

中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る
日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム会合
第2回

令和3年9月21日（火）

原子力規制庁

中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る
日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
第2回 議事録

1. 日時

令和3年9月21日（火）14:00～17:00

2. 場所

原子力規制庁 13階会議室A

3. 議題

- (1) 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価について
- (2) その他

4. 出席者

原子力規制委員会

田中 知 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

佐藤 暁 技術基盤グループ長
遠山 眞 技術基盤グループ 技術基盤課長
佐々木 晴子 技術基盤グループ 技術基盤課 企画調整官
大塚 伊知郎 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 主任技術研究調査官
佐藤 由子 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 技術研究調査官
古田 美憲 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 技術研究調査官
藤澤 博美 技術参与

技術支援機関国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究センター

武田 聖司 燃料サイクル安全研究ディビジョン 廃棄物・環境安全研究
グループリーダー

島田 太郎 燃料サイクル安全研究ディビジョン 廃棄物・環境安全研究グループ
研究主幹

島田 亜佐子 燃料サイクル安全研究ディビジョン 廃棄物・環境安全研究グループ
研究主幹

外部専門家

渡邊 直子 北海道大学 工学研究院 応用量子科学部門 准教授

富田 英生 名古屋大学 大学院工学研究科 エネルギー理工学専攻 准教授

説明員

成宮 祥介 標準委員会 幹事

田村 明男 原子燃料サイクル専門部会 幹事

高橋 浩之 LLW放射能評価分科会 主査

相澤 直人 LLW放射能評価分科会 副主査

大畑 仁史 LLW放射能評価分科会 幹事

中田 靖広 LLW放射能評価分科会 委員

竹田 安弘 LLW放射能評価分科会 委員

小澤 孝 LLW放射能評価分科会 委員

柏木 誠 LLW放射能評価分科会 委員

三宅 祐介 LLW放射能評価分科会 委員

吉岡 健太郎 LLW放射能評価分科会 委員

5. 配布資料

資料 2-1-1 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム第2回会合における日本原子力学会への説明依頼事項に対する回答

資料 2-1-2 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順：
2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準) L1放射能評価標準に規定されている理論的方法－技術要素1：評価対象とする放射性廃棄物の条件－

資料 2-1-3 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順：

- 2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準) L1放射能評価標準に規定されている理論的方法－技術要素2:放射能濃度の評価方法及び手順－
- 資料2-1-4 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順:
2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準) L1放射能評価標準に規定されている理論的方法－技術要素3:評価した放射能濃度の裕度－
- 資料2-1-5 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順:
2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準) L1対象廃棄物の放射能評価方法の国際基準、海外での取り込み－日本原子力学会標準とISO標準との関係－海外規格との相違点(変更点)など
- 資料2-1-6 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順:
2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準) 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム会合で提示された質問に対する回答
- 資料2-2-1 日本原子力学会「中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順(AESJ-SC-F015:2019)」に関する技術評価書(案)
- 資料2-2-2 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項(案)
- 参考資料2-1 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順の技術評価に関する日本原子力学会への説明依頼事項(その2)

6. 議事録

○田中委員 それでは、定刻になりましたので、中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チームの第2回会合を開催いたします。

司会進行をさせていただきますが、規制委員会の田中でございます。よろしくお願いいたします。

本検討チームは、原子力規制委員会及び原子力規制庁の担当者のほかに、2名の外部専門家及び3名の技術支援機関職員に御参加いただいております。また、説明者として日本原子力学会の方々に御出席いただいております。

それでは、事務局のほうから議事運営についての注意事項等の説明をお願いいたします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁の佐々木です。

本日の会合ですけれども、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを用いて実

施します。外部専門家及びJAEAもテレビ会議システムにて参加いただいております。

本日の配付資料は、議事次第の配付資料の一覧にて御確認ください。

なお、注意事項ですが、マイクについては発言中以外は設定をミュートにする。発言を希望する際は大きく挙手する。発言の際はマイクに近づく。音声不明瞭な場合は、相互に指摘するなど円滑な議事運営に御協力をお願いします。発言する際には、必ずお名前を名乗ってから発言するようにしてください。また、資料の説明の際は、資料番号とページ番号も必ず発言していただき、該当箇所が分かるように説明してください。

以上です。よろしくお願いいたします。

○田中委員 よろしく御協力のほど、お願いいたします。

それでは、本日の議題に入りたいと思います。第1回会合において、原子力規制庁から日本原子力学会に対して説明依頼事項を提示しており、日本原子力学会より回答を資料2-1-1～2-1-6と頂いております。本日は、その説明をお願いしたいと思います。

それでは、まず、資料2-1-1の中の回答の1～8までの部分の説明をお願いいたします。

○佐々木企画調整官 日本原子力学会さん、どうぞ。

原子力規制庁、佐々木です。どなたかしゃべってらっしゃるかも分かりませんが、音声が入っていないのではないのでしょうか、ちょっと御確認ください。どなたが御発言されていますか、ちょっと手を挙げていただいてもよろしいでしょうか。

○日本原子力学会（大畑） すみません、原子力学会、大畑ですけども、成宮幹事、お願いできますでしょうか、冒頭。

○日本原子力学会（成宮） はい、分かりました。すみません。標準委員会幹事をしております、成宮です。よろしくお願いいたします。

本日は第2回会合ということで、ありがとうございます。第1回会合以降に頂きました質問につきまして、回答をさせていただきます。順次、回答を分担して行いますので、よろしくお願いいたします。失礼します。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会の大畑です。

それでは、順番に御説明いたします。

まず、資料2-1-1の1ページです。1番目の御質問ということで、標準における附属書（参考）、それから「解説」との違い、これについてですけども。回答文中ですけども、標準中の附属書及び解説の位置付けについては、原子力学会発行の「標準作成ガイドライン」に記載されています。このガイドラインは、学会のホームページ上で公開されております。

後ろのほうに該当部分を抜粋してございますが、要約いたしますと、本来、標準の本体に含めてよい事柄ですけれども、標準の構成上、特に取り出して本体に準じてまとめたものを附属書としております。附属書には附属書（規定）と附属書（参考）の2種類があって、この違いも下のところに書いてございますので、御参照いただければと思います。

標準の一部ではありませんが、本体附属書に記載した事柄及びこれらに関連した事柄について説明するものを解説としております。

本標準の附属書（参考）は、標準委員会における審議において、技術的妥当性と実機適用性を確認したものなんですけれども、将来、実機適用実績が増えた時点で附属書（規定）とする予定でございます。

質問1は以上でございます。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

引き続き、御質問2について御回答、御紹介したいと思います。2ページ目の中ほどにあります質問事項を見ていただきたいと思います。この質問は、放射能濃度決定標準の序文において、「原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物のうち、中深度処分対象廃棄物の放射能濃度を決定する方法を示すことを目的としている。」との記載がありますが、原子力発電所のうち、本標準が対象とする炉型を説明してくださいということで、下に回答を示しておりますが、標準の作成に当たりましては、箇条書きにあります三つの原子炉の炉型を対象にしています。一つ目が沸騰水型軽水炉、二つ目が加圧水型軽水炉、三つ目がガス冷却炉、この三つになります。

以上です。

○日本原子力学会（中田） 原子力学会、中田です。

続きまして、質問3の回答をさせていただきます。質問3は、同じ2ページにありますように、第二種廃棄物埋設事業規則は、以下の確認・評価を求めていますということで、箇条書きで五つの放射能濃度に関する確認の条項に関する記載がございます。御質問は、L1放射能評価標準に規定されている評価方法の概要及び理論的方法の技術的ポイントのP5では、適用する評価対象として、「廃棄体の放射能濃度」及び「埋設施設の総埋設放射能」がありますが、上記確認・評価のうち、放射能濃度決定標準が適用できるものはどれか説明してくださいというのが質問になります。

回答3のほうを御覧ください。本標準の目的として、標準の解説「3適用範囲」に示すとおり、中深度処分対象である放射化金属等及び使用済樹脂等について、“核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則” 第八条第2項第二号に定める廃棄体の放射能濃度に係る技術基準を満足していることを確認するとともに、同規則第六条第1項第一号に定める事業所に

埋設された放射性物質の放射能の総量を超えていないことを確認するための標準的な放射能濃度決定方法を規定することを目的に作成されたものであるとしており、上に示した技術基準を確認するための方法を規定していますということです。注意書きには、法令改正の条文が変わった旨を書いてございます。

ということで、御質問のありました五つの箇条書きのうち、上二つが本標準で確認するための目的として定めているというものになります。

以上です。

○日本原子力学会（竹田） 原子力学会の竹田でございます。

続いて、回答4について御説明いたします。

まず、4(1)についてですが、御質問の内容につきましては、使用済樹脂等及び放射化金属等の中には放射能濃度によって、ピット処分と中深度処分に分かれる可能性があるが、廃棄物全体の放射能濃度の評価結果から、中深度処分対象物をどのように選定するのかを説明してくださいというような内容です。

この回答ですが、まず、本標準が想定している考え方といたしましては、放射化金属の中には、放射能濃度によって、ピット処分と中深度処分に分かれていますが、標準の作成に当たっては、廃棄物全体の放射能濃度評価結果をもとに中深度処分対象を選定したものではありません。本標準につきましては、旧原子力安全委員会が示した中深度処分対象物を主な対象として整備したものととなります。

なお、事業者が想定している区分の考え方につきましては、「対象物の放射能濃度の評価結果と浅地中ピット処分場の廃棄体受入れ条件（最大放射能濃度、総放射能量）を比較し、浅地中ピット処分場の受入れ条件を超え、かつ、中深度処分場の廃棄体受入れ条件（最大放射能濃度など）を超えない廃棄物を中深度処分対象として選定する」と聞いております。

続きまして、(2)について御説明いたします。まず、質問の内容ですが、使用済樹脂等の説明のうち、「その他粉状若しくは粒状の放射性廃棄物」の内訳及び放射化金属の例示のうち、「黒鉛など」の、この「など」の内訳を説明してくださいという内容です。

こちらの回答ですが、使用済樹脂等の定義である、液体状の放射性廃棄物云々という表現につきましては、第二種埋設事業規則の第八条第2項第一号の表現を踏襲したものでございます。ただし、現時点において、それらに該当する廃棄物は想定しておりません。また、放射化金属に関しましては、現時点では、原子炉内やその周辺で中性子照射によって放射化された機器等を想定しており、次ページに具体的な機器を示しております。

5ページ目の表を御覧いただくと、具体的な機器を示しておりますが、表の下に注意書き2として、

これらの対象物以外に、浅地中ピット処分の最大濃度を下回ると推定されるが、中深度処分の可能性がある対象物として、圧力容器なども想定しているというところを記載してございます。

以上が、(2)の回答となります。

続いて、4(3)について御説明いたします。まず、質問の内容でございますが、大型の対象物は、放射能濃度に分布があると想定されるが、大型の対象物の放射能濃度の計算結果から、個々の切断片の放射能濃度をどのように計算するのか説明してくださいという内容です。

それに対する回答ですが、大型の対象物については、炉内での物理的配置によって、中性子フルエンス率及びスペクトルに分布が生じるため、廃棄物中に放射化による放射能濃度の分布が生じます。したがって、個々の切断片の放射能濃度は異なります。

しかしながら、廃棄確認の際に実施する放射能濃度評価は、切断片ごとの放射能濃度を考慮するのではなく、評価対象機器の部位、必ずしも切断片と一緒にするものではありません。部位ごとに放射能濃度を評価し、評価対象機器全体の放射能濃度を把握します。

この結果を使用して、当該評価対象物を収納した廃棄体としての放射能濃度を評価します。具体的には、一つ目が、当該対象物の最大値を示す代表位置の放射能濃度を、切断した放射化金属等を収納した廃棄体の放射能濃度として保守的に決定する方法。

また、代表位置で評価を行わない場合は、区間推定法の濃度分布評価法、濃度比法などを適用して、中性子フルエンス率及びスペクトルの分布を考慮した放射化計算によって、対象廃棄物の放射能濃度分布、Key核種の濃度に対する濃度比を評価して、個々の廃棄体におけるKey核種の放射能濃度を非破壊外部測定の結果を乗じることで、平均濃度、最大濃度を決定する方法がございます。

なお、これらの詳細につきましては、事業者が行う廃棄確認の段階で実際に適用した条件が示されることとなります。

質問4の回答については、以上となります。

○日本原子力学会（中田） 原子力学会の中田です。

続きまして、質問5の質問への回答をさせていただきます。質問5の質問内容は、標準の4、「4評価対象とする廃棄物及び評価対象核種」には、「b)評価対象核種は、申請核種とする。」と規定されていますが、具体的な決定方法は規定されていないので、申請核種の決定方法を説明してください。具体的には、放射能濃度決定標準と旧原子力安全・保安院の内規と以下の記載の関係を踏まえて説明してくださいというものです。

回答5のほうを御覧ください。申請核種については、旧保安院の内規等を参考に、事業者が選定することになると想定しております。標準では、どのような申請核種が選ばれたとしても、放射能評価上

の申請核種に対応する起源元素の選定は、標準に示している方法で対応できるものとなっております。

なお、標準の附属書Gでは、放射化計算の例を示す上で、法令で規制されている核種、それから現行の事業を行っている浅地中埋設の事業申請で申請核種となった次の核種を評価対象として設定して、起源元素を評価選定し理論的方法の計算例を示すとともに、計算結果の評価を行っていますというところで、7ページ目に、一番上に附属書Gの中で選定をした核種が、C-14～全αまでという形で記載してございます。

質問5に対する回答の御説明は、以上になります。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会の大畑ですけども。中田さん、引き続き、お願い……。

○日本原子力学会（中田） 申し訳ございません。原子力学会、中田です。

引き続きまして、質問6の質問の回答をさせていただきます。御質問内容は、「5.1放射能濃度決定方法の適用」には、放射能濃度決定方法は、次のとおり、表1に示す方法の中から評価対象とする廃棄物の性状及び評価対象核種に最も適した方法を選定する」とあります。ここで表1に示された方法は、ピット処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法として旧原子力安全委員会が示した手法ですが、当該手法は二次的汚染物が主体です。放射化物が主体である中深度処分対象廃棄物に、当該手法が適用できる根拠を説明してください。

また、「評価対象とする廃棄物の性状及び評価対象核種に最も適した方法」の選定において考慮すべき具体的内容及び、最も適した方法であると判断する上での判断基準を説明してくださいというのが質問になってございます。

6の回答ですが、旧原子力安全委員会が了承した手順は、浅地中処分を対象とした二次的汚染物が対象の放射能評価方法ですが、評価対象としている核種の生成過程は、原子炉内での中性子の照射による構造材などの放射化、核分裂生成、中性子多重捕獲です。このため、放射化物の内部に放射化によって生成した核種がそのまま残る放射化物か、放射化された機器の腐食生成物の移行などによって廃棄物表面につく二次的汚染かの差異であり、放射性物質の生成過程は同じであることから、放射化金属を対象とします中深度処分対象廃棄物にも適用できる方法と考えてございます。

また、表1の中には、スケーリングファクタ法、非破壊検査外部測定法、平均放射能濃度法、廃棄物破壊分析法がございまして、これらの手法は既に手法が確立している方法であり、この方法を主な対象とします浅地中処分対象の放射能濃度評価方法を規定する標準のほうに示してございます。

8ページに行きまして、本標準が対象としている廃棄物に関しては、比較的放射能濃度が高く、サンプリングや分析の際の被ばく低減の観点から、旧原子力安全が示した六つの手法の中から、理論計算法と原廃棄物分析法とを標準で規定することとしました。

標準が対象とする、理論計算法及び原廃棄物分析法に対する評価対象とする廃棄物の性状及び評価対象核種に最も適した方法の選択は、対象物の下表に示す考慮内容、判断基準によって行いますということで、下のほうに、表にそれぞれの計算法に対しての考慮すべき具体的内容と、最も適した方法であることの判断の理由を整理をさせていただきます。

質問6の回答は、以上になります。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

8ページ目の下半分にあります、質問7についての回答を御紹介したいと思います。質問7のシリーズにつきましては、今回の第2回の回答におきましては、(1)の回答を行わせていただいて、(2)、(3)につきましては、次回以降で御紹介させていただきたいと思いますので、よろしく願いいたします。

まず、(1)なんですけれども、点推定法と区間推定法の使い分けについて、それぞれの手法を選択する場合の判断基準を説明してくださいという問いになっております。

これにつきまして回答なんですけれども、標準が示しております点推定法と区間推定法につきましては、いずれの評価方法も全ての放射化金属等への適用が可能なわけなんですけれども、その評価方法の特徴から、判断基準というより合理的に放射能を評価することを考えまして、次の9ページに表が示しておりますが、こちらのほうに示しております表のような形で、適する放射化金属と向かない放射化金属というのを少し御説明しております。

まず、表を見ていただきたいんですけれども、左側のほうに点推定法、右側のほうに区間推定法を示しています。点推定法のほうの概要なんですけれども、これは選定しました評価対象廃棄物の特定位置の特定照射条件での放射化計算によって放射能濃度を決定しますので、この代表位置、最大値を示すようなところの位置が選定できないような放射化金属の場合とか、多数の放射化計算を必要とするようなものについては、なかなか向かないというところになります。

じゃあ、適する放射化金属等というのを真ん中の行に書いてありますが、代表位置、最大値を示す位置とか、小型の機器があるようなものについて、これを選定できるような放射化金属等については向くのではないかと。こういったものの例としましては、挿入先端部の位置が濃度が高いということが分かっています制御棒、それからチャンネルボックスのファスナ部みたいな小さい部分に関しては、こういった点推定法が向くのではないかと。

向かない放射化金属等というのが書いてありますが、代表位置がなかなか明確に特定できないような放射化金属とか、大量に発生する、多数の計算が必要になるものとか、大型の放射化金属等の多数の計算が必要となるものには、なかなか向かないというところがございます。

一方、区間推定法なんですけれども、これは評価対象廃棄物の条件範囲を網羅した放射化計算によ

って放射能濃度を決定するという特徴がありますので、同種の放射化金属が多数発生し、かつ、条件範囲が明確な放射化金属に向くという特徴があると考えます。

適する放射化金属等なんですけれども、同種の放射化金属が多数発生するものの例としましては、チャンネルボックスとか、バーナブルポイズン、制御棒、黒鉛ブロックなどが想定されます。大型の放射化金属等に関しましては、シュラウドとか、炉心そうといったものがあります。

一方、向かないというものにつきましては、発生量が非常に少ないとか、小型の放射化金属と、こういったものが考えられます。

こういったものを考慮して考えていきますと、全てのものに対して、先ほど申し上げましたように、点推定法で行うことも可能なわけなんですけれども、この複数の条件の設定に際しまして、評価対象を適切に網羅して、かつ、恣意的な設定にならないように設定すること自体が難しいというふうに考えられますので、区間推定法のほうの特徴で示しましたように、大型の機器、同じような条件で大量に発生する機材に関しては、評価対象範囲を恣意的にならず網羅できるようなランダムサンプリングによって入力条件を設定する区間推定法の適用が望ましいと考えております。

なお、放射化金属等の詳細条件が特定されない場合、すなわち切断した廃棄物のように、廃棄体に収納した個々の切断片の詳細情報を把握することが難しい場合には、切断前の機器の状態での評価を行うことができる区間推定法の適用が望ましいというふうに考えております。

質問7に対する回答は、以上になります。

引き続きまして、10ページに移っていただきまして、ここに書いてあります質問8についての回答を御紹介したいと思います。

この質問につきましては、換算係数法及び濃度比法の適用が可能とされていますが、同一の対象物に対して、それぞれの手法を適用した場合の評価結果の同等性を説明してくださいという質問になっております。

回答なんですけれども、標準では、区間推定法の三つの方法に関する評価結果の同等性とは示しておりません。標準では、いずれの方法も、真値に対して保守的に評価するための条件だと示しております。このところを御理解いただきまして、回答に示しました内容について御紹介させていただきたいと思っております。

換算係数法、濃度比法、これらを適用する個々の放射化計算につきましては、入力条件の設定の分布に基づいて、ランダムサンプリングで設定した入力条件を用いて計算を行いますが、点推定法と同じ理論計算で求めるものになります。

このため、区間推定法につきましては、点推定法、入力条件はランダムに設定した条件になるわけ

なんですけれども、この点推定法による計算を多数行った結果ですので、換算係数法、濃度比法も同じ計算結果がベースになってきます。この点につきまして、次の11ページに表で示しておりますので、こちらを使って御紹介させていただければと思います。

まず、横軸に理論的方法の右側のほうに、区間推定法の換算係数法と濃度比法を示しております、その隣の左側に点推定法を示しております。質問は、区間推定法の換算係数法と濃度比法なんですけれども、御参考までに、点推定法についても、ここに示すような形にしております。縦方向なんですけれども、理論的方法の計算のステップに応じた形での説明を示しております。

まず、一番上が入力条件の設定を行いまして、次の行が、その設定条件を用いて放射化計算の各位置における放射能濃度の計算結果。それから、その計算の結果を利用した評価で、それを用いまして、廃棄体の放射能濃度を決定した条件と、さらにそのときの保守性はどのようになっているのかというところで示しています。

まず、入力条件の設定につきましては、点推定法は先ほど御紹介しましたように、代表位置などの最大値を示す位置の中性子照射条件及び元素の最大値で設定するというような形の入力条件になりますが、換算係数法、濃度比法、いずれの方法につきましても、設定しました入力条件からランダムに選択した位置での中性子とか照射条件に加えまして、入力用の設定分布からランダムに抽出しました元素条件を繰り返して設定すると。この繰り返すのは、必要数量に達するまでこれを繰り返して行いますので、1点で代表値で計算するのか、ランダムに無作為に選定しました位置の計算方法なのかという入力条件を、まず設定してあげると。その結果、点推定法は、1回の計算結果の放射能濃度自体が得られますが、区間推定法の場合は、換算係数法、濃度比法とも、入力条件を設定しました各条件の放射化計算結果が必要数まで得られると。計算方法は、先ほど申し上げましたように、点推定法と同じ方法を使っていきます。

この結果、評価を行うわけなんですけれども、点推定法は濃度をそのまま適用しますので、このステップはありませんが、換算係数法は、計算しました結果の複数の放射能濃度の計算結果を使いまして、放射能濃度と管理指標、ここでは例として燃焼度を示しておりますが、これとの換算係数を評価してあげると。

一方、濃度比法につきましては、行いました複数の放射能濃度の計算結果を使用しまして、評価対象核種とKey核種の濃度比を評価してあげるというところで、ここでは評価値として換算係数と濃度比が出てきます。

これらを用いまして、廃棄体の放射能濃度を決定するわけなんですけれども、点推定法につきましては、1回の計算結果の濃度を廃棄体の放射能濃度としてそのまま適用するわけなんですけれども、換

算係数法につきましては、評価しました換算係数に管理指標であります燃焼度を乗じまして、放射能濃度を決定していくと。濃度比法につきましては、廃棄体のKey核種を非破壊測定、または放射化計算の集積の結果に上記の濃度比を乗じまして、放射能を検討するという形のステップなんです。

このため、保守性としましては、入力データごとの最大値を適用する点推定法、それから、入力データごとに保守性を適用する換算係数法と濃度比法がありますが、ここから以降が少し変わってきておりまして、換算係数の場合は、換算係数の評価決定における保守性を適用しますが、濃度比における評価の決定においても、保守性をそれぞれ適用していくと。最後に、燃焼度に対する保守性とKey核種の非破壊測定結果に対する保守性を加味した上で、廃棄体の放射能濃度が決まってくるという形で、それぞれのところの保守性を考慮した評価結果になっております。

10ページのほうに戻っていただきまして、最後のパラグラフなんですけれども、今御説明しましたように、いずれの手法でも、実際の運用段階における入力条件の設定において不確定性はあるものの、十分な保守性をもって評価するため、保守的な結果によって評価できる方法となっております。

以上になります。

○田中委員 ありがとうございます。1～8までの回答を説明していただいたんですけども、ただいまの回答説明につきまして、質問とか御意見ございましたら、お願いしたいと思います。いかがでしょうか。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

御説明ありがとうございました。今の資料の5ページのところに質問なんですけれども。ちょっと私、ガス炉に詳しくなくて、初歩的な質問かも分からないんですが、この表にGCRとして書いてありますところは、対象物のところに炉内挿入物とか、バンカ廃棄物とか、モーチャリーホールとかと書いてあって、右側のところに対象物の発生部位という絵があって、これが対象物の発生部位になると思うんですけど、この図と左側のこの対象物の関係がちょっと分からないので、解説していただけないでしょうか。

○日本原子力学会（大畑） 日本原子力学会の大畑ですけど、柏木さん、もしくは竹田さんのほうから回答をお願いしますでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

GCRのところの対象物に書かれている内容と、それから図のほうなんですけれども、少し説明が割愛している部分がありまして申し訳ありませんが、炉内挿入物と書いてあるところに関しまして、それと炉内構造物と書いてあるところで、個々の廃棄物の固有名称については、ここの中に取り込んだ形になっておりまして。例えば炉内挿入物等につきましては、例えばディスタンスチューブとか、そう

いうものがここに相当しております、少し個々の機器の名称と、それからまとめてしまっております名称で少しギャップがあることについて、申し訳ありませんでした。

以上です。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

そうすると、ここの対象物のところに書いてある名前は、全部この右側の図の中のどれかを指しているという、そういう意味でしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今御指摘のとおりで、挿入物等、代表名称で示しているところに関しては、個々の固有名称が幾つかぶら下がり、炉内構造物と示しておりますところも、幾つかの構造物がぶら下がるというような形になります。

以上です。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

ちょっとくどくて申し訳ないんですけども、このバンカ廃棄物とか、そういうのも、この炉の中にあるものなんですか。ちょっとその名前からして炉の中にあるもののように感じられないので、質問しているんですけど。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

例えば、バンカ廃棄物につきましては、炉内にもともとあったものが、バンカのところに保管されているという意味でバンカ廃棄物という名称になっているかと思しますので、そこのところについては、再度確認した上で、図のところとの1対1の対比をさせていただければというふうに思います。

以上です。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

分かりました。この炉の中のものが対象ですということであれば、その炉の中の名前で書いていただいたほうが良いと思っております。このバンカ廃棄物にあるものは、全部、中深度処分対象物なのかとちょっと思いましたので、明確になるようにしていただければと思います。よろしく申し上げます。

○田中委員 あと。

○遠山技術基盤課長 技術基盤課の遠山です。

今の質問にちょっと補足してですけども、資料5ページのこの回答の対象物というところは、例示をしているんじゃないかと思うんですけども、例えばPWRでコンクリートって書いてあるんですけど、原子炉容器の中にコンクリートありましたっけ。

○日本原子力学会（竹田） 原子力学会の竹田でございます。

PWRのコンクリートは、この原子炉圧力容器を支える一次遮蔽物のところを示しておりまして、PWRでは、その一次遮蔽の一部が中深度処分対象廃棄物としてなるというふうに現時点では検討してございます。

以上です。

○遠山技術基盤課長 技術基盤課の遠山です。

そうすると、BWRはそういうコンクリートは出てこないということですか。

○日本原子力学会（中田） 原子力学会、中田です。

BWRのほうでは、コンクリートはL1対象物として、今対象と考えてございませぬ、なると考えてございませぬ。

以上です。

○遠山技術基盤課長 技術基盤課の遠山ですが。

そうしますと、この中深度処分の対象廃棄物というもの自体が、主に原子炉容器の中で照射されたものであるというように見えるのですけれども、必ずしもそうでもない。先ほどのありましたように、周辺にある一次遮蔽物も含むであろうし、あるいは、もっと別に言えば、先ほどの廃棄物のように、取り出して何か処理をした結果としての物質も含むというようなことかと思うのですけれども、そういうことであれば、そのように記載がされているのかなと思うのですけれども、いかがでしょうか。

○日本原子力学会（竹田） 原子力学会の竹田でございます。

おっしゃるとおりでして、原子炉内だけではなくて、原子炉その周辺で中性子によって照射されたもの、そういうものが現在、中深度処分対象として考えています。

取り替えたものについても、一部、中深度処分対象廃棄物として考えていますけれども、大本の発生源は、そういう原子炉内や、その周辺で発生したものということで、基本的に放射化されたものに対する放射能濃度の与え方、値づけについては、同様に取り替えたものに対しても、本標準の考えが適用できるものというふうに考えています。

以上です。

○遠山技術基盤課長 技術基盤課の遠山です。

それでは、再度確認ですけれども、そうしますと、この中深度処分の対象廃棄物としてここで取り上げているのは、主として原子炉容器の中で放射化によって放射能レベルが上がっている物質を、中にあるまま取り出すか、あるいは、液体、または液体廃棄物処理設備などで処理をしてある場所に移動させた結果を取り出して、最終的に処分をするというのを対象としていますと。そのために、今回の規格基準の中の金属等の放射化の部分と、それから原廃棄物と称して、主に樹脂などで取り扱った

部分の二つに分けている。しかし、根っこは同じ原子炉容器の中の照射によるものであると、そういう理解でよろしいですか。

○日本原子力学会（竹田） 原子力学会の竹田です。

その理解で結構かと思えます。

○遠山技術基盤課長 はい、分かりました。ありがとうございます。

○田中委員 あと、ありますか。

○大塚主任技術研究調査官 原子力規制庁の大塚でございます。

御説明ありがとうございました。ちょっと私から、3点確認させていただきたいんですけども。

まず、1点目が、回答の1番に関してなんですが、この本標準の附属書（参考）については、標準委員会における審議において技術的妥当性及び実機適用性が確認されているというふうに書かれているんですけども、この標準で規定している技術的内容はかなり広範にわたると思っているんですけども、ここでいう実機適用性というのは、どの範囲まで確認されたのでしょうか。まず、その点について教えていただければと思います。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会の大畑です。

柏木さん、回答よろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今の御質問なんですけれども、実機の適用性につきましては、対象としています、先ほど御紹介しましたBWR、PWR、GCR、基本的にはここの代表プラントを想定した上で標準等の内容を固めておりますので、ここの将来、実機適用の実績が増えた時点でと書いてあるところもあるんですけども、そういったものにつきましては、既に解体申請等が行われて、廃止措置申請のほうが行われているプラント増えておりますけれども、この標準等の審議を行っているところにおいては、その中の対象プラントについては、代表的なものを踏まえた上でその適用性等を評価していただいております。

以上です。

○大塚主任技術研究調査官 原子力規制庁の大塚でございます。

御回答ありがとうございます。ちょっと私の理解が悪くて申し訳ないんですけども、今の柏木さんの御説明ですと、BWR、PWR、GCR、それぞれ代表プラントを想定して、手法を開発しましたということで。実際に、例えばBWRのどこかのプラントを実例として実際に評価をして、サンプルを分析してみても確かに合いますと、そういった意味での実機適用性までは今回確認されていないというように聞こえたんですけども、ちょっとその点いかがでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

言葉足らずだったかもしれませんが、標準の中では、実際のプラント、先ほど代表プラントと申しあげましたけれども、例を1に示しているわけなんです、これにつきましては実際のプラントの実データを踏まえて評価を行っておりますので、今後、実機のプラントのデータを使ってという意味ではなくて、標準の中で代表プラントを設定して評価している段階で、そのプラントについては実際の実機のデータを収集した上で評価を行っているという意味になります。

以上です。

○大塚主任技術研究調査官 規制庁の大塚でございます。

ありがとうございます。全てのプラントではないにしても、代表的なプラントについて実際にデータがあって、その上で手法を開発しているというふうに理解いたしました。

2点目なんですけれども、8ページの回答7に関してなんです、この点推定法と区間推定法の使い分けに関して、判断基準というよりは、より合理的に評価することを考えて手法を選ぶんだということで、学会側のスタンスは理解いたしました。

他方、より合理的な評価をする、そのために手法を選ぶという時点で、何かその中で何か判断というか、こういう場合にはこうすればより合理的な評価ができるという、その考え方があって、それぞれの手法の使い分けをしているというふうに理解しました。

そう考えたときに、例えば、今回4ページの回答の4番に関してなんですけれども、中深度処分対象物を評価してみて、放射能濃度で分けるんじゃなくて、もう具体的に対象物を選んだ上で、それらをどのように放射能評価をするかという観点で、この標準を構築しているというふうに先ほど御説明がありましたけれども。

そうであるならば、この対象物に対して、こういったものはこの評価方法が合理的であるというふうにまとめることはできないものではないでしょうか。といいますのも、この標準をエンドースするに当たって、対象物に対してこの方法が使えますというふうに具体的に書いていただいたほうが、こちらとしては評価がしやすい、使いやすい標準になると思うんですけども、その点いかがでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今の御指摘のところなんですけれども、先ほど申しあげましたように、点推定法、区間推定法は、一応全ての放射化金属等に対して適用はできるわけなんですけれども、それをもし適用した場合には大変な労力を生じてしまうところ、例えば点推定法の場合、大型の機器の評価を行おうとした場合には、その大型の機器をかなり細かく分割した上で、個々の放射能濃度を計算して、その評価値を出していくというような形の労力が出てきてしまいます。その代表位置が適切かどうかといったところで、恣意的にこれ部位を分割したりしておりますので、そういったところの説明をできるだけ

していこうとしますと、より細かく分割したような評価になってくるということになりますので、そういうものについては、区間推定法のような形で無作為で抽出した上で、その分布などを評価できるような方法で行うほうが向くというところは、明確に分かっているわけなんですけれども。

選択肢として、それを排除してないというのが、標準の基本的な考え方にありまして。今言われたような形で、適するもの、向かないものについては、ある程度示すことができるわけなんですけれども、個々のものまで限定してしまって、それしか使えないというような形にするかどうかというところまでは、標準の中では示しておりません。

以上です。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会の大畑ですけれども。

若干補足させていただきますが、ただいまの御質問に対しては、後ほどの質問10への回答のほうで、少しお答えができるのかなと思っております。

以上です。

○大塚主任技術研究調査官 原子力規制庁の大塚でございます。

ありがとうございます。それでは、ちょっとその問いは、次の質問10のところでさせていただきたいと思います。

最後、3点目なんですけれども、質問8への御回答の中で、そもそも今回開発されたこの手法は、真値に対して十分な保守性を持った手法であると、それを前提に話を聞いてほしいというふうに御説明いただいたと思っています。

十分な保守性というのは、結局、パラメータを設定するときに、どこまでの保守性を見るかというところに依存するかと思うんですけれども。これ学会の標準本体にもありますし、あと、前回御説明いただいた資料の39ページぐらいだったと思うんですけれども、実測値との比較の表が載っているかと思うんです。それを見ますと、十分に保守的な評価というよりは、かなり現実的な分析値に近い、たしか標準に載っている図ですと3%ぐらいの差ですか、なのでかなり現実的な評価をしているというふうに、こちらは受け止めているんですけれども。

今の十分に保守的な評価をするための手法であるということと、その標準に載せられているこのデータとの非常に合っているという点、ちょっとここについて学会側のスタンスを教えてくださいませんか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今の点なんですけれども、実測値と、それから計算値の比較評価においては、計算の正しさを説明する意味もありまして、入力条件に関しては、できる限り保守性を排除して、実際の分析値そのもの

を適用するなり、代表値みたいな形で最大値を入れないとか、そういう形で計算した結果と分析値を比較しておりますので、そここのところに関しては、いわゆる計算方法と、それから分析方法の比較という意味での検討を行う意味がありましたので、保守性というのは、そこの中ではできる限り排除した上で、なるべく真値に近い入力条件といったものを設定した結果になっております。

ただし、それは評価方法の妥当性を比較評価する意味で行ったもので、実際の換算係数法とか、そういった濃度比法とか、点推定法におきましては、どのようにそれを適切に評価できる方法を適用していくかということについては、入力条件に保守性を加えて、評価値をできる限り真値に対して保守的に評価できるような形の評価方法として標準化をしているというところで、二つの間には差異がありますというところは御理解いただければというふうに思います。

以上です。

○大塚主任技術研究調査官 原子力規制庁の大塚でございます。

分析値と計算値の比較の位置づけについては理解いたしました。ありがとうございました。

私からは以上になります。

○田中委員 あと、よろしいですか。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） JAEA、島田太郎でございます。

回答の4の(3)について、ちょっとお伺いします。二つのポツがあって、代表位置での評価を行わない場合というところで、ここに濃度分布評価法と濃度比法などを適用してと書いてある中で、この後に個々の廃棄体のKey核種の放射能濃度を非破壊外部測定した結果に乗じるということで、平均濃度、最大濃度を決定しますと書かれているんですけど。濃度比法については、非破壊外部測定を使って決めますというのは分かるんですけど、ここに濃度分布評価法も併せて書いているように見えるんですけども、こういった濃度分布評価法においても非破壊外部測定の結果を利用した濃度決定法があるということでしょうか、私の読み方が間違っていれば御指摘ください。お願いします。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会、大畑です。

御質問に対しては、柏木さんのほうからお答えでよろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

代表位置で評価を行わない場合のところに、今御指摘のように放射能濃度分布評価法とか、濃度比法などを適用してという形を書いておりますが、これは評価方法の適用を示しております。Key核種の非破壊外部測定につきましては、個々の廃棄体に関して適用する方法になりますので、これを用いますのは、ちょっと誤解する形になっているかもしれませんが、濃度比法だけに限定されます。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） 分かりました。ありがとうございます。

○田中委員 あと、ございますか。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） 追加で、もう1問よろしいでしょうか。

JAEAの島田太郎でございます。

回答5について、お伺いします。この中で評価対象核種は申請核種というところは、埋設事業者が決まって、事業申請が許可されて、対象核種が決まるというところは分かるんですけども。埋設事業者がこれから事業申請をしようとしたときに、もともとどの核種が先ほど示された内規等によって申請核種を決めようとしたときに、そのときは実際にはどういった放射化計算で核種を決めて、それを埋設事業者提供するというようなことになるのでしょうか。お願いします。

○日本原子力学会（中田） 原子力学会、中田です。

埋設事業者各発電事業者からインベントリを提供していくわけなんですけども、事業申請の中の核種は、大体175核種ぐらいの各元素の濃度を提供した上で評価をしていくことになるかと考えています。その中で上位0.1%の評価対象核種は申請核種だというような、そういった流れになりますので、各電力事業者から175核種のデータを提示する形になっていくかと考えてございます。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） ありがとうございます。そうすると、実際に事業許可が下りる前には、先ほど言われたように175核種計算した上で、それを埋設事業者提供ということですね。

○日本原子力学会（中田） はい。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） ありがとうございます。

○田中委員 あと、ございますか。

○古田技術研究調査官 規制庁の古田です。

関連して、質問5の回答5について、一つお聞かせください。今回、申請核種は事業者が選定するというふうに標準で記載されていると書かれていまして、できれば今回参加されている方の中で事業者の方にお伺いしたい質問になるんですけども、このエンドースしたいという標準の中で、事業者、今回核種の選定は事業者任せであるという記載になっています。事業者としては、この規程が事業者任せと書かれているものについて、審査の効率化になっているのかどうかということをお聞かせいただきたいのですが、いかがでしょうか。

○日本原子力学会（大畑） すみません、原子力学会の大畑ですが。

今回、原子力学会の立場で御説明、御回答をしておりますので、事業者の立場でというようなちよ

っと説明の仕方は立場上難しい面はあるんですが、その辺をお含みおきいただいて、事業者はこう考えるではないかということという御説明ができるかどうか、ちょっと。事業者さんの委員の方からいかがでしょうか。

○日本原子力学会（中田） 原子力学会、中田です。

こちらの標準は、廃棄体になった後に埋設しようとするときに、廃棄体の放射能濃度評価ですとか、埋設しようとする埋設時の総放射エネルギーの評価の確認に使うための目的に、この標準をつくってございます。

一方、埋設事業の申請におきましては、先ほどちょっと紹介させていただいたように、もっと幅広い核種を対象に被ばく評価等を行いまして、主要核種をそこで明確にした上で事業許可申請を受けてという形の流れになると考えてございますので。この時点で核種を具体的に示せることができれば、審査の合理化という観点非常に理想の、おっしゃるとおりだと思いますが、そういった面では、実際、今そういった場所も決まってない中での十分な・・・をしていただくことによって、その申請核種が決まったら、どういった形で起源元素を決めるかという、そういった考え方を評価いただくだけでも十分な合理化ができるものと考えてございます。

以上です。

○古田技術研究調査官 規制庁、古田です。

御回答ありがとうございました。単純に私のこの趣旨は、この標準のエンドースされた場合に、審査で半年ぐらい短縮される、仮にです、仮に短縮されるとして、この技術評価が2年ぐらいかかってしまったとなったら本末転倒なので、できるだけ合理化に、手短かに質問して、今回の技術評価を進めていきたいという趣旨でございました。

以上です。

○田中委員 あと、ありますか。あと、あるか分かりません。また後で、もしまた思い出してあれば、後ほど受けるとして。

じゃあ、次に、今、8までの説明をしていただいたんですけども、次に資料2-1-1の回答の9からの説明をお願いいたします。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

12ページを御覧ください。12ページに示しておりますのは、濃度比法に関する御質問が四つあります。この中の(1)の部分が、まずKey核種を放射能濃度を実測に求める場合については、大型の評価対象物、シュラウドとか圧力容器の測定をどのように行うのか説明してくださいという内容になります。

これにつきましては、同じページの回答9(1)に示しておりますように、対象物の条件、これを網羅

した放射化計算、例えばスケーリングファクタ法のサンプリング・分析などに相当する部分なんですけれども、この評価対象核種とKey核種、これはKey核種としましては、例えばCo-60、この濃度比を評価しまして、廃棄体ごとのKey核種の放射能濃度に、この評価した濃度比を乗じることにより、廃棄体の評価対象核種の放射能を決定する方法なわけなんですけれども。このKey核種の放射能濃度を決定する方法としましては、汚染廃棄物の場合は非破壊外部測定法に限られていたわけなんですけれども、放射化金属の場合につきましては、次に示す二つの方法が考えられます。

まず、一つ目が、①と書いてありますが、切断した大型廃棄物を容器に収納した廃棄物、この切断片ごとのKey核種の放射能濃度を理論計算によって決定した上で、廃棄体に収納しました廃棄物の収納履歴のトレースが必要になるわけなんですけれども、計算によって適用する方法と、二つ目が御質問のところに相当するわけなんです。切断した大型廃棄物、これを廃棄物の状態で非破壊外部測定するわけではありませんで、廃棄体のKey核種の放射能濃度を廃棄体の外部から非破壊外部測定によって決定する方法になります。

(2)のほうなんですけれども、上のほうにまた戻っていただきまして、(2)のところに示されております御質問内容なんですけれども、これは中性子フルエンス率、照射履歴は炉内での位置により異なると想定されます。ここで、中性子フルエンス率、照射履歴を一定として扱ってよい理由を説明してくださいという質問になっております。

これは12ページの一番下のほうから次のページに回って回答を示しておりますが、まず、ここで示しております、対象とする放射化金属の各部位、これ(1)の意味なんですけれども、これにおきましては同一の組成、同一の中性子フルエンス率、同一の照射履歴という形で示しております。これは放射化計算を行う位置における入力条件のことを示しております、1回の放射化計算における同じ選定位置での放射化計算の入力条件というのは、対象物がローテーションなどを行うものであっても、対象物の位置が決まっているものについては、炉内の設置位置での履歴を集積したような形の同一の中性子フルエンス率、照射時間になってくるという形になります。

これを式で示したものが、真ん中のところにあります(1)式で示しておりますが、Aと示しておりますのが、評価対象とする放射化金属の放射能濃度になりますが、これにつきましては、核種の放射化断面積や照射前の原子数の密度、中性子フルエンス率、その中性子照射時間というものによって濃度は計算されていくわけなんです。濃度比を取りますと、1式に示した評価式を使いますと、評価対象核種とKey核種の濃度の比を取った場合に、先ほど申し上げましたように、評価位置が同じであれば、中性子フルエンス率、それから「t」で示しております中性子の照射時間というのが全く同じになってきますので、比を取った場合に関しては、この「 Φ 」で示した中性子フルエンス率と中性子の照射時

間が消えていきますので、残ったものは全て乗数となりますので、放射能濃度というのは比を見ていくと、こういった乗数の比になりますので、一定値になるというところがあります。

これを実際に計算した結果で示したものが、次の14ページのところの上に図で示しておりますが、左のほうが中性子フルエンス率の濃度比への影響を示したものと、それから右のほうが照射時間の濃度比への影響を示したものになっております。左のほうでは、条件として中性子フルエンス率を4倍大きくしたものと比較をしたものを示しておりますが、色分けしておりますが、深い青のひし形とピンクの丸の部分を見ていただくと、確かに中性子フルエンス率が変わりますと、濃度としましてはこのような形で変わるわけなんですけど、お互いの比を見ていただくと、これ横軸にCoと縦軸にNiを取った比なんですけれども、中性子フルエンス率が変わったとしても、このような形で、比に関してはほとんど影響は与えないと。かつ、右側のほうに横軸にCs、それから縦軸にSrを取ったものなんですけど、連続照射期間を1日～60年という形で起点を振ったものを示しておりますが、このように濃度は確かに時間に応じて比をやっていきますが、比を取りますと、このような形で45°線に乗ったような形ですと上がっていくという形になっております。

このように式でも明確になっておりますように、同一の中性子フルエンス率と中性子照射時間、これは同じ位置であればこのような形になりますので、こういったものを比を取った形にすれば乗数で評価できるというところで、Key核種と評価対象核種の濃度比というのは一定の乗数で示すことができるというような形のもので、この濃度比法というのは構成されております。

引き続き、質問の(3)なんですけれども、また12ページのほうに戻っていただきまして、(3)ですが、難測定核種とKey核種の比は、半減期の違いによって設定時から時間とともに変化していくと想定されますが、放射化計算で求める濃度比から廃棄体の放射能濃度に換算する際に、この濃度比の変化はどのように考慮するのか説明してくださいというのが質問になっております。

回答は14ページのところに示しております、真ん中の辺りに回答9(3)というのがあります。この中で濃度比につきましては、御指摘のように、比較する核種の半減期の差異によって、照射終了後の経過時間とともに変化していきます。このため、濃度比につきましては、この照射後の減衰の影響を受けないように、放射化金属の照射完了時点での放射化計算に統一することによって評価することとしております。

じゃあ、廃棄確認に申請する各核種の放射能濃度はどうするのかというところなんですけれども、まず、Key核種に関して半減期を考慮して減衰補正をした値、例えば、非破壊測定して得られますKey核種の放射能濃度を照射完了時点まで減衰補正した値に濃度比を乗じることによって評価対象核種の放射能濃度を評価して、さらにその評価結果について申請時点まで再度減衰補正させた値で申請する

ことになると想定されます。

それから、次の、また12ページのほうに戻っていただきまして、(4)のところの御質問なんですけれども、照射の履歴の情報が明らかでないにも関わらず、濃度比法が適用できるというような説明文があるわけなんですけど、この理由を説明してくださいという質問になります。

この質問につきましては、14ページの下半分のところから回答を示しておりますが、ここで示します、「評価対象とする放射化金属が特定されれば、中性子の照射履歴の詳細情報が明らかでない場合でも、Key核種濃度を測定すれば適用できる」と書いてあるわけなんですけども。実は、この標準のこの文章の前のところに、「評価対象とする放射化金属等の照射履歴を考慮した平均的な難測定核種とKey核種の濃度比を評価していることから」という前提条件がついておりまして、このような評価を行う前に、濃度比法での評価を既に行って適用しているというものになっております。

このため、切断した容器に収納した個々の放射化金属の切断片ごとの詳細情報等で計算するわけではなくて、廃棄体に収納する、切断する前の放射化金属等としての情報で、既に区間推定法に必要な入力条件というのは設定できて、これに従って得られました放射化計算の結果で濃度比を評価して、廃棄体のKey核種の濃度から非破壊外部測定をすることになっておりますので、評価対象核種の濃度が評価できるというところを意味しております。

以上が、御質問9に対する回答になります。

引き続き、15ページの質問10についての御回答を御紹介したいと思います。

質問10につきましては、同一の放射化金属の三つの手法、これは濃度比法、換算係数法、濃度分布法のことなんですけれども、この方法で評価した場合の評価結果の同等性を説明してくださいというところで、これ先ほど回答8でも申し上げましたけれども、標準では区間推定法の三つの方法に関する同等性は示しておりません。標準では、いずれの方法も真値に対しての保守的に評価するための条件などを示しているというものになってきます。

この三つの区間推定法というのは、箇条書きに示しておりますように、濃度比法は、同時に照射されました、生成した核種間の濃度比というのは一定性を示すという、先ほどの結果を適用するようなものになっております。換算係数法は、燃料の燃焼度などと密接な関係を示すような放射化物、チャンネルボックスとか、制御棒とか、そういったものになってくるわけなんですけど、これへの適正を示しております。それから濃度分布評価法につきましては、同一の照射時間とか材料組成で、放射化金属が大型になっておりますので、中性子の分布だけが異なってくるような放射化物への適正を示すというものを想定しております。

これを各方法の計算自体は、前にも述べましたように、点推定法と同じ方法で、ただ恣意的な入力

条件にならないように、各方法をランダムサンプリングで設定している方法で、個々の計算結果は同じ結果を使用するという形になっています。

こういったものについて、その多数の計算結果を使用して評価する方法としての、この評価方法が異なるだけになります。

じゃあ、この方法を選択する場合において、判断基準というのを求められているわけなんですけれども、これも同じような形で、合理的に選定するために、16ページに示しております表のほうを見ていただけますでしょうか。

このところに関しましては、三つの濃度比法、換算係数法、濃度分布評価法に関しまして、評価方法の特徴、それから適する評価対象、それから適用条件としてどのようなものがあるのか、それから適する対象廃棄物の具体例はどのようなものなのかというところを示しております。

先ほど評価方法の特徴につきましては、概略御説明しましたので割愛しますと、まず、適する対象としましては、濃度比法につきましては、材料とか中性子条件、照射条件の変動範囲を考慮した評価方法を適用しますので、これらの変動があつて、多数の発生が評価されるような放射化物、多数の位置に配置されるような放射化物とか又は大型の放射化物に向くというようなものになります。

換算係数法は、燃焼度、中性子照射量との強い関係性を考慮した評価方法で、この管理指標を用いて適用しますので、燃料との関係性が強い放射化物。

それから、濃度分布評価法というのは、濃度分布が比較的狭い範囲となるような解体廃棄物、特に原子炉の軸方向、または径方向の中性子の分布が異なるだけの大型の固定された放射化物に向くという特徴がありまして。ただ、そのときの適用条件を踏まえて考えていきますと、まず、濃度比法につきましては、評価対象とする切断等が行われた機器、機材を廃棄体に収納した状態で放射能濃度の評価に適するものになりますので、廃棄体と対象放射化金属との連関管理がきちんとできていることというのが適用条件になっております。

換算係数法につきましては、燃料の燃焼度、原子炉での中性子の照射量の管理記録が示せる燃料、燃焼制御に使用しています機器、機材の放射能濃度の評価に適するものになりますので、燃料の燃焼度とか照射量との対象放射化金属の連関記録が示せることが条件になっております。

最後の濃度分布評価法につきましては、解体する大型の機器、機材の全体の放射能濃度の評価に適するものになりますので、機器、機材が部分的に交換されていないこと、それから炉内での移動がないことといったようなものが前提条件となってきます。

具体的に、その適用事例というのを一番下のところに示しておりますように、それぞれ適する対象放射化金属等が考えられるものとなります。

以上が、回答10に対する御説明になります。

引き続き、17ページを見ていただけますでしょうか。17ページは濃度分布評価法に関する四つの御質問がありまして。まず、一つ目なんですけれども、濃度分布評価法について、放射能濃度を保証する具体的な方法について説明してくださいというところが御質問になります。

下に回答の11(1)とありますように、濃度分布評価法につきましては、三つの条件にあることになるかと思えます。まず一つ目が、材料が同一の規格の仕様であるものであることと。これは具体的には、材料の検査証明書などの材料の製造単位の品質証明ができるもので、品質変化がないということを確認する必要があります。二つ目が、中性子フルエンス率がある一定範囲にあることということで、原子炉内の中性子フルエンス率の分布を中性子輸送計算などで事前に評価して、一定範囲にあることを、これを確認すると。三つ目が、中性子照射条件が同一であることということで、これにつきましては、評価対象物の一部の交換とか、移動の履歴がないことの確認が必要になってきます。

このような三つの条件を満足するような廃棄物のものについて、濃度分布評価法は適用できるというような形になるかと思えます。

二つ目の御質問なんですけれども、「ある一定範囲にあること」について、具体的にその範囲を説明してくださいと。先ほど(1)のところでの回答の中にあります、中性子フルエンス率がある一定範囲にあることについての御質問なんですけれども、これは例えば中性子フルエンス率については、炉心を構成している機器とか機材を評価する対象とする場合については、その機材、機器の位置に応じた中性子フルエンス率が炉心の計算等によって評価されているという意味になります。

この中性子フルエンス率につきましては、放射化計算を実施する前に、原子炉内の中性子輸送計算によって評価されますので、この最大値、最小値の間の分布が確認できているということから、この状態を「ある一定範囲にある」という表記にしております。

三つ目の御質問なんですけれども、この方法が「計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件」というところの、この具体例を示してほしいというところで、質問は18ページのほうに飛んでおりまして、回答11(3)に示しておりますように、対象とする固定化されました大型の炉内構造物に対しては、変動要因となりうる計算条件としては、中性子フルエンス率だけであるというふうに考えております。

この「計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件」としましては、評価対象の機器又は部材を移動、交換していないことと考えています。

これによって、中性子の照射条件として、照射時間、停止時間というのは、原子炉内に運転の開始から終了まで存在している種々の構造物については相違はなくて、一つの値と条件で設定できるとい

うことで、この条件を設定しております。

また、前のページに戻っていただきまして、(4)のところの濃度分布評価法に関する、「安定して分布している」というのはどのような状態を指すのか説明してくださいという御質問なんですけども。

次のページに回答の11(4)を示しております。評価対象とする放射化金属の放射能濃度を評価した結果であります放射能濃度分布を代表とするような放射能濃度の信頼性が、計算回数を増加させても向上しないという意味になってきます。

具体的には、下のほうに図を示しております、これはNb-94の黒鉛の濃度分布評価法による結果を示しておりますが、このような形で濃度分布というのが評価される結果が出てくると。これに関して、じゃあどのような形まで来ると安定した分布になっていると示せるのかというところで、右側のほうを見ていただきたいんですけども、これは平均値の信頼上限の漸近性を示しております。横軸に計算回数を取っております、縦軸のほうに放射能濃度を取っております。二つの印がプロットされておりますが、丸いほうが平均値を示しております。三角のほうが95%信頼上限値を示しております、この1点1点の丸と三角は、計算を40回ぐらい行った結果のそれぞれの平均値の平均値、それから95%信頼上限値の平均値をプロットしたもので、このような形で計算回数がどんどん増えてくればくるほど、平均値はあまり変わってないことがお分かりになるかと思うんですけども、その信頼性を示す信頼上限値はデータ数に応じて、その信頼上限の幅がだんだん平均値のほうに漸近してくると。この差が見ていただくと分かりますように、30点を越えた辺りに来ますと、計算数を増やしたからといって95%信頼上限値というのがほとんど変わらない領域に入ってくると。これは何を意味しているかという、ここまで計算を行うことによって、統計的にはほとんど差がないようなところまで分布としては評価できているというところになっています。

そうしますと、左上のほうにあります、この分布の曲線については、データ数としては、ここでいいますと30点ぐらいの計算を行うことによって、安定した分布として評価できているというような形の評価ができるという考え方で安定して分布しているというような形の評価結果を示しております。

質問11に関する回答は、以上になります。

○日本原子力学会（三宅） 原子力学会の三宅でございます。

質問12の回答について御説明させていただきます。18ページの下のほうですけれども、こちらは核データライブラリについての御質問を頂いております、放射化断面積の設定において、ORIGEN、MCNPを使用する際に、どのような核データライブラリを用いるかによって計算結果に差異が生じると想定されます。使用を想定している核データライブラリとともに、核データライブラリによって計算結果に差異があるのか、差異があるならば、放射能濃度決定においてどのように考慮するのかを説明

してくださいという御質問でございます。

回答でございますけれども、19ページのほうに移りまして、まず前提でございますけれども、基本的には核データライブラリは、JAEAさんなどの各国の研究機関において、実験値をベースとしまして核物理の理論計算値や統計学による推定値を加えることによって、最も真値に近づくよう核データを評価された評価済核データライブラリでございます。また、核種実験データに基づくベンチマーク解析によって、臨界や遮蔽の観点でバージョン間の比較を含めて検証された信頼性の高いものであるということから、どれも使用するということが可能であると考えてございます。

続きまして、核データライブラリの選定でございますけれども、その時点の新しい核データライブラリとの比較を行いまして、差異を確認した上で使用するというを考えてございます。もし核データライブラリ間で大きな差異があるということでありましたら、新知見の反映や実測値との比較によって妥当性を確認するということとなると考えてございます。

中性子フルエンス率評価、放射化評価において、使用を想定してございます核データライブラリの例としましては、以下に示してございまして、JENDLのシリーズ、ENDF/Bのシリーズ、それから特記してございまして、JENDL/AD-2017というものを追加して記載してございます。こちらは廃止措置の目的で、JAEAさんのほうで整備された放射化断面積ということで、原子炉の施設に係わる核種に起因する放射能濃度の評価に必要な核種をかなり網羅されたものであるということになってございまして、こういうものを使用することは有効であるかと考えてございます。

回答12につきましては、以上でございます。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

御質問13番についての御回答を御紹介したいと思います。13番の御質問なんですけれども、元素分析データの数量に応じた濃度分布の条件設定に関する御質問になっておりまして、標準の46ページのところにあります図では、検出データの95%信頼上限値を設定平均としました保守的な範囲を設定した分布が示されていますが、この元素成分の濃度のどの範囲を用いて放射化計算を行うのか説明してくださいというところで。これにつきましては、少し図を見ながら御説明したほうが分かりやすいかと思しますので、お手数ですが、資料2-1-3の23ページの図を見ていただけますでしょうか。

よろしいでしょうか。資料2-1-3の23ページの図なんですけれども、ここの中では図が三つ入っておりまして、この中の一番上の図を見ていただけますようお願いいたします。この比較的少ない場合の放射能濃度分布の設定のイメージ例に示しております、図中の青い破線の分布が、これが実際に採取された元素分析の結果を示しております。青の破線が分析の結果を示しております。これデータが少ないために、この青の破線の分布の平均値の95%信頼上限値、これは黒の若干太い縦線で示しています

のが平均値の95%上限値になっておりますが、この黒の実線で示しております分布の平均値として設定し、かつ、青の破線の分布の標準偏差の信頼上限値を黒の実線の標準偏差として適用することで、青色の破線の分布を高め、かつ幅も広い黒の実線のように設定する形を取っております。このような形で、黒の実線の分布を部分的ではなく、全体からランダムサンプリングを行うような形で入力条件を設定するもので、この黒の分布を入力用の基礎データベースの分布形状というふうに呼んでいるものになっております。

また、資料2-1-1のほうに戻っていただきまして、ページ、20ページのところなんですけれども、今御説明した内容は、ここの文章で書いておりまして、この結果、一番最後の2行ですが、これによって入力用の設定分布の部分的な範囲ではなくて、保守的に設定しました先ほどの黒の実線の濃度分布全体を網羅した入力条件から選ぶということで評価を行っております。

その評価方法につきましては、21ページのところに評価方法を示しておりますが、今回、該当しますが、この中の表の一番左側のところの元素成分条件になってきますが、このところに関しましては、点推定法と区間推定法を示しておりまして、下のほうの区間推定法のところにありますように、入力用の設定分布、これが先ほどの黒の実線で評価し直した分布なんですけど、ここからランダムサンプリングすることによって評価するという形の設定条件をしております。

このランダムサンプリングそのものの抽出方法は、箇条書きの一番下に書いてあります、JIS Z 9031に示される方法で、分布の形状に応じて、そのランダム抽出方法というのがJISの中で定義されておりますので、それを適用する形で無作為のサンプリングを行うという形で評価しております。

以上が、御質問13に対する回答になります。

引き続き、御質問14に関する御回答なんですけれども、質問14につきましては、二つの御質問がありまして、分析データが非常に少ない場合の元素分布条件の設定方法。先ほどがデータ数が若干少ないところなんですけど、今回は非常に少ない元素の設定方法になっておりまして、この方法が適用できるのは、検出下限のデータ数が十分にあると想定されますけれども、そのデータ数を示してくださいというところの御質問になっております。

回答なんですけれども、学会標準の中では、このデータ数の定量的な定義については示しておりませんで、かつ、このデータ数の定量的に説明することは難しいと考えております。ただ、元素分析において、検出下限値のみ、又は1、2点の検出データとなるおそれがある元素というのは、下のところにあります表D.4、これは附属書のDから抜粋したものなんですけれども、元素分析の分布の条件としましては、成分の管理条件として、主成分、これは管理範囲があるもので、一番メインとなる元素になります。次が真ん中の列の不純物成分元素というところで、これは管理上限があるもので、製造上

で低減又は管理される成分があるもの。残っているものが、これは学会の中では微量成分元素と呼んでいるんですけども、基本的にJIS等での管理値がない元素となってきます。

こういったものに関しては、それぞれ考え方を示しておりまして、それぞれの元素の濃度分布に関しては、JIS成分元素に関しては、正規分布的なものが適用できると。不純物、もしくは微量成分元素に関しては、対数正規分布というのが適用できるというような考え方を示しております。

このような元素のところで正規分布として扱う例についても、併せて学会標準の中では示しておりまして、附属書Gの中の表G.13のところで、濃度分布を対数正規分布として扱うことが適切と考えている文献等を整理しまして、この中に示しております。

どのような文献から集めてきているかというのが、24ページの出展のところに示しておりますように、農林水産省等のところから出したものとか、その外郭の研究機関等で示されている報告書等で示されている内容をこの中で示しておりますが、基本的には対数正規分布で、こういった微量成分元素を評価することに関しては適切だというふうに考えられる内容になっています。

元素分析による検出下限のことなんですけれども、こちらにつきましては測定機器とか、測定時間、測定試料ということで、24ページの下半分のところに示しておりますけれども、こういったような下限値については、機器、時間、試料、バックグラウンドなどによって決まってくるものですので、元素分析データに依存することは非常に低いというふうに考えられています。

理論計算による放射能濃度の評価に検出下限が直結しますので、事業者ではできる限り検出下限を下げる努力を払うことが想定されますし、実際に元素分析に適用している測定機器も、下のほうに示しておりますようなICP-AESとか、ICP-MS、こういったもの、それから、さらにグロー放電質量分析といったような形の高性能の装置を適用しまして、評価をして、先ほど申し上げました時間とか試料、バックグラウンドを確認した上で、データ数を含めた妥当性を評価することが適切でないかというふうに考えております。

こういったものの検出下限となっている元素の情報としまして、SUS304に関する例を示しております。先ほど申し上げました分析方法について、適用した結果で検出下限というのが併せて示しておりますけれども、海外で行われているような分析による下限値よりも、さらに1桁～数桁低い下限値まで捉えるような形の分析方法が適用されているというところが、実際のところになってくるかと思いません。

あわせて、次の回答12の(2)のところなんですけれども、22ページのところで、このデータ数が1点しかない場合に、元素濃度の標準偏差をどのように求めるかと。先ほどは、データ数の話をしたわけなんですけれども、検出データが得られなかったときに、じゃあ標準偏差というのはいかにどのように設定

するのかというところに関して、25ページの濃度分布の設定方法についてというところで示しております。

こちらのほうにつきましては、まず、回答14(2)のところに示してありますように、起源元素の濃度を分析によって1、2点程度しか検出できなかった場合は、実施したサンプリングの結果からでは標準偏差を設定することはできません。このため、この標準の中で示しておりますのが、同一の元素又は化学的な性質が類似した元素の分布を参考にした標準偏差で設定する方法を示しています。

この分布の設定方法、この標準偏差の設定方法は後で御紹介しますが、まず、分布の設定方法につきましては、26ページのところに示しています図H.1としまして、検出困難元素の濃度分布評価の基本的な考え方というところで示してありますように、先ほどと同じように青い破線で示しておりますものが、元素分析の実際の推定分布になるかと思えます。これに対して、どのように分布を設定したかという、検出された最大値から下の領域で分布を示す形を踏まえているんですけども、そこに保守的な条件を入れる意味で、平均値の位置を実際の分析の推定される場所よりも高めに設定するというので、 2σ の位置に平均値があるとして設定すると。かつ、その標準偏差についても、保守的な標準偏差を適用することによって、さらに上側にスライドさせるような設定をすることを基本的な考え方としております。

このような形で設定を考えるわけなんですけど、その標準偏差の設定方法についてはどのように考えているかというところで、附属書Dの中に示しているものを、このような形で表に示しておりますが、26ページの真ん中ほどに表があるかと思えますが、取得された検出のデータ数によって平均値と標準偏差の適用の考え方を、それぞれ標準の中では示しております。取得データ数としては四つに分けておまして、一つは検出下限値しか得られなかったと、全く検出には出なかったと。二つ目が非常に少ない場合、これは1、2点の検出数のことを意味しておりますが、それから比較的少ない場合、これは数点以上で十分未満の場合、さらに十分にある場合という形なんですけれども。

まず、十分にある場合は、得られた検出データの平均値と検出データの標準偏差で適用するというところで決まってくるわけなんですけれども、データ数が比較的少ない場合は、先ほど御紹介しましたように、平均値そのものも不確定性を含んでますので、平均値の信頼条件で設定してあげると。さらに標準偏差も得られた検出データの標準偏差の、これも信頼上限のほうで設定してあげると。これに満たない非常に少ない場合と検出下限の場合は、どのようにするかというところで、まず、平均値を検出下限値で設定してあげると、それと検出値で設定するという形で、これは得られたデータのピンポイントで平均値を設定するというので、通常考える平均値の位置よりも桁で上がってくるようなところに平均値を設定してあげるとというのが、一つ目の方法になります。

このときに二つ目の方法として考えられますのは、先ほど上の図で、図H.1で示したように、検出下限以下の領域、もしくは検出以下の領域で設定してあげるということで、 2σ の位置に平均値を持ってくるものと、それと、その標準偏差に関しては、同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を踏まえて設定するという一方で、これは幅を狭くするほうが保守的になりますので、逆に信頼下限で設定してあげるといった形のものになっています。

この同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布の標準偏差というところは、少し資料を使って御説明したほうが分かりやすいかと思っておりますので、また資料2-1-3を見ていただけますでしょうか。

2-1-3の資料の25ページ目を見てください。先ほど申し上げました標準偏差の設定のところの考え方を示しているものが25ページに示しておりますが、まず、検出下限値しか得られなかった場合などにおける入力用の設定分布の標準偏差の設定根拠として、鉱物、岩石等の同じ元素の濃度分布を参考にした設定方法について、この図から3ページを使って補足させていただきたいと思っております。

まず、一つ前の御質問にありました回答の中で触れました、元素の管理区分で示しました微量成分に関しましては、存在濃度が低いために検出困難な元素が多く、特にClとかTh、Uに関しましては、検出下限値しか得られないケースが多いものになっております。これらの元素は、Cl-36、または α 核種の起源元素となるものになります。

これらの元素に関しまして、左下の模式図に示しましたように、ここでは検出下限値以下の濃度分布として存在していると考えられるわけなんですけれども、どの濃度領域で分布があるのかは分析できないため、分かっておりません。

これらの元素に関しての入力データとして設定する方法は、赤の字で書きました、化学分析の検出下限値で全ての入力データを設定してしまう方法も一つの考え方なんですけれども、先ほど申し上げましたように、これ非常に保守的な設定になってしまいますので、検出下限値以下の領域で濃度分布を設定する方法で、・・・は二つ目の方法として示しております。

それが左下に示しております、鉱物、岩石などの元素データを使用して標準偏差を保守的に設定でき、かつ、この標準偏差が材料中の元素にも適用できるというような考え方です。

具体的には、次の26ページ目を御覧ください。26ページ目につきましては、引用しております文献、これは右下のほうに文献名を示しておりますけれども、三つのことがデータに基づいて示されております。

一つ目は、公開された報告書の要旨の箇条書きの一つ目なんですけれども、SUSとかジルカロイの製造工程を踏まえても、微量元素への影響は小さいということが示されております。

二つ目が、次の右図に示しております内容なんですけれども、微量元素の濃度分布の形状、これは標

標準偏差に依存するわけなんですけれども、これは鉱物、岩石などの分布データで評価した結果を、温度とか化学的变化が小さいということで、右図にヒストグラムを2列示しております。右側の列が、収集した168群のデータの標準偏差のヒストグラムになります。左側の列が、濃度分布のヒストグラムになります。縦の5行につきましては、上から下に向かって、加えられた温度が800℃程度の黒雲母から1,200℃程度の玄武岩まで、受けた熱に応じて分類しております、最下段が水による溶解の影響を区分したのになっております。

これによりますと、濃度の分布、これは左側のほうの列なんですけれども、この影響によって、横軸に書いてありますのが対数になりますので、濃度自身は2桁から3桁の影響を受けて、熱が上がるにつれて濃度が低い方向にずれていくというところがあるかと思いますが、右のほうの列の標準偏差のところを見ていただくと、標準偏差に関しては、ほとんどこの熱影響とか、化学影響というのは受けてないということが分かります。このことから、濃度分布というのは、種々の影響を受けて濃度がスライドするわけなんですけれども、形状を保って標準偏差は一定になっていることを示しています。

三つ目なんですけれども、27ページを見ていただけますでしょうか。これが先ほど言いました、168群のデータを産地とか種類ごとにも分類したものなんですけれども、横軸のほうはC1の濃度の平均値を示しております、縦軸が標準偏差を示しておりますが、ここの中でも産地とかの種類に分類したとしても、標準偏差の濃度の依存性というのは小さくて、分類による影響も小さいことは分かっていると。こういったことを踏まえていきますと、標準では分析によってデータが得られなかった場合でも、同種の元素のデータを使用して標準偏差を設定できるというふうに考えております。このように適用する標準偏差も保守的な設定となるように、分布を狭く評価するために、標準偏差の信頼下限を適用するような考え方を取っております。

また、資料の2-1-1のほうに戻っていただけますでしょうか。このような形で標準偏差と平均値というのが設定できることによって、分布を設定することができるというふうに考えておまして。その設定の方法のところのイメージ図を、ページの27ページの上のところに図H.3という形で平均的な標準偏差の設定方法のイメージ図を示しておりますが、これは標準偏差をヒストグラムのイメージで書いたものになっています。このような形で、平均値としまして適用する場合と、それから平均値の99%信頼下限値と、それから最小値という形で設定する考え方があるかと思うんですけれども、それぞれの方法の特徴、短所を踏まえていきますと、ある程度の信頼下限のところでの保守性を考慮していきますと、99%の信頼下限値というのを踏まえた標準偏差で評価することによって、実際に金属の分析を行ったときに、分析データが得られなかった場合でも、こういった化学的な同一の元素などの分析デ

ータを適用して評価できるというような形での考え方をこの中で適用する形を取っております。

以上が、質問14に対する御回答になります。

次が、質問15に関する御回答なんですけれども、こちらに関しましては三つの御質問がありまして、検出下限に関するデータ数が十分にある場合、そのデータ数を示してくださいということと、 2σ 低い値を平均値と用いることができる理由。それから、同一の化学元素というところに関しての、具体的にどのように求めるかを説明してくださいというところなんですけれども。

これらの内容につきましては、今御説明しました14の回答とほぼ同じ内容になってきますので、唯一違いますのが、15の(2)にありますように、先ほどが検出値から、最大値から引っ張っていたわけなんですけれども、もう一つのほうはN.D. 値しか得られておりませんので、その引っ張ってくる位置を検出下限値から設定するというところが異なるだけで、基本的には同じような考え方で分布、設定を行う形を取っております。

それから、標準偏差の設定方法につきましても、14(3)で御説明した内容と同じ考え方を適用することを考えております。

以上が、質問15に対する回答になります。

以上です。

○田中委員 ありがとうございます。

○日本原子力学会（三宅） すみません、原子力学会の三宅です。

御質問の16について回答を御説明させていただきます。質問16、28ページの下のほうでございますけれども、中性子フルエンス率などの設定方法ということで、輸送計算コードの例としてMCNPが挙げられていると。他のモンテカルロシミュレーションコード、例えば国産のPHITSを使う場合に、どのような手順になるのかを説明してくださいという御質問でございますけれども。

回答としましては、PHITSを使用する場合につきましても、MCNPと同じ手順になるものと考えてございます。

以上でございます。

○田中委員 ありがとうございます。それでは、ただいまの9～16までの質問、回答に対して、何か確認したいこと等ございましたら、お願いします。いかがでしょうか。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

御説明ありがとうございます。資料の12ページについて質問させていただきます。

基本的なことなんですけれども、この12ページに載っています回答9(1)のところに、①と②として記載がございますけれども、②のほうは、大型の廃棄物を収納した廃棄体のというふうを書いてあつ

て、その後に非破壊外部測定によって決定すると書いてあるんですけども。この廃棄体の作り方については、私の理解では、この規格以外の規格があると聞いていまして、そちらの所掌の範囲なんだろうかとということと。

非破壊外部測定というのも、この規格の中には、詳しくは出てきていないと思うんですけども、それもほかの規格で規定されているのではないかと思っていまして。したがって、この②の方法は、この今回の技術評価の対象となっている規格には詳細は規定されていないという理解でよろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今、佐々木さんが言われましたように、Key核種の非破壊外部測定に関しましては、この標準の中では詳細規定示しておりません。廃棄体の条件につきましては、学会標準、別のものがありまして、こちらの中で製作方法を含めて廃棄体の仕様については規定しております。ただし、非破壊外部測定方法そのものに関する仕様等を定めている学会標準につきましては、現状ございません。

以上です。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

御説明ありがとうございました。

○田中委員 あと。

○藤澤技術参与 規制庁の藤澤です。

同じページの関連した質問なんですけども、質問の9の(1)というのは、シュラウドとか圧力容器、これをどのように測定するんですかという質問なんですけども。回答は9(1)の①、②とも、切断した状態で測定しますという、②は廃棄体に入れた状態で、①は廃棄体に入れる前の状態のようなんですけども、そういう状態で測定するとあります。質問は、切断前には測定は行わないということの理解でよろしいでしょうか。

以上です。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

具体的な運用につきましては、今後になりますので、実際全く測定しないかどうかについては明言できないんですけども、基本的な考え方としましては、大型廃棄物につきましては、廃棄体に入れる前に個々の切断片等について測定するという事は想定しておりませんで、今、藤澤さんがおっしゃられましたように、測定を行う場合については、廃棄体に収納した段階で幾何形状をある程度固定した上で、その中身の核種についての非破壊測定を実施するような形で運用されるのではないかとというふうに想定しております。

○藤澤技術参与 原子力規制庁の藤澤です。

そうすると、①の切断した大型廃棄物を容器に収納した廃棄物というふうに言ってますけども、これも廃棄体のことをおっしゃっているのですか、この容器というのは廃棄体のことを。であれば、もう廃棄体を、実は今回の技術評価をしましょうというふうになった発端は、事業者のほうから廃棄体の設計を行う前に評価方法が決まらなると廃棄体の設計ができないのでということを実は言っています、それとちょっと矛盾するんじゃないかなというふうに思っています。ですから、ここに①番で言っている容器というのは、廃棄体の容器のことでしょうか。

以上です。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

①の切断した大型廃棄物を収納する容器というのは、廃棄物を入れた段階で廃棄体になる容器のことを言っております。ただし、廃棄体で測るというものはKey核種のことを言っております、今回の標準が対象とします主な対象のほうは、評価対象核種としてKey核種以外のものが大部分を占めておりますので、廃棄物の切断前の段階から含めて、評価する対象としては、こういった非破壊外部測定を行う対象以外の放射化金属の放射能濃度の評価になりますので、そのところについては廃棄体より前の段階での評価という形になるかと思えます。

以上です。

○藤澤技術参与 はい、分かりました。

○田中委員 あと、ありますか。

JAEAの方、お願いします。

○日本原子力研究開発機構（島田（亜）） すみません、JAEAの島田です。

聞こえてますでしょうか。24ページから25ページ周辺の件でお尋ねしたいんですけども。まず、事業者さんのほう、分析下限値をできるだけ下げる努力を払うと想定されるというふうに、元素分析に関しても次のような高性能な機器を適用して測定しているというような御説明だったんですけども。例えば、ThやUに対して分析方法、ICP-AESとなっておりますが、例えばICP-MSのほうはかなり感度を下げる、検出下限値を下げることができますし、実際これを下回る濃度でも測定が可能になってくると思えます。今後、いろいろ分布等、推定によって設定する方法を示していただきましたが、実測値を得て、より確実な方法を取られるということはあるのでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

分析値につきましては、実際のプラントの材料を使って、そこの中の条件で評価しておりますので、学会標準をつくる段階では、この一例で示しております、引用しているSUS304に関する化学分析の結

果だけではなくて、そのほかのところで行われた化学分析のところにも調査を行った上で、ここで示しております検出下限値というのが、ほぼ同等以上の条件を出しているということを踏まえて、このところに関しては、それなりの分析に関する努力を行った結果であるというような形で捉えております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（島田（亜）） すみません、既に努力を行った結果という意味ですか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

検出下限値につきましては、今、申し上げましたように、ほかと比較した上でも遜色のないような分析を行った結果であるというふうに考えております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（島田（亜）） AESよりもICP-MSのほうが検出下限値は下げられると思いますが、それでも入力と比べれば下がっているからという意味になりますか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

ICP-MSで測られたウラン、トリウムを検出下限値について、そのほかの、今、おっしゃられましたICP-MSについての分析結果についても比較しておりまして、ほぼ同等の結果になっておりますので、分析方法だけではなくて、測定的时间とかサンプリング量と、そういったものも含めたところで検出下限値としては妥当ではないかというふうに考えております。

○日本原子力研究開発機構（島田（亜）） ありがとうございます。

○田中委員 あと、ございますか。

富田先生、お願いします。

○名古屋大学（富田准教授） 名古屋大学の富田です。

質問の16についてなんですが、中性子フルエンス率の設定方法で中性子輸送計算コードの例としてMCNP以外に他のコードでPHTTSがあってというような、それを用いる場合の手順について説明してくださいということに関して、御回答として、MCNPと同じ手順となるという御回答なんですが、比較的、専門に近いような人であれば、MCNPというモンテカルロシミュレーションコードとPHTTSの違いというのか、同等性というのをよく理解していると思うんですけども、その辺りが、最終的には国民の皆様がこういった工夫で規制をするんですよといったときに、必ずしも、それだけでは伝わらないような気がして、御質問させていただきました。ですので、この原子力学会さんの標準を見ますと、この方法でもいいし、この方法でもいいし、この方法でもいいし、ほかにもありますというような書き方がしてあるもので、具体的にどういう要件を満たしているようなモンテカルロシミュレーションコー

ドであれば使用してよいのかというところを教えてくださいなというふうに思ったのが質問の意図でございます。

そういった意味で、核データライブラリのところ、質問の12番のところも同じ質問でして、核データライブラリがそれぞれ相互比較して評価済みであるという核データライブラリであるということは認識しておりまして、核データライブラリ、例えばJENDL、EDNFが十分信頼性に足るといえるのは、専門家の方の間では十分認識されて、そのような認識だと思いますが、では、具体的にどれならよくて、どれはよくないのかというところを判断する基準というようなものを少し示していただけるといいのかなというふうに思いました。

○日本原子力学会（大畑） 原子力学会の大畑ですけれども、今、この時点で何かお答えできることはありますでしょうか。それとも、今の御質問に対しては、別途まとめて御回答するような格好になるでしょうか。

○日本原子力学会（三宅） 原子力学会の三宅です。

まとめて後ほど回答させていただければと考えてございます。

○名古屋大学（富田准教授） ありがとうございます。

もう一つ、先ほどの島田様からの御質問内容にも関係するんですが、ICP-AESとICP-MSと比べて、一般的にICP-MSのほうが感度が高いというのは、そういう認識で私もいるんですけれども、その辺りが必ずしもちょっとクリアではないのではないかなというふうに思います。つまり、原子力学会の標準としてICP-AESでもいいし、ICP-MSを使っても、どちらでもいいですよということが書かれているときに、どちらを使うんですか、どちらを使うべきなのかというところを、もう少し踏み込んで御説明いただいたほうがいいんじゃないかなというふうに思いました。

以上です。

○田中委員 本件に対していかがですか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今の富田先生からのコメント、それから、島田さんのコメントも含めまして、少し学会のほうで、そういったもので何か考え方を示せるかどうかについては議論させていただければと思います。

以上です。

○田中委員 よろしくお願ひします。

あと、ございますか。

武田さん、お願ひします。

○日本原子力研究開発機構（武田） JAEAの武田です。

回答10に関しての御質問をしたいと思います。

16ページに表で整理していただいたところなんですけれども、適用条件、ここが学会標準ではなくて、突っ込んでいろいろ回答いただいたというふうに理解しています。

濃度分布評価法のところで①、②の適用条件があるんですけれども、これが次のほうの御説明の中で、中性子フルエンス率が一定の範囲内にあるということも、恐らくこの条件も合致するというか、そこにも該当するのかなと思ったので、ここは、まず、適用条件として、そこも入るんでしょうかという確認なんですけれども、まず、一つ目の質問です。よろしくお願いします。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今の御質問のところで、適用条件の中で中性子フルエンス率のところの一定範囲のところ収まるものが対象となるというところの条件につきましては、ここの中の条件としては、放射化金属とそれを評価するために必要な情報が連関できているというところが一番重要かと考えておりまして、この中身を示しております。

実際の評価のところにおきましては、濃度比を放射化計算等によって評価すべきものになりますので、そのところの具体的な手順の中では、今、御説明されて指摘されました中性子フルエンス率、スペクトルといったものが、その中のところで明確にならなければいけない情報として入ってくるかと思えます。

ただ、これにつきましては、濃度比法だけではなくて、一般的な換算係数法、濃度分布評価方法のところで、共通的に必要となってくる元素条件、中性子条件、照射条件の一部かと思えます。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） ありがとうございます。

そうすると、ある意味、適用条件というよりも確認していくという、評価の中での確認行為という感じがあるということですかね。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今、言われましたように、放射化計算のところではなくて方法としての適用の条件として必要となってくるものとして捉えております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） 分かりました。ありがとうございます。

それで、16ページ、もう一つなんですけれども、今度は濃度比法で、適する評価対象という記載がありまして、この中でいろいろ変動範囲を考慮した中でのパラメータの分布形を決めながらサンプリングして放射化計算をすると、上の模式図にあるような結果が出てくると。そこでこの濃度比を決め

るときに、こういったばらつきがあると思うんです。ここは濃度比法の中で、このばらつきをどう考えて評価手法として学会標準の中で決めているということなんでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

附属書、たしかMだと思うんですけども、評価対象とします放射能濃度に関しましては、今日、適用範囲のところでも御紹介しましたように、最大放射能濃度と総放射エネルギーという二つの側面がありまして、最大放射能濃度を評価する場合には、先ほど御指摘を受けましたこの模式図に描いてありますばらつきを考慮して、その部分を入れる形を濃度比に入れ込んだ形で、なおかつ、スクリーニングレベルみたいなものを適用することで、最大放射能濃度を確認できる評価手法として見ていると。放射エネルギーにつきましては、これは濃度分布とか平均値というのが重要になってきますので、濃度比そのものの分布の中のさらに平均的なものを取っていくという形の方法が考えられまして、その考え方につきましては附属書Mのほうに示しております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） 濃度比で計算結果の分布は、ある意味、平均で扱うということ、今、そういうふうに説明されたということですか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木です。

Key核種の条件を測った上で、適用する濃度比については、この中で例えば幾何平均ではなくて算術平均値を使って、なおかつ、スクリーニングレベルを適用するような形の、今、浅地中処分で適用しているスケーリングファクターと同じような考え方で、ばらつきを考慮した上で、廃棄体の最大放射能濃度を超えていないことを確認する方法と、もう一つは総放射エネルギーを評価する上では、平均的などが重要になってきますので、例えば幾何平均の分布を考慮した上で、ここのところを評価していくような考え方があるかと思えます。以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） 分かりました。ありがとうございます。

もう一つ、今の放射化計算の結果なんですけれども、ここの計算結果自身に、ある意味、分布型とか、分布形、ある意味、対数正規になっているとか、そういったチェック、つまりダブルピークが計算結果に出てくるとか、そういった計算結果としての適用範囲とか、そこを何か条件というのはあるんでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

評価といたしましては、評価係数等で評価しているものと、今、おっしゃられましたように、分布に関しては、正規性に関しても確認するような形で、標準の中でも示しております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） ありがとうございます。

以上です。

○田中委員 あと、手が挙がっている方。

渡邊先生、お願いします。

○北海道大学（渡邊准教授） 北大の渡邊です。

元素分析データについて、平均と標準偏差の設定の仕方を詳しく説明していただいたんですけども、これについては、ゼン反応法で御説明いただいた実機の適用性ということで、結果が適正な保守性が確保されているということが確認されているという、こういう設定の仕方をすると、適正な結果が出るということが確認されているということによろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

基本的には計算の結果に対しては、なるべく真値に近い形での評価しか行っておりませんので、これにプラスアルファで、先ほど申し上げました分布の95%信頼上限を足して、照射時間に関しても、それを足していくという形で、真値に対して保守性として入力条件を全部加えていく形を取っていますので、その結果としては、必ずプラス側に出てきているという形で手順を示しているということで、基本的には、そういったものを排除した結果で実測値等で評価していますので、評価結果に対して実測値を入れて保守性が出ているというのはやっているんですけども、それは標準の中では示しておりません。

以上です。

○北海道大学（渡邊准教授） 分かりました。この平均と標準偏差の考え方というのは、こういう考え方で設定ができるということを示したということで、実機の適用性というときには、そこからランダムサンプリングして計算しているということではないということによろしいですか。

○日本原子力学会（柏木） いや、実際の評価のところでは、その標準偏差等を使って入力用の分布を設定して、そこからランダムサンプリングを行っていますので、計算結果としては、先ほど申し上げましたように、少し上側の保守的な結果が計算結果では得られてきておまして、真値として、その中の1点についてはその母集団の下のほうに出てくるような形になるという結果になります。以上です。

○北海道大学（渡邊准教授） 分かりました。ありがとうございます。

○田中委員 どなたが手が挙がっているのかな。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） JAEAの島田太郎でございます。

回答11の(3)についてお尋ねします。

まず、一つ目なんですけれども、変動要因となり得る計算条件としては「中性子フルエンス率だけ」というところが記載されておりますけど、これは中性子スペクトルがちゃんと考慮された上での中性子フルエンス率という理解でよろしいですか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

細かいところに関しては、それを確認した上で御回答させていただきたいと思っておりますけれども、基本的にスペクトル等につきましては、個々の条件を設定するところで、放射化断面積とか、そういったところにも考慮されている形で入れておりますので、この「中性子フルエンス率だけである」と書いてあるのは、ちょっと言い過ぎな部分があるかと思っておりますけれども、今言われましたスペクトルについても考慮した状態で設定しているというふうに考えております。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） JAEA島田太郎です。

ありがとうございます。

あと、もう1点なんですけれども、次からある「計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件」なんですけど、附属書Kで濃度分布法が適用されている例があるんですけども、それを見ると、フルエンス率の幅が1桁以内にほぼ収まっているから最大のフルエンス率を使って計算するということが書いてあったので、そこはフルエンス率の幅が小さいから、そこで代表値とか保守的な値を取れるということだったと理解したんですけど、そうではなくて、このような回答ということよろしいですか。

○日本原子力学会（柏木） 標準の中では設定方法として複数を示しておりまして、先ほど、代表値で設定する場合と、それから分布などを考慮したところで設定する方法とあるんですけども、例に示しておりますのは、今、御指摘のありましたように、分布を考慮した上で最大値を保守的な条件として入れ込んでいるという形で評価しておりますけれども、標準の考え方は、代表値だけではなくて、分布のばらつきを考慮した評価もできるという形で入力条件の設定を行っている。

実際、元素分析やなんかにつきましては、そういったものを加えてやっております、中性子のところに関しては、恐らく、スペクトル、そういったものを含めて一番保守的な条件で設定することによって、それらを逆に考慮した結果で高くしちゃっているというところに、実際の例としては示しているのではないかというふうに考えます。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） D.1.4のところの記載ですと、「計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件については、複数の計算条件を設定せずに一つの値（代表的な値又は保守的な値）を設定できる」ということなので、これが「評価対象機器の機材又は部材の移動、交換をしていないこと」とはちょっと違うことを書いているのかなと思ったんですけども、そこはいかがでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

代表的なところに関しては、計算値の設定の仕方のところで保守性を考慮するときのやり方として、最大が得られる代表値で分布の全体を設定するような形を取っているというところで、そののところにんしては、大型機器の移動とか交換していないという、そういった条件ではなくて、設定条件としての保守性を考慮する上で最大値を取っているというところを示しているのではないかというふうに考えております。

○日本原子力研究開発機構（島田（太）） 分かりました。ありがとうございます。

○田中委員 あと、いいですか。

○佐藤技術研究調査官 原子力規制庁の佐藤です。

回答14の(1)についてお伺いします。

こちらの趣旨としましては、検出下限値の妥当性について、こちらは伺いましたというよりも、先ほどの資料2-1-3の23ページなんですけれども、そちらの表の②として示されている図で、検出下限値に対して青破線の元素分析の実際の分布（推定）が示されていますけれども、この実際の分布を推定できるのは、十分に分析データがあるときではありませんというような意図の質問です。

具体的な分析データ数を示すのは難しいというのは分かりましたが、この実際の分布を推定するには、ある程度の数の分析データが必要という理解でよろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

標準の中では先ほどから申し上げていますように、データ数に関しては示しておりませんが、考え方としましては、今、言われました点というのは、確かにそういうことは考える必要はあるというふうに思っております。

以上です。

○佐藤技術研究調査官 原子力規制庁の佐藤です。

ありがとうございます。

それでは、先ほどの資料2-1-3の24ページのほうなんですけれども、こちらは検出下限値しか得られなかった場合のデータですけれども、こちらでも表中の②で、分析した数が比較的多い場合は保守的に検出下限値を濃度分布の $+2\sigma$ の位置として設定するというふうには書いてあるんですけれども、これと同じような考え方が先ほどの23ページのほうの図にも適用されるというふうに理解いたしました。

○日本原子力学会（柏木） ありがとうございます。原子力学会の柏木でございます。

○田中委員 あと、ございますか。

○遠山技術基盤課長 技術基盤課の遠山です。

資料の16ページの表に三つの評価法が紹介されているんですけども、その中の濃度比法のKey核種の濃度というのは、これは測定で求めるんでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

Key核種の求め方としましては、回答の番号は忘れてしまいましたけれども、二つありまして、一つは計算の結果を集積して、Key核種の放射エネルギーというのを捉えていくやり方と、今、言われました廃棄体の非破壊外部測定によって評価する二通りがあります。

以上です。

○遠山技術基盤課長 それでは、この表を続けて、適用する評価対象のところ、下のほうに「多数発生するバーナブルポイズン、制御棒」というのと、その右の換算係数法のところでもバーナブルポイズンや制御棒が出てくるんですけども、これは事業者がやり方はそれぞれ、対象物は同じであっても、自分で選定すると、そういうことを意図しているんでしょうか。

○佐々木企画調査官 柏木さん、音が出ていないと思うので。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今、言われましたところのチャンネルボックス等につきまして二つの方法が適用できるというところに関しては、標準の考え方としましては、手法を提供して、実際にそれを選定して適用するところは、運用サイドの話だというふうに考えておりますが、この二つに関して示していますのは、チャンネルボックス等につきましては、既に切断等が行われて、保管されているようなものもありますので、そういったものに関しては、濃度比法等によって実際に切断した廃棄体中の放射能濃度を外部測定して評価していく方法が、より合理的に測定できるということで、ここを書いておまして、もう一つのほうのチャンネルボックス等につきましては、チャンネルボックス本体そのものが残っているようなものについては、それ自身の燃焼部というものと1対1の関係が明確になっておりますので、そういったものについては換算係数法も適用できるというような形で示しております。

以上です。

○遠山技術基盤課長 基盤課、遠山です。

続けてですけども、この制御棒の評価については、たしか制御棒の先端位置は点推定法で評価しますと書いてあって、この換算係数法のところでも制御棒、それから濃度比法でも制御棒と出てくるんですが、私の理解は、制御棒の中の先端とっているのは、炉心に挿入されている部分が照射量が多いので、その部分だけは点推定法で評価しますと。一方、その他の制御棒のうち、主たる材質については燃焼度との関係で換算係数法を使います、さらに、制御棒の材質の中の含まれている微量な元素についてはKey核種の濃度で比較して推定すると、そんなような使い分けをするのかなと読み取った

のですが、よろしいでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

今のところの御指摘については、実際の運用の中で事業者さんが自分のところの制御棒、そういったものを評価するところでの選択肢になってきますので、必ずこれであるということは言い切れないんですけども、考え方としましては、制御棒の最先端部で最大値を評価していくことによって、一点で推定するというのが点推定法になっておりまして、それだけじゃなくて制御棒の全体的なところを評価するところが換算係数法のものを使って評価していくやり方といったものが入ってきますので、今、言われたところに関しては、当然含まれているわけなんですけれども、それだけで全部固定されるかということ、そこまでは言い切れないところがあります。

以上です。

○遠山技術基盤課長 基盤課、遠山です。

もし、私どもの理解が間違っているようなことがあれば、指摘はしていただきたいと思うのですが、ちょっと追加ですけれども、先ほど、非破壊の測定というような議論がありましたけれども、本来、この中深度処分の対象となる廃棄物については、中深度処分だけでなくでもですけれども、直接測定できれば、それにこしたことはない。しかし、何らかの理由で直接測定が困難なものについては、このような計算による推測の手法を使うことを決めているんじゃないかと考えるのですけれども、そう考えると、先ほどの測定の下限值みたいなことがあったけれども、なるべく下限値は技術的に最新の手法を用いるというようなこと、つまり、姿勢のようなものというのは、この標準には書かれないんでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

手法としては書いてあるんですけども、それをどういう形で進んでいくかというところの部分までを標準の中で書いてあるかということ、そこまでは標準の中で現時点では書いておりません。

以上です。

○遠山技術基盤課長 基盤課の遠山です。

今の質問の趣旨というか、背景は、現時点でこの廃棄物をたちまち作って処分をするという状態にはまだ至っていない。それはかなり先のことになるのではないかと思います。それを現時点の技術で、ある程度規定してしまうということに対して、どういうふう考えていくのかなという趣旨での質問です。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

どなたか、その点について何か説明できる方はいらっしゃいますでしょうか。

○日本原子力学会（田村） 原子力学会、田村です。

今、遠山さんがおっしゃったとおりでして、実際に運用するのはかなり先になるであろうということですので、現段階の技術でまとめることができる範囲内で今回の手法に関わる標準をつくったと。これ一回きりで恐らく終わらないなど、私も思っていました、これから後、事業者が実際に運用するまでに、いろんな新しい技術とかが提案されてくると、それを踏まえて、また改定するという、要は学会の標準は常に新しい知見を入れて改定できますので、そういった形で改定していくということになると思っています。

以上です。

○田中委員 よろしいですか。

あと、何か、武田さんかな。

○日本原子力研究開発機構（武田） JAEAの武田です。

22ページの回答14の(1)主成分元素のところなんですけれども、これは管理範囲があるというところで、濃度分布が正規分布という扱いになっています。ここはそういうこともあるんだとは思っているんですけれども、一様分布なり、ここの分布形についての管理に係るような根拠となるような資料とかというのはあるのでしょうか。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

実際、主成分に関しては、分析値等が比較的容易に得られるものになっていますので、そのデータはございます。

今、言われました正規分布に関しましては、実際、学会基準の中では、まず最初に書いてありますのが、基本的な考え方を示しておりまして、標準の中では、この考え方に基づいて分析データによって、その分布形状を確認することという形で規定しておりますので、実際には分析データを踏まえた上で、一様分布ということであれば、そちらの分布を適用するような形で学会標準としては示しておりますので、必ずこの主成分と不純物成分、それから微量成分元素は、いずれの場合におきましても、分析データによる評価というのは行った上で、基本的な考え方に沿った分布がそのまま適用できるのか、実際の分布においては、この考え方で示した分布ではなくて、一様分布だったり、対数正規分布について正規分布を具体的に適用するみたいなところを示していますので、そこで対応できるようになっているかと思えます。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） JAEAの武田です。

よく分かりました。ありがとうございます。

それで、もう一つ質問なんですけれども、資料2-1-3のほうで、実際、鉱物や岩石の濃度分布の標準偏差を利用していきこうと。その際に標準偏差の平均というのが地域性があまり大きな差異が見られないという結果が示されていたとされているんですけれども、こちらについても学会標準の中であって、引用文献等もあるということですのでよろしいですかというのが、まず一つ。

それと、今日の議論の中でコンクリートの話が、放射化金属等の中に含まれるという説明があったと思うんですけれども、その際に、コンクリートに使われる材料の中には、砂だったりとか、かなり地域依存性の成分が入ってくるんじゃないかなと思うんです。そういうものに対して、学会標準のこの考え方は使えるのか。いわゆる金属に限定したようなこの扱いなのか。さっききちんと、ある意味、元素等の分析を踏まえた上でという考え方を示していただいたと思うんですけれども、その辺の考え方というか、そういうコンクリートへの対処の方法というか、その辺の考え方を示していただければと思います。

○日本原子力学会（柏木） 原子力学会の柏木でございます。

一つ目のほうなんですけれども、これは引用文献の中では報告書が出されておまして、もっと細かい分析に関する解析が行われております。それを踏まえて、学会標準の中では、ここで今回示しました要旨で示しておりますけれども、そこの中から重要と考えられるものを学会標準の中に取り込みまして、そここのところに関して、学会としての審議を踏まえた上で行っておりますので、引用文献のほうに全部書いてあるから、学会のほうは要旨だけということではなくて、学会標準の中でも幾つかのデータを引用した上で、そここのところの考え方については妥当性があるという形で示しております。

二つ目のところのコンクリートのところなんですけれども、これにつきましては、学会標準で書いてあります、ここの考え方というのは、分析を一生懸命やったんですけれども、データとして得られなかった場合の考え方を示しておりますので、コンクリート等に入ってくるようなもので、例えば、ウランみたいなものに関しては、十分分析できるような対象元素になってきますので、そういったもの以外のところで、かなり分析を行った結果でもデータが得られなかったものについては、こういったような考え方は、コンクリートであっても適用できるというふうに考えられます。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（武田） JAEAの武田です。

御回答、ありがとうございます。分かりました。

○田中委員 あと、ございますか。

よろしいですか。

（なし）

○田中委員 どうもありがとうございました。

それでは、次に、技術評価書（案）及び日本原子力学会への説明依頼事項について、資料2-2-1と2-2-2に基づきまして、佐々木企画調査官のほうから説明をお願いいたします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

それでは、資料2-2-1ですけれども、議論が非常に活発にさせていただいた関係で時間がなくなってしまいましたので、今日はこの中身の御説明はいたしませんけれども、こちらに御用意していますのは、技術評価書（案）ということで、今日まで質問をし、説明していただいた内容を取りまとめたドラフトということになっております。

説明していただいて明確になったと思って、それで、特にそれ以上の質問はないものもあれば、今、議論になりましたように、さらに質問していただかないと分からない、判断できないという内容もかなりありますので、そちらを別の資料として資料2-2-2ということで取りまとめています。そちらを大塚のほうから説明させていただきます。

○大塚主任技術研究調査官 原子力規制庁の大塚でございます。

それでは、資料2-2-2に基づいて御説明いたしますが、説明に入る前に、どういう観点でこちらが質問しているかというところを最初に少し御説明したいと思います。

先ほどの議論の中でも富田先生からも御指摘がありましたように、今回、学会標準をずっと読み進めていくと、こういうやり方もあります、こういうやり方もありますという考え方とか例集がずっと並んでいる。具体的にこれでやってくださいという形にはこの標準はなっていないというのは、こちらでも理解しています。学会としても、そういうスタンスでつくっているというのでも理解しています。

他方、技術評価として、審査の効率化という観点でいきますと、個々の評価手法の極めて具体的な適用範囲ですとか、適用条件、そういったものをきちっと決めていかないと、結局、審査の段階で、これはなぜそれでいいんですかというのを、その都度聞かなきゃいけなくなってきますので、効率化に資さない。

そういった観点で、こちらとしては、この標準に書かれている個々の手法の適用範囲とか、そういったものを明確にしたいと思っております。

そういった観点で、例えば、「適切に設定する」というような書き方がされていると、じゃあ、その適切に設定するというのはどういうことですかとか、あと、例えばAという方法もあります、Bという方法もありますといったときに、じゃあそのAとBはどう使い分けるんでしょうかとか、Aという手法とBという手法の同等性を説明してくださいというような、若干、学会側からすると、細かいところを気にしているかのような印象に取られるかもしれませんが、我々としては、重箱の隅をつつき

たいわけではなくて、適用範囲をきちっと決めたい、使える技術評価書を作りたいという趣旨で質問してございます。

資料2-2-2なんですけれども、質問はたくさんありますけれども、若干時間も押してございますので、特に説明しておかなければならないと思うところについて御説明いたします。

まず、1ページ目の1～4につきましては、これは中性子の設定に関しての具体的な質問になりますので、これは読んでいただければ分かるかと思えます。

めくっていただきまして、2ページの5番と6番、これについても、それぞれ計算手法の設定のところの具体的な質問になります。

7番ですけれども、これは附属書Aの妥当性確認というところで、他の標準を引用、読み込んでいるんですけれども、ここで「AESJ-SC-A008:2015を参照する」とあるんですけれども、「参照する」というのはどういうことなのか。これはつまり、この2015年の標準によって評価してくださいということなのか、それとも、違う意味にするのか、それをまず御説明いただきたいと思えます。

また、計算の準備、実施、計算過程の記録、それぞれのステップについて、この2015年の標準のどの範囲を参照しているのか、それをなぜ適用できるのか、それについて御説明いただきたいと思えます。

次に、8番ですけれども、計算結果の記録段階とその妥当性確認に関して、特に妥当性確認に関して、このAESJ-SC-A008:2015の標準、これも引用しているんですけれども、この標準、中身を見ますと、想定される不確かさをさらに超える不確かさも踏まえて妥当性を確認してくださいみたいな記載ぶりになっていまして、それを今回の中深度処分の標準の中でどこまで適用するのか、そこも御説明いただきたいと思えます。

次に、「理論計算方法の入力条件の設定方法の具体と評価結果の不確かさ」に関するものなんですけれども、1番に関しては、これはその評価手法の同等性を質問しているものですので、読んでいただければ分かるかと思えます。

2番ですが、本体規定の6.1.4の表面汚染の取扱いのまた書きのところに「除染を行わない場合には、放射化金属等の表面に付着した放射性物質の放射能濃度を評価し、必要に応じて理論計算法で決定した放射能濃度に加える」というふうに規定されているんですけれども、ここで、除染しない場合に放射化金属等の表面に付着した放射性物質の放射能濃度の評価結果を加える必要がない条件、必要に応じてとなっておりますので、それについて説明をお願いします。

また、「放射化金属等の表面に付着した放射性物質を十分に低減できるように除染する」という記載があるんですけれども、ここで「十分に低減できる」というのは、どこまでやればいいのか。例え

ば1桁落とすところまでやるということなのか、どうなのか。そこについての判断基準を御説明いただきたいと思います。

次に、3番ですけれども、これは附属書Cは、ほとんどがISOの16966のAnnexBを飛ばしているんですけども、これもISOの標準も非常に広範にわたりますので、附属書Cの各評価項目のどこがISOの標準のどこに対して対応しているのか、ちょっとその対応関係がよく分からないので、そこを御説明いただきたいと思います。これは場合によってはISOのほうも技術評価の対象に含めないと、学会の手法の妥当性が確認できないということになるかと思えます。

4番から、めくっていただきまして10番まで、これについては、これも適切性の確認ですとか、化学的性質が類似する元素の濃度を参考にするということなんですが、具体的にどうするんですかとか、そういった具体の質問になりますので、御確認いただければと思います。

4ページの11番ですけれども、「附属書Hの検出困難元素の放射能濃度分布の設定例」のところ、先ほども議論になりましたけれども、塩素、トリウム、ウランについての評価例をもって、この標準偏差は類似元素でも適用できるということになっているんですけども、ここでこの三つの元素というのは鉱物中ですか部材中での含有量が比較的多いものだというふうに類推されるんですけども、三つの例をもって、そのほかのマイナーな微量な元素も同じ考え方で適用できる、その根拠を説明していただきたいと思います。

次、12番ですけれども、附属書Iの元素成分条件の設定のところ、ニッケルと銅両方とも基本的考え方としては、両方とも対数正規分布になりますということなんですけれども、他方、実際にサンプルの分析をして測ったところ、対数正規分布ですと、規格の上限を超える等々の理由から、正規分布を設定してやりますということになっておりまして、ここで分からなくなったのが、実測値、サンプルを分析して合わないで基本的考え方を変えるというのは、そもそも基本的考え方が実態と合っていないんじゃないかというふうに、こちらとしては考えているんですけども、この基本的考え方というのが、どういう位置づけのものであって、なぜ、ニッケル、銅、実際にサンプルを分析したら正規分布になりましたということなんですけれども、ニッケルと銅の分布形として対数正規を採用したのか、その考え方を御説明いただきたいと思います。

13番ですけれども、これは先ほど議論の中でも柏木さんのほうから、最大放射能濃度を求めるときには、算術平均のようなもの、総放射エネルギーを求めるときには幾何平均のようなものを使うというような御説明がありましたけれども、これは濃度比のところなんですけれども、さっき武田さんから質問がありましたように、ばらつきを踏まえて、実際にどのように濃度比を出すのか。具体的には幾何平均でやるのか、算術平均でやるのか、その理由は何なのか、そういったところを確認するのが(1)

番。で、(2)番が、計算の妥当性のところなんですけれども、40点のデータで、ある程度、収束しますということなんですけれども、これはデータとしては充足しているということなんです、これは計算が収束しているということなので、実際に核種比を取ったときに、計算結果とどのくらい合ってくるのか。これは先ほども実機適用性が確認されているということもありましたので、そこも分析データに基づいて御説明いただければと思います。

(3)番に関しては、濃度比の算出のところ、「評価対象廃棄物全体の放射能濃度比が様々な放射化条件下にあって、数桁にわたる広範囲な放射能濃度で分布しているものもあり、一般的に、難測定核種とKey核種の放射能濃度は対数正規分布で評価される。また、難測定核種及びKey核種の濃度比も基本的に相関関係をもつ二変量対数正規分布に従うため」というふうになっているんですけれども、ここで評価対象廃棄物全体というのは、どういった範囲、つまり、放射化金属全体で評価しようとしているのか、それとも、例えば、シュラウドならシュラウド、チャンネルボックスならチャンネルボックス、そういった単位で評価をして、難測定核種とKey核種がそれぞれ対数正規分布をしているので、全体としてこういう分布に従いますという評価をしようとしているのか、その点、明確化していただきたいと思います。

(4)番は、先ほどの柏木さんの議論でもありましたけれども、「この濃度比を算出する際に、難測定核種とKey核種、これが両方とも二変量対数正規分布に従うので、複数回の放射化計算結果を使用して濃度比を算出する場合には、幾何平均の適用が適切である」というふうになっているんですけれども、最大放射能濃度を超えないことを確認するというのが目的だというのは、今回、御回答いただいた中でもあったので、濃度比が対数正規分布に従っているとした場合に、幾何平均を用いることで最大放射能濃度を確認するという観点で難測定核種の放射能濃度が必ず保守的な評価となるんだといったところを示していただきたいと思います。

これは一部、先ほどの議論のところでも既に御回答いただいているかと思いますが、改めて資料として出していただければと思います。

最後、その他ですけれども、数値の丸め方のところで、JIS Z 8401を引用しているんですけれども、そのJISの中では様々な丸め方を規定しているので、様々な丸め方の中で具体的にどれを使っているのかといったところを御説明いただきたいと思います。

簡単になりましたけれども、特にこの場で説明しておかなければならないと思ったのは、以上になります。

○田中委員 ありがとうございます。

これは佐々木さん、2-2-1については、原子力学会にどういうことを、今、要望したことになるんで

すか。

○佐々木企画調査官 原子力規制庁、佐々木です。

こちらの中に説明を依頼したい事項というのが書いてあるんですけども、それをまとめたものを、今、大塚が説明しましたので、そちらで次回の会合用の資料を作って、また、御説明いただきたいということと、もう一つ、参考資料2-1という形で、少し分厚い資料がついているんですけども、こちらは会合での御説明は必要ないですけども、技術評価書を作る上で教えてほしいことが書いてありまして、こちらの一部、技術評価書（案）の中に入っていますけれども、こちらも御回答いただいて、この技術評価書（案）をだんだん完成させていきたいというふうに思っています。

今、この参考資料2-1は、（その2）と書いてあるんですけども、（その1）のほうを第1回の会合でお出ししてしまっていて、そちらの回答も待っておりますので、ぜひ、早めにお問い合わせいただきたいと思います。

以上です。

○田中委員 というふうなことでございます。

また、時間がなくて、資料2-2-2について一部の説明ではあったんですけども、この時点において何か御質問とかありましたらお受けしたいかと思っておりますけれども、よろしいですか。

この時点ではないみたいですけども、もし、何かあれば、また事務局のほうにも問い合わせさせていただければと思いますが、よろしいですか。

よろしければ、本日の議題は以上でございますが、全体を通して何か御質問、御意見等、また言い忘れたこと等がございましたらお願いしたいかと思っておりますけれども、ございましょうか。

○日本原子力学会（田村） すみません、原子力学会の田村です。

最後になりましたけれども、先ほど、私が遠山さんの御質問に少しお答えさせていただいた件にちょっと関わるんですけども、今のいろいろ質問された事項というのは、やはり、もうちょっと先に具体的な適用範囲がどんどん絞り込まれていくという、そういうところら辺のイメージをされているということで、少し原子力学会の今のこの標準をまとめたときに、なかなかそこまで議論が及んでいない部分もあります。それについて、どういう今後次回にお答えできるか、どういう範囲のお答えができるか、もう一回考えさせていただきますけれども、恐らく中には具体的な判断基準についてやっぱりもうちょっと先に決まっていくものだというふうになる可能性があるものもありますので、そういったことを踏まえて、少し検討させていただけたらと思います。

以上です。

○田中委員 ただいまの御発言に対して事務局のほうから何かございますか。

○遠山技術基盤課長 基盤課、遠山です。

対応、どうもありがとうございます。よろしくお願いいたします。

○田中委員 よろしくお願ひします。

ほか、よろしいでしょうか。

(なし)

○田中委員 じゃあ、ないようですので、これもちまして、本日の会合は終了いたします。

次回の第3回会合は、11月5日金曜日を予定しているということでございますが、特に何もない限りは、この辺でやりたいなと思います。ありがとうございます。

それでは、これもちまして、本日の会合を終了いたします。どうもありがとうございました。