
IAEA 安全基準

人と環境を防護するために

放射性廃棄物の浅地中処分施設

個別安全指針

No. SSG-29

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、〔対象の IAEA 出版物の表題〕（©記号付き）、〔対象 IAEA 出版物の発行年〕の日本語訳である。

本翻訳版は、原子力規制庁により作成されたものである。本翻訳版に係る IAEA 出版物の正式版は、国際原子力機関（IAEA）又はその正規代理人により配布された英語版である。IAEA は、本翻訳版に係る正確性、品質、信頼性又は仕上がりに関して何らの保証もせず、責任を持つものではない。また、本翻訳版の利用により生じるいかなる損失又は損害に対して、これらが当該利用から直接的又は間接的・結果的に生じたものかを問わず、何らの責任を負うものではない。

C：著作権に関する注意：本翻訳版に含まれる情報の複製又は翻訳の許可に関しては、オーストリア国ウィーン市 1400 ウィーン国際センター（私書箱 100）を所在地とする IAEA に書面により連絡を要する。

D：本翻訳版は、業務上の必要性に基づき、原子力規制庁が IAEA との合意に基づき発行するものであり、唯一の翻訳版である。

E：原子力規制庁は、本翻訳版の正確性を期するものではあるが、本翻訳版に誤記等があった場合には、正誤表と合わせて改訂版を公開する。また、文法的な厳密さを追求することで難解な訳文となるものは、分かりやすさを優先し、本来の意味を損なうことのない範囲での意識を行っている箇所もある。

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

序文

天野之弥事務局長

IAEA 憲章は、「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…確立もしくは採択する」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ない、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。さまざまな国際安全条約の締約国にとって、IAEA 基準は、それらの条約に基づく義務の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。

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員及び公衆並びに環境に対する放射線リスクは評価されなければならない、必要ならば管理しなければならない。

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、国際協力は、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

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つのカテゴリーを有する 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。

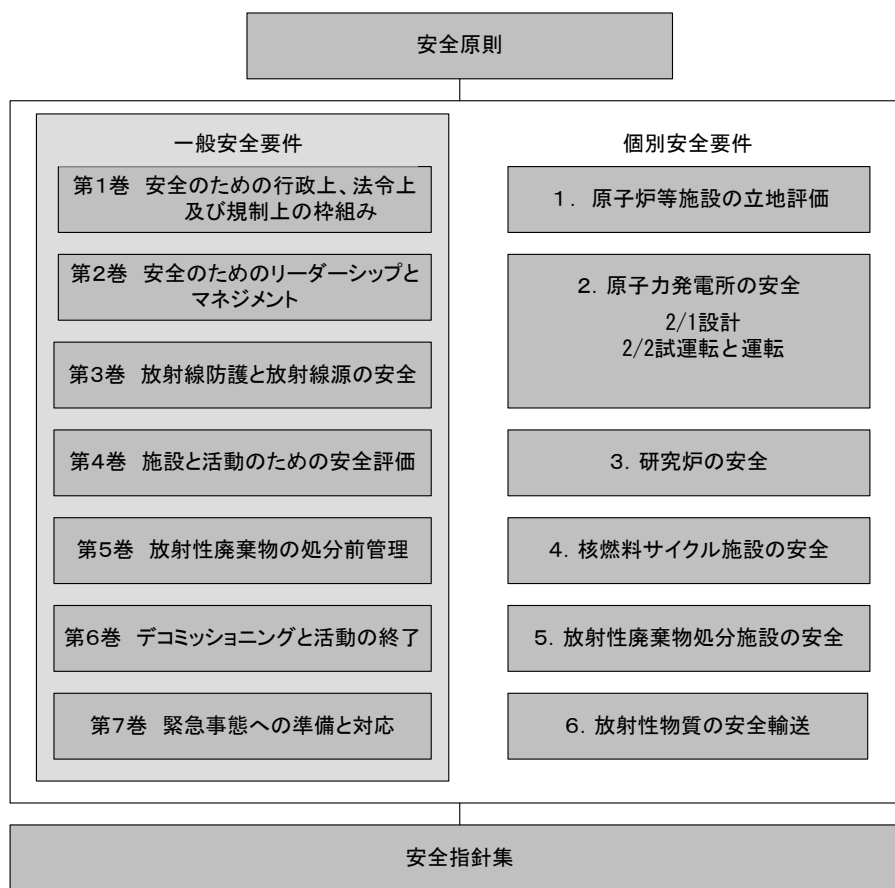


図1 IAEA 安全基準シリーズの長期構造

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るが、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一既存のものと新規のもの一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いくつかあることになる。たとえば、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4つの分野ごとの安全基準委員会（SSC）すなわち、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）。

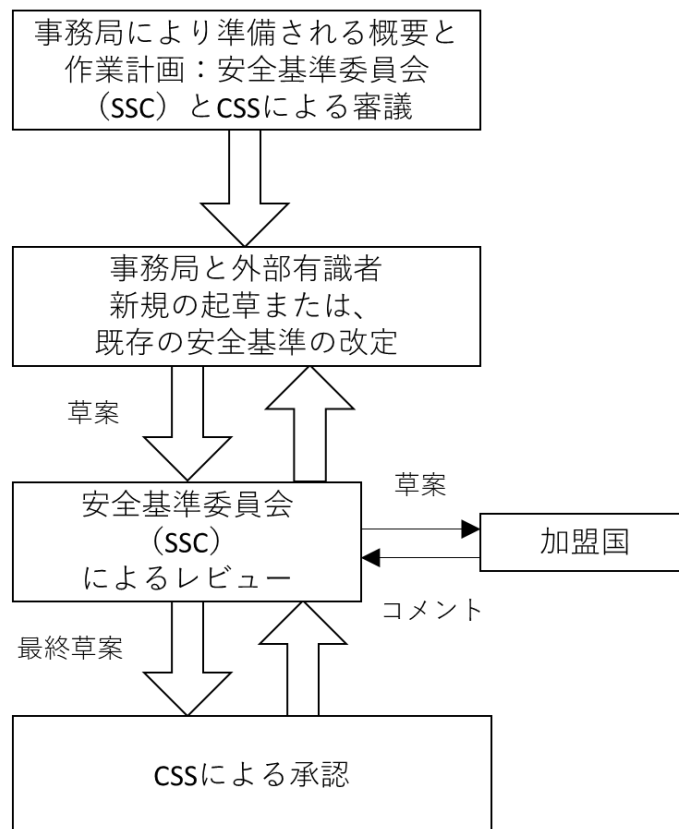


図2 新規の安全基準の策定又は既存の基準の改定のためのプロセス

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、改訂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。いくつかの安全基準は、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も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 (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm> 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（たとえば、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、もしくは計算の方法、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、これは実例も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
目的	4
範囲	4
構成	6
2. 浅地中処分とその実施の概要	6
3. 法的及び組織的基盤	9
政府の責任.....	11
規制機関の責任.....	12
事業者の責任.....	15
4. 安全アプローチ	16
開発過程における安全の重要性.....	17
閉込め	エラー! ブックマークが定義されていません。
隔離	25
複数の安全機能.....	27
受動的安全.....	30
受動的安全特質のサーベイランスと管理.....	32
5. セーフティケースと安全評価	33
セーフティケースの準備.....	33
セーフティケースと安全評価の範囲.....	39
セーフティケースと安全評価の文書化.....	45
閉鎖後安全の十分な理解と信頼.....	47
6. 浅地中処分施設の開発の段階的アプローチにおける要素	49
段階的開発及び評価.....	49

サイト特性調査.....	51
設計	56
廃棄物受入れ.....	59
建設	62
操業	64
施設の閉鎖.....	68
7. 安全の保証.....	71
モニタリングプログラム.....	71
閉鎖後と制度的管理.....	72
国内核物質計量管理システム.....	75
セキュリティ.....	76
マネジメントシステム.....	76
8. 既存の処分施設.....	80
付録Ⅰ 浅地中処分施設の立地.....	83
付録Ⅱ サイト調査及びサイト特性調査に関するガイダンス及びデータニーズ	88
参考文献.....	99

1. はじめに

背景

1.1. 放射性廃棄物は、行為又は介入の後に残存する気体、液体又は固体の放射性物質であって、更なる利用が見込まれないものである。これは、放射性物質を含有するか放射性物質に汚染されており、規制機関により定められたクリアランスレベルを上回る濃度又は放射能の放射性核種を持つ。放射性廃棄物は、原子力発電所及び研究炉の運転から、核燃料サイクル施設の運転から、そして放射性物質が利用されるその他の活動（産業、研究及び医療における活動を含む）から発生する。この廃棄物は人の健康及び環境に対して潜在的な危険をもたらすため、いかなるリスクも許容レベルを超えないことを確保できるように管理しなければならない。

1.2. あらゆる放射性廃棄物管理活動において適用すべき安全原則は、IAEA 安全基準シリーズ No.SF-1「基本安全原則」[1]に定められている。これらの原則は、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約[2]の技術的な基礎となっている。放射線防護に関する関連要件は、IAEA 安全基準シリーズ No.GSR Part3「放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準（暫定版）」[3]に述べられている。放射性廃棄物の処分に関する安全要件は、閉鎖後期間の放射線防護の安全目的と規準と共に、IAEA 安全基準シリーズ No.SSR-5「放射性廃棄物の処分」[4]に述べられている。安全目的と規準は、ボックス1に再掲される。

1.3. SSR-5[4]の 1.8 項に示されているように、『「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示す・・・処分という用語は、回収が意図されていないことを示す；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』。処分施設は、廃棄物が持つ危険性によって要求される程度に応じて、廃棄物を閉じ込めるとともに、それを接近可能な環境から隔離できるように設計される。放射性廃棄物によってもたらされる放射線学的危険は放射性崩壊のために時間とともに低減することになるが、その危険が重大であり続ける期間は、含まれる核種によっては数世代に及ぶ可能性がある。したがって、放射性廃棄物の処分における重点は、受動的手段を通して長期安全をもたらすことになる。

ボックス 1：閉鎖後期間の放射線防護

安全目的

安全目的は、社会的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保証も、もたらされなければならない。

規準

- (a) 公衆の構成員に対する全ての計画被ばく状況からの線量限度は、実効線量で年間 1mSv である^a。これ、及びこれと同等のリスク当量は、将来超えない規準として考えられる。
- (b) この線量限度に従うために、処分施設（単一の線源とみなされる）は、処分施設に影響する可能性のある自然過程^bの結果として、将来被ばくするかも知れない代表的個人への計算された線量又はリスクが年間 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ように設計される^c。
- (c) 閉鎖後の偶発的な人間侵入の影響に関して、このような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) 人間侵入がサイトの周辺住民に 20mSv （参考文献[5]、表8を参照）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または、より高い線量を与える放射性核種の内容（content）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) $1\sim 20\text{mSv}$ （参考文献[5]、表8を参照）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または、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（warranted）。
- (f) 臓器への決定論的影響の当該しきい値を超過する可能性がある場合、同様の考察が適用される。

引用元：SSR-5[4]の2.15項

^a 国際連合食糧農業機関、国際原子力機関、国際労働機関、経済協力開発機構原子力機関、パンアメリカン保健機構、世界保健機構、「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」、安全シリーズ No. 115、IAEA、ウィーン(1996)。

^b 自然過程には、施設の寿命に渡って想定される状況の幅とあまり起こりえない事象を含む。しかしながら、極めて低確率の事象は、考慮の範囲外となろう。

^c この文脈での処分施設によるリスクは、致死性のガンまたは重大な遺伝的影響の確率として理解される。

1.4. 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（参考文献[4]の 1.9 項）。したがって、貯蔵には、廃棄物の更なるコンディショニング又はパッケージングを行うこと、貯蔵が行われる施設を維持すること、あるいは更なる貯蔵のために新たな施設を建設すること及び最終的な処分といった将来の活動が予期されている。放射性廃棄物の貯蔵は、IAEA 安全基準シリーズ No.GSR Part5「放射性廃棄物の処分前管理」[6]及び IAEA 安全基準シリーズ No.WS-G-6.1「放射性廃棄物の貯蔵」[7]の中で個別に扱われている。

1.5. いかなる状況においても、処分システム（すなわち、処分施設及びそれが立地される環境）の選択は、処分される廃棄物のインベントリを含む様々な要因に左右されることになる。特に、安全要件を満たすために採用されるアプローチは、廃棄物に伴う危険性とその持続期間（すなわち、特定の核種の量及び濃度）、並びに処分が行われることになるサイトにおける環境条件に釣り合ったものとするべきである。浅地中処分施設に処分されるかもしれない種類の廃棄物の場合、処分計画が策定され得ると思われる状況には幅がある。例えば、原子力施設のデコミッショニングとサイトの浄化又は事故後のサイトの修復からは、極低レベル廃棄物（VLLW）が大量に発生することがある。この様な場合、これらの廃棄物の処分の現実的な選択肢においては、近くにあることの考慮が重要な意味を持つかもしれない。対照的に、ごく少量の低レベル廃棄物（LLW）が、国内又は地域内の多数の発生源から発生することがあり、集中施設の立地、操業及び開発につながるかもしれない。

1.6. 本安全指針は、SSR-5 [4]の安全要件をどのように満たすのかの勧告を提供するものであり、地表又は浅地中の指定された施設への定置による放射性固体廃棄物の処分に関係する。浅地中処分はおおむね主として短寿命放射性核種（約 30 年未満の半減期を持つ放射性核種が短寿命と見なされる）を含み、長寿命放射性核種を低濃度にしか含まない廃棄物に適する。これはいくつかの国で数十年にわたって実践されてきており、得られた経験は本安全指針の策定において考慮されている。

1.7. 本安全指針は、浅地中処分に適した広範な放射性廃棄物[8]の処分に関してガイダンスを示すことを意図している。そのガイダンスは、処分される廃棄物に内在する危険

性と整合するグレーデッドアプローチに従って適用されるべきである。

1.8. 原子炉等施設のためのアプローチの場合と比べると、浅地中処分施設の安全のためのアプローチには顕著な違いがある。これは主として、燃料加工プラント、原子力発電所や再処理施設などの原子力施設は、その操業寿命の間において機能し、発電などの生産活動を含むためである。原子力施設は、それらが利用する能動的な安全システムについて、運転上の制限と条件に依存する。原子力施設とは対照的に、放射性廃棄物処分施設の中核的機能は、長期間にわたって受動的な安全をもたらすことである。しかし、浅地中処分施設にとっては、操業安全と閉鎖後性能を保証するためには、運転上の制限と条件が依然として重要である。

1.9. 本安全指針は、以前の出版物、安全シリーズ No. 111-G-3.1「浅地中処分施設のサイティング」に係る安全指針²を置き換えるものである。

目的

1.10. 本安全指針の目的は、放射性廃棄物の浅地中処分施設の開発³、操業、閉鎖及び規制上の管理について、SSR-5 [4]に定められた安全要件を満たすためのガイダンスと勧告を示すことにある。本安全指針は主として、浅地中処分の、政策策定、規制上の管理及び使用に係わる者による利用が意図されている。

範囲

1.11. 本安全指針において、「浅地中処分」という用語は、覆土トレンチ、地上の工学的構造物、地表直下の工学的構造物、そして地下数十メートルまでの深さに掘削された岩盤洞穴、サイロ及びトンネルにおける放射性固体廃棄物の定置などの、様々な処分方法について用いる。本安全指針は、VLLW 及び LLW[8]の処分に適するこのタイプの施設の開発、操業及び閉鎖の一般的ガイダンスを規定する。この安全指針は、数百年の期間に渡って安全なレベルまで減衰しない中レベル廃棄物 (ILW) 又は高レベル廃棄物 (HLW)に対しては、双方ともに浅地中処分には適していないことから、適用しない。本安全指針は、ウランの採鉱及び粗製錬による

² 国際原子力機関、浅地中処分施設のサイティング、IAEA 安全シリーズ No.111-G-3.1 (1994)

³ 「開発」という用語は、浅地中処分施設の操業前の全ての段階を包含する。それは、立地、設計、建設及び試操業を含む。

廃棄物あるいは自然起源放射性物質（NORM）のみを含む廃棄物の処分、あるいは放射性廃棄物のボアホール処分は取り上げない。これらの話題は、参考文献 [9,10]の中で扱われている。

1.12. 本安全指針は主として、サイトが選定された後の浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖に伴う活動に関係する。注意すべきは、処分施設の立地は、当初の概念設計からサイト選定を経て処分施設の建設のためのサイト認証に至るまでの、様々な活動を包含するということである。立地が実施される枠組み及び廃棄物管理オプションとして浅地中処分を採用する政策決定の基礎は、処分計画の策定が行われている社会的背景や意思決定のアプローチにおいて、特有のものとなる[11,12]。立地の技術的及び科学的側面に関する一般勧告は、付録 I 及び II に示してある。

1.13. 廃棄物パッケージの回収可能性を含めた可逆性を容易にするための設計上又は操業上の準備を組み込んだ放射性廃棄物処分施設の開発は、数カ国の計画において考慮されてきた。そのような特性を備えるべきという要件は、利害関係者の関与のための特定のプロセスの結果として出てくる可能性があると思われる。SSR-5 [4]の 1.25 項は、次の様に述べている。

「いかなる安全基準又は要件も、特定の措置により廃棄物の回収が可能である又は促進されるという理由で、緩めることはできない。そのような措置が処分システムの安全性若しくは性能に受け入れられない不都合な影響を及ぼさないであろうことを確保しなければならないだろう。」

本安全指針は、回収可能性が設計又は操業計画に組み込まれているかいないかにかかわらず、あらゆる浅地中処分施設に適用される。

1.14. 浅地中処分施設への廃棄物輸送の安全は、IAEA 安全基準シリーズ No.SSG-6「放射性物質安全輸送規則（2012 年版）[13]の中で扱われている。浅地中処分施設に輸送される一部の廃棄物は、処分施設への処分パッケージの定置に先立って更なる処理及びコンディショニングを必要とすることがある。浅地中処分施設と同じ場所に設置されるかもしれない廃棄物処理及びコンディショニング施設の安全に関するガイダンスは、本安全指針

において示されない。この種類の施設に対しては、燃料サイクル施設及び廃棄物の処分前管理についての IAEA 安全基準が適用される [6,14]。

1.15. 浅地中処分施設における放射性廃棄物処分の核セキュリティの側面は、この出版物の範囲外である。しかし、この安全指針は、セキュリティ対策が安全上の目的に関連する場合についてはこれを特定する。核セキュリティの側面に関するガイダンスは、核セキュリティシリーズの出版物で扱われている（参考文献[15,16]、及び補助ガイダンスを参照）。

構成

1.16. 第 2 章は、浅地中処分とその実施の概観及び浅地中処分施設を開発するための段階的アプローチを示す。第 3 章は、法的及び組織的基盤に関するガイダンスを示す。第 4 章は、安全アプローチ及び設計原則について論じ、第 5 章は、セーフティケースと安全評価の作成に関するガイダンスを示す。第 6 章は、浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖における個別の段階のガイダンスを示す。第 7 章は、安全の保証に関するガイダンスを示し、第 8 章は、既存の処分施設を扱う。付録 I 及び II は、浅地中処分施設の立地、特にデータニーズに関する追加情報及びガイダンスを示す。

1.17. SSR-5 [4]は、放射性廃棄物の浅地中処分に適用可能な 26 件の安全要件を定めている。利便性と追跡性のため、本安全指針には、SSR-5 [4]のそれぞれの要件の本文を再掲しており、それに続いて関連する勧告を示している。

2. 浅地中処分とその実施の概要

2.1. 浅地中処分とは、地表又は地表の近くに設置された処分施設における主として短寿命放射性核種を含む固体又は固化された放射性廃棄物の定置を言う。処分のために選択される深度及び開発される施設の種類の、廃棄物の性質と提案されたサイトにおける局所的

な環境条件を含むがこれに限定されるものではないいくつかの要因に依ることになる。浅地中処分の重要な特質は、人間活動によって施設及びその収容物が擾乱されることを防止する必要性のために、サイトに対する制度的管理を閉鎖後の一定期間にわたって維持する必要がある得る、ということである。しかしながら、SSR-5 [4]の 3.48 項で次の様に述べられているとおり、「放射性廃棄物の処分施設の長期間の安全は、能動的な制度的管理に依存しないように求められている」。

2.2. 廃棄物の濃縮と閉込め及び廃棄物の生物圏からの隔離は、放射性廃棄物の大部分について一般に認められている管理戦略である[4]。閉込めと隔離は、例えば、廃棄物フォームそのもの、廃棄物容器、施設の設計と関連するその他の工学的特性やその場所の環境からなる一連の相補的バリアを通してもたすことが可能であり、それぞれが何らかの方法で、廃棄物フォームからの核種の放出を防止する及び／又は施設から接近可能な環境への汚染物質の移行を制限する。

2.3. 浅地中処分施設の立地、建設及び操業の計画全体は、長期にわたって、典型的には数十年の規模で継続する可能性がある。放射線安全の観点では、浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖を次の 3 つの大まかな期間（操業前期間、操業期間及び閉鎖後期間）に区分するのが普通である[4]。このような用語の定義は便利であるが、廃棄物処分施設の開発の観点からは、開発計画の全体（通常は操業と呼ばれるものを含む）は、実際、最終的に閉鎖されて、必要な期間廃棄物を閉じ込めて隔離するように受動的に（本質的に、更なる能動的管理又は介入なしに）機能することが期待される処分施設の組み立てに寄与するものであるということを認識することも適切である。実際のところ、浅地中処分施設の場合、人工バリアシステムの特定の重要な構成要素は、施設の閉鎖まで設置されないかもしれない。

2.4. これに留意すると、開発の各段階は以下のように特定することができる。

- (a) **操業前期間**は、処分概念の定義、サイトの調査と確認、安全評価、設計の開発と最適化及び建設を含む。操業前期間において、典型的には、サイト選定、詳細な特性調査及び環境影響評価が実施され、これと同時に、浅地中処分施設の建設と廃棄

物の定置に先立つあらゆる試操業活動の認可を得るために要求される、操業時及び閉鎖後の安全に関するセーフティケースの諸側面の開発が行われる。

立地に関するさらなる勧告は、付録 I 及び II に示す。

- (b) **操業期間**は、施設において廃棄物が初めて受入れられた時から始まる。この時点から、廃棄物管理活動の結果として放射線被ばくが生じるかもしれない、放射線防護と安全の要件に従う管理の対象となる。経験によれば、操業期間は、継続して行われる廃棄物定置システムの建設及びデータ取得のプログラムと並行して進行すると考えられる。これは、例えば経験に照らして、あるいは規制プロセスに従って施設の設計を変更することを可能にする柔軟性をもたらす。モニタリング及び試験計画は、処分施設を閉鎖する最終的な決定を支援するための証拠をもたらすように意図されたもので、継続して実施することが期待され、操業期間と閉鎖後期間のセーフティケースは、更に更新され、発展されることになる。必要とみなされる場合、操業期間には、性能モニタリングの延長及び閉鎖に先立つ廃棄物の回収が含まれることがある。操業期間は、最後の廃棄物パッケージの定置及び施設の最終閉鎖の後に終わる。

- (c) **閉鎖後期間**は、廃棄物の受入れ、取扱い及び定置活動が終了し、施設に何らかの蓋が建設された時、岩盤空洞、サイロ及びトンネルにおける処分の場合は、水平坑道及び地表からのアクセス路が閉止された時に始まる。閉鎖後、サイトへの立入り管理、又は利用の管理のような制度的管理が、一定期間導入される又は、継続されるかも知れないが、処分施設の安全は、サイト及び施設の特性に固有の受動的手段によって備えられる。廃棄物に含まれる長寿命放射性核種の濃度及び総量が大きいほど、また、破壊的自然事象に対するサイトの脆弱性が高いほど、そのような管理期間を長くする必要があるかもしれない。しかし、安全評価においては、人間侵入が防止される能動的制度的管理の期間は、通常、限られた期間（通常、数百（a few hundred）年）のみしか継続しないと想定され、それゆえ合理的に可能な限り早く受動的手段によって安全がもたらされるようにされる。

2.5. 浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖は、長年にわたって継続する可能性がある。そのような時間スケールを、また、プロセスを支援するために必要な情報（例えば、廃棄

物に関する工学活動からのデータの取得、サイト特性調査、セーフティケースを裏付けることになるその他の活動を通して)の量及び多様性を考えると、進める決定が行われる前の計画がレビューされ安全の評価が行われる正式な段階 (stage) を含む一連の段階 (step) に計画を更に分割するのが適切である[4]。そのような段階的アプローチは、反復的な方法で安全に対する信頼を高めることを可能にするとともに、重要な決定が全て根拠が十分であることを保証するのに役立つ。通例、重要な決定時点のそれぞれにおける規制レビューは、独立した技術レビュー及び利害関係者の関与の機会をももたらすことになる。図 1 は、初期の意思決定段階 (stage) から閉鎖後期間までの処分施設の進展に伴う典型的な段階 (step) を例示したものである。

2.6. サイト選定後、上述の開発段階と整合する形で、大まかな分野に分類される幾つかの活動—すなわち、詳細サイト特性調査及びサイトが選定規準を満たすことのサイト認証、処分施設の設計、処分施設の建設、処分施設の操業 (すなわち、廃棄物の受入れ及び定置)、そして処分施設の閉鎖—が行われるべきである。このうち後の 3 つは、浅地中処分施設の規制による承認における 3 つの重要な段階 (step) に対応している (図 1 を参照のこと)。サイト特性調査及び設計活動並びにそれらに関連する記録の保存は、施設の閉鎖まで何らかのレベルで継続すると予想されるかもしれない。処分施設の主要な情報も適切なアーカイブに収蔵されるべきである。

2.7. 段階的プロセスはまた、計画が新しい技術情報に応じて採用されることができるよう柔軟性をもたらす。この段階的プロセスは、処分施設の開発における可逆性の考慮を容易にするとともに、各段階において、次の段階 (step) に進めるかどうか、決定を行う前に追加情報を待つべきかどうか、あるいは決定を逆転させるべきかどうかの決定を行うことを可能にする。

3. 法的及び組織的基盤

3.1. 浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖は、3 種類の組織—中央政府、指定規制機関及び施設の事業者の間の責任の割り当てを必要とする。以下には、これらのそれぞれの責任に関する勧告をこの章で示す。

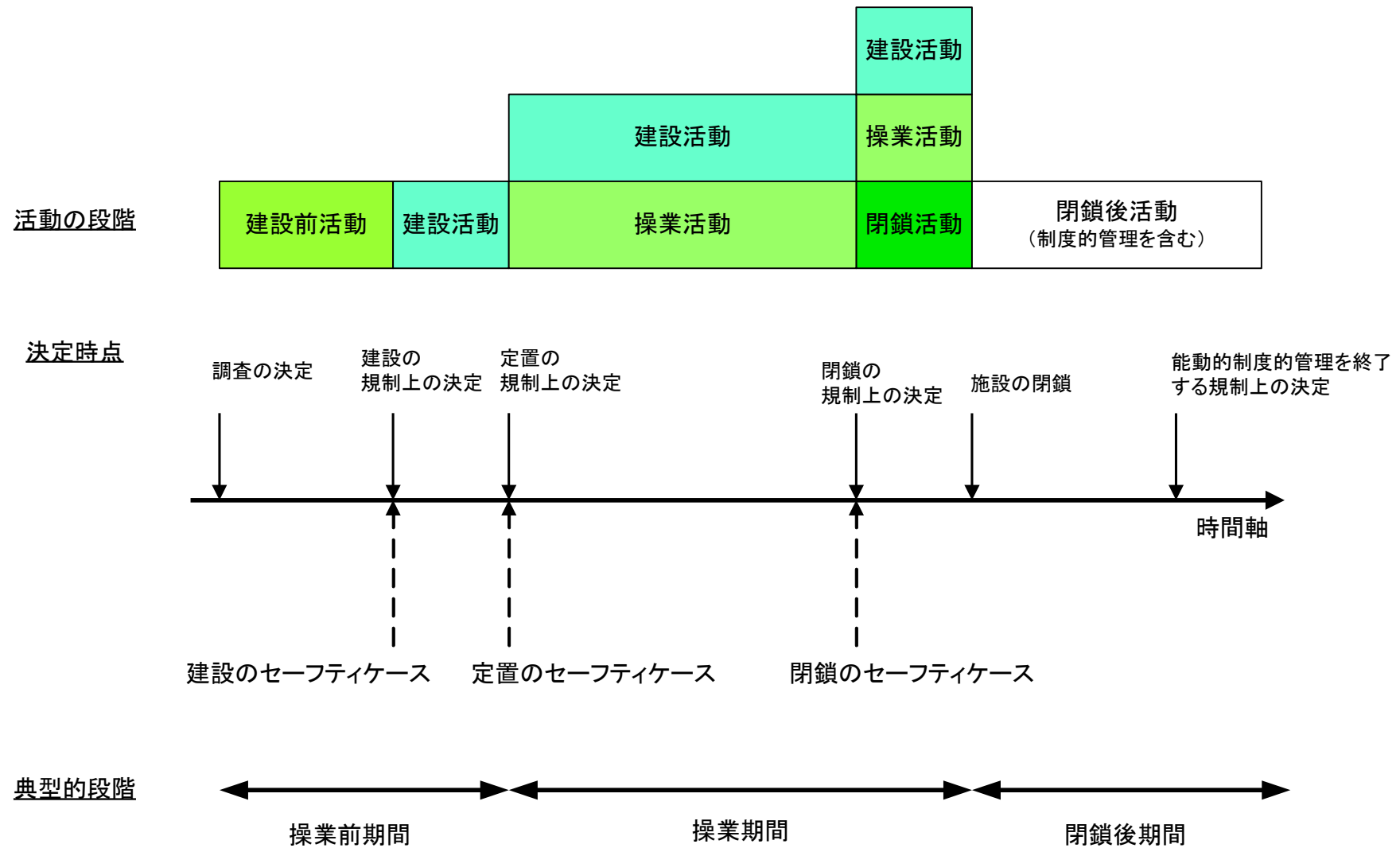


図1 浅地中処分施設の開発、作業及び閉鎖を例証する時間軸

政府の責任

SSR-5 [4]の要件 1：政府の責任

「政府は、安全のための適切な行政上、法令上及び規制上の枠組みを確立し、維持することが求められ、その枠組みの中で、立地、設計、建設、操業及び閉鎖される放射性廃棄物の処分施設に対して、明確に責任が、割り当てられなければならない。これには、様々な種類の処分施設に対する国レベルでの必要性の確認、様々な種類の施設の開発と許認可における段階の詳述、及び責任の明確な割当、資金上やその他の資源の確保、及び計画された処分施設に関連する独立した規制上の機能の整備などが含まれなければならない。」

3.2. SSR-5 [4]の 3.7 項に述べられているとおり、浅地中処分に関する国の法的及び組織的枠組みには、以下のことを含めなければならない。

- (a) 異なる種類の放射性廃棄物の長期管理に関する国の政策を明確にすること；
- (b) 浅地中処分施設の開発に関与すべき組織について、法的、技術的及び財政的責任を明確に定めること；
- (c) 例えば廃棄物の所有者に個別分離運用型基金の設立を要求することによって、財政的準備の十分性及び保証を確保すること；
- (d) 浅地中処分施設の開発（立地、設計及び建設）、操業及び閉鎖のための全体のプロセス、及びそれぞれの段階（step）における法的及び規制要件、並びに意思決定及び利害関係者関与のためのプロセスを規定すること；
- (e) サイト及び施設の開発、操業と閉鎖、規制上の独立レビュー並びに国の他のレビュー機能を支援するために必要な科学的及び技術的専門知識が利用可能であることを保証すること；
- (f) 法的、技術的及び財政的責任を規定すること、また必要ならば、処分された廃棄物のセキュリティの確保に要求されるかも知れないモニタリングと取り決めを含めて、閉鎖後に想定される幾つかの制度的対策を備えること。

3.3. 政府は、規制機関が、廃棄物の発生者及び処分施設の操業者から独立していることを保証すべきである。規制機関は、廃棄物管理と処分活動の評価における適切な監視（oversight）と客観性をもたらす専門知識を有すべきである。規制機関で勤務する個人は、廃棄物の発生者及び処分施設の操業者から十分に独立しているべきである。政府は、規制機関の有効性とその任務を果たすための能力を評価するため、定期的にレビューを行うべきである。

3.4. 国の法律及び優先事項に従って、政府は、プロジェクトの結果によって直接的又は間接的に影響を受ける利害関係者がプロジェクト全体を通して適切な段階において意思決定に関与することを保証すべきである。情報及び見解の有意義な交換が促進されるように、利害関係者及び意思決定者を明確に定める正式なプロセスが確立されるべきである。利害関係者が放射性廃棄物の浅地中処分施設に関する意思決定に関与する方法は、国の法律、規制及び優先事項に従って異なる。意思決定のための枠組みの策定における利害関係者の関与は、政府の活動に対する公衆の信頼を増進し、規制機関をいっそう効率的にし、事業者の安全能力を向上させる可能性がある。

規制機関の責任

3.5. これらの勧告は、単一の規制機関に触れるが、浅地中処分施設の安全に係る規制は、実際には、原子力安全、労働安全、環境防護及び放射線防護の同時に進められる活動に対処するために複数の規制機関の関与を含み得ると認識されている。廃棄物管理に関する規制機関の具体的な役割及び責任は、IAEA 安全基準シリーズ No.GSR Part1 「政府、法律及び規制の安全に対する枠組み」[17]の中で定められており、これには以下のことが含まれる。

- 許認可、検査及び規則の施行を実施すること；
- 国の政策における目的の制定に際して、独立した助言を政府に提供すること；
- 浅地中処分施設に固有の規則、ガイダンス及びその他の規制規準を発行及び更新すること。

SSR-5 [4]の要件 2：規制機関の責任

「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、各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。」

3.6. 規制機関は、特に、特定の処分施設に処分することが可能であり、そうすべきであるとする廃棄物の種類を含めて、国の法律及び規制要件の解釈に関するガイダンスを提供すべきである。個々の施設の開発、操業及び閉鎖並びに許認可について、そして特に、正式な許認可プロセスが開始される前の規制機関と事業者の間のやりとりについて、事業者に対して期待することに関するガイダンスが提供されるべきである。規制機関は、規制要件が適切かつ実地的なもので、様々な関係者に明確に理解されるものであることを確認するために、廃棄物発生者、処分施設の操業者及びその他の利害関係者との対話に参与すべきである。

3.7. 規制機関は、有能な職員と適切なマネジメントシステムを維持し、独立評価能力を利用でき、その規制上の役目を果たすために、必要に応じて国際協力に参加するべきである。

3.8. 浅地中処分施設に固有の規則、ガイダンス及びその他の規制規準の策定において、規制機関は、国の政策と整合すべきであり、SSR-5 [4]に述べられている目的及び規準をしかるべく考慮すべきである。規則とガイダンスには、以下のものが含まれるかもしれない。

- － 操業時及び閉鎖後の安全のための放射線及び環境防護規準；
- － 安全評価及びマネジメントシステムを含めた、処分施設のセーフティケースの内容に関する要件；
- － 処分施設の立地、設計、建設、操業及び閉鎖に関する規準及び要件；

- － 廃棄物、廃棄物フォーム、パッケージング、埋戻し材及び閉止材並びに施設のその他の構成要素に関する規準及び要件；
- － 利害関係者の関与に関する要件。

3.9. 規制機関は、浅地中処分施設の安全の評価の手順、並びに事業者が許認可プロセス及び安全要件[4]との適合の実証において従うことを求められる手順を定め、文書化しなければならない。規制機関によって定められる手順は、以下のものを含むべきである。

- － 事業者によって提供されるべき情報の仕様；
- － 要求される提出物のレビュー並びに、規制要件との適合の評価；
- － 法律及び規則に従った、承認及び許認可の発給と条件の設定；
- － 認可条件についてのガイダンス；
- － 事業者によるデータ収集、建設及び操業において安全評価、品質を保証するための活動、若しくは規則並びに承認及び許認可の条件との適合の検査及び監査；
- － 適合性の持続あるいは修正の必要性を決定するための、承認、許認可及び検査手順の定期レビュー；
- － 利害関係者の関与；
- － 規制上の管理の終了の要件。

3.10. 規制機関は、セーフティケースとその裏付けとなる安全評価をレビューするための独自の能力を確立すべきである。この能力は、申請者及び許認可取得者に対して要求する提出物を批判的にレビューし評価するために不可欠な知識、技能及び力量を有する適格かつ有能と認められる個人によって構成されるべきである。規制機関は、浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖に関する許認可の承認のために必要とされる独立した研究及び評価を、必要に応じ技術支援機関の関与の下、実施又は手配する能力を有するべきである。規制機関は、その規制機能を果たすために、必要に応じて国際協力に参加すべきである。独立レビュー能力は、学術機関及び国の研究所（利用可能な場合）との正式な取り決めによって、また、利害の衝突が存在するかもしれない場合には、特別な商業契約上の取り決めによって、確立し維持することが可能である。規制機関はまた、その規則及びガイダンスの適切性を定期的にレビューすべきである。組織が適切な研究を実施していて、その研究が十分な品質のものであり、それが独立した専門家のレビューにかけられることに規制機関が満足している場合、独立した研究を実施する必要はないかもしれない。

事業者の責任

SSR-5 [4]の要件 3：事業者の責任

「放射性廃棄物の処分施設の事業者は、その安全に責任を負わなければならない。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すべての活動を、国の戦略に従い、規制上の要件に従い、法令上および規制上の基盤の範囲内で、実施しなければならない。」

3.11. 安全な浅地中処分施設の設計を開発する際、事業者は、当該施設が、どのように全ての安全要件に従うのかを明確に示すことになる安全戦略を確立すべきである。この戦略では、安全原則がどのように適用されることになるのかを示すべきであり、また、処分されることになる放射性廃棄物の特性及び量、利用可能な 1 つ又は複数のサイトの特性、利用可能な工学技術、そして国の法的基盤及び規制要件が考慮されるべきである。この安全戦略ではまた、実施されるべき作業に必要な品質をマネジメントシステムがどのように保証することになるのかも示すべきであり、とりわけ、作業を行う組織のために必要な枠組み（例えば、設計者、評価者、サイト調査者、研究者の間の相互作用）を定めるべきである。この安全戦略は、IAEA 安全基準シリーズ No. SSG-23「放射性廃棄物の処分のセーフティケースと安全評価」[18]に示されている詳細ガイダンスに従って、事業者が作成すべき当該施設に関するセーフティケースの中に示されるべきである。

3.12. 浅地中処分施設の安全が依拠するプロセスの理解を支援するために必要な研究を実施する際、事業者は、サイト並びに建設及び操業において用いられる材料（パッケージング及びその他の人工バリアを含む）について必要なあらゆる調査を実施しなければならない。事業者は、所与の適用に対する材料の適合性を評価しなければならない。安全評価のために必要とされるその他のデータについて利用可能になることを確保しなければならない[4]。

3.13. 事業者は、処分施設が規制要件及びセーフティケースに従って建設され、操業され、閉鎖されることを確認するための技術仕様を定めなければならない。これには、廃棄物受け入れ規準及び、建設、操業及び閉鎖の間に適用すべきその他の管理手段及び制限の策定及び利用が含まなければならない[4]。

3.14. 事業者は、長期の安全の目的に取り組むための活動と、操業の目的に取り組むための活動の間で矛盾が生じる可能性を特定し、これを防ぐよう努めるべきである。例えば、操業上の便宜は、長期安全機能を危いものにしてはならず、サイトの作業者が長期安全のために過度のリスクにさらされることもあってはならない。

3.15. 事業者は、セーフティケースとその裏付けとなる安全評価に関連するあらゆる情報を、安全を実証しプロセスの反復を通して規制要件と施設の技術仕様との適合を実証するのに必要な他の文書とともに、規制機関に提供すべきである。こうした情報と記録は、閉鎖の時のように、この責任を引き受ける別の組織にそれらが移転される時まで、事業者が保持しなければならない[4]。そのような記録が利用される場所、形式及び材料を選択する際には、操業の間及び閉鎖後の長期にわたって記録を保存する必要性が考慮に入れられるべきである。

4. 安全アプローチ

4.1. 安全アプローチは、浅地中処分施設の寿命を通じて人の防護と環境の防護が保証されるあらゆる方法を含んだものである。放射性廃棄物処分施設の長期安全は能動的な制度的管理に依存しないことを要求されるため[4]、浅地中処分施設の安全は、選定されたサイトの特質並びに施設の設計が廃棄物を閉じ込め隔離する能力に主として依存する。このことは、浅地中処分施設の実際の建設及び操業に先立って行われる開発段階の全てのステップに重要性が与えられるべきであることを強調することになる。

4.2. 放射性廃棄物の浅地中処分に対する国の政策によって定められた枠組みの範囲内で、事業者は、規制機関と協議して、国の政策の要素を、処分プログラムのできる限り早期に作成され定期的に更新される正式な安全戦略文書の中で述べるべきである。この安全戦略は、安全な処分を達成するために採用される高いレベルの統合化アプローチである。これには、サイトを選定し、処分施設を設計、建設、操業、閉鎖するための戦略が含まれるべきである。さらには、制度的管理の想定持続期間に関する意思決定とその規制上の承認のための手続き利用されるセーフティケースの作成及び保守に関する勧告が含まれるべきで

ある（第 5 章を参照のこと）。プロセス全体を通して、安全が、浅地中処分施設の開発と操業において行われるあらゆる決定における中心的かつ主たる考慮事項とされるべきである。

4.3. 安全戦略の策定と定義は事業者の責任とすべきであり、事業者は国の処分政策と調和するようにその安全戦略を策定し適用すべきである。事業者は、国の規制上の枠組み、国際基準及び法律文書並びに、社会的及び経済的因子によって与えられる関連するあらゆる制約を考慮に入れるべきである。規制機関は、浅地中処分施設に関する事業者の安全戦略を、その開発の初期段階において、また正式な許認可段階に十分先立って、レビューすべきである。

4.4. IAEA 安全基準シリーズ No.GSR Part3（暫定版）[3]における要件及び国際放射線防護委員会の 1990 年勧告[19]により示される勧告は、被ばくグループの適切な定義のもとで、浅地中処分施設と関連する放射線学的危険に対する人々の防護はまた、そのような危険性に対して環境をも防護することになると考えている。電離放射線の有害な影響からの環境の防護及びこの目的のために行われるかもしれない基準の策定に関連する課題については、参考文献[20,21]で論じられている。

開発過程における安全の重要性

SSR-5 [4]の要件 4：処分施設の開発と操業過程における安全の重要性

「放射性廃棄物の処分施設の開発と操業の過程を通して、施設のための利用可能なオプションの安全に対する妥当性と意義の理解が、操業者によって進展されなければならない。これは、操業段階と閉鎖後において最適化されたレベルの安全を備える目的のためである。」

4.5. SSR-5 [4]の 2.15 項に以下の様に定められている（ボックス 1 参照）：

「安全目的は、社会的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保証も、もたらされなければならない。」

4.6. 浅地中処分施設に適用される場合、SSR-5[4]では、長期安全は、以下によって保証されるべきであると要求されている。

- (a) 処分施設の特質が持つ、廃棄物を閉じ込めてそれを接近可能な生物圏から隔離する能力；
- (b) サイトの特性が持つ廃棄物の閉込めと隔離に寄与する能力；
- (c) 主として長寿命放射性核種対して設けられる、施設に処分することができる放射性物質インベントリの制限；
- (d) 施設のバリアを擾乱し、被ばくの増大を引き起こす可能性のある人間活動を防止又は制限するために適用される、処分施設とそのすぐ周囲のサーベイランスと管理のための措置。

4.7. したがって、浅地中処分は、VLLW 及び LLW の場合にのみ適切な処分オプションであり、一方、より大量の長寿命放射性核種を含有する ILW 及び HLW は、より深い地層処分施設に処分されなければならない。適切に立地され適切に設計された地層処分施設は、極めて長い期間（数万～数十万年）にわたって放射性廃棄物の閉込めと隔離を保証することを目指すものであるが、地表又はその近くにおける浅地中処分施設は、その位置のために、はるかに短い期間（最長で数百年）で、その閉込めと隔離能力を劣化させることになるプロセス及び事象に影響されやすくなる。浅地中処分においては、施設は、ほとんどの人間活動が行われる生物圏内に位置するので、制度的管理期間後における浅地中処分施設への人間侵入の可能性は地層処分の場合よりもかなり高い。したがって、制度的管理期間後において人間侵入が考慮されなければならない、主として廃棄物パッケージにおける長寿命放射性核種の許容量の点から放射性物質インベントリについて課される制限の適切性が評価され確認されるべきである。

4.8. 浅地中処分施設の開発、操業及び閉鎖は、操業時及び閉鎖後に最適化された安全水準をもたらすために、サイト特性調査の反復プロセス及びセーフティケースと裏付けとなる安全評価の立案及び発展を含む（SSR-5 [4]の付録を参照のこと）。このプロセス全体を

通して、処分されることになる廃棄物のあらゆる関連する特性が明らかにされ、施設の設計及び安全評価において考慮されるべきである。この反復プロセスは数年を要することがあり、設計概念の選択、立地、詳細設計、許容インベントリ、及び施設の建設などに関する重要な決定は、プロジェクトの発展に従って段階的プロセスによって行われるべきである。このプロセスにおいて、オプションの評価及び比較によりなされる処分施設及びその安全性能の最適化は、一般に、戦略的な考慮から、より詳細な設計及び操業の選択へと進むべきである。浅地中処分施設の長期安全の最適化は、主としてサイト並びに施設の設計に関する決定によって、またインベントリに関する適切な制限を定めるために安全評価において採られる慎重なアプローチによって達成されるべきである。処分施設の公衆の受入れなどの社会的及び経済的因子並びに表層地質などの自然因子は、施設を立地するために利用可能なオプションに制約を加え得る。しかし、施設の設計の最適化では、好ましいサイト特性と好ましくないサイト特性が全てしかるべく考慮されるべきであり、最善事例が基礎とされるべきである。

4.9. 決定は、その時々利用可能な定量的又は定性的な情報及びその情報に対して持ち得る信頼に基づいて行われるべきである。したがって、施設の安全に影響を及ぼし得る不確実性の体系的な特定及び評価は、開発、操業及び閉鎖の一部とすべきであり、施設の安全に直接的又は間接的に関連する重要な意思決定点のそれぞれにおいて、要因として考慮されるべきである。施設の開発、操業及び閉鎖の決定はまた、国の政策と優先事項のような外部要因により影響を受ける。

4.10. 主要な意思決定点（立地、設計、操業、閉鎖及び閉鎖後）のそれぞれにおいて、関連する全ての社会的及び経済的因子を考慮に入れて、利用可能なオプションを評価し最善の防護オプションを選択することが可能となるように、安全に対する十分なレベルの信頼が醸成されるべきである。要求されかつ最適化された安全水準を複数のオプションがもたらし得る場合には、安全以外の因子も考慮されなければならない。これらの因子には、公衆による受入れ、コスト、サイトの所有権、既存のインフラ及び輸送ルートが含まれ得るだろう[4]。

4.11. サイト特性調査、処分施設設計及び安全評価の反復プロセス全体を通して、処分システムの安全のための決定的な構成要素が特定されるべきである。これらの決定的な構成要素を特定するために、以下のような異なる補完的アプローチが実施されるべきである。

－ 設計プロセスにおける、深層防護の原則に基づいた、構成要素それぞれの安全機

能の解析；

- － 反復的安全評価における、システムの安全に関連する全ての主要な要素と、システム構成要素の性能及び変化に関する利用可能な全ての情報（体系的な不確実性解析を含む）の統合；
- － 機能要件を満たす形での、システムとその構成要素の操業が、技術的に実現できることの評価。

4.12. 重要な構成要素は、標準化された適切な試験方法を用いて、要求される時間スケールにわたって、適切かつ実用的であることが保証され、要求される機能が発揮される能力があるという信頼が得られるべきである。新しい技術が用いられる場合、それらはプロジェクトのスケジュールと両立し得る時間枠で開発され性能が保証されるべきである。システムと構成要素の性能の理解を更に深めるために、決定的な構成要素を焦点とする研究活動が利用されるべきであり、これは、(a) システムを開発に移すことが既に始まっている場合でさえ更なる最適化段階を、若しくは(b) システムの性能及び安全の更に正確な評価を行い得る程度までの安全評価の改善を導くものとすべきである。処分システムの重大な構成要素に関する継続的な研究プログラムは安全戦略の重要な要素である。しかし、システムの安全に対する十分なレベルの信頼なしにプログラムの初期に決定を行うことを、そのようなプログラムが存在することによって正当化するべきではない。ある一定の局面において得られる信頼のレベル、と継続的な研究プログラムによって更なる洞察が得られる見込みの間のバランスは、事業者と規制機関の間の相互作用プロセスにおける中心的な要素とすべきである。

4.13. 操業安全は、能動的及び受動的管理システムによってもたらされるべきである。能動的システムには操業管理（例えば、受入れ廃棄物の表面汚染又は表面線量率に関する管理、廃棄物定置作業の管理）及び放射性物質放出のモニタリングが含まれ得るであろうが、受動的システムには遮蔽などの工学的特質が含まれ得るだろう。操業安全システムの開発においては、通常操業状態並びに予期される操業時事象及び異常事象と事故状態が考慮されるべきである。内部事象（例えば、廃棄物取扱い作業時の廃棄物パッケージの落下）と外部事象（例えば、外部爆発のリスク、強風、洪水及び地震）のいずれも、予期される操業時事象、異常事象又は事故につながる可能性があり、特定のサイト及び施設の設計について評価されるべきである。適切な場合、操業安全システムの構築では、他の種類の原子

力施設で採用されている操業経験及び技術（例えば、廃棄物取扱い技術）を利用すべきである。処分されることになる廃棄物が、放射性物質の分散のリスクが僅かであるようなコンディショニング済廃棄物である場合には、非放射線学的リスクの方が放射線学的リスクよりも重大かもしれないことを考慮すべきである。

4.14. 閉鎖後期間における安全メカニズムは、操業期間、若しくは他の種類の施設の場合に用いられるものとは異なる。閉鎖後期間に対しては、浅地中処分施設は、廃棄物から生物圏への放射性核種の移行が許容できるような低いレベルまで低減されるように、また、人間侵入の可能性とそれが起きた時に考えられるあらゆる影響が十分低減されるように、必要な程度の閉込めと隔離をもたらすことが要求される。これは、以下の各項に述べるように、主としてサーベイランスと管理措置によって支援された受動的手段と多重安全バリアを用いて、達成されるべきである。

4.15. 浅地中処分の概念は、広範な施設（例えば、地表における工学的ボルト又はトレンチへの処分や、様々な深度—数メートルから数十メートル—における様々な種類の人工バリアを備えた施設への処分）に及ぶ。したがって、施設が閉鎖された後の廃棄物の閉込めと隔離に寄与する処分システムの構成要素は、工学的なものと天然のもののいずれについても、大きく異なったものが用いられる可能性がある。開発、操業及び閉鎖全体を通して、廃棄物の閉込めと隔離のための全体システムに寄与するあらゆる構成要素の性能、耐久性及び寿命について、十分な理解が深められるべきである。処分施設の挙動の十分な理解を深めるために、それらの初期性能並びに、劣化又は擾乱事象及びプロセスによるそれらの性能の予想される又は考え得る変化の点から、システム構成要素の特性を明らかにし評価することに重点的に取り組むべきである。システムの工学的構成要素又は天然の構成要素若しくはその両方が全体的な閉込めと隔離に寄与する程度は、異なる種類の浅地中処分施設の間で広く異なる可能性がある、ということを考慮すべきである。

4.16. 最適化のプロセス全体を通して、あらゆる決定は、政策上の決定（例えば、開発されるべき浅地中処分施設の種類に関する）と調和し、社会的及び経済的因子（例えば、ある特定のサイトに関する地元の受入れ又は拒否の表明）を考慮に入れて、最善の防護オプションを選択することを目的として行われるべきである。一たび、処分施設の種類が決定されサイトが選定されたら、最適化の主たる取り組みは、サイトの関連特性全てが（例えば、工学的構成要素の寿命と性能を左右する又は決定するサイトの化学的特性、工学的構

成要素の安定性及び健全性に影響を及ぼし得るサイトの機械的及び地震学的特性) 正しく考慮されるように、処分システムの工学的構成要素に関するあらゆる設計上の選択を行うことに関するものとすべきである。処分システムの天然及び工学的構成要素が両立可能であり補完的であるように施設を設計するために、サイト特性及び施設の構成要素に関するあらゆる関連情報が利用されるべきである。システム固有の情報が不足しており、一般情報が利用される場合は、安全への慎重かつ透明なアプローチが保証されるべきである。

4.17. 処分施設を開発するプロセス全体を通して、生じることが予想されるかもしれない擾乱若しくは残存する不確実性が、構成要素の性能及び処分システムの安全にどのように影響を及ぼし得るのかを理解する体系的かつ構造化された方法で、システムの頑健性が評価されるべきである。立地の決定と設計の決定は、いずれも頑健性の評価（例えば、洪水や地震などの外部事象によって影響を受けることが余りありそうにないサイトの選定）に基づき、あるいはシステム構成要素の寸法に十分な性能余裕を持たせることにより行われるべきである。

閉込め

SSR-5 [4]の要件 8：放射性廃棄物の閉込め

「廃棄物に付随する放射性核種の閉込めを備えるように、廃棄物フォームやパッケージングを含む人工バリアは、設計されなければならない、立地環境が選定されなければならない。閉込めは、放射能の減衰が廃棄物によって引き起こされる危険を十分に減じるまで、備えられなければならない。さらに、熱を生じる廃棄物の場合において、廃棄物が処分システムの性能に対して悪影響を与え得る量の熱エネルギーを生じている間、閉込めが備えられなければならない。」

4.18. 本安全指針の目的に、SSR-5 [4]の要件 8 の最後の文は関連性しない。発熱性の HLW は、浅地中処分施設への処分に適さないためである[8]。

4.19. 放射性廃棄物の閉込めは、処分施設が放射性核種の放出を防止する又は最小化するように立地され設計されるべきであることを含意する。浅地中処分は、主に短寿命放射性廃棄物を含み、長寿命核種を限られた量だけ伴う可能性のある廃棄物にのみ適していることから、閉込めが確保されなければならない時間枠は、おおむね、廃棄物から生物圏への

放射性核種の放出の可能性を限定するという目的によって決定される。長寿命放射性核種の絶対的な閉込めは、一特に長期的には一可能ではなく、短寿命放射性核種が生物圏に到達し得る前に、処分システム内で完全に放射性崩壊するのに適切な期間が目標とされるべきである。

4.20. 閉込めは、物理的又は化学的手段によってもたらされ得る。物理的な閉込めは、金属容器や低透水性バリアなど、物理的バリアによる放射性核種移行の防止と関連する。化学的な閉込めは主として水を媒介とした移行と関連し、溶解度の低減及び／又は何らかの不動性の基質材料への放射性核種の収着による放射性核種の移行の遅延をいう。化学的な閉込めは、セメント質で処理された廃棄物フォーム及び様々な施設構成要素の利用によってもたらされることがしばしばある。ほとんどの環境においては、水の侵入の防止及び制限と化学的な閉込めが、浅地中処分の安全の重要な決定因子である。

4.21. 浅地中処分施設の種類の応じて、閉込めは様々な手段によってもたらされるべきである。人工バリア（すなわち、廃棄物パッケージ、埋戻し材、最終覆土を含めた施設構造物）及び自然環境（施設が位置している又は施設の周囲の地質の表層）によってもたらされる閉込めの程度には、大きな幅があり得る。システム全体として、閉込めは、人工バリアと天然バリアの組み合わせによって実現されるべきであり、また、安全戦略と両立し得るべきであり、セーフティケースにおける科学的及び技術的論拠によって裏付けられるべきである。閉込めのために設計するということは、廃棄物へ向かう水の施設への浸入と、廃棄物から生物圏への放射性核種の移行のいずれもが、可能な限り防がれ又は限定されるようにすべきであることを意味する。閉込めは、気体状の放射性核種の放出（例えば、 ^3H , ^{14}C 及び ^{129}I ）と、液相での移行による放出（すなわち、施設に浸入した水への放射性核種の溶解及びそれらの液相での生物圏への移行による）のいずれをも防止するべきである。廃棄物の周囲における低透水性バリアの構築、廃棄物フォームの緩慢な溶解、固相への放射性核種の収着に有利な廃棄物周囲の人工及び天然バリアの物理的及び化学的特性は全て、廃棄物及びその放射性核種の閉込めに寄与するべきである。立地プロセスにおいては、浅地中処分システムの閉込め能力に直接影響を及ぼす、少ない年間降水量などの外部因子も考慮されるべきである。

4.22. 閉込めに寄与する様々な構成要素は、1 つ以上の構成要素の閉込め能力の劣化につながる構成要素間の相互作用—例えば化学的プロセスを防ぐために、互いに両立し得るべきである。特に、廃棄物周囲の人工バリアの材料を選択する際は、廃棄物の物理的及び化学的特性が体系的に評価されるべきである。

4.23. 天然バリアが閉込めに対する重要な寄与要素である場合、それらの寄与はサイト特性調査から得られた情報に基づいて評価されるべきである。処分システムの天然の構成要素の閉込め能力を評価する際は、例えばサイト特性の空間的変動性による、又は現地での観測及び測定に適用される手法に由来する不確実性が考慮されるべきである。

4.24. 閉込めに対する人工バリアの寄与は、以下に依存することになる。

(a) 処分施設の設計において人工バリアが用いられる方法（それらの位置）

(b) 人工バリアの関連特性（低透水性や高収着能など）

(c) 時間に伴うこれらの特性の変化

(i) 物理的及び化学的プロセス（例えば、コンクリートの劣化、最終キャップの侵食）；

(ii) これらの特性に影響を及ぼす外部事象（例えば、地震、サイトの洪水及びサイトの力学的不安定性）。

人工バリアの設計及び構築においては、バリアについて期待される寿命（若しくは、時間に伴って予想されるバリア性能の変化）と、寿命の実証可能性（又はバリア性能の変化）のいずれの点からも、注意が払われるべきである。人工バリアを設計する活動及び、バリア性能とその時間的変化を明らかにするために必要な支援研究活動は、全体システムとその時間的変化の中の人工バリアの性能の安全評価のために必要なあらゆる情報を生み出すものとすべきである。バリア性能の過度に楽観的な評価は、将来の放射線学的影響の過小評価につながることに、注意が払われるべきである。人工バリアの長期性能の過度に悲観的又は保守的な評価は、計画された施設での処分可能な廃棄物の量の不必要な制限につながり得る。

4.25. セーフティケースは、構成要素の性能とその変化に関する安全評価のための仮定の基礎となっているあらゆる情報（例えば、研究成果、モデリング、自然の証拠や、ナチュラアナログとの比較に由来するもの）を統合すべきである。

4.26. システムの工学的なものと天然のものの両方の構成要素によってもたらされる閉込めに対する建設時における信頼のレベルは、適切な品質管理及び品質保証手順（例えば、構成要素の仕様、様々な構成要素の設置手順及び製造又は構築手順を含む）によって、また調査（例えば、構成要素の挙動に関する継続的な研究活動）によって達成されるべきである。この情報は、処分される廃棄物の特性、工学的システムの竣工時の特性及びサイトの特性を反映して、操業前段階の間に作成されるセーフティケースとその裏付けとなる安全評価に組み込まれるべきである。

隔離

SSR-5 [4]の要件 9：放射性廃棄物の隔離

「処分施設は、人と接近可能な生物圏から、放射性廃棄物の隔離を図る特質をもたらすように、立地され、設計され、操業されなければならない。その特質は、短寿命廃棄物に対して数百年程度（*several hundreds of years*）、中レベル及び高レベル廃棄物に対しては少なくとも数千年程度（*several thousand years*）の隔離をもたらすことを目指さなければならない。その様にすることによって、処分システムの自然の変化と施設の擾乱を引き起こす事象の双方に考慮が払われなければならない。」

4.27. 本安全指針の目的では、SSR-5[4]の要件 9 のうち、中レベル及び高レベル廃棄物に言及した部分は関連性を持たない。これらに分類される廃棄物は、浅地中処分施設における処分には適さないためである[8]。

4.28. 浅地中処分の場合、隔離は、適切に立地され適切に設計された処分施設及び施設の擾乱を防ぐための閉鎖後期間における適切な管理（例えば、偶発的な廃棄物への人間の接近の防止）によって、廃棄物及びそれに付随する危険を生物圏から遠ざけたままにしておくことを意味する。施設の場所及び設計はまた、外部事象の潜在的影響を考慮に入れなければならない。

4.29. 浅地中処分施設の隔離能力は、最長で数百(several hundreds) 年もの期間にわたって確保されるべきである。この隔離能力は、制度的及び財政的安定性に対して置かれる信頼と両立し得ないほどの期間にわたっても安全を確保するものである。将来世代に過度の負担を託すことも能動的手段に頼ることもないように、主として受動的手段によって確保されるようにすべきである。能動的手段に頼ることができるのは限られた期間（最長で数百(a few hundred) 年）に過ぎないため、浅地中処分施設の安全を評価する際は、そのような期間後の施設への人間侵入の可能性が考慮されるべきである。

4.30. 廃棄物の隔離に寄与する受動的手段は主として、特別な努力（例えば、施設内へのボーリング）なしには廃棄物への偶発的な侵入をより困難にする、廃棄物の周囲に配置された耐久性のある物理的バリアである。浅地中処分施設の隔離能力は、施設をいくらかの深さ（数十メートル）に配置することによって強化されるかもしれない。これは、地表に配置された施設と比べて、施設と廃棄物への侵入に必要とされるであろう人間活動の種類に影響を及ぼし得る又は制限を加え得るためである。

4.31. 廃棄物の隔離に寄与する能動的手段は、廃棄物への人間の接近を防止し人間活動による施設の擾乱を防止する、施設及びサイトのモニタリング及びサーベイランスなどによる管理である。能動的な制度的管理がサイトにおいて実施されている限り、施設への人間侵入の可能性は無視し得ると仮定することができる。したがって、浅地中処分に関する国の政策及び安全戦略の主たる要素は、施設を合理的な範囲でできる限り長く制度的管理下に維持することとすべきである。この意図は処分施設の許認可にも明示されるべきであり、閉鎖された施設の制度的管理期間における定期安全評価は、この制度的管理の存続を再確認する手段として利用されるべきである。能動的手段に頼ることができるのは長くても数百年という限られた期間に過ぎないため、浅地中処分施設及びその許認可のための安全評価は、サーベイランスと管理はある一定の期間後に終わることになるという仮定に基づくものでなければならない。

4.32. 浅地中処分施設のサーベイランスと管理のための一般的アプローチでは、原子力規制体制下の施設の能動的な制度的管理が、最初の、政府組織によるサイトの管理（例えば、施設を擾乱するかもしれない活動が防がれることを保証するための、土地利用の制限によって）から、次の、より受動的な制度的管理（例えば、サイトにおける位置標識（マーカー）の利用、様々な手段による施設に関する情報の将来世代への伝達、情報のアーカイブ化）へと移行するのかを大まかに定義すべきである。受動的手段はなお人間侵入の可能

性を低減するかもしれないとはいえ、慎重なアプローチに従うべきであり、施設の安全評価及び施設に処分することができる廃棄物の放射能限度の設定においてはそのような受動的手段に依拠するべきではない。

4.33. 浅地中処分施設の立地においては、侵食あるいは地震活動などの地形学的及び気象学的プロセスの破壊的効果により引き起こされる施設への潜在的危険性を考慮に入れるべきである（付録 II を参照のこと）。地下の鉱物、地熱及び地下水資源が存在することが既知である領域から配置を遠ざけることは、処分施設の偶発的な擾乱の可能性を低減することになる。

4.34. 浅地中処分施設の安全の評価において、人間侵入の扱いは、規制機関による合意を得た、ボックス 1 において定められた規準を満たすべき‘様式化’シナリオに基づいて、実施されるべきである。これは、人間侵入シナリオ及び関連する不確実性（例えば、時期、侵入の種類、潜在的に被ばくする人々の数及び侵入に伴う放射線リスクが認識されるかどうかの程度）を定めるための科学的基礎がかなり限定されるからである。能動的制度的管理後の安全を確保するため、人間侵入がもはや排除できない時は、浅地中処分施設に処分することができる長寿命放射性核種の量が制限されるべきである。様式化された人間侵入シナリオによる放射線学的影響の評価を通して、長寿命放射性核種の放射能の限度を定めることができる。安全評価において用いられる様式化された人間侵入シナリオの範囲は、大部分は事業者と規制機関により合意されるべき事項である。

複数の安全機能

SSR-5 [4]の要件 7：多重安全機能

「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、施設が操業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、様々な操業上の管理（control）とともに種々の物理的、化学的プロセスによって達成されなければならない。個々のバリアと管理（control）の能力（capability）は、処分システム全

体の能力とともに、セーフティケースで想定された通りに機能することを立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。」

4.35. 複数の安全機能の確立が、様々なバリア及びシステムの特質によって実現されるべきであり、これが深層防護をもたらす。深層防護とは、安全が、廃棄物パッケージのような処分システムの単一の要素や、廃棄物パッケージのインベントリの検証のような管理措置、若しくは、放射性核種の閉込めや移行遅延のような単一の安全機能の実現、あるいは施設への接近の管理や施設の保全のための手順のような管理プロセスに過度に依存しないことを意味する。十分な深層防護は、長期安全が複数の安全機能によってもたらされることを立証することによって、保証されるべきである。

4.36. グレーデッドアプローチの適用に従って、処分システムが廃棄物の閉込めと隔離をもたらす能力は、廃棄物の潜在的危険の大きさと釣り合うものであることが要求される[3]。結果として、閉込めと隔離の要件を満たすために必要なバリア及び特性の種類と数は、処分されることになる廃棄物の種類及び放射性崩壊によって時間とともに変化する、当該廃棄物によってもたらされる危険性に依存することになる。深層防護に要求される評価は、生じることが予想される状況（バリアの通常の劣化のような）とシステムの擾乱が生じるかもしれない状況の両方に対する、処分システム及びその構成要素の性能と特性の長期にわたり安全機能を発揮する能力に関する評価を含むものとすべきである。

4.37. セーフティケースにおいては、計画された処分施設の深層防護を立証するために重要な、システム設計のあらゆる要素及び処分サイトのあらゆる特質が、構造化された方法で特定され評価されるべきである。安全に関連する特性における 1 つの欠陥若しくは 1 つ又は複数の構成要素の時間に伴う性能低下は、安全機能の発揮若しくは放射性崩壊による危険性の低下によって補償されることが、評価により検証されるべきである。十分な深層防護が維持されることを立証するために、システム及びその構成要素の変化に関する様々なシナリオの体系的な安全評価が実施されるべきである。この評価では、比較的長い時間枠における構成要素及びシステムの性能に関する不確実性の増大が、安全の実証及び処分施設の設計においてどのように考慮されるのかを扱うべきである。

4.38. システムが全体として十分な閉込めと隔離をもたらす能力が最も重要であり、施設は、余り好ましくないと思なされ得るサイトの特性を適切に考慮に入れることができるように、十分に柔軟な方法で設計されるべきである。施設の設計を決定し得る又は左右し得ると思われる、関連するサイトの特性は全て、体系的に特定されるべきである。

4.39. 安全機能（例えば、放射性核種の放出を防ぐ又は制御する封じ込め）は、低浸出率をもたらす、バリアの不透水性あるいは低透水性、限られた腐食速度、及び放射性核種の低溶解度と高い収着能など、処分システム内への放射性核種の閉込め及び／あるいは廃棄物の隔離に寄与する物理的実体又は化学的特性若しくはプロセスによって発揮されることがある。

4.40. バリアとは、廃棄物、廃棄物パッケージングや、施設の埋戻し材又はライナー及びキャップなど、その特性が核種の移行を制限（あるいは、限られた期間妨げる）し又は廃棄物への直接的な接近をより難しくする物を意味する。1 つの特定のバリアが複数の安全機能を果たすこともあれば、単一の安全機能が複数のバリアによってもたらされることもある。複数のバリア及び安全機能の利用は、安全と安全に対する信頼の両方を強化し、処分システムの全体性能が単一のバリア又は安全機能に過度に依存しないことを保証することになる。したがって、たとえ 1 つのバリア又は安全機能が完全に期待どおりには働かない場合でも（例えば、予想外のプロセス又は起こりそうもない事象のために）、処分施設はなお安全であることが立証されるべきである。

4.41. 浅地中処分システムの性能は、異なる安全機能を持つ異なるバリアに依存しており、それらの重要性は、期間によって異なるかもしれない。セーフティケースは、それぞれのバリアによってもたらされる安全機能に付随する信頼性を説明し正当化すべきであり、それらの機能が作用すると期待される期間を示すべきである。セーフティケースは、これらの主張を裏付ける科学的及び技術的論拠を述べるべきであり、1 つのバリアが完全には機能しない場合に効力を生じる補完的な安全機能も特定すべきである。

4.42. 処分システムは、廃棄物パッケージの健全性の維持、放射性核種の溶解度の制限及び天水（すなわち、降水に由来する）の浸入の最小化によって効率的な閉込めと隔離を支援する自然の特質と工学的特質の組み合わせを用いるものとすべきである。廃棄物の閉込めと隔離に対する天然バリアと人工バリアの寄与の重要性は、浅地中処分施設の種類（すなわち、地表の又は地表下の）と施設が配置されるサイトの特性に大きく左右されること

になる。長期的には、人工バリアシステムが徐々に劣化することを排除することはできないので、その結果として、浅地中処分施設の種類の応じて、核種が地圏あるいは生物圏へと移行するかもしれない。放射性崩壊は、短寿命放射性核種にとって、浅地中処分施設からの時間に伴う潜在的な放出の程度を制限する上で重要な要因であるが、他の考慮事項もまた重要であり、考慮されるべきである。水の浸入を制限するとして考慮されるべき要因（これは、次には、廃棄物パッケージの健全性を長く保つことに寄与するかもしれない）には、低透水性の耐久性のあるバリアの利用及び求められる期間に渡り動水勾配が低く維持されるようなシステム設計が含まれる。生物圏への核種の放出の可能性は、さらに、低流速を維持すること並びに人工バリア及び母岩環境の遅延及び沈澱能力によって低減されるべきである。人工システムの埋戻し又はその他の場所に利用される材料は、他のバリアの安全機能を過度に劣化させることがない特性を持つものとすべきである。

受動的安全

SSR-5 [4]の要件5：処分施設の安全のための受動的手法

「操業者は、最大限に可能な範囲で受動的手法により安全が確保され、施設の閉鎖後に採られる活動の必要性が最小化される様に、処分施設のサイトの評価を行わなければならない。設計、建設、操業及び閉鎖しなければならない。」

4.43. 浅地中処分施設の操業期間における安全の役割及び重要性は、他の燃料サイクル施設の場合とも同様である—すなわち、操業期間においては、能動的管理措置（廃棄物取扱い中の管理措置、施設内及び施設周辺の汚染及び放射線レベルの管理など）が実施されることになる。しかし、可能かつ必要な場合には、取扱い作業時の廃棄物の遮蔽などの、受動的な安全対策が適用されるべきである。閉鎖後期間においては、廃棄物の核種含有量に応じて、努力と活動の観点で、能動的な管理の期間は、実行可能な限り短くかつ制限されたものであるべきである。廃棄物定置活動の終了後は、できるだけ早期に施設を閉鎖し、それを受動的状態へと至らしめるためのあらゆる措置が開始されるべきである。これにより、施設の能動的な管理期間（すなわち、施設の建設、操業及び閉鎖）は終了する。施設の閉鎖に向けて講じられる措置は、ある程度、社会的及び経済的な要求及び制約によって決定されるかもしれないが、例えば、施設が完全に閉鎖される前のある期間の観察を行うという決定がなされるかもしれないが、そのことによって、厳密な閉鎖計画の確立及び関係当事者

(操業者、規制機関及びその他の利害関係者)による閉鎖計画に関する合意の確立が妨げられるべきではない。

4.44. 処分施設の安全は、保全、サーベイランスや管理など、いくつかの将来活動に依存するかもしれないが、この依存性は可能な限り最小化されるべきである。浅地中処分施設の場合、そのような活動は施設の閉鎖後のある期間（数十年から数百年）にわたって必要かもしれない。能動的な管理期間に講じられる措置には、例えば、処分施設のキャップの補修が含まれるかもしれない。閉鎖後期間の安全をもたらすために必要とされる工学的構造物は、閉鎖後期間に保全を必要としないようにするのに十分な寿命を有するべきである。

4.45. 処分施設の閉鎖は、制度的管理期間の開始を示す。この期間は能動的段階と受動的段階に細分することができ、これらの持続期間は規制によって規定されるかもしれない。制度的管理期間の能動的段階における活動には、知識の保存、人間侵入の防止並びにモニタリング及びサーベイランスが含まれることになる。モニタリング又はサーベイランスによってバリアの損傷又は劣化が検出された場合は、最低でも、処分施設のまだ接近可能な部分に対して、失われた安全機能性を回復するために、修復措置が講じられるべきである。しかし、保全活動が求められる可能性があることをもって、安全は主として受動的な手段によって確保されるべきであるという要件を満たす必要性が減じられるべきではない。制度的管理期間の受動的段階においては、モニタリング、サーベイランス及び保全を含めたあらゆる能動的措置が終わる（若しくは、安全評価の目的では、終わると仮定される）。継続する受動的措置には、記録の保持、耐久性のある警告標識の建造及び土地所有権の管理が含まれるかもしれない。能動的な制度的管理期間の終了時においては、更なる受動的な管理が適用される一方で、施設のサイトはそのような可能性をできる限り低減するように選ばれているとはいえ、偶発的な人間侵入は起こり得ることになり、不可避にさえなると仮定される。

4.46. 浅地中処分の場合、能動的な制度的管理期間は、廃棄物によって引き起こされる危険と釣り合う期間にわたって廃棄物の隔離が確保されるよう、要求される。この期間はまた、廃棄物を閉じ込めるために設置される構成要素の適切な機能を検証することによって、処分システムによりもたらされる受動的な閉込めに対する信頼を増進するためにも利用されるべきである。たとえ絶対的な閉込めは達成可能な目的ではなく、生物圏への多少の放射性核種放出は生じるかもしれないとしても、そのような放出は、全ての期間にわたり、

将来いかなる是正処置も必要としないようにするために十分に最低限のものとすべきである。セーフティケースは、この主張を裏付けるために必要な要素及び論拠を全て示すべきである。

受動的安全特質のサーベイランスと管理

SSR-5 [4]の要件 10：受動的安全特質のサーベイランスと管理（control）

「適切なレベルのサーベイランスと管理（control）は、閉鎖後の安全のためのセーフティケースに指定された機能を果たせるように、これが必要とされる範囲で、受動的な安全特質を防護し保持するために、適用されなければならない。」

4.47. 浅地中処分施設の長期安全は、長期的な閉込めと隔離を保証するあらゆる受動的な安全特質の品質、廃棄物中の長寿命放射性核種について課される制限、及び受動的な安全特質を維持し保護するために適用されている適切なレベルのサーベイランスと管理に依存する。処分施設の長期安全は能動的な制度的管理に依存しないことが要求されるため、全ての受動的な安全特質及び処分された廃棄物中の長寿命放射能に関する制限は、サーベイランスと管理を最大で数百年という期間を超えては仮定せずに評価され用いられるべきである。

4.48. 浅地中処分施設の場合、受動的な安全バリアの継続的な有効性を保証するために、閉鎖後の処分サイトの能動的な管理の間、サーベイランスと管理措置が適用されるべきである。サーベイランスと管理は、サイト防護と立入り制限、バリアに起こり得る劣化に対処するための適切な保守能力の維持と関連した物理的状態の検査、それらの継続的なバリアの性能が指定どおりかどうかを確認する方法としてのモニタリングなどの、モニタリングと制度的管理活動によって達成されるべきである。処分施設の安全は主として受動的な手法に頼るため、サーベイランスとモニタリングの目的は、放射線学的パラメータ（例えば、処分サイトとその周囲での環境の放射線学的モニタリング）を測定することではなく、安全機能の継続的な達成を保証することである[4]。

4.49. 受動的な安全特質のサーベイランスと管理は、システムの隔離能力に寄与する特質（廃棄物を生物圏から分離する物理的バリア、サイトへの接近を制限し管理するために実施されている能動的な管理措置や、施設を擾乱するかもしれない地形学的又は気象学的性質の事象又はプロセスがないこと）と廃棄物の閉込めに寄与する特性をいずれをも扱うべき

である。システムの異なる構成要素に割り当てられる安全機能は明確に記述されるべきであり、システム構成要素の考え得る劣化メカニズムは特定され理解されるべきである。システム構成要素の考え得る又は予想される劣化を管理するため、及び構成要素の性能の変化を監視するために実施されることになる観測及び測定が、明確に定められるべきである。

4.50. 受動的な安全特質の適切性の持続を監視するために、安全機能の持続的な実現のサーベイランスと管理のためのプログラムが立案され、体系的、透明かつ柔軟な方法で実施されるべきである。このプログラムは、廃棄物の全体的な閉込めと隔離の中で個々の構成要素が果たす役割が、時間に伴って変化することを考慮に入れるべきである。このプログラムの結果及び所見は、閉鎖後期間について規制機関に提示されることになるセーフティケースに情報を与えるために利用されるべきである。

4.51. 位置標識（マーカー）や国際的なものを含むアーカイブの形での情報の保存などの受動的な手段は、能動的な制度的管理が続くと見込まれるよりも長い期間にわたって人間侵入のリスクを低減することになり、その利用が考慮されるべきである。人間侵入の起こりやすさに関するいっそう慎重なアプローチが、人間侵入の影響の評価のために必要になる可能性がある。

5. セーフティケースと安全評価

5.1. セーフティケースは、処分施設が安全であることを実証する議論と証拠を集めたものである。安全評価はセーフティケース作成に不可欠な部分であり、SSR-5 [4]に述べられている線量及びリスク規準との比較のために、処分施設から生じるかもしれない放射線量及び／又はリスクの定量化を含む（ボックス 1 を参照のこと）。浅地中処分施設のセーフティケースは、作業時の安全と閉鎖後の安全の両方を扱うものとすべきであるが、これは、「作業時セーフティケース」（すなわち、施設は作業の間、安全であることになるという実証）と「閉鎖後セーフティケース」（すなわち、施設は閉鎖された後、安全であることになるという実証）として分けて示される場合もある。安全評価に関する包括的なガイダンスは、IAEA 安全基準シリーズ No.SSG-23 [18]に示されている。

セーフティケースの準備

SSR-5 [4]の要件 12：処分施設のセーフティケースと安全評価の準備、承認及び活用

「セーフティケースと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、操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 (input) 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。」

5.2. セーフティケースは、処分プロジェクトの進展の間に取得された新たな情報（例えば、廃棄物インベントリに関するもの、サイト特性調査によるもの、工学技術及び施設の設計に関するもの、モニタリングによるもの）を考慮に入れるために、また少なくとも、施設の存続期間における重要な決定段階それぞれ（例えば図 2 に示されているような）に対して、作成され更新されることが要求される。セーフティケースは、ある段階から次の段階へと進む承認を得るために規制機関に提出されるべきである。セーフティケースは、あらゆる安全関連問題が特定され、講じられる措置が記録されるように、建設、操業及び閉鎖が実施されるのに従って徐々に強化されなければならない。全ての時期において、施設が安全であり、長期にわたって安全であり続けると期待できることを実証し、また処分施設の管理及び操業の指針となる、最新のセーフティケース文書が整えられるべきである。

5.3. SSR-5 [4]の 4.8 項と 4.9 項は、次の様に述べている。

「4.8. セーフティケースは、施設、その設計、設計の論理の頑健性及び信頼性 (reliability)、並びに、安全評価及びその基礎となる仮定の質に関する裏付け証拠及び論証を含めた追加情報と共に、安全評価・・・の結果を含まなければならない。」

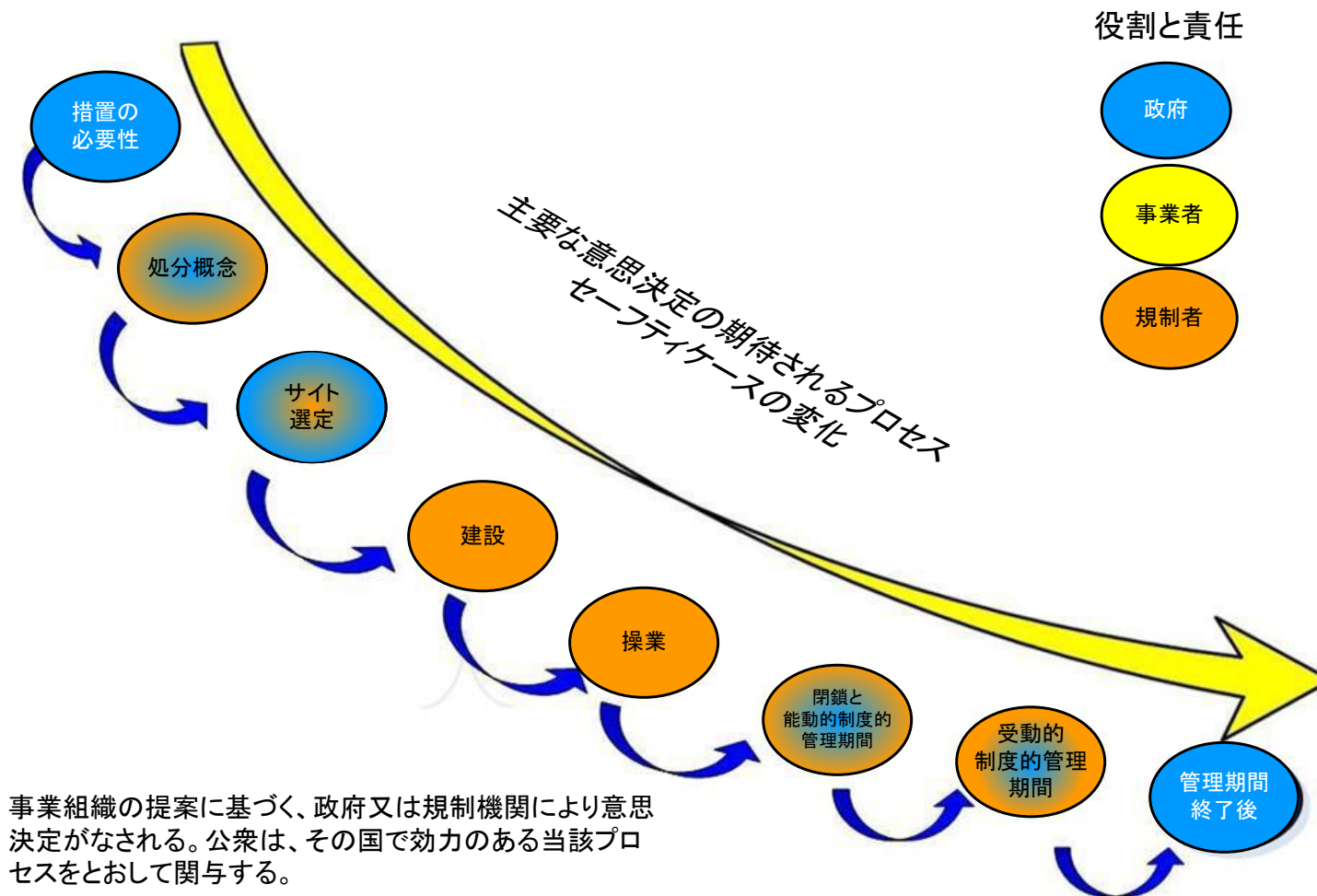


図2 浅地中処分施設の開発プロセスにおける典型的な段階

「4.9 セーフティケースはまた、放射性廃棄物の処分に関するもっと一般的な論拠、及び安全評価の結果を大局的に見るための情報も含まれるかもしれない。」

そのような論拠は、推定される核種放出と自然バックグラウンド濃度及び放射線レベルによる被ばくの比較を含む。残る不確実性及び「施設の開発、操業あるいは閉鎖のいかなる段階におけるいかなる未解決の課題も、セーフティケースの中で認識されなければならない」（参考文献[4]、4.9 項）。未解決課題を扱うための更なる作業は、それらが安全に有意な影響を及ぼす場合には必要になる。

5.4. セーフティケースの主たる読者は一般的には規制機関であり、規制機関はこれを規制上の決定の基礎として用いることになる。しかし、セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は他者にとっても有用かつ関心の対象となるため、その提示においては他の読者のニーズも考慮されるべきである。事業者によって作成されたセーフティケースは、事業者が施設の開発、操業又は閉鎖の次の段階へと進むことを可能にする関連する意思決定プロセスを促進するために、国や地方の政府など、他の利害関係者が利用できるようにすべきである。

5.5. SSR-5[4]に述べられているとおり、セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は、研究テーマ、サイト特性調査、施設の設計の最適化、資源の配分及び廃棄物受入れ規準の策定と関連して、事業者によって行われる継続的な意思決定のために利用される情報を提供する。安全評価は、放射線による危険の体系的な評価を含むべきであり、放射性廃棄物が危険であり続ける時間枠にわたって、通常状態及び破壊的事象を含めて、様々な予想されるシナリオ及び余り起こりそうにないシナリオに対する処分施設の挙動の理解をもたらすべきである。安全評価は、構造化された不確実性解析を含むべきである。これらの不確実性解析は、処分施設の挙動及び性能の理解を増進するように、したがって、セーフティケースに提示される安全論拠の基礎に寄与するように、立案されるべきである。安全と関連するプロセスを特定するために、感度研究が実施されるべきである。

5.6. 最初のセーフティケースは、浅地中処分施設の開発の初期に、あらゆる将来活動の指針とするために作成されなければならない[4]。開発の初期段階において、事業者は来たるべきプロセス（例えば、当局及び利害関係者との相互作用の）の計画を立てるべきであり、セーフティケースは、達成されるべき目標（例えば、処分されることになる廃棄物の種類）及び用いられるかもしれない安全戦略及び処分概念、そして将来的な研究開発ニーズの特定を焦点とするべきである。そのような初期段階においては、操業時セーフティケースは、施設の設計がもっと進展するまではかなり一般的なものとなるかもしれない。

セーフティケースは、処分施設の開発及び管理の基礎とするために、また、処分施設の開発、操業及び閉鎖の重要な段階における規制レビューと許認可を可能にするために、プログラムが進むのに従って徐々に拡張され精緻化されるべきである（図 2 を参照のこと）。時間が進み、セーフティケースが更新され徐々に拡張されるのに従って、処分システムの理解と評価により焦点をあてるべきであり、より詳細な施設設計に基づくべきである。施設が一たび操業中となったならば、サイト特性調査、受け入れたもの及び予想される廃棄物のインベントリ、及び施設の竣工時の設計に関する新たな情報を組み込むために、セーフティケースは定期的に更新されるべきである。セーフティケース及び裏付けとなる安全評価はまた、廃棄物及び処分施設とその周囲はどのように変化し得るのかに関する知識（例えば、科学的及び技術的知識）の拡大も反映するべきである。

5.7. 規制機関は、処分施設の開発、操業及び閉鎖において、次の段階へ進むことに関する決定を行う前に、セーフティケースの更新又は修正を要求するかもしれない。セーフティケースの公式性及び技術的な詳細度は一般に、危険のレベル、プロジェクトの進捗段階、その時点で進行中の意思決定、そして具体的な国の要件を反映することになる。幾つかの国においては、規制機関は、処分施設の開発、操業及び閉鎖のためのプログラムの後半の段階である例えば施設の建設申請の受領時などにのみ正式に関与するようになる。これらの場合には、正式な許認可段階に先立って、情報及び見解の早期の交換を可能とするような取り決めがなされるべきである。

5.8. セーフティケース及び裏付けとなる安全評価は、考慮中の決定段階を支援できるように十分に包括的かつ詳細なものであることを必要とする。一たび完全に作成されたならば、セーフティケースは、以下を含んでいるべきである。

- － 処分システムの体系的な説明；
- － 施設がどのように機能し変化するかに影響を及ぼす可能性のある様々な特質、事象及びプロセスの特定；
- － サイトの変遷に関するシナリオの特定；
- － 処分システムの該当する部分（例えば、ニアフィールドにおける廃棄物、人工バリア、母岩、施設の地表環境について）の、概念的、数值的及びコンピューター上のモデル。

セーフティケースは、用いたデータも文書化すべきであり、関連シナリオ及び被ばく経路における、関連する受容体（例えば、被ばくを受けるかそのおそれのある個人及び住民グルー

プ並びに場合によってはヒト以外の種）に対して、線量及び／又はリスクで表した結果を提示すべきである。

5.9. 浅地中処分施設の開発の初期段階においては、セーフティケースはやや一般的なものであり、サイト固有及び廃棄物固有のデータの利用可能性が限られているため、安全評価計算は必然的に予備的で単純化された（範囲を見極める計算を利用した）ものかもしれない。そのような初期段階の評価においては、当該テーマに関する広範な文献からのデータ及びモデルが利用されるべきである。処分施設が規制の承認を受け、建設及び操業へと進んだならば、能動的な制度的管理の打ち切りまで、段階的な開発プロセス全体を通して追加データの取得が続けられるべきである。

5.10. 安全評価の目的にもよるが、得られた結果は、国の規則に定められている関連する線量拘束値及びリスク規準と比較されるべきである。異なるシナリオ及び被ばくには異なる規制上の規準が適用されるかもしれない。例えば、人間侵入の潜在的な影響の評価による結果は、SSR-5 [4]及びボックス 1 に示されている規準と比較することが可能である。しかし、先に言及したように、ある段階から次の段階へと進むべきかどうかに関する意思決定は、そのような数値比較及びそのような定量的規準との適合の決定のみに基づくべきではなく、更に広い判断が行われるべきであり、定性的規準を含めた様々な因子が考慮されるべきである。

5.11. 何らかの個別の決定を行う段階のためにセーフティケースに要求される詳細度は、規制機関と協議して決定され、規制機関の承認に委ねなければならない[4]。いずれにせよ、事業者は、処分施設の安全を明確に実証するのに適切な詳細度でセーフティケースを作成すべきである。規制機関は、実施される作業が信頼でき批判的なレビューを可能にするのに十分な情報を、セーフティケースが提供することを要求すべきである。そのようなレビューを容易にするために、事業者は、明確、包括的、追跡可能かつ透明な形でセーフティケースと裏付けとなる安全評価を提示することを目指すべきである。場合によっては、規制機関は、何らかの計算を自ら繰り返すことによって評価の一部を検証することを決定するかもしれず、又は、例えば、その処分システムの挙動を理解するため、不確実性に対処するため、若しくは代替オプションを評価するために、自らの評価を行うかもしれない。

セーフティケースと安全評価の範囲

SSR-5 [4]の要件 13：セーフティケースと安全評価の範囲

「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立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さなければならない。」

5.12. 図 3 及び 4 は、IAEA 安全基準シリーズ No.SSG-23[18]に述べられているセーフティケース及び安全評価の主たる構成要素を例示したものである。サイト及び施設の設計の安全に関連する側面は、システムの記述（図 3 のボックス C）として示されている。運営上の管理措置は図 3 の右側にある両方向矢印と関連しており、これは、セーフティケース及び安全評価のあらゆる側面を管理しあらゆる側面に適用されることが要求されるマネジメントシステムを示している。規制上の管理は、図 3 のボックス G に特定されている限度、制約、及び条件として示されている。

5.13. 人及び環境の防護レベルを実証するという要件は、安全論拠の統合（図 3 のボックス H）と関連している。このボックス H は、セーフティケースは規制機関及びその他の利害関係者と共有されるという表示（図 3 の左にある矢印）とともに、規制機関及びその他の利害関係者に対して保証するという要件をも示している。

5.14. 操業及び閉鎖後期間に関するセーフティケース及び裏付けとなる安全評価では、規制要件及び規準を全て扱うべきであり、様々な論拠及び評価に対するアプローチを包含し利用すべきである。セーフティケースはまた、関連する規制上の管理との適合を確保するために用いられることになる運営上の管理措置を説明するものであることも要求される。

5.15. 操業安全と閉鎖後安全の双方とも能動的及び受動的措置に頼ることになるが、閉鎖後期間に関するセーフティケースにおいては、安全を達成する受動的措置がいっそう重視されるべきである。閉鎖後の制度的管理はそれでもなお、安全を保証する上で重要な要素

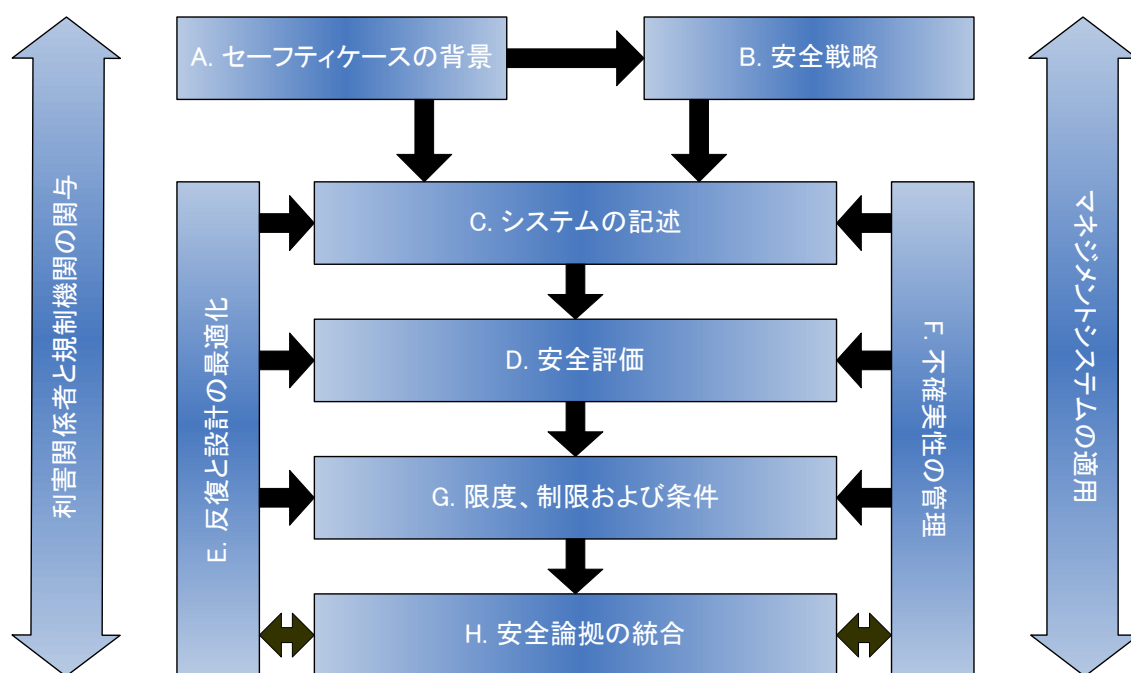


図3 セーフティケースの主な構成要素及びマネジメントシステムの適用と規制機関及び利害関係者の相互作用のプロセス



図4 安全評価に含まれる側面

である（第 7 章を参照のこと）。さらに、操業期間全体にわたって、また、場合によっては閉鎖後期間の一部においても（施設及び国の規則によっては）、施設にはサーベイランスとモニタリングが適用されるべきである。

5.16. 浅地中処分施設の操業時セーフティケースは、サイト及びその付近における放射線被ばくにつながるかもしれない操業のあらゆる関連側面を考慮すべきである。これらは、廃棄物の受入れ、特性調査、取扱い、コンディショニング、パッケージング及び定置や、埋戻し活動時並びに施設の閉止及び閉鎖時だけでなく施設の操業時及び廃棄物の定置時に実施されるいかなる建設作業を含む。操業時セーフティケースは、計画されたいかなる改修作業又は機器の交換も考慮すべきである。また、施設が操業を続けている間、廃棄物が安全に回収され得ることを示す必要もあるかもしれない（例えば、定置後に不適合廃棄物パッケージが発見された場合）。そのような回収は、安全にかつ施設の長期安全を著しく害することなしに実施されることを必要とするだろう。

5.17. SSR-5 [4]で述べられているとおり、処分施設の供用期間にわたり、通常の操業状態及び予期される操業事象に起因する、職業被ばくと公衆被ばくのいずれにも考慮を払わなければならない。同様に、重大な放射線学的影響をもたらす可能性のある事故についても、その起こりやすさと起こり得る被ばくの線量の大きさの双方に関して考慮を払わなければならない。化学毒性が考慮され、適切な評価がセーフティケースに含められることを国の規則が要求している国もある。

5.18. 閉鎖後セーフティケースは、廃棄物が重大な危険性をもたらし得る期間、若しくは、国によっては評価の時間軸を規定している場合もあるので、国の規則に指定されている期間にわたる、処分施設とその周囲の変化に関する一連の信頼できるシナリオを特定すべきである。予期されるシナリオ（通常進展シナリオ）及び余り起こりそうにないシナリオが考慮されるべきである。これらのシナリオには、施設が持つ閉込めと隔離の機能に影響を及ぼして、処分システムの性能に影響を及ぼすかもしれない、廃棄物及びバリアの劣化や事象（すなわち、地震、大雨事象、洪水、地滑り、及び侵食）といったプロセスが含まれるべきである。人間活動（すなわち、偶発的な人間侵入事象）とその影響の可能性も考慮されるべきである。そのような侵入的な人間活動は、地層処分施設よりも浅地中処分施設において影響を及ぼす可能性が高く、浅地中処分施設に処分することが安全である廃棄物の種類と放射能にかなりの制限を課すかもしれない。人間侵入事象の影響は、技術は現在

と同じままであるという仮定に基づく一連の様式化されたシナリオを考慮することによって評価されるべきである。そのような「将来状態」の仮定が行われるのは、将来の人間の行動の詳細を予測するのは可能ではないためであり、この仮定は生じるかもしれない侵入活動に関する過度の憶測を避けるのに役立つためである。例えば異なる廃棄物インベントリや代替的な設計オプションと処分方法の評価を可能にするために、追加的に「what if」シナリオも記述されるべきである。

5.19. 正式なシナリオ策定アプローチが採用されるべきである。シナリオは、複数の補完的な方法を用いて特定され、構成され、又は記述することができる。そのような方法は、特質、事象及びプロセスのリストの作成と考察から始め、関連する事象とプロセスをその中で組み合わせてシナリオを作成してもよいし（「ボトムアップ」アプローチ）、処分システムの重要な構成要素（例えば、施設の覆土）の安全機能の考察から始め、これに続いて、安全機能を果たす処分システムの構成要素の能力に、影響を及ぼすか、又は能力を損なうかもしれないプロセス及び事象を特定してもよい（「トップダウン」アプローチ）。

5.20. セーフティケースにはシナリオが記述されるべきであり、裏付けとなる安全評価において、処分施設の性能が、適切な一連のシナリオについて評価されるべきである。安全評価のために必要な計算の数を減らすために、類似シナリオをグループ化することは可能かもしれない。しかし、処分システムの将来的な変化と関連する不確実性を扱うために、十分に広範なシナリオが評価されるべきである。しかし、考慮されるシナリオが、処分施設に潜在的に影響を与え得る様々な状況を「包絡する」のであれば、実際には数多くのシナリオを考慮する必要はないだろう。

5.21. 閉鎖後セーフティケースは、その廃棄物インベントリ、設計、立地及び管理を前提に、不確実性を考慮に入れた定量的安全評価と施設の安全に関連する定性的論拠を含むべきである。これには、例えば代替概念モデルの評価、バリアの性能に関する代替の想定、代替パラメータ値や、特に、適切なナチュラルアナログ研究と、単純化した適合計算にも基づいた、複数の推論による論拠を含むべきである。セーフティケースの主たる部分は、安全と関連し安全機能にとって重要な全ての不確実性が考慮され適切に管理されることを示すことであるべきである。

5.22. 一連のシナリオ、概念モデル及びパラメータセットに応じた処分システムとその構成要素の性能を理解するために、構造化された不確実性解析が試みられるべきである。処分施設の性能に最大の影響を及ぼすプロセスとパラメータを特定するために、感度解析も

実施されるべきである。感度解析と不確実性解析は、いかなるパラメータ又はプロセスも変化が比較的僅かであるならば安全に対して大きな影響を及ぼすことはないだろうということを示すためにも利用されるべきである。

5.23. 規制要件に従って、関連する様々な被ばく経路（例えば、対象となる廃棄物及びサイトに依存して、気体及び／又は地表水及び地下水を媒介とする経路）について、また、被ばくを受ける様々な個人又はグループについて、潜在的な線量及び／又はリスクの計算が試みられるべきである。人間の挙動及び生物圏の特性に関する仮定が非常に不確かになる極めて長い時間枠を対象にする場合は、例えば自然起源の放射性核種の濃度及び流束を考慮することによるような、安全を例証するための補完的な論拠が用いられるべきである。

5.24. 安全評価計算の結果は、規制機関の関連要件に従って提示されるべきである。セーフティケースでは、関連する規制要件を述べるとともに、それらの要件に適合するために取られているアプローチを説明すべきである。国によっては、異なるシナリオによる安全評価結果を結合してリスクを評価することが必要とされる。人間侵入に係するシナリオの安全評価計算の結果を、その他の「擾乱されていない」性能のシナリオの安全評価結果とは別けて提示し考慮することは許容できる。

5.25. 安全評価の結果と規制要件において特定された線量あるいはリスクの規準との比較は、数千年に対して求められるかもしれない、更に例えばピーク線量を見積もるために、この期間を超えた時間枠まで拡大されるかもしれない。しかし、不確実性を考慮した超長期の時間枠（すなわち数万年を超えた期間）の将来の状況はこのようであるので、より単純な計算と比較で十分かもしれないと認識されている。

5.26. 処分施設の開発、操業及び閉鎖と並行して開発されるセーフティケースの改訂には、廃棄物管理、施設の開発、施設の閉鎖及び制度的管理に関する計画が含まれるべきである。例えば、閉鎖計画では、閉鎖作業とそれらのスケジュールの両方の実行可能性を述べるとともに立証すべきである。閉鎖計画は、サイト特性調査、設計の最適化、処分施設の建設及び操業の間に情報が得られるのに従って更新され精緻化されるべきである。これらの計画は作業の進行に伴って変化するかもしれないが、廃棄物の定置を開始するための認可には予備的な閉鎖計画の考慮が含まれるべきである。

5.27. セーフティケースと裏付けとなる安全評価は、浅地中処分施設の開発と操業が進むにつれて、より詳細かつ包括的なものになるべきである。セーフティケースと裏付けとなる安全評価の漸進的な開発を、表 1 に例示する。

表 1 処分施設の寿命を通じたセーフティケースと安全評価の特質

施設の寿命の中での 段階	セーフティケースの特性	安全評価の基礎
初期のサイト調査と 予備的な施設設計	操業時セーフティケースの概略 廃棄物インベントリに基づく予備的な閉鎖後セーフティケース 1 つ以上の予備的な処分概念。	初期のサイト調査によるデータ 予備的な設計研究及び閉鎖計画 廃棄物インベントリ、材料の挙動に関するデータの要約 類似システム、サイト及びプロセスに由来するデータ及び観察結果
サイト特性調査	建設に進むという意思決定の基礎とするのに十分詳細な暫定的な操業時及び閉鎖後のセーフティケース	地表及び浅地中調査による詳細なサイト調査データ 詳細な施設設計と建設計画 廃棄物インベントリ、材料挙動に関するサイト固有データ 操業計画 閉鎖計画
建設	操業の限度と条件を定め、操業を開始する決定の基礎を形成するのに十分詳細な最終的な操業時セーフティケースと改良された閉鎖後セーフティケース	建設準備の間に得られたサイトデータ 廃棄物インベントリ、試験的廃棄物定置、確定した設計 操業の間に試験されることになる閉鎖計画 詳細な操業計画

表1 処分施設の寿命を通じたセーフティケースと安全評価の特質

(つづき)

施設の寿命の中での 段階	セーフティケースの特性	安全評価の基礎
操業	廃棄物の受入れ及び継続的な施設管理の基礎とするための、セーフティケースの定期的な更新（そのような更新は、国の規則による要求に従って、若しくは、施設管理を容易にするためにいっそう定期的に行われるべきである）。 試運転と操業及び施設の修正、廃棄物インベントリ、あるいは操業手順から得られた経験とデータを利用した、要求に応じて行われる操業時セーフティケースの更新	受け入れた廃棄物、将来の廃棄物インベントリ及び竣工時の施設に関するデータ及び、サイト特性調査とモニタリング、安全評価において扱われた特質、事象及びプロセス並びにシナリオの理解の増進及びサイトの開発、閉鎖及び制度的管理に関する精緻化された計画、からのデータ。
閉鎖後	システムの挙動は予測どおりであるという継続的な保証を示すための追加的な閉鎖後セーフティケース	モニタリングデータとセーフティケースに関連する新たな科学的証拠を反映した、閉鎖後安全評価の更新
許可の終了	許可の終了を裏付けるための、施設とサイトは能動的な制度的管理から解放することができるという保証の提供	セーフティケースのあらゆる側面に関する知識の状態を反映した、閉鎖後安全評価の更新

セーフティケースと安全評価の文書化

SSR-5 [4]の要件 14：セーフティケースと安全評価の文書化

「処分施設のセーフティケースと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。」

5.28. 異なる利害関係者の情報ニーズが考慮されるべきであり、様々な詳細度及び異なる様式で、セーフティケース文書の準備を必要とするかもしれない。

5.29. 最近のセーフティケースは、大抵、いくつかのレベルの文書（文書の階層を形成する）を含み、高いレベルの文書は、政府内の非専門家と公衆によって理解されやすいことを意図して比較的平易な（可能な限り非専門的な）言葉を用いて書かれ、セーフティケースの概要を提供する。そのような高いレベルの概要文書は、セーフティケースからの主たるメッセージ（例えば、当該処分施設は現在も将来も安全に管理され、安全であり続けることになり、許容できるほど低い線量とリスクを将来的に引き起こすに過ぎないという）を伝達するものとすべきである

5.30. 高いレベルの概要報告書は、該当する施設及び意思決定段階のために必要かつ適切な、更に詳細な報告書の階層によって支えられるべきである。高いレベルの概要報告書を直接支える報告書の階層は図 3 及び 4 に示されているようなセーフティケースの主たる構成要素⁴並びに、実施されたセーフティケースと安全評価作業の独立ピアレビューが文書化されているべきである。

5.31. 工学的設計研究、水理学的及び地球化学的モデリング作業、ソフトウェア開発とモデル検証研究に関する報告書、廃棄物と人工バリアの劣化に関する研究、修復活動オプションに関する研究や専門家による研究などの、様々な研究と作業を文書化した、裏付けとなる更に詳細な報告書が提供されるべきである。これらの文書もまた、セーフティケースによって引用された科学文献とともに、安全評価において用いられたパラメータ値を最終的に正当化する測定を文書化した実験室及び現地調査の記録によって裏付けられるべきである。

5.32. 要求されるセーフティケースの文書化の範囲と程度は、廃棄物によって表される危険のレベル、施設及び処分の開発段階、そして地元と国の規則及び状況に依存するものとすべきである。しかし、セーフティケースの文書化はどのくらい広範であることが必要な

⁴ 例には、次を含む。：品質保証計画を含めたマネジメントシステム；廃棄物インベントリ、施設の設計及び工学技術、母岩及び周囲の地質学、そして地表環境を含めたシステムの記述；シナリオ、モデル、仮定、データ及びパラメータ、考慮された被ばく経路並びに被ばくを受ける及び受けるおそれのあるグループ、そして行われた計算とそれらの結果を含めた安全評価；評価結果と、関連する規制上の限度、管理及び条件の関係、並びに、処分施設の全体的な安全及び管理に関する統合された結論

のかにかかわらず、文書化においては、説得力があり、追跡可能かつ透明性のある方法で論拠、論法及び裏付けとなる証拠が示されるべきである。文書化は、用いられたモデル、データと仮定並びに裏付けとなる定性的論拠の理解を容易にするものとすべきである。安全評価の結果は、システムの個々の構成要素及びシステム全体の性能を立証するように示されるべきである。重要な施設構成要素の予想される挙動の立証は、システム全体の性能に対する信頼を高める。これはまた、反復的な改善を支援するために構成要素の設計におけるいかなる弱点を特定するのにも役立つ。

5.33. セーフティケースの文書化における重要な考慮事項は、決定の正当化、根拠の追跡可能性及び情報の明瞭さである。正当化と追跡可能性は、処分施設の開発及び操作において行われた決定及び用いられた想定並びに安全評価の特定の一連の結果に至る際に利用されたモデル及びデータについて、十分に文書化された記録を要求する。正当化、追跡性及び明瞭さの確保は、処分施設の開発、操作又は規制に直接には関与していない専門家又は非専門家によるレビューを文書が受けることになる場合において、特に重要である透明性をもたらすことになる。重要な論拠、決定及び想定は、極めて専門的な少数の読者向けの非常に詳細な技術文書にだけ示されるよりもむしろ、高いレベルの文書に示されるべきである。

閉鎖後安全の十分な理解と信頼

SSR-5 [4]の要件 6：処分施設の理解と安全についての信頼性

「処分施設の操業者は、その施設の特質とその立地環境、並びに、適切な長い期間にわたってその閉鎖後の安全に影響を与える因子について、安全についての十分なレベルの信頼性が達成され得るように、十分な理解を進展しなければならない。」

5.34. 上述のように、事業者は処分施設の継続的な安全評価プログラムを責任を持って実施するべきである。安全評価の目的は、処分システムの性能及び放射線学的影響を評価することとするだけでなく、処分システム（施設とその周囲環境）がどのように挙動し変化

し得るのかに関する理解も発展させるべきである。システムの挙動を理解するために、特質、事象及びプロセスの特定並びに適切なシナリオの作成及びモデリングを伴う上述のような安全評価プロセスが用いられるべきである。構造化された不確実性解析の実行では、挙動の考え得る範囲を特定すべきである。セーフティケース及び安全評価の開発の一環として例えば地表環境、廃棄物及びバリアの劣化や放射性核種の移行について詳細を理解するために、処分システムの特定の部分並びに特定の事象及びプロセスについて更に詳細なモデリング研究を実施することが考慮されるべきである。処分システムにおいて重要になり得ると思われるプロセスに関する理解を深めるために、また、実験によって評価し得るものよりも長い時間軸と関連する情報をもたらすために、ナチュラルアナログからの情報が利用されてもよい。安全上の重要な因子を特定するために、感度研究が実施されるべきである。

5.35. 事業者は、施設の開発、操業及び閉鎖プログラムの間において、処分システムの理解の増進のための、また安全評価の進展のための、論理的で道理に基づいた戦略を定義すべきである。何が処分システム構成要素の十分な理解となるのかは、安全機能を果たす上で構成要素が演じることが意図された役割に左右されることになる。

5.36. 処分システム、並びにそれが施設内外の特質、事象及びプロセスにどのように依存するかに関する理解は、更に多くのデータが蓄積され科学知識が発展するに従って徐々に発展することになる。SSR-5 [4]の 3.30 項は、次の様に述べている。

「概念の開発初期には、得られたデータと理解のレベルは、更なる調査に向けた資源を委ねることができるように十分な信頼性を保証しなければならない。建設の開始前、廃棄物の定置中及び施設の閉鎖時において、理解のレベルは、計画の特定の段階へ適用可能な規制上の要件を満たすためのセーフティケースを裏付けるために十分でなければならない。」

5.37. 事業者は、処分システムの開発、操業及び閉鎖のいかなる段階にも存在する不確実性を公に認めるべきであり、操業時及び閉鎖後の安全性を確保することになるように施設が開発され管理されることを保証する、不確実性の管理アプローチを開発し適用すべきで

ある。不確実性の存在それ自体は、施設の開発と管理において次の段階へと進まないことの理由ではない。

5.38. 処分プログラムが進むにつれて、セーフティケースは、新たなデータ及び操業経験からの教訓を反映するために更新されるべきである。安全に対する信頼は、例えば、安全評価が可能な限り包括的であり、良好な科学的・工学的慣行とデータに基づいていること、処分システムが頑健である（すなわち、その性能は有害な事象及びプロセスに対して過度に敏感ではない）ことを示すことによって、廃棄物受入れ規準のような管理の適切性と有効性に関する証拠を提供することによって、更に施設の工学的特質の実現可能性及び有効性を立証するための情報を提供することによって、実証されるべきである。

6. 浅地中処分施設の開発の段階的アプローチにおける要素

段階的开发及び評価

SSR-5 [4]の要件 11：処分施設の段階的開発と評価

「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。」

6.1. 浅地中処分施設の開発と操業及び閉鎖は、数年あるいは数十年にも及ぶ可能性がある。開発過程の重要な決定時点において、追加資源の投入に先立って安全を評価するための要件は、プログラムを一連の段階（step）に分割することを必要とさせる。処分施設の開発、操業及び閉鎖における多数の段階（step）が存在するかもしれないが、最も重要な段階は、浅地中処分施設の建設の承認（建設）、廃棄物を受入れて定置するための承認（操業）、施設を閉鎖するための承認（閉鎖）、及び能動的制度的管理を終了する決定に

関する規制上の又は政府の決定時点において生じる。これらの各段階で、セーフティケースの更新が要求される[4]。レビュー及び更新はまた、他の理由から（例えば、計画の開発における事業者の戦略的選択のための情報とするため）、計画における他の段階（stage）においても実施されなければならない。このようなアプローチは、意思決定プロセスを支援する技術計画及びセーフティケースの品質に対する信頼を評価する複数の機会をもたらす、それ故に信頼を高める。浅地中処分施設の安全及び実現可能性に対する信頼は、段階的プロセスを通し、並びにプロジェクトの進展に従って成熟する安全研究によって強化される。図 1 は、決定を行うとき及び活動の段階の特定を含めた、処分施設の開発スケジュールを例示したものである。

6.2. プロセスにおけるそれぞれの段階について、事業者は、行うことが必要な決定とその決定を行うために必要な情報を特定すべきである。事業者はまた、適切な利害関係者を特定するとともに、それらの利害関係者をいつどのように意思決定プロセスに含めるべきかも決定すべきである。規制機関及びその他の関連する利害関係者の早期の関与は、意思決定の質を高めるとともに、プロジェクトの方向性について明瞭さをもたらす。

6.3. 段階的アプローチはまた、その過程において、独立技術レビュー、規制レビュー並びに政治的及び公衆の関与の機会も与える。レビューの性質と関与の程度は、国の慣行と問題になっている施設に左右されることになるが、規制機関の関与は、開発過程における初期の段階でなされるべきである。事業者と規制機関によって又はこれらに代わって行われる技術レビューは、立地及び設計のオプション、科学的基礎及び実施される解析の十分さ、そして安全基準と要件は満たされているかどうかを焦点とするべきである。廃棄物管理の代替オプション、立地プロセス、更に例えば公衆の受入れといったその他の側面は、より広いレビューにおいて考慮されるべきである。処分施設の寿命における全ての段階の間、安全の定期レビューも実施されるべきである。これらのレビューでは、処分システムの理解の改善、技術的及び規制のガイダンスの開発、そして当該施設及び他所の類似施設における操業経験に照らして、セーフティケースが継続的に適切であることを検証すべきである。

6.4. 重要な支援プログラム（例えば、サイト特性調査、設計活動、環境モニタリング、安全評価及び記録の保存）は、処分施設の開発、操業及び閉鎖におけるいくつかの段階にわたって継続されるべきである。情報はセーフティケース、設計及びサイト特性調査と共に成熟し徐々に進展するため、これらの重要なプログラムに由来する情報は、処分プロジェクトの他の側面を横断して共有されるべきである（例えば、セーフティケースは、不確実性の関連性についてサイト特性調査及び設計プログラムに情報を与えるべきであり、

性能モニタリングは、セーフティケースの中で行われた仮定を確認するために利用されるべきである）。段階的プロセスは、連続する段階にわたって情報が徐々に進展するのに従ってその価値を最大化すべき反復プロセスである。

6.5. 施設の設計、試運転、廃棄物の受入れ及び操業のプロジェクト管理並びに閉鎖後の要素を容易にするために、付加的な段階が導入されるべきであり、これをセーフティケース又は裏付けとなる安全評価の補完的なレビューのポイントとして役立てるべきである。

サイト特性調査

SSR-5 [4]の要件 15：処分施設のサイト特性調査

「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様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、起こりうる自然の変化、起こりうる自然事象及び、関心のある期間で施設の安全に影響するかも知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。」

6.6. 放射性廃棄物処分施設の立地プロセスにおいては、4つの段階が認められるべきである（図5を参照）。

- (1) 概念計画段階；
- (2) エリア調査段階；
- (3) サイト調査段階；
- (4) 処分施設の建設のためのサイト認可へ向けた詳細サイト特性調査段階。

最初の3つの段階に関する更なる情報については付録Iを参照のこと。これは本章との関連で読まれるべきである。サイト調査は、初期のエリア調査段階における全般的な検討から、候補サイトが特定され、特定の目的への取り組みが行われ不確実な特性に的が絞られるに従って、徐々により詳細な特性調査プログラムへと進むべきである。詳細なサイト特性調査は、処分施設の建設のためのサイトの認可のために実施されるべきであり、

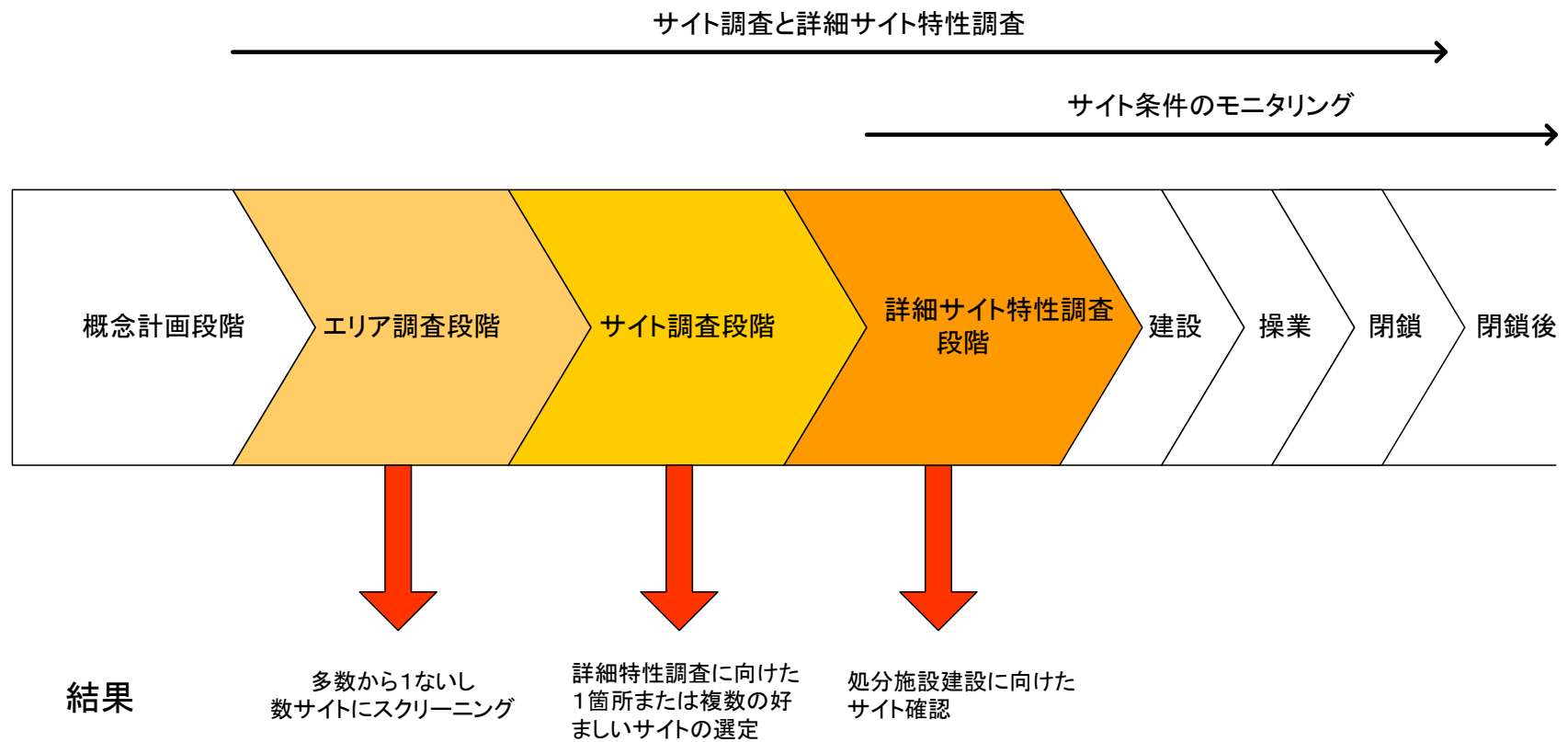


図5 立地プロセスの段階

建設及び操業段階を通して継続することもある。

6.7. 立地プロセスにおける概念計画段階では、処分施設に関する基本的な制限を加えるパラメータを考慮すべきである。事業者は、処分されることになる廃棄物の種類、計画されている廃棄物量、サイトに関する基本要件、そしてサイトを検討対象から不適格にすると思われる具体的規準などの課題を扱うべきである。この情報は、事業者が施設の一般概念を構築するのを助けることになる。この段階において完了される作業は、次の段階すなわちエリア調査段階の基礎として役立つものとすべきである。

6.8. エリア調査段階においては、対象地域における 1 箇所以上の潜在的サイトを焦点とするために、概念計画段階において特定された望ましい特性及び考え得る制限が用いられるべきである。事業者は、施設の一般概念設計に適応すると思われる適切な特質と特性を有するエリアに着目することによって、対象地域を狭めるべきである。この段階は、適合しないサイトの排除及び潜在的に許容できるサイトの場所の特定につながるものとすべきである。次には、意図された種類の廃棄物の処分に関する安全要件を処分施設が満たし得ることを確認するために必要な情報をもたらすのに適切な詳細度で、可能性のあるサイトの特性調査が行われるべきである。

6.9. サイト特性調査の重要な部分は、当該サイトが長期にわたってどのように挙動することになるのかを理解することにある。サイト特性調査は、自然環境が放射性核種の閉込めと隔離に与えることになる影響に関する情報を提供すべきである。操業期間中は多くのプロセスの影響が緩和され得るが、閉鎖後期間は受動的管理に依拠する。したがって、浸食、洪水、地震及びその他の破壊的プロセスの潜在的な影響が十分理解されるべきである。

6.10. サイト特性調査は、サイトにおける自然の特質、事象及びプロセスを（現在、過去及び潜在的には将来において）理解すし、それらの空間的及び時間的な範囲及び変動性を記述するために行われる活動である。サイト特性調査は、セーフティケース及び裏付けとなる安全評価の開発を支援するのに十分包括的なサイトの記述に寄与すべきである。浅地中処分施設の場合、この記述は、周辺住民及び土地利用に関する情報を含むべきである。サイト特性調査が実施される背景並びに目的の明確な理解が、行われるべきサイト特性調査活動の範囲及び焦点を適切に定義するためになされるべきである。サイト特性調査活動は、データの取

得（すなわち、様々な種類の測定、サンプリング及びモニタリング）並びに、情報の生成及び理解のためのデータの解釈から構成されるべきである。

6.11. 最終的に、サイト特性調査から得られる情報に基づく処分システムの理解は、サイトにおける自然システムの信頼できる科学的記述と、安全上の重要な特質、事象及びプロセス（地質学、水理学、地球化学、気象学などに関する）の理解の証明を与えるべきである。この理解は、安全評価の技術的基礎に対する信頼を支えるために必要である。

6.12. 詳細なサイト特性調査プログラムは、処分施設内の廃棄物の長期的な閉込めと隔離の安全評価に対する技術基盤を支えるために必要なサイト固有のデータをもたらすために実施されるべきである。定量的なデータは、それらの最終用途にふさわしい（要求されるデータの正確さ及び精度並びに空間的変動性に関するそれらの代表的性質の点で）詳細度で取得すべきである。付録 II は、サイト調査と特性調査のプログラムから得られると期待される情報の種類についてガイダンスを示してある。しかし、このリストは網羅的なものではなく、特にサイトの閉込めと隔離能力に関して、どのような情報がどの程度詳しく要求されるのかは、サイト固有の状況が決めることになる。

6.13. サイト認証段階、あるいはこの段階に至るまでの詳細調査は、望ましい特性を持ったサイトにおいて行われ、以下のようにして十分な詳しさと母岩の環境を特徴付けるために行われるべきである。

- (a) 採用された安全戦略におけるサイト及びその環境の役割を裏付ける又は確認する；
- (b) 望ましいサイトが選択されたことを裏付ける又は確認する；
- (c) 施設の詳細設計のために必要とされる追加的なサイト固有情報をもたらす；
- (d) 安全評価のための追加的なサイト固有情報の提供。

6.14. どのような情報が要求されるのか、それはなぜ、どのようにもたらされることになるのかという点での、サイト特性調査プログラムにおけるそれぞれの段階の目的は、開発過程の初期段階において定められるべきである。プログラムにおいて収集される情報は将来の評価及び関連する決定を支援するための情報としてどのように利用されることになるのかという記述が含まれるべきである。同時に、詳細な目的並びにデータの取得及び解釈の方法は、理解の進展あるいは、安全評価モデリングによって特定された優先事項の変化に応じて修正する必要があるかもしれないことが認識されるべきである。

6.15. サイトの現在の特性を記述することに加えて、サイト特性調査プログラムは、サイトの過去の变化からの情報を収集し解釈すべきである。そのような情報は、サイトの将来の自然変遷に関するシナリオの、また、自然の要素と人工の要素の間の相互作用を含めて、処分システムの性能に影響を及ぼし得る特質、事象及びプロセスの関連性を評価するためのシナリオの特定を支援するために利用されるべきである。しかし、将来の変遷に関するシナリオでは、現在及び予見し得る将来における人間活動の潜在的な影響など、将来と過去の間で予想される相違も考慮すべきである。過去のサイト変遷を考慮する際の時間軸は少なくとも、安全評価において対象となる将来の時間軸に匹敵するものとすべきである。

6.16. サイト特性調査プログラムにおいては、建設前、建設及び操業段階の間にモニタリングすべきサイト状態を特定すべきであり、サイトの元の条件のふさわしいベースライン記録を確保するために要求される測定の詳細度（例えば、正確さや精度）を定めるべきである。この天然システムのベースライン記録は、施設の建設及び操業によって引き起こされる変化の有無を決定するために、将来のサイトモニタリングの結果をそれに照らして比較することができる参照値を提供するであろう。

6.17. サイト特性調査プログラムは、データの品質と長期的な有用性並びにそれらの利用可能性を確保するために、適切なマネジメントシステム（7.20～7.33 項を参照）の中で実施されるべきである。このマネジメントシステムは、サイト特性調査データには空間的に分布する情報及び時系列データが含まれることを、また、そのような情報は将来のモニタリングのためのベースラインの確立を支援するために必要になることを考慮に入れるべきである。

6.18. サイト調査においては、収集されるいかなる追加データの値も、安全、及び、特に安全評価に重大な影響がないような段階(stage)が来ることになる。サイト特性調査が完了したという決定は、安全評価及び施設の設計を裏付けるため、若しくはシステム及びプロセスの理解に対する信頼を高めるために必要なパラメータの値及びデータの量と質について、サイト特性調査プログラムの目的は果たされているという保証と関連づけなければならない。例えば、感度研究を行うことによって、重要なデータの不確実性はマネジメントできる範囲であること、計算された線量及びリスクは関連規準に適合するものであること、そしてこれ以上のいかなるデータ収集もセーフティケースに対する信頼を増進することはないと思われることを示すことができるかもしれない。その様なきまで、特性調査活動は、

更なるデータをもたらすために、また必要であればセーフティケースに残存するいかなる不確実性も低減するために、建設及び操業段階において継続すべきである。

設計

SSR-5 [4]の要件 16：処分施設の設計

「処分施設とその人工バリアは、危険性を伴う廃棄物を閉じ込め、母岩となる地層及び/又は地表環境と物理的、化学的に適合し、立地環境によりもたらされるそれらの特質を補完する閉鎖後の安全特質をもたらすように設計されなければならない。施設とその人工バリアは、操業期間中の安全をもたらすように設計されなければならない。」

6.19. 浅地中処分施設は、工学的な適用において通常考慮される時間枠よりもはるかに長い期間にわたって機能することが期待されている。類似の材料が自然界で振る舞ってきた状況、あるいは古代の人工遺物と人為的建造物が時間とともにどのように振る舞ってきたかの状況の調査は、施設の長期性能の評価の信頼性に寄与するために実施されるべきである。長期にわたる材料の耐久性を裏付けるための技術的な正当化も、所与の適用状況における材料に対して適切な試験によって展開されるべきである。廃棄物パッケージの製造及び人工構成物の建造の実現可能性並びにそれらの特質の実証は、十分なレベルの性能が達成され得るかどうかを評価し、達成され得るとの信頼を生むために実施されるべきである。新規のユニークな処分施設については、建設の実行可能性も実証されるべきである。セーフティケース及び裏付けとなる安全評価に対する信頼を増進するために、他の処分プロジェクトにおける類似設計及び類似材料の使用に関する情報が提供されるべきである。

6.20. 施設の設計は、操業期間と閉鎖後期間の両方における安全をもたらすことが求められる。それはまた、モニタリング、セキュリティ、同時並行して行われる活動（掘削及び廃棄物の定置）、及び求められれば、回収可能性と可逆性のための要件も考慮するべきである。施設の閉鎖計画及び制度的管理措置の実施は、施設の設計の初期段階において考慮されるべきである。施設の設計は、設計要件の影響が操業時及び閉鎖後の安全の評価において適切に評価されることを可能にできる十分に詳細かつ正確なものとすべきである。施設の設計は、施設開発、操業及び閉鎖の各段階にわたって変化し徐々にいっそう詳細なも

のになるので、その設計の変更が規制規準との適合に及ぼす影響を評価するために、安全評価が更新されるべきである。

6.21. 施設の設計は、当該サイトにおいて処分されることになる廃棄物を考慮に入れるべきである。施設の開発が目的とする廃棄物の種類や品質は、開発プロセスの初期の段階で特定されるべきである。概念計画段階に先立って、国の廃棄物管理の政策と戦略は、当該施設において処分されることが提案される廃棄物の種類（例えば、原子力発電所の運転及び／又はデコミッショニングからの LLW 及び VLLW；医療、産業、農業、研究及び教育において発生する放射性廃棄物）、廃棄物の量と特質、そして廃棄物の放射能インベントリを考慮すべきである。施設の設計過程においては、概念の特定及び実際の設計を支援するために、廃棄物に関する情報が利用されるべきである。

6.22. 処分施設の候補サイトの適合性を確認するために、施設の初期設計が利用されるべきである。施設の設計、サイトの物理的特性及び廃棄物又はインベントリの特性は相互に依存しており、これらは、処分システムの望ましい性能を達成するために一連の独立した補完的安全機能を計画することが可能であるように管理されるべきである。施設の初期設計は、施設の設計及び廃棄物の特質と組み合わせると、当該サイトが放射性核種の十分な閉込めと隔離を必要な期間にわたってもたらしことになるということを立証するために利用されるべきである。初期設計は、許認可プロセス内の正式な承認を受けるものとされるべきである。

6.23. 施設の設計とその建設の品質はまた、制度的管理期間の継続が予測される期間と閉鎖後のニーズに適合すべきである。受動的管理に依拠して将来世代に過度の負担を課さないという原則に従い、制度的管理期間の間に処分施設の接近可能な要素（最終キャップなど）を保守及び補修する必要性は、実行可能なかぎり最小化すべきである。

6.24. 施設の設計は、計画された操業活動及び放射線防護の慣行（すなわち、出入管理やゾーニング）に適応させるべきであり、これは推定された放射線被ばくの条件及び汚染がある可能性に基づいて決定されるべきである。第 4 章において言及したように、操業安全

のための施設設計は、能動的システムと受動的システムの双方を含んでもよく、関連する放射線防護と産業界の最善慣行と最善技術に依拠するものとすべきである。

6.25. 作業時の放射線モニタリングのための手段は、予期される作業時事象と、異常事象及び想定事故のいずれにも考慮を払って立案されるべきである。モニタリングプログラムは、モニタリング装置を含めて、起こりそうな受容体の位置に基づいて定められるべきであり、現実的な経路を反映するべきである。被ばく経路は作業者の場合と公衆の構成員の場合で異なることがあり、被ばく経路の相違は放射線モニタリングステーションの種類と位置に反映させるべきである。外部放射線レベル、エアボーン汚染及び水汚染（適宜、地下水及び地表水）を測定するために、適切なモニタリングステーションが設置されるべきである。このプログラムには、公衆の被ばく経路を明らかにするために、サイト内の管理区域及び非管理区域の内部及びサイト外における測定点が含まれるべきである。

6.26. 施設設計のプロセスは、構成変更管理(configuration change control)にも備える適切なマネジメントシステムに従わせるべきである（7.20～7.33 項を参照）。作業上の安全と閉鎖後の安全のための人工バリアの設計属性について特性を評価し、マネジメントシステムがその様なバリアの安全上の重要性の程度に応じて管理を適用することができるようにすべきである。

6.27. 処分は、回収の意図を持たずに、適切な施設に廃棄物を定置することとして定義されているが、国の体制によってはそれでもなお、閉鎖前のいかなる期間においても廃棄物の回収可能性（廃棄物の安全な回収のための設計）を可能にすることが要求されるかもしれない。廃棄物を回収できることが設計要件である場合、閉鎖後の施設の安全性能を危うくしないような方法で、概念設計及び後続の設計プロセスにおいてこれを考慮すべきである。あらゆる設計要件を満たすのと同様に、設計上の原則と整合する最適化アプローチが採用されるべきである。回収は、施設の開発、作業及び閉鎖の全ての段階に対して想定され得るものであるが、サイト閉鎖後の回収は、例外的な状況と考えるべきである。

6.28. 閉鎖後期間における安全のための施設の設計は、頑健性、単純さ、技術的な実行可能性及びバリアの受動的作用という指針に従うものとすべきである。処分施設は、処分サイトの長期安定性を達成するように、また、閉鎖後に処分サイトの能動的な保全を継続す

る必要性を実行可能な限り排除するように、設計され操業されるべきである。施設の設計では、母岩環境に内在する特質（侵食、洪水、地震及びその他の破壊的現象の可能性を含む）を考慮に入れるべきである。しかし、これらのプロセスの相対的重要性はサイトによって異なることになるため、施設の設計では、性能目標及び規制要件を満たす上で最も本質的な問題を提起するプロセスを焦点とすべきである。

廃棄物受入れ

SSR-5 [4]の要件 20：処分施設における廃棄物の受入れ

「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。」

6.29. 放射性廃棄物処分施設に処分されることになる廃棄物の種類が、施設とその操業が作業者及び公衆に与える可能性のある危険性の、最も重要な決定因子となる。したがって、処分することを意図された廃棄物の、放射能レベルとその他の特質のいずれについても、施設の設計及び安全評価において考慮されるべきである。廃棄物が処分施設に定置される時には、事業者は、廃棄物受入れプロセスを通じて、廃棄物パッケージ及び該当する場合は非パッケージ化廃棄物が施設の廃棄物受入れ規準に従うものであることを保証すべきである。この廃棄物受入れプロセスでは以下を保証すべきである。

- －処分施設が安全に操業されること（例えば、通常操業状態と予期される操業中事象のいずれにもおける廃棄物パッケージの安全な取扱いによって）。
- －廃棄物フォーム及び廃棄物パッケージングが、操業段階に対して、また該当する場合は閉鎖後段階に対して、それらに割り当てられた安全機能を発揮するようになること。
- －施設に定置される廃棄物が、放射性核種濃度及び／又は全放射エネルギーに関するあらゆる制限に従うものであること。
- －廃棄物の特性が、システムの他の構成要素に対して、安全機能の喪失又はその性能の著しい低下につながると思われる程度までマイナス影響を及ぼすことにはならないこと。

6.30. 浅地中処分されることが意図された廃棄物は、廃棄物受入れ規準との適合を保証するのに十分な情報をもたらすために、その特性が評価されるべきである。処分のために受け入れられる廃棄物及び廃棄物パッケージがこれらの規準に従うものであることを検証するため、そしてそうでない場合は、責任を負う当事者、すなわち廃棄物発生者又は処分施設の事業者のいずれかによって是正措置が講じられることになることを保証するための手配が準備されるべきである。廃棄物特性調査活動は、廃棄物管理プロセスの初期（すなわち廃棄物の発生及び廃棄物処理の段階）において行われるべきである。廃棄物パッケージに適用される品質管理は、廃棄物処理、コンディショニング前の試験（例えば容器の）及びコンディショニングプロセスの管理に関する記録に基づいて決定されるべきである。コンディショニング後試験及び是正措置の必要性は、実行可能な範囲に限定されるべきである。

6.31. 事業者によって定められる廃棄物受入れプロセスは、廃棄物発生及び廃棄物処理の段階を考慮に入れるべきである。それぞれの国における責任に応じて、廃棄物発生者及び廃棄物管理組織又は処分施設の事業者は、廃棄物発生、廃棄物処理及び廃棄物特性調査を管理するための廃棄物受入れ規準、技術的仕様及び手順を定め、及び／又はそれを適用するべきである。これにより、処分のための廃棄物受入れ規準を満たすことが可能であり、それが満たされることを保証するメカニズム（例えば、手順及び管理）が、廃棄物発生及び管理プロセスの間にわたって実施されることになることを保証すべきである。廃棄物受入れプロセスの一環として、事業者は、廃棄物を処分のために受け取る際に検証及び管理を実施すべきである。廃棄物受入れプロセスの重要な要素については、例えば許認可申請のためのセーフティケースの一部として、承認を得るために規制機関に提示されるべきである。

6.32. 廃棄物受入れ規準の策定においては、浅地中処分は短寿命放射性廃棄物について意図されたものであり、長寿命放射性核種は限られた量のみ含むものであること、また、一般的に、より長寿命の廃棄物は、より高いレベルの閉込めと隔離を必要とし、それは浅地中処分によってはもたせないことが強調されるべきである。放射性廃棄物管理に関する国の政策では、長寿命放射性核種に関するこれらの制限が重視されること、並びに、長寿命放射性核種の濃度が比較的高い廃棄物はそのような廃棄物を受け入れるように設計される施設に処分されることを保証すべきである。

6.33. 廃棄物受入れ規準は、廃棄物発生者及び他のあらゆる廃棄物管理組織及び規制機関を含めた関係当事者間の反復的対話プロセスの一環として、処分施設の事業者によって策

定されるべきである。これらの規準は、廃棄物発生プロセス、廃棄物処理オプション、その結果として予想される処分予定インベントリ、そして処分施設の操業安全（輸送の安全を含む）と長期安全のいずれをも考慮に入れて、セーフティケースの一部として策定されるべきである。長期安全の点での廃棄物受入れ規準の策定のために採用されるアプローチでは、処分施設からの放射性核種放出に関するシナリオと人間侵入に関するシナリオのいずれをも考慮に入れるべきであり、通常の変遷と自然による擾乱プロセス並びに人間侵入の可能性に対応する線量及びリスク拘束値を用いるべきである。

6.34. 廃棄物受入れ規準は、廃棄物の操業期間及び閉鎖後期間において安全の上で重要な特性を含むべきであり、以下を明記すべきである。

- －それぞれのパッケージに含まれる放射能の許容レベル及びそれぞれのパッケージに含まれる長寿命放射性核種の許容レベル；
- －許容できる表面線量率と表面汚染；
- －廃棄物及び廃棄物フォームの化学的及び物理的特性の許容範囲；
- －処分される廃棄物中において許容できない物質又は特性；
- －廃棄物パッケージそれぞれの許容寸法、質量及びその他の製造仕様；
- －廃棄物特性調査に関して許容される不確実性の限度；
- －添付文書に関する要件。

IAEA安全基準シリーズNo.GSG-1 「放射性廃棄物の分類」[8]の2.26項に述べられているように、個々の廃棄物パッケージ内の長寿命放射性核種の放射能濃度のレベルに係る制限は、平均された放射能濃度レベルに対する制限によって、あるいは、より高い放射能濃度レベルの廃棄物パッケージを浅地中処分施設の選択的な位置に定置するような操業上の手法によって補うことも可能である。

6.35. 実際に処分された廃棄物の特性は、閉鎖の準備、計画で定められた又は予想された許可終了までの時間枠、能動的及び受動的な制度的管理を含んだ閉鎖後活動など、施設の操業終了時に実施することが必要になることの準備に影響を及ぼす。施設を閉鎖する際、閉鎖された施設のための管理プログラムを実施する際、そして許可の終了まで及びその後の制度的管理の最低期間を決定する際は、様々な因子が考慮されるべきである。その因子の例は、管理期間の時間枠において生物圏に到達し得ると思われるかなりの量の移動性放射性核種の存在、非放射性ガス発生の可能性や、長寿命放射性核種の総インベントリを含む。

6.36. 放射性廃棄物インベントリの観点からの浅地中処分システムの最適化は主として、適切な廃棄物受入れプロセスを通じて施設に処分することができる放射能、特に長寿命放射性核種の放射能を制限するために採用される慎重なアプローチによって扱われるべきである。最適化の更なる段階が考慮される場合、放射性廃棄物管理の様々な段階に関する広範な視点が適用されるべきである（例えば、廃棄物の発生及び廃棄物処理における廃棄物の更なる分離、浅地中処分施設に処分されることになる特定の廃棄物ストリームに存在する長寿命放射性核種の量の低減の実行可能性）。そのように広範な視点を適用する際には、浅地中処分施設にとっての安全上の利益を、廃棄物管理施設における職業被ばくの何らかの増大及び経済的因子と正しく釣り合わせるべきである。

6.37. グレーデッドアプローチとセーフティケースでなされた仮定に従い、処分施設において予期される状況下での廃棄物パッケージとパッケージ化されていない廃棄物それぞれの物理的、化学的安定性を確認するため、並びに、事故、異常事象又は、異常状態の場合においてそれらが十分な性能を持つことを保証するために、廃棄物フォームの挙動のモデル化及び／又は試験が行われるべきである。

6.38. 廃棄物の受入れと処分の記録は、廃棄物の受入れと関連する情報に対応するように構成されるべきである。

建設

SSR-5 [4]の要件 17：処分施設の建設

「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様な方法で建設されなければならない。建設活動は、操業期間中の安全を確保するような方法で実施されなければならない。」

6.39. 施設の建設は、承認された施設設計に従って、また、建設の開始後に必要となるかもしれない承認された設計変更に従って進めるべきである。施設の安全上の重要なシステ

ムと構成要素の建設は、規制機関の要件に従って施設の建設が承認されるまで開始すべきではない。

6.40. 建設に先立って、効率的な文書マネジメントシステムによって、適切な文書化が実施され維持されるべきである。特に詳細な設計図及び建設図、技術仕様書や製造技術文書が全て策定され維持されるべきである。あらゆる建造物（構造物）、設備及び機器に適用可能な規格及び基準が特定されるべきである。

6.41. 建設又は製造を開始する前に、製造計画が利用できるようにされているべきであり、あらゆる材料仕様が熟知されているべきである。そのような計画では、材料の規準、仕様及び品質保証基準が特定されているべきである。安全関連の設備、構造物及び機器がそれらの安全機能を要求どおりに果たすことを保証するように設計され、製造され、建設されることを保証するには、適切な品質保証及び品質管理プログラムが含まれている適切なマネジメントシステムが不可欠である。建設前段階及び建設段階の進行においては、検査及び検証手段が講じられるべきである。このプロセスは、施設が、セーフティケースに示された承認された設計、又は規制機関によって評価され承認されている「竣工状態」に合わせた修正に従ったものであることを保証するものである。

6.42. 規制機関に提出される文書は、詳細に記述されるべきである。規制機関は許認可申請書の作成において申請者を支援するためのガイダンスを提供すべきであり、国によっては、そのようなガイダンスが標準レビュー計画の形で提供されている。これらの計画及び指針に従うことは、規制機関に提出される申請書及びそれを支える文書が、要求事項を満たすとともに、それらが、当該プロジェクトのレビュー、承認及び建設の遅延に帰着し得ると思われる構造上の欠点又は欠陥を含む可能性を低下させる尤度を高めることになる。

6.43. 施設の初期建設段階は、サイトの準備、建屋の建設、機器とユーティリティの建造と設置及び付随する支援設備の建造のような様々な活動を含む。処分施設の建設においては、不必要に広範な掘削の展開、エリアの過度の擾乱、化学的に有害な物質の現場環境への導入などの立地環境に対する擾乱が、回避又は制限されるべきである。建設技術に関する最善事例が特定され、建設手順に組み込まれるべきである。建設活動は全て、立地環境の本来的な閉込めと隔離の特質が実行可能な限り最大限保護されるように実施されるべきである。

6.44. 実現される施設が、セーフティケースに述べられている設計に従うものであること又は、「竣工状態」に合わせた修正が評価されておりセーフティケースに何ら影響を及ぼすものでもない旨を示していることを保証するために、建設時に実施される安全関連活動（すなわち、セーフティケースの中で特定され、規制機関による承認を受けなければならない活動）の品質の管理に重点が置かれるべきである。

6.45. 初期建設段階の終了時に、設備と機器は、承認された設計に従い機能し、要求される性能規準を満たしているかどうかを決定する一連の試運転試験を受けるべきである。試運転期間は、これらの試験を実施し、設計と操業手順の適切性を評価するために利用されるべきである。

6.46. 建設活動は、廃棄物処分の区画（waste disposal cell）及びトレンチが開かれて閉じられるという施設の操業期間中においても、継続するかもしれない。建設の進行と廃棄物の定置を含む操業活動は、職業上の健康と安全を保証する方法で実施されるべきである。全ての活動の管理と実行は、最善の放射線防護、産業安全及び土木工学安全慣行の組合わせを反映するものであるべきである。施設の建設活動の安全は、既存の原子力又は産業施設に類似する最新の安全慣行に依拠するものとすべきである。作業者と公衆の双方を防護するため、施設が建設される間の、操業活動に対して、放射線防護における最善の慣行が採用されるべきであり、それに従うべきである。

操業

SSR-5 [4]の要件 18：処分施設の操業

「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。」

6.47. 操業の承認（許可）取得の要素として、また施設における最初の廃棄物の受入れに先立って、事業者は、適用される規制要件を満たし、施設の構造物、設備及び機器の適切性を立証すべきである。事業者は更に、必要とされるサービス、機能及び手順が用意され

ていることも検証すべきである。この立証は、通常状態及び異常事象並びに緊急時状態について行われるべきである。安全関連機器の作動性及び通常操業の一環としての廃棄物の安全な取扱い、定置、必要な場合の回収手順を含めた操業手順の適切性を評価するために、試運転プログラムが利用されるべきである。

6.48. 事業者は、通常の操業状態及び異常な状態での作業者と公衆に対する危険とリスクが合理的に達成可能な限り低いレベルに低減されていることを立証するため、安全評価とセーフティケースを改定し、更新すべきである。安全のための能動的管理は、施設への立入りが必要である間は維持されるべきである。これには廃棄物の定置が終了した後及び施設の最終閉鎖前の延長された期間が含まれるかもしれない。操業に伴う危険とリスク（例えば、火災と洪水）は、セーフティケースの中で特定されるべきである。これらの危険及びリスクを管理するための方針、慣行及び手順が実施されるべきである。

6.49. 施設の安全な操業のために必要なあらゆる活動について、方針及び手順が策定されるべきである。手順は、施設の文書マネジメントシステムの一環として正式に文書化され維持されるべきである。作業者がその作業を適切に実施し得ることを確保するために、明文化された指示、正式な訓練及び作業者の認定が与えられるべきである。

6.50. 操業は、職業上の放射線防護[3, 21]を規定する承認された手順に従って実施されるべきである。事業者は、そのような手順及び指示が施設における作業者によって守られることを保証する責任を負う。

6.51. 事業者は、処分施設の安全な操業と関連する活動が適切かつ安全に成し遂げられ得ることを保証する訓練プログラムを開発すべきである。あらゆるレベルの人員が必要な能力を有することを保証するように、訓練プログラムが定められるべきである。これらの訓練プログラムは、活動のための知識及び実務的な経験を与えるものとすべきであり、また安全文化の発展を促進するものとすべきである。これらの訓練プログラム及び関連する手順は、操業経験からのフィードバックの解析により得られた経験を組み込むために、定期的に更新されるべきである。

6.52. 操業手順（廃棄物の受入れ、取扱い及び定置手順を含む）が整備され、試験され、また安全向上のために定期的にレビューされ更新されるべきである。事業者は、施設にお

ける作業者がそのような手順及び指示に従うことを保証すべきである。手順書と実践が十分に周知され、文書化され、守られることを保証するために、作業者の訓練及び認定が用いられるべきである。

6.53. 構造物及び機器がその意図された機能（安全関連及び非安全関連）を施設の寿命を通して果たし続けることを保証するために、保全手順が整備されるべきである。安全上の重要な事項（例えば、廃棄物取扱い又は廃棄物管理のための機器）は、定められた手順に従って検査され、試験され、保全が行われるべきである。支援設備（機械、土木及び電気関係の構造物、設備及び機器）の定期保全も、定められた方針及び手順に従って実施されるべきである。

6.54. 浅地中処分施設はその最終閉鎖まで長期間にわたって操業することになるため、動的システムと静的システムのいずれについても経年劣化を管理するプログラム（例えば、予防保全プログラム）が実施されるべきである。動的機器は保守プログラムの焦点となるべきである。経年変化管理プログラムは、操業段階並びに閉鎖後期間に健全性を維持することが要求される静的構造物（例えば、工学的特質）についても実施されるべきである。経年変化管理プログラムは、それがなければ閉鎖後に至るまで発見されないかもしれない建設及び操業に関する問題を発見できるように立案されるべきである。

6.55. 事業者が作業者の能力を確認することを可能にし、訓練及び認定プログラムの有効性を評価し、そして安全な作業環境を促進するために、品質保証手順が実施されるべきである。そのような手順の目的は、施設における活動が標準操業手順に従って実施されていることを、また、施設の操業の最も高いリスクであり最大の危険を伴う側面に資源を集中させるように、グレーデッドアプローチが安全に対して適用されることを確保することである。

6.56. 発生するかもしれない、サイト内外に影響を及ぼすかもしれない緊急事態に対処するために、緊急時手順が定められるべきである[22]。セーフティケースでは、サイト内及び／又はサイト外の重大な影響に帰着するであろうシナリオに、いかなる因子が寄与し得ると考えられるのかを示すべきである。結果として整理されるシナリオには操業の現実が反映されるべきであるが、最悪ケースの状況の解析も考慮されるべきである。これらのケース又はシナリオに対処するために、緊急時計画が策定されるべきである。これらの緊急時計画は、国の規則に従って適切な間隔で試験されるべきである。

6.57. 廃棄物が取り扱われ、貯蔵され、定置される区域への立入りは、廃棄物に関する安全と核物質防護を確実にするために管理されるべきである。いかなる不法侵入も検知し迅速に対策を講じるための準備が行われるべきである。

6.58. 機械、土木及び電気関係の構造物及び機器の保全は、予防保全スケジュールに従って実施されるべきである。安全上の重要な要素（例えば、廃棄物取扱い及び廃棄物吊り上げのための機器）は、処分施設の保全スケジュールに従って、検査され、試験され、保全されるべきである。まだ開放されているユニットに加えて、操業段階の間に既に閉鎖されている処分ユニット（例えば、施設のボルト、トレンチ及び区域）は、保全スケジュールに算入されるべきである。機器、手順及び状態の変化及び変更は全て明確かつ完全に文書化されるべきであり、要求される場合、そのような変化及び変更はセーフティケースの中で正当化されるべきである。

6.59. 設計の変更及びプロセスの改良は、施設の操業において不可避の部分である。文書化し変更の承認を可能にし、また施設における変化を追跡可能にするために、構成制御と管理（configuration control and management）のためのシステムが開発されるべきである。浅地中処分施設は、内部的及び外部的影響を含めたいくつもの理由から設計の変更を必要とするかもしれない。プロセスの改良は、人的資源管理の改善又は被ばく管理の改善の必要性から生じる。例えば、職業人の被ばく線量率及び放射性物質放出のモニタリングは、性能向上、被ばく低減及び放射性物質のサイト外放出の低減に寄与し得る手順の改定を含む設計変更の必要性を示唆するかもしれない。同様に、環境モニタリング（例えば、地下水モニタリング）は、安全評価においてモデル化されたプロセス及び特質が予想どおりに機能しているのかどうかを示すかもしれない。

6.60. 一番最後の廃棄物パッケージ定置から最後の処分区画又はトレンチの閉鎖までの期間の長さは、できるだけ早期に受動的な安全特質を最大限利用できるようにするために、可能な限り短くすべきである。

6.61. サイト及び放射線管理区域への出入りの管理は、作業員及び公衆の被ばくが合理的に達成可能な限り低いものであることを確保するために重要な部分である。

施設の閉鎖

SSR-5 [4]の要件 19：処分施設の閉鎖

「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。」

6.62. 浅地中処分施設の閉鎖は、運転システムと機器のデコミッショニング及び、長期安全のために必要な安全機能をもたらすことが立証されている状態に施設を置くことを含むべきである。

6.63. 施設の閉鎖プロセスは施設の閉鎖計画の中に文書化されるべきである。一般的には、廃棄物が定置され処分ユニットが満杯になるのに従って、サイトの部分又は分割部分が閉鎖されるかもしれない。廃棄物容量に達し、最終的なサイト閉鎖活動が完了するまで、施設の別の場所においては、処分活動が継続しているかもしれない。施設の閉鎖計画は施設が操業されている間に策定されるべきであり、計画された処分活動に対して指示及び体制を与えるものとすべきである。施設の閉鎖計画では、施設に処分されることになる廃棄物の種類、処分活動の時期、廃棄物量の年間推定値、回収が要求されるかもしれない場合（特に、選定した場所に、相対的に高い放射能濃度の廃棄物を定置する場合に関して）は施設内の廃棄物の位置及び個々の処分ユニット（ボルト、区画又はトレンチ）を段階的に暫定閉鎖することなどの因子を考慮に入れるべきである。最後に、施設の閉鎖計画では、最終人工バリア及びサイト位置標識（マーカー）（適用可能であれば）の設置並びに、施設がどのように制度的管理期間へと移行することになるのかについて述べるべきである。規制機関は、施設の閉鎖計画を承認するに当たって、そのレビューを行うべきである。施設の閉鎖計画はまた、長期的な計画と、それらが地元地域社会にどのような影響を及ぼし得るのかについて知らせることによって、公衆とのコミュニケーションのための手段としても役立つものとすべきである。

6.64. 施設の閉鎖計画は、閉鎖後安全に対するセーフティケースの一部となるべきである。処分施設の閉鎖後安全は、施設の設計、建設及び操業に依存する。閉鎖後の期間に対する要件は、施設の設計において考慮されるべきであり、閉鎖特質の設計は、施設の設計が進展するにつれて、更新されるべきである。セーフティケースを更新する際は、閉鎖後期間

における施設の性能が考慮されるべきであり、更新されたセーフティケースは、閉鎖システムが有効であり、閉鎖後の処分施設の安全が保証されることになる証拠を示すべきである。

6.65. 建設活動が開始されて処分ユニットへの定置がされる前に、閉鎖の特質は意図どおりに機能することになるという十分な証拠が利用できるようになっているべきである。処分活動が開始されたら、廃棄物の定置やキャップの暫定設計などの作業上の因子に関する決定に情報を与えるために、閉鎖後性能の目標が用いられるべきである。閉鎖活動は、処分ユニットが満杯になるのに従って、施設の寿命においても早期のうちに開始されるべきである。個々の処分ユニットの閉鎖が施設全体に関するセーフティケースに及ぼす影響は、十分に理解され適切に文書化されるべきである。

6.66. それぞれの処分ユニットの閉鎖活動は、それら全体で施設の閉鎖後の性能を決定することになる。処分ユニットの人工バリア（例えば、埋戻し、閉止及びキャッピング）の性能は設計要件を満たすように意図どおりに機能することになるという十分な証拠が存在するべきである。作業の過程において、材料及び建設技術の進歩、サイトの特性及び特質に関する情報の増大や、廃棄物の特質又は廃棄物フォームの変化などの多くの因子の結果として、処分ユニットの設計が変更されるかもしれない。これらの変更を文書化し、また、性能要件が引き続き満たされることになるということをセーフティケースの更新を通じて検証するために、記録保存システムが実施されるべきである。施設の閉鎖後の性能に潜在的に影響を及ぼし得ると思われるいかなる変化をも追跡するために、情報マネジメントシステムが実施されるべきである。

6.67. 閉鎖計画は、維持され、定期的に更新されるべきである。閉鎖計画は、将来において必要とされるかもしれない是正処置、又は処分施設の安全の再評価に必要となる可能性のある、前の段階で記録されたあらゆる収集情報を含むかその参照を与えるかすべきである。閉鎖計画には、処分される廃棄物の種類、その放射性核種の内容、施設におけるその位置及び埋戻しのために用いられる材料が含まれるべきである。

6.68. 閉鎖計画は、閉鎖後期間のために意図されたいかなる管理についても述べるべきである。そのような管理には、放射線モニタリング計画及びサーベイランスプログラムが含まれるかもしれない。また、サイトへの立入り又はサイトの使用に関する制限を強制する手段とともに、記録保存システムの説明並びに、サイトの使用の管理に関する規定も含ま

れるべきである。閉鎖後計画に述べられている活動及び管理を実施する責任を負う様々な組織が特定されるべきである。

6.69. 安全に寄与する制度的管理の最低持続期間は閉鎖計画に定められるべきであり、セーフティケースの中で正当化されるべきである。能動的な制度的管理は、人間侵入の影響がSSR-5 [4]に指定されている規準を上回らなくなるまで、引き続き実施されるべきである。この期間を過ぎたら、必要な受動的管理の種類に考慮が払われるべきであり、特に、サイトは土地利用に関する地元計画当局の管轄下に置かれてもよい。実施される制度的管理措置には以下が含まれるべきである。

- ーサイトの無認可の使用及び処分施設への人間侵入の防止；
- ー処分システムのモニタリング及びサーベイランス；
- ー必要とされる場合、保全及び修復活動；
- ー将来世代への知識の伝達。

6.70. 閉鎖方法は、用いられることになる材料及び技術、並びに閉鎖において用いられる構成要素に期待する性能を含めて、閉鎖計画に概略が示されるべきである。閉鎖方法は、制度的管理期間を通して及びそれを過ぎた期間に対して処分システムが要求される閉鎖後性能を発揮するために、利用可能な材料及び技術に照らして、最適化されるべきである。提案する閉鎖方法は、処分施設閉鎖の認可を得るために作成されるセーフティケースの中で述べられるべきである。

6.71. 閉鎖システムの有効性は、サイト状態の自然な変化の理解を増進することによって、また原位置試験、データの分析及びモデリングによって実証されるべきである。性能に関する洞察をもたらすため並びにモデル及び安全評価における不確実性を低減するために、閉鎖システムの実際の原位置挙動の試験が実施されるべきである。サイト固有の解析によって決定することができない情報は、当該国内又は他所のいずれかにおける類似システムに関する経験を含めた適切な類似物の利用を通して取得されるべきである。

6.72. 施設の閉鎖には、処分ユニットの最終的な閉鎖、サイトの最終的な物理的要素の準備（例えば、キャップの取り付け）、制度的管理及びサイト内施設のデコミッションングに関する計画も含まれるべきである。処分ユニットの閉鎖及びサイト閉鎖の準備においては、閉鎖後モニタリングに関する要件及び許認可プロセスに関する責任並びに、セーフ

ティケースの中で長期性能を依拠している設計の特質に考慮が払われるべきである。

6.73. 施設の閉鎖は、施設のうち処分システム自体の一部ではない部分（例えば、管理建屋や処分施設の操業に利用される設備と機器）のデコミッショニング及び必要な環境修復も含むべきであり、また人間活動が行われる可能性を防ぐ又は低減する措置を考慮すべきである。処分施設は最終的には、この段階において生じるかもしれないいかなる責任に対する変更にも特別の考慮を払いつつ、施設の許認可において規制当局によって閉鎖について定められた条件に従って閉鎖されるべきである。

7. 安全の保証

モニタリングプログラム

SSR-5 [4]の要件 21：処分施設でのモニタリング計画

「モニタリング計画は、処分施設の建設と操業の前とその期間中、セーフティケースの一部であれば閉鎖後に実施されなければならない。この計画は、防護と安全の目的のために、必要な情報を収集し、更新するように設計されなければならない。情報は、施設の操業期間における作業者と公衆の構成員の安全及び環境の防護に必要な条件を確認するために、取得されなければならない。モニタリングは、施設の閉鎖後の安全に影響する可能性がある条件がないことを確認するためにも実施されなければならない。」

7.1. モニタリングとは、安全上の重要な工学的、環境的及び放射線学的パラメータの継続的又は定期的な監視及び測定を意味する。モニタリングは、バックグラウンドレベルを明らかにするとともにサイト特性調査を補助するために、処分施設の開発においてできるだけ早期に、またいかなる場合であっても処分施設の建設に先立って開始されるべきである。モニタリング計画は、安全評価、施設の操業安全の継続的な保証、そして実際の状態が閉鎖後の安全について行われた想定と整合しているというその後の確認のための入力情報をもた

らす。放射性廃棄物処分施設のモニタリングに係る包括的なガイダンスは、IAEA 安全基準シリーズ No.SSG-31「放射性廃棄物の処分施設のモニタリングとサーベイランス」 [23]に示されている。

7.2. モニタリング計画は、建設に先立って、またセーフティケースの開発と調和するように、明確に定めるべきである。母岩環境の特性を含めたサイトのベースラインサーベイは、建設活動を開始する前に実施すべきである。モニタリング計画は、建設、操業及び閉鎖の間に得られた新たな情報を反映させるために、定期的に改定すべきである。

7.3. モニタリング計画は、モニタリング方法（例えば、土壌、植物、水及び、空気のサンプリング）、測定手法、要件、限度及び許容誤差、モニタリング及び測定の頻度、そしてモニタリング及び測定の結果の保持を含めた報告の要件を明確に定めるべきである。

7.4. モニタリングの計画は、セーフティケースの一部として含まれるべきであり、セーフティケースのそれぞれの改定とともに洗練されるべきである。それゆえ、モニタリング計画は、規制機関による監査及び独立検証を受けるべきである。操業期間の間、モニタリング計画を利用して、環境上及び放射線防護上の安全要件との適合を含めて、規制要件と操業のために与えられた認可の条件との適合が実証されるべきである[3]。モニタリング及び測定結果から得られた技術的・科学的データはまた、安全評価のための想定及びモデルを改良するためにも利用できるかもしれない。

7.5. 閉鎖後期間においては、浅地中処分施設が安全の保証をもたらす上で、閉鎖後モニタリング計画を必要とするあるいはそれに依拠することがないようにすべきである。閉鎖後のモニタリングは、公衆に対する保証をもたらすために政府又は規制機関によって要求された場合には実施されることがあるが、施設の安全機能を危うくしないものとすべきである。懸念される可能性のある非放射性汚染物質についてのモニタリングも、必要となることがある。施設の操業者は、モニタリングプログラムを立案する際にそのような汚染物質を考慮すべきである。

閉鎖後と制度的管理

SSR-5 [4]の要件 22：閉鎖後期間と制度的管理

「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、受動的な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。」

7.6. 閉鎖後の制度的管理は、処分施設の安全を更に保証する手段として考慮されるべきである。制度的管理は、廃棄物に偶発的に干渉する、あるいは処分システムの安全特性を劣化させる可能性があると思われる人間活動を、防止する又はその可能性を低減することによって、安全に寄与するかもしれない。制度的管理はまた、浅地中処分施設の公衆の受容性を高めることにも寄与するかもしれない。

7.7. SSR-5[4]の 5.6 項は、次のように述べている：「放射性廃棄物の処分施設の長期安全性は、能動的な制度的管理に依存してはならない」。しかし、浅地中処分施設における放射能インベントリは、施設の閉鎖後の一定期間、施設に対して制度的管理を維持することを必要とするようなものとなる（例えば、人間侵入を防ぐために）かもしれない。

7.8. 事業者は、規制機関並びに当該サイトが位置する地域の行政責任を有するいかなる地元、地方又は国の当局とも協議して、実施されることになる制度的管理計画を作成すべきである。これらの計画では、制度的管理の意図される機能を定義し、それらがどのような効果をもたらすことになるか記述し、それらの想定有効期間について述べ、そしてそれらに頼ることは可能であるという論拠及び証拠を示すべきである。これらの計画は、施設が最初に建設される当初は、柔軟で概念的な性質のものであってもよいが、施設の閉鎖及びサイトの規制上の管理アプローチからの解放に近づくに従って、徐々に発展させ精緻化すべきである。

7.9. 制度的管理は、能動的な場合（すなわち、事業者による能動的な維持を必要とする管理）もあれば受動的な場合（すなわち、事業者又は他者による将来の活動なしに持続するかもしれない措置）もある。能動的な制度的管理には、公衆の構成員がサイトに立ち入ることを防ぐための措置（例えば、サイトフェンス及び警備員の維持）や、環境媒体中の放射性核種濃度並びに人工バリアの健全性と性能に対するモニタリング活動が含まれるであろう。受動的な制度的管理には、処分施設に関する情報を、地元の、国の又は国際的な記録及びアーカイブに入れること（将来世代が処分施設とその安全に関する決定を行うことを可能にするために）、サイトにおける耐久性のある位置標識（マーカー）の利用[4]、そして土地の利用に対して法的制限を加えることが含まれるであろう。

7.10. 事業者は、実施されることになる制度的管理計画と、安全評価の目的における制度的管理の持続期間及び有効性に関する仮定とを明確に区別すべきである。例えば、能動的な制度的管理は人間侵入の防止において100年間有効となるという、安全評価における仮定は、能動的な制度的管理が100年後に実際に解かれることになるということを必ずしも意味するものではない。サイトを規制上の管理から解放し、能動的な制度的管理期間から受動的な制度的管理期間へと移行するという決定は、事業者が規制機関と共に、将来において、関連する利害関係者の見解を考慮に入れて行うことが必要になる決定である。

7.11. 安全評価及びセーフティケースは、制度的管理が無期限に有効である（例えば、人間侵入の防止において）ということに依拠すべきではない。

7.12. 安全評価の結果は制度的管理計画に関する決定に対して入力情報を提供するかもしれないが、それらを考慮される唯一の因子とすべきではなく、むしろ、強力で十分に裏付けられたセーフティケースをもたらすために、あらゆる利害関係者の見解が考慮されるべきである。制度的管理計画の策定においては、施設に影響を及ぼし得ると思われる破壊的事象の可能性も考慮されるべきである。一般に、放射性崩壊は、廃棄物によって引き起こされる危険及び関連する線量とリスクを、いずれは低減することになる。しかし、場合によっては（例えば、かなりの量の長寿命放射性核種を含有する浅地中処分施設）、評価された線量は、時間が経過しても比較的一定にとどまることがあり、娘核種の含有量の増加のために僅かに増大することさえある。

7.13. 一部の浅地中処分施設では、人間侵入シナリオの線量評価は、ボックス1に示した放射性廃棄物の処分の安全要件[4]の規準を満たすために必要な施設の閉鎖後の能動的制度的管理期間の長さを決定するための、定量的指標をもたらす。他の種類の被ばく経路及び他のシナリオ（例えば、気体又は地下水経路による放出及び被ばく）も、制度的管理期間の必要性及びその持続期間に影響を及ぼすかもしれない。制度的管理計画はそのような数値比較のみに基づくべきではなく、更に広い判断が行われるべきであり、様々な因子が考慮されるべきである。

7.14. 操業者は、セーフティケース及び制度的管理計画中の、制度的管理の有効性の持続期間に関するいかなる主張も、正当化すべきである。一般に、セーフティケースと裏付けとなる安全評価では、制度的管理が数百年を超えない間において有効であると仮定すべきである。

7.15. 異なる組織が、異なる制度的管理活動に対して責任を有する可能性がある。操業者は、しばしば能動的な制度的管理に対して責任を有することがあり、一方、国の組織は最終的な記録の保存や土地利用の制限のような活動に責任を有するかもしれない。適切な段階において、サイトに関する責任を操業者から例えば国の政府に移転するための規制上の承認を求めることが行われるかもしれない。

国内核物質計量管理システム

SSR-5 [4]の要件 23：国内核物質計量管理システム⁹の考慮

「核物質の計量及び管理に関する協定の対象となる処分施設の設計と操業において、核物質の国内計量管理制度に基づき要求される措置により安全が損なわれないことを確保するために、考慮が払われなければならない・・・。」

「⁹ 核物質の国内計量及び管理制度は、IAEA 保障措置協定により要求されている。」

[24-26]

7.16. 核物質の計量管理の対象となる物質又は廃棄物は、ほとんどの浅地中処分施設の開発との関連では関心事にならないと思われる。しかし、核物質の計量管理要件が実際に適用される場合には、それらの要件を処分施設の開発、操業及び閉鎖計画に統合されることが必要とされる。核物質防護措置も、核物質及び原子力施設に対して採られなければならないことがあり、これらの措置については、IAEA 核セキュリティシリーズ No.13「核物質と原子力施設の核物質防護に関する核セキュリティ勧告（INFCIRC/225/Revision5）」[15]で扱われている。

7.17. 閉鎖された浅地中処分施設について核物質の計量管理を行うことが要求される場合、閉鎖後の安全を危うくするかもしれない侵入的方法は避けるべきである。実行可能なかぎり、IAEA 保障措置は、実際には、遠隔手段（例えば、衛星モニタリング、航空写真、微小地震サーベイランスや管理的措置）によって適用されるかもしれない。

セキュリティ

SSR-5 [4]の要件 24：原子力セキュリティ措置に関する要件

「放射性廃棄物の処分において、安全措置と原子力セキュリティ措置に対する統合化アプローチを確保するための措置が、実施されなければならない。」

7.18. 個人の許可されていない立入りを防ぎ放射性物質の許可されていない移転を避けるために、核セキュリティ対策が必要である場合、安全対策と核セキュリティ対策の両方が、統合化アプローチで実施されなければならない[1,15,27]。

7.19. 核セキュリティのレベルは、放射線学的危険性のレベルと廃棄物の性質に見合ったものでなければならない。セキュリティ要件は、保障措置要件が適用される場合、最も厳格となる[4]（7.16～7.17 項も参照）。

マネジメントシステム

SSR-5 [4]の要件 25：マネジメントシステム

「品質を保証するマネジメントシステム¹²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。
（品質の）各要素に対する保証のレベルは、安全上の重要性に見合っていないなければならない。」

「¹² 用語「マネジメントシステム」とは、品質管理（製品の質の管理）の初期概念及び、その進化したものである品質保証（製品の品質を確保するシステム）及び、品質マネジメント（品質を運営管理（management）するシステム）の全てを含む。」

7.20. マネジメントシステムに関する要件は、IAEA 安全基準シリーズ No.GS-R-3「施設と活動のためのマネジメントシステム」[27]に定められており、一般的な勧告は、IAEA 安全基準シリーズ No.GS-G-3.1「施設と活動のためのマネジメントシステムの適用」[28]に示されており、放射性廃棄物の処分のための詳細な勧告は、IAEA 安全基準シリーズ

No.GS-G-3.4「放射性廃棄物の処分のためのマネジメントシステム」 [29]に示されている。

7.21. 事業者と規制機関が放射性廃棄物浅地中処分施設のマネジメントシステムを構築する場合に考慮されるべき第一の特有な側面は、閉鎖後段階における能動的な制度的管理の終了後の安全及び環境防護は、受動的システムによる廃棄物の十分な閉込めと隔離の確保によるということである。浅地中処分施設の種類（地表における施設か浅い深度の施設か、又は高度に工学的なボールドによる施設か比較的単純なトレンチ設計による施設か）によって、廃棄物の受動的な閉込めと隔離は、存在する場合は人工バリア、天然バリア、そして処分施設の自然環境の好ましい特性（例えば、その長期安定性）にそれぞれ依存することになる。受動的システムに対するこの依存性はマネジメントシステムの構築及び適用に影響を及ぼし、そこでは、廃棄物の閉込めと隔離に寄与するあらゆる構成要素の性能、安定性、補完性及び寿命について、設計段階からサイトにおける制度的管理の終了のときまで体系的に留意されるべきである。

7.22. 考慮されるべき第二の特有の側面は、処分施設の閉鎖後であって能動的な制度的管理が終了する前は、処分施設への偶発的な侵入につながり得るとされる人間活動によって受動的システムが擾乱されないことを確保するために、長期間の制度的サーベイランスと管理（主として、定置された廃棄物中の長寿命放射性核種の放射能に応じて、数十年～数百年）が必要であるということである。この長い期間においては、施設への立入りを制限するためのサイトのサーベイランスとシステムの受動的な機能の発揮の管理が行われることになる。マネジメントシステムでは、処分施設の開発、操業及び閉鎖の間において、実施されたことと決定が行われた理由の両方に関する情報の記録に特に重点を置くべきである。これは、サイトにおけるあらゆる管理活動の終了まで段階的な意思決定プロセスを可能にするために、処分システムのあらゆる関連知識及び情報をこのような長い期間にわたって管理するという課題に対処すべく行われるべきである。

7.23. 考慮されるべき第三の特有の側面は、処分することができる放射能の点からの廃棄物インベントリの適切な制限（主として長寿命放射性核種について）を確実にするという要件である。したがって、廃棄物定置活動においてこの制限が守られることを保証する

ために必要なあらゆる要素（廃棄物特性調査、処分のための廃棄物受入れのマネジメントシステム）を統合する廃棄物受入れプロセスが整備されるべきである。

7.24. マネジメントシステムは、マネジメントの役割及びあらゆる安全関連活動に関するプロセスに対する組織の構造を定義すべきである。マネジメントシステムはまた、プロセスの品質を管理し、適用し及び評価することに関わる様々な個人及び組織の責任と権限も明確に定めるべきである。

7.25. 処分施設を開発し操業するために事業者にとって利用可能となる財源は、十分かつ確実であることが実証されるべきである。規制機関は、財源の十分性を定期的に検証すべきであり、準備されたメカニズムにより、資金は確保され、必要とされる時点において意図された目的のために利用できるようになることが保証されることを、承認する際に審査すべきである。

7.26. あらゆる開発の段階と活動について、事業者は、その要員に関する要件を決定すべきであり、適切な能力を持つ人員を採用及び訓練すべきであり、安全文化の発展及び保護を促進し維持すべきである。事業者は、能力及び安全文化を維持するために、施設開発の計画の実施を通じて、訓練、教育及び知識の伝達による必要な手段を講じるべきである。能力の維持と安全文化に関する更なる情報は、参考文献[30～32]に見ることができる。

7.27. 安全関連プロセスの品質の保証をもたらすマネジメントシステムの要素は、立地環境における不確実性を考慮に入れるべきである。立地環境は、安全上で重要であるが、設計又は製造することはできず、あるレベルの詳細さで特性が調査されるに過ぎない。さらに、処分施設は、設計、特性調査及び評価において、詳細度及び正確さが次第に高まっていく複数の連続的段階（step）を通して開発される。しかし、ある程度の不確実性は常に残ることになり、マネジメントシステムは、これらの不確実性が安全の立証において適切に考慮されることを保証すべきである。

7.28. 処分施設のためのマネジメントシステムは、データの必要な品質が達成されていること、機器が関連する仕様に従って供給されており利用されていること、そして廃棄物パッケージ化された及びパッケージ化されていない廃棄物は定められた要件及び規準に従うもの

であり、処分施設に適切に定置されていること、を例証するための文書による証拠の作成及び維持を確保すべきである。マネジメントシステムは、また、施設の開発、操業及び閉鎖のあらゆる段階（step）において記録されたあらゆる情報の照合並びに、安全のために及び将来における施設のいかなる再評価のためにも必要になり得ると思われる情報の保存も保証する。

7.29. 事業者のマネジメントシステムは、マネジメントシステムに関する国の基準に従うものとすべきであり、可能な場合は常に、国内又は、国際的に認められた規格、規則及び基準[27～29]を利用すべきである。安全上、健康上、環境上、セキュリティ上、品質上及び経済上の要素を統合する適切なマネジメントシステムは、サイト特性調査、設計、建設、操業、閉鎖及び閉鎖後の安全に関する関連要件及び規準が満たされているという信頼に寄与することになる。関連する活動、設備及び機器が、体系的な安全評価の結果に基づいて特定されるべきであり、マネジメントシステムの適用は、それらの安全上の重要性に従って等級付けされるべきである。

7.30. 廃棄物発生者と事業者のマネジメントシステムは、セーフティケースの一部であるべきであり、規制機関に審査されるものとすべきである。マネジメントシステムは、それが組織全体で完全に適用されることを確実にするという約束とともに、操業組織の上層部によって是認されるべきである。

7.31. 操業組織は、マネジメントシステムの一環として、実施される手順の順守を確保するために、適切な外部機関による評価を定期的に受けるべきである。

7.32. マネジメントシステム及びその統合された品質保証計画は、浅地中処分施設のために、客観的な証拠（例えば、サンプルのモニタリング、文書による証拠）の作成、維持及び保存を規定するものとすべきである。

7.33. 将来世代の利益のために、情報が入手可能であり続けアーカイブされることを確実にするために、記録の物理的及び電子的形態に考慮を払うべきである。廃棄物の正確な所在及び性質を記述した記録は、適切に保護されるべきである。

8. 既存の処分施設

SSR-5 [4]の要件 26：既存の処分施設

「既存の処分施設の安全は、許認可の終了までに定期的に、評価されなければならない。

この期間中、安全上有意な変更（modification）が計画されるとき、または認可の条件に関する変更事象（event of change）の際には、安全がまた、評価されなければならない。この安全要件出版物に規定された何らかの安全要件が満たされていない事象においては、経済的因子と社会的因子を考慮に入れ、施設の安全を向上するための措置が実施されなければならない。」

8.1. 定期的な安全評価及びセーフティケースの更新は、施設の防護と安全の状態の全体的な評価を提供するためになされるべきである。それらは、得られた操業上の経験の分析、及び、一般的状況や新たな技術の開発又は新たな規制上の状況を考慮して実施され得る改善の可能性を含むべきである。

8.2. 既存のいくつかの浅地中処分施設は、閉鎖後の安全に関する最新基準に従って設計、立地、又は操業が行われてきてはいない。一部の既存施設においては、操業の初期に廃棄物受入れ基準が整備されていなかったか、今日許容されるとみなされるであろう基準とは極めて異なった形で用いられたかであった。結果として、これらの施設には、今では浅地中処分には適さないとみなされる種類の廃棄物又はそうした種類の廃棄物パッケージが収容されているかも知れない。再び開けて回収をするかどうか、及び／又はその様な処分施設を再設計や再建設をするかどうかの意思決定には、その判断を可能にするために、施設をそのままにしておく、又はそれを全体的にあるいは部分的に改修又は取り除くというそれぞれの選択肢における作業者と公衆へのリスクについての調査を通した情報が提供される必要がある。

8.3. 安全規制が改定された場合、そのことの既存の処分施設に対する意味合いについて、レビューを行うことによって、また必要な場合には安全評価を見直すことによって評価されるべきである。施設がなお操業中である場合、安全評価は、その継続操業、最終的な閉鎖及び閉鎖後のあらゆる制度的管理に関する現行計画に基づくものとすべきである。施設が既に閉鎖されている場合、安全評価においては、現在の制度的管理が数百年を超えて継続されることはない想定すべきである。

8.4. 定期的な安全の再評価は、既存のセーフティケースと安全評価に基づき、またそれらを更新したものであるべきであり、用いられる方法論的アプローチは、第 5 章に述べられたものと同じであるべきである。

8.5. 追加的なサイト特性調査のデータの収集が必要かもしれない。その多くはサイト内で実施することが可能であるが、一般的にはサイト外調査も必要とされることになる（例えば、地域的な地下水流パターンを特性調査するため）。モニタリングデータは、モデルの開発と校正において、また、独立したデータセットが十分に入手可能である場合は、モデルの妥当性確認において利用すべきである。施設は閉鎖後の安全に関する最新基準を満たしていることが評価によってわかった場合、更なる措置は必要でない。施設が最新基準を満たしていない場合、対応の次の段階は、施設はなお操作中であるのか、それとも既に閉鎖されているのかによるべきである。

8.6. 操作中の浅地中処分施設が新規施設に関する現行基準を満たせない場合、当該施設は閉鎖されるべきなのか、それとも何らかの変更を加えれば操作の継続を許されるべきなのかどうかについて、若しくは、修復活動が必要であって、その後施設は閉鎖される必要があるのか、それとも修復後は操作の継続を許されるのかどうかについて、決定が行われるべきである。これらの決定は安全評価の結果に基づいて行われるべきであるが、本安全指針の範囲を超える更に広い経済的及び社会的考慮を必然的に必要とすることにもなる。したがって、考え得る修復活動に関するオプション、現行の廃棄物受入れ規準、操作及び保守手順、閉鎖計画に対する変更及び計画された閉鎖後の制度的管理を評価し、比較することが必要になる。修復活動には、地下水経路に対する新たな排水路又は制御手段、雨水又は地下水の施設への浸入を防止するための更に改善された特性、あるいは極端な場合には、廃棄物の一部又は全部の取出しが含まれ得るだろう。操作中及び／又は閉鎖後のどちらかの新たなモニタリングとサーベイランス手順も要求されるかもしれない。

8.7. 操作中のサイトにおける修復活動又は操作計画と手順に対する変更に関する決定に適用される主たる放射線防護原則は、最適化の原則である[3]。決定のための入力情報は、様々な可能性のある活動及び変更が、人々及び環境に対する放射線影響にそれらが及ぼす効果、人々及び環境に対するそれらの非放射線学的影響、それらの社会的影響、それらの財政的コストのような様々な要因に基づいて、比較することによって得るべきである。フィージビリティの検討や実証プログラムが、意思決定プロセスを支援するため実施されるべきである。

8.8. 既に閉鎖された浅地中処分施設の場合、修復活動を実施すべきかどうか、また実施する場合は、行うべき最善の活動は何であると思われるかが決定されるべきである。放射線防護の点で関係する原則は、正当化の原則、次に最適化の原則である[3]。正当化は、考え得る修復活動が行われた時の意味合いと何も活動を行わない場合との比較を伴い、次に、もし活動が行われる場合は、全体の正味の便益をもたらすであろう活動を決定することを伴う。正当化されるとと思われるいくつかの修復活動が特定された場合は次に、その中で望ましい活動を決定するための入力情報を得るために、それらが比較されるべきである。この比較には、推奨された修復のオプションを特定し、そのことが正しいと主張するために必要となるあらゆる要因を含むべきである。

8.9. 閉鎖された施設における修復活動オプションは、操業中の施設の場合よりも限られる。水の浸入を制限するために更なる人工バリア（例えば、新たなキャップ）を追加すること、人工バリアを補修すること、あるいは、人間侵入を更に長い期間にわたって防止するために、計画された制度的管理の期間を延長することが考えられるかもしれない。ボルトの下に新たな排水システムを設置することは、通常は可能ではない。廃棄物の一部又は全部を取り出すために施設を開封することは一般に実行可能ではあるが、資源のかかなりの投入並びに従事者の放射線被ばく及びリスクを伴うことになると思われ、それは、廃棄物の回収によって期待される可能性のある便益と対比して考慮されるべきである。

8.10. さらに、修復活動の時期について考慮されるべきである。早期の活動には利点と欠点があり得るだろう。一方では、廃棄物フォーム及びパッケージに劣化がそれほど生じていないことになるため、廃棄物を施設から取り出すのは容易になる。しかし、他方では崩壊がそれほど生じていないことになるため、従事者の放射線被ばくは大きくなり得るだろう。したがって、修復活動が正当化されると考えられるためには、それがもたらす便益が、それが引き起こす放射線リスクを上回ることが要求される。

付録 I

浅地中処分施設の立地

序論

I.1. 立地は、放射性廃棄物の処分において根本的に重要な活動である。放射性廃棄物処分施設の立地プロセスにおいては4つの段階が認められるかもしれない。

- (1) 概念計画段階；
- (2) 更に詳細な検討の対象とする1箇所又はそれ以上のサイトを選定することにつながるエリア調査段階；
- (3) 詳細なサイト固有の研究及びサイト特性調査からなるサイト調査段階；
- (4) サイト認証段階。

サイト選定においては、広い地域の調査、適合しないサイトの排除、そして残ったサイトのスクリーニング及び比較を経て、1箇所以上の優先候補サイトが選定される。立地プロセスの開始時に特定された複数の、場合によっては多数の好ましいサイトから、地質学的な設定に基づいて、またその他の因子を考慮に入れて、1箇所以上の優先サイトの選定が行われる。社会政治的因子は、いかなるサイト選定プロセスにおいても重要な考慮事項である（例えば、人口学的条件、輸送インフラ及び既存の土地利用）。サイト選定プロセスにおける意思決定は、拒否権の利用や自由志願を含めて、公衆及び地元地域社会の様々なレベルの関与を必要とするかもしれない。表明される国の優先事項は国によって異なることになり、したがって、処分施設の安全に関する国際的なガイダンスの枠内で扱うことはできない。サイト選定の初期段階においては、サイト固有の情報（例えば、地質学的及び水理地質学的情報）は乏しいか足りないかもしれない。それでもなお、好ましい浅地中処分サイトとして1箇所以上の場所を選定する決定を支援するために、利用できるようなデータ及び専門家の判断が用いられるべきである。好ましいサイトは、考慮中の廃棄物の種類に対して好ましい自然の閉込めと隔離特性の証拠を示すものとすべきであり、処分システムから接近可能環境への放射性核種の移動を妨げる又は遅らせるために必要なあらゆる人工バリアが成立され得ることを示すものとすべきである。この証拠は、その後成し遂げられる詳細なサイト特性調査と関連する安全評価のモデリングにおいて試験される必要がある。

I.2. 詳細なサイト調査及び特性調査は立地プロセスの最終のいくつかの段階によるものである。一段階1と2及び本安全指針の6章は、特に、サイト認証につながる詳細なサイト特性調査段階に関する勧告を示している。本付録では、概念計画段階、エリア調査段階並びにサイト調査段階に関するいくつかの重要点の簡単な概観を示す。これに続いて、調査及び特性調査プログラムから求められるデータの種類に関する更なるガイダンスを示す。

概念計画段階

I.3. サイト選定に先立つ立地の第一段階は概念の設計と計画に関連するため、必然的に、処分施設開発プロセスの初期に開始される。概念計画段階の目的は、利用可能なデータと岩石と地層の種類を用いて、サイト選定プロセスの全体計画を策定すること及び、エリア調査段階の基礎として利用し得るものを特定することである。立地プロセスの指針となる原則は、この計画段階の初期に事業者によって定められるべきである。必要な人的及び財政的資源、材料、機器及び時間は実行できる限り見積もられるべきであり、立地調査全体に関する責任が指定されるべきである。サイトを選定する責任を負う組織は、詳細なサイト特性調査を行う若しくは処分施設を建設し操業する組織と同一になり得ることも考えられる。責任の割当てに関するこのような決定は、国レベルで行われることになる。しかし、立地プロセスは特定の計画に従って進めるべきであり、この計画は、定期的な更新を必要とすると思われる、また、規制機関と協議して策定されるべきである。この計画には以下が含まれるべきである。

- (a) 遂行されるべき一般的作業の仕様と記述；
- (b) 様々な作業のシーケンス図；
- (c) サイトの特性に関して採用されるあらゆるガイダンス又は規準；
- (d) このガイダンス又は規準を適用する手順の概略；
- (e) 概括的スケジュール；
- (f) コスト見積もり；
- (g) 設計の最適化においてはどのくらい長期の安全上の懸念が考慮されるのか；
- (h) 提案されたサイトが除外されるかもしれない又は除外された理由。

I.4. 概念計画段階の開始時においては、処分施設の必要性及びタイミングに基づいて、

重要な意思決定点が定義されるべきである。処分施設に定置されることになる廃棄物の種類及び量が指定され特徴づけられるべきである。対象となる廃棄物の量及び放射能が定量化されるべきである。この情報に基づいて、処分施設の一般的な設計概念が構築されるべきである。

I.5. あるサイトの潜在的な適合性に関する判断を支援するために用いられることになる重要な地球科学的規準は、国の規制要件に従って事業者によって策定されるべきである。そのような規準には、例えば構造地質学的な設定、岩盤の特性や地下水の特性など、母岩と周辺地圏に関する要件又は優先事項が含まれるかもしれない。これらの規準から、適合するエリア及び母岩の選定のために、また後には好ましいサイトの選定のために、スクリーニングガイダンスが定められるべきである。知識が増進するのに従って、規準若しくは規準に関して課されるいかなる制限も立地プロセスの間に変化するかもしれないと認識されている。さらに、規準の考慮は、全体システムの予備評価の結果を用いることにより強化され得ることも認識されている。

エリア調査段階

I.6. エリア調査段階の目的は、前段階において特定された関連する立地因子が考慮された後に、地域を特定し、徐々に適合するサイトを含むかもしれないエリアの狙いを定めることである。サイト選定のこのプロセスは、適合する狭いエリアの特定に至る、対象地域の段階的スクリーニングによって成し遂げられるかもしれない。いくつかの狭いエリアが考え得る場所として既に指定されているならば、境界条件を更に適切に決定するために必要な地域規模の情報を収集するための調査をこの段階において実施することができる。

I.7. エリア調査段階には一般に、以下の2つの段階が含まれる。

- (1) 潜在的に適合するサイトが含まれるエリアを特定するための地域的なマッピング又は調査の段階；
- (2) 後続の更に詳しい評価のために1箇所以上の潜在的サイトを選定するためのスクリーニング。

地域マッピング又は調査段階

I.8. 典型的な段階的スクリーニングアプローチは、対象地域を選択するために用いられることになる規準を定義することから始まる。この規準には、処分概念にとって有益な地理学的、地質学的及び水理地質学的属性が含まれる。一般に、重要となるのはシステム全

体の性能であるが、特定の処分概念の成否によって決定的な因子が特定されるかもしれない。地域マッピング又は調査は例えば、自然の又は政治的な境界によって限定される地域の土地全体を包含する場合もあれば、国内の主たる廃棄物発生者に隣接する土地に限られる場合もある。その後の活動は、逐次的により小さい、より適したエリアに集中すべきである。このプロセスは、1箇所以上の潜在的サイトの選定を可能にするものとするべきである。

I.9. 地域マッピング段階において用いられる立地因子の選択は、意図された処分施設の形態、単純なガイダンスの適用性、及び必要なデータ入手しやすさに基づくべきである。例えば、大規模活断層及び火成活動中心への近接性に関する要件など、特有の規制要件があればこれも考慮されるべきである。この段階における解析は主として、利用可能な情報（例えば、以前の探査からの地質学的データ、歴史的な地震活動データ、及び遠隔探査データ）に頼ることになる。

サイトスクリーニング段階

I.10. スクリーニング段階においては、適合するエリア内で可能性のあるサイトが特定される。可能性のあるサイトのスクリーニングは、これ以前の段階で用いられていない場合は社会政治的規準を含めて、地域マッピング段階において考慮されていないいくつかの因子を含むかもしれない。例えば、地域の解析、及びそれに続く可能性のあるサイトのスクリーニングにおいては、国の多くの法律及び規則を考慮することが必要になる（例えば、国立公園、歴史的記念物）。これらは概して明確に定められており、したがって特定の規制上の決定が必要になることはない。

サイト調査段階

I.11. サイト調査段階は、それらのサイトが、様々な観点、特に安全の観点から、許容できるかどうかを決定するために、エリア調査段階において特定された1箇所又は数箇所の可能性のあるサイトについての詳細な調査を含む。予備的なサイト固有の設計を考案するために必要な情報が、この段階において取得されるべきである。

I.12. サイト調査段階は、意図された処分施設の場所について、サイトの特性及びパラメータ範囲を明らかにするためのサイト固有の情報を得るために、地域マッピング段階よりも詳細な調査を必要とする。これには、当該サイトにおける実際の地質学的条件、水理地質学的条件及び環境条件に関する証拠を得るためのサイト踏査及び調査を必要とするこ

とになる。これには、サイト内の地表及び場合によっては地表下（例えば、ボーリング）調査を伴い、実験室作業によって補完されることになるであろう。輸送の経路、人口動態や社会的考慮事項など、サイト及びサイト記述の更に広い理解と関連するその他のデータも収集されるべきである。サイト調査は、詳細な特性調査のための1箇所以上の優先サイトを選定するために、より多くの情報を継続的に取得し解釈することを必要とするいくつかの段階を踏んで進行するかもしれない。

I.13. サイトが潜在的に処分施設に適するのかどうかを示すために、比較的初期の段階において予備的安全評価が実施されるべきである。予備的安全評価は、予備的サイト調査の結果と用いられた決定プロセスの説明を含むべきである。

I.14. 複数のサイトが考慮されている場合、それらのサイトが全ての安全要件を満たす能力及び処分施設の建設に耐えられる能力に関する判断に基づいて、サイト間で合理的な比較評価が行われるかもしれない。

I.15. サイト調査段階の終了時には、好ましいサイトが特定されていることになる。予備的安全評価を含めた、あらゆるデータ及び解析作業の文書化とともに、このプロセス全体に関する報告書が作成されるべきである。最終的なサイト選定は社会経済的及び政治的考慮に基づく判断も必要とすることになると予想される。この段階においては、国の適切な当局によって指定された環境影響評価⁵が実施されるかもしれない。国の当該法令に応じて、環境影響評価は、かなり広範囲になるかもしれず、提案された処分施設の公衆の健康と安全及び環境への影響の評価を含むかもしれない。また、規制機関はそれらの結果をレビューするとともに、好ましいサイトが処分施設の建設に適すると思われるのかどうかを、また、計画されたサイト認証調査は許認可申請に帰着すると思われるのかどうかを決定することにもなると予想される。

⁵ IAEA 安全基準では、環境影響評価を定義していないが、それは、国際文書や国の法令と規制の中に含まれている。施設と活動のための放射線環境影響評価に関する準備中にある安全指針の文脈においては、越境環境影響評価条約（エスポー条約）からの定義が採用されている。エスポー条約の第一条によると、「環境影響評価」は、提案された活動による環境への影響の可能性を評価する国の手順を意味しているが、一方、「影響（impact）」は、人の健康と安全、植物相、動物相、土壌、大気、水、気候、景観と史跡又は、その他の物理的構造物あるいは、これらの要素間の相互作用を含む、提案された活動により生じる環境への効果（effect）を意味している。これはまた、それらの要素の変化によって生じる文化遺産又は、社会経済学的状況の効果も含む。

付録II

サイト調査及びサイト特性調査に関するガイダンス及びデータニーズ

総論

II.1. 極めてサイト固有のかつサイトと相互作用的であろう因子とプロセスが支配的であるために、可能性のあるサイトの処分施設受入れ適合性の決定に関して示すことができるのは、一般的なガイダンスに過ぎない。特に、社会政治的因子は国の優先事項及び事情に大きく左右されることになるため、本安全指針において詳細な助言又はガイダンスを示すことはしない。

II.2. 本付録で考察する題目の順序は、いかなる優先順序も意味せず、全体として包括的であることも意図されていない。様々な側面の、サイト調査プロセスに対する関連性は、具体的ケースによって異なり得るためである。したがって、立地プロセスにおける本ガイダンスの活用及びいかなる補助規準の策定も、長期安全性、技術的实现可能性並びに社会的、経済的及び環境的懸念を考慮して行われる必要がある。このように策定される規準は、技術的及び制度的問題を実際的な尺度に変換し得るようなものとすべきである。

II.3. ガイダンスは全般的な意思決定プロセスにおいて有用であり得るが、厳密な前提条件を設定するために用いられることが必ずしも意図されているわけではない。処分システムがその性能目標を満たすかどうかを評価するには、天然バリアと人工バリアのシステムが全体として考慮されなければならない。処分システムの設計における柔軟性は重要であり、ある構成要素の性能に関する不確実性を別の構成要素に更に頼ることによって補完する可能性が維持されるべきである。

II.4. II.6項～II.34項では、サイト調査及び特性調査から求められることになる情報の種類を例示する。この情報は、安全評価、処分施設の設計研究又は環境影響評価を支援するために、若しくは、選択された処分オプションに対する信頼を高めるために利用され得るだろう。定義上、サイト特性調査は、あるサイトの特性が地質学的、水理地質学的及びその他の科学的調査の結果として理解され始められ次第、始まる。あるサイトの特性調査は少なくとも処分施設の建設まで続くことになり、操業段階へと続くかもしれない。データ

ニーズは、必要とされる詳細さ及び範囲の点で、立地及び建設プロセスの様々な段階において異なることになる。最初に、エリア調査及び予備的調査段階においては、データ及び知識は、立地プロセスにおいて考慮されなければならない様々な立地因子に照らして評価されることになる。これらの因子の一部又は全部は、あるサイトの選定に関する決定と判断の基礎となるかもしれない具体的な規準へと発展させることが可能だろう。以下の各項は情報ニーズの完全な集合を明細に述べることは意図されておらず、またいかなる特定の重みづけとも関連しない。これらの情報ニーズとその適用の関連性を決定する際は、利用可能なオプション、特定のサイト特性及びそれぞれの国内に存在する規制条件が考慮されるべきである。さらに、本ガイダンスに指定されている情報の種類は、他から独立させて考慮されるべきではなく、サイト選定及び認証の全般的な最適化のために統合的に用いられるべきである。

II.5. 包括的なサイト記述は、地球科学的データ及び環境データに加えて、サイト選定及びサイト認証に関する決定を支援するための追加情報を含む。例えば、土地利用、輸送インフラ及びサイトに対するその他の人的影響の考慮は全て役割がある。したがって、これらの問題に関する若干の大まかなガイダンスも示す。

地質

II.6. 処分サイトの地質は、廃棄物の隔離及び核種の生物圏への放出の制限に寄与するものとすべきである。地質学的環境はまた、処分システムの安定性にも寄与するとともに、処分を実施するのに十分な容量と有利な特性（地質学的、力学的、地球化学的、水理学的等）をもたらすものとすべきである。その地質が均質かつ予測可能であって、地質調査手法によって容易に特徴づけることができるサイトに優先度が与えられるべきである。

II.7. エリア調査段階においては、地質学的情報には、おおよその地質構造及び層位、そしておそらく、地表層及び周辺ユニットの深さ、厚み及び幅の特定を含めるべきである。サイト特性調査段階においては、収集すべき情報には以下のものを含めるべきである。

- 層序、岩層及び鉱物；
- 地質構造特性；
- 地質工学的特性。

サイト認証段階においては、詳細な安全評価、モデリング及び施設の最終設計のために必要とされるレベルまで、地質を完全に特徴づけるために、全般的な地質調査が行われるべきである。

水理地質

II.8. 設置サイトの水理地質的環境は、核種の移行を制限するために流速が低く長い地下水流路を含むものとするべきである。自然事象及び処分施設の建設によって起こると予想される、重要な水理地質的条件（例えば、勾配）の変化を評価すべきである。水理地質的システムの特徴付け又はモデリングを容易にし信頼できるものにすることができる、地質環境が単純なサイトに、優先度を与えるべきである。水理地質系による分散特性も重要な場合があるため、評価すべきである。

II.9. エリアサーベイ段階においては、地域又はサイトの水理地質的特性は、まだ十分に詳しくは入手できないかもしれない。水理地質的マップが足りない状況においては、解析される情報には以下のものを含めるべきである。

- 現在及び予想される主要な水利用に関するデータ；
- 主たる流出地点及び抽出地点の特定；
- 地下水流の速度及び方向の見積もり。

サイト特性調査段階においては、以下の情報を考慮すべきである。

- 地域における重要な水理地質的ユニットの位置と範囲及びそれらの間の相互関係；
- 地下水流の平均流速と優勢な方向；
- 主たる水理地質的ユニットの涵養及び流出に関する情報；
- 地域的及び局所的な地下水面並びにそれらの季節的変動に関する情報。

サイト認証段階は、選定されたサイトの水理地質的特性に関する詳細情報を必要とするかもしれない。データの種類は一般に、処分施設から生物圏への考え得る流路に沿った放射性核種の移動時間を明確にすることを目的として、上記に示した特性を定量的に表現するものとするべきである。

地球化学

II.10. 地下水及び地質媒体の地球化学は、処分施設からの核種の放出の制限に寄与するものとするべきであり、人工バリアの寿命を大幅に短縮するものとするべきではない。地球化学的条件が、処分システムから放出され得る核種の収着及び沈澱と共沈を促進し、容易に移行する核種の化合物の形成を抑制するようなサイトに優先度が与えられるべきである。

II.11. 処分システム内で起こりそうな化学的相互作用の考慮においては、以下のプロセスを評価すべきである。

- － 地下水によって人工バリアを腐食する作用；
- － 核種の溶解と収着に影響を及ぼすプロセス又は条件；
- － 地下水の Eh と pH；
- － 天然コロイドと有機物の存在を伴うプロセス又は条件；
- － 処分システムによるガス発生の可能性。

II.12. 核種の生物圏への移行の可能性を見積もるために必要な情報には、サイト、周辺の地質的及び水理地質的ユニット並びに潜在的な地下水流の経路における地球化学的及び水化学的条件の説明を含めるべきである。この情報には、以下のものを含めるべきである。

- － 地下水流システムの鉱物学的及び岩石学的組成とその地球化学的特性；
- － 地下水化学。

II.13. この情報は、複数の候補サイトを選定するエリア調査段階においては入手可能でないと思われる。しかし、サイト特性調査及びサイト認証段階の間に実施される調査計画の一環として収集すべきである。

地殻変動及び地震活動

II.14. サイトは、処分システムの隔離能力が脅かされることのないように、地殻変動及び地震活動が少ない地域に立地すべきである。地域の分析において、地殻変動及び地震活動が少ない地域を選定すべきである。不利となる地質構造、火山又は地震事象の可能性が十

分に低く、それが安全要件を満たす処分システムの能力に影響を及ぼすことがないと思われるような地域又はサイトに優先度が与えられるべきである。

II.15. サイト選定規準の適用においては、以下の条件を考慮すべきである。

- ー 活断層、地殻変動プロセス又は火成活動の最近の又は歴史的な証拠；
- ー 再度発生した場合に廃棄物の隔離に悪影響を及ぼし得ると思われるようなマグニチュード及び震度の歴史的な地震；
- ー 地域的な水理地質系を変化させ得ると思われる地盤沈下や火山活動などの自然事象の可能性；
- ー 地震負荷における土壌の液状化の証拠。

II.16. 地震活動度が高い地域あるいは既知の又は疑われる活断層からサイトまでの距離は、候補サイトの選定のためのエリア調査段階におけるスクリーニング因子として利用してもよい。

II.17. 処分施設の設計においては、計画された処分システムに悪影響を及ぼし得ると思われる、サイトの地殻構造的安定性及び地震活動を考慮に入れるべきである。サイト認証段階においては、以下の情報を解析すべきである。

- ー サイトにおける歴史的な地震活動；
- ー サイトにおける第四紀断層の存在及びその最後の運動の時期；
- ー 火山活動など、活発な地殻変動プロセスの証拠；
- ー 地質学的条件において起こり得る最大地震の見積もり。

地表プロセス

II.18. 処分サイトの冠水、地滑りや侵食などの地表プロセスが、安全要件を満たすための処分システムの能力に影響を及ぼし得るような頻度又は強度で起こらないことが検証されるべきである。処分サイトは一般に、十分に排水され、洪水又は頻繁な湛水を受ける地域から離すべきである。施設を侵食し又は浸水させ得ると思われる地表流の量を減らすために、降水、雪解け水並びに水管理構造物の破損、水路の妨害又は地滑りによる、上流の集

水域における水の蓄積を評価し最小化すべきである。その地形学的及び水理学的特性が冠水の可能性を排除する地域又はサイトに優先度が与えられるべきである。

II.19. エリア調査段階においては、洪水を受けやすい地域及びサイトを評価すべきである。可能性のあるサイトは、洪水の影響の過酷度に基づいてスクリーニングすることが可能である。浸食、地滑りや風化作用などの地表の地質学的プロセスは、それらの頻度及び処分システムの安全に対して影響を及ぼす能力について評価すべきである。サイト特性調査及びサイト認証段階においては、以下の情報を収集すべきである。

- － 実際の排水特性を示すサイトの地形；
- － 現在の及び計画された地表水域の場所；
- － 地滑り地域及び潜在的に不安定なその他の斜面の、また、支持強度が低い又は液状化の可能性が高い物質が分布する明確な範囲；
- － 水はけが悪い物質が分布する地域の明確な範囲；
- － 地域の洪水履歴に関するデータ；
- － 上流の流域面積。

気象

II.20. サイト地域の気象は、予想外の極端な気象条件の影響を処分施設の設計及び許認可において十分に考慮できるように特性評価すべきである。極端な気象事象の可能性を評価すべきである。可能性のあるサイトについては、そのような事象の影響の過酷度に基づいてスクリーニングしてもよい。

II.21. サイト選定プロセスにおいては、以下の条件に考慮を払うべきである。

- － 降水量（雨及び雪）；
- － 潜在的に起こる放射性物質の大気放出における分散条件；
- － 熱帯低気圧及び温帯低気圧とハリケーン、トルネード、過酷な冬期暴風や砂嵐など、極端な気象現象の可能性。

II.22. エリア調査段階においては、施設の安全に対して悪影響を及ぼすかもしれない極端な気象条件に関するデータを全国的又は地域的規模でマップ化すべきである。サイト特性

調査及びサイト認証段階において、極端な降水量がサイトにおける水理系及び水理地質系に及ぼす潜在的な影響を予測して処分システムの操業の間の環境中への放射性物質の放出を評価するために、最も近い記録観測所から決められる気象学的条件について情報が得られるべきである。情報の種類には、以下のものを含めるべきである。

- 風及び大気による分散特性；
- 降水特性；
- 極端な気象現象。

人為事象

II.23. サイトは、サイト又はその付近における現在又は将来世代により行われた活動が処分システムの隔離能力に影響を及ぼすことはないように立地すべきである。危険な大規模施設、空港、あるいはかなりの量の危険物を運ぶ輸送ルートのすぐ近くの地域について評価すべきである。さらに、許容限度を超える量の核種の放出に帰着する干渉活動を生じさせられる、灌漑水又は飲用水に適する地下水を含めた価値のある地下資源又は潜在的な将来資源について、地域又はサイトが評価されるべきである。以前の又は将来の活動が廃棄物と生物圏の間に重要な放出経路を作り出す可能性があると思われるサイトは、適合性に劣るとみなすべきである。潜在サイトのスクリーニングには、そのような施設からの距離及び関連する影響の考慮を含めるべきである。

II.24. エリア調査段階においては、関心地域の範囲を定めるプロセスの一環として、地下水を含めた既知の有用な地下資源をマップ化すべきである。サイト特性調査及びサイト認証段階においては、計画された処分システムにサイト外の施設が及ぼすかもしれないいかなる悪影響も見積もるために、以下の情報を収集すべきである。

- 製油所、化学プラント、貯蔵所、パイプライン、その他サイトの操業に影響を及ぼし得られると思われる施設など、付近の危険な施設の位置；
- 空港及び重要な航空交通路の場所並びに飛行の頻度；
- 危険物の移動が頻繁な輸送ルートの位置。

II.25. サイト特性調査とサイト認証段階（stage）においてはまた、過去又は将来の資源の探査及び回収が処分システムに悪影響を及ぼし得るかどうかを評価するために、以下の情報も収集すべきである。

- ー 地下水を含めたエネルギー及び鉱物資源の既知の存在、並びに、それらの現在の及び予測される品質、価値及びそれらの利用の可能性の見積もり；
- ー サイト付近における過去及び現在の試錐及び採鉱活動の記録。

廃棄物の輸送

II.26. サイトは、そのアクセスルートが、公衆に対する最低限のリスクで廃棄物輸送が可能となるように立地されるべきである。放射線被ばくや事故の可能性など、処分サイトへの廃棄物の輸送に関連するパラメータを考慮に入れるべきである。

II.27. 既存の又は要求されるアクセスルートを評価するために、収集すべき情報には以下のものを含めるべきである。

- ー サイト付近の既存ルートの説明及び廃棄物輸送物の取扱いの上でのそれらの適切性の解析；
- ー 既存の輸送網の予想される改良；
- ー 廃棄物輸送の全体コスト及びリスクの見積もり；
- ー 輸送と関連する緊急時対応要件及びその能力の解析。

土地利用

II.28. 土地利用及び土地の所有権は、関心地域における予見し得る開発及び地域計画との関連で考慮すべきである。計画されたサイトの付近における将来的な土地利用は、処分施設の操業及び性能に及ぼす潜在的な影響について評価されるべきである。提案されたサイトの付近における土地の将来利用に対して処分施設の操業が及ぼす影響も評価されるべきである。

II.29. 土地に対する管轄権すなわち所有権は、国によっては、処分施設の財政的実現可能性及びパブリックアクセプタンスの点で重要な要因かもしれない。操業者又は政府がサイ

トの管理権又は所有権を早期に持つことは、サイト計画及び評価の取り組みを簡単にし、施設の操業に至るまでに必要な時間を短縮し、他の利用から土地を離脱させることに伴う問題を低減することになるだろう。

II.30. 収集されたデータには以下のものを含めるべきである。

- 既存の土地資源及び利用並びにそれらに対する管轄権；
- 関心地域における予見し得る土地開発。

人口分布

II.31. 高人口密度地域を回避することが考慮されるべきである。候補サイトの選定は、将来の擾乱の可能性並びに、処分施設からの核種の放出によって潜在的に影響を受け得る人々の放射線防護の側面を考慮に入れて、適切な適合度に基づいて実施すべきである。

II.32. エリア調査段階においては、主たる人口集中地及び人口密集地域を距離の関数として示した大縮尺マップを作成すべきである。サイト特性調査段階においては、直近の人口調査に基づいて更に詳細なデータを収集し、適宜外挿すべきである。

環境の防護

II.33. サイトは、技術的、経済的、社会的及び環境的要因を考慮に入れて、施設の寿命全体を通じて環境が十分に防護されることになるように、また、潜在的な悪影響を許容できる程度へと緩和することが可能なように立地されるべきである。浅地中処分施設は、環境を防護するための要件に従うものとすべきである。浅地中処分システムが環境に対して及ぼすかもしれない悪影響には、以下のものがある。

- 処分施設の建設及び操業による環境の擾乱；
- 公共的価値が重要な地域に対する影響；
- 公共水道の擾乱；
- 絶滅危惧種に対する影響。

II.34. 環境に対する潜在的な影響を見積もるために、収集される情報の種類には以下のものを含めるべきである。

- － 国立公園並びに歴史的記念物及び考古学的発見物が存在する地域の場所；
- － 現存する地表及び地下水資源並びにその品質；
- － 現存する陸生及び水生植物及び野生生物、特に絶滅危惧種。

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, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] 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).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSR-5, IAEA, Vienna (2011).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Elsevier, Amsterdam (2007).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, IAEA, Vienna (2009).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Storage of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-6.1, IAEA, Vienna (2006).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [9] 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).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [11] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Stakeholder Involvement in Decommissioning Nuclear Facilities: International Lessons Learnt, NEA No. 6320, OECD, Paris (2007).
- [12] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP, Stakeholder Involvement in Nuclear Issues, INSAG-20, IAEA, Vienna (2006).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition), IAEA Safety Standards Series No. SSR-6, IAEA, Vienna (2012).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-5, IAEA, Vienna (2008).

- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Radioactive Material and Associated Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 14, IAEA, Vienna (2011).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 1, IAEA, Vienna (2010).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012).
- [19] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-Human Species, ICRP Publication 91, Pergamon Press, Oxford and New York (2003).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [22] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PANAMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, IAEA Safety Standards Series No. 31, IAEA, Vienna (2014).
- [24] The Agency's Safeguards System (1965, as Provisionally Extended in 1966 and 1968), INFCIRC/66/Rev.2, IAEA, Vienna (1968).
- [25] Model Protocol Additional to the Agreement(s) Between State(s) and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards, INFCIRC/540(Corr.), IAEA, Vienna (1997).
- [26] The Structure and Content of Agreements Between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/153(Corr.), IAEA, Vienna (1972).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).

- [28] 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).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.4, IAEA, Vienna (2008).
- [30] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG-15, IAEA, Vienna (2002).
- [31] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Maintaining Knowledge, Training and Infrastructure for Research and Development in Nuclear Safety, INSAG-16, IAEA, Vienna (2003).
- [32] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Managing Change in the Nuclear Industry: The Effects on Safety, INSAG-18, IAEA, Vienna (2003).

文書起草及びレビューの協力者

Baekelandt, L.	Federal Agency for Nuclear Control, Belgium
Bennett, D.G.	TerraSalus Limited, United Kingdom
Bercy, K.	ETV–EROTERV, Hungary
Bruno, G.	International Atomic Energy Agency
Crossland, I.	Consultant, United Kingdom
Cummings, R.	Low Level Waste Repository Ltd, United Kingdom
De Preter, P.	Ondraf/Niras, Belgium
Egan, M.	Quintessa Limited, United Kingdom
Hill, M.	Consultant, United Kingdom
Letourneau, M.	Department of Energy, United States of America
Leverd, P.	Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, France
Metcalf, P.	Consultant, Netherlands
Nys, V.	Federal Agency for Nuclear Control, Belgium
Pellegrini, D.	Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, France
Rowat, J.	International Atomic Energy Agency
Simón Cirujano, I.	Nuclear Safety Council, Spain
Suber, G.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America