

リサイクル機器試験施設(RETf)からの
直接ガンマ線, スカイシャインガンマ線
に起因する線量当量評価について

1992年9月

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4 - 33

動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所

技術開発推進部・技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technology Management Section Tokai Works Power Reactor and Nuclear
Fuel Development Corporation 4-33, Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation) 1992

目 次

	頁
1. はじめに	1
2. 計算条件	1
2.1 計算コード	1
2.2 評価方法	1
2.3 線源強度及び線源モデル	1
2.4 エネルギースペクトル	2
2.5 評価地点	3
2.6 計算に用いる定数	3
3. 評価結果	4
4. まとめ	4

1. はじめに

リサイクル機器試験施設（以下、R E T Fという）においては、放射性廃棄物の保管廃棄施設等に該当する施設はないが、R E T Fからの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による一般公衆の線量当量が十分に低くなるように、燃料一時保管架台及び試験設備等を収納する試験セル等を建家地下の中央部に配置し、周囲を多重のコンクリート等の壁で取り囲む設計としている。そのため、R E T Fからの直接ガンマ線の線量当量へ与える寄与は、R E T Fからのスカイシャインガンマ線の線量当量へ与える寄与に比べて十分小さくなる。

よって、本書では、R E T Fからのスカイシャインガンマ線による線量当量を評価し、その値が、既設再処理施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線に起因する線量当量評価値に比べて十分に小さく、線量当量評価に有意な寄与を与えないことを述べる。

2. 計算条件

2.1 計算コード

スカイシャインガンマ線の評価には、点減衰核積分法コードQ A Dコードと点減衰核1回散乱法コードG 3 3コードを用いる⁽¹⁾。

2.2 評価方法

スカイシャインガンマ線による線量当量の計算では、Q A Dコードにより施設上空1 0 0 mでの線量当量率を計算し、それと同等の線量当量率を与える点線源について、評価地点におけるスカイシャインガンマ線による線量当量をG 3 3コードにより求める。

2.3 線源強度及び線源モデル

線源の保持量が最大となる試験セルを評価対象とする。

使用済燃料は、使用済ブランケット燃料より内蔵放射エネルギーが多い使用済炉心燃料〔初期Pu富化度30wt% ；初期²³⁵U含有率：0.3wt%；燃焼

度：94,000MWD/t(炉心燃料部)，4,500MWD/t(軸方向ブランケット燃料部)；比出力：130MW/t(炉心燃料部)，6.1MW/t(軸方向ブランケット燃料部)；冷却日数：550日)とする。これらの条件でORIGEN-2コード⁽²⁾により計算した炉心燃料部のFP放射能量，放射化生成物(AP)放射能量に対して補正係数(FP：1.1，AP：1.5)を乗じたものに基づくフォトン数と，軸方向ブランケット燃料部のフォトン数の合計を線源強度として用いることとし，使用済炉心燃料1集合体あたり 8.47×10^{15} photons/sとする。この線源強度には，燃料部分(炉心燃料部及び軸方向ブランケット燃料部)及び放射化された集合体構造材からのフォトン数を含む。

試験セル内の線源としては，最大で使用済燃料24集合体分と考えられるが，線源モデルとしては，線源は燃料一時保管架台に使用済燃料の最大保管体数である24集合体が存在すると共に，溶解試験機に，REFにおける各工程内の最大存在量である使用済燃料3集合体分が同時に存在すると想定する。なお，各線源は，燃料一時保管架台及び溶解試験機に1年間存在するものとして評価する。

線源モデルとしては，燃料一時保管架台については使用済炉心燃料24集合体分に含まれる燃料部分等を，空気と均質化した体積線源に置き換える。また，溶解試験機については体積を保存した直方体にモデル化し，密度は水として評価する。なお，使用済燃料の最外周のラップ管，溶解試験機の方法，構造材等によるしゃへい効果は無視する。

2.4 エネルギースペクトル

線源から放出されるフォトン数のうち，FPから放出されるフォトン数が最も大きく，また，APを含めたスペクトルよりもFPのみのスペクトルを用いた方が，保守的な結果となることから，FPのガンマ線エネルギースペクトルを用いる。スカイシャインガンマ線の評価に用いるガンマ線エネルギースペクトルを表-1に示す。なお，表-1に示すガンマ線エネルギースペクトルは，ORIGEN-2コードにより求めた18群構造のスペクトルを9群に縮約している。

2.5 評価地点

評価地点は、既設再処理施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の線量当量が、人の居住する可能性のある地域で最大となる西側敷地境界（主排気筒から約370m）とする（図-1参照）。

2.6 計算に用いる定数

(1)物質の密度，組成

評価に用いる物質の密度は、普通コンクリートは 2.05 g/cm^3 ，空気は $1.2049 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ ，溶解液は 1 g/cm^3 の水とする。

また、評価に用いる物質の組成を表-2に示す。

(2)質量減衰係数

評価に用いる質量減衰係数は、文献(4)による。

(3)ビルドアップ係数

評価に用いるビルドアップ係数は、文献(5)による。

(4)線量当量率変換係数

評価に用いるガンマ線の線量当量率変換係数は、文献(6)による。

3. 評価結果

上記の条件で計算した結果、評価地点でのスカイシャインガンマ線による線量当量は、以下の通りである。

	実効線量当量	皮膚の組織線量当量
燃料一時保管架台 溶解試験機	約 3.3×10^{-7} mSv/年 約 1.9×10^{-7} mSv/年	約 3.8×10^{-7} mSv/年 約 2.3×10^{-7} mSv/年
合 計	約 5.2×10^{-7} mSv/年	約 6.1×10^{-7} mSv/年

なお、眼の水晶体の組織線量当量は、皮膚の組織線量当量と同程度である。

4. まとめ

評価地点（西側敷地境界）におけるRETFからのスカイシャインガンマ線による線量当量は、実効線量当量で約 5.2×10^{-7} mSv/年、皮膚の組織線量当量で約 6.1×10^{-7} mSv/年であり、既設再処理施設の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による実効線量当量約 2.7×10^{-3} mSv/年及び皮膚の組織線量当量約 3.2×10^{-3} mSv/年に比べて十分に小さく、線量当量評価に有意な寄与を与えない。

なお、RETFからのスカイシャイン中性子線による線量当量は、上記RETFからのスカイシャインガンマ線による線量当量評価結果に有意な寄与を与えない。

以 上

参 考 文 献

- (1) Y. SAKAMOTO, S. TANAKA, "QAD-CGGP2 AND G33-GP2 : REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS)", JAERI-M 90-110(1990)
- (2) Croff, A. G., "A User's Manual for the ORIGEN-2 Computer Code", ORNL/TM-7175(1980), updated 1987
- (3) 小山謹二 他 「遮蔽材料の群定数」 JEARI-M6928(1977)
- (4) Oak Ridge National laboratory Radiation Shielding Information Center Data Package DLC-136, "PHOTX, Photon Interaction Cross Section Library"
- (5) Y. HARIMA, Y. SAKAMOTO, S. TANAKA, M. KAWAI, "Validity of the Geometric-Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng. 94, 24(1986)
- (6) "Data for Use in Protection Against External Radiation" ICRP Publication 51 (1987)

1	正門警備所	58	第6廃棄物倉庫
2	技術管線	59	プルトニウム廃棄物貯蔵施設
3	放射線	60	プルトニウム燃料警備所
4	体務管理	61	プルトニウム燃料第一開発室
5	事務管理	62	プルトニウム燃料第二開発室
6	技術管線	64	プルトニウム燃料付属機械室
7	工務管理	65	燃料製造機器試験室
8	特高変電	66	屋外固体廃棄物貯蔵庫
9	浄水内食	67	ウラン貯蔵庫
10	構内書庫	68	付属濃縮警備所
11	図安環境	69	ウラン濃縮付属機械室
12	建設工務	70	G棟付属試験室
13	第2検査	71	J棟付属試験室
14	第1検査	72	L棟付属試験室
15	中央運用	73	ウラン濃縮付属機械室
16	第2応用	74	東海事業所第2ウラン貯蔵庫
17	AB安全管理	75	廃水処理
18	高レベル放射線	76	廃油保管
19	工学試験	77	Mウラン系廃棄物貯蔵施設
20	中央廃水処理	78	洗ウラン脱硝施設
21	レザ一試験	79	プルトニウム燃料第三開発室
22	安全管理	80	プルトニウム廃棄物処理開発施設
23	焼却施設	81	資材庫・浄水設備
24	廃棄物屋外貯蔵	82	ドライエリ
25	第1廃棄物倉庫	83	廃溶媒処理技術開発施設
26	再処理警備	84	ユーティリティ棟・ガス貯蔵所
27	ウラン貯蔵	85	非常用予備発電機
28	第2ウラン貯蔵	86	高放射性廃液貯蔵場
29	スラッシュ貯蔵	87	クリプトン回収技術開発施設
30	廃溶媒貯蔵	88	計測機器校正室
31	廃棄物処理	89	排水モニタ
32	第二低放射性廃液蒸発処理施設	90	実規模開発試験室
33	第三低放射性廃液蒸発処理施設	91	第二アスファルト固化体貯蔵施設
34	危険物保管	92	第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設
35	分離精製工場	93	ガラス固化技術管理棟
36	主排気筒	94	ガラス固化技術開発棟
37	放出廃液油除去施設	95	付属排気筒
38	高放射性固体廃棄物貯蔵庫	96	第三ウラン貯蔵所
39	第一低放射性固体廃棄物貯蔵場	97	非常用廃液槽
40	第二低放射性固体廃棄物貯蔵場	98	中間開閉所
41	第二スラッシュ貯蔵場	99	ボーンベ
42	アスファルト固化処理施設	100	薬油品脂貯
43	アスファルト固化体貯蔵施設	101	補修工
44	付属排気筒	102	焼却
45	プルトニウム転換技術開発施設	103	還水タ
46	第2廃棄物倉庫	104	技術管理第2棟
47	第3廃棄物倉庫	105	プルトニウム燃料加工施設
48	第4廃棄物倉庫	106	リサイクル機器試験棟
49	第5廃棄物倉庫	107	非常用発電機
50		108	第2構内食
51		109	第2展
52		110	
53		111	
54		112	
55		113	
56		114	
57			

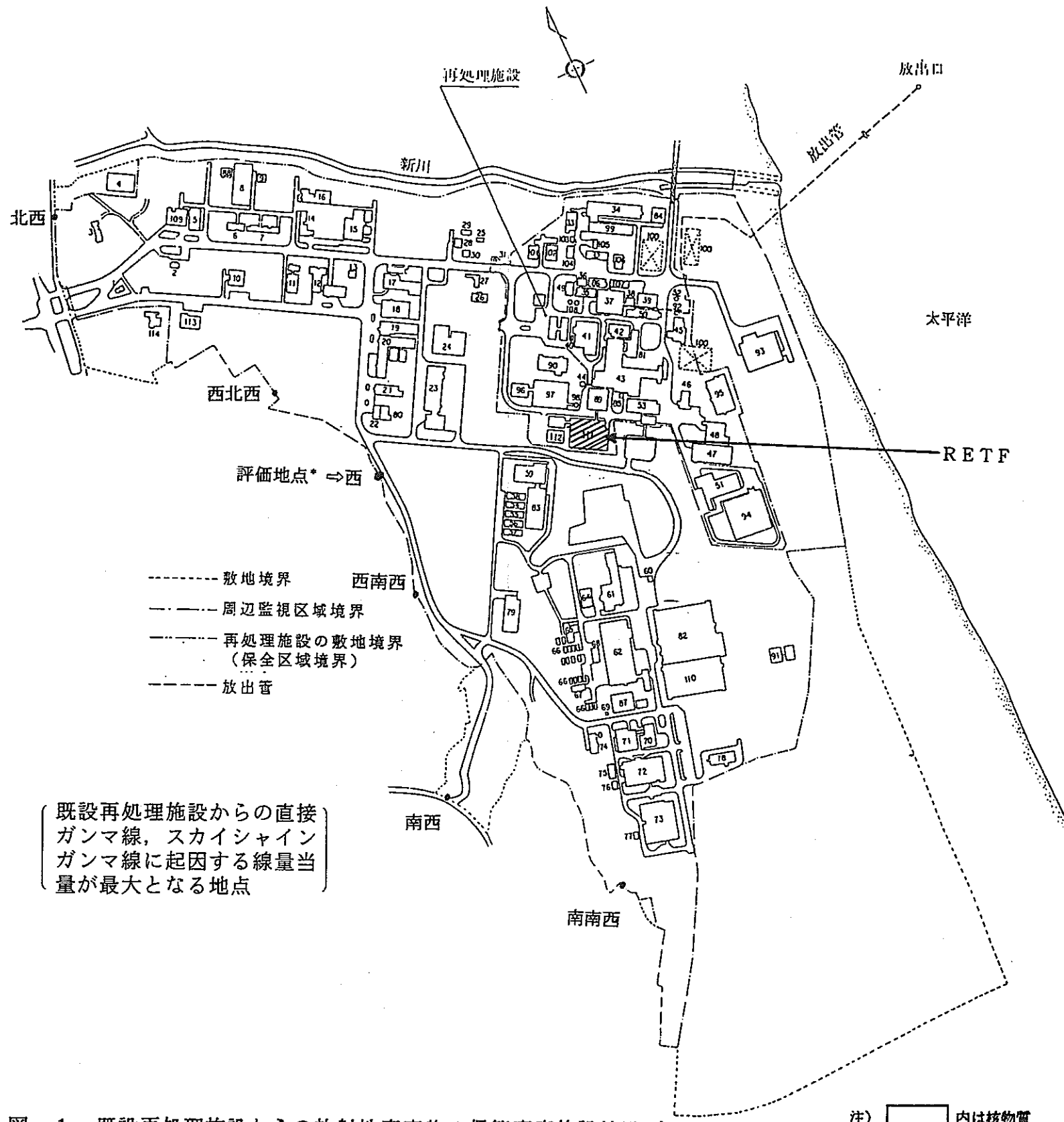


図-1 既設再処理施設からの放射性廃棄物の保管廃棄施設等及びRETFからの直接ガンマ線、スカイシャインガンマ線に起因する線量当量評価地点

表-1 ガンマ線エネルギースペクトル
(スカイシャインガンマ線評価用)

群	エネルギー (MeV)	スペクトル
1	0.15	4.73×10^{-1}
2	0.375	5.74×10^{-2}
3	0.575	3.65×10^{-1}
4	0.85	7.59×10^{-2}
5	1.25	2.14×10^{-2}
6	1.75	3.03×10^{-3}
7	2.25	3.26×10^{-3}
8	2.75	1.08×10^{-4}
9	3.5	1.39×10^{-5}
計	—	1.0

表-2 計算に用いる物質の組成

(1) 普通コンクリート (密度 2.05 g/cm^3)

元 素	重量割合 *1 (wt%)
H	4.16×10^{-1}
O	5.07×10^1
Mg	1.15×10^{-1}
Al	4.46×10^{-1}
Si	3.86×10^1
S	7.00×10^{-2}
Ca	6.87×10^0
Fe	2.74×10^0

*1: 文献(3)による

(2) 空気 (密度 $1.2049 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$)

元 素	重量割合 *1 (wt%)
H	1.00×10^{-3}
C	1.26×10^{-2}
N	7.55×10^1
O	2.32×10^1

*1: 文献(3)による, 1気圧, 20℃

(3) 水 (密度 1.0 g/cm^3)

元 素	重量割合 *1 (wt%)
H	1.12×10^1
O	8.88×10^1

*1: 文献(3)による