

専門家意見募集に寄せられた御意見の概要及び御意見に対する考え方

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
1. 議論の前提の整理		
1	○ 日本地質学会は、「変動帯である日本列島においても地層処分の安全性を担保できるような安定な地域」について、具体的な地域名とその判断根拠（これは、地層処分技術WGが議論してきた「科学的有望地の要件・基準」に相当する）を公表すべき。 「高レベル放射性廃棄物の地層処分について」- 地質環境の長期的安定性の観点から（学術会議の報告を受けて）- 吉田英一、渡部芳夫ほか に、次の記述がある。 「長期的な地質現象を対象とする日本地質学会では、高レベル放射性廃棄物の地層処分を見据えて2002年に『地質環境の長期安定性研究委員会』を設置し、毎年検討を重ねてきました。その結果、変動帯である日本列島においても地層処分の安全性を担保できるような安定な地域が存在すること、また一方で、日本には地層処分に適さない地域があることも確認してきました（リーフレット『日本列島と地質環境の長期安定性』、地質環境長期安定性研究委員会、2011）。」	○ 当WGでは、日本地質学会における御指摘の研究成果のみならず、それ以外の研究成果を考慮した上で、科学的有望地の要件・基準を検討しています。 ○ 御指摘の日本地質学会の報告は、今まで行われてきた地質学的な研究成果について客観的にとりまとめ、「変動帯である日本列島においても地層処分の安全性を担保できるような安定な地域が存在する」ことを示したものであり、具体的な地域を特定するためのものではありません。 ○ 当WGでの科学的有望地の要件・基準の検討にあたっては、御指摘の「地質環境の長期安定性」に関する議論に加えて、「最終処分施設に求められる地質環境特性」、「地層処分事業の建設・操業時の安全性」、「事業の実現可能性」の確保に影響を与える事項も加えた形で議論を進めており、日本地質学会より議論の対象が広がっています。

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
2. 要件・基準の検討状況 2-1 最終処分施設に求められる地質環境特性およびその長期安定性の確保に影響を与える事項		
2	○ 「数万年以上の長期間にわたり人間とその生活環境に放射性廃棄物の影響が及ばないようにすることが求められる。」(p. 17) とあるが「数万年以上」の意味が明確でない。「2～3 万年」や「5 万年程度」なのか、それとも産業技術総合研究所地質調査総合センターが考える「10 万年単位」～「100 万年」なのか？ 産業技術総合研究所地質調査総合センターの評価期間 (1) 「数十万年スケールでの地質変動の将来活動評価・予測は、原子力発電所の安全審査（活断層評価）や放射性廃棄物の安全規制（処分場の長期安定性評価）等において、社会的にも何らかの対応が必要な課題の一つとなっている。」(2015 年 1 月 16 日 第 23 回地質調査総合センターシンポジウム「日本列島の長期的変動の予測に向けた取り組みと今後の課題」, 地質調査総合センター研究資料集, no. 610.) (2) 「将来の数万～数十万年にわたり、その場所で新たな火山が生じる可能性についても、十分評価する必要がある。」(宮城磯治, 同シンポジウム予稿) (3) 「評価期間が百万年にまで至る放射性廃棄物の地層処分などに対する安全規制の技術支援研究を実施しています。」(同シンポジウム配布資料：活断層・火山研究部門＞長期地質変動の研究)	○ 高レベル放射性廃棄物の安全性評価に関する評価期間や、その期間における安全評価のあり方は、放射性廃棄物の特性や処分の形態を踏まえて決定されるものであり、今後規制機関等を含めて整備されていくものと考えます。 ○ 研究機関は、今後の様々な制度設計を想定しながら、様々な研究を行っているものと承知しています。 ○ 「数万年以上の長期間にわたり人間とその生活環境に放射性廃棄物の影響が及ばないようにする」ためには、処分場スケールの地質環境に人工バリアの設置環境、天然バリアとしての特性の長期間にわたる変動の範囲が、機能維持の観点から許容できる範囲であることが求められます（中間とりまとめ, 2. 2. 2）（※）。 ○ 天然現象の発生要因と考えられるプレート運動の継続性から、日本列島を含む周辺における火山の分布や断層の活動性、隆起等の地殻変動の傾向については、現時点では将来十万年程度であれば、継続する可能性が高いとされ、このことから段階的なサイト選定を行う事で、将来十万年程度の期間、おのおのの好ましい地質環境が大きく変化する可能性が低い地域を選定できる（中間とりまとめ, 5. 4）と考えられます。 ○ このような地域が選定されれば、上記の観点（※）を踏まえて、その地域を対象とした天然事象に関連する将来の変動予測、地質環境の変動幅の評価が行われ、これを保守的に捉えて、地層処分全体としての安全性が示されます（中間とりまとめ, 5. 4）。 ○ 今回は、段階的なサイト選定調査の前段階にあたる科学的有望地の選定について検討していることから、この段階では「十万年程度」を念頭に置くこととしています。

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
	(4)「放射性廃棄物の地層処分等の安全規制において必要とされる数十万年単位の長期的な地質変動の研究について,」(地質調査総合センター>活断層・火山研究部門 HP>部門長挨拶) (5)「数万から数十万年という視野で,」(地質調査総合センター>深部地質環境研究コア HP>ようこそ深部環境研究コアへ) (6)「この処分が安全であるためには将来数十万年を超える長期にわたって地下の地質環境が安定であることが求められる.」(山元孝広(2001年4月深部地質環境研究センター 長期変動チーム長, 2007年4月原子力安全基盤機構 規格基準部 放射性廃棄物評価室 調査役, 2009年4月地質情報研究部門主幹研究員), 2011, 地質学から見た高レベル放射性廃棄物処分の安全評価―事象のシナリオに基づく長期予測の方法論―, シンセソロジー, vol. 4, no. 4, 200-208.)	

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
3	○ ①「数万年以上の長期間を想定」(p. 13)とあるが、これが「数万年～10 万年程度」なのか「100 万年程度」なのか、あるいは「更に長期～無制限」なのかが曖昧。 ②一方、回避が好ましい範囲として「0. 9m 以上/1000 年(90m 以上/10 万年)」(参考資料 p. 63)としていることから、10 万年程度を時間スケールの目安としていると解釈。 ③時間スケールを曖昧にしたまま、このような手法が固定され、仮に想定すべき時間スケールを 100 万年とした場合、回避が好ましい範囲は大幅に拡大する。 ④いずれにしても、「時間スケール」と「評価の考え方(不確実性の取り扱いや定量化の限界など)」と「評価の方法論」は総合的にとらえる必要がある。	○ 同上

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
4	○ 「隔離機能」「閉じ込め機能」に著しい影響を与える天然事象（p. 18）について。2011 年東北地方太平洋沖地震の後に起きた各種の地変（湧水、「誘発地震」など）について、検討が必要。 ○ 中間とりまとめでは、「概要調査以降の調査・評価手法に関する研究課題」の一項目に「地震活動の評価に反映するための、東北地方太平洋沖地震後に誘発された地震と湧水（たとえば、2011 年 4 月 11 日の福島浜通り地震）に関する調査事例の蓄積」が挙げられているが、これは問題の先送りでしかない。	○ 中間とりまとめでは御指摘の事象については、地下水の起源等について特定されておらず、原因として表層付近の変化や過去の炭鉱開発による人為的な擾乱等も考えられる（4.1.3(2)）ため、地層処分の技術的信頼性向上に向けた取組としての研究課題として示しました。これらの課題は、今後の地層処分事業の取組と平行して課題解決に向けた研究開発が進められていきます。 ○ 技術的信頼性向上に向けた取組として研究開発を進めていきますが、地震に伴う水理場の変化については、東北地方太平洋沖地震後の全国的な観測結果から、地下水位の変化の多くは数 m 程度で短期に地震前の状態に回復していることを確認し、この程度であれば、新たな工学的対策を考慮する必要はなく、動水勾配の変化は著しい影響を与える事象とはならない、と考えています（4.1.3(2)）。また、地震そのものについては「地震動による岩盤のひずみは著しい影響とはならない」（4.1.2(3)）と考えています。
5	○ 力学場の要件「岩盤の変形が小さいこと」（p21, p22, 参考資料 p. 25）について ① 初期応力場の設定（側圧係数 1）は楽観的すぎる。 ② 第 2 次取りまとめでの初期地圧状態の評価（水平面内平均応力と鉛直応力の比（0.5～2）を用いて、「地圧も均等に近いような深部岩盤が、わが国に広く存在し得る」）は間違っている。このことは当時パブリックコメントした。 ③ 被り深さが 100m 以深の 62 地点の初期地圧状態を考察した結果、ほとんどの地点で「地圧も均等に近い」とは言えない。被り深さ 200m 以深の火成岩岩盤では、平均側圧比でさえ 2 を超える地点が 8 地点あった。	○ （①～③に対して）このようなパブリックコメントをいただいたことから、「ご意見のように、長ほか（2009）の傾向と第 2 次取りまとめの傾向は一括りにできないものでした。そのため、該当する箇所は適切な引用法となるように修正いたしました。」（パブリックコメントに寄せられた御意見の概要及び御意見に対する考え方、2014. 7） ○ 修正した中間とりまとめに示すように「これらの知見は、第 2 次とりまとめで示された岩盤の特性の範囲内であるが、一部側圧係数が深部で大きい場合（長ほか、2009）もあり、実際の処分施設の設計・施工では留意する必要がある。」と考えています。

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
	参考文献：長ほか（2009）「我が国における地下岩盤内の初期地圧状態－応力解放法による実測データ－」（地質調査研究報告，第60巻，第7/8号，413-447.）	
6	○ 「人工バリア設置環境として好ましい主な地質環境特性」の「岩盤の変形が小さいこと」（p. 21）について ①「処分場が破壊される」（p. 22）という表現は、「人工バリアが破壊される」とした方が良い。 ②地質環境特性としては「変形性」や「変形のしやすさ」、あるいは（逆に）「強度」といった表現を使うべきではないか。	○ ①については拝承します。②については、中間とりまとめ（3. 1. 2）では、変形性だけでなく、地下深部の応力も考慮しているので、そのままにしたいと思います。
7	○ 断層活動による「閉じ込め機能の喪失」>「化学場」の「断層のずれに伴う透水性の増加（条件による）」について（p. 18）。 ①透水性の増加は直接的な化学場の変化ではない。「断層のずれに伴い水理場が変化することによる水質の変化」のような表現に修正したらどうか。	○ 中間とりまとめでは、好ましい地質環境特性の化学場に対する影響要因として「酸化性地表水の流入」を示しており、断層のずれに伴う透水性の増加による酸化性地表水の流入による化学場への影響を検討しました。その結果、「断層の透水性が変化することによる地表水の引き込みは、活断層のすべてに必ず発生するわけではなく、活断層が存在する場所の涵養量や地形に依存すると考えられる。したがって、酸化性の地表水の引き込みは、ある一定の条件下においてのみ検討すべき事象であると考えられる」（4. 1. 4(3)）としていることから、原文のままにしたいと思います。
8	○ 地熱活動に関する回避が好ましい範囲の基準（p. 20）について。 ①「適当な処分深度」は「適切な処分深度」にされてはどうか。	○ 未固結堆積物の好ましい範囲の基準（p. 27）高い地温、温泉の好ましい範囲の基準（p. 28）と合わせて、「適当な」を削除したいと思います。
9	○ 火山性熱水・深部流体に関する回避が好ましい範囲の基準（p. 20）について。 ①「mol/dm³」という単位について、「dm³」は一般の方に分かりやすいように、L（リットル）に修正したらど	○ 拝承します。「mol/dm³（mol/L）」と、括弧書きで追記したいと思います。

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
	うか。	
10	○ 地層処分を行う上で好ましい地質環境特性 (p. 21) について。 ① 人工バリア設置環境として好ましい主な地質環境特性の水理場の条件として、従来から言われていた緩衝材の流亡を防止するための「緩衝材に接触する地下水の流速が小さいこと」を追記したらどうか。	○ 第3回資料1, p. 8に示されるように、人工バリア設置環境として好ましい水理場特性として「緩衝材に接触する地下水の流速が小さいこと」は認識しています。 ○ 具体的なサイトが特定されていない現段階において「支配的と考えられる特性」として、水理場は天然バリアとしての好ましい特性「動水勾配が小さい」、「岩盤の透水性が低い」、「割れ目の透水性が低い」を選んだものです。 ○ 第4回資料1では、さらにこれらをまとめて「水理場：岩盤中の動水勾配や透水性が小さく地下水流動が緩慢であること」を確認事項としています。そのため、原文のままとしたいと思います。
2. 要件・基準の検討状況 2-2 地層処分事業の建設・操業時の安全性確保に影響を与える事項		
11	○ 膨張性地山 (p. 27) について ① (圧密途上にある) 堆積軟岩岩盤は応力に対して(長期的時間スケールでは)降伏しており、堆積軟岩岩盤での(長期的時間スケールでの)地山強度比は1であることを示している。堆積軟岩岩盤は、(長期的時間スケールでは)「膨張性地山」と考えるべきである。 参考文献：長秋雄(2000) 国内の深地層初期応力状態, 日本応用地質学会平成12年度研究発表会講演論文集, 129-132	○ 堆積軟岩や膨張性地山でのトンネルの施行実績は多くあります。なお、参照したトンネル標準示方書 山岳工法・同解説(土木学会, 2006)では、膨張性地山について、「岩石強度を遙かに越える応力による塑性流動化を原因として内空断面が縮小する地山、水に伴う岩石の体積膨張を原因として内空断面が縮小する地山の2種類があり、単に岩石の種類や性質のみでなく、土被り圧による応力や褶曲構造等による地質構造的な応力との関連も大きい。」(p. 21)とされています。「堆積軟岩岩盤は、(長期的時間スケールでは)膨張性地山」という記載はありません。そのため、原文のままとしたいと思います。 ○ 御指摘のように長期的時間スケールで降伏した堆積岩中の掘削は、坑道崩落や掘削影響が大きい可能性があるため、工学的な対応あるいは回避が必要となります。そのため、地下施設建設時の安全性確保に関する要件・基準での検討において、未固

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
		結堆積物（自立しない地層）を想定リスクと設定しており、処分深度に第四紀未固結堆積物層が分布する範囲を回避すべきとし、深度 300m までに中期更新世以降の地層が分布する範囲を回避が好ましいとしています。
12	○ 山はね（p. 27, 参考資料 p. 35）について ① トンネルや地下発電所などの直線構造とは異なり、地層処分場の地下施設のレイアウトは面的であることに留意すべき。 ② 「工学対策により対応できた例があるため、回避に係る要件・基準は設定しないことが適当と判断」（p. 27）は楽観的すぎる。多量の鉄骨やコンクリートの打設は、地下環境を変化させる要因となる。 ③ 山はねが発生する箇所では、掘削影響領域（EDZ）は大きくなる。 ④ 側圧係数 2 として、坑道壁や残柱部での応力集中による崩壊が生じないように、地下坑道などのレイアウトなどを再評価すべき。	① 拝承します。隣接する坑道や処分孔を考慮してモデル範囲、境界条件を設定した解析的検討（第 2 次取りまとめ、分冊 2, 4. 2. 2. 3）なども参照の上、検討が進められると考えます。 ② 鋼製支保工を処分場閉鎖後も残置した場合、腐食生成物による腐食膨張や水素ガスの発生が考えられますが炭素鋼オーバーパックの腐食による影響の方が支配的と考えられます。また、コンクリートはこれに接した地下水の Ca 濃度や pH の上昇によって緩衝材の化学的変質などの影響が考えられるため、低アルカリ性コンクリートの適用が考えられています（第 2 次取りまとめ、分冊 3, 4. 2. 1. 4）。いずれにせよ、鉄骨やコンクリートなどの工学的対応が地質環境にもたらす影響については、文献調査以降に得られる情報に基づき総合的な観点で評価を進めることとなり、文献調査前の科学的有望地選定の段階で全国規模の基準を設定することは難しいと考えられます。 ③ および④ 段階的な調査・選定によりサイトが具体化した段階で、現地調査等により地下の状況を詳細に把握した上で、掘削影響領域や地下坑道などのレイアウトが検討されていくと考えます。
（別添）参考資料		
13	○ 活断層を「最近の地質時代（約 200 万年前～）において繰り返し活動し、変位規模の大きい既知の断層」（参考資料 p. 21）としている。地層処分で考慮する断層については、十分な議論がなされていない状況にある。ここでは本WGで採用した産総研活断層データベース等しかるべき文献・資料により判断することに徹し、地層処分で考慮する断層については今後議論するという事としては	○ 拝承します。「(約 200 万年前～)」を削除します。

番号	寄せられた御意見の概要	御意見に対する考え方
	どうか。	
14	○ 好ましい範囲に関するものの説明（参考資料 p. 24～29）のなぜ「〇〇〇〇こと」が必要か」について。「～を設定することは難しい」とか「広く存在していると考えられる」のような補足説明は枠外に出した方がよい。	○ 拝承します。
15	○ 「軟らかい表層として Q2 以降（約 78 万年前以降）の層厚が 25m 以上の範囲を抽出」（参考資料 p. 68）としているが、文献は「地下水賦存量の試算に用いた」ものであり「地下水が賦存している層」は「軟らかい表層」ではない。	○ 地盤強度の全国的な分布を示した文献が無いことから地質年代から強度を推定することとし、表層地盤の形成年代別の分布が示されている、越谷・丸井（2012）を用いることとしました。 ○ 地質年代と地盤強度の関係については、土木学会の資料から、施設を支持する地盤として十分な強度をもたない地盤を、沖積世と中期および後期更新世に形成された地盤としました（参考資料 p. 43）。
16	○ 「火山性熱水、深部流体に関連する現象 1」（参考資料 p. 19）に関連した根拠となる情報として、産業技術総合研究所の深層地下水データベースの情報を基に作成された「スラブ起源水の上昇地域の分布図」が公表されている（※）。全国をグリッド区分したエリアごとにスラブ起源水の上昇の有無を判定し地図に表したもの。回避が好ましい範囲を判断するための情報の一つとして、この分布図を利用すべき。 (※) https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php?ol=HYDB_LiCl	○ 火山性熱水、深部流体に関連する現象では、処分深度に火山性熱水又は深部流体が存在し、かつ化学場への影響が明らかな範囲を回避すべき範囲の基準とし、化学場への影響の基準が明確であったこと、全国規模の文献・データ（深層地下水データベース（高橋ほか，2011）等）が使用可能であったことから、地下水の酸性等の特性を回避が好ましい範囲の基準としています。 ○ 一方で、火山性熱水又は深部流体の存在を判断する基準については、「深部流体に関する研究は現在活発に行われていることから、今後もその動向を注視し、地層処分にかかわる観点からの整理・検討を継続して行うことが必要である」（中間とりまとめ，5.3.2）と考えます。 ○ ご提案のデータは深部流体の起源の分布を示した全国規模の文献・データの候補と考えられますが、上記のように深部流体についての研究は現在活発に行われていることを考慮して、もう少し動向を注視した方がいいと考えます。