

地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討について

青木広臣*1 志間正和*1 鏡健太*1 木嶋達也*1 直井佑希子*1 大村哲臣*1

原子力規制委員会は、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）を受け、「概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（考慮事項）について、令和 4 年 1 月から審議してきた。審議の結果、最終処分施設建設地の選定時に、最終処分施設の設計による対応が困難であり、最終処分施設の設置を避けることにより対応する必要がある事象として、断層等、火山現象、侵食及び鉱物資源等の掘採を取り上げることとした。原子力規制委員会は、これら事象に関する検討を重ね、「考慮事項」を令和 4 年 8 月 24 日に決定した。

Keywords: 地層処分, サイト選定, 安全確保上少なくとも考慮されるべき事項, 断層, 火山現象, 侵食, 鉱物資源等の掘採

Nuclear Regulation Authority (NRA), Japan, has discussed about “the considerations to ensure nuclear safety in the site selection phases” since January 2022, responding to the “Basic policy on the final disposal of designated radioactive wastes” which the Cabinet of Japan decided to approve on May 22, 2015. NRA selected four events (faults, volcanic activities, erosion, and mining of natural resources) as the “considerations in the site selection phases” which area should be avoided to install the final disposal facility, because it is difficult to take measure(s) for these events by facility design. NRA decided the “considerations in the site selection phases” on August 24, 2022.

Keywords: geological disposal, site selection, considerations to ensure nuclear safety in the site selection phases, fault, volcanic phenomena, erosion, mining of mineral resources

1 背景と経緯

使用済燃料の再処理過程で発生する高レベル放射性廃棄物（以下「HLW」という。）等の処分については、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（平成 12 年法律第 117 号、以下「最終処分法」という。）に基づき、原子力発電環境整備機構（NUMO）により段階的な調査（文献調査、概要調査、精密調査）を経て最終処分施設建設地の選定が行われることとされている。

最終処分法に基づき、平成 27 年 5 月に閣議決定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」[1]（以下「基本方針」という。）では、「原子力規制委員会は、最終処分に関する安全の確保のための規制に関する事項について、順次整備し、それを厳正に運用することが必要である。原子力規制委員会は、概要調査地区等の選定が合理的に進められるよう、その進捗に応じ、将来の安全規制の具体的な審査等に予断を与えないとの大前提の下、概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を順次示すことが適当である。」とされている。

原子力規制委員会は、この基本方針を受け、特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項（以下「考慮事項」という。）について、令和 4 年 1 月から 7 回にわたり審議を重ねてきた（Table 1）。審議に当たっては、我が国における火山の発生メカニズム等についての最新の科学的知見を確認する観点から、火山の専門家からの意見聴取を公開で 3 回実施した。

原子力規制委員会は、検討の結果、令和 4 年 8 月 24 日に考慮事項を委員会決定した[8]。

Table 1 原子力規制委員会における考慮事項の検討経緯

日付	原子力規制委員会議題等
2022 年	令和 3 年度第 60 回原子力規制委員会[1]
1 月 19 日	第 1 回目－検討方針案－
2 月 2 日	令和 3 年度第 63 回原子力規制委員会[2] 第 2 回目－火山の専門家への意見聴取－
3 月 3 日	火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合（第 1 回）
3 月 17 日	火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合（第 2 回）
4 月 28 日	火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合（第 3 回）
5 月 18 日	令和 4 年度第 10 回原子力規制委員会[3] 第 3 回目－火山の専門家への意見聴取結果－
5 月 25 日	令和 4 年度第 12 回原子力規制委員会[4] 第 4 回目－考慮事項の考え方－
6 月 8 日	令和 4 年度第 15 回原子力規制委員会[5] 第 5 回目－考慮事項案－
6 月 29 日	令和 4 年度第 19 回原子力規制委員会[6] 第 6 回目－経済産業省及び NUMO との意見交換－
8 月 24 日	令和 4 年度第 31 回原子力規制委員会[7] 第 7 回目－考慮事項の決定等－

本稿では、原子力規制委員会における考慮事項の決定に至るまでの経緯及びその考え方等について紹介する。

2 検討の範囲と方向性

2.1 検討の範囲

考慮事項の検討対象とする事象の範囲は、次の点を考慮することとした。

- 概要調査地区等の選定の際に特に考慮されると考えられる施設の設置場所に関するもの

Study on considerations to ensure nuclear safety in the site selection phases for geological disposal by Hiroomi AOKI (aoki_hiroomi_en2@nra.go.jp), Masakazu SHIMA, Kenta KAGAMI, Tatsuya KIJIMA, Yukiko NAOI and Tetsuo OHMURA
*1 原子力規制庁

Nuclear Regulation Authority

〒106-8450 東京都港区六本木 1-9-9 六本木ファーストビル

本稿は、日本原子力学会バックエンド部会第 38 回バックエンド夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである。なお、本稿は筆者個人の見解であり、組織としての見解ではない。

● 廃棄物埋設地に埋設された HLW 等を起因として公衆に著しい被ばくを与えるおそれがある事象のうち、廃棄物埋設地の設計（構造及び設備）による対応が困難であり、廃棄物埋設地の設置を避けることにより対応する必要があるもの

これらの点を踏まえ、断層等、火山現象、侵食及び鉱物資源等の掘採の4事象を考慮事項の対象とする事象とした。これらの事象が起きた場合に、HLW 等を起因として公衆に著しい被ばくを与えると想定されるプロセスを Table 2 にまとめた。

2.2 検討の方向性

Table 2 に挙げた自然事象に対して、考慮事項の内容は、以下の点に留意して検討した。

HLW の放射能特性を踏まえ、中深度処分の規制基準（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（平成 25 年原子力規制委員会規則第 30 号）及び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の解釈（原管廃発第 1311277 号））と共通的な事項や、追加して考慮することが必要な事項を整理する。

将来における地殻変動の方向や速度については、以下に示す我が国における地殻変動の継続性についての科学的知見を踏まえ、現在における傾向と同様であるとの前提を置く。

- Table 2 に挙げた自然事象の将来の変遷については不確実性があるものの、過去に生じた事象の発生のメカニズムや周期性などの科学的知見に基づけば、過去に生じた事象が同様の範囲で繰り返し生じる可能性は十分に想定され、当該事象の発生を今後将来の一定の期間外挿することには合理性があるものと考えられる。
- また、プレートシステムの転換に伴って、異なったステージの地殻変動が起こるとされており、このような場合には上記の自然事象の発生の傾向も大きく変化することが考えられる。ただし、プレートシステムの転換には 100 万年～1,000 万年以上の期間を要したとされており、今後直ちに地殻変動のステージが変わることは想定できない。

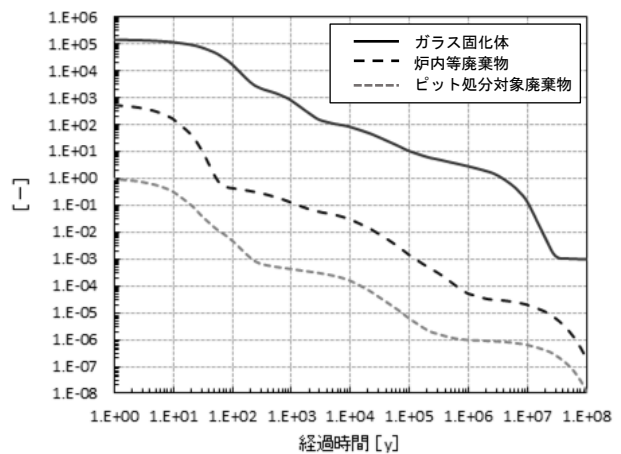


Fig.1 放射性廃棄物の放射能特性

（放射性廃棄物に含まれる放射性核種の放射能濃度を各核種のクリアランスレベルで除した値の合計（0 年目におけるピット処分対象廃棄物についての合計値を 1 として規格化）と時間との関係）

なお、ここで「HLW の放射能特性」とは、中深度処分対象の炉内構造物の放射能濃度に比べて HLW の放射性濃度が高く、長半減期核種が多いという特徴をいい、Fig.1 に示すように、放射能がどの時間断面で見ても約 4 桁程度高いことを意味する。

考慮事項の検討に当たって、Table 2 に挙げた自然事象について、諸外国における立地に関する規制要件についても参考にした（Table 3）。特に米国については、その火山の取扱いについて、最終処分場の隔離に潜在的に有害な影響を与える可能性のある条件として、第四紀以降の火成活動の痕跡があること[9]としており、火成現象を考慮する時間スケールは人工システムに依存する期間よりはるかに大きく、潜在的な火成活動の長期評価にはかなりの不確実性が存在すること、最終処分場が乱され廃棄物の隔離が損なわれる可能性を排除するとしている[10]。

3 我が国における火山の発生メカニズムとその地域性

Table 2 で挙げた自然事象のうち、火山現象に関しては特

Table 2 考慮事項の検討対象の事象と想定される公衆に著しい被ばくを与えるプロセス

事象	公衆に著しい被ばくを与えるプロセス
自然事象	
断層運動、地すべり	断層運動や地すべりにより変位が生じると、人工バリアや放射性廃棄物の損傷を引き起こすおそれがある。また、廃棄物埋設地において規模の大きい断層が存在すると、人工バリアの性能が低下した後において、当該断層が地下水流動経路となり、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。
火山現象	廃棄物埋設地に噴火やマグマの貫入が発生すると、廃棄物埋設地が破壊され、放射性廃棄物が地表に放出されるおそれがある。
侵食	隆起及び海水準変動に伴う侵食による深度の減少により、放射性廃棄物が生活環境に接近するおそれがある。
人為事象	
鉱物資源等の掘採	鉱物資源や地熱資源が存在する場所に廃棄物埋設地を設置した場合、偶発的な掘削を誘引し、掘削者が放射性廃棄物に接近するおそれや、生活環境に放射性物質が放出されるおそれがある。

Table 3 諸外国における立地に関する規制要件

	フィンランド	スウェーデン	米国	フランス	スイス
火山に関する規制要件	—	—	第四紀の始まり以降の火成活動は避ける	—	—
深度に関する規制要件	深さ数 100 m	—	地表から深さ最低 300 m	最小深度 150 m～200 m 程度	—
その他立地に関する規制要件	天然資源	安定な地層	侵食 天然資源	—	天然資源

に留意が必要であり、考慮事項の検討に先立ち、我が国における火山の発生メカニズムの特徴やその地域性等に関する科学的・技術的知見の拡充を目的として、火山の専門家からの意見聴取を実施した[3]。意見聴取の結果として、我が国における火山の発生メカニズム等に関する科学的・技術的知見を整理した[4]。本整理は、我が国における火山の発生メカニズム等に関する科学的・技術的知見を簡潔にまとめたものである。原文を参照頂きたい。ポイントは以下の通り。

○プレート境界に位置する日本列島において、マグマの発生はプレートの特性や運動と深い関係がある。プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向が今後 10 万年程度の間大きく変化することは想定し難く、これを否定する学説や科学的知見は見当たらない。

○マグマの発生条件が成立していないと考えられる地域（例えば、東北日本^{※1}の前弧域^{※2}）では、今後 10 万年程度の期間において火山が発生する蓋然性は極めて低い。

※1 関東以北から北海道までを含む範囲

※2 火山の分布の海溝側の端を結んだライン（火山フロントという）より海溝側を「前弧域」といい、反対側を「背弧域」という。

○現時点においてマグマの発生条件の成立を否定できない地域について、新たな火山の発生の蓋然性を評価する場合には、マントルウェッジの対流や沈み込む海洋プレートの特性等を加味した評価モデル等の構築によって評価することが考えられるが、研究段階であり、現時点においては確立された評価方法は見当たらない。

4 考慮事項とその考え方

4.1 考慮事項の考え方

考慮事項の検討に当たり、HLW は、中深度処分の代表的な対象廃棄物である炉内等廃棄物に比べて放射能濃度が高く、また長半減期核種を多く含むため減衰により長期間を要することを踏まえ、中深度処分の規制基準と共通的な事項や、追加して考慮することが必要な事項を整理することとした[2]ことは先に述べた。

これを踏まえ、考慮事項の検討対象とした事象である断層等、火山現象、侵食及び鉱物資源等の掘採、並びにその他の事項について、次のように考え方を整理した[5]。

1. 断層等

人工バリアの損傷を防止するとともに、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との観点では中深度処分と同様。考慮事項は、中深度処分の規制基準と

同じ。

2. 火山現象

中深度処分と同様に、噴火やマグマの貫入による廃棄物埋設地の破壊が生じる蓋然性を十分に低減することが必要。加えて、HLW の放射能特性を踏まえ、新たな火山の発生の可能性についても考慮されるべき。

3. 侵食に係る考慮事項の考え方

中深度処分より更に深い深度を確保することが適当。

4. 鉱物資源等の掘採に係る考慮事項の考え方

人為事象としての鉱物資源等の掘採は、中深度処分と地層処分とで差異はない。考慮事項は、中深度処分の規制基準と同様。

4.2 考慮事項の策定に当たって

4.2.1 経済産業省及び NUMO との意見交換

考慮事項の策定に当たっては、概要調査地区等の選定を行う NUMO とそれを監督する経済産業省に公開の場で意見交換を実施した[7]。

経済産業省からは、安全性について検討・勉強を進めていくこと及び安全な最終処分事業の実現に向けて規制当局へ情報提供していくことが示された[11]。

NUMO からは、概要調査の在り方を検討する作業においては、法定要件に加え科学的特性マップ[12]の作成に使用した要件も考慮すること、これに加え、原子力規制委員会から示した概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項も考慮に入れて作業を進めていくことが示された[11]。

4.2.2 科学的・技術的意見の募集

考慮事項の策定に当たっては、令和 4 年 6 月 9 日から同年 7 月 8 日までの 30 日間、電子政府の総合窓口（e-Gov）において科学的・技術的意見の募集を行い[13]、27 人の方から意見が寄せられた[8]。提出意見の内容から判断するに、地層処分の専門家のみならず、一般の方からも多くの意見を頂いた。

なお、頂いた意見とそれに対する考え方については原子力規制委員会資料[8]または e-Gov[13]を参照頂きたい。

4.3 考慮事項

原子力規制委員会は、これまで述べたように、数次にわたり検討及び審議を重ね、考慮事項を令和 4 年 8 月 24 日に決定した（Fig.2）[14]。全文は原子力規制委員会ホームページ[15]に掲載されているので参照頂きたい。

なお、原子力規制委員会資料[6]には、考慮事項と中深度処分の規制基準との比較表が掲載されている。

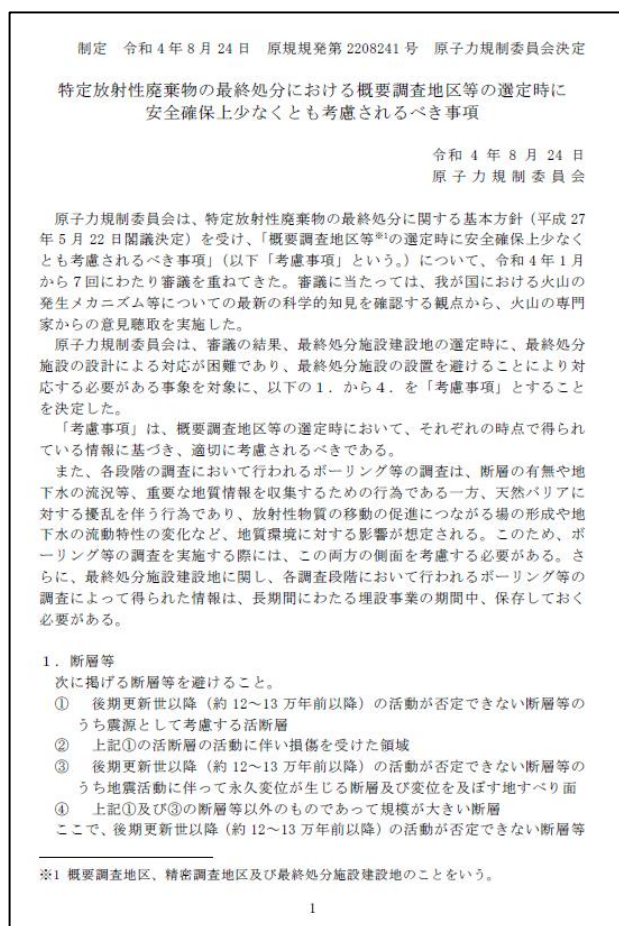


Fig.2 「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」の1ページ目

謝辞

我が国における火山の発生メカニズム等に関する科学的・技術的知見の整理に当たっては、大阪公立大学・奥野充教授、東北大学・中村美千彦教授及び産業技術総合研究所・山元孝広博士から貴重なご助言を頂いた。この場を借りて深謝申し上げます。

参考文献

- [1] 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，経済産業省告示第117号，平成27年5月26日（2015）。
- [2] 原子力規制庁：令和3年度第60回原子力規制委員会，資料5，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第1回目）－検討方針案－。令和4年1月19日（2022）。
- [3] 原子力規制庁：令和3年度第63回原子力規制委員会，資料4，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第2回目）－火山の専門家への意見聴取－。令和4年2月2日（2022）。
- [4] 原子力規制庁：令和4年度第10回原子力規制委員会，資料2，地層処分において安全確保上少なくとも考慮

- されるべき事項に関する検討（第3回目）－火山の専門家への意見聴取結果－。令和4年5月18日（2022）。
- [5] 原子力規制庁：令和4年度第12回原子力規制委員会，資料3，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第4回目）－考慮事項の考え方－。令和4年5月25日（2022）。
- [6] 原子力規制庁：令和4年度第15回原子力規制委員会，資料2，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第5回目）－考慮事項案－。令和4年6月8日（2022）。
- [7] 原子力規制庁：令和4年度第19回原子力規制委員会，資料1，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第6回目）－経済産業省及びNUMOとの意見交換－。令和4年6月29日（2022）。
- [8] 原子力規制庁：令和4年度第31回原子力規制委員会，資料1，地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第7回目）－考慮事項の決定等－。令和4年8月24日（2022）。
- [9] U.S.NRC: NRC Regulations Title 10, Code of Federal Regulations Part 60. 122 Siting Criteria.
- [10] Stirewalt, G. L., LaPlante, P. A.: ANALYSIS OF NRC REGULATORY HISTORY AND INTENT RELATIVE TO VOLCANIC AND MAGMATIC ACTIVITY, Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses (1992).
- [11] 原子力規制委員会：令和4年度第19回原子力規制委員会議事録。令和4年6月29日（2022）。
- [12] 経済産業省資源エネルギー庁：「科学的特性マップ」の説明資料。2017年7月28日（2017）。
- [13] 原子力規制委員会：特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項案に対する意見募集の結果について（2022）。
<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=198022202&Mode=1> (accessed 2022-12-05).
- [14] 原子力規制委員会：特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項。原規規発第2208241号，令和4年8月24日制定（2022）。
- [15] <https://www.nra.go.jp/data/000402076.pdf> (accessed 2022-09-16).