

資料

放射線管理

稲垣昌代、若林源一郎、山本友完、
小島 清、瀧口千鶴子、杉浦紳之、山西弘城

Radiation Control Report

Masayo INAGAKI, Genichiro WAKABAYASHI, Tomosada YAMAMOTO,
Kiyoshi KOJIMA, Chizuko TAKIGUCHI, Nobuyuki SUGIURA,
and Hirokuni YAMANISHI

1. ま え が き

近畿大学原子力研究所における平成23年4月より平成24年3月までの1年間の放射線管理の結果を報告する。平成23年度における放射線業務従事者は原子力研究所、理工学部及び薬学部など教職員50名、卒業研究のため原子炉施設利用の原子炉等規制法及びトレーサー加速器棟利用の放射線障害防止法に係る両施設の放射線業務従事者の登録者として理工学部学生32名、放射線障害防止法のみに係る放射線業務従事者として、他大学の共同利用施設等を利用する者も含め理工学部、薬学部学生など54名、(株)ア・アトムテクノ近大社員4名、計140名が放射線管理の対象となった。

平成23年度の原子炉運転状況は、最高熱出力1W、積算熱出力266.18W・h及び延運転時間520.37時間であった。文部科学省による平成23年度の原子炉施設定期検査は平成24年3月6～8日に立会検査が実施され、無事合格した。原子炉施設保安規定の遵守状況検査（保安検査）は四半期ごと、平成23年6月23～24日、9月27～28日、11月17～18日、平成24年2月16～17日に、保安規定に係る運転管理、品質保証活動、保安教育、放射線管理及び記録、報告の実施状況等を対象として検査が行われた。また原子力災

害対策特別措置法に係る放射線測定設備として原子炉施設北東側にモニタリングポストを1基増設し、平成23年12月22日に文部科学省による放射線測定設備性能検査が行われ、無事合格した。

本報では、平成23年度に定期的実施した環境放射能調査等の結果について報告する。なお、放射線管理業務の補助業務の一部は(株)ア・アトムテクノ近大に委託している。

2. 個人管理

2.1 健康診断

原子力研究所原子炉施設保安規定、放射線障害予防規程及び電離放射線障害防止規則（労働安全衛生法）に基づく放射線業務従事者に対する健康診断は、放射線業務に従事する前及び従事してからは6ヵ月を超えない期間ごとに実施している。現在、当研究所の放射線業務従事者の被ばく線量は、健康診断実施前1年間の実効線量が5mSvを超えず、かつ今後1年間の実効線量が5mSvを超えるおそれがないと判断し、当大学産業医が健康診断の一部省略を認め、年2回、年度初めと半年に1回実施した。検査は当大学保健管理センターにて実施しており、その結果を第1～4表に示した。これによると白血

球数において3000～4000/mm³の範囲の者が7名いたが、産業医による問診等により、生理学的変動の範囲内で、放射線被ばくによると思われる異常は認められなかった。その他皮膚、爪の異常及び水晶体の混濁などについても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、ガラスバッジ（千代田テクノル製）を主測定器とし、必要に応じて電子ポケット線量計を補助線量計として用いている。ガラスバッジは広範囲用（X、 γ 、 β 線）、中性子線用あるいは γ 線用が用いられ、作業者の作業・内容・利用頻度などにより1カ月あるいは3カ月ごとに実

効線量の測定を業者に依頼している。ガラスバッジによる1年間の実効線量を第5表に示した。これによると所内の放射線業務従事者の年間実効線量は最大0.2mSvで、実効線量限度及び等価線量限度に達した者はなかった。また中性子線用ガラスバッジによる測定では検出限界以上の者は皆無であった。なお、ガラスバッジの測定結果で検出限界以下の結果については0として集積した。また、作業時の実効線量の管理目標値、調査レベルを超えた場合は皆無で、原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における作業時に、内部被ばくの予想される事例もなかった。

平成23年度 血液検査結果（第1表～第4表）

第1表 白血球数

検査年月日		平成23年4月	
		教職員	学生
白血球数 (/mm ³)	9000以上	4	5
	5000～9000	41	72
	4000～5000	11	27
	4000未満	3	4
計		59	108

第2表 赤血球数

検査年月日		平成23年4月	
		教職員	学生
赤血球数 (万/mm ³)	550以上	1	9
	450～550	43	89
	400～450	15	10
	400未満	0	0
計		59	108

第3表 血色素量

検査年月日		平成23年4月	
		教職員	学生
血色素量 (g/dl)	16.0以上	4	11
	14.0～16.0	38	70
	12.0～14.0	15	25
	12.0未満	2	2
計		59	108

第4表 白血球百分率

検査年月日	平成23年4月	
	教職員	学生
好中球	33～74%	29～81%
リンパ球	20～60%	10～67%
単球	3～9%	3～13%
好酸球	0～11%	0～12%
好塩基球	0～2%	0～2%

3. 施設管理

3.1 場所における線量率の測定

原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における作業場の線量率の測定は半導体式エリアモニタ（富士電機製）または電離箱式エリアモニタによる

連続測定及び記録のほか、電離箱式サーベイメータ（Aloka製ICS-311など）、シンチレーション式サーベイメータ（Aloka製TCS-166など）を用いて行った。また平均 γ 線量率は環境線量測定用のガラスバッジ及びTLD（松下電器産業製、UD-200S、CaSO₄ (Tm)）を用いて1カ月間の積算線量から

第5表 放射線業務従事者の被ばく実効線量

区分	線量分布 (mSv)						総線量 (人・mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
	<5	5～15	15～25	25～50	50<	合計			
教職員	54	0	0	0	0	54	0.7	0.01	0.2
学生	86	0	0	0	0	86	0	0	0
計	140	0	0	0	0	140	0.7	0.01	—

※ ガラスバッジ (0.1 mSv 以下 (検出限界以下) は0として集積) による測定

第6表 各施設におけるガラスバッジによる月間積算線量

測定位置		平成23年										平成24年			年間 積算線量
		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	原子炉遮蔽タンク上部	X	0.1	X	X	X	X	X	0.1	0.1	X	0.1	X	X	0.4+8X
	使用場所	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X
トレーサー・加速器棟	加速器操作室	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X
管理棟	X線室1		X			X				X			X		4X
	X線室2		X			X				X			X		4X
研究棟	22号館A棟6階		X			X				X			X		4X
	周辺監視区域境界 NW		X			X				X			X		4X
	NE		X			X				X			X		4X
	SW		X			X				X			X		4X
	SE		X			X				X			X		4X
	原子炉運転・延熱出力 (W・h)	3.08	40.01	16.00	21.78	6.69	28.71	43.93	47.77	9.53	40.50	6.48	1.70	266.18	
	中性子源利用時間 (h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0	0.12	

X : < 0.1mSv (検出限界以下)

計算により求めた。場所の線量率の単位としては、 $\mu\text{Gy/h}$ など空気吸収線量率を用いるべきであるが、法令に係る線量限度及び放射線業務従事者の被ばく線量を考慮して線量率 $\mu\text{Sv/h}$ で表示している。

3.1.1 ガラスバッジによる測定

第6表にガラスバッジによる月間積算線量の測定結果を示した。これによると、 γ 線量は原子炉施設内原子炉遮蔽タンク上部において月間最高値 0.1mSv 、年間 γ 線積算線量においても原子炉遮蔽タンク上部において 0.4mSv と最高値を示した。その他の場所では全て 0.1mSv 未満、すなわち“検出限界以下”であった。

3.1.2 TLDによる測定¹⁾

TLDによる月間平均 γ 線量率($\mu\text{Sv/h}$)は1カ月の積算線量(μSv)を設置時間で割り、計算した。原子炉施設内8点における月間平均 γ 線量率の1年間の経時変動を第7表、第1図に示した。この表にある最高値は原子炉しゃへいタンク南下部の

$0.454\mu\text{Sv/h}$ で、平成24年1月に測定されたものである。最高値を示したこの原子炉しゃへいタンク南下部において、放射線業務従事者が1週44時間作業を行ったとしても $20\mu\text{Sv/週}$ となり、作業場所における線量限度 1mSv/週 をはるかに下回っている。第1-1図において、原子炉室入口において平成24年1月に高いのは、原子炉施設定期検査、特性実験等において燃料要素の外観検査及び一時的な保管、移動によるもので、第1-2図に示された原子炉遮蔽タンク上部、原子炉遮蔽タンク南下部における変動は、原子炉の運転時間に影響されたものである。トレーサー・加速器棟18点(第2図)における月間平均 γ 線量率の経時変動を第8表、第3図に示した。年間を通して大きな変動はなかったが、最高値は測定室の $0.121\mu\text{Sv/h}$ で平成23年12月に測定されたものである。年平均値は全ての場所で $0.11\mu\text{Sv/h}$ 以下であった。いずれの場所においても、調査レベル以下の線量で自然放射線量率の変動範囲のレベルであった。

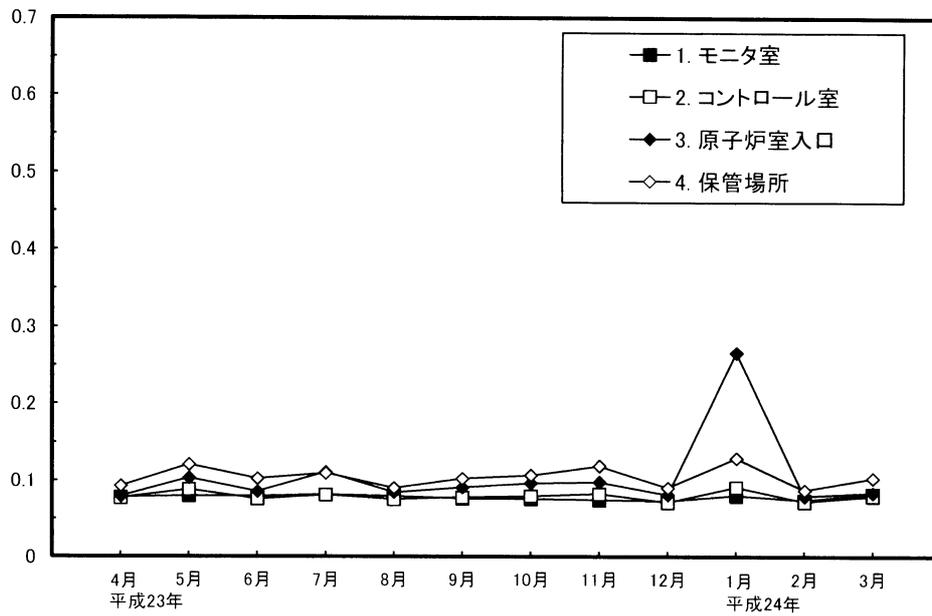
第7表 原子炉施設におけるTLDによる月間平均 γ 線量率の変動

($\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$)

No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	モニタ室	7.2 ~ 8.2	7.7 ± 0.3*
2	コントロール室	7.1 ~ 9.1	7.9 ± 0.6
3	原子炉室入口	7.9 ~ 26.6	10.4 ± 5.2
4	保管場所	8.7 ~ 12.9	10.4 ± 1.3
5	使用場所	8.3 ~ 12.2	9.9 ± 1.3
6	取扱場所	7.8 ~ 13.7	9.9 ± 1.8
7	原子炉遮蔽タンク上部	7.0 ~ 18.8	11.7 ± 4.1
8	原子炉遮蔽タンク南下部	10.5 ~ 45.4	25.0 ± 12.8

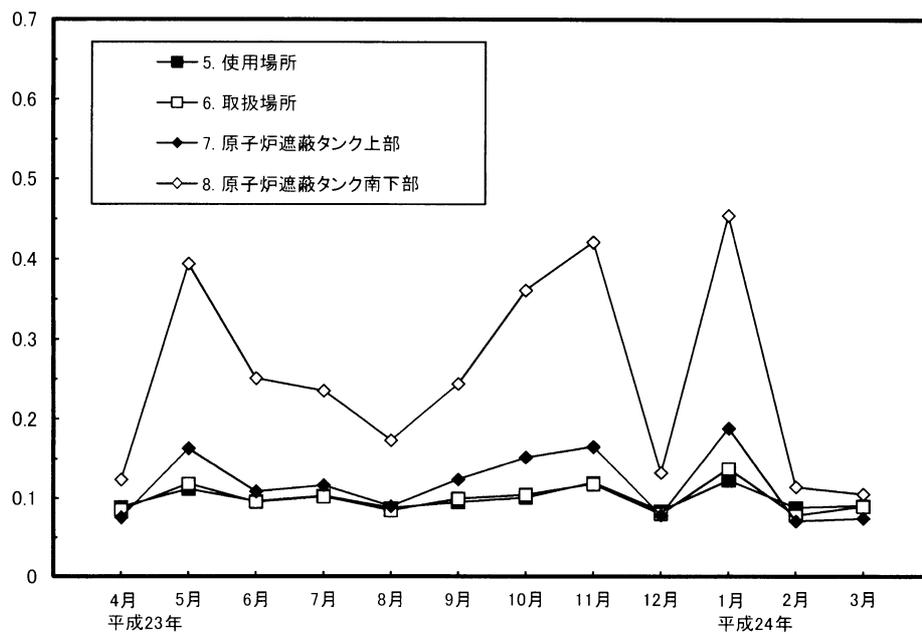
* 標準偏差

($\mu\text{Sv/h}$)



第 1-1 図 原子炉施設における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



第 1-2 図 原子炉施設における月間平均 γ 線量率の変動

3.1.3 連続放射線総合モニタによる測定

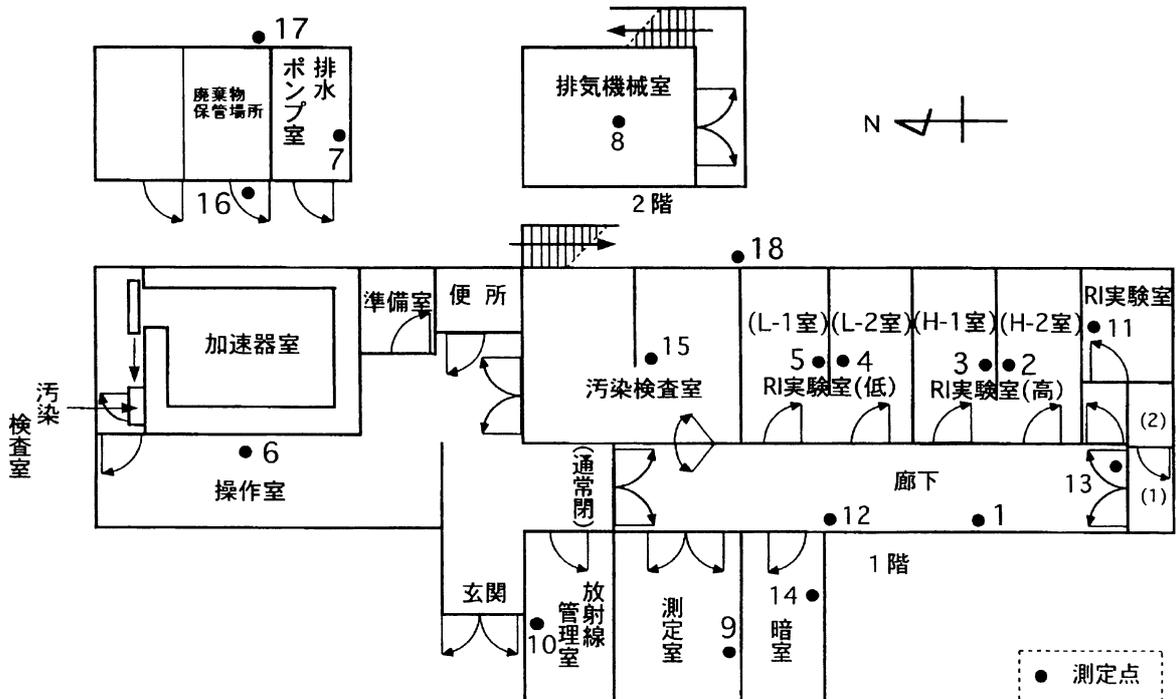
原子炉施設及びトレーサー・加速器棟においては、いずれも富士電機製半導体式 γ エリアモニタまたは電離箱式エリアモニタ、ダストモニタ、ガスモニタ、水モニタを配置する連続放射線総合モニタにより放射線の測定、監視及び連続記録を実施している。原子炉施設内で測定した γ 線量率について、三カ月間毎の平均値及び原子炉運転中最高値、原子炉運転休止日平均値について第9表に示した。バックグラウンドである原子炉運転休止日における線量率は4箇所のエリアモニタで年平均 $0.12 \sim 0.14 \mu\text{Sv/h}$ であった。三カ月毎の平均 γ 線量率の最高値は、原子炉遮蔽タンク上部で平成24年1月～3月で $0.23 \mu\text{Sv/h}$ であった。

3.2 空気中及び水中放射性物質濃度の測定

3.2.1 空気中放射性物質濃度の測定

原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における排

気口の空気中放射性物質濃度は富士電機製連続ろ紙式ダストモニタを用いて測定し、第10、11表に測定結果をまとめた。原子炉施設においては排気フィルタ後で連続測定を、トレーサー・加速器棟においては排気フィルタを通した後の空気について、施設使用日に限って連続吸引測定を行っている。原子炉施設及びトレーサー・加速器棟の管理区域内（それぞれ炉室内及び各使用施設内）の空気中放射性物質濃度（全 β 放射能濃度）の測定は富士電機製固定ろ紙式ダストモニタ（NAD-1、NHR）により行い、その結果を第12表及び第13表に示した。これによると、原子炉施設の管理区域における放射性物質濃度の年平均値は、ダスト吸引中の飽和値及びダスト吸引停止10時間後では、原子炉運転中、休止時とも $1.8 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 及び $1.1 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、ダスト吸引停止17時間後については、原子炉運転中及び休止時とも同じレベルで、 $(0.73 \sim 0.74) \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ であった。トレーサー・加速器棟の管理区域



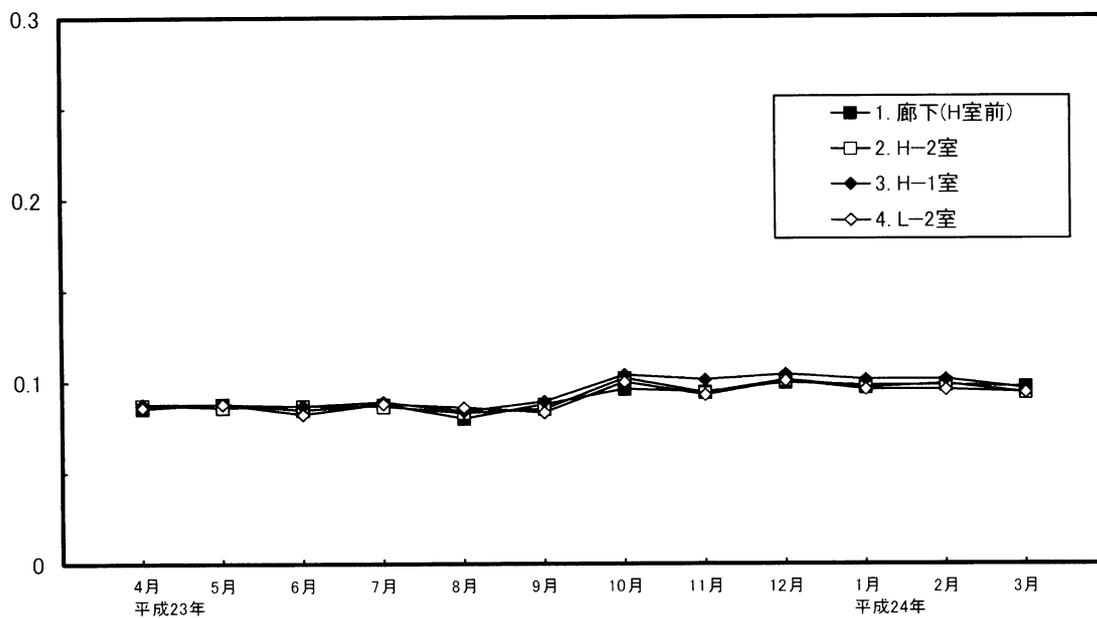
第2図 トレーサー・加速器棟における γ 線量率測定点

第8表 トレーサー・加速器棟におけるTLDによる月間平均 γ 線量率の変動
($\times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$)

No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	廊下(H室前)	8.0 ~ 9.9	9.1 \pm 0.7*
2	H - 2 室	8.3 ~ 10.2	9.2 \pm 0.7
3	H - 1 室	8.4 ~ 10.4	9.4 \pm 0.8
4	L - 2 室	8.2 ~ 10.0	9.1 \pm 0.6
5	L - 1 室	8.3 ~ 10.8	9.2 \pm 0.8
6	加速器操作室	8.2 ~ 10.2	9.1 \pm 0.7
7	排水ポンプ室	7.3 ~ 9.2	8.3 \pm 0.7
8	排気機械室	6.4 ~ 8.1	7.1 \pm 0.6
9	測定室	9.7 ~ 12.1	10.7 \pm 1.0
10	放射線管理室	8.7 ~ 10.9	9.6 \pm 0.8
11	R I 実験室	8.6 ~ 10.7	9.6 \pm 0.8
12	廊下(L室前)	8.0 ~ 10.4	8.9 \pm 0.8
13	貯蔵室前	7.6 ~ 10.0	8.6 \pm 0.8
14	暗室	8.9 ~ 11.5	10.2 \pm 0.9
15	汚染検査室	7.5 ~ 9.8	8.8 \pm 0.7
16	廃棄物保管庫扉	7.3 ~ 9.4	8.0 \pm 0.7
17	廃棄物保管庫裏	8.0 ~ 10.1	8.8 \pm 0.7
18	L - 1 室外	7.4 ~ 9.3	8.0 \pm 0.5

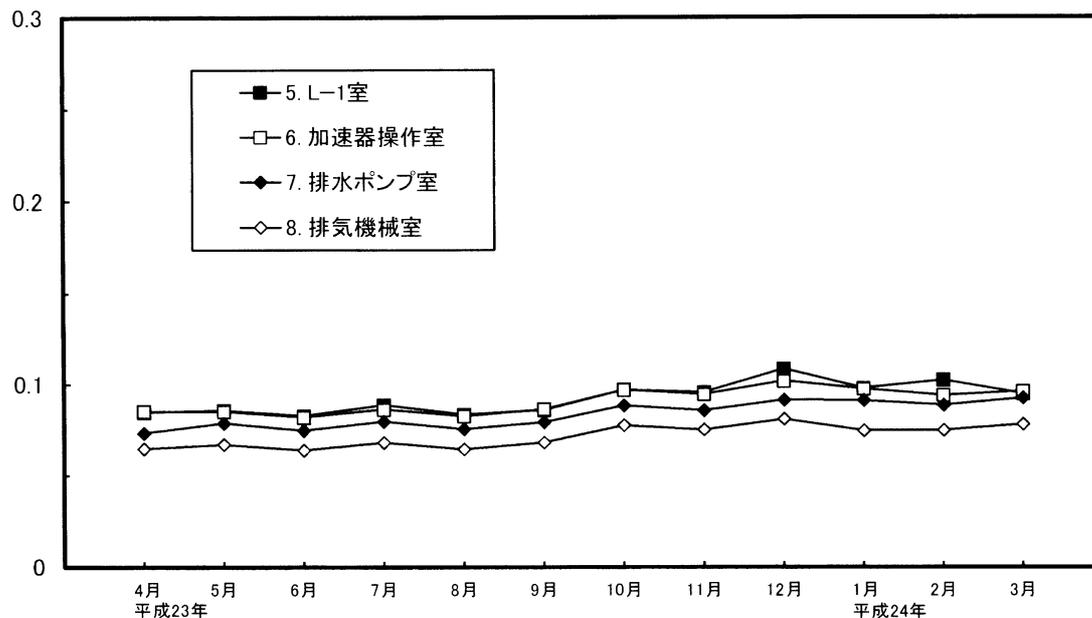
* 標準偏差

($\mu\text{Sv/h}$)



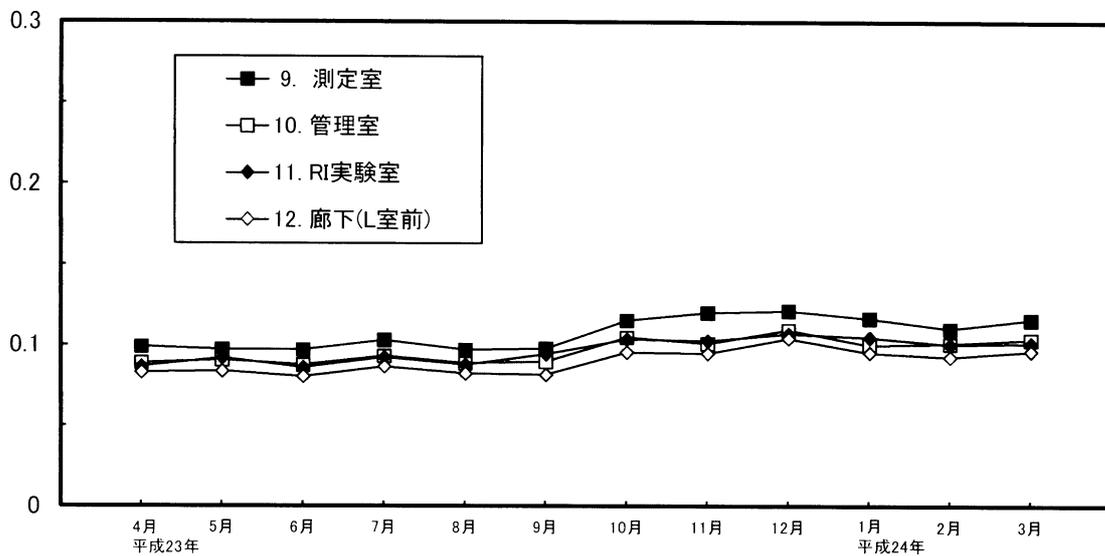
第3-1図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



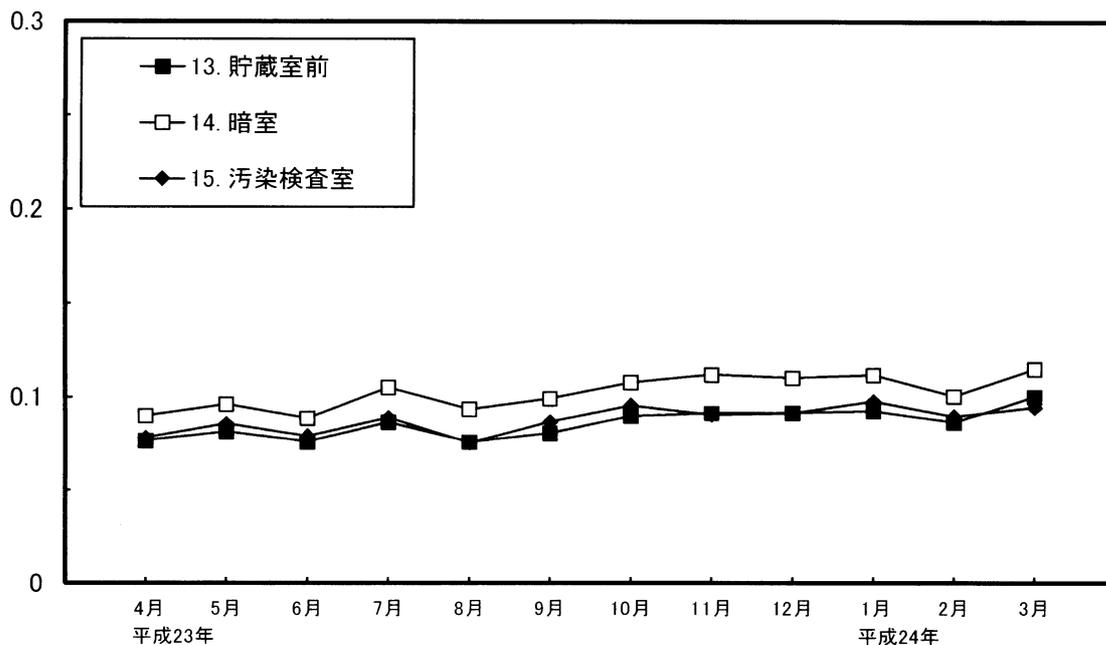
第3-2図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



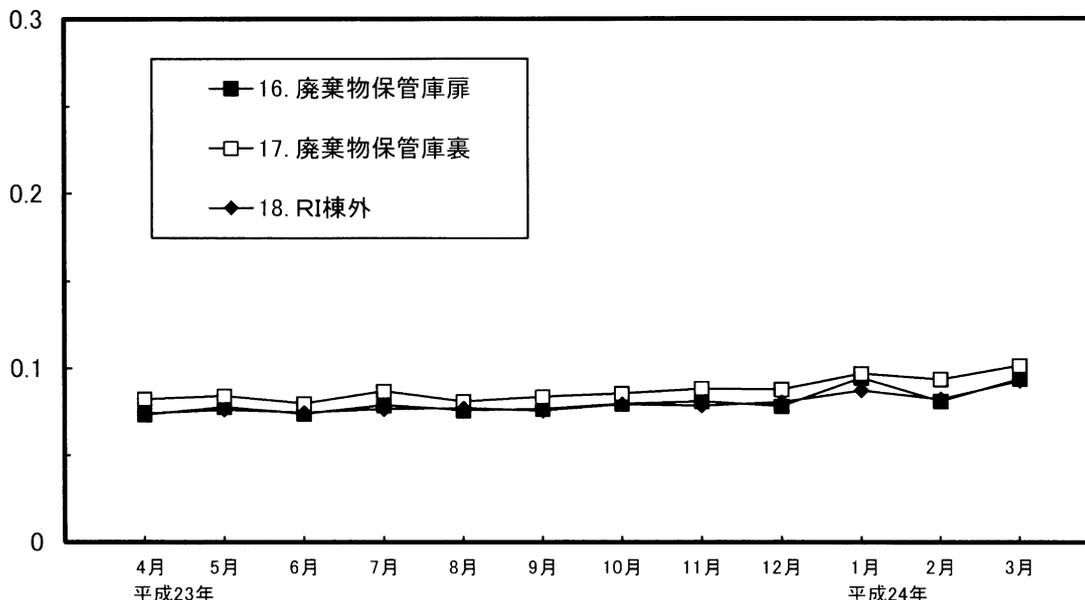
第 3-3 図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



第 3-4 図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動

(μSv/h)



第3-5図 トレーサー・加速器棟における月間平均γ線量率の変動

内の空气中放射性物質濃度（全β放射能濃度）の年平均値は、ダスト吸引中飽和値、吸引停止10時間後及び17時間後、それぞれ $6.8 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、 $1.1 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 及び $0.69 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ とバックグラウンドレベルで、原子炉施設とほぼ同じレベルであった。第14表、第15表に原子炉施設周辺監視区域内及び周辺監視区域外における空气中放射性物質濃度（全β放射能濃度）を示した。吸引中飽和放射性物質濃度の年平均値は周辺監視区域内、外でそれぞれ $6.0 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、 $4.0 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ であった。これは自然放射性核種であるラドン・トロン系の壊変系列に属する核種を含むもので、地上1m及び屋上で測定と若干差があるが、第16表に示した原子炉の運転実績により計算で求めた排気口の ^{41}Ar 濃度とほぼ同じレベルである。

1) 排気口における平均放射性物質濃度

原子炉施設における平成23年度放射性気体廃棄

物の放出量を原子炉の運転実績により計算で求め、第17表に示した。ガスモニタによる実測値（平均値）はいずれの3カ月間においても検出限界以下であったため、排気口における平均放射性物質濃度を1ワット原子炉運転実績により以下のようにして計算で求めた。UTR-KINKI、1ワットで運転した場合の ^{41}Ar 生成率を「放射線管理マニュアル」¹⁾より $1.60 \times 10^5 \text{Bq/h}$ として

$$\begin{aligned} &^{41}\text{Ar} \text{ 放出率 (Bq/h)} \\ &= \frac{{}^{41}\text{Ar} \text{ 生成率 (Bq/h)} \times \text{年間の運転実績 (W} \cdot \text{h)}}{\text{当該期間の時間 (365d} \times \text{24h)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{排気口の平均放射性物質濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \\ &= \frac{{}^{41}\text{Ar} \text{ 放出率 (Bq/h)}}{\text{換気率 (cm}^3\text{/h)}} \end{aligned}$$

ここで施設の換気率は $44.6 \text{m}^3/\text{min}$ である。近畿大学原子炉施設における放射性気体廃棄物の放出管理目標値は ^{41}Ar 生成率に、当該施設の年間最大運

第9表 原子炉施設におけるエリアモニタによる γ 線量率

測定年月	原子炉遮蔽タンク上部			原子炉遮蔽タンク下部			原子炉室西壁			実験室			積算熱出力量 (W・h)
	原子炉 運転中 最高値	原子炉 休止日 平均値	全平均										
平成23年4～6月	7.31	0.12	0.14	7.24	0.14	0.16	0.81	0.11	0.11	0.24	0.13	0.13	59.09
7～9月	7.11	0.12	0.14	7.59	0.14	0.16	0.95	0.11	0.11	0.22	0.13	0.13	57.18
10～12月	7.05	0.12	0.17	7.57	0.14	0.19	0.82	0.11	0.12	0.22	0.13	0.13	101.23
平成24年1～3月	9.20	0.13	0.23	7.31	0.14	0.23	8.79	0.12	0.13	0.36	0.14	0.14	48.68
平成23年度	9.20	0.13	0.17	7.59	0.14	0.19	8.79	0.11	0.12	0.36	0.12	0.13	266.18

第10表 総合モニタによる原子炉施設放射能管理記録

測定項目		平成23年 4～6月	7～9月	10～12月	平成24年 1～3月
排気口ダスト β *1 ($10^{-8}\text{Bq}/\text{cm}^3$)	平均値	ND	ND	ND	ND
	最高値	63.8 ± 1.1*4	5.9 ± 1.1	9.3 ± 1.3	4.2 ± 1.1
排気口ダスト α *1 ($10^{-9}\text{Bq}/\text{cm}^3$)	平均値	ND	ND	ND	ND
	最高値	ND	ND	ND	ND
排気ガス β *1 ($10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$)	平均値	ND	ND	ND	ND
	最高値	ND	ND	ND	ND
排 水	水 β *2 ($10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^3$)	平均値	ND	ND	ND
		最高値	ND	ND	ND
水	水 βr *3 ($10^{-5}\text{Bq}/\text{cm}^3$)	平均値	6.5 ± 1.0	6.0 ± 0.4	11.1 ± 0.6
		最高値	6.5 ± 1.0	7.5 ± 1.1	14.5 ± 1.3

*1 炉運転休止時の天然ラドンおよびトロン系の崩壊生成核種濃度を差し引いたもの

*2 廃水処理槽A-2槽より総合モニタによる測定

*3 廃水処理槽A-4槽より採水法による測定

*4 計数誤差

ND 検出限界以下

転実績（1ワット時）1,200時間を乗じた年間 $1.9 \times 10^8 \text{Bq}$ であるが、今年度の放出量は管理目標値を充分下回っている。さらに、これらの放出実績をもとに周辺監視区域境界付近における気体廃棄物のみによる被ばく評価を以下2)、3)により計算して第17表に示した。これによると、総合モニタによる気体廃棄物に由来すると思われる放射性物質濃度は検出限界以下であるため、原子炉の1年間の運転実績をもとに計算した γ 線外部被ばくによる線量は、年間 $1.5 \times 10^{-4} \mu \text{Sv}$ と非常に低い。

2) 周辺監視区域境界付近の空气中平均放射性物質濃度

気象条件として、大気安定度F、最多風向を北東として原子炉から南西方向へ70mの周辺監視区域境界付近での最大地表放射能濃度を次式により計算する。風速2.6m/sとして角田、飯島の「英国法による濃度分布計算図」(JAERI-1101)によると、高さ16mの排気筒からの放出率1Bq/h、風速1m/s、大気安定度Fの場合の最大地表放射能濃度は約 $1.15 \times 10^{-7} \text{Bq/m}^3$ で、その出現地点は風下約700mである。

第11表 トレーサー・加速器棟の排気口における空气中放射性物質濃度

(cpm)

測定年月日	空气中放射性物質濃度： $\beta \gamma$		空气中放射性物質濃度： α	
	吸引中飽和値	吸引停止 17 時間後	吸引中飽和値	吸引停止 17 時間後
平成23年 4月	36 ~ 57 (39)	18 ~ 21 (19)	3 ~ 4 (4)	< 1
5月	33 ~ 54 (38)	15 ~ 21 (18)	3 ~ 5 (4)	< 1
6月	30 ~ 42 (35)	15 ~ 21 (18)	2 ~ 4 (3)	< 1
7月	18 ~ 45 (34)	15 ~ 21 (18)	0 ~ 4 (3)	< 1
8月	30 ~ 42 (34)	18 ~ 21 (18)	0 ~ 4 (2)	< 1
9月	30 ~ 45 (34)	15 ~ 18 (18)	3 ~ 4 (3)	< 1
10月	27 ~ 39 (34)	15 ~ 18 (18)	2 ~ 4 (3)	< 1
11月	27 ~ 57 (35)	15 ~ 18 (17)	3 ~ 4 (3)	0
12月	24 ~ 60 (40)	15 ~ 18 (18)	3 ~ 4 (4)	0
平成24年 1月	33 ~ 57 (39)	15 ~ 21 (18)	3 ~ 4 (3)	0
2月	27 ~ 54 (38)	15 ~ 18 (18)	0 ~ 6 (3)	0
3月	30 ~ 48 (38)	18 ~ 21 (18)	2 ~ 4 (3)	< 1
年平均値 (cpm)	36 ± 6 *	18 ± 1	3.2 ± 0.8	< 1
年平均値 (Bq/cm ³)	1.7×10^{-7}	8.6×10^{-8}	2.6×10^{-8}	$< 8.1 \times 10^{-9}$

() 平均値

* 標準偏差

第12表 管理区域（原子炉室）における空气中放射性物質濃度

年 月	ダスト吸引中飽和値 ($\times 10^{-6}$ Bq/cm ³)		吸引停止10時間後 ($\times 10^{-7}$ Bq/cm ³)		吸引停止17時間後 ($\times 10^{-7}$ Bq/cm ³)	
	原子炉運転中	休 止 時	原子炉運転中	休 止 時	原子炉運転中	休 止 時
平成23年 4月	2.8	1.8	1.3	1.2	0.88	0.75
5月	2.0	2.0	1.4	1.1	0.74	0.71
6月	1.4	1.9	1.0	1.3	0.7	0.9
7月	1.7	1.9	1.2	1.2	0.77	0.86
8月	1.8	1.7	1.2	1.4	0.76	0.91
9月	1.5	1.8	1.0	0.90	0.68	0.57
10月	2.2	1.9	1.3	1.2	0.85	0.75
11月	1.9	2.6	1.2	1.5	0.84	0.95
12月	1.6	1.8	0.97	1.1	0.67	0.70
平成24年 1月	1.3	1.7	0.76	0.98	0.49	0.65
2月	2.2	2.0	1.1	0.87	0.72	0.59
3月	1.7	1.6	0.89	1.00	0.63	0.68
年 平均	1.8 \pm 0.8*	1.8 \pm 0.7	1.1 \pm 0.4	1.1 \pm 0.4	0.73 \pm 0.26	0.74 \pm 0.24

* 標準偏差

第13表 管理区域（トレーサー・加速器棟）における空气中放射性物質濃度

($\times 10^{-7}$ Bq/cm³)

年 月	ダスト吸引中飽和値		吸引停止10時間後		吸引停止17時間後	
	範 囲	平均値	範 囲	平均値	範 囲	平均値
平成23年 4月	3.5 ~ 12	6.7 \pm 2.8*	0.48 ~ 2.6	1.0 \pm 0.7	0.29 ~ 1.6	0.68 \pm 0.38
5月	4.0 ~ 10	5.7 \pm 1.8	0.24 ~ 1.6	0.80 \pm 0.38	0.00 ~ 1.10	0.47 \pm 0.32
6月	3.0 ~ 10	6.6 \pm 2.2	0.36 ~ 1.7	1.0 \pm 0.4	0.18 ~ 1.20	0.74 \pm 0.37
7月	0.72 ~ 11	5.0 \pm 3.5	0.36 ~ 1.6	0.99 \pm 0.38	0.24 ~ 1.1	0.62 \pm 0.28
8月	2.3 ~ 5.8	3.3 \pm 1.1	0.59 ~ 2.3	1.1 \pm 0.48	0.24 ~ 1.8	0.69 \pm 0.44
9月	2.0 ~ 6.5	4.0 \pm 1.7	0.60 ~ 1.4	1.0 \pm 0.22	0.35 ~ 1.2	0.58 \pm 0.24
10月	4.6 ~ 15	8.8 \pm 3.2	0.36 ~ 1.8	1.4 \pm 0.46	0.24 ~ 1.5	0.83 \pm 0.39
11月	4.2 ~ 17	9.3 \pm 4.5	0.71 ~ 2.3	1.2 \pm 0.52	0.48 ~ 2.0	0.85 \pm 0.51
12月	4.6 ~ 12	8.3 \pm 2.9	0.48 ~ 2.3	1.2 \pm 0.60	0.12 ~ 1.7	0.81 \pm 0.54
平成24年 1月	4.5 ~ 12	8.3 \pm 2.6	0.36 ~ 1.9	1.1 \pm 0.51	0.24 ~ 1.2	0.75 \pm 0.30
2月	3.7 ~ 17	9.9 \pm 4.1	0.12 ~ 3.4	1.3 \pm 0.91	0.05 ~ 2.0	0.87 \pm 0.57
3月	3.2 ~ 11	6.3 \pm 3.0	0.16 ~ 1.3	0.60 \pm 0.39	0.11 ~ 0.8	0.41 \pm 0.24
年 平均	6.8 \pm 3.4*		1.1 \pm 0.5		0.69 \pm 0.41	

* 標準偏差

第14表 周辺監視区域内における空气中放射性物質濃度

 $(\times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3)$

年 月 日	吸引中飽和値	吸引停止10時間後	吸引停止17時間後
平成23年 4月15日	5.5	0.95	0.48
5月20日	3.5	0.47	0.24
6月17日	6.6	0.48	0.24
7月15日	4.3	0.83	0.71
8月30日	5.1	0.71	0.59
9月14日	5.6	1.4	1.1
10月20日	6.0	0.96	0.60
11月24日	3.5	0.24	0.12
12月15日	7.8	0.48	0.24
平成24年 1月25日	5.6	0.77	0.65
2月15日	12	0.42	0.27
3月16日	6.8	0.38	0.22
平均	6.0 \pm 2.3*	0.67 \pm 0.33	0.46 \pm 0.29

* 標準偏差

第15表 周辺監視区域外における空气中放射性物質濃度

 $(\times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3)$

年 月 日	吸引中飽和値	吸引停止10時間後	吸引停止17時間後
平成23年 4月28日	6.2	0.54	0.28
5月26日	4.0	0.44	0.18
6月30日	0.50	0.17	0.00
7月28日	0.83	0.33	0.08
8月31日	2.60	0.27	0.09
9月29日	5.7	0.45	0.21
10月26日	3.6	0.18	0.09
11月29日	12	0.68	0.17
12月22日	1.1	0.16	0.03
平成24年 1月25日	5.8	0.13	0.09
2月23日	5.6	0.13	0.08
3月28日	0.30	0.56	0.49
平均	4.0 \pm 3.4*	0.34 \pm 0.19	0.15 \pm 0.13

* 標準偏差

第16表 放射性気体廃棄物の放出量

(原子炉施設全体)

期 間	実 測 値			計 算 に よ る (⁴¹ Ar)			
	全希ガス	¹³¹ I	その他	運転実績 (W・h)	放出実績 (Bq)	放出率 (Bq/h)	排気口の平均濃度 (Bq/cm ³)
平成23年 4月～6月	※	—	—	59.09	9.45 × 10 ⁶	4.33 × 10 ³	1.62 × 10 ⁻⁶
7月～9月	※	—	—	57.18	9.15 × 10 ⁶	4.14 × 10 ³	1.55 × 10 ⁻⁶
10月～12月	※	—	—	101.23	1.62 × 10 ⁷	7.34 × 10 ³	2.74 × 10 ⁻⁶
平成24年 1月～3月	※	—	—	48.68	7.79 × 10 ⁶	3.57 × 10 ³	1.33 × 10 ⁻⁶
平成23年度	※	—	—	266.18	4.26 × 10 ⁷	4.85 × 10 ³	1.81 × 10 ⁻⁶

※ : 検出限界 (1.1 × 10³ Bq/sec) 以下

— : 未 測 定

放出管理目標値 : 1.9 × 10⁸ Bq/年間以下「放射線管理マニュアル」に定める値 (1.60 × 10⁵ Bq/h) に、当施設年間の最大運転実績を1200時間とすると放出管理目標値は年間1.9 × 10⁸ Bq以下である。

第17表 原子炉施設の周辺監視区域境界付近における気体廃棄物による実効線量

期 間	平成23年4月～平成24年3月	
運 転 実 績	266.18	W・h
放 出 実 績	4.26 × 10 ⁷	Bq
放 出 率	4.85 × 10 ³	Bq/h
排気口の平均放射性物質濃度	1.81 × 10 ⁻⁶	Bq/cm ³
周辺監視区域境界付近の放射性物質濃度	2.15 × 10 ⁻¹⁰	Bq/cm ³
γ線外部被ばくによる年間実効線量	1.53 × 10 ⁻⁴	μSv/y

$$\text{最大地表放射能濃度 (Bq/m}^3\text{)} = \frac{1.15 \times 10^{-7} \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times \text{排気口での放出率 (Bq/h)}}{2.6 \text{ (m/s)}}$$

3) γ 線外部被ばくによる全身被ばく線量評価

大気安定度 F の場合、放出率1Bq/h、 γ 線エネルギー 1MeV、その時の風速1m/sec、排気筒の高さ16mに対して放出点から最も近い人家のある地点で予想される被ばくは $8.1 \times 10^{-12} \mu\text{Sv/h}$ と計算される。線量評価のうち α 線の被ばくは含まず、スカイシャインについては問題とならない。

$$\text{被ばく評価値 (}\mu\text{Sv/y)} = \frac{8.1 \times 10^{-12} (\mu\text{Sv/h}) \times \text{平均}^{41}\text{Ar放出率(Bq/h)} \times C \times t(\text{h})}{2.6 \text{ (m/s)}}$$

C : エネルギー補正係数 1.242 (^{41}Ar の γ 線エネルギーに対する)

t : 当該期間の時間 (365×24h)

2.6 : 調和平均風速 (m/s)

3.2.2 排水中放射性物質濃度の測定

排水中の放射性物質濃度は放射線総合モニタにより原子炉施設、トレーサー・加速器棟ともに排水槽 A-2槽について連続測定し、排水溝へ放出する前には A-4槽において採水法により測定を行った。原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における排水中の全 β 放射性物質濃度を第18表に示した。これに

第18表 排水中の全 β 放射性物質濃度

($\times 10^{-5}\text{Bq/cm}^3$)

期 間	原子炉施設		トレーサー・加速器棟	
	最高値	平均値	最高値	平均値
平成23年 4月 ~ 6月	6.5 ± 1.0*1	6.5 ± 1.0	14.8 ± 1.3	12.3 ± 0.7
7月 ~ 9月	7.5 ± 1.1	6.0 ± 0.4	16.5 ± 1.4	14.1 ± 0.9
10月 ~ 12月	14.5 ± 1.3	11.1 ± 0.6	13.9 ± 1.3	13.9 ± 1.3
平成24年 1月 ~ 3月	13.5 ± 0.5	12.2 ± 0.7	13.1 ± 1.3	12.4 ± 0.9
年 平 均	10.2 ± 0.3		13.0 ± 0.5	

*1 計数誤差

第19表 排水の年間放出放射能

($\times 10^2 \text{ Bq}$)

	原子炉施設	トレーサー・加速器棟
年間放出放射能総量	48.0	125

よると原子炉施設排水の全 β 放射性物質濃度は採水法による測定で最高 $1.5 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ で当所の排水中の調査レベル以下であり、年間の放出量（第19表）は $4.8 \times 10^9 \text{Bq}$ であった。原子炉施設における放射性液体廃棄物の放出管理目標値は ^{40}K 換算で年間 $3.7 \times 10^7 \text{Bq}$ であり、平成23年度においては充分下回っている。トレーサー・加速器棟の排水については最高 $1.7 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ 、年間の放出量（第19表）は $1.3 \times 10^4 \text{Bq}$ であった。また排水試料については、環境影響調査のためにさらに詳細分析を実施しており、 γ 線核種分析の結果として第20表に示した。これによるといずれの施設においても ^{137}Cs が検出されたが、原子炉施設においては、現在 ^{137}Cs

を使用していないので放出は考えられないが、現トレーサー・加速器棟設置以前（昭和44年）、R I 実験室は原子炉施設内にあり、その当時使用していた排水管に吸着、残存していたものが若干流出してくるものと思われ、その量は非常に微量である。またこの ^{137}Cs の他に、原子炉施設では ^{134}Cs もごく微量に検出された。この原因としては、2011年3月の東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の影響によるものと考えられる。 γ 線核種分析は試料約20 ℓ を採水し、蒸発乾固後、プラスチック容器（100ml容 ϕ 50mm）に入れ、真性ゲルマニウム半導体検出器（有効体積80ml、プリンストンガンマテック社製の同軸型）、測定系として

第20表 排水中の γ 放射性核種濃度 $(\times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3)$

期 間	原子炉施設			トレーサー・加速器棟	
	Cs-137	Cs-134	K-40	Cs-137	K-40
平成23年4月 平成24年3月	$< 0.0038 \pm 0.0005^*$	$< 0.0030 \pm 0.0005$	$< 0.052 \pm 0.010$	$< 0.0023 \pm 0.0004$	$< 0.131 \pm 0.012$

*計数誤差

第21表 減速材中の全 β 放射性物質濃度 $(\times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3)$

期 間	北側タンク		南側タンク	
	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値
平成23年 4月 ~ 6月	3.4 ~ 4.8	$4.2 \pm 0.7^*$	4.2 ~ 10.9	$7.4 \pm 3.3^*$
7月 ~ 9月	2.4 ~ 8.8	5.7 ± 3.2	2.5 ~ 9.1	6.9 ± 3.8
10月 ~ 12月	4.9 ~ 10	7.9 ± 2.6	6.5 ~ 12.6	9.2 ± 3.1
平成24年 1月 ~ 3月	4.2 ~ 7.7	5.8 ± 1.8	5.1 ~ 8.5	6.4 ± 1.9

* 標準偏差

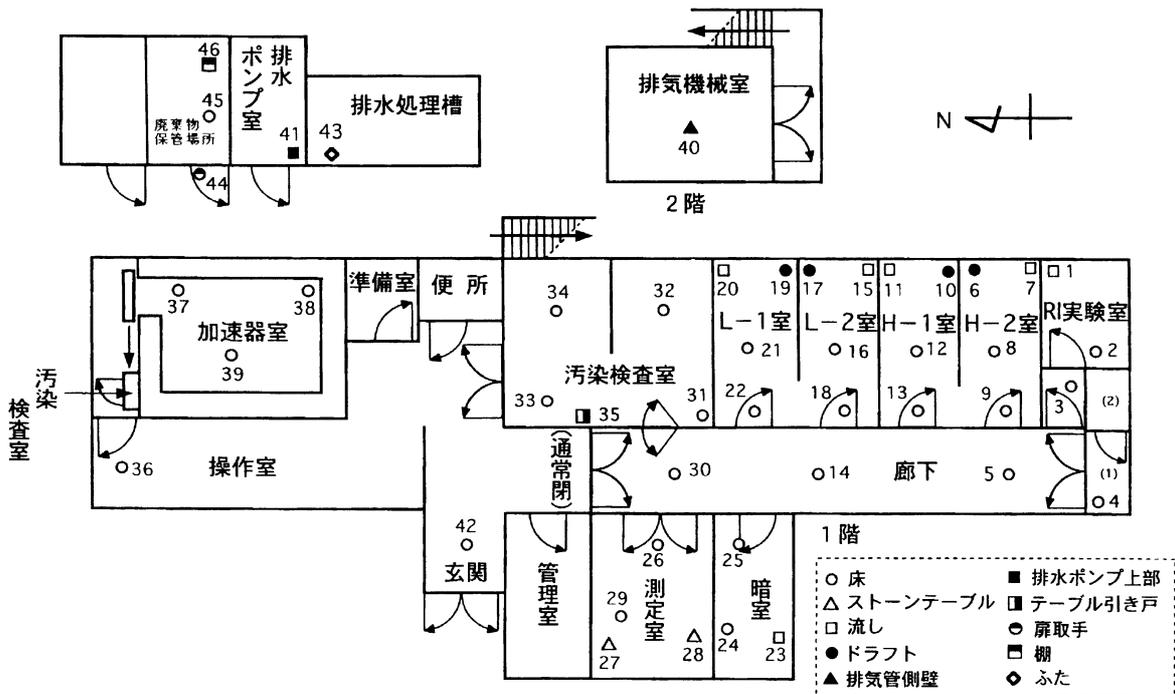
SEIKO EG&G社製7700多重波高分析器、データの収集及び解析にはSEIKO EG&G社製 γ studio 及びEPSON Pro-500Lパーソナルコンピュータを用いて、測定及び γ 線スペクトル分析により核種分析を行った。検出器は、 ^{60}Co 1332keVの γ 線に対する相対検出効率率は約20%、半値幅は2keVの特性をもつもので、密着状態で測定を行った。原子炉

燃料タンク2槽（60 ℓ 容）中の減速水を1カ月毎採水し、全 β 放射能濃度を2 π ガスフロー・ローバックグラウンド計数装置（Aloka製LBC-471P）で測定し、その結果を第21表に示した。これによると減速水の全 β 放射能濃度は $(2.4 \sim 12.6) \times 10^{-5}$ Bq/cm³ に変動している。また北側及び南側燃料タンク内の減速水（交換は年1回）を3カ月に採取

第22表 減速材中の γ 放射性核種濃度($\times 10^{-3}\text{Bq}/\ell$)

期 間	核 種	北側燃料タンク	南側燃料タンク
平成23年 4月	^{54}Mn , ^{65}Zn	N D	N D
7月	^{54}Mn , ^{65}Zn	N D	N D
10月	^{54}Mn , ^{65}Zn	N D	N D
平成24年 2月	^{54}Mn , ^{65}Zn	N D	N D

ND：検出限界以下



し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて核種分析を行った。その結果を第22表に示したが、いずれの核種も検出されなかった。

3.3 表面密度の測定

原子炉施設及びトレーサー・加速器棟の管理区域内(第4図)における床、ドラフト、流し及び実験台の表面密度の測定は、スミア法によって定期的に1か月に1回、原子炉施設23定点、トレーサー・加速器棟46定点、また1週間に1回、月1回の測定点より数カ所選出し、原子炉施設12定点、トレーサー・加速器棟10定点について実施している。表面密度の測定は、全β放射能濃度をアロカ製2πガスフロー・ローバックグラウンド計数装置(LBC-

471P)により、³Hによる表面密度については、パッカー社製液体シンチレーション計数装置(Tri-carb 2250)により行った。月1回行った表面密度の測定結果を第23～26表に示した。原子炉施設における全β表面密度の最高値は $4.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^2$ と調査レベルのほぼ1万分の1で、顕著な表面汚染の事例は無かった。トレーサー・加速器棟における全β表面密度及び³H表面密度の最高値は、それぞれRI実験室流しで $4.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^2$ 、測定室測定台(北)で $2.4 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ を示したが、バックグラウンドレベルで表面汚染の事例はなかった。

平成23年度における放射性汚染の異常例はなかった。

第23表 全β放射性物質表面密度の月別変動

($\times 10^{-5} \text{Bq/cm}^2$)

年 月	原子炉施設	トレーサー・加速器棟
平成23年 4月	< 40	< 25
5月	< 40	< 40
6月	< 25	< 32
7月	< 25	< 32
8月	< 32	< 32
9月	< 32	< 32
10月	< 32	< 32
11月	< 18	< 25
12月	< 25	< 32
平成24年 1月	< 18	< 32
2月	< 25	< 25
3月	< 32	< 25

ND：検出限界以下

第24表 スミア法による原子炉施設における全 β 表面密度

No.	測定位置		全 β 表面密度 ($\times 10^{-5}$ Bq/cm ²)
1	モニタ室	洗面台付近・床	< 40
2		管理区域境界付近・床	< 18
3	測定室 (1)	床	< 25
4		サイドテーブル	< 18
5	測定室 (2)	床	< 32
6		入口側壁	< 40
7	準備室	床	< 11
8	実験室	床	< 18
9	廊下	床	< 32
10	原子炉室	遮蔽タンク上	< 32
11		床	< 18
12	保管場所	入口付近・床	< 32
13		床	< 25
14	コントロール室	床	< 25
15	排気機械室	ダクト側壁	< 25
16	排水ポンプ室	ポンプ上部	< 25
17	取扱場所	入口付近・床	< 25
18		床	< 25
19	使用場所	床	< 11
20	排水処理槽	上蓋	< 32
21		入口扉	< 40
22	廃棄物保管庫	ドラム缶下部	< 32
23		棚	< 18

ND：検出限界以下

第25表 スミア法によるトレーサー・加速器棟における全 β 表面密度

No.	測定位置	全 β 表面密度 (10^{-5} Bq/cm ²)	No.	測定位置	全 β 表面密度 (10^{-5} Bq/cm ²)
1	R I 実験室 流し	< 40	24	暗室 床(1)	< 32
2	R I 実験室 床(1)	< 25	25	暗室 床(2)	< 25
3	R I 実験室 床(2)	< 18	26	測定室 床(1)	< 25
4	R I 貯蔵室 (1) 床	< 18	27	測定室測定台 (北)	< 25
5	廊下 (H室前) 床	< 25	28	測定室測定台 (南)	< 11
6	高レベル実験室 (H-2) ドラフト	< 25	29	測定室 床(2)	< 18
7	高レベル実験室 (H-2) 流し	< 32	30	廊下 (測定室前) 床	ND
8	高レベル実験室 (H-2) 床(1)	< 32	31	汚染検査室 床(1)	< 25
9	高レベル実験室 (H-2) 床(2)	< 32	32	汚染検査室 床(2)	< 32
10	高レベル実験室 (H-1) ドラフト	< 32	33	汚染検査室 床(3)	< 18
11	高レベル実験室 (H-1) 流し	< 32	34	汚染検査室 床(4)	< 18
12	高レベル実験室 (H-1) 床(1)	< 32	35	汚染検査室 測定台	< 18
13	高レベル実験室 (H-1) 床(2)	< 11	36	加速器操作室 床	< 25
14	廊下 (L室前) 床	< 25	37	加速器室 床(1)	< 32
15	低レベル実験室 (L-2) 流し	< 18	38	加速器室 床(2)	< 18
16	低レベル実験室 (L-2) 床(1)	< 25	39	加速器室 床(3)	< 25
17	低レベル実験室 (L-2) ドラフト	< 18	40	排気機械室 (2F) ダクト付近	< 32
18	低レベル実験室 (L-2) 床(2)	< 11	41	排水ポンプ室 ポンプ付近	< 32
19	低レベル実験室 (L-1) ドラフト	< 11	42	トレーサー棟入口 床	< 32
20	低レベル実験室 (L-1) 流し	< 25	43	排水処理槽	< 32
21	低レベル実験室 (L-1) 床(1)	< 32	44	廃棄物保管庫 扉	< 25
22	低レベル実験室 (L-1) 床(2)	< 32	45	廃棄物保管庫 中央床	< 25
23	暗室 流し	< 32	46	廃棄物保管庫 棚	< 32

ND：検出限界以下

第26表 スミア法によるトレーサー・加速器棟における³H表面密度

No.	測定位置	³ H表面密度 (10 ⁻⁴ Bq/cm ²)	No.	測定位置	³ H表面密度 (10 ⁻⁴ Bq/cm ²)
1	R I 実験室 流し	< 10	24	暗室 床(1)	< 6.5
2	R I 実験室 床(1)	< 12	25	暗室 床(2)	< 5.9
3	R I 実験室 床(2)	< 14	26	測定室 床(1)	< 5.7
4	R I 貯蔵室 (1) 床	< 4.0	27	測定室測定台 (北)	< 24
5	廊下 (H 室 前) 床	< 11	28	測定室測定台 (南)	< 7.1
6	高レベル実験室 (H-2) ドラフト	< 10	29	測定室 床(2)	< 6.3
7	高レベル実験室 (H-2) 流し	< 15	30	廊下 (測定室前) 床	< 5.0
8	高レベル実験室 (H-2) 床(1)	< 3.4	31	汚染検査室 床(1)	< 5.6
9	高レベル実験室 (H-2) 床(2)	< 4.3	32	汚染検査室 床(2)	< 13
10	高レベル実験室 (H-1) ドラフト	< 5.6	33	汚染検査室 床(3)	< 12
11	高レベル実験室 (H-1) 流し	< 7.5	34	汚染検査室 床(4)	< 12
12	高レベル実験室 (H-1) 床(1)	< 7.0	35	汚染検査室 測定台	< 8.5
13	高レベル実験室 (H-1) 床(2)	< 12	36	加速器操作室 床	< 7.1
14	廊下 (L 室 前) 床	< 13	37	加速器室 床(1)	< 8.4
15	低レベル実験室 (L-2) 流し	< 11	38	加速器室 床(2)	< 10
16	低レベル実験室 (L-2) 床(1)	< 10	39	加速器室 床(3)	< 4.2
17	低レベル実験室 (L-2) ドラフト	< 6.4	40	排気機械室 (2F) ダクト付近	< 2.9
18	低レベル実験室 (L-2) 床(2)	< 8.9	41	排水ポンプ室 ポンプ付近	< 6.8
19	低レベル実験室 (L-1) ドラフト	< 4.4	42	トレーサー棟入口 床	< 7.6
20	低レベル実験室 (L-1) 流し	< 7.0	43	排水処理槽	< 14
21	低レベル実験室 (L-1) 床(1)	< 4.2	44	廃棄物保管庫 扉	< 14
22	低レベル実験室 (L-1) 床(2)	< 4.7	45	廃棄物保管庫 中央床	< 10
23	暗室 流し	< 4.9	46	廃棄物保管庫 棚	< 15

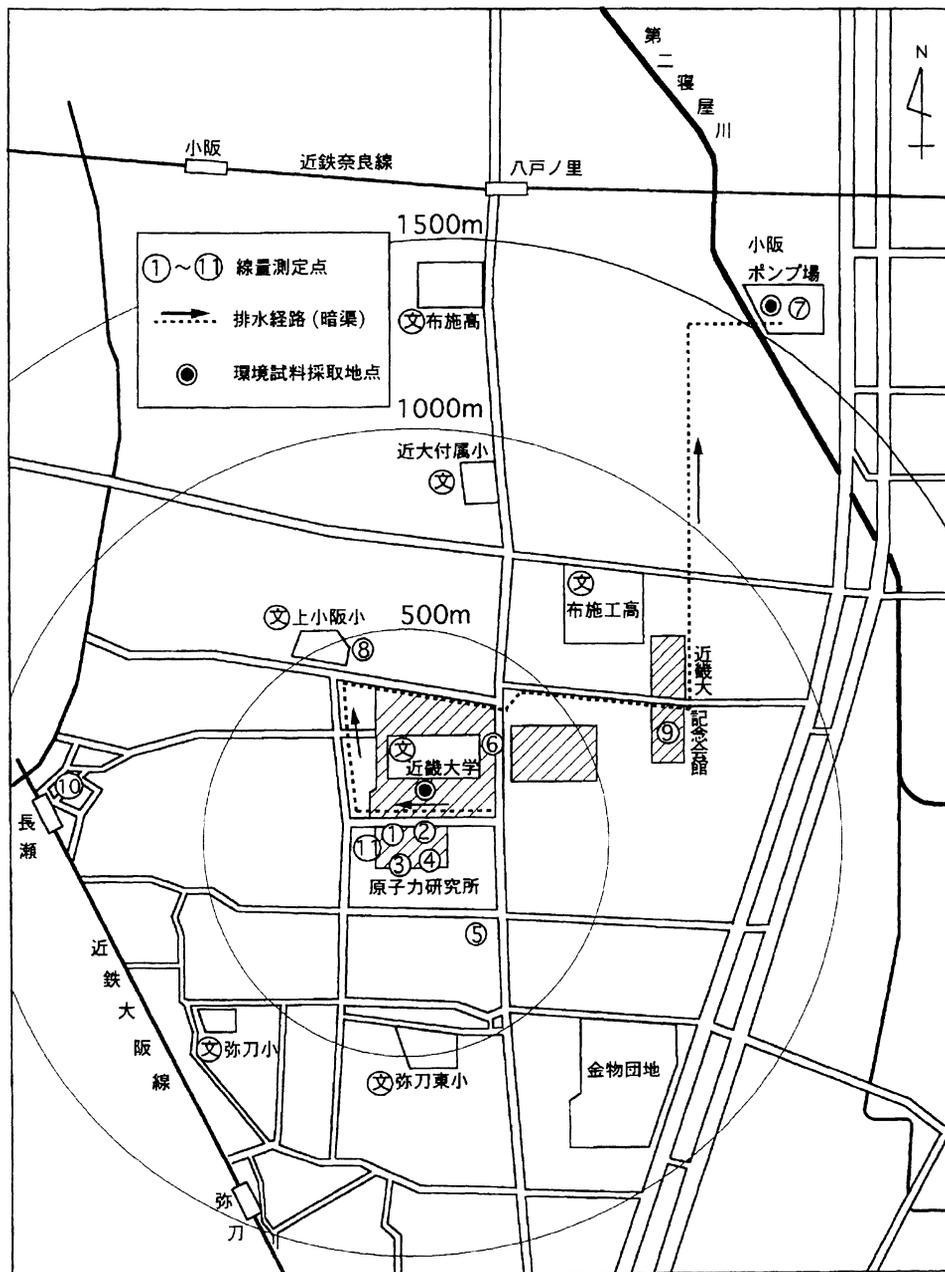
4. 野 外 管 理

野外管理は原子炉施設保安規定に定めるサンプルリング地点（第5図）において、環境γ線量率はTLD 1カ月間の積算線量をもとに計算により得た。また原子力災害対策特別措置法に係る空間放射線量率の測定は、NaIシンチレータ検出器によるモニタ

リングポストで連続測定を行った。陸水、植物及び排水溝の沈泥土などの環境試料中の全β放射能濃度は、3カ月間に1回定期的に測定を行った。

4.1 環境γ線量率

環境γ線量率の測定はTLD (CaSO₄(Tm), UD-200S) を用い、原子炉施設を中心に1.5kmの範囲内

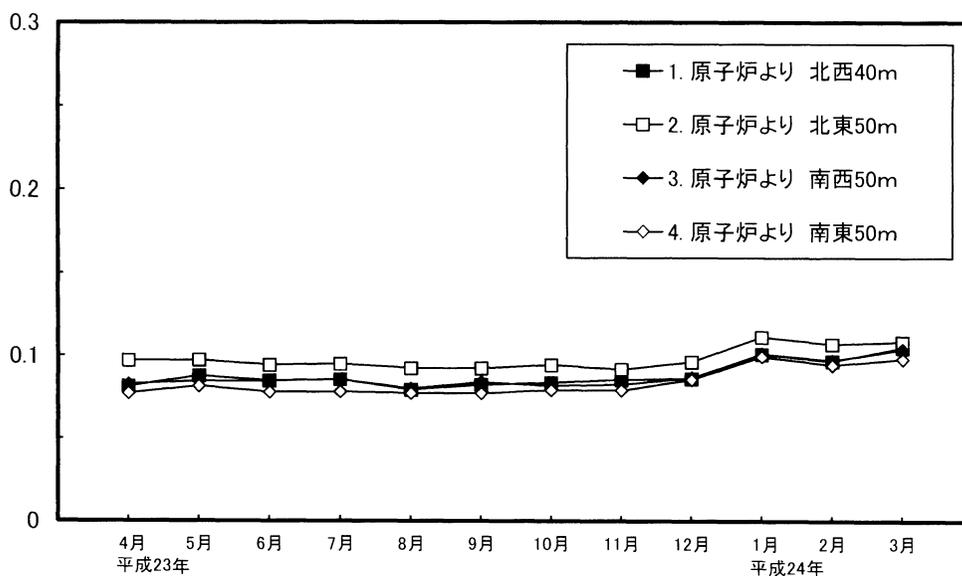


第5図 原子炉施設周辺における測定点

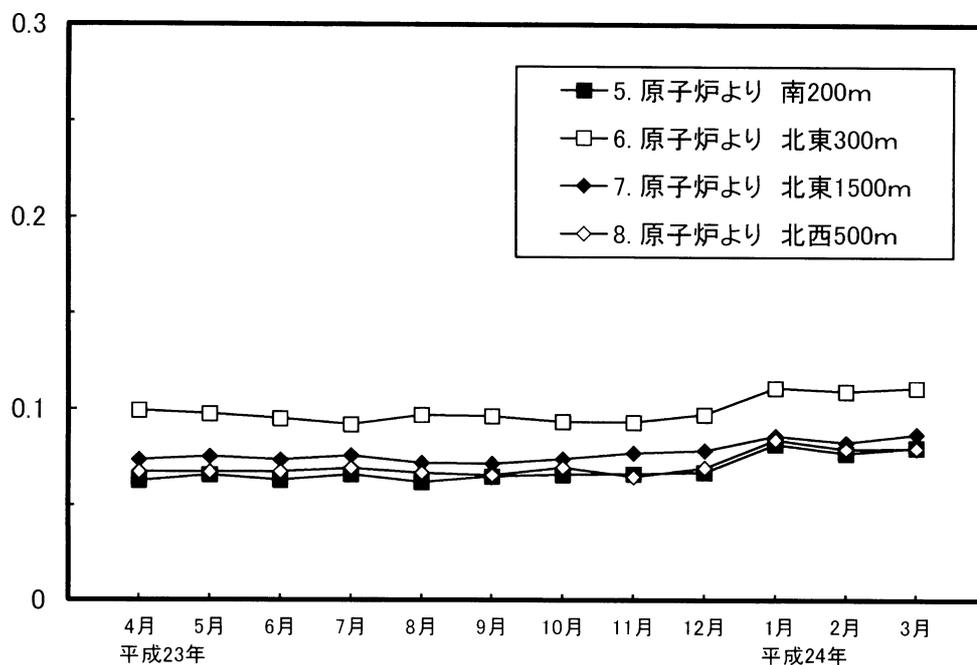
第27-1表 環境 γ 線量率の変動 (1) $(\times 10^{-2} \mu\text{Sv/h})$

No.	測定位置		変動範囲		年平均値		
①	原子炉より北西	40 m	7.9	～ 10.5	8.8	± 0.8 *	
②	原子炉より北東	50 m	9.2	～ 11.1	9.8	± 0.7	
③	原子炉より南西	50 m	8.0	～ 10.4	8.8	± 0.8	
④	原子炉より南東	50 m	7.7	～ 9.9	8.4	± 0.9	
⑤	原子炉より南	200 m	6.2	～ 8.2	6.8	± 0.7	
⑥	原子炉より北東	300 m	7.5	～ 11.1	9.9	± 0.7	
⑦	原子炉より北東	1500 m	7.1	～ 8.7	7.7	± 0.5	
⑧	原子炉より北西	500 m	6.5	～ 8.4	7.1	± 0.6	
⑨	原子炉より北東	700 m	7.7	～ 10.5	8.5	± 0.9	
⑩	原子炉より北西	900 m	8.0	～ 10.6	9.0	± 0.9	
⑪	原子炉より北西	50 m	7.4	～ 9.7	8.3	± 0.7	

* 標準偏差
($\mu\text{Sv/h}$)

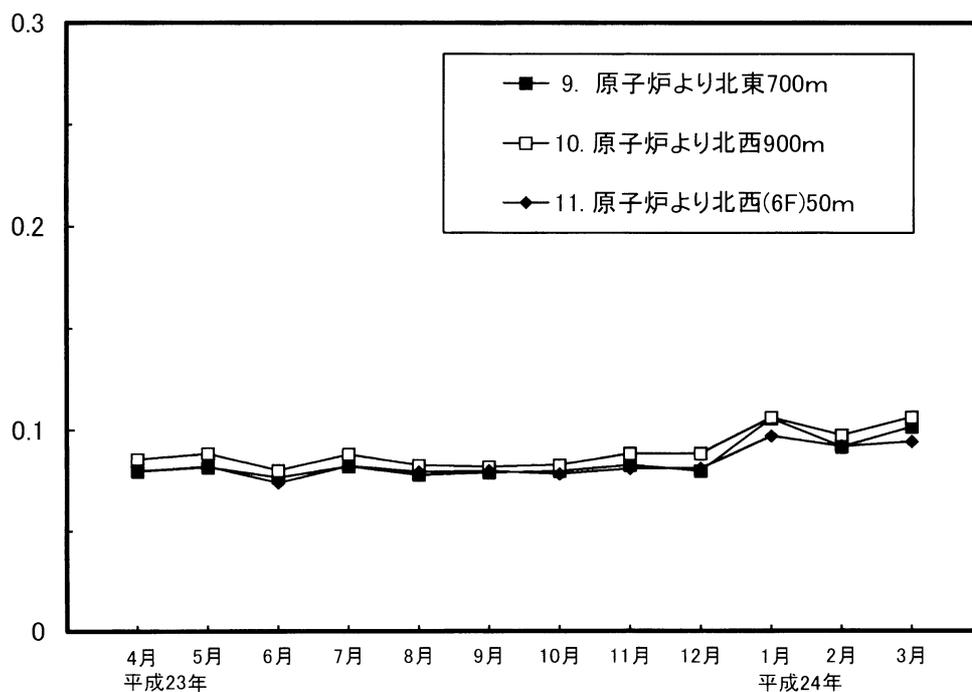
第 6-1 図 周辺監視区域境界における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



第 6-2 図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動

($\mu\text{Sv/h}$)



第 6-3 図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動

第27-2表 環境 γ 線量率の変動(2)

	モニタリングポストNo.1 (μ Sv/h)		モニタリングポストNo.2 (μ Gy/h)		モニタリングポストNo.3 (μ Gy/h)	
	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値
平成23年 4月	0.043 ~ 0.127	0.069	0.048 ~ 0.072	0.054	—	—
5月	0.044 ~ 0.113	0.071	0.048 ~ 0.078	0.055	—	—
6月	0.049 ~ 0.107	0.072	0.048 ~ 0.073	0.054	—	—
7月	0.045 ~ 0.120	0.073	0.048 ~ 0.082	0.055	—	—
8月	0.051 ~ 0.118	0.073	0.049 ~ 0.084	0.055	—	—
9月	0.050 ~ 0.110	0.073	0.048 ~ 0.074	0.055	—	—
10月	0.047 ~ 0.105	0.072	0.048 ~ 0.069	0.055	—	—
11月	0.043 ~ 0.120	0.070	0.048 ~ 0.066	0.054	0.072 ~ 0.094	0.081
12月	0.041 ~ 0.105	0.068	0.047 ~ 0.065	0.054	0.072 ~ 0.096	0.080
平成24年 1月	0.043 ~ 0.103	0.068	0.048 ~ 0.073	0.054	0.072 ~ 0.101	0.081
2月	0.040 ~ 0.110	0.065	0.047 ~ 0.078	0.054	0.070 ~ 0.105	0.079
3月	0.041 ~ 0.109	0.065	0.047 ~ 0.084	0.054	0.070 ~ 0.112	0.078
平成23年度	0.040 ~ 0.127	0.070	0.047 ~ 0.084	0.054	0.070 ~ 0.112	0.080

第28表 陸水の全 β 放射性物質濃度

採水場所	蒸発残渣量 (mg/ℓ)		カリウム含有量 (mg/ℓ)		全 β 放射性物質濃度 ($\times 10^{-5}$ Bq/mℓ)	
	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値
原子力研究所上流	226 ~ 378	311 \pm 70*	8.2 ~ 13.8	10.3 \pm 2.5*	29 ~ 42	33.1 \pm 6.2*
原子力研究所前	269 ~ 346	305 \pm 36	7.9 ~ 10.1	9.2 \pm 0.9	25 ~ 28	26.4 \pm 1.0
小阪ポンプ場	441 ~ 744	596 \pm 124	10.3 ~ 11.4	10.9 \pm 0.5	26 ~ 34	30.2 \pm 3.3

* 標準偏差

第29表 植物の全 β 放射性物質濃度

採取場所	種類 (科)	生体水分 (%)	植物当灰分 (%)	灰分当カリウム (%)	全 β 放射性物質濃度 (Bq/g灰分)
近畿大学構内	サンゴジュ (サンゴジュ科)	65.8 ~ 73.4 (68.3 \pm 3.4)*	2.5 ~ 3.4 (3.1 \pm 0.4)	14.8 ~ 17.0 (15.8 \pm 1.1)	2.9 ~ 6.2 (4.8 \pm 1.4)
	ツバキ (ツバキ科)	48.1 ~ 59.4 (54.4 \pm 4.7)	2.9 ~ 4.6 (3.6 \pm 0.7)	6.9 ~ 12.5 (8.9 \pm 2.6)	2.1 ~ 3.6 (2.8 \pm 0.6)
	キョウチクトウ (キョウチクトウ科)	63.8 ~ 77.6 (70.4 \pm 6.7)	1.9 ~ 3.5 (2.8 \pm 0.7)	13.7 ~ 26.4 (20.0 \pm 5.2)	4.7 ~ 6.4 (5.5 \pm 0.7)
小阪ポンプ場	サンゴジュ (サンゴジュ科)	68.5 ~ 77.2 (71.1 \pm 4.1)	1.9 ~ 3.0 (2.5 \pm 0.5)	17.1 ~ 19.7 (18.1 \pm 1.1)	3.5 ~ 7.1 (5.3 \pm 1.6)

() 平均値

* 標準偏差

11サンプリング地点に1カ月間設置して測定した積算線量より月平均 γ 線量率を計算し、**第27-1表**、**第6図**に年間の変動を示した。これによると原子炉施設周辺監視区域内（測定点①～④、⑪）の年平均 γ 線量率は0.083～0.098 μ Sv/h、原子炉施設敷地外のモニタリング地点では0.068～0.099 μ Sv/hとバックグラウンドレベルの範囲の変動で、顕著に高いレベルの場所はなかった。環境 γ 線量としては、普通一般には吸収線量率 μ Gy/hとして表示するのが適していると思われるが、測定結果そのものを校正係数により補正を行い、 μ Sv/hの単位で表示した。

また、原子力災害対策特別措置法に係るモニタリングポストにより測定した環境 γ 線量率の変動を**第27-2表**に示した。変動範囲は、1分間毎の線量率の最小、最大を示している。モニタリングポストNo.1（富士電機製）は原子炉より北西40m、モニタリングポストNo.2（三菱電機製）は原子炉より西20m、今年度新設したモニタリングポストNo.3（富士電機製）は原子炉より北東30mの位置にあり、それぞれ0.040～0.127 μ Sv/h、0.047～0.084 μ Gy/h、0.070～0.112 μ Sv/hで、バックグラウンドレベルであった。なお、新設したモニタリングポストは、平成23年11月10日から所内運用を開始しており、12月22日に文部科学省による放射線測定設備性能検査を受検し無事合格した後、平成24年2月24日付で文部科学大臣より放射線測定設備検査済証が交付された。

4.2 環境試料中の全 β 放射能濃度

原子炉施設及びトレーサー・加速器棟からの排水経路に沿ったサンプリング地点として原研前及び原子炉より1.5kmにある小阪ポンプ場、また比較対照のため当研究所からの排水経路に該当しない原研上流において採取した陸水、植物及び排水溝の沈泥土などの全 β 放射能濃度を**第28～30表**に示した。陸水（**第28表**）の全 β 放射能濃度は(25～42) $\times 10^{-5}$ Bq/cm³であり、最高値は原研上流で採取したものであった。植物試料（**第29表**）は、サンゴジュ科、ツバキ科、キョウチクトウ科の植物について調査し、これら植物の葉茎部の全 β 放射能濃度は、2.1～7.1Bq/g灰分であった。採取場所、採取時期によって同一種を試料とすることが難しく、全 β 放射能濃度の変動が大きい。そこで、一年を通じて採取が可能なものとして“ツバキ”、“サンゴジュ”、数年前より“キョウチクトウ”を選んだが、全 β 放射能濃度はカリウム含有量などに大きく左右されていると思われる。排水溝などの沈泥土（**第30表**）については0.55～0.94Bq/g乾土と自然の変動範囲内で採取地による差はあまりなく、最高値は陸水と同じく原研上流で採取したものであった。

第30表 排水経路における沈泥土の全 β 放射性物質濃度

(Bq/g 乾土)

採取場所	変動範囲	平均値
原子力研究所上流	0.71 ～ 0.94	0.80 ± 0.10 *
原子力研究所前	0.71 ～ 0.77	0.73 ± 0.03
小 阪 ポ ン プ 場	0.55 ～ 0.72	0.66 ± 0.08

* 標準偏差

第31表 陸水中の γ 放射性核種濃度 $(\times 10^{-3} \text{ Bq/cm}^3)$

採取場所	採取年月日	K-40	Be-7	Pb-212 (Th)	Bi-214(U)	Cs-137	Cs-134
原子力研究所上流	平成23年4月	0.28 ± 0.01	0.011 ± 0.004	ND	ND	0.0023 ± 0.0005	0.0013 ± 0.0004
	7月	0.21 ± 0.01	ND	ND	ND	ND	ND
	10月	0.35 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND
	平成24年1月	0.23 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND
原子力研究所前	平成23年4月	0.22 ± 0.01	ND	ND	ND	0.0025 ± 0.0005	0.0021 ± 0.0004
	7月	0.25 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND
	10月	0.22 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND
	平成24年1月	0.20 ± 0.01	ND	ND	ND	ND	ND
小阪ポンプ場	平成23年4月	0.26 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND
	7月	0.25 ± 0.01	ND	ND	ND	ND	ND
	10月	0.22 ± 0.01	ND	ND	ND	0.0017 ± 0.0005	ND
	平成24年1月	0.32 ± 0.02	ND	ND	ND	ND	ND

ND：検出限界以下

第32表 植物試料の γ 放射性核種濃度 (Bq/kg)

採取場所	試料	採取年月	K-40	Be-7	Ac-228(Th)	Pb-212(Th)	Tl-208(Th)	Ra-226(U)	Pb-214(U)	Bi-214(U)	Cs-137	Cs-134	I-131
近畿大学構内	サンゴジュ	平成23年4月	146±1.7	6.5±0.4	2.1±0.2	0.81±0.06	0.71±0.10	2.7±0.6	1.3±0.1	1.2±0.1	0.58±0.04	0.55±0.04	0.11±0.03
		7月	211±2.3	5.9±0.4	2.8±0.2	0.76±0.07	0.63±0.12	3.0±0.8	2.2±0.1	1.9±0.1	ND	0.18±0.04	ND
		10月	153±2.0	5.0±0.4	3.4±0.2	1.1±0.1	0.84±0.13	5.0±0.8	2.8±0.1	2.5±0.1	0.21±0.04	0.11±0.04	ND
		平成24年1月	173±2.2	5.1±0.4	3.8±0.2	1.7±0.1	1.1±0.1	5.0±0.9	3.1±0.1	2.6±0.1	0.28±0.04	ND	ND
	ツバキ	平成23年4月	88±1.7	9.5±0.5	5.1±0.3	4.6±0.1	3.7±0.2	3.7±0.9	1.9±0.1	1.5±0.1	0.73±0.05	0.63±0.05	ND
		7月	113±1.8	10.0±0.5	4.8±0.2	3.2±0.1	2.5±0.2	4.8±0.8	2.3±0.1	1.9±0.1	0.27±0.04	0.17±0.04	ND
		10月	107±1.9	5.5±0.5	6.0±0.3	4.8±0.1	3.6±0.2	5.9±1.0	3.7±0.1	3.3±0.1	ND	0.16±0.04	ND
		平成24年1月	86±1.9	7.8±0.5	8.4±0.3	7.5±0.1	5.4±0.2	6.8±1.2	4.4±0.2	3.9±0.2	0.35±0.06	ND	ND
	キョウチクトウ	平成23年4月	161±1.8	12.1±0.4	1.3±0.2	0.56±0.05	0.43±0.09	ND	0.43±0.07	0.46±0.07	1.1±0.0	0.89±0.04	0.20±0.03
		7月	158±1.8	3.1±0.3	1.1±0.2	ND	ND	ND	0.35±0.06	0.34±0.07	0.11±0.03	0.11±0.03	ND
		10月	217±2.2	2.2±0.3	1.3±0.2	0.20±0.06	ND	ND	0.51±0.07	0.46±0.08	ND	ND	ND
		平成24年1月	195±2.2	9.1±0.4	1.6±0.2	0.47±0.06	0.42±0.11	2.7±0.7	0.78±0.08	0.53±0.08	ND	ND	ND
小阪ポンプ場	平成23年4月	124±1.5	4.0±0.2	2.0±0.1	0.82±0.05	0.57±0.09	ND	0.65±0.06	0.68±0.06	ND	ND	ND	
	7月	186±2.0	6.6±0.3	5.2±0.2	1.0±0.1	0.56±0.11	3.9±0.7	2.1±0.1	1.8±0.1	ND	ND	ND	
	10月	143±1.8	4.9±0.3	4.5±0.2	1.0±0.1	0.93±0.12	4.4±0.7	2.3±0.1	2.1±0.1	ND	ND	ND	
	平成24年1月	168±2.0	4.9±0.3	4.4±0.2	1.7±0.1	1.4±0.1	4.0±0.8	2.4±0.1	1.9±0.1	ND	ND	ND	

ND：検出限界以下

第33表 沈泥土試料の γ 放射性核種濃度

採取場所	採取年月	(Bq/kg 乾土)								
		K-40	Be-7	Ac-228(Th)	Pb-212(Th)	Tl-208(Th)	Ra-226(U)	Pb-214(U)	Bi-214(U)	Cs-137
原子力研究所土流	平成23年4月	615 ± 10	ND	27 ± 1.5	22 ± 0.6	20 ± 1.0	33 ± 5.3	13 ± 0.6	11 ± 0.7	ND
	7月	588 ± 10	17 ± 1.9	24 ± 1.4	20 ± 0.7	18 ± 1.0	30 ± 5.3	13 ± 0.6	11 ± 0.6	ND
	10月	623 ± 10	9.5 ± 1.9	26 ± 1.4	24 ± 0.6	20 ± 1.0	40 ± 5.3	13 ± 0.6	13 ± 0.7	0.89 ± 0.25
	平成24年1月	614 ± 10	ND	22 ± 1.4	22 ± 0.5	20 ± 1.0	23 ± 5.2	12 ± 0.6	11 ± 0.7	ND
原子力研究所前	平成23年4月	597 ± 10	ND	22 ± 1.2	21 ± 0.5	18 ± 0.9	25 ± 4.8	11 ± 0.6	10 ± 0.6	ND
	7月	631 ± 10	30 ± 2.1	22 ± 1.3	18 ± 0.5	14 ± 0.9	27 ± 4.9	10 ± 0.6	9.7 ± 0.6	0.86 ± 0.22
	10月	595 ± 10	6.1 ± 1.7	20 ± 1.3	20 ± 0.5	18 ± 0.9	38 ± 4.8	11 ± 0.6	9.8 ± 0.6	0.89 ± 0.23
	平成24年1月	629 ± 10	6.5 ± 1.7	22 ± 1.3	19 ± 0.5	16 ± 0.9	25 ± 5.0	12 ± 0.6	11 ± 0.6	ND
小阪ポンプ場	平成23年4月	589 ± 10	6.2 ± 1.7	16 ± 1.2	13 ± 0.5	11 ± 0.9	ND	8.7 ± 0.6	7.6 ± 0.6	ND
	7月	621 ± 10	22 ± 1.8	16 ± 1.1	15 ± 0.5	12 ± 0.8	22 ± 4.4	9.1 ± 0.5	9.5 ± 0.6	0.67 ± 0.21
	10月	630 ± 10	10 ± 1.7	20 ± 1.2	18 ± 0.5	16 ± 0.9	28 ± 4.5	11 ± 0.6	11 ± 0.6	0.86 ± 0.22
	平成24年1月	621 ± 9.7	ND	16 ± 1.1	15 ± 0.5	14 ± 0.8	25 ± 4.6	11 ± 0.6	8.5 ± 0.6	ND

ND：検出限界以下

4.3 環境試料の γ 線核種分析³⁾

γ 線核種分析は環境試料水については約20ℓ、植物試料は新鮮物約1kg、土壌については約1kgを採取し、それぞれ蒸発乾固物、灰分及び乾土をプラスチック容器(100ml容φ50mm)に入れ、真性ゲルマニウム半導体検出器で測定した。

陸水、植物及び沈泥土の γ 線核種分析結果を第31～33表に示した。陸水試料について検出された核種は⁴⁰K、⁷Beの自然放射性核種と¹³⁷Cs及び¹³⁴Csがごく微量だが検出された。植物試料については⁴⁰K、⁷Be及び²³⁸U、²³²Thの壊変系列に属する自然放射性核種と¹³⁷Cs、¹³⁴Cs及び¹³¹Iがごく微量に検出された。¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、¹³¹Iは2011年3月に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の影響により検出されたものだと考えられる。

5. ま と め

平成23年度の原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における放射線管理に関する結果の概要を報告した。放射線安全、環境安全の観点から問題となる点はなかった。近年、原子炉施設周辺の定期的環境放射能調査において、自然放射性核種以外の長半減期人工放射性核種による影響は少なくなっていたが²⁻⁴⁾、ごく微量ではあるが人工放射性核種が検出された。これらの人工放射性核種は、当研究所からの異常な放射性物質の放出がないことから、2011年3月に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の影響によって、大気中に放出されたものの一部であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 放射線管理マニュアル (2005)
- 2) 森嶋彌重, 古賀妙子, 久永小枝美, 丹羽健夫,
河合廣, 他 5 名 ;
近畿大学原子力研究所年報, 23, 7 ~ 19 (1986)
- 3) 森嶋彌重, 古賀妙子, 久永小枝美, 三木良太,
河合廣, 他 3 名 ;
近畿大学原子力研究所年報, 24, 65 ~ 83 (1987)
- 4) 森嶋彌重, 古賀妙子, 久永小枝美, 三木良太,
河合廣, 他 3 名 ;
近畿大学原子力研究所年報, 27, 27 ~ 46 (1990)