

長半減期低発熱放射性廃棄物の地層処分の  
基本的考え方

- 高レベル放射性廃棄物との併置処分等の技術的成立性 -  
(案)

平成18年2月28日

原子力委員会

長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会

## 目 次

第1章	はじめに	1
第2章	検討の前提となるこれまでの報告、制度整備等	3
2-1.	「基本的考え方」における地層処分に関する検討結果	3
2-2.	地層処分の安全確保の考え方に関する報告等	4
2-3.	処分事業の実施主体のあり方、国の関与のあり方に関する検討及び制度整備等	5
第3章	検討の内容	7
3-1.	地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分	7
3-2.	仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分	16
3-3.	「基本的考え方」に示された技術開発課題に対する取組状況	17
第4章	結論	20
4-1.	地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分の技術的成立性	20
4-2.	仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分の技術的成立性	21
4-3.	今後の取組	21
第5章	おわりに	24

（付録1）長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会の開催実績

（付録2）長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会委員名簿

（付録3）原子力政策大綱（平成17年10月11日、原子力委員会決定）の関連部分抜粋

参考資料

主な用語解説

## 第1章 はじめに

原子力委員会は、再処理施設やウラン-プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料加工施設の操業・解体に伴って発生する長半減期低発熱放射性廃棄物<sup>（注1）</sup>について、旧核燃料サイクル開発機構（現：日本原子力研究開発機構）と電気事業者が平成12年3月に作成した「TRU廃棄物処分概念検討書」（以下、「第1次TRUレポート」という。）を評価して、その処分の安全を確保することが可能との考えを示した「超ウラン核種を含む放射性廃棄物の処理処分の基本的考え方について」（平成12年4月、原子力委員会決定）（以下、「基本的考え方」という。）を取りまとめた。この「基本的考え方」は、その上で、この処分の実施に向けて検討を深めるべき技術開発課題として、処分施設設計の合理化と詳細化並びに安全評価の信頼性向上に役立つ試験データの取得や特有な現象のより正確な把握と評価モデルの構築等を提示した。旧核燃料サイクル開発機構と電気事業者は、これらの課題に取り組み、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の地層処分に関する研究成果も活用して、平成17年9月に「TRU廃棄物処分技術検討書 - 第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ -」（以下、「第2次TRUレポート」という。）を作成公表した。

原子力委員会は平成17年10月11日に決定した「原子力政策大綱」において、「発生者等の関係者が処分のための具体的な対応について検討中の放射性廃棄物の処理・処分については、情報公開と相互理解活動による国民及び地域の理解の下、具体的な実施計画を速やかに立案、推進していくことが重要である。」として、長半減期低発熱放射性廃棄物のうち地層処分を行うべき放射性廃棄物について、以下の基本的考え方を示した。

地層処分が想定される長半減期低発熱放射性廃棄物を高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と併置処分することが可能であれば、処分場数を減じることができ、ひいては経済性が向上することが見込まれる。このため、国は、事業者による地層処分が想定される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場合の相互影響等の評価結果を踏まえ、その妥当性を検討<sup>（注2）</sup>し、その判断を踏まえて、実施主体のあり方や国の関与のあり方等も含めてその実施に必要な措置について検討を行うべきである。

海外再処理に伴う低レベル放射性廃棄物は、今後、仏国及び英国の事業者から順次返還されることになっている。このうち、仏国の事業者から

（注1）原子力政策大綱では、「超ウラン核種を含む放射性廃棄物」（TRU廃棄物）とあるのを、「長半減期低発熱放射性廃棄物」と置き換えている。

は、地層処分が想定される低レベル放射性廃棄物のうち、低レベル廃液の固化方法をアスファルト固化からガラス固化へ変えることが提案されている。英国の事業者からは、低レベル放射性廃棄物のうち、地層処分が想定されるセメント固化体と管理処分が適当とされる雑固体廃棄物とを、それらと放射線影響が等価な高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に交換して返還することが提案されている。これらの提案には、国内に返還される廃棄物量が低減し、それに伴い輸送回数が低減すること及び海外から返還される低レベル放射性廃棄物の最終処分までの我が国における貯蔵管理施設の規模が縮小できる等の効果が見込まれる。このため、国は、事業者の検討結果を受け、仏国提案の新固化方式による廃棄体の処理処分に関する技術的妥当性や、英国提案の廃棄体を交換する指標の妥当性等を評価<sup>(注2)</sup>し、これらの提案が受け入れられる場合には、そのための制度面の検討等を速やかに行うべきである。

そこで、原子力委員会は、「基本的考え方」に示した地層処分に関して追加の検討を行うため、長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会（以下、「本検討会」という。）を設置し、以下の事項の専門的な検討を行うよう指示した。

- 1 .地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分の技術的成立性
- 2 .仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分の技術的成立性

本検討会は、「第2次TRUレポート」に示された技術的知見及びこれまでのその他の知見を基に、これらの課題について検討を行った。

この報告書（案）は、本検討会の第1回から第4回会合までの審議内容を取りまとめたものであり、5章から構成されている。序章である本章に続く第2章に「検討の前提となるこれまでの報告、制度整備等」、第3章に「検討の内容」、第4章に「結論」を述べ、第5章「おわりに」で結んでいる。また、付録1に長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会の開催実績、付録2に委員名簿及び付録3に原子力政策大綱の関連部分抜粋を記載している。

なお、本報告書（案）を読まれる方の便に供するため、参考資料及び関連する主な用語解説を添付した。

(注2) 下線部は本検討会での検討事項を示す。なお、英国提案の廃棄物交換による返還については、交換によって返還されるガラス固化体は従来のものと同一仕様であることから、技術的成立性に関する検討を必要としないので、総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会において、廃棄体を交換する指標の妥当性や提案を受け入れるとする場合に必要な制度等について検討中である。

## 第2章 検討の前提となるこれまでの報告、制度整備等

### 2-1. 「基本的考え方」における地層処分に関する検討結果

平成12年4月に原子力委員会がとりまとめた「基本的考え方」は、長半減期低発熱放射性廃棄物の処分方法について、安全を確保して管理処分（浅地中ピット処分、余裕深度処分）及び地層処分を適用できる可能性を示した。今回の検討に当たっては、この「基本的考え方」を前提として検討を行うことになるので、以下にそのうち地層処分に関する主要な検討結果を要約する。

#### (1) 地層処分の安全性

地層処分の検討対象とする廃棄物は、アルファ核種濃度が一応の区分目安値（原子炉施設から発生する放射性廃棄物の浅地中ピット処分の埋設濃度上限値：1GBq/t）を若干超えるものから数千 GBq/t に及ぶものまで幅広い範囲の長半減期低発熱放射性廃棄物としている。アルファ核種濃度が一応の区分目安値を超える廃棄物の一部については、余裕深度処分の適用可能性があると考えられるが、この処分方法が適用可能なアルファ核種濃度の上限値が決定されていないことから、アルファ核種濃度が一応の区分目安値を超える廃棄物（ハル・エンドピース等）を全て地層処分対象としたものである。また、半減期が長くかつ天然バリアへの吸着が小さいため地下水とともに移行しやすい放射性核種であるよう素-129(I-129)（半減期：約1600万年）を多く含む廃棄物（廃銀吸着材）を地層処分対象としている。

これらの廃棄物の特性を考慮して適切に分類し、各々のグループの特性に応じた人工バリアにより構成される処分概念及び廃棄体を比較的大きな地下空洞内にまとめて処分する処分施設概念を検討し、検討当時の技術で構築可能な処分施設概念の一例を提示している。

対象廃棄物の特性及び処分施設概念を考慮して、地下水移行シナリオにおいて考慮すべき現象（ガス発生、セメント・硝酸塩等による人工バリアや天然バリアの放射性核種移行抑制に与える影響）を、詳細な調査及び解析を行った結果を踏まえて整理している。

高レベル放射性廃棄物の地層処分の知見を利用して、対象廃棄物の地層処分に特有な現象の影響を考慮した地下水シナリオによる線量の試算に基づき、安全性の検討を実施している。

「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 - 」(平成11年11月、旧核燃料サイクル開発機構)(以下、「高レベルH12レポート」という。)を参考に行われた地下水移行シナリオによる線量の試算結果は、 $10^{-5} \sim 10^{-2}$  mSv/年程度となっており、これから安全を確保して地層処分を行うことが可能であると考えられている。試算結果によれば線量に与える影響が最も大きい放射性核種はI-129である。

以上の検討により、長半減期低発熱放射性廃棄物を安全に地層処分を行うことが可能との見通しを得たと結論している。

## (2)技術開発課題について

前述の結論は、処分方式の検討に当たって、検討当時に利用可能な技術的知見に基づいた施設設計を行い、この廃棄物の処分に特有な現象のいくつかについては、それまでの知見の範囲内で線量の試算結果が高めとなると考えられるモデルやデータを用いて評価して得られたものである。これらに関しては一層の技術的知見を得ることによって、より適切な評価を行うことが可能と考えられるので、今後は以下の技術開発課題について取り組むことが重要であるとしている。

処分施設設計の合理化・詳細化と安全性評価の信頼性向上に役立つ、対象廃棄物の処分に特有な現象(充填材等に使用されるセメントの変質、アルカリ性環境による緩衝材や岩石への影響、廃棄物に含まれる硝酸塩の影響、金属等の腐食によるガス発生)の解明

処分の合理化と安全性向上に役立つ、廃棄体によるよう素の閉じ込め性能向上を目指す研究

廃棄体に関するデータベースの整備充実及び廃棄体の品質管理・検認手法の整備

## 2-2. 地層処分の安全確保の考え方に関する報告等

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全確保については、旧核燃料サイクル開発機構が平成11年11月にそれまでの技術の現状と研究成果を基に「高レベルH12レポート」を作成公表したのに伴い、原子力委員会がこれを評価して「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価」(平成12年10月、原子力委員会決定)を取りまとめている。

地層処分の安全規制の考え方については、原子力安全委員会及び原子力安全・保安院が、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の処分スケジュールにしたがって順次策定する予定となっており、すでに、原子力安全委員会は、

「高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について（第1次報告）」（平成12年11月、原子力安全委員会）、「高レベル放射性廃棄物処分の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について」（平成14年9月、原子力安全委員会）及び低レベル放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物の安全規制における共通的な重要事項を示した「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、原子力安全委員会了承）を取りまとめている。長半減期低発熱放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方については現在検討中である。また、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会においては、これまで「高レベル放射性廃棄物処分の安全規制に係る基盤確保に向けて」（平成15年7月）を取りまとめるとともに、平成17年12月から同小委員会において、高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る安全規制制度の検討を開始している。

したがって、本技術検討会における技術的成立性の確認は、2-1.に示した「基本的考え方」で示された安全確保の考え方を基に、上記に掲げた地層処分に関する既存の報告である「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」等も参考にして行うこととした。

## 2-3. 処分事業の実施主体のあり方、国の関与のあり方に関する検討及び制度整備等

「基本的考え方」では、処分事業の責任分担のあり方、処分費用の確保などを検討し制度整備を図っていくことが必要であるとしており、それらについては順次検討が行われている。処分費用のうち、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物を含む海外から返還される低レベル放射性廃棄物及び六ヶ所再処理施設の操業・解体に伴って発生する低レベル放射性廃棄物の処分費用については、「原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律」（平成17年5月公布）によりこれを確保する制度が整備され、平成17年度から電気事業者による積立てが開始されている。

高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の地層処分については、既に平成12年6月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が公布され、同年10月に同法に基づいて処分実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立され、平成14年12月にはNUMOが全国市町村を対象に「高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域」の公募が開

始されている。また、上記の法律に基づいて、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の処分費用の積立てが電気事業者等により開始されている。



### 第3章 検討の内容

本検討会は、第1章「はじめに」に記載した、2つの課題を検討するに当たって、「第2次TRUレポート」の作成者から、そこに記載された「地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分」及び「仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分」の技術的検討内容についての説明を受け、これらの技術的成立性を検討・評価した。

作成者は「第2次TRUレポート」の作成過程において、国内の有識者（土木、地質、原子力等の各分野の専門家）及び国外の専門家〔スイス放射性廃棄物共同組合（Nagra）〕によるレビューを受け、関連する研究成果を国際的なワークショップ、原子力学会及び国際原子力機関（IAEA）の国際会議に報告し、公開の研究成果報告会を開催してその内容を一般に公開してきた。検討・評価の場には、これらの機会に得られた外部専門家等の指摘事項等を整理した「TRU廃棄物処分技術検討書 - 第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ - の外部レビューの結果」も提出されたので、参考にした。

#### 3-1. 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分

長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を近接して地層処分を行うに当たっては、地下に設けられるそれぞれの廃棄体の処分パネル等の施設の設計から処分に至る活動を、それぞれの処分領域の近傍に別の廃棄体の処分施設が存在しないとして進めても処分の安全確保の観点からは差し支えない距離だけ、それぞれの処分活動領域を離して行うことが考えられる。一方、適切な工夫を講ずることにより二つの処分施設の距離をこの距離よりも小さくすることも考えられる。「第2次TRUレポート」では、後者については将来の技術開発によりその知見が得られればそのような処分の対策も検討できると考えられるが、現時点ではその見通しが明確でないとして、前者の考え方によって併置処分を行うことに限定して、この距離、すなわち、必要十分な離隔距離を中心に技術的検討を行っている。本検討会は、この考え方を妥当として、その検討内容を評価した。

なお、今回の検討の対象とする地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物は、長半減期低発熱放射性廃棄物の余裕深度処分の埋設濃度の上限値が定

まっていないことから、引き続き「基本的考え方」に示した地層処分対象の廃棄物と同範囲のものとし、これを高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と同一の処分サイトに処分することについては当面の仮定として理解するとした。

## (1)相互影響因子

「第2次TRUレポート」は、長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の、それぞれの処分施設の存在が他方の施設からの放射性核種の移行挙動に影響を与える可能性のある因子（相互影響因子）を以下のように特定している。

### < 想定される相互影響 >

地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に比べると放射性物質濃度が比較的低いこと、ハル・エンドピースのように放射性物質の崩壊による発熱はあるが高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と比べて発熱量が小さいこと、硝酸塩や有機物を含有する廃棄体が含まれることなどの特徴を有する。また、その処分方式としては、それらの廃棄体をセメント系材料を比較的多く用いた処分坑道に処分することが考えられている。

この長半減期低発熱放射性廃棄物を高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と近接して処分する場合、それぞれの廃棄物の特性等を考慮すると、「熱」、「水理」、「応力」、「化学」、「放射線」に係る相互影響を考慮する必要がある。なお、ここで「水理」とは処分施設の建設に伴う地下水流動影響による処分サイト全体の水理条件への影響を指している。

### < 相互影響因子の抽出 >

これらに係る相互影響を考慮する観点から、具体的に影響が及ぶ範囲の評価を行うべき相互影響因子が以下のように特定されている。

「熱」については、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の方が長半減期低発熱放射性廃棄物より発熱量が大きいため、前者の熱が後者に伝わり、後者のうち自ら発熱するハル・エンドピース周辺のセメントの温度を上昇させてセメントの変質をもたらす可能性に注目するべきであるから、この温度の上昇について評価する。

「水理」については、処分サイトの放射性核種移行の評価で重要であるが、長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）

のそれぞれの処分施設が施設近傍の局所的な地下水流動を変化させても処分施設全体の平均的な水理条件を乱さないよう設置されれば、安全評価で注目する処分施設全体からの放射性核種移行挙動への影響は小さいと考えられることから、相互影響因子は選定しない。ただし、実際に処分サイトが決まった段階では、その場所の地質環境条件を考慮に入れた場の条件としての水理について具体的に検討するとしている。

なお、広域的な地下水流動という意味での「水理」は、他の相互影響、例えば「化学」に係る影響の拡がり进行评估する際の入力条件となるのは当然である。

「応力」については、処分坑道間が近接しすぎると相互干渉による応力が増加し、崩落等が生じる可能性があるが、応力の影響範囲は処分坑道近傍に限定的であると考えられることから、相互影響因子として選定しなくてよい。ただし、それぞれの施設設計の際には施設の健全性確保の観点から施設の併置状況を適切に考慮するべきは、当然である。

「化学」については、長半減期低発熱放射性廃棄物に含まれる有機物（アスファルト、廃溶媒、セルロース）、硝酸塩の他、処分施設に広範に使用されるセメント系材料と地下水が反応し高アルカリ性となること、セメント起源のコロイド、金属の腐食等に起因するガス、微生物などの影響が注目される。これらについては、発生源側の長半減期低発熱放射性廃棄物の処分施設内での放射性核種移行への影響を評価し、その影響が小さいとわかれば、処分施設外へのその影響は考慮する必要がない。一方、処分施設内において放射性核種移行への影響が小さくないとわかったものについては、それが施設外に拡がって高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）処分施設の放射性核種移行に影響を与える可能性を検討する必要があるため、その化学物質の拡がり进行评估する必要がある。

- a. 有機物のうちアスファルト及び廃溶媒については、それらが放射性核種移行に影響を与える錯体を形成する能力が小さいため、有意な影響を与えないと考えられる。一方、有機物のうちセルロースは、イソサッカリン酸（ISA）に分解すると、錯体形成により放射性核種の収着性（吸収・吸着性）に影響を与える可能性があるため、処分施設内（ハル・エンドピースを含む廃棄体グループ2）での収着分配係数への影響を考慮している。そこで、これの施設外への拡がりを検討する必要がある。
- b. 硝酸塩は間隙水が高いイオン強度となって放射性核種とイオン競合を生じることによりベントナイト及び母岩の放射性核種の収着性等へ影響を与える可能性があり、また、酸化性化学種の硝酸イオンに

より、酸化性雰囲気が形成され放射性核種の収着性等に影響を与え、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）のオーバーパック（炭素鋼）の局部腐食挙動に影響を与える可能性がある。高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）周辺には炭素鋼等の多くの還元性物質があるので酸化性雰囲気の形成による放射性核種の収着性等への影響は考えにくい、長半減期低発熱放射性廃棄物内（硝酸塩を含む廃棄体グループ3）ではイオン競合及び酸化性雰囲気の形成の可能性があるため放射性核種の収着分配係数などへの影響を考慮している。そこで、硝酸塩の施設外への拡がりを検討する必要がある。

- c. セメント系材料との反応により高アルカリ性となった地下水（以下、「高アルカリ性地下水」という。）は、化学環境場を変化させ、放射性核種移行及び人工バリア材の安定性に影響を与える可能性があるため、処分施設内において高アルカリ性環境下での収着分配係数等への影響を考慮している。そこで、これの施設外への拡がりを検討する必要がある。
- d. セメント起源のコロイドは、処分施設内は高アルカリ性環境下であるため凝集沈殿するので濃度に上限があり、しかもその濃度では放射性核種移行への影響は小さい。また、このコロイドはベントナイトによりろ過されると考えられるので、放射性核種移行への影響は廃棄体定置場所近傍に限定的であると考えられる。そこで、これは相互影響因子としては選定しなくてよい。
- e. 金属の腐食等に起因するガスは、それ自体は放射性核種の移行媒体となるものではないが、これによる処分施設内圧の上昇によって、放射性核種を含んだ水が押し出され局所的に放射性核種移行を早める現象は考慮される。ただし、その影響は廃棄体定置場所近傍に限定的であると考えられることから、相互影響因子としては選定しなくてよい。
- f. 微生物は、その活動により生成する炭酸などが化学環境場を変える可能性があるが、その活動による放射性核種移行への影響は廃棄体定置場所近傍に限定的であると考えられることから、これは相互影響因子として選定しなくてよい。

以上のことから、「化学」については、長半減期低発熱放射性廃棄物に含まれるセルロースの分解生成物である有機物（イソサッカリン酸）、硝酸塩、高アルカリ性地下水の処分施設外への拡がりを評価する。

「放射線」については、廃棄物に存在する放射性物質質量から判断して、当該廃棄物の人工バリアの性能を損なう可能性は考えにくいこと、たとえ、それがあっても、構造物による遮へい効果があるため、その影響範囲

は廃棄体定置場所近傍に限定的であると考えられることから、相互影響因子としては選定しなくてよい。

本検討会は、我が国で想定される地質環境条件において長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の処分施設を併置して地層処分する場合、処分される廃棄物に係る「熱」、「有機物(イソサッカリン酸)」、「硝酸塩」及び「高アルカリ性地下水」の影響が各処分場の外側に及ぶので、この併置処分の実現性を検討するためには、これらの因子について影響範囲を定量的に解析・評価する必要があるとしているのは、適切と考える。

## (2) 影響範囲の評価方法

「第2次TRUレポート」は、上の因子の影響範囲の評価方法を以下のとおりとしている。

長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の両施設の配置は、それぞれの相互影響因子による放射性核種移行への影響を十分小さくし、それぞれの施設に係る線量評価に影響を与えない配置になるようにする。そのための代表的な配置として長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)のそれぞれの処分地下施設が同一平面上にあり、地下水の流向に平行に設置されているものを想定する。そして、それぞれの相互影響因子について、時間経過に伴う影響範囲の空間的拡がりを解析により評価する。

この影響評価に使う地質環境条件としては、「高レベルH12レポート」で示された我が国の地下深部に関するデータを基に、代表的と考えられる条件として岩盤(堆積岩、結晶質岩)透水係数( $10^{-8} \sim 10^{-10}$  m/s)、動水勾配(0.01)等を設定し、また、その他の条件についても「高レベルH12レポート」等に基づき保守的に設定し解析する。

本検討会は、上記の両処分施設の配置について、実際の処分サイトでは、その地質環境条件等に応じた柔軟な配置が検討されることになるが、上に定めた因子の影響範囲の評価のためには、これを代表的な配置であることは適切と考える。また、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の処分にに関する研究において評価された条件をこの影響範囲の評価の際の地質環境条件として採用することは適切と考える。

## (3) 相互影響範囲の評価

「第2次TRUレポート」では、影響範囲の拡がりを以下のとおり評

価している。

a. 「熱」の影響範囲

高レベル放射性廃棄物( ガラス固化体 )からの発熱による長半減期低発熱放射性廃棄物( 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物の中で発熱量が比較的大きいハル・エンドピースの廃棄物 )の温度の時間経過に伴う変化を2次元伝導伝熱解析により評価した。解析の結果、高レベル放射性廃棄物( ガラス固化体 )処分地下施設から約 50m 以遠では、国内外の知見に基づき定めた、セメント系材料の熱変質により放射性核種の収着性に影響を与える可能性が生じない温度である 80℃ 以下となった。

b. 「有機物」の影響範囲

長半減期低発熱放射性廃棄物に含まれるセルロースの分解生成物であるイソサッカリン酸( ISA )の濃度の時間経過に伴う空間的な拡がりを均質多孔質媒体モデルの2次元物質移行解析により評価した。解析の入力条件として、保守的に廃棄物に含まれる可能性があるセルロースがすべて ISA になると仮定した。解析の結果、長半減期低発熱放射性廃棄物処分地下施設から上流側及び横方向約 20m 以遠においては、国内外の知見に基づき定めた、母岩の放射性核種の収着性に影響を生じない ISA 濃度である  $1 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$  (mol/l) 以下となった。

c. 「硝酸塩」の影響範囲

長半減期低発熱放射性廃棄物に含まれる硝酸塩は、国内外の知見に基づけば、間隙水が高いイオン強度となって放射性核種の収着性等へ影響を与える可能性があり、また、酸化性化学種の硝酸イオンにより高レベル放射性廃棄物( ガラス固化体 )の放射性核種の移行挙動やオーバーパックの局部腐食挙動に影響を与える可能性がある。前者の間隙水のイオン強度上昇による影響については  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  (mol/l) 以下であれば影響はないとされている。また、後者の硝酸イオンによる影響については、高レベル放射性廃棄物( ガラス固化体 )周辺には炭素鋼等の多くの還元性物質があるため放射性核種の収着性等への影響は考えにくい、オーバーパックの局部腐食挙動については、放射線分解による酸化種生成からの局部腐食の影響と同等以下であることを目標に局部腐食が起こる原因とならない濃度以下にすることが適切としている。この濃度は  $4.5 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  (mol/l) とされている。ここでは、保守的にこの値の約 5 分の 1 の  $1 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  (mol/l) を判断の目安とし、硝酸塩濃度の時間経過に伴う空間的な拡がりを均質多孔質媒体モデルの2次元物質移行

解析により評価した。その結果、長半減期低発熱放射性廃棄物処分地下施設から上流側及び横方向約 300m 以遠においては、硝酸塩濃度がこの目安値以下となった。

ただし、「高レベルH 1 2 レポート」に示されている高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の容器（オーバーパック）に期待されている放射性核種の閉じ込め期間は約 1,000 年であるのに対して、硝酸塩がこのような濃度で約 300m まで拡がるのに要する期間は約 100,000 年つまり、これの約 100 倍となっていることに注意する必要がある。

d. 「高アルカリ性地下水」の影響範囲

長半減期低発熱放射性廃棄物処分施設では、坑道支保や充填材で使用するセメント系材料に地下水が浸透し、セメント水和物中の Na、K、Ca 等が地下水に溶解することにより、高アルカリ性（pH が 12.5 以上）となる。この高アルカリ性地下水が、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の人工バリアであるベントナイト、ガラス固化体の成分の溶解速度やオーバーパックの腐食挙動へ影響を与える可能性がある。国内外の知見に基づけば pH が 11 以下であれば、このような影響を及ぼさないもので、これを判断の目安としている。高アルカリ性地下水による pH の時間経過に伴う空間的な拡がり均質多孔質媒体モデルの 1 次元物質移行 - 地球化学連成解析により評価した。解析の結果、長半減期低発熱放射性廃棄物処分地下施設から上流側及び横方向約 30m 以遠においては、pH がこの目安値以下となった。

e. 相互影響範囲の時間的变化は、100,000 年程度以内でその影響範囲が縮小するか、あるいはそれ以上の期間を評価する必要がない、という結果を示している。この値は「高レベルH 1 2 レポート」に示された「天然現象の活動やその影響が十分小さいと期待でき、地質環境の変化が概ね一定と見通せる程度の期間」と考えられる。

上記の a ~ d のそれぞれの相互影響因子について評価した結果、その影響範囲が最も遠方まで及ぶのは硝酸塩であること、その場合でも、それぞれの地下施設間が約 300m あればその影響は十分小さいと分かった。ただし、この値は相互影響の対象である高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）のオーバーパックに期待される閉じ込め期間である約 1,000 年に比べて保守的に約 100,000 年先までの硝酸塩の拡がり評価して得られた影響範囲に基づくものであり、今後の高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）等での技術的知見が深まれば、この大きさの保守性が必要かどうかの再検討によりこの距離を小さくできる可能性も考えられる。ま

た、実際の処分サイトにおいては、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の場合と同様、多様な地質環境条件に応じて、適切な離隔距離を考慮した処分地下施設の配置（立体配置、別岩盤配置）工学的対策（プラグ等）など有効な措置を組み合わせることで影響の拡がりを十分小さくする対応も可能と考えられる。

本検討会は、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を併置処分する場合、それぞれの処分地下施設の処分パネル間に約 300m の離隔距離をとることにより、それぞれの施設間の相互影響を十分小さくすることが可能であるとの評価は妥当と考える。また、「第 2 次 T R U レポート」では、複数の相互影響因子の重ね合わせ影響については解析・評価されず、個々の因子による影響評価に代表させているが、仮に因子間の相互影響があった場合でも、既に有機物のセルロースから分解生成する ISA の収率は保守的に 100% と設定する等評価条件に包含されること、あるいはそれぞれの因子が他の因子に与える影響の範囲や程度は限定的と考えられることから、それらの影響については施設設計時に適切に考慮されることは必要であるが、この結論を変えることはないと判断する。

また、「第 2 次 T R U レポート」では、長半減期低発熱放射性廃棄物の処分施設においては、廃棄体の性状及び特性を踏まえて廃棄体をグループ化し、グループ毎に適切に人工バリアを設置した比較的大きな空洞内に処分し、かつ、熱、力学、硝酸塩の拡がりなどを考慮に入れた配置を例として想定している。その結果、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体 4 万本相当）処分の地下施設は約 2km（横）×約 3km（縦）〔結晶質岩、深度 1,000m の検討事例〕の広がりであるのに比べ、長半減期低発熱放射性廃棄物の処分の地下施設は約 0.6km（横）×約 0.4km（縦）〔結晶質岩、深度 1,000m の検討事例〕程度の広がりであり、それぞれの地下施設間の離隔距離として約 300m（0.3km）をとったとしても、地層処分施設に必要な面積を大きく増加させるものではないと考える。

なお、硝酸塩が拡散し約 300m 離れた高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の容器（オーバーパック）に影響を及ぼすに至るには約 100,000 年の期間が必要と評価されているが、これはオーバーパックに期待されている閉じ込め期間（約 1,000 年）の約 100 倍となっていることから、約 300m は保守的な評価に基づく距離であると考えられる。

また、この離隔距離に関する解析結果は、代表的と考えられる条件でそれぞれの施設間の相互影響を十分小さくする際の値であるため、確保すべき距離として固定的に定める性格のものではなく、今後処分サイトが決まればそ



の地質環境に応じた施設の設計及び相互影響評価により設定されるべきものであると考える。

(4) 併置処分が調査、建設、操業、閉鎖、管理等の工程等に与える影響

「第2次TRUレポート」においては、併置処分が調査、建設、操業、閉鎖、管理等の工程等に与える影響を以下のとおり検討している。

- a. 長半減期低発熱放射性廃棄物処分施設と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)処分施設では、それぞれの施設の構造及び建設・操業期間が異なる可能性があるが、調査、建設、操業、閉鎖、管理等の全体的な事業の流れは共通である。
- b. また、廃棄体、人工バリアの仕様の違いから建設、操業、閉鎖についてはそれぞれ独立したエリアで行われることになるので、それぞれが互いに影響を及ぼす可能性は小さい。
- c. したがって、両処分施設を同一処分サイトで処分することによりそれぞれの各段階(調査、建設、操業、閉鎖、管理等)に大きな影響を与えることはない。

本検討会は、長半減期低発熱放射性廃棄物処分施設と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)処分施設を併置する場合に、調査、建設、操業、閉鎖、管理等の各段階に大きな影響を与えることはないと考える。

(5) 諸外国における長半減期低発熱放射性廃棄物の処分方法

「第2次TRUレポート」では、諸外国における長半減期低発熱放射性廃棄物の処分方法について、以下のとおり、調査し今回検討の参考としている。

スイス、仏国、ベルギー、英国及びドイツは、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物に相当する放射性廃棄物を高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体・使用済燃料)と同一サイトで処分することを計画又は検討している。各国とも、具体的な処分はまだ開始されていないが、各国における相互影響に関する検討内容は、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体・使用済燃料)から発熱、長半減期低発熱放射性廃棄物からの有機物及び高アルカリ性地下水であり、スイス、仏国、英国はそれを評価して配置上数百メートル程度の離隔距離として計画又は検討している。ベルギーについては離隔距離を今後検討するとしており、ドイツについては配置が未定である。

なお、米国では、ニューメキシコ州の WIPP (廃棄物隔離パイロット事業) 処分場で長半減期低発熱放射性廃棄物に相当する放射性廃棄物(軍用施設から排出された廃棄物)の処分を既に開始し、高レベル放射性廃棄物(ガラ

ス固化体・使用済燃料)はネバタ州のユッカマウンテン処分場での処分を計画している。

本検討会は、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物に関して今後も技術開発、処分施設の設計等の知見や成果の向上を図っていく上で上記の国々と情報交換等をして技術共有を図ることが重要であると考えている。

### 3-2. 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更(低レベル放射性廃棄物ガラス固化体)に伴う処分

「第2次TRUレポート」では、仏国から返還される低レベル放射性廃棄物の中には、仏国再処理事業者である COGEMA 社の再処理施設 UP2-400 の廃止措置に伴う洗浄廃液を発生源とする廃棄物があり、その固化体は高レベル放射性廃棄物のガラス固化体と同じ形状で製造される予定であるとしている。

「基本的考え方」では、仏国から返還される低レベル放射性廃棄物はビチューメン固化体(アスファルト固化体)を想定していたため、「第2次TRUレポート」を基に、ビチューメン固化体と低レベル放射性廃棄物ガラス固化体とを比較して、処分に対して影響する以下の項目の検討を行っている。

#### (1)固化体の安定性

ビチューメン固化体と低レベル放射性廃棄物ガラス固化体との処分に関する物性を比較した結果、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体はビチューメン固化体より力学的、熱的及び耐放射線性の観点での耐性があり、またガラスの網目構造中に放射性核種を保持することから、放射性核種の閉じ込め性が優れているとしている。

#### (2)地層処分への影響

処分施設設計の観点からは、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体はガラス固化されているものの、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)と異なり閉じ込め機能を有するオーバ-パック(炭素鋼)がないため、硝酸塩の影響は検討する必要がないが、高アルカリ性地下水の影響を避け、かつ廃棄体周囲に低透水性のベントナイト系材料を設けた人工バリア構成とすることが考えられるとしている。返還される低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は現時点での電気事業者の試算では約28本と少量であることから、長半減期低発熱放射性廃棄物処分施設内の比較的小断面積の処分坑道に処分することが可能である。

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は、ビチューメン固化体に含まれている硝酸塩を含んでいないため、廃棄体内部からの硝酸塩の影響を排除した線量評価が可能である。さらにビチューメン固化体の線量試算では放射性核種が瞬時に放出するモデルを用いていたが、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は固型化材料が高レベル放射性廃棄物と同様のほうけい酸ガラスであることから、高レベル放射性廃棄物のガラス固化体と同様に浸出モデルの適用が可能である。これらを考慮した線量評価では、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体はビチューメン固化体に比べ線量が約1桁程度減少すると考えられ、地層処分を行う廃棄物の処分全体に影響を与えないと考えられる。

本検討会は、仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態である低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は、他の放射性廃棄物の処分全体に影響を与えないことから、地層処分の技術的成立性があると考ええる。

### 3-3. 「基本的考え方」に示された技術開発課題に対する取組状況

旧核燃料サイクル開発機構と電気事業者は、「基本的考え方」に示された長半減期低発熱放射性廃棄物の処分に特有な現象に関する技術開発課題等に対して取り組み、「第2次TRUレポート」にその成果を以下のとおりまとめている。

なお、この成果は3.1.及び3.2.に記載された技術評価において用いられている。

#### (1) セメントの変質

充填材等に使用されるセメントが時間の経過とともに地下水と接触してセメント自体が変質する現象については、「第1次TRUレポート」では粉碎したセメントペースト硬化体の浸出試験結果に基づきセメントの長期挙動を検討したが、解析に当たっては保守的に初期から変質しているものと仮定した。「第2次TRUレポート」ではセメントペースト硬化体（ブロック形状）の通水に伴う変質試験によりpH変化や間隙率の変化に伴う透水性及び力学特性に関わるデータ等を取得した結果、変質に伴う透水性や強度の変化を考慮した物質移行データを設定して、人工バリアの長期間安定性の評価が可能となった。

#### (2) アルカリ/ベントナイト/岩反応

充填材等に使用されているセメントの成分が溶け出すことによりアルカリ性となった地下水が周辺に拡がり、緩衝材（ベントナイト系材料）や岩と反

応する現象については、「第1次TRUレポート」ではデータ不足により定量的評価ができなかったが、「第2次TRUレポート」では以下のとおり評価が可能となった。

アルカリ性成分と緩衝材(ベントナイト系材料)との反応については、アルカリ性環境下におけるベントナイトの構成鉱物(モンモリロナイト)の溶解速度に関わるデータの取得や二次生成鉱物(評価上ゼオライトとして設定)の組合せ及びアルカリ性環境下における熱力学データを整備した結果、人工バリアの長期間安定性の評価が可能となった。

アルカリ性成分と岩との反応については、アルカリ性環境下における岩を構成する鉱物の反応を文献及び試験結果から調査し、化学反応と物質移行を連成した解析を実施した結果、アルカリ性成分による周辺岩盤への影響は施設近傍に止まることがわかり、放射性核種の移行経路全体に与える影響の評価が可能となった。

### (3) 硝酸塩挙動

プロセス濃縮廃液のアスファルト固化体等(廃棄体グループ3に区分)には硝酸塩が多量に含まれており、その硝酸塩が地下水に溶け出すことによる影響については、「第1次TRUレポート」ではその知見はほとんどなかったため、イオン強度の高い海水系の試験結果を参考に放射性核種の収着性への影響を評価した。「第2次TRUレポート」では、硝酸塩の影響を考慮した条件におけるセメントペースト硬化体に対する放射性核種の収着分配係数を取得し、硝酸塩条件下での放射性核種の移行挙動の評価が可能となった。また、硝酸塩の地下深部での化学形態の変化を考慮して、アンミン錯体の影響、ガス発生の影響並びに放射性核種の溶解度及び収着分配係数への影響の評価が可能となった。

### (4) ガス発生影響

金属の腐食等によるガスの発生の影響として、「第1次TRUレポート」では、既存の腐食実験によって取得された文献値より腐食速度を設定しガス発生速度を算出した。「第2次TRUレポート」では、腐食速度が小さいジルカロイやステンレス鋼について低酸素かつアルカリ性環境下でのガス発生速度を取得した。また、ガス発生機構として、金属の腐食、有機物の微生物分解及び放射線分解を考慮してガス発生量を算出し、処分システムにおけるより現実的なガスの移行解析を実施した結果、緩衝材(ベントナイト系材料)の健全性の評価が可能となった。

### (5) 放射性よう素の閉じ込め性能向上のための研究開発

よう素-129(I-129)は、半減期が長く、セメント系材料、ベントナイト系材料、母岩などへの収着性が小さく地中を移行しやすく線量評価上重要な放

放射性核種となっているため、「第1次TRUレポート」ではよう素固化処理技術の高度化を課題とした。「第2次TRUレポート」では、具体的なよう素固定化方法として8種類の固定化技術を調査し、開発の現状と取得されたデータを取りまとめた。そのうち4種類の固定化技術についてはよう素の放出抑制期間を10万年間以上にする可能性についての見通しを得た。

(6) 放射性炭素の閉じ込め性能向上のための研究開発

放射性核種濃度が地層処分対象廃棄物の中で比較的高いハル・エンドピース中に多く含まれる炭素-14(C-14)（半減期：約5700年）は、地下水とともに移行しやすいため、「第2次TRUレポート」では、C-14が十分減衰するまで閉じ込めるための2種類の廃棄体容器の開発の現状を取りまとめた。両容器ともC-14の閉じ込め期間を6万年（C-14の半減期の約10倍の期間）にする可能性についての見通しを得た。

本検討会は、「基本的考え方」に示された技術開発課題に対して、「第2次TRUレポート」における以上のような研究成果が得られていること、今後とも、具体的な処分実施に向けて、「地下深部の原位置でのデータ取得・確証」、「さらなる現象の解明や技術的知見の拡充」、「事業化技術の開発」及び「代替技術の開発」を研究開発項目として掲げていることを確認した。

## 第4章 結論

### 4-1. 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分の技術的成立性

(1) 「第2次TRUレポート」では、地質環境条件として既に評価された高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の地質環境条件が用いられており、長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の併置処分の安全性や相互影響の評価を行う上で、現時点の知見を反映した適切な設定がなされていると考える。

(2) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を併置処分する場合、それぞれの処分地下施設の処分パネル間に適切な離隔距離（解析結果によれば約300m）をとることにより、それぞれの施設間の相互影響を十分小さくすることが可能であると考ええる。

ただし、硝酸塩が拡散し約300m離れた高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の容器（オーバーパック）に影響を及ぼすに至るには約100,000年の期間が必要と評価されているが、これはオーバーパックに期待されている閉じ込め期間（約1,000年）の約100倍となっていることから、この約300mは保守的な評価に基づく距離であると考ええる。

また、この離隔距離に関する解析結果は、代表的と考えられる条件でそれぞれの施設間の相互影響を十分小さくする際の値であるため、確保すべき距離として固定的に定める性格のものではなく、今後処分サイトが決められればその地質環境に応じた施設の設計及び相互影響評価により設定されるべきものであると考える。

以上から、二つの処分施設の間にこの程度の離隔距離を設けることにより、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）とを相互に影響なく処分することができることから、このような併置処分方式は技術的に成立すると判断する。

なお、それぞれの施設が上に定義される離隔距離より近接して存在するような場合であっても、工学的対策や廃棄体の配置等の適切な工夫を講ずることにより安全で合理的な処分を可能とすることも将来の検討や技術開発により可能と考えられるが、現時点では検討を行っていない。

#### 4-2. 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分の技術的成立性

仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態である低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の地層処分については、他の放射性廃棄物の処分全体に影響を与えないことから技術的に成立すると判断する。

#### 4-3. 今後の取組

上述の技術的成立性の検討に当たっては、まだ詳細な技術的知見が得られていない事項については保守的に評価する等の対応がなされていることを確認し、あるいは実際のサイト決定時においてその地質環境に応じたデータを入力して評価すべきとした。しかしながら、長半減期低発熱放射性廃棄物の地層処分をより合理的に実施するためには、この廃棄物の特性等を踏まえ、継続的に技術開発を行い技術的知見の充実を図っていくことが重要である。また、所管行政庁においてこの処分事業のあり方、国の関与のあり方等の検討、並びに原子力安全委員会及び原子力安全・保安院における地層処分の安全規制の策定が進められることが重要である。

##### (1) 今後の技術開発について

「第2次TRUレポート」は、具体的な処分実施に向けた技術基盤整備の観点から、「地下深部の原位置でのデータ取得・確証」、「さらなる現象の解明や技術的知見の拡充」、「事業化技術の開発」及び「代替技術の開発」を行っていくことが有効としている。これらの技術開発については今後も継続的に、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性等に留意しつつ、諸外国との情報交換等による技術共有を図りながら、着実に取り組んでいくべきである。その際、地層処分に関する研究において、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と共通する点については効率的かつ効果的に研究開発を実施していくことが重要である。また、国、研究開発機関、発生者及び実施主体は、それぞれの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、廃棄物処理及び地層処分に係る研究開発を着実に進めていくことが重要である。

「第2次TRUレポート」の地層処分における線量試算結果は、諸外国の安全基準（0.1～0.3mSv/年）に比べ十分低いことが示されている。

しかし、長半減期低発熱放射性廃棄物特有の放射性核種のI-129やC-14については、半減期が長く、セメント系材料、ベントナイト系緩衝材、

母岩などへの収着性が小さく、地中を移行しやすいため、線量評価上の重要な放射性核種となっていることから、「第2次TRUレポート」に示された代替技術を含め、廃棄体からの放射性核種放出抑制及び放射性核種移行への影響緩和について、さらなる技術開発を継続的に実施することが重要である。

(2) 処分事業の実施主体のあり方、国の関与のあり方等について

本検討会は、「地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分」、及び「仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分」について、技術的な成立性があると判断した。したがって、「原子力政策大綱」が示したように、今後、所管行政庁において、実施主体のあり方や国の関与のあり方等を含めてその実施に必要な措置について検討を進めるべきである。また、仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）についても、これに係る提案が受け入れられる場合には、そのための制度面等の検討を速やかに進めるべきである。

その際には、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物も高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の地層処分同様に、長期的に安定な地質環境を選定するなど長期的安全確保対策を講ずることと安全評価等による安全確認を行うことにより、長期に亘って人間の生活環境から隔離し安全確保が図られることを確かにすることが必要である。このため、現行の高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に係る処分事業を参考としつつ、必要な制度の検討を進めることが重要である。

なお、今回の検討対象ではないRI・研究所等廃棄物（今回検討した旧核燃料サイクル開発機構の再処理施設及びMOX燃料取扱施設の操業・解体に伴って発生する放射性廃棄物を除く。）やウラン廃棄物等の一部について、今後の技術開発動向等により、地層処分相当とし、これらの廃棄物について、今回の検討結果等を参考に、事業者等が具体的な技術的検討を行うことも考えられる。その場合、所管行政庁は、その検討結果を踏まえ、今回対象とする廃棄物に関する議論も踏まえつつ、処分事業の実施主体のあり方、国の関与のあり方等を検討対象にすることが重要である。

(3) 地層処分の安全規制について

地層処分の安全規制については、第2章「検討の前提となるこれまでの報告、制度整備等」に示したとおり、原子力安全委員会及び原子力安全・保安



院が、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の処分スケジュールにしたがって順次策定する予定となっている。

したがって、地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物についても、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）と同じく地層処分であることから、これまで高レベル放射性廃棄物で策定した地層処分の安全規制の基本的考え方を踏まえ、長半減期低発熱放射性廃棄物の安全規制を順次策定することを期待する。

また、長半減期低発熱放射性廃棄物には地層処分以外に管理処分（浅地中ピット処分、余裕深度処分）できる廃棄物も多くあることから、これらの安全規制についても策定に向けた検討が引き続き行われることを期待する。

なお、その検討に際しては「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、原子力安全委員会了承）に示されているとおり、諸外国等の例を参考にしつつ、処分システムの防護機能に影響があるシナリオの発生可能性を考慮したリスク論的考え方を取り入れた規制の導入についても、処分に向けた活動のスケジュールを踏まえつつ、適宜に検討することを期待する。

## 第5章 おわりに

本検討会では、原子力委員会が検討を指示した課題である「地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）との併置処分」及び「仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴う処分」について、「第2次TRUレポート」に示された技術的知見及びこれまでのその他の知見を基に検討し、これらの技術的な成立性があると判断した。

これらを処分事業に実際に適用していくには、今後、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性等を踏まえ、継続的に技術開発を行い技術的知見の充実を図っていくこと、所管行政庁においてこの処分事業のあり方やそれに対する国の関与のあり方等の検討が進められる一方、原子力安全委員会及び原子力安全・保安院における地層処分に関する安全規制基準の策定が進められることが重要であるため、これらが着実に進められることを期待する。

なお、地層処分を行うべき長半減期低発熱放射性廃棄物を含む放射性廃棄物は、発生者の責任の下、安全かつ合理的に着実に処分される必要がある。したがって、各発生者は相互に密接に協力しながら、当該廃棄物の処分に関する諸制度の整備状況を踏まえ、具体的な処分計画を明確化するなどして、事業の推進に着実に取り組むことが重要である。また、処分事業が実施できるためには、処分が人々の安全を損なうものではないことについて国民との相互理解を図らなければならない。このため、国、事業者等は、その処分場の立地に向けて、国民に対する、長半減期低発熱放射性廃棄物に関する研究成果やその処分のための安全確保に関する取組等の的確な情報提供を引き続き実施することはもちろんのこと、処分に向けた安全の仕組みとそれが確実に実施されることについて国民に説明し意見交換して、相互理解の形成に寄与するリスクコミュニケーション活動を行うことが重要である。

( 付録 1 )

長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会の開催実績

1. 長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会

原子力委員会の長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会は、平成 17 年 10 月 22 日に原子力委員会決定した以下の検討内容について、「超ウラン核種を含む放射性廃棄物の処理処分の基本的考え方」(平成 12 年 4 月、原子力委員会決定)の一部見直しにかかる専門的な検討を行った。

- (1) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物<sup>(注)</sup>と高レベル放射性廃棄物との併置処分の技術的成立性
- (2) 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物<sup>(注)</sup>の固化体形態の変更(低レベル放射性廃棄物ガラス固化体)に伴う処分の技術的成立性

2. 開催実績

・第 1 回(平成 17 年 11 月 28 日)

- (1) これまでの検討経緯等
- (2) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物との併置処分
- (3) 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更(低レベル放射性廃棄物ガラス固化体)に伴う処分

・第 2 回(平成 17 年 12 月 21 日)

- (1) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物との併置処分
- (2) 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更(低レベル放射性廃棄物ガラス固化体)に伴う処分

・第 3 回(平成 18 年 1 月 25 日)

- (1) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物との併置処分
- (2) 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更(低レベル放射性廃棄物ガラス固化体)に伴う処分
- (3) 論点の整理(案)

・第 4 回(平成 18 年 2 月 20 日)

- (1) 地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物との併置処分

(注)「超ウラン核種を含む放射性廃棄物」とあるのを、「長半減期低発熱放射性廃棄物」と置き換えている。

- (2) 仏国から返還される長半減期低発熱放射性廃棄物の固化体形態の変更  
（低レベル放射性廃棄物ガラス固化体）に伴い処分
- (3) 報告書（案）

( 付録 2 )

長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会委員名簿

座長	小佐古 敏荘	東京大学大学院工学系研究科教授
	岩川 眞由美	放射線医学総合研究所フロンティア研究センター 第3研究グループグループリーダー
	岡本 浩一	東洋英和女学院大学人間科学部教授
	楠瀬 勤一郎	(独)産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 地質バリア研究グループ長
	佐藤 正知	北海道大学大学院工学研究科教授
	中野 政詩	東京大学名誉教授、ソイルサイエンス総合研究所代表
	長崎 晋也	東京大学大学院工学系研究科教授
	藤川 陽子	京都大学原子炉実験所助教授
	山崎 晴雄	首都大学東京都市環境学部地理学教室教授

計 9 名

( 平成 18 年 2 月時点 )

( 付録 3 )

原子力政策大綱 ( 平成 17 年 10 月 11 日、原子力委員会決定 ) の関連部分抜粋

2 - 3 . 放射性廃棄物の処理・処分

2 - 3 - 1 . 地層処分を行う放射性廃棄物

( 2 ) 超ウラン核種を含む放射性廃棄物のうち地層処分を行う放射性廃棄物

低レベル放射性廃棄物のうち超ウラン核種を含む放射性廃棄物 ( 以下「 T R U 廃棄物」という。 ) の中には地層処分が想定されるものがある。地層処分が想定される T R U 廃棄物を高レベル放射性廃棄物と併置処分することが可能であれば、処分場数を減じることができ、ひいては経済性が向上することが見込まれる。このため、国は、事業者による地層処分が想定される T R U 廃棄物と高レベル放射性廃棄物を併置処分する場合の相互影響等の評価結果を踏まえ、その妥当性を検討し、その判断を踏まえて、実施主体のあり方や国の関与のあり方等も含めてその実施に必要な措置について検討を行うべきである。

また、海外再処理に伴う低レベル放射性廃棄物は、今後、仏国及び英国の事業者から順次返還されることになっている。このうち、仏国の事業者からは、地層処分が想定される低レベル放射性廃棄物のうち、低レベル廃液の固化方法をアスファルト固化からガラス固化へ変えることが提案されている。英国の事業者からは、低レベル放射性廃棄物のうち、地層処分が想定されるセメント固化体と管理処分が適当とされる雑固体廃棄物とをそれらと放射線影響が等価な高レベル放射性廃棄物 ( ガラス固化体 ) に交換して返還することが提案されている。これらの提案には、国内に返還される廃棄物量が低減し、それに伴い輸送回数が低減すること及び海外から返還される低レベル放射性廃棄物の最終処分までの我が国における貯蔵管理施設の規模が縮小できる等の効果が見込まれる。このため、国は、事業者の検討結果を受け、仏国提案の新固化方式による廃棄体の処理処分に関する技術的妥当性や、英国提案の廃棄体を交換する指標の妥当性等を評価し、これらの提案が受け入れられる場合には、そのための制度面の検討等を速やかに行うべきである。