平成27年8月6日
バックエンド夏期セミナー
於　道北経済センター

新規制基準の動向（トレンチ処分、ピット処分）と余裕深度処分の規制基準に関する検討状況

原子力委員会原子力規制庁

目次

Ⅰ　トレンチ及びピット処分に関する規制基準
　１．放射性固体廃棄物の処分
　２．原子炉等規制法に基づく規制制度（第二種廃棄物埋設）
　３．現行の廃棄物埋設事業と主な規制行為

Ⅱ　余裕深度処分（廃炉等廃棄物の処分）に関する規制基準の検討状況
　１．廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討の基本方針
　２．長半減期核種の濃度制限
　３．深度の確保
　４．物理的抵抗性
　５．人間侵入の取扱い
　６．制度的管理
　７．廃炉等廃棄物の処分に関する規制基準の検討状況のまとめ

Ⅰ．トレンチ及びピット処分に関する規制基準
１．放射性固体廃棄物の処分

1－1　放射性固体廃棄物の処分概念※

○ 放射性固体廃棄物の種類や放射能濃度等に応じた埋設の方法により、放射線による障害の防止の措置を必要としない状況になるまでの間、適切に管理する。

※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回会合資料1-1を一部改正）

1－2. 放射性廃棄物に関する規制の現状（概念図）

事業所内管理/廃棄物管理事業

【原子力発電と密接な関連を有する施設】

実用発電用原子炉
- 運転に伴う廃棄物 → ピ④ ピ⑤ ト② ピ⑤ 余⑦
- 解体に伴う廃棄物 → ピ⑤ 余⑦ 地⑨

・JNFL加工施設
・JNFL再処理施設
等の廃棄物 → ピ⑤ 余⑦ 地⑨

英仏再処理施設
・委託再処理に伴う廃棄物

廃棄物管理施設
廃棄物の最終的な処分がされるまでの間において行われる管理・処理

- ＪＮＦＬ六ヶ所 → 地⑨
- ＪＡＥＡ大洗 → ピ⑥ 余⑧

【上記以外の施設】

・JAEA大洗
・東北大金材研
・日本核燃料開発
の廃棄物
・加工施設（JNFL以外）
・試験研究用原子炉
・もんじゅ・ふげん
・使用施設
等の廃棄物 → ト③ ピ⑥ 余⑧ 地⑨

JPDR解体コンクリート → ト①

廃棄物埋設事業

廃棄物の埋設の方法による最終的な処分

トレンチ処分（管理期間：埋設の終了後50年程度以内※）

①JAEA東海（既許可）
②実用発電用原子炉等の廃棄物
③研究施設等廃棄物

ピット処分（管理期間：埋設の終了後300～400年以内※）

JNFL六ヶ所
- ④1･2号埋設（既許可）
- ⑤増設（計画中）

⑥研究施設等廃棄物

余裕深度処分（管理期間※）

⑦実用発電用原子炉等の廃棄物
⑧研究施設等廃棄物

地層処分

⑨原子力発電環境整備機構（NUMO）

（※）管理期間の考え方
管理期間は、事業許可に当たり、有意な期間内に管理を必要としない状況へ移行可能か否かについて見通しを得る必要があるため設定するもの。実際の管理の終了は、管理期間中のモニタリングや定期的な評価結果等を踏まえ、管理期間終了時点において、管理を終了しても安全が確保されることが示されることが必要（廃止措置計画認可等で確認）。

（参考）JAEA埋設施設の最大放射能濃度

H3	: 1.1	MBq/ton
C14	: 20	kBq/ton
Cl36	: 0.077	kBq/ton
Ca41	: 4.8	kBq/ton
Co60	**: 160**	**kBq/ton**
Ni63	: 30	kBq/ton
Sr90	**: 20**	**kBq/ton**
Cs137	**: 10**	**kBq/ton**
Eu152	: 110	kBq/ton
Eu154	: 5.0	kBq/ton
α核種	: 0.64	kBq/ton

トレンチ処分 濃度上限値
【第二種廃棄物埋設事業規則】

Co60	: 10	GBq/ton
Sr90	: 10	MBq/ton
Cs137	: 100	MBq/ton

（参考）JNFL2号埋設施設の最大放射能濃度

H3	: 1.22	TBq/ton
C14	**: 33.7**	**GBq/ton**
Co60	**: 11.1**	**TBq/ton**
Ni59	: 8.88	GBq/ton
Ni63	**: 1.11**	**TBq/ton**
Sr90	**: 66.6**	**GBq/ton**
Nb94	: 333	MBq/ton
Tc99	**: 74**	**MBq/ton**
I129	: 1.11	MBq/ton
Cs137	**: 407**	**GBq/ton**
α核種	**: 555**	**MBq/ton**

ピット処分 濃度上限値
【第二種廃棄物埋設事業規則】

C14	: 100	GBq/ton
Co60	: 1	PBq/ton
Ni63	: 10	TBq/ton
Sr90	: 10	TBq/ton
Tc99	: 1	GBq/ton
Cs137	: 100	TBq/ton
α核種	: 10	GBq/ton

余裕深度処分 濃度区分値
【原子炉等規制法施行令】

C14	: 10	PBq/ton
Cl36	: 10	TBq/ton
Tc99	: 100	TBq/ton
I129	: 1	TBq/ton
α核種	: 100	GBq/ton

線量限度に係る告示
実効線量：1mSv/年

旧安全審査指針
＜管理期間中＞
平常時*：0.05mSv/年**
事故時：5mSv/年
＜管理期間終了後＞
一般的事象：10μSv/年
発生頻度小事象：10μSv/年を著しく超えない

〈評価結果〉
【JAEAトレンチ】
一般的事象：約0.63μSv/年
発生頻度小事象：約6.2μSv/年
【JNFL1号ピット】
一般的事象：約1.5μSv/年
発生頻度小事象：約14μSv/年
【JNFL2号ピット】
一般的事象：約0.44μSv/年
発生頻度小事象：約14μSv/年

現行基準（解釈）
＜管理期間中＞
平常時：0.05mSv/年
事故時：5mSv/年
＜管理期間終了以後＞
基本シナリオ：10μSv/年
変動シナリオ：300μSv/年
上記以外の自然現象及び人為事象に係るシナリオ：1mSv/年

*：「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」：一般公衆の線量が、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低いこと
**：「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」における線量目標値：0.05mSv/年

注）JNFL：日本原燃株式会社
JAEA：独立行政法人日本原子力研究開発機構
JPDR：旧日本原子力研究所（現JAEA）の動力試験炉

１－３．浅地中処分（ピット処分・トレンチ処分）

ピット処分

- ○ 容器に封入し、又は固型化した放射性廃棄物を、人工バリア※1を設置した廃棄物埋設地に浅地中処分するもの
- ○ 人工バリア及び天然バリア※2による遮蔽機能・移行抑制機能、人工バリアによる閉じ込め機能を要求

低レベル放射性廃棄物埋設センターの概念図

出典：原子力安全白書 平成11年版

トレンチ処分

- ○ 容器に固型化しない放射性廃棄物を、人工バリアを設置しない廃棄物埋設地に浅地中処分するもの
- ○ 天然バリアによる遮蔽機能・移行抑制機能を要求

出典：（独）日本原子力研究開発機構HP

※1人工バリア：埋設された放射性固体廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出の防止及び低減を期待して設置する人工構築物をいう。

※2天然バリア：人工構築物又は埋設された放射性固体廃棄物の周囲に存在し、埋設された放射性固体廃棄物から漏出してきた放射性物質の生活環境への移行の抑制等が期待できるような岩盤又は地盤等をいう。

２．原子炉等規制法に基づく規制制度
（第二種廃棄物埋設）

２－１. 廃棄の事業の体系

廃棄事業
第一種廃棄物埋設の事業
地層処分
第二種廃棄物埋設の事業
余裕深度処分
政令濃度区分値
【原子炉等規制法施行令】
C14 : 10 PBq/ton
Cl36 : 10 TBq/ton
Tc99 :100 TBq/ton
I129 : 1 TBq/ton
α核種:100 GBq/ton
ピット処分
ピット処分 濃度上限値
【第二種廃棄物埋設事業規則】
C14 :100 GBq/ton
Co60 : 1 PBq/ton
Ni63 : 10 TBq/ton
Sr90 : 10 TBq/ton
Tc99 : 1 GBq/ton
Cs137 :100 TBq/ton
α核種: 10 GBq/ton
トレンチ処分
トレンチ処分 濃度上限値
【第二種廃棄物埋設事業規則】
Co60 : 10 GBq/ton
Sr90 : 10 MBq/ton
Cs137:100 MBq/ton
管理事業

２－２. 第二種廃棄物埋設に係る規制制度
①規制制度の概要

○ 原子炉等規制法に基づき、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物を放射性物質の種類に応じて適切な埋設の方法により最終的な処分を行う。
○ 具体的には、原子力施設から発生する放射性固体廃棄物を浅地中に埋設した後、放射能の低減により被ばく管理の観点からは埋設した場所の管理を必要としないものと認められるまでの間、公衆に与えるおそれのある放射線被ばくの程度等を勘案しながら所要の管理を行い、適正に処分する。
○ 放射性物質の種類ごとの放射能レベルに応じ、トレンチ処分、ピット処分等に区分される。

・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について、埋設段階及び保全段階の２段階に区分して講じた場合の例

２－２．第二種廃棄物埋設に係る規制制度
②主な設計要求・管理要求事項

○廃棄物埋設地の設計：廃棄物埋設地に係る基本機能と設計要求・管理要求

➢**遮蔽機能**（ピット処分、トレンチ処分）

《目　　的》周辺監視区域の線量限度を超えないようにすること

《設計要求》周辺監視区域の線量当量を監視できる設計

《管理要求》周辺監視区域の直接γ線及びスカイシャインγ線に係る線量当量の監視

➢**閉じ込め機能**（ピット処分）

《目　　的》人工バリアからの漏出がないこと

《設計要求》人工バリアの設置。人工バリアからの漏出を監視できる設計

《管理要求》人工バリアから漏出する放射性物質の測定

➢**移行抑制機能**（ピット処分、トレンチ処分）

《目　　的》移行抑制機能が適切に機能していること

《設計要求》廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えい、生活環境への移行を監視できる設計

《管理要求》地下水中の放射性物質濃度の測定

※その他（管理要求）

○周辺監視区域の立入制限

○巡視点検、埋設保全区域における特定行為の禁止・制約等

○その他の安全対策：自然現象に対する設計要求

《設計要求》地震、津波、外部からの衝撃（想定される自然現象（地震、津波を除く）等）、火災等に対して安全性を損なわないものであること

２－３．規制基準
①規制制度の見直しに伴う設計要求事項等の取入れ

○ 原子炉等規制法の改正（平成24年6月27日公布、平成25年12月18日施行）に伴い、発電用原子炉施設等、他の原子力施設と同様に、これまで安全審査指針として整備されていた基準を許可基準として法制度化（新たな施行規則※1を策定）するとともに、併せて、既存の施行規則※2の見直しを実施。

○ 現行のピット処分及びトレンチ処分（浅地中処分）に対して適用。

※1：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〔平成二十五年十二月六日号外原子力規制委員会規則第三十号〕
※2：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〔昭和六十三年一月十三日号外総理府令第一号〕

３．現行の廃棄物埋設事業と主な規制行為

３－１．現行の廃棄物埋設事業
②ピット処分の概要（日本原燃（株）：青森県六ヶ所村）

≪埋設しようとする放射性廃棄物≫

◎1号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体
原子力発電所の運転に伴い発生した低レベル放射性廃棄物で、濃縮廃液、使用済樹脂、焼却灰等をセメント、アスファルト、プラスチックを用いてドラム缶に固型化したもの。

◎2号廃棄物埋設地に埋設する廃棄体
原子力発電所の運転に伴い発生した低レベル放射性廃棄物で、金属類、プラスチック、保温材、フィルター類などの固体状廃棄物を分別し、必要に応じて切断・圧縮・溶融処理等を行いドラム缶に収納した後、セメント系充てん材（モルタル）で一体となるように固型化したもの。

＜1号埋設の廃棄体＞

＜2号埋設の廃棄体＞

≪廃棄物埋設地≫

【出典】原子力安全白書　平成11年度

３－１．現行の廃棄物埋設事業

③トレンチ処分の概要（（独）日本原子力研究開発機構：茨城県東海村）

定置開始前
（トレンチ外観及び雨水浸入防止用テント）

廃棄物定置作業

埋設終了（保全段階）

【出典】(独)日本原子力研究開発機構HP

３－２. 現在行われている主な規制行為
①廃棄物埋設に関する確認（埋設施設確認）:ピット処分

○ 廃棄物埋設施設及びこれに関する保安のための措置について、工事の工程ごとに、目視確認、記録確認等により技術上の基準に適合しているかについて確認。

埋設工程の例

①定置
埋設設備に廃棄体を定置

②充てん
廃棄体と廃棄体の間にモルタルを充てん

③覆い(蓋)
埋設設備の上部に鉄筋コンクリート製の蓋を設置

④覆土
鉄筋コンクリート製の蓋を設置した後、埋設設備の上面及び側面をベントナイト混合土により覆土、その上部を土砂等により覆土

技術上の基準の例(第二種廃棄物埋設事業規則第6条より抜粋)

①総放射能量
②雨水等の浸入防止措置
③飛散防止措置
④空げきに関する措置
⑤危険物の制限
⑥覆土
⑦構造及び設備
⑧施工方法（コンクリート強度、厚さ）
⑨外周仕切設備の構造耐力上の安全性、腐食防止措置
⑩内部仕切設備による区画
⑪外周仕切設備及び内部仕切設備の損壊又は放射性物質の漏えい防止に必要な措置
⑫覆い

３－２．現在行われている主な規制行為
②廃棄物埋設に関する確認（廃棄体確認）：ピット処分

○ 埋設しようとする放射性廃棄物（廃棄体）及び廃棄体に関する保安のための措置について、発送前（発電所）及び受入時（埋設施設）に目視確認、記録確認等により技術上の基準に適合しているかについて確認。

均質・均一固化体の法令の技術基準

表面汚染密度の確認

（出典：日本原燃（株）HP）

３－２. 現在行われている主な規制行為
③保安検査:ピット処分、トレンチ処分

○保安規定の遵守状況について、事業所等への立入り、帳簿・書類・設備・機器その他必要な物件の検査、従業者等に対する質問等により、年4回保安検査を実施。

保安規定記載項目の例（第二種廃棄物埋設事業規則第20条より抜粋）
一　関係法令及び保安規定の遵守のための体制（経営責任者の関与を含む。）に関すること。
二　安全文化を醸成するための体制（経営責任者の関与を含む。）に関すること。
三　廃棄物埋設施設の品質保証に関すること（根本原因分析の方法及びこれを実施するための体制並びに作業手順書等の保安規定上の位置付けに関することを含む。）。
四　廃棄物埋設施設の管理を行う者の職務及び組織に関すること（次号に掲げるものを除く。）。
五　廃棄物取扱主任者の職務の範囲及びその内容並びに廃棄物取扱主任者が保安の監督を行う上で必要となる権限及び組織上の位置付けに関すること。
六　廃棄物埋設施設の放射線業務従事者に対する保安教育に関することすることであつて次に掲げるもの
　イ～ハ（略）
七　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に関すること。
八　管理区域、周辺監視区域及び埋設保全区域の設定並びにこれらの区域に係る立入制限等に関すること。
九　排気監視設備及び排水監視設備に関すること。
十　線量、線量当量、放射性物質の濃度及び放射性物質によつて汚染された物の表面の放射性物質の密度の監視並びに汚染の除去に関すること。
十一　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に必要な情報を把握するための廃棄物埋設地及びその周辺の状況の監視（第十号に掲げるものを除く。）に関すること。
十二　放射線測定器の管理及び放射線測定の方法に関すること。
十三　廃棄物埋設施設の巡視及び点検並びにこれらに伴う処置に関すること。
十四　放射性廃棄物の受入れ、運搬、廃棄その他の取扱いに関すること。
十五　非常の場合に採るべき処置に関すること。
十六　廃棄物埋設施設に係る保安（保安規定の遵守状況を含む。）に関する適正な記録及び報告（第二十二条の十七各号に掲げる事故故障等の事象及びこれらに準ずるものが発生した場合の経営責任者への報告を含む。）に関すること。
十七　廃棄物埋設施設の定期的な評価等に関すること。
十八　保守点検を行つた事業者から得られた保安に関する技術情報についての他の第一種廃棄物埋設事業者及び他の第二種廃棄物埋設事業者との共有に関すること。
十九　不適合が発生した場合における当該不適合に関する情報の公開に関すること。
二十　その他廃棄物埋設施設に係る保安に関し必要な事項

Ⅱ．　余裕深度処分（廃炉等廃棄物の処分）に関する規制基準の検討状況

1．廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討の基本方針

1-1. これまでの経緯

- 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、炉内の高放射線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構造物等の廃棄物（以下「炉内等廃棄物」という。）が発生。

- 当該廃棄物に関しては、平成10年10月に原子力委員会において処分の基本的考え方が策定され、対象廃棄物の放射能の減衰により、被ばく管理の観点から管理を要しなくなるまでの期間、一般的であると考えられる地下利用に十分余裕を持った深度での埋設（以下「余裕深度処分」という。）を行う方法を提言。

- これを踏まえ、原子力安全委員会は、平成12年9月に規制制度の基本的考え方を取りまとめ、平成22年8月に安全審査指針を策定。

- しかし、余裕深度処分の対象となる放射性廃棄物の中には長半減期核種を有意に含むものが存在していることから、平成25年度の原子力規制委員会における規制基準の策定の際は、このような廃棄物は地層処分と整合的な検討が必要として、浅地中処分であるトレンチ処分及びピット処分の規制基準のみを整備。

1-2-1. 廃止措置中の発電用原子炉施設等

- 現時点で廃止措置中の発電用原子炉施設等では、今後、数年から10年程度の間に原子炉領域の解体の開始を予定しており、その際に、現行法令における余裕深度処分の対象となる廃棄物が発生。

- 原子炉領域の解体の開始予定時期
  - ✓ 日本原子力発電(株)東海発電所：平成31年度
  - ✓ 中部電力(株)浜岡原子力発電所1・2号原子炉：平成36年度
  - ✓ （独）日本原子力研究開発機構新型転換炉原型炉施設「ふげん」：平成36年度

- 廃止措置に伴う廃棄物の推定発生量

放射能レベル区分		廃棄物（トン）			
		東海	ふげん	浜岡1号	浜岡2号
低レベル放射性廃棄物	放射能レベルの比較的高いもの	約1,600	約500	約60	約80
	放射能レベルの比較的低いもの	約13,000	約4,400	約700	約830
	放射能レベルの極めて低いもの	約12,300	約45,500	約6,250	約7,830
放射性物質として扱う必要のない廃棄物（クリアランス対象物）		約41,100	約600	約11,170	約13,400
放射性廃棄物でない廃棄物＊		約128,700	約141,000	約192,600	約249,400

＊：放射性物質によって汚染されていない廃棄物のこと（NR廃棄物（Non Radioactive waste））。

出典：・日本原子力発電株式会社「東海発電所廃止措置計画認可申請書」（平成25年12月19日）
・独立行政法人日本原子力研究開発機構敦賀本部原子炉廃止措置研究開発センター「新型転換炉原型炉施設廃止措置計画認可申請書」（平成20年2月12日）
・中部電力株式会社「浜岡原子力発電所1号原子炉及び2号原子炉廃止措置計画認可申請書」（平成24年8月改訂）

1-2-2. 廃炉等に伴い発生する放射性廃棄物の発生場所

BWR

PWR

GCR

ふげん

出典:原子力安全委員会「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」（平成19年5月）

1-2-3. 炉内等廃棄物の総量

*：電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成26年12月）より作図

**：(独)日本原子力研究開発機構「日本原子力研究開発機構の余裕深度処分対象となる廃棄体中の放射能インベントリについて」（平成26年12月）より作図

1-3. 検討の範囲

- 炉内等廃棄物については、埋設の実績がある浅地中処分の対象廃棄物と比して、長半減期核種の放射能濃度が高いため、第一種廃棄物埋設（地層処分）と整合的な検討が必要になるものが含まれることが想定される。

- 一方で、長半減期核種の初期濃度が低く、かつ埋設施設の廃止までに短半減期核種の減衰が期待できるものも含まれていると考えられる。

- 原子力規制委員会は、これらの特徴を踏まえ、炉内等廃棄物に係る規制については、埋設施設の廃止までに放射能の減衰が見込まれるものについての規制制度及び規制基準（以下「規制基準等」という。）を優先的に整備することとした。

- 現行の浅地中処分に係る規制においても、上記の整備に関連する事項についてあわせて検討を進めることとした。

（参考）炉内等廃棄物の特徴※※

炉内等廃棄物に含まれる代表的核種の放射能濃度（左図）と相対影響度※（右図）

※クリアランスレベル（10μSv/y相当濃度）を基準に各核種の放射能濃度を規格化し、「核種の相対影響度＝核種の放射能濃度（Bq/t）／クリアランスレベル（Bq/t）」とした。
これにより、各核種を単に放射能濃度（Bq/t）ではなく、影響の程度も加味してとらえることができる。

1)：電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成26年12月25日）より作図

- 多くの核種は、10万年程度以内にクリアランスレベル以下まで減衰。
- 一部の核種（例えば、Nb−94、Ni−59等）は、10万年後でも比較的高い濃度を維持。
- Tc−99、Cl−36、I−129等の長半減期核種は、10万年単位ではほとんど減衰しない。

※※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3回会合資料3−1を一部改正）

（参考）主要核種の半減期と含まれる主な材料・機器

核種	半減期[1)]	主な放射線の種類	BWR及びPWRにおいて当該核種が含まれる主な材料・機器[2)]
Co-60	5.27年	γ及びβ	上部格子板, 燃料支持金具
H-3	12.3年	β	チャンネルボックス, コンクリート
Cs-137	30.1年	γ及びβ	使用済樹脂（BWR,PWR）, プラキングデバイス, 樹脂処理廃液
Ni-63	100年	β	上部格子板, 炉内構造物取替えに伴い発生する廃棄物（BWR）
Ag-108m	418年	γ	制御棒（PWR）
C-14	5.73×10^{3}年	β	上部格子板, 炉内構造物取替えに伴い発生する廃棄物（BWR,PWR）
Nb-94	2.03×10^{4}年	γ及びβ	炉内構造物取替えに伴い発生する廃棄物（BWR,PWR）, 上部格子板
Ni-59	7.6×10^{4}年	X	炉内構造物取替えに伴い発生する廃棄物（BWR）, 上部格子板
Tc-99	2.11×10^{5}年	β	上部格子板, シュラウド
Cl-36	3.01×10^{5}年	β	バーナブルポイズン, 上部格子板
Hf-182	9×10^{6}年	γ及びβ	Hf型制御棒
I-129	1.57×10^{7}年	β及びγ	チャンネルボックス, 使用済樹脂（PWR）

1)：R.B.Firestone, “Table of Isotopes Eighth Edition”,(1999)
2)：電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成26年12月25日）より作成

炉内等廃棄物の処分の長期的な安全確保の考え方（原子力規制庁が作成）

埋設処分の安全確保

- 閉じ込め　IAEA安全要件8（核種の閉じ込め及び移行遅延）
- 埋設終了後の制度的管理　合同条約（記録保存、土地利用制限等）
- 離隔　IAEA安全要件9（人間環境からの長期の離隔の確保）

人間と放射性核種の接近・接触を長期に亘って防ぎ、主に長半減期核種の影響を抑制する対策が必要

核種の漏出抑制

実行可能な最善の手法(BAT)による、人工バリアの設計

地下水への漏出による影響を評価

①適切な立地場所の選定

火山、断層活動等の影響を排除

②十分な深度の確保

一定期間、一定の深度を確保

③長半減期核種の濃度制限

④頑健な人工バリアの設置

掘削に対する物理的抵抗性の確保

ボーリング掘削の影響を評価

事業廃止までの段階における対策

- (i)定期的な評価（PSR）
- (ii)設計要求に係る機能の性能の確認（モニタリングの要求）

事業廃止後の段階における対策

- (iii)人間侵入の防止のための制度的管理

1-4-1. 炉内等廃棄物の特徴を踏まえた安全確保策(1/2)

- 炉内等廃棄物は、ピット処分の対象廃棄物に比べ、初期の放射能レベルが高く、また減衰に長時間を要するとの特徴を有する。
- これを踏まえ、人間と廃棄物の接近・接触や廃棄物に含まれる核種の漏出によって、放射線影響が生じる可能性がある事象について、その発生を防止し、又は、影響を低減するために考えられる対策を以下のとおり整理。

※:2－3. の規制要求の項目に対応

時期	対策が必要となる事象	関連する放射性核種	重要と考えられる対策	対策の分類※
埋設段階	廃棄物の取扱いに伴う作業者及び周辺住民の外部被ばく	Co-60、Cs-137、Nb-94等のγ線放出核種	• 操業中の安全確保(埋設施設の遮蔽機能の強化) • 放射性核種の人工バリアからの漏出抑制	Ⅰ. 設計要求⑧ Ⅰ. 設計要求⑥
			• 能動的な制度的管理 (遮蔽機能及び閉じ込め機能の監視)	Ⅱ. 管理要求⑬
保全段階	放射性核種の漏出	H-3、C-14、Cl-36、Tc-99、I-129等	• 放射性核種の人工バリアからの漏出抑制	Ⅰ. 設計要求⑥
			• 能動的な制度的管理 (遮蔽機能、閉じ込め機能、移行抑制機能及び離隔機能の監視)	Ⅱ. 管理要求⑬
	人間侵入に起因する被ばく	Co-60、Cs-137、Nb-94等のγ線放出核種	• 能動的な制度的管理 (特定行為等の禁止及び離隔機能の監視)	Ⅱ. 管理要求⑬

上記対策の妥当性を判断するための基準及び評価:・平常時に公衆の受ける線量　Ⅰ. 設計要求⑨
・事故・異常時における公衆の受ける線量　Ⅰ. 設計要求⑩
・定期的な見直し(PSR)　Ⅱ. 管理要求⑭

1-4-1. 炉内等廃棄物の特徴を踏まえた安全確保策(2/2)

（つづき）

時期	対策が必要となる事象	関連する放射性核種	重要と考えられる対策	対策の分類
事業廃止後（能動的管理の終了後）	長半減期核種の埋設地外への移行	C-14、Cl-36、Tc-99、I-129等の長半減期核種	<u>地下水へ漏出した放射性核種と人間の接触によるリスクの低減</u> • 放射性核種の人工バリアからの漏出抑制 • 移行抑制機能の高い地中への埋設 • 長半減期核種の濃度制限	Ⅰ．設計要求 ⑥ ② ⑤
			<u>埋設地に著しい影響を及ぼす自然現象によるリスクの低減</u> • 安定な地中への埋設	Ⅰ．設計要求 ③
	人間侵入に起因する外部被ばく及び内部被ばく	• Nb-94等のγ線放出核種 • C-14等の内部被ばくに影響する核種 • Cl-36、Tc-99、I-129等の長半減期核種	<u>人間侵入の発生可能性の低減</u> • 一般的な地下利用が及ばない深度の確保 • 埋設地選定における天然資源等の考慮 • 人工バリアの物理的抵抗性	Ⅰ．設計要求 ① ④ ⑦
			• 受動的な制度的管理	Ⅱ．管理要求⑮
			<u>人間侵入に起因する放射線影響の低減</u> • 長半減期核種の濃度制限	Ⅰ．設計要求 ⑤

<u>上記対策の妥当性を判断するための基準及び評価</u>：
・自然過程における線量　Ⅰ．設計要求⑪
・偶発的な人間侵入に対する線量　Ⅰ．設計要求⑫
・定期的な見直し（PSR）　Ⅱ．管理要求⑭

1-4-2. 安全確保策を実現するための規制要求(1/4)

人間と廃棄物の接近・接触や廃棄物に含まれる核種の漏出等に起因する放射線影響を防止又は低減する対策を実現するために必要と考えられる規制要求を以下に整理。

Ⅰ．設計要求

（1）廃棄物埋設地の位置

①深度の確保

人間が埋設地へ接近することを防ぐため、隆起・侵食等による深度の減少を想定しても、一定期間は地下利用が及ぶ可能性の小さい十分な深度を確保すること（参考：IAEA SSR-5 3.46.、A.9.及び1.10.）。

②移行抑制機能の高い地中への埋設

地下水中へ漏出した放射性核種が人間に及ぼす影響を低減するため、地下水による放射性核種の移行が十分抑制される場所であること（参考：IAEA SSR-5 1.10.、3.35.及び要件8 ）。

③安定な地中への埋設

断層や火山活動等、埋設地に著しい影響を及ぼす自然現象の発生が想定されないこと（参考：IAEA SSR-5 4.27.）。

④天然資源等の考慮

有用な天然資源等が存在せず、開発が想定されないこと（参考：IAEA SSR-5 3.20.及び3.45.）。

1-4-2. 安全確保策を実現するための規制要求(2/4)

（2）長半減期核種の濃度制限

⑤長半減期核種の濃度制限

炉内等廃棄物には、長半減期核種の濃度が高い廃棄物が含まれることを踏まえ、隆起・侵食等による深度の減少等により人間と廃棄物の接近・接触が発生することを想定したとしても、過度の放射線影響を及ぼすことがないよう、対象廃棄物に含まれる長半減期核種の濃度を予め制限すること（参考：IAEA SSR-5 2.15.(d)）。

（3）廃棄物埋設地の工学的対策

能動的な制度的管理の終了後も、人間と廃棄物が接触する可能性を十分低くしておくこと。

⑥放射性核種の人工バリアからの漏出抑制

地下水中へ漏出した放射性核種が人間に及ぼす影響を低減する措置として、廃棄物埋設地から地下水への核種の漏出を低減する対策を、実行可能な最善の手法（BAT）によって講じること（参考：IAEA SSR-5 3.35.及び要件8）。

⑦人工バリアの物理的抵抗性

ボーリング掘削等による人間侵入の可能性を低減する措置として、廃棄体等の人工バリアには、物理的抵抗性を持たせること（参考：IAEA SSG-23 6.64.）。

（4）埋設施設の遮蔽

⑧操業中の安全確保

放射性廃棄物の受入れ、廃棄物埋設地への埋設等の作業において作業者及び周辺公衆に対する放射線影響を低減するための対策を講じること（参考：IAEA SSR-5 要件18）。

1-4-2. 安全確保策を実現するための規制要求(3/4)

（5）操業中の平常時及び事故・異常時の影響の評価

⑨平常時に公衆の受ける線量

平常時における廃棄物埋設施設から公衆の受ける線量が、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出及び移行並びに廃棄物埋設施設からの環境へ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を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable（ALARA）の考え方の下、合理的に達成できる限り十分に低いものであること。

⑩事故・異常時における公衆の受ける線量

廃棄物埋設施設に事故・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ものであること。

（6）事業廃止後の自然過程及び偶発的な人間侵入による影響の評価

⑪自然過程における線量

十分な深度の確保及び工学的対策を行った上で、自然過程における地下水による放射性核種の移行を評価し、過度の公衆の被ばくが生じないこと（参考：IAEA SSG-23 5.38.及び5.39.）。

- 基本シナリオ：科学的に確からしいシナリオ想定に基づく評価によって、生活環境に及ぼす影響が無視できるほど軽微であることの科学的蓋然性を示すこと。
- 変動シナリオ：基本シナリオに対する変動要因を考慮しても、生活環境に及ぼす影響が限定的であること。

⑫偶発的な人間侵入に対する線量

公衆が放射性廃棄物に接触することのないような埋設深度が確保されていたとしても、深度によらずに行われるボーリング掘削のような偶発的な人間侵入があった場合でも、過度の公衆の被ばくが生じないこと（参考：IAEA SSG-23 6.57.）。

1-4-2. 安全確保策を実現するための規制要求(4/4)

Ⅱ. 管理要求

⑬能動的な制度的管理※

埋設段階及び保全段階において、埋設地からの放射性核種の漏出の監視や特定行為等の禁止などの能動的な制度的管理を実施すること(短半減期核種の減衰を期待)(参考:IAEA SSR-5 5.9.)。

⑭定期的な見直し(PSR)

10年ごとに実施される被ばく管理の評価において、最新の知見に基づき、将来の社会環境や技術などの変化を適切に取り込むこと(参考:IAEA SSR-5 要件11及び4.5.)。

⑮受動的な制度的管理

能動的な制度的管理が終了した後、将来の人間侵入のリスクを低減するため、マーカーの設置や記録の保存等の措置を講じること(参考:IAEA SSR-5 要件22及び5.13.)。

※: ある加盟国の原子力の法律に基づいて指定された当局あるいは公的機関による放射性廃棄物サイトの管理。この管理は能動的(モニタリング、サーベイランス(監視とも訳される)、修復作業)である場合も受動的(土地利用の管理)である場合もあり、原子力施設(たとえば浅地中処分場)の設計における一つの要因となる場合もある(「IAEA 安全用語集、原子力安全と放射線防護で用いられる用語、2007年版(和訳は(財)原子力安全研究協会」より抜粋)。

（参考）主な設計要求および管理要求とその期間

1):ピット処分に要求
2):トレンチ処分に要求
3):余裕深度処分に要求
4):余裕深度処分に対し、最善の技術で管理終了後も長期閉じ込め機能が期待できる期間を評価
5):「廃棄物埋設地の保全のために講ずべき措置を必要としない状況にあること」を認可基準として要求

2. 長半減期核種の濃度制限

2−1. 長半減期核種の濃度制限の背景

○ 炉内等廃棄物は、浅地中処分の対象廃棄物に比べ、全体的に初期の放射能濃度が高いことに加え、長半減期核種の濃度が高く減衰に長期間を要する廃棄物を含む。多くの核種は10万年程度以内におおむね減衰するが、Nb-94、Ni-59等の一部の長半減期核種は10万年後でも比較的高い濃度を維持し、Tc-99、Cl-36 、I-129はほとんど減衰しない。なお、これらの長半減期核種は浅地中処分の対象廃棄物にも含まれるが、濃度が低く問題とならない。

○ 今後10万年程度においては、現在の気候・海水準変動のサイクルを考慮しても、現在の場所で河川等の下刻による侵食が継続的に生じる可能性は高く、ある程度の精度で隆起・侵食量の予測は可能と考えられる。

○ 炉内等廃棄物の処分においては、こうした廃棄物及び隆起・侵食の特徴を踏まえ、埋設地の設計として少なくとも10万年にわたる十分な深度の確保や安定な地質の選定を要求する。

○ 一方、この期間を超えて更に数10万年を見た場合、最大で100mを超える海面変化やそれに伴う侵食などが約10万年周期で生じる可能性がある。このため、50～100m程度の深度では、海水準変動の影響が及ぶ沿岸部等においては埋設地の状況が大きく変化する可能性があり、また、このような変化があった場合、自然現象等による擾乱の評価には大きな不確実性が伴う。

2-2. 長半減期核種の濃度制限の目的

○ 炉内等廃棄物の処分の長期の安全確保について、有意な長半減期核種の存在を前提として自然現象等による擾乱の評価を行うには大きな不確実性が伴うことから、シナリオに基づく精緻な評価に頼ることは適切ではない。

○ 不確実性が大きくなる前の時点における廃棄物と人間との接触をあえて想定した上で線量評価を行い、これに基づき長半減期核種の濃度を制限（以下「濃度制限」という。）することによって、長半減期核種の潜在的な影響度を低減することが適切である。

2-3. 評価手法の考え方

○ 離隔が維持されている10万年後に、あえて廃棄物と生活環境との十分な離隔が保てなくなり、人間が廃棄物に接触する仮想的な状況を設定し、当該想定の下で、一定以上の線量を与えないよう長半減期核種の濃度を制限する。

○ 10万年後に残存する放射能濃度を線量に換算するための評価シナリオ（以下「濃度制限シナリオ」という。）を設定し、外部被ばく並びに直接吸入及び経口摂取等による内部被ばくを評価する。

○ 濃度制限の目的が長半減期核種の潜在的な影響度の低減であること*を踏まえ、濃度制限シナリオは上記の仮想的な状況を設定することで大きな保守性を確保することとする。その上で、評価体系をできるだけ簡便なものとし、できるだけサイトに依存しないパラメータとすることが適当である。

（＊処分施設の工学的対策の妥当性を評価するために想定するボーリング掘削等とは、その目的、評価時期、評価手法が異なる。）

廃棄物と人間との
接触を仮想

2-4. 濃度制限シナリオの設定の考え方

<u>濃度制限シナリオの想定</u>

○ 廃棄物と人間との接触を評価するため、10万年後に埋設物が生活環境にあると仮定する。

○ 10万年後に処分施設に残存する放射性核種の濃度は、廃棄物埋設地＊からの漏出を考慮せず、保守的に減衰のみを考慮する。

○ 人間が接触する廃棄物は廃棄物埋設地及び周辺岩盤をひとかたまりとして混合された状態（以下、「汚染土壌」という。）となっているとする。

（＊例えば、廃棄物を埋設するために又は人工バリアを設置するために土地を掘削した場所、及び廃棄物を埋設し、埋め戻した場所（人工バリアを含む）など。（「低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に係る安全規制について」総合資源エネルギー調査会　原子力安全・保安部会　廃棄物安全小委員会　平成20年1月））

上記の想定を踏まえ、浅地中処分の対象廃棄物に対する濃度上限値の算出の際に検討された評価経路を参考に、以下の被ばく経路を考慮する。なお、これら①及び②の対象者は別と考えるのが適当である。

①汚染土壌との接触による被ばく（汚染土壌の上での居住等）
②汚染土壌から地下水への放射性核種の溶出による被ばく（河川水利用）

2-5. 濃度制限に関する規制の手順

○濃度制限は、具体的な施設の設計に基づくパラメータがあることから、事業者が評価を行い、原子力規制委員会がその妥当性を判断することが妥当。

○このため、原子力規制委員会は審査ガイドを作成し、その中で濃度制限の手法について具体的に提示することが考えられる。

3. 深度の確保

3-1. 深度の設定の考え方(1/4)

- 深度に係る国際要求等は以下のとおり
  - ✓ 浅地中処分で提供されるよりも、より高い程度の閉じ込めと隔離が必要となる廃棄物に対して、数千年相当の隔離を要求しており(SSR-5　要件9)、地層処分に対して隔離は、処分の深度の結果として主に母岩となる地層によってもたらされるとしている(SSR-5　3.43)
  - ✓ 処分システム内の天然バリアと人工バリアの双方が適切に選定された場合、深度数十メートル程度(a few tens)から数百メートル程度(a few hundreds)の施設への処分は、立ち入り可能な環境から長期にわたって隔離できる潜在能力があり、このような深度(中深度)での処分の他の大きな利点として、浅地中処分施設と比較して、偶発的な人間侵入の恐れが大幅に減るとしている(GSG-1　2.28)

↓

- 一般的な地下利用が及ぶ可能性が低い「十分な深度」については、現状で一般的と考えられる地下の利用状況を基に、人間侵入の可能性の更なる低減を考慮した深度を設定する

- 人間侵入に係る対策は、こうして設定した深度に加え、天然資源等を避けた立地、掘削に対する物理的抵抗性の確保、事業廃止後の制度的管理との組み合わせにより講じることとすることで、実質的にその可能性を低減することが可能と考えられる

3-2. わが国における地下利用を伴う開発分野等

開発分野	分野	施設	最大深さ(GL-m)	備考
①インフラ開発（山岳トンネルは除く）	建築分野	一般建築物の地下室 高層建築物（直接基礎） 高層建築物（杭基礎）	30m 36.7m 81m	国会図書館[開削]*1 横浜の高層ビル[開削]*1 四日市のビル（港湾埋立地）[杭]*2
	河川分野	地下河川・放水路・調節池	96.9m	横浜の調節池[シールド]*3
	道路分野	地下トンネル 高速道路高架橋基礎杭	65.1m 81m	首都高中央環状品川線[シールド]*3 〃　川崎縦貫線[杭]*1
	鉄道分野	地下鉄駅舎 新幹線高架橋基礎杭	49m 63m	都営大江戸線[開削]*2 上越新幹線[杭]*1
	水道分野	下水管路 上水管路	70.1m 55.9m	横浜市の下水道[シールド]*3 東京都の上水道[シールド]*3
	電気・ガス分野	電力管路 地下変電所 石油・ガス備蓄基地	74.0m 39.9m 182m	大阪の電力管路[シールド]*3 変電所（山岳地の地下発電所を除く）[開削]*2 石油備蓄基地*4
②資源開発	鉱山	坑道施設	2,000m	山岳部鉱山*1
③学術調査開発	研究施設	地下実験施設	500m	地層処分に関する研究施設*1,2,4
④井戸開発	地質調査・揚水等	地質調査孔、揚水孔	240m	石油備蓄基地*2
	地熱開発	地熱生産井・還元井	3,250m	地熱発電所*2
	地震計測	地震計埋設孔	3,500m	K-NET高感度地震観測網等*6
	生活等用水	井戸孔	1,000m超	*5
	農業用水	井戸孔	1,000m超	*5
	温泉水	温泉水揚水井	2,714m	六ヶ所村の温泉*2

* 主な文献に基づき、地下利用を大きく①インフラ開発（山岳トンネルは除く）、②資源開発、③学術調査開発、④井戸開発に区分し、それぞれ分野ごとに細分化して整理。
最大深さについては、出典*1～*6から原子力規制庁において整理

出典：1.日本原子力研究所、平成2年度アルファ廃棄物処分状況調査
2.（独）原子力安全基盤機構、国内における地下利用状況調査、2004年11月30日
3.シールド工法技術協会工事実績データ集
4.一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センター、地下空間利用ガイドブック2013
5.日本原子力研究開発機構、人間侵入に関する安全評価手法の開発その1、JAEA-Data/Code 2010-018、2010.11
6.防災科学技術研究所、防災科研の観測点情報データセットについて

3-3. 深度設定にあたって踏まえる事例(1/2)

- 開発分野ごとに地下利用の特徴と深度設定に関する取扱い方針を以下のように整理し、一般的と考えられる地下利用を抽出

開発分野		特徴
①インフラ開発 (石油・ガス備蓄基地を除く)	地表からの掘削(開削)	住居建設工事や地下室など 多くの事例があり一般的
	トンネル施工	上下水道、地下鉄など 多くの事例があり一般的
	基礎杭	高層建築物の基礎など 多くの事例があり一般的
①インフラ開発 (石油・ガス備蓄基地)		事例が極めて少なく 一般的とは言いがたい
②資源開発		一般的とは言いがたい
③学術調査開発		事例が極めて少なく 一般的とは言いがたい
④井戸開発		農業用水用や温泉用のボーリングなど 深い深度の事例も多く一般的

3-3. 深度設定にあたって踏まえる事例(2/2)

- 一般的と考えられる①インフラ開発と④井戸開発による地下利用のうち、深度設定にあたり踏まえる事例として、①インフラ開発のうちトンネル施工と基礎杭を抽出

開発分野		深度設定に関する取扱い	理由など
①インフラ開発(石油・ガス備蓄基地を除く)	地表からの掘削(開削)	・深度設定にあたっては踏まえない	・大部分が地表付近の利用のため不適(ただし、シールド工法用の立坑はトンネル施工に包含)
	トンネル施工	**・深度設定にあたって踏まえる**	・開削より深い深度までの利用形態が多い
	基礎杭	**・深度設定にあたって踏まえる(支持地盤の深度に依存する)**	
①インフラ開発(石油・ガス備蓄基地)		・深度設定にあたっては踏まえない	・ボーリング調査が先行実施される ・ボーリング調査は④井戸開発に包含
②資源開発		・深度設定にあたっては踏まえない	・サイト選定により発生可能性を低減
③学術調査開発		・深度設定にあたっては踏まえない	・多くは既存の鉱山を用いたものであり②資源開発に包含 ・新たに掘削されるものは先行ボーリング調査が行われており④井戸開発に包含
④井戸開発		・深度設定にあたっては踏まえない	・ボーリング掘削の事例は多く、一般的地下利用と考えられるが、深度の大小によらず行われることから、深度設定にあたって踏まえる事例とはせず、周辺公衆への影響評価を別途検討

3-4. トンネル施工数と深度(1/2)

- 上下水道や地下鉄など<u>トンネル施工は、開削より深い深度までの利用形態が多い</u>
- トンネル施工の中では、シールド工法による施工事例が多く、地下利用を十分に代表すると考えられることから、<u>深度設定にあたってシールド工法の利用実績を踏まえることとする</u>

シールド工法によるトンネル施工数と深度(2020年までの計画を含む)※2

シールド工法による
トンネル施工のイメージ

※1 大深度地下の公共使用に関する特別措置法　※2 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

（参考）シールド工法によるトンネル施工の深度分布※

シールド工法によるトンネル施工の深度と竣工年（2020年までの計画を含む）※1

① 山地や丘陵を除いたシールド工法によるトンネル施工の深度の<u>大部分は地表から70m程度まで</u>

② また、高層建築物などの<u>基礎の深度は支持地盤の深度で決まる（サイトに依存）</u>

① 上記のトンネル施工の<u>大部分が包含される深度に人間侵入の可能性の更なる低減等を考慮した深度</u>

② 高層建築物などの基礎杭が打たれる<u>支持地盤の上面</u>

①と②の<u>深い方を「十分な深度」</u>として要求する

※1 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
※2 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、地表面の高低差が50m以上と判断されるものを山地又は丘陵とした）
※3 今井川調節池（横浜市）（高低差45m）

※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回会合資料6-1より抜粋）

3-5. 深度を確保すべき期間

- 廃棄物を生活圏から離隔（りかく）できるよう、隆起・侵食（海食を含む）等による深度の減少を考慮しても、一定の期間は十分な深度を確保することが必要

- 十分な深度を確保すべき期間は、少なくとも対象廃棄物の放射能の一定の減衰が見込まれるまでの期間とすべき

（参考）

IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste （原文）	IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分 （和訳）
3.46. In some cases, it may not be possible to provide sufficient assurance of separation from the accessible biosphere, owing to phenomena such as uplift, erosion and glaciation. In such cases, and if the remaining activity in the waste is still significant at the time such phenomena occur, the possibility of human intrusion has to be evaluated in determining the degree of isolation provided.	3.46. いくつかの場合において、隆起、浸食および氷河作用のような現象のため、接近可能な生物圏からの十分な分離の保証をもたらすことができない可能性があるかもしれない。このような場合、および廃棄物中の残留放射能がそのような現象が生じた時点で依然として有意な場合、人間侵入の可能性が、もたらされる隔離の程度の決定において評価されなければならない。

IAEA SSG-14 Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste（原文）	IAEA SSG-14放射性廃棄物のための地層処分施設 （和訳）
4.11. Location of a geological disposal facility at an appropriate depth in a stable geological formation provides protection of the facility from the disruptive effects of geomorphological processes such as erosion and glaciation. Location away from known areas of underground mineral resources and other valuable resources will reduce the likelihood of inadvertent disturbance of the geological disposal facility.	4.11. 適切な深さの安定した地層内に地層処分施設を配置することにより、侵食や氷河作用などの地形学的プロセスの破壊的影響から施設の防護をもたらすべきである。既知の地下資源、地熱資源および他の価値のある資源の領域から離れて配置することにより、偶発的な地層処分施設への擾乱の可能性を低減することになる。

3-6. 放射能の一定の減衰が見込まれる期間

炉内等廃棄物及びピット処分対象廃棄物に含まれる代表的核種の相対影響度[3)]

- 作成方法：クリアランスレベル（10μSv/y相当濃度）を基準に各核種濃度を規格化。
- これにより、各核種を単に放射能濃度（Bq/t）ではなく、影響の程度も加味してとらえることができる。

1)：電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成26年12月25日）より作図
2)：日本原燃株式会社「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター　廃棄物埋設事業変更許可申請書」（平成9年1月）より作図
3)：「核種の相対影響度＝核種濃度／クリアランスレベル」とした

資料3－1より抜粋

➢ 対象廃棄物中の放射性核種の多くは10万年程度でおおむね減衰することが期待されることから、少なくとも10万年間は十分な深度を確保すべき

3-7. 深度の減少に関する評価と期間

10. 沿岸部における深度確保の考え方　（資料4－1より抜粋）

- 約10万年間隔の氷期・間氷期サイクルは今後も継続する
- 現在は後氷期にあり、いずれ氷期に入る
- 次の氷期終了（ターミネーション）までは、大局的に海面は低下するので、現在の地形条件での河川沿いの下刻作用による将来の侵食量を評価するべき

➢ 過去の海水準変動に係る知見においては、数十万年の間に繰り返される約10万年間隔の氷期・間氷期サイクルにより、100m規模の海面低下や侵食場の変化が生じることが示されている

➢ このため、数十万年の間では、海水準変動の影響が及ぶ地域において、現在の侵食場での侵食が継続して生じるとの想定はできず、隆起量と最大の海面低下量を合わせた河川による下刻が考えられるなど、その評価の不確実性は10万年までと比べ増大することが考えられる

➢ 一方、今後の約10万年という期間は、大局的な海面変化や、深度の減少をもたらす河川下刻の発生地点について、現在の状態が継続する蓋然性が高い期間であると考えられる

4. 物理的抵抗性

4-1. 物理的抵抗性の効果と要求の要点

- 廃棄物埋設地において、例えば廃棄物や人工バリアを覆う鉄筋や鋼板など、周辺岩盤と材料物性の異なる構造物が存在すれば、ボーリング掘削が直撃したとしても、掘削速度の低下や異常振動等により人工構造物の存在を認知させる効果を有すると考えられる。

<u>物理的抵抗性としての要求の要点</u>

- ボーリング掘削による人間侵入のリスクを低減するための物理的抵抗性として、人工バリア等が以下の効果を有すること及びその効果が合理的に達成可能な限り長期間確保されることについて、事業者が設計・評価を行うことを求める。
  - 人工構造物の存在を認知させる可能性を高めるため、掘削速度の低下、異常振動、掘削ビットの損傷、機械の稼働停止、排土機能の異常など掘削時に障害事象等を引き起こしやすいものであること。

- また、物理的抵抗性を確保する際には、用いる材料が高価な材料や希少な材料など、廃棄物埋設地への侵入の可能性を高めることにつながるものとならないことを併せて求めることとする。

- なお、人工バリア等にも金属材などが使用されることが想定され、結果的にこれらが上記の物理的抵抗性を兼ね備える場合も考えられる。

4-1. 海外の事例（参考）

米国ユッカマウンテンに計画された高レベル放射性廃棄物の
埋設処分施設における廃棄物パッケージの定置の概念※1

チタン合金製※2ドリップシールド：

- 廃棄物パッケージの上部に設置され、処分坑道からの液滴・岩石の落下から防御
- 掘削事象から廃棄物パッケージを守り、損傷を防止
- ドリップシールドの性能は、20万年を想定している

※1　出典：処分坑道と廃棄物パッケージ定置の概念（DOE，2002）　※2　ASTM Grade 7 チタニウム。厚さは15mm

5. 人間侵入の取り扱い

5-1　人間侵入の定義

＜人間侵入の定義＞

- 処分施設（すなわち、廃棄物自体、汚染されたニアフィールドあるいは人工バリア）を直接擾乱する人間活動であり、深度の確保や物理的抵抗性等を含めた人間活動を処分施設へ至らせないための対策をバイパスするもの（参考：IAEA SSR-5 1.10、ICRP Publ.81 (63)）。

考え方

- 余裕深度処分における人間侵入は、立地場所の選定（鉱物資源がない等）、深度の確保、物理的抵抗性の確保、受動的制度的管理の導入により、その発生の可能性を低減させる措置が講じられているにも関わらず処分施設を直接的に擾乱するものを対象とする。例えば、処分施設へのボーリング掘削などが考えられる。
- 一方、そうでないものは、自然過程として評価する（参考：IAEA SSG-23 6.53）。例えば、処分施設より下流でのボーリング、地下利用等の行為は、処分施設に対する直接の擾乱に基づくものではないので、自然過程として評価する。

＜人間侵入の影響の範囲＞

- 人間侵入による影響となるのは、人間侵入による直接の影響及びその行為によって放射性物質の閉じ込め機能の一部が損傷又は失われた処分施設からの影響とする。

5-2　人間侵入を低減する対策の考え方

＜人間侵入対策の考え方＞

・放射性廃棄物を起因とした被ばくには、自然現象によって生じるもの（自然過程）と人為的な活動（人間侵入）によるものがある。

・自然過程による被ばくについては、代表的なものは地下水による放射性物質の移行（地下水移行）であり、時間の経過とともにある程度の確からしさを持って生じる可能性があるものである。その対策として、放射性物質の閉じ込めを行い、放射性物質の漏えい等が生じたとしても公衆への影響をできるだけ小さくすることが必要。（参考：IAEA SSR-5 1.10）

・一方、人間侵入は廃棄物に対する直接の擾乱をもたらす行為であり、発生するかどうかは分からない。自然過程による被ばくへの対策として講じる放射性物質の閉じ込め機能は、もし仮に人間侵入が起こった場合には、人間侵入の当事者や周辺公衆に対し比較的高い線量を与える可能性がある（参考：ICRP Publ.81 (60)）。

・人間侵入による影響については、立地場所の選定、深度の確保、物理的抵抗性の確保、受動的制度的管理の導入により、そのような事象の発生の可能性を十分に低減することが求められる。（参考：ICRP Publ.81 (61)）

5-3. 偶発的な人間侵入の状況について

- 余裕深度処分で想定される深度では、一般的な地下利用として、温泉用ボーリングや農業用水用ボーリングが想定されるが、物理的抵抗性が確保されている期間においてこうした侵入が偶発的に行われ、何らの措置も採られない状況としては以下のようなケースが考えられる。

  - ✓ 保存された記録やマーカー・標識の存在にもかかわらず、そこが廃棄物埋設地であることを知らされること、もしくは知ることなく、廃棄物埋設地の方向にボーリング掘削が計画・実施される。

  - ✓ 更に、物理的な抵抗があるにもかかわらず人工構造物の存在を認知せず、あるいは認知しても調査・対策等を行わず、掘削が継続され、人工バリアの損傷や廃棄物の擾乱を生じ、気づくことのないまま、あるいは気づいたとしても対策等を行わず、侵入者や周辺公衆が被ばく。

5-4. 人間侵入シナリオ評価の考え方

- 多重の人間侵入低減対策がとられている状況では、偶発的な侵入が発生し、更に何らの対策もなく侵入者や周辺公衆の被ばくが生じる可能性は極めて低いと考えられることから、離隔や物理的抵抗性が確保されている期間においては、基本的にこのような人間侵入を考慮する必要性は小さい。

- 一方、万一これらの対策をバイパスして人間侵入が発生したとしても、十分な深度の確保や廃棄体のレイアウト等の最適化といった施設設計により、更に影響を低減することが可能である。このため、人間侵入シナリオは、閉じ込め機能を喪失し廃棄物と地表を短絡する移行経路が形成されたとしても、設計によってその影響が緩和され、周辺公衆に過度の放射線影響を及ぼさないことを評価するために用いることが適当である。

- 従って、周辺公衆を対象とした人間侵入シナリオによる評価については、物理的抵抗性の確保の有無にかかわらず要求する。

5-5　人間侵入に対する設計要求と線量基準の考え方

＜設計要求＞

・人間侵入の発生の可能性を低減するため、以下の設計を求める。

　　－立地場所の選定:　　鉱物資源がないなど、地下利用が意図されない場所であること。

　　－深度の確保:　　一般的な人の利用が行われない深度であること。

　　－物理的抵抗性の確保:廃棄物埋設地の工学的な設計により、一定期間対策が講じられていること。

＜管理要求＞

・人間侵入の発生の可能性を低減するため、以下の管理を求める

　　－受動的制度的管理:　　記録の保存等

＜線量基準の考え方＞

・人間侵入に対する線量評価は、処分施設について人間侵入の発生の可能性を低減するために設計された対策を仮にバイパスしたとして行うものであることから、その影響に対する基準に、予想される変化に対して用いられる線量拘束値を適用することは適切ではない（参考:ICRP Publ.81（63））。

・人間侵入に伴う線量については、万一それが発生したとしても、その値を確定的影響の閾値以下であり確率論的影響が有意に現れる線量よりも十分低い線量に抑えるように可能な限りの対策を講じる必要がある。したがって、将来人間侵入が発生し、仮に気づかれることなく何らの介入措置も講じられないままであったとしても、公衆に過度の放射線影響を及ぼさないよう現状の技術において合理的に利用可能な最善の技術を用いた頑健な処分システムの構築を求めることとする。

5-6 ボーリング掘削を想定した人間侵入シナリオ※

- 人間侵入に対しては、以下を要求
  ① 想定される有用資源を避けた適切な立地場所の選定、廃棄物と生活圏の離隔のための十分な深度の確保、掘削等による侵入を難しくするとともに人工物の存在を認知させるための物理的抵抗性の確保、記録の保存等の受動的制度的管理の導入
  ② 上記対策を整備したうえで、仮にそれらの対策をバイパスして人間侵入が発生し、気づかれることなく何らの介入措置も講じられないままであった場合を想定したとしても、周辺公衆に過度の放射線影響を及ぼさないこと

評価シナリオ例	線量基準	線量基準の説明
・管理期間終了後の放射能濃度が高い状態で、埋設地が擾乱され一部の閉じ込め機能を喪失し、廃棄物と地表を結ぶ直接的な移行経路が形成された状態を想定 ・形成された移行経路を介した核種移行や地下水移行の加速による公衆の被ばく	1mSv/y 短期間の被ばくについては20mSv/y	・人間侵入が起きた場合に、少なくとも対策が必須となる緊急被ばくの線量バンドに至らないよう、現存被ばくの線量バンド（1～20mSv/y）を超えないようにすべき（参考：IAEA SSR-5 2.15、ICRP Publ.122 (55)） ・長期にわたる被ばくは、上記バンドの下方から選ぶべきであり、公衆が生涯を通して被ばくすることも考慮すると1mSv/yが上限となるようにすべき（参考：ICRP Publ. 122 (61)） ・ただし、短期被ばくについては現存被ばくの線量バンドを超えないことを求める

※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回会合資料5-2を一部改正）

5-7 偶発的な人間侵入の当事者の取扱いについて
（検討チームの意見をもとに原子力規制庁で作成）

- 「頑健な人工バリアの設置」に関連し、事業廃止後の偶発的なボーリング掘削の当事者を放射線影響評価の対象とするか否かについて、検討チーム会合における主な意見は次のようなものである。
  - 人工バリアの物理的抵抗性が確保されている間は、これを突破するような行為は意図的と見なし、評価の対象とする必要はない。
  - 物理的抵抗性により人工構造物の存在は認知しても埋設施設と分かるとは限らないので、人間侵入の当事者を評価の対象から除外することは適当でない。
  - 放射線影響の評価の観点からは、偶発的な侵入の当事者と周辺公衆の取扱いを区別する理由に乏しい。
  - 物理的抵抗性の有無だけで評価の対象とするか否かを決めるのではなく、人間侵入を防止する制度的管理をどうするかも含めて考える必要がある。

- IAEA基準においては、意図的な人間侵入の当事者への影響は考慮する必要がないことを明確にしているが、偶発的な人間侵入の当事者の取扱いは明確でない。また、諸外国では、人間侵入の当事者を対象とした評価を行う国も散見されるが、その場合でも参考情報扱い又は埋設施設の投影面積と国土面積との比に基づいた発生確率を考慮した評価を行うなど、その扱いは様々であるが、いずれの国も人間侵入の当事者に係る評価結果を規制基準の適合性の判断には用いていない。

- 本件については、検討チームで引き続き議論を行うこととしている。その際は、当該評価の目的はボーリング掘削に対する埋設施設の設計（位置、構造、設備）の頑健性の確認であること、侵入当時者への影響評価は対象者の行動により大きく変動するため、設計の妥当性の判断根拠として必ずしも有効ではないこと等に留意する必要がある。

6. 制度的管理

6-1. 制度的管理に関する検討内容

- 制度的管理※1は、埋設段階や保全段階など事業者により行われる制度的管理と、事業廃止後に行われる制度的管理に分けられるが、浅地中処分（トレンチ処分及びピット処分）を念頭においた現行の第二種廃棄物埋設の事業規則では、事業者によって行われる操業中（埋設段階、保全段階）の管理のみを規定。

- 一方、余裕深度処分では、浅地中処分と比べて、事業者による管理期間終了以降の長期間にわたり、廃棄物中に比較的高い放射能が残存することから、十分な深度への廃棄物埋設地の設置等の人間侵入対策や、処分システムの性能の定期的な評価が重要となる。これらは事業者によって実施されるものであるが、将来における人間侵入の発生可能性のさらなる低減等を図るため、事業廃止後における措置についても検討が必要と考えられる。

- このような余裕深度処分の特徴を踏まえ、操業中の管理の見直しを行うとともに、事業廃止後の制度的管理について検討する。事業廃止後の制度的管理については、原子炉等規制法において規定すべき事項かどうかについても留意する。

※1 ある加盟国の法律に基づいて指定された当局あるいは公的機関による放射性廃棄物サイトの管理。この管理は能動的（モニタリング、サーベイランス、修復作業）である場合も受動的（土地利用の管理）である場合もあり、原子力施設（たとえば浅地中処分場）の設計における一つの要因となる場合もある。【出典】IAEA 安全用語集、原子力安全と放射線防護で用いられる用語、2007年版（和訳は(財)原子力安全研究協会）

6-2. 既存の管理要求と新たな検討内容（設計要求からの整理）

- 設計基準に関する規則及び解釈において、余裕深度処分の廃棄物埋設地は、浅地中処分に比べて深い深度に設置され、廃止措置段階までの閉じ込めに係る設計要求を課す。また、地下水移行などの自然過程に関して、より長期の線量評価が求められる。
- こうした特徴を踏まえ、設計で要求した機能を確認するために、事業規則における事業者に対する管理要求として追加すべきものとして以下が考えられる。

設計要求	管理項目	トレンチ、ピット処分の既存の管理要求	余裕深度処分での管理要求
閉じ込め機能	放射能濃度	人工バリアからの漏出確認のため、埋設終了まで人工バリアから漏出する放射性物質の放射能濃度を測定	廃止措置段階まで閉じ込め機能が維持されていることを評価するための放射性物質の放射能濃度等の監視を要求
	地下環境	地下環境の状態監視（地下水位の監視）	より長期の地下水移行評価に必要な地下環境の状態監視（地下水位、地下水水質、地下水流動特性等）
移行抑制機能	放射能濃度	地下水中の放射性物質濃度を測定	
		埋設地の外へ異常な漏えいが認められた場合に埋設地の設備の修復等の措置を講ずる	
遮蔽機能	放射線量	周辺監視区域の直接γ線及びスカイシャインγ線に係る放射線量等を監視	
離隔機能	特定行為の禁止	廃止措置段階までの埋設保全区域に係る特定行為の禁止等	同左、及び一般的な土地利用及び埋設深度に係る監視、管理期間終了以後の特定行為を防止するための措置
定期的な評価		最新の技術的知見を踏まえた被ばく管理に関する評価と、この結果を踏まえ保全のために必要な措置を講ずる	要求は同左。評価項目について明確化

6-3. 埋設段階毎におけるモニタリングの考え方

- 前述の閉じ込め機能に関する「廃止措置段階まで閉じ込め機能が維持されていることの評価」及び「より長期の地下水移行評価に必要な地下環境の状態監視」に必要な地下環境、放射能濃度、放射線量に係るモニタリングに対して必要と考えられる事項を埋設段階毎に整理すると以下のとおり。必要な設備等については設計要求として規定する。

(1) ベースラインモニタリング（建設前段階のモニタリング）

- サイト評価プロセス及び基準適合性評価のための重要な特質、事象及びプロセスの特定・確認を支援するために有効なものであること。

(2) 操業期間中（埋設段階）モニタリング

- 人工バリアから漏出する放射性物質等の濃度を監視及び測定できる設計であること。
- ベースラインモニタリングを補強するためのモニタリングができる設計であること。

(3) 埋設終了後（保全段階）から廃止措置段階までのモニタリング

- 人工バリアの閉じ込め機能が維持されていることを評価できるものであること。
- 廃棄物埋設地の外への放射性物質の濃度を監視・測定できるものであること。
- 埋設終了後や坑道の埋め戻し後における環境の回復、機能維持に係る情報をモニタリングできるものであること。
- モニタリングが埋設施設の安全性に影響を与えないものであること。

- ピット処分に係る現行規則では(3)の一部のモニタリング期間として最大300～400年程度を想定。

6-4. 定期的な評価（PSR）（1/3）

現行の法令要求事項

・廃棄物埋設施設に関し10年ごと※1の定期的な評価を求めるとともに、その内容として以下を要求（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第十九条の二第一項）

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。

- トレンチ処分及びピット処分に係る定期的な評価については、運用ガイド※2を策定している。

※1 保安のために講ずべき措置を変更しようとするときについても実施
※2　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（制定　平成25年11月27日　原管廃発第1311279号）

6-4. 定期的な評価（PSR）（2/3）

現行の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における評価項目（要約）

（1）最新の技術的知見とは、評価の実施までに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の記載事項※を更新するために必要なもの。

（2）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、施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則に基づき評価し、その内容の同規則への適合性を確認すること。

（3）放射能の減衰に応じた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は、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。

※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の記載事項（要約）

① 施設を設置しようとする場所における気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書

② 施設を設置しようとする場所の中心から五キロメートル以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図

③ 施設の安全設計に関する説明書（主要な設備の配置図含む）

④ 放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書

⑤ 施設に係る設備の操作上の過失、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と想定される施設の事故の種類、程度、影響等に関する説明書

6-4. 定期的な評価（PSR）（3/3）

余裕深度処分の特徴を踏まえた主な評価項目

- 余裕深度処分について、新たに要求される立地要件や深度及び保全段階での閉じ込め、事業廃止後も含めた人間侵入対策と線量基準への適合性確認を踏まえた以下の評価項目を、前述の運用ガイドで掲げる説明書①③④に追加する。

添付書類	定期的に評価すべき項目の例
①施設を設置しようとする場所における気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書	・立地要件（火山・断層、隆起・侵食等） ・人間侵入対策（天然資源を避けた立地、離隔）
③施設の安全設計に関する説明書	・廃止措置段階までの閉じ込め機能に関する事項 ・地質環境（水質変化等）等の監視、モニタリング方法に関する事項 ・人間侵入対策（物理的抵抗性）
④放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書	・深度を踏まえた放射線等の監視、モニタリング方法に関する事項 ・想定するシナリオ（基本、変動、人間侵入）及び当該シナリオによる公衆への被ばく

6-5. 建設前段階から操業期間中の管理と規制の流れ

- モニタリングに係る評価項目及び評価手法については、漏出確認の対象や基準適合性評価、特に地下水移行シナリオにおける状態設定に基づき、事業者が提示。
- 基準適合性審査では、評価項目の妥当性を判断するとともに、評価手法が処分場の安全性に影響を及ぼさないものであることを確認。
- 具体的な測定項目、測定頻度、品質保証等に係る事項をモニタリングプログラムとして保安規定に記載し、モニタリングが行われていることを保安検査で確認。また、定期的な評価においてこれらの知見を反映。

※1 事業許可申請のために必要。事業者が行うと想定。

6-7. 事業廃止後の制度的管理の位置づけ

- 将来の人間侵入については、許可段階で、天然資源等を避けた立地、人と廃棄物を離隔するための十分な深度への埋設地の設置、掘削に対する物理的抵抗性の確保といった対策によって、発生の可能性の低減を図る。また、PSRによって、定期的に最新の技術的知見を踏まえた評価が行われ、評価の結果を踏まえて保全のために必要な措置が講じられる。

- しかし、事業廃止後は事業者による能動的な制度的管理がなくなることから、人間侵入の発生可能性のさらなる低減を図るためには、国際条約や国際基準に示されている記録の保存、土地利用制限といった制度的管理の検討が必要である。

- 具体的には、①廃棄物埋設地に係る記録を保存するための受動的な制度（これには、跡地の利用者が廃棄物の種類や量、施設の維持管理・監視の状況等、適正な跡地利用に資する情報を確実に入手できるようにすることによって、侵入者に対し廃棄物埋設地の存在を認知させる仕組みを含む）、②標識、マーカー等、廃棄物埋設地を認知させるための可能な限り永続的な受動的設備などを構築・設置することなどが考えられる。

- ただし、事業廃止後の受動的な制度的管理は、将来の不測の事態等により効力を失う可能性があることから、規制基準適合性の評価の前提として取り扱うことは適当でない。

6-8. 制度的管理のまとめ(1/2)

1. 操業中の制度的管理

(1) モニタリング・監視

- 廃止措置段階までの閉じ込め機能が維持されていることを評価するための放射性物質の放射能濃度等や地下環境の状態監視として以下を新たに要求。
  - 廃止措置段階までの人工バリアや廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出、建設前段階からの地下水位や地下水流動特性等が監視及びモニタリングできる設計であること。
  - モニタリングが埋設施設の安全性に影響を与えないものであること。

(2) 定期的な評価

- 立地要件や深度及び廃止措置段階までの閉じ込め、事業廃止後も含めた人間侵入対策と線量基準への適合性確認を踏まえた評価項目として以下を新たに要求。
  - 立地要件(火山・断層、隆起・侵食等)、人間侵入対策(天然資源を避けた立地、離隔、物理的抵抗性)。
  - 閉じ込め機能、遮蔽機能、移行抑制機能に関する事項、想定シナリオ(基本、変動、人間侵入)及び当該シナリオによる公衆への被ばく。
  - 放射線等、地質環境(水質変化等)等の監視、モニタリング方法。

6-9 炉内等廃棄物の処分の特徴を踏まえた管理要求※

- 設計基準に関する規則及び解釈において、炉内等廃棄物の処分の廃棄物埋設地は、浅地中処分に比べて深い深度に設置され、廃止措置段階までの閉じ込めに係る設計要求を課す。また、地下水移行などの自然過程に関して、より長期の線量評価が求められる。
- こうした特徴を踏まえ、設計で要求した機能を確認するために、事業規則における事業者に対する管理要求として追加すべきものとして以下が考えられる。

設計要求	管理項目	トレンチ、ピット処分の既存の管理要求	炉内等廃棄物の処分での管理要求
閉じ込め機能	放射能濃度	人工バリアからの漏出確認のため、埋設終了まで人工バリアから漏出する放射性物質の放射能濃度を測定	廃止措置段階まで閉じ込め機能が維持されていることを評価するための放射性物質の放射能濃度等の監視を要求
	地下環境	地下環境の状態監視（地下水位の監視）	より長期の地下水移行評価に必要な地下環境の状態監視（地下水位、地下水水質、地下水流動特性等）
移行抑制機能	放射能濃度	地下水中の放射性物質濃度を測定	
		埋設地の外へ異常な漏えいが認められた場合に埋設地の設備の修復等の措置を講ずる	
遮蔽機能	放射線量	周辺監視区域の直接γ線及びスカイシャインγ線に係る放射線量等を監視	
離隔機能	特定行為の禁止	廃止措置段階までの埋設保全区域に係る特定行為の禁止等	同左、及び一般的な土地利用及び埋設深度に係る監視、管理期間終了以後の特定行為を防止するための措置
定期的な評価		最新の技術的知見を踏まえた被ばく管理に関する評価と、この結果を踏まえ保全のために必要な措置を講ずる	要求は同左。評価項目について明確化

※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回会合資料7-3を一部改正）

6-10. 制度的管理のまとめ(2/2)

2. 事業廃止後の制度的管理

- 人間侵入の発生可能性のさらなる低減等を図るため、第二種廃棄物埋設に係る事業規則の中で規定することが考えられるものとしては、保存すべき記録の内容の整備や標識・マーカー等受動的な設備が整備されていることを事業廃止に際しての条件とすることが考えられる。

- さらに強い事業廃止後の制度的管理として、例えば、新たな法律上の措置として以下のような仕組みが構築されることが考えられる。
  - 記録の保存に係る制度的な措置及び記録を保存すべき者(国又は国の機関など)
  - 土地利用に関し、利用者が当該記録を調査するための仕組み
  - 掘削など特定行為の禁止措置のための国による土地利用制限や必要に応じた監視

7. 廃炉等廃棄物に関する規制基準の検討状況のまとめ

7-1 廃炉等廃棄物に係る規制基準の検討状況のまとめ(1/2)

○検討経緯

・2014年12月24日に検討チームを設置
・2015年1月から検討チーム会合を7回開催
・2015年7月22日にこれまでの検討状況について原子力規制委員会に報告

○検討状況

以下の点について、概ねコンセンサスが得られている。

(1) 廃棄物の特徴を踏まえた規制基準等に関する基本的な考え方

・炉内等廃棄物の埋設においては、公衆への被ばくを低減するため、長期にわたる離隔の確保及び放射性核種の閉じ込めをはじめ、廃棄物の特徴を踏まえた安全確保策を講じることが重要である。
・長期にわたる離隔の確保や閉じ込めを脅かす要因は、自然過程のほか、地質環境の変動や人間活動に伴う放射性核種の移行の加速、人間と廃棄物の接近・接触等である。
・安全確保策を実現するためには、適切な立地場所の選定、十分な深度の確保、長半減期核種の濃度制限、及び頑健な人工バリアの設置等に関する設計要求はもとより、設計要求に係る機能の状態の確認や人間侵入の防止等のための管理要求も規制基準等に盛り込む必要がある。
・安全確保策の妥当性については、埋設事業に係る許可の段階において基準への適合性について審査を行う。さらに、事業者が廃棄物の特徴を踏まえた定期的な評価を行い、最新の技術的知見や社会環境の変化を安全確保策に反映することが重要である。

7-2 廃炉等廃棄物に係る規制基準の検討状況のまとめ(2/2)

(2) 主要課題

【設計要求】(許可基準規則関係)

① 適切な立地場所の選定

② 十分な深度の確保

③ 長半減期核種の濃度制限

④ 頑健な人工バリアの設置

【管理要求】(事業規則関係)

⑤ 設計要求に係る機能の状態の確認

⑥ 定期的な評価

⑦ 人間侵入の防止のための制度的管理

以下の点について、継続して検討

(3) 検討中の又は残された主な課題

①物理的抵抗性を確保すべき期間について

② 偶発的な人間侵入の当事者の取扱いについて

③ 事業廃止後の制度的管理

④ その他

○今後の検討スケジュール

・これまでの検討結果を踏まえた骨子案の作成及び検討

・骨子案に対する被規制者等からの意見聴取

・骨子案に対するパブリックコメントの募集

・年内を目途に骨子を取りまとめ