

資	料
---	---

放射線管理

森 嶋 彌 重, 古 賀 妙 子, 伊 藤 哲 夫
 三 木 良 太, 河 合 廣, 杉 本 康 夫*
 田 伏 正 明*, 宮 本 隆 信*, 北 本 忠 士*
 小 山 重 成*

Radiation Hazard Control Report

Hiroshige MORISHIMA, Taeko KOGA, Tetsuo ITO, Ryota MIKI,
 Hiroshi KAWAI, Yasuo SUGIMOTO*, Masaaki TABUSHI*,
 Takanobu MIYAMOTO*, Tadashi KITAMOTO* and Sigenari KOYAMA*

(Received September 28, 1981)

1. ま え が き

Introduction

日本の大学の研究用原子炉の中でも UTR-Kinki は熱出力1ワットと原子力発電所のものに比べて桁違いに小さい。しかし現在原子炉等規制法などに基づき商業用炉と同じ厳格さで規制され原子炉周辺の放射線監視や作業員および周辺公衆に対する放射線防護、その他非常事態に備え防災計画および訓練など不断的の努力が続けられている。

近畿大学原子力研究所における昭和55年4月現在の放射線作業従事者は原子炉施設、放射性同位元素など使用施設、X線解折装置およびガスクロマトグラフィなどの使用において32名および管理区域随時立入者は職員および薬学部、理工学部原子炉工学科および化学科学生80名、計112名が放射線管理の対象となった。昭和55年度一年間の原子炉の運転状況は最高熱出力1ワット、延1,071時間、延熱出力 940.5W・hr であった。

放射性核種の利用に関しては市販 RI については ^3H , ^{51}Cr , ^{32}P , ^{131}I など22種、総 17.33 μCi を購入しトレーサーとして、密封小線源 ^{60}Co , ^{137}Cs (最高 17 mCi) を線量率計など放射線測定器の校正に用いている。その他、他事業所、原子炉施設での照射物質、

^{198}Au , ^{56}Mn , ^{65}Zn などの RI の持込みがなされている。

昭和55年度の公式行事の主なものとしては10月25～27日に科学技術庁原子力安全局原子炉規制課の原子炉定期検査、11月13日に保安規定遵守事項の聴取会、12月12日国際原子力機関 (IAEA) による査察および昭和56年2月6日に都立アイトープ総合研究所を中心とした地震安全対策委員によるトレーサー・加速器棟の視察が行われた。地震安全対策委員会の視察は、地震時における放射性物質使用施設の耐震性などを検討するために行われた。施設および運用の現状を前もって行われたアンケートをもとに視察し科学技術庁原子力平和利用の委託研究の基礎資料とするが、現実問題として、関西地方は地震発生が少なく、本施設においても経験がないだけに地震に対する安全対応が少なく、今回の地震時の安全対策に関するアンケート項目そのものが災害時の安全チェックポイントになるので平常時の管理対策を完全にすることが災害時に通じると思われる。なお本施設においては地震等災害により生じる放射線施設の火災発生などの想定のもとに年1回の防災訓練を昭和55年12月6日に実施した。防災管理組織分担にもとづき、消火活動および放射性物質取扱い用空気ボンベ付防護マスク着用による作業などのデモンストレーションも行われた。

* 理工学部原子炉工学科

2. 個人管理

Personnel Monitoring

2.1 健康診断の実施

放射線作業従事者および随時立入者に対する健康診

断のうち血液検査は従来通り年2回大阪血清臨床検査所に測定を依頼している。検査項目、末梢血液中の白血球数、赤血球数、血色素量および末梢血液像（白血球百分率）について第1表～第4表にそれぞれ検査結果を示した。これによると白血球数において3,000～4,000/mm³の作業従事者が1名いたが、末梢血液像

第1表 白血球数

区 分		作 業 従 事 者		随 時 立 入 者	
検 査 年 月		昭和55年4月	昭和55年11月	昭和55年4月	昭和55年11月
白血球数 (/mm ³)	8000以上	8人	6人	8人	12人
	7000～8000	2	3	15	11
	5000～7000	19	22	52	39
	4000～5000	2	1	7	17
	3000～4000	1	1	0	0
計		32人	33人	82人	79人

第2表 赤血球数

区 分		作 業 従 事 者		随 時 立 入 者	
検 査 年 月		昭和55年4月	昭和55年11月	昭和55年4月	昭和55年11月
赤血球数 (万/mm ³)	500以上	19人	12人	64人	47人
	450～500	13	20	15	31
	400～450	0	1	3	1
	350～400	0	0	0	0
	350以下	0	0	0	0
計		32人	33人	82人	79人

第3表 血色素量

区 分		作 業 従 事 者		随 時 立 入 者	
検 査 年 月		昭和55年4月	昭和55年11月	昭和55年4月	昭和55年11月
血色素量 (g/dl)	17.6以上	0人	1人	0人	0人
	14.7～17.6	23	21	73	70
	11.5～14.7	9	11	9	9
計		32人	33人	82人	79人

第4表 白血球百分率

区 分	作 業 従 事 者		随 時 立 入 者	
	昭和55年4月	昭和55年11月	昭和55年4月	昭和55年11月
好 中 球	28.3~71.2%	30.2~71.4%	34.5~76.2%	31.5~67.6%
好 酸 球	0.2~18.4	0.4~17.2	0.5~ 8.6	0.1~10.9
好 塩 基 球	0~ 2.2	0.1~ 1.3	0~ 2.5	0~ 1.2
リ ン パ 球	20.1~64.0	21.5~61.8	12.2~58.0	20.8~58.7
単 球	2.2~ 9.3	2.6~ 6.7	0.7~ 9.6	2.2~ 8.2
非 染 色 球	0.2~ 2.9	0.8~ 2.6	0.6~ 4.1	0.4~ 2.8

には異常がなく、標準人の生理学的変動の範囲にあり、その他の臨床所見も異常は認められなかった。その他皮膚、爪の異常および水晶体の混濁など放射線被ばくによると思われる異常はなかった。

2.2 個人被ばく線量の管理

個人被ばく線量の測定は広範囲用(x, γ, β線)あるいは中性子線用フィルムバッジおよびポケット線量計などを用いて、利用頻度に合せて1ヶ月毎あるいは3ヶ月毎に現像を業者に依頼した。また必要に応じて熱蛍光線量計(TLD, 松下電器製, UD-200S)あるいはTLDリング(UD-110S)を用いてそれぞれ被ばく全身線量および局所被ばくなどの測定を行った。アラームメータ(理研製, PAD-100 および富士電機製)を用いて調査レベル(1日50ミリレム)をこえないよう努力している。フィルムバッジ、線量計などによる

3月間の個人被ばく集積線量を第5表に示した。これによると3月間の個人被ばく集積線量は最高70ミリレムで、最大許容集積線量に達したものはなく、また中性子線用フィルムバッジによる測定で検出限界以上は皆無であった。しかし作業時の被ばく線量の管理目標値をこえた場合が1回生じた。これは他原子炉での照射試料を当RI施設で処理する作業で起ったもので原因としては照射試料による作業場の線量の高レベルが考えられる。作業時の遮蔽、作業時間の短縮を実験計画とともに十分考慮に入れ、実験作業中の線量測定の徹底を心がける必要がある。

また中性子線用フィルムバッジによる測定で、検出限界以上に被ばくしたものはなかった。原子炉施設およびRI棟においても全く内部被ばくの予想される事例はなかった。

第5表 個人被ばく集積線量

区 分	期 間	ミリレム*				計	
		25以下	25~49	50~99	100以上		
放射線 従事者 作業	昭和55年4月 ~ 6月	31人	1人	0人	0人	32人	
	7月 ~ 9月	32	0	0	0	32	
	10月 ~ 12月	33	0	0	0	33	
	昭和56年1月 ~ 3月	33	0	0	0	33	
随時 立入者	職員	昭和55年4月 ~ 昭和56年3月	2	0	0	0	2
	学生	昭和55年4月 ~ 昭和56年3月	81	0	1	0	82

* 10ミリレム以下、は5ミリレムとして集積した。

3. 研究室管理

Laboratory Monitoring

3.1 空間線量率の測定

当所の放射線施設，原子炉施設およびトレーサー・加速器棟における空間 γ 線線量率の測定は原子炉施設においては連続記録の総合モニタの他，電離箱式（Aloka 製 ICS-101 および ICS-151など），GM 管

第6表 フィルムバッジによる月間集積線量

単位：ミリレントゲン

測定位置		昭和55年										昭和56年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
原子炉施設	原子炉室：入口壁	<10	<10	<10	20	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	原子炉遮蔽タンク：上部	<10	<10	180	80	60	220	60	<10	250	80	70	100	
	中性子源照射室：入口	<10	<10	30	<10	20	20	20	<10	30	20	<10	<10	
	核燃料物質取扱場所	<10	<10	30	<10	<10	20	<10	<10	10	<10	<10	<10	
	核燃料物質保管場所	<10	<10	10	<10	<10	20	<10	<10	20	<10	20	<10	
	コントロール室：壁	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
RIトレーサー・加速器棟	加速器コントロール室	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	RI実験室	H-1室	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10
		H-2室	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		L-1室	<10	<10	10	<10	20	20	20	<10	<10	<10	<10	<10
		L-2室	<10	<10	<10	20	10	20	<10	<10	20	<10	<10	<10
	RI貯蔵庫前：廊下	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	
	排気機械室	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	排水ポンプ室	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	L-1室外壁	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	30	<10	<10	<10	
	RI廃棄物保管庫	扉前	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		外	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
周辺監視区域境界（4ヶ所）		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
原子炉運転延熱出力（W・hr）		2.7	12.8	147.4	101.7	0	235.4	72.8	0	187.7	78.7	56.8	43.5	

式サーベイメータ(富士電機製, SM-102 および Aloka TGS-103 など)を, また1月間の積算線量を個人被ばく線量用広範囲用フィルムバッジおよび熱蛍光線量計(TLD, UD-200S)を用いて測定を行った。中性子線量測定は富士電機製, SM-401 など中性子サーベイメータを用いて行った。

1) フィルムバッジによる測定

第6表にフィルムバッジによる月間集積線量の測定結果を示した。これによると原子炉施設における γ 線線量は原子炉運転の影響を受け, 最高値は原子炉遮蔽タンク側壁上部において, 昭和55年12月の集積線量250ミリレントゲン(mR), 年間集積線量は1,115mRで, 検出限界以下の結果は5mRとして集積した。ト

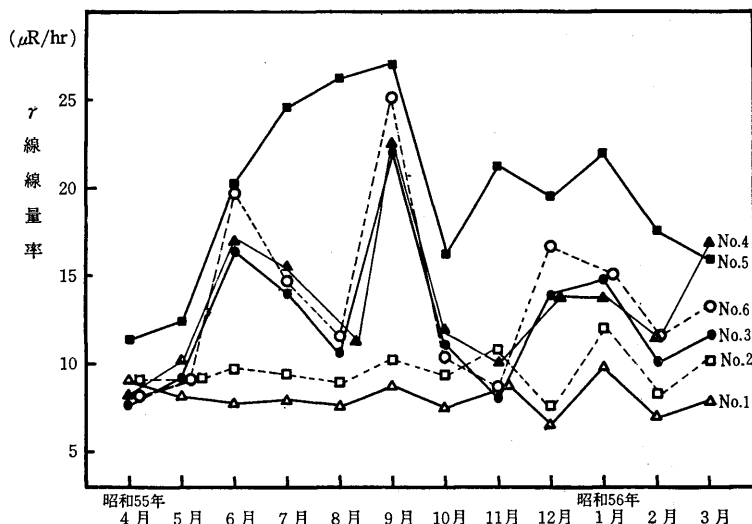
レーサー・加速器棟においてはもっとも高く月間30mRと比較的低く, 年間集積線量の最高はL-1, L-2 実験室において110mRで昭和54年度に比較すると約1/3であった。これは実験室の利用にも影響するが, RI 実験室に一時保管されるRI量が少なく, 貯蔵庫への保管が徹底したと思われる。なお原子炉施設およびトレーサー・加速器棟内の加速器操作室など11ヶ所について中性子線用フィルムバッジによる測定ではいずれも月間10ミリレム以下であった。

2) TLD による測定

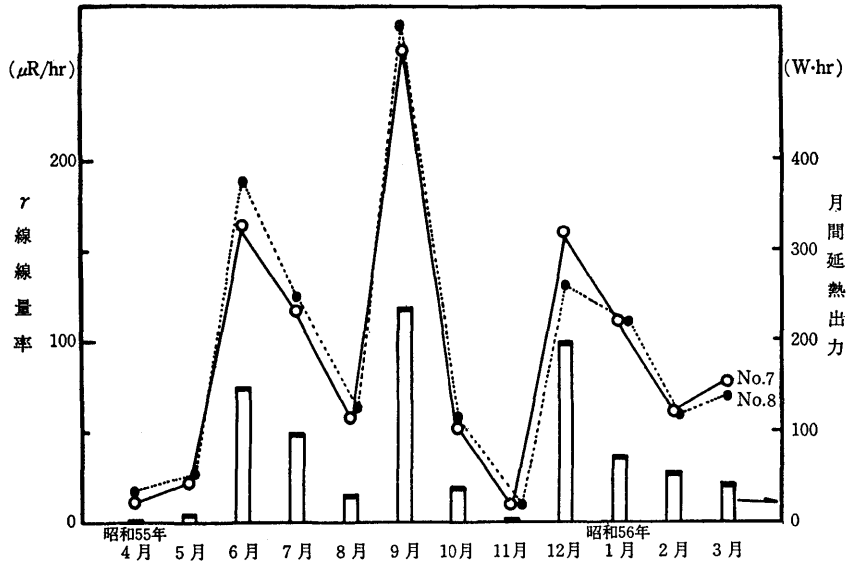
原子炉施設内8点の月平均 γ 線線量率の年間変動を第7表, 第1図に示した。TLDを用いて1ヶ月間の集積線量を測定し, TLDの設置時間で割り線量率

第7表 原子炉施設内の γ 線線量率の変動

測定点		月間平均 γ 線線量率($\mu R/h r$)	
		範囲	年平均値
No. 1	モニタ室	6.73~ 9.93	8.09
2	コントロール室	7.68~ 12.0	9.58
3	原子炉室入口付近	7.78~ 22.1	12.5
4	核燃料物質貯蔵室入口	8.30~ 22.5	13.6
5	中性子源照射室	8.67~ 27.0	15.3
6	核燃料物質使用場所	8.11~ 26.4	18.0
7	原子炉遮蔽タンク上部	11.4 ~260.2	80.2
8	遮蔽タンク側壁南側	10.6 ~274.7	93.7



第1-1図 原子炉施設における月間平均 γ 線線量率の変動



第1-2図 原子炉施設における月間平均γ線線量率の変動

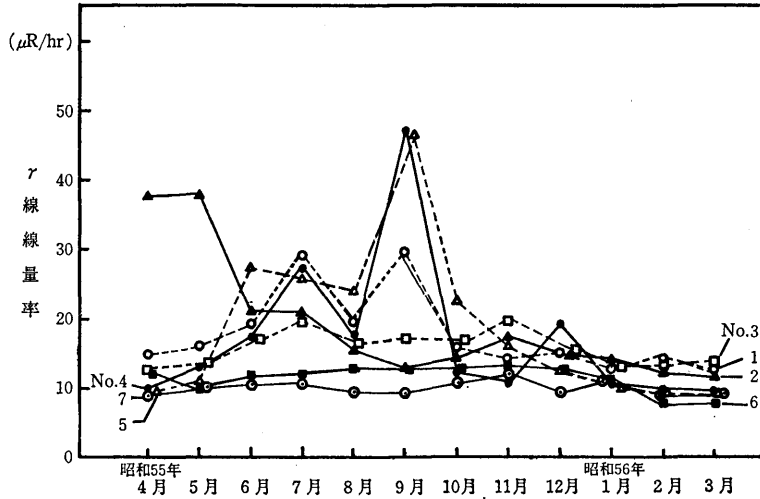
($\mu\text{R/h}$) を計算した。これによると原子炉室内の6地点 (No. 3~8) の γ 線線量率は原子炉の延熱出力量に比例して原子炉稼働時間の多い9月にもっとも高く、運転されていない4月、11月に最低、バックグラウンドレベルを示した。同様にトレーサー・加速器棟

内13点の月平均 γ 線線量率の変動を第8表、第2図に示した。最高値は RI 貯蔵室前で月平均 γ 線線量率は $33.8\mu\text{R/hr}$ であった。

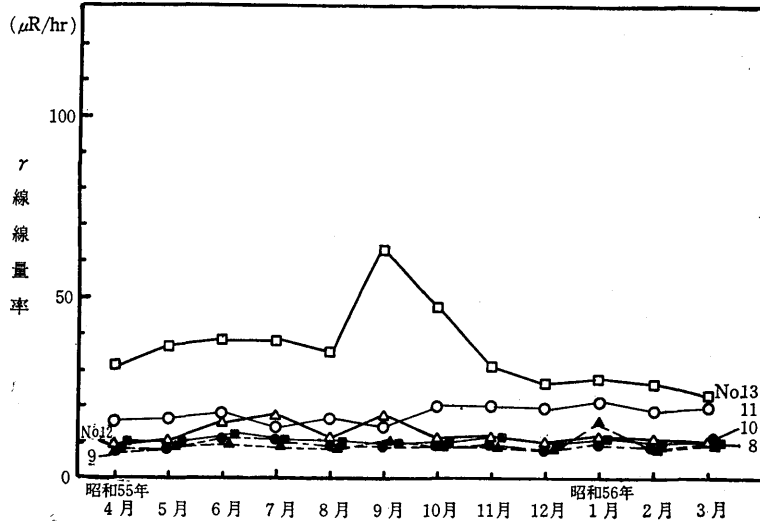
前項で測定に用いたフィルムバッジは個人被ばく線量の監視用としては小型、堅牢で安価で、しかも種々

第8表 トレーサー棟内のγ線線量率の変動

No.	測定点	月間平均γ線線量率 ($\mu\text{R/hr}$)	
		範囲	年平均値
1	廊下	12.6~29.5	17.7
2	RI 実験室 (H-2室)	11.6~37.8	18.6
3	〃 (H-1室)	12.3~47.0	19.1
4	〃 (L-2室)	9.39~27.2	14.0
5	〃 (L-1室)	9.37~46.9	19.3
6	加速器操作室	7.82~13.2	11.4
7	排水ポンプ室	8.77~11.9	9.93
8	排気機械室	8.27~11.6	9.64
9	測定室	8.14~14.3	9.32
10	モニタ室	7.85~10.5	9.16
11	RI 実験室	14.3~20.8	17.6
12	RI 実験室側廊下	9.19~17.1	12.1
13	RI 貯蔵室前	12.8~62.9	33.8



第2-1図 トレーサー棟における月間平均γ線線量率の変動



第2-2図 トレーサー棟における月間平均γ線線量率の変動

第9表 TLDおよびフィルムバッジなどの測定結果の比較

照射線量率 (mR/ hr)	広範囲用 フィルムバッジ		T L D		電離箱式 サーベイメータ	
	計測値(mR/ hr)	K	計測値(mR/ hr)	K	計測値(mR/ hr)	K
310	349	0.89	315.0	0.98	378	0.82
77.6	82.9	0.94	81.7	0.95	66.4	1.17
34.5	39.0	0.88	38.2	0.90	34.0	1.01
19.4	22.9	0.85	21.2	0.92	16.0	1.21
8.62	9.5	0.91	9.45	0.91	8.18	1.05
4.85	4.1	1.18	5.62	0.86	4.83	1.00
平均値	—	0.94	—	0.92	—	1.04

校正係数 (K) = 照射線量率/ 計測値

第10表 総合モニタによる原子炉施設における放射線管理記録

測定項目		昭和55年 4～6月	7～9月	10～12月	昭和56年 1～3月	*5 B. G.	
γ エリ (μR/h)	原子炉室壁	平均値	20.9	23.9	21.8	19.8	17.9
		最高値*1	62.6	64.6	58.2	60.1	
	原子炉遮蔽 タンク上部	平均値	70.3	147.4	101.3	94.1	18.3
		最高値*1	790	790	1000	1000	
	原子炉遮蔽 タンク下部	平均値	53.4	83.3	73.5	57.6	23.9
		最高値*1	485	495	490	480	
排気口ダスト*2 (10 ⁻¹⁰ μCi/cm ³)		平均値	2.40	3.19	3.52	2.92	2.99
		最高値	4.81	14.5 (19,③)	7.82 (33,③)	5.38 (8,②)	—
排気口ダスト*2 (10 ⁻¹¹ μCi/cm ³)		平均値	1.31	1.17	1.89	1.45	1.41
		最高値	3.78	3.66	5.58	4.15	—
排気口ガス*2 (10 ⁻⁷ μCi/cm ³)		平均値	3.13	3.12	3.20	3.38	3.17
		最高値	3.54	3.49	3.85	4.10	—
水*3 (10 ⁻⁶ μCi/ml)		平均値	6.74	6.86	7.28	7.29	6.97
		最高値	7.86	8.38	9.33	8.33	—
水*4 (採水法) (10 ⁻⁸ μCi/ml)		平均値	1.85	2.21	0.77	0.97	
		最高値	3.22	2.21	1.04	1.21	

- *1 1日の平均の最高値 () 警戒レベルを超えた回数
○内は原子炉運転中回数
- *2 天然のラドンおよびトロン系の崩壊産物を含む。
- *3 廃液貯留槽A-2槽
- *4 " A-4槽
- *5 原子炉運転休止時のバックグラウンドレベル

のフィルムと適当なフィルターの使用により多目的に利用できるため、TLD による測定と一部併用して用いている。そこで⁶⁰Co (昭和51年1月, 20mCi) で標準照射した TLD (松下電器製, UD-200S) と広範囲用フィルムバッジによる測定結果を比較し、第9表に示した。測定器はそれぞれ3ヶずつ用いたものでTLD についてはいずれも数%以下のばらつきであったが、照射線量 4.85mR の場合はフィルムバッジの検出限界以下のため、そのばらつきは約50%となった。それぞれ、照射線量に対する平均校正係数は 0.92 および 0.94 と二法による測定結果は略一致したが、TLD の検出限界は 0.7mR¹⁾ と低レベルの測定には適しているが、フィルムバッジについては測定可能範囲は 10mR より R オーダーまで中広く、また記録保存

の点ですぐれている。

3) 連続放射線総合モニタによる測定

原子炉室内の空間 γ 線線量率の測定は電離箱式エリアモニタ (富士電機製, 容量 5l) により行い、放射線測定記録を第10表に示した。このうち最高値は1日の平均 γ 線線量率の3月間中のもを示している。TLD およびフィルムバッジによる測定結果と異るが検出器の設置場所の違いおよび検出器の形状の差などが影響していると思われる。

4) 原子炉1ワット運転中の線量測定

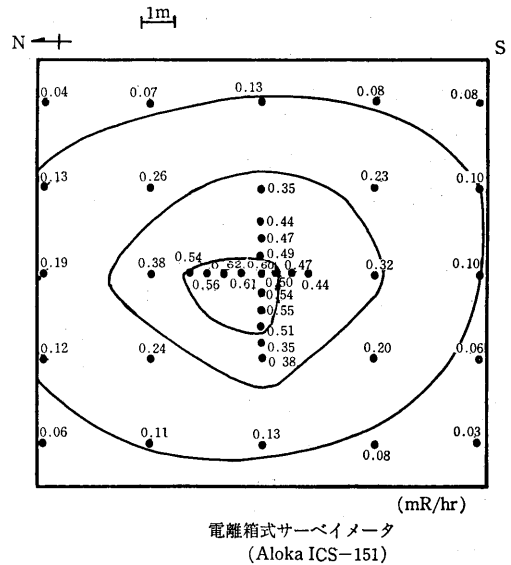
原子炉運転中の原子炉遮蔽タンク上の γ 線および中性子線の測定をそれぞれ電離箱式サーベイメータ (Aloka ICS-151) および中性子サーベイメータ (Fuji SM-401), レムカウンター (LEF 社, AN/PDR-70)

を用い、第11表に示した。測定位置は原子炉遮蔽タンク上の起動用中性子源挿入孔付近とし、炉上4mの高さまで垂直分布を示したもので、これによると遮蔽体表面における線量はγ線線量率 35mR/hr および中性子線量 12.2mrem/hr となり、全線量率 47.2mR/hr となった。この際中性子線量は中性子線サーベイメータによる測定値を「放射線障害防止法」告示別表第5の換算係数により推定したものである。レムカウンターと中性子線サーベイメータの両計測値は5mrem/hr 以上ではほぼ10%前後の誤差で一致している。また原子炉運転中の原子炉施設屋根上のγ線線量率分布を第3図に示した。

これによると原子炉中心上と思われる位置で高く約0.6mR/hrであった。原子炉施設屋上は管理区域に指定されているが、原子炉室吹抜部の屋根上は管理区域外で若干の傾斜をもつ東側の高い片流れ型で立入不可能であるが、1週48時間として線量は30mR以下となる。また分布図は既報²⁾の原子炉室内のγ線線量率分布図と同様若干南北に拡りを示している。中性子線量については中心部で約0.1mrem/hr。原子炉施設屋上の管理区域内におけるγ線線量率の最高は0.09mR/hrであった。

3.2 空気中および水中放射能濃度の測定

原子炉施設およびトレーサー・加速器棟における排気口の空気中放射能濃度は連続濾紙式ダストモニタ(富士電機製)を用いて測定しそれらの結果を第10、12表に示した。原子炉施設においては排気ガスおよび



第3図 原子炉室の屋根上のγ線線量率分布図

排気ガスの放射能濃度は原子炉運転の有無にかかわらず連続吸引測定を行っているが、トレーサー棟は施設使用時のみ吸引測定を行っている。

原子炉施設の排気口ダストβγおよびα放射能濃度は年間平均値で、それぞれ $3.0 \times 10^{-10} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ および $1.5 \times 10^{-11} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 。排気ガスβγ放射能濃度は $3.2 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ と、いずれも原子炉運転休止時の放射能濃度、すなわちバックグラウンドとほぼ同レベルで天然のラドンおよびトロン系の崩壊産物を含む。トレーサー棟内の吸引中の空気中放射能濃度βγおよびα

第11表 原子炉遮蔽タンク上の放射線量率分布

測定位置 (表面よりの高さ:m)	*1 γ線量率 (mR/hr)	*2 中性子線束密度 (n/cm ² ·sec)		*3 中性子線量 (mrem/hr)
		熱中性子	速中性子	
0	35.0	100 (0.38)	100 (11.8)	11
1	9.0	25 (0.10)	35 (4.12)	5
2	5.0	9 (0.035)	15 (1.76)	1.2
3	3.0	7 (0.027)	10 (1.18)	0.75
4	2.0	4 (0.015)	4 (0.47)	0.55

() は線量当量, mrem/hr

*1 電離箱式サーベイメータ (Aloka ICS-151)

*2 中性子線サーベイメータ (Fuji SM-401)

*3 レムカウンター (LEF AN/PDR-70)

についてはそれぞれ $10^{-11} \sim 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ および $10^{-12} \sim 10^{-11} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ と変動, 昭和55年1年間の平均値はそれぞれ $4.3 \times 10^{-10} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ および $8.0 \times 10^{-12} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ であった。なお総合モニタの警戒レベルに設定した管理目標値は新設当時の短期間に測定したバックグラウンドレベルの標準偏差の3倍を, 注目する接種の許容濃度の10分の1に加えたものになっている。原子炉施設において警戒レベルを超えた場合は排気ガス, 排水中の $\beta\gamma$ 放射能についてはなく, 排気ガス α 放射能についても昭和55年11月に4回あるがこれはすべて運転休止時であった。排気ガス $\beta\gamma$ については第10表に示したように10~12月, とくに11月にもっとも多かったが, 運転休止中がほとんどではほぼ全体の1割が運転中, 年間8回であったが, γ 線スペクトル分析により自然放射性核種以外の光電ピークは認められなかった。

排水中の放射能濃度は放射線管理設備の内, 水モニタにより連続測定するとともに排水溝へ放出する前に採水法により行っている。試料は廃水槽より採水し, 科学技術庁による全ベータ放射能測定法に準拠し, 処理し蒸発乾固物を 2π ガスフロー式ローバックグラウンド計数装置 (Aloka LBC-451) により測定し, 放射能濃度 (全 β) に換算し第13表に示した。これによると原子炉施設については敷地外の陸水中の放射能濃度と同レベルであるが, トレーサー棟については前者の

第13表 原子炉施設およびトレーサー棟における
廃水中の放射能濃度

年 月	廃水中の全 β 放射能濃度 ($10^9 \text{ Ci} / \text{cm}^3$)	
	原子炉施設	トレーサー棟
55.4~6	9.0 ~32.2 (18.5)	18.9~27.7(24.3)
7-9	18.9 ~22.4 (21.2)	23.7~50.0(40.1)
10~12	4.14~10.44(7.74)	26.2~31.2(28.1)
56.1~3	8.14~12.14(9.74)	21.0~30.5(24.2)

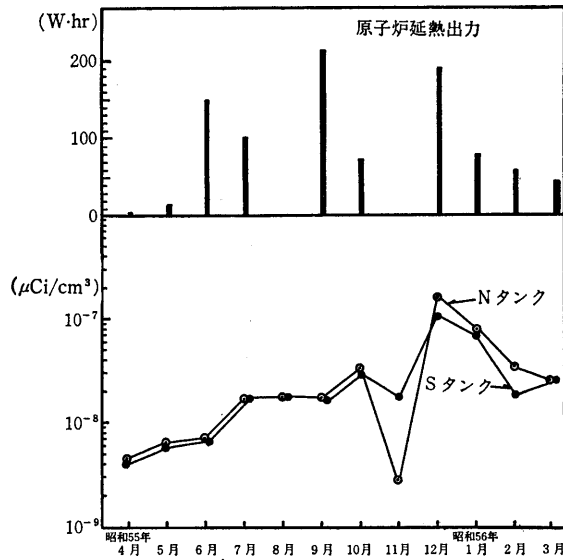
() 平均値

2倍位を示す時もあったが, 当所の調査レベルを超えることはなかった。また原子炉燃料タンク2槽(容量60l ずつ)中の減速水(軽水)の全 β 放射能濃度の変動を第4図に示した。これによると原子炉稼働時間が増加すると濃度も増大しているが, 年4回減速材の交換を行っているためはつきりしない。昭和55年11月の交換日より次回まで1週間毎に放射能濃度の経時変化を第5図に示した。交換直後両タンクとも $7 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ であったが, 原子炉稼働80時間で減速水中の全 β 放射能濃度は N, S タンクそれぞれ最高値 1.6×10^{-7} および $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ と運転時間とともに約2桁増加している。水交換後26日~43日の間, 運転を

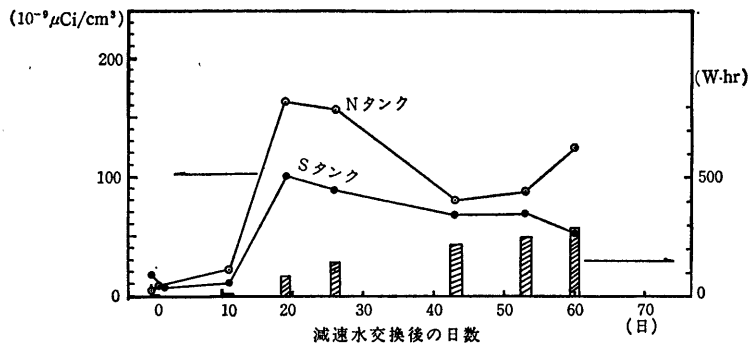
第12表 R I 棟内の空气中放射能濃度 ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)

測定年月	空气中放射能濃度: $\beta\gamma$ (10^{-11})		空气中放射能濃度: α (10^{-12})	
	吸引中飽和値	吸引10時間後	吸引中飽和値	吸引10時間後
昭和55年4月	—	—	—	—
5月	6.08~56.3 (23.0)	0.096~0.64(0.391)	2.52~12.6 (6.38)	0.63~1.89 (1.14)
6月	6.40~76.8 (26.4)	0.32~0.61(0.410)	2.94~33.6 (8.23)	0.76~1.68 (1.05)
7月	1.60~73.6 (35.4)	0.29~1.28(0.499)	2.52~10.5 (6.01)	0.42~3.57 (0.92)
8月	—	—	—	—
9月	6.4 ~89.6 (50.8)	0.32~0.64(0.499)	1.68~12.6 (7.77)	0.84~1.68 (1.22)
10月	1.15~172.8 (51.9)	0.48~1.34(0.890)	1.89~21.0 (7.43)	0.76~2.52 (1.51)
11月	18.6~140.8 (59.4)	0.16~1.60(0.928)	0.88~18.9 (1.03)	0.42~3.57 (1.47)
12月	2.24~86.4 (36.2)	0.38~1.09(0.889)	2.94~12.6 (7.6)	0.92~7.14 (1.22)
昭和56年1月	12.8~86.4 (39.8)	0.45~0.90(0.582)	2.94~10.9 (6.05)	0.84~5.88 (1.18)
2月	12.8~275.2 (63.4)	0.35~1.28(0.557)	2.52~37.8 (12.0)	0.63~5.04 (1.39)
3月	10.2~96.0 (44.9)	0.38~0.96(0.550)	3.36~14.7 (7.73)	0.76~6.30 (1.18)

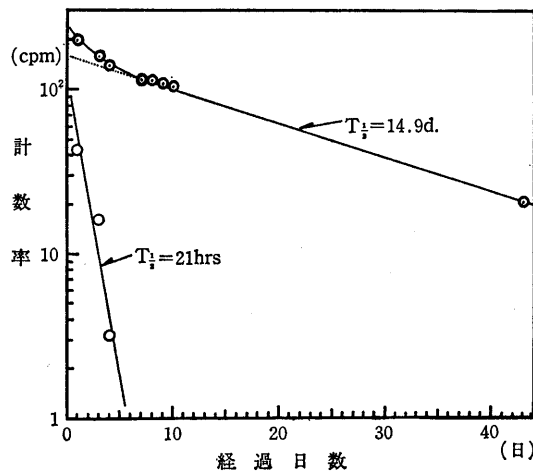
() 内 平均値



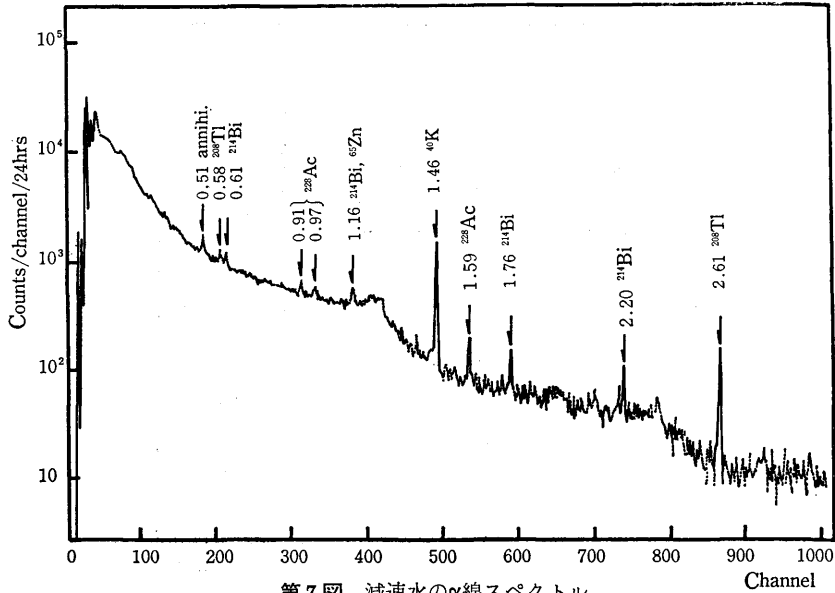
第4図 減速水中の全β放射能濃度



第5図 減速水交換後の放射能濃度の経時変化



第6図 減速水の全β放射能減衰曲線



第7図 減速水のγ線スペクトル

休止しているし、短半減期の生成核種の減衰のため以後はほぼ飽和に達している。全β放射能の減衰曲線を第6図に示した。これによると半減期は約20時間と14日となり、長半減期成分(14日)は後述の理由により³²Pと推定される。また第7図に示したγ線スペクトルより推定される放射性核種はバックグラウンドのγ線スペクトルと比較して⁴⁰K, ²⁰⁸Tl, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²²⁸Acなどの自然放射性核種以外には⁶⁵Znが推定され、その他の有意な検出はされていない。UTR-Kinkiの燃料タンクおよび燃料要素の被覆材(いずれもアルミニウム)の腐蝕の進行を防止するために昭和38年の一時期約10ppmのリン酸を減速水に添加処理している。その時生じたリン酸アルミニウム被膜その他不純物が長期に渉たりわずかず溶解し、原子炉運転により放射化され、減速水中の全β放射能濃度が増加したものと思われ、⁶⁵ZnについてはAl中の不純物の放射化によると思われる。

3.3 表面汚染密度の測定

測定は定期的にサーベイ法およびスミア法によって行われている。スミア法の場合の測定はアロカ製ローバックグラウンド計数装置(LBC-451)によって、また加速器室内における³Hの汚染の有無については、パッカー社製液体シンチレーション計数装置(Tri-carb 3380)によって、1ヶ月に1回行った。スミア法による原子炉施設およびトレーサー棟における全β表面汚染密度の測定結果を第14, 15表に示した。

これによると原子炉施設については最大 1.4×10^{-6}

第14表 スミア法による原子炉施設における全β表面汚染密度

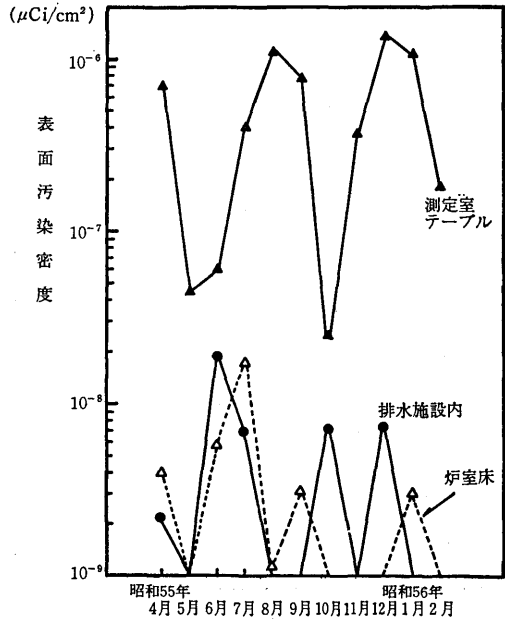
No.	測定位置		全β表面汚染密度 ($10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)
1	モニタ室	西側床	BG~1.38
2		東側床	BG~1.38
3	天秤室	床	BG~1.09
4		サイドテーブル	BG~1.38
5	測定室	床	BG~1.02
6		サイドテーブル	2.51~136
7	暗室	流し	BG~4.61
8		床	BG~1.17
9	廊下	床	BG~1.25
10	原子炉室	遮蔽タンク上	BG~1.57
11		床	BG~1.75
12	核燃料保管場所	床	BG~1.02
13		入口附近	BG~1.07
14	コントロール室	床	BG~1.05
15	排気機械室	ダクト附近	BG~0.97
16	排水ポンプ室	ポンプ上	BG~1.90
17	核燃料取扱場所	入口・床	BG~1.21
18		床	BG~1.20

BG:バックグラウンドレベル

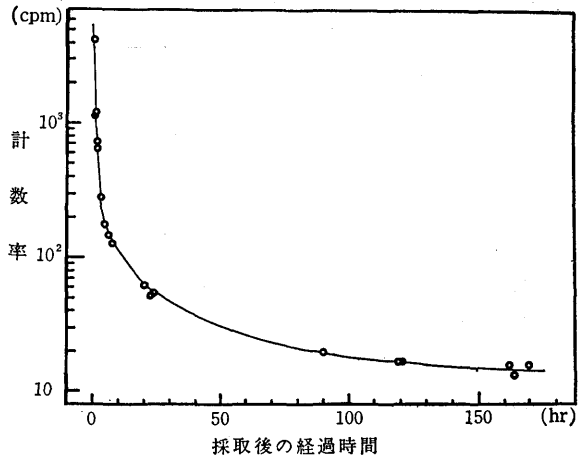
第15表 スミア法によるRIトレーサー・加速器棟における全β表面汚染密度

No.	測定位置		全β表面汚染密度 ($10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$)
1	RI 実験室	流 し	0.021 ~ 2.54
2		床	0.040 ~ 46.8
3	高レベル実験室 (H-2室)	ドラフト	1.31 ~ 8.19
4		流 し	0.0068 ~ 5.95
5		床	0.117 ~ 2.37
6	高レベル実験室 (H-1室)	ドラフト	0.021 ~ 2.29
7		流 し	0.202 ~ 0.850
8		床	0.049 ~ 12.9
9	低レベル実験室 (L-2室)	ドラフト	0.031 ~ 2.84
10		流 し	BG ~ 3.86
11		床	0.149 ~ 42.0
12	低レベル実験室 (L-1室)	ドラフト	0.094 ~ 9.03
13		流 し	0.013 ~ 0.632
14		床	0.118 ~ 11.9
15	測定室	床	BG ~ 4.60
16		サイドテーブル	BG ~ 0.147
17	廊下	南側 床	0.044 ~ 10.6
18		北側 床	BG ~ 0.474
19	排気機械室(2F)	ダクト附近	BG ~ 0.165
20	排水ポンプ室	ポンプ附近	BG ~ 0.179
21		ターゲット附近	0.0068 ~ 2.36
22		ポンプ(拡散)附近	BG ~ 24.7
23	加速器室	ポンプ附近	BG ~ 0.546
24		ポンプ下床	1.26 ~ 13.2
25		入口 床	4.15 ~ 1030

$\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ までの範囲に変動し、調査レベルを超える値はなかったが、測定室の実験台上の表面汚染密度が年間を通じ $10^{-8} \sim 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ と炉室の床など他の測定点における値が $\sim 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ であったのに比べて2桁高いレベルを示している(第8図参照)。この試料のβ放射能減衰曲線を第9図に示した。これによると半減期は約30分および10時間などで、またγ線



第8図 原子炉施設における表面汚染密度の変動



第9図 表面汚染試料(プラスチック板)の放射能減衰曲線

スペクトル測定によりバックグラウンドと同様のパターンを示しているので、自然放射性核種 RaA および ThA の娘核種であると推定される。この実験台上はビニールシートが張られており、原子炉施設の換気流により、ビニールシート上に、自然放射性核種の降下、静電効果による吸着で、高い値を示しているものと思われる。

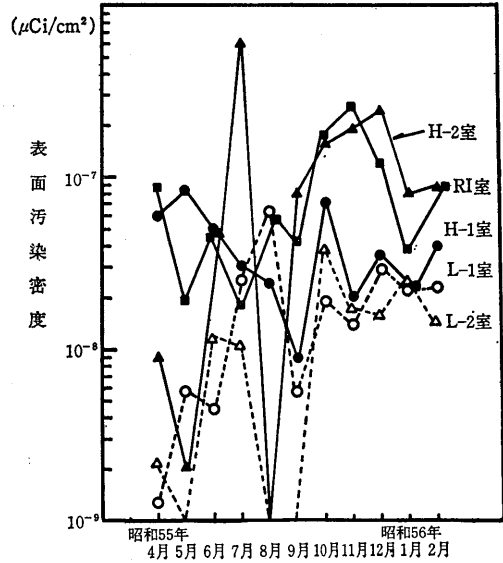
トレーサー棟内の各 RI 実験室の床の表面汚染密度を第10図に示したが、これによると $10^{-9} \sim 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$

の範囲で変動した。RI 実験室の月間延使用回数を併記したが、実験の集中した6、7月および年末に上昇がみられる。各実験室の流しおよびドラフト内の表面

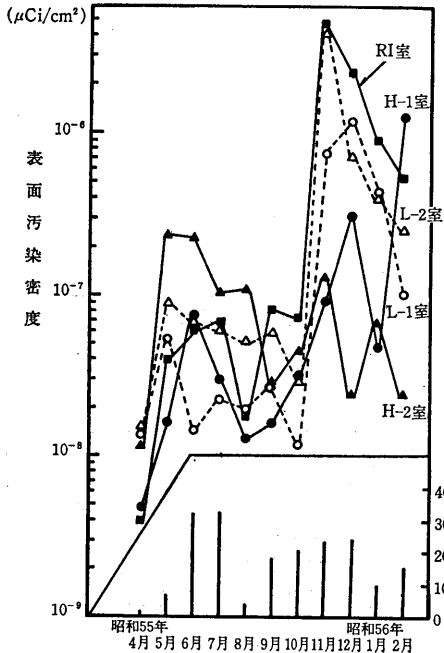
第16表 スミア法によるRIトレーサ・加速器棟における³H表面汚染密度

測定年月	加速器月間延運転時間 (h)	³ H表面汚染密度 (10 ⁷ Ci/cm ²)
昭和55年 4月	0	1.86 ~19.1
5月	0	0.143 ~820
6月	0	0.177 ~16.6
7月	0	0.0025~19.2
8月	0	0.168 ~131
9月	0	0.437 ~22.7
10月	0	0.073 ~51.9
11月	0	B G ~641
12月	4.45	0.013 ~10.4
昭和56年 1月	14.23	0.032 ~ 3.88
2月	1.42	B G ~20.7
3月	0	—

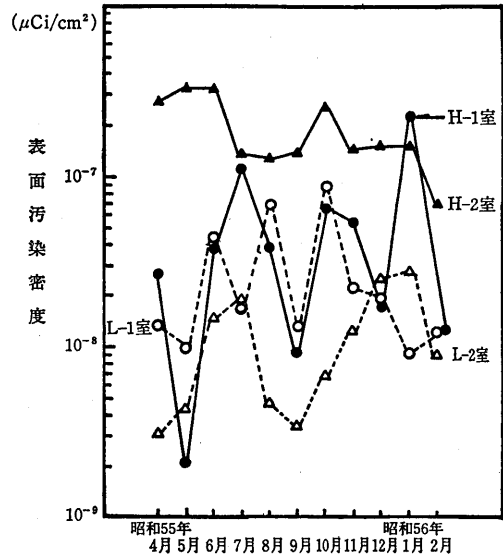
汚染密度の変動を第11、12図に示し、これによると、それぞれのレベルは ~10⁻⁷μCi/cm² および~10⁻⁶μCi/cm² であった。また加速器室内の³Hの表面汚染密度の変動を第16表、第13図に示した。加速器本体およびその附近の床など5点における³H表面汚染密度は10⁻⁸~10⁻⁴μCi/cm² と加速器の使用がなかった昨年度と同程度で、調査レベル近くの値を示したのが2回ほ



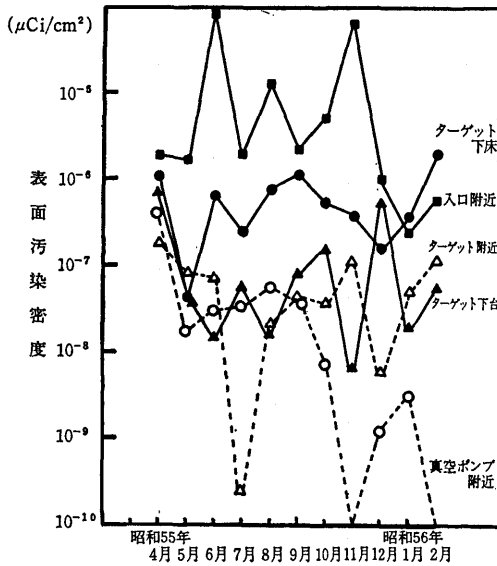
第11図 トレーサ棟・流しの表面汚染密度の変動



第10図 トレーサ棟・床における表面汚染密度の変動および使用頻度



第12図 トレーサ棟ドラフト内の表面汚染密度の変動



第13図 加速器室における³H表面汚染密度の変動

どであったが湿らせたウエースによる除染により簡単に $10^{-6}\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ に低下した。

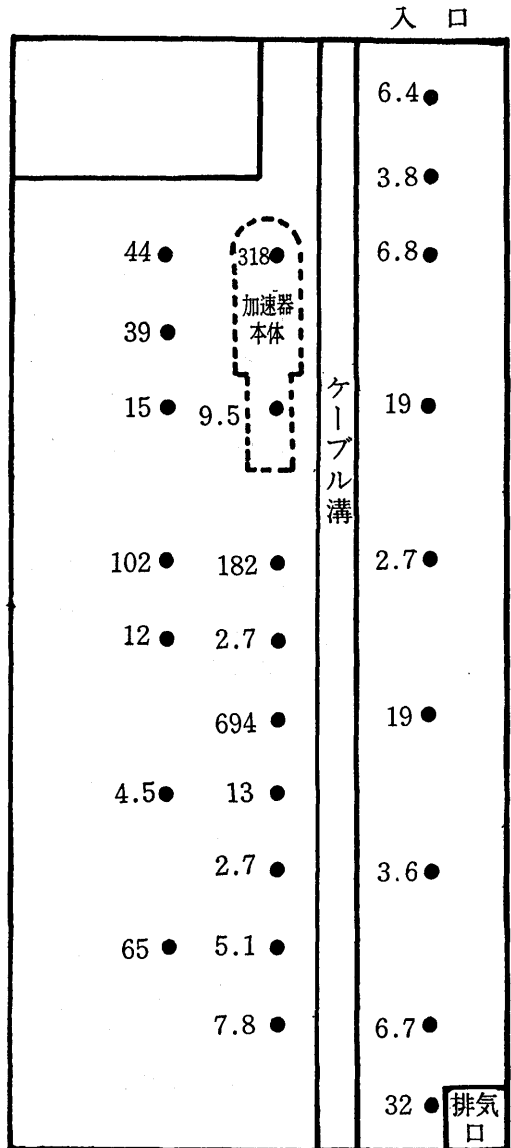
また昭和55年7月に加速器室内の³Hの表面汚染密度の分布を第14図に示した。これによると最高は $7 \times 10^{-5}\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ であったが、入口付近は比較的lowく、分布に規則性は認められず、やはり室内専用スリッパにより拡散をしているものと思われる。

昭和55年度に発生した放射性表面汚染の異常事例は1件で9月にトレーサー棟前、通路に施設内で実験処理したトリチウム溶液を測定のため試料瓶に入れ、運搬中転倒しゆるんだ蓋より液体シンチレータ約10mlがこぼれた。推定試料総放射能は約 $10^{-3}\mu\text{Ci}$ で、汚染箇所(200cm²)の土壌を深さ約2cm採取し、一部を測定した結果 $10^{-6}\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ となったが、これらはすべて保管廃棄した。汚染部は明瞭に判別出来、完全に処理出来た。運搬時の試料の密封性の不完全、運搬容器および運搬時の不注意など挙げられるが、測定装置を同施設内に移動し、設置するため測定室の整備を考え、昭和57年3月には施設の増改築がなされる計画が進められた。

4. 野外管理

Field Monitoring

野外管理は原子炉施設保安規定に定めるサンプリング地点において、環境 γ 線線量率および陸水、植物、



第14図 加速器室内の表面汚染分布図
(単位： $10^{-7}\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$) (S55.7.28測定)

土壌などの環境試料中の全 β 放射能濃度を3ヶ月に1回測定を行った。

4.1 環境 γ 線線量率

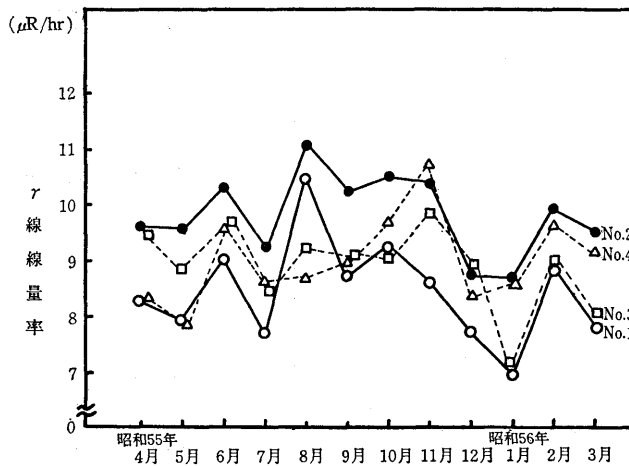
環境 γ 線線量率はTLD(松下電器製UD-200S)を用いて、11サンプリング地点に1ヶ月設置して月平均 γ 線線量率で年間の変動を第17表、第15図に示した。この結果によると原子炉周辺監視区域内の γ 線線量率は $7.0 \sim 11.1\mu\text{R}/\text{hr}$ に、原子炉施設敷地外のモニ

第17表 環境γ線線量率の変動
(昭和55年4月～昭和56年3月)

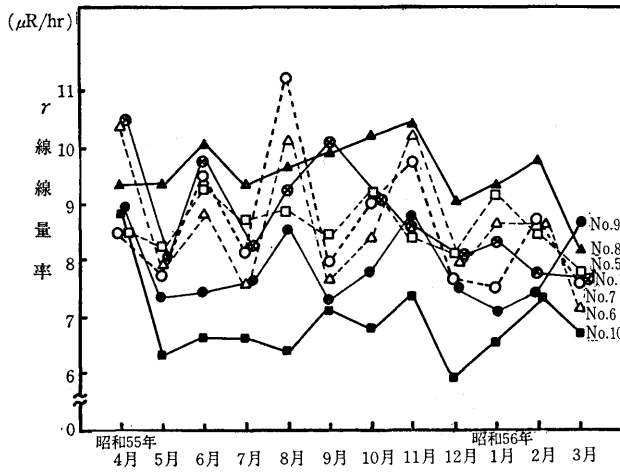
No.	測定位置	範囲 ($\mu\text{R}/\text{hr}$)	年平均値 ($\mu\text{R}/\text{hr}$)
1	原子炉より北西 40m	6.96～ 10.51	8.46±0.93 [※]
2	原子炉より北東 50m	8.58～ 11.12	9.77±0.81
3	原子炉より南西 50m	7.82～ 10.76	9.03±0.82
4	原子炉より南東 50m	7.16～ 9.88	8.93±0.74
5	原子炉より南 300m	5.95～ 8.83	6.88±0.74
6	原子炉より東 300m	7.85～ 9.28	8.61±0.45
7	原子炉より北東 1500m	7.22～ 10.40	8.64±1.08
8	原子炉より北西 500m	7.54～ 11.27	8.63±1.13
9	原子炉より北東 700m	8.20～ 10.44	9.57±0.60
10	原子炉より西 900m	6.73～ 8.93	7.71±0.68
11	原子炉より北西 (5F) 50m	7.74～ 10.08	8.64±0.80

TLD ($\text{CaSO}_4 : \text{Tm}$, 松下電器製, UD-200 S) による測定。

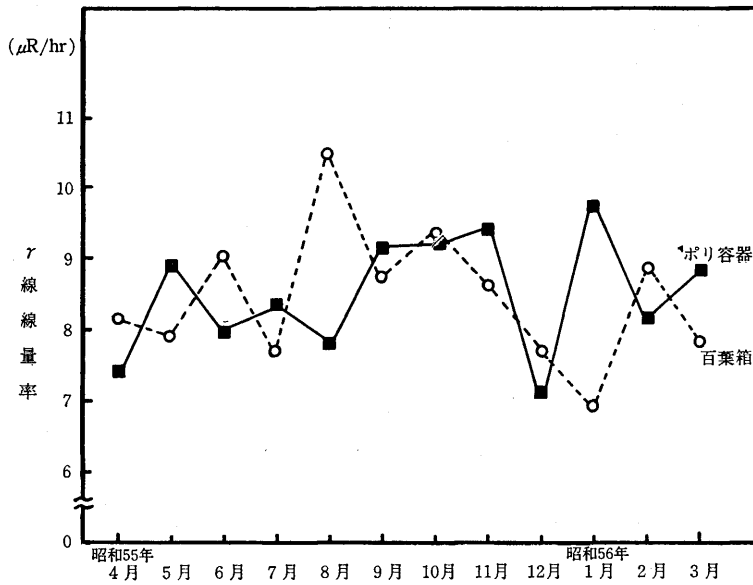
※ 12ヶ月間の測定値の標準偏差



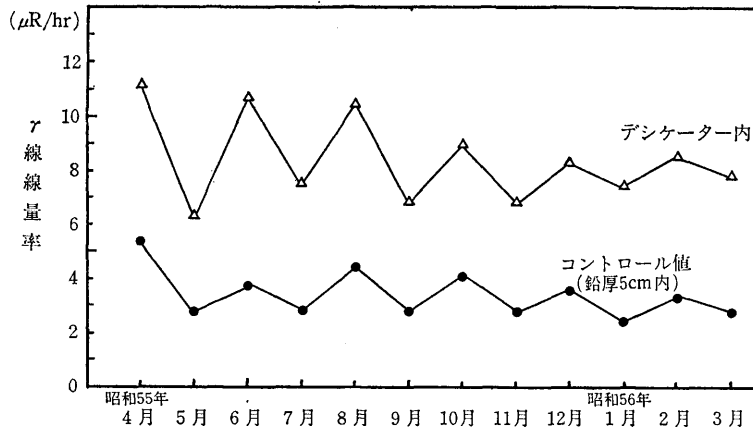
第15-1図 周辺監視区域内における空間線量率の変動



第15-2図 野外モニタリングポストにおける空間線量率の変動



第16図 モニタリングポストの材質による影響



第17図 コントロール値の変動

第18表 陸水の放射能 (昭和55年4月～昭和56年3月)

採水地	蒸発残渣量 (mg/l)	カリウム含有量 (mg/l)	全β放射能濃度 (10 ⁻⁹ μCi/ml)
上小阪下水処理場	168.7～412.2 (253.8)	6.0～11.4 (8.37)	3.23～11.3 (6.16)
原子力研究所前	149.4～464.9 (374.5)	8.75～31.6 (18.5)	6.35～23.4 (16.7)

() 内平均値

第19表 植物の放射能 (昭和55年4月～昭和56年3月)

採取地	種類	生体水分 (%)	乾物当灰分 (%)	灰分当カリウム (%)	全β放射能濃度 (10 ⁻⁶ μCi/500mg灰分)
上小阪下水処理場	ねずみがやきょうちくとう	61.7～91.3 (80.0)	9.9～18.9 (13.8)	13.6～23.0 (17.3)	53.1～83.9 (63.5)
原子力研究所前	ねずみがやきょうちくとう	77.9～97.8 (87.7)	12.8～20.9 (15.2)	21.6～33.8 (28.0)	93.1～176.9 (126.4)
R I 棟 附近	おおあわだちそう	77.0～87.2 (80.9)	12.1～14.7 (13.2)	9.4～25.5 (19.0)	105.1～133.7 (117.9)

第20表 沈泥土の放射能 (昭和55年4月～昭和56年3月)

採取地	全β放射能濃度 (10 ⁻⁵ μCi/500mg乾土)
上小阪下水処理場 処理槽内	0.78～1.40 (1.05)
原子力研究所前下水溝	1.04～1.08 (1.06)

() 平均値

タリング地点では6.0~11.3 μ R/hrの範囲に変動し、ほぼ同レベルであった。また昭和54年8月に一部の測定地点(No. 1, 2, 4, 7, 9)について木製百葉箱(内寸30cm立方)に変更した。5地点以外で使用しているポリ瓶による測定器の設置と百葉箱内での設置との測定値の比較を原研構内の測定点(No. 1)で行い、昭和55年4月により約1年間の環境 γ 線線量率の変動を第16図に示した。これによると7.0~10.5 μ R/hrに変動し、百葉箱およびポリ瓶について年間平均線量率はそれぞれ8.5 μ R/hrで、両者は環境条件による変動の範囲内で一致している。鉛遮蔽体(50mm厚)内にTLD素子を設置し、宇宙線硬成分およびTLD自己汚染成分の放射線寄与(コントロール値)を測定し、同室のアクリル樹脂製デシケータ中に設置したTLDにより測定した γ 線線量率の年間変動を第17図に示した。これによるとコントロール値は3.2~5.2 μ R/hrに変動し、後者は7.5~12.3 μ R/hrとなり、コントロール値は全体の約30~50%を占めている。また1ヶ月おきに線量率が変動しているのはTLD素子を1ヶ月間隔で交互に使用しているものでTLDのケースに由来する自己放射能値の差によるものと思われるが、現在TLDケースのコントロール値の個体差について検討中である。

4.2 環境試料

原子炉施設およびトレーサー棟よりの排水系路に沿ったサンプリング地点で採取した環境試料中の全 β 放射能濃度の測定結果を第18~20表に示した。陸水中の放射能濃度については例年通り、排水中のカリウム含有量が高い関係で原子力研究所前下水が若干高かつ

たが、調査レベル以上は皆無であった。植物試料については葉部のみを用いた。放射能濃度は植物の種類、部位およびその他生育している環境条件などによってそのレベルも変動するが、いずれも調査レベルを超える試料はなく、過去十数年間のバックグラウンドレベルの範囲であった。

排水系路に沿った原子力研究所前排水溝および上小阪下水処理場の処理槽における沈泥土中の全 β 放射能は約 $1.0 \times 10^{-5} \mu$ Ci/500mg 乾土であった。(第20表)

5. ま と め

Conclusion

昭和55年度の原子炉施設およびトレーサー棟における放射線管理に関する結果の概要を報告したが、特に問題となる事例はなかった。なお両施設内の管理区域における空間 γ 線線量率および表面汚染密度の測定結果は両施設の入口の掲示板に示し、管理区域内の作業環境における放射線レベルおよび汚染の有無の把握を実験者に徹底するよう努めている。

参考文献

- 1) 森嶋彌重, 古賀妙子, 辰己奇男, 丹羽健夫, 河合廣他 3名: 近畿大学原子力研究所年報, **14**, 7 (1977)
- 2) 森嶋彌重, 古賀妙子, 丹羽健夫, 他5名: 同上, **12**, 35 (1975)