

科学的有望地の検討における 安全性確保の観点からの要件の候補

2014年12月
原子力発電環境整備機構

■安全性を最優先にした科学的有望地の検討に資するため、安全性確保の観点で、回避すべき要件の候補、好ましい要件の候補を検討した。安全を確保する期間の長さから埋設後長期の安全性と建設・操業時の安全性に大別している。地下空間領域及び地上敷地面積の確保も安全性に関わるので取り上げる。

●埋設後長期の安全性(安全を確保する期間:数万年以上)

- 著しい影響を与える天然現象の回避
- 地層処分に好ましい地質環境
- 人間侵入の回避
- 必要な地下空間領域の確保

●建設・操業時の安全性(安全を確保する期間:数十年)

- 地下施設建設時の安全性
- 地上施設における操業時の安全性
- 必要な地上敷地面積の確保
- 廃棄体輸送時の安全性

科学的有望地選定要件の候補抽出の手順: 埋設後長期の安全性

技術WG中間とりまとめ

【著しい影響を与える
天然事象】

回避の対象となる事象

事前確認要件

文献調査段階以降の
回避要件

【好ましい地質環境】

好ましい
地質環境特性

【人間侵入】

鉱物資源の回避要件

【地下施設】

必要な地下施設
空間領域

科学的有望地選定要件
の候補抽出の判断

科学的有望地選定
要件の候補

全国規模の文献の存在
と要件の適用可能性

Yes

好ましい要件の
候補としての検討

No

全国規模の文献の存在
と要件の適用可能性

Yes

好ま
しい
要
件
の
抽
出

回避
すべき
要件

要件・
基準の
設定

好ま
しい
要
件

要件・
基準の
設定

科学的有望地選定要件の候補抽出の手順:建設・操業時の安全性

【地下施設建設時の安全性】

第四紀未固結堆積物の回避要件

技術WG会合資料

【地上施設操業時の安全性】

類似施設の安全基準

【地上施設】

必要な地上敷地面積

【輸送時の安全性】

安全基準

確実な輸送

科学的有望地選定要件の候補抽出の判断

全国規模の文献の存在と要件の適用可能性

Yes

好ましい要件の候補としての検討

No

全国規模の文献の存在と要件の適用可能性

Yes

好ましい要件の抽出

設計対応困難要件抽出

科学的有望地選定要件の候補

回避すべき要件

要件・基準の設定

好ましい要件

要件・基準の設定



埋設後長期の安全性確保のため の要件の候補

1. 安全性確保の基本的考え方
2. 天然現象等(鉱物資源の存在含む)
3. 地質環境特性
4. 地下施設空間領域

1. 安全性確保の基本的考え方

●埋設後長期の安全性は、数万年以上の長期間、地質環境が保持している物理的隔離機能と閉じ込め機能の長期安定性によって確保する。

- 厚い岩盤による物理的隔離機能に影響を与える要因は、火山・火成活動及び隆起・侵食といった天然現象に加えて、鉱物資源掘採による人間侵入といった人為事象がある。
- 閉じ込め機能の観点から好ましい地質環境特性が熱環境、力学場、水理場及び化学場毎に整理されている。

●物理的隔離機能と閉じ込め機能は、段階的に進めるサイト調査、処分場の設計によって担保され、安全評価によって確認される。

- 物理的隔離機能と閉じ込め機能に著しい影響を及ぼす回避すべき天然現象や人為事象(以下、天然現象等)に関する情報は、主に文献調査・概要調査の段階で得られる。
- 閉じ込め機能に関する地質環境特性の情報は、主に概要調査・精密調査の段階で得られる。

2. 天然現象等(1)著しい影響を与える事象

- 閉じ込め機能や物理的隔離機能に著しい影響を与える事象は以下のように整理されている(技術WG中間とりまとめ)。

天然現象		火山・火成活動等	断層活動	隆起・侵食	気候・海水準変動
閉じ込め機能の喪失	熱環境	地熱活動 (非火山性を含む)	—	—	
	力学場	—	処分深度に達する 断層のずれ	—	
	水理場	—	断層のずれに伴う 透水性の増加	—	
	化学場	火山性熱水や深部 流体の移動・流入	断層のずれに伴う 透水性の増加 (条件による)	—	
物理的隔離 機能の喪失		マグマの処分場へ の貫入と地表への噴 出	—	著しい隆起・侵食 に伴う処分場の地 表への著しい接近	侵食の要因として評価

2. 天然現象等(2)回避の対象となる範囲

- 著しい影響を与える事象について、技術WG中間とりまとめ回避の対象となる範囲は以下のように整理されている(◆:事前確認段階で回避、□:文献調査段階以降で回避)。

天然現象	回避の対象となる範囲
火山・火成活動	<ul style="list-style-type: none">◆ 個々の第四紀火山の位置を中心として半径15kmの円の範囲□ 地温勾配が$10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$を超える高温異常域□ 热水のpHが4程度の酸性となる領域□ 巨大カルデラ等□ 火山の有無、マグマの発生領域となる高温異常域、热水・ガス発生を調査・評価し、影響が想定される範囲□ マントル内の熱対流評価等に基づいて推定し、将来著しい影響が及ぶ可能性が高いと考えられる範囲
非火山性热水および深部流体	<ul style="list-style-type: none">◆ 非火山性热水または深部流体が存在し、かつ熱環境または化学場に対する影響が明らかな場所□ 非火山性热水または深部流体の存在・分布について確認し、システムの安全性に影響を及ぼすことが想定される場合は、その影響範囲
断層活動	<ul style="list-style-type: none">◆ 最近の地質時代において活動した既知の断層の破碎帯の幅として、保守的には断層長さの100分の1程度の範囲□ 断層の分布、破碎帯の幅等を把握し、その影響範囲□ 将来の断層活動の範囲として、断層の進展や分岐が発生する可能性がある領域(活断層帯)□ 变形帯や活褶曲・活撓曲について、地層処分システム全体への影響が著しい場合□ 变位規模が小さい断層、地表の痕跡が不明瞭である断層、地下に伏在している断層、地質断層による影響
隆起・侵食	<ul style="list-style-type: none">◆ 過去十万年における最大侵食量が300mを超えたことが明らかな範囲□ 内陸の隆起性山地(目安として今後十万年内に隆起量が300mを超えると考えられる地域)。□ 隆起が顯著な沿岸部(目安として、隆起と海面低下に伴う侵食量が、今後十万年内に300mを超えると考えられる地域)。□ 将来の侵食量の評価結果に基づき、処分場の設置深度等を評価した上で、著しい影響が想定される範囲

2. 天然現象等(3)回避すべき要件の候補

- 技術WG中間とりまとめで示された事前確認段階で回避する範囲を、科学的有望地選定にあたって回避すべき要件の候補として考えることができる。

天然現象	事前確認段階で回避する範囲
火山・火成活動	最近の地質時代に活動した火山がある場所から15km程度の範囲を除外
非火山性熱水および深部流体	非火山性熱水または深部流体が存在し、かつ熱環境または化学場への影響が明らかな場所を回避
断層活動	最近の地質時代に活動した既知の断層のある場所について、断層長さの100分の1程度の範囲を除外
隆起・侵食	過去十万年における最大侵食量が300mを超えたことが明らかな範囲を回避

- 物理的隔離機能について、埋設後長期の安全性確保に影響を与える可能性のある事象として人間侵入がある。その可能性を低減させるため、経済的価値のある鉱物資源が存在する範囲は回避する必要がある。このことは、最終処分法において、概要調査地区選定段階の要件になっている。鉱物資源についても、科学的有望地選定にあたって回避すべき要件の候補として考えることができる。

2. 天然現象等(4)回避すべき要件の候補に対する全国規模の文献・データの存在

- 科学的有望地選定にあたって回避すべき要件の候補に対する、全国規模で整備された最新の信頼性の高いと考えられる文献・データの存在状況

天然現象	利用可能と考えられる全国規模の文献・データの例	データの内容
火山・火成活動	<ul style="list-style-type: none"> 日本の火山(第3版)(産業技術総合研究所, 2012) 日本列島と地質環境の長期安定性(地質リーフレット4 日本地質学会、地質環境の長期安定性研究委員会 編) 付図4 日本列島の地温勾配センター図と活火山の分布 	火山中心、カルデラの範囲、火山岩分布等 地温勾配の等值線
非火山性 熱水・深部 流体	<p>左記を直接示すものはない。</p> <p>〔<ul style="list-style-type: none"> 深層地下水データベース(高橋ほか, 2011) 全国地熱ポテンシャルマップ(産業技術総合研究所, 2009) 〕</p>	個々のボーリング等の位置とpH、水温等の値
断層活動	<ul style="list-style-type: none"> 活断層詳細デジタルマップ付図200万分の1日本列島活断層図(中田・今泉, 2002) 日本周辺海域の中新生代最末期以降の構造発達史付図日本周辺海域の第四紀地質構造図(徳山ほか, 2001) 活断層の長期評価(地震研究推進本部ウェブサイト) 活断層データベース(産業技術総合研究所ウェブサイト) 	活断層の位置
隆起・侵食	日本列島と地質環境の長期安定性(地質リーフレット4 日本地質学会、地質環境の長期安定性研究委員会 編) 付図5 最近約10万年間の隆起速度の分布	約20km四方メッシュ毎に隆起速度を幅で表示
鉱物資源	<ul style="list-style-type: none"> 日本鉱床分布図(粘土、金・銀等、硫黄等、鉛・亜鉛、銅、マンガン)- 200万分の1地質編集図<No.17-1~6>(産業技術総合研究所, 1976・1979) 日本油田ガス田分布図 - 200万分の1地質編集図<No.9>(産業技術総合研究所, 1976) 日本炭田図 - 200万分の1地質編集図 <No.5>(産業技術総合研究所, 1973) 	個々の鉱床の位置、油田ガス田炭田は範囲

2. 天然現象等(5)回避すべき要件の候補としての適用可能性

- 全国規模の文献・データを踏まえて、科学的有望地選定にあたって回避すべき要件の候補としての適用可能性を整理すると以下のとおり

天然現象	回避すべき要件の候補としての適用可能性
火山・火成活動	全国規模の文献(日本の火山(第3版))記載の火山のうち、第四紀(約260万年前以降)に活動した火山中心から15kmの範囲を有望地から除外することで適用可能
非火山性熱水および深部流体	水温やpH等、熱環境、化学場への影響に関する全国規模の文献・データはあるものの、非火山性熱水および深部流体の分布についての全国規模の文献・データはない。したがって、回避すべき要件の候補にはなりにくいと判断→好ましい要件の候補として検討する。
断層活動	全国規模の文献(活断層詳細デジタルマップ付図等)に示された断層について断層長さの100分の1の幅の範囲を除外することで適用可能
隆起・侵食	全国規模の文献(最近約10万年間の隆起速度の分布)では、過去十万年間の最大隆起量は「90m以上」であり、沿岸部の海面の最大低下量150mに伴う侵食量を考慮しても最大侵食量300mに及ぶかどうかは明らかではない。したがって、回避すべき要件の候補にはなりにくいと判断→好ましい要件の候補として検討する。

人為事象	回避すべき要件の候補としての適用可能性
鉱物資源	全国規模の文献(日本鉱床分布図、油田ガス田分布図等)だけでは、必ずしも“経済的価値”は判断できない。したがって、回避すべき要件にはなりにくいと判断→好ましい要件の候補として検討する。

2. 天然現象等(6)好ましい要件の候補としての適用可能性①

- 回避すべき要件の候補にはなりにくいと判断し、好ましい要件の候補として検討するもの

天然現象 人為事象	好ましい要件 の候補	好ましい要件の候補としての適用可能性
非火山性 熱水 および 深部流体	非火山性熱 水または深部 流体の存在と、 熱環境または 化学場への 影響が想定さ れる場所でな いこと	<p>全国規模の文献(深層地下水データベース等)は起源を問わず、水温、pH等をまとめたものであり、火山周辺以外にも高い水温や酸性のpHが分布しているため、非火山性熱水または深部流体が含まれている可能性はあると考えられる。</p> <p>熱環境または化学場へ影響を与える水温、pH等の程度については、技術WG中間とりまとめ整理された以下を参照することが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none">熱水を含む地熱活動による熱環境への影響(4.1.1(1))火山性熱水・深部流体の移動・流入に伴う低pH地下水、炭酸化学種を含む地下水流入による化学場への影響(4.1.4(1))
隆起・侵 食	過去十万年 間の侵食量 が大きい場所 でないこと	全国規模の文献である「最近約10万年間の隆起速度の分布」では過去十万間の最大の隆起量として「90m以上」の地域が示されている。これらの地域のうち、海面の最大低下量150mに伴う侵食量も併せると大きな侵食量が想定される沿岸部を除くことで適用可能と考えられる。
鉱物資源	鉱物資源分 布域でないこ と	全国規模の文献である「日本鉱床分布図」、「油田ガス田分布図」等を参照するこ とで適用可能と考えられる。

2. 天然現象等(7)好ましい要件の候補としての適用可能性②

- 技術WG中間とりまとめにおいて文献調査段階以降で回避の対象となる範囲とされたものの中で、利用可能と考えられる全国規模の文献・データがあり、科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補と考えられるものは以下のとおり

天然現象	好ましい要件の候補	好ましい要件の候補としての適用可能性
火山・火成活動	地温勾配が $10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を超える高温異常域でないこと	「日本列島の地温勾配コンター図と活火山の分布」の地温勾配の等值線が適用可能と考えられる。
	巨大カルデラの範囲内でないこと	「日本の火山(第3版)」に記載のカルデラの範囲が適用可能と考えられる。
断層活動	将来の断層活動の範囲として、断層の進展や分岐が発生する可能性がある領域(活断層帯)でないこと	全国規模の文献(活断層詳細デジタルマップ等)に示されている断層について、活断層帯の幅を持たせることが考えられる。

3. 地質環境特性(1)好ましい地質環境特性

- 地層処分にとって好ましい地質環境特性は、以下のように整理されている(技術WG中間とりまとめ)。

	人工バリア設置環境として好ましい 主な地質環境特性	天然バリアとして好ましい 主な地質環境特性
熱環境	地温が低いこと	—
力学場	岩盤の変形が小さいこと	—
水理場	—	地下水流动が緩慢であること
化学場	<ul style="list-style-type: none">・地下水の水素イオン指数(pH)が高pHあるいは低pHではないこと・地下水が酸化性雰囲気でないこと・地下水の炭酸化学種濃度が高くないこと	<ul style="list-style-type: none">・地下水の水素イオン指数(pH)が高pHあるいは低pHではないこと・地下水が酸化性雰囲気でないこと

3. 地質環境特性(2)好ましい要件の候補の抽出

- それぞれの好ましい地質環境特性に関する、具体的な条件とわが国における分布等の知見(技術WG中間とりまとめ)の中で、具体的で全国規模の分布等の情報が整備されていることから、以下を科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補として考えることができる。

特性	好ましい要件の候補
熱環境	<ul style="list-style-type: none">• 高温異常域(地温勾配$10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$以上)でないこと
化学場	<ul style="list-style-type: none">• 低pHあるいは高pHでないこと• 炭酸化学種濃度が$0.5\text{mol}/\text{dm}^3$以上でないこと

3. 地質環境特性(3)好ましい要件の候補に対する全国規模の文献・データの存在

- 科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補に対する、全国規模で整備された最新の信頼性の高いと考えられる文献・データの存在状況

地質環境特性	好ましい要件の候補	利用可能と考えられる全国規模の文献・データの例	データの内容
熱環境	地温勾配が 10°C/100mを超える高 温異常域でないこと	<ul style="list-style-type: none">日本列島と地質環境の長期安定性(地質リーフレット4 日本地質学会、地質環境の長期安定性研究委員会 編)付図4 日本列島の地温勾配コンター図と活火山の分布	地温勾配の等 値線
化学場	低pHあるいは高pHで ないこと 炭酸化学種濃度が 0.5mol/dm ³ 以上でな いこと	<ul style="list-style-type: none">深層地下水データベース(高橋ほか, 2011)全国地熱ポテンシャルマップ(産業技術総合研究所, 2009)	個々のボーリ ング等の位置 とpH、水温等 の値

3. 地質環境特性(4)好ましい要件の候補としての適用可能性

- 全国規模の文献・データを踏まえて、科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補としての適用可能性を整理すると以下のとおり

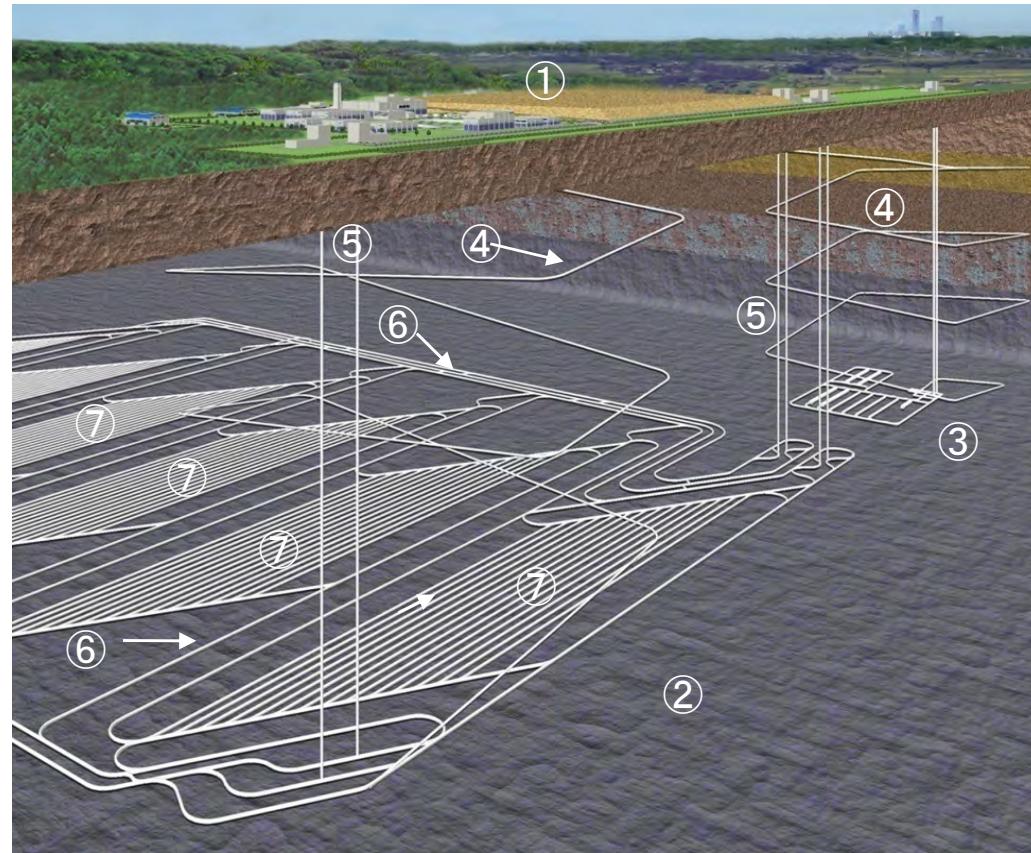
地質環境特性	好ましい要件の候補	好ましい要件の候補としての適用可能性
熱環境	地温勾配が 10°C/100mを超える高 温異常域でないこと	「日本列島の地温勾配コンター図と活火山の分布」の地温勾配の等值線が適用可能と考えられる。
化学場	低pHあるいは高pHで はないこと	「深層地下水データベース」等に示された低pHあるいは高pHの場所を除くことで適用可能と考えられる。低pHおよび高pHの程度については技術WG中間とりまとめ整理された以下を参照することが考えられる。 <ul style="list-style-type: none">・低pH 　　化学場に著しい影響を与えるため回避すべき事象としている火山性熱水の酸性の度合いについて、第2次とりまとめ等に記載された「pH4.8未満」を示している(4.1.4(1))。・高pH 　　11程度のpHであれば、緩衝材の化学的緩衝機能により、オーバーパックの耐食性および多くの放射性物質の溶解度に著しい影響を与えることはないと考えられる。また、緩衝材であるベントナイトの変質は著しくなく、その影響範囲も限定的であると考えられる(4.1.4(2))。
	炭酸化学種濃度が 0.5mol/dm ³ 以上でな いこと	「深層地下水データベース」等に示された炭酸化学種濃度が0.5mol/dm ³ 以上の場所を除くことで適用可能と考えられる。

4. 地下施設空間領域

- 埋設後長期の物理的隔離機能を担保するため、地下300mより深い安定した岩盤に地下施設を設置することが法律上求められている。
- 埋設後長期の閉じ込め機能を担保するため、下記に配慮して廃棄体を定置するため、平面的広がりとして10km²程度必要である。
 - 高レベル放射性廃棄物は発熱量が高く、発熱による緩衝材への影響を防ぐため、4万本廃棄体を1体ずつ間隔をあけて定置する。その結果、標準的なケースで、約3km×約2km程度の平面的な広がりが必要となる。
 - 地層処分低レベル廃棄物は発熱量が小さいため、廃棄体を集約して処分することが可能（標準的なケースで、約0.5km×約0.3km程度）であるが、高レベル放射性廃棄物と併置処分する場合は、相互の影響を回避するため両施設間に300m程度の離間距離を置く必要がある。
- ただし、地下施設のレイアウトとしては、すべての廃棄体を同一深さに定置せず、多層配置も可能である。

【科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補】

地下300m以深に、10km²程度の平面的広がりを持つ地下空間領域が確保できること



地下施設の配置例

①地上施設、②高レベル放射性廃棄物処分場の地下施設、③地層処分低レベル放射性廃棄物処分場の地下施設、④斜坑、⑤立坑、⑥連絡坑道、⑦処分パネル（処分坑道の集合した区画）

（「処分場の概要(放射性廃棄物の地層処分事業について 分冊-1)」より）



建設・操業時の安全性確保のための要件の候補

1. 地下施設建設時の安全性
2. 地上施設操業時の安全性
3. 地上敷地面積
4. 輸送時の安全性

1. 地下施設建設時の安全性(1)安全性確保の基本的考え方と回避すべき要件の候補

●安全性確保の基本的考え方

- 地下施設の建設から閉鎖までの期間中は、作業従事者の安全が確保されるよう、地下施設の空洞の力学的安定性等を確保する必要がある。
- 地質環境特性の調査・評価結果を踏まえて、合理的な工学的対策を実施する。
- 地下施設建設時の安全性は、段階的に進めるサイト調査、設計によって担保される。
- 検討に必要な情報は、主に概要調査・精密調査の段階で得られる。

●地下施設建設時の安全性の観点で、地層処分を行おうとする地層として第四紀の未固結堆積層を回避することが、最終処分法において概要調査選定段階の要件とされている。

【科学的有望地選定にあたって回避すべき要件の候補】

地層処分を行おうとする地層が第四紀の未固結堆積層である場所

1. 地下施設建設時の安全性(2)好ましい要件の候補

- 地下施設建設時の安全性の観点から抽出された好ましい地質環境特性(技術WG第3回会合NUMO資料)

地質環境特性	好ましい地質環境特性
熱環境	<ul style="list-style-type: none">・地温が65°C以下であること・作業環境を維持するため、坑内の温度を一定(37°C)以下に維持するために必要な設備の規模が現実的であること
力学場	<ul style="list-style-type: none">・初期応力に対する岩盤の一軸圧縮強度が大きいこと・鉛直方向応力と水平方向応力が同程度であること・吸水膨張性を示さないこと
水理場	<ul style="list-style-type: none">・坑道内での湧水量が少ないこと
化学場	<ul style="list-style-type: none">・坑道内の有害ガス発生量が小さいこと

- それぞれの好ましい地質環境特性に関するわが国における分布等の知見(技術WG中間とりまとめ、技術WG第3回会合NUMO資料)の中で、具体的で全国規模の分布等の情報が整備されていることから、以下を科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補として考えることができる。

特性	好ましい要件の候補
熱環境	<ul style="list-style-type: none">・ 高温異常域:地温勾配10°C/100m以上でないこと

1. 地下施設建設時の安全性(3)全国規模の文献・データの存在

- 科学的有望地選定にあたっての回避すべき要件及び好ましい要件の候補に対する、全国規模で整備された最新の信頼性の高いと考えられる文献・データの存在状況

種類	要件の候補	利用可能と考えられる全国規模の文献・データの例	データの内容
回避すべき要件の候補	地層処分を行おうとする地層が第四紀の未固結堆積層である場所	<p>左記を直接示すものはない。</p> <p>•日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル(越谷・丸井, 2012)</p>	個々のボーリングの位置及び第四紀層の層厚等の値
好ましい要件の候補	地温勾配が $10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を超える高温異常域でないこと	<p>•日本列島と地質環境の長期安定性(地質リーフレット4 日本地質学会、地質環境の長期安定性研究委員会 編) 付図4 日本列島の地温勾配コンター図と活火山の分布</p>	地温勾配の等値線

1. 地下施設建設時の安全性(4)要件の候補としての適用可能性

- 全国規模の文献・データを踏まえて、科学的有望地選定にあたっての回避すべき要件及び好ましい要件の候補としての適用可能性を整理すると以下のとおり

種類	要件の候補	要件の候補としての適用可能性
回避すべき要件の候補	地層処分を行おうとする地層が第四紀の未固結堆積層である場所	第四紀未固結層の深度分布に関する全国規模の情報は存在しないため、回避すべき要件の候補にはなりにくいと判断→好ましい要件の候補として検討する。

種類	要件の候補	要件の候補としての適用可能性
好ましい要件の候補	第四紀層が地下深部まで分布していないこと	未固結層の代わりに保守的に第四紀層そのものとし、第四紀層が地層処分対象深度まで分布している場所を除く方法が考えられる。 全国規模の文献である「日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル」等に示された第四紀層の層厚の分布を用いることが可能と考えられる。
	地温勾配が $10^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を超える高温異常域でないこと	「日本列島の地温勾配コンター図と活火山の分布」の地温勾配の等值線が適用可能と考えられる。

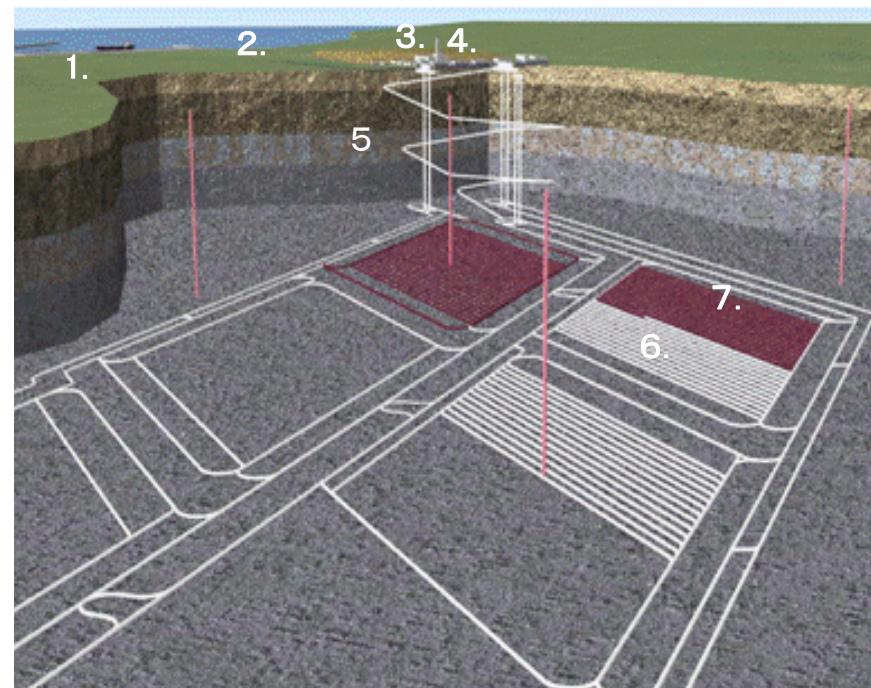
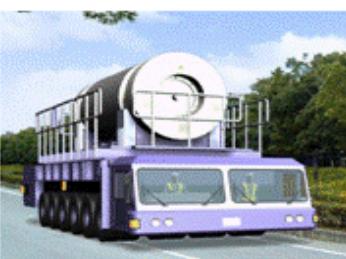
2. 地上施設操業時の安全性(1)操業全体の流れ

1. 港湾での荷揚げ



(※)

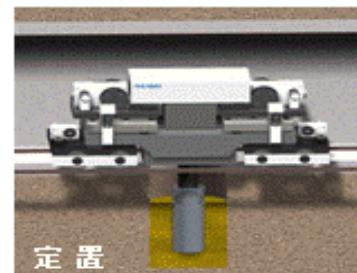
2. 地上施設への輸送



7. 処分坑道の埋め戻し

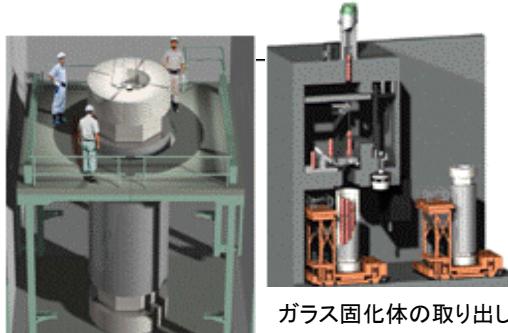


6. オーバーパックの搬送と定置



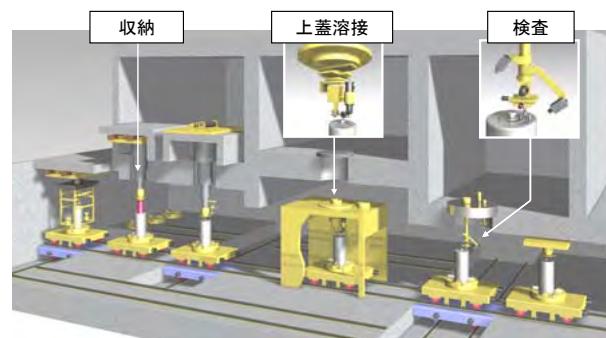
定置

3. ガラス固化体受け入れ・検査



ガラス固化体の取り出し

4. ガラス固化体のオーバーパックへの封入・溶接



5. アクセス坑道の搬送

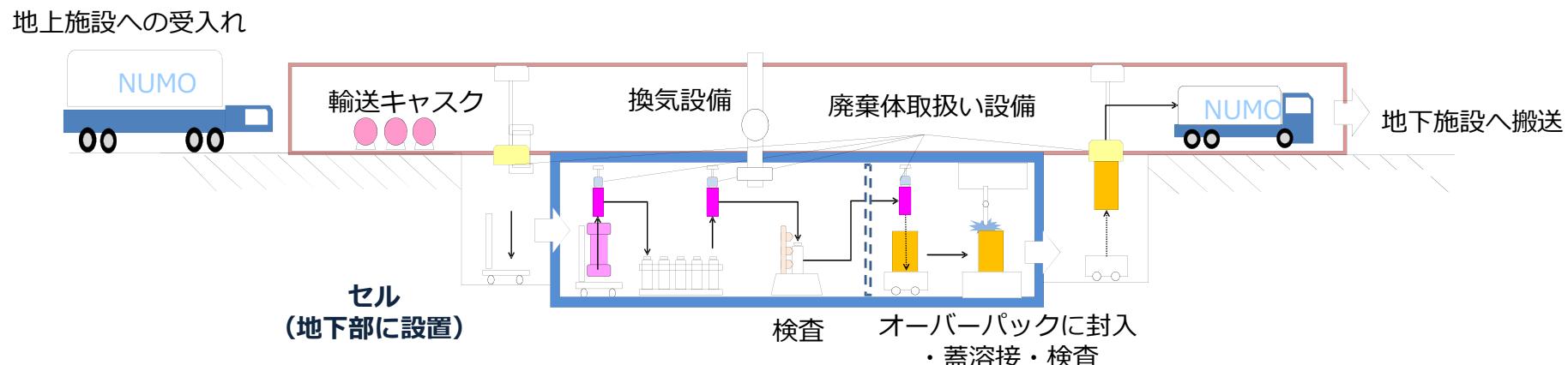


斜坑

(※原燃輸送ウェブサイト <http://www.nft.co.jp/equipment/equipment3.html>)

2. 地上施設操業時の安全性(2)安全性確保の基本的考え方

- 廃棄体の受入・検査・封入施設は、地上施設中で、唯一ガラス固化体等の放射性廃棄物を直接取扱う工程を含む施設であり、操業中の安全性を確保するために、放射線の遮へいと放射性物質の閉じ込めの観点から適切な措置を講じる必要がある。
 - 放射線の遮へいは、建屋外壁、建屋スラブ(床、天井)やガラス固化体を取り扱う区域の壁等により担保する。
 - 放射性物質の閉じ込めは、ガラス固化体内容物による閉じ込め機能とステンレス製のガラス固化体容器による閉じ込め機能により担保する。また、二次的には、ガラス固化体を取り扱う区域を汚染の恐れのある区域とみなし、給排気設備により、同区域を清浄区域より負圧に維持する。
- このため、放射線の遮へい、放射性物質の閉じ込め機能を担保する構築物・系統・機器を、個別地点の調査(主に概要調査段階)を踏まえ、地震・津波やそれ以外の外部からの衝撃により生じる荷重に十分に耐えられるように設計し、その妥当性を安全評価により確認する。
- なお、廃棄体は臨界状態に至る可能性はなく、また自然冷却でも対応可能な発熱量であるため、原子炉のように緊急時に「止める」「冷やす」の機能は必要とされない。

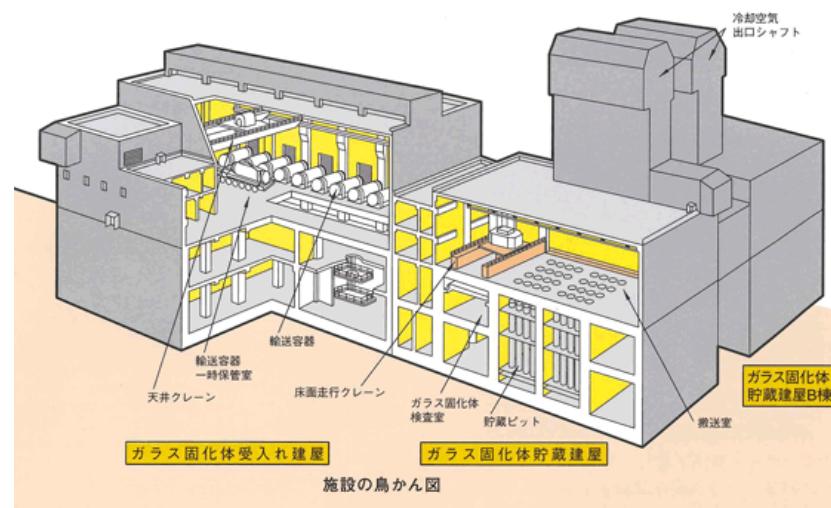


2. 地上施設操業時の安全性(3)既往の類似原子力施設の安全基準の抽出

- 地層処分を対象とした安全基準は現在制定されていない。
- 一方、廃棄体の受入・検査・封入施設は、既存の廃棄物管理施設のうち、ガラス固化体の受入れ検査を行うガラス固化体受入れ建屋と類似の機能を有している。
- そこで、科学的有望地選定のための要件の候補の抽出に資するため、施設の供用期間中を対象に、原子力規制委員会の廃棄物管理施設に関する規則等^(注)に規定されている「施設を支持する地盤」、「地震」および「津波」と「それら以外の外部からの衝撃」による損傷の防止について、以下の観点で規則等の内容を確認する。
 - 設計対応(配置設計を含む)が困難となる可能性のある事象
 - 設計対応の可能性を検討する上で必要となる情報が得られる調査段階

(注)

- 廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
- 廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
- 原子力発電所のガイド(参考)
 - 地震・津波関係の審査ガイド
 - 火山影響評価ガイド 等



日本原燃株式会社 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター
鳥瞰図(同社ウェブサイトより)

2. 地上施設操業時の安全性(4)要件の候補

- 一部を除き、外部の自然事象、人為事象に対して、基本的には設計で対応可能
- 配置も含む設計による対応が困難となる可能性がある事象として、以下を抽出

施設を支持する地盤	<ul style="list-style-type: none">• 耐震重要度に応じた地震力に対する支持性能の確保• 地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み• 将来活動する可能性のある断層等の露頭
地震・津波以外の外部事象	<ul style="list-style-type: none">• 新しい火口の開口等の火山の一部の事象

- これらの事象について実際に影響があるかどうかは、原子力規制委員会が定めた各種審査ガイドに基づき、現地調査による詳細な情報を基に個別具体的に判断される。
- したがって、全国規模の文献・データによる一律の判断には適さず、地上施設操業時の安全性確保の観点からは、回避すべき要件の候補にはなりにくいと考えられる。
- 上記の事象のうち、全国規模の文献・データが存在するものは、好ましい要件の候補になると考えられる。「将来活動する可能性のある断層等の露頭」と「新しい火口の開口」については、「最近の地質時代に活動した既知の断層のある場所について、断層長さの100分の1程度の範囲」と「最近の地質時代に活動した火山がある場所から15km程度の範囲」を準用する。

【科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補】

- 地盤に関する要件として、「全国規模の文献(活断層詳細デジタルマップ付図等)に示された断層について断層長さの100分の1の幅の範囲でないこと」
- 地震・津波以外の自然現象に関する要件として、「全国規模の文献(日本の火山(第3版))記載の火山のうち、第四紀(約260万年前以降)に活動した火山中心から15kmの範囲でないこと」

なお、これらの要件の候補は、埋設後長期の安全性確保のための回避すべき要件の候補に包含される。

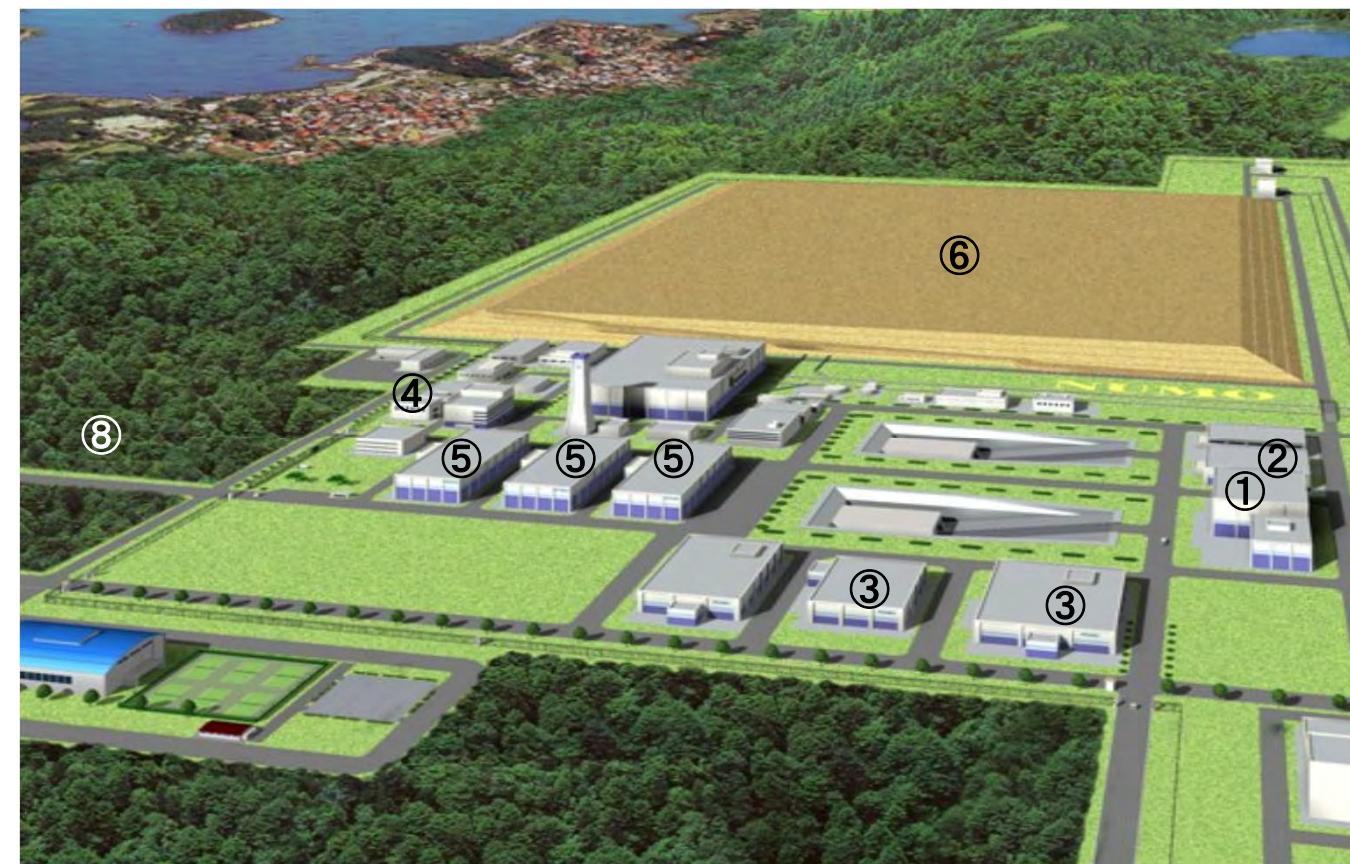
3. 地上敷地面積

- 操業期間中の有意な公衆被ばくに対するリスクを低減するためには、廃棄体を扱う施設から敷地境界までに適切な距離を取ることが望ましい。
- 廃棄体を扱う廃棄体の受入・検査・封入施設以外にも、操業ならびに建設中の安全を確保するため、換気施設、排水処理施設が必要である。
- 直接安全性確保には関わらないものの、地上施設では、建設に伴う掘削土を埋め戻しまでの期間仮置きする場所も必要であり、地上施設全体としては、標準的なケースで、 2km^2 程度の敷地面積が必要である。
- ただし、地上施設のレイアウトとしては、施設を分散配置したり、地下化をすることも可能である。



⑦

サイト内: 廃棄体の受入・検査・封入施設(①②※)、緩衝材製作施設(③)、換気施設(④)、排水処理施設(⑤)、掘削土の仮置き場(⑥)
サイト外: 港湾(⑦)、輸送道路(⑧)
(※)①高レベル放射性廃棄物、②地層処分低レベル放射性廃棄物



地上施設および港湾施設

【科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補】

地上施設用に 2km^2 程度の敷地面積が確保できること

（「処分場の概要（放射性廃棄物の地層処分事業について 分冊-1）」より）

4. 輸送時の安全性(1)安全性確保の基本的考え方と回避すべき要件の候補

- 廃棄物輸送中の安全性は、廃棄体及び輸送容器の閉じ込め機能・遮へい機能によって担保される。
- 具体的には、「放射性物質安全輸送規則」(IAEA, 2009)に基づく輸送物や輸送方法に関する技術基準等が原子力規制委員会や国土交通省等により整備されている。
 - 輸送容器: 上記の規則を踏まえ、輸送容器は、衝突事故や火災等に対しても放射線の遮へいと放射性物質の閉じ込め機能が維持できるよう設計されている。
 - 輸送車両: 牽引方式ではなく運転席と荷台を一体化する、車輪増により接地面積を増大させる等、走行安定性の向上等が図られた車両を使用している。
 - 輸送船: 輸送船の構造および設備について、国際海事機関(IMO)により「照射済核燃料、プルトニウム、高レベル放射性廃棄物の安全輸送コード(INFコード)」が制定されている。わが国はこれを採り入れた、二重船殻構造、耐衝突構造、広範な消火設備や二重の航行システム、通信設備等の特長を有する輸送船を使用している。
- 一方、港湾、道路施設の安全性は、国土交通省が定める基準が適用されるが、設計で対応不可能な回避すべき要件は規定されていない。
- 従って、廃棄物の輸送について、安全性確保の観点から、回避すべき要件の候補はないと考えられる。

4. 輸送時の安全性(2)好ましい要件の候補

- 一度に重量物を大量に積載し、長距離輸送が可能で、かつ、環境負荷が少ない等の点から、海上輸送は、他の輸送手段(鉄道、道路)に比べて優位性が高い。また、これまで多くの海上輸送実績もある。
- さらに、廃棄物を処分施設まで輸送するには、海上輸送と陸上輸送を一体化した仕組みが必要となる。陸上輸送には道路輸送または鉄道輸送が考えられるが、多くの国内実績があるのは道路輸送である。
- 道路による陸上輸送では、ガラス固化体の輸送の場合、車両を含めた総重量が約150トンと極めて重く、道路法で規定されている「道路を通行できる車両」の総重量を遥かに超えたものとなる。これに加え、低レベル廃棄物やオーバーパック等、重量物の資材の輸送も定常に発生する。
 - ガラス固化体輸送:40台/年
 - 地層処分低レベル放射性廃棄物輸送:130台/年
 - オーバーパック輸送:500台/年 等
- また、総走行距離が長い場合、渋滞による一般交通等への影響、事故の発生リスクも上昇する可能性がある。

【科学的有望地選定にあたっての好ましい要件の候補】

- 長距離輸送の場合は、海上輸送が可能であること
- 港湾から処分場までの確実な陸上輸送を行うため、
 - 港湾と処分施設間に専用道路を設置可能であること
 - 国内の既輸送実績等を踏まえて現実的な輸送距離を設定できること
 - 既存の道路等のインフラ施設に支障がないこと



參考資料

(埋設後長期安全性)

(参考)火山・火成活動に関する回避の対象と回避の方法(技術WG中間とりまとめ)

回避の対象	マグマの貫入噴出	<ul style="list-style-type: none"> 一部の火山を除いて、個々の第四紀火山の位置(その火山を代表する位置)を中心として、その個別火山体が半径 15 km の円の範囲に分布することから、これらを事前確認から文献調査の段階の、調査段階の初期において回避すべき範囲と考える。 なお、巨大カルデラ等の個別の火山におけるマグマ活動の範囲は、上記の範囲を超える可能性もあることから現地調査の結果に基づいて評価する。 また、第四紀火山が存在しない地域にあっても、現在、上部マントル内にマグマが発生・上昇する温度・圧力条件が存在し、将来の火山・火成活動が生じる可能性の高い地域は回避すべきである。
	地熱活動	<ul style="list-style-type: none"> 地温勾配が $10^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ を超える高温異常域の分布は、火山の分布と整合的であり、第四紀火山の中心から 10 km の範囲は影響が大きいと考えられる。また、熱水の pH が 4 程度の酸性となる領域は、火山からおおむね 15 km 程度の範囲に分布している。 したがって、これらを事前確認から文献調査の段階の、調査段階の初期において回避が必要となる対象範囲と考える。なお、巨大カルデラ等は、上記の範囲を超える可能性もあることから現地調査等に基づいて評価する。
回避の方法	事前確認	<ul style="list-style-type: none"> 全国規模で体系的に整備された文献に基づいて、最近の地質時代において活動した火山がある場所から、15 km 程度の範囲を原則として文献調査の対象地域から除外する。
	文献調査	<ul style="list-style-type: none"> 事前確認の結果に加え、対象地域における、火山の有無、影響範囲、マグマの発生領域となる高温異常域、熱水やガス噴出の分布範囲について、文献情報に基づいて調査・評価し、影響が想定される範囲を回避する。 文献情報では将来の影響の評価が困難な場合は、次段階(概要調査の段階)において、現地調査により情報を拡充した上で、回避の必要性を判断する。
	概要調査	<ul style="list-style-type: none"> 概要調査地区における、火山の活動の痕跡の有無、マグマの発生領域となる高温異常域、熱水やガス噴出の分布範囲を現地調査(地表調査、ボーリング調査、物理探査等)に基づいて確認し、著しい影響が想定される範囲を回避する。 将来の火山活動については、対象地域の火山活動の規則性や、マントル内の熱対流評価等に基づいて推定し、著しい影響が及ぶ可能性が高いと考えられる範囲を回避する。

回避の対象		<ul style="list-style-type: none">・非火山性熱水に関しては熱環境への著しい影響を回避する必要がある。・また、深部流体は高温である場合には熱環境への著しい影響を回避する必要がある。・また、温度にかかわらず、pHが酸性あるいは炭酸化学種濃度が高い場合には、化学場への著しい影響を回避する必要がある。
回避の方法	事前確認	<ul style="list-style-type: none">・全国を対象として収集された情報を目安として、非火山性熱水または深部流体が存在し、かつ熱環境または化学場に対する影響が明らかな場所を回避する。
	文献調査	<ul style="list-style-type: none">・地域ごとに収集する文献情報に基づいて、非火山性熱水または深部流体の存在について確認し、それらが将来の地層処分システムの安全性に影響を及ぼすことが想定される場合は、その影響範囲を回避する。・文献情報で著しい影響が明確に判断できない場合は、次段階(概要調査の段階)において、現地調査により情報を拡充した上で、回避の必要性を判断する。
	概要調査	<ul style="list-style-type: none">・概要調査地区における現地調査(地表調査、ボーリング調査、物理探査等)に基づいて、非火山性熱水または深部流体の分布を確認し、熱環境、化学場に対する影響を評価した上で、著しい影響が想定される範囲を回避する。

(参考)断層活動に関する回避の対象と回避の方法(技術WG中間とりまとめ)

回避の対象	<ul style="list-style-type: none">将来も活動する可能性が高く、繰り返し活動し、変位の規模が大きい断層は回避する必要がある。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。また、サイト毎に個別に評価するが、将来の断層活動の範囲として、断層の進展や分岐が発生する可能性がある領域(活断層帯)を回避する。さらに、変形帯や活褶曲・活撓曲についても、地層処分システム全体への影響が著しい場合には回避することを検討する。
回避の方法	<p>事前確認</p> <ul style="list-style-type: none">全国規模で体系的に整備された文献に基づいて、最近の地質時代において活動した既知の断層がある場所については、破碎帯の幅として、保守的には断層長さの100分の1程度の範囲を文献調査の対象地域から除外する。 <p>文献調査</p> <ul style="list-style-type: none">事前確認の結果に加え、対象地域における文献の詳細調査により、既知の断層の分布、破碎帯の幅等を把握し、その影響範囲を回避する。変位規模が小さい断層、地表の痕跡が不明瞭である断層、地下に伏在している断層、地質断層など、文献情報では影響の評価が困難な場合は、次段階(概要調査の段階)において現地調査により情報を拡充した上で、回避の必要性を判断する。 <p>概要調査</p> <ul style="list-style-type: none">断層の分布については、概要調査地区における断層の活動の痕跡の有無を現地調査(地表調査、ボーリング調査、物理探査等)に基づいて確認し、その影響範囲を回避する。断層の活動性の確認は、上載地層法を基本とする。上載地層法が適用できない場合には、破碎帯の組織構造等に基づいて、その断層の活動性を評価する。変位規模が小さい断層、地表の痕跡が不明瞭である断層、地下に伏在している断層、地質断層などについては調査結果に基づき断層の影響を想定した安全性の評価を実施して、回避の必要性や工学的対策による対応の可否等について、総合的に判断する。

(参考)隆起・侵食に関する回避の対象と回避の方法(技術WG中間とりまとめ)

回避の対象	<ul style="list-style-type: none">・侵食のうち線的侵食である河川による下刻が最も厳しく、主要な検討対象とすべき形式である。また、波浪侵食による海食崖の後退にも留意する必要がある。・内陸については、隆起があった場合は隆起した分だけ侵食する、隆起量の予測の不確実性が高い場合は保守的に侵食基準面まで侵食する、等と仮定する方法が考えられる。・沿岸については、海水準変動を推定し、地形面と侵食基準面である海水面との比高から、侵食量の時間的な変化を積算して評価する方法等が考えられるが、不確実性が高い場合には、海面が最も低下した状態(現在より-150m)を想定し、侵食量を保守的に評価することが考えられる。沖積層の基底深度の情報も、将来の侵食量を推定する際の目安となると考えられる。
回避の方法	事前確認 <ul style="list-style-type: none">・全国を対象として収集された情報を目安として、過去十万年における最大侵食量が300mを超えたことが明らかな範囲を回避する。
	文献調査 <ul style="list-style-type: none">・文献情報に基づいて、将来の侵食の影響が明らかに想定される地域を回避して、概要調査を行う範囲を設定する。・処分場の地表への接近については、処分場の設置深度等も踏まえて評価すべきであるが、この段階は以下のような明らかに著しい侵食量が予想される場所を回避する。<ul style="list-style-type: none">・内陸の隆起性山地(目安として今後十万年内に隆起量が300mを超えると考えられる地域)。・隆起が顕著な沿岸部。海面低下量と合わせた大きな侵食量が見込まれる地域(目安として、隆起と海面低下に伴う侵食量が、今後十万年内に300mを超えると考えられる地域)。・文献情報では、影響の評価が困難な場合は、次段階(概要調査の段階)において、現地調査により情報を拡充した上で、回避の必要性を判断する。
	概要調査 <ul style="list-style-type: none">・基準地形面の調査や堆積物の調査等の現地調査に基づいて、隆起量を評価し、さらに、海水準変動を考慮して、将来の侵食量を評価する。・上記の評価結果に基づき、処分場の設置深度を設定し、工学的な実現可能性も評価した上で、著しい影響が想定される範囲は回避し、精密調査を行う範囲を設定する。

好ましい条件	<ul style="list-style-type: none">・熱環境としては「地温が低いこと」が好ましい条件である。・「地温が低いこと」に関する具体的な条件としては、緩衝材の熱変質を対象として、地温が100°Cを大きく超える期間が、長期に亘り継続しないことである。
わが国の地質環境特性	<ul style="list-style-type: none">・火山地域を除く大部分の地域で地温勾配はおおむね5°C/100 m以下(平均的には3°C/100m)であることが示されている。・地温勾配が10°C/100mを超える地域が「高温異常域」として示され、第四紀火山の分布と整合的である。非火山地域における地温勾配はおおむね3~5°C/100 m程度である。・深地層の研究施設においては地温勾配に関する詳細なデータが取得され、瑞浪超深地層研究所で約2°C/100 m、幌延深地層研究所で約3°C/100mの値が得られている。・以上の知見に基づくと、火山地域等の高温異常域を除けば地温勾配はおおむね3~5°C/100 m程度であることは一般的知見とみなすことができ、地下深部の地温が低い環境は広く存在していると考えられる。

(参考) 力学場に関わる好ましい条件とわが国の中間とりまとめ

好ましい条件	<ul style="list-style-type: none">岩盤の変形が著しいと考える場合には、オーバーパックの厚さを増す等の対策も考えられるが、一方で、溶接等の施工の難易度も高くなることから、合理的ではないと考えられる。そのため、力学場として好ましい条件は、岩盤の変形量が小さいことである。
わが国の中間とりまとめ	<ul style="list-style-type: none">第2次とりまとめでは、幅広い地質環境に対応するために硬岩系と軟岩系の岩盤特性を設定し、合理的な範囲で設計により対応することが可能であることが示されている。瑞浪および幌延の深地層の研究施設や他機関の応力測定などにおいて、地下深部の応力や岩盤の物性に関する知見の蓄積が進められており、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。以上の知見に基づくと、地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応が可能な範囲と考えられるところから、好ましい特性を有する地質環境は広く存在していると考えられる。

好ましい条件	<ul style="list-style-type: none">地下深部の地下水の流速が緩慢である場合、放射性物質の移行にかかる時間が長くなり、その間に放射能が減衰する。そのため、水理場として好ましい条件は、岩盤の低い透水性と小さい動水勾配を以て、地下水流動が緩慢であることである。
わが国の地質環境特性	<ul style="list-style-type: none">第2次取りまとめにおいては、動水勾配は地形に強く依存するが、地下深部の岩盤中では、局所的な地形の影響が少ないため、地表付近に比べて動水勾配は緩やかになることが示されている。断層破碎帯や割れ目集中帯を除くと、地下深部の岩盤としての平均的な透水係数は、概ね$10^{-10} \sim 10^{-7}$ m/sの範囲にあり、岩盤の透水係数は深度とともに減少する深度依存性を呈する。瑞浪、幌延の深地層の研究施設において、地下深部の動水勾配として0.01オーダー(瑞浪)と0.001オーダー(幌延)となることが報告されている。また、透水性については、透水係数として$10^{-12} \sim 10^{-6}$ m/sの値が取得されている。透水係数は深度とともに小さくなる傾向があり、それらは、割れ目の分布や空隙構造の変化等の地質構造に対応している。幌延の深地層の研究施設等において、十分古い地下水年代が得られている。以上の知見を踏まえると、動水勾配や透水性は地下ほど低いと考えられることから、地下深部の地下水流動は緩慢であると考えられる。また、地下水年代の検討からも、深部の地下水の流れが遅いことを示唆する結果が得られており、地下水の流れが緩慢な地質環境はわが国に存在することは十分に考えられる。

好ましい条件	<ul style="list-style-type: none">地下水が低pHあるいは高pHの場合は、ガラス固化体の溶解速度が速い。また、高pHの場合はオーバーパックが不動態化し、局部腐食や応力腐食を引き起こしやすくなる。地下水が低pHあるいは高pHの場合は、緩衝材が変質しやすく、一部の放射性物質の溶解度が増加する。さらに、低pHの場合は、緩衝材、および天然バリアともに収着能が低下する。酸化性条件では、オーバーパックの耐食性が低下し、また一部の放射性物質の溶解度が増加する。さらに、緩衝材、および天然バリアともに収着能が低下する。炭酸化学種濃度が$0.5\text{mol}/\text{dm}^3$以上となる条件ではオーバーパックが不動態化、局部腐食を招きやすくなる。以上を踏まえて、化学場の好ましい条件としては、地下水が高pHあるいは、低pHではないこと、酸化性雰囲気ではないこと、炭酸化学種濃度が$0.5\text{mol}/\text{dm}^3$以上となる条件ではないことと考える。
わが国の中間とりまとめ	<ul style="list-style-type: none">全国の深層地下水の化学特性に関するデータベース等が整備され、低pHあるいは高pHではない地域が存在する可能性が示されている。幌延、瑞浪の事例より地下深部において還元環境が維持されている地域が存在することが示唆されている。炭酸化学種濃度に関しては、地質ごとに有意な差があるが、上述した条件の$0.5\text{ mol}/\text{dm}^3$に比べかなり低い。以上の知見に基づけば、地下深部の地下水は、高pHあるいは低pHではないこと、酸化性雰囲気ではないこと、炭酸化学種濃度が高くないことは一般的な性質であるとみなすことができることから、好ましい特性を有する地質環境は広く存在していると考えられる。



參考資料

(地上施設操業時安全性、輸送時安全性)

(参考)廃棄物管理施設に対する規則等の概要 － 施設を支持する地盤 －

- 施設を支持する地盤に関し、配置も含む設計による対応が困難となる可能性がある事象は以下のとおり整理される。
 - 耐震重要度に応じた地震力に対する支持性能の確保
 - 地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み
 - 将来活動する可能性のある断層等の露頭
- 上記の事象の設計対応可能性の評価は、現地での詳細な調査の結果を踏まえて実施することが、原子力規制委員会が定めた各種審査ガイド(※)に規定されている。

※「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」、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(いずれも原子力規制委員会, 2013)

規則の概要	解釈の概要
1. 地震力が作用した場合においても十分に支持することができる地盤	<ul style="list-style-type: none">・耐震重要度分類に応じた地震力に対して、接地圧に対する十分な支持性能を有する設計であること・安全上重要な施設は、基準地震動(※)による地震力に対する支持性能の確保(弱面上のずれ等の発生の検討含む)
2. 安全上重要な施設に対して、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤	<p>「変形」とは地震発生に伴う下記</p> <ul style="list-style-type: none">・地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み・建物・構築物間の不等沈下・液状化及び搖すり込み沈下等の周辺地盤の変状
3. 安全上重要な施設に対して、変位が生ずるおそれがない地盤	<ul style="list-style-type: none">・「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれ・安全上重要な施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置

※基準地震動:「その供用中に当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震」による地震動。実用炉設置許可基準の方針を準用。

(参考)廃棄物管理施設に対する規則等の概要 ー地震ー

- 地震に関しては、配置も含む設計により対応が可能と考えられる。
- 設計に当たっては、現地での詳細な調査の結果を踏まえて実施することが、原子力規制委員会が定めた各種審査ガイド*に規定されている。

(*)「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(いずれも原子力規制委員会, 2013)

規則の概要	解釈の概要
1. 施設は地震力に十分に耐えることができること	「地震力に十分に耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされること
2. 地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定	「地震の発生によって生ずるおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、地震により発生するおそれがある廃棄物管理施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の相対的な程度(耐震重要度)。
3. 安全上重要な施設は、大きな影響を及ぼすおそれがある地震力に対して安全機能が損なわれない	「その供用中に当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震」による地震動(基準地震動)は、実用炉設置許可基準の方針を準用
4. 安全上重要な施設は、地震の発生によって生ずる斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれない	基準地震動による地震力を作用させた安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認。崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置。

(参考)廃棄物管理施設に対する規則等の概要 ー津波ー

- 津波に関しては、配置も含む設計による対応が可能と考えられる。
 - 設計に当たっては、現地での詳細な調査の結果を踏まえて実施することが、原子力規制委員会が定めた各種審査ガイド*に規定されている。
- (*)「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)

規則の概要	解釈の概要
1. 施設は、その供用中に当該廃棄物管理施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全性が損なわれない	<p>「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」</p> <ul style="list-style-type: none">・安全上重要な施設: 実用炉設置許可基準を準用して策定・それ以外: 過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きいもの <p>「安全性が損なわれない」ための設計の方針</p> <ul style="list-style-type: none">・安全性を確保する上で必要な施設(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く)は、津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置・津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって廃棄物管理施設の閉じ込め機能等の安全機能を損なわない(※) <p>※遡上波による安全機能への影響を評価し、施設の一部の機能が損なわれることがあっても、施設全体としては、閉じ込め等の機能が確保される</p>

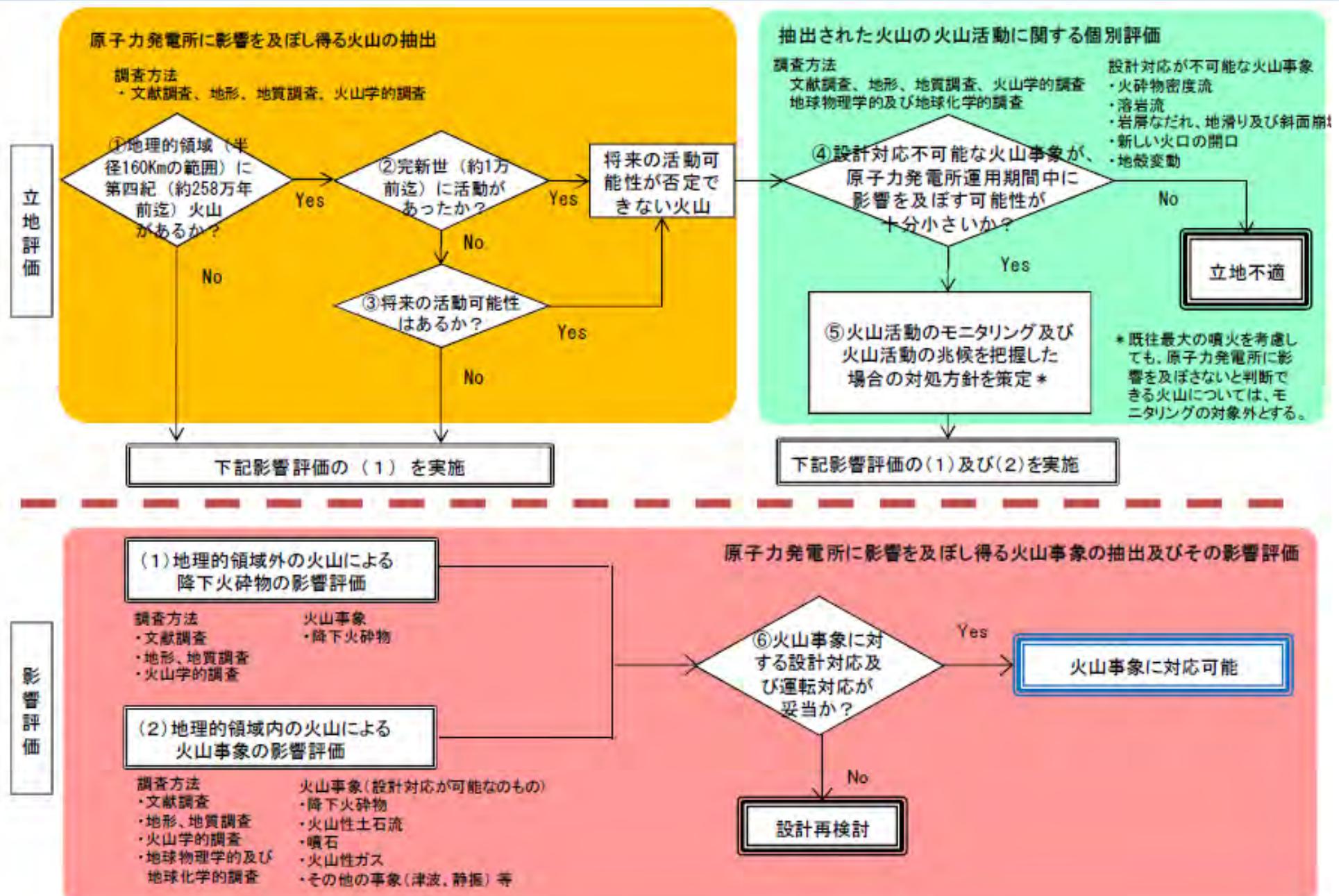
(参考)廃棄物管理施設に対する規則等の概要 ー外部からの衝撃ー

- 外部からの衝撃のうち、自然現象の一部の火山に関する事象では、配置も含む設計による対応が困難となる可能性があると考えられる。
- 人為事象については、配置も含む設計による対応が可能と考えられる。
- 自然現象に対する設計対応可能性評価や設計に当たっては、現地での詳細な調査の結果を踏まえて実施することが、原子力規制委員会が定めた各種影響評価ガイド*を参照することになっている。

(*)竜巻、火山の影響、森林及び近隣工場等の火災に関しては、原子力発電所の竜巻影響評価、火山影響評価及び外部火災影響評価ガイド(いずれも原子力規制委員会, 2013)がある。

規則の概要	解釈の概要
1. 施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く)が発生した場合においても安全性を損なわない	・想定される自然現象 洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等
2. 施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く)に対して安全性を損なわない	・人為によるもの(故意によるものを除く) 飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。 ・「航空機落下」については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下の評価基準について」等を参考にし、防護設計の要否について確認。 ・近隣工場における事故については、事故の種類と施設までの距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、廃棄物管理施設の安全性を確保する上で必要な施設が適切に保護されていることを確認

(参考)原子力発電所の火山影響評価の概要



(参考)地上施設操業時の安全性に関する全国規模の文献・データ例

項目	全国規模の文献・データの例	データの内容
地盤	・20万分の1日本シームレス地質図(産総研地質調査総合センターウェブサイト)	沖積層の分布等
活断層	・活断層詳細デジタルマップ付図200万分の1日本列島活断層図(中田・今泉, 2002) ・日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図日本周辺海域の第四紀地質構造図(徳山ほか, 2001) ・活断層の長期評価(地震研究推進本部ウェブサイト) ・活断層データベース(産業技術総合研究所ウェブサイト)	活断層の線
地震	・長期間平均ハザードマップ(地震調査研究本部ウェブサイト)	震度7以上の地震が想定されるエリア等
津波	・南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(中央防災会議ウェブサイト) ・日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(中央防災会議ウェブサイト) ・日本海における大規模地震に関する調査検討会(国土交通省ウェブサイト)	最大津波高(実績、予想)等
地すべり	・体積1,000万m ³ を超える大規模マスムーブメントの位置(産業技術総合研究所, 2012) ・大規模岩盤崩落分布図(応用地質学会, 2004) ・深層崩壊推定頻度マップ(国土交通省, 2010) ・国土数値情報(国土交通省) ・地すべり地形分布図データベース(防災科学技術研究所)	地すべり分布等 (上から3点は大規模なもの、下の2点は斜面崩落レベル)
火山	・日本の火山(第3版)(産業技術総合研究所, 2012)	火山中心、火山岩分布等

(参考)輸送船、輸送車両の仕様例



輸送船の仕様例(※1,2)

- ・全長: 約104m
- ・幅: 約17m
- ・載貨重量: 約5,000トン
- ・輸送容器積載能力: 20基(ガラス固化体約500本分に相当)



輸送車両の仕様例(※1,3)

- ・全長: 約12m
- ・全幅: 約3.2m
- ・全高1.8m
- ・車両重量: 約33.7トン
- ・最大積載量: 約135トン(輸送容器1基分は約113トン)

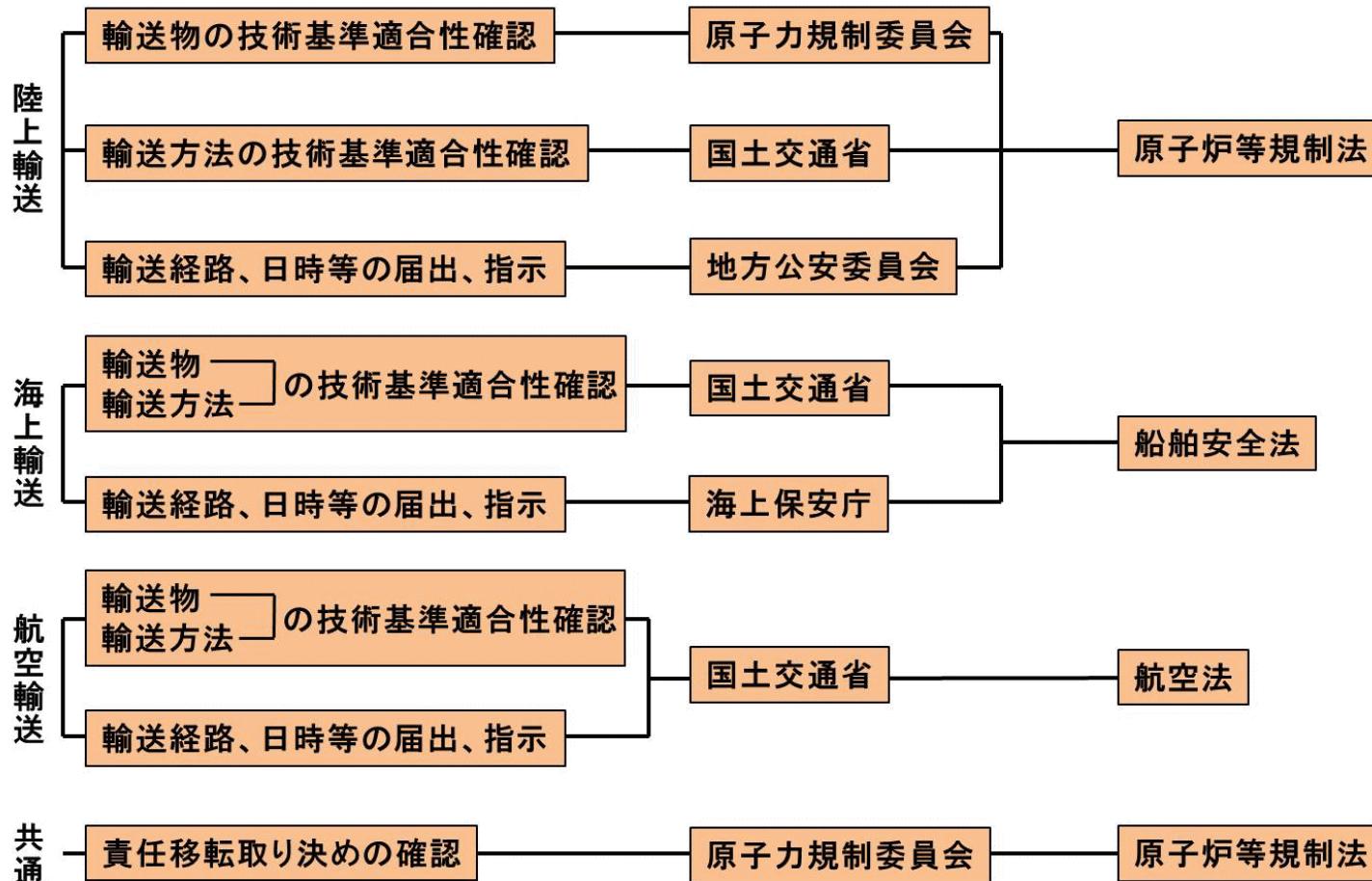
(※1)電気事業連合会ウェブサイト: http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/sonota/1235516_1511.html

(※2)PNTL ウェブサイト: http://www.pntl.co.uk/wp-content/uploads/2012/09/PNTL_Grebe_01.pdf

(※3)原燃輸送ウェブサイト: <http://www.nft.co.jp/equipment/equipment2.html>

(参考)輸送に関する規制体系

輸送の安全に関する行政機関の規制体系



(注)原子力施設内の構内輸送については、原子力規制委員会が規制する。
郵便物及び信書便物については、総務省が規制する。