

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
〇はじめに				
放射能濃度決定標準の規定内容を具体的に理解するために、同じ評価対象物（例えば、チャンネルボックス）に対して、①点推定法、②濃度比法、③換算係数法及び④濃度分布評価法を用いて、最大放射能濃度を算出した例を、下表の内容が分かるよう示して下さい。			一部回答作成	別紙1「最大放射能濃度の計算の手順の比較（チャンネルボックス）」を参照下さい。
規定	説明して欲しい内容			
6.1.2.2 元素成分条件	—			
6.1.2.2.1 起源元素の選定方法	どのように起源元素を選定したか その結果、どの起源元素を選定したか スクリーニングをした場合、その理由とスクリーニングの内容			
6.1.2.2.2 起源元素の元素成分データの収集方法	3つの方法のうちどの方法で収集したか その方法を選んだ理由			
6.1.2.2.3 起源元素の成分条件の設定方法	3つの方法のうちどの方法で設定したか その方法を選んだ理由			
6.1.2.3 中性子条件	—			
a) 中性子フルエンス率・中性子スペクトル	使用した中性子輸送コードの種類 そのコードを選んだ理由 中性子フルエンス率、中性子スペクトルの設定に至るまでの考え方、設定の判断方法、根拠			
b) 放射化断面積	2つの方法のうちいずれの方法で放射化断面先を作成したのか その方法を選んだ理由			
6.1.2.4 照射条件	a)とb)のいずれを選定したか その方法を選んだ理由 各方法において、照射条件を設定する場合の適切性を判断する理由（判断方法）は、同様に保守性を判断できる理由			
6.1.3 放射化計算	—			
6.1.3.1 放射化計算方法	なぜ、その放射化計算方法を選んだのか			
6.1.3.2 計算入力条件の設定	放射化計算の入力パラメータ及び条件 区間推定法の場合、入力パラメータ及び条件をランダムに抽出するか 又は適切な代表条件を設定するかどちらか その方法を選んだ理由			
6.1.3.3 放射化計算の計算数の設定	—			
6.1.3.3.1 点推定法	必要計算数 その数で妥当とした理由			
6.1.3.3.2 区間推定法	実施した計算数 その数で十分と判断した理由			
6.1.4 表面汚染の取扱い	表面汚染を除染したか 除染した場合、除染が十分と判断した根拠 除染しない場合、表面に付着した放射性物質の放射能濃度の評価結果 理論計算法で決定した放射能濃度に加えなかった場合、その理由			
6.3.1 理論的方法の妥当性確認	—			
6.3.1.1 妥当性確認の方法	放射化計算方法及び計算手順が期待される結果を与えたか そのように判断した根拠 計算が、恒常的に、正確に実施できるか そのように判断した根拠			
6.3.1.2 不確かさの扱い	不確かさの評価方法と結果			
6.4 放射能濃度の評価における裕度	最大放射能濃度との比較に用いる推定放射能濃度の算出方法と結果 提示する評価精度値とその根拠			
〇「適用範囲と理論的方法の特徴」に関するもの				

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
<p>1. 「D.1.2 換算係数法」 (1) 換算係数法は、炉心内での配置が変動するものも対象にしていますが、燃焼度（燃料集合体あたりの核分裂反応（熱出力）の積分値をウラン燃料重量で除した値）が同じでも中性子スペクトルが異なれば、放射化によって生成される核種量も異なります。炉心核的性能計算において、どのような場合に中性子スペクトルを同じものとみなすことができるか説明してください。</p>	<p>放射能濃度決定標準では、換算係数法の管理指標の例として「燃焼度」が挙げられていますが、質問のとおり、燃焼度が同じでも中性子スペクトルが異なれば、放射化によって生成する核種の量が異なります。 したがって、「燃焼度を管理指標としたときに放射化放射エネルギーを同一とみなすことができる中性子スペクトルの範囲」は、求める放射能濃度評価精度との関係でどのように設定するのか、また、炉型ごとに実際にどのようになっているのかについて質問したものです（炉型、出力によらず一定とみなせるのか。そうだとしたら技術的根拠をデータで示してほしい。）</p>	<p>第3回検討チーム会合の資料3-1-1では、以下のよう回答されています。</p> <p><u>①炉心内での配置が変動する対象物に換算係数法を適用する場合の中性子条件は、附属書Jの表J.1に示すように、「移動及び中性子照射期間中による中性子フルエンス率・中性子スペクトルの変化に対し、評価対象廃棄物自身における平均的な中性子フルエンス率・中性子スペクトル分布を設定」するか、又は「評価対象廃棄物自身の全領域に一つの保守的な（放射能濃度評価結果が大きくなるような）代表値を設定」することになります。</u> <u>前者の設定の例として、附属書Jの表J.6に炉心内の配置の移動やフルエンス率・スペクトルの変動を考慮して設定したBWRチャンネルボックスの中性子条件を示しています。</u> <u>この中性子条件の設定は、附属書JのJ.2.2.2.1に示しており、炉心内の配置位置の移動を考慮して炉心平均の軸方向出力及びボイド率分布を算出し、それらを用いてチャンネルボックスの軸方向位置ごとに単位燃料集合体核特性計算コードによってチャンネルボックス位置の中性子フルエンス率・中性子スペクトルを設定します。</u></p> <p><u>②炉心内の中性子スペクトルは、炉心最外周では熱中性子に対する高速中性子、熱外中性子の比率が下がるため、同じ燃焼度でも最外周に配置したチャンネルボックスの放射化放射エネルギーは炉心中央部と比較して小さくなります。ただし炉心内の配置位置による中性子スペクトルの影響は附属書Gの図G.6～図G.7に示すとおり炉心中央部と最外周部で2倍以内であることから放射化放射エネルギーへの影響は小さく、炉心平均の中性子条件を適用することは問題ありません。</u></p> <p>ここで、①については、本標準の記載内容に関する説明であり、質問に対する回答がありません。 ②については、熱中性子フルエンス率と高速中性子フルエンス率或いは熱外中性子フルエンス率との比が2倍以内であるため炉心平均の中性子条件を適用することは問題ない、という説明ですが、「どのような場合に中性子スペクトルを同じものとみなすことができるか」という質問に対する回答がありません。</p> <p>以上を踏まえ、次に掲げる事項について、評価例等により説明して下さい。 ①中性子スペクトルの変動幅とそれに応じた放射化放射エネルギーの変動幅との定量的な関係</p>	<p>質問①：回答可能</p>	<p>ご指摘の①～⑥の事項につきまして、以下に回答します。</p> <p>①BWRにおける径方向の炉心配置位置の違いによる中性子スペクトルの変動幅は炉心中央平均の軸方向中性子スペクトルに対して、0.9倍～1.4倍（-10%～+40%）の範囲となります。この変動幅による放射化放射エネルギーの変動幅は-9%～+36%程度となります。評価結果の詳細については別紙2「換算係数法計算例（BWRチャンネルボックス）の中性子条件設定について」に示します。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

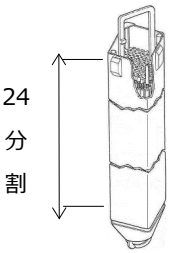
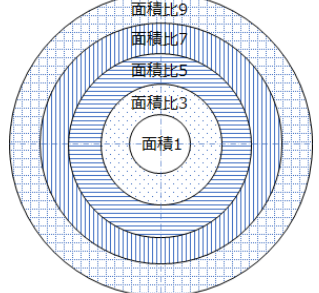
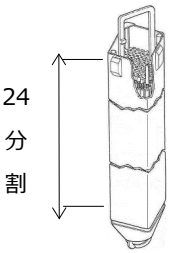
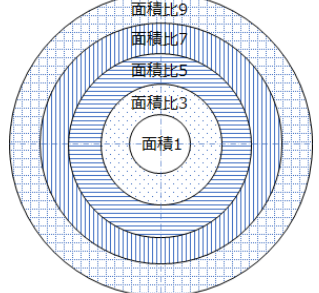
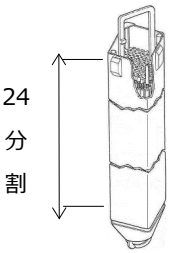
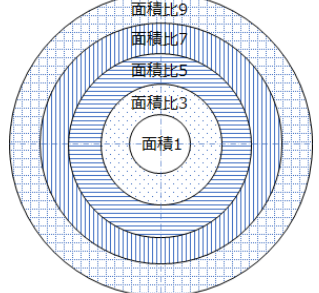
質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
		<p>②最大放射能濃度評価（及び埋設総放射能評価）の観点から、許容される放射化放射能の変動幅、或いは変動幅の設定の方法。</p> <p>③熱中性子フルエンス率と高速中性フルエンス率或いは熱外中性子フルエンス率との比が2倍以内とした根拠）2倍が保守側に濃度を高く評価することを説明する際には、評価対象となりうるすべての生成核種の親元素の放射化断面積に関して、熱中性子のほうが熱外・高速中性子よりも大きいことを示してください。</p> <p>④上記②及び③を踏まえて、一定とみなすことのできる中性子スペクトルの範囲。</p> <p>⑤「表 J.6—BWR チャンネルボックスの評価条件（45GWd/t）」の熱群（FT）中性子スペクトルインデックス値は軸方向位置 1～24 において 0.64 で一定とする根拠。</p> <p>⑥「表 J.6—BWR チャンネルボックスの評価条件（45GWd/t）」と「図 G.6—BWR チャンネルボックスでの高速中性子フルエンス率の熱中性子フルエンス率に対する比の例」を示しているが、その相互関係について。 1) 「表 J.6—BWR チャンネルボックスの評価条件（45GWd/t）」の熱中性子フルエンス率と似たものが「図 G.5—BWR チャンネルボックスでの熱中性子フルエンス率軸方向分布の例」（28GWd/tのもの）に示されています。しかし、燃焼度が1.6倍異なることを考慮して表 J.6 の熱中性子フルエンス率の値を1.6で除しても 10^{13} を下</p>	<p>質問②：現時点では定量的な変動幅を提示できない。</p> <p>質問③：想定している申請核種の起源元素に対する感度評価結果を提示。</p> <p>質問④：現時点では定量的な範囲を提示することができない。</p> <p>質問⑤：回答可能</p> <p>質問⑥：回答可能</p>	<p>②最大放射能濃度評価の観点からは、換算係数法を用いて計算を実施した事例はありませんが、中性子条件の設定手順としては、附属書 J 表 J.1 に示すように、<u>評価対象廃棄物自身の全領域に一つの保守的（放射能濃度評価結果が大きくなるような）代表値を設定します。</u> 総放射能評価の観点からは、区画別放射能の確認を受ける評価単位の設定によって許容される変動幅が異なってきます。具体的には区画ごとに放射性物質の種類ごとの埋設放射能が不確かさ（元素条件、中性子条件、照射条件、計算）を加味しても放射能を超えないことの定量的な評価は、埋設施設設計や埋設運用方法を踏まえたうえで実施する必要があります。このため、現時点では許容できる変動幅を提示することはできません。 なお、総放射能評価においては附属書 M.3.2 に示すように廃棄体個々の放射能濃度のばらつきは、平均放射能濃度を中心とした対称的な分布を示すことから、全埋設廃棄体の総放射能としては、放射能濃度のばらつきは最終的に相殺されるため、埋設放射能の確認においては評価結果である個々の廃棄物の放射能濃度及び平均放射能濃度の妥当性が確認されれば、得られた評価はそのまま適用できると考えています。BWR チャンネルボックスの平均放射能濃度の評価に炉心平均の中性子条件を適用することの妥当性については、別紙 2 のとおり炉心配置位置の違いによる放射化放射能の変動幅が十分小さいことを確認した上で適用しています。</p> <p>③前回の説明では、炉心配置位置の違いによるスペクトルの違い（フルエンス率の比）までにとどまっていたため、不十分な説明となっていました。<u>現在想定している申請核種の起源元素に対し、炉心配置位置の違いによるスペクトルの変動範囲に応じた放射化放射能の変動幅の評価結果は炉心平均の中性子条件で評価した結果に対して -9%～+36% となります。</u>詳細結果を別紙 2 に示します。なお、申請核種が具体的に決まった時点で追加評価が必要となった場合は、同様な感度解析を実施し影響評価を実施したうえで、あらためて説明させていただきます。</p> <p>④最大放射能濃度の評価では、<u>評価対象廃棄物自身の全領域に一つの保守的（放射能濃度評価結果が大きくなるような）代表値を設定します。</u> 総放射能評価では、別紙 2 に示した手順で平均的な中性子条件の適用性を確認しますが、回答②にありますとおり、<u>埋設施設設計や埋設運用方法を踏まえたうえで評価する必要があります。</u>現時点では一定とみなすことのできる中性子スペクトルの範囲を提示することはできません。</p> <p>⑤「表 J.6—BWR チャンネルボックスの評価条件（45GWd/t）」の熱群（FT）中性子スペクトルインデックス値は軸方向位置 1～24 において 0.64 で一定とする根拠。 熱群（FT）中性子スペクトルインデックスは熱中性子フルエンス率に対する比率ではなく、熱群スペクトル形状の温度補正に関するファクタであり、炉内において温度は一定としているため、軸方向位置において一定となっています。</p> <p>⑥「表 J.6—BWR チャンネルボックスの評価条件（45GWd/t）」と「図 G.6—BWR チャンネルボックスでの高速中性子フルエンス率の熱中性子フルエンス率に対する比の例」を示しているが、その相互関係について。 表 J.6 は換算係数法を用いる場合の計算例であり、管理指標として集合体平均燃焼度であるため、燃焼度変化に応じたノードごとに計算した中性子フルエンス率・中性子スペクトルを設定しています。一方、図 G.5 および図 G.6 は特定の評価方法に限定しないときの計算例であり、代表燃料断面における中性子フルエンス率・中性子スペクトルを補正して設定しています。 1) 上記のとおり異なる計算例であるため、表 J.6 と図 G.5 は整合していません。 2) ノードごとの計算結果と代表燃料断面における計算結果の違いにより、表 J.6 と図 G.6 では軸方向出力およびボイド率で補正しているが天然ウランとなる 23、24 ノードで違いが生じています。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																																																											
		<p>回るものではありませんが、図 G.5 の軸方向位置 24 では最外周及び炉心中央部平均でも 10^{13} を下回っています。その理由について。</p> <p>2) 図 G.6 の縦軸（高速中性子フルエンス率/熱中性子フルエンス率）の値は、表 J.6 の熱中性子フルエンス率に中性子スペクトルインデックスの「高速群 (FF)/熱群 (FT)」比を乗じたものと相関があるように見えません（図 G.6 は右肩上がり、表 J.6 だと軸方向位置 23、24 で下がる）。表 J.6 と図 G.6 の関係について。</p>																																																																													
<p>(2) 附属書 J において軸方向の中性子スペクトルの違いが反映されていますが、径方向の違いがどのように反映されているかが示されていません。燃焼度が同じで、中性子スペクトルが異なる場合、放射化放射能濃度が同一とみなせる中性子スペクトルの範囲を説明してください。</p>	<p>「附属書 J (参考) 換算係数を用いる場合の計算例」の J.2.2.2.1a) では、中性子スペクトルを軸方向に考慮するとされています。一方、運転サイクルに応じて燃料集合体の配置が径方向に移動し、かつ、燃料集合体のローテーションにはばらつきがあり一定とならないことから、燃焼度が同じでも径方向における中性子スペクトルの変化を考慮しないと、換算係数法が成立しないと考えられることから、質問したものです。</p>	<p>上記とまとめました。</p>																																																																													
<p>2. 「D.1.3 濃度比法」の濃度比が一定となる条件について、中性子フルエンス率が同一であっても、中性子スペクトルが異なると放射化断面積が変化すると想定されます。中性子スペクトルが同一とみなせる範囲をどのように設定するのか説明してください。</p>	<p>濃度比を一定とする場合、中性子フルエンス率と中性子スペクトルが同一とみなせる範囲にあることが前提です。このため、「中性子スペクトルが同一とみなせる範囲」について質問したものです。</p>	<p>「同等とみなせる範囲については、中性子スペクトルの変化が大きくなる代表的な例として、附属書 B の図 B.4 「放射化計算結果への主な計算条件の影響評価結果（放射化断面積の影響）」の脚注 b) に示す、影響の程度が“小：2～3 倍程度以内の差異を生む”を参考とします。」とありますが、最終的な放射能濃度に対する影響がどの程度であるかを評価例等により示して下さい。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘を踏まえて第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>本標準では、附属書 B の図 B.4 「放射化計算結果への主な計算条件の影響評価結果（放射化断面積の影響）」の脚注 b) に示すように、放射能濃度の評価結果への影響が2～3 倍程度以内の場合は、放射能濃度への影響が小さく、濃度比を一定とする場合の中性子スペクトルを同等とみなせるとしています。</p> <p>中性子スペクトルの変化が大きくなる代表的な例としては、附属書 B の図 B.4 「放射化計算結果への主な計算条件の影響評価結果（放射化断面積の影響）」において、評価上、保守側に ARO バンクの放射化断面積を設定して評価した例が挙げられます。上記の事例における中性子フルエンス率を同一とした場合の中性子スペクトルの変化による放射化断面積の放射能濃度への影響を下表に示します。D バンクに対する ARO バンクの放射能濃度は、Co-60 で 2.1～2.2 倍、Ni-63 で 3.2 倍を示しています。</p> <table border="1" data-bbox="1757 1465 2819 1633"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">照射時間</th> <th colspan="8">各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)</th> </tr> <tr> <th>7.0D</th> <th>30.0D</th> <th>180.0D</th> <th>1.0YR</th> <th>2.0YR</th> <th>3.0YR</th> <th>4.0YR</th> <th>5.5YR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">AROバンク位置</td> <td>Co-60</td> <td>4.0E+13</td> <td>1.7E+14</td> <td>9.8E+14</td> <td>1.9E+15</td> <td>3.5E+15</td> <td>4.8E+15</td> <td>5.9E+15</td> <td>7.2E+15</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>1.3E+12</td> <td>5.6E+12</td> <td>3.4E+13</td> <td>6.8E+13</td> <td>1.3E+14</td> <td>2.0E+14</td> <td>2.6E+14</td> <td>3.5E+14</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Dバンク位置</td> <td>Co-60</td> <td>1.8E+13</td> <td>7.7E+13</td> <td>4.5E+14</td> <td>8.8E+14</td> <td>1.6E+15</td> <td>2.3E+15</td> <td>2.8E+15</td> <td>3.5E+15</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>4.1E+11</td> <td>1.8E+12</td> <td>1.1E+13</td> <td>2.1E+13</td> <td>4.2E+13</td> <td>6.2E+13</td> <td>8.3E+13</td> <td>1.1E+14</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)</td> <td>Co-60</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、中性子スペクトルが同等とみなせる範囲は、平均的な炉心条件における中性子輸送計算結果から、炉心の径方向及び軸方向の放射化金属等の内部の中性子スペクトルに関して横並びに比較して評価します。中性子スペクトルのうち、特に放射化反応が起こることが多い熱群に着目し、また評価対象核種に高速群で生成する核種がある場合には高速群にも着目して、スペクトルの割合を確認し、スペクトルが同等とみなせる放射化金属等の範囲を設定します。</p>	項目	照射時間	各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)								7.0D	30.0D	180.0D	1.0YR	2.0YR	3.0YR	4.0YR	5.5YR	AROバンク位置	Co-60	4.0E+13	1.7E+14	9.8E+14	1.9E+15	3.5E+15	4.8E+15	5.9E+15	7.2E+15	Ni-63	1.3E+12	5.6E+12	3.4E+13	6.8E+13	1.3E+14	2.0E+14	2.6E+14	3.5E+14	Dバンク位置	Co-60	1.8E+13	7.7E+13	4.5E+14	8.8E+14	1.6E+15	2.3E+15	2.8E+15	3.5E+15	Ni-63	4.1E+11	1.8E+12	1.1E+13	2.1E+13	4.2E+13	6.2E+13	8.3E+13	1.1E+14	放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)	Co-60	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	Ni-63	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
項目	照射時間	各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)																																																																													
		7.0D	30.0D	180.0D	1.0YR	2.0YR	3.0YR	4.0YR	5.5YR																																																																						
AROバンク位置	Co-60	4.0E+13	1.7E+14	9.8E+14	1.9E+15	3.5E+15	4.8E+15	5.9E+15	7.2E+15																																																																						
	Ni-63	1.3E+12	5.6E+12	3.4E+13	6.8E+13	1.3E+14	2.0E+14	2.6E+14	3.5E+14																																																																						
Dバンク位置	Co-60	1.8E+13	7.7E+13	4.5E+14	8.8E+14	1.6E+15	2.3E+15	2.8E+15	3.5E+15																																																																						
	Ni-63	4.1E+11	1.8E+12	1.1E+13	2.1E+13	4.2E+13	6.2E+13	8.3E+13	1.1E+14																																																																						
放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)	Co-60	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1																																																																						
	Ni-63	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2																																																																						

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																																																											
				<div style="text-align: center;"> </div> <p>解析結果^{a)}</p> <p>計算条件</p> <p>PWR 制御棒の次の条件を想定して重み付けした放射化断面積を利用して、放射化計算を実施。 放射化断面積 1：ARO バンク位置を模擬 放射化断面積 2：D バンク位置を模擬</p> <p>影響の程度^{b)}</p> <p>放射能濃度への影響：小 濃度比への影響：小</p> <p>注^{a)} 放射化計算コード：ORIGEN2, ライブラリ：JENDL Activation File [⁵⁹Co (n, γ) ⁶⁰Co], JENDL3.2 [⁶²Ni (n, γ) ⁶³Ni] シリーズ 注^{b)} 影響の程度は，“小：2～3 倍程度以内の差異を生む”を意味する。</p> <p>図 B.4—放射化計算結果への主な計算条件の影響評価結果（放射化断面積の影響）</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">照射時間</th> <th colspan="8">各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)</th> </tr> <tr> <th>7.0D</th> <th>30.0D</th> <th>180.0D</th> <th>1.0YR</th> <th>2.0YR</th> <th>3.0YR</th> <th>4.0YR</th> <th>5.5YR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">AROバンク位置</td> <td>Co-60</td> <td>4.0E+13</td> <td>1.7E+14</td> <td>9.8E+14</td> <td>1.9E+15</td> <td>3.5E+15</td> <td>4.8E+15</td> <td>5.9E+15</td> <td>7.2E+15</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>1.3E+12</td> <td>5.6E+12</td> <td>3.4E+13</td> <td>6.8E+13</td> <td>1.3E+14</td> <td>2.0E+14</td> <td>2.6E+14</td> <td>3.5E+14</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Dバンク位置</td> <td>Co-60</td> <td>1.8E+13</td> <td>7.7E+13</td> <td>4.5E+14</td> <td>8.8E+14</td> <td>1.6E+15</td> <td>2.3E+15</td> <td>2.8E+15</td> <td>3.5E+15</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>4.1E+11</td> <td>1.8E+12</td> <td>1.1E+13</td> <td>2.1E+13</td> <td>4.2E+13</td> <td>6.2E+13</td> <td>8.3E+13</td> <td>1.1E+14</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)</td> <td>Co-60</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> <td>3.2</td> </tr> </tbody> </table>	項目	照射時間	各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)								7.0D	30.0D	180.0D	1.0YR	2.0YR	3.0YR	4.0YR	5.5YR	AROバンク位置	Co-60	4.0E+13	1.7E+14	9.8E+14	1.9E+15	3.5E+15	4.8E+15	5.9E+15	7.2E+15	Ni-63	1.3E+12	5.6E+12	3.4E+13	6.8E+13	1.3E+14	2.0E+14	2.6E+14	3.5E+14	Dバンク位置	Co-60	1.8E+13	7.7E+13	4.5E+14	8.8E+14	1.6E+15	2.3E+15	2.8E+15	3.5E+15	Ni-63	4.1E+11	1.8E+12	1.1E+13	2.1E+13	4.2E+13	6.2E+13	8.3E+13	1.1E+14	放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)	Co-60	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	Ni-63	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
項目	照射時間	各照射時間における放射能濃度（廃棄物 1 tあたり）(Bq)																																																																													
		7.0D	30.0D	180.0D	1.0YR	2.0YR	3.0YR	4.0YR	5.5YR																																																																						
AROバンク位置	Co-60	4.0E+13	1.7E+14	9.8E+14	1.9E+15	3.5E+15	4.8E+15	5.9E+15	7.2E+15																																																																						
	Ni-63	1.3E+12	5.6E+12	3.4E+13	6.8E+13	1.3E+14	2.0E+14	2.6E+14	3.5E+14																																																																						
Dバンク位置	Co-60	1.8E+13	7.7E+13	4.5E+14	8.8E+14	1.6E+15	2.3E+15	2.8E+15	3.5E+15																																																																						
	Ni-63	4.1E+11	1.8E+12	1.1E+13	2.1E+13	4.2E+13	6.2E+13	8.3E+13	1.1E+14																																																																						
放射能濃度の比 (AROバンク/Dバンク)	Co-60	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1																																																																						
	Ni-63	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2																																																																						
<p>3. 「D. 3.1 評価対象放射化金属等の形状及び設置方向による照射位置の設定」の照射位置の選定の妥当性を確認するための考え方や手順について「評価対象とする放射化金属等の形状および原子炉内での設置方向、配置位置を考慮した照射位置を選定した上で」とありますが、照射位置の設定の方法が具体的に示されていません。照射位置は、中性子フルエンス率と中性子スペクトルの変動との関係にも依存するため、照射位置の設定の方法</p>	<p>照射位置の設定の方法が、放射能濃度決定標準において具体的に示されていないことから、照射位置の設定の方法において、中性子フルエンス率と中性子スペクトルの変動の影響をどのように考慮するのか質問したものです。</p>	<p>照射位置の設定した事例を元に、中性子フルエンス率と中性子スペクトルの変動の影響をどのように考慮したのか説明してください。表 D. 2 の注 b) のようなケースが考えられるため、具体的な照射位置の設定において、どのような検討がなされた上で、どのような理由（根拠）から判断されるのかを説明してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>中性子条件の変動に関しては、原子炉内の中性子フルエンス率と中性子スペクトルの評価及び評価位置の選択の2つのステップによって、以下のように考慮されます。</p> <p>① 原子炉内の中性子フルエンス率と中性子スペクトルの評価 原子炉内の軸方向及び径方向の位置ごと（軸方向 24 区分、径方向（炉心中央、最外周及び中性子の変動を与える制御棒近傍におけるコントロールセルを含む 3 区分）における中性子フルエンス率と中性子スペクトルを、検証された中性子輸送計算コードを使用した中性子輸送計算を用いて、炉内の構造条件なども踏まえて個々に評価し、原子炉内の中性子の分布をマッピングします。これによって、原子炉内における中性子フルエンス率と中性子スペクトルの変動を考慮した中性子の分布が評価できます。（附属書 D の D. 2 f）参照）</p> <p>② 放射化計算用の評価位置の選択（①で評価した中性子の分布から選択するための位置の決定） 原子炉内に設置されている放射化金属等の放射能濃度を評価するため、上記①でマッピングされ</p>																																																																											

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容								
<p>において、その影響をどのように考慮するのか説明してください。</p>				<p>た中性子の分布から、評価対象放射化金属等原子炉内の位置（軸方向及び径方向）を、放射化金属等の設置状態を踏まえて評価する照射位置を選択します。これによって、選択した放射能濃度を評価する位置における中性子フルエンス率と中性子スペクトルを決定することが出来ます。（附属書DのD.2 b) 参照）</p> <p>②における区間推定法における評価対象とする放射化金属等の原子炉内の軸方向及び径方向の照射位置の選択は、下記（附属書DのD.2 b) 参照）に示しますように、「評価対象とする位置に関する存在確率分布」から、ランダムサンプリングによって選定することで、その影響を含めた放射能濃度分布を評価します。</p> <p>なお、「評価対象とする位置に関する存在確率分布」は、附属書Dの表D.2に示しますように、評価対象物の原子炉内での軸方向、径方向の設置方向を踏まえて、設定します。</p> <p>ランダムサンプリングを行うための軸方向と径方向の評価対象とする位置に関する存在確率分布は、対象とする放射化金属等の放射能濃度分布（同一体積単位で評価した放射能濃度分布）を評価するために、下表に示す分布を考慮し、この分布からランダムサンプリングを行い、評価位置を設定します。</p> <table border="1" data-bbox="1825 821 2813 1423"> <thead> <tr> <th data-bbox="1825 821 2318 856">軸方向に設置される放射化金属等</th> <th data-bbox="2318 821 2813 856">径方向に水平に設置される放射化金属等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1825 856 2318 892">チャンネルボックスなど</td> <td data-bbox="2318 856 2813 892">上部格子板など</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1825 892 2318 1251">  <p>有効燃料部を24分割し、炉外の1分割を加えた25分割で評価する。</p> </td> <td data-bbox="2318 892 2813 1251">  <p>面積比のイメージ図（平面図） （分割数はイメージのため簡易的に示したもの）</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1825 1251 2318 1423">軸方向の一様分布からランダム選択</td> <td data-bbox="2318 1251 2813 1423"> 同心円状の部分の面積比¹⁾による存在確率の重み付けを考慮した径方向の位置をランダム選択 注1 各面積比の数値が中心部と各部位の面積比の重み付けの値を示す。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>D.2 放射化計算の入力条件の基本設定フロー</p> <p>b) 評価対象とする放射化金属等の内部における評価位置の選択（評価位置） 評価対象とする放射化金属等の形状及び原子炉内での設置方向を踏まえて、評価対象とする放射化金属等の内部における評価対象とする位置に関する存在確率分布を設定する。入力条件を設定するため放射化金属等の内部における評価位置は、この確率分布からランダムサンプリングし、選択・設定される（D.3 参照）。</p> <p>f) 中性子フルエンス率の設定 原子炉内の中性子フルエンス率の分布を検証、妥当性確認された計算コードを使用して評価する。続いて、ステップ b) で選択した評価対象物の照射位置、及びステップ d) で選択した原子炉内の設置位置のローテーションパターンを踏まえ、評価した照射期間中の中性子フルエンス率の分布から入力条件とする中性子フルエンス率を選択する（D.5 参照）。</p>	軸方向に設置される放射化金属等	径方向に水平に設置される放射化金属等	チャンネルボックスなど	上部格子板など	 <p>有効燃料部を24分割し、炉外の1分割を加えた25分割で評価する。</p>	 <p>面積比のイメージ図（平面図） （分割数はイメージのため簡易的に示したもの）</p>	軸方向の一様分布からランダム選択	同心円状の部分の面積比 ¹⁾ による存在確率の重み付けを考慮した径方向の位置をランダム選択 注1 各面積比の数値が中心部と各部位の面積比の重み付けの値を示す。
軸方向に設置される放射化金属等	径方向に水平に設置される放射化金属等											
チャンネルボックスなど	上部格子板など											
 <p>有効燃料部を24分割し、炉外の1分割を加えた25分割で評価する。</p>	 <p>面積比のイメージ図（平面図） （分割数はイメージのため簡易的に示したもの）</p>											
軸方向の一様分布からランダム選択	同心円状の部分の面積比 ¹⁾ による存在確率の重み付けを考慮した径方向の位置をランダム選択 注1 各面積比の数値が中心部と各部位の面積比の重み付けの値を示す。											

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容												
				<p>表 D.2—評価対象放射化金属等の内部における照射位置の設定に関わる基本的な考え方</p> <table border="1" data-bbox="1792 359 2816 688"> <thead> <tr> <th>評価対象とする放射化金属等の形状及び設置方向^{a)}</th> <th>考慮する条件^{b)}</th> <th>評価対象とする放射化金属等の一例^{c)}</th> <th>考慮する照射位置の出現確率の分布</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉の軸方向</td> <td>評価対象とする放射化金属等自身の炉心軸方向の設置状態</td> <td>チャンネルボックス、制御棒、シュラウドなど</td> <td>一様分布</td> </tr> <tr> <td>原子炉の径方向</td> <td>評価対象とする放射化金属等自身の炉心径方向の設置状態</td> <td>上部格子板など</td> <td>該当部の面積比に応じた分布</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 ^{a)} 評価対象とする放射化金属等自身の形状及び原子炉内外での設置方向（原子炉の軸方向に沿って設置、原子炉の径方向に沿って設置など）。 ^{b)} 中性子フルエンス率、中性子スペクトルとして特段の考慮が必要な評価対象とする放射化金属等の形状及び設置方向があれば、必要に応じて考慮。 ^{c)} 原子炉内の軸方向、及び径方向に広がる形状で設置されている代表的な廃棄物の例。</p> <p>回答3に対する追加質問（検討チーム会合中のご質問） 表D.2の注b)の特段の考慮が必要な場合とは具体的にどのような場合か。 中性子フルエンス率、中性子スペクトルが変化する特段の考慮が必要な場合とは、次のような場合を意味します。 ・ 強い中性子吸収体（例 制御棒）によって中性子分布の歪みが生じる位置（BWRのコントロールセル）</p>	評価対象とする放射化金属等の形状及び設置方向 ^{a)}	考慮する条件 ^{b)}	評価対象とする放射化金属等の一例 ^{c)}	考慮する照射位置の出現確率の分布	原子炉の軸方向	評価対象とする放射化金属等自身の炉心軸方向の設置状態	チャンネルボックス、制御棒、シュラウドなど	一様分布	原子炉の径方向	評価対象とする放射化金属等自身の炉心径方向の設置状態	上部格子板など	該当部の面積比に応じた分布
評価対象とする放射化金属等の形状及び設置方向 ^{a)}	考慮する条件 ^{b)}	評価対象とする放射化金属等の一例 ^{c)}	考慮する照射位置の出現確率の分布													
原子炉の軸方向	評価対象とする放射化金属等自身の炉心軸方向の設置状態	チャンネルボックス、制御棒、シュラウドなど	一様分布													
原子炉の径方向	評価対象とする放射化金属等自身の炉心径方向の設置状態	上部格子板など	該当部の面積比に応じた分布													
<p>4. 「D.6.2.2 中性子の照射時間」で中性子の照射時間については評価対象とする放射化金属等の放射能濃度を代表できるような照射時間、又は放射能濃度評価結果が大きくなるような照射時間の条件を設定するとされていますが、放射能濃度を代表できるような照射時間の条件設定方法、評価結果が大きくなるような照射時間の条件設定方法が記載されていません。「比較的短半減期核種との濃度比を用いる場合には、評価対象とする放射化金属等の中性子の全照射時間の長さに応じて放射化計算の条件設定を変えるなど、適切に考慮する必要がある。」について、その方法を具体的に示してください。</p>		<p>— （考え方の概要は理解しましたので、現時点では、追加の質問はありません。）</p>		<p>（放射能濃度を代表できるような照射時間の条件設定方法、評価結果が大きくなるような照射時間の条件設定方法） 評価対象物中に生成する放射性核種の放射能濃度は、中性子照射時間に比例して高くなります。このため、評価する対象の放射能が最大放射能濃度（評価結果が大きくなるような照射時間を適用）なのか総放射能（放射能濃度を代表できるような照射時間を適用）なのかによって設定方法が異なります。このため、条件設定方法を規定することはせず附属書に場合分けした例を示しています。また、評価対象物が、チャンネルボックスのような運転廃棄物か、解体廃棄物かによっても異なります。</p> <p>① 運転廃棄物の場合の照射時間の設定例（附属書Dの表D.8参照） ①a 代表できるような照射時間：中性子の照射時間（合計）の実績の頻度分布（例えば、正規分布）を設定し、この頻度分布からランダムサンプリングによって選定します。 ①b 放射能濃度評価結果が大きくなるような照射時間：①aで設定しました頻度分布の信頼上限値を平均、標準偏差によって適用します。</p> <p>② 解体廃棄物の場合の照射時間の設定例（附属書Dの表D.8参照） ②a 代表できるような照射時間：対象原子炉ごと及び評価対象とする放射化金属等ごとに中性子の照射実績が同じ場合は、実績を踏まえ個別値の照射時間を一律¹⁾に設定します。 ②b 放射能濃度評価結果が大きくなるような照射時間：②aと同じです。</p> <p>注1 解体廃棄物は中性子照射が一斉に終了するため、供用期間中に取替工事が行われることが無ければ、炉内構造物に対する照射時間は同じとなります。</p> <p>表 D.8—プラント寿命中における中性子の照射時間及び照射停止時間の基本的考え方</p>												

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																	
				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設定項目</th> <th colspan="3">照射条件の設定方法</th> </tr> <tr> <th>設定方法</th> <th>設定の基本的考え方</th> <th>設定対象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>照射時間（合計）</td> <td>頻度分布による設定</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の中性子の照射時間が必ずしも一律でない場合、中性子の照射時間（合計）の実績などで適切な分布形状（例えば、正規分布）を設定する。 設定する頻度分布は、中性子の照射時間の分布形状に応じ平均、標準偏差などによって設定する。 </td> <td>チャンネルボックス、制御棒など</td> </tr> <tr> <td>照射時間（合計）</td> <td>個別値による設定</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 対象原子炉ごと及び評価対象とする放射化金属等ごとに中性子の照射実績が同じ場合は、実績を踏まえ照射時間を一律に設定する。 </td> <td>シュラウド、上部格子板など</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">照射停止時間^{a)} (原子炉供用期間中)</td> <td>均等設定</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射停止時間（合計）及び照射停止回数の実績によって、平均的な照射停止回数及び1回当たりの平均的な照射停止時間の割合（すなわち稼働率）を一律に設定する。 平均的な照射停止時間の割合で、運転サイクルごとに均等に設定する。 </td> <td rowspan="2">全評価対象廃棄物</td> </tr> <tr> <td>個別設定</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射実績にあわせて、個別の照射停止時期及び照射停止時間を設定する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>注 ^{a)} 全ての中性子の照射が終了した後の保管している経過時間は、基本的に照射条件として設定せず、評価結果に減衰補正を加えて評価することが望ましい。</p> <p>(比較的短半減期核種との濃度比を用いる場合の設定方法)</p> <p>「D.6.2.2 中性子の照射時間」の比較的短半減期核種との濃度比の場合の影響の例は、附属書BのB.4.1に示しておりますが、半減期の2倍程度の期間を過ぎると比較的短半減期の短いCo-60の減衰に起因した影響が顕著に表れてきますので、照射期間の長い解体廃棄物に関しては、濃度比法を適用する場合は、下表のように設定します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>評価対象物の例</th> <th>照射期間の設定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>運転廃棄物</td> <td>チャンネルボックス、制御棒など</td> <td>数年から十数年程度の照射期間に幅があるため、全照射時間の長さ（例 10年間ごとに区切るなど）に応じてグルーピングを行い、グループごとに照射期間を設定して濃度比を決定する。</td> </tr> <tr> <td>解体廃棄物</td> <td>上部格子板、バップル、シュラウド、炉心槽など</td> <td>照射期間は、供用期間中の取替工事（例 シュラウド交換）などが無ければ、炉ごとに40年間や60年間などのように、一定の実績照射期間で設定して濃度比を決定する。</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>比較的半減期が長い核種同士の組合せ (⁹⁰Sr/¹³⁷Cs) (図 B.6 抜粋)</td> <td>半減期が短い核種との組合せ (⁶³Ni/⁶⁰Co) (図 B.6 抜粋)</td> </tr> </table>	設定項目	照射条件の設定方法			設定方法	設定の基本的考え方	設定対象	照射時間（合計）	頻度分布による設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の中性子の照射時間が必ずしも一律でない場合、中性子の照射時間（合計）の実績などで適切な分布形状（例えば、正規分布）を設定する。 設定する頻度分布は、中性子の照射時間の分布形状に応じ平均、標準偏差などによって設定する。 	チャンネルボックス、制御棒など	照射時間（合計）	個別値による設定	<ul style="list-style-type: none"> 対象原子炉ごと及び評価対象とする放射化金属等ごとに中性子の照射実績が同じ場合は、実績を踏まえ照射時間を一律に設定する。 	シュラウド、上部格子板など	照射停止時間 ^{a)} (原子炉供用期間中)	均等設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射停止時間（合計）及び照射停止回数の実績によって、平均的な照射停止回数及び1回当たりの平均的な照射停止時間の割合（すなわち稼働率）を一律に設定する。 平均的な照射停止時間の割合で、運転サイクルごとに均等に設定する。 	全評価対象廃棄物	個別設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射実績にあわせて、個別の照射停止時期及び照射停止時間を設定する。 	区分	評価対象物の例	照射期間の設定	運転廃棄物	チャンネルボックス、制御棒など	数年から十数年程度の照射期間に幅があるため、全照射時間の長さ（例 10年間ごとに区切るなど）に応じてグルーピングを行い、グループごとに照射期間を設定して濃度比を決定する。	解体廃棄物	上部格子板、バップル、シュラウド、炉心槽など	照射期間は、供用期間中の取替工事（例 シュラウド交換）などが無ければ、炉ごとに40年間や60年間などのように、一定の実績照射期間で設定して濃度比を決定する。		比較的半減期が長い核種同士の組合せ (⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs) (図 B.6 抜粋)	半減期が短い核種との組合せ (⁶³ Ni/ ⁶⁰ Co) (図 B.6 抜粋)
設定項目	照射条件の設定方法																																				
	設定方法	設定の基本的考え方	設定対象																																		
照射時間（合計）	頻度分布による設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の中性子の照射時間が必ずしも一律でない場合、中性子の照射時間（合計）の実績などで適切な分布形状（例えば、正規分布）を設定する。 設定する頻度分布は、中性子の照射時間の分布形状に応じ平均、標準偏差などによって設定する。 	チャンネルボックス、制御棒など																																		
照射時間（合計）	個別値による設定	<ul style="list-style-type: none"> 対象原子炉ごと及び評価対象とする放射化金属等ごとに中性子の照射実績が同じ場合は、実績を踏まえ照射時間を一律に設定する。 	シュラウド、上部格子板など																																		
照射停止時間 ^{a)} (原子炉供用期間中)	均等設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射停止時間（合計）及び照射停止回数の実績によって、平均的な照射停止回数及び1回当たりの平均的な照射停止時間の割合（すなわち稼働率）を一律に設定する。 平均的な照射停止時間の割合で、運転サイクルごとに均等に設定する。 	全評価対象廃棄物																																		
	個別設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象とする放射化金属等の照射実績にあわせて、個別の照射停止時期及び照射停止時間を設定する。 																																			
区分	評価対象物の例	照射期間の設定																																			
運転廃棄物	チャンネルボックス、制御棒など	数年から十数年程度の照射期間に幅があるため、全照射時間の長さ（例 10年間ごとに区切るなど）に応じてグルーピングを行い、グループごとに照射期間を設定して濃度比を決定する。																																			
解体廃棄物	上部格子板、バップル、シュラウド、炉心槽など	照射期間は、供用期間中の取替工事（例 シュラウド交換）などが無ければ、炉ごとに40年間や60年間などのように、一定の実績照射期間で設定して濃度比を決定する。																																			
	比較的半減期が長い核種同士の組合せ (⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs) (図 B.6 抜粋)	半減期が短い核種との組合せ (⁶³ Ni/ ⁶⁰ Co) (図 B.6 抜粋)																																			

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容		
				<p>解析結果 a)</p> <p>計算条件 長期照射（～60年連続）条件で放射化計算を実施。</p> <p>影響の程度 b)</p> <table border="1"> <tr> <td>濃度比への影響：小</td> <td>濃度比への影響：小（～10年程度） 中（長期照射の場合）</td> </tr> </table> <p>注 a) 放射化計算コード：ORIGEN2.2，ライブラリ：JENDL3.3シリーズ b) 影響の程度は，“大：1桁程度以上の差異を生む”，“中：1桁程度の差異を生む”，“小：2～3倍程度以内の差異を生む”を意味する。</p>	濃度比への影響：小	濃度比への影響：小（～10年程度） 中（長期照射の場合）
濃度比への影響：小	濃度比への影響：小（～10年程度） 中（長期照射の場合）					
<p>5. 「A.1.2 STEP1：計算のための基本の設定」のSTEP1では「対象とする放射化金属等の特性（幾何形状、元素成分条件など）、原子炉の運転条件（中性子条件及び照射条件）などの放射化計算に必要なデータを事前に収集する」と記載されていますが、図A.1の該当箇所には、「放射化金属等の幾何形状」に代わり「原子炉及び放射化物の特性」が記載されています。「原子炉及び放射化物の特性」に関してどのようなデータを収集するのか具体例をもって説明してください。</p>	<p>本文と図の記載の不整合があるため質問したものです。</p>	<p>— （図A.1「理論計算法の適用基本フロー」のSTEP1に示された「原子炉及び放射化物の特性」の内訳として「元素成分条件」「中性子条件」「照射条件」が含まれることと理解しましたので、追加質問はありません。）</p>		<p>「A.1.2 STEP1：計算のための基本の設定」では、放射化金属等の特性（幾何形状、元素成分条件など）、原子炉の運転条件（中性子条件及び照射条件）を事前に収集します。</p> <p>放射化物の放射能濃度の評価のためには、まず、基礎となる評価対象である「原子炉の特性（炉型、燃料）及び放射化物の特性（材質、幾何形状）」を踏まえて、放射化計算に必要なデータとなります入力データの収集が必要となることを示したものです。</p> <p>したがって、「原子炉及び放射化物の特性」とは、評価の対象となります原子炉の特性（炉型、燃料）及び放射化物の特性（材質、幾何形状）を把握することを意味しています。</p> <div data-bbox="1795 1291 2819 1711" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>A.1.2 STEP1：計算のための基本の設定</p> <p>放射化金属等中の放射能濃度を理論的に評価するには、対象とする放射化金属等の特性（幾何形状、元素成分条件など）、原子炉の運転条件（中性子条件及び照射条件）などの放射化計算に必要なデータを事前に収集する。</p> <p>この手順の詳細は、附属書Dを参照。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>[STEP1]</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>計算条件の検討及び収集</p> <ul style="list-style-type: none"> - 原子炉及び放射化物の特性 - 元素成分条件 - 中性子条件 - 照射条件 <p>など</p> </div> <p style="text-align: right;">（詳細は6.1参照）</p> </div> <p style="text-align: center;">図 A.1—理論計算法の適用基本フロー（抜粋）</p> </div> <p>D.2 放射化計算の入力条件の基本設定フロー</p> <p>a) 評価対象とする放射化金属等の選択及び特性の調査 最初のステップとして、選択した評価対象とする放射化金属等の特性（例 形状、材質など）の把握、原子炉内での中性子照射履歴、元素分析データなどの入力条件の設定に必要な基礎データの収集を行う。</p>		

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																		
<p>6. 「A.1.5 STEP4：結果の提示」に「適切な計算コードを選択し、放射化計算を実施し、直接的に放射能濃度を算出するか、又は濃度比などの評価係数を計算する。」との記載がありますが、何をもちいて計算コードの適切性を確認するのか説明してください。また、図A.1には、「検証された放射化計算方法の選択」とありますが、どのように放射化計算方法を検証するのか説明してください。</p>	<p>適切な計算コードを選定しなければ、適切な計算はできません。このため、計算コードの適切性を判断する際の、確認項目、確認方法、適切と判断する基準等について質問したものです。</p>	<p>どのように計算コードの適切性を確認したのか分かるよう、計算コードの適切性を判断する際の、確認項目、確認方法、適切と判断する基準等について、具体的に記載して下さい。他の規格、第三者機関等による場合には、その内容について説明してください。また、「検証と妥当性確認 (V&V)」を説明する際には、定義や引用元を明確にした上で記載してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>計算コードの適切性の確認については、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」(JANSI-GQA-01-第3版) [1] 4.2.2 計算機プログラムの検証に示される確認方法を適用して、可能な方法（複数）にて確認します。下表に上記ガイドラインに記載の「確認項目・確認方法」を記載し、それに基づく具体的な「適切と判断する基準等」を示します。</p> <table border="1" data-bbox="1757 527 2878 1140"> <thead> <tr> <th data-bbox="1757 527 2318 562">確認項目・確認方法</th> <th data-bbox="2318 527 2878 562">適切と判断する基準等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1757 562 2318 625">・汎用ソフトウェアの導入評価（解析条件に応じた使用実績確認等）の確認</td> <td data-bbox="2318 562 2878 625">使用実績における計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 625 2318 722">・トピカルレポート（許認可申請において原子力施設共通事項として取りまとめた技術文書）審査等の規制機関による確認</td> <td data-bbox="2318 625 2878 722">許認可審査等により規制機関に確認を受けている実績があること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 722 2318 785">・実機運転データとの比較</td> <td data-bbox="2318 722 2878 785">計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 785 2318 848">・大型実験又はベンチマーク試験結果との比較</td> <td data-bbox="2318 785 2878 848">計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 848 2318 911">・規制機関によるクロスチェック</td> <td data-bbox="2318 848 2878 911">規制機関によるクロスチェックされている場合はその実績があること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 911 2318 974">・他の計算機プログラム（他機関、社内）による計算結果との比較</td> <td data-bbox="2318 911 2878 974">他の計算コードの計算値と比較評価（傾向分析）が妥当であること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 974 2318 1037">・簡易モデル（サンプル計算例）、標準計算事例を用いた解析結果との比較</td> <td data-bbox="2318 974 2878 1037">サンプル計算例との計算値が一致すること</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 1037 2318 1140">・手計算又は理論解との比較</td> <td data-bbox="2318 1037 2878 1140">手計算結果との比較評価（傾向分析）が妥当であること</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、放射化計算コードの適切性の確認においては、放射化範囲の中性子条件（中性子フルエンス率、スペクトル）を反映した放射化計算ができるコードを選択することが必要であることから、ORIGEN又はORIGEN2コードシリーズを選択します。</p> <p>次にどのように放射化計算方法を検証するのかについてですが、上記の確認の中で計算値（予測値）と分析値（実験値）との比較（実機運転データとの比較又は大型実験又はベンチマーク試験結果との比較）を通じた放射化計算方法全体の妥当性を確認することを意味しております。その妥当性評価の事例として、実機運転データとの比較について以下に示します。</p> <p>例えば、ORIGEN2用のJENDL-4.0の放射化断面積が発行された際の文献[1]を参照し、PWR使用済み燃料の照射後解析の結果（下図）から、計算値（C）と実験値（E）について、JENDL-4.0による計算結果は、ほぼ10%以内で実験値を再現していることが傾向分析され評価されており、妥当と判断されます。</p> <p>[1] http://www.genanshin.jp/archive/qualityimprovement/data/jansi-gqa-01.pdf [2] 奥村啓介他「JENDL-4.0に基づくORIGEN2用断面積ライブラリセット」JAEA-Data/Code2012-032</p>	確認項目・確認方法	適切と判断する基準等	・汎用ソフトウェアの導入評価（解析条件に応じた使用実績確認等）の確認	使用実績における計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること	・トピカルレポート（許認可申請において原子力施設共通事項として取りまとめた技術文書）審査等の規制機関による確認	許認可審査等により規制機関に確認を受けている実績があること	・実機運転データとの比較	計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること	・大型実験又はベンチマーク試験結果との比較	計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること	・規制機関によるクロスチェック	規制機関によるクロスチェックされている場合はその実績があること	・他の計算機プログラム（他機関、社内）による計算結果との比較	他の計算コードの計算値と比較評価（傾向分析）が妥当であること	・簡易モデル（サンプル計算例）、標準計算事例を用いた解析結果との比較	サンプル計算例との計算値が一致すること	・手計算又は理論解との比較	手計算結果との比較評価（傾向分析）が妥当であること
確認項目・確認方法	適切と判断する基準等																					
・汎用ソフトウェアの導入評価（解析条件に応じた使用実績確認等）の確認	使用実績における計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること																					
・トピカルレポート（許認可申請において原子力施設共通事項として取りまとめた技術文書）審査等の規制機関による確認	許認可審査等により規制機関に確認を受けている実績があること																					
・実機運転データとの比較	計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること																					
・大型実験又はベンチマーク試験結果との比較	計算値と分析値の比較評価（傾向分析）が妥当であること																					
・規制機関によるクロスチェック	規制機関によるクロスチェックされている場合はその実績があること																					
・他の計算機プログラム（他機関、社内）による計算結果との比較	他の計算コードの計算値と比較評価（傾向分析）が妥当であること																					
・簡易モデル（サンプル計算例）、標準計算事例を用いた解析結果との比較	サンプル計算例との計算値が一致すること																					
・手計算又は理論解との比較	手計算結果との比較評価（傾向分析）が妥当であること																					

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				 <p>図 3.4-7 高浜3号炉使用済み燃料組成の計算値(C)と実験値(E)との比較(その1)</p>  <p>図 3.4-8 高浜3号炉使用済み燃料組成の計算値(C)と実験値(E)との比較(その2)</p>
<p>7. 「A.4.1 妥当性確認」に「なお、放射化計算方法に関する妥当性確認は、AESJ-SC-A008:2015を参照する。」とありますが、「参照」の意味するところを説明してください。また、「計算の準備」「計算の実施」「計算結果の記録」それぞれのステップについて、当該標準の参照範囲とその内容、適用できる根拠を説明してください。</p>	<p>AESJ-SC-A008:2015 に記載のシミュレーションの妥当性確認方法に則ると、非常に多くの不確実性について評価する必要があることから、本標準で AESJ-SC-A008:2015 をどの程度取り入れるのかを把握するため質問したものです。</p>	<p>— (ここでの「参照」は AESJ-SC-A008:2015 に厳密に則るのではなく、一部に考え方を取り入れることであると確認できたので追加質問はありません。具体的には、「計算の準備」に AESJ-SC-A008:2015 の 3.4 章エレメント 4 の考え方を適用したということと理解しました。)</p>		<p>「AESJ SC-A008:2015 シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン」の「3.4 エレメント 4: シミュレーションモデルの予測性能の判断」に示される考え方(評価指標、不確かさ、予測性能と実験値の比較)を踏まえ、「計算の準備段階」で、放射化計算方法・計算コードが検証・妥当性確認された際の結果を確認し、放射化計算方法全体を通じた計算値(予測値)と分析値(実験値)との比較を通じて、放射化計算方法・計算コードの妥当性を確認します。</p> <p>したがって、上記ガイドラインの考え方(3.4 エレメント 4: シミュレーションモデルの予測性能の判断)を踏まえ、これを適用する箇所は「A.4.2 計算の準備」の段階だけとなります。</p> <p>また、AESJ SC-A008:2015 は原子力学会にて審議・制定されたガイドラインであり、対象がシミュレーションモデルと本標準の放射化計算との相違はあるものの、計算の妥当性に関しては、その考え方を適用できるものと考えます。ただし、この確認対象の差異を考慮し、限定的な適用として、ガイドラインの参照部分(3.4 章エレメント 4 だけ)と標準への適用範囲を A.4.2 章の計算の準備段階と</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容								
				<p>しているものです。</p> <p>さらに、放射化計算などによって得られた結果を確認しますが、そのプロセスは、下表に示しますように「計算の準備」、「計算の実施」及び「計算結果の記録」の段階に分けて、実施します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>放射能評価の各段階</th> <th>妥当性確認などの内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計算の準備段階</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 放射化計算方法又は放射化計算コードの妥当性の確認 必要な手順書、計算書の準備（文書化） </td> </tr> <tr> <td>計算の実施段階</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 文書化された放射化計算方法に従っての実施の確認 必要な放射化計算の条件を記録（入力データの明確化及びトレーサビリティの確保） 計算結果の充足性の評価 </td> </tr> <tr> <td>計算結果の記録段階</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 実施した放射化計算の結果の記録及び確認 放射化計算の結果を踏まえた放射能濃度の評価の確認¹⁾ </td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 放射能濃度の評価結果に含まれる入力データの妥当性、不確かさを踏まえた評価は、この中で行います。</p>	放射能評価の各段階	妥当性確認などの内容	計算の準備段階	<ul style="list-style-type: none"> 放射化計算方法又は放射化計算コードの妥当性の確認 必要な手順書、計算書の準備（文書化） 	計算の実施段階	<ul style="list-style-type: none"> 文書化された放射化計算方法に従っての実施の確認 必要な放射化計算の条件を記録（入力データの明確化及びトレーサビリティの確保） 計算結果の充足性の評価 	計算結果の記録段階	<ul style="list-style-type: none"> 実施した放射化計算の結果の記録及び確認 放射化計算の結果を踏まえた放射能濃度の評価の確認¹⁾
放射能評価の各段階	妥当性確認などの内容											
計算の準備段階	<ul style="list-style-type: none"> 放射化計算方法又は放射化計算コードの妥当性の確認 必要な手順書、計算書の準備（文書化） 											
計算の実施段階	<ul style="list-style-type: none"> 文書化された放射化計算方法に従っての実施の確認 必要な放射化計算の条件を記録（入力データの明確化及びトレーサビリティの確保） 計算結果の充足性の評価 											
計算結果の記録段階	<ul style="list-style-type: none"> 実施した放射化計算の結果の記録及び確認 放射化計算の結果を踏まえた放射能濃度の評価の確認¹⁾ 											
8. 「A.4.4 計算結果の記録段階」 「放射化計算の結果を記録し、妥当性を確認する」とあるが、妥当性の確認方法について説明してください。AESJ-SC-A008:2015 「シミュレーションの妥当性確認に従うのであれば、AESJ-SC-A008:2015 のどの部分を用いて妥当性を確認するのか具体的に説明してください。	放射化計算の妥当性確認は、本標準の根幹をなす重要な項目であり、妥当性を確認出来ない場合は放射化計算により中深度処分対象廃棄物の放射能濃度を導くことはできないと考えます。放射化計算のプロセスのひとつとして「A.4.4 計算結果の記録段階」が挙げられています。「放射化計算の結果を記録し、妥当性を確認する。」という記載だけを読むと、記録から妥当性確認の間にあるべき具体的方法の記載が抜けているように思われるため質問したものです。	<p>質問に対して、「「計算結果の記録」の段階における妥当性の確認方法とは、必要な計算条件を明確化し、理論計算法の放射化計算方法及び計算手順が期待される結果を与えることを（客観的、文書化された証拠によって）明示することです。」と回答いただいておりますが、より具体的に説明いただかなければ回答の方法で妥当性が確認出来るかどうか判断できません。</p> <p>①結果を記録したことで何の妥当性を確認するのでしょうか。放射化計算結果の妥当性でしょうか。放射化計算手順の妥当性でしょうか。</p> <p>②放射化計算結果を何と比較することで「放射化計算方法及び計算手順が期待される結果を与えること」を判断するのでしょうか。</p> <p>③客観的、文書化された根拠とは具体的にどのようなものを想定しているか示してください。</p>	<p>質問①回答可能</p> <p>質問②回答可能</p> <p>質問③回答可能</p>	<p>ご指摘の①～③の事項につきまして、以下に回答します。</p> <p>①「A.4.4 計算結果の記録段階」では、必要な計算条件を設計図面等の入力根拠と共に文書化し、理論計算法の放射化計算方法と計算手順の文書化によりプロセスが妥当であることを示し、得られた放射化計算の結果の妥当性を確認します。</p> <p>放射化計算の結果の妥当性確認方法は、原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（JANSI-CQA-01-第3版）における「4.3 解析結果の審査、検証」が該当します。</p> <p>②放射化計算の結果の妥当性確認においては、計算条件を明確化した類似解析結果との比較、または、既知の理論値や経験値との比較（物理的又は工学的整合性の確認）により傾向分析（条件ごとに結果に与える影響度を評価し、すべての条件による影響が結果に反映されていることの確認など）を行い妥当であることを確認します。</p> <p>③上記②で示すような第三者が評価を再現できるような図書及び結果の妥当性を示す図書を想定しています。</p>								

○「理論的方法の入力条件の設定方法の具体及び評価結果の不確かさ」に関するもの				
1. 「6.1.2.2.3 起源元素の成分条件の設定方法」において、起源元素の成分条件は「代表値を設定する方法」、「濃度分布から設定する方法」、「濃度範囲を設定する方法」のいずれかの方法で設定すると規定していますが、同等性について説明してください。	「代表値を設定する方法」は各元素の濃度の代表値、「濃度分布から設定する方法」は各元素の複数の代表的濃度、「濃度範囲を設定する方法」は各元素の最大濃度、最小濃度を設定するとあり、いずれでも可とする理由が分からないため質問したものです。いずれ	点推定法及び区間推定法によって使い分け（組合せを含む。）があるのか説明してください。また、「6.1.3.2 計算用入力条件の設定」においては、元素成分条件にランダムサンプリングと適切な代表値の両方を規定していますが、換算係数法の場合は「J.1.2 放射化計算の条件の設定」の「a) 元素成分条件」において「各元素の代表値を1点設定する」として規定しています。換算係数法で各元素濃度を	回答可能	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>(6.1.2.2.3 に対する質問の回答)</p> <p>評価対象とする放射化金属の放射能（最大放射能濃度又は総放射能）によって、適用する元素成分条件の設定方法、及びそれぞれの保守性などの設定条件が異なるため、同等性が得られるものではありません。</p> <p>なお、概ね、下記の大小関係にあると考えられます。</p> <p>「濃度範囲を設定する方法」(最大値) ≥ 「代表値を設定する方法」(最大値)</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																															
	でも可とするなら、結果の同等性が必要です。	ランダムサンプリングした場合の換算係数及び放射能濃度の決定方法を説明してください。		<p> \geq「濃度分布から設定する方法」（信頼上限）\geq「濃度分布から設定する方法」（平均）\equiv「代表値を設定する方法」（平均）\geq「濃度範囲を設定する方法」（最小値） </p> <p>その元素成分条件の設定方法を適用の評価方法による区分は、表 1-1 に示す適用を想定しています。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 元素成分条件の設定方法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th colspan="2">点推定法</th> <th colspan="2">区間推定法</th> </tr> <tr> <th>最大放射能濃度</th> <th>平均放射能濃度</th> <th>最大放射能濃度</th> <th>平均放射能濃度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>適用する元素の成分条件の設定方法</td> <td>代表値を設定する方法（最大値）</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 濃度範囲を設定する方法（最大値） 代表値を設定する方法（最大値） 濃度分布から設定する方法（信頼上限） </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） </td> </tr> <tr> <td>適用区分</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 規格値の上限値を適用する場合 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ①収集した元素分析結果が利用できる場合（平均） ②規格値の平均値を適用する場合 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ①JIS などの規格値の上限値を適用する場合 ②収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 ③ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の信頼上限） </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ①ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の平均） ②収集した元素分析結果が利用できる場合 </td> </tr> </tbody> </table> <p> なお、換算係数法で評価対象物の条件を網羅する評価（ランダムサンプリングによって）した場合の換算係数及び放射能濃度の決定方法を附属書 J に示しました代表値（平均など）による評価と比較する形で表 1-2 に示しました。 </p> <p style="text-align: center;">表 1-2 ランダムサンプリング及び代表値による換算係数及び放射能濃度の決定方法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>評価対象物の条件を網羅する評価</th> <th>代表値（平均など）による評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>元素成分条件</td> <td>濃度分布から設定する方法でランダムサンプリングによって濃度を設定（必要数を繰り返し設定）</td> <td>濃度分布から設定する方法によって代表値（平均値）を設定</td> </tr> <tr> <td>中性子条件</td> <td>事前に個々に評価した炉内の中性子フルエンス率（中性子スペクトル含む）の分布から、評価対象物の軸方向及び径方向位置をランダムサンプリングによって選択し、その位置の中性子フルエンス率で設定（必要数を繰り返し設定）</td> <td>軸方向は 24 分割ごと計算した平均値、径方向は燃焼度の違いを補正した炉内平均中性子フルエンス率で設定</td> </tr> <tr> <td>燃焼度</td> <td>評価燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）を設定して、燃焼度の分布からランダムサンプリングによって燃</td> <td>燃焼度の範囲から評価対象燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）として複数設定</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	点推定法		区間推定法		最大放射能濃度	平均放射能濃度	最大放射能濃度	平均放射能濃度	適用する元素の成分条件の設定方法	代表値を設定する方法（最大値）	<ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） 	<ul style="list-style-type: none"> 濃度範囲を設定する方法（最大値） 代表値を設定する方法（最大値） 濃度分布から設定する方法（信頼上限） 	<ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） 	適用区分	<ul style="list-style-type: none"> 収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 規格値の上限値を適用する場合 	<ul style="list-style-type: none"> ①収集した元素分析結果が利用できる場合（平均） ②規格値の平均値を適用する場合 	<ul style="list-style-type: none"> ①JIS などの規格値の上限値を適用する場合 ②収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 ③ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の信頼上限） 	<ul style="list-style-type: none"> ①ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の平均） ②収集した元素分析結果が利用できる場合 		評価対象物の条件を網羅する評価	代表値（平均など）による評価	元素成分条件	濃度分布から設定する方法でランダムサンプリングによって濃度を設定（必要数を繰り返し設定）	濃度分布から設定する方法によって代表値（平均値）を設定	中性子条件	事前に個々に評価した炉内の中性子フルエンス率（中性子スペクトル含む）の分布から、評価対象物の軸方向及び径方向位置をランダムサンプリングによって選択し、その位置の中性子フルエンス率で設定（必要数を繰り返し設定）	軸方向は 24 分割ごと計算した平均値、径方向は燃焼度の違いを補正した炉内平均中性子フルエンス率で設定	燃焼度	評価燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）を設定して、燃焼度の分布からランダムサンプリングによって燃	燃焼度の範囲から評価対象燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）として複数設定
評価対象	点推定法		区間推定法																																
	最大放射能濃度	平均放射能濃度	最大放射能濃度	平均放射能濃度																															
適用する元素の成分条件の設定方法	代表値を設定する方法（最大値）	<ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） 	<ul style="list-style-type: none"> 濃度範囲を設定する方法（最大値） 代表値を設定する方法（最大値） 濃度分布から設定する方法（信頼上限） 	<ul style="list-style-type: none"> 濃度分布から設定する方法（平均） 代表値を設定する方法（平均） 																															
適用区分	<ul style="list-style-type: none"> 収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 規格値の上限値を適用する場合 	<ul style="list-style-type: none"> ①収集した元素分析結果が利用できる場合（平均） ②規格値の平均値を適用する場合 	<ul style="list-style-type: none"> ①JIS などの規格値の上限値を適用する場合 ②収集した元素分析結果の最大値が利用できる場合 ③ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の信頼上限） 	<ul style="list-style-type: none"> ①ランダムサンプリング用の入力用設定分布から設定する場合（評価結果の平均） ②収集した元素分析結果が利用できる場合 																															
	評価対象物の条件を網羅する評価	代表値（平均など）による評価																																	
元素成分条件	濃度分布から設定する方法でランダムサンプリングによって濃度を設定（必要数を繰り返し設定）	濃度分布から設定する方法によって代表値（平均値）を設定																																	
中性子条件	事前に個々に評価した炉内の中性子フルエンス率（中性子スペクトル含む）の分布から、評価対象物の軸方向及び径方向位置をランダムサンプリングによって選択し、その位置の中性子フルエンス率で設定（必要数を繰り返し設定）	軸方向は 24 分割ごと計算した平均値、径方向は燃焼度の違いを補正した炉内平均中性子フルエンス率で設定																																	
燃焼度	評価燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）を設定して、燃焼度の分布からランダムサンプリングによって燃	燃焼度の範囲から評価対象燃焼度（例 10～55GWd/t から数点設定）として複数設定																																	

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容															
				<table border="1" data-bbox="1783 302 2849 564"> <tr> <td data-bbox="1783 302 1961 340"></td> <td data-bbox="1961 302 2407 340">焼度を設定（必要数を繰り返し設定）</td> <td data-bbox="2407 302 2849 340"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1783 340 1961 466">換算係数</td> <td data-bbox="1961 340 2407 466">上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数（放射能濃度／燃焼度）を平均又は信頼上限値として算出する。</td> <td data-bbox="2407 340 2849 466">上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数を平均値として算出する。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1783 466 1961 564">放射能濃度</td> <td data-bbox="1961 466 2407 564">記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均、最大）を決定する。</td> <td data-bbox="2407 466 2849 564">記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均）を決定する。</td> </tr> </table> <p data-bbox="1754 600 2873 659">ここで示します「信頼上限」の評価に適用する有意水準に関しては、下記の考え方を基本としています。</p> <table border="1" data-bbox="1813 695 2813 911"> <thead> <tr> <th data-bbox="1813 695 1961 743">有意水準</th> <th data-bbox="1961 695 2386 743">95 %</th> <th data-bbox="2386 695 2813 743">99 %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1813 743 1961 911">適用理由</td> <td data-bbox="1961 743 2386 911">平均値と平均値の信頼下限値の差（すなわち不確定性の大きさ）の推移評価を行う「相対比較」に関しては、一般的な有意水準としての適用が多い95%を適用する。</td> <td data-bbox="2386 743 2813 911">評価する分布の標準偏差の「値」として適用する場合に関しては、より信頼を高くするために、99%を適用する。</td> </tr> </tbody> </table>		焼度を設定（必要数を繰り返し設定）		換算係数	上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数（放射能濃度／燃焼度）を平均又は信頼上限値として算出する。	上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数を平均値として算出する。	放射能濃度	記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均、最大）を決定する。	記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均）を決定する。	有意水準	95 %	99 %	適用理由	平均値と平均値の信頼下限値の差（すなわち不確定性の大きさ）の推移評価を行う「相対比較」に関しては、一般的な有意水準としての適用が多い95%を適用する。	評価する分布の標準偏差の「値」として適用する場合に関しては、より信頼を高くするために、99%を適用する。
	焼度を設定（必要数を繰り返し設定）																		
換算係数	上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数（放射能濃度／燃焼度）を平均又は信頼上限値として算出する。	上記の入力条件での燃焼度に対する放射能濃度を評価し、換算係数を平均値として算出する。																	
放射能濃度	記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均、最大）を決定する。	記録から評価対象物の燃焼度を設定し、換算係数を乗じて、放射能濃度（平均）を決定する。																	
有意水準	95 %	99 %																	
適用理由	平均値と平均値の信頼下限値の差（すなわち不確定性の大きさ）の推移評価を行う「相対比較」に関しては、一般的な有意水準としての適用が多い95%を適用する。	評価する分布の標準偏差の「値」として適用する場合に関しては、より信頼を高くするために、99%を適用する。																	
<p>(1) b)の放射化断面積は、使用する放射化計算コードの放射化断面積ライブラリ又は中性子フルエンス率の評価結果のいずれかの方法で設定すると規定していますが、同等性について説明してください。</p>	<p>「使用する放射化計算コードの放射化断面積ライブラリ」は計算コード内から選択で求まるが、「中性子フルエンス率の評価結果から…放射化断面積を設定」は計算コード内で行うものではないと思われます。計算式の説明がないため、同等なのかを質問したものです。</p>	<p>計算コードから求めた放射化断面積と中性子フルエンス率の評価結果から求めたものの例を示して下さい。</p>	<p>計算コードの断面積と中性子フルエンス率から求めた放射化断面積の例がなく、計算式が同等であることを説明。</p>	<p>計算コードの断面積と中性子フルエンス率から求めた放射化断面積の比較例がないことから、両者の計算式の同等性を更問1. (1)への回答に示します。</p> <p>(6.1.2.3に対する質問と想定した回答) ORIGEN2 コードシリーズについては、コードに付属する放射化断面積ライブラリの使用又は中性子フルエンス率（中性子スペクトル）の評価結果に基づき放射化断面積を作成して使用することとなります。 ORIGEN コードシリーズについては、中性子フルエンス率の評価結果より、3群の中性子フルエンス率の比（スペクトルインデックス）に基づく放射化断面積がコード内で作成されることとなります。 以上のいずれの方法においても、評価対象位置の中性子スペクトルを考慮した放射化断面積を使用して放射化計算を実施するという観点においては同等と考えます。</p> <p>更問1. (1) 計算コードから求めた放射化断面積 (ORIGEN2 コードに付属する放射化断面積) と、中性子フルエンス率の評価結果から放射化断面積を設定した値を比較した例がないため、両者の計算式が同等であることを示します。</p> <p>ORIGEN2 コードにおける中性子スペクトルの評価結果から放射化断面積を作成する処理は、以下のとおり行います。(6)式は、ORIGEN2 コード付属の放射化断面積ライブラリである ORLIBJ40^[1]での1群断面積の作成の式（[1]文献の2-5式）と同じであるため、計算式は同等です。</p> <p>(中性子スペクトルの評価結果から放射化断面積（1群断面積）の作成処理) 放射化反応率 I は連続的な分布を持つ中性子フルエンス率 $\Phi(E)$ と放射化断面積 $\sigma(E)$ に対して、エネルギーで積分することで(1)式により求めることが出来る。</p> $I = \int \Phi(E) \cdot \sigma(E) dE \quad (1)$															

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3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（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>しかし、本検討における中性子フルエンス率は、輸送計算コードを利用して得られる中性子フルエンス率は、多群のエネルギー群構造のものとなる。</p> <p>そのため、放射化反応率 I は、(2)式で与えられることとなり、輸送計算コードのエネルギー群構造に応じた放射化断面積 σ_g を(3)式により求める必要がある。</p> $I = \sum_{g=1}^{g_{max}} \Phi_g \cdot \sigma_g \quad (2)$ $\sigma_g = \int_{E_i}^{E_{i+1}} \sigma(E) dE \quad (3)$ <p>また、ORIGEN2 コードで用いる 1 群縮約された放射化反応率 I は、(4)式により求められる。</p> $I = \Phi \cdot \langle \sigma \rangle \quad (4)$ <p>ここで、Φ は全中性子フルエンス率であり、$\langle \sigma \rangle$ は 1 群縮約された放射化断面積である。全中性子フルエンス率 Φ は、(5)式のとおり定義される。</p> $\Phi = \int \Phi(E) dE \approx \sum_{g=1}^{g_{max}} \Phi_g \quad (5)$ <p>よって、1 群縮約された放射化断面積 $\langle \sigma \rangle$ は、(1)、(2)、(4)、(5)式を用いて、(6)式により求めることが出来る。</p> $\langle \sigma \rangle = \frac{\int \Phi(E) \cdot \sigma(E) dE}{\int \Phi(E) dE} \approx \frac{\sum_{g=1}^{g_{max}} \Phi_g \cdot \sigma_g}{\sum_{g=1}^{g_{max}} \Phi_g} \quad (6)$ <p>一方、ORIGEN2 コード付属の放射化断面積ライブラリである ORLIBJ40^[1]での 1 群断面積の作成の式([1]文献の 2-5 式)は以下のとおりです。$\langle \sigma_x^i \rangle$ は放射化断面積、ψ は中性子フルエンス率を表します。</p> $\langle \sigma_x^i \rangle = \frac{\int \sigma_x^i(E) \psi(E) dE}{\int \psi(E) dE} \approx \sum_{g=1}^{NG} \sigma_{x,g}^i \psi_g / \sum_{g=1}^{NG} \psi_g \quad (2-5)$ <p>[1]奥村啓介他「JENDL-4.0 に基づく ORIGEN2 用断面積ライブラリセット」JAEA-Data/Code2012-032</p>
<p>(2) 最新の計算コード及び放射化断面積ライブラリについて確認すると規定していますが、妥当性の確認方法を説明してください。</p>	<p>利用する計算コード及び放射化断面積ライブラリが最新のものであることの確認方法と放射化断面積ライブラリが変更されたときの妥当性評価方法について具体的説明を求めたものです。</p>	<p>利用する計算コード及び放射化断面積ライブラリが最新のものであることの確認方法と放射化断面積ライブラリが変更されたときの妥当性評価方法について、例を示して説明してください。</p>	<p>ライブラリが変更されたときの妥当性評価例を回答</p>	<p>利用する計算コード及び放射化断面積ライブラリが最新のものであることの確認方法と放射化断面積ライブラリが変更されたときの妥当性評価方法の具体例について、更問 1.(2)への回答に示します。</p> <p>利用する計算コード及び核データ（放射化断面積ライブラリ）が最新であることの確認は、以下のウェブサイトを参照して確認します。最新版が発行された際には、初期不具合等の報告が収束するのを確認してから使用します。</p>

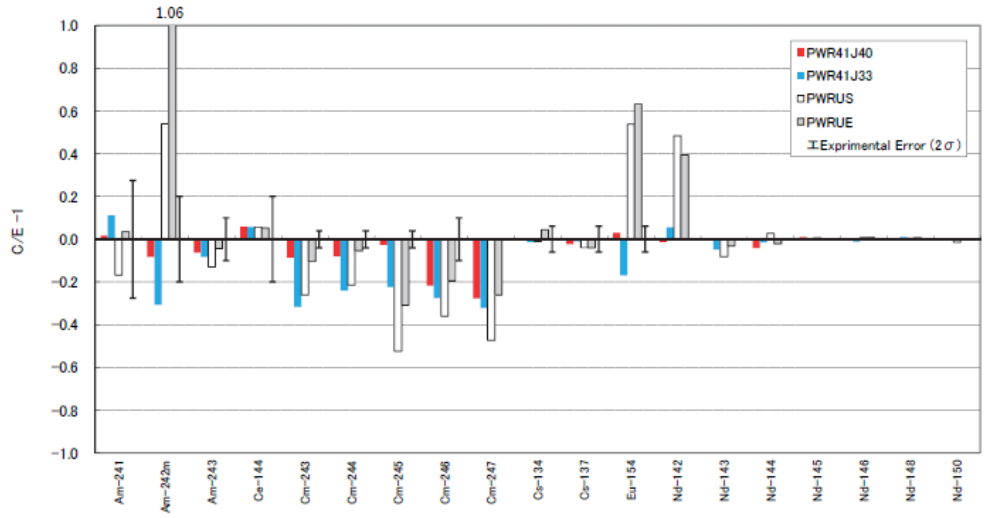
中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
 第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 (一社) 日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>計算コード：高度情報科学技術研究機構（RIST） 放射化断面積ライブラリ（核データ） ：日本原子力研究開発機構 核データ研究グループ 米国ブルックヘブン国立研究所 国際核データセンター（NNDC）</p> <p>放射化断面積ライブラリの変更された場合の妥当性評価については、発行元の文献にて妥当性評価を参照して確認します。</p> <p>例えば、ORIGEN2用のJENDL-4.0の放射化断面積が発行された際の文献[1]を参照し、PWR使用済み燃料の照射後解析の結果（下図）から、計算値（C）と実験値（E）について、JENDL-4.0による計算結果は、ほぼ10%以内で実験値を再現しており、JENDL-3.3に比べてJENDL-4.0の予測精度が改善されていると評価されています。</p> <p>[1]奥村啓介他「JENDL-4.0に基づくORIGEN2用断面積ライブラリセット」JAEA-Data/Code2012-032</p> <p>図3.4-7 高浜3号炉使用済み燃料組成の計算値(C)と実験値(E)との比較(その1)</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				 <p>図 3.4-8 高浜3号炉使用済み燃料組成の計算値(C)と実験値(E)との比較(その2)</p>
<p>2. 「6.1.4 表面汚染の取扱い」 (1) 「6.1.4 表面汚染の取扱い」のまた書きにおいて、「除染しない場合は、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。」と規定しています。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について説明してください。</p>	<p>中深度処分対象廃棄物の埋設に当たっては、廃棄体中に存在する放射能濃度を全て評価する必要がありますので、放射化計算による母材中の放射能濃度の評価に加え、表面汚染による放射能を加えなければなりません。表面汚染による影響が無視できるほど小さい場合には、表面汚染による放射能を加える必要がないと判断することができますが、表面汚染の影響を考慮する必要がない条件について定量的に示されていないため質問したものです。</p>	<p>質問に対して、「標準では、「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。」とのみ規定しています。」と回答いただいておりますが、回答の意図が分かりません。質問は、「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。」の、「必要に応じる」のはどのような場合か、というものです。 「必要に応じる」場合の判断基準が示されていないので定量的に説明してください。 なお、先日の検討チーム会合では、定量的な判断基準がないという回答でしたが、それが正式な回答である場合、技術評価結果は表面汚染を理論計算法で決定した放射能濃度に加えることとせざるを得ません。</p>	<p>現時点ではクラッドの影響がないと判断できる手量的な基準は提示できない。</p>	<p>ご指摘を踏まえて修正した第3回会合での回答を以下に示します。</p> <p>クラッドの影響がないと判断できる基準については、金属母材とクラッドの物性値の違い（溶出率や分配係数など）による埋設施設の移行シナリオへの影響等を踏まえて定める必要があるため、現時点では提示できません。今後、事業者が中深度処分施設の設計及び評価を進める中で、表面汚染による放射性物質の影響を把握した上で、具体的な条件（判断基準）が定められるものと考えます。なお、標準では、「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。」と規定しており、基本的には表面汚染による影響を加えて評価します。</p>
<p>(2) 「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除染する」と記載されているが、「十分に低減できる」ことの判断基準を説明してください。</p>	<p>中深度処分対象廃棄物の埋設に当たっては、廃棄体中に存在する放射能濃度を全て評価する必要がありますので、放射化計算による母材中の放射能濃度の評価に加え、表面汚染による放射能を加えなければなりません。表面汚染による影響が無視できるほど小さい場合には、表面汚染による放射能を加える必要がないと判断することができますが、表面汚染の影響を考慮する必要がない条件について定量的に示されていないため質問したものです。</p>	<p>質問に対して、「十分に低減できている」ことの一例としても、回答2(1)の表面汚染分と放射化分の放射能比が参考になると考えます。」と回答いただいておりますが、「一例」を「参考」にしても「十分に低減できている」ことの判断基準の説明にはなっていません。 「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除染する」場合に、「十分に低減できる」ことの判断基準を定量的に説明してください。 なお、先日の検討チーム会合では、定量的な判断基準がないという回答でしたが、それが正式な回答である場合、技術評価結果は表面汚染を理論計算法で決定した放射能濃度に加えることとせざるを得ません。</p>	<p>現時点ではクラッドの影響がないと判断できる手量的な基準は提示できない。</p>	<p>(前回答から続く)</p> <p>上述のとおり、今後、事業者が中深度処分施設の設計及び評価を進める中で、具体的な条件（判断基準）が定められるものと考えます。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
<p>3. 「附属書C」の随所にISO16966:2013のAnnex Bを参照していますが、「考え方及び手順が示されている」などの抽象的な記載では当該文献の何を参照しているか不明確なので、参照している範囲を説明してください。</p>	<p>附属書Cでは点推定法のための放射化計算の入力データ設定の推奨方法として、点推定法の放射化計算の実施手順を示しています。全ての項目についてISO16966:2013のAnnex Bに言及していますが、具体的な方法がAnnex Bと全く同じであるのか、それとも一部だけを参考にするのが判断できないための質問です。</p>	<p>— (ここでの「参照」は「準拠」の意味で用いられたものであり、附属書CはAnnex B全体に準拠していることと理解しましたので、追加質問はありません。)</p>		<p>ISO標準のAnnex B全体が適用対象です。 なお、特定の部分を念頭に参照するとしたわけではありません。また、ISO標準の詳細内容については、転載許諾の制限で、現段階では学会として内容の詳細を示すことが出来ないため、原子力規制庁殿にて当該標準を参照願います。</p>
<p>4. 「G.1.1.3 起源元素の選定手順」の一次スクリーニングから四次スクリーニングまでの各スクリーニング項目の設定根拠を説明してください。</p>	<p>起源元素の選定で本来評価すべき元素が漏れてしまうと、中深度処分対象廃棄物の放射能濃度評価結果が低く評価されてしまいますので、スクリーニング手順の設定が妥当なものである必要があります。 標準で示されたスクリーニング手順については原子力学会が独自に整備したものと理解しています。各スクリーニング項目の設定意図については標準内に記載されていますが、スクリーニング手順の妥当性をどのように判断したかが示されていないため、それを確認するための質問です。</p>	<p>質問に対して、各スクリーニング項目の設定意図を回答いただいておりますが、質問は設定「根拠」です。根拠が示されなければ、スクリーニング手順として妥当であるかが判断できません。 ①スクリーニング手順の設定に当たって参考にした事例（過去の許認可事例、海外事例等）の有無を示してください。 ②参考事例がある場合はその方法が中深度処分対象廃棄物の起源元素の選定に適用できる根拠を示してください。 ③参考事例がない場合は、この設定項目で抜け漏れがないこと、スクリーニングの順番が前後することで評価結果が変わる可能性がないこと、その他起源元素の選定に関わる影響がないことをどのように判断したのか説明してください。 また、スクリーニングの考え方として「対象とならない元素を除外する」旨の回答がされていますが、除外するための判断基準が記載されていません。 ①一次スクリーニングから四次スクリーニングにおける選定基準等を設定した根拠を示して下さい。また、当該スクリーニング方法を作成するに当たって参考にした文献等があれば提示してください。 ②一次スクリーニングにおいて放射性同位元素を除外して問題ない根拠を示して下さい。 ③二次スクリーニングにおける放射化計算条件を示してください。</p>	<p>質問①回答可能 質問②回答可能 質問③回答可能</p>	<p>ご指摘の①～⑤の事項につきまして、以下に回答します。 ①起源元素のスクリーニングの手順の参考事例としては、浅地中処分の安全評価に適用されています下記の事例（出典は表の注1参照）があります。 ・放射性物質の選定の考え方で「埋設処分の観点から考慮すべきである半減期30日以上放射性物質とし、希ガス及び生成量の極めて小さいものを除く170核種とする。」 ・原子炉構成材料の元素組成については、以下の方法で設定を行った。 「評価に使用する分析データについては、電気事業者が取得した分析データに加え、新型転換炉「ふげん」の構成材の元素分析データ及び国内外の文献における分析データを使用した。評価に使用した材料別の元素組成設定値を第3表に示す。ただし、希ガス元素及び安定同位体が天然に存在しない元素は除外した。」 ②上記の起源元素のスクリーニングの参考事例は、浅地中処分の許認可での事例ですが、原子炉内での原子炉構成材料の中性子照射によって核種が生成する際の放射化計算の起源元素の選定に適用している考え方ですので、同じ核種の生成機構である中深度処分対象廃棄物にも適用できるものです。 ③申請核種を生成する起源元素の選定に関しては、全103元素から出発しますが、「附属書GのG.1.1.2のc) 起源元素の選定の考え方」に示しますように、起源元素の選定においてスクリーニングを行います。 そのスクリーニングの考え方は、下記に理由を示しますように、まず、対象元素とならない「初期の起源元素でない放射性同位体（放射化による核種生成後の崩壊、照射による核種は計算の中に含まれる）」、「評価対象核種を生成しない元素」及び「材料の精錬時に揮散する可能性が高いと判断できる元素」は除外し、加えて、「評価対象核種の総生成放射能に対する寄与が小さい元素」までを放射化計算の入力条件に含める必要はないことから除外するものです。 なお、最初に、材料共通の条件として、評価対象物（中性子による放射化前のコールド材料が放射化計算の出発点である対象元素となります）に含まれない「放射性同位体」、及びそもそも放射化によっても評価対象核種を生成することのない元素は、その後の三次以降のスクリーニングを行う必要もないことから、初期の段階でスクリーニングを行うものです。 次に、三次以降のスクリーニングは、生成量の評価を材料中に存在し評価対象核種を生成する可能性のある元素に対して行うために、材料の製造工程、化学的性質を考慮したスクリーニングを行い、生成した量の全体に占める割合を踏まえて、放射化計算の入力条件とすべき起源元素として選定する手順としています。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																					
		<p>④三次スクリーニングの 1) から 6) について、「表 G. 5-三次スクリーニングで除外対象とできる元素例」に記載された以下の内容を説明してください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○「原料である鉱石に含まれるが、高炉などで原料を溶解分離したときのスラグとして大半は除去」と記載されているが、「大半」が除去されたことを定量的に示して下さい。また、元素を除去対象とできる根拠を説明してください。 ○「高炉の温度が 2000℃近くとなることを考慮すると、飢渴する可能性が高い」と記載されているが、「飢渴する可能性」がどの程度であるか定量的に示して下さい。また、元素を除去対象とできる根拠を説明してください。 ○「岩石・鉱物に微量含まれるが、希ガスが不純物として金属に混入する可能性は、低い」と記載されているが、「希ガスが不純物として金属に混入する可能性」がどの程度であるか定量的に示して下さい。また、元素を除去対象とできる根拠を説明してください。 ○「希少性が高く、不純物として金属に混入する可能性は、低い」と記載されているが、「不純物として金属に混入する可能性」がどの程度であるか定量的に示して下さい。また、元素を除去対象とできる根拠を説明してください。 ○「高炉における還元性雰囲気によって、精錬過程で除去」と記載されているが、「精錬過程で除去」される割合を定量的に示した上で、元素を除去対象とできる根拠を説明すること。 ○ZrTN804D 及び SUS304 について記載されているが、その他の金属も同じ観点でスクリーニングが可能である理由とその根拠を説明してください。 <p>⑤（そもそも）2 次スクリーニングで化学的性質等で除外する前に放射化計算する理由を説明してください。また、三次スクリーニングの前に二次スクリーニングする理由を説明してください。</p> <p>⑥四次スクリーニングにおいて生成比 0.01%未満の元素を除外して問題ない根拠を示して下さい。</p>		<table border="1" data-bbox="1774 331 2858 827"> <thead> <tr> <th>スクリーニング</th> <th>理由・根拠</th> <th>適用除外</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一次：初期の起源元素でない放射性同位体</td> <td>照射されていない炉内構造物の材料が放射化計算の出発点であるため、この材料に含まれない放射性同位体は起源元素から除外できる。¹⁾</td> <td>天然に広く存在する U, Th は除外しない</td> </tr> <tr> <td>二次：評価対象核種を生成しない元素</td> <td>全元素に対して、中性子照射によって生成する核種を計算評価²⁾し、放射化によっても評価対象核種を生成しない元素は除外できる。</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>三次：材料の精錬時などに揮散する可能性が高いと判断できる元素</td> <td>構造物の材料の製造過程の熱処理（精錬など）、化学処理（スラグ化、還元処理）によって受ける温度以下の沸点の元素は揮散、又は化学反応でスラグ等に移行させて除去されるため、除外できる。また、希ガス元素も除外できる¹⁾。</td> <td>添加される元素</td> </tr> <tr> <td>四次：評価対象核種の総生成放射能に対する寄与が小さい元素</td> <td>評価対象核種を生成する元素でも、その生成量が非常に少なく、総生成放射能に対する寄与が小さい元素は、除外できる。</td> <td>生成比 0.01 %³⁾以上の元素は除外しない。</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 1 放射化計算の対象元素から放射性同位体を起源元素から除外している例としては、「補足説明資料 9 廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-2021 年 6 月 日本原燃株式会社の添付資料 2 総放射能量の設定について」において、「評価に使用した材料別の元素組成設定値を第 3 表に示す。ただし、希ガス元素及び安定同位体が天然に存在しない元素は除外した。」と同様な適用を行っている。</p> <p>また、この原子炉構成材料の元素組成は、中深度処分対象廃棄物である。</p> <p>注 2 放射化計算条件は、計算コード：ORIGEN2.2, 断面積ライブラリ：PWR41J33, 照射時間：30y, 中性子フルエンス率：4.72×10¹⁴cm⁻²/s, 元素量：各元素とも等量(0.001kg)として、評価対象核種（ここでは、仮に¹⁴C, ³⁶Cl, ⁶⁰Co, ⁶³Ni, ⁹⁰Sr, ⁹⁴Nb, ⁹⁹Tc, ¹²⁹I, ¹³⁷Cs, 全 α を評価対象核種とした例で示している）</p> <p>注 3 生成比のスクリーニングの判断指標は、放射化計算結果の放射能濃度又は濃度比の最終的な値の有効数字が 2 桁であると想定し、これに推定存在濃度レベル評価の不確定性を考慮（1 桁を想定）し、生成比 0.01 %未満（有効数字 5 桁以下に影響）とした。</p> <p>なお、標準には示しておりませんが、第 3 次スクリーニングにおける除外理由とその根拠に関して、下表に示します。</p> <table border="1" data-bbox="1774 1409 2858 1917"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>元素を除去対象とできる根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スラグとして除去 原料である鉱石に含まれるが、高炉などで原料を溶解分離したときのスラグとして大半は除去</td> <td>化学反応による除去（反応式 $S+3(CaO) = (CaS)+0$）、及び $(2P+3(CaO) + 5O=3(CaO \cdot P_2O_5))$ で示されるようにスラグ-メタル間の化学反応）のため反応が続きます。 なお、炭素鋼の例となりますが、副原料である石灰石（5~10%の配合 1)）の Ca（アルカリ金属類）に着目して、製鋼過程でスラグに移行せず鉄鋼中に残存する Ca は 0.0001%以下 1)、SUS304 で 0.0004% 2)であることを踏まえると、スラグに移行せず金属中に残る元素の残存率（製鋼中の Ca/原料中の Ca）は、9E-5~2.6E-4 程度と考えられることから、十分低減できると考えます。</td> </tr> <tr> <td>低沸点による揮発 高炉の温度が 2000℃近くとなることを考慮すると、飢渴する可能性が高い</td> <td>材料によって、製造工程で受ける温度条件は異なるが、材料が製造中に受ける温度に対して元素の沸点（Rb：688℃~Sb：1,635℃）3)を比較することで、微量成分である沸点の低い元素の揮散の有無が確認できます。 また、鉄鋼の場合、高温での処理時間も高炉で約 1,500~</td> </tr> </tbody> </table>	スクリーニング	理由・根拠	適用除外	一次：初期の起源元素でない放射性同位体	照射されていない炉内構造物の材料が放射化計算の出発点であるため、この材料に含まれない放射性同位体は起源元素から除外できる。 ¹⁾	天然に広く存在する U, Th は除外しない	二次：評価対象核種を生成しない元素	全元素に対して、中性子照射によって生成する核種を計算評価 ²⁾ し、放射化によっても評価対象核種を生成しない元素は除外できる。	—	三次：材料の精錬時などに揮散する可能性が高いと判断できる元素	構造物の材料の製造過程の熱処理（精錬など）、化学処理（スラグ化、還元処理）によって受ける温度以下の沸点の元素は揮散、又は化学反応でスラグ等に移行させて除去されるため、除外できる。また、希ガス元素も除外できる ¹⁾ 。	添加される元素	四次：評価対象核種の総生成放射能に対する寄与が小さい元素	評価対象核種を生成する元素でも、その生成量が非常に少なく、総生成放射能に対する寄与が小さい元素は、除外できる。	生成比 0.01 % ³⁾ 以上の元素は除外しない。	項目	元素を除去対象とできる根拠	スラグとして除去 原料である鉱石に含まれるが、高炉などで原料を溶解分離したときのスラグとして大半は除去	化学反応による除去（反応式 $S+3(CaO) = (CaS)+0$ ）、及び $(2P+3(CaO) + 5O=3(CaO \cdot P_2O_5))$ で示されるようにスラグ-メタル間の化学反応）のため反応が続きます。 なお、炭素鋼の例となりますが、副原料である石灰石（5~10%の配合 1)）の Ca（アルカリ金属類）に着目して、製鋼過程でスラグに移行せず鉄鋼中に残存する Ca は 0.0001%以下 1)、SUS304 で 0.0004% 2)であることを踏まえると、スラグに移行せず金属中に残る元素の残存率（製鋼中の Ca/原料中の Ca）は、9E-5~2.6E-4 程度と考えられることから、十分低減できると考えます。	低沸点による揮発 高炉の温度が 2000℃近くとなることを考慮すると、飢渴する可能性が高い	材料によって、製造工程で受ける温度条件は異なるが、材料が製造中に受ける温度に対して元素の沸点（Rb：688℃~Sb：1,635℃）3)を比較することで、微量成分である沸点の低い元素の揮散の有無が確認できます。 また、鉄鋼の場合、高温での処理時間も高炉で約 1,500~
スクリーニング	理由・根拠	適用除外																							
一次：初期の起源元素でない放射性同位体	照射されていない炉内構造物の材料が放射化計算の出発点であるため、この材料に含まれない放射性同位体は起源元素から除外できる。 ¹⁾	天然に広く存在する U, Th は除外しない																							
二次：評価対象核種を生成しない元素	全元素に対して、中性子照射によって生成する核種を計算評価 ²⁾ し、放射化によっても評価対象核種を生成しない元素は除外できる。	—																							
三次：材料の精錬時などに揮散する可能性が高いと判断できる元素	構造物の材料の製造過程の熱処理（精錬など）、化学処理（スラグ化、還元処理）によって受ける温度以下の沸点の元素は揮散、又は化学反応でスラグ等に移行させて除去されるため、除外できる。また、希ガス元素も除外できる ¹⁾ 。	添加される元素																							
四次：評価対象核種の総生成放射能に対する寄与が小さい元素	評価対象核種を生成する元素でも、その生成量が非常に少なく、総生成放射能に対する寄与が小さい元素は、除外できる。	生成比 0.01 % ³⁾ 以上の元素は除外しない。																							
項目	元素を除去対象とできる根拠																								
スラグとして除去 原料である鉱石に含まれるが、高炉などで原料を溶解分離したときのスラグとして大半は除去	化学反応による除去（反応式 $S+3(CaO) = (CaS)+0$ ）、及び $(2P+3(CaO) + 5O=3(CaO \cdot P_2O_5))$ で示されるようにスラグ-メタル間の化学反応）のため反応が続きます。 なお、炭素鋼の例となりますが、副原料である石灰石（5~10%の配合 1)）の Ca（アルカリ金属類）に着目して、製鋼過程でスラグに移行せず鉄鋼中に残存する Ca は 0.0001%以下 1)、SUS304 で 0.0004% 2)であることを踏まえると、スラグに移行せず金属中に残る元素の残存率（製鋼中の Ca/原料中の Ca）は、9E-5~2.6E-4 程度と考えられることから、十分低減できると考えます。																								
低沸点による揮発 高炉の温度が 2000℃近くとなることを考慮すると、飢渴する可能性が高い	材料によって、製造工程で受ける温度条件は異なるが、材料が製造中に受ける温度に対して元素の沸点（Rb：688℃~Sb：1,635℃）3)を比較することで、微量成分である沸点の低い元素の揮散の有無が確認できます。 また、鉄鋼の場合、高温での処理時間も高炉で約 1,500~																								

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容						
				<p>2,000℃、約6～8時間に加え、転炉で約1,200～1,600℃、30分程度、SUSの精錬に適用されているVOD（Vacuum Oxygen Decarburization）で約1,650℃、50～100分程度4）、と脱気に対しての十分な時間が掛けられています。</p> <p>さらに、転炉に当たるSUS及びジルカロイの溶解・精錬工程では、真空脱気又はAr吹込みによる脱気操作も加えられ、より脱気を容易にしています。</p>						
				<p>希ガス 岩石・鉱物に微量含まれるが、希ガスが不純物として金属に混入する可能性は、低い5)</p> <p>化学的に不活性なガス物質であり、溶鋼に溶解しないとして、溶存ガスや介在物の分離浮上を促進するためのバブリングガスとして多量に使用されていることから金属に混入する可能性は低い。</p> <p>また、希ガスであるArの炭素鋼への溶解度を評価した結果（1.569E-8cm³-Ar/cm³-Fe(1580℃）6）を踏まえると、鉄鋼中の存在量は、3.6E-10%程度であり、存在量としては無視できるレベルと考えられます。</p>						
				<p>希少元素 希少性が高く、不純物として金属に混入する可能性は、低い</p> <p>希少元素（ルテニウムRu）の白金族鉱物（Ruの主な産出源となる鉱物）及び地殻中の存在濃度の例を下表に示しますが、主に白金族鉱石に含まれて、採掘されるRuは、その鉱石中の濃度も低く、微量元素として存在する地殻中の濃度は、さらに低いことから、SUSなどの原料に含まれる不純物（制限値は最も低いUで3.5ppm）として混入する濃度も同様に低いと考えられます。</p> <table border="1" data-bbox="2148 1045 2852 1115"> <tr> <td>白金族鉱石 7)</td> <td>SUS304 分析 2)</td> <td>地殻 8)</td> </tr> <tr> <td>0.18～57.75 ppm</td> <td><1 ppm</td> <td>0.01 ppm</td> </tr> </table>	白金族鉱石 7)	SUS304 分析 2)	地殻 8)	0.18～57.75 ppm	<1 ppm	0.01 ppm
白金族鉱石 7)	SUS304 分析 2)	地殻 8)								
0.18～57.75 ppm	<1 ppm	0.01 ppm								
				<p>還元性雰囲気による除去 高炉における還元性雰囲気によって、精錬過程で除去</p> <p>化学反応による除去（炭素による熱還元Fe： Fe₂O₃→高炉（過剰還元）→転炉（部分酸化）→粗鋼 フェロアロイ（Fe-M合金，M：Ni，Cr，Si，Mn）： （Fe，M）O_x→電気炉→粗Fe-M合金） 脱硫：（CaO）+ [S]=（CaS）+ [O]又は（CaO）+ [S]+ [C]=（CaS）+ COのため、反応物質が十分であれば反応が続きます。</p> <p>また、鋼質の向上を図るためには、精錬過程における溶鋼の脱酸、脱硫管理が重要で管理されており、溶鋼中の酸素濃度は脱酸、脱硫後で1E-3～4E-3%程度との文献9）もあり、十分に除去されると考えられます。</p>						
				<p>注1 鉄鋼の原料：社団法人日本鉄鋼連盟，https://www.jisf.or.jp/kids/shiraberu/03.html 及びJSS日本鉄鋼認証標準物質一覧，日本鉄鋼連盟 標準化センター</p> <p>注2 「ふげん」発電所の主要構造材元素組成分析，日本原子力学会和文論文誌，Vol.9，No.4，p.405～418（2010）</p> <p>注3 化学便覧 第六版 日本化学会編</p> <p>注4 ステンレス鋼便覧-第3版- ステンレス協会編</p> <p>注5 希ガス元素を起源元素から除外している例としては、 「補足説明資料9 廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-2021年6月 日本原燃株式会社の添付資料2 総放射能の設定について」において、「評価に使用した材料別の元素組成設定値を第3表に示す。ただし、希ガス元素及び安定同位体が天然に存在しない元素は除外した。」と同様な適用を行っている。</p>						

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>注6 北大 石井ら，溶融鉄中のアルゴン溶解度と添加元素効果，科学研究費助成事業 1994 年度 注7 世界の PGM 資源の探査・開発・技術動向の調査・情報提供事業，国際鉱物資源開発協力協会，平成 16 年 3 月 岸本，資料 ソ連の白金鉱床，地質調査所月報（第 26 巻第 3 号） Platinum-Group Elements in Sulphide Minerals, Platinum-Group Minerals, and Whole-Rocks of the Merensky Reef (Bushveld Complex, South Africa): Implications for the Formation of the Reef, JOURNAL OF PETROLOGY, Vol48, No8, 2007 注8 中川，レアメタルテクニク：(2) 白金族元素，資源地質，60(2)，2010 注9 材料設計技術研究所，鋼中の酸素濃度と酸素分圧について，平成 25 年，及び LD-AOD 法によるステンレス鋼製造法，鉄と鋼，67(1981)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>G.1.1.2 起源元素の選定の前提条件（略） c) 起源元素の選定の考え方 評価対象とする放射化金属等の種類（材料）ごとに，6.1.2.2.1 に示した次の考え方を踏まえ，選定する。 <ul style="list-style-type: none"> － 最初の起源元素は，不純物，又は微量元素として存在していると考えられる元素とともに，評価する材料の化学組成から選定する。 － 評価対象核種（評価対象核種と関連させる Key 核種を含む）を生成する元素は，起源元素として抽出する。 なお，抽出した起源元素は，次のステップ（全て又はいずれか）によって，対象からスクリーニングすることができる。 － 放射性同位体は，起源元素から除外できる。ただし，天然に広く存在し，種々の放射性核種の起源元素となる Th 及び U は，除外しない。（以下，一次スクリーニングという。） － 評価対象核種を生成しない元素は，起源元素から除外できる。（以下，二次スクリーニングという。） － 材料の精錬時などに揮散する可能性が高いと判断できる元素は，起源元素から除外できる。ただし，対象物の範囲及び評価によっては，完全に除去されず，放射化計算に考慮した方がよい元素もある。（以下，三次スクリーニングという。） － 評価対象核種の総生成放射能に対する寄与が小さい元素は，起源元素から除外できる。（以下，四次スクリーニングという。） </p> </div>
<p>5. 「G.1.2.3.1 元素成分条件の設定方式の選定例」で「評価対象とする放射化金属等の元素成分条件の設定方式は，収集した元素成分データ及び放射能濃度決定方法の種類に応じて，次のいずれかが選択できる。」として，評価対象とする放射化金属等の代表的な元素成分データ（元素成分データの平均値など）で設定する方式と評価対象とする放射化金属等の元素成分データ群によって濃度分布を設定する方式が挙げられていますが，その使い分けあるいは評価手法の同等性について説明してください。</p>		<p>－ （点推定法と区間推定法で使い分けがあると理解しました。）</p>		<p>元素成分条件の選定する設定する方式（附属書 G の表 G.9 参照）には，次の 2 種類を標準では規定していますが，次のように理論計算の種類によって，使い分けを行うことになります。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 点推定法の場合 評価対象とする放射化金属等の代表的な元素成分データ（代表値）で設定する次の方式： <ul style="list-style-type: none"> ・ 代表分析値： 同一ロットの品質サンプルなどの元素分析値を適用する方法（対象物を個別に評価する場合が想定される） ・ 分析データ群： 元素成分の分析データ群の平均値、最大値を適用する方法（対象廃棄物グループを評価する場合が想定される） － 区間推定法の場合 評価対象とする放射化金属等の元素成分データ群によって濃度分布を設定する方式： <ul style="list-style-type: none"> ・ 分析データ群の代表分析値： 複数の同一種類及び品質の元素成分データの濃度分布を使用し、この分布から平均値、最大値を適用する方法 ・ 分析データ群： 複数の同一種類及び品質の元素成分データの濃度分布を使用し、この分布からランダムサンプリングを適用 <p>また、双方の元素成分条件の設定方式は、評価対象の放射能（最大放射能濃度又は放射能量）に応じて設定するものであり、同等性を求めたものではありません。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

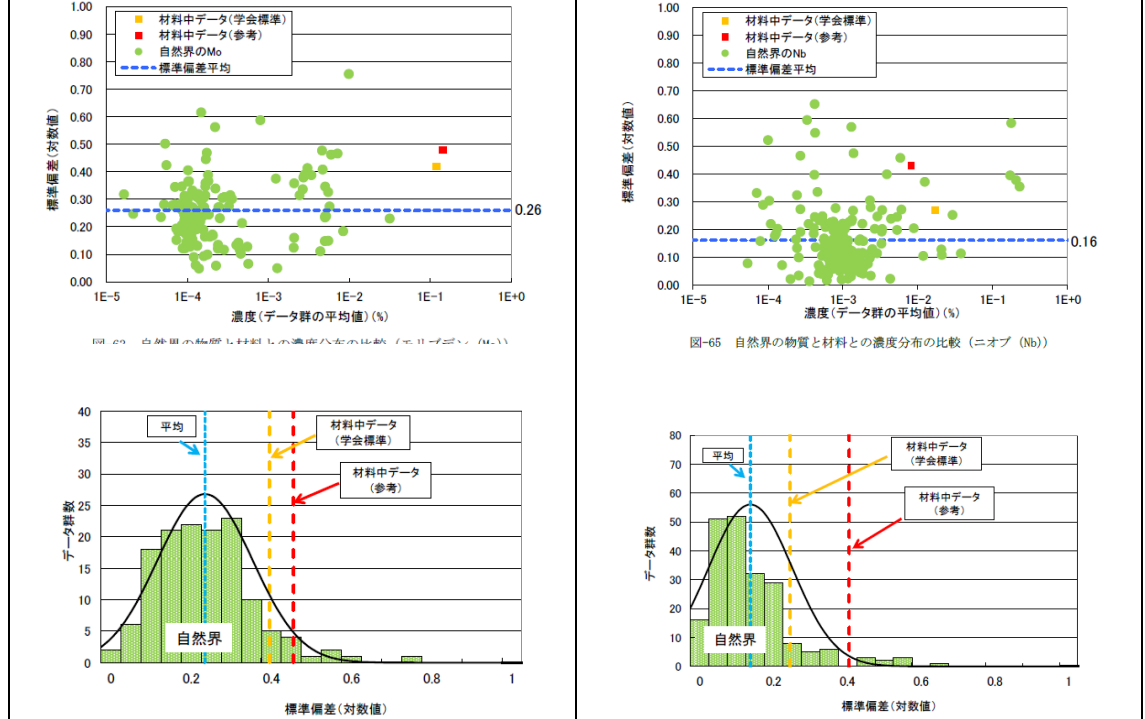
2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																						
				<p>ただし、それぞれの評価する放射能（最大放射能濃度及び総放射能量）に対して、下表に示します元素データを使用します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>最大放射能濃度</th> <th>総放射能量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>点推定法</td> <td>・元素分析データ群の最大値</td> <td>・元素の代表分析値 ・元素分析データ群の平均値</td> </tr> <tr> <td>区間推定法</td> <td>・元素分析データ群の最大値 ・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（信頼上限値）</td> <td>・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（平均値） ・元素分析データ群の分布から平均値</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 G.9—元素成分条件の設定方式及び元素成分データの種類の放射能濃度決定方法に対する組合せの例</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">元素成分データの種類</th> </tr> <tr> <th>代表分析値</th> <th>分析データ群</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">元素成分条件の設定方式</td> <td>代表値^{a)}による設定</td> <td>評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法^{a)}の場合： 同一ロットの品質サンプル又は実物の元素分析値。</td> <td>評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法^{a)}の場合： 複数の同一種類、品質の元素成分データの平均値など。</td> </tr> <tr> <td>濃度分布^{b)}による設定</td> <td>—</td> <td>濃度比法、換算係数法を用いる場合^{c)}、濃度分布評価法を用いる場合： 複数の同一種類及び品質の元素成分データの濃度分布。</td> </tr> </tbody> </table> <p>注^{a)} 点推定法による評価対象とする放射化金属等（廃棄物単一及び単一廃棄物グループ）の放射化計算に使用する元素ごとの濃度の代表値の一つを設定することを意味する。 注^{b)} 放射化計算を複数実施し、評価対象とする放射化金属等の放射能濃度、又は濃度比の分布を把握するために、評価対象とする放射化金属等の元素濃度分布を実態の範囲を考慮して、元素ごとに複数の濃度（放射化計算の条件）を設定することを意味する。 注^{c)} 換算係数法を用いる場合は、設定した濃度分布によって各元素の代表値（起源元素ごと）を設定する。</p>		最大放射能濃度	総放射能量	点推定法	・元素分析データ群の最大値	・元素の代表分析値 ・元素分析データ群の平均値	区間推定法	・元素分析データ群の最大値 ・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（信頼上限値）	・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（平均値） ・元素分析データ群の分布から平均値			元素成分データの種類		代表分析値	分析データ群	元素成分条件の設定方式	代表値 ^{a)} による設定	評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法 ^{a)} の場合： 同一ロットの品質サンプル又は実物の元素分析値。	評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法 ^{a)} の場合： 複数の同一種類、品質の元素成分データの平均値など。	濃度分布 ^{b)} による設定	—	濃度比法、換算係数法を用いる場合 ^{c)} 、濃度分布評価法を用いる場合： 複数の同一種類及び品質の元素成分データの濃度分布。
	最大放射能濃度	総放射能量																								
点推定法	・元素分析データ群の最大値	・元素の代表分析値 ・元素分析データ群の平均値																								
区間推定法	・元素分析データ群の最大値 ・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（信頼上限値）	・元素分析データ群の分布からランダムサンプリングによる設定（平均値） ・元素分析データ群の分布から平均値																								
		元素成分データの種類																								
		代表分析値	分析データ群																							
元素成分条件の設定方式	代表値 ^{a)} による設定	評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法 ^{a)} の場合： 同一ロットの品質サンプル又は実物の元素分析値。	評価対象とする放射化金属等ごとの点推定法 ^{a)} の場合： 複数の同一種類、品質の元素成分データの平均値など。																							
	濃度分布 ^{b)} による設定	—	濃度比法、換算係数法を用いる場合 ^{c)} 、濃度分布評価法を用いる場合： 複数の同一種類及び品質の元素成分データの濃度分布。																							
6. 「G.2.1 概要」の中性子条件の設定方法について、「個別に条件設定する方法」と「代表条件を設定する方法」の評価結果の同等性を説明してください。		— (最大放射能濃度の算出に限定して技術評価を行うこととしましたので、現時点ではこれ以上の説明は不要です。)		<p>中性子条件の設定について、個別の評価対象ごとに詳細設定する場合と複数の評価対象を代表する適切（平均的）又は放射能濃度を大きくするよう保守側に条件設定する場合とでは、以下に示すCB、制御棒などの例のとおり、中性子条件の設定の考え方が異なりますが、いずれにおいても適用する保守性のとりかたによって保守的な評価結果となり、その観点において同等となります。</p> <p>個別設定：複数の照射履歴をもつ同種の放射化金属（CB、制御棒など）について、照射履歴が特定される個別の評価対象ごとに、個別の中性子フルエンス率、スペクトルを設定する。</p> <p>代表設定：複数の照射履歴をもつ同種の放射化金属（CB、制御棒など）について、複数の評価対象を代表する適切（平均的）又は放射能濃度を大きくするよう保守側に条件設定する。</p>																						
7. 「H.2.2 元素濃度データの収集方法」 (1) 「a) データ収集方法」に、「元素濃度データは、検出困難元素の特性などを考慮した種類を、可能な限り広範な産地から、収集する。」とありますが、どのよ	検出困難元素の濃度分布を評価するに当たり、実機構成材の元素分析データ以外の、鉱物、岩石などからの試料の標準偏差を適用する場合に、その標準偏差が実機構成材のものと同様であることは、分布の妥当性を示すために重	質問に対して、検出困難元素の特性として「化学的性質」と「放射化金属等の原鉱物及び製錬工程における熱及び化学的影響」を踏まえる旨回答いただいておりますが、具体的例示は「放射化金属等の原鉱物及び製錬工程における化学的影響」のみに留まっています。このうち、「化学的性質」「放射化金属等の	回答可能	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>まず、どのような特性を考慮に入れるかに関しては、元素濃度データの収集対象とする「鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データ」は、検出困難元素の特性として、「化学的性質」、「放射化金属等の原鉱物及び精錬工程における熱及び化学的影響¹⁾」を踏まえて、天然の鉱物、岩石、精錬後の金属から広く収集することを基本としています。</p> <p>注1 化学的影響の一例として、精錬工程での脱硫、脱りんは、反応式 $(S+3(CaO) = (CaS)+0)$、</p>																						

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容														
<p>うな特性を考慮に入れることを想定しているか説明してください。</p>	<p>要です。鉱物、岩石などからの試料については、「元素濃度データは、検出困難元素の特性などを考慮した種類を、可能な限り広範な産地から、収集する。」とありますが、「検出困難元素の特性などを考慮した種類」の判断基準が示されておらず、妥当性を判断出来ないための質問です。</p>	<p>原鉱物及び製錬工程における熱的影響」として踏まえるべき内容を具体的に示してください。</p>		<p>及び $(2P+3(CaO)+5O=3(CaO\cdot P_2O_5))$ で示されるようにスラグ-メタル間の化学反応でS及びPが除去されることが挙げられる。 (出典：鉄の高純度化精錬，まてりあ，Vol.33，No.1（1994）)</p> <p>次に、上記の「化学的性質」の考慮すべき内容としては、起源元素の属する周期上の同じ族としての性質、や製造時に受ける化学反応（酸化・還元、スラグ化）に対する性質があげられます。ただし、検出困難元素の濃度分布評価は、『「同一の元素」又は「化学的性質が類似した元素」』への適用を想定していますが、今回の適用事例及び将来的な適用計画においては、「同一元素」のみでの適用を考えております。</p> <p>さらに、「放射化金属等の原鉱物及び精錬工程における熱影響」の考慮すべき内容は、放射化金属等の母材となるまでの製造工程で受ける表7(1)-1のような温度履歴の影響（図H.18及び図H.19などから作成）があります。</p> <p style="text-align: center;">表7(1)-1 材料製造工程中に受ける温度履歴</p> <table border="1" data-bbox="1783 772 2846 1020"> <thead> <tr> <th></th> <th>SUSの場合</th> <th>ZrTN804Dの場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原材料・銑鉄工程</td> <td>熔融還元：約1,500～約2,000℃</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>溶解・精錬工程</td> <td>溶銑：約1,200～約1,650℃</td> <td>一次塩化：約1,000～1,300℃ 真空蒸留分解：約900～950℃ 真空溶解：1,727℃以上</td> </tr> <tr> <td>加工工程</td> <td>熱間圧延：約1,100～1,250℃</td> <td>鍛造：約850～950℃ 熱間押出：約650～880℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、「炉内構造物として使用されている材料」の分析できた元素濃度分布が示す標準偏差と「鉱物、岩石などからの試料」の元素濃度データが示す標準偏差について、炉内構造物として使用されている材料（SUS）で分析可能であったMo及びNbに関して、下図7(1)-1（Moの例）のように比較しており、標準偏差では、「鉱物、岩石などからの試料」の方が小さく、検出下限値以下の元素濃度分布に適用する設定する標準偏差としては、分布をより狭く評価することとなるため、過小評価になる分布とはならないと考えられます。</p> <table border="1" data-bbox="1783 1289 2846 1323"> <tr> <td style="text-align: center;">モリブデン Mo</td> <td style="text-align: center;">ニオブ Nb</td> </tr> </table>		SUSの場合	ZrTN804Dの場合	原材料・銑鉄工程	熔融還元：約1,500～約2,000℃	—	溶解・精錬工程	溶銑：約1,200～約1,650℃	一次塩化：約1,000～1,300℃ 真空蒸留分解：約900～950℃ 真空溶解：1,727℃以上	加工工程	熱間圧延：約1,100～1,250℃	鍛造：約850～950℃ 熱間押出：約650～880℃	モリブデン Mo	ニオブ Nb
	SUSの場合	ZrTN804Dの場合																
原材料・銑鉄工程	熔融還元：約1,500～約2,000℃	—																
溶解・精錬工程	溶銑：約1,200～約1,650℃	一次塩化：約1,000～1,300℃ 真空蒸留分解：約900～950℃ 真空溶解：1,727℃以上																
加工工程	熱間圧延：約1,100～1,250℃	鍛造：約850～950℃ 熱間押出：約650～880℃																
モリブデン Mo	ニオブ Nb																	

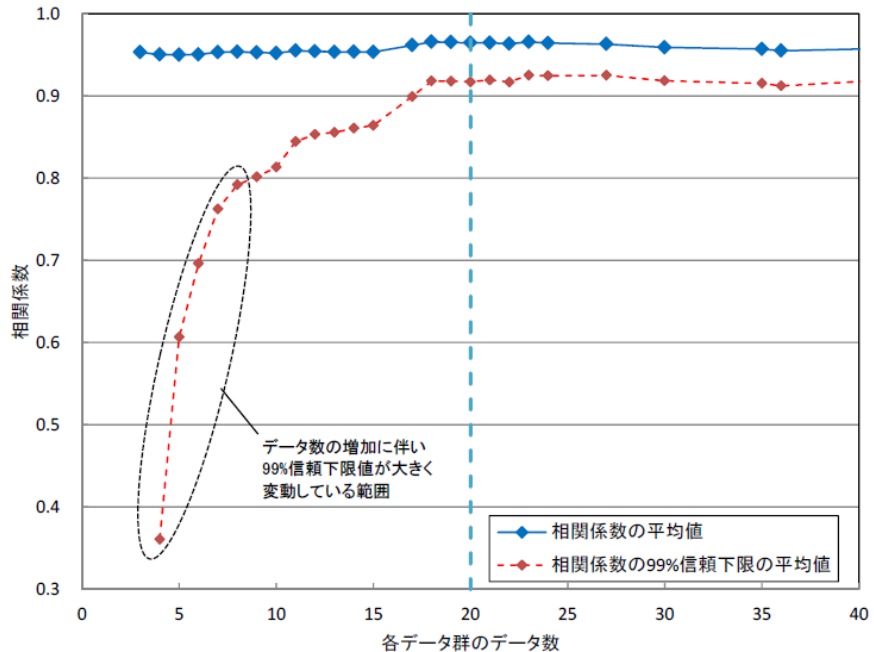
質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				 <p>図7(1)-1 自然界の物質と材料との分布の標準偏差の比較 注記 「材料中データ（参考）」は8件の一般文献で収集したSUS304の元素データ 出典 北海道電力株式会社ほか，“平成25年度 検出困難元素の濃度分布評価について”，平成26年7月</p>
<p>(2) 「b) 適用除外データ」に、「a) の方針で収集した元素濃度データであっても、検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断したデータは、除外する。」とありますが、「検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断したデータ」とはどのようなデータかを想定しているか説明してください。</p>	<p>検出困難元素の濃度分布を評価するに当たり、実機構成材の元素分析データ以外の、鉱物、岩石などからの試料の標準偏差を適用する場合に、その標準偏差が実機構成材のものと同等であることは、分布の妥当性を示すために重要です。「検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断したデータ」が具体的に示されていないと、一貫した判断ができないと考えるため質問したものです。</p>	<p>説明で3点以下の測定点しかないものや平均値しかないものは外されていたと思いますが、色々な機関で測定された値をあつめて評価してはいけない理由はありません。測定点数が少ないことが、除外の理由として妥当と考える根拠について説明してください。</p>	<p>回答可能)</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断するデータは、附属書Hの「H.3.1 b) 適用除外データ」に示しますように、次のデータがその対象となります。</p> <ul style="list-style-type: none"> 分析結果の集計値（平均値など）だけが示されている文献は、対数正規分布に関する評価が行えないため、除外する。ただし、対数正規分布による平均値及び標準偏差が示されている場合は除外しない。 元素濃度データが3点未満の文献は、標準偏差を算出できないため、除外する。 生物、液体（海水、地下水など）の元素濃度データに関する文献は、除外する（生物では代謝活動による影響、液体では元素の溶解度などによる影響があり、微量成分元素の元素濃度データとして適切でない可能性があるため）。 Th及びUの元素濃度データに関する文献では、ウラン鉱山及びジルコンに関する文献は、除外する（ウラン鉱山及びジルコンでは、Th及びUが部分濃集しており、微量成分元素の元素濃度データとして適切でない可能性があるため）。 元素濃度データのデータ群に、検出下限値が含まれていた場合は、該当するデータ群を除外する。 <p>なお、各データ群間の比較（同等性、正規性）を行うため、この統計処理を行う上で、3点未満のデータ群は評価が出来ませんので除外しているもので、データ群の全体統合が可能と評価された段階では、ご指摘のように、収集した評価は可能であると考えます。</p> <p>ただし、次の回答8に示しましたように、データ群のデータ数が20点を未満の場合は、データの少なさによるばらつきも大きい状態のため、標準偏差の決定に使用するデータ群としての適用は避けています。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容											
<p>8. 「H. 2. 3 元素濃度データの適用条件」に「a) 標準偏差の同等性の確認 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データ（濃度分布）が産地及び種類によらず同程度の標準偏差を示すことを確認する。また、各データ群の標準偏差に濃度依存性がないことも確認する。」とありますが、同程度であることはどのように評価するのか説明してください。また、当該評価に必要なデータ数についても説明してください。</p>	<p>元素濃度データの適用に当たって、実機構成材以外の標準偏差を適用する場合に、その標準偏差が実機構成材のものと同程度であることは、分布の妥当性を示すために重要です。標準では、その同等性は、「同程度の標準偏差を示す」ことで確認するとしていますが、具体的な判断基準が示されていないため質問しています。また、標準偏差を導くにはデータ数が十分に得られている必要があります。原子力学会として、どの程度のデータ数であれば標準偏差の同等性を確認するに足る信頼できる標準偏差が得られると考えているのかを確認するために質問したものです。</p>	<p>質問に対して、「標準偏差の同等性確認：標準偏差の平均、元素濃度に対する移動平均の濃度依存性のないこと、及び産地、種類ごとの標準偏差を比較して同等性を確認する」と回答いただいておりますが、同等性は…同等性を確認するという文章になっており、質問の回答になっていません。標準偏差が同程度であることを判断するための具体的な判断基準を示してください。</p> <p>また、必要なデータ数に対する質問に対して、「必要なデータ数は標準には示していませんが、標準偏差の同等性及び対数正規性の確認が行えるだけの数量が必要となります。」と回答いただいておりますが、これも質問の回答になっていません。必要なデータ数の妥当性を確認する方法と判断基準を提示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>まず、「各データ群の標準偏差に濃度依存性がないこと」の確認ですが、附属書Hの「H. 3. 2 元素濃度データの適用性の確認」に示しておりますように、「標準偏差の同等性の確認」及び「対数正規性の確認」によって行います。</p> <p>標準偏差の同等性の確認： 標準偏差の平均、元素濃度に対する移動平均の濃度依存性のないこと、及び産地、種類ごとの標準偏差を比較して差異が小さいことを確認する。（図H. 4及び表8-1参照）</p> <p>対数正規性の確認： 正規性の検討と、平均値・標準偏差が近似的に推定出来る正規確率紙¹⁾上のプロットが、おおむね直線関係にあること。</p> <p>注1) 正規確率紙による方法、獣医科学と統計利用、No. 2, 3-6(1978)</p> <p>この「標準偏差が同程度であること」を判断するための具体的な判断基準は、次に示します図H. 4の標準偏差の産地、種類ごとの比較及び表8-1の標準偏差の平均値の比較によって、総合的に判断します。</p>											
<p>C1の例</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1757 884 1834 926"></th> <th data-bbox="1834 884 2347 926">産地別の比較</th> <th data-bbox="2347 884 2890 926">種類別の比較</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1757 926 1834 1220"> <p>図H. 4より抜粋</p> </td> <td data-bbox="1834 926 2347 1220"> <p>図H. 4より抜粋</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 1220 1834 1482"> <p>日本</p> </td> <td data-bbox="1834 1220 2347 1482"> <p>日本のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p> </td> <td data-bbox="2347 1220 2890 1482"> <p>鉱物中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1757 1482 1834 1736"> <p>欧州</p> </td> <td data-bbox="1834 1482 2347 1736"> <p>欧州のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p> </td> <td data-bbox="2347 1482 2890 1736"> <p>火成岩中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p> </td> </tr> </tbody> </table>		産地別の比較	種類別の比較	<p>図H. 4より抜粋</p>	<p>図H. 4より抜粋</p>	<p>日本</p>	<p>日本のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>	<p>鉱物中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>	<p>欧州</p>	<p>欧州のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>	<p>火成岩中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>
	産地別の比較	種類別の比較													
<p>図H. 4より抜粋</p>	<p>図H. 4より抜粋</p>														
<p>日本</p>	<p>日本のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>	<p>鉱物中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>													
<p>欧州</p>	<p>欧州のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>	<p>火成岩中のCl濃度分布の標準偏差の正規分布評価</p>													

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																			
				北米		堆積岩																	
				その他		土壌																	
<p>図 H. 4-C1 の全データ群の元素濃度分布及び標準偏差の濃度依存性（産地・種類別の全体図） （分類区分ごとの標準偏差の分布図は、事業者から提示された平均値と標準偏差のデータを使用して作図） 出典 北海道電力株式会社ほか，“平成 25 年度 検出困難元素の濃度分布評価について”，平成 26 年 7 月 注 1 分散分析の結果では、各グループ間での有意差なしと評価されている。</p> <p>表 8-1 塩素、トリウム及びウランのデータ群の標準偏差及び標準偏差の平均値</p> <table border="1" data-bbox="1765 1081 2849 1354"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>塩素 (Cl)</th> <th>トリウム (Th)</th> <th>ウラン (U)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>データ群の標準偏差 (データ数が 5 点以下のデータ群を除いた場合)</td> <td>0.01~0.82 (0.01~0.46)</td> <td>0.01~0.51 (0.03~0.44)</td> <td>0.02~0.63 (0.03~0.63)</td> </tr> <tr> <td>標準偏差の平均値</td> <td>0.22</td> <td>0.22</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>区分（産地／種類）ごとの 標準偏差の平均値</td> <td>0.19~0.25</td> <td>0.15~0.24</td> <td>0.19~0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典[1] 北海道電力株式会社ほか，“平成 25 年度 検出困難元素の濃度分布評価について”，平成 26 年 7 月</p> <p>次に、「必要データ数」に関してですが、標準には示しておりませんが、図 H. 4 及び表 8-1 の評価には、統計値（標準偏差）が算出できるデータ数として 3 点以上のデータ群によって評価を行っています。</p> <p>また、最終的には、上記確認を行った上で、検出困難元素の濃度分布の設定に必要となります標準偏差を決定するための基礎データとする各データ群の必要なデータ数としては、下図（図 H. 21）に示しますデータ数の増加による統計値の安定性を評価した結果から、データ数が 20 点以上のデータ群だけを、検出困難元素の濃度分布の評価用の標準偏差の設定に適用しています。</p>								元素	塩素 (Cl)	トリウム (Th)	ウラン (U)	データ群の標準偏差 (データ数が 5 点以下のデータ群を除いた場合)	0.01~0.82 (0.01~0.46)	0.01~0.51 (0.03~0.44)	0.02~0.63 (0.03~0.63)	標準偏差の平均値	0.22	0.22	0.19	区分（産地／種類）ごとの 標準偏差の平均値	0.19~0.25	0.15~0.24	0.19~0.24
元素	塩素 (Cl)	トリウム (Th)	ウラン (U)																				
データ群の標準偏差 (データ数が 5 点以下のデータ群を除いた場合)	0.01~0.82 (0.01~0.46)	0.01~0.51 (0.03~0.44)	0.02~0.63 (0.03~0.63)																				
標準偏差の平均値	0.22	0.22	0.19																				
区分（産地／種類）ごとの 標準偏差の平均値	0.19~0.25	0.15~0.24	0.19~0.24																				

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				 <p>図 H.21-C1 の各データ群の相関係数の平均と相関係数の 99%信頼下限値の平均との関係</p> <p>H.3.2 元素濃度データの適用性の確認</p> <p>a) 標準偏差の同等性の確認 有識者検討会の報告書では、C1、Th 及び U に対し、H3.1 で収集した元素濃度データ（データ群）を利用し、次の評価を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> — C1、Th 及び U の全データ群の標準偏差の平均は 0.18～0.20（対数値）であり、元素濃度に対する移動平均からも明らかな濃度依存性は認められなかった（図 H.4 から図 H.6 参照）。 — C1 は鉍物、火山岩、深成岩、Th 及び U は鉍物、火成岩、堆積岩のそれぞれのデータ群において、産地ごとの標準偏差の比較を行った結果、明らかな濃度依存性は認められなかった（図 H.7 から図 H.9 参照）。 — C1 は日本、欧州、北米、Th 及び U は日本、北米のそれぞれのデータ群において、種類ごとの標準偏差の比較を行った結果、明らかな濃度依存性は認められなかった（図 H.10 から図 H.12 参照）。 <p>上記評価結果から、有識者検討会の報告書では、C1、Th 及び U の鉍物、岩石などからの試料の元素濃度分布（標準偏差）は、産地、種類及び濃度に依存せず、同程度の値を示すと評価している。</p> <p>b) 対数正規性の確認 有識者検討会の報告書では、C1、Th 及び U に対し、H.3.1 で収集した元素濃度データ（データ群）を利用して代表的なデータ群の元素濃度分布を整理し、対数正規確率図上のプロットがおおむね直線関係にあることを確認しており、この結果から、いずれの元素も鉍物、岩石などからの試料の元素濃度分布は、対数正規分布を示していると評価している（図 H.13 から図 H.15 参照）。</p>
<p>9. 「H2.4 検出困難元素の濃度分布評価方法」に「1) 元素濃度データの代表性 検出困難元素の標準偏差の設定に利用する元素濃度データは、鉍物、岩石などからの試料を適切に代表している（標準偏差に産地・種類・濃度の依存性がないなど）、又は設定</p>	<p>元素濃度の代表性を「鉍物、岩石などからの試料を適切に代表している」又は「設定する標準偏差の特性などを鑑みた適切な範囲から収集されている」としたことの根拠について質問したものです。</p>	<p>回答いただいた表 H.3 は、例であって、根拠ではありません。元素濃度の代表性を「鉍物、岩石などからの試料を適切に代表している」又は「設定する標準偏差の特性などを鑑みた適切な範囲から収集されている」とするにあたって、根拠となったデータや評価事例を提示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>附属書Hの表H.3に示しますように、全て検出下限値を含まないデータで、種類及び産地を広く収集できていることによって評価します。</p> <p>この評価指標の区分としました「産地」及び「種類」ですが、下記の観点で分類した指標となっています。</p> <p>産地： 可能な限り広範な産地から元素分析データを収集して影響を把握するため、日本及び大陸</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 (一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
<p>する標準偏差の特性などを鑑みた適切な範囲から収集されていることを、あらかじめ確認しておく必要がある。」とありますが、「鉱物、岩石などからの試料を適切に代表している」「設定する標準偏差の特性などを鑑みた適切な範囲から収集されている」の適切な範囲の根拠について説明してください。</p>				<p>別で分類した収集対象とした。</p> <p>種類： 可能な限り広範な環境条件から元素分析データを収集して影響を把握するため、各種材料の原材料である鉱物に加え、岩石（火成岩、堆積岩）及び河川などの堆積物、土壌を収集対象とした。</p> <p>具体的には、標準には示しておりませんが、鉱物、岩石などからの試料を適切に代表している点に関しまして、産地に関しては、表 9-1^[1]に示しました広範囲の分類区分のデータを収集することで、種類に関しても、表 9-2^[1]に示しました広範囲の分類区分のデータを収集することで、代表性を確保しています。</p> <p>なお、この考え方を踏まえて、附属書 H の「H.2.1 考え方」に示します検出困難元素の特性（放射化金属等の原鉱物及び精錬工程における熱及び化学的影響、化学的性質）を踏まえて、天然の鉱物、岩石、精錬後の金属から収集することを踏まえたものとなっています。</p> <p>出典[1] 北海道電力株式会社ほか，“平成 25 年度 検出困難元素の濃度分布評価について”，平成 26 年 7 月</p> <p style="text-align: right;">表 9-1 産地の分類区分表</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 （一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>分類1</th> <th>分類2</th> <th>分類3</th> <th>分類4*</th> <th>分類5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>日本</td> <td>日本</td> <td>日本</td> <td>(都道府県)</td> <td>北上市地</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>岩手県</td> <td>磐前</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>群馬県</td> <td>碓氷川流域</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>高知県</td> <td>足摺岬エリア</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>秋田県</td> <td>秋田盆地</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>大分県</td> <td>大分山(主層)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>大分県</td> <td>大分山(隠伏岩)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>長野県</td> <td>碓氷野北部地域</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>長野県</td> <td>碓氷市</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>北海道</td> <td>釧路盆地</td> </tr> <tr> <td>北米</td> <td>カナダ</td> <td>Abitibi-緑色岩地帯</td> <td>(北前野火山地帯、並びにQuévillon, Val-d'Or, Normetal, Joutel, Selbaie, Matagami, Hunter, Noranda, Bousquet, Gamin-Turgeon及びOshbougamauの各地域)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>オンタリオ州</td> <td>(Oreque Township, McEwen Township, McCool Township, German Township, Bartlett-Geke Township, サドバリー)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ケベック州</td> <td>Pontiac 郡</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>サスカチュワン州</td> <td>Cantuar</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ニューファンドランド州</td> <td>Lewis Hills</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ニューブランズウィック州</td> <td>南西部</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ノースウエスト準州</td> <td>南西部</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>プリンスエドワード島</td> <td>Telegraph Creek area</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ニューブランズウィック州</td> <td>(南西部, 西部)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>米国</td> <td></td> <td>アイオワ州</td> <td>Sioux</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>アイダホ州</td> <td>American Falls</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>アラバマ州</td> <td>hardin</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>イリノイ州</td> <td>(Calumet, Iron)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ウィスコンシン州</td> <td>(Brooke, Ohio, Wayne)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ウエストバージニア州</td> <td>Birch Lake area</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>オクラホマ州</td> <td>(サンフランシスコ郡, Eureka Valley, Clear Lake地域)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>カリフォルニア州</td> <td>(Frederich, Finn, OZ, Poersch)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>カンザス州</td> <td>Fulton</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ケンタッキー州</td> <td>(El Paso郡, Jefferson郡)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>コロラド州</td> <td>ビエモント</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ジョージア州</td> <td>(Llano郡, 西部)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>テキサス州</td> <td>(Santa Fe, サンファン郡)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>テネシー州</td> <td>(Rockland, Genesee)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ニューメキシコ州</td> <td>Surry</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ニューヨーク州</td> <td>(Grand Isle, Chittenden, Grand Isle)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ノースカロライナ州</td> <td>Hillsborough</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>バージニア州</td> <td>(Algar, Dickinson, Keweenaw, Greenstone Flow)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ペンシルバニア州</td> <td>(Meritt hole, Arco hole, Dutoh)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>フロリダ州</td> <td>Sagadahoc</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ミネソタ州</td> <td>(Bingham District, 南西部, Uintah郡, トゥール郡)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>メイン州</td> <td>(ラウニー, Iron Mountain, Leucite Hills)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ユタ州</td> <td>Mount St. Helens</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ワイオミング州</td> <td>フアン・デ・フカ</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ワシントン州</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>北太平洋(沿岸)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>英国陸境地域</td> <td></td> <td>ハンノニア北火山地帯</td> <td>ハンノニア北火山地帯</td> <td></td> </tr> <tr> <td>アイスランド</td> <td>アイスランド</td> <td>アイスランド</td> <td>シクストリル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>アイスランド</td> <td>アイスランド</td> <td>アイスランド</td> <td>アイスランド</td> <td></td> </tr> <tr> <td>イタリア</td> <td>トリエステ州</td> <td>Gima d' Asta-Gaoria</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>フリウリ-ヴェネツィア州</td> <td>グラナ-サンツ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>カンパニア州</td> <td>カンパニア州</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>イタリア</td> <td>(ストロンボリ, Vulcano島, Lipari島)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ギリシャ</td> <td>ギリシャ</td> <td>(サントリーニ島, シロス島)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>グリーンランド</td> <td>グリーンランド</td> <td>南グリーンランド</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スイス</td> <td>スイス</td> <td>Mont Russelin</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スウェーデン</td> <td>スウェーデン</td> <td>ストックホルム県</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スペイン</td> <td>アンダルシア州</td> <td>アルメリア県</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ウエルバ</td> <td>Neron</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>カナリア諸島州</td> <td>グラン-カナリア島</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ソ連</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ロシア</td> <td>イルクーツク州</td> <td>スリヂャンカ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>フィンランド</td> <td>サハ共和国</td> <td>ヤクーチア</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>フィンランド</td> <td>フィンランド南部</td> <td>フィンランド南部</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ポルトガル</td> <td>ポルトガル中央部</td> <td>ポルトガル中央部</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>大西洋</td> <td>大西洋</td> <td>Beran Abyssal Plain</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ティレニア海</td> <td>ティレニア海</td> <td>ティレニア海</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>イラン</td> <td>イラン</td> <td>イラン北西部</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>インド</td> <td>ヤズド州</td> <td>バーフク郡</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>マドラス州</td> <td>セーラム県</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>アノラワラチム州</td> <td>カリンチュラ県</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>インドネシア</td> <td>インドネシア</td> <td>Bario</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>インド洋</td> <td>インド洋</td> <td>南インド洋海嶺</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>オーストラリア</td> <td>ニューサウスウェールズ州</td> <td>(ローズビル, ストラトワード)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケニア</td> <td>ケニア</td> <td>ナクルナイバシヤ地域</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ジャマイカ</td> <td>ジャマイカ</td> <td>ジャマイカ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スリナム</td> <td>スリナム</td> <td>スリナム</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>チリ</td> <td>Los Lagos Region</td> <td>Fresia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Maitos de Oro</td> <td>Chimberos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>バブアニューギニア</td> <td>Manus海盆東部</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ハワイ諸島</td> <td>ハワイ諸島</td> <td>(オアフ島, カウアイ島, ハワイ島, マウイ島)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ブラジル</td> <td>ブラジル</td> <td>ブラジル</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ベネズエラ</td> <td>ベネズエラ</td> <td>ベネズエラ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペルー</td> <td>ペルー</td> <td>イカ県</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ロシア(極東)</td> <td>クリル諸島</td> <td>クリル諸島</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>カムチャツカ</td> <td>(Sredinny Ridge, 東カムチャツカ火山地帯)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>西インド諸島</td> <td>西インド諸島</td> <td>西インド諸島</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>太平洋</td> <td>太平洋</td> <td>(hess deep rift valley, Guatemala Slope)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>大西洋</td> <td>大西洋</td> <td>(MAR-Kene, MAR-FAMOUS)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>中国</td> <td>湖南省</td> <td>南岳衡山</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>江蘇省</td> <td>鎮江</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>浙江省</td> <td>紹興市</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>遼寧省</td> <td>北票市</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>甘肅省</td> <td>(Yindongzi-Daxigou, Tongmugou)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>江西省</td> <td>銀山(Yinshan)鉱床</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>南アフリカ共和国</td> <td>Koffiefontein</td> <td>Koffiefontein</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>南極</td> <td>セーレドターネ山地</td> <td>セーレドターネ山地</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	分類1	分類2	分類3	分類4*	分類5	日本	日本	日本	(都道府県)	北上市地				岩手県	磐前				群馬県	碓氷川流域				高知県	足摺岬エリア				秋田県	秋田盆地				大分県	大分山(主層)				大分県	大分山(隠伏岩)				長野県	碓氷野北部地域				長野県	碓氷市				北海道	釧路盆地	北米	カナダ	Abitibi-緑色岩地帯	(北前野火山地帯、並びにQuévillon, Val-d'Or, Normetal, Joutel, Selbaie, Matagami, Hunter, Noranda, Bousquet, Gamin-Turgeon及びOshbougamauの各地域)				オンタリオ州	(Oreque Township, McEwen Township, McCool Township, German Township, Bartlett-Geke Township, サドバリー)				ケベック州	Pontiac 郡				サスカチュワン州	Cantuar				ニューファンドランド州	Lewis Hills				ニューブランズウィック州	南西部				ノースウエスト準州	南西部				プリンスエドワード島	Telegraph Creek area				ニューブランズウィック州	(南西部, 西部)		米国		アイオワ州	Sioux				アイダホ州	American Falls				アラバマ州	hardin				イリノイ州	(Calumet, Iron)				ウィスコンシン州	(Brooke, Ohio, Wayne)				ウエストバージニア州	Birch Lake area				オクラホマ州	(サンフランシスコ郡, Eureka Valley, Clear Lake地域)				カリフォルニア州	(Frederich, Finn, OZ, Poersch)				カンザス州	Fulton				ケンタッキー州	(El Paso郡, Jefferson郡)				コロラド州	ビエモント				ジョージア州	(Llano郡, 西部)				テキサス州	(Santa Fe, サンファン郡)				テネシー州	(Rockland, Genesee)				ニューメキシコ州	Surry				ニューヨーク州	(Grand Isle, Chittenden, Grand Isle)				ノースカロライナ州	Hillsborough				バージニア州	(Algar, Dickinson, Keweenaw, Greenstone Flow)				ペンシルバニア州	(Meritt hole, Arco hole, Dutoh)				フロリダ州	Sagadahoc				ミネソタ州	(Bingham District, 南西部, Uintah郡, トゥール郡)				メイン州	(ラウニー, Iron Mountain, Leucite Hills)				ユタ州	Mount St. Helens				ワイオミング州	フアン・デ・フカ				ワシントン州					北太平洋(沿岸)			英国陸境地域		ハンノニア北火山地帯	ハンノニア北火山地帯		アイスランド	アイスランド	アイスランド	シクストリル		アイスランド	アイスランド	アイスランド	アイスランド		イタリア	トリエステ州	Gima d' Asta-Gaoria				フリウリ-ヴェネツィア州	グラナ-サンツ				カンパニア州	カンパニア州				イタリア	(ストロンボリ, Vulcano島, Lipari島)			ギリシャ	ギリシャ	(サントリーニ島, シロス島)			グリーンランド	グリーンランド	南グリーンランド			スイス	スイス	Mont Russelin			スウェーデン	スウェーデン	ストックホルム県			スペイン	アンダルシア州	アルメリア県				ウエルバ	Neron				カナリア諸島州	グラン-カナリア島			ソ連					ロシア	イルクーツク州	スリヂャンカ			フィンランド	サハ共和国	ヤクーチア			フィンランド	フィンランド南部	フィンランド南部			ポルトガル	ポルトガル中央部	ポルトガル中央部			大西洋	大西洋	Beran Abyssal Plain			ティレニア海	ティレニア海	ティレニア海			イラン	イラン	イラン北西部			インド	ヤズド州	バーフク郡				マドラス州	セーラム県				アノラワラチム州	カリンチュラ県			インドネシア	インドネシア	Bario			インド洋	インド洋	南インド洋海嶺			オーストラリア	ニューサウスウェールズ州	(ローズビル, ストラトワード)			ケニア	ケニア	ナクルナイバシヤ地域			ジャマイカ	ジャマイカ	ジャマイカ			スリナム	スリナム	スリナム			チリ	Los Lagos Region	Fresia				Maitos de Oro	Chimberos			バブアニューギニア	Manus海盆東部				ハワイ諸島	ハワイ諸島	(オアフ島, カウアイ島, ハワイ島, マウイ島)			ブラジル	ブラジル	ブラジル			ベネズエラ	ベネズエラ	ベネズエラ			ペルー	ペルー	イカ県			ロシア(極東)	クリル諸島	クリル諸島				カムチャツカ	(Sredinny Ridge, 東カムチャツカ火山地帯)			西インド諸島	西インド諸島	西インド諸島			太平洋	太平洋	(hess deep rift valley, Guatemala Slope)			大西洋	大西洋	(MAR-Kene, MAR-FAMOUS)			中国	湖南省	南岳衡山				江蘇省	鎮江				浙江省	紹興市				遼寧省	北票市				甘肅省	(Yindongzi-Daxigou, Tongmugou)				江西省	銀山(Yinshan)鉱床			南アフリカ共和国	Koffiefontein	Koffiefontein			南極	セーレドターネ山地	セーレドターネ山地		
分類1	分類2	分類3	分類4*	分類5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
日本	日本	日本	(都道府県)	北上市地																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			岩手県	磐前																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			群馬県	碓氷川流域																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			高知県	足摺岬エリア																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			秋田県	秋田盆地																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			大分県	大分山(主層)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			大分県	大分山(隠伏岩)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			長野県	碓氷野北部地域																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			長野県	碓氷市																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			北海道	釧路盆地																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
北米	カナダ	Abitibi-緑色岩地帯	(北前野火山地帯、並びにQuévillon, Val-d'Or, Normetal, Joutel, Selbaie, Matagami, Hunter, Noranda, Bousquet, Gamin-Turgeon及びOshbougamauの各地域)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		オンタリオ州	(Oreque Township, McEwen Township, McCool Township, German Township, Bartlett-Geke Township, サドバリー)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ケベック州	Pontiac 郡																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		サスカチュワン州	Cantuar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ニューファンドランド州	Lewis Hills																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ニューブランズウィック州	南西部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ノースウエスト準州	南西部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		プリンスエドワード島	Telegraph Creek area																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ニューブランズウィック州	(南西部, 西部)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
米国		アイオワ州	Sioux																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		アイダホ州	American Falls																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		アラバマ州	hardin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		イリノイ州	(Calumet, Iron)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ウィスコンシン州	(Brooke, Ohio, Wayne)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ウエストバージニア州	Birch Lake area																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		オクラホマ州	(サンフランシスコ郡, Eureka Valley, Clear Lake地域)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		カリフォルニア州	(Frederich, Finn, OZ, Poersch)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		カンザス州	Fulton																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ケンタッキー州	(El Paso郡, Jefferson郡)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		コロラド州	ビエモント																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ジョージア州	(Llano郡, 西部)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		テキサス州	(Santa Fe, サンファン郡)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		テネシー州	(Rockland, Genesee)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ニューメキシコ州	Surry																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ニューヨーク州	(Grand Isle, Chittenden, Grand Isle)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ノースカロライナ州	Hillsborough																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		バージニア州	(Algar, Dickinson, Keweenaw, Greenstone Flow)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ペンシルバニア州	(Meritt hole, Arco hole, Dutoh)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		フロリダ州	Sagadahoc																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ミネソタ州	(Bingham District, 南西部, Uintah郡, トゥール郡)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		メイン州	(ラウニー, Iron Mountain, Leucite Hills)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ユタ州	Mount St. Helens																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ワイオミング州	フアン・デ・フカ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		ワシントン州																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		北太平洋(沿岸)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
英国陸境地域		ハンノニア北火山地帯	ハンノニア北火山地帯																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
アイスランド	アイスランド	アイスランド	シクストリル																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
アイスランド	アイスランド	アイスランド	アイスランド																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
イタリア	トリエステ州	Gima d' Asta-Gaoria																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	フリウリ-ヴェネツィア州	グラナ-サンツ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	カンパニア州	カンパニア州																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	イタリア	(ストロンボリ, Vulcano島, Lipari島)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ギリシャ	ギリシャ	(サントリーニ島, シロス島)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
グリーンランド	グリーンランド	南グリーンランド																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
スイス	スイス	Mont Russelin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
スウェーデン	スウェーデン	ストックホルム県																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
スペイン	アンダルシア州	アルメリア県																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	ウエルバ	Neron																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	カナリア諸島州	グラン-カナリア島																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ソ連																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ロシア	イルクーツク州	スリヂャンカ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
フィンランド	サハ共和国	ヤクーチア																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
フィンランド	フィンランド南部	フィンランド南部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ポルトガル	ポルトガル中央部	ポルトガル中央部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
大西洋	大西洋	Beran Abyssal Plain																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ティレニア海	ティレニア海	ティレニア海																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
イラン	イラン	イラン北西部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
インド	ヤズド州	バーフク郡																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	マドラス州	セーラム県																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	アノラワラチム州	カリンチュラ県																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
インドネシア	インドネシア	Bario																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
インド洋	インド洋	南インド洋海嶺																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
オーストラリア	ニューサウスウェールズ州	(ローズビル, ストラトワード)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ケニア	ケニア	ナクルナイバシヤ地域																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ジャマイカ	ジャマイカ	ジャマイカ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
スリナム	スリナム	スリナム																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
チリ	Los Lagos Region	Fresia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Maitos de Oro	Chimberos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
バブアニューギニア	Manus海盆東部																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ハワイ諸島	ハワイ諸島	(オアフ島, カウアイ島, ハワイ島, マウイ島)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ブラジル	ブラジル	ブラジル																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ベネズエラ	ベネズエラ	ベネズエラ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ペルー	ペルー	イカ県																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ロシア(極東)	クリル諸島	クリル諸島																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	カムチャツカ	(Sredinny Ridge, 東カムチャツカ火山地帯)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
西インド諸島	西インド諸島	西インド諸島																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
太平洋	太平洋	(hess deep rift valley, Guatemala Slope)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
大西洋	大西洋	(MAR-Kene, MAR-FAMOUS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
中国	湖南省	南岳衡山																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	江蘇省	鎮江																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	浙江省	紹興市																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	遼寧省	北票市																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	甘肅省	(Yindongzi-Daxigou, Tongmugou)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	江西省	銀山(Yinshan)鉱床																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
南アフリカ共和国	Koffiefontein	Koffiefontein																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
南極	セーレドターネ山地	セーレドターネ山地																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				<p>*1 分類5の情報が無く、かつ、分類4のみが異なる産地については分類4内に括弧書きで示した。</p> <p>出典；検出困難元素の濃度分布評価について”，平成26年7月</p> <p>表9-2 種類の分類区分表</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																																																																																																																																																																																																																																	
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>分類1</th> <th>分類2</th> <th>分類3</th> <th>分類4*</th> <th>分類5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鉱物</td> <td>イソケイ酸塩鉱物</td> <td>角閃石グループ 輝石グループ</td> <td>(普通角閃石、ハロウ閃石、パーガス閃石) エジソン輝石</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>テクトケイ酸塩鉱物</td> <td>柱石</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ネソケイ酸塩鉱物</td> <td>長石</td> <td>(長石、アルカリ長石、斜長石、堇青長石)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>フィロケイ酸塩鉱物</td> <td>雲母</td> <td>(雲母、金雲母、黒雲母)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>リン鉱物</td> <td>緑泥石グループ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>リン酸塩鉱物</td> <td>ミネラル</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>リン酸塩鉱物</td> <td>燧灰石グループ</td> <td>燧灰石</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>酸化鉱物</td> <td>スピネルグループ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ルチルグループ</td> <td>バテライト</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SiO₂鉱物</td> <td>石英</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>炭酸塩鉱物</td> <td>苦灰石グループ</td> <td>苦灰石</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>硫化鉱物</td> <td>輝安鉱グループ</td> <td>輝安鉱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>濃紅錳鉱</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>アルミニウム鉱石</td> <td>ボーキサイト</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>鉄鉱石</td> <td>褐鉄鉱 鉄鉱石</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>火山ガラス</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>腐食原料</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>火成岩</td> <td>深成岩</td> <td>gladesville 斑れい岩 metatonalite アブライト かんらん岩 キンバーライト 花崗岩 花崗閃緑岩 花崗閃緑岩 高遠花崗閃緑岩 角閃石黒雲母花崗閃緑岩 黒雲母花崗閃緑岩</td> <td>(かんらん岩、タンかんらん岩、蛇紋岩かんらん岩) (花崗岩、黒雲母花崗岩、モンソ花崗岩) 黒雲母花崗閃緑岩</td> <td>黒雲母花崗閃緑岩</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>蛇紋岩 深成岩類風化土壌 閃緑岩 閃緑岩 斑れい岩 斑岩 (斑岩、角閃石黒雲母花崗岩斑岩) 優白花崗岩</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>火山岩</td> <td>シヨシヨナイト デイサイト テフライト ラタイト ラソプロアイト 安山岩 輝緑岩 珪長岩 玄武岩 玄武岩質安山岩 粗面テフライト 粗面岩 粗粒玄武岩 流紋岩</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>火山砕屑岩</td> <td>凝灰岩</td> <td>(凝灰岩、溶結凝灰岩)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>変成岩(交代変成岩)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>変成岩(広域変成岩)</td> <td>エクロジャイト 結晶片岩 砂泥質片麻岩 千枚岩 片麻岩 片麻岩 緑色岩</td> <td>(結晶片岩、葉状片岩) 葉質千枚岩</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>変成岩(接触変成岩)</td> <td>珪岩 閃緑岩 斑れい岩 雲母安山岩 雲母玄武岩</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>変成岩</td> <td>角閃岩 砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト</td> <td>(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>堆積岩</td> <td>砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト</td> <td>(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>堆積物(河川堆積物)</td> <td>角閃岩 結晶片岩 片麻岩</td> <td>(結晶片岩、泥質片岩)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>土壌</td> <td>河川堆積物</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aiken土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Altamont土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Holland土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Imperial土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kettleman土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Maymen土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Merced土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Watsonville土壌統</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>チェルノーゼム</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ラトソル</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>暗紫色土</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>黄色土</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>褐色森林土</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>腐植土</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>砂丘レゴソル</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>砂土</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*1 分類5の情報が無く、かつ、分類4のみが異なる種類については分類4内に括弧書きで示した。 出典；検出困難元素の濃度分布評価について”，平成26年7月</p> <p>表 H.3-1 収集した Th の元素濃度データの産地及び種類別のデータ群数^[1]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種類</th> <th colspan="4">産地</th> <th rowspan="2">合計</th> </tr> <tr> <th>日本</th> <th>欧州</th> <th>北米</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	分類1	分類2	分類3	分類4*	分類5	鉱物	イソケイ酸塩鉱物	角閃石グループ 輝石グループ	(普通角閃石、ハロウ閃石、パーガス閃石) エジソン輝石			テクトケイ酸塩鉱物	柱石				ネソケイ酸塩鉱物	長石	(長石、アルカリ長石、斜長石、堇青長石)			フィロケイ酸塩鉱物	雲母	(雲母、金雲母、黒雲母)			リン鉱物	緑泥石グループ				リン酸塩鉱物	ミネラル				リン酸塩鉱物	燧灰石グループ	燧灰石			酸化鉱物	スピネルグループ					ルチルグループ	バテライト				SiO ₂ 鉱物	石英			炭酸塩鉱物	苦灰石グループ	苦灰石			硫化鉱物	輝安鉱グループ	輝安鉱				濃紅錳鉱				アルミニウム鉱石	ボーキサイト				鉄鉱石	褐鉄鉱 鉄鉱石				火山ガラス					腐食原料				火成岩	深成岩	gladesville 斑れい岩 metatonalite アブライト かんらん岩 キンバーライト 花崗岩 花崗閃緑岩 花崗閃緑岩 高遠花崗閃緑岩 角閃石黒雲母花崗閃緑岩 黒雲母花崗閃緑岩	(かんらん岩、タンかんらん岩、蛇紋岩かんらん岩) (花崗岩、黒雲母花崗岩、モンソ花崗岩) 黒雲母花崗閃緑岩	黒雲母花崗閃緑岩			蛇紋岩 深成岩類風化土壌 閃緑岩 閃緑岩 斑れい岩 斑岩 (斑岩、角閃石黒雲母花崗岩斑岩) 優白花崗岩				火山岩	シヨシヨナイト デイサイト テフライト ラタイト ラソプロアイト 安山岩 輝緑岩 珪長岩 玄武岩 玄武岩質安山岩 粗面テフライト 粗面岩 粗粒玄武岩 流紋岩				火山砕屑岩	凝灰岩	(凝灰岩、溶結凝灰岩)			変成岩(交代変成岩)					変成岩(広域変成岩)	エクロジャイト 結晶片岩 砂泥質片麻岩 千枚岩 片麻岩 片麻岩 緑色岩	(結晶片岩、葉状片岩) 葉質千枚岩			変成岩(接触変成岩)	珪岩 閃緑岩 斑れい岩 雲母安山岩 雲母玄武岩				変成岩	角閃岩 砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト	(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)			堆積岩	砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト	(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)			堆積物(河川堆積物)	角閃岩 結晶片岩 片麻岩	(結晶片岩、泥質片岩)		土壌	河川堆積物					Aiken土壌統					Altamont土壌統					Holland土壌統					Imperial土壌統					Kettleman土壌統					Maymen土壌統					Merced土壌統					Watsonville土壌統					チェルノーゼム					ラトソル					暗紫色土					黄色土					褐色森林土					腐植土					砂丘レゴソル					砂土				種類	産地				合計	日本	欧州	北米	その他						
分類1	分類2	分類3	分類4*	分類5																																																																																																																																																																																																																																																	
鉱物	イソケイ酸塩鉱物	角閃石グループ 輝石グループ	(普通角閃石、ハロウ閃石、パーガス閃石) エジソン輝石																																																																																																																																																																																																																																																		
	テクトケイ酸塩鉱物	柱石																																																																																																																																																																																																																																																			
	ネソケイ酸塩鉱物	長石	(長石、アルカリ長石、斜長石、堇青長石)																																																																																																																																																																																																																																																		
	フィロケイ酸塩鉱物	雲母	(雲母、金雲母、黒雲母)																																																																																																																																																																																																																																																		
	リン鉱物	緑泥石グループ																																																																																																																																																																																																																																																			
	リン酸塩鉱物	ミネラル																																																																																																																																																																																																																																																			
	リン酸塩鉱物	燧灰石グループ	燧灰石																																																																																																																																																																																																																																																		
	酸化鉱物	スピネルグループ																																																																																																																																																																																																																																																			
		ルチルグループ	バテライト																																																																																																																																																																																																																																																		
		SiO ₂ 鉱物	石英																																																																																																																																																																																																																																																		
	炭酸塩鉱物	苦灰石グループ	苦灰石																																																																																																																																																																																																																																																		
	硫化鉱物	輝安鉱グループ	輝安鉱																																																																																																																																																																																																																																																		
		濃紅錳鉱																																																																																																																																																																																																																																																			
	アルミニウム鉱石	ボーキサイト																																																																																																																																																																																																																																																			
	鉄鉱石	褐鉄鉱 鉄鉱石																																																																																																																																																																																																																																																			
	火山ガラス																																																																																																																																																																																																																																																				
	腐食原料																																																																																																																																																																																																																																																				
火成岩	深成岩	gladesville 斑れい岩 metatonalite アブライト かんらん岩 キンバーライト 花崗岩 花崗閃緑岩 花崗閃緑岩 高遠花崗閃緑岩 角閃石黒雲母花崗閃緑岩 黒雲母花崗閃緑岩	(かんらん岩、タンかんらん岩、蛇紋岩かんらん岩) (花崗岩、黒雲母花崗岩、モンソ花崗岩) 黒雲母花崗閃緑岩	黒雲母花崗閃緑岩																																																																																																																																																																																																																																																	
		蛇紋岩 深成岩類風化土壌 閃緑岩 閃緑岩 斑れい岩 斑岩 (斑岩、角閃石黒雲母花崗岩斑岩) 優白花崗岩																																																																																																																																																																																																																																																			
	火山岩	シヨシヨナイト デイサイト テフライト ラタイト ラソプロアイト 安山岩 輝緑岩 珪長岩 玄武岩 玄武岩質安山岩 粗面テフライト 粗面岩 粗粒玄武岩 流紋岩																																																																																																																																																																																																																																																			
	火山砕屑岩	凝灰岩	(凝灰岩、溶結凝灰岩)																																																																																																																																																																																																																																																		
	変成岩(交代変成岩)																																																																																																																																																																																																																																																				
	変成岩(広域変成岩)	エクロジャイト 結晶片岩 砂泥質片麻岩 千枚岩 片麻岩 片麻岩 緑色岩	(結晶片岩、葉状片岩) 葉質千枚岩																																																																																																																																																																																																																																																		
	変成岩(接触変成岩)	珪岩 閃緑岩 斑れい岩 雲母安山岩 雲母玄武岩																																																																																																																																																																																																																																																			
	変成岩	角閃岩 砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト	(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)																																																																																																																																																																																																																																																		
	堆積岩	砂岩 泥岩 粘板岩 頁岩 ペントナイト	(泥岩、シルト岩、泥灰岩、粘土岩)																																																																																																																																																																																																																																																		
	堆積物(河川堆積物)	角閃岩 結晶片岩 片麻岩	(結晶片岩、泥質片岩)																																																																																																																																																																																																																																																		
土壌	河川堆積物																																																																																																																																																																																																																																																				
	Aiken土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Altamont土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Holland土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Imperial土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Kettleman土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Maymen土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Merced土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	Watsonville土壌統																																																																																																																																																																																																																																																				
	チェルノーゼム																																																																																																																																																																																																																																																				
	ラトソル																																																																																																																																																																																																																																																				
	暗紫色土																																																																																																																																																																																																																																																				
	黄色土																																																																																																																																																																																																																																																				
	褐色森林土																																																																																																																																																																																																																																																				
	腐植土																																																																																																																																																																																																																																																				
	砂丘レゴソル																																																																																																																																																																																																																																																				
	砂土																																																																																																																																																																																																																																																				
種類	産地				合計																																																																																																																																																																																																																																																
	日本	欧州	北米	その他																																																																																																																																																																																																																																																	

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																				
				<table border="1" data-bbox="1783 306 2852 548"> <tr> <td>鉱物</td> <td>15</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>7^{a)}</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>火成岩</td> <td>37</td> <td>6</td> <td>28</td> <td>10^{b)}</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>堆積岩</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>13</td> <td>7^{c)}</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>堆積物（河川，湖沼）</td> <td>47</td> <td>0</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>土壌</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>110</td> <td>9</td> <td>65</td> <td>24</td> <td>208</td> </tr> </table> <p data-bbox="1783 548 2852 680"> 注 ^{a)} 産地内訳：大西洋，アフリカ，豪州，チリ，イラン，パプアニューギニア，スリナム，ジャマイカ ^{b)} 産地内訳：イラン，中国 ^{c)} 産地内訳：オーストラリア，インドネシア，ベネズエラ </p> <div data-bbox="1783 709 2792 1003" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>H.2.1 考え方</p> <p>H.1 に示した検出困難元素の濃度分布評価に利用する標準偏差は、鉱物、岩石、土壌、堆積物など（以下、鉱物、岩石などからの試料という。）の元素濃度データを利用して設定することができる。ただし、鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データを検出困難元素の標準偏差の設定に利用するためには、次の確認が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データ（濃度分布）は、産地及び種類によらず標準偏差が同程度の対数正規分布を示す。 － 検出困難元素の標準偏差は、材料の製造工程（例 添加，熱処理，化学処理など）の影響を受けない。 </div>	鉱物	15	0	6	7 ^{a)}	28	火成岩	37	6	28	10 ^{b)}	81	堆積岩	8	3	13	7 ^{c)}	31	堆積物（河川，湖沼）	47	0	9	0	56	土壌	3	0	9	0	12	合計	110	9	65	24	208
鉱物	15	0	6	7 ^{a)}	28																																			
火成岩	37	6	28	10 ^{b)}	81																																			
堆積岩	8	3	13	7 ^{c)}	31																																			
堆積物（河川，湖沼）	47	0	9	0	56																																			
土壌	3	0	9	0	12																																			
合計	110	9	65	24	208																																			
<p>10. 「H.2.5 化学的性質が類似した元素濃度データの利用」に「評価対象とする検出困難元素が、不純物成分元素又は微量成分元素であれば、検出困難元素濃度データの一部に、評価対象とする検出困難元素と化学的性質が類似した元素の濃度データを参考とする」とありますが、具体的にどのように選定するか説明してください。</p>	<p>元素濃度データの適用に当たって、実機構成材以外の標準偏差を適用する場合に、その標準偏差が実機構成材のものと同程度であることは、分布の妥当性を示すために重要です。</p> <p>標準では、「評価対象とする検出困難元素と化学的性質が類似した元素の濃度データを参考とする」と記載していますが、「化学的性質が類似」していることの判断基準が示されておらず、技術的妥当性が判断できないため質問したものです。</p>	<p>質問に対して、「検出困難元素と同様の方法（H.2.2の方法）で化学的性質が類似した元素の濃度データを収集している」と回答いただいておりますが、標準H.2.2に示された方法では判断できなかったため質問したものです。</p> <p>「化学的性質が類似」していることを求めています。どのような化学的性質が類似しているのかを具体的に示してください。また、類似していることは何をもちいて判断するのも併せて示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>まず、化学的性質が類似した元素濃度データの利用に関しての選定方法ですが、附属書HのH.2.5に示しておりますように、次の確認を行った上で適用します。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 評価対象とする検出困難元素と同様の方法（H.2.2の方法）で化学的性質が類似した元素の濃度データを収集している。 － 収集した化学的性質が類似した元素の濃度データに対して、検出困難元素の濃度分布評価（すなわち、標準偏差の設定）のための適用条件の確認（H.2.3の確認）が行われている。 － 上記で収集した元素濃度データを利用し、評価対象とする検出困難元素と化学的性質が類似した元素の濃度分布の標準偏差とが同程度であることの評価が行われている。 <p>なお、上記に示します「化学的性質が類似」とは、起源元素の属する周期上の同じ族としての性質、や製造時に受ける化学反応（酸化・還元、スラグ化）に対する性質があげられます。</p> <p>ただし、標準では検出困難元素の濃度分布評価は、『「同一の元素」又は「化学的性質が類似した元素』を適用範囲としていますが、実際の適用事例及び将来的な検出困難元素の濃度分布評価への適用計画においては、「同一元素」に対する適用のみを考えております。</p> <p>このため、「類似していること」に対する判断基準は、示しておりません。</p> <div data-bbox="1783 1619 2792 1919" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>H.2.5 化学的性質が類似した元素濃度データの利用</p> <p>評価対象とする検出困難元素が、不純物成分元素又は微量成分元素であれば、検出困難元素の元素濃度データの一部に、評価対象とする検出困難元素と化学的性質が類似した元素の濃度データを加えることも可能である。ただし、化学的性質が類似した元素の濃度データを参考とする場合は、あらかじめ次の確認が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 評価対象とする検出困難元素と同様の方法（H.2.2の方法）で化学的性質が類似した元素の濃度データを収集している。 － 収集した化学的性質が類似した元素の濃度データに対して、検出困難元素の濃度分布評価（すなわち、標準偏差の設定）のための適用条件の確認（H.2.3の確認）が行わ </div>																																				

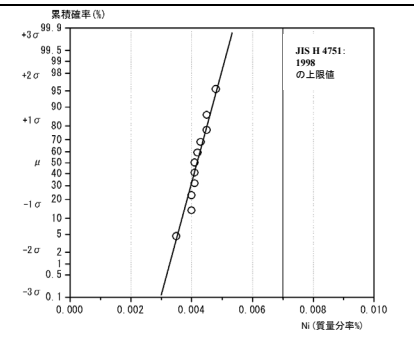
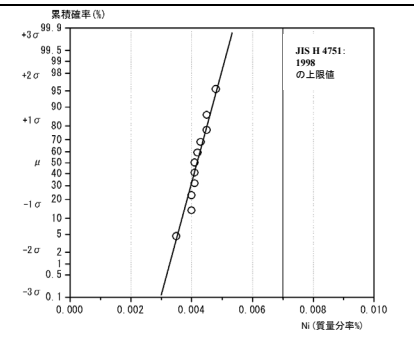
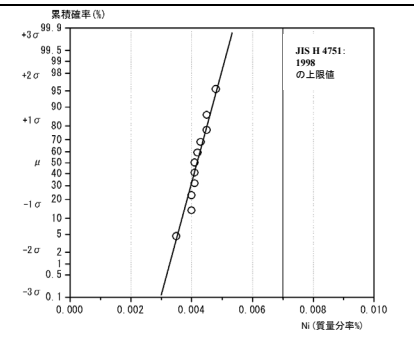
中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

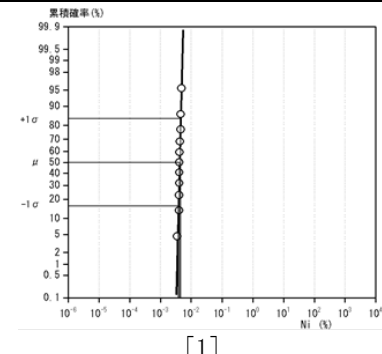
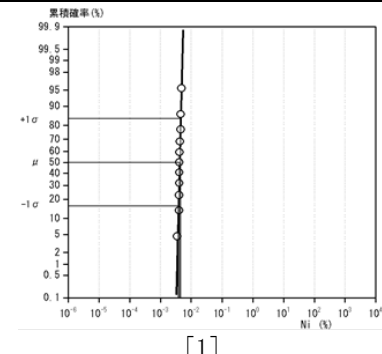
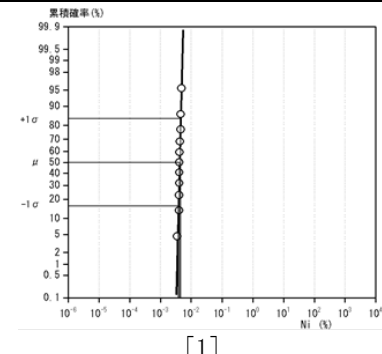
2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

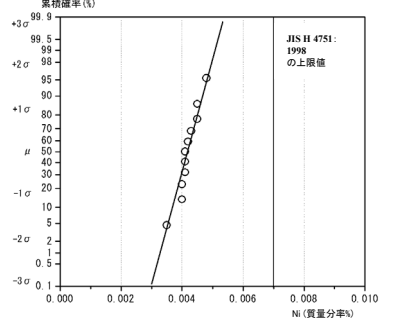
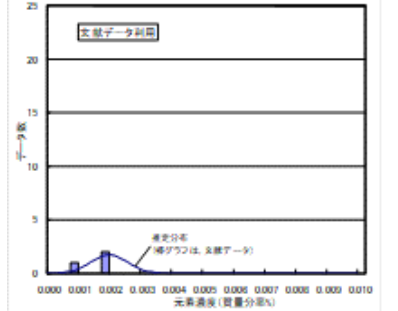
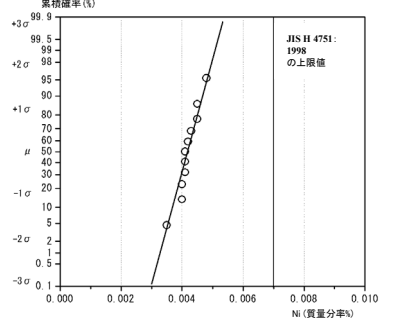
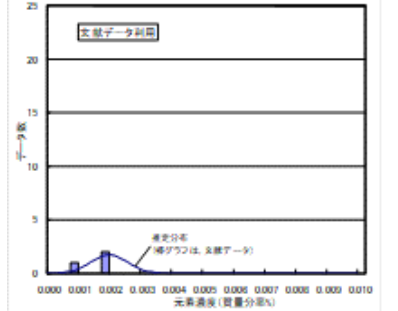
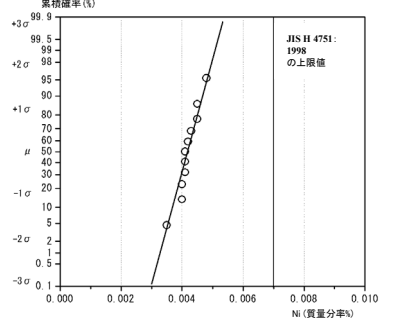
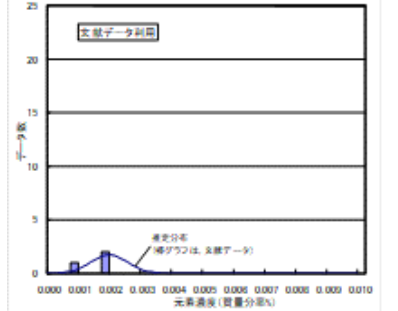
質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>れている。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 上記で収集した元素濃度データを利用し、評価対象とする検出困難元素と化学的性質が類似した元素の濃度分布の標準偏差とが同程度であることの評価が行われている。（略） <p>H.2.2 元素濃度データの収集方法 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データは、文献などから収集することができる。ただし、元素濃度データを収集する場合には、次の考慮が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> a) データ収集方針 元素濃度データは、検出困難元素の特性などを考慮した種類を、可能な限り広範な産地から、収集する。 b) 適用除外データ a) の方針で収集した元素濃度データであっても、検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断したデータは、除外する。 c) データ群の作成 収集した元素濃度データは、産地及び種類ごとに元素濃度データをデータ群（産地及び種類ごとの元素濃度データのグループ）として分類し、各々のデータ群で標準偏差を作成する。 <p>H.2.3 元素濃度データの適用条件 H.2.2 で収集した元素濃度データを、検出困難元素の濃度分布評価（標準偏差の設定）に適用するために、次の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 標準偏差の同等性の確認 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データ（濃度分布）が産地及び種類によらず同程度の標準偏差を示すことを確認する。また、各データ群の標準偏差に濃度依存性がないことも確認する。 b) 対数正規性の確認 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データ（濃度分布）が、産地及び種類によらず、対数正規性を示すことを確認する。 c) 材料の製造工程の影響の確認 検出困難元素の標準偏差は、材料の製造工程（例 添加、熱処理、化学処理など）の影響を受けない、又は影響を受けても最終的には鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データと同等になることを、材料の製造工程及び製造工程中の元素挙動の調査結果などから確認する。（略）
<p>11. 「H.3 検出困難元素の濃度分布の評価例」でCl, Th, Uについての評価例が示されていますが、これらの元素は鉱物中及び部材中に含有量が比較的多い元素であると推察します。この方法がその他の元素にも適用できる根拠を説明してください。</p>	<p>標準の中では、原理的に対数正規分布となる元素であっても、実測の結果正規分布として設定するものがあります。標準偏差は分布形に依存するため、Cl, Th, Uの評価例をもって、その他の、金属中の分布範囲が狭く原理的な分布形と実際が異なるものに適用できるかを確認したものです。</p>	<p>Cl, Th, U以外の、①鉱物中或いは部材中の含有量の少ない元素、及び②製造管理により部材中の含有範囲の狭い元素についてもこの手法が適用出来ることを実測例をもって示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>鉱物、岩石などからの試料の分析データを利用して、検出困難元素の元素濃度分布を評価する方法は、適用対象元素をCl, Th（微量成分元素）、U（ZrTN804Dでは不純物成分元素、SUS304では微量成分元素）の検出が難しい元素に限ったものでなく、対象元素の特性（化学的性質、放射化学等）の原鉱物及び精錬工程における熱及び化学的影響を考慮した分析データ収集結果（検出下限値を含まないデータ）に基づいて評価する方法です。</p> <p>このため、回答8の元素濃度データの適用条件に示しました「標準偏差の同等性の確認」「対数正規性の確認」及び「材料の製造工程の影響の確認」を行うことで、その他の元素にも適用できます。</p> <p>なお、この「検出困難元素の濃度分布の評価」は、検出困難な元素が対象（特に、検出限界値しか得られなかった元素）に対して適用するものです。このため、「製造管理により部材中の含有範囲の狭い元素」に関しましては、主成分元素と考えられますので、適用は想定しておりません。</p> <p>また、部材中の含有量の少ない元素として、標準で例示しました下記の評価対象核種（附属書G参照）の条件では、起源元素のうち、「Cl, Th及びU」が検出困難元素としての適用対象元素であり、その他の元素は、検出できる可能性のある元素のため、「Cl, Th及びU」が対象となります。</p> <p>評価対象核種：¹⁴C, ³⁶Cl, ⁶⁰Co, ⁶³Ni, ⁹⁰Sr, ⁹⁴Nb, ⁹⁹Tc, ¹²⁹I, ¹³⁷Cs, 全α</p> <p>将来的に、申請核種が決まった段階で、新たな起源元素が検出困難元素となった場合は、「Cl, Th及びU」と同じ手順で文献データを収取した上で、適用性を判断することとなります。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																								
<p>12. 「I.2.2.1.2 元素成分条件の設定」の表 I.6 において、Ni、Cu ともに「基本的考え方」による設定は対数正規分布ですが、実測値を踏まえて正規分布で設定しています。これは「基本的考え方」が実態と乖離していることを示唆していると想定されますが、「基本的考え方」の位置付け及び Ni、Cu の元素分析データを踏まえた分布形として対数正規分布を採用した理由と考え方を説明してください。</p> <p>注：「対数正規分布を採用した理由と考え方」は「対数正規分布を採用しない理由と考え方」の誤りです。訂正します。</p>	<p>対数正規分布が基本的考え方であるならば、それを正として、規格の制限値を超えるもの（ただし、材料メーカーが規格値を超える原料を使用するとは考えづらい）があれば、それを除外（対数正規分布の裾部分の切り落とし）した分布にする等の対応をすればよいのではないかと考えから質問したものです。</p> <p>また、実際の分析データに基づいて分布型を変更することについては理解できますが、分布型変更の場合には根拠が必要であると考えますので質問しています。</p>	<p>回答には、「ジルカロイの Ni、Cu に関しては分析結果の分布の実態を踏まえて、表 I.6 に示しますように、分布形状を「正規分布」としたものです。」とありますが、表 I.6 に示されたジルカロイ-4 中の不純物成分元素としての Cu について、正規分布を採用した理由は、対数正規分布では不整合が生じたためという消極的なものを読み取れます。Cu の分布が実際に正規分布している根拠がない限り、正規分布の採用が妥当かどうか判断できませんので、正規確率紙へのプロット結果など、具体的な根拠を示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。なお、第3回会合中のご質問への回答も以下に含めました。</p> <p>「主要成分元素」は、組成調整が行われますが、その他の「不純物成分元素」及び「微量成分元素」は、組成調整は行われないため、基本的には、本来の元素濃度の分布である対数正規分布が維持されます。</p> <p>この元素濃度の分布の基本的考え方は、「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」の回答 14(1) に示したように附属書 G の G.1.2.3.2 の考え方（表 G.13 を参照ください）です。</p> <p>しかしながら、「不純物成分元素」に関しては制限値があり、精錬過程において制限値を満足させるための管理（除去）が行われ、分布が歪むことも考えられますので、分布形状の評価に当たっては、標準では 6.1.2.2.3 に示しますように分析データによる元素成分の入力用のデータには、分布形状を踏まえた設定を求めています。</p> <p>このため、元素成分条件の入力データ設定用の濃度分布の評価及び設定を行うために、次のステップで評価を行います。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 分析データの収集、正規性の評価段階： 分析データを収集し、附属書 D の表 D.4 の基本的考え方に示す元素の濃度分布の基本形状（正規分布又は対数正規分布）を適用して分布形状の評価（平均、標準偏差、正規性）を進める。 ② 入力データ設定用分布の設定段階： 放射化計算用の入力データを選定するために設定する濃度分布は、収集した分析データが示す最も適切となる分布形状を確認して設定する。 <p>この結果、ジルカロイの Ni、Cu に関しては分析結果の分布の実態を踏まえて、附属書 I の表 I.6 に示しますように、分布形状を「正規分布」としたものです。</p> <p style="text-align: center;">表 I.6—実際の元素分析データを踏まえ設定した濃度分布基本形状</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">材 料</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">ZrTN804D</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">元 素</th> <th style="width: 35%;">Ni</th> <th style="width: 35%;">Cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>元素成分の区分</td> <td style="text-align: center;">不純物成分元素</td> <td style="text-align: center;">不純物成分元素</td> </tr> <tr> <td>基本的な考え方による設定</td> <td style="text-align: center;">対数正規分布</td> <td style="text-align: center;">対数正規分布</td> </tr> <tr> <td>実際の元素分析データを踏まえた設定</td> <td style="text-align: center;">正規分布</td> <td style="text-align: center;">正規分布</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">質量分率 $2.9 \times 10^{-3} \%$ ～質量分率 $7.1 \times 10^{-3} \%$ (約 2.5 倍)</td> <td style="text-align: center;">質量分率 $2.7 \times 10^{-4} \%$ ～質量分率 $3.7 \times 10^{-3} \%$ (約 14 倍)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle;">理 由</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示したため。</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">基本的考え方から選択した“対数正規分布”を仮定すると、JIS 規格で規定されている上限値（不純物成分元素としての許容範囲）を大幅に超えてしまうため、正規分布を適用した。</td> </tr> </tbody> </table>	材 料	ZrTN804D		元 素	Ni	Cu	元素成分の区分	不純物成分元素	不純物成分元素	基本的な考え方による設定	対数正規分布	対数正規分布	実際の元素分析データを踏まえた設定	正規分布	正規分布		質量分率 $2.9 \times 10^{-3} \%$ ～質量分率 $7.1 \times 10^{-3} \%$ (約 2.5 倍)	質量分率 $2.7 \times 10^{-4} \%$ ～質量分率 $3.7 \times 10^{-3} \%$ (約 14 倍)	理 由	 <p style="font-size: small;">濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示したため。</p>			基本的考え方から選択した“対数正規分布”を仮定すると、JIS 規格で規定されている上限値（不純物成分元素としての許容範囲）を大幅に超えてしまうため、正規分布を適用した。	
材 料	ZrTN804D																											
元 素	Ni	Cu																										
元素成分の区分	不純物成分元素	不純物成分元素																										
基本的な考え方による設定	対数正規分布	対数正規分布																										
実際の元素分析データを踏まえた設定	正規分布	正規分布																										
	質量分率 $2.9 \times 10^{-3} \%$ ～質量分率 $7.1 \times 10^{-3} \%$ (約 2.5 倍)	質量分率 $2.7 \times 10^{-4} \%$ ～質量分率 $3.7 \times 10^{-3} \%$ (約 14 倍)																										
理 由	 <p style="font-size: small;">濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示したため。</p>																											
	基本的考え方から選択した“対数正規分布”を仮定すると、JIS 規格で規定されている上限値（不純物成分元素としての許容範囲）を大幅に超えてしまうため、正規分布を適用した。																											

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容												
				<p>6.1.2.2.3 起源元素の成分条件の設定方法 起源元素の元素成分条件は、次のいずれかの方法で設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> — 代表値を設定する方法 収集した起源元素の元素成分データによって、濃度の代表値を設定する。 — 濃度分布から設定する方法 収集した起源元素の元素成分データの濃度分布を踏まえ、複数の代表的濃度（例 平均濃度、信頼上限値など）を設定する。 — 濃度範囲を設定する方法 収集した起源元素の元素成分データの濃度範囲を踏まえ、最大濃度、最小濃度を設定する。 <p>注記 検出が困難な元素に関する濃度分布の評価方法は、附属書Hを参照。</p>												
				<p>回答12に対する追加質問（検討チーム会合中のご質問） 対数正規分布を採用しない理由が記載されていない。対数正規分布では不都合があることをグラフ等で示すようにすること。</p>												
				<p>基本的考え方とは異なる分布形状を適用したNi及びCuに関して、基本的考え方に沿って評価した結果と、分析データの実態を踏まえて決定した分布形状の評価結果に関して、表6-1に示します。</p> <p>表6-1 Ni及びCuの対数正規性と元素分析データに基づく分布の決定</p> <table border="1" data-bbox="1765 863 2864 1663"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ni</th> <th>Cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基本的な考え方に基づく、分布形状の評価</td> <td>  </td> <td> — (3点のデータ (0.001%, 0.002%, 0.002%) で、かつ2点と同じ濃度のため、対数正規確率図が作成できない) </td> </tr> <tr> <td>分析結果の範囲</td> <td> 収集データ数：11点（分析値） 平均濃度：4.2×10^{-3} % 濃度範囲：3.5×10^{-3} % ～4.8×10^{-3} % （約1.4倍） </td> <td> 収集データ数：3点（文献値） 平均濃度：1.6×10^{-3} % 濃度範囲：1.0×10^{-3} % ～2.0×10^{-3} % （約2倍） </td> </tr> <tr> <td>判断</td> <td> 濃度範囲が非常に狭く、桁での分布範囲に適用性を示す対数正規分布ではない方が適切と考えられた。 </td> <td> 濃度範囲も狭く、ジルカロイ4のJIS規格（JIS H 4751）のCu制限値である0.005%以下に対して、対数正規分布を当てはめると「平均+3σ」の濃度で0.0053%と材料規格の制限値を超えてしまう分布となり、対数正規分布ではない方が適切と考えられた。 </td> </tr> </tbody> </table>		Ni	Cu	基本的な考え方に基づく、分布形状の評価		— (3点のデータ (0.001%, 0.002%, 0.002%) で、かつ2点と同じ濃度のため、対数正規確率図が作成できない)	分析結果の範囲	収集データ数：11点（分析値） 平均濃度： 4.2×10^{-3} % 濃度範囲： 3.5×10^{-3} % ～ 4.8×10^{-3} % （約1.4倍）	収集データ数：3点（文献値） 平均濃度： 1.6×10^{-3} % 濃度範囲： 1.0×10^{-3} % ～ 2.0×10^{-3} % （約2倍）	判断	濃度範囲が非常に狭く、桁での分布範囲に適用性を示す対数正規分布ではない方が適切と考えられた。	濃度範囲も狭く、ジルカロイ4のJIS規格（JIS H 4751）のCu制限値である0.005%以下に対して、対数正規分布を当てはめると「平均+3σ」の濃度で0.0053%と材料規格の制限値を超えてしまう分布となり、対数正規分布ではない方が適切と考えられた。
	Ni	Cu														
基本的な考え方に基づく、分布形状の評価		— (3点のデータ (0.001%, 0.002%, 0.002%) で、かつ2点と同じ濃度のため、対数正規確率図が作成できない)														
分析結果の範囲	収集データ数：11点（分析値） 平均濃度： 4.2×10^{-3} % 濃度範囲： 3.5×10^{-3} % ～ 4.8×10^{-3} % （約1.4倍）	収集データ数：3点（文献値） 平均濃度： 1.6×10^{-3} % 濃度範囲： 1.0×10^{-3} % ～ 2.0×10^{-3} % （約2倍）														
判断	濃度範囲が非常に狭く、桁での分布範囲に適用性を示す対数正規分布ではない方が適切と考えられた。	濃度範囲も狭く、ジルカロイ4のJIS規格（JIS H 4751）のCu制限値である0.005%以下に対して、対数正規分布を当てはめると「平均+3σ」の濃度で0.0053%と材料規格の制限値を超えてしまう分布となり、対数正規分布ではない方が適切と考えられた。														

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																															
				<table border="1" data-bbox="1765 302 2870 751"> <tr> <td data-bbox="1765 302 1893 751">分析実績を踏まえた入力用成分条件（濃度分布）の設定</td> <td data-bbox="1893 302 2080 751">正規分布による評価（標準から抜粋）</td> <td data-bbox="2080 302 2475 751">  <p>(表 I.6 より抜粋)</p> </td> <td data-bbox="2475 302 2870 751">  <p>(図 I.5 より抜粋)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1893 646 2080 709">判断</td> <td colspan="2" data-bbox="2080 646 2475 709">濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示す。</td> <td data-bbox="2475 646 2870 709">濃度範囲が狭く、正規分布の方がより適切。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1893 709 2080 751">適用分布</td> <td colspan="2" data-bbox="2080 709 2475 751">正規分布</td> <td data-bbox="2475 709 2870 751">正規分布</td> </tr> </table> <p data-bbox="1765 751 2433 781">出典1 事業者より提示を受けた対数正規確率紙プロット図</p> <p data-bbox="1765 814 1884 844">回答 14(1)</p> <p data-bbox="1765 844 2804 1012">検出下限値のデータ必要数を定量的に評価することは、難しいと考えます。ただし、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」となるおそれのある元素は、附属書 D の表 D.4 に示しますように、<u>検出することが比較的難しい「微量成分元素」であり、その濃度分布は、附属書 G の表 G.13 に示します多くの文書にありますように「対数正規分布」を示すと考えられます。</u></p> <p data-bbox="1765 1012 2804 1138">その分布の信頼性を左右する検出下限値の妥当性は、種々の文献での材料種類、分析方法の情報によって評価することは可能であることから、標準ではこの入力データの設定の考え方を示しております。このため、検出下限値以下又は 1, 2 点の検出値以下の濃度領域での対数正規分布を設定して評価することは、適切であると考えています。</p> <p data-bbox="1765 1150 2804 1213">表 D.4—対象とする放射化金属等の元素成分濃度の分布タイプの設定に関わる基本的な考え方</p> <table border="1" data-bbox="1765 1218 2804 1669"> <thead> <tr> <th data-bbox="1765 1218 1944 1302" rowspan="2">成分管理条件</th> <th data-bbox="1944 1218 2240 1249">主成分元素</th> <th data-bbox="2240 1218 2537 1249">不純物成分元素</th> <th data-bbox="2537 1218 2804 1249">微量成分元素</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1944 1260 2240 1302">管理範囲がある</th> <th data-bbox="2240 1260 2537 1302">管理上限がある</th> <th data-bbox="2537 1260 2804 1302">管理値なし</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1765 1312 1944 1596">基本的考え方</td> <td data-bbox="1944 1312 2240 1596">特定の工場、材料のロット管理が行われて製造される材料の主成分であり、材料の規格範囲内の目標値での成分の調整が行われる元素で、存在濃度範囲（濃度分布）が比較的狭い。</td> <td data-bbox="2240 1312 2537 1596">製造される材料中の不純物として一定の製造過程で低減又は管理される成分で、元素の濃度が比較的低い管理値以下である元素で、自然での濃度分布が材料中の各元素の濃度分布にも反映される。</td> <td data-bbox="2537 1312 2804 1596">管理されていない元素であり、自然での存在濃度分布が、材料中の各元素の濃度分布にも反映される。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1765 1606 1944 1669">各元素の濃度分布</td> <td data-bbox="1944 1606 2240 1669">正規分布</td> <td data-bbox="2240 1606 2537 1669">対数正規分布</td> <td data-bbox="2537 1606 2804 1669">対数正規分布</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1973 1669 2597 1696">表 G.13—元素の濃度分布を対数正規分布として扱う例</p> <table border="1" data-bbox="1765 1701 2804 1892"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="1765 1701 2804 1732">濃度分布を対数正規分布とした例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1765 1732 1840 1827">1 [31]</td> <td data-bbox="1840 1732 2804 1892">作業場内における有害物質の濃度の分布は、時間的にも空間的にも正規型の分布より左側（低濃度側）にかたよった型になることが多く、次のような理由から正規型ではなく対数正規型の分布に近いことが予測される。 a) 環境中有害物質の濃度は広い範囲にわたって分布し、最低値と最高値の比はしばしば 100 倍から 1 000 倍にもなることがある。</td> </tr> </tbody> </table>	分析実績を踏まえた入力用成分条件（濃度分布）の設定	正規分布による評価（標準から抜粋）	 <p>(表 I.6 より抜粋)</p>	 <p>(図 I.5 より抜粋)</p>	判断	濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示す。		濃度範囲が狭く、正規分布の方がより適切。	適用分布	正規分布		正規分布	成分管理条件	主成分元素	不純物成分元素	微量成分元素	管理範囲がある	管理上限がある	管理値なし	基本的考え方	特定の工場、材料のロット管理が行われて製造される材料の主成分であり、材料の規格範囲内の目標値での成分の調整が行われる元素で、存在濃度範囲（濃度分布）が比較的狭い。	製造される材料中の不純物として一定の製造過程で低減又は管理される成分で、元素の濃度が比較的低い管理値以下である元素で、自然での濃度分布が材料中の各元素の濃度分布にも反映される。	管理されていない元素であり、自然での存在濃度分布が、材料中の各元素の濃度分布にも反映される。	各元素の濃度分布	正規分布	対数正規分布	対数正規分布	濃度分布を対数正規分布とした例		1 [31]	作業場内における有害物質の濃度の分布は、時間的にも空間的にも正規型の分布より左側（低濃度側）にかたよった型になることが多く、次のような理由から正規型ではなく対数正規型の分布に近いことが予測される。 a) 環境中有害物質の濃度は広い範囲にわたって分布し、最低値と最高値の比はしばしば 100 倍から 1 000 倍にもなることがある。
分析実績を踏まえた入力用成分条件（濃度分布）の設定	正規分布による評価（標準から抜粋）	 <p>(表 I.6 より抜粋)</p>	 <p>(図 I.5 より抜粋)</p>																																
判断	濃度範囲が非常に狭く、正規確率紙上でも、正規性を示す。		濃度範囲が狭く、正規分布の方がより適切。																																
適用分布	正規分布		正規分布																																
成分管理条件	主成分元素	不純物成分元素	微量成分元素																																
	管理範囲がある	管理上限がある	管理値なし																																
基本的考え方	特定の工場、材料のロット管理が行われて製造される材料の主成分であり、材料の規格範囲内の目標値での成分の調整が行われる元素で、存在濃度範囲（濃度分布）が比較的狭い。	製造される材料中の不純物として一定の製造過程で低減又は管理される成分で、元素の濃度が比較的低い管理値以下である元素で、自然での濃度分布が材料中の各元素の濃度分布にも反映される。	管理されていない元素であり、自然での存在濃度分布が、材料中の各元素の濃度分布にも反映される。																																
各元素の濃度分布	正規分布	対数正規分布	対数正規分布																																
濃度分布を対数正規分布とした例																																			
1 [31]	作業場内における有害物質の濃度の分布は、時間的にも空間的にも正規型の分布より左側（低濃度側）にかたよった型になることが多く、次のような理由から正規型ではなく対数正規型の分布に近いことが予測される。 a) 環境中有害物質の濃度は広い範囲にわたって分布し、最低値と最高値の比はしばしば 100 倍から 1 000 倍にもなることがある。																																		

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 (一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>b) 濃度は物理的に負の値にはなり得ない。 c) 測定値の変動の大きさは測定された濃度の程度の広がりをもっている。 d) 飛び離れた非常に大きな値の得られる確率は、あまり大きなものではない。</p>
				<p>2 [32] 食品の消費の方も、カドミウム濃度分布の方も、モデル化というものをしております。実際にある数字を使うのではなく、それこそとんでもなく高い濃度というのはどこで出るかわからないということを考えまして、分布の尻尾に当たる方を非常に長くとするような、例えばもしも計算で間違っていたら、消費者の保護がより確保できるような方に間違う方がいいということで、対数正規分布というモデル化をしております。・・・(中略)・・・もちろん、ほかのいろいろな違う分布をやることもありますが、今、世界では、対数正規分布というのが主に使われております。</p>
				<p>3 [33] 一般に環境中の化学物質の分布は対数正規分布で表すことができるため、・・・(以下、省略)。</p>
				<p>4 [34] 兵庫県下の陸水試料や環境調査としての毛髪試料を精力的に分析した。特に、毛髪試料では分析法の確立を図りながら非汚染地域の多数の試料を分析し、約20元素を定量し、元素ごとの特徴を明らかにした。すなわち、必須元素は正規分布に、非必須元素は対数正規分布になり、これらの中央値又は幾何平均値が環境試料中の元素濃度の取扱いに有効であることを示した。</p>
				<p>5 [35] 河川水中の微量元素の濃度分析 全国55の河川から集めた77試料について希土類元素、トリウム及びウラニウム(16元素)の濃度の平均値と範囲が明らかにされた。対象としたすべての元素濃度は非常に低く、高くても100pptレベル、低い場合には、1ppt以下となった。各元素の濃度幅は非常に広く3桁程度の広がりを示した(津村, 1991)。 わが国の陸水試料約80点について超微量元素38種類を分析した結果、各元素とも濃度範囲は非常に広く頻度分布は対数正規分布をすることが分かった。</p>
				<p>6 [36] 一般に金属鉱床では、地球化学的な元素の含量の分布の型は対数正規分布ないしは、二項分布に近い分布をするといわれているが、中津河鉱床の探鉱坑道におけるように、比較的狭い範囲から相当多数の新鮮な試料が得られた場合に限って統計すると、ウランは二項分布型、トリウムは対数正規分布型を示す。</p>
				<p>7 [37] 元素の地殻中の品位(濃度)分布は、L.H. Ahrensによれば対数正規分布で、その最多量値は平均地殻存在度の付近にあつて、鉱石品位領域ではLasky法則に従うと論じた。</p>
				<p>8 [38] Geology and mining. In the Earth's crust, the concentration of elements and their radioactivity usually follow a log-normal distribution. Environment. The distribution of particles, chemicals, and organisms in the environment is often log-normal.</p>
				<p>9 [39] Frequency distribution plots of K, Rb, Sc, V, Co, Ga, Cr, and Zr in Ontario diabase, Sc, V, Ga, Cr, La, and Zr in Canadian granite, K, Rb, and Cs in New England granite and F and Mo in granite from various localities are regular, but assume decided positive skewness when dispersion is large, hence, distribution of concentration is not normal. All distributions become normal, or nearly so, provided the variate (concentration of an element) is transformed to log concentration: this leads to a statement of a fundamental (lognormal) law concerning the nature of the distribution of the concentration of an element in specific igneous rocks.</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																			
<p>13. 「I.2.4.3 濃度比の決定方法」 (1)「a)濃度比の算出」濃度比は幾何平均又は算術平均で算出するとしていますが、廃棄体の放射能濃度が第二種廃棄物埋設に係る許可を受けたところによる最大放射能濃度を超えないことを確実にするため、算出値の処理方法について説明してください。また、用語「幾何平均」は標準中に11箇所(図B.6、表G.13、I.2.4.3、図I.8、図I.9、K.1.4)記載されていますが、その他は「平均」と記載されています。「平均」と記載しているものは「幾何平均」又は「算術平均」のいずれが適切か個別に、根拠と共に説明してください。</p>	<p>「I.2.4.3 濃度比の決定方法」は、埋設総放射能の評価には幾何平均としているが、最大放射能濃度の評価においては、「濃度比の分布形状が対数正規分布に明らかに従わず、ばらつきを踏まえた保守性の考慮が必要な場合」に、算術平均などによって濃度比を算出すると規定しており、濃度比の分布形状が対数正規分布の場合における最大放射能濃度の算出方法の処理方法が明確でないことから質問したものです。また、「平均放射能濃度」、「平均濃度」、「平均値」の用語があり、対数平均と算術平均の使い分けが明確ではありません。</p>	<p>回答は、最大放射能濃度を評価する場合の濃度比の設定に算術平均を適用するとありますが、附属書K（濃度分布評価法によって決定する場合の計算例）のK.1.4b)においては、「1)廃棄物の総放射能を評価する場合」は「廃棄物の総放射能を評価する場合には、放射能濃度の算術平均値と廃棄物の総質量とを用いる。」、「2)最大放射能濃度を評価する場合には、計算値における正のばらつきを考慮し、放射能濃度の幾何平均値及び標準偏差を用いる」と規定しています。矛盾しているように読めるため、これらの関係を説明してください。</p> <p>また、回答で示されたCl及びNbは決定係数（相関係数の2乗）が0.5以上ですが、図I.8のSr、I、Cs及びNpは決定係数が0.5未満です。データの充足性を確認する観点から、図I.8の残りの元素（C、Ni、Sr、Tc、I、Cs、Np）についても分析値との比較図を示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>濃度比法における濃度比の設定に適用する「平均」の考え方は、適用する評価対象の放射能に合わせて、以下のとおりに使い分けます。</p> <p>算術平均： 最大放射能濃度を評価する場合の濃度比の設定に適用 算術平均は保守性をもった平均値である。(回答13(4)も参照ください)</p> <p>幾何平均： 平均放射能濃度及び総放射能を評価する場合の濃度比の設定に適用 幾何平均は全体の放射能濃度の平均を適切に評価する平均値である。 (回答13(4)も参照ください)</p> <p>なお、濃度比法と濃度分布評価における最大放射能濃度の評価方法に関しましては、表13(1)に示しますように、評価用の係数の設定と濃度分布からの濃度の設定によって適用する平均値に差異があります。</p> <p>表13(1)-1 最大放射能濃度を超えていないことを確認するための放射能濃度の決定方法</p> <table border="1" data-bbox="1783 816 2846 1213"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>濃度比法の場合</th> <th>濃度分布評価法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">評価方法の概要</td> <td>放射化計算によって評価対象核種とKey核種の濃度比を設定し、Key核種の放射能濃度に濃度比を乗じて評価対象核種の放射能濃度を決定する。</td> <td>放射化計算によって評価対象核種の放射能濃度分布を評価し、この放射能濃度分布を使用して、評価対象核種の放射能濃度を決定する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">利用 する 放射能濃 度分布</td> <td>評価係数</td> <td>濃度比には「算術平均」を適用する</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>放射能濃度分布</td> <td>—</td> <td>分布の平均と標準偏差を適用する</td> </tr> <tr> <td colspan="2">放射能濃度の決定</td> <td>Key核種濃度（非破壊外部測定又は、放射化計算結果を適用）に算術平均濃度比を乗じて評価する</td> <td>放射能濃度分布の「幾何平均値」及び「標準偏差」を用いて放射能濃度を評価する¹⁾</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1 「算術平均値」では、放射能濃度分布から総放射能を求め平均放射能濃度になってしまう。</p> <p>標準では、区間推定法による放射化計算の結果と分析値の比較は行っておりません。しかしながら、分析を行ったサンプル採取位置と区間推定法でランダムサンプリングした評価位置は、一致するものではありませんが、濃度比法による計算結果に分析値をプロットしたものを参考までに、次図（図I.8(1)～(3)に分析データをプロットしたもの）に示します。</p> <p>なお、図中の「●」は、チャンネルボックスの中央部から採取した試料を放射化学分析した結果ですので、これと比較する計算結果は、比較的高い放射能濃度領域（赤破線の○で囲った部分）の計算値プロットである「○」との比較になります。</p> <p>ただし、Tc-99、I-129、Np-237は分析結果が検出下限値となっています。</p> <p>さらに、比較に適用した元素濃度の分析値は、次図（図I.5から抜粋）に示しますように、検出下限値しか得られていませんので、区間推定法の元素濃度の設定は、検出下限値から設定した濃度分布からランダムサンプリングした元素濃度であることにも留意が必要です。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">³⁶Cl</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">⁹⁴Nb</div> </div>			濃度比法の場合	濃度分布評価法	評価方法の概要		放射化計算によって評価対象核種とKey核種の濃度比を設定し、Key核種の放射能濃度に濃度比を乗じて評価対象核種の放射能濃度を決定する。	放射化計算によって評価対象核種の放射能濃度分布を評価し、この放射能濃度分布を使用して、評価対象核種の放射能濃度を決定する。	利用 する 放射能濃 度分布	評価係数	濃度比には「算術平均」を適用する	—	放射能濃度分布	—	分布の平均と標準偏差を適用する	放射能濃度の決定		Key核種濃度（非破壊外部測定又は、放射化計算結果を適用）に算術平均濃度比を乗じて評価する	放射能濃度分布の「幾何平均値」及び「標準偏差」を用いて放射能濃度を評価する ¹⁾
		濃度比法の場合	濃度分布評価法																				
評価方法の概要		放射化計算によって評価対象核種とKey核種の濃度比を設定し、Key核種の放射能濃度に濃度比を乗じて評価対象核種の放射能濃度を決定する。	放射化計算によって評価対象核種の放射能濃度分布を評価し、この放射能濃度分布を使用して、評価対象核種の放射能濃度を決定する。																				
利用 する 放射能濃 度分布	評価係数	濃度比には「算術平均」を適用する	—																				
	放射能濃度分布	—	分布の平均と標準偏差を適用する																				
放射能濃度の決定		Key核種濃度（非破壊外部測定又は、放射化計算結果を適用）に算術平均濃度比を乗じて評価する	放射能濃度分布の「幾何平均値」及び「標準偏差」を用いて放射能濃度を評価する ¹⁾																				

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1783 306 2309 751"> </div> <div data-bbox="2309 306 2843 751"> </div> </div> <p>図 I.8(1)–ZrTN804D (BWR チャンネルボックスの本体) の評価対象核種及び Key 核種 (^{60}Co) の散布図（放射化計算結果）から抜粋</p> <p>(●は分析値を示す。Co-60 : $3.3\text{E}+12\text{Bq/t}$, Cl-36 : $1.4\text{E}+7\text{Bq/t}$, Nb-94 : $4.4\text{E}+7\text{Bq/t}$)</p> <p>注記 1 ^{36}Cl 及び ^{94}Nb の放射能濃度は、標準には示していない事業者から提供された分析データを使用している。</p> <p>注記 2 分析したサンプルは CB の中央部からの採取であり、最も高い濃度を示す部位からの採取と考えられる（したがって、計算結果の最大領域の結果（赤破線の○で囲った部分）との比較となる）。</p> <p>注記 3 濃度比法の計算に適用した元素 Cl、Co 及び Nb の濃度分布は、元素分析の検出下限からの対数正規分布で設定したもの（下図（図 I.5）参照）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="1783 1129 2309 1633"> <p style="text-align: center;">^{14}C</p> </div> <div data-bbox="2309 1129 2843 1633"> <p style="text-align: center;">^{63}Ni</p> </div> </div> <p>図 I.8(2)–ZrTN804D (BWR チャンネルボックスの本体) の評価対象核種及び Key 核種 (^{60}Co) の散布図（放射化計算結果）から抜粋</p> <p>(●は分析値を示す。Co-60 : $3.3\text{E}+12\text{Bq/t}$, C-14 : $1.6\text{E}+10\text{Bq/t}$, Ni-63 : $9.9\text{E}+10\text{Bq/t}$)</p> <p>注記 1 ^{14}C 及び ^{63}Ni の放射能濃度は、標準には示していない事業者から提供された分析データを使用している。</p> <p>注記 2 分析したサンプルは CB の中央部からの採取であり、最も高い濃度を示す部位からの採取と考えられる（したがって、計算結果の最大領域の結果（赤破線の○で囲った部分）との比較となる）。</p>

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<p>注記3 C-14及びNi-63の起源元素であるN及びNiは元素の分析結果が得られている。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1783 365 2309 869"> </div> <div data-bbox="2309 365 2843 869"> </div> </div> <p>図 I.8(3) - ZrTN804D (BWR チャンネルボックスの本体) の評価対象核種及び Key 核種 (⁶⁰Co) の散布図 (放射化計算結果) から抜粋</p> <p>(●) は分析値を示す。Co-60 : 3.3E+12Bq/t, Sr-90 : 6.0E+8Bq/t, Cs-137 : 1.4E+8Bq/t</p> <p>注記1 ⁹⁰Sr 及び ¹³⁷Cs の放射能濃度は、標準には示していない事業者から提供された分析データを使用している。</p> <p>注記2 分析したサンプルは CB の中央部からの採取であり、最も高い濃度を示す部位からの採取と考えられる (したがって、計算結果の最大領域の結果 (赤破線の○で囲った部分) との比較となる)。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1783 1167 2160 1503"> </div> <div data-bbox="2160 1167 2496 1503"> </div> <div data-bbox="2496 1167 2843 1503"> </div> </div> <p>図 I.5 - ZrTN804D の元素分析データ及び濃度分布条件設定結果から抜粋</p>
<p>(2)40 点のデータで濃度比を決定するデータ数としては充足しているとの評価であるが、当該計算で求めた核種比が実際のものと同等あるいは保守的になっていることを分析データに基づいて説明してください。</p>	<p>計算結果と分析結果の差がどの程度あるのかについて、質問したものです。</p>	<p>①8 (濃度比法) では、分析値が Co-60 : 3.3E+12Bq/t, Cl-36 : 1.4E+7Bq/t, Nb-94 : 4.4E+7Bq/t に対して、計算値がそれぞれ 2 オーダー程度高くなり、保守的となっていますが、資料 1-1 の 39 ページ (点推定/t に対して計算結果が Co-60 : 3.4E+12Bq/t、分析結果 Ag-108m : 2.5E+14Bq/t に対して計算結果が Ag-108m : 2.6E+14Bq/t とほとんど保守性がありません。これらの違いはどこにあるのか説明してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点への回答を以下に示します。</p> <p>附属書 F で示しております点推定法による計算結果と分析結果の比較と、上記の附属書 I に示しました区間推定法による計算結果と分析結果の比較は、下記のように比較対象としている評価の内容が異なりますので、差異が出ているものです。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 計算方法の妥当性確認 (附属書 F の点推定法による計算結果と分析結果の比較) ② 放射能評価における保守性/不確かさ (附属書 I の区間推定法による計算結果と分析結果の比較)

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																														
				<p>この両者の違いに関して、表 13(2)-1 に示します。</p> <p>表 13(2)-1 計算方法の妥当性確認の評価結果と放射能評価上の保守性／不確かさの違い</p> <table border="1" data-bbox="1768 401 2861 1398"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>計算方法の妥当性確認</th> <th>放射能評価における保守性／不確かさ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>評価方法</td> <td></td> <td>評価対象物の同一位置における計算結果と採取サンプルの分析結果の比較（保守性は入っていない）</td> <td>区間推定法による放射能濃度の評価結果の不確かさの評価（実際の適用事例で、保守性が入っている）</td> </tr> <tr> <td>計算コードの検証</td> <td></td> <td>ORIGEN、MCNP などの計算コードの開発段階でのベンチマーク試験結果などによる確認</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>適用手法</td> <td></td> <td>点推定法</td> <td>区間推定法</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">入力データ</td> <td>元素条件</td> <td>評価対象物の品質管理材で、かつこの元素分析で分析結果が得られた元素から生成する核種のみでの比較を行う</td> <td>評価対象物と同一材質の全起源元素の分析データの分布（検出下限値がある場合は、これを考慮して設定するため、バイアスが加わる）からのランダムサンプリング</td> </tr> <tr> <td>中性子条件</td> <td>評価対象物の評価位置（ローテーションがあれば、その移動条件の詳細を含める）における中性子フルエンス率、中性子スペクトル及びこれらから設定した放射化断面積</td> <td>①評価対象物を分割した区間（軸方向、径方向）ごとに評価した中性子フルエンス率、中性子スペクトル（放射化断面積）を評価 ②放射化物の評価位置をランダムサンプリング（移動があれば、パターン化して設定）し、①でマッピングされた分布から中性子条件を選択して設定</td> </tr> <tr> <td>照射条件</td> <td>評価対象物が実際に受けた照射時間（ローテーションがあればその移動条件、照射停止時間も含める）</td> <td>評価対象物の照射時間の実績分布及び代表的な照射パターンを適用した照射条件からのランダムサンプリング</td> </tr> <tr> <td>評価結果の妥当性又は保守性などの評価</td> <td></td> <td>チャンネルボックスの Co-60 の例： 分析値： 3.3×10^{12} Bq/t 計算値： 3.4×10^{12} Bq/t</td> <td>濃度比法適用した場合： 元素データの ND 値によるバイアスに加え、評価した平均放射能濃度としては、99%信頼上限値まで約 1.7 倍のばらつきを有する。</td> </tr> </tbody> </table>			計算方法の妥当性確認	放射能評価における保守性／不確かさ	評価方法		評価対象物の同一位置における計算結果と採取サンプルの分析結果の比較（保守性は入っていない）	区間推定法による放射能濃度の評価結果の不確かさの評価（実際の適用事例で、保守性が入っている）	計算コードの検証		ORIGEN、MCNP などの計算コードの開発段階でのベンチマーク試験結果などによる確認	同左	適用手法		点推定法	区間推定法	入力データ	元素条件	評価対象物の品質管理材で、かつこの元素分析で分析結果が得られた元素から生成する核種のみでの比較を行う	評価対象物と同一材質の全起源元素の分析データの分布（検出下限値がある場合は、これを考慮して設定するため、バイアスが加わる）からのランダムサンプリング	中性子条件	評価対象物の評価位置（ローテーションがあれば、その移動条件の詳細を含める）における中性子フルエンス率、中性子スペクトル及びこれらから設定した放射化断面積	①評価対象物を分割した区間（軸方向、径方向）ごとに評価した中性子フルエンス率、中性子スペクトル（放射化断面積）を評価 ②放射化物の評価位置をランダムサンプリング（移動があれば、パターン化して設定）し、①でマッピングされた分布から中性子条件を選択して設定	照射条件	評価対象物が実際に受けた照射時間（ローテーションがあればその移動条件、照射停止時間も含める）	評価対象物の照射時間の実績分布及び代表的な照射パターンを適用した照射条件からのランダムサンプリング	評価結果の妥当性又は保守性などの評価		チャンネルボックスの Co-60 の例： 分析値： 3.3×10^{12} Bq/t 計算値： 3.4×10^{12} Bq/t	濃度比法適用した場合： 元素データの ND 値によるバイアスに加え、評価した平均放射能濃度としては、99%信頼上限値まで約 1.7 倍のばらつきを有する。
		計算方法の妥当性確認	放射能評価における保守性／不確かさ																															
評価方法		評価対象物の同一位置における計算結果と採取サンプルの分析結果の比較（保守性は入っていない）	区間推定法による放射能濃度の評価結果の不確かさの評価（実際の適用事例で、保守性が入っている）																															
計算コードの検証		ORIGEN、MCNP などの計算コードの開発段階でのベンチマーク試験結果などによる確認	同左																															
適用手法		点推定法	区間推定法																															
入力データ	元素条件	評価対象物の品質管理材で、かつこの元素分析で分析結果が得られた元素から生成する核種のみでの比較を行う	評価対象物と同一材質の全起源元素の分析データの分布（検出下限値がある場合は、これを考慮して設定するため、バイアスが加わる）からのランダムサンプリング																															
	中性子条件	評価対象物の評価位置（ローテーションがあれば、その移動条件の詳細を含める）における中性子フルエンス率、中性子スペクトル及びこれらから設定した放射化断面積	①評価対象物を分割した区間（軸方向、径方向）ごとに評価した中性子フルエンス率、中性子スペクトル（放射化断面積）を評価 ②放射化物の評価位置をランダムサンプリング（移動があれば、パターン化して設定）し、①でマッピングされた分布から中性子条件を選択して設定																															
	照射条件	評価対象物が実際に受けた照射時間（ローテーションがあればその移動条件、照射停止時間も含める）	評価対象物の照射時間の実績分布及び代表的な照射パターンを適用した照射条件からのランダムサンプリング																															
評価結果の妥当性又は保守性などの評価		チャンネルボックスの Co-60 の例： 分析値： 3.3×10^{12} Bq/t 計算値： 3.4×10^{12} Bq/t	濃度比法適用した場合： 元素データの ND 値によるバイアスに加え、評価した平均放射能濃度としては、99%信頼上限値まで約 1.7 倍のばらつきを有する。																															
		<p>②図 I.8 では分析データが 1 点しか示されていませんが、サンプリングの不確かさや分析の不確かさを踏まえても計算によって求めた核種比が実測によって求めた核種比と同等あるいは保守的であることを説明してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点への回答を以下に示します。</p> <p>(1) サンプリングの不確かさ チャンネルボックスからのサンプリングにおいては、任意の位置から採取できる専用のサンプリング装置を設計、製作し、CB のシリアル番号（炉内位置、使用履歴）を確認した上で、所定の面と高さから円盤状のサンプル（Φ4.5cm）を採取しており、採取位置のズレは mm 単位です。また、放射化計算で放射能濃度を評価した領域はサンプリング位置の中心 1.0cm×1.0cm で実施しています。下図にサンプリング位置と MCNP にて解析した熱中性子束分布の計算例を示します。 図に示すようにサンプリング位置における熱中性子束分布は平坦であり、サンプルの大きさ（Φ4.5cm）と計算の評価領域（1.0cm×1.0cm）の違いによる影響は無視できます。</p>																														

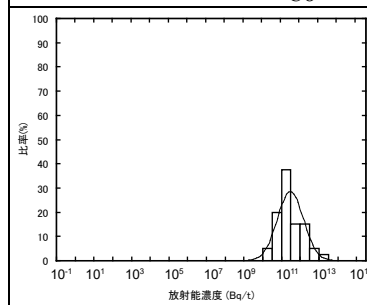
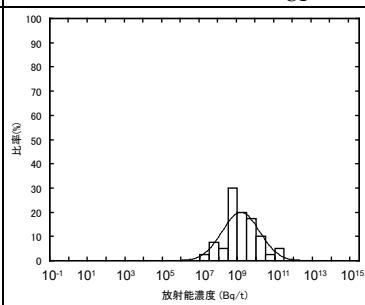
中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				 <p>（数値は1粒子あたりに規格化された値） 図 MNCPにて解析した熱中性子束分布の計算例：9×9燃料事業者から提供されたデータ</p> <p>（2）分析の不確かさ 核種分析においては、試料調整時の秤量、定容（希釈）、核種計測において不確かさが含まれます。チャンネルボックスのCo-60分析において、拡張相対不確かさ（相対不確かさ×包含係数2）は15%以下の実績があります。</p> <p>したがって、表13(2)-1に示しました計算値／分析値の誤差3%には、約±15%程度の不確かさが含まれますので、計算値／分析値は-10%～+21%程度の範囲内での3%誤差と言えます。</p>
<p>（3）「a）濃度比の算出」で「評価対象廃棄物全体の放射能濃度は、様々な放射化条件下にあり、数桁にわたる広範囲の放射能濃度で分布するものもあり、一般に、難測定核種及び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、」との記載されている。「評価対象廃棄物全体」とは、どのような範囲に限定されているかを説明してください。また、「一般に、難測定核種及びKey核種の放射能濃度は、対数正規分布で評価される。」は、根拠となるデータに基づいて説明してください（付図では、核種比で示されているだけです。）。さらに、「難測定核種及びKey核種の濃度比も基本的に相関関係を</p>	<p>二変量対数正規分布の必要条件として、「標準では濃度比が対数正規分布に従っている」ことが記載されています。しかし、「濃度比が対数正規分布に従っている」ことを前提とした場合でも、難測定核種と測定核種の放射能濃度には相関性があります。したがって、二変量対数正規分布の必要条件を示して欲しい、ということが本質問の意図です。</p>	<p>（評価対象廃棄物全体） ー （用語のさすものは理解しましたので、追加の質問はありません。） （難測定核種及びKey核種の放射能濃度は、対数正規分布で評価される） （難測定核種とKey核種の濃度が二変量対数正規分布に従う） 回答で示されている文献は、難測定核種と測定核種という2つのパラメータが二変量対数分布に従っているという前提条件で、難測定核種の放射能を評価しているものです。 2つのパラメータが二変量対数分布に従っていると判断できる条件（必要条件）が示されている文献等を提示してください。</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>（評価対象廃棄物全体） 附属書IのI.2.4.3濃度比の決定方法に示しています「評価対象廃棄物全体」は、放射能濃度を求める対象とする放射化金属の一つ又は一部ではなく、放射化金属の全体を意味しています。 （例 チャンネルボックスであれば、1体だけでなく全チャンネルボックス、シュラウドであれば、切断片だけでなくシュラウド全体）</p> <p>（難測定核種及びKey核種の放射能濃度は、対数正規分布で評価される） 標準の例では、濃度比法における個々の核種の放射能濃度分布は示しておりませんが、同じ区間推定法の放射能濃度分布評価法の例（附属書Kの図K.6：下図参照）において放射能濃度の分布を示しており、対数正規分布であることが観察されています。 （回答12及び次の回答での引用文献も参照ください。）</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
<p>もつ二変数対数正規分布に従う」とは、難測定核種と Key 核種の濃度が二変数対数正規分布に従う、という意味でしょうか？ そうである場合、根拠となるデータ（二変数対数正規分布と判断する方法も含めて）に基づいて説明してください（付図では、核種比で示されているだけです。二変数対数正規分布に従うことと、濃度比が対数正規分布に従うことが同値であることを示してください。）。</p>				<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>⁶⁰Co</p>  <p>算術平均値 1.1×10¹² (Bq/t) 対数平均値 11.5 (対数) 標準偏差 0.7 (対数)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>³⁶Cl</p>  <p>算術平均値 1.2×10¹⁰ (Bq/t) 対数平均値 9.2 (対数) 標準偏差 1.0 (対数)</p> </div> </div> <p>(難測定核種と Key 核種の濃度が二変数対数正規分布に従う)</p> <p>「二変数対数正規分布」¹⁾は、難測定核種と Key 核種の双方の核種の放射能濃度分布がそれぞれ正規性を示し、かつ双方の核種間の相関関係を利用した分布モデルであり、次式で示されますように、2つの正規分布を示す変数の間で相関関係がある場合の分布で扱うモデルです。</p> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left(-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left(\frac{(x-\mu_1)^2}{\sigma_1^2} - \frac{2\rho(x-\mu_1)(y-\mu_2)}{\sigma_1\sigma_2} + \frac{(y-\mu_2)^2}{\sigma_2^2}\right)\right)$ <p>ここで、μ_1、μ_2 は変数 x、y の平均値、σ は変数 x、y の分散、ρ は変数 x、y の相関係数である。</p> <p>一般的に放射能濃度の分布は数桁に及ぶため、対数正規分布を示す²⁾ことから、評価対象核種と Key 核種間との相関性を評価することによって、この「二変数対数正規分布」の考え方が適用できます。このため、その適用性の判断は、各核種の濃度分布の正規性と核種間の相関性で評価します。 なお、参考までに、標準に示しました計算結果を整理した結果の一例を図 13(3)-1 に示します。</p> <p>注1 二変数正規分布及びその解析手法を利用して、評価している例としては、下記があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 海底地殻変動観測の統計的な精度評価手法, 海洋情報部研究報告 第53号 平成28年3月1日 - L20002, 放射性廃棄物処分におけるベントナイト層の透水係数の合理的な品質管理手法の提案 - 地球統計学手法の適用性に関する検討 -, 電力中央研究所, 2021/03 - 稲田, CTA 大口径望遠鏡初号機の光学性能最適化に向けた分割鏡測定とその配置の検討, 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻, 平成29年1月 - 八巻, 巻き込み2変数正規分布に従う位相スペクトルをもつ2信号間の位相限定相関関数の統計的性質, 計測自動制御学会 東北支部 第294回 研究集会, 2015 - 森地, 情報提供システム評価のための交通行動分析手法に関する研究, 交通工学 Vol130, No3, 1995 <p>注2 濃度等の分布が対数正規性を示していると報告された文書（一例）</p> <ul style="list-style-type: none"> [1] 福島第一原子力発電所事故 事務局長報告書（引用 UNITED NATIONS, FAO/IAEA Food Database, UNSCEAR 2013 Report, Attachment C-8 of Annex A: Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Nuclear Accident After the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2014).) [2] JAEA-Technology 2015-009 JPDR 保管廃棄物に対する放射能濃度評価方法の検討 (2) [3] 日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ Vol.7 No.2, 放射線安全の新しいパラダイム検討専門研究会報告書（引用 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation., UNSCEAR 1993 Report (1993)） [4] 平成30年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費助金（固体廃棄物の処理処分に関する研究開発）」2019年度成果 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構（IRID）

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

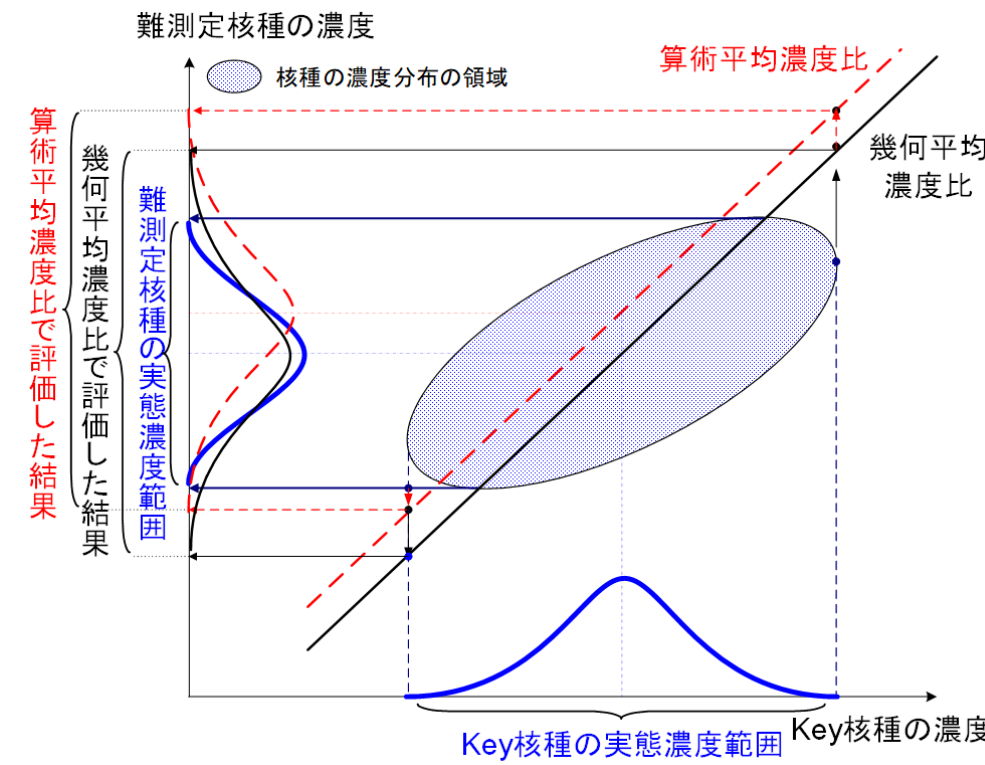
2021年3月8日
(一社) 日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
				<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>³⁶Cl</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>⁹⁴Nb</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>濃度分布による評価</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>濃度分布による評価</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>放射能濃度の正規確率による評価</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>放射能濃度の正規確率による評価</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>濃度比の正規確率による評価 (他の3核種の例が図I.10には示されている)</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>濃度比の正規確率による評価 (他の3核種の例が図I.10には示されている)</p> </div> </div>
<p>(4) 「a」濃度比の算出で「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、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</p>	<p>二変量対数正規分布に従っているとして幾何平均値の濃度比を用いると、濃度比を算出するために用いたサンプルの測定核種の中央値の濃度付近よりも低い濃度では、難測定核種を真値よりも</p>	<p>幾何平均値による濃度比の適用条件を明確にして欲しい（例えば、濃度比算出に用いたサンプル値全体の放射エネルギー（あるいは放射能濃度）に限る。）。</p> <p>面談時の補足：幾何平均濃度比を適用した埋設施設での廃棄体の管理に関する条件の問い</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。なお、第3回会合中のご質問への回答も以下に含めました。</p> <p>(幾何平均による保守性) 濃度比に幾何平均を使用する考え方は、過剰な保守性を排除するために、適用するものです。ここで、Key核種の濃度分布から難測定核種との相関関係を踏まえ、難測定核種の放射能濃度分布</p>

図13(3)-1 相関性及び対数正規性を示す図の例


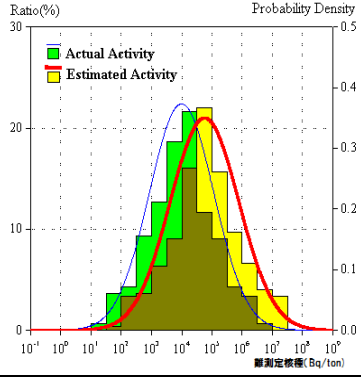
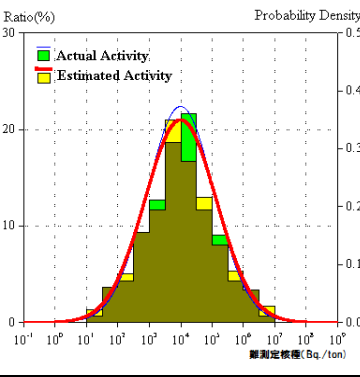

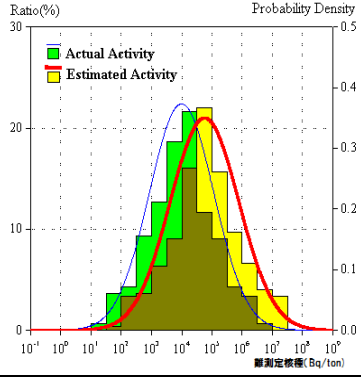
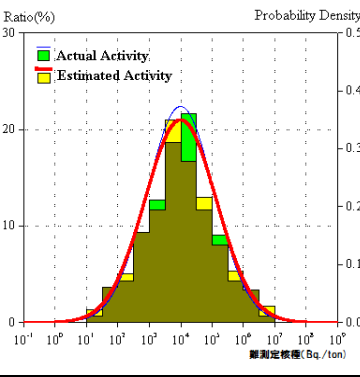

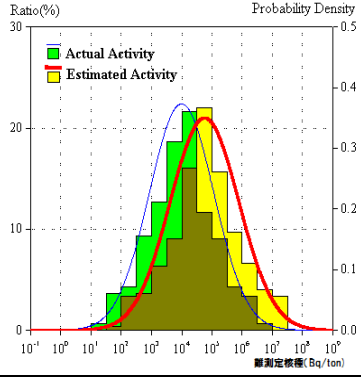
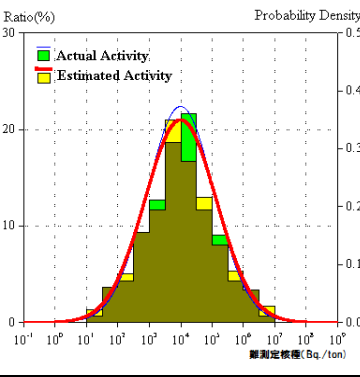
注記1 濃度分布及び正規確率の図は、現行の標準での記載はない。附属書Iの表I.17及び表I.21に示す放射化計算結果を用いて今回あらたに作図したもの。

注記2 ⁶⁰Coとの相関図による評価において、相関係数の()内の「○記号」はt検定によって相関関係が認められたことを意味する。

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容												
<p>平均の適用が適切である。」とあります。濃度比が対数正規分布に従っているとした場合、濃度比として幾何平均を用いると難測定核種の放射能濃度が必ず保守的になることを示してください。また、難測定核種とKey核種が二変量対数正規分布であるとして濃度比を幾何平均で求めた場合、二変量対数正規分布と判断した濃度範囲の廃棄物全体が同一の処分場あるいは処分場の同じ区画に埋設されることを担保する方法、または当該廃棄物全体が一つの廃棄体に入っていることが担保される方法を説明してください。</p>	<p>低めに評価することになってしまふことを懸念して質問したものです。</p>			<p>を推定評価するには、主に線形な関係を基本とした図13(4)-1に示す下記の2種類の算出式による評価方法があります。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 算術平均濃度比による難測定核種の評価 ② 幾何平均濃度比による難測定核種の評価  <p>図13(4)-1 難測定核種の放射能濃度の評価に適用する算出式による差異のイメージ</p> <p>注 Key核種は分析が容易な核種であるが、難測定核種は分析が難しく検出限界の影響を受けて濃度分布範囲が若干狭まることを踏まえ、傾きを1より小さくした。</p> <p>上図に示した2種類の評価方法について、その特徴を表13(4)-1に整理しました。まず、「算術平均」は、濃度分布のばらつきを加味できるため、スクリーニングレベルと組み合わせることで、「最大放射能濃度」の評価に適します。</p> <p>一方、「幾何平均」は、濃度分布を適切に評価できるため、「放射能量の総量」を算出するための放射能濃度の評価に適します。</p> <p>表13(4)-1 算術平均濃度比と幾何平均濃度比による評価の比較</p> <table border="1" data-bbox="1765 1543 2834 1900"> <thead> <tr> <th>算出方法</th> <th>算術平均濃度比による評価</th> <th>幾何平均濃度比による評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基本的な適用範囲</td> <td>算術平均は、「正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。</td> <td>幾何平均は、「対数正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。</td> </tr> <tr> <td>濃度比を適用して評価した分布の結果</td> <td>ばらつきの影響が加味され、分布の形状はあまり変えないものの、濃度の大きい方向にスライドさせる形での評価分布となる。</td> <td>分布の中心は変わらず、濃度の大小の方向に若干拡張させる形での評価分布となるが、ばらつきに大きく影響されない。</td> </tr> <tr> <td>適した評価対象</td> <td>分布のばらつきを加味するため、これに保守性を加えることにより、『最大放射能濃度』</td> <td>分布の中心を正しく評価し、かつ、分布の線形の傾きが1未満の場合、保守性も加わり、</td> </tr> </tbody> </table>	算出方法	算術平均濃度比による評価	幾何平均濃度比による評価	基本的な適用範囲	算術平均は、「正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。	幾何平均は、「対数正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。	濃度比を適用して評価した分布の結果	ばらつきの影響が加味され、分布の形状はあまり変えないものの、濃度の大きい方向にスライドさせる形での評価分布となる。	分布の中心は変わらず、濃度の大小の方向に若干拡張させる形での評価分布となるが、ばらつきに大きく影響されない。	適した評価対象	分布のばらつきを加味するため、これに保守性を加えることにより、『最大放射能濃度』	分布の中心を正しく評価し、かつ、分布の線形の傾きが1未満の場合、保守性も加わり、
算出方法	算術平均濃度比による評価	幾何平均濃度比による評価														
基本的な適用範囲	算術平均は、「正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。	幾何平均は、「対数正規分布」に従う変数に対して望ましい平均値である。														
濃度比を適用して評価した分布の結果	ばらつきの影響が加味され、分布の形状はあまり変えないものの、濃度の大きい方向にスライドさせる形での評価分布となる。	分布の中心は変わらず、濃度の大小の方向に若干拡張させる形での評価分布となるが、ばらつきに大きく影響されない。														
適した評価対象	分布のばらつきを加味するため、これに保守性を加えることにより、『最大放射能濃度』	分布の中心を正しく評価し、かつ、分布の線形の傾きが1未満の場合、保守性も加わり、														

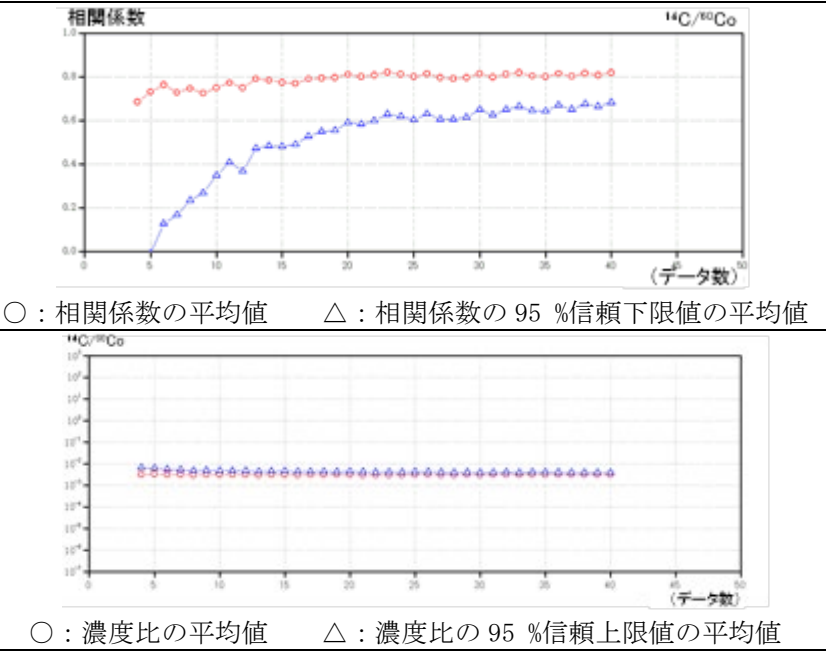
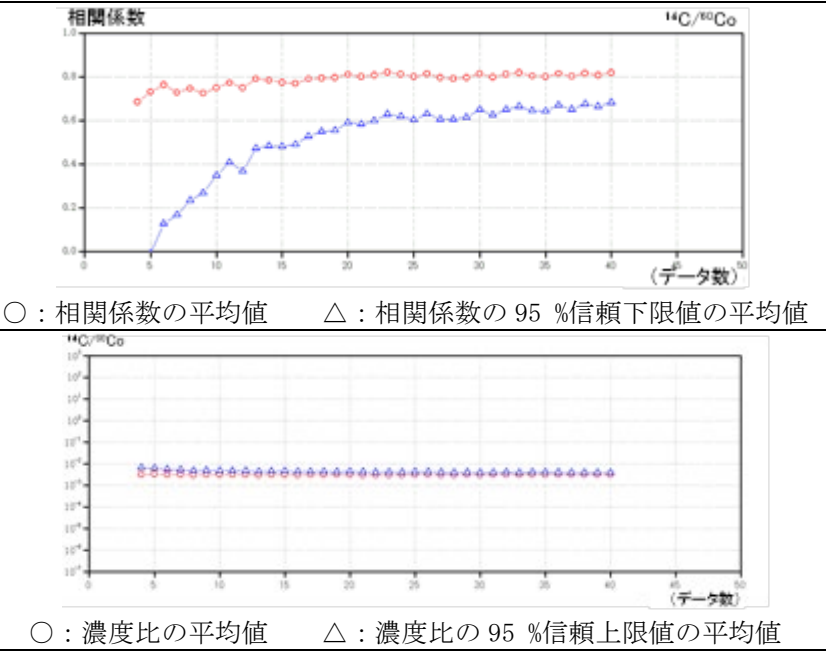
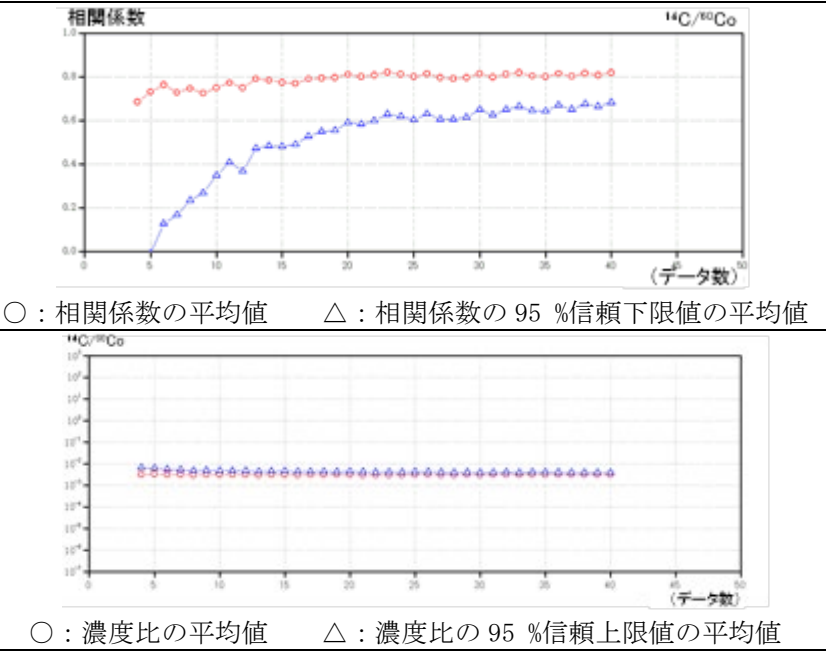
中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
 第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

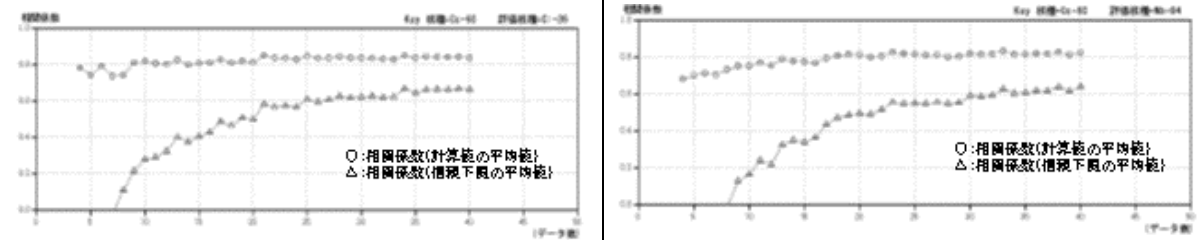
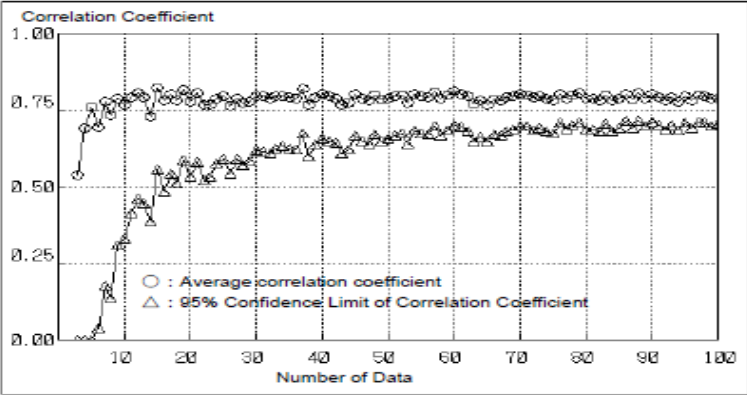
2021年3月8日
 (一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容									
				<p data-bbox="1941 304 2131 331">の評価に適する。</p> <p data-bbox="2368 304 2792 365">『放射線算出のための放射能濃度』 の評価に適する。</p> <p data-bbox="1754 405 2881 527">相関係数=0.7を示す難測定核種とKey核種の放射能濃度データを300点生成し、この各データが、個々の廃棄体の放射能濃度のデータであると想定して、「各々の難測定核種濃度のデータの値」と、各々の「Key核種濃度に濃度比を乗じて算出した難測定核種の放射能濃度の値」とを比較評価した結果を図13(4)-2に示します。</p> <p data-bbox="1754 533 2881 655">その結果、濃度比として、「算術平均」を適用した場合、算出式が示す推定放射能濃度分布への影響の特徴（図13(4)-1参照：スケーリングファクター法の例示ですが、濃度比法にも適用できます）で示すように、放射能濃度分布を大きい方向にスライドさせた評価となり、設定した放射線量の8.4倍の放射線量の評価結果を示し、ばらつきを過度に加味した大きな保守性を含むこととなります。</p> <p data-bbox="1754 661 2881 821">一方、「幾何平均」を適用した場合、濃度分布の平均濃度は変わりませんが、放射能濃度の高い領域を大き目に評価する特徴（図13(4)-1参照）から、実際の放射線量の1.4倍程度の放射線量評価結果となり、保守性を確保しつつ、より実態（難測定核種の放射能濃度分布と放射線量の真値）に近い評価結果を得ることができており、「幾何平均」を適用した方が、放射線量の総量の評価に関しては、実態をより適切に評価できていることが分かります。</p> <table border="1" data-bbox="1768 888 2861 1333"> <thead> <tr> <th data-bbox="1768 888 2131 926">基本とした相関図</th> <th data-bbox="2131 888 2496 926">算術平均濃度比による評価</th> <th data-bbox="2496 888 2861 926">幾何平均濃度比による評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1768 926 2131 1287">  </td> <td data-bbox="2131 926 2496 1287">  </td> <td data-bbox="2496 926 2861 1287">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1768 1287 2131 1333">相関係数 = 0.70</td> <td data-bbox="2131 1287 2496 1333">放射線量比 = 8.2</td> <td data-bbox="2496 1287 2861 1333">放射線量比 = 1.4</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1754 1339 2881 1400">注：放射線量比=スケーリングファクターを適用し算出した難測定核種の放射線量 (Estimated Activity) / 規格化データの難測定核種の真値 (Actual Activity)</p> <p data-bbox="1843 1409 2792 1470">図13(4)-2 スケーリングファクター算出方法の違いが放射線量評価結果に与える影響 (規格化したデータを使用した評価)</p> <p data-bbox="1754 1478 2881 1600">(出典) H. Masui, M. Kashiwagi and H. Ozaki, Rationalization of radioactivity concentration determination method for Low-level radioactive waste generated at Japanese nuclear power plants, (International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management: ICEM' 01, Bruges, Belgium, 2001)</p> <p data-bbox="1834 1612 2881 1673">IAEA Nuclear Energy Series, No. NW-T-1.18, Determination and Use of Scaling Factors for Waste Characterization in Nuclear Power Plants (2009)</p> <div data-bbox="1768 1711 2813 1791" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="1768 1717 2445 1745">回答13(4)に対する追加ご質問（検討チーム会合中のご質問）</p> <p data-bbox="1783 1751 2665 1778">濃度比法を使用した場合の不確かさとして、ばらつきはどこまで許容できるか。</p> </div> <p data-bbox="1754 1793 1804 1820">回答</p> <p data-bbox="1783 1827 2665 1854">「ばらつき」は、最大放射能濃度の評価に対して必要になります考慮事項です。</p> <p data-bbox="1783 1860 2881 1887">この点に関して、回答13(3)の図13(3)-1に示しています評価対象核種とKey核種の濃度比ばらつき</p>	基本とした相関図	算術平均濃度比による評価	幾何平均濃度比による評価				相関係数 = 0.70	放射線量比 = 8.2	放射線量比 = 1.4
基本とした相関図	算術平均濃度比による評価	幾何平均濃度比による評価											
													
相関係数 = 0.70	放射線量比 = 8.2	放射線量比 = 1.4											

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
（一社）日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容				
				<p>きを最大値・最小値の範囲で示しますと、C1-36で14倍、Nb-94で38倍と平均の±1桁以内（すなわち、100倍以内）に入っており、かつ算術平均値に対する最大値のばらつき範囲はC1-36で2.5倍、Nb-94で4.1倍と算術平均値の+1桁を超えるものではありません。¹⁾</p> <p>このため、最大放射能濃度の評価に適します濃度比に対する「算術平均値」の適用に加え、スクリーニングレベル（例 1桁）を適用することで、「ばらつき」を考慮した最大放射能濃度の確認が行えるものと考えます。</p> <p>注1) 計算例で最もばらつきが大きい Np-237 でも算術平均値に対する最大値のばらつき範囲は4.9倍であった。</p> <div data-bbox="1754 594 2813 674" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>回答 13(4)に対する追加ご質問（検討チーム会合中のご質問） 放射化計算の充足数として、40点で良いのか。</p> </div> <p>回答 放射化計算数の充足度は、40点といった規定値でなく、計算回数を増やしていった場合の計算結果が示す統計値の安定性（図 13(4)-2 のように、統計値安定後の濃度比はほとんど変化しない）で評価します。</p> <div data-bbox="1783 835 2843 1444"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;"> <p>相関係数の安定性 (C-14/Co-60) 相関係数 0.82 図 I.12 より抜粋</p> </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"> <p>○：相関係数の平均値 △：相関係数の95%信頼下限値の平均値</p> <p>○：濃度比の平均値 △：濃度比の95%信頼上限値の平均値</p> </td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">図 13(4)-2 放射化計算数の充足度の統計値による評価</p> <p>この判断方法は、第1回検討チーム回答での「資料 1-1 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37ページから38ページに示しておりますように、相関係数の統計値の安定性によって判断するものです。</p> <p>これを踏まえ、標準では、附属書 I の図 I.12 に示しています「相関係数の安定性の評価（放射化計算結果の数（評価データ数）及び相関係数の統計値の推移による評価）」で評価していますが、前述の計算例に示しています C1-36、Nb-94 に関する Co-60 との相関係数の統計値の推移を図 13(4)-3 に示します。</p> <p>この計算例の図のように、計算数が 30 点を越えた段階で統計値は安定していることから、これ以上計算回数を増やしても、計算結果に変化は見られないことを示しており、計算例では 40 点の計算による評価で確認できることを示しています。</p>	<p>相関係数の安定性 (C-14/Co-60) 相関係数 0.82 図 I.12 より抜粋</p>			<p>○：相関係数の平均値 △：相関係数の95%信頼下限値の平均値</p> <p>○：濃度比の平均値 △：濃度比の95%信頼上限値の平均値</p>
<p>相関係数の安定性 (C-14/Co-60) 相関係数 0.82 図 I.12 より抜粋</p>								
	<p>○：相関係数の平均値 △：相関係数の95%信頼下限値の平均値</p> <p>○：濃度比の平均値 △：濃度比の95%信頼上限値の平均値</p>							

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																	
				<p style="text-align: center;">C1-36（相関係数：0.85）</p>  <p style="text-align: center;">Nb-94（相関係数：0.83）</p> <p style="text-align: center;">図 13(4)-3 濃度比法における C1-36 と Nb-94 の計算回数の充足度の評価</p> <p>出典 事業者から提供された推移図を示す。</p> <p>標準に記載されている内容ではありませんが、必要データ数の考え方としましては、次の考え方が適用できると考えます。</p> <p>必要データ数の考え方の例として、IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.18 に示される評価に必要なデータの充足数に関する引用文献[1]では、図 13(4)-4 の評価結果（相関係数 0.8 の場合の 100 点のデータまでの統計値の推移を評価した例）などを踏まえ、相関係数に応じて、表 13(4)-2 のように計算数が充足性を満たす数量（引用文献ではスケーリングファクタ法における必要データ数）として示されており、このデータ数の充足性を満たす数量の考え方が、同じ相関係数を利用して評価する理論的方法にも適用可能と考えます。</p>  <p style="text-align: center;">図 13(4)-4 The changes in correlation coefficient with the number of samples（相関係数 0.8 の例[1]）</p> <p>表 13(4)-2 Required number of data according to the correlation coefficient and based on a 95% confidence limit [1]</p> <table border="1" data-bbox="1783 1528 2846 1665"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">Correlation Coefficient</th> </tr> <tr> <th>0.6</th> <th>0.7</th> <th>0.8</th> <th>0.9</th> <th>0.95</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Required number of data</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典 1 KASHIWAGI M., MÜLLER W., LANTÈS B., “Considerations on the activity concentration determination method for low-level waste packages and nuclide data comparison between different countries”, Safety of Radioactive Waste Management (Proc. Int. Conf. Cordoba, 2000), IAEA, Vienna (2000) 175-179.</p>		Correlation Coefficient					0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	Required number of data	40	35	30	25	20
	Correlation Coefficient																				
	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95																
Required number of data	40	35	30	25	20																
		<p>（再掲）幾何平均値による濃度比の適用条件を明確にして欲しい（例えば、濃度比算出に用いたサンプル</p>	<p>回答可能</p>	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p>																	

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 (一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容
		<p>ル値全体の放射エネルギー（あるいは放射能濃度）に限る。。</p> <p>面談時の補足：幾何平均濃度比を適用した埋設施設での廃棄体の管理に関する条件の問い</p>		<p><u>(判断した濃度範囲の廃棄物全体が同一の処分場あるいは処分場の同じ区画に埋設されることを担保する方法など)</u></p> <p>埋設段階の廃棄体の管理、運用に関しましては、申請を行う各事業者が計画し、管理を行うこととなります。</p> <p>その管理に関しては、埋設する各廃棄体は整理番号によって管理され、さらに、各廃棄体に収納した放射化金属等の種類、廃棄物量、放射能濃度も廃棄体の整理番号によって管理されますので、評価対象とした廃棄体に関する埋設管理が可能となります。</p> <p>したがって、「濃度比法」を適用した廃棄体に関しては、放射能評価方法を適用するためにも、廃棄体と情報との1対1の連関管理（整理番号と記録との管理）を行うことで、廃棄体の埋設管理及び実際の廃棄確認によって、担保されることとなります。</p> <p>また、廃棄体の埋設総放射エネルギー及び埋設区画ごとの放射エネルギーも、この管理によって把握され、必要な制限値（区間ごとの総放射エネルギーには許容範囲が設定される）を満足していることを確認することとなります。</p> <p>この際に、現行埋設施設で言う埋設設備1基ごと、又は埋設設備の群単位内に、同一の幾何平均濃度比を適用して平均放射能濃度を評価した同一廃棄物グループが埋設されることを確認することとなります。</p>

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
(一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																		
○その他																						
1. 「6.4 数値の丸め方」において、数値の丸め方は JIS Z 8401:1999 に従うと規定していますが、JIS は種々の丸め方を規定しているので、本標準で採用する丸め方を具体的に説明してください。	JIS Z 8401:1999 は数値の丸め方の方法を規定しており、これに従うということは規則 A, B の方法のいずれでもよいこととなり、具体的にないため質問したものです。	入力データ、途中段階、最終結果に分けて丸め方の方法を示してください（データ授受の有効桁数等）。（回答において、有効数字を小数点以下1桁とした指数表示が示されているが、これだと2桁が有効となる。有効数字1桁の数値表示の誤りではないか。）	回答可能	<p>ご指摘の点が明確になるように第3回会合での回答を以下のように加筆修正しました。</p> <p>「放射能濃度」及び「濃度比などの係数」は、これまでの廃棄体確認申請などを踏まえると、有効数字として小数点1桁としているため、標準6.4に示している丸め方に従いますと、次のような具体例（JIS Z 8401:2019の「2.数値の丸め方」に例示されている丸めの幅：0.1の適用、JISの例：12.223→12.3）となります。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>放射能濃度</th> <th>濃度比などの係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>申請値の例</td> <td>1.0×10¹⁰ Bq/t</td> <td>1.0×10¹⁰</td> </tr> <tr> <td>丸め方</td> <td>小数点2桁目を切り上げ</td> <td>小数点2桁目を切り上げ</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、放射性廃棄物に関する過去の申請などに使用されています数値の表示例（丸め方の参考）を下表に示します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>申請書など</th> <th>項目</th> <th>値の表記</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>廃棄物埋設事業変更許可申請書</td> <td>最大放射能濃度</td> <td>1.0×10¹⁰ Bq/t</td> </tr> <tr> <td>廃棄物確認に関する運用要領</td> <td>スケールリングファクタ</td> <td>1.0×10⁻¹⁰</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、この数字の丸め方は、最終段階での放射能濃度、評価係数の決定時に適用するもので、評価途中の計算結果、設定値などに関しては、適用せずに使用しております。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>6.4 数値の丸め方 計算結果の整理、数値の丸め方は、JIS Z 8401:1999 に従う。ただし、放射能濃度評価結果の有効数字を丸めるときは、大きめにとってもよい。</p> </div>		放射能濃度	濃度比などの係数	申請値の例	1.0×10 ¹⁰ Bq/t	1.0×10 ¹⁰	丸め方	小数点2桁目を切り上げ	小数点2桁目を切り上げ	申請書など	項目	値の表記	廃棄物埋設事業変更許可申請書	最大放射能濃度	1.0×10 ¹⁰ Bq/t	廃棄物確認に関する運用要領	スケールリングファクタ	1.0×10 ⁻¹⁰
	放射能濃度	濃度比などの係数																				
申請値の例	1.0×10 ¹⁰ Bq/t	1.0×10 ¹⁰																				
丸め方	小数点2桁目を切り上げ	小数点2桁目を切り上げ																				
申請書など	項目	値の表記																				
廃棄物埋設事業変更許可申請書	最大放射能濃度	1.0×10 ¹⁰ Bq/t																				
廃棄物確認に関する運用要領	スケールリングファクタ	1.0×10 ⁻¹⁰																				
	また、標準の一部に、JIS Z 8401:1999 に示された規則 A、規則 B の両方法に当てはまらない数値の丸め方が含まれており、その適用の妥当性が確認できなかったため質問したものです。（該当箇所：標準 p89 表 G.6「起源元素の推定存在濃度レベル例（オーダー）」）	標準 p89 表 G.6「起源元素の推定濃度レベル例（オーダー）」の推定存在濃度レベルの丸め方は、JIS Z 8401:1999 に示されたどの数値の丸め方も方法が異なります。分析データや文献値よりも低い値が推定存在濃度レベルになっているものもあります。 ①推定濃度レベルの数値の丸め方の考え方を、具体例を交えて示してください。また、その丸め方を採用して良い根拠（過去の許認可での実績や、海外事例など）を示してください。 ②この数値の丸め方が、後のスクリーニング手順に影響を与える可能性がありますが、この方法を採用して良い理由を示してください。（表 G.6 に示された SUS304 中の Mn については、JIS Z 8401:1999 の B の方法で数値を丸めると、第四次スクリーニングにおいてスクリーニングされずに評価対象元素に残ります。）	回答可能	<p>（前回答から続く）</p> <p>なお、表 G.6 に示しております推定存在濃度レベルに関しましては、主成分以外の元素は、ここではオーダーとして1及び5に区分して元素濃度を設定したものです。 この数字の丸め方の考え方は、JIS Z 8401の規則B中でも、「丸めの幅を5×10^k（kは整数）とした二捨三入・七捨八入も特定の分野で用いられている」との例示があります。（ただし、標準では指数表示のため0ではなく1としています） 注記 ニューージーランドでは現金での支払いの際、スウェディッシュ・ラウンディングと呼ばれる方法で端数処理が行われている。「スウェディッシュ・ラウンディング」とは、十進法で二捨三入や七捨八入と呼ばれる方法である。</p>																		

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に対する回答（規制庁追加コメントに対する補足回答）

2021年3月8日
 (一社)日本原子力学会 標準委員会

質問	質問の背景（問題意識）	説明が足りない点・説明して欲しい具体的内容	回答の可否	補足回答内容																																																																																																																																																													
				<p style="text-align: center;">表 G.6—起源元素の推定存在濃度レベル例（オーダー）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">元素</th> <th colspan="2">分析データ^{a)}</th> <th colspan="2">文献データ^{b)}</th> <th rowspan="3">成分管理目標値 (質量分率%) (JIS H 4751^{B)})</th> <th rowspan="3">推定存在濃度 レベル (質量分率%)</th> </tr> <tr> <th>データ数</th> <th>平均値 (質量分率%)</th> <th>データ数</th> <th>平均値 (質量分率%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"><ZrTN804D></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>16 (0)</td> <td>1.6×10^{-2}</td> <td>4 (2)</td> <td>1.0×10^{-2}</td> <td>≤ 0.027</td> <td>1.0×10^{-2}</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>21 (0)</td> <td>3.2×10^{-3}</td> <td>10 (1)</td> <td>3.2×10^{-3}</td> <td>≤ 0.008</td> <td>5.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>5 (0)</td> <td>1.3×10^{-1}</td> <td>5 (0)</td> <td>1.1×10^{-1}</td> <td>—</td> <td>1.0×10^{-1}</td> </tr> <tr> <td>Na</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1.0×10^0</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>1 (0)</td> <td>3.5×10^{-3}</td> <td>—</td> <td>5.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Cl</td> <td>0 (21)</td> <td>(5.0×10^{-4})</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>5.0×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0 (4)</td> <td>(1.0×10^{-4})</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1.0×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>2 (0)</td> <td>2.4×10^{-3}</td> <td>—</td> <td>1.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>18 (0)</td> <td>1.1×10^{-1}</td> <td>0.07 ~ 0.13</td> <td>1.0×10^{-1}</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>5 (1)</td> <td>1.0×10^{-3}</td> <td>≤ 0.005</td> <td>1.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>5 (0)</td> <td>2.1×10^{-1}</td> <td>18 (0)</td> <td>2.1×10^{-1}</td> <td>0.18 ~ 0.24</td> <td>1.0×10^{-1}</td> </tr> <tr> <td>Co</td> <td>0 (21)</td> <td>(7.6×10^{-4})</td> <td>5 (0)</td> <td>4.7×10^{-4}</td> <td>≤ 0.002</td> <td>5.0×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>11 (10)</td> <td>4.2×10^{-3}</td> <td>3 (1)</td> <td>3.5×10^{-3}</td> <td>≤ 0.007</td> <td>5.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>3 (0)</td> <td>1.7×10^{-3}</td> <td>≤ 0.005</td> <td>1.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1.0×10^{-2}</td> </tr> <tr> <td>Zr</td> <td>16 (0)</td> <td>9.8×10^1</td> <td>1 (0)</td> <td>9.8×10^1</td> <td>残部</td> <td>9.8×10^1</td> </tr> <tr> <td>Nb</td> <td>0 (21)</td> <td>(3.9×10^{-3})</td> <td>1 (0)</td> <td>1.2×10^{-2}</td> <td>≤ 0.010</td> <td>5.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Mo</td> <td>0 (21)</td> <td>7.6×10^{-4}</td> <td>1 (1)</td> <td>2.0×10^{-3}</td> <td>≤ 0.005</td> <td>1.0×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td>Th</td> <td>0 (16)</td> <td>(1.0×10^{-5})</td> <td>0 (0)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1.0×10^{-5}</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>1 (20)</td> <td>(8.1×10^{-5})</td> <td>2 (0)</td> <td>3.5×10^{-5}</td> <td>$\leq 3.5E-04$</td> <td>5.0×10^{-5}</td> </tr> </tbody> </table>	元素	分析データ ^{a)}		文献データ ^{b)}		成分管理目標値 (質量分率%) (JIS H 4751 ^{B)})	推定存在濃度 レベル (質量分率%)	データ数	平均値 (質量分率%)	データ数	平均値 (質量分率%)	<ZrTN804D>						C	16 (0)	1.6×10^{-2}	4 (2)	1.0×10^{-2}	≤ 0.027	1.0×10^{-2}	N	21 (0)	3.2×10^{-3}	10 (1)	3.2×10^{-3}	≤ 0.008	5.0×10^{-3}	O	5 (0)	1.3×10^{-1}	5 (0)	1.1×10^{-1}	—	1.0×10^{-1}	Na	0 (0)	—	0 (0)	—	—	1.0×10^0	S	0 (0)	—	1 (0)	3.5×10^{-3}	—	5.0×10^{-3}	Cl	0 (21)	(5.0×10^{-4})	0 (0)	—	—	5.0×10^{-4}	K	0 (4)	(1.0×10^{-4})	0 (0)	—	—	1.0×10^{-4}	V	0 (0)	—	2 (0)	2.4×10^{-3}	—	1.0×10^{-3}	Cr	0 (0)	—	18 (0)	1.1×10^{-1}	0.07 ~ 0.13	1.0×10^{-1}	Mn	0 (0)	—	5 (1)	1.0×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}	Fe	5 (0)	2.1×10^{-1}	18 (0)	2.1×10^{-1}	0.18 ~ 0.24	1.0×10^{-1}	Co	0 (21)	(7.6×10^{-4})	5 (0)	4.7×10^{-4}	≤ 0.002	5.0×10^{-4}	Ni	11 (10)	4.2×10^{-3}	3 (1)	3.5×10^{-3}	≤ 0.007	5.0×10^{-3}	Cu	0 (0)	—	3 (0)	1.7×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}	Zn	0 (0)	—	0 (0)	—	—	1.0×10^{-2}	Zr	16 (0)	9.8×10^1	1 (0)	9.8×10^1	残部	9.8×10^1	Nb	0 (21)	(3.9×10^{-3})	1 (0)	1.2×10^{-2}	≤ 0.010	5.0×10^{-3}	Mo	0 (21)	7.6×10^{-4}	1 (1)	2.0×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}	Th	0 (16)	(1.0×10^{-5})	0 (0)	—	—	1.0×10^{-5}	U	1 (20)	(8.1×10^{-5})	2 (0)	3.5×10^{-5}	$\leq 3.5E-04$	5.0×10^{-5}
元素	分析データ ^{a)}		文献データ ^{b)}			成分管理目標値 (質量分率%) (JIS H 4751 ^{B)})	推定存在濃度 レベル (質量分率%)																																																																																																																																																										
	データ数	平均値 (質量分率%)	データ数	平均値 (質量分率%)																																																																																																																																																													
	<ZrTN804D>																																																																																																																																																																
C	16 (0)	1.6×10^{-2}	4 (2)	1.0×10^{-2}	≤ 0.027	1.0×10^{-2}																																																																																																																																																											
N	21 (0)	3.2×10^{-3}	10 (1)	3.2×10^{-3}	≤ 0.008	5.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
O	5 (0)	1.3×10^{-1}	5 (0)	1.1×10^{-1}	—	1.0×10^{-1}																																																																																																																																																											
Na	0 (0)	—	0 (0)	—	—	1.0×10^0																																																																																																																																																											
S	0 (0)	—	1 (0)	3.5×10^{-3}	—	5.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Cl	0 (21)	(5.0×10^{-4})	0 (0)	—	—	5.0×10^{-4}																																																																																																																																																											
K	0 (4)	(1.0×10^{-4})	0 (0)	—	—	1.0×10^{-4}																																																																																																																																																											
V	0 (0)	—	2 (0)	2.4×10^{-3}	—	1.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Cr	0 (0)	—	18 (0)	1.1×10^{-1}	0.07 ~ 0.13	1.0×10^{-1}																																																																																																																																																											
Mn	0 (0)	—	5 (1)	1.0×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Fe	5 (0)	2.1×10^{-1}	18 (0)	2.1×10^{-1}	0.18 ~ 0.24	1.0×10^{-1}																																																																																																																																																											
Co	0 (21)	(7.6×10^{-4})	5 (0)	4.7×10^{-4}	≤ 0.002	5.0×10^{-4}																																																																																																																																																											
Ni	11 (10)	4.2×10^{-3}	3 (1)	3.5×10^{-3}	≤ 0.007	5.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Cu	0 (0)	—	3 (0)	1.7×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Zn	0 (0)	—	0 (0)	—	—	1.0×10^{-2}																																																																																																																																																											
Zr	16 (0)	9.8×10^1	1 (0)	9.8×10^1	残部	9.8×10^1																																																																																																																																																											
Nb	0 (21)	(3.9×10^{-3})	1 (0)	1.2×10^{-2}	≤ 0.010	5.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Mo	0 (21)	7.6×10^{-4}	1 (1)	2.0×10^{-3}	≤ 0.005	1.0×10^{-3}																																																																																																																																																											
Th	0 (16)	(1.0×10^{-5})	0 (0)	—	—	1.0×10^{-5}																																																																																																																																																											
U	1 (20)	(8.1×10^{-5})	2 (0)	3.5×10^{-5}	$\leq 3.5E-04$	5.0×10^{-5}																																																																																																																																																											