

よくいただくご質問への回答

Q&A

1.地層処分の安全性

- ①安定した地層について 1
- ②地震について 1
- ③断層について 2
- ④火山について 2
- ⑤津波について 3
- ⑥地下掘削技術について 3
- ⑦安全評価について 3
- ⑧不測の事態について 4
- ⑨ガラス固化体について 4

2.事業の進め方

- ①処分施設受入れのメリット・デメリット 6
- ②処分施設の規模 6
- ③海外処分 7

2016年10月



1. 地層処分の安全性

① 安定した地層について

Q 日本に何万年も安定した地層があるのですか

A : 地層処分に適した安定した地層とは、数万年以上にわたって、火山や活断層の直撃を避けられ、かつ、地下水の流れが非常に遅く、ものを変化させたり溶かしやすくするはたらきをもつ酸素がほとんどない環境が維持されている地層です。

日本においても、地下深部の地下水の年代を測定した結果、数百万年前という年代が得られ、地下水が非常に長い間滞留していたことがわかっている事例があります。また、地層から数十万年前の貝の化石、数千万年前のアンモナイトの化石などが発掘され、ものを変化させたり溶かしたりしない環境が長期間にわたって維持された事例も得られています。

これらのことから、火山活動や断層活動が存在するなど地殻変動の激しい地域を除けば、地層処分に適した安定した地層が存在していると考えられます。

② 地震について

Q 地震の多い日本で地層処分は可能ですか

A : 日本では頻度に多少の差があるものの、地震の揺れから逃れられる地域はないため、処分地選定調査において、個別地点ごとに地震による影響を詳しく調査・評価し、見込まれる地震の揺れに十分に耐えられるように処分場を設計します。なお、地震時の地下の揺れは地表に比べて小さくなります。

また、廃棄体の埋設後は、オーバーパックと岩盤の隙間に緩衝材がしっかり充填されており、地震時には廃棄体は周囲の岩盤と一体となって揺れるため、地震の揺れによって埋設した廃棄体が破壊される可能性も極めて小さいと考えられます。

これらのことから、地震が多い日本でも安全な地層処分が可能だと考えています。

Q 地震の揺れが地表より地下の方が小さいとする根拠は何ですか

A : 地震の揺れは、地層の硬さによって変わり、硬い地層ではより小さくなります。一般に地下の岩盤は地表付近に比べると硬く、地震の揺れは小さくなります。一方、比較的軟らかい地表面では、地震波の反射などによって地震波が重なり合い、揺れが大きくなる場合があります。これらのことから、地震時の地下の揺れは地表に比べて相対的に小さくなります。

日本には防災科学技術研究所が整備・運用している地震観測網（基盤強震観測網）：

KiK-net)があり、全国各地の地表と地下(数10~数100メートル)の揺れに関するデータが蓄積されています。日本で過去に経験した地震のデータを確認すると、例えば、東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日発生)を含むマグニチュード7以上の地震において、深度250メートル以深(87地点)のデータから、地下の揺れは地表に比べて1/3~1/5程度であったことが確認されています。また、マグニチュード7.3が記録された熊本地震(2016年4月14日発生)では、地下252メートルにおいて、地表に比べて地下の揺れが約1/5という結果が得られています。

③ 断層について

Q 断層の活動は大丈夫ですか

A : 断層活動による処分場の破壊や地下水の流動への影響等によって閉じ込め機能が損失されることがないように、大規模な地層のズレを発生させる断層活動は避ける必要があります。

断層のうち過去数十万年にわたり繰り返し活動しているものは、活断層と呼ばれます。このように断層活動が同じ場所で繰り返されているのは、断層は一度形成されると周りの岩盤より強度が弱くなり、既存の断層に沿って破壊が発生する傾向があるためです。

処分地選定調査においては、地表から確認できる断層だけでなく、堆積物などに覆われた断層(伏在断層)を含めて詳細な調査を行い、断層活動の影響範囲を把握します。既存の断層の分布とその影響範囲の把握に基づいて、将来の断層活動の可能性やその影響を検討することで、断層活動による大きな地層のズレの影響は回避できると考えています。

④ 火山について

Q 火山国の日本で地層処分しても大丈夫ですか

A : 火山活動による地層処分への影響としては、例えば、マグマの貫入、地温の上昇、地下水の水質の変化等があり、それらの影響を避ける必要があります。

日本の火山の分布には偏りがあり、これは日本列島の下に沈み込む海洋プレートの運動に密接に関係しています。プレート運動により海洋地殻が100km程度まで沈み込むとマグマが発生・上昇することにより火山が生じます。海洋地殻の沈み込みがマグマの発生・上昇に至る程度の深さにまで達しない領域では、原理的に火山が発生しないこととなります。このため、日本の火山の分布は日本列島に沿う海溝に平行に、ある程度まとまった帯状に分布しています。

プレート運動の傾向は、過去数百万年程度変わっておらず、火山の分布に大きな変化は見られません。数万年以上の将来についても同じ傾向が継続し、火山活動もこれま

でと同様な地域で継続するものと考えられます。

また、処分地選定調査では、地震波探査等によるマグマの分布等の調査やボーリングによる地下の温度等の調査など、詳細な調査を実施し、火山活動の影響範囲を把握します。

現在知られている火山の分布とその影響範囲の把握に基づいて将来における火山活動の可能性やその影響を検討することで、火山による影響は回避できると考えています。

⑤ 津波について

Q 津波の影響は考慮していますか

A : 津波等の自然災害により、処分場の閉鎖までに地上施設が破壊されるようなことは回避する必要があります。そのため、処分地選定調査において津波を含む自然災害の影響範囲を把握し、調査結果を踏まえ、必要に応じた津波対策や浸水対策などの措置を講じます。例えば、施設設置位置の検討、防潮堤や浸水防止用の水密扉の設置などを実施します。

⑥ 地下掘削技術について

Q 地下 300m以深に坑道を掘る技術はありますか

A : 日本には深さ 300 メートルを超えるトンネル（例えば関越トンネル(山頂より深さ 1,200 メートル)）や、地下発電所（例えば東京電力・葛野川水力発電所（山頂より深さ 500 メートル)）のように掘削した実績が多くあり、300 メートル以深に坑道を掘る技術はあります。また、北海道（幌延町）と岐阜県（瑞浪市）に地下を研究する施設があり、それぞれ深度 380 メートル、500 メートルまで掘削が完了しています。坑道における湧水への対策、崩落事故を防ぐための技術などについても、既存の技術が適用可能であることを確認しています。

⑦ 安全評価について

Q 長期にわたる安全性をどのように確認しますか

A : 火山活動や活断層の影響を避けるなどして注意深く処分地を選び、そこに閉じ込め機能に十分な余裕を持たせた人工バリアを設置することによって、長期間にわたる安全を確保するようにします。地層処分に求められる安全確保の期間は数万年以上と非常に長く、実験などで直接的に確かめることはできません。そこで地層処分ではコンピュータ上でシミュレーションを実施し、人や環境への影響を評価することにより安全

性を確保します。

こうした手法は諸外国でも用いられていますので、シナリオ設定やシミュレーションプログラムの開発・検証などは、国際的に連携・協力をしながら進めています。

Q どのようなシミュレーションを実施するのですか

A : 地層処分では、数万年を超える期間にわたる安全性を確保できるかどうかを確認するため、コンピュータ・シミュレーションを利用します。シミュレーションでは、広く認められた物理・化学の原理や証明に基づいて、できるだけ将来の処分場で生じる現象を忠実に再現するようにしますが、こうした予測計算には不確実性が伴います。このため、科学技術的な知見に基づけば発生するとは考えられないような事象についても、あえてそれが発生したと仮定し、人や環境に及ぼす影響度合いの評価を行っていくことで大きな影響を与える特性が抽出でき、それらを研究開発や処分場の設計などにフィードバックすることで、不確実性を低減し、将来の安全性が確保できると考えています。

こうした将来の安全性に対する不確実性を低減し、その信頼性を更に高めるため、継続的な研究開発に取り組んでいきます。

⑧ 不測の事態について

Q 不測の事態に対し、どのように備え、対応しますか

A : 将来にわたって安全を維持し、災害を未然に防止することが重要と考えています。処分場の閉鎖までは不測の事態に備え、安全を維持し、災害を未然に防止するため、操業期間中も含め環境モニタリング体制を整備し、安全管理に努めます。万が一、不測の事態が発生した場合には、実施主体である NUMO の責任において速やかに必要な対策を講じ、情報公開や徹底した原因究明を行うとともに、被害の拡大防止に努めます。また、閉鎖後については、地域の皆さまとの対話などを通じて、必要な措置を考えていきます。

⑨ ガラス固化体について

Q ガラス固化体は人が近づいても大丈夫なのですか。

A : 製造直後のガラス固化体は、放射線量が非常に高く人が近づくことはできませんが、放射線は遮へいすることでその影響を排除できます。初期のガラス固化体であっても 2メートル程度のコンクリートで遮へいすることで、人がガラス固化体の直上に立って

も問題ないレベルになります。

また、ガラス固化体からの放射線量は時間の経過に伴い減衰します。製造後 50 年程度経過したものは、厚さ 20cm のオーバーパックに入れた場合、その表面の放射線量は、1 時間あたり約 2.7 ミリシーベルト、1 メートル離れた位置で約 0.37 ミリシーベルトになります。厚さ約 0.8 メートルのコンクリートの遮へいを施すことで、特に放射線の管理を必要とせずに周辺で作業できるレベルに低減されます。

<ガラス固化体製造直後の場合>

■表面線量

約 1,500 シーベルト/時 → 1 メートル離れると、約 110 シーベルト/時

<ガラス固化体を 50 年間貯蔵・管理後の場合>

■表面線量

約 160 シーベルト/時 → 1 メートル離れると、約 11 シーベルト/時

※さらにオーバーパック（厚さ約 20 センチメートルの金属製の容器）に収納すると、

■表面線量

約 0.0027 シーベルト/時 → 1 メートル離れると、約 0.00037 シーベルト/時
(約 2.7 ミリシーベルト/時) (約 0.37 ミリシーベルト/時)

【参考】

CT スキャン 1 回 : 0.0069 シーベルト (6.9 ミリシーベルト)

東京・ニューヨーク飛行機往復 : 0.00019 シーベルト (0.19 ミリシーベルト)

胸の X 線集団検診 : 0.00006 シーベルト (0.06 ミリシーベルト)

2. 事業の進め方

① 処分施設受入れのメリット・デメリット

Q 処分施設受入れに伴うメリットを教えてください

A : 地層処分事業を受け入れていただいた地域において、事業の実施にともない長期にわたる雇用・税収・資機材調達等の経済波及効果が見込まれるほか、そこに至るまでの調査段階において、国からの交付金制度があります。

NUMO は事業を通じて地域の発展に貢献したいと考えており、本社機能をその地域に移し、将来にわたり地域の一員として事業を遂行するとともに、例えば雇用の促進、生活基盤や研究開発拠点の整備などに取り組んでまいります。具体策については、地域の皆さまとともに検討していくことが重要と考えています。

地層処分事業は 100 年にわたる事業ですので、地域の持続的発展があつてこそ、事業を安定的に運営することができると考えます。

なお、国は当該地域の持続的発展に資する総合的な支援措置を関係地方公共団体と協力して検討していく方針です。

Q 処分施設を受け入れると風評被害が想定されますが、どのように考えていますか

A : 風評被害が生じないよう、地層処分事業に関する国民の皆さまへの理解活動をしっかりと実施し、全てにおいて安全を最優先に取り組むとともに、地域の経済など悪影響をできるだけ予防する措置を検討・実施してまいります。

それに加えて、風評被害が発生した場合を想定し、あらかじめ被害を補償する制度整備を地域の皆さまと一緒に取り組んでいくことが重要と考えています。

② 処分施設の規模

Q 処分施設の規模はどれくらいですか

A : 処分施設の規模については、地下施設は地下 300 メートルより深い安定した岩盤中に建設し、4 万本以上のガラス固化体と 19,000m³以上の TRU 廃棄物を人工バリアとともに埋設できる規模とする計画です。

参考として、深度 1,000 メートルの結晶質岩中に処分施設を建設する場合の敷地面積は、地上施設で約 1~2km²程度、地下施設で約 6~10km²程度と見込んでいます。

※TRU 廃棄物：原子力発電で使われたウラン燃料（使用済燃料）を再処理する施設（再処理工場等）の操業および解体に伴い発生する低レベル放射性廃棄物のことです。ウランより原子番号が大きい放射性核種（TRU 核種：Trans-uranium）を含む廃棄物であることから「TRU 廃棄物」と呼ばれています。

Q 処分施設の事業コストはどれくらいですか

A : 処分費用は、技術開発費、調査費、用地取得費、設計・建設費、操業費、解体・閉鎖費、モニタリング費、プロジェクト管理費などで、約 3.7 兆円※と算定されています。なお費用については、税率の変更、人件費単価および物品費等の最新データへの更新を行っています。

※「高レベル放射性廃棄物」(約 2.9 兆円)および「TRU 廃棄物」(約 0.8 兆円)の処分費用の合計です。

Q 処分施設をガラス固化体 4 万本以上処分できる規模としているのは何故ですか

A : 地層処分事業では埋設する本数に関わらず必要な費用(固定費)と、本数に比例する費用(変動費)があります。処分施設の規模とガラス固化体(1体)当たりの処分費用との関係について分析したところ、4万本程度以上であれば処分単価は処分施設の規模にほとんど影響されなくなることから、4万本を前提として設定しています。

Q ガラス固化体 4 万本に相当する使用済燃料が発生するのはいつ頃ですか

A : 現状、ガラス固化体 2 万 5 千本に相当する使用済燃料が既に存在しています。ガラス固化体が 4 万本に達する時期は、原子力発電所の稼働状況によるため、現時点で時期を見通すことは難しいです。

③ 海外処分

Q 海外で処分することはできますか

A : 国際条約(使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約)の前文では、国内処分すべきとの原則が示されており、日本もこの条約を批准しています。欧州などにおいて、一部国際共同処分を検討している動きもありますが、日本は「原子力先進国の責任」として国内で処分する方針です。