

国際原子力機関

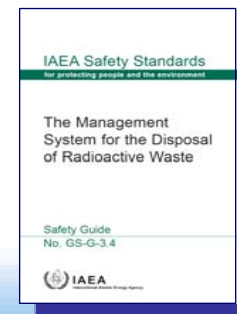
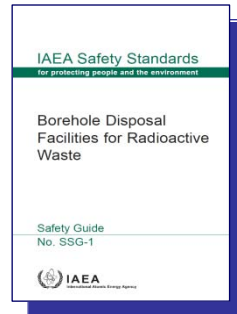
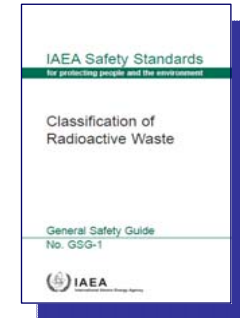
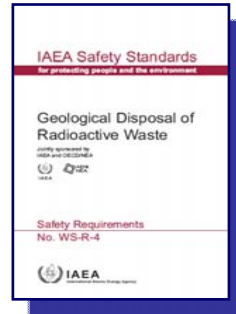
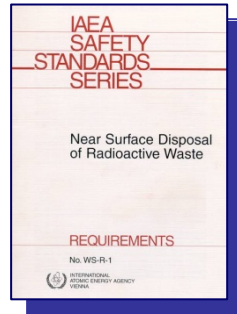
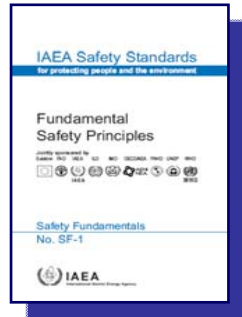
放射性廃棄物処分に関する 安全要件

フィル・メトカーフ

原子力安全研究フォーラム2010
『放射性廃棄物処分に係る安全規則と安全研究の展望』

2010年2月23日
東洋大学

安全基準—処分



1. はじめに

2. 人の健康と環境の保護

3. 放射性廃棄物処分の安全要件

処分場の計画要件

法律および組織上の枠組み

セーフティアプローチ

安全設計の原則

処分場の建設、操業、閉鎖要件

処分の枠組み

セーフティケースと安全評価

処分場の建設、操業、閉鎖における手順

安全確保の要件

既存処分場



1. はじめに

範囲

- すべての放射性廃棄物処分に適用する
- 放射線学的安全を保証するための要件を策定する
 - 操業期間
 - 特に閉鎖後の期間
- ここで取り扱わないこと
 - 立地の選択に関わる諸問題
 - 現場までの輸送
 - 環境に対する非放射線学的影響
- ステークホルダー(利害関係者)の関与は重要であるが、本基準の範囲外である。



人の健康と環境の保護

閉鎖後の安全基準

- 全計画状態において一般人への被ばく制限値は年間実効線量1 mSvであって、将来にあってもそのリスク相当量はこの基準を超えないと考えるべきである。
- この制限値を守るため処分場(単一汚染源)は、処分場に影響を与える**自然プロセス**の結果、将来、被ばくするかもしれない**代表者**への推定値または推定リスクが、年間線量拘束値0.3 mSvまたはリスク拘束値が年間でほぼ10⁻⁵を超えないように設計する。

*自然プロセス*には、施設耐用年間に予想される条件および発生可能性の小さな現象も範囲に含める。発生確率が極めて低い現象は考慮の範囲外としたい。



- 閉鎖後の不注意な人の侵入によるものについては、その侵入によって現場付近の住民にも生ずる年間線量が1 mSv未満であると予想される場合、人が侵入できないようにしたり、侵入によっておきるかもしれない結果を抑制したりするための取り組みは必要とされない。
- 人の侵入によって生ずる年間線量が現場付近の住民に対して年間20 mSv超となることが予想される場合、それに代わる地下廃棄物処分、高線量となる放射性核種内容物の分離などの処分オプションを検討する。
- 年間線量が1～20 mSvである場合、施設の建設段階で施設の設計を最適化することにより、妥当な努力を払って侵入をできなくしたり、侵入によって起きるかもしれない結果を抑制したりしたものとされる。

< 1mSv
対策
不要

1 – 20 mSv
対策
検討

> 20mSv
代替
処分



放射性廃棄物処分の安全要件

処分場の計画要件

- 法律および組織上の枠組み
- セーフティアプローチ
- 安全設計の原則

処分場の建設、操業、閉鎖要件

- 処分の枠組み
- セーフティケースと安全評価
- 処分場の建設、操業、閉鎖における手順

安全確保の要件

既存処分場



処分場の計画要件

法律および組織上の枠組み



要件 1: 政府の責任

政府は、放射性廃棄物処分場の立地、設計、建設、操業および閉鎖を行うことができる適切な**国内法と組織上の枠組み**を策定することが求められる。これには以下を定める。さまざまな種類の処分場に求められる国内水準の確認、さまざまな種類の処分場に求められる建設認可手順の規定、**明確な責任の配分、財政その他資源の保障、各計画処分場に関わる独立規制機能の準備**。

要件 2: 規制機関の責任

規制機関は種類ごとに処分場建設に必要な**規制要件を設定し、認可プロセスの様々な段階に必要な要件を満たすために必要な手続きを定める**。また、一つ一つの処分場について**建設、操業および閉鎖条件を定め、その条件を確実に満たすために必要な活動を行う**。



要件 3: 運用者の責任

処分場の運用者は、安全上の責任を負うものとする。運用者は安全評価の実施とセーフティケースづくりを行うとともに、国家戦略に応じ、規制要件を順守し、国内の法的基盤の中で立地、設計、建設、操業、閉鎖、さらに必要があれば閉鎖後調査に関して必要なすべての活動を実施する。



セーフティアプローチ



要件 4: 建設プロセスにおける安全性の重要性

処分場建設の全体にわたり、運用者は、選択可能なオプションの安全性に関する妥当性と影響を適切に理解し、操業および閉鎖後に最適化された安全レベルを確認するという最終目標を達成しなければならない。

要件 5: 受動的安全性

運用者は、可能な範囲において受動的 방법으로安全性を保証し、処分場閉鎖後に行わなければならない活動を最小限に抑えるという方法で、処分場の立地、設計、建設、操業および閉鎖を行う。

要件 6: 安全性に関する理解と信頼

処分場の運用者は、施設とそのホスト環境だけでなく閉鎖後の安全性に影響を及ぼす要因を適切な期間について理解することにより、安全性に対する信頼を十分に得ることができる。



安全設計の原則



要件 7: 複数の安全要因

多重の安全機能により安全性が確実に確保できるように、ホスト環境を選択し、設計施設の工学的構成要素を設計し施設を操業すべきである。すなわち、廃棄物の密封性と隔離は、さまざまな運用管理と併せて多様な物理的・化学的プロセスで達成できる処分システムの多くの物理的構成要素を用いて、実現させることができる。個々の構成要素と制御機器の性能は、処分システム全体の性能と併せてセーフティケースで想定される性能について実証するものとする。処分システムの全体性能は単一安全機能に不当に依存したものであってはならない。

要件 8: 密封性

放射性減衰がまだ十分でなく、廃棄物の放射能が減少しない、廃棄物の発熱が処分システムに悪影響を与え危険性が減少しない、期間中での廃棄物の密閉性の保持するために、廃棄物の形態および閉じこめ容器を含めて、工学的要素を決めなければならない。



要件 9: 隔離

処分場は**生物圏とヒト**から放射性廃棄物を**隔離**する目的とする機能を提供するために、立地、設計、操業すべきである。その機能は**短寿命廃棄物について数百年**、さらに**中高レベル放射能性廃棄物について少なくとも数千年の間**、隔離することを目的とする。そのためには、処分システムの**自然の推移と妨害となる現象**の双方について**考慮しなければならない**。

要件 10: 受動的な安全機能の監視と制御

監視と制御は、閉鎖後のセーフティケースで与えられた機能を果たすために必要なレベルで、**受動的な安全障壁を保護し保存するために適用しなければならない**。



処分の枠組み



要件 11: 段階的建設と評価

処分場は一連のステップで建設、操業、閉鎖されなければならない。
これらの個々段階でサイトを繰り返し評価するとともに、設計、建設、操業、管理の
選択肢および処分システムの挙動と安全性を繰り返し評価することが必要である。



セーフティケースと安全評価



要件 12: セーフティケースと安全評価の準備、認可および使用

事業者は、セーフティケースとそれを支援する安全評価を、必要に応じ、処分場の建設、操業そして閉鎖後の各段階において準備し、更新しなくてはならない。それらは承認を得るため規制機関に提出する。セーフティケースとそれを支える安全評価は、各段階で求められる規制その他の決定に必要な情報提供を、十分に詳細かつ理解できるように必要な技術情報を盛り込まなければならない。

- プロジェクトの進行に従って徐々に成熟複雑化
- プロジェクトの進展段階に応じたセーフティケースの技術的詳細の形式と水準
- 廃棄物受入基準の設定
- 安全性に関するキープロセスの識別



要件 13: セーフティケースと安全評価の範囲

処分場のセーフティケースは、サイトの**すべての安全関連面**、施設の**設計および管理面と規制面の制御**を記載しなければならない。セーフティケースおよびそれを支える**安全評価は用意される保護レベルを記述し**、規制機関および**安全要件が関係する**その他関係当事者に保証を与えるものでなければならない。

- 操業の安全と閉鎖後の安全
- 職業被ばくと公衆被ばく
- 通常運転、予想事象を含む
- 事故頻度は小さいが放射線影響は有意
- 処分システム、発生の可能性および影響を与えるかもしれない関連事象が十分に理解されていることの実証
 - 設計実現の可能性
 - 処分システム性能予測値の信頼
 - 関連安全要件のすべてが適合しており放射線防護が最適化されていることの合理的保証
 - 関連する不確実性の分析
- 法律で求められる期間を過ぎた後の定量的評価—ずっと遠い将来の期間ではその結果がさらに不確実であると予想される
- 管理システム



要件 14: セーフティケースと安全評価の文書化

セーフティケースとそれを支える安全評価は、各段階での判断およびそれらが独立して審査できるように情報を提供できるように、十分な質で詳細な文章を作成しなければならない。

- 考慮すべき重要なことは**正当性、トレーサビリティ、明瞭性**である
- 正当性とは、選択基準を説明することである
- トレーサビリティとは、独立した有資格者が能力何が行われたかを追跡できるようにすることである
- 明瞭性とは、構成と提示を適切な詳細さで行い、安全性に関する議論を理解させるようにすることである



処分場の建設、操業、閉鎖における手順



要件15: サイトの特性評価

処分場の施設は、施設の特性を一般人も十分理解できるように詳細なレベルで特性調査されなければならない。これには次の項目を含まなければならない。現在の状況、起こりえる現象、可能な自然現象、安全性が問題となる期間で施設またはその周辺領域に影響を与えそうな人間の行動、サイトと施設に関連した機能、事象およびプロセスの安全性に及ぼす影響の理解

要件16: 設計

処分施設とその工学的障壁は、**その地層環境および/または地表面環境と適合できる**ように、廃棄物を閉じこめるように設計されなければならない。さらに、**閉鎖後の安全性もその地層で十分確保できる地層であることが必要である。**

施設および工学的構成要素は**操業期間の安全を保つよう設計されなければならない。**

要件: 17 建設

処分場は裏付けされた安全評価と**承認されたセーフティケースの記載に従って建設**しなければならない。セーフティケースによってホスト環境において重要であることがわかっている**安全機能を閉鎖後も保全できる**方法で建設しなければならない。建設活動は操業期間の安全も保証できるように実施しなくてはならない。



要件 18: 操業

処分場は**ライセンス条件**および**操業期間の安全を確保**するための**関連規制要件**に従い、かつ、**セーフティケース**で**推定される閉鎖後の安全機能を保全**できる方法で操業しなくてはならない。

要件 19: 閉鎖

処分場は、セーフティケースで閉鎖後の期間も重要であることが分かっている**安全機能を提供できる方法**で**閉鎖**しなければならない。**閉鎖計画**は、施設の積極的管理からの移行期を含めて、適切な時期に安全に閉鎖できるように、**明確に定義し、実施**できるように作成しなければならない。



安全確保の要件



要件 20: 廃棄物の受入れ

処分場の決められた場所に受け入れる梱包・非梱包の廃棄物は、処分場の作業中および閉鎖後の安全のためセーフティケースに完全に一致し、セーフティケースから導かれた基準に適合していなければならない。

要件 21: モニタリングプログラム

モニタリングプログラムは、処分場の建設と作業の期間前と期間中に実施しなければならない。さらにセーフティケースの一部である場合は閉鎖後も実施しなければならない。このプログラムは、施設作業時の環境保護と作業員および一般人の安全に必要な条件を確認し、施設の閉鎖後の安全を破壊する条件が無いことを確認するために、必要な情報を収集し、最新の状態にすることができるよう設計しなければならない。



要件 22:閉鎖後および制度的管理

適切な**監視と制御のレベル**は、閉鎖後のセーフティケースで与えられた機能を果たすために必要な範囲において**受動的安全障壁を保存し保護**するために適用しなければならない。計画は、そのような監視と管理に対処できるように、そして処分場に関する**情報を引き続き入手できる**よう準備しなければならない。これらの計画は**セーフティケースの一部**を成すものであって、施設の閉鎖はこの計画に基づいて認可されなければならない。

- 長期の安全は現実的な施設管理に頼るものではない
- 受動的対策違反は 期待される介入の基準が生じない
- 組織管理 のみでは、浅地層処分の安全に関わる主要要素になり得ない。
- 実証されたセーフティケースに予想され、セーフティケースで正当とされた安全につながる組織管理能力
- 地層、余裕深度地層処分 — 受動的安全障壁は十分強固で修理・改良の必要はありそうにない
- 監視とモニタリングの目的 - 放射線パラメータの測定ではなく安全機能を確実に存続していることを保証する。



要件 22:閉鎖後および制度的管理

- 浅地中施設は通常、組織的管理を一定期間有効に存続させることを想定して設計する
- 採鉱および選鉱廃棄物（半減期が極めて長く、大量）の浅地中処分において、現行の積極的な制度的管理に頼らない限られた放射能濃度 - 地中処分される放射能濃度の高い廃棄物
- 積極的な制度的管理の期間を超えた処分場の状態 - 用地解除で使用制限無し、一般的には考えられない
- 立地 および施設設計によって人が侵入する可能性は弱まる
- 浅地中施設 - 廃棄物受入れ基準 によって現場の制御が失われたとしても、指摘基準に対する人の侵入結果を限定的なものとする
- 余裕深度地層処分および地層処分場は、受動的な安全機能としての閉鎖後長期間の制組織的管理に頼らない
- 施設の認可を受けた運用者が管理を行うが - 認可が切れると再び政府の責任となる



要件 23: 核物質の計量と管理システムの検討

核物質の計量と管理に関する協定を前提に、処分場の設計と操業において考慮すべきことは、核物質の計量と管理システムに必要な措置では、**安全性と妥協しない**ということを保証すべきである。。

要件 24: 安全対策に関する要件

対策は、放射性廃棄物の処分において**総合的アプローチ**で**安全対策と原子力安全保障** 対策を保証できるように実施する。

要件 25: 管理システム

品質の保証を行う**管理システム**は、処分場の建設と操業のすべての段階を通じて**活動、システムおよび機器**に適用しなければならない。各要素の保証レベルは、**安全が重要**であることにふさわしいものとしなければならない。



既存処分場

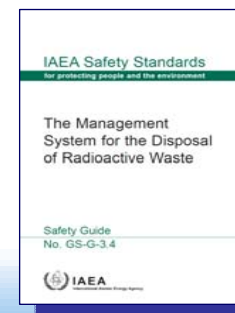
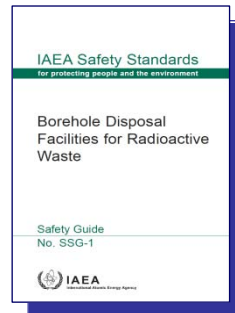
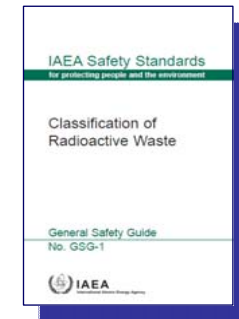
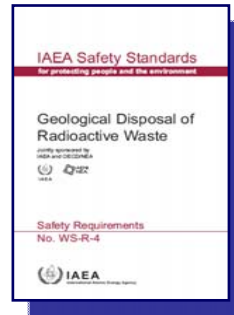
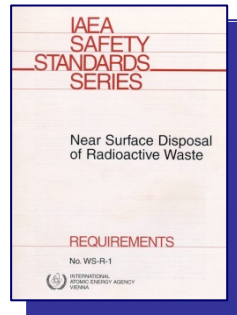
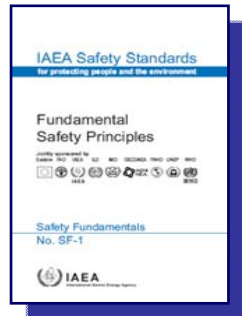


要件 26: 既存処分場

既存処分場の安全は、認可が切れるまで定期的に、そして安全性に有意な変更が計画された場合、または認可された条件に変更があった場合に評価を行う。本文に記す安全要件に適合しない場合、経済的・社会的要因を考慮して施設の改善を行うために対策を施さなければならない。



安全基準—処分



目次

1. はじめに
2. 放射性廃棄物処分の安全性の実証
3. 安全原則と安全要件
4. 処分のセーフティケース
5. 裏付け評価
6. 具体的課題
 - セーフティケースの推移
 - 等級別扱い
 - 深層防護
 - ロバスト性
 - 時間枠
 - 人の侵入
 - 制度的管理
 - 廃棄物の回収可能性
 - オプション評価
7. セーフティケースの文書化と利用
8. 規制レビュープロセス



