

主な御質問・御意見の概要と回答

1. 基本的な考え方等について

① 科学的有望地と処分地選定調査の関係

(1-1) 地質環境特性及びその長期安定性の要件・基準に関する文献・データとして、地質図を用いるべきではないか。

地質図には基本的に岩種の分布や年代がまとめられています。このような地質図等も考慮して検討した結果、地質環境特性及びその長期安定性の確保に関しては、火山や活断層等の天然事象の著しい影響を回避する観点から、要件・基準を設定しています。それに対応する全国規模の文献・データとして、地質図を基本として作成された「日本の火山(第3版)」等を用いています。

個別地点の処分地選定調査段階においては、地質図に記載されている、より詳細な情報を使った検討が進められるものと考えます。

(1-2) 科学的有望地の要件・基準は処分地選定調査でも考慮するのか。また、要件・基準は、最終処分施設建設地としての十分条件か。

科学的有望地の要件・基準は、基本的には処分地選定調査段階にも共通するものであり、考慮していくことになるものと考えます。一方で、科学的有望地の選定は、処分地選定調査の前段階としての評価であり、最終処分施設建設地としての適性は法令に基づく処分地選定調査で段階的に確認されかつ、規制当局が定める規制に基づいて審査を受ける必要があることから、科学的有望地の要件・基準は最終処分施設建設地としての条件を網羅する十分条件ではありません。

(1-3) 科学的有望地選定と処分地選定調査の違いは何か。

個別地点の最終処分施設建設地としての適性は、法令に基づく処分地選定調査により段階的(文献調査、概要調査、精密調査の三段階)に確認されます。科学的有望地選定は、処分地選定調査の前段階として、将来的に処分地選定調査によって、適性が確認できることが期待できる地域を提示することで、地域の相対的な適性の高低を示し、地層処分についての国民理解を促すこと等が目的です。

個別地点の処分地選定調査では個別地点に係る文献や現地調査結果まで用いて評価しますが、科学的有望地の選定では、地域間の公平性の観点から全国規模で体系的に整備された文献・データに基づいて判断します。

② 要件・基準とその重ね合わせ方(抽出された要件・基準と「適性の低い地域、高い地域」との関係について)

(2-1) 抽出された要件・基準以外にも要件・基準とすべきものがあるのではないか。(具体的には、地質環境特性及びその長期安定性については、活断層ではないものの透水性が高い断層、岩盤の割れ目等。地下施設の建設時の安全性については、地圧、坑道の維持管理の容易性、湧水等。地上施設の操業時の安全性については、火山灰、高潮等の水害、

土石流、地すべり等。)

明確な基準を設定可能で、それが適用できる全国規模の文献・データがあるものを、科学的有望地の要件・基準として抽出することとしています(11 頁、図 4.1.1 参照)。御指摘の事項については、個別地点毎に検討することが適当であり明確な基準の設定が難しい、または、基準が設定できてもそれを適用する全規模の文献・データが無い、といった理由から、科学的有望地の要件・基準としては抽出していませんが、個別地点で処分地選定調査を行う段階では、それぞれに関して詳細な調査等を行い、総合的な評価を行うことになると思います。

(2-2)「適性の低い地域」、「適性のある地域」及び「より適性の高い地域」の意味を明確に説明することが重要である。

回避すべき範囲及び回避が好ましい範囲の基準の一つでも該当する範囲を、処分地選定調査を実施するにあたり、適性の低い可能性が高いことから「適性の低い地域」としています。

「適性の低い範囲」ではない範囲は、処分地選定調査を進めていく価値があるという意味で「適性のある地域」としています。

「適性のある地域」のうち、輸送時の安全性の観点から「好ましい範囲」と考えられる海岸線から 20km 程度より短い範囲を「より適性の高い地域」(科学的有望地)としています。

(2-3)国民に向けて、科学的有望地をどのように示していくのか。

上記(2-2)に示したように、「適性の低い地域」、「適性のある地域」、「より適性の高い地域」に色分けして示すことが考えられます。このような面的に色分けした図については、スウェーデン等にも同じような例があります。なお、その際には、基となる文献・データの精度が異なることに留意が必要です。

(2-4)報告書に『「好ましい範囲」を設定することは困難である』とあるが、これは、『日本において「好ましい範囲」がない』と誤解を与えないか。

あくまで今般の科学的有望地の選定に用いる具体的な要件・基準の設定可能性の観点で述べたものであり、日本に地層処分に適した「好ましい範囲」がない、ということでは全くありません。

科学的有望地の要件・基準の検討においては、「好ましい範囲」を「安全裕度が大きく向上する可能性が高い範囲」と定義しています。この範囲を特定するには、ボーリング調査等による地下深部のデータの取得が必要なこと、他の要因も含めた総合的な評価が必要なこと、個別地点毎に工学的対応を行うことが適当であること等の理由から、科学的有望地選定に用いる「好ましい範囲」の明確な基準の設定は難しいとしています。

③ 丁寧な説明(中間整理の国民への説明方法、資料の使い方、社会科学的観点等との関係、用語の整理)

(3-1)一般国民、地域、様々な分野の専門家等、それぞれの対象者の関心に合わせた資料の作成・説明が必要である。

御指摘のとおり、それぞれの対象者の関心に合わせた資料の作成・説明が必要と考えます。そのような方向で、分かりやすい資料を検討していくことが重要と考えます。

(3-2) 社会科学的観点の基準において、人口密度等は検討しないのか。

社会科学的観点については、放射性廃棄物WGで議論されており、その扱いは現時点で決まっています。

(3-3) 「リスク」という用語を様々な使い方をしているので、定義を明確にすべきである。

本報告書では「リスク」は地質環境特性及びその長期安定性、建設・操業時の安全性及び輸送時の安全性への影響とその発生可能性の組み合わせの意味で用いています。影響は、隔離・閉じ込め機能の喪失といった内容であり、回避すべき範囲及び回避が好ましい範囲を検討する場合は、影響の程度が著しいものとなっています。発生可能性に関しては地質環境特性及びその長期安定性、建設・操業及び輸送時の安全性ごとに時間スケールを考慮しています。

これらの「リスク」に対して、地質環境特性及びその長期安定性に関しては、火山・火成活動、断層活動、隆起・侵食等、建設・操業時の安全性に関しては、地盤、地温、津波、輸送時の被ばく等がリスクの要因として挙げられています。

(3-4) 数万年や十万年等記載場所により時間スケールが異なるように読めるところがあり、説明が必要である。

数万年は燃料の基となった天然のウラン鉱石の放射エネルギーと同程度にまで減衰するまでの時間です。十万年は、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が将来も継続する可能性が高いとされている期間です。また、海水準変動の周期も約十万年と考えられています。地質環境特性及びその長期安定性に関する科学的有望地の要件・基準については、この将来十万年程度を念頭に置いて検討しています。

なお、地質環境特性及びその長期安定性に関する評価期間や評価のあり方については、今後規制機関等において検討されていくものと考えます。個別地点の処分地選定調査においては、それを踏まえつつ、具体的な個別地点の将来の見通しを評価し安全性を示すこととなります。

2. 個別検討項目について

① 隆起・侵食

(1-1) 隆起・侵食の基準において、海面低下による侵食量を十万年で最大 150m と見積もっているが、約 50 地点において約一万年前に海面が一番下がった時期の痕跡を調査した限りにおいて、侵食量は 100m 程度であった。海面低下による侵食量はこの程度でいいのではないか。

約一万年前に海面が下がった時期の痕跡として沖積層の基底深度の情報が、将来の侵食量の推定の目安になると考えています。調査結果を参考に、個別地点の処分地選定調査においても、詳細に検討されるものと考えます。

基準については、隆起に伴う侵食量(隆起した分だけ侵食されると想定)と合わせて判断することとしているため、現行の 150m のままとしたいと思います。

② 断層活動

(2-1)断層面は一般には鉛直ではなく地下に向かって傾斜しているので、地表に現れている断層の位置から段々ずれていき、地下 300m 以深の処分深度での位置は一致しない。

断層は一般的に傾斜していますので、処分深度における断層の位置は地表における位置とは異なります。科学的有望地の要件・基準の検討にあたっては、利用するデータの制約から地表面における位置を基準にしましたが、個別地点の処分地選定調査においては、御指摘の状況について個別に詳細に検討していくことが重要と考えます。

③ 鉱物資源

(3-1)鉱物資源の価値や地下空間の開発の経済的価値は時代によって異なることも踏まえて、将来の人間侵入リスクを考えるべきである。

将来の人間侵入リスクを考える上で、科学的有望地の検討段階では、現在の経済的価値に照らして、鉱量の大きい石油、天然ガス、石炭を回避することとしました。

④ 地震・津波

(4-1)地震の影響を考慮しなくていいのか。

地質環境特性及びその長期安定性を検討する期間は数万年以上の長期にわたる一方で、地上施設・地下施設の建設・操業期間は数十年です。地震については両者の観点で検討しました。

地質環境特性及びその長期安定性の観点では、地震による岩盤のひずみや地下水の水圧等への影響は著しいものではないことから、「回避すべき範囲」及び「回避が好ましい範囲」の検討の対象とはしませんでした。「好ましい範囲」についても個別地点の処分地選定調査段階において総合評価することが適当としました。

建設・操業時の安全性の観点では「好ましい範囲」について検討しましたが、施設に影響を及ぼす地震力は現地調査を踏まえた個別地点毎の検討により設定されること、耐震性確保のための対応が多岐にわたることから、個別地点の処分地選定調査段階において検討していくことが適当としました。

具体的には、地震動は、周辺の活断層やプレート境界等で起こる地震と、地盤の条件等をもとに想定した伝播の仕方から、個別地点で起こりうる最大の地震動を想定します。耐震性の確保については、想定した地震動を廃棄物(及び周辺の岩盤)や地上・地下施設に与えて、構造や機能の健全性が確保されるかを確認します。

(4-2)津波の検討が抜けている印象がある。

津波については、数十年にわたる地上施設の操業時の安全性確保に関して検討しました。具体的には類似施設である廃棄物管理施設に係る原子力規制委員会の規則を参照しました。

津波の到来に対応するためには、基本的に標高の高いところに重要な地上施設を設置するか、海岸堤防等の工学的対策を取ることが考えられるため、「平均的な海岸堤防等により、津波の到来を回避できると考えられる範囲」を「好ましい範囲」と考えました。

しかし、個別地点の津波の到来履歴の調査が望ましいこと、工学的対策として個別地点の詳細情報に基づく海岸堤防等の三次元的な配置を考える必要があることから、処分地選定調査において個別地点毎に判断することが適当と考えました。個別地点の処分地選定調査段階において、津波影響の想定や海岸堤防等の工学的対応を個別に検討していくこととなります。

⑤ 地下水

(5-1)地下水による緩衝材のパイピング・エロージョン等の影響が考えられるため、「地層処分を行う上で好ましい地質環境特性」(25 頁、表 4.2.2.1.1)に示されている人工バリア設置環境において、好ましい水理場の特性を示す必要があるのではないかと。

基本的に、人工バリア設置環境への地下水の影響については、工学的対策で対応できるものと考えます。また、長期にわたり天然バリアの水理場が安定であれば、人工バリア設置環境も包含することになり、地下水流動が緩慢であるものと考えます。

(5-2)地層処分に対して、地下水流動の速さだけでなく、地下水の量の影響も評価したほうが良いのではないかと。

放射性物質を長期に閉じ込めておく機能を評価するために、地下水を介して放射性物質が移行することが基本的なシナリオとして想定されています。ここでは、わが国においては、地下水が豊富である状況が前提とされています。具体的には、地下水流動の速さに加えて埋設した廃棄物周辺を通過する地下水の量が評価されます。地下水流動の速さは場所の特性ですが、廃棄物周辺を通過する地下水の量は地下施設の大きさにより変化しますので、設計時には十分に検討されるものと考えます。

⑥ 地下施設の建設・操業時の安全性

(6-1)地下施設の建設時安全性確保の検討において、未固結堆積物は工学的対応が著しく困難なため「回避すべき範囲」としているが、必ずしも掘削できないとは言えないのではないかと。

近年、トンネル建設技術が発達し、浅部において未固結堆積物を対象とした地下構造物の施工が実施されている事例が存在することは承知しています。今回の検討にあたっては、トンネル標準示方書(土木学会トンネル工学委員会、2006)、土木学会原子力土木委員会地下環境部会の報告書(2001)、第2次取りまとめ分冊1(核燃料サイクル開発機構、1999)を参照しています。これらの報告書では「第四紀堆積層のうち未固結なものは地下施設の設置対象から除外する必要がある」とされており、こうした見解が変更されたとは承知していません。また、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律施行規則においても「最終処分を行おうとする地層が第四紀の未固結堆積物であるとの記録がないこと」が概要調査地区選定の条件とされています。このような学会等の検討結果を踏まえて、「処分深度に第四紀の未固結堆積物層が分布する範囲」を回避すべき範囲の基準としました。

(6-2)未固結堆積物の判断に地層の年代を用いているが、年代では一概に判断できないのではないかと。岩盤の強度等の物性を使うべきではないかと。

未固結堆積物は強度が著しく小さいと考えられますが、未固結堆積物が存在することを直接的に示した全国データは存在しません。一方で、参考としたトンネル標準示方書では「未固結地山」について、「洪積層や一部沖積層を形成する未固結ないし固結度の低い砂質土や礫質土ならびに火山灰、火山礫、転石等からなる火山噴出物等」としています。また、必ずしも全国規模のデータではないものの土木学会岩盤力学委員会(1984)の図でも堆積年代と強度の関係が示されています。

これらのことから、未固結堆積物に関しては、「洪積世、沖積世」といった堆積年代で一定程度の判断が可能と考えました。また、全国規模で利用可能な文献・データとして、越谷・丸井(2012)があり、沖積層と洪積層は、更新世(洪積層の時代に相当)前期と更新世中期以降(沖積層の時代含む)に分けられています。これらのことから、未固結堆積物の分布の可能性が高い範囲として、更新世中期以降の地層を対象として、「深度 300m までに中期更新世以降の地層が分布する範囲」を回避が好ましい範囲の基準としました。

将来の個別地点で処分地選定調査を行う段階では、岩盤の強度等の物性を基本とした詳細な調査を行い、坑道の掘削可能性の評価を行うことになると考えます。

⑦ 輸送時の安全性

(7-1)輸送方法を鉄道、車両、船舶に分けて比較されているが、①輸送容器が破壊された場合の公衆等への影響、②天候変化に伴うリスク、及び③テロが起こるリスクと対応についても比較考慮すべきではないか。

これらについては、概略的に検討しています。①については事故時より被ばくリスクが大きい通常時の公衆被ばくの観点から検討しています。②については自然災害等における対応として検討し、③については核セキュリティの観点から定性的に各輸送方法を比較しています。

いずれの点についても、具体的・定量的な評価は個別地点の処分地選定調査段階に実施されるものと考えます。

⑧ その他

(8-1)沿岸海底下の多くは地質や断層に関する情報が不足していると考えられる。どういった取り組みを考えているのか。

沿岸部における陸域から海域に連続したデータの整備・拡充の必要性については認識しています。産業総合技術研究所では海岸線から近い海域での調査を実施し海陸を連続した地質図の作成が進められています。個別地点の処分地選定調査ではこのような調査の実績を参考にして、沿岸海底下の地質情報を得ていくことになると考えます。

(8-2)沿岸部は海水準低下により傾斜のある地形が形成され動水勾配が大きくなると考えられる。また、なだらかな地形の場所は比較的新しい地層が想定され、空隙が大きく酸性性の条件が懸念される。

これまで海面下であった場所が海水準の低下により陸化すると、動水勾配に地形の影響を受けるようになります。ただし、海水準が低下した際に陸化すると考えられる大陸棚の部分

は傾斜が緩やかな地域が広く分布することから、動水勾配が小さな場所を見いだすことは十分可能だと考えられます。

沿岸部の平野等の地下の浅い部分は比較的新しい地層の分布が想定されますが、地下施設を設置する 300m 以深では、廃棄物を埋設するに相応しい地下水流動が緩慢で還元性雰囲気在地質環境を見いだすことは十分可能と考えられます。

(8-3) 人間による擾乱を避けるため、利用しやすい土地を避けて山間部等を検討した方がよい。

将来の人間侵入のリスクは、現在及び将来の地形的特性に基づいて評価することは適当ではないと考えます。なお、山地では、場所によっては、動水勾配が大きい、隆起速度が大きいといった可能性があると考えます。

(8-4) 圧密途上にある堆積軟岩岩盤は、長期的時間スケールでは自立せずオーバーパックに岩圧が作用するおそれがあり、避けるべきではないか。

処分場の設計にあたって、堆積軟岩の岩圧は考慮すべき重要な要素の 1 つです。将来の個別地点で処分地選定調査を行う段階では、岩盤の長期挙動の影響等を考慮して岩圧を評価するものと考えます。

(8-5) 日本と世界との地球科学的な比較・検討を行い、国際的にみた相対評価を行うべきである。

各国で発生した放射性廃棄物は、発生した国内において処分することが原則とされています。今回の科学的有望地の検討では、日本国内での処分を前提としています。

地層処分システムは、適切に選定された地質環境が本来有している機能を活かしながら、システム全体が安全性を確保できるように人工バリアを柔軟に設計することによって、多様な形態を取ることが可能であり、各国において、異なる地質環境や廃棄物の特性に応じた地層処分システムの開発が進められています。したがって、わが国の地質環境と廃棄物特性に照らして地層処分システムの評価を行うことが重要と考えます。

以上