

＜第2シリーズ テーマ：長期安全評価（開催日2021年6月30日） 質疑と回答＞

- ・ オンライン説明会においてチャット欄にご記入いただいたご質問やご意見（当日の未回答も含む）および説明会後のアンケートでいただいた「チャットで書き込めなかったご質問やご意見」への回答・見解を掲載します。
- ・ いただいたご質問やご意見の原文はすべてそのまま保存しておりますが、掲載するにあたり、ご質問やご意見がより明確にお伝えできるよう、NUMOによる理解に基づいて表現を一部変更しています。ご質問やご意見の趣旨が変わらないよう細心の注意を払ってはおりますが、万一ご趣旨に沿っていない場合は事務局までご連絡ください（gijutsubu@numo.or.jp）。ご趣旨を確認させていただいたうえで必要に応じた修正を行い、再掲します。
- ・ 掲載した回答・見解は、分かりやすさなどの観点から、当日の口頭での回答に参考情報なども加えたものとしています。また、NUMOによる理解に基づき関連するご質問・ご意見を項目ごとにまとめる編集をしております。
- ・ オンライン説明会の運営などに関するご質問やご意見は、今後NUMOが運営する様々な説明会の改善のために活用させていただきます。
- ・ ご質問やご意見をいただいた方のご所属とお名前は掲載しません。
- ・ 回答・見解へのご意見やお問合せは事務局までご連絡ください（gijutsubu@numo.or.jp）。

[修正履歴はこちら](#)

分類	ページ	質問 No.
長期安全評価の手法・検証方法	2	No.1-12
長期安全評価 自然現象・地下水に対する安全性	7	No.13-21
長期安全評価 人間侵入に対する安全性	10	No.22
長期安全評価 生活圏評価	11	No.23
包括的技術報告書・セーフティケースの理解活動（安心感の醸成）	12	No.24-25
人工バリアの設計・機能	13	No.26-28
地質環境	16	No.29
その他	17	No.30-35

長期安全評価の手法・検証方法

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
1	#1 10 万年後の安全は、10 万年経たないと、確認できないのではないか。	<p>数十万年後の処分場における核種のふるまいを確認することは不可能ですが、予測することは可能です。予測においては、網羅性を保ちつつ、起こり得る蓋然性の程度を検討して蓋然性の高い予測に重点を置くことにより予測を結果の確認に劣らない内容のものとします。ここでは、様々な可能性を考慮した複数のシナリオを想定し、それらについて様々な検討ケースを設定して、地上の人々への影響を数値シミュレーションにより計算した被ばく線量で評価しています。</p> <p>シナリオの設定において、処分場を設置する地下深部の環境を変化させる要因による影響を科学的な知見に基づいて分析することにより、地下深部の環境が数十万年後も現在とほとんど変わらないと科学的合理性をもって想定することが可能です。このことから、閉鎖後長期の核種のふるまいに関するシナリオに基づく評価により、数十万年後の安全性を示すことができます。</p>
2	#1 廃棄体を定置して閉鎖後、再冠水期間から飽和期までが熱-水理環境下で力学的な大きな挙動が生じると考えられる。この力学的な大きな挙動は物質移行に影響が大きいと考えられるが、こういった状態設定の条件を解析の初期条件とするか、お考えをお聞かせいただきたい。廃棄体を設置した時点と、再冠水終了時点では、処分場の状態がかなり違うと思います。	<p>包括的技術報告書においては、処分場閉鎖後に再冠水に至る期間において緩衝材の不均質な膨潤による応力の分布の不均質性を考慮せず状態設定を行い、核種の移行が生じる場の初期状態としております(本編 6.3.1 項(1)参照)。</p> <p>今後、地下水の浸潤に関する不確実性等を考慮に入れ、現実に即して再冠水時におけるニアフィールドの状態変遷を評価し、物質移行への影響を分析したうえで、核種移行解析の初期状態に反映する必要の有無を判断することになります。</p>
3	#1 長期の安全評価では、隆起・侵食により地質環境条件が時系列的に変遷するかと思います。簡略化モデルで個の変遷はどのように反映されているのでしょうか？極めて長期では地表への露出も考えられますがこれはどのように扱っているのでしょうか？	<p>包括的技術報告書においては、サイトを特定していないため、サイトに依存する隆起・侵食は考慮しておりません。その代わりに、参考として、約 20 km 四方のエリアを単位として過去十数万年の平均隆起・沈降速度(※)を用いて、隆起速度の頻度分布に基づき、頻度の高い隆起速度を設定し、処分場閉鎖から 100 万年後程度における地表から処分場までの深度を評価しています(付属書 6-10 参照)。その結果、核種移行挙動に影響を与えるような地質環境の状態の変化が生じるような深度の減少は生じないと考えられます。</p> <p>サイトが特定された後は、文献調査、サイト調査から得られるサイト固有の隆起・沈降や、侵食・堆積といった地形変化を考慮して処分場の深度の変化を評価し、処分場の閉じ込め機能が喪失しないように、処分場の場所と深度を設定します。さらに、深度の変化による処分場の閉じ込め性能の変化を考慮した核種移行挙動の評価が必要になる場合には、人工バリアの状態変遷の不確実性を合理的な範囲で考慮し、保守側の評価をすることになります。</p> <p>※「日本地質学会 地質環境の長期安定性研究委員会(編)(2011):日本列島と地質環境の長期安定性. 地質リーフレット 4」 (http://www.geosociety.jp/publication/content0004.html)</p>
4	#1 隆起についての評価として、平均的な隆起速度で 100 万年程度であれば	<p>100 万年で 300m の土かぶり確保されたとした評価に用いた隆起速度は、約 20 km 四方のエリアを単位として過去十数万年の平均隆起・沈降速度(※)</p>

長期安全評価の手法・検証方法

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
	<p>300m 土かぶり確保されるとの評価結果があるとのこと説明でしたが、静岡市の日本平は 10 万年で 300m 隆起してできたとされていますので、どこでどのような隆起が起こるか予測不可能なことから、少なくとも 10 万年で 300m 以上の隆起が起きることを想定した評価を行わなければならないのではないのでしょうか。</p>	<p>を用いて、隆起速度の頻度分布に基づき、頻度の高い値を用いた結果です(付属書 6-10)。 隆起速度はサイトに依存し、サイトの固有性を踏まえて予測可能です。調査するサイトが特定されれば、その地域固有の隆起速度を評価し、その結果に基づき、隆起による影響を評価することになります。</p> <p>※「日本地質学会 地質環境の長期安定性研究委員会(編)(2011):日本列島と地質環境の長期安定性. 地質リーフレット 4」 (http://www.geosociety.jp/publication/content0004.html)</p>
5	<p>#1 3 年前の質問に対し「将来、長期にわたる安全については、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ぶようにします。ご指摘のとおり、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し、安全規制当局が定める基準を満足するかどうか確かめることとなります。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。」との回答が NUMO からありました。数万年後をシミュレーションしているというが、数万年後まで日本特有の地殻変動をどのような条件を入れてシミュレーションしているのか？3 万年前に日本列島はどのような状態でしたか？</p>	<p>3 年前の NUMO の回答でも申し上げているとおり、埋設後長期の安全性は、数万年以上という非常に長期間と、不均質で大きな広がりを持つ岩盤を対象とすることから、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。 そこで、サイト調査によって取得する地質環境データに基づき、地層処分において重要な地質環境の場、現象、メカニズムなどを総合的に解釈・統合化した結果や、考えられる不確実性を考慮したコンピュータシミュレーションを実施し、将来の地質環境特性の変動幅を推定します。 埋設後長期の地質環境特性に影響を及ぼす要因としては、長期的な気候変動およびそれに伴う海水準の変動、地殻変動に伴う地形の変化が挙げられ、それらを入力条件とした地下水流動解析などのコンピュータシミュレーションを実施して、地下水流動や地下水の水質の変化を推定します。 このような気候変動およびそれに伴う海水準の変動、さらには地形変化を考慮した地下水流動解析等のコンピュータシミュレーションの結果については、JAEA (2015) : 深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性, CoolRepH26 カーネル, (https://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/coolreph26-kernels/coolreph26-kernels-1.html) などで公開されています。 3 万年前は氷期にあたり、現在より海水準が低く、北海道はサハリン経由で大陸とつながっていたとも言われています(例えば、※)。</p> <p>※酒々井町ホームページ https://www.town.shisui.chiba.jp/docs/2018032900012/</p>
6	<p>#1 前半の質問(質問 No.5)についてです。3 万年前は日本列島、瀬戸内海もなかったはずですが。このような状況で 3 万年ものシミュレーションができますか？3 万年間のシミュレーション結果を公開ください。原発設置前のシミュレーションもデータラメでした。残念ながら前半はまともな回答にはなっていませんでした。あまりにも信頼性に欠けませんか？また、NUMO が今後 100 年も存続するとは思えません。特に原発事業者の存続はせいぜい長くとも今後 30 年間でしょう。あるいは規模は縮小</p>	<p>3 万年前の日本列島の状態(質問 No.5 の回答をご参照ください)のような、地球規模での氷期-間氷期サイクルによる周期的な気候変動およびそれに伴う海水準の変動が、地表から地下深部までの地質環境特性に及ぼす影響については、サイト調査によって取得する地質環境データに基づき、地層処分において重要な地質環境の場、現象、メカニズムなどを総合的に解釈・統合化した結果や、考えられる不確実性を考慮したコンピュータシミュレーションによって、将来の変動幅を推定する技術は整備しています。 このような気候変動およびそれに伴う海水準の変動、さらには地形変化を考</p>

長期安全評価の手法・検証方法

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
	<p>か統合されていくのでしょうか。3 万年間も、少なくとも 300 年間誰がどのように管理していくのでしょうか？</p>	<p>慮した地下水流動解析等のコンピュータシミュレーションの結果については、JAEA (2015) : 深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性, CoolRepH26 カーネル, (https://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/coolreph26-kernels/coolreph26-kernels-1.html)などで公開されています。さらに、地層処分事業では処分場閉鎖後数万年以上先の安全性を評価します。過去の海水準変動を評価した上記のようなシミュレーションのほかにも地質学的調査の結果なども考慮し、長期安全評価モデルを作成しています(本編 6 章)。</p> <p>地層処分事業は、調査開始から処分場閉鎖に至るまでに 100 年近くかかる長期の事業で、NUMO は着実に事業を実施します。</p> <p>処分場の閉鎖後の管理のあり方は現時点では決まっていますが、処分場閉鎖後は人間が介在することなく自然の力によって地下深部に「閉じ込め」られ、地表の人間生活から「隔離」されます。そのため閉鎖後の管理は「技術的には」不要であると考えています。ただし、地域をはじめ国民の皆さまに安心して生活していただくために、地域の方々のご意見も伺いながら、今後策定される国の規制を踏まえ適切な管理について検討していきます。</p>
7	<p>#1 残念ながらすべてのシミュレーションはせいぜい 1000 年程度のもので信頼性に欠けていませんか？</p>	<p>処分場を設置する地下深部の環境は、これらを変化させる要因による影響を、科学的な知見に基づいて分析すると、数十万年後も現在とほとんど変わらないと想定することが可能であり、数値シミュレーションはこのような想定のもとに実施しております。すなわち、地下深部環境についての予測は十分に信頼性があり、それが地層処分を実施する一つの重要な視点なのです。</p> <p>数値シミュレーションで現在の環境で生じている現象を適切に表現できていることを確認することが重要となりますので、室内や原位置で取得するデータと解析結果との比較により妥当性を確認し、信頼性の向上を進めております。</p>
8	<p>#1 不確実性は時間の経過とともに大きく変動していく性質です。今回の変動シナリオでのパラメータの分布は時間変遷を考慮したものなのでしょうか？ わが国では放射性物質を用いた物質移行の原位置試験を実施することが困難です。現在使用している物質移行モデルの確証について NUMO はどのような戦略をお考えでしょうか？</p>	<p>不確実性は時間の経過とともに変動する性質があると言えますが、場やプロセスによっては変動しない、あるいは大きくは変動しないものもあり、そのような個別の特性を踏まえて時間変遷を考慮に入れております。</p> <p>変動ケースに適用しているパラメータは、このような時間変遷を考慮して設定した値になっております。時間変遷を考慮した変動の中で、最も保守的な値を設定しています。</p> <p>また、物質移行解析モデルの妥当性の評価については、海外の地下研究施設(スイスのグリムゼル試験場, https://www.grimsel.com/)における国際共同プロジェクトにて放射性物質を用いた原位置実験を実施しており、ここで得られるデータを活用して進めております。</p>
9	<p>#1 ここで提示されているシナリオ(基本、変動、稀頻度、人間侵入)は、地層処分では考慮すべき、可能性のあるシナリオがすべてカバーできている、ないし、シナリオ設定はこれで必要十分である、という考えで提示されたのでしょうか。 あるいは、検討すべきシナリオは他にもあり得る(今後さらに検討を進める)と</p>	<p>今回示した基本、変動、稀頻度、人間侵入というシナリオ区分は国際的にも標準的なものです(付属書 6-3 参照)。</p> <p>基本・変動シナリオについては、想定される処分場の状態変遷に基づいて、安全機能に影響を及ぼす可能性のある FEP を全て抽出し、影響の分析をしており、網羅性が確保されていると考えております(付属書 6-9 等)。</p>

長期安全評価の手法・検証方法

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
	<p>という立場でしょうか。根拠・考え方と合わせて教えてください。</p>	<p>これに加えて、万が一の発生を想定した、稀頻度事象シナリオと人間侵入シナリオにより、著しい放射線学的影響が生じないことを確認しており、シナリオの設定として必要なものはカバーされていると考えます。 これらのシナリオは、サイトの状態の変遷に基づいて設定されますので、対象とするサイトが変わればシナリオの記述内容も変わる可能性があります(本編 6.3 節)。</p>
10	<p>#1 人間侵入シナリオについてお尋ねします。説明資料 p.39 の説明では意図した人間の生活活動によって、あるいはアクシデントも 300 年、1000 年先の過酷想定をされていましたが、たとえば、そもそも深地層処分のための坑道を設置する際に人工的に作られた地下と地表までの亀裂がその後エレベーター構造を作り出しやすい条件を生んでしまい、予測よりずっと早いスパンで表に地下水などが出てくるようなことは考えられていますか？</p>	<p>ご指摘の亀裂に相当するものとして、坑道の掘削時に生じる EDZ(掘削損傷領域)が想定されます。また、アクセス坑道自体も核種移行経路として想定されます。 アクセス坑道および EDZ に沿った核種の移行は、ベントナイトと掘削土の混合材料である埋戻し材とベントナイトで構築される止水プラグとを適切に敷設し、水理的な連結性を断つことにより、抑制されます。 また、埋戻し材および止水プラグの機能維持についての分析は、包括的技術報告書の付属書 6-9「安全機能への影響分析表」の p.87-p.99「埋め戻し材および止水プラグの安全機能「坑道およびその周辺が卓越した放射性物質の移行経路となることの抑制」を規定する状態変数への影響の可能性」に記載しております。ここでは、埋戻し材および止水プラグの安全機能に影響を与える可能性があると考えられる FEP による影響を分析した結果、将来においても初期の機能が維持されると判断しております。 また、アクセス坑道(斜坑)については、周回しながら地下施設にアクセスする構造となっておりますので(本編 4.2.3 項(3))、地下水の流れを決める、大局的に一定の方向の動水勾配の下では、坑道に沿った地下水の流れが生じ得ない区間が存在するため、これが核種の移行経路となることはないと考えています。</p>
11	<p>#2 シナリオについて、サイト特性を考慮して内容は変更されるとのことでした。その際、包括報告書の検討趣旨は、あくまでも「手法」の提示であって、日本列島の特性は現在適地とされる範囲であれば、シナリオの範囲に入るということを示すものではない(かならずしも安全が確認されるものではない)と理解してよろしいでしょうか。 説明資料 p.7 「このようなシナリオを想定したとしても、著しい放射線学的影響がないことを示すためのシナリオであり」という表現は、結論ありきの検討とも読めます。適正化が必要ではないでしょうか。</p>	<p>包括的技術報告書では、仮想的に設定した地質環境とそれに応じて設計した処分場に対して安全評価を実施しております。 サイト特定後の安全評価シナリオは、包括的技術報告書でお示したような、シナリオ構築の考え方に基いてサイト特性を考慮して構築されるものであり、サイトが変われば、安全評価シナリオと、それに基づくモデルやパラメータに入力するデータも変わります。それらを用いた影響評価(線量評価)を行い、安全性を確認することになります。 説明資料 p.7 のご指摘の箇所について、「著しい放射線学的な影響がないことを示す」とは、「著しい放射線学的な影響がないかを確認する」ということを意図しております。誤解のない説明に努めてまいります。</p>
12	<p>#2 人為的ミス(設備の精度を含む)を最大限考慮したシナリオの設定はありますか。 閉鎖後に新たなより良い、あるいはこれまでのことが間違っていた等の知見があった場合、修正の余地はありますか。</p>	<p>包括的技術報告書では人為的ミス(施工不良)や製作精度のばらつきを考慮したシナリオは設定しておりません。製作精度に関しましては、今後、規制要求等の要求事項が定められていくものと想定されます。「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」(平成27年5月22日閣議決定)では、処分場閉鎖までの期間は廃棄物が地下施設に搬入された後においても、廃棄物の搬出の可能性(回収可能性)を維持することとしており、修正の余地を残しております。閉</p>

長期安全評価の手法・検証方法

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
		鎖後の回収可能性を確保した設計は想定していません。

[▲TOP へ戻る](#)

長期安全評価 自然現象・地下水に対する安全性

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
13	#1 氷河期の海面低下、温暖化による海面上昇はシナリオには入っているのか。	包括的技術報告書においては、サイトを特定していないため、地形を設定しておらず、海水準の変動を考慮した閉鎖後長期の安全評価は実施しておりません。サイトが特定された後には、地形を考慮に入れた評価を実施します。その際は沿岸陸域部や沿岸海底下の場合海水準の変動の影響を考慮します。
14	#1 東日本大震災後に調査を始めた海洋性地震についてのリスクはどのくらい検討されていますか	<p>地上施設の安全性に影響を及ぼす可能性のある自然現象である津波や地震について、対象とするサイトにおいて想定される影響の程度や範囲を把握したうえで、原子力関連施設や地下土木構造物などにおける既往の対策事例を踏まえて、必要に応じた工学的対策を処分施設の設計として検討します。</p> <p>具体的には、地震に対しては、サイト周辺での過去の地震や周辺の活断層の分布、地盤の条件などを考慮して、当該サイトで考えられる最大級の地震動を設定し、それに耐えることができる施設を設計します。また、津波に対しても、過去の津波やプレート境界で起こる地震、サイト周辺の海底地形などを考慮して、当該サイトで考えられる最大級の規模のものを設定し、地上施設の設置場所を検討し、それに耐えることができる施設を設計します。</p> <p>なお、包括的技術報告書においては、東北地方太平洋沖地震のような海溝型巨大地震などのこれまでに観測された国内最大級の地震動などを選定し、さらに保守的に設定した条件で人工バリアの地震動に対する力学的安定性や処分坑道の空洞安定性を実施しています。このような考え方は本編 4 章および本編 5 章で説明しています。</p> <p>また、海溝型巨大地震に起因すると考えられる水理場や化学場の変化についても本編 3.4.2 項で説明しています。</p>
15	#1 日本書紀以前の文献が無い災害の確認はどのように考えられていますか	<p>文献調査では、文献調査対象地区およびその周辺地域の地質図や火山、活断層などに関する学術論文などの文献・データを収集します。</p> <p>このような地質学的な文献・データにより、数万年以上といった日本書紀よりもはるかに昔の地質学的事象を以下のように把握します。</p> <p>どういう地層、岩体が分布しているところで、火山噴出物の堆積、マグマの貫入、断層のずれ等がいつごろ生じたのかについて、地質学的調査結果、各種年代測定結果、地質学的法則性により把握します。文献調査では、このような地質学的事象がご質問の「災害」に相当すると考えられます。</p>
16	#1 国連 欧州 米国の考えている気候変動と日本の取組の違い踏まえそのリスクはどのようにお考えですか	<p>世界共通的に生じる地球規模での氷期－間氷期サイクルによる周期的な気候変動およびそれに伴う海水準の変動と、わが国特有の地殻変動などを考慮した地形の変化などを組み合わせて、気候変動や海水準変化、地形変化が地表から地下深部までの地質環境特性や、地表環境に及ぼす影響を地下水流動解析等のコンピュータシミュレーションによって評価し、その結果を踏まえて、処分場の工学的実現性の検討および閉鎖後長期の安全性の評価を実施します。</p> <p>一方で、地球温暖化といった短期的な気候変動の影響についても考慮します。その際、国連や欧州、米国、日本の取り組みの違いが海水準変動に与える影響の程度も検討します。</p>

長期安全評価 自然現象・地下水に対する安全性

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
17	#1 説明資料 p.36 の 6.4 「新規火山発生シナリオ」の項目で火道面積は地表での噴火口面積で求めているのでしょうか。また、噴出量は 1 回の噴火で考えていますか。線量は噴出物の量に比例しているようですが、むしろガラス固化体の破壊量(本数)で決まるのではないかと。すると、火道形成にともなう周囲の破断などを考慮したほうが良いのではないかと。中心噴火に加えて、割れ目噴火の場合もあるので、幅を持たせる必要があるのではないかと。	火道面積は、地表の火道面積から設定しております。火山灰などの噴出物量については、1 回の噴火によって、考慮する廃棄体全量が破壊されると仮定し、その際の 1 回の噴出物量を意味しております。これらの情報を用いて算出した線量については、ガラス固化体の破壊量は、火道面積に応じて破壊される最大の廃棄体本数を想定しております。 新規火山発生シナリオの詳細は 付属書 6-27 に記載しております。 今後は割れ目噴火など様々な噴火形態について、専門家の意見を聴取しつつ変動シナリオの検討を行う予定です。
18	#1 4 万年前に支笏火山の噴火により、巨大火砕流が札幌、千歳、苫小牧を埋め尽くしています。10 万年後の火山噴火の想定が小さすぎないかと。	火山については、事前のサイト調査により避けることが可能ですが、地域によっては 10 万年以降に新規の火山が発生する可能性を完全に否定することができないため、当該地域であるか否かに関わらず万が一を想定し 10 万年後に新規の火山が発生するシナリオを設定しています(付属書 6-27)。このシナリオの評価においては、過去日本列島で発生したすべての火山噴火の影響範囲を評価したものではありません。文献から火道面積と噴出物量が把握できた 4 つの噴火を参考に線量評価とリスク評価を行いました。 ご指摘の火砕物密度流(火砕流)は、地上施設の安全性を損なう事象として考慮します。 火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれなどは、発生すると地上施設を破壊するなど著しい影響を及ぼす事象であり、設計による対応は不可能です。そのため個々の火山活動の影響は、文献調査や現地調査の結果に基づきこれら火山活動に関連する事象が操業期間中に発生する可能性が高い範囲を除外して地上施設の設置位置を決定します。
19	#1 説明資料 p.35 の「噴出物は既存の土壌と均一に混合」とは？不均一で最大濃度だったら？少なくとも最大濃度は何の核種が何ベクレルかは示していますか？	「噴出物は既存の土壌と均一に混合」とは、火山からの噴出物が地表に堆積し、耕されることにより地表の既存の土壌と均質に混合するという意味です。本解析ケースについては、 付属書 6-27 「新規火山発生ケース」に示しており、混合された土壌中の濃度はお示しておりませんが、被ばく経路ごとの支配核種を 付属書 6-27 の表-7(p.7)にお示しております。
20	#2 高レベル廃棄物の天然バリアに対する地下水シナリオで、腐植物質の収着、拡散への影響はどのように考慮されているのでしょうか。	天然有機物の種類やその分解生成物の核種移行への影響についてはサイト依存性が大きく、十分な知見が得られていないので、包括的技術報告書ではその直接的な影響をシナリオ上は考慮しておりません。 有機物による核種移行への影響については、 本編 6.6.2 項 に今後の課題としてお示しております。
21	#2 稀頻度事象シナリオの選定の基本的基準をお示し願えたら・・・と思いました。	稀頻度事象シナリオは、自然現象に関わるシナリオのうち、基本シナリオおよび変動シナリオにおいて想定する必要がないほど発生可能性が極めて小さいと考えられるものの、サイト選定による完全な回避や、発生の可能性を科学的に完全に否定することが現状では困難であり、かつ、発生した場合に処分システムの隔離機能あるいは閉じ込め機能に重大な影響を与える可能性のある事象に対して作成します。これは、そのような事象を想定したとしても著しい放射線学的影響のないことを確認する目的で評価を実施するシナリオです。

長期安全評価 自然現象・地下水に対する安全性

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
		包括的技術報告書では、地質環境の安全機能への影響分析の結果、発生可能性が著しく小さいものの、地層処分システムへ著しい影響を与える自然現象として、火山・火成活動と断層活動を挙げております(付属書 6-9)。

[▲TOP へ戻る](#)

長期安全評価 人間侵入に対する安全性

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
22	<p>#2 温泉のボーリングでどのように人が被ばくするのかよくわからなかった。放射能入りの温泉に入って被ばくする人もいるのですか？</p>	<p>閉鎖後に掘削されたボーリングの影響で被ばくするケースは、2つのケースを想定しております。一つはボーリング孔が廃棄体を貫通することによって放射性核種は掘削土とともに地上に運ばれ、作業従事者がこれを観察することにより被ばくするケースです。もう一つは、掘削後埋め戻されたボーリング孔が処分施設と生活圏を短絡する地下水移行経路となり、これを介して地表付近の帯水層を経由して河川へと流出した放射性核種を含む地下水を一般公衆が利用して被ばくするケースです。</p> <p>被ばくとは放射線を受けることをいいます。放射能入り(放射線を放出する核種を含む)温泉(放射能泉)に入湯すると一定の被ばくはしますが、その影響は健康を損なうようなものでなく、入湯の効用で健康増進に役立つことも期待されています。放射線の種類と受ける程度によって人体への影響の程度が変わります。放射能泉については温泉法に規定されています。</p>

[▲TOP へ戻る](#)

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
23	<p>#1 火山からの噴出物が土壌に均質に混合すると想定されている、また農作業を想定しているのはなぜですか？ 生活圏で地表に堆積する場合、また 10 万年よりも早く噴火する場合も想定されていますか。</p>	<p>被ばくの対象としては、比較的被ばく線量が高い集団として、土壌に接する人が挙げられます。その中で土壌に日常的に接する機会が多い農作業従事者を設定いたしました(附属書 6-27 参照)。</p> <p>線量評価における仮定として、火山からの噴出物が地表に堆積し、耕されることにより既存の地表の土壌と均質に混合するとしております。この考え方に従って数値を設定した時に、作土の厚さ(耕す深さ)を 30cm に設定し、火山噴出物の堆積厚さを 30cm に設定したため、結果として既存の地表の土壌との混合はされないことになっております。</p> <p>新規火山の発生時期に関しまして、将来 10 万年程度ですと、文献調査およびサイト調査により発生可能性のある場所は回避できると考えているため、新規火山発生シナリオの範囲外としております。将来 10 万年程度を超える期間においては場所によってその可能性が否定できない(本編 3.4.1 項)ことから処分場閉鎖から 10 万年が経過した以降に新規の火山により処分場への直接的な影響が、生じることを想定したシナリオを設定しました。</p>

[▲TOP へ戻る](#)

包括的技術報告書・セーフティケースの理解活動(安心感の醸成)

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
24	#2 文献調査あるいは文献調査対象地の選定では包括的技術報告書はどのように使われるのか？	<p>文献調査においては、 「最終処分法に定める文献調査で評価する要件を満足せず、明らかに適切でない場所を除外する作業を中心に、概要調査地区の候補を検討します。 さらに、技術的な観点、経済社会的な観点からの検討も実施します。例えば、上記の評価の過程で文献調査対象地区の地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況について整理し、どの地層がより好ましいと考えられるかなどの検討や、土地の利用制限などの検討を実施します。」(※1、※2)としています。</p> <p>この中で必要に応じて、包括的技術報告書の内容を参照することが考えられます。</p> <p>なお、ご指摘の「文献調査対象地」については、「文献調査対象地区」と理解して説明しますと、市町村による、応募や国からの申し入れの受諾、並びにそれを受けた NUMO による調査の実施見込みの確認を経て、文献調査対象地区が設定されます。調査の実施見込みの確認においては科学的特性マップを用いますが、包括的技術報告書は用いません。</p> <p>※1)「北海道寿都郡寿都町文献調査計画書」 (https://www.numo.or.jp/press/bunken_keikakusho_suttu.pdf)</p> <p>※2)「北海道古宇郡神恵内村文献調査計画書」 (https://www.numo.or.jp/press/bunken_keikakusho_kamoenai.pdf)</p>
25	#2 包括的技術報告書のレビューが日本原子力学会だけで行われている事が理解できません。地質を専門とする学会の意見は聞かないのでしょうか？	<p>包括的技術報告書は様々な学術分野の知識を、安全な地層処分の技術的実現性という観点から統合して取りまとめたものであるため、総合科学として原子力に取り組んでいる一般社団法人日本原子力学会にレビューを委託しましたが、学会によって組織されたレビュー委員会は、関連する専門分野の偏りが生じないよう、地質、土木、放射線工学など、さまざまな分野の専門家 14 人で構成されています。それぞれのレビュー委員のご専門の立場で、全体を俯瞰していただきながらレビューをしていただいたと考えています。</p> <p>レビュー報告書の内容およびレビュー委員の構成は学会のウェブサイト (https://www.aesj.net/document/com-s_numo20191220.pdf) でご確認いただけます。</p>

[▲TOPへ戻る](#)

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
26	#1 緩衝材がガラス固化体の発熱による経時的な、物性変化と、放射能遮蔽機能消失について、どのような実験があるか。	<p>緩衝材特性の経時的な温度変化を測定した実験として、松本 他(1997)が25℃～90℃までの温度範囲に対して昇温過程と降温過程のそれぞれ段階的に温度を変化させる過程において透水試験を実施し、緩衝材の固有透過度温度依存性がない結果を示しています(※1)。また、緩衝材が廃棄体からの熱影響を受けた後の物性変化を対象に、横山・田中(2012)が60℃～120℃の温度で2.5年間の温度履歴をベントナイトに付与した試験を行い、高温履歴付与後に室温下で測定したベントナイトの透水係数は温度条件によらず同程度で、温度履歴による透水係数への影響が小さいことを報告しています(※2)。</p> <p>また、緩衝材の膨潤特性について、鈴木・藤田(1999)が20℃～70℃までの温度範囲における昇温・降温の両過程において膨潤応力測定試験を実施し、ベントナイトの膨潤応力の温度依存性を報告しています(※2)。ベントナイトの膨潤特性についても高温履歴の影響を調査した実験があり、小峰 他(2007)が加熱温度130℃以下、加熱期間120日以内では、膨潤圧特性に対する温度履歴の影響が小さいことを報告しています(※4)。</p> <p>海外においてもベントナイトに対する温度影響を評価するための実験が行われており、Villar et al. (2010)が20℃～90℃までの温度範囲における膨潤圧や透水係数の温度依存性や20℃から120℃の高温下までの毛管圧力の温度変化を報告しています(※5)。</p> <p>ベントナイトの放射線の遮蔽機能については、温度依存性を測定した実験はありません。ベントナイトによる線量率の変化については、付属書4-18に示しているようにモンテカルロ計算により算出しています。なお、モンテカルロ計算の使用は、米国の規制機関による使用済燃料貯蔵施設の審査指針(※6)でも認められており、放射線の遮蔽計算や線量評価等で世界的に広く用いられている解析コードMCNPを用いています。</p> <p>※1)松本一浩, 菅野毅, 藤田朝雄, 鈴木英明(1997):緩衝材の飽和透水特性, 動燃技術 資料, PNC TN8410 97-296 ※2)横山信吾, 田中幸久(2012):イオン交換水で飽和したベントナイト系材料の透水性と膨潤特性に及ぼす熱影響に関する実験的検討, 電力中央研究所報告書, N11021 ※3)鈴木英明, 藤田朝雄(1999):緩衝材の膨潤特性, サイクル機構技術資料, JNC TN8400 99-038 ※4)小峰秀雄, 大橋良哉, 安原一哉, 村上哲(2007):ベントナイトの膨潤圧・膨潤変形特性に及ぼす温度履歴の影響とその要因, 土木学会論文集 C, Vol63, No.3, 731-741 ※5)Villar, M. V., Gómez-Espina, R., Lloret A. (2010):Experimental investigation into temperature effect on hydro-mechanical behaviours of bentonite, Journal of Rock mechanics and Geotechnical Engineering, 2(1), 71-78</p>

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
27	<p>#1 説明資料 p.14 のオーバーパックの耐久性予測についてうかがいます。①金属の腐食速度について、どのように計算していますか。また、この試算による耐久年数を最大で何年と算定されているのですか。以前、シンポジウムでは1000年としていました。思いのほかオーバーパックの外に出てくる速度が速い可能性(過酷)を想定していますか？②キャニスタの内容物は封入してしまった後には状態が確かめられないと思われます。個別のアクシデントが起こる可能性を想定していますか？</p>	<p>※6)U. S. Nuclear Regulatory Commission(2000): Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities, NUREG-1567</p> <p>オーバーパックの腐食速度は室内の腐食試験のデータに基づき設定しております。依拠した試験では、人工海水を試験溶液として腐食速度を計測しております。塩化物イオン濃度が高いほど腐食環境としては厳しくなりますが、試験に用いた人工海水の塩化物イオン濃度は、包括的技術報告書において想定されている濃度よりも高い濃度であるため(包括的技術報告書におけるモデル地下水のうち、最大の塩化物イオン濃度は 2.1×10^{-1} mol/L であるのに対し、人工海水の塩化物イオン濃度は 5.6×10^{-1} mol/L)、室内腐食試験の腐食速度は保守的なデータとなっています。</p> <p>この設定値に基づくと厚さ 190mm のオーバーパックであれば、17,000 年の間、閉じ込め機能を維持できると見積っております(付属書 4-13)。核種移行解析評価において、オーバーパックの寿命を保守的に 1,000 年としており、これは第2次取りまとめに準拠させた年数です。</p> <p>NUMO では、廃棄体を受入れる際に廃棄体の状態を確認する方法を今後整備していく予定です。また、アクシデントについて、例えば操作中のキャニスタの落下については、模擬ガラス固化体を用いた落下試験を実施し、ガラス固化体が落下しても、キャニスタが変形するのみで、貫通亀裂が発生したり、放射性物質を含むガラスが飛散したりすることがないことが示されております(※)。このように、発生可能性が否定できないアクシデントについて、個別に評価して安全性を確認して参ります。</p> <p>※電力中央研究所(1990):ガラス固化体の落下時健全性試験, 電力中央研究所研究調査資料, No.U90904.</p>
28	<p>#1 TRU 廃棄物はコンクリート固めのドラム缶等で処分と思いますが、人工バリア・天然バリアのイメージが掴めません。もう少し、分かりやすくご説明願えますか？</p>	<p>地層処分では、天然バリアと人工バリアの 2 重のバリアの中に TRU 等廃棄物、高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性核種を長期間閉じ込めます。オーバーパックやベントナイトなどは人工バリアであり、処分場の地質を構成する母岩は天然バリアとしての機能があります(本編 2.1.2 項参照)。</p> <p>TRU 等廃棄物の人工バリアは、廃棄体パッケージ、廃棄体パッケージ間充填材、緩衝材から構成されます。ただし、廃棄体グループによって廃棄体の特性が異なるため、廃棄体グループごとに適した構成要素の組み合わせを設定しており、緩衝材を敷設しない場合もあります。廃棄体パッケージは処分のために製作され、廃棄体、廃棄体を収納する廃棄体パッケージ容器および廃棄体パッケージ容器内の隙間の充填材、廃棄体パッケージ内充填材から構成されます。廃棄体パッケージを処分坑道内に構築した、構造躯体と呼ばれるピット内に積み上げて定置し、その間を廃棄体パッケージ間充填材で充填します。緩衝材を敷設するケースでは、緩衝材でピットを包むように施工します。人工バリアと坑道壁面の空間は、ベントナイトを混合した材料で埋め戻します。坑道の外側の岩盤は、天然バリアとして機能することを期待しています。人工バリアの構成に</p>

人工バリアの設計・機能

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
		ついては、 本編 4.4.2 項 「TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの設計」に図示してございますので、こちらもご参照下さい。

[▲TOP へ戻る](#)

地質環境

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
29	<p>#1 各種モデルを考える場合、「深成岩類」、「新第三紀堆積岩類」、「先新第三紀堆積岩類」の三つを想定しているが、「変成岩」を想定しないのはなぜか。科学的特性マップには変成岩帯がある程度あると思う。変成岩は方向性があり、他の3つとは異なる性質があるが。</p>	<p>包括的技術報告書では、処分場の設計および安全評価の観点から重要となる特性に着目して、5岩種(新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類、新第三紀・先新第三紀火山岩類、新第三紀・先新第三紀深成岩類、変成岩類)の特徴を整理しました。</p> <p>変成岩類は、地表に分布するその90%程度が変成度の低い結晶片岩類(千枚岩を含む)および変成度の高い片麻岩類(角閃岩を含む)であると判読できます。これらを代表的な岩種としてその特徴を捉えると、結晶片岩類および片麻岩類のそれぞれが有する特徴には明らかに差異が認められました。結晶片岩類は先新第三紀堆積岩類と類似した特徴を有し、片麻岩類は深成岩類と類似した特徴を有していることが確認できます。</p> <p>変成岩類は先新第三紀堆積岩類および深成岩類に適用する考え方や手法を応用することにより、処分場の設計および安全評価における対応が可能であると考えました。</p> <p>5岩種の特徴を整理した結果は本編3.3.2項および付属書3-13にまとめています。</p> <p>なお、5岩種とは「日本地質学会 地質環境の長期安定性研究委員会(編)(2011):日本列島と地質環境の長期安定性. 地質リーフレット4 (http://www.geosociety.jp/publication/content0004.html)において、処分場の選定に際して考慮すべき重要な地質学的事項に対応した地質の特徴を明確にする観点から区分された7種類の岩種(第四紀堆積岩類、第四紀火山岩類、新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類、新第三紀・先新第三紀火山岩類、新第三紀・先新第三紀深成岩類、変成岩類)のうち、処分場の母岩として対象となる可能性が相対的に低いと考えられる第四紀堆積岩類および第四紀火山岩類を除いたものです。</p>

[▲TOPへ戻る](#)

その他

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
30	#1 今後 20 年間に地層処理に関する新たなより安全な技術があれば、この新しい技術を用いることを考えていますか。これについて説明していただけますか？	2015 年に示された、特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針では、「機構は技術等の変化に柔軟かつ機動的に対応できる体制であることが必要である。」と明記されています。 NUMO は現状の技術レベルに留まることなく、新しい技術を常に取り入れながら、技術的な信頼性を高めながらより安全性の高い地層処分事業を推進して参ります。
31	#1 NUMO が今後 100 年も存続するとは思えない。特に原発事業者の存続はせいぜい長くとも 30 年間でしよう。3 万年間も、少なくとも 300 年間誰がどのように管理していくのでしょうか？	地層処分事業は、調査開始から処分場閉鎖に至るまでに 100 年近くかかる長期の事業で、NUMO は着実に事業を実施します。 処分場の閉鎖後の管理のあり方は現時点では決まっていますが、処分場閉鎖後は人間が介在することなく自然の力によって地下深部に「閉じ込め」られ、地表の人間生活から「隔離」されます。そのため閉鎖後の管理は「技術的には」不要であると考えています。ただし、地域をはじめ国民の皆さまに安心して生活していただくために、地域の方々のご意見も伺いながら、今後策定される国の規制を踏まえ適切な管理について検討していきます。
32	#1 3 万年後、10 万年後に日本列島は存在しますか？日本政府はあと何年つづくと思えますか？日本人は生き残っていますか？1000 年後に日本人は何人になっていますか？物理的なシミュレーションだけではなく、政治的、社会的シミュレーションが欠落しています。	ご指摘のとおり、高レベル放射性廃棄物処分における大きなリスク要因の一つに社会継続性が挙げられますが、地層処分の基本的な概念として、将来の社会については、遠い将来においても人の管理に頼らないように、廃棄物を隔離し、閉じ込めて、社会の変化にも影響を受けないというのが地層処分の基本的な概念です。 また、10 万年後も日本列島は存在していると言えますが、海水準の変動によって海岸線の位置は変化します。
33	#1 東日本大震災以降日本と比べて海洋性地震 海溝から距離があるエリアの国と共同で高レベル廃棄物の処理について再検討されてはと思います 日本で処理した廃棄物を日本よりリスク【海洋性地震・火山】の低い北欧エリアで地下保存に見直しが必要だと思いますがいかがでしょうか？	日本も締結している国際原子力機関 (IAEA) が策定した国際条約「使用済燃料管理および放射性廃棄物管理の安全に関する条約」において、「放射性廃棄物は発生した国内において処分すべき」と規定されています。最終処分法でも国内で処分することを前提としていることから、海外での処分は行いません。 日本で発生した放射性廃棄物は、日本国内で処分するというのが、原子力先進国としての責務であると考えています。
34	#1 自国での長期的な安全性とともに、他国での安全性も重要ではないか。国際的な交流や協力体制はどう考えていますか。	高レベル放射性廃物の最終処分は、日本のみならず原子力を利用してきた全ての国に共通する課題です。 処分する対象は、各国の政策に応じて、ガラス固化体として処分する国と、使用済燃料を直接処分する国、ガラス固化体・使用済燃料の両方を処分する国がありますが、地質環境特性の調査や評価技術など、共通した技術や知見について、各国 (スイス、スウェーデン他) と技術的な協力を行っています。また、国際原子力機関 (IAEA) や経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA) といった国際機関の活動にも積極的に参加し、経験や知見を共有しています。
35	#2 低レベルの方では 2019 年末の規制基準の改正により「基本シナリオ」「変動シナリオ」という区分ではなくなりましたが、高レベルの方もこれに追随するの	海外では地層処分に対する規制基準の中でシナリオ区分の取扱いが示されており (※1、※2)、わが国においても規制機関によって今後示されるものと考えられます。それに従い対応してまいります。なお、包括的技術報告書では、国際

その他

No.	ご質問・ご意見 凡例：#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解
	でしょうか。	的な考え方や諸外国の事例を踏まえてシナリオ区分等を検討して作成しております(付属書 6-3 参照)。 ※1)STUK(2013) : Disposal of Nuclear Waste, STUK YVLD.5. ※2)SSM(2008) : The Swedish Radiation Safety Authority's regulations concerning safety in connection with the disposal of nuclear material and nuclear waste, SSMFS2008:21.

[▲TOP へ戻る](#)

修正履歴表

No.	ご質問・ご意見 凡例:#1 質疑応答でのご質問・ご意見、#2 アンケートでのご質問・ご意見	回答・見解	備考
—	(変更前)	(変更前)	
—	(変更後)	(変更後)	

[▲TOP へ戻る](#)