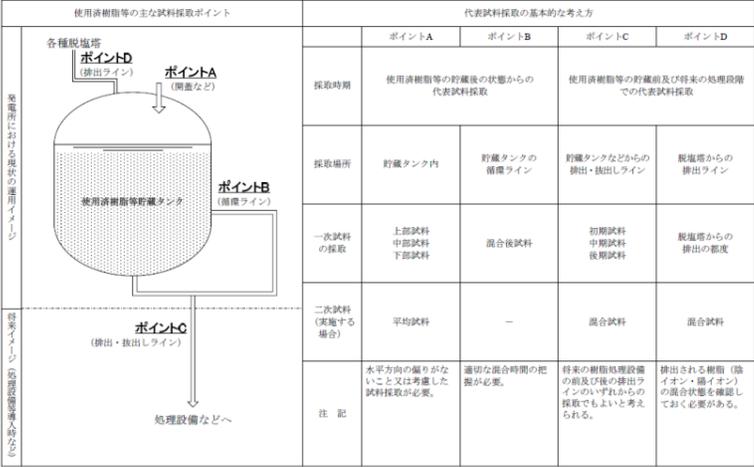


「適切な」の説明

本文

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
		5.2.2 点推定法		この方法は、放射化計算の基本となる方法である。通常、放射化金属等の内部に含まれる特定対象（部位）ごとに材料仕様、中性子条件（6.1.2.3 参照）及び照射条件（6.1.2.4 参照）を含む <u>適切</u> 又は保守的なパラメータを用いて計算する。	－ (保守的なパラメータで読む)	<u>適切なパラメータを用いて計算する：</u> 平均値が設定可能な場合は、平均値によって設定したパラメータ。	
6 放射能濃度決定方法の手順	6.1 理論的方法の手順	6.1.2 放射化計算の条件の設定	6.1.2.3 中性子条件 評価対象とする放射化金属等に対する次の中性子フルエンス率・中性子スペクトル、及び放射化断面積を設定する。 a) 中性子フルエンス率・中性子スペクトル 中性子フルエンス率・中性子スペクトルは、原子炉及び燃料の配置を考慮した中性子輸送計算コードなどによって <u>適切</u> に評価して設定する。中性子輸送計算コードは、詳細モデルの要求レベル及び精度の要求レベルと合わせて適用することが <u>適切</u> である。	<u>中性子輸送計算コードなどによって適切に評価：</u> 中性子フルエンス率・中性子スペクトルは、原子炉及び燃料の配置を考慮した中性子輸送計算コードによって評価することを推奨する。」の意味。 <u>中性子輸送計算コードは、詳細モデルの要求レベル及び精度の要求レベルと合わせて適用することが適切である：</u> 「中性子輸送計算コードは、詳細モデルの要求レベル及び精度の要求レベルと合わせて適用することを推奨する。」の意味	同左		
			6.1.2.4 照射条件 評価対象とする放射化金属等に関する照射条件に用いる照射時間及び照射停止時間（例 原子炉運転時間及び照射終了後の減衰時間）は、次のいずれかの方法で設定する。また、全体の計算対象時間には、運転サイクル（例 中性子照射及び照射停止時間並びに回数）も考慮する。 a) 個別に照射履歴を設定する方法 放射化金属等ごとに、中性子の照射履歴に基づき、 <u>適切</u> 又は保守的に代表する照射条件を設定する。	－ (保守的に代表する照射条件で読む)	<u>中性子の照射履歴に基づき、適切に代表する照射条件：</u> 平均値が設定可能な場合は、平均値によって設定した照射条件。		
			b) 代表照射履歴を設定する方法 中性子の照射履歴に基づき、放射化金属等のグループを <u>適切</u> 又は保守的に代表する照射条件を設定する。 なお、換算係数法、濃度比法及び濃度分布評価法によって決定する場合は、複数の放射化金属等を <u>適切</u> に代表する照射条件の範囲又は分布を設定してもよい。	－ (保守的に代表する照射条件で読む)	<u>複数の放射化金属等を適切に代表する照射条件：</u> 平均値が設定可能な場合は、平均値によって設定した照射条件。		
		6.1.3 放射化計算	6.1.3.1 放射化 放射化計算を行うに当たっては、 <u>適切な</u> 放射化計算方法を選定し、計算範囲の中性子条件の特徴を	<u>適切な放射化計算方法を選定：</u> 標準では、次の検証された放射化計算コードの使	同左		

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外																																		
		計算方法 考慮し、使用する。	用を推奨している。 - ORIGIN79 - ORIGIN-S - ORIGIN2 - ORIGIN2.1 - ORIGIN2.2																																				
		6.1.3.2 計算用入力条件の設定 6.1.2 を踏まえ、適用する理論計算法（点推定法又は区間推定法）ごとに必要となる、次の放射化計算の入力パラメータ及び条件を、評価対象とする放射化金属等ごとに設定する。 - 元素成分条件 - 中性子条件 - 照射条件 なお、区間推定法を適用する場合は、各入力パラメータ及び条件について、6.1.2 で評価した入力条件の分布又は範囲から、ランダムに抽出して放射化計算の入力データとして設定するか、又は、適切な代表的条件を放射化計算の入力条件として設定する。	適切な代表的条件を放射化計算の入力条件として設定： 区間推定法： - 元素成分条件：元素濃度分布の「平均+3σ濃度」、「99%信頼上限濃度」、「最大値」 - 中性子条件：最大値 - 照射条件：最大値	適切な代表的条件を放射化計算の入力条件として設定： 区間推定法： - 元素成分条件：元素濃度分布の幾何平均値 - 中性子条件：平均値 - 照射条件：平均値																																			
6.2 実証的方法の手順	6.2.1 原廃棄物分析法の試料採取方法	a) AESJ-SC-F022:2011 に適用方法が示されている原廃棄物分析法の代表試料の採取方法を示す。 b) 原廃棄物分析法は、固型化処理前の評価対象とする廃棄物から試料を採取し、試料の放射化学分析等の分析結果によって廃棄体の放射能濃度を決定するため、適用する廃棄体の放射能濃度に関して、次のいずれかの方法で代表試料を採取する。 1) 廃棄物の均一性が確認できる場合 あらかじめ、タンク内で廃棄物が均一混合できると見なすことが可能な場合は、均一混合後に採取する。 2) 廃棄物の均一性が確認できない場合 あらかじめ、タンク内で廃棄物が均一混合できると見なすことが不可能な場合は、タンクから適切な複数の試料を採取する。	タンクから適切な複数の試料を採取： 附属書 E の「図 E.1－原廃棄物分析法の適用を想定した使用済樹脂等の代表試料採取方法の一例」に示す試料採取方法																																				
			 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">採取時期</th> <th colspan="4">代表試料採取の基本的な考え方</th> </tr> <tr> <th>ポイントA</th> <th>ポイントB</th> <th>ポイントC</th> <th>ポイントD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>採取時期</td> <td>使用済樹脂等の貯蔵後の状態からの代表試料採取</td> <td></td> <td>使用済樹脂等の貯蔵前及び将来の処理段階での代表試料採取</td> <td></td> </tr> <tr> <td>採取場所</td> <td>貯蔵タンク内</td> <td>貯蔵タンクの循環ライン</td> <td>貯蔵タンクなどからの排出・放出ライン</td> <td>脱塩槽からの排出ライン</td> </tr> <tr> <td>一次試料の採取</td> <td>上部試料 中部試料 下部試料</td> <td>混合後試料</td> <td>初期試料 中期試料 後期試料</td> <td>脱塩槽からの排出の都度</td> </tr> <tr> <td>二次試料(実施する場合)</td> <td>平均試料</td> <td>-</td> <td>混合試料</td> <td>混合試料</td> </tr> <tr> <td>注 記</td> <td>水平方向の偏りがないことは考慮した試料採取が必要。</td> <td>適切な混合時間の把握が必要。</td> <td>将来の樹脂処理設備の稼働及び後の排出ラインのいずれからの採取でもよいと考えられる。</td> <td>排出される樹脂（塩イオン・陽イオン）の混合状態を確認しておく必要がある。</td> </tr> </tbody> </table> <p>図 E.1－原廃棄物分析法の適用を想定した使用済樹脂等の代表試料採取方法の一例</p>	採取時期	代表試料採取の基本的な考え方				ポイントA	ポイントB	ポイントC	ポイントD	採取時期	使用済樹脂等の貯蔵後の状態からの代表試料採取		使用済樹脂等の貯蔵前及び将来の処理段階での代表試料採取		採取場所	貯蔵タンク内	貯蔵タンクの循環ライン	貯蔵タンクなどからの排出・放出ライン	脱塩槽からの排出ライン	一次試料の採取	上部試料 中部試料 下部試料	混合後試料	初期試料 中期試料 後期試料	脱塩槽からの排出の都度	二次試料(実施する場合)	平均試料	-	混合試料	混合試料	注 記	水平方向の偏りがないことは考慮した試料採取が必要。	適切な混合時間の把握が必要。	将来の樹脂処理設備の稼働及び後の排出ラインのいずれからの採取でもよいと考えられる。	排出される樹脂（塩イオン・陽イオン）の混合状態を確認しておく必要がある。		
採取時期	代表試料採取の基本的な考え方																																						
	ポイントA	ポイントB	ポイントC	ポイントD																																			
採取時期	使用済樹脂等の貯蔵後の状態からの代表試料採取		使用済樹脂等の貯蔵前及び将来の処理段階での代表試料採取																																				
採取場所	貯蔵タンク内	貯蔵タンクの循環ライン	貯蔵タンクなどからの排出・放出ライン	脱塩槽からの排出ライン																																			
一次試料の採取	上部試料 中部試料 下部試料	混合後試料	初期試料 中期試料 後期試料	脱塩槽からの排出の都度																																			
二次試料(実施する場合)	平均試料	-	混合試料	混合試料																																			
注 記	水平方向の偏りがないことは考慮した試料採取が必要。	適切な混合時間の把握が必要。	将来の樹脂処理設備の稼働及び後の排出ラインのいずれからの採取でもよいと考えられる。	排出される樹脂（塩イオン・陽イオン）の混合状態を確認しておく必要がある。																																			
6.5 放射能濃		理論的方法又は実証的方法による放射能濃度決定方法によって放射能濃度を評価する場合、最大	適切な裕度を考慮する： 附属書 M の「M.3.2 最大放射能濃度を超えないことの確認における評価精度への対応の考え方」に示																																				

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外														
度の評価における裕度		放射能濃度を超えないことを確認するため、適切な裕度を考慮する。	す下表の考え方。																
			<p align="center">表 M.1－第二種廃棄物埋設規則上の廃棄体中の放射能濃度に係る基準</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>基準項目</th> <th>最大放射能濃度</th> <th>埋設総放射能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>埋設規則条項</td> <td>第八条第2項第二号</td> <td>第六条第1項第一号</td> </tr> <tr> <td>確認対象</td> <td>廃棄体</td> <td>廃棄物埋設施設</td> </tr> <tr> <td>対象範囲</td> <td>廃棄体ごと</td> <td>埋設された放射性廃棄物全体</td> </tr> <tr> <td>確認内容</td> <td>放射能濃度が申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。</td> <td>埋設を行うことによって、廃棄物埋設施設を設置した事業所に埋設された放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの放射能の総量が申請書等に記載した放射性物質の種類ごとの総放射能を超えないこと。</td> </tr> <tr> <td>要求される条件</td> <td>廃棄体ごとのばらつきの考慮 (又は保守性^{a)})</td> <td>廃棄体全体(平均値)としての妥当性 (又は保守性^{a)})</td> </tr> </tbody> </table>			基準項目	最大放射能濃度	埋設総放射能	埋設規則条項	第八条第2項第二号	第六条第1項第一号	確認対象	廃棄体	廃棄物埋設施設	対象範囲	廃棄体ごと	埋設された放射性廃棄物全体	確認内容	放射能濃度が申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。
基準項目	最大放射能濃度	埋設総放射能																	
埋設規則条項	第八条第2項第二号	第六条第1項第一号																	
確認対象	廃棄体	廃棄物埋設施設																	
対象範囲	廃棄体ごと	埋設された放射性廃棄物全体																	
確認内容	放射能濃度が申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。	埋設を行うことによって、廃棄物埋設施設を設置した事業所に埋設された放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの放射能の総量が申請書等に記載した放射性物質の種類ごとの総放射能を超えないこと。																	
要求される条件	廃棄体ごとのばらつきの考慮 (又は保守性 ^{a)})	廃棄体全体(平均値)としての妥当性 (又は保守性 ^{a)})																	
			注 ^{a)} 放射能濃度評価結果が大きな値をとるような安全裕度の考慮。																

附属書 A (参考) 理論計算法の適用方法及び手順

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
A.1 理論 計算法の 基本的な 適用方法	A.1.3 STEP2 : 評価方法 の選択	理論計算法は、STEP1 を踏まえて、放射化金属等の条件に応じ、“点推定法”及び“区間推定法”から、評価方法を選択する。例えば、評価対象とする放射化金属等の詳細情報が特定されない場合、“区間推定法”の選択が適切である。	“区間推定法”の選択が適切である： 「“区間推定法”を選択することを推奨する。」の意味	同左	
	A.1.5 STEP4 : 結果の提 示	適切な計算コードを選択し、STEP3 で設定した入力条件を用いて、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。	適切な計算コード： 標準では、次の検証された放射化計算コードの使用を推奨している。 - ORIGEN79 - ORIGEN-S - ORIGEN2 - ORIGEN2.1 - ORIGEN2.2	同左	
A.3 放射 化計算コ ードの例		理論計算法に使用する放射化計算コードについては、基本的に一般的に使用されている放射化計算コード (ORIGEN[2], DCHAIN2[3]などがある) を、放射化範囲の中性子条件の特徴を勘案し、適切に使用する必要がある。ただし、放射化計算は、超ウラン元素のような核種間の崩壊系列が複雑なものを除き、放射性核種を限定すれば上記の放射化計算コードを用いることなく実施可能であり、使用する基本データ (例 放射化断面積、崩壊データ) を整備し、放射化計算を実施する場合もある。	適切に使用する必要がある 放射化計算コードは、放射化範囲の中性子条件の特徴を勘案し、ライブラリの中の適切な断面積を選択するか、評価対象とする放射化金属等を照射する中性子スペクトルを反映した断面積をユーザーが準備して使用する必要がある。という意味。	同左	
		c) ORIGEN コードの種類 ORIGEN コードの種類としては、次のものがある。 - ORIGEN79 - ORIGEN-S - ORIGEN2 - ORIGEN2.1 - ORIGEN2.2 これらのうち、ORIGEN コードシリーズ (ORIGEN79, ORIGEN-S) は、複数群の中性子断面積を内蔵しており、熱中性子、共鳴領域中性子及び高速中性子の中性子フルエンス率の比を入力すること	適切な断面積を選択する。 あらかじめ準備された断面積ライブラリを選択する場合は、計算対象と原子炉型式及び燃料組成が類似もしくは合致している断面積を選択するという意味。		

			<p>によって、中性子スペクトルを反映できる放射化計算となっている。ORIGEN2 コードシリーズ (ORIGEN2, ORIGEN2.1, ORIGEN2.2) は、原子炉型式、燃料の組み合わせに対する1群実効核反応断面積ライブラリが、あらかじめ、計算コードとともに準備されている。</p> <p>なお、計算では、これらライブラリの中の適切な断面積を選択するか、評価対象とする放射化金属等を照射する中性子スペクトルを反映した断面積をユーザーが準備して使用する。ここで、あらかじめ準備された断面積ライブラリを選択する場合は、原子炉型式及び燃料組成が類似していれば、ライブラリ間の差異が放射化計算に与える影響は、基本的に小さいが、評価対象とする放射化金属等の照射位置の中性子スペクトルの特徴については、事前に把握しておく必要がある。ただし、ORIGEN-S では、1群実効核反応断面積ライブラリを選択できる。</p>			
--	--	--	---	--	--	--

附属書 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

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
B.1 概要		<p>6.1.2 に示した各種の放射化計算の条件の変動は、条件によっては、放射能濃度及び難測定核種と Key 核種との濃度比の各々に対する影響が異なる場合があることから、適用する放射能濃度決定方法の種類に応じて、適切、又は放射能濃度評価結果が保守的となるよう条件の設定を考慮する必要がある。この附属書では、放射化計算の条件設定のための補足として、起源元素の元素成分条件、中性子条件、中性子照射条件について、想定条件における解析を行い、各条件が放射化計算結果に与える影響の程度を整理した。</p>	<p>— 「適用する放射能濃度決定方法の種類に応じて、放射能濃度評価結果が保守的となるよう条件の設定を考慮する」で読む。</p>	<p>適用する放射能濃度決定方法の種類に応じて、適切となるよう条件の設定を考慮する。 — 元素成分条件：元素濃度分布の幾何平均値 — 中性子条件：平均値 — 照射条件：平均値</p>	
B.5 放射化計算の条件の影響評価結果(解析結果のまとめ)		<p>B.2～B.4 の解析結果に基づき、各放射化計算の条件が放射化計算結果に及ぼす影響の程度(ただし、この解析条件における影響)を整理した結果を、表 B.9 に示す。 元素成分条件については、評価対象核種の起源元素の濃度は、放射能濃度に直接的な影響を与えるため、濃度比を用いる場合、換算係数を用いる場合及び濃度分布評価法によって決定する場合のように、評価対象廃棄物の放射能濃度を直接的に決定する場合は、評価対象廃棄物の放射能濃度を代表できる適切な放射化計算の条件、又は放射能濃度の評価結果が大きくなるような放射化計算の条件の設定が必要となる。 一方、難測定核種及び Key 核種の濃度比は、各々の起源元素の濃度比のばらつきの影響を受けるため、濃度比を用いる場合には、各元素の濃度及び濃度比のばらつきを適切に考慮した放射化計算の条件(適切な元素成分条件の範囲)の設定が必要となる。 中性子条件のうち、中性子フルエンス率が放射能濃度に与える影響は、比較的大きいため、換算係数法、濃度分布評価法のように直接的に評価対象廃棄物の放射能濃度を決定する場合は、評価対象廃棄物の放射能濃度を代表できる放射化計算の条件の設定、又は放射能濃度評価結果が大きくなるような放射化計算の条件の設定が必要となる。一方、中性子フルエンス率が</p>	<p>— 「評価対象廃棄物の放射能濃度を直接的に決定する場合は、評価対象廃棄物の放射能濃度の評価結果が大きくなるような放射化計算の条件の設定」で読む。 濃度比を用いる場合には、各元素の濃度及び濃度比のばらつきを適切に考慮した放射化計算の条件(適切な元素成分条件の範囲)の設定が必要となる。 — 元素成分条件：元素濃度分布の「平均+3σ濃度」、「99%信頼上限濃度」、「最大値」 — 中性子条件：最大値 — 照射条件：最大値 濃度比を用いる場合には、放射化計算の条件として適切な代表値(又は範囲)を設定すればよい。 <u>適切な代表値を設定：</u> — 元素成分条件：元素濃度分布の「平均+</p>	<p>評価対象廃棄物の放射能濃度を直接的に決定する場合は、評価対象廃棄物の放射能濃度を代表できる適切な放射化計算の条件の設定 — 元素成分条件：元素濃度分布の幾何平均値 — 中性子条件：平均値 — 照射条件：平均値 濃度比を用いる場合には、各元素の濃度及び濃度比のばらつきを適切に考慮した放射化計算の条件(適切な元素成分条件の範囲)の設定が必要となる。 — 元素成分条件：元素濃度分布の幾何平均値 — 中性子条件：平均値 — 照射条件：平均値 濃度比を用いる場合には、放射化計算の条件として適切な代表値(又は範囲)を設定すればよい。 <u>適切な代表値を設定：</u> — 元素成分条件：元素濃度分布の幾何平</p>	

			<p>濃度比に与える影響は、比較的小さいため、濃度比を用いる場合には、放射化計算の条件として適切な代表値（又は範囲）を設定すればよい。また、換算係数を用いる場合は、利用する管理指標の特徴を踏まえ、適切な放射化計算の条件を設定すればよい。</p> <p>なお、中性子条件のうち、放射化断面積については、放射能濃度、濃度比のいずれに対する影響も比較的小さいため、いずれの方法を適用する場合でも、放射化計算の条件として適切な代表値（又は範囲）を設定すればよい。</p> <p>照射条件のうち、中性子の照射時間については、放射能濃度に直接的な影響を与える。核種の減衰については、^{60}Co のような比較的短半減期の核種は、中性子の照射停止後の減衰の影響を受ける。また、原子炉供用期間中の減衰については、減衰（すなわち、中性子照射停止）時間の合計が同一であれば、各減衰（中性子照射停止）時間の長短は、放射能濃度、濃度比のいずれに対する影響も基本的に小さい。このため、照射条件については、放射能濃度決定方法の種類に応じ、適切な放射化計算の条件設定、放射化計算結果の適切な減衰補正などの評価が必要となる。</p>	<p>3σ濃度」、「99%信頼上限濃度」、「最大値」</p> <ul style="list-style-type: none"> － 中性子条件：最大値 － 照射条件：最大値 <p><u>適切な範囲を設定：</u> 下記の条件からランダムサンプリングを実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 元素成分条件：分析結果を踏まえて設定した入力用元素濃度分布 － 中性子条件：軸方向、径方向の中性子分布 － 照射条件：照射時間の分布 <p><u>中性子条件のうち、放射化断面積については、放射能濃度、濃度比のいずれに対する影響も比較的小さいため、いずれの方法を適用する場合でも、放射化計算の条件として適切な代表値（又は範囲）を設定すればよい。</u></p> <p><u>適切な代表値を設定：</u> 保守的な代表値（又は範囲）を設定</p> <p><u>照射条件については、放射能濃度決定方法の種類に応じ、適切な放射化計算の条件設定、放射化計算結果の適切な減衰補正などの評価が必要となる。</u></p> <p><u>適切な放射化計算の条件設定：</u> 濃度比法：附属書 I 換算係数法：附属書 J 濃度分布評価法：附属書 K</p> <p><u>適切な減衰補正：</u> 供用期間中の減衰補正は、「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」を参照</p>	<p>均値</p> <ul style="list-style-type: none"> － 中性子条件：平均値 － 照射条件：平均値 <p><u>適切な範囲を設定：</u> 下記の条件からランダムサンプリングを実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 元素成分条件：分析結果を踏まえて設定した入力用元素濃度分布 － 中性子条件：軸方向、径方向の中性子分布 － 照射条件：照射時間の分布 <p><u>中性子条件のうち、放射化断面積については、放射能濃度、濃度比のいずれに対する影響も比較的小さいため、いずれの方法を適用する場合でも、放射化計算の条件として適切な代表値（又は範囲）を設定すればよい。</u></p> <p>同左</p> <p><u>照射条件については、放射能濃度決定方法の種類に応じ、適切な放射化計算の条件設定、放射化計算結果の適切な減衰補正などの評価が必要となる。</u></p> <p>同左</p>	
--	--	--	---	---	---	--

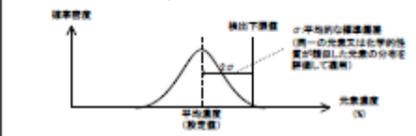
					運転終了後の減衰補正は、「表 D.9—照射条件の設定において考慮が必要な基本事項」を参照		
--	--	--	--	--	--	--	--

附属書C：なし

附属書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

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
D.1.4	濃度分布評価法			<p>濃度分布評価法は、放射化金属等ごとの放射能濃度を決定するのではなく、同一種類の複数の放射化金属等を一つのグループ（例えば、黒鉛ブロック全体を一つのグループとする）とし、そのグループに対して放射能濃度を決定する方法である。</p> <p>この方法における放射化計算方法は、基本的に個別の廃棄物の放射能濃度を計算する場合と同等であるが、評価の対象とする放射化金属等グループを代表する放射能濃度（例えば、平均放射能濃度）を保証できることが適用の前提となる。このため、そのグループ内の廃棄物について、計算条件（例えば、中性子フルエンス率）の変動範囲がある一定の範囲内となる必要がある。</p> <p>この場合、計算条件の変動範囲が計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件については、複数の計算条件を設定せずに一つの値（代表的な値又は保守的な値）を設定できる。</p> <p>この考え方にに基づき、放射化金属等のグループの計算条件の変動範囲を考慮した複数の放射化計算を行い、計算結果の放射能濃度分布から放射能濃度の平均値などを求める。また、この法によって求める廃棄物グループの放射能濃度の平均値などの決定に当たっては、複数の放射化計算結果が一定の範囲内に安定して分布していることを評価し判断することが適切である。</p>	<p>「計算条件の変動範囲が計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件については、複数の計算条件を設定せずに一つの値（保守的な値）を設定できる。」で読む。</p> <p>この法によって求める廃棄物グループの放射能濃度の平均値などの決定に当たっては、<u>複数の放射化計算結果が一定の範囲内に安定して分布していることを評価し判断することが適切である。</u></p> <p>「この法によって求める廃棄物グループの放射能濃度の平均値などの決定に当たっては、複数の放射化計算結果が一定の範囲内に安定して分布していることを評価し判断することを推奨する。」の意味。</p>	<p>「計算条件の変動範囲が計算結果に与える影響が小さいことが明らかな条件については、複数の計算条件を設定せずに一つの値（代表的な値）を設定できる。」で読む。</p> <p>同左</p>	
D.2	放射化計算の入力条件の基本設			<p>評価対象とする放射化金属等の放射能濃度を決定するための放射化計算を行う上で必要となる入力条件の設定方法には、次の2種類がある。</p> <p>－ 点推定法向け：評価対象とする放射化金属等の元素</p>	<p>評価対象とする放射化金属等の放射化条件を適切に網羅できる複数の入力条件の設定</p> <p>「評価対象とする放射化金属等の放射化条件</p>	同左	

定フロー			<p>濃度分布, 中性子フルエンス率及び照射条件の代表的な値(平均値, 保守的な値など)を入力条件として設定する。</p> <p>－ 区間推定法向け: 評価対象とする放射化金属等の元素濃度分布, 中性子フルエンス率及び照射履歴を網羅する必要な複数の入力条件を準備する。</p> <p>評価対象とする放射化金属等の元素濃度分布, 中性子フルエンス率及び照射履歴を網羅する十分な複数の入力条件を準備する区間推定法のための基本設定フローを, 図 D.1 に示す。各入力条件は, 次のステップで選択することで, 評価対象とする放射化金属等の放射化条件を適切に網羅できる複数の入力条件の設定が可能となる。</p>	<p>の範囲(元素条件, 中性子条件及び照射条件)を考慮して, この範囲を網羅できる」の意味</p>	
D.3 評価対象放射化金属等の評価位置の選択	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		<p>中性子フルエンス率(フラックス及びスペクトル)を設定するためには, 評価対象とする放射化金属等の評価する照射位置を選択し, その位置での炉内の中性子フルエンス率を特定する必要がある。このためには, まず, 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, 配置位置を考慮した照射位置を選定した上で, 評価対象とする放射化金属等の選定した照射位置ごとに適切な中性子条件を設定する。</p>	<p>評価対象とする放射化金属等の選定した照射位置ごとに適切な中性子条件を設定する</p> <p>附属書 D の「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」に示す「軸方向, 径方向の中性子の設定分布を踏まえた設定」の意味</p>	
D.4 元素成分条件の設定	D.4.3 元素分析データ数量に応じた濃度分布条件設定		<p>元素濃度分布条件の設定には, 評価対象とする放射化金属等の材料のロット及び収集した元素分析データの数量に応じて, 代表性又は保守性を考慮した上で, 次の a)～d)の濃度分布条件設定方法の適用が望ましい。</p> <p>なお, 標準偏差は, 保守性を考慮した上で適切な値を設定すればよいが, 不純物成分元素及び微量成分元素であれば, 同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を参考にして標準偏差を設定する方法も適用できる。</p> <p>ただし, 同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を参考にする場合, 参考とする元素分析データを収集した上で, 参考とした同一の元素の標準偏差に濃度依存性がないこと, 及び参考とした化学的性質が類似した元素との間で標準偏差に差異がないことを評価する必要がある。</p>	<p>標準偏差は, 保守性を考慮した上で適切な値を設定すればよい</p> <p>「取得した元素分析データ数及び元素濃度分布の設定方法に応じて, 標準偏差を次から選択する」の意味。</p> <p>－ 元素分析データ数が比較的少ない場合: 保守的な標準偏差</p> <p>－ 元素分析データ数が非常に少ない場合の設定方法: 検出値を平均値として使用する方法: 保守的な標準偏差 検出値以下で元素の濃度分布を仮定する方法: 平均的な標準偏差</p> <p>－ 元素分析データに検出下限値しかない場合: 検出値以下で元素の濃度分布を仮定する方法: 平均的な標準偏差</p>	
			<p>表 D.6—元素分析データに検出下限値しかない元素の濃度分布条件設定方法</p>	<p>放射化学分析結果から推定する方法: 放射化学分析結果などを鑑み, 必要に応じて, 適切な保守性を考慮する。</p>	

			<p>表 D.6—元素分析データに検出下限値しかない元素の濃度分布条件設定方法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>方法</th> <th>方法の概要</th> <th>保守性の考慮</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>検出下限値をそのまゝ使用する</td> <td>元素分析データの検出下限値を平均値として使用する</td> <td>確認された最小の検出下限値などで元素濃度を設定すること自体で、多大な保守性を見込む。</td> </tr> <tr> <td>検出下限値以下で、元素の濃度分布を設定する方法</td> <td>元素分析データの検出下限値を最大値とする濃度分布を、既知の試料の標準偏差を利用して設定する方法。</td> <td>例3に示すとおり、 平均濃度: 分析した数が比較的多い場合は、保守的に検出下限値を濃度分布の+2σの位置とし、逆算して設定する。 分析した数が少ない場合は、分析した数を考慮して、保守性を考慮する。 濃度分布の標準偏差: 平均的な標準偏差などの濃度分布条件を設定する(例えば、不純物成分元素及び微量成分元素であれば、同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を参考にした標準偏差を設定など)。</td> </tr> </tbody> </table>  <p>放射化学分析結果から推定する方法</p> <p>照射履歴が明確な評価対象とする放射化金属等の複数の放射能濃度データから、起源元素の濃度を推定する方法。</p> <p>放射化学分析結果などを鑑み、必要に応じて、適切な保守性を考慮する。</p>	方法	方法の概要	保守性の考慮	検出下限値をそのまゝ使用する	元素分析データの検出下限値を平均値として使用する	確認された最小の検出下限値などで元素濃度を設定すること自体で、多大な保守性を見込む。	検出下限値以下で、元素の濃度分布を設定する方法	元素分析データの検出下限値を最大値とする濃度分布を、既知の試料の標準偏差を利用して設定する方法。	例3に示すとおり、 平均濃度: 分析した数が比較的多い場合は、保守的に検出下限値を濃度分布の+2σの位置とし、逆算して設定する。 分析した数が少ない場合は、分析した数を考慮して、保守性を考慮する。 濃度分布の標準偏差: 平均的な標準偏差などの濃度分布条件を設定する(例えば、不純物成分元素及び微量成分元素であれば、同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を参考にした標準偏差を設定など)。	<p>「放射化学分析結果の数に応じた、ばらつきを勘案した保守性」の意味。</p> <p>放射化学分析結果の数に応じた設定方法は、上記を参照ください。</p>		
方法	方法の概要	保守性の考慮													
検出下限値をそのまゝ使用する	元素分析データの検出下限値を平均値として使用する	確認された最小の検出下限値などで元素濃度を設定すること自体で、多大な保守性を見込む。													
検出下限値以下で、元素の濃度分布を設定する方法	元素分析データの検出下限値を最大値とする濃度分布を、既知の試料の標準偏差を利用して設定する方法。	例3に示すとおり、 平均濃度: 分析した数が比較的多い場合は、保守的に検出下限値を濃度分布の+2σの位置とし、逆算して設定する。 分析した数が少ない場合は、分析した数を考慮して、保守性を考慮する。 濃度分布の標準偏差: 平均的な標準偏差などの濃度分布条件を設定する(例えば、不純物成分元素及び微量成分元素であれば、同一の元素又は化学的性質が類似した元素の分布を参考にした標準偏差を設定など)。													
D.5 中性子条件の設定	D.5.2 中性子フルエンス率などの設定方法		<p>中性子フルエンス率は、適用する放射能濃度決定方法に応じ、次のいずれかの方法による設定がある。</p> <p>a) 個別に条件設定する方法 中性子の照射履歴に基づき、評価対象とする放射化金属等ごとに、中性子条件を詳細に設定する方法。なお、放射化断面積については、中性子スペクトルの代表性を確認した上で、値を設定することもある。</p> <p>b) 代表条件を設定する方法 中性子の照射履歴に基づき、複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。なお、濃度比を用いる場合及び濃度分布評価法によって決定する場合は、個別の条件の代わりに、複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。さらに、放射化計算の条件の設定を目的とした中性子フルエンス率の評価を行う場合には、中性子フルエンス率の計算に利用するコード及び群定数について、利用の目的を十分考慮した上で、適切な手法(信頼性のある放射化計算コード)を適用することがある。中性子計算は、炉心核的性能計算(単位燃料集合体核特性計算コード、3次元核熱水力解析)、ボルツマンの中性子輸送方程式を解く手法が主流であり、</p>	<p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。</p> <p>「放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法」で読む。</p> <p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある</p> <p>複数の評価対象とする放射化金属等に対し、変動幅を考慮し、中性子フルエンス率として濃度比法は網羅する、濃度分布評価法は代表する条件範囲を設定することもある。</p> <p>適切な手法(信頼性のある放射化計算コード)を適用することがある</p> <p>放射化計算の条件の設定という利用目的に沿った信頼性のある放射化計算コード及び群定数を適用するという意味。</p>	<p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。</p> <p>平均的な中性子条件が設定可能な場合に平均的な中性子条件として設定する方法。</p> <p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある</p> <p>同左。</p> <p>適切な手法(信頼性のある放射化計算コード)を適用することがある</p> <p>同左。</p>										

			<p>Sn 法 (微分型中性子輸送方程式), モンテカルロ法, 直接積分法などが該当する。これらの計算手法に加えて, 外挿計算法, アルベド輸送計算法などを, それぞれの特徴に合わせて使用する。</p> <p>例 1 断面積ライブラリ (核データ) としては, 日本原子力研究開発機構の JENDL, 米国ブルックヘブン国立研究所の ENDF/B などがある。</p> <p>例 2 計算コードとしては, Sn 法を用いた輸送計算コードには, 米国オークリッジ国立研究所の ANISN, DOT, TORT が, モンテカルロ法を用いた輸送計算コードには, 米国ロスアラモス国立研究所の MCNP がある。</p>																							
D.6 照射条件の設定	D.6.1 中性子の照射条件設定の基本的考え方		<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> <table border="1"> <caption>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</caption> <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><small>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。</small></p>	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。 	<p>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</p> <p>例で示している正規分布を意味している。</p>	
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。 																								
	D.6.2 中性子の照射条件設定における考慮事項	D.6.2.1 中性子の照射における考慮事項	<p>照射条件である中性子の照射時間及び中性子の照射停止時間については, 中性子の照射履歴に基づき, 放射能濃度決定方法の種類に応じて, 評価対象とする放射化金属等ごとに照射条件を詳細に, 又は複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件 (又は放射能濃度評価結果を大きくする保守的な条件) の設定が必要となる。また, 濃度比を用いる場合, 換算係数を用いる場合及び濃度分布評価法によって決定する場合は, 個別の条件の代わりに, 複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。照射条件を設定する場合に考慮する必要のある基本的な事項を, 表</p>	<p>中性子の照射履歴に基づき, 放射能濃度決定方法の種類に応じて, 評価対象とする放射化金属等ごとに照射条件を詳細に, 又は複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件 (又は放射能濃度評価結果を大きくする保守的な条件) の設定</p> <p>「放射能濃度評価結果を大きくする保守的な条件」でよむ。</p>	<p>中性子の照射履歴に基づき, 放射能濃度決定方法の種類に応じて, 評価対象とする放射化金属等ごとに照射条件を詳細に, 又は複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件</p> <p>平均的に照射条件を設定する方法。</p>																					

			<p>D.9 に示す。</p> <table border="1"> <caption>表 D.9—照射条件の設定において考慮が必要な基本事項</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>考慮する必要がある主な事項</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中性子の照射時間</td> <td>— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td>中性子の照射停止(減衰)時間</td> <td>— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}</td> </tr> <tr> <td>原子炉供用期間中</td> <td>— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>注 ^{a)} 評価対象核種のうち、プラント運転時間より半減期が短い核種は、プラント運転初期の中性子の照射履歴の影響は小さく、評価時点直前の中性子フルエンス率が大きく影響する。また、プラント運転時間に対して半減期が長い核種は、総中性子照射量が影響する。 ^{b)} 比較的短半減期核種の場合。 ^{c)} 濃度比法を用いる場合において、Key 核種を非破壊によって外部からの測定した場合。 ^{d)} ⁶⁰Co などの半減期が中性子の照射時間と同じ程度の期間の核種については、中性子の照射終了後の経過時間の減衰について考慮が必要である。</small></p>	項目	考慮する必要がある主な事項	中性子の照射時間	— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}	中性子の照射停止(減衰)時間	— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}	原子炉供用期間中	— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}		
項目	考慮する必要がある主な事項												
中性子の照射時間	— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}												
中性子の照射停止(減衰)時間	— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}												
原子炉供用期間中	— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}												
	D.6.2.2 中性子の照射時間	<p>中性子の照射時間は、放射能濃度に大きな影響を与えるため、評価対象とする放射化金属等の放射能濃度を決定する場合は、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必要がある。</p> <p>一方、中性子の照射時間の長さが放射能濃度比に与える影響については、原子力発電所の供用期間中に発生する廃棄物の照射時間（～10 年連続照射）程度であれば、影響は比較的小さい。しかしながら、解体時などに発生する廃棄物の中性子の照射時間（例えば、数十年にわたる長期照射が相当）になると、⁶⁰Co などの比較的短半減期核種に関しては、放射能濃度に対する影響が生じるため、これら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</p>	<p>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。</p> <p>下表の考え方による照射期間の考慮</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、バッドフル、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>	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、バッドフル、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。	
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、バッドフル、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。											
	D.6.2.3 照射終了後の時間（全ての照射が終了した後の）	<p>⁶⁰Co のような比較的短半減期の核種は、中性子の照射が完全に終了した後の減衰の影響を受けるため、減衰期間を適切に考慮した結果の補正を行う必要がある（ただし、減衰補正の効果が小さい場合は、中性子の照射停止時の放射化計算結果をそのまま適用してもよい）。</p> <p>なお、放射能濃度比を用いる場合において、Key 核種及び難測定核種の組合せに、比較的短半減期核種及び比較的長半減期核種の組合せを利用する場合は、Key 核種の非破壊外部測定結果などに適切な減衰補正を考慮する必要がある。</p> <p>例 Key 核種に ⁶⁰Co を適用する場合は、非破壊による外部から測定した ⁶⁰Co の放射能濃度を廃棄物発生日に減</p>	<p>中性子の照射が完全に終了した後の減衰の影響を受けるため、減衰期間を適切に考慮した結果の補正を行う</p> <p>減衰期間に関しては、附属書 D の「表 D.9—照射条件の設定において考慮が必要な基本事項」に示す事項を考慮して、補正を行う。</p>										

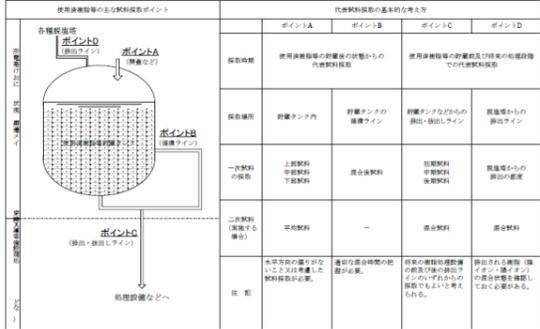
			衰補正し、これに放射化計算結果で算定した“濃度比”を乗じて廃棄物発生日での難測定核種濃度を算定した上で、難測定核種の放射能濃度を評価したい日の放射能濃度に減衰補正するなどの考慮が必要である。	<p align="center">表 D.9—照射条件の設定において考慮が必要な基本事項</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th>考慮する必要のある主な事項</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">中性子の照射時間</td> <td>— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中性子の照射停止(減衰)時間</td> <td>照射終了後</td> <td>— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}</td> </tr> <tr> <td>原子炉供用期間中</td> <td>— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 ^{a)} 評価対象核種のうち、プラント運転時間より半減期が短い核種は、プラント運転初期の中性子の照射履歴の影響は小さく、評価時点直前の中性子フルエンス率が大きく影響する。また、プラント運転時間に対して半減期が長い核種は、総中性子照射量が影響する。 ^{b)} 比較的短半減期核種の場合。 ^{c)} 濃度比法を用いる場合において、Key 核種を非破壊によって外部からの測定した場合。 ^{d)} ⁶⁰Co などの半減期が中性子の照射時間と同じ程度の期間の核種については、中性子の照射終了後の経過時間の減衰について考慮が必要である。</p>	項目		考慮する必要のある主な事項	中性子の照射時間		— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}	中性子の照射停止(減衰)時間	照射終了後	— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}	原子炉供用期間中	— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}
項目		考慮する必要のある主な事項													
中性子の照射時間		— 中性子の照射時間の合計 ^{a)}													
中性子の照射停止(減衰)時間	照射終了後	— 放射化計算結果の中性子の照射終了後の停止時間での減衰補正 ^{b)} 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{b),c)}													
	原子炉供用期間中	— 中性子の照射停止時間及び停止時期 ^{d)}													
	D.6.2.4 照射停止時間(供用期間中における)	中性子の照射停止時間の合計が同一であれば、原子炉の供用期間中の照射が停止している各々の時間の大小は、 ⁶⁰ Coのような比較的短半減期の核種であっても、放射能濃度、濃度比のいずれに対する影響も基本的に小さい。このため、放射化計算の条件を設定する場合は、実態に合わせた中性子の照射停止時間(合計)を設定した上で、これを中性子の照射期間中に均等に配分するなどの方法を適用することも適切である。ただし、中性子の照射停止時間の合計が同一であっても、長期間の中性子の照射停止時間が含まれる場合(B.4.2参照)は、長期照射停止を終了し、再起動したしばらくの間は、減衰による放射能濃度低下の影響が大きい場合もあるため、長期間の中性子の照射停止を行った場合には、この点を配慮する必要がある。	放射化計算の条件を設定する場合は、実態に合わせた中性子の照射停止時間(合計)を設定した上で、これを中性子の照射期間中に均等に配分するなどの方法を適用することも適切である。 「実態に合わせた中性子の照射停止時間(合計)を設定した上で、これを中性子の照射期間中に均等に配分することを推奨する」の意味。												

附属書 E (参考) 原廃棄物分析法の基本的な適用方法

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
E.2 原廃棄物分析法の試料採取方法	E.2.1 基本的な考え方	原廃棄物分析法は、適用対象とする貯蔵タンクに保管廃棄されている使用済樹脂、使用済樹脂の処理後に発生する廃液などの廃棄物全体の代表試料を採取して、これを放射化学分析等を行うことで、廃棄物全体の放射能濃度を直接的に決定する方法である。このため、原廃棄物分析法を適用する場合には、廃棄物の代表試料を採取することが重要となる。ここで、原廃棄物分析法の適用も想定される使用済樹脂等	あらかじめ貯蔵タンク内での廃棄物が均一混合できると見なすことが可能な場合は、 <u>均一混合後に、代表試料を1点採取し、代表試料の放射化学分析等を行うことによつて、原廃棄物分析法の適切な適用が可能となる。</u> 原廃棄物分析法の適用として、「均一混合後に、代表試料を1点採取し、代表試料の放射化学分析等を行うことを推奨する」の意味。 <u>貯蔵タンク内で廃棄物が均一混合できると見なすことが難しい場合は、貯蔵タンクから複数の試料(一次試料)を採取し、各々の一次試料に対して放射化学分析等を実施</u>		

			<p>の代表試料の採取の考え方は、貯蔵タンクでの廃棄物の均一性の確保の状況などによって異なる。原廃棄物分析法における代表試料採取の基本的な考え方は、次による。</p> <p>a) 廃棄物の均一性が確認できる場合 かくはん(攪拌) 機器による混合などによって、あらかじめ貯蔵タンク内での廃棄物が均一混合できると見なすことが可能な場合は、均一混合後に、代表試料を1点採取し、代表試料の放射化学分析等を行うことによって、原廃棄物分析法の適切な適用が可能となる。</p> <p>b) 廃棄物の均一性が確認できない場合 貯蔵タンクに混合処理のためのかくはん(攪拌) 機器などがなく、かつ、あらかじめ貯蔵タンク内で廃棄物が均一混合できると見なすことが難しい場合は、貯蔵タンクから複数の試料(一次試料)を採取し、各々の一次試料に対して放射化学分析等を実施するか、複数の一次試料から調整した二次試料を代表試料として放射化学分析等を実施することで、原廃棄物分析法の適切な適用が可能となる。</p>	<p>するか、複数の一次試料から調整した二次試料を代表試料として放射化学分析等を実施することで、原廃棄物分析法の適切な適用が可能となる。</p> <p>原廃棄物分析法の適用として、「貯蔵タンクから複数の試料(一次試料)を採取し、各々の一次試料に対して放射化学分析等を実施するか、複数の一次試料から調整した二次試料を代表試料として放射化学分析等を実施することを推奨する」の意味。</p>												
E.2.2 代表試料の採取・調整方法	E.2.2.1 廃棄物の均一性が確認できる場合	<p>a) 均一混合処理 原廃棄物分析法の適用対象とする貯蔵タンクでのかくはん(攪拌) などの混合処理によって、あらかじめ貯蔵タンク内での廃棄物を均一混合できる場合としては、表 E.1 に示す適切な混合処理方法を適用したことがある。</p> <p style="text-align: center;">表 E.1-貯蔵タンク内の均一混合処理方法の例</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>均一混合の処理方法</th> <th>均一混合の判断条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>かくはん(攪拌) 機による混合処理</td> <td>時間(かくはん(攪拌))</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>循環ラインによる混合処理</td> <td>時間(循環)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>エアレーションによる混合処理</td> <td>時間(混合)</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>注記 混合機器による均一性及び均一混合の判断条件は、機器の性能、試験・評価によって確認する必要がある。</small></p>		均一混合の処理方法	均一混合の判断条件	1	かくはん(攪拌) 機による混合処理	時間(かくはん(攪拌))	2	循環ラインによる混合処理	時間(循環)	3	エアレーションによる混合処理	時間(混合)	<p>適切な混合処理方法： 均一混合できる混合処理方法として「表 E.1 に示す混合処理方法を適用した場合はあり、これを推奨する」の意味。</p>	
	均一混合の処理方法	均一混合の判断条件														
1	かくはん(攪拌) 機による混合処理	時間(かくはん(攪拌))														
2	循環ラインによる混合処理	時間(循環)														
3	エアレーションによる混合処理	時間(混合)														
	E.2.2.2 廃棄物の均一混合性が確認できない場合	<p>あらかじめ原廃棄物分析法の適用対象とする貯蔵タンク内の廃棄物の均一混合状態の評価が難しい場合は、貯蔵タンクから適切な複数の一次試料を採取し、必要に応じて、これを均一に混合した二次試料を試料として調整する。</p> <p>なお、一次試料の採取方法及び二次試料の調整方法については、一般産業分野におけるタンクなどの試料採取方法である次の日本工業規格を参考とすることができる。</p> <p>－ JIS K 2251:2003 原油及び石油製品－試料採取方法</p>	<p>貯蔵タンクから適切な複数の一次試料を採取： 複数の一次試料を採取として、附属書 E の「表 E.2-一次試料の採取方法」に示す方法の意味。</p>													

					<p align="center">表 E.2—一次試料の採取方法（JIS K 2251:2003 の代表的な例）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">一次試料の採取対象</th> </tr> <tr> <th>貯蔵タンクから 直接採取</th> <th>移送・抽出ラインから 直接採取</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一次試料の採取方法^{a)}</td> <td>貯蔵タンクへの採取容器投入 による使用済樹脂等の採取</td> <td>サンプリングラインから 使用済樹脂等採取</td> </tr> <tr> <td>一次試料の採取位置</td> <td>貯蔵タンクの定点 上部，中部，下部^{b)}</td> <td>移送・抽出の定点 初期，中期，後期^{c)}</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 ^{a)} 具体的な採取方法は、JIS K 2251:2003 参照。 ^{b)} 貯蔵タンクの廃棄物層の上部（1/6 の深さ）、中部（1/2 の深さ）、下部（5/6 の深さ）から試料を採取する方法。 ^{c)} 廃棄物移送中の配管の全移送量の初期（初めの 1/6）、中期（1/2）、後期（5/6）から試料を採取する方法。</p>		一次試料の採取対象		貯蔵タンクから 直接採取	移送・抽出ラインから 直接採取	一次試料の採取方法 ^{a)}	貯蔵タンクへの採取容器投入 による使用済樹脂等の採取	サンプリングラインから 使用済樹脂等採取	一次試料の採取位置	貯蔵タンクの定点 上部，中部，下部 ^{b)}	移送・抽出の定点 初期，中期，後期 ^{c)}	
	一次試料の採取対象																
	貯蔵タンクから 直接採取	移送・抽出ラインから 直接採取															
一次試料の採取方法 ^{a)}	貯蔵タンクへの採取容器投入 による使用済樹脂等の採取	サンプリングラインから 使用済樹脂等採取															
一次試料の採取位置	貯蔵タンクの定点 上部，中部，下部 ^{b)}	移送・抽出の定点 初期，中期，後期 ^{c)}															
			<p>a) 一次試料の採取方法及び採取位置 一次試料は、採取する場所（貯蔵タンク、移送・抽出ラインなど）、貯蔵タンクの大きさなどに応じ、適切な採取位置を決定する必要がある。一例として、JIS K 2251:2003 における一次試料採取方法を、表 E.2 に示す。なお、試験、解析評価などを行い、適用対象とする貯蔵タンクでの廃棄物の適切な採取位置を、あらかじめ決定した上で、一次試料を採取することも可能である。</p>	<p>貯蔵タンクの大きさなどに応じ、適切な採取位置を決定する： 採取位置として、附属書 E の「表 E.2—一次試料の採取方法」に示す一次試料の採取位置の意味。</p>													
E.3 原廃棄物分析法による評価方法			<p>E.2 に示した方法で採取した代表試料の放射化学分析等を実施し、次の方法で、廃棄体中の核種別の放射能濃度を決定する。 なお、固型化廃棄物に対して、加熱処理などの核種の放射能濃度に影響を与える可能性のある廃棄物処理を適用する場合は、処理方法による影響の適切な補正が必要となる。</p>	<p><u>処理方法による影響の適切な補正：</u> 処理方法による影響の補正方法として、「加熱処理などの核種の放射能濃度に影響を与える可能性のある廃棄物処理を適用する場合には、加熱による揮発性核種の揮散による補正を推奨する」の意味。</p>													
E.4 原廃棄物分析法の適用のステップ			<p>原廃棄物分析法の基本的な適用のステップは、図 E.2 及び次による。 a) 原廃棄物分析法の適用性の評価 原廃棄物分析法の適用の可否を判断する場合、適用対象廃棄物の特性（沈積物の有無など）、貯蔵タンクの混合処理などの特性について把握する必要がある。この場合に、貯蔵タンクの混合処理用機器による均一混合の可能性を、次のいずれかによって、把握しておく必要がある。 1) かくはん（攪拌）用機器の性能による均一混合性の把握。 2) 貯蔵タンク内の混合状態の模擬試験などによる均一混合性の把握。 3) 貯蔵タンク内の混合状態の計算評価による均一混合性</p>	<p><u>E.2.2 に示した均一混合による試料の採取、又は適切な複数の一次試料の採取：</u> 一次試料の採取として、附属書 E の「表 E.2—一次試料の採取方法」に示す方法の意味。 <u>原廃棄物分析法として適用できる適切な放射化学分析結果が得られる：</u> 「次のいずれかの試料を放射化学分析することで得られた結果が、原廃棄物分析法として適用できる放射化学分析の結果」であるとの意味 1) 採取又は調整した代表試料 2) 採取した複数の一次試料 対象とした固型化処理前の廃棄物の範囲を適切に管理： 「固型化処理前の廃棄物を対象とできる試料の採取元の範囲（評価対象とする貯槽、</p>													

			<p>の把握。</p> <p>b) 代表試料の採取 E.2.2 に示した均一混合による試料の採取、又は適切な複数の一次試料の採取及び均一混合による二次試料の調整が必要である。</p> <p>c) 代表試料の放射化学分析 次のいずれかの試料を放射化学分析することで、原廃棄物分析法として適用できる適切な放射化学分析結果が得られる。</p> <p>1) 採取又は調整した代表試料</p> <p>2) 採取した複数の一次試料</p> <p>d) 原廃棄物分析法としての放射能濃度の決定方法 対象とした固型化処理前の廃棄物の範囲を適切に管理した上で、c) の放射化学分析結果から、E.3 に示す方法で、核種別の放射能濃度を決定する。</p>	<p>評価した放射能濃度が適用できる期間) の管理すること」を求めたもの。</p>	
			 <p>図 E.1-1 原廃棄物分析法の適用を想定した使用済樹脂等の代表試料採取方法の一例</p> <p>E.1-1</p> <p>原廃棄物分析法の適用を想定した使用済樹脂等の代表試料採取方法の一例</p>	<p>適切な混合時間の把握が必要： 試料採取ポイント B の場合、貯蔵タンクの循環ライン採取が可能となるタイミングとして、均一混合されたと判断できる「混合時間」の意味。</p>	

			<p>図 E.2—原廃棄物分析法の基本的な適用フロー</p>	<p>表の注記、ただし、混合機器による均一性及び均一混合の判断条件は、機器の性能、試験・評価によって確認することが適切。</p> <p>「均一混合の判断条件は、機器の性能、試験・評価によって確認することを推奨する」の意味。</p>	
--	--	--	--------------------------------	---	--

附属書F なし

附属書 G (参考) 放射化計算の入力条件の設定例

章			規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
G.1 元素成分条件の設定例	G.1.2 元素成分条件の設定における考慮事項及び例	G.1.2.1 概要	<p>起源元素の元素成分条件の設定フロー (図 G.3 を参照) の考えに基づき、元素成分条件の具体的な設定の例などについて、次に示した。</p> <p>G.1.2.2 元素成分データの収集例</p> <p>元素成分データは、評価対象とする放射化金属等の種類、原材料の品質を考慮した上で、評価対象とする放射化金属等を適切又は保守的に代表できる方法で収集することがある。この場合の評価対象とする放射化金属等の代表性の考慮事項としては、評価対象とする放射化金属等の種類、品質、製造工程などがある。</p>	<p>—</p> <p>(保守的に代表できる方法で読む)</p>	<p>評価対象とする放射化金属等を適切又は保守的に代表できる方法で収集することがある。:</p> <p>この場合の評価対象とする放射化金属等の代表性の考慮事項としては、評価対象とする放射化金属等の種類、品質、製造工程などがある。</p>	
		G.1.2.3 元素成分条件の設定例	<p>G.1.2.3.1 元素成分条件の設定方式の</p> <p>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。</p> <p>— 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</p>	<p>適用する放射能濃度決定方法の種類に応じて、適切な適用が必要となる:</p> <p>適切な適用方法は附属書 G の「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」に示す方法</p>		

		選定例	<p>(元素成分データの平均値など) で設定する方式</p> <p>－ 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</p> <p>評価対象とする放射化金属等の元素成分条件は、表 G.9 に示すとおり、収集する元素成分データの種類 (代表分析値又は分析データ群)、元素成分条件の設定方式 (代表値又は濃度分布)、及び適用する放射能濃度決定方法の種類に応じて、適切な適用が必要となる。</p>	<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" data-bbox="1448 281 2344 877"> <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を一つ設定することを意味する。 ^{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。 ^{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> <table border="1" data-bbox="1448 905 2368 1184"> <thead> <tr> <th></th> <th>最大放射能濃度</th> <th>総放射能</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>			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	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																									
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																									
G.2 中性子条件の設定例	G.2.1 概要		<p>b) 代表条件を設定する方法 照射履歴に基づき、複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。</p> <p>なお、濃度比法の場合及び濃度分布評価法によって決定する場合は、個別の条件の代わりに、複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。</p> <p>参考として、評価対象とする放射化金属等の中性子条件の設定例として、BWR チャンネルボックス及び PWR 制御棒に対する中性子フルエンス率・中性子スペクトル条件設定の例を、G.2.2 及び G.2.3 に示す。この評価においては、BWR チャンネルボックス及び PWR 制御棒の照射位置ごとの中性子フルエンス率・中性子スペクトルを評価しているが、実際の放射化計算の条件の設定を目的とした中性子フルエンス率・中性子スペクトルの評価を行う場合には、中性子フルエ</p>	<p>代表条件を設定する方法 照射履歴に基づき、複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。</p> <p>「放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法」で読む。</p> <p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。</p>	<p>代表条件を設定する方法 照射履歴に基づき、複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。</p> <p>平均的に代表する中性子条件という意味。</p> <p>複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。</p>																						

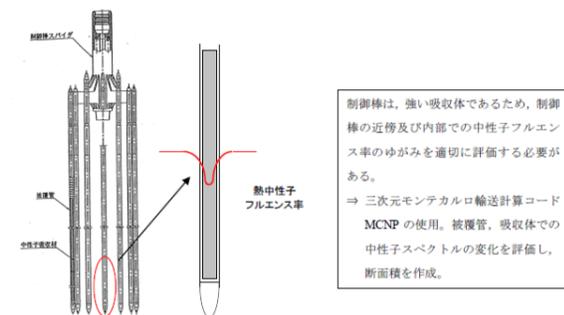
			<p>ンス率・中性子スペクトルの計算に利用するコード及び群定数について、利用の目的を十分考慮した上で、適切な手法(信頼性のある計算コード)を適用することがある。</p> <p>なお、中性子計算は、炉心核的性能計算(単位燃料集合体核特性計算コード、三次元核熱水力解析など)、ボルツマンの中性子輸送方程式を解く手法が主流であり、Sn法(微分型中性子輸送方程式)、モンテカルロ法、直接積分法などが該当する。これらの計算手法に加えて、外挿計算法、アルベド輸送計算法などを、それぞれの特徴に合わせて使用する。また、計算コードとしては、例えば、Sn法を用いた輸送計算コードに、米国オークリッジ国立研究所のANISN[41]、DOT[42]、TORT[43]が、モンテカルロ法を用いた輸送計算コードに、米国ロスアラモス国立研究所のMCNP[44]がある。</p>	<p>放射能濃度評価結果が大きくなるように条件範囲を設定するという意味</p> <p>適切な手法(信頼性のある放射化計算コード)を適用することがある</p> <p>放射化計算の条件の設定という利用目的に沿った信頼性のある放射化計算コード及び群定数を適用するという意味。</p>	<p>平均的に代表する条件範囲を設定するという意味。</p>	
G.2.3	PWR 制御棒の中性子条件の設定例		<p>PWR 制御棒に対する ORIGEN2 シリーズの適用を前提とした中性子条件の設定例は、次による。</p> <p>制御棒は、熱中性子に対する極めて強い吸収体であるため、制御棒の近傍及び内部での中性子フルエンス率分布の径方向のゆがみ(ディプレッション効果)が生じる。ディプレッション効果の概念を、図 G.8 に示す。また、制御棒が照射される燃料有効部上端近傍では、図 G.9 に示すとおり、中性子フルエンス率分布の軸方向分布の勾配が大きい。</p> <p>したがって、中性子条件の設定においては、制御棒の位置、中性子フルエンス率・中性子スペクトルの関係を適切に評価する必要がある。さらに、定格出力時には、原子炉内の全制御棒のうち、約 15% の先端が炉心に挿入されている状態の制御バンク(Dバンク)、残りが全引抜き状態の ARO (All Rod Out) バンクにて運転されることも、考慮する必要がある。各バンクの概念図を、図 G.10 に示す。</p>	<p>制御棒の位置、中性子フルエンス率・中性子スペクトルの関係を適切に評価する必要がある。</p> <p>制御棒の位置、中性子フルエンス率・中性子スペクトルの関係を考慮した評価をする必要がある。という意味。</p>	同左	
			 <p>制御棒は、強い吸収体であるため、制御棒の近傍及び内部での中性子フルエンス率のゆがみを適切に評価する必要がある。</p> <p>⇒ 三次元モンテカルロ輸送計算コード MCNP の使用。被覆管、吸収体での中性子スペクトルの変化を評価し、断面図を作成。</p>	<p>制御棒の近傍及び内部での中性子フルエンス率のゆがみを適切に評価する必要がある</p> <p>制御棒の近傍及び内部での中性子フルエンス率のゆがみを考慮して評価する必要があるという意味。</p>	同左	

				図 G.8—PWR 制御棒における熱中性子フルエンス率のディプレッション効果 (概念図)										
G.3 照射条件設定における考慮事項				<p>照射条件である照射時間及び照射停止時間については、表 D.8 に示した照射履歴に基づき、放射能濃度決定方法の種類に応じて、評価対象とする放射化金属等ごとに詳細な条件、又は複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件 (又は放射能濃度評価結果を大きめにする保守的な条件) の設定が必要となる。また、濃度比法の場合、換算係数法の場合及び濃度分布評価法の場合は、個別の条件の代わりに、複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。</p> <p>例 照射条件を設定する場合に考慮する必要がある基本的な事項は表 D.9 に示した次による。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>考慮する必要がある主な事項</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>照射時間</td> <td>照射時間の合計^①。</td> </tr> <tr> <td>照射停止 (減衰) 時間</td> <td>照射停止後 — 放射化計算結果の照射終了後の停止時間での核種の減衰補正^②。 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正^{③④}。</td> </tr> <tr> <td>原子炉供用期間中</td> <td>照射中の停止時間及び停止時期^⑤。</td> </tr> </tbody> </table> <p>注^① 評価対象核種のうち、プラント運転時間に比べて短半減期の核種は、プラント運転初期の中性子の照射履歴の影響は小さく、評価時点直前の中性子フルエンス率が大きく影響する。また、プラント運転時間に対して長半減期の核種は、総照射量が影響する。 ^② 比較的短半減期核種の場合。 ^③ 濃度比法を用いる場合において、Key 核種を非破壊外部測定した場合。 ^④ ⁶⁰Co などの半減期が照射時間と同程度の核種については、照射終了前の停止時間の減衰効果について考慮が必要。</p>	項目	考慮する必要がある主な事項	照射時間	照射時間の合計 ^① 。	照射停止 (減衰) 時間	照射停止後 — 放射化計算結果の照射終了後の停止時間での核種の減衰補正 ^② 。 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{③④} 。	原子炉供用期間中	照射中の停止時間及び停止時期 ^⑤ 。	— 評価対象とする放射化金属等ごとに詳細な条件、又は放射能濃度評価結果を大きめにする保守的な条件	放射能濃度決定方法の種類に応じて、評価対象とする放射化金属等ごとに詳細な条件、又は複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件： 照射時間に関して、照射実績の平均値及び照射停止時間の平均値を適用した条件。 個別の条件の代わりに、複数の評価対象とする放射化金属等を適切に代表する条件範囲を設定することもある。 照射時間に関して、照射実績の平均値及び照射停止時間の平均値を適用した条件。
項目	考慮する必要がある主な事項													
照射時間	照射時間の合計 ^① 。													
照射停止 (減衰) 時間	照射停止後 — 放射化計算結果の照射終了後の停止時間での核種の減衰補正 ^② 。 又は — 評価対象核種濃度の発生日への適切な補正 ^{③④} 。													
原子炉供用期間中	照射中の停止時間及び停止時期 ^⑤ 。													

附属書 H (参考) 検出困難元素の濃度分布評価方法

章	規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
H.2 基本的な考え方	H.2.4 検出困難元素の濃度分布評価方法			
	<p>H.2.3 において、検出困難元素の濃度分布評価 (標準偏差の作成) に、鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データを適用できることが確認できた場合は、次の手順で、検出困難元素の標準偏差を作成し、濃度分布を評価する。</p> <p>a) 利用する元素濃度データの選定 H.2.2 で収集した元素濃度データに対し、次の点を考慮し、検出困難元素の標準偏差の設定に利用する範囲 (実際に利用する元素濃度データ) を選定する。</p> <p>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。</p> <p>2) 元素濃度データの信頼性 区分ごと (産地、種類など) に収</p>	<p>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</p> <p>「元素濃度データの代表性として、標準偏差に産地・種類・濃度の依存性がないことを評価したデータを対象とする」という意味。</p> <p>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。</p> <p>同上</p> <p>元素濃度データの適切な利用範囲を設定する。</p> <p>「産地、種類ごとに収集したデータ群がもつ信頼性などの評価を行い、実際に利用する元素濃度データの範囲を設定する」という意味。</p> <p>統計的な手法などの適切な方法で設定する</p> <p>統計的な手法として、附属書 H の「表 H.1—検出困難元素の平均的な標準偏差の設定方法の例」に示す方法の意味。</p>		

			<p>集したデータ群がもつ信頼性などの評価を行い、元素濃度データの適切な利用範囲（実際に利用する元素濃度データ）を設定する必要がある。</p> <p>b) 平均的な標準偏差の設定方法 検出困難元素の標準偏差は、a) で選定した元素濃度データを利用し、評価上の保守性などを踏まえた上で、統計的な手法などの適切な方法で設定する。平均的な標準偏差の設定方法の例を、図 H.3 及び表 H.1 に示す。</p> <p>c) 検出困難元素の濃度分布評価 検出困難元素の濃度分布として、平均値及び標準偏差を設定する。平均値は、図 H.1 に示したように、評価対象廃棄物（材料）の元素分析データの検出値又は検出下限値を推定する元素の濃度分布の上限値として、b) で選択・設定した検出困難元素の平均的な標準偏差（鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データで設定）を利用して設定する。濃度分布の上限値の位置（例 濃度分布の上限値＝平均値＋2σ の濃度）は、放射化計算で得られる廃棄物濃度の保守性などを踏まえ、適切に設定する。なお、上記で設定した平均値と、b) で選択・設定した検出困難元素の平均的な標準偏差とが、6.1.2.2.3 に示す起源元素の元素成分条件（濃度分布から設定）となる。</p>	<p style="text-align: center;">表 H.1－検出困難元素の平均的な標準偏差の設定方法の例</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設定方法</th> <th rowspan="2">概要</th> <th colspan="2">特徴</th> </tr> <tr> <th>長所</th> <th>短所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均値</td> <td>各データ群の標準偏差の平均値を適用する方法。</td> <td>平均的な設定が可能。</td> <td>放射能評価上では必ずしも保守的な評価とはいえない（特に分布のばらつきが大きい場合など）。</td> </tr> <tr> <td>99%信頼下限値</td> <td>各データ群の標準偏差の分布形状から、標準偏差の平均値の信頼区間（99%信頼区間の下限値）を算出し、これを設定値として適用する方法。</td> <td>信頼性のある平均値として、データ数及びデータのばらつきの大きさも統計的に考慮される。</td> <td>統計的な評価を行う前提として、標準偏差の分布形状に正規性が必要。</td> </tr> <tr> <td>最小値</td> <td>各データ群の標準偏差の最小値を適用する方法。</td> <td>放射能評価上では、保守側の値が設定可能。</td> <td>過度な保守性をもつ場合がある（特に分布のばらつきが大きい場合など）。</td> </tr> </tbody> </table>	設定方法	概要	特徴		長所	短所	平均値	各データ群の標準偏差の平均値を適用する方法。	平均的な設定が可能。	放射能評価上では必ずしも保守的な評価とはいえない（特に分布のばらつきが大きい場合など）。	99%信頼下限値	各データ群の標準偏差の分布形状から、標準偏差の平均値の信頼区間（99%信頼区間の下限値）を算出し、これを設定値として適用する方法。	信頼性のある平均値として、データ数及びデータのばらつきの大きさも統計的に考慮される。	統計的な評価を行う前提として、標準偏差の分布形状に正規性が必要。	最小値	各データ群の標準偏差の最小値を適用する方法。	放射能評価上では、保守側の値が設定可能。	過度な保守性をもつ場合がある（特に分布のばらつきが大きい場合など）。	
設定方法	概要	特徴																					
		長所	短所																				
平均値	各データ群の標準偏差の平均値を適用する方法。	平均的な設定が可能。	放射能評価上では必ずしも保守的な評価とはいえない（特に分布のばらつきが大きい場合など）。																				
99%信頼下限値	各データ群の標準偏差の分布形状から、標準偏差の平均値の信頼区間（99%信頼区間の下限値）を算出し、これを設定値として適用する方法。	信頼性のある平均値として、データ数及びデータのばらつきの大きさも統計的に考慮される。	統計的な評価を行う前提として、標準偏差の分布形状に正規性が必要。																				
最小値	各データ群の標準偏差の最小値を適用する方法。	放射能評価上では、保守側の値が設定可能。	過度な保守性をもつ場合がある（特に分布のばらつきが大きい場合など）。																				
H.3 検出困難元素の濃度分布の評価例	H.3.1 元素濃度データの収集		<p>a) データ収集方針 有識者検討会の報告書では、検出困難元素の特性などを考慮し、元素濃度データを次の方針で収集している。</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は、文献調査にて収集する。この時、可能な限り広範な産地からデータ収集できるように配慮する。 － 鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データの種類は、河川などの堆積物、土壌、及び各種材料の原材料である鉱物を対象とする。 <p>b) 適用除外データ 有識者検討会の報告書では、a) の方針で収集した文献（元素濃度データ）であっても、次の条件に該当する場合は、検出困難元素の標準偏差の評価に適さないと判断し、除外している。</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。 	<p>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</p> <p>「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ることから、鉱物、岩石などからの試料の元素濃度データに、生物は加えることはしない」の意味。</p>																			

			<ul style="list-style-type: none"> - 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）。 - c) で作成する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。 		
H.3.3 検出困難元素の濃度分布評価			<p>有識者検討会の報告書では、H.3.2 において、H.3.1 で収集した元素濃度データを利用し、次のとおり、SUS304 及び ZrTN804D の Cl, Th 及び U の濃度分布を評価（標準偏差を設定）している。</p> <p>a) 利用する元素濃度データ</p> <p>1) 元素濃度データの代表性 有識者検討会の報告書では、H.3.2 の評価結果をもって、H.3.1 で収集した Cl, Th 及び U の元素濃度データは、鉱物、岩石などからの試料を適切に代表していると評価している</p> <p>2) 元素濃度データの信頼性 収集した元素濃度データ（データ群）は、データ群ごとに必ずしも一定以上のデータ数があるわけではなく、また、データ数の少ないデータ群ほど算出した標準偏差のばらつきが大きくなることを考慮し、有識者検討会の報告書では、利用するデータの信頼性を向上する意味で、元素濃度データの適切な利用範囲をあらかじめ設定している。具体的には、まず、データ群ごとに元素濃度データを対数正規確率図（元素濃度と累積度数との関係）にプロットし、対数正規確率図上での相関係数を算出する（相関係数が大きいほどデータ群の対数正規性が高い）。次に、各データ群のデータ数と相関係数との関係を整理し、相関係数の平均値と相関係数の 99% 信頼下限値の平均との関係から、両者が安定する範囲として、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評価に利用している（図 H.21 から図 H.23 参照）。</p>	<p>Cl, Th 及び U の元素濃度データは、<u>鉱物、岩石などからの試料を適切に代表していると評価</u></p> <p>「附属書 H の H.3.2 の評価結果（標準偏差の同等性の確認、対数正規性の確認、材料の製造工程の影響の確認）を行った上で、代表していると評価した」という意味。</p> <p><u>利用するデータの信頼性を向上する意味で、元素濃度データの適切な利用範囲をあらかじめ設定している</u></p> <p>具体的には、まず、対数正規確率図（元素濃度と累積度数との関係）にプロットし、相関係数を算出する。</p> <p>次に、各データ群のデータ数と相関係数との関係を整理し、最終的に、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評価に利用する範囲としている。</p>	
			<p>b) 検出困難元素の濃度分布評価（標準偏差の設定） 有識者検討会の報告書では、a) で利用範囲を設定した元素濃度データ</p>	<p><u>Cl, Th 及び U とも代表性及び信頼性を評価した上で元素濃度データの適切な利用範囲を設定</u></p>	

			(データ数が20点以上のデータ群)を利用し、表H.6に示す3種類の方法(表H.1に示す方法と同じ)で、Cl, Th及びUの標準偏差を設定している。なお、有識者検討会の報告書では、a)に示したとおり、Cl, Th及びUとも代表性及び信頼性を評価した上で元素濃度データの適切な利用範囲を設定していることから、必ずしも過度な保守性をもった標準偏差の設定を行う必要はないとの理由で、標準偏差の平均値の99%信頼下限値で設定した標準偏差の利用を推奨している。	上記参照	
	H.3.4 化学的性質が類似した元素濃度データの利用		有識者検討会の報告書では、同じアクチノイド元素であるTh及びUを例にして、次の点を踏まえ、化学的性質が類似した元素濃度データを利用した検出困難元素の濃度分布評価(標準偏差の設定)も可能であると評価している。 a) 評価に利用した元素濃度データ 化学的性質が類似した元素の濃度データは、区分(産地・種類など)ごとに収集したデータ群がもつ信頼性などについて評価を行い、適切な利用範囲を設定する必要がある。このため、有識者検討会の報告書では、Th, Uの標準偏差の類似性の評価には、H.3.2及びH.3.3において、代表性及び信頼性を評価した上で利用範囲を設定した元素濃度データを利用している。	収集したデータ群がもつ信頼性などについて評価を行い、適切な利用範囲を設定する 附属書HのH.3.2及びH.3.3において、代表性(産地、種類)及び信頼性(標準偏差の同等性の確認、対数正規性の確認、材料の製造工程の影響の確認)を評価した上で利用範囲を設定した元素濃度データ	

附属書I(参考)濃度比を用いる場合の計算例

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
I.1 基本的な考え方	I.1.2 放射化計算の条件の設定	c) 中性子照射条件 評価対象廃棄物の中性子照射時間及び原子炉供用期間中の中性子照射停止時間を設定。なお、 ⁶⁰ Coなどの比較的短半減期の核種に対しては、長期間にわたる中性子照射を受ける場合は、中性子照射期間中の核種の減衰の影響を考慮する必要がある。 例 3 中性子照射時間及び原子炉供用期間中の中性子照射停止時間の設定の基本的な考え方は、次による。	<u>表中の中性子照射時間(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</u> 中性子照射時間の分布は、対象によって、下記のように異なるため、対象の実績を踏まえて選択することを推奨したもの。 CB: 正規分布 PWR制御棒:Dバンクの場合は、指数分布、AROバンクの場合は、正規分布		

設定項目	中性子照射条件の設定方法		
	設定方法	設定の考え方	設定対象
中性子照射時間(合計)	頻度分布による設定	<ul style="list-style-type: none"> - 評価対象廃棄物の中性子照射時間が必ずしも一律でない場合、中性子照射時間(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
	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廃棄物ごとに中性子照射実績が同じ場合は、実績を踏まえ中性子照射時間を一律に設定する。 	シュラウド、上部格子板など
中性子照射停止時間 ^{*)} (原子炉供用期間中)	均等設定	<ul style="list-style-type: none"> - 評価対象廃棄物の中性子照射停止時間(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。 - 平均的な中性子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"> - 評価対象廃棄物の中性子照射実績に合わせて、個別の照射停止時期及び照射停止時間を設定する。 	
<small>注*) 中性子照射終了後の照射停止時間は、基本的に中性子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(1.2.4.2参照)。</small>			

I.1.4 適用方法	<p>濃度比を用いる場合(I.1.3の放射化計算結果を利用)の基本的な適用方法は、次による。</p> <p>a) Key核種の選定 次のいずれかに適合するKey核種を選定</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 外部から検出が比較的容易なγ線放出核種である。 2) 評価対象廃棄物ごとの放射能濃度を放射化計算によって算出できる核種である。 <p>b) 放射能濃度の決定方法 式(1)を適用して、評価対象廃棄物の放射能濃度を決定する。なお、放射能濃度を決定する場合は、次を考慮する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Key核種濃度を放射化計算で設定した日に減衰補正する。 2) 60Coなどの比較的短半減期の核種に対して適用する場合、中性子照射時間が適切な適用範囲にあること、又は適切な補正を行う。 $A = R \times B \dots\dots\dots (1)$ <p>ここに、 A : 難測定核種の放射能濃度 (Bq/t)</p> <p>R : 濃度比</p> <p>B : Key核種の放射能濃度 (Bq/t)</p> <p>c) 濃度比の決定方法 式(1)に示す濃度比 R の決定手順は、次による。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 濃度比の算出方法 式(2)を使用して、式(1)の濃度比 R を算出する。 <p>なお、代表条件による放射化計算を行う場合は、放射化計算結果の濃度比をそのまま適用する。</p>	<p>中性子照射時間が適切な適用範囲にあること、又は適切な補正を行う。</p> <p><u>適切な適用範囲：</u></p> <p>2半減期でKey核種に選定したCo-60の減衰の影響が表れることから、適用する期間の範囲は10年程度とする意味。</p> <p><u>適切な補正：</u></p> <p>Key核種に選定したCo-60の減衰の影響を評価対象期間に応じて、補正する意味。</p>
	c) 濃度比の決定方法 式(1)に示す濃度比 R の決定手順は、次に	<u>適切なデータ数の取得の考え方：</u>

				<p>る。</p> <p>1) 濃度比の算出方法 式(2)を使用して、式(1)の濃度比 R を算出する。</p> <p>なお、代表条件による放射化計算を行う場合は、放射化計算結果の濃度比をそのまま適用する。</p> $R = \sqrt[n]{(y_1/x_1 \times y_2/x_2 \times \dots \times y_n/x_n)} \dots\dots\dots (2)$ <p>ここに、 xi : Key 核種の放射能濃度 (i=1…n) yi : 難測定核種の放射能濃度 (i=1…n) n : 放射化計算結果の数</p> <p>2) 濃度比決定のための放射化計算結果 (評価データ) の充足性 評価対象廃棄物中の難測定核種及び Key 核種の濃度比の値を決定するための放射化計算結果の数が、十分であるかどうかの判断は、ISO21238:2007[1]に示されている適切なデータ数の取得の考え方を踏まえた次の判断を適用できる。</p> <p>— 得られた放射化計算結果の数に応じた放射化計算結果群 (データベース) が示す統計値の安定性に関して、放射化計算の追加によって統計値の安定性に明確な向上が見込めなければ、十分と判断してよい。</p>	<p>濃度比の値を決定するための放射化計算結果の数が十分であるデータ数の取得の考え方の意味。</p>		
I.2 計算例	I.2.2 放射化計算の条件の設定	I.2.2.1 元素成分条件	I.2.2.1.1 評価対象核種の起原元素の選定	<p>I.2.2.1.2 元素成分条件の設定</p> <p>d) 各元素の濃度分布条件の設定 各元素の濃度分布条件 (平均値, 標準偏差, 最小値及び最大値) の設定については、各元素の元素分析データの収集状況を考慮し、元素分析データ数に応じた分類ごとに、各元素の適切な濃度分布条件の設定を行った。</p> <p>1) 元素分析データ数が比較的少ない元素 ZrTN804D 及び SUS304 の元素分析データ数 (検出値) が比較的少ない元素の濃度分布条件は、次のとおり設定し、設定した結果を、図 I.1 に示す。</p> <p>1.1) 対数正規分布及び正規分布形状で設定した元素 ZrTN804D 及び SUS304 の元素の濃度分布は、表 I.7 に示すように、対数正規分布又は正規分布を設定した。</p> <p>なお、標準偏差は、元素分析データの少なさを考慮し、母分散の 95 %信頼上限値 (母分散の推定) を適用して設定した。</p>	<p>各元素の適切な濃度分布条件の設定： 下記のように、元素分析データ数に応じた濃度分布条件の設定を行う意味。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・元素分析データ数が比較的少ない元素 ・元素分析データ数が非常に少ない元素 ・元素分析データに検出下限値しかない元素 		
	I.2.3 放射化計算	I.2.3.1 放射化計算用データの設定		<p>濃度比を用いる場合の基本的な考え方は、評価対象となる放射化金属等を実際にサンプリング及び放射化学分析した多数の代表試料の放射能濃度データによって難測定核種及び Key 核種の濃度比 (すなわち、スケーリングファクタ) を評価、設定する代わりに、適切に代表した放射化計算の条件での多数の放射化計算結果 (評価データ) によって難測定核種及び Key 核種の濃度比を評価、設定する。</p>	<p><u>適切に代表した放射化計算の条件での多数の放射化計算結果</u> 評価対象となる放射化金属等の条件範囲 (元素、中性子、照射) をランダムサンプリングによって網羅した放射化計算の条件の意味</p> <p><u>評価対象廃棄物の中性子照射条件などの実績などを十分考慮した放射化計算範囲を適切に設定</u></p>		

したがって、対象となる放射化金属等の元素成分条件、中性子条件及び照射条件の範囲、並びにその分布を適切に設定し、これを網羅した代表的な放射化計算用の入力データ群を作成して、放射化計算による評価を進めることが必要となる。

このため、放射化計算の条件としての放射化計算コードへの入力条件として設定するデータ（すなわち、放射化計算用データ）については、評価対象廃棄物の中性子照射条件などの実績などを十分考慮した放射化計算範囲を適切に設定した上で、それぞれの計算条件をランダムにサンプリングすることで、次の設定必要項目ごとに放射化計算用入力データを作成する。

- 元素成分条件：分析結果などに基づき元素濃度の分布を設定
- 中性子条件：評価対象廃棄物の形状、原子炉内外での設置状態、及び運転サイクルごとにローテーションした配置位置、原子炉供用期間中の運転モードによる配置位置（以下、配置位置という。）の実績を考慮し、中性子照射位置の出現頻度分布を適切に設定し、この中性子照射位置での中性子条件を設定
- 照射条件：原子炉での実際の中性子照射実績を踏まえて設定

元素成分条件は、I.2.2.1.2で設定した化学分析データなどに基づく分布を踏まえ、元素ごとに適切な濃度分布を設定した。

中性子条件は、評価対象であるZrTN804D（BWRチャンネルボックスの本体）及びSUS304（PWR制御棒の被覆管）に対する中性子条件を設定する上での評価対象廃棄物の配置位置の移動条件及び形状、設置方向の原子炉軸方向の一様分布を考慮してI.2.2.2で設定した中性子条件とした。

中性子照射条件は、附属書Bに示したように、中性子照射条件は、全体的な設定値が同一であれば、各運転サイクルの間の差異の影響は、非常に小さいため、I.2.2.3で設定した実態の分布を踏まえた中性子照射時間及び均等設定した中性子照射停止期間とした。

元素成分条件、中性子条件及び照射条件の放射化計算の条件の出現頻度分布の設定結果をまとめたものを、表I.16に示す。

下表のように、中性子照射条件を実績データに基づき、設定するとの意味。

表 I.14-ZrTN804D (BWR チャンネルボックスの本体) の照射時間の出現頻度分布の設定

	燃焼度の実態調査	設定頻度分布	中性子照射時間の設定条件 ^{a)}
中性子照射時間の条件	約13000体の燃料集合体（すなわち、付随するチャンネルボックス）の燃焼度の実態調査結果を踏まえ、次の実態分布が評価された。 燃焼度：正規分布	正規分布	平均値=1786日 標準偏差=654日
注 ^{a)} 中性子照射時間の設定条件は、燃料集合体の燃焼度（実績）に基づき比出力を踏まえて算出した。なお、比出力にはプラントの設置許可申請書記載値の最小値を利用した。			

表 I.15-SUS304 (PWR 制御棒の被覆管) の中性子照射時間の出現頻度分布の設定

	中性子照射時間の実態調査結果	設定頻度分布	中性子照射時間の設定条件
Dバンク	約7百数十体の制御棒の制御位置ごとの中性子照射時間の実態調査結果、次の実態分布が評価された。	指数分布	$y=534.12e^{-0.8254x}$ (x: 中性子照射時間(年), y: 発生頻度)
AROバンク	Dバンク：指数分布 AROバンク：正規分布	正規分布	平均値 = 7.68年 標準偏差 = 2.92年

中性子照射位置の出現頻度分布を適切に設定

実際のCBや制御棒の炉内への設置条件を踏まえて、下表のように、中性子照射位置を設定するとの意味。

表 I.12-ZrTN804D (BWR チャンネルボックスの本体) の形状及び設置方向の設定

	出現頻度分布	中性子照射位置条件 (分割位置)
原子炉の軸方向の設置	軸方向の一様分布 ^{a)} (25分割)	1~25
注 ^{a)} BWRチャンネルボックスの軸方向位置を1(炉心下部)から25に分割し、この中から擬似一様乱数で中性子照射位置を設定する。また、軸方向位置については、原子炉内は、有効燃料部の24分割した各中性子照射位置(分割位置=1~24)、原子炉外は、共通の中性子照射位置(分割位置は25)として扱う。		

表 I.13-SUS304 (PWR 制御棒の被覆管) の中性子条件の出現頻度分布の設定

	出現頻度分布	設定条件
配置位置	代表配置位置の組合せパターン(固定)	Dバンク照射から AROバンク照射
形状及び設置方向	軸方向分布の一様分布	最小値 = 0 m (先端) 最大値 = 0.75 m

元素ごとに適切な濃度分布を設定した

元素分析データ数に応じた濃度分布条件の設定を行う意味。

- ・元素分析データ数が比較的少ない元素
- ・元素分析データ数が非常に少ない元素
- ・元素分析データに検出下限値しかない元素

I.2.4 適 I.2.4.3 濃

a) 濃度比の算出 評価対象廃棄物全体の放射能濃度は、様々な放射

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

	用例	度比の決定方法	<p>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、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9)の適用が適切である。図 I.8 及び図 I.9 に示した BWR のチャンネルボックスの本体及び PWR 制御棒の被覆管の難測定核種、並びに Key 核種の濃度比は、図 I.10 及び図 I.11 に示すとおり、難測定核種及び Key 核種の濃度比が対数正規分布を示すため、式(2)に示した埋設総放射能の評価に適用する放射能濃度の決定に適用する濃度比は、幾何平均を適用して算出している（濃度比は、値が大きくなるように、有効数字3桁目を切り上げて表示している）。なお、濃度比の分布形状が対数正規分布に明らかに従わず、最大放射能濃度の評価の観点では、ばらつきを踏まえた保守性の考慮が必要な場合には、算術平均などによって濃度比を算出する。</p> <p>注9) AESJ-SC-F10:2007 では、浅地中ピット処分廃棄物の放射能濃度決定方法に適用するスケールリングファクタの算出方法として、式(2)に示した幾何平均が記載されている。</p>	<p>が適切である</p> <p>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の回答 13(4)（幾何平均による保守性）を参照ください。</p>	
			<p>b) 放射化計算結果（評価データ）の充足性 放射化計算結果（評価データ）の数が、濃度比決定のための評価データとして十分であるかどうかについては、計算して得られた放射化計算結果の数に応じて、放射化計算結果群（データベース）が示す統計値の安定性を踏まえて判断すればよい。ここで、ISO21238:2007 に示されている適切なデータ数の取得の考え方（I.1.4 参照）を踏まえて、今回の放射化計算結果である40点のデータベースに関して、代表的な統計値である相関係数の安定性（すなわち、各データ数における相関係数の平均値及び相関係数の95%信頼下限値の差が示す不確定性の減少の度合い）について評価した結果を、図 I.12 に示す。この結果に基づけば、放射化計算によって集積したデータ数の推移に応じて、相関係数の95%信頼下限値が上昇し、次第に安定領域に入り、40点の計算入力データ群では、追加計算によっても、統計値の明確な改善は、生じないことが十分予測されるため、濃度比を決定するためのデータ数としては、充足している。なお、参考として、同様の方法で濃度比の安定性（各データ数における濃度比の平均値及び濃度比の95%信頼上限値の差が示す不確定性の減少の度合い）を評価した結果を、図 I.13 に示すが、濃度比の安定性の観点でも、上記と同様である。</p>	<p>ISO21238:2007 に示されている適切なデータ数の取得の考え方</p> <p>代表的な統計値である相関係数の安定性（すなわち、各データ数における相関係数の平均値及び相関係数の95%信頼下限値の差が示す不確定性の減少の度合い）によって計算数の充足性を評価する考え方。</p>	

附属書 J (参考) 換算係数を用いる場合の計算例

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
J.1 基本的な考え方	J.1.1 考え方			まず、上記に示したように評価対象廃棄物に対し適切な管理指標を決定する。次に、評価対象廃棄物のもつ管理指標の値の範囲を考慮して代表的な中性子照射量を設定し、平均的又は放射能濃度評価結果が大きくなるような中性子条件で放射化計算を実施する。 この結果から管理指標の値と放射能濃度との関係を換算係数として決定し、換算係数及び評価対象廃棄物のもつ管理指標の値の積から放射能濃度を決定する。この方法による評価手順の概略を、図 J.1 に示す。	<u>適切な管理指標を決定する。</u> 評価対象廃棄物の中性子照射量に比例する因子で管理されているデータを管理指標とする。 具体的な管理指標の例としては、制御棒に対して原子力発電所で管理されている中性子照射量、BWR 燃料集合体のチャンネルボックスなどに対して燃料の燃焼度、炉心近傍に固定された機器に対して炉心の運転期間。	同左	
	J.1.2 放射化計算の条件の設定			c) 中性子照射条件 中性子照射時間の範囲は、個々の評価対象廃棄物の管理指標の値から中性子照射時間の実績を包含するように設定する。範囲の設定には管理されている管理指標の実績値、評価対象廃棄物に認可されている最大照射量などから計算される中性子照射時間が利用できる。 放射化計算を行うための中性子照射時間の代表計算点は、評価対象廃棄物の中性子照射時間の範囲内で適切に設定する。 また、停止期間は、実績を踏まえて平均値又は放射能濃度評価結果が大きくなるよう設定するか、若しくは基礎的な検討（附属書 B 参照）などによって中性子照射停止時間の放射能濃度への影響が小さいことが明らかな場合は、設定しない。	<u>評価対象廃棄物の中性子照射時間の範囲内で適切に設定する。</u> 評価対象廃棄物の中性子照射時間の範囲内で放射能濃度評価結果が大きくなるよう設定するとの意味。	<u>評価対象廃棄物の中性子照射時間の範囲内で適切に設定する。</u> 評価対象廃棄物の中性子照射時間の範囲内で放射能濃度評価結果が平均的になるよう設定するとの意味。	

附属書 K (参考) 濃度分布評価法によって決定する場合の計算例

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
K.1 基本的な考え方	K.1.1 考え方			濃度分布評価法によって決定する場合とは、評価対象とする廃棄物グループの放射化計算の条件が明確であり、その計算条件において求められる放射能濃度が一定範囲にある場合、廃棄物グループの放射能濃度を、複数の理論計算によって求めた放射能濃度の平均値などによって決定する方法である。 このため、廃棄物グループの計算条件の変動幅を考慮した複数の放射化計算を行い、計算結果の分布から廃棄物グループの放射能濃度を決定する。基本的な流れは、図 K.1 のとおり	<u>廃棄物グループの元素分析データから元素成分条件の変動範囲が把握できることから、その変動範囲を考慮して複数の元素成分条件を適切に設定できる。</u> ： 「廃棄物グループの元素分析データから元素成分条件の変動範囲が把握できることから、その変動範囲を網羅できる	同左	

				<p>となる。</p> <p>例えば、原子炉の運転開始から恒久停止まで原子炉内の一定の位置に設置された一種類の材料で構成される構造物を適用対象の廃棄物グループと考えると、廃棄物グループの元素分析データから元素成分条件の変動範囲が把握できることから、その変動範囲を考慮して複数の元素成分条件を適切に設定できる。</p>	<p>複数の元素成分条件を設定できる。」の意味</p>		
	K.1.4 適用方法			<p>K.1.3 の放射化計算結果に基づき、濃度分布評価法によって決定する場合の基本的な適用方法を次に示す。</p> <p>a) 計算結果の安定性及び充足性の確認 計算結果のばらつきが、ある一定の範囲内に安定し、かつ、平均値が一定値に収束していることを確認する。具体的には、平均値が示す統計値の放射能濃度の安定性で評価でき、統計値の安定性の判断については、ISO 21238:2007[1]に示される適切なデータ数の取得の考え方を適用できる。</p>	<p>適切なデータ数の取得の考え方： 放射能濃度の値を決定するための放射化計算結果の数が十分であるデータ数の取得の考え方の意味。</p>	同左	
K.2 計算例	K.2.2 放射化計算の条件の設定	K.2.2.1 元素成分条件	K.2.2.1.2 元素成分条件の選定	<p>次の手順によって元素成分条件を選定した。</p> <p>a) 元素成分データの収集 各元素の元素成分データについては、表 K.7 に示すとおり、“評価対象廃棄物自体の品質サンプル又は同じ材料種類のサンプルの化学分析を行う方法”によって収集した元素分析データ(事業者が評価対象廃棄物(材料)中の元素の化学分析を実施した結果[3])から、分析データ群を作成した。</p> <p>b) 元素成分条件の設定方法の選択 元素成分条件の設定方法は、a)で作成した分析データ群を使用し、“評価対象廃棄物の元素分析データの濃度分布を設定する方式”を選択した。</p> <p>c) 各元素の濃度分布基本形状の設定 評価対象廃棄物である黒鉛の各元素について、主成分、不純物の成分管理目標値の有無を踏まえ、濃度分布の基本形状を設定した結果を表 K.8 に示す。</p> <p>d) 各元素の濃度分布条件の設定 各元素の濃度分布条件(平均値、標準偏差、最小値、最大値など)の設定については、各元素の元素分析データの収集状況を考慮し、元素分析データ数に応じた分類ごとに、各元素の適切な濃度分布条件の設定を行った。なお、C の元素成分条件については、黒鉛減速材の主要成分であるため、放射能濃度評価結果が大きくなるように、分析した微量元素成分を除いた全ての割合を保守的に割り当てた。</p>	<p>各元素の適切な濃度分布の設定を行った。： 元素分析データ数に応じた濃度分布条件の設定を行う意味。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・元素分析データ数が比較的少ない元素 ・元素分析データ数が非常に少ない元素 ・元素分析データに検出下限値しかない元素 	同左	

			<p>1) 元素分析データ数が比較的少ない元素 元素分析データ数(検出値)が比較的少ない元素の濃度分布条件の設定結果を図 K.2 に示す。元素の濃度分布としては、表 K.9 に示すように対数正規分布を設定した。なお、標準偏差は、元素分析データの検出値の少なさを考慮し、母分散の推定の 95 %信頼上限値から求めた値を標準偏差として設定した。</p> <p>2) 各元素の濃度分布条件設定結果 1)に基づき、各元素の濃度分布条件を設定した結果を、元素分析データとともに、図 K.3 及び表 K.10 に示す。</p>			
K.2.3 放射化計算	K.2.3.1 放射化計算用データの設定	<p>濃度分布評価法によって決定する場合の基本的な考え方は、<u>適切な放射化計算</u>の条件での多数の放射化計算結果によって廃棄物グループの放射能濃度を評価・設定することである。したがって、対象となる廃棄物の元素成分条件、中性子条件及び照射条件の範囲並びにその分布を<u>適切</u>に設定し、これを考慮した放射化計算用の入力データ群を作成し、放射化計算による評価を進めることが必要となる。</p> <p>このため、放射化計算に必要な放射化計算入力データについては、評価対象廃棄物の照射条件などを考慮した放射化計算範囲を適切に設定した上で、ランダムサンプリングによる複数の計算条件を設定した上で、計算を実施するように設定するか、全体の分布を評価した結果に基づき一つの値を設定する。</p> <p>上記の手順によって、次の放射化計算用入力データの設定を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> 元素成分条件： 分析結果などに基づき元素濃度の分布を<u>適切</u>に設定。 中性子条件： 評価対象廃棄物の形状及び原子炉内外での設置状態を<u>適切</u>に設定し、中性子の照射位置での中性子条件で設定。 照射条件： 原子炉での実際の中性子の照射実績を踏まえて<u>適切</u>に設定。 <p>元素成分条件は、K.2.2.1 で設定した化学分析データなどに基づく分布を踏まえ、元素ごとに<u>適切な濃度分布</u>を設定した。中性子条件は、評価対象である黒鉛減速材に対する中性子条件を設定する上での評価対象廃棄物の形状、配置位置を考慮し、K.2.2.2 で設定した中性子条件とした。照射条件は、原子炉運転中の黒鉛減速材の装荷位置が一定である特徴を考慮</p>	<p>濃度分布評価法によって決定する場合の基本的な考え方は、<u>適切な放射化計算</u>の条件での多数の放射化計算結果によって廃棄物グループの放射能濃度を評価・設定することである：</p> <p>「対象となる廃棄物の条件（元素成分条件、中性子条件及び照射条件の範囲並びにその分布）を網羅する条件を意味する。」</p> <p><u>対象となる廃棄物の元素成分条件、中性子条件及び照射条件の範囲並びにその分布を適切に設定し：</u></p> <p>同上</p> <p><u>分析結果などに基づき元素濃度の分布を適切に設定：</u></p> <p>同上</p> <p><u>評価対象廃棄物の形状及び原子炉内外での設置状態を適切に設定：</u></p> <p>評価対象廃棄物に照射される中性子条件の計算モデルの設定に際しては対象物の形状、設置状態に近づけて模擬する意味。</p> <p><u>原子炉での実際の中性子の照射実績を踏まえて適切に設定：</u></p> <p>原子炉の運転・停止実績として、時刻歴、出力レベルを網羅するように設定の意味。</p>	同左		

			<p>し、K.2.2.3 で設定した実際の原子炉の運転実績に基づく照射条件とする。</p> <p>上記の元素成分条件、中性子条件及び照射条件の放射化計算の条件の設定結果をまとめたものを表 K.11 に示す。</p> <table border="1" data-bbox="786 401 1332 604"> <caption>表 K.11-放射化計算の条件の設定</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">設定必要項目</th> <th>放射化計算の条件を決定するための設定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>元素成分条件</td> <td>各元素の濃度分布</td> <td>微量成分： 対数正規分布 主成分： C は、微量成分元素の残量</td> </tr> <tr> <td>中性子条件</td> <td>配置位置</td> <td>運転期間で同一位置に設置一つの値（最大値）に設定</td> </tr> <tr> <td>照射条件</td> <td>中性子の照射時間及び 中性子の照射停止時間</td> <td>運転履歴</td> </tr> </tbody> </table>	設定必要項目		放射化計算の条件を決定するための設定	元素成分条件	各元素の濃度分布	微量成分： 対数正規分布 主成分： C は、微量成分元素の残量	中性子条件	配置位置	運転期間で同一位置に設置一つの値（最大値）に設定	照射条件	中性子の照射時間及び 中性子の照射停止時間	運転履歴	<p>元素ごとに適切な濃度分布を設定： 元素分析データ数に応じた濃度分布条件の設定を行う意味。</p>		
設定必要項目		放射化計算の条件を決定するための設定																
元素成分条件	各元素の濃度分布	微量成分： 対数正規分布 主成分： C は、微量成分元素の残量																
中性子条件	配置位置	運転期間で同一位置に設置一つの値（最大値）に設定																
照射条件	中性子の照射時間及び 中性子の照射停止時間	運転履歴																
			<p>放射化計算用の入力データの設定において、分布を考慮するものについては、“擬似乱数”を使用したランダムサンプリングによって設定した。具体的には、表 K.11 に示した放射化計算の条件のうち元素成分条件については、出現頻度分布として決定した分布形状、データなどに基づく分布範囲を踏まえ、次の方法を適用する。</p> <p>ランダムサンプリングのための乱数発生法として JIS Z 9031：2012 [5] に示されているメルセンヌツイスター法を採用し、擬似乱数を必要数発生させ、分布設定のために評価した平均値、標準偏差を使用した逆関数法で、放射化計算用入力データを作成した放射化計算用入力データの設定結果を、表 K.12 に示す。</p> <p>なお、放射化計算用データとして設定した各元素の濃度分布を、図 K.4 に示すが、各元素の濃度分布は、全て対数正規分布としており、放射化計算用データの数は、対数正規分布の平均値、標準偏差から定まる分布（図中の実線）を再現する結果となっていることから、適切に入力データは、設定されているといえる。</p>	<p>各元素の濃度分布は、全て対数正規分布としており、放射化計算用データの数は、対数正規分布の平均値、標準偏差から定まる分布（図中の実線）を再現する結果となっていることから、適切に入力データは、設定されているといえる： 放射化計算用に設定した元素の濃度分布（図 K.4）と擬似乱数を必要数発生させて求めた平均値と標準偏差から逆関数法で作成した分布（K.12）の比較結果から入力条件として推奨できるものであることを示しているという意味。</p>	<p>同左</p>													

附属書 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

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
M.3 評価精度に対する要求に対する対応	M.3.2 最大放射能濃度を超えないことにおける評価精度への対応の考え方	<p>c) 最大放射能濃度を超えないことの確認 b)の廃棄体個々の推定放射能濃度のばらつきを踏まえて、次のいずれかの方法によって、廃棄体の放射能濃度が最大放射能濃度を超えないことを、妥当性の評価又は裕度の確保によって確認する必要がある。</p> <p>1) 平均放射能濃度を適用しても、最大放射能濃度を超えるおそれが高い範囲を設定する (例えば、平均放射能濃度の評価が適用できる範囲を示すスクリーニングレベルなどを設定する)。</p> <p>2) 放射化計算の条件に適切な裕度を考慮し、到達する可能性のある最大放射能濃度を評価して確認する。</p> <p>3) 放射能濃度を“平均放射能濃度+偏差”の形式で推定範囲を示し、これによって最大放射能濃度を超えないこと確認する。</p>	<p>放射化計算の条件に適切な裕度</p> <p>入力条件とする元素、中性子、照射の各条件に、信頼上限値などを適用して、評価を行うことで、裕度を見込んだ評価を実施する。</p>	—	

附属書 O (参考) 原廃棄物分析法の記録の例

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
O.1 結果の記録内容		<p>原廃棄物分析法の評価に利用した主要な記録は、知識をもつ評価者が評価の背景及び評価をトレースできるようにするために、詳細に記載するのがよい。また、できる限り、次の情報を含むことが望ましい。</p> <p>a) 原廃棄物分析法の内容及び範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> － 評価の目的 － 基本的な前提条件 － 適用性及び制限 <p>b) 評価対象とした試料の説明 評価対象とした試料 (廃棄物) に対し、目的に応じて、次の中から適切な項目を選定し、管理する。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 試料番号 (試料管理番号) － 発生日 (対象が廃棄物として発生した年月日) － 採取日 (試料を採取した年月日) － 発生履歴 (原子炉型式、発電所名、号機名、発生場所、廃棄物の種類・性状など) 	<p>目的に応じて、次の中から適切な項目を選定し、管理する</p> <p>特に、「発生履歴」に関しては、評価対象の範囲として、例えば、集中保管タンクに貯蔵されている使用済樹脂の場合の例では、発電所名、発生場所と廃棄物の種類が管理項目として選択されます。</p> <p>また、放射能濃度が採取日 (試料を採取した年月日) で減衰補正管理されていれば、発生日 (対象が廃棄物として発生した年月日) は不要です。</p>		

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外				
		<p>解説表 1ー原子力安全委員会です承された廃棄体中の放射能濃度決定方法(続き)a)</p> <table border="1" data-bbox="736 457 1270 640"> <caption>解説表 1ー原子力安全委員会です承された廃棄体中の放射能濃度決定方法(続き)^{a)}</caption> <thead> <tr> <th>放射能濃度決定方法</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原廃棄物分析法</td> <td>固定化処理関連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。</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 ^{a)} 原子力安全委員会 “日本原燃産業(株)六ヶ所事業所における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 (了承)” (平成 4 年 4 月)。 ^{b)} 母集団を適切に代表している廃棄体又は廃棄物から採取した試料。 ^{c)} 廃棄体外部から非破壊測定が困難な核種。 ^{d)} 廃棄体外部から非破壊測定が可能な γ 線を放出し、線測定核種と相関関係をもつ核種。</p>	放射能濃度決定方法	内 容	原廃棄物分析法	固定化処理関連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。	<p>代表試料：母集団を適切に代表している廃棄体又は廃棄物から採取した試料 母集団の種類 (号機、種類)、発生期間といった放射能濃度の分類区分を代表しているという意味。</p>		
放射能濃度決定方法	内 容								
原廃棄物分析法	固定化処理関連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。								
3 適用範囲		<p>この標準は、中深度処分対象である放射化金属等及び使用済樹脂等について、“核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則”第八条第 2 項第二号に定める廃棄体の放射能濃度に係る技術基準を満足していることを確認するとともに、同規則第六条第 1 項第一号に定める事業所に埋設された放射性物質の放射能の総量を超えていないことを確認するための標準的な放射能濃度決定方法を規定することを目的に作成されたものである。ただし、放射性廃棄物の代表試料に関する放射化学分析方法は、この標準に含んでいない。</p> <p>放射能濃度決定方法は、中深度処分の対象となる放射性廃棄物の特性を踏まえた方法についての記載を行うことが適切であるため、原子炉内での中性子照射によって放射性核種が生成する放射化金属等を対象とする理論的方法に当たる“放射化計算を用いる放射能濃度決定方法”，及び原子炉冷却材浄化系などで、放射性物質をろ過・吸着した使用済樹脂等に適用する実証的方法に当たる“原廃棄物分析法”を示したものである。また、使用済燃料とともに原子力発電所から搬出され、再処理工場において廃棄物となるチャンネルボックス、バーナブルポイズンなどの放射能評価上の特徴は、原子力発電所から発生する廃棄物と同じであり、この標準が適用できる。</p> <p>なお、原子力規制委員会などにおいて、この標準に関連する内容などの検討を行った結果によって、この標準の記載内容に影響がある場合には、最新の法令などを確認した上で、この標準を使用する必要がある。</p>	<p>放射能濃度決定方法は、中深度処分の対象となる放射性廃棄物の特性を踏まえた方法についての記載を行うことが適切である。</p> <p>原子炉内での中性子照射によって放射性核種が生成する放射化金属等を対象とする理論的方法に当たる“放射化計算を用いる放射能濃度決定方法”，及び原子炉冷却材浄化系などで、放射性物質をろ過・吸着した使用済樹脂等に適用する実証的方法に当たる“原廃棄物分析法”に関する評価方法に関して記載する意味。</p>						
5 審議中に議論となった事		<p>a) “自然界”の用語の表現 放射化計算の入力条件の一つである元素成分データの設定における、元素分析データに検出下限値しかない検出困難元素の濃度分布の標準偏差を推定する方法の一つ</p>	<p>適切な用語を見いだせられなかった： “環境試料、金属、鉱物、岩石、堆積物、土壌など”の広く自然環境の中に存在している“物質”を意味する略称としての良い略語の意味。</p>						

章		規定内容		最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外
項			として、“環境試料、金属、鉱物、岩石、堆積物、土壌など”の広く自然環境の中に存在している“物質”の元素濃度分布から設定する方法が示されているが、これらの“物質”の略称として、“自然界”の用語を用いている。この用語は、過去の標準制定の時にも議論し、ほかの良い略語が見いだせず、“自然界”の用語の使用に至ったものであるが、今回の改定においても見直した方がよいとの意見が出され、再度、議論したものの、適切な用語を見いだされなかった。しかしながら、この改定においては、違和感の残る“自然界”の用語の使用を止め、暫定的に、“鉱物、岩石などからの試料”に替えて使用した。			
			b) 品質保証 この標準は、放射能濃度を決定する理論計算法の手順などを示すものであるが、計算結果、入力データなどの“記録”に関する内容も示していることから、利用者における“品質保証”又は“品質マネジメントシステム”の適用・組み込みなどに関しても示すことも重要ではないかとの意見が提示された。単に手法・基準を示す学会標準に関しては、利用者が学会標準を引用して実際に使用する要領書などで、“品質保証”又は“品質マネジメントシステム”に関して、示すことになるため、必ずしも、標準内で“品質保証”又は“品質マネジメントシステム”までを要求する必要はないのではないかという考えもある。さらに、原子燃料サイクル専門部会が関わっている学会標準での品質保証に係る記述の有無などを調査したが、“品質マネジメントシステム”に関する標準内での扱いに関しても、明確な方針は見えなかった。このため、この内容に関しては、この分科会では、“品質マネジメントシステム”に関する標準内での扱いは、個々の標準で議論する内容でなく、標準委員会としての基本方針に基づいて、記載内容を検討することが適切であると考え、この標準においては、暫定的に、次の規定に留めた。	標準委員会としての基本方針に基づいて、記載内容を検討することが適切である： 「標準委員会の方針に沿って、記載内容を検討することが推奨される」という意味。		
6. その他の解説事項	6.1 表面汚染の取扱い		この標準では、中深度処分対象廃棄物のうち、放射化金属等に対する放射能濃度決定方法として、理論計算法の適用方法を示している。ただし、放射化金属の表面には、核分裂生成物及びα核種を含む腐食生成物（以下、クラッドという。）が付着しており、放射化金属の放射能濃度を決定するためには、このクラッドの放射能も考慮する必要がある。 a) 除染する場合 放射化金属の表面に付着したクラッドを除去できる適切な方法によって除染を行えば、理論計算法で決定した	放射化金属の表面に付着したクラッドを除去できる適切な方法 適切な方法 対象の廃棄物や作業環境に応じて、除染効果が高くなる方法		

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
				放射化金属の放射能濃度に対し、廃棄物の表面に付着したクラッドの放射能の影響は、ないといえる。 適切な 方法の例としては、除染方法の一つである研磨法（機械的方法）[3]の場合、水流動又は空気旋回流に研磨材を随伴させて除染を行うため、研磨材の種類によっては金属母材までの研削能力があるため、放射化金属の表面に付着したクラッドを十分に除去できる方法といえる。			
				b) 除染しない場合 放射化金属の表面に付着するクラッドの放射能は、プラントの水質、燃料損傷の有無によって異なるため、これらを考慮して 適切に 評価する必要がある。ただし、除染しない場合においても、放射化金属の表面に付着した放射能の影響が小さい可能性もある。その一例として、JNES-SS-0403[4]において燃料損傷の影響が有意ではないプラントと定義される福島第二原子力発電所 1 号機で発生したチャンネルボックスの母材及びクラッドの放射能比を、解説表 3 に示すが、クラッドの放射能は、母材の放射能に対して非常に小さい（1%以下）ことが分かる。このように、母材に対してクラッドの放射能の影響が非常に小さい放射化金属については、クラッドの放射能の影響は、ないとして評価できる場合もある。	放射化金属の表面に付着するクラッドの放射能は、プラントの水質、燃料損傷の有無によって異なるため、これらを考慮して適切に評価する。 クラッドの放射能はプラントの水質、燃料損傷の有無によって異なるため、これら個別の条件を考慮して評価するという意味。		
	6.2 濃度比法を用いる場合の基本的な考え方及び計算例	6.2.3 放射化計算用データの設定	6.2.3.1 擬似乱数	放射化計算の計算用データを作成する場合は、作成した計算用データが、あらかじめ設定した放射化計算の条件（元素成分条件、中性子条件及び照射条件）を 適切に 模擬するための配慮が必要である。このため、放射化計算の条件が恣意的に設定されないよう、一般的な擬似乱数1)を使用した放射化計算の条件の設定を行う。なお、擬似乱数の生成には、JIS Z 9031:2012“乱数発生及びランダム化の手順”の擬似乱数生成方法のアルゴリズムの一つであるメルセンヌツイスター法2)を使用した。 注 1) アルゴリズムによって生成した乱数。ここで、乱数とは、特定の確率変数の実現値とみなし得る数を指す。なお、誤解がなければ、擬似乱数を単に乱数と呼んでもよい。 2) M 系列法 3) の一つで、高速で非常に長い周期とすぐれた多次元均等性分布とをもつ。 3) アルゴリズムによって擬似一様乱数を生成する方法の一つ。幾つかの変種があるが、いずれもかなり高速であり、実用的観点では、周期は無限ともいえるほど長くできる。また、高次元のランダム点列の生成にも向いている。	放射化計算の条件（元素成分条件、中性子条件及び照射条件）を適切に模擬するための配慮が必要 乱数は、データが示す分布の形状（正規分布、対数正規分布、一様分布）を踏まえて、分布の形状に応じた擬似乱数生成方法を選択して、模擬することが必要であるとの意味です。		
	6.6 放			この標準に示す放射能濃度決定方法を適用する場合、廃棄体中に	評価係数（換算係数、濃度比など）を適切に選択するための、廃棄体中の廃棄物の履		

章		規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射能量を評価する場合	左記以外																								
射能濃度決定方法の適用において必要な管理		<p>収納されている廃棄物が、理論計算法の適用条件の範囲内にあることを確認する必要がある。このためには、放射能濃度を決定するための算定条件を把握する、又は評価係数（換算係数、濃度比など）を適切に選択するための、廃棄体中の廃棄物の履歴情報8が必要となる。</p> <p>これらの放射能濃度決定方法から求められる廃棄物の履歴情報の把握、すなわち、廃棄体製作時の廃棄物の管理を行うことが重要となる。この管理項目については、AESJ-SC-F015を制定した2010年当時には、含んでいたものであるが、その後、中深度処分対象廃棄体の製作及び検査方法を示す日本原子力学会標準AESJ-SC-F-014:2015“余裕深度処分対象廃棄体の製作要件及び検査方法”が制定され、この標準の附属書Fに放射能濃度決定方法の適用において必要な管理項目として反映された。</p> <p>このため、AESJ-SC-F-014:2015を参考にすることとし、この標準からは、削除した。</p> <p>注8) 放射化計算の算定条件又は評価条件を把握するための廃棄物の情報。材料、中性子の照射条件、発生場所、廃棄物処理の条件などが該当する。</p>	<p>歴情報が必要となる</p> <p>評価方法に応じて、廃棄体中の廃棄物の履歴情報が異なるため、「AESJ-SC-F014:2015中深度処分対象廃棄体の製作要件及び検査方法」の附属書Fの「表F.1－理論的方法を適用する場合の廃棄体製作時に必要となる主な廃棄物情報」に示される履歴情報を踏まえた、放射能濃度の評価方法の選択が必要。</p> <p>表 F.1－理論的方法を適用する場合の廃棄体製作時に必要となる主な廃棄物情報</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">放射化計算に必要な廃棄物情報</th> </tr> <tr> <th>元素成分</th> <th>照射環境（中性子条件）</th> <th>照射条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射化計算条件の主な内容</td> <td>－評価対象廃棄物中の評価対象核種の起源元素の成分（材料ごと）</td> <td>－照射位置ごとの中性子フルエンス率/スペクトルの設定条件 －評価対象廃棄物の軸方向、径方向の位置、移動履歴</td> <td>－照射時間（燃焼度なども含む） －照射停止時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">必要となる廃棄物情報の項目</td> <td>廃棄物ごとに放射化計算条件を設定して放射化計算を行い、廃棄物、又は廃棄物グループごとの放射能濃度を決定する方法</td> <td>○ (廃棄物種類 a)</td> <td>○ (照射環境 b)</td> </tr> <tr> <td>濃度比を用いる場合</td> <td>○ (廃棄物種類 a)</td> <td>－ (照射終了日 c)</td> </tr> <tr> <td>換算係数を用いる場合</td> <td>○ (廃棄物種類 a)</td> <td>△d (照射条件 e)</td> </tr> <tr> <td>複数の計算結果から決定する場合</td> <td>○ (廃棄物種類 a)</td> <td>－</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記1 確認を要求しない情報（“－”で示した項目）は、評価対象廃棄物全体の照射条件を網羅して計算評価を実施しているため、個々の廃棄物ごとに照射条件の確認は必要としないという意味である。</p> <p>注記2 特殊な照射条件、照射環境で照射された放射化金属を評価する場合は、別途、照射条件を考慮し、評価する必要がある。</p> <p>注記3 ○は、情報の確認が必要であることを意味する。△は、計算条件によっては確認が必要であることを意味する。（）内は、その条件。</p> <p>注 a) 廃棄体に収納されている廃棄物種類（すなわち、廃棄物種類によって決まる材料の種類）が把握できていることを確認する。</p> <p>b) 廃棄体に収納されている廃棄物に関する照射環境（中性子条件、放射化断面積など）の条件を確認する。</p> <p>c) 照射条件ごと（燃料種類、燃焼度など）に換算係数の評価を行う場合は、これを確認する。</p> <p>d) 廃棄体に収納されている廃棄物に関する照射条件（燃焼度、照射期間など）を確認する。</p> <p>e) Key 核種濃度を指標とするため、評価対象核種と比較して半減期の短い核種を選定した場合、減衰補正のための照射終了日を確認する。</p>		放射化計算に必要な廃棄物情報			元素成分	照射環境（中性子条件）	照射条件	放射化計算条件の主な内容	－評価対象廃棄物中の評価対象核種の起源元素の成分（材料ごと）	－照射位置ごとの中性子フルエンス率/スペクトルの設定条件 －評価対象廃棄物の軸方向、径方向の位置、移動履歴	－照射時間（燃焼度なども含む） －照射停止時間	必要となる廃棄物情報の項目	廃棄物ごとに放射化計算条件を設定して放射化計算を行い、廃棄物、又は廃棄物グループごとの放射能濃度を決定する方法	○ (廃棄物種類 a)	○ (照射環境 b)	濃度比を用いる場合	○ (廃棄物種類 a)	－ (照射終了日 c)	換算係数を用いる場合	○ (廃棄物種類 a)	△d (照射条件 e)	複数の計算結果から決定する場合	○ (廃棄物種類 a)	－		
	放射化計算に必要な廃棄物情報																												
	元素成分	照射環境（中性子条件）	照射条件																										
放射化計算条件の主な内容	－評価対象廃棄物中の評価対象核種の起源元素の成分（材料ごと）	－照射位置ごとの中性子フルエンス率/スペクトルの設定条件 －評価対象廃棄物の軸方向、径方向の位置、移動履歴	－照射時間（燃焼度なども含む） －照射停止時間																										
必要となる廃棄物情報の項目	廃棄物ごとに放射化計算条件を設定して放射化計算を行い、廃棄物、又は廃棄物グループごとの放射能濃度を決定する方法	○ (廃棄物種類 a)	○ (照射環境 b)																										
	濃度比を用いる場合	○ (廃棄物種類 a)	－ (照射終了日 c)																										
	換算係数を用いる場合	○ (廃棄物種類 a)	△d (照射条件 e)																										
	複数の計算結果から決定する場合	○ (廃棄物種類 a)	－																										
6.7 検出困難元素の濃度分布評価方法	6.7.2 適用除外する元素濃度データ	<p>a) ジルコンの Th 及び U の元素濃度データの除外 H3.1 に示したとおり、有識者検討会の報告書では、ウラン鉱山及びジルコンに関する文献から収集された Th 及び U の元素濃度データは、適用除外データとしている。これは、ウラン鉱山及びジルコンでは、Th 及び U が部分濃縮しているため、微量成分元素の元素濃度データとして適切でないことに配慮した措置である。このうち、ジルコンについては、次に示す特徴によって、濃度のばらつき（設定する標準偏差）が大きくなる傾向があると報告されている[11]。</p> <p>－ ジルコン (ZrSiO₄) は、Zr が Hf, Th, U などによって置換され、ハフノン (HfSiO₄)、トール石 (ThSiO₄)、コフィン石 (USiO₄)などの同形鉱物を生成し、広い組成変化を示す。</p> <p>－ Th 及び U は、鉱物結晶中に取り込まれにくく、マントル物質の溶融によってマグマが生じると鉱物結晶からマグマに放出され、マグマの固化後に花崗岩などの岩石中に濃集する。</p> <p>－ ジルコンの晶析する温度の範囲が広く、また、温度範囲によって Th, U の含有量が異なる。</p> <p>有識者検討会の報告書において、文献調査で収集した Th 及び U</p>	<p>ウラン鉱山及びジルコンでは、Th 及び U が部分濃縮しているため、微量成分元素の元素濃度データとして適切でない</p> <p>ウラン鉱山及びジルコンに関する文献から収集された Th 及び U の元素濃度データは、Th 及び U が部分濃縮しているため、鋼材中の元素濃度の分布を正しく示していないとして、適用除外データとしている理由を示したもの。</p>																										

章				規定内容	最大放射能濃度を評価する場合	総放射エネルギーを評価する場合	左記以外
				の元素濃度データ（ジルコン含む）を利用した評価結果においても、ジルコンの元素濃度データのばらつき（各データ群の標準偏差）が大きくなることが確認された（解説図 12 参照）。			
		6.7.5 対数正規確率図上の相関係数について	H.3.3 a) に示すとおり、有識者検討会の報告書では、元素濃度データの適切な利用範囲の評価に適用するために（利用する各データ群の信頼性を向上させる目的で）、データ群ごとに元素濃度データを対数正規確率図（元素濃度と累積度数との関係）にプロットし、対数正規確率図上の相関係数を算出している。具体的には、解説図 18 に示すように、データ群ごとに元素濃度データを対数正規確率図（元素濃度データと累積度数との関係）にプロットし、この図での相関係数を算出している。	<u>元素濃度データの適切な利用範囲の評価に適用するため</u> 利用する各データ群の信頼性を向上させる目的でデータ群ごとに元素濃度データを対数正規確率図（元素濃度と累積度数との関係）へのプロットで、利用できる範囲を評価している。			