

第 36 回日本核医学会近畿地方会

核医学 41(5),2004 (予定)

第 43 回日本核医学会総会

核医学 40(3) : S182,2003

: S77,2003

第 32 回日本核医学技術学会総会

核医学技術 23(2) : p151,2003

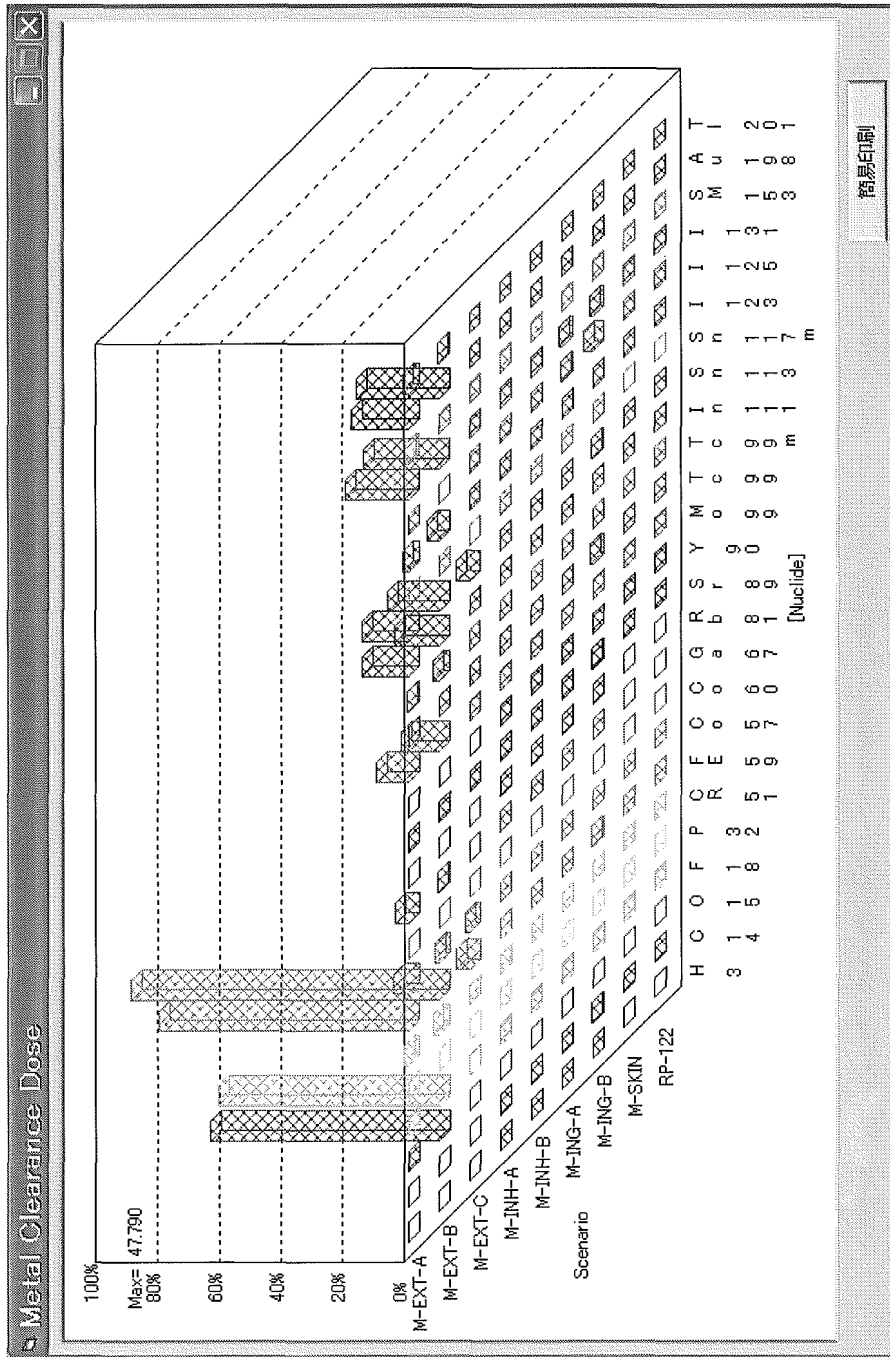
第 59 回日本放射線技術学会総会

日本放射線技術学会予稿集 p81,2003

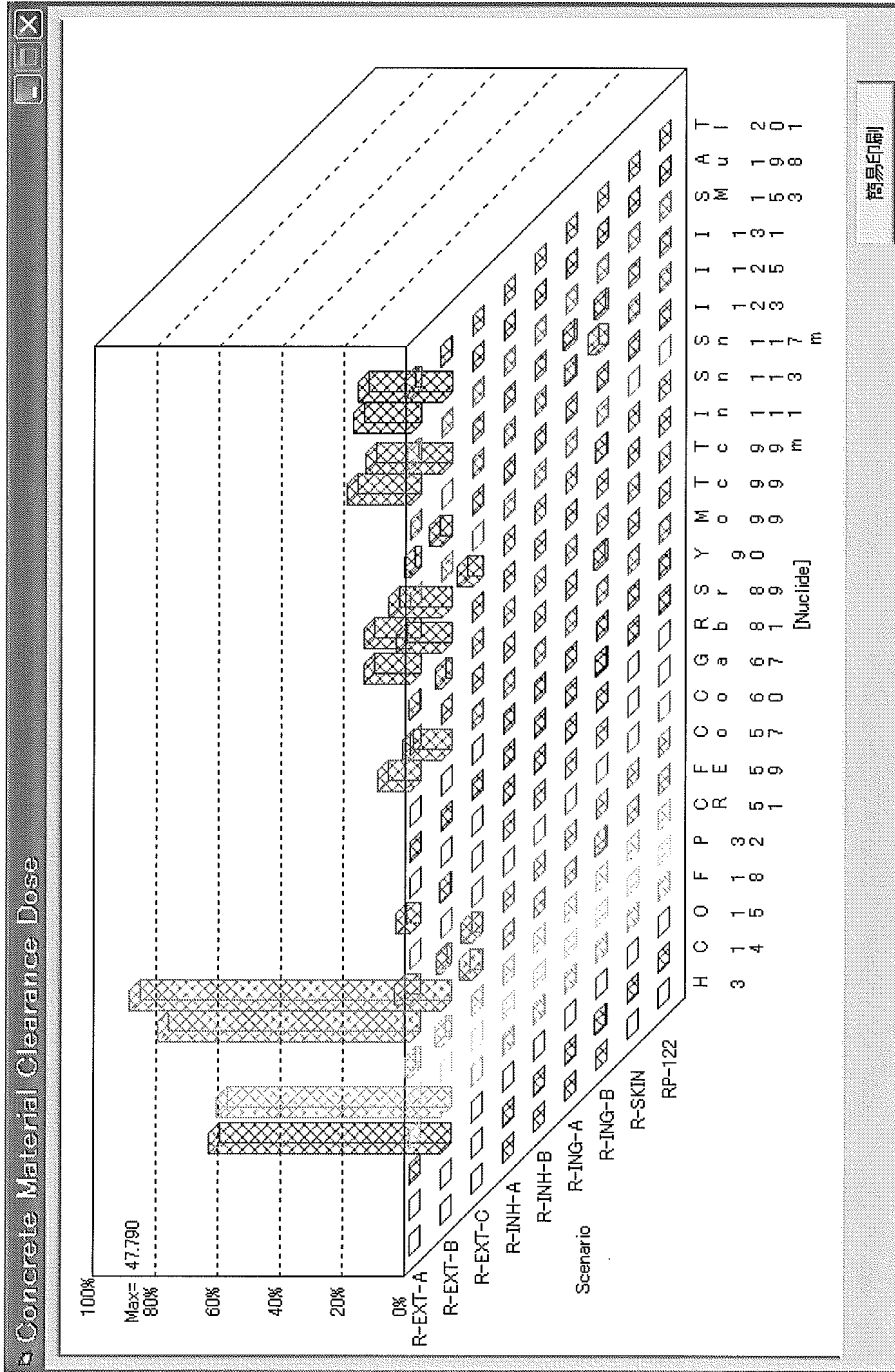
第 24 回日本核医学技術学会総会発表予定 (2004 年 7 月)

H. 知的財産権の出願、登録状況 (予定を含む)

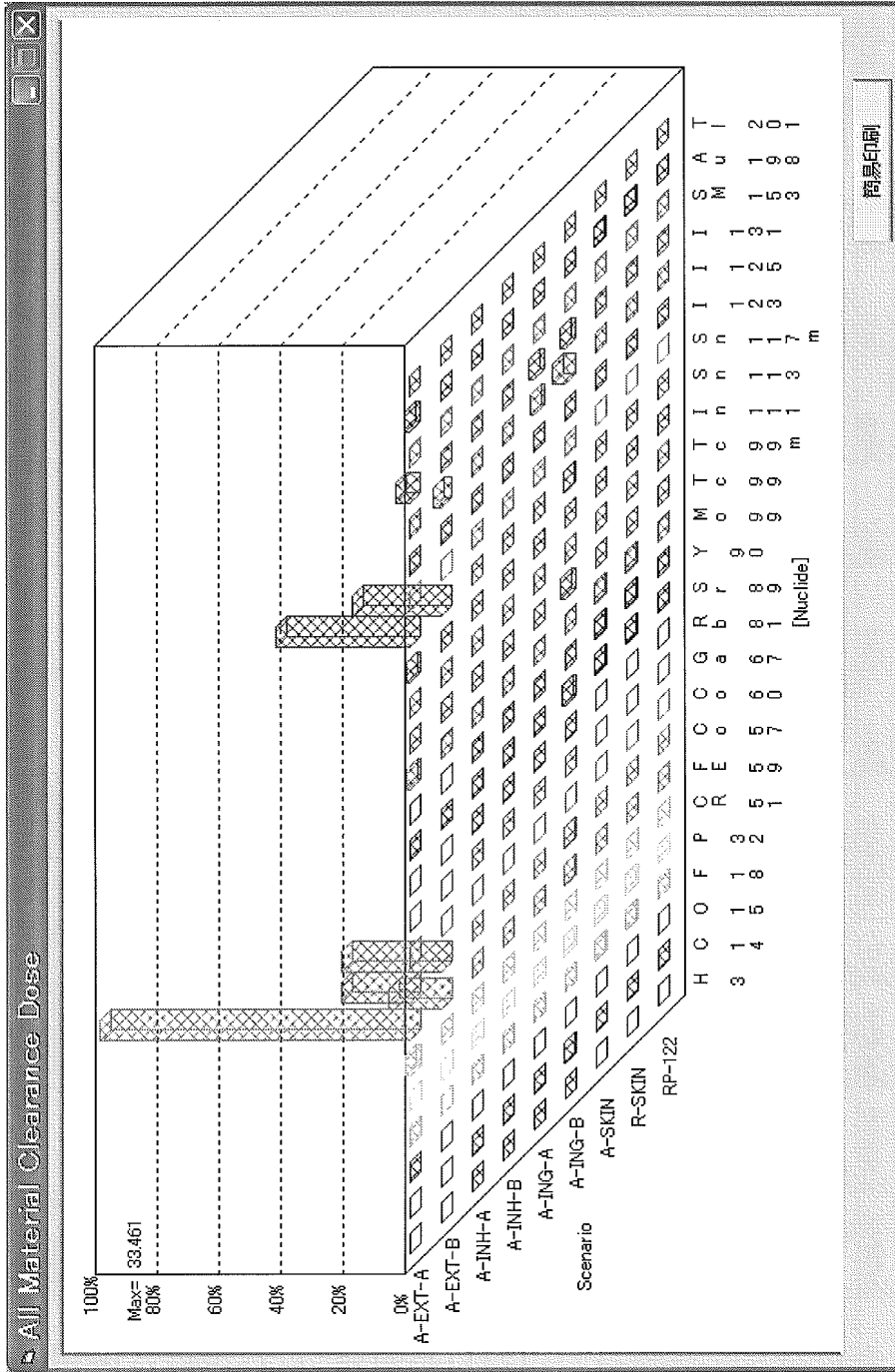
1. 特許取得           なし
2. 実用新案登録       なし
3. その他



簡易印刷



容易印刷



容易印刷

表13

金屬線量係數

Mode	External Landfill	External Transport	External Metal Roo	Half Life T1/2[a]	Decay $\lambda$ [1/a]	Skin 4.00E+00	Skin 4.00E+01	Skin gamma	Skin TUV90	Inhalation <1a	Inhalation h(g)5 $\mu$ m	Ingestion 1.00E+00	Ingestion Workers	RP-122 SKIN 係數
H-3				1.20E+01	5.78E-02				3.20E-07	3.40E-10	4.10E-11	1.20E-10	4.20E-11	
C-14				5.70E+03	1.22E-04	7.90E-03			1.60E-04	8.30E-09	5.80E-10	1.60E-09	5.80E-10	7.90E-03
O-15	1.69E-01	3.95E-02	3.09E-01	3.90E-06	1.78E+05									
F-18	1.64E-01	3.82E-02	2.99E-01	2.10E-04	3.30E+03	2.30E-02	4.60E-03	5.20E-05	1.60E-02	4.10E-10	8.90E-11	3.00E-10	4.90E-11	2.40E-02
P-32				3.90E-02	1.78E-01	2.40E-02	1.10E-02	2.10E-02	1.90E-02	2.20E-08	2.90E-09	1.90E-08	2.40E-09	2.40E-02
CR-51	4.72E-03	9.72E-04	7.31E-03	7.60E-02	9.12E+00			1.30E-04	3.20E-05	2.60E-10	3.40E-11	2.30E-10	3.80E-11	1.30E-04
FE-59	2.19E-01	5.31E-02	4.53E-01	1.20E-01	5.78E+00	1.70E-02	9.40E-04	5.40E-04	9.50E-03	1.80E-08	3.20E-09	1.30E-08	1.80E-09	1.80E-02
Co-57	1.27E-02	6.76E-04	9.26E-03	7.40E-01	9.37E-01			3.50E-04	3.20E-04	2.80E-09	3.90E-10	1.60E-09	2.10E-10	1.30E-03
Co-60	4.65E-01	1.13E-01	9.69E-01	5.30E+00	1.31E-01	1.60E-02	2.50E-04	1.10E-03	9.50E-03	4.20E-08	7.10E-09	2.70E-08	3.40E-09	1.70E-02
Ga-67	1.49E-02	3.24E-04		8.93E-03	7.77E+01					1.40E-09	4.20E-11	1.20E-09	6.50E-11	
Rb-81				5.23E-04	1.33E+03					3.20E-10	6.80E-11	3.20E-10	5.40E-11	
Sr-89	2.44E-05	5.95E-06	4.94E-05	1.40E-01	4.95E+00	2.30E-02	9.80E-03	4.10E-07	1.30E-02	1.50E-08	1.40E-09	1.80E-08	2.60E-09	2.30E-02
Y-90				7.30E-03	9.50E+01	2.40E-02	1.20E-02	2.10E-02	1.30E-02	1.30E-08	1.60E-09	2.00E-08	2.70E-09	2.40E-02
Mo-99	3.58E-02	6.63E-03	5.66E-02	7.50E-03	9.24E+01	2.30E-02	7.10E-03	8.00E-05	1.30E-02	7.00E-09	1.12E-09	3.59E-09	7.55E-10	2.30E-02
Tc-99	4.31E-08	2.13E-10	1.81E-08	2.10E+05	3.30E-06	1.40E-02	1.20E-04		9.50E-03	1.70E-08	3.20E-09	4.80E-09	7.80E-10	1.40E-02
Tc-99m	1.41E-02	9.43E-04	1.13E-02	6.90E-04	1.00E+03	2.90E-03		6.70E-05	1.60E-03	1.30E-10	2.90E-11	1.30E-10	2.20E-11	3.00E-03
In-111	5.15E-02	7.68E-03	6.23E-02	7.70E-03	9.00E+01	4.20E-03	1.10E-04	3.00E-04	2.20E-03	1.50E-09	3.10E-10	1.70E-09	2.90E-10	4.50E-03
Sr-113	4.04E-02	8.96E-03	6.79E-02	3.10E-01	2.24E+00	8.40E-03	3.50E-03	2.70E-04	6.30E-03	1.30E-08	1.93E-09	5.18E-09	7.58E-10	8.70E-03
Sr-117m		2.77E-05		3.73E-02	2.68E+01					1.00E-08	2.20E-09	5.00E-09	7.10E-10	
I-123	1.85E-02	2.03E-03	1.91E-02	1.50E-03	4.62E+02	4.30E-03		1.80E-04	3.20E-03	8.70E-10	1.10E-10	1.90E-09	2.10E-10	4.50E-03
I-125	6.39E-05		5.88E-08	1.70E-01	4.08E+00			1.80E-04	1.30E-04	2.00E-08	7.30E-09	5.70E-08	1.50E-08	1.80E-04
I-131	5.93E-02	1.30E-02	9.98E-02	2.20E-02	3.15E+01	2.10E-02	3.00E-03	1.90E-04	1.30E-02	7.20E-08	1.10E-08	1.80E-07	2.20E-08	2.10E-02
SM-153	3.56E-03	8.55E-05	1.84E-03	5.30E-03	1.31E+02	2.00E-02	4.80E-03	3.20E-05	2.20E-02	4.20E-09	6.80E-10	5.40E-09	7.40E-10	2.00E-02
Au-198	6.41E-02	1.44E-02	1.10E-01	7.40E-03	9.37E+01	2.30E-02	6.40E-03	2.10E-04	1.60E-02	5.00E-09	9.80E-10	7.20E-09	1.00E-09	2.30E-02
Tl-201	6.64E-03	2.39E-04	3.49E-03	8.30E-03	8.35E+01	5.30E-03		1.80E-04	2.50E-03	4.50E-10	7.60E-11	5.50E-10	9.50E-11	5.50E-03

表14

コンクリート線量係数

Mode	External Landfill	External Transport	External Room2*Fl	Half Life T1/2[a]	Decay λ [1/a]	Skin 4.00E+00	Skin 4.00E+01	Skin Skin	Skin gamma	Skin TUV90	Inhalation <1a	Inhalation In(g)5 μm	Ingestion 1.00E+00	Ingestion Workers	RP-122 SKIN 係数
H-3				1.20E+01	5.78E-02					3.20E-07	3.40E-10	4.10E-11	1.20E-10	4.20E-11	
C-14				5.70E+03	1.22E-04	7.90E-03		2.90E-03		1.60E-04	8.30E-09	5.80E-10	1.60E-09	5.80E-10	7.90E-03
O-15	1.69E-01	3.95E-02	3.23E-01	3.90E-06	1.78E+05										
F-18	1.64E-01	3.82E-02	3.13E-01	2.10E-04	3.30E+03	2.30E-02	4.60E-03	1.80E-02	5.20E-05	1.60E-02	4.10E-10	8.90E-11	3.00E-10	4.90E-11	2.40E-02
P-32				3.90E-02	1.78E+01	2.40E-02	1.10E-02	2.10E-02		1.90E-02	2.20E-08	2.90E-09	1.90E-08	2.40E-09	2.40E-02
CR-51	4.72E-03	9.72E-04	9.27E-03	7.60E-02	9.12E+00				1.30E-04	3.20E-05	2.60E-10	3.40E-11	2.30E-10	3.80E-11	1.30E-04
FE-59	2.19E-01	5.31E-02	3.78E-01	1.20E-01	5.78E+00	1.70E-02	9.40E-04	1.10E-02	5.40E-04	9.50E-03	1.80E-08	3.20E-09	1.30E-08	1.80E-09	1.80E-02
Co-57	1.27E-02	6.76E-04	2.53E-02	7.40E-01	9.37E-01	9.60E-04		6.90E-04	3.50E-04	3.20E-04	2.80E-09	3.90E-10	1.60E-09	2.10E-10	1.30E-03
Co-60	4.65E-01	1.13E-01	7.94E-01	5.30E+00	1.31E-01	1.60E-02	2.50E-04	9.90E-03	1.10E-03	9.50E-03	4.20E-08	7.10E-09	2.70E-08	3.40E-09	1.70E-02
Ga-67	1.49E-02	3.24E-04		8.93E-03	7.77E+01						1.40E-09	4.20E-11	1.20E-09	6.50E-11	
Rb-81				5.23E-04	1.33E+03						3.20E-10	6.80E-11	3.20E-10	5.40E-11	
Sr-89	2.44E-05	5.95E-06	4.42E-05	1.40E-01	4.95E+00	2.30E-02	9.80E-03	2.00E-02	4.10E-07	1.30E-02	1.50E-08	1.40E-09	1.80E-08	2.60E-09	2.30E-02
Y-90				7.30E-03	9.50E+01	2.40E-02	1.20E-02	2.10E-02	2.10E-08	1.30E-02	1.30E-08	1.60E-09	2.00E-08	2.70E-09	2.40E-02
Mo-99	3.58E-02	6.63E-03	6.79E-02	7.50E-03	9.24E+01	2.30E-02	7.10E-03	1.90E-02	8.00E-05	1.30E-02	7.00E-09	1.12E-09	3.59E-09	7.55E-10	2.30E-02
Tc-99	4.31E-08	2.13E-10	8.59E-08	2.10E+05	3.30E-06	1.40E-02	1.20E-04	8.60E-03		9.50E-03	1.70E-08	3.20E-09	4.80E-09	7.80E-10	1.40E-02
Tc-99m	1.41E-02	9.43E-04	2.81E-02	6.90E-04	1.00E+03	2.90E-03		2.10E-03	6.70E-05	1.60E-05	1.30E-10	2.90E-11	1.30E-10	2.20E-11	3.00E-03
In-111	5.15E-02	7.68E-03	1.02E-01	7.70E-03	9.00E+01	4.20E-03	1.10E-04	3.30E-03	3.00E-04	2.20E-03	1.50E-09	3.10E-10	1.70E-09	2.90E-10	4.50E-03
Sn-113	4.04E-02	8.96E-03	7.89E-02	3.10E-01	2.24E+00	8.40E-03	3.50E-03	8.00E-03	2.70E-04	6.30E-03	1.30E-08	1.93E-09	5.18E-09	7.58E-10	8.70E-03
Sn-117m		2.77E-05		3.73E-02	2.68E+01						1.00E-08	2.20E-09	5.00E-09	7.10E-10	
I-123	1.85E-02	2.03E-03	3.69E-02	1.50E-03	4.62E+02	4.30E-03		3.20E-03	1.80E-04	3.20E-03	8.70E-10	1.10E-10	1.90E-09	2.10E-10	4.50E-03
I-125	6.39E-05		6.62E-04	1.70E-01	4.08E+00				1.80E-04	1.30E-04	2.00E-08	7.30E-09	5.70E-08	1.50E-08	1.80E-04
I-131	5.93E-02	1.30E-02	1.15E-01	2.20E-02	3.15E+01	2.10E-02	3.00E-03	1.50E-02	1.90E-04	1.30E-02	7.20E-08	1.10E-08	1.80E-07	2.20E-08	2.10E-02
SM-153	3.56E-03	8.55E-05	7.52E-03	5.30E-03	1.31E+02	2.00E-02	4.80E-03	1.90E-02	3.20E-05	2.20E-02	4.20E-09	6.80E-10	5.40E-09	7.40E-10	2.00E-02
Au-198	6.41E-02	1.44E-02	1.10E-01	7.40E-03	9.37E+01	2.30E-02	6.40E-03	1.90E-02	2.10E-04	1.60E-02	5.00E-09	6.80E-10	7.20E-09	1.00E-09	2.30E-02
Tl-201	6.64E-03	2.39E-04	1.37E-02	8.30E-03	8.35E+01	5.30E-03		2.30E-03	1.80E-04	2.50E-03	4.50E-10	7.60E-11	5.50E-10	9.50E-11	5.50E-03

表15

全ての物質 線量係数

Mode	External Landfill	External Transport	External Tent2wall	External Tent2wall	Half Life T1/2[a]	Decay $\lambda$ [1/a]	Skin 4.00E+00	Skin 4.00E+00	Skin 4.00E+01	Skin Skin	Skin gamma	Skin TUV90	Inhalation <Ia	Inhalation h(g)5 $\mu$ m	ingestion 1.00E+00	ingestion Workers	RP-122 SKIN 係数
H-3					1.20E+01	5.78E-02						3.20E-07	3.40E-10	4.10E-11	1.20E-10	4.20E-11	
C-14					5.70E+03	1.22E-04	7.90E-03		2.90E-03			1.60E-04	8.30E-09	5.80E-10	1.60E-09	5.80E-10	7.90E-03
O-15	1.69E-01	3.95E-02	5.12E-02	3.90E-06	3.90E-06	1.78E+05											
F-18	1.60E-01	3.80E-02	4.95E-02	2.10E-04	3.30E+03	3.30E-03	2.30E-02	4.60E-03	1.80E-02	1.80E-02	5.20E-05	1.60E-02	4.10E-10	8.90E-11	3.00E-10	4.90E-11	2.40E-02
P-32					3.90E-02	1.78E-01	2.40E-02	1.10E-02	2.10E-02			1.90E-02	2.20E-08	2.90E-09	1.90E-08	2.40E-09	2.40E-02
CR-51	4.72E-03	9.72E-04	1.59E-03	7.60E-02	7.60E-02	9.12E+00					1.30E-04	3.20E-05	2.60E-10	3.40E-11	2.30E-10	3.80E-11	1.30E-04
FE-59	2.19E-01	5.31E-02	5.34E-02	1.20E-01	5.78E+00	5.78E-01	1.70E-02	9.40E-04	1.10E-02	1.10E-02	5.40E-04	9.50E-03	1.80E-08	3.20E-09	1.30E-08	1.80E-09	1.80E-02
Co-57	1.27E-02	6.76E-04	7.08E-03	7.40E-01	9.37E-01	9.37E-01	9.60E-04		6.90E-04		3.50E-04	3.20E-04	2.80E-09	3.90E-10	1.60E-09	2.10E-10	1.30E-03
Co-60	4.65E-01	1.13E-01	1.11E-01	5.30E+00	1.31E-01	1.31E-01	1.60E-02	2.50E-04	9.90E-03	9.90E-03	1.10E-03	9.50E-03	4.20E-08	7.10E-09	2.70E-08	3.40E-09	1.70E-02
Ga-67		3.24E-04			8.90E-03	7.77E+01							1.40E-09	4.20E-11	1.20E-09	6.50E-11	
Rb-81					5.20E-04	1.33E+03							3.20E-10	6.80E-11	3.20E-10	5.40E-11	
Sr-89	2.44E-05	5.95E-06	6.40E-06	1.40E-01	4.95E+00	4.95E-01	2.30E-02	9.80E-03	2.00E-02	2.00E-02	4.10E-07	1.30E-02	1.50E-08	1.40E-09	1.80E-08	2.60E-09	2.30E-02
Y-90					7.30E-03	9.50E+01	2.40E-02	1.20E-02	2.10E-02	2.10E-02	2.10E-08	1.30E-02	1.30E-08	1.60E-09	2.00E-08	2.70E-09	2.40E-02
Mo-99	3.58E-02	6.63E-03	1.25E-02	7.50E-03	9.24E+01	9.24E-01	2.30E-02	7.10E-03	1.90E-02	1.90E-02	8.00E-05	1.30E-02	7.00E-09	1.10E-09	3.60E-09	7.60E-10	2.30E-02
Tc-99	4.31E-08	2.13E-10	3.84E-08	2.10E+05	3.30E-06	3.30E-06	1.40E-02	1.20E-04	8.60E-03	8.60E-03		9.50E-03	1.70E-08	3.20E-09	4.80E-09	7.80E-10	1.40E-02
Tc-99m	1.41E-02	9.43E-04	7.05E-03	6.90E-04	1.00E+03	2.90E-03	2.90E-03		2.10E-03	2.10E-03	6.70E-05	1.60E-03	1.30E-10	2.90E-11	1.30E-10	2.20E-11	3.00E-03
In-111	5.15E-02	7.68E-03	2.13E-02	7.70E-03	9.00E+01	9.00E-01	4.20E-03	1.10E-04	3.30E-03	3.30E-03	3.00E-04	2.20E-03	1.50E-09	3.10E-10	1.70E-09	2.90E-10	4.50E-03
Sn-113	4.04E-02	8.96E-03	1.46E-02	3.10E-01	2.24E+00	2.24E-01	8.40E-03	3.50E-03	8.00E-03	8.00E-03	2.70E-04	6.30E-03	1.30E-08	1.90E-09	5.20E-09	7.60E-10	8.70E-03
Sn-117m		2.77E-05			3.73E-02	2.68E+01							1.00E-08	2.20E-09	5.00E-09	7.10E-10	
I-123	1.85E-02	2.03E-03	9.91E-03	1.50E-03	4.62E+02	4.62E-02	4.30E-03		3.20E-03	3.20E-03	1.80E-04	3.20E-03	8.70E-10	1.10E-10	1.90E-09	2.10E-10	4.50E-03
I-125	6.39E-05		3.36E-03	1.70E-01	4.08E+00	4.08E-01					1.80E-04	1.30E-04	2.00E-08	7.30E-09	5.70E-08	1.50E-08	1.80E-04
I-131	5.93E-02	1.30E-02	1.92E-02	2.20E-02	3.15E+01	3.15E-01	2.10E-02	3.00E-03	1.50E-02	1.50E-02	1.90E-04	1.30E-02	7.20E-08	1.10E-08	1.80E-07	2.20E-08	2.10E-02
SM-153	3.56E-03	8.55E-05	4.87E-03	5.30E-03	1.31E+02	1.31E-02	2.00E-02	4.80E-03	1.90E-02	1.90E-02	3.20E-05	2.20E-02	4.20E-09	6.80E-10	5.40E-09	7.40E-10	2.00E-02
Au-198	6.41E-02	1.44E-02	2.04E-02	7.40E-03	9.37E+01	9.37E-01	2.30E-02	6.40E-03	1.90E-02	1.90E-02	2.10E-04	1.60E-02	5.00E-09	6.80E-10	7.20E-09	1.00E-09	2.30E-02
Tl-201	6.64E-03	2.39E-04	6.84E-03	8.30E-03	8.35E+01	8.35E-01	5.30E-03		2.30E-03	2.30E-03	1.80E-04	2.50E-03	4.50E-10	7.60E-11	5.50E-10	9.50E-11	5.50E-03

表16

金屬計算結果												
Nuclide	External Irra		Inhalation		Ingestion		Skin		Skin		Clearance level	
	M-EXT-A	M-EXT-B	M-INH-A	M-INH-B	M-ING-A	M-ING-B	M-SKIN	RP-122	Max dose	Max Scenario		
H-3			8.86E-05	3.57E-06	8.40E-04	1.17E-02			1.17E-02	M-ING-B	857.7845	1000
C-14			1.25E-03	8.72E-05	1.16E-02	1.60E-01	2.43E-02	2.43E-02	1.60E-01	M-ING-B	62.5038	100
O-15	3.9E-06	4.90E-211							3.56E+01	M-EXT-B	0.2813	0.1
F-18	0.00021	3.50E-03	1.92E-04	4.31E-06	9.80E-04	1.08E-09	8.52E-02	7.40E-02	3.44E+01	M-EXT-B	0.2909	0.1
P-32	0.039		6.26E-03	2.31E-04	4.80E-02	1.02E-01	1.08E-01	7.40E-02	1.08E-01	M-SKIN	92.6984	100
CR-51	0.076	8.29E-01	7.34E-05	2.73E-06	7.60E-04	2.46E-03	4.01E-04	4.01E-04	8.75E-01	M-EXT-B	11.4312	10
FE-59	0.12	3.88E+01	6.91E-03	1.89E-04	3.60E-02	2.21E-01	5.70E-02	5.55E-02	4.78E+01	M-EXT-B	0.2092	0.1
Co-57	0.74	2.28E+00	8.42E-04	2.94E-05	4.20E-03	1.04E-01	4.04E-03	4.01E-03	2.28E+00	M-EXT-A	4.3857	10
Co-60	5.3	8.37E+01	1.53E-02	4.42E-04	6.80E-02	2.53E+00	5.33E-02	5.24E-02	1.23E+02	M-EXT-C	0.0815	0.1
Ga-67	0.00893	2.17E+00	9.07E-05	1.47E-05	1.30E-03	1.25E-03			2.17E+00	M-EXT-A	4.6133	10
Pb-81	0.000523		1.47E-04	3.36E-06	1.08E-03	6.35E-07			1.08E-03	M-ING-A	9259.259	10000
Sr-89	0.14	4.33E-03	3.02E-03	1.58E-04	5.20E-02	3.56E-01	1.01E-01	7.09E-02	3.56E-01	M-ING-B	28.0743	10
Y-90	0.0073		3.46E-03	1.37E-04	5.40E-02	1.62E-02	1.11E-01	7.40E-02	1.11E-01	M-SKIN	90.1234	100
Mo-99	0.0075	5.00E+00	2.42E-03	7.36E-05	1.51E-02	3.02E-03	9.30E-02	7.09E-02	5.97E+00	M-EXT-B	1.6759	1
Tc-99	210000	7.76E-06	6.91E-03	1.79E-04	1.56E-02	4.80E-01	4.35E-02	4.32E-02	4.80E-01	M-ING-B	20.8334	10
Tc-99m	0.00069	1.64E-01	6.26E-05	1.37E-06	4.40E-04	8.40E-07	9.14E-03	9.25E-03	8.49E-01	M-EXT-B	11.7827	10
In-111	0.0077	7.24E+00	6.70E-04	1.58E-05	5.80E-03	1.48E-03	1.42E-02	1.39E-02	7.24E+00	M-EXT-A	1.3804	1
Sn-113	0.31	7.23E+00	4.17E-03	1.37E-04	1.52E-02	2.05E-01	3.75E-02	2.68E-02	8.06E+00	M-EXT-B	1.2401	1
Sn-117m	0.03726		4.75E-03	1.05E-04	1.42E-02	1.73E-02			2.49E-02	M-EXT-B	401.1231	1000
I-123	0.0015	9.39E-01	2.38E-04	9.15E-06	4.20E-03	1.16E-04	1.39E-02	1.39E-02	1.89E+00	M-EXT-B	5.4735	10
I-125	0.17	1.14E-02	1.58E-02	2.10E-04	3.00E-01	1.36E+00	5.55E-04	5.55E-04	1.36E+00	M-ING-B	7.3628	10
I-131	0.022	9.79E+00	2.38E-02	7.57E-04	4.40E-01	5.24E-01	7.46E-02	6.47E-02	1.17E+01	M-EXT-B	0.8547	1
SM-153	0.0053	4.48E-01	1.47E-03	4.42E-05	1.48E-02	2.88E-03	7.65E-02	6.16E-02	4.48E-01	M-EXT-A	22.3433	10
Au-198	0.0074	8.93E+00	1.17E-12	2.12E-03	5.26E-05	2.00E-02	9.13E-02	7.09E-02	1.30E+01	M-EXT-B	0.7716	1
Tl-201	0.0083	9.51E-01	6.79E-13	1.64E-04	4.73E-06	1.90E-03	5.24E-04	1.69E-02	9.51E-01	M-EXT-A	10.5175	10



表17

金属IAEAの結果

	External		External		External		Inhalation		Inhalation		Ingestion		Ingestion		SKIN	
	EXT-A	EXT-B	EXT-B	EXT-C	INH-A	INH-B	INH-A	INH-B	ING-A	ING-B	ING-A	ING-B	ING-A	ING-B	SKIN	SKIN
H-3	0	0	0	0	8.90E-05	3.60E-06	8.40E-04	1.20E-02	8.40E-04	1.20E-02	1.60E-01	1.60E-01	2.40E-02	2.40E-02	0.00E+00	0.00E+00
C-14	0	0	0	0	1.30E-03	8.70E-05	1.20E-02	1.60E-01	1.20E-02	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01	2.40E-02	2.40E-02	2.40E-02	2.40E-02
O-15																
F-18	0.0035	34	34	0	1.90E-04	4.30E-06	9.80E-04	1.10E-09	9.80E-04	1.10E-09	1.10E-09	1.10E-09	7.20E-02	7.20E-02	7.20E-02	7.20E-02
P-32	0	0	0	0	6.30E-03	2.30E-04	0.048	1.00E-01	0.048	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	7.40E-02	7.40E-02	7.40E-02	7.40E-02
CR-51	0.83	0.87	0.87	0.0092	7.30E-05	2.70E-06	7.60E-04	2.50E-03	7.60E-04	2.50E-03	2.50E-03	2.50E-03	4.00E-04	4.00E-04	4.00E-04	4.00E-04
FE-59	39	48	48	2.2	6.90E-03	1.90E-04	3.60E-02	2.20E-01	3.60E-02	2.20E-01	2.20E-01	2.20E-01	5.40E-02	5.40E-02	5.40E-02	5.40E-02
Co-57	2.3	0.61	0.61	0.65	8.40E-04	2.90E-05	4.20E-03	1.00E-01	4.20E-03	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	4.00E-03	4.00E-03	4.00E-03	4.00E-03
Co-60	84	100	100	120	1.50E-02	4.40E-04	6.80E-02	2.50E+00	6.80E-02	2.50E+00	2.50E+00	2.50E+00	5.30E-02	5.30E-02	5.30E-02	5.30E-02
Ga-67																
Rb-81																
Sr-89	0.004304	0.0054	0.0054	0.00036	3.00E-03	1.60E-04	5.20E-02	3.60E-01	5.20E-02	3.60E-01	3.60E-01	3.60E-01	7.10E-02	7.10E-02	7.10E-02	7.10E-02
Y-90	0	0	0	0	3.50E-03	1.40E-04	5.40E-02	1.60E-02	5.40E-02	1.60E-02	1.60E-02	1.60E-02	7.40E-02	7.40E-02	7.40E-02	7.40E-02
Mo-99	5	6	6	8.7E-13	2.40E-03	7.00E-05	1.50E-02	3.00E-03	1.50E-02	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03	7.10E-02	7.10E-02	7.10E-02	7.10E-02
Tc-99	7.80E-06	1.90E-07	1.90E-07	2.50E-05	6.90E-03	1.80E-04	1.60E-02	4.80E-01	1.60E-02	4.80E-01	4.80E-01	4.80E-01	4.30E-02	4.30E-02	4.30E-02	4.30E-02
Tc-99m	0.16	0.85	0.85	#####	6.30E-05	1.40E-06	4.40E-04	8.30E-07	4.40E-04	8.30E-07	8.30E-07	8.30E-07	9.10E-03	9.10E-03	9.10E-03	9.10E-03
In-111	7.2	6.9	6.9	1.9E-12	6.70E-04	1.60E-05	5.80E-03	1.50E-03	6.70E-04	1.50E-03	1.50E-03	1.50E-03	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02
Sn-113	7.2	8.1	8.1	2.1	4.20E-03	1.40E-04	1.50E-02	2.10E-01	1.40E-04	1.50E-02	2.10E-01	2.10E-01	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02
Sn-117m																
I-123	0.94	1.8	1.8	6.00E-58	2.40E-04	9.10E-06	4.20E-03	1.20E-04	2.40E-04	1.20E-04	1.20E-04	1.20E-04	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02
I-125	0.011	0	0	6.00E-07	1.60E-02	2.10E-04	3.00E-01	1.40E+00	1.60E-02	1.40E+00	1.40E+00	1.40E+00	5.50E-04	5.50E-04	5.50E-04	5.50E-04
I-131	9.8	12	12	7.90E-05	2.40E-02	7.60E-04	4.40E-01	5.20E-01	2.40E-02	4.40E-01	5.20E-01	5.20E-01	6.50E-02	6.50E-02	6.50E-02	6.50E-02
SM-153	0.45	0.077	0.077	5.40E-19	1.50E-03	4.40E-05	1.50E-02	2.90E-03	1.50E-03	2.90E-03	2.90E-03	2.90E-03	6.20E-02	6.20E-02	6.20E-02	6.20E-02
Au-198	8.9	13	13	1.20E-12	2.10E-03	5.30E-05	2.20E-02	5.90E-03	2.10E-03	5.90E-03	5.90E-03	5.90E-03	7.20E-02	7.20E-02	7.20E-02	7.20E-02
Tl-201	0.95	0.22	0.22	1.20E+01	1.60E-04	4.70E-06	1.90E-03	5.20E-04	1.60E-04	1.90E-03	5.20E-04	5.20E-04	1.70E-02	1.70E-02	1.70E-02	1.70E-02

表18

金属IAEAの結果との比較

Nuclide	External Irra			Inhalation		Ingestion		Skin
	M-EXT-A	M-EXT-B	M-EXT-C	M-INH-A	M-INH-B	M-ING-A	M-ING-B	
H-3				1.00	0.99	1.00	0.97	
C-14				0.96	1.00	0.97	1.00	1.01
O-15								
F-18	1.00	1.01		1.01	1.00	1.00	0.98	1.18
P-32				0.99	1.01	1.00	1.02	1.46
CR-51	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	0.98	1.00
FE-59	0.99	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05
Co-57	0.99	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.04	1.01
Co-60	1.00	1.02	1.02	1.02	1.00	1.00	1.01	1.01
Ga-67								
Rb-81								
Sr-89	1.01	0.99	0.99	1.01	0.99	1.00	0.99	1.42
Y-90				0.99	0.98	1.00	1.01	1.50
Mo-99	1.00	0.99	1.00	1.01	1.05	1.01	1.01	1.31
Tc-99	0.99	1.01	0.10	1.00	0.99	0.98	1.00	1.01
Tc-99m	1.02	1.00	3.49	0.99	0.98	1.00	1.01	1.00
In-111	1.01	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.98	1.01
Sn-113	1.00	1.00	0.98	0.99	0.98	1.01	0.98	1.39
Sn-117m								
I-123	1.00	1.02	1.03	0.99	1.00	1.00	0.97	0.99
I-125	1.03		1.08	0.99	1.00	1.00	0.97	1.01
I-131	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00	1.01	1.15
SM-153	0.99	1.00	0.94	0.98	1.00	0.99	0.99	1.23
Au-198	1.00	1.00	0.97	1.01	0.99	0.91	1.01	1.27
Tl-201	1.00	0.98	0.00	1.03	1.01	1.00	1.01	0.99

表19

Nuclide	External Irra		Inhalation	Ingestion	Ingestion	Skin	Skin	Skin	Skin	(micro Sv/a)/(Bq/g)	Clearance level	IAEA	
	T1/2(y)	R-EXT-A											R-EXT-B
H-3	12		8.86E-05	3.57E-06	8.40E-04	1.17E-02				1.17E-02	R-ING-B	857.7845	1000
C-14	5700		1.25E-03	8.72E-05	1.16E-02	1.60E-01	2.43E-02			1.60E-01	R-ING-B	62.5038	100
O-15	3.9E-06	4.90E-211	3.56E+01							3.56E+01	R-EXT-B	0.2813	0.1
F-18	0.00021	3.50E-03	3.44E+01							3.44E+01	R-EXT-B	0.2909	0.1
P-32	0.039									1.08E-01	R-SKIN	92.6984	100
CR-51	0.076	8.29E-01	8.75E-01	1.17E-02	1.87E+00	1.78E+00	1.01E+02	1.02E-01	1.08E-01	8.75E-01	R-EXT-B	11.4312	10
FE-59	0.12	3.88E+01	4.78E+01	1.87E+00	1.89E-04	3.60E-02	2.21E-01	2.46E-03	4.01E-04	4.78E+01	R-EXT-B	0.2092	0.1
Co-57	0.74	2.28E+00	6.08E-01	1.78E+00	2.94E-04	4.20E-03	1.04E-01	2.53E+00	5.35E-02	2.28E+00	R-EXT-A	4.3857	10
Co-60	5.3	8.37E+01	1.02E+02	1.01E+02	1.53E-02	4.42E-04	6.80E-02	1.30E-03	1.25E-03	1.02E+02	R-EXT-B	0.0983	0.1
Ga-67	0.00893	2.17E+00	2.92E-01		9.07E-05	1.47E-05	1.30E-03			2.17E+00	R-EXT-A	4.6133	10
Rb-81	0.000523				1.47E-04	3.36E-06	1.08E-03	6.35E-07		1.08E-03	R-ING-A	9259.259	10000
Str-89	0.14	4.33E-03	5.36E-03	3.20E-04	3.02E-03	1.58E-04	5.20E-02	3.56E-01	1.01E-01	3.56E-01	R-ING-B	28.0743	10
Y-90	0.0073				3.46E-03	1.37E-04	5.40E-02	1.62E-02	1.11E-01	1.11E-01	R-SKIN	90.1234	100
Mo-99	0.0075	5.00E+00	5.97E+00	1.04E-12	2.42E-03	7.36E-05	1.51E-02	3.02E-03	9.30E-02	5.97E+00	R-EXT-B	1.6759	1
Tc-99	210000	7.76E-06	1.92E-07	1.20E-05	6.91E-03	1.79E-04	1.56E-02	4.80E-01	4.35E-02	4.80E-01	R-ING-B	20.8334	10
Tc-99m	0.00069	1.64E-01	8.49E-01	4.07E-122	6.26E-05	1.37E-06	4.40E-04	8.40E-07	9.14E-03	8.49E-01	R-EXT-B	11.7827	10
In-111	0.0077	7.24E+00	6.91E+00	3.10E-12	6.70E-04	1.58E-05	5.80E-03	1.48E-03	1.42E-02	7.24E+00	R-EXT-A	1.3804	1
Sn-113	0.31	7.23E+00	8.06E+00	2.39E+00	4.17E-03	1.37E-04	1.52E-02	2.05E-01	3.75E-02	8.06E+00	R-EXT-B	1.2401	1
Sn-117m	0.03726				4.75E-03	1.05E-04	1.42E-02	1.73E-02		2.49E-02	R-EXT-B	401.1231	1000
I-123	0.0015	9.39E-01	1.83E+00	1.20E-57	2.38E-04	9.15E-06	4.20E-03	1.16E-04	1.38E-02	1.83E+00	R-EXT-B	5.4735	10
I-125	0.17	1.14E-02		7.30E-03	1.58E-02	2.10E-04	3.00E-01	1.36E+00	5.55E-04	1.36E+00	R-ING-B	7.3628	10
I-131	0.022	9.79E+00	1.17E+01	9.13E-05	2.38E-02	7.57E-04	4.40E-01	5.24E-01	7.46E-02	1.17E+01	R-EXT-B	0.8547	1
SM-153	0.0053	4.48E-01	7.70E-02	2.08E-18	1.47E-03	4.42E-05	1.48E-02	2.88E-03	7.65E-02	4.48E-01	R-EXT-A	22.3433	10
Au-198	0.0074	8.93E+00	1.30E+01	1.17E-12	2.12E-03	5.26E-05	2.00E-02	5.94E-03	9.13E-02	1.30E+01	R-EXT-B	0.7716	1
Tl-201	0.0083	9.51E-01	2.15E-01	2.67E-12	1.64E-04	4.73E-06	1.90E-03	5.24E-04	1.69E-02	9.51E-01	R-EXT-A	10.5175	10

表20

コンクリートIAEAの結果

Mode	External EXT-A	External EXT-B	External EXT-C	Inhalation INH-A	Inhalation INH-B	Ingestion ING-A	Ingestion ING-B	SKIN
Radio-nuclid	EXT-A	EXT-B	EXT-C	INH-A	INH-B	ING-A	ING-B	SKIN
H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.90E-05	3.60E-06	8.40E-04	1.20E-02	0.00E+00
C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.30E-03	8.70E-05	1.20E-02	1.60E-01	2.40E-02
O-15								
F-18	3.5E-03	3.4E+01	0.0E+00	1.90E-04	4.30E-06	9.80E-04	1.10E-09	7.20E-02
P-32	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.30E-03	2.30E-04	0.048	1.00E-01	7.40E-02
CR-51	8.3E-01	8.7E-01	1.2E-02	7.30E-05	2.70E-06	7.60E-04	2.50E-03	4.00E-04
FE-59	3.9E+01	4.8E+01	1.9E+00	6.90E-03	1.90E-04	3.60E-02	2.20E-01	5.40E-02
Co-57	2.3E+00	6.1E-01	1.8E+00	8.40E-04	2.90E-05	4.20E-03	1.00E-01	4.00E-03
Co-60	8.4E+01	1.0E+02	1.0E+02	1.50E-02	4.40E-04	6.80E-02	2.50E+00	5.30E-02
Ga-67								
Rb-81								
Sr-89	4.3E-03	5.4E-03	3.2E-04	3.00E-03	1.60E-04	5.20E-02	3.60E-01	7.10E-02
Y-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.50E-03	1.40E-04	5.40E-02	1.60E-02	7.40E-02
Mo-99	5.0E+00	6.0E+00	1.0E-12	2.40E-03	7.00E-05	1.50E-02	3.00E-03	7.10E-02
Tc-99	7.8E-06	1.9E-07	1.2E-05	6.90E-03	1.80E-04	1.60E-02	4.80E-01	4.30E-02
Tc-99m	1.6E-01	8.5E-01	1.2E-122	6.30E-05	1.40E-06	4.40E-04	8.30E-07	9.10E-03
In-111	7.2E+00	6.9E+00	3.1E-12	6.70E-04	1.60E-05	5.80E-03	1.50E-03	1.40E-02
Sn-113	7.2E+00	8.1E+00	2.4E+00	4.20E-03	1.40E-04	1.50E-02	2.10E-01	2.70E-02
Sn-117m								
I-123	9.4E-01	1.8E+00	1.2E-57	2.40E-04	9.10E-06	4.20E-03	1.20E-04	1.40E-02
I-125	1.1E-02	0.0E+00	7.3E-03	1.60E-02	2.10E-04	3.00E-01	1.40E+00	5.50E-04
I-131	9.8E+00	1.2E+01	9.1E-05	2.40E-02	7.60E-04	4.40E-01	5.20E-01	6.50E-02
SM-153	4.5E-01	7.7E-02	2.2E-18	1.50E-03	4.40E-05	1.50E-02	2.90E-03	6.20E-02
Au-198	8.9E+00	1.3E+01	1.3E-12	2.10E-03	5.30E-05	2.20E-02	5.90E-03	7.20E-02
Tl-201	9.5E-01	2.2E-01	2.7E-12	1.60E-04	4.70E-06	1.90E-03	5.20E-04	1.70E-02

# 表21

コンクレーターIAEAの結果との比較

Mode	External		External		Inhalation		Inhalation		Ingestion		Ingestion		SKIN	
	EXT-A	EXT-B	EXT-C	EXT-C	INH-A	INH-A	INH-B	INH-B	ING-A	ING-A	ING-B	ING-B	SKIN	SKIN
Radio-nuclide														
H-3					1.00		0.99		1.00		0.97		1.01	
C-14					0.96		1.00		0.97		1.00		1.01	
O-15														
F-18	1.00	1.01			1.01		1.00		1.00		0.98		1.18	
P-32					0.99		1.01		1.00		1.02		1.46	
CR-51	1.00	1.01	0.97		1.01		1.01		1.00		0.98		1.00	
FE-59	0.99	1.00	0.99		1.00		1.00		1.00		1.00		1.05	
Co-57	0.99	1.00	0.99		1.00		1.01		1.00		1.04		1.01	
Co-60	1.00	1.02	1.01		1.02		1.00		1.00		1.01		1.01	
Ga-67														
Rb-81														
Sr-89	1.01	0.99	1.00		1.01		0.99		1.00		0.99		1.42	
Y-90					0.99		0.98		1.00		1.01		1.50	
Mo-99	1.00	0.99	1.04		1.01		1.05		1.01		1.01		1.31	
Tc-99	0.99	1.01	1.00		1.00		0.99		0.98		1.00		1.01	
Tc-99m	1.02	1.00	3.40		0.99		0.98		1.00		1.01		1.00	
In-111	1.01	1.00	1.00		1.00		0.99		1.00		0.98		1.01	
Sn-113	1.00	1.00	0.99		0.99		0.98		1.01		0.98		1.39	
Sn-117m														
I-123	1.00	1.02	1.00		0.99		1.00		1.00		0.97		0.99	
I-125	1.03		1.00		0.99		1.00		1.00		0.97		1.01	
I-131	1.00	0.98	1.00		0.99		1.00		1.00		1.01		1.15	
SM-153	0.99	1.00	0.95		0.98		1.00		0.99		0.99		1.23	
Au-198	1.00	1.00	0.90		1.01		0.99		0.91		1.01		1.27	
Tl-201	1.00	0.98	0.99		1.03		1.01		1.00		1.01		0.99	

表22

全ての固体状物質計算結果

Nuclide	External Irra		Inhalation		Inhalation		Ingestion		Ingestion		Skin		Skin		Skin		(micro Sv/a)/(Bq/£)		Clearance level Rounded (Bq/£)	IAEA	
	T1/2(y)	A-EXT-A	A-EXT-B	A-INH-A	A-INH-B	A-ING-A	A-ING-B	A-ING-A	A-ING-B	A-SKIN	M-SKIN	RP-122	Max dose	Max Scena	A-EXT-A	A-EXT-B	A-EXT-A	A-EXT-B			
H-3	12			8.86E-05	3.57E-06	8.40E-04	1.17E-02								1.17E-02	A-ING-B			857.7845	1000	1000
C-14	5700			1.25E-03	8.72E-05	1.16E-02	1.80E-01			2.43E-02					1.60E-01	A-ING-B			62.5038	100	100
O-15	0.000039	1.38E-215													1.38E-215	A-EXT-A			7.2647E+215	0	0
F-18	0.00021	5.17E-06		1.92E-04	4.31E-06	9.80E-04	1.08E-09	8.52E-02	8.52E-02	8.52E-02	7.40E-02	7.40E-02	8.52E-02	8.52E-02	8.52E-02	A-SKIN			117.3313	100	100
P-32	0.0039			6.26E-03	2.31E-04	4.80E-02	1.02E-01	1.08E-01	1.08E-01	1.08E-01	7.40E-02	7.40E-02	1.08E-01	1.08E-01	1.08E-01	A-SKIN			92.6984	100	100
CR-51	0.076	4.54E-01	4.30E-02	7.34E-05	2.73E-06	7.60E-04	2.46E-03	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	4.01E-04	A-EXT-A			22.0145	10	10
FE-59	0.12	3.35E+01	5.67E+00	6.91E-03	1.89E-04	3.60E-02	2.21E-01	5.70E-02	5.70E-02	5.70E-02	5.55E-02	5.55E-02	5.70E-02	5.70E-02	5.70E-02	A-EXT-A			0.2989	0.1	0.1
Co-57	0.74	7.40E+00	1.07E+01	8.42E-04	2.94E-05	4.20E-03	1.04E-01	4.04E-03	4.04E-03	4.04E-03	4.01E-03	4.01E-03	4.04E-03	4.04E-03	4.04E-03	A-EXT-B			0.9376	1	1
Co-60	5.3	3.92E+02	3.01E+02	1.53E-02	4.42E-04	6.80E-04	2.53E+00	5.35E-02	5.35E-02	5.35E-02	5.24E-02	5.24E-02	5.35E-02	5.35E-02	5.35E-02	A-EXT-A			0.0255	0.01	0.01
Ga-67	0.0039			9.07E-05	1.47E-05	1.30E-03	1.25E-03								1.30E-03	A-ING-A			7692.3077	1000	1000
Rb-81	0.00052			1.47E-04	3.36E-06	1.08E-03	6.35E-07								1.08E-03	A-ING-A			9259.2593	10000	10000
Sr-89	0.14	4.35E-03	9.92E-04	3.02E-03	1.58E-04	5.20E-02	3.56E-01	1.01E-01	1.01E-01	1.01E-01	7.09E-02	7.09E-02	3.56E-01	3.56E-01	3.56E-01	A-ING-B			28.0743	10	10
Y-90	0.0073			3.46E-03	1.37E-04	5.40E-02	1.82E-02	1.11E-01	1.11E-01	1.11E-01	7.40E-02	7.40E-02	1.11E-01	1.11E-01	1.11E-01	A-SKIN			90.1234	100	100
Mo-99	0.0075	2.71E-01	4.11E-12	2.38E-03	7.36E-05	1.52E-02	3.02E-03	9.30E-02	9.30E-02	9.30E-02	7.09E-02	7.09E-02	9.30E-02	9.30E-02	9.30E-02	A-EXT-A			36.9393	100	100
Tc-99	210000	3.88E-05	1.15E-04	6.91E-03	1.79E-04	1.56E-02	4.80E-01	4.35E-02	4.35E-02	4.35E-02	4.32E-02	4.32E-02	4.35E-02	4.35E-02	4.35E-02	A-ING-B			20.8334	10	10
Tc-99m	0.00069	8.20E-04	2.19E-121	6.26E-05	1.37E-06	4.40E-04	8.40E-07	9.14E-03	9.14E-03	9.14E-03	9.25E-03	9.25E-03	9.25E-03	9.25E-03	9.25E-03	RP-122			1081.4815	1000	1000
In-111	0.0077	4.02E-01	1.39E-11	6.70E-04	1.58E-05	5.80E-03	1.48E-03	1.42E-02	1.42E-02	1.42E-02	1.39E-02	1.39E-02	1.42E-02	1.42E-02	1.42E-02	A-EXT-A			24.8473	10	10
Sn-113	0.31	1.44E+01	9.46E+00	4.10E-03	1.37E-04	1.52E-02	2.06E-01	3.75E-02	3.75E-02	3.75E-02	2.68E-02	2.68E-02	3.75E-02	3.75E-02	3.75E-02	A-EXT-A			0.6937	1	1
Sn-117m	0.0372603			4.75E-03	1.05E-04	1.42E-02	1.73E-02								1.73E-02	A-ING-B			577.72	1000	1000
I-123	0.0015	1.02E-02	6.88E-57	2.38E-04	9.15E-06	4.20E-03	1.16E-04	1.38E-02	1.38E-02	1.38E-02	1.39E-02	1.39E-02	1.38E-02	1.38E-02	1.38E-02	RP-122			720.9877	1000	1000
I-125	0.17	1.37E-02	7.94E-01	1.58E-02	2.10E-04	3.00E-01	1.36E+00	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	5.55E-04	A-ING-B			7.3628	10	10
I-131	0.022	1.55E+00	3.27E-04	2.38E-02	7.57E-04	4.40E-01	5.24E-01	7.46E-02	7.46E-02	7.46E-02	6.47E-02	6.47E-02	7.46E-02	7.46E-02	7.46E-02	A-EXT-A			6.4342	10	10
SM-153	0.0053	1.71E-02	2.89E-17	1.47E-03	4.42E-05	1.48E-02	2.88E-03	7.65E-02	7.65E-02	7.65E-02	6.16E-02	6.16E-02	7.65E-02	7.65E-02	7.65E-02	A-SKIN			130.6558	100	100
Au-198	0.0074	4.76E-01	4.64E-12	2.12E-03	5.26E-05	2.00E-02	5.94E-03	9.13E-02	9.13E-02	9.13E-02	7.09E-02	7.09E-02	9.13E-02	9.13E-02	9.13E-02	A-EXT-A			20.9956	10	10
Tl-201	0.0083	5.89E-02	2.85E-11	1.64E-04	4.73E-06	1.90E-03	5.24E-04	1.69E-02	1.69E-02	1.69E-02	1.70E-02	1.70E-02	1.69E-02	1.69E-02	1.69E-02	A-EXT-A			175.6419	100	100

表23

全ての固体状物質IAEAの結果

Nuclide	External		Inhalation		Inhalation		Ingestion		Ingestion		SKIN	
	EXT-A	EXT-B	INH-A	INH-B	ING-A	ING-B	ING-A	ING-B	ING-A	ING-B	SKIN	SKIN
H-3	0.0E+00	0.0E+00	8.9E-05	3.6E-06	8.4E-04	1.2E-02	8.4E-04	1.2E-02	1.60E-01	2.40E-02	0.0E+00	2.40E-02
C-14	0.0E+00	0.0E+00	1.30E-03	8.70E-05	1.20E-02	1.60E-01	1.20E-02	1.60E-01				
O-15												
F-18	5.3E-06	0.0E+00	1.9E-04	4.3E-06	9.8E-04	1.1E-09	9.8E-04	1.1E-09			7.2E-02	7.2E-02
P-32	0.0E+00	0.0E+00	6.3E-03	2.3E-04	4.8E-02	1.0E-01	4.8E-02	1.0E-01			7.4E-02	7.4E-02
CR-51	4.5E-01	4.3E-02	7.3E-05	2.7E-06	7.6E-04	2.5E-03	7.6E-04	2.5E-03			4.0E-04	4.0E-04
FE-59	3.3E+01	5.7E+00	6.9E-03	1.9E-04	3.6E-02	2.2E-01	3.6E-02	2.2E-01			5.4E-02	5.4E-02
Co-57	7.4E+00	1.1E+01	8.4E-04	2.9E-05	4.2E-03	1.0E-01	4.2E-03	1.0E-01			4.0E-03	4.0E-03
Co-60	3.9E+02	3.0E+02	1.5E-02	4.4E-04	6.8E-02	2.5E+00	6.8E-02	2.5E+00			5.3E-02	5.3E-02
Ga-67												
Rb-81												
Sr-89	4.3E-03	9.9E-04	3.0E-03	1.6E-04	5.2E-02	3.6E-01	5.2E-02	3.6E-01			7.1E-02	7.1E-02
Y-90	0.0E+00	0.0E+00	3.50E-03	1.40E-04	5.40E-02	1.60E-02	5.40E-02	1.60E-02			7.40E-02	7.40E-02
Mo-99	2.7E-01	4.1E-12	2.40E-03	7.0E-05	1.5E-02	3.0E-03	1.5E-02	3.0E-03			7.1E-02	7.1E-02
Tc-99	3.9E-05	1.2E-04	6.9E-03	1.8E-04	1.6E-02	4.8E-01	1.6E-02	4.8E-01			4.3E-02	4.3E-02
Tc-99m	8.1E-04	6.3E-122	6.3E-05	1.4E-06	4.4E-04	8.3E-07	4.4E-04	8.3E-07			9.1E-03	9.1E-03
In-111	4.0E-01	1.4E-11	6.7E-04	1.6E-05	5.8E-03	1.5E-03	5.8E-03	1.5E-03			1.4E-02	1.4E-02
Sn-113	1.4E+01	9.5E+00	4.2E-03	1.4E-04	1.5E-02	2.1E-01	1.5E-02	2.1E-01			2.7E-02	2.7E-02
Sn-117m												
I-123	1.0E-02	6.7E-57	2.4E-04	9.1E-06	4.2E-03	1.2E-04	4.2E-03	1.2E-04			1.4E-02	1.4E-02
I-125	1.4E-02	7.9E-01	1.6E-02	2.1E-04	3.0E-01	1.4E+00	3.0E-01	1.4E+00			5.5E-04	5.5E-04
I-131	1.6E+00	3.3E-04	2.4E-02	7.6E-04	4.4E-01	5.2E-01	4.4E-01	5.2E-01			6.5E-02	6.5E-02
SM-153	1.7E-02	3.1E-17	1.5E-03	4.4E-05	1.5E-02	2.9E-03	1.5E-02	2.9E-03			6.2E-02	6.2E-02
Au-198	4.8E-01	4.7E-12	2.10E-03	5.30E-05	2.20E-02	5.90E-03	2.20E-02	5.90E-03			7.20E-02	7.20E-02
Tl-201	5.7E-02	2.8E-11	1.6E-04	4.7E-06	1.9E-03	5.2E-04	1.9E-03	5.2E-04			1.7E-02	1.7E-02

表24

全ての固体状物質IAEAの結果との比較

Nuclide	External Irra		Inhalation		Inhalation		Ingestion		Ingestion		Skin	
	T1/A-EXT-A	A-EXT-B	A-INH-A	A-INH-B	A-ING-A	A-ING-B	A-ING-A	A-ING-B	A-ING-A	A-ING-B	A-SKIN	A-SKIN
H-3			1.00	0.99	1.00	0.97	1.00	0.97	1.00	0.97		1.01
C-14			0.96	1.00								
O-15												
F-18		0.98	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98		1.18
P-32			0.99	1.01	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.02		1.46
CR-51		1.01	1.00	1.01	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98		1.00
FE-59		1.01	0.99	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00		1.05
Co-57		1.00	0.97	1.00	1.01	0.98	1.00	1.04	1.00	1.04		1.01
Co-60		1.01	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01		1.01
Ga-67												
Rb-81												
Sr-89		1.01	1.00	1.01	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99		1.42
Y-90			0.99	0.98	0.99	1.01	1.00	1.01	1.00	1.01		1.50
Mo-99		1.00	1.00	0.99	1.05	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01		1.31
Tc-99		0.99	0.96	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	1.00	1.00		1.01
Tc-99m		1.01	3.48	0.99	0.98	0.98	1.00	1.01	1.00	1.01		1.00
In-111		1.01	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	0.98	1.00	0.98		1.01
Sr-113		1.03	1.00	0.98	0.98	0.98	1.01	0.98	1.01	0.98		1.39
Sr-117m												
I-123		1.02	1.03	0.99	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.97		0.99
I-125		0.98	1.01	0.99	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.97		1.01
I-131		0.97	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01		1.15
SM-153		1.00	0.93	0.98	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99		1.23
Au-198		0.99	0.99	1.01	0.99	0.91	0.91	1.01	0.91	1.01		1.27
Tl-201		1.00	1.02	1.03	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01		0.99



表25

Nuclide	金属 Bq/g		コンクリート Bq/g		全ての物質 Bq/g		*NRPB-R30 免除レベル Bq/g	比率	コメント
	Max Scenario	クリアラ ンス	Max Scenario	クリアラ ンス	Max Scenario	クリアラ ンス			
T1/2(y)									
H-3	M-ING-B	1000	R-ING-B	1000	A-ING-B	1000	1000000	0.001	
C-14	M-ING-B	100	R-ING-B	100	A-ING-B	100	10000	0.01	
O-15	M-EXT-B	0.1	R-EXT-B	0.1	A-EXT-A	0	100	0	IAEAで未計算
F-18	M-EXT-B	0.1	R-EXT-B	0.1	A-SKIN	100	10	10	
P-32	M-SKIN	100	R-SKIN	100	A-SKIN	100	1000	0.1	
CR-51	M-EXT-B	10	R-EXT-B	10	A-EXT-A	10	1000	0.01	
FE-59	M-EXT-B	0.1	R-EXT-B	0.1	A-EXT-A	0.1	10	0.01	
Co-57	M-EXT-A	10	R-EXT-A	10	A-EXT-B	1	100	0.01	
Co-60	M-EXT-C	0.1	R-EXT-B	0.1	A-EXT-A	0.01	10	0.001	
Ga-67	M-EXT-A	10	R-EXT-A	10	A-ING-A	1000	100	10	IAEAで未計算
Rb-81	M-ING-A	10000	R-ING-A	10000	A-ING-A	10000	10	1000	IAEAで未計算
Sr-89	M-ING-B	10	R-ING-B	10	A-ING-B	10	1000	0.01	
Y-90	M-SKIN	100	R-SKIN	100	A-SKIN	100	1000	0.1	
Mo-99	M-EXT-B	1	R-EXT-B	1	A-EXT-A	100	100	1	
Tc-99	M-ING-B	10	R-ING-B	10	A-ING-B	10	10000	0.001	
Tc-99m	M-EXT-B	10	R-EXT-B	10	A-SKIN	1000	100	10	
In-111	M-EXT-A	1	R-EXT-A	1	A-EXT-A	10	100	0.1	
Sn-113	M-EXT-B	1	R-EXT-B	1	A-EXT-A	1	1000	0.001	
Sn-117m	M-EXT-B	1000	R-EXT-B	1000	A-ING-B	1000	100	10	IAEAで未計算
I-123	M-EXT-B	10	R-EXT-B	10	A-SKIN	1000	100	10	
I-125	M-ING-B	10	R-ING-B	10	A-ING-B	10	1000	0.01	
I-131	M-EXT-B	1	R-EXT-B	1	A-EXT-A	10	100	0.1	
SM-153	M-EXT-A	10	R-EXT-A	10	A-SKIN	100	100	1	
Au-198	M-EXT-B	1	R-EXT-B	1	A-EXT-A	10	100	0.1	
Tl-201	M-EXT-A	10	R-EXT-A	10	A-EXT-A	100	100	1	

\* NRPB-R306 Exempt Concentrations and Quantities for Radionuclides not include in European Basic Safety Standards Directive

S F Mobbs and M P Harvery National Radiological Protection Board-1999

平成 15 年度厚生労働省科学研究費補助金 (医薬安全総合研究事業)  
「医療行為に伴い排出される放射性廃棄物の適正管理に関する研究」

(WG1-4) 医療行為に伴う固体状放射性廃棄物のクリアランスレベル導入の検討  
報告書

IAEA Draft Annex to Safety Guide Clearance Levels for Solid Materials 2000.1 による  
医療放射性廃棄物のクリアランス計算

分担研究者	木下富士美	千葉県がんセンター 核医学診療部	
	細野 眞	近畿大学 放射線科	
研究協力者	山本 哲夫	財団法人柏戸記念財団	(報告者)
	成田雄一郎	千葉県がんセンター 放射線治療部物理室	
	池淵 秀治	社団法人日本アイソトープ協会	
	岩永 哲雄	社団法人日本アイソトープ協会	
	大熊 浩志	日本メジフィジックス株式会社	
	小野寺 敦	船橋市立医療センター 放射線科	
	金谷 信一	東京女子医科大学 放射線科	
	金谷 和子	東京女子医科大学 放射線科	
	清水 透	三協興産株式会社	
	並木 宣雄	日本メジフィジックス株式会社	
	新尾 泰男	帝京大学市原病院 中央放射線部	
	柳沢 正道	千葉県循環器センター 放射線科	
	堀越亜希子	日本メジフィジックス株式会社	
	藤村 洋子	日本メジフィジックス株式会社	
	渡辺 浩	横浜労災病院 放射線科	
	濱田 達治	社団法人日本アイソトープ協会	

## 要旨

医療で使用された固体状放射性廃棄物の処分は、定義数量を超えた放射性同位元素がバックグラウンドレベルに達したとしても処分方法は保管廃棄のみとされ、法令で指定された廃棄業者に委託することが可能とされている。そのため医療では多大な経費と労力が費やされていた。医療で使用される放射性核種は原子力施設から排出される核種と比較し短半減核種が多く、半減期に応じた短期間の適切な減衰を待てばバックグラウンドレベルに達する。欧米諸国では、法令で放射性防護責任者の責任と権限が規定されており、医療放射性廃棄物は減衰待ち保管の概念の下、一定期間の保管後、一般の廃棄物として処分されている。更に欧州各国ではクリアランスの概念も考慮され始めている。日本国内でも、放射性廃棄物の合理的な管理の必要性の気

運が高まっている。本研究はこのような観点から IAEA Draft Annex で示されている固体状放射性廃棄物クリアランスの算出方法を参考に、医療で使われる核種を選び、実際に計算プログラムを作成し、IAEA の Draft で報告されているクリアランス計算値同様の結果が得られた。医療廃棄物フローチャートに基づいたパラメータで計算が可能となる。

#### A. 研究目的

欧米諸国では低レベルに減衰した放射性廃棄物を処理する際に IAEA の BSS の免除レベルを取り入れた合理的な処理方法に取り組んでいる。本研究では平成 15 年 3 月の研究報告では欧米諸国の調査、IAEA の各報告及び我が国の現状と医療で使われている放射性固体状廃棄物の合理的な管理方向の動きを詳細に報告した。

そこに、2000 年 1 月の IAEA 安全ガイドの草案 (IAEA Draft Annex to Safety Guide Clearance Levels for Solid Materials 2000<sup>1)</sup> 以下 IAEA Draft Annex と呼ぶ) と RP-122<sup>2)</sup> では固体状放射性廃棄物のクリアランスレベルの計算方法を詳しく解説した。

IAEA Draft Annex の「固体状放射性廃棄物のクリアランス」の包括シナリオにおける外部被ばく、吸入、経口摂取と皮膚汚染は金属、コンクリート、全ての固体状物質について被ばく時間等のパラメータを設定して実効線量を計算した後クリアランスレベルを求めている。

この IAEA draft Annex のクリアランスレベルは、固体状放射性廃棄物が管理されていない場所に開放された場合に一般公衆が 1 年間に実効線量で  $10 \mu\text{Sv}$  の被ばくを仮定した時の放射性核種濃度を  $\text{Bq/g}$  で算出している。この 1 年間に  $10 \mu\text{Sv}$  という実効線量は自然界に存在する放射性核種からの平均実効線量と比較すると ICRP 報告で年間  $2.4\text{mSv}$  とされている値に比較して  $1/240$  という低い値である。また、外部被ばくを考えるとバックグラウンドレベルの線量率は大地が砂地であるか岩盤であるかにより  $0.03 \mu\text{Sv/h}$  から  $0.1 \mu\text{Sv/h}$  なので 1 年間で比べると  $1/263$ 、 $1/88$  の被ばく値に相当する。つまり十分に安全な値に設定している。

本研究では、この IAEA Draft Annex のクリアランスの算出方法に基づき、医療で使われているか今後使われると予想される核種を選び、実際に計算プログラムを作成して、医療行為に伴う固体状放射性廃棄物のクリアランスレベルを算出する。作成した計算プログラムにより、金属、コンクリート、全ての固体状物質のクリアランスレベルを求め、医療固体状放射性廃棄物による被ばく線量の大小、決定経路を検討する。

#### B. 研究方法

医療固体状放射性物質のクリアランスレベルを算出する放射性同位元素は、医療に使われているか使われると予想される 25 核種を選んだ。使用した核種は線量係数表 (表 13, 14, 15) に示してある。この中で Co-60 については、医学的に良く知られた核種であり、被ばく線量の基準値として把握するために加えた。また、表の中で空欄は、 $\beta$  線放出で外部被ばくがないもの (H-3, C-14) 及び IAEA Draft Annex で計算していない核種 (Ga-67, Rb-81, Sn-117m) 等である。これらの核種で線量係数が入っているものについて外部被ばくでは本研究会で求められた線量係数を使い、吸入、摂取では Council Directive 96/29/EURATOM<sup>3)</sup> の値を用いる。

皮膚の線量係数で RP-122 は RP-122 の報告から引用した係数を参考に入れた。

クリアランスレベルの算出は、包括シナリオで示されている下記の外部被ばく、吸入、経口、皮膚汚染の計算式をもとに金属、コンクリート、全ての固体状物質の線量係数とパラメータを用いた。実際の計算では放射能濃度 1Bq/g の核種からの 1 年間の実効線量を計算した後に最大のシナリオの実効線量を求める。そして 10  $\mu$  Sv をこの最大のシナリオの実効線量で除算して、更に有効数字を 1 桁に丸める操作をしてクリアランスレベルを算出する。この 1 桁に丸める方法は計算結果が  $3 \times 10^x$  から  $3 \times 10^{x+1}$  の範囲を定め、 $1 \times 10^{x+1}$  をクリアランスレベルとする。このようにして常に 1、10、100、1000 のような形の数値で表わす。

各シナリオと計算方法及びパラメータの設定の詳細は次の「C. IAEA Draft Annex to Safety Guide Clearance Levels for Solid Materials 2000.1 で示されているクリアランスレベル算出方法の概説」に示した。

計算で注意した点は、IAEA Draft Annex で報告されている線量係数表に示されている単位の変換である。この表で a は 1 年となっている。ここで計算した計算結果等にも 1 年は y として示した。計算では 1 年間は 8760 時間、365 日とした。また、計算でゼロ除算エラーを回避する必要がある。例えばシナリオ中の減衰時間  $t_2$  が無いと仮定している場合には計算部で分母に  $\lambda \cdot t_2$  がゼロとなるため、 $\lambda \cdot t_2 = 1$  とした。他に  $1 - e^{-\lambda t_2}$  の項でもシナリオ中の減衰時間  $t_2$  が無い場合は  $1 - e^{-\lambda t_2} = 1$  とした。

クリアランスレベルの計算に用いたプログラム言語は、Microsoft Visual Basic V6 と Visual Basic .Net 2003 である。使用した線量係数とシナリオパラメータは Microsoft Excel の CSV ファイルとして作成しておき、これを読み込こんで計算する方法を採用した。これにより線量係数とパラメータを変更した計算値が簡単に得られるようにしている。計算で使用した変数は全て倍精度演算とした。また、計算の途中経過は表として表わし、計算値の最終結果はグラフ化および Microsoft Excel として出力した。

## C. IAEA Draft Annex to Safety Guide Clearance Levels for Solid Materials 2000.1 で示されているクリアランスレベル算出方法の概説

### 1. 外部被ばく、吸入、経口摂取、皮膚汚染による年間個人実効線量導入方法

#### (1) 外部被ばく

外部被ばくは廃棄物を輸送する間の被ばく、解放された廃棄物である建材や金属物質の再利用により建築された建物からの被ばくおよび解放された廃棄物を処分する埋立地での被ばくを考慮している。被ばく対象者は埋立地作業員、廃棄物輸送作業員、一般公衆について考えられている。

外部被ばくの線量は、以下の式により算出される。

$$H_{\text{ext}, c} = h_{\text{ext}} \cdot t_e \cdot f_d \cdot e^{-\lambda t_1} \frac{1 - e^{-\lambda t_2}}{\lambda \cdot t_2} \quad (1)$$

$H_{\text{ext}, c}$  [ ( $\mu$  Sv/y) / (Bq/g) ] 解放された物質における単位放射能濃度当たりの外部被ばくからの年間個人実効線量

$h_{\text{ext}}$  [ ( $\mu$  Sv/h) / (Bq/g) ] ジオメトリ、距離、遮へいにより解放された物