

日本語翻訳版

IAEA 安全基準

人と環境を防護するために

核燃料サイクル施設からの 放射性廃棄物の処分前管理

(個別安全指針)

No. SSG-41

国際原子力機関

2022年3月

原子力規制庁 翻訳

本翻訳版発行に当たっての注記事項

- A：本翻訳版は非売品である。
- B：本翻訳版は、**Specific Safety Guide Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities** ©,2016 の日本語訳である。本翻訳版は、原子力規制庁により作成されたものである。本翻訳版に係る IAEA 出版物の正式版は、国際原子力機関（IAEA）又はその正規代理人により配布された英語版である。IAEA は、本翻訳版に係る正確性、品質、信頼性又は仕上がりに関して何らの保証もせず、責任を持つものではない。また、本翻訳版の利用により生じるいかなる損失又は損害に対して、これらが当該利用から直接的又は間接的・結果的に生じたものかを問わず、何らの責任を負うものではない。
- C：著作権に関する注意：本翻訳版に含まれる情報の複製又は翻訳の許可に関しては、オーストリア国ウィーン市 1400 ウィーン国際センター（私書箱 100）を所在地とする IAEA に書面により連絡を要する。
- D：本翻訳版は、業務上の必要性に基づき、原子力規制庁が IAEA との合意に基づき発行するものであり、唯一の翻訳版である。
- E：原子力規制庁は、本翻訳版の正確性を期するものではあるが、本翻訳版に誤記等があった場合には、正誤表と合わせて改訂版を公開する。また、文法的な厳密さを追求することで難解な訳文となるものは、分かりやすさを優先し、本来の意味を損なうことのない範囲での意識を行っている箇所もある。

なお、本翻訳版の利用により生じるいかなる損失又は損害に対して、これらが当該利用から直接的又は間接的・結果的に生じたものかを問わず、原子力規制庁は何らの責任を負うものではない。

序文

天野之弥 事務局長

IAEA 憲章は、IAEA が「健康を保護し、並びに人命及び財産に対する危険を最小にするための安全上の基準・・・を設定し、又は採用する」権限を有するとしており、これらの基準を IAEA は自らの活動において用いなければならない、また、各国は原子力及び放射線安全に対する自国の規制上の規定によって適用することができる。IAEA はこれを、国際連合の権限のある機関及び関係専門機関と協議して行っている。定期的なレビューを受け一連の包括的な高い品質の基準は、安定的で持続可能な世界的安全体制の重要な要素であり、それらの基準の適用における IAEA の支援もまた同様である。

IAEA は、その安全基準プログラムを 1958 年に開始した。品質、目的適応性及び継続的な改善に重点が置かれたことが、IAEA 基準の世界中での広範囲な使用につながっている。安全基準シリーズは現在、一つに統合された基本安全原則を含んでおり、それは、何が高いレベルの防護及び安全を構成する要素とならなければならないかについての国際的なコンセンサスを表している。IAEA は、安全基準委員会の強力な支援を受けて、IAEA 基準の世界的な受入れ及び利用を促進するために努力している。

基準は、それらが実際に適切に適用される場合にのみ効力を有する。IAEA の安全支援業務は、設計、立地及び工学上の安全、運転安全、放射線安全、放射性物質の安全輸送並びに放射性廃棄物の安全管理を包含し、同様に、政府機関、規制上の事項及び組織における安全文化をも包含している。これらの安全支援業務は、基準の適用において加盟国を支援し、また、貴重な経験及び洞察が共有されることを可能にしている。

安全を規制することは国の責任であり、多くの国は自国の規制において用いるために IAEA 基準を採用することを決定している。さまざまな国際安全条約の締約国にとって、IAEA 基準は、それらの条約に基づく義務の効果的な履行を確実なものとする、整合性があり信頼できる手段を提供している。これらの基準はまた、原子力発電並びに医療、産業、農業及び研究における安全を強化するために、世界中の規制機関及び事業者によって適用されている。

安全はそれ自体で終わるものではなく、全ての国の人々及び環境の防護という目的のための、現在も将来も必要条件である。電離放射線に付随するリスクは、公平で持続可能な発展に対する原子力エネルギーの寄与を過度に制限することなしに評価及び管理されなければならない。政府、規制機関及び事業者はどこであっても、核物質及び放射線源が有益に、安全に、かつ倫理的に利用されることを確実なものとしなければならない。IAEA 安全基準はこれを促進するために意図されており、私は全ての加盟国がこれらの基準を利用することを奨励する。

IAEA 安全基準

背景

放射能は自然現象であり、また、自然放射線源は環境の特性である。放射線及び放射性物質には、発電から医療、産業及び農業における利用まで、多くの有益な利用法がある。これらの利用法から生じるかもしれない従事者及び公衆並びに環境に対する放射線リスクは評価されなければならない、必要ならば管理されなければならない。

したがって、放射線の医療利用、原子炉等施設の運転、放射性物質の生産、輸送及び利用並びに放射性廃棄物の管理などの活動は、安全基準に従わなければならない。

安全を規制することは国の責任である。しかし、放射線リスクは国境を越える場合があり、国際協力は、経験を交換することによって、また、危険要因を管理する、事故を防止する、緊急事態に対応する、また、あらゆる有害な影響を緩和する能力を高めることによって、世界的規模で安全を促進し強化することに役立つ。

各国は、不断の努力及び配慮の義務を有しており、その国内的及び国際的な義務の存在を認め遂行することを求められている。

国際安全基準は、環境の防護に関するものなど、各国が国際法の一般原則に基づく国の義務を果たす際に支援を提供している。国際安全基準はまた、安全面での信頼を促進し確かなものとし、国際商取引も促進する。

世界的な原子力安全体制は存在しており、継続して改善されている。拘束力のある国際文書及び国内安全基盤の実現を支援するIAEA安全基準は、この世界体制の基礎である。IAEA安全基準は、締約国がこれらの国際条約に基づく自らの遂行を評価する有用な手段となる。

IAEA 安全基準

IAEA安全基準の位置づけはIAEA憲章に由来しており、同憲章は、IAEAが国際連合の権限のある機関及び関係専門機関と協議し、かつ、適切な場合にはそれらと協力して、健康の防護並びに人命及び財産に対する危険の最小化に関する安全上の基準を制定又は採用する権限、及び基準の適用に備える権限を有しているとしている。

電離放射線の有害な影響からの人及び環境の防護を確実なものとする観点で、IAEA安全基準は、人の放射線被ばく及び放射性物質の環境への放出を管理するための、原子炉炉心、核連鎖反応、放射性線源又は他のあらゆる放射線の発生源に対する管理の喪失につながる可能性がある事象の可能性を制限するための、また、そのような事象が仮に起こった場合にはその影響を緩和するための、基本的な安全原則、要件及び対策を確立している。この基準は、原子炉等施設、放射線及び放射性線源の利用、放射性物質の輸送並びに放射性廃棄物の管理を含む、放射線リスクを生じさせる施設及び活動に適用される。

安全対策及びセキュリティ対策¹はともに、人の生命及び健康並びに環境を防護することを目的としている。安全対策及びセキュリティ対策は、セキュリティ対策が安全を損なうことのないように、また、安全対策がセキュリティを損なうことのないように、統合的な方法で計画され、適用されなければならない。

IAEA安全基準は、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に対して何が高いレベルの安全を構成しているのかに関する国際的なコンセンサスを反映している。これらの基準は、IAEA安全基準シリーズとして発行されており、3つの分類を有している（図1参照）。

安全原則

「安全原則」は、基本的な安全目的並びに防護及び安全の原則を示したものであり、安全要件の基礎を提供している。

安全要件

統合されたかつ一貫した一連の「安全要件」は、現在及び将来の両方において人及び環境の防護を確実なものとするために満たされなければならない要件を定めている。これらの要件は、「安全原則」の目的及び原則の下に置かれている。要件が満たされていない場合、要求される安全水準を達成又は回復するために対策が講じられなければならない。要件の書式及び文体は、国内の規制枠組みの調和のとれた方法での確立に対する要件の利用を容易にしている。「要件」は、番号付けされた包括的要件（*overarching requirements*）を含み、「shall（しなければならない）」文として表現される。多くの要件は、適切な当事者がそれらの要件を履行する責任を負うことを暗示しており、特定の当事者に向けられていない。

¹ IAEA 核セキュリティシリーズとして発行されている刊行物も参照のこと。

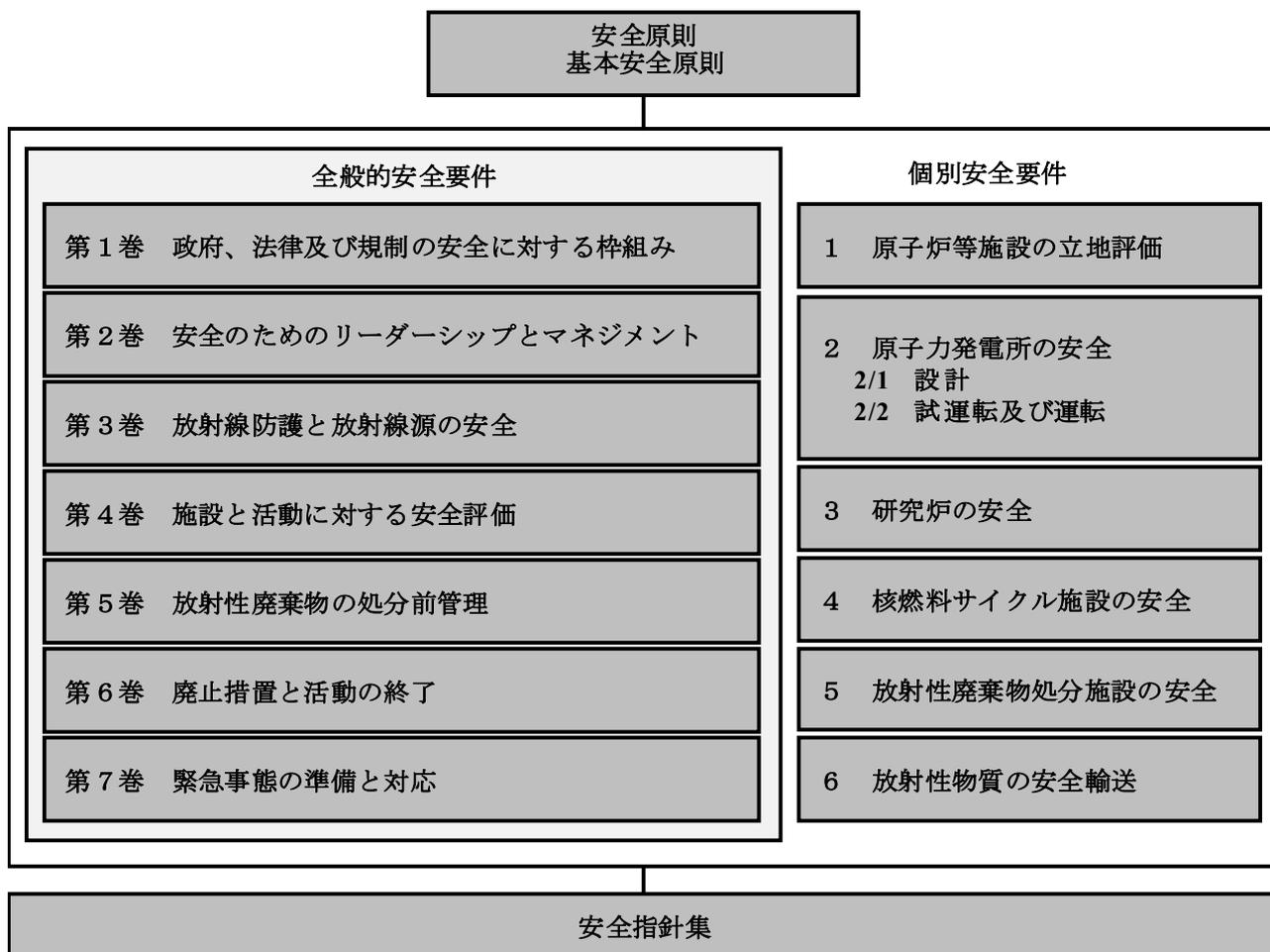


図1 IAEA安全基準シリーズの全体構造

安全指針

「安全指針」は、安全要件に適合する方法に関する推奨事項及び手引きを提供するものであり、推奨された対策（又は同等の代替対策）を講じることが必要であるという国際的なコンセンサスを示している。「安全指針」は国際的な良好事例を示したものであり、高い水準の安全を達成するため努力している利用者を支援するために最善事例をますます反映するようになっている。「安全指針」に示される推奨事項は、「should（すべきである）」文として表現される。

IAEA安全基準の適用

IAEA加盟国における安全基準の主要な利用者は、規制機関及びその他の関連する国の当局である。IAEA安全基準は、共同策定機関によって、また、原子力施設を設計し、建設し運転する多くの組織並びに放射線及び放射性線源の利用に関わる組織によっても利用されている。

IAEA安全基準は、関連性に応じて、平和目的のために利用される全ての施設及び活動－既存のもの及び新規のもの－の存続期間全体を通して、また、存在する放射線リスクを低減するための防護措置に対して適用可能である。これらの基準は、施設及び活動に関する国内規制のための参考として各国によって利用されうる。

IAEA憲章は、安全基準がIAEA自身の活動に関してIAEAを、また、IAEAによって支援される活動に関して各国をも拘束するものとしている。

IAEA安全基準は、IAEAの安全評価支援業務の基礎を形成しており、また、教育カリキュラム及び訓練コースの開発を含めて、力量の構築の支援においてIAEAによって利用されている。

国際条約は、IAEA安全基準にあるものと同様の要件を含めており、これらの要件が締約国を拘束するものとしている。国際条約、産業界基準及び詳細な国内要件によって補完されたIAEA安全基準は、人及び環境を防護することに対する一貫した基礎を確立している。安全には、国レベルで評価される必要がある特別な側面もいくつかあることになる。例えば、IAEA安全基準の多くは、特に計画作成又は設計における安全の側面を扱ったものは、主として新規の施設及び活動に適用することが意図されている。IAEA安全基準に定められている要件は、以前の基準に従って建設された一部の既存の施設においては完全には満たされないことがある。そのような施設にIAEA安全基準が適用されることになるかは、個々の国の決定事項である。

IAEA安全基準の根底にある科学的な考察は、安全に関する決定のための一つの客観的な基礎を与える。しかし、意思決定者は、情報に基づいた判断も行わなければならない、また、ある措置又は活動の便益とそれに伴う放射線リスク及びそれが生じさせる他のあらゆる有害な影響とのバランスを取る最善な方法を判断しなければならない。

IAEA 安全基準の策定プロセス

安全基準の作成及び審議には、IAEA事務局及び5つの安全基準委員会(SSC)すなわち、緊急時の準備及び対応(EPReSC)(2016年以降)、原子力安全(NUSSC)、放射線安全(RASSC)、放射性廃棄物安全(WASSC)並びに放射性物質の安全輸送(TRANSSC)の各分野ごとの安全基準委員会(SSC)、そしてIAEA安全基準プログラムを監督する安全基準委員会(CSS)が関与している(図2参照)。

全てのIAEA加盟国は、各安全基準委員会(SSC)に専門家を推薦することができ、基準草案に対するコメントを提示することができる。安全基準委員会(CSS)の構成員は、事務局長により任命され、国の基準の制定に責任を有する政府高官を含む。

IAEA安全基準を立案、策定、審議、改訂及び確立するプロセスに対するマネジメントシステムが確立されている。これは、IAEAの付託事項、安全基準の将来的な適用の構想、政策及び戦略並びに対応する任務及び責任を明確に表現したものである。

付資料及び本文の脚注は、これらが含まれている場合には、実例又は追加の情報若しくは説明を提供するために用いられる。添付資料及び脚注は、本文の一部として不可欠な部分ではない。IAEAによって出版された添付資料は、必ずしもIAEAの著作物として発行されているのではなく、他の原作者の管理下にある資料が安全基準の添付資料の中に示される場合もある。添付資料の中に示される外部の資料は、一般的に有用なものであるために必要に応じて抜粋され、編集されている。

目次

目次.....	1
1. はじめに	1
背景.....	1
目的.....	3
範囲.....	4
構成.....	5
2. 人の健康及び環境の防護.....	6
放射性廃棄物管理.....	6
放射線防護.....	6
環境の防護.....	7
3. 役割及び責任.....	8
政府の責任.....	8
規制機関の責任	10
事業組織の責任	12
4. 総合的安全アプローチ	17
安全とセキュリティ	17
相互依存性.....	18
マネジメントシステム	19
資源の管理.....	21
プロセスの実施	21
5. セーフティケースと安全評価	22
6. 一般安全考慮事項.....	26
全般.....	26
廃棄物の発生と抑制	27
廃棄物の特性調査と分類.....	28
放射性廃棄物の処理	31
放射性廃棄物の貯蔵	39
放射性廃棄物受入れ規準.....	42
廃棄物管理施設の供用期間にわたる安全考慮事項.....	43
付属書I 廃棄体の仕様の策定.....	53
付属書II 施設固有の廃棄物管理プログラム	56
付属書III 放射性廃棄物処分前管理施設の供用期間に関する主要な計画立案活動の例	58
付属書IV 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に関連する危険の例	61
付属書V 集中廃棄物管理施設に関連する危険の例.....	74
付属書VI 核燃料サイクル施設での廃棄物管理の安全考慮事項.....	76
付属書VII 放射性固体廃棄物の管理のフロー図	81
参考文献	82

1. はじめに

背景

1.1. 放射性物質の使用を含む多くの活動から放射性廃棄物（それ以上の使用が見込まれず、認可された排出、認可された使用又は規制上の管理からのクリアランスには適さないような特性を有する放射性物質）が発生する。核燃料サイクルからは、高レベル廃棄物（例えば、使用済燃料再処理からのガラス固化体）、典型的には比較的長寿命の放射性核種を含む中レベル廃棄物、典型的には短寿命の放射性核種及び限られた量の長寿命放射性核種を含む低レベル廃棄物など、多様な放射性廃棄物が発生する。液体及び気体の廃棄物ストリームの処理にどのようなアプローチを採るかは、排出対象となる放流物の発生量に影響し、規制上の管理からのクリアランス及びリサイクルに対するアプローチは貯蔵・処分対象となる廃棄物の量に影響する。したがって、放射性廃棄物の管理プロセス（処分前廃棄物管理及び処分）全体の最適化は非常に重要である。したがって、核燃料サイクル施設からの放射性廃棄物の処分前管理では、国の廃棄物管理の枠内における、処分前管理のプロセスにおける各段階及び処分間の相互依存性が重要な特性となる。

1.2. 放射性廃棄物管理の安全の基本となる原則は、IAEA 安全基準シリーズ SF-1「基本安全原則」[1]に示されており、満たされるべき要件は以下の IAEA 安全要件出版物に規定されている：IAEA 安全基準シリーズ GSR Part 1 (Rev. 1)「政府、法律及び規制の安全に対する枠組み」[2]、GSR Part 3「放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準」[3]及び GSR Part 5「放射性廃棄物の処分前管理」[4]。同じような安全の側面及び良好事例として期待される事項は、使用済燃料管理の安全及び放射性廃棄物管理に関する合同条約（合同条約）[5]など、国際的な法律文書に定められている。

1.3. GSR Part 5 [4]及び IAEA 安全基準シリーズ No. NS-R-5 (Rev. 1)「核燃料サイクル施設の安全」[6]では、放射性廃棄物の発生を防止又は制限するための措置が、原子力施設の設計及び放射性廃棄物を発生させる可能性がある活動の計画段階において考慮されるように要求している。放射性廃棄物をもたらす物質及びプロセスの適切な管理が、廃棄物の発生量を回避又は最小化することで、全体的な環境影響を最小化するために重要であると認識しているものである。

1.4. GSR Part 5 [4]で使用されている用語としての放射性廃棄物の処分前管理は、廃棄物の発生から処分に至るまでの（ただし処分は含まない）放射性廃棄物の管理の全ての段階を包含し、廃棄物の処理（processing）（前処理（pretreatment）、本処理（treatment）及びコンディショニング）、貯蔵及び輸送を含む。核燃料サイクル施設における放射性廃棄物の発生は通常操業の一部

であると考えられるが、廃棄物管理の各段階における運営上の要求の間にある相互依存性に対処することが重要である。

1.5. これらの段階は以下を含む。

- 前処理は、廃棄物分析及び特性評価、廃棄物の収集、廃棄物の分別、化学的調整並びに除染を含む可能性がある。
- 本処理は、減容、放射性核種の除去及び廃棄物の組成の変更を含む可能性がある。
- コンディショニングは、放射性廃棄物を、その後の取扱い、輸送、貯蔵及び処分等の活動に適した形態に変換する作業を含む。コンディショニングは、廃棄物の固定化、廃棄物の容器への収納及び更なる廃棄体化の準備を含む可能性がある。
- 貯蔵は、適切な隔離及びモニタリングが提供される施設への放射性廃棄物の一時的な配置を言う。貯蔵は、規制上の管理からのクリアランス、（例えば減衰期間の後の）認可された使用、処理及び／若しくは処分、又は放流物の場合には認可された排出のために、後日、廃棄物を取り出すことを意図して実施される暫定的な活動である。

1.6. 放射性廃棄物の発生を完全に防止することはできないが、実行可能な最小限に抑制することが要求される（「廃棄物最小化」）（GSR Part 5要件8 [4]）。廃棄物最小化は、放射性廃棄物管理戦略において必須の要素とすべきである。廃棄物最小化に関係するのは、廃棄物の種類、量及び放射能である。施設の設計における初期段階及び放射性廃棄物を発生させる可能性がある活動の計画段階において、放射性廃棄物の発生を防止又は最小化するための措置が実施されなければならない[4]。これは、放射性廃棄物を発生させる活動の適切な計画立案が、発生量を最小化する鍵であることを認識したものである。

1.7. 特定の放射性廃棄物カテゴリに関しては、全ての処理ステップが必要ではない場合もある。必要とされる処理の種類は、特定の廃棄物カテゴリ、その形態及び特性、並びに二次廃棄物の発生に対する考慮を含めたその管理のための全体的なアプローチによって異なる。必要に応じて、廃棄物の前処理及び本処理によって生じる物質は、再使用又はリサイクルするか、又は国内規則に従って規制上の管理からクリアランスすることができる。そうした活動は、廃棄物管理に関連する最終課題の削減に役立つことになる。あらゆる発生源からの放射性廃棄物であって、クリアランス、排出又は再使用もされない残りのものについては、供用期間全体にわたって安全

に管理される必要がある。一部の廃棄物ストリームの寿命は、事業組織²がそれらの管理ができなくなる、又はそれらの管理が適切な処分施設（例えば深地層処分場）の状態の利用可能性によって決定付けられているようなものである。

1.8. GSR Part 1 (Rev. 1) [2]は、施設及び活動によって生じる放射性廃棄物の安全な管理及び処分に対する準備を整えることを政府に要求している。施設の供用期間及び活動の継続期間にわたるこのような準備が、政府の政策及び対応する戦略の必須の要素として含まれるべきである。さらに、政府には、認可当事者間の引き継ぎにおける責任の継承を義務付けることも要求されている。

1.9. 場合によっては、廃棄物の処分前管理の解決策は、例えば作業員の被ばく及び／又は公衆の構成員の被ばく、異なる廃棄物管理戦略の短期的及び長期的なリスク上の関係、並びに利用可能な技術的オプション及びコストのバランスを取るといった、相反する要求の最適化によって見いださなければならない[4]。

1.10. 「処分施設が確立されていない場合に、放射性廃棄物に対する最も適切な種類の前処理、本処理及びコンディショニングを選択するには、考え得る廃棄物受入規準を含め、考え得る処分オプションに関して、仮定を行わなければならない」（GSR Part 5、1.8項[4]）。廃棄物が長期間にわたって貯蔵されることになる場合には、例えば処分施設が利用可能になるまでの時間、並びに想定される貯蔵期間における廃棄物のふるまい及び安定性について、保守的な仮定が行われるべきである。廃棄物の処分前管理オプションの選択に影響を及ぼす全ての仮定は、適切に正当化されるべきである。「廃棄物が、不活性で安全な状態で閉じ込められ貯蔵されることを確実にすると同時に、様々な廃棄物管理における段階のそれぞれの操業上の要求の間のと衝突の可能性を扱うことが必要である。オプションの選択と柔軟性の維持の間でバランスを取る際は、安全を損なう可能性がある操業上の要求の衝突が避けられることができることを確実にすることが重要である」（GSR Part 5、1.8項[4]）。

目的

1.11. 本安全指針の目的は、規制機関及び政府機関のみならず、放射性廃棄物（廃棄物として宣

² 事業組織には、廃棄物の発生者、廃止措置活動を実施する組織及び放射性廃棄物の処分前管理施設の操業者が含まれる[4]。

言された使用済核燃料及び高レベル放射性廃棄物を含む) を発生させ、これを管理する事業組織に対しても、原子力発電所、研究炉及びウラン若しくはトリウム鉱石の採鉱又は処理のための施設を除く核燃料サイクル施設において生じる放射性廃棄物の処分前管理に関する要件をどのように満たすべきかについて勧告を示すことである。廃棄物は、より大きな核燃料サイクル施設内又は集中廃棄物管理施設を含む独立した専用の廃棄物管理施設のいずれかで管理されることが望ましい。

1.12. 本安全指針は、GSR Part 5[4] に規定されている要件、GSR Part 1 (Rev. 1) [2]及びGSR Part 3[3]、NS-R-5 (Rev. 1) [6]並びにIAEA安全基準シリーズGSR Part 2「安全のためのリーダーシップとマネジメント」[7]に規定されている要件をどのように満たすべきかについての勧告及びガイダンスを示すものである。

1.13. 本安全指針は、2003年に出版されたIAEA安全基準シリーズWS-G-2.5「低中レベル放射性廃棄物の処分前管理³」及びWS-G-2.6「高レベル放射性廃棄物の処分前管理⁴」にとって代わる。

1.14. 原子力発電所及び研究炉（未臨界集合体及び臨界集合体を含む）からの廃棄物の処分前管理についてのガイダンスは、IAEA安全基準シリーズSSG-40「原子力発電所及び研究炉からの放射性廃棄物の処分前管理」[8]に示されている。

範囲

1.15. 本安全指針は、核燃料サイクル施設で発生する全ての種類の放射性廃棄物（廃棄物と宣言された使用済核燃料及び高レベル廃棄物を含む）の処分前管理についてのガイダンスを提供する。廃棄物は、より大きな施設内に配置された廃棄物管理施設又は（集中廃棄物管理施設を含む）独立した専用の廃棄物管理施設で管理された方が良い可能性がある。本安全指針は、立地、設計、建設、試操業、操業、閉鎖及び廃止措置を含む、廃棄物管理施設の供用期間における全ての段階を含む。本安全指針は、放射性廃棄物の処理（前処理、本処理及びコンディショニング）、貯蔵及び輸送を含む、発生から処分に至るまでの（ただし処分は含まない）放射性廃棄物の管理において実施される全ての段階を含む。本安全指針では、通常操業の間及び事故状態において発生す

³ 国際原子力機関、低中レベル放射性廃棄物の処分前管理、IAEA安全基準シリーズ No. WS-G-2.5、IAEA、ウィーン（2003）

⁴ 国際原子力機関、高レベル放射性廃棄物の処分前管理、IAEA安全基準シリーズ No. WS-G-2.6、IAEA、ウィーン（2003）

る放射性廃棄物を含む。本安全指針の勧告は、核燃料サイクル施設の全供用期間を通じた放射性廃棄物の発生及び処分前管理に適用できるが、核燃料サイクル施設での他の操業活動は、本安全指針の適用範囲外である。放射性廃棄物の分類スキーム及び様々な種類の放射性廃棄物への適用に関する勧告は、IAEA安全基準シリーズGSG-1「放射性廃棄物の分類」[9]に示されている。

1.16. 貯蔵及び輸送は放射性廃棄物の処分前管理の定義に含まれているが、それらは本安全指針では詳細には扱わない。放射性廃棄物及び使用済燃料の貯蔵に関する勧告は、IAEA安全基準シリーズWS-G-6.1「放射性廃棄物の貯蔵」[10]及びSSG-15「使用済核燃料の貯蔵」[11]に示されている。放射性廃棄物の輸送は、IAEA安全基準シリーズSSR-6「放射性物質安全輸送規則」[12]の要件に従う。再処理施設に輸送された又はその予定の使用済燃料は、放射性廃棄物とは見なされない。

1.17. 本安全指針は、核燃料サイクル及び核物質の照射によって医療用同位体を製造する施設から生じる放射性廃棄物の処分前管理のための施設において典型的に見られる状況を主に扱っている。事業組織及び規制機関は、施設及び活動の供用期間における危険性、複雑さ及び段階、並びに廃棄物の特性を考慮し、等級別扱い（グレーデッドアプローチ）を採用すべきである（第3章参照）。

1.18. 本安全指針は非放射線学的危険又は通常の労働安全衛生問題を特に扱うものではないが、それらの問題は、その本来の影響の観点からも、放射線学的な帰結に影響を及ぼす可能性からも、国の当局によって考慮されなければならない[4]。

1.19. 本安全指針は核物質、原子力施設又は放射性物質の核セキュリティに関する勧告を行わない。原子力施設における、及び放射性物質のための核セキュリティの原則、勧告及びガイダンスは、参考文献[13-15]及びIAEA核セキュリティシリーズの他の出版物によって示される。

構成

1.20. 本安全指針の第2章は、人の健康の防護及び環境の防護についての勧告を示す。第3章は、政府、規制機関及び事業組織の役割及び責任について述べている。第4章は、安全に対する統合アプローチについての勧告を示す。第5章は、セーフティケース及び裏付けとなる安全評価の策定についての勧告を示しており、第6章は、廃棄物管理施設の供用期間にわたる一般的な安全の考慮の概要を示している。核燃料サイクル施設からの廃棄物の処分前管理に関連する事例を述べている七つの付属書を含む。

2. 人の健康及び環境の防護

放射性廃棄物管理

2.1. SF-1[1]に規定されている安全目的及び基本安全原則は、廃止措置計画、立地、設計、建設、試操業、運転、停止及び廃止措置を含む施設の供用期間において、放射性廃棄物が発生し、処理又は貯蔵されるあらゆる施設及び活動に適用される。これには、関連する放射性廃棄物の輸送を含む。

2.2. GSR Part 1 (Rev. 1) [2]、GSR Part 5[4]、NS-R-5 (Rev. 1) [6]及び GSR Part 2 [7]は、全ての活動のもたらす影響が、全体としての安全に関して考慮され、安全が損なわれないように、特に、安全、健康、環境、核セキュリティ、品質及び経済性の要素を含む全てのマネジメントの要素を統合するマネジメントシステムに関する要件を規定している。組織内のそのようなシステムの重要な構成要素は、頑健な安全文化である。

2.3. 核燃料サイクル施設では、化学ハザードを発端とする事象の管理は、基本安全目的の達成に重要な意味を持つ可能性がある。化学ハザードを発端とする事象は、そのような施設の設計、試操業、操業及び廃止措置において検討されることが要求されている。核燃料サイクル施設での活動はまた、サイト人員及び環境に対して追加的なハザードを生じる産業プロセスも含む可能性がある。

2.4. 放射性廃棄物に関連する放射線学的及び非放射線学的危険の管理においては、次の側面も考慮することが要求される：通常の健康及び安全の問題、環境影響、国境を越える可能性がある放射線リスク、並びに将来世代に対する潜在的な影響及び負担[1]。

放射線防護

2.5. 正当化、防護の最適化及び線量限度の適用からなる放射線防護の三つの一般原則は、SF-1[1]の安全原則 4、5、6 及び 10 に述べられており、関連する要件は GSR Part 3[3]に規定されている。

2.6. 放射線防護に関する要件は、GSR Part 3[3]を十分に考慮して国レベルで定められなければならない。特に、GSR Part 3[3]は、活動の結果として被ばくを受けるいかなる人々についても、放射線防護が線量拘束値を十分に考慮して最適化されること及び各個人の被ばくが規定の線量限度内に保たれることを要求している。

2.7. 国の規則は、通常状態における作業者及び公衆の構成員の被ばくに関する線量限度を規定することになる。国際的に受入れられているこれらの限度値は、GSR Part 3[3]の付則 III に含まれている。通常運転から生じることになる被ばくに対する防護に関する規定に加えて、過渡事象及び事故状態における被ばくを防止し、又は発生の可能性及び影響の程度を制限するために規定が作成されなければならない。過渡事象及び事故状態における被ばくを防止し、又は発生の可能性及び影響の程度を制限するための要件はまた、GSR Part 3[3]にも規定されている。これには、事故の発生を防止するための管理要件及び技術要件並びに、それらが発生した場合にその影響を緩和するための規定が含まれている。

2.8. 放射性廃棄物の処分前管理オプションを選択する際は、作業者及び公衆に対する短期的並びに長期的な放射線学的影響のいずれにも考慮が払われなければならない[1,16,17]。

2.9. 放射性廃棄物の輸送に付随する線量及びリスクは、SSR-6[12]に規定されている要件に従って管理されなければならない。

環境の防護

2.10. 放射性廃棄物の処分前管理に関連する環境の防護に関する要件は、合理的に予想し得る潜在的な環境影響を全て考慮に入れて、国の関連規制機関によって定められなければならない[1, 3]。

2.11. SF-1[1]の2.1項に従って、人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護するという基本安全目標を達成するために、以下の措置が講じられなければならない。

- (a) 人の放射線被ばく及び放射性物質の環境への放出を管理する。
- (b) 放射線源に対する管理の喪失につながる可能性がある事象の発生可能性を抑制する。
- (c) 当該事象が仮に起こった場合にその影響を緩和する。

2.12. NS-R-5 (Rev. 1) [6]は、事業組織には、環境影響全体の最小化を目的として、処分に関連する要件の考慮を含む、放射性廃棄物の発生を回避する又は最適化するための措置を行う必要があることを述べている。これは、環境への気体及び液体の放射能放出が認可された限度に従うものであることを確実にすること、並びに公衆に対する線量及び環境に対する影響を合理的に達成できる限り低いレベルに低減すること（防護の最適化）を含む。

2.13. クリアランス（認可された行為の範囲内に含まれる放射性物質のそれ以上の規制上の管理からの除外）及び排出の管理（気体又は液体放射性物質の計画され、管理された環境への放出）は、IAEA 安全基準シリーズ 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」[18]及び WS-G-2.3「環境への放射性物質排出の規制における管理」[19]の中でそれぞれ扱われている。

3. 役割及び責任

政府の責任

GSR Part 5[4]の要件 1：法令上及び規制上の枠組み

政府は、放射性廃棄物の管理活動の計画及び安全な実施を可能にする適切な国の法令上及び規制上の枠組みを提供しなければならない。それには、責任の明確で曖昧さのない配分、財源及びその他の資源の確保、並びに独立した規制機能の整備が含まなければならない。防護はまた、影響が生じるかもしれない隣国へ、適切かつ必要に応じて、国境を超えて提供されなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 2：放射性廃棄物についての国の政策と戦略

放射性廃棄物の効果的な管理と制御を確保するために、政府は放射性廃棄物管理のための国の政策及び戦略が確立されることを確保しなければならない。政策と戦略は当該国の放射性廃棄物の性質と量に見合ったものでなければならず、必要な規制上の管理を示すとともに、関連する社会的因子を考慮していなければならない。政策及び戦略は、基本安全原則、当該国が批准している国際間の法律文書、及び条約とコードで定められているような放射性廃棄物管理の原則に適合していなければならない。国の政策及び戦略は、放射性廃棄物管理の様々な点における意志決定の基礎を形成しなければならない。

3.1. 政府は、国の政策及び戦略が放射性廃棄物の管理のために定められることを確実にする責任を負う[1, 2]。政策及び戦略並びに法的枠組みは、放射性廃棄物管理の様々な段階間の相互依存、関係する期間及び利用可能な長期の管理オプション（処分を含む）を考慮に入れて、国内で発生するあらゆる種類及び物量の放射性廃棄物、国内のあらゆる廃棄物処理施設及び貯蔵施設、並びに輸入又は輸出されるあらゆる廃棄物を扱うものとすべきである。

3.2. 放射性廃棄物の管理は、義務及び責任の明確な割り当てを規定するとともに、関係する施設及び活動の有効な規制上の管理を確実にする、国の適切な法律及び規制の枠組みの中で取り組まれるべきである[1, 2]。法的枠組みの中で、使用済燃料管理の安全及び放射性廃棄物管理の安全に関する合同条約[5]、原子力の安全に関する条約[20]、放射線源の安全とセキュリティに関する行動規範[21]、原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約[22]、及び原子力事故の早期通報に関する条約[23]など、関連する他の国際的な法的文書の順守を確実にするための措置も定めるべきである。

3.3. 一つ以上の政府機関が国の政策及び戦略の実施を担当する場合、不作為又は不必要な重複を避けるために、各機関の責任及び機能が明確に定められ、調整されることを確実にするための有効な取り決めがなされるべきである。これは、一貫性を達成するとともに必要なフィードバック及び情報交換を可能にするような方法で計画されるべきである。

3.4. 放射性廃棄物の処分前管理に関して、原子力安全、環境防護、産業安全及び労働衛生の側面が個別に規制される場合、規制上の枠組みは、全体的な安全が、放射線学的、産業上、化学的及び毒性の危険性との相互依存によって影響されるということを認識すべきである。有効な管理をもたらすために、規制の枠組みにおいてこれが考慮されるべきである。

3.5. 法的枠組みの中で、既存の施設に隣接する放射性廃棄物の処分前管理施設の建設であって、その建設がどちらかの施設の安全に影響し得るものは、計画要件又はその他の法的手段によってモニタリングされ、管理されることを確実にするべきである。

3.6. 放射性廃棄物の管理は、ある事業組織から別の組織へ、又はある国から別の国への廃棄物の輸送を伴う可能性がある。そのような輸送は、放射性廃棄物の管理において法的責任の相互依存及び様々な段階における物理的な相互依存を引き起こす。法的枠組みには、特に、放射性廃棄物の長期貯蔵及び事業組織間のその輸送に関して、廃棄物管理プロセス全体（規制管理及び認可の措置を含む）を通して、安全に関する責任の明確な割り当てを確実にするための規定を含むべきである。

3.7. 政府は、与えられた責任を果たすために十分な権限、能力、人材及び財源を有し、かつ放射性廃棄物の所有者及び放射性廃棄物を管理する事業組織から独立した規制機関を設立する責任を負う[2, 4]。

3.8. 安全に関する責任は、規制機関により定められた認可によって確実にされるべきである。ある国から他の国への放射性廃棄物の輸送については、双方の国の規制機関による認可が必要とされる[2, 4]。

3.9. 将来の費用、特に核燃料サイクル施設及びそれに付随する廃棄物管理施設の廃止措置に関連する費用、並びに放射性廃棄物の長期管理（貯蔵及び処分を含む）の費用も賄うための十分な財源を用意する仕組みが確立されなければならない[4,24]。組織上及び財政上の取り決めは、許可の各段階で更新されることが要求される。放射性廃棄物処分前管理施設の突然の操業停止又は廃棄物の処分施設への早期搬入の場合における財源の利用についても考慮することが要求される。

3.10. 国の政策及び戦略の確立を容易にするために、政府は、国の放射性廃棄物インベントリ（核燃料サイクル施設及び関連する廃棄物管理施設の廃止措置及び解体の間に発生することが予期される廃棄物を含めた想定される廃棄物、並びに現在の廃棄物の双方）を確定し、これを定期的に更新すべきである。このインベントリは、GSG-1 [9]又は国の廃棄物分類スキームに定められている様々な廃棄物クラスを扱うものとすべきである。国の政策及び戦略を定める際、技術的な視点並びに十分な人材及び財源の確保の視点から、廃棄物の処分を含む長期管理の考慮がなされるべきである。

3.11. 発生したあらゆる廃棄物を処理するために十分な容量があるべきであり、貯蔵容量は、廃棄物の処理及び処分施設の利用可能性に関する不確実性を考慮に入れた十分なものとすべきである。容量が十分か否かの判断に際しては、プロセスにおける不確実性、システムの信頼性及び利用可能性並びに冗長性が必要となる可能性が考慮されるべきである。

3.12. 政府は、放射性廃棄物の管理に影響を及ぼす国の政策及び戦略の策定に関する問題について利害関係者（すなわち、放射性廃棄物管理活動に関与する又はそれによって影響を受ける人々）に意見を聞くべきであり、意思決定における公衆の懸念を十分に考慮に入れるべきである[2]。

規制機関の責任

GSR Part 5[4]の要件 3：規制機関の責任

規制機関は、放射性廃棄物管理施設及び活動の開発に関する要件を規定しなければならず、許認可プロセスの様々な段階の要件を満たすための手順を定めなければなら

ない。規制機関は、認可の前及び操業中の一定期間の双方において操業者により準備された放射性廃棄物管理施設及び活動のセーフティケース³及び環境影響評価をレビューし評価しなければならない。規制機関は、必要な状況に応じて許認可の交付、修正、差し止めあるいは、取り消しを規定しなければならない。規制機関が、これらの条件を満たすことを確認するために活動を実施しなければならない。執行活動は、要件及び条件から逸脱した場合、あるいは順守されない場合に必要に応じて規制機関により行われなければならない。

³ セーフティケースはある施設又は活動の安全を裏付ける論拠及び証拠を収集したもの。セーフティケースは通常、安全評価の結果が含まれることになり、その中でなされた安全評価と仮定の頑健性と信頼性についての情報（裏付ける証拠と理由を含む）を一般的に含むことになる。

3.13. 放射性廃棄物の安全な管理に関連する規制機関の主たる責任は、規制要件の策定、許認可、適合の検証及び強制措置の手順の策定、並びに許認可取得者が従うべきガイダンスの策定を含む。規制機関の責任はまた、政策、安全原則及び関連基準の制定、並びに要件又は条件を規制において決定する際の根拠としての技術的基礎及び入力情報への寄与も含む可能性がある。規制機関はまた、放射性廃棄物の安全な管理に関する要件をどのように満たすべきかについて、特定のガイダンスも提供すべきである。

3.14. 核燃料サイクル施設からの放射性廃棄物の処分前管理の許認可文書（セーフティケース⁵）の規制上のレビューの範囲及び詳細さのレベルは、核燃料サイクル施設又は廃棄物処分前管理施設の供用期間における段階を考慮して、施設又は活動の安全上の重要性、複雑さ、成熟さ及び廃棄物の特性と釣り合った等級別扱い（グレーディッドアプローチ）に従うべきである。セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は事業組織により必要に応じて定期的にレビュー及び更新され、その後に規制機関によってレビューされるべきである。

3.15. 放射性廃棄物管理施設に関連する規制上の検査及び執行活動に関する一般勧告は、IAEA安全基準シリーズ GS-G-1.3「原子力施設の規制上の検査及び規制機関による執行」[25]に示されている。規制機関は、放射性廃棄物管理施設の操業が、インベントリ及び物質の輸送に関する記録の保存に関する要件、処理、貯蔵、保守、検査、試験及びサーベイランスの要件、操業上の限

⁵ セーフティケースは、様々な国において異なる名称（安全レポート、安全調書（dossier）、安全ファイルのような）で知られている可能性があり、単一の文書又はシリーズ文書で示されている可能性がある（第5章参照）。

度及び条件、施設の改修の要件並びに緊急事態への準備及び対応に関する要件を含む、国の要件及び施設の許認可条件を満たしていることを定期的に検証すべきである。このような検証は、例えば、放射性廃棄物管理施設の定期検査及び事業組織の監査によって実施される可能性がある。規制機関は、必要な記録が作成されており、それらの記録が適切な期間にわたって維持されていることを検証すべきである。記録されるべきリストは、IAEA 安全基準シリーズ GS-G-1.4「原子力施設の規制に使用するための図書」[26]に含まれている。

3.16. 規制機関は、放射性廃棄物管理施設の安全上の側面（健康上及び環境上の側面を含む）及び規制上のプロセスについて、利害関係者に知らせるためのプロセスを規定すべきであり、必要に応じ、開かれた包括的な方法で、これらの関係者と協議すべきである。例えば核セキュリティ上の目的で秘密を保持する必要は、尊重されるべきである。

3.17. 規制機関は、例えば以下のような、（国の法令上及び行政上の枠組みに従って）各廃棄物管理施設に対して採用されるべき許認可戦略を規定し、事業者に対して明確にすべきである。

- (a) 廃棄物の発生、処理及び／又は貯蔵システム、並びに廃棄物が発生する核燃料サイクル施設の予期される操業期間全体を包含し、セーフティケース及び安全評価の定期的なレビュー（第5章参照）を含む、不特定な期間（例えば、処分前管理施設の供用期間全体）に対して発給される許認可
- (b) 期間満了時又はそれ以前に更新の可能性がある、指定された期間、又は廃棄物処分前管理施設の供用期間の特定の段階に対して発給される許認可
- (c) 例えば、核燃料サイクル施設が恒久的な停止及び廃止措置された後の放射性廃棄物の長期貯蔵のような、特定の活動又は状況に対して発給される許認可

3.18. 規制機関が一つ以上の当局からなる場合は、規制上の責任及び機能が明確に定義され、合意され、効果的に調整されることを確実にするために、明確なコミュニケーション及び運営上のプロトコルの規定を通して、効果的な取り決めがなされる必要がある。コミュニケーション及び運転上のプロトコルは、いかなる遺漏又は不必要な重複も回避するとともに、事業組織への相反する要件の設定を防ぐために（GSR Part 1 (Rev.1) 要件 7 [2]）、各当局の責任及び機能を明確に特定し、目的及び活動又は取り決めを詳しく説明し、定期的にレビューされるべきである。

事業組織の責任

GSR Part 5[4]の要件 4：操業者の責任

操業者は、放射性廃棄物処分前管理施設又は活動の安全に対して責任を持たなければならない。操業者は、安全評価を実施し、セーフティケースを作成しなければならない。立地、設計、建設、試操業、操業、操業停止及び廃止措置のために必要な活動が、法的及び規制要件に従って、実施されていることを確保しなければならない。

3.19. 事業組織は、SF-1[1]に含まれている原則を順守し、放射性廃棄物の管理と関連する施設で実施されるあらゆる活動（請負業者が引き受ける活動を含む）の安全の責任を負う。事業組織は、セーフティケース及び定期安全レビューにより安全の実証に対して責任を負い、活動がセーフティケース並びに国の法令上及び規制上の要件を順守して実施されることを確実にする責任を負う。事業組織は、安全を確実にするために必要な、関連するプログラムと手続きを含むマネジメントシステムの規定及び実施の責任を負う。事業組織は、強固な安全文化を維持し、安全文化を定期的にレビュー及び評価するための手段を講じ、安全文化を強化するために必要な原則及びプロセスを採用し適用することが求められる[7]。

3.20. 事業組織が放射性廃棄物の所有者である場合もあれば、所有者が別の組織又は事業単位である場合もある。所有者及び事業組織が分かれている場合、所有者及び事業組織の責任の間のインターフェースが、明確に定義され、合意され、文書化されるべきである。廃棄物の所有者は明確に特定されるべきである。様々な起源から生じる廃棄物ストリームを回収及び混合する集中再処理施設の場合、コンディショニングされた廃棄物の所有者は明確に特定されるべきである。放射性廃棄物の所有者又は廃棄物管理施設の所有者及び事業組織の関係のいかなる変更に関する情報は、規制機関及び必要に応じて政府組織に提供されるべきである。

3.21. 放射性廃棄物管理施設の事業組織の責任には一般に、以下が含まれる。

- (a) 放射性廃棄物管理施設又は活動に係る規制上の承認を得るために、許容できるセーフティケースの提示を含む、規制機関への申請。
- (b) 許認可の申請を支援するために適切な放射線学的安全評価及び非放射線学的環境影響評価の実施、並びに定期安全レビューの実施。
- (c) 規制機関による承認を得るための、セーフティケースと整合する廃棄物管理施設の廃棄物受入れ規準を含む運転上の限度及び条件並びに管理の制定。
- (d) セーフティケース、許認可条件及び適用可能な規則の要件に従う、全ての活動の実施。
- (e) 放射性廃棄物の受入、貯蔵及び処理のための手順の策定及び適用。

- (f) 核燃料サイクル施設が廃止措置された後に行われることが考え得る、放射性廃棄物の長期貯蔵の計画の立案。
- (g) 廃棄物管理プロセスの特定の段階において記録された情報が、下流の廃棄物受入れ規準（例えば、廃棄物の処分のセーフティケース）の順守を実証するのに十分であることの確保。
- (h) 放射性廃棄物のその後の何らかの処置若しくは貯蔵の支援、又は廃棄物管理施設の廃止措置の支援のいずれかのために必要とされる情報の管理。特に、このような廃止措置が操業を終えてから何十年も後に行われる可能性がある場合。
- (i) 規制機関によって要求される定期報告書の準備（例えば、放射性廃棄物の実際のインベントリ、規制上の管理を解かれた物質を含めた、施設への及び施設からの放射性廃棄物のあらゆる出入り及び施設において起こった事象であって規制機関に報告されなければならないあらゆる事象に関する情報）、並びに関連する利害関係者及び公衆とのコミュニケーション。
- (j) 放射性廃棄物の発生を、量及び放射能含有量の点で、実行可能な最小限に抑制する措置の策定及び実施。
- (k) 貯蔵及び処分の受入れ規準並びに輸送要件を順守するような方法で、放射性廃棄物が処理されることを確実にすること。処分に対する受入れ規準が定められていない状況においては、放射性廃棄物の管理が、処分に関する将来の決定のためのデータを提供するための廃棄物特性評価に対する準備並びに貯蔵及び／又は処分のための放射性廃棄物の再移動の準備を含む、想定される処分オプションに対する合理的な仮定に基づいて行われることの確保。
- (l) 廃棄物として宣言された使用済核燃料がその放射能、発熱及び臨界の可能性がより大きいことを考慮に入れて適切に管理されることを確実にすること[27]。付属書 I は、廃棄物体並びに廃棄物として宣言された使用済燃料について考慮されるべき典型的な性質及び特性のリストを示している。
- (m) 以下のケースにおいて、十分に考慮し意思決定すること。
 - (i) どの処分オプションも利用可能でない場合の廃棄物の管理
 - (ii) 処分前に長期にわたって貯蔵される必要がある廃棄物の管理
 - (iii) 規制上の管理からの廃棄物のクリアランス又は廃棄物の再分類を目的とした、放射性崩壊のための貯蔵の場合における廃棄物の管理

3.22. 事業組織は、国の廃棄物管理政策と整合した全体的な廃棄物管理戦略を定める責任を負う。事業組織は、全体的な廃棄物管理戦略と整合し、施設に特有で、サイトでの他の関連するプログ

ラム（例えば、複数施設があるサイトの場合）と整合した廃棄物管理プログラムを策定すべきである。廃棄物管理プログラムは、以下のとおりである。

- (a) 適用可能な限り、国の廃棄物管理政策及び戦略を実施すべきである。
- (b) 放射性廃棄物の発生源及び当該施設からの廃棄物の最終的な排出、処分又は以後の処置の関係を考慮すべきである。
- (c) 放射性廃棄物の処分前管理の戦略オプションの以下の階層を考慮すべきである。
 - (1) 適切な技術を用いることによって、放射性廃棄物の発生を、種類、放射能及び量の観点から実行可能な最小限に保つこと。
 - (2) 物質の考え得る再使用及びリサイクル。
 - (3) 安全な貯蔵及び処分を確実にするための放射性廃棄物の処理。

施設固有の廃棄物管理プログラムに関するさらに詳しいガイダンスは、付属書 II に示してある。

3.23. 設計段階において、事業組織は初期廃止措置計画を準備し、必要に応じ、及び要求に応じて、更新することを要求される[24]。最終廃止措置計画は、施設の恒久停止⁶後に考え得る放射性廃棄物の長期貯蔵及び処分を考慮することを要求される。新規施設の場合、廃止措置を容易にすることになる特性は、設計段階において含まれることを要求される。そのような特性は、必要な財源の利用可能性を確保する方法の準備に関する情報とともに、初期廃止措置計画に含められるべきである。

3.24. 廃止措置計画がない既存施設の場合、可能な限り早く、事業組織により準備されることが要求される。廃止措置計画は、施設の供用期間を通して、各段階で定期的にレビューされ、更新される。廃止措置に関する要件は IAEA 安全基準シリーズ GSR Part 6「施設の廃止措置」[24]に規定されており、勧告は IAEA 安全基準シリーズ WS-G-2.4「核燃料サイクル施設の廃止措置」[28]に示されている。

3.25. 事業組織は、初期訓練及び定期再訓練を含めた、その職員及び請負人の訓練及び資格認定に関する要件を定めるべきである。事業組織は、関係するあらゆる職員構成員がその責任によって必要とされる範囲で、管理されることになる放射性廃棄物の性質、放射性廃棄物管理手順の目

⁶ 本安全指針で用いられる「恒久停止」という用語は、核燃料サイクル施設が運転を停止し、すなわち、それは意図されたその目的のためにもはや使用されることはない、ということの意味する。恒久停止は、計画停止（例えば、保守、検査及び改良のため）又は計画外停止（例えば、異常事象や事故のため）とは異なる。

的、セーフティケース、廃棄物に関連する潜在的な危険性、並びに関連する作業及び安全手順を理解することを確実にすべきである。監督職員はその活動を遂行する能力を有するべきであり、したがって、その目的のために選出され、訓練を受け、資格を認定され、権限を授与されるべきである。放射線防護要件の適用を監督するために、訓練を受け資格を認定された放射線防護監督官が任命されるべきである。

3.26. 事業組織は、放射性廃棄物管理施設及びその活動がセーフティケース及び裏付けとなる安全評価の要件並びに規制機関によって定められた安全要件と適合することを実証するために、作業前試験及び試操業試験を実施すべきである。放射性物質の搬入の前の作業前及び試操業試験（すなわち、非アクティブ試操業又はコールド処理）の結果を要約した報告書が準備作成されるべきであり、レビュー及び承認のために規制機関に提出されるべきである。

3.27. 事業組織は、許可された行為における放射性物質の更なる規制上の管理からのクリアランス、並びに環境への放射性物質及びその他の潜在的に危険な物質の排出の管理が、許認可又は認可の条件に従うことを確実にし、防護の最適化と安全の必要性を考慮してサイト内の汚染及び職業被ばくを制限するべきである。

3.28. 排出、放射性物質の規制上の管理からのクリアランス、資材の再使用又はリサイクル、放射性廃棄物の認可された処分施設への受け渡し及び他の施設への輸送についての記録が維持されるべきである。そのような記録は、施設が完全に廃止措置されるまで、又は規制機関との合意があれば完全な廃止措置後の期間にわたって保管されるべきである。

3.29. 事業組織は、放射性廃棄物の発生、処理、貯蔵及び輸送に関する記録システム（例えば、更なる処理、貯蔵又は処分のための）を開発し維持すべきであり、これには放射能インベントリ、放射性廃棄物の所在及び特性並びに所有者、発生源及び輸送場所の情報が含まれるべきである [29]。そのような記録は、施設固有の放射性廃棄物管理プログラムの実施を可能にするために保存され更新されるべきである。記録システムは、規制上の要件に従って、事業組織により管理されるべきである。

3.30. 事業組織は、個人モニタリング、エリアモニタリング及び環境モニタリングのための計画を準備し、プログラムを実施すべきである。このようなプログラムは、定期的に評価されるべきである。

3.31. 事業組織は、放射性廃棄物管理施設及び活動、操業上の限度及び条件、並びに処理又は貯蔵される放射性廃棄物に対する変更の評価も含めた変更の承認プロセスを定めるべきである。評価は、変更の安全上の重大さと見合った等級別扱い（グレーディッドアプローチ）を用いるべきである。そのような変更の潜在的な影響の評価は、他の施設の安全及び放射性廃棄物のその後の貯蔵、更なる処理又は処分に対する潜在的な影響を考慮すべきである。

3.32. GSR Part 5[4]に述べられているように、事業組織は、施設の廃止措置、施設が恒久停止された後のそのサイトにおける放射性廃棄物の長期貯蔵、及び放射性廃棄物の処分（処分オプションがまだ利用可能ではない場合でさえ）を含む施設の供用期間を通して必要なあらゆるタスクに取り組むために、財源を含む十分な資源が利用可能であることを確実にするための適切な仕組みを用意することを要求される。特定の状況においては、財源は廃棄物所有者によって提供される必要がある可能性がある。

3.33. 事業組織は、サイト内の施設及び活動に関連する危険性並びに緊急事態の潜在的な影響に基づいて、原子力又は放射線の緊急事態への準備及び対応のためのサイト内緊急時対応計画を含む、サイト内の緊急事態の取り決めを策定すべきである[30-32]。放射性廃棄物処理又は貯蔵施設も位置する核燃料サイクル施設サイトに関連する危険性の評価においては、これらの施設に関連する危険性及び潜在的な影響並びにこれらの施設間の相互作用が考慮されるべきである。

4. 総合的安全アプローチ

安全とセキュリティ

GSR Part 5[4]の要件 5：セキュリティ措置に関する要件

放射性廃棄物の処分前管理において、安全及びセキュリティに対する統合アプローチを確保するために、対策が講じられなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 21：核物質計量管理システム

核物質計量管理に関する取り決めの支配下にある施設の場合、放射性廃棄物処分前管理施設の設計及び操業において、施設の安全を損なわないような方法で核物質計量管理システムが実施されなければならない。

4.1. 新規の施設に対して、サイト選定及び設計は、可能な限り早く核物質防護を考慮に入れるべきであり、核セキュリティ、安全及び核物質計量管理の間のいかなる対立も避け、三つ全ての要素が互いに支援し合い、安全及びセキュリティのどちらも害することがないことを確実にするため、これらの間のインターフェースも扱うべきである。

4.2. 事業組織は、核セキュリティ、安全及び核物質計量管理の活動の間のインターフェースを評価及び管理し、それらが互いに悪影響を及ぼさないこと及び可能な範囲で、それらが互いに支え合うことを確実にするために、適切に活動を管理するべきである。

4.3. 廃棄物管理又は IAEA の保障措置活動の目的のために物質に接近する必要がある場合には、原子力安全、放射線防護、廃棄物管理及び核セキュリティの全ての要件が考慮に入れられるべきである。放射性廃棄物の管理における核セキュリティに関する原則及び具体的な勧告は、IAEA 核セキュリティシリーズ [13-15] に示されている。

相互依存性

GSR Part 5[4]の要件 6：相互依存性

放射性廃棄物の処分前管理における全段階間の相互依存性は、予想される処分オプションの影響と同様に、適切に考慮されなければならない。

4.4. 廃棄物の発生からその処分、排出又は規制上の管理からのクリアランスに至るまで、放射性廃棄物の管理における全ての段階の間には、相互依存性が存在する。廃棄物管理プログラム全体においてバランスの取れた安全アプローチが取られ、安全要件及び操業要件の間の対立が回避されるように、様々な段階全てについて事前に計画立案が行われるべきである。放射性廃棄物の管理における各段階には様々な選択肢がある。例えば、本処理及びコンディショニングオプションは、貯蔵及び処分のために定められた、又は予期される受入れ規準によって影響を受ける。第 2 章に述べたような安全及び環境防護間の相互依存にも、常に十分な考慮が払われるべきである。

4.5. 特に以下の側面が扱われるべきである。

- (a) 各段階のインターフェースの特定及び関係する様々な組織の責任の特定
- (b) 受入れ規準の確立及び受入れ規準への適合性の確認

4.6. 廃棄体の、選択された処分オプション（又は廃棄物管理プロセスの次の段階）における廃

棄物受入れ規準に対する適合が実証されるべきであるが、処分オプションが特定されていない場合、起こり得る廃棄物受入れ規準を含む起こり得る処分オプションに関して、合理的な想定が行われるべきであり、これらの想定は明確に記録されるべきである。

4.7. 多くの放射性廃棄物処分前管理プログラムでは、処分のための廃棄物受入れ規準が最終的な形になる前に決定が行われなければならない。放射性廃棄物の処分前管理に関する決定は、選択された又は想定される処分オプションに対する廃棄物受入れ規準への適合を最終的に確保するように実施されるべきである。さらに、放射性廃棄物の処分のための廃棄物の設計及び準備においては、取り出しの可能性を含めた輸送及び貯蔵に対する廃棄物の適合性、並びに想定される廃棄物受入れ規準に基づいた、処分施設における取扱い及び定置に対する廃棄物の適合性に考慮が払われるべきである。

4.8. 処分は、規制上の管理からのクリアランス、排出又は再使用といった他の扱いが可能ではない放射性廃棄物に対する管理の最終段階であることを考えると、他のあらゆる放射性廃棄物管理活動が検討される際に、選択される又は予想される処分オプションも併せて考慮される必要がある。しかし、多くの加盟国においては、処分施設は一般にまだ利用可能ではない、又は、特定の種類の廃棄物についてのみ利用可能であるに過ぎない。この場合には、廃棄物形態及び廃棄物容器の特性の適切な決定並びに文書化が、将来の決定のためのデータを提供するために確保されるべきである。処分施設の利用可能性に関わらず、発生する全ての放射性廃棄物は管理される必要がある。これは、製造される廃棄物形態及び使用される廃棄物容器について決定がなされる必要があることを意味する。あらゆる放射性廃棄物管理活動が最終的に定められる前に、このような決定がなされなければならないことになる。

4.9. 利用可能な処分施設が存在しない、又は将来の処分施設が決められていない場合、いずれのオプションも検討から時期尚早に排除されないように、又は最も可能性のある処分オプションに対して廃棄物を準備するために全ての実行可能なステップが取られることになるように、暫定的な立場が取られるべきである。廃棄物発生者、放射性廃棄物処分前管理施設及び（既存の又は想定される）処分施設の間の相互依存もまた、特定されるべきである。

マネジメントシステム

GSR Part 5[4]の要件7：マネジメントシステム

放射性廃棄物の処分前管理の全ての段階と要素に、マネジメントシステムが適用されなければならない。

4.10. 放射性廃棄物処分前管理施設の供用期間におけるあらゆる段階に対応するマネジメントシステム（安全、健康、環境、核セキュリティ、品質及び経済の要素を含むべき）に関する要件は、GSR Part 2 [7]に定められている。施設及び活動のためのマネジメントシステムに関する一般ガイダンスは、IAEA 安全基準シリーズ GS-G-3.1「施設と活動のためのマネジメントシステムの適用」[33]に示されており、放射性廃棄物の処理、取扱い及び貯蔵のためのマネジメントシステムに関する特定のガイダンスは、IAEA 安全基準シリーズ GS-G-3.3「放射性廃棄物の処理、取扱い及び貯蔵のためのマネジメントシステム」[29]に示されている。

4.11. 放射性廃棄物の管理は、極めて長い期間にわたる可能性がある様々な活動を必要とする。これらの特性は、廃棄物管理プログラムに係る有効なマネジメントシステムの開発及び実施に対して一連の難題をもたらすとともに、実施するための資金準備を含めて、放射性廃棄物の管理に影響を及ぼす可能性があるあらゆる問題に対処するための統合マネジメントシステムの必要性を生じさせる。

4.12. GSR Part 2 [7]に述べられているように、統合マネジメントシステムが、事業組織によって確立され、実施され、評価され及び継続的に改善されることが要求されている。マネジメントシステムは、放射性廃棄物の処分前管理のあらゆる段階に適用されるべきである。そのような統合マネジメントシステムは、品質保証及び品質管理の準備を含めて、マネジメントのあらゆる側面を包含する。マネジメントシステムは、事業組織の目標と整合する安全文化を促進させ、それらの達成に寄与するものとするべきである。マネジメントシステムは、放射性廃棄物処分前管理施設の立地、設計、建設、試操業、操業、保守及び廃止措置に備えるものとするべきである。放射性廃棄物処分前管理施設の供用期間に関連する重要な計画立案の例は、付属書 III に示されている。

4.13. 統合マネジメントシステムを確立し維持するために、以下の長期的な側面が（廃棄物処理の期間及び貯蔵期間を考慮にいれて）検討されるべきである。

- (a) 技術及び知識の保存並びに将来において事業組織に参加する者へのそのような知識の伝達の維持
- (b) 放射性廃棄物及び廃棄物管理施設の所有権の保持又は移転
- (c) 技術分野の人材及び管理分野の人材の継承計画
- (d) 利害関係者との対話準備の継続

- (e) 十分な財源の準備（施設及び機器の保守並びに廃止措置のための資源の十分性は、数十年にわたる可能性がある操業期間を通して定期的にレビューすることが必要となる可能性がある）
- (f) 記録及び情報の保存並びに品質（例えば、放射性廃棄物インベントリの詳細、施設の立地、設計、試操業、運転及び廃止措置に関連する記録、並びにセーフティケースの策定に関連する記録）
- (g) マネジメントシステムの目標がそれまで通り達成できることを確認するためのレビューの準備

資源の管理

4.14. 放射性廃棄物管理活動は、財源及び人的資源並びに必要なインフラを要求することになる。放射性廃棄物の発生又は管理に関与するいかなる施設の上級管理者も、放射性廃棄物の管理活動のあらゆる範囲の安全上、健康上、環境上、核セキュリティ上、品質上及び経済上の側面に対して、長期間になる可能性のあるこのような活動によって課される要求を満たすため、放射性廃棄物管理活動のための十分な資源を提供する準備を行うべきである。

4.15. 放射性廃棄物の管理は、長い時間スケールにわたって行われる可能性がある。それゆえ、政府、規制機関、廃棄物所有者及び事業組織は、適切な政策、戦略及び計画の中で、安全及び環境防護を維持するために必要とされるあらゆる資源の持続可能性を確保すべきである。

プロセスの実施

4.16. 長期的な放射性廃棄物管理活動の場合、将来のインフラ要件が、可能な限り定められるべきであり、これらの要件が満たされることを確実にするための計画が作成されるべきである。そのような計画においては、支援設備、将来的に製造されなくなる可能性がある機器の予備部品、新たな規則に沿うための機器のアップグレード、及び操業上の改善の継続的な必要性、並びにソフトウェアの進展及び避けられない旧式化に考慮が払われるべきである。また、より長期の貯蔵期間の間に利用するためのモニタリングプログラム及び検査技術を開発する必要性にも考慮が払われるべきである。

4.17. 放射性廃棄物が長期間貯蔵された状態になった後に問題が生じた場合（例えば、容器の健全性に対する脅威又は臨界若しくは崩壊熱と関連する問題）に放射性廃棄物を配置し直す必要が生じる可能性に考慮が払われるべきである。放射性廃棄物が貯蔵されている長い期間にわたって

必要となる可能性がある、又は将来必要となる可能性があるいかなる特殊機器の利用可能性も評価されるべきである。

4.18. 長期にわたって保持されることが必要な放射性廃棄物に関する記録は、火災、洪水若しくはその他の自然又は人に起因する危険性のような、予測できない事象による喪失、破損又は劣化の可能性及び影響が最小化される（例えば、冗長の原則を適用することにより）ように保管されるべきである。記録の保管準備は、規制上の要件を満たすものとするべきであり、記録の状態は定期的に評価されるべきである。

5. セーフティケースと安全評価

GSR Part 5[4]の要件 13：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の準備

操業者はセーフティケースとその裏付けとなる安全評価を準備しなければならない。段階的開発の場合、あるいは施設又は活動を改良する場合、セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は必要に応じレビューされ更新されなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 14：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の範囲

放射性廃棄物処分前管理施設のセーフティケースでは、どの様に施設の立地、設計、操業、操業停止及び廃止措置、及び管理対策（managerial controls）の全ての安全上の側面が、規制要件を満たしているかの記述を含めなければならない。セーフティケースとそれを裏付ける評価は、設けられる防護レベルを実証しなければならず、安全要件が満たされることの規制機関への保証を与えなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 15：セーフティケースと裏付けとなる安全評価の文書化

セーフティケースと裏付けとなる安全評価は、安全を実証するに十分な詳細さと品質で文書にまとめ、各段階で決定を支持し、セーフティケースと安全評価の独立レビュー及び承認ができるようにしなければならない。文書化は、明確に記述され、セーフティケースでとられるアプローチを正当化する、追跡可能な情報に基づいた論拠を含まなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 16：定期安全レビュー

操業者は、定期安全レビューを実施しなければならず、このようなレビューに続いて、規制機関により要求される安全の向上を実施しなければならない。定期安全レビューの結果は、施設のためのセーフティケースの更新版に反映されなければならない。

GSR Part 5[4]の要件 22：既存の施設

既存の施設における安全は、要件との適合を検証するためにレビューされなければならない。国の政策に従って、及び規制機関により要求されるように、操業者により安全の向上がなされなければならない。

5.1. 放射性廃棄物の処分前管理のセーフティケースと裏付けとなる安全評価に関する要件は、GSR Part5 [4]に規定されており、ガイダンスは IAEA 安全基準シリーズ GSG-3 「放射性廃棄物の処分前管理のセーフティケースと安全評価」 [34]に示されている。核燃料サイクル施設のセーフティケース及び定期安全レビューに関する要件は、NS-R-5 (Rev. 1) [6] に規定され、IAEA 安全基準シリーズ SSG-5 「転換施設とウラン濃縮施設の安全」 [35]、SSG-6 「ウラン燃料加工施設の安全」 [36]及び SSG-7 「ウラン及びプルトニウム混合酸化物燃料加工施設の安全」 [37]にガイダンスが提供されている。全ての施設及び活動の安全評価に関する要件は、IAEA 安全基準シリーズ GSR Part 4(Rev. 1) 「施設と活動のための安全評価」 [38]に規定されている。

5.2. 核燃料サイクル施設のセーフティケース及び裏付けとなる安全評価は、放射性廃棄物の管理について一般に以下のとおりに扱う。

- (a) 作業員及び公衆の防護並びに環境の防護の安全原則及び規準
- (b) 放射性廃棄物管理（廃棄物の発生及び抑制、廃棄物の前処理、本処理及びコンディショニング、並びに貯蔵）のための構築物、系統及び機器の設計及び作動の説明
- (c) 設計要件に順守して、固体、液体及び気体廃棄物の主な発生源と、それらの設計要件を順守する形での発生速度の推定の説明
- (d) 施設の操業に付随する危険性の解析及び事故の評価
- (e) 規制要件及び規準の順守の実証
- (f) マネジメントシステム及び組織の責任
- (g) 安全上重要な構築物、系統及び機器の特定

5.3. GSG-3[34]に述べられているように、放射性廃棄物の処分前管理のセーフティケースの文書化に関する要件との適合は、例えば大量の毒性及び反応性化学物質の管理に付随する危険性など

のような、様々な核燃料サイクル施設における広範囲にわたる安全上の懸念ゆえに、多くの課題をもたらす。GSG-3[34]は、等級別扱い（グレーディッドアプローチ）の適用及び適用されるべき労力の量に関する決定への情報提供における規準（例えば、施設又は活動の安全上の重要性、複雑さ及び成熟度）の利用についてガイダンスを提供している。重要な化学的及び物理的処理、物質の輸送及び人的介入が関わる施設とプロセスには、より大きな考慮が払われるべきである。

5.4. 廃棄物管理施設及び核燃料サイクル施設での、活動のためのセーフティケースは、核燃料サイクル施設の操業限度及び条件と放射性廃棄物管理施設とのインターフェースを確認すべきである。専用の廃棄物（集中）管理施設で管理される廃棄物において、セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は、放射性物質の規制上の管理からのクリアランス及び放流物の認可された排出を含めて、その処分に至るまでの廃棄物の発生及び処理におけるあらゆる段階、並びにそれらの全ての段階の両立的な適合性に考慮が払われていることを実証するものとするべきである。したがって、廃棄物管理の操業上の側面及び長期安全の側面に加えて、廃棄物の将来的な取扱い、処理及び貯蔵の必要が生じる可能性、並びにこれらの活動に伴う可能性があるリスク及び線量も考慮されるべきである。

5.5. 核燃料サイクル施設内における放射性廃棄物の管理はしばしば、ステップからステップに物質が直接移動するフロープロセスであるため、データ及びモデル並びにそれらの入出力について検討する場合には、これらのステップ間の相互依存性が考慮されなければならない。

5.6. セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は、廃棄物管理施設での廃棄物の特性における不確実性及び活動の達成性能における不確実性の特定、このような不確実性の有意性の解析、並びに有意な不確実性の管理のためのアプローチの特定を含むべきである。そのような不確実性は、セーフティケースへの入力情報と、異なる施設のセーフティケース間の相互依存性のレビューにおいて、規制機関による審査に出されるべきである。不確実性の管理に関するガイダンスは、GSG-3[34]において示されている。

5.7. 廃棄物の形態及び組成における変動及び不確実性は、過去の記録の正確さ及び完全さが限られる可能性がある一部の種類のレガシー廃棄物の場合、特別な課題である。したがって、レガシー廃棄物の処分前管理に関する安全評価は、包括的かつ詳細な方法で行われるべきである。

5.8. 核燃料サイクル施設における放射性廃棄物の発生及び処理に関連する特定の構築物、系統及び機器並びに活動についての記述は、ハザードが特定され、特性評価及び定量化を可能にする

基盤である（例えば、天然ウランと被照射物質の管理の違い）。GSG-3[34]に記したように、この記述は、以下について含むべきである。

- (a) 併設又は隣接施設又は活動に関連した位置、設備、関連する設計上の特性、及び予想される供用時間を含む、放射性廃棄物を処理及び貯蔵するために使用される施設及び設備の記述
- (b) 放射性廃棄物ストリームに関するデータ（例えば廃棄物の起源、廃棄物の体積、質量及び形態、懸念される放射性核種、廃棄物の放射能の含有量、核分裂性物質の存在、並びにその他の物理的、化学的及び病原特性）を含む、発生し、処理された放射性廃棄物の記述。これは、二次廃棄物ストリームと規制管理からクリアランスされた又は排出された放射性物質についてのデータを含むべきである。

5.9. 廃棄物の量及び化学的並びに放射線学的特性の記述は、特定の廃棄物発生及び処理活動に関連する危険性の特徴付け及び評価に際して重要である。そのような特性は、意思決定プロセスの枠内で等級別扱い（グレーディッドアプローチ）を用いて考慮されるべきである。その記述は、廃棄物の管理のための活動及びプロセスから生じる追加的なハザード（例えば、核分裂性、熱的、物理的、反応性の危険）を考慮すべきであり、起因事象（例えば、操業上の事象、外部事象又は自然の現象）が人の健康及び／又は環境に害をもたらす可能性を生み出す場合は特定すべきである。

5.10. 異なる排出源から一つ又はそれ以上の廃棄物ストリームを受け入れる廃棄物集中管理施設の場合、評価は以下のとおりとなる。

- (a) 受け入れる廃棄物カテゴリー及び特定の処理に関連した活動の全てについて評価が行われるべきである。
- (b) 異なる廃棄物ストリームからの廃棄物が相互作用を生じる可能性がある施設内の区域に注意を払うべきである。
- (c) それぞれの廃棄物カテゴリーについて安全対策及び工学的側面を特定すべきである。
- (d) 対立又は重複が起こらないような施設全体のセーフティケースのための最適な安全対策及び工学的側面を決定するために、安全対策をレビューすべきである。
- (e) 安全な操業のための基礎として及び安全規準の順守を確実にするため、統合された形での操業限度及び条件を特定すべきである。

5.11. 付属書IVは、核燃料サイクル施設における放射性廃棄物の処分前管理のための典型的な活動に関連する危険の例を示す。付属書Vは、専用の廃棄物管理施設における廃棄物の管理に関連する危険の例を示す。付属書VIは、異なるタイプの核燃料サイクル施設に関連し、そこでの廃棄物管理に影響を及ぼす可能性のある危険性を特定している。これらの例は包括的なものではない。むしろ、これらは危険性の特定及びその後の評価で参考になるものとして意図されている。GSG-3[34]の添付資料Iは、典型的な廃棄物管理活動に関連する危険性の特定及び評価、並びに想定される起因事象についての更なる情報を示している。

5.12. 現在の安全基準に従って建設されなかった施設は、全ての安全要件を満たしていない可能性がある。そのような施設の安全を評価する場合、安全規準が満たされないという兆候が存在する可能性がある。そのような状況では、施設の安全を確実にするために、実施可能な手段が講じられるべきである。

5.13. 非放射線学的危険性（例えば、化学毒性の危険性、産業上の危険性）も、国の要件で規定されている又は放射線安全に影響すると思われる場合（例えば、火災）、対象とされるべきである。放射線以外の危険であって安全規準が存在するものは、放射線の危険とともに評価及びモデル化することができる（例えば、廃棄物容器の吊り上げ及び取扱いに伴う危険）。

6. 一般安全考慮事項

全般

6.1. 放射性廃棄物の処分前管理に関係する段階は、以下のとおりである。

- 廃棄物の発生可能性と実際に発生する廃棄物の推算と、それらのその後の管理のためのオプションの評価
- 廃棄物の発生及び管理
- 以下を包含する処理
 - 前処理
 - 本処理
 - コンディショニング
- 貯蔵
- 輸送

6.2. 規制上の管理からのクリアランス（リサイクル又は再使用に対するものを含む）と排出の管理、及び許可された処分のような廃棄物管理のオプションは、規制機関が確立している条件及び規準を順守して、リサイクル、再使用、及び規制上の管理からのクリアランスを優先して、実施可能な限り活用されるべきである。規制上の管理からのクリアランス及び排出のための限度及び管理は、規制機関によって規定されるべきである[18,19]。

6.3. 放射性廃棄物の管理の一部として、廃棄物は受入れ規準を順守するものであることが検証されるべきである。したがって、放射性廃棄物は、必要に応じその管理の様々な段階で、特性評価が行われ分類されるべきである。廃棄体は、特有であって、廃棄体が関連の記録と結びつけられることが可能であり、廃棄物の処分までの長期的な将来において識別可能となる必要性を考慮に入れた識別情報システムを有するべきである。

6.4. クリアランス、排出、リサイクル又は再使用されない放射性廃棄物の処分前管理の最終的な目標は、廃棄物を処分（又は、処分施設が利用可能でない場合は貯蔵）に適するようにすることである。これは、各廃棄体、すなわち最終的な廃棄物形態及び廃棄物容器が、処分施設の廃棄物受入れ規準（又は貯蔵施設の操業上の安全要件）を順守するものでなければならないことを意味する。処分のための受入れ要件がまだ利用可能でない状況においては、廃棄物受入れ規準は想定される処分オプションについての合理的な想定に基づき規定されるべきである。

6.5. 放射性廃棄物は、処分前管理に関与する様々な段階間及び段階内で取り扱われ、輸送される必要がある。放射性廃棄物の安全輸送の要件は、SSR-6[12]に規定されており、ガイダンスはIAEA 安全基準シリーズ SSG-26「放射性物質の安全輸送のための IAEA 規則の助言文書」（2012年版）[39]に示されている。

6.6. 放射性廃棄物の廃棄物管理施設のサイト内輸送は、サイト外輸送に関する要件全てを満たす必要はなくてもよい（SSR-6）[12]。輸送が常に、サイト内作業の安全の責任を負う事業組織の管理下にあるためである。

廃棄物の発生と抑制

GSR Part 5[4]の要件 8：放射性廃棄物発生と抑制

全ての放射性廃棄物は、特定され抑制されなければならない。発生する放射性廃棄物は、可能な限り低く保たれなければならない。

6.7. 核燃料サイクル施設での廃棄物の発生と管理に係る設計上の特性及び操業手順には、以下の側面が含まれるべきである[6, 35–37]。

- (a) 施設のための、プロセス、設計オプション、材料、並びに構築物、系統及び機器の適切な選択
- (b) 廃止措置を含めた施設の供用期間全体を通して、廃棄物最小化を容易にする建設方法、試操業手順及び操業手順の選択
- (c) 有効かつ信頼できる手法及び機器の使用
- (d) その健全性を維持するための、放射性廃棄物の閉じ込め及び廃棄体化
- (e) 汚染拡大を防止するための適切な区画設定
- (f) 放射能汚染の拡大を防止するための、区域の除染の措置及び機器の措置

6.8. 廃棄物の発生の最小化と管理の要件はまた、二次放射性廃棄物の発生を最小化するために、貯蔵及び処理アプローチの選択においても考慮されるべきである。この要件が考慮されるべき処理段階の例には、コンディショニングプロセスの選択や本処理及びコンディショニングプロセスを検証するために用いられる試験プログラムがある。コンディショニングプロセスの品質保証のプログラムは、実際の放射性廃棄物を用いる試験片の数が最小化されるような方法で計画されるべきである。機器が汚染されるコンディショニングプロセスの場合、寿命が保証された機器が使用されるべきである。

6.9. 廃棄物の分別を含む前処理作業は、さらなる本処理、コンディショニング、貯蔵及び処分されるべき放射性廃棄物の量を最小化するように実施されるべきである。低いレベルへの廃棄物の再分類を可能にするために、又は廃棄物の規制上の管理からのクリアランスを可能にするために、適切な場合、除染、及び／又は放射性崩壊を見込むのに十分な長期間の貯蔵が用いられるべきである。

廃棄物の特性調査と分類

GSR Part 5[4]の要件 9：放射性廃棄物の特性評価と分類

放射性廃棄物の処分前管理の様々な段階で、放射性廃棄物は、規制機関により規定されたあるいは承認された要件に従って特性評価され分類されなければならない。

6.10. GSR Part 5[4]に述べられているように、放射性廃棄物は、廃棄物又は廃棄体の品質を管理し、プロセスを検証し、それとともに放射性廃棄物を安全に処理し最終的には処分するための、その後の段階を容易にする際に用いるその特性に関する情報を示すために、処分前管理の様々な段階において特性評価を行うことが要求される。

6.11. 放射性廃棄物の取扱い、処理及び貯蔵の適切な準備を決定する目的のために、以下の事項に考慮が払われるべきである。

- (a) 廃棄物の発生源、廃棄物の種類及び原廃棄物の物理的状態（液体、固体、気体）
- (b) 臨界のリスク[27]
- (c) 廃棄物の放射線学的特性（例えば、半減期、放射性核種の放射能及び濃度、廃棄物からの線量率、発熱）
- (d) その他の物理的特性（例えば、大きさ、質量、圧縮可能性）
- (e) 化学的特性（例えば、原廃棄物の組成、含水率、可溶性、腐食性、可燃性、ガスの発生特性、化学毒性）
- (f) 生物学的特性（例えば、廃棄物に関連する生物学的危険性）
- (g) 意図された処理、貯蔵及び処分方法

6.12. 特性評価プロセスには、物理的及び化学的パラメータの測定、放射性核種の同定並びに放射線量の測定が含まれるべきである。そのような測定は、処理、貯蔵及び処分の段階を通して放射性廃棄物又は廃棄体を追跡するために、また、将来に向けて、特に廃棄物管理施設の廃止措置に関する記録を維持するために必要である。原廃棄物の発生地におけるその特性評価が優先されるべきである。

6.13. 廃棄物の特性評価のためのデータ要件及びデータ収集方法は、放射性廃棄物の種類及び形態によって異なることになる。廃棄物ストリームが処理される場合、特性評価は、廃棄物の化学的、物理的及び放射線学的特性のサンプリング及び解析によって実施される可能性がある。廃棄体の品質は、非破壊的方法によって調査される可能性があるが、まれには破壊的方法によって調査される場合もある。しかし、モデル化を含むプロセス管理及びプロセス知識に基づく間接的な特性評価の方法を適用することが可能な場合がある。このような方法は、過度の職業被ばくを回避するために、廃棄体のサンプリング及び検査の代わりに又はこれらに加えて適用される可能性がある。廃棄物の処理における特性評価の方法は、認可プロセスの一部として、規制機関によって受け入れられるものとするべきである。

6.14. 処分のための廃棄体の受入れを確実にするために、規制機関によって受け入れられるコンディショニングのためのプロセスを開発するためのプログラムが規定されるべきである。廃棄物特性評価及びプロセス管理のために採用される特性は、特性評価のデータの品質の信頼性を高めること、及び廃棄物の特性が想定通りとなることを確実にすること（廃棄物受入れ規準を満たすことを確実にするように）において、寄与すべきである。

6.15. 放射性廃棄物の区分及び分類は、管理戦略の策定及び廃棄物の操業上の管理に寄与する。異なる特性による廃棄物の分別も、原廃棄物の発生及びその処理、貯蔵、輸送並びに処分の間のいかなる段階においても有用となる。廃棄物を適切に分別するために、その特性を知ることが必要になり、したがって、その処理の様々な段階において廃棄物の特性評価を行うことが必要である。放射性廃棄物の特性評価及びその分別の際並びに廃棄物を特定の分類に割り当てる際は、文書化された手順が守られるべきである。

6.16. 放射性廃棄物の分類の目的、方法及びアプローチに関する詳細は、GSG-1[9]に示されている。GSG-1[9]の添付資料 III はまた、放射性廃棄物の発生源及び種類に関する情報も提供している。GSG-1[9]に定められた分類スキームは、放射性廃棄物の長期管理（処分）に基づいている。

6.17. 核燃料サイクル施設からのほとんどの放射性廃棄物は、アルファ放出放射性核種が含まれている。可燃性、自燃性、腐食性又はその他の危険物質にも特別な注意が払われるべきである。このような特性を有する廃棄物の混合を回避するように注意が払われるべきである。

6.18. 放射性液体廃棄物は、処理の目的のために、その放射能濃度及びその化学物質の内容に従って特性評価されるべきである。例えば、有機物を含む放射性廃棄物は、特別な本処理を必要とする可能性がある。油など、非水性の放射性廃棄物は、別個の本処理のために分別されるべきである。放射性液体廃棄物が適切な固型化材料に固定化又は固化された場合、液体廃棄物と固型化材料の化学的適合性が確保されるべきである。

6.19. 放射性固体廃棄物は、既存の又は起こり得る処分オプションを考慮し、放射性核種の内容（放射性核種の種類及び半減期）及びその放射能濃度に従い分類されるべきであり、意図された本処理及びコンディショニングのプロセスに従い分別されるべきである。例えばスラッジ、カートリッジフィルター、汚染された機器及び部品、換気フィルター並びに種々の品目（紙、プラスチック、タオル等）は、圧縮、焼却又は固定化等、本処理及びコンディショニングプロセスの種類に従って分別できる。

GSR Part 5 [4]の要件 10：放射性廃棄物の処理（processing）

更なる使用が見込まれず、認可された排出、認可された使用あるいは規制上の管理からのクリアランスに適さない特性を持つ放射性物質は、放射性廃棄物として処理されなければならない。放射性廃棄物の処理は、廃棄物の特性及びその管理の異なった段階（前処理、本処理、コンディショニング、輸送、貯蔵及び処分）によって課せられた要求の適切な考慮に基づいていなければならない。廃棄物は、廃棄物の取扱い、貯蔵、輸送及び処分で見じうると予想される通常操業及び事故状態の双方の間において、放射性物質が適切に閉じ込められるように設計され、製造されなければならない。

6.20. 放射性廃棄物の処分前管理には、例えば前処理、本処理及びコンディショニングのような、一つ以上の段階が含まれ得る（付属書 VII を参照）。これらの段階は、固定施設又は移動可能な施設内で行われてもよい。廃棄物の取扱い、貯蔵及び輸送は、そのような段階内、段階間及び段階後において必要となる可能性がある。

6.21. 放射性廃棄物の処理により、廃棄物のリサイクル及び再使用を促進する、又はその後の取扱い、貯蔵、輸送及び処分に適したようにコンディショニングされた廃棄物とすることができる。再使用又はリサイクルが実行可能でない場合及び処分施設が利用可能でない場合、長期貯蔵の準備を含む処理のガイダンスを提供するために、処分のための廃棄物の受入要件について合理的な想定がなされるべきである。

6.22. 放射性廃棄物は、それを受動的に安全な廃棄物形態に転換し、貯蔵及び処分の際のその分散を防止するために、安全、セキュリティ、被ばく及び財務上の側面のような異なる側面を考慮し、実行可能な限り、発生箇所の近くで処理されるべきである。廃棄物の潜在的な移動性、ALARA 考慮事項及び操業上の影響の間のバランスを取る必要性が考慮されるべきである。

6.23. 熱処理（熱を与えることにより、廃棄物の有機物成分を分解若しくは破壊するプロセス、又は 600°Cを超えた温度で熱を与える又は活用するプロセス）が、固体及び液体の放射性廃棄物双方の処理に用いられる。最も一般的に用いられる技術は焼却である[40]。

前処理

6.24. 前処理は、廃棄物の収集、分別、化学的調整及び除染のような作業を含み、更なる本処理とコンディショニング、貯蔵及び処分を必要とする廃棄物の量を低減し、廃棄物の特性を調整し、廃棄物を以降の処理に一層適したものにし、その放射線学的、物理的及び化学的特性ゆえに廃棄物によって引き起こされる一定の危険性を低減又は排除するために実施される。

6.25. 放射性廃棄物の前処理における最初の作業は、一般的には廃棄物を収集し、それらの放射線学的、物理的及び化学的特性に基づいて、必要に応じて分別することである。適切な分類への放射性廃棄物の分別は、実行可能な限り、廃棄物の発生箇所の近くで実施されるべきである。手順の記載が廃棄物の分別のために作成されるべきである。短寿命放射性核種を大部分含有する放射性廃棄物は、長寿命放射性核種を廃棄物と混合されるべきではない。廃棄物の分別においては、廃棄物が規制上の管理からクリアランスできるか、又は直接的か放射能崩壊のための貯蔵期間を許容した後リサイクル又は排出することができるかが考慮に入れられるべきである。

6.26. 更なる本処理を容易にし、安全性を高めるために、固体廃棄物は、施設での廃棄物管理プログラム及び利用可能な手法に従って分別されるべきである。分別は、廃棄物の以下のような性質の考慮事項に基づいて実施されるべきである。

- (a) 熱処理（例えば、焼却）が実現性のあるオプションならば、可燃性か不燃性か
- (b) 圧縮が実現性のあるオプションならば、圧縮可能か圧縮不能か
- (c) 溶融が実現性のあるオプションならば、金属か非金属か
- (d) 除染が実現性のあるオプションならば、固定性の表面汚染か非固定性の表面汚染か

6.27. 使用済密封線源は、他の廃棄物から分別されるべきである。

6.28. 核分裂性、自然発火性、爆発性、化学反応性又はその他の危険性がある若しくは自由水又は加圧ガスを含有する物質及び物体の分別においては、特別の注意が払われるべきである。

6.29. 液体廃棄物は、以下の廃棄物の性質を考慮して、分別されるべきである。

- (a) 放射性核種の半減期（例えば、極短寿命放射性核種及び極短寿命放射性核種でないもの）
- (b) 比放射能
- (c) 組成（例えば、有機性廃棄物及び水性廃棄物、低及び高塩含有水性廃棄物）
- (d) 相の状態（例えば、イオン交換樹脂、スラッジ）

6.30. いくつかの除染プロセスでは、機械的、化学的及び電気化学的方法の組み合わせを用いて表面汚染を除去する。発生する二次廃棄物の量を制限すると共に、二次廃棄物の特性が廃棄物管理プロセスにおけるその後の段階と適合するものであることを確実にするように、注意が払われるべきである。

6.31. 発生箇所での（例えば、濃度の平均化のための）廃棄物の混合は、特定の廃棄物受入れ規準を達成するために、国によっては許容される可能性がある。混合廃棄物ストリームは、放射線学的及び化学的に適合したそれらのストリームに限定されるべきである。混合廃棄物ストリームは、廃棄物管理施設（例えば、処理、貯蔵又は処分）の廃棄物受入れ規準と適合するべきである。化学的に異なる廃棄物ストリームの混合が検討される場合には、揮発性の放射性核種又は放射性エアロゾルの計画外の放出を引き起こし得る無制御又は予想外の反応を回避するために、起こり得る化学反応、特に何らかの発熱反応に関する評価が実施されるべきである。有機液体廃棄物は、その化学的性質ゆえに異なる本処理を必要とし、水性の廃棄物ストリームから分別されるべきである。有機液体廃棄物はまた可燃性である場合もあるので、その収集及び貯蔵は、十分な換気及び防火の措置が組み込まれるべきである。

本処理

6.32. 放射性廃棄物の本処理は、以下を含可能性がある。

- (a) 廃棄物の減容（例えば、可燃性廃棄物の焼却、固体廃棄物の圧縮及び、大量の廃棄部品又は機器の分割又は分解）
- (b) 放射性核種の除去（例えば、液体廃棄物ストリームのための蒸発又はイオン交換、気体廃棄物ストリームのための濾過による）
- (c) 廃棄物の形態や組成の変更（例えば、沈殿、凝集及び酸温浸等の化学プロセス並びに化学的及び熱的酸化によって）
- (d) 廃棄物の形態又は物理的性質の変更（例えば、固化、収着又は封入；一般的な固型化材料はセメント、アスファルト及びガラスを含む）

固体廃棄物

6.33. 放射性固体廃棄物は、不均質な場合がある。意図されたプロセスに対する廃棄物の適合性を確認するために、処理前の代表サンプリングに特定の考慮が払われるべきであり、適切な準備

が実行可能な限りこのようなサンプリングのために行われるべきである。規定された要件に対する順守を検証するために、最終処理製品の体系的な管理のための準備が行われるべきである。

6.34. 受入れ可能な廃棄物形態を製造するために、多数のプロセスが利用可能である。採用されるプロセスは、当該廃棄物の特性に基づいて選択されるべきである。可能ならば、高い減容率を達成し、圧縮又は焼却のような立証された技術を利用するプロセスが採用されるべきである。

6.35. 可燃性固体廃棄物の焼却は通常、安定した廃棄物形態をもたらすのに加えて、容量の面で最大の減容を達成する。燃焼後、廃棄物からの放射性核種は、灰、排気ガスの浄化による生成物及び排気筒排出物の間に分布することになる。この分布は、用いられる焼却炉の設計及び運転パラメータ並びに廃棄物中の放射性核種の性質に左右されることになる。焼却は、灰の放射能濃度レベルの増大を生じる結果となり、これは廃棄物分類の変更に帰着する可能性がある。さらに、廃棄物中の他の成分が、焼却炉構成要素の腐食及び大気中への酸放出を引き起こし得る、酸性ガス及び腐食性燃焼生成物を生み出す場合がある。放射性物質及び非放射性有害物質の排出を防止するための排気洗浄が必要かもしれない、考慮されるべきである。排気浄化システムの残渣に放射性核種が蓄積する可能性及び灰に放射性核種が残存する可能性並びに更なるコンディショニングの必要性が考慮されるべきである。

6.36. 環境への放射性核種の放出はおおむね、焼却炉の運転状態により、特に温度の制御並びに処理される廃棄物の種類及び量並びにその放射性核種含有量によって決定される。かなりの量の放射性廃棄物を処理する焼却炉の場合、事業組織は、排出される濃度及び量が規制機関によって指定された限度内であり、安全評価においてモデル化されたパラメータと整合することを確実にするために、排気筒排出物中の放射性核種を適切な手段によってモニターすべきである。ある種の焼却生成物（酸、ポリ塩化ビフェニル及び他の様々な物質）は、非放射線学的危険性を示す。

6.37. 圧縮は、一定の種類 of 廃棄物を減容するのに適した方法である。それは、廃棄物の焼却から生じる灰の圧縮を含む可能性がある。圧縮されるべき物質の特性及び望ましい減容は、十分に定義され管理されるべきである。圧縮機の選択又は設計及び運転において考慮されるべき圧縮の影響には、以下のものがある。

- (a) 圧縮時の揮発性放射性核種及びその他の浮遊放射性汚染物質の放出の可能性
- (b) 圧縮時の汚染された液体の放出の可能性
- (c) 圧縮時及び圧縮後の物質の化学反応性

- (d) 自然発火性又は爆発性物質若しくは加圧された成分による潜在的な火災及び爆発の危険性
- (e) 核分裂性物質を含有する廃棄物が単一の廃棄体へと圧縮される場合における臨界の危険性

6.38. 意図された処理に関してかさが高い又は大きすぎる廃棄物（例えば、摩損した機器及び構築物）のコンディショニングに先立って、分別又は分解及びその他のサイズ縮小技術が適用される可能性がある。分別又は分解のプロセスは一般に、高温の炎によるカッター、様々な鋸切断方法、水圧剪断、研削切断及びプラズマアーク溶断を用いる。方法の選択及び機器の運用においては、粒子による汚染の拡散を防止する手段及び自然発火性の廃棄物の場合は防火の必要性が考慮されるべきである。

6.39. 「遅延及び減衰」又は除染が実現性のあるオプションではないような不燃性及び圧縮不能固体廃棄物の場合は、先に本処理を伴わない直接コンディショニングが検討されるべきである。放射性物質が均質化してスラグに蓄積する結果となる金属スクラップの溶融は、物質が再使用又は規制上の管理からクリアランスできることを達成する手段として検討される可能性がある。

液体廃棄物と排出

6.40. 環境への液体の排出の前に、事業組織は、規制機関へ環境影響評価を提出し、公衆の防護の最適化のプロセスを実施することが要求されている。規制機関には、排出についての認可された限度及びそれらの実施のための条件の確立又は承認の基礎として、これらの提出を用いることが要求されている[3, 19]⁷

6.41. 水性廃棄物の本処理方法は、蒸発、化学析出、イオン交換、濾過、遠心分離、限外濾過、熱処理及び逆浸透を含む。どの場合も、プロセスの限度は、操業及び保守の安全上の意味合いに関して特に、腐食、スケール生成、発泡並びに有機物の存在下での火災又は爆発のリスクに関連する可能性がある。廃棄物が核分裂性物質を含有する場合は、臨界の可能性が評価されるとともに、設計特性及び運営上の安全策によって実行できる限り排除されるべきである[27]。

6.42. 使用済イオン交換樹脂は通常スラリーとして流される可能性があるが、いくらかの事業組織は樹脂を乾燥固体として保持する[41,42]。樹脂がスラリーとして流される場合は、これらは放

⁷ 放射線環境影響評価についての安全指針は準備中である。

射線ホットスポットを引き起こし、特別な保守を必要とする可能性があるため、流路閉塞を防止するように注意が払われるべきである。放射線分解又は化学反応が可燃性ガスを発生させる、又は物理的な劣化若しくは発熱反応を引き起こす可能性があるため、コンディショニングを待つ樹脂の長期の貯蔵にも特別な注意が払われるべきである。

6.43. 排出される液体が、廃棄物の本処理において発生する可能性がある。可能な限り、液体廃棄物は、収集及び分別を容易にするために、その放射線学的及び化学的性質に基づいて特性評価されるべきである。液体の非放射線学的特性が適切であるならば、適切な特性評価によって、認可された限度内で液体を排出することが可能な場合がある。

6.44. 排出される液体は全て、容易に水に溶けるか水中で容易に分散し得るべきである。液体が懸濁物質を含有する場合は、排出に先立って濾過することが必要な可能性がある。水と混合することができない廃棄物は、排出から完全に除外されるべきである。酸性又はアルカリ性の液体は、排出に先立って中和されるべきである。液体が環境又は汚水処理に悪影響を及ぼし得る毒性の物質又はその他の化学物質も含有する場合、それは、作業員及び公衆の防護並びに環境の防護の規制に従って、排出に先立って処理されるべきである。

6.45. 環境への液体の日常排出の場合、主たる管理オプションは、液体が環境へ放出される前に短寿命放射性核種の崩壊を可能とするような貯蔵システム、又は他の手段による処分のために排出物のストリームから放射性核種を除去する処理システムのいずれかを用意することである。これら二つの広いカテゴリー内で、利用可能な異なるオプションはいくつかある可能性がある。排出に関する限度及び制限は、規制機関によって定められ又は確認されるべきである[3, 19]。

6.46. 有機液体廃棄物の量は、水性廃棄物の量に比べて一般的に小さいが、その誤った管理に関連するリスクは高い可能性がある。有機廃棄物は、環境に有害影響を及ぼし得るため、その放射能だけでなく有機化学物質含有量も考慮に入れるという、管理上のステップを必要とする。大量の有機性液体廃棄物の処理は、技術集約的で費用が高い。考慮されるべき有機液体廃棄物の処理段階は、焼却、セメントへの封入を容易にするための乳化、母材への吸収、蒸留並びに湿式酸化を含む。

気体廃棄物及び排出

6.47. 環境への液体排出と同様に、環境への気体の排出の前に、事業組織は規制機関に環境影響評価を提出することが要求され、公衆の防護の最適化のプロセスを実施することが要求される。

規制機関には、これらの提出により、排出の認可限度とそれらの実施のための条件を規定することが求められる[3, 19]。

6.48. 放射性気体廃棄物処理システムの運転においては、処理されるべき気体の量、放射能、気体に含まれている放射性核種、粒子の濃度、化学組成、湿度、毒性、及び腐食性又は爆発性物質の存在の可能性に考慮が払われるべきである。合理的に達成可能な限り、短半減期の希ガスは、規制機関により規定され承認された認可限度に従って、放出前に、放射性核種が容認できる放射能又は放射能濃度まで減衰することを可能にする貯蔵タンク又はその他の遅延システム内に保持されるべきである。

6.49. 気体排出物中の放射性粒子及びエアロゾルは、HEPA フィルターを用いた濾過によって除去できる。ヨウ素は活性炭フィルターによって除去させることができ、希ガスは活性炭が装填された収着ベッドによって遅延させることができる。排気から気体化学物質、粒子及びエアロゾルを除去するためのスクラバーの使用が検討されるべきである。規制機関に要求された場合、又は安全確保のために信頼性が必須である場合、連続する二つのフィルター等の冗長なシステムが用いられるべきである。問題を検知するために考慮されるべき排気システムのその他の機器には、プレフィルター若しくは粗フィルター及び温度・湿度制御系並びに差圧計のようなモニタリング機器等、フィルターの適切な作動を確実にする機器が含まれる。

6.50. 液体及び気体の排出の場合はいずれも、事業者には、必要に応じ及び規制機関の同意のもとに、排出による線量の評価に影響する運転経験、被ばく経路の変化の可能性、又は代表的個人の特性的変化の可能性を考慮して、排出管理措置をレビューし修正することが要求される[3]。

コンディショニング

6.51. 放射性廃棄物のコンディショニングは、安全な取扱い、輸送、貯蔵及び処分に適した廃棄体を製造する作業からなる。コンディショニングには、液体廃棄物又は拡散性の廃棄物の固定化、容器への廃棄物形態の封入及び必要な場合のオーバーパックの用意が含まれ得る。

6.52. コンディショニングによって製造される廃棄体は、それぞれの受入れ規準を満たすべきである。したがって、規制機関並びに輸送サービス及び貯蔵／処分施設を操業する又は操業を計画している組織は、どのような種類の前処理、本処理、及びコンディショニングが必要になるのかを決定する際には、協議を行うべきである。

6.53. 液体廃棄物は、多くの場合、廃棄物受入れ規準に従い、低レベル及び中レベル廃棄物ではセメント、アスファルト若しくはポリマー等に、又は高レベル廃棄物ではガラス等の適切なマトリクス中に固化することによって固体状に転換される。固化は、例えば乾燥などによって、固型化材料なしに達成される場合もある。製品はその後、容器に封入される。

6.54. 実行できる限り、液体廃棄物の固化プロセスは、以下の特性及び性質を有する廃棄物形態を製造するものとすべきである。

- (a) 廃棄物のあらゆる固型化材料及び容器との物理的及び化学的な適合性
- (b) 均質性
- (c) 低空隙率
- (d) 低透水性及び低浸出性
- (e) 要求される期間にわたる化学的、熱的、構造的、機械的及び放射線学的安定性
- (f) 化学物質及び微生物に対する耐性

6.55. 固体廃棄物の形態に求められる特性は、ケースバイケースで考慮されるべきである。6.54項に挙げた廃棄物形態の特性は、多くの種類の固体廃棄物にあてはまる。一部の特性（特に、均質性及び低空隙率）は、一定種類の固体廃棄物にはあてはまらない。

6.56. 一定のプロセス（例えば、アスファルト固化）は発熱性であり、混合物中の物質によっては火災及び／又は爆発の危険性をはらむ可能性があることが考慮されるべきである。また、アルミニウム、マグネシウム及びジルコニウム等の一定の金属は、例えばセメントスラリーのアルカリ水溶液又はコンクリートマトリクスから拡散した水と反応して水素を発生させる可能性があることも考慮されるべきである。さらに、ジルコニウムなどの一部の金属粒子は、粒径／表面積及び環境に対する粒子サイズの割合によっては可燃性が高くなり得る。液体廃棄物に含まれるキレート剤、有機液体又は油及び塩の挙動は、コンディショニングプロセスにおいても問題となる可能性がある。

6.57. 廃棄物の特性並びに取扱い、輸送及び貯蔵方法によっては、容器は直接放射線に対する遮蔽も提供する必要がある可能性がある。容器の材料及びその外部表面仕上げを選択する際は、それらの除染の容易さに考慮が払われるべきである。廃棄物が元々、輸送、貯蔵又は処分のための関連受入れ規準を満たすように設計されていない場合は、受入れ規準を満たすために追加の容器又はオーバーパックが必要になる。廃棄物受入れ規準及び輸送要件との廃棄物及びオーバーパックの適合性が考慮されるように、注意が払われるべきである。

6.58. コンディショニングされた廃棄体は、処分前の予期される貯蔵期間中に健全性を維持するべきであり、以下の事項を達成できるべきである。

- (a) 貯蔵期間の終了時点における取り出し
- (b) 必要な場合、オーバーパックへの封入
- (c) 処分施設への輸送及び処分施設における取扱い
- (d) 処分施設の受入れ規準を満たすこと

放射性廃棄物の貯蔵

GSR Part 5 [4]の要件 11：放射性廃棄物の貯蔵

廃棄物は、その後の管理に適した状態で、検査、モニタリング、取り出し、及び保存されることが可能な方法で貯蔵されなければならない。予期される貯蔵期間に十分な考慮が払われなければならない。可能な限り受動的な安全特質が適用されなければならない。特に長期間の貯蔵では、廃棄物閉じ込めの劣化を防止するための措置が採られなければならない。

全般

6.59. 貯蔵は、核燃料サイクル施設の廃棄物管理戦略において考慮されるべきオプションである。廃棄物処理におけるどの段階においても隔離及び環境防護を確実にするための適切な貯蔵がもたらされるべきであり、貯蔵はまた、その後の段階のための取り出しも容易にするものとするべきである。放射性廃棄物の貯蔵及び、使用済燃料の貯蔵に関する勧告は、WS-G-6.1 [10]及び SSG-15 [11]の中に示されている。

6.60. 貯蔵施設の設計では、放射性廃棄物の種類、その特性及び関連する危険性、放射能インベントリ、そして想定される貯蔵期間を考慮に入れるべきである。廃棄物及び貯蔵施設の持続的な健全性を確実にするために、それらの定期的なモニタリング、検査及び保守の準備が行われるべきである。受入可能な操業上及び規制上の限度内に、このような施設の性能パラメータを維持するための手法もまた準備されるべきである。

6.61. 必要な場合、放射性放流物又は放射性廃棄物がその本処理及び排出の前に貯蔵される区域における閉じ込めの準備が行われるべきである。輸送中の廃棄物の貯蔵及び貯蔵区域外への廃棄物の輸送の準備の必要性もまた、考慮されるべきである。

6.62. 貯蔵施設及び廃棄物の設計は、廃棄物形態（すなわち、固体、液体又は気体）、包含する放射性核種及び半減期、放射能濃度レベル、総放射能インベントリ、非放射線学的特性、そして予想される貯蔵期間を考慮に入れるものとするべきである。設計上の特性及び施設の操業は、過度の職業上の被ばく、公衆の被ばく又は環境影響無しに廃棄物の受入れ、取扱い、貯蔵及び取り出しが可能であることを確実にするものとするべきである。

6.63. 通常運転において発生する放射性廃棄物のために、あらゆる小規模事故又は異常事象において発生する廃棄物のための予備容量も加えた十分な貯蔵容量が用意されるべきである。例えば処分施設が利用可能ではないために廃棄物をサイトから移転することができない場合には、この容量の拡張が必要な可能性がある。

6.64. 実行可能な限り、放射性廃棄物は受動的な状態で貯蔵されるべきである（例えば、放射性物質が不動である、廃棄物形態及び容器は物理的にも化学的にも安定しており劣化に対して耐性がある、多重バリアアプローチを用いた閉じ込めがなされている、安全機能は受動的なシステムによって提供されており、能動的なシステム又は保守の必要性は最小化されている、及び貯蔵環境は廃棄物容器の寿命を最適化するものである等）。事業組織は、構築物、機器、廃棄物形態及び容器の健全性が予想される貯蔵期間にわたって維持されることを確保すべきである。廃棄物、容器及び環境の間の相互作用（例えば、化学反応又はガルバニック反応による腐食プロセス）に考慮が払われるべきである。ある種の廃棄物では（例えば、腐食性液体廃棄物）、二重壁容器及び不浸透性ライナーの利用など、特別な予防措置が講じられるべきである。

6.65. かなりの量の液体廃棄物が発生する施設において、それらを収集するタンクは、液体廃棄物に適した容器であるべきである。そのようなタンクは、ステンレス鋼、プラスチック、ゴムライナー付き炭素鋼及びファイバーグラス等、化学的に耐性のある材料で作られるべきである。漏洩が起きた場合に汚染の拡大を防止するために、タンクの周囲には二次閉じ込めが用意されるべきである。適切な遮蔽の準備も考慮されるべきである。

6.66. 短寿命放射性核種を含有する放射性廃棄物は、認可された排出、認可された使用又は規制上の管理からの廃棄物のクリアランスが認められるレベルまでその放射能を減衰させるために

収集され貯蔵される可能性がある。貯蔵はまた、例えば特定の時間後の廃棄物のサイト外輸送を可能にするためなど、操業上の理由からも必要な可能性がある。

6.67. 放射性廃棄物は、その後の本処理、コンディショニング、別の貯蔵施設への移転又は処分のために取り出せるような分別された方法で貯蔵されるべきである。放射性廃棄物は、産業廃棄物の汚染、放射性物質の管理の喪失、又は作業員若しくは公衆の被ばくの増加を避けるために、非放射性的の産業廃棄物とは別に貯蔵されるべきである。臨界の懸念につながり得ると思われる貯蔵配置を避けるために、核分裂性物質の貯蔵には特に注意する必要がある可能性がある。

6.68. 廃棄物の追跡システムが開発され実施されるべきである。このシステムは、廃棄物の識別、それらの所在場所の同定及び貯蔵されている廃棄物インベントリのために提供されるべきである。必要とされる廃棄物追跡システムの詳細（例えば、標識付け及びバーコード付け）は、国全体の義務及び処分のニーズに基づき、決定されるべきである。廃棄物追跡システムの開発についての更なる技術的な情報は、参考文献[43]に示されている。

高レベル液体廃棄物の貯蔵

6.69. 液体高レベル廃棄物の貯蔵では、換気、冷却及び液面検知システム等の安全関連設備の作動可能性を確認するために、サーベイランスが行われるべきである。測定された値のモニタリング及び指示のための冗長的な能力の準備に考慮が払われるべきである。さらに、廃棄物の重要な物理的及び化学的パラメータ（例えば、温度及び圧力、未臨界度及び重要な成分の濃度、水溶液の放射線分解の度合い、並びに可燃性又は爆発性物質の量）をモニタリングするための手段が準備されるべきである。これらのパラメータを許容できる操業上及び規制上の限度内に維持するため並びにエアボーン及び液体放流物の排出を規制上の限度内に維持するための手段も準備されるべきである。

6.70. 高レベル液体廃棄物はそのコンディショニングのために用いられるプロセス化学と、容器、配管及びその他の構築物と機器の構造材料と化学的に適合性があることを確実にするために注意が払われるべきである。設計上の特性は、二重構造の配管及び容器、廃棄物保持タンク用の閉じ込め防液堤及びサンプ、並びに低汚染区域から高汚染区域へと空気が流れることを確実にする動的換気システムを含むべきである。セルライニング及びサンプシステム、液体リサイクルシステムなど、漏洩又は流出に対する収集及び回収システムが用意されるべきである。十分な冷却を促進すること及び冷却面における固体の沈着を防止するために、固体を浮遊状態に維持するための措置も行われるべきである。

6.71. 液体高レベル廃棄物の貯蔵に関連する危険性に対する防護は、冗長的な能動的又は受動的な安全システムを利用する工学的安全特性によってもたらされるべきである。このような特性は、少なくとも、遮蔽及び閉じ込め並びに液体高レベル廃棄物の冷却及び発生する可能性があるガスの換気によって爆発性ガスの無制御の発生又は温度及び圧力の上昇を防止するための設備が含まれるべきである。

6.72. 液体高レベル廃棄物の貯蔵施設は、エアボーン放流物の放出を抑制するための適切な濾過システムを用いたオフガスシステムを備えるべきであり、規制上の限度内に留まっていることを確保すべきである。

放射性廃棄物受入れ規準

GSR Part 5[4]の要件 12：放射性廃棄物受入れ規準

処理、貯蔵及び/あるいは処分のために受入れられる廃棄体と廃棄体化されていない廃棄物は、セーフティケースと整合性のある規準に適合しなければならない。

6.73. 放射性廃棄物の処分前管理施設における放射性廃棄物の受入れについて、規準が策定されることが要求される[4]。この際、核燃料サイクル施設、廃棄物管理施設、及び将来の処分施設に関連する全ての操業限度及び条件（セーフティケースと整合する）が考慮されるべきである。放射性廃棄物の処分前管理の重要な目的は、輸送、貯蔵、処分が安全になされ得る廃棄体を製造することである。特に、廃棄物は、その処分のための受入れ規準を満たすためにコンディショニングが行われるべきである。コンディショニングされた廃棄物が処分のために受入れ可能であるということを合理的に保証するために、特定の要件がまだ規定されていない場合でも、廃棄物の将来的な処分のオプション及び関連する廃棄物受入れ規準が可能な限り想定されるべきである。廃棄物受入れ規準は、処分に関する特定の条件並びに廃棄物の特性及び処分施設の工学的構成要素に合わせて調整されたオーバーパックを用意することによって満たされ得る。このようなオーバーパックはまた、輸送要件を順守するための解決策にもなる。

6.74. 付属書 I には、廃棄体及び廃棄物と宣言された使用済核燃料の管理について考慮されるべき典型的な性質及び特性のリストを示してある。処分のための廃棄体の受入れを確実にするために、コンディショニングプロセスを開発するためのマネジメントシステムの一要素として、プログラムが規定されるべきである。コンディショニングプログラムは、規制機関による承認に従う

べきである。廃棄体の品質保証及び管理のプログラムが、策定されるべきであり、マネジメントシステムに含められるべきである。規制機関による品質保証プログラムの承認を受けた後、処分施設の廃棄物受入れ規準の順守を正当化する手法として、そのプログラムが実施されるべきである。

6.75. 事業組織は、施設（及び設備）に受け入れた放射性廃棄物が定められた受入れ規準を順守するものであることを確保すべきである。受入れ規準が満たされているかどうかを決定する手順は、マネジメントシステムに含められるべきである。

6.76. 廃棄物受入れ規準の規定は、物質が輸送され、貯蔵のため保持され又は処分施設への輸送を行うそれぞれの施設及びプロセスの間での効果的な連携を可能にする。

6.77. 廃棄物がセーフティケースと整合し、廃棄物管理プロセスにおけるその後の段階の廃棄物受入れ規準を満たすことを実証するために、廃棄物の特性を特定するのに十分な手法が用意されるべきである。

6.78. 事業組織は、受入れ規準を順守しない特性を持つ廃棄体を受け取った場合には、不測時対策措置を取るべきである。このような措置には、廃棄体を安全で確実な隔離区域への配置、廃棄物発生施設への廃棄体の返還、又は代替処理施設への移送を含む。

廃棄物管理施設の供用期間にわたる安全考慮事項

立地及び設計

GSR Part 5 [4]の要件 17：施設の立地と設計

放射性廃棄物処分前管理施設は、通常及び起こり得る事故状態双方の下での予期された操業の供用期間の安全、及び廃止措置の安全を確保するように設置され、設計されなければならない。

6.79. 原子炉等施設のサイト評価のための要件は、IAEA 安全基準シリーズ NS-R-3(Rev.1)「原子炉等施設のサイト評価」[44]に規定されており、立地及びサイト評価における等級別扱い（グレイデッドアプローチ）の適用についての勧告は、IAEA 安全基準シリーズ SSG-9「原子炉等施設のサイト評価における地震ハザード」[45]、IAEA 安全基準シリーズ SSG-18「原子炉等施設のサイト評価における水理学的及び気象学的ハザード」[46]、IAEA 安全基準シリーズ SSG-21「原

子炉等施設のサイト評価における火山ハザード」[47]及び IAEA 安全基準シリーズ SSG-35「原子炉等施設のサイトサーベイ及びサイト選定」[48]に示されている。

6.80. いかなる特定のサイトにおいても放射性廃棄物の処分前管理施設は、処理及び貯蔵の拠点間における廃棄物の輸送の必要性を低減するために、実行できる限り同じ区域内に配置されるべきである。

6.81. 放射性廃棄物の処分前管理施設は、以下の目的のために設計されるべきである：

- (a) 放射性物質の分散を防止する（例えば、封じ込め、冷却及び爆発性ガス混合物の蓄積に対する手段による）
- (b) 外部放射線被ばくを防止する（遮蔽による）
- (c) 臨界を防止する

設計の評価は、内部及び外部の危険性を検討すべきである（NS-R-5 (Rev. 1) [6] の添付資料Iを参照）。

6.82. 核燃料サイクル施設と関連する廃棄物の処分前管理施設の設計においては、以下の考慮が払われるべきである。

- (a) 臨界安全（該当する場合）
- (b) 廃棄物処理及び貯蔵区域への出入管理並びに放射線区域と汚染管理区域の間の移動の管理
- (c) 貯蔵された廃棄物の取り出し（作業時に発生する廃棄物を含む）
- (d) 廃棄物の特性評価及びインベントリ管理
- (e) 廃棄物及びその閉じ込めの検査
- (f) 仕様を満たさない廃棄物及び廃棄体の扱いの方法
- (g) 液体及び気体排出物の管理
- (h) 非放射線学的危険を生じさせる廃棄物の管理
- (i) 保守作業並びに最終的に行われる廃止措置

6.83. 核燃料サイクル施設の設計において、放射性気体廃棄物及び気体排出物の管理のために考慮されることになる措置は、以下のものを含むべきである。

- (a) 放射性ガスが適切なダクトを通して適切に導かれ、モニタリングされている放出点へと運ばれるようにするための準備
- (b) 放射性気体廃棄物の認可された排出のための排気筒のような手段、並びにその排出のサンプリング及びモニタリングを行う方法の準備

6.84. 核燃料サイクル施設の設計において、液体放射性廃棄物及び液体排出物（イオン交換樹脂から生じる廃棄物を含む）の管理のために考慮されることになる措置には、以下のものが含まれるべきである。

- (a) 再使用のため（例えば、樹脂を用いる処理、固化）又は、放射能レベルが環境への即時放出には高すぎることのいずれかのために用いる保持タンクのような共通地点への放射性液体排出物の収集
- (b) 放出サイトから下流における放射性核種の濃度の増加のおそれを考慮して行われる、低レベル放射性液体廃棄物の放出をモニタリングするための措置
- (c) 放射能レベルがより高い放射性液体廃棄物の管理及び抑制
- (d) 放射性物質の放出を最小化するために放射能を減衰させる貯蔵の準備
- (e) 液体内容物の放出に先立つ貯留タンクからのサンプリング及び貯留タンクのモニタリングの、望ましくは放出点における、準備
- (f) 放射能（放射性核種の半減期、比放射能）、構成物（有機性及び水性廃棄物、低及び高塩含有水性廃棄物）及び相の状態（イオン交換樹脂、スラッジ）による液体廃棄物の分別の準備
- (g) 再使用（例えば、樹脂を用いた処理）のため又は環境への排出には放射能レベルが高すぎるためのどちらかによる、液体放射性廃棄物を処理するための準備
- (h) 必要に応じて、使用済みイオン交換樹脂の貯蔵及び液体廃棄物の脱水の準備
- (i) 固体成分の放出を防止するための、液体廃棄物収集ラインにおける濾過の準備

6.85. 核燃料サイクル施設の設計において、放射性固体廃棄物の管理のために考慮されることになる措置には、適用可能な限り、以下のものを含むべきである。

- (a) 種類ごと（すなわち、物理形態、体積、質量、同位体組成及び放射能濃度）又は発生区域に応じて廃棄物を分別するための準備
- (b) 低レベル放射性固体廃棄物及び極低レベル放射性固体廃棄物（例えば、汚染された清掃用具、衣類、紙及びツール）の取り扱い、廃棄体化及び貯蔵のための措置

- (c) 中レベル放射性固体廃棄物（例えば、イオン交換樹脂、換気フィルター及びチャコールベッドから発生する廃棄物）の取り扱い、廃棄体化及び貯蔵のための措置
- (d) 廃棄物の取り扱い、一時貯蔵及び積み込みのための区域及びツール
- (e) 放射線防護のための装置及びツール
- (f) 必要に応じて、液体廃棄物の蒸発からのフィルター、樹脂及び残渣の取り扱い及び貯蔵の準備
- (g) 放射性物質を、規制上の管理からクリアランスすること、及び排出の管理が認可された限度内であることを確実にするための規定

6.86. 施設は、廃棄物の閉じ込め又は施設における安全を損なう可能性のある物質同士の相互作用を防止するように設計されるべきである。

6.87. 放射性廃棄物の処分前管理はまた、非放射性有害物質の管理も必要とする可能性がある。その管理が有害物質に関する適用可能な規則に従うものであることを確実にし、放射性成分及び非放射性成分の潜在的な相互作用を考慮に入れるための、措置が講じられるべきである。

6.88. 廃棄物のコンディショニングのためには、廃棄体の設計において、廃棄物形態のあらゆる関連する特性が考慮され提供されることが必要である。廃棄体は、十分な閉じ込め機能及び遮蔽をもつべきであり、十分な除熱特性を持つものとすべきである。

6.89. 放射性廃棄物処分前管理施設の設計及び操業は、安全な幾何学的配置、核分裂性物質の濃度及びインベントリに関する制限又は中性子吸収材の使用によって、操業状態（通常操業及び予期される操業事象）と事故状況のいずれにおいても臨界未満を確実にするような方法で行われるべきである。放射性廃棄物の安全な形状配置の決定及び操業手順の策定では、最適な減速及び反射の条件を検討するべきである。設計においては、質量、濃度及びその他の特性に対する適切な安全要素を考慮して適切な中性子増倍率の制限が選択されるべきである。臨界未満状態を確実にするためにそのような施設の操業において必要となる可能性がある組織上及び運営上の更なる準備の必要性が検討されるべきである[27]。

6.90. 高レベル（発熱性）放射性廃棄物の処分前管理施設の設計は、運転状態と事故状態のいずれの場合も、放射性廃棄物の処分前管理のあらゆる段階において廃棄物の温度又は廃棄物形態を容認限度内に維持することができるシステムを含むべきである。そのような温度限度は、貯蔵を含めた管理のあらゆる段階における容器、閉じ込め構造及び廃棄物形態の材料特性を考慮に入れて、廃棄物及び廃棄体の特性に基づくべきである。実行可能な限り、コンディショニングされた

高レベル廃棄物貯蔵施設の冷却システムは受動的なものとするべきであり、最低限の保守のみを要するものとするべきである。冷却材の強制循環が用いられる場合、冷却システムは、信頼性が高いものとするべきである。システムの信頼性を高める機能の例は、熱除去の効率に影響を及ぼす、固体の沈殿と表面での蓄積に対処する能力である。。貯蔵施設自体は、貯蔵されている廃棄物への損害なしに一時的な冷却喪失を含めた事象に耐え得るように設計されるべきである。さらに、そのような不測事態に対処するために、緩和手段が用意されるべきである。

建設及び試操業

GSR Part 5 [4]の要件 18：施設の建設と試操業

放射性廃棄物処分前管理施設は、セーフティケースに記載され、規制機関によって承認された設計に従って建設されなければならない。その施設の試操業は装置 (equipment)、構築物、系統、機器(components)及び施設全体が計画どおり機能しているか確認するために実施されなければならない。

6.91. 原子炉等施設の建設のガイダンスは、IAEA 安全基準シリーズ SSG-38「原子炉等施設の建設」[49]に示されている。

6.92. モジュール型貯蔵システムの場合、試操業の大部分は最初の貯蔵モジュールの装填時に完了されることになる。いくつかの試操業プロセスは、新たなモジュールの供用が開始されるときに通常操業の一部となる可能性がある。しかし、モジュール設計の変更によって、いくつかの試操業段階がその新設計について繰り返される必要がある可能性がある[11]。

施設の操業

GSR Part 5 [4]の要件 19：施設操業

放射性廃棄物処分前管理施設は、国の規制と規制機関により課されている条件に従って操業されなければならない。操業は、文書化された手順に基づいていなければならない。施設の安全性能を確保するために、十分な考慮が、施設の保守に対して払われなければならない。緊急時の準備及び対応計画は、操業者により策定された場合、規制機関の承認の対象となる[30]。

操作指示書

6.93. 指示書及び手順書が、廃棄物管理施設の通常操業及び事故状態に対して準備されるべきである。指示書及び手順書が、指定された責任者により、必要な時に容易に利用可能となるように作成されるべきである。

6.94. 通常操業において発生する放射性廃棄物と関連する被ばくを制限又は防止するための措置には、以下のものを含むべきである。

- (a) 例えば汚染の拡大を防止するための適切なゾーニングのような、出入管理を含めた、サイト人員及び公衆からの放射性廃棄物の隔離の準備
- (b) 廃棄物を取り扱われるか又は移動される全ての時に対する（貯蔵への配置、取り出し又はサイト外の輸送）放射線モニタリング及び外観検査の準備
- (c) 液体漏出物の検知、収集及び処理の準備
- (d) 人員及び機器の除染の準備
- (e) 除染活動によって発生する放射性廃棄物の取扱いのための準備

6.95. 事業組織は、未臨界の維持に関する操業手順が厳格なレビューを受け、設計の安全要件と比較されることを確実にすべきである。これには、規制機関による確認解析及びレビューが含まれる可能性がある。このレビューにおいて考慮されるべきいくつかの因子は、以下のものを含む。

- (a) 貯蔵されることになる廃棄物の種類及び分類
- (b) 未臨界を確実にするために必要な幾何学的配置
- (c) 未臨界の中性子吸収材への依存度
- (d) 最適減速及び反射の条件
- (e) 廃棄物形態及び廃棄体
- (f) 取扱い作業
- (g) 異常操業の可能性
- (h) 深層防護をもたらすために頼られている対策の分析

6.96. 操作手順及び不測事態の取り決め並びに緊急事態の取り決めの策定において考慮されるべき防護及び安全の考慮事項は、IAEA 安全基準シリーズ GS-G-2.1「原子力又は放射線緊急事態への準備の取り決め」[31]及び GSG-2「原子力又は放射線の緊急事態への準備と対応に用いる判断基準」[32]において扱われている。緊急事態の取り決めに策定する場合、事業組織は以下のような事象を考慮すべきである。

- (a) クレーン損傷、積み荷の落下、又は廃棄体の落下を含む、取扱い設備の重大な故障
- (b) 電力、プロセス水、圧縮空気、換気の供給などの安全関連施設プロセス系統の喪失
- (c) 爆発（例えば、放射線分解によって生成されたガスの蓄積によるもの）
- (d) 安全上重要な品目の損傷につながる火災
- (e) 異常気象及び地震などの外部自然ハザード
- (f) 航空機の墜落又は妨害行為及びその他の悪意ある活動のような、外部の人為ハザード

操業限度及び条件

6.97. 操業限度及び条件が、以下に基づいて定められるべきである。

- (a) 設計仕様及び操業パラメータ並びに試操業試験の結果
- (b) 安全上重要な品目の感度並びに、品目の故障、特定事象の発生又は操業パラメータの変動を含むシナリオの考慮
- (c) 安全に関連する操業パラメータを測定するための計装機器の正確さ及び校正
- (d) 安全上重要なそれぞれの品目に関する技術仕様書の考慮、指定されたいかなる特定の故障が発生又は再発した場合においてもそのような品目が機能し続けること確保する必要性
- (e) 保守の間を含めた操業状態において安全を確保するために安全上重要な品目が利用可能である必要性
- (f) 想定起因事象又は事故状態への完全かつ適切な対応を可能にするために利用可能である必要がある機器の仕様
- (g) 廃棄物管理施設を安全に操業するために必要とされる最低限の人員配置レベル

6.98. 操業限度及び条件は、レビューの対象にされ続けるべきであり、以下の理由により、国の規制上の枠組みに従って必要に応じて見直しが行われなければならない可能性がある。

- (a) 操業経験に照らして
- (b) 施設及び／又は放射性廃棄物の種類に対して行われた変更を受けて
- (c) 施設に関するセーフティケースの定期レビュープロセスの一環として（定期安全レビューの一環である場合を含む）
- (d) 法律又は規制の条件において関連する変更がある場合

運転経験のフィードバック

6.99. 施設における操業経験及び事象並びに同様の施設によって報告された操業経験及び事象は、体系的な方法で収集され、スクリーニングされ、解析され及び／又はレビューされるべきである。結論は、適切なフィードバック手順によって導き出され伝達されるべきである。いかなる新たな基準、規則又は規制上のガイダンスもまた、施設における安全に対するその適用性についてチェックするためにレビューされるべきである。このようなフィードバックプロセスが、設計と操業の双方の向上のために利用されるべきである。

保守

6.100. 一般に、保守スケジュールは安全評価の要件から導かれるべきであり、以下を考慮すべきである。

- (a) 以前の経験又はその他の適用し得るデータ（製造者の勧告など）に基づく保守要件の解析
- (b) 熟練要員、ツール及び材料（予備品目を含む）の利用可能性と関連する作業計画
- (c) 放射線防護及び産業安全のためのモニタリングプログラム
- (d) 閉じ込め機能の喪失の可能性
- (e) サイト内で操業中の他の施設への影響

6.101. 保守、検査及び試験プログラムの承認及び実施、並びに関連する作業手順及び受入れ規程の承認は、適切に資格を認定され経験を積んだ操業要員により実施されるべきである。

放射線防護プログラム

6.102. 放射線防護プログラムが、廃棄物管理施設の区域が放射線レベルと汚染の可能性に従って分類されることを確実にするために実施されるべきである。そのプログラムは、施設において関連する全ての放射線リスクのモニタリングと管理を含むべきであり、施設の作業員の被ばくが評価され、記録され、最適化され線量限度以下に保たれることを確実にするための対策を含むべきである。作業計画プログラムも、線量が合理的に達成できる限り低く保たれることを確実にするために整備されるべきである。

緊急時計画及び対応

6.103. 緊急時計画及び手順が策定され文書化されるべきであり、関係する人員がこれを利用できるようにするべきである。このような計画及び手順は、定期レビューにかけられるべきであり、緊急事態の取り決めに影響を及ぼす可能性のある過去の経験及び引き続き起こり得る変化に照らして、必要に応じて見直されるべきである。関係する人員は、これらの計画及び手順の実施について資格を認定され、訓練を受けるべきである。緊急事態の取り決めは定期演習においてテストされるべきであり、得られたフィードバックは必要に応じて緊急事態の取り決めに組み込まれるべきである。実施されているマネジメントシステムは、緊急事態への対応のために必要な機器、装備、通信システム及びその他の資源が必要とされるときに利用可能であり機能する状態であることを確保すべきである[30,31]。

廃止措置

GSR Part 5 [4]の要件 20：施設の操業停止と廃止措置

操業者は、設計段階において、放射性廃棄物処分前管理施設の操業停止と廃止措置の初期計画を策定しなければならない。操業期間を通して、それを定期的に更新しなければならない。施設の廃止措置は、規制機関により承認された最終廃止措置計画に基づいて実施されなければならない。さらに、操業停止や廃止措置を実施するために十分な資金が利用可能であることが保証されなければならない。

6.104. 廃止措置の要件は、GSR Part 6[24]に規定されており、勧告は WS-G-2.1[28]に示されている。処分前管理施設の廃止措置の計画において考慮されるべき重要な要素は、GSR Part 6[24]に特定されているように、以下を含む。

- (a) 以下の廃止措置戦略の選択
 - (i) 放射性廃棄物の管理のための国の政策に一致している。
 - (ii) 防護の最適化及び安全を考慮している。
 - (iii) 等級別扱い（グレーディッドアプローチ）を適用している。
 - (iv) 個々の施設（複数の施設を有するサイトに対して）の計画において相互依存性が考慮されていることを確保している。
 - (v) 安全評価及び環境影響評価により裏付けされている。
- (b) 廃止措置オプションを特定し、それらの実現可能性を実証し、十分な財源が利用可能となることを確保し、及び発生する廃棄物の分類を特定し量を推定するために、初期廃止措置計画の承認のための準備及び規制機関への提出

- (c) 廃止措置の全ての側面を包含し、安全文化を促進し、及び事業組織の目標を扱うために必要な措置とプロセスのための単一の枠組みを提供する統合マネジメントシステムの確立及び実施
- (d) 廃止措置活動の費用の推定、及び生じる放射性廃棄物の管理を含む、関連する費用を包含する十分な財源を提供するためのメカニズムの確立
- (e) ベースラインデータの提供の支援における、放射線サーベイの実施及び放射線学的な状況についての情報の収集
- (f) 廃止措置に関連する適切な記録及び報告の準備及び保持（例えば、事象の記録及び報告）

6.105. 核燃料サイクル施設の廃止措置計画は、臨界事故及び非放射線学的危険性を引き起こし得る潜在的危険性を扱うべきである。廃止措置計画の初期版は、廃棄物管理施設の設計時に準備されることが要求される[24]。

6.106. 施設の操業の間、初期廃止措置計画は定期的にレビューされ、更新されるべきであり、以下の点を尊重したより包括的なものとされるべきである。

- (a) 廃止措置に関する技術開発
- (b) 起こり得る外部の自然及び人為ハザード
- (c) 廃止措置計画に影響を及ぼす設備及び構築物の変更
- (d) 規則の改訂並びに政府の政策の変更
- (e) 核燃料サイクル施設が恒久停止された後の、放射性廃棄物の長期貯蔵と処分の可能性又は、輸送要件に従った、認可された貯蔵又は処分施設への放射性廃棄物の引き渡し
- (f) 処分オプションの利用可能性及び処分のための廃棄物受入れ規準
- (g) 特性評価データ及びセーフティケースの更新に基づいた、費用見積もり、資金準備並びに廃止措置基金の更新
- (h) 適切に訓練され、資格が認定され及び能力のある職員が廃止措置プロジェクトに利用可能であることの確保

付属書 I 廃棄体の仕様の策定

I.1. 廃棄体が貯蔵又は処分のための関連する受入れ規準及び輸送要件を満たすことを確実にするように、コンディショニングした放射性廃棄物の仕様が定められるべきである。廃棄物の放射線学的特性は、早い段階で特定されるべきである。廃棄体のその他の仕様は、主に四つのトピックに分けることができる。すなわち、化学的及び物理的性質、機械的性質、閉じ込め能力、及び安定性又は頑健性である。安定性又は頑健性は、廃棄体が長期にわたって放射性核種を保持する能力に関係するものである。

放射線学的特性

I.2. 廃棄物の放射線学的特性は、以下の事項を含める。

- (a) 放射性核種の比放射能と半減期
- (b) 総放射エネルギー（アルファ、ベータ及びガンマ）と放射能濃度レベル
- (c) 線量率
- (d) 熱出力

化学的及び物理的性質

I.3. 廃棄物形態の化学的及び物理的性質には以下を含む。

- (a) 化学組成
- (b) 密度、空隙率、透水性及び気体透過性
- (c) 均質性及びマトリクスに対する廃棄物の適合性
- (d) 熱安定性
- (e) 含水率、圧縮応力下での水の滲出、収縮及び硬化
- (f) 浸出率及び腐食速度

I.4. 容器の化学的及び物理的性質には以下を含む。

- (a) 材料及び組成（例えば、金属合金、ガラス、セラミック）
- (b) 空隙率、透水性及び気体透過性
- (c) 熱伝導度
- (d) 腐食性雰囲気又は水若しくは塩水等の液体中でのその可溶性及び腐食

I.5. 廃棄体の物理的性質は以下を含む。

- (a) 容器内の隙間（最少化されるべきもの）
- (b) 蓋及びシールの構成の特性
- (c) 温度変化に対する感受性

機械的性質

I.6. 廃棄物形態の機械的性質には、引張強さ、圧縮強さ及び寸法安定性が含まれる。

I.7. 廃棄体の機械的性質には、機械的荷重（静的荷重及び衝撃荷重）又は熱負荷のもとでの挙動が含まれる。

閉じ込め能力

I.8. 廃棄体の閉じ込め能力は、以下に関係する。

- (a) 水性媒体中の放射性核種の拡散及び浸出の可能性
- (b) 標準大気圧条件又は処分場条件のもとでの気体放出の可能性
- (c) 標準大気圧条件又は処分場条件のもとでのトリチウムの拡散の可能性
- (d) 放射性核種を保持するための廃棄体の能力
- (e) 廃棄体のシールの水密性及び気密性

安定性又は頑健性

I.9. 廃棄体の安定性又は頑健性（すなわち、長期性能及び耐久性）は、以下に關係する。

- (a) 温度が繰り返し上下する条件下での挙動
- (b) 高温に対する感度及び火災時の挙動
- (c) 長期間の放射線照射条件下での挙動
- (d) 水と接触したときのマトリクス感受性
- (e) 微生物の活動に対する耐性
- (f) 湿潤媒体中での耐食性（金属製容器の場合）
- (g) 空隙率及び気密性
- (h) 気体の内部ビルドアップによる膨潤の可能性

付属書II 施設固有の廃棄物管理プログラム

II.1. 施設固有の廃棄物管理プログラムの内容は、以下を含むべきである。

- (a) 施設で放射性廃棄物が発生するプロセスの説明
- (b) 放射性廃棄物ストリーム並びにそれらを回避及び最小化するための取り組みの説明
- (c) 廃棄物が安全に管理されるために必要な限度及び条件
- (d) 廃棄物分類及び予期される施設の廃棄物発生量並びにインベントリの包括的なリスト
- (e) 施設固有の廃棄物管理原則及び目的の定義
- (f) 廃棄物管理オプション及び関連する段階の特定、並びに廃棄物管理段階間の相互依存の特定
- (g) 廃止措置を含めた施設の供用期間を通しての廃棄物管理プログラム並びに放射性廃棄物の考え得る長期貯蔵を実施するための資金調達の特定
- (h) 上記の(a)から(g)の要素及び国際的な良好事例に基づく適切な管理オプションの選択の正当化
- (i) 施設固有の廃棄物管理プログラムが放射性廃棄物管理のための国の政策及び戦略と適合することの立証
- (j) 必要ならば、セーフティケースは廃棄物管理プログラムによってどのように影響されるのか、例えば、建屋が当初設計されたよりも長い期間にわたり廃棄物を貯蔵する決定がどのようにセーフティケースに影響を及ぼし得るか、の立証

II.2. 廃棄物管理プログラムは、以下の準備を含むべきである。

- (a) 適切な技術を用いることによって、放射能及び量のいずれの点からも、放射性廃棄物の発生を実行可能な最低限に保つこと
- (b) 物質の考え得る再使用及びリサイクル
- (c) クリアランス、貯蔵及び処分利用可能なオプションを考慮に入れた、廃棄物の適切な分類、分別、及び放射性廃棄物ストリームそれぞれに対応する正確なインベントリの維持
- (d) 放射性廃棄物の収集、特性評価及び安全な貯蔵
- (e) 発生すると予想される放射性廃棄物に対する適切な貯蔵容量（条件付き及び無条件）並びに、追加の予備貯蔵容量

- (f) 放射性廃棄物が、予想される貯蔵期間内の任意の時間において取り出し得ることを確実にすること
- (g) 保存された放射性廃棄物の回収のための技術及び適した手順
- (h) 廃棄物受け入規準を順守し、安全な貯蔵及び処分を確実にするための、放射性廃棄物の処理
- (i) 放射性廃棄物の安全な取扱い及び輸送
- (j) 環境への流出物の排出の適切な管理
- (k) 規制の順守を立証するための、線源（流出物の排出）及び環境のモニタリング
- (l) 安全かつ信頼できる操業を確実にするための、廃棄物の処理及び貯蔵のための施設及び機器の保守
- (m) 貯蔵場所における放射性廃棄物の閉じ込め状態のモニタリング
- (n) 特に、貯蔵が長期にわたって継続される場合の、検査及び定期解析による、放射性廃棄物の特性の変化のモニタリング
- (o) 必要に応じて、放射性廃棄物の既存の処理方法を改善するため、又は新たな方法及び技術を開発するための研究開発活動を開始すること
- (p) 施設での操業経験及び事象の系統的な評価の実施、記録及び報告
- (q) モニタリングの結果及び操業経験のフィードバックに基づく是正措置の採用及び実施
- (r) 緊急時の準備及び対応
- (s) プログラムの開発に関連する主要なリスク及び不確実性の扱い、及びプログラムの実施に対するそれらの影響の評価⁸

⁸ 緊急時準備及び対応は廃棄物管理プログラムに属すると明確に言及されているが、このような取り決めは施設全体に対応する総合的な緊急時の取り決めの一部可能性がある。この場合、廃棄物管理プログラムは総合的な緊急時取り決めに参照するものとすべきである。

付属書III 放射性廃棄物処分前管理施設の供用期間に関する主要な計画立案活動の例

設計段階の活動

III.1. 以下の活動は、放射性物質の管理に関わる作業を実行する決定がなされた時に、設計組織又は事業組織によって実施されるべきである。

- (a) 国の戦略的な廃棄物戦略に関して国の要望を規定するための政府の政策のレビュー
- (b) 施設の廃止措置は住民にも影響を及ぼすという認識をもって、安全及び放射性廃棄物管理の側面、すなわち人口密集地からの距離、施設から廃棄物処理又は処分施設までの輸送経路の利用可能性を考慮に入れた、施設の場所の決定
- (c) 廃棄物管理プログラム及び戦略の規定
- (d) 廃棄物管理インベントリの作成又は更新
- (e) 放射性廃棄物の管理における段階の規定
- (f) 潜在的な二次廃棄物を含めるための廃棄物管理インベントリの更なる策定
- (g) 初期の廃棄物処分規準、以降の配置規準及び貯蔵規準の規定
- (h) 上流及び下流の廃棄物管理施設の関係の規定
- (i) 最適な廃棄物管理戦略を確実にするための廃棄物管理ヒエラルキーの適用
- (j) 施設の設計及び記録管理に対する追加的要件の構築
- (k) 最適な廃棄物管理を達成するために満たされる必要がある知識のギャップを決定するための研究開発要件の設定
- (l) 情報のデータベースを拡大し、情報に対する将来の要件を策定し及び監査可能な意思決定の証跡を確立するための、概念化、開発、詳細設計及び設計のサブ段階の構築を通じた全ての活動の繰り返し

操業段階の活動

III.2. 以下の機能は、放射性物質が廃棄物管理施設に持ち込まれる場合に事業組織によって実行されるべきである。

- (a) 操業上のニーズ及び経験が、国の要望及び総合的な廃棄物戦略並びに国の戦略的な廃棄物戦略によりどのように影響を受けるかを規定するための、政府の政策のレビュー
- (b) 操業データを含む廃棄物管理インベントリの作成又は更新
- (c) 通常発生する全ての廃棄物及び通常発生する以外のものの記録及び登録
- (d) 放射性廃棄物の管理の各段階における放射性廃棄物の挙動の把握及びモニタリング
- (e) 特定される全ての廃棄物を取り込むための廃棄物管理インベントリの更なる策定
- (f) 廃棄物処分規準、以降の配置規準及び貯蔵規準の更なる策定
- (g) 施設からの情報の進展に応じた最適な廃棄物管理を発展させるための廃棄物戦略の改善及び詳細の追加並びに廃棄物管理ヒエラルキーの適用
- (h) 施設の操業及び記録管理に対する追加的要件の構築
- (i) 最適な廃棄物管理を達成するために満たす必要がある知識のギャップに可能な限り対応するための、操業段階で変更された施設の設計の策定
- (j) 規制機関及び政府とのコミュニケーション
- (k) 情報のデータベースを拡大し、情報に対する将来の要件を策定し及び監査可能な意思決定の証跡の確立のための、試操業、操業及び操業停止の段階を通した全ての活動の繰り返し

廃止措置段階の活動

III.3. 以下の機能が、全ての放射性物質が廃棄物管理施設から除去された場合に事業組織によって実行されるべきである。

- (a) 国の要望と国の戦略的な廃棄物戦略を規定するための政府の政策のレビュー
- (b) モニタリングのような技術による廃棄物管理インベントリの作成又は更新
- (c) 施設内に残る廃棄物の範囲及び状態を確定するための廃棄物管理インベントリの利用
- (d) 最適な廃棄物の最少化をもたらす適切な方法及び機器の選択による、放射性廃棄物の管理の段階における放射性廃棄物の挙動の把握及びモニタリング
- (e) 特定される全ての廃棄物を含めるための廃棄物管理インベントリの更なる策定
- (f) 廃棄物処分規準、以降の配置規準及び貯蔵規準の更なる策定

- (g) 施設からの情報の進展に応じた最適な廃棄物管理を発展させるための廃棄物戦略の改善及び詳細の追加並びに廃棄物管理ヒエラルキーの適用
- (h) 廃止措置プロセス及び記録管理に対する追加要件の構築
- (i) 規制機関及び政府とのコミュニケーション
- (j) 情報のデータベースを拡大し、情報のための将来の要件を策定し及び監査可能な意思決定の証跡の確立のための、廃止措置及び中間貯蔵の段階を通じた全ての活動の繰り返し

付属書 IV 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に関連する危険の例

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
ウラン転換（天然）： ・溶解後の不溶性固体の 処理 ・溶媒洗浄からの放流物 の管理 ・気体状フッ化物のスク ラブ ・微粒子スクラブ ・微粒子ろ過 ・液体スクラバー放流物 の管理	・不溶性ウラン酸化物濃 縮物	・ウラン濃度及び自然起 源の放射性物質の濃度 ・ウラン化合物の特性 ・不純物（例：バナジウ ム、クロム）	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被 ばく	・重金属毒性

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
<ul style="list-style-type: none"> 収集、減容及びパッケージングを含む固体廃棄物の一般的な管理 	<ul style="list-style-type: none"> 余剰ウラン／フッ化物灰 	<ul style="list-style-type: none"> 短寿命子孫核種の濃度（トリウム、プロトアクチニウム） ウラン濃度 ウラン化合物の特性 フッ素含有量 微粒子サイズ及び分散性 温度及び熱容量 	<ul style="list-style-type: none"> アルファ線放出物質 内部及び／又は外部被ばく 短寿命核種の濃集による追加的なベータ線量率 	<ul style="list-style-type: none"> 火災 フッ化物毒性（急性及び／又は慢性影響を伴う） 重金属毒性 熱傷
	<ul style="list-style-type: none"> 試験溶液を含む水酸化カリウム溶液 	<ul style="list-style-type: none"> ウラン及びフッ化物並びにアルカリを含む溶液 低ウラン濃度 	<ul style="list-style-type: none"> 環境へのウランの影響 	<ul style="list-style-type: none"> アルカリ及びフッ化物の取扱い 環境への化学影響 作業員への化学影響

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験溶液を含む溶媒洗浄からの炭酸塩と水酸化物溶液 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 溶媒による汚染 ・ コロイド生成の可能性 ・ ウラン化合物特性 ・ 不純物（例：バナジウム、クロム） ・ 種々濃度の試薬、ウラン及び崩壊生成物 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境へのウラン及び崩壊生成物の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アルカリ及びフッ化物の取扱い ・ 環境への化学影響 ・ 環境への溶媒の影響 ・ 作業員への化学影響
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個人用保護具及び他の圧縮性固体 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 様々なレベルの表面汚染物質 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重金属毒性
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汚染フィルター 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン ・ ウラン化合物の特性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重金属毒性

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・ 非鉄及び鉄金属から生成された成分	・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン ・ ウラン化合物特性	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性 ・ 環境影響
	・ 有機又はプラスチックから生成された成分 (例：ポリテトラフルオロエチレン (PTFE))	・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン ・ ウラン化合物の特性 ・ 有機物の不純物	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 火災 ・ 重金属毒性 ・ フッ化水素 ・ フッ素
	・ 汚染電解質	・ ウラン ・ ウラン化合物特性 ・ 固体及び液体中のフッ化水素及び／又はフッ化カリウムの電解質 ・ 気体状フッ化水素 ・ フッ素 ・ 水素	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 火災及び爆発 ・ 重金属毒性 ・ フッ化水素 ・ フッ素 ・ フッ化物毒性（急性及び／又は慢性影響を伴う） ・ 重金属毒性 ・ 化学熱傷

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・非圧縮性固体（例：建築がれき）	・様々なレベルの放射能	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく	・重金属毒性
	・有機液体（例：ケロシン、リン酸トリブチル）	・様々なレベルの放射能 ・ウラン ・ウラン化合物特性 ・有機物特性	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく ・環境影響	・火災 ・重金属毒性 ・環境影響
	・気体及びエアロゾル	・様々なレベルの放射能（例：ウラン、ウラン崩壊生成物及びそれらの化合物） ・様々なレベルの化学組成（例：UF ₆ 、UO ₂ F ₂ 、HF、F ₂ 、NH ₃ ）	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく ・環境影響	・重金属毒性 ・環境影響

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
ウラン転換 (照射済み) : ・天然ウランの転換と同じプロセス ・照射済み原料からの追加の考察	・原料、製品、及び廃棄物	・核分裂生成物（例：ウラン232及びプルトニウム同位体）の濃度 ・処理中における娘核種の量の増加 ・放射能濃度レベルの上昇	・アルファ線放出物質 ・線量率の増加	

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
ウラン濃縮 (遠心分離) : ・微粒子ろ過 ・シリンダーの除染 ・シリンダー廃棄物の減容 ・収集、減容及びパッケージングを含む固体廃棄物の一般的な管理 ・液体廃棄物の一般的な管理 (例えば冷却水、復水処分) ・冷却剤及びグリコールの処分	・処分の前に長期管理を要するものを含む、使用済シリンダー ・使用済シリンダー洗浄液	・ウラン及びウラン崩壊生成物のビルドアップと不純物からの、様々なレベルの放射能 ・残存洗浄液の存在の可能性 ・質量及び構成の双方で不明な内容物となる可能性 ・水素 ・フッ化水素	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく ・臨界 ・環境影響	・重金属毒性 ・腐食性化学薬品 ・爆発 ・過圧 ・環境影響
		・ウラン及びウラン崩壊生成物のビルドアップと不純物からの、様々なレベルの放射能 ・潜在的に未知な様々な化学物質 ・フッ化水素酸含有量	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく ・臨界 ・環境影響	・重金属毒性 ・腐食性化学薬品 ・フッ化水素酸 ・爆発 ・過圧 ・環境影響

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・ 冷却水及び復水	・ ウラン汚染の可能性	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性 ・ 環境影響
	・ 鉄及び非鉄金属	・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性 ・ 環境影響
	・ 個人用防護具及び他の 圧縮性固体	・ 表面汚染の様々なレベルの物質	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性 ・ 環境影響
	・ 気体及びエアロゾル	・ 様々なレベルの放射能 ・ 様々な化学組成（例： UF ₆ 、UO ₂ F ₂ 、HF）	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性 ・ フッ化水素酸 ・ 環境影響
	・ 処理フィルター	・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・ 微粒子フィルター	・ 様々なレベルの放射能 ・ ウラン	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性
	・ 非圧縮性固体（例：建築がれき）	・ 様々なレベルの放射能濃度	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性
ウラン燃料の加工： ・ 溶解及び溶媒抽出 ・ 液体放流物の処理及び環境への排出	・ 液体排出物	・ ウラン化合物の濃度 ・ 可溶性化合物であるUF ₆ としてのウランの特性 ・ 不溶性化合物であるUO ₂ としてのウランの特性	・ 臨界 ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく ・ 環境影響	・ 水素 ・ フッ化水素酸 ・ 高温プロセス ・ 重金属としてのウランの濃度 ・ ウラン金属の自然発火特性

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
MOX燃料の加工：				
<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の中間貯蔵 ・ 廃棄物の収集及び集中廃棄物管理区域への輸送 ・ 中間及び長期貯蔵 ・ 気体放流物の濾過及び排出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 固体廃棄物：プルトニウムで汚染されている廃棄物、床をはいた塵、除染から発生する廃棄物及び残渣 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ウラン及び超ウラン元素の濃度（例：娘核種アメリシウムの増加） ・ ウラン及び超ウラン元素の不溶性化合物の特性 ・ プルトニウムのダスト及び汚染 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 臨界 ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく ・ 環境影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プルトニウムの放射線分解特性（可燃性ガスの発生及び物質の分解） ・ 発熱（質量数が偶数のプルトニウム同位体とアメリシウムからの） ・ プルトニウムの物理特性（硬さ及び研磨剤として作用する能力） ・ 高温プロセス

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
使用済燃料の再処理： ・ 処理残渣の収集、分別及び管理 ・ 廃棄物の処理及びコンディショニング ・ 高レベル液体廃棄物のガラス固化 ・ プロセススラッジ及びその他の物質のアスファルト固化 ・ ハル及び端栓のセメント固化又は圧縮	・ セメント固化又は減容されたハル及び端栓 ・ マグネシウム及び黒鉛含有廃棄物 ・ ガラス固化された分離済み核分裂生成物及びマイナーアクチニド	・ ウラン及び超ウラン元素の残留濃度 ・ ウラン及び超ウラン元素の不溶性化合物の特性 ・ 核分裂生成物及びマイナーアクチニドの濃度 ・ 化学剤及び反応生成物（水素及び窒素酸化物を含む） ・ 反応性材料 ・ 高い放射能濃度 ・ 発熱	・ 線量率の増加 ・ 処理中における娘放射性核種の量の増加 ・ 放射能濃度レベルの上昇 ・ 臨界（特に放流物の沈殿プロセスと溶媒洗浄の際） ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく ・ C-14の濃度 ・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 爆発的反応の可能性 ・ 放流物及び気体状排出物を発生させる化学プロセス ・ 高温プロセス ・ 化学的に反応性の金属（例、ジルコニウム） ・ 黒鉛ダストによる火災又は爆発のリスク

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・汚染された設備及び技術プロセスからの廃棄物	・表面汚染	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく	
	・アスファルト固化プロセスのスラッジ	・放射線分解の潜在的可能性	・直接的な放射性の危険性は無い	・水素（爆発又は爆燃のリスク） ・アスファルト固化プロセス又は生成物からの火災／爆発のリスク
	・個人保護具及びその他の圧縮減容性固体	・様々なレベルの表面汚染物質	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく	・重金属毒性
	・気体及びエアロゾル	・様々なレベルの放射能 ・使用されるプロセスに依存する様々な化学組成	・アルファ線放出物質 ・内部及び／又は外部被ばく ・環境影響	・重金属毒性 ・環境影響

表 1. 核燃料サイクル施設での廃棄物管理活動に伴う危険（続き）

廃棄物管理活動	廃棄物中の物質	特性	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・ 処理フィルター	・ 様々なレベルの放射能	・ アルファ線放出物質 ・ 内部及び／又は外部被ばく	・ 重金属毒性

付属書 V 集中廃棄物管理施設に関連する危険の例

表 2. 集中廃棄物管理施設に関連する危険

施設の記述	活動	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
医療用アイソトープ処理施設からのドラム缶形態の圧縮性固体廃棄物を受け入れる、及び処分のための廃棄体を製造する集中施設；受け入れる廃棄物は、低放射能、アルファ線放出廃棄物である。	・ 廃棄物の受入れ及びサンプリングを含む廃棄物受入規準の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染又は放出経由） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 反応性及び／又は毒性危険性 ・ 刃物の取扱いを含む産業危険性 ・ 廃棄物構成物又はそれらの間の化学反応性 ・ 壊れやすい材料
	・ 受入れたドラム缶の圧縮	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染又は放出経由） ・ オイルを含む放射性液体の放出 ・ 放射性ダストの放出 ・ 放射性気体の放出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液体の発生 ・ ダストの発生 ・ 化学反応 ・ 圧力破裂 ・ 爆発 ・ 刃物の取扱いを含む産業危険性
	・ パックの輸送、分類及び収集並びに乾燥	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染又は放出経由） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 刃物の取扱いを含む産業危険性 ・ 化学及び／又は毒性危険性

表 2. 集中廃棄物管理施設に関連する危険（続き）

施設の記述	活動	危険性 (放射線学的)	危険性 (非放射線学的)
	・ 廃棄物容器中へのパックの配置	・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染又は放出経由）	・ 刃物の取扱いを含む産業危険性 ・ 化学及び／又は毒性危険性
	・ 廃棄体を製造するためにグラウト固化された廃棄物容器	・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染又は放出経由）	・ 産業危険性 ・ 化学危険性（例：グラウトからの）
	・ 廃棄体のクリーニング、サーベイランス及びモニタリング及び中間貯蔵場所への輸送	・ 外部被ばく ・ 内部被ばく（汚染経由）	・ 産業危険性

付属書VI 核燃料サイクル施設での廃棄物管理の安全考慮事項

VI.1. 以下は、典型的な核燃料サイクル施設での廃棄物管理に関連した、又は影響し得る危険のリストである。必要に応じ、放射性廃棄物管理のために特定の考慮を必要とするある特性については強調している。このリストは網羅的なものではない。むしろ、検討対象の具体的な施設に対して、本安全指針の付属書IVと付属書Vの表1と表2に相当するものを作成するための指標を安全評価の担当者に与えるものである。

天然ウランの転換に関連する危険性

- 廃棄物中の放射性物質としてのウラン化合物及びウラン崩壊生成物の濃度
- 廃棄物中の重金属としてのウランの濃度
- ウラン化合物の特性（例えば、溶解度）
- クロム及びバナジウムのような重金属を含む廃棄物ストリーム中の汚染物の濃度
- 腐食性物質（例えば、フッ化水素、硫酸）
- 毒性物質（例えば、アンモニア）
- フッ素や水素を含む、化学物質（reagent）による火災のリスク
- 一放流物や気体排出物を発生させる化学プロセス

照射済ウランの転換に関連する危険性

- 天然ウランの転換と同じ危険性
- 核分裂生成物（例えば、ウラン232、プルトニウム同位体）の濃度
- 高い線量率
- 処理中の娘放射性核種の量の増加
- 高い放射能濃度レベル

ウラン濃縮施設に関連する危険性

- 廃棄物中の放射性物質としてのウラン化合物の濃度
- 廃棄物中の重金属としてのウランの濃度
- 可溶性化合物の UF_6 としてのウランの特性
- 反応生成物としてのフッ化水素の存在
- 腐食性フッ化物としての劣化ウランの発生及び蓄積
- 沈殿などの技術及び化学反応に付随する臨界
- プロセス機器の故障（濃縮段が汚染された金属廃棄物であり、濃縮段の交換頻度が最適化されていない場合に起こる場合がある）

ウラン燃料の加工施設に関連する危険性

- 廃棄物中の放射性物質としてのウラン化合物の濃度
- 廃棄物中の重金属としてのウランの濃度
- 可溶性化合物の UF_6 としてのウランの特性
- 不溶性化合物の UO_2 としてのウランの特性
- 金属ウランの自然発火性
- 臨界
- 水素
- フッ化水素酸
- 高温プロセス
- 厳しい製造許容差の維持（事業組織上の検査要件又は予期せぬ廃棄物ストリームを発生させる燃料製造の失敗による）

MOX燃料加工施設に関連する危険性

- 廃棄物中の放射性物質としてのウラン及び超ウラン元素の濃度（例えば、娘核種アメリシウムが増加）
- ウラン及び超ウラン元素の不溶性化合物の特性
- プルトニウムの物理的性質（硬度及び研磨媒体としての作用）
- プルトニウムの放射線分解性（自己加熱）
- プルトニウムダスト及び汚染
- 臨界
- 水素
- 高温プロセス
- 厳しい製造許容差の維持（事業組織上の検査要件及び予期せぬ廃棄物ストリームを発生させる燃料製造の失敗による）

再処理施設に関連する危険性

- 使用済燃料の放射線学的特性（燃焼度及び冷却、ハンドリング機器への影響など）
- 使用済燃料の物理的性質（脆弱性）
- 廃棄物中の放射性物質としてのウラン及び超ウラン元素の濃度
- ウラン及び超ウラン元素の不溶性化合物の特性
- 核分裂生成物及び核反応生成物の濃度
- 高い線量率
- 処理中の娘放射性核種の量の増加
- 高い放射能濃度レベル
- 臨界（特に、放流物の沈殿過程及び洗浄溶媒中において）
- 化学試薬及び反応生成物（水素、窒素酸化物、及び有機物を含む）
- 高温プロセス
- 化学反応性の強い金属（ジルコニウム等）
- 放流物や気体排出物を発生させる化学プロセス
- オフガス系统中的爆発性ガス混合物を生じる化学プロセス

集中廃棄物管理施設に関連する危険性

液体廃棄物の処理に関連する危険性

- 汚染物質の存在
- 液体ストリーム中の溶解汚染物及び微粒子の存在
- 核分裂性物質を含む放射性物質の沈殿を生じる物理的濃集
- 核分裂性物質を含む放射性物質の沈殿を生じる化学反応
- 臨界
- 化学試薬（非放射線学的危険性及び環境への影響）
- 排出の環境への影響
- 二次放射性廃棄物の発生（例えば、高い外部線量率のレベルを生じさせる使用済放射性イオン交換媒体の蓄積）

気体廃棄物の処理に関連する危険性

- 汚染物の存在
- 気体放流物ストリーム中の微粒子及びエアロゾルの存在（気体放流物ライン内の凝縮又は沈着による）
- 放出及び排出の環境への影響
- 二次廃棄物の発生（例えば、高い外部線量率レベルを生じさせる使用済HEPAフィルターの蓄積、又は液体廃棄物の発生など）
- 吸着媒体における短寿命同位体の蓄積（例えば、活性炭カラムによるヨウ素131の吸着）

蒸発・焼却処理に関連する危険性

- 以下を生じさせる廃棄物中の核分裂性物質を含む放射性物質の濃度
 - 線量率の上昇
 - 臨界
 - 廃棄物を処分する能力に関わる課題
- 高温
- 火災
- 化学試薬
- 汚染物又は予期せぬ生成した廃棄物（例えば、水性廃棄物ストリーム中の溶剤）の化学反応

- 汚染物の存在
- 気体放流物ストリーム中の微粒子及びエアロゾルの存在（気体放流物ライン内の凝縮又は沈着による）
- 放出又は排出の環境への影響
- 二次廃棄物の発生（例えば、高い外部線量率レベルを生じさせる使用済HEPAフィルター、蓄積又は液体廃棄物の発生等）

ガラス固化に関連する危険性

- 以下を生じさせる廃棄物中の核分裂性物質を含む放射性物質の濃度
 - 線量率の上昇
 - 臨界
 - 廃棄物を処分する能力に関わる課題
- 高温
- 腐食性の液体及び蒸気（例えば、硝酸、窒素酸化物）
- 汚染物又は予期せぬ生成した廃棄物（例えば、水性廃棄物ストリーム中の溶剤）の化学反応
- 汚染物の存在
- 気体放流物ストリーム中の微粒子及びエアロゾルの存在（気体放流物ライン内の凝縮又は沈着による）
- 放出及び排出の環境への影響
- 有意な放射能レベルを有する二次廃棄物の発生（例えば、高い外部線量率レベルを生じる使用済HEPAフィルター、液体廃棄物及び汚染度合いの高いプロセス機器の蓄積）
- 熔融ガラスによる腐食作用（高度に汚染された使用済み物質の発生を生じさせる）

付属書VII 放射性固体廃棄物の管理のフロー図

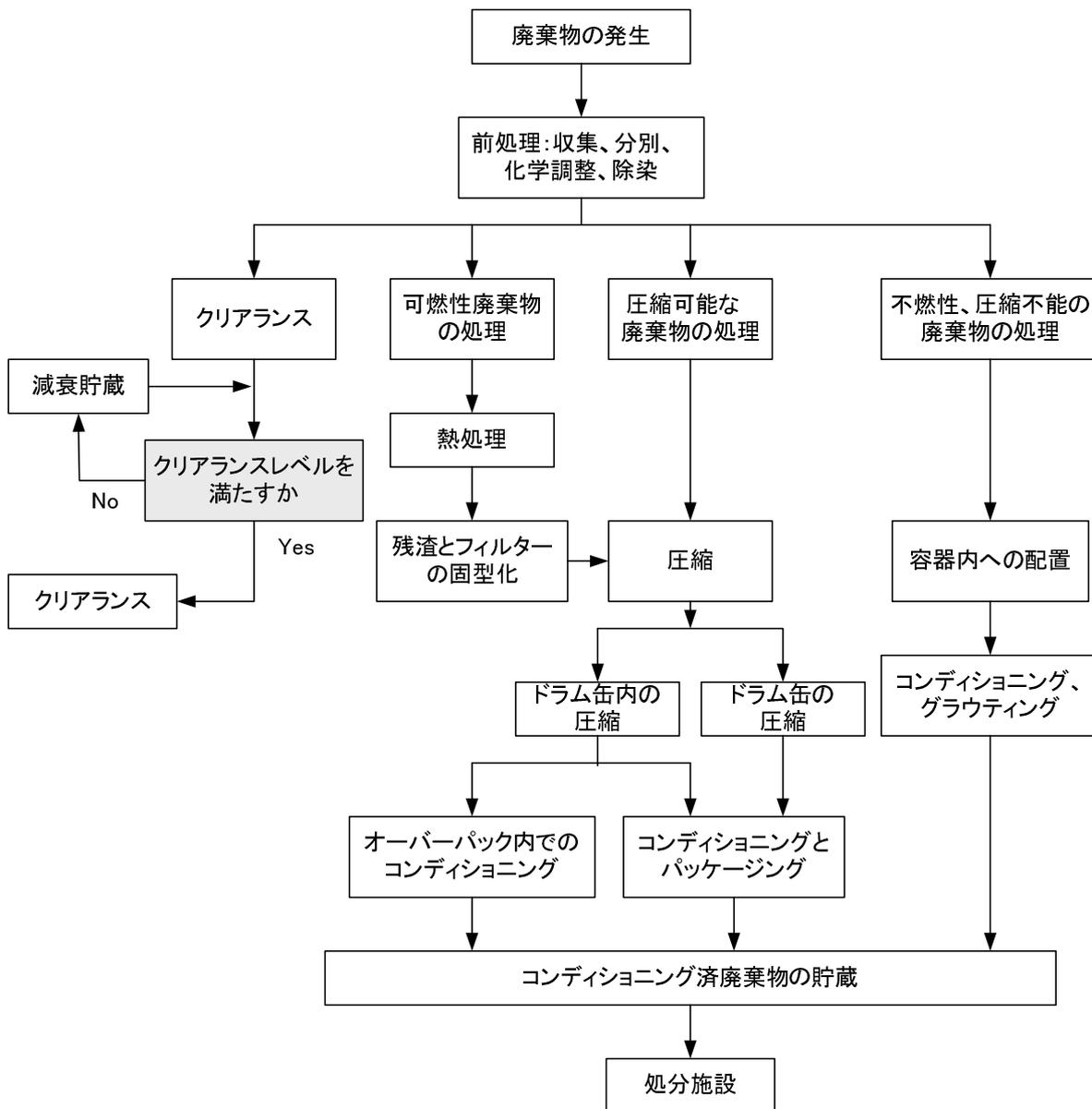


図1 放射性固体廃棄物の管理のフロー図

参考文献

- [1] EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna (2006).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [3] EUROPEAN COMMISSION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, IAEA, Vienna (2009).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-5 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2014). (A revision of this publication is in preparation.)
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Leadership and Management for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 2, IAEA, Vienna (2016).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSG-40, IAEA, Vienna (2016).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-6.1, IAEA, Vienna (2006).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Spent Nuclear Fuel, IAEA Safety Standards Series No. SSG-15, IAEA, Vienna (2012).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012 Edition, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6, IAEA, Vienna (2012).

- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Objective and Essential Elements of a State's Nuclear Security Regime, IAEA Nuclear Security Series No. 20, IAEA, Vienna (2013).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/ Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Radioactive Material and Associated Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 14, IAEA, Vienna (2011).
- [16] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [17] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 81, Pergamon Press, Oxford and New York (1998).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.7, IAEA, Vienna (2004).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000). (A revision of this publication is in preparation.)
- [20] Convention on Nuclear Safety, INFCIRC/449, IAEA, Vienna (1994). [21] Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA/CODEOC/2004, IAEA, Vienna (2004).
- [22] Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident, INFCIRC/335, IAEA, Vienna (1986).
- [23] Convention on Early Notification of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, INFCIRC/336, IAEA, Vienna (1986).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Facilities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 6, IAEA, Vienna (2014).
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Inspection of Nuclear Facilities and Enforcement by the Regulatory Body, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-1.3, IAEA, Vienna (2002).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Documentation for Use in Regulating Nuclear Facilities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-1.4, IAEA, Vienna (2002).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Criticality Safety in the Handling of Fissile Material, IAEA Safety Standards Series No. SSG-27, IAEA, Vienna (2014).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.4, IAEA, Vienna (2001). (A revision of this publication is in preparation.)
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.3, IAEA, Vienna (2008). (A revision of this publication is in preparation.)

- [30] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, INTERPOL, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, PREPARATORY COMMISSION FOR THE COMPREHENSIVE NUCLEAR TEST-BAN TREATY ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7, IAEA, Vienna (2015).
- [31] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1, IAEA, Vienna (2007).
- [32] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, IAEA, Vienna (2011).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, IAEA, Vienna (2006).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-5, IAEA, Vienna (2010).
- [36] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-6, IAEA, Vienna (2010).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-7, IAEA, Vienna (2010).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).

- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition), IAEA Safety Standards Series No. SSG-26, IAEA, Vienna (2014).
- [40] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1527, IAEA, Vienna (2006).
- [41] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Innovative Waste Treatment and Conditioning Technologies at Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1504, IAEA, Vienna (2006).
- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, New Developments and Improvements in Processing of 'Problematic' Radioactive Waste, IAEA-TECDOC- 1579, IAEA, Vienna (2007).
- [43] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Waste Inventory Record Keeping Systems (WIRKS) for the Management and Disposal of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1222, IAEA, Vienna (2001).
- [44] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [45] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-9, IAEA, Vienna (2010).
- [46] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-18, IAEA, Vienna (2011).
- [47] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-21, IAEA, Vienna (2012).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-35, IAEA, Vienna (2015).
- [49] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Construction for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-38, IAEA, Vienna (2015).