

新金属協会核燃料加工部会において取り扱うウラン核種とその濃度
 原子力安全委員会「ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて」
 (平成21年10月)(抜粋)

平成21年12月24日
 新金属協会核燃料加工部会

新金属協会核燃料加工部会のウラン燃料の加工施設において発生するクリアランス対象物の主要な汚染源は、濃縮商業用グレードウラン(以下、「ECGU」という。)を含む濃縮ウランである。ECGUは、ASTM-C996-標準-1990年版でその仕様値が定められており、微量の人工起源の放射性核種による汚染がある(表1)。また、これに加えてRUを転換、濃縮した濃縮回収ウラン(以下、「ERU」という。)により汚染されたものも発生する。これらのクリアランス対象物に係る放射性核種は、汚染源であるECGU及びERUについての施設の受入仕様及びその根拠とした規格を基に、U-235の濃縮度を5%までとした放射性核種とする。なお、当該ウラン燃料加工施設からのクリアランス対象物は、運転に伴い発生するものも、解体に伴い発生するものもクリアランス前に6ヶ月経過したものとする。このような基準で求められた放射能濃度を表2に示す。

これらの放射能濃度を基に相対重要度を評価した結果を表3に示す。相対重要度が3桁以内となる放射性核種は、U-232、U-234、U-235、U-236及びU-238の5核種である。

表1 微量に含有する人工起源の放射性核種の観点からのウランの区分と名称

区分	再処理回収ウランを含まないもの	再処理回収ウランによる汚染があるもの	再処理回収ウラン
濃縮前	天然ウラン (NU)	商業用天然ウラン (CNU)	再処理回収ウラン (RU)
濃縮後	濃縮ウラン (EU)	濃縮商業用グレードウラン (ECGU)	濃縮回収ウラン (ERU)
テール	劣化ウラン(DU)		

表2 新金属協会核燃料加工部会のウラン燃料の加工施設における放射能濃度

No.	放射性核種	半減期T	推定放射能濃度D(Bq/gU)									
			ウラン燃料加工施設									
			再処理後0.5年冷却									
			濃縮商業用グレードウラン(ECGU)									
			濃縮度 0.711%	濃縮度 1%	濃縮度 2%	濃縮度 3%	濃縮度 4%	濃縮度 5%	濃縮度 5%	濃縮回収 ウラン(ERU)		
1	Tc-99	2.111E+05 y	6.28E-01	1.26E+00	2.51E+00	3.77E+00	5.02E+00	6.28E+00	6.28E+00	1.40E+01		
2	Ru-106	1.023E+00 y								2.00E+01		
3	Sb-125	2.758E+00 y								2.00E+00		
4	U-232	6.890E+01 y	8.28E+00	1.66E+01	3.31E+01	4.97E+01	6.62E+01	8.28E+01	8.28E+01	8.28E+03		
5	U-234	2.455E+05 y	1.34E+04	2.31E+04	4.62E+04	6.93E+04	9.24E+04	1.16E+05	1.16E+05	2.76E+05		
6	U-235	7.038E+08 y	5.69E+02	8.00E+02	1.60E+03	2.40E+03	3.20E+03	4.00E+03	4.00E+03	4.01E+03		
7	U-236	2.342E+07 y	4.79E+01	1.20E+02	2.40E+02	3.60E+02	4.79E+02	5.99E+02	5.99E+02	6.00E+04		
8	U-238	4.468E+09 y	1.24E+04	1.23E+04	1.22E+04	1.21E+04	1.19E+04	1.18E+04	1.18E+04	1.18E+04		
9	Np-237	2.144E+06 y								1.00E-01		
10	Pu-238	8.770E+01 y								1.00E-01		
11	Pu-239	2.411E+04 y								1.00E-01		
12	Pu-240	6.563E+03 y								1.00E-01		
13	Pu-241	1.435E+01 y								9.00E+00		
	合計		2.64E+04	3.63E+04	6.02E+04	8.41E+04	1.08E+05	1.32E+05	1.32E+05	3.52E+05		

表3 放射性核種組成に基づく相対重要度評価結果

汚染源	濃縮商業用グレードウラン(ECGU)						濃縮回収ウラン (ERU)
	0.711%	1%	2%	3%	4%	5%	
経過期間	0.5年						
最重要核種	U-234	U-234	U-234	U-234	U-234	U-234	U-234
1桁目	U-238	U-238	U-238	U-238	U-238	U-238	U-232
2桁目	U-235	U-235	U-235	U-235	U-235	U-235	U-235 U-236 U-238
3桁目	U-232	U-232	U-232	U-232	U-232	U-232	

新金属協会核燃料加工部会のウラン燃料の加工施設は、ASTM C996-90 の濃縮度 5% ウランの「追加仕様」に基づき、加工事業許可上のウランの受入仕様を表 4 のとおりとしている。この受入仕様は、天然ウラン (NU)、商業用天然ウラン (CNU) 及び劣化ウラン (DU) 並びに濃縮度 5%以下の濃縮ウラン (EU) 及び濃縮商業グレードウラン (ECGU) に適用される。

また、再処理回収ウラン (RU) 及び濃縮回収ウラン (ERU) の受入仕様を表 5 のとおりとしており、事業所ごとに、仕様 1 又は仕様 2 のいずれかを加工事業許可上の受入仕様としている。

表4 未照射ウランの受入仕様^注

核 種		含 有 量
ウラン同位体	U-232	0.1 ppb 以下 (U ベース)
	U (α)	1.44×10^5 Bq/gU 以下
核分裂生成物	Tc-99	10 ppb 以下 (U ベース)

注：天然ウラン (NU)、商業用天然ウラン (CNU) 及び劣化ウラン (DU) 並びに濃縮度 5%以下の濃縮ウラン (EU) 及び濃縮商業グレードウラン (ECGU) に適用される。

表5 再処理回収ウラン及び濃縮回収ウランの受入仕様

核 種		仕様値 ^注		
		単位	仕様 1	仕様 2
ウラン同位体	U-232	ppb 以下 (U ベース)	10	10
	U (α)	Bq/gU 以下	3.6×10^5	3.3×10^5
超ウラン元素	Np-237	Bq/gU 以下	1×10^{-1}	1×10^{-1}
	Pu (α)	Bq/gU 以下	1×10^{-1}	1×10^{-1}
	Pu (β)	Bq/gU 以下	9	3
核分裂生成物	Tc-99	Bq/gU 以下	14	10
	Ru-106	Bq/gU 以下	20	10
	Sb-125	Bq/gU 以下	2	2

注：事業所ごとに、仕様 1 又は仕様 2 のいずれかを加工事業許可上の受入仕様としている。

ここで、U (α) は U-232 及び U-236 も含む全ウラン放射能を意味している。

よって、クリアランス対象物に係る放射性核種のうち、ウランについては、U-232、U-234、U-235、U-236 及び U-238 の 5 核種とした。また、Pu (α) については、Pu-238、Pu-239 及び Pu-240 とし、Pu (β) については、Pu-241 とした。これらに、Np-237、Tc-99、Ru-106 及び Sb-125 を加えて、新金属協会核燃料加工部会のウラン燃料の加

工施設におけるクリアランス対象物に係る放射性核種を、濃縮回収ウラン（ERU）については上記 13 核種とした。

これら 13 核種について、値がより大きい仕様 1 を基に求めた推定放射能濃度が表 2 の最右欄に示されている。

この濃度を基に、濃度が最も大きい核種（U-234）を 1 として規格化し、相対重要度を評価した結果を表 6 に示す。すなわち、ERU については、相対重要度が 3 桁以内となる放射性核種は、U-232、U-234、U-235、U-236 及び U-238 の 5 核種である。

表 6 ERU に係る相対重要度評価結果

No.	放射性核種	推定放射能 D (Bq/gU)	U-234 の放射能に規格化 D* (Bq/g)	クリアランスレベル (RS-G-1.7) C	D*/C
1	Tc-99	1.40E+01	5.07E-05	1	5.07E-05
2	Ru-106	2.00E+01	7.25E-05	0.1	7.25E-04
3	Sb-125	2.00E+00	7.25E-06	0.1	7.25E-05
4	U-232	8.28E+03	3.00E-02	0.1	3.00E-01
5	U-234	2.76E+05	1	1	1
6	U-235	4.01E+03	1.45E-02	1	1.45E-02
7	U-236	6.00E+04	2.17E-01	10	2.17E-02
8	U-238	1.18E+04	4.29E-02	1	4.29E-02
9	Np-237	1.00E-01	3.62E-07	1	3.62E-07
10	Pu-238	1.00E-01	3.62E-07	0.1	3.62E-06
11	Pu-239	1.00E-01	3.62E-07	0.1	3.62E-06
12	Pu-240	1.00E-01	3.62E-07	0.1	3.62E-06
13	Pu-241	9.00E+00	3.26E-05	10	3.26E-06