

日本原子力学会ウィークリーウェビナー
「放射性廃棄物の管理」2021

放射性廃棄物に係る放射線防護上の基準

2021年12月3日

公益財団法人 原子力安全研究協会
処分システム安全研究所
立川 博一

はじめに

説明の趣旨

- 放射性廃棄物に係る国際原子力機関(IAEA)の安全基準を中心に、その成り立ちと基本的な考え方(放射線防護の基準)を述べる。

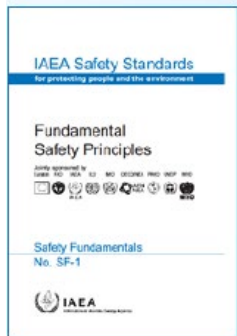
目次

- IAEA安全基準
- 安全原則SF-1:基本安全目的、原則
- IAEAの放射性廃棄物に係る安全基準
- IAEA安全基準とICRPの関連文書の経緯
- 処分前管理:一般安全要件GSR Part 5「放射性廃棄物の処分前管理」
- 処分:個別安全要件SSR-5「放射性廃棄物の処分」
- 処分: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」
- まとめ
- 参考情報

IAEA安全基準

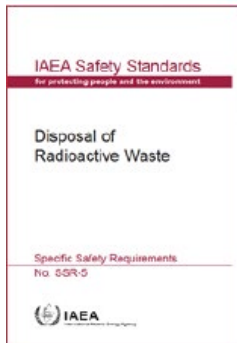
IAEA安全基準: IAEA憲章に規定されたIAEAの任務の一つ、3つの階層で構成

【1958年に安全シリーズNo.1を出版し、1996年より安全基準シリーズとしての文書が策定されている。】



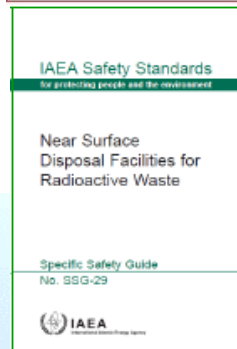
安全原則:

防護と安全の目的、概念および原則を提示し、安全要件の基礎を提供する。



安全要件

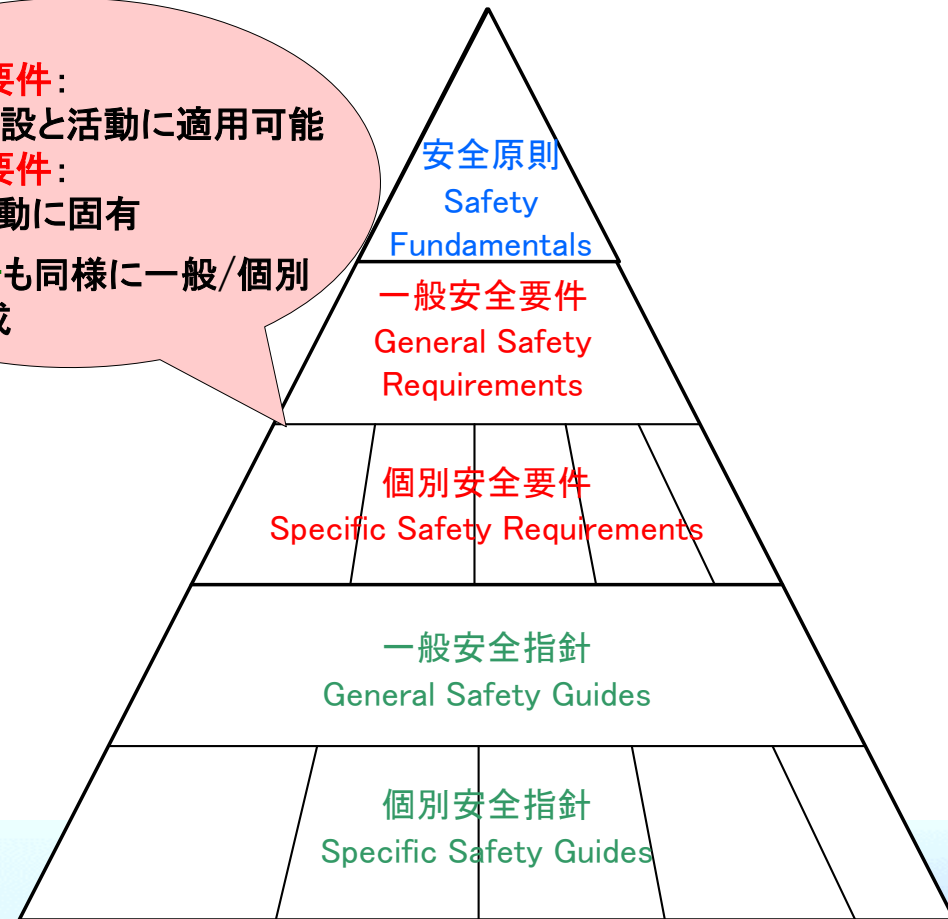
安全を確保するために満足されなければならない要件を規定する。Shall (~しなければならない) で表記される。



安全指針

安全要件を満足するための措置(actions)、条件(conditions)、手続き(procedures)を勧告する。Should(~すべきである) で表記される。

一般安全要件:
全ての施設と活動に適用可能
個別安全要件:
施設と活動に固有
安全指針も同様に一般/個別
で構成



IAEAの安全基準

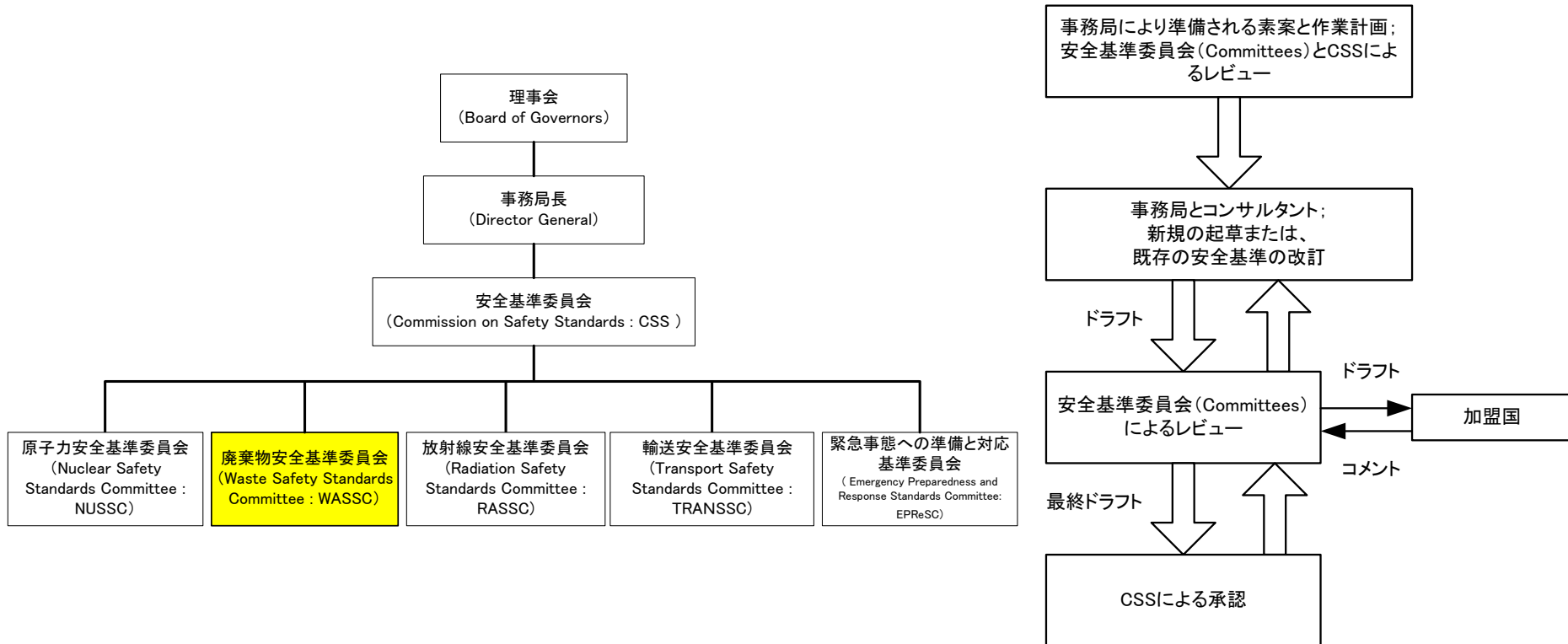
IAEA安全基準:安全原則と安全要件

- 安全原則/安全要件は完結しているが、安全要件の改訂が適宜進められている。
- 放射線防護の安全要件:GSR Part 3(2014)
- 放射性廃棄物に係る安全要件:GSR Part 5(2009)とSSR-5(2011)
- デコミッショニング(廃止措置)の安全要件:GSR Part 6(2014)



IAEA安全基準

IAEA安全基準の策定:レビュー委員会/策定手順



- * 分野別の安全基準委員会 (Committees) が技術的側面について安全基準草案を審議
- * 委員会の開催は、年2回となっている。
- * 文書策定の企画書にあたる文書策定概要書 (DPP: Document Preparation Profile) の審議、DPPの承認に引き続く文書の起草、委員会での草案審議に加え、加盟国としてのコメントを踏まえた草案の改訂、改訂版草案の委員会での審議を経て基準が策定される。
- * 安全原則/安全要件は理事会まで、安全指針は、事務局長までの道筋となる。

安全原則SF-1 「基本安全原則」

基本安全目的

- 基本安全目的は、人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護することである。

安全原則

3.1. この文書の趣旨から、「安全」とは放射線リスクに対する人と環境の防護、及び放射線リスクを生じる施設と活動の安全を意味する。この文書及び IAEA 安全基準で使用している「安全」とは、原子力施設の安全、放射線安全、放射性廃棄物管理の安全及び放射性物質の輸送の安全を含んでいる。また、ここでは、安全のうち放射線関連以外のものは含めない。

原則1: 安全に対する責任

原則2: 政府の役割

原則3: 安全に対するリーダーシップとマネジメント

原則4: 施設と活動の正当化

原則5: 防護の最適化

原則6: 個人のリスクの制限

原則7: 現在及び将来の世代の防護【特に廃棄物に関連】

原則8: 事故の防止

原則9: 緊急時の準備と対応(緊急事態への準備と対応)

原則10: 現存又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護対策



IAEAの放射性廃棄物に係る安全基準

IAEA安全基準: WASSCが主担当となる文書(一部、WASSC主担当文書の関連文書込み)

項目	関連する安全基準 (安全要件・安全指針)				
処分前管理	GSR Part 5 処分前管理	GSG-1 廃棄物分類	GSG-3 セーフティケース 安全評価	GSG-16[DS477] (GS-G-3.3/3.4) リーダーシップ, マネジメント,安全文化	WS-G-6.1 RW貯蔵
	SSG-40 NPP・RR	SSG41 サイクル施設	SSG-45 小規模施設	DS526 政策と戦略	SSG-15(Rev.1) 使用済燃料貯蔵
処分	SSR-5 処分	SSG-1 (DS512) ボアホール処分	SSG-29 浅地中処分	SSG-14 地層処分	略語 NPP: 原子力発電所 RR: 研究炉 RW: 放射性廃棄物 NORM: 自然起源の 放射性物質
	SSG-23 セーフティケース 安全評価	SSG-31 モニタリング サーベイランス	GSG-16[DS477] (GS-G-3.3/3.4) リーダーシップ, マネジメント,安全文化	DS526 政策と戦略	
デコミッショニング	GSR Part 6 デコミッショニング	SSG-47 炉/サイクル施設	SSG-49 小規模施設	凡例 水色: 各分野に共通の文書。起草中であり、今後、草案 が審議される。 橙色: RASSC主担当文書 (): 改定元の文書、[]: 草案番号、間もなく出版予定 赤文字: 安全要件、緑文字: 安全指針	
	改定予定 (WS-G-5.1) サイト解放	WS-G-5.2 安全評価	DS526 政策と戦略		
環境・NORM	GSR Part 3 基本安全基準	GSG-8 公衆/環境のRP	GSG-9 排出	GSG-10 予測的放射線環 境影響評価	SSG-60 NORM等
	GSG-15[DS468] (WS-G-3.1) 環境修復	DS505 (RS-G-1.8) モニタリング	DS500 (RS-G-1.7) クリアランス	DS499 (RS-G-1.7) 規制免除	DS526 政策と戦略

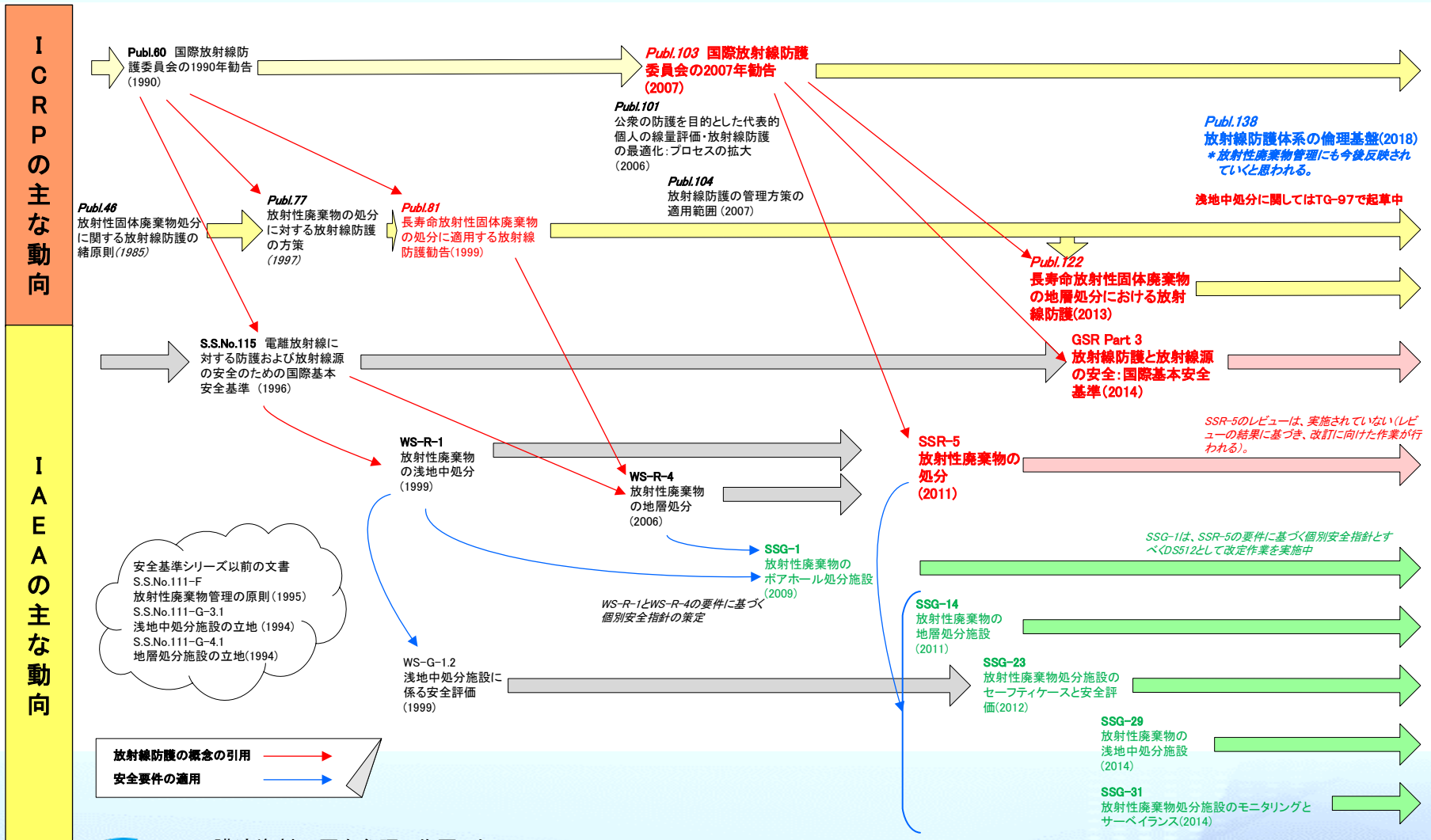
IAEA安全基準とICRPの関連文書の経緯

概要

- IAEA安全基準の放射線防護の側面は、ICRPの考え方を取り入れている。現在は、2007年勧告に基づいている。
- ICRP 2007年勧告を踏まえたIAEA安全基準GSR Part 3「放射線防護と放射性線源の安全：国際基本安全基準」が2014年に出版され、放射線防護に関する要件を定めている。放射性廃棄物に対しても放射線防護上の基本的考え方は、GSR Part 3に基づいている。
- 出版時期の関係から、GSR Part 3を参照していない安全基準もある。それらは、今後、更新が行われる。
- 放射性廃棄物の処分前管理*と処分は、計画被ばく状況と見なされる。
* 放射性廃棄物の処分前管理とは、処理（processing）（前処理、処理（treatment）およびコンディショニング）、貯蔵および輸送を含む、発生から処分に至るまでの放射性廃棄物の管理におけるあらゆる段階を包含する。

IAEA安全基準とICRPの関連文書の経緯

廃棄物処分に関する文書の歴史的経緯(抜粋)



以下の講演資料の図を参照し作図した。

Jin Qianhao, Hasan Mahamudul, 立川 博一, 飯本 武志: Discussions on Approaches of Radiation Protection on Near-Surface Disposal of Radioactive Waste、第58回アイソトープ・放射線研究発表会、2021年7月7日～9日

処分前管理：一般安全要件GSR Part 5「放射性廃棄物の処分前管理」

GSR Part 5の構成

第1章 はじめに

背景、目的、範囲、構成

第2章 人の健康と環境の防護

放射性廃棄物管理

放射線防護

環境上の懸念

第3章 放射性廃棄物の処分前管理に伴う責任

法令上、規制上および政策上の枠組み

一般

要件1：法令上および規制上の枠組み

要件2：放射性廃棄物についての国の政策と戦略

要件3：規制当局の責任

操業者

要件4：操業者の責任

統合安全アプローチ

要件5：セキュリティ措置に関する要件

要件6：相互依存性

要件7：マネジメントシステム

第4章 放射性廃棄物の処分前管理における段階

放射性廃棄物の発生

要件8：放射性廃棄物発生と制御

要件9：放射性廃棄物の特性調査と分類

放射性廃棄物の処理 (processing)

要件10：放射性廃棄物の処理

放射性廃棄物の貯蔵

要件11：放射性廃棄物の貯蔵

放射性廃棄物受入れ規準

要件12：放射性廃棄物受入れ規準

第5章 放射性廃棄物処分前管理施設と活動の開発と操業

安全アプローチ

要件13：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の準備

要件14：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の範囲

要件15：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の文書化

要件16：定期的安全レビュー

放射性廃棄物処分前管理施設の開発

要件17：施設の立地と設計

要件18：施設建設と試操業

要件19：施設操業

要件20：施設操業停止とデコミッショニング

要件21：核物質計量管理システム

要件22：既存の施設

添付資料 放射性廃棄物の処分前管理と基本安全原則

処分前管理：一般安全要件GSR Part 5「放射性廃棄物の処分前管理」

放射線防護上の基準：原子力施設と同じ

目的：SF-1で規定されている原則に基づき、放射性廃棄物の処分前管理で満たされなければならない要件を確立すること

- ◆ 放射線防護の考慮は、行為の正当化、防護の最適化および個人線量とリスクの制限の原則によって支配される。国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告[1990年勧告、現在は2007年勧告]および、電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準(BSS)[引用は旧安全シリーズNo.115、現在はGSR Part 3]で述べているように、放射性廃棄物の管理は、廃棄物を発生させる全体「行為」の一部と見なされるので、分けて正当化する必要はない。
- ◆ BSS は放射性廃棄物を処分前管理する際の活動の結果として被ばくするあらゆる人間のための放射線防護が最適化され、線量拘束値を適正に考慮して個人の被ばくを所定の線量限度の範囲内に維持されるように要求する。
- ◆ 国の規則は、通常状態の下での作業員および公衆の構成員の被ばくに対する線量限度を規定する。…前記の項で言及された通常操業から生じる被ばくに対する防護の準備に加えて、潜在被ばくに対する防護の準備が行われなければならない。

処分：個別安全要件SSR-5「放射性廃棄物の処分」

SSR-5の構成

第1章 はじめに

背景、目的、範囲、構成

第2章 人の健康と環境の防護

基本安全原則の適用

操業期間における放射線防護

閉鎖後期間の放射線防護

環境および非放射線学的な懸念

第3章 放射性廃棄物の処分の計画立案のための安全要件

行政上、法令上および規制上の枠組み

要件1: 政府の責任

要件2: 規制機関の責任

要件3: 操業者の責任

安全アプローチ

要件4: 処分施設の開発と操業過程における安全の重要性

要件5: 処分施設の安全のための受動的

要件6: 処分施設の理解と安全についての

安全のための設計

要件7: 多重安全

要件8: 放射性廃棄物の

要件9: 放射性廃棄物の隔離

要件10: 受動的な安全特質のサーベイランスと管理

第4章 処分施設の開発、操業および閉鎖に関する要件

放射性廃棄物の処分のための枠組み

要件11: 処分施設の段階的開発とセーフティケースと安全

要件12: 処分施設のセーフティケースと安全評価の準備、承認および活用

要件13: セーフティケースと安全評価の範囲

要件14: セーフティケースと安全評価の文書化

処分施設の開発、操業および閉鎖の段階

要件15: 処分施設のサイト特性

要件16: 処分施設の設計

要件17: 処分施設の建設

要件18: 処分施設の操業

要件19: 処分施設の閉鎖

第5章 安全の保証

放射性廃棄物の処分のための枠組み

要件20: 処分施設における廃棄物受入れ

要件21: 処分施設でのモニタリング

要件22: 閉鎖後期間と制度的管理

要件23: 国内核物質計量管理システムの考慮

要件24: 原子力セキュリティ措置に関する要件

要件25: マネジメントシステム

第6章 既存の処分施設

要件26: 既存の処分施設

付属書 安全目的と規準の遵守の保証

添付資料 放射性廃棄物分類

処分：個別安全要件SSR-5「放射性廃棄物の処分」

放射線防護上の基準

目的：あらゆる種類の放射性廃棄物の処分に関する安全目的と安全規準を設定し、SF-1に規定された原則に基づき、放射性廃棄物の処分において満足されなければならない要件を規定することである。

◆ 操業期間：原子力施設と同様

◆ 閉鎖後期間

- 安全目的は、社会的および経済的因子を考慮に入れ、処分施設の閉鎖後の防護が、最適化されるように、処分施設を立地、設計、建設、操業及び閉鎖することである。長期的に公衆の構成員に対する線量とリスクが、設計上の規準として用いられる線量拘束値または、リスク拘束値を超えないという合理的保証も、もたらされなければならない。
 - 規準
 - ✓ **公衆の構成員に対する線量限度：1mSv/y**
 - ✓ 自然過程の結果として、将来被ばくするかも知れない代表的個人への計算された線量またはリスクが**年間0.3mSv**の線量拘束値を超えないか、**年間 10^{-5} オーダー**のリスク拘束値を超えないよう設計
 - ✓ **不注意による人間侵入**：サイトの周辺住民に**年間1mSv未満**の線量をもたらすと予想される場合には、人間侵入の確率を減らすことも、その影響を限定するための取り組みも正当化されない。
 - ✓ **人間侵入**がサイトの周辺住民に**20mSvを上回る可能性のある年線量**を導くと予想される場合：**代替**となる処分のオプションが考慮されるべき
 - ✓ **1～20mSvの範囲の年線量**が示される場合：**その影響を限定する合理的取り組みが正当化される。**
- ✓ 臓器への確定的影響の当該しきい値を超過する可能性がある場合、同様の考察が適用される。

処分：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」*

放射線防護上の基準

防護体系の適用は、処分施設に対する監視のレベルによって影響される。

監視 (Oversight) : 「注意深い配慮 (watchful care)」の一般的な用語で、技術的システムと計画及び決定の実際の履行を社会が「注視する」ことを指す。

- ◆ **直接的監視** : 施設の操業段階における能動的な管理措置。例えば、検査とモニタリング
- ◆ **間接的監視** : 施設が閉鎖され、地下施設へのアクセスがもはやなくなった後に使用される措置。例えば、ある一定期間の継続的な規制上の管理、土地使用記録の保存、環境状態が劣化していないことを確認する社会のモニタリングなど。
- ◆ **無監視** : 処分場の存在の記憶が失われ、社会がもはや施設に対する注意深い視線を向け続けることがなくなった状況

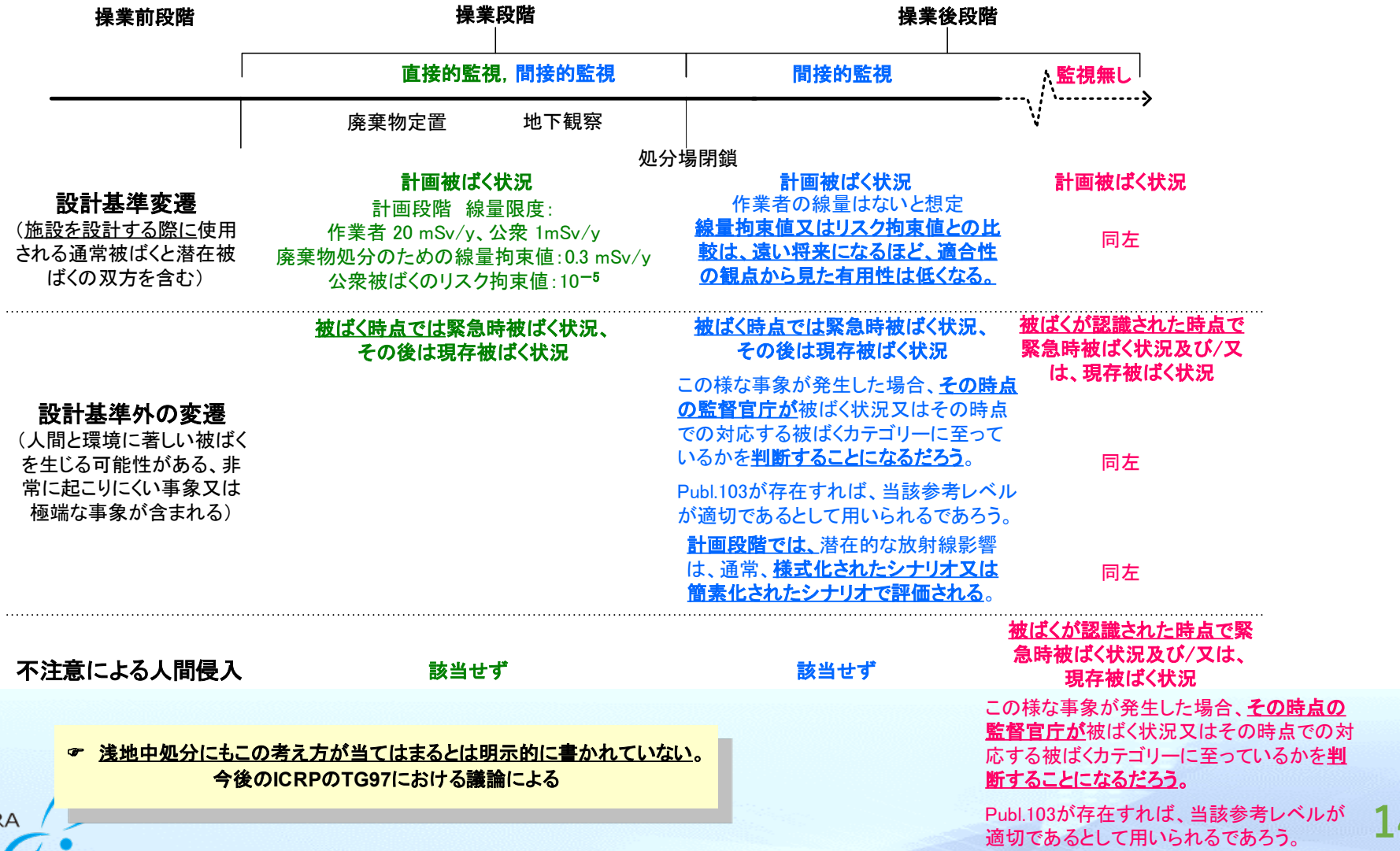
☞ 「監視」の概念は、IAEA安全基準に取り入れられていない。

処分：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」

放射線防護上の基準：計画段階の視点と事象が生じた時点の視点の双方

監視期間（処分場の変遷）、放射線被ばく状況を踏まえた基準（Publ.122の図3.1と表4.1に基づき作図）



☞ 浅地中処分にもこの考え方が当てはまるとは明示的に書かれていない。
今後のICRPのTG97における議論による

まとめ

- ◆ 放射性廃棄物に関する放射線防護上の基準の基礎は、SF-1「基本安全原則」の基本安全目的にある。
- ◆ IAEAの放射性廃棄物に関する安全基準は、基本安全目的を満たすための安全原則に基づき定められている。
- ◆ 放射性廃棄物に関する安全要件は、ICRPの勧告を踏まえたものとなっている。但し、GSR Part 5「放射性廃棄物の処分前管理」は、最新の情報を踏まえていない。
- ◆ 放射性廃棄物の処分前管理に関する施設と活動・処分施設の操業については、原子力施設と同じ放射線防護の基準が適用される。
- ◆ 放射性廃棄物の処分施設に対して、閉鎖後の放射線防護上の基準は、SSR-5「放射性廃棄物の処分」に定められており、ICRPの2007年勧告を踏まえている。
- ◆ ICRPでは、地層処分における放射線防護(Publ.122)を勧告しており、処分施設の変遷、監視の有無とその種類別の被ばく状況を整理し、規準値を示している。
- ◆ 監視の概念は、IAEA安全基準には反映されていない。また、ICRPでは、浅地中処分における放射線防護の勧告を策定している。

参考情報

放射性廃棄物の処分前管理・処分以外にも廃棄物に関連した放射線防護上の基準がIAEA安全基準に定められている。主な文書は以下の通り。

- ◆ デコミッショニング: GSR Part 6「施設のデコミッショニング」、WS-G-5.1「行為の終了に際しての規制管理からのサイト解放」。
- ◆ 物質のクリアランス: GSR Part 3、RS-G-1.7「規制除外、規制免除及びクリアランスの概念の適用」。
- ◆ 環境への排出: GSR Part 3、GSG-9「環境への放射性排出物の規制管理」
- ◆ 環境修復: GSR Part 3、WS-G-3.1「過去の活動と事故により影響を受けた地域の修復プロセス」→本書は、GSG-15「過去の活動又は事象により影響を受けた地域の修復戦略とプロセス」により置き換えられる予定(GSG-15は出版準備中)。

様々な邦訳があるが、時代により又は所属する専門的なコミュニティによって用語の訳語が異なることに注意のこと: 例 セーフティケース(現状)、安全事例(ICRP Publ.81翻訳版)

【文書をご覧になりたい方に】

IAEA: <https://www.iaea.org/publications/search/type/safety-standards-series>

ICRP出版物の日本語訳: <https://www.icrp.org/page.asp?id=506>

原子力規制委員会: https://www.nsr.go.jp/activity/kokusai/honyaku_01.html

原子力安全研究協会: <http://www.nsra.or.jp/rwdsrca/iaea/index.html>

ご清聴有り難うございました。