

## 最近の放射性廃棄物処分に関する指針の諸問題

朽山 修

原子力安全研究協会 処分システム安全研究所

### 1. はじめに

原子力安全委員会は「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」<sup>1)</sup>（以下、「安全評価に関する考え方」という）を平成22年4月1日に了承し、「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」<sup>2)</sup>（以下、「安全審査の基本的考え方」という）を平成22年8月9日に委員会決定した。これらの策定過程においては、意見募集等を通じて放射線防護の専門家等から、線量のめやすの考え方や放射線防護の考え方に関し、多くの意見が寄せられた。主たる論点は、管理期間終了以後の数十万年にも及ぶ長期的安全評価において時間とともに増大する不確かさに対する安全裕度確保の考え方と防護の最適化に関するものであった。このような論点について、議論が集中したのは、防護の最適化を安全規制という観点からどのように具体化するかといった方法論やその判断基準、特に放射性廃棄物処分の分野においては、管理が解かれた後に被ばくの対象となる将来世代に対する防護の最適化に関する議論がなされてこなかったことによるものと思われる。ここでは、放射性廃棄物・廃止措置専門部会で策定に関わった一委員として、そこでの議論にできるかぎり基づいて、報告書と指針における考え方を紹介する。

### 2. 放射性廃棄物とその処分方法

原子力の利用に伴って、核燃料サイクル施設およびその他の放射線利用施設から発生する廃棄物は、我が国においては、まず「放射性廃棄物でない廃棄物（NR）」、「放射性廃棄物として取り扱う必要のないもの（クリアランス物）」および「放射性廃棄物」に区分される。このうち、放射性廃棄物は、その発生源により、高レベル廃棄物と低レベル廃棄物に分けられている。高レベル廃棄物は、使用済燃料の再処理により、ウラン、プルトニウムを分離した後に残った放射性物質をガラスで固化したものである。低レベル廃棄物は、高レベル廃棄物以外の放射性廃棄物の総称であり、発生源により、発電炉施設から発生する発電所廃棄物、再処理や燃料加工施設から発生する TRU（長半減期低発熱）廃棄物、ウランの濃縮や燃料加工施設から発生するウラン廃棄物、これら以外の施設、病院、研究所などから発生する研究施設等廃棄物などがある。

様々な発生源からもたらされる放射性廃棄物の処分方法として、IAEA は、その潜在的危険性に応じて、人間の侵入の可能性を低減するために、より深い深度を選び、その深度において危険性が減衰するまで生物圏への漏出が抑制されることを確認するという、隔離と閉じ込め（移行抑制を含む）を処分の基本的安全確保戦略とすべきとしている<sup>3)</sup>。我が

国においても、この考え方に沿って、放射性廃棄物は、そのレベルに応じて、浅地中へのトレンチ処分やコンクリートピット処分、およそ 50 m より深い地下への余裕深度処分、300 m より深い地下の安定な岩盤への地層処分が考えられている<sup>4)</sup>。「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」では地層処分を第一種埋設、その他の処分を第二種埋設としている<sup>5)</sup>。

発電所廃棄物のうち比較的放射能の高いものや TRU 廃棄物の一部に対して考えられている余裕深度処分の概念は、公衆の安全を確保すること及び将来世代に負担を残さないという観点も踏まえ、処分場跡地については、一般的であると考えられる利用が制約されないようにする概念<sup>6)</sup>として誕生したもので、北欧においては、地下数十 m の深度に低・中レベル放射性廃棄物を埋設する施設は操業中であるが、一般的な地下利用に対して十分な余裕をとった深さに放射性廃棄物を埋設する余裕深度処分の概念は、用語としては日本固有の概念である。

### 3. 余裕深度処分の安全評価における留意点

浅地中への処分が可能とされる廃棄物は、半減期の短い核種を主として含有しており、50 年から 300 年程度の管理期間のうちに放射能は減衰するため、それ以後はその場所における建設、居住、河川水利用等のいずれを考へても安全が確保される見通しが得られるものである。これに対して、長半減期の放射性廃棄物を埋設する地層処分は、地下深部に廃棄物を隔離する概念である。これらの処分形態と比較した場合に、余裕深度処分は両方の特徴を併せ持つ概念である。即ち、埋設初期の段階は地層処分と同じように、通常的生活環境から隔離する概念であるが、埋設した地域によっては隆起・侵食により埋設施設は地表近接し、浅地中処分と同じような状況になる可能性を有している。

余裕深度処分や地層処分のように、処分の対象とする廃棄物が、無視しえない濃度の長半減期核種を含有している場合には、これらの核種による人間及び環境への将来にわたる影響を考えなければならない。これらの処分システムにおいて処分が可能である（管理：regulatory control を解いてもよい）ことを示すには、管理により達成されるのと同等のレベル以上の防護が、管理を受けない状態で、将来想定される様々な事象の発生・進展（シナリオ）に対して、処分システムの有する隔離と閉じ込め（移行抑制を含む）の機能により、受動的に達成される見込みを示さなければならない。管理がなされている状態では、無視しえない被ばくに至るような不具合が生じたときには、それに対して何らかの措置として、被ばくを合理的に可能な限り低減する努力がなされることが期待できるが、受動的な安全系である処分システムの管理期間終了以後においては、これに期待して前提とすることはできない。

放射性廃棄物処分の安全評価においては、廃棄体を取り囲む地質環境、人工バリア周辺環境、生物圏が時間的に変遷する状態において、廃棄体中の放射性物質がどのような運命

を辿るか（シナリオ）を考えることによって、処分システムの閉じ込め性能、隔離性能を評価し、安全を確認する。ここで、問題となるのは将来予測の不確実性である。将来想定される様々なシナリオ予測は、シナリオを構成する要素（人工バリアや天然バリア、生物圏）の時間的変遷に従い、時間と共に不確実となりその不確実性の増大の仕方は、処分システムの構成要素ごとに異なる。廃棄物に含まれる潜在的危険性を示す放射能の時間的変化は長期に亘って精確に予測でき、時間とともに減衰することが確実である。一方、人工バリアや天然バリアを構成する要素の変遷（自然過程）は、安全評価の目的に沿っての大まかな予測が可能であるが、その不確実性は時間とともに増大する。これらに対して人間活動や地表における諸事象についてはその予測の不確実性は著しく、数百年を超えての予測は実質上不可能である。このため、将来の人間の生活様式については、安全評価の目的が、将来世代の人々の健康に対しても、現在受け入れられている影響のレベルよりも大きくならないことを確認することであることに着目し、現世代の人間の生活様式を前提に様式化する。

安全委員会の「放射性廃棄物処分の安全規制における共通的な重要事項について」<sup>7)</sup>（以下、「共通的重要事項」という）では、放射性廃棄物処分の安全規制においては、次のような点に留意することが重要であると述べている。

- 防護目標：将来世代の人々の健康に対しても、現在受け容れられている影響のレベルよりも大きくならないことを確認する。
- シナリオ：（管理期間終了後の）処分システムに対し、人に健康影響を及ぼす可能性のある種々の現象を考慮した適切なシナリオを設定して評価を行う。  
相対的重要度の高いものがかけることなく抽出されていることが重要。  
自然過程を介するシナリオと人為過程を介するシナリオに分けて考える。
- 評価期間：安全評価の対象となる期間が、処分場の管理期間終了後にも及び、非常に長い。
- 不確実性：多様な物理的、化学的、あるいは地球科学的な自然現象や人為的事象等が、緩慢に、あるいは突発的に関与する可能性に関し検討する必要がある。長期性のゆえに派生する不確実さも、安全評価上避けられない。

#### 4. リスク論的アプローチとシナリオ区分の考え方

「安全評価に関する考え方」<sup>1)</sup>では、「共通的重要事項」<sup>7)</sup>における提言と、これに基づく「低レベル放射性廃棄物埋設に関する安全規制の基本的考え方（中間報告）」<sup>8)</sup>の策定等を踏まえ、シナリオの発生確率に応じて、基本シナリオ、変動シナリオ、稀頻度シナリオ、

人間侵入シナリオに区分し、各シナリオ区分に応じて達成すべき防護目標としての線量のめやすを設定するというリスク論的考え方を提案し、「安全審査の基本的考え方」<sup>2)</sup>に反映している。

この考え方では、リスクを念頭に置いて、シナリオ設定とそのシナリオによる評価結果をセットとして、その妥当性を評価・判断しようと考えている。ここでリスクは、「共通の重要事項」<sup>7)</sup>の用語説明にあるように、「放射線により健康への放射線により健康の有害な影響が生じる確率や不確実性。ここでは、ある線量をもたらす事象の発生確率と、その被ばくによる健康の重大な影響を引き起こす確率との積で表現される。」を意味している。シナリオの発生の確率と被ばく影響を引き起こす確率を別にして表すとリスクは次のように表される。

$$\text{リスク} = \Sigma (\mathbf{Q} \times \mathbf{P_s} \times \mathbf{F} \times \mathbf{E} \times \mathbf{Pr})$$

**Q** : 線源 (廃棄物中の放射能) [Bq]

**P<sub>s</sub>** : シナリオの発生確率 [1/年]

**F** : シナリオにより決まる線源 **Q** のうち結果に影響を与える放射能の分率 [-]

**E** : 影響を与える放射能 **F** から被ばく線量への換算係数 [Sv/Bq]

**Pr** : 被ばく線量から生涯リスクへの換算係数 [1/Sv]

$\Sigma$  : 各核種ごとに計算された結果の総和

長寿命の放射性物質を有意に含む放射性廃棄物の埋設処分においては、廃棄物中の放射能 **Q** はその潜在的危険性 **Q** × **E** × **Pr** が無視し得るほどにまで、すなわち何があっても影響が無視できるまでには減衰しないため、シナリオの発生確率とそのシナリオのもたらす放射線の積 **Q** × **P<sub>s</sub>** × **F** が将来にわたってリスクを十分低くするような値にとどまっているという見通しが必要となる。すなわち処分の安全評価においては、この **Q** × **P<sub>s</sub>** × **F** が評価すべき対象となり、注目すべき処分システムの性能は **P<sub>s</sub>** × **F** により示される。しかし、人の健康に与える影響は核種ごとに異なるため、核種ごとに **E** × **Pr** を乗じて計算された結果をリスクの指標として用いることとしており、このようにして計算されたリスク値がある値以下なら、処分システムは安全であると判断しようとするものである。

一方、すでに述べてきたように、シナリオの発生確率 **P<sub>s</sub>** を決める様々な条件には多くの不確実さが含まれるため、シナリオの発生確率 **P<sub>s</sub>** は定量的に推定することはできない。

例えば、処分システムの閉じ込め性能を評価する、地下水移行シナリオを例にとり単純化すると次のようなステップを踏んで最終的な **Q** × **F** × **E** × **Pr** が計算される。

- 1) インベントリの推定：用いられる材料中に不純物として含まれている元素含有量とその材料が受ける中性子束と照射時間、中性子放射化に関する核データに基づき放

射化により生成する核種の量が計算され、材料の総量を乗じてインベントリが求められる（不純物含有量、中性子束、核データ、総量他）。

- 2) 材料からの核種の浸出：接触しているセメント中の水への核種の浸出の仕方は、材料中の核種の状態に依存するが、たとえば材料が金属で、核種が金属中の不純物の放射化によるものであれば、金属の腐食に伴い放出されるとして求められる（腐食速度）。長半減期核種は初期には総放射能に対する寄与は小さいので放出を実測する事は極めて困難である。
- 3) 人工バリアから母岩領域への放出：核種は人工バリア材料（セメントその他）との間で固体への吸着と水への溶解の分配平衡（濃度の比が一定となる）（分配係数）を繰り返しながら移動し、母岩に放出される。
- 4) 母岩中でも岩石と地下水の間で分配平衡を保ちながら地下水の移動（地下水流速）に伴って移動する。
- 5) 生活圏入口では大量の河川水や帯水層水（河川水量等）により希釈されこれが生物圏で水、土壌、作物、動物等を経ながら（移行係数）人間が摂取、吸入あるいは外部被ばくする（摂取量等）。

これらのステップでは、カッコ内に例示したような様々なパラメータが用いられ、パラメータの値の違いごとに放射性核種の辿る運命について異なるシナリオが実現される。実際には例示したパラメータのほかにも諸条件を決めるさらに多くのパラメータがあり、これらのパラメータは、推定が困難で、その上時間とともに変化していくもので、ほとんどのパラメータが 10 のべき乗程度の値としてしか推定できない。この結果、これらを総合して求められる生活圏に流入する放射性核種の量とその結果達成される濃度、最終的に線量として与えられる数値には大きな不確実性が付随する。

こうした不確かさあるいは発生確率については、たとえば頻度分布として表されるものであれば、中央値を用いたシナリオがより発生の可能性が高く、裾の値を用いたシナリオはより発生の可能性が低くなると考えられる。しかし、シナリオ中では地質環境の状態の変遷のように頻度分布として表わすことができないものが数多く含まれ、結局、シナリオの発生確率  $P_s$  は、中央値と偏差のように定量的な分布として示すことができない。

そこで、シナリオを、定性的に、分布の中央値に相当するようなシナリオ（基本シナリオ）、分布の裾までを包絡するようなシナリオ言い換えれば起こりそうかあるいは代表的なシナリオを保守的に覆うようなシナリオ（変動シナリオ）、起こりそうとは考えられないが、念のために考えておくべきシナリオ（稀頻度シナリオ）に分類し、それぞれのシナリオ群に対して、念頭に置いたリスク基準が満たされるように、めやすとなる線量（リスクを  $P_r$  で除した値）を設定しようというのが、線量／リスク分解アプローチである。ただし、ここで人間の行為により処分施設が擾乱を受けて引き起こされるシナリオについては、自然過程のように発生確率を論じることはできないので、別途人為事象シナリオとして扱う

こととしている。

シナリオをこのように分類すれば、それぞれのシナリオの発生確率との関連から、これらのシナリオにより、処分システムのどのような機能が評価されるか（評価の目的）が次のように関連付けられる。

- 1) 基本シナリオ；発生の可能性が高く、通常考えられるシナリオであり、過去及び現在の状況から、処分システム及び被ばく経路の特性並びにそれらにおいて将来起こることが確からしいと予見される一連の変化を考慮したものであり、処分システムの基本設計及びその方針について、その影響である線量が、可能な限り低く抑えられるように配慮されているかどうかを評価するために用いる。
- 2) 変動シナリオ；発生の可能性は低いが、安全評価上重要な変動要因を考慮したシナリオであり、処分システム及び被ばく経路並びにそれらにおける、基本シナリオで選定した以外の様々な変化における変動の範囲を網羅的に考慮したものである。処分システムの設計が様々な不確かさに対応しうるものであるか否かを確認するために、すなわち、そのような変動要因を考慮しても、放射性廃棄物処分の長期安全性に係る判断の「めやす」であって、国際的に共通になりつつある線量を超えないことに十分な合理性があることを確認するために用いる。
- 3) 稀頻度事象シナリオ；発生の可能性が著しく低い自然事象であり、想定される事象に対して、処分システムの設計が放射線防護上の観点からその影響を適切に緩和しうるものであるか否かを確認するために、すなわち、発生の可能性が低いと考えられるシナリオを想定してもなお残る不確かさの存在を勘案し、それを考慮しても、放射線防護上の特別な措置が必要となるものではないことを確認するために用いる。
- 4) 人為事象シナリオ；放射性廃棄物処分場の存在を認識できず偶発的に発生する人間活動による埋設施設及び埋設施設近傍の天然バリアの擾乱を想定したものであり、稀頻度事象シナリオと同様に、想定される事象に対して、処分システムの設計が放射線防護上の観点からその影響を適切に緩和しうるものであるか否かを確認するために、すなわち、人為事象を低減化させるための処分システムの設計や記録保存等の取組に対し、なお残る不確かさの存在を勘案し、それを考慮しても、放射線防護上の特別な措置が必要となるものではないことを確認するために用いる。

シナリオの設定においては、評価の目的すなわち何を評価しようとしているのかが重要となり、シナリオがその目的に沿って設定されているかが肝要である。シナリオを用いる安全評価では、将来起こることをやみくもに予想しよう（言い当てよう）としているのではなく、処分システムの基本設計が、将来起こるかもしれない様々な事柄に対して十分安全を確保するようその機能を発揮するかどうか、十分な準備ができているかどうかを評価

されるのである。

## 5. シナリオに対するめやすの設定

各シナリオの「めやす」をどのように設定するかは、処分システムからもたらされるリスクをどのように抑制しようとするかにかかっている。

その際には、次の点に留意することが重要となる<sup>9)</sup>。

- 適切な放射線管理が可能な管理期間と異なり、処分場の閉鎖後において管理を解くこと、すなわち基本的に安全規制を要しない段階に至ることの妥当性は、管理により達成されるのと同等のレベル以上の防護が、管理を受けない状態で、将来想定される様々な事象の発生・進展に対して受動的に達成されるという十分な見込みを示すことにより確認される。
- 余裕深度処分において対象とする廃棄物は、長寿命の放射性物質を含む廃棄物であり、上記の判断のためには、何万年、何十万年もの長期にわたる安全評価を行う必要がある。このため、長期の評価に伴う不確かさを考慮して、評価・判断方法と判断の「めやす」を設定する必要がある。
- 各シナリオの評価では被ばく線量を求めこれを「めやす」と比べることになるが、これは将来世代の健康障害への影響を議論しているのではなく、「めやす」を指標として処分システムの性能が、求める安全性のレベルを確保しているかどうかを判断するためである。

ICRP の新勧告<sup>10)</sup> においては、正当化、防護の最適化、線量限度の適用という 3 つの防護の基本原則を置き、防護の最適化は、経済的及び社会的要因を考慮して、被ばくの発生確率、被ばくする人の数、及び個人線量の大きさのいずれをも合理的に達成できる限り低く保つための線源関連のプロセスであり、防護の最適化は、一般的な事情の下で達成し得る最良策が実施されたかどうか、また線量を低減するために合理的であるような全てのことがなされたかどうかを問いかける、1 つの心構えであると述べている。また、ICRP の Publ. 81<sup>11)</sup>、IAEA<sup>12)</sup> および放射線審議会<sup>13)</sup> は、放射性廃棄物処分活動からの公衆構成員に対する線量拘束値について、約  $300 \mu\text{Sv/年}$  以下を超えない値を勧告しており、生涯リスクへの換算係数を用いて換算するとこれは  $10^{-5}$ /年のリスクに相当するとしている。リスク論的アプローチによるシナリオ分類に対する「めやす」は、これらを考慮において設定する必要がある。

### 基本シナリオ、変動シナリオのめやす

まず、ICRP、IAEA および放射線審議会の勧告している線量拘束値  $300 \mu\text{Sv/年}$  以下が、どのような発生確率のシナリオに対して要求されているのか、また防護の最適化による ALARA の努力はこの値とどのように関係しているのかを考えると、この値は、「安全評価

上考慮しなければならないシナリオ」、すなわち「起こりそうかあるいは代表的な」シナリオについて、これを超えないように（限度）として勧告されているものであり、ALARAによる最適化の努力はこれを出発点としてなされるものと考えられる。また、 $10^{-5}$ /年のリスクは、前に示した式の  $E \times Pr$  として計算されているもので、シナリオの発生確率までを考慮したリスクとは別物であることにも注意する必要がある。安全評価上考慮しなければならないシナリオ言い換えれば保守性を保証するシナリオとしては、発生確率が1より小さいものも考えなければならないので、シナリオの発生確率まで含めた場合、 $10^{-5}$ /年よりも低いリスクを要求していることとなる。すなわち、ICRP、IAEA および放射線審議会の勧告している線量拘束値  $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$  以下は、リスク論的シナリオ区分のアプローチにおいては、変動シナリオの満足すべき「めやす」に相当するものであると考えることができ、シナリオの発生確率までを考慮したリスクとして念頭に置くべき値としては、 $10^{-5}$ /年よりも低い値を考える必要がある。このような考察から、変動シナリオの「めやす」として、ICRP や放射線審議会により与えられている線量拘束値が選ばれている。

基本シナリオのめやすとしては、リスク論的考え方に従えば、変動シナリオに対する  $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$  より低い値が与えられなければならない。両者の発生確率の比によりめやすを設定することも考えられるが、変動シナリオの発生確率の裾がどのような点で選ばれているか定量化できないため、こうした設定をすることができない。したがって、この設定については、各パラメータの不確かさ、シナリオを用いた将来予測の不確かさを考慮することになる。各パラメータの不確かさは数万年から数十万年の時間の経過に従って一般に増大し、こうした推定の不確かさ、変遷の不確かさ等を考慮するとかなり大きく、これらのパラメータの結果への寄与は線形ではなく、その不確実性の結果の不確実性に対する寄与も複雑である。これを勘案して、余裕を見て変動シナリオの「めやす」であり、不利な条件でも超えてはならない線量拘束値に相当するリスクに比べて1桁程度低いリスクに相当するめやすを設定することを妥当と考えている。なおリスクから換算した線量として、 $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ 、 $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$ 、 $1 \text{mSv}/\text{年}$ 、 $10 \text{mSv}/\text{年}$ 、 $100 \text{mSv}/\text{年}$  等の値が「めやす」として与えられているが、これは安全評価の計算結果が、対数値をとって表わすと1桁程度の精度の信頼性しか得られないだろうことを勘案したものである（ $300 \mu\text{Sv}/\text{年}$  のみは線量拘束値をそのまま採用しているため  $100 \mu\text{Sv}/\text{年}$  と  $1 \text{mSv}/\text{年}$  の中間値となっている）。これをたとえば  $20 \mu\text{Sv}/\text{年}$  のようにすると、安全評価計算にもう1桁有効数字の大きい精度の計算を要求することになり、安全評価計算のステップを考えると、これは達成できない要求となると考えている。

基本シナリオのめやすとして  $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$  という線量の値が用いられているが、これは将来世代の健康障害への影響を議論しているのではなく、処分システムの設計された性能（インベントリ制限、地質環境の選定、人工バリアの設計等）が、求めるレベルを確保しているかどうかを判断するためである。すなわち



$$\text{リスク} = Q \times P_s \times F \times E \times P_r$$

のうちの、 $Q \times P_s \times F$  が十分低く抑制されているかどうかを判断するために評価するものであって、線量拘束値をもたらす放射性物質量の 1/10 程度まで生物圏への放射性物質の放出が抑制されるよう頑健に処分システムが設計されていることを確認するものである。計算結果としての線量は、放射性物質が生活圏に流入する際に大量の河川水で希釈され、生活圏に広く分散した結果としての影響を計算しているため、大変低いものとなっているが、これは実測される値ではなく、安全評価計算で示される指標としての意味を持っている。この安全評価では、線量に対する  $E \times P_r$  についてはこれらの積が一定とみなしており、シナリオ中で放射性物質の濃度が変化すれば、ある濃度で  $E \times P_r$  がゼロになるとは考えていない。

ここで求める頑健性がどの程度であれば十分であるかは、シナリオによる将来予測の信頼性に係っており、不均質な環境における放射性廃棄物極めて長期の予測に対してこの程度の頑健性が必要であるというのが安全委員会の判断である。

#### 稀頻度事象シナリオのめやす

稀頻度事象シナリオについては、「安全審査の基本的考え方」<sup>2)</sup>において、「その安全評価の結果が 10mSv/年を超えないこと、さらに保守的な条件設定を行った場合でも 100mSv/年以下となることを示すこと。」としている。この「めやす」については、ICRP 2007 年勧告<sup>10)</sup>で、放射線緊急事態による最も高い計画残存線量に対する参考レベルとして 20mSv～100mSv を推奨していることを考慮して、この参考レベルを参酌するとともに、長期のシナリオ想定に伴う不確かさに起因する当該安全評価の精度上の限界等を勘案して設定がなされている。すなわち、念のために考慮すべき稀頻度事象シナリオについても敢えて安全評価を行い、そのような状況においても、放射線防護上の特別の措置を必ずしも必要とする状況には至らないことを示すことを求め、「できるだけ確からしい想定に対して 10mSv 以下、不確かさを考慮した保守的な想定に対して 100mSv 以下であることを示すこと。」としている。

#### 人為事象シナリオのめやす

処分場に対する人間侵入の影響を評価する人為事象シナリオについては、安全委員会は、周辺住民と特定の接近者個人を区別することとしている。

周辺住民に対する影響については、IAEA の安全要件 SSR-5 (DS354)<sup>12)</sup> に述べられている「閉鎖後の偶発的な人間侵入の影響に関連して、このような侵入がサイトの周辺住民に 1mSv/y 未満の線量をもたらすと予想される場合には、人間侵入の確率を減らすことも、その影響を限定するための取組みも正当化されない。人間侵入がサイトの周辺住民に 20mSv/y を上回る線量をもたらすと予想される場合は代替となる処分のオプションが考

慮されるべき。1～20mSv/y が示される場合には、侵入確率の低減措置等の合理的取り組みが正当化される。」という記述に従い、「人間の行為を様式化した上で、それに関連して生じる自然過程の事象についてできるだけ確からしい想定と不確かさを考慮した保守的な想定を行って評価し、前者の想定に基づく周辺住民への影響については1mSv/年以下、後者の想定に基づく周辺住民への影響について10mSv/年以下であることを示すこと。」としている（20 mSv/y を10mSv/y としている理由は当該安全評価の精度上の限界等を勘案したものである）。ここで重要な考え方は、1～10mSv/y においては人間侵入の確率を減らすことやその影響を限定するための取組みを行うことであり、これを行っても上記基準を満足出来ない場合には、代替となる処分のオプションを検討することを求めている点である。余裕深度処分は、地層処分とは異なり、生活環境からの離隔が十分でない処分法であるので、このような人間侵入により周辺住民が有意な影響を受ける可能性がある場合は、深度を大きくすることやインベントリを減らすこと、あるいは処分施設の設計をより頑健にするなどの代替となるオプションを求めている。

一方、特定の接近者個人への影響については、稀頻度事象と同様、放射線緊急事態による最も高い計画残存線量に対する参考レベルを参酌して、「できるだけ確からしい想定に対して10mSv以下、不確かさを考慮した保守的な想定に対して100mSv以下であることを示すこと。」としている。

以上のように、シナリオ区分とそれぞれに対する「めやす」のセットによる安全評価の考え方は、処分場の管理を解くこと、すなわち基本的に安全規制を要しない段階に至ることの妥当性を判断するために、安全評価のために設定したシナリオにより求められる計算値を比較するための「めやす」として設定しようとするもので、パラメータや状態の設定として具体化されるシナリオ設定の妥当性と計算結果のめやすに対する適合性がセットとして評価・判断される。

これは、「この処分システムは通常考えられるシナリオに対しては、制限されるインベントリに対して、十分に低い「めやす」を超えない高い隔離、閉じ込め及び移行抑制機能を本来的に有していることを確認した上で、長期の将来予測に係るモデルやパラメータの変動やそれらの不確かさを考慮してシステムの変動を幅広く設定したシナリオに対する「めやす」を超えることはなく、さらに人為事象や極端な自然事象を考慮したシナリオに対してもこれらに対応して設定された「めやす」を越えることはない。」と主張しようとするものである。

すなわち、4区分のシナリオすべてに対してそれぞれの区分に対応する「めやす」を超えないことを一連の安全評価によって確認するという手続きをとることによって、安全評価に伴う将来の予測の不確かさを包絡しようという考え方である。

基本シナリオに対する「めやす」は、もたらされる線量の計算値がこれを超えれば危険

になるということではなく、この「めやす」を満足するようなシナリオの条件が選べるような処分システムの設計を求めるものである。基本シナリオによる評価で判断されるのは、結果が安全か危険かではなく、余裕深度処分システムの設計の是非すなわち、インベントリが適切に制限されているかどうか、安定な地質環境が選定されているかどうか、人工バリアシステムが適切に設計されているかどうかであり、これらの設計が適切であれば、処分システムは十分頑健であり、様々な変動条件に対して、線量拘束値等で示されている安全のレベルが確保できる十分確かな見通しがあると判断できるであろうことを意味している。

## 文献

- 1) 原子力安全委員会：余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方、平成 22 年 4 月 1 日 (2010)。
- 2) 原子力安全委員会：第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方、平成 22 年 8 月 9 日 (2010)。
- 3) IAEA, Classification of Radioactive Waste General Safety Guide, IAEA Safety Standard Series No. GSG-1 (2010)。
- 4) 原子力安全委員会：低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について、平成 19 年 5 月 21 日 (2007)。
- 5) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律：最終改正平成 21 年 7 月 3 日 法律第 69 号 (2009)。
- 6) 原子力委員会：現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方について、平成 10 年 10 月 16 日 (1998)。
- 7) 原子力安全委員会：放射性廃棄物処分の安全規制における共通的な重要事項について、平成 16 年 6 月 10 日 (2004)。
- 8) 原子力安全委員会：低レベル放射性廃棄物埋設に関する安全規制の基本的考え方（中間報告）、平成 19 年 7 月 12 日 (2007)。
- 9) 安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会資料 放廃第 27-2-2 号 (2009)。
- 10) ICRP Publ. 103, 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告 (2007)。
- 11) ICRP Publ. 81, 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告 (1999)。
- 12) IAEA, Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards, Draft Specific Safety Requirements No. SSR-5, DS354, International Atomic Agency (2010)。
- 13) 放射線審議会基本部会、放射線審議会基本部会報告書：放射性固体廃棄物埋設処分及びクリアランスに係る放射線防護に関する基本的考え方について、平成 22 年 1 月 19 日 (2010)。