
IAEA 安全基準

放射性廃棄物処分の セーフティケースと安全評価

個別安全指針

No. SSG-23

国際原子力機関

2025 年 9 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、**The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste ©, 2012** 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定版を公開する。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、「健康を防護するとともに生命及び財産に対する危険を最小化するための安全基準を…確立若しくは採択する」権限を IAEA に授与しており、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ず、各国は原子力及び放射線の安全に関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、国連の所管機関及び関係専門機関との協議の上で行っている。定期的なレビューを受ける一連の包括的な高品質基準は、安定的で持続可能なグローバルな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 の支援もまた然りである。

IAEA は、その安全基準プログラムを 1958 年に開始した。品質、合目的性、そして継続的な改善に重点が置かれたことは、IAEA 基準が世界中で広く用いられることにつながっている。安全基準シリーズには現在、高いレベルの防護及び安全を構成する際の土台となる国際的なコンセンサスを表す一つに統合された基本安全原則が含まれている。安全基準委員会の強力な支援を受けて、IAEA はその基準の世界的な受入れ及び利用を促進することに取り組んでいる。

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 の安全サービスは、設計、立地及び工学上の安全、運転（操業）上の安全、放射線安全、放射性物質の安全輸送及び放射性廃棄物の安全管理並びに政府組織、規制上の事項、そして組織における安全文化を包含している。これらの安全サービスは、基準の適用において加盟国を支援するとともに、貴重な経験及び見識が共有されることを可能にするものである。

安全規制は国の責任であり、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。様々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有効な履行を確保する、整合性があり信頼できる手段を提供するものである。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原子力利用の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。

現在も将来も—安全はそれ自体が目的なのではなく、全ての国における人と環境の防護という目的のための必要条件である。電離放射線と関わるリスクは、公平で持続可能な発展に対する原子力の寄与を過度に制限することなしに評価し管理しなければならない。政府、規制機関及び事業者はどの国であっても、核物質及び放射線源が有益に、安全に、そして倫理的に利用されることを確保しなければならない。IAEA 安全基準はこれを促進することが意図されたものであり、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。

事務局による注釈

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ための高いレベルの安全を構成する際の土台となる国際的なコンセンサスを反映している。IAEA 基準を作成し、レビューし、確立するプロセスには、IAEA 事務局及びあらゆる加盟国が関与しており、多数の加盟国から4つのIAEA 分野別安全基準委員会及びIAEA 安全基準委員会に代表が出ている。

IAEA 基準は、世界的な安全体制の重要な要素として、事務局、分野別安全基準委員会及び安全基準委員会による定期的なレビューを受け続けている。事務局は、IAEA 基準の適用における経験に関する情報並びに、これらの基準が引き続きユーザーのニーズを満たしていることを確保する目的のために事象のフォローアップから得られた情報を収集している。本出版物は2010年までに蓄積されたフィードバック及び経験を反映しており、基準に対する厳格なレビュープロセスを経たものである。

2011年3月11日の日本における大地震と津波の後の福島第一原子力発電所での事故を調査することから学べることがある教訓は、IAEA 安全基準が今後改定され発行されるときに反映されることになる。

IAEA 安全基準

背景

放射能は自然現象であり、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、多くの有益な用途がある。これらの利用から生じ得る作業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^{訳注)}管理しなければならぬ。

したがって、放射線の医療利用、原子力施設の運転、放射性物質の生産、輸送及び利用や放射性廃棄物の管理などの活動には安全基準を適用しなければならない。

安全を規制することは各国の責任である。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、経験を共有することによって、また、危険性を管理する、事故を防止する、緊急事態に対応する、そして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、グローバルな安全体制を促進し強化することに役立つ。

各国には注意及び配慮の義務があり、国内の、また国際的な義務を遂行することが求められる。

国際安全基準は、環境の防護に関するものなど、国際法の一般原則に基づくその義務の遂行において各国に支援を提供するものである。国際安全基準はまた、安全に対する信頼を促進し保証するとともに、国際商業や貿易も容易にする。

グローバルな原子力安全体制は実施されており、常に改善されている。拘束力のある国際的な協定及び国内安全基盤の実施を支える IAEA 安全基準は、このグローバル体制の基礎である。IAEA 安全基準は、これらの国際条約に基づく遂行を締約国が評価するための有用な手段となる。

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、国連の所管機関及び関係専門機関と協議並びに適切な場合には協力して、健康を防護するとともに生命及び財産に対する危険を最小化するための安全基準を策定又は採用し、それらの適用を規定する

訳注) 本指針の原文では、control と management が使われており、いずれも「管理」の訳が適切であるため、区別のため、前者は斜体文字で表した。

権限を IAEA に付与している。

電離放射線の有害な影響からの人と環境の防護を保証するために、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し、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源に対する管理の喪失につながるかもしれない事象の可能性を限定し、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、要件及び措置を定めている。これらの基準は、原子力施設、放射線及び放射性線源の利用、放射性物質の輸送や放射性廃棄物の管理など、放射線リスクを生じさせる施設と活動に適用されている。

安全対策とセキュリティ対策¹はともに、人の生命及び健康並びに環境の防護を目的としている。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、及び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に計画し実施しなければならない。

IAEA 安全基準は、人と環境を電離放射線の有害な影響から防護するうえで高い安全レベルを形成するもの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、3 つの 카테고리を有する IAEA 安全基準シリーズとして発行されている（図 1 を参照）。

安全原則

安全原則は、基本的な安全目的及び防護と安全の原則を示したものであり、安全要件の基礎となっている。

安全要件

統合されたかつ一貫した一連の安全要件は、現在と将来の両方において人と環境の防護を保証するために満たされなければならない要件を定めたものである。これらの要件は、安全原則の目的及び原則によって決定されている。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の措置を講じなければならない。これらの要件の形式及び文体は、国内の規制枠組みを調和された方法で確立するために要件を利用することを容易にしている。安全要件は、満たされるべき付随条件の記述とともに「しなければならない (shall)」文を用いている。特定の当事者に向けられていない要件は多くあり、これは、適切な当事者がそれらの要件を充足する責任を負うことを含意する。

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。

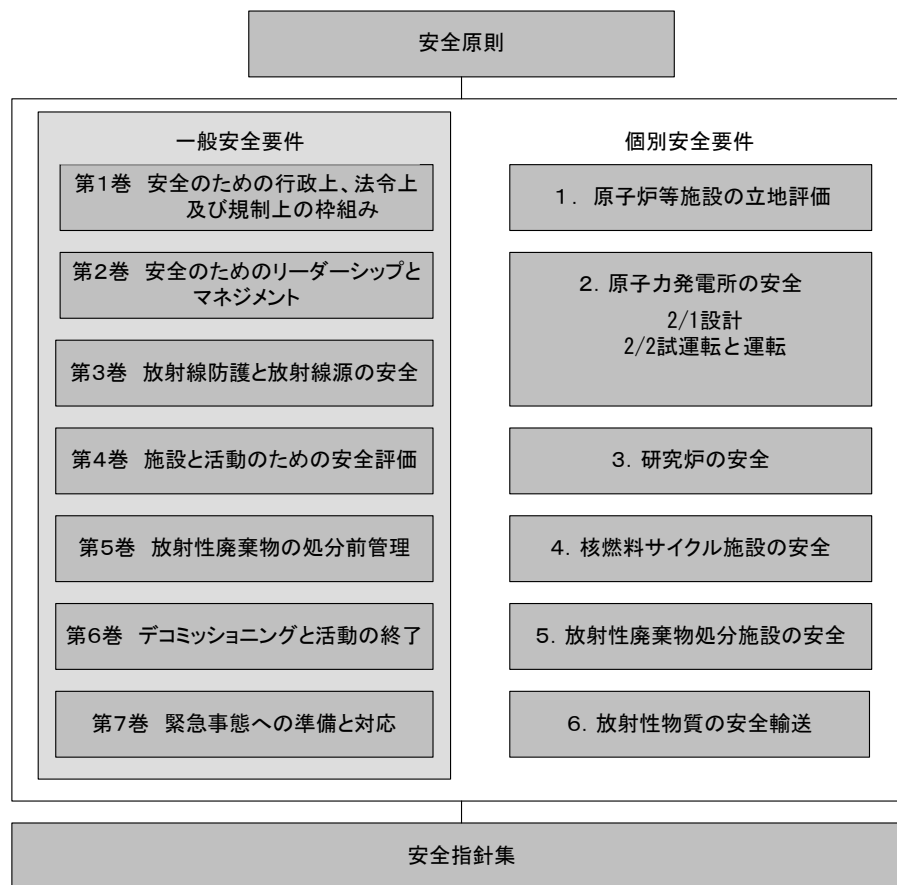


図1 IAEA 安全基準シリーズの長期構造

安全指針

安全指針は、安全要件に従う方法に関する勧告及びガイダンスを提供するものであり、勧告された措置（又は同等の代替措置）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、高い安全レベルの達成に取り組むユーザーを助け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勧告は、「すべきである（should）」文として表現されている。

IAEA 安全基準の適用

IAEA 加盟国における安全基準の主たるユーザーは、規制機関及び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—既存のものと新規のもの—の供用期間全体を通して、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文献として各国によって利用され得る。

IAEA 憲章によって、安全基準は、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拘束するものとなっている。

IAEA 安全基準は、IAEA の安全レビューサービスの基礎にもなっており、また、教育カリキュラム及び訓練コースの開発など、能力構築を支援するために IAEA によって利用されている。

国際条約には IAEA 安全基準に含まれるものと同様の要件が含まれており、条約によってこれらの要件は締約国を拘束するものとなっている。国際条約、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、人と環境を防護するための一貫した基礎を確立するものである。安全には、国レベルで評価することが必要な特別な側面も幾つかあることになる。例えば、IAEA 安全基準の多く、特に計画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これらの要件は、以前の基準にしたがって建設された一部の既存施設においては完全には満たされないかもしれない。そのような施設に IAEA 安全基準をどのように適用すべきかは、それぞれの国の決定に委ねられる。

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客観的な基礎となる；しかし、意思決定者は、情報に基づく判断も行わなければならない、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の最適なバランスを取る方法を決定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レビューには、IAEA 事務局及び 5 つの分野ごとの安全基準委員会 (SSC) すなわち、緊急事態の準備と対応 (EPRéSC) (2016 年時点)、原子力安全 (NUSSC)、放射線安全 (RASSC)、放射性廃棄物安全 (WASSC) 並びに放射性物質安全輸送 (TRANSSC)

の各分野に関する安全基準委員会、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 を参照のこと）。

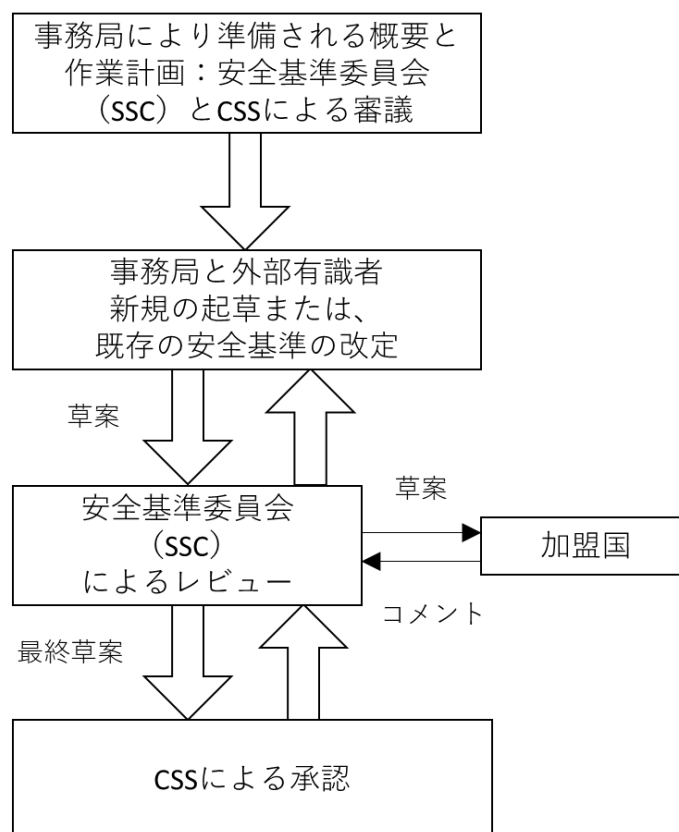


図 2 新規の安全基準の策定又は既存の基準の改定のためのプロセス

全ての IAEA 加盟国は、安全基準委員会（SSC）のために専門家を推薦することができ、ドラフト基準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、国内基準の規定に責任を有する政府高官を含む。

IAEA 安全基準の計画立案、策定、レビュー、改定及び確立プロセスのために、マネジメントシステムが構築されている。これは、IAEA の義務、安全基準、政策及び戦略の将来的な適用の展望、そして対応する職務及び責任を表現したものである。

他の国際機関との相互作用

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）の所見及び国際的な専門家の団体、特に国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告は、IAEA 安全基準の策定において考慮されている。幾つかの安全基準は、国連食糧農業機関、国連環境計画、国際労働機関、OECD 原子力機関、汎米保健機構や世界保健機関など、国連組織内の他の機関若しくはその他の専門機関と協力して策定されている。

文章の解釈

安全関連用語は、IAEA 安全用語集に示された定義に沿って理解されることになる（<https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>を参照）。そこに示されていない語句は、コンサイス・オックスフォード辞書の最新版の中で割り当てられている綴り及び意味で用いられる。安全指針の場合、英語版の文章が正式版である。

IAEA 安全基準シリーズにおける各基準の背景及び前後関係並びにその目的、範囲及び構成は、各出版物の第 1 章「はじめに」のなかで説明されている。

本文中には適切な場所がない資料（例えば、本文の補足である又は本文から独立している、本文における記述を裏づけるために含まれている、若しくは計算の方法、手順又は制限及び条件を説明する資料）は、付録又は添付資料の中に示される場合がある。

付録が含まれている場合、これは安全基準の一部として不可欠な部分を形成するとみなされる。付録に含まれている資料の位置づけは本文と同じであり、IAEA がその著者となる。添付資料及び本文の脚注が含まれている場合、これは実例若しくは追加の情報又は説明を示すために用いられている。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わけではない；他の著者によ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ている外部の資料は、一般に有用なものとなるように必要に応じて抜粋され改作されている。

目次

1. はじめに	1
背景 (1.1 – 1.4)	1
目的 (1.5)	2
範囲 (1.6 – 1.7)	2
構成 (1.8).....	3
2. 放射性廃棄物処分施設の安全の実証 (2.1 – 2.10)	3
3. 安全原則及び安全要件 (3.1)	8
安全原則 (3.2 – 3.3)	9
セーフティケース及び安全評価に関する要件 (3.4 – 3.17)	9
4. 放射性廃棄物の処分に関するセーフティケース (4.1 – 4.5).....	15
セーフティケースの役割と開発 (4.6 – 4.19)	18
セーフティケースの構成要素 (4.20 – 4.88)	22
交流プロセス (4.89 – 4.100)	41
5. 閉鎖後期間の放射線影響評価 (5.1 – 5.5)	44
評価の背景 (5.6 – 5.34)	46
処分システムの記述 (5.35)	52
シナリオの開発及び正当化 (5.36 – 5.46)	52
評価モデルの定式化及び実装 (5.47 – 5.50)	55
計算の実行及び結果の解析 (5.51 – 5.69)	57
評価モデルの精緻化 (5.70 – 5.71).....	61
評価規準との比較 (5.72 – 5.74)	62
6. 特定の課題 (6.1)	62
セーフティケースの進展 (6.2 – 6.22)	63
グレーデッドアプローチ (6.23 – 6.28)	68

深層防護 (6.29－6.37)	71
頑健性 (6.38－6.42).....	74
評価の時間枠 (6.43－6.51)	75
人間侵入 (6.52－6.65)	79
制度的 管理 (6.66－6.73)	83
廃棄物の回収可能性 (6.74－6.78)	85
オプションの評定 (6.79－6.89)	87
 7. セーフティケースの文書化と活用 (7.1)	 92
セーフティケースの文書化 (7.2－7.17)	92
セーフティケースの活用 (7.18－7.23)	99
 8. 規制レビューのプロセス (8.1)	 101
規制レビューのプロセスの目的と属性 (8.2－8.6)	101
レビュープロセスの管理 (8.7－8.13)	104
規制機関によるグレーデッドアプローチの活用 (8.14)	106
レビューの実施及びレビュー結果の報告 (8.15－8.18)	107
 参考文献	 111

1. はじめに

背景

1.1. 放射性廃棄物の処分は、放射性廃棄物管理の最終段階であり、処分施設は、安全を確保するために必要な閉込め及び隔離¹をもたらすことを目的として、設計され、操業され、閉鎖される。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り[1]、原則としては以下のとおりである：

「放射性廃棄物は、将来世代に過度の負担を強いることを避けるような方法で管理されなければならない。すなわち、廃棄物を生み出す世代は、その長期的な管理のための安全で実際的かつ環境的に許容できる解決策を探求し、適用しなければならない。」[1]

1.2. 放射性物質及び放射線が関係する全ての施設及び活動に関して、処分施設の事業者は安全に対する第一義的な責任を負っており、施設の安全を評価し、施設の設計及び操業が関連する安全要件に従うものとなることを立証しなければならない[1]。放射性廃棄物の処分に関する安全要件は、特に、裏付けとなる安全評価とともにセーフティケース²が開発されることを要求している[2]。

1.3. セーフティケースは、処分施設の安全を裏付ける科学的、技術的、運営上、管理上の論拠並びに証拠を集めたものであり、サイトの適合性並びに施設の設計、建設及び操業、放射線リスクの評価、そして処分施設に関連するあらゆる安全関連作業の適切性と品質の保証を包含するものである。セーフティケースの不可欠な部分である安全評価は放射線の危険の体系的な評価を目的として行われるものであり、セーフティケースの重要な構成要

¹ 閉込めとは、放射性物質の放出及び分散を防止又は抑制するために設計されるあらゆる方法若しくは物理的構造を意味する。接近可能な生物圏からの廃棄物の隔離は、廃棄物への偶発的な人間侵入の尤度を、実質的に低減する。

² 本書に概略が示されているような、処分施設に関するセーフティケース開発の概念は、多くの国で用いられている。ただし、一部の国では用いられる用語が異なる。例えば米国では、本安全指針において述べられているセーフティケースのあらゆる側面を包含するものとして「総合システム性能解析」という用語が（個々の処分方法と関連する規則と共に）用いられている。フランスでは、セーフティケースのことをいうために「ファイル（Dossier）」という用語が用いられている。ドイツ及びスイスにおいては、「安全の証明（Sicherheitsnachweis）」という用語が用いられている。スペインにおいては、セーフティケースのことをいうために「安全の研究（Estudio de Seguridad）」という用語が用いられている。

素である。後者は、線量及びリスク規準と比較するために、処分施設から生じるかもしれない放射線量及び放射線リスクの定量化を含むものであり、放射性廃棄物が危険であり続ける時間枠も考慮に入れた、通常条件下及び擾乱事象下での処分施設の挙動の理解をもたらす。セーフティケース及びその裏付けとなる安全評価は、安全の立証と許認可の基礎となるものである。それらは、処分施設の開発の進展を伴って変化することになり、立地、設計及び操業に関する決定を支援し導くことになる。セーフティケースはまた、利害関係者との対話の実施、及び処分施設の安全に対する信頼が醸成される主たる基礎ともなる。

1.4. 本安全指針は、放射性廃棄物の処分のセーフティケース及び裏付けとなる安全評価について、安全要件への適合に関するガイダンス及び勧告を示すものである。

目的

1.5. 本安全指針の目的は、全ての種類の放射性廃棄物処分施設の安全はどのように評価、立証及び文書化すべきかに関するガイダンスを提供することにある。閉鎖後の放射性廃棄物処分施設の安全を評価する際の最も重要な考慮事項が特定され、そのような評価を実施してセーフティケースを示す際のベストプラクティスに関するガイダンスが提供される。本ガイダンスは、セーフティケースの基礎と範囲を決定する規則と規制上のガイダンスを策定する責任を有する規制機関と同様に、セーフティケースを準備する責任を有する事業組織に関係するものである。規制上のプロセスを更に支援するために、本安全指針はまた、セーフティケースの規制機関によるレビューについてのガイダンスを提供するものでもある。

範囲

1.6. 本安全指針では、専用の処分施設を必要とする全ての種類の放射性廃棄物に関するセーフティケース及びその裏付けとなる安全評価の作成について扱う。本安全指針では、処分施設の開発におけるあらゆる期間についてのガイダンスと勧告を提供する。その重点は、閉鎖後における処分施設の性能とその影響の評価にある。操業時の安全や非放射線学的リスクのような関連する他の側面も扱うが、詳細に論じることとはしない。放射性廃棄物の処分における安全対策と核セキュリティ措置のための統合されたアプローチを確保するために実施されることになる措置の要件を満たすことについての勧告が提供されるが、このセキュリティの側面も詳細に論じることとはしない[2]。

1.7. 本安全指針では、利害関係者の関与、リスクコミュニケーションの課題、そして意思決定のためのアプローチについても幾つかの勧告を提供する。これらは、その際にセーフティケースが利用される意思決定プロセスの不可欠な構成要素だからである。また、本安全指針では規制プロセスについてのガイダンスと勧告も提供する。

構成

1.8. 本安全指針の第2章では、放射性廃棄物処分施設の安全を実証する全体プロセスを論じる。第3章では、セーフティケースの作成において満たされるべき主たる安全原則及び安全要件を要約する。続く各章の全体目標は、これらの原則及び要件を満たす方法に関するガイダンスを提供することである。第4章では、セーフティケースの概念について詳しく述べる。処分施設の、開発、操業及び閉鎖におけるセーフティケースの構成要素及びその役割を説明するとともに、セーフティケースに対する信頼構築の可能性を論じる。第5章では、第4章に述べたセーフティケースの主要な要素を形成する閉鎖後の放射線影響の評価の方法論を扱う。このプロセスにおいて様々な段階の概略を示し、詳細に論じる。特に、評価規準との比較のための評価結果の利用と同様に、放射線影響評価における不確かさの管理についてのガイダンスと勧告が提供される。第6章では、セーフティケースの作成において生じる特定の課題について論じる。第7章では、セーフティケースの文書化を扱い、処分施設の開発におけるセーフティケースの利用の可能性を示す。第8章では、セーフティケースの規制レビューについてのガイダンスと勧告を提供する。

2. 放射性廃棄物処分施設の安全の実証

2.1. 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[1]。さらに、

「放射性廃棄物は、将来世代に過度の負担を強いることを避けるような方法で管理されなければならない。すなわち、廃棄物を生み出す世代は、その長期的な管理のための安全で実際的かつ環境的に許容できる解決策を探求し、適用しなければならない」[1]。

あらゆる放射性廃棄物の望ましい管理戦略は、廃棄物を閉じ込めて接近可能な生物圏から隔離することである[2]。

2.2. グレーデッドアプローチ [2,3]に従って、廃棄物を閉じ込めて人及び接近可能な生物圏から隔離するために選択される処分システムの能力は、廃棄物の潜在的危険性に見合ったものとすべきである。これは、廃棄物形態とパッケージング、処分施設のためのサイト及びその設計の適切な選択によって主に達成される。処分施設が廃棄物の完全な閉込め及び隔離を永久にもたらすことは見込まれない。こうしたことは、実際的でもなければ、廃棄物の危険性は時間とともに低下することからすると要求されることでもない。

2.3. 放射性廃棄物の処分施設は、数十年にわたって多くの国で建設され操業されてきた。現在操業中の施設のほとんどは浅地中処分施設であるが、現在操業中の深地層処分施設³が1か所あり、高レベル廃棄物に適したさらなる深地層処分施設の建設及び操業を目指して多くの国で進展が見られているところである[4-13]。

2.4. 放射性廃棄物処分の国のプログラムが策定されるに従い、処分施設の安全を実証するための、また個々の施設のセーフティケースを作成するための、体系的かつ国際的に認められたアプローチの開発にかなりの労力が費やされてきた。セーフティケースは、「施設の安全性を実証するための意見と証拠を集めたもの」[2]として定義されている。処分施設の受入れ可能なレベルの安全の実証は、そのサイト及び施設の工学技術（例えば、人工バリアのシステム）の特性、安全評価の結果、及び安全関連作業のあらゆる側面の品質を確保するためのマネジメントの手配についてセーフティケースにおいて示される議論によることになる。

2.5. 安全評価は、処分施設の性能の^{訳注}評価及び人の健康と環境に対する潜在的な放射線影響の定量化を必然的に伴う。安全評価は、処分施設のためのセーフティケースの主要な構成要素であり、操業時と閉鎖後の双方において施設の潜在的な放射線影響を考慮すべきである。放射線影響は、施設及びその構成要素（例えば、天然及び人工バリア）の劣化が

³ 米国エネルギー省：廃棄物隔離パイロットプラント（WIPP）、カールスバッド、ニューメキシコ州（米国）

訳注）本指針の原文では、evaluation と assessment が使われており、いずれも「評価」の訳が適切であるため、区別のため、前者は斜体文字で表した。

引き起こされることによって、閉鎖後に徐々に進むプロセスによって、又は、廃棄物の隔離に影響を及ぼし得る不連続に個別に起こる擾乱事象（例えば、地震、断層運動又は偶発的な人間侵入）から生じる場合がある。安全評価は、適用し得る規制上の要件に処分施設が適合するかどうかを実証すべきである。

2.6. 様々な種類の処分施設のために参考文献[2]に規定されている安全要件を満たすことに関する勧告は、参考文献[14-16]に提供されている。参考文献[3]は安全評価のための要件を規定しており、これらの要件は操業中及び閉鎖後の処分施設を含むあらゆる施設と活動に適用される。処分施設の場合、廃棄物に含まれる放射性核種の半減期と量に見合うだけの長期間に渡る安全性の保証の必要性について特に考慮がなされるべきである。

2.7. 放射性廃棄物の分類スキームは、参考文献[17]に提供されており、図1 に示されている。参考文献[17]に定義されており2.8 項で論じる廃棄物の種類は一般的なものであり、図1 の廃棄物分類スキームに示した放射性廃棄物の種類と廃棄物処分施設の種類の間での関連付けは、目安として示されたものである。この関連付けは、各処分施設に関するサイト固有の徹底した安全評価の要求を排除するものではなく、その他の側面も考慮した上で、各施設の廃棄物受入れ規準を規定するために用いられるものである。それでもなお、この廃棄物分類スキームは、国際的な参照規準を提供し、国同士の廃棄物管理についての情報の交換を容易にし、国の廃棄物管理戦略の確立を支援することができる。

2.8. 本安全指針では、以下の廃棄物の種類を考慮する⁴。

- － VLLW（Very Low Level Waste：極低レベル廃棄物）：VLLW は、原子力施設の操業及びデコミッショニング、鉱石及び鉱物の採鉱又は処理、そして放射性物質の研究、医療及び教育における利用から生じる。VLLW は、規制による管理から物質をクリアランスするためのレベルを上回る放射能濃度を持つ。VLLW の安全な管理のためには何らかの放射線防護規定が要求されるが、これらの規定は、以下に示す種類の高い放射能濃度を含む放射性廃棄物に要求されるものと比べて極めて限られたものである；

⁴ 極短寿命廃棄物及び規制免除廃棄物は、専用の放射性廃棄物処分施設を必要としないため、本安全指針ではさらなる考慮はしていない。

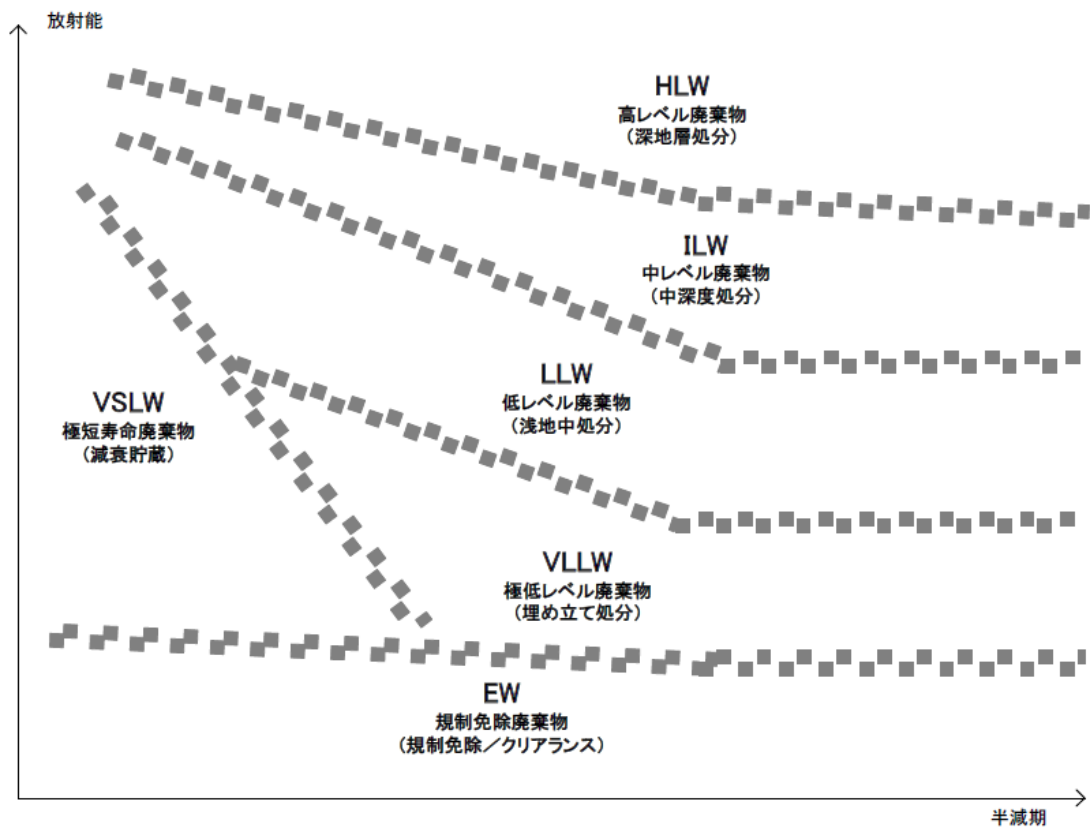


図1 廃棄物分類スキームの概念図

- － LLW (Low Level Waste：低レベル廃棄物)：LLWは浅地中処分に適しており、VLLW のレベルをほんの少し上回る放射性廃棄物から、最長で数百年間の遮蔽並びに閉込め及び隔離を要求するレベルの放射能を含む放射性廃棄物まで、非常に幅広い放射性廃棄物を包含する。低濃度の長半減期放射性核種がLLW の中に存在するかもしれないが、許容される濃度は、浅地中処分が廃棄物の隔離を確保し得る期間、特に、制度的管理を通して施設への偶発的な人間侵入の尤度を十分に低減し得る期間によって限定される；
- － ILW (Intermediate Level Waste：中レベル廃棄物)：ILW には、浅地中処分によってもたらし得るものよりも強力な（すなわち、より長期の）閉込め及び生物圏からの隔離を必要とする量の長半減期放射性核種が含まれる。LLWとILWとの境界は、具体的な放射能濃度レベルとして明示することができない。許容レベルは実際の廃棄物処分施設によることになるためである；

- － HLW（High Level Waste：高レベル廃棄物）：HLWはILWよりも高い濃度の放射性核種を含み、放射性崩壊によってかなりの量の熱を発生させる。長半減期放射性核種の濃度が高いため、かなりの発熱が数世紀にわたって続く場合がある。HLWは、廃棄物であると宣言されている場合の使用済核燃料、使用済核燃料の処理から発生するガラス固化廃棄物、及びこれらに相当する程度の閉込め及び隔離を要求する他のあらゆる廃棄物を包含する場合がある。

2.9. 「『処分』という用語は、放射性廃棄物の回収を意図せずにある施設又は場所に廃棄物を定置することを意味する。処分オプションは、関連する危険性によって必要とされる程度に、受動的な人工又は天然の特質を用いて廃棄物を閉じ込め、接近可能な生物圏から隔離するために設計される。処分という用語は回収が意図されていないということを示す；回収が可能ではないということの意味するものではない。」

「対照的に、『貯蔵』という用語は、放射性廃棄物の回収を意図して、ある施設又は場所に廃棄物を保持することを意味する。処分と貯蔵の双方のオプションは、必要な範囲で、廃棄物を閉じ込め、接近可能な生物圏から隔離するために設計される。重要な差は、貯蔵は一時的措置であり、続いて将来何らかの措置が計画されるということである。これには更なる廃棄物のコンディショニング又はパッケージングが含まれ、最終的には処分が実施されることになる。」（参考文献[2]の1.8 項及び1.9 項）

2.10. 処分施設の開発は通常、数年又は数十年続く場合もある広範囲な研究、設計及び評価の作業プログラムを必要とする。処分施設は、一たび設置されると更に数十年間操業される場合がある。放射性廃棄物処分施設の寿命は、操業前、操業及び閉鎖後の3つの期間で定義されることがある。

- － 操業前期間において一般に行われる活動には、処分概念の開発及び安全戦略の策定、サイト評価（選定、検証及び確認）、環境影響評価⁵、施設の初期の設計研究、研究開発及びモニタリング計画の策定、そして詳細な施設設計の開発などがある。施設の許認可及び建設もこの期間に行われる；

- － 操業期間は、施設において廃棄物が初めて受入れられたときに始まり、施設の全

⁵ この用語は、広い意味で用いられている。ある国においては、環境影響評価（EIA）という用語は、全ての関連する当局やしばしば関与する公衆の参加者のプロジェクトの受入を求める目的で、プロジェクトのあらゆる潜在的な影響を包含する定められた特定のプロセスをいう。

ての部分の最終的な閉鎖まで続く。この期間には、廃棄物管理活動の結果として放射線被ばくが生じる場合があるため、これらの活動は、放射線防護及び作業者の安全に関する要件に従った規制上の管理に従う。安全評価、モニタリング及び研究開発プログラムは、施設の操業及び閉鎖に関する管理者の決定を形成するために利用すべきである。操業期間においては、施設の他の部分における廃棄物の定置及び閉鎖と同時に、建設活動が行われる場合がある；

- － 閉鎖後期間は、施設が閉鎖された後に始まる。閉鎖後においては、制度的管理期間がある種の処分施設（特に、浅地中処分施設）の安全に寄与するかもしれない。制度的管理は、能動的あるいは受動的な性質を有する場合がある。能動的措置の例には、環境媒体における放射性核種濃度のモニタリングや、特に浅地中処分施設の場合のバリアの性能及び健全性のモニタリングがある。また、閉鎖後の保守措置（例えば、浅地中処分施設の覆いの補修）も、この種類に入る。他の制度的管理は、受動的な性質を有するかもしれない。これらには、例えば、処分施設に関する記録の保存並びに土地利用に対する制限の遵守などがあり得る。各国は、セーフティケースの中でそのような管理の継続に信頼を置くことができる最長の期間に関する具体的な要件を定めているかもしれない。このような管理の機能が継続することを保証することはできないため、そのような管理のみに安全の確保を頼ることはできないが、それにもかかわらずそれらは深層防護の重要な要素を提供するかもしれない。

3. 安全原則及び安全要件

3.1. 本章では、セーフティケース及びその裏付けとなる安全評価を作成する際に考慮に入れることになる主たる原則及び要件を挙げる。

安全原則

3.2. あらゆる放射性廃棄物管理活動において適用されることになる安全原則は、IAEA 基本安全原則[1]に定められている。

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

原則8：事故の防止

原則9：緊急時の準備と対応

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

3.3. 多くの安全原則は、使用済核燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約[18]の第1条における幾つかの基本要素に反映されている。放射線防護に関する関連要件は、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（基本安全基準）[19]に規定されている。参考文献[18, 19]に採用された防護の概念の多くは、国際放射線防護委員会の勧告[20～24]に由来するものである。

セーフティケース及び安全評価に関する要件

3.4. 以下の各項では、セーフティケースの準備、更新／維持及び活用に関連する参考文献[2,3]における主たる要件を定める。参考文献[2,3]における他の要件は、本安全指針の後の章で扱う。

セーフティケース及び安全評価を開発する責任

3.5. 「安全評価を実施する責任は、責務を有する法人、すなわち、施設及び活動に責任を有する人又は組織になければならない」（参考文献[3]、要件3）。

3.6. 処分施設では、

「事業者は、安全評価を行い、セーフティケースを開発し、維持しなければならない、サイト選定と評価、設計、建設、操業、閉鎖及び、必要に応じ閉鎖後サーベイランスに必要な全ての活動を、国の戦略に従い、規制上の要件に従い、法令上及び規制上の基盤の範囲内で、実施しなければならない」（参考文献[2]、要件3）。

3.7. 「規制機関は、放射性廃棄物のための様々な種類の処分施設の開発のための規制上の要件を設定し、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。また、規制機関は、個々の処分施設の開発、操業、閉鎖の条件を定め、その条件が満たされていることを確保するために必要な活動を実施しなければならない」（参考文献[2]、要件2）。

これらの規制上の要件及び条件は、安全評価を行う際、及びセーフティケースを開発する際に、事業者により取り扱われなければならないことになる。

セーフティケースに関する要件

3.8. 以下の要件が、処分施設の開発、操業及び閉鎖を支配するセーフティケースに適用される。

- － 「セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、処分施設の開発、操業及び閉鎖後の各段階において、必要に応じて、事業者によって準備され、更新されなければならない。セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、承認のために規制機関に提出されなければならない。セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、規制機関に通知するため及び各段階において必要な決定を通知するために、必要となる技術的入力情報を提供するように、十分に詳細で包括的でなければならない」（参考文献[2]、要件12）。
- － 「処分施設のサイトは、サイトの特性と、時間と共にサイトがどのように変化することになるのかの双方の一般的理解を支えるために十分詳細なレベルで、特性調査されなければならない。これには、その現在の状況、起こり得る自然の変化、起こり得る自然事象、及び関心のある期間で施設の安全に影響するかもしれない周辺における人の計画と活動をも含まなければならない。それはまた、サイトと施設に関連する特質、事象、及びプロセスの安全への影響の個別の理解を含まなければならない」（参考文献[2]、要件15）。

- － 「処分施設は、承認されたセーフティケースと裏付けとなる安全評価に記述されているような設計に従って建設されなければならない。それは、閉鎖後の安全上重要なセーフティケースによって示されている立地環境の安全機能を保持するような方法で建設されなければならない」（参考文献[2]、要件17）。
- － 「処分施設は、操業期間中の安全を維持するように、また、閉鎖後の安全上重要であるセーフティケースで想定された安全機能が保持されるような方法で、許認可条件及び関連する規制要件に従って操業されなければならない」（参考文献[2]、要件18）。
- － 「放射性廃棄物の処分施設は、一連の段階を通じて、開発、操業、及び閉鎖されなければならない。これらの各段階は、サイト、設計、建設、操業、及び管理のオプション並びに、処分システムの性能と安全性の繰り返しの評価によって必要に応じて、支えられなければならない」（参考文献[2]、要件11）。
- － 「処分施設は、セーフティケースによって閉鎖後に重要であると示されている安全機能を発揮する方法で閉鎖されなければならない。閉鎖計画は、施設の能動的管理からの移行を含めて、閉鎖が適切な時期に安全に実施されるように明確に定め、実行可能でなければならない」（参考文献[2]、要件19）。
- － 「処分施設のセーフティケースは、サイト、施設の設計並びに、運営上の管理策及び規制上の管理の安全に関連する全ての側面を記述しなければならない。セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、もたらされる人と環境の防護のレベルを実証しなければならず、規制機関と他の利害関係者に対し安全要件が満たされることの保証をもたらさなければならない」（参考文献[2]、要件13）。

3.9. 以下の要件が、処分施設を含むあらゆる施設と活動に適用される。「深層防護の評価では、深層防護のそれぞれのレベルにおいて十分な対策が取られているかどうか決定されなければならない」（参考文献[3]、要件13）。本要件は、以下の主張によって、更に説明されている。

「安全評価では、複数の防護層（すなわち、物理的障壁、障壁を保護するための系統及び運営上の手順）の組合せを通して、十分な深層防護が適切に備えられているかどうか決定されなければならない。これらの防護層の組合せは、万一機能し損ねた場合あるいはバイパスされた場合に初めて、人又は環境に対して何らかの影響を及ぼし得るものである。」（参考文献[3]、4.12 項）。

安全評価に関する要件

3.10. 安全評価に関する以下の要件を適用する。

- － 「安全評価は、新しい施設又は活動の設計段階で、あるいは既存の施設又は活動の存続期間中の可能な限り早期に実施しなければならない。長期にわたり継続している施設及び活動に対しては、安全評価は、施設又は活動の存続期間の諸段階を通して必要に応じて最新化される必要があり、その際には、起こり得る周囲状況の変化（新しい基準の適用や科学的及び技術的な発展など）、敷地特性の変化、設計又は運転の変更及び経年変化の影響も考慮に入れるようにする」（参考文献[3]、4.6 項）。
- － 「安全評価の主要な目的は、施設又は活動に対して妥当な安全レベルが達成されたかどうかを決定することでなければならない。また『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』に定められたような防護及び安全に対する要件に従って、設計者、運転組織及び規制当局によって定められた基本安全目的及び安全判断規準が達成されているかどうかを決定するものでなければならない。」（参考文献[3]、要件4）^{6, 7}
- － 「安全評価は、通常操業（すなわち、施設が通常に運転されているとき又は活動が通常に実施されているとき）、並びに予期される運転時の事象及び事故状態（施設又は活動の安全を脅かす故障あるいは内部又は外部の事象の発生時）から生じる全ての放射線リスクを扱わなければならない。予期される運転時の事象及び事故状態に対する安全評価は、起こり得る故障及びあらゆる故障の影響もまた、扱わなければならない」（参考文献[3]、4.5 項）。

⁶ 最新版の国際基本安全基準は参考文献[19]である。⁸

⁷ 廃棄物処分施設の制度的管理の終了後に発生するかもしれない放射線量を含む、個人に対する将来の放射線量は、推定することしかできないと認識されている。「にもかかわらず、長期間の可能性のある線量とリスクの推定値を求めることができ、安全規準との比較のための指標として使用することができる」（参考文献[2]、A.4 項）。

- － 「安全評価では、放射線リスクを容認可能なレベルに制御するために適切な安全対策が取られているかどうかが決定される。設計に組み込まれた構築物、系統、機器及び障壁がそれらに要求された安全機能を満たすかどうか決定される。予期される運転時の事象及び事故状態を防止するために適切な対策が取られているかどうか、及び万一事故が発生しても放射線の影響を緩和できるかどうかもまた、決定される」（参考文献[3]、4.9 項）。
- － 「安全評価は、施設の運転又は活動の実施から生じる、個人及び住民集団に対する全ての放射線リスクを扱わなければならない。これには、地元住民（既存出版物は、地域住民）ばかりでなく放射線リスクを生じさせる施設又は活動から地理的に離れた住民集団、並びに、適宜、他の加盟国の住民集団含む」（参考文献[3]、4.10 項）。
- － 「安全評価は、現在における及び長期にわたる放射線リスクを扱わなければならない。これは、その影響が何世代にも及び得る、放射性廃棄物の管理などの活動においては特に重要である」（参考文献[3]、4.11 項）。
- － 「安全評価は、決定論的手法ばかりでなく確率論的手法による安全解析を含まなければならない。この安全解析は、様々な運転状態、予期される運転時の事象及び事故状態における安全を脅かす問題を評価しかつ査定するための一連の異なる定量的解析からなる。安全解析の範囲及び詳しさの程度は、第3 章で記述するようなグレーデッドアプローチを使って決定される。安全解析の範囲及び詳しさの程度の決定は、安全評価の不可欠な部分である」（参考文献[3]、4.13 項）。

安全評価の維持管理

3.11. 安全評価の維持管理に関して、

「安全評価が最新化されることになる頻度は、施設又は活動に付随する放射線リスク及び施設又は活動に対してなされる変更の程度と関連している。安全評価は、最低限、規制要件に従ってあらかじめ規定された間隔で実施される定期的安全レビューにおいて最新化されることになる。このような施設の運転又はこのような活動の実施の継続は、安全対策が適切に維持されていることを、運転組織と規制当局の満足のいくよう再評価において実証ができることが前提となる」（参考文献[3]、4.8 項）。

3.12. さらに、

「安全評価の最新化では、施設又は活動そのもの及び類似の施設又は活動の両者に対して、予期される運転時の事象及び事故状態並びに事故の前兆に関するデータを含め、運転経験も考慮に入れなければならない」（参考文献[3]、4.7 項）。

3.13. 安全評価の更新に関する以下の要件が、特に廃棄物処分施設に適用される。

- －「セーフティケースの裏付けとなる安全評価は、処分施設の開発及び操業を通じて、またより精緻なサイトデータが利用可能になるのに応じて、実施され更新されなければならない。安全評価は、事業者による進行中の意思決定のための入力情報を提供しなければならない。このような意思決定は、研究課題、評価能力の開発、資源の配分や廃棄物受入れ規準の策定と関連するかもしれない」（参考文献[2]、4.13項）。
- －「事業者は、規制機関との協議により、またその承認を条件として、安全評価の時期及び詳細度について決定しなければならない」（参考文献[2]、4.14項）。

セーフティケースの文書化

3.14. セーフティケースの文書化に関して、

「処分施設のセーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、各段階で行われる決定に情報を与え、支援し、セーフティケースとその裏付けとなる安全評価の独立したレビューを行うために十分な詳細さと品質レベルで文書化されなければならない」（参考文献[2]、要件14）。

3.15. 「安全評価の結果と知見は、適宜、施設又は活動の複雑さとそれに付随する放射線リスクを反映した安全報告書の形で文書化されることになる。安全報告書は、施設又は活動が、基本安全原則、安全要件出版物で定められた要件及び国の法令及び規制で定められたその他の全ての安全要件を遵守していることを実証する目的で実施されてきた評価及び解析を提示する」（参考文献[3]、4.62 項）。

セーフティケースの利用

3.16. 安全評価の結果の利用に関する以下の付加的な要件が、処分施設に対して適用される。

- －「処分施設での定置のために受入れられた廃棄物パッケージと非パッケージ廃棄物は、処分施設の操業と閉鎖後のためのセーフティケースと完全に整合がとれ、そのセーフティケースから導出された規準に従わなければならない」（参考文献[2]、要件20）。
- －「閉鎖後期間に、制度的 *管理* と処分施設に関する情報の入手可能性を維持するための措置を扱うため計画が準備されなければならない。これらの計画は、受動的安全特質に整合したものでなければならず、施設を閉鎖する認可が与えられることに係るセーフティケースの一部を構成するものでなければならない」（参考文献[2]、要件22）。

3.17. 「安全評価の結果は、保守、試験及び検査の実施計画を明確にするために、安全上重要な全ての運転上の活動の手順と、予期される運転時の事象及び事故対応の手順が実施されることを明確にするために、施設又は活動に係わる職員の必要な力量を明確にするために、また、統合的でリスク情報を活用した方法で意思決定をするために、使用されなければならない」（参考文献[3]、要件23）。

4. 放射性廃棄物の処分に関するセーフティケース

4.1. 本章では、処分施設の開発、操業及び閉鎖の期間における、セーフティケースの構成要素、セーフティケースの開発及びその役割についてのガイダンスを特定し提供する。

4.2. セーフティケースの構成要素は図2 に示されており、以下のことなどからなるべきである。背景、安全戦略、施設の記述、安全評価、限度、制約及び条件、反復と設計最適化、不確かさの *管理* と安全論拠の統合。

4.3. セーフティケースは、施設の概念化の時点から開発されるべきであり、施設の寿命を通して閉鎖及び許認可の終了まで維持されるべきである。図3に示されるように、全ての安全関連作業の品質を確保するためのマネジメントシステム及び規制上のプロセスが、全体を通して適用されることが必要とされる。セーフティケースの策定及び利用における全ての利害関係者の関与を促進するための取り決めが導入されるべきである。

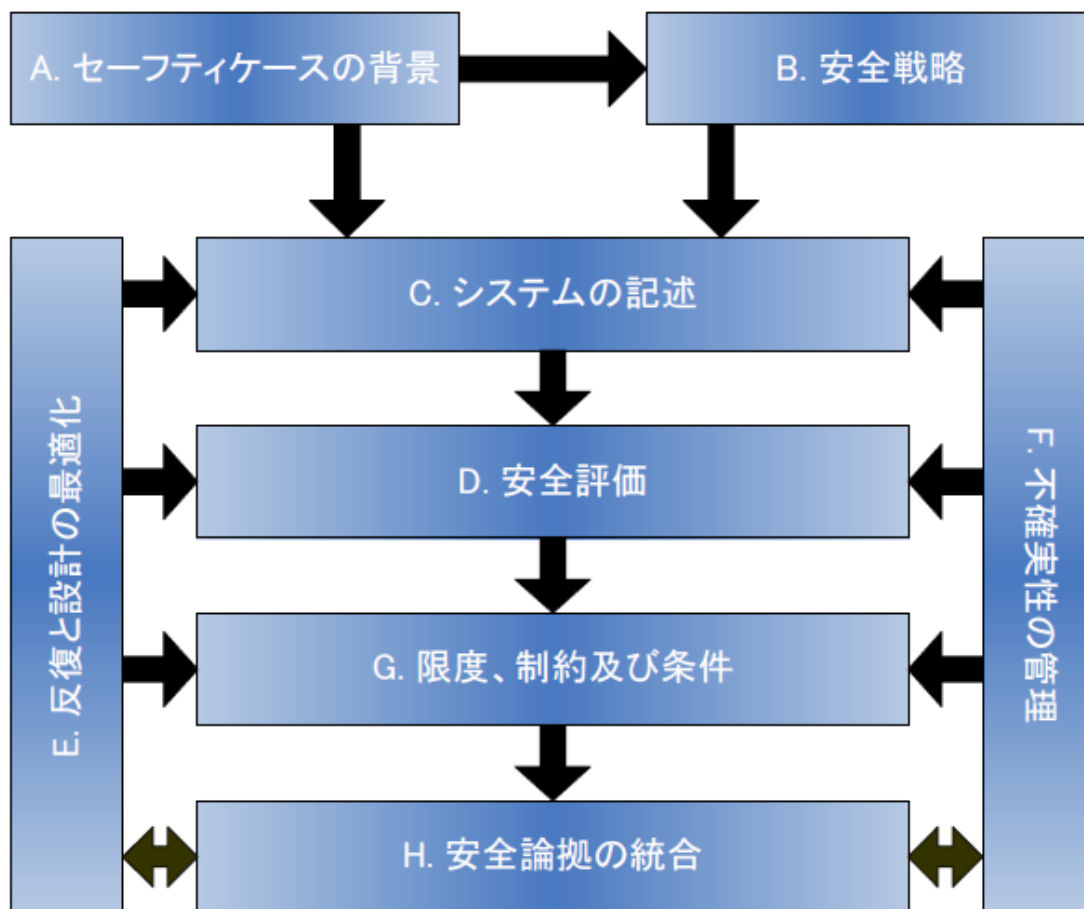


図2 セーフティケースの構成要素

4.4. 安全評価は、セーフティケースの主な構成要素であり、図4 に示されるように、多くの側面の評価を含んでいる。安全評価の基本要素は、放射線量及び放射線リスクの双方の観点での、人と環境への放射線影響の評価である。安全評価に関連する他の重要な側面は、サイト及び工学的側面、操業安全、非放射線影響及びマネジメントシステムである。4.20 項～4.100 項は、セーフティケースの様々な構成要素についてのガイダンスを提供する。

4.5. セーフティケースの個々の構成要素は、ほとんどの新規処分施設について既に策定されている、あるいは策定が進められているところである。セーフティケースの概念を導入する便益は、処分施設のあらゆる安全関連情報を統合された方法で文書化し提示するための構造化された枠組みをもたらすことにある。

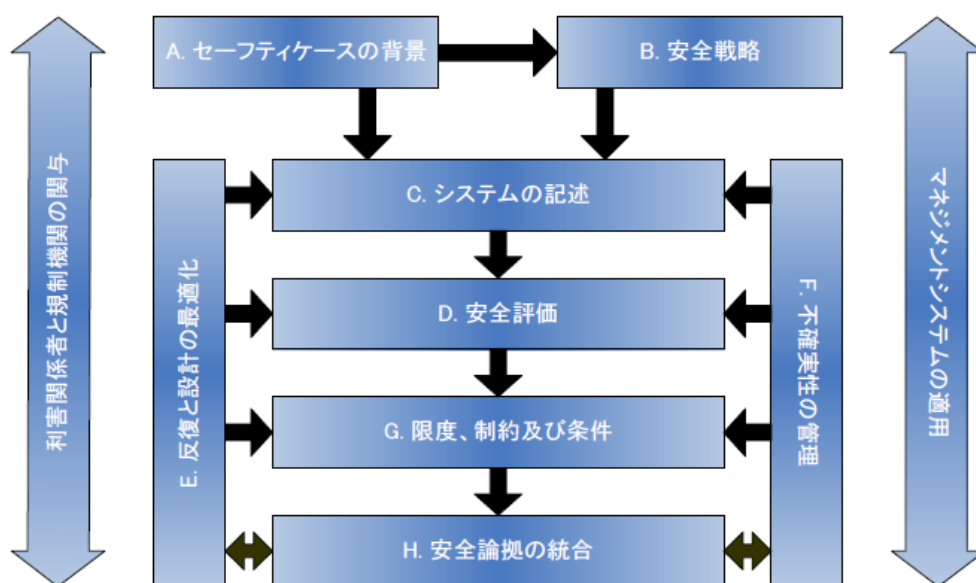


図3 マネジメントシステムの適用と関係する規制機関及び利害関係者の相互作用のプロセス



図4 安全評価に含まれる側面

セーフティケースの役割と開発

4.6. 参考文献[2]（3.8項参照）の要件に従い、セーフティケースは、処分施設の操業の間及びその閉鎖後における安全を扱うために、開発されることが要求される。本安全指針は、閉鎖後期間における安全に焦点を当てており、処分施設の安全を実証する全ての論拠並びにその裏付けとなる評価、解析及び証拠を提示するために必要なセーフティケースの役割及び構成要素に関するガイダンスを提供するものである。これに関して、セーフティケースの役割は以下の事項をもたらすことであるべきである。

- － 閉鎖後期間における処分システムの挙動及び性能の理解を実証する、構造化された、追跡可能で透明性のある方法で、関連する情報を統合する；
- － 処分システムの挙動及び性能における不確かさを特定し、不確かさの重要性を解析し、重要な不確かさの管理のためのアプローチを特定する；
- － 処分施設が人の健康と環境を防護するように機能するという合理的な保証を提供することにより、長期の安全を実証する；
- － 処分施設の開発の段階的アプローチにおける意思決定を支援する；
- － 処分施設と関連する課題について利害関係者間のコミュニケーションを促進する。

4.7. 2.10 項に概説されるように、処分施設は段階的に開発される。採用された段階的アプローチは、以下のことを可能にすべきである。

- － 必要な科学的及び技術的データの体系的な収集と評価；
- － 可能性のあるサイトの評価；
- － 処分概念の開発；
- － 漸進的に改善されるデータを用いた、設計と安全評価の反復検討；
- － 技術的及び規制レビューからのコメントの取り込み；
- － 特定の意思決定点における公衆との協議；
- － 政治的関与。

これに続く具体的なプロセスの内容は、施設の種類及び各国の実運用に基づき決定されるべきである。

4.8. セーフティケースの開発は、プロジェクトの開始時に始めるべきであり、施設の開発及び操業から閉鎖に至るまでのあらゆる段階を通して、施設の閉鎖及び許認可の終了まで継続すべきである。セーフティケースはまた、サイト選定プロセス、施設の設計、掘削及び建設活動、施設の操業及びその閉鎖の指針とするために、全ての段階を通して利用されるべきである。セーフティケースは、研究開発ニーズを特定するため、様々な段階での限度、制約及び条件を特定し確立するため、そして主に許認可プロセスの基礎を提供するために利用されるべきである。セーフティケースはまた、安全の特質及び合理的なレベルの安全がどのように確保されるのかを説明する観点で、利害関係者との主たるコミュニケーション手段ともなる。

4.9. セーフティケースは様々な方法で開発される可能性があり、その内容や構成は各国固有の法律及び規制上の要件並びに地元の関心事によって大きく影響されることになる。国によっては「セーフティケース」という用語を用いていないものもあるが、安全を実証するために用いられているアプローチ及びプロセスは、セーフティケースの概念に適合し、本質的には同様である。

4.10. 参考文献[2]の要件に従い、セーフティケースの策定は、処分施設の開発とともに進展する反復プロセスとすべきである。参考文献[2]によれば、セーフティケースの形式及び技術的な詳細度は、プロジェクトの開発における段階、当面行うべき決定、及びそれぞれの国が示す要件に依存する。処分施設の開発に採用される段階的アプローチは、施設の立地、設計、掘削及び建設、操業及び閉鎖に関する意思決定の基礎をもたらすものであり、処分システムの安全に影響を及ぼす側面の理解を向上するために、及び／又は残存する不確かさを適切な設計の選択によって低減するために更なる注意が必要な課題の特定を可能にすべきである。

4.11. セーフティケースの開発においては、セーフティケースをレビューし、使用し及び承認することになる重要な団体（例えば政府、規制機関及び利害関係者）のニーズが特定されるべきであり、十分に理解されるべきである。このようなニーズは、地元及び国の状況によるだろう。裏付けとなる安全評価を含むセーフティケースは、施設の事業者の責任であり、異なる利害関係者のニーズを満たす形で提示されることが必要になる。その際には、施設の開発の各段階及び施設に付随するハザードの相対レベルに応じて適切に、何が含まれ、評価及び計算されるべきかについて、可能な限りそれらの団体とのコミュニケーションを通して事前に同意が得られるべきである。例えば、安全評価の結果の提示と解釈に関係する利害関係者の期待は、許認可の決定が近づくに従って高まるかもしれない。

4.12. 段階的アプローチは、処分施設の設計及び操業に関する一連のオプションの考慮とともに、廃棄物管理及び材料技術における新たな科学的又は技術的情報と進歩に対応することができるような柔軟性を備えるべきである。それはまた、社会的、経済的及び政治的側面が扱われることを可能にする方法で実施されるべきである。そのアプローチは、処分施設の開発における特定の段階を逆転するためのオプション及び、適切と考慮された場合に定置後に廃棄物を回収するオプションもまた含まれる場合がある。

4.13. 段階的アプローチの枠内で、処分システム及び処分施設設計の科学的な理解は徐々に促進されるべきであり、セーフティケースは重要な関心分野にますます焦点が当てられるようになるべきである。科学的理解のみが促進されるのではなく、リスクへの重要な寄与因子の理解も促進されるべきである。それぞれの段階において（すなわち、それぞれの重要な意思決定時点において）、次の段階へと進む決定が行われるに先立って、処分システムの現在の理解レベルが評価されるとともに関連する不確かさが評価されることを可能にするように、安全評価が実施されるべきである。セーフティケースとその裏付けとなる安全評価は、実際の経験及び知識の増加（例えば、科学的な研究から得られた知識）を反映するように、重要な意思決定時点に先立って、必要に応じて定期的に、長期的安全性と関連する操業上の側面を考慮に入れて、レビューされ更新されるべきである。施設の操業開始後は、操業の実施、廃棄物形態や設計などに重大な変更が特定されたら、セーフティケースとその裏付けとなる安全評価の改定又は更新が実施されるべきである。

4.14. ある繰り返しから次の繰り返しまでのセーフティケースとその裏付けとなる安全評価の進展は、利害関係者に対して透明性があるように、文書化されるべきである（例えば、新規データの説明、概念あるいは数学モデル面での変更の理由）。この点において重要なことは、評価がより好ましい結果を与えるように操作されているという印象を避けることである。

4.15. 規制機関は、更新することを要求する、変更の種類及び／又はその程度並びに期間の枠を規定すべきである。新たな情報の入手可能性、重要な設計あるいは操業上の変更、職員の入れ替え及び教育訓練、知識の向上やコンピュータ計算能力の進歩などの要因を考慮に入れると、一般的な期間は5年から10年の範囲である。

4.16. サイト選定プロセスにおいては、サイト及び処分施設の設計の詳細な特性に関して幾つかの仮定を置かなければならないことになり、それゆえ、その安全評価は、処分施設がどのように機能することになるかの予備的な評価を提供するのみであることになる。この段階でのセーフティケースの役割は、あるサイトが原理的に処分施設に適するかどうかを決定することのみであるため、このことは容認することができる。この後の段階においては、よりサイトに特有なデータが必要になることになり、設計計画の詳細が策定され、操業及び長期性能上の課題をセーフティケースにおいてより詳細に取り組むことが可能になる。

4.17. 各段階でのセーフティケースの改定は、施設、それまでに発生した事象を含むその施設の変化、及び受け入れられた廃棄物などについての最新の知識に基づくべきである。施設の寿命の各段階のために作成されるセーフティケースが、必要となる意思決定を支援するのに十分な深度の情報と評価をもたらすべきであることもまた重要である。

4.18. 施設の寿命の終わりの段階においては、セーフティケースは、将来世代へ伝える必要のある全ての情報を含むべきである（例えば、制度的管理の基礎）。

4.19. 異なる施設は、異なるレベルの潜在的危険性のある、異なる種類の放射性廃棄物を受け入れるということを認識すべきである。参考文献[1]の原則3（3.15項）は以下のように述べている。「全ての施設と活動に対して、グレーデッドアプローチの安全評価をしなければならない」。これはさらに、原則5における以下の認識によって詳述されている。

「許認可取得者が安全のために投入する資源及び規制の範囲と厳格さ並びにその適用は、放射線リスクの程度及びそれらの実用的な管理のしやすさに見合ったものでなければならない」（参考文献[1]、3.24項）。その結果、「[安全]評価の範囲と複雑さは、施設の種類によって異なり、廃棄物の潜在的危険性に関係することになる」（参考文献[2]、1.24項）。さらに、処分施設の開発及び操業の各段階において実施される安全評価の詳細さのレベルは、リスクの程度に依ることになる。セーフティケースの開発のための反復アプローチの結果として、セーフティケースに含められる論拠の相対的な重要性、及び規制機関及び他の利害関係者（時間と共に変わるかもしれない）により受ける精査のレベルは、潜在的危険性に見合ったものとされるべきである。セーフティケースの開発へのグレーデッドアプローチの適用に関するさらなるガイダンスは、6.23～6.28項に示す。

セーフティケースの構成要素

セーフティケースの背景

セーフティケースの目的

4.20. 4.13 項で述べたように、セーフティケースはプロジェクトの進展に応じて開発され、意思決定すなわち、規制上の決定、及び、例えば設計、支援研究作業やサイト特性調査活動などのようなその他の決定の両方の基礎として利用されることになる。セーフティケースの各改定の背景は明確に定められるべきであり、その後のセーフティケースの改定に対して、必要に応じて適切に更新されるべきである。

4.21. セーフティケースの各改定の目的は、処分施設の開発の段階や、そのセーフティケースが正式な許認可手続きの一環として規制機関に提出されることになるのか、それとも規制機関から指示を受けるために提出されているのかどうかなど、多くの要因に依存することになる。セーフティケースの各改定のために、事業者はその目的の明確な記述を示すべきであり、これには施設の開発の段階に応じて以下の事項を含むだろう。

- － 安全確保の概念に関する当初の考え方の検査；
- － サイト選定；
- － 処分施設の安全の実証；
- － 施設の設計の最適化；
- － 研究開発プログラムによって扱うべき安全関連の課題の特定；
- － 廃棄物受入れ規準などの限度、制約及び条件の定義若しくは改定；
- － 処分できる最大インベントリ（施設の「放射線学的許容量」）の評価；
- － 制度的管理の継続期間の論理的根拠；
- － モニタリング及びデータ取得プログラムへの入力情報
- － 法律又は規則によって要求されている定期的な再評価；
- － 施設を拡張又は改良するための、若しくは新規のプラント又は廃棄物管理施設を併置するための申請；
- － 施設の設計上の寿命への到達、又は規則の遵守違反の結果としての施設の閉鎖；
- － 遵守違反又はその他の理由による閉鎖の後に施設を再開するための申請；
- － 修復活動が必要かどうかの決定。

安全の実証

4.22. 安全の実証のためのアプローチは、適用されなければならない安全目的と安全原則、満たさなければならない規制上の要件を参照する。安全目的及び安全原則は、規制機関により規定されると考えられるが、参考文献[2]の2.15 項に特定されている以下の安全目的を反映すべきである：

「安全目的は、社会及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又はリスク拘束値を超えないという合理的な保証も、もたらされなければならない。」

採用される安全原則は、参考文献[1]に規定されている原則、特に現在及び将来の世代の防護についての原則7：「現在及び将来の人と環境を放射線リスクから防護しなければならない。」を参照して、反映すべきである。規制上の規準は、規制機関によって規定されるものとなり、少なくとも作業者、公衆（現世代と将来世代のいずれも）に対する放射線量及びリスク拘束値並びに環境の防護を扱うことが必要となる。それらは、施設がたどる通常の変遷並びに擾乱事象－自然起源のものと、施設への人間侵入など人が誘発する事象の両方－を扱うことが必要となる。これらの側面を扱った国際的に認められている規準は、参考文献[2]に定められている。

4.23. 定量的な規準に加えて、規制機関は、満たされるべき定性的な規準も定めるべきであり、これらの規準の遵守がどのように実証されるかについてのガイダンスを提供すべきである。これらの規準は、処分施設が要件を遵守するものになることを確実に示すために、参考文献[2]におけるあらゆる要件を扱うべきである。

4.24. 安全の実証においては、不確かさの管理がセーフティケースの中でどのようになされているのかを明示的に述べることもされるべきである。ここでは、最低限、不確かさはどのように特定され、それらはどのように特徴づけられ、それらはどのように管理されるかを論ずるべきである。不確かさの管理についての具体的な勧告は第5 章において提供される。

グレーデッドアプローチ

4.25. セーフティケース及びその裏付けとなる評価の範囲、程度並びに詳細度を決定する際には、グレーデッドアプローチがとられる必要がある[2,3]。採用されるグレーデッドアプローチは説明され正当化されるべきであり、採用されるセーフティケースとその裏付けとなる評価の範囲、程度並びに詳細度のレベルは、施設若しくは活動によって引き起こされるリスクのレベルや、施設開発の段階に釣り合うものであるようにすべきである。例えば、サイト選定に先立って考慮される際の一般的な処分概念は、ある特定のサイト及び処分施設の場合ほど詳細には考慮されない可能性がある。グレーデッドアプローチにおいて考慮されるべき3つの側面、すなわち起こり得る放射線リスクの程度、施設の成熟度、及びその複雑さが、参考文献[3]に与えられている。廃棄物処分施設に対するこれらの規準の適用についてのさらなるガイダンスは、6.23～6.28項において提供される。

安全戦略

4.26. 初期において安全確保の戦略を開発し適用することは、セーフティケースの開発において重要な点である。参考文献[22,25]では、安全確保の戦略は、放射性廃棄物の安全な処分の達成のために採用される高度な統合アプローチであると説明されている。参考文献[25]によると、安全確保の戦略は、立地及び設計、セーフティケースの開発、安全評価、サイト特性調査、廃棄物フォーム特性調査及び研究開発などがある、処分施設の計画、操業及び閉鎖において要求される様々な活動の全体的な管理戦略などからなるべきである。

4.27. 安全戦略とは、安全目的、原則及び規準を遵守し、規制上の要件を遵守し、良好な工学技術を確保し、安全及び防護を最適化するために、サイト選定並びに施設の設計においてとられることになるアプローチのことをいう。この戦略は、処分施設の概念化の初期段階の内において確立すべきである。初期段階において、戦略は発展し成熟するかもしれないが、できるだけ早期の段階において決定されるべきである。サイトが選定されるまでに、戦略を実施するための設計概念は、全体的な処分システムが当該処分施設のために想定された安全機能を提供し維持することになるという保証を与えるように、十分満足のいくように開発されるべきである。プロジェクトが発展するのに従って、安全戦略は、妥当性を絶えず確証されるべきであり、いかなる変更もセーフティケースの中で正当化されるべきである。安全戦略のいかなる変化も入念に記録されるべきであり、将来的にスタッフが交代した場合に利用できるようにするためにこの記録が保存されるべきである。

4.28. 安全戦略は、幾つかの重要な要素、すなわち多重安全機能の用意及び深層防護、廃棄物の閉込め及び隔離、受動的な安全特質の採用、処分システムの頑健性、安全に関連する特質と側面⁸の実証性、そして廃棄物の処分前管理との相互依存性、を扱うものとすべきである。安全戦略はまた、4.17 項で述べられた安全のアプローチが尊重されることを確保するために、不確かさの管理のためにとられることになるアプローチも扱うものとすべきである。

4.29. 参考文献[2]は、安全がいかなる単一の安全機能にも過度に依存することにはならないように、また、1 つの安全機能が意図されたとおりに実行されないことがあったとしてもそれを補償するための更なる安全機能が存在するように、多重の安全機能が用意されることを要求している。例えば、廃棄物パッケージに閉込め機能が割り当てられており、それが予期したより早く劣化した場合でも、周囲の埋戻し材が吸着によって放射性核種の移行を遅延させる更なる物理的閉込め要素を提供し得る、若しくは母岩の地質環境が放射性核種の分散をもたらし得る。安全戦略は、意図された多重安全機能、それらが利用可能な時間枠、そして劣化したあるバリアの性能が処分システムの別のメカニズム若しくは構成要素によってどのように埋め合わされることになるのかを特定すべきである。安全戦略はまた、様々な安全機能の適切性が、例えば評価、類推や試験などによってどのように実証されることになるのかも扱うものとすべきである。安全戦略は、適切な程度の深層防護が様々な安全機能によってどのように確保されることになるのかを示すべきである。深層防護の適切性は、定量的及び定性的な表現で表されるかもしれない。

4.30. 放射性廃棄物の閉込めがもたらされる方法は、規制上のアプローチを満たすように、閉込めの適切性を実証する方法とともに、安全戦略の中で定められるべきである。閉込め機能が有効である時間枠が特定されるべきであり、その時間枠の正当化がもたらされるべきである。

4.31. 隔離の概念は本質的に2 つの側面を含む。これは、接近可能な環境から廃棄物を物理的に分離することと、安全機能が擾乱影響から隔離されることを確保することである。これら2 つの側面がどのようにもたらされることになるかの説明及び正当化が、規制上のアプローチを満たすようにそれらの適切性を実証する方法とともに、安全戦略の中で与えられるべきである。

⁸ このような実証可能性は、機能性の評価、試験又は他の物理的実証により確保されるだろう。

4.32. 様々な安全機能は、可能な限り処分施設の受動的特質によってもたらされることが求められ[2]、安全戦略は、これがどのように達成されることになるのかを説明し正当化すべきである。安全戦略はまた、どこに能動的*管理*又は特質が利用されるか及び、例えば閉鎖後期間において、モニタリングや制度的*管理*といった能動的*管理*を当てにできることがどのように実証されるのか、を示し正当化すべきである。

4.33. 安全戦略は、安全機能の頑健性⁹はどのようにもたらされることになり、そのような頑健性の適切性はどのように実証されることになるのかを定めるべきである。

4.34. 安全戦略は、施設の意図された設計が実際に実現し得ることはどのように実証されることになるのかを説明すべきである。これは、モックアップ施設若しくは地上と地下のどちらかの処分施設サイトにおける物理的な実証によって行われる可能性がある。

4.35. 安全戦略は、廃棄物の処分前管理との相互依存性の考慮により、処分されることになる廃棄物が処分施設の設計及び操業に適合することが確保されることを、どのように実証するのかを、定めるべきである。

4.36. さらに安全戦略では、以下のことを定めるべきである。

- － 意思決定を行う際及び多面的な論拠を用いる際に払われることになる注意の度合い；
- － 評価結果を検証、確認及び比較するために用いられることになる様々な評価アプローチ及びツールの考察を含む、評価方法論並びに評価の時間枠及び時間窓を選択するための論理的根拠；
- － ピアレビューはどのように実施されるのか；

⁹ 処分システムの構成要素に対して、起こることが合理的に予測されるいかなる摂動があろうとも、その期待される安全機能が満たされ続けるならば、その処分システムの構成要素は、頑健であると考えられるかもしれない。処分システムについて、起こることが合理的に予測される広範な条件及びシナリオの下、適切な防護と安全をもたらし続けるのならば、処分システムは頑健であると考えられるかもしれない。

- － 国際的なガイダンス及び慣行との整合性はどのように実証されることになるのか；
- － 必要に応じて、その他の高いレベルの議論。

処分システムの記述

4.37. 処分システムの記述は、処分システムに関する全ての情報と知識を記録するべきであり、あらゆる安全評価が行われる際の基礎をもたらしべきである。プロジェクトが進展し、評価が反復的に行われるにつれて、情報が得られ、処分システムについての知識が発展し成熟することになる。知識が発展するにつれて、システムの特性調査と施設の設計に対する将来的なニーズを決定するために、これが用いられるべきである。システムの記述は、処分施設の種類に応じて、以下に関する情報を含むべきである。

- － ニアフィールド：(i) 廃棄物の種類（例えば、廃棄物の発生源、性質、量及び特性、及び放射性核種インベントリ）、(ii) システム工学（例えば、廃棄物のコンディショニング及びパッケージング、処分ユニット、人工バリア、処分施設のキャップ又は覆土、排水特質）及び(iii)あらゆる掘削あるいは建設作業による擾乱帯の範囲及び特性を含む；
- － ファーフィールド、例えば、地質学、水理地質学、水文学、地球化学、地質構造と地震の条件、侵食速度；
- － 生物圏、例えば、気候及び大気、水域、地元人口、人間活動、生物相、土壌、地形、及び処分施設の地理的な範囲と位置。

4.38. 処分施設の種類に応じて、処分システムの記述は、以下を含むべきである。

- － システムの構成要素及びそれらのインターフェース並びに付随する不確かさの明確な特定及び記述；
- － 全体的な安全確保の概念及び安全機能の記述；
- － システムの、予想される変遷と、それほど起こりそうにない事象の両方に対して、システムの構成要素が割り当てられた安全機能をどのように果たし続けられるのかについての記述；
- － システムの構成要素に対する規制上の若しくはその他の要件が、施設の設計においてどのように扱われているのかに関する考察；
- － 処分システムに影響を与える可能性のある放射線学的、熱的、水理学的、力学的、化学的及び生物学的プロセスの記述；
- － システムの構成要素間で生じる可能性のある相互作用の記述；
- － 廃棄物の空間的不均質性がどのように考慮されているのかについての、関連する

不確かさを含めた記述；

- － システム構成要素及びそれらのインターフェースの特性及び挙動の、時間とともに起こり得る変化について、どのように要素が劣化し、又は機能しなくなるかとの関連する不確かさを含めた記述；
- － 起こり得る環境の変化及びそれが処分システムの構成要素に対して及ぼす影響の記述；
- － システムの、予想される変遷と、それほど起こりそうにない事象の両方の場合に対する、可能性のある放射性核種移行経路の記述。

4.39. 処分システムの記述は、以下を含めて、安全評価を支援するデータに関する情報を提供すべきである。

- － マネジメントシステムが、利用されているあらゆる安全関連データの品質をどのように確保するかに関する概略；
- － 利用されたあらゆるデータのソース（例えば、測定や報告書への参照による）；
- － サイト特性調査プログラムの背後にある論理的根拠（例えば、サンプルの選択、サンプリング場所）－データ取得プログラムは、その後の反復的評価のための情報の必要性について以前に行われた安全評価の結論を反映したものであるべきである；
- － サイトの特性調査の実施及びモニタリングデータを収集するために用いられた手法、並びにこれらの手法及びデータに付随する不確かさについての記述；
- － 放射性核種インベントリはどのように見積もられているのか、また、そのインベントリに付随する不確かさに関する記述；
- － 処分施設の地域における起こり得る将来の人の振る舞いの理解を裏付けるために利用されるあらゆる情報（例えば、当該地域における現在の人の習慣、探鉱の記録）。

4.40. 記述において提供される情報の深度と範囲は、処分施設の種類により影響されることになり、より大量でより長半減期あるいはより高放射能濃度の廃棄物の処分のために設計された施設については、より広範で複雑になる。極低レベル廃棄物処分のために設計された施設の記述は、高レベル廃棄物のものよりは広範でもなく複雑でもない。具体的な個々の施設のための実際の範囲や複雑さは、廃棄物の量、その個別の放射能特性、サイトの性質や複雑さ、及び関連する気象学的及び水理学的特性を含む多くの要因に依存することになる。説明の範囲や複雑さの正当化は、セーフティケースの一部としてもたらされるべきであり、これは、処分施設の概念化の段階やその開発及び操業の段階を通して行われる意見交換の一部として、規制機関の同意を得るべきである。

安全評価

4.41. 安全評価という用語は、本安全指針の中では、セーフティケースの一部として実施されるあらゆる評価のことをいうために用いられている（図4 参照）。これは、処分施設の開発、操業及び閉鎖の安全に関連するあらゆる側面を包含するものである。したがって、安全評価では、定性的な側面、非放射線学的な課題、及び組織的、管理上の側面も扱われる。

4.42. 以前の出版物（例えば、参考文献[26]）においては、安全評価という用語は施設の放射線影響に焦点を当てた評価を表すために用いられていた。

- ー 安全評価は、閉鎖後期間の施設の放射線影響の定量的評価を実施する全体プロセスとして定義されていた。これには、処分システムとその環境についての評価と記述の関係付け、及びその結果の説明が含まれていた。しかしながら、図2に例示されているようなセーフティケースの更に広い背景から見ると、これらの要素はセーフティケース全体の中の一部とみなされ、また定量的安全評価の一部分をなすのみでもない。セーフティケースの広範な背景においてこれらの要素を扱うことは、参考文献[26]の中で論じられているような、定量的評価を実施するための実際の方法論についてのいかなる変更を意味するものでもない；それらの出版物の中で開発されたアプローチは、現在セーフティケースの更に広い背景へと統合されている。
- ー 本安全指針における安全評価はまた、操業安全及びマネジメントシステムのような放射線リスクの定量的評価以上の、安全関連側面とも関連する。「安全評価」という用語のこの広義化は、本安全指針の基礎として更に広いセーフティケース概念を採用することの論理的な結果である。

4.43. 以下の各節では、図4 に示されているような安全評価の重要な要素の概観を示す。

閉鎖後期間の放射線影響評価

4.44. 閉鎖後の放射線影響の評価は、処分施設に関するセーフティケースの核を形成する。これは、定性的評価に加えて、処分システムとその環境の変遷、起こり得る安全機能を脅かす事象、並びに結果として生じる潜在的な影響の、包括的な定量解析を含む。閉鎖後期間の放射線影響評価のための体系的なアプローチが開発されており、参考文献[26]に述べられている。このアプローチにおいて、起こり得る処分システムとその環境の変遷を記述するために、シナリオが用いられる。処分施設からの放射性物質の潜在的な移動、及び環境におけるそれらの移行、並びに結果として生じる放射線リスクは、概念モデル及び数学モデルによって定量的に解析される。このアプローチに関する詳細なガイダンスは、第5章において提供される。

サイトと工学的側面

4.45. 閉鎖後期間の放射線影響評価の一部としての処分システムの変遷の定量的評価は、選定された若しくは提案されたサイト及び処分施設の意図された設計が適切であるという結論につながるべきである。定量的評価から出された結論は、定性的な論拠及び評価によって補完されるべきである。定性的及び定量的評価結果の統合された一連の結果は、以下を提供すべきである。

- － サイト及び工学技術の適切性の十分な実証；
- － 第3章に要約されているような、関連安全要件の遵守の合理的保証；
- － 施設について定められた安全戦略が満たされていること。

4.46. いかなる処分施設の安全も、主として、天然バリア及び人工バリアの有利な特性又は性質に依存する。天然及び人工バリアの重要な特性には、バリアの頑健性並びに長期間にわたる信頼性が含まれる。処分施設とその環境の頑健性及び信頼性に有利に働く側面が以下に述べられ、特定のサイトと施設設計の品質に対する議論が、これらの側面に関してなされる措置に基づいて行われるべきである。

受動的安全

4.47. 事業者は、可能な限り、処分システムの安全が受動的手段によって確保されることを実証すべきである。これは、能動的な機器又は活動（例えば、モニタリング）は、特に浅地中処分においては、施設の安全に貢献するかもしれないが、施設の長期安全のために必須なものではないということを意味する。したがって、施設の閉鎖後の安全をもたらすのは、主として天然及び人工バリアの組合せである（参考文献[2]参照）。

4.48. 施設の設計において、操業中及び閉鎖後の安全を能動的システムに依存することを最小限にするために、受動的安全措置が考慮される必要がある。

多重安全機能

4.49. 参考文献[3]によれば、「深層防護」の評価が廃棄物処分施設に対して要求され、そこでは、処分施設において多重安全機能が用意されていることの実証がなされる。「深層防護」という用語は、施設における通常運転、予期される運転時の事象及び一部のバリアについての事故状態において、放射性物質と従事者、公衆の構成員又は環境の間に置かれた物理的なバリアの有効性を維持するための、様々な機器及び手順の階層的な配備を意味する。

4.50. 処分施設への深層防護概念の適用は、安全が単一の機器又は管理手順若しくは単一の安全機能の実現に過度には依存しないことを確保することになる。これらの安全機能の役割と相対的重さは、時間と共に変化するかもしれない。放射性廃棄物処分施設への深層防護概念の適用については、更に第6章で論じる。

頑健性

4.51. 頑健性（4.33 項参照）は、深層防護の概念と関連した概念であり、処分システムの個々の構成要素、あるいは処分システム全体に対して適用できる。頑健性の概念及び処分システムの頑健性の実証についてのガイダンスは、第6章で更に論じる。

科学的・工学的原則

4.52. 良好な科学的慣行の要素は、とりわけ、観察の実施、仮説の設定及びテスト、再現性の評価、及びピアレビューを含む。セーフティケースの開発における良好な科学的原則の適用について、ある特定のサイトにおける地下水流の理解の進展を目的とする作業を例として考えることによって説明する。そのような作業は、地上及びボーリング孔での測定、地下水流の影響に関する仮定の提唱、収集されたデータを用いたモデルによるこれらの仮定のテスト、代替概念モデル及びそれらの再現性を検討するためのモデル化作業における複数のアプローチ又はチームの利用、及び作業の独立ピアレビューへの付託などからなる（4.92項～4.94項参照）。

4.53. セーフティケースは、良好な工学的慣行の原則が施設の設計においてどのように適用されているのかを扱うべきであり、事業者は、処分施設に見込まれる材料と建設技術が十分に理解されており、これらの材料が意図された用途に十分に適することが同様の適用から得られた知識により確認されるものであることを、セーフティケースにおいて実証すべきである。可能な限り、事業者は、十分に確立した建設技術を利用すべきであり、これらの技術の利用において得られた経験からのフィードバックを考慮すべきである。

サイト特性調査の品質

4.54. セーフティケースは、サイト選定において用いられるアプローチ及び規準の明確な記述を含むべきであり、選定されたサイトが安全戦略及び規定された全ての規準に従っているということを実証するべきである。セーフティケースは、サイト及びその周囲に関する知識（例えば、地質学、水理地質学、地表の特性、気候、地元の人口）を統合すべきであり、モデル化は、可能性のあるシステムの挙動の理解を助けるために用いられるべきである。サイトの情報は、これが実施できるように十分包括的であるべきである。

4.55. 評価結果における信頼は、次のような事項が成り立つならば、高まることになる：サイト特性調査及び安全評価プログラムが高品質であること；事業者によって収集されたサイトデータがパラメータ値と適用された測定手法の観点から他の既存のデータと整合していること；開発された安全評価モデルが科学的原則に基づくサイトの特性及びサイトの概念的理解と整合すること；及びサイトの概念的理解及び安全評価モデルが、サイトについての情報が新たに得られた場合においても、それをわずかに改善するだけで、矛盾なくかつ適しているものであり続けること。

操業安全の側面

4.56. 操業段階における安全の評価においては、参考文献[27]に述べられているような、放射性廃棄物の処分前管理に適用されるものと同様のアプローチが適用される。また、処分施設の操業に関連するのは、参考文献[28, 29]のような、原子力発電所の運転のための安全要件及び安全指針である。さらに、鉱山安全などの他の課題も、処分施設の操業段階における安全の評価において考慮される必要があるかもしれない（例えば、深地層処分の場合）。非放射線学的側面についての適用可能な要件（例えば、職業上の健康及び安全のための要件）は、放射線学的側面の要件とともに統合した手法で適用されるべきである。これがどのように達成されるかは、施設の種類、法的及び規制上の枠組み、及び施設開発の段階に依存することになる。

非放射線学的環境影響

4.57. 放射性廃棄物は、潜在的に有害な非放射性の成分（例えば、重金属、病原体）を含む場合がある。特に、ウラン採鉱による廃棄物は通常、多くの非放射性毒性及び／又は発がん性物質をかなりの濃度で含有する。処分システムのためのサイト選定及び設計開発は、このような非放射線学的危険性から人及び環境を十分に防護するものとすべきである。

4.58. 処分施設から生じる非放射線学的影響の評価は、環境保護法令によって要求され管理されることになる。これは本安全指針の範囲外である。それでもなお、本安全指針に述べられている評価のアプローチは、非放射性の廃棄物により引き起こされる危険性の評価、並びに潜在的なあらゆる危険に対する防護と安全の最適化においても有用かもしれない。

4.59. 環境保護法令及びその関連規則は、処分施設の建設、操業及び閉鎖に関する幾つかの要件に至るであろう。例えば、施設の建設及び操業を制限するかもしれないし、交通又は騒音公害に関する制約があることがある。他の例には、建設及び操業の間の施設における水管理について要求される限度、制約及び条件並びに、閉鎖後の排水管理に関する規定がある。環境保護法令に由来するそのような要件は、施設の設計において適切に考慮されるべきである。したがって、安全論拠の統合（図2 参照）は、非放射線学的影響も考慮に入れるべきであり、処分施設の総合的な安全性と関連するあらゆる法律上及び規制上の要件の遵守を実証すべきである。

マネジメントシステム

4.60. 参考文献[2]の要件25 は次のように述べている。

「品質を保証するマネジメントシステムは、処分施設の開発と操業の全ての段階を通して、全ての安全関連活動、システム及び構成要素に適用されなければならない。」

マネジメントシステムに関する一般要件は、参考文献[30]に規定されており、これらの要件を満たす方法に関する勧告は参考文献[31]に示されている。適切なマネジメントシステムの適用は、セーフティケースの信頼に寄与することになり、必要な財源及び人材の供給を含む安全に関する全ての作業を統制するマネジメントシステムの適切性についての評価が実施されるべきである。

4.61. マネジメントシステムに関する要件は、セーフティケースの開発に、二通りに影響を及ぼす。第一に、施設開発の様々な段階に適用されるマネジメントシステムの記述は、サイト選定、設計、建設、操業、閉鎖及び閉鎖後の安全のための関連要件及び規準が満たされているということに対する信頼に寄与する、セーフティケースの重要な要素を示すべきである。第二に、データ収集やモデル化などの、セーフティケースと安全評価に関連するあらゆる活動の品質を保証するために、プログラムが構築されるべきである。この側面は、4.39 項において論じられる。

不確かさの管理

4.62. 安全評価における不確かさを扱うことの重要性は、参考文献[3]の4.59 項に反映されており、それは、「安全解析における不確かさは、定量的な手法、専門的な判断又はその両方を用いて、その原因、性質及び程度について特徴付けなければならない。」と述べている。参考文献[3]は、更に以下を求めている：「安全解析の成果及びそれに基づいて行われる意思決定に対して意味合いを持つかもしれない不確かさは、不確かさ解析及び感度解析で扱われることになる。」

4.63. 閉鎖後の放射線影響の定量評価に関連する不確かさを管理するためのアプローチについてのガイダンスは、第5章で提供される。

反復及び設計の最適化

4.64. 設計オプションに関する意思決定のプロセスは、複数の様々なそして時には競合する要因を1か所に集めて調整して決定しなければならないという点で、多面的なものである。意思決定プロセスは、実際のほとんどのケースにおいて反復的なものとなろう。反復の量は、施設の開発の段階及び行われる決定の性質、更にはデータ及びモデルの利用可能性に依存することになる。

4.65. 意思決定プロセスにおける初期の反復は、利用可能なデータ及び評価の実施能力を用いて行われるべきである。反復は、評価がその目的のために十分であると判断されるまで続けることが必要である。さらに、追加の情報は、行われることになる決定の基礎を改善するために必要な程度まで得る必要がある。決定によっては、セーフティケースのある特定の側面に関して反復を必要とするかもしれない（例えば、ある特定のモデルに対するデータ要件の改善）。他の決定は、より多くの反復を必要とする可能性があり、以下のような、セーフティケースの幾つかの構成要素の改定を含むかもしれない。

- －セーフティケースの背景は、例えば不確かさをより現実的に扱うため、若しくは考慮される受容体(receptors)の範囲を広げるために調整されるかもしれない；
- －安全戦略は改定されるかもしれない；
- －サイトに関する新たなデータが利用可能になるかもしれない、及び／又は設計が更に発展するかもしれない；
- －このような変化やその他の要因（例えば、ピアレビューの結果）がきっかけとなって、セーフティケースと裏付けとなる安全評価の構成要素は更に改定され、開発される必要があるかもしれない。

4.66. 処分施設に関する防護の最適化は、施設の設計の開発において行われる決定に適用される判断プロセスである。良好な工学的及び技術的解決策が採用されるべきであり、良好な管理原則が、処分施設の開発、建設、操業及び閉鎖にわたるあらゆる安全関連作業の品質を確保するために適用されるべきである。

4.67. 防護と安全の最適化についての幾つかの決定に対しては、専門家の判断並びに、最善の利用可能で証明された技術の利用に基づく定性的アプローチで十分かもしれない。課題がより複雑であって、処分施設の他の側面との相関が強いほど、最適化を実証する必要性はより高くなる。安全が最適化されていると見なすことができることを実証するためには、以下の重要な論拠が正しいことが示されるべきである。

- － 処分施設の開発、建設及び操業の各段階での様々な設計オプションの長期安全上の意味合いにしかるべき注意が払われている。
- － 処分システムの予想される変遷に起因する線量及び／又はリスクは、結果の有意義な解釈を妨げるほど不確かさが大きくなり時間枠の範囲において、拘束値を超えることはないという合理的な保証がある。
- － 処分施設の性能を損ない、更にはより高い線量又はリスクを引き起こすかもしれない事象の起こる尤度は、立地若しくは設計によって合理的に可能な限り低減されている。

4.68. 選択された設計オプションが、よく定義された合理的な手順に従って選ばれたということを実証すべきである。代替設計オプションがそれらの利点及び欠点の評価とともにセーフティケースに示され、選ばれたオプションの正当性が示されていれば、選択された設計オプションに対する信頼が高まると考えられる。代替案の考慮は、一部の国においては規制上の要件である（例えば、参考文献[32]）。

4.69. あるプロジェクトに対するかなり異なるオプションは、一般的にプロジェクトの設計段階で考慮される。セーフティケースは、最も適切なオプションを選択するために、あらかじめ定められた一連の規準又は考慮事項に基づいて実施したプロセスを記述すべきである。代替案の比較のために用いられる規準は、安全規準に加えて、環境的因子及び社会経済的要因（例えば、コスト、一定のオプションの社会的容認）を含むべきである。

4.70. プロジェクトを実施する代替手段の検討には、以下の3つの疑問に回答することなどがある。

- － 代替案はどのようなものか？
- － 特に利点及び欠点において、それぞれの代替案に伴う影響はどのようなものか？
- － 望ましい選択肢を選択するための論理的根拠はどのようなものか？

4.71. 代替案は、これらの問いに対する明確な答えを示すために十分詳細な範囲まで特定し記述すべきである。例えば、異なるバリアの種類などの代替設計オプションが考慮されているならば、それぞれの代替オプションが説明されるべきであり、それぞれの代替案の潜在的な放射線影響、コストと便益が決定されなければならない。さらに、異なるオプションの規準及び解析は、提案されている設計を裏付けることを示すため、完全に文書化されるべきである。代替オプションの意思決定及び評価についてのさらなる勧告は、6.79～6.89 項で提供される。設計の進展並びに設計に関連する決定の根拠は記録されるべきであり、これらの記録はその寿命を通して施設が変遷する間、維持されるべきである。

限度、制約及び条件

4.72. セーフティケースは、施設の安全に影響を与えるあらゆる作業及び活動に適用され、施設に処分されることになる廃棄物に適用されるべき限度、制約及び条件の確立を助けるために、利用されるべきである。例として、建設プロセス、定置作業及び埋戻し材及び埋戻し手法に関する制約、操業時の安全及び長期安全を確保するための、処分される可能性のある廃棄物の種類、放射能及び量に関するサイト固有の限度と、モニタリング及びスタッフの教育訓練に関する要件などがある。

4.73. 処分施設にとって特に重要な限度と条件は、受入れ可能な総廃棄物インベントリ及び／又は廃棄物中の特定の放射性核種の受入れ可能な濃度レベルである。これらは、安全評価に基づいて決定及び／又は正当化されるべきである。廃棄物受入れ規準は、個々のパッケージと施設全体の双方に対して、様々なシナリオの解析（例えば、放射性核種の環境への放出や環境経路に沿った放射性核種の移動）を考慮して、規定されるべきである。人間侵入のシナリオの検討も重要であり、浅地中処分施設の場合、長半減期放射性核種の受入れ可能レベルを決定するためにしばしば利用される。しかし、ここで注目すべき点は、特に操業上の安全に対して、大量の短半減期放射性核種も潜在的な問題になり得ることであり、このような放射性核種もまた、安全評価を行う際及びインベントリと濃度レベルの限度を特定する際に考慮されるべきである。さらに、セーフティケースはまた、天然及び人工バリアの劣化を引き起こす廃棄物や人工バリア中の物質（例えば、化学物質）のレベルを評価するために用いられるべきである。浅地中施設の廃棄物受入れ規準の導出に関する詳細は、参考文献[33]に示されている。

4.74. セーフティケースとその裏付けとなる安全評価はまた、特定の処分施設及びプログラムのその後のレビューに対して適切な、当該サイト及び周辺地域のモニタリング及びサーベイランスプログラムを策定するためにも、用いられるべきである。サーベイランス及びモニタリングプログラムは、当該処分施設が想定どおりに機能し、構成要素はその安全機能を満たすことができるという証拠を一定の期間にわたって示すために、策定され実施されるべきである。

4.75. 処分施設の安全は、サイトの特質と経営上の取決めの組合せに依存することになり、その運営上の特質は、相応の資格を持った職員がいるかどうかに依存すると考えられる。施設の開発及び操業に関与するであろうスタッフに対する教育訓練のニーズは、安全評価の中で特定された潜在的危険及び予期される操業事象及び事故状態を防ぐために取る必要がある手配に基づいて決定すべきである。

安全論拠の統合

4.76. セーフティケースは、利用できる証拠、議論及び解析の統合を提供すべきである。これらは、関連するデータと情報がどのように検討されたのか、モデルがどのように試験されたのか、合理的で体系的な評価手順がどのように実施されたのかを説明すべきである。セーフティケースはまた、現在利用できる証拠、議論及び解析には何らかの限界があることを認めるべきであり、処分システムの計画と開発がいずれにせよ継続されるべきであるとの判断に至った主な根拠を強調すべきである。セーフティケースは、それにより安全性を損なう可能性のある未解決の問題と不確かさが扱われ管理される方法を含むべきである。証拠、議論及び解析が有利な決定を裏付けるために十分な信頼を与えなければ、セーフティケース、施設設計、あるいは処分概念でさえ改定される必要があるかもしれない。

4.77. 一般的に、処分施設の計画及び開発の各段階のセーフティケースは、処分施設の品質と性能の評価を裏付けるのに利用できる様々な証拠、議論及び解析の全てを含むことになる。セーフティケースでなされた議論と矛盾する知見と不確かさも、議論され解析されるべきである。これは、以下の詳細な考察を必要とする。

- － セーフティケースとその裏付けとなる安全評価における不確かさの扱い；
- － セーフティケースの根拠を形成する科学と設計作業の品質と信頼性；

- － 各シナリオの策定、検討するシナリオの範囲の適切性、シナリオの尤度の評価、及び利用される手法、モデル、計算コード及びデータベースの適切性を含む、安全評価の品質と信頼性；
- － 安全評価計算の品質の保証を提供するための、安全評価計算の性能についてのマネジメントシステム要件。

4.78. セーフティケースを提示する際に、重要視する論拠は、以下に依存して異なり得る。

- － 意図する読者の関心と要求；
- － 処分システムの安全が実証されるべき時間枠、及び時間による危険性の変化；
- － プロジェクト開発における段階；
- － 起こり得る処分システムの変遷；
- － 処分システムの性能について付随する不確かさとそれらの意味合い。

4.79. 定量的な評価結果の重要な活用方法の1 つは、安全規準との比較であり、特に線量及びリスクの限度及び拘束値との比較である。さらに、補完的安全指標及び性能指標が、計算結果の*評価*や評定に利用できる。定量的解析は、半定量的及び定性的論拠を考慮する他の論証手法によって補完されるべきである。

安全規準との比較

4.80. 安全の目標及び規準と、規準が満たされ目標が達成されることを実証するために用いられる指標の間には、明確な区別がなされる必要がある。安全の目標は一般的な言葉で表現され、それらの目的には国際的な同意が存在する。国内規則は、目標値、拘束値又は限度として表現される特定の指標（例えば、線量やリスク指標）に関する基準及び規準を規定することがよくある。このような指標は、国ごとに異なるかもしれない。

4.81. 安全評価の目的の1 つは、安全評価のエンドポイントを安全規準と比較することである。しかし、計算された線量又はリスクが関連する線量若しくはリスク拘束値を下回ることを示すのみでは、処分施設のセーフティケースの受入れ可能性には十分でなく、多重安全機能の付与のような他の要件も満たされなければならない。さらには、安全が最適化されることも要求される。逆に、一部のありそうにない状況において、線量が、線量拘束値を超え得るという指摘は、必ずしもセーフティケースの棄却に帰着しない。

補完的安全指標と性能指標

4.82. 線量及びリスク以外の指標は、セーフティケースにおいて利用されることが可能であり、これらは付加的に信頼を高め、放射線影響評価結果を適切な背景へと組み込むために利用できる。補完的安全指標の概念（すなわち、線量又はリスクの計算値を補完する、評価のエンドポイントでの他の値の計算）は、主として地層処分施設との関連で利用されてきたが、他の種類の処分施設の場合にも利用することが可能である。

4.83. 一般に用いられる補完的安全指標には、放射性核種濃度及びフラックスを含む。他のこのような指標は、放射性核種インベントリとは関連しないが、例えば結果が人工バリアの性能を引き出すことを可能にする特性に基づいたものであってもよい。他の補完的安全指標は、施設の性能を検証するためのモニタリング計画の達成目標を含み得る。

4.84. 補完的安全指標は、処分施設の性能又は個々の構成要素の有効性を判断するために、ガイドライン、規準及び参照値と比較されるかもしれない。参照値は、以下に示すような、法律又は、規則及び他の考慮のような、多くの観点から導くことができる。

- － 環境媒体中における最大限に許容できる放射性核種の濃度に関する規制上の規準；
- － 安全評価の中で実施される感度解析の結果（これは例えば、ある容器の特定の最低耐用年数が、処分システムの全体的な安全にとって決定的であることを示すかもしれない）；
- － それによって処分システムの安全機能が付与されていることを示す、プロセスについての独立した考察；
- － 社会的な価値又は期待。

多面的な論拠

4.85. セーフティケースに対する信頼はまた、多面的な論拠の利用によって高められると考えられる。多面的な論拠の利用は、一定のデータ、仮定及び結果に対する信頼を構築する様々な論拠を提供することによって、セーフティケースに付加価値を与えるだろう。さらに、ある種の論拠は、特定の読者にとって、一層有意義な場合がある。

4.86. 安全評価の結果を補完する代替の論拠は、例えば、ナチュラルアナログ及び人工の類似物のようなものである。そのような複数の論拠が規定されるセーフティケースの側面には、古水理地質学、古気候学やネオテクトニクスを扱う部分などがある。さらに、安全評価におけるモデル化の結果に対する信頼は、放射性核種移行又は放射線影響についての単純化された計算（スコーピング計算）の提示によって高められるかもしれない。

未解決課題の取り組みの計画

4.87. 放射性廃棄物処分施設に関するセーフティケースは、処分施設の寿命を通じて開発され、順次更新される必要がある[2]。どの段階におけるセーフティケースに対する信頼も、それぞれのセーフティケースの改定版に、重要な未解決の課題に取り組むのに必要となる更なる作業のための計画を含めることによって増進されることになる。これには特に、残存する重大な不確かさを低減したり、結果に及ぼすその影響を低減したり、又は、完全に回避したりすることによりなされる。

4.88. 処分施設を開発するためのプログラムの最も初期の段階では、未解決の問題と不確かさが数多くあるかもしれず、セーフティケースは、（例えば、サイト特性調査あるいはシステム設計の最適化によって）将来の段階においてこれらを扱う明確な計画を含むべきであり、これらの計画を達成するアプローチを設定すべきである。プログラムの後の方の段階では、更にセーフティケースが許認可申請の一部として提示されるまでには間違いなく、目前の決定にふさわしい方法で、安全についての不確かさと未解決の問題が扱われているべきである。これが扱われた方法は、セーフティケースにおいて反映されるべきである。幾つかの不確かさが残るのは避けられないが（例えば、調査の過程で、地質バリアの有利な特性をある程度乱すことなしに、これを完全に調査することは決してできない）、セーフティケースは、これらの不確かさが施設の安全性のための論拠を傷つけることが無い理由を示すべきである。

交流プロセス

4.89. 図2 に示されているように、セーフティケースの開発において、その品質及び適切性を確保するために関連する外部プロセスが多くある。これらのうち最も重要なものは、規制上のプロセスであり、これを通して、遵守すべき基準が規定され、その基準を満たすための規制上のガイダンスが示される。セーフティケースには、それに対する規制機関の期待が全て満たされていること、及び解決を必要とする課題が特定され管理されていることを保証するための構造化された交流及びコミュニケーションのプロセスも含まれるべき

である。第8章は、規制レビューのプロセスが、セーフティケースにおける付加的な信頼をもたらすためにどのように構造化され実施されるべきかについてのガイダンスを提供する。

4.90. これらの関連するプロセスはまた、独立した専門家及び利害関係者の関与も包含するべきである。さらに、セーフティケースの開発は、セーフティケース及びその文書化の品質を保証する包括的なマネジメントシステムの中で実施されるべきである（4.95～4.100項参照）。

利害関係者の関与

4.91. 利害関係者の関与は、処分施設の安全に対する信頼構築のプロセスの一部として、早期から確保すべきである。利害関係者の関与のための様々なモデルは、様々な国において適用されてきており、国内及び国際研究プログラムの双方において、利害関係者を関与させることについて、広範な研究が実施されてきた。重要な考慮事項は、利害関係者の関与は、明確に定められた手順規則とともにオープンで透明な協議の枠組みの中で行うべきであるということである。利害関係者の関与のためのプロセスは、セーフティケースにおいて設定されるべきである。

独立レビュー

4.92. 独立したピアレビューは、放射性廃棄物処分施設のセーフティケースにおける信頼構築において重要な役割を果たすべきである。ピアレビューは、セーフティケースの開発に直接には関与しておらず、作業の結果に直接の利害（例えば、資金上あるいは政治的な利害）がない適格な専門家又は専門家グループによるものであって、作業の技術的なプログラム又は特定の側面についての正式に文書化された審査であるべきである。

4.93. 独立したピアレビューは、セーフティケースの作成に至る、能動的な進行中の作業の一部とすべきであり、プロジェクトの初期の段階から開始すべきである[34,35]。ピアレビューは、レビューの範囲及び付託条項、レビュー者の選定の根拠、ピアレビューの所見、レビュー者により出されたコメントに対する事業者の回答及びレビュー者による回答の評価を含めて、完全に文書化されるべきである。

4.94. 状況によっては、1 つ又はそれ以上の特定のテーマに焦点を当てる、若しくはセーフティケース及び／又はその裏付けとなる安全評価の全体を評価するために、国際ピアレビューチームが設置されるべきである。

マネジメントシステム

4.95. 規制機関及び事業者は、全ての安全関連作業及び活動の品質を確保するために適切なマネジメントシステムを整備する必要がある[30]。セーフティケースの開発及びそのレビューの十分な基礎を提供するように設計される適切なマネジメントシステムの策定においては、以下の側面を考慮に入れるべきである。

- － セーフティケースが評価され決定が下される際に従うべき、明確であり、一貫しており、透明性のある規準の必要性；
- － マネジメントシステム及びそれらの実施が適切であるかを決定するための、必要に応じて行われる、内部及び外部の監査の必要性；
- － 例えば教育訓練プログラムの用意や国際プロジェクトへの参加によって、セーフティケースとその裏付けとなる評価を実施しレビューすることの、資質、能力及び信頼性を、文書化しまたそれを高めることの必要性；
- － セーフティケースの開発及びレビューのプロセスにおける、透明性及び公衆関与の必要性；
- － セーフティケースの開発における国際勧告、安全目的、安全評価方法論、時間枠、処分概念等の考慮を確保する必要性；
- － 事業者と規制機関の能力と知識をプロジェクトの時間枠全体にわたって開発し維持する必要性。

4.96. マネジメントシステムには、入力データ、モデル及び結果の質が良好であるという信頼をもたらすプロセスの様々な段階を実施し、文書化するための、計画的かつ体系的な一連の手順が含まれるべきである。安全評価の結果に対する信頼を構築する要求のために、評価の様々な要素の品質を確保するためのプログラムを、処分施設の開発における最初期の段階から適用することが必要となる。

4.97. セーフティケースに対する信頼は、関連する課題が扱われていないと認められた場合には低下することになる。完全性は、規制機関がセーフティケースのレビューにおいて検討すると思われる優先事項の1 つである（8 章）。他の利害関係者もまた、自分にとって重要な課題が扱われていることを検証したいと思うかもしれない。したがって、セーフティケースで、関連する不確かさを含めて、関連する課題が全て扱われていることを実証

するために、様々な方法を用いることが望ましい。扱うべき課題の範囲は、処分施設の開発の段階にも依存し、法律、規制や利害関係者の関心事などからなる、複数の出所に由来することになる。したがって、完全性を実証するための方法は、これらの出所をセーフティケースに関連付ける、十分に構造化された相互参照又はマッピングなどとなる。

4.98. 追跡可能性は、行われた決定及び仮定の、また、所与の一連の結果に至る際に利用されたモデル、パラメータ及びデータの、明確かつ完全な記録を要求する。追跡可能性はまた、セーフティケースの中で利用されているデータ及びその他の情報の出所に遡る可能性も包含する。したがって、セーフティケースを裏付ける一貫した参照体系が確立されるべきである。この記録は、様々な決定及び仮定はいつ、何に基づき、誰によって行われたのか、これらの決定及び仮定はどのように実施されたのか、どのモデル化ツールが利用されたのか、そして、最終的なデータソースは何か、に関する構造化された情報を含むべきである。

4.99. 透明性は、公開性、コミュニケーション及び説明責任を要求する。これは、セーフティケース及び安全評価は、例えば、安全上の便益をもたらす処分システムの特質と不確かさの両方を認識した、明快で公開された偏りのない方法で文書化されるべきであることを含意する。その目標は、評価において行われたことは何か、結果及び不確かさはどのようなものか、なぜそのような結果になったのか、そして重要な課題は何かについて、意思決定者に情報を与えるために、明快なイメージを与えることとすべきである。透明性を高めるために、セーフティケース文書を公衆に利用可能にし、また意図された読者に適する方法と詳細度で用意されるようにすることもまた適切と考えられる。

4.100. セーフティケースの文書化における追跡可能性及び透明性についてのさらなる勧告が、7.12～7.17 項で提供される。

5. 閉鎖後期間の放射線影響評価

5.1. 4.44 項に示したように、閉鎖後の放射線影響評価は、処分施設のセーフティケースの核をなす。閉鎖後期間の放射線影響評価は、処分システムの性能の*評価*及び、人の健康と環境へのその潜在的影響を定量化するプロセスである。この評価には、処分システムの性能が持つ全体レベルの定量化及び関連する不確かさの解析の双方が含まれる。放射線影響

評価のために利用される方法論は体系的であるべきであり、評価は、安全に関連するあらゆる側面をグレーデッドアプローチの方法で適切に取り扱うべきである（5.6 項参照）。

5.2. 閉鎖後の浅地中処分施設の影響評価の一般的手法がISAM プロジェクトで開発されている[26]。この手法は、他の種類の処分施設の影響評価に、適合させられ、テストされ、その結果同様に有益であることが見出されている。

5.3. 用語について、参考文献[26]においては、「安全評価」という用語は、主として閉鎖後期間の放射線影響評価を示すために用いられていることを指摘しなければならない。しかしながら、既に4.42 項で説明したように、本安全指針においては、より広いセーフティケースの概念へと統合された、評価の全ての要素（図4 参照）を反映した「安全評価」という用語を用いる。このことは、参考文献[26]において今でも基礎としている評価の手法に関して何らかの変化があることを意味するものではない。

5.4. 以下の各節で論じる閉鎖後期間の放射線影響評価手法の重要な要素は以下のようなものである。

- － 評価の背景の明確化；
- － 廃棄物処分システムの記述；
- － シナリオの開発及び正当化；
- － モデルの定式化及び実装；
- － 感度及び不確かさの解析を含めた、シミュレーションの性能と結果の解析；
- － 安全規準との比較；
- － 評価のレビューと必要に応じた修正（反復して行われる）。

5.5. これらの要素の幾つか（評価の背景、廃棄物処分システムの記述、結果の*評価*）は、第4章で記述したセーフティケースの個別要素と重複している。これは、閉鎖後期間の放射線影響評価をより広いセーフティケースの一つの要素と考えることの当然の結果である。この章の議論は、特に定量的評価について扱い、第4章におけるより一般的な説明を補足するものである。

評価の背景

5.6. 評価の背景は、次の重要な側面などからなる：評価の目的、評価の根底にある哲学、規制上の枠組み、評価のエンドポイント、及び評価の時間枠。第4章で論じられる一般的な側面に加えて、以下のガイダンスは、閉鎖後期間の放射線影響の定量的評価に適用する。

評価の根底にある哲学

5.7. 評価の基礎となる哲学、すなわち評価を実施する際に用いられるアプローチの選択、については、既に第4章で一般論として論じている。定量的評価に関しては、幾つかの具体的な側面がある。

異なる評価アプローチの利用

5.8. 規制の遵守を実証するためには、起こり得る処分施設からの放射性核種の移行による放射線量又はリスクが、規定された線量又はリスク拘束値以下に留まることを示すことが通常要求される。したがって、起こり得る放射性核種の放出に対する最大推定値が、拘束値を満足することを実証することで十分である。この種類の評価のアプローチは、通常、決定論的アプローチと呼ばれ、一般に保守的な方法がとられる。

5.9. パラメータの値の不確かさは、原理的には確率密度分布によって記述でき、その分布は、観測による統計、又はより一般的には、専門家判断に基づくその値に対する信頼の度合いのどちらかから求められる。数値的パラメータでないパラメータに付随する多くの不確かさも、それにもかかわらず、定量化でき確率分布として記述できる。確率論的計算を用いるアプローチは、評価で用いられるパラメータの確率密度分布から、評価の結果の確率分布を導き出す。

5.10. 閉鎖後期間の放射線影響評価は、各アプローチを適切に選択して実施すべきであり、これらを補完的に利用すれば、処分施設の安全に対する信頼を高めることができる。考慮し得る異なるアプローチには、確率論的及び決定論的アプローチ、単純な保守的モデルの利用、複雑かつ一層現実的なモデルの利用などがある。保守的アプローチを用いる場合には、それは、現実的であるべきであり、できる限り経験に裏付けられたデータを活用し、また、被ばくシナリオ、概念モデル、パラメータ、及び単純化された計算モデルの選定においては専門家判断を活用すべきである。

確率論的及び決定論的アプローチ

5.11. 確率論的アプローチと決定論的アプローチを組み合わせることは、評価の結果に対する信頼の増進に寄与するかもしれない。しかし、これら2つのアプローチに伴う便益及び限界を認識することが重要である。

5.12. 決定論的アプローチは実行するのがもっと容易であり、様々な利害関係者に対する説明も一層容易かもしれない。また、このアプローチは具体的な個々の不確かさや代替モデルの想定の影響を例示するのに有用となる。決定論的アプローチの限界には、確率及び変動性を考慮することができないこと、及びパラメータとして最適な推定が選択されていることや保守的な値が選択されていることを正当化するのが難しいことなどがある。

5.13. 確率論的アプローチの強みは、不確かなパラメータが変動する全領域を考慮することにより、不確かさをより包括的で明示的に表示する能力にある。こうしたアプローチではまた、より全体にわたる体系的な感度解析が可能であり、リスクを見積もるために利用することができる。確率論的アプローチのもう一つの強みは、一連の条件と仮定の基での処分システムの予想される性能を調べることができ、セーフティケースと規制の決定の頑健性に寄与することができることである。

5.14. 確率論的アプローチに伴う問題点は、パラメータの適切な確率分布を得ることあるいは特定することが難しいこと、代替となるモデルの仮定を正当化し得る確率を付与することが難しいこと、確率論的な仮定と結果を持ってコミュニケーションすることが難しいこと、及び更なる資源が必要とされることなどがある。

保守的評価と現実的評価

5.15. 現実的な評価は、処分システムの最もありそうな挙動を示すことを目指すものである。保守的な評価においては、処分システムの防護をもたらす能力が、故意に過小評価される。保守的なアプローチが採られる場合には、評価は、あるパラメータの値又は仮定が保守的に選ばれていることを正当化する理由を記述すべきであり、可能であれば保守性の程度の定量的な見積もりが示されるべきである。保守的な仮定の使用及び保守的な値をパラメータに割り当てることについてのさらなる推奨が、5.67 項で提供される。

5.16. 閉鎖後期間の放射線影響評価においては、保守的な計算と現実的な計算の両方が必要と考えられ、両方のアプローチを用いることで処分施設の安全に対する信頼を高めることができる。例えば、特に評価の初期段階においては、処分システムの一部又は全部の性能を迅速に評価するために保守的モデルを利用することができる。単純な保守的モデルはまた、一層複雑なモデルを用いて得られた結果の信頼を高めるためにも利用されるかもしれない。保守的モデルは、また定量化しにくいような不確かさを扱うのにも必要である。評価においては、幾つかのパラメータに対しては保守的推定を、他のものについては、より詳細な特性調査に基づく現実的な値あるいは現実的モデルを用いることができる。

5.17. 保守的アプローチ、現実的アプローチ、又は両方のアプローチのいずれを用いるかの決定は、評価の性質及び目的、規制上の要件、データの利用可能性や科学的理解、サイト及び施設の複雑さや利用可能な資源などの、多くの要因に依存する。

5.18. 施設の設計を最適化するためあるいは処分システムの挙動の詳細な理解を実証するために、評価は、モデルをパラメータ化するためのデータの入手可能性に応じて、可能な限り現実的なものとすべきである。しかし、現実的な評価は、多数のパラメータを伴う複雑な計算を必要とすることがあり、使われるデータとモデルが、処分システムの性能の現実的な描写に実際につながると実証するには、かなりの資源が要求されるかもしれない。

5.19. 数値的な尺度又は、性能基準への適合性を実証するためには、比較的単純なモデルに基づく保守的な解析を実施するのが適切と考えられる。安全裕度が大きい場合、そのようなアプローチが実行可能になる。しかしながら、使い方を誤れば、処分システムの過度に保守的な又は最悪ケースの描写の結果が、実際の施設の性能にほとんど関連を持たない評価結果に基づいた、不適切な意思決定を導くことになるので、注意が必要になる。さらに、過度に保守的なアプローチの利用は、その後になされる評価がより現実的な（若しくはより保守的ではない）アプローチを採用して規制要求に適合することを実証しようとする場合に、結果の扱いに関して利害関係者の懸念を引き起こす可能性がある。そのような状況を避けるため、保守的アプローチあるいは現実的アプローチを選択したことと、アプローチが修正されたのであればその理由が、明瞭に文書化され、伝えられるべきである。

規制の枠組み

5.20. 安全評価の実施に適用される規制の枠組みは、評価の背景の一部を形成するものとして文書化されるべきであり、安全評価はこの枠組みと整合する方法で実施されるべきである。このようにして、評価に用いられる安全規準が規制の枠組みによって典型的に特定されることとなる。

5.21. 定量的な規制規準については、参考文献[2]の2.15 項では次のように述べている：

「処分施設に影響する可能性のある自然過程の結果として、将来被ばくするかもしれない代表的個人への計算された線量又はリスクが年間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」。

5.22. さらに、偶発的な人間侵入が：

「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。」

「(d) [偶発的な]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には、例えば、地表下への廃棄物の処分又は、より高い線量を与える放射性核種の内容を分離するといった、代替となる処分のオプションが考慮されるべきである。」

「(e) 1～20mSv・・・の範囲の年線量が示される場合には、施設の開発段階で侵入確率を低減する又は、施設設計の最適化によって、その影響を限定する合理的取り組みが正当化される。」¹⁰（参考文献[2]、2.15 項）

¹⁰ 将来においては、サイトの境界はほとんど意味を持たないので、この「サイト」という用語は初期のサイトとその周辺を指している。

5.23. 規準への遵守が示されなければならない定量的規準とその時間枠は、国によって異なる場合があります、セーフティケースと評価の背景において規定される必要がある。

5.24. 同じサイトに複数の施設が存在するか計画されている場合、考慮すべき規準を定め評価結果を規準と比較する際に、全ての施設の影響を考慮に入れるべきである。これは、新旧の施設がサイトに混在する場合、あるいはリスクを基本的に生じ得る期間が、サイト内の各施設について異なる場合、簡単ではないかもしれない。そのような状況においては、評価において用いるべき規準を特定するために、通常は事業者と規制機関の間の協議が要求されることになる。

評価のエンドポイント

5.25. 次のような評価のエンドポイントの明快な記述が、それらが選択されたことに対する正当化と共に示されるべきである。

- － 線量又はリスクのレベルのような、放射線影響についての評価のエンドポイント。これらは通常、施設に適用し得る規制と関連することになり、選択された評価のエンドポイントは、評価の目的並びに関連規制上の要件及びガイダンスと整合するものであることを実証する必要がある。
- － 放射性核種の濃度とフラックス、非放射性汚染物質の濃度及びフラックス、人以外の種に対する影響などの、その他の安全指標。
- － 例えば、放射線基準又は環境基準との適合を決定するため、あるいは、自然バックグラウンドレベルの放射能と比較するために、評価のエンドポイントはどのように用いられることになるのかに関する記述。

5.26. 評価の時間枠内の異なる期間（時間窓）に対しては、異なるエンドポイントを用いることも可能である（5.34 及び5.35 項及び6 章参照）。

受容体(receptors)

5.27. 放射性廃棄物処分の基本原則は、将来の個人及び集団が、際立った防護措置をとる必要がないように適切に防護されなければならないと述べている[1]。人以外の種に対する防護はここ数年にわたり議論されてきている（例えば参考文献[24]）。しかしながら、この課題に対するアプローチと規準に関する国際的合意は未だ進展中である。したがって、本安全指針ではこの問題についてはこれ以上考慮しない。

5.28. 参考文献[23]において、「代表的個人」の概念が、公衆の構成員への放射線影響の評価のために用いられる。規制上の要件によって、潜在的に被ばくを受ける集団の代表的個人に対する線量又はリスクのどちらかを評価のエンドポイントとして用いることが可能である。様々なエンドポイントと関連する受容体を明確に特定し記述すべきである。一連の範囲の、被ばくの可能性のある受容体が考慮されるべきである。

5.29. 通常、代表的個人は、接近可能な生物圏で最大の放射線影響をもたらす放射性核種による汚染の可能性のある地域に居住していると想定される。処分施設からの放出による生物圏の放射能汚染は、人の寿命よりかなり長い期間にわたって比較的一定な状態を保つ可能性が高いと仮定することもできるだろう。その場合、個人の生涯にわたって平均することにより、年線量又はリスクを計算するのが合理的である。

5.30. 参考文献[23]において、予測評価における代表的個人に対する年線量を見積もる際に3つの年齢区分を用いることが勧告されている。これらの区分は、0～5歳（乳幼児）、6～15歳（小児）及び16～70歳（成人）である。この勧告の実際の実施においては、これら3つの年齢区分を代表するために、1歳の乳児、10歳の小児及び成人に対応する線量係数及び習慣に関するデータが用いられるべきである。

5.31. 長期の線量評価においては、処分施設からの放射性物質の放出に起因する生物圏の放射能汚染は、人の寿命よりもかなり長い期間にわたって比較的一定にとどまる可能性が高いことが想定される。したがって個人の生涯にわたり平均化することにより年線量又はリスクを計算するのが妥当と考えられる。すなわち、異なる年齢区分に対する線量を計算する必要はなく、その平均を成人に対する年線量又はリスクにより適切に表すことができる[23,24]。

5.32. 集団内の個人に対して仮定される特性は、そのような集団を支える生物圏の能力に整合していることが確保されるべきである。例えば、想定された環境条件（場所や気候など）によって、個々の環境の農業の生産力又はその他の生産性が、合理的に存在すると予測される集団の大きさを限定する可能性がある。

評価の時間枠

5.33. 評価の時間枠は、閉鎖後期間の放射線影響評価の計算において考慮される最長の期間である。評価の時間枠を選択する論理的根拠が説明され正当化されるべきである。安全評価の時間枠に関するより詳細な勧告は、6.43 項～6.51 項に示す。

5.34. 評価の目的によっては、モデル化又は提示上の理由のため、全体時間枠を幾つかのより短い時間窓に分割するのが便利かもしれない。また、異なる時間窓に対して異なるエンドポイントを用いることも可能である[36]。

処分システムの記述

5.35. 廃棄物、処分システム及びその周囲の環境の記述に関するガイダンスについては、これがセーフティケースの全ての要素に対してある程度必要であるため、既に4.37 項～4.40 項で示されている。長期間にわたる放射線影響の定量的評価を行うには、定められるシナリオと用いられるモデルに対応した具体的データが与えられる必要がある。定量的評価に必要とされるデータの収集は、シナリオとモデルの開発及び精緻化に並行して進められる反復過程の中で進められるべきである。

シナリオの開発及び正当化

5.36. 廃棄物処分施設の安全を評価する際は、現在と将来の両方の条件下における処分システムの性能を考慮することが重要である。これは、多くの異なる要因（例えば、将来の人間活動、気候及びその他の環境上の変化、更には処分施設の性能に影響する可能性のある事象や過程）を考慮に入れる必要があることを意味する。これは、一連のシナリオの定式化及び解析によって達成されるだろう。この点において、シナリオの開発が定量的評価の基本的基盤を構成する。

5.37. シナリオは、処分システムにおいて起こり得る様々な変遷に関する記述である。シナリオの開発は、「評価ケース」を評価の背景に整合して特定し定義するために用いられる。それぞれの評価ケースは、処分システムにおいて起こり得る類似した変遷を代表又は包絡するものとなる。適切なシナリオ範囲及び関連する評価ケースの選択及びその選択の論理的根拠が極めて重要であり、選択されたシナリオが引き続いてなされる廃棄物処分システムの性能評価に強く影響する。

5.38. シナリオは、処分システムの性能に関連する特質、事象、及びプロセスの構造化された組合せを表わしている。通常、「基本ケースシナリオ (base case scenario)」と「代替変遷シナリオ (alternate evolution scenario)」（擾乱過程及び事象を含む）を含む様々な種類のシナリオが考慮される。評価において考慮される様々なその他のシナリオは、基本ケースシナリオ（これはまた「参照シナリオ (reference scenario)」、「予想される変遷 (expected evolution)」、「通常変遷 (normal evolution)」又は「未擾乱の性能 (undisturbed performance)」などと呼ばれる）に共通のほとんどの特質、事象、及びプロセスを持つことになる。しかし、一部の特定の特質、事象、及びプロセスは、シナリオの間で異なり、これらがそれぞれの特定のシナリオを特徴づける。

5.39. シナリオが、処分システム及び周囲の起こり得る変遷を示すためではなく、むしろ天然又は人工バリアの、一つ又は複数の特性を示す目的で設定されることがよくある。そのような目的に対しては、注目するバリアが誇張して影響を受けるように、バリアシステムの残りの部分のパラメータ又はその他の特性を指定するのが有益となり得る。その目的は、そのような誇張された条件が成立しないこと、あるいは設計により回避することができることを、明確に示すことである。そのような極端な条件を仮定することにより、様々な天然及び人工バリアの頑健性をより明白な形で示すことができる。この種のシナリオは、その他のより現実的なシナリオと区別するために、「what if シナリオ」とよく呼ばれている。

5.40. シナリオの構築には、主に2つの手法が利用されてきた。例えばISAMプロジェクト[26]の中で説明された手法は、「ボトムアップ」タイプの手法として説明できるもので、特質、事象、及びプロセスのスクリーニングに基づくものである。この方法を利用する際は、出発点として包括的な特質、事象、及びプロセスリストが開発される必要がある。これには、汎用の特質、事象、及びプロセスのリストの利用（国際的に認められたリストや規制など）並びにサイト固有とシステムに固有の特質、事象、及びプロセスの決定などがある。次にスクリーニングプロセスにより、処分システムに非常に小さい影響しか与えないような特質、事象、及びプロセス又は、起こる可能性が非常に小さいような特質、事象、及びプロセスのどちらかが、以降の考慮から除外される。関連する特質、事象、及びプロセスについては、適切なシナリオにおけるそれらの間の相互作用と組合せの包括的な吟味検討がなされる。シナリオ開発に用いられるプロセスは、完全に文書化され正当化されるべきである。特質、事象、及びプロセスのスクリーニング規準には、規制に関する規則及び／又は、事象とプロセスの発生確率若しくは影響が含まれ得る。

5.41. シナリオ開発に用いられる代替の（「トップダウン」タイプ）手法は、処分システムの安全機能が起こり得る事象、及びプロセスによってどのように影響されるかを解析することに基づくものである（例えば、引用文献[4,7,11,13]参照）。この手法は、適切な特質、事象、及びプロセスのリストに対して開発されたシナリオを監査する過程に続くことになる。

5.42. シナリオ開発のために利用される方法にかかわらず、評価においては、処分システムの性能に顕著な影響を及ぼし得るあらゆる特質、事象、及びプロセスが扱われるべきである。これには、評価の時間枠において反復的に発生し得る事象（例えば、洪水、地震）に関連する特質、事象、及びプロセスなどがある。したがって、施設からの潜在的に重要なあらゆる移行経路が考慮されており、システムの考え得る変遷が考慮されていることが示されるべきである。

5.43. どのシナリオが、システムの通常又は予想される変遷を代表して表すとみなされるか、また、どのシナリオが、発生の確率が低い又は特に不確かな特質、事象、及びプロセスを扱うのかを明示し正当化すべきである。可能な範囲で、リスクの評価を助けるために考慮される各シナリオの尤度の指標が提供されるべきである。

5.44. 評価の時間枠に従って、サイトにおいて将来生じるかもしれない環境条件の範囲が考慮されるべきであり、被ばくを受けるかもしれない個人の集団の範囲が特定されるべきである。通常は、人が存在し、彼らは地元の資源を利用すると想定される。将来における人の振舞いは確実性をもって言い当てることは不可能なので、一般に、将来における人は、そのような想定が、サイトの気候条件の変動の予想から考えて明らかに食い違う場合を除いて、現在の人と同じ習慣を持つことになるかと仮定される。

5.45. リスクを見積もる際は、リスクを決定するためにとられたアプローチを記述するとともに、特質、事象、及びプロセス及び／又はシナリオの発生確率が評価されたかどうか、各シナリオの発生と関連する不確かさはどのように扱われたか、そしてリスク評価にはどのシナリオが含まれたかを明確に特定する必要がある。事象、及びプロセスの発生確率がリスク計算に用いられる場合には、結果をリスク規準と比べることができる。各シナリオの発生確率が利用されない場合—すなわちシナリオが発生した時の線量又はリスク条件のみが計算される場合—には、様々なシナリオによる評価結果が、リスクに係る規制上の規準とどのように比較されるか説明されるべきである。

5.46. 参考文献[22]において、拘束値が満足されるかどうかを示すため、2つのアプローチが示されている：(i) 線量とその発生確率を組み合わせることによるリスクの統合、又は(ii) 線量と、その発生確率を分けて示す。統合アプローチにおいては、将来の個人への線量が生じるかもしれない全ての起こり得るプロセスからのリスクの総和がリスク拘束値と比較される。線量とそれらの確率を分解するアプローチにおいては、結果としての線量とその発生確率を別々に考慮して放射線学的重要性を評価できる。特筆すべき点は、この2番目のアプローチは、特定のシナリオの発生の確率の精確な定量化を必要とせず、むしろ見積もられたそれらの発生の確率を参照しながら放射線影響を評価しようとするものであるという点である。各シナリオの重要度の見積りにおいては、計算される線量又はリスクの継続期間と空間的な拡がりのようなその他の考慮もなされるかもしれない。これらのアプローチのいずれによっても同等のレベルの安全性が実証できるが、意思決定の目的のためには、線量をもたらす特定の状況の発生確率とその結果の線量を分解して考慮したものから、より多くの情報が得られるかもしれない。

評価モデルの定式化及び実装

5.47. 一たびシナリオが開発されたら、これらに対応する評価を実施すべきである。これは一般に、評価モデルを用いて行われる。評価モデルは、以下の構成要素から開発されることになる。

- 概念モデル；これは、評価の背景に定義されている評価の特定目的にかなった、システムのふるまいの表現である。概念モデルは、システムの構成要素及びこれらの構成要素間の相互作用の記述を与えるものである。これにはまた、システムの形状・配置、システムの化学的、物理的、水理地質学的、生物学的及び力学的挙動に関する、利用可能な情報及び知識に従った一連の仮定も含まれる。
- 数学モデル；これは、概念モデルに含められた特質及びプロセスの、数学的方程式を用いた描写である。描写されるスコープと複雑さの程度は、モデル化されている現象やプロセスの理解のレベルと利用可能な情報とデータに対応して変わり得る。数学モデルは定量的解析を行うのに用いることができる。

- コンピュータコード；評価計算の実施を容易にする数学モデルのソフトウェアによる実装である。コンピュータコードは、数学モデルにおける方程式を解くための数値計算スキームを含むことがある。

5.48. 個々のプロセス及び／又はシステム構成要素に対して、それに固有のモデルを開発しなければならないことがよくある。閉鎖後期間の放射線影響評価の目的のために、これらの詳細なモデルにより与えられる情報は、処分システムの全体性能の評価を可能にするような方法で統合される必要がある。この統合プロセスは、適切に正当化され取り扱われる必要のある簡略化を必要とするだろう。

5.49. 評価モデルの開発において、可能な限り以下のことが保証されるべきである。

- 処分施設の開発プログラムの段階の状況、評価の背景及び処分システムに関して得られている知識を前提として考えて、モデルの詳細さのレベル及び現実性と保守性のバランスが目的に適合していること；
- 概念モデルは、処分システムの合理的な描写を与えており、数学モデルは概念モデルを適切に表わしていること；
- 考慮又は評価されたあらゆる代替概念及び数学モデルは、選択されたモデルの適切性を裏付ける論拠を示すために文書化されていること；
- 意図された目的に対するモデルの適合性に関する信頼を構築するために、モデルの検証と評価が適切に実施され、文書化されていること；
- 使用されるソフトウェアに対して、適切な品質保証と品質管理の措置が適用されていること。

5.50. モデルの開発においては、定量化されることになるパラメータを特定して選択する必要がある。これは、モデルのパラメータ化と呼ばれる。ここではまた、パラメータの値も選択されなければならない。このプロセスでは、以下のことが保証されるべきである。

- 評価計算のモデルとコードで使われるパラメータ値は、それらの使用に対する正当化とともに文書化されるべきである。モデルのパラメータ化のプロセスは、基となるデータへ追跡が可能なものとすべきである。

- サイト及びシステムに固有の特性調査データが、評価計算において用いられるパラメータ値を導き出すためにどのように用いられたかということに関する記録が保存されるべきである。
- 決定論的アプローチが用いられる場合、計算において選択されたパラメータの値の保守性あるいは現実性を正当化する理由が示されるべきである。
- 評価に確率論的アプローチが用いられる場合、選択された確率分布を正当化する理由が示されるべきである。

計算の実行及び結果の解析

5.51. モデルは一たびパラメータ化されると、様々なシナリオに対応する評価ケースに対して決定論的及び／又は確率論的計算を実行するために利用され得る。

5.52. 評価ケースは、妥当なシナリオに対して、概念モデル並びにサイトと設計の情報をを用い、また十分な範囲の感度及び不確かさ解析を用いて、適切に対処すべきである。後者は、システムの理解に寄与することになる。不確かさとパラメータの相関関係が認識され、適切な方法で扱われることが重要である。

5.53. 計算からの出力を提示する際には、最終的な評価のエンドポイントとの比較、及びその他の安全指標又は性能指標との比較の両者に必要とされるのに対して十分な結果が示されるべきである。評価の理解を向上させ、評価を追跡可能とするために、完全に統合された結果（例えば年線量又はリスクの経時変化）に加えて、（システムの様々な構成要素を通過するフラックスのような）分解されたものも示されるべきである。評価結果を扱うために用いられるアプローチは、セーフティケースの中で設定されるべきである。例えば、評価結果（エンドポイント）は、規制上の規準（例えば、安全目標）と直接比較されることになるのか、例証又は他の目的のために利用されることになるのかどうか説明されるべきである。

不確かさの管理

5.54. 放射性廃棄物処分システムの複雑さに鑑み、評価においては不確かさの意味を理解し、不確かさを低減又は限度内とするための努力がなされるべきである。

5.55. 不確かさの解析は、計算プロセスの不可欠な部分とすべきであり、可能な場合は常に、報告される結果は、ただ1 点の値よりむしろ考え得る値の範囲（各範囲が何を表しているかを示す）を含むべきである。不確かさ解析は、評価の目的に合致するものとすべきである。

不確かさの原因

5.56. 処分施設の閉鎖後の放射線影響評価においては、不確かさの原因が幾つかある。これらはおおむね、(i) シナリオの不確かさ、(ii) モデル化の不確かさ、及び(iii) データ／パラメータの不確かさに分類することが可能である。

5.57. シナリオの不確かさとは、処分システムの将来の状態における不確かさのことをいう。これには、処分システムの変遷、人による環境の利用、地質学的及びその他の長期プロセス並びに人間侵入の不確かさなどがある。

5.58. モデル化の不確かさは、プロセスに関して不完全にならざるを得ない知識から生じ、不完全な概念モデルの結果につながる。概念モデルの数学的描写は、何らかの簡略化を伴い、モデル化の不確かさの原因ともなる。一例は、移行プロセスを記述するための一次元モデルの利用である。数学モデルの数値解の不正確さは、このカテゴリーに属する不確かさのもう1 つの原因である。

5.59. データ及び／又は、パラメータの不確かさとは、評価モデルにおいて利用されるパラメータ値における不確かさのことをいう。多くの場合、このカテゴリーには、以下のような、システムの構成要素に固有の特性における不確かさが含まれる。

- － 廃棄物の特性：放射性核種インベントリ、物理的及び化学的形態、錯化剤や有害物質などの化学物質の含有量など；
- － 廃棄物パッケージの特性：容器及びマトリクスの力学的及び化学的な性能、廃棄物形態の組成など；
- － 処分施設の特性：寸法、埋め戻し材、コンクリートの特性など；
- － 地圏の特性：水理地質学、地球化学的的特性など；
- － 生物圏の特性：土壌特性、農作物特性など。

不確かさ及び感度解析

5.60. 不確かさについては偶然的な不確かさ (aleatory uncertainties) と呼ばれている、ランダムな変動による変数値における不確かさと、認識論的不確かさ (epistemic uncertainties) と呼ばれる知見の不足による不確かさを区別するべきである。これらはモデル化においては同じように扱われることが多いが、これら2つの種類の不確かさを区別する主な理由は、これらの定量化と低減化の可能性とアプローチが異なっているためである。偶然的な不確かさは、原理的には、測定に基づいて客観的に定量化でき確率分布を用いて記述可能である。認識論的不確かさの定量化は、常に主観的であり、難しく、場合によっては不可能である。偶然的な不確かさとは異なり、認識論的不確かさは、さらなる検討により（常にそうとは限らないが）低減することが可能なこともある。場合によっては、認識論的不確かさにも確率を割り当てて、その影響を調べることができるようにすることが有用な場合がある。しかし、それらの定量化のためのアプローチの相違と認識論的不確かさの低減化の可能性の相違から、これらの確率は、偶然的な不確かさに付随するものとは区別しなければならない。

5.61. 不確かさ解析は、入力データ及びモデルパラメータにおける不確かさからの、評価のエンドポイントにおける不確かさの推定である。個々の不確かな入力パラメータの評価の結果に対する相対的重要性を特定するために感度解析が利用される。不確かさ解析及び感度解析は参考文献[37]に詳細に記述されている。

5.62. 不確かさを扱うためのアプローチを定める際は、シナリオの不確かさと、モデル化の不確かさとデータ及び／又はパラメータの不確かさを区別するのが便利である。それらを扱うための可能性のあるアプローチの概略を以下に示す。

シナリオの不確かさの扱い

5.63. シナリオの不確かさは、通常1つの基本ケースシナリオと複数の代替変遷シナリオからなる一連のシナリオの評価を行うことによって扱われるのが普通である。これらのシナリオは、その選択と決定の構造、指針が明確にされ文書化された適切で明確に定義された手続きを用いて導き出されるべきである。様々なシナリオに対する評価を比較することにより、サイト及び処分システムの変遷に関する不確かさの寄与の大きさを見積もることができる。シナリオの不確かさがセーフティケースの全体文脈に受入れ可能であると決定できる、あるいは、その比較は、設計の変更が考慮されるべきと示唆する可能性がある。

モデル化の不確かさ及びデータとパラメータの不確かさの扱い

5.64. 各シナリオについて、用いられるモデル及びパラメータ値における不確かさを扱うことが必要である。不確かさの取り扱いにおいては、パラメータ間の相関についても考慮されなければならない。不確かさを幾らか低減するための措置を講じることは可能であるが、不確かさは常に残るので、評価結果から結論を導き出して決定を下すことができるような形で取り扱う必要がある。

5.65. モデル化の不確かさを扱うために一般に利用されるアプローチは、代替モデルとの間で、また場合によってはモデル予測と経験的観測の間で、相互比較を行うことである。もちろん、長期の予測と観測を直接比較することは不可能である。

5.66. 時には、所与の不確かさは処分施設に対して安全上重要ではないことを、感度及び／又は不確かさ解析によって実証することが可能であることもある。例えば、感度の研究によって、たとえパラメータを可能な値の全範囲にわたって変動させたとしても、モデルが一部のパラメータに対して敏感ではないことが示される場合がある。

5.67. 不確かさを扱うために一般に利用されるもう一つのアプローチは、保守的な（慎重な）仮定を用いることである。例えば、利用するモデルを単純化する場合に、保守的な見方を適用することが可能である。もう1つの例は、モデルパラメータに保守的な値を割り当てることである。このアプローチには、特に規制上の規準との適合の実証のために、幾つかの利点がある。しかし、そのような保守的な仮定は、場合によっては、極めて非現実的あるいはあり得ないような、したがって説明やコミュニケーションが困難であるような状況を表す評価を導くかもしれない。さらに、保守的な値が複数のパラメータに割り当てられた場合、結果は過度に保守的になるかもしれず、意思決定の基礎としては不十分なものになるだろう。もう1つの重要な考慮事項は、1つのシナリオにおいてあるいは1つの核種について保守的である仮定は別の場合にはそうではないかもしれない、ということである。例えば、施設からの放射性核種の移行を過大評価するような仮定は、侵入による長期リスクを過小評価する。仮定の保守性は、評価のエンドポイントに及ぼす影響との関連で正当化されてから用いられるべきである。

5.68. 確率論的評価は、付随する不確かさに起因するパラメータ値の変化の範囲を考慮するというやり方で、シナリオに付随するリスクを定量化するために用いられる可能性がある。確率論的評価では、不可能又は、実際にはほとんどあり得ないであろうシステムの状態に対応するパラメータの組合せの具現化を避けるべきである。パラメータの不可能な組合せは、モンテカルロシミュレーションにおいて、異なる変数の確率分布からサンプリン

グする際に、例えば相関が考慮されない場合に生じるかもしれない。確率論的評価においてはまた、不適切な「リスク希釈」、すなわち事象の発生の確率を掛け合わせることによって全体のリスク評価においてほとんど重要性のない結果と見せ、その結果、施設の寿命のある時点で非常に顕著な事象の影響をマスキングしてしまうといったようなこと、を避けるように実施されるべきである[38]。

5.69. 重要な課題は、確率論的評価の結果を、意思決定者及びその他の利害関係者へ情報伝達する際にある。このためには、不確かさが処分システムの性能にどのように影響するのかを例証するために、決定論的計算及び「what if シナリオ」の解析を用いることが有益かもしれない。不確かさを扱う際には、それと安全性との関連についての判断が示されるべきであり、それらを将来扱うための戦略が提案されるべきである。

評価モデルの精緻化

5.70. 開発するモデルをどの程度のレベルまで詳細なものにし、データの量と品質をどこまで要求するかは、評価の背景に依存することになる（4章参照）。例えば、初期バージョンのセーフティケース（サイトの選定あるいは初期の調査のような）において、それは、表計算のような簡単なコンピュータのツールと容易に入手できるデータを用いて実装できるような比較的簡単なモデルを、スクリーニングの目的のために作成することで十分かもしれない。その結果のレビューに従って、幾つかのモデルを改良し、更にデータを収集し、より高度なコンピュータコードを用いて実装していくのが適切となろう。後のセーフティケースの更新、特に最終の更新のためのモデルとデータは、更に包括的である必要があるだろう。

5.71. モデルの適用とその結果の解釈において学んだ教訓が、モデル開発の過程でなされた仮定と決定を再検討するために用いられるべきである。そうした情報はおそらく、特に重要な特質、事象、及びプロセス又は、感度の高いパラメータを同定して、モデルを精緻化するのに用いることができる可能性が高い。

評価規準との比較

5.72. 将来の人々に対する放射線量は見積もることができるに過ぎず、これらの見積もりに伴う不確かさは更に先の将来の期間においては増大することになる。非常に長期間の線量及びリスクの見積もりを行い、処分システムの現在の理解の基で処分システムが受入れ可能かどうかの目安となる適切な規準と比較することは可能ではある。このような見積もりは、将来の健康に対する損害の予想と見なされるべきではない。

5.73. 計算される線量と自然起源の放射性核種から生じるであろう線量の推定との比較も、処分施設の極めて長期な影響の大きさについての有用な指標となる場合がある。環境中の放射能濃度、又は処分システムの保持能力などのような、他の指標も考慮されるべきである。

5.74. 浅地中処分施設の人間侵入シナリオの解析からの結果は、5.22 項により与えられている規準と比較することができる。しかし、地層処分施設の場合のように人間侵入の尤度が本質的に排除されているようなその他の施設についても、人間侵入の評価がシステムの頑健性をテストするために行われるかもしれない。人間侵入の可能性の考慮もサイト選定の一つの側面となるべきである。

6. 特定の課題

6.1. この章では、放射性廃棄物処分施設のセーフティケースの開発を行う際に特有な考慮を必要とするかもしれない幾つかの課題についてガイダンスを提供する。考慮される課題は以下のとおりである。

- －施設開発の異なる段階におけるセーフティケースの役割及び内容；
- － グレーデッドアプローチ；
- － 深層防護；
- － 処分システム及び安全評価の頑健性；
- － 評価の時間枠；

- － 人間侵入；
- － 制度的管理；
- － 廃棄物の回収可能性；
- － オプションの評価。

セーフティケースの進展

6.2. セーフティケースは下記の幾つかの段階において進展していくことになる。

- － 概念開発；
- － サイト調査及びサイト選定；
- － 設計の開発及び建設；
- － 操業及び閉鎖；
- － 閉鎖後の期間。

特に処分施設の開発の初期段階において、これらの段階が部分的に重なり合うかもしれない。幾らかの反復が必要とされるかもしれない。この章では、これらの各段階におけるセーフティケースの役割及び内容の概要を示す。

6.3. 各段階でのセーフティケースの詳細度のレベルは、施設の種類、使用される技術及び他の要因に依存することになり、更にグレーデッドアプローチに従い決定されるべきである。

概念開発

6.4. 処分施設の開発における最初の段階は、概念定義である。この段階のセーフティケースは、安全のための戦略及び、それが満たされる方法を示すものとすべきである。この段階においては、施設の詳細な記述及び評価を示すことは、通常不可能だろう。それにもかかわらず、幾つかの初期情報、例えば母岩の種類などは、利用可能かもしれない。安全の戦略及び施設の概念設計に関する重要な側面は扱われなければならない。いかなる定量的な実証がなくとも、採用される安全の戦略の定性的な正当化がセーフティケースにおいて示されなければならない。さらに、安全評価、マネジメントシステム及び不確かさの管理のためのアプローチが、たとえこれらの側面がプロジェクトのその後の段階において大幅に進展することになるとしても、提示され説明されるべきである。

6.5. 処分施設とその構成要素に対する安全の戦略の適用に従い、セーフティケースは、特に、処分システムの構成要素が、個々に及びその組合せとして、あらゆる安全要件が満たされることをどのように確保するのかを扱うものとすべきである。一般に、セーフティケースは、処分システムのそれぞれの構成要素に割り当てられる安全機能（操業時及び閉鎖後の期間の双方において）の記述を含むべきであり、これらの構成要素（天然バリアを含む）が所与の役割を果たす能力の評価を示すべきである。セーフティケースはまた、建設の実現可能性を扱うものとすべきである。これらの全ての点において、処分システムの性能に関する主張が、正当化されるべきであり、プロジェクトの特定の段階に残る不確かさが特定されるべきである。

6.6. セーフティケースは、処分システムの各構成要素の特性及び性質が、どのようにそれらの割り当てられた安全機能を満たすことを意図されているのかを、また、これが時間とともにどのように進展することになるのかを説明するものとすべきである。この説明は、以下によって支持されるべきである。

- － 既に実証された技術に依拠する側面と、実験的試験によって将来的に確認を必要とする新たな側面が特定された、提案された設計オプションの技術的実現可能性の概要；
- － 予期される状態及び擾乱事象として起こり得ると考えられる摂動に対して、処分システムの各構成要素が期待される機能を発揮する能力に関して得られている知識レベルの概要；
- － 適切な深層防護があり、安全が単一の安全機能に過度に依存するものではないことを保証するために、処分システムの構成要素がどのように連携して補完的に機能することになるかの評価。

これらの要素は、計画されたサイト特性調査プログラムと研究開発プログラムの全体像によって補足され、足りない情報を将来どのように入手するかが示されるべきである。

6.7. 概念定義の段階において、安全評価は、極めて予備的なものに留まる可能性がある。それでもなお、サイトの変遷に関する一般的な考察に基づいて、考え得る影響の幅広い見積もりを示し、安全上重要となりそうな施設及び環境の特質の特定を開始するために、そのような予備的な評価を実施することが望ましい。

6.8. セーフティケースは、プロジェクトに関連する時間軸及び、そのような時間軸にわたるプロジェクトの反復的性質に特に重点をおいた、マネジメントシステムに関する情報も

含むものとすべきである。この初期の段階におけるマネジメントシステムに関するトピックスの中で、セーフティケースは、プロジェクトに必要な組織構造と資源、プロジェクト立案プログラム並びに、情報の管理のために整備されることになるシステムを扱うべきである。この段階で、規制機関と利害関係者とのコミュニケーションのための取り決めが策定され、整備されるべきである。

サイト調査とサイト選定

6.9. サイト調査とサイト選定の段階において、セーフティケースは、1 か所又はそれ以上の潜在的処分サイトの特定に至るプロセスを支援し、開発の次の段階への進行の助けとなるべきである。セーフティケース及びその内容は、工学技術の点、並びに処分システムの様々な天然及び人工的な構成要素の特性調査の点で、プロジェクトの発展に応じて進展することになるだろう。この段階において、安全評価は、当初事実上一般的なものであるが、設計が進みサイト特性調査の詳細度が高まるのに従って徐々に進展することになる。この段階において、サイトを除外する規準及びサイトにとって望ましい特性が決定されるべきであり、サイト特性調査は、望ましい特性が存在するかどうかを検証すること、又は規準と比較したときに当該サイトを除外すべきかどうかを決定することが可能であるようなものとすべきである。

6.10. サイトの調査と選定の段階において、基本的なサイト特性は、それらが、提案された設計オプションの中で天然及び人工の構成要素各々の安全機能が、検討中のサイトに対してどのように達成されることになるのかを示すように、記述されるべきである。この記述は、以下によって裏付けられるべきである。

- － 可能性のある摂動として特定される擾乱事象の場合を含み、処分システムのそれぞれの構成要素が期待される機能を発揮する能力に関する知識レベルの概要；
- － 概念開発段階で決定されたサイトの期待される特性を検証するための研究開発プログラム。高レベル放射性廃棄物の処分施設の開発プログラムでは、地下研究施設の開発と操業を含むかもしれない；
- － 既存の及び将来的に予想される廃棄物ストリームを収容するためのサイトの容量とその能力の評価；
- － 特に各構成要素及び施設全体が被る可能性がある、内部起源（例えば、熱的、化学的、力学的、放射線学的又は、反応性の変化）及び、外部起源（例えば、侵入、気候変動、地震）の双方の摂動を特定する、予備的な評価；
- － 処分施設の安全のために必要な構成要素の材料（一般には金属、粘土及びコンクリート）の好ましい挙動の調査；

- － 処分システムの技術的な実現可能性が、適切な資格の付与及び性能確認プログラムを通してどのように実証されることになるのかに関する提案；
- － 少なくとも1つの設計オプションが、証明された及び／又は容易に実証可能な特質に依拠するものであり、処分システムの様々な構成要素に期待する性能に関する不確かさを調整することが可能であるという意味で、実現可能性の良好な見通しを示している、という実証；
- － システム構成要素が全体として両立性を備えていることの広範な確認を含め、処分システムの構成要素が補完的に機能して適切な深層防護性が与えられることを確保する再度の検討；
- － 安全上重要な不確実性が存在し得ると思われ、安全の実証の一環として管理されなければならないことになる領域の特定。

6.11. シナリオの開発及び評価モデル作成の能力は、最低でも影響の大きさの桁が合理的な信頼を備えた見積もりを可能にするため十分進歩したものであるべきである。この点において、たとえシナリオの選択及び取り扱いが網羅的なものではないとしても、それらは予期される施設の通常の変遷を包含すべきであり、特定された主要な潜在的擾乱事象を考慮に入れるべきである。

6.12. 用いられた主な仮定及び採用された簡略化に正当化が与えられるべきである。システム及びその構成要素の頑健性を評価し、研究プログラムの方向付け及び更新並びに施設設計の開発を支援するために、感度解析が実施されるべきである。

6.13. セーフティケースは、以下に重点をおいてマネジメントシステムに関する情報の更新を含むべきである。

- － 安全評価作業の適切な管理並びにデータ、特にサイトデータの取得のための適切な品質管理を確保するのに適した組織的な構造及び手順；
- － 活動の全体計画、特に、規制機関及びその他の利害関係者の関与のための計画；
- － サイトデータ並びにセーフティケース及びそれを裏付ける安全評価の双方を包含すべき記録保存システムの実施；
- － プロジェクトの次の段階を続けるための適切な資源配分。

設計の開発と建設

6.14. 設計開発及び建設の段階においては、セーフティケースは、採用された設計が処分のための安全要件を満たすことと、それが実現可能なアプローチであることを実証可能にするように、開発が更に進められるべきである。セーフティケースは、また、選択された廃棄物管理オプションと処分概念の中での設計の改良を促進すべきである。

6.15. 安全評価の中で、一つの構成要素の安全機能の喪失が、システム全体の安全を脅かすことがないことが、実証されるべきである。したがって、この安全評価は、処分施設の工学的側面及び影響について、成熟した評価を提供すべきである。

6.16. 操業安全と長期安全の双方が、評価されるべきである。掘削及び／又は建設、及び、施設の試操業が開始される前に、適切なモニタリングとサーベイランスのプログラムが策定され、実施されるべきである。

6.17. 掘削及び／又は、建設の期間で実施される、設計のいかなる変更の影響も、セーフティケースとそれに付随する安全評価で考慮されるべきである。このプロセスは、以下によって支持されるべきである。

- － 施設の通常変遷及び、予期される事象とそれほど起こりそうにない事象の双方の擾乱事象の下で、処分システムの各構成要素が期待された役割を果たす能力に関する知識レベルの更新。これには、フルスケールのサイト特性調査、廃棄物の放射線学的特性及びその他の特性を含む施設の最大廃棄物インベントリ、必要に応じて適切な試験によって裏付けられた設計特質の提示と説明、及び特定された重要な構成要素のプロトタイプの実証が含まれる。
- － 建設技術の選択及びそれらの妥当性確認、すなわち、これらの技術が天然バリアの閉込め及び隔離特性を必要な範囲で保つことの実証。
- － 安全上重要な不確かさが依然として存在し、安全の実証の一環として管理しなければならない領域の特定。

6.18. この段階において、評価の品質を実証する情報がセーフティケースの中に含まれるべきである。とりわけ、考慮したシナリオと評価ケースの範囲及び利用したモデルとコードの適切性に関する情報が、選択したモデルの正当化とそれらの適切性の実証を含めて、含まれるべきである。

さらに、モデルとコードを検証及び可能な範囲で確認するために使用された手法が、提示されるべきである。

6.19. 安全評価の一部として、感度解析及び不確かさ解析が実施されるべきである。これには、不確かさの主たる原因の特定、不確かさが結果に対して及ぼす影響の評価、そして、例えば追加の研究開発の作業によって不確かさを低減するためのプログラムなどがある。この代わりに、不確かさを避けることができるかもしれないし（例えば、よりよく理解されている材料の利用によって）、それらの影響を緩和することができるかもしれない（例えば、一部のバリアの寸法を過大に決定することによって）。

6.20. セーフティケースは、以下に特に重点をおいてマネジメントシステムに関する情報を更新すべきである。

- － 実施された設計作業、それと研究開発の作業の成果との連結、サイト特性調査及び安全評価作業の質を確保するのに適した組織及び手順。
- － 活動の全体計画、特に規制当局と他の利害関係者の関与の計画、及び計画の実施状況についての定期的及び体系的な評価。
- － データ、情報、及びなされた決定の記録を含む記録保存と追跡システムの実施。
設計の基本及び設計の変更とそれらの確認に関する情報が捉えられるべきである。

6.21. 他の処分プロジェクトからのアウトプットの参照とその他の情報源を含めた全ての適切な情報が、意思決定を支援するために利用可能とされるべきである。

操業と閉鎖及び、閉鎖後の期間

6.22. 建設の完了後、セーフティケースは、レビューと改良の継続的なプロセスを通して開発され続けるべきである。操業と閉鎖及び、閉鎖後の期間の段階におけるセーフティケースに係る詳細な勧告は、第4章と第5章に示される。

グレーデッドアプローチ

6.23. セーフティケースとそれを裏付ける安全評価が、処分システム及びその潜在的な挙動の適切な理解レベルに基づいており、また、全ての安全関連課題が考慮され扱われているものであることが確保されるべきである。しかしながら、参考文献[1]の原則5は、安全を確保するために投入する資源は、可能性のある放射線リスクの規模とその管理のしやす

さに見合ったものでなければならない、と述べている。この原則に従ってセーフティケースは策定されるべきであり、評価は、リスクの規模と処分施設の開発の段階の双方にふさわしい詳細度まで行われるべきである。

6.24. 本安全指針は、幅広い種類の廃棄物及び処分施設に適用されるが、サイト固有及び施設固有の特性に依存して、それぞれの処分施設は異なる程度の危険及びリスクを引き起こすかもしれない。それゆえ、セーフティケースとそれを裏付ける安全評価に対するグレーデッドアプローチは、様々な危険性及びリスクのレベルを考慮して適用されることが求められる。したがって、高レベル廃棄物の処分施設の場合のセーフティケースと安全評価の開発には、低レベル廃棄物の処分施設と埋立て式処分施設の場合よりも大きな労力を費やすべきであることを予期し得るだろう。これは、一般的には正しいかもしれないが、低レベル廃棄物の処分施設についてもセーフティケースと詳細な安全評価がなお必要であり、その詳細度はサイト要因、施設の設計、処分される廃棄物の特性、及びその他の要因に依存する。浅地中処分施設に関するセーフティケースと安全評価の幾つかの部分は、地層処分施設の場合よりも多大な労力までも必要となるかもしれない。一例として人間侵入の評価があり、これは適切に立地された地層処分施設の場合には重大性の低い事象とみなされるかもしれないが、浅地中処分施設の場合にはほとんど避けられないと考えられるかもしれない。セーフティケースと安全評価に必要な詳細度のレベルは、施設に伴う潜在的なリスクレベルの目安を提供する比較的単純な評価を最初に行うことによって決定すべきである。

6.25. 個々の処分施設、処分システムの構成要素（例えば、特定のバリアの特性調査に対して）又は処分システムの性能に影響を及ぼすプロセスに関する、セーフティケースと安全評価又はレビューについて、更に費やすべき労力の決定を支援するために、様々な規準が使われる可能性がある。参考文献[3]は、可能性のある放射線リスク並びに施設の種類による成熟度及び複雑さを、グレーデッドアプローチの適用に考慮されるべき規準として特定している。廃棄物処分施設の安全評価におけるこれらの規準の利用については、6.26 項～6.28 項において論じられる。

6.26. 参考文献[3]によれば、安全上の重要性が通常、考慮すべき最も重要な規準となる。施設の性能は、通常操業における放射性物質の放出、予期される操業事象、及び合理的に予見し得る擾乱事象、並びに潜在的に影響が大きい低確率事象の潜在的な重要性に関して考慮されるべきである。この規準は、処分施設の操業段階において直接適用することができ、閉鎖後段階においても適用すべきである。これは、通常変遷シナリオ、及び擾乱プロセスと事象の影響も考慮した代替変遷シナリオにおいて評価された放射性物質の放出に基づくべきである。安全上重要と判断されたのが「what if シナリオ」に対する評価計算（線

量と確率)の結果のみに基づいている課題については、比較的少ない労力を費やすべきである(5.39 項参照)。

6.27. 特定の処分施設、処分システムの構成要素又は処分システムの性能に影響を及ぼすプロセスの評価あるいはレビューに費やすべき労力の量を決定するための指針として、成熟度を用いることも可能である。この意味では、成熟度の考慮は、例えば(i)十分に確立された行為、手順及び設計の使用、(ii)同様の施設又は行為の操業上の性能(及び関連する不確かさ)に関する知識の利用可能性、そして(iii)経験を積んだ製造者、施工者、及び安全評価の実施者の利用可能性などをいうのかもしれない。一般的に、必要な評価とレビューの労力の深度は、成熟度のレベルの増加とともに低減することになる。成熟度の規準は放射性廃棄物の処分施設に適用することが可能であるが、処分施設の実際の長期性能に関するデータは入手可能でないことを認識しなければならない。また、施設の数に限られていることと各処分システムそれぞれに異なる特徴があることも認識されなければならない。

6.28. 複雑さもまた、特定の処分施設、処分システムの構成要素、プロセス又は評価モデルの評価又はレビューの支援に適用すべき労力のレベルに関する決定を形成するのに役立つための指針として利用される場合がある。複雑な能動的システム又は、複雑な機器は、通常、必ずしも処分施設に必要とされない。複雑な処分施設の設計は、安全評価において、それに対応する複雑に表現された設計の必要を示唆する可能性がある。それゆえ、多くの処分システムに対して、設計の単純さが長所とみなされている(例えば、単純なシステムについて説得力のあるセーフティケースを開発する方が容易かもしれないため)。複雑な安全評価を開発するよりむしろ、事業者は第一に、より単純な施設設計を採用することによって安全評価の複雑さを排除することが可能かどうかを考慮すべきである。

深層防護

6.29. 処分施設に対する深層防護の概念の適用は、参考文献[2]で説明されており、そこでは、要件7で次のように述べている：

「安全が多重安全機能によってもたらされることを確保するように、立地環境は選定されなければならない、処分施設の人工バリアが設計されなければならない……。廃棄物の閉込めと隔離は、処分システムの多数の物理的バリアによって備えられなければならない。これらの物理的バリアの性能は、……。種々の物理的、化学的プロセスによって達成されなければならない。個々のバリアの能力は……。実証されなければならない。処分システムの全体的な性能は、単一の安全機能に過度に依存してはならない。」

また、参考文献[2](1.16 項)は、次のように述べている：「グレーデッドアプローチに従い、……。廃棄物を閉じ込める [及び隔離] 各処分システムの能力は、……。廃棄物の潜在的危険性に見合うことになる。」したがって、要求を満足するバリアの数及び範囲は、処分されることになる廃棄物の種類に依存する。要求される深層防護の評価は、処分施設のバリアによりもたらされる防護レベルの**評価**に見合うものとすべきである（3.9 項及び第4 章参照）[3]。

6.30. 処分施設の変遷に対して影響を及ぼす是正処置を実施できる可能性は限られる。閉鎖の後に、措置を講じることができるのは、制度的**管理**の期間のみである。一般に、廃棄物の閉込め及び隔離が必要となる期間は、制度的**管理**の期間よりもはるかに長い。したがって、処分施設に対する深層防護概念の実装の焦点は、施設の設計及び建設が多重の相補的安全機能を実現することを確実にすることにある。

6.31. 深層防護を評価することは、廃棄物処分施設のセーフティケースの準備において通常の慣行になりつつある。これには、処分システムの様々な要件及び安全機能の特定、これらの安全機能を果たすための処分施設、特に人工バリアの設計、並びに処分システム及びバリアの、安全機能を果たす能力の点からの性能評価などがある。

6.32. 安全機能は、処分システムのある部分の物理的又は化学的特性、又は一つのプロセス又はプロセスの組合せのような、廃棄物の閉込めと隔離に寄与する処分施設の要素によって果たされる（例えば、低い透水係数、遅い腐食速度、遅い廃棄物マトリクスの溶解、低い放射性核種浸出速度、低い放射性核種溶解度、高収着性）。人間侵入の防止あるいは

モニタリングのような能動的 *管理* もまた、安全機能をもたらすか、天然及び人工のバリア並びに安全機能に対する信頼に寄与する可能性があるが、そのような *管理* に信頼を置くことのできる時間軸には制限があることには注意が必要である（制度的 *管理* に関する6.66 項～6.73 項参照）。

6.33. セーフティケースにおいては、安全機能が放射性核種移行の防止に相補的であるように処分システムが設計されているかどうかが評価されるべきである。これは、1 つの安全関連特性の欠陥が、他の設計された安全機能の発揮によって補償されるかどうかを決定するべきであることを意味する。時間が経つにつれ、放射性核種移行の防止は、処分施設の異なる要素によって継続的に達成されることになる。処分施設のある要素が、その安全機能を完全に果たせない又はもはや完全に果たせない事象において、安全が他の要素によってもたらされることが実証されるべきである。

6.34. 様々な安全機能の相補的な達成は、異なる期間にわたって *評価* されるべきである。各安全機能は、それらが相補的で、バリアが単一故障モードによって故障することはなさそうであるということを確認するため、可能な限り他の安全機能から独立しているべきである。セーフティケースにおいて、各バリアによってもたらされる機能は、説明し正当化されるべきであり、それらが、様々な安全機能を果たすことを期待される期間、及び一つのバリアが完全には機能しない場合に働く代替又は追加的な安全機能も併せて特定されるべきである（例えば、図5）。図5 は、「Boom 粘土層¹¹」における使用済核燃料及び高レベル廃棄物の処分概念に対して、様々な安全機能が発揮される期間を例示したものである。この例において、人工バリアが、処分施設が温度の上昇を経験する期間すなわち数千年の期間にわたって、廃棄物の完全な閉込めをもたらすことが期待されている。その後は、Boom 粘土層が放射性核種の移行を遅延させると期待されている。この特定の事例に関するさらなる詳細は、参考文献[11]に示されている。

6.35. 様々な安全機能が処分施設の要素によってどのように果たされるのかに関する詳細解析は、処分システムの安全機能を測定可能又は計算可能な量と関連付けることによって実施できる可能性がある。

¹¹ ベルギーのブームの町の地域で発見された適度に膨潤する粘土。

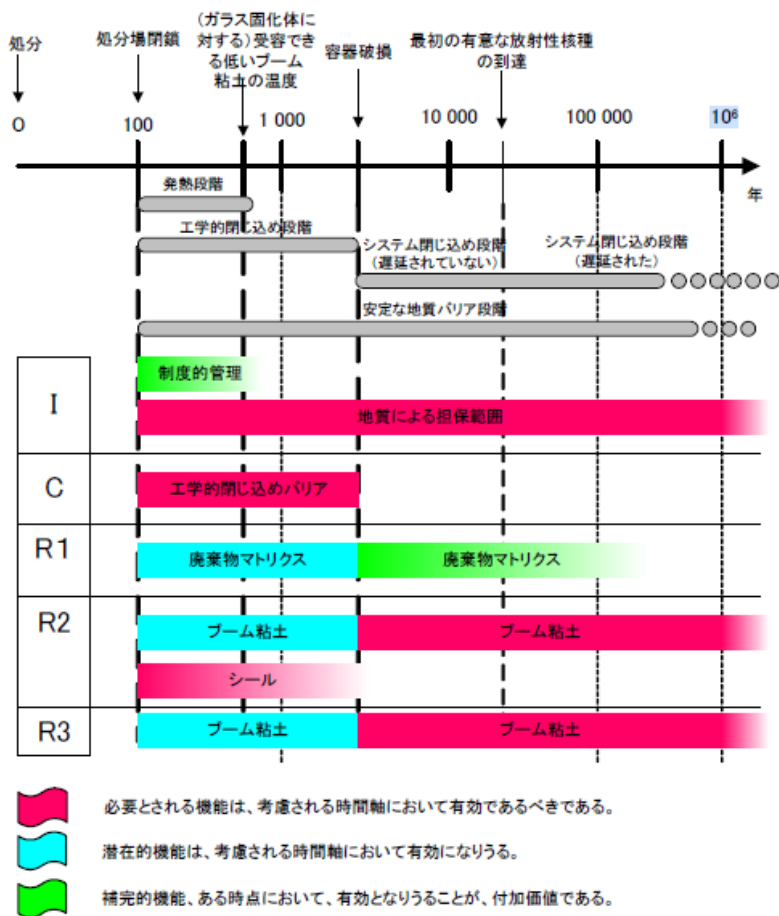


図5 使用済燃料と高レベル廃棄物の処分概念に対する安全機能と時間との関係の一例
 [11]、I=隔離、C=閉じ込め、R=遅延

例えば、特定のバリアが水の流れの制限に関する安全機能を果たす場合、そのバリアの透水係数は、その安全機能がどの程度果たされるのかの**評価**に用いるのに適した量の単位と考えられる。そのような場合、バリアの透水係数は、その安全機能に関する「安全機能指標」であると言われる。したがって、安全機能指標は、ある安全機能を定量的に**評価**することが可能な、測定可能又は計算可能な量である。ある安全機能が果たされ続けるかを決定するためには、安全評価によって扱われる期間にわたり、安全機能指標が**評価**できるような定量的規準が決定されるべきである。安全機能指標を表す演繹的で定量的な値を定義することは、最適化プロセスを開始するのに役立つかもしれない。しかし、安全機能の十分な達成は、特性が一定、又はその後の設計又は操業上の変更によって変化を受けるような、幾つかのプロセスと構成要素の組合せに依存する可能性があるため、それ自身を達成目標とみなすべきではない（少なくともセーフティケースの開発の最初の段階においては）。

6.36. 安全機能指標が満たされるかどうかを決定する規準は、安全が達成されることになるのかを決定する助けとなる。様々な安全機能、安全機能指標及び規準があることになるため、特定の安全機能指標に対する規準を満たせないことは必ずしも、処分システムが規制上の限度又は目標（例えば、線量又はリスクにおける）に適合しないことを意味するわけではなく、むしろ、安全を評価するために一層入念な解析及びデータが必要とされることを意味する（参考文献[13]参照）。深層防護を実証する他の方法には、処分施設の性能についての他の尺度による評価（例えば、異なるバリア内での異なる放射性核種の閉込め）と結果の提示などがある。

6.37. さらに、一部の廃棄物処分施設の開発においては、仮想的な「what if シナリオ」が用いられている（5.39 項参照）。これらは、例えば、特定のバリア若しくは安全機能が欠如したり、浅地中処分施設の場合において、仮定された制度的管理の期間にもかかわらず制度的管理が喪失したりした状況を仮定するものである。そのようなシナリオは、たとえそのような摂動が仮想的なものであるにせよ、摂動に対する処分システムの応答を調べることができる。しかしながら、ある安全機能について、その欠如が「what ifシナリオ」の中で仮想されても、その安全機能は施設の深層防護を形成する要素であるので、その安全機能が継続して発揮されることを確保するための労力は依然として費やす必要がある。

頑健性

6.38. 頑健性の概念は、処分システムの個々の構成要素、処分システム全体、及び安全評価のいずれにも適用される可能性がある。

6.39. 処分システムの構成要素の頑健性とは、合理的に起きることが予測される擾乱にかかわらず、期待される安全機能が継続的に発揮されることを意味している（4.33 及び4.51 項参照）。サイトは、例えば洪水や地震のような自然プロセスによる影響をほとんど受けない場所を選ぶことによって、選定することができる。同様に、人工バリアは、例えば擾乱及び不確かさに対して抵抗力を確保するように、特定の構成要素の寸法を必要な値を超えて拡大することによって、頑健性を持つように設計することができる。

6.40. 関連する用語として、処分システムの頑健性がある。これは、個々の構成要素の頑健性のみならず構成要素の相互作用を考慮した頑健性を意味している。これは、システム構成要素のみの頑健性よりも、概念的により幅が広い。処分システムの頑健性の評価は以下に示す幾つかの要素に依存している。

- － 個々のバリアの頑健性とその安全機能の実証；
- － 深層防護概念の評価、すなわち、処分システムの全体性能が、それが故障あるいは予期しない貧弱な性能を発現すると許容できない放射線影響につながるような単一の安全機能に、依存しないことを保証するための、多種多様な安全機能の存在（6.29 項～6.37 項参照）の評価；
- － 良好な工学慣行（実証性と実現可能性）が適用されていることの検証；
- － 安全性が受動的な手段で確保できることの実証

6.41. 処分システムの頑健性は、基本ケースの解析の結果と、特定の摂動あるいは不確実性を示すある範囲のシナリオの結果との比較によって評価される。様々な摂動の中で最も広く検討されているのは、一つの機器又はその特性の一つが故障していると見なされる摂動である（what ifシナリオ）。処分システムに適用されたそのような強い摂動を伴うシナリオは、処分システムが劣化した際の挙動を記述するシナリオとは区別される。

6.42. 関連する概念は、参考文献[3]で要求されている安全評価の頑健性と信頼性である、すなわち、シナリオ、モデル及びデータにおける不確かさに対する、安全評価の結果の不感受性である。安全評価の頑健性は、評価に内在する不確かさの大きさが、ある程度、システム構成要素の物理化学的特性及びそれらと環境との相互作用で決まるため、施設の設計に依存することになる。

評価の時間枠

6.43. 評価の時間枠とは安全評価計算で対象とする期間である。各評価の時間枠内で、この期間内で一つ以上の評価時間窓を検討する必要があるかもしれない。安全評価計算の時間枠の選択に対して完全な科学的根拠が常に存在するとは限らない。そのようなケースにおいては、時間枠に関する決定は規制プロセスの中で行われるべきである。

6.44. 評価の時間枠は、国の規制と規制指針のみならず、個々の処分施設の特性、サイト、処分される廃棄物を考慮して決めるべきである。評価の時間枠と時間窓を決定する際に考慮すべきその他の要因には、以下がある。

- － 安全評価計算は、最大ないしピークの線量又はリスクを決定するのに十分な長さの期間を包含するものとすべきである。しかし、これはいつも可能であるわけではない。例えば、人工バリア（例えば、ダム（堰堤）と覆土）の耐久性に不確かさがある地表や浅地中の長半減期廃棄物（例えば、ウラン採鉱からの）の処分の場合、遠い将来の評価の不確かさが著しく大きくなり評価の有意性が制限されるような時間枠を通して、線量とリスクが一定のままであるかあるいは、遠い将来に向け増加するかもしれない。これは、評価一般の時間軸を制限するか、あるいは少なくとも定量的評価の時間軸を制限するかもしれない。
- － 安全評価結果に大きな影響を与える幾つかの要因は時間の経過とともに変化するかもしれない。一例として、施設及びその周辺の地形や水理学的な状況が気候変動に応じて変化するかもしれない。これらの変化とともに、影響の受容体と彼らの習慣が変化するかもしれない。長半減期廃棄物の評価においてはそのような起こり得る変化を検討すべきである。起こり得る処分システムの変遷を評価する手段として、将来の氷河期や氷河サイクルを考慮した一つ以上の気候シナリオを考慮する評価もある。評価時間枠は、サイトにおいて起こり得る変化に対して適切に定義されるべきである。
- － 評価の時間枠に関する決定は、安全評価の中で考慮される擾乱事象の種類と過酷さに関係する。例えば、1,000 年に一度起こると予想される洪水若しくは地震は、100 年に一度起きると予想される洪水又は地震よりも破壊的であり得る。

6.45. これらの要因の複雑さと変動性を考えると、有意な定量モデル化の結果を得ることができる普遍的な時間軸を確立することは不可能である。地上処分施設（例えば、採鉱からの廃棄物用の）の場合、モデル化の結果の不確かさは、数百年の期間を考えると早くもかなりのものとなり、定量評価は1,000 年の期間を超えともはや無意味になる可能性がある。工学的浅地中処分施設の場合、その健全性に潜在的に影響を及ぼすプロセス（例えば、侵食、人間侵入）にさらされる度合いがより低い又は確率がより小さいが、モデル化の期間を数千年とすることはなお合理的かもしれない。高レベル廃棄物の地層処分施設などの更に深い施設の場合、数万年ないしそれ以上の期間のモデル化はなお、可能性のある放射線量の上限の評価として意味のあるものとできるかもしれない。

6.46. 様々なシナリオを扱うために、一つのセーフティケース内で複数の異なる時間窓を定める必要があるかもしれない。例えば、あるシナリオは、ある種類の処分施設の損傷や破壊を引き起こす事象を含むかもしれない。サイトによっては、浸食や氷河作用が浅地中処分施設を破壊するかもしれない。氷河作用が予期されることになる時間枠は、主に短半減期放射性核種を含有する廃棄物の場合には直接的に関連するものではないが、ウラン鉱滓の処分施設であれば氷河作用によって影響を受けるかもしれない。このことは、そのような廃棄物を地上貯留することに関して有意な評価ができる時間枠を限定することになる。別の例として、臨界の防止の必要性は、とある種類の廃棄物で検討する必要がある、もしかしたら臨界が起こるかもしれない時間枠は、放射性核種の崩壊及び蓄積を広く考慮することで定義されるべきである。また、一つの安全評価の中で、表現上の理由で複数の異なる時間窓を設定することが望ましいかもしれない。例えば、複数の評価時間窓の設定は、異なる様々な詳細度のレベル及び／又は異なる保守性あるいは現実性の程度で評価計算を行い、提示することを可能にするかもしれない。

6.47. このような考慮に基づき、一つの若しくは複数のセットの評価計算を行うことにより、処分施設の寿命全体を対象とするように評価ができる。そのような場合、計算が期間全体にわたっていること、さらに評価期間全体を通して整合性のある想定が行われたこと、あるいは不整合が十分に正当化されていることが可能な限り示されるべきである。場合によっては、異なる評価期間に対して安全を実証するために、異なる想定、又は整合性のない想定がなされるかもしれない。これは、想定が特定の期間に対しては保守的であるかもしれないが、別の期間に対しては必ずしも保守的であるとは限らないからである。例えば、操業期間中に放射性物質が放出されることに関して保守的に想定されるだろうが、一方、閉鎖後期間に対しては、全インベントリが施設に残るとする想定が保守的かもしれない。そのような場合、想定に意図的に導入された相違と矛盾については、セーフティケース全体が整合性のない想定に基づくものとされて信頼性が損なわれないようにするために、詳細に文書化され、正当化されるべきである。

6.48. 評価期間は安全評価の様々な反復の間、一定のままとされることが多い。しかしながら、その他の場合、新たに収集された情報を反映させるために、安全評価の様々な反復の間で評価の時間枠を変更することが必要になるかもしれない。例えば、最大又はピーク線量が評価計算内でカバーされるよう、評価期間の延長が必要であると考えられるかもしれない。新たな情報によって、廃棄物に長半減期核種が過去に想定した量より多く含まれていることが示された場合、このようなことが必要になる可能性がある。代わりに、不確かさを前提に、定量的な評価の時間枠を、安全評価の結果が有意義である期間に制限するのが適切とみなされるかもしれない。評価の時間枠を制限する代わりに、時間枠の後半部分に対応する定量結果に置かれる重要性を弱めることもできるだろう。しかし、そのよう

ないずれのケースにおいても、定量的評価ができる期間を超える場合の影響について、セーフティケースの中で適切な方法で扱われるべきである。

6.49. 安全評価計算の終了以後のある時点において無視できない危険性がまだ存在すると予期される場合、セーフティケースは、その期間に対する処分施設の変遷と潜在的影響についても扱うべきである。これは、定量的な安全規準の適用を通してではなく、むしろ簡略化された推定と定性的な論拠を用いてなされるべきである。例えば、深地層処分施設の場合、これはサイトの地質学的安定性に関する論拠を用いることによって行われる可能性がある。

6.50. 処分施設及びその環境が変遷する、いかなる時点においても、セーフティケースの中において最も有効だと期待される安全機能及び最も説得力があると考えられる論拠が、強調されるべきである。例えば、当初、キャニスタが、廃棄物の完全な閉込めをもたらすことが確信的に期待されるかもしれず、安全論拠は、一定期間にわたるキャニスタの健全性を裏付ける証拠を強調するかもしれない。後の時点においては、完全な閉込めに頼ることはできず、環境への放射性核種のいかなる放出はそれにもかかわらず小さいことを示すために、例えば廃棄物フォームの安定性、地球化学的な不動化、遅い地下水移動速度及び地質環境の安定性に基づく論拠が用いられるべきである[36]。

6.51. 6.43 項～6.50 項の検討事項は、安全評価の適切な評価時間枠と時間窓の設定には、判断及び、競合する要因とのバランスが必要であることを示している。安全評価のために採用された時間枠及び時間窓の論理的根拠が明確に記述されるべきである。特に、6.44 項に設定された要因の一つによって、原理的に処分施設が無視できない危険性を引き起こす可能性のある期間よりもより短い期間に評価が制限されるのであれば、評価時間枠を拡大しないために明確な正当化がもたらされるべきである。例えば、地上で処分されたウラン鉱滓の廃棄物からの放射線被ばくの評価について、それが氷河作用が見込まれることとなる期間を超えて拡大されたとしても（6.46 項参照）、この廃棄物の潜在的危険性が実質的にこの時間軸以上に及ぶことから、それは意味を持たないであろう。

人間侵入

6.52. 将来の人が行う行為が、廃棄物処分システムを損傷するかもしれない。処分施設の健全性に影響を及ぼし、放射線影響を引き起こす可能性のある人の行為は、人間侵入として知られている。人間侵入は、地上又は浅地中における処分施設の場合に特に関連する。廃棄物処分施設への偶発的な人間侵入につながり得るほとんどの人間活動（例えば、建設作業や農作業など）は、数十メートルという限られた深度（典型的に、地表下30～50mまで）において行われる。長い時間枠では、そのような施設への人間侵入は、極めて起こりそうなことと考えられる。30m を超える深度に達する人間活動が行われる見込みははるかに低い。これにはボーリング（例えば、水、石油又はガスの）、探査及び採鉱活動、地熱抽出や、石油、ガス、又は二酸化炭素の貯留などがある。この点において、以下のガイダンスでは、主として地上若しくは浅地中における処分施設を扱う。深地層処分施設の場合における人間侵入シナリオの関連性に係る考察は、6.65 項に示す。

6.53. 本安全指針において人間侵入とみなされるのは、処分施設（すなわち、廃棄物、汚染されたニアフィールド、又は人工バリア）の直接的な擾乱に帰着する人の行為のみである。処分施設及びその近接領域の範囲外にある立地環境の擾乱に帰着する人の行為は、人間侵入には分類されない。これらの行為は処分施設への直接的な侵入ではないためである。そのような行為は、長期リスクの評価のために用いられるシナリオの中で考慮されるべきである（第5 章参照）。6.54項～6.64 項では、安全評価において人間侵入を扱うための適切な仮定及びアプローチに関するさらなるガイダンスを示す。これらは、人間侵入が安全上の懸念となる地表の近くに設置されるあらゆる処分施設と関連するものである。

6.54. 施設の操業中とその後の制度的管理期間中、人の行為が処分システムの安全性に悪影響を及ぼさないことを確保するために、様々な措置が講じられると想定される。これらの措置は安全上の考慮に基づくのみならず、セキュリティ関連の要件及び、関連性があるならば核物質の計量管理に関する要件も満たすものである。それにもかかわらず、故意の（意図的な）人間侵入がこの期間に起こる可能性がある。故意の人間侵入は、侵入を行おうとする人又は人々がその存在を認識しその内容物に関する知識を持ったうえで行う、施設への侵入又は破壊と定義される。したがって、例えば廃棄物との接触時間を最小限にするなど、侵入者が彼らの侵入による潜在的な影響を制限する措置を講じる可能性がある。そうでない場合でも、彼らの行為は意図的なものなので、侵入者はその責任と結果を負わなければならない。

6.55. 他者による故意の侵入の結果、第三者が知らずに放射線に被ばくするかもしれないことに気付かされるが、参考文献[39]の中では「安全評価において、意図的な破壊行為は考慮されるべきではない」と述べられている。この立場を支持して、参考文献[39]では次のように述べられている。将来社会のことを考えて安全な処分システムを開発する責任は、放射性廃棄物を生み出した社会が負うということは広く受け入れられているが、将来社会に彼らの行為の結果についてあらかじめ警告を受けさせているのであれば、現社会は、その上で行われる彼ら自身による行為から将来社会を守ることはできない。

6.56. 結論として、廃棄物処分施設の安全評価において、偶発的な（意図的でない）人間侵入が考慮されるべきであって、故意の侵入に伴う潜在的なリスクの定量化は、実施する必要はない。したがって、安全評価においてはサイトとサイト内の有害内容物についての情報が失われた後のある時点での、偶発的な人間侵入が想定されるべきであることを意味する。これは、処分施設に侵入する個人又は個人の集団（侵入者）が侵入に伴う潜在的な危険性を認識せずに、少なくとも短期間、放射線に直接曝されることを意味している。侵入は、放射性物質の放出の増加や、処分施設周辺の個人や集団の長期被ばく量の増加をもたらす可能性がある。

6.57. 特定の処分施設に対して人間侵入が排除できない場合は、一つ以上のもっともらしい侵入シナリオの影響を評価すべきである。しかし、侵入の確率に関する推定は、不確かであり、安全評価は起こるかもしれない人間侵入に伴う線量の評価を目指すべきであるが、侵入の確率と侵入により生じる線量の積を評価の基礎として使用するリスクに基づく概念を使用すべきでない参考文献[20]で勧告されている。

6.58. 人間侵入を評価するために採用するアプローチの詳細は、問題となる廃棄物の種類や処分施設によって異なるが、アプローチは第5章で説明する一般的手法と整合していなければならない。この評価の規準については、5.22 項に提示されている。

6.59. 参考文献[22]によれば、人間侵入シナリオにおいては「サイト周囲の住民」を受容体とみなすべきである。しかしこれは、侵入者が自動的に考慮から除外されるべきであることを意味するものではない。侵入者と居住者は、それ自体を区別すべきではない。実際、これらは、それに関する知識が失われているかつてのサイトの上に住んでいる人々の場合には同じ人物になり得るだろう。その代わり、サイト付近若しくはサイト上にさえ住む人々の通常の振る舞いと、少数の人々に影響を及ぼす持続時間が短い及び／又は確率が低い事象（道路建設活動など）とは、区別すべきである。後者を「産業事故」とみなすならば、サイト付近若しくはサイト上の居住者に適用されるものと同じ線量規準の適用を、これらのケースにおける侵入者に適用することは要求されないだろう。この区別に従う

と、受容体と廃棄物の実際の接触が通常の居住状況の中で起こる可能性があると思われるのであれば、この事象がシナリオの中で考慮され、参考文献[2]に設定されている侵入者への線量規準が結果として生じる被ばくに対して適用されてもよい。

6.60. 人間侵入のシナリオを策定する際、2つの対照的なアプローチを採用できる。一つは、全て又はほとんどの状況に対応する一般的なシナリオを数個策定するというものである。もう一つのアプローチは、サイトに固有な点に基づくシナリオを策定するというものである。双方の手法には、利点も欠点もあるが、手法の選択（一般的な手法又はサイト固有とする手法）は、個々の評価の目的に従ってなされるべきである。一般的なシナリオを策定すると決定した場合においても、（施設の深度と設計、地層環境、廃棄物の特性のような）サイト固有の特質が考慮されるべきである。

6.61. 人間侵入シナリオは、侵入の性質と侵入者の行為に関する様式化された表現に基づき開発されるべきであり、人間侵入に伴う避けられない不確かさがあることを認識すべきである。人間侵入シナリオは、サイト及び将来の社会活動の変遷について、何らかの裏付けのある主張を述べようとしているものではなく、人間侵入の潜在的な影響を例示するように考案されるものである。様式化されたシナリオが用いられる場合、それらは、現在の技術と手順という想定に基づくべきである。

6.62. 浅地中処分施設の場合は、直接的に関連し、被ばくを受ける可能性がある人々に対する線量を評価するための計算を行うべきである（6.57 項参照）。この評価は、当該サイトに関する知識が喪失した後、直ちに侵入が起こり得るという想定に基づくものとすべきである。セーフティケースの中で制度的管理の期間が考慮されているならば、知識の喪失は制度的管理の廃止直後に生じると想定すべきである。制度的管理の効果を信頼できる期間は、多くの国の規則において最長で数百年(a few hundred years)に限定されている。受動的管理（例えば、記録、施設の位置標識（マーカー））の用意は、奨励されるべきであるが、安全評価において、そのような管理が人間侵入を防止する若しくは、その確率を低減する上で有効にはならないと保守的に想定すべきである[39]。

6.63. 人間侵入の影響を評価する際には、様々な種類の侵入の影響を受ける可能性のある廃棄物の容量及びそのような廃棄物の不均一性について考慮されるべきである。潜在的に重要な不均一性（「ホットスポット」）が生じる可能性があり、その影響が評価される必要がある。大きいスケールにおいて、このような放射能濃度の違いは、経時的な廃棄物受入れ規準の変化、又は特定の廃棄物流により支配されている、廃棄物を定置する一連の活動を含む様々な要因によって、起こるかもしれない。より小さなスケールでは、放射能濃度が全廃棄物パッケージの平均値より著しく高い物質（例えば、使われなくなった密封線源）を含む廃棄物パッケージがあるかもしれない。廃棄物の不均一性は、廃棄物の放射能と成分の可能性のある範囲を十分に考慮した広範な計算を行うことによって評価されるべきである。侵入の事象において影響を受ける可能性のある廃棄物の容量もまた評価されるべきである。

6.64. 放射性廃棄物処分施設への人間侵入の尤度を低減し影響を緩和させるための多くの措置が利用され得る。これらの措置には、能動的な制度的管理及び／又は耐久性のある物理的バリアシステムなどがある。さらに、廃棄物の分割化も侵入事象の影響を低減するかもしれない。恐らく最も著しい推定線量の低減は、廃棄物をより深く定置することによって達成されるであろう。状況によって、特に、将来のある時点で、サイトに探査されるかもしれない水資源や鉱物資源が存在するために、人間侵入のリスクがより大きくなるならば、代替サイトが検討されることもあるかもしれない。そのような措置は防護の最適化の一部と見なされるべきである。そのような措置によって人間侵入による線量が完全になくせる可能性は低いが、人間侵入の尤度及び／又はその影響を低減できる。

6.65. 上で論じたように、地層処分施設の深度と位置では人間侵入シナリオが起こりにくくなるため、そのような施設の人間侵入シナリオとの関連性は限定される。また、関係する時間枠は、起こり得る侵入事象からの影響について有意な推定を可能にするには余りにも長い。それでもなお、その処分システムの頑健性を実証するために影響の評価を行うことが決定されるかもしれない。いつ事象が起こることになると想定されるのか、また、施設とその立地環境の状態が侵入時点でどのようになっているのか、また、境界条件と他のパラメータに不確かさがあるので、考慮されるシナリオは推測的であり若干恣意的である。したがって、地層処分施設の場合、人間侵入シナリオについて得られた結果を定量的に利用する際、特に（例えば、防護と設計の最適化の目的のために）これらを他のシナリオと比較する際には注意すべきである。偶発的な侵入に対する最も有効な措置は、処分施設を深地層に設置すること及び長期的に知識を維持することなどである。

制度的管理

6.66. 能動的な制度的管理の持続期間と長半減期廃棄物が有害である期間の間には避けることができない対立状況があり、そのことは、制度的管理が以下の異なる様々な役割を果たす処分戦略につながる。

- － 地層処分及び中深度への処分において、制度的管理は、それが継続している間は、深層防護のもう一つの層を与え、処分施設の安全性における信頼構築に貢献するかもしれない。しかし、安全目的は、制度的管理がなくても、達成されるべきである。
- － 地表又は浅地中の放射性廃棄物処分においては、制度的管理が、通常安全の目的の達成のために要求され、廃棄物が潜在的に有害である間（例えば、数百年(a few hundred years)）は、適切に維持されるべきである。相当の量の長半減期放射性核種を含有する廃棄物は、より深い位置に処分されるべきである。制度的管理の維持期間についての想定は、特に浅地中処分施設において、廃棄物受入れ規準を定める上で大きな役割を果たす。

6.67. 制度的管理は、放射性廃棄物の危険性に対する防護システム全体の中の一つの構成要素と見なされるべきである。これは、施設の天然及び人工バリアに防護の層を加えるものであるので、一般的な深層防護概念と整合している。しかし、制度的管理が存在することが、閉込め及び隔離システムの設計性能レベルを引き下げることが正当化するために用いられるべきではない。

6.68. セーフティケースが、長期の効果的な制度的管理を行う仮定に基づいている施設は、定期的なレビューを受けるべきである。そのようなレビューにより、現行の準備が満足できるものであり、制度的管理の措置が、次に予定されているレビューまでの期間にわたって持続可能であることが確認されるであろう；レビューによってそのような確認ができない場合は、管理の措置が改定されるか、又は、他の戦略的決定がなされる必要がある。

6.69. 主に短寿命廃棄物を閉じ込める浅地中処分施設の場合、最大の潜在的な被ばくとリスクは、制度的 *管理* の期間終了後の偶発的な人間侵入に伴って起こることが多い。そのような場合、偶発的な人間侵入の評価結果によっては、施設に安全に処分できる長半減期放射性核種の許容インベントリを制限することもある。したがって、この評価は特に、浅地中処分施設の廃棄物受入れ規準における長半減期放射性核種の限度を決定する。

6.70. 大容量の自然起源の放射性核種を含む廃棄物を扱う場合の多くは、少なくとも現在の技術的、経済的な可能性を考えると、現存する全ての処分方法は少なくとも一定レベルの継続的な制度的 *管理* を必要とする。そのような場合の制度的 *管理* に要求される機能は、人間侵入を防止することから、バリア（例えば、覆土）が損傷を受けていないことをサーベイランスと保守プログラムを通じて確保すること、並びにバリアの健全性を損なう影響に対処することにまで及ぶ可能性がある。そのような影響は、例えば侵食現象、植物の根や穴掘り動物による覆いの劣化現象などの自然のプロセスによって生じているかもしれない。

6.71. そのような場合について継続的な制度的 *管理* の必要性を受入れることは、将来世代に過度の負担を負わせるため、参考文献[1]の原則7 を違反するものとみなされる可能性がある。しかし、この負担の評価においては、自然起源の放射性核種を含む大容量の廃棄物に対して実際的かつ経済的に達成し得ることは何であるのかを考慮する必要がある。この意味では、継続的な制度的 *管理* を伴う処分オプションを受け入れる決定は、技術的及び経済的な限界を認める、防護の一般的な最適化の結果となるかもしれない。しかし、それぞれのケースは、その利点に基づき考慮されるべきであり、防護レベルが長期にわたり最適化されることを保証する目的でそのケースに特化した最適化研究が実施されるべきである。これは、受動的安全を促進する措置の実施の考慮を含むべきである。そのような最適化研究は、当該施設に関するセーフティケース開発の一環として実施されるべきである。

6.72. 自然起源の放射性核種を含む大容量の廃棄物が処分されるようなサイトにおける継続的な制度的 *管理* の必要性を、適切な廃棄物受入れ規準を定義することによってこれを回避する実行可能なオプションが存在する低レベル廃棄物用の処分施設において、そのような継続的な制度的 *管理* の必要性を受入れる論拠として用いるべきではない。また、参考文献[2]は、安全は継続的な制度的 *管理* に依存すべきでないという要件を規定している。したがって、少なくとも新規施設に対する処分オプションは、継続的な制度的 *管理* を要求しないものに限定される。

6.73. 要約すると。

- －放射性廃棄物の処分施設の長期安全は、制度的管理に依存すべきでない（参考文献[2]、5.6項）。
- －制度的管理は、地上若しくは浅地中の処分施設にとって一定期間にわたって人間侵入を防止するための重要な安全構成要素である。セーフティケースにおける制度的管理へのいかなる依存についても正当化が行われるべきである。
- －受動的制度的管理の用意が奨励されるべきである。セーフティケースにおいてはこれに対してある程度の信頼を置くことができるが、長期にわたってそれが、人間侵入の防止に有効であり続けると仮定すべきではない。

廃棄物の回収可能性

6.74. 本章の目的は、廃棄物の回収可能性を備えるように意図した処分概念の場合の、セーフティケースと安全評価の作成に対処することである。より一般的な概念である可逆性は、処分施設の計画又は開発において、1つの又は一連の段階を逆転させる可能性を意味する。これは、それより以前に行われた決定のレビュー及び必要ならば再評価並びにある段階を逆転させるための手段（技術的、財政的等）を利用可能にすることを含意する。回収可能性は、廃棄物の定置行為の逆転の可能性を指している。したがって、これは可逆性の特殊なケースである。回収とは廃棄物又は廃棄物パッケージを回収する行為である[40]。

6.75. 「処分」という用語は、廃棄物を回収する意図を持たずにある施設若しくはある場所に放射性廃棄物を定置することをいうが（2.9 項参照）、廃棄物を回収する可能性を与える意図がある状況があるかもしれない。処分施設の開発における所与の段階を逆転させる若しくは廃棄物を定置後に回収するためのオプションが設計の中にある可能性は、参考文献[2]の中で認識されている。そのような用意は、処分施設の開発における意思決定における柔軟性をもたらし得るが、それが処分施設の長期安全を害することは許されるべきでない。意思決定プロセスの柔軟性は、それ自体を目的とみなすべきではなく良好事例とみなすべきである。

6.76. 回収可能性を容易にするための措置の導入は、完全な安全評価の必要性を減少させるわけではなく、一定の操業上の側面（例えば、施設の閉鎖前の操業条件下の廃棄物パッケージの長期耐久性；施設閉鎖の準備）に関する追加的な保証を提出する必要性を導入するかもしれない。とりわけ回収可能性は、処分施設の開発に関する意思決定を無期限に延期するための口実にすべきでない。また、良く設計され、良く立地された処分施設にとって代わるものではないし、寿命の終わりに施設の閉鎖することを正当化する根拠にとって代わるものでもない。計画の実施において将来の意思決定者に柔軟性が与えられるものとしても、閉鎖を含めた処分施設の開発の明確な計画を作成すべきである。当初の意図のとおりには処分施設を閉鎖できなかった場合の影響を判断するための、安全評価計算が行われるべきである。

6.77. 廃棄物の回収可能性が設計オプションであるならば、セーフティケースは以下を確保する経営上、及び技術上の準備について論じるべきである：廃棄物の回収のための適切なレベルの技術的能力が廃棄物の定置後の各段階で維持されていること；回収方法が明確化されていること、及び；施設の閉鎖に向けた次の段階への進行、現在の段階での施設の維持、又は必要であれば廃棄物の回収などの、段階の逆転の妥当性と必要性について定期的に評価が行われること。セーフティケースでは、回収が安全を最優先して実施できる条件であることを検証するためのモニタリングの準備についても更に論じられるべきである。

6.78. ほとんどの国では、いつ回収が必要になり、あるとすれば回収可能性の要件がどのように満たされるかについての、規制上のガイドラインはまだ発行されていない。回収可能性が、国の規制上の指針に言及される場合においても、回収可能性を高める措置は処分施設の長期的な受動的安全を損なってはならないとの、より優先される要件があることが多い。国の廃棄物管理政策の一部として回収可能性が要求される場合、回収可能性の規制上の要件は、延長される可能性のある施設の閉鎖前の期間及び長期の双方における、放射線防護及び核物質計量管理システムの下で要求される措置などの核セキュリティと安全の維持の要件と整合することを確認するために、レビューされるべきである。

オプションの評定

意思決定プロセスの枠組み

6.79. 処分施設の計画と開発は、各種の意思決定を含む。例えば、施設を設置するサイトに関する決定や施設の設計に関する決定がある。既存の施設の場合、新たな情報（例えば、モニタリングプログラムを通して得られた情報）によって、施設が引き続き安全に機能する能力について、懸念が引き起こされるかもしれない。そのような状況において、廃棄物の一部又は全てを回収すべきかどうか、若しくは施設を改良すべきかどうかについての、決定が必要となるかもしれない。そのような場合における意思決定は、様々な管理オプションの比較、及び全ての適用される規制上の要件に適合してコストとその他考慮される有害な要因に対して最適レベルの防護をもたらすオプションの特定を必要とする。

6.80. 実際の意思決定プロセスは、法律上及び規制上の枠組みに依存し、また、地元住民のような利害関係者を含むことが多い。セーフティケースは、このプロセスに重要な入力情報となるので、新規の施設の安全性又は、既存施設の安全性の改良をどのように確保するかに関する決定に至る際の助けとして活用されるべきである。このため、セーフティケースの開発に必要な活動の全ての範囲が、それを支える安全評価の実施の全ての段階も含め、以下を満たすべきである。

- － 後の意思決定に関連する全ての安全の側面がセーフティケースの中で取り扱われるべきである。これには、放射線リスクのみならず、目的とする活動の実現可能性と受容性についての意思決定に影響するその他の要因などがある。
- － 意思決定に影響する関連する要因が、妥当な手法を用いて十分詳細に調査されるべきである。主な考慮は、関連する影響が過小評価されるべきでないこと、及び既存の状況において、不要な措置の実施を起こさせないようにするために、実行可能な範囲でリスク及び重要な有害な要因の過大評価が避けられることである。
- － 時間と資金の浪費をしないように、後の意思決定と関連する要因に（例えば、データの収集とモデル化のための）労力が集中されるべきである。
- － 評価結果のみならず、セーフティケースで示された追加的な論拠と考慮事項は、採られる行為に関する決定を導出し、正当化するのに十分であるべきである。規制上の要件への適合性を評価すること、その他の関連要因を盛り込む決定、実施されるオプション（これは、特に、既存施設に対する意思決定と関連する）を選ぶ基礎として利用できる選択肢の便益と不利益のバランスをとること、行われた評価の信頼性とセーフティケースで提案された行為の適切性と安全性に対して信頼を構築す

ることについて十分な根拠が示されるべきである。

方法論

6.81. 意思決定プロセスの全体目標を考えれば、それがセーフティケースの構築のあらゆる部分に影響することは明らかである。特に、第5章で示した閉鎖後の放射線影響評価に対する方法論の主要な構成要素全てが、意思決定プロセスの目標と要件から導き出される検討事項の影響を受けることになる。以下が、重要な検討事項である。

- － 評価の背景を定義付ける根拠として、セーフティケースにおいて扱われなければならない必要な決定及び影響の潜在的要因が、特定されなければならない。
- － 評価の背景を設定する際の決定的な部分は、評価の考え方の定義からなる。これは、とりわけ、関連するエンドポイントの評価の仕方、採用される仮定の性質（例えば、現実的か又は、保守的か）、使用されるデータの種類（サイト固有か一般的か）及び、不確かさの取扱い方を含む。意思決定要件に関する評価のこれらの境界条件の不適切な仕様は、適切で正当な意思決定を行う能力を妨げるであろうことは、明らかである。
- － なされる意思決定の範囲はさておき、評価の背景もまた、採用される意思決定手法により決定される。オプションを比較するために定量的意思決定の支援手法が適用されることになれば、特定のエンドポイントを取り扱う要件（費用便益分析が使われることになれば、集団線量¹²に係る要件のような）が生じる。また、不確かさの取り扱いなど、評価の考え方の他の要素は最終的に選択された意思決定手法によって異なる可能性がある。

¹² そのような評価における集団線量の利用については、[21]による次の主張を考慮に入れるべきである：「個人線量と、被ばく集団の大きさのどちらについても、時間の増大につれて不確かさが増大する。さらに、線量と損害の関係に関する現在の判断は、将来の集団について妥当ではないかもしれない。・・・数千年より長い期間にわたる集団線量の予測及び数百年より長い期間にわたる健康損害の予測は、批判的に精査されるべきである」。

- － シナリオは、システムに直接的又は間接的に影響する可能性のある全ての特質、事象、及びプロセスと放射能インベントリを考慮することによって設定されるべきである。非放射線学的要因についても、それが関連する範囲内で、シナリオの策定において検討される必要がある。そのような非放射線学的要因の例は、化学的毒性又は発がん性の物質によるリスクや、採鉱活動と関連する物理的なリスクである。そのような側面が、なされる決定と直接的に関連するならば、そのようなリスクにつながり得ると思われる条件が、シナリオによって十分に扱われることが確保されなければならない。
- － 意思決定プロセスの実際の要件を踏まえると、使用するモデルとその校正及び検証は慎重に計画されるべきである。グレーデッドアプローチの適用において、投入する努力の程度は、決定と正当化を行う上での結果の重要性に従うべきである。
- － その結果は、意思決定要件に対する関連性を考慮して、解析され解釈される必要がある。結果がこの目的に対して十分でないと判断された場合、シナリオの定義及び／又はモデルの精緻化と、おそらく追加データの収集が必要になるであろう。

6.82. オプションからの選定に使用する実際の手法には様々なアプローチが存在する。評価結果とそれがなされる決定に対して持つ意味は、全ての関連要因の考察などからなる定性的プロセスを用いて評価され得る。費用便益分析法や多属性効用分析法などの定量的手法が、決定に関連する様々な要因を取り扱い、バランスを取るために適用できる。そのような意思決定手法の適用事例は、参考文献[32,33,41,42]に見いだすことができる。

6.83. 定量的手法が適用された場合、それらの方法は、意思決定プロセスに代わるものとしてではなく、そのプロセスを支援する道具と見なされるべきである。評価の結果は、規制機関や利害関係者のような関係者との議論のための入力情報として利用されるべきである。これらの意思決定支援手法の主な役割は、分析と評価結果の分かりやすく包括的な提示であり、これにより必要とされる決定に対するそれぞれの重要性和意味合いの判断が可能となる。

6.84. 全ての関連する要因が、意思決定プロセスにおいて検討されるべきである。一つのサイトに、処分施設を含む幾つかの施設がある、又は計画されている場合、意思決定プロセスの中で、これらの施設からの累積的な放射線影響が検討されるべきである（5.24 項参照）。

6.85. 一般的に、意思決定プロセスには、技術的側面に加え、その他の要因と検討事項などがある。放射線要因以外の要因の評価は、第5章で説明した方法論の一部ではないが、非放射線学的リスクの推定に必要な活動は、放射線リスクの推定に必要な活動に類似している。したがって、関連要因全ての評価をこの方法論に取り入れることは可能かもしれない。それによって、オプションを比較して安全を達成する上で望ましいオプションを選定する（又は既存の施設の場合、何もしないことを正当化する）ことを可能にするための、必要な全ての評価活動の矛盾がなく透明な記述を提供するものとなる。たとえそれらが本質的に（様々な選択肢に対する社会的受容のように）定性的であるとしても、そのような追加的な影響要因を、多属性効用分析法のような定量的意思決定支援手法において参照することができる。

既存の施設への適用

6.86. 6.81 項～6.85 項で説明した意思決定プロセスを支援するアプローチは、既存の施設にも直接適用できる。しかし、既に施設が存在し、放射線リスクが既に存在する可能性があるということ、したがって、行われる決定が、是正処置が必要かどうか、もし必要であればどのような是正処置を選ぶのか、を判断することに限られることから、そのような状況で発生する特定の要件が幾つかある。

6.87. 評価の背景を定める決定的な部分は、評価の考え方を定めることから成るので、線量を規制の限度や拘束値、その他の規準と比較することを意図して行う評価は、十分なレベルの保守性を持って行なわれるべきである。しかし、最適化のためにオプションを比較することを意図して行う評価は、より現実的な仮定に基づくべきである。既存の状況における最適化の原則の適用の重要性により、これら2種類の評価の間の区別は、既存の施設に対してとりわけ関連性がある。

6.88. 既存の状況については、評価は通常、2つの異なる段階で行われるべきである。最初の評価段階では、是正処置が検討される必要があるかどうか、又は施設の現状を受容できると見なすかどうかを判断する。最初の段階の結果に基づき、必要になった場合のみ行われる2番目の評価段階において、状況を改善するためのオプションが特定され、評価さ

れるべきである。このプロセスにおいてどの規準（現行規準、当該施設の許認可時点において有効だった規準、若しくは介入規準）を適用すべきかは、それぞれの国の規制に依存することになる。

6.89. 特に、是正処置のために幾つかの実施可能なオプションを取り得る既存の施設に対して、通常、是正処置間の比較が反復的に行われるべきである。

- － 例えば、コストが余りにも掛りすぎる又は、基本的な規制上の要件を満たせないことが直ぐ明らかになるといった理由によって、是正処置の幾つかのオプションは、非常に早い段階で無視することが可能であろう。そのようなオプションについて、影響の詳細な分析は意味がなく、努力が無駄になろう。
- － 意思決定で検討すべき要因に関する残りの是正処置のオプションの意味合いの評価は、かなり時間と労力が掛るものとなる可能性がある。正確な推定値を決定する基礎がない場合（例えば、構造物の耐久性に関して）、意思決定は、根本的な困難に直面することさえあろう。そのような要因の推定値を改善しようとして多大な努力をするよりも、行うべき決定に対するそれらの要因との関連性が、まず、調べられるべきである。幾つかの要因において支配的な不確かさであっても、他の要因に決定が支配されているので、その決定に影響しないことが分かることもある。この場合、その不確かさを容認することができ、この点については、更に評価の努力をする必要はない。評価結果に基づいて決定を正当化できるので、これらの要因における不確かさは、評価の信頼を構築するための要件全体の妨げとはならないことになる。
- － グレーデッドアプローチに従い、データベースとモデル化の改良に投入する努力のレベルは、行うべき決定に関わる様々な要因の重要性と見合うべきである。反復過程の中で、意思決定に関わる結果の意味と結果の不確かさが「試験」され得て、意思決定との関連性に基づき更なる改善を保証するこれらの側面が特定される。

7. セーフティケースの文書化と活用

7.1. この章では、セーフティケースを構成する様々な情報の全てを一つにまとめる方法ー統合のプロセスーについて説明する(参考文献[25]参照)。この章では、セーフティケースをどのように文書化するかを詳しく説明し、活用可能性について論ずる。

セーフティケースの文書化

7.2. セーフティケースは意思決定の根拠を提供し、レビューと考察のために関連する決定者に提示される。セーフティケースに関心を有する者には、規制機関や一般公衆などの利害関係者などが挙げられる。これらの関係者は、提示された説明が彼らにとって納得される程度について判断し、セーフティケースを開発する事業者と信頼を共有できるかどうかを判断することになる。しかし、オープンで透明性があるように議論と証拠が提示され、関連する全ての結果が十分に開示され、品質管理と独立レビューに供される場合において、セーフティケースの成果に対する利害関係者の信頼が高められるべきである。

7.3. セーフティケースの対象読者は、様々なニーズ、期待、関心を有する多様な利害関係者からなるので、その文書化に関する要件を満たす（第3章参照）には、多くの課題がある。別の課題としては、規制プロセスが異なる複数の規制機関が絡んだ複雑な法規制上の要件が存在する状況、及び処分施設の各開発の段階で複数レベルの文書化が必要とされる状況（例えば、環境影響評価）に関係している。これらの課題を考えると、セーフティケースの文書化において万能な構成はない。構成と文書化のプロセスは、意図される読者の予想、検討中の決定、施設の開発段階、並びにセーフティケースの開発に係る国際ガイドラインと共に国内法と規制要件に影響される。

7.4. セーフティケースを構成し、文書化する上で可能である方法は数多くあり、セーフティケースの重要な構成要素は以下の項で簡潔に論じられる。

要旨

7.5. 最も高位のレベルにおいて、セーフティケースの文書は、プロジェクト、プロジェクトに関する主要な安全に関連する課題、証拠、論拠及び主な評価結果、特定された安全上の課題に対処し緩和のために提案されるフォローアップとオプション、不確かさと公衆の懸念を簡潔に記述する要旨を含むべきである。

7.6. この要旨は、ほとんどの利害関係者に対してプロジェクトの第一印象と長く残る印象を与えることになる。しばしば、個々の利害関係者は要旨しか読まない。したがって、この章は明快、完全かつ簡潔であるべきである。要約表、グラフィックス及び、フローチャートの活用が、情報を明確かつ正確に伝えるための効果的方法と見なされるべきである。複雑な技術用語の使用は、できる限り避けられるべきである。要旨は、別紙で提示することもでき、文書の他の部分より、はるかに多くの人に読まれる可能性がある。それは、地元社会のニーズに合った別の言語で提示することも可能である。

序文及びセーフティケースの背景

7.7. セーフティケースの文書化においては、プロジェクト、なされる決定及び意思決定プロセス、及び検討されるべき様々な課題についての明確な理解を読者に提供するために、セーフティケースの目的と背景の明らかな提示から始められるべきである。序文では、以下の主な側面が、概説されるべきである。

- － 具体的目的と背景、含まれる様々な段階と現在の状況についての情報を提供する、プロジェクトの簡潔な記述；
- － セーフティケースが作成、提示される政策上、規制上の背景；
- － 公衆との協議と公衆の参加に関する枠組みを含め、意思決定プロセスに参加する様々な組織の役割と責任；
- － 意思決定プロセスのための明かな指針；
- － 他の類似プロジェクトとの比較；
- － 使用されることになる技術の現状とその成熟度についての議論；
- － セーフティケースを裏付け正当化することを目的とした、プロジェクトの必要性和重要性に関する主張；
- － 検討した数々の代替案とその中で好ましいとされた代替案の理由の議論；

- － 提案されたプロジェクトの進行過程で行われた、又は行うことになる主要な決定；
- － プロジェクトに関連する重大なタイミングに関する検討の記述；
- － 規制上の要件との適合がどのように事業者によって保証されることになるのか、適合がどのように規制機関によって検証されることになるかの概要；
- － 事業者の、マネジメントシステムとプロジェクトに関連する問題に適切に対応する能力の概要。

安全の戦略

7.8. セーフティケースの目的と背景の提示に引き続き、安全を達成するために使用することになる高いレベルのアプローチの概要をセーフティケースの文書では、提供すべきである。安全の戦略に係る章の目的は、処分施設の設計、評価、開発、管理に使用する全体的な手法と方法が安全を確保する上で妥当であることを実証することである。この章には、安全の戦略に関連する信頼構築の論拠も含める。検討すべき主な側面は、以下が挙げられる。

- － 施設の各開発段階を管理する戦略とアプローチ（例えば、立地、建設、操業、閉鎖）；
- － 採用した戦略はどのように良好な工学的原則と良好な実施を適用するか；
- － 不確かさの管理と低減化；
- － 決定を下す際に払うべき注意の程度と多面的な論拠の筋道の使用；
- － 施設の設計及び用いられる多重安全機能に組み込まれている安全特質；
- － 自然事象と自然プロセスのみならず人為的に引き起こされるプロセスに対して処分施設に期待される頑健性；
- － 評価結果の検証、確認、比較に使用される様々な評価アプローチとツールに関する議論などからなる、評価方法と評価の時間枠及び時間窓を選ぶ論理的根拠；
- － 行われたピアレビューと国際的なガイダンス及び慣行との整合性；
- － 必要に応じて、その他の高いレベルの論拠。

安全評価

7.9. 安全評価に係る章は、実施される安全評価作業の詳細を文書化すべきであり、それは、セーフティケースの科学的、技術的根拠を形成する。安全評価を文書化する作業には、評価の各段階、評価結果及び結論について詳細な記述などがある。含まれる詳細が膨大な量なので、詳細な記述、モデル化及び計算については添付書類の中、あるいは別途の裏付けとなる文書の中で記述する方が实际的であり、追跡が可能になる。中心となる文書は、評価で用いた仮定、アプローチ及び方法、安全性に影響する最も関連性のある特質、評価の成果、及び結論の裏付けとなる論拠に焦点を当てるべきである。信頼構築の論拠は、安全評価の各段階と共に安全評価全体に対して、文書化されるべきである。

統合と結論

7.10. セーフティケースの裏付けとなる全ての証拠の詳細の後に、結論と勧告を裏付けるための証拠を提示するため章が策定されるべきである。統合と結論に係る章は、7.2 項～7.9 項に従って以下の事項を行うべきである。

- － 安全評価から分かった主要なことを相互に結び付ける；
- － 処分施設が安全であるという主張を定量化し、裏付ける主な証拠、解析及び、論拠を強調する；
- － 不確かさと未解決の課題の*評価*を提示し、それを解決するために計画された段階を議論する；
- － 安全に関する補完的な証拠、例えば、定量評価が実施された時間枠を超える安全の証拠を説明する；
- － 追加的証拠を考慮した信頼性と、安全評価の結果を補完する論拠についての主張を提示する。

フォローアッププログラムと措置

7.11. 特に、セーフティケースが段階的アプローチに従って開発される場合、セーフティケースの各改定を開発プロセス全体の脈絡に取り入れることが重要である。追加データの収集やモデル化の計画的な改良など、セーフティケースの開発において次の段階に必要な活動が説明されるべきである。特定の活動が、意思決定ポイント、又はマイルストーン（例えば、施設が置かれるサイトについての決定）に到達された後にのみしか進めることができない場合には、それらの活動は、特定されるべきである。

セーフティケースと安全評価の文書化における追跡可能性及び透明性

7.12. 採用した文書化の構成にかかわらず、文書化のプロセスの進展を通して主要な属性と検討事項が、検討されるべきである。これらは、以下などがある。

- 規制機関の承認のため、あるいは情報提供や推進のためによらず、セーフティケースとの関連で作成された文書は全て、安全上の課題について一貫したメッセージを伝えるべきである。言い換えれば、メッセージは、同じままであるべきであり、特定の読者の期待に合うように変更されるべきでない。付属文書とプロモーション資料に含まれるメッセージは、主なセーフティケースの文書と整合しているべきである¹³。
- 主たるセーフティケースの文書は、主要な安全論拠、及びそれを裏付ける証拠に関する十分な情報を明確に理解できるように提供すべきである。
- 文書は、セーフティケースが、正当な科学的証拠、及び確立された技術的な経験と解析を用いた論拠に基づいていることを示すべきである。
- 文書は、自由にアクセスできるようにすべきであり、安全性に対する意味合いと共に、不確かさと限界を認めるべきである。
- 文書は、構成がしっかりしており、透明で追跡可能でなければならない。
- 文書は明確で分かりやすく、主な仮定の背後にある正当化や論理的根拠が明確に示されて、利害関係者が情報を容易に入手できるといったように、透明であるべきである。
- 文書は、処分システムとセーフティケースの開発において従った手順及び、行った決定の追跡を可能にするようにすべきである。これは、なされた仮定の確認をするためフォローアップ措置とプログラムを初期の段階でどのように進めるのか、又は未解決の不確かさがどのように扱われたのか及び／又は、どのように扱っていくのかを示すことを含むべきである。明快な参照システムを含めることによって、重要な決定が、どのように文書化され記録されたのかも示されるべきである。

¹³ 整合性の必要性は、異なる人々が異なる論拠により納得する可能性があることから、異なる読者に対して、異なる論拠を異なる程度で強調することを排除するものではないことに注意されたい。

- 文書はまた、制度的 *管理* の措置に関する情報を将来世代に伝える必要性も明快に示すべきである。
- 安全評価手法は、構成がしっかりしており、透明で追跡可能であるべきである。それは、規制機関と他の技術レビュー者が、論理をフォローし、評価で使用了した想定を容易に理解し、要望があれば、評価結果を再現することができるようにすべきである。
- 評価は、不確かさを特定、低減させ、安全性に最も影響する想定と不確かさを特定するために使用了した実地的な手法についての全ての記述を提供すべきである。

7.13. セーフティケースの文書は、体系的計画に従って定期的に更新すべきである。事業者は、セーフティケースの文書作成の承認プロセス、及びセーフティケースの基礎となり、安全評価において用いられているデータとパラメータ値のセット、モデル、シナリオ及びコンピュータコードの更新について、適切な *管理* を実施すべきである。文書は、必要な成熟度に達した時のみ、正式なレビュープロセスに供されるべきである。

7.14. 以下の見解は、安全評価の透明性と追跡可能性に関連するものである。

- 評価手法は、分かりやすく構成され、明確に示されるべきであり、仮定とその根拠は、明快に示されるべきである。よく定義され文書化された手法が、特質とプロセスの同定、試験や実験の計画、及び必要となる装置、試験結果の解釈、概念モデルの構築、モデルの解析と *評価* において、使用されるべきである。
- 仮定の間の整合性は、仮定が適切であるパラメータ値の範囲の整合性ととともに、追求されるべきである。
- 安全評価の全ての段階の間の整合性、及び安全評価の各段階での主要目的とアプローチとの整合性が達成されるべきである。
- 一つの反復から次の反復までの評価の変化は、より好ましい結果を示すために評価が操作されているという印象を与えることを避けるために、利害関係者にとって透明であるべきである（例えば、新たなデータ若しくは、概念の構成要素又は、数学モデルを変更する理由の説明が提供されるべきである）。

- － 国際的な経験とガイダンスに適合した評価手法の選定によって、信頼が構築されるべきである。
- － 正式な一連のマネジメントシステムの手順が策定されるべきであり、これらの手順が適用されている証拠が提供されるべきである。
- － マネジメントシステムの手順の一環として、安全評価などが挙げられる施設とそのセーフティケースの全ての側面に関する詳細情報の記録のため、包括的な記録システムが構築され、維持されるべきである。
- － 適切な文献の正確で直接的な参照が、提供されるべきである。

7.15. 様々な利害関係者がそれぞれ異なる利害を持ち、それぞれの利害と関心により関係が深いセーフティケースに提供される論拠を精査することになる。したがって、必要なレベルの追跡可能性と透明性は、それぞれの利害関係者の期待によって異なるかもしれない。例えば、技術レビュー者は、安全評価を扱うセーフティケースの側面に細心の注意を払い、一方、一般公衆の構成員は、管理上の側面など、より定性的な論拠に関心を持つかもしれない。この理由のため、規制機関からはより完全な情報が期待されるであろうが、公衆に対しては、簡易版の安全評価書で十分と思われる。

7.16. 追跡可能性は、なされた決定と想定、及び結果に到達する際に使用したモデル、パラメータ及びデータの明快で完全な記録を必要とする。記録は、様々な決定と仮定を行った時期と担当者、どのようにこれらの決定と仮定を行ったか、使用したモデル化ツールのバージョン及び最終的なデータソースは何かなどに関する情報などを含むべきである。それゆえ、追跡可能性は、最高水準の品質保証を求める。さらに、追跡可能性とは、規制機関や他の技術レビュー者が安全評価の文書から評価結果の一部又は、全てを再現できるべきであるということを意味する。追跡可能性は、セーフティケースを階層的に構成された一連の文書の形で提示することにより、大幅に増強されることになる。

7.17. 安全評価の追跡可能性を確保するために、以下の課題が考慮されるべきである。

- － セーフティケースを構成する全ての情報が、情報源まで追跡可能であるべきである。そのような情報源には、所見の記録、測定結果、研究活動、モデル化研究以外に、セーフティケースの開発期間中に行われた決定と仮定があろう。そのような決定と仮定は、専門家の判断又は専門家の導出プロセスに依存する可能性があり、それらに対して適切な手順及び文書化が必要である。

- － 追跡可能性に関係する期待は、セーフティケースを用いる個人又は組織によって異なる。規制機関による精査を意図としたセーフティケースにおける追跡可能性は、事業者による内部利用を意図とした文書における追跡可能性よりも更に厳格に提示されるべきである。
- － 安全評価が反復的に実施される場合、参考資料として、安全評価の以前の反復過程でなされた決定をただ引用するだけになる傾向がある（「自己引用」）。レビュー者は、仮定やパラメータ値、決定の根拠を見つけるまで次から次へと文書を見ることになり、時間を要するかもしれない。さらに、一次参考資料に含まれている評価の注意と限界が失われたり、その後の反復によって薄められたりする可能性がある。このことは、事業者の信頼性と、その結果として施設の安全における信頼性の低下につながり得る。そうであるから、一次参考資料は直接引用されるべきであり、文書化を繰り返すたびにおいて追跡可能性を直接評価できるようにすべきである。
- － 「灰色文献」又は所有権のある文書又は、機密文書からの参照は避けるべきである。レビュー者が参照文書を入手できない場合、それを参考資料として利用すると、追跡可能性の鎖が切れてしまう。
- － 一次情報源まで遡れる追跡可能性の鎖を維持する必要があるため、文書が大きくなり読むのが困難になる傾向がある。その結果、追跡可能性と透明性との間で、トレードオフがなされる必要があるかもしれない。これら2つの最適バランスは、それぞれの特定の状況においてしか決まらない。

セーフティケースの活用

7.18. セーフティケースの主たる目的は、処分施設の開発、操業及び閉鎖の段階を裏付ける意思決定のための情報を提供することにある。例えば、初期の段階では、セーフティケースは様々な処分オプションの実現可能性の比較・評価に活用すべきである。処分施設を開発するプログラムが進むにしたがい、セーフティケースは、サイト特性調査、研究開発、施設設計に作業を集中させ、方向付けるために活用されるべきである。セーフティケースは、許認可プロセスに対して情報を提供するために、そして、常にセーフティケースと整合しているべきである処分施設の開発と操業に係る適切な限度、制約及び条件の設定をもたらすために活用されるべきである。以下の項では、より詳細にセーフティケースの活用を論じる。

オプションの比較

7.19. セーフティケースは以下のような処分オプションの比較の根拠を与えるため活用されるかもしれない。例えば。

- － 新たな処分施設用の様々なサイトの比較、及びサイト特性調査と関連する研究開発の優先順位付け；
- － 処分施設の様々な様式、設計及び深度の比較（例えば、参考文献[33]参照）；
- － 既存の施設のための様々なリスク管理と修復のオプションの比較（例えば、参考文献[32]参照）。

データ取得と研究開発の優先順位付け

7.20. セーフティケースは、広範なテーマに関する現行の知見を統合すべきであり、各テーマの相対的な重要性を判断する手段を与えるべきである。当初は、セーフティケースは主に一般的なデータに基づいているかもしれないが、処分施設を開発するプログラムが進むに従って、セーフティケースにはよりサイトに固有の情報が含まれるようになる。セーフティケースは、セーフティケースで特定された不確かさの重要な分野に取り組むよう、必要に応じて、裏付けとなるデータの取得プログラムと研究開発プログラムに指針を与え、優先順位付けするために、用いられるべきである。

施設の設計と操業

7.21. 処分施設の開発を通して、セーフティケースは、施設の設計を支援するために用いられるべきである。OECD 原子力機関の人工バリアシステム・プロジェクト（参考文献[43]参照）は、工学的設計と最適化におけるセーフティケースの利用例を幾つか提供している。

7.22. 操業上の決定が長期の処分システムの性能に意図しない影響を与えないよう、処分施設の操業は、常にセーフティケースと整合するべきである。安全と関連する操業上の決定は、その実施に先立ってセーフティケースの更新の中で調べられるべきである。

許認可

7.23. セーフティケースの主要な機能は、許認可申請と承認プロセスにある。規制機関は、処分施設の建設、操業、閉鎖の承認を含め、許認可のプロセスの各段階において、ま

た処分施設の状態に有意な変化があったときは常に、セーフティケースの更新を要求することがある。また、取得された新規情報を反映させるため、セーフティケースは、規制上の要件に従って定期的に更新されるべきである。

8. 規制レビューのプロセス

8.1. 規制上の意思決定プロセスには、一つ又は複数の規制機関が関与する可能性があり、公衆及びその他の利害関係者による精査を受ける可能性もある。事業者によって作成され承認を得るために規制機関に提出されたセーフティケースに対し、入念かつ包括的な検討に基づいて規制上の決定がなされていることを、利害関係者が見ることができるよう、規制機関が調整されたアプローチをとるならば、このプロセスの信頼性は強化される（3.8項参照）。レビューは、規制レビューのプロセスのために定められた計画に従って、また、参考文献[44]に規定されている要件及び参考文献[45]で提供されている勧告に従ってなされるべきである。以下の項に、処分施設のセーフティケース及び安全評価の規制レビューのプロセスの幾つかの重要な要素が論じられている。セーフティケースのレビューについて提供されたガイダンスは、事業組織内の内部レビュー又は独立した外部ピアレビューのような、他のレビュープロセスとも関連する。

規制レビューのプロセスの目的と属性

8.2. 規制機関によるセーフティケースのレビューの目的を定める際には、施設の状況（例えば、その施設が提案段階、開発中の段階、操業段階、再評価段階、閉鎖段階又は長期サーベイランス中の段階のいずれであるか）と関連する安全評価の背景が考慮されるべきである。

8.3. 規制レビューの全体的な目標は、処分施設が現在と将来のいずれにおいても人の健康又は安全若しくは環境に対する許容できない悪影響を引き起こすことがないことを検証することである。この目標を達成するため、規制レビューのプロセスは典型的に、以下の目的があることになる。

- － セーフティケースが容認できるレベル（その品質、及び示された理解の詳細度と深度という点で）まで開発されたかどうか、及び目的に適しているかどうかを決定すること；
- － セーフティケースとその基になっている仮定が、受入れられる放射性廃棄物管理の原則や、規制上の要件及び期待に適合しているか、又は従っているかを検証すること；
- － セーフティケースが、計画された施設が安全に操業されることになると実証するための十分かつ適切な根拠、及び閉鎖後の期間における十分な安全レベルの合理的な保証を示しているかどうかを決定すること；
- － 起こりそうにない潜在的影響を緩和するための適切な措置が、特定され扱われている、及びそれらを実施するために適切なフォローアップ計画が開発されている、と検証すること；
- － 事業者によって扱われるべきと規制機関により要求される課題が、明確に特定されているかどうかを確定すること；
- － いかなる未解決課題も特定すること、及びこれらの課題を解決するための計画が策定されていることを検証すること。

8.4. 規制レビューの第一義的目的に照らしたセーフティケースの*評価*を容易にするために、多くの二次的目的を特定することが一般的である。これらは、セーフティケースが、以下のようなものであるかどうかについての*評価*を含むべきである。

- － 適切な背景の中で開発されているか；
- － 処分施設の開発のどの段階にあるかを考慮して、十分に完全であるか；
- － データと情報の提示において十分に透明性があるか；
- － 承認されたマネジメントシステムを適用して、資格を有する人員によって作成されているか；
- － 独立ピアレビューを受けているか；
- － 適切な仮定に基づいているか、適切な評価手法及びモデルを利用しており、十分な裏付け論拠が含まれているか；
- － 全ての関連する安全機能と安全に対する潜在的懸念が考慮されているといった、危険と関連シナリオの特定及びスクリーニングなどがある処分システムの十分な理解を実証しているか；
- － 限度、制約及び条件の特定、設定、正当化及び最適化が、どのように行われたのかを明快に記述しているか；
- － 処分システム（並びに用いられる入力データ及びモデル）、及び処分施設の性能の理解に関係する不確かさを明快に特定しているか。

- － いかなる放射線被ばくも最適化されているという適切な評価とその裏付けとなる正当化を示している、及び安全が最適化されていると実証しているか；
- － 適用可能ならば、既存の施設の修復措置の正当化と最適化の十分な考慮を含むか；
- － 処分施設の立地、建設、試操業、操業及び閉鎖に適用されることになるマネジメントシステムのあらゆる関連要因（例えば、内部及び外部監査、検証及び確認、適切な資格及び経験を有する人員の使用、教育訓練、外注した下請業者の管理、結論及び勧告に関する行動）を扱っているか；
- － 施設の設計の開発においては適切な深層防護を伴う良好な工学的慣行が用いられていることを実証しているか；
- － セーフティケースの将来の開発、処分システムの理解、及びサイトの制度的管理に関するプログラムを明確にしているか。

8.5. レビューの目的と範囲を定義する際に、考慮されるべき関連事項は、以下を含むべきである。

- － サイトに関する重要な安全上の課題；
- － 事業者から提供される安全情報の程度、及びその情報の評価のために、規制機関が利用可能な資源；
- － レビューは、人に対する放射線影響だけを考慮するのか、あるいは、その他の影響、例えば廃棄物中の有害物に関連した影響も考慮するのか；
- － レビューが、公衆、作業者と人以外の生物種への影響、さらに環境への全体的な影響を考慮することになるのかどうか；
- － セーフティケース文書のどの部分にレビューの重点が置かれるべきか；
- － 規制レビュー結果の利用方法、例えば、施設の許認可のためあるいは既存施設の諸条件を設定するための、事業者やその他の利害関係者とのコミュニケーションの一部に利用するのか。

8.6. 規制レビューの品質や成否を左右する多くの重要な属性がある。それらは、以下を含むべきである。

- － プロセスの初期に、安全を判断する規準と共に、規制機関の要件と期待が明確に定義されるべきである。セーフティケース及び安全評価の完成度や品質は、規制上の要件、規制機関の期待とアプローチの明瞭性に依存することが多い。

- － 規制レビューのプロセスは、相反する利害から独立しているべきで、レビューチームは、レビュープロセス中にレビューの範囲や委任事項を超える内部や外部からの考慮に過度に影響されるべきではない。
- － 規制レビューのプロセスは、役割、責任、及び意思決定プロセスが明確に定義された構造であり、追跡可能であるべきである。
- － 規制機関は、放射性廃棄物施設の安全評価に関する専門知識及び実務経験を持つ職員を有するべきであり、そのような評価に関与するあらゆる必要専門分野の知識を組織内に有するか、それを使用する手段を有するべきかのどちらかであるべきである（参考文献[44]参照）。
- － 規制レビューは、セーフティケースの複雑さのレベル、及び当該処分施設に伴う潜在的なリスクに釣り合ったレベルの資源を駆使して実施すべきである。
- － 事業者と規制機関とのコミュニケーションは、規制レビューのプロセスを通して維持されるべきである。
- － 規制レビューのプロセスには、利害関係者との協議の枠組みを、協議の段階、手順のルール及び意思決定プロセスをよく定義した上で、取り入れるべきである。このプロセスの信頼性は、レビュープロセスの推移と結果の議論の手段をこの枠組み内に含めることによって強化することが可能である。
- － レビュープロセスにおいて、セーフティケースで提示された論拠が、その基礎をなす科学技術によって十分に裏付けられているか否か、及びこれらの論拠が規制上の要件と期待に従っているかどうかについて、その論理的根拠と判断が文書化されるということが保証されるべきである。

レビュープロセスの管理

8.7. セーフティケースのレビューの管理は、それ自体が、良好なプロジェクト管理の原則が当てはまるプロジェクトとして扱われるべきである（参考文献[30]参照）。

8.8. レビューの規模に応じて、レビューを実施する専用の人員によるチームを組織する必要があるかもしれない。規制レビューは、外部組織の支援を受けて、又は受けずに規制機関により行われることがあるが、そのレビュー結果は規制機関の責任であり、それは結果の「所有権」を持つべきである。

8.9. 規制機関は、組織の全体的なマネジメントシステムの一部として、レビュープロセスのための手順を良好に整備し文書化すべきである。

8.10. レビュープロセスの管理には、以下の側面が挙げられる。

- － レビューの目的と範囲の定義、及び、セーフティケースの開発に適用する国内の及び国際的な要件、ガイダンス及び勧告の特定；
- － レビュータスクを特定し、その他の関連のトピックを扱うレビュー計画の策定；
- － レビューの取組みに必要な専門知識と経験を備えた能力のある人員によるレビューチームを集めること；
- － プロジェクトのスケジュールを決め、プロジェクトタスクを実施するために資源を配分すること、それには、後の段階での資源が制限される場合のレビューの実施の検討を含む；
- － レビューチーム員の責任事項を特定し、彼らがレビュー方法について十分な教育訓練やガイダンスを受けられるよう確保すること；
- － レビュータスクの実施の調整を図り、レビューチーム員間の十分なコミュニケーションを確保すること；
- － 規制上の意思決定に重要であるが、不明確又は異なる角度での解釈が可能な規制上のガイダンスの分野を、レビューの初期段階で特定すること；
- － 事業者によって解決が必要な課題を特定するための正式なプロセス及び課題の更なる考慮と解決を追跡するための仕組みを確立すること；
- － レビュープロセス中における処分施設の事業者とその他の利害関係者とのコミュニケーションを調整すること；
- － レビュープロセス中に発生した文書のレビューと統合；
- － レビューからの成果のまとめ、文書化及びコミュニケーション。

8.11. 適用されたレビュー手順は、セーフティケースのレビューが有能な人によって実施され、追跡可能かつ監査可能な方法で記録されていることを検証できるようにするべきである。プロジェクト固有の手順には、レビュー所見の文書化や、必要な能力の特定、レビュー時の責任とタスクの特定、レビュー所見の進捗の記録、セーフティケースについての異なる又は、反対の意見若しくは、レビュー所見が生じた場合の処理、についての体系的アプローチを含むべきである。レビューが、規制機関により実施される監査又は独自の計算のような作業を含む場合には、更に追加的な手順が必要になることもある。

8.12. それぞれの規制レビューごとに、レビューの手順や技術的側面を導くために、レビュー計画が必要となる。手順上のガイダンスは、レビュー結果の文書化の方法を含むべきである。技術ガイダンスは、セーフティケースの特定の側面を判断する規準などを含むべきである。したがって、レビュー計画は、プロジェクト固有のレビュー計画を策定できるテンプレートとして利用できる。プロジェクト特有のレビュー計画には、例えば英国の低レベル廃棄物処分サイト[46]や米国のユッカマウンテンプロジェクト[47]で策定されたものなどがある。

8.13. 実行可能な限り、規制レビューチームは以下の特性を有するべきである。

- － レビューチームは、レビュー中の特定のセーフティケースに最も重要となる分野の実践的経験を含む、レビューに適した幅広い専門知識を有するべきである。
- － レビューチームは、関連するセーフティケースのレビューを実施した経験を有するべきである。
- － レビューチームは、実施予定のレビューの背景を理解しているべきである（例えば、施設やその認可に適用される規制の知識を有しているべきである）。
- － レビューチームは、国内及び他の国の廃棄物管理の実施とプログラムについての広範な知識を有しているべきである。
- － レビューチームは、利害関係者から信頼できると見なされている人物によって構成されるべきである。
- － レビューチームは事業者とは独立しており、チーム員は、レビュー予定のセーフティケースの策定又はそのいかなる支援作業にも関与していないものとするべきであり、処分施設の管理、財政又は操業に直接に関与していないものとするべきである。

規制機関によるグレーデッドアプローチの活用

8.14. セーフティケースの規制レビューの精査レベル及び範囲は、グレーデッドアプローチに従うものとするべきである。レビュープロセスの深度及び範囲に関する決定では、以下の事項を考慮に入れるべきである。

- － 処分施設又は処分システムの構成要素の開発及び操業の段階；

- － 関連するサイト要因、施設の設計の側面、処分されることになる廃棄物、人間侵入の尤度などを考慮に入れた、閉鎖後期間における危険性及びリスク（影響及び確率）の規模；
- － 計画された処分施設又は処分システムの構成要素の複雑さ、安全上の重要性及び成熟度；
- － 事業者による、十分に確立された慣行、手順及び設計の利用；
- － 同様の施設若しくは慣行の操業性能に関する利用可能な知識；
- － 事業者の側面（例えば、処分施設又は処分施設の構成要素の設計及び建設、プロセス設計、セーフティケースの開発、並びにマネジメントシステムの確立及び適用における、性能及び関連する経験の事業者の記録）；
- － 同様の施設に由来する（国内外の）関連経験；
- － 他の有能な機関の技術的又は安全上の関心事

レビューの実施及びレビュー結果の報告

8.15. 規制レビューは通常4 段階になる。

- (a) 事業者からいかなる文書も受け取る前の、レビューの初期計画が実施されるべきレビュー前段階：これは、通常、提出される情報の範囲の理解進展を目的とした事業者との会合を含むべきである。
- (b) セーフティケースの完成度や支援文書の入手可能性を事前に評価し、安全に最も重要な課題を予備的に特定するために、規制機関が提出された文書の初期評価を行うべき初期レビュー段階：セーフティケースの完全性の評価は、提出された情報がセーフティケースに関する規制機関の期待を全て扱うものであることの確認を含むべきである。この確認は、文書化されるべきであり、追加情報を要求するかもしれない一連の詳細なレビューコメントが作成されるべきである。規制機関は、レビューコメントに対応して事業者によって提出されたいかなる追加情報もレビュー及び評価すべきである。

- (c)費やされる努力の大部分を占めることになる主要な技術レビュー段階：これは、詳細なレビューコメントの作成を含むべきであり、コメントに応じて事業者から提出される追加情報の評価も含むかもしれない。
- (d)レビューの主要な結論が特定され、意思決定プロセスへの情報提供に使われるべき完成段階。

8.16. 事業者によって提出された文書の評価に加えて、セーフティケースの規制レビューは、独立した専門家及び他の利害関係者の関与を含むかもしれない。

8.17. レビューの完成段階には、最終レビュー報告書の策定が含まれることになる。最終レビュー報告書にはこうまとめられ、示されるべきという唯一正しい方法はなく、そのような報告書は各々、実施された特定のレビューに合わせて策定される必要がある。規制機関は、最終レビュー報告書に、以下のことを含めることを考慮すべきである。

- － 序文：レビューの目的及び背景の簡潔な記述、レビューされた文書のタイトル及び作成者、サイトに関する要約情報、レビューに関与した機関に関する情報など；
- － レビューの範囲及び目的：高いレベルのレビュー目的（適用可能な規制上の要件への言及を含む）や、レビューの範囲と関連づけられたレビュープロセスの全般的な概観など。レビュー報告書が要約（例えば、許認可前の最終報告書）か、以前に完成された他の裏付けとなるレビュー報告書があるような部分レビュー報告書のいずれかであるならば、これらの報告書の概要は、一般的な範囲及び適用性ととともにここに説明されるべきである；
- － 適用される規制要件：それと照らし合わせてレビューが実施される規則、確立された手順及び／又は国際的な勧告のリスト。規則、手順及び／又は国際的な勧告の重要点の要約が含まれるべきである；
- － レビューの方法論及びプロセス：レビュー計画及びプロセスにおける段階（一次レビュー、主レビュー、改定された文書のレビューなど）、事業者との相互作用、コメントの分類、コメントの書式及びコメントを特定する方法に関する要件やレビューチームとの相互作用などを含めた規制レビューの手順並びにコメントの解決の記述；
- － 主たる評価結果：レビューされた分野それぞれの記述は、以下の分野を参照して文書化すべきである（規制上のコメントに対する事業者の対応は、関連する課題をどの程度解決することができたかを含む）。

- ・ 重要なコメント：これらは、安全戦略、背景、セーフティケース及び安全評価のアプローチ及び結果、不確かさ（シナリオ、モデル及びパラメータにおける）の扱い、リスクの管理及び最適化、主たる規制上の規準及びガイダンスの遵守、適切な限度及び条件、及びセーフティケースの将来の策定のプログラムのような高いレベルの課題に関する、レビューされた文書の主たる不足点を要約した全般的なコメントである。
- ・ 特定のコメント：これらは、主たる技術的分野のレビュー、処分施設の特性調査、廃棄物インベントリ並びに、工学、地質学、水理地質学、化学、気候、生物圏及び人間侵入の側面を考慮に入れた、処分施設から環境への放射性核種移行のモデル化に関する、一層詳細なレビュー結果である。
- ・ 未解決の課題及び不確かさ：これらは、未解決のままの課題に関するコメントである。それらの相対的な安全上の重要性は、もし必要ならば、コメントを解決するために講じられる行動とともに、言及されるべきである。処分施設のいかなる認可条件も、ここに説明され、正当化されるべきである。
- ・ 結論：レビューの結論は、例えば事業者から提出される追加情報、改定安全評価作業、サイト又は廃棄物のモニタリング及びその他の管理、廃棄物インベントリ制限、リスク管理及び廃棄物受入れ規準などのような、許認可又は認可時に検討される課題について述べられるべきである。さらに、認可条件のための勧告はリスト化されるべきである。
- ・ 参考文献；レビューで検討された参考文献リスト、また最終レビュー報告書を裏付ける根本となるレビュー報告書。レビューに際して利用されたいかなるガイダンス文書も、文書化されるべきである。
- ・ レビューチームを構成する個人の信頼性を実証するための適切な情報。

8.18. レビューコメントの文書化や評価の際には、次のことが保証されるべきである。

- － セーフティケースの策定に取り入れたアプローチとそのアプローチの結果は、簡略にまとめられるべきであり、情報の具体的な出典が示されるべきである；

- いかなる重要なコメント及びそのコメントの根拠も、標準書式を利用して明確に述べられるべきであり、それぞれのコメントは相互参照し易くするために独自の識別がつけられるべきである。
- 安全、システムの理解及び／又は施設の管理に対するコメントの関連性が述べられるべきである。
- レビューコメントで特定された課題の解決に必要な措置は、明快に述べられるべきである。

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, Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSR-5, IAEA, Vienna (2011).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4, IAEA, Vienna (2009).
- [4] NATIONAL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT AGENCY, Dossier 2005 Argile: Synthesis Evaluation of the Feasibility of a Geological Repository in an Argillaceous Formation, ANDRA, Paris (2005).
- [5] NATIONAL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT AGENCY, Dossier 2005 Argile: Tome Architecture and Management of a Geological Repository, 4/497, ANDRA, Paris (2005).
- [6] NATIONAL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT AGENCY, Dossier 2005 Argile: Tome Phenomenological Evolution of a Geological Repository, 13/520, ANDRA, Paris (2005).
- [7] NATIONAL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT AGENCY, Dossier 2005 Argile: Tome Safety Evaluation of a Geological Repository, 232/737, ANDRA, Paris (2005).
- [8] NATIONAL CO-OPERATIVE FOR THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE, Nagra 2002a, Project Opalinus Clay: Safety Report. Demonstration of Disposal feasibility for Spent Fuel, Vitrified High-level Waste and Long-lived Intermediate-level Waste (Entsorgungsnachweis), NAGRA Technical Rep. NTB 02-05, Wettingen, Switzerland (2002).
- [9] NATIONAL CO-OPERATIVE FOR THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE, Nagra 2002b, Project Opalinus Clay: Models, Codes and Data for Safety Assessment. Demonstration of Disposal Feasibility for Spent Fuel, Vitrified High-level Waste and Long-lived Intermediate-level Waste (Entsorgungsnachweis), NAGRA Technical Rep. NTB 02-06, Wettingen, Switzerland (2002).
- [10] NUCLEAR INDUSTRY RADIOACTIVE WASTE EXECUTIVE, Preliminary Post-closure Assessment of a Reference Repository Concept for UK High-level Waste/Spent Fuel, Harwell, UK (2006).
- [11] ONDRAF/NIRAS, Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, ONDRAF Rep. No. NIROND 2001-05F, Brussels (2002).

- [12] POSIVA OY, Safety Case Plan 2008, POSIVA Rep. 2008-05, Olikiluoto, Finland (2008).
- [13] SWEDISH NUCLEAR FUEL AND WASTE MANAGEMENT CO., Long-term Safety for KBS-3 Repositories at Forsmark and Laxemar — A First Evaluation, Main Report of the SR-Can Project, SKB Technical Rep. No. TR-06-09, SKB, Stockholm, Sweden (2006).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-14, IAEA, Vienna (2011).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [18] Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, INFCIRC/546, IAEA, Vienna (1997).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards — Interim Edition, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 (Interim), IAEA, Vienna (2011).
- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [21] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication 77, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [22] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, Publication 81, Pergamon Press, Oxford and New York (2000).
- [23] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection, Publication 101, Pergamon Press, Oxford and New York (2006).
- [24] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Pergamon Press, Oxford and New York (2007).
- [25] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Post-closure Safety Case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD, Paris (2004).

- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities, ISAM, Vol. 1 — Review and enhancement of safety assessment approaches and tools, Vol. 2 — Test cases, IAEA, Vienna (2004).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (in preparation).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2, IAEA, Vienna (2011).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.7, IAEA, Vienna (2002).
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).
- [31] 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).
- [32] ENVIRONMENT AGENCY, SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY, Guidance for the Environment Agencies' Assessment of Best Practicable Environmental Option Studies at Nuclear Sites, Environment Agency, Bristol (2004).
- [33] UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, Dounreay LLW Strategy Development Best Practicable Environmental Option Study, UKAEA Rep. No. GNGL (04) TR75, Dounreay, UKAEA, Harwell, UK (2004).
- [34] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, International Peer Reviews for Radioactive Waste Management: General Information and Guidelines, Rep. NEA 6082, OECD, Paris (2005).
- [35] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, International Peer Reviews in the Field of Radioactive Waste: Questionnaire on Principles and Good Practice for Safety Cases, Rep. NEA/RWM/PEER(2005)2, OECD, Paris (2005).
- [36] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, The Handling of Timescales in Assessing Post-closure Safety of Deep Geological Repositories (Proc. Workshop Paris, 2002), OECD, Paris (2004).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models, IAEA Safety Series No. 100, IAEA, Vienna (1989).
- [38] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Management of Uncertainty in Safety Cases and the Role of Risk (Proc. Workshop Stockholm, 2004), OECD, Paris (2005).

- [39] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Future Human Actions at Disposal Sites, Safety Assessment of Radioactive Waste Repositories, A Report of the NEA Working Group on Future Human Actions at Radioactive Waste Disposal Sites, OECD, Paris (1995).
- [40] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Reversibility and Retrieval in Geologic Disposal of Radioactive Waste, OECD, Paris (2002).
- [41] GOLDAMMER, W., “Application of probabilistic risk based optimization approaches in environmental remediation”, paper presented at the ICEM ’95 Fifth Int. Conf. on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation, Berlin (1995).
- [42] GOLDAMMER, W., NÜSSER, A., Cost-Benefit Analyses as Basis for Decision Making in Environmental Restoration (Proc. Conf. WM 99 Tucson, AZ, 1999), Tucson, AZ (1999).
- [43] BENNETT, D.G., HOOPER, A.J., VOINIS, S., UMEKI, H., The Role of the Engineered Barrier System in Safety Cases for Geological Radioactive Waste Repositories: An NEA Initiative in Co-operation with the EC (Proc. Int. Conf. Las Vegas, NV 2006), OECD, Paris (2006).
- [44] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 1, IAEA, Vienna (2010).
- [45] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Review and Assessment of Nuclear Facilities by the Regulatory Body, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).
- [46] DUERDEN, S.L., YEARSLEY, R.A., BENNETT D.G., Review Plan for the Assessment of the 2002 Post-Closure Safety Case for the Drigg Low-Level Radioactive Waste Disposal Site, Environmental Policy — Risk and Forecasting, Guidance Note No. 44, Environment Agency, Bristol (2003)
- [47] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Yucca Mountain Review Plan, Draft Report for Comment, Rep. NUREG-1806 (Rev. 2), NRC, Washington, DC (2002).