



事業者から技術評価要望のあった 原子力学会標準について (作成中ドラフト)

2021年1月22日

日本原子力学会 標準委員会

事業者から技術評価の要望のあった標準について

日本原子力学会標準委員会が2019年8月に発刊した「**中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順：2019 (AESJ-SC-F015:2019)**」

(以下、「本標準」)の概要は以下の通り。

- 本標準は、原子力発電所の運転中及び解体時に発生する低レベル放射性廃棄物のうち、**中深度処分を行う廃棄物中の放射能濃度を決定する手順**を、廃棄物の特性（照射履歴・材質が明確）を踏まえ、**放射化計算を用いる放射能濃度決定方法を中心に標準化**したものであるが、使用済樹脂等に適用する原廃棄物分析法についても標準化している。
- 本標準は、標準委員会が2011年2月に制定した旧標準を、標準委員会、原子燃料サイクル専門部会及びLLW放射能評価分科会に参加している産学の専門家によって公平、公正な公開審議（2016年6月～2018年1月）を経て改定した。
- 本標準は、旧標準をベースに制定された ISO16966:2013 “Theoretical activation calculation method to evaluate the radioactivity of activated waste generated at nuclear reactors”との整合性を図るため、ISO標準に追加された内容（妥当性確認など）や、旧標準発行後の新知見について、根拠及び技術的妥当性を確認した上、取り込んだ。

本標準2019年版の改定に至る経緯

- 2011年 2月 : 余裕深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順（L1放射能評価標準）の発行
- 2013年12月 : ISO16966 放射化物の放射能濃度の理論計算法の発行（日本原子力学会標準をベースに、妥当性確認などが追加されて制定された国際標準）
- 2014年2-7月 : 新知見（原廃棄物分析法，検出困難元素の評価方法）に関する報告書が公開
- 2016年 6月 : L1放射能評価標準改定に向けて，分科会での審議開始（ISO追加項目，新知見の反映）
- 2018年 3月 : 専門部会及び標準委員会での審議後，公衆審査結果を踏まえ，標準委員会で制定
- 2019年 6月 : 発行に際し，ISO16966の転載許諾制限に対応するために編集上の修正後，再制定決議
- 2019年 8月 : 中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順の改定版の発行

本標準2019年版の主要な改定点

- 日本原子力学会旧標準をベースに、放射化金属等の理論計算法に関するISO 16966:2013 “Theoretical activation calculation method to evaluate the radioactivity of activated waste generated at nuclear reactors”が、2013年に新たに制定された。
- 旧標準（理論的方法に関する規定内容は本標準規定内容と同じ）をベースに策定されたISO 16966:2013には、**“妥当性確認”に係る規定**、**“記録”に係る規定**などの旧標準（AESJ-SC-F015:2010）に含まれていない規定（妥当性確認など）が追加されており、これらを本標準に取り込むこととした。
- 旧標準で規定している“原廃棄物分析法”に関しても、旧標準制定後、浅地中ピット処分対象廃棄物ではあるが、原子力発電所で発生した液体状の放射性廃棄物の放射能濃度決定方法としての**“原廃棄物分析法”に関する適用事例**が原子力安全基盤機構（当時）から報告されたため、この事例などへの適用性を確認の上、標準に取り込むこととした。
- 放射化計算の入力条件とする元素データに関して、**“元素分析データに検出下限値しかない場合の元素分析データの検出下限値から始まる濃度の低い領域で濃度分布を設定する方法”**に関して、“鉍物、岩石などからの試料”の元素分析データを利用した検出下限値以下の分布の設定方法に関する学識経験者などで構成された検討会の報告書が発行されたため、妥当性、保守性などの確保を確認の上、これを本標準に取り込むこととした。
- 2019年版への改定において、炉内等廃棄物の埋設処分に係る最新の規制動向も反映し、比較的放射能濃度の高い廃棄物の処分形態の名称を、“余裕深度処分”から“中深度処分”に変更。

本標準2019年版の構成

【本 体】	【附 属 書】		
<ol style="list-style-type: none"> 1 適用範囲 2 引用規格 3 用語及び定義 4 評価対象とする廃棄物及び評価対象核種 5 放射能濃度決定方法 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 放射能濃度決定方法の適用 5.2 理論的方法 5.3 実証的方法 6 放射能濃度決定方法の手順 <ol style="list-style-type: none"> 6.1 理論的方法の手順 6.2 実証的方法（原廃棄物分析法）の手順 6.3 妥当性確認 6.4 数値の丸め方 6.5 放射能濃度の評価における裕度 7 記録 <ol style="list-style-type: none"> 7.1 理論的方法の記録 7.2 実証的方法の記録 8 品質マネジメントシステム 	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ol style="list-style-type: none"> A（参考）理論計算法の適用方法及び手順 B（参考）放射化計算の条件が放射能濃度に与える影響の評価例 C（参考）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 D（参考）区間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 E（参考）原廃棄物分析法の基本的な適用方法 F（参考）放射化計算を行う場合の計算例 G（参考）放射化計算の入力条件の設定例 </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ol style="list-style-type: none"> H（参考）検出困難元素の濃度分布評価方法 I（参考）濃度比を用いる場合の計算例 J（参考）換算係数を用いる場合の計算例 K（参考）濃度分布評価法によって決定する場合の計算例 L（参考）不確かさなどによる計算結果の評価 M（参考）廃棄体中の放射能濃度の確認に対する基本的な考え方 N（参考）理論計算法の記録の例 O（参考）原廃棄物分析法の記録の例 </td> </tr> </table>	<ol style="list-style-type: none"> A（参考）理論計算法の適用方法及び手順 B（参考）放射化計算の条件が放射能濃度に与える影響の評価例 C（参考）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 D（参考）区間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 E（参考）原廃棄物分析法の基本的な適用方法 F（参考）放射化計算を行う場合の計算例 G（参考）放射化計算の入力条件の設定例 	<ol style="list-style-type: none"> H（参考）検出困難元素の濃度分布評価方法 I（参考）濃度比を用いる場合の計算例 J（参考）換算係数を用いる場合の計算例 K（参考）濃度分布評価法によって決定する場合の計算例 L（参考）不確かさなどによる計算結果の評価 M（参考）廃棄体中の放射能濃度の確認に対する基本的な考え方 N（参考）理論計算法の記録の例 O（参考）原廃棄物分析法の記録の例
<ol style="list-style-type: none"> A（参考）理論計算法の適用方法及び手順 B（参考）放射化計算の条件が放射能濃度に与える影響の評価例 C（参考）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 D（参考）区間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 E（参考）原廃棄物分析法の基本的な適用方法 F（参考）放射化計算を行う場合の計算例 G（参考）放射化計算の入力条件の設定例 	<ol style="list-style-type: none"> H（参考）検出困難元素の濃度分布評価方法 I（参考）濃度比を用いる場合の計算例 J（参考）換算係数を用いる場合の計算例 K（参考）濃度分布評価法によって決定する場合の計算例 L（参考）不確かさなどによる計算結果の評価 M（参考）廃棄体中の放射能濃度の確認に対する基本的な考え方 N（参考）理論計算法の記録の例 O（参考）原廃棄物分析法の記録の例 		
【解 説】			

注：附属書（参考）は、現時点において適切と考えられる評価方法や計算の一例を標準の理解のために示すもの。
 （なお附属書（参考）は、今後技術的知見の積み重ねを取り込み、必要に応じ附属書（規定）として規定化する）
 注：理論的方法と実証的方法は、本文箇条ごと及び附属書ごとに、明確に区分している。

本標準2019年版で対象とする放射能濃度決定方法

平成4年に、原子力安全委員会（当時）が了承した“日本原燃（株）廃棄物埋設の事業に係る重要事項（廃棄体中の放射性物質濃度の具体的決定手順について）について”に示される下記の6種類の方法の内、この標準では 2種類を規定している。

	放射能濃度決定方法の概要	本標準の 主な対象
<u>理論計算法</u>	<u>原子炉燃焼計算などによって理論的に当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。</u>	○
スケーリング ファクタ法	代表試料の放射化学分析等の測定によって得られる難測定核種とKey核種との相関関係と個々の廃棄体外部による非破壊測定結果とを組み合わせる当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。	—
非破壊外部測定法	廃棄体の外部から非破壊測定し、当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。	—
平均放射能濃度法	代表試料の放射化学分析等の測定によって得られる平均的な放射能濃度によって当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。	—
廃棄体破壊分析法	廃棄体から代表試料を採取して、これを放射化学分析し、当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。	—
<u>原廃棄物分析法</u>	<u>固型化処理間近のプロセス廃棄物から代表試料を採取して、これを放射化学分析し、廃棄体中の放射能濃度を決定する方法。</u>	○

本標準の理論的方法の適用範囲

本標準で規定している理論的方法の適用範囲（対象廃棄物と評価対象核種）を下表に示す。
本標準では、これらへの放射能濃度の評価方法を規定している。

	BWRの放射化金属の例	PWRの放射化金属の例
適用範囲とする評価対象廃棄物の例	<p>原子炉圧力容器 蒸気乾燥器 気水分離器 上部格子板 炉心シュラウド 炉心支持板</p>	<p>上部炉心支持板 上部プレナム 熱交換体 バッフル 下部炉心支持板 炉内構造物</p>
評価対象核種	放射性廃棄物の埋設事業許可申請書等に記載する種類ごとの放射性核種	
理論的方法の適用性	中深度処分対象廃棄物である上記の放射化金属等は、その炉内構造物等の材質、照射履歴などが明確であり、これを適用した放射化計算による理論的方法によって、生成する放射性核種ごとの放射能濃度を適切に評価できる。	

図の出典)「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合 第2回会合 (H27年2月12日開催)」資料2-1より
注記 赤破線内が、中深度処分対象廃棄物。本適用範囲は、標準本文の箇条1及び4に規定している。

本標準の理論的方法の種類と放射能濃度評価方法

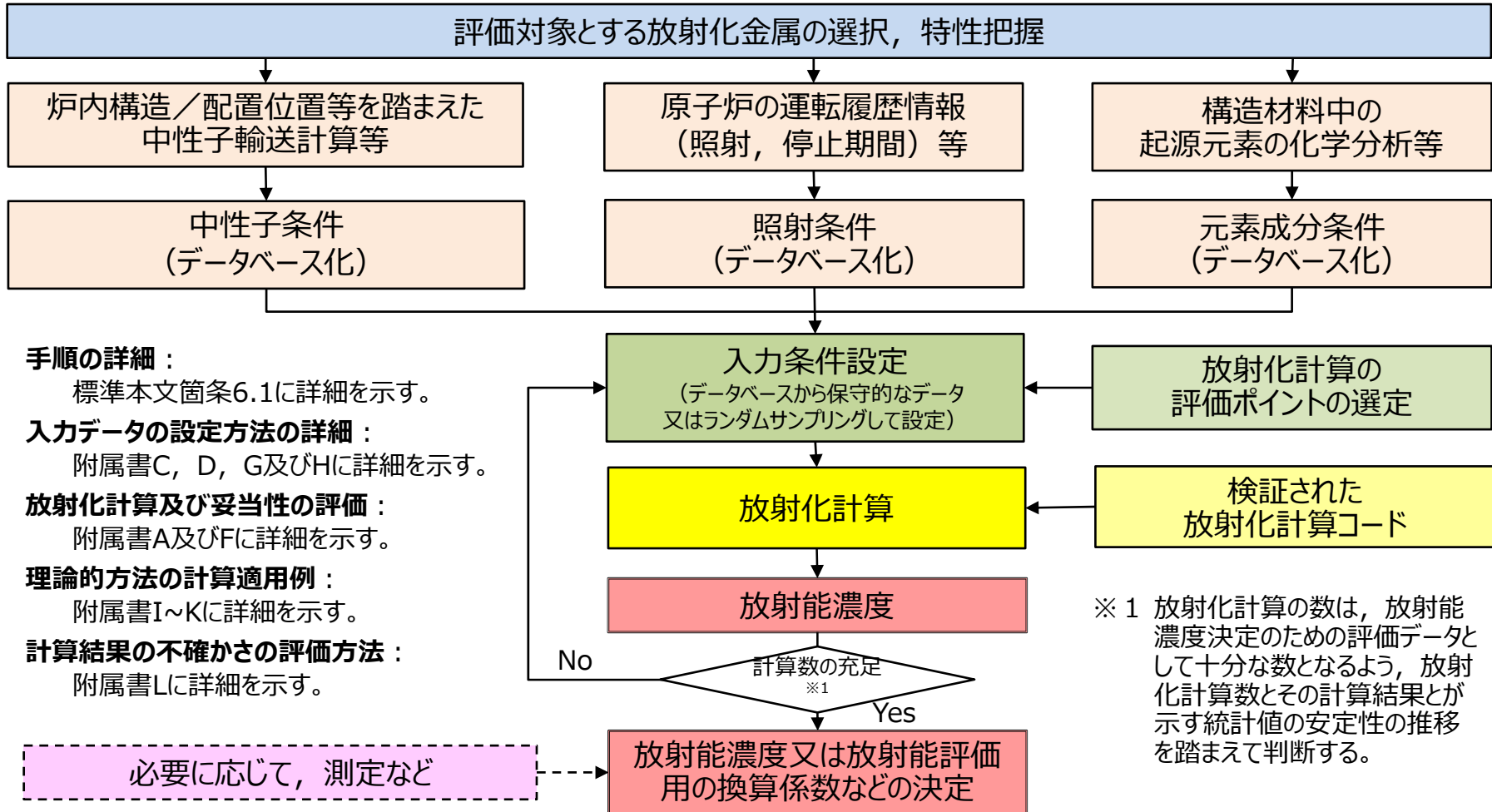
事業者が技術評価を希望している本標準の「理論的方法」には，下表に示す「点推定法」及び「区間推定法」がある。本標準では，放射能濃度又は放射能評価係数に関して，評価対象廃棄物の代表性又は網羅性を考慮した放射化計算によって，妥当性のある放射能濃度などが評価できる計算方法を規定している。

理論的方法の種類	点推定法	区間推定法		
		濃度比法	換算係数法	濃度分布評価法
方法の概念図				
基本原理と評価対象の代表性又は網羅性の確保方法	放射化金属等中に生成する放射性核種濃度を，特定の廃棄物の特定の放射化条件（保守的位置，代表位置など）における放射化計算の結果から，評価対象廃棄物又は評価対象廃棄物グループごとの放射能濃度の値で決定する。	同種の放射化金属等の中で同時に照射された元素から生成した核種について，評価対象廃棄物グループの条件範囲を網羅した放射化計算の結果から，一定の難測定核種及びKey核種の濃度比を算定し，Key核種濃度から難測定核種濃度を決定。	放射化金属等の核種の生成因子である燃焼度などの管理指標と密接な放射能濃度を，評価対象廃棄物グループの条件範囲を網羅した放射化計算の結果から，管理指標（燃焼度など）に対する換算係数として算定し，管理指標から係数を用い核種の放射能濃度を決定。	同一の照射時間，材料組成の放射化金属等に生成する放射性核種濃度（中性子分布だけが異なる）を，評価対象廃棄物グループの放射化計算の条件範囲を網羅した放射化計算の結果から，放射能濃度分布及び代表的な放射能濃度（例えば平均値）として決定する。

注記 上表の詳細は標準本文の箇条5.2及び附属書（参考）C並びにDに、計算例は附属書（参考）I~Kに示している。

理論的方法による放射能濃度評価方法の概略手順と適用性等

【放射能濃度評価手順の概要】（附属書Aに手順と標準の該当箇条との連関を示している）



【理論的方法の適用性等】

- 中深度処分対象廃棄物（炉内構造物など）は、放射化が支配的であり、材料及び放射性核種の生成過程が明確であることから、理論的方法による放射能濃度評価が可能である。 <技術的な適用性>
- 放射化計算に適用する入力データの基礎データを収集し、入力データを保守的、又は廃棄物を網羅できるようにランダムに抽出し、必要数計算することで、評価対象廃棄物の放射能濃度を適切に決定できる。 <保守性, 代表性>
- 検証された放射化計算コードの使用及び必要に応じた確認。 <妥当性確認>

まとめ（技術評価対応への要望）

技術評価の開始時期については、下記の点を踏まえて調整させていただきたい。なお、原子力規制委員会による技術評価要否の判断や下記の規則改正案の内容等を踏まえながら、検討チーム会合での審議対象や論点について、早期に検討させていただきたい。

- 原子力規制庁においては、本年4月に第二種廃棄物埋設に係る規則等の改正案及び審査ガイド案を作成され、原子力規制委員会に付議される予定^{注)}とされており、その内容を踏まえることが望まれること

注)「資料1 中深度処分に係る規制基準等における要求事項に対する科学的・技術的意見の募集の結果について」（令和2年11月25日 原子力規制委員会）

- 技術評価にあたっては、技術評価を行う検討チーム会合への対応体制の構築、論点整理を踏まえた上での資料準備等が必要