

# 原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2014.9.NO.111

## 目次

センターの活動状況 .....	①
地層処分の5W1H—その考え方の進展— (その2) .....	③

## センターの活動状況

### I 成果等普及活動の実施状況

#### 地層処分実規模試験施設での緩衝材定置試験（公開）の実施

原環センターでは、高レベル放射性廃棄物の地層処分概念やその工学的実現性等を実感・体感・理解できる設備を整備し、試験の実施を含めて一般に公開しています。本事業は経済産業省資源エネルギー庁の相互理解促進活動の一つで、原環センターは平成20年度から本事業を受託しており、設備建屋「地層処分実規模試験施設」を平成22年4月28日に開館し、本年度まで施設整備運営・維持管理を実施してきました。

平成26年9月6日（土）～7日（日）に北海道幌延町で開催された「おもしろ科学館2014inほろのべ」

（主催：経済産業省北海道経済産業局、幌延町）に協賛して、緩衝材定置試験設備を用いた「緩衝材定置試験」を実施し、その様子を公開しました。

緩衝材定置試験では、あらかじめ模擬処分孔に模擬緩衝材を3段定置した状態でその上に4段目の模擬緩衝材を定置し、定置状態を観察しました。試験は22回（各日11回）実施し、両日で905名（大人：480名、子供：425名）の方に試験の実施状況を見学頂くと共に、展示物である実物のオーバーパック、緩衝材及び人工バリアカットモデルを間近で実感して頂きました。

この定置試験の詳細は、当センターのホームページ<http://fullscaledemo.rwmc.or.jp/>にてご覧頂けます。



ゆめ地創館（左）と地層処分実規模試験施設（右）



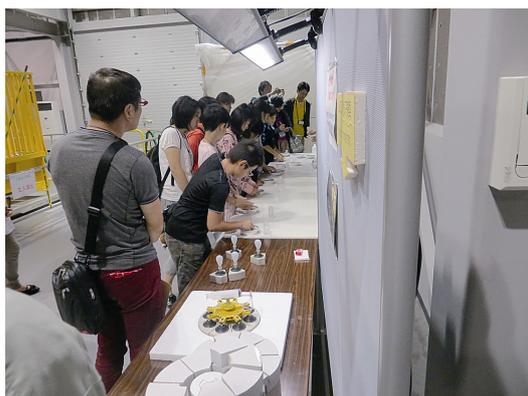
緩衝材定置試験状況



模擬緩衝材ブロックの模擬処分孔への定置状況

緩衝材定置試験で使用する緩衝材定置試験設備は、真空の力で物を吸着する仕組み（真空把持）で模擬緩衝材を持ち上げています。この装置を用いて重量2.4tの4段目の模擬緩衝材を模擬処分孔に定置する様子を公開しました。

また体験コーナーとして「ミニチュア真空把持装置（1/10スケール）」と「緩衝材止水実験」を設置し、緩衝材定置試験設備の真空把持装置の原理、緩衝材の止水性・膨潤性の性質を、訪れた方々に実際に体験してもらいました。



訪れた方々に好評を博した体験コーナーの風景



ミニチュア真空把持装置の操作体験の様子



緩衝材の止水効果の体感試験

## 地層処分の5W1H—その考え方の進展—（その2）

公益財団法人原子力安全研究協会  
処分システム安全研究所 所長 朽山 修

はじめに

原環センタートピックスNo.110では、以下のような地層処分の5W1Hについて、時系列的にまとめて見ました。

- ◆ Who（だれが）：誰が廃棄物発生者か、社会の廃棄物、世代内・世代間倫理、
- ◆ What（なにを）：地層処分の選択、
- ◆ When（いつ）：処分と管理または貯蔵の関係、
- ◆ Where（どこで）：立地、深部地下環境の隔離閉じ込め能力、
- ◆ Why（なぜ）：処分の必要性和処分概念（技術的成立性）、
- ◆ How（どのように）：可逆性・回収可能性、段階的アプローチ

地層処分の黎明期から現在までの不確実性下の意思決定の議論の歴史を以下の4期に分け、前号では第3期までを紹介しましたので、本号では第4期以降の進展を紹介したいと思います。

- ◆ 第1期（1950年代から1970年代の中頃）：この時期には、高レベル放射性廃棄物問題が認知され始め、それをどうしたらいいかという対策を模索していた時代というふうに考えられます。
- ◆ 第2期（1970年代後半から1980年代前半）：地層処分が一番良さそうな方法だということが議論されました。
- ◆ 第3期（1980年代中頃から1990年代）：地層処分の技術的成立性が科学的に確認された時期と考えることができます。
- ◆ 第4期（1990年代以降）：実際に地層処分しようとして、サイト選定の問題に入ってきたときになかなかうまく進まないという実施段階の問題が出てきています。つまり、社会的課題に留意した地層処分概念の議論がなされてきている時期と見ることができます。

第4期（1990年代以降）における国際的議論：地層処分の研究開発段階から実施段階への移行

第1期から第3期と技術が進んできました。最初の頃の5段階立地の考え方から、第1次取りまとめ（動力炉・核燃料開発事業団：高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書—平成3年度—,1992年）、第2次取りまとめ（核燃料サイクル開発機構：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-,1999年）が取りまとめられました。いろいろな議論がありましたが、技術としては段階的に進歩してきたと考えられます。ところが、ここから先がなかなかうまく進まない。実は、技術の人はこうやって段階を踏んでだんだんと階段を登るように上がってきたと思っていたのですが、社会はこういうものを知らずに相変わらず出発点にいるニューカマー、新規参入者なわけです。そのところでなかなかまい話ができないということがございます。

これは世界的にも全く同じで、1990年代以降、実施段階に移るとなかなかうまく進まず、特にサイト選定がうまくできないので、国際的な議論としては、もう1回考え直しましょうという1990年の全米科学アカデミー（NAS）の報告書『高レベル放射性廃棄物処分の再検討』[1]や、本当に社会に対して合理性があるのか、倫理的な基礎ができてきているのかということ考えた1995年のOECD/NEAの報告書『地層処分の環境・倫理的基礎』[2]が出されています。

また、ディスポジション（disposition）というタイトルを含めている2001年のNASの報告書『高レベル放射性廃棄物と使用済燃料の置き—社会的・技術的課題に対する継続される挑戦—』[3]もあります。これは、処分（disposal）とか貯蔵（storage）という言葉があるけれども、そういう言葉を抜きにしてもう一度ひっくり返してどこかに定置するdispositionを出発点として整理しましょうという報告書です。

2006年のOECD/NEAの報告『長寿命放射性廃棄物の管理における貯蔵の役割』[4]では、貯蔵の意味合いは何なのかをもう一度考え直しています。また、2009年のOECD/NEAの『放射性廃棄物の地層処分の閉鎖後安全における時間軸に関する考察』[5]では、地層処分を巡る議論で特に重要となる問題として、地質学的な変化を測る時間軸と人間社会の変化を測る時間軸の非常に大きな違いの意味合いを考えています。2012年のOECD/NEAの『地層処分における意

思決定の可逆性と放射性廃棄物の回収可能性』[6]では、意思決定の可逆性と廃棄物の回収可能性について考えています。

これらの議論で分かってくるのは、地層処分に関する社会的意思決定においては、処分の安全性の予測に関する科学的信頼性、逆に言えば不確実性と、処分の世代間世代内公平性に関する社会的正当性、逆に言えば社会的契約における不確実性が、分離不可能な形で錯綜して関係してくるということです。その際に、社会とのコミュニケーションの中で特に大事になってくる、不確実性の残る科学技術の成果をいかに社会に伝えるか、あるいはステークホルダーに伝えるかというときの大事な概念としてセーフティケースが出てきました。2013年のOECD/NEAの『地層処分場の閉鎖後のセーフティケースの性質と目的』[7]では、これを議論しています。そして、その中で、実際に社会でやるときに、自分たちだけが分かって説明していても埒が明かず、本当に分かってもらわないといけないのは、社会の方がこの廃棄物を何とかするというインセンティブ、動機を共有しているいろいろなことを考えなければいけないと。そうすると、技術者だけがものを考え、これがいいですからいかがですかと言っているでも話は進まないの、みんなで価値を共有するような議論をしなければいけません。国や地域が入って議論をしなければいけないという話が出てまいりました。これが2012年のOECD/NEAの『放射性廃棄物の処分：国を挙げたの関与と地元及び地域の参加』[8]という報告です。

#### 【地層処分の再検討】

まずは1990年のNASの「再検討」[1]があります。勧告としては、地層処分は通常の工学システムとは異なることを認識してくださいということでした。地層処分の長期にわたる安全性が科学を適正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とあります。地層処分に関する公平性、信頼性についての道義的、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、こういうようなことを考えてございます。こういうことをちゃんと考えないと社会的には受け入れてもらえないということです。

#### 【地層処分の環境・倫理的基礎】

では、本当に倫理的な基礎はできているのかということで、1995年のOECD/NEAの「環境・倫理的基礎」[2]では、地層処分というのは受動的な安全確保で、社会構造が遠い将来まで変わらないという想定や、技術は進展し続けるという想定を置かず、かつ制度的管理に依存しない対策を目指すべきで、世代間倫理としてこうあるべきでしょうということです。

計画の段階的实施としては、科学的進歩と社会的受容性を考えて、後の段階で他の選択肢が考慮される可能性を排除しないようにして、可逆性を確保しながらやりましょうということです。回収可能性については、地層処分は将来の政策変更の可能性を完全に閉ざした非可逆的なプロセスではなく、もともと回収可能性があるようにできているということを言っています。1982年のOECD/NEAのCoadyレポート[9]で、液体や気体の放出は不可逆であるが、固体の地下への定置は、定置後もある一定期間、管理がなされるといっていることを、再確認しているといえます。

世代間の負担の公平性に対しては、不当に将来世代の選択の自由を奪わないこと。地層処分と決めてしまえば、将来の人が選択の可能性がなくなるのではないかということに対して、こういう回収可能性や段階的実施の話があるということです。それから、将来世代に過度の負担を課さないためにはどういう方法がいいのか。汚染者負担原則があるということです。世代内における負担の公平性としては、政策決定プロセスへの公衆参加と、適切な資源配分ということがございます。こういうことを考えるのが地層処分のあり方でしょうといっています。

#### 【長寿命放射性廃棄物マネジメントにおける貯蔵と処分の意味】

しかし、実際にはサイト選定になると、どうしても地層処分ということで、処分のことを一般の人は投棄（dumping）と思ってしまいます。特に、放出（discharge）と同じものと思ってしまい、環境に捨ててそのまま埋め捨てにして、責任を放棄するという風に誤解することがありますので、いつも反対意見が出てきます。そこで2001年のNASの「Disposition」[3]では、定置を意味するdispositionという言葉を使い、地層処分において、定置の形がどのように変わっていくかを整理しています。そうすると、放射性廃棄物をどこかに置くということは、図-1に示すように、最初は地表または浅地中であって分散貯蔵していたものを、集中貯蔵に変えていって、それを地層中に持って行って定置することになります。このときまでは廃棄物にはアクセス可能で、回収が可能な恰好になっています。アクセス坑道を閉じて閉鎖すると、回収が非常に難しくなるので、閉鎖は、社会が合意してはじめてなされ、いわゆる最終処分（disposal）がここで起こるということになります。これら全体がdispositionの各段階で、最初の頃は複数のオプションを選ぶことができる恰好になっていて、だんだんと回収可能性のレベルが低下していくということです。

このプロセスで、予測しない事態のバックアップとして代替オプションを策定、維持すべきであると

いうのは当然の理屈です。そうやって実行可能なことを考えると、代替オプションとなり得るものは、今のところ貯蔵期間の長期化しかないということに

を考慮の動機として、実際的な理由として、地層処分場が利用可能になるまで、他に方法がなく、比較的長い期間にわたり貯蔵しなければいけないと

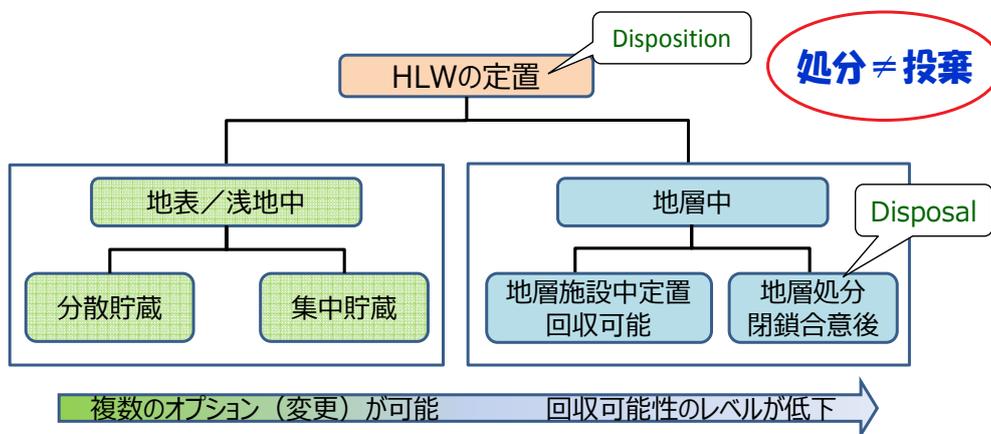


図-1 放射性廃棄物の定置における貯蔵と処分

なってしまいます。どちらがよいかは、必要な経費やリスク、倫理上の問題及び両オプションが有する不確実性を考慮して、地上貯蔵施設での貯蔵を継続するか、あるいは地層処分を段階的に実施するかを判断することになります。結局のところ、貯蔵は実行可能なオプションであるが、管理の継続の不確実性は非常に大きく、遠い将来までの管理をあてにすることはできないので、地層処分オプションを抜きにして、貯蔵オプションのみを追求することが賢明であるとは言えないと結論しています。倫理面から言えば、永久貯蔵で将来世代に貯蔵の負担を負わせることは賢明ではないということです。

【長寿命放射性廃棄物マネジメントにおける貯蔵の役割】

それでもやはり今現状で、問題なく貯蔵できているので、処分は嫌だと思ふ人があるということです。これは慌てることはないという意見として現れることになります。特にこの2000年代の中頃には、貯蔵の役割がだんだん拡大してまいりました。2006年のOECD/NEAの「貯蔵の役割」[4]では、貯蔵の意味合いは何なのかをもう一度考え直しています。HABOGはオランダにある高レベル放射性廃棄物の貯蔵施設ですが、最終処分決定前に貯蔵を当面の終結点とする廃棄物管理戦略です。フランスのバタイユ法は核種分離・消滅処理と回収可能性付き地層処分と地表貯蔵の3つを比べましょうということになりました。カナダでも核燃料廃棄物法の中で複数アプローチを検討しました。小規模原子力国では、多国間で一つの廃棄物処分施設ができればいいということです。それまではきちんと貯蔵したいと考えています。このように実際に長期貯蔵、あるいは貯蔵の長期化

ということがあります。それから将来技術への期待として、核種分離・変換がうまくいったらこれではないのかと、資源となる可能性です。これは使用済み燃料の場合は特にそうです。さらに、倫理的、社会的な配慮として、ここで決めてしまわず将来世代に選ばせる方がよいのではないかと。取消可能な決定を避ける社会的、政治的傾向もあります。処分概念に対するパブリック・アクセプタンスが成立していないということもあります。技術的信頼面での理由としては、地層処分システムの長期安全性、処分技術の立証に必要とされる時間確保が可能となるという理由や、経済的な理由としては、支出の発生を遅らせることによって費用を節減できる。短期間で処分場を建設して廃棄物の収容作業を行う方が経済的なので、たまってからやりましょうという理由があり、放射性崩壊による廃棄物をより高密度で定置可能だという理由もあります。政治的理由として、立地地域の政治的な反対や一般市民の反対によって国の政策の実施に遅れが生じたり妨げられたりする、こういう場合があります。イデオロギー的な理由として、期限を定めない貯蔵を支持することにより原子力に反対するということもあります。国際的多国間での解決策実現を待つなど、廃棄物の量が比較的少ない国はこのようなことがあります。こういうようなものが貯蔵を支持する理由になっています。

それはそれとして、貯蔵の意味合いを考えると、処分の代替となる永続的貯蔵というのはやはりちょっと無理なのではないかということで、期限が設定されない貯蔵に関する計画は終結点を定義することができず、結局その責任をはたさず負担を将来世代に引き渡すことになります。1940年後半以来提案さ

れている永続的な貯蔵 (perpetual storage) とか、ガーディアンシップ (guardianship) の概念、例えば、伊勢神宮の式年遷宮みたいなものは、保護や監視が一定の期間を超えて実効性を維持できると想定することはできないと考えられます。結局、必要な決定を先延ばしすることによって廃棄物を際限なく貯蔵し続けることは、安全性の観点から最も大きな不確実性を伴う最悪のオプションである。従って、貯蔵は決して放射性廃棄物管理にとっての終結となることはできないというのが、この報告書の結論です。

### 【地層処分の時間軸】

ここで、今の社会が続く範囲とそれを超える世代にまで安全を考える地層処分の難しい時間軸の話が出てきます。この時間軸は、科学的に不確実性が大きくなるということと、社会的に、社会制度が変わってしまうという、その両方の不確実性が入ってくるという意味で、時間軸を整理しておかなければいけないという議論が、2009年のOECD/NEAの「時間軸」[5]でなされています。ここでは、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の危険には、外部被ばくによる潜在的線量、放射性核種の摂取または吸入による潜在的線量、廃棄物や容器に含まれる化学毒性物質による潜在的影響があり、潜在的危険性は時間とともに顕著に減少するが、これが生活環境にむき出しで存在するような極端なことを考えれば、本質的に無害であるようになるとは言えないということで、ほぼ永久的な隔離が求められるのがこの廃棄物の特徴になります。

では、そんな極端なことにはならないということは、どの程度の信頼性で予測できるかが問題になります。地層処分の安全性を考えると確からしさというのはどういうことになるかという、図-2に

示すようになって考えられます。

処分に関係して考えなければならない要素、プロセスとして、人工バリアと母岩の水理地質環境、地表環境プロセス、放射線被ばく形態。これらに影響を与える変化として、地質学的変化、気候変動、生態系の変化、人間活動、個人の習慣、こういものがどんどん変わっていきます。時間の経過に対するそれぞれの変わり方は違います。それぞれがそれぞれの変化変遷する時間軸を持っているということです。そういうことをきちんと考える必要があります。人工バリアと母岩は、物理的、化学的に予測できる時間が長く、数十万年を超えて予測できると考えられます。個人的習慣はあつという間に変りますので、数十年で変わってしまいます。人間社会や人の挙動はものすごく不確実であり、廃棄物の近傍の地質環境はある程度確実です。そうすると、1983年のNAS報告書[10]で説明したニアフィールド概念、すなわちほとんどすべての放射性物質は廃棄物を定置したすぐ近傍に閉じ込められたまま崩壊によりなくなるようになるということを考えてときには、ニアフィールドの安定性が信頼をもって予測できればいいわけです。そこから漏れ出てくるごくごく少量の放射性物質は、ある程度の希釈分散さえ起これば十分ということで、たとえニアフィールドの外側での予測の不確実性が大きくても、その不確実性がそのまま危険性に効いてくるわけではありません。

地質環境の安定性と予測可能性については、時間軸と不確実性の関係を整理すれば、地層処分の考え方は十分に成立するということが書いてあるわけです。同様に、地表の生活環境における管理の有効性について、人の生活とか文明がどう変わるかを予測したときの不確実性についても考えることがで

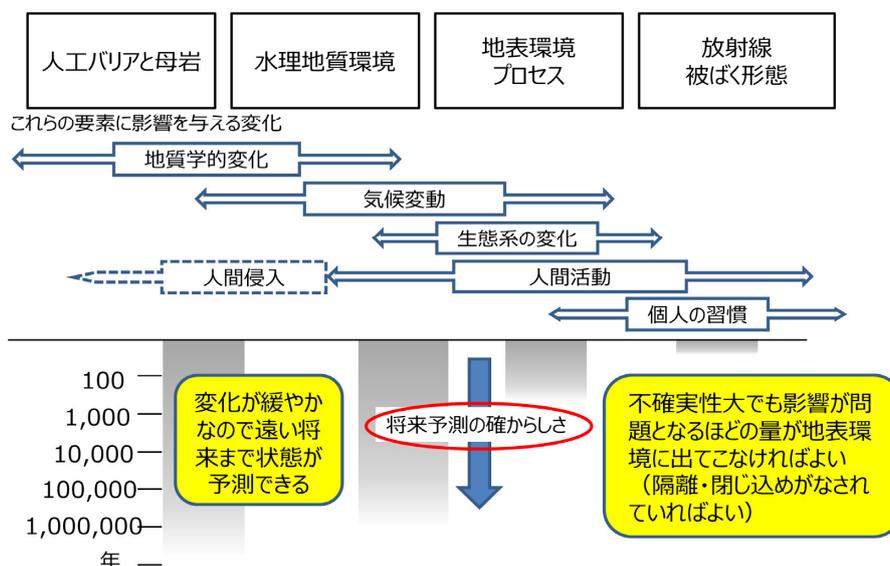


図-2 地層処分システムの各要素の時間的変遷と予測の信頼性

きます。一般に浅地中処分では、どの国も、処分場を開放したままにすることさえも含め、処分場サイトを数百年管理する方策を認めており、この期間は国の機関により管理されるとしています。しかし300年前は今日の欧州の国々の約半数は存在してなかったことは注目に値すると書いてあります。日本は、国内での戦争は別として、対外的には非常に平和な国でずっと島があって、そこが日本だったという意味では非常に変わった国ですが、大抵の国は、300年間国境が変化しないままということは保証しにくい。こういうことがありますので、例えばドイツの低レベルの放射性廃棄物とはいうと、それも地層処分しましょうというようなことになっているわけです。さらに見ると、人間の歴史の記録の全ては過去5000年の間になされたといえます。これはいくつかの国の処分概念で、廃棄物容器の健全性が維持されると期待される時間と同じです。現生人類は恐らく20万年前に始まり、アフリカに出現したと信じられています。使用済燃料の放射能と毒性レベルが元のウラン鉱石のものと同程度に交差するに至る時間です。4万年前まで人間はヨーロッパに到達しておらず、これは深部の粘土層で水が1メートル動くのにかかる時間です。こういうようにして物理現象、化学現象と人間の社会の変遷のことを整理しているのがこの報告書です。

#### 【回収可能性】

2012年のOECD/NEAの「可逆性と回収可能性」[6]で扱われている回収可能性についても、これまで相変わらず延々と議論がされています。これまでに、廃棄物管理戦略に踏み込むべきか否か、どの程度組み入れるべきか、政策や安全規制に取り入れるべきか、回収の技術的意味合いは、回収可能性のスケールは。こういうようなものが非常にたくさん議論されており、最終的にさまざまな議論はされていますが、結局のところ、処分は回収を意図してはいなくても、回収は可能ですということになります。

それからもう一つ大事なことは、処分と管理は、排他的概念ではないということです。どちらかを選ばなければならないというようなものではないということです。このことは、1982年のOECD/NEAのCoadyレポート[9]ですでに議論されています。回収可能性を求める人は、処分は放出や投棄と同じで、不可逆なことで、責任を放棄してしまうことと誤解して、強い不信感を持っていて、何かあったらどうするのかと思っています。責任の放棄を禁止するには、管理することを強制することだと考えて、そういう認識で、回収を保証しろというようなことを言うので、そこで議論が非常にややこしい話になるということです。処分の概念というのは、ある程度管理を続けながら、その管理の程度をだんだんと緩め

ていって受動的に安全な状態に向かうという概念ですが、管理の手を緩めながら受動的な状態にしていくという概念がなかなか伝わらずこういう議論になってしまうことがあります。処分計画に、こういう議論の中で社会的信頼を得るために、ある程度どうしてもそういうものを取り入れられていきます。

実際に大事なことは、最初のうちはきちんと回収ができるような形で進めながら、だんだんと忘れ去られても大丈夫なようにするということです。ですから、これは実際に技術で回収できますとか、できませんというようなことを示すとか、あるいは法律で書くというよりも、むしろ処分という概念はこういうもので、それをやっていったとしてもそれは崖から飛び降りるような概念ではないことをきちんと知ってもらうために、ここで回収可能性を示すという、そういう示し方をすることが非常に大事なことになると思います。

もちろん社会ではコミュニケーションがいろいろ難しいですから、技術的以外の理由で回収をより容易にしようとするのがどうしても入ってまいります。しかし、そのとき大事なことは処分システムの閉じ込め性能を損なわないようにしないと本末転倒になってしまうので、そういうことを上手に進めていくことが必要になります。

#### 【セーフティケース】

こういう不確実性がいつも入った中で科学技術を示して社会に受け入れてもらうためには、実際にどれだけ不確実性がある、どれだけものごとが分かっているかを明瞭に示す必要があります。そういう中で大事になってくるのがこの閉鎖後セーフティケースというもので、2013年のOECD/NEAの「セーフティケース」[7]では、セーフティケースのあるべき構成と、地層処分が段階的に進められるプロセスのうちで、セーフティケースがどのように使われることになるかが議論されています。このセーフティケースの概念もだいぶ進歩してきました。地層処分では、安全評価の中で、廃棄物の辿る運命を予測するために、シナリオを設定して、それに従って起こる結果を求めて、これだけになりますから大丈夫というのを示すことになっています。しかし、将来起こることを予測するシナリオとかそういうものは決定論で決まっています、計算して値が低くなりましたからオーケーということではありません。計算するためのシナリオは、みんなが納得するようなものなのか、あるいはその計算で使ったデータはみんなが納得するようなものなのかをきちんと示していくことが大事になります。これを筋道立てて示すのがセーフティケースです。

セーフティケースの構成は図-3のようになります。まずはどういう恰好で安全を確保しようとしている

のか、事業をどう進めていって、サイト選定をどうして、そしてそのサイト選定のところでどういう場所を選んで、その中で閉じ込めと隔離をどんな恰好

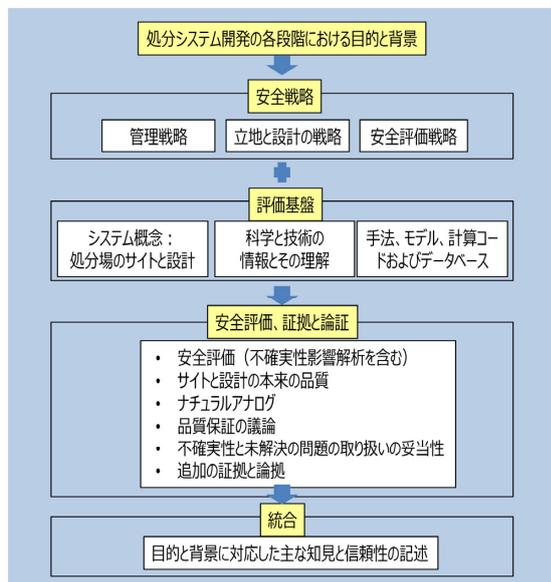


図-3 地層処分閉鎖後安全のセーフティケースの構成

で確保しようとしているのか、オーバーバックには何を期待しているのか、周りの地質環境には何を期待しているのかということをごきちんとして整理するという事です。そうして期待したものに対して実際に、じゃあ、それを評価するときどういうふうにしていったら評価できるかという手法やモデルや計算コード使うわけです。では、これは正しい方法かというのをここで議論しながら、最終的にこの目的が実際に作るものによって達成されることを評価するのが安全評価です。安全評価というと、最後の値だけでオーケーですとか、被ばくは十分低いというのが普通の安全評価ですが、地層処分のような

と定量的に評価することが大事です。その評価で確かにそういうふうに予測できるとして、この予測はどれくらい正しいのか、どれだけ信頼できるかを示すことが大事なのでこういうセーフティケースがあるわけです。

このようにセーフティケースは、地層処分を次の段階に進めるべきかどうかの意思決定をする際の、コミュニケーションのツール、意思決定のための情報を与えるツールです。これが、地層処分の段階的進展のそれぞれのどのような段階で、使われることになるかを示したのが、図-4です。

この図は、2001年のNASの「Disposition」[3]の中の絵とちょっと似ています。地層処分が進められていくというのは、立地の意志決定、建設の意志決定、処分が開始されて部分的に埋め戻しされ、定置終了がされて、ここから閉鎖の作業が始まって閉鎖されると。閉鎖が終わった後はしばらく監視をします。そうすると監視としては作業前段階、ここでは廃棄物は直接監視されるわけです。定置終了後は地下観察がされて、処分場閉鎖後は地上から間接的に観察されます。間接観察をやめたとしても、まだここにあるという記録は残っているわけです。あるいは社会として記憶している場合もあるかもしれません。このようにみると、これらのプロセスでは、いずれの時点でも、程度の違いこそあれ、管理がされることになるわけです。このときには管理 (control) という言葉がまた制度的管理とか色々な言葉が入ってきてわかりにくいので、ここでは監視を意味する oversight という言葉を使っています。oversight というのはどういう意味かと聞いたら、watchful care だと言っています。watchful とは注意深く見るということ、care というのは看護師さんの看護という意味です。ケアマネジャーとかああいうときのケアですので、注意深く見守ることといえますか。見守り方にもいろいろ程度があり、幼稚園の子供を保育さんが

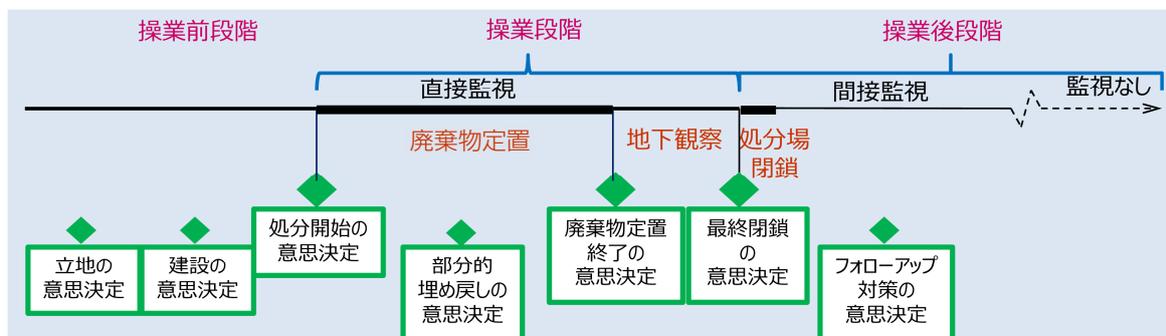


図-4 地層処分の段階的進展における意思決定ポイント

場合は特に被ばくが問題になることではなく、そういう問題になるだけの放射性物質が地表に出ない、生活環境に入らないということをきちん

見守るのも見守りだし、黙って見ているのもケアということ。こういうケアの程度が変わっていく、こうやって地層処分は進んでいくということです。

そのプロセスで意志決定がされるのは、立地、建設、処分開始、埋め戻し、廃棄物定置の終了や閉鎖、フォローアップ、こういうときにされるわけです。日本の現在の状況はもっと以前です。いわゆる原則決定やEISが使われるような段階です。2000年に最終処分法が制定されたことを考えると、もう少し中途半端なところかもしれません。いずれにしても、それぞれの段階で次の段階に進んで良いかという意志決定がなされます。このためにこの意志決定のプラットフォームとなる情報を提供するのがセーフティケースです。ですから、本質的にはセーフティケースはコミュニケーションツールだということです。人によっては実際の許認可申請書だと考えています。そういう場合もちろんあります。しかし、そうでない場合もあります。相手が規制の場合もあるし、違う場合もあるということです。いずれにしてもセーフティケースというのはコミュニケーションツールだと考えるのが基本です。

このそれぞれの意志決定段階ごとに、得られている知識と残る不確実性は異なり、社会的な状況も異なります。基本的には、情報を伝える相手は地層処分の安全確保の構造について知識を持たないことを前提にこれを書かなければいけないということです。処分の専門家以外は、当たり前ですが、処分のことを知らない非専門家であるということです。これがすごく大事な話です。我々は、自分は技術を勉強してだんだん進んできたつもりでいますが、社会は相変わらず何も知らない新規参入者だと思わないとコミュニケーションは通じません。決めるのは社会の側で、技術の側は情報を提供するだけで、決める側ではないということです。そういう意味で、セーフティケースは、段階と相手により内容と提示の仕方が異なるということが議論されています。

### 【対話とステークホルダー】

このような技術の側と、もう少し社会的な合理性の両方の議論がされながら、地層処分の社会技術としての考え方がだんだんできてきました。地層処分に関する利害関係者、ステークホルダーの参加については、一番最近のものとしては、2012年に出されたOECD/NEAの「集約的意見」[8]があります。ここでは、国を挙げての関与及び地域の参加ということが議論されています。今や、対話とステークホルダー参加が廃棄物管理プロセスの中心になっているということです。放射性廃棄物の管理は少数の単純な問題に還元することのできない複数の次元を有する問題であることも認識されています。地層処分は技術的な企てであるが、その企てを計画することや実施を監督することには、単なる技術的側面を超えた側面が含まれている。このため国、地域、地元レベルの議論と熟慮の下に置かれることになることと書

いてあります。

実際にはこのような報告が出てくる背景には、社会的企てとしての地層処分の困難性があります。この困難性というのは、問題を解決しようとするインセンティブがみんなに共有できないということがあります。地層処分問題を論じるときに、地層処分ができないことを理由にして原子力に反対したいとか、廃棄物は誰かに預けることによって自分は関係したくないという感情が勝ってしまうと、廃棄物をきちんとしようというインセンティブは、そこにはなくなってしまおうという難しい問題が入ってきます。また、遠い将来に対する科学的な予測に対する非現実的な要求がされるという背景もあります。絶対にはわからない、安全と言えないではないかということです。さらには、政府と組織に対する信頼の喪失、どの専門家を信用してよいかの混乱、NIMBY (Not In My Back Yard)の問題などがあって、こういう困難を克服するにはどうすればよいか、この報告書で議論されています。

まず、こういうことを解決するには、DADアプローチではだめだと言っています。DADというのは (decide, announce and defend) です。決定して、発表して、防衛すると。DADなのでダッド、お父さんが子供を導くというような恰好でダッドモデルとか、イタリア語の父親を表すパーテルからとってパターナリズムとか呼ばれています。これはどちらかという技術が中心です。技術でこれだけ安全なものができることを皆さんが分かってくれて、受け入れてくださいというような、技術を中心にものごを議論しようという恰好です。これには無理があります。そうではなくて、EIC (engage, interact and co-operate)、関与、相互交流、協働です。お互いに協力し合って社会の問題を解決しましょうということです。このときには、説明ではなく、みんなで協力し合ってやるというプロセスを大事にしなければいけません。技術的内容とプロセスの品質が同等の重要性を持つという恰好になっています。技術的内容があって、これを説明して分かってもらえばいいのではないということです。

こういう流れにおいては、廃棄物管理の技術面はもはや重要性を持つ唯一のものではなく、組織の、「学習し、コミュニケーションし、適合させる能力」がいまや最前線に位置しています。これがなかなか分かりにくいのですが非常に大事な話です。

この対話における関係者として、地元及び地域の政治的なプレーヤーや市民社会は、適切な場面で、サイト選定や地層処分システムの実施を含む放射性廃棄物管理に関する意志決定において能動的役割を果たすことになります。これは社会の問題を社会が解決する、国を挙げて解決する。技術はその一要素としてあるということです。

社会の意志決定の原則については、意志決定は、状況の変化に適応できる柔軟性を備えた、繰り返しプロセスを通じてなされるべきであり、例えば段階的アプローチを実行することが考えられるとしています。こうすることにより、関与する関係者には、代表の公正さを確認し、能力を伸ばすのに十分な時間が与えられる。能力は、研究とその独立した評価について議論し、意見を交換することを通じて、顕著に育成されることとなるだろう、と述べています。

さらに、社会的意志決定の原則では、社会的学習 (social learning) が促進されるべきで、例えば、種々のステークホルダーと専門家のやり取りの促進が考えられるとしています。すなわち、意志決定プロセスにおける公衆の参加が促進されるべきであり、例えば、異なる知識、信念、関心、価値観、世界観を持つ個々人の間の建設的で高品質な対話の促進が挙げられています。

また、このような信頼関係構築のプロセスでは、人々の心理を理解することが重要なことも指摘されています。例えば調査によると、原子力発電所の管理における人々の信用を増加させるただ一つの要素は、「地元の市民と環境問題専門家の助言会議が発電所をモニターするために設置され、彼らが不安全であると信じれば発電を止める法的権限を与えること」であると書いてあります。また、個人あるいは個人から成るコミュニティにとって、安全の重要な構成要素は、コントロール度と、手元の問題の慣れ親しみの程度である、とも書いています。この意味をさらに考えると、コントロールの概念は、知識を持っていること、情報を得ることができること、介入できること、責任を負っていること、に関係しているということです。これは科学の問題ではなく社会心理学の問題です。自分たちがそれを信頼するかどうかというのは、こうやって実際に能動的に関与できて、自分がコントロールできることがない限りは信用してもらえないということです。この慣れ親しみの程度、familiarityというのは非常に大事なものだということです。知識を有していることという考え方に関連しているが、さらに、予測可能性、継続性に関連していて、現在と将来を結んでいます。信用してものごとを全部預けるということは、どうしても人はしたくないですから、いつまでも信用できない。信用できないから回収可能性をちゃんと保証してくださいとか、そういう議論をしてもなかなかうまくいかないことがあります。うまくいかないのは、受け身で相手に依存するところから生じています。大事なことは問題解決に向かうインセンティブを共有して、社会問題を、社会として互いに協力して解決していくような形で、コントロール感と慣れ親しみ感を、ステークホルダー自身に獲得してもらおう。そのためにお互いに社会を構成している

同じ一員だと思わないといけません。

地層処分の場合、特に大事なのはパートナーシップということで、パートナーシップ協定というのがあります。これは低レベル放射性廃棄物の処分の分野では結構進んできています。使用済燃料では、例えばフィンランドやスウェーデンはこういうパートナーシップ協定を結ぶことによってコミュニケーションを進めてきて、うまく地層処分を進めてきたという背景がございます。この報告書にはパートナーシップの重要性が書いてあります。公正さや能力の問題、情報提供と協議からパートナーシップへの変化など。つまり、関与する側、ステークホルダーの側がちゃんと影響と力を持つような恰好にしてやらないといけないということです。国や専門家が全部進めるのを、受け身で受け入れてくださいというようなDADのモデルはもはや無理だろうということが書いてあります。

地元コミュニティの受動的から能動的への役割の変化、黙って従う受容から協働、志願、拒否権へということも書いてあります。例えば地層処分、地域と国なりNUMOなりがやっていくときにパートナーシップをきちんと結んで、地域は、大家さんになるわけでも何でもなく、パートナーになる、すなわち、共同経営者、いってみれば人生を築いていく夫婦の片方になるという考え方を持ってやらないと、きちんとした議論はできないということです。その中でいろいろなことをやりましょうということが書いてあります。

放射性廃棄物管理施設の受け入れについて、熟考し計画し準備しているプロセスでは、施設は、受け入れ地域またはコミュニティとそのアイデンティティーの重大な意味のある部分となる。従って適切な目標というのは、その設計と実施が、ある時点で受け入れられるということに留まらず、何か付加価値を生み出す、地域の生活全般の永続性のある部分となり、コミュニティがown (自分のものとして所有) して誇りとするようなものになるということである、というのがこの報告書の最終的な結論になっています。

#### おわりに

話をまとめると、1950年代にアメリカにおいて初めて検討されて以来、高レベル放射性廃棄物あるいは使用済燃料の最終処分の方法に関する、実現性の最も高いオプションとして、世界各国において地層処分が採用されています。地層処分に関する多くの公開文献に基づけば、地層処分を放棄するような決定的あるいは致命的欠陥が見出されていることはありません。1983年のNASレポート[10]が、現在、日本を含め各国で採用されている地層処分概念の具体化に輪郭を示すこととなりました。処分は回収を意図

しない地下への定置状態であるが、施設を閉鎖する最終的な合意が得られるまでは回収可能性を残すという考え方が国際的なトレンドになりつつあります。

結局、地層処分事業とは、回収を意図しない地下貯蔵事業であり、人の手を離れても大丈夫のように管理の手間を徐々に減らしながら、最終的に安全な状態にしていく事業であるということです。実際に社会で進めるためには、処分事業を社会技術としてとらえる必要があるという考え方が廃棄物管理プロセスの中心になりつつあります。この社会技術というのは、東大の堀井秀之先生が書かれた『社会技術論』[11]という本の中では、「科学技術の成果と社会制度をうまく組み合わせて社会問題を解決する技術である」と書いてございます。そういう意味では、我々は技術を一所懸命やってきたわけですが、技術がリードして社会を解決しようとしているというよりは、社会の問題を解決するときの一員として技術が色んなことをやるととらえるべきだということです。それは別に偉いとか偉くないではありません。例えば、オーケストラが集まって交響曲なり何なりを演奏するときに、どのパートが偉いということはありません。みんなが協力し合って初めて良いものができます。そういう恰好で見ていくと、技術はこの地層処分という社会技術の中で、どういうふうにすればうまく技術が生かされるのか、社会技術として解決しようとしている政策決定者なり何なりが技術に対して何を求めているかをきちんと理解しないといけません。

セーフティケースというのがありましたが、我々は科学技術をやっているお陰で科学技術コミュニケーションをやり過ぎているわけです。科学技術の知識と知恵を武器として使いながら、より真実を求めたいな議論を延々とやるわけです。しかし、社会は不確実なものの中で意志決定をしようとしていて、そのときには、何が確実に分かっている、何が不確実なのかが明快に分かることが大事です。技術の側は、いつまでたっても、それは絶対とは言えませんとか、そういう議論を延々とやるわけですが、絶対と言えないならばどのぐらい言えないのかをきちんと明快に示すことが大事です。科学技術の中で、科学技術のやり方で進めてはいけません。コミュニケーションは、科学技術の成果を社会に伝えるときに、どんなコミュニケーションを持ってくればそれがうまくいくかということです。その議論をするにはどういう恰好でやらなければいけないかということが、我々の今の課題になってきているかと思えます。

色んな難しいことがあります。地層処分の場合、社会の方はいつも新規参入者であるということです。2000年以来、処分の側は一所懸命勉強をして階段を上ってきたつもりでしたが、社会の側はリセット

がかかってしまいました。2000年であれだけの議論をしたのに、今はそんな成果はなしにして、もう一度初めからやらなければいけないことになってしまいました。今の廃棄物ワーキングとかああいうところで、もう一度、処分は回収を意図しないけれども可逆性はあるということをもう一度言わなければいけません。そのときにもともと回収可能性があるように処分は進めているけれども、それを確かに約束しますというような恰好で示さなければいけなくなり、回収可能性の議論が変な方向にされる可能性がある。色んなことを上手に整理して、科学技術はそれを素で出すのではなく、社会の中でどういう出し方をしたらどう理解してもらえるかということを我々は一所懸命考えていかなければいけないと思います。

【本稿は、平成26年6月13日開催の平成26年度第1回原環センター講演会「地層処分の5W1H—その考え方の進展—」の後半の内容を再構成したものです。前半については原環センタートピックスNo.110に掲載しています。】

## 参考文献

1. Rethinking High-Level Radioactive Waste Disposal, A Position Statement of the Board of Radioactive Waste Management, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, DC (1990).
2. The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes, A Collective Opinion of the Radioactive Waste Management Committee of the OECD Nuclear Energy Agency (1995).
3. Disposition of High-Level Waste and Spent Nuclear Fuel - The Continuing Social and Technical Challenge, Committee on Disposition of High-Level Radioactive Waste Through Geological Isolation, Board on Radioactive Waste Management, National Research Council, National Academies Press, Washington, DC (2001).
4. The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste, OECD/NEA (2006). (ROST)
5. Considering Timescales in the Post-closure Safety of Geological Disposal of Radioactive Waste, OECD/NEA (2009). (Timescales)

- 
6. Reversibility of Decisions and Retrievability of Radioactive Waste –Considerations for National Geological Disposal Programmes–, OECD/NEA (2012). (R&R)
  7. The Nature and Purpose of the Post-closure Safety Case for Geological Repositories, NEA/RWM/R (2013)1, OECD/NEA (2013). (Safety Case Brochure)
  8. Geological Disposal of Radioactive Waste –National Commitment, Local and Regional Involvement–, A Collective Statement of RWMC, OECD/NEA (2012).
  9. Disposal of Radioactive Waste: An Overview of Principles Involved, OECD/NEA (1982), (Coady Report)
  10. Waste Isolation Systems Panel, Board on Radioactive Waste Management: A Study of the Isolation System for Geological Disposal of Radioactive Waste, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, DC (1983).
  11. 堀井 秀之,社会技術論 問題解決のデザイン, 東京大学出版会 (2012).

編集発行

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 (パシフィックマークス月島8階)

TEL 03-3534-4511 (代表) FAX 03-3534-4567

ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>