

資料 2-2-2

**中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法に係る
日本原子力学会標準の技術評価に関する検討チーム
第3回会合における日本原子力学会への説明依頼事項（案）**

○ 「適用範囲と理論的方法の特徴」に関するもの

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。

（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。

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。

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及び手順について「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。

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。

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。
 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、何をもっ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。
 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。
 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。
- 「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。
 - (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。
 - (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。

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。

(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。

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。

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。

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。

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。

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。

(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を想定しているか説明してください。

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。

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、鉱物、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。
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。
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。
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。
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。

(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。

(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もつ二変量対数正規分布に従う」とは、難測定核種と Key 核種の濃度が二変量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（二変量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。二変量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。）。

(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。

○ 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。