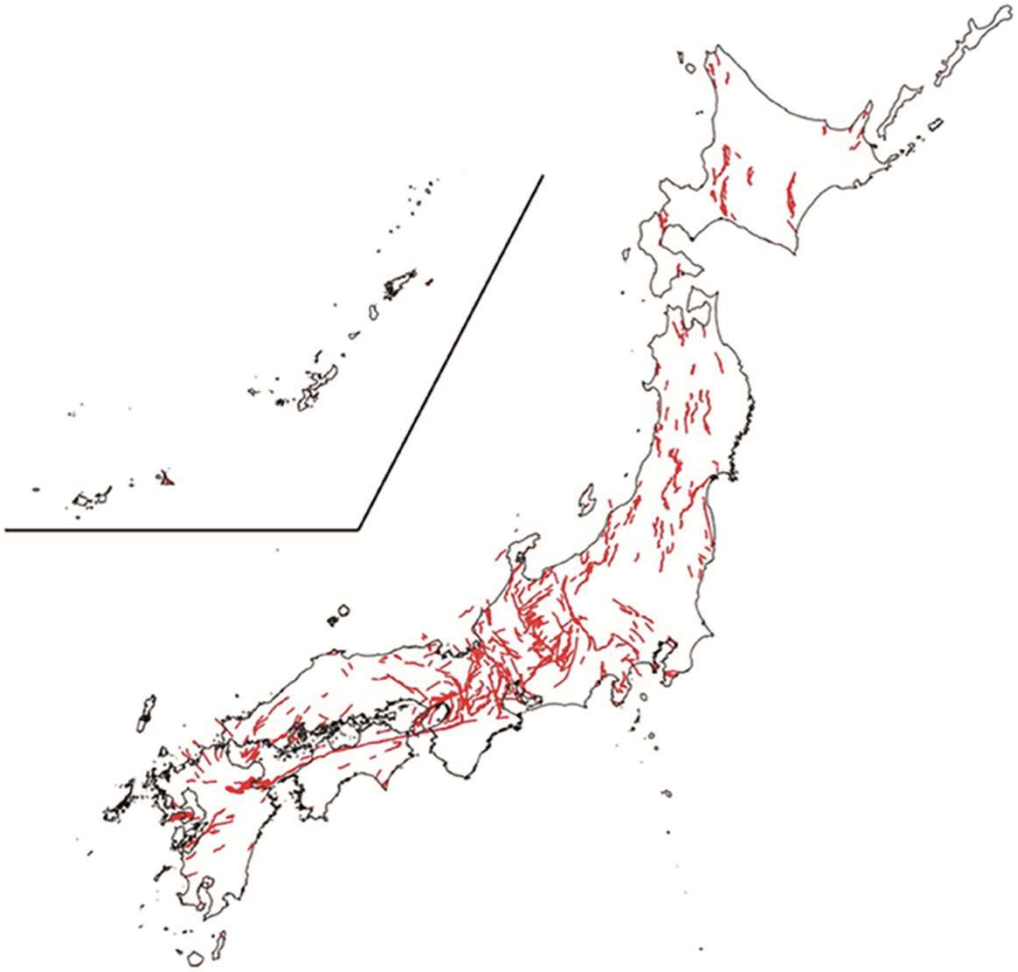
地中の断層の分布を可視化した結果



出典：最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価－地質環境特性および地質環境の長期安定性について－（地層処分技術ＷＧ，2014）
産業技術総合研究所地質調査総合センターウェブサイト　https://www.gsj.jp/publications/actfault-eq/h8seika.html#nara

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。
  さらに、離れた場所であることを確認します。



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/index_gmap.html）

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

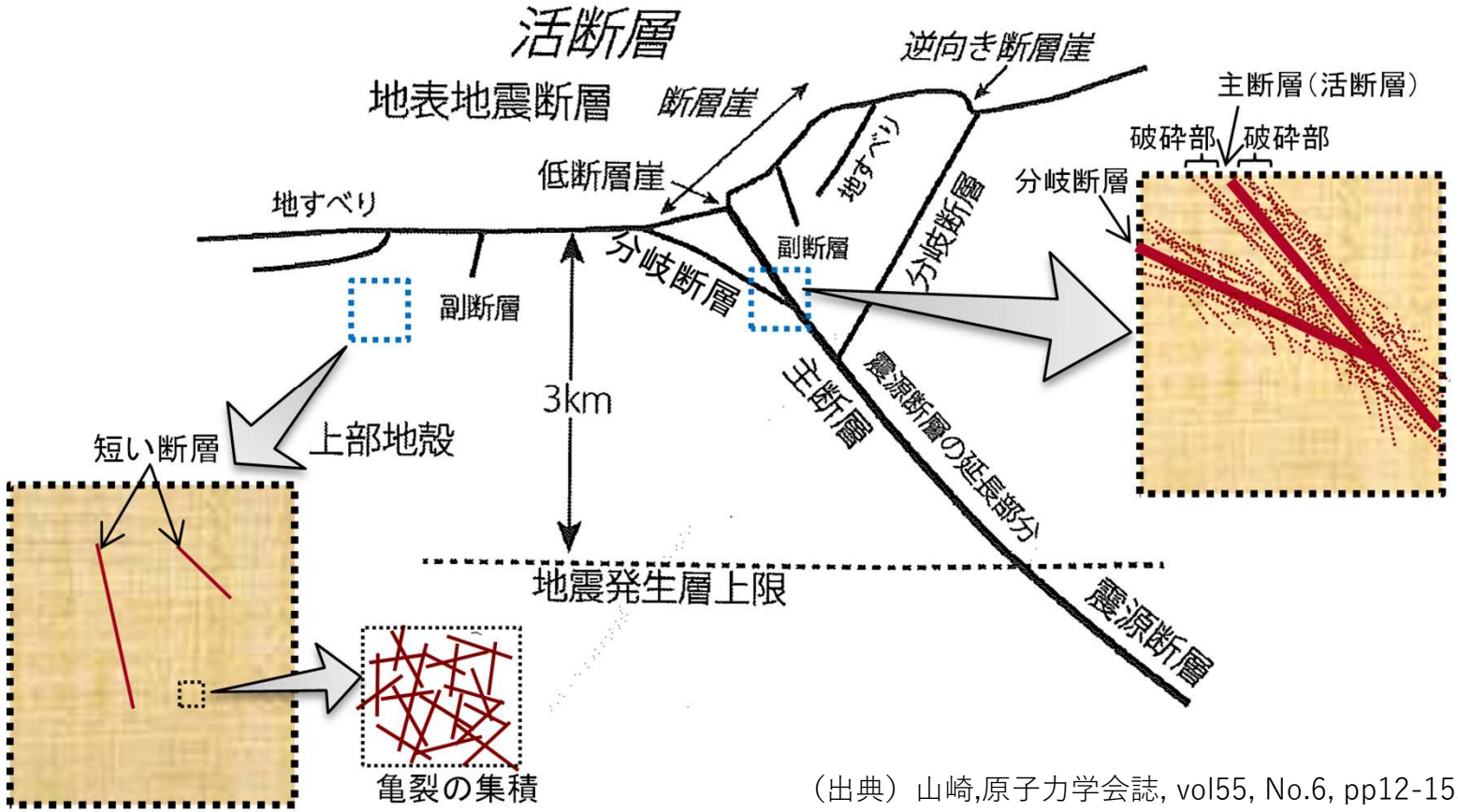
既にある断層が岩盤の中で最も弱い場所となり、同じ断層が繰り返し活動する傾向があります。

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・破砕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、破砕部、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。

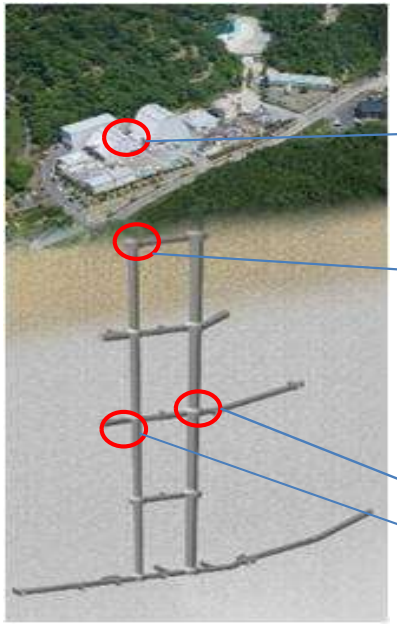


（出典）山崎,原子力学会誌, vol55, No.6, pp12-15, 2013の図2に加筆

地震・津波の影響

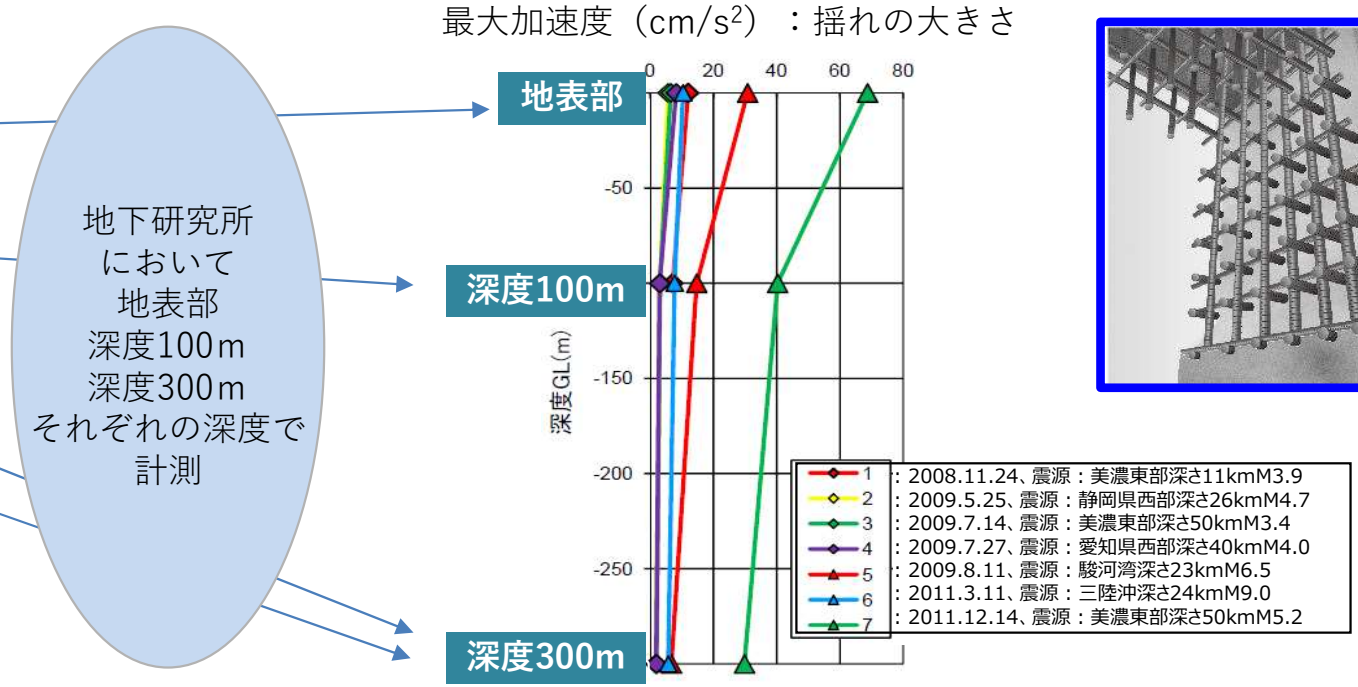
- **地震の影響についても考慮します。**過去の地震等を調査・評価し、場所に応じた最大級の地震を想定して、必要な**耐震設計を行います**（例：通常より太い鉄筋を多数配置するコンクリート壁）。
- また、一般的に地上に比べて**地下深部の揺れは概ね1/3から1/5程度**であることがこれまで知られています。坑道を埋め戻し、**処分施設閉鎖後は、廃棄体と周りの岩盤が一緒に動く**ため、地下深部の廃棄体に地上と同程度の大きな影響が及ぶことは考えにくいです。
- **津波の影響についても考慮します。**過去の津波等を調査・評価し、場所に応じた最大級の津波を想定して、**防潮堤や高台に施設を建設する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



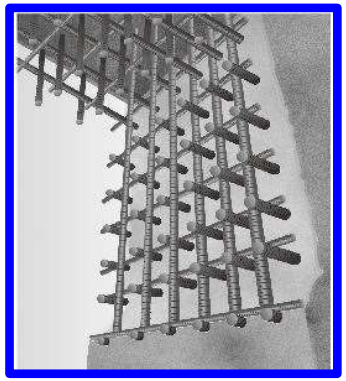
https://www.jaea.go.jp/04/tono/pamph/tgcpamph.pdf

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）



https://www.jaea.go.jp/04/tono/miu/research/stage/panel/17.pdf

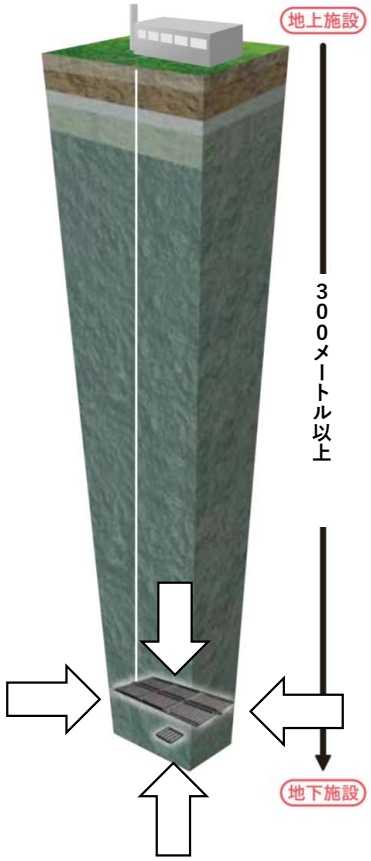
耐震性を高めるための
鉄筋コンクリート壁



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いことが確認されています。
- なお、各地の地震発生時において、付近のトンネル内では、地上に比べると影響が小さいことが確認されています。

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

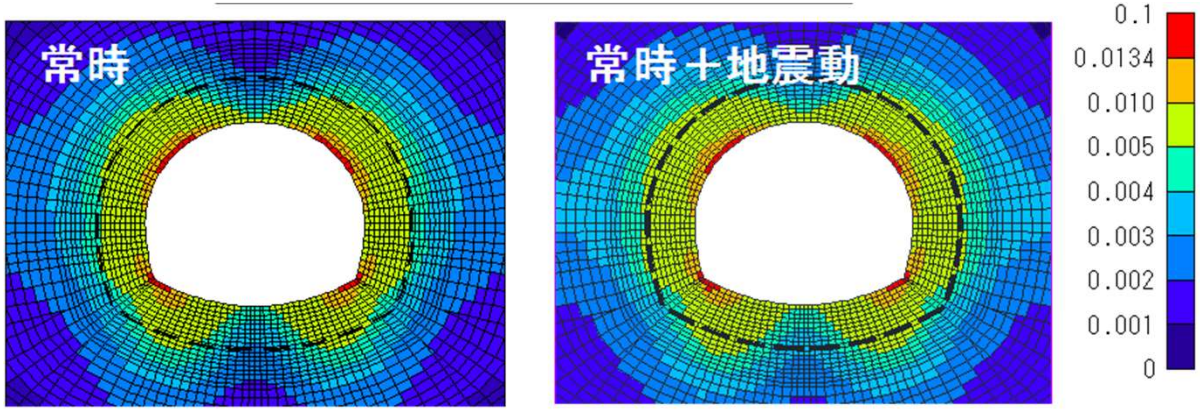


例えば、地下500mにトンネルを建設する場合、
地震によってかかる力は地面に常にかかっている圧力の２０分の１

- トンネルには最大で約3,600ｔ(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150ｔ(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/technology/technical_report/tr14_02pdf/TR-14-02.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

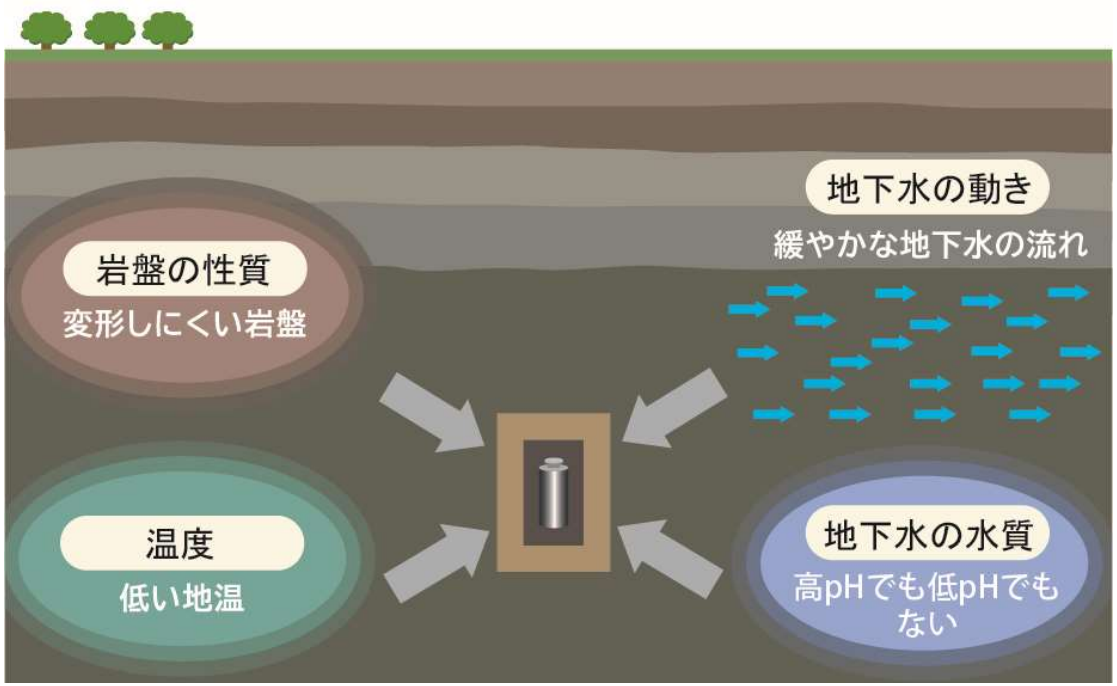
考慮すべきリスク要因

◆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

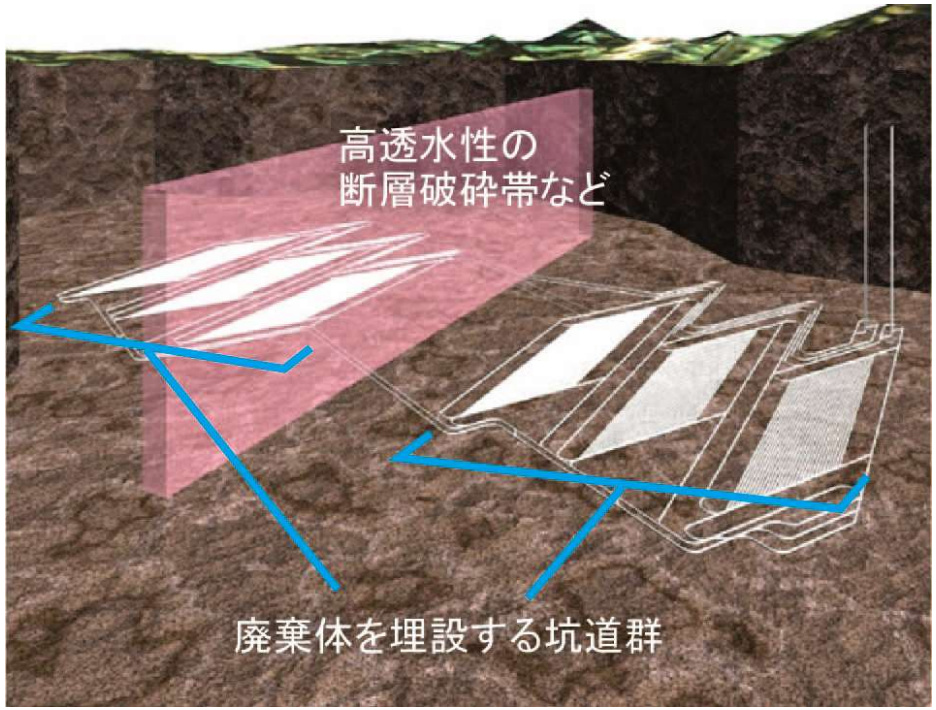
リスク要因への対応

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（高pHでも低pHでもない）、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。



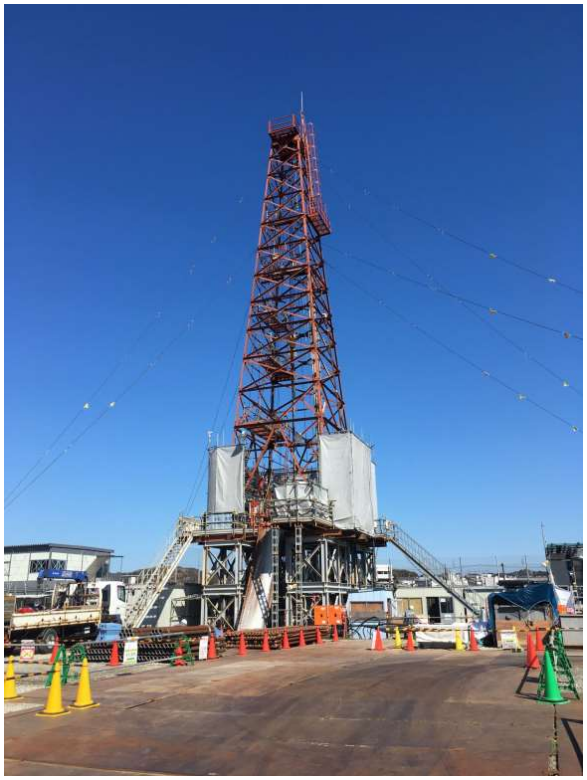
好ましい地下深部の地質環境



著しく地下水を通しやすい断層破砕帯が存在する場合の坑道群配置例

（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）



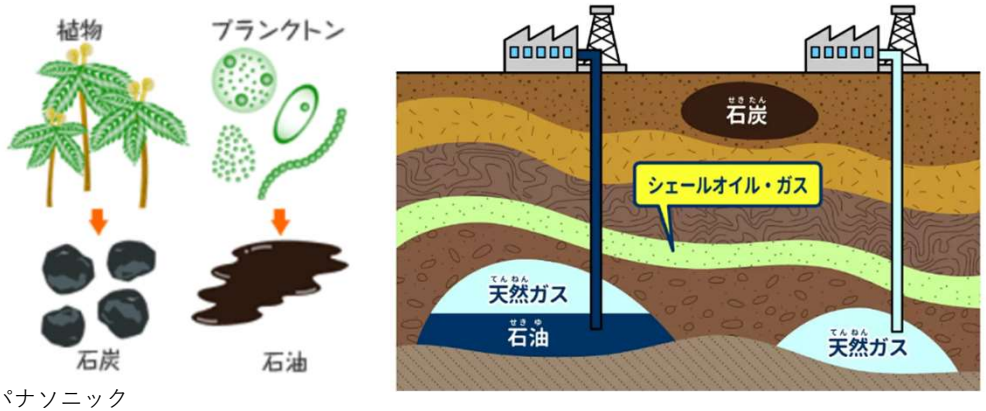
採水調査



コア間隙水の抽出

（参考）地下深部の状況・把握について

- **石炭、石油、天然ガス**は、**数千万年以上前に地球上にいた植物や水中のプランクトンなどの死がい**が海や湖の底にたまり、バクテリア等により分解され、地下の熱的、化学的条件において変化したものです。
- **地下深部の状況を把握するため、**地下水に含まれる放射性物質の濃度、天然に存在する放射性物質の放射壊変やそれに伴う物質の生成等に着目し、**様々な地下水の年代を評価する方法があります。**
- **北海道幌延地域の地下水の年代**は、ヘリウム(^{4}He)による評価方法から、**最大1000万年に達していると推定。**この年代は、**対象の地質の年代とおおむね整合**していることが確認されています。



出典：パナソニック
(https://www.panasonic.com/jp/corporate/sustainability/citizenship/pks/library/020energy/ener005.html)
学研ホームページ(https://kids.gakken.co.jp/kagaku/eco110/ecology0118/)

地下水の年代を評価する方法の例

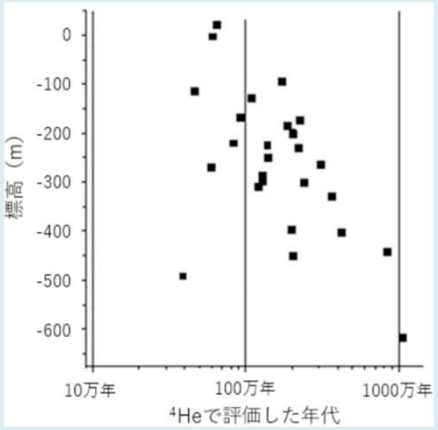
■ ヘリウムガス（^{4}He）による評価方法
ヘリウムは、岩石に含まれるウランやトリウムから発生するため、**地下水の年代が古いと、岩石と接触する地下水中のヘリウム濃度も高くなる。数百年～1000万年程度の地下水年代**の評価が可能。

■ 塩化物イオン（^{36}Cl）による評価方法
塩化物イオンの放射性同位体(^{36}Cl)は、宇宙線と大気中のアルゴン(Ar)の反応で発生する。^{36}Clの半減期は約30万年。地表では、発生と崩壊が平衡になり^{36}Clは一定濃度を保つが、地下に入ると宇宙線の影響がなくなり、半減期に従って減少していく。**地表付近と地下の^{36}Clの差と半減期から年代を推定。10万年～150万年程度の地下水年代**の評価が可能。

■ その他
気温の低下による溶存希ガスの溶解度の変化や環境中の物質の濃度変化(核実験由来の放射性物質や温暖化ガス)等の濃度を利用。

北海道幌延地域での地下水年代測定の結果

■ 図は、試料採取地点の標高とヘリウムから評価された地下水年代の関係を示した結果。
■ **ヘリウムから評価された年代**は地下深部ほど増加し、**最大で1000万年に達していると推定。**この年代は、**調査対象の地質年代と概ね整合**していることが確認できた。
■ 本地点は、過去に隆起沈降等の地殻変動を受けているものの、地下水は堆積時からほとんど動いていない可能性が高いと考えられる。
■ このように、地下水年代の評価は**人為的な試験ではなく、過去の自然現象を利用して地下水年代を推定する方法**であるため、地下水の古さを直感的に理解できる。



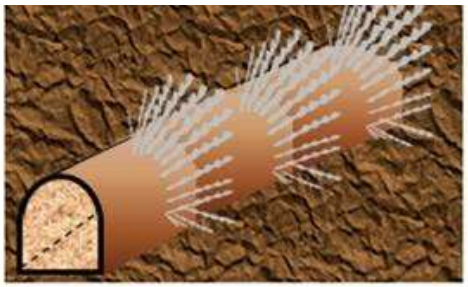
試料採取地点の標高とヘリウムから評価された地下水年代の関係

出典：電力中央研究所　電気新聞ゼミナールより引用

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

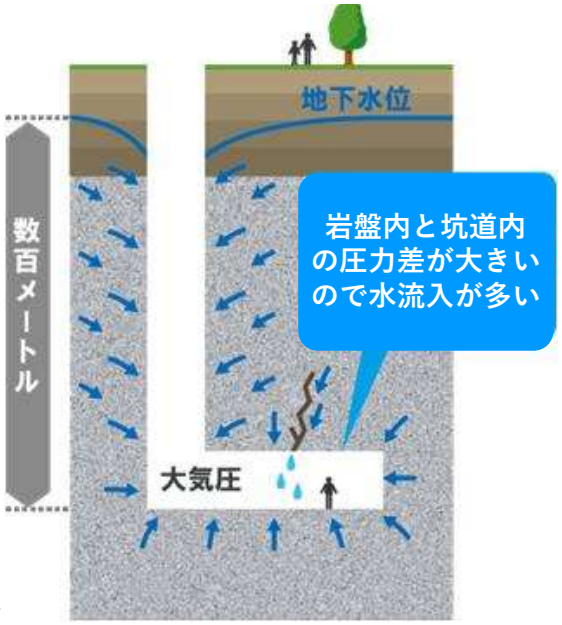




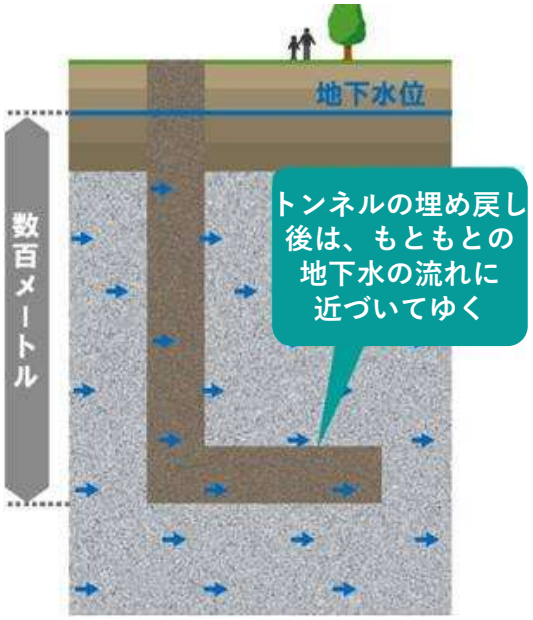
湧水亀裂の想定箇所にドリルで
グラウチング用の穴をあけます。

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

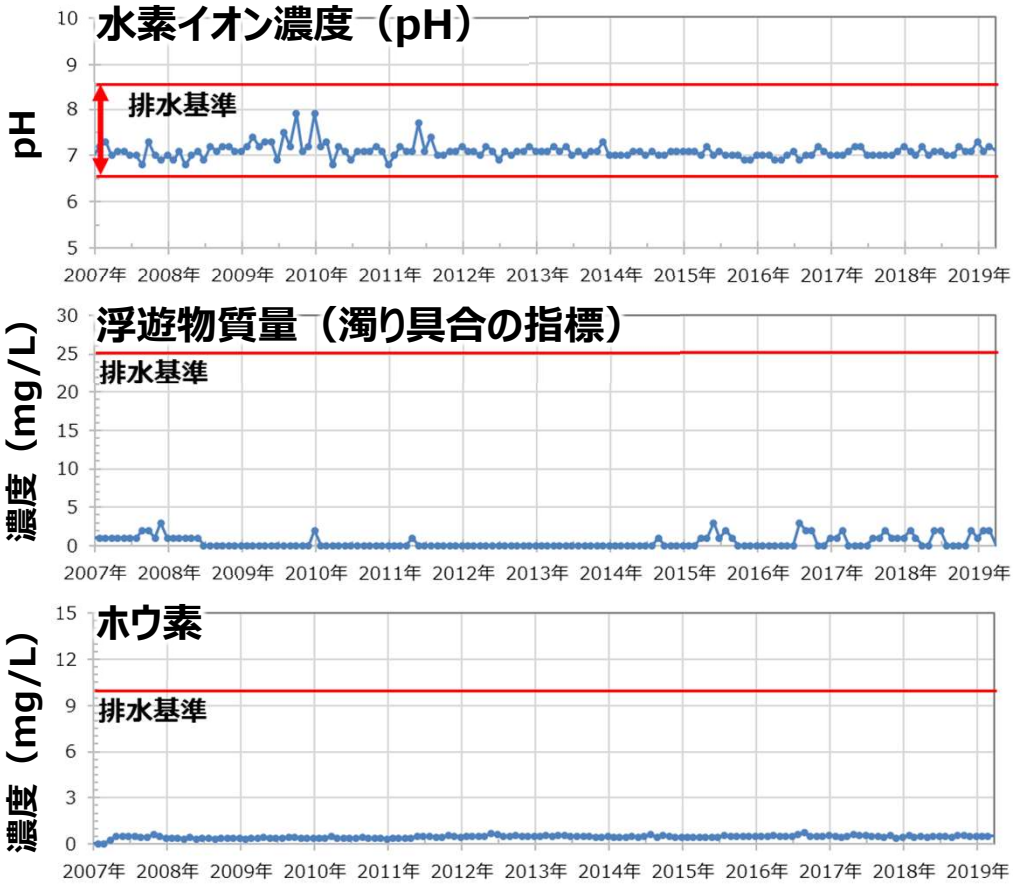


グラウチングにより、**地下水量を１/100程度まで減らせることは実証済**。岐阜県瑞浪市の地下研究所における研究では、1,380m^3/日の湧水が想定されていた箇所をグラウチングすることで15m^3/日まで低減。

出典　https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejge/74/1/74_76/_article/-char/ja/

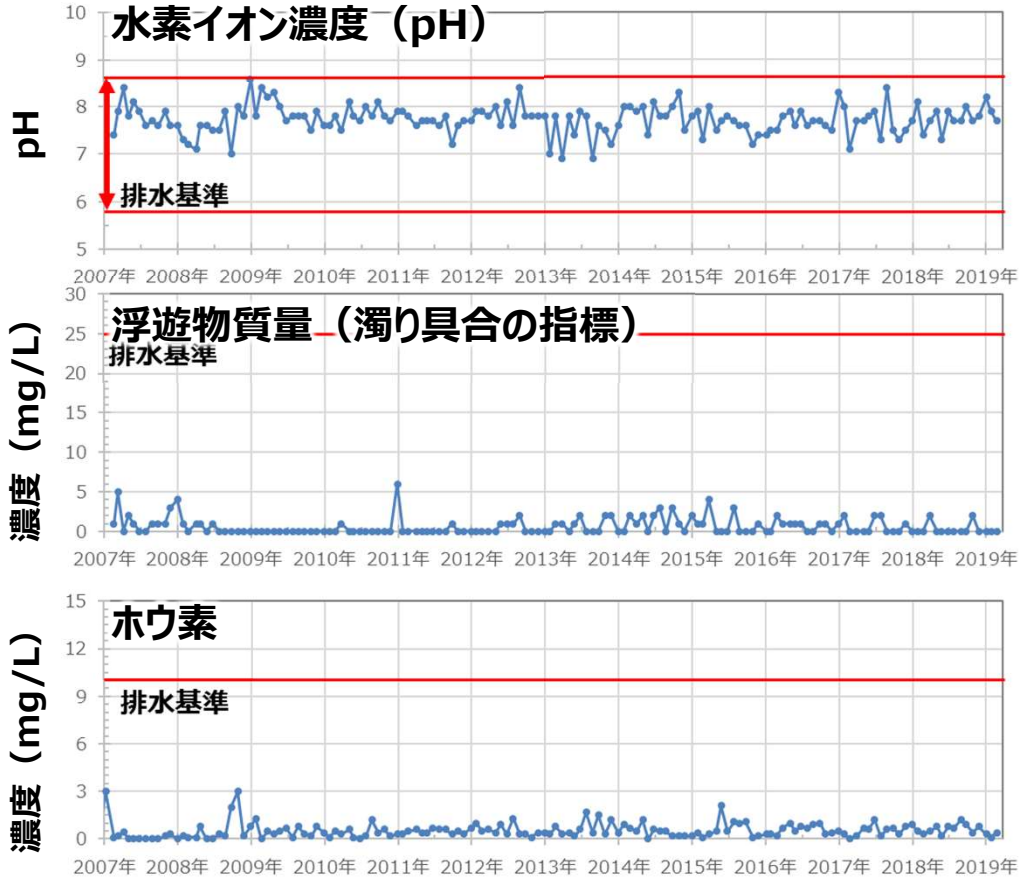
地下水の排水に伴う河川や海への影響はないのか

- 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、環境基準や排水基準を満たした水を適切に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

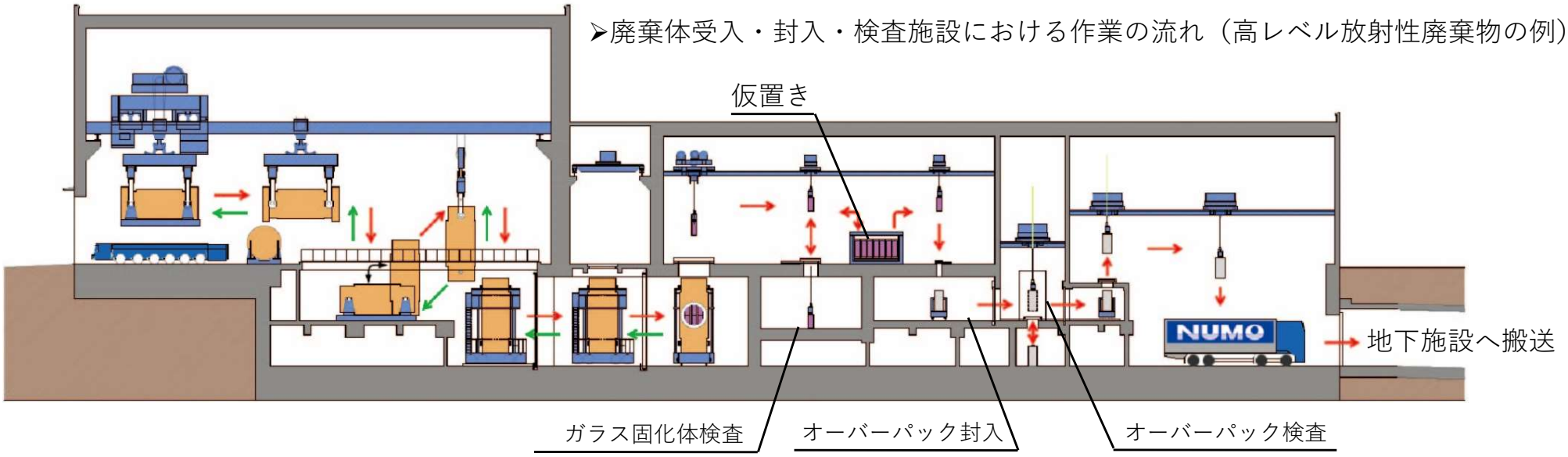
JAEAのHP情報より作図

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。
- 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）

➢廃棄体受入・封入・検査施設における作業の流れ（高レベル放射性廃棄物の例）

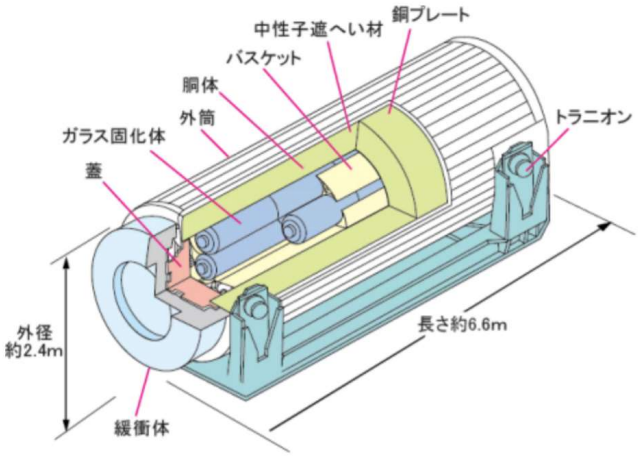


輸送時の安全性

- 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

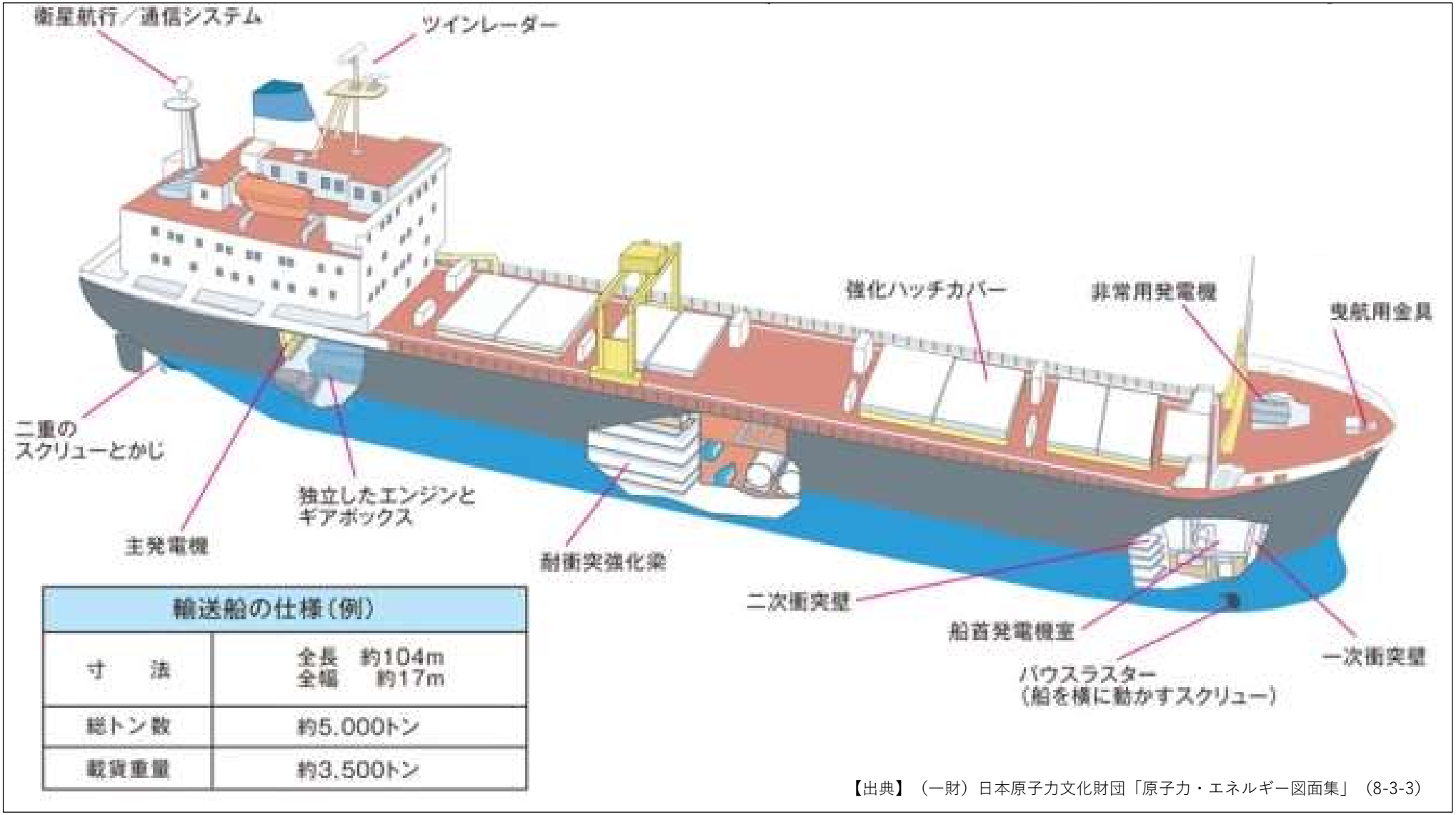


出典：原燃輸送株式会社HP

※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／スクリューなどを備えた安全性の高い船舶を利用します。



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】（一財）日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」（8-3-3）

より詳しくは・・・

「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

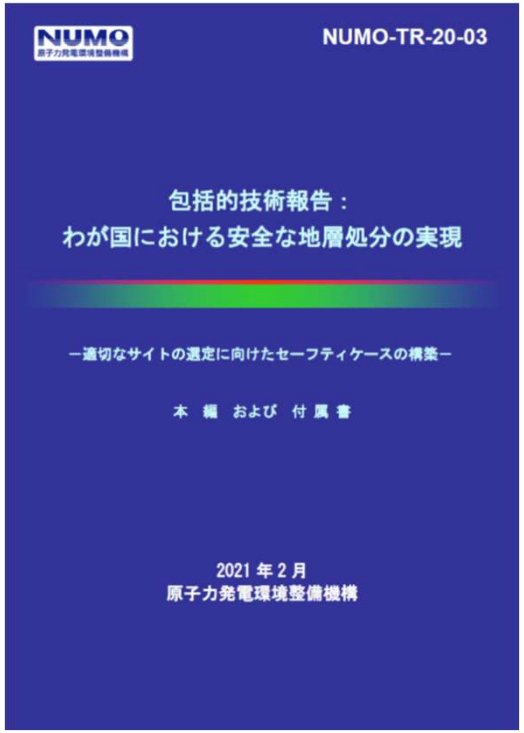


「地層処分、安全確保の考え方」PDF

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－」



包括的技術報告書特設ページ

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

包括的技術報告書の取りまとめ

■ 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

（※）国際機関が発行しているセーフティケースの解説書

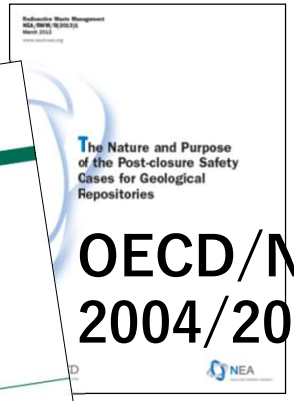
- IAEA (2012)：The safety case and safety assessment for radioactive waste, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series, No. SSG-23.
- OECD/NEA (2004)：Post-closure safety case for geological repositories, NEA No. 3679.
- OECD/NEA (2013)：The nature and purpose of the post-closure safety cases for geological repositories, NEA/RWM/R(2013)1.

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）



IAEA 2012



OECD/NEA 2004/2012

国際的指針



英国RWM（現NWS）2016



ジェネリック

NUMO包括的技術報告書 2021



スイス Nagra 2002



ベルギー ONDRAF/NIRAS 2001

ジェネリックまたは岩種スペシフィック

米国 USDOE 2008





フランス Andra 2023

スウェーデン SKB 2011

許認可申請

操業許可申請



フィンランド Posiva 2021

サイトスペシフィック（特定のサイトを対象）

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，2021 ）
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

地層処分に適した地質環境の選定およびモデル化

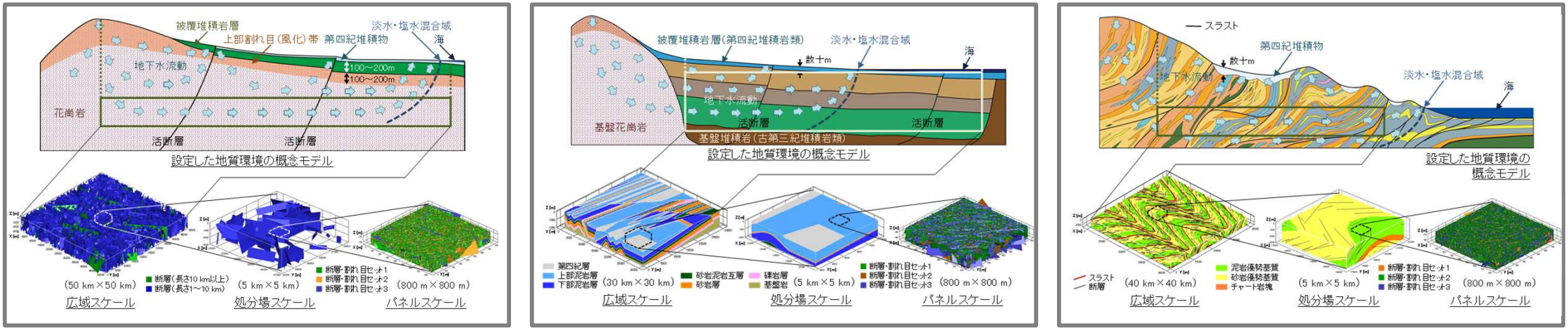
■ 適切な地質環境を選定するための調査・評価技術の提示

- 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

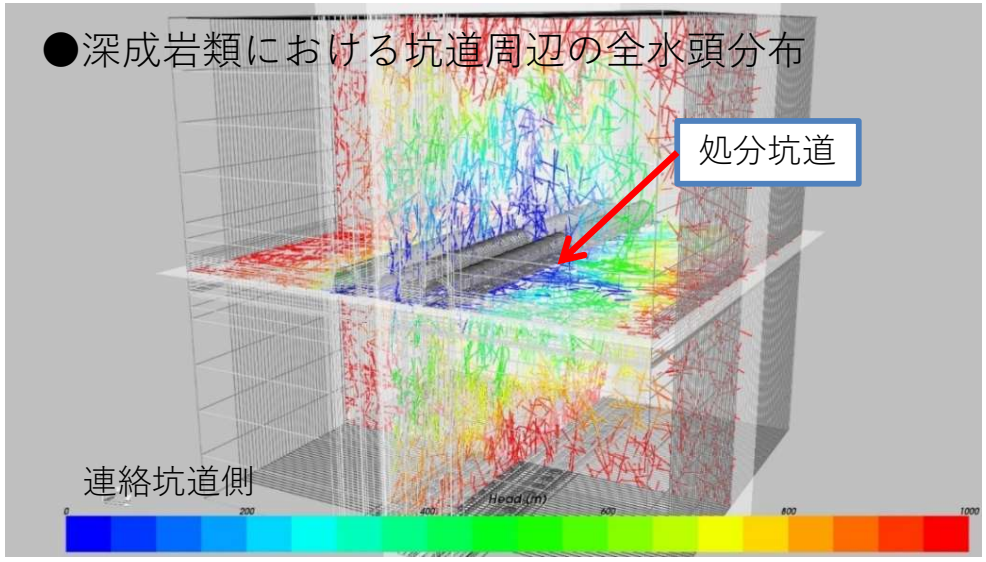
処分場の設計と工学技術（1/2）

■ 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

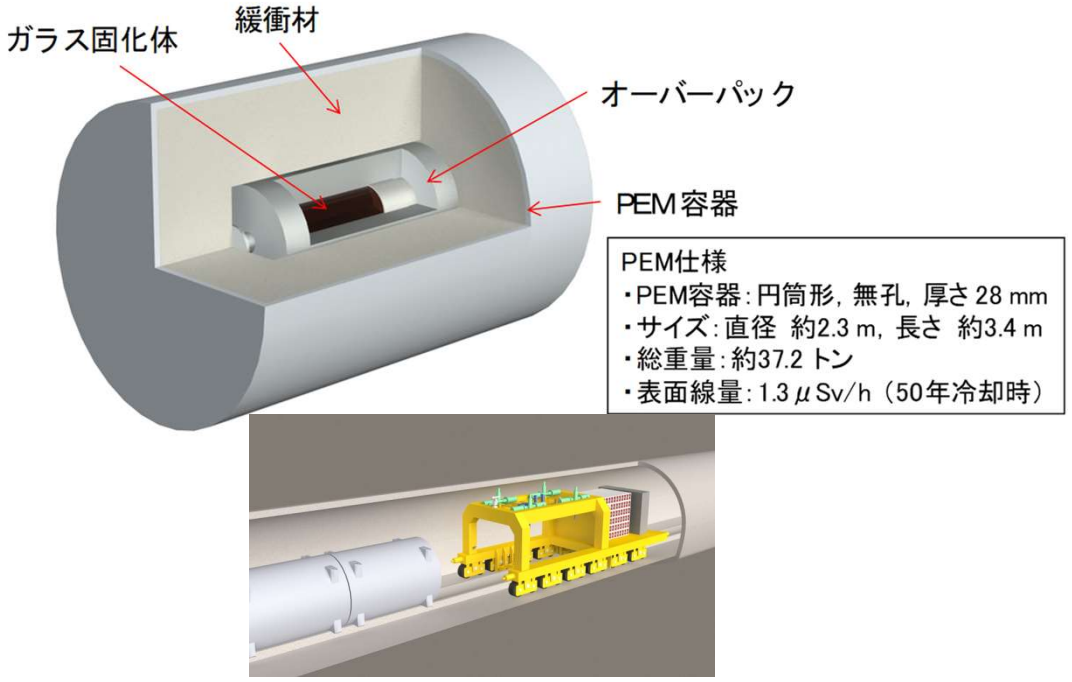
- 地質環境モデルの特徴に対応した設計上の対策の具体化と設計結果の提示
- 地上施設の安全対策や操業方法の具体化　など

■ 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操業性に優れる人工バリアの定置方法（PEM）の導入　など



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



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・定置する方法（PEM）

処分場の設計と工学技術（2/2）

■ 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

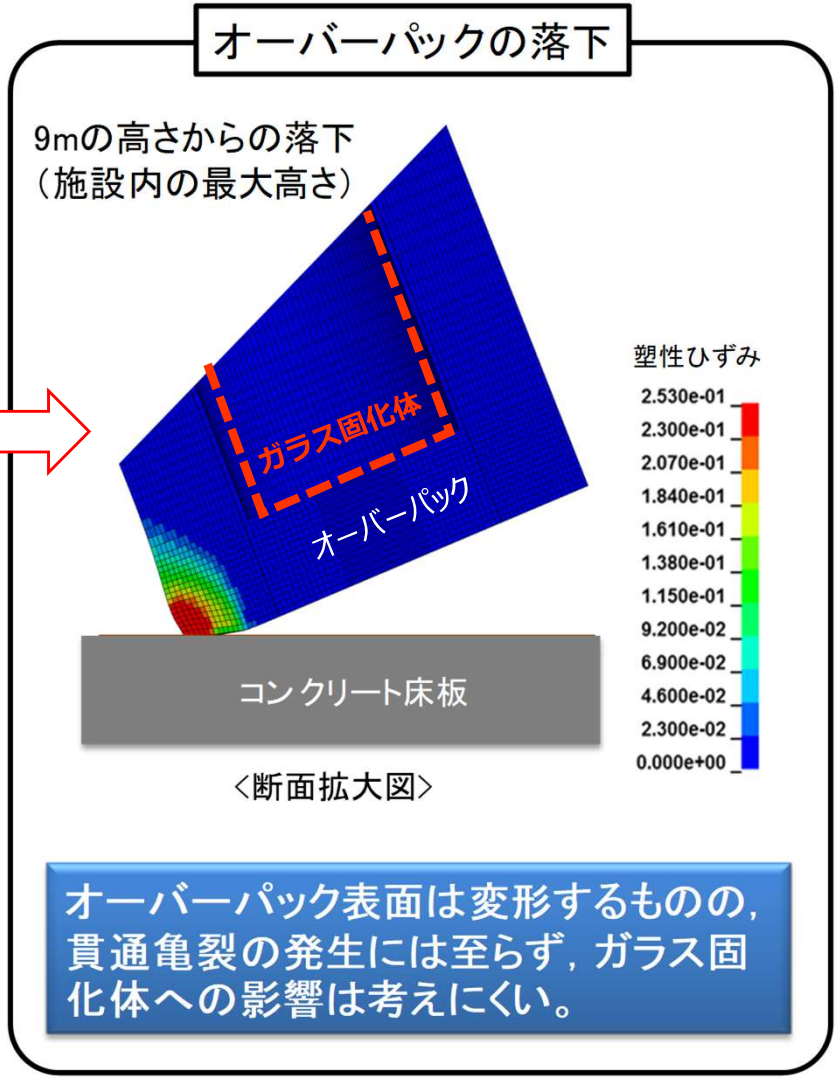


自動運転による廃棄体定置試験
（スウェーデンSKB社ホームページ）
https://skb.se/nyhet/temakvall-om-maskinutveckling/

処分場閉鎖前の安全性の評価

■ 操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

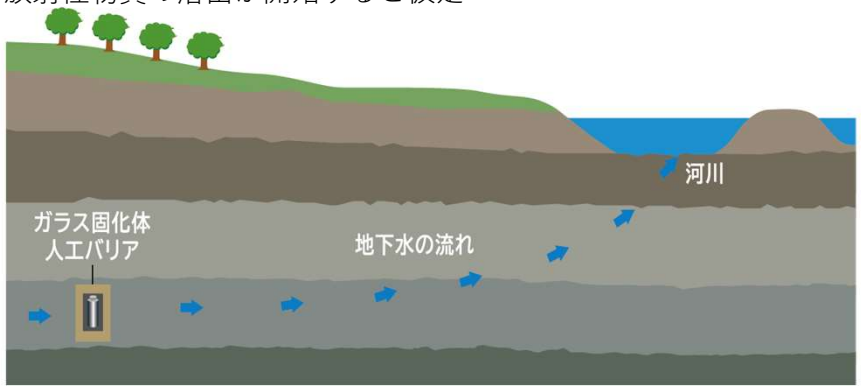
放射性物質が漏れ出した場合の想定（安全性の確認）

- 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パック（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。

閉鎖後長期の安全性の評価（1/4）

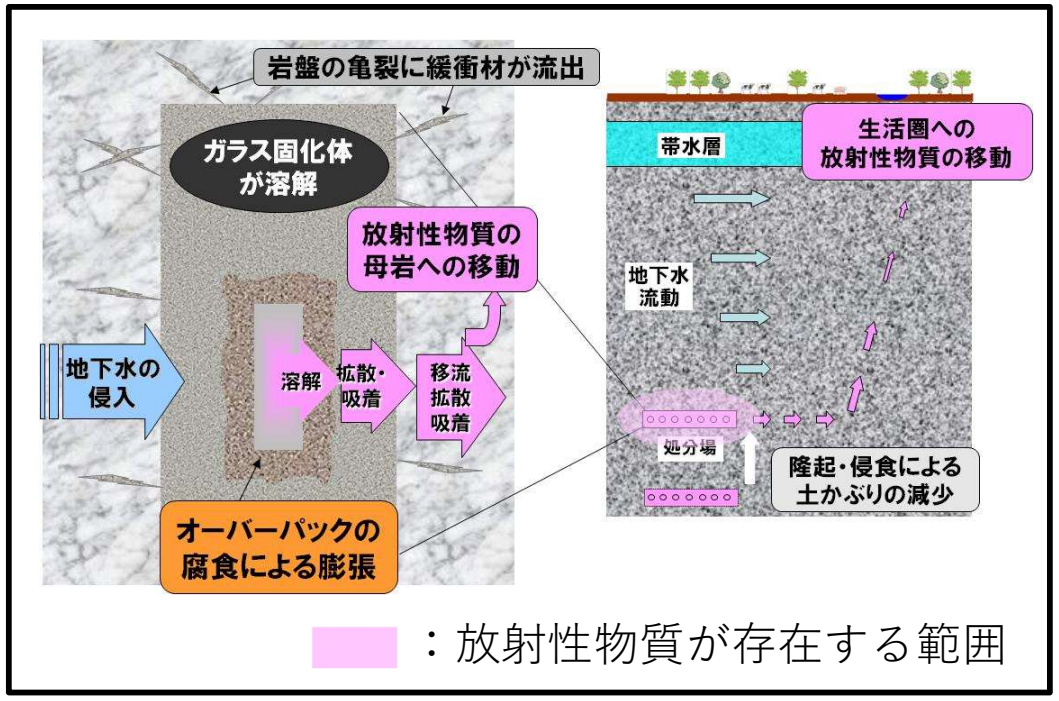
■ 閉鎖後長期の安全評価を行う手法・技術の提示

- 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

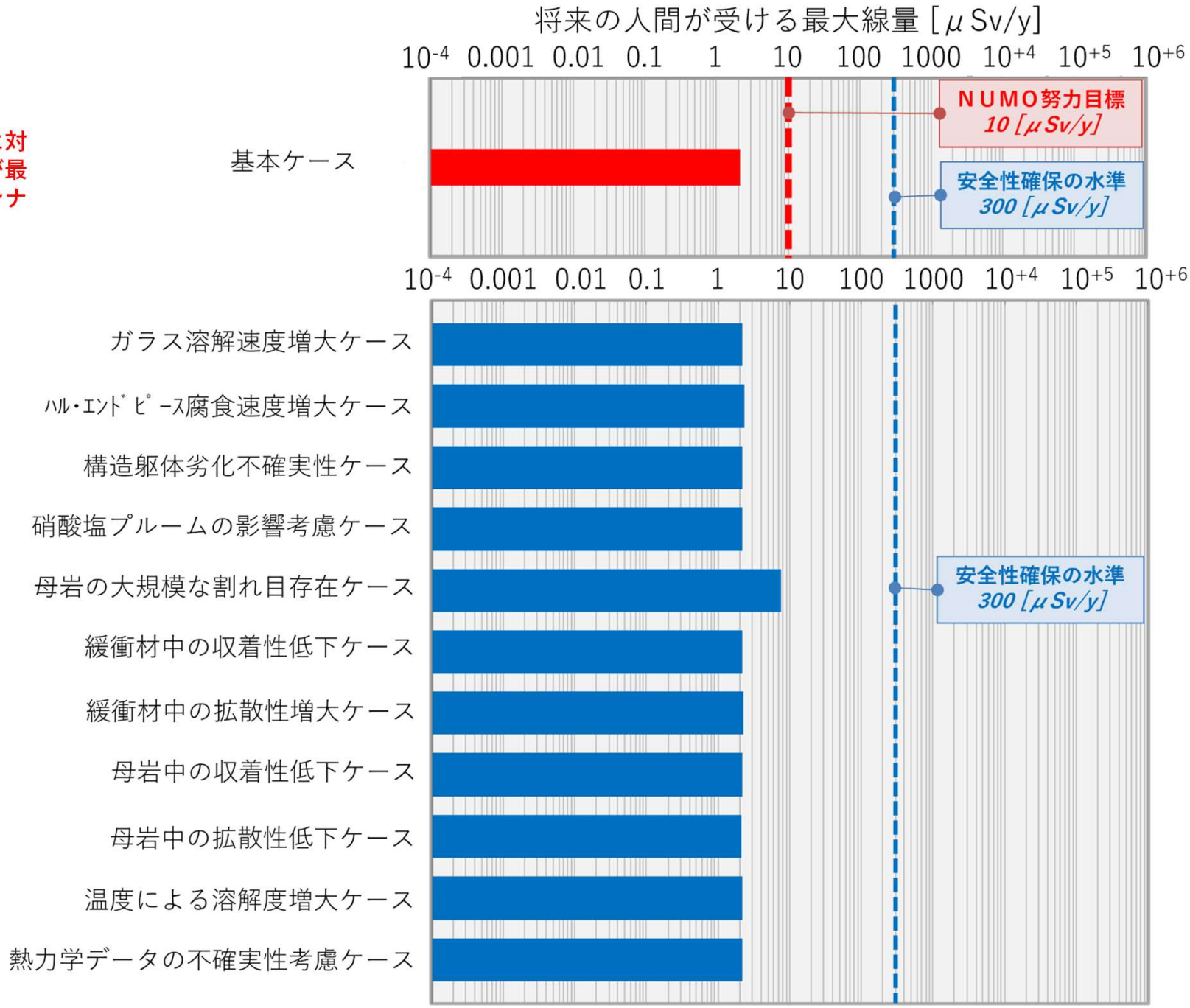
シナリオ区分		各シナリオの意味	めやす線量
自然事象	基本シナリオ	● 地層処分システムに対して発生する可能性が最も高いと想定されるシナリオ →（科学的な知見が少なく不確実性が大きい場合には、基本シナリオについても、安全上厳しい結果になるように設定）	安全性確保の水準：300μSv/y ->ICRPの推奨値と同水準 基本シナリオに対する事業者としての努力目標：10μSv/y ->諸外国の規制基準の最小値（スウェーデン）と同水準
	変動シナリオ	● 基本シナリオに対して、不確実性を考慮して様々な解析ケースを設定するシナリオ	
	稀頻度事象シナリオ	● 発生可能性が極めて小さく、現実社会で生じる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		● 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ます

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）

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）

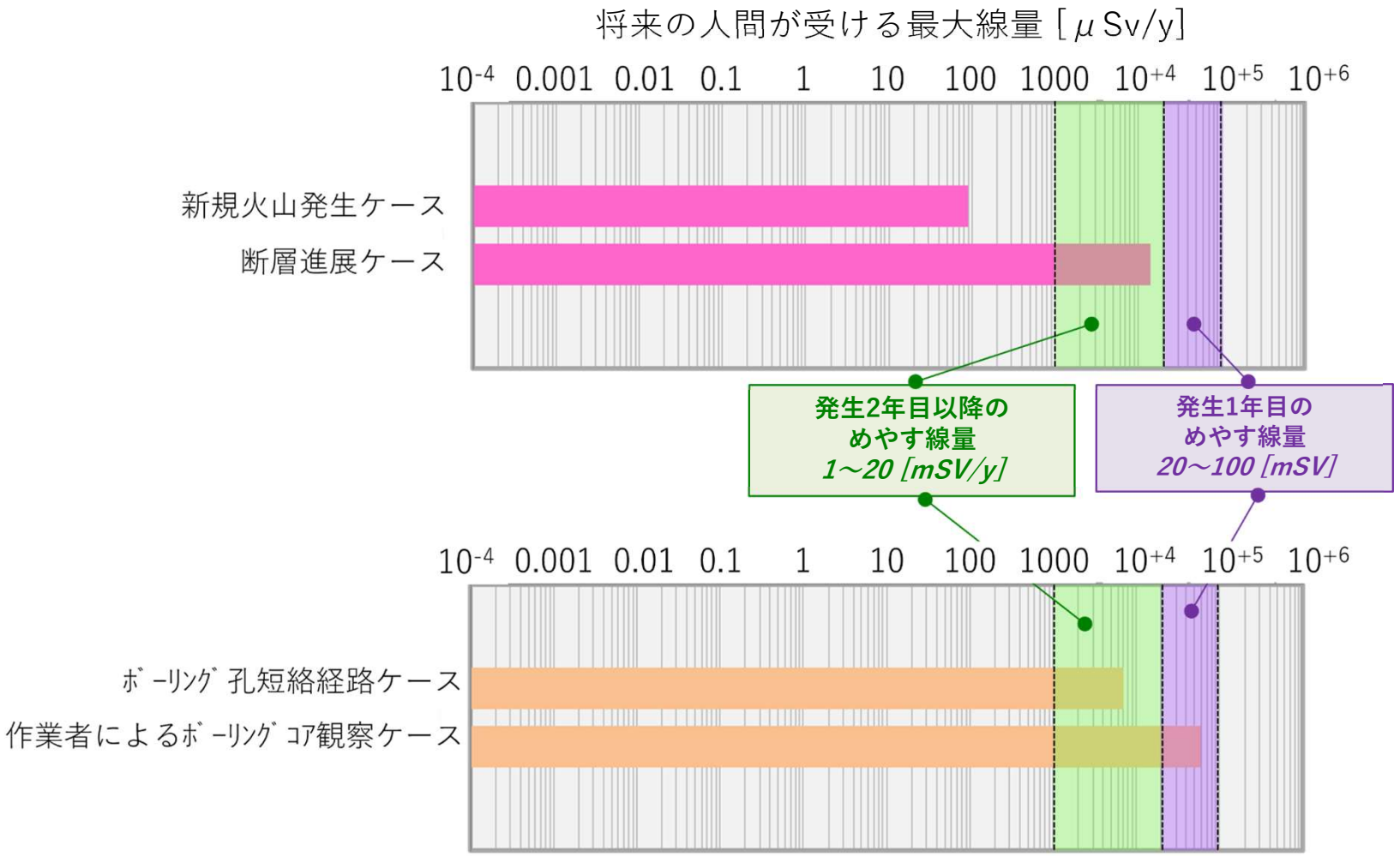


閉鎖後長期の安全性の評価（4/4）

- 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ます

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）

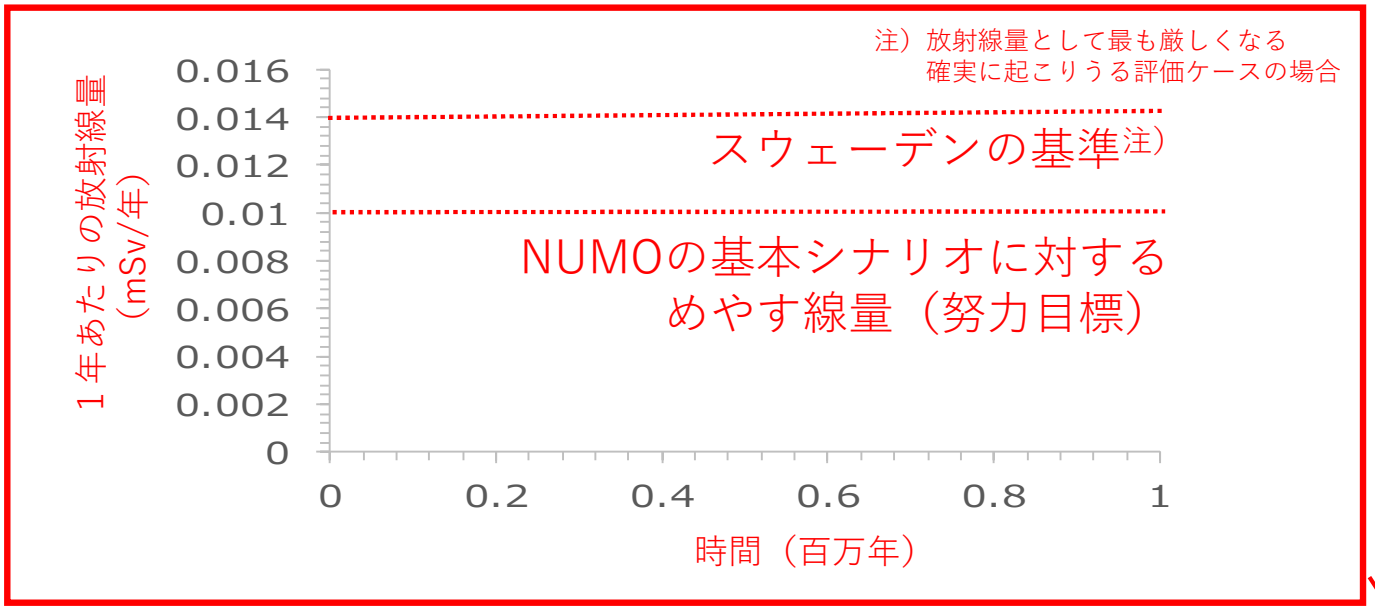
人間侵入シナリオ
（偶発的な人間侵入の発生可能性は極めて小さいが、あえて過酷な条件を想定して評価するシナリオ）



【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

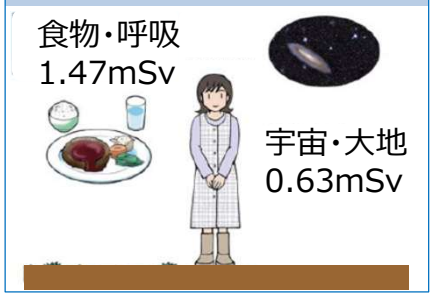
7,000mSv　100%の人が死亡（全身被ばく）
250mSv　緊急時の作業員に対する限度
50mSv　発電所などで働く作業者に対する限度（年間）
約9mSv　インド・ケララの自然放射線（年間平均）



2.0
1.5
1.0
0.5

世界の自然放射線
年間平均2.4mSv

日本の自然放射線
年間平均2.1mSv



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

公衆の年間被ばく
上限（除、医療）

地層処分の安全性確保
の水準（国際基準）
年間0.3mSv

スウェーデン南東部に広く分布する岩盤（約20億年前）
フランス・パリ盆地に広く分布する岩盤（約1.5億年前）
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

約２０億年前
・・・
中生代
新生代
現在
白亜紀
古第三紀
新第三紀
第四紀

1.5億年前
6,600万年前
2,303万年前
258万年前

恐竜の存在
哺乳類の進化
日本列島形成

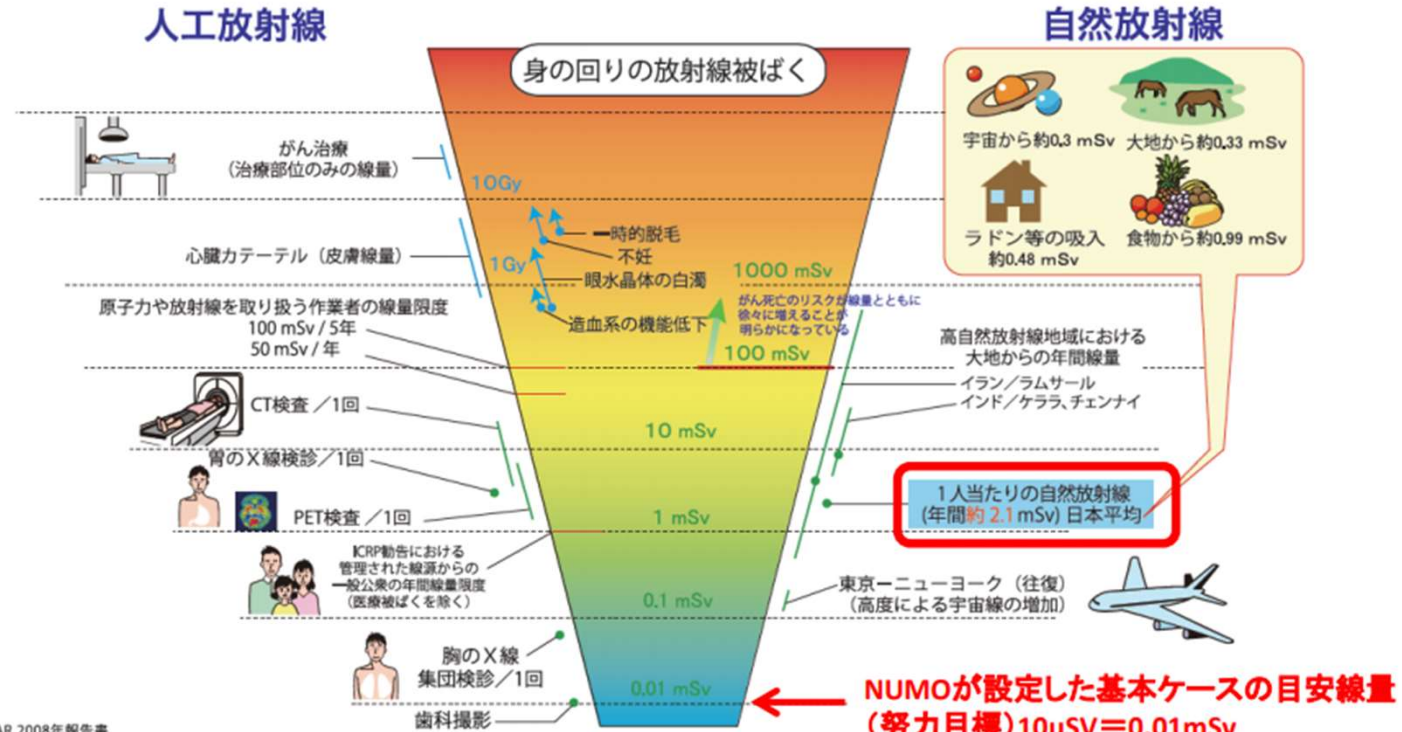


※科学的特性マップでは、未固結（78万年前）・第四紀火山の周辺を除外

NUMOの包括的技術報告書における放射線量

- 宇宙や大地等**自然から受ける放射線量**の平均は、**日本で約2.1ミリシーベルト**（mSv/年）です。
- **包括的技術報告書**では、**地層処分場を閉鎖した後の安全性の評価については**、発生する可能性が最も高いと想定される基本シナリオや、様々な不確実性により基本シナリオから変動を考慮することが合理的と考えられる変動シナリオを**仮定し、放射線量を解析**しました。
- これら２つのシナリオに対する**めやす線量の努力目標値**(基本：0.01ミリシーベルト(＝10μSv/年)、変動：0.3ミリシーベルト(＝300μSv/年))は、**自然から受ける放射線量よりも低い。**

放射線被ばくの早見図



【出典】放射線医学研究所の資料にNUMO追記

https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/22423.pdf

諸外国における地層処分の安全規則①

- **処分地選定プロセスが進む諸外国**では、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する**安全規則が規定されています。**
- 日本は、最終処分法基本方針において、「原子力規制委員会は、最終処分に関する安全の確保のための規制に関する事項について、順次整備し、それを厳正に運用することが必要である。」とされています。

フィンランド(規制機関：放射線・原子力安全センター(STUK))

規則名：YVL D.5:原子力廃棄物の処分(2018年改訂)

安全指針(YVL D.5)における被ばく線量及び放射性核種の放出率の拘束値

(1)十分予測可能な期間(少なくとも数千年間)において、人間の被ばくする可能性のある線量	
公衆の中で最も被ばくした人の1年間あたりの実効線量	0.1mSv未満
その他の人々への1年間あたりの平均実効線量	僅かにとどまるように
(2)数千年後に使用済燃料から放出され、環境に移行すると予想される放射性核種の長期間にわたる平均値	
処分から生じる放射線影響	最大でも地殻内の自然の放射性物質から生じるものに相当程度
放射性核種別の環境に放出される1年間あたりの量	個別の規制値以下で、かつ各核種の放出量／規制値の比率の合計が1以下

(安全指針YVL D.5：原子力廃棄物の処分より作成)

スウェーデン（規制機関：放射線安全機関(SSM)）

規則名：使用済燃料及び原子力廃棄物の最終的な管理に係わる人間の健康及び環境の保護に関するSSM規則(2008年)

安全基準と安全評価に関する指針

安全基準(処分場の防護能力の評価)	・個人リスク10^{-6}/年未満(実効線量からリスクへの換算係数は0.073/Sv) ・評価の不確実性を考慮して、処分場閉鎖後の最初の1,000年間とそれ以降の期間に分けて評価
安全評価に関する勧告・ガイドラインの概要	リスク基準の適用
	・最大被ばくを受けるグループがごく少数の人数である場合には、個人リスクは10^{-5}/年を超えなければ基準を満たすと判断できる。
	安全解析の期間
	少なくとも約10万年、または氷期1サイクルに当たる期間を含み、最大でも100万年とし、処分場の防護能力の改良可能性についての重要な情報をもたらす限りの期間まで延長する。
	安全解析で評価するシナリオ
	・処分場の防護能力と環境影響は、処分場とその周辺、生物圏の最も重要な進展プロセスを解明できるように組み合わせたシナリオを組み合わせて評価する。 ・ 安全評価は、さまざまな時期における処分場の機能の基本的な理解を与えること、処分場のさまざまな構成部分の機能及び設計の要件を確認することも目的とする。 ・ 処分場への直接的な人間侵入などの将来の人間活動シナリオを含むシナリオについては、擾乱を受けていない処分場に対するリスク解析と分けて報告する。 ・ シナリオの発生確率及び発生時期の違いについて解析し、シナリオ及び計算ケースが実際に発生する確率を可能な限り評価する。

【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2024年版）資源エネルギー庁

諸外国における地層処分の安全規則②

スイス（規制機関：連邦原子力安全検査局（ENSI））

規則名：ENSI-G03「地層処分場」（2020年改訂）

地層処分場の閉鎖後の期間に係る防護基準

防護基準	将来の地層処分場の開発については、放射性核種の放出量が年間個人線量0.1mSv、またはIAEA安全基準SSR-5の第2.15項の基準(b)で指定されるリスク拘束値を超えてはならない。
IAEA安全基準SSR-5の第2.15項の基準(b)	(b)処分施設は、将来被ばくするおそれのある代表的個人に対する線量が、1年当たり10万分の1のリスク拘束値を超えないように設計しなければならない。

（出典：ENSI-G03「地層処分場」）

ドイツ（規制機関：連邦放射性廃棄物処分安全庁）

規則名：高レベル放射性廃棄物の最終処分の安全要件（2020年）

「高レベル放射性廃棄物の最終処分の安全要件（2020年）」に規定されている線量基準

線量基準：評価期間は100万年を目安とする。	
○通常の変遷（発生が確実であるか、発生が見込まれる）	集団の個人に対する追加的な実効線量が10μSv/年以下
○代替の変遷（発生が予期されてはいないが、発生する可能性が認められる）	集団の個人に対する追加的な実効線量が100μSv/年以下

イギリス（規制機関：環境規制機関（EA））

規則名：地層処分施設の許可要件に関するガイダンス（2009年）

安全基準に関する指針

許可期間内	線量拘束値：0.3mSv/年
	サイト拘束値：0.5mSv/年
許可期間後	リスク基準値：10^{-6}/年

注）許可期間とは、地層処分場を操業する期間、及び閉鎖後において能動的な制度的管理下に置かれる期間を指します。

カナダ（規制機関：カナダ原子力安全委員会（CNSC））

規則名：廃棄物管理、第III巻：放射性廃棄物の処分に関するセーフティケース（2021年）

閉鎖後安全評価

評価に使用される基準	
人の放射線防護	• 公衆の外部被ばくによる実効線量限度：1mSv/年（ICRP勧告に基づく） • 線量拘束値：0.3mSv/年（ICRP勧告に基づく）

【出典】諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2024年版）資源エネルギー庁

【参考】原子力規制委員会の「考慮事項」の概要

原子力規制委員会は、特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針を受け、「概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下「考慮事項」）について審議を重ね、最終処分施設建設地の選定時に、最終処分施設の設計による対応が困難であり、最終処分施設の設置を避けることにより対応する必要がある事項を対象に「考慮事項」として決定した。「考慮事項」は、概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきである。

1．断層等

次に掲げる断層等を避けること。

①後期更新世以降（約 12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等の うち震源として考慮する活断層

②上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域

③後期更新世以降（約 12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等の うち地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面

④上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい断層

ここで、後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等 の認定に当たって、後期更新世（約 12～13 万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約 40 万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認 が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

2．火山現象

次に掲げる場所を避けること。

①マグマの貫入による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴が存在する場所

②第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内の場所

③第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる 可能性のある場所。

ここで、プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向は今後 10 万年程度の間に大きく変化することは想定し難いこ とを考慮した上で、新たな火山が生じる可能性について検討すること。

3．侵食

中深度処分より更に深い深度を確保すること。この際、隆起・沈降及び気候 変動による大陸氷床量の増減に起因する海水準変動を考慮した侵食による深度の 減少を考慮すること。

4．鉱物資源等の掘採

資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源の鉱床の存在を示す記録が存在しないこと並びに地温勾配が著しく大きくないこと。

注：上記は、原子力規制委員会HPの公開情報をもとにまとめたもの

技術的な信頼性に関する議論と今後の取り組み

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

【参考】第２次取りまとめおよび第2次TRUレポートからの主な進展

- 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

包括的技術報告書のまとめ

- 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となる地質環境の調査・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
- 国際的な視点からその技術的な信頼性を評価いただくために、経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）にレビューを依頼
- 諸外国の実施主体・規制機関及びOECD/NEAで構成された国際レビューチーム（9名）が約1年をかけてNUMOへの質疑やレビューワークショップを開催し、レビュー報告書を2023年1月に公表
- レビューの結果として、「NUMOは特定のサイトでの評価に使用される方法論とツールを含めて国際的な慣行と整合したセーフティケースを開発するための能力と成熟度を有している」「日本の地質環境を考慮して地層処分の実現可能性を示す要素が実証されている」といった評価及び、今後の事業の進展に応じてNUMOがセーフティケースを段階的に発展させるための推奨事項などを受領
- 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

（参考）ＯＥＣＤ／ＮＥＡによる包括的技術報告書の国際レビュー

１．レビュー経緯

- 2021年11月15日
  キックオフ会議（オンライン）：レビュー開始
  - ➢ NUMO から日本の処分事業の概要説明
  - ➢ レビューの進め方の確認
- 2022年2月8日～3月25日
  レビュー委員からの質問と NUMO からの回答
- 2022年6月20日～24日
  レビューワークショップ開催（東京）
  - ➢ レビュー委員からの最終質疑
  - ➢ レビュー委員による見解の取りまとめ
  - ➢ 公開セッションの開催とレビュー中間報告
- 2022年7月～12月
  レビュー報告書の取りまとめ作業
- 2023年1月　レビュー報告書公表
- 2023年5月　レビュー報告書（日本語翻訳版）公表
- 2023年6月8日　国際レビューに関する説明会開催（オンライン）

２．国際レビューチームメンバー

委員氏名	所属機関
＜委員長＞ Jussi HEINONEN	STUK(フィンランドの規制機関)
Jeheong BANG	KINS(韓国の研究機関)
Allan HEDIN	SKB(スウェーデンの実施主体)
Jean-Michel HOORELBEKE	ANDRA(フランスの実施主体)
Mihaela ION	NWMO(カナダの実施主体)
Philippe LALIEUX	ONDRAF/NIRAS (ベルギーの実施主体)
Jens MIBUS	BASE(ドイツの規制機関)
Rebecca TADESSE	OECD/NEA事務局
Morgan PACKER	OECD/NEA事務局

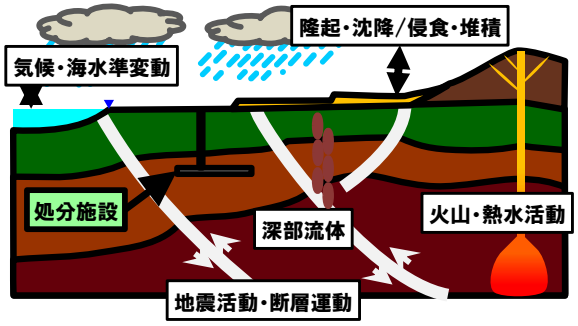
（参考）国による研究開発

● 地層処分システムの**信頼性を向上させるための研究開発**を行っています。

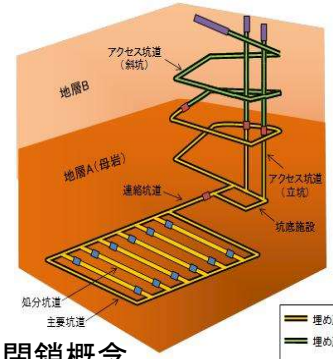
（1）地層処分の技術的信頼性向上のための研究開発

地層処分の技術的信頼性について最新の科学的知見を定期的かつ継続的に評価・反映するための研究開発として、以下を実施しています。

- 火山、断層、隆起・侵食などの**長期的な自然現象を調査・評価**するための方法論の検討、**沿岸部を対象とした地質や地下水流動の調査手法**の検討
- 幌延の地下施設等を用いた、**処分場の閉鎖性能、人工バリアの長期性能、周辺岩盤の物質移行の評価**などの技術開発、
- TRU廃棄物に含まれている**岩盤に吸着しにくい核種を閉じ込めるための技術開発**等



処分場の安全性に影響を及ぼす自然事象



処分場の閉鎖概念

（2）将来に向けた幅広い選択肢の確保のための調査研究

将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能にする観点から、以下を実施しています。

- 使用済み燃料の直接処分などの代替処分オプションに関する調査研究。具体的には、**使用済燃料からの核種の溶出挙動の評価**など
- 処分場を閉鎖せずに**回収可能性を維持した場合の影響等についての調査・評価**


処分容器の例
（ポシヴァ社ウェブサイトより）


実際の使用済燃料を用いた核種溶出試験


機械的除去（オーガー方式）　流体的除去（ウォータジェット）　PEMの回収（エアベアリング）

廃棄体回収作業の例

３．科学的特性マップについて

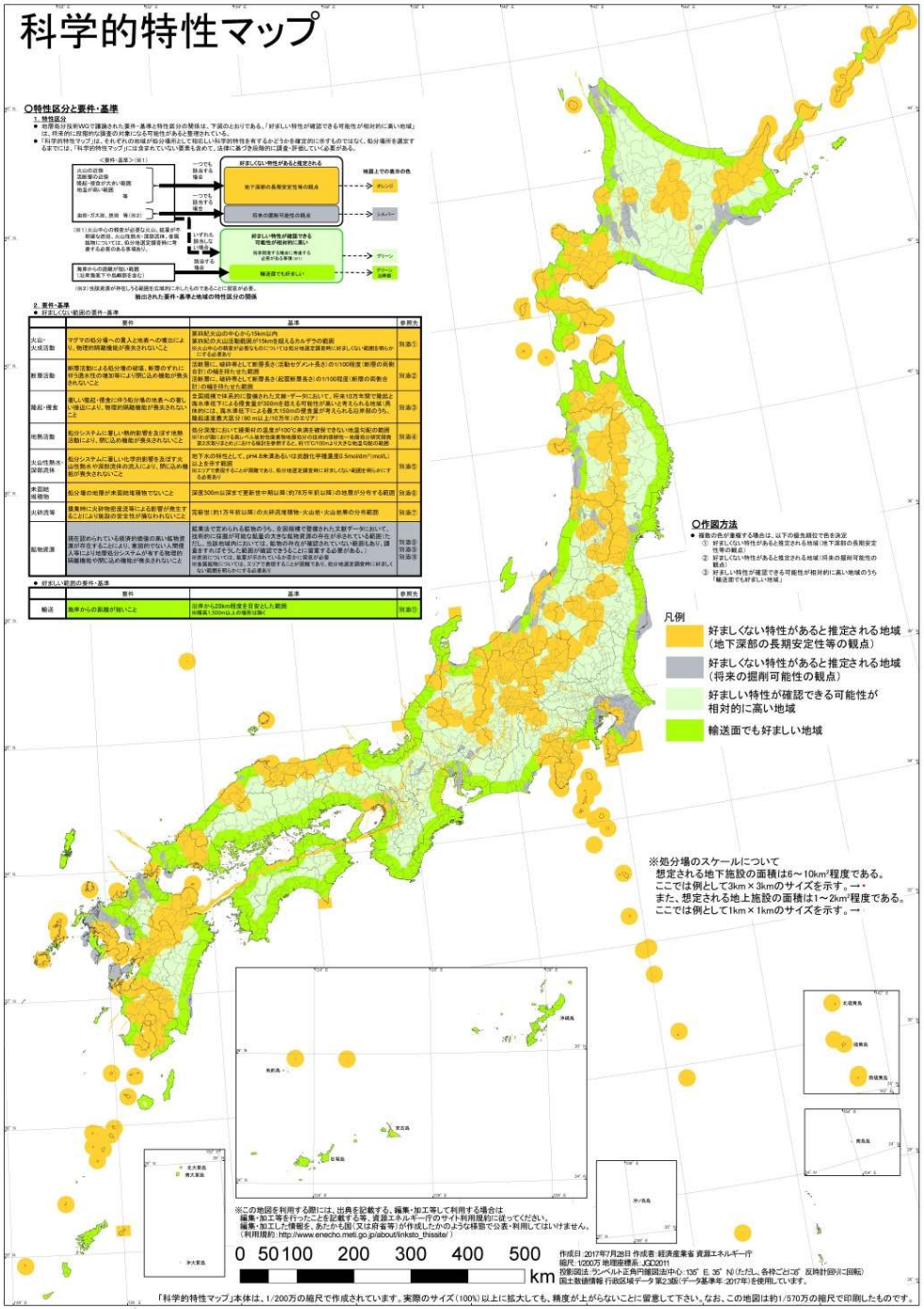
本パートでお伝えしたいこと
～科学的特性マップについて～

- 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。

- マップ公表は、長い道のりの最初の一歩です。複数の地域で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います。

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）

科学的特性マップとは

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いただくことが目的。

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歩

- 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。幅広い国民理解を得た上で、将来的に複数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（応募 → 取下げ）**
- 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：**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り組みを推進する（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、国際的な取り組みと整合的
- 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、今までの取り組みを見直し
  → 「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**
- 2023年 4月： **基本方針の改定**を閣議決定
  → ○最終処分関係閣僚会議のメンバー拡充など関係府省庁連携の体制構築(2023年6月～)
  ○国・NUMO・電力の合同チームによる全国行脚開始(2023年7月～)
- 2024年 6月： **佐賀県玄海町で文献調査開始**

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。

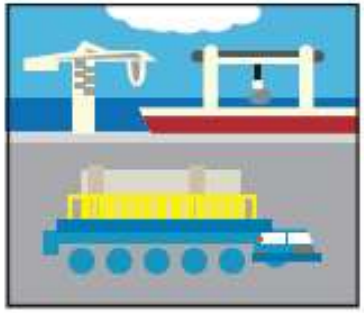


輸送時の安全性が確保されるか？

○ 陸上輸送距離が短い（海岸から近い）

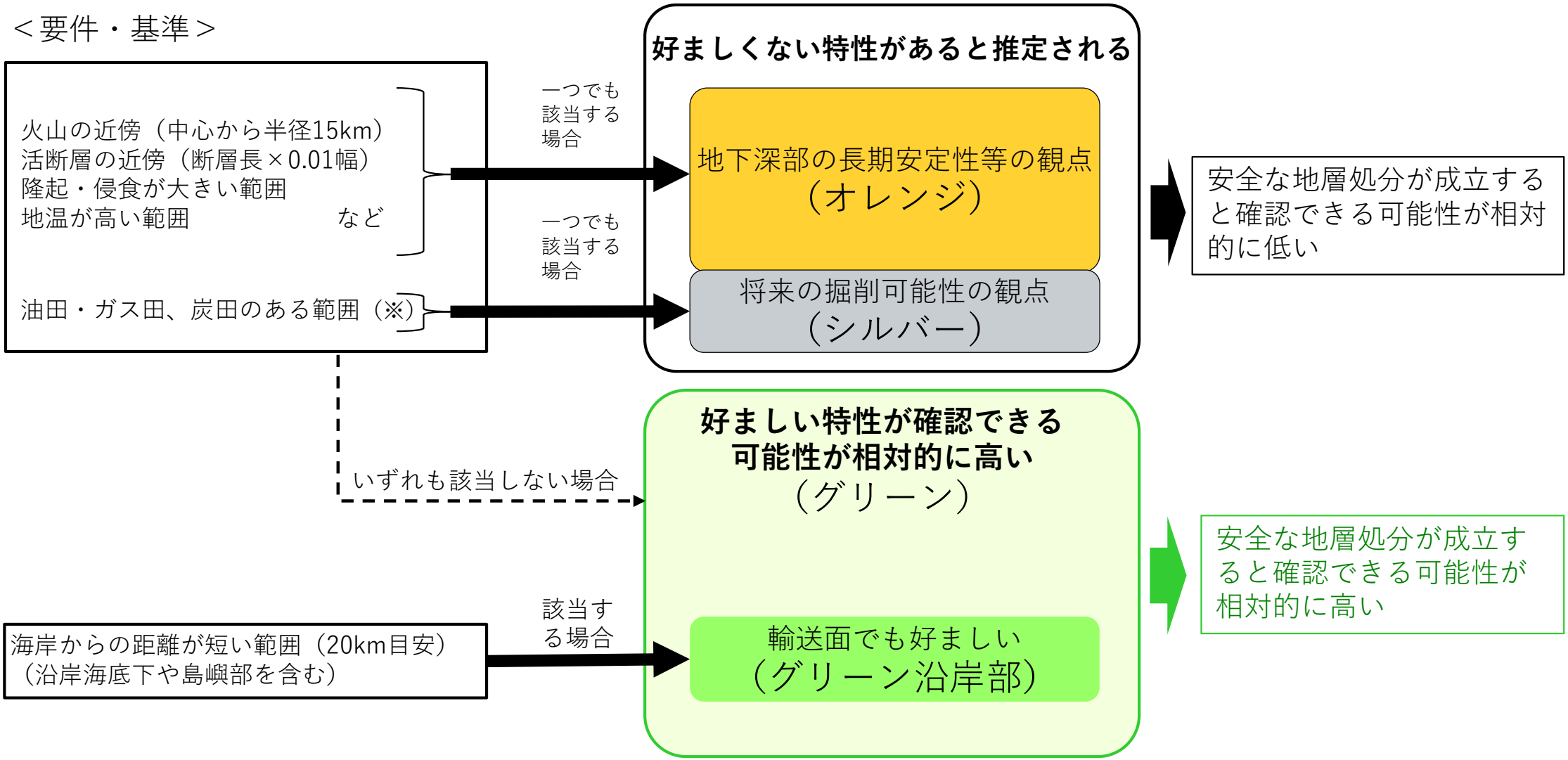
陸上輸送にかかる時間や距離は、短い方が安全上好ましいです。

※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・基準に含んでいません。



（※）当該資源が存在しうる範囲を広域的に示したものであることに留意が必要。

マップ作成に用いた要件・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	**隆起と海水面の低下により将来大きな侵食量が想定されるところ**（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
火砕流等の影響	**火砕流などが及びうるところ**（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ところ**（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（※1）

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

（※1）調査をすることで鉱物が存在しない範囲が確認できうることに留意が必要。

「シルバー」の位置づけ

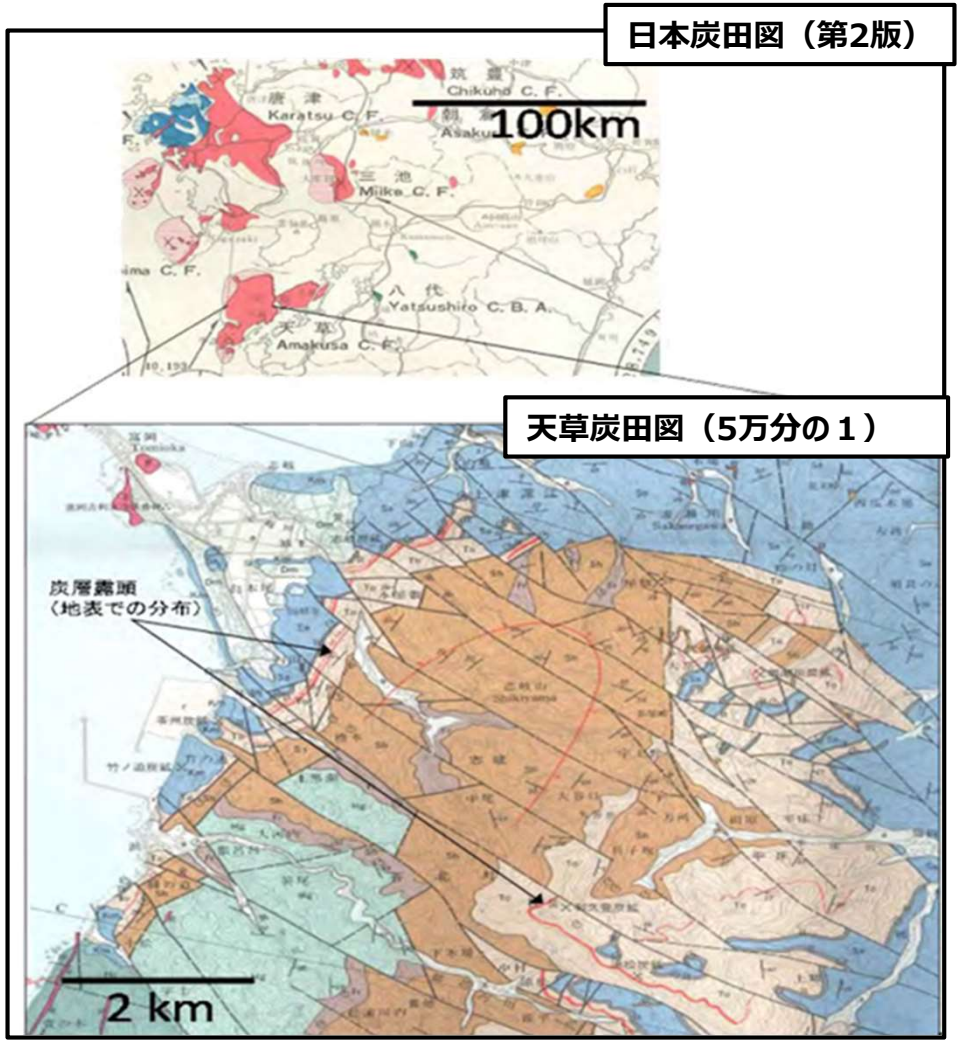
第4回特定放射性廃棄物小委員会
資料4（一部加工）

●鉱業法で定められる鉱物のうち、**全国規模で整備された文献データ**において、**技術的に採掘が可能な鉱量の大きな鉱物資源の存在が示されている範囲**（**ただし、当該地域内においては、鉱物の存在が確認されていない範囲もあり、調査をすればそうした範囲が確認できうることに留意する必要がある。**）
※炭田については、鉱量が示されているか否かに留意が必要
※金属鉱物については、エリアで表現することが困難であり、処分地選定調査時に好ましくない範囲を明らかにする必要あり

➢ 全国規模で整備された文献・データにおいて一定の資源の存在の範囲が示されている地域の中でも、地域ごとのデータでは鉱物の存在が確認できない範囲がある事例

- **「日本炭田図（第 2 版）」**（産業技術総合研究所，1973）**に示される範囲の中**でも、**より詳細に確認すると炭田に該当する層以外の部分も含まれる**。

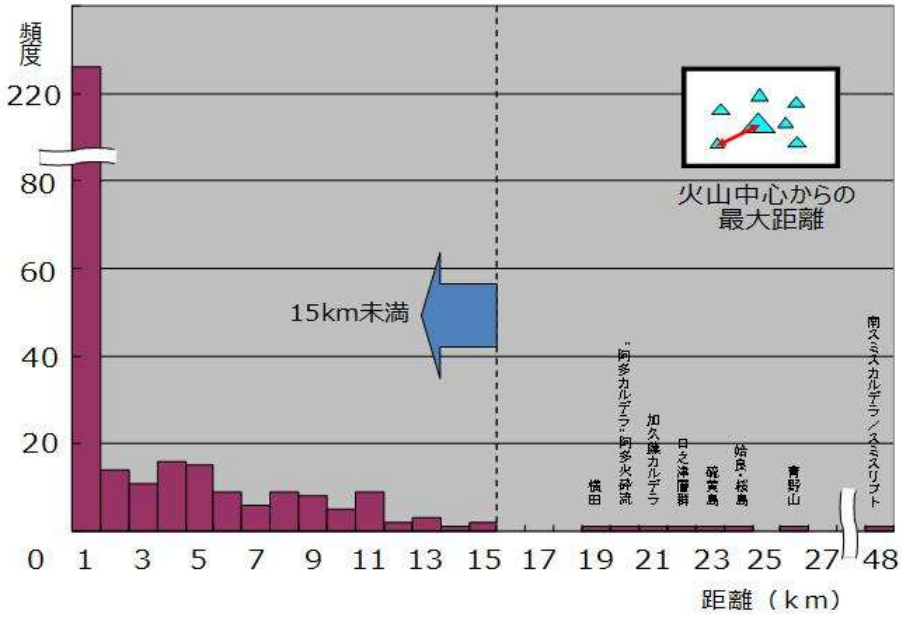
- 例えば、個別地点における図面**「天草炭田図（5万分の１）」**（産業技術総合研究所，1997）では、**赤曲線の露頭部分は炭田の層が含まれるが、それ以外の地域はその存在は確認できない。**



（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の間の最大距離と頻度

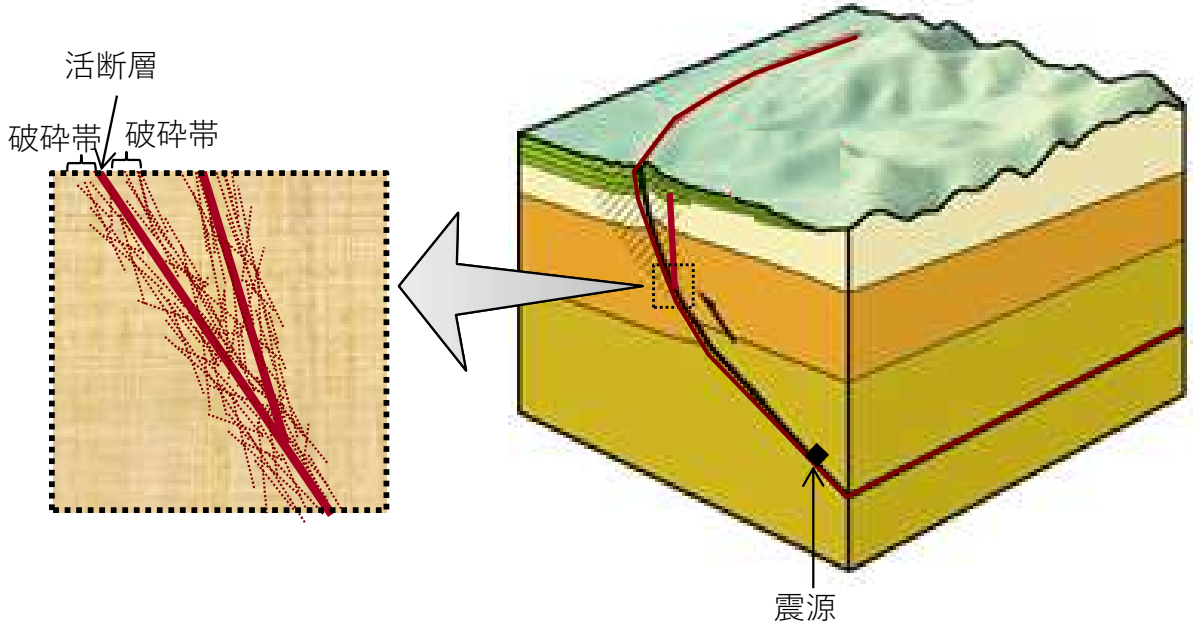


（第四紀火山カタログ委員会編,1999を基に作成されたNUMO,2004を使用）

（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）

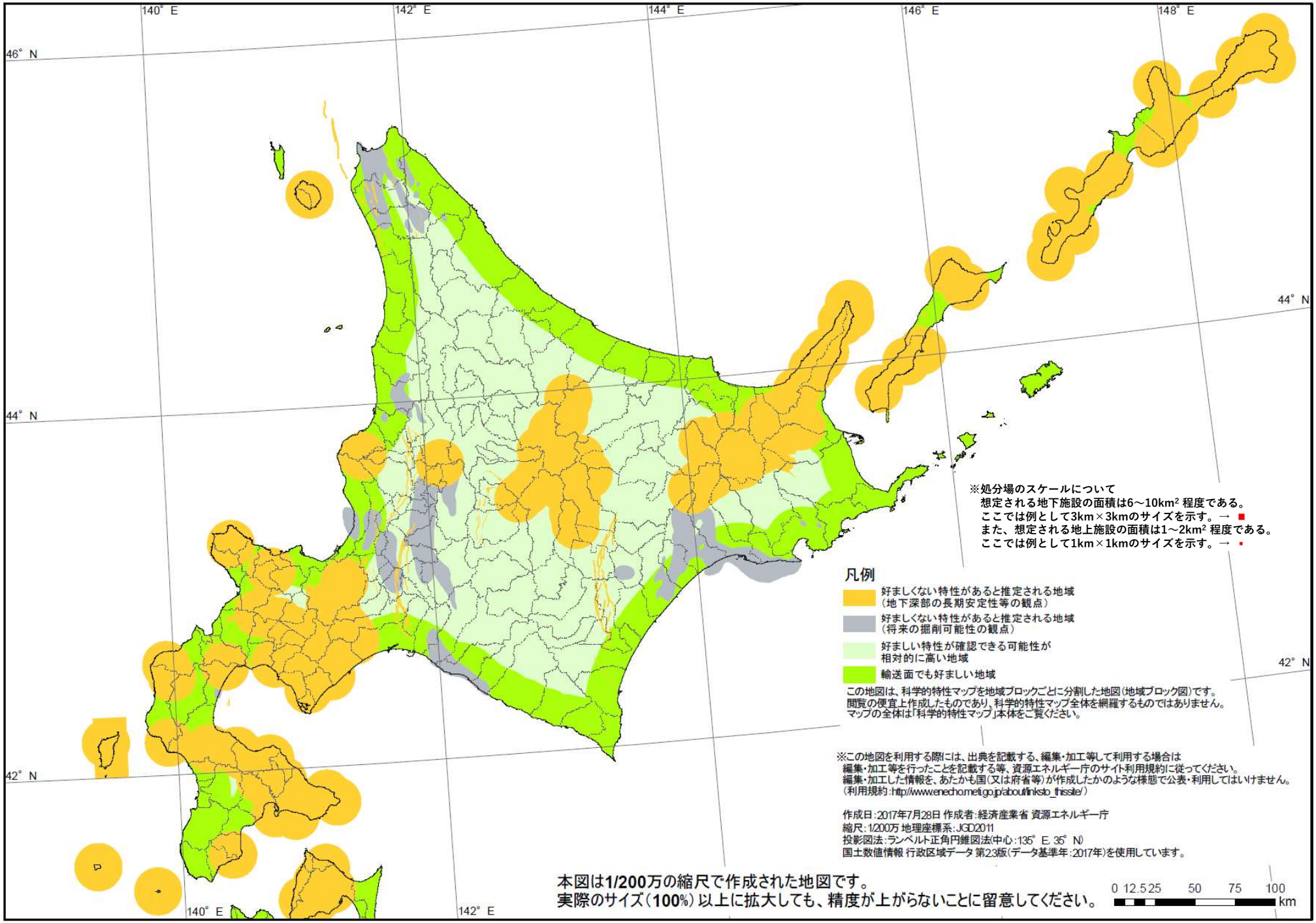
- 断層のずれにより破砕される周辺の岩盤は、地下水の流れが速くなり、放射性物質の移動を早めるおそれがあります。この破砕される可能性のある範囲（破砕帯）の幅は、既存研究で示されているより保守的に大きくとり、マップ上では断層長さの1/100程度として設定されています。
- このため、科学的特性マップでは、全国的に整備された活断層データベースに基づき、断層長10km以上の活断層群※を対象に、活断層の長さの1/100の幅を「好ましくない特性があると推定される地域」として示すこととしました。
- この範囲の外についても、安全な処分が行えるかどうかを確認するためには、綿密な調査が必要になります。

※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。

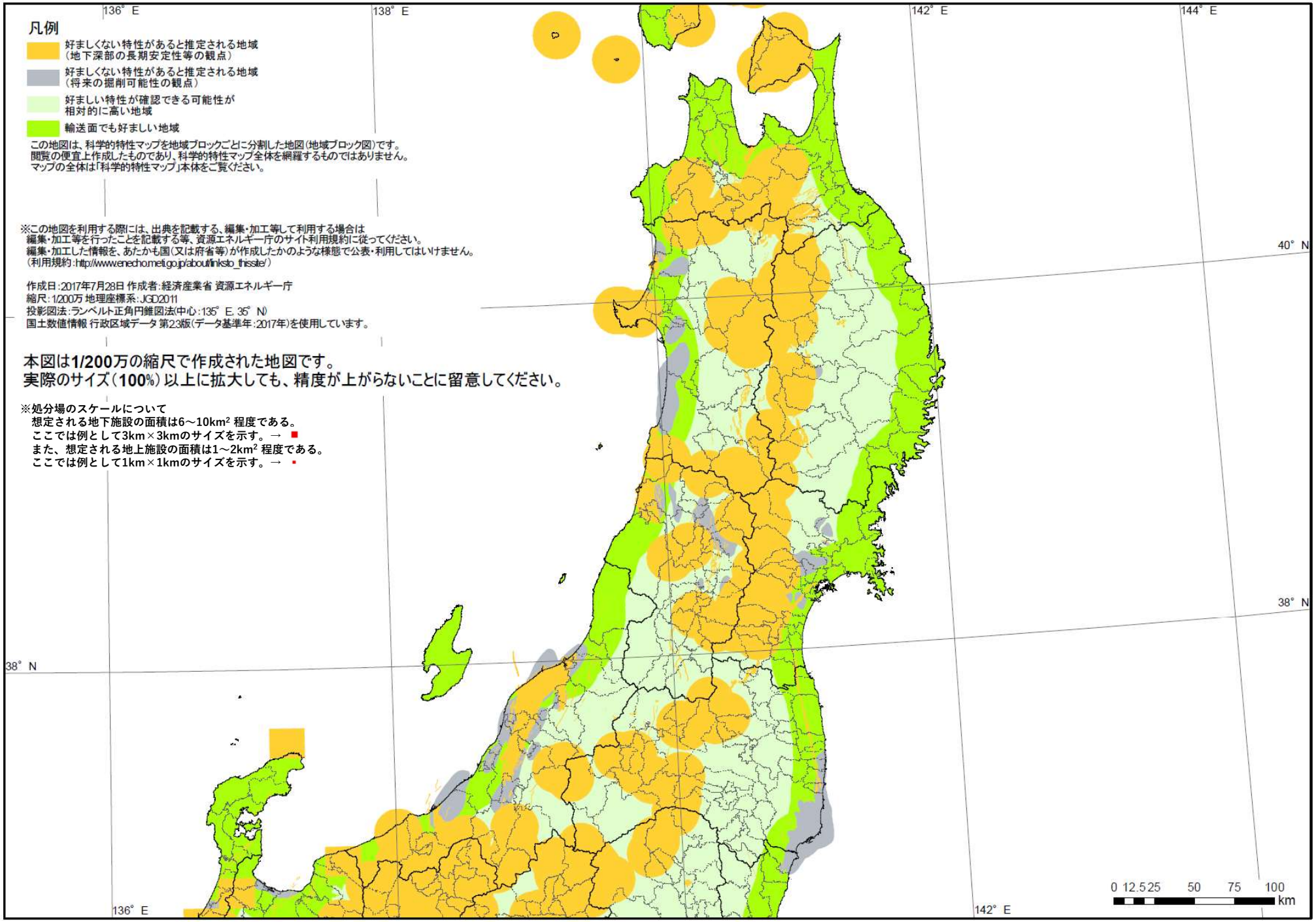


断層と破砕帯のイメージ

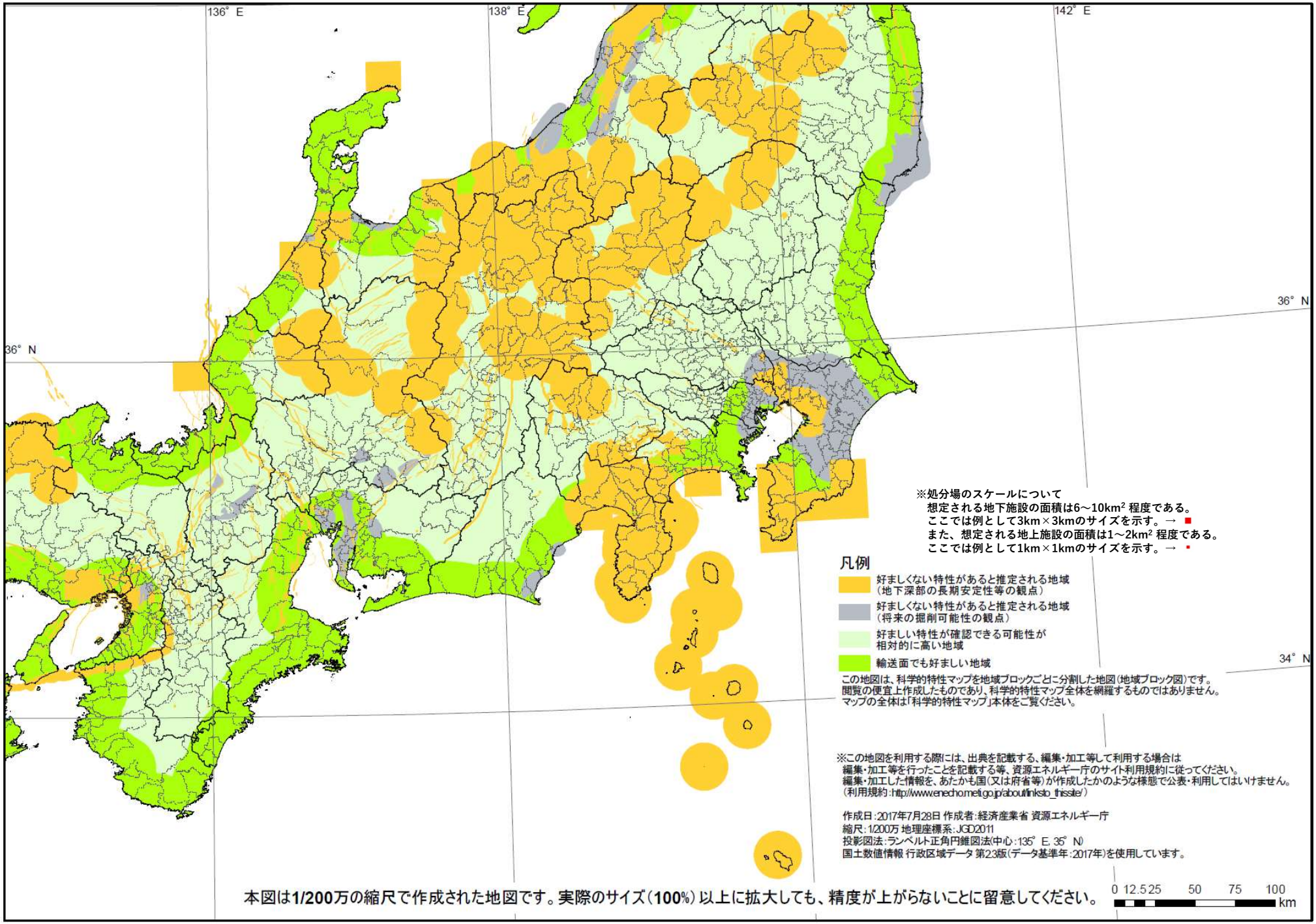
科学的特性マップ　地域ブロック図（北海道）



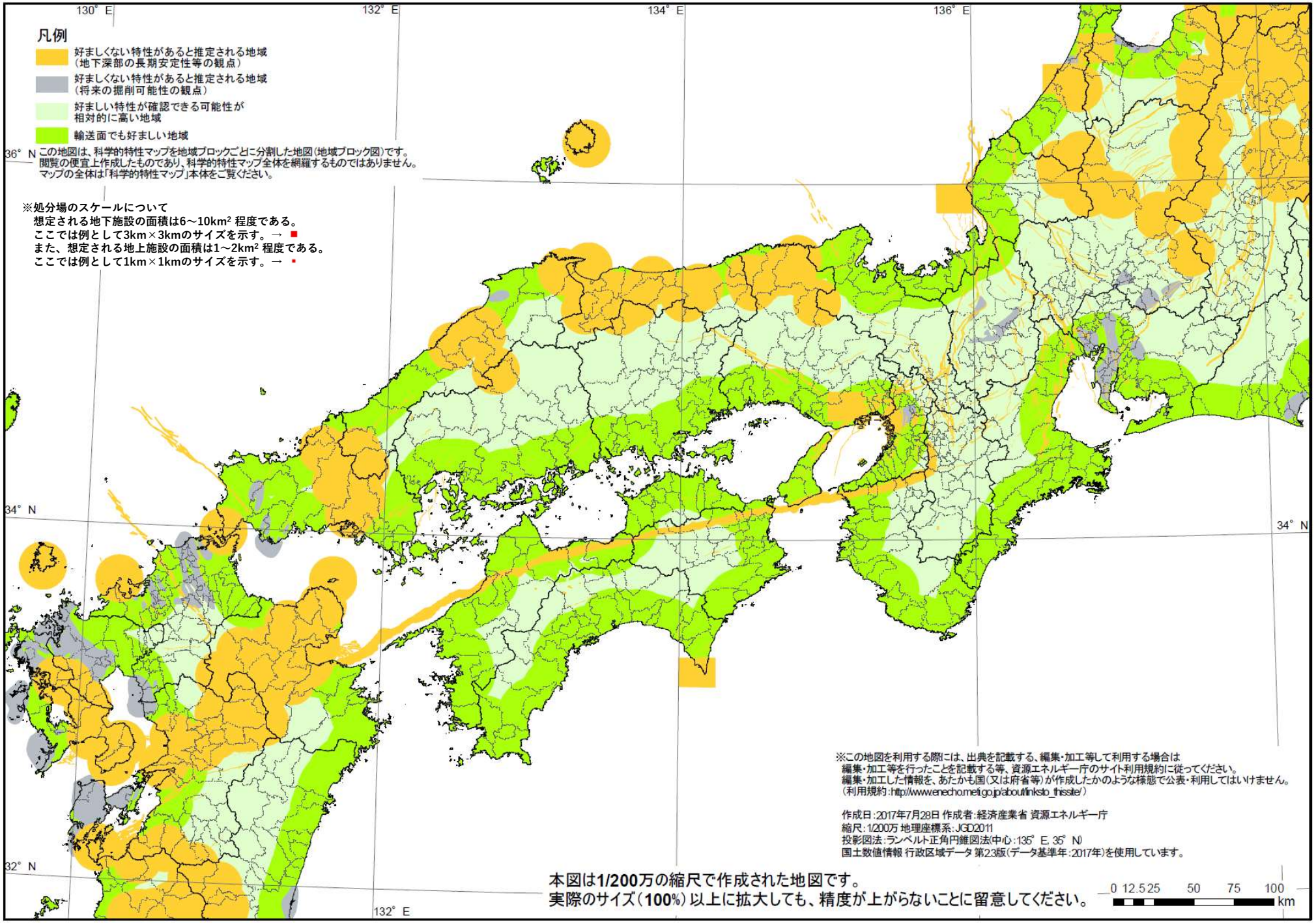
科学的特性マップ　地域ブロック図（東北）



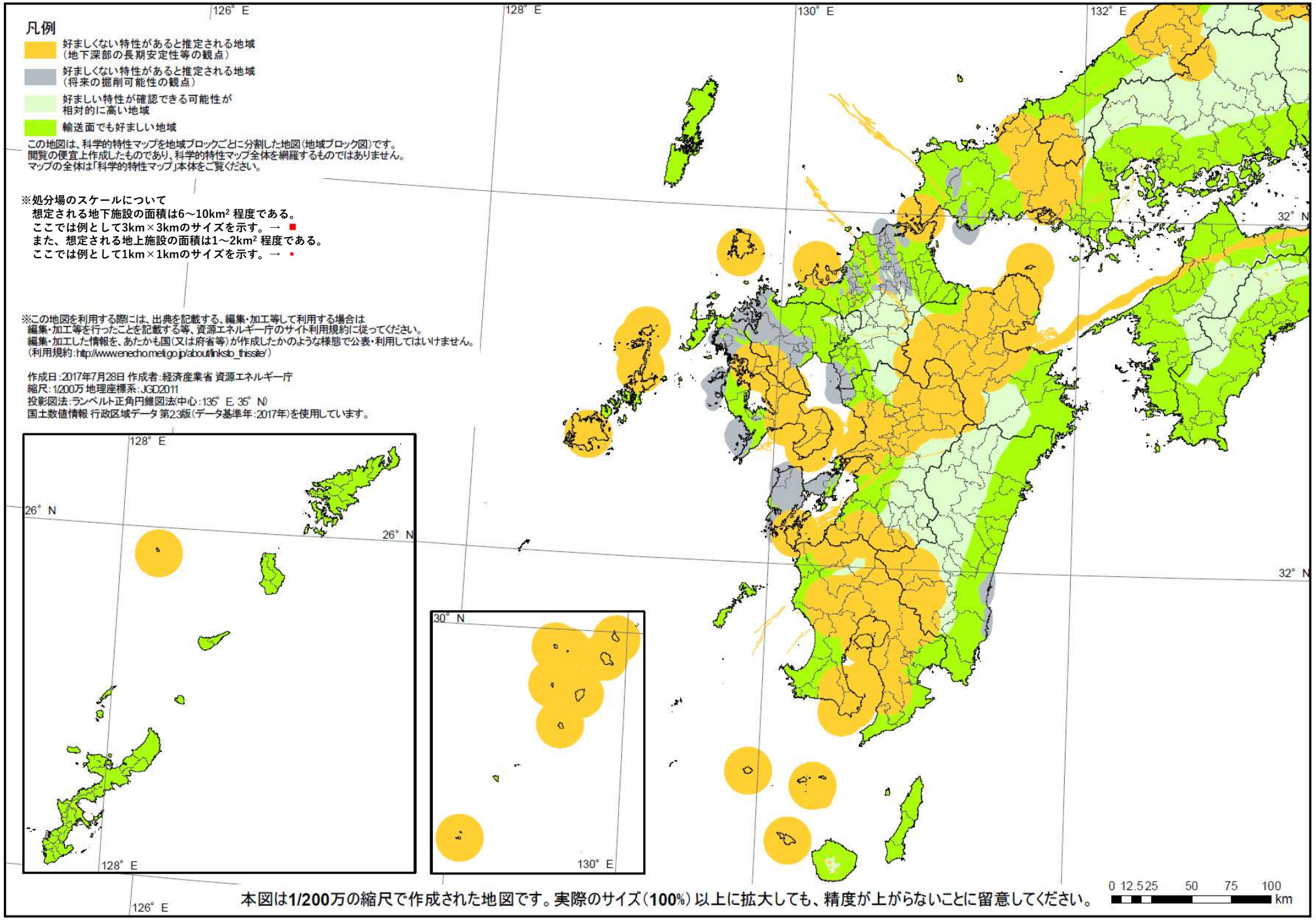
科学的特性マップ　地域ブロック図（関東・中部）



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）



科学的特性マップの位置付けと提示後の取り組み

第６回最終処分
関係閣僚会議
配布資料抜粋

＜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り組み
- 日本の取り組みには世界も関心

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、日本の取り組みを通じて世界にも貢献していく。

（参考）科学的特性マップに関する基本Q＆A

第６回最終処分関係閣僚会議配布資料抜粋

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。

グリーンの地域であれば、安全な地層処分が確実に行えるのですか。

- グリーンの地域であっても、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。

グリーン沿岸部の地域は、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。
- そうした取り組み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。

社会科学的観点／社会的側面の扱いについて

- 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

- 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こと**
- **周辺地域も含めた地域の持続的発展につながること**
- **地域外（国内・国際）との交流の拡大につながること**

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、積極的に御活用、御参加ください。

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議論を深めていただくことが重要です。
- 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。

◆ 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）

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。

「対話の場」の運営イメージ

- **第三者のファシリテーターを配置**し、**賛否に偏らない議論**を行う。
- **立場を超えた自由な議論と透明性の確保を両立。**
- 委員以外の**一般住民が様々な形で参加できる機会を積極的に設ける。**

設置者：市町村＋NUMO

ファシリテーター

地元市町村議会議員

地元団体代表者

地元住民代表者

・・・＋

都道府県・周辺市町村　等

＜諸外国における対話活動の例＞



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

検討テーマのイメージ

処分事業関係

- 処分事業の概要
- 安全確保の考え方
- 文献調査の経過報告
- 関連施設への視察　　等

＋

地域の発展ビジョン関係

- 将来のまちづくりに関する議論
- 経済社会影響調査の実施
- プラス影響促進策の提案
- マイナス影響への懸念への対応方針の議論　　等

※海外事例や国内類似例等を参考としつつ、有識者からの意見も踏まえながら議論。

→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。

寿都町・神恵内村における「対話の場」を中心とした活動概要

- 2021年４月、それぞれの町村とNUMOで「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」の様子は、ライブ配信や録画・議事録等をＮＵＭＯのホームページに掲載。また、各回の結果についての広報チラシを作成し、議論の内容を町民・村民の皆さまにお知らせしています。

「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（20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

※2025年1月末時点

町民・村民の皆さまに議論を共有

- **ライブ配信。録画、議事録等をＮＵＭＯホームページに掲載**
- **広報チラシを作成し、町の広報誌に折込配布**
- **地元CATVで録画映像を配信**



広報チラシ

- **ライブ配信。録画、議事録等をＮＵＭＯホームページに掲載**
- **広報チラシを作成し、村内各戸を個別訪問し配布**
- **ファシリテーターが第三者視点で発刊し、村の広報誌に折込配布**



広報チラシ

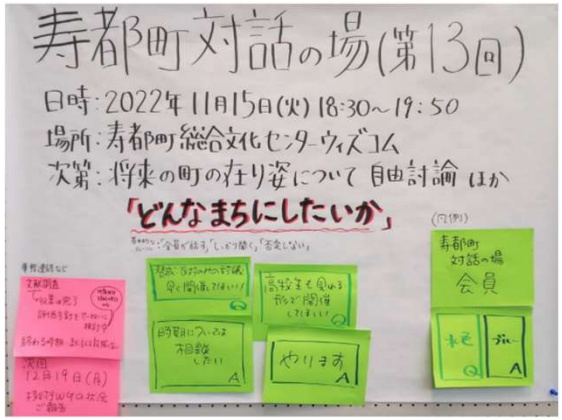


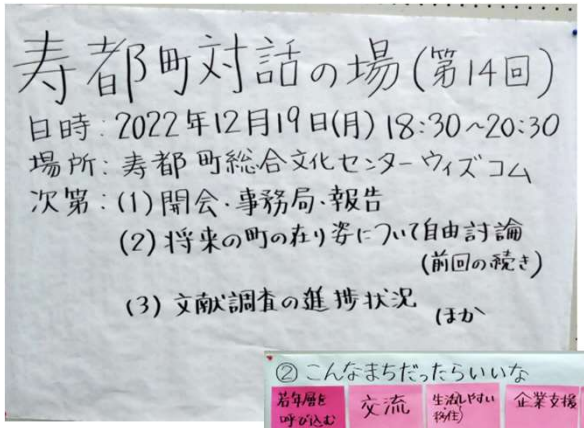
ファシリテーター発刊の「オスコイ通信」

「対話の場」を中心とした地域の将来についての議論

- 「対話の場」では、これまで地層処分や文献調査の進捗状況等を中心に議論されています。さらに、**2022年11月以降、町や村の将来についての議論も開始しました**。
- 寿都町の**「まちの将来に向けた勉強会（2021年10月～）」**は、2025年1月までに計17回開催。**町の将来ビジョンを明確化するための具体的な活動に繋げる議論が進んでいます**。

＜寿都町＞







(原文ママ)
- 豊かな町
- 若者が活躍できる町
- 安定した雇用が確保される町
- 盤石な産業基盤がある町→雇用確保
- 御朱印を集めて歩く→観光客
- 人口が減っている→若い人達に町に住んでもらう
- ワーケーション

（カテゴリー）
- 若年層を呼び込む
- 既存産業の振興
- 観光　など

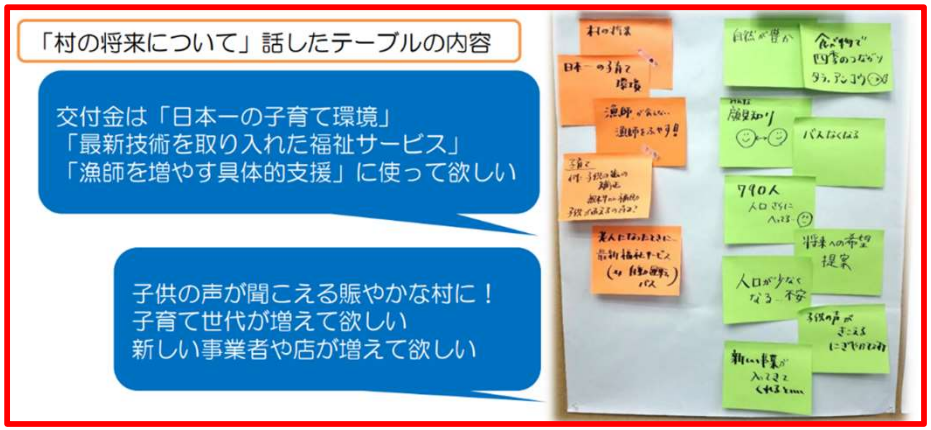


【「まちの将来に向けた勉強会」の様子】

＜神恵内村＞

【第11回対話の場（2022年12月5日）の開催結果】





出展：NUMOホームページより

寿都町・神恵内村における「対話の場」を中心とした活動概要

- その他「対話の場」での議論から派生した取り組みも展開中です。
- また、ＮＵＭＯでは町・村の行事にも積極的に参加し、地域の方との交流を深めています。

「対話の場」の議論から派生した取り組み

寿都町

- **「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17回開催※
- **子どもや親子向けの理解活動**
  - ✓ ジオ・ミライ号（地層処分展示車）による広報ブースの出展



- **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**
  - ✓ 町の方に分かりやすいよう工夫



神恵内村

- **小規模単位の説明会**



- **村民へのアンケート**
  - ✓ 関心事の聞き取り



- **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



- **専門家による村民向けシンポジウム**

地域との交流

寿都町

- **交通安全・防犯キャンペーンへの協力**
- **こどもSOSステーション**
  - ✓ 地域での見守り活動
- **「海岸クリーン大作戦」への参加**
- **「町内花いっぱい運動」への参加**



神恵内村

- **ごみ拾い運動への参加**
- **スポーツイベントへの参加**
- **交通安全運動への参加**



※2025年1月末時点

寿都町・神恵内村でのその他イベント等①

- それぞれ地域の声を踏まえ、**国・NUMOがイベントの開催を支援します。**

＜出張ジオ・ミライ号※@寿都町＞
夏休みの自由研究にも繋がるよう、展示や実験などの体感型イベントを実施。

※処分事業に関する映像、模型等の体験型ツールを備えた広報車。



＜子ども向けドローンイベント@神恵内村＞
ドローンの操縦体験イベント。将来的な資格取得含め、子ども向けに実施。





寿都町・神恵内村でのその他イベント等②

- 町村が活用し得る適切な**支援制度の活用などを国が積極的にサポートします。**

＜神恵内村へのデジタル人材派遣（富士通株式会社）＞

- 神恵内村では、「地域活性化起業人」制度（総務省）を活用し、富士通株式会社からデジタル人材の派遣を受け入れ。
- 地方創生×デジタルの文脈で、地域密着型のDXプロジェクトを検討中。

（参考）富士通Japan株式会社が本プロジェクトをPRした全国CMを作成（You Tube等で公開中）













【出所】https://www.youtube.com/watch?v=Braaf3dNLsk

寿都町・神恵内村でのその他イベント等③

- 地層処分事業に関心の高い**学習団体と交流する機会**を創出します。

＜WEB交流会『文献調査地域の状況』＞
全国の学習団体がWEBで寿都町長 、神恵内村長および「対話の場」の委員と交流し、文献調査や町、村の様子について意見交換を行った。

寿都町長との交流会





神恵内村長および「対話の場」委員との交流会





次世代層による地層処分の理解促進活動（ミライブプロジェクト）

- 2021年度より大学生が主体となって、原子力発電の利用によって発生する高レベル放射性廃棄物の地層処分について考え・議論し、同世代への理解促進を促す輪を広げる「**ミライブプロジェクト**」を実施しました。2024年度は、約110名の大学生が参加し、全国の学生団体と連携し、**同世代向け理解促進活動を展開しています。**
- 具体的には、**大学祭へのブース出展**等を通じた活動を展開しています。

＜活動事例＞

- 2024年度は大学祭へのブース出展を**5回**実施し、来場者に対し地層処分事業の説明を行いました。
  （来場者数）東京都市大学（横浜）：513名（9/15,16）、福井工業大学：255名（10/12,13）、
  岡山大学：369名（11/2,3）、東京都市大学（世田谷）：272名（11/2,3）、
  東京大学：813名（11/22,23,24）

【活動写真①】



【活動写真②】



【活動写真③】



処分地選定が先行するスウェーデンと日本の次世代層交流事業

- 資源エネルギー庁では、最終処分という世界的課題と福島復興の重要性を国内外に発信することを目的とし、**①高レベル放射性廃棄物の最終処分に関する技術や政策について日本・スウェーデンの現状と将来を調査**すること、**②日本・福島県の現状をスウェーデンの方々に伝える**こと、**③スウェーデンで学んだことを持ち帰り日本での最終処分のあり方を考え、発信**すること、の３点を課題として研修を実施しています。2024年度は、北海道、福島県、東京都、福井県の高校生13名が参加しました。
- 研修では、日本及びスウェーデンの関連施設※を視察し、スウェーデンの高校生・大学生と最終処分のあり方をディスカッションし、研修を通して学んだことを最終報告会で発表しました。

※視察した施設：
（日本）日本原燃（高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター）、福島第一原子力発電所
（スウェーデン）エスポ岩盤研究所、フォルスマルク村（最終処分サイト）

【関連施設の視察】





【スウェーデンでの発表】



【成果報告会】



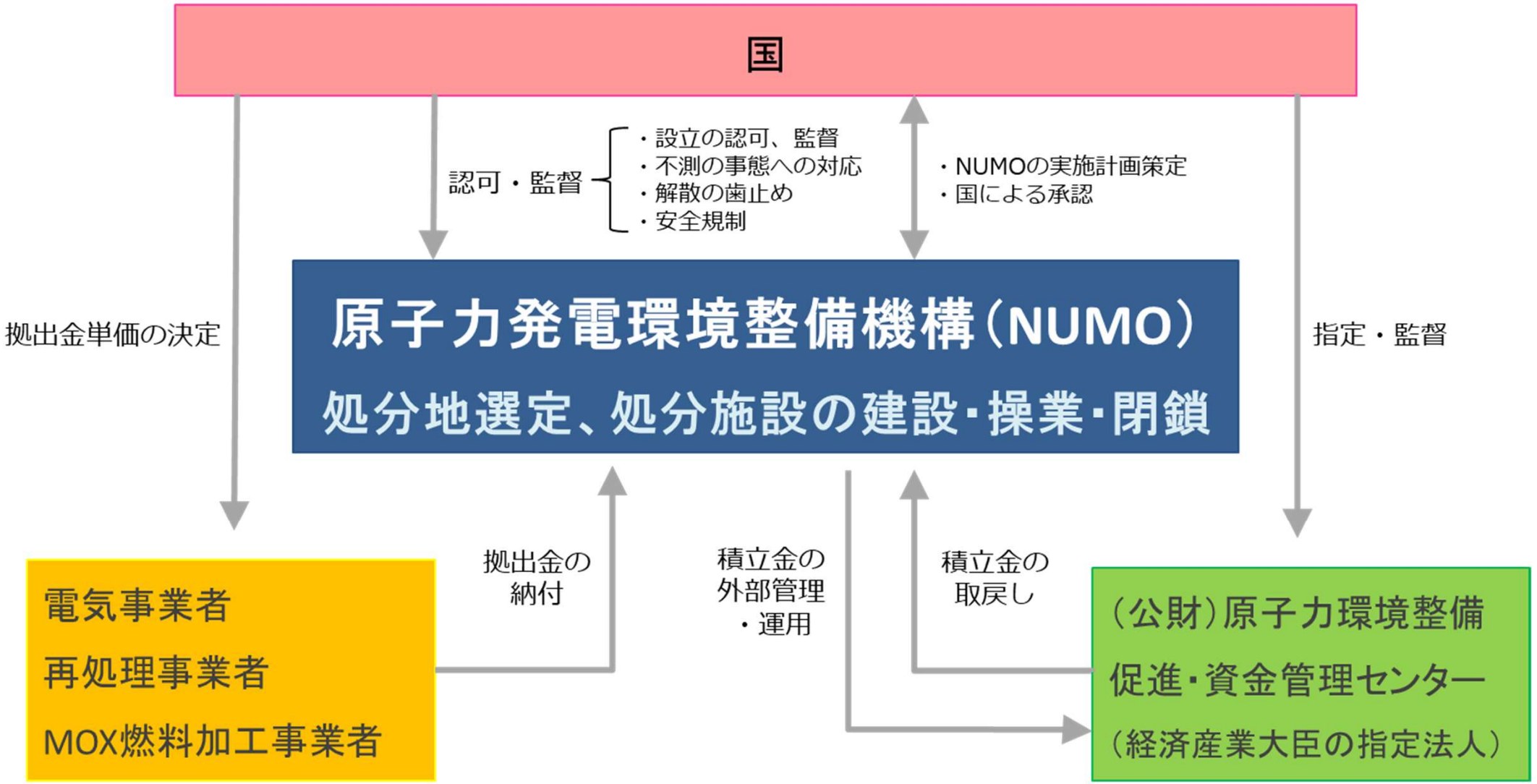


- **ふくしまHIGH SCHOOL ACADEMY 2024 副読本**

http://happyroad.net/2024/12/31/%e3%81%b5%e3%81%8f%e3%81%97%e3%81%behigh-school-academy-2024-%e6%97%a5%e6%9c%ac%e8%aa%9e%e7%89%88-%e5%89%af%e8%aa%ad%e6%9c%ac/

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。



NUMOの事業内容

～対話活動～

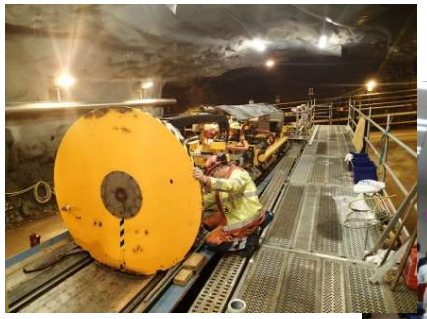



各地におけるシンポジウム及び
ワークショップの開催




地層処分展示車“ジオ・ラボ号”などによる
広報ブース出展

～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

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、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はなく、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り組み

（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**（顔の見えない組織から顔が見える「○○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．中長期的取り組み（人材育成に関する研修実施等）

ＮＵＭＯの地域共生の基本的な考え方

- 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さまと共に考え、
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

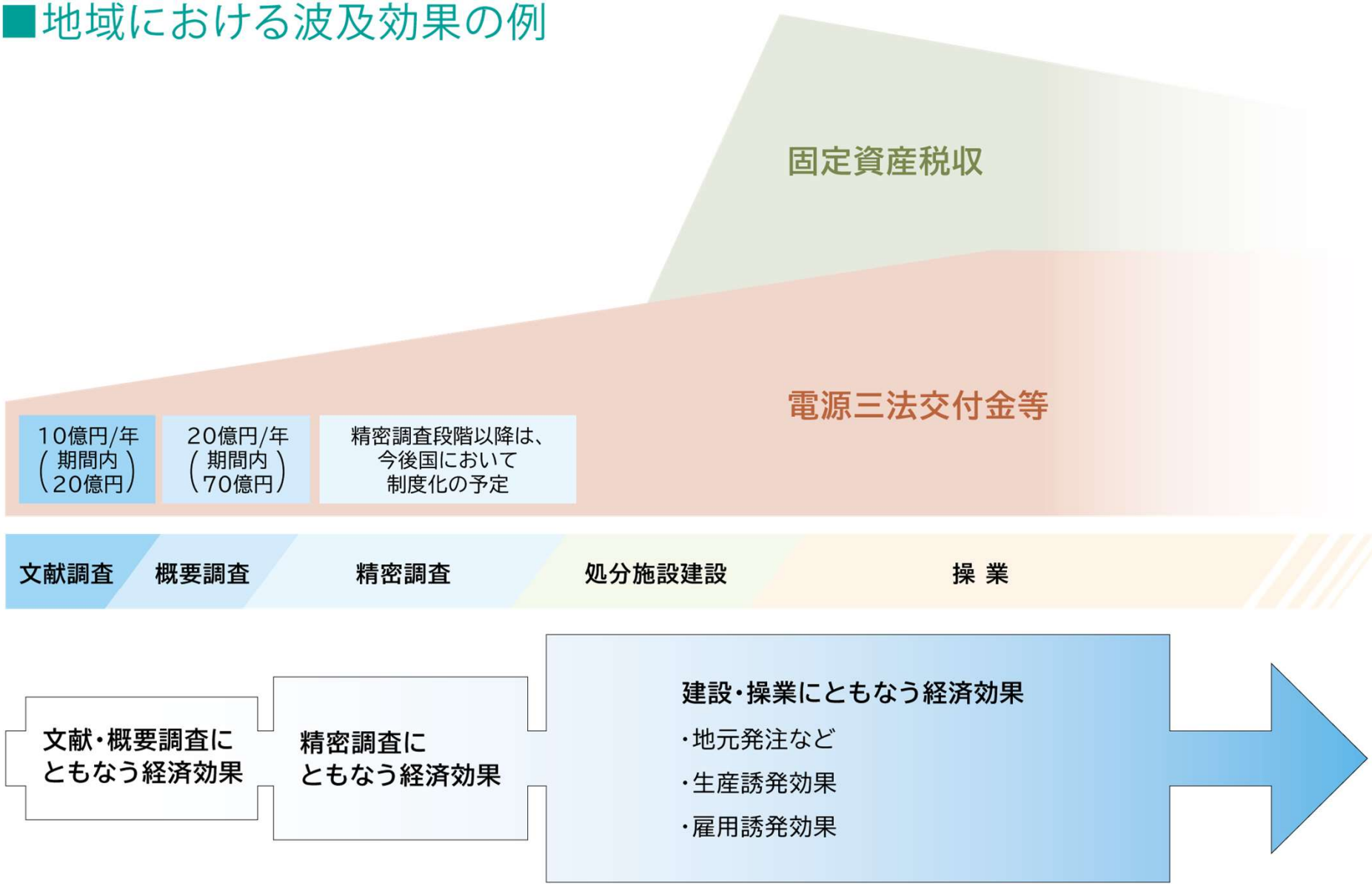
- NUMOは、地域の皆さまとのコミュニケーションを大切に、事業による地域の発展を実現し、地域の皆さまに「受け入れて良かった」とお考えいただけるような関係の実現を目指します。
- NUMOは、地域の雇用や経済などへのプラスの影響ができるだけ大きくなるように努めるとともに、風評被害などのマイナス影響を防ぐ措置を検討、実施します。



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



文献調査の実施に伴う電源立地地域対策交付金

- **文献調査に伴う交付金**は、地域振興、公共施設整備、医療・福祉サービス等に活用でき、**調査期間中最大20億円（単年度上限10億円）**を交付可能です。
- 調査実施町村の交付額が５割以上であれば、残りは**地域の実情に応じて周辺市町村へ配分することが可能です**。

＜寿都町の事業概要＞

●各種行政サービス実施事業 【6.7億円】
- ・消防関連事業（消防士人件費 等）
- ・人材育成関連事業（食育センター運営 等）
- ・交通インフラ関連事業（町道整備 等）
- ・福祉サービス関連事業（保育所運営費 等）
- ・環境衛生関連事業
  （ごみ処理施設運営費、下水道管理運営費 等）
- ・観光関連事業（施設運営費 等）

●基金計上 【11.8億円】
- ・上記申請と同様の事業を実施するための基金
  教育施設の環境整備等に活用中

●近隣への配分 【1.5億円】
- ・岩内町（都市公園整備に活用）

＜神恵内村の事業概要＞

●各種行政サービス実施事業 【0.8億円】
- ・防災関連事業（消防用設備整備 等）
- ・水産業関連事業（漁協設備整備 等）
- ・医療関連事業（医師人件費、診療所機器整備 等）
- ・環境衛生関連事業
  （塵芥収集車整備、一般廃棄物収集業務委託 等）

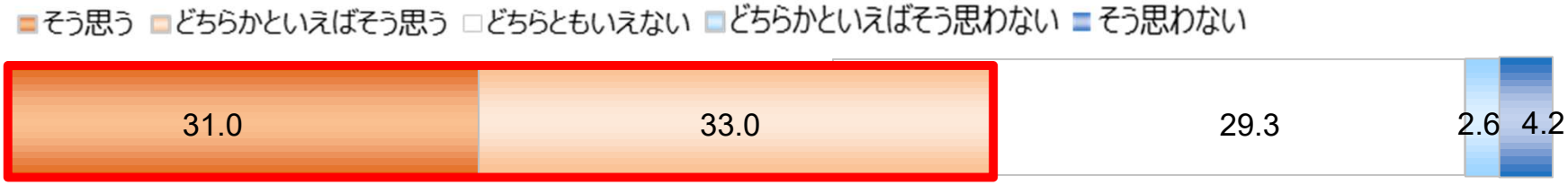
●基金計上【14.7億円】
- ・産業振興、福祉サービス等地域活性化推進の基金
  水産業・交通インフラ・福祉、公共施設整備等に活用中

●近隣への配分【4.5億円（=1.5億円×３）】
- ・古平町(診療所整備に活用)
- ・泊村(簡易水道に活用)
- ・共和町(道の駅整備に活用)

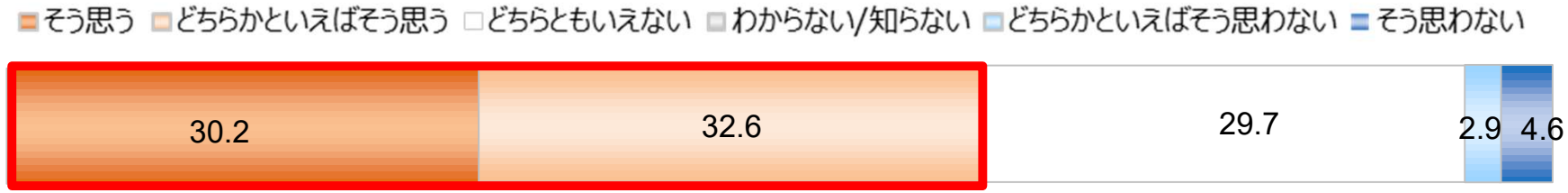
事業に協力していただける地域への向き合い方

- 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



「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



【出所：NUMO実施のアンケート調査】
時期：2023年10月
対象：全国18～60才代の男女
方法：インターネット
サンプル数：10,000

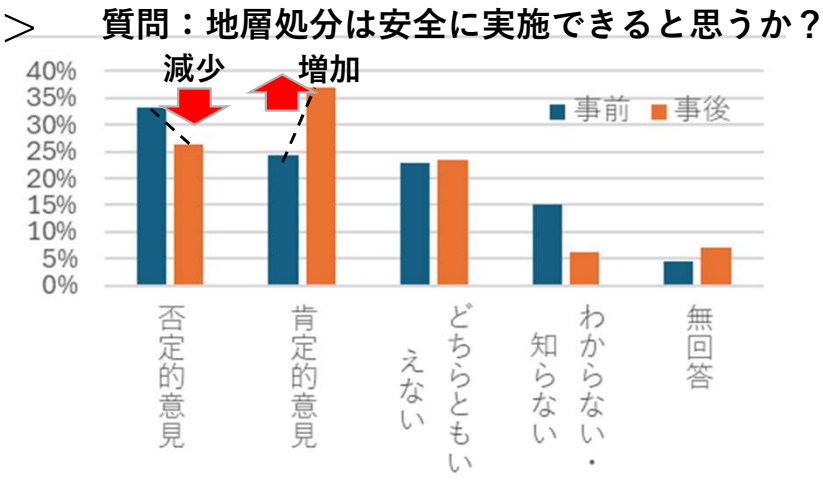
安全性に対する考え方の変化

＜①全国調査（※ＮＵＭＯによる1万人無作為抽出アンケート調査）＞

- **高レベル放射性廃棄物の処分問題を認知**しているのは**6割。地層処分の安全性**について**肯定的な意見**を有する層が**2割**いる一方、**否定的な意見**を有する層が**2割**存在。残り6割は「どちらともいえない」及び「わからない・知らない」とする層。

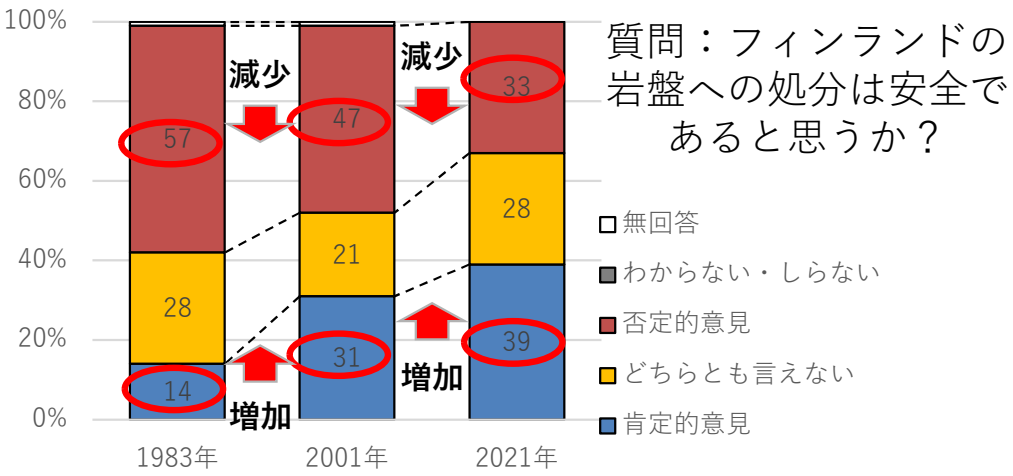
＜②対話型全国説明会参加者に対するアンケート(2023)＞

- 参加者の**3割**が**安全性に否定的な意見を有する方々**であるが、**説明会参加後**に割合は**若干減少**。
- 肯定的な意見は**2割台から4割近くに増加**。
- 「少人数形式で質問ができて良かった。」、「電力を一番多く使っている地域の人達こそ真剣に考えて欲しい」という声も存在。



＜参考：フィンランドエネルギー協会調査＞

- **選定プロセス開始当初**（1983年）では、**安全性に否定的な意見が6割**を占める一方で、**肯定的な意見は1割のみ**。
- **プロセスが進むにつれて徐々に減少**するも、**処分地選定時**（2001年）でも**5割は否定的な意見**で、**肯定的な意見の3割を上回る**状況。**直近**（2021年）で**肯定的な意見**（39%）**が否定的な意見**（33%）**を上回った。**



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、こうした取り組み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２０～３０年程度の時間をかけて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	調査段階		処分地選定済		
スペイン	ドイツ	スイス ※概要承認申請中	カナダ ※建設許可申請前	スウェーデン ※建設中	フィンランド ※建設中

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**
- 2025～　建設開始　2030年代～処分開始予定

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	✓ 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	• 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】



［出典］ポシヴァ社 Spent Nuclear Fuel Management in Finland, より引用

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

- 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。地上探査サイト地域の選定中【現在】
- 2031　処分地決定予定（10年以上遅延の見込み）

スイス

- 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
- 2022　NAGRAが北部レゲレンを提案
- 2024　概要承認申請【現在】
- 2060頃　処分開始予定

カナダ

- 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（最終的に2地域）
- 2024　WLONーイグナスエリアを選定
- 2040～45　処分開始予定

～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）	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)** 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	✓ 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	✓ 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等より情報提供、それを受けて議論の実施	✓ 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 **詳しく知りたい自治体に詳細な情報提供**を実施（22自治体が関心表明） → ③ 関心自治体に予備的評価（関心を示した自治体のうち、11自治体が現地調査に進み、うち２地域で地震探査やボーリング調査等を実施）

WLONーイグナスエリアを選定



オープンハウスでの勉強会



スウェーデン・エストハンマル前市長を招聘した講演会（2012年）

- **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）

3自治体で設立

2自治体3地域で調査実施中



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方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（令和５年４月２８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り組みが検討・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（ＧＩＰ）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（ＧＩＰ））**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ＧＩＰに年間約3,000万ユーロ（約48億円相当）が交付され、地域振興に活用。（あわせて年間6,000万ユーロ）

国
（原子力関連施設に課税される連帯税が財源）

↓

ＧＩＰ
（国、関係地方自治体、経済団体、ＡＮＤＲＡ（実施主体）等が参画）

↓

・経済開発・雇用助成
・道路等のインフラ整備
・観光施設　等



公共施設の整備



道路の整備

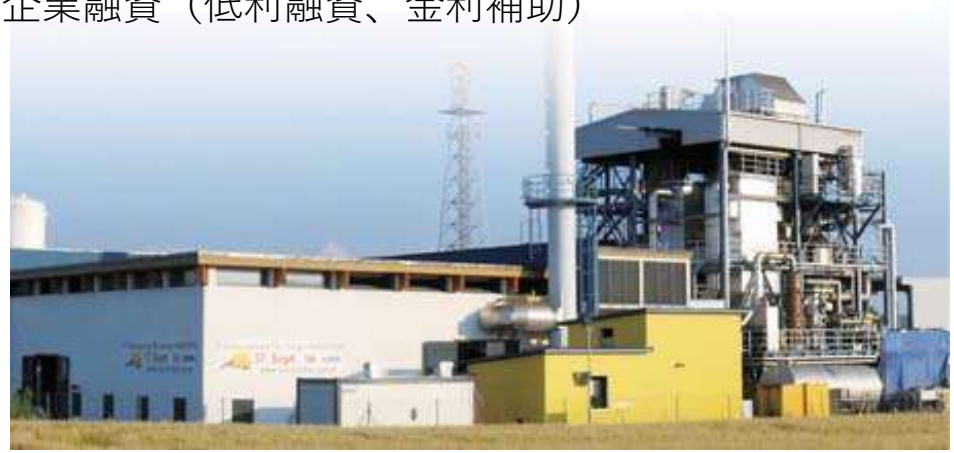
廃棄物発生者による地域支援

- **フランス電力株式会社（ＥＤＦ）など放射性廃棄物発生者**は、左記ＧＩＰ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

［写真出典］諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2023年版）（資源エネルギー庁発行）を引用

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。



エストハンマル前市長
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）
- ◆ オルキルオ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/

そのほか、地層処分事業をより広く知っていただけるよう、みなさまへ様々な情報をお届けしています。

Facebook　YouTube　Instagram　メールマガジン