

科学的特性マップに関する対話型全国説明会 説明資料

はじめに

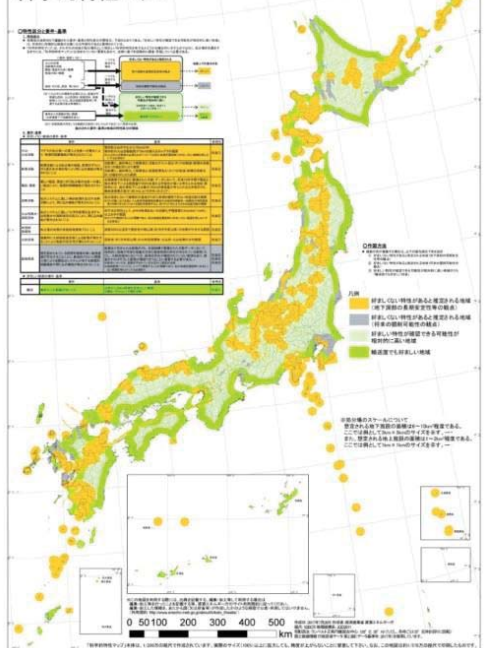
原子力発電に伴って発生する「高レベル放射性廃棄物」は、将来世代に負担を先送りしないよう、現世代の責任で、地層処分（地下深部の安定した岩盤に埋設）に向けた取組を確実に進めていく方針です。

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組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。

科学的特性マップ



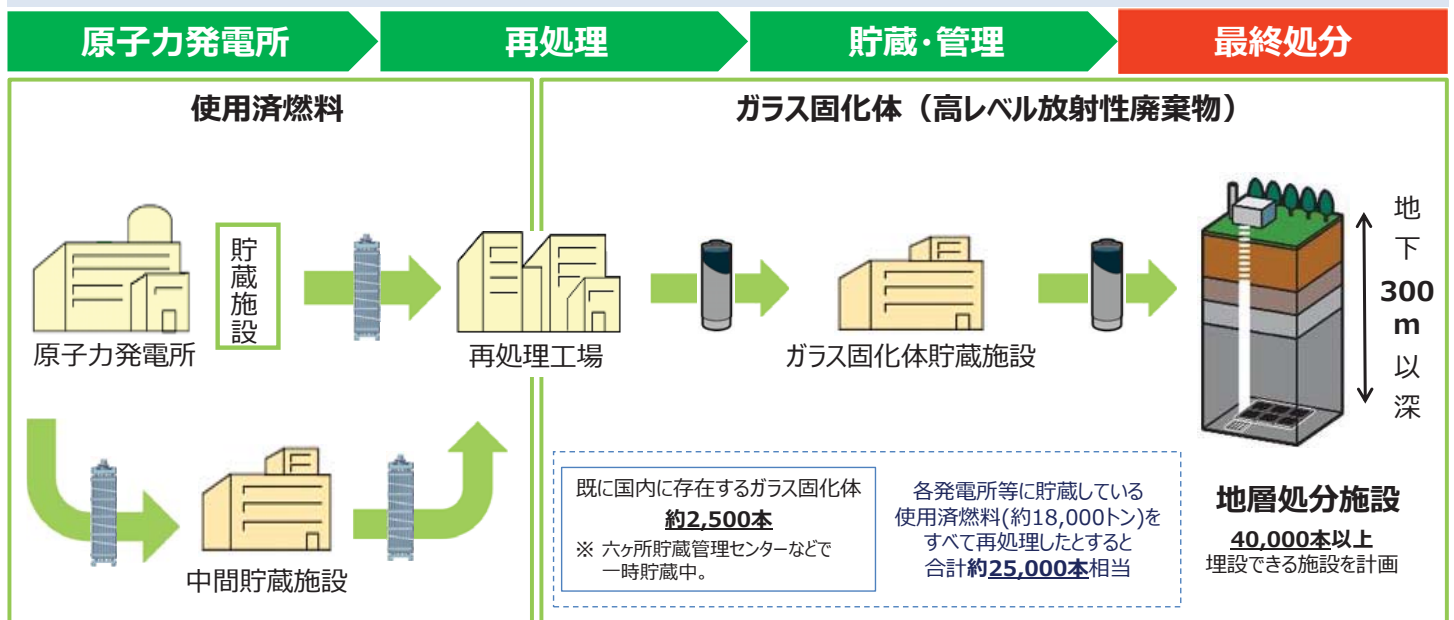
注記：「科学的特性マップ」本体は、1/200万の縮尺で作成（約90cm×約120cm）



1

高レベル放射性廃棄物の最終処分までの流れ

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

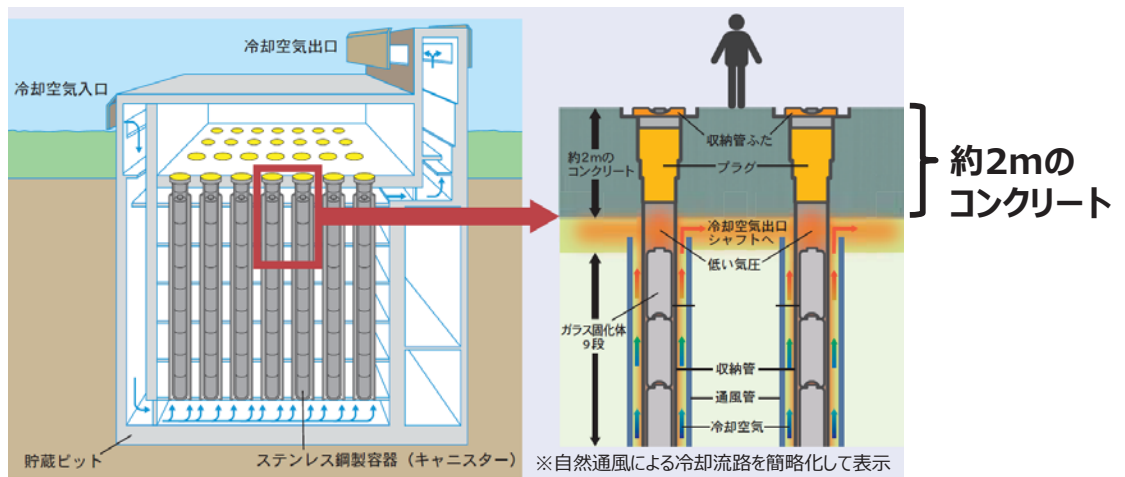


※日本原子力研究開発機構（JAEA）の研究施設から発生したガラス固化体、及び上記の再処理の際に発生するTRU廃棄物のうち放射能レベルが一定以上のものも、同様に地層処分の対象となります。
※六ヶ所再処理工場は2021年度上期竣工予定（実用化に向けた試験は実施済み、現在、原子力規制委員会の審査中）。

2

ガラス固化体の特性

- ガラス固化体にはウランやプルトニウムなどがほとんど含まれていないため、臨界状態になることはなく、爆発することはありません。
- 製造直後のガラス固化体の放射能レベルは非常に高く、線量も高いものですが、約2mのコンクリートで遮へいすることによって、十分に影響を低減することができます。
- ガラス固化体の放射能は時間とともに減衰し、1000年程度の間に99%以上低減し、その後はゆっくりと減少していきます。



高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（青森県六ヶ所村）

3

地層処分の基本的な考え方

- 長い期間にわたって地上で保管する場合、自然災害などのリスクが増大し、また、管理に必要な技術や人材の維持など、将来世代へ負担を負わせ続けることになります。
- 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

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

➡ <地下深くに適切に埋設することで>
安全上のリスクを小さくできる

長期間、地上で保管
を続ける場合

人間の管理の必要性が継続し、管理の実行可能性に不確実性が増す

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

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

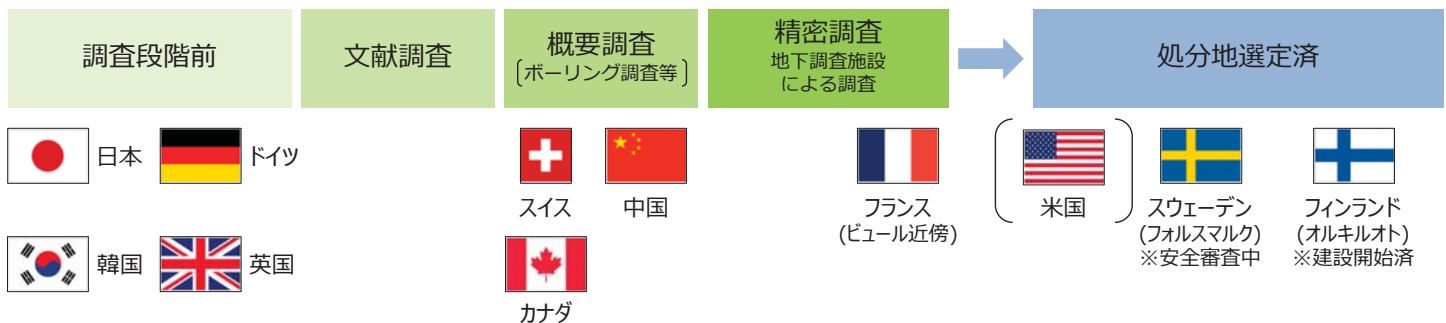
4

最終処分方法に対する国際的な評価

- 国際的にさまざまな処分方法（**宇宙処分**、**海洋底処分**、**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。



5

地層処分の実現に向けた取組の経緯

- 日本においても、原子力発電の利用が開始される1966年よりも前から、高レベル放射性廃棄物の処分方法についての検討が開始されてきました。
- 1970年代からは、様々な専門分野の知見を取り入れて、地層処分の研究が進められ、**日本において地層処分は、技術的に実現可能**であることを国内外の専門家により確認されています。

1962年：原子力委員会報告書 **放射性廃棄物の処分方法の検討開始**

1966年：原子力発電の利用開始

1976年：原子力委員会決定 地層処分研究スタート

1999年：核燃料サイクル開発機構（現JAEA）研究開発成果「第2次取りまとめ」

日本において地層処分は技術的に実現可能であることを国内外の専門家により確認

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

2015年：最終処分に関する基本方針改定

- ・現世代の責任として、地層処分に向けた取組を推進する
- ・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

2017年：科学的特性マップの公表

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

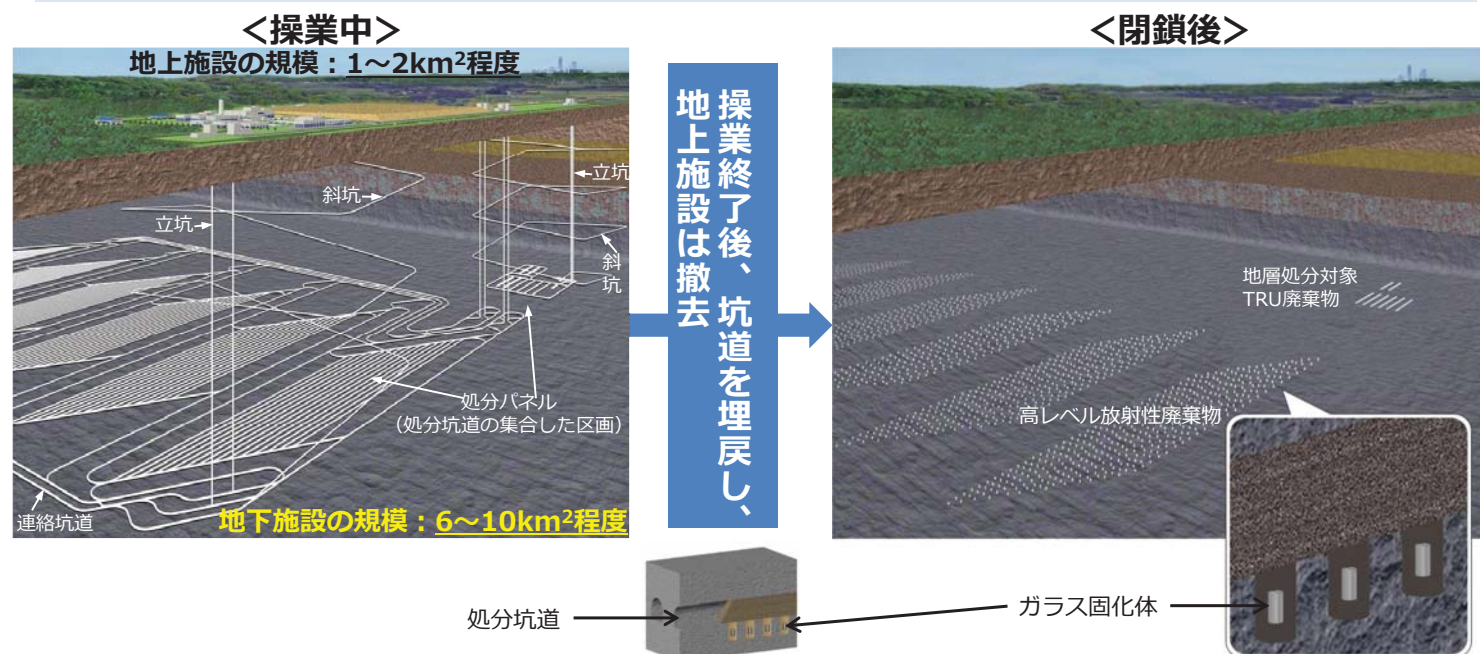
2018年：NUMO包括的技術報告書のレビュー開始

日本の地質環境で安全な地層処分を実現するための技術的な取組の最新状況を提示

6

地層処分事業の概要

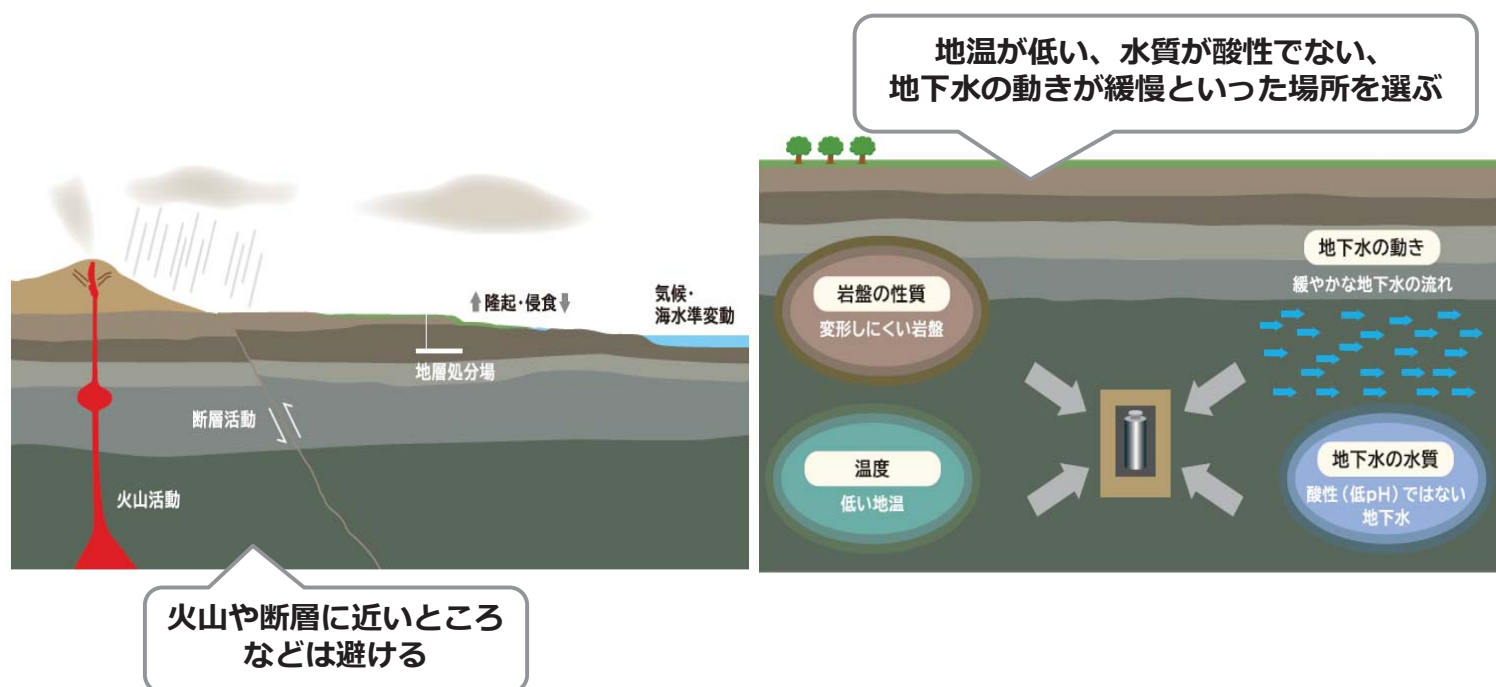
- ガラス固化体を40,000本以上埋設できる施設を全国で1か所つくることを計画しています。
- 地上施設は1～2km²、地下施設は6～10km²程度を想定しています。
- 事業の費用は、**約3.8兆円**（※）と試算しています。その費用は、原子力発電所の運転実績に応じた金額を電力会社等が毎年NUMOに拠出しています。
※ガラス固化体（40,000本）、地層処分対象TRU廃棄物（19,000m³）を埋設する規模で算定。



7

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。



8

地層処分に関する「科学的特性マップ」

- 安全に地層処分を行うために考慮すべき科学的特性について、各分野の専門家による2年間の議論と国際機関等のレビューを経て、要件・基準がとりまとめられました。
- 科学的特性マップは、地層処分に関係する地域の科学的特性が日本全国にどのように分布しているか、既存の全国データに基づき、**一定の要件・基準**に従って、客観的にわかりやすく示したものです。

要件・基準の例

<火山活動>

- 要件：火山の周囲（**マグマの処分場への貫入等を防止**）
- 基準：約260万年前から現在までに噴火して形成された火山の中心から半径15km以内等

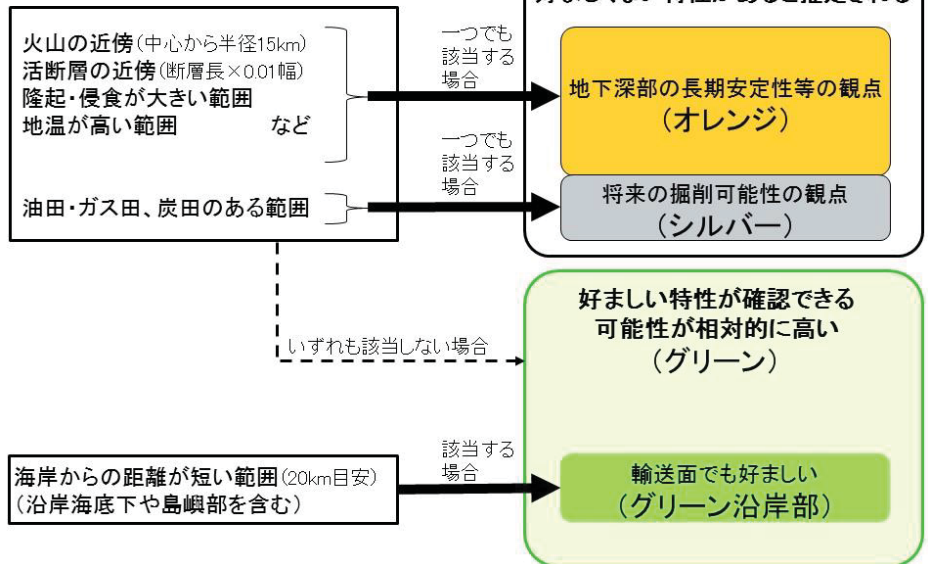
<断層活動>

- 要件：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**）
- 基準：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）

（注）

- ◆ **地下水の動きや岩盤の性質**なども考慮は必要ですが、個別要素ではなく、総合的な評価が必要であり、全国的なデータが極めて限られるため、**科学的特性マップに反映されていません。**
- ◆ マップへの記載の有無に関わらず、考慮すべき要素については、処分地選定前の**個別地点調査でその特性を明らかにしていきます。**

<要件・基準>



9

今後の処分地選定に向けたプロセス

- 最終処分事業を進めるためには、**国民全体での理解**が不可欠です。今後も全国各地での対話活動に引き続き取り組んでいきます。
- 今後、処分事業に関心を持っていただける自治体が出てきた場合には、**地域の意見を聴きながら**、法律に基づく処分地選定調査を一步ずつ進め、最終処分地の選定につなげていく考えです。

国民理解・地域理解を深めていくための取組

科学的特性マップの公表
全国各地での対話活動

国民や地域の声を踏まえつつ

- **地域の検討を社会全体で支える環境づくり**
- **地域特性を踏まえた重点的活動**

等

理解の深まり

複数地域で調査受入れを目指す

法律に基づく処分地選定調査



文献調査
(机上調査)



概要調査
(ボーリング調査等)



精密調査
(地下施設での調査・試験)

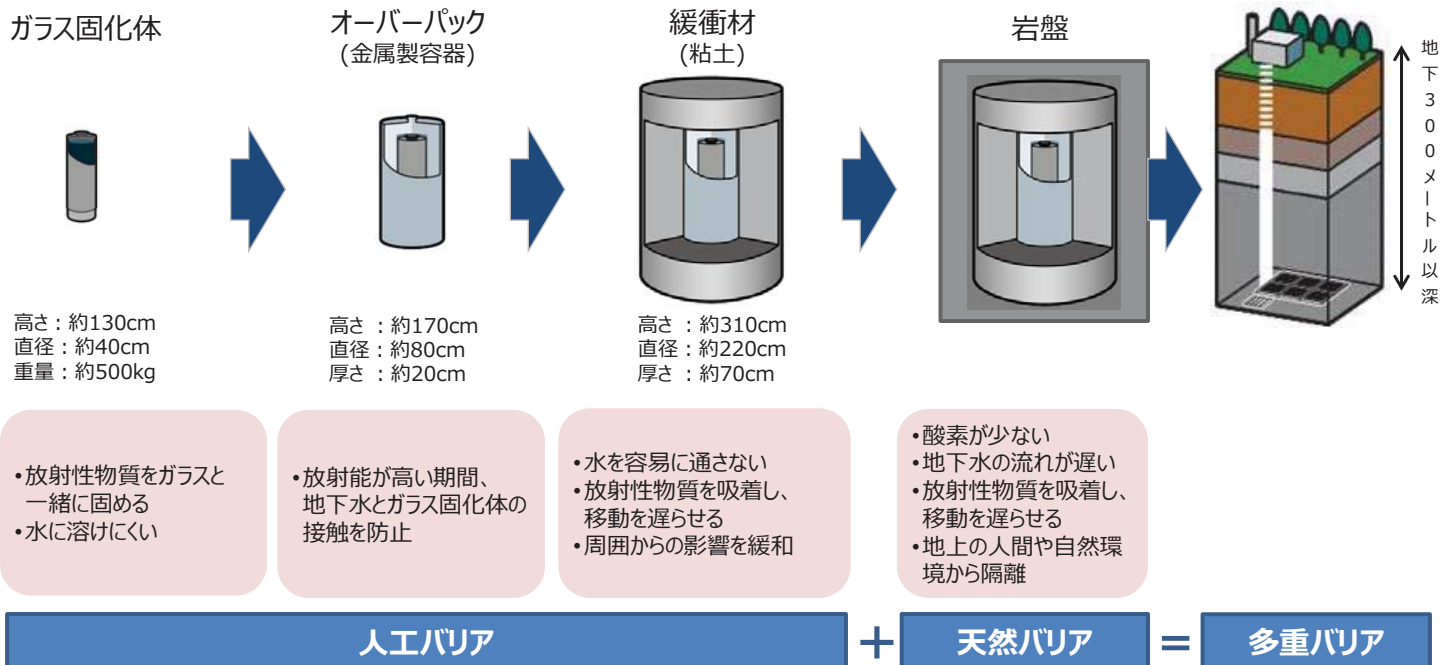
地域の意見を聴き、これを十分に尊重
(反対の場合には次の段階へ進まない)

最終処分地の選定

10

地層処分の仕組み（多重バリアシステムの構築）

- 高レベル放射性廃棄物を**地下300mより深い安定した岩盤に埋設**します。**[天然バリア]**
- 放射性物質を取り込んだガラス固化体を**オーバーパック（厚い金属製容器）に格納**し、さらに**緩衝材（粘土）で包みます**。**[人工バリア]**

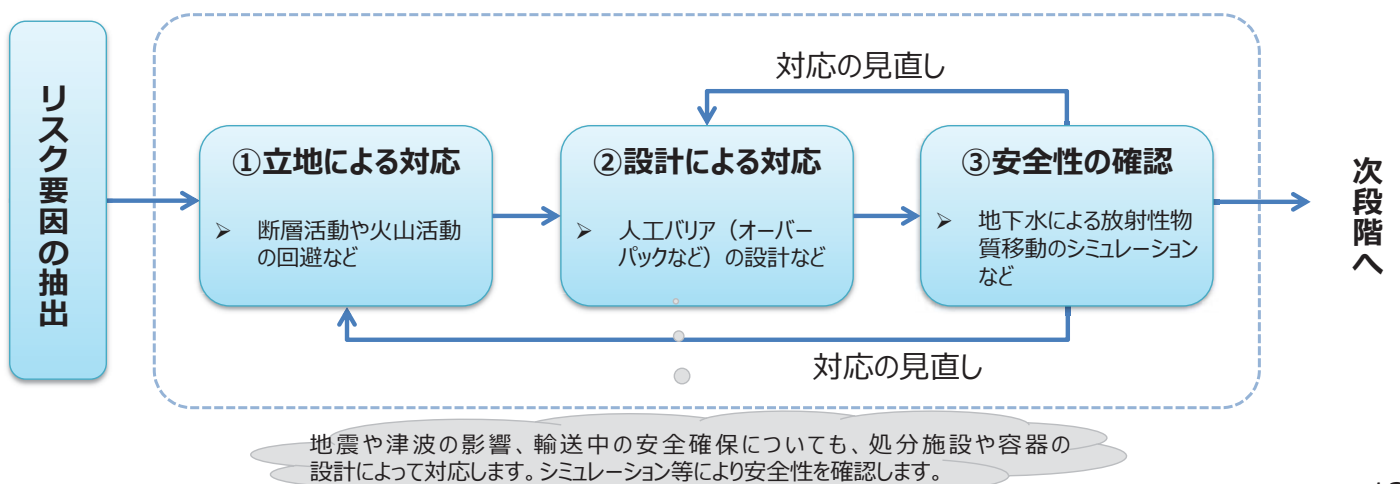


様々な対策を組み合わせた多重バリアシステムにより、人間の生活環境への影響がないように隔離・閉じ込めを行います。

11

地層処分の安全確保の考え方

- バリア機能※を損なうリスク要因を網羅的に抽出し、どのように対応するかを検討します。
※オーバーパック・緩衝材や岩盤などが有する放射性物質の移動を妨げる性質など
- 処分地を選定するまでに、
 - ①断層や火山などの自然現象の影響が著しい範囲を避けた処分施設の立地となっているか（**立地による対応**）
 - ②オーバーパックなどの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**）
 という2つの観点で対応方法を検討した上で、③シミュレーションを行うなど、安全が確保できるかを確認する（**安全性の確認**）という作業を何度も繰り返し行います。



12

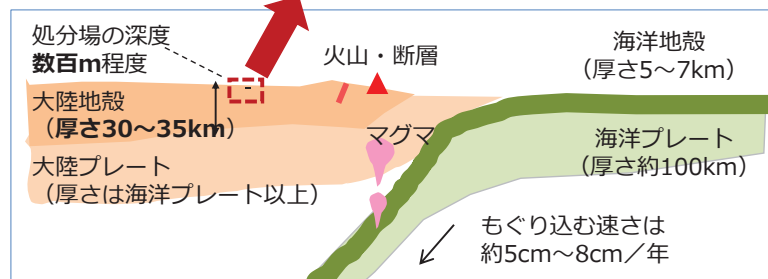
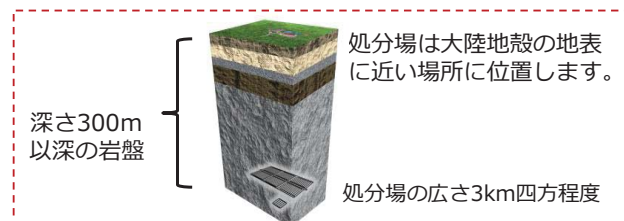
プレートのもぐり込む場所では、歪みが蓄積されたり、岩石が融けてマグマが生じたりすることで、活発な断層活動や火山活動が見られます。日本周辺のプレートの動きは数100万年前からほとんど変化がなく、そのため、断層活動や火山活動が起きる地域は長期間ほとんど変化しておらず、同じ場所で繰り返し起こっています。

また、処分場の広さは数km四方であり、大陸の大きさに匹敵するプレートの広さに比べれば点のようなものであり、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も考慮する必要があります。



200万年前と現在の日本列島

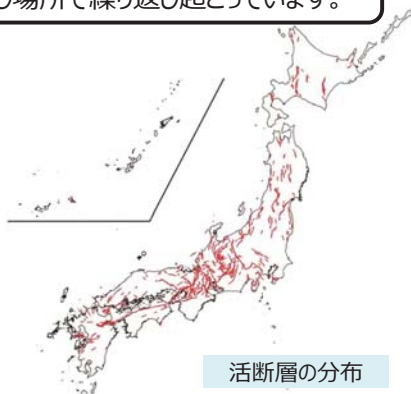


13

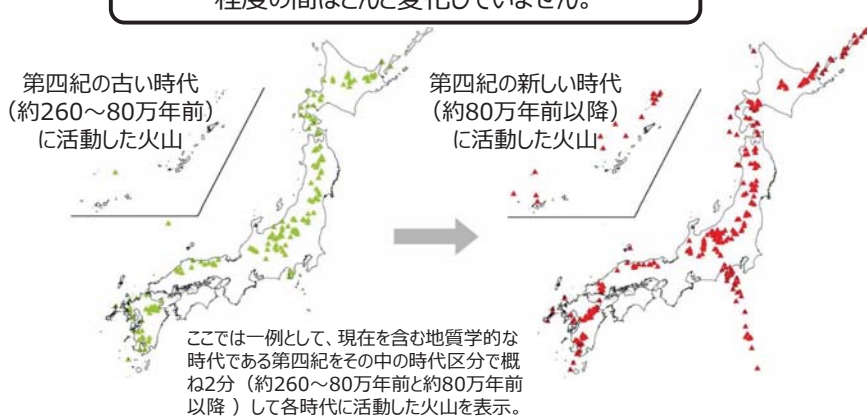
【参考】活断層や火山の分布

断層活動は過去数10万年にわたり同じ場所で繰り返し起こっています。

火山活動が起きる地域は過去数100万年程度の間ほとんど変化していません。

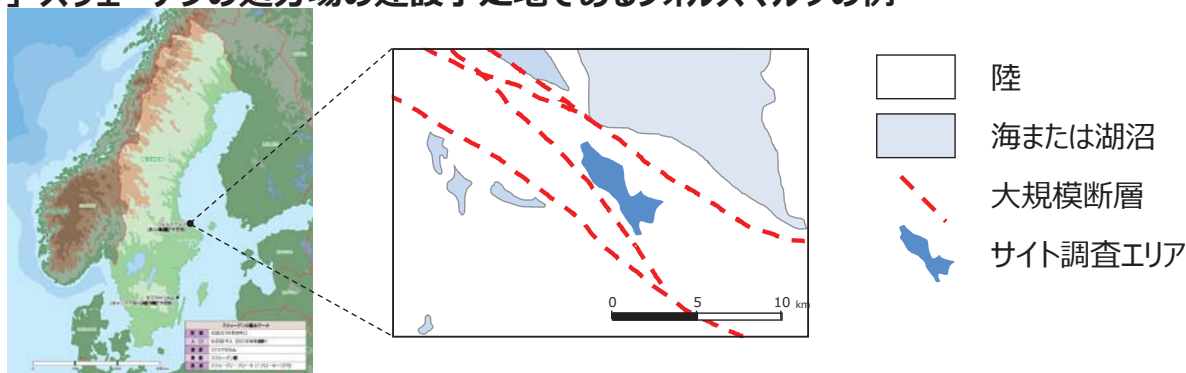


出典：活断層データベース（産業技術総合研究所）
<https://gbank.gsj.jp/activefault/search>



日本火山（第3版）（産業技術総合研究所）に基づき作成

【参考】スウェーデンの処分場の建設予定地であるフォルスマルクの例



諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2019年版）（資源エネルギー庁発行）P.9,14より作成

14

高レベル放射性廃棄物の放射能が人間の生活環境に影響を及ぼさないよう、数万年以上といった**長期間にわたってバリア機能を維持するように設計することが重要**です。

ガラス固化体は、化学的に非常に安定した性質を有するガラスによって、**長期間、放射性物質を内部に閉じ込めます**。地下水に触れたとしても非常にゆっくりとしか溶けず、全てのガラスが溶けるには数万年以上の長い時間が必要です。また、ガラス固化体の放射能レベルが高い間は、地下水との接触を防ぐため、**オーバーパックでガラス固化体を密閉**します。

そのオーバーパックの周りを**水を容易に通さない緩衝材**で覆います。また、地下深くの岩盤は水を通しにくいいため、**地下水の流れは非常に遅い**という性質があります。将来、オーバーパックが破損するようなことが生じた場合でも、この緩衝材の働きと、非常に遅い地下水の流れにより、**放射性物質の移動にはさらに長い時間がかかります**。

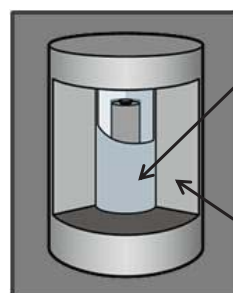
ガラスの性質のひとつ = 物質を閉じ込める

ガラス固化体が地下水に触れて、放射性物質がガラスとともに溶け出すとしても、全てのガラスが溶けるには数万年以上の長い時間が必要です。



色ガラスの管玉

割れた色ガラスの管玉



オーバーパックは放射能レベルが高い間、ガラス固化体を密閉し、地下水との接触を防ぐ

緩衝材は水を容易に通さない

次に、**地層処分の仕組みが適切に機能するか**を評価します

15

③安全性の確認

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

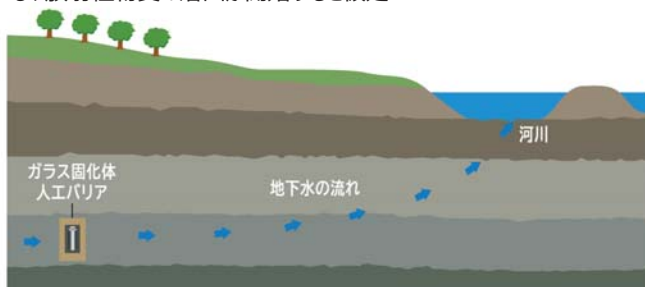
放射性物質が地下水中に漏れ出したとしても、バリア機能により、**人間の生活環境へ移動する量は非常に少なく、また、移動中に放射能は減衰**します。

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

【人間の生活環境への影響をシミュレーションした例】

地下水により放射性物質が地表まで運ばれる安全評価用のモデルのイメージ

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



可能性が極めて小さい事態も想定したモデルのイメージ

処分場を横切るような大規模な断層が発生すると仮定。最も多くの廃棄体を断層が横切るようにするなどの保守的な仮定を置き、横切る時期は、具体的に特定が困難なことから、10万年後前まで幅を持たせて設定



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。

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。

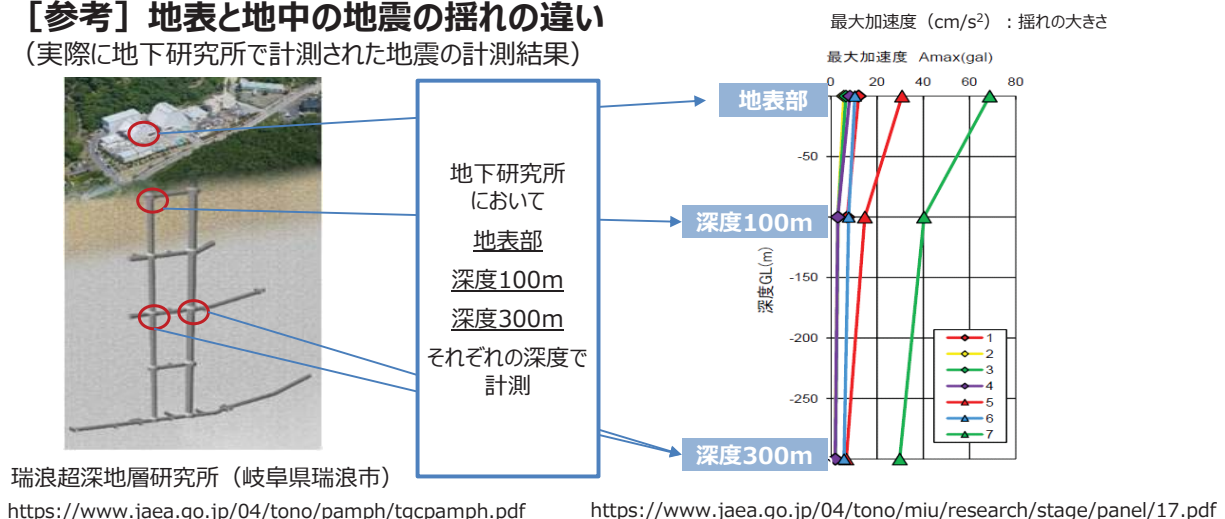
16

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。**

【参考】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)



17

【参考】東日本大震災の際、岩手県久慈国家石油備蓄基地の被災状況と緊急措置の例

地上施設は被災したものの、**地下の岩盤タンクや地下設備に続くサービストンネル（防潮扉を閉止）は被害無し。**



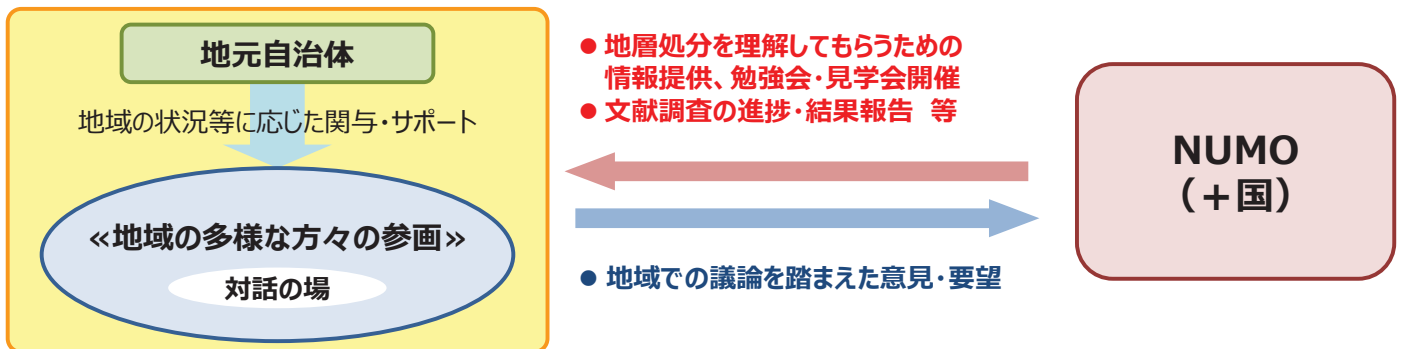
(出典) 土木学会岩盤力学委員会 H P より

18

対話の場の設置について

- 処分地選定が円滑に行われるためには地域による主体的な合意形成が図られることが重要です。
- 処分事業についての情報を継続的に共有するため、地域に対話の場が設置され、多様な関係住民の皆さまが参画し、積極的な活動が行われることが望ましいと考えています。
- また、長期にわたる地層処分事業が、地域の持続的発展を支え地域と共生できるように、地域の様々なニーズをお伺いし、地域の将来的な発展ビジョンを共に考え、共にその実現に取り組んでいきます。

＜対話の場のイメージ＞



21

諸外国における地域での対話活動例

- 処分事業について地域の皆さまの理解を深めていただくための対話活動は、諸外国でも同様に行われています。対話活動の実施方法などはさまざまですが、処分事業の実施主体への提案や地域の要望の反映などにおいて、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	
	ドイツ	スイス	カナダ	スウェーデン	フィンランド
	社会諮問委員会	地域会議	地域連絡委員会	自治体ワーキンググループ	協力/フォローアップグループ他
構成員	議会選出の有識者と一般市民(18人)	自治体・経済団体・政党・教会等代表者及び住民	地元住民、自治体首長、議員等	自治体議員、外部専門家、隣接自治体代表	地元住民、自治体職員OB、自治体議員 等
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	各種調査・事業計画に対する理解促進と意見反映	事業計画に対する理解促進と意見の反映
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 ✓ 実施主体NWMOと地域の橋渡し役	✓ 住民向けセミナーの企画・開催 ✓ 住民意見聴取 ✓ 実施主体SKB社の調査活動のレビュー	✓ 環境影響評価の進め方、住民の参加活性化策などを議論 ※ 上記議論も踏まえ実施主体 POSIVA社が施策を実施



ドイツ 【出典】社会諮問委員会HP引用



スイス 【出典】ジュラ東部地域会議HP引用



カナダ 【出典】イグナス地域連絡委員会HP引用



スウェーデン 【写真提供】エストハンマル自治体

22

地層処分事業が地域に与える経済社会的影響（諸外国での評価）

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

【フィンランド】

- ◆ **建設段階**等ピーク時では、エウロ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**、などの経済効果を期待する声あり。



エストハンマル市長
2016年
国際シンポジウム
(東京開催)

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

エウロキ自治体（最終処分施設建設地）

- ◆ 人口：約9,500人
(2017年)
- ◆ オルキオ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

23

地層処分についてもっと知りたい場合には

- 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。
- 地層処分事業について関心を持っていただける場合、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、皆さまのご関心やニーズに応じて、柔軟に対応させていただきます。

この課題を社会全体で解決すべき課題として、自ら主体的に学び、活動する団体も出てきています。



施設見学会の様子



勉強会の様子



団体間の交流会の様子

団体等による学習の機会を、NUMOが支援します。詳しくは、以下までお問い合わせください。

地層処分について基本的なことが知りたい

- 地層処分ポータル



<https://chisoushobun.jp/>

(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）

地層処分についてもっと知りたい、学びたい

- 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/>

24