

NRA 技術ノート

NRA Technical Note Series

中深度処分の規制基準の背景及び根拠

**Background and Evidence of the Regulatory Requirements for
Intermediate-depth Disposal**

前田 敏克 大村 哲臣 青木 広臣 木嶋 達也 田中 知

MAEDA Toshikatsu, OHMURA Tetsuo, AOKI Hiroomi, KIJIMA Tatsuya, and TANAKA Satoru

原子力規制庁

長官官房技術基盤グループ

Regulatory Standard and Research Department,
Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

令和4年8月

August 2022

本報告は、原子力規制庁長官官房技術基盤グループが行った安全研究等の成果をまとめたものです。原子力規制委員会は、これらの成果が広く利用されることを期待し適時に公表することとしています。

なお、本報告の内容を規制基準、評価ガイド等として審査や検査に活用する場合には、別途原子力規制委員会の判断が行われることとなります。

本報告の内容に関するご質問は、下記にお問い合わせください。

原子力規制庁 長官官房 技術基盤グループ
〒106-8450 東京都港区六本木 1-9-9 六本木ファーストビル
電話：03-5114-2225
ファックス：03-5114-2235

中深度処分の規制基準の背景及び根拠

原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ

前田 敏克 大村 哲臣 青木 広臣 木嶋 達也 田中 知

要 旨

令和 3 年 10 月に、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律における第二種廃棄物埋設に係る規則等が改正され、炉内等廃棄物を始めとする比較的放射能濃度が高い放射性廃棄物を対象とした中深度処分の規制基準等が定められた。

同規制基準等では、中深度処分の対象廃棄物に含まれる放射性物質の放射能が十分減衰するまでに要する期間が長期にわたることを踏まえて、公衆と生活環境に対するリスクを低減するため、生活環境からの離隔に必要な廃棄物埋設地の深度の確保に加え、断層運動や火山現象、侵食作用、地下水を介した廃棄物埋設地から生活環境への放射性物質の移動といった、事業者規制期間の終了後に発生するおそれがある事象に関して、あらかじめ設計上の対策を求めることとしている。

このうち放射性物質の移動に関しては、長期における公衆の線量評価の不確実性が大きいことを踏まえ、線量を実行可能な範囲でできる限り低減することを目的として、複数の施設設計の案を比較検討し、放射性物質の移動を抑制する性能に優れた設計を策定することを求めている。

また、事業者規制期間中における設計上の対策のうち中深度処分に特徴的なものとして、埋設の終了までの間は健全性が損なわれた廃棄体の回収が技術的に可能であることや、廃棄物埋設地の水没防止のための排水施設を設置すること、埋設の終了後 300～400 年程度が想定される事業者規制終了までの間は人工バリアによって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に加えて、管理に係る要求として坑道の閉鎖措置の方法に関する基準が定められている。

本技術ノートは、原子力規制庁が検討し公開の原子力規制委員会で議論された内容を中心に、中深度処分の規制基準等が定められた背景、経緯及び関連する情報を取りまとめたものである。

Background and Evidence of the Regulatory Requirements for Intermediate-depth Disposal

MAEDA Toshikatsu, OHMURA Tetsuo, AOKI Hiroomi, KIJIMA Tatsuya, and TANAKA Satoru
Regulatory Standard and Research Department,
Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

Abstract

In October 2021, the Nuclear Regulation Authority (NRA) revised the NRA Ordinance of Category 2 Waste Disposal under the Act on the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors and established the regulatory requirements for intermediate-depth disposal aiming at disposing of the wastes containing relatively high-level radioactivities generated typically from reactor internals. In order to reduce the risks for public and the biosphere taking into account the fact that long-term period is necessary for sufficient radioactive decay of the wastes for intermediate-depth disposal, it is required to ensure sufficient isolation depth from human living environment. In addition, it is also required to take design measures against natural phenomena that would occur after the termination of license such as fault activity, volcanic activity, erosion, and migration of radionuclides via groundwater.

There is a significant uncertainty in long-term dose evaluation with respect to migration of radionuclides. Therefore, in order to reduce the dose as low as possible, it is required that multiple facility designs be proposed and the best one be selected by comparing with each other from the viewpoint of retarding radionuclides migration.

Furthermore, the following design measures are required to be taken during the period until the termination of license:

- to make it feasible to retrieve the damaged waste packages until the end of backfilling of the disposal facility,
- to install drain systems to prevent the disposal facility from flooding until the end of backfilling,
- to install engineered barriers in order to prevent leakage of radionuclides from the disposal facility during the period until the termination of license that is postulated to be three to four hundred years after the end of backfilling, and
- to backfill the access tunnel so as not to form groundwater flow pass, etc.

This technical note summarized the major concepts of the regulatory requirements for intermediate-depth disposal with their background.

目次

| | |
|--|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 中深度処分概念等 | 2 |
| 2.1 検討の背景及び経緯 | 2 |
| 2.1.1 検討の背景 | 2 |
| 2.1.2 検討の経緯 | 2 |
| 2.2 中深度処分の法令における位置付け | 4 |
| 2.2.1 原子炉等規制法における廃棄物埋設の事業 | 4 |
| 2.2.2 第二種廃棄物埋設 | 5 |
| 2.2.3 浅地中処分、中深度処分及び地層処分の対象廃棄物の関係 | 6 |
| 2.3 中深度処分に係る対象廃棄物の特性及び処分概念 | 8 |
| 2.3.1 対象廃棄物 | 8 |
| 2.3.2 処分概念 | 10 |
| 2.4 中深度処分に係る廃棄物埋設施設の概要及び事業段階等 | 10 |
| 2.4.1 廃棄物埋設施設の概要 | 10 |
| 2.4.2 事業段階と各段階の規制 | 13 |
| 2.4.3 事業者規制期間 | 16 |
| 2.4.4 廃棄物埋設地及びその周辺の掘削の制限 | 17 |
| 2.4.5 不測の事態に対する国による措置等の必要性 | 17 |
| 3. 中深度処分に係る主な規制基準等の考え方 | 19 |
| 3.1 規制要求の考え方及び放射線防護基準 | 19 |
| 3.1.1 長期の安全確保のための規制要求の考え方 | 19 |
| 3.1.2 放射線防護基準 | 21 |
| 3.2 廃棄物埋設地の位置に関する要求 | 22 |
| 3.2.1 断層等 | 22 |
| 3.2.2 火山 | 27 |
| 3.2.3 侵食を考慮した深度の確保 | 30 |
| 3.2.4 鉱物資源等 | 32 |
| 3.2.5 その他の自然現象 | 35 |
| 3.3 廃棄物埋設地等の構造及び設備に関する要求 | 37 |
| 3.3.1 耐震 | 37 |
| 3.3.2 安全機能を有する施設の維持 | 39 |
| 3.3.3 放射性廃棄物の回収 | 40 |
| 3.3.4 人工バリア | 41 |
| 3.3.5 監視測定設備 | 44 |
| 3.3.6 排水施設 | 46 |

| | |
|--|----|
| 3.4 廃棄物埋設地の安全設計に関する要求 | 48 |
| 3.4.1 評価シナリオと線量基準 | 48 |
| 3.4.2 設計プロセス | 58 |
| 3.5 廃棄体に関する要求 | 63 |
| 3.6 管理要求 | 66 |
| 3.6.1 廃棄物埋設地の保全 | 66 |
| 3.6.2 定期的な評価 | 67 |
| 3.6.3 坑道の閉鎖措置 | 68 |
| 3.6.4 廃止措置 | 72 |
| 3.7 その他 | 74 |
| 4. 検討の過程で考え方を変更した主なもの | 75 |
| 4.1 断層等に関する設計要求 | 75 |
| 4.2 火山に関する設計要求 | 77 |
| 4.3 耐震に関する設計要求 | 79 |
| 4.4 廃棄物管理施設の基準を参考とした設計要求 | 80 |
| 4.5 坑道に係る設計要求 | 83 |
| 5. おわりに | 85 |
| 謝辞 | 85 |
| 参考文献一覧 | 87 |
| 付録1 原子力規制委員会における中深度処分の規制基準等に関する検討の経緯 | 92 |
| 付録2 中深度処分に係る用語の説明等 | 97 |
| 執筆者一覧 | 98 |

表 目 次

| | | |
|-------|--|----|
| 表 2.1 | 政令及び事業規則で規定されている処分方法ごとの放射能濃度の上限 | 7 |
| 表 3.1 | 我が国における SF 方式、DF 方式及び DS 方式並びに出力 1,000 kW を超える B 方式による地熱発電所 | 35 |
| 表 3.2 | 「主要な事項」が異なる例 | 61 |

目 次

| | | |
|-------|--|----|
| 図 2.1 | BWR の炉内構造物の解体等に伴い発生する炉内等廃棄物の例 | 8 |
| 図 2.2 | 放射性廃棄物の放射能濃度の時間変化 | 9 |
| 図 2.3 | 中深度処分の(a)廃棄物埋施設、(b)廃棄体及び(c)操業のイメージ | 13 |
| 図 3.1 | シールド工法によるトンネル施工の深度と竣工年 | 31 |

用語の定義

| | |
|------------|---|
| 安全機能 | 廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの |
| 安全機能を有する施設 | 廃棄物埋設施設のうち、安全機能を有するもの |
| 許可基準規則 | 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）。核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）第 51 条の 3 に定められている「許可の基準」の第 2 号「廃棄物埋設施設又は廃棄物管理施設の位置、構造及び設備が核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。」における「原子力規制委員会規則で定める基準」を指す |
| 許可基準規則の解釈 | 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を定めたもの。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（平成 25 年 11 月 27 日 原管廃発第 1311277 号） |
| 坑道 | 地上から廃棄物埋設地に至る廃棄体の搬入通路等 |
| 鉱物資源 | 鉱業法（昭和 25 年法律第 289 号）第 3 条第 1 項に規定されている鉱物（金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、そう鉛鉱、すず鉱、アンチモニー鉱、水銀鉱、亜鉛鉱、鉄鉱、硫化鉄鉱、クローム鉄鉱、マンガン鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、ひ鉱、ニッケル鉱、コバルト鉱、ウラン鉱、トリウム鉱、りん鉱、黒鉛、石炭、亜炭、石油、アスファルト、可燃性天然ガス、硫黄、石こう、重晶石、明ばん石、ほたる石、石綿、石灰石、ドロマイト、けい石、長石、ろう石、滑石、耐火粘土（ゼーゲルコーン番号三十一以上の耐火度を有するものに限る。）及び砂鉱（砂金、砂鉄、砂すずその他ちゆう積鉱床をなす金属鉱をいう。)) |
| 高レベル放射性廃棄物 | 我が国においては、使用済燃料の再処理過程で発生する高レベル放射性廃液をガラス固化したもの。使用済燃料を直接処分する国においては、使用済燃料が高レベル放射性廃棄物に該当する |
| 事業規則 | 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和 63 年総理府令第 1 号） |
| 事業者規制期間 | 原子力規制委員会が事業者に対して規制を行う期間 |

| | |
|--------------------------|---|
| 事業者等 | 放射性廃棄物の処分の責任を有している者や放射性廃棄物の処分を検討している者又は事業申請を予定している者(事業実施主体) |
| 自然事象 シナリオ | 自然現象に起因する事象 仮定あるいは想定された条件及び事象の一式又はそのいずれかの一式。処分場やその周辺環境の可能性のある将来の進展変化のような、可能性のある将来の条件及び／又は事象をモデル化することを表すために解析あるいは評価において最も一般的に使われる |
| 人為事象 人工バリア | 人間活動に起因する事象 廃棄物埋設地の構築物であって、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するもの |
| 生活環境 | 埋設した放射性廃棄物に含まれる放射性物質が移動して人の被ばくに至るまでの経路が含まれる環境のうち、一般的に人が生活を営む範囲(例えば河川や湖沼、海洋、農地、宅地など) |
| 設計上の措置 浅地中処分 線量拘束値 | 廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備に係る措置 ピット処分及びトレンチ処分 ある一つの線源によって与えられる個人線量に対する将来の制約であって、その線源の防護と安全の最適化において上限値として役立つもの |
| 第一種廃棄物 | 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令(昭和32年11月21日政令第324号)第31条において、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして定める基準を超えるもの |
| 第一種廃棄物埋設 第二種廃棄物 | 第一種廃棄物の埋設による最終的な処分 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令第31条において、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして定める基準を超えないもの |
| 第二種廃棄物埋設 地層処分 | 第二種廃棄物の埋設による最終的な処分 放射性核種を生活環境から長期的に隔離するために地下(通常は地表下数百メートル以上)の安定した地層に設置される放射性廃棄物処分場への放射性廃棄物の埋設処分 |
| 地熱資源 中深度処分 | 地下の高温の蒸気や熱水 地表から深さ70メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地 |

| | |
|-------------|---|
| | において放射性廃棄物を埋設の方法により最終的に処分すること |
| 天然バリア | 廃棄物埋設地から漏出した放射性物質の生活環境への移動を抑制する機能を有する岩盤等 |
| トレンチ処分 | 地上又は地表から深さ 70 メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において事業規則別表第二の上欄に掲げる放射性物質についての放射能濃度がそれぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度を超えない放射性廃棄物を埋設の方法(ピット処分のイ及びロの方法を除く。)により最終的に処分すること |
| 廃棄体 | 容器に封入し、又は容器に固型化した放射性廃棄物 |
| 廃棄物埋設施設 | 廃棄物埋設地及びその附属施設 |
| 廃棄物埋設地 | 放射性廃棄物を埋設するための掘削された区域 |
| 廃棄物埋設地の附属施設 | 放射性廃棄物の受入施設、坑道、放射線管理施設、監視測定設備、廃棄施設、予備電源設備、通信連絡設備等 |
| 廃止措置 | 事業等を廃止しようとする際に必要となる措置。第二種廃棄物埋設地においては、廃棄物埋設地の附属施設の解体、核燃料物質による汚染の除去、核燃料物質等の廃棄、放射線管理記録の原子力規制委員会が指定する機関への引渡し及び廃棄物埋設地の所在等を示す措置を実施すること |
| ピット処分 | 地上又は地表から深さ 70 メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において別表第一の上欄に掲げる放射性物質についての放射能濃度がそれぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度を超えない放射性廃棄物を埋設の方法(次のいずれかの方法に限る。)により最終的に処分すること イ 外周仕切設備を設置した廃棄物埋設地に放射性廃棄物を定置する方法 ロ 外周仕切設備を設置しない廃棄物埋設地に放射性廃棄物を一体的に固型化する方法 |
| 閉鎖措置 | 坑道の埋戻し、坑口の閉塞並びに地下に設置した廃棄物埋設地の附属施設の解体及び撤去 |
| 放射性廃棄物 | 核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物で廃棄しようとするもの |

1. はじめに

本技術ノートは、令和3年9月に改正又は策定され同年10月に施行された以下の規則等（これらを合わせて以下「規制基準等」という。）のうち、中深度処分に係る規制基準等が定められた背景、経緯及び関連する情報を取りまとめたものである^(注1)。

- 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和63年総理府令第1号）（以下「事業規則」という。）
- 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）（以下「許可基準規則」という。）
- 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（平成25年11月27日 原管廃発第1311277号 原子力規制委員会決定）（以下「解釈」という。）
- 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド（令和3年9月29日原子力規制委員会決定）（以下「審査ガイド」という。）

本技術ノートでは、廃棄物埋設地や坑道（地上から廃棄物埋設地に至る廃棄体の搬入通路等）に関する対策や操業期間を大きく超える長期の安全確保に必要な対策など、中深度処分に特有の設計上及び管理上の対策を中心に記載しており、廃棄体の受入施設を始めとする地上施設に関することや操業及び操業中における公衆や従事者の放射線防護対策、事故時の対策等については含まれていない。

本技術ノートは、今後、中深度処分の事業許可審査や規制基準等の改正に携わる者が参考にできるよう、検討の背景や処分概念等を始め、これまでに原子力規制委員会、廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム（以下「廃炉等廃棄物検討チーム」という。）及び廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム（以下「廃棄物防護基準検討チーム」という。）の公開資料に示された内容を中心に、検討過程における様々な修正を含む経緯を含め、記載している。また、公開資料には記載が無く著者らの見解として記載した箇所については、それが分かるよう区別し記載した。

ただし、本技術ノートの記載内容に関して原子力規制委員会及び原子力規制庁の決定や承認を得ているものではない。したがって、本技術ノートが、規制基準等の理解や解釈を含め、今後の中深度処分に係る規制活動を拘束するものではない。

^(注1) 本 NRA 技術ノート作成時の規制基準等については、令和3年度第35回原子力規制委員会（令和3年9月29日）資料2及び令和4年度第5回原子力規制委員会（令和4年4月20日）資料1を参照。

2. 中深度処分概念等

2.1 検討の背景及び経緯

2.1.1 検討の背景

原子力発電所等の廃止措置及び運転（以下「廃炉等」という。）に伴い発生する炉内構造物等の廃棄物（以下「炉内等廃棄物」という。）のように、放射能濃度が比較的高い放射性廃棄物を対象として、地表から深さ 70 メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地に埋設する処分方法を中深度処分という（事業規則第 1 条の 2 第 2 項第 3 号）。

原子力規制委員会が中深度処分の規制に関する検討を開始した時点（平成 26 年 10 月）において、数年から 10 年程度の間には原子炉領域の解体が開始される実用発電用原子炉があり、その際に中深度処分の対象となる放射性廃棄物が発生することが想定されていた¹。

中深度処分の規制については、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）（以下「原子炉等規制法」という。）における第二種廃棄物埋設の一つとして、既に法律上の枠組みは整備されていた。一方、第二種廃棄物埋設の事業許可に係る審査で用いられる基準については、浅地中処分の基準は既に整備されていたが、中深度処分に関する基準は整備されていなかった¹。

こうした状況を踏まえ、原子力規制委員会は、平成 26 年 12 月に廃炉等廃棄物検討チームを設置し、中深度処分に係る事業規則、及び許可基準規則とその解釈（以下、これらを合わせて「規制基準」という。）の案の検討を行うこととした²。

2.1.2 検討の経緯

(1) 廃炉等廃棄物検討チームによる検討

平成 27 年 1 月、廃炉等廃棄物検討チームの検討が開始された。検討内容は、対象廃棄物の範囲や特徴、想定する事象、施設の深度及び機能、能動的及び受動的な制度的管理のあり方、国際原子力機関（以下「IAEA」という。）等国際基準との整合など、多岐にわたった³。

廃炉等廃棄物検討チームは、平成 28 年 1 月まで 11 回の会合を開催し、中深度処分における廃棄物埋設施設の設計要求や管理要求に係る基本的な考え方を取りまとめた「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について」（以下「規制の考え方」という。）の案を作成した⁴。原子力規制庁は、これに対する原子力事業者及び関係省庁からの意見を聴くとともに、科学的・技術的意見の募集を実施した⁵。原子力規制委員会は、意見募集の結果を踏まえ、平成 28 年 8 月、規制の考え方を決定した⁶。

なお、廃棄物埋設に係る放射線防護の基準に関しては、(2)に後述する廃棄物防護基準検討チームの検討に委ねられた⁷。

(2) 廃棄物防護基準検討チームによる検討

原子力規制委員会は、中深度処分の規制について検討するに当たり、それまでの廃棄物埋設に関する放射線防護の基準の中には国際基準に整合したものもあれば、我が国が独自に設定したものもあるとして、原子力規制庁に対し、廃炉等廃棄物検討チームによる検討と並行して、放射線防護の基準の位置付けや国際基準との整合性などを検討するよう指示した⁸。

これを受け、原子力規制庁は、廃棄物埋設に特有である、原子力規制委員会が事業者に対して規制を行う期間（以下「事業者規制期間」という。）の終了後（以下「規制期間終了後」という。）の線量基準を中心に検討を行うこととし、平成28年3月に廃棄物防護基準検討チームが設置された⁹。廃棄物防護基準検討チームは、平成28年4月から10月までに5回の会合を開催し、「廃棄物の埋設に係る放射線防護基準及び原子力施設のサイト解放基準について（案）」を取りまとめた¹⁰。当該取りまとめのうち、廃棄物の埋設に係る放射線防護基準については、平成29年2月、原子力規制庁から原子力規制委員会に報告された¹¹。

(3) 中深度処分に係る原子炉等規制法の改正

平成29年4月の原子炉等規制法の改正¹²において、規制の考え方を踏まえて、中深度処分における坑道の埋戻し等に関する計画（以下「閉鎖措置計画」という。）の認可や規制期間終了後にわたる廃棄物埋設地の掘削制限等に係る制度が定められた。

また、従前は、第二種廃棄物埋設の対象廃棄物（以下「第二種廃棄物」という。）について、地層処分を想定した第一種廃棄物埋設の規制制度の枠組みで取り扱うことはできなかったが、本法改正により取扱いが可能となった。

(4) 規制基準等に係る骨子案の検討

原子力規制委員会が平成28年8月に規制の考え方を決定し、平成29年2月に廃棄物防護基準検討チームの検討結果が原子力規制委員会に報告された後、廃炉等廃棄物検討チームは、規制基準の条文の構成及び条文ごとの要求事項並びに審査ガイドに記載する内容についての骨子案を取りまとめたもの（以下「骨子案」という。）の作成に向けた検討を行った¹³。平成30年8月、原子力規制庁は、原子力規制委員会に対し廃炉等廃棄物検討チームの検討結果の報告を行った¹⁴。

(5) 中深度処分に係る規制基準等の策定

原子力規制庁は、事業者等から、中深度処分の対象廃棄物の発生時期、規制基準等の策定期間の要望、処分施設の設計に関する検討状況等を聴取した¹⁵、¹⁶上で、令和2年1月に規制基準等の策定に係る取組方針案を原子力規制委員会に諮り了承を得た¹⁷。また、事業者等からは、原子力規制委員会に規制基準等の策定を期待する項目として、この方針案に示した項目で足りているとの回答があった¹⁸。

原子力規制庁は、令和 2 年 7 月、更なる検討を要するとした断層等に係るものを除き、中深度処分に係る規制基準等の要求事項案（以下「要求事項案」という。）を取りまとめ、原子力規制委員会の了承を得て科学的・技術的意見募集を実施した¹⁹。令和 2 年 11 月、原子力規制庁は、意見募集の結果について原子力規制委員会に報告を行った²⁰。断層等については、令和 3 年 1 月に要求事項案を取りまとめ²¹、令和 3 年 2 月、原子力規制委員会の了承を得て科学的・技術的意見の募集を行った²²。その後、令和 3 年 4 月、意見募集の結果について原子力規制委員会に報告を行った^{23, 24}。

原子力規制庁は、令和 3 年 6 月、中深度処分の規制に係る累次の検討結果を基に、許可基準規則、解釈及び事業規則の改正案及び審査ガイド案を原子力規制委員会に諮り、了承を得て意見募集を行った²⁵。

原子力規制委員会は、令和 3 年 10 月、意見募集の結果を踏まえ²⁶、第二種廃棄物埋設に係る規制基準を改正する²⁷とともに、審査ガイド²⁸を策定した。

また、原子力規制庁は、中深度処分と浅地中処分を併せた審査ガイドを策定するため、令和 4 年 2 月、審査ガイドの改正案について科学的・技術的意見の募集を行った²⁹。その後、令和 4 年 4 月、意見募集の結果について原子力規制委員会に報告を行った³⁰。

なお、原子力規制委員会及び原子力規制庁は、中深度処分の規制基準と並行して、専らウランに汚染された廃棄物（以下「ウラン廃棄物」という。）の埋設に係る基準についても検討を行い³¹、当該検討結果は上記関係規則等に反映された²⁷。

原子力規制委員会における中深度処分の規制基準等に関する検討の経緯については、付録 1 にまとめて示す。

2.2 中深度処分の法令における位置付け

2.2.1 原子炉等規制法における廃棄物埋設の事業

原子力施設の運転、操業、使用及び廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物を埋設の方法により最終的な処分を行う際の規制の枠組みに関しては、原子炉等規制法の第 51 条の 2 第 1 項第 1 号及び第 2 号において、第一種廃棄物埋設及び第二種廃棄物埋設についてそれぞれ定められている。

第一種廃棄物埋設とは、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして、当該放射性物質の種類ごとに核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（昭和 32 年 11 月 21 日政令第 324 号）（以下「政令」という。）第 31 条において定める基準を超えるもの（第一種廃棄物）の埋設による最終的な処分であり、いわゆる、地層処分を指す。なお、第一種廃棄物埋設の対象となる放射性廃棄物は、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（高レベル放射性廃液をガラス固化したもの。以下「HLW」という。）並びに再処理施設及び MOX 燃料加工施設から発生する低レベル放射性廃棄物等のうち多くの半減期が長

い放射性物質（以下「長半減期核種」という。）を含むものである。

第二種廃棄物埋設とは、第一種廃棄物以外のもの（第二種廃棄物）の埋設による最終的な処分であり、第一種廃棄物より放射能濃度が低い放射性廃棄物を地層処分より浅い場所に埋設するものである。中深度処分は、第二種廃棄物埋設の一つの方法である。

第一種廃棄物埋設においては、政令で定める特定第一種廃棄物埋設施設^(注2)については、設計及び工事の計画の認可（以下「設工認」という。）の対象となる^(注3)。また、特定第一種廃棄物埋設施設は、坑道の閉鎖措置計画の認可又は廃止措置計画の認可を受けた施設を除き、原子力規制委員会規則で定める技術上の基準に適合するように維持することが求められ、いわゆる「バックフィットルール」が適用される^(注4)。これに関する著者らの見解は、放射能レベルが極めて高いものが含まれる第一種廃棄物を扱う第一種廃棄物埋設施設のうち、廃棄物受入施設や廃棄物取扱施設を始めとする特定第一種廃棄物埋設施設は主に地上に設置されることから、これら施設の安全機能が維持されないと公衆に重大な影響を及ぼすおそれがあるためであると考え。一方、第二種廃棄物には極めて高い放射能レベルのものが含まれないため、第二種廃棄物埋設においては設工認やバックフィットルールは適用されていないものとする。

2.2.2 第二種廃棄物埋設

第二種廃棄物埋設における処分の方法は、中深度処分、ピット処分及びトレンチ処分の3つである。今般、中深度処分の規制基準が策定されたことにより、第二種廃棄物埋設の規制基準は全て定められたことになる。

事業規則において中深度処分は、地表から深さ 70 メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地において放射性廃棄物を埋設により最終的に処分する方法とされている。一方、ピット処分及びトレンチ処分は、地表から深さ 70 メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地に放射性廃棄物を埋設により最終的に処分する方法であり、ピット処分とトレンチ処分の違いは、ピット（外周仕切設備等）の有無による。

^(注2) 政令第 34 条第 1 項

「法第五十一条の七第一項の政令で定める第一種廃棄物埋設施設は、廃棄物受入施設、廃棄物取扱施設、計測制御系統施設及び放射線管理施設並びに廃棄物埋設地の附属施設で原子力規制委員会規則で定めるものとする。」

^(注3) 原子炉等規制法第 51 条の 7 第 1 項

「政令で定める第一種廃棄物埋設施設（以下「特定第一種廃棄物埋設施設」という。）又は政令で定める廃棄物管理施設（略）の設置又は変更の工事（略）をしようとする第一種廃棄物埋設事業者又は廃棄物管理事業者（略）は、原子力規制委員会規則で定めるところにより、当該工事に着手する前に、その設計及び工事の方法その他の工事の計画（略）について原子力規制委員会の認可を受けなければならない。ただし、特定第一種廃棄物埋設施設若しくは特定廃棄物管理施設の一部が滅失し、若しくは損壊した場合又は災害その他非常の場合において、やむを得ない一時的な工事とするときは、この限りでない。」

^(注4) 原子炉等規制法第 51 条の 9

「第一種廃棄物埋設事業者又は廃棄物管理事業者は、特定第一種廃棄物埋設施設又は特定廃棄物管理施設を原子力規制委員会規則で定める技術上の基準に適合するように維持しなければならない。ただし、第五十一条の二十四の二第一項又は第五十一条の二十五第二項の認可を受けた場合（原子力規制委員会規則で定める場合を除く。）における当該認可を受けた計画に係る施設については、この限りでない。」

中深度処分とピット処分の対象廃棄物は放射能濃度で区分されており、当該放射能濃度は事業規則の別表第一に記載されている。また、ピット処分とトレンチ処分の対象廃棄物を区分する放射能濃度は、事業規則の別表第二に記載されている。このうち、別表第一に記載されている放射能濃度は、原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 及び同法第 51 条の 27 第 1 項において、人の健康に影響を及ぼすおそれがあるものとして定める基準に該当し、当該放射能濃度を超える放射性廃棄物の埋設（すなわち中深度処分又は第一種廃棄物埋設）においては、2.4.2(4)及び 2.4.4 に後述する坑道の閉鎖に伴う措置及び掘削を制限する区域の指定の対象となる。

要すれば、廃棄物埋設は次のように分類される。

- ・ 第一種廃棄物埋設：地層処分
- ・ 第二種廃棄物埋設：中深度処分、浅地中処分（ピット処分及びトレンチ処分）

このうち中深度処分は、HLW のように放射能濃度が極めて高い放射性廃棄物を地中深くに埋設する地層処分と、原子力発電所等の運転等に伴い発生する放射能濃度が比較的低い又は極めて低い放射性廃棄物を地表近くに埋設する浅地中処分に対して、埋設する対象廃棄物の放射能濃度及び埋設する深度が間に位置するものである。

2.2.3 浅地中処分、中深度処分及び地層処分の対象廃棄物の関係

原子力施設で発生する固体状の全ての放射性廃棄物は、基本的に、浅地中処分、中深度処分又は地層処分のいずれかの対象となる。

それぞれの対象廃棄物の放射能濃度は、おおむね、浅地中処分、中深度処分、地層処分の順に高くなり、これらを区分する放射能濃度は政令又は事業規則において定められている（表 2.1）。ただし、浅地中処分の放射能濃度の上限を超えない放射性廃棄物を中深度処分又は地層処分の方法で埋設することや、中深度処分の放射能濃度の上限を超えない放射性廃棄物を地層処分の方法で埋設することは妨げていない。

表 2.1 政令及び事業規則で規定されている処分方法ごとの放射能濃度の上限

Table 2.1 Upper limit of radioactivity concentration for each nuclide and each disposal type

| 放射性核種 | 半減期 | 中深度 処分 (単位 Bq/t) | ピット 処分 (単位 Bq/t) | トレンチ 処分 (単位 Bq/t) |
|------------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| C-14 | 5730 年 | 1×10^{16} | 1×10^{11} | |
| Cl-36 | 30 万年 | 1×10^{13} | | |
| Co-60 | 5.3 年 | | 1×10^{15} | 1×10^{10} |
| Ni-63 | 100 年 | | 1×10^{13} | |
| Sr-90 | 29 年 | | 1×10^{13} | 1×10^7 |
| Tc-99 | 21 万年 | 1×10^{14} | 1×10^9 | |
| I-129 | 1600 万年 | 1×10^{12} | | |
| Cs-137 | 30 年 | | 1×10^{14} | 1×10^8 |
| 全 α | | 1×10^{11} | 1×10^{10} | |

2.3 中深度処分に係る対象廃棄物の特性及び処分概念

2.3.1 対象廃棄物

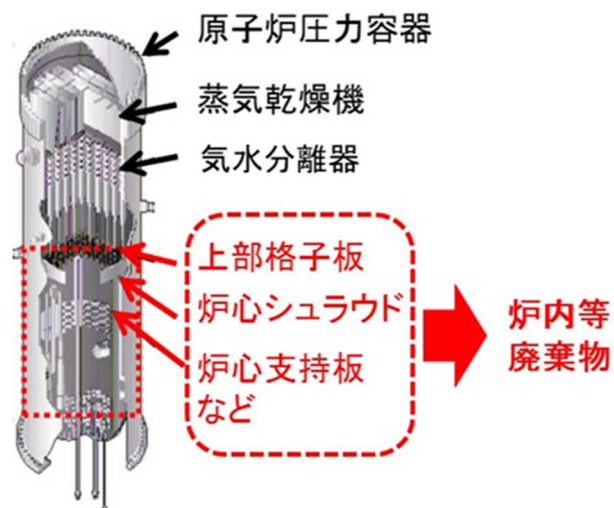
中深度処分の対象となる放射性廃棄物のうち代表的なものは、原子炉压力容器内の高放射線量環境下での放射化等により比較的放射能濃度が高くなった炉内等廃棄物が挙げられる（図 2.1）。

炉内等廃棄物に含まれる放射性物質の種類は、原子炉施設の運転及び廃止措置に伴い発生する浅地中処分の対象廃棄物と大きく変わらない。また、炉内等廃棄物は、地層処分の対象廃棄物である HLW とは異なり、 α 線を放出する放射性核種をほとんど含まないという特徴を有する。一方、炉内等廃棄物の放射能濃度は、HLW に比べて低いものの、半減期が数百年を超える放射性核種について浅地中処分の対象廃棄物に比べ数桁高いという特徴を有する（図 2.2）。このため、適切な処分が行われなければ数万年を超える長期にわたり人への影響が生じる可能性がある⁶。

また、使用済燃料の再処理過程では、HLW 以外の廃棄物も発生し、これらのうち放射能濃度が極めて高いものは地層処分の対象となるが、使用済燃料のチャンネルボックス等の部材をはじめ、放射能濃度が比較的高いものについては中深度処分の対象になる可能性がある³²。

以上のように、原子力施設で発生した放射性廃棄物のうち、放射能濃度が浅地中処分の対象廃棄物より高く、HLW より低い放射性廃棄物が中深度処分の対象となる。

（規制の考え方⁶より、抜粋・一部記載を修正）

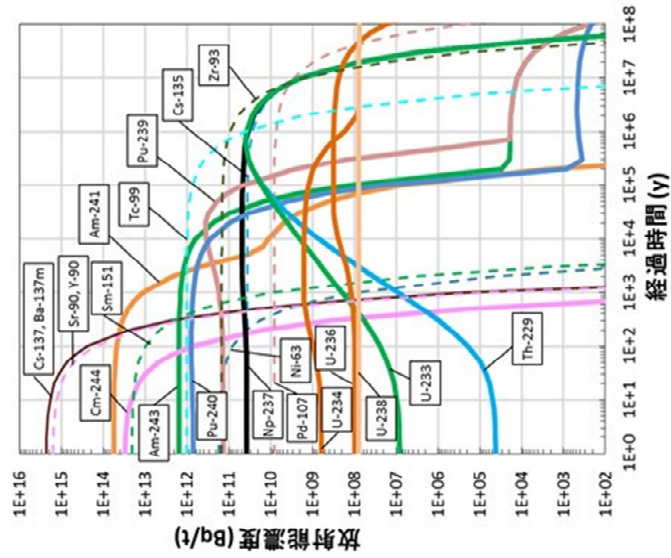


出典) 電気事業連合会³²

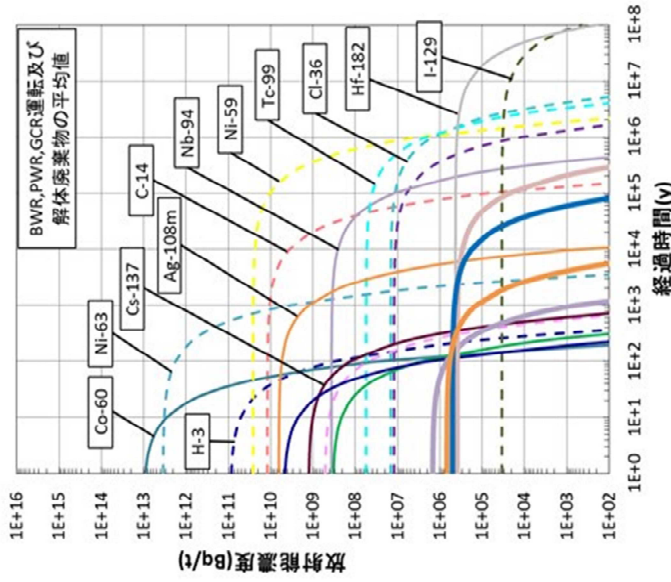
図 2.1 BWR の炉内構造物の解体等に伴い発生する炉内等廃棄物の例

Fig. 2.1 Example of waste generated from reactor core structures by dismantling BWR reactor

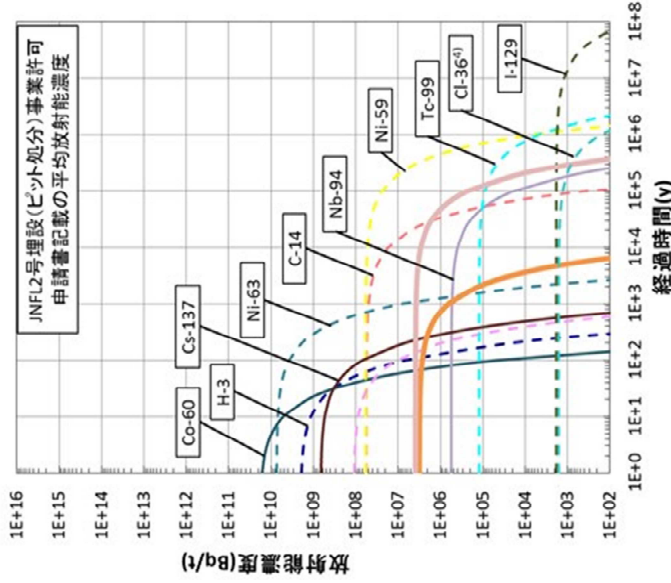
地層処分対象 HLW(ガラス固化体)



中深度処分対象 廃棄物(炉内等廃棄物)



ピット処分対象 廃棄物



出典) 原子力規制委員会⁶

図 2.2 放射性廃棄物の放射能濃度の時間変化

Fig. 2.2 Time evolutions of radioactivity concentrations in radioactive wastes

2.3.2 処分概念

中深度処分を行うに当たっては、数万年を超える長期間にわたって放射性廃棄物を起因とする放射線による影響から公衆と生活環境を防護する必要がある^{6(注5)}。

数万年を超える長期間にわたって公衆と生活環境を防護するための根幹的な対策として、廃棄物と公衆の離隔に有効と考えられる深度へ放射性廃棄物を埋設（すなわち廃棄物埋設地を設置）し、自然現象に起因する事象（以下「自然事象」という。）及び人間活動に起因する事象（以下「人為事象」という。）による廃棄物埋設地の破壊や放射性廃棄物の擾乱を防ぐとともに、人工バリア（2.4.1を参照）や天然バリアが有する物理的及び化学的な特性により、埋設した放射性廃棄物からの放射性物質の生活環境への移動の抑制を図る⁶。

（規制の考え方⁶より、抜粋・一部記載を修正）

2.4 中深度処分に係る廃棄物埋設施設の概要及び事業段階等

2.4.1 廃棄物埋設施設の概要

廃棄物埋設施設とは、廃棄物埋設地及びその附属施設のことをいう（原子炉等規制法第51条の2第2項）。中深度処分の廃棄物埋設施設、廃棄体及び操業のイメージをそれぞれ図2.3の(a)～(c)に示す³²。

中深度処分の廃棄物埋設地は、放射性廃棄物（埋設する場合は廃棄体の形態とすることが求められる）を埋設するための掘削された区域をいい（審査ガイド4.より）、図2.3(a)における「埋設空洞」に該当する（以下「埋設坑道」という。）。図2.3(a)のように、一つの廃棄物埋設施設において複数の埋設坑道が存在する場合がある。

廃棄物埋設地の構築物であって、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するものを「人工バリア」という^(注6)。図2.3(a)における「低透水層」「低拡散層」及び「コンクリートピット」並びに図2.3(b)の「廃棄体」が該当すると考えられる。

^(注5) 現在、公衆と生活環境の防護に係る指標として、公衆の放射線被ばくを用いている。著者らは、今後、国際的に原子力利用に係る「環境」の具体的な防護対象や水準について明確化された場合は、規制への取り込み等について検討されることになるものと考えている。

^(注6) 人工バリアの機能は、自然事象や人為事象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²²。

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²²。

他方、天然バリアの放射性物質の移動を抑制する機能に係る性能は、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、自然事象や人為事象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²²。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微細な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²²。

中深度処分の附属施設は、廃棄物埋設地へ廃棄体を埋設するために設置される設備（地上の廃棄物受入れのための設備、搬送設備、放射線管理設備等）、坑道等のことをいう。このうち坑道は、図 2.3 (a) の場合は「アクセス坑道」及び「主要坑道」（廃棄体の搬入経路である場合）が該当する。

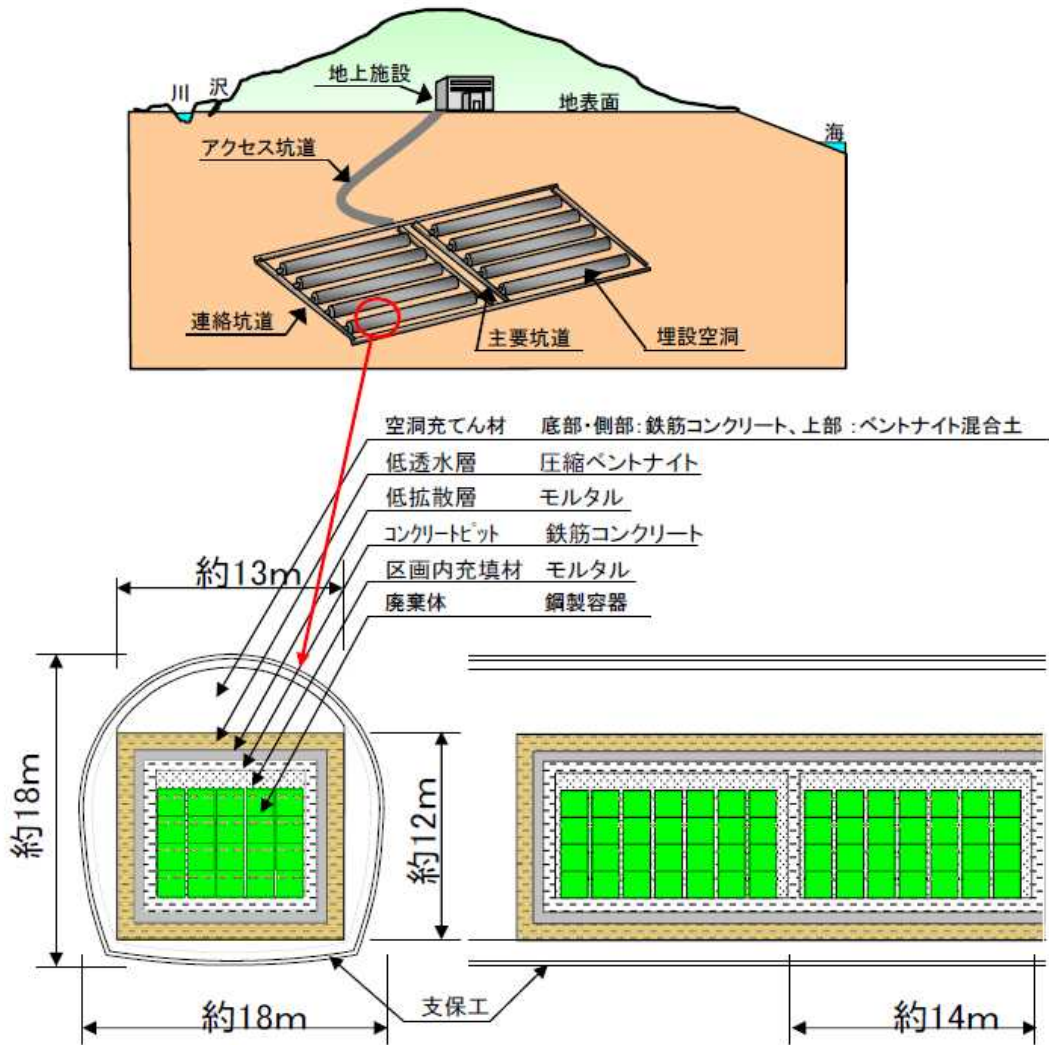
なお、中深度処分に係る法体系においては、中深度処分の附属施設において未処理の放射性廃棄物を受け入れること、その後、同附属施設において切断や容器への封入等の処理を行い廃棄体の形態にする作業を実施することは予定されない^(注7)。他方、廃棄体容器の破損等が見つかった場合の補修等については、埋設行為に付随するものとして中深度処分事業として行われるものと考えられる。

なお、中深度処分に係る用語の説明等を付録 2 に示す。

^(注7) 原子炉等規制法第 51 条の 2（廃棄の事業の規定）では、第 1 項第 3 号（廃棄物管理の事業）を、第 1 号（第一種廃棄物埋設の事業）及び第 2 号（第二種廃棄物埋設の事業）とは別立ての号として置き、第 3 号に「最終的な処分がされるまでの間において行われる…管理又は処理であって政令で定めるもの」とあり、政令第 32 条第 2 号には「最終的な処分に適した性状にするもの」とある。

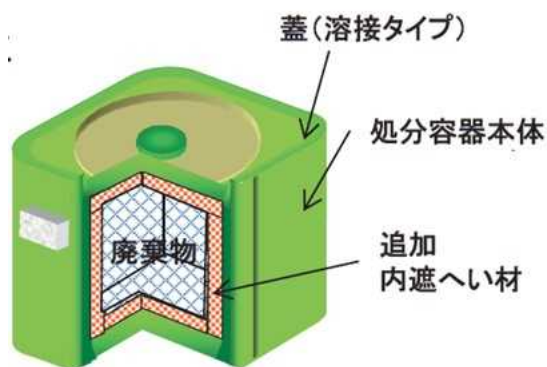
このことから、通常作業として行う放射性廃棄物の処理（未処理の放射性廃棄物の切断や容器への封入等の処理を行い廃棄体の形態にする等の処理）は、廃棄の事業のうち、廃棄物管理の事業として行うことが予定されていると考えられる。

なお、原子炉等規制法第 51 条の 2 第 2 項には、第 1 項第 1 号の事業を行う者が同項第 2 号の事業を行うことができるとの規定が置かれており、これは、同条第 1 項の 3 つの業（第一種廃棄物埋設、第二種廃棄物埋設、廃棄物管理）のうち、いずれかの業の許可を得た者が、それとは別の業を許可を得ることなく行う場合には、それができるとした法規定が必要であることを示している。



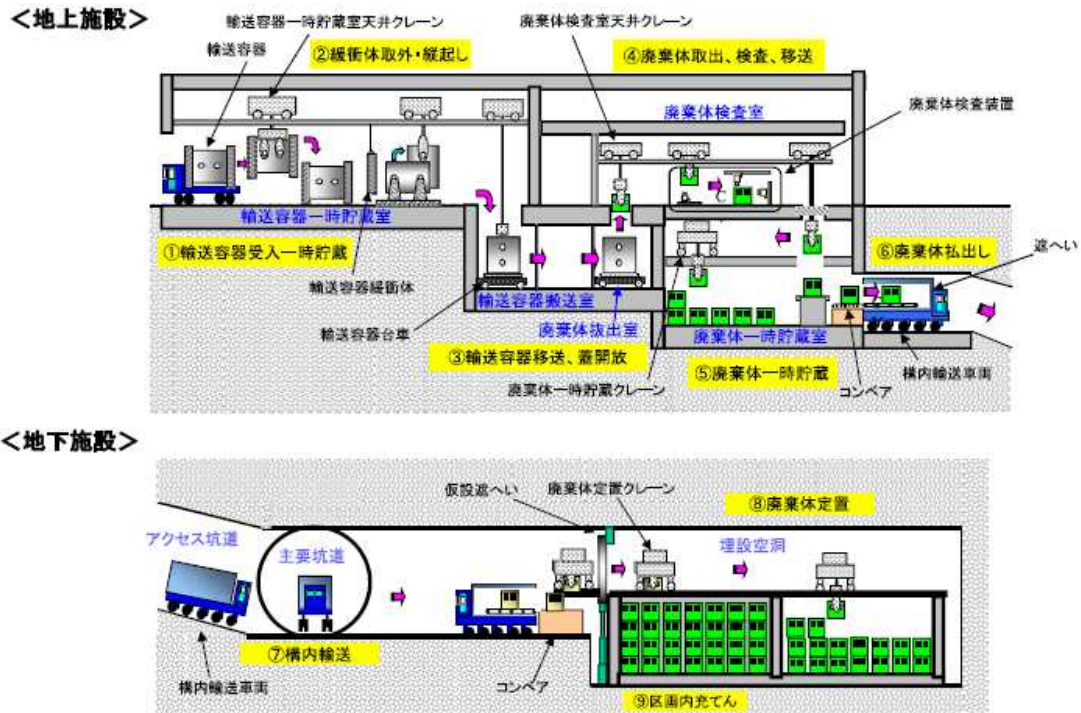
(a) 中深度処分の廃棄物埋設施設のイメージ

(a) Schematic image of intermediate-depth disposal facility



(b) 中深度処分対象廃棄物の廃棄体のイメージ

(b) Schematic image of waste package for waste of intermediate-depth disposal



(c) 中深度処分の操業（廃棄体の受入れ～定置）のイメージ

(c) Schematic image of waste acceptance, emplacement and backfilling

出典) 電気事業連合会³²

図 2.3 中深度処分の(a)廃棄物埋設施設、(b)廃棄体及び(c)操業のイメージ

Fig. 2.3 Schematic images of (a) disposal facility, (b) waste package and (c) operation of intermediate-depth disposal

2.4.2 事業段階と各段階の規制

中深度処分の事業は、次のような段階に分けられる（規制の考え方⁶ p.5-7 より、抜粋・一部記載を修正）。

- ・ 立地段階（立地場所の調査～事業許可申請）
- ・ 許可段階（事業許可申請～事業許可）
- ・ 建設段階（事業許可～廃棄体の受入れ開始）
- ・ 廃棄体の埋設段階（廃棄体の受入れ開始～廃棄物埋設地の埋設の終了）
- ・ 坑道の閉鎖措置段階（坑道の閉鎖開始～坑道の閉鎖終了）
- ・ 坑道の閉鎖終了から廃止措置の開始までの段階
- ・ 廃止措置段階（廃止措置の開始～廃止措置の終了）
- ・ 規制期間終了後

法令に基づき事業者が受ける規制は、このうち許可段階から廃止措置段階までである。なお、廃棄物埋設施設の一部の建設が終了した段階で廃棄体の受入れが行われることも想定されるため、建設段階と廃棄体の埋設段階とが並行する場合もある⁶。

許可段階から廃止措置段階でまでに行われる主な規制行為は以下のとおり。

(1) 許可段階

建設段階に先立つ事業申請の審査段階において、事業者は、規制期間中のみならず規制期間終了後に想定される事象に伴うリスクを低減するための廃棄物埋設施設の設計について、適切な位置の選定を含む離隔の確保、閉じ込め及び遮蔽のための対策等を示す⁶。原子力規制委員会はその妥当性を確認し、基準に適合していれば事業許可を行う⁶（原子炉等規制法第 51 条の 2）。

(2) 建設段階

事業者は、廃棄物埋設施設の設置の工事に着手する前に保安規定を策定し、原子力規制委員会はその妥当性を確認し認可を行う（原子炉等規制法第 51 条の 18）。

また、建設段階では、事業の許可を受けた廃棄物埋設施設の建設が行われ、事業者は廃棄物埋設施設が設計どおりに建設されていることについて、原子力規制委員会に対し確認の申請を行う。原子力規制委員会は、廃棄物埋設施設及びこれに関する保安のための措置が原子力規制委員会が定める技術上の基準に適合することについて確認する⁶（原子炉等規制法第 51 条の 6 第 1 項）。

(3) 廃棄体の埋設段階

廃棄体の埋設段階では、事業者は埋設しようとする廃棄体及びこれに関する保安のための措置が原子力規制委員会が定める技術上の基準に適合することについて確認の申請を行い、原子力規制委員会はその基準への適合を確認する⁶（原子炉等規制法第 51 条の 6 第 2 項）。

廃棄物埋設地への廃棄体の搬入及び定置が一定区画ごとに行われた後、当該区画の埋戻しが行われ、原子力規制委員会は建設段階と同様に廃棄物埋設施設及びこれに関する保安のための措置が原子力規制委員会が定める技術上の基準に適合することについて確認を行う⁶（原子炉等規制法第 51 条の 6 第 1 項）。

事業者は、廃棄体の埋設作業等に係る保安のための活動や、埋設の開始後に実際に閉じ込め等が確保されていることの確認のためのモニタリングに加え、設計や管理の方法の妥当性の再評価を定期的に行う（原子炉等規制法第 51 条の 16 第 2 項）ことなどの管理（以下「能動的管理」という。）を行う。原子力規制委員会は、事業者による能動的管理が保安規定やその他事業者の定める規定に基づき適切に実施されていることを確認するため、事業者に対し原子力規制検査を行う（原子炉等規制法第 61 条の 2 の 2 第 1 項第 3 号）。当該

検査は、坑道の閉鎖段階、坑道の閉鎖後の段階、廃止措置段階についても、それぞれの段階の状況に応じて実施される。

3.3.3 に後述するように、廃棄物埋設地の全ての区画への廃棄体の搬入及び定置並びに埋戻しが終了することを「埋設の終了」という。埋設の終了までの間は、健全性が損なわれた廃棄体等を回収する措置を講ずることができることが求められる（許可基準規則第 10 条）。

(4) 坑道の閉鎖措置段階

坑道の閉鎖措置段階では、事業者は、閉鎖措置に関する計画を定め、原子力規制委員会の認可を受けなければならない（原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 第 1 項）。当該認可を受けた事業者は、閉鎖措置が認可を受けた閉鎖措置計画に従って行われていることについて、坑道の閉鎖の工程ごとに原子力規制委員会が行う確認を受けるため、確認の申請をする（原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 第 2 項、事業規則第 22 条の 5 の 9）とともに、原子力規制委員会は、閉鎖措置が閉鎖措置計画に従って行われていることについて確認を実施する（原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 第 2 項、事業規則第 22 条の 5 の 10）。

(5) 坑道の閉鎖終了から廃止措置の開始までの段階

坑道の閉鎖終了から廃止措置の開始までの段階では、事業者は、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいの監視や地下水等の状況を確認するためのモニタリングを実施するとともに（事業規則第 17 条第 1 項）、(3)の段階に引き続き定期的な評価を実施する（事業規則第 19 条の 2 第 1 項）。また、廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えい等が確認された場合には必要に応じた保全の措置を講じることが求められる（事業規則第 17 条第 1 項）。埋設の終了から廃止措置の開始までの期間は 300～400 年以内を目安とすることとしている（解釈第 12 条 7）。この期間に含まれる(4)の坑道の閉鎖措置段階の期間については、特に規則等に規定されていないが、同期間は坑道が埋め戻されていない期間となる。防護措置上の観点から、(4)の坑道の閉鎖措置段階の期間が 300 年よりもはるかに短い期間となった場合は、坑道の閉鎖終了から廃止措置の開始までの期間は、300～400 年近くにわたる期間となる。

(6) 廃止措置段階

廃止措置段階では、事業の廃止に向け、事業者は地上に残された附属施設の解体、モニタリング機器の撤去・モニタリング用観測孔の埋戻し等の方法並びに廃棄物埋設地の所在を示す標識（以下「マーカー」という。）の設置の方法等を定めた廃止措置計画を原子力規制委員会に申請し、原子力規制委員会は原子力規制委員会の定める基準の適合性について審査を行い、基準に適合していれば、廃止措置計画を認可する（原子炉等規制法第 51 条の 25 第 2 項）。事業者は認可された廃止措置計画に基づき廃止措置を実施し、廃止措置が終

了したときは、その結果が原子力規制委員会の定める基準に適合していることについて原子力規制委員会の確認を受ける⁶（原子炉等規制法第51条の25第3項）。

事業者が原子力規制委員会による廃止措置の終了確認を受けたときは、事業許可はその効力を失う⁶（原子炉等規制法第51条の25第3項）。

2.4.3 事業者規制期間

坑道の閉鎖が終了すれば、埋設した放射性廃棄物の生活環境からの離隔を始めとする設計上の措置は実質的に完了するが、その後の期間においても、長期的な安全性の見通しの確認の観点から、事業者による以下の管理を求めることになる（事業規則第17条第1項及び第19条の2第1項）。

- ・地下水の状況や施工の不具合等による放射性物質の漏えいに関するモニタリング
- ・最新知見を反映した定期的な評価
- ・必要に応じた保全措置

ただし、数万年を超える長期間にわたり事業者を規制して管理させることにより安全を確保することは現実的でない。このため、事業者が離隔や閉じ込めの措置を完了し、原子力規制委員会が、当該措置に問題がないこと、規制期間終了後において防護上の問題を生じうるような状態に至ることは合理的に想定し得ないこと等を確認した上で、規制は有限の期間で終了する⁶。

許可基準規則においては、「廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること」を求めており、この「廃止措置の開始まで」の期間として、解釈において、埋設の終了後300～400年以内を目安としている。当該期間の設定の考え方は以下のとおり⁶。

- ・我が国において、ピット処分については、既に300年にわたる事業期間を想定した事業が民間の事業者に対して許可されており^(注8)、埋設の終了後300～400年程度の間において事業者が存続することを想定することは、実質的に可能と考えられることから、これを上限とする。

^(注8) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について（中間報告）（昭和61年12月19日、原子力安全委員会放射性廃棄物安全規制専門部会）において、「濃度の低減を期待する期間は、フランスにおける浅地中処分の管理期間（300年）を参考にすることとする。」という方針が示され、後にピット処分に係る安全審査指針（放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方（昭和63年3月17日、原子力安全委員会）の解説において「人工構築物を設置した廃棄物埋設施設に埋設する場合は、原子炉施設から発生する廃棄物中に含まれる放射性物質のうち、放射エネルギーが多く、廃棄物埋設施設の放射線防護上重要なコバルト60、セシウム137等は、300年～400年経過すれば一千分の一から一万分の一以下に減衰し、これらの放射エネルギーは極めて少なくなることや、外国における例も参考として「有意な期間」としては、300年～400年をめやすとして用いることとする。」とされている。

2.4.4 廃棄物埋設地及びその周辺の掘削の制限

規制期間終了後には事業者の存続が保証されないため、事業者による監視等を期待することはできない。これは、廃棄物埋設地に擾乱を及ぼす人間活動が制限されない状況を意味する⁶。

将来の人間の行動を具体的に予測することは難しく、また仮に掘削行為が行われた場合には影響が大きくなる可能性があるため、事業者に要求する対策に加え、掘削の発生可能性をさらに低くするために可能な措置は講じるべきという観点⁶から、許可なく掘削を行うことを禁じる制度が定められている。

原子力規制委員会は、中深度処分の事業開始前に、当該事業に係る廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の区域並びにこれらの地下について一定の範囲を定めた立体的な区域を指定し（原子炉等規制法第 51 条の 27）、当該区域については、規制期間終了後にわたって、原子力規制委員会の許可を受けずに土地を掘削することは禁じられる（規制期間中における当該事業者による掘削を除く。）（原子炉等規制法第 51 条の 29）^(注9)。

また、事業者は、廃止措置の終了時に、上記区域に関する記録を原子力規制委員会に提出することとされており、原子力規制委員会はこれを永久に保存することとされている（原子炉等規制法第 51 条の 28）。

2.4.5 不測の事態に対する国による措置等の必要性

2.4.3 に示したように、中深度処分の事業者規制期間は、埋設の終了後 300～400 年程度に及ぶことが見込まれ、また、2.4.2 (3)の廃棄体の埋設段階の終了以降においては事業そのものによる収入が期待できないことから、事業費用の確保に係る見通しの不確実性は他の原子力施設に比べて高い⁶。

また、当初予期されていなかった放射性物質の異常な漏えいが発生した場合、事業者は状況に応じた補修等を講じる必要があるが、補修等の有効な措置を採ることができない場合には廃棄体の回収に至ることも考えられる。万一、埋設の終了後においてこのような状況に至った場合、中深度処分の廃棄体は浅地中処分よりも深い地中に埋設されることから、浅地中処分の場合に比べて技術力と多大な費用を要することが予想される⁶。

このように、中深度処分の事業者は、事業の長期性及び万一の異常時への対応も念頭に、規制終了時点まで安定的に存続している必要がある。

規制の考え方⁶においては、これをより確実なものとするため、例えば、資金の確保に関する措置や業務困難な場合等の不測の事態への措置等が国（例えば、放射性廃棄物の埋

^(注9) 掘削の制限については、偶発的な掘削を防止するための根幹的な対策としての深度の確保等の設計上の対策を事業者に要求することとした上で、更に掘削の蓋然性を低減するために設けられているものであり、掘削行為に対する安全の確保を制度のみに依存するという考え方ではないため、「処分施設の安全は、専ら制度的管理に依存してはならない」とする IAEA の安全要件 SSR-5³³ と不整合はない。

また、「使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約（合同条約）」³⁴においては、閉鎖後の制度的な措置として、記録の保存や、必要な場合には監視、立入制限等の能動的又は受動的な制度的管理が実施されることとあり、掘削行為を禁止する制度を設けることは、本条約とも整合的と考える。

設に係る政策を所管する当局)により適切に講じられること、あるいはこれらと同等の効果をもつ手当がなされることについて検討される必要がある旨の指摘を行っている^(注10)。

(規制の考え方⁶ p.2, 3, 19, 41, 42 より、抜粋・一部記載を修正)

^(注10) 地層処分に関しては、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）において、処分業務に係る拠出金及び業務困難の場合の措置について定められている（同法第 11 条及び 74 条）。

3. 中深度処分に係る主な規制基準等の考え方

3.1 規制要求の考え方及び放射線防護基準

3.1.1 長期の安全確保のための規制要求の考え方

中深度処分で取り扱う廃棄体は固体状であり、原子力発電所のような核反応の制御を行う必要がないため、静的な安全対策（外部からの信号や動力等によって能動的に所定の機能を発揮する設備類を要しない安全対策であることを指す。）を要するものである。一方、埋設した廃棄体に含まれる放射性物質の放射能の十分な減衰に要する期間が長期にわたることから、事業者に対し、2.4.2 (3)に示した事業者規制期間（埋設の終了後 300～400 年以内）を大きく超える長期にわたって想定される事象への設計上の対策を要求する必要があるとの特徴を有する⁶。

規制期間中については、公衆と生活環境に対するリスクを十分に低減するための設計に加え、事業者が適切な能動的管理を行うことが要求されている（原子炉等規制法第 51 条の 16 第 2 項）。

また、規制期間終了後に発生が合理的に想定できる範囲内の事象への事前対策として、廃棄物埋設地を設置する位置等に関し、次の事項が必須のものとして要求されている（許可基準規則第 12 条第 1 項第 1 号及び第 2 号並びに同条第 2 項）。

- ・断層運動、火山現象その他の自然現象により人工バリアの著しい損傷が生じるおそれがないものであること。
- ・侵食により地表からの深さが 70 メートル未満に減少するおそれがないものであること。
- ・有用な鉱物資源等が存在する場所を避けること。
- ・廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。
- ・廃棄物埋設地の周辺の環境、構造その他の主要な事項において異なる内容を含む複数の案（廃止措置の終了後における当該廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動（当該移動した放射性物質の更なる移動を含む。）を十分に抑制することができる設計に限る。）を比較検討した上で、策定されたものであること。

ただし、上述のとおり、規制期間終了後における安全確保が必要な期間は長期に及び、また事業者による保安のために講ずべき措置は行われなくなることになるため、それに伴う事象の不確実性を考慮する必要がある。このため、規制期間終了後の事象に関しては、安全確保上必須なものとして要求する対策を実施することにより合理的には想定する必要がないほど発生可能性が低いと考えられる事象についても、不確実性と影響が大きい事象についてはあえてこれを想定した規制要求が行われている⁶。

この規制要求は、いわゆる「念のため」の要求と位置付けられ、例えば、規制期間終了後における人為事象である掘削行為^(注11)に対して適用される⁶。理由は以下のとおり。

- ・掘削行為による廃棄物埋設地の擾乱に対しては、深度の確保による廃棄物と公衆との離隔により発生可能性を低減することが根幹的な対策であり、更に以下の措置が講じられることから、本来発生を想定する必要はない⁶。
 - ▶ 有用な鉱物資源等が存在する場所を避けること（3.2.4 参照）。
 - ▶ 廃棄物埋設地の存在を認知しやすくする標識の設置（3.6.4 参照）。
 - ▶ 規制期間終了後にわたり廃棄物埋設地の掘削は制度的に制限されること（2.4.5 参照）^(注12)。
- ・しかし、仮に掘削行為による廃棄物埋設地の擾乱が発生した場合には影響が大きくなる可能性がある。このため、掘削によって地表と廃棄物を短絡する経路が形成されたとしても、その影響が及ぶ廃棄物に含まれる放射性物質の量が限定され、埋設した廃棄物全体に及ぶことなく放射性物質の漏出量が抑えられるよう、念のための要求として、掘削による廃棄物埋設地の擾乱の発生をあえて想定したとしても周辺公衆に対する影響が甚大なものとならないことの確認を求める^{6,35}。

他方、3.2 に後述する断層運動や火山現象といった自然現象には大きな不確実性があるが、適切な調査と最新の科学的知見をもって廃棄物埋設地の設置場所を選定することにより、不確実性を低減することが可能であると考えられるため、仮にこれらの事象が発生した場合を想定した念のための対策は要求されていない⁶。

例えば火山の発生による廃棄物埋設地へのマグマの貫入に伴う地表への放射性廃棄物の噴出等を仮想して、公衆の線量を計算するような、いわゆる稀頻度事象シナリオ評価を行い、線量計算の結果によって設計の妥当性を判断する方法も提唱されている^{36,37}。しかし、評価を行うに当たってのシナリオ設定（例えば、どのような規模の火道を考え、埋設した総放射能のうちどの程度が地表へ運ばれるか等）やパラメータ設定の不確かさは極めて大きく、これらの設定次第で評価結果はどのようにでも変わることから、当該評価の結果は

^(注11) 廃棄物埋設地の存在を認知しないで行われる偶発的な掘削と、廃棄物埋設地の存在を認知した上で行われる意図的な掘削（意図せず失敗した場合や悪意のある場合を含む。）がある。

また、掘削による廃棄物埋設地の擾乱が生じると、掘削の当事者だけでなく周辺公衆も被ばくする可能性がある。意図的な掘削の当事者については当事者自身が防護策を講じるものと考えられる。

なお、意図的な掘削行為については、国際的には、例えば IAEA の安全要件 SSR-5³³ では「処分施設または、その廃棄物を故意に擾乱する活動に参加する権限のあるいかなる個人に関わる線量およびリスクも、この状況において、その様な活動は、計画被ばく状況を構成するものであるので、考慮する必要はない。」としている。また、悪意のある掘削行為についても、深度の確保は障壁を設けるという意味である程度有効であると考えられる。

^(注12) 原子炉等規制法に基づいた掘削を禁じる制度は国によって措置されるものであることから、国（政府機能）が存続する限り維持することは可能なものと考えられる。一方で、制度的な措置であるが故に、様々な要因によって、いつかの時点で失われることも考えられる。また、監視を伴う措置ではない。このため、本制度の有無や維持が期待される期間にかかわらず、掘削行為を防止するための設計上の対策や念のための対策を事業者に求めることとされている⁶。

施設設計に対して有益な情報を与えない⁶。

すなわち、中深度処分に係る規制基準は、断層や火山が廃棄物埋設地を直撃することを仮想したシナリオ評価で安全性を判断するという考え方はとらず、廃棄物埋設地を設置する場所の選定という設計上の対策を厳格に要求しその妥当性を確認するとの考え方がとられている⁶。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.9-10, pp.43-44.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ pp.32-33.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ p.24.

3.1.2 放射線防護基準

公衆の防護の指標としては公衆への放射線影響を用いることとし、具体的な基準は、IAEA 及び国際放射線防護委員会（以下「ICRP」という。）の国際基準を勘案して設定されている。また、将来の公衆の食物や飲料物、その摂取量等の生活様式を予測することは困難であるが、将来の個人若しくは集団に対しては少なくとも現世代と同じ防護レベルを確保すべきとの ICRP 勧告 Publ.81³⁸を踏まえ、現在の生活様式を有する公衆に対し、放射線影響に係る基準に適合することをもって将来の公衆への影響を判断する⁶。

(1) 規制期間中の放射線防護基準

規制期間中については、平常時における廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により公衆の受ける線量が、廃棄施設からの放射性物質の放出により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度（1 ミリシーベルト／年）を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable（ALARA）の考え方の下、実効線量で 50 マイクロシーベルト／年以下であることを防護基準とする（解釈第 8 条 1）。

また、廃棄物埋設施設に異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう、異常時における公衆の受ける線量が 5 ミリシーベルト以下であることを防護基準とする（解釈第 11 条 1）。

(2) 規制期間終了後の自然事象に対する放射線防護基準

規制期間終了後の自然事象に対する放射線防護基準については、科学的に合理的な範囲内の事象に対して、公衆の受ける線量が線量拘束値である 300 マイクロシーベルト／年を超えないこととする（解釈第 12 条 8 イ）。

(3) 規制期間終了後の人為事象に対する放射線防護基準

規制期間終了後には、放射性廃棄物を取り扱うための地上施設は存在しない。このため、人為事象として考慮すべきは、人間活動に伴い直接的又は間接的に廃棄物埋設地が擾乱を受けるおそれがある掘削行為である⁶。

3.1.1 に示したように、規制期間終了後における掘削による廃棄物埋設地の擾乱は、本来発生を想定する必要はない仮想的な事象と位置付けられる。

したがって、その線量基準は、上記(2)に示した科学的に合理的な範囲内の事象に対する線量基準である 300 マイクロシーベルト/年と同等の水準である必要はない⁶。掘削による廃棄物埋設地の擾乱を想定した事象に対する線量基準については、3.4.1(3)に後述する。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.8-9, pp.15-16, pp.38-40.
- ・平成28年度第61回原子力規制委員会 資料7「廃棄物埋設（中深度処分）に係る放射線防護基準について」（平成29年2月15日）¹¹ 別添pp.11-12.

3.2 廃棄物埋設地の位置に関する要求

3.2.1 断層等

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、断層や地すべり（以下これらをまとめて「断層等」という。）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13)。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。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²²。

他方、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、2.4.1 に示した低透水層や低拡散層のせん断や破壊による人工バリアの機能喪失や人工バリアの中に定置されている放射性廃棄物の擾乱が生じるおそれがある²²。

また、規模の大きい断層に関しては、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 HLW の地層処分の研究³⁹において以下のように指摘されている。

- ・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。

^(注13) 低透水層として使用が想定される代表的な人工バリアであるベントナイトは粘土系材料であり、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（膨潤）することで透水係数が小さくなる特徴を有する。このベントナイト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も期待される。

- ・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。

このように、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。さらに、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²²。

こうした人工バリア等の損傷及び生活環境への放射性物質の移動の促進については、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⁴⁰。

以上を踏まえて、規制基準等が次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第 12 条】

- 一 断層運動、火山現象その他の自然現象により人工バリアの著しい損傷が生じるおそれがないものであること。

【解釈】

- 一 人工バリアを、次に掲げる断層等を避けて設置すること。
 - 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のうち震源として考慮する活断層
 - ② 上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域
 - ③ 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のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面
 - ④ 上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい断層

ここで、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。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

二 人工バリアは、廃棄物埋設地の建設・施工時において上記③及び④の断層等が発見された場合には、当該断層等を避けて設置するとの方針としていること。

【審査ガイド】

(1) 「後期更新世以降（約 1 2 ～ 1 3 万年前以降）の活動が否定できない断層等」の調査・評価の方法

- ・「後期更新世以降（約 1 2 ～ 1 3 万年前以降）の活動が否定できない断層等の認定」（解釈第 12 条 1 一）に関し行われた調査・評価の方法の妥当性の確認に当たっては、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（原管地発第 1306191 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定））を準用する。

(2) 「活断層の活動に伴い損傷を受けた領域」の設定の方法

- ・「上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域」（解釈第 12 条 1 一②）が、次のいずれかの方法で設定されていることを確認する。
 - －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。
 - －震源として考慮する活断層の長さを評価した上で、当該断層面からその長さのおおむね 100 分の 1 以内の領域を設定。

(3) 「規模が大きい断層」の判定の方法

- ・廃棄物埋設地において確認された断層が「上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい断層」（解釈第 12 条 1 一④）として考慮する必要がないものと判定されている場合は、その判定に当たり、次のいずれかであることが確認されていることを確認する。
 - －破砕帯の幅が 20～30 センチメートル程度を越えない。
 - －累積の変位量が、おおむね廃棄物埋設地の上端から下端までの長さを超えない。

(4) 事業許可における確認の視点

- ・「後期更新世以降（約 1 2 ～ 1 3 万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち震源として考慮する活断層」（解釈第 12 条 1 一①）及び「上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域」（解釈第 12 条 1 一②）に係る調査が事業許可申請までに適切に実施されていること並びに、それらを避けた場所に人工バリアを設置する設計となっていることを確認する。
- ・「後期更新世以降（約 1 2 ～ 1 3 万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面」（解釈第 12 条 1 一③）及び「上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい

断層」(解釈第12条1一④)については、事業許可後の廃棄物埋設地の建設段階においてそれらが廃棄物埋設地の設置場所に確認された場合の対応として、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技術的に可能と見込まれることが示されていることを確認する。

岩盤等の変位に伴う人工バリアの損傷防止の観点から避けるべき断層等については、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であり、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」すなわち上記解釈一①及び③を避けることによって、3.3.4に後述する人工バリアの漏出防止機能の維持を要求する事業者規制期間(埋設の終了後300~400年以内)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。また、上記解釈一①の震源として考慮する活断層については、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である²²。

一方、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である。規模の大きい断層であっても、破碎帯^(注14)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。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根拠が示されれば避ける必要はないが、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、上記解釈一④では規模の大きい断層を一律に避けることとしている²⁴。

これにより、原子力発電所等の原子力施設では考慮する必要のない古い断層が、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と考えられる²²。

上記解釈一①及び②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こととなる²²。

- ・震源として考慮する活断層は、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考えられること。

(注14) 破碎帯については、例えば、「狩野謙一、村田明広『構造地質学』(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(shearzone)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サイト(cataclasite)である。」とされている。

- ・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と考えられること。

上記解釈一③及び④に該当する断層等については、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こと及び以下の点を踏まえ、事業許可後の建設段階における掘削時に断層等が確認された場合は詳細に調査を行った上で、上記解釈一③又は④に該当する断層等であると確認された場合には、その破碎帯を避けて人工バリアを設置することを求めている。また、この方針及びそれが可能な見込みであることを事業許可の時点で明確にしておくため、予め事業許可申請書に記載することを求めている²²。

- ・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場合があること。
- ・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こと。

上記審査ガイドの(2)では、上記解釈一②の「活断層の活動に伴い損傷を受けた領域」の範囲として、断層運動に伴う影響範囲の幅(W)と断層の長さ(L)には、一定の相関関係($W/L \approx 10^{-2}$)が存在するという経験則⁴¹を踏まえ^(注15)、かつ保守的に、上記解釈一①の断層面からその長さのおおむね100分の1以内の領域(すなわち断層の両側では断層長さの50分の1以内の領域)を設定することとしている。

上記審査ガイドの(3)では、上記解釈一④の「規模が大きい断層」として考慮する必要がないと判定してよい目安の例を記載している。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もよるが、以下を踏まえて、「破碎帯の幅が20~30センチメートル程度を越えない」又は「累積の変位量が、おおむね廃棄物埋設地の上端から下端までの長さを越えない」のいずれかとしている²⁴。

(注15) 断層運動に伴う影響範囲の幅と断層の長さとの相関関係について、吉田らは以下のように述べている⁴¹。

「・・・、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。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、VERMILYE and SHOLZ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ど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。」

- ・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ること。
- ・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する。
- ・変位量については、活断層に関する事例（松田（1975）⁴²の Table 1 に記載されているデータ）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る。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「埋設坑道」の径（20メートル程度）を超えていることとした。

このように上記解釈④は保守性の考え方を踏まえた基準であることから、廃棄物埋設地において認められる断層について、上記審査ガイドの（3）に示した2つの目安の例のうちいずれかに該当することが確認されれば、当該断層を避ける必要はないものと考えられる。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和3年度第5回原子力規制委員会 資料4「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）²³ pp.20-26.
- ・令和3年度第6回原子力規制委員会 資料6「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（第2回）」（令和3年4月28日）²⁴ pp.6-22.

3.2.2 火山

火山活動に伴い発生する噴火、火砕流、火山灰の降灰等といった事象のうち、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。このような事象に対しては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⁴⁰。

以上を踏まえて、規制基準等が次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第 12 条】

- 一 断層運動、火山現象その他の自然現象により人工バリアの著しい損傷が生じるおそれがないものであること。

【解釈】

- 三 廃棄物埋設地を、次に掲げる場所を避けて設置すること。
- ① マグマの貫入による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴が存在する場所
 - ② 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内の場所

【審査ガイド】

(1) 火山活動に係る履歴の調査の方法

- ・「第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴」（解釈第 12 条 1 三①）の調査の方法の妥当性の確認に当たっては、原子力発電所の火山影響評価ガイド（原規技発第 13061910 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定））の 3.2(1)及び(2)の規定を準用する。

(2) 火山の活動中心

- ・「第四紀に活動した火山の活動中心」（解釈第 12 条 1 三②）については、第四紀における火山活動に係る火道、岩脈等の分布が調査された上で地表における当該分布の幾何学的な中心位置が設定されていることを確認する。

上記解釈三①及び②は、火山の周辺における側火口分布等の評価や廃棄物埋設地への側火口等の影響評価の不確実性も考慮し、「火山の活動履歴がないこと」及び「活動履歴がある火山から一定距離離すこと」を求めたものであり、このうち②の「おおむね 15 キロメートル以内」は以下を参考としている²⁶。

- ・我が国において、一部の火山を除きマグマが地表に噴出した火口の位置は、その火山を代表する位置を中心としておおむね半径 15 キロメートルの円の範囲に分布すること^(注16)。
- ・我が国で側火山・側火口の数が最大クラスとされている富士山については山頂部から山腹にかけて半径約 13 キロメートルの範囲に 70 以上の側火山・側火口があること。
- ・我が国の最大クラスのカルデラである屈斜路カルデラの長直径は約 26 キロメートル

(注16) 「地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果（地層処分技術 WG とりまとめ）」⁴³の 3.3.1①の図 3.3.1.1 の脚注に、「第四紀火山の中心および個別火山体の分布（第四紀火山カタログ委員会,1999）に基づく、97.7%の火山（収録されている全ての 348 火山のうち、火山の位置が記載されていない、あるいは明らかな誤りがあると思われる 4 つの火山を除く 344 火山）で、火山中心から半径 15km の範囲内に個別火山体が収まっている。」

であること。

また、第四紀火山の活動中心からの距離にかかわらず、第四紀における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴が確認された場所は上記解釈三①に該当するため、当該場所に廃棄物埋設地を設置することはできない。

なお、原子力発電所の火山影響評価ガイド（原規技発第 1912182 号 原子力規制委員会決定）の 5.8 (3) では、「新しい火口の開口については、現在活火山とされている火口周辺の地下構造や対象火山の性質などを考慮し、調査を行うことが必要である」と記載されている。同 5.8 の解説-31 の記述「新たな火口が開口した過去の事例では、ほとんどの火山では新たな火口の開口は火山噴出中心から半径 20 km の範囲にとどまっている」は、同 5.8 の解説として過去の事例⁴⁴を示したものである^(注17)。一方、上記解釈三②の「おおむね 15 キロメートル以内」は、調査を行う範囲に関するものではなく、規制基準として、廃棄物埋設地の設置を避ける範囲を示すものである。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日)²⁰ p.5, p.42, pp.47-48.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」(令和3年9月29日)²⁶ pp.16-20.

(注17) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—(核燃料サイクル開発機構, 1999)⁴⁴及び概要調査の調査・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—(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2007)³⁹では以下のように示されている。

- ・【核燃料サイクル開発機構 (1999) 分冊1 わが国の地質環境, 核燃料サイクル開発機構. 要約の2. 3) ②より】

「火山の周辺では、地下に存在するマグマや高温岩体からの熱による地温の上昇や揮発成分の混入による地下水の水質変化などが起こっている。全国規模の地温勾配図やいくつかの火山地域での事例研究によれば、そのような影響が及ぶ範囲は、火山の噴出中心から数 km～20km 程度までである。」

- ・【産業技術総合研究所地質調査総合センター (2007)³⁹ 第3章の5. より】

「既存の火山で起こる将来の噴火の直撃を避けるためには、火山からある程度の距離が必要である。ここで対象とする火山は、将来 10 万年や 100 万年の期間を念頭に置くと、噴火履歴の短さから活火山だけでは不十分で、第四紀火山を対象にする必要がある。火山の中心火道から地下でマグマが割れ目を作りながら側方に移動（貫入）し側噴火が起きた範囲は、側火口として地形的に認識できる。核燃料サイクル開発機構 (1999) は、側火口分布から火山中心から概ね 20km 以内を噴火可能性範囲として示したが、これは陸域地表で認識出来たもののみを対象としていることに注意しなければならない。実際、三宅島 2000 年 噴火では火山中心から 40km 以上もマグマが側方に貫入したことが地球物理学的に捉えられている (酒井ほか, 2001)。マグマの貫入事件は火山性の群発地震として観測可能であり、これまでに火山噴火予知連絡会報に掲載された全ての震源分図から地震発生範囲を読み取ったものが図 3-5 である。噴火可能性範囲である震源域は火山毎に大きく異なり、特に三宅島・伊豆大島・神津島・東伊豆単成火山群・八丈島のような伊豆弧の火山や雲仙火山で広がり大きい。これらと比べると他の火山での震源域の広がり小さく、火山中心から 20km 内に収まっている。」

3.2.3 侵食を考慮した深度の確保

廃棄物が埋設された廃棄物埋設地と公衆との十分な離隔を確保するための根幹的な対策は十分な深度の確保⁶であるが、侵食によって深度が減少すると、廃棄物埋設地が生活環境に相対的に接近するおそれがある。

このため、廃棄物埋設地の位置について、将来想定される侵食による深度の減少を考慮しても、離隔に必要な深度を確保することが必要である。

以上を踏まえて、規制基準等が次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第12条】

二 侵食により地表からの深さが七十メートル未満に減少するおそれがないものであること。

【解釈】

2 第1項第2号の規定は、廃棄物埋設地の位置について、隆起・沈降及び気候変動による大陸氷床量の増減に起因する海水準変動を考慮した侵食（廃棄物埋設地の近くに、河川がある場合は下刻の進展に伴って谷幅が広がる側方の侵食も考慮し、海岸がある場合は海食による侵食も考慮する）による10万年間の深度の減少を考慮しても、10万年後において廃棄物埋設地を鉛直方向に投影した地表面のうち、最も高度の低い地点から廃棄物埋設地の頂部までの距離が70メートル以上であることを求めている。

【審査ガイド】

(1) 侵食による深度の減少に係る調査・評価の方法

・「隆起・沈降及び気候変動による大陸氷床量の増減に起因する海水準変動を考慮した侵食（廃棄物埋設地の近くに、河川がある場合は下刻の進展に伴って谷幅が広がる側方の侵食も考慮し、海岸がある場合は海食による侵食も考慮する）」（解釈第12条2）の量（鉛直変位量）について、文献調査、物理探査、ボーリング調査等により過去に形成された地形面と現在の地形面とのオフセット量の系統的な評価・解析や、氷期-間氷期サイクル1回以上を経た地形面を用いた変動量の評価の結果を踏まえ、設定されていることを確認する。

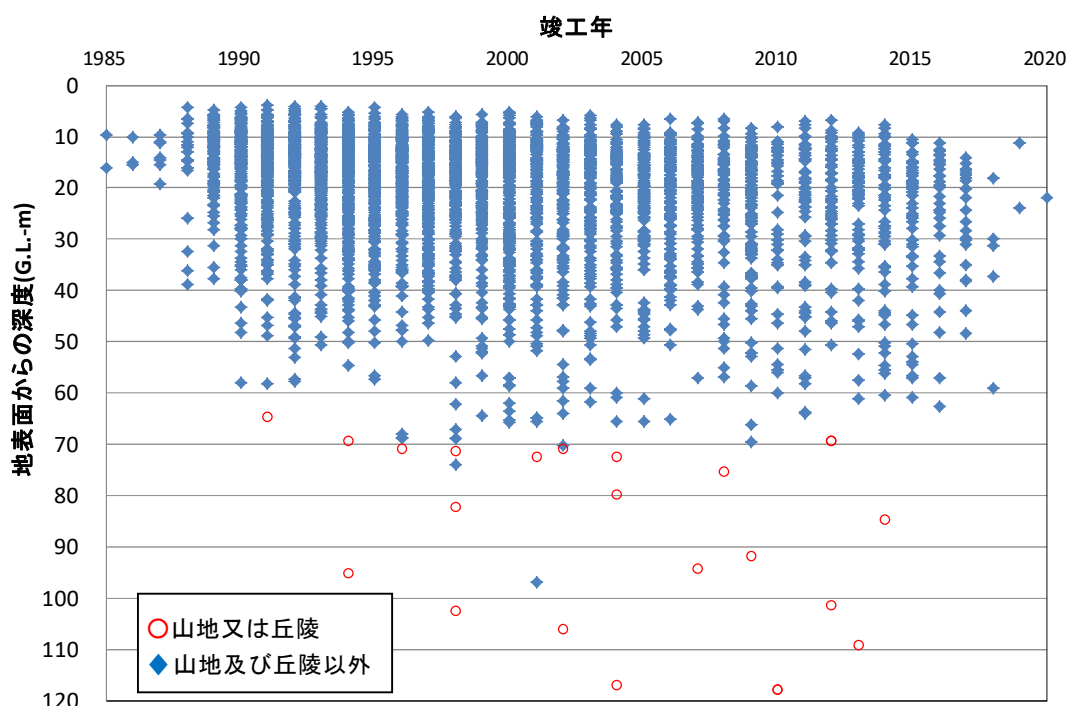
(2) 廃棄物埋設地の頂部から地表面までの距離の測定方法

・「廃棄物埋設地を鉛直方向に投影した地表面のうち、最も高度の低い地点から廃棄物埋設地の頂部までの距離が70メートル以上であること」（解釈第12条2）について、廃棄物埋設地が複数の埋設坑道から構成されている場合は、個々の埋

設坑道について、鉛直方向に投影した地表面のうち最も高度の低い地点から当該埋設坑道の頂部までの距離が70メートル以上であることが確認されていることを確認する。

公衆からの離隔に必要な深度については、我が国における既存の地下利用のうち、インフラ開発（石油・ガス備蓄基地）のような極めて事例が少ないものや資源開発、学術調査のための開発のような特殊で高度な技術を要するものを除いた一般的な地下利用であって、廃棄物埋設地の大規模な損傷を引き起こすおそれがあるものとして、トンネル施工を参考としている⁶。

上記規則における70メートルという深度は、我が国におけるシールド工法によるトンネル施工深度の実績（図3.1）から、地表の高低差が50メートル以上と判断される山地又は丘陵を除いて、ほとんどの施工深度が70メートル以下（山地又は丘陵を除いた深度の平均値+3 σ = 54.5メートル）であることを踏まえている⁶。



出典) 原子力規制委員会⁶

図 3.1 シールド工法によるトンネル施工の深度と竣工年^(注18)

Fig. 3.1 Relation between depth of tunnels excavated by shield tunneling method and its completion year

注) 引用元の図の凡例に「山地及び丘陵以外」を追記した。

^(注18) 2020年までの計画を含むシールド工法技術協会工事実績データ集に基づき、原子力規制庁で作図。「山地又は丘陵」とは、山地又は丘陵の地表からの深度であることを確認したもの（ここで、地表の高低差が50メートル以上と判断されるものを山地又は丘陵としている。）。

また、上記解釈において侵食を考慮する 10 万年という期間は、以下に示す我が国における地殻変動の特性及び代表的な中深度処分の対象廃棄物である炉内等廃棄物の放射能特性を踏まえたものである⁶。

- ・我が国における現在の地殻変動の状態を合理的に外挿可能と考えられる期間は将来 10 万年～数 10 万年程度であり、この期間であれば、隆起や侵食の相互の結果として示される変位量について、過去の段丘面の調査等に基づき、現在までの状況を将来に外挿することについては合理的であると考えられる。
- ・炉内等廃棄物の平均放射能濃度を踏まえると、当該廃棄物に含まれる短半減期核種（Co-60 等）は数百年でおおむね減衰し、その他の核種の多くは数千年から 10 万年程度でおおむね減衰する。一部の核種（例えば、Ni-59、Tc-99、Cl-36 等）は、10 万年後でも比較的高い放射能濃度を維持するが、これらは主に β 線又は X 線を放出する核種であり外部被ばくの影響は小さいという特徴を有する。

上記審査ガイドの（2）は、図 2.3 (a)に示したように、廃棄物埋設地が複数の埋設坑道から構成されている場合においては、個々の埋設坑道について、鉛直方向に投影した地表面のうち最も高度の低い地点から当該埋設坑道の頂部までの距離が 70 メートル以上であることを確認することを示している。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p15, pp.35-37
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p42.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.21-22.

3.2.4 鉱物資源等

3.1.2 に示したように、中深度処分の廃棄物埋設地を含む一定の区域は指定廃棄物埋設区域に指定され、規制期間終了後にわたり許可なく掘削することが禁止されるが、この制度は能動的な監視を伴うものではないため、指定廃棄物埋設区域であることに気づかずに掘削が行われる可能性は否定できないと考えられる。

特に、有用な鉱物資源や地熱資源（以下「鉱物資源等」という。）が存在し、その掘採が経済合理性のあるものである場合には、掘削が行われる蓋然性が高くなると考えられる。

このため、資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源等が現に存在している場所を避けた地点を選定する必要がある⁶。

以上を踏まえて、規制基準等が次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則】

- 三 鉱物資源又は発電の用に供する地熱資源の掘採が行われるおそれがないものであること。

【解釈】

- 3 第1項第3号の規定は、廃棄物埋設地の位置について、資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源の鉱床の存在を示す記録が存在しないこと並びに地温勾配が著しく大きくないことを求めている。ここで「鉱物資源」とは、鉱業法（昭和25年法律第289号）第3条第1項に規定されているものをいう。

【審査ガイド】

(1) 鉱物資源の鉱床の存在を示す記録

- ・「資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源の鉱床の存在を示す記録が存在しないこと」（解釈第12条3）について、公的研究機関が取りまとめたデータベース等を対象に調査されていることを確認する。

(2) 発電の用に供する地熱資源の掘採

- ・「地温勾配が著しく大きくない」（解釈第12条3）について、次のことが確認されていることを確認する。
 - －文献調査の結果を踏まえ、廃棄物埋設地が設置される地点における地温勾配（地下増温率）が100℃/キロメートルを大きく超える記録が確認されない、又は廃棄物埋設地が設置される地点で測定された地温勾配が100℃/キロメートルを大きく超えない。
 - －廃棄物埋設地の周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する蒸気井が設置されていない。

量や品位を問わなければ鉱物資源はどこにでも存在するが、掘採が行われるかどうかは経済合理性にも依存すると考えられる。上記規則及び解釈の鉱物資源（鉱業法に規定され

ているもの^(注19)に関する規定は、資源採取を目的とした掘削行為を誘発することを避けるため、事業許可時点において「資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源の鉱床の存在を示す記録」が存在しないことを求めている。

上記規則及び解釈の地熱資源に関する規定も、鉱物資源と同様に、資源採取を目的とした掘削行為を誘発することを避けるためのものであるため、「発電の用に供する地熱資源」とは、その利用が経済合理性のあるもの、すなわち比較的出力の大きい発電が合理的に可能な地点を対象としている。

地熱発電は、大きく分けると、発電用のタービンを回すために地下の高温の蒸気や熱水を直接利用する方法（シングルフラッシュ方式（以下「SF方式」という。）、ダブルフラッシュ方式（以下「DF方式」という。）及びドライスチーム方式（以下「DS方式」という。））と、沸点の低い別の流体を利用する方法（バイナリ方式（以下「B方式」という。））がある⁴⁵。

このうち、前者のSF方式、DF方式及びDS方式は、地下の地熱貯留層から蒸気や熱水を取り出し直接利用する方式であり、承気等を取り出すための井戸は「蒸気井（生産井）」と呼ばれている。我が国におけるこれらの方式による地熱発電所の多くは出力1万kWを超えるものである（表3.1）^{45,46}。

現にSF方式、DF方式及びDS方式による地熱発電が行われている地点にはその採掘が経済合理性のある地熱資源が存在することが明らかであることから、第2、第3の地熱発電が行われる蓋然性が高いと考えられる。

このため、廃棄物埋設地の設置場所として避けるべきは、SF方式、DF方式及びDS方式による発電が既に行われている（すなわち周辺に蒸気井が設置されている。）、又は同方式による発電や開発が行われるおそれがある（すなわち地温勾配が著しく大きい。）地点であることが目安となると考えられる（著者らの考え）。

なお、表3.1には、地図から読み取った発電所と最寄りの火山からのおよその距離を示した。表3.1に示したSF方式、DF方式及びDS方式の地熱発電所は、いずれも火山から10キロメートル以内の場所に設置されている。3.2.2に示した解釈三②により、廃棄物埋設地は第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね15キロメートル以内の場所には設置されないことから、実質的には当該火山に係る基準によって、SF方式、DF方式及びDS方式による発電が既に行われている場所への廃棄物埋設地の設置は避けられることになる。

^(注19) 鉱業法（昭和25年法律第289号）第3条第1項に定義されている鉱物

・金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、そう鉛鉱、すず鉱、アンチモニー鉱、水銀鉱、亜鉛鉱、鉄鉱、硫化鉄鉱、クロム鉄鉱、マンガン鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、ひん鉱、ニッケル鉱、コバルト鉱、ウラン鉱、トリウム鉱、りん鉱、黒鉛、石炭、亜炭、石油、アスファルト、可燃性天然ガス、硫黄、石こう、重晶石、明ばん石、ほたる石、石綿、石灰石、ドロマイト、けい石、長石、ろう石、滑石、耐火粘土（ゼーゲルコーン番号三十一以上の耐火度を有するものに限る。）及び砂鉱（砂金、砂鉄、砂すずその他ちゅう積鉱床をなす金属鉱をいう。）

表 3.1 我が国における SF 方式、DF 方式及び DS 方式並びに出力 1,000 kW を超える B 方式による地熱発電所

Table 3.1 Geothermal power plants whose types are single-flash, double-flash, dry-steam and binary (over 1,000 kW) in Japan

| 発電所名 | 都道府県 | 発電方式 | 認可出力 (kW) | 最寄りの火山からの距離(km) |
|-------------|------|------|-----------|-----------------|
| 森発電所 | 北海道 | DF | 25,000 | 1.7 |
| 松川地熱発電所 | 岩手県 | DS | 23,500 | 7.2 |
| 葛根田地熱発電所 | 岩手県 | SF | 50,000 | 3.6 |
| | | SF | 30,000 | |
| 澄川地熱発電所 | 秋田県 | SF | 50,000 | 2.8 |
| 大沼地熱発電所 | 秋田県 | SF | 9,500 | 3.7 |
| 上の岱地熱発電所 | 秋田県 | SF | 28,800 | 4.1 |
| 鬼首地熱発電所 | 宮城県 | SF | 15,000 | 2.7 |
| 柳津西山地熱発電所 | 福島県 | SF | 65,000 | 1.7 |
| 八丈島地熱発電所 | 東京都 | DF | 3,300 | 8.2 |
| 杉乃井地熱発電所 | 大分県 | SF | 1,900 | 0.6 |
| 大岳発電所 | 大分県 | SF | 12,500 | 3.2 |
| 八丁原発電所 | 大分県 | DF | 55,000 | 4.4 |
| | | DF | 55,000 | |
| | | B | 2,000 | |
| 滝上発電所 | 大分県 | SF | 27,500 | 6.3 |
| 菅原バイナリー発電所 | 大分県 | B | 5,000 | 3.8 |
| 九重地熱発電所 | 大分県 | SF | 990 | 3.7 |
| 岳の湯地熱発電所 | 熊本県 | SF | 50(休止中) | 2.7 |
| わいた地熱発電所 | 熊本県 | SF | 1,995 | 2.6 |
| 大霧発電所 | 鹿児島県 | SF | 30,000 | 2.2 |
| 山川発電所 | 鹿児島県 | SF | 25,960 | 6.8 |
| メディポリス指宿発電所 | 鹿児島県 | B | 1,410 | 4.5 |

出典) 環境省⁴⁶

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.15
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日)²⁰ pp.6-7, p.42.

3.2.5 その他の自然現象

3.2.1~3.2.4 以外の自然現象のうち、廃棄物埋設地の設置場所に関して考慮すべきものについては、その有無も含めて、廃棄物埋設地の立地地点の候補地が明らかになった段階で検討することとなると考えられる。

具体的な自然現象としては、例えば、大規模マスマーブメント(地崩れ、地滑り、岩盤

クリープであって、重力による移動土塊（岩塊）量が 1000 万立方メートルを超える巨大崩壊及び 100 万～1000 万立方メートルの準巨大崩壊による規模のものをいう。）や泥火山が挙げられる⁴⁷。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・ 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第27回会合（平成29年11月2日）

⁴⁷ 参考資料27-1-1, p11

3.3 廃棄物埋設地等の構造及び設備に関する要求

3.3.1 耐震

廃棄物埋設地及び坑道（以下「廃棄物埋設地等」という。）の支保工等の支持構造物は、直接的な安全機能（廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの（許可基準規則第2条第2項第1号）を有してはいないものの、これらが損傷すると、人工バリアや廃棄体に損傷を与える要因となる上に、地下における作業性も損なわれるおそれがある¹⁹。

また、廃棄物埋設地への廃棄体の定置開始後に人工バリアが損傷すると、これを修復するためには高線量下での作業が必要となり、作業者の被ばく等の副次的なリスクが増大するおそれがある¹⁹。

このため、地下施設は一般的に耐震上リスクが小さくなると考えられるが、中深度処分の廃棄物埋設地等に対し、廃棄体の受入れから坑道を閉鎖するまでの間における一定の耐震性が要求されている¹⁹。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第4条】

3 中深度処分に係る廃棄物埋設地及び坑道（以下この項において「廃棄物埋設地等」という。）は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から閉鎖措置の終了までの間に当該廃棄物埋設地等に影響を及ぼすおそれがある地震によって作用する地震力に十分耐えることができるものでなければならない。

【解釈】

5 第3項に規定する「当該廃棄物埋設地等に影響を及ぼすおそれがある地震によって作用する地震力」としては、廃棄物埋設地等の支持構造物等の評価を保守的なものとするため、第1項に規定する安全機能を有する施設に対して算定される地震力の中で最も厳しいもの（安全機能を有する施設（地上に設置された廃棄物埋設地の附属施設に限る。）に、上記2一のBクラスに分類されるものがある場合には当該施設に適用される地震力、Bクラスに分類されるものがない場合にはCクラスに分類される施設に適用される地震力とする。）を適用すること。ただし、ある発生した地震により安全機能を有する施設（地上に設置された廃棄物埋設地の附属施設に限る。）に生ずる地震力と、当該地震により当該廃棄物埋設地等に生ずる地震力との比率を、当該廃棄物埋設地等を設置する場所から地表面までの地盤構造及び地震動の増幅特性に基づき評価できる場合は、当該比率を考慮した地震力を適用することができる。

上記解釈では、地下施設の耐震に係る特徴及び廃棄物埋設地等の耐震性の重要性を踏まえて、中深度処分の地上施設に対して設定する最も厳しい地震力を廃棄物埋設地等に適用することで、これらの支持構造物等を保守的に評価することとしている²⁰。

耐震性を要求する期間については、以下を踏まえて、廃棄体の受入れ開始から坑道の閉鎖終了までの間とされている。

- ・ 廃棄物埋設地の空間が埋め戻されることにより、元の地盤状態に復するようになることから、空間内に生じる地震力の影響が極めて小さくなる²⁰。
- ・ 排水施設の故障等による水没のような事象とは異なり、地震によって坑道に崩落等が生じた場合、復旧して人工バリアを設置することや適切に閉鎖することが技術的に困難となる場合も考えられることから、坑道の閉鎖が終了するまでの間は、支持構造物等の損傷を防止する必要があると考えられる（著者らの考え）。

また、地上施設の耐震重要性は、敷地境界までの距離や一時的に保管する廃棄体の数量等に依存すると考えられるものの、以下を踏まえると、施設の損傷が生じて公衆に与える放射線の影響は小さいと考えられることから耐震Sクラスに該当しないことは明らかである。このため、廃棄物埋設地等に適用する地震力はBクラス又はCクラスのいずれかとなる²⁰。

- ・ 中深度処分施設において受け入れ、取り扱う放射性廃棄物はピット処分やトレンチ処分の対象廃棄物に比べて放射能濃度が高いものの、廃棄体の形態であるため、廃棄体の取扱いに伴う放射性物質の飛散や漏えいは想定されない。
- ・ 廃棄体には、3.5に後述するとおり、以下のことが求められ、廃棄体は地表から70メートル以上の深度に設置される廃棄物埋設地に定置された後、埋設される。
 - ▶ 液体状や粉状等の放射性廃棄物は容器に固型化してあること
 - ▶ 想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと
 - ▶ 埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること

なお、実用発電用原子炉の耐震重要度分類において、放射性廃棄物を内蔵している設備はBクラスであり、そのうち放射性物質の内蔵量が少ない、又は貯蔵方式によりその破損によって公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さい設備はCクラスに分類される。このため、中深度処分の地上施設の耐震クラスがBクラス又はCクラスに分類されることは、実用発電用原子炉の耐震重要度分類の考え方も整合している²⁰。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日)²⁰ pp.33-34, pp.44-45, pp.48-50.

3.3.2 安全機能を有する施設の維持

廃棄体の取扱いに当たって、公衆や従事者の安全を確保するためには、浅地中処分と同様に、放射線の遮蔽や落下防止等の措置が必要となるが、中深度処分の対象廃棄物の放射能濃度は浅地中処分の対象廃棄物よりも高いことから、廃棄体の取扱いは主に遠隔操作で行われることが想定される^{6,48} (注20)。

このため、廃棄体の取扱中に設備等に不具合や故障が生じた場合、従事者が接近して修理等を行うことが困難な事態となることも考えられる²⁶。

廃棄体の取扱い設備等は、このような事態が発生するおそれがないような設計とすることが必要であると考えられる。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第9条】

- 1 中深度処分に係る廃棄物埋設地の附属施設(安全機能を有する施設に限る。)は、当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

上記規則は、廃棄物埋設地を除く廃棄物埋設施設(すなわち廃棄物埋設地の附属施設)のうち、安全機能を有する施設(廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの(許可基準規則第2条第2項第2号))については、その故障等に伴う従事者の被ばくの発生のおそれや作業の継続が困難となるような事態を引き起こすおそれがないような設計とすることを求めている。

また、「安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができる」ように設計する期間は対象となる設備等の使用期間中であり、一概には定められていないが、廃棄体の取扱い設備等の使用期間は、最大で、廃棄体の定置が完了し、埋設が終了するまでの間と考えられる(著者らの考え)。

なお、廃棄物埋設地の附属施設のうち、安全機能を有する施設に該当する具体的な施設については、施設設計や敷地の広さ、取り扱う廃棄体の放射線量や性状、操業の方法等を

(注20) 例えば、炉内等廃棄物を封入した廃棄体の最大表面線量率は500ミリシーベルト/時が想定されている⁴⁸。

踏まえて事業者が評価し決定することとなる。2.4.1 に示したように、中深度処分の附属施設においては未処理の放射性廃棄物を受け入れて処理することは想定されないこと及び3.5 に後述する廃棄体に関する要求を踏まえると、「その機能の喪失により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの」に該当する施設は想定されないことから、従事者への放射線障害の防止の観点から該当する施設が選定されることとなると考えられる（著者らの考え）。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p.74.

3.3.3 放射性廃棄物の回収

廃棄体の搬入、定置及び定置後の人工バリアの設置作業が行われている間に、廃棄体の落下や何らかの落下物が廃棄体を直撃する等によって、廃棄体に損傷が生じた、又は損傷が生じたおそれがある場合には、当該廃棄体を回収し、除染、廃棄体容器の補修、新たな廃棄体容器への詰め替えなど、必要な措置を講じる必要があると考えられる。

このような補修等の作業は、埋設行為に付随するものとして中深度処分の廃棄物埋設施設で実施されることのほか、以下のような場合も考えられる（著者らの考え）。

- ・中深度処分対象廃棄物を処理することができる廃棄物管理施設に持ち込んで補修等を行う。
- ・原子力発電所など、廃棄物発生施設に送り返し、当該施設において補修等を行う。

いずれの場合においても、損傷が生じた廃棄体の回収及び回収した廃棄体の一時的な保管が必要である。この際、中深度処分の対象廃棄物の放射能濃度は浅地中処分の対象廃棄物よりも高いため、回収等に当たっては、公衆や従事者の安全を確保するための閉じ込めや遮蔽の措置を講じる必要があると考えられる。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第10条】

- 1 中深度処分に係る廃棄物埋設施設は、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において、健全性が損なわれ、又はそのおそれがある廃棄体を回収する措置を講ずることができるものでなければならない。

【解釈】

- 1 第10条に規定する「埋設の終了」とは、廃棄物埋設地に土砂等を充填すること

によりその埋め戻しが終了することをいう。

- 2 第10条に規定する「廃棄体を回収する措置を講ずることができる」とは、廃棄体を安全に回収するための措置を講ずること及び回収した廃棄体を一時的に保管し必要な措置を講ずるための施設を設置することが技術的に可能であることをいう。

上記規則において回収の対象としているのは、埋設予定の全ての廃棄体ではなく、取扱中において健全性が損なわれ、又はそのおそれがある廃棄体（以下「損傷廃棄体」という。）である。

上記解釈は、万一の場合の損傷廃棄体の回収及び回収した損傷廃棄体の保管や補修を行うため、例えば、敷地内に以下のいずれかの施設を設置することが技術的に可能であることの説明を求めるもの²⁰であり、これら施設の設置を要求するものではない²⁰。

- ・補修等を行うための施設
- ・他の原子力施設で補修等を行うための搬送に必要な一時的な保管や簡易的な補修を行う施設

また、回収を容易に行えるようにする設計や、そのためにわざわざ安全機能の性能の劣る人工バリアのオプションの選定を求めるものではない²⁰。

埋設の終了後において、何らかの要因で損傷廃棄体が発生したことが確認された場合、これを回収するためには、掘削や人工バリアの除去等が必要となり、従事者の被ばくリスクの増大や他の健全な廃棄体の損傷を生じさせるおそれがある。このため、上記規則は廃棄体の埋設の終了以降については対象としていない。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.37, p.45.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.14-15, p.73.

3.3.4 人工バリア

埋設した放射性廃棄物から漏出した放射性物質に起因する公衆の被ばくを低減する観点からは、廃棄物埋設地と生活環境の間に存在する天然バリアの機能によって、廃棄物埋設地から漏出した放射性物質の生活環境への移動を抑制できればよいことになる⁶。

しかし、半減期が数10年程度以下の比較的短い放射性物質を廃棄物埋設地の中で減衰

させ、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、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、人工バリアを設置する方法によって、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を求めることが適当である^{6(注21)}。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第 12 条】

四 人工バリアを設置する方法により、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始後において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を有するものであること。

【解釈】

- 4 第 1 項第 4 号に規定する「人工バリア」とは、次に掲げる要件を満たすものをいう。
- 一 人工バリアを設置する環境において（材料管理及び施工管理の方法の見直しを含め）技術的に施工可能なものであること。
 - 二 埋設する放射性廃棄物の性状、当該放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質の特性（放射能濃度、放射エネルギー、半減期及び移動に係るものをいう。）及び人工バリアを設置する環境並びに設計時点における国内外の関連技術等を踏まえて、劣化及び損傷に対する抵抗性に優れたものであること。
 - 三 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が、当該人工バリアの地下水の浸入を抑制する機能、放射性物質を収着する機能その他の特性のうち、一つのものに過度に依存しないものであること。
- 5 第 1 項第 4 号に規定する「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止する」とは、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の終了までの間、地下水の浸入を防止する構造及び放射性物質の漏出を防止する構造が相まって、廃棄物埋設地から放射性物質が漏えいしない状況（工学的に有意な漏えいがない状況）を達

(注21) 人工バリアによる漏出の防止に関する IAEA の安全要件 SSR-5³³における記述

【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. 放射性核種を定められた期間にわたり廃棄物形態およ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 of 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のみ生じるということも確保されなければならない。

成することをいう。

上記解釈 4 一及び二は、人工バリアの設計が、材料管理及び施工管理の方法の見通しも含め、設置される環境において技術的に施工可能なものであることに加えて、人工バリアが設置される地盤の水理学的特性や構造安定性及び地球化学環境、並びに廃棄物埋設地に加わる土圧及び水圧を踏まえた劣化や損傷に対する抵抗性も考慮し、国内外の最新の規格を始め、類似の廃棄物処分場に用いられている、又は検討されている人工バリアの設計（ただし、特殊なものを除く）に照らして、優れたものとするを求めている²⁰。

上記解釈 4 三は、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が、以下に示すような特性を有する機能によって達成され、一つの機能に過度に依存しないこととしている。これは、必ずしも異なる人工バリア材を複数用いることを意味しているわけではなく、同じ人工バリア材が複数の機能を有している場合も考えられる（著者らの考え）。

- ・ 廃棄物埋設地に浸入する地下水を制限する「低透水性」（例えば図 2.3(a)の低透水層）
- ・ 地下水や放射性物質の移動を妨げる「遮断性」
- ・ 緻密な空隙構造により廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動を抑制する「低拡散性」（例えば図 2.3 (a)の低拡散層）
- ・ 放射性物質を収着して放射性物質の移動を抑制する「収着性」

また、上記解釈 5 では、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止を求める期間として、廃止措置の終了までの間、すなわち埋設の終了後 300～400 年以内としている。当該期間の考え方は以下のとおりであると考えられる（著者らの考え）。

- ・ 半減期が数 10 年程度以下の放射性物質（以下「短半減期核種」という。）の大部分を廃棄物埋設地の中で減衰させられる期間⁶であること。
- ・ 当該要求期間中においては、廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えいの監視を求めることとすること（許可基準規則第 15 条）。
- ・ 漏えいの監視を求める期間としては、2.4.3 に示した事業の継続性の観点から考慮すること。

なお、事業者が、廃棄体自体に人工バリアとしての機能を期待する場合には、その性能を事業許可申請書に記載する（事業規則第 2 条第 1 項第 1 号）とともに、事業許可後の廃棄物確認（原子炉等規制法第 51 条の 6 第 2 項）において、許可されたとおりのものであることについて、原子力規制委員会の確認を受けることとなる。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・ 規制の考え方⁶ p.13.
- ・ 令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.43.
- ・ 令和3年度第17回原子力規制委員会資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る

規則等の改正案」(令和3年6月30日)²⁵ p.72.

- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」(令和3年9月29日)²⁶ pp.23-24.

3.3.5 監視測定設備

3.3.4 に示した基準により、廃止措置の終了までの間は廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出が防止される。

この際、人工バリアの設置が行われた時点の知見では想定し得なかった技術上の問題等に起因し、結果として設計上の問題や施工の不具合が発生する可能性が全くないわけではないことから、人工バリアの施工の不具合等による異常な漏えい又はその徴候について監視測定(以下「放射線モニタリング」という。)を行うための設備を設置する必要がある⁶。

また、埋設の終了後や閉鎖措置の終了後における地下水位の回復、地下水が人工バリアに接触することによる低透水層の膨潤や地下水の水質変化には、長期間を要すると考えられる。このため、地下水の状態に加えて、設置された人工バリアや確認可能な範囲における天然バリアが設計を逸脱することなく期待された性能を発揮している、又はその見通しがあることを事業者が確認し、3.6.2 に後述する定期的な評価に必要なデータを取得するため、廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地及びその周辺の地質環境に係る物理的・化学的特性、人工バリアの性能や人工バリア及び天然バリアの機能に関する地下水の状態等の確認のためのデータ取得(以下「地下水等モニタリング」という。)を行うための設備を設置する必要がある⁶。

これら放射線モニタリング及び地下水等モニタリングのための設備については、測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で監視及び測定ができる性能を有し、かつ、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものであることが必要である²⁰。測定期間については、2.4.2 で示した廃棄体の埋設段階から廃止措置の開始までの段階までが対象となる⁶。

また、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものとするため、例えば人工バリアの機能の確認を目的とした地下水等モニタリングについては、実際に人工バリアが設置される環境と同等の条件を模擬した環境下での試験又はそれを補完する室内試験等の間接的な方法により代替することも考えられる⁶。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第 15 条】

- 1 事業所には、次に掲げる事項を監視し、及び測定し、並びに必要な情報(第二号

に掲げる事項に係るものに限る。)を適切な場所に表示できる設備を設けなければならない。

- 一 中深度処分を行う場合にあつては廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質、ピット処分又はトレンチ処分を行う場合にあつては廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量
- 二 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量
- 三 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況

【解釈】

- 1 第1号に規定する「廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質」及び「廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量」を監視し、及び測定できる設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。
 - 一 中深度処分に係る廃棄物埋設施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質を監視及び測定できる設計であること。
 - 二・三 (略)
- 2 上記1の設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。
 - 一 測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で監視及び測定ができる性能を有し、かつ、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものであること。
 - 二 廃止措置の開始以降において設備を設置した場所を經由した放射性物質の異常な漏えいが生じるおそれがある場合は、異常な漏えいが生じないよう当該設備の解体及び埋戻しを行うことができるものであること。
- 3 第1号に規定する「廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいの徴候を示す物質」とは、設置した人工バリアの破損等に伴い著しい変化が生じる地下水の成分、人工バリアの異常な劣化を検知するために用いるトレーサーをいう。
- 4 第2号に規定する「事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量」を監視し、及び測定できる設備は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による周辺環境における放射線量並びに操業に伴い周辺環境に放出される放射性物質の濃度等を監視及び測定できる設計であること。
- 5 第3号に規定する「地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況」を監視し、及び測定できる設備は、事業規則第19条の2に規定する定期的な評価等に必要なデータを取得するため、人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに

影響を及ぼす地下水の状況等の監視及び測定項目を選定し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、監視及び測定できる設計であること。ただし、実際の環境と類似した環境下での原位置試験等の間接的な方法により人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに影響を及ぼす地下水の状況等のデータを取得できる場合は、当該方法によることができる。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.14.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p.73.

3.3.6 排水施設

建設段階及び廃棄体の埋設段階においては、定置した廃棄体を粘土系材料やセメント系材料の人工バリアで覆い、これを土砂等で埋め戻すため、人工バリアの設置、廃棄体の定置、廃棄体の定置後の覆い、埋戻しという作業が行われることが想定される。

人工バリアの設置が完了する前に、地下水の湧水及び雨水によって廃棄物埋設地が水没すると、人工バリアの設置のやり直しや廃棄体の回収が必要な状況となることが考えられ、これらの作業に伴う従事者被ばくのリスクが発生するおそれがある。

このような事態を避けるため、埋設の終了までの間は、廃棄物埋設地の水没を避けるための排水施設を設置する必要がある²⁰。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第16条】

- 1 中深度処分に係る廃棄物埋設施設には、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、廃棄物埋設地の水没により当該廃棄物埋設地の安全機能が損なわれることを防止するための施設を設けなければならない。

【解釈】

- 1 第16条に規定する「廃棄物埋設地の水没により当該廃棄物埋設地の安全機能が損なわれることを防止するための施設」とは、坑道及び廃棄物埋設地への雨水及び地下水の流入量を踏まえて、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合においても使用することができる予備電源（停電等の外部電源系の機能喪失時に、排水設備を少なくとも7日間作動するために十分な容量及び信頼性を有する常設のものをいう。）を設けた排水施設をいう。

上記規則の「廃棄物埋設地の水没により当該廃棄物埋設地の安全機能が損なわれることを防止するための施設」は、廃棄物埋設地及び坑道に設置されることが想定される²⁰。

なお、坑道においても湧水が発生することが想定されるが、以下を踏まえて、水没を防止する対象は廃棄物埋設地とされている（著者らの考え）。

- ・坑道自体は安全機能を有する施設ではないこと
- ・水没した場合の復旧（水抜き）については、他の地下施設等の実績から技術的に可能と考えられること
- ・坑道の閉鎖措置期間中における具体的な水没の防止策や復旧方法については、閉鎖措置計画において具体的な措置が採られることになること

上記解釈の予備電源の作動期間は、発電用原子炉施設の非常用電源設備に対する基準^(注22)を参考に7日間とされている²⁶。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.45.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p.73.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ p.36.

^(注22) 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈第33条7における規定

「第7項に規定する「十分な容量」とは、7日間の外部電源喪失を仮定しても、非常用ディーゼル発電機等の連続運転により必要とする電力を供給できることをいう。（略）」

3.4 廃棄物埋設地の安全設計に関する要求

3.4.1 評価シナリオと線量基準

(1) 長半減期核種の濃度制限に関する要求

3.2.3 に示したように、中深度処分の廃棄物埋設地は、侵食による 10 万年間の深度の減少を考慮しても、10 万年後において地表面から 70 メートル以上の深度が確保される。

気候変動による大陸氷床量の増減等に起因する約 10 万年周期の海水準変動に伴う侵食作用について、これまでの周期を考慮すると、今後約 10 万年間は現在の地形条件の下で河川の下刻等による侵食が起こる可能性が高いと考えられる⁶。

このため、仮に 10 万年後以降に侵食の速度や著しい侵食を生じる位置が変化したとしても、直ちに急激な深度の減少が生じることは想定されず、10 万年を超えても一定の期間は一定の離隔が確保されると考えられる⁶。

しかし、海水準変動に伴う侵食量は、我が国の沿岸部においては氷期において過去に最大で 140 メートル前後に達している場所が確認されている⁴⁹ことと、その後の間氷期における海進によって一旦侵食部が堆積によって埋められた後に新たに侵食が始まる場所は現在の河川とは異なる場所になる可能性があることから、沿岸部のように 10 万年以降における海水準変動に伴う侵食の影響を受ける可能性のある位置に廃棄物埋設地を設置した場合には、10 万年を超える期間において現在の地形条件の下で侵食が続く可能性が高いとは言えず、10 万年を超える数 10 万年にわたる離隔の見通しには不確実性がある⁶。

また、例えば炉内等廃棄物の平均放射能濃度を踏まえると、含まれる放射性物質の多くについては 10 万年程度で十分な減衰を期待できるものの、長半減期核種の濃度が比較的高い廃棄物が含まれていることも考えられる⁶。

このため、10 万年以降における海水準変動に伴う侵食の影響を受ける可能性のある位置に廃棄物埋設地を設置する場合には、あらかじめ廃棄物埋設地に埋設する放射性廃棄物に含まれる長半減期核種の放射能濃度を制限しておくことにより、長期にわたり残存する長半減期核種の潜在的な影響を抑制する必要がある⁶。

以上を踏まえて、規制基準等は次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第 12 条】

六 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。

【解釈】

8 第 1 項第 6 号に規定する「廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態

に移行する見通しがあるものであること」とは、次に掲げる要件を満たすものをいう。

- 一 廃止措置の開始後から数10万年を経過するまでの間において海水準変動に伴う侵食の影響を受けるおそれがある場所に廃棄物埋設地を設置する場合には、廃止措置の開始後から10万年が経過した時点において、放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設され、又は設置された物が混合したものと公衆との接近を仮定した設定に基づき、評価される公衆の受ける線量が20ミリシーベルト/年を超えないこと。

【審査ガイド^(注23)】

解釈第12条8一に規定する評価について、次に掲げるシナリオ（以下「廃棄物埋設地と公衆の接近を仮定したシナリオ」という。）を踏まえて廃棄物埋設地を構成する坑道（以下「埋設坑道」という。図2.1-1参照）ごとに行われていることを確認する。

(1) 評価対象の放射性物質について

- ・評価対象の放射性物質について、10万年後の廃棄物埋設地に存在する主なものとして、10万年後の時点で十分減衰しているものを除いたものが埋設坑道ごとに選定されていることを確認する。

(2) 「放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設され、又は設置された物が混合したもの」の設定の方法について

- ・「放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設され、又は設置された物が混合したもの」（以下「混合土壌」という。）について、廃棄物埋設地の構造及び設備を適切に考慮し、次のように設定されていること。
 - －混合土壌の設定は、埋設坑道ごとに行う。
 - －混合土壌の範囲は、混合土壌中の放射性物質の放射能濃度が著しく過小評価されないよう、廃棄物埋設地（即ち放射性廃棄物を埋設する、掘削された区域）に埋設され、又は設置された物のみを考慮。
 - －混合土壌の重量は、廃棄物埋設地の構成物である、埋設される廃棄物、人工バリア、埋戻し材及び埋設坑道の外縁を構成する支保工等の構造物の重量の総和を設定。
 - －混合土壌中において放射性物質は均一に分布し、保守的に10万年間は埋設坑道の外への漏出はないものと仮定。

^(注23) 審査ガイドの欄に含まれる図は審査ガイドからの転載であり、図番号は審査ガイドのものである。

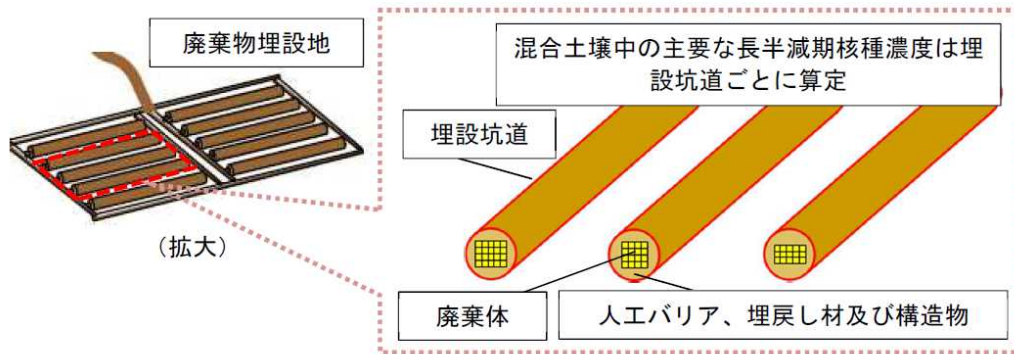


図 2.1-1 複数の埋設坑道から廃棄物埋設地が構成される場合のイメージ

(3) 公衆の被ばくに係る評価方法について

- ・公衆の被ばくに係る評価方法について、以下の点を踏まえて設定されていること。
 - －評価の対象とする公衆は、混合土壌上の家屋等に居住し、その居住者が屋外にいる間に客土を用いない混合土壌に含まれる放射性物質から受ける外部被ばくに加え、その居住者が混合土壌上での農耕作業における粉じん吸入及び農作物の摂取による内部被ばくを仮定（図 2.1-2 参照）。
 - －廃棄物埋設地の設計に依存しない線量換算係数等のパラメータについては、自然事象シナリオ（解釈第 12 条 8 二イ）の評価において使用するパラメータを準用し設定。

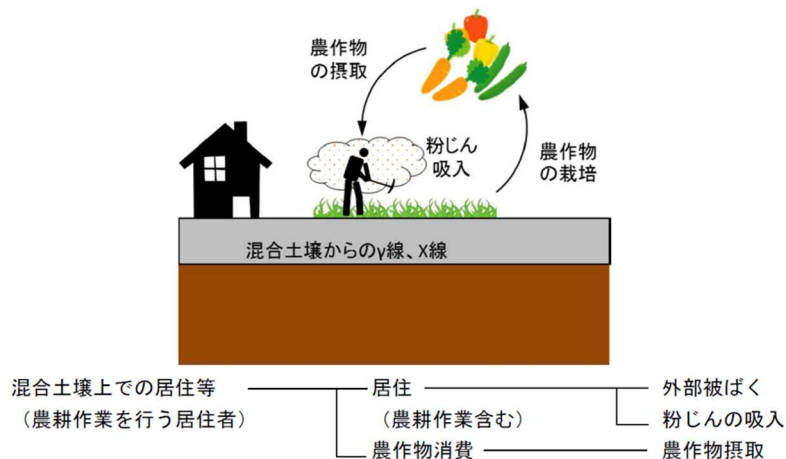


図 2.1-2 混合土壌上での居住等による被ばく状況

廃棄物埋設地と公衆の接近を仮定したシナリオは、10 万年を超える数 10 万年にわたる離隔の見通しに不確実性がある場合における要求であり、第二種廃棄物埋設の処分方法のうち中深度処分特有の要求である。したがって、廃棄物埋設地を設置する深度や立地地点における隆起速度等によっては、当該シナリオ評価を行う必要はない⁶。

また、本シナリオの線量基準については、以下を踏まえて、20 ミリシーベルト／年を超えないこととされている¹⁹。

- ・中深度処分では、十分な深度の確保等の対策を要求していることから、本シナリオは本来発生を想定する必要はない仮想的な事象と位置付けられ、その線量基準は、科学的に合理的な範囲内の事象を対象としたシナリオに対する線量基準である線量拘束値（300 マイクロシーベルト／年）と同等の水準である必要はないこと。
- ・具体的な掘削方法を設定するものではないが、何らかの掘削等による接近の結果に起因すると考えられるシナリオであることを踏まえ、(3)に後述するボーリングシナリオと同様の線量基準とすることが適当であること。

(2) 自然事象シナリオ

2.3.2 に示したように、中深度処分では、人工バリア及び天然バリアによって、埋設された放射性廃棄物からの放射性物質の生活環境への移動の抑制を図ることとしている。

しかし、数千年や数万年を超える長期においては、自然劣化による人工バリアの性能の低下を想定せざるを得ないと考えられ、また、天然バリアについても、岩盤等の割れ目などを介した地下水の流動が原因となって、放射性物質の移動が生じることが想定される。

このため、自然現象に起因する人工バリアの劣化に伴う廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出や、天然バリア中の放射性物質の移動を考慮したシナリオ（以下「自然事象シナリオ」という。）の評価を行い、公衆の被ばくが抑えられる見通しについての確認が必要である⁶。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【許可基準規則第 12 条】

六 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。

【解釈】

二 設計時点における知見に基づき、廃棄物埋設地の基本設計について、次に掲げる各シナリオに基づき、埋設した放射性廃棄物が廃止措置の開始後に公衆に及ぼす影響を評価した結果、それぞれの基準を満たすこと。

これらの評価は、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺に係る過去の記録や、現地調査等の最新の科学的・技術的知見に基づき行うこと。

イ 自然事象シナリオ

自然現象による放射性物質の廃棄物埋設地の外への漏出、天然バリア（廃棄物埋設地の外に漏出した放射性物質の移動を抑制する機能を有する岩盤等を

いう。以下同じ。)中の移動、河川等への移動及び現在の廃棄物埋設地周辺の人の生活様式等を考慮したシナリオ(廃棄物埋設地の掘削を伴うものを除く。)を対象とする。シナリオの設定等は次のとおりとし、当該シナリオについて評価される公衆の受ける線量が、300マイクロシーベルト/年を超えないこと。

(1) 被ばくに至る経路、人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータの設定等は次のとおりとする。

① 被ばくに至る経路は、放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動し、更に天然バリア中を移動して生活環境に至るまでの経路及び生活環境において公衆が被ばくするまでの主要な放射性物質の経路について、科学的に合理的な範囲において最も厳しいものを選定する。

② 人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータは、科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定とする。

(2) 同一の事業所内に複数の廃棄物埋設地の設置が予定される場合は、これらいずれの廃棄物埋設地においても、埋設した放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動するものとして、線量の評価を行う。

(3) 評価の対象とする期間は、廃止措置の開始後から公衆が受ける線量として評価した値の最大値が出現するまでとする。ただし、上記一に規定する評価を行った結果、評価される公衆の受ける線量が20ミリシーベルト/年を超えない場合においては、廃止措置の開始後から公衆が受ける線量として評価した値の最大値が出現するまで又は10万年が経過するまでのうちいずれか短い期間とする。

上記解釈二イ(1)①及び②は、廃棄物埋設地からの放射性物質の移動による周辺公衆の被ばくを評価するに当たり、著しく高い線量を受ける集団がないようにするため、「被ばくに至る経路」及び「人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータ」については、科学的に合理的な範囲において最も厳しいものを選定又は設定することとしている¹⁹。

また、天然バリア中を移動し、河川等へ移動した放射性物質による公衆の受ける線量を評価するためには、人の生活様式や線量換算係数の設定が必要となるが、このうち前者については、将来の周辺公衆が摂取する食物や飲料物、その摂取量等の生活様式を予測することは困難である⁶。このため、3.1.2に示したように、将来の個人若しくは集団に対しては少なくとも現世代と同じ防護レベルを確保すべきとのICRP Publ.81³⁸を踏まえ、現在の生活様式を有する公衆に対し、線量基準に適合することをもって将来の公衆への影響を判断する⁶。

したがって、上記解釈二イの「現在の廃棄物埋設地周辺の人の生活様式等」については、

科学的に合理的な範囲において最も厳しい設定とすることは求めず、そのサイトにおいて一般的と考えられる河川水利用、土地利用等、食物及び飲料水の年間摂取量、並びに被ばく換算係数を設定する¹⁹。

上記解釈ニイ(2)は、浅地中処分の廃棄物埋設地についても考慮する。例えば、同一の事業所内に中深度処分の廃棄物埋設地及び一つ又は複数の浅地中処分の廃棄物埋設地が存在する場合には、全ての廃棄物埋設地について、「被ばくに至る経路」及び「人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータ」を科学的に合理的な範囲において最も厳しい選定又は設定とした自然事象シナリオの評価を行い、これら全ての廃棄物埋設地から移動した放射性物質による公衆の受ける線量が 300 マイクロシーベルト/年を超えないことの確認を求めることとなる¹⁹。

上記解釈ニイ(3)は、3.4.1(1)の廃棄物埋設地と公衆の接近を仮定したシナリオ評価が必要な条件か否かにかかわらず、当該シナリオ評価の結果、公衆の受ける線量が 20 ミリシーベルト/年を超えない場合には、10 万年後以降の自然事象シナリオの評価を行う必要はないことを示している。

(3) ボーリングシナリオ

中深度処分の廃棄物埋設地は、3.2.3 及び 3.2.4 に示した基準によって、少なくとも 10 年間は侵食作用を考慮しても離隔に必要な 70 メートル以上の深度が確保されるとともに、有用な鉱物資源や地熱資源が存在している場所を避けた地点に設置される。また、3.1.2 (3) に示したように、廃棄物埋設地を含む一定の区域は、規制期間終了後にわたり許可なく掘削することが禁止される。

これらの対策及び現在の地下利用状況を踏まえると、建設等の一般的な地下利用が中深度処分の廃棄物埋設地に到達することは合理的には想定し得ないと考えられる。

一方、ボーリング掘削については、一般的に中深度処分の廃棄物埋設地に到達し得る深度まで行われる可能性もある。ただし、廃棄物埋設地の直上における偶発的なボーリング掘削は必ず発生する事象ではない。また、仮にそのようなボーリング掘削が行われたとしても、鉄筋コンクリートや金属製の廃棄物容器、金属廃棄物等の人工構造物が存在する廃棄物埋設地の掘削に至っても廃棄物埋設地の認知には至らずに掘削が続行されることは考え難い⁶。

以上を踏まえると、廃棄物埋設地の偶発的なボーリング掘削の発生は合理的には想定する必要がないほど蓋然性は低くなると考えられるが、将来の人間の行動を具体的に予測することは難しく、また仮にボーリング掘削による廃棄物埋設地の破壊や放射性廃棄物の擾乱が発生した場合には影響が大きくなる可能性がある⁶。

このため、念のための要求として、規制期間終了後における偶発的なボーリングの発生を仮定したシナリオ評価を行い、評価される公衆の受ける線量が、一定の水準を超えない

こととされた。ここで、一定の水準としては、国際的な考え方^(注24)を踏まえて、現存被ばく状況において参考レベルとして設定される 1～20 ミリシーベルト／年のうち高い側の 20 ミリシーベルト／年とされた¹⁹⁾。

以上を踏まえて、規制基準等は次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第 12 条】

六 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。

【解釈】

二 設計時点における知見に基づき、廃棄物埋設地の基本設計について、次に掲げる各シナリオに基づき、埋設した放射性廃棄物が廃止措置の開始後に公衆に及ぼす影響を評価した結果、それぞれの基準を満たすこと。

これらの評価は、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺に係る過去の記録や、現地調査等の最新の科学的・技術的知見に基づき行うこと。

ロ ボーリングシナリオ

廃止措置の終了直後における一回の鉛直方向のボーリングによって廃棄物埋設地が損傷し、人工バリア及び第 1 項第 4 号に規定する機能と同等の機能を有するものにより区画された領域の放射性物質が漏えいすることを仮定した設定に基づき、評価される公衆の受ける線量が 20 ミリシーベルト／年を超えないこと。この際、区画別放射エネルギーが最も多くなる区画が損傷するとして評価すること。

【審査ガイド^(注25)】

ボーリングシナリオ（解釈第 12 条 8 二ロ）について、以下の点を踏まえて設定されていることを確認する。

(1) 評価対象の放射性物質について

- ・評価対象の放射性物質について、廃止措置の終了直後において廃棄物埋設地に存在する主なものとして、自然事象シナリオ（解釈第 12 条 8 二イ）における「主要な放射性物質」が選定されていること。

^(注24) ボーリングシナリオに対する線量基準について、ICRP Publ.122「長寿命放射性固体廃棄物の地層処分に
おける放射線防護」³⁶⁾では以下のように示されている。

「計画段階では、様式化または簡素化された計算の結果は、必要に応じて、線量の数値と比較することによりシステムの頑健性の指標として使用することができる。このアプローチを採用する場合は、緊急時被ばく状況および／または現存被ばく状況に対して設定された参考レベルを使用することが勧告される。」

^(注25) 審査ガイドの欄に含まれる図は審査ガイドからの転載であり、図番号は審査ガイドのものである。

されることを仮定。

ー地下水流動経路を介して損傷区画から放射性物質が移動した帯水層への井戸掘削が行われることを仮定し、井戸水利用により公衆が被ばくすることを仮定（図 2.2-2 参照）。

ーボーリング孔の孔径は、設計時点において一般的なボーリング又は事業許可に係る地質調査等で用いたボーリングの形状から設定。

・損傷区画から帯水層への放射性物質の移動が、次のように設定されていること、又は保守的かつ簡便な設定として、ボーリング孔が貫通した時点で損傷区画に含まれる放射性物質が全て帯水層に移動すると仮定して設定されていることを確認する。

ー損傷区画内において損傷を受けた廃棄体による放射性物質の漏出防止機能は失われ、損傷区画内は帯水層から流入した地下水で冠水していると仮定。

ーボーリング掘削時点における損傷区画内の環境条件を考慮して、損傷区画内の地下水中に溶存する放射性物質の放射エネルギーを評価。その際、以下の点を考慮すること。

- ✓ 損傷区画内の地下水の化学的環境に応じた放射性物質の固液分配比及び溶解度等
- ✓ 金属廃棄物からの放射化生成物の溶出率（注2）

・井戸水利用について、以下の点を踏まえて設定されていることを確認する。

ー帯水層中の放射性物質の放射能濃度は、帯水層の化学的環境に応じた放射性物質の固液分配比及び溶解度等を考慮して設定。

ー井戸の取水量及びその利用方法は、廃棄物埋設施設の敷地周辺の地域に存在する井戸の取水量及びその利用方法を参考に設定。

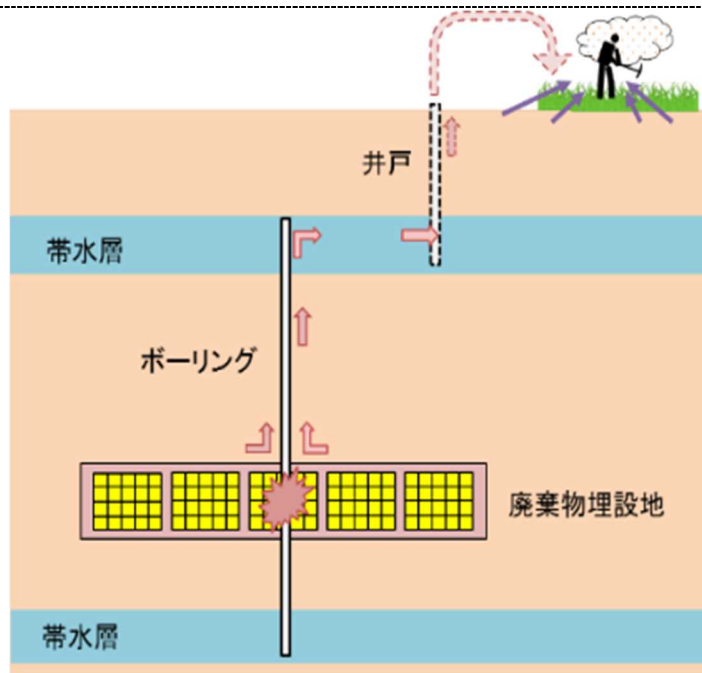


図 2.2-2 ボーリングシナリオにおける被ばく経路のイメージ

2) 廃棄物埋設地の近傍に採水可能な帯水層が存在しない、又は廃棄物埋設地の下方に被圧帯水層が存在しない場合

- ・ 損傷区画が生じることを仮定した上で、自然事象シナリオ（解釈第 12 条 8 ニイ）の評価が実施されていること。

（注 1）施設の位置、構造及び設備に係る基準としてのボーリングシナリオの評価において、ボーリング掘削により放射性廃棄物そのものが地表に運ばれ、掘削の当事者及び周辺公衆が放射性廃棄物と接触する被ばく経路は設定されている必要はない。その理由は、放射性廃棄物そのものが地表に運ばれるシナリオの評価結果は、単に埋設した放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放射エネルギーや濃度で決まり、廃棄物埋設地の位置や構造に依らないため、施設の設計の妥当性を評価するための有益な情報を与えないためである。

（注 2）放射化された金属中の放射化生成物やガラス固化された放射性物質など、金属等に固溶した状態の放射性物質は、その金属等の腐食や溶解に伴い液相中に溶出することから、その溶出率は金属等の腐食速度や溶解速度に律速される。

ボーリングシナリオ評価の目的は、仮にボーリングによる廃棄物埋設地の損傷が生じたとしても、その影響が及ぶ放射性廃棄物に含まれる放射性物質の量が限定され、生活環境への移動が抑制される見通しがあることの確認であるため、評価の対象はボーリングを行

った当人（以下「掘削当事者」という。）ではなく周辺公衆としている⁶。

なお、掘削当事者を対象として放射性廃棄物との直接的な接触を仮定した評価を行うことは可能である。しかし、そのような評価を行ったとしても、掘削当事者と放射性廃棄物との接触時間の設定等によっては、掘削当事者に対し高い被ばくを与える評価もそうでない評価も可能であり、その結果は施設設計の妥当性判断に対し有益な情報を与えないため、掘削当事者を対象とした評価を行う意義は乏しい⁶。

また、ボーリングシナリオは、掘削によって地表と放射性廃棄物を短絡する経路が形成されることを敢えて想定した仮想的なシナリオであり、当該経路が形成される時点として、廃止措置終了後の期間において埋設された放射性廃棄物の放射能濃度が最も高い廃止措置終了直後を設定している²⁶。

このように、ボーリングシナリオは仮想的かつ保守的なシナリオであるため、本シナリオにおいて仮定するボーリングの回数は一回とし、規模については、廃棄物埋設地が設置された深度に通常達すると考えられる掘削形態のうち最も一般的に実施されているものを想定することとしている⁶。

なお、上記解釈の「区画別放射エネルギーが最も多くなる区画」は、必ずしも公衆の受ける線量が最も高くなる区画とは一致しない場合もあり得るが、そのような場合であっても、上述のとおり、ボーリングシナリオの設定は十分に保守的と考えられるため、「区画別放射エネルギーが最も多くなる区画」を選定すればよく、「公衆の受ける線量が最も高くなる区画」の選定は求めている²⁶。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.14.
- ・平成28年度第61回原子力規制委員会 資料7「廃棄物埋設（中深度処分）に係る放射線防護基準について」（平成29年2月15日）¹¹ 別添pp.11-12.
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ pp.43-44, pp.54-56.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.24-26.

3.4.2 設計プロセス

中深度処分では、数万年を超える長期間にわたって放射性廃棄物を起因とする放射線による影響から公衆と生活環境を防護する必要がある。このため、設計段階で行う公衆の線量評価も長期に及ぶことから、そこで用いられる長期のシナリオ及びそれに関連する現象、パラメータ、将来の公衆の生活様式等には大きな不確実性があり、これらの設定の如何に

よって線量評価結果も大きな不確実性を伴う¹⁹⁾。

したがって、埋設した放射性廃棄物に起因する将来の周辺の公衆全体の被ばくの可能性及び線量を合理的な範囲でできる限り低減するための対策として、規制期間終了後における生活環境への放射性物質の移動を抑制する性能が一定の水準に達している設計の選択肢の中から、最も優れたものを選定することが考えられる^{19), 50)}。

すなわち事業者は、廃止措置の終了後における放射性物質の移動を抑制する機能の観点から、廃棄物埋設地の位置、構造及び設備に係る設計に関して、以下に示す最終的な設計の選定に係るプロセス（以下「設計プロセス」という。）を示すこととし、原子力規制委員会はその妥当性を確認する^{19), 50)}。

- ・ 廃棄物埋設地の設置場所に係る選択肢の設定
- ・ 人工バリアの設計等に係る選択肢の設定
- ・ 設計の選択肢の中からの最終的な設計の選定

以上を踏まえて、規制基準等は次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【許可基準規則第 12 条】

2 中深度処分に係る廃棄物埋設地の安全設計は、廃棄物埋設地の周辺の環境、構造その他の主要な事項において異なる内容を含む複数の案（廃止措置の終了後における当該廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動（当該移動した放射性物質の更なる移動を含む。）を十分に抑制することができる設計に限る。）を比較検討した上で、策定されたものでなければならない。

【解釈】

9 第 2 項の規定は、中深度処分の廃止措置の終了後における公衆の受ける線量の評価について不確実性が大きいことを踏まえ、当該線量を実行可能な範囲でできる限り低減することを目的として、複数の設計の案を比較検討し、放射性物質の移動を抑制する性能に優れた設計を策定することを求めている。設計の策定は次に掲げる手順により実施すること。

一 以下を満たす複数の設計の案を策定する。

イ それぞれの設計が廃棄物埋設地を設置する岩盤等の水理地質構造、区画別放射線量、人工バリアの基本的な構造及び仕様において互いに異なる内容を含むこと。

ロ 廃止措置の終了後における廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動（当該移動した放射性物質の更なる移動を含む。）を十分に抑制することにより、上記 8 ニイの自然事象シナリオについて次のとおり設定し評価した公衆の受ける線量を十分に低減できること。

① 被ばくに至る経路は、放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動し、更に天然バリア中を移動して生活環境に至るまでの経路及び生活環境において公衆が被ばくするまでの主要な放射性物質の経路について、最も可能性が高い、又は保守的な設定とする。

② 人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータは、不確実性を考慮した上で科学的に通常起こり得る範囲（この範囲内の状態を「通常の状態」という。）において保守的な設定とする。ただし、当該範囲を定められない場合は、科学的に合理的な範囲で最も厳しい設定とする。

ハ 法第51条の2第1項第2号の許可を受けようとする者が実行可能であること。

二 上記一を満たす設計の案の中から、上記一ロについて人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータの設定を通常の状態において最も可能性が高いものとし評価した公衆の受ける線量が最も小さくなる設計又はその他の理由で廃止措置の終了後における当該廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動を抑制する性能（当該移動した放射性物質の更なる移動を抑制する性能を含む。）が最も優れた設計を選定する。

【審査ガイド】

○「公衆の受ける線量を十分に低減できる」

・「公衆の受ける線量を十分に低減できる」（解釈第12条9一ロ）について、次のような考え方に基づき判定されていることを確認する。

－自然事象シナリオ（解釈第12条8二イ）について、「被ばくに至る経路」及び「人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータ」を解釈第12条9一ロ①及び②のとおり設定し評価した公衆の受ける線量が、おおむね100マイクロシーベルト／年を超えない。

(1) 「主要な事項」について

上記規則の「主要な事項」とは、廃止措置の終了後における廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動及び当該移動した放射性物質の生活環境への移動に大きく影響を及ぼすと考えられる事項であると考えられる（著者らの考え）。「主要な事項において異なる内容を含む複数の案」とは、全ての案において「主要な事項」が異なっている必要はなく、例えば表3.2の(a)～(c)のいずれかが異なる設計の案であれば「複数の案」と見なすことができると考えられる（著者らの考え）。

上記解釈一イの「廃棄物埋設地を設置する岩盤等の水理地質構造」に関しては、廃棄物埋設地を合理的に設置可能と考えられる場所において、廃棄物埋設地の周辺の水理地質構造、地球化学環境、河川及び断層の位置等を踏まえて、廃棄物埋設地から生活環境に至る地下水の移行経路を考慮する。ただし、廃棄物埋設地を合理的に設置可能と考えられる場

所として、廃棄物埋設施設の敷地の地下の範囲を超える場所や、中深度処分として合理的と考えられる深度を超える場所まで考慮する必要はない¹⁹。

また、天然バリアの機能については、立地調査の結果を踏まえた設定の根拠に加えて、事業許可後の施設確認において可能な範囲でできるだけ確認が行えるよう、掘削等に際して得られる情報から確認又は検証が可能と考えられる情報及びその方法の見通しについても、事業許可申請の段階において示しておくことが重要である¹⁹。

上記解釈一の「人工バリアの基本的な構造及び仕様」に関しては、廃止措置の終了までの間^(注26)における廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出防止機能を担保するための人工バリアの要件である「人工バリアを設置する環境並びに設計時点における国内外の関連技術等を踏まえて、劣化及び損傷に対する抵抗性に優れたものであること。」(解釈第12条4二)について、廃止措置の終了後の長期における廃棄物埋設地の外への放射性物質の移動を抑制する機能の観点からも考慮することが考えられる。ここで、「国内外の関連技術等」としては、国内外の最新の規格、類似の廃棄物処分場において計画されている設計等が挙げられる(著者らの考え)。

表 3.2 「主要な事項」が異なる例

Table 3.2 Examples of different major items to be taken into account in design of disposal facility

| 「主要な事項」の例 | 分類 ^(注27) | 「異なる」の例 |
|---------------------------|--|--|
| (a) 廃棄物埋設地を設置する岩盤等の水理地質構造 | 廃棄物埋設施設の位置 ・敷地内における主要な廃棄物埋設施設の位置 | ・廃棄物埋設地を設置する地層の種類 ・帯水層の位置(廃棄物埋設地の上部か下部など) |
| (b) 区画別放射エネルギー | 区画別放射エネルギー | ・埋設坑道や区画ごとの放射性物質の種類、放射エネルギー |
| (c) 人工バリアの基本的な構造及び仕様 | 廃棄物埋設施設の一般構造 ・放射性物質の漏出の防止、低減及び移動の抑制に関する構造 ・その他の主要な構造 | ・廃棄物埋設地の形状、寸法 ・人工バリアの材質、組合せ、配置等 |

(2) 評価について

上記解釈一ロ①及び②の「被ばくに至る経路」及び「人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータ」は、将来の周辺の公衆全体の被ばくの可能性及び線量を合理的な範囲

^(注26) 3.3.4 に示した許可基準規則第12条第1項第四号では、「人工バリアを設置する方法により、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始後において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を有するものであること。」としている。ここで、規則において特に要求期間の記載がない場合は許可の失効(すなわち廃止措置の終了)までの要求を指すため、「埋設する放射性廃棄物の受入れの開始後」とは、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の終了までの間を意味する。」

^(注27) 事業規則第2条の許可申請書に記載する事項における分類

できるだけ限り低減する観点から、自然事象シナリオで対象としている比較的高い線量を受けるおそれのある少人数の周辺公衆よりも、周辺の公衆全体の被ばくの可能性を考慮することとし、これに応じたシナリオとなるような選定又は設定を行うこととしている¹⁹。

また、上記解釈一〇②の「人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータ」のうち、廃棄物埋設地の周囲や比較的近い領域の天然バリアについての放射性物質の移動抑制に係るパラメータについては、立地段階におけるボーリングやトンネル掘削等の調査（以下「立地段階ボーリング等調査」という。）で得られた水理地質構造や地球化学環境データ等の情報、統計学的手法等に基づいて、変動範囲を定め、その範囲内で保守的な設定を行うこととしている¹⁸。

この際、保守的な設定を超えるような亀裂等が、調査を行った範囲では確認されなかった可能性まで考慮してパラメータの設定を行う必要はない¹⁹。

一方、廃棄物埋設地から生活環境に至る経路のうち、廃棄物埋設地から比較的離れた領域のように、立地段階ボーリング等調査による十分なデータを得ることが難しく水理地質構造等に係る不確実性が大きい領域における天然バリアの機能に係るパラメータについては、前述の亀裂の存在等、想定しうる最も保守的な設定、すなわち「科学的に合理的な範囲で最も厳しい設定」とすることとしている¹⁹。

また、例えばある人工バリアのある機能について、評価期間によって評価の不確実性が大きく異なる場合は、それぞれの期間に応じて、「パラメータの変動範囲内での保守的な設定」又は「科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい設定」を選定することとしている¹⁹。

なお、ピット処分やトレンチ処分における「被ばくに至る経路」は、井戸や湖沼、河川、海洋といった放射性物質の流出点が異なる様々な経路の中から「最も厳しい」経路や「最も可能性が高い」経路を選定することになるが、中深度処分の場合は、ピット処分やトレンチ処分に比べると、放射性物質の流出点に至る経路は多くは想定されず、その結果として「最も厳しい」経路と「最も可能性が高い」経路が同一のものになる場合もあり得る¹⁹。

(3) 最も優れた設計の選定について

上記解釈の二の「最も優れた設計」として、生活環境への主要な放射性物質の移動を抑制する機能に係る性能が最も優れているものが選定される。「最も優れた設計」の選定は線量の比較によることが基本であるが、線量評価結果以外のものの比較によって設計オプションを選択しようとする場合の「その他の理由」としては、例えば処分システムの頑健性がより高い設計や、評価の不確実性がより小さい設計であること等が考えられる¹⁹。

(4) 「おおむね100マイクロシーベルト／年」について

上記審査ガイドの「おおむね100マイクロシーベルト／年を超えない」は、放射性物質の移動を抑制する総合的な性能が最も優れる廃棄物埋設地の設計を選定するに先だって、

その候補となる全ての廃棄物埋設地の設計が一定以上の水準に達していることを確認する際の参考としたものである²⁰。

当該水準の指標を線量とし、その水準を「おおむね 100 マイクロシーベルト／年を超えない」とした理由は以下のとおり。

- ・生活環境への放射性物質の移動を抑制する総合的な性能は、人工バリアと天然バリアの性能によって決まる。この2つの性能を放射性物質の移動の抑制に係る直接的な指標で表すことも理論的には可能であるが、指標の種類が多岐にわたり複雑化することが避けられないこと、放射性物質が生活環境へ移動した場合の影響は公衆の被ばくの形で生ずることになることから、性能の指標として線量を用いることには合理性がある²⁰。
- ・線量評価を行うためには、そのサイトにおいて一般的と考えられる生活様式等を設定する必要があるが、この設定は基本的にはサイトごとに決まり、設計に依らない因子と考えられることから、設計の候補案の間の人工バリア及び天然バリアの総合的な性能の差は、直接、線量評価結果の差として現れると考えられる²⁰。
- ・現在の技術水準で達成可能な性能である^{50(注28)}。
- ・上記解釈一〇①及び②のシナリオ設定の保守性を考慮すれば、自然事象シナリオの線量基準である 300 マイクロシーベルト／年よりも小さい（厳しい）値とすることは妥当と考えられる²⁰。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・平成30年度原子力規制委員会第11回会議 議事録（平成30年5月30日）⁵¹ pp.15-20.
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ pp.13-27, pp.42-43, pp.51-54.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.27-31.

3.5 廃棄体に関する要求

従事者の放射線障害及び汚染による作業環境の著しい悪化を防止する観点から、中深度処分を行う廃棄体については、落下時における飛散・漏えい防止のための対策や、埋設が終了するまでの間に廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがない仕様とする必要があると考えられる（著者らの考え）。

^(注28) 平成30年度第11回原子力規制委員会（議題4）の議論では、「現在の技術水準で達成可能な性能」であり「最低限満たすべきもの」としている⁵⁰。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【事業規則第 8 条】

- 2 廃棄体に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるとおりとする。
 - 一 液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。
 - 二 固体状の放射性廃棄物（前号に掲げるものを除く。）にあつては、容器に封入し、又は固型化してあること。
 - 三 放射能濃度が法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによる最大放射能濃度を超えないこと。
 - 四 表面の放射性物質の密度が第十四条第一号ハの表面密度限度の十分の一を超えないこと。
 - 五 中深度処分に係る廃棄体にあつては埋設の終了までの間、ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄体にあつては廃棄物埋設地に定置するまでの間に、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであること。
 - 六 埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。
 - 七 廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。
 - 八 容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。
 - 九 前各号に定めるもののほか、法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによるものであること。

上記規則第 5 号については、中深度処分の対象廃棄物の放射能特性や廃棄体中に含まれる水分等の影響を考慮する必要がある。例えば、放射線分解や金属の反応等によって水素ガスを発生する可能性のある廃棄物については、廃棄体容器内のガス圧力の上昇を防ぐため、密封構造は求めないものの、埋設の終了までの期間中において、発生するガスによって廃棄体の機能（放射性物質の飛散・漏えいの防止）を損なうおそれがないよう措置される必要があり²⁰、このような措置としてフィルターを装着することやガス発生を抑制する成分を添加すること等が考えられる（著者らの考え）。

上記規則第 7 号の「極めて少ない」の水準については、廃棄体に含まれる放射性物質の

種類や放射能濃度、万一漏えいした際に想定される作業環境への影響の程度を踏まえて、事業者が廃棄物受入基準（WAC： waste acceptance criteria）に定めることとなる。例えば、米国 NRC の規制指針 NUREG-0683⁵²では、放射能濃度の高い廃棄物をセメントで固化した廃棄体のハンドリング中に想定される事故に対して、呼吸域粉塵（the form of respirable particulates）として放出される放射性物質の量を推定するために、 10^{-5} （10 万分の 1）という飛散率^(注29)が用いられており、この値が一つの参考となる⁵³。

なお、原子炉施設等から受け入れる廃棄体について、原子力規制委員会による確認を受ける前に、埋設事業者があらかじめ上記規則の基準への適合性等について確認するための事業者自らが定める WAC を保安規定に定める必要がある⁵³。

また、廃棄体自体に人工バリア機能を期待する場合は、その性能を許可申請書に記載する必要がある（事業規則第 2 条第 1 項第 1 号）。この場合、許可後において事業者が、許可申請書に記載した性能を満足する廃棄体の仕様を WAC に定め、廃棄体の受入れに当たっては WAC に適合したものであることを自ら確認した上で、原子力規制委員会の確認を受けることとなる⁵³。原子力規制委員会は、上記規則第 9 号に基づき確認を行う。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ pp.35-36, p.45.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.3-7.

^(注29) (原文) The fractional release rates used to estimate the amounts of radionuclides released in the form of respirable particulates for the postulated accidents

3.6 管理要求

3.6.1 廃棄物埋設地の保全

廃棄体の受入れ開始後においては、3.3.5 に示した監視測定設備による廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいの監視を行い、万一異常な漏えいが認められた場合やその徴候が認められた場合には、修復その他の必要な措置を講ずる必要がある²⁰。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準の規定]

【事業規則第 17 条】

- 1 法第五十一条の十六第二項の規定により、第二種廃棄物埋設事業者は、中深度処分に係る廃棄物埋設地の保全に関し、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。
 - 一 廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいを監視し、異常な漏えいがあつたと認められる場合又は異常な漏えいの徴候が認められた場合には廃棄物埋設地の設備の修復その他の放射性物質の異常な漏えいを防止し、又は低減するために必要な措置を講ずること。
 - 二 (略)
- 2 (略)
- 3 前二項の規定は、法第五十一条の二十五第二項の認可を受けた廃棄物埋設施設については適用しない。

上記規則第 1 項第 1 号の「廃棄物埋設地の設備の修復その他の放射性物質の異常な漏えいを防止し、又は低減するために必要な措置」としては、漏出箇所の確認や補修を行うことが考えられるが、補修等の有効な措置が採れない場合は、一部の廃棄体を回収することもあり得る。廃棄体の回収を行うこととなった場合には、回収時の安全を確保するための措置を講じることに加え、回収に先がけ、回収が想定される廃棄体を安全に一時保管するための十分な容量を有する施設を設ける必要がある^{20,26}。

ただし、廃棄物埋設地の補修や廃棄体の回収の容易性は事業段階の進展に伴い大きく低下すると考えられる。特に、埋設の終了後や坑道の閉鎖後において直接的な補修や廃棄体の回収を行うためには、掘削や人工バリアの除去等が必要となり、これらは、3.3.3 に示したように、従事者の被ばくリスクの増大や他の健全な廃棄体の損傷を生じさせるおそれがある。

したがって、埋設の終了後においては、直接的な補修や廃棄体の回収を行うことは必ずしも適切ではなく、例えば、漏えい監視を行うための放射線モニタリング設備を増設しよ

り詳細な漏えい確認を行うことや、廃棄物埋設地の周囲の地下水流の下流側に放射性物質の収着剤を投入することで放射性物質の移動量を低減すること等も含め、状況に応じた合理的に適用可能な措置を講じることが適切であると考えられる（著者らの考え）。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.18.

3.6.2 定期的な評価

最新知見を踏まえてもなお離隔に係る設計、閉じ込めに係る設計及び放射性物質の移動評価について、基準に適合していることを定期的に確認することが必要である⁶。

以上を踏まえて、規制基準は次のように定められた。

[規制基準等の規定]

【事業規則第 19 条の 2】

- 1 法第五十一条の十六第二項の規定により、第二種廃棄物埋設事業者は、その事業を開始した日以降十年を超えない期間ごとに、廃棄物埋設地について、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。
 - 一 最新の技術的知見を踏まえて、核燃料物質等による放射線の被ばく管理に関する評価を行うこと。
 - 二 前号の評価の結果を踏まえて、廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置を講ずること。
- 2 第二種廃棄物埋設事業者は、前項に規定するほか、放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置を変更しようとするとき又は法第五十一条の二十四の二第一項に規定する閉鎖措置計画若しくは法第五十一条の二十五第二項に規定する廃止措置計画を定めようとするときは、廃棄物埋設地について、前項各号に掲げる措置を講じなければならない。
- 3 前二項の規定は、法第五十一条の二十五第二項の認可を受けた廃棄物埋設施設については適用しない。

【第二種廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関する運用ガイド（原管廃発第 1311279 号 平成 25 年 11 月 27 日 原子力規制委員会決定）】（評価項目等）

- (1)第二種埋設規則第 19 条の 2 第 1 項第 1 号に規定する「最新の技術的知見」とは、評価の実施までに第二種廃棄物埋設施設に係る監視及び測定の結果、国内外の研究開発・技術開発成果等により得られた最新の知見であって、同規則第 2 条第 2 項第 3 号から第 7 号までに掲げる書類（以下単に「書類」という。）の記載事項を更新するために必要なものをいう。

(2)第二種埋設規則第 19 条の 2 第 1 項第 1 号に規定する「核燃料物質等による放射線の被ばく管理に関する評価を行うこと」とは、書類の記載事項に最新の技術的知見を反映し、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)に基づき評価し、その内容の同規則への適合性を確認することをいう。

(3)第二種埋設規則第 19 条の 2 第 2 項に規定する変更は、同項の規定に基づき行う同条第 1 項の評価の結果に照らして、当該変更の妥当性が認められる十分な根拠があること。

上記規則第 1 項第 1 号の「評価」は、3.3.5 に示した放射線モニタリング及び地下水等モニタリングのための設備による監視測定結果を始めとする情報並びに最新の科学的知見等を反映したものを指す。

このうち、3.4.1 に示したシナリオについては、廃止措置の開始後における公衆の被ばく線量が線量拘束値を超えないことの確認を求める観点から、3.4.1 (2)の自然事象シナリオを対象としている⁶。

また、上記規則第 1 項第 2 号の「廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置」のうち、廃棄物埋設地に関する措置については、3.6.1 に示したように、事業段階の状況に応じた合理的に適用可能な措置を講じることが適切であると考えられる。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.17.

3.6.3 坑道の閉鎖措置

事業者は、閉鎖措置計画を定めて原子力規制委員会に申請し、原子力規制委員会は、その内容が基準に適合していれば認可する(原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 第 1 項)。事業者は、認可された閉鎖措置計画に基づき閉鎖措置を実施し、原子力規制委員会の確認を受ける(原子炉等規制法第 51 条の 24 の 2 第 2 項)。

ここで、坑道の閉鎖措置として行われる内容には、坑道(複数存在する場合も想定される)の埋戻し、坑口の閉塞並びに必要な応じて地下に設置した廃棄物埋設地の附属施設の解体及び撤去が含まれる²⁶。

以上を踏まえて、閉鎖措置に関する規定は次のように定められた。

[閉鎖措置に関する主な規定]

【事業規則第 22 条の 5 の 4】(閉鎖措置計画の認可の申請)

- 1 法第五十一条の二十四の二第一項の規定により閉鎖措置計画について認可を受けようとする者は、次の各号に掲げる事項について閉鎖措置計画を定め、これを記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない。
 - 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名
 - 二 事業所の名称及び所在地
 - 三 閉鎖措置の対象とする坑道
 - 四 坑道の埋戻し
 - 五 坑口の閉塞
 - 六 地下に設置した廃棄物埋設地の附属施設の解体及び撤去
 - 七 閉鎖措置の工程
 - 八 閉鎖措置期間中の第十七条第一項第一号イに規定する廃棄物埋設地の保全に関する措置の方法
 - 九 閉鎖措置に係る品質マネジメントシステム
- 2 前項の申請書には、次の各号に掲げる書類又は図面を添付しなければならない。
 - 一 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況に関する説明書
 - 二 閉鎖措置の対象とする坑道の図面及び閉鎖措置に係る工事作業区域図
 - 三 閉鎖措置の開始から廃止措置の開始までの間の第十七条第一項第一号イに規定する廃棄物埋設地の保全に関する措置の方法に関する説明書
 - 四 第十七条第一項第一号イに規定する廃棄物埋設地の保全に関する措置の実施状況に関する説明書
 - 五 第十九条の二の規定による廃棄物埋設施設の定期的な評価等の結果に関する説明書
 - 六 閉鎖措置に伴う放射線被ばくの管理に関する説明書
 - 七 閉鎖措置中の過失、機械又は装置の故障、浸水、地震、火災等があつた場合に発生することが想定される異常の種類、程度、影響等に関する説明書
 - 八 閉鎖措置に要する費用の見積り及びその資金の調達計画に関する説明書
 - 九 閉鎖措置の実施体制に関する説明書
 - 十 閉鎖措置に係る品質マネジメントシステムに関する説明書
 - 十一 前各号に掲げるもののほか、原子力規制委員会が必要と認める書類又は図面
- 3 第一項の申請書の提出部数は、正本及び写し各一通とする。

【事業規則第 22 条の 5 の 7】（閉鎖措置計画の認可の基準）

- 1 法第五十一条の二十四の二第三項において読み替えて準用する法第十二条の六第四項に規定する原子力規制委員会規則で定める基準は、次の各号に掲げるとおりとする。
 - 一 閉鎖措置期間中の第十七条第一項第一号イに規定する廃棄物埋設地の保全に

関する措置の方法が適切なものであること。

- 二 閉鎖措置の方法が、閉鎖措置の終了から廃止措置の開始前までの間に廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えいがあった場合において当該漏えいを著しく拡大させるおそれがないものであること。

【事業規則第 22 条の 5 の 9】（閉鎖措置の確認の申請）

- 1 法第五十一条の二十四の二第二項の規定により、坑道の閉鎖の工程ごとに原子力規制委員会が行う確認を受けようとする者は、次の各号に掲げる事項を記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない。
 - 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名
 - 二 事業所の名称及び所在地
 - 三 閉鎖措置の対象とする坑道
 - 四 坑道の埋戻しの実施状況
 - 五 坑口の閉塞の実施状況
 - 六 地下に設置した廃棄物埋設地の附属施設の解体及び撤去の実施状況
 - 七 確認の対象とする坑道の閉鎖の工程
- 2 前項の申請書には、次に掲げる事項を記載した書類を添付しなければならない。
 - 一 当該申請に係る坑道の閉鎖の工程の終了後における地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況に関する説明書
 - 二 前号に掲げる事項のほか、原子力規制委員会が必要と認める事項
- 3 第一項の申請書の提出部数は、正本及び写し各一通とする。

【事業規則第 22 条の 5 の 10】（閉鎖措置確認証）

- 1 原子力規制委員会は、原子力規制検査により、前条第一項の規定による申請に係る閉鎖措置が法第五十一条の二十四の二第一項の認可を受けた閉鎖措置計画（同条第三項において読み替えて準用する法第十二条の六第三項又は第五項の規定による認可又は届出があつたときは、その変更後のもの）に従つて行われていることについて確認をしたときは、閉鎖措置確認証を交付する。

上記規則のうち第 22 条の 5 の 4（閉鎖措置計画の認可の申請）第 1 項に規定されている閉鎖措置計画の認可申請書に記載すべき事項のうち、第 6 号の「地下に設置した廃棄物埋設地の附属施設の解体及び撤去」や第 7 号の「閉鎖措置の工程」等については、閉鎖措置計画の認可申請書に記載すべき事項は、今後、立地候補地点や詳細な施設設計が明らかになった段階で、事業者等から必要な情報を収集しつつ、必要に応じて具体的な内容を規定することとなる²⁶。

また、「閉鎖措置計画の認可の申請」の規定は、基本的に閉鎖措置期間中に行う内容を対

象としているが、第2項第3号及び第5号では、以下の理由から、閉鎖措置計画の認可を判断するに当たって参考とすべき重要な情報として、閉鎖措置の終了後を含む廃止措置の開始まで（埋設の終了後300～400年以内）の間における廃棄物埋設地の保全に関する措置の方法に関する説明書を閉鎖措置計画の認可申請書に添付することとしていると考えられる（著者らの考え）。

- ・閉鎖措置の終了後における放射線モニタリングの精度及び異常時の廃棄物埋設地の補修や廃棄体の回収の容易性は、大きく低下する。このため、事業者が閉鎖措置段階に移行しようとする際には、最新の技術的知見を踏まえて、閉鎖措置の終了後から廃止措置の開始までの間も含めた放射線モニタリングの方法や異常時の措置の方法が適切に見直されることが重要である。
- ・坑道の閉鎖は、埋設した放射性廃棄物の生活環境からの離隔を始めとする設計上の措置を実質的に完了する措置である。このため、閉鎖措置の開始前に、3.4.1に示した許可基準規則が求める「廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること」について、事業者が実施した最新知見を踏まえた定期的な評価の結果を確認しておくことが重要である。

上記規則のうち第22条の5の7（閉鎖措置計画の認可の基準）第2号は、坑道の埋戻しに当たって、人が地表から廃棄物埋設地に容易に立ち入れないようにすることは当然のこととして、少なくとも廃止措置の開始までの期間（すなわち埋設の終了後300～400年以内）は、万一廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいが生じた場合があっても、坑道を埋め戻した領域が放射性物質の移動を促進する経路とならないよう埋め戻される計画となっていることを求めている⁶。

ここで、「坑道を埋め戻した領域が放射性物質の移動を促進する経路とならない」ための措置としては、大きな水みちが形成されないように埋め戻すことその他、坑道の閉鎖後に想定される地下水の流向等を踏まえて、仮に坑道に水みちが形成されたとしても、生活環境への放射性物質の移動を促進する地下水流動経路となるおそれがないよう、坑道の設計段階においてあらかじめ考慮しておくことが考えられる（著者らの考え）。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.17-18.
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.38, pp.45-46.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p.72.

3.6.4 廃止措置

3.6.3 に示した坑道の閉鎖措置の終了によって、埋設した放射性廃棄物の生活環境からの隔離を始めとする設計上の措置は実質的に完了すると考えられる。

廃止措置においては、モニタリング設備や残存している附属施設の解体・撤去並びに操業に伴い発生した放射性廃棄物の廃棄を行う必要がある。

また、3.1.2(3)に示す指定廃棄物埋設区域に係る規制に必要な保存すべき記録の整備及び廃棄物埋設地の存在を認知しやすくする標識（マーカー）の設置を求める必要がある⁶。

以上を踏まえて、廃止措置に関する規定は次のように定められた。

[廃止措置に関する主な規定]

【事業規則第 22 条の 7】（廃止措置計画の認可の申請）

- 1 法第五十一条の二十五第二項の規定により廃止措置計画について認可を受けようとする者は、次の各号に掲げる事項について廃止措置計画を定め、これを記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない。
 - 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名
 - 二 事業所の名称及び所在地
 - 三 廃止措置対象附属施設及びその敷地
 - 四 廃止措置対象附属施設のうち解体の対象となる施設及びその解体の方法（中深度処分に係る監視測定設備にあつては、その撤去の方法を含む。）
 - 五 核燃料物質による汚染の除去
 - 六 核燃料物質等の廃棄
 - 七 廃止措置の工程
 - 八 中深度処分に係る廃棄物埋設地の所在を示す標識の設置の方法
 - 九 廃止措置に係る品質マネジメントシステム
- 2 前項の申請書には、次の各号に掲げる書類又は図面を添付しなければならない。
 - 一 全ての坑道の閉鎖が終了していることを明らかにする資料
 - 二 法第五十一条の二第三項第五号に規定する措置を実施する期間が経過していることを明らかにする資料
 - 三 廃止措置対象附属施設の敷地に係る図面及び廃止措置に係る工事作業区域図
 - 四 第十七条第一項第一号イ及び第二号イに規定する廃棄物埋設地の保全に関する措置の実施状況に関する説明書
 - 五 第十九条の二の規定による廃棄物埋設施設の定期的な評価等の結果に関する説明書
 - 六 廃止措置に伴う放射線被ばくの管理に関する説明書
 - 七 廃止措置中の過失、機械又は装置の故障、火災、爆発、電源喪失等があつた場

- 合に発生することが想定される異常の種類、程度、影響等に関する説明書
- 八 廃止措置に要する費用の見積り及びその資金の調達計画に関する説明書
- 九 廃止措置の実施体制に関する説明書
- 十 廃止措置に係る品質マネジメントシステムに関する説明書
- 十一 廃棄物埋設地の所在等を示す措置に関する説明書
- 十二 前各号に掲げるもののほか、原子力規制委員会が必要と認める書類又は図面
- 3 第一項の申請書の提出部数は、正本及び写し各一通とする。

【事業規則第 22 条の 10】（廃止措置計画の認可の基準）

- 1 法第五十一条の二十五第三項において読み替えて準用する法第十二条の六第四項に規定する原子力規制委員会規則で定める基準は、次の各号に掲げるとおりとする。
- 一 全ての坑道の閉鎖が終了していること。
- 二 法第五十一条の二第三項第五号に規定する措置を実施する期間が経過していること。
- 三 第十七条第一項又は第二項に規定する措置を必要としない状況にあること。
- 四 中深度処分に係る廃棄物埋設地の所在を示す標識の設置の方法が適切なものであること。
- 五 核燃料物質等の管理、処理及び廃棄が適切なものであること。
- 六 前号に掲げるもののほか、廃止措置の実施が核燃料物質等による災害の防止上適切なものであること。

【事業規則第 22 条の 12】（廃止措置の終了確認の基準）

- 1 法第五十一条の二十五第三項において準用する法第十二条の六第八項に規定する原子力規制委員会規則で定める基準は、次の各号に掲げるとおりとする。
- 一 廃止措置対象附属施設の敷地に係る土壌及び当該敷地に残存する施設の状況（中深度処分に係る監視測定設備にあつては、撤去後の状況を含む。）が放射線による障害の防止の措置を必要としない状況にあること。
- 二 核燃料物質等の廃棄が終了していること。
- 三 第十三条第一項に規定する放射線管理記録の同条第五項の原子力規制委員会が指定する機関への引渡し完了していること。
- 四 廃棄物埋設地の所在等を示す措置が講じられていること。

上記規則の第 22 条の 7（廃止措置計画の認可の申請）の規定は、基本的に廃止措置として行うべき事項に関する内容を対象としている。

しかし、廃止措置の終了後は、事業者によるモニタリングや万一の際の補修等の措置が行

われることは期待できないことから、同条第2項第4号及び第5号では、廃止措置計画の認可を判断するに当たって参考とすべき重要な情報として以下のものを規定している^{6, 26}。

- ・坑道の閉鎖後の放射線モニタリングによって廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えい又はその徴候が確認されていないこと。
- ・最新知見を反映した定期的な評価の結果、廃棄物埋設地が保全のための措置を必要としない状況にあること。

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.18-19.
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ pp.38-39, p.46.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ p7.

3.7 その他

天然起源のウラン（U-234、U-235 及び U-238）については、これらを長半減期核種の一つとして取り扱うことにより、専らウランで汚染された廃棄物（いわゆる「ウラン廃棄物」）についても中深度処分の対象となり得る³¹。

3.2.3 に示したように、中深度処分の廃棄物埋設地は、侵食による10万年間の深度の減少を考慮しても、70メートル以上の深度の確保を求めており、当該深度が確保される期間においてウランの子孫核種（ラドンも含む）による被ばくは小さいことが想定されることから、ピット処分及びトレンチ処分の廃棄物埋設地について要求されている以下の基準（許可基準規則第13条第1項第3号）を適用する必要はない⁵⁴。

「三 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質（ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八に限る。）について、その総放射エネルギーをメガベクレル単位で表した数値を当該放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設し、又は設置する物の重量をトン単位で表した数値で除して得た値が一を超えず、かつ、当該廃棄物埋設地内における当該放射性物質の分布がおおむね均一であること。」

本項の詳細については以下を参照されたい。

- ・ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方³¹（令和3年3月10日）
- ・ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制基準等における要求事項について⁵⁴（令和3年3月10日）

4. 検討の過程で考え方を変更した主なもの

中深度処分の規制について、原子力規制委員会が規制の考え方⁶を決定した後、廃炉等廃棄物検討チームは骨子案¹³を作成し、原子力規制委員会はそれらを基に規制基準等の検討を行った（付録1）。その過程において、火山や断層などの取扱いに関し新たな論点が提起され、議論の結果、規制の考え方や骨子案からの変更が行われた¹⁷⁻²⁴。

原子力規制委員会が決定した規制基準等は、法令上の用語の使い方や表現振り等は除き、規制の考え方や骨子案から次のような変更や追加があった。

4.1 断層等に関する設計要求

(1) 規制の考え方の要点

○火山活動及び断層活動、隆起や海水準変動等に伴う侵食作用といった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⁶。

○過去に生じた火山・断層の活動範囲や隆起速度を合理的に外挿可能と考えられる期間については、立地地点における火山・断層等の分布及び隆起作用や、これらの活動に影響を与えるプレート運動等の科学的知見に基づき決まるものであるが、科学的知見に十分にに基づいていれば、事業者が立地地点の地質環境に応じ、今後10万年程度の期間や、数10万年といった期間の地質環境の状態について外挿することによって評価することは合理的であると考えられる⁶。

○以上を踏まえ、自然事象への対策として少なくとも10万年間は火山活動及び断層活動、侵食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置することを要求する⁶。

・断層活動による地層の変位の記録が存在しない区域であること

▶ 当該廃棄物埋設地について、中期更新世以降（約40万年前以降）の活動が否定できない断層及び第四紀前期更新世から中期更新世（約258万年前から約40万年前まで）において活動したことが明らかである長さおおむね数キロメートル以上の断層等の露頭が無いことを確認した区域に設置することを要求。当該断層等が無いことは、露頭が無いことをもって判定する。地表及び坑道に出現し、目視観察が可能な露頭等で確認される断層に加え、物理探査等の調査において存在が推定される断層等についても対象とする。

▶ 断層活動による変位には、震源として考慮する断層のほか、地震活動に伴って

永久変位が生じる断層に加え、廃棄物埋設地を設置した深度まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。

(2) 骨子案の要点

○廃炉等廃棄物検討チームにおける以下の議論を踏まえ、上記(1)の考え方から変更し、活動した年代にかかわらず長さが約5キロメートル以上の断層がないことを確認した地盤に廃棄物埋設地を設置することとされた。その際、断層の両側において断層の著しい影響が及ぶ領域を避け、断層からその長さの100分の1以上離れていれば領域外と判断することとされた。また、確認された断層が廃棄物埋設地に伸長する可能性が高い場合は、そのような場所を避けることとされた¹³。

- ・5キロメートル程度の断層であれば全国規模の既存の文献等で確認できる。
- ・断層の1回の変位量が断層長さの10,000分の1程度とすると5キロメートルの断層変位量は50センチメートルとなり、人工バリアに大きな損傷を及ぼすおそれがある。

(3) 要求事項案の要点

○上記(2)では明確になっていなかった断層の長さの評価方法を始め、人工バリア及び天然バリアの機能とそれらに対する断層等の影響等を整理し、要求すべき事項について検討した結果、以下のとおりとされた^{21,22}。

- ・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を求める期間が300～400年程度である人工バリアについて、当該期間の損傷の防止の観点から、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を要求する。
- ・廃止措置の終了以降の長期にわたって、人工バリアの劣化や放射性物質の生活環境への移動を促進するおそれのある地下水流動経路の形成を防止する観点から、活動性にかかわらず規模の大きい断層を避けることを要求する。

(4) 規制基準

○上記(3)に沿ったものとされた。

本節の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.10-12, p.29.
- ・廃炉等廃棄物検討チーム第16回会合 議事録(平成28年12月21日)⁵⁵ pp.10-11.
- ・平成30年度第22回原子力規制委員会 資料3「中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－」(平成30年8月1日)¹⁴ p.3.

- ・令和2年度第16回原子力規制委員会 資料3「中深度処分に係る規制基準等における要求事項について」（令和2年7月15日）⁵⁶ pp.1-2, pp.7-9.
- ・令和3年度第5回原子力規制委員会 資料4「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）²³ pp.20-26.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p71.

4.2 火山に関する設計要求

(1) 規制の考え方の要点

○自然事象への対策として少なくとも 10 万年間は火山活動が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置することを要求する。ここで、「著しい影響」とは、火山活動については、例えば、廃棄物埋設地を貫く火道に起因する噴火によって、人工バリアと天然バリアが同時に破壊されるようなことをいう⁶。

○廃棄物埋設地の立地場所の選定に関する要求として次のとおりとする⁶。

- ・火山活動による地層の著しい変動の記録が存在しない区域であること
 - ▶ 火山活動については、廃棄物埋設地で噴火が起き廃棄物が地表に放出されること、マグマが貫入し廃棄物埋設地が変形・破壊されることを回避するため、過去の火道、岩脈等の記録が存在しない区域を、第四紀（現在から約 258 万年前まで）における活動履歴を評価することによって示すことを要求。
- ・将来にわたって火山活動による地層の著しい変動が生ずるおそれのない区域であること
 - ▶ 「将来」とは、炉内等廃棄物に含まれる放射性核種の大部分が減衰する期間及び氷河性の海水準変動の周期を踏まえて現在の地形条件の下で侵食が起こる可能性が高いと考えられる期間を踏まえて、10 万年間をいう。
 - ▶ 第四紀の始まりまで遡った活動場の時空分布を踏まえて評価することにより、この期間にわたって、火山活動による地層の著しい変動が生ずるおそれのない区域であることを示すことを要求。

(2) 骨子案の要点

○上記(1)の内容に基づき、火山活動による著しい変動が生ずるおそれがない地盤として、以下に掲げる地盤に廃棄物埋設地を設置することを要求する¹³。

- ・マグマの貫入による廃棄物埋設地の破壊が生じるような火道、岩脈等の記録が存在しないことを確認した地盤。なお、当該確認については、第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動の活動履歴を評価することによること。

- ・第四紀における火山の活動場の時間的・空間的な変化を踏まえて活動履歴を評価することにより、今後少なくとも 10 万年間にわたって、廃棄物埋設地の破壊を及ぼすような火山活動による影響が生じることが想定されない地盤。

(3) 要求事項案の要点

○今後 10 万年にわたって新たに火山が出現する可能性のない場所を評価によって予測することはできないが、第四紀における火山の活動履歴がない、又は活動履歴がある火山から一定距離離れた場所であれば、基本的には、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できると考えられる¹⁹。

○廃棄物埋設地に係る規制基準として要求すべき内容は「火山の活動履歴がないこと」及び「活動履歴がある火山から一定距離離すこと」であると考えられる^{19,20}。

○以上を踏まえ、上記(2)の内容を変更し、解釈においては、活動履歴がある火山からの離隔距離について定めることとされ、「今後少なくとも 10 万年間にわたって、廃棄物埋設地の破壊を及ぼすような火山活動による影響が生じることが想定されない」という規定は設けないこととされた。要求事項としては以下のとおり^{19,20}。

- ・廃棄物埋設地の人工バリアに著しい損傷を生じさせるおそれがある火山現象が発生するおそれがない場所であること。
- ・その上で、解釈において次のような主旨の記載を行う。
 - ▶ 廃棄物埋設地周辺の第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動の活動履歴から、マグマの貫入による廃棄物埋設地の破壊が生ずるような火道、岩脈等の履歴が存在しないことを確認した場所に設置すること。
 - ▶ 当該履歴が存在する場合は、廃棄物埋設地からおおむね 15 キロメートル内の範囲で火山の側火口分布等を評価し、側火口等の影響を考慮しても廃棄物埋設地の破壊等が生ずることがないこと。

(4) 規制基準

○火山の周辺における側火口分布等の評価や廃棄物埋設地への側火口等の影響評価の不確実性を考慮し、上記(3)の内容を一部変更し、火山の周辺において廃棄物埋設地の設置を認めない場所については、距離により一律に判断するものとされた。

本節の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ pp.10-11,29.
- ・平成30年度第22回原子力規制委員会 資料3「中深度処分等に係る規制基準等の策定に

ついて－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－」（平成30年8月1日）¹⁴ p.3.

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.5, p.42, pp.47-48.
- ・令和3年度第35回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定」（令和3年9月29日）²⁶ pp.16-20.

4.3 耐震に関する設計要求

(1) 規制の考え方の要点

○炉内等廃棄物の放射能濃度は浅地中処分の対象廃棄物より高いため、廃棄物の取扱いは主に遠隔操作で行われる⁶。

○高い放射能濃度の廃棄物を取り扱う事業形態として類似である放射性廃棄物の管理事業で要求している閉じ込めや遮蔽のための規制要求と共通の考え方に基づく⁶。

(2) 骨子案の要点

○規制の考え方を踏まえ、廃棄物埋設施設（廃棄物埋設地及び坑道を含むその附属施設）が地震力に十分耐えることができるものであるとして、地震力を地震の発生によって生じるおそれがある廃棄物埋設施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆の影響の程度に応じて算定すること、すなわち耐震重要度分類を行った上で、Sクラス、Bクラス及びCクラスに応じた地震力の設定を求めることとされた¹³。

(3) 要求事項案の要点

○中深度処分の地下施設（廃棄物埋設地等）に要求する耐震性能の考え方及び地上施設の耐震重要度分類の考え方を再整理し、以下のとおりとされた（3.3.1を参照）¹⁹、²⁰。

- ・安全機能を有する施設（廃棄物埋設地を除く。）については、耐震重要度分類によってBクラス又はCクラスのいずれかに分類した上で、該当するクラスの耐震設計を行うこと。
- ・廃棄物埋設地及び坑道は、放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間において、地震力に十分に耐えることができるものであること。ここで「地震力」は、上記「安全機能を有する施設」のうち最も厳しい地震力を設定する施設に対して設定する地震力を考慮すること。

(4) 規制基準

○上記(3)の廃棄物埋設地等に対する地震力の設定について、ある発生した地震により安全機能を有する施設（地上に設置された廃棄物埋設地の附属施設に限る。）に生ずる地震力と、当該地震により当該廃棄物埋設地等に生ずる地震力との比率を、当該廃棄物埋設地等を設置する場所から地表面までの地盤構造及び地震動の増幅特性に基づき評価できる場合は、当該比率を考慮した地震力を適用することができることとされた。

本節の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.10.
- ・平成30年度第22回原子力規制委員会 資料3「中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－」（平成30年8月1日）¹⁴ pp.12-14.
- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ pp.35-36, pp.44-45, pp.48-50.

4.4 廃棄物管理施設の基準を参考とした設計要求

(1) 規制の考え方の要点

○炉内等廃棄物の放射能濃度は浅地中処分の対象廃棄物より高いため、廃棄物の取扱いは主に遠隔操作で行われる⁶。

○高い放射能濃度の廃棄物を取り扱う事業形態として類似である放射性廃棄物の管理事業で要求している閉じ込めや遮蔽のための規制要求と共通の考え方に基づく。放射性廃棄物の管理事業で要求している閉じ込めや遮蔽のための規制要求と共通の考え方に基づいて要求する設計要求は以下のとおり⁶。

(a)閉じ込めに関する要求

- ・中深度処分を行う場合の廃棄物埋設地及びその附属施設は、放射性廃棄物を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものであることを要求する。
- ・「限定された区域」とは、放射性廃棄物を取り扱う区域、室等をいう。
- ・「限定された区域に適切に閉じ込めることができるもの」とは、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において、以下の設計が施されたものであることをいう。

- 1 放射性廃棄物を容器に封入、固型化又は収納する系統及び機器は、放射性物質の漏えいの防止を考慮した設計がなされていること。

- 2 放射性廃棄物を取り扱う室であって、放射性物質による汚染の発生のおそれのある室は、その内部を負圧状態に維持し得ることが可能であること。
- 3 放射性廃棄物を搬送する設備は、放射性廃棄物の落下等の防止を考慮した設計がなされていること。

(b)安全機能に関する要求

- ・中深度処分を行う場合の廃棄物埋施設において、安全機能を有する施設は、その安全機能の重要度に応じて、その機能が確保されたものであることを要求する。
- ・中深度処分を行う場合において、安全機能を有する施設を他の原子力施設と共用し、又は安全機能を有する施設に属する設備を附属施設において共用する場合には、廃棄物埋施設の安全性を損なわないものであることを要求する。
- ・中深度処分を行う場合の安全機能を有する施設は、必要に応じて当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものであることを要求する。
- ・「共用する場合には、廃棄物埋施設の安全性を損なわないものでなければならない。」とは、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において、安全機能を有する施設のうち、当該廃棄物埋施設以外の原子力施設との間又は当該廃棄物埋施設内で共用するものについて、その機能、構造等から判断して、共用によって当該廃棄物埋施設の安全性に支障を来さないものをいう。
- ・「安全機能を確認するための検査又は試験」には、実システムを用いた試験又は検査が不適当な場合には、試験用のバイパス系を用いること等を含む。

(c)計測制御系統施設に関する要求

- ・中深度処分を行う場合の廃棄物埋施設には、必要に応じて、放射性廃棄物を限定された区域に閉じ込める機能その他の機能が確保されていることを適切に監視することができる計測制御系統施設を設けることを要求する。
- ・中深度処分を行う場合の廃棄物埋施設には、安全設計上想定される事故により廃棄物埋施設の安全性を損なうおそれが生じたとき、放射性物質の濃度若しくは線量が著しく上昇したとき又は廃棄施設から放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する設備を設けることを要求する。
- ・「検知して速やかに警報する設備」とは、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において、次の事項に関して警報する設備をいう。
 - 1 放射性廃棄物を容器に封入、固型化又は収納する系統及び機器の放射性物質の漏えい
 - 2 放射性物質による汚染の発生のおそれのある室の負圧

3 その他廃棄物埋設施設（放射線管理施設を除く。）の安全機能の異常

(d)誤操作の防止に関する要求

- ・廃棄物埋設施設において遠隔操作を行う施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものであることを要求する。
- ・附属施設において遠隔操作を行う施設は、容易に操作することができるものであることを要求する。
- ・「誤操作を防止するための措置を講じたもの」とは、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において、人間工学上の諸因子を考慮して、盤の配置及び操作器具等の操作性に留意すること、計器表示及び警報表示において遠隔操作を行う施設の状態が正確かつ迅速に把握できるよう留意すること、保守点検において誤りを生じにくいよう留意すること等の措置を講じた設計であることをいう。
- ・「容易に操作することができるもの」とは、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において、事故が発生した状況下（混乱した状態等）であっても、簡潔な手順によって必要な操作が行える等の使用者に与える負荷を小さくすることができるよう考慮された設計であることをいう。また、事故の発生後、一定期間は、使用者の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計であることをいう。

(e)人の不法な侵入等の防止に関する要求

- ・事業所には、廃棄物埋設施設への人の不法な侵入、廃棄物埋設施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成11年法律第128号）第2条第4項に規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するための設備を設けることを要求する。
- ・「不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為」には、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における、敷地内の人による放射性廃棄物の不法な移動や妨害破壊行為、郵便物等による敷地外からの爆破物又は有害物質の持ち込み、サイバーテロが含まれる。
- ・「防止するための設備を設けること」とは、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から坑道の埋戻し終了までの間において、例えば、人がみだりに管理区域に立ち入らないように壁、柵、塀その他の人の侵入を防止するための設備を設けることをいう。

(2) 骨子案の要点

○規制の考え方を踏まえ、放射性廃棄物の管理事業の規制要求と共通の考え方に基づいて、「閉じ込めの機能」等を要求する¹³。

(3) 規制基準

○中深度処分で行き扱う廃棄体及び施設の特徴を踏まえて、上記(1)の(b)のうち、安全機能を有する施設の維持に関する要求が行われることとされた(3.3.2を参照)。その他のものについての考え方は以下のとおり。

(a)(d)：中深度処分施設では、対象廃棄物の封入や固型化等の処理を通常作業として行うことは想定されず、最大想定高さからの落下を考慮してもほとんど漏えいしない廃棄体の状態で施設への受入れ及び埋設が行われるため、閉じ込めや放射性物質の放出につながる誤操作の防止に係る規定は不要。

(b)：中深度処分の廃棄物埋設施設については施設の重要度分類は行われておらず、他の原子力施設と共用することは想定されていないことから、重要度に応じた規定及び共用に係る規定は不要。また、中深度処分施設で行き扱う廃棄体は固体状であり、安全機能を有する施設として複雑な構造のものは想定されないことから、安全機能を有する施設は、当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものであれば、当該安全機能を確認するための検査又は試験に係る規定は不要。

(c)：異常時における線量等の上昇を検知し警報するための施設については、監視測定設備に係る基準で足るため、規定は不要。

(e)：中深度処分施設で行き扱う廃棄体は固体状であり、原子力発電所のような核反応の制御を行う必要がなく、静的な安全対策を要するものであるため、ピット処分及びトレンチ処分と同様に規定は不要。

本節の詳細については以下を参照されたい。

- ・規制の考え方⁶ p.10, pp.24-26.
- ・平成30年度第22回原子力規制委員会 資料3「中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－」(平成30年8月1日)¹⁴ p.16, pp.18-19.

4.5 坑道に係る設計要求

(1) 要求事項案の要点

○坑道は、閉鎖措置の終了から廃止措置の開始前までの間に廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えいがあった場合においてこれを著しく拡大させる漏えいの経路を生ずるおそれがないように、閉鎖することができるものであること¹³。

(2) 規制基準

○坑道の閉鎖は、廃棄物埋設地を生活環境から離隔するための重要なプロセスであることから、事業規則の「閉鎖措置計画の認可の基準」に加えて、許可段階においても、申請時点における技術によって坑道を適切に埋め戻すことが可能であることの一定の見通しがあることを求めることとされていた。

しかし、坑道の掘削を行う前の設計段階において、閉鎖措置を見通すことには大きな不確実性を伴う。特に、立地候補地点における地質環境や地下水の特性、坑道を含む地下施設の詳細な設計が明らかになっていない現状では、その不確実性は極めて大きい。

このため、坑道に関する許可基準規則については、立地候補地点の地質環境等の特性や詳細な施設設計概念が明らかになった段階で、必要に応じて定められると考えられる（著者らの考え）。

本節の詳細については以下を参照されたい。

- ・令和2年度第40回原子力規制委員会 資料1「中深度処分に係る規制基準等におけ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2年11月25日）²⁰ p.44.
- ・令和3年度第17回原子力規制委員会 資料2「第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案」（令和3年6月30日）²⁵ p.72.

5. おわりに

中深度処分に関する規制基準等の策定の考え方の背景及びその根拠について、原子力規制委員会、廃炉等廃棄物検討チーム、廃棄物防護基準検討チーム等の公開資料に記載されている内容及び一部に著者らの見解を加えて取りまとめた。本技術ノートの内容は、今後、中深度処分の事業許可審査に携わる者が参考にできるものと考えられる。また、以下の理由⁶から、今後、立地候補地点や詳細な施設設計等に応じた規制基準等の改正が行われることも考えられることから、その際には、当該改正に携わる者も参考にできるものと考えられる。

- ・中深度処分の廃棄物埋設施設は我が国に前例がなく、現時点では立地候補地点や詳細な施設設計も定まっていない。このため、3. に示した規制基準は、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備についての基本設計や管理に係る基本的な要求内容であり、具体的な立地場所の環境や施設の建設、廃棄体の埋設、坑道の閉鎖等の各段階の作業に即した詳細な設計や確認に係るものではない。
- ・例えば、廃棄物埋設地や坑道のような地下施設については、廃棄体の埋設段階では廃棄物埋設地の掘削作業と廃棄体の搬入及び定置の作業とが併行して進められることも想定されることから、取り扱う廃棄体の特徴や作業工程及び作業区域を考慮し、遮蔽等の措置を講じる必要があると考えられる。
- ・今後は、事業申請予定者から、3. に示した規制基準を満足する立地候補地点及び詳細な施設設計並びに管理方法が提示され、これを原子力規制委員会が詳細に確認し、必要に応じて、より詳細な規制基準の検討が行われるものとする。

謝辞

中深度処分の規制基準に関する検討は、平成 26 年に開始し、令和 3 年 10 月に原子力規制委員会規則等の改正に至るまでに約 7 年もの時間が掛かっている。この間、長官官房技術基盤グループ技術基盤課余裕深度処分規制基準検討班（平成 31 年 3 月まで）及び原子力規制部研究炉等審査部門廃棄物制度班（平成 31 年 4 月から）が検討を行い、規制基準の策定を担当した。

この検討過程において実施された原子力規制委員会、廃炉等廃棄物検討チーム及び廃棄物防護基準検討チームにおける議論（付録 1）は、本技術ノートを作成するに当たって大いに参考になった。また、基準策定に関連して行った関係者の皆様との議論では、著者らの見解を取りまとめるに当たり貴重な御意見を頂いた。

特に、中深度処分の規制基準の科学的・技術的検討に当たっては、長官官房技術基盤グループ放射線・廃棄物研究部門の山田憲和・首席技術研究調査官、入江正明・技術研究調

査官、市来高彦・技術研究調査官、廣田明成・技術研究調査官、条文案の検討に当たっては法令審査室の担当者による多大なる尽力があったことをここに記す。
ここに、深謝申し上げます。

参考文献一覧

- 1 原子力規制庁: 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討について. 平成 26 年度第 34 回原子力規制委員会, 資料 3, 平成 26 年 10 月 29 日. (2014).
- 2 原子力規制委員会: 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討の進め方 (案). 平成 26 年度第 47 回原子力規制委員会, 資料 1, 平成 26 年 12 月 24 日. (2014).
- 3 原子力規制庁: 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する基本方針. 第 1 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, 資料 1-2, 平成 27 年 1 月 26 日 (2015).
- 4 原子力規制庁: 炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について (案). 平成 27 年度第 56 回原子力規制委員会, 資料 5-2, 平成 28 年 2 月 17 日(2016).
- 5 原子力規制庁: 「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について」及びそれに対する意見募集の実施について (案). 平成 28 年度第 11 回原子力規制委員会, 資料 2, 平成 28 年 5 月 25 日 (2016).
- 6 原子力規制委員会: 炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について. 平成 28 年 8 月 31 日 (2016).
- 7 原子力規制庁: 「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について (案)」に対する意見募集の結果及び今後の検討の進め方等について (案). 平成 28 年度第 29 回原子力規制委員会, 資料 1, 平成 28 年 8 月 31 日 (2016).
- 8 原子力規制委員会: 平成 27 年度第 56 回原子力規制委員会, 議事録. 平成 28 年 2 月 17 日 (2016).
- 9 原子力規制委員会: 廃棄物埋設の放射線防護基準に関する再整理の進め方 (案). 平成 27 年度第 64 回原子力規制委員会, 平成 28 年 3 月 30 日 (2016).
- 10 原子力規制庁: 廃棄物の埋設に係る放射線防護基準及び原子力施設のサイト解放基準について (案). 廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 5 回, 資料 5-1, 平成 28 年 10 月 14 日 (2016).
- 11 廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム: 廃棄物埋設 (中深度処分) に係る放射線防護基準について. 平成 28 年度第 61 回原子力規制委員会, 資料 7, 平成 29 年 2 月 15 日 (2017).
- 12 原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律. 平成 29 年法律第 15 号 (2017).
- 13 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム: 第二種廃棄物埋設に係る規制基準等の骨子案. 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 27 回会合, 資料 27-1, 平成 29 年 11 月 2 日 (2017).

- 14 原子力規制庁: 中深度処分等に係る規制基準等の策定について—第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施—。平成 30 年第 22 回原子力規制委員会, 資料 3, 平成 30 年 8 月 1 日 (2018).
- 15 原子力規制庁: 第 1 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する事業者との意見交換, 平成 30 年 8 月 31 日 (2018).
URL: https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo_kisei/00000033.html
(2022 年 8 月時点)
- 16 原子力規制庁: 第 2 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する事業者との意見交換, 令和元年 12 月 17 日 (2019).
URL: https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo_kisei/2019121701.html
(2022 年 8 月時点)
- 17 原子力規制庁: 中深度処分に係る規制基準等の策定について—電気事業連合会からの意見聴取の結果を踏まえた方針案—。令和元年度第 52 回原子力規制委員会, 資料 4, 令和 2 年 1 月 15 日 (2020).
- 18 原子力規制委員会: 令和元年度原子力規制委員会第 64 回会議議事録, 令和 2 年 2 月 19 日 (2020).
- 19 原子力規制庁: 中深度処分に係る規制基準等における要求事項に対する科学的・技術的意見の募集について。令和 2 年度第 17 回原子力規制委員会, 資料 2, 令和 2 年 7 月 22 日 (2020).
- 20 原子力規制庁: 中深度処分に係る規制基準等におけ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 2 年度第 40 回原子力規制委員会, 資料 1, 令和 2 年 11 月 25 日 (2020).
- 21 原子力規制庁: 中深度処分における断層等に係る要求事項の検討結果について。令和 2 年度第 52 回原子力規制委員会, 資料 2, 令和 3 年 1 月 27 日 (2021).
- 22 原子力規制庁: 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・技術的意見の募集について。令和 2 年度第 56 回原子力規制委員会, 資料 3, 令和 3 年 2 月 10 日 (2021).
- 23 原子力規制庁: 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・技術的意見の結果について。令和 3 年度第 5 回原子力規制委員会, 資料 4, 令和 3 年 4 月 21 日 (2021).
- 24 原子力規制庁: 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 (第 2 回)。令和 3 年度第 6 回原子力規制委員会, 資料 6, 令和 3 年 4 月 28 日 (2021).

- 25 原子力規制庁: 第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案. 令和 3 年度第 17 回原子力規制委員会, 資料 2, 令和 3 年 6 月 30 日 (2021).
- 26 原子力規制庁: 第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定. 令和 3 年度第 35 回原子力規制委員会, 資料 2, 令和 3 年 9 月 29 日 (2021).
- 27 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則等の一部を改正する規則. 令和 3 年度原子力規制委員会規則第 3 号, 令和 3 年 10 月 21 日 (2021).
- 28 原子力規制委員会: 中深度処分の廃棄物埋設地に関する審査ガイド. 令和 3 年 9 月 29 日 (2021).
- 29 原子力規制庁: 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド案. 令和 3 年度第 64 回原子力規制委員会, 資料 1, 令和 4 年 2 月 9 日 (2022).
- 30 原子力規制庁: 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの制定. 令和 4 年度第 5 回原子力規制委員会, 資料 1, 令和 4 年 4 月 20 日 (2022).
- 31 原子力規制委員会: ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方. 原規規発第 2103109 号 原子力規制委員会決定, 令和 3 年 3 月 10 日 (2021).
- 32 電気事業連合会: 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. 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 2 回会合, 資料 2-1, 平成 27 年 2 月 12 日 (2015).
- 33 IAEA: Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements No. SSR-5 (2011).
- 34 IAEA: Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management. INFCIRC/546, 24 December 1997 (1997).
- 35 原子力規制庁: 中深度処分等に係る規制基準等の策定について—浅地中処分における ALARA 適用の考え方及び中深度処分等における人為事象シナリオの考え方について—. 平成 29 年度第 69 回原子力規制委員会, 資料 7, 平成 30 年 3 月 7 日 (2018).
- 36 ICRP: Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 122, Ann. ICRP 42 (3) (2013).
(邦語訳) 日本アイソトープ協会: ICRP Publication 122 長寿命放射線固体廃棄物の地層処分における放射線防護. (2017).
- 37 原子力安全委員会: 余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方. 平成 22 年 4 月 1 日 (2010).
- 38 ICRP: Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. Ann. ICRP 28 (4) (1998).

- (邦語訳) 日本アイソトープ協会: ICRP Publication 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告. (2000).
- 39 産業技術総合研究所地質調査総合センター:概要調査の調査・評価項目に関する技術資料ー長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方ー. 地質調査総合センター研究資料集, no.495, 深部地質環境研究センター編 (2007).
- 40 原子力規制庁: 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)ー検討方針案一, 資料5, 令和4年1月19日 (2022).
- 41 吉田栄一, 大嶋章浩, 吉村久美子, 長友晃夫, 西本昌司: 断層周辺に発生する割れ目形態とその特徴ー阿寺断層における‘ダメージゾーン’解析の試みー. 応用地質, 50(1), 16-28 (2009).
- 42 松田時彦: 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).
- 43 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG, 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果(地層処分技術WGとりまとめ), 平成29年4月 (2017).
- 44 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性ー地層処分研究開発第2次取りまとめー. (1999).
- 45 環境省: 地熱発電事業に係る自然環境影響検討会(第1回), 資料-2, 平成23年6月28日 (2011).
- 46 環境省: 第1回 温泉利用施設における硫化水素中毒事故防止策検討委託業務に係る設備構造等基準検討会, 参考資料5, 平成28年12月12日 (2016).
- 47 原子力規制庁: 中深度処分における廃棄物埋設地の位置に係る審査ガイドの骨子案. 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第27回会合, 参考資料27-1-1, 平成29年11月2日 (2017).
- 48 電気事業連合会: 中深度処分における附属施設について. 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第16回会合, 資料16-4-1(1), 平成28年12月21日 (2016).
- 49 湊正雄: 日本列島の最後の陸橋. 地球科学, 85-86 (1966).
- 50 原子力規制庁: 中深度処分等に係る規制基準等の策定についてーALARAの運用における線量評価の位置付けー. 平成30年度第11回原子力規制委員会, 資料4, 平成30年5月30日 (2018).
- 51 原子力規制委員会: 平成30年度原子力規制委員会第11回会議議事録, 平成30年5月30日 (2018).

- 52 U.S. Nuclear Regulatory Commission: NUREG-0683, Final Programmatic Environmental Impact Statement related to decontamination and disposal of radioactive wastes resulting from March 28, 1979, accident Three Mile Island Nuclear Station, Unit 2. (1981).
- 53 原子力規制庁: ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について. 令和元年度第 33 回原子力規制委員会 資料 1, 令和元年 10 月 2 日 (2019).
- 54 原子力規制庁: ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制基準等における要求事項について. 原規規発第 21031011 号, 令和 3 年 3 月 10 日 (2021).
- 55 原子力規制委員会: 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 16 回会合 議事録, 平成 28 年 12 月 21 日 (2016).
- 56 原子力規制庁: 中深度処分に係る規制基準等における要求事項について. 令和 2 年度第 16 回原子力規制委員会 資料 3, 令和 2 年 7 月 15 日 (2020).

付録 1

原子力規制委員会における中深度処分の規制基準等に関する検討の経緯

| | 原子力規制委員会 | 検討チーム等 |
|-----------------------|---|--|
| 平成 26 年度 (2014 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 34 回原子力規制委員会（平成 26 年 10 月 29 日） 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討について ○第 46 回原子力規制委員会（平成 26 年 12 月 17 日） 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討の進め方（案） ○第 47 回原子力規制委員会（平成 26 年 12 月 24 日） 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討の進め方（案） | <ul style="list-style-type: none"> ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 1 回会合（平成 27 年 1 月 26 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 2 回会合（平成 27 年 2 月 12 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 3 回会合（平成 27 年 3 月 18 日） |
| 平成 27 年度 (2015 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 20 回原子力規制委員会（平成 27 年 7 月 22 日） 廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討状況について ○第 40 回原子力規制委員会（平成 27 年 11 月 13 日） 炉内等廃棄物の埋設に係る規制に関する検討について ○第 56 回原子力規制委員会（平成 28 年 2 月 17 日） 炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（案） ○第 59 回原子力規制委員会（平成 28 年 3 月 9 日） 廃棄物埋設に関する放射線防護基準の再整理について ○第 64 回原子力規制委員会（平成 28 年 3 月 30 日） 廃棄物埋設の放射線防護基準に関する再整理の進め方（案） | <ul style="list-style-type: none"> ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 4 回会合（平成 27 年 4 月 16 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 5 回会合（平成 27 年 5 月 21 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 6 回会合（平成 27 年 6 月 9 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 7 回会合（平成 27 年 7 月 2 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 8 回会合（平成 27 年 8 月 10 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 9 回会合（平成 27 年 12 月 10 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 10 回会合（平成 27 年 12 月 22 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 11 回会合（平成 28 年 1 月 25 日） |
| 平成 28 年度 (2016 年度) | | <ul style="list-style-type: none"> ○廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 1 回会合（平成 28 年 4 月 28 日） |

| | 原子力規制委員会 | 検討チーム等 |
|-----------------------|--|--|
| | <p>○第 11 回原子力規制委員会(平成 28 年 5 月 25 日) 「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について」及びそれに対する意見募集の実施について(案)</p> <p>○第 29 回原子力規制委員会(平成 28 年 8 月 31 日) 「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について(案)」に対する意見募集の結果及び今後の検討の進め方等について(案)</p> <p>○第 61 回原子力規制委員会(平成 29 年 2 月 15 日) 廃棄物埋設(中深度処分)に係る放射線防護基準について</p> <p>○第 66 回原子力規制委員会(平成 29 年 3 月 2 日) 廃棄物埋設に係る放射線防護基準について</p> | <p>○廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 2 回会合(平成 28 年 6 月 9 日)</p> <p>○廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 3 回会合(平成 28 年 7 月 28 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 12 回会合(平成 28 年 7 月 12 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 13 回会合(平成 28 年 8 月 2 日)</p> <p>○廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 4 回会合(平成 28 年 9 月 5 日)</p> <p>○廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第 5 回会合(平成 28 年 10 月 14 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 14 回会合(平成 28 年 10 月 27 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 15 回会合(平成 28 年 11 月 15 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 16 回会合(平成 28 年 12 月 21 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 17 回会合(平成 29 年 2 月 21 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 18 回会合(平成 29 年 3 月 2 日)</p> |
| 平成 29 年度 (2017 年度) | <p>原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律(平成 29 年法律第 15 号)(平成 29 年 4 月 14 日施行)</p> <p>○第 27 回原子力規制委員会(平成 29 年 7 月 31 日) 中深度処分の規制基準等について</p> | <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 19 回会合(平成 29 年 4 月 11 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 20 回会合(平成 29 年 4 月 28 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 21 回会合(平成 29 年 5 月 18 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 22 回会合(平成 29 年 6 月 1 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 23 回会合(平成 29 年 6 月 23 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 24 回会合(平成 29 年 7 月 24 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 25 回会合(平成 29 年 8 月 30 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 26 回会合(平成 29 年 10 月 3 日)</p> <p>○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 27 回会合(平成 29 年 11 月 2 日)</p> |

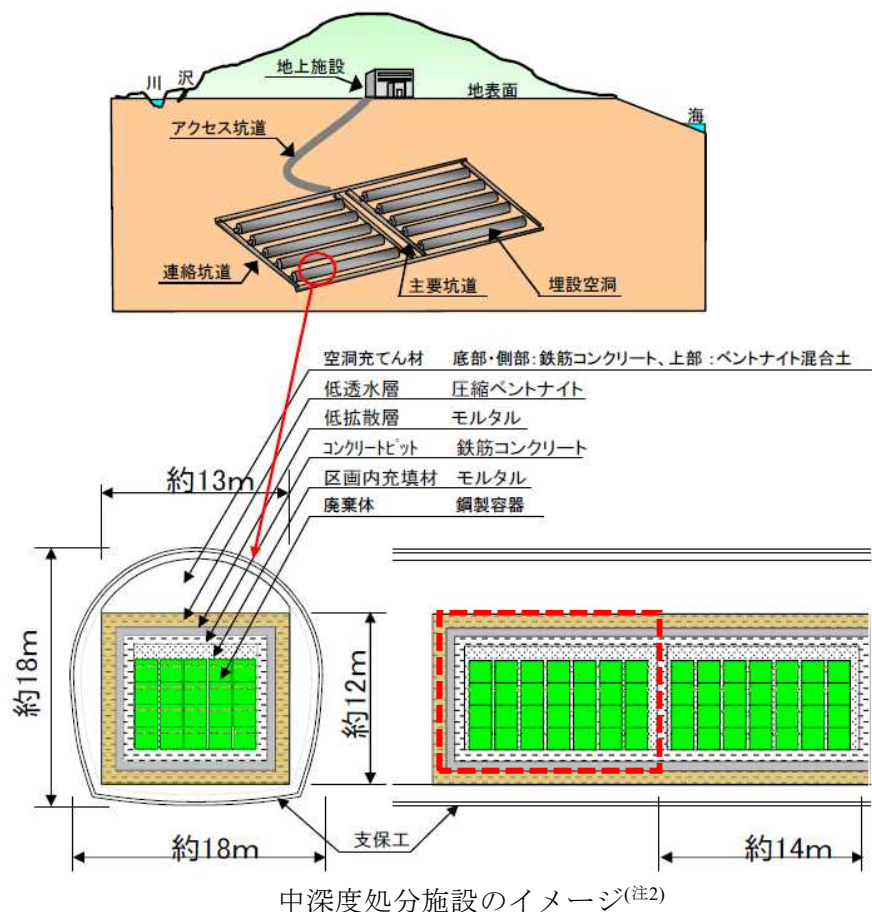
| | 原子力規制委員会 | 検討チーム等 |
|--------------------------------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○第 56 回原子力規制委員会（平成 29 年 12 月 20 日）中深度処分に係る規制基準等への ALARA の適用に当たっての論点について ○第 60 回原子力規制委員会（平成 30 年 1 月 24 日）中深度処分に係る規制基準等における ALARA の適用に当たって参照する線量について ○第 67 回原子力規制委員会（平成 30 年 2 月 21 日）中深度処分等に係る規制基準等の策定について－浅地中処分における ALARA 適用の考え方及び中深度処分等における人為事象シナリオの考え方について－ ○第 69 回原子力規制委員会（平成 30 年 3 月 7 日）中深度処分等に係る規制基準等の策定について－浅地中処分における ALARA 適用の考え方及び中深度処分等における人為事象シナリオの考え方について－ | <ul style="list-style-type: none"> ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 28 回会合（平成 30 年 3 月 20 日） |
| 平成 30 年度 (2018 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 9 回原子力規制委員会（平成 30 年 5 月 16 日）中深度処分等に係る規制基準等の策定について－廃炉等廃棄物検討チームの検討を踏まえた ALARA の適用に関する検討－ ○第 11 回原子力規制委員会（平成 30 年 5 月 30 日）中深度処分等に係る規制基準等の策定について－ALARA の適用における線量評価の位置付け－ ○第 22 回原子力規制委員会（平成 30 年 8 月 1 日）廃棄物埋設事業に係る区分の見直し及び指定廃棄物埋設区域に係る規制の創設に関する原子炉等規制法施行令の改正案並びに関係規則の制定案及び改正案に対する意見募集の実施について 中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－ ○第 29 回原子力規制委員会（平成 30 年 9 月 12 日）廃棄物埋設事業に係る区分の見直し及び指定廃棄物埋設区域に係る規制の創設に関する原子炉等規制法施行令の改正並びに関係規則等の制定及び改正について（案） ○第 61 回原子力規制委員会（平成 30 年 2 月 20 日）ピット処分及びトレンチ処分に係る規制基準等の改正方針案について | <ul style="list-style-type: none"> ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 29 回会合（平成 30 年 4 月 23 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 30 回会合（平成 30 年 6 月 19 日） ○廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム第 31 回会合（平成 30 年 7 月 17 日） ○第 1 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する事業者との意見交換（平成 30 年 8 月 31 日） |
| 平成 31 年度 令和元年度 (2019 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 18 回原子力規制委員会（令和元年 7 月 17 日）ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正案及び改正案に対する意見募集の実施について ○第 33 回原子力規制委員会（令和元年 10 月 2 日）ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について | |

| | 原子力規制委員会 | 検討チーム等 |
|----------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○第 38 回原子力規制委員会(令和元年 10 月 23 日) ピット処分及びトレンチ処分に係る改正規則等 における誤りとその是正のための規則等の再決 定について ○第 40 回原子力規制委員会(令和元年 11 月 6 日) 中深度処分及びウラン廃棄物の処分等に係る今 後の規制基準の整備について ○第 52 回原子力規制委員会(令和 2 年 1 月 15 日) 中深度処分に係る規制基準等の策定について— 電気事業連合会からの意見聴取の結果を踏まえ た方針案— ○第 64 回原子力規制委員会(令和 2 年 2 月 19 日) 中深度処分に係る規制基準等の策定に関する原 子力規制委員会と電気事業連合会の意見交換 | <ul style="list-style-type: none"> ○第 2 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関す る事業者との意見交換(令和元年 12 月 17 日) |
| 令和 2 年度 (2020 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 7 回原子力規制委員会(令和 2 年 5 月 28 日) ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設の規制に 関する検討の進め方について ○第 13 回原子力規制委員会(令和 2 年 7 月 1 日) ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設の規制に 関する検討(第 1 回) ○第 16 回原子力規制委員会(令和 2 年 7 月 15 日) 中深度処分に係る規制基準等における要求事項 について ○第 17 回原子力規制委員会(令和 2 年 7 月 22 日) 中深度処分に係る規制基準等における要求事項 に対する科学的・技術的意見の募集について ○第 36 回原子力規制委員会(令和 2 年 11 月 4 日) ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設の規制に 関する検討(第 2 回) ○第 40 回原子力規制委員会(令和 2 年 11 月 25 日) 中深度処分に係る規制基準等における要求事項 に対する科学的・技術的意見の募集の結果につ いて ○第 45 回原子力規制委員会(令和 2 年 12 月 16 日) ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設の規制に 関する検討(第 3 回) ○第 52 回原子力規制委員会(令和 3 年 1 月 27 日) 中深度処分における断層等に係る要求事項の検 討結果について ○第 53 回原子力規制委員会(令和 3 年 2 月 3 日) 重金属等の有害物質を含む放射性廃棄物の埋設 処分に関する対応について ○第 56 回原子力規制委員会(令和 3 年 2 月 10 日) 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・技術的意見の募集につ いて ○第 63 回原子力規制委員会(令和 3 年 3 月 10 日) ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設の規制に 関する検討(第 4 回) | |
| 令和 3 年度 (2021 年度) | <ul style="list-style-type: none"> ○第 5 回原子力規制委員会(令和 3 年 4 月 21 日) 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 | |

| | 原子力規制委員会 | 検討チーム等 |
|-------------------|--|--------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○第6回原子力規制委員会（令和3年4月28日） 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（第2回） ○第17回原子力規制委員会（令和3年6月30日） 第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る規則等の改正案 ○第35回原子力規制委員会（令和3年9月29日） 第二種廃棄物埋設及びクリアランスに係る関係規則等の改正及び中深度処分に係る審査ガイドの策定 ○第64回原子力規制委員会（令和4年2月9日） 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド案 | |
| 令和4年度 (2022年度) | ○第5回原子力規制委員会（令和4年4月20日） 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの制定 | |

付録2

中深度処分に係る用語の説明等^(注1)



【廃棄物埋設施設】

- ・廃棄物埋設地及びその附属施設

【廃棄物埋設地】

- ・中深度処分の廃棄物埋設地は、放射性廃棄物を埋設する、掘削された区域をいう
- ・左図においては、「埋設空洞」の領域

【廃棄物埋設地を物理的に区画】

- ・左図においては、人工バリアで仕切られている領域（点線で囲った領域）が一つの区画

【埋設の終了】

- ・廃棄物埋設地の埋戻しが終了すること

【坑道】

- ・廃棄物埋設地の附属施設の一部
- ・廃棄物埋設地と地上を結ぶ坑道（複数の場合あり）
- ・左図においては、「アクセス坑道」（「主要坑道」が廃棄体の搬入経路である場合はこれも含む）

【坑道の閉鎖措置】

- ・坑道の埋戻し、坑口の閉塞等

【廃止措置】

- ・地上に残された附属施設の解体、モニタリング機器の撤去・モニタリング用観測孔の埋戻し等を行うこと

^(注1) 中深度処分に係る規制基準等におけ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2年度第40回原子力規制委員会、資料1、令和2年11月25日(2020)。

^(注2) 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。

執筆者一覧

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門安全研究センター

前田 敏克 研究計画調整室長

平成27年4月から平成29年6月まで長官官房技術基盤グループ技術基盤課において、中深度処分等の基準策定業務に従事。平成31年4月から令和4年3月まで原子力規制部研究炉等審査部門において中深度処分等の基準策定業務に従事。現在は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門安全研究センター 研究計画調整室長。

原子力規制庁 原子力規制部 原子力規制企画課

大村 哲臣 国際原子力安全規制制度研究官

平成26年10月から、廃炉等に伴い発生する放射性廃棄物の埋設に係る規制の検討について担当指定職として同検討の取りまとめを実施。平成27年8月から平成29年8月まで長官官房緊急事態対策監兼技術基盤グループ長。令和元年7月から令和3年6月まで長官官房審議官兼技術基盤グループ長。令和3年7月から現職。

原子力規制庁 原子力規制部 研究炉等審査部門

青木 広臣 主任技術研究調査官

平成29年7月から平成31年3月まで長官官房技術基盤グループ技術基盤課において中深度処分等の基準策定業務に従事。平成31年4月から原子力規制部研究炉等審査部門において中深度処分等の基準策定業務に従事。現在に至る。

木嶋 達也 技術研究調査官

平成27年1月から平成31年3月まで長官官房技術基盤グループ技術基盤課において、中深度処分等の基準策定業務に従事。令和3年9月から原子力規制部研究炉等審査部門において中深度処分等の基準策定業務に従事。現在に至る。

原子力規制委員会

田中 知 原子力規制委員会委員

廃炉等廃棄物検討チーム及び廃棄物防護基準検討チームにおける中深度処分の規制基準等の検討を主導。