

第2回 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



(案)

**中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順：
2019, AESJ-SC-F015:2019 (L1放射能評価標準)**

**中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法
に係る日本原子力学会標準の技術評価に関する
検討チーム会合で提示された質問に対する回答**

2021年9月21日
日本原子力学会 標準委員会

第1回検討チーム会合で提示された 主なご質問に対する回答など

本資料は、説明資料中に示されていない内容に関するご質問事項に対する回答などを示す。

- 1-1 元素の化学分析における検出下限
- 1-2 放射化計算のパラメータの影響について
- 1-3 放射化金属等の表面汚染の評価の考え方
- 1-4 計算コードの適用想定計画(参考)

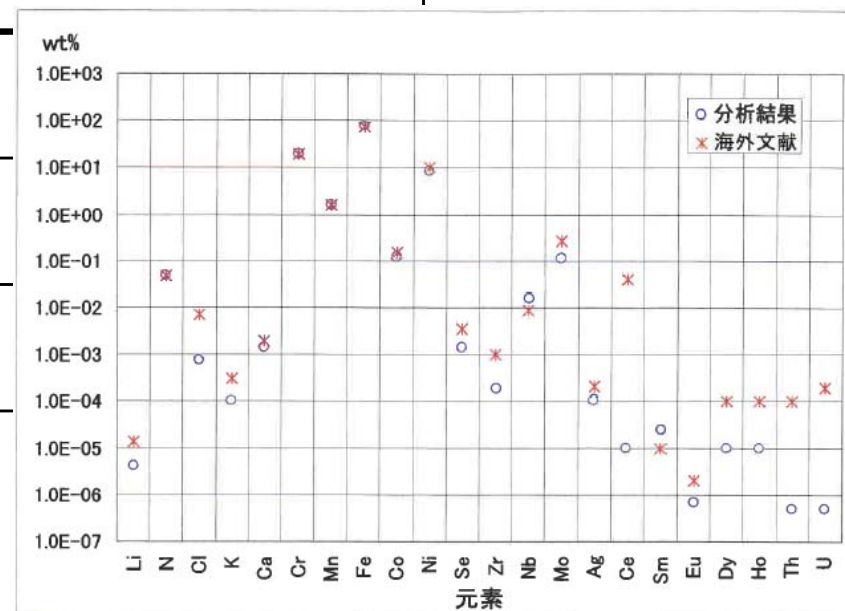
ご質問対応1-1 元素の化学分析における検出下限

－ 検出下限のレベルについて －

構造材の元素成分の化学分析結果に関しては、附属書Gの「参考文献[2] 放射化金属の放射能濃度評価における照射材料中の微量元素データに関する検討について」で、その分析方法及び検出下限について、把握することが出来ると考える。

この中から、海外の文献との比較が可能なSUS304に関する化学分析において全て検出下限値となっている主な元素の情報に関して、下表に示す。なお、検出下限値は、海外との比較においても同等又はより低い下限値となっている。

元素	生成核種	分析法	分析数	検出下限値 (平均)	NUREG /CR3474 (SUS)
Cl	Cl-36	蛍光X線分析法 GD-MS	9	7.3×10^{-4} wt%	7.0×10^{-3} wt%
Th	Sr-90 Tc-99	ICP-AES	9	5.0×10^{-7} wt%	1.0×10^{-4} wt%
U	I-129 Cs-137 α核種		9	5.0×10^{-7} wt%	2.0×10^{-4} wt%
Co ¹⁾	Co-60 Ni-63	ICP-AES	21	7.6×10^{-4} wt%	
Nb ¹⁾	Nb-94	ICP-MS ICP-AES	21	3.9×10^{-3} wt%	
Mo ¹⁾	Tc-99	ICP-AES	21	7.6×10^{-4} wt%	



注記 GD-MS:グロー放電質量分析、ICP-AES:誘導結合プラズマ発光分光分析、
ICP-MS:誘導結合プラズマ質量分析

注1 参考までに、ジルカロイ4のND値を示した。

ご質問対応1-2 放射化計算のパラメータの影響について 1

放射化計算のパラメータの影響に関しては、附属書Bに試算結果（下図参照）を示しており、照射期間、中性子フルエンス率、放射化断面積の影響は、放射能濃度に対しては大きいですが、放射能濃度比へは小さい。

	照射期間及び 元素成分濃度の影響	中性子フルエンス率の影響	放射化断面積の影響
解析結果 Ni-63 / Co-60	<p>図B.1</p>	<p>図B.2</p>	<p>図B.4</p>
計算条件	想定参考条件に対し，SUS中の各元素濃度を文献値の比（Coを10倍増加，Niを1/2，Cuを1/5低下）で変化させた。	想定参考条件に対し，中性子フルエンス率を4倍にした条件で放射化計算を実施。	AROバンク先端から0.1 mの制御棒被覆管の放射化断面積 Dバンク先端から0.1 mの制御棒被覆管の放射化断面積
影響の程度	照射期間： 放射能濃度の影響は大きいですが、濃度比の影響は小さい 元素濃度比： 放射能濃度及び濃度比への影響は中 注：中は、1桁程度の差異を生む	放射能濃度： 影響は大きい 放射能濃度比： 影響は小さい 注：大きいは、1桁程度以上の差異を生む	放射能濃度： 影響は小さい 放射能濃度比： 影響は小さい 注：小さいは、2～3倍程度以内の差異を生む

ご質問対応1-3 放射化金属等の表面汚染の評価の考え方

放射化金属等の表面汚染放射能に関する評価の考え方は、本体及び解説中に、次のように示している。

記載箇所		標準の記載内容
本体	6.1.4 表面汚染の取扱い	理論計算法の適用において、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は、表面の汚染を考慮する必要はない。また、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。
解説	6.1 表面汚染の取扱い 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。

解説表3 – チャンネルボックス^{a)}の母材に対するクラッドの放射能比^{b)} ^[5]

³ H	¹⁴ C	⁶⁰ Co	⁶³ Ni	¹³⁷ Cs
0.18 %	0.0041 %	0.95 %	0.21 %	0.27 %
注 ^{a)} 福島第二発電所1号機から発生したチャンネルボックス。 注 ^{b)} 放射化学分析等によって得られた単位面積当たりの放射能の比（クラッドの母材に対する比）。				

ご質問対応1-4 計算コードの適用想定計画(参考)

－中性子輸送計算及び放射化計算－

本標準の中で、適用性を示した中性子輸送計算コード（説明資料の33～37頁参照）及び放射化計算コード（説明資料の11～13頁参照）に関して、現状想定されている適用計画、実績のある組合せに関して下表に示す。

	放射化計算コード		ORIGENコードシリーズ		ORIGEN2コードシリーズ			
			ORIGEN79	ORIGEN-S	ORIGEN2	ORIGEN2.1	ORIGEN2.2	
中性子輸送計算コード	炉心核的性能計算	単位燃料集合体核特性計算コード			○			
	ボルツマンの中性子輸送方程式	Sn法 (微分型 中性子輸 送方程 式)	ANISN		○	○		
			DOT	○	○			○
		TORT	○	○			○	
		モンテカルロ法	MCNP		○	○		○
	直接積分法							
	その他	アルベド輸送計算法						
		燃焼計算	ORIGEN 2			○		
集合体計算コード		CASMO-4		○				

凡例 ○：事業者において適用実績があるもの、又は適用する計画があるもの。空欄は、現状は未定の組合せ。

注記 計算コードの内容は、説明資料（L1放射能評価標準に規定されている理論的方法－技術要素2：放射能濃度の評価方法及び手順－）参照