

ジオメトリ内の体積積分として評価する。つまり、

$$h_{ext} = 2 \cdot \int_G (h_{ext}^p) dG$$

$$= 2 \cdot \int_G \left(\sum_i \left\{ \frac{1 \cdot (P_i/100) \cdot 3600}{4\pi \cdot r_G^2} \cdot e^{-mfp_i} \cdot B(mfp_i) \cdot f_i \cdot g_i \right\} \cdot 10^6 \right) dG \quad (5)$$

として計算する。ここで、

$$h_{ext} \quad [(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/g})] \text{ (外部照射線量係数)}$$

$$2 \quad [\text{g/cm}^3] \text{ 物質密度}$$

である。

Berger のビルトアップ係数は、光子 i の平均自由行程 (mfp_i) の関数で次式で表される。

$$B(mfp_i) = 1 + a \cdot mfp_i \cdot e^{mfp_i \cdot b} \quad (6)$$

パラメータ a および b は物質と光子エネルギーに依存した値をもつ。

3. 放射性核種

本報告書で扱った放射性核種は、

γ 線 (特性X線) 放出核種: O-15, F-18, Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-60, Ga-67, Mo-99, Tc-99, Tc-99m, In-111, Sn-117m, I-123, I-125, I-131, Sm-153, Au-198, Tl-201, Mo-Tc ジェネレータ

β 線放出核種: H-3, C-14, P-32, Rb-81, Sr-89, Y-90, Sn-113

であるが、 β 線放出核種は実効線量への寄与が非常に小さいため計算から除外した。

4. ジオメトリ

本報告書で評価対象としたジオメトリ (体系、物質、評価点距離等) は、表1のとおりである。

表1 ジオメトリ

種類	体系の大きさ	体系内物質	線量評価点
半無限量	解放された放射性廃棄物が半無限量敷き詰められている地面からの線量係数	1. コンクリート 2. 鉄 3. 水	地面から 1m の点
部屋	広さ 4x3m ² 、高さ 2.5m の部屋の壁が 20cm で、その建材として放射性廃棄物を使用されている場合の線量係数	1. コンクリート 2. 鉄	家屋の中心で、高さ 1m の点
段ボール	50x50x50cm ³ 容量に均一に放射性廃棄物が存在しているときの線量	1. 空気	段ボールからの距離が 1. 0cm

	係数		2. 10cm 3. 100cm
トラック	2. 055x1.9x4.35m ³ の荷台容量を持つトラック荷台に均一に放射性廃棄物が存在しているときの線量係数	1. 空気	1. トラックの運転席 2. トラックの側方1m離れた場所で、地面から高さ1mの点 3. トラックの前後方1m離れた場所で、地面から高さ1mの点

5. モンテカルロ計算

ジオメトリ内の光子発生点はモンテカルロシミュレーションにより決定した。

6. パラメータ

使用した核種データ及び各パラメータは以下のとおりである。

- ・核種データ 表2 Table of Isotope 8th-Edition
James E. Martin. PHYSICS FOR RADIATION PROTECTION.
- ・質量減弱係数 表3 J. H. Hubble and S. M. Seltzer. Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and mass Energy-Absorption Coefficients from 1 keV to 20 MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Dosimetric Interest.
- ・Berger のビルトアップ係数 表4
- ・フレンチ当たりの空気カーマ 表5 ICRP Pub. 74 Table A. 1
- ・実効線量換算係数 表6 ICRP Pub. 74 Table A. 17

C. 結果

1. 半無限量ジオメトリに対する外部照射線量係数 [(μSv/h) / (Bq/g)]

放射性核種	コンクリート	鉄	水	空気	IAEA
O-15	2.929E-01	6.069E-02	6.711E-01	9.916E+01	1.69E-01
F-18	2.836E-01	5.877E-02	6.498E-01	9.601E+01	1.64E-01
Cr-51	7.956E-03	1.433E-03	2.310E-02	3.628E+00	4.72E-03
Fe-59	3.399E-01	8.428E-02	6.869E-01	8.768E+01	2.19E-01
Co-57	2.196E-02	1.447E-03	1.098E-01	2.056E+01	1.27E-02
Co-60	7.167E-01	1.793E-01	1.436E+00	1.802E+02	4.65E-01
Ga-67	3.335E-02	4.533E-03	1.242E-01	2.169E+01	
Mo-99	4.050E-04	8.771E-05	9.405E-04	1.362E-01	3.58E-02

Tc-99	7.896E-08	3.452E-09	5.637E-07	1.221E-04	4.31E-08
Tc-99m	2.548E-02	2.042E-03	1.112E-01	2.001E+01	1.41E-02
Mo-Tc ⁹⁹ エネレータ	1.354E-02	1.112E-03	5.870E-02	9.592E-00	
In-111	9.455E-02	1.123E-02	3.158E-01	5.331E+01	5.15E-02
Sn-117m	3.086E-02	2.492E-03	1.240E-01	2.292E+01	
I-123	3.320E-02	3.164E-03	1.279E-01	2.405E+01	1.85E-02
I-125	5.394E-04	1.739E-05	4.985E-03	3.010E+00	6.39E-05
I-131	1.008E-01	1.974E-02	2.665E-01	4.069E+01	5.93E-02
Sm-153	6.343E-03	2.818E-04	4.562E-02	1.155E+01	3.56E-03
Au-198	1.090E-01	2.165E-02	2.769E-01	4.210E+01	6.41E-02
Tl-201	1.134E-02	6.434E-04	7.990E-02	1.755E+01	6.64E-03

2. 家屋ジオメトリに外部照射線量係数 [$\mu\text{Sv/h}$]/(Bq/g)]

放射性核種	コンクリート	鉄
O-15	1.071E-01	2.255E-02
F-18	1.037E-01	2.184E-02
Cr-51	2.931E-03	5.321E-04
Fe-59	1.216E-01	3.132E-02
Co-57	8.149E-03	5.351E-04
Co-60	2.558E-01	6.664E-02
Ga-67	1.232E-02	1.683E-03
Mo-99	1.472E-04	3.259E-05
Tc-99	2.934E-08	1.264E-09
Tc-99m	9.453E-03	7.567E-04
Mo-Tc ⁹⁹ エネレータ	5.022E-03	4.119E-04
In-111	3.497E-02	4.166E-03
Sn-117m	1.144E-02	9.229E-04
I-123	1.229E-02	1.173E-03
I-125	1.993E-04	5.404E-06
I-131	3.702E-02	7.333E-03
Sm-153	2.356E-03	1.032E-04
Au-198	4.000E-02	8.046E-03
Tl-201	4.209E-03	2.373E-04

3. 段ボールからの外部照射線量係数 [$\mu\text{Sv/h}$]/(Bq/g)]

放射性核種	距離		
	0cm	10cm	100cm
O-15	6.638E-01	3.121E-01	2.340E-02
F-18	6.428E-01	3.022E-01	2.266E-02
Cr-51	2.547E-02	1.212E-02	8.880E-04

Fe-59	6.766E-01	3.181E-01	2.384E-02
Co-57	9.034E-02	4.256E-02	3.177E-03
Co-60	1.406E+00	6.611E-01	4.955E-02
Ga-67	1.064E-01	5.000E-02	3.750E-03
Mo-99	9.185E-04	4.318E-04	3.238E-05
Tc-99	5.664E-07	2.661E-07	1.999E-08
Tc-99m	8.589E-02	4.036E-02	3.031E-03
Mo-Tcシ ⁹⁹ ェネレータ	4.543E-02	2.135E-02	1.603E-03
In-111	2.891E-01	1.360E-01	1.019E-02
Sn-117m	1.195E-01	5.622E-02	4.213E-03
I-123	1.312E-01	6.176E-02	4.626E-03
I-125	3.591E-02	1.697E-02	1.263E-03
I-131	2.516E-01	1.183E-01	8.869E-03
Sm-153	5.445E-02	2.561E-02	1.920E-03
Au-198	2.657E-01	1.249E-01	9.366E-03
Tl-201	6.853E-02	3.219E-02	2.419E-03

4. トラックからの外部照射線量係数[$(\mu\text{Sv/h})/(\text{Bq/g})$]

放射性核種	線量評価点		
	側方(1m)	前後(1m)	運転席
O-15	1.012E+00	7.665E-01	9.369E-01
F-18	9.802E-01	7.422E-01	9.072E-01
Cr-51	3.462E-02	2.626E-02	3.204E-02
Fe-59	1.025E+00	7.735E-01	9.454E-01
Co-57	1.360E-01	1.045E-01	1.276E-01
Co-60	2.129E+00	1.606E+00	1.963E+00
Ga-67	1.640E-01	1.253E-01	1.531E-01
Mo-99	1.400E-03	1.060E-03	1.296E-03
Tc-99	8.875E-07	6.803E-07	8.316E-07
Tc-99m	1.352E-01	1.038E-01	1.269E-01
Mo-Tcシ ⁹⁹ ェネレータ	7.149E-02	5.488E-02	6.710E-02
In-111	4.461E-01	3.399E-01	4.154E-01
Sn-117m	1.848E-01	1.411E-01	1.724E-01
I-123	2.022E-01	1.542E-01	1.885E-01
I-125	5.284E-02	3.974E-02	4.856E-02
I-131	3.854E-01	2.924E-01	3.574E-01
Sm-153	8.490E-02	6.526E-02	7.976E-02
Au-198	4.065E-01	3.083E-01	3.768E-01
Tl-201	1.090E-01	8.413E-02	1.029E-01

D. 考察

我が国における医療放射性廃物のクリアランスレベル導出を目的として、放射性廃棄物を線源とした時の外部被ばくに関わる線量係数（比放射能当たりの年間実効線量）の算出について検討した。外部被ばくに関わる線量係数は、放射性廃棄物の容積および線源と評価点の幾何学的な位置関係（ジオメトリ）によって固有の値をもつため、医療施設から解放された放射性廃棄物の各経路（シナリオ）に依存する。そのため、本ワーキンググループでは、廃棄物処理業者に対し実施した実態調査の結果等をもとに、ジオメトリを設定し、外部被ばくに対する線量係数を算出した。

検討した算定方法では、体積線源に対する幾何学的効率を考慮するため、体積線源内における線源発生点の決定についてモンテカルロ法を用いて行った。また、線源対評価点における実効線量の算出は線源-評価点間の放射線吸収とビルドアップ効果を考慮した point-kernel 法を用いて行った。

放射性廃棄物が地面に半無限量で存在する場合は、IAEA の安全ガイドで用いていたジオメトリであり、それに対する線量係数を、本研究の結果と比較した。IAEA の線量係数はジオメトリの評価物質が不明であったが、我々の結果のコンクリートを仮定した場合と非常に近い値を示していた。

本研究では、より合理的なクリアランス導出を目的として実態調査をもとに決定したジオメトリでの線量係数を算出しており、非常に有効なデータとなることが期待される。

参考文献

1. IAEA DRAFT Annex to Safety Guide, Clearance Levels for Solid Materials. pp17-(1)
2. Table of Isotope 8th-Edition. James E. Martin. PHYSICS FOR RADIATION PROTECTION.
3. J.H. Hubble and S.M. Seltzer. Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and mass Energy-Absorption Coefficients from 1 keV to 20 MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Dosimetric Interest.
4. A.B. Chilton. *Nuc. Sci. Eng.* 69:436, 1979 / 73:97, 1980
5. ICRP Pub. 74 「外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数」
6. PHYSICS FOR RADIATION PROTECTION. James E. Martin. 2000

表2 核種毎の放出γ線のエネルギーと放出割合

核種	半減期	エネルギー[MeV]	放出割合 [%]
O-15	122.24 m	5.1100E-01	199.8000
F-18	109.77 m	5.1100E-01	193.4600
Cr-51	27.7025 m	3.2010E-01	9.9250
		4.9520E-03	13.1000
		4.9450E-03	6.5905
		5.4270E-03	1.4808
		5.4270E-03	0.7588
		5.1100E-04	0.1106
Fe-59	44.503 d	1.4270E-01	1.0240
		1.9235E-01	3.0810
		3.3482E-01	0.2710
		3.8248E-01	0.0183
		1.0993E+00	56.5150
		1.2916E+00	43.2110
		1.4817E+00	0.0596
Co-57	271.79 d	1.4413E-02	9.1615
		1.2206E-01	85.6017
		1.3647E-01	10.6880
		6.9203E-01	0.1579
		6.4040E-03	33.7000
		6.3910E-03	17.0244
		7.0580E-03	3.9880
		7.0580E-03	2.0529
		7.0400E-04	0.5614
		1.1732E+00	99.9736
1.3325E+00	99.9858		
Ga-67	3.2612 d	9.1266E-02	3.1690
		9.3312E-02	39.2100
		1.8458E-01	21.2300
		2.0895E-01	2.4070
		3.0022E-01	16.8022
		3.9353E-01	4.6860
		8.6390E-03	33.5000
		8.6160E-03	17.1626
		9.5720E-03	4.0559
		9.5720E-03	2.0882
		1.0120E-03	0.7790
Mo-99	65.94 h	4.0585E-02	0.0105
		1.4051E-01	0.0452
		1.8106E-01	0.0600
		3.6642E-01	0.0119
		7.3950E-01	0.1213
		7.7792E-01	0.0426
		1.8400E-02	0.0200
		1.8300E-02	0.0104
Tc-99	2.111 y	8.9500E-02	0.0007
		1.9300E-02	0.0005
		2.1700E-02	0.0001
Tc-99m	6.01 h	1.4051E-01	89.0624
		1.8367E-02	4.0200
		1.8251E-02	2.1217
		2.0619E-02	0.6313
		2.1005E-02	0.1433
		2.0599E-02	0.3259
		2.4240E-03	0.1884
		2.5370E-03	0.0995
		1.5082E-01	0.0030
1.7128E-01	90.2000		
2.4540E-01	94.0000		
2.3174E-02	44.2315		
2.2984E-02	23.5675		
2.2693E-02	0.0011		
2.6095E-02	7.3783		
2.6644E-02	1.9050		
2.6060E-02	3.8283		
3.1340E-03	2.5323		
3.1270E-03	0.2830		
3.3170E-03	1.4506		

Sn-117m	13. 6 d	3. 5280E-03	0. 3703
		1. 5602E-01	2. 1143
		1. 5856E-01	86. 4400
		2. 5271E-02	35. 0261
		2. 5044E-02	18. 9728
		2. 8486E-02	6. 1239
		2. 9111E-02	1. 6820
		2. 8444E-02	3. 1869
		3. 4440E-03	2. 2452
		3. 4350E-03	0. 2475
		3. 6630E-03	1. 3423
3. 9050E-03	0. 3563		
I-123	13. 27 h	1. 5898E-01	83. 3400
		3. 4635E-01	0. 1263
		4. 4003E-01	0. 4285
		5. 0533E-01	0. 3160
		5. 2896E-01	1. 3959
		5. 3855E-01	0. 3818
		2. 7472E-02	46. 0000
		2. 7202E-02	24. 9456
		3. 0995E-02	8. 1743
		3. 1704E-02	2. 3642
		3. 0944E-02	4. 2415
		3. 7690E-03	3. 2153
		3. 7590E-03	0. 3623
		4. 0290E-03	1. 9530
4. 3020E-03	0. 5833		
I-125	59. 408 d	3. 5492E-02	6. 6800
		2. 7472E-02	46. 0000
		2. 7202E-02	24. 9456
		3. 0995E-02	8. 1743
		3. 1704E-02	2. 3642
		3. 0944E-02	4. 2415
		3. 7690E-03	3. 2153
		3. 7590E-03	0. 3623
		4. 0290E-03	1. 9530
		4. 3020E-03	0. 5833
I-131	8. 0207 d	8. 0185E-02	2. 6274
		2. 8431E-01	6. 1443
		3. 2579E-01	0. 2741
		3. 6449E-01	81. 8072
		5. 0300E-01	0. 3608
		6. 3699E-01	7. 1785
		6. 4272E-01	0. 2179
		7. 2291E-01	1. 7764
		2. 9782E-02	2. 5600
		2. 9461E-02	1. 3928
		3. 3624E-02	0. 4626
		3. 4419E-02	0. 1404
		3. 3562E-02	0. 2395
		4. 1060E-03	0. 1999
4. 4140E-03	0. 1188		
Sm-153	46. 284 h	6. 9673E-02	4. 8526
		9. 7431E-02	0. 8486
		1. 0318E-01	29. 8400
		4. 1542E-02	31. 2797
		4. 0902E-02	17. 5156
		4. 7038E-02	6. 0522
		4. 8249E-02	2. 0078
		4. 6905E-02	3. 1280
		5. 6360E-03	3. 7646
		5. 6100E-03	0. 4165
		6. 2060E-03	2. 3192
6. 5870E-03	0. 7996		
Au-198	2. 69517 d	4. 1180E-01	95. 5812
		6. 7588E-01	0. 8041
		1. 0877E+00	0. 1591
		7. 0818E-02	1. 3800
		6. 8894E-02	0. 8198
		8. 0255E-02	0. 3184
		8. 2473E-02	0. 1154

		7.9824E-02	0.1663
		9.9890E-03	0.3585
		1.1824E-02	0.2392
T1-201	72.912 h	3.0603E-02	0.2537
		3.2193E-02	0.2587
		1.3534E-01	2.5667
		1.6744E-01	10.0060
		7.0818E-02	46.3900
		6.8894E-02	27.5600
		6.8263E-02	0.0358
		8.0255E-02	10.7022
		8.2473E-02	3.8780
		7.9824E-02	5.5911
		9.9890E-03	12.0500
		9.8990E-03	1.3550
		1.1824E-02	8.0400
		1.1915E-02	2.9413

11

医療行為に伴って発生する固体状放射性廃棄物の処分に関するガイドライン (案：日下部班)

- 項目：1. 背景
- 2. 目的
 - 3. 対象の範囲
 - 4. 管理者等の責任と権限
 - 4. 1 管理者
 - 4. 2 放射線防護責任者
 - 4. 3 監査委員
 - 5. 固体状放射性廃棄物の管理
 - 5. 1 収集保管（減衰保管を含む）
 - 5. 2 放射線測定
 - 5. 3 検証
 - 5. 4 処分
 - 5. 5 記録
 - 5. 6 評価
 - 6. 処分方法

1. 背景

わが国では、医療行為に伴って発生する放射性廃棄物の中で、気体状及び液体状の放射性廃棄物については、医療施設から排出される放射性同位元素の濃度が医療法施行規則第 30 条の 26 に規定される濃度限度以下であれば大気、下水道中に放出処分することができる。しかし、固体状の放射性廃棄物については、医療法施行規則や放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下、障害防止法）において、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減衰したとしても処分方法は保管廃棄のみとされており、法令で規定する廃棄業者（現在では日本アイソトープ協会のみ）に廃棄を委託するか、当該医療機関において永久保管するしかない。又、感染性の放射性廃棄物については、感染性の問題により日本アイソトープ協会に委託廃棄することができない。

一方、欧米諸外国では、基本的に医療で使用されている放射性同位元素を含む固体状廃棄物については、使用する放射性同位元素が短半減期であり、使用核種が限定されている、放射線管理システムが整備されている、使用目的が明確に規定されている等の条件の下で、放射能が一定レベルに下がった物については一定の行為基準により一般の廃

棄物（又は感染性廃棄物）として処分可能としている国が多い。米国では、基本的に連邦規則（10CFR Part35.92）に医療で使用する物理的半減期 120 日未満の放射性同位元素については、いかなる放射性核種であっても、バックグラウンドレベルと区別できず、全ての放射能標識を除去した場合、廃棄可能としている。放射線防護の先進国である英国、ドイツ、ベルギー等では、法令で放射線防護責任者の責任と権限が規定されており、放射線防護責任者の下、医療放射性廃棄物のうち短半減期のものは減衰待ち保管の概念が定着しており、一定期間保管後、一般の廃棄物（又は感染性廃棄物）として処分されている。放射線防護の基本安全基準に関する欧州指令書 96/29 及び医療に限定した欧州指令書 97/43 ならびにその履行方法を記した RP102 に基づき、欧州各国では、クリアランス概念の国内法令への取入れが進行中あるいは取り入れ済みである。

2. 目的

本ガイドラインは、医療行為に伴って発生する固体状の放射性廃棄物について、本邦においてクリアランスレベルが導入された（又は法令の適用から除外される）際の廃棄物の取扱いに関するガイドラインとして作成した。

従って、医療機関が医療行為に伴って発生する固体状の放射性廃棄物を処分する場合には、本ガイドラインを遵守する必要がある。また、それによって、公衆の安全を確保した上で放射性廃棄物を合理的に処分することができる。

3. 対象の範囲

本ガイドラインの対象となる放射性廃棄物は、医療行為に伴って発生する固体状放射性廃棄物であり、表 1 に示す放射性同位元素の放射能がクリアランスレベル以下であることが確認されたものだけに限定して適用される。

ただし、医療行為に伴って発生する固体状放射性廃棄物のうち、次のものを対象とし、密封線源は含まない：

- (a) 紙、ガラス、注射筒、バイアル等の汚染された廃棄物
- (b) 非密封放射性核種で治療又は検査を受けた患者の血液や体液が付着したもの。尚、非密封放射性核種で治療又は検査を受けた患者の排泄物が付着したものについては「放射性医薬品を投与された患者のオムツ等の取扱いについて」に従うものとする。

表 1 対象となる放射性同位元素とクリアランスレベル (Bq/g)

放射性同位元素	クリアランスレベル提案値
F-18	0.01
Cr-51	0.1
Fe-59	0.01

Co-57	0.1
Ga-67	0.1
Rb-81	10,000
Sr-89	10
Y-90	100
Mo-99	1
Tc-99m	0.1
In-111	0.01
Sn-117m	0.1
I-123	0.01
I-125	0.1
I-131	0.01
Au-198	0.01
Tl-201	0.1
Tc-99	10

4. 管理者等の責任と権限

本ガイドラインを遵守して固体状放射性廃棄物の処分をするためには、以下に規定するごとく、管理者、放射線防護責任者等がその責務を果たす必要がある。

4. 1 管理者

管理者は、各種類の廃棄物に対して、認可された適切な廃棄物処理経路を確実に確保しなければならない。固体状放射性廃棄物は、他の医療廃棄物を含めた全体的な廃棄物管理システムの中に組み込まれて管理されなければならない。

管理者は、放射性廃棄物処理・処分に対して専門的な知識と技術を有する人物を放射線防護責任者として選任し、固体状放射性廃棄物の管理体制の確立を図ること。また、監査委員として第三者的立場で放射性廃棄物管理システム全体を監査・指導できる者を選任しなければならない。

4. 2 放射線防護責任者

放射線防護責任者は、管理者により選任され、放射性廃棄物の処分に関するすべてのシステムについて本ガイドラインに規定する事項を遵守する責任と権限を持つ。[本ガイドラインに規定するすべての事項および事業者がその規制を受けるすべての放射線防護関連法令を確実に遵守するために、放射性廃棄物の処分に関する統括責任者である放射線防護責任者には、適切な訓練、知識及び経験が求められる。(本ガイドラインで規定する放射線防

Co-57	0.1
Ga-67	0.1
Rb-81	10,000
Sr-89	10
Y-90	100
Mo-99	1
Tc-99m	0.1
In-111	0.01
Sn-117m	0.1
I-123	0.01
I-125	0.1
I-131	0.01
Au-198	0.01
Tl-201	0.1
Tc-99	10

4. 管理者等の責任と権限

本ガイドラインを遵守して固体状放射性廃棄物の処分をするためには、以下に規定するごとく、管理者、放射線防護責任者等がその責務を果たす必要がある。

4. 1 管理者

管理者は、各種類の廃棄物に対して、認可された適切な廃棄物処理経路を確実に確保しなければならない。固体状放射性廃棄物は、他の医療廃棄物を含めた全体的な廃棄物管理システムの中に組み込まれて管理されなければならない。

管理者は、放射性廃棄物処理・処分に対して専門的な知識と技術を有する人物を放射線防護責任者として選任し、固体状放射性廃棄物の管理体制の確立を図ること。また、監査委員として第三者的立場で放射性廃棄物管理システム全体を監査・指導できる者を選任しなければならない。

4. 2 放射線防護責任者

放射線防護責任者は、管理者により選任され、放射性廃棄物の処分に関するすべてのシステムについて本ガイドラインに規定する事項を遵守する責任と権限を持つ。[本ガイドラインに規定するすべての事項および事業者がその規制を受けるすべての放射線防護関連法令を確実に遵守するために、放射性廃棄物の処分に関する統括責任者である放射線防護責任者には、適切な訓練、知識及び経験が求められる。(本ガイドラインで規定する放射線防

護責任者は、規制当局あるいは関連学術団体により設けられた専門家としての適切な認定基準に基づき、認定されるべきである。)』放射線防護責任者は、放射性廃棄物管理のシステムを定期的に確認し、合理的なシステムの構築・維持のために、管理者に対し、システムの改善等、資源の投入を要求することができる。

4. 3 監査委員

監査委員は、管理者により選任され、第三者的立場から放射性廃棄物管理システムを定期的かつ必要に応じて評価し、指導を行う。

5. 固体状放射性廃棄物の管理

固体状放射性廃棄物の管理システムは、対象廃棄物の収集保管（減衰保管を含む）、放射線測定、検証、処分、記録および評価を含み、それぞれ以下に示す条件を満たさなければならない。

5. 1 収集保管（減衰保管を含む）

クリアランスの対象となる固体状放射性廃棄物は、本ガイドラインによる処分前に一般の廃棄物あるいは感染性廃棄物等として処分されないように、適切に収集保管されなければならない。

固体状放射性廃棄物の分別及び保管に必要な事項は、次の通りである。

- ① 廃棄物は、発火性・引火性物質と一緒に保管してはならず、また、紛失や盗難の恐れがなく火災等に対して配慮されたものでなければならない。
- ② 廃棄物の保管は、汚染の拡大を防止できる措置を講じておかななければならない。
- ③ 廃棄物保管場所は、法令に規定される線量限度以内にとどめる措置を講じるとともに、廃棄物の放射能等の状況に応じて適切な遮へいを設ける等の措置を講じることにより、取扱い者の被ばく線量の低減を図る必要がある。
- ④ 腐敗しやすい廃棄物や感染性廃棄物が保管される場合は、必要に応じて冷凍室や冷凍庫を設置する等、取扱い者の衛生・健康面に留意しなければならない。
- ⑤ 廃棄物保管場所には、放射能標識・感染性の標識及びそれらの内容に関する適切な情報を表示しなければならない。
- ⑥ 廃棄物保管のための具体的な手順を明確にしておかななければならない。
- ⑦ 放射線防護責任者は、廃棄物の保管手順および実際の状況を定期的に点検しなければならない。

廃棄物は、以下のようなカテゴリー及び／又はその組み合わせに分別される。

- (a) 放射能レベルに基づく放射性廃棄物
- (b) 半減期別放射性廃棄物

5. 2 放射線測定

収集保管した放射性廃棄物は、適切な放射線測定器を用いて測定されなければならない。放射線測定に用いる測定器は、適切に管理したものである必要がある。この場合、保管の開始時に放射能を測定し、処分時の放射能を減衰計算により求めることができる。

5. 3 検証

固体状放射性廃棄物を処分する場合には、対象廃棄物を測定し確認する必要がある。この確認は、管理者が選任した放射線防護責任者が行う。

5. 4 処分

固体状放射性廃棄物の処分は、放射性廃棄物管理過程の最終の段階である。管理者は放射性廃棄物の処分に至る管理過程が本ガイドラインにしたがっていることを確認し、なおかつ必要に応じて規制当局等に説明できなければならない。

クリアランスレベルを超える廃棄物を処分しようとするときには、放射性廃棄物の廃棄物業者に引き渡す。

(クリアランスを実施しようとする施設は、定期的に第三者による確認を受けること、及び規制当局等による検査を受けることが必要である。)

5. 5 記録

固体状放射性廃棄物の処分に係る事項は、本ガイドラインおよび関連法令の規定を遵守して行われていることを示すために表2に示す事項を記録しておかなければならない。また、この記録は、規制当局による監査にも使用できるようにしておかなければならない。

表2 記録の概要

記録の種類	記録の項目
収集保管の記録	日付、廃棄物の種類、核種、放射能又は測定値、容量又は重量、保管場所、予定保管期間（処分予定日）、測定者、記録作成者、放射線防護責任者の確認
検証の記録	日付、廃棄物の種類、核種、放射能、容量又は重量、処分方法、処分経路、処分予定日、処分までの保管場所・方法等、放射線防護責任者の確認
処分の記録	廃棄物の種類、核種、放射能、容量又は重量、処分方法、処分経路、処分までの保管場所・方法等、処分実施日、放射線防護責任者の確認
定期的保管状況の記録	日付、廃棄物の種類、核種、核種別合計放射能等、核種別合計

(月ごと又は四半期ごと)	容量又は重量、測定者、記録作成者、放射性防護責任者の確認
年間処分量の記録	日付、当該年度の核種別種別総放射能、総容量又は総重量、処分方法・経路別総放射能、総容量又は総重量、放射線防護責任者の確認

5. 6 評価

放射性廃棄物の処分に関するシステム全体について、管理者は第三者を監査委員として指名し、本ガイドラインに規定する事項が適切に遵守されていることを評価させ、保証しなければならない。

6. 処分方法

検証を受け、クリアランスが可能となった廃棄物は、院内の廃棄物マニフェストに従って処分することができる。

意見：

- * マニュアル等は、関連学会等が規制当局の指導の下に各医療施設が作成すべきものである。
- * 各医療施設は、このガイドラインを基に自施設に合ったマニュアルを管理者の下に作成し、そのマニュアルに定められた実務を放射線防護責任者が行う。
- * 用語の定義を明確にするべきである（法令に合った用語集を作成）

医療行為に伴って発生する固体状放射性廃棄物の処分に関するガイドラインの用語解説

言葉の定義：

固体放射性廃棄物；医療施設において放射性医薬品の調整や患者投与等により発生する固体状の放射性廃棄物をさす。低レベル固体状放射性廃棄物には、使用済みバイアル／針、紙、カテーテル、ガラス、オムツ等及び除染により生じた紙タオルをも含む。

クリアランス；ある固体状物質に含まれる微量の放射性物質に起因する線量が、自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであるならば、当該物質を「放射性物質として扱う必要がない」と考えられる。国際原子力機関（IAEA）は、1996年1月、技術文書「TECDOC-855：固体状物質に含まれる放射性核種のクリアランスレベル」を、また、同年2月、IAEA、FAO、ILO、WHO等は、「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」を共同で出版した。これらの図書でクリアランスレベルの概念を「放射線防護に係る規制の体系から外してよい物を区分するレベル」と定義している。（原子力百科事典、ATOMICAより引用）

処分；再取り出しを意図する事無しに、廃棄物を承認され、指定された施設に定置すること。処分は又、承認された放流物（例えば、液体状および気体状の廃棄物）の環境への直接放流とその後の分散をも含む。

処理；処分の前段階で、濃縮による減容処理、安定化処理などの処理プロセスをいう。低レベル放射性廃棄物ではセメント、アスファルト、あるいはプラスチックなどを用いて水に溶け出さない固化体とすることである。（原子力百科事典、ATOMICAより引用）

保管；医療用の放射性同位元素（RI）の使用済のもの、あるいはRIに汚染された廃棄物は「医療用RI廃棄物」として、日本アイソトープ協会が回収し、滝沢村にある茅記念滝沢研究所に運ばれる。滝沢研究所では、廃棄物の種類にしたがい、焼却、圧縮、破碎、蒸発あるいは凝集沈殿処理し、容積を縮小したうえ、所定の容器に詰めて貯蔵している。（原子力百科事典ATOMICAより）。

検証（検認）；第三者が確認すること。

放射能濃度限度：放射線関係法令で定められている非密封放射性同位元素取扱施設における空気中または水中に含まれる核種別の放射性同位元素の濃度上限を濃度限度という（許容濃度ともいう）。わが国では、放射線取扱施設内の人が常時立入る場所の空気中濃度限度および排気または排水に係わる濃度限度が、医療法施行規則第 30 条 26 で定められている。

監査；規制当局あるいは施設管理者により、施設が許可などの内容に適合しているかどうか？を確認する施設基準と人の被ばく管理、教育訓練、記帳、測定などが適切に行われているかどうか？を確認する行為規準に関する検査、とがある。

管理者；診療施設の開設者が医師および歯科医師であることを確認し、管理者として任命したもの。管理者は、放射性廃棄物処理に関して専門的知識を有し、総括的責任のとれる有能な人物を放射線防護責任者として任命しなければならない。

放射線防護責任者；管理者によって任命される、適切な訓練、知識及び経験を有する者で、放射線に関する法令を遵守し、適性な行為が実施されているかどうかを確認し、修正する者。

監査委員；第三者的立場でシステム全体を監査・評価する人。

気体状放射性廃棄物；施設から環境へ放出される排気は、施設内に設置された排気浄化装置等を経て放出されるが、通常これらの排気中に含まれる放射性物質を放射性気体廃棄物と呼んでいる（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

液体状放射性廃棄物；放射性液体廃棄物は、放射能の強い高レベル廃液と洗浄液など放射能の弱い低レベル廃液に分類される。一般に、高レベル廃液は濃縮等の処理を経て固体化され、施設内に保管されている。また、低レベル廃液は蒸発や濾過等の処理を行い、処理水は放射性物質の量と濃度が規制値以下であることを確認した後、環境へ放出される（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

医療法施行規則；医療法施行規則は、病院、診療所及び助産所の開設、病院、診療所及び助産所の管理、病院、診療所及び助産所の構造設備、診療用放射線の防護、医療計画、医療法人、雑則等について定めるものである。ICRP 1990 年勧告を受けて、平成 12 年 12 月 26 日厚生省令第 149 号によって、第 4 章 診療用放射線の防護が改訂され、その後、種々の経過措置ののち、平成 13 年 9 月 28 日厚生労働省令第二〇一号として、最終的に確定している（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

放射線障害防止法；「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の略称で、昭和 32 年 6 月に制定された。この法律は、原子力基本法に則り、放射性同位元素および放射線発生装置からの放射線利用を規制することにより、これらによる放射線障害を防止し、公共の安全を確保することを目的としている。この目的を達成するため、この法律において具体的には放射性同位元素及び放射線発生装置の使用、放射性同位元素の販売の業、放射性同位元素または放射性同位元素によって汚染された物の廃棄の業に関する規制を規定している。この法に基づいて、使用者、販売業者および廃棄業者は、放射線取扱主任者を選任して、その任にあたらせねばならない（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

定義量；ある線源および線源を用いた行為に対して法令で定められた数値。

バックグラウンド放射線；一般的には、測定装置の電氣的な雑音、宇宙線の影響、測定対象以外の外部の線源（たとえば土壌に含まれる自然の放射性物質）などを指しているが、これらに限らず、対象としているもの以外の原因による計数値をいう（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

貯蔵保管；廃棄物を再取り出しする意図の下に隔離、環境の保護および人の管理（例えばモニタリング）が行われる施設内に放射性廃棄物を置くこと（IAEA No115）。

永久保管；クリアランスを導入せず、経済的負担を考慮しつつも、永久に放射性廃棄物を保管すること。

感染性廃棄物；「感染性廃棄物」とは、医療機関、試験研究機関等から医療行為、研究活動に伴って発生し、人が感染し、または感染するおそれのある病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物又はこれらのおそれのある廃棄物をいう。（参：廃棄物処理施行令別表第 1）

除外；被ばくの大きさや発生の見込みが基準の要件に沿った管理に本質的に従わないあらゆる被ばくは、この基準から除外される。対象は、体内の ^{40}K 、地球表面の宇宙線、及び大部分の原料中の手を加えられていない放射性核種濃度からの被ばくがその例である。（IAEA No. 115）

免除；医療行為で利用される線源は、免除規準又は免除レベルもしくはこれらの免除規準に基づいて規制当局が定めたその他の免除レベルに合致している事に規制当局が満足した場合、届出、登録又は許可を含むこの基準の要件から免除してよい。一般原則は以下のとおり；①免除された行為又は線源によって引き起こされる個人の放射線リスクが規制上重要でないほど十分に小さい。②総合的に放射線影響が十分小さく、大半の状況において規

制当局による管理が是認されない (IAEA No.115)。

放射線標識；放射線使用区域などで放射能に注意すべきことを示す標識をいう。

日本では「病院又は診療所の管理者は、病院又は診療所内の場所であって、外部放射線の線量、空気中の放射性同位元素の濃度又は放射性同位元素によって汚染される物の表面の放射性同位元素の密度が第 30 条の 26 第 3 項に定める線量、濃度又は密度を超えるおそれのある場所を管理区域とし、当該区域にその旨を示す標識を付さなければならない」としている。

物理的半減期；放射能の崩壊過程で放射能が物理的に半分になる時間。

欧州指令書；欧州原子力共同体指令書 (EU 指令書 96) は 1996 年 5 月 13 日に採択された。その効力の発効について記した第 56 条では、2000 年 5 月 13 日に従前の指令書を廃止することとされており、それまでに各国に対し EU 指令書 96 に即した法令の改正が求められていた。しかし、2001 年 10 月現在、取り入れが完了している国はわずか数か国であり、加盟国の約 4 分の 3 は各国にて審議中である (放射線審議会基本部会資料 2003 年 7 月)。

米国連邦規則集；Code of Federal Regulation (CFR) は連邦規則集と呼ばれ、現行の行政規則を分野別に体系化して編纂したもの。放射線に係る連邦規則 (10CFR) により規制が行われており、免除については、Part 30 (副産物の国内許認可に対する一般規定) に、緩い規制である一般認可については、Part 31 (副産物の国内一般認可) に、一般認可物品製造については、Part 32 (副産物を含む物品製造のための特定認可)、part35 (副産物の医療への放射線利用) に関連事項の記載がある (放射線審議会基本部会資料 2003 年 7 月)。

密封線源；放射性物質を漏れない容器に入れて、そのままの形で放射線源として使用するものを密封線源という。この容器は通常の使用では壊れないこと、封入した放射性物質が浸み出たりして周りを汚染しないことが要求される。この線源には強度、半減期、放出する放射線などがよくわかっている放射性物質を使用し、放射線計測器の校正などにも使用される (原子力百科事典、ATOMICA より引用)。

非密封線源；放射線を放出する同位元素またはこれを含む物質のうち密封線源以外のものをいう。非密封線源は、トレーサとして使用されることが最も多く、利用分野も医学、農業、工業と多岐にわたっている (原子力百科事典、ATOMICA より引用)。

放射性核種ジェネレータ；放射平衡の親核種から、娘核種を抽出 (ミルキング) できるよ

うにした装置。医療において多くは、Mo/Tc-99m ジェネレータが使用される。

汚染除去；放射能汚染を除去あるいは低減させること。線源を使用する施設における除染は、除去対象物によって、区域除染、機器除染、衣料除染、皮膚除染、などに分けられる。区域除染は、建造物、道路など移動できない除染対象物を現場で除染するものである。機器除染、衣服除染は普通、専用の除染施設で除染する、法令限度値まで除染できたものは回収する。皮膚除染は生体を対象とするので、除染剤による除染が不可能な場合には医学的処置をほどこすことも必要なことがある（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

放射能の量；放射能の単位として、どれだけ放射線が出ているかを示すもので、単位はベクレル。1 Bq の放射能を持つ物質とは、その物質中の放射性核種が 1 秒間に 1 個の割合で壊変を起こす物質のことをいう。したがって放射能が 100 ベクレルの放射性物質は 1 秒間に 100 個の割合での放射性核種が改変して、放射線を出す（放射線計測協会 FAQ より）。

放射能濃度；物質の単位容積あるいは単位重量等の中に含まれている放射能の量を放射能濃度という。単位は、液体および気体の場合 Bq (ベクレル) /cm³、Bq/m³、固体の場合 Bq/g、Bq/kg、Bq/個などを用いる（原子力百科事典、ATOMICA より引用）。

収集保管；一定期間、一定放射能までは廃棄物が収集保管されること。合理的最終処分に向けて、放射性減衰を可能にするためである。

放射線管理システム；放射線関連施設で働く人々および一般公衆を放射線から防護し、安全に利用できるように行う方策である。主として施設の放射線レベルの測定・監視、作業者の被ばく線量の管理、放射線作業の安全管理、施設外の環境放射線の測定・監視、放射線異常が発生した場合の緊急措置等を実施する。

廃棄物保管場所；放射性同位元素の使用施設において発生する廃棄物は、放射性廃棄物であるために、他の産業廃棄物と異なり、作業員や一般公衆の放射線障害の発生を防止できる設備に保管することが義務づけられている。これを保管廃棄設備と呼んでいる。この設備は、作業員及び一般公衆への被ばくを制限する観点から、遮へいが施され放射線管理が行われている（ATOMICA 原子力百科事典）。

線量限度；法令で定められた行為から個人が受ける実効線量又は等価線量の超えてはならない値（IAEA No. 115 用語解説より）。

マニュアル（手順書）；放射線防護及び緊急時のマニュアル（手順書）は、診療従事者の適