

中深度処分の規制基準における断層等に係る要求事項 に対する科学的・技術的意見の募集の結果について

令和 3 年 4 月 21 日
原子力規制庁

1. 経緯

令和 3 年 2 月 10 日の第 56 回原子力規制委員会において、中深度処分の規制基準における断層等に係る要求事項に対する科学的・技術的意見の募集の実施が了承され、同年 2 月 11 日から 30 日間意見募集を実施した。

2. 意見募集の状況

- (1) 意見募集の対象：
中深度処分における断層等に係る要求事項について（令和 2 年度第 56 回原子力規制委員会資料 3 の別紙 2）
- (2) 意見募集の期間：令和 3 年 2 月 11 日～3 月 12 日（30 日間）
- (3) 意見募集の方法：電子政府の総合窓口（e-Gov）、郵送、FAX
- (4) 意見：16 件（うち意見募集の対象外のもの 1 件）

3. 寄せられた意見に対する対応について

寄せられた意見への回答については、別紙のとおりとしたい。なお、意見募集を実施した令和 2 年度第 56 回原子力規制委員会資料 3 の別紙 2 の修正は行わず、規則案等の作成作業において適切に反映することとしたい。

4. 今後の予定

第二種廃棄物埋設に係る規則、解釈及び関連する中深度処分に係る審査ガイドの改正又は策定の案を作成し、令和 3 年 5 月頃を目処に原子力規制委員会に諮ることとしたい。

別紙 中深度処分の規制基準における断層等に係る要求事項に対する意見と回答
参考 令和 2 年度第 56 回原子力規制委員会資料 3 の別紙 2

中深度処分の規制基準における断層等に係る要求事項
に対する意見と回答

No.	意見	回答
1	<p><該当箇所></p> <p>3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標 (1) 人工バリアの損傷を防止する観点</p> <p><内容></p> <p>実用発電用原子炉の基準を採用したということは、同基準に沿って当該リスクを低減し、低減されたリスクを保有する、という合意案と解した。ここで、実用発電用原子炉に比べ長いと想定される中深度処分場の操業期間中に断層が活動する可能性は、相対的に高くなると考えられる。このため、本案の根本的な考え方をご説明頂きたい。具体的には、より長い期間中に想定される断層活動の可能性が相対的に高いことを受け入れる断層活動性に関わるリスク（断層活動の不確実性が安全評価に与える影響）を保有すると受け取ってよいかをお聞きしたい。</p>	<p>「より長い期間中に想定される断層活動の可能性が相対的に高いことを受け入れる断層活動性に関わるリスク（断層活動の不確実性が安全評価に与える影響）を保有する」の意味が明確ではありませんが、3. 2 (1) に示したように、実用発電用原子炉の基準と同様に「後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等」を避けることによって、人工バリアの漏出防止機能の維持を要求する規制期間（300～400年程度）において、断層等の活動による人工バリアへの著しい損傷が生じる蓋然性を十分に低減することができるという考え方です。</p>
2	<p>3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標 (1) 人工バリアの損傷を防止する観点</p> <p><内容></p> <p>「震源として考慮する活断層」を「震源断層」と定義されているが、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（平成25年、原子力規制委員会）」では、「震源として考慮する活断層」そのままとし、一方「震源断層」については、「・・・地表付近の痕跡等とその起因となる地下深部の震源断層の活動時期は・・・」と、比較的地下深部の断層を指して用いられている。混乱を招かないように「震源として考慮する活断層」そのままとされることが適切であると考えられる。</p>	<p>御意見を踏まえて、混乱を招かないように、「震源として考慮する活断層」という用語を用いて基準案を作成します。</p>

<p>3</p> <p><該当箇所></p> <p>3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標</p> <p>(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点</p> <p><内容></p> <p>地下水流動の観点から避けるべき断層は、サイトの地質モデル・地下水流動モデル化、つまり、断層を含む地質体(処分場の母岩)の透水性は水理地質構造の上で実施される安全評価の中での検討されるのが筋であると考え。単に規模(規模の定義も厳密には難しいところがある)で判断しきれるものでなく、個々の断層の水理特性を理解することは、一般には難しいと考えられる。さらに、しかるべき地質モデル・地下水流動モデルの構築は、調査が進んでもなお、不確実性を孕んだものとなる。このため、リスクを回避して経済的損失を避けられる可能性もあれば、サイト撤退のタイミングが遅れ、経済的損失が増大する可能性、即ち、プラス面・マイナス面双方ありうる立地に関わるリスク(地質モデル・地下水流動モデルの不確実性が立地に与える影響)は対応を取らなければ基本的には増大する可能性がある。例示された、活動性によらず避けるべき規模が大きい断層を排除し、事業の流れの中で早めにリスク低減を図るという考え方も理解できないことではないので、このようなリスク対応(リスク低減策)におけるトレードオフの考え方についてご説明頂きたい。</p>	<p>原子力規制委員会は、規制基準の検討に際して、御意見の「経済的損失」を考慮した「リスク対応(リスク低減策)におけるトレードオフの考え方」はとっていません。</p> <p>なお、御意見のとおり、規模の大きい断層が必ずしも地下水流動経路を形成していない場合も考えられますが、3. 2(2)に示したように、地表に現れていない部分の透水性について詳細な調査を行うことは困難と考えられることから、「活動性にかかわらず、規模の大きい断層」を避けることとしています。</p> <p>ただし、規模の大きい断層であっても、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等」のおそれがないことについて、基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、当該断層を避ける必要はないと考えています。現行の許可基準規則の解釈において、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、当該規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、当該規則に適合するものと判断する。」としています。</p>
--	---

<p>4</p> <p><該当箇所></p> <p>3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標</p> <p>(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点</p> <p><内容></p> <p>「1. (2) 天然バリアの機能」の記述において、以下のように記述されている。「天然バリアの移動抑制機能に係る性能は、自然劣化によって大きく低下することは通常想定されないため、断層等の活動による物理的な損傷を受けなければ、数万年以上にわたり性能維持を期待することができると考えられる。」</p> <p>しかし、「3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標」には、「天然バリアの損傷を防止する観点」が不足しており、この不足を追加する必要がある。</p> <p>(理由)</p> <p>断層活動の場や活動様式・時期等が移動・変化することが、活断層や活褶曲を対象とした構造地質学や変動地形学の研究成果から知られている。現在の震源断層の位置を確認できたとしても、将来10万年程度の期間において断層活動の場の移動等により廃棄物埋設地の天然バリアの移動抑制機能が大きく損なわれる可能性が残る。</p> <p>「2. (2) 地下水流動経路の形成による放射性物質の移動の促進等」には、「長期的な環境変化や断層活動による岩盤等(天然バリア)の亀裂の発生によって、新たな地下水流動経路となる可能性も考えられる。」と記述されており、天然バリアの損傷について一定の考慮を示した記述となっている。しかし、「3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項」の(a)～(d)には、断層活動の場が移動し、新たな断層が発生する可能性等に対応した項目がない。</p>	<p>御意見にある「断層活動の場の移動による新規断層の発生」が具体的にどのような事象を指しているのか明確ではありませんが、震源として考慮する活断層については、実用発電用原子炉等の原子力施設の操業期間を大きく超える長期において活動することによって、現時点では地下水流動経路が形成されていない領域に新たに地下水流動経路が形成される可能性を考慮し、当該活断層の損傷領域も含めて避けることとしています。例えば、意見 No. 10 への回答に述べるように、「震源として考慮する活断層が活動することによって連結するおそれがある領域」については、損傷領域に含めることが適当と考えます。</p> <p>また、3. 1の「避けるべき断層等に係る判断の指標」の(2)には、以下の主旨が明確となるように、御意見の「天然バリアの損傷を防止する観点」ではなく、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点」と記述しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天然バリアが損傷した領域のうち、地下水流動経路を形成し、放射性物質の移動が促進されるものを対象としていること。 ・廃棄物埋設地において地下水流動経路が形成されると、2. (2)に示したように、地下水流動によって人工バリアの劣化が促進されることや、人工バリアの性能が低下した後において、当該経路を介して生活環境への放射性物質の移動が長期にわたり促進されるおそれがある。 <p>以上のことから、3. 1に示した「避けるべき断層等に係る判断の指標」について、御意見にある「天然バリアの損傷を防止する観点」が不足には当たらないと考えます。</p>
--	--

	<p>「3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標」には、「天然バリアの損傷を防止する観点」が不足しており、将来 10 万年程度の期間にわたる断層活動の場の移動による新規断層の発生可能性、新たな断層活動により発生する天然バリアの物理的な損傷の程度等を考慮・防止する観点の追加が必要であると考えられる。</p>	
5	<p><該当箇所></p> <p>3. 2 避けるべき断層等についての考え方</p> <p>(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点</p> <p>3. 4 許可段階及び建設段階における対応</p> <p><内容></p> <p>(1) 「規模の大きい断層を避けて」とありますが、「規模の大きい」というのは、全く定量的ではなく、人によって如何様にでも判断できてしまいます。そもそも地層処分の安全評価というものは、断層の大きさだけで判断しているのではなく、処分場から放出された核種が人間界にまで運ばれてくる移流拡散問題であって、移流の観点からは、透水性だけでなく、ドライビングフォースとなる地下水圧の分布（動水勾配）との組み合わせ問題です。したがって、例えば、地下深部や海底下のようにドライビングフォースがないところでは、透水性が大きくても核種は人間界まで運ばれないので何も問題はない（十分に安全な）はずです。このようにドライビングフォースがない地点においても、同じようにこの要求事項をあてはめられると、過度に不経済な処分となってしまいます。これまでの地層処分の安全性に係わる説明が悪いとは思いますが、せめて前置詞をつけて「安全性に影響のある規模の大きい断層」などのように、もっと地層処分の意味を理解し（感覚的</p>	<p>(1) 意見 No. 3 への回答を参照して下さい。</p> <p>(2) 3. 4 の 2 ポツ目に示した「建設段階においては、掘削範囲にある断層等を直接確認し、・・・、活動性に係る履歴、断層破碎帯等について詳細な調査を行うことが可能となる」という記述は、同節の 1 ポツ目に示した、許可段階での詳細な調査に制約を伴う許可段階での調査と比較した場合の定性的な相違について述べたものです。</p> <p>したがって、御意見にある「建設段階においては、・・・断層破碎帯等について詳細な調査を行うことが可能となる」は言い過ぎには当たらないと考えます。</p>

	<p>ではなく) 科学的根拠に基づいた要求事項にしていただけたらと思います。</p> <p>(2) 「建設段階においては、・・・断層破碎帯等について詳細な調査を行うことが可能となる」は言い過ぎで、調査は、経済的観点も含めて「可能」とするべきで、書くとすれば「必要に応じて詳細な調査を行う」程度だと思います。このような記述は、すぐに「可能なのにやってない」という議論につながりかねません。</p> <p>上記2つの意見とも、大飯原発の訴訟で指摘されたことを踏まえ、誤解を招かないように提案するものであります。</p>	
<p>6</p>	<p><該当箇所></p> <p>3. 2 避けるべき断層等についての考え方</p> <p>(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点</p> <p><内容></p> <p>地下水移行経路は、施設下流に存在する断層のみを考慮し、上流に存在する断層は考慮不要と考えてよいか。</p> <p>「古い断層」を除外する目的は、地下水流動経路としての影響を考慮するものであると理解する。施設上流側に古い断層が存在する古い断層は短絡経路とならないため、評価対象外と考えられる。</p>	<p>御質問の「施設下流に存在する断層」や「上流に存在する断層」の意味が明確ではありませんが、規模の大きい断層であっても、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等」のおそれがないことについて、基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、当該断層を避ける必要はないと考えます。</p>
<p>7</p>	<p><該当箇所></p> <p>3. 2 避けるべき断層等についての考え方</p> <p>(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点</p>	<p>「規模の大きい古い断層」については、廃棄物埋設地に存在するものを対象としているため、御意見の「施設を縦断するような分布でなければ」が廃棄物埋設地に接していないという意味であれば、そのような断層を避ける必要はないと考えます。</p> <p>この点について、2.(2)の記載「・・・、廃棄物埋設地におい</p>

	<p><内容> 以下の理由から、「規模の大きい古い断層」については、施設を縦断するような分布でなければ問題ないと思えるが、そのことが明確となるような記載としていただきたい。 なぜならば、「規模の大きい古い断層」については「2. 考慮すべき断層等の影響(2)地下水流動経路の形成」に記載されていた通り、地下水流動場の形成を防止することが目的であり、施設を縦断するような分布でなければ問題ない（規模の大きい断層を避けて人工バリアを配置すれば問題ない）と考えられるからである。</p>	<p>て規模の大きい断層が存在した場合、・・・放射性物質の移動が長期にわたり促進されるおそれがある。」から明らかと考えますので、原案の主旨に沿った基準案を作成します。</p>
<p>8</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (1) 後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等として次のもの</p> <p><内容> 損傷領域を避けることの見直しとして断層長さの100分の1以上離れていることが示されているが、例えば「調査等に基づく総合的な評価として判断が必要となるが、損傷領域の見直しとしては断層長さの1/100とすることが考えられる」とする方が考え方として明確になると考えられる。 損傷領域を避けることの見直しについては、地層処分技術WGでまとめられた「好ましくない範囲」の考え方である「活断層に、破碎帯として断層長さの1/100程度（断層の両側合計）の幅」が参考になると考えられる。 地層処分技術WGの「中間まとめ」 (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/chiso_shobun/pdf/report_001.pdf)では、これまでの技術的</p>	<p>御意見のとおり、損傷領域の評価について、震源として考慮する活断層に沿って岩盤等が損傷を受けている領域の調査結果に基づいて設定することは可能であり、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等」を防止する観点から、基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、適合するものとなります。</p>

	<p>知見を整理し、「断層活動の影響範囲は、目安となる破碎帯の幅として、保守的には断層長さの 100 分の 1 程度とすることが考えられる。」とまとめ、「地層処分技術 WG 取りまとめ」(https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/chiso_shobun/pdf/20170417001_1.pdf)では、個別に調査・評価する必要があるものの、「活断層に、破碎帯として断層長さの 1/100 程度(断層の両側合計)の幅」を好ましくない範囲としている。なお、「破碎帯」については、「科学的特性マップ」の説明資料(https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakutekitokuseimap/maps/setsumeipdf)では、「断層活動に伴い、岩石が破碎され、不規則な割れ目の集合体となったもので、角礫部、粘土部等から構成される、ある幅をもった帯」と説明されている。</p> <p>破碎帯幅を目安としたうえで、総合的には調査や評価に基づき判断することが考え方として明確で適切である。</p>	
<p>9</p>	<p><該当箇所></p> <p>3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項</p> <p>(1) 後期更新世以降(約 12~13 万年前以降)の活動が否定できない断層等として次のもの</p> <p><内容></p> <p>「断層の長さの 100 分の 1 以上離れていること」で損傷領域を避けることを目安となると記載されているが、これはあくまで例示であり、調査によって損傷領域(避けるべき距離)を個別に評価可能であると考えてよいか。</p>	<p>意見 No. 8 への回答を参照して下さい。</p>

<p>10</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (1) 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層等として次のもの</p> <p><内容> 「3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項」の「(1) (a) 震源断層及びその損傷領域」に、活動性が否定できない短い断層が連続して存在するような事例が含まれるかを確認したい。この確認の結果として現状の(1) (a)に含まれないと判断される場合は、「(1) (d)」もしくは「(2) (e)」あるいは「(3)」として、このような短い断層群を新たに追加する必要がある。</p> <p>(理由) 活断層や活褶曲を対象とした構造地質学や変動地形学の研究成果から、小規模の断層が連続して存在するような場所では、10万年程度の期間であっても短い断層が連結及び成長する可能性が報告されている。</p> <p>活動性が否定できない短い断層が連続して存在するような場所において、将来10万年程度の期間でそれらの断層が連結及び成長して大きい断層に成長する可能性が高いと判断される場合は、「(1) (a) 震源断層」に含まれるかを確認したい。含まれないと判断される場合は「(1) (d)」もしくは「(2) (e)」あるいは「(3)」として、このような短い断層群を新たに追加する必要があると考えられる。</p>	<p>意見 No. 4 への回答で述べたように、震源として考慮する活断層については、実用発電用原子炉等の原子力施設の操業期間を大きく超える長期において活動することによって、現時点では地下水流動経路が形成されていない領域に新たに地下水流動経路が形成される可能性を考慮し、当該活断層の損傷領域も含めて人工バリアの設置を避けることとしています。</p> <p>したがって、御質問の「活動性が否定できない短い断層が連続して存在する」領域が、3. 3 (1) (a)の「損傷領域」かどうかについては、一概には判断できませんが、震源として考慮する活断層が活動することによって連結するおそれがある領域である場合には、このような領域も「損傷領域」に含めることが適当と考えます。</p>
<p>11</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p>	<p>累積の変位量が埋設空洞の直径を超える断層の場合、当該変位量を把握するためには、御指摘のように廃棄物埋設地の外まで調査を行う必要があります。</p> <p>建設段階における調査方法としては、3. 4に示した「原位置に</p>

	<p><内容></p> <p>「例えば、廃棄物埋設地で確認される破碎帯の幅や累積の変位量が大きいことを、「規模の大きい」ことの目安とする」との記載から、「(d)規模の大きい古い断層」は基本的に埋設地内で確認された破碎帯の幅や累積変位量で判断するものと考えているが、そのことが明確となるような記載としていただきたい。</p> <p>なぜならば、埋設地の外まで調査を行い最大の変位量を確認するためには大量の地質調査が必要であり、これは天然バリアの劣化を促進させる可能性が高いからである。</p> <p>ただし、古い断層は変位量の判断が難しい場合があるため、変位量の判断方法自体を具体化されたい。</p>	<p>おける観察や物理探査等」が行われることを想定しています。このうち、原位置（すなわち廃棄物埋設地内）における物理探査は、御懸念の「大量の地質調査」を要せず、「天然バリアの劣化を促進させる」ことなしに、廃棄物埋設地の周囲の調査を行うことができる方法と考えます。</p> <p>また、具体的な確認方法については、廃棄物埋設地が設置される予定の場所や地表からの探査による情報が得られた段階で検討することが適当と考えます。</p> <p>なお、建設段階において断層が確認された場合であっても、その断層を避けて人工バリアを設置する場合には、当該断層の累積の変位量等を確認する必要はありません。</p>
<p>12</p>	<p><該当箇所></p> <p>3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p><内容></p> <p>「累積の変位量が埋設空洞の径（20m 程度）を超えていること」と、「地下水流動経路を考慮する規模の大きな断層として取り扱うこと」となる関係が不明であり、またここで用いられている「破碎帯」は対象とする領域の解釈に不整合がないような説明が必要である。これらの点を踏まえて、「例えば」で示されている説明がどういう考え方・根拠に基づくのかを示していただきたい。</p> <p>また、ここで示される断層が3. 4（2）の建設段階で遭遇する場合の、避ける範囲についての考え方を示していただきたい。</p>	<p>【破碎帯の幅と変位量の目安について】</p> <p>「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点」から避けるべき「規模の大きい断層」の具体的な規模の程度は、岩盤等の特性や人工バリアを始めとする施設設計によりますが、以下を踏まえて、目安の例として、「例えば、破碎帯の幅については20～30センチメートル程度を越えていること。累積の変位量については別添に示す廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径（20メートル程度）を超えていること。」を示しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般的に、断層の規模が大きいほど地下水流動への影響が大きいと考えられ、断層の規模が大きいほどその破碎帯の幅や変位量が大きくなると考えられます。 ・破碎帯の幅については、1メートル程度を超えるものは、地下水流動経路の形成の観点から、明らかに規模の大きい断層と判断することが適当と考えられるところ、保守性の観点及び廃棄物埋設地における目視等による確認可能性を踏まえて、20～30センチメートル程度としました。

		<p>・変位量については、活断層に関する事例※より、規模の大きい断層と考えられる数キロメートル以上の断層の活動による変位は数十センチメートル～数メートルに及ぶことが確認できます。ただし、古い断層について確認が可能と考えられるのは累積の変位量であること及び廃棄物埋設地における物理探査等での確認可能性を踏まえて、累積変位量が廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径（20メートル程度）を超えていることとしました。</p> <p>なお、3. 2（2）に示したように、規模の大きい断層については、必ずしも地下水流動経路を形成していない場合も考えられます。したがって、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等」のおそれがないことについて、技術的根拠が示されれば、避ける必要はないと考えますが、地表に現れていない部分の透水性について詳細な調査を行うことは困難と考えられることから、当該断層を避けることとしています。</p> <p>このように保守性の考え方を踏まえた要求であることから、廃棄物埋設地において認められる断層について、3. 3（2）の脚注に示した2つの目安の例のうちいずれかを否定できることを確認すれば、当該断層を避ける必要はないものと考えます。</p> <p>【避ける範囲について】</p> <p>3. 3（2）に示した「規模の大きい古い断層」が廃棄物埋設地の建設段階で確認された場合は、その破砕帯を避けて人工バリアを設置することが適当と考えます。</p> <p>なお、「破砕帯」については、例えば、「狩野謙一、村田明広『構</p>
--	--	---

※ 松田、活断層から発生する地震の規模と周期について、地震、28、269-283（1975）の「Table 1. Earthquake magnitude, fault length and fault displacement in historic earthquakes in Japan (inland)」に記載されているデータより。

		<p>造地質学』(朝倉書店、1999)」によると、「断層活動に伴って断層面の周辺には、二次的な小構造をもつ断層岩 (fault rock) が形成される。この断層岩が破碎帯 (fracture zone) もしくは剪断帯 (shear zone) と呼ばれる部分を構成する。(略)。断層岩の中で、手でこわせるほど軟弱で、粘土状の細粒な基質部が多いものを断層ガウジ (fault gouge) と呼ぶ。断層ガウジに比べて基質が少なく、角礫状の岩片が多いものを断層角礫 (fault breccia) と呼ぶ。これに対して、基質と岩片が固結しているものが破碎岩またはカタクレーサイト (cataclasite) である。」とされており、参考になると考えます。</p>
13	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p><内容> ※9 例えば、破碎帯の幅については20—30センチメートル程度を超えていること。累積の変位量については別添に示す廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径(20メートル程度)を超えていること。</p> <p>【上記の記載内容に対する意見】 断層の累積変位量が不明な場合の評価(判断)方法について、古い断層になると変位量が不明な断層もある(新しい断層に切られる、変位の基準となる地層が見つからない等)。特に、古い断層についてはインバージョンを起こしている可能性もあり、変位量を判断することが困難な場合もある。 正確な変位量の確認に関する要求事項は科学的に不合理なものとなる可能性があるため、「規模の大きい古い断層」に係る規制基準案の検討に際しては、例えば累積変位量よりも明瞭な破碎幅を考慮す</p>	<p>意見 No. 12 への回答のうち【破碎帯の幅と変位量の目安について】を参照して下さい。</p>

	<p>るなど、より科学的合理性を有するものとなるよう考慮いただきたい。</p>	
<p>14</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p><内容> 「規模の大きい古い断層」に係る「規模の大きい」ことの目安として、「累積の変位量については別添に示す廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径(20メートル程度)を超えていること。」と示されているが、累積の変位量が20mを超えている場合でも、地下水流動経路となっていない断層も存在すると考えられる。</p> <p>本項で除外すべき「規模の大きい古い断層」は、地下水流動経路となる断層であると認識しており、累積変位量が20mを超えていることを以って直ちに「避けるべき断層等」と見なすことに科学的合理性は見出せない。</p> <p>後期更新世以前(約12～13万年前より古い年代)に形成したと考えられる古い断層については、その規模の大きさを以って一律に「避けるべき断層等」とみなすより、むしろ、廃止措置の開始後の線量評価を含む全体の安全評価の中で影響を考慮する方が科学的合理性を有すると考えられるため、「規模の大きい古い断層」の目安に「累積の変位量」を含めることの適否についてご一考頂きたい。</p>	<p>「規模の大きい」ことの目安として、「累積の変位量については別添に示す廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径(20メートル程度)を超えていること。」としている理由については、意見 No. 12 への回答のうち【破碎帯の幅と変位量の目安について】を参照して下さい。</p> <p>また、御意見の「むしろ、廃止措置の開始後の線量評価を含む全体の安全評価の中で影響を考慮する方が科学的合理性を有する」については、条件設定次第で評価の不確実性は大きいと考えられることから、線量評価等によらず、規模の大きい断層を避けることとしています。</p>

<p>15</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p><内容> 「破碎帯」の定義により、考慮すべき幅そのものが変わり得るため、定義が明確となるように記載していただきたい。 具体的には、断層粘土等の狭義的なもののみをさすのか、断層影響範囲のような広義的なものを指すのか、古い断層の固結したカタクレーサイト帯も含めるのかによって考慮すべき幅が変化することになる。断層粘土等の狭義的なものを指すと考えているが、このことがわかるようにしていただきたい。</p>	<p>意見 No. 12 への回答のうち【避ける範囲について】を参照して下さい。</p>
<p>16</p>	<p><該当箇所> 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p><内容> 以下に示すとおり、「規模の大きい古い断層」の中には、地すべり等は含まれないものと解釈しているが、このことが明確となるような記載としていただきたい。 ・3.3(1)には「後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層等として次のもの」と記載されており、3.3(2)(d)には「規模の大きい古い断層」と記載されている。 これは意図をもって書き分けているものと推察しており、古い地すべりは3.3(2)(d)の中に含まれないと考えられる。</p>	<p>本資料において、「断層」と「地すべり面」は区別して用いており、両方を指す場合に「断層等」という用語を用いていますので、「規模の大きい古い断層」に地すべり面は含まれません。</p>

<p>17</p>	<p>＜該当箇所＞ 3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項 (2) 上記に加え、次のもの</p> <p>＜内容＞ 避けるべき断層として想定されているのは地下水流動経路となるような長大な断層のみであろうと考えているが、以下に示すとおり、単に「規模の大きい断層」とすると設置可能な地点が存在しない、もしくは大量の地質調査が要求され天然バリアの劣化を引き起こす可能性がある。「科学的特性マップ」のような除外基準を提示していただくか、後々誤解を生まないよう「規模の大きい断層」の定義について、考え方を明確に示されたい。</p> <p>「断層」とは地層のズレをさすものであり、昔の地すべり面のようなものも断層に含まれる。こういったプレートテクトニクスによらないノンテクトニックな断層は国内に無数に存在し、古いものほど断層長や変位量等を判断することが難しい（「規模の大きさ」を判断することが難しい）。</p> <p>活動性にかかわらず保守的に断層を除外するとすると、立地可能な地点が国内に存在するか疑問であり、「規模の大きい断層」の定義が明確になることが望まれる。</p>	<p>「規模の大きい断層」の定義はしていませんが、2. (2) に示したように、既に地下水流動経路を形成している可能性や新たな地下水流動経路となる可能性が考えられるものとして考えています。</p> <p>御指摘のとおり、古い断層の規模の大きさを判断することは難しい場合もあると考えられますので、廃棄物埋設地の建設段階における原位置での観察等による判定を考慮した目安の例を3. 3 (2) に示しています。この目安の考え方については意見 No. 12 への回答のうち【破碎帯の幅と変位量の目安について】を参照して下さい。</p> <p>また、「規模の大きい古い断層」に該当するかどうかの確認は、3. 4 に示したように、廃棄物埋設地の掘削範囲にある断層を、原位置における観察や物理探査等により確認することとしており、廃棄物埋設地の建設段階において確認された断層等については、詳細な調査を行うことなく、「避けるべき断層等」と見なして、これを避けて人工バリアを設置することも可能と考えます。</p> <p>断層の大きさや存在する頻度は地域によって異なりますが、以上のこと及び3. 3 (2) に示した目安の例を踏まえると、御意見にある「(人工バリアを) 設置可能な地点が存在しない、もしくは大量の地質調査が要求され天然バリアの劣化を引き起こす」には当たらないと考えます。</p> <p>なお、本資料において、「断層」と「地すべり面」は区別して用いていますので、「規模の大きい古い断層」に地すべり面は含まれません。</p>
-----------	---	---

<p>18</p>	<p><該当箇所> 3. 4 許可段階及び建設段階における対応</p> <p><内容> 「物理探査等により、(略) 詳細な調査を行うことが可能となる」と記載されているが、物理探査によって断層の活動性に係る履歴等を確認することはできない場合もあるため、例えば以下のように修正していただきたい。</p> <p>【原文】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建設段階においては、掘削範囲にある断層等を直接確認し、原位置における観察や物理探査等により、活動性に係る履歴、断層破碎帯等について詳細な調査を行うことが可能となる <p>【修正案】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建設段階においては、掘削範囲にある断層等を直接確認し、原位置における観察や物理探査等により、活動性に係る履歴、断層破碎帯等について許可段階より詳細なデータを取得することが可能となる 	<p>意見 No. 5 への回答の(2)を参照して下さい。</p>
<p>19</p>	<p><該当箇所> 3. 4 許可段階及び建設段階における対応 (1) 許可段階における対応</p> <p><内容> 「震源断層は、文献調査や地表からの物理探査、地震観測等で確認可能」と記載されているが、物理探査で断層を確実に確認出来ない場合もあるため、例えば以下のように修正していただきたい。</p> <p>【原文】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・震源断層は、文献調査や地表からの物理探査、地震観測等で確 	<p>3. 4 (1) の「震源断層は、文献調査や地表からの物理探査、地震観測等で確認可能」という記述は、震源として考慮する活断層については、事業許可申請までに適切な調査が行われた上で確認することが適当と考える理由として示したものであり、確認に当たっては、必要に応じて地質調査も行われることになると考えます。</p> <p>このような主旨を踏まえて基準案を作成します。</p>

	<p>認可能 【修正案】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・震源断層は、文献調査や地表からの物理探査、地震観測等によっておおよその位置を確認し、地質調査の中で詳細位置を確認していく 	
<p>20</p>	<p><該当箇所> 全般</p> <p><内容></p> <ul style="list-style-type: none"> ・1ページの脚注2の「廃棄物埋設地の埋め戻しが終了すること」とは、別添の図の埋設空洞の空洞充てん材の充てんが完了することを意味していると理解してよろしいか。 ・3ページの12行目「2. (2)」は「上記2. (2)」と記載したほうがよいと思います。他の箇所の例と同様に。 ・3ページの20行目「3. 1 (2)」は「上記3. 1 (2)」と記載したほうがよいと思います。 ・4ページの最下行から上に1行目「事業許可申請書」、「事業許可」は、それぞれ「許可申請書」、「許可」と記載したほうがよいと思います。13行目等の「許可」にならって。(5ページの2行目の「事業許可」についても同様。) ・6ページの2行目「several thousands years」は原文のとおり「several thousands of years」と記載したほうがよいと思います。 ・6ページの注6の8行目「図-7」も引用したほうがよいと思います。 ・6ページの注6の3行目「VERMILYE」と注釈11の「ERMILYE」とは、どちらが正しい名前なのか？ 	<p>【1 ポツ目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・御質問のとおりです。 <p>【2 ポツ目～6 ポツ目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・御意見のとおりと考えますので、基準案の作成の際に参考になります。 <p>【7 ポツ目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「VERMILYE」が正しく、「ERMILYE」は誤りでした。 <p>【8 ポツ目、9 ポツ目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・御意見のとおりと考えますので、基準案の作成の際に参考になります。

	<ul style="list-style-type: none">・ 6 ページの脚注 1 1 の 2 行目「pp. 12223-12237(1998)」は「p12223-12237, 1998」と記載したほうがよいと思います。脚注 1 0 の例と同様に。・ 別添の 1 行目「廃棄物埋設施設」は「廃棄物埋設地」と記載したほうがよいと思います。2 行目以降は廃棄物埋設地の説明であるから。	
--	--	--

中深度処分における断層等に係る要求事項について

人工バリア及び天然バリアの機能、並びに考慮すべき断層等(断層と地すべり面を合わせて「断層等」という。以下同じ。)の影響を整理した上で、断層等に係る要求事項について検討した。なお、「断層」は、断層面に沿ってできる破砕帯を含む。

1. 中深度処分における人工バリア及び天然バリアの機能

(1) 人工バリアの機能

人工バリアは、浸入する地下水を制限する「低透水性」、緻密な空隙構造によって放射性物質の移動を妨げる「低拡散性」等の特性を有する材料が用いられ、廃棄物埋設地^{※1}の外への放射性物質の漏出を防止又は低減する機能を有するものとして設計される(注1)。これらの機能は、断層等の活動により物理的に損傷を受けた場合には、その性能が大きく低下又は機能喪失するおそれがある。また、通常の状態においても、自然劣化により性能が低下していくことが想定される(注2)。

人工バリアの機能に係る規制要求は、後述する天然バリアへの放射性物質の漏出を防止することにより、半減期が数10年程度以下の比較的短い放射性物質(以下「短半減期核種」という。)を廃棄物埋設地の中で減衰させ、生活環境への放射性物質の移動を抑制するため、一定の期間においては、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止することである(注3)。ここで、「一定の期間」は、短半減期核種の多くが減衰する期間及び事業の継続性の観点から、規制期間として埋設の終了^{※2}後300~400年程度までとする。

(2) 天然バリアの機能

天然バリアは、人工バリアの周囲に存在する岩盤等であり、廃棄物埋設地から漏出した一部の放射性物質の地下水を介した生活環境への移動を抑制する機能が期待される(注4)。天然バリアの移動抑制機能に係る性能は、自然劣化によって大きく低下することは通常想定されないため、断層等の活動による物理的な損傷を受けなければ、数万年以上にわたり性能維持を期待することができると考えられる。

2. 考慮すべき断層等の影響

(1) 人工バリアの損傷

人工バリアは傾きや撓みに対する緩衝機能を有することから、断層等の活動により岩盤等に変形が生じたとしても、人工バリア全体が損傷するおそれは小さいと考えられる(注5)。また、埋設の終了後は、廃棄物埋設地の空間が埋め戻されることにより地震力の影響は極めて小さくなる。

※1 放射性廃棄物を埋設する場所(人工バリアを含む)。

※2 廃棄物埋設地の埋め戻しが終了すること。

しかし、断層等の活動により人工バリアを取り巻く岩盤等がずれて変位が生じると、ベントナイト系人工バリアがせん断されることによる透水性の増大、セメント系人工バリアに割れが生じることによる低拡散性の喪失、並びに人工バリアの中に定置されている放射性廃棄物の損傷が生じるおそれがある。

(2) 地下水流動経路の形成による放射性物質の移動の促進等

規模の大きい断層は、活動性にかかわらず、既に地下水流動経路を形成している可能性がある^{※3}。また、規模の大きい断層は、現状で地下水流動経路を形成していない場合であっても、長期的な環境変化や断層活動による岩盤等(天然バリア)の亀裂の発生によって、新たな地下水流動経路となる可能性も考えられる。このため、廃棄物埋設地において規模の大きい断層が存在した場合、地下水流動によって人工バリアの劣化が促進されることや、人工バリアの性能が低下した後において、当該経路を介して生活環境への放射性物質の移動が長期にわたり促進されるおそれがある。

3. 断層等に係る要求事項について

3. 1 避けるべき断層等に係る判断の指標

(1) 人工バリアの損傷を防止する観点

岩盤等の変位に伴う人工バリアの損傷防止の観点からは、避けるべき断層等は、断層の規模(長さを含む)よりも活動性を指標とすることが適当と考えられる。

断層の活動性を指標とした岩盤等の変位に係る基準の例としては、実用発電用原子炉の基準^{※4}がある。当該基準では、「後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない^{※5}断層等」として次のものを避けることとしている。

- ・震源として考慮する活断層(以下「震源断層」という。)
- ・地震活動に伴って永久変位が生じる断層^{※6}
- ・支持基盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面

(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点

人工バリアの劣化や生活環境への放射性物質の移動を促進するおそれがある地下水流動経路の形成防止の観点からは、避けるべき断層は規模を指標とすることが適当と考えられる。

ただし、断層の長さについては、例えば、孤立した短い活断層は、地表で認められる活

※3 産業技術総合研究所 深部地質環境研究センター「概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—」(平成19年3月)では、「再活動の可能性がない場合、または再活動性が不明である場合でも、地表から処分地深度までの連結した規模の大きな断層が存在する部分は、既に地下水系の移行最短経路となっている可能性があるため、安全評価において十分な考慮が必要である。」としている。

※4 他の原子力施設の耐震重要施設やSクラス相当施設に適用されている。

※5 規制基準においては、「その認定に当たって、後期更新世(約12~13万年前)の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。」としている。

※6 他の断層の活動に伴い変位が生じる断層のことをいう。

断層の長さが断層全体の長さを示しておらず、また文献調査により確認できるものは、主に地表付近の断層であることを踏まえると、一概に長さを指標とすることは適当でない。

3. 2 避けるべき断層等についての考え方

(1) 人工バリアの損傷を防止する観点

上記3. 1 (1) に示す実用発電用原子炉の基準と同様に「後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等」を避けることによって、人工バリアの漏出防止機能の維持を要求する規制期間（300～400年程度）において、断層等の活動による人工バリアへの著しい損傷が生じる蓋然性を十分に低減することができると考えられる。

(2) 地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点

規模の大きい断層であっても、破碎帯の透水性や連結性によっては、必ずしも地下水流動経路を形成していない場合も考えられるが、地表に現れていない部分の透水性について詳細な調査を行うことは困難と考えられる。従って、2. (2) に示す地下水流動による人工バリアの劣化や地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進を防止するため、活動性にかかわらず、規模の大きい断層を避けて人工バリアを設置することが適当と考えられる。

また、震源断層については、一般に規模の大きい断層であり、「分岐する断層」の発生等によって岩盤等が損傷を受けている領域（以下「損傷領域」という。）も含めて避けることが適当と考えられる。

(3) 活動性にかかわらず規模の大きい断層を避けることについての補足

3. 1 (2) のとおり、地下水流動経路の形成防止の観点から、避けるべき断層は規模を指標としている。規模の大きい断層に関して、実用発電用原子炉等の原子力施設の操業期間に比べ、極めて長期の自然事象を考慮することとしている高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る研究^{※7}では、第四紀（約258万年前以降）に活動した断層でなくても、地表やその地下に規模の大きな断層が存在する場合は、ずれ破壊が及び得る範囲を考慮する必要があるとしている^{※8}。

この点については、上記(2)のとおり、活動性にかかわらず、規模の大きい断層を避けて人工バリアを設置することを要求することにより、実用発電用原子炉等の原子力施設では考慮する必要のない古い断層が、当該原子力施設の操業期間を大きく超える長期において活動したとしても、その断層が新たな地下水流動経路となり放射性物質の移動を促進すること等を防止する効果を得ることができる。

※7 産業技術総合研究所 深部地質環境研究センター「概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—」（平成19年3月）では、「将来10万～100万年間を念頭に起こり得る地質及び気候関連事象を評価しなければならない」としている。

※8 産業技術総合研究所 深部地質環境研究センター「概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—」（平成19年3月）では、「第四紀に活動した断層でなくとも、地表やその地下に規模の大きな断層が存在する場合は、ずれ破壊が及び得る範囲を考慮する必要がある。既存断層の再活動性については、サイト影響考慮事項にしているが、調査の結果、再活動の可能性があると判断された場合は、断層の影響の及ぶ範囲を避けることが必要である。」としている。

3. 3 避けるべき断層等に係る要求事項

上記3. 2に基づき、以下を避けた場所に人工バリアを設置することが適当である。

- (1) 後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等として次のもの
 - (a) 震源断層及びその損傷領域
(例えば、震源断層の長さを評価した上で、その長さの100分の1以上離れていることをもって、「損傷領域を避ける」ことを目安とすることが考えられる（注6）。)
 - (b) 地震活動に伴って永久変位が生じる断層
 - (c) 変位が及ぶ地すべり面
- (2) 上記に加え、次のもの
 - (d) 規模の大きい古い断層（(a)及び(b)を除く）
(例えば、廃棄物埋設地で確認される破碎帯の幅や累積の変位量が大きいこと^{※9}を、「規模の大きい」ことを目安とすることが考えられる。)

3. 4 許可段階及び建設段階における対応

断層等の確認に当たっては、下記の点に留意し、許可段階及び許可後の廃棄物埋設地の建設のための掘削時（以下「建設段階」という。）に分けて対応を行うことが適当である。

- ・ 許可段階で細かな断層等を判別するための詳細かつ高密度の掘削調査等を行うことは、新たな地下水流動経路を形成し、天然バリアの移動抑制機能に係る性能を低下させるおそれがある
- ・ 建設段階においては、掘削範囲にある断層等を直接確認し、原位置における観察や物理探査等により、活動性に係る履歴、断層破碎帯等について詳細な調査を行うことが可能となる

(1) 許可段階における対応

避けるべき断層等に係る要求事項については、事業許可に係る審査で確認することとなるが、上記3. 3の(a)の震源断層及びその損傷領域については、以下の点を踏まえて、事業許可申請までに適切な調査が行われた上で、それらを避けた場所に人工バリアが設置される設計となっていることについて確認する。

- ・ 震源断層は、文献調査や地表からの物理探査、地震観測等で確認可能
- ・ 震源断層が敷地周辺に存在しその損傷領域が広範囲に及ぶ場合、当該敷地内に人工バリアを設置することは困難

また、下記(2)のとおり建設段階において上記3. 3の(b)～(d)の断層等が確認された場合は、それらを避けて人工バリアを設置する方針であること及びそれが可能な見込みであることについて、予め事業許可申請書に記載することを求め、事業許可において明確にしておく。

※9 例えば、破碎帯の幅については20～30センチメートル程度を越えていること。累積の変位量については別添に示す廃棄物埋設地の「埋設空洞」の径（20メートル程度）を越えていること。

(2) 建設段階における対応

上記3. 3の(b)～(d)の断層等に関しては、事業許可までの物理探査等の調査では、細かな断層等の判別や破碎帯の幅等の確認が困難であることも考えられるため、建設段階で断層等が確認された場合は詳細に調査を行う必要がある。その上で、避けるべき断層等であると確認された場合には、これらを避けて人工バリアを設置することを求める。

(注1) 人工バリアには、低透水性（浸入する地下水を制限する）、低拡散性（緻密な空隙構造によって放射性物質の移動を妨げる）、膨潤性（地下水を含むことにより鉱物の層間の距離が増加し体積が増加する）、収着性（放射性物質を収着して放射性物質の移動を妨げる）及び閉じ込め性（地下水や放射性物質の移動を遮断する）のうち一つ又は複数の特性を有する材料が用いられる。代表的な人工バリアの材料には、ベントナイト系材料、セメント系材料及び金属材料が用いられることが想定される。このうちベントナイト系人工バリアは、他の人工バリアと岩盤等との間に設置されることによって、力学的及び化学的な緩衝材としての役割も期待される。放射性廃棄物自体が人工バリアとしての機能を有する場合もある。

(注2) 人工バリアが設置される地下環境下における人工バリアの腐食や変質による自然劣化による性能低下は、緩慢な変化であり徐々に進展すると考えられることから、性能が突然に大きく低下又はそれによって機能を喪失することは想定し難い。ただし、人工バリアの機能が局所的に喪失することはあり得る。例えば、金属容器が地下水の浸入を遮断する機能は、仮に腐食により貫通部が形成された場合はその時点で低下又は喪失する。

(注3) 人工バリアには以下の機能が求められる。このうち③の機能維持期間については、公衆の被ばく線量を低減すること等を目的として事業者が行う設計によることから、一概に定めない。

- ①埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間は廃棄物埋設地の限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能
- ②埋設の終了から廃止措置の開始までの間は廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止する機能
- ③廃止措置の開始後は廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止又は低減する機能

人工バリアに関して、IAEAの安全基準SSR-5「放射性廃棄物の処分」には以下のように示されている。

【要件8：放射性廃棄物の閉じ込め】

廃棄物に付随する放射性核種の閉じ込めを備えるように、廃棄物形態やパッケージングを含む人工バリアは、設計されなければならない。立地環境が選定されなければならない。閉じ込めは、放射能の減衰が廃棄物によって引き起こされる危険を十分に減じるまで、備えられなければならない。さらに、熱を生じる廃棄物の場合において、廃棄物が処分システムの性能に対して悪影響を与え得る量の熱エネルギーを生じている間、閉じ込めが備えられなければならない。

3.40. 放射性廃棄物を定められた期間にわたり廃棄物形態及びパッケージングへの閉じ

込め、比較的短寿命の放射性核種の大部分が原位置で減衰することを確保しなければならない。低レベル廃棄物の場合、そのような期間は数百年程度 (several hundred years)、高レベル廃棄物の場合は数千年程度 (several thousands years) になるだろう。高レベル廃棄物の場合は、処分システムの外部への放射性核種のいかなる移行も、放射性崩壊により発生した熱が実質的に減少した後にのみ生じるということも確保されなければならない。

(注4) 天然バリアは、埋設された放射性廃棄物及び人工バリアの周囲に存在する岩盤等であり、大きな亀裂や透水性の高い場所がなければ、放射性物質の移動の原因となる地下水の流動が岩盤等の割れ目などに限定されることによって地下水の流速が抑えられる。また、岩盤等への放射性物質の収着によって放射性物質の移動が抑制されることも期待できる。

中深度処分においては、天然バリアと人工バリアの機能が相まって、廃止措置の開始以降における放射性物質の移動を抑制する性能が実行可能な範囲内で最も優れるものとして設定したものであることを要求することとしている。また、自然事象シナリオの評価結果として公衆の線量が線量拘束値 (年間 0.3 ミリシーベルト) を超えないことを要求することとしている (令和2年度第16回原子力規制委員会 (令和2年7月15日) 資料3)。

(注5) 使用が想定される代表的な人工バリアの一つであるベントナイト系人工バリアは、他の人工バリアと岩盤等との間に設置され、力学的な緩衝材としての役割が期待される。このため、岩盤等の傾斜や不等沈下が生じることによって傾きや撓みが生じたとしても、人工バリアの機能に大きな影響を及ぼすことは想定されない。

(注6) 吉田ら(2009) ※10より抜粋

「・・・, このような断層運動に伴う影響範囲に関しては、‘プロセスゾーン’ という考え方がある※11。これは、断層の幅と長さには一定の相関関係が存在するとともに、断層の影響範囲がある程度推測可能であることを示した考え方である。とくに断層と影響幅との関係について、VERMILYNE and SCHOLZはその幅と確認されている断層の長さの関係から、幅 (W) と長さ (L) には、 $W/L \approx 10^{-2}$ の関係があることを述べている。これに関して今回調査の結果から示される、断層運動によって形成された連続性の悪いネットワーク状の割れ目が確認される範囲の断層片側約 200m を、現在確認されている阿寺断層の長さを用いてその相関を示したものが図-7 である。この図上でみる限りにおいては、阿寺断層においても幅と断層の長さには上記の関係があり、阿寺断層系においてもプロセスゾーンという概念が見かけ上、適用できるように思われる。しかしプロセスゾーンという考え方を用いる場合、 $W/L \approx 10^{-2}$ という関係が断層運動と周辺岩盤のこういった現象を表現したものなのかなどといった、基礎的な部分の検証を行うことが重要と思われる。」

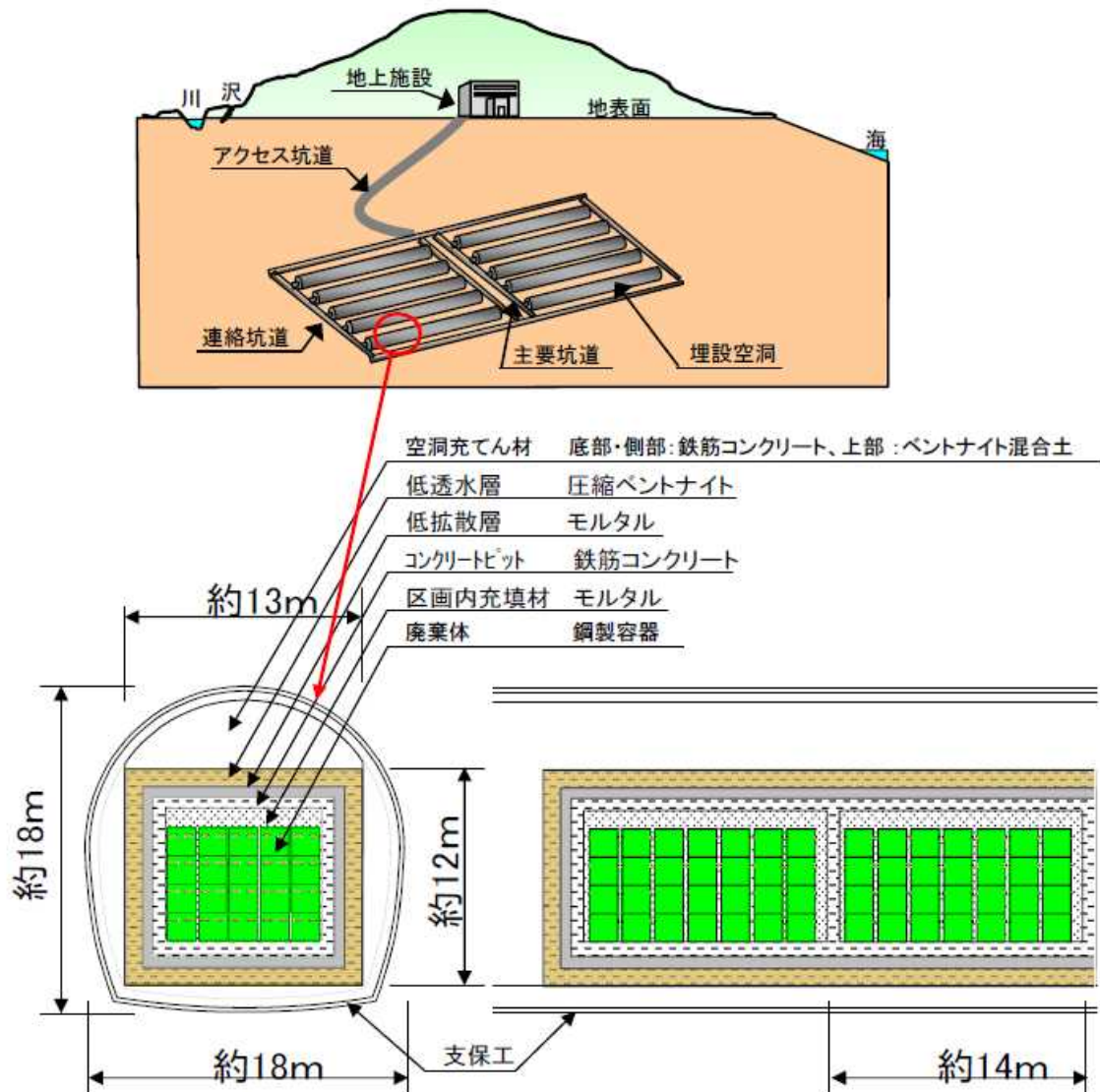
※10 吉田英一, 他「断層周辺に発達する割れ目形態とその特徴—阿寺断層における‘ダメージゾーン’解析の試み—」応用地質, 第50巻, 第1号, p16-28, 2009.

※11 ERMILYNE, J.M. and SCHOLZ, C.H. : The process zone : A micro-structural view of fault growth, Journal of Geophysical Research, Vol.103, pp.12223-12237 (1998).

(別添)

中深度処分の廃棄物埋設施設のイメージ

(「廃棄物埋設地」は、放射性廃棄物(廃棄体)を埋設する場所(人工バリアを含む)であり、
下図においては、「埋設空洞」の領域。)



第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合(平成27年2月12日)資料2-1
「原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について(電気事業連合会)」
より抜粋