

付録 1

補足資料 (1) ~ (5)

補足資料(1)

「セーフティケース」の適切な日本語は何か

放射性廃棄物処分のための IAEA の安全要件は、**Safety case** (セーフティケース)及びこれを裏付ける安全評価書の開発を要求している。**Safety case** (セーフティケース)の概要は IAEA 安全基準の個別安全要件 No. SSR-5「放射性廃棄物の処分」[1] によれば、以下のとおりである。¹

Safety case (セーフティケース) とこれを裏付ける安全評価書 (**Safety assessment**) の開発は、規制機関及び関心のある関係者によるレビューに向けられるが、これは放射性廃棄物の処分施設の開発、操業及び閉鎖のプロセスで中核をなすものである。

Safety case (セーフティケース) は、処分施設の安全を立証し、その安全に対する信頼の獲得に貢献する。**Safety case** (セーフティケース) は、処分施設に関する全ての重要な意思決定に必要な不可欠な判断材料となる。**Safety case** (セーフティケース) は、処分システムそのものを理解し、処分システムが時間の経過と共にどのように振る舞うかを理解する基礎となるものである。**Safety case** (セーフティケース) では、処分施設の立地面及び工学面を取り扱い、設計の論理とその論拠を示すとともに、安全評価により裏付けられなければならない。また **Safety case** (セーフティケース) では、安全に対して重要な全ての側面の品質を保証するためのマネジメント (以下「品質保証」という。) システムを取り扱わなければならない。

処分施設のいかなる開発段階においても、**Safety case** (セーフティケース) は、その段階における未解決の不確実性及びその安全上の重要度について特定して認め、併せその不確実性に対するマネジメント (以下「不確実性の管理」という。) を特定し、認めなければならない。

Safety case (セーフティケース) には、安全評価の結果を含まなければならない。さらに、その裏付けとなる証拠、施設の頑健性 (**robustness**)² 及び信頼性の論拠、設計、設計論理、及び安全評価の品質とその基礎的前提に関する品質を含まなければならない。

Safety case (セーフティケース) には、放射性廃棄物の処分に関するより一層一般的な論点、及びより広い視野で安全評価の結果を見るための情報を含めて

¹ [1] については原子力安全基盤機構(JNES)の日本語翻訳版がある。ただし訳文は直訳に近く、内容の理解は専門家であってもおそらく容易でない。以下は、その翻訳版にはとらわれずに記述した。

² フィンランドの Posiva は、頑健性を、「振る舞いを理解すること及び予測することが困難な概念や構成要素を回避すること」を意味すると解している [8]。IAEA は予想外の事象に対する処分システムの強靱性 (**resilience**) を評価すべきとしている [1]。

良い。Safety case (セーフティケース) においては、施設の開発の任意の段階、もしくは操業または閉鎖の段階におけるいかなる未解決の論点も認められなければならない、その解決に向けての作業の手引きも示されなければならない。

安全評価³は、処分施設に関連する危険性 (hazards) を体系的に評価するプロセスであり、その設置場所の能力と施設設計が安全機能を成就し、技術的要求を満たすかどうかを評価するプロセスである。

安全評価には、性能の全体水準の数量化、関連する不確実性の分析、及び関連する設計要求及び安全基準との比較を含まなければならない。処分システムを設置する環境は、工学的システムと異なり標準化できないので、安全評価はサイト固有のものでなければならない。

設置サイトの環境調査及び設計研究が進展するに従って、安全評価は次第に詳細化し、その場所固有のものになる。サイト調査の終了時には、完全な評価のために十分なデータが利用できなければならない。科学的理解、データ及び解析のいずれかに重要な欠陥があれば、安全評価の結果に影響する可能性があり、そうした点は安全評価のなかで特定されなければならない。

施設の開発段階によって異なるが、安全評価は、調査研究の焦点を合わせるために用いることもでき、調査研究の結果は、安全確保の目標を満たし、安全基準に準拠するかどうかの評価に用いることもできる。

以上は IAEA 安全基準の内の個別的な安全要件 [1] からの抜粋である。

Safety case (セーフティケース) という用語の国際的使用状況

IAEA では、安全基準の内の各施設に関する勧告指針のひとつとして、放射性廃棄物の処分前管理 (中間貯蔵等) 及び放射性廃棄物の処分のそれぞれの分野の「セーフティケースと安全解析」を取り纏めている [2], [3]。また、OECD/NEA においても、閉鎖後の処分施設のセーフティケースに関する報告書 [4] や、放射性廃棄物分野のセーフティケースの原則や良好事例に関する国際ピアレビュー結果の報告書 [5] 等多数のセーフティケース関連の報告書が出版されている。

即ち、国際的に Safety case という用語は、放射性廃棄物管理分野の専門家の間では既に共通語として一般化しており、我が国でも専門家の間では、カナ書きの「セーフティケース」で通用している。ただし、米国では 'total system

³ IAEA は、用語 risk assessment (リスク評価) は safety assessment (安全評価) に含まれるとしているが、地層処分については同義と見て良いだろう。安全性について定義を記載している公の国際規格向けのガイド ISO/IEC Guide 51 では、safety は「容認できない危害が発生するリスクがないこと」(freedom from unacceptable risk) と定義されている。即ち、「安全」は「リスク」を用いて定義されている。[付録 C]を参照こと。また、ISO31000 リスクマネジメント-原則及び指針では「リスク」を「目的に対する不確かさの影響 (the effect of uncertainty on objectives, whether positive or negative)」と定義した。JIS Q 0073:2010 リスクマネジメント-用語(ISO Guide 73 : 2009)でも同様に定義。

performance analysis (トータルシステム性能解析) フランスでは 'dossiers de sûreté (安全性の書類)」、ドイツとスイスでは 'Sicherheitsnachweis (安全証明)」、スペインでは 'estudio de seguridad (安全研究)」を用いる等、国により国民の間で用いる用語は異なっている [2]。

セーフティケース (Safety case) の発祥国である英国及び英語圏では、この場合の 'case' の意味は 'a set of facts and arguments supporting one side of a debate or controversy' あるいは 'a set of facts and arguments supporting one side in legal case' [Oxford Dictionary of English] (討論や論争あるいは訴訟事件の一方の当事者を支援する一連の事実や論拠) であるが、そのままカタカナにしたセーフティケースではそうした意味が通じるとは考えにくい。むしろ何の何を言っているのかと疑問を惹起するおそれがある。即ちコミュニケーションを途切れさせ、阻害しかねない言葉であり、一般に使用することは禁じた方がよいということになる。適切な日本語を必要とする所以である。直訳に近い表現の例は安全論拠集、安全申立書あるいは安全準備書面である。⁴

セーフティケースが、事業者からの情報源として社会に存在し、関心あるすべての関係者への情報提供を考慮している文書あるいは情報集である以上、出来るだけ一般に用いられる通常語でこれを言い表すことが望ましい。より一般的な言葉で言えば、処分場の安全評価書、あるいはリスク評価書が含まれ、安全説明書 (リスク説明書)、安全報告書 (リスク報告書) であると言える内容を持つものである。あるいは処分場の安全白書と言っても良いかも知れない。さらに一般的に言うなら安全文書 (safety document) である。

セーフティケースの日本語として、どのような通常語が相応しいかを考えるために、まずセーフティケースは誰が何の目的で作り、どのような内容を有するものと考えられているかを明らかにしておきたい。とりあえず、「セーフティケース」を「Safety case (安全文書)」と記して論述をすすめる。

「Safety case (安全文書)」とは何か、どのように説明されているか

IAEA の安全用語集 [6] によれば、「Safety case (安全文書)」とは「ある施設又は活動の安全を裏付ける論拠及び証拠を収集したもの」であり、「これには、通常、安全評価の結果及びこれらの結果に対する信頼性に関する表明が含まれることになる」とある。原子力施設全体に通じる説明であるが、実際には放射性廃棄物の処分関連分野で用いられている。

「Predisposal Management of Radioactive Waste, Safety Standard Series No. GSR Part5」, International Atomic Energy Agency, (2009) の JNES の翻

⁴ 英語圏文化あるいはキリスト教文明の文化にあって用語 case は対立と論争を前提としているが、和を尊ぶ日本文化において、情報の共有、知識の進化、理解の深化と普及、政策のコンセンサスを求めるプロセスに係る文書につき、その呼称を検討するにあたり、文化的背景への考慮は不可欠であろう。

訳では、さらに、「その中でなされた安全評価と仮定の頑健性と信頼性についての情報（裏付ける証拠と理由を含む）を一般的に含むことになる」とある。

さらに IAEA 安全用語集 [6] には「放射性廃棄物処分場の場合、Safety case (安全文書)は所与の開発段階に関係している。このような場合 Safety case (安全文書)は、未解決のいかなる問題の所在も認めると共に、これらの問題を将来の開発段階において解決する作業のためのガイダンスを提供すべきである」とある。

OECD/NEA は放射性廃棄物の処分場について、「Safety case (安全文書)」とは:「ある特定の処分場の開発段階において、処分場の長期（閉鎖後）の安全を裏付ける論拠を収集したもの」であり、「安全評価により得られた知見及びその知見に対する信頼に関する記述を含むもの。また、未解決のいかなる問題の存在も認め、将来の開発段階においてのその解決に向けての作業のガイダンスを提供しなければならない」とあり、段階的に開発されていくものとしている [7]。

IAEA と NEA の説明に本質的な違いはない。以下 IAEA の手引書 [2]等 から、その内容、役割等について抜き出すと以下の通りである。

Safety case (安全文書)は、どのような情報を含むものか

- 処分施設の安全性を裏付ける科学的、技術的、行政上及び経営上の論拠及び証拠を収集したものである。
- 施設用地と施設の設計、建設及び操業の適合性、放射線リスクの評価、並びに、処分施設に関連する全ての安全関連活動（リスク管理関連活動を含む）の妥当性と品質の保証を含むものである。
- その不可欠な部分である安全評価は、放射線の危険有害性の体系的評価から導かれる重要な構成要素である。
- この安全評価には、線量・リスク基準と比較するため、処分施設に起因する放射線量及び放射線リスクの定量評価も含まれ、放射性廃棄物が有害である期間全体に亘って、通常状態及び擾乱事象下での処分施設の振る舞いについての理解の仕方が提示される。
- 安全の証明及び許認可の基礎となる内容を含む。
- 処分施設の開発が進展するにつれて進化する内容を含む。
- 場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置も含まれる。

Safety case (安全文書)は、誰が作成するか

- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、処分施設の開発の各段階、操業期間中及び閉鎖後に、必要に応じ、処分事業者、処分施設の運転者により作成され更新されなければならない。

Safety case (安全文書)は、誰にどう役立つか

- 立地、設計及び操業に関する意思決定を助け、指針となるものである。
- 関心のある関係者と対話を行う際に依拠する主要な基礎であり、処分施設の安全に関する信頼の醸成の基礎となるものである。

- 主として処分事業者自身、処分事業の直接関係者及び関心を有する関係者にとって、依拠できる情報集として役立つものである。

Safety case (安全文書)の役割は何か

- 閉鎖後の期間における処分システムの振る舞いと性能について、関連する情報を、構造化されトレース可能で透明性のある方法により、統合して示すことにより、どう理解するかを明らかにすること。
- 処分システムの振る舞いと性能に係る不確実性を識別し、不確実性の重要度を分析すること。さらに重要度の高い不確実性の管理システムへのアプローチを特定すること。
- 処分施設が人の健康及び環境を保護する方法において、所要の性能を発揮するという合理的保証を提供することにより閉鎖前及び閉鎖後長期間の安全を論証すること（場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置も含まれる）。
- 処分施設の開発の多段階アプローチにおける意思決定を支援すること。
- 処分施設に関する論点について、関心のある関係者とのコミュニケーションを容易にすること。

この記述で注目すべきは、処分システムの振る舞いと性能に係る不確実性の管理に言及している点である。この管理は、処分システムに関する Safety case (安全文書)を最初に作成した時点から、処分施設の開設、操業をへて閉鎖に至る期間における管理を指しており、作成時点または更新時点から見て将来の所定の期間における施設運転者の管理戦略あるいは管理計画への取組み方法を示すものと考えることができる。

Safety case (安全文書)の成立要件は何か

- Safety case (安全文書)は処分施設の概念作成時から作成されなければならない。施設の存続期間全体に亘って、即ち施設の閉鎖及び許可終了まで維持されなければならない。その全期間に亘り、品質保証管理が適用されなければならない。
- Safety case (安全文書)の開発と使用に関心のある全て関係者の関与を容易にする仕組みが整備されねばならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、処分施設の開発の各段階、操業期間中及び閉鎖後において、必要に応じ処分施設の運転者により作成され更新されなければならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、規制機関に提出し承認を得なければならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、規制機関に対し、また各段階の意思決定に対し必要な技術情報を提供するために十分詳細かつ包括的でなければならない。
- 場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置に関する情報は別途管理される。

Safety case (安全文書)の構成要素を図1に示す [2]。この図は各要素を示すほかに、要素間の作用をも示している。図の右側にある「不確実性の管理」と左側の「反復処理と設計最適化」の矢印が示す繰り返しの入出力作業が、処分システム全体の信頼性を向上させるというマネジメントサイクル (PDCA サイクル等) の実施プロセスを前提にしていることに注目すべきであろう。

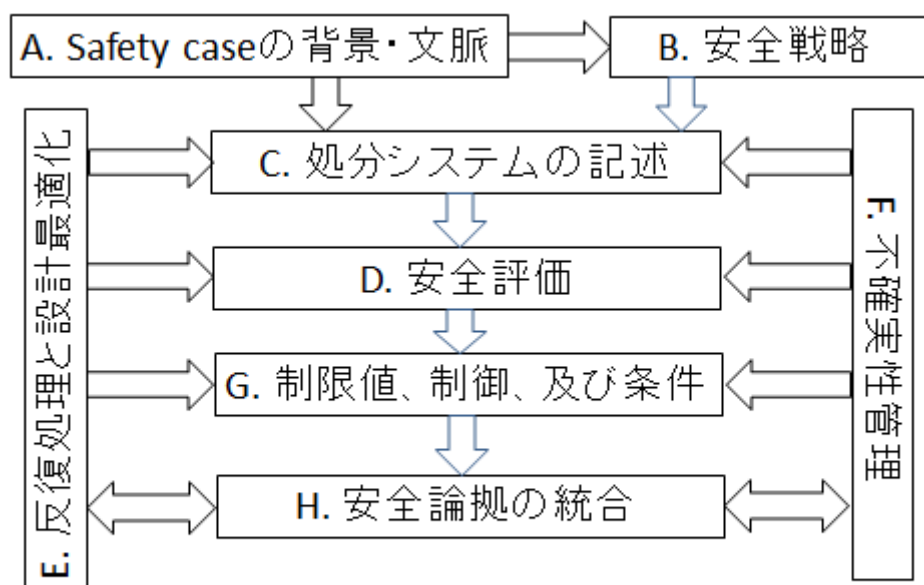


図1 Safety case(安全文書)の構成要素

さて、以上のような内容、役割、要件等を有し、かつ問題点や未解決点の解決に向けての進化プロセスというマネジメントメカニズムを前提として生成される Safety case (安全文書)は、処分施設の事業者、操業者が更新作業を持続し、少なくとも閉鎖時の安全評価の終了までは維持されるものであるが、その作成目的は何であると考えられるか。

処分施設の開発はその概念の検討に始まり、調査、設計、建設、受け入れ貯蔵、操業を経て閉鎖に至るまで、長期にわたり段階的に進められる。この間に安全評価は、立地関連調査や処分に係る研究開発の進展を踏まえ進化するとともに、技術の進展や規制の変化等への対応による進展も考えられる。こうした変化に適切に対応するため、Safety case (安全文書)の作成と更新は、以下の目的を持って進められる必要がある。

- 特定の処分場の開発、操業及びリスク管理に必要な知識及び情報を最新の状態に保ち、その管理と関連情報の共有を容易にする。
- 特定の処分場の開発と操業に必要な調査研究の目的、焦点を明瞭にする。
- 特定の処分場の開発と操業を安全限度内で行い、処分場閉鎖後の長期安全を証明するために必要な情報の維持・更新・継承を容易にする。
- 特定の処分場の開発と操業に必要な人材の知識管理と知識継承を容易にする。

- 特定の処分場の開発と操業に関心ある関係者への一貫した情報提供を容易にする。
- 特定の処分場の操業終了にあたり、その後管理を行う者への最新情報の引き継ぎを容易にする。

こう見てくると、**Safety case** (安全文書)は、主として処分事業者の内部及び処分事業直接関係者間で必要な知識、認識、情報の共有を促し、その関係者間の良好なコミュニケーションに資する重要な文書（または一連の文書群）という性格を有するものであり、その目的達成のためには、そのための全体管理のシステムを必要とするものであると言えよう。

Safety case (安全文書)及びその裏付けとなる安全評価関連文書のどの範囲を公開とするかは、事業者の開示基準と経営姿勢によるであろう。

Safety case (安全文書)作成の実例として、フィンランド **Posiva** の場合を見てみよう。**Posiva** は 2012 年 12 月に処分施設の建設認可申請を行ったが、その申請を支える長期安全評価の節は、**Safety case** に基づいているとしている。**Safety case** (安全文書)について、国際的に認められた定義、即ち「計画中の処分場の安全性及び安全性に関する専門家による信頼性水準を定量的に示しかつ立証するための証拠、解析及び論拠を編集したものである」によるとした上で、多数の文書からなる **Safety case** (安全文書)の構成とその刊行計画を 2005 年に公表、その後 2008 年には **Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)**の勧告も踏まえ、その改定計画を公表した。これらの関連文書も公表してきている。

ちなみに **SAFETY CASE PLAN 2008, Posiva Report, POSIVA 2008-05, July 2008** は 80 ページの文書で、目次は次のようになっている。

- 1 INTRODUCTION (序論)
- 2 MAIN ELEMENTS OF THE SAFETY CASE (安全文書の主要な構成要素)
 - 2.1 Description of the disposal system (処分システムの記述)
 - 2.2 Features, Events and Processes (機能、事象及びプロセス)
 - 2.3 Formulation of scenarios. (シナリオの設定) Posiva
 - 2.4 Models and data (モデル及びデータ)
 - 2.5 Analysis of scenarios (シナリオの解析)
 - 2.6 Complementary considerations. (補完的考察)
 - 2.7 Summary of the Safety case (安全文書の要約)
- 3 SUPPORTING ACTIVITIES (支援活動)
- 4 MANAGEMENT OF UNCERTAINTIES (不確実性の管理)
- 5 MANAGEMENT OF QUALITY (品質の管理)
- 6 IMPLEMENTATION (実施)
- REFERENCES (参考文献)

Posiva は、「Safety case (安全文書)の大部分は不確実性に関する議論である。不確実性の管理の最も重要な部分は、研究、技術開発及び設計を通じて行われてきた不確実性の識別、回避、縮小、評価であり、これはさらに将来に亘り継続される」と述べている (図 2 参照)。また、「不確実性に関するコミュニケーションは通常、Safety case (安全文書)に係るすべての報告書作成過程における必須の部分である。しかし明らかに、ある程度の不確実性は常に残り、意思決定の支援にはその評価が必要だが、大半の残余の不確実性を定量化することは容易でない。」と述べている。いわば Safety case (安全文書)が、不確実性を明らかにし、リスク評価の信頼性を高めるべく進化する安全説明書であり、設計及び安全評価を裏付ける安全詳解書であることの証左であるが、その定量化する評価あるいは確率論的評価には限界のあることも指摘されている。

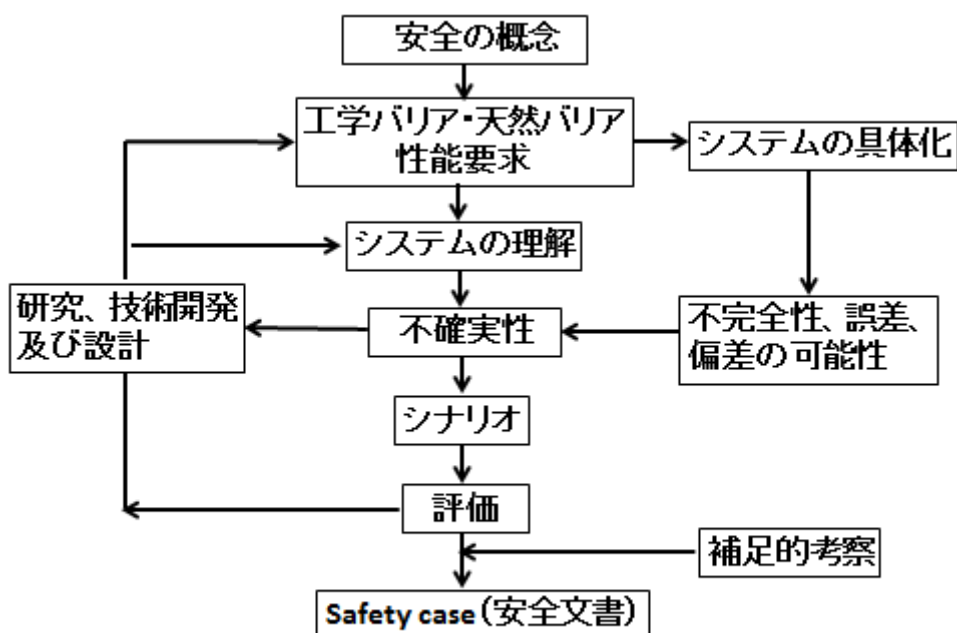


図2. 不確実性、safety case (安全文書)、研究、技術開発及び設計活動の相互関係
出典 Safety Case Plan 2008, July 2008, Posiva Oy.

この Posiva プランでは、不確実性の管理に加えて、品質の管理についても 1 章を割いている。研究開発から設計、さらに建設、操業に進む処分システムの形成と運用全体の品質保証が安全の基礎となることは言うまでもない。

以上、Safety case (安全文書)を様々な側面から見てきたが、その内容と役割を表す適切な日本語は何であろうか。処分システムの開発開始から閉鎖に至る経過の中で、ある時点における Safety case (安全文書)は、その時点までの安全評価を含む安全報告書であると同時に、その時点で未解決な問題点に対する将来の取組みを示す安全計画書でもある。そして関心のある関係者に対する一貫した情報源であり、いわば重要な公共財である。

以上の諸観点を踏まえると、IAEA や OECD/NEA の示す Safety case (安全文書)に相当する日本語として、一言で表す簡潔な日本語は見当たらない。しかし、

その多くの役割を含めることのできる言葉として、20xx年版「安全説明書」、第n次「安全報告書」または「安全白書」を提案する。これらの名称は、Safety case (安全文書)の大半は公表されることを前提に作成され、更新されるという前提で提案したものである。

我が国の原子力安全規制においては、放射性廃棄物の最終処分事業における Safety case (安全文書)に相当する文書の位置付けは、従来の事業規制と同様に事業許可申請時に何らかの申請図書を必要とするであろうこと以外に特に定めはない。Safety case (安全文書)は法規制と密接に関係する内容を有するであろう。いずれ規制との関係も整理されなければならない。

NUMOは、国の安全審査の段階で「安全評価の結果を裏付けるさまざまな証拠や論拠をセーフティケースとして取りまとめ、このセーフティケースに基づいて地層処分システムの安全性を提示」し、「事業許可以降の建設から事業廃止までの段階では、新たに得られた知見に基づき安全確保策の妥当性の確認や安全評価を行って安全性の確認を行い、安全レビュー報告書として取りまとめて国に提出する」としている[9]。Safety case (安全文書)は、処分場の概念設計段階から閉鎖段階にいたるまで一貫して、事業者として維持・更新・進化させるべき文書であることが望ましく、いずれそうした方針がNUMOより明らかにされることを期待したい。

事業者及び規制機関は、国際標準用語 Safety case を、国際コミュニケーションにおいてどのように用いるかを明らかにする必要があるが、国内コミュニケーションのための用語あるいは名称は、作成者である事業者の判断で決めることができるものと考えられるのが適切であろう。ただし「セーフティケース」というカナ書きは国内では望ましいものとは考えにくい。[[付録A] 候補名称例のリスト]を参照されたい。

原子力発電環境整備機構 (NUMO) の報告書「地層処分事業の安全確保 (2010年度版)」⁵は、特定の処分施設サイトを対象としたものではなく、日本列島の適地を想定した一般的乃至共通の報告書であるから、その限りではIAEAの示す Safety case (安全文書)ではない。しかし、一般的ではあっても日本での安全な処分の実施に係る技術的信頼性に関する技術報告という内容を有するのであれば、これが「Safety case (安全文書)」に相当する「安全報告書」または「リスク報告書」の第0次版であると言って良いということになる。「セーフティケ

⁵ この報告書 (770 頁) 中、リスクに関する記述は、①放射線被ばくによる個人のリスク限度、②自然過程に対する線量拘束値またはリスク拘束値、③極めて長期にわたる期間の安全評価に付随する不確実性を踏まえた評価としてリスク論的考え方の適用、及び④地層処分事業期間のリスクマネジメント (ISO31000 の適用) の4か所に見られる。用語「安全」が3,211ヶ所で使われているのに対し、用語「リスク」は98ヶ所、「セーフティケース」は130ヶ所、「不確実性」は557ヶ所である。ちなみに、概要版(140頁)では安全730ヶ所、リスク11ヶ所、セーフティケース27ヶ所、不確実性91ヶ所である。

ース」という特殊な業界用語を使用せず、一般に通用する通常語で記述することは十分可能である。

時間的に事業申請に先立って始められるサイト選定及び立地プロセスにおいてどのような安全評価（リスク評価）関連の文書または情報集を準備すべきかについては、科学、工学、安全評価上の検討課題であると同時に、事業リスク管理に係る社会科学面からの研究課題でもある。リスク対策要素として、技術、制度、管理、教育、コミュニケーションなどがある。こうした文書が、科学技術に関する道徳的健全性（Scientific integrity）を備えていなければならないことは言うまでもない。こうした文書と原子炉等規制法及び最終処分法の関係についても今後明らかにすべき検討課題である。

以上の議論は、再処理後のガラス固化体等高レベル放射性廃棄物の処分と使用済燃料の直接処分とで基本的に相違はない。両者の相違は、処分対象物の物質組成と性状の相違からくる放射線防護、環境保護、核物質防護、核拡散防止のための保障措置のそれぞれの方法、必要時期等の相違である。

[以上、本メモの作成には、植田浩義、佐々木憲明、山本隆一、諸葛宗男の各氏のご意見を参考にしました。ここに感謝を申し上げます。(岸本洋一郎 2013.09.10)]

参考文献

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSR-5, IAEA, Vienna (2011).
[JNES の日本語翻訳版あり。ただし訳文は直訳に近く、内容の理解は専門家であつてもおそらく容易でない。]
- [2] 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). [未翻訳]
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety case and Safety Assessment for Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013).
- [4] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Post-closure Safety case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD, Paris (2004).
- [5] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, International Peer Reviews in the Field of Radioactive Waste: Questionnaire on Principles and Good Practice for Safety cases, Rep. NEA/RWM/PEER(2005)2, OECD, Paris (2005).
- [6] IAEA safety glossary : terminology used in nuclear safety and radiation protection : 2007 edition.
- [7] Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories Its Development and Communication, NUCLEAR ENERGY AGENCY, 1999
- [8] Safety Case Plan 2008, July 2008, Posiva Oy
- [9] 地層処分事業の安全確保（2010 年度版）、原子力発電環境整備機構

[参考 A] 候補名称例のリスト

- 処分場の安全説明書、リスク説明書
 - 総合的安全説明書、XX 段階の総合的リスク説明書、第 n 次総合的リスク説明書、・・・
- 総括的リスク説明書、リスク説明総記、・・・
- 処分場安全報告書、リスク報告書
 - 総合的リスク報告書、・・・
- 処分場安全白書、処分場リスク総記、処分場リスク白書
- 安全調査及び計画書、リスク調査及び報告書、安全成績及び計画書、安全成績及び計画詳報、・・・
- リスク論拠書、リスク論証書、リスク論考書、リスク考証書、リスク解明書、安全解義書、安全信証書、・・・
- 安全申立書、安全準備書面、・・・

[参考 B] フィンランド Posiva の SAFETY CASE PLAN 2008 における不確実性の管理の章目次

MANAGEMENT OF UNCERTAINTIES. 不確実性の管理

4.1 General principles

一般原則

4.2 The approach to uncertainty management

不確実性の管理へのアプローチ

4.2.1 Uncertainty in theoretical (conceptual) understanding of the FEPs

FEP⁶ の理論的（概念的）理解に係る不確実性

4.2.2 Uncertainty in the models used to describe the processes

プロセスを記述するモデルの不確実性

4.2.3 Uncertainty in the data

データの不確実性

4.2.4 System sensitivity to uncertainties in the data, parameters and alternative theoretical assumptions

データ、パラメータ、及び代替の理論的仮定の不確実性に対するシステムの感度

4.2.5 Range of uncertainty in results

結果の不確実性の範囲

4.2.6 Potential to diminish the uncertainties

不確実性を縮小する潜在的可能性

⁶ FEP は、地層処分システムの特徴（Feature）、特性に影響を与える事象（Event）、システムの時間的変遷の過程（Process）の略称。

補足資料（２）

地層処分における安全とリスクについて

ー学際委員会の企画セッションを発端としたメール討議の概要ー

参加者；岸本、諸葛、寿楽、河田、佐々木、山本

当委員会においては、正規の委員会活動に加えて、メールを使った意見交換も適宜実施してきた。以下は「2013年秋の大会における学際委員会の企画セッションメモ」の修正に関するやり取りを発端として、平成25年9月9日から5日間ほどの期間で、上記の参加者が次々と参加し「地層処分における安全とリスク」について意見交換した内容を、今後の議論の糧とすべく、テーマごとに分類・整理したものである。

1. 安全とは何か

- ✓ 安全は先験的、絶対的には存在しない。
- ✓ 安全とは、①内在している危害を示し、②その危害が顕在化しないよう対策することによって、③危害が顕在化する可能性を社会が受け入れられる水準以下に抑えること。
- ✓ 内在しているハザード（危険源）による悪影響が顕在化する頻度の程度（レベル）及び万一顕在化した時被る悪影響の程度（レベル）が、それぞれ別々にあるいは積（すなわちリスク）として、社会が納得する程度（レベル）を下回るようであれば「安全」と見なされるはず。
- ✓ メーカーでも事業者でも、国あるいは自治体でオーソライズされた基準があれば「判断できる」のではないか。その判断の妥当性に関する確認は国あるいは自治体が行うということになる。
- ✓ 「社会が受け入れられる水準」は文字通り「社会」全体で決めた、という政治的な正統性が必要。政治的な正統性を最終的に担保するのは国政の手続きであり、その意味で国が最終的な責任を負うべき。
- ✓ 社会の受忍限度を規制立法・規制行政等によって示し、エンフォースするのは、一般的に政府の重要な役割の一つだが、その受忍限度の設定自体は、社会的な意思決定によって決まってくる。政府が独りで判断するのではなく、その背後には社会全体の判断がまずあって、それに実効性を持たせるのが政府。具体的には、社会的論議を踏まえて国会が立法によって基本的な考え方や原則、制度設計などを示し、それに実効性を持たせるのが政府による行政行為（具体的な規制基準の設定、審査・検査等による規制遵守の確認、等）。

- ✓ 立法や行政のさまざまな段階で、別途、市民参加型手法で社会の意向を確認するのが昨今のならい。
- ✓ 社会の実感が少ない事象（地層処分）に対する安全の基準については、社会の意向を確認するその前に、社会（国民、住民、自治体等）自らによる勉強なり理解なりを行ってもらうことが重要であり、そのための仕組みの構築（資金・情報の提供等）が重要。スウェーデン等ではこのような仕組みが充実しており、社会（国民、住民、自治体等）自らが納得するまで、勉強し理解することが容易なように工夫されている。
- ✓ 「市民参加型手法」は、むしろ、そうした熟議のプロセスを指す言葉であり、安易に多数決をしたり、声の大きいアクターの主張を重点的に反映したりするようなプロセスを指すものではない。スウェーデン等は、まさに「市民参加型手法」先進国。

2. 地層処分における受忍限度

- ✓ 地層処分の場合、「社会が受け入れ可能なレベルまでリスクを抑え込んだかどうか」をいわゆる通常の意味での（直接的な）「実証」によっては確認できない。
- ✓ 英語では demonstrate という単語が使われ、「実証」という和訳が当てられているが、demonstrate には「論証」という意味もある。
- ✓ 地層処分の場合、その受忍限度が十分な社会的議論を経ずに、テクノクラシーの中で決まってきた、そして、テクノクラシーはその限度の値を（他の利害のために）値切っている。
- ✓ この表現が、「地層処分」という概念にすべて当てはまるものか疑問。我が国の地層処分のことであると限定しても、受忍限度は決まっていないので、この表現のような事実はないと反論される。
- ✓ この部分は「決まってきたとの批判を受けてもやむを得ない面がある」という評価の議論、あるいは「値切っているとの疑念を持って社会から見られている」という、認知についての議論。なお、テクノクラシーの中で多くを決めてきてしまったのではないか、との反省は、すでに処分懇において同様の見解が示されている。
- ✓ 地層処分の場合には、時間軸の長さ（操業安全の議論から超長期の安全の議論までの幅、あるいは事業期間の有意な長さの問題、等）や上述した通常の意味での（直接的な）「実証」の困難性等の理由から、安全確保の論理そのものについて社会的に知恵を練り上げる必要がある。
- ✓ このため、「どのように基準を設定するのか」「どんなやり方で受忍可能なリスクの度合いを設定するのか」「具体的にはどのような定量

的基準がそれに適しているのか」「そもそも、HLW のリスクに対してどのような対処を原則とするのが社会的に望ましい、あるいは正当か」等も含めて議論する必要がある。

- ✓ この作業は行政裁量の枠内には必ずしも止まらないもので、これが過去あるいは現在において各国でほぼ確実に処分の取り組みが行き詰まりを経験した大きな要因の1つとなっている。

3. 地層処分に対する一般の人々の疑問・批判

- ✓ 以下のような一般の人びとからの疑問・批判に真摯に応えることが必要。暴論、極論と退けてはならない。
 - ・ 「このような長期施設では、社会が受け入れ可能なレベルまでリスクを抑え込み続けること、それを保証することは困難」
 - ・ 「だとすれば、将来世代に対して完全に責任を果たすことはできない」
 - ・ 「そのような対処困難な廃棄物を生み出す原子力利用はやめるべき」
 - ・ 「そもそもこういう難しい理屈の議論をしないと「処分」したことにならないようなものを生み出す活動（＝原子力の発電利用）は社会や環境とは相容れないのではないか」

4. 国民との対話

- ✓ 事故以前は、学会での議論が必ずしも十分に自由なものでなく、異論から学ぶ契機を失った。異論を言われる方も、相当な勇気を持って発言されているのだと理解。このことは我々も肝に銘じるべき。
- ✓ 「自由な論議」について今後学会がどのような改善策を最終的にまとめるのか、注目している。
- ✓ 本委員会での議論や報告書で、こうした社会からの疑問に丁寧に答える作業ができれば幸甚。
- ✓ 専門家と一般の人びとの意見の違い、あるいは立場の異なる専門家間の意見の違いを、「合理性の違い」として捉えよう、というものがある。合理的かそうでないか、理性的か感情的か、ではなく、どのような観点・基準において合理的かが違う、と考えるもの。「合理性の複数性」と考えるべき。
- ✓ 専門家の間での議論の際にも、意識してそうした「別の合理性」からの見方をインプットしてみれば、今回のような根本的な問いかけへの答えを見いだせる（あるいはそのヒントはつかめる）かもしれない。
- ✓ 「工学者のミッションは設計」であるが、「設計」に自信をもつあまり、それが最善であると自己判断し、その上で結果を社会に説得的に

伝えるような態度にままなりがち。これが、社会から見れば不信と反発の一つの根源。

- ✓ 設計を行うためには、守るべき基準なり指針なり達成すべき要件なりがあり、設計工学者はそれを守りながら如何に自分の見識知識を發揮し工夫して要件を達成するか、心血を注ぐ。従って、自分の設計に自信あるいは誇りを持っていて、基準・指針・要件を満足していると強調するのであろう。自信過剰は問題だが、社会の不信と反発を生む大きな原因の1つとして、設計の基準・指針・要件等が適切であったのか、ということもある。
- ✓ そうした技術者の矜持は尊重・尊敬されるべきと思う。問題は後段の部分で、「基準・指針・要件等」が、「決め方」と「中身」の双方において、本当に社会から納得・支持されるものであるか、という点。原子力の場合には、「基準・指針・要件等」を原子力関係者の側が、敢えて言えば「お手盛り」で独善的に決めていたのではないかと、これが社会からの不信・批判の核心の一つ。
- ✓ 一方で、「社会のニーズ」が専門家から見れば端的に誤りのように見える場合には、「最大限反映」するよりも、体を張ってでも止めることが必要かもしれないが、これと上記の「自己判断→説得」のまずさとはどう違うのか。
- ✓ 少数の専門家が専門家としての知見に基づく信念あるいはデータに基づき警告していたにもかかわらず社会の多数あるいは意思決定者の理解や賛同が得られないため、結局警告通りのことが発生してしまった、というようなことは歴史的にも例がある。スペースシャトルの事故もこの例に該当し、福島事故もその1例だと言う人もいる。求めるのは簡単だが、専門家がこれと信じることを主張し続けるしかない。技術者倫理の問題でもあり、社会が技術者・専門家を如何に尊敬するか、尊敬されるように技術者・専門家が如何に振る舞うかと言うことが原点のように感ずる。
- ✓ 「これと上記の「自己判断→説得」のまずさとはどう違うのか」への答え方の一つは、判断の主体、根拠、道筋が明らかにされ、検証可能なかたちになっている（記録が残され、公開されている等）かどうか、といった基準、あるいは、その判断が全ての利害関係者の参加を得て行われているか、などの点で判断する、というもの。

5. リスク論と決定論

- ✓ 安全を議論する時に決定論とリスク論の違いと適用範囲をきちんと認識する必要があるが、それを認識している人が少ない。

- ✓ リスク論は「受忍可能なリスクの度合い」にのみ使われているのであって、事故対策の「深層防護」(第4層)は「決定論」。
- ✓ 深層防護は「受忍可能なリスクの度合い」で線引きした確率以下の事故が起きることも想定することを求めている。すなわち、第4層の事故の影響緩和対策はそれ以下の確率で起きる事故に対しての備えも求めている。
- ✓ 原子炉の方ではそのようになされているかもしれないが、サイクル関係では、現状は以下のような状況。
 - ・ 深層防護の第3階層は、いわゆる「設計基準事故」に対する対策であり、この「設計基準事故」の選定は、まだ決定論的に選定されており、事故の頻度を評価して選定されてはいない。
 - ・ 第4段階は、「設計基準事故」を超えるような厳しい条件を想定したうえで、大きな影響を与える事故(重大事故)を考察しそれらに対する対策を考えるというものであり、現時点では頻度に基づいて重大事故を選定しているわけではない。
- ✓ 残る議論は第3層までに組み込む事象の選択。最近はそこに2段階の線引きをする案が出ている。
- ✓ ただし「これが分かっているのでは話にならない」式に却下する論理にもなり得るので、注意が必要。「難しいことをいって煙に巻こうとしている」といった反感を持たれることもある。
- ✓ こうした部分(リスクとどう向き合うか、という問いに対する答え)を異なるステークホルダー間で如何に上手くやりとりして、社会的な合意に近づくか、というのが、「リスクコミュニケーション」の重要な課題のひとつ。日本ではこの定義を共有する人が少ないのが現状。

6. 「リスク」という言葉について

- ✓ 工学では「リスク」を安全論理に適用する考え方、といった含意で使うが、社会科学では、「リスク論」とは、社会の構成原理の中心が利益の分配からリスクの分配へと変貌している現代社会の実相を解き明かそうとする諸学のことを指す。
- ✓ 他分野の方との議論の際には注意が必要かと思う。「話が通じなくなる」きっかけを作りかねないキーワード。
- ✓ 日本の地層処分においても、他国や他分野の安全の考え方(リスク管理の考え方)を安易に借りてくるのではなく、「なぜそれでよいのか」を自分たちの言葉で説明可能なものを(日本で)作らないといけない。
- ✓ 特に、直接処分の場合に、安全確保の考え方(より正確に言えば、セキュリティやセーフガードも含む総合的なリスク管理の考え方)がど

う変わりうるのか、どこに課題が出て来るのか、逆に、どの部分はより取り組みやすくなるのか、等を整理することができれば、「そのレベルでの議論」に近づける。

- ✓ 社会科学、特に社会学の「リスク論」においては、「リスク」は、「危害の発生確率及びその危害の程度の組合せ」との定義を認めつつも、「そうした可能性のうち、とくに自己の選択に原因帰属される場合をいうこともあり、日常的な用法はこれに近い」。「この概念は、損害可能性を考慮しつつあえて行為選択するとき好機を入手しうるといふ含みを持つ。」
- ✓ これは、「未来の出来事が自然や神や宿命によってではなく、人間の決定により生ずる、あるいは人間によって制御しうるといふ概念が社会に定着しなければ、リスク管理という発想は生じ得なかった。」という見方が、社会学がリスクを論じる際の重要なポイントになっているゆえ。
- ✓ N. ルーマンは、「将来の損害が自己の決定（決定しないという決定も含めて）に帰属されるときこれをリスクとして、自己の制御の及ばない外部に帰属される危険 danger から概念的に区別した。」としている。そして、「リスク」について「社会学ではこのように、人間や組織の決定と関連づけてリスク現象が分析され、それによりマクロな社会記述にとどまらず組織論や制度論との接続が可能となり、決定と責任帰属の関連を問うていく可能性も拓ける」との見立てが得られ、社会学が「リスク論」を展開することが可能になった。
- ✓ 人や環境への損害を内在する産業や事業等は、人間の制御の及ばない自然からの危険 danger も考慮しなければ成立しないので、そのリスク論には、人の過誤・失敗はもとより自然現象の影響を含めたリスク評価が行う必要がある一方、社会学のリスク論は、対象が人間あるいは人間が作る組織とすることから、自然のことは対象外である、ということか。産業や事業等における自然現象に起因する事故も、天災だからしょうがない、とは済まされない。
- ✓ 天災の影響も含めて、人智により制御・管理可能である、という考え方が、「リスク」という概念そのものの基礎である、というのが社会学における「リスク論」の基本的な考え方。そのような考え方が生まれる以前においては、自然現象による影響は文字通り「天災」であり、人間は運命として受け止めるしかないもの（あるいは、神の差配）であった。議論の中で、木下富雄先生のご指摘が引用されていたが、大航海時代に「リスク」の考え方と言葉が生まれた、ということは、ル

ネサンス、つまり、人間の主体性を回復する運動の勃興があった（＝神様の領分が縮まった）ことと深く関わる。

- ✓ したがって、社会学のリスク論は自然現象起因の事象を対象外にしている、ということはない。むしろ、中世においては、「天災＝運命＝不可抗力」と受け止められていた事柄が、現代では「人災＝過失＝本来は防げた災厄」と受け止められるようになった、といった変化そのものを探究するのが社会学のリスク論の姿勢。
- ✓ 社会学では、「受容可能なリスクの水準の設定」は、特定の尺度で定量化したリスク水準にある基準点を置く、という話ではなく、そもそも何がリスクで、それはどう計測可能で、なぜその尺度が正当で、どうしてその基準値でいいのか、といった全てが「社会的に規定・処理・配分・転嫁」される対象だと理解されるので、例えば、規制が安全目標を定める、その目標の具体的な値はCDF¹とかCFF²とかで表す、ということ自体を、社会学では自明視はしない。
- ✓ 「それで良いことになったいきさつ」を調べたり、「そうでない決め方もあるはずだ」と言い出したり、「そうやってリスクの責任帰属を誰かに転嫁してはいないか」と批判したり、最後には、「そのリスクは本当に管理可能なのか（＝本当に「リスク」なのか／「danger」なのではないか）」とちゃぶ台返しをしたりする。
- ✓ これは、そもそも「リスク」という考え方自体が、西欧近代の人間中心思想の産物である、との見方ゆえのもの（人間が生み出したものであるなら、他のありようもあるはずだ、という前提も正当化される）。
- ✓ 日本社会においては、天災は「danger」に近い感覚で受け止められ、いわゆる事故＝人災は「リスク」というよりも、「刑法上の過失」「結果責任」として処理されている。
- ✓ これは、日本においては、西欧近代は便宜的な借り物であるという、日本近代におなじみの根本問題に深く関係しそう。そもそも「リスク」の考え方が欧米ほど社会の基本的前提として共有されていない中で、原子力のような技術をどう使いこなすかは、非常に重い問題。
- ✓ 工学者と社会学者だけではなく、他の専門家もそれぞれの用法で、しかも、自分が使っている意味で皆も使っていると思いついで使いがち。また、（リスクという用語には）うまく対応する和語がない。これも厄介。
- ✓ リスクという言葉の背後には、冒険やチャレンジングという意味が含

¹ CDF(Core Damage Frequency)：炉心損傷頻度

² CFF(Containment Failure Frequency)：格納容器機能喪失頻度

まれている（木下富雄）

7. 地層処分における重大事故の取り扱いについて

- ✓ 閉鎖後は、能動的な制度的管理を行わなくても安全が確保できるようにする、というのが地層処分の安全の思想。「重大事故」の発生が否定できなければ、また確信が持てなければ閉鎖してはならないし、できない。
- ✓ 「重大事故」は発生しないとして閉鎖した後に、万一環境影響等が生じるようなことがある場合には、その時点で国が必要な対策を取る、ということを含め国民に説明し、了解を得ることが必要。
- ✓ what if として、万一の事象を想定して安全解析を行い、安全が確保できないという結果となれば、地層処分のハードの対策を見直すということが必要になる。これは当然セーフティケースに含めることになる。もちろん、what if の想定が妥当であるかどうかは、大きな議論になる。

8. 地層処分における深層防護について

- ✓ 「放射性廃棄物を人間の生活環境から空間的・物理的に十分隔離できる性能を有する場所に定置して、含有する放射性核種の人間の生活環境圏への移行を抑え、被ばくリスクを許容値以下まで下げる。」という「隔離型処分」の考え方には、深層防護の第4層は適用不可能。
- ✓ 「隔離型処分」の場合は、設計で想定した以上のリスクがないということ立証しなければならないことになりそう。
- ✓ 「絶対安全はなく、リスクゼロはない」という一般テーゼを受け入れ、かつ、「許容レベル以下と評価されてもそのリスクが社会的に許容されない」のであれば、リスクマネジメントは必要になるのではないか。
- ✓ 即ち、閉鎖後の「管理」のない将来のリスクは許容レベル以下であるという証明が、社会に受け入れられない場合、やはり何らかのリスクマネジメントは必要ということになる。
- ✓ 社会の安心のためのリスクマネジメント（モニタリング等を言うと理解。）を行うことは十分に考えられるが、そのマネジメントは安全性に影響を与えてはならないということが既に OECD/NEA 等でも指摘されている。すなわち、社会の安心のためのリスクマネジメントと安全確保のためのリスクマネジメントとは、区別して考える必要があることを認識することが重要。
- ✓ この論点は社会学や科学技術社会論の最新の論争と深く関わるものと拝察。「（市民）参加を拡大するのはよいが、際限なくそれを進めてしまうと、今度は衆愚的な過ちが生じ、専門的見地から見た妥当性が

損なわれるような場合もあり得る」「いやしかし、その懸念を口実にして、専門家支配を改めて認めてしまうことになりはしないか」といった論争。

- ✓ ただ、「安心のためのリスクマネジメント……は安全性に影響を与えてはならない」との論は「安全性」の測定尺度や基準自体も社会的な意思決定によって定まってくる以上、循環論法になる可能性もある。
- ✓ なお、個人的には、「安全」と「安心」をやたらと分けて議論するここ 10 年来の流行には極めて批判的。
- ✓ 深層防護第 4 層のマネジメント問題へのアプローチとしては、地層処分におけるシビアアクシデントは何であるかを認め、そのリスクをどうアセスするか見通しを付けることと並行して考えなければならない問題
- ✓ 第 4 階層に該当する閉鎖後のシビアアクシデントは、地層処分においては有り得ない概念。一方、操業中及び閉鎖前の段階では、他の原子力施設と同様に、シビアアクシデントとその AM 策は検討する必要がある。
- ✓ 「リスク」の考え方は、「未来の出来事が自然や神や宿命によってではなく、人間の決定により生ずる、あるいは人間によって制御するという概念」。従って、「人知を超えるリスク」³は本来的には「リスク」ではない。具体的に言えば、統計的に意味のある確率として把握できるほどサンプル数がないような原子炉の過酷事故などは、本当は字義通りの「リスク」とは性質が異なる
- ✓ 「統計的に意味のある確率として把握できるほどサンプル数がないような原子炉の過酷事故」というのは、現在人間が持っているデータに限界があるため「リスク評価の信頼性には課題が残っている」ということではないか。サイクル施設では原子炉と比べてその施設数が少ないため機器の故障率データが少ないので、リスク評価の信頼性に課題があると言われ、それを承知のうえで利用可能なリスク情報を活用すべきと考え、そのデータを収集する努力もなされている。データが少ないから「リスク」とは性質が異なる、というのはよいか。

³ 「人知を超えるリスク」をどのようなリスクと理解し、取り扱うかについては、直接処分においても研究課題である。いわゆる「未知」のリスクの取り扱いについては、本ページ後段から次ページ、次々ページに議論され、[付録 1. 本文補足資料 (3) リスクということばの積極的使用 について]にも述べているので、参照されたい。

- ✓ これは、「リスク」の定義に依存する問題。確かに、低頻度で、これまでの経験的データのサンプル数が十分ではないものも、「リスク」という概念で扱う、という立場はありうる。
- ✓ ただ、サンプル数が十分に多くて、統計的な確からしさを実証的に十分担保できるようなリスク情報と、推論で得られるリスク情報は質的にきちんと区別して扱うべき。後者に対する備えを確率ベースで行うことには疑念がある、というのが、ラスムッセン報告以来の課題であり、今回の事故の教訓。次項で言う「誤解」は両者を同一視してしまった、という意味での「誤解」。2つ下の項も同様。
- ✓ 欧米はそのことをよくよく理解し、決定論と深層防護で対応した。日本はその領域まで「リスク」として管理できると誤解した。
- ✓ 「原子力専門家は過酷事故を上記の狭義の「リスク」と見なし、「管理可能」だと言いつのっていたが、実際にはそれは「リスク」の領域ではなく「未知」だった（だからこそ「想定外」）、そしてまだそのことを認めていない」というのが「安全神話」のもう少し丁寧な解釈。
- ✓ 「未知」だったというより、外部事象を軽視してきたということではないか。他の国では外部事象も含め過酷事故のリスク評価として、レベル1, 2, 3のPRA評価を行っているのではないか。やれば相当にできたはず。
- ✓ ここいう「未知」は「経験的によく知っている」とはとても言えない状態にある、という程度の意味。そして「未知」だからお手上げではなく、それに対する対処は色々ありうるのだが、本当のところはそれがよく分からない「未知」への対処において、経験的に確率をよく知っている「リスク」への対処と同一の構えで向き合ったことが問題。両者を混同していた過去の日本においては、今回のような外部事象も、ここで言う前者の意味の「リスク」として管理できる、と思われていたのであって、その時の関係者には「軽視」したつもりも、「やるべきことをやらなかった」つもりもないと思う。後知恵的には、「軽視」と「不作為」以外の何者でもない、と言えてしまうが、本質的には後者のリスク（ここで言う「未知」）に対する構え、対処の仕方を根本的に見誤り、その目線からしか具体的な対応が取れなかったことが今から思えば恐ろしい間違いだった。
- ✓ 安全上の懸念をどこまでも「リスク」として「制御可能」だと思っているわけではない、ということ、そういう領域には、別途の対処を考えている、そしてそれにも限界はあることは認める、ということ、工学者から社会に対してもっと強調してよい。

- ✓ 限界がある、残余のリスクはあることを認めると言うことが、正にリスク論ではないか？
- ✓ 起こったこと（＝福島事故）について後からそれ（残余のリスクの存在）を言う工学の専門家がいるが、それは言い訳であり、社会に対する背信。最初から、社会、電力事業者、政府に対して、それを主張していなければならなかった。現実には、そこは専門家の中で共有するにとどめ、社会に対しては、「リスク低減の最大限の努力をすること」を「安全を絶対に保証する」という意味の言い方で済ませてしまったのではないか、というのが、いわゆる「安全神話」あるいは「御用学者」批判の言いたいことの一つ。
- ✓ 社会の側も同じような後出しジャンケンをしているかもしれない。技術の利用に当たり、専門家に残余のリスクを強調されることは、社会の多くのステークホルダーにとって都合の良いことではない。政府も、企業も、あるいは一般市民でさえも、「そこは専門家がきちんとやっている」ことにして、当面は技術の恩恵を謳歌する方が、楽だし得。とりわけ、政治家や行政官、経営者は戦略的、意図的に、技術者にそういう役割（「安全」を裏書きする役割）を負わせている感がある。その証拠に、原発は危ない、というのが社会の大勢になった途端、今度は「原発は危ない」を専門家に「証明」させ、自分たちはそれに従っているだけだ、という体裁を整えようとしている（例：原子炉直下の活断層存否問題）。
- ✓ だからといってそれに工学者の側が甘えてはいけない、そこは何といわれようとも、正直ベースで話す方が、社会のためにも、工学者自身のためにもなる。これも技術者倫理と深く関わる問題。
- ✓ PRAは「リスクが低いことを数値で表す」ということよりも、どれだけ対策をしてもリスクが残っている、ことを認識し、周知するためのツール
- ✓ このこともPRAの一面であるが、全てではない。
- ✓ 地層処分多重バリアシステムは受動的な安全システムであり、多重のバリアのそれぞれの要素に独立した機能を求めるのではなく、システム全体として防護の頑健性を発揮することが求められる。
- ✓ この論を推し進めると、個々のバリアに対しては機能を要件とせず（例えばオーバーパックの閉じ込め機能は1000年を規定要件とする等）、トータルとしての安全基準（例えば被ばく線量）を満足すれば良い、ということにつながる。このような考え方は従来からあるが、本当にこのような考え方で良いか検討することが重要。

- ✓ 地層処分は、「直接的な安全の実証」が不可能なシステムであり、様々な解析と論証で安全性を「擬似的に実証」しなければならない。安全規制そのものが、単なる数値的安全基準で割り切れず、様々な不確定要因を飲み込んだ上での社会としての受忍限度を相互確認するようなプロセスになり、従来の命令型・制御型の規制から、より交渉型・自主型の規制に移行するのかもしれない。
- ✓ したがって、原子炉で確立した5層の深層防護の考え方を、ア prioriに地層処分にそのまま適用せよというのは無理があり、地層処分という事業の特殊性を考慮したうえで「それを適用するのが適切かどうか」という議論から始める必要がある。
- ✓ 現時点では、地層処分では、シビアアクシデントという概念はなく、したがってアクシデントマネジメントが出てこないというのは事実。
- ✓ 地層処分の場合、おそらく”What if”シナリオの評価で「ここまで過激な状態を想定しても、なお深刻な事態に至らない」ということを示すことで代替しようというのがこれまでの作戦だった。さらにそれを可逆性やBAT⁴などという概念で包み、なんとか社会との折り合いをつけようというアプローチ。
- ✓ 深層防護の理論的リーダー、ラクソネン博士の膝元のオルキルト処分場は直接処分の処分場でもあるし、どのような議論があり、どのような評価がされたのか、委員会でも精査してみる価値がある。
- ✓ 地層処分ではこれまでの人類の文明史のスパンを超える時間を扱う。超長期の安全管理を、人間による管理ではなく、自然の摂理に依存した受動的システムに預けようという選択をした理由もそこにあるが、そうした選択の倫理的正当性についても、国内では自らの文化や価値観のもとできちんと議論したわけではなく、借り物だった。この機会にあらためて議論が必要。
- ✓ 地層処分の場合には、深層防護のようなカチツとした概念よりは、予防原則をベースとしたBATのようなふんわりした概念の方がなじみやすいと感じている。
- ✓ BATは、要は「最善を尽くす」というような意味であると理解。不確実性の高い課題に対して「最善を尽くす」のは当然のことであると社会は思う。よって、「最善の努力」が確実に実施できるような仕組みの確立とその証明が要求される。ただ、「最善を尽くせば許されるのか」という問題はそれでも残るので、不確実性への対応として別の枠組みを考えることも必要。

⁴ BAT (Best Available Technique): 技術的に最善の手段、利用可能な最善の技術

- ✓ また、仮に予防原則を適用するのであれば、そこにはおのずとそれを適用することが適切な時間枠のような議論が必要になり、さらにそうした時間枠を設ける正当性についての議論も必要になるのではないか。
- ✓ 閉鎖後の安全確保については「制御可能」と見なす立場を、最初から、いわば「前向きに」あきらめて、最初からどこか決定論—深層防護に近い発想で対処しようという提案。
- ✓ 「閉鎖後の安全確保について『制御可能』」との文言が、「人による制度的管理が可能」という意味であれば、この考えは地層処分の基本的考え方とは異なる。
- ✓ 原発の深層防護の第4層と地層処分の閉鎖後の安全確保の論理は中身、発想においては180度反対。
- ✓ 隔離型への移行（≡閉鎖）に際して、適切なかたちでモニタリングを残しつつ、漸次、完全な受動安全に移行するのがカギになる。
- ✓ 閉鎖の判断を行うということは、「能動的な安全確保策は不要であり、受動的に安全は確保される、という確信があって初めて行われるもの」というのがこれまでの地層処分の基本的考え方。モニタリングを行わないと閉鎖後安全が確保できないようであれば、その処分施設は不可というのがこれまでの考え方であるが、安心のために行うということであれば、これまでの考え方と矛盾しないか。
- ✓ 「直接的な実証」の困難さと安全確保の考え方や規制のあり方との兼ね合いが中核的なポイント。

9. 日本流の受け止め方について

- ✓ 天災に対する運命論的な受け止め方や、「人災」をどこまでも責任論で受け止めようとする風潮は、困った事象に対する日本流の受け止め方。
- ✓ 「自然災害による外部事象については、すべて発生確率ベースではなく決定論的に対処方策を予め準備する」という考え方を日本の安全規制が打ち出せば（現実も少々それに近い）、これは、「リスク」の考え方の適用範囲を欧米よりも狭め、むしろ、深層防護の第4層的な対処の範囲を広げるものとも言えるかもしれない。日本社会の「相場観」としては、こういう考え方の方が、確率論的な評価に基づく最適化を先に進めるような立場よりも人びとに受け入れられやすいのではないか。
- ✓ 「リスクが能動的な概念である」ことは、危険や脅威の管理そのものが目的という意味ではなく、あくまでも何かを成し遂げる上で、という含意を持つ、という点も、欧米と日本の基本的な考え方の違いに気をつけるべきポイント。

- ✓ 例えば、スペースシャトルに「エンタープライズ（進取の気性、冒険心）」とか「チャレンジャー」とか「エンデバー（企て、試み、成し遂げようとする努力）」と言った名前を付ける社会と我々の社会の間にはやはり大きな隔りがあるように思う。
- ✓ 我々はそういう事業を必ずしも肯定的に受け止めない価値観すら持っている。「リスク」の和訳は「危険」と新聞に載ってしまうあたりからも、このあたりのニュアンスの違いが読み取れる。

10. 不確かさへの対応

- ✓ 地層処分が「受動的な安全システムであっても『直接的な安全の実証』が不可能なシステムである」ということは、不確かさがつきまとうシステムであるということ。
- ✓ 地層処分システムは、いわば「運転と保全」を自然に任せるシステムとして考えられているから、能動的な安全システムと異なる不確かさへの対応をどうするか、地層処分システムをどのようなシステムと考えることができるのか、一層の研究が必要。避けられない不確かさへの何らかの対応策が必要であることは自明。
- ✓ その対応方法はいわゆる工学的な対応にとどまらず、倫理的・文化的側面まで踏まえた社会的議論・合意によって選択され、実際の対応においても工学の枠を超えた対応が必要。
- ✓ 「学際的評価」委員会ではその部分に力点を置いた議論と報告書の取りまとめが行われたので、本委員会ではその知見を活かしつつ、特に直接処分の場合に新たに浮上する論点等を中心に議論できれば早道。
- ✓ 人間は管理できないが、自然の持つ摂理には依存できるのではないかと、この考えは、「地下深いところは長期に安定で地下水や物の移動が極めて遅い、核種を閉じ込める性質が自然に備わっている場所がある」ということを実感し、科学的にも証明できる可能性が高いと考えられたから。
- ✓ 地層処分の仕組みにおいて不確実性をできるだけ無くすために、
 - ① 安全解析では、できるだけ単純なモデルで、保守的なパラメータを用いる（単純なモデル化が可能な地層処分の仕組みを構築することが重要）。
 - ② 人工バリアは、自然界で長期にその安定性が証明済みの材料を採用すべきであること（この点から、緩衝材には自然界に存在する粘土が選定され、また容器についても、自然界に存在する銅、鉄のようなものが望ましいとされている。逆に人工物であるコンクリートなどは、短期の性能しか期待しない）。

- ③ 天然バリアは、長期的に安定であること。
- ④ 安全の尺度は、わかりやすいものであること。
- ✓ 長期安全性を確保し信頼性高く説明できるサイトの選定、人工バリアの構成・仕様、安全解析の方法を再度検討し、安全性を信頼することができる全体システムを検討することが必要。
- ✓ 明快でわかりやすい地層処分（直接処分）の仕組みや評価を示すことが重要。そのためには、これまでの検討内容の見直しや考察が必要。

11. 安全文化について

- ✓ 我が国ではこれまで「事業者の不断の努力」のカルチャーがなかった。深層防護の具体的な対策として、真っ先に求められているのがこの「不断の努力」。これは法律を超えて事業者が自主的に行うものだから、国からとやかく言われる筋のものではないが、事業者が自主的にどのような取組をしているのかは、現場に行ってみれば一目瞭然。規制官、検査官の心証に影響しないと言えば嘘になる。
- ✓ EUはどこかの発電所で自主的に実施している工夫をEUや政府の基準に取り入れることをせずに、良いと思った工夫を自主的に取り入れさせる手法をとっている。
- ✓ 我が国はどこかの電力会社が工夫していることを知ると、それを国の基準に取り込んでハードルが上がってしまうので、電力会社間、お互いに抜け駆けで安全性を高めることを自重する空気がある。この悪しき文化を払拭して「自主性尊重」の文化を根付かせなければならない。
- ✓ 確かに自主保安を行政が規制しては語義矛盾だという考え方もある反面、先般の炉規制法改正では「原子力事業者等の責務」の条文が加えられた。また、原子力安全推進協会（JANSI）の設立や日本版NEI⁵の議論など、上記の趣旨を具現化しようという動きもそれなりにはある。他方で、「悪しき文化を払拭」するのは容易ではなく、「自主性尊重」はまだどこかスローガンの。
- ✓ 地層処分の場合には、事業の期間が長いし、継続的な安全向上努力をどのように担保するかは、一層重要な論点になる。
- ✓ 「事業者の不断の努力」については、改正炉規制法で、「事業者は自主的に、定期的に、最新情報に基づき安全性の総合的評価を行う」ことが求められている。このなかで国は、事業者の調査、分析、評価方法の適切性のみ確認し、事業者の評価の内容自体は評価しない。評価

⁵ NEI:Nuclear Energy Institute（米国原子力エネルギー協会）

の実施は義務だが、最新情報に照らして安全性向上のための措置が必要かどうか、どこが弱いかを判断し、どのような措置を行うのがよいか等は自主的に評価し判断し実施すればよいということ。地層処分（直接処分）についても同様な評価が必要ではないか。

以上

補足資料（3）

リスクということばの積極的使用について

近年は、「リスク」という言葉を「事象の発生確率と事象の結果の組み合わせ」（旧版の ISO/IEC Guide 73:2002）という比較的良く使われる意味で用いることが多い。しかし、人により分野によりその使い方は多様であるので、当面は、どういう意味で使っているか明記した方が良いでしょう。ここでは「リスク」という言葉は、設計における工学的な意味や医療における医学的な意味よりもずっと広い意味で、組織のマネジメントや社会のガバナンスの対象として、「不確かさの影響（effect of uncertainty on objectives）」という意味をも含めて使っている。

我が国の原子力利用あるいは放射線利用の分野では、放射線の影響あるいはリスクというと、放射線の人々の健康への影響、即ち死亡、急性障害、発がん、先天異常といった身体的影響と遺伝的影響（あるいは確定的影響と確率的影響）という意味で使われてきた。このため、原子力利用に伴うリスクを個人または集団の被ばく線量という量により表し、様々な判断の尺度として用いてきた。そして我が国の原子力発電所の立地は、重大事故の発生を仮定して周辺の公衆に放射線障害を与えないこと、さらに仮想事故の発生を仮想して著しい放射線災害を与えないことを目標¹にして規制されてきた。さらに、原子力発電所の運転等、実際の利用に伴う人々の健康への放射線影響については、社会的・経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り低く被ばく線量を制限することを基本原則としてきた。

原子力発電所の事故リスクに関して、初めて確率論的リスク分析を行ったラスムッセン報告²では、「リスクは、広く用いられ様々な意味を人々に伝える言葉であり、通常の辞書的定義では『人や財産に対す

¹ 原子力安全委員会．原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて

² U.S. Nuclear Regulatory Commission. Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. (通称ラスムッセン報告) この報告書はその後独立グループによりレビューされ、いくつかの問題点は指摘されたが、広く用いるべき方法と評価された (ルイス報告、Risk Assessment Review Report to the U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-0400,1978)。

る損害や障害の可能性』である」と述べた上で、リスク推定の対象を、「原子力発電所及び原子力以外の事故による人の死亡及び障害の潜在的可能性並びに財産の損害」とした。同報告では、「リスクの概念には、事象の発生尤度（起こり得る確率）と結果の両方を含む」と説明した。

3

当時 William W. Lowrance は、「リスクは有害な影響の確率と重大度の尺度である (Risk is a measure of the probability and severity of adverse effects.)」とし、さらに「リスクが容認できると判断されるものなら、それは安全である (A thing is safe if its risks are judged to be acceptable.)」と述べ、安全とリスクの関係を明示した。⁴ 片やラスムッセン報告等の原子炉安全研究が進展し、片やこうしたリスク一般への理解が進んだ時代背景の下で、リスクを定量的かつ極力一般化してリスク分析に使えるように表現したのが Kaplan & Garrick の提示した、今や古典的とも言える定式化⁵ である。即ち、シナリオ S_i 、尤度（起こり得る確率） $p_i(\varphi_i)$ 、及び結果 $p_i(X_i)$ の 3 重項 $\langle S_i, p_i(\varphi_i), p_i(X_i) \rangle$ の完備な有限集合として、リスク R を $R = \{\langle S_i, p_i(\varphi_i), p_i(X_i) \rangle\}_c$ と表した。現実には、情報や知識の不足でこのような定量表現に至らないリスクが多数存在するわけであるが、完備な集合としたのは、数学的には可能なリスクシナリオを包絡でき、漏れているシナリオがないようにすることが出来るという意味がある。

ここで、リスクの定量化に関して 2 つの困難な問題を指摘できる。1 つ目は、未経験あるいは未知 (Known unknowns and unknown unknowns) であるが故に描写されないリスクシナリオが存在する可能性をどのように扱うかである (完備性の問題)。この問題は、見方を変えると経験則の限界、即ち観察される事象の共通性に依拠する帰納法の限界であり、これをいかに克服するかという問題でもある。2 つ

³ ラスムッセン報告では、原子炉事故のリスクについては、放出放射能により事故後 50 年間に生じ得る人の死亡として発がん死、人の障害として甲状腺障害、遺伝的影響、及び財産の損害を考慮。また、各種の事故に伴う社会的リスクの比較に当たっては、次の定義を用いている。

$$\text{Risk} \left\{ \frac{\text{consequence}}{\text{unit time}} \right\} = \text{Frequency} \left\{ \frac{\text{events}}{\text{unit time}} \right\} \times \text{Magnitude} \left\{ \frac{\text{consequences}}{\text{unit time}} \right\}$$

⁴ William W. Lowrance. Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety, William Kaufman Inc., Los Altos, Calif., 1976.

⁵ Kaplan, S., Garrick, B J. On the quantitative definition of risk. Risk Analysis, 1981; 1(1):11-27.

目は、リスクシナリオに関連する事象発生の原因関係及びその時間的変化の複雑さのために生じる定量表現の困難さの問題である。福島第一原子力発電所の事故は、1 つ目の困難さに伴い発生した事故であると見ることが出来る。即ち、狭い経験則の範囲内に視野が留まり、全ての関連情報に基づくリスク分析を怠ったために、巨大地震及び津波に伴うリスクの考慮とその影響分析に失敗し、そうしたリスクの顕在化を未然に防止出来なかった事故と見ることが出来るのである。

福島第一原子力発電所事故では、放射線被ばくのリスクを回避または低減するため周辺地域住民の避難を行ったが、それでもなお個人の健康、環境及び社会へのさまざまな影響（副次的、二次的、三次的影響、あるいは共生的、拮抗的、競合的、対抗的影響等の複雑な影響）が生じた。上述 2 つ目のリスクシナリオの複雑さが現実が生じたということである。この結果は、原子力利用のリスクが、放射線被ばくによる健康影響として直接的に測定できるもの以外に、環境影響と社会的、経済的な様々な影響が複雑に相乗して生じ、かつ時と共に変化するものであることを如実に示したものと言えよう。こうした経験を踏まえると、原子力事故のリスクを全体的視野の下に改めて捉え直す必要があるのではないか。その際、公衆の個人及び集団の被ばく線量をそのリスクの唯一の尺度とするのではなく、間接的に起こり得る健康被害や物的損害の損害額等をも尺度とすることも含め、リスク分析方法の妥当性を再検証する必要もある。こうした被害や損害が従来の検討範囲を超えているから、あるいは定量分析が困難であるからといって、事故リスク分析の考慮対象から除外して良いということにはならない。実際に経験した被害や損害をもたらすリスクについて、リスク分析とリスク管理の立場⁶ からどう理解し対処するかが問われているからである。

影響が広範かつ複雑なリスクについては、その定量化の限界を意識しつつも、できるだけ全体的視野の下に把握に努める必要がある。そのためには「リスク」を一層包括的に捉え、「人間の活動の諸目標に与える不確かさの影響」（ISO Guide 73:2009）あるいは「人間にとって価値があると考えるものに関連する、事象または活動の不確かな結果」

⁶ 我が国の国内の原子力発電のリスクガバナンスを司る立場を、視点の中心に据える必要がある。また、この立場は、国家インフラ全体のレジリエントガバナンスの一環として位置づけられるべきであろう。

7 であるとすることも有益であろう。この「不確かさの影響」は、立場や価値観の相違により異なるというのが現実であり、ここにリスク理解の3つ目の困難さを指摘することができる。「リスクは物理的現実であると同時に、社会的構成概念 (social construct) であり、その両面が密接にリンクしている。例えば、リスクの科学的アセスメントでは、仮定の置き方や不確かさの取り扱い方等において、社会の選好に応じて取り扱うべき価値観への配慮を伴う。同時にリスクを可能な限り客観的に分析することが死活的に重要である。したがって、科学的なリスクアセスメントに対し、一方で政治的影響からの独立性を大幅に保証することと、同時に他方で分析者、リスク管理者、利害関係者の代表者及び一般の人々の間での情報交換を組織的に行うことの両者の最適なバランスを取る必要がある。」⁸

さらに O. Renn が「リスクは精神的『建造物』である。リスクは現実の現象ではなく、人間の心に生まれるものである。」⁹とも言っているように、人にとってリスクは心理作用、精神作用により創造され認知されるものであるという点も重要である。社会心理学の立場から良く言われるように、人はリスクに対して、事実に基づいてではなく認知に基づき、回避なり対処なりの行動をとるということでもある。不確かさの影響あるいは不確かな結果が実際に現れた時点では、リスクは「現実」であるし、あるいはその情報の伝達物であるが、それ以前の段階では、「概念」、「心象」あるいは「精神的創造物」となっていて、そうしたベースの上に受け手の立場や視点の違いにより様々な捉え方が生じるということであろう。いわゆる風評被害もこの部類である。リスクは、不確かさだけでなく、事象発生の因果関係や時間変化に伴う複雑さや価値感の曖昧さから、結果の解釈に幅をもたらし、さらに人の心理との相互作用を伴うものである。

ちなみに、こうしたリスク理解の文脈で見ると、「安全とは、受け入れ可能と考えられるリスクのレベルである」¹⁰ という安全の理解については、心理作用も含め全体として捉える必要が生じる。そうすると、

⁷ IRGC's White Paper "Risk Governance – Towards an Integrative Framework" in 2005. The full text of this document can be downloaded from www.irgc.org.

⁸ Emerging Systemic Risks in the 21th Century, OECD 2003.

⁹ O.Renn, Precaution and Ecological Risk, Human Ecology. Vol.[4] of Encyclopedia of Ecology, 5 vols. pp. [2909-2916] Oxford:Elsevier 2008.

¹⁰ "Safety is the level of risk that is deemed acceptable." (前出 William W. Lowrance, 1976)

「安全とは、心のなかの創造物として受け入れられないリスクのないこと」となり、従って「安心」を指向するものとなる。このような「安全」は、個々人それぞれに心理的に受け入れられ、容認されるものであり、客観的に共有可能な目標として達成すべきものであると捉えることは出来ない。このことは、裏を返せば「安全とは、例えば無事故無災害の記録といった客観的『結果』であり、過去を示すものとしてしか存在しないもの」という経験則にも通じることである。安全確保への効果的、実際的アプローチは、潜在しているリスクに対し関係者全員が情報を共有しつつ互いに協力して向き合い、対処することを通じてしか生まれえないということである。

我々がかつて現場の小集団活動で実践してきた作業安全のためのKYT（危険予知訓練）は、素朴な行動かも知れないが典型的なリスクへの向き合い方であり、チーム共通の意識の持ち方のひとつであったと言えるだろう。我々が「安全」ではなく「リスク」という言葉を積極的に使う意図は、決してゼロとは言えない潜在的リスクについて、どう理解し、どう備え、どう対処するかという重要な鍵となる問題意識¹¹を関係者間で共有したいということでもある。

我々は、福島第一原子力発電所事故やチェルノブイリ事故により経験した公衆の個人、社会及び環境への広範で多種多様な影響を、原子力事故にともなう広い意味での放射線災害リスクと見なして、できる限りその実態を調査分析し、そこから今後のリスク低減のための教訓を導く必要がある。この問題は、米国では原子炉立地の当初より考えられ、TMI事故の経験も踏まえて取り組まれてきたと考えられるが、我が国の規制と防災ではどうであったのか。原子炉施設の安全に関する各種指針類¹²の整備は進められてきたものの、原子力事故に伴うリスク低減のための規制上の課題が、新たな知識と経験を踏まえつつ規制体系全般に亘って全体的視野の下に絶えず検討され、合理的、実際的、実務的方向にバランス良く改善が図られてきたとは言えないので

¹¹ こうした問題意識こそが、①何が起こり得るか、②どの程度起こりやすそうか、③起きた場合にいつの時点でいかなる結果をもたらすかというリスク理解のための基本的疑問や、④リスクへの対処法、⑤その費用、便益、リスク、効き目、⑥選択する対処法が将来に及ぼす影響といった、リスクを管理するための検討や疑問の源泉となる意識である。

¹² 旧原子力安全委員会の安全審査指針類（原子炉立地審査指針、発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針、シビアアクシデント対策、原子力施設等の防災対策等。）

はないか。そして、福島第一原子力発電所事故は、我々にリスクへの向き合い方の変革を要請しているのではないか。

9.11 から 13 年、2004 スマトラ島沖地震から 10 年近く経ち、3.11 からでも既に 3 年経過したが、今からでも我々のリスク感覚のシフトアップに、遅いということはない。日本の原子力界においては、安全という言葉使うのは極力止めてリスクという言葉に変え、真摯誠実にリスク分析を行い絶えざる改善に取り組むこと、加えてそうした態度を相互に尊ぶことといった意識と規範の改革が必要になっているのではないか。同時に重要であるのは、こうした改革がオープンに、かつ関心のある人々全員の参画の下に進められることである。「リスクを明らかにして、情緒的議論を排し、論理的な議論のできる場を作る。これを通じて社会的許容、コンセンサスを獲得していく道筋を作ることが大切である」との指摘¹³ は、組織事故、社会事故の国内での多発を背景に、既に 2000 年に示されているのである。(岸本洋一郎 2014.04.10)

¹³ 日本学術会議 安全に関する緊急特別委員会「安全学の構築に向けて」平成 12 年 2 月 28 日

補足資料（４）

隔離処分に関わる基本的考え方－歴史的経緯を踏まえて－

平成 26 年 4 月 16 日

使用済燃料直接処分に関わる社会環境等研究専門委員会

山本 隆一

1. はじめに

これまで我が国が規定路線としてきた全量再処理／ガラス固化体地層処分が福島第一発電所の事故に際し問題となった使用済燃料蓄積問題に端を発して再処理することなく使用済燃料自体を地中深く埋設する「直接処分」について検討を進めることとなった。このことは、埋設する物は変わっても、埋設した以後は人の関与を必要としない地層処分の基本的考え方は踏襲されることを意味するものと考えられる。

原子力に関与してきた人たち（原子力村と揶揄されている人たち）はこれを自明のこととして受け止められるが、これまでの当委員会における様々な分野の専門家の意見から、一般国民にとっては、決して自明ではなく、再度の解説ないしは議論が必要と思われる。

そこで、本文中には簡単に記したが、ここに改めてこれまでの経緯と処分の考え方についておさらいをすることとした。おさらいに当たっては以下の二つの資料を参照／引用し、必要に応じてこれらの引用資料を確認し、補足した。また、それぞれに資料において引用されていた文献については巻末に提示した。

- ① 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ 別冊 地層処分の背景 (JNC TN1400 99-024)
- ② 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会放射性廃棄物小委員会 (平成 25 年 5 月)参考資料；高レベル放射性廃棄物処分について

2. 歴史的経緯

(1) 諸外国における経緯

米国における HLW 対策は軍用再処理廃液の貯蔵から始まった(1945 年頃から?) ことは広く知られている(米国原子力委員会資料；U. S. NRC, 1978, NUREG-0412 など)。当初は炭素鋼製貯槽に貯蔵管理されていたが、(1956 年頃から) 幾度となく漏えいが検出され 1973 年にはハンフォードサイトにおいて大規模漏えいが発生した。

この事態から以下の二つの疑問が提起された。

- ① HLW を液体のまま長期間保管管理して良いのか？
- ② 長期的な安全確保に関し、人の関与に信頼を置くべきか？

これが、人による管理に対して共通認識として疑問符が付いた最初と思われるが、HLW について、いずれは「人の関与から離すべき」という考え方はこの事象以前からあった。この発想の背景には、ハンフォードサイト等で廃液貯槽の増設を継続せざるを得なかったこと、及びその負担を軽減するために上澄み液の化学処理、蒸発処理等の追加処置をせざるを得ない、といった当時の状況があったことは、次に紹介する全米科学アカデミーの報告書から読み取れる。

1955 年 9 月（前記のような状況から）米国原子力委員会は全米科学アカデミーに、放射性廃棄物を地層中に処分することの可能性とそのための研究開発について検討を委託した。これを受けて全米科学アカデミーと全米研究評議会が設置した委員会が 1955 年 9 月に開いた会議は地層処分に関する最初の本格的な会議と言われている。この会議から 2 年間の検討の結果「放射性廃棄物は、地下に貯蔵する場合、可能な限り永久に生物から隔離すべきであるという前提を容認する」とし、近い将来最も有望な方法は岩塩層への処分であるとされた¹⁾。1965 年にはオークリッジ国立研究所がカンザス州の岩塩鉱山において HLW 処分の研究を開始した。

これらの動きとは別に、1969 年にコロラド州のプルトニウム工場で起こった火災に伴い多量の汚染廃棄物が発生。当時のルールによりアイダホ州の貯蔵所に運ばれたが、同州知事はこの種の廃棄物の処分場とされることを懸念して 1970 年代までにこのような廃棄物は同州から撤去するという約束を取り付けた。このような背景もあって、米国原子力委員会は 1970 年に前記のカンザス州の岩塩鉱山を処分場とする旨発表した。ところが、この決定が地元への事前説明無しに行われたことから、地元の強い反対を招き、この計画は 1972 年に中止された。その後、米国原子力委員会は HLW を地上の施設で長期間貯蔵管理するとの計画を発表したが、これも地元や環境保護庁の反対に遭い 1975 年にこれも中止された。

1970 年代中ごろは世界的に環境問題への認識が高まってきた時期であり、その文脈から、HLW の処分についても原子力利用の条件として考えようとする世論が高まってきていた。OECD/NEA が 1977

年に公表した「原子力発電により発生する放射性廃棄物の管理に係わる目的、概念及び戦略」²⁾と題する報告書(通称 Polvani レポート)はその代表例と言えよう。この中で、「現世代は、放射性廃棄物を一定期間、安全に貯蔵する技術能力を保有するが、貯蔵には、人間による制度的・継続的な管理が必要、いろいろな社会的、倫理的側面を考慮すると、最終的には制度的な管理を必要とせず、事後に措置しなくても人間環境から必要なだけ隔離できるような手段を開発することが望ましい」とし、

- ① 処分オプションとして、地層処分、海洋底下処分、海洋底上処分、氷床処分、宇宙処分、消滅処理を検討した上で、
- ② 安定な地層中に閉じ込めることが最も進歩した解決方法である。
- ③ 長寿命廃棄物の処分に適していると考えられている地層として、岩塩層への処分が関心を集めているところであるが、粘土質層と硬岩層も候補。
- ④ 深地層に設ける“実証過程”の試験中は廃棄物の回収が容易であり、その措置は貯蔵の一形態とみなされるが、もはや、廃棄物を回収しないとしたら、その試験は処分とみなされなければならない。貯蔵と処分の明確な区別は困難。

と結論づけた。同様な結論は 1980 年に米国³⁾においても提示されている。先の岩塩層への処分は自然の地質環境に大きく依存する仕組みであったが、この時期に確立された地層処分の考え方は以下のような特徴を持つものとなった。

- ① 一定の条件を満たす地層であれば、その種類を問わず地層処分の場として検討の対象となり得る。
- ② 処分の安全性については天然の地質環境のみに依存するのではなく、工学的な対策を含むシステム(多重バリア)全体によって確保する。
- ③ 地層処分システムの性能が長期にわたり満足できるものか否かについては、合理的で科学的かつ現実的な評価が要求される。

1980 年代に至って、各国で研究開発が本格化し、国際共同研究も様々な領域で実施されるようになった。代表的なものとしてスウェ

ーデンの旧鉱山を場とする OECD/NEA の国際ストリパ計画がある。これには我が国を含む 9 か国が参加し 1992 年まで継続された（例えば；The International Intraval Project, Phase 2, Summary Report, NEA_OECD, Paris, 1997）。

1990 年には米国とフランスにおいて、有識者グループから地層処分計画の問題点を分析し提言をまとめた報告書が相次いで公表された。このうち米国の「高レベル放射性廃棄物処分の再検討」と題された報告書では以下のような改善勧告を行っている⁴⁾。

- ① 地層処分システムが通常の工学システムとは異なることを認識すること。
- ② 地層処分の長期にわたる安全性が、科学を適切に活用して解決すべき問題であると同時に、その一部は社会的な判断により決まる問題であることを認識すること。
- ③ 地層処分の安全評価を、地層処分システムの挙動についての長期的予測と明確に区分すること。
- ④ 地層処分に関する公平性、信頼性等についての道義的、倫理的な要求を、地層処分の本質的な要素として認識すること。

また、フランスにおいては、国会議員（クリスチャン・バタイユ下院議員）が中心となって作成した「高レベル放射性廃棄物の管理に関する報告書」が国民会議に提出された。この報告書は①放射性廃棄物は恐れる必要があるのか、②どうしたら安全に処分できるか、③なぜ調査計画が凍結されたのか、④放射性廃棄物の処分は避けられるのか、⑤地層処分は本当に危険なのか、⑥現在の袋小路から如何にして抜け出すか、といった論点に関するもので、以下のような結論を導き出している⁵⁾。

- ① 処分の必要性については、a. 消滅処理等の方法が実用化されるまで廃棄物を貯蔵しておいても問題ないと思いたくなるのも頷ける、b. 地下研究所と処分場との関係について当局の説明は不適切であった、c. 地層処分の再取出し性に関する責任者の答えは明瞭さと一貫性に欠けていた、d. 再取出しの条件と方法は地下研究所での試験を経て処分場開設の際の規則には明記される必要がある。
- ② 今後の対策として、a. 放射性廃棄物管理の問題はこれまで技術な問題とされ、専門家間で秘密裏に行われるものとされて

きたが、現実にはこれが誤りであることを示した。b. 近代民主主義ではある種の制約を伴う事柄を市民のコンセンサス無しに行うことはできない。c. 今日の問題は「現状を維持、即ち貯蔵を続けるべきか」、あるいは「廃棄物を発生させた世代が最終的な処分の方法を見出すべきか」の選択に帰着することとなり、その判断は議会が下すべきである。

この様な議論がなされている中で、1999年3月米国において軍事利用で発生した TRU 廃棄物を地層処分するパイロットプラントとして WIPP が操業を開始した。655m の深さにある岩塩層への埋設処分であり、岩塩の持つ性質(徐々にクリープ変形する)から埋戻し操作を要しない特徴を持っている。

カナダでは、2005年に NWMO がおおよそ次のような内容の報告書⁶⁾を出した。

- ① 処分オプションとして、地層処分、長期貯蔵を検討。
- ② 貯蔵オプションは、少なくとも今後175年以内は良く機能すると期待できる。期待する性能が発揮されるかどうかを決める主要な因子は、貯蔵アプローチにおける管理システムの安全性と有効性を確保するための制度と能動的管理への依存度。そうした制度と能動的管理を行う能力は、予見できる将来に対しては強固であるが、非常に長い期間に対しては不確実であると予想。カナダ国民が必要であると言明する「責任ある慎重なアプローチ」は、数千年、数万年にわたって「強固な制度及び能動的な管理能力の存在」に依存しないタイプのもの。よって、いずれの貯蔵の選択肢も、長期アプローチとして好ましいとは提案しない。
- ③ 地層処分は、使用済燃料の隔離のために人工バリア及び天然バリアを併用することから、非常に長い期間での目標に対して良く機能すると判断される。主な弱点は、市民が重要な目標だと考えている柔軟性を欠くこと。
- ④ 我々が望ましいとするアプローチである“適応性のある段階的管理”は、調査した3つの各アプローチの長所に基づいているが、さらにカナダ国民の関心と願望に応える重要な特質があると考えている。

フランスにおいては2006年にCNE（放射性廃棄物等の管理に関する

研究・調査の進捗状況を評価する国家評価委員会)が以下のような報告書を出した⁷⁾。

- ① 処分オプションとして、地層処分、長期貯蔵、核種分離・変換を検討。
- ② 地層処分を最終廃棄物の管理に関する基本方策として採用するとともに、徹底的に研究すること。
- ③ 例えば300年にわたる中間貯蔵：施設の耐久性の問題を考慮する必要があるが、これについては現在まだ納得のいく回答を受けていない。長期中間貯蔵は、将来世代に（放射性廃棄物の究極的な将来を引き受けなければならないという）重い負担を負わせるもの。
- ④ 核種分離・変換は少なくとも数百年単位の期間にわたる原子力利用の場合にしか意味を持たない息の長いプロセスである。この研究は、未来の原子力システムに係る産業全体のニーズを踏まえて実施しなければならない。現段階では、ヨウ素などの一部の放射性核種の核種変換は殊の外難しいものの、それほどの残留リスクを伴わない他の放射性核種の核種変換は得られるだろうと予想。

スウェーデンではSKBが2011年に提出したフォルスマルクへの処分場設置許可申請書において以下のように記述している⁸⁾。

- ① 処分オプションとして、地層処分、超深孔処分、核種分離・変換、長期貯蔵、氷床処分、海洋底下処分、宇宙処分 等を検討
- ② 超深孔処分については、定置プロセスが管理下に置かれておらず、環境もさほど好ましいものではないため、将来の氷期においても、このタイプの処分の安全性は基本的に、岩盤、大深度、そして地下水が静止しているという仮定に基づくものとなる。たとえ岩盤が良好なバリアであるとしても、それだけで安全要件が満たされることを明示するのは困難な可能性がある。将来、氷河作用や地震が生じた場合、それによって深層ボーリング孔概念による最終処分場の安全性にどのような結果的影響が生じ得るのかについては、多大な不確実性が存在する。
- ③ 核種分離・変換により、長寿命放射性核種の含有量は劇的に

低減するが、一部の高レベル・長寿命廃棄物は残り、使用済燃料の直接処分の場合と類似した管理を実施する必要がある。地層処分場で処分しなければならない長寿命放射性核種の量を効果的に低減する手段として分離・核変換を使用する場合、極めて長い期間、即ち100年を超えて原子力発電活動を維持する必要がある。使用済燃料の超ウラン元素の大規模な核変換は、原子炉に類似したプラントで行わなければならない。核分裂プロセスが大量のエネルギーを放出する点においても、このプラントは原子炉に類似したものとなる。

- ④ 長期貯蔵では、人間による監督及び規制管理が維持される限り、環境、安全性及び放射線防護面での要件を順守することができる。またおそらくは、乾式貯蔵でも湿式貯蔵でも、安全性を損なうことなく、少なくとも100年間にわたって調査を継続することができよう。しかしこれよりも長い期間については不確実性が大きくなる。従って監視付き貯蔵は、最終処分に関して設定される要件を満たすものではなく、単に最終的な解決策の延期を実現するだけである。

最後に2012年に出された、米国ブルーリボン委員会の結論を紹介する⁹⁾。

- ① これまでに入手可能なエビデンスに基づくと、坑道掘削型地層処分場の開発を重視する米国のプログラムの現行の方針を変更する理由はない。
- ② 地層処分のもう1つの形態である超深孔処分については更なる調査が必要。

(2) 我が国における経緯

さて、我が国においては、米国で廃液貯槽から漏れが検知された頃(1956年)に、原子力三法が施行され、原子力委員会が設置されている。その原子力委員会が設置した廃棄物処理専門部会は1962年に高レベル放射性廃棄物の処分方式として、次のような基本方針を示している¹⁰⁾。

- ① 中低レベルの放射性廃棄物については、容器に入れて深海に投棄するか、人の立ち入ることの不可能な、かつ漏えいの恐れのない土中に埋没したり、天然の堅牢な洞窟あるいは岩石層に入

れることが考えられるが、

- ② 高レベルの放射性廃棄物については、研究の進展により安全が確認されるまでは行うべきではない。

1973年には、原子力委員会環境・安全専門委員会放射性固体廃棄物分科会は「高レベル固体廃棄物の処分方法としては米国同様に人造の保管施設で保管する方式として研究開発を進めるべき」と報告している¹¹⁾。この時点でもHLWの処分の話は出てこない。

その後、1976年に至って、ようやく原子力委員会から「再処理施設から発生するHLWは量的にはきわめて少ないが、半減期が長くかつ高い放射能を有しているので、環境汚染を防止する見地から、半永久的に生活圏から隔離し、安全に管理することが必要」とし、そのために「HLWは安定な形態に固化し、一時貯蔵した後、処分する」と言う方針が示された¹²⁾。

1980年には、原子力委員会より、可能性のある地層の調査(第一段階)、有効な地層の調査(第二段階)、模擬固化体現地試験(第三段階)、実固化体現地試験(第四段階)、試験的処分(第五段階)と言う手順を踏むことが公表された¹³⁾。この決定を受け、動燃事業団は第一段階の調査を進め、1984年に原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会に報告した¹⁴⁾。その中で「未固結岩等の明らかに適性の劣るものは別して、岩石の種類を特定することなく広く考え得るもの」とし、「むしろ、地質条件に対応して必要な人工バリアを設計することによりシステムとして安全が確保できる」とした。また併せて研究開発の手順が見直され、1985年に第二段階以降は、処分予定地の選定(第二段階)、予定地における技術の実証(第三段階)、処分場の建設・操業(第四段階)と言う手順を踏むと共に、処分の事業主体についてはプロジェクトの進捗状況を見極めて適切な時期に決定することが公表された¹⁵⁾。

その後、幌延や東濃地区における動燃施設の立地や施設建設に絡んで、地元との関係を再考せざるを得なくなり、処分事業全体の見直しが必要となった。一方で、研究開発自体は順調に進展し、1992年に動燃事業団より「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書」(第一次取りまとめ)が提出された。1995年には原子力委員会は原子力バックエンド対策専門委員会および高レベル放射性廃棄物処分懇談会を設置し、それぞれ、地層処分計画の技術的側面、社会的側面に関する検討に着手した。このうち前者からは1997年に

「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方」が、後者からは1998年に「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について」が取りまとめられた。1999年には核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）が取りまとめた「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ-」により、技術的信頼性が示され、我が国でも地層処分が可能であることが示された。翌2000年にはこの第2次取りまとめに基づき、地層処分の技術的信頼性について国（原子力委員会）が確認した。

これらを受けて、地層処分について法制化が進められ、2000年に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、同法に基づき、処分事業の実施主体として特別財団法人原子力発電環境整備機構が、また処分事業に必要な電力会社等からの拠出金に係る資金管理機関として、(財)原子力環境整備促進・資金管理センターが設置された。

3. 国際的合意の形成

1990年代に至って、国際的な交流が新たな広がりを見せ、①地層処分に関する研究開発の進捗状況を相互に確認し、次の段階に進むための国際的コンセンサスの形成を目指す動きや、②地層処分に対する社会的な需要を目指す動きが出てきた。この成果としてOECD/NEAの二つの報告書がある。一つ目は「放射性廃棄物の処分、長期にわたる安全性は評価できるか？国際的集約意見」（1991年）で、次のような結論が記載されている¹⁶⁾。

- ① 注意深く設計された放射性廃棄物処分システムが、人間及び環境に与える長期の放射線学的影響を適切に評価する安全評価の手法は今日得られていることを確認し、
- ② 地層処分の場として提案された場所から得られる十分な情報と併せて、安全評価の手法を用いることで、特定の処分システムが現在と将来の世代にとって、満足すべきレベルの安全を社会に提供できるか否かを決定する技術的な基礎を用意するものと考察する。

二つ目は「超寿命放射性廃棄物の管理、地層処分の環境的及び倫理的基礎、集約意見」（1995年）¹⁷⁾で、結論として以下のような記述がある。

- ① 地層処分という方策は、倫理や環境の側面における基本的な考察に対して敏感であり、即応的であるように計画され実施され得ることを確認した。
- ② 数100年以上生物圏から隔離されなければならない長寿命の放射性廃棄物の地層処分場の開発を継続することは、環境上も倫理上も正当化される。
- ③ 地層処分計画を段階的に実施することにより、科学の進歩と社会の受容性に照らし合わせて、数十年にわたって状況の変化に適応できる余地が残り、将来において他の選択肢が採用される可能性を除外しないことを結論する。

この他、米国科学アカデミーは2001年に以下のような報告をしている。¹⁸⁾

- ① 多くの科学技術関係者が、地層処分は、HLWの長期的管理を行う安全なアプローチの一つであると共に、将来世代の負担を最小限にするとの倫理的な目標を最もよく満たすものであるとの見解を表明してきた。他方、不確実性は存在しており、一部の科学者は全面的に処分に移行するのは時期尚早と感じている。しかし地層処分を開始する上での最大の課題は、社会的なものである。
- ② 技術及び社会的な不確実性を考慮した場合、科学的な理解を継続して改善していくことのできる段階的なプロセスが、意思決定にとって適切なやり方である。

IAEAは2003年に「地層処分は、現時点で利用可能もしくは予見可能な将来に利用可能となりうる最良の選択肢であるというのが、国際専門家の共通認識」と指摘した¹⁹⁾。これとは別に、OECD/NEAは2006年に次のような見解を公表している²⁰⁾。

- ① 将来の社会、科学技術の発展に関する推測に依存せず、エンドポイント及びその実現に向けた道筋を明確に定めた「閉じた」廃棄物マネジメント戦略を構築することが必要。
- ② これまでに最終段階の政策決定を行っている全ての国で、エンドポイントとして地層処分が選択されている。
- ③ 長期管理の計画には、現世代が影響力をほとんど及ぼせない重大な不確実性が伴う。

- ④ 廃棄物マネジメント戦略に将来世代の選択の柔軟性をビルトインすることで、なしうる限りの対策を実施するという現世代の責任がないがしろにされるべきではない。

この他2008年にはOECD/NEAは次のような見解も公表している²¹⁾。

- ① これまでに、様々なオプションが検討され、政治または安全面での理由から放棄されてきた。先進的な核燃料サイクルの利用を通じて廃棄物の一部を核種変換することも、おそらく数十年後には実現可能になるかもしれないが、それが実現したとしても現時点で存在する廃棄物や核種変換の後に残る長寿命高レベル放射性廃棄物等を管理する必要性がなくなるわけではない。
- ② 長期的に見た場合、地表または地表近くに貯蔵された廃棄物は、地下深部に処分された廃棄物よりも、極端な自然事象やテロ行為に対して脆弱な状態となる。
- ③ 地層処分への取組を遅らせること、すなわち「先送り」戦略を採用することは、廃棄物やその貯蔵施設に対し、一層の厳格な配慮が求められる。現世代の責任として地層処分に向けた取組を開始するだけの十分な情報がいまや整っている。

4. 天然原子炉等からみた地層処分の妥当性評価について

地層処分の妥当性を説明する中でよく引き合いに出される、いわゆる天然原子炉は 1972 年にガボン共和国のオクロ鉱山で発見された。ウラン 235 の割合が現在より高かった太古の昔においては、地下水など適当な減速材の存在により臨界状態に達することは、理論的にはあり得ても、それを達成するのは、(断続的であっても) よほど条件に恵まれる必要があり、人の手を要せずに、自然環境で実現されるチャンスはごく僅かであろうことは想像に難くない。ATOMICA では、次のように紹介されている。

「フランス原子力庁は、1972 年 9 月に、ガボン共和国のオクロ鉱床中で天然原子炉が作動していた証拠を発見したと公表した。発見の発端は、オクロ鉱床で採掘された試料中の ^{235}U の同位体存在比が、天然ウラン中の値よりも低かったことである。その原因は、ウラン鉱石にあることが明らかになり、天然原子炉の存在の可能性が証明された。オクロ鉱床以外には天然原子炉が発見されてい

ないから、オクロ原子炉とも呼ばれている。天然原子炉は 1985 年までにオクロ鉱床で 12 個発見されている。No. 1～No. 6 までの天然原子炉が放出したエネルギーは、約 6,000,000MWd である。天然原子炉が機能していた期間は約 60 万年間、誕生した時期はおよそ 20 億年前と思われる。また、天然原子炉の中で生成した ^{239}Pu や核分裂生成物は殆ど散逸せずに、当時のままの状態が保持されていた」

オクロ鉱床の研究の結果、太古の原子炉で生成されたプルトニウムや核分裂生成物の多くが地層環境において散逸していなかったという事実は、HLW の地層処分の研究者に大いに勇気を与えたことは疑いが無い。

地層処分で扱う時間はこれまで人類が記録に残せた時間をはるかに超えている。そこで、地層処分の考え方の妥当性を検討する手段として、自然現象から学ぶ、ナチュラルアナログと言う手法がある。冒頭紹介したオクロ原子炉は、典型的な事例ともいえ、放射性核種の地下環境におけるふるまいの推定に活用できる。埋蔵文化財としてたまたま鉄器が掘り出されることがある。この鉄器が置かれた環境や鉄器の腐食状況を調査することで、ガラス固化体のオーバーパックの腐食評価／耐久性評価をより合理的にすることができる。また、太古の火山活動によって噴出され堆積している「火山ガラス」の表面状況などを観察することで、自然環境でのガラスの腐食速度が推察でき、高レベル廃液を固めるガラスの耐久性を推定できるようになる。これらの自然環境中で見いだされる現象を広範かつ詳細に調査することで、地層処分で用いる人工バリアの耐久性の評価、人工バリア損傷後の放射性物質の溶出挙動、溶出した放射性核種の地下環境における以降挙動、といったものが理解できるようになる。

これまで、このような調査研究が国内外で広く実施され、地下環境におけるガラス固化体の健全性についてはかなり詳細に記述できるようになってきており、少なくともガラス固化体については、その長期安定性に関する知識は十分といえるところまで蓄積されている。一方、使用済燃料直接処分については、その研究の端緒についたばかりであり、今後の積み上げが期待される。

5. まとめ

- (1) HLW を人の管理から切り離して、生活環境から注意深く隔離し、将来においても人に害を及ぼさないように処分するという考え

方は、核兵器国による HLW の管理上の失敗とこれに伴う巨額の経済的負担といった経験がその源泉となっている。

- (2) 宇宙処分も含めた様々な隔離方策が議論されたが、国際的にその妥当性について合意ができているのは地層処分だけ。
- (3) オクロ原子炉を含めた自然現象の研究は地層処分の妥当性を確認する上で重要。

最後に、本資料をまとめるに当り、冒頭紹介した基礎資料に加え、原子力安全研究協会の増田さんから頂いた資料（当委員会での御講演資料）を参考にさせて頂いたことをここに紹介し、謝意を表したい。

以上

参考文献；

- 1) US National Research Council : "The Disposal of Radioactive Waste Management on Land" 1957
- 2) OECD/NEA 1977 : Objectives, Concepts and Strategies for the Management of Radioactive Waste Arising from Nuclear Power Programmes
- 3) DOE/EIS-0046F : Management of commercial generated radioactive waste, 1980
- 4) NAS/NRC(1990); Rethinking High-Level Radioactive Waste Disposal, A Position Statement of the Board of Radioactive Waste Management
- 5) Office Parlementaire d' Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (1990) Rapport sur la Gestion des Dechets Nucleares a Active, par M.Christian Bataille, Depute
- 6) NWMO/Canada (2005) : Choosing a Way Forward -The Future Management of Canada' s Used Nuclear Fuel- Final Study
- 7) CNE/France(2006) : Rapport global de la Commission nationale d'evaluation des recherches conduites dans le cadre de la loi du 30 decembre 1991
- 8) SKB/Sweden(2011) : Environmental Impact Statement / Interim Storage, encapsulation and final disposal of spent nuclear fuel
- 9) Blue Ribbon Commission on America' s Nuclear Future(2012) : Report to the Secretary of Energy
- 10) 原子力委員会廃棄物処理専門部会(1966)中間報告書
- 11) 原子力委員会環境・安全専門部会固体廃棄物分科会(1973)報告書
- 12) 原子力委員会(1976) : 放射性廃棄物対策について
- 13) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1980) : 高レベル放射性廃棄物処理処分に関する研究開発の推進について
- 14) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1984) : 放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)
- 15) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1985) : 放射性廃棄物処理処分方策について

- 16) OECD/NEA, IAEA, CEC(1991) : Disposal of Radioactive Waste, Can Long-term Safety be Evaluated?
- 17) OECD/NEA(1995) :The Management of Long-lived Radioactive Waste. The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Waste, A Collective Opinion of the NEA Radioactive Waste Management Committee
- 18) NAS (2001) : Disposition of High-Level Waste and Spent Nuclear Fuel: The Continuing Societal and Technical Challenges
- 19) IAEA (2003): The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability
- 20) OECD/NEA (2006) : The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste
- 21) OECD/NEA(2008) : Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste”

補足資料（5）

《本補足資料は、本報告書を読まれる皆さんに、言葉の難しさの一端をご理解いただくことを目的として、2013年7月30日に開催した第5回委員会における林史典先生のご講演で用いられた資料のうち、【基本的考え方】の部分について、原資料の箇条書きと当日の議事メモを基に文章化した上で、林先生のご確認・修文を頂いたものです。》

国民への説明に用いる原子力関連語彙について ～日本語学者の視点から～

聖徳大学教授 筑波大学名誉教授
前文化審議会委員（国語分科会長）
林 史典

1. 通常語と専門用語の相違

通常、社会で用いられている語が通常語であるが、その多くは経験的に獲得されたものであり、意味・用法には個人差がある。

通常語が母国語である場合は、通常語は母国語の特徴を持つことになる。母国語は、人々の使っている言葉の使用を通じて形成される「脳内辞書」により解釈され、用いられる。つまり個々人の記憶の中にある辞書が使われるから、個人差が大きい。また通常語が外国語であれば、その意味・用法は既存の辞書などに依存して知ることになるから、個人差は小さくなる。

個人差の例として、「姑息な手段」の意味は、70%の人が「卑怯な手段」であるとし、本来の意味である「一時しのぎの手段」という意味で使う人はずっと少ない。「つまらない手段」という意味で使う人もいる。

災害対策基本法などで使われる「避難勧告」と「避難指示」について、どちらが強いと受け取られるかも人により分かれる。その「指示」については、①指し示す「方向を指示する」「指で指示する」と、②指図する「指示を与える」「指示に従う」という意味があるが、①の意味に解する人は「避難勧告」より「避難指示」の方が弱いと感じる。

また、通常語には、情緒的意味（affective connotations）が伴いやすい。例えば事故前には先端テクノロジー、クリーンエネルギーというイメージがあった「原子力発電（所）」も、事故後は、危険だ、恐ろしい・・・といった情緒的意味を伴うようになった。

一方、専門用語は、専門的内容を表す語として専門分野で用いられるものであり、知識として獲得されたものであるから、意味・用法に個人差が小さい。また、一般に情緒的意味は伴わない。しかし、一般人に対して用いられれば、受け取る側は通常語として受け取る。

専門用語は、①学術用語や法律用語などのように、定義ないし定義に準じる意味規定がある場合と、②定義ないし定義に準じる意味規定はないが、業界用語などのように専門分野共通の知識・理解に基づいて用いられる場合とがある。②の場合は①の場合に比べて意味的に曖昧である。

また、専門用語は専門分野だけに通用すればよいから、仲間だけに通用する語として‘符牒化’しやすい。符牒というのは、特殊集団の特殊性が強く排他性のある語である。指す内容が明確なら、必ずしも語としての意味には拘泥しない。また、簡単な語形が好まれる。時には一般社会に流通する場合もある。例えば「骨太の方針」（経済財政運営の基本方針 01 年）がそうである。

2. 専門用語の特徴

専門用語の特徴は、次のように述べることができる。

- (1) 専門外の人に理解されることを予想する必要がないため、そうしたことは想定していない。
 - (2) 既存の語（通常語）では表せない用語を必要とすることが多い。即ち、表そうとする意味が既存語彙ではカバーできない意味領域にある場合が多い。
- (ア) 既存の語を用いる場合

この場合は、既存語に新しい意味を加えることになる。これは、無理を生じやすく、従って必要に応じ必要な説明を加えて新しい意味を定着させることになる。例えば、果実の中心にある種子(を保護する固い部分)を意味する「核」から、「原子核」「細胞核」などの語を作り、さらに「核＝原子核」の意味から「核兵器」が生まれ、「核＝核兵器」の意味から「核廃絶」が生まれる。

(イ) 既存の語を組み合わせる場合

この場合は新しい複合語を作る。適切な組み合わせが必要である。例えば、「放射」と「能」を組み合わせて「放射能」となり、さらに「放射・性」、「放射性・核種」「放射性・物質」「放射性・廃棄物」といった組み合わせにより新たな語が作られる。

- (3) 同じ事実・事態に関しても、見方・考え方によって異なる用語が用いられることがある。
- (4) 専門用語でも、定義ないし定義に準じる意味規定がない業界用語などの場合には、暫定的ないし便宜的に用いられるうちに定着してしまうものが多い。

い。一旦使い始めた用語・表現は改めにくい。

3. 専門用語を社会に対して用いる場合の留意点

専門用語を社会に対して用いる場合の留意点は以下のとおりである。

- (1) 社会では「通常語」のレベルで、ないしは、「通常語」の意味する範囲で理解される。
- (2) 社会では用語だけで理解される。したがって、説明されても聞かれず、あるいは読まれないこととなり、用語が「一人歩き」しやすい。
- (3) 平均的社会人の知識・理解力には個人差があり、幅がある。したがって、どのあたりに照準を合わせるか、留意が要る。
- (4) 危機情報の語彙には不安を感じやすい。安全を信じたい気持ちと不安の心理との戦いに留意が要る。

4. 社会への対応法

社会への発信などに当たっては、以下のような諸点に留意する必要がある。

- (1) できるかぎり適正な用語を用いる。しかし、完全な理解は期待できない。
- (2) わかりやすい説明を用意し、適切に活用する。
 - (ア)客観的説明（「1/1,000,000 の確率」など）と主観的説明（「安全と考えていい」など）の使い分けが必要である。
 - (イ)主観的説明には難しさがある。例えば、「直ちには影響がない。」は、「将来のことは分からない。」「将来は影響があるかも知れない。」「将来は影響がある。」のいずれにも受け取られる。
- (3) 用語・説明の混乱を避ける。

同じことを言うのに異なる用語・表現を用いない。

既に定着している用語・表現は、余程のことがないかぎり変えない。
- (4) 国民の「知る努力」を促す。

国民と専門家の間の良いコミュニケーションのためには、国民の知る努力を促すことも必要である。そのために、国民が知る機会を増やし、理解しやすい方法を工夫することも重要である。

第5回委員会の講演に際し例示された原子力用語について、別添【具体例：通常語として解釈した場合】に例示したので参照願いたい。

以上

(講演後の質問に対する林先生のコメント)

- ・ 専門用語は符牒化しやすい。知識を共有しない人にはマイナスに働くことに気をつけなければならない。
- ・ 専門家が一般の人に説明すると、通常語の違いを意識せずに説明してしまい、共通の理解が得られた気持ちになってしまうことがある。きちんと一般の人に理解してもらうためには、専門家は丁寧に、必要なときに必要なだけ説明する姿勢が大切である。
- ・ メディア側でも用語の選択においてバイブル的な辞書を作ることが必要では、という意見に対し、基本的な用語は新聞協会「用語委員会」などで検討されているとのこと。
- ・ 近年のメール利用によって若い人の文字依存度、文字を使う機会は増えている。しかし、言葉の内容を知る努力は衰えている。これは、新しい文字文化といえる。
- ・ 『『地層処分』は確かに限られた集団の中で作られた用語であるが、当初は正確な解説を『注書き』して用いていた』という意見に対し、「解説」が無くなってしまうとたちまち誤解されるのは用語の宿命であり、注意が必要ということである。
- ・ 政府の IT 総合戦略本部が統括する委員会の一つ「情報共有基盤推進委員会（仮称）」の下に作られる「共通語彙基盤 WG」では、組織によって異なる名称や、名称が同じでも異なる内容を表す語を、必要な範囲で整理してコンピュータによる伝達・処理の効率化・正確化を図ることを目的とした検討がなされるようである。

別添【具体例：通常語として解釈した場合】

1 「再処理」

専門用語：再利用するために処理を施すこと（核燃料として使用する前の過程では「加工」） reprocess の訳語から

通常語：2度目の処理

「処理」・・・特定の目的に合った状態すること 始末すること

「事務処理」「情報処理」「防水処理」「安全処理」・・・

⇒ 用語としては定着

→（参考）「再利用のための処理」「再加工」

2 「直接処分」「地層処分」「最終処分」

専門用語：「処分」・・・「再利用」せず、安全な状態にして廃棄すること

「直接処分」・・・再処理しないでそのまま廃棄すること？

「地層処分」・・・地下深く廃棄すること

「最終処分」・・・永久廃棄すること？

通常語：「処分」・・・捨てること 捨て去ること 手放すこと 始末すること

「廃棄処分」「焼却処分」「夏物最終処分セール」・・・

「直接処分」・・・そのまま（or何も介さないで）捨ててしまう

「地層処分」・・・（特定の＝安全な）地層（stratum）に埋めて（or捨てて）しまう

「最終処分」・・・最終的な処分をする 最後の処分をする

⇒ 用語としては定着 → 改めるのは適当でないが、「処分」という語にこだわれば・・・

→ 「処分」・・・「管理する（＝安全な状態を保つ努力をする）ことをやめて廃棄してしまう」という含意を感じさせる可能性

→ 人類が作り出した、自らの生存環境さえ破壊しかねない危険きわまりない物質を、不要になったからといってそのまま廃棄してしまっているのか、といった誤解を生む余地も無しとしない

→ 長期に保存・管理して安全な状態になってから自然に戻す（それまでは「管理する」という考え方を表す用語・表現は？

(参照) 「暫定保管」(原子力委員会「見解案」)、「中間貯蔵施設」

「可逆性」「回収可能性」・「保存・管理」

「地層」・・・堆積してできた層と解する(or感じる)人が多い?

「処分」するのはどのような地層? → 地球科学・地質学の用語と異なる?

→ 「直接処分」「地層処分」「最終処分」・・・いずれにしても安全性についての説明がカギ

3 「世代間倫理」「世代間の公平性」「将来世代に負担をかけない」

専門用語: 「世代間倫理」・・・後の世代に対してとるべき「人としての道(=考え方・行い)」
intergenerational ethics の訳語から?

通常語: 「世代間倫理」・・・世代間で互いにとり合うべき「人としての道(=考え方・行い)」

⇒ 負の遺産(だけ)を将来に遺さないという考え方は、他の領域(環境・経済など)と共通・・・共通の用語・表現を用いる?
名詞形である必要はない?

→ (参考) 「将来に負の遺産を遺さない」「後の世代に負担をかけない」など

4 「将来世代の選択権を尊重」

専門用語: 「将来世代の選択権」・・・将来世代が現世代とは異なる政策をとる(=異なる選択をする)ことができる権利

通常語: 「将来世代の選択権」・・・専門用語とほぼ同じ

⇒ 「世代」・・・「子の世代」「孫の世代」などのような具体的「世代」を指す用法ではない?

→ 名詞形で表現することにこだわると無理を生じやすい

(参考) 「将来、方針や政策が転換される可能性を尊重する(or

考慮する)」「将来的な方針・政策転換の可能性を考慮(する)」など

5 「処分事業の安全性」

専門用語：「処分(=埋立処分)」事業自体(方法・技術・作業)の安全性(=「処分」事業が安全に行われるか)、および「処分」後の放射性廃棄物の安全性(=「処分」された放射性廃棄物の安全性)

通常語：「処分」事業自体(方法・技術・作業)の安全性(=「処分」事業が安全に行われるか)

⇒「安全性」・・・何が誰に対して安全であることを意識した表現を検討する

何が・・・「処分事業」？「処分後の放射性廃棄物」？「処分事業と処分後の放射性廃棄物」？

誰に対して・・・「作業関係者」？「人類」？「作業関係者と人類」？

→(参考)「処分(=埋立処分)事業の安全性」「(処分された)放射性廃棄物の(長期)安全性」に分ける。

(注)「埋設」・・・地下に埋めて設備すること 地中に設備すること

「埋蔵」・・・地中に埋めて隠すこと/地中に埋めて残しておくこと「埋蔵金」(天然資源が)地中に埋まっていること「埋蔵量」

→「地下処分」「地中処分」など

6 「リスク概念」「潜在リスク」「想定外リスク」「残余のリスク」

専門用語：「リスク概念」・・・「リスク(=危険性)」についての考え方(=「リスク」をどういうものとするか、その考え方)

「潜在リスク」・・・隠れているが存在すると考えられるリスク

cf.「顕在リスク」・・・その存在が確認されたリスク

「想定外リスク」「残余のリスク」・・・あらかじめ想定しきれないリスク、想定から除外されたリスク

通常語：「予想・予測」と「現実」

「予想・予測」・・・これから先のことを推し量ること
→ リスク

「現実」・・・現に存在している事実や状態 → 事故
「予想・予測」と「想定」

「予想・予測」・・・これから先のことを推し量ること
→ 予想・予測される範囲

「想定」・・・ある状況・条件などを仮定する（＝仮に
考えてみる）こと → 予想・予測の範囲内
で具体的に考えてみる

「調理室から出火したという想定で行う避難訓練」

「子どもも使うことを想定した設計」「最大10メー
トルの津波を想定した場合に考えられる被害」・・・

⇒ 「リスク」の‘分類’

→ (参考) { 結果が予測できるリスク

{ どんない結果になるかが予測できないリスク

{ 存在を予想できるリスク・・・「リスク」

{ その存在が予想できないリスク・・・「予想（or
予測）で
できないリ
スク」

7 「深層防護」

専門用語：幾重もの防護層を設けて異常の発生・拡大、事故への発
展、環境への影響の防止を図ること → 安全対策が多段
階的に行われていること

通常語：深い地層に埋めて事故や事故の影響を防ぐこと

⇒ 「深層」は「深い地層」のことと理解されやすい

「防護」・・・危害、災害などが及ぶのを防ぎ守ること 「防護
服」「防護壁」など

「深層防護」・・・「（放射性廃棄物を）深い地層に埋めて、防
ぎ守ること」と理解される可能性がある

→ (参考) 「多重遮断」「多重防御」など

8 「確率論的安全評価」「決定論的安全評価」「不確実性または不確 実性の取り扱い」

専門用語：「確率論的安全評価」・・・事象の発生確率に基づいて
採られる安全対策の効果
を評価すること

「決定論的安全評価」・・・特定の事象が起こるものと

して採られる安全対策の効果
を評価すること

通常語 : 「確率論的安全評価」・・・専門用語とほぼ同じ
「決定論的安全評価」・・・理解が難しい？
「決定論」・・・あらゆる事象はあらかじめ外的な原因
(神・自然など)によって決められて
いる(=規定されている)という考え
方 determinism

⇒ 「決定論的」は誤解を招きやすい？
→ (参考) 「決定論的安全評価」→ 「個別安全評価」な

ど

9 「放射性核種の移行シナリオ、地下水シナリオ」

専門用語 : 「放射性核種の移行シナリオ」・・・放射性核種が空気
や水の流れなどによ
って環境中に移動・
拡散してゆく想定上
の道筋〔地上〕

「放射性核種の地下水シナリオ」・・・放射性核種が地下
水の流れによ
って移動・拡散して
ゆく想定上の道筋
〔地下〕

⇒ 「移行」は「移動・拡散」？
「移行シナリオ」「地下水シナリオ」は対照性が不明確？
→ 「地上・地下」
「シナリオ」は「シナリオ」または「想定上の道筋」？
→ (参考) 「放射性核種の移動・拡散シナリオ〔地上〕」「放
射性核種の移動・拡散シナリオ〔地下〕」、「放
射性核種が移動・拡散する想定上の道筋〔地上〕」
「放射性核種が移動・拡散する想定上の道筋〔地
下〕」など

10 「国民に対する理解促進、理解活動」

専門用語 : 「国民に対する理解促進」 : 国民の理解を促進させるこ
と

「国民に対する理解活動」 : 国民の理解が進み、広がる
ように活動すること

通常語 : 「国民に対する理解促進」 : ‘構文的’に不明確

→ 「理解」の主体が曖昧

① 「国民に対する理解」の「促進」

→ 「理解」の主体は原子力関係者（＝原子力関係者が国民を理解するのを促進）

② 「国民に対する」「理解の促進」

→ ① 「理解」の主体は国民（＝国民に対して {国民が理解する} のを促進）

② 「理解」の主体は原子力関係者（＝国民に対して {原子力関係者が理解する} のを促進）

「国民に対する理解活動」：「理解」「活動」はともに自動詞的

→ 「理解活動」の主体は同一と見なされやすい（国民or 原子力関係者）

① 国民に対する理解」活動・・・国民を理解しようとする（原子力関係者の）活動

② 「国民に対する」「理解活動」・・・国民に対して行われる「理解活動」

→ ① 「理解」の主体は国民（＝国民に対する {国民が理解するための} 原子力関係者の活動）×

② 理解」の主体は原子力関係者（＝国民に対する {原子力関係者が理解するための} 原子力関係者の活動）

⇒ 用語化する必要があるか？

→ （参考）「国民の理解を得るための活動」など

1.1 「社会的合意」

専門用語：社会的に意見・意思が一致すること

通常語：専門用語と同じ

⇒ 一般に広く用いられる用語

→ （参考）(1) 用語として検討すべき関連語

→ 目標をどこに置くかによって、より適切な用語を用いる

① 社会的 国民的

② 合意 同意 承認 理解

合意 同意 …… 積極的（意見・

考え方 など) 承認 理解 . . .
消極的 (方法・決定 など)

(2) 「社会的合意」を成立させる方法、成立を
判断する根拠が問題

1 2 「人工バリア」「天然バリア」「多重バリア」

専門用語：「人工バリア」 . . . 人工的防護壁 人工的放射能遮断
装置

「天然バリア」 . . . 自然の防護壁 (= 処分地の地層)
「多重バリア」 . . . 幾重もの防護壁 人工的防護壁と
自然の防護壁を総する語

通常語：「人工バリア」「天然バリア」「多重バリア」のいずれも
通常語として解釈できる

1 3 「廃棄物回収可能性」「事業の可逆性」「政策の可逆性」

専門用語：「廃棄物回収可能性」 . . . 「処分」した放射性廃棄物
を必要に応じて回収する
可能性

「事業の可逆性」 . . . 事業を元に戻したり方向転換さ
せたりすることができること

「政策の可逆性」 . . . 政策を元に戻したり方向転換さ
せたりすることができること

通常語 : 「廃棄物回収可能性」 . . . 専門用語と同じ
「事業の可逆性」 . . . 事業を元に戻すことができると
「政策の可逆性」 . . . 政策を元に戻すことができると

⇒ 「可逆性」は元に戻すことだけでなく、方針・政策を変更・転
換することまで含む？ 新たな方針・政策に変更・転換すること
まで含む？

→ (参考) 「事業の変更・転換可能性」「政策の変更・転換可能
性」など

1 4 「地質環境の長期安定性」

専門用語：高放射性廃棄物を埋める予定の地中 (or 地層) の「環境」
の長期安定性

通常語：(高放射性廃棄物を埋める予定の) 地質的「環境」の長期
安定性

⇒ 「地質」「環境」は適切か？

「地質」 . . . 地殻を構成する岩石・地層の性質・状態 →

地球科学・地質学の用語と異なる cf.「地層」
「環境」・・・周囲の状況や諸条件
→（参考）「（高放射性廃棄物を埋める）地下（or岩盤）の長期安定性」など

1.5 「保障措置」「核不拡散」

専門用語：「保障措置」・・・プルトニウムが核兵器に転用されることがないように措置すること
「核不拡散」・・・核兵器を有する国が増えないようにすること
通常語：「保障措置」・・・他から被害などを受けることがないように保護する措置
「核不拡散」・・・専門用語と同じ 一般化した用語
⇒「保障措置」は何を保障するのかが明示されないと理解しにくい
→（参考）「（プルトニウムの）安全管理を保障する措置」
→「安全管理保障措置」 など

1.6 「地域振興」「地域共生」

専門用語：「地域振興」・・・地域が主導する地域振興策に協力し、または、それを支援すること
「地域共生」・・・地域と事業の実施主体とが相互依存すること。地域と事業の実施主体とが相互に利益を受け合うこと
通常語：「地域振興」・・・その地域の経済活動などを活性化させること。「専門用語」としての用法は通常の用法の範囲内
「地域共生」・・・地域と地域とが相互に利益を受け合って共に栄えること
⇒「振興」と「共生」
「振興」・・・産業・経済などを盛んにすること、盛んになること
→ 振興しようとする主体（自治体・住民など）、主体の上位にある組織（政府・自治体など）の取り組みについて言うことが多い
→（処分事業の）事業主体が地域に対して使うと自尊的になる？
「共生」・・・ともに生きていくこと 相互に（or 一方だけが）利益を受けながら共に生活すること
→ 同等・対等の関係にあるもの同士について言うこ

とが多い

→ 「地域共生」は（処分事業の）事業主体が地域に対して使うと自尊的になる？

→（参考）「地域振興」→「地域振興への協力・支援」など

「地域共生」→「地域の一員として・・・」「地域との共生（事業主体を主体とした表現）」など

1.7 「過酷事故」

専門用語：炉心が大きく損傷し、大量の放射性物質が漏出・拡散するような、極めて重大・深刻な事故 severe accident
の訳語から

通常語：（人にとって）ひどすぎる（or 厳しすぎる）事故
「過酷」・・・（人に対して）厳しすぎる、ひどすぎる
「過酷な環境」「過酷な条件」「過酷な労働」・・・

⇒「過酷事故」は原子力関連領域特有の用語 「重大な事故」よりさらに重大な事故、「深刻な事故」よりさらに深刻な事故を言う？

→（参考）「きわめて重大な事故」「きわめて深刻な事故」
「（きわめて）重大深刻な事故」など

付録 2

用語解説集

用語解説集

2014年5月8日

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
1	B型輸送容器	キャスク	使用済燃料などの放射性物質を輸送するのに使用される容器。輸送中に予想される事故に耐えることを、落下試験、耐火試験、浸漬試験等で確認することが要求される。	使用済燃料については、輸送と貯蔵を兼用する輸送容器による乾式貯蔵が計画されている。	2.3
2	2次廃棄物		使用済燃料や放射性廃棄物の処理、あるいはMOX燃料加工等の操作に伴い2次的に発生する廃棄物。	使用済燃料の再処理で発生する2次廃棄物は、高レベル廃棄物とそれ以外の、いわゆるTRU廃棄物に分類される。MOX燃料加工工程で発生する2次廃棄物はTRU廃棄物に分類される。	1.3
3	ANDRA		フランスにおける放射性廃棄物処分の実施主体及び高レベル放射性廃棄物処分の研究機関	ANDRAはフランス政府の指示に従い、1994年から1997年にかけて地下研の地質適用調査を実施、その後国の公開審理で、ムーズ県ビュールに地下研の建設が決定、2001年から建設開始。2005年に発行した粘土層を対象とする地層処分の実現可能性を示す研究成果報告書において、回収可能性を含め、可逆性を有する地層処分概念を提示している。	2.4
4	GBI	放射性物質の移行	Geosphere-Biosphere Interfaceの略 地質環境と生物圏の接点	地層処分の安全評価モデルにおいて設定する地圏(地質環境)と生物圏の境界を指す。	2.2.1
5	He	ヘリウム	原子番号2の元素。原子量4.0026。希ガス元素のひとつで、常温(20℃程度)の環境では無色無臭の気体。	化学的に安定で、わずかな隙間からも漏れ出る性質があることから、その性質を利用して、使用済燃料を長期間貯蔵するキャスクの内蓋と外蓋の間の空間にヘリウムを充填し、その圧力を監視することで、漏えいの有無を検知することに用いられることがある。	2.3
6	IAEA		International Atomic Energy Agency 国際原子力機関	原子力の平和利用に関する国際協力を推進することを目的に設立された国際機関。国連での審議を経て1956年にIAEA憲章が採択され、1957年に発足した。	2.2.1
7	ICRP		International Commission on Radiological Protection 国際放射線防護委員会	専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う国際組織。1928年の国際放射線医学会総会で設置された委員会で、放射線防護の基本的な考え方、防護基準、放射線防護の方策などについて検討し、検討結果は勧告あるいは報告(Publication)という形で公表され、各国の放射線防護基準の規範となっている。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
8	JAEA		Japan Atomic Energy Agencyの略 日本原子力研究開発機構	特殊法人改革の一環として日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合で発足した我が国唯一の総合的原子力研究開発機関、独立行政法人	2.1.2
9	JAEA KMS	評価基盤	JAEAが開発した知識マネジメントシステム (Knowledge Management Systemの略)	JAEAに蓄積された地層処分に関わる研究開発成果をデータベースとして取りまとめたもの。広く活用するためにJAEAの公開ホームページ上で閲覧できるようにしている。	2.1.2
10	MOX燃料	ウラン燃料	ウランとプルトニウムの混合酸化物燃料	使用済燃料を再処理して回収されるプルトニウムとウランの酸化物を成型加工した燃料。本来は高速増殖炉での使用を意図したものであるが、炉心設計を工夫することで軽水炉でも使用可能。この場合、ウラン濃縮の費用が削減できると共にウラン資源の節約にもなる。	1.3
11	NDA(英国)		Nuclear Decommissioning Authorityの略 英国原子力廃止措置機関	原子力債務を管理するイギリスの外郭公共団体。2004年に可決されたエネルギー法に基づき2005年4月1日に設立された。稼働を終えた原子力発電所の廃止措置と使用済み核燃料再処理を管理する。	2.2.1
12	NDA(非破壊測定)技術	DA(破壊測定)	Non-Destructive Assayの略 一般に使用済燃料集合体や放射性廃棄物等に含まれる核物質の量や種類を非破壊的に測定することをいう。	破壊測定は精度は高いものの時間がかかる上、二次廃棄物を生み出す難点があり、査察現場での実施は限定せざるを得ない。一方、非破壊測定は一般に精度は劣るものの、査察現場で即時に実施できる利点がある。非破壊測定の方法としては放射線を利用したものが中心であるが、これはさらにパッシブ法とアクティブ法に区分される。パッシブ法では、核物質が放出するガンマ線や中性子線から核物質の種類や量を同定する。アクティブ法では対象物質に中性子線やガンマ線を照射し、その際に発生する中性子やガンマ線、X線を測定することによって、対象物質中の核物質の量、組成等を知る。	2.1.1
13	OECD/NEA		Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agencyの略 経済協力開発機構 原子力機関	いわゆる先進国で構成されている国際機関であるOECDに併設された原子力問題をもっぱら取り扱う専門機関。OECDには我が国も1964年に加盟。NEAは当初欧州原子力機関として発足したが、1972年に我が国が加盟するに至り現在の名称に変更。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
14	SKB		スウェーデン核燃料廃棄物管理会社	スウェーデンの原子力発電炉を保有する電力会社4社(バッテンファール社、バーセベック社、OKG社、フォルスマルク社)は、1972年に主に核燃料の調達を行う民間の株式会社SKBF(Swedish Nuclear Fuel Supply Co.:スウェーデン核燃料供給会社)を協同出資で設立した。その後、SKBFは核燃料供給と放射性廃棄物の輸送、貯蔵、処分前処理および最終処分を業務とすることになり、SKB(Swedish Nuclear Fuel and Wastes Management Co.:スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社)に改組された。	2.4
15	TRU廃棄物		長半減期の超ウラン元素で汚染された廃棄物。反面、発熱は低い。低レベル放射性廃棄物の一種として分類されている。	原子力発電所から排出される使用済燃料を化学的に処理(再処理)する作業、並びに再処理により回収されるプルトニウムを原子炉の燃料に加工する作業に伴って発生する廃棄物。プルトニウムやアメリシウムといったウランよりも大きな原子番号の核種が含まれることからこのように呼称する。	2.1.2
16	UO ₂ マトリックス		二酸化ウラン焼結体の結晶構造	通常の原子力発電所(軽水冷却型原子力発電所)で使用される燃料を構成するウラン酸化物の焼結体(ペレット)の結晶構造を言う。ウランが原子炉内で核分裂反応をすると様々な新たな核種が生まれるが、気体あるいは気化しやすいものを除いて、それらのほとんどはこの結晶構造に閉じ込められている。	2.1.2
17	浅地中処分	浅地中トレンチ処分、浅地中ピット処分	地表付近の浅い地中への放射性廃棄物の処分。	低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルの比較的低い廃棄物について地表から数m程度の地中(浅地中)に埋設処分する方法をいう。素掘りの溝状などの空間に廃棄物を定置して埋設する処分方法(浅地中トレンチ処分)とコンクリートピットなどの人工構築物を設置して埋設する方法(浅地中ピット処分)の二つがある。	1.3
18	イオン	陰イオン、陽イオン	電荷を持つ原子、または分子。	電氣的に中性の状態の原子や分子が、1個または複数の電子を失うか取り込んで生じる。地層処分においては、埋設した放射性廃棄物が地下水が接触すると、それに含まれる放射性物質の一部が陰イオンあるいは陽イオンとなって溶け込み、やがて地下水の流れによって、周辺の鉱物等への吸着や脱着等を起こしながら人の住む環境に出てくる可能性があるとして安全性を評価する。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
19	移行経路		地層処分において廃棄物に含まれる放射性核種が移動し、生活圏に到達する経路	地層処分においては高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物に含まれる放射性核種が100年を超える長期間の間に少しずつ地下水に溶け込み、地下水の流れに乗って、あるいはガス状で人の生活圏に到達するという仮定を置いている。この放射性核種が移動する道筋を移行経路という。	2.1.2
20	ウラン	U	原子番号92の元素	地殻中に広く分布し、百種以上の鉱物に含まれる天然元素。核燃料またはその親物質として用いられ、原子力発電の世界的な普及・拡大とともに重要なエネルギー資源となっている。	2.2.1
21	エスポ地下研究所	SKB	SKBがエスポ島の南の花崗岩中に建設した岩盤地下研究所	スウェーデンでは使用済燃料の直接処分場の設計及び適切なサイト選定を目的として、科学的な研究を行うために、地下研究所を建設することが研究開発プログラムに盛り込まれた。 1995年から研究が開始されている。	2.4
22	オーバーパック		地層処分において廃棄体を包み、地下水を所定の期間接触させない機能を持つ容器。	左記の目的のため、核種閉じ込め性、耐食性、耐圧性、放射線遮蔽性、耐放射線性、耐熱性が設計要件として求められる。このほか、所定の期間、他の人工バリアに有意な影響を与えないことや製作・施工が容易といった、人工バリアの成立性に係る要件が求められる。このような観点から、材質は炭素鋼などの金属が考えられている。ガラス固化体のオーバーパックの設計寿命として1000年が設定されている。この間、地下水との接触を避けることによって、セシウム137のような比較的短寿命の核種は、オーバーパック内での十分な減衰が期待できる。	2.1.2
23	オープンソース情報		公開されている文献、各種学会報告やマスコミ報道、等に依拠する情報	原子力活動あるいはそれと一見関係が無さそうに見える活動についても、マスコミ情報などを手掛かりに、秘密裏の核兵器開発など、国レベルの異常な活動が無いか確認できる可能性がある。	2.1.1
24	回収可能性		処分場を閉鎖する前のいかなる時点においても廃棄体(ガラス固化体あるいは使用済燃料)の回収を可能とすること	将来世代の選択枝を確保する一つの手段として、廃棄物の定置開始から処分場の閉鎖に至る過程でやり直しができるようにする「回収可能性」は重要。この「回収可能性」を確保することで段階的な合意形成を目指そうとする考え方がある。「将来世代の選択枝の確保」と言う観点からは、仮にこのような決定をしても将来意思決定の変更もあるとする。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
25	海洋底下処分	海洋底処分	放射性廃棄物を数百メートルの深さの海洋底の堆積物中に処分する方法。	技術的検討は行われたものの、ロンドン条約(廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約)において放射性廃棄物その他の放射性物質の海洋への投棄は禁止された。ロンドン条約に係る1993年11月2日付原子力委員会決定においても「海洋投棄の実施は、政治的、社会的見地から今や極めて困難」としている。	1.3
26	化学形態	化学形	原子または分子の化学結合やイオン化の状態	元素の結合状態や電荷などの化学的な基礎情報。放射性物質の移行や拡散挙動に影響する。	2.1.2
27	核セキュリティ	核物質防護、核テロ対策	テロリストなどが核物質や放射性物質などを不正に入手したり、テロ行為に使用したりできないように、防止すること。国際原子力機関(IAEA)を中心として、国際的取り組みが進められている。	従来の「核物質防護」、即ち核物質の不法移転及び原子力施設又は核物質の輸送への妨害破壊行為に対する防護対策に加え、放射性物質の盗取及びその関連施設又は放射性物質の輸送への妨害破壊行為に対するセキュリティ対策、さらに規制上必要な管理の外にある核物質及びその他の放射性物質への対応も含めたものをいう。このような仕組みは地層処分場においても求められる。	2.4
28	核燃料サイクル開発機構	日本原子力研究開発機構/JAEA	動力炉・核燃料開発事業団(動燃)の改組により設置された特殊法人。動燃時代に手掛けていた業務から、その役割を終えたとみなされたウラン濃縮技術開発、ウラン資源探査については廃止とされ、スリム化された。地層処分に関わる研究開発については引き続き取り組むこととされた。	地層処分に関する研究は、当該機構の他、旧日本原子力研究所でも行われていたが、平成17年の両法人の統合により、日本原子力研究開発機構となったことから、国としての研究開発体制が一本化された。	2.1.2
29	核不拡散	核拡散防止条約	核兵器を保有する国(又はグループ等)を増やさず、また核兵器を保有している国は、核兵器の量の増加の抑制及び減らすこと。	ウラン235やプルトニウムは核兵器の原料としても使われることから、それらを取り扱う場合には、その取り扱いが平和目的のみに行われているということを明確に示す必要があること。また、ウラン235やプルトニウムに対し人間が容易に接近できないようにすることや、容易に核兵器に転用できないようにすることをいう。地層処分においては、特に使用済燃料直接処分の場合において考慮すべき課題の一つに上げられる。	1.3
30	核分裂生成物		核燃料の核分裂反応により燃料中に生成する物質。	核分裂生成物のうち、放射性のものについては半減期の短いものや長いものがある。また、放射性ではない安定なものもある。地層処分では長半減期の放射性核種が安全評価上重要。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
31	確率論的安全評価	確率論的安全解析 Probabilistic Risk Assessment, PRA	原子力施設等で発生しうるあらゆる事故を対象として、その発生頻度と発生時の影響を定量評価し、その積であるリスク(危険度)で安全性の度合いを評価する手法	日本では、原子力発電所を対象にして法体系を整備し、評価を実施し、その成果はシビアアクシデントに対抗するアクシデント・マネージメントの検討に反映されている。同様に、放射性廃棄物処分の長期安全性評価に伴う不確かさの評価にもPRAが必須とされている。米国、スウェーデンでPRAが実施されている。日本ではJAEAが中心にシナリオ、モデル、パラメータの不確かさを定量化するPRA開発が行われている。	1.2
32	ガラス固化体		使用済燃料を再処理して発生する放射能レベルの高い廃液をガラス原料とともに高温で溶かし、キャニスターと呼ばれるステンレス製の容器に入れて冷やし固めたもの。	TRU廃棄物とともに、現在、我が国の地層処分対象の廃棄物である。ガラス固化体は放射性物質を多量に含み、放射線が強く発熱していることから、地層処分の前に一定程度の冷却期間が必要。また、処分場への搬入や定置に当たっても放射線と熱の考慮が必要となる。	2.1.2
33	環境の生態学的感受性		環境に存在する生物種の毒性影響の受けやすさ。	地層処分閉じ込め体系から漏洩すると想定される放射性核種による生物種への放射線影響の度合。	2.2.1
34	緩衝材	人工バリア	高レベル放射性廃棄物を含む金属製容器(オーバーパック)を地下300メートルより深い、安定した地層中に埋設する際に、オーバーパックの周りを覆う粘土のこと。	オーバーパックと岩盤の間に充填し、地下水の侵入と放射性核種の溶出・移行を抑制するもの。さらに岩盤の変位を物理的に緩衝するクッションの働きや、地下水の水質を化学的に緩衝して変化を抑える働きを持つ。候補材としてベントナイトが考えられている。	2.1.2
35	キャニスタ		原子力分野では、鋼製またはステンレス製の蓋付き円筒状密封容器を言うことが多い。	使用済燃料を保護し、特に、保管や貯蔵の期間において放射性物質が容易に漏れ出さない様にするための金属製容器を言う。蓋は溶接され、密封状態で使用済燃料を保管することが可能。処分の際には、さらにオーバーパックと呼ばれる容器の中に入れられる。なお、高放射性廃液のガラス固化で用いるステンレス製の封入容器もキャニスタと呼称している。	2.3
36	掘削影響領域		掘削により岩盤の性質が掘削前とくらべて変化した領域のこと。破壊特性や変形特性などの力学特性、透水係数などの水理特性、また、空気の侵入に伴い酸化還元電位などの地球化学特性が変化するとされる。	掘削部の周辺では地下水が流れやすくなり、その結果放射性核種が移動しやすくなる可能性があること、さらにトンネル閉鎖の機能にも影響を与える可能性があることから、掘削影響領域の特性を十分に把握する必要がある。また、できるだけ掘削影響領域を少なくする掘削技術が望ましい。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
37	軽水	重水 トリチウム	原子核が陽子1個のみで構成される水素原子2個と酸素原子が結合してできた水。自然界の水のほとんどはこの軽水。この他、水素原子に中性子が付加された重水素や三重水素で構成された水もごく僅か存在する。	軽水は原子炉で核燃料が核分裂した際に放出される中性子の速度を下げるための減速材に適している。併せて、常温で液体であることから原子炉の冷却材としての利用も容易である。自然界に多量に存在しており、人類がその扱いに慣れていることも大切なポイントと言える。	1.3
38	軽水炉	重水炉 液体金属冷却炉	原子炉圧力容器の中に普通の水(重水と区別して軽水という)を満たし、低濃縮ウラン燃料を装荷する原子炉	軽水炉では普通の水が減速材と冷却材を兼ねることができるので、発電システムの設計が比較的容易。	1.3
39	決定論	決定論的安全評価(解析)	安全設計での決定論とは、発生確率に係わらず、その事象が起きることを前提として設計することを言う。	原子力施設の安全設計の考え方の一つ。確率論と対比される。決定論では発生確率に係わらず、その事象が起きることを前提として設計する。これに対し、確率論では当該事象が起きる確率とその影響を評価した上で、設計で考慮するか否かを判断する。	1.2
40	原子力安全委員会	原子力規制委員会	1978年に原子力の安全確保の充実強化を図るため、原子力基本法の一部を改正し、原子力委員会から分離、発足。	安全審査のダブルチェック(二次審査)を実施し、また、規制調査等を通じた規制官庁への監督を管掌。東電福島事故後、原子力規制委員会の設立に伴い廃止された。原子力規制委員会は原子力安全委員会と行政庁が担ってきた安全規制業務を一元的に担うことになった。	2.1.2
41	原子力委員会	原子力規制委員会	原子力基本法(1955年12月成立)に基づき、国の原子力政策を計画的に行うことを目的として1956年1月1日に総理府の附属機関(のち審議会等)として設置。	東電福島事故後見直しが行われ、これまで最大の任務とされてきた原子力政策大綱の作成任務が廃止され、原子力の平和利用の担保を中心とする任務に限定されることとなる。	2.1.2
42	減速材	中性子	熱中性子を利用する原子炉において、核分裂によって放出される中性子を減速し核分裂連鎖反応を起こしやすくする役目を担う。軽水炉では冷却材としても使われる普通の水がこれにあたる。	地層処分では、地下水が減速材の役割を果たすので、使用済燃料の直接処分では特に臨界安全評価が必要となる。なお、ガラス固化体処分の場合にも念のため評価する必要がある。	1.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
43	硬岩	軟岩	岩掘削の施工性を考慮した岩区分の一つ。火成岩、変成岩及び中生代以前の堆積岩の多くが硬岩、新生代の堆積岩が軟岩に区分される。	硬岩系及び軟岩系の岩盤への地層処分が検討されている。日本の硬岩ではしばしば亀裂が発達し、顕著な地下水流動が見られることがあり、そのような場所においては対策が必要となる。軟岩においても同様な性状を示すことがあるほか、処分場の操業期間を通じ、坑道に力学的な補強(支保)を施す必要が生じることがある。	2.1.2
44	構造強度		構造物が保有しなければならない強度。内包する機器に基づく重量や熱などの要因と共に、地震に代表される自然災害や航空機事故といった要因についても必要に応じて考慮する。	一般論として、原子力施設は十分な構造強度を持たせなければならないが、これは地層処分に関わる施設や使用済燃料貯蔵施設でも同様。これらの施設については、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境、並びにその環境下での腐食、クリープ、疲労、応力腐食割れ等の経年変化に対して、十分な強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのないように設計する必要がある。	2.3
45	高速増殖炉	軽水炉、高速炉	高速中性子で核分裂連鎖反応を維持し、かつ燃焼が進むとともに炉内の核分裂性物質の量が増加していく原子炉。高速中性子を利用するため、燃料の冷却材として中性子の速度に影響を与えにくいナトリウムなどの液体金属を用いる。	地層処分との関係では、ガラス固化体に長半減期核種ができるだけ含まれないようにすることが、ガラス固化体の長期安全性を高める上で有利。再処理の過程でこの長寿命核種を分離し、プルトニウムなどと共に高速増殖炉で燃焼させ短寿命の核種に変換してしまうことが研究されている。	1.3
46	高レベル廃液	高レベル放射性廃棄物	使用済燃料の再処理によりウランとプルトニウムを分離・回収した後に残る放射能の高い硝酸廃液	高レベル廃液は使用済燃料ウラン1トン当たり0.5m ³ 程度発生する。多量の放射能が含まれ、高発熱性であるため、沸騰を防止するために常時攪拌・冷却される。高レベル廃液はガラス原料と共に熔融炉でガラス熔融され、溶けたガラスは容器に流し込まれてガラス固化体が作られる。	2.3
47	高レベル放射性廃棄物	ガラス固化体	我が国においては、今のところ、使用済燃料を再処理して発生するガラス固化体を指す。	使用済燃料を再処理せずにそのまま直接処分する場合には、使用済燃料そのものが高レベル放射性廃棄物となる。本報告書ではガラス固化体を主に意味しているが必要に応じて使用済燃料そのものを言う場合もある。	2.1.2
48	コロイド	真正コロイド 疑似コロイド	物質の微細な粒子が、気体中や液体中に分散している状態。	地層処分においては、地下環境に存在するコロイド粒子が地層中の核種移行に及ぼす影響について評価することが必要である。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
49	再処理工程	再処理プロセス Purex法	使用済燃料から再び原子炉の燃料となるウラン、プルトニウムを回収する化学的な処理工程。	(1)使用済燃料の受入れ・貯蔵, (2)せん断・溶解, (3)清澄(固形粒子等の除去), (4)共除染(核分裂生成物等の除去), (5)(ウラン・プルトニウムの)分離・精製, (6)ウラン・プルトニウム脱硝(酸化物への転換), (7)高放射性廃液ガラス固化などの工程で構成されている。	2.1.2
50	最大線量	最大許容被曝線量 線量限度	観測期間中最大の被ばくを与える時期の被ばく線量	高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、処分する廃棄物に含まれる放射性核種の崩壊と、含まれる放射性核種の周辺地層への拡散状況から地表で生活する人類に与える放射線影響がきまる。これらは人工バリア、天然バリアの性能にも依るが、処分から一定の期間を経て最大と評価される被ばく線量が計算される。	2.1.2
51	再飽和			廃棄体定置時、緩衝材の含水率は低い(不飽和)状態であるが、定置後地下水の浸透に伴い緩衝材が膨潤し飽和状態に至ること。再冠水ともいう。	2.4
52	サテライト情報		軍事衛星も含めて、人工衛星から得られる情報(施設形状、位置、温度異常、等)	地層処分場の場合は、その侵入口等地上施設の状態変化や、地表面温度変化の有無などが監視対象になると考えられる。	2.1.1
53	酸化還元フロント	化学フロント	自然界にみられる酸化還元反応が行われる先端部分。	処分場の環境は一般に還元的であるが、その建設・操業により大気が入るため酸化領域が岩盤内部に形成され、酸化還元領域の境界が生じる。このように何らかの理由で岩盤内に生じた酸化還元領域の境界を酸化還元フロントと呼ぶ。地下水中の元素が酸化されたり、あるいは還元されたりすることによってその元素の地下水への溶解度が増加し、元素の沈殿や濃集が生じる。	2.1.2
54	暫定保管		高レベル放射性廃棄物をいつでも取り出せるように暫定的に地上や地下に保管すること	日本学術会議が原子力委員会から審議依頼を受けた回答書の中で、処分方法に関する合意形成を図るための提言の一つ。ガラス固化体や使用済燃料を、保管後の扱いを予め定めずに、いつでも取り出し可能な状態で厳重に管理する。期間の目安は、数十～数百年が考えられており、この期間に地質環境についてのより正確な理解や、半減期を短縮する方法等の研究開発を期待するとともに、合意形成を段階的に進め、最終的な選択は将来世代に残すことで、安全な最終処分の方法を確立するまでのモラトリアム期間を設けるという考え方。	2.4

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
55	自然循環方式		熱対流といった自然現象だけで循環を維持する方式。	高発熱性の収納物(ガラス固化体や使用済燃料等)を乾式で貯蔵する場合、これを内包するキャニスタやキャスクの表面の温度が高くなることから、空気の自然循環流が発生する。それによって内部の収納物が除熱される。	2.3
56	シナリオ		放射性廃棄物処分直後の状態をもとに、超長期間のうちにその状態を変化させる可能性のある一連の現象を想定し、これらを組み合わせて処分システムの将来の状態から人の被ばくに至る状況について描いたもの。	シナリオの作成にあたっては、システムの安全性を論ずる上で重要な要素となる・システムの特徴(features)・そこで生起する事象(events)・プロセス(processes)を抽出したリストが用いられる(それぞれの頭文字をとってFEPリストという)。	2.1.2
57	シナリオ区分		放射性廃棄物処分システムの状態を人の被ばくに至る状況まで、超長期間にわたって描いたシナリオの区分。	地殻変動等によって廃棄体と人間との間に十分な距離を確保できなくなるシナリオ(「接近シナリオ」)や、廃棄体から地下水に放射性核種が溶け出して地上に至るシナリオ(「地下水シナリオ」)がある。	2.1.2
58	支配的核種		放射性廃棄物処分の安全評価において被ばく線量への寄与が大きい核種。	支配的核種は廃棄体の種類や処分方法、処分環境、評価対象時期などによって異なる。例えば直接処分の評価事例では5000年程度の比較的近い将来においては、半減期の比較的短い核種(炭素14等)が、また10万年以上の遠い将来においては、半減期の長い核種(ヨウ素129等)が支配的核種となっている。	2.1.2
59	遮へい		電界、磁界、光、放射線、音、熱などの影響が対象物に及ばないようにすること。一般的にはこれらが透過しにくいもので覆う。	放射線の影響が対象物に及ばないようにすること。γ線の場合鉛や鉄、中性子線の場合、水や有機材料が透過しにくい材料としてよく用いられる。	2.1.2
60	集合体部材		燃料集合体の部材	原子炉への装荷及び取出しに際し一体となって取扱えるよう、核燃料は集合体となっている。軽水炉用の燃料集合体はウラン酸化物をペレット状に焼き固めて、約4mの長さのジルカロイ合金のさやに封入され、これを四角の格子状に束ね、上下に冷却材が通る穴のあいた支持板を、中間には燃料棒の間隔を保持するための支持格子を取りつけた構造になっている。これらの部材は原子炉内で中性子により放射化される。中でも、再処理の工程内でプルトニウムなどで汚染されるハル等については、廃棄物として処理・処分される際にはTRU廃棄物に分類される。	1.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
61	受忍限度		ある行為を営む上で発生する騒音・振動などの被害の程度が、他の人にとって社会通念上我慢できるとされる範囲。	放射性廃棄物処分を行うに当たり、その安全性は技術的な安全評価シナリオによって定量的に評価される。ただし、安全評価シナリオで示されるリスクの許容できる範囲(受忍限度)は、技術者による仮定条件そのものではなく、社会的な共通認識として合意形成される必要がある。	1.2
62	瞬間溶出挙動		水との接触により直ちに全量が水中に溶け出すこと。	地層処分における仮想的な考え方。放射性廃棄物や使用済燃料が水と接触することにより、含まれている放射性核種が直ちに全量が水中に溶け出るものと仮定した場合の放射性核種の挙動のこと。	2.1.2
63	使用済燃料	照射後燃料	原子炉で使用された後の燃料。	原子力発電所で所定期間発電のために使用された後の燃料。使用済燃料中にはウラン、プルトニウム、核分裂生成物等が含まれている。	2.2.1
64	使用済燃料の最終処分		原子力発電所から取り出された使用済燃料の最終的な処置の仕方を言い、再処理リサイクル方式と直接処分方式がある。	最終処分には、使用済燃料を再処理し、そこから発生する液状の廃棄物をガラスで固めてそのガラス固化体を処分する場合と、再処理せずに使用済燃料をそのまま専用容器に封入して処分する場合とがある。	2.3
65	使用済燃料の中間貯蔵		原子力発電所から取り出された使用済燃料を原子力発電所外において中間的に貯蔵すること。	我が国においては、現時点では使用済燃料を再処理するまでの間、発電所敷地外の他の場所に貯蔵しておくことをいう。直接処分を選択した場合は処分までの期間の保管を言う。貯蔵法としては内部を不活性ガスに置換した容器(乾式キャスク)に収納しておく「乾式貯蔵」を採用している。海外では、処分前にプール水槽内に貯蔵しておく「湿式貯蔵」を採用している施設もある。	2.3
66	使用済燃料の直接処分	直接処分	使用済燃料を専用の容器に入れて処分すること。	使用済燃料を再処理せずに地層中に処分すること。処分に当たっては、そのために設計された専用の容器に収納される。処分に関する考え方は、基本的にガラス固化体と同様。	2.1.2
67	消滅処理	核変換処理	放射線を放出する放射性核種に、粒子線を照射することにより、放射線を出す期間が短い、または、放射線を放出しない安定した核種に変換させること。	高レベル廃棄物に含まれる超ウラン元素のような長寿命核種や放射能の強い核種を安定核種・短寿命核種に変換することで、処分システムに期待する閉じ込め期間を短くし、そのことで地層処分の信頼性を上げようとするもの。	1.3
68	処分孔		廃棄物を埋設処分するために、地下の岩盤中に掘削した空洞(穴)。	放射性廃棄物や使用済燃料を処分地層中に定置するために掘削する縦穴、もしくは横穴。放射性廃棄物を固めた処分体もしくは専用の容器に入れた使用済燃料を収納し、かつその周りに放射性物質の移動を妨害する粘土を配置できる程度の容積持つ。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
69	処分坑道		処分するための人や機械のアクセス用のトンネル。	放射性廃棄物や使用済燃料を搬入し埋設するために、処分孔へ作業員や機械がアクセス(近接)するための坑道。処分孔を兼用する場合もある。	2.1.2
70	処分システム		処分に必要な仕組みの構成	放射性廃棄物もしくは使用済燃料の地層処分を実施するための全体の構成。ガラス固化体もしくは専用容器に収納した使用済燃料といった廃棄体、受け入れ施設、一時貯蔵施設、処分坑道、処分孔といった一連の処分施設、人工バリア及び天然バリアからなる多重バリア等を含む。	2.1.2
71	処分施設	処分システム	処分に必要な施設	処分用施設、地上施設と地下施設に大別される。地上施設は、検査設備一式を含む受け入れ施設、処分孔に埋設するまでの間保管する一時貯蔵施設等で構成される。地下施設は処分坑道、処分孔、廃棄体を取り扱うための機械設備等で構成される。	2.1.2
72	人工バリア	処分場	人工的に放射性核種の移行を阻害するために設ける障壁。	廃棄体の周りを覆う金属製のオーバーパックや粘土に代表される緩衝材等で構成される。	2.1.2
73	深層防護		IAEAの深層防護は、第1層;故障の発生防止、第2層;異常発生の検知と制御、第3層;設計基準事故の制御、第4層;設計基準事故を超える事故の進展防止と影響の緩和、第5層;避難等の防災対策、とされている。	これまで、地層処分の深層防護は、多重バリアのことでとされてきたが、多重バリアは多重障壁にし過ぎないとの指摘もあり、見直しが必要との意見がある。原子炉安全の場合は事故リスクが比較的大きいことから、原子炉の深層防護は事故対策が対象となっているが、地層処分の場合は設計データの長期的不確定性にリスクがあることから、このことを対象とした深層防護にすべきとの考え方がある。	1.2
74	水理	水脈	水の流れ	地下水が移動する道筋。	2.2.1
75	スタンドオフ攻撃		敵の迎撃可能性範囲外からの攻撃、アウトレンジ攻撃とも言われる	上記勧告では、使用済燃料直接処分に関し、核セキュリティ対応の基本的考え方の中に新たな脅威への対策としてスタンドオフ攻撃やサイバー攻撃に対する防護が定められている。	2.1.1
76	ステークホルダー		法人等の活動によって直接的・間接的に影響を受ける人々や政府、自治体、関係団体など利害関係者のこと	経済協力開発機構(OECD/NEA)のForum on Stakeholder Confidence(FSC)で採用されている定義によれば、放射性廃棄物管理に関する意思決定プロセスにおいて果たすべき役割を持つか、あるいは同プロセスに興味を持つすべての人々。	1.3、 3.2
77	生活環境		日常的に人間活動が及ぶ範囲	人間が日々の生活・活動で使用する範囲。地上に加え、地下街や地下鉄、通常の範囲での地下水の利用もこの範囲に入る。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
78	生存環境		人間や他の生命体が共存共栄できる環境。	人間や他の生命体が生存できる環境。	2.2.1
79	生物圏	接近可能な生物圏	近年は、生活圏ともいう。地層処分の安全評価において、人間の生活環境である地表環境を指す。	生物圏での核種移行プロセスと、これによる被ばくの経路についてモデルを構築して評価を行うことを生物圏評価という。少なくともこれまでの地層処分の考え方においては、人間に対する線量やリスクを安全評価の指標としており、環境は防護対象と考えていない。	2.2.1
80	全交流電源の喪失	ステーション・ブラックアウト	外部電源系が喪失した後、非常用ディーゼル発電機なども使用不能となり、原子力施設に全ての交流電源を供給できなくなる事象。特に炉心の冷却等で多量の電気を必要とする原子力発電所では重大な事象	2011年3月11日の東日本大地震により事故が発生している福島第一原子力発電所では、全交流電源喪失が発生した。地層処分においては、操業開始から閉鎖までの間は本件に対する考慮が必要。また、回収可能性を維持する場合には正にこの電源の維持が重要になる。	2.3
81	潜在的毒性	放射能毒性	放射性廃棄物や使用済燃料の有害度を示すために、含有される放射能から計算される値	放射性廃棄物や使用済燃料に含まれる放射能に起因する被ばく線量の総和を取ることで計算される。	1.3
82	操業中		処分場のシステム、施設等が稼動している状態。	処分場が廃棄体を受入れ、一時貯蔵や埋設作業を継続している状態。受入れが完了し、かつ受け入れた廃棄体の埋設が完了すると、処分坑道も埋め戻され、処分場は閉鎖される。	2.2.1
83	増殖炉	高速増殖炉	消費した核燃料以上に、新しい核燃料を生成する原子炉。高速中性子を利用した増殖炉を高速増殖炉という。	天然資源であるウランや使用済燃料の再処理で回収されるプルトニウムを有効に活用できる開発中の原子炉。増殖炉システムでは使用済燃料は再処理を行って核燃料物質を回収することが大前提。高速中性子は多くの核種の核分裂反応に使えるので、地層処分の長期安全性の向上のため、高速中性子を用いた長半減期核種の核変換への応用も検討されている。	1.4
84	多重バリアシステム		複数の障壁で放射性核種の移行を抑制すること。	処分された放射性廃棄物中の放射性物質が、地下水によって人間環境に運ばれることを抑制するための仕組み。人工的に設けられる多層の安全防護系である人工バリアと地層である天然バリアよりなる。	2.1.2
85	炭素14		質量数14の放射性炭素、半減期5730年	炭素14は地下水中で有機炭素化合物あるいは無機炭素化合物を生成し、挙動が複雑である一方、比較的長半減期であることから、ある種のTRU廃棄物や、直接処分において安全評価上重要な核種と考えられている。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
86	地下施設		処分場を構成する施設のひとつで、廃棄体を定置するために地下に建設する一連の施設。	地上施設から廃棄体や建設資材などを搬送するためのアクセス坑道や連絡坑道、換気用立坑、廃棄体を定置するための処分坑道あるいは処分孔などから構成される。また廃棄体の搬送や坑道建設に必要な施設、廃棄体の搬送・埋設作業や地下施設の維持管理に必要な作業等の安全性を維持するための施設も建設される。	2.1.2
87	地球外処分	宇宙処分	放射性廃棄物を宇宙空間に処分する方法。	放射性廃棄物の処分方法として検討されたが、廃棄物を宇宙に運ぶための発射技術等の信頼性に問題があることから、現在では現実的な処分方法とは考えられていない。	1.3
88	地圏	生物圏	地層処分においては地質環境と同義	地層処分においては、処分場を包含する地層または岩盤を指し、地表近傍の人間の生活の影響が及ぶ領域(生活圏または生物圏)より深い領域をいう。	2.2.1
89	地質環境	地質環境条件	地層処分の観点からみた地下の環境。岩盤とそこに含まれる地下水などからなる。	岩盤や地下水の持つ物理・化学的な性質(地質環境の特性)と、それらの長期的にわたる安定性(地質環境の長期安定性)に分けて捉えることができる。処分事業における地質環境の特性としては、人工バリアの設置環境及び天然バリアとしての機能の観点から、地下水の流動特性、地下水の地球化学特性、岩盤の熱特性・力学特性及び岩盤中での物質移動特性が重要。また、地質環境の長期安定性としては、これらの岩盤や地下水の性質に大きな変化を及ぼす可能性のある自然現象(地震・断層活動、火山・熱水活動、隆起・侵食/気候・海水準変動)の発生の可能性やそれらによる影響が重要。	2.1.2
90	地上施設		処分場を構成する施設のひとつで、廃棄体を受け入れ、埋設するまでの間、貯蔵管理するための施設やオーバーバックへの封入等、地下に搬送し埋設するための準備を行う施設、並びに地下施設の維持管理やそこで行われる作業を支援する施設。	地層処分場の地上施設には左記の他、地下施設の建設で発生した岩や土砂(掘削土)を埋め戻し材として再利用するための保管場所、さらに廃棄体を受け入れるための港湾施設や専用道路も処分場の敷地内に含まれる場合がある。処分場の安全性を評価する上では、放射線安全ばかりか核物質防護や核セキュリティ上の脅威への対処も含めて、施設操業期間中における、これら地上施設の安全性確保は重要。	2.1.2
91	地層(岩盤)		地表の下にある岩石の層。また、岩石でできている地盤。主として堆積岩からなり、層理が見られる。	地層処分においては、「地層」という言葉に火成岩も含めているなど、他の学問上の意味合いと「地層処分」で用いられる用語の意味が一致していない部分が散見されることから、用語上も他分野の専門家や一般国民の理解を得る上で難しくなっている点がある。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
92	地層処分	深地層処分	地層処分とは、原子力発電所から発生する使用済み燃料の再処理の際に発生する高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物、あるいは使用済み燃料そのものの最終処分方法の一つであり、海洋底処分や宇宙処分、氷床処分などの選択肢から唯一実現性が高い技術として国際的な議論の中で選定された方法。	わが国では、再処理から発生する高レベル廃棄物やTRU廃棄物(以下、処分廃棄物)は安定な形態に固化し、地下深部の地層中に適切に埋設(地層処分)することとしている。地層処分は高レベル廃棄物等を長期にわたって人間の生活環境から隔離し、将来の世代を含めた人類が影響を受けないようにすることを目的。地下深部に埋設された処分廃棄物中に含まれる放射性核種は漏出したとしても、人工バリアと天然バリアの組み合わせにより、人間の生活圏に到達するまでには長期間を要するようにすることで、安全を確保する。	2.1.2
93	地表		地球の表面。	地層処分の文脈の中では、かならずしも「地表」のみが人間の生活環境という意味で位置付けられているわけではない。評価上の人間の生活環境は生活圏または生物圏と呼ばれ、地表近傍の地下も含まれる	2.1.2
94	超ウラン核種	TRU核種	原子番号がウランよりも大きい元素の核種。ネプツニウム237,プルトニウム238、239,240,242,アメリシウム241,243,キュリウム244等	TRU核種を含み、放射能濃度が高い、あるいはヨウ素129や炭素14などに富む廃棄物については、地層処分する必要があると考えられている。	1.3
95	長期的安全		地層処分の多重バリアシステムに要求される安全の考え方。高レベル放射性廃棄物等には、超寿命の放射性核種が存在するため数千年から数万年に渡る長期間の安全確保が必要になる。	高レベル放射性廃棄物の放射能は、製造直後は極めて高く、時間の経過とともに減衰するものの、ウラン鉱石並となるまでに数万年を要する。そのため、長期の安全確保が必要である。この目標を達成するためには、地下深くに埋設する地層処分により高レベル放射性廃棄物を人間の生活環境から安全に隔離する方法が、わが国を含め国際的に最も好ましい方法として考えられている。	2.1.2
96	テロ対策	核セキュリティ対策	テロリストなどが核物質や放射性物質などを不正に入手したり、テロ行為に使用したりできないように、防止すること。国際原子力機関(IAEA)を中心として、国際的取り組みが進められている。	核セキュリティにおいて主に想定されている脅威には、核物質の盗取、盗んだ核物質から核兵器を製造すること、「ダーティボム」などと呼ばれる放射性物質を放出する兵器の製造、および、原子力施設に対する破壊・妨害行為、などがある。この4点は2007年に発行した「核テロ防止条約」において規定されている。	2.1.2
97	電気事業連合会	電事連	日本における電気事業の運営の円滑化を図るため設立された電力会社各社の連合会。	電気事業の円滑な運営を目的として、1952年に全国の電力会社が設立した組織。電力会社間の情報交換・意見交換のほか、電気事業に関する資料・情報の収集、広報活動、意見表明などを行う。2000年3月に沖縄電力が加盟し、現在10電力体制。法人格はなく、任意団体として運営されている。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
98	天然バリア	人工バリア	地層処分において、放射性物質が人間環境に運ばれるのを抑制するために障壁として利用される天然の岩盤。人工バリアと合わせて、多重バリアシステムを構成する。	地下深部は、基本的に還元環境であることからガラス固化体や使用済燃料を包む金属製容器(オーバーバック)の腐食速度が低減され、その容器の腐食・破損後も放射性核種の溶解度を抑制する。また、移行媒体となる地下水の流速が遅く、地層または岩盤には放射性核種の一部を収着する能力がある。これらの性質を利用することによって人間の生活環境に至る核種の量や移行速度を低減できる。このような天然の地質環境そのものが備えている核種移行抑制機能を天然バリアと呼ぶ。	2.2.1
99	電離放射線	放射線	電磁波、粒子線のうちで、直接的または間接的に空気を電離する能力をもつもの。	地層処分においては、埋設した放射性廃棄物(ガラス固化体、使用済燃料、等)から内包する放射性物質が漏れ出しやがて人の生活圏に出てくることを想定して、それから放出される電離放射線による被ばく線量を評価する。もちろん、地層処分場の操業中における被ばくも当然考慮の対象になる。	2.2.1
100	動的機器		「動的機器」とは、例えば弁、ポンプ、しゃ断器リレー等をいい、これに対して「静的機器」とは、例えば、タンク、配管等をいう。(S45年4月原子力委員会)	使用済燃料を貯蔵する場合、それが発生する崩壊熱を除去(冷却)し続ける必要がある。この冷却をポンプや送風機といった機械に頼る場合、この機械を動的機器と言っている。建物やダクトなどで構成された流路に沿った空気の流れだけで(熱対流等)で冷却が可能な場合は動的機器を必要としない。水プールで貯蔵する場合は水の浄化も必要なので動的機器が必須となる。	2.3
101	動力炉・核燃料開発事業団	・核燃料サイクル開発機構 ・日本原子力研究開発機構	原子炉の開発及び再処理技術の開発等を行うために設立された特殊法人。後の核燃料サイクル開発機構、現日本原子力研究開発機構	我が国における地層処分研究はこの事業団を中心に進められ、その活動は後継の核燃料サイクル開発機構(現日本原子力研究開発機構)に引き継がれている。また、これらの成果は事業主体であるNUMOに開示され、我が国における地層処分事業の技術的バックボーンとなっている。	1.3
102	特定放射性廃棄物		放射性廃棄物の内、再処理により排出される高放射性廃液のガラス固化体(第一種特定放射性廃棄物)及び地層処分対象のTRU廃棄物(第二種特定放射性廃棄物)をいう。	2000年6月に高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する法律「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、実施主体「原子力発電環境整備機構(NUMO)」が設立されるとともに、最終処分積立金が設けられた。2007年には法律の一部が改正され、「使用済燃料の再処理後に残存する物を固化化したもの」が「第一種特定放射性廃棄物(ガラス固化体が対象)および第二種特定放射性廃棄物(地層処分対象TRU廃棄物が対象)」に改められた。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
103	トランス・サイエンス		科学の問題ではあるが、科学だけでは解決できない課題をいう。物理学者・原子核工学者のワインバーグが1972年に書いた論文の中で提唱。科学技術のもたらす問題の中には、科学的な議論をすることはできるものの、もはや科学だけでは解決できないものが増えており、こういった問題の解決のためには科学を超えた次元での議論が必要だと主張した。	人びとの素朴な科学観とは裏腹に、そうした問題においては科学は必ずしも一つだけの正解を得るとは限らない。したがって、そうした科学・技術に関わる判断においては、科学者や技術者だけでは人類にとって正しい結果が得られるかどうかは分からないことから、人文・社会科学の専門家を含む異分野の知恵の結集、さらには政治の判断を要することが少なくないという指摘。本文中でも指摘したように、使用済燃料直接処分も含めて、地層環境中に放射性廃棄物を埋設するという考え方は正にこのトランス・サイエンス問題と言える。	3.2
104	日本原燃株式会社	JNFL	核燃料サイクルの事業化を目的として設立された株式会社。	本社は青森県上北郡六ヶ所村。低レベル放射性廃棄物の埋設、高レベル放射性廃棄物の貯蔵管理、ウラン濃縮工場の運転などを行っている。再処理工場は試験運転中。	2.3
105	熱的特性	力学的特性	地層処分場に求められる長期的安全性を評価する上で重要な要素となる岩盤の特性のひとつ。	人工バリアや処分施設的设计・施工条件として、岩盤の熱および力学に関する特性は重要な要素である。岩盤の熱的な特性は処分場の温度環境を支配し、人工バリアの性能にも影響を及ぼす。特に緩衝材の化学的な安定性にとって重要であり、場としての地温が低く、岩石自体の熱伝導性が高いことが好ましい。	2.1.2
106	燃料サイクル	再処理サイクル 原子燃料サイクル	原子力利用に係る独特の考え方。核燃料にかかわる核種および資源の循環・再利用の繰り返しを意味している。商用炉を中心とする原子炉用核燃料の製造から再処理による核燃料の回収や放射性廃棄物の処分を含む。	地層処分事業を考える上では、核燃料サイクルから出てくる高レベル廃液にガラス固化体や超ウラン元素を含むTRU廃棄物がその対象となる。一方、使用済燃料直接処分を選択する場合は使用済燃料そのものが地層処分対象となるが、これをワンスルーサイクルと言い、核燃料サイクルの一形態として扱うことがあるが、本来の意味での核燃料サイクルではない。	2.1.2
107	廃棄体		処分に適した形状とするため、放射性廃棄物を直接容器に封入、または、固化剤などで固めたうえで容器に封入したもの。廃棄物の処分のための最終形態	放射性廃棄物の性状に合わせ、固体のものは圧縮、液体のものは濃縮するなどにより減容した後、ガラス、セメント、モルタル、アスファルト、プラスチックなどの固化材により固化するケースがある。直接処分においては、使用済燃料を収納したキャニスタが廃棄体となる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
108	廃棄物の毒性低減		廃棄物の毒性は、一般的には化学毒性を意味するが、放射性廃棄物の場合には放射線による害も毒性と表現している。放射線の毒性は放射線量で決まるが、これは時間と共に低減するという特性がある。	地層処分の対象となる放射性廃棄物には様々な核種が含まれているが、処分場の管理の上では特に長寿命の核種が問題となる。この長寿命の核種に中性子を当てることにより短期間で崩壊する核種に変換することができる可能性があり、その研究がなされている。長寿命核種を短寿命核種に変換することにより、将来における放射線の毒性を大幅に低減することが可能となる。	1.4
109	バッファ		緩衝すること。緩衝材。化学プロセス等において工程間の余裕・余地を与えるためのタンクや貯蔵場を指す場合もある。	①地層処分において、廃棄体容器と岩盤の間に設置する緩衝材のこと。 ②処分事業において、放射性廃棄物や使用済燃料が発生した時点と処分を始める時点との間に時間差が生ずるので、その調整という意味にこの言葉を用いている。処分サイトにおける一時貯蔵もこれに当たる。	2.3
110	バリア機能	多重バリアの効果	災害や攻撃、有害物から対象物を防護する機能。	放射性廃棄物の処分では、人工バリア(ガラス固化体とオーバーバックからなる廃棄体、緩衝材)と天然バリア(周辺の母岩)で構成される「多重バリアシステム」が安全確保の基本概念である。	2.2.2
111	搬送定置	遠隔操作技術	廃棄体等を処分場の所定の場所まで搬送し、定置すること。	地層処分場においては、遠隔操作により廃棄体を地下に搬入して処分孔に定置し、処分孔との間に緩衝材を充填する。この一連の作業を搬送・定置と呼ぶ。	2.1.2
112	非収着核種	C14など	人工バリアや天然バリアに吸収・吸着されずにすり抜けてしまう放射性核種	埋設施設に侵入した地下水と廃棄体が接触することにより溶出した放射性核種のうち、セメント系材料やベントナイト等の人工バリア及び母岩等の天然バリアに収着されにくいとされる核種。	2.1.2
113	被ばく	放射線・放射能・	生物の身体が放射線に曝される事。	生物が過度の放射線に曝された場合、または、一定量(核種によりことなる)の放射性核種を摂取、吸入した場合、身体に種々の障害が発現する可能性がある。	2.1.2
114	被覆管の切断片	ハル	使用済核燃料被覆の廃材	使用済核燃料を再処理する際、核燃料を細断片にするが、その核燃料の被覆廃材をハルという。ハルの典型的なものとしては、ジルコニウム製被覆廃材があり、TRU固体廃棄物として処理、処分される。	1.3
115	非放射性有害物質	放射性有害物	放射線は発生しないが、微生物や有毒化学物質などの生物にとって有害な物を含む物質	放射線の有害物以外にも、微生物や有毒化学物質などの有害物質を含む廃棄物については、法令等の趣旨に沿って健康被害防止措置や環境影響を低減する措置が必要。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
116	評価基盤	JAEA KMS	地層処分に関わる様々な論拠を支える知識ベース	研究開発の進捗によって得られた数々の成果について、地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」として体系化したもの。	2.1.2
117	評価の頑健性		多少の変動要因があつたとしても評価結果にぶれがないこと。いわゆるロバスト性。	超長期間の安全性の担保を求められる地層処分事業においては、評価を行う上で想定した条件の一定程度の変化に対して、評価結果にぶれがなく、妥当性が失われないことが求められる。	2.2.1
118	フォルスマルク処分場		スウェーデンの高レベル放射性廃棄物(使用済燃料)の処分場。	スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB社)が2009年に選定、2011年に立地・建設許可申請提出。2029年操業開始予定。地下約500mの花崗岩中に埋設する。約12,000トンの使用済燃料を約6,000体のキャニスタに封入して処分することになっている。	1.2
119	深部地質環境		放射性廃棄物の地層処分が想定される深度における、地層処分の観点から見た地下の環境。岩盤とそこに含まれる地下水などからなる。	地層処分サイトの選定にあたっては、その地域が地質学的に安定であること、具体的には、過去に遡って地震、断層活動や火山活動の発生する確率が低く、隆起・浸食速度が低いことが望ましい。	1.3
120	物理化学的特徴		固い、柔らかい、熱に強い、といった物理的性質並びに水や空気との反応性といった化学的性質のこと	処分の対象となる廃棄体の違いによって、含まれる放射性物質の種類、量、及び固化剤の種類、容器の材質等が異なるため、それぞれの物理化学的特徴を考慮した安全確保方針が必要となる。	2.1.2
121	フラックス		地層処分においては、環境への放射性物質の放出量を意味している	<p>廃棄体起源の核種フラックスを天然起源の核種フラックス(ウラン鉱床)と比較することにより環境に有意な影響を及ぼさないことを評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体起源: 処分場を含む岩盤が侵食されることによって生ずる核種のフラックス(核種毎の毒性を等価なU-238の核種フラックスに換算) ・天然起源のフラックス: 岩盤(花崗岩やウラン鉱床を想定)が侵食されることにより生じるフラックス 	2.2.1
122	ブルーリボン委員会		オバマ大統領の命で、ユッカマウンテンプロジェクト廃止に伴い、同プロジェクトに代る使用済燃料管理政策を検討するために発足した様々な専門家からなる臨時委員会	2013年1月にDOEはブルーリボン委員会の報告を踏まえ、今後のスケジュールとして2021年までの中間貯蔵施設の試験プラントの操業開始、2025年までの大容量の中間貯蔵施設の操業開始、2048年までの地層処分場の操業開始 等の方針を示した。	3.4.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
123	プルトニウム	使用済燃料	アクチノイド系列の放射性元素	使用済燃料にはガラス固化体に少量しか含まれないプルトニウムが多量に含まれている。プルトニウムは少量の吸入摂取で健康被害が発生する恐れがあることから、埋設処分した使用済み燃料から地下水に溶出するプルトニウムの移行挙動についてはしっかりと評価する必要がある。	2.1.2
124	閉鎖後管理段階		処分場閉鎖後の一定期間において、処分場の状況が核物質防護上あるいは核セキュリティ上の懸念も含めて、安全確保上支障のないように管理すること。	処分場閉鎖後の制度的管理は、一般に「能動的制度的管理」と「受動的制度的管理」に区分されている(IAEA, 1999)。 ・能動的制度的管理: フェンスや他の物理的障壁の設置による侵入の防止、処分場が閉鎖後も期待される機能を維持していることを確認するための各種モニタリング等によって実施 ・受動的制度的管理: 処分場の存在に関する知識の維持、特定の行為に対する土地利用制限等の手段によって実施	2.1.2
125	併置処分	低レベル放射性廃棄物 高レベル放射性廃棄物	高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)とTRU廃棄物等を同一のサイト内に処分する処分方法(METI資料より)	TRU廃棄物(長半減期低発熱放射性廃棄物)と高レベル放射性廃棄物を併置処分することにより、処分場の数を合理化でき、ひいては経済性が向上することが見込まれる。	2.1.2
126	ベントナイト	人工バリア材	モンモリロナイトという粘土鉱物を主成分とする粘土	モンモリロナイトを主成分とし、石英、クリストバライト、沸石、長石などからなる粘土状態物質の材料名。水を含んで膨潤すること、陽イオン交換性を有することを特徴とする。地層処分では緩衝材や処分坑道の埋め戻し材の原料として用いられる。ベントナイトの膨潤により、緩衝材の透水性が低下し、ガラス固化体への地下水の接触を抑制する。また、溶出する核種の移行が遅延され、イオン交換性により核種を収着する。このほか、廃棄体の保持、地下水に対する化学的緩衝性などが期待できる。	2.1.2
127	崩壊熱		放射性物質は、その性質の応じて α 線や β 線を出して別の物質に変わる性質を持っておりこれを崩壊と言っている。前記の放射線は周辺の物質に吸収され熱に変わる。これを崩壊熱と言っている。	使用済燃料は核反応を起こしていなくても、それに含まれる放射性物質の崩壊熱を除去するために冷却し続ける必要がある。特に、原子炉停止からあまり時間が経っていない時期においては多量の放射線を放出する(多量の熱を出す)放射性物質がたくさん残っていることから、その冷却が重要となる。キャスクによる貯蔵ではその冷却が困難であることから、炉から取り出した直後は水プールで冷却される。十分冷えた後、キャスクによる輸送や貯蔵が可能となる。	2.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
128	ホウケイ酸ガラス		ホウ酸とケイ酸を主成分として含むガラス	高レベル放射性廃液のガラス固化に用いられる。化学構造的には、主にケイ酸とホウ酸が網目構造を形成するので、結晶質構造とは違い、イオン半径の異なる多種類の放射性物質が網目の中に入り、均質で安定な一体化した物質となる。	1.3
129	放射化生成物	放射化核分裂生成物	安定核種の原子核に高エネルギーの中性子、陽子、重陽子、アルファ粒子などの核粒子あるいはガンマ線が衝突することにより、核反応が起こり生成される、放射性核種のこと。	使用済燃料の構成材料(ステンレス鋼、ジルカロイ等)に含まれる安定同位体窒素14に使用済燃料から発生する放射線が当たると放射性の炭素14が生成される。この炭素14は廃棄体周辺に配置されたベントナイト等に吸着されにくいことから、使用済燃料の直接処分の評価では、この影響も考慮する必要がある。	2.1.2
130	放射性核種	放射性同位体 放射性同位元素	原子核(核種)の内、安定に存在し得ず、時間とともに放射線を放出しつつ、他の核種に変化(崩壊)していく核種のこと。	地層処分においては、放射性廃棄物に含まれる放射性核種の移行経路を想定したシナリオに基づき、一般公衆が放射性物質から受けると想定される線量を評価することは、処分場の長期的な安全確保の観点から重要。	2.1.2
131	放射性ヨウ素		放射能をもつヨウ素	放射能をもつヨウ素には数種類のものがある。原子力発電所の事故では、ヨウ素131(半減期8.06日)が目される放射性核種であるが、地層処分においてはより寿命の長いヨウ素129(半減期1570万年)が目される。	2.2.1
132	放射線分解		放射線が物質に当たることにより、電子にエネルギーが付加され、結果として、分子レベルで別の物質に変化したり、化学反応を引き起こしたりすること。	地層処分においては、埋設した廃棄体から放出される放射線による水などの放射線分解反応により、その周辺の酸化還元状態が変化し、廃棄体からの放射性物質の漏れ出しに影響を与えることが評価上の問題となる。	2.1.2
133	放射線防護レベル		放射線防護において用いられる被ばくのレベル。通常は参考レベルを意味する。	地層処分においては、埋設した廃棄体からいずれ漏れ出すであろう放射性物質がやがて人の生活圏に到達し、人の放射線被ばくに寄与するとして被ばく評価をする。この際、国際的な基準を参照しつつ、我が国において、どの程度まで許容するか決めた目安値が放射線防護レベルとなる。処分場の設計に当たっては、この放射線防護レベルを下回るように人工バリアや天然バリアの組み合わせを検討する。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
134	膨潤		高分子物質や乾燥した粘土などが水や油といった溶媒を吸収し、体積が膨張すること。	地層処分では、人工バリアを構成する緩衝材が有する特性のこと。緩衝材は天然の粘土(ベントナイト)と砂(ケイ砂)を締め固めて製作し、水を吸収すると膨潤する性質を利用して、オーバーパックと周囲の岩盤との間に充填し、地下水による膨潤で隙間を埋め、地下水と放射性物質の移動を遅らせる機能を有している。	2.4
135	保障措置		核不拡散条約(NPT)、IAEA憲章などにに基づき、核燃料物質が核兵器に転用されない様にそれらを封じ込め、監視する枠組みを言う。IAEAにより、この仕組みの指針が提示され、IAEAとの協定を締結した各国がそれを遵守するための国内の仕組みを構築する。	使用済燃料には多量の核燃料物質が含まれることから、地層処分とも言えどもこの保証措置の対象となる。高レベル廃液のガラス固化体の場合は、それに含まれる核燃料物質が極わずかであることから、所定の手続きの後、対象から除外される。	2.1.2
136	マイナーアクチノイド		アクチノイドに属する超ウラン元素のうちプルトニウムを除いたもの	マイナーアクチノイドのうちアメリシウム、キュリウム、ネプツニウムは自然界に存在せず、原子炉内でウラン、プルトニウムから生成され、長寿命の α 線を出し、使用済燃料の直接処分を考える上で大きな問題となる。	エグゼクティブサマリー
137	無機形態		用語としては生命現象に起因しない化合物の形態と言う意味。炭素を含まないか、もしくは単純な一部の炭素化合物(グラファイト、ダイヤモンド、一酸化炭素、炭酸カルシウム、等々)をいう。	放射性廃棄物処分の観点から有機に言及すると自動的に無機も出てくる。炭素14の収着性能はその化学形態に大きく依存し、一般に無機形態の炭素では収着性が大きく、有機形態の炭素では小さいことが知られている。	2.1.2
138	有機形態		生命現象に起因する化合物の形態と言う意味。炭素や水素を含む化合物の形態(例えばメタン、など)	例えば使用済燃料の直接処分の場合、安全評価では、地下水中に溶け出す炭素14やヨウ素129の化学形態が有機形態が無機形態かで、地中での移行状況が異なる。有機形態の方がより複雑である。	2.1.2
139	輸送物		放射性物質などの収納物と輸送のための容器(キャスク)を合わせて輸送物という。	使用済燃料の乾式貯蔵の場合には使用済燃料を含む輸送物を、ほぼそのまま貯蔵することになるので、輸送物として求められる要件に加えて、長期健全性及び貯蔵施設としての安全要件が求められる。	2.3
140	容器ハンドリング		地層処分の対象となる廃棄体、容器を埋設する場所に定置するまで間に取扱い・移動する方法	地層処分対象の廃棄体は200l、500lドラム缶、キャニスタ、角型容器で重量、放射線量、処分形態に応じて廃棄体パッケージ(容器)に収納され、処分坑道の形状に応じて、フォークリフトやクレーンで持ち運びを行う。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
141	余裕深度処分		地下50m～100m程度への放射性廃棄物の処分	低レベル放射性廃棄物のうち、放射性物質濃度の比較的高い廃棄物(L1廃棄物)については、放射性廃棄物に接触する可能性が十分低く余裕を持った深度(地表面下50m～100m程度)への埋設が考えられている。これを余裕深度処分という。	1.3
142	力学的化学的に安定		高い圧力に耐えられる、崩れにくいといった力学的な安定性と、熱分解しにくい、他の物質と反応しにくいといった化学的安定性を併せ持つこと。	放射性廃棄物処分地下施設に求められる設計要件のひとつ。トンネル掘削において容易に崩落しない頑強な岩質であると共に、掘削により流れ込む空気や埋設する廃棄体やその周りに定置する緩衝材と容易に反応しない化学的安定性が求められる。	2.1.2
143	リサイクル方式		使用済燃料を再処理することで、核反応に有害な核種を取り除き、有用な核燃料物質をリサイクルする方式	リサイクル方式では、使用済燃料からウラン、プルトニウムを回収することから、地層処分場に持ち込む廃棄体はよりコンパクトになり、発熱量も小さくなる。このため、処分場の設計がかなり楽になる。また、取り出された核燃料物質は原子炉で使用できるので資源が乏しい我が国に向けた仕組みと言える。。	2.2.1
144	リスク		ある行動に伴って、危険に遭う可能性や損をする可能性を意味する概念。語源は有る利益の獲得をめざす際に、それに付随して現れる可能性のある危険性を意味している。	「リスク」という用語も専門分野によって意味が異なる。例えば、原子力発電所の安全設計ではPRAで求められる事故確率と影響度の積をリスクと言う。地層処分においても同様。また社会科学の世界では人による制御が可能な危険性をリスクと呼ぶ。	1.2
145	臨界		核分裂連鎖反応が持続し大量の熱と放射線が放出される状態を意味する。	使用済燃料の直接処分では重要な評価項目の一つとなる。核燃料物質を取り除いた高レベル廃液のガラス固化体でも留意すべきである。	2.1.2
146	臨界安全解析		核燃料施設が臨界にならないことを計算コードを用いて解析すること	原子炉以外で核燃料を取り扱う施設では、工程内において臨界とならない様、臨界安全性の評価に基づいた設計が行われる。	1.3
147	冷却材	減速材	核燃料が発生する熱を取り除くために用いられるもの	軽水炉では普通の水が使われる。高速増殖炉では中性子を減速しにくいナトリウムなどの液体金属が用いられる。	1.3
148	レジリエント→レジリエンス		回復力、抵抗力のある、と一体意味。ぜい弱性の反対の概念。心理学、生態学、社会学、経済学で使われる。	外的ショックを、しなやかに受け止め、仮に被害を受けても、致命的な傷を負わない強靱性を持つ社会、システム、組織の特性をいう。	3.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
149	レファレンスケース	現行対策推進ケース、追加対策ケース、技術進展ケース	放射性廃棄物処分の安全評価で基本シナリオの評価を考える上で中心となるケース	第2次取りまとめでは、レファレンスケースとは、埋設してから1000年後に、腐食によりオーバーパックの機能が損なわれて、地下水とガラス固化体が接触し徐々に放射性物質が溶け出し、人間の生活環境に達することが想定されている。なお、地質環境は現状のまま変化しないことが仮定されている他、ガラス固化体を封入しているステンレス容器は評価上考慮されていない。	2.1.2
150	レベル1PSA		原子炉施設の確率論的安全評価(PSA)の分類の一つ。プラントの設計、運転を分析し、炉心損傷に至るシーケンスを同定し、その発生頻度(CDF; 炉心損傷頻度)を求める。	原子力施設において、機器故障・運転誤操作等の内的事象や地震・火災・浸水・飛来物等の外的事象によって起こる重大事故(炉心損傷)の発生頻度を評価する。	1.2
151	レベル2PSA		レベル1の結果を踏まえ、閉じ込め性能の応答を解析し、格納容器からの放射性物質の漏えい量とその確率(CFF; 格納容器損傷頻度)を求める。	格納容器破損シーケンスの分類を行った上で、レベル1で起こった炉心損傷後の事象進展や放射性物質のふるまいを評価する。	1.2
152	レベル3PSA		レベル2の結果を踏まえ、環境に放出される放射性物質の量とその確率(LRF: 大規模放出頻度)を求める。環境における放射性物質の移行及び一般公衆への健康被害の影響等を評価し、公衆のリスクを求める。	レベル2によってもたらされる環境中への放射性物質の移行や公衆の被ばく線量を評価する。	1.2
153	連絡坑道	処分坑道、主要坑道	主要坑道間を結ぶ坑道のこと。	廃棄体を定置するための坑道を処分坑道といい、その処分坑道の周囲を主要坑道が取り囲んでいる。その主要坑道間を結ぶ坑道を連絡坑道と呼ぶ。	2.4
154	六ヶ所再処理工場	RRP	日本原燃(株)が所有する我が国初の商用再処理工場	日本原燃サービス(現、日本原燃)は、フランスのUP3再処理工場の設計を基に、国内外の最新の技術を採用して六ヶ所再処理工場の設計を行い、1989年、事業指定を国に申請し安全審査を経て、1992年に事業指定を受け、1993年に工事を開始した。この再処理工場は、軽水炉使用済燃料を最大800トン・U/年を処理する規模を持つ。機械的前処理とピューレックス法溶媒抽出を主工程とする湿式再処理工場で、現在2014年の本格操業開始を目指している。	1.4

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
155	ワンススルーサイクル	ワンススルー方式	使用済燃料に含まれる多量の核燃料物質を利用することなく、直接処分する方式	原子炉の燃料としては有用な核燃料物質は、地層処分においては保障措置上の問題も含めて、取扱いや安全評価に慎重な考慮が必要な物質である。なお、ワンススルー方式は、リサイクル方式と比較して、天然ウラン1トンからの電気発生量や単位電気エネルギーあたりの廃棄物毒性の観点からは不利であるが、経済性に関し僅かに有利と言われる。	3.2
156	過酷事故、過酷事象		原子力関連施設に関する大規模事故	予め想定していた「設計基準事故」を大きく超える事故となり、原子炉の中の核燃料の冷却や制御が不可能になり、炉心が重大な損傷を受け、内包される放射性物質が生活環境に大量に放出されるような事象を指す。旧ソ連のチェルノブイリ、米国のスリーマイルアイランド、日本の福島第一原発の事故例が該当するとされる。	3.2
157	蓋然性		ある事柄が起こる確実性や、ある事柄が真実として認められる確実性の度合い、確からしさ。これを数量化したものが確率である。	地層処分においては、技術実証が現実的に不可能であることから、「可能性」としてリスクが提示されるが、一般人にはそれがどの程度蓋然性があるのか(確からしいのか)は直感的には理解できない。この点が地層処分技術に対するリテラシー向上の壁となっている。	2.2.2
158	拡大結論		申告されたされた通りの活動であることが検認され、それ以外に未申告の原子力活動や核物質が存在しないと結論	国際的な合意の下で使用済燃料直接処分を行うには、少なくとも、IAEAから拡大結論を得、統合保障措置に移行していることが条件の一つとなるのではないかと推定される。	2.1.1
159	核セキュリティ		テロリスト等により、核物質や放射線源の悪用が現実のものとならないよう採られる防護措置のこと。	地層処分においては、ガラス固化体であっても使用済燃料集合体そのものであっても、核セキュリティの概念は適用される。ただし、使用済燃料はプルトニウムを内包する故にその防護はより強固なものが要求される。	2.1.1
160	核不拡散	保障措置	核不拡散は、兵器を保有する国(又はグループ等)を増やさず、また核兵器を保有している国は、核兵器の量の増加の抑制及び減らすことである。	使用済燃料直接処分においては原子炉級とはいえプルトニウムを内包することから、深地層中に埋設したとしても核不拡散上の手立てを求められる。	2.1.1
161	核物質防護	核セキュリティ フィジカル・プロテクション	核物質を盗もうとする者や、原子力施設や核物質輸送を破壊や妨害しようとする者から核物質や施設を守ること。	使用済燃料の処分場からの使用済燃料の回収・盗取行為を防ぐための一連の措置。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
162	確率分布		確率変数の確率分布とは、確率変数の各々の値に対して、その起こりやすさを記述したものである。	処分技術においては、埋設後に廃棄物の周辺で起こりうる様々な事象の起こりやすさを表す指標として取り扱われる。	2.2.2
163	経路依存的現実		最初の経験が、環境で変わったとしても後の行動に影響を与えることを経路依存性という	全量再処理とガラス固化体処分という政策やそれによって形成された社会状況という経路依存的現実があり、ガラス固化体と使用済燃料の処分問題は狭い意味での技術的な評価や判断を大きく超える問題であるとされる。	3.1
164	計量・管理システム		保障措置を達成する一手段として原子力事業者が行う核物質の在庫管理システム	IAEA核セキュリティ勧告(INFCIRC/225/rev5)では使用及び貯蔵中の核物質の不法移転に対する措置の要件として計量・管理システムが必要とされ、計量・管理に用いられるコンピュータシステムはサイバー攻撃から防護されるべきとされる。	2.1.1
165	検認		施設における申告核物質の転用や未申告の核物質・活動、及び国全体の核物質・核活動を検査して確認すること。	使用済燃料やガラス固化体に含まれる核物質の量を検査確認すること。	2.1.1
166	原子炉級プルトニウム	兵器級プルトニウム	商用原子炉である軽水炉から得られるプルトニウムのこと。 ²⁴⁰ Puの同位体比は20%以上である。	兵器級プルトニウムに比べて爆発装置の製造が困難。兵器としての信頼性にも欠けるため、原子炉級プルトニウムで核兵器を作るメリットはほとんどないと考えられているものの、核不拡散の観点からは扱いは同等とされている。	2.1.1
167	自己放射線防御能力		その物質から放出される放射線により接近が困難になる能力・特性。	使用済燃料から放出される放射線(主にγ線)により使用済燃料への接近が困難になる特性。炉から取り出し、300年程度経過した使用済燃料では放射線量が大幅に低下するため、この「自己放射線防護能力」が低下し、これに含まれる核燃料物質の転用が懸念されるようになる。	2.1.1
168	実効線量限度		実効線量とは、放射線被曝による個人の確率的影響(がん、遺伝的影響)のリスクの程度を表す線量概念である。内部被曝や外部被曝といった異なる形式の被曝を、1つの値でその被曝の程度を表現できる点が特徴である。	放射性廃棄物を地層処分すると廃棄物と地下水の接触により、やがてそれに含まれる放射能が人の生活環境に至り、その時点の人の放射線被ばくに寄与することになる。そこで、処分システムの妥当性を評価する指標として、実行線量限度が用いられる。	2.2.2
169	実在庫検認	在庫量の検認	核燃料物質の実在庫を検認(検査確認)すること、及びその際(棚卸時)の査察。通常1回/年実施される。	使用済燃料の直接処分においては、埋設後も含めて、使用済燃料中のプルトニウム等の核物質が申告通りの場所と形態で存在することを確認すること。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
170	接近可能な生物圏		人により利用されあるいは人への到達が可能な地下水、地表水及び海洋資源を含むこれらの環境の要素を一般的に含むもの	IAEAや諸外国では放射性廃棄物処分に関する安全要件が検討されており、生物圏の考え方が示されている。IAEAでは1996年から生物圏モデル・評価(BIOMASS)プログラムが開始され、2003年に放射性廃棄物処分場の長期的安全性評価に適用する「参照生物圏」の構築方法が示されている。	2.2.1
171	設計基礎脅威		仮想敵の種類、人数、能力など現実的・合理的に想定し得る複数の脅威を設定した上で、それらをまとめて一つの設計基礎脅威として策定し、事業者が核物質防護システムを構築する際の設計の基礎とする。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する手立てを設計構築するための想定。	2.1.1
172	属性検認		特定の物体に共通して備わっているとされる性質や特徴の確認を持って、そのものであることを検認すること。例えば、使用済燃料集合体のID番号、使用済燃料ゆえの高い放射線の存在を確認すること等を持って、申告されたものであると認めること。	使用済燃料集合体中の核物質量を検認する場合など破壊測定が容易ではないものに対して、そこから放出されているγ線や中性子線等を測定してそれが申告されたものであることを確認する方法。使用済燃料については、チェレンコフ光を測定することで申告された核燃料物質について大きな欠損や一部の欠損がないことを確認する検認方法が開発された。	2.1.1
173	多重防護		福島第一事故前において、原子力施設特に原子炉の安全確保のために考慮されてきた多重の安全対策をいう。異常の発生防止、事故への拡大の防止、外部への影響の緩和、といった概念で構成される。深層防護と似ているが、事故に至らせないための対策に重点が置かれ過ぎ、「安全神話」を生み出す基になった。	地層処分、特に閉鎖後においては原子炉と異なり動的機器が存在しないことから深層防護の考え方は取り入れにくい。そこで、特に超長期の安全確保策として、処分体の安定化、長期間の腐食環境に耐える容器、容器損傷後の放射能移行の遅延策、といった多重防護の考え方と類似の方策を採ることになる。	2.2.2
174	貯蔵容器の移転		核物質の貯蔵容器を他の場所へ移すこと。	乾式貯蔵施設において、使用済燃料の貯蔵容器を別の場所や他の施設へ移動させること。	2.1.1
175	等級別手法		原子力施設に対する妨害破壊行為に伴い、標的が危険にさらされた場合の潜在的な影響を評価し、これに比例した物理的防護措置を適用すること。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する設計をする際の考え方。使用済燃料直接処分においては、操業開始から埋め戻し完了までの間が特に注意を要する。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
176	統合保障措置	包括的保障措置 追加議定書	申告された活動について検認する従来型の保障措置と、未申告活動の有無を確認する新しいタイプの保障措置を統合することで、保障措置業務の合理化を目指す枠組み。異常な活動は無いと認められた国に対して実施される合理化された保障措置のこと。	従来の計量管理に基づく保障措置(包括的保障措置)を基本としつつ、新たな保障措置(追加議定書)を単純に強化するだけではなく、保障措置の効果をあげるとともに、両者を一体不可分の保障措置として構築しようとするものである。従来の保障措置活動との重複を回避するために、これまで実施されていた包括的保障措置協定に基づく保障措置活動が緩和される。	2.1.1
177	負の決定的評価(ステイグマ)		他者や社会集団によって個人に押しつけられた負の烙印でネガティブなレッテル	全量再処理とガラス固化体処分という従来の原子力政策が福島事故により信頼できないアクター(原子力村)によって形成され維持されてきたという誤った方針(負の決定的評価)であるという認識が社会に広まったことが、使用済燃料の直接処分という代替案が浮上した考えることもできる。	3.1
178	封じ込め/監視		核物質が密かに移動されていないことを確認するため核物質が入れられた容器等に「封印」を取付け、また、監視カメラ等により、常時核物質の移動を監視をすること。	使用済燃料直接処分を行う場合、地層処分場の地上施設については従来の保障措置手法が適用されるが、地下施設については、封じ込め監視を基本とした手法に基づく、新たな技術開発が必要となっている	2.1.1
179	物理的防護システム		悪意のある行為の完遂を防止しようとする統合された一連の物理的防護措置。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する方法の一つ。 アクセス遅延(access delay: 敵対者が原子力施設への侵入に時間を要するように設計された構造物など)は物理的防護システムの一要素である。	2.1.1
180	分配的正義		正義における概念のひとつで、各人に各人のものを配分すること、各人が持つべきものを実際に持つよう働きかけること。	例えば、地層処分も含めて、原子力システム全体の安全を真に確保するためには、限られた資源をどう配分すれば社会全体にとって正義であるか、というようなこと。分配的正義ともいわれるが、全ての当事者が承諾する分配的正義を意義づけるため、権利と義務を割り当て、社会的協働の利益と負担を適切に配分する制度配置をいう。	3.2
181	兵器級プルトニウム	原子炉級プルトニウム	プルトニウム239の同位体比が90%以上であるプルトニウムのこと。	軽水炉ではプルトニウム239が90%以上のプルトニウムを製造するのは困難であり、使用済燃料中に含まれるプルトニウムの同位体比はせいぜい60%程度。その上、高いレベルの放射能を持っていることから冷却期間を100年オーダーで確保しない限り核兵器化は簡単ではない。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
182	保障措置	核不拡散	ウランやプルトニウムなどの核物質その他の原子力資機材の使用が平和利用に限定され、核兵器等の核爆発装置やその他の軍事目的に転用されていないことや未申告の核物質がないこと、原子力活動が行われていないことを確認するための検認制度である。	ガラス固化体の場合はプルトニウムをほとんど含まないことから固化体とし、IAEAの査察を受けた後は保障措置の対象から外することができるが、使用済燃料直接処分の場合は、埋設後も保障措置の継続が求められる。	2.1.1
183	保障措置クライテリア		保障措置活動における様々な判断基準やそれを含んだ枠組み	使用済燃料直接処分を実施するに当っては、このクライテリアについてIAEAと合意する必要がある。	2.1.1
184	保障措置に関する知識の継続		核物質がその場所にあることを継続的に確認すること。保障措置の封じ込め／監視手段は知識の連続性を保証することができる。	使用済燃料貯蔵施設において、使用済燃料が所定の場所にあることを継続的に確認し、不正な転用等が無いことを保障するための措置。	2.1.1
185	保障措置評価		核原子力施設ごとの保障措置クライテリアに基づき設計された施設固有の保障措置手法を用いて、当該施設の保障措置の有効性を評価すること。	我が国では査察を無通告で実施することなどにより査察の回数が削減されることが期待される統合保障措置が2004年から段階的に移行され、保障措置評価についても統合保障措置の考えに沿ったものとなっている。	2.1.1
186	保障措置目的		核物質を検認する活動を通じて、核物質が平和目的だけに利用され、核兵器等に転用されないことを担保すること。	保障措置目的を達成しつつも、評価効率向上の観点から、より柔軟なアプローチとしてIAEAにより国家レベルの保障措置手法(国レベルのアプローチ)が適用されている。特に使用済燃料直接処分の場合、超長期にわたって保障措置目的を達成する必要があり、国レベルの安定した社会の維持が必須要件となる。	2.1.1
187	補完的なアクセス	保障措置	IAEA査察員が①核物質が存在すると申告された施設等に未申告核物質が存在せず、原子力活動が行われていないことを確認する。②IAEAに提供された情報の正確性/完全性に関する疑義を解消し、当該情報の整合性に関する問題を解決する。	使用済燃料直接処分の場合、左記と同様な取扱いが必要となる。	2.1.1
188	包括保障措置	検認	NPT締約国である非核兵器国の平和的な原子力活動に係るすべての核物質を対象として実施する検認制度(査察を含む)。	使用済燃料直接処分の場合はガラス固化体の場合と異なり、これに関わる全ての行為が保障措置の対象となる	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
189	放射性同位元素	放射性同位体	放射能をもつ同位体元素。法律上は、「リン32、コバルト60等放射線を放出する同位元素及びその化合物並びにこれらの含有物(機器に装備されているこれらのものを含む。)で政令で定めるものをいう。」と定義されている。	2001年9月11日の米国同時多発テロ以降、核物質を用いた核爆発装置だけでなく、放射性同位元素の発散装置(いわゆるダーティボム等)の脅威が懸念されるようになった。このため、それまでは核燃料物質を対象とした核物質防護が求められていたが、近年は放射性同位元素まで含めた「核セキュリティ」が求められている。	2.1.1
190	未申告施設	未申告核物質 未申告活動	IAEAに申告して(届け出て)いない核物質を用いたり、申告していない活動を行っている施設。	IAEAに核物質の使用を届け出していない施設。例えば、直接処分したはずの使用済燃料を回収するために、IAEAに申告することなく、新たな施設を設置することは国レベルの意志があれば不可能ではないと考えられ、この回収用施設が未申告施設に該当することになる。	2.1.1

付録 3

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」

研究専門委員会名簿

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」研究専門委員会
委員構成

主査	鳥井 弘之	NPO 法人テクノ未来塾
幹事	岸本 洋一郎	—
	諸葛 宗男	東京大学
	山本 隆一	(独) 日本原子力研究開発機構
委員	森 信昭	(社) 日本電気協会
		(平成 25 年 6 月より(一社)日本内燃力発電設備協会)
	河田 東海夫	—
	千崎 雅生	(独) 日本原子力研究開発機構
	内山 軍蔵	(独) 日本原子力研究開発機構
	亀井 玄人	(独) 日本原子力研究開発機構
	大澤 隆康	(独) 日本原子力研究開発機構
	深澤 哲生	日立 GE ニュークリア・エナジー(株)
	大場 一鋭	三菱マテリアル(株)
	森 行秀	三菱重工業(株)
	黒田 一彦	三菱重工業(株)
	八塩 晶子	(株)大林組
	雨宮 清	(株)安藤・間
	植田 浩義	原子力発電環境整備機構
	土屋 智子	NPO 法人 HSE リスク・シーキューブ
	村上 朋子	(財) 日本エネルギー経済研究所
	寿楽 浩太	東京電機大学
	大久保博生	(株)三菱総合研究所
	柳澤 務	(独) 日本原子力研究開発機構
	佐々木憲明	(独) 原子力安全基盤機構 (H26 年 2 月まで)
	久保田和雄	(独) 原子力安全基盤機構 (H26 年 2 月まで)

オブザーバー

	村岡 進	原子力規制庁 (平成 25 年 5 月より)
	蛭沢 重信	(財) エネルギー総合工学研究所
		(「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」研究専門委員会幹事)

付録 4

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」

研究専門委員会

活動記録

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」研究専門委員会
活動実績(平成 26 年 3 月まで)

1. 準備会合

- | | | | |
|---------------|-------------------|------|-------|
| (1) 第 1 回準備会合 | 平成 24 年 11 月 21 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (2) 第 2 回準備会合 | 平成 24 年 12 月 19 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (3) 第 3 回準備会合 | 平成 25 年 1 月 23 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (4) 第 4 回準備会合 | 平成 25 年 2 月 26 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (5) 第 5 回準備会合 | 平成 25 年 3 月 21 日 | 東京大学 | 小島ホール |

2. 委員会

- | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------|
| (1) 第 1 回委員会 | 平成 25 年 4 月 25 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (2) 第 2 回委員会 | 平成 25 年 5 月 22 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (主査による文章力講座、核不拡散・核セキュリティ専門家の講演を含む) | | | |
| (3) 第 3 回委員会 | 平成 25 年 6 月 14 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (4) 第 4 回委員会 | 平成 25 年 7 月 19 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (処分技術開発の歴史に関する講演を含む) | | | |
| (5) 第 5 回委員会 | 平成 25 年 7 月 30 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (国語の専門家による講演を含む) | | | |
| (6) 第 6 回委員会 | 平成 25 年 8 月 27 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (企業広報経験者の講演を含む) | | | |
| (7) 第 7 回委員会 | 平成 25 年 9 月 19 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (8) 第 8 回委員会 | 平成 25 年 10 月 29 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (市民との対話活動実践者の講演を含む) | | | |
| (9) 第 9 回委員会 | 平成 25 年 11 月 21 日 | 東京大学 | 山上会館 |
| (10) 第 10 回委員会 | 平成 25 年 12 月 24 日 | 東京大学 | 山上会館 |
| (11) 第 11 回委員会 | 平成 26 年 1 月 23 日 | 東京大学 | 山上会館 |
| (12) 第 12 回委員会 | 平成 26 年 2 月 25 日 | 日本原子力学会事務局会議室 | |
| (13) 第 13 回委員会 | 平成 26 年 3 月 24 日 | 日本原子力学会事務局会議室 | |

以上の委員会における議事概要については日本原子力学会ホームページ
(http://www.aesj.or.jp/special/minute/2013/r_shiyouzuminenryou2013.pdf) にて公開
されているので参照願いたい。

3. その他の会合

- | | | | |
|------------------|------------------|----------------|-------|
| (1) 第 1 回幹事会 | 平成 25 年 4 月 16 日 | 東京大学公共政策大学院会議室 | |
| (2) 第 2 回幹事会 | 平成 25 年 5 月 22 日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (3) 企画セッション打ち合わせ | 平成 26 年 3 月 6 日 | 日本原子力学会事務局会議室 | |

