

資料

放射線管理

稲垣昌代, 古賀妙子, 森嶋彌重, 中田延喜
瀧口千鶴子, 松本圭輔, 高山淳二

Radiation Hazard Control Report

Masayo INAGAKI, Taeko KOGA, Hiroshige MORISHIMA,
Nobuyoshi NAKATA, Chizuko TAKIGUCHI
Keisuke MATSUMOTO and Junji TAKAYAMA

1. ま え が き

近畿大学原子力研究所における平成16年4月より平成17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16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32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放射線障害防止法に係る放射線業務従事者として理工学部学生30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、他大学の共同施設等を利用する者も含め理工学部、薬学部学生など23名、計85名が放射線管理の対象となった。

平成16年度の原子炉運転状況は、最高熱出力1W、積算熱出力239.77W・h及び延運転時間523.67時間であった。中性子発生装置の運転はなく、コッククロフトワルトン型のこの装置においては、設置後40年以上を経過し、たび重なる故障や使用頻度の減少など装置の維持管理が不能となったため、平成17年2月25日付で放射線障害防止法による許可使用に関する軽微な変更に係る変更届を提出し、所定の処置の上、中性子発生装置を3月に廃棄処分した。文部科

学省による平成16年度の原子炉施設定期検査は平成16年3月9、17、18日にそれぞれ性能検査Ⅰ、Ⅱについて実施され、保安検査は四半期ごと、平成16年5月14日、7月26、27日、11月11、12日、平成17年2月2～4日に、それぞれ保安管理体制及び組織、線量等及び放射線測定器の管理、放射線管理区域の出入管理状況、品質保証、異常事態発生時の対応等に関する事項を重点的に検査が行われ、無事終了した。また原子炉施設の放射線管理施設は昭和53年の更新時より25年以上を経過し、修理時の部品入手が困難等、調整に時間を費やし、耐用年数も超えたため、平成16年10月15日付で原子炉施設（UTR-KINKI）の変更に係る設計及び工事の方法の認可（放射線管理施設の更新）を受け、放射線管理施設を更新し、平成17年3月9日使用前検査に無事合格した。さらに上述の放射線管理施設の更新時にモニタリングポスト1基も更新したため、原子力災害対策特別措置法に係る放射線測定設備検査が平成17年3月24日に実施され無事合格した。

本報では、平成16年度に定期的に実施した環境放射能調査等の結果について報告する。

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、放射線障害予防規定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たため、血液検査、眼及び皮膚の検査は年2回、年度初めと半年に1回実施する。検査は当大学医学部附属病院に測定を委託しており、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1名いたが、再検査及び管理医師による問診等により、生理学的変動の範囲内にあり、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、ガラスバッジ又は今年度よりフィルムバッジに代わりルクセルバッジ（（株）長瀬ランダウア製、以下「OSLバッジ」とする。）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。ガラスバッジ及びOSL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、作業の内容・内容・利用頻度などにより1ヵ月あるいは3ヵ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、OSLバッジ、電子ポケット線量計による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高0.337mSvで実効線量限度及び等価線量限度に達した者はなく、中性子線用ガラスバッジによる測定で

平成16年度

第1表 白血球数

検査年月日		平成16年4月	
		教職員	学生
白血球数 (/mm ³)	9000 以上	4	2
	5000～9000	25	44
	4000～5000	7	15
	4000 未満	0	1
計		36人	62人

第3表 血色素量

検査年月日		平成16年4月	
		教職員	学生
血色素量 (g/d l)	16.0 以上	3	6
	14.0～16.0	23	49
	12.0～14.0	5	7
	12.0 未満	5	0
計		36人	62人

血液検査結果

第2表 赤血球数

検査年月日		平成16年4月	
		教職員	学生
赤血球数 (万/mm ³)	550 以上	0	2
	450～550	23	53
	400～450	11	7
	400 未満	2	0
計		36人	62人

第4表 白血球百分率

検査年月日		平成16年4月	
		教職員	学生
好中球	桿状核	0～5%	0～6%
	分葉核	51～69%	57～70%
リンパ球		18～43%	21～38%
単球		1～6%	1～5%
好酸球		0～11%	0～12%
好塩基球		0～2%	0～1%

は検出限界以上の者は皆無であった。なお、ガラスバッジ、OSLバッジの測定結果で検出限界以下は0として集積した。また、作業時の実効線量の管理目標値、調査レベルを超える場合は皆無で、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。

3. 研究室管理

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電離箱式 γ エリアモニタ（富士電機製）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）、GM管式サーベイメータ（Aloka製TGS-121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。なお原子炉施設においては、総合モニタ（放射線管理施設）を更新したため、平成17年3月より γ 線エリアモニタとして半導体式エリアモニタ（富士電機製）が稼働している。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、 CaSO_4 （Tm））を用いて1カ月間の積算線量から計算により求めた。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0.2mSv、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1.0mSvと最高値を示した。その他の場所では全て0.1mSv以下、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カ月間の積算線量（ μSv ）を設置時間で割り、計算した。原子炉施設内8点（第1図）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2図に示した。これによると、平成16年9月に原子炉遮へいタンク南下部において最高値0.382 $\mu\text{Sv/h}$ を示した。最高値を示したこの原子炉遮へいタンク南下部において、放射線業務従事者が1週40時間作業を行ったとしても15 $\mu\text{Sv/W}$ となり、作業場所における線量限度1mSv/Wをはるかに下回っている。第2-1図において、原子炉室入口において若干変動し、7月及び2月に高いのは、原子炉施設定期検査、原子炉実験研修会、特性実験等において燃料要素の外観検査及び一時的に保管等によるもので、第2-2図における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る。トレーサー・加速器棟18点（第3図）における月間平均 γ 線量率の経時変動を第8表、第4図に示した。年間を通して大きな変動はなかったが、最高値は平成17年2月、暗室で0.12 $\mu\text{Sv/h}$ であった。年平均値は全ての場所で0.10 $\mu\text{Sv/h}$ 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レベルであった。

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 γ エリアモニタ、ダストモニタ、ガスモニタ（原子炉施設のみ）、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。原子炉施設内の線量率の測定は平成17年2月までは電離箱式 γ エリアモニタ（富士電機製、容量5ℓ）、総合モニタ更新後の3月以降は半導体式エリアモニタにより行い、測定した月間平均 γ 線量率、原子炉運転中及び原子炉運転休止時（バックグラウンド）のそれぞれ月間平均 γ 線量率について第9表に示した。な

第5表 放射線業務従事者の被ばく実効線量

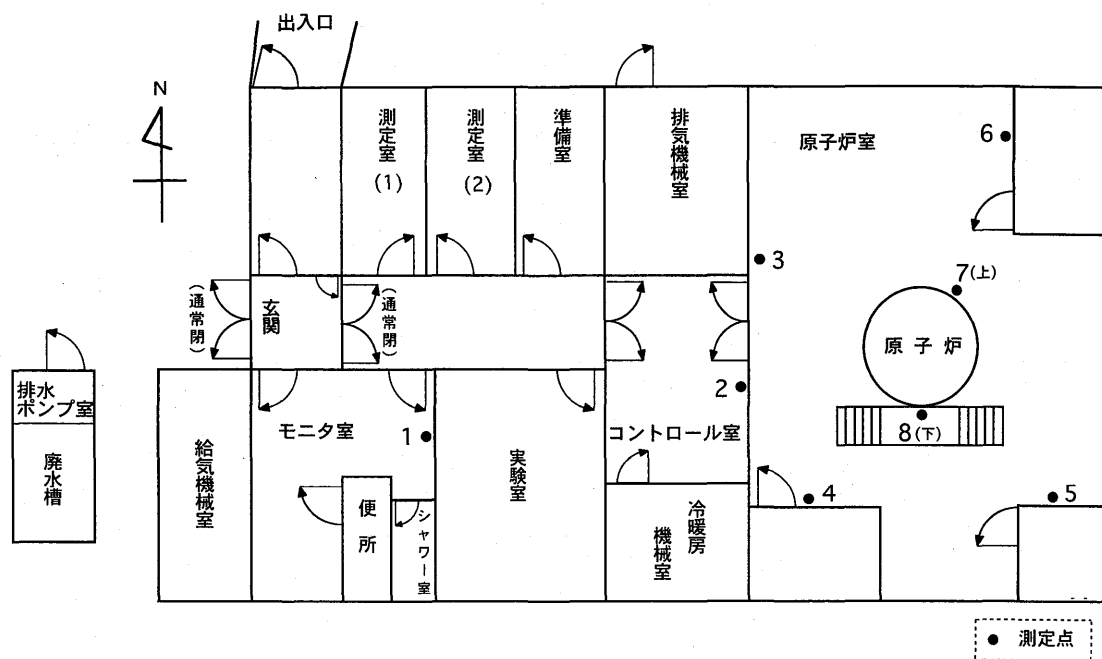
区 分	線量分布 (mSv)						総線量 (人・mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
	<5	5～15	15～25	25～50	50<	合 計			
教 員	29	0	0	0	0	29	1.339	0.046	0.377
学 生	53	0	0	0	0	53	0.080	0.002	0.032
計	82	0	0	0	0	82	1.419	0.017	—

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

(mSv)

測 定 位 置		平成16年										平成17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	X	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	X	X	1.0+4X	
	中性子源照射場所	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	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	X	X	X	X	X	X	X	X	12X	
周辺監視区域境界 NW		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X	
" NE		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X	
" SW		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X	
" SE		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12X	
原子炉運転・延熱出力 (W・h)		5	18.49	19.50	29.65	11.86	42.17	21.08	19.62	37.27	28.05	1.27	5.74	239.77	
中 性 子 源 利 用 時 間 (h)		0	18.05	0	0	0	0	0.17	0	0	0	0.50	0	18.72	

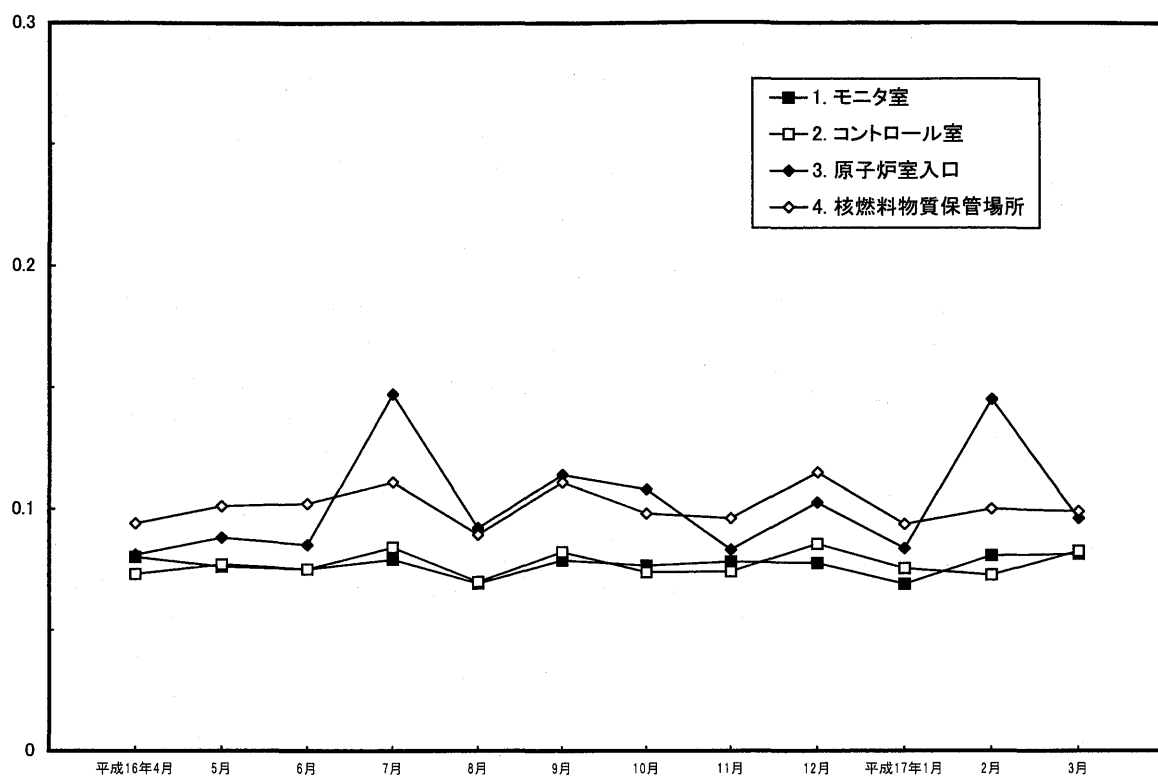
X : < 0.1mSv (検出限界以下)

第1図 原子炉施設における γ 線量率測定点第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 $(10^{-2} \mu\text{Sv/h})$

No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	モニタ室	6.9 ~ 8.1	7.7 [*] ± 0.4 [*]
2	コントロール室	7.0 ~ 8.5	7.7 ± 0.5
3	原子炉室入口	8.1 ~ 14.7	10.2 ± 2.3
4	核燃料物質保管場所	8.9 ~ 11.5	10.2 ± 0.8
5	核燃料物質使用場所	8.4 ~ 11.4	9.4 ± 0.8
6	核燃料物質取扱場所	7.7 ~ 10.8	9.1 ± 1.1
7	原子炉遮蔽タンク上部	7.1 ~ 21.1	13.4 ± 4.5
8	原子炉遮蔽タンク南下部	10.1 ~ 38.2	22.7 ± 8.8

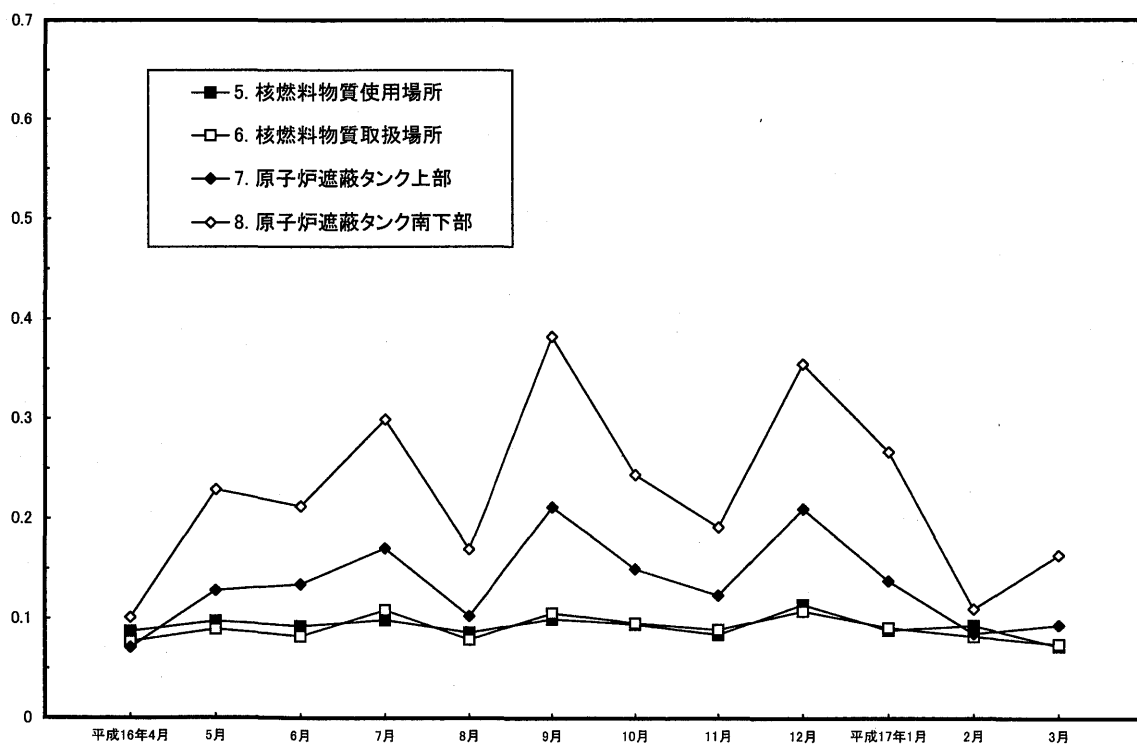
* 標準偏差

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

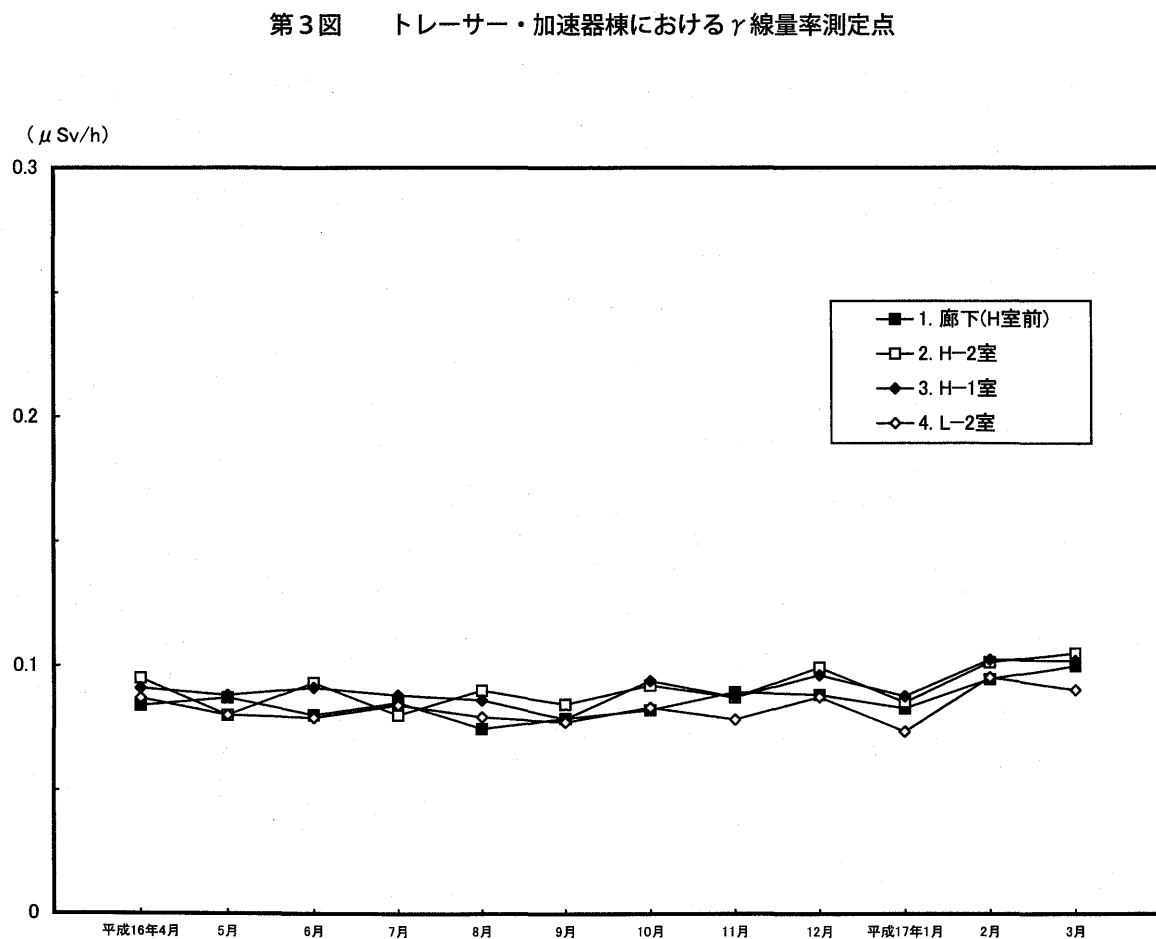
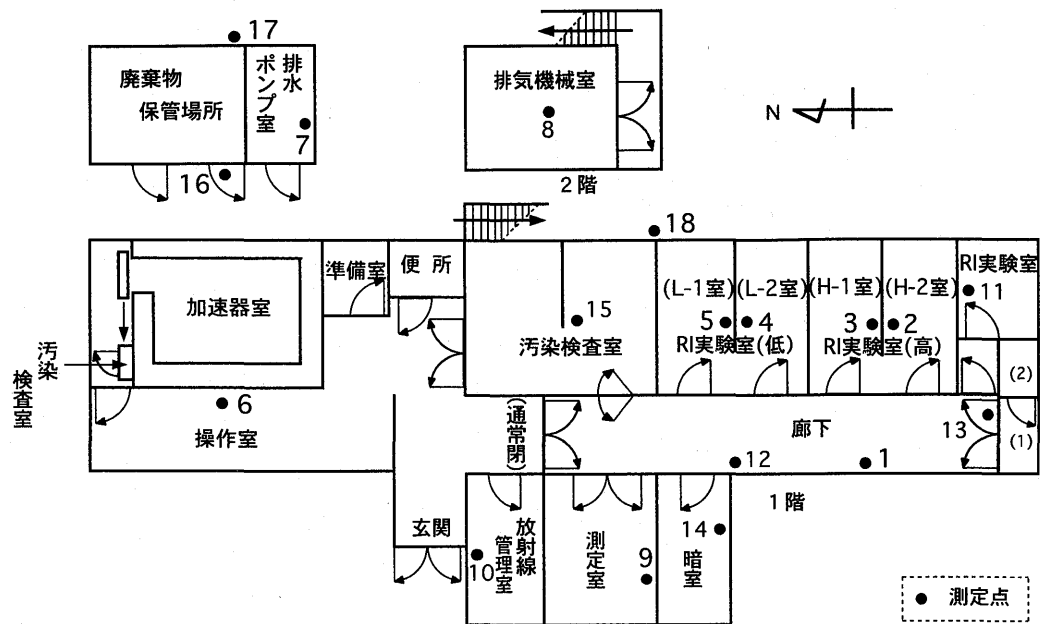


第2-1図 原子炉施設内における月間平均 γ 線量率の変動

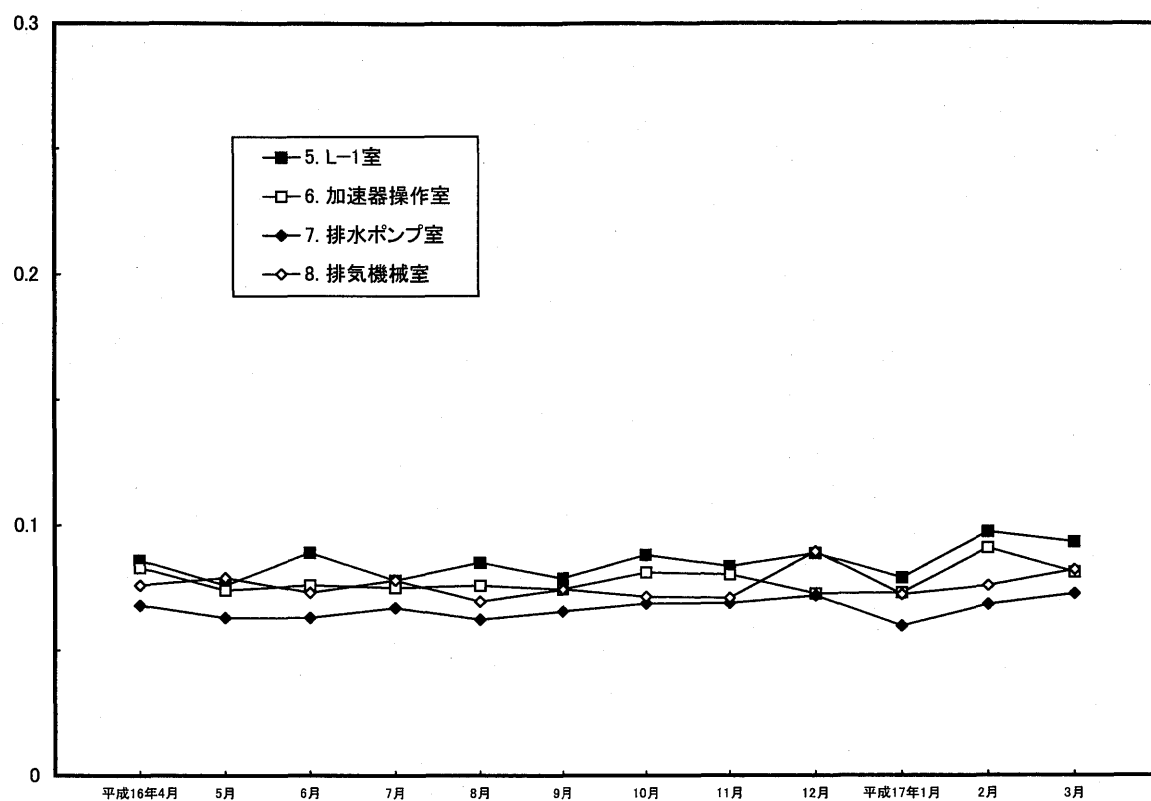
($\mu\text{Sv/h}$)



第2-2図 原子炉施設内における月間平均 γ 線量率の変動

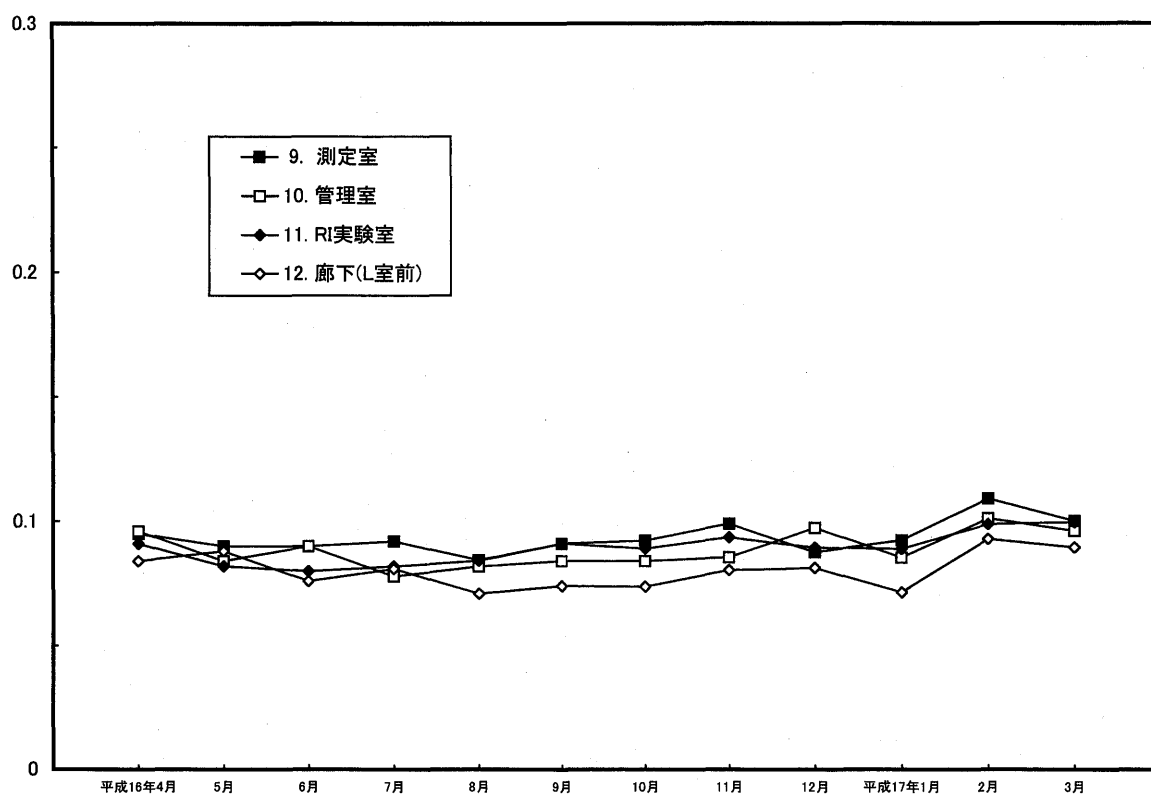
第4-1図 トレーサー・加速器棟内における月間平均 γ 線量率の変動

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

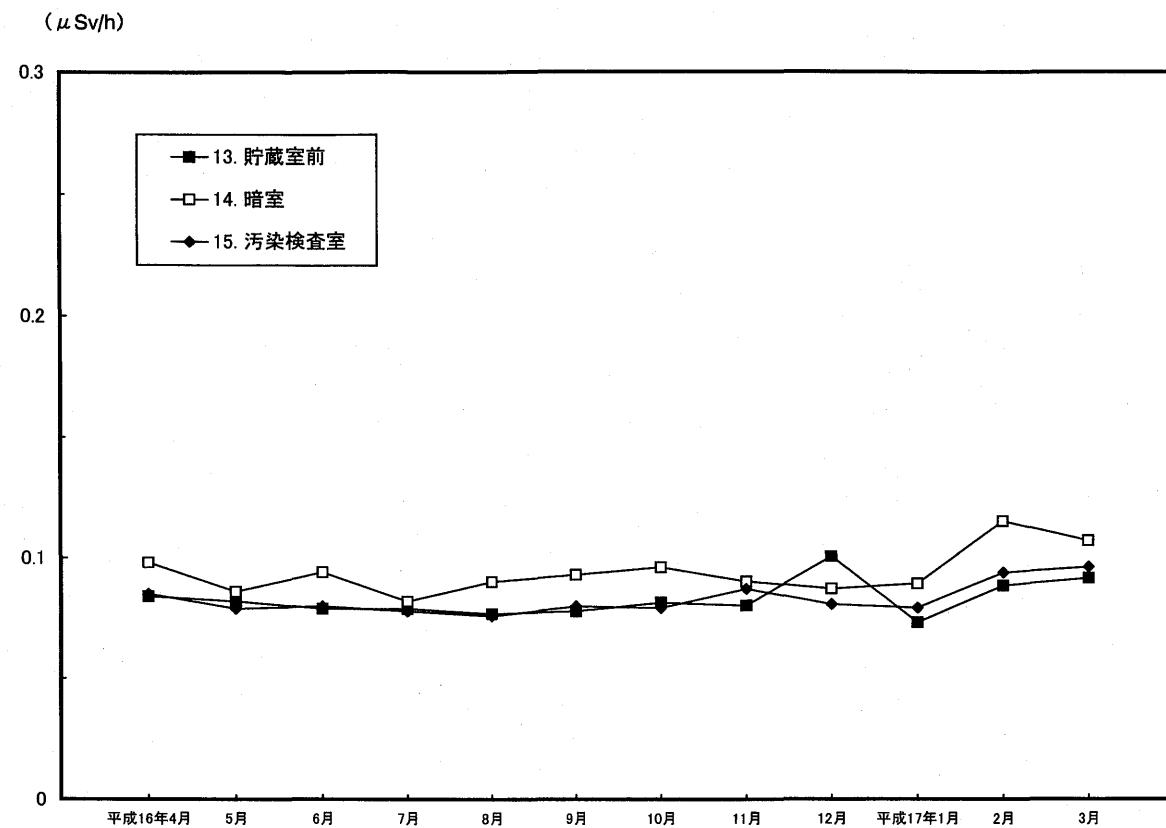
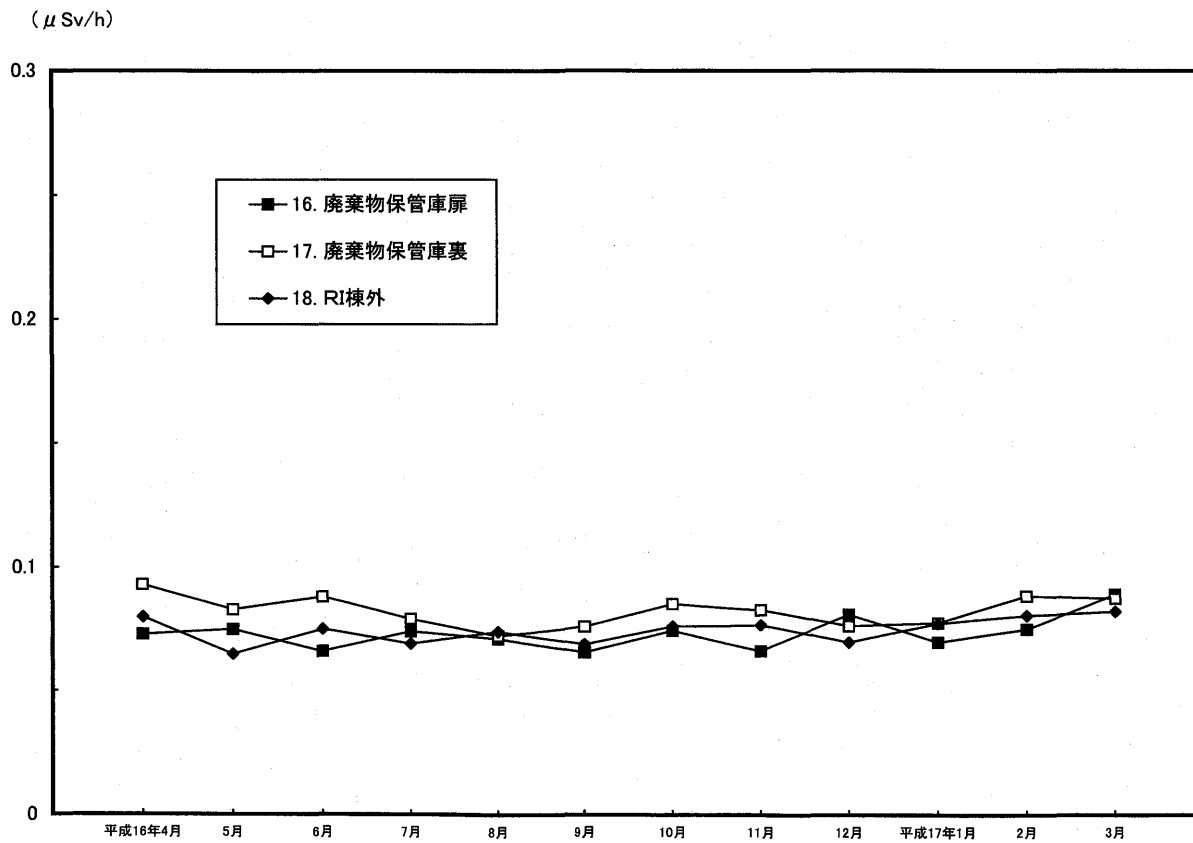


第4-2図 トレーサー・加速器棟内における月間平均 γ 線量率の変動

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



第4-3図 トレーサー・加速器棟内における月間平均 γ 線量率の変動

第4-4図 トレーサー・加速器棟内における月間平均 γ 線量率の変動第4-5図 トレーサー・加速器棟内における月間平均 γ 線量率の変動

お平成16年10月以降からはデータのまとめ方を月間最高値と原子炉休止日平均値として示した。バックグラウンドである原子炉運転休止時又は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0.11～0.20 $\mu\text{Sv/h}$ であった。月間全平均 γ 線量率

の最高値は、原子炉遮蔽タンク上部で平成16年9月の0.46 $\mu\text{Sv/h}$ 、その原子炉運転中における γ 線量率の月間平均値は3.24 $\mu\text{Sv/h}$ であり、原子炉運転による月間の積算熱出力量に大きく影響されているものと思われる。

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

(10 ⁻² $\mu\text{Sv/h}$)			
No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	廊 下 (H室前)	7.5 ～ 10.0	8.5 ± 0.7 *
2	H - 2 室	8.0 ～ 10.5	9.1 ± 0.8
3	H - 1 室	7.9 ～ 10.2	9.1 ± 0.7
4	L - 2 室	7.3 ～ 9.5	8.3 ± 0.6
5	L - 1 室	7.6 ～ 9.7	8.5 ± 0.7
6	加 速 器 操 作 室	7.3 ～ 9.1	7.8 ± 0.5
7	排 水 ポ ン プ 室	6.0 ～ 7.3	6.7 ± 0.4
8	排 気 機 械 室	7.0 ～ 8.9	7.6 ± 0.6
9	測 定 室	8.4 ～ 10.9	9.4 ± 0.7
10	放 射 線 管 理 室	7.8 ～ 10.1	8.9 ± 0.7
11	R I 実 験 室	8.0 ～ 10.0	8.9 ± 0.6
12	廊 下 (L室前)	7.1 ～ 9.3	8.0 ± 0.7
13	貯 蔵 室 前	7.3 ～ 10.1	8.3 ± 0.7
14	暗 室	8.2 ～ 11.5	9.4 ± 0.9
15	汚 染 検 査 室	7.6 ～ 9.6	8.3 ± 0.6
16	廃 棄 物 保 管 庫 扉	6.6 ～ 8.9	7.3 ± 0.7
17	廃 棄 物 保 管 庫 裏	7.2 ～ 9.3	8.2 ± 0.6
18	L - 1 室 外	6.5 ～ 8.2	7.5 ± 0.5

* 標準偏差

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

(μSv/h)

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 平均値	原子炉 休止時 平均値	全平均	原子炉 運転中 平均値	原子炉 休止時 平均値	全平均	原子炉 運転中 平均値	原子炉 休止時 平均値	全平均	原子炉 運転中 平均値	原子炉 休止時 平均値	全平均	
平成16年 4月	3.51	0.13	0.17	2.31	0.10	0.13	0.48	0.20	0.20	0.14	0.12	0.12	5.07
5月	3.35	0.14	0.27	2.14	0.10	0.19	0.46	0.20	0.21	0.14	0.13	0.13	18.49
6月	3.02	0.15	0.29	1.98	0.11	0.20	0.44	0.20	0.21	0.14	0.13	0.13	19.50
4～6月	3.19	0.14	0.25	2.07	0.10	0.17	0.45	0.20	0.21	0.14	0.13	0.13	Σ 43.06
7月	3.44	0.17	0.37	2.44	0.11	0.25	0.48	0.21	0.23	0.15	0.13	0.13	29.65
8月	3.37	0.15	0.23	2.45	0.11	0.18	0.48	0.20	0.21	0.14	0.13	0.13	11.86
9月	3.23	0.15	0.46	2.31	0.12	0.34	0.46	0.20	0.23	0.14	0.13	0.13	42.17
7～9月	3.35	0.16	0.35	2.39	0.12	0.26	0.48	0.21	0.22	0.14	0.13	0.13	Σ 83.68
測定年月	原子炉 運転中 最高値	原子炉 休止日 平均値	全平均	原子炉 運転中 最高値	原子炉 休止日 平均値	全平均	原子炉 運転中 最高値	原子炉 休止日 平均値	全平均	原子炉 運転中 最高値	原子炉 休止日 平均値	全平均	積算熱 出力量 (W・h)
10月	7.59	0.13	0.15	4.88	0.12	0.13	1.79	0.20	0.20	0.18	0.13	0.13	21.08
11月	6.79	0.14	0.16	4.92	0.12	0.14	0.81	0.21	0.21	0.25	0.14	0.14	19.62
12月	7.11	0.14	0.18	4.83	0.11	0.13	1.20	0.20	0.22	0.37	0.13	0.13	37.27
10～12月	7.59	0.14	0.16	4.92	0.12	0.13	1.79	0.20	0.21	0.37	0.13	0.13	Σ 77.97
平成17年 1月	6.55	0.13	0.16	5.15	0.11	0.13	1.02	0.21	0.22	0.20	0.13	0.13	28.05
2月	8.47	0.14	0.14	6.14	0.12	0.12	1.85	0.21	0.21	0.16	0.13	0.13	1.27
3月	6.14	0.12	0.13	6.55	0.14	0.15	2.47	0.11	0.11	0.15	0.12	0.12	5.74
1～3月	8.47	0.13	0.14	6.55	0.12	0.13	2.47	0.18	0.18	0.20	0.13	0.13	Σ 35.06
年 平 均	—	0.14	0.23	—	0.11	0.17	—	0.20	0.21	—	0.13	0.13	Σ 239.77

3.2 空气中及び水中放射性物質濃度の測定

3.2.1 空气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气中放射性物質濃度は富士電機製連続口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。なお総合モニタの更新に伴い原子炉施設の連続口紙式ダストモニタのダストβにおいては、検出器がGM管からプラスチックシンチレータに代わっている。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後、施設使用時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）の空气中放射性物質濃度（全β放射能濃度）の測定は富士電機製固定口紙式ダストモ

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では、原子炉運転中 $4.7 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 、休止時 $4.5 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 、ダスト吸引停止10時間後及び17時間後については、それぞれ原子炉運転中及び休止時とも同じレベルで、それぞれ $1.8 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 及び $1.2 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ であった。トレーサー・加速器棟の管理区域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 $1.6 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 、 $2.1 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 及び $1.3 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 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。なお、平成17年1～2月にかけて冷暖房の空調更新

工事を実施し、その期間の施設利用を停止していた。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 $1.9 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$ 、 $5.0 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$ であった。これは自然放射性核種であるラドン・トロン系の崩壊生成核種を含むもので、地上1m及び屋上での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16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」²⁾より $1.60 \times 10^5 \text{ Bq/h}$ として

^{41}Ar 放出率 (Bq/h)

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

排気口の平均放射性物質濃度 (Bq/cm³)

$$= \frac{{}^{41}\text{Ar放出率 (Bq/h)}}{\text{換気率 (cm}^3/\text{h)}}$$

ここで施設の換気率は $44.6 \text{ m}^3/\text{min}$ である。近畿

第10表 総合モニタによる原子炉施設放射能管理記録

		平成16年 4～6月	7～9月	10～12月	平成17年 1～3月	B.G *4	過去10年間 変動範囲
排気口ダスト $\beta\gamma$ *1 (10^{-8}Bq/cm^3)	平均値	0 \pm 3.0 *5	0 \pm 2.6	0 \pm 2.8	0 \pm 2.5	22.1 \pm 2.5	0～21
	最高値	7.8 \pm 3.3	3.7 \pm 2.8	15.8 \pm 3.3	3.4 \pm 2.6		
排気口ダスト α *1 (10^{-9}Bq/cm^3)	平均値	0 \pm 5.3	0 \pm 5.8	0 \pm 5.8	0 \pm 5.2	10.3 \pm 1.6	0～53
	最高値	5.8 \pm 5.8	10.1 \pm 7.4	48.8 \pm 10.6	29.2 \pm 9.0		
排気ガス $\beta\gamma$ *1 (10^{-3}Bq/cm^3)	平均値	0 \pm 0.96	0.1 \pm 0.97	0 \pm 0.97	0.0 \pm 0.94	18.9 \pm 0.6	0～11
	最高値	1.4 \pm 0.98	1.5 \pm 0.99	10.9 \pm 1.1	10.9 \pm 1.1		
廃 水 $\beta\gamma$ *2 (10^{-2}Bq/cm^3)	平均値	0 \pm 1.8	0 \pm 1.7	0 \pm 1.7	0.19 \pm 1.8	27.2 \pm 0.8	0～13
	最高値	1.1 \pm 1.8	1.9 \pm 1.8	2.7 \pm 1.8	1.5 \pm 1.8		
水 $\beta\gamma$ *3 (10^{-5}Bq/cm^3)	平均値	14.5 \pm 0.6	9.7 \pm 0.5	17.1 \pm 0.7	18.5 \pm 0.8	—	0～41
	最高値	17.6 \pm 1.2	17.3 \pm 0.98	23.6 \pm 1.6	21.5 \pm 1.5		

*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 排水処理槽A－2槽より総合モニタによる測定

*3 排水処理槽A－4槽より採水法による測定

*4 原子炉運転休止時のバックグラウンドレベル

*5 計数誤差

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転実績（1ワット時）1,200時間に乗じた年間 1.9×10^8 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 $1.4 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$ 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

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

(cps)

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16年 4月	0.50 ～ 0.85 (0.59)	0.25 ～ 0.35 (0.30)	< 0.10 ～ 0.16 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
5月	0.51 ～ 1.1 (0.70)	0.27 ～ 0.41 (0.33)	< 0.10 ～ 0.15 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
6月	0.85 ～ 2.5 (1.30)	0.30 ～ 0.60 (0.48)	< 0.10 ～ 0.16 (0.13)	< 0.10 (<0.10)
7月	0.50 ～ 2.7 (1.30)	0.47 ～ 0.71 (0.55)	< 0.10 ～ 0.16 (0.11)	< 0.10 (<0.10)
8月	0.81 ～ 1.6 (1.30)	0.35 ～ 0.98 (0.53)	< 0.10 ～ < 0.10 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
9月	0.52 ～ 2.2 (1.20)	0.26 ～ 0.70 (0.46)	< 0.10 ～ < 0.10 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
10月	0.53 ～ 0.74 (0.62)	0.27 ～ 0.36 (0.31)	< 0.10 ～ < 0.10 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
11月	0.50 ～ 4.2 (0.89)	0.26 ～ 0.35 (0.31)	< 0.10 ～ < 0.10 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
12月	0.50 ～ 0.98 (0.71)	0.25 ～ 0.36 (0.30)	< 0.10 ～ 0.13 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
平成17年 1月	—	—	—	—
2月	—	—	—	—
3月	0.38 ～ 5.5 (1.6)	0.25 ～ 0.37 (0.29)	< 0.10 ～ < 0.10 (0.10)	< 0.10 (<0.10)
年平均 (cps)	1.02 ± 0.36 *	0.39 ± 0.11 *	0.10 ± 0.01 *	< 0.10
年平均 (Bq/cm ³)	3.0×10^{-7}	1.1×10^{-7}	0.35×10^{-7}	3.4×10^{-8}

() 平均値

* 標準偏差

— 冷暖房空調更新工事のため施設利用停止

第12表 管理区域（原子炉室）における全 β 空气中放射性物質濃度

年 月	ダスト吸引中飽和値 (10^{-6} Bq/cm ³)		吸引停止10時間後 (10^{-7} Bq/cm ³)		吸引停止17時間後 (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16年 4月	4.6	5.2	1.5	1.9	1.0	1.2
5月	4.6	5.8	2.0	2.1	1.5	1.5
6月	4.2	4.9	1.9	2.0	1.2	1.4
7月	3.9	3.8	1.8	1.9	1.2	1.2
8月	3.3	3.4	1.5	1.2	1.0	0.83
9月	3.7	2.3	1.7	0.91	1.1	0.63
10月	4.5	4.0	1.8	1.9	1.3	1.3
11月	6.8	5.3	2.4	2.1	1.7	1.4
12月	6.1	4.2	2.4	1.6	1.6	1.2
平成17年 1月	4.9	5.0	1.6	1.8	1.1	1.3
2月	3.9	5.0	1.0	1.7	0.73	1.1
3月	5.9	5.6	2.2	1.9	1.5	1.2
年 平 均	4.7 \pm 1.1*	4.5 \pm 1.0	1.8 \pm 0.40	1.8 \pm 0.36	1.2 \pm 0.29	1.2 \pm 0.24

* 標準偏差

第13表 管理区域（トレーサー・加速器棟）における全 β 空气中放射性物質濃度

(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16年 4月	6.4 ~ 28	13 \pm 5.9*	1.1 ~ 5.9	2.1 \pm 1.5	0.33 ~ 3.3	1.1 \pm 0.93
5月	8.9 ~ 23	13 \pm 4.1	0.62 ~ 5.0	1.5 \pm 1.3	0.35 ~ 2.3	0.85 \pm 0.58
6月	5.3 ~ 19	9.2 \pm 4.0	0.51 ~ 1.6	0.98 \pm 0.36	0.32 ~ 1.3	0.69 \pm 0.35
7月	3.3 ~ 18	9.3 \pm 4.7	0.48 ~ 1.8	1.1 \pm 0.46	0.31 ~ 0.96	0.67 \pm 0.25
8月	3.1 ~ 12	6.8 \pm 3.2	0.32 ~ 2.1	0.92 \pm 0.53	0.08 ~ 1.8	0.63 \pm 0.51
9月	4.1 ~ 15	7.8 \pm 3.1	0.00 ~ 2.2	0.99 \pm 0.68	0.00 ~ 1.6	0.65 \pm 0.57
10月	5.0 ~ 14	7.5 \pm 2.4	0.18 ~ 1.0	0.55 \pm 0.27	0.08 ~ 0.62	0.35 \pm 0.18
11月	10 ~ 24	16 \pm 4.6	0.00 ~ 2.5	1.2 \pm 0.72	0.00 ~ 1.2	0.59 \pm 0.39
12月	5.9 ~ 29	17 \pm 6.6	0.37 ~ 2.5	1.5 \pm 0.64	0.20 ~ 1.6	0.80 \pm 0.42
平成17年 1月	—	—	—	—	—	—
2月	—	—	—	—	—	—
3月	4.9 ~ 11	8.7 \pm 2.1	0.02 ~ 1.2	0.70 \pm 0.40	0.00 ~ 0.68	0.35 \pm 0.19
年 平 均	11 \pm 1.4*		1.2 \pm 0.45		0.67 \pm 0.22	

* 標準偏差

— 冷暖房空調更新工事のため施設利用停止

第14表 周辺監視区域内における空气中放射性物質濃度

(10⁻⁷ Bq/cm³)

年 月	吸引中飽和値	吸引停止10時間後	吸引停止17時間後
平成16年 4月20日	11	0.36	0.33
5月21日	5.7	0.21	0.08
6月22日	4.4	0.88	0.72
7月20日	10	0.99	0.83
9月3日	16	1.5	1.3
10月1日	7.4	1.3	0.94
10月25日	12	1.3	0.89
11月24日	14	0.57	0.41
12月16日	26	0.66	0.53
平成17年 1月25日	45	0.55	0.38
2月16日	57	1.2	0.78
3月17日	17	0.86	0.53
平 均	19 ± 16 *	0.87 ± 0.40 *	0.64 ± 0.33 *

* 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

(10⁻⁷ Bq/cm³)

年 月	吸引中飽和値	吸引停止10時間後	吸引停止17時間後
平成16年 4月21日	6.8	0.54	0.39
5月28日	6.5	0.54	0.31
6月28日	5.9	0.23	0.15
7月23日	8.0	0.46	0.15
8月4日	2.0	0.23	0.15
9月15日	1.5	0.30	0.15
10月26日	2.6	0.61	0.23
11月26日	16	0.78	0.43
12月25日	7.2	0.40	0.32
平成17年 1月17日	1.5	0.46	0.15
2月28日	1.3	0.31	0.16
3月30日	0.80	0.15	0.24
平 均	5.0 ± 4.5 *	0.42 ± 0.18 *	0.24 ± 0.10 *

* 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)				備考
	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16年 4月～6月	※	—	—	43.06	6.89×10^6	3.15×10^3	1.18×10^{-6}	
7月～9月	※	—	—	83.68	1.34×10^7	6.06×10^3	2.26×10^{-6}	
10月～12月	※	—	—	77.97	1.25×10^7	5.65×10^3	2.11×10^{-6}	
平成17年 1月～3月	※	—	—	35.06	5.61×10^6	2.60×10^3	9.72×10^{-7}	
平成16年度	※	—	—	239.77	3.84×10^7	4.38×10^3	1.64×10^{-6}	

※：検出限界 (1.3×10^3 Bq/sec) 以下

—：未 測 定

放出管理目標値： 1.9×10^8 Bq/年間以下

「放射線管理マニュアル」に定める値 (1.60×10^5 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 1.9×10^8 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16年4月～平成17年3月	
運 転 実 績	239.77	W・h
放 出 実 績	3.84×10^7	Bq
放 出 率	4.38×10^3	Bq/h
排気口の平均放射性物質濃度	1.64×10^{-6}	Bq/cm ³
周辺監視区域境界付近の放射性物質濃度	1.94×10^{-10}	Bq/cm ³
γ 線外部被ばくによる年間実効線量	1.37×10^{-4}	$\mu\text{Sv/y}$

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。

最大地表放射能濃度 (Bq/m^3)

$$= \frac{1.15 \times 10^{-7} (\text{Bq/m}^3) \times \text{排気口での放出率}(\text{Bq/h})}{2.6 (\text{m/s})}$$

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。

被ばく評価値 ($\mu\text{Sv/y}$)

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

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: 調和平均速度 (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 $2.4 \times 10^{-4} \text{ Bq/ml}$ 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 $2.7 \times 10^3 \text{ Bq}$ 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16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 $5.1 \times 10^{-4} \text{ Bq/ml}$ 、年間の放出量(第19表)は $1.1 \times 10^4 \text{ Bq}$ であった。排水試料の γ 線核種分析結果を第20表に示したが、これによるといずれの施設においても ^{137}Cs が検出され、その他は自然放射性核種である ^{40}K のみが検出された。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)、RI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溶出してくるものと思われる。 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Ge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(60ℓ容)中の減速水の全 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1カ月毎採水し、その結果を第21表に示した。これによると減速水は両タンクとも年1回交換を行ったが、全 β 放射能濃度は $(ND \sim 9.4) \times 10^{-5} \text{ Bq/ml}$ に変動している。平成16年度北側及び南側タンク内の減速水(交換は年1回)中の3カ月毎の核種分析結果を第22表に示したが、いずれの核種も検出されなかった。

第18表 排水中の全 β 放射性物質濃度

(10^{-5} Bq/ml)

期 間	原子炉施設		トレーサー・加速器棟	
	変動範囲	平 均 値	変動範囲	平 均 値
平成16年4月～6月	11.0 ～ 17.6	14.5 ± 0.63 *	39.5 ～ 50.7	45.8 ± 1.20 *
7月～9月	7.2 ～ 11.8	9.7 ± 0.51	38.7 ～ 45.2	42.7 ± 1.14
10月～12月	11.6 ～ 23.6	17.1 ± 0.72	27.9 ～ 39.1	32.6 ± 1.60
平成17年1月～3月	13.3 ～ 21.5	18.5 ± 0.82	29.9 ～ 44.8	35.4 ± 1.09
平成16年4月～平成17年3月	15.0 ± 0.34 *		39.1 ± 0.55 *	

* 標準偏差

第19表 排水時の放出放射能

(10^2 Bq)

	原子炉施設	トレーサー・加速器棟
平成16年 4月	—	60.8
5月	—	—
6月	7.1	—
7月	4.0	—
8月	2.9	—
9月	—	—
10月	—	—
11月	4.6	46.9
12月	—	—
平成17年 1月	—	—
2月	8.3	—
3月	—	—
年 間 総 量	26.9	107.7

—：放出なし

第20表 排水中の γ 放射性核種濃度(10⁻⁵ Bq/mℓ)

期 間	原子炉施設		トレーサー・加速器棟	
	Cs-137	K-40	Cs-137	K-40
平成16年4月～6月	0.2 ± 0.0	90 ± 1.1 *	2.7 ± 0.1 *	31 ± 1.5 *
7月～9月	0.3 ± 0.0	6.1 ± 1.0	3.3 ± 0.1	27 ± 1.5
10月～12月	0.3 ± 0.0	8.0 ± 1.1	2.3 ± 0.1	23 ± 1.3
平成17年1月～3月	1.1 ± 0.1	20 ± 1.3	2.2 ± 0.1	21 ± 1.3

* 計数誤差

第21表 減速材中の全 β 放射性物質濃度(10⁻⁵ Bq/mℓ)

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16年4月～6月	1.4 ～ 9.4	4.6 ± 4.2 *	2.3 ～ 3.8	2.9 ± 0.81 *
7月～9月	3.0 ～ 7.9	5.1 ± 2.5	3.1 ～ 6.7	4.4 ± 2.1
10月～12月	0 ～ 4.6	2.4 ± 2.3	0 ～ 5.6	2.4 ± 2.9
平成17年1月～3月	0 ～ 0.45	0.30 ± 0.26	0 ～ 0.37	0.12 ± 0.21

* 標準偏差

第22表 減速材中の γ 放射性核種濃度

(Bq/ℓ)

期 間	核 種	北側タンク	南側タンク
平成16年4月	⁵⁴ Mn , ⁶⁵ Zn	ND	ND
7月	⁵⁴ Mn , ⁶⁵ Zn	ND	ND
10月	⁵⁴ Mn , ⁶⁵ Zn	ND	ND
平成17年1月	⁵⁴ Mn , ⁶⁵ Zn	ND	ND

ND：検出限界以下

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5、6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カ月に1回、原子炉施設23定点、トレーサー・加速器棟48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。なおトレーサー・加速器棟においては、平成17年3月に中性子発生装置を廃止したため、加速器室内の若干スミア採取点が減少している。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

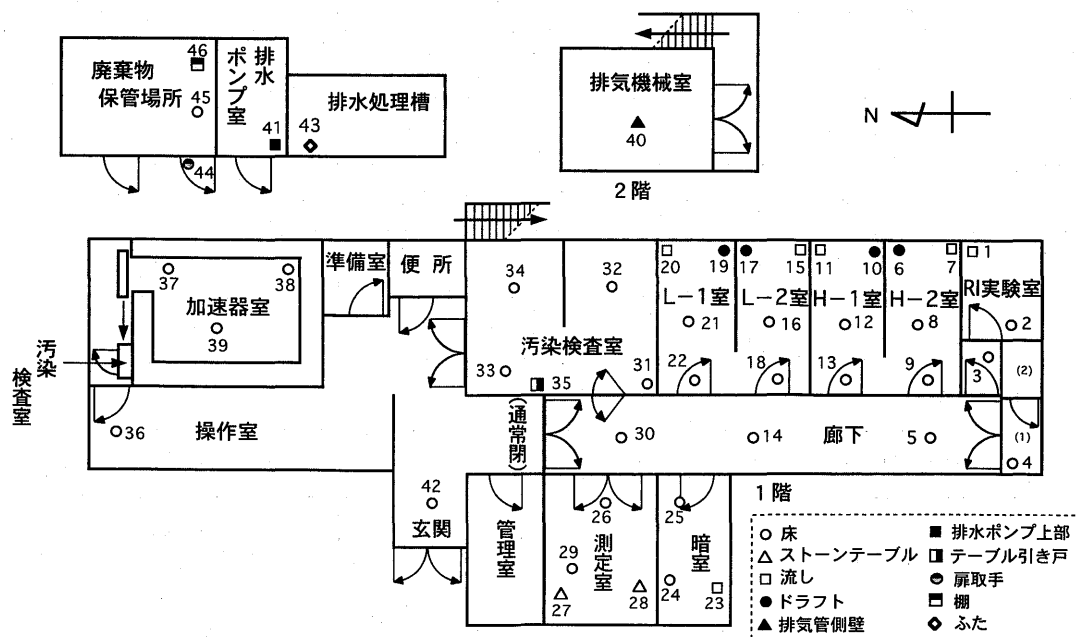
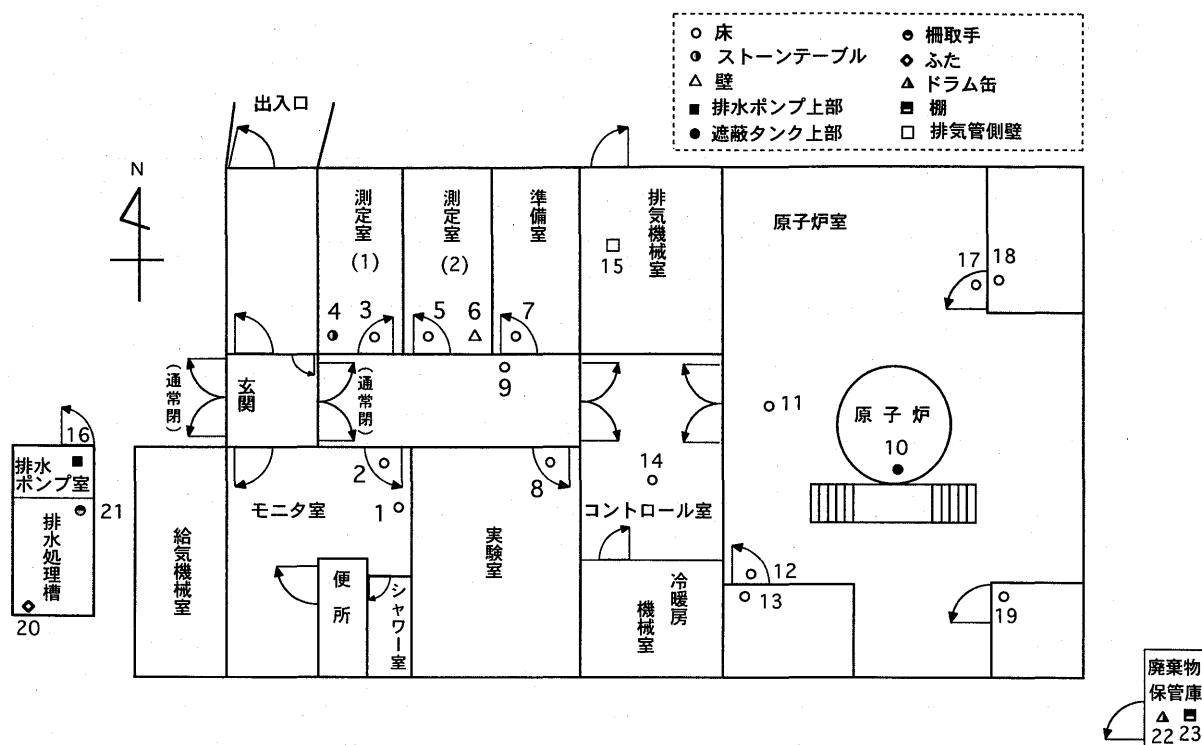
～26表に示した。原子炉施設における全 β 表面密度の最高値は $4.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^2$ と調査レベルのほぼ1/10000で、顕著な表面汚染の事例は無かった。トレーサー・加速器棟における全 β 表面密度及び ^3H 表面密度の最高値は、高レベル実験室（H-2）ドラフト $3.9 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ 及び加速器室ターゲット付近 $9.7 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ を示したが、調査レベル以下であった。汚染した箇所については除染後再度測定の結果、バックグラウンドレベルにまで低下した。

中性子発生装置廃止後における加速器室の汚染状況については、加速器室内、前室、汚染検査室、操作室の床、壁等210カ所のスミア検査を実施し、いずれの場所においても有意な汚染は認められなかった。

平成16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

年 月	原子炉施設 (10^{-5}Bq/cm^2)	トレーサー・加速器棟 (10^{-3}Bq/cm^2)
平成 16年 4月	< 26	< 0.55 (H-2室・ドラフト)
5月	< 33	< 0.77 (H-2室・ドラフト)
6月	< 40	< 0.99 (H-2室・ドラフト)
7月	< 26	< 0.91 (H-2室・ドラフト)
8月	< 18	< 0.60 (H-2室・ドラフト)
9月	< 33	< 0.55 (H-2室・ドラフト)
10月	< 18	< 0.33 (暗室・流し)
11月	< 11	< 0.30 (H-2室・ドラフト)
12月	< 26	< 1.28 (H-2室・ドラフト)
平成 17年 1月	< 26	< 2.37 (L-1室・流し)
2月	< 11	< 3.91 (H-2室・ドラフト)
3月	< 11	< 0.99 (H-2室・ドラフト)



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 (10^{-5} Bq/cm ²)
1	モ ニ タ 室	洗 面 台 付 近 ・ 床	< 26
2		管理区域境界付近・床	< 18
3	測 定 室 (1)	床	< 3.7
4		サ イ ド テ ー ブ ル	< 33
5	測 定 室 (2)	床	< 26
6		入 口 側 壁	< 11
7	準 備 室	床	< 18
8	実 験 室	床	< 3.7
9	廊 下	床	< 3.7
10	原 子 炉 室	遮 蔽 タ ン ク 上	< 18
11		床	< 18
12	核 燃 料 物 質 保 管 場 所	入 口 付 近 ・ 床	< 18
13		床	< 26
14	コ ン ト ロ ール 室	床	< 26
15	排 気 機 械 室	ダ ク ト 側 壁	< 18
16	排 水 ポ ンプ 室	ポ ンプ 上 部	< 11
17	核 燃 料 物 質 取 扱 場 所	入 口 付 近 ・ 床	< 11
18		床	< 11
19	核燃料物質使用場所	床	< 11
20	排 水 処 理 槽	上 蓋	< 18
21		入 口 扉	< 40
22	廃 棄 物 保 管 庫	ド ラ ム 缶 下 部	< 26
23		棚	< 26

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	< 11	25	暗 室 床(2)	< 33
2	R I 実 験 室 床(1)	< 18	26	測 定 室 床(1)	< 33
3	R I 実 験 室 床(2)	< 18	27	測 定 室 測 定 台 (北)	< 47
4	R I 貯 蔵 室 (1) 床	< 26	28	測 定 室 測 定 台 (南)	< 18
5	廊 下 (H 室 前) 床	< 33	29	測 定 室 床 (2)	< 18
6	高レベル実験室 (H-2) ドラフト	< 391	30	廊下 (測定室前) 床	< 26
7	高レベル実験室 (H-2) 流し	< 18	31	汚 染 検 査 室 床(1)	< 40
8	高レベル実験室 (H-2) 床(1)	< 18	32	汚 染 検 査 室 床(2)	< 3.7
9	高レベル実験室 (H-2) 床(2)	< 47	33	汚 染 検 査 室 床(3)	< 33
10	高レベル実験室 (H-1) ドラフト	< 26	34	汚 染 検 査 室 床(4)	< 18
11	高レベル実験室 (H-1) 流し	< 62	35	汚 染 検 査 室 測定台	< 26
12	高レベル実験室 (H-1) 床(1)	< 26	36	加 速 器 測 定 室 床	< 33
13	高レベル実験室 (H-1) 床(2)	< 47	37	加 速 器 室 入 口 床	< 18
14	廊 下 (L 室 前) 床	< 18	38	加 速 器 室 ターゲット付近	< 26
15	低レベル実験室 (L-2) 流し	< 26	39	加 速 器 室 ターゲット下台	< 18
16	低レベル実験室 (L-2) 床(1)	< 11	40	加 速 器 室 流し下床	< 40
17	低レベル実験室 (L-2) ドラフト	< 26	41	加 速 器 室 ターゲット付近・床	< 18
18	低レベル実験室 (L-2) 床(2)	< 11	42	排気機械室 (2F) ダクト付近	< 26
19	低レベル実験室 (L-1) ドラフト	< 26	43	排 水 ポ ン プ 室 ポンプ付近	< 18
20	低レベル実験室 (L-1) 流し	< 237	44	トレーサー棟入口 床	< 11
21	低レベル実験室 (L-1) 床(1)	< 26	45	排 水 処 理 槽	< 33
22	低レベル実験室 (L-1) 床(2)	< 11	46	廃 棄 物 保 管 庫 入口扉	< 18
23	暗 室 流し	< 33	47	廃 棄 物 保 管 庫 中央床	< 18
24	暗 室 床(1)	< 33	48	廃 棄 物 保 管 庫 棚	< 26

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

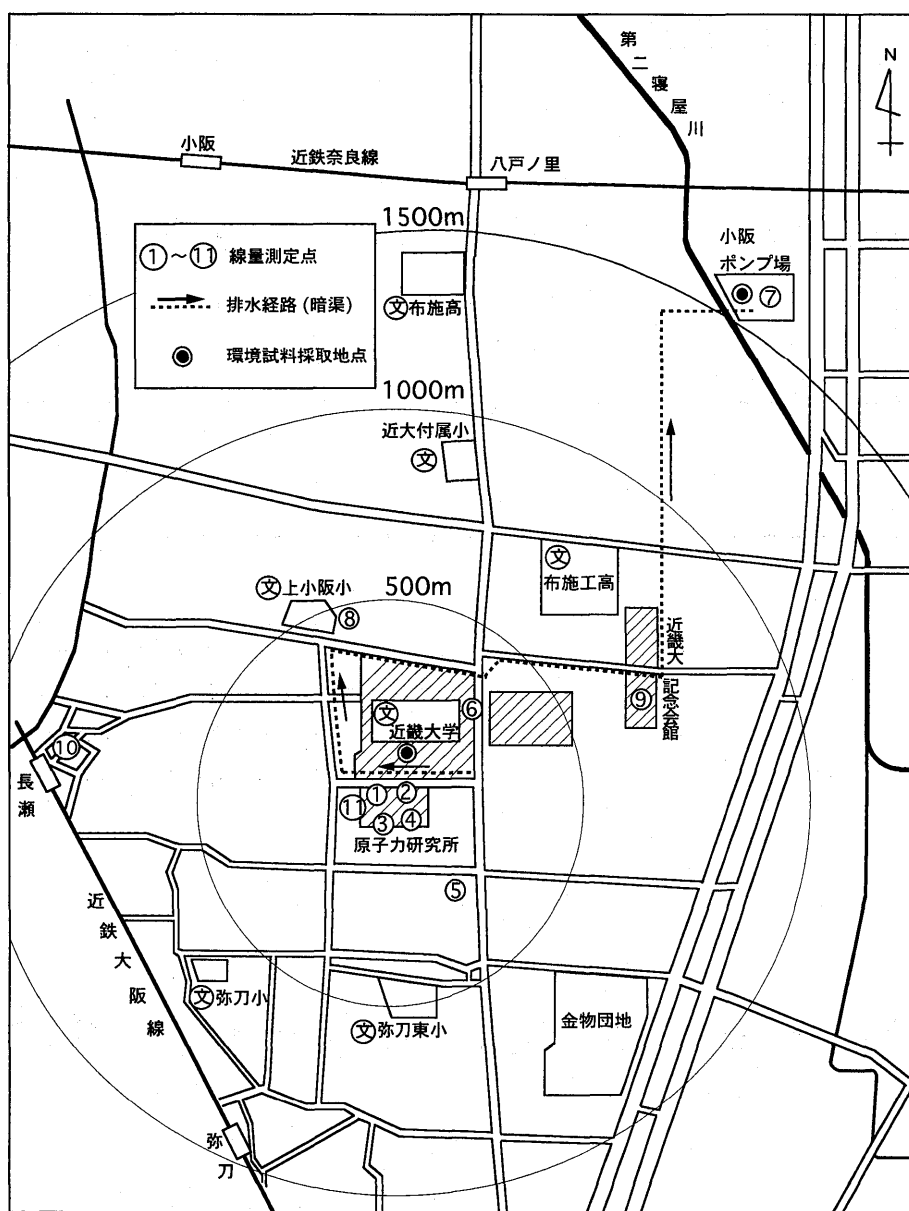
No.	測 定 位 置	³ H表面密度 (10 ⁻⁴ Bq/cm ²)	No.	測 定 位 置	³ H表面密度 (10 ⁻⁴ Bq/cm ²)
1	R I 実 験 室 流し	< 4.8	25	暗室 床(2)	< 4.0
2	R I 実 験 室 床(1)	< 0.0	26	測定室 床(1)	< 3.0
3	R I 実 験 室 床(2)	< 2.4	27	測定室測定台 (北)	< 11
4	R I 貯 蔵 室 (1) 床	< 0.0	28	測定室測定台 (南)	< 0.0
5	廊 下 (H 室 前) 床	< 6.3	29	測定室 床 (2)	< 4.0
6	高レベル実験室 (H-2) ドラフト	< 11	30	廊下 (測定室前) 床	< 0.0
7	高レベル実験室 (H-2) 流し	< 1.8	31	汚染検査室 床(1)	< 8.1
8	高レベル実験室 (H-2) 床(1)	< 2.8	32	汚染検査室 床(2)	< 4.8
9	高レベル実験室 (H-2) 床(2)	< 1.3	33	汚染検査室 床(3)	< 5.2
10	高レベル実験室 (H-1) ドラフト	< 6.0	34	汚染検査室 床(4)	< 4.1
11	高レベル実験室 (H-1) 流し	< 93	35	汚染検査室 測定台	< 6.3
12	高レベル実験室 (H-1) 床(1)	< 7.8	36	加速器測定室 床	< 3.4
13	高レベル実験室 (H-1) 床(2)	< 4.7	37	加速器室入口 床	< 72
14	廊 下 (L 室 前) 床	< 6.4	38	加速器室 ターゲット付近	< 968
15	低レベル実験室 (L-2) 流し	< 0.0	39	加速器室 ターゲット下台	< 25
16	低レベル実験室 (L-2) 床(1)	< 10	40	加速器室 流し下床	< 12
17	低レベル実験室 (L-2) ドラフト	< 2.8	41	加速器室 ターゲット付近・床	< 12
18	低レベル実験室 (L-2) 床(2)	< 4.3	42	排気機械室 (2F) ダクト付近	< 8.2
19	低レベル実験室 (L-1) ドラフト	< 11	43	排水ポンプ室 ポンプ付近	< 5.0
20	低レベル実験室 (L-1) 流し	< 4.3	44	トレーサー棟入口 床	< 7.6
21	低レベル実験室 (L-1) 床(1)	< 11	45	排水処理槽	< 6.1
22	低レベル実験室 (L-1) 床(2)	< 5.5	46	廃棄物保管庫 入口扉	< 1.8
23	暗 室 流し	< 9.5	47	廃棄物保管庫 中央床	< 4.8
24	暗 室 床(1)	< 2.6	48	廃棄物保管庫 棚	< 4.7

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リング地点（第7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、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表、第8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）の月平均 γ 線量率は0.082～0.099 μ Sv/h、原子炉施設敷地



第7図 原子炉施設周辺における測定点

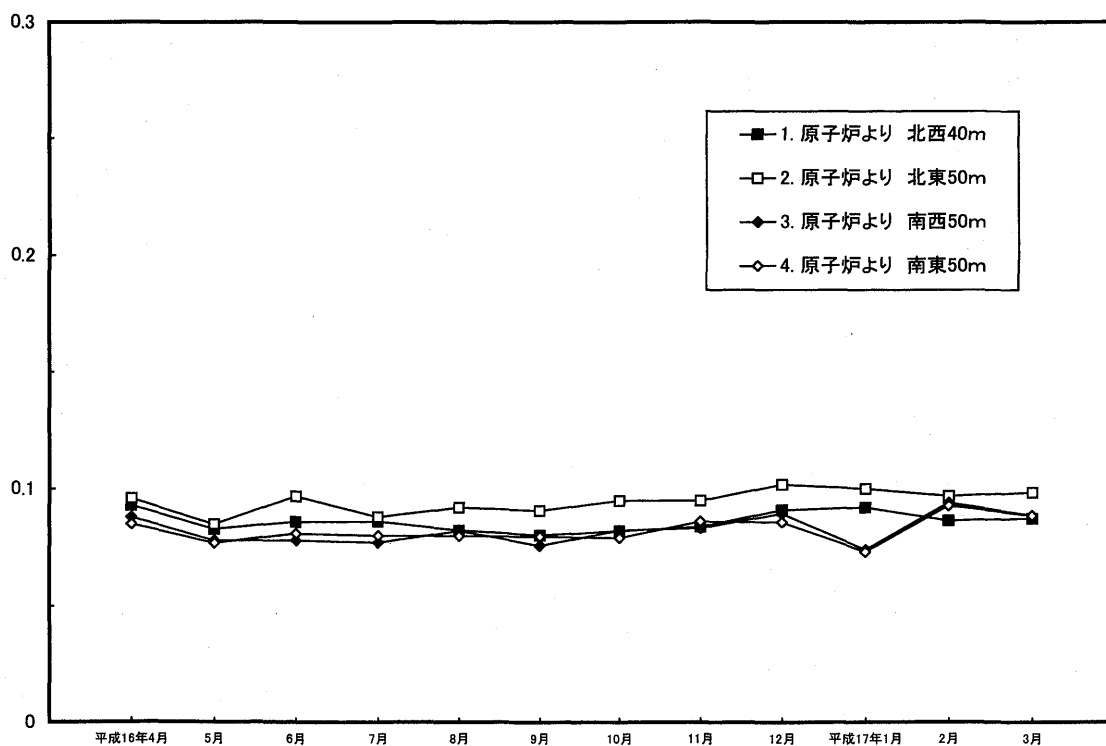
第27表 環境 γ 線量率の変動

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

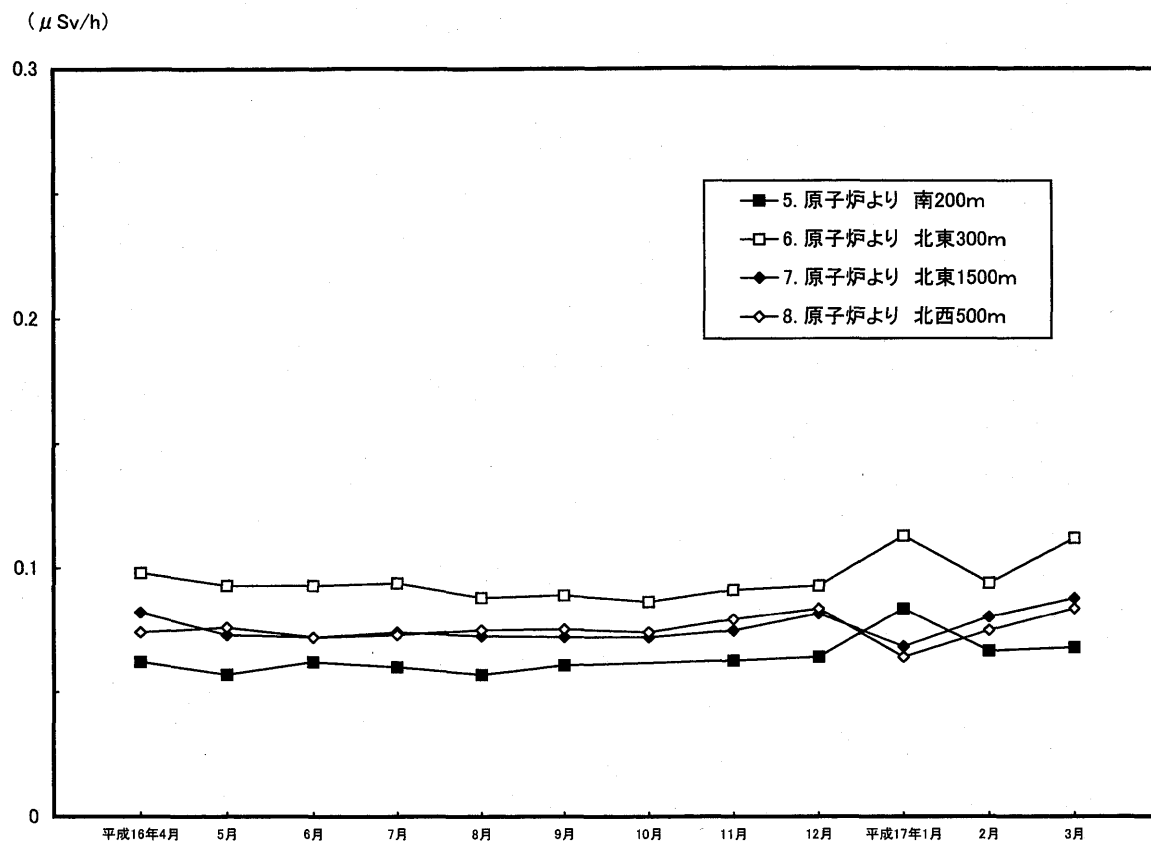
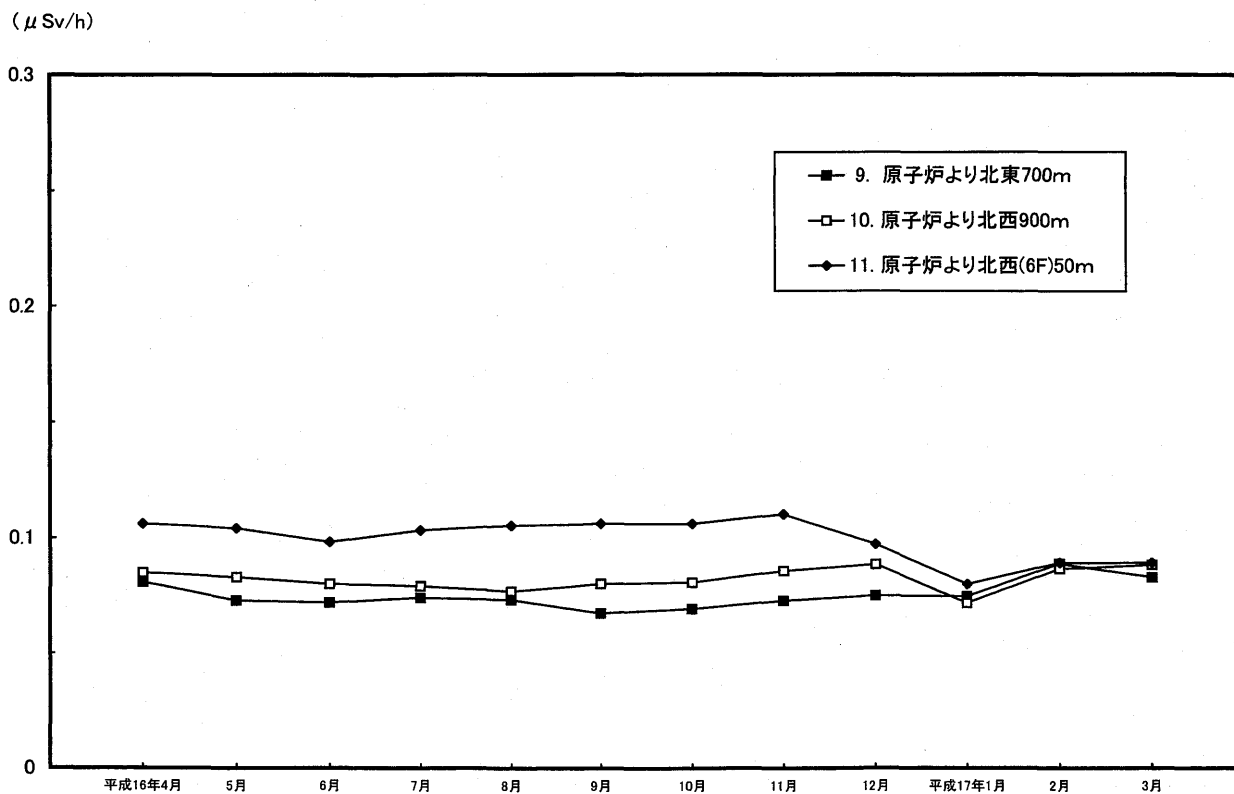
No.	測定位置	変動範囲	年平均値
①	原子炉より北西 40 m	8.0 ~ 9.3	8.6 ± 0.4*
②	原子炉より北東 50 m	8.5 ~ 10.2	9.5 ± 0.5
③	原子炉より南西 50 m	7.4 ~ 9.4	8.3 ± 0.6
④	原子炉より南東 50 m	7.3 ~ 9.3	8.2 ± 0.5
⑤	原子炉より南 200 m	5.7 ~ 8.4	6.3 ± 0.7
⑥	原子炉より北東 300 m	8.6 ~ 11.3	9.5 ± 0.9
⑦	原子炉より北東 1500 m	6.8 ~ 8.8	7.6 ± 0.6
⑧	原子炉より北西 500 m	6.4 ~ 8.4	7.5 ± 0.5
⑨	原子炉より北東 700 m	6.8 ~ 8.9	7.5 ± 0.6
⑩	原子炉より北西 900 m	7.2 ~ 8.9	8.2 ± 0.5
⑪	原子炉より北西(6 F) 50 m	8.0 ~ 11.0	9.9 ± 0.9

* 標準偏差

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



第8-1図 周辺監視区域境界における月間平均 γ 線量率の変動

第8-2図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動第8-3図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動

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 (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
小阪ポンプ場	289 ～ 632	407 ± 153 [*]	9.7 ～ 12.2	11.3 ± 1.1 [*]	28.4 ～ 41.3	36.1 ± 5.6 [*]
原子力研究所前	241 ～ 325	276 ± 42.0	5.0 ～ 12.0	8.6 ± 3.1	20.9 ～ 37.6	26.7 ± 7.5
原子力研究所上流	209 ～ 390	299 ± 78.0	4.8 ～ 11.6	8.5 ± 3.3	24.6 ～ 42.2	29.9 ± 8.2

* 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)
小阪ポンプ場	サンゴジュ	68.0 ～ 76.7 (73.4 ± 4.0) [*]	8.4 ～ 10.6 (9.6 ± 1.1)	8.25 ～ 34.1 (17.5 ± 11.5)	3.49 ～ 7.00 (5.6 ± 1.6)
原子力研究所	イネ	82.3 ～ 87.6 (85.0 ± 2.6)	14.2 ～ 19.5 (16.8 ± 2.7)	18.6 ～ 45.5 (30.3 ± 13.8)	8.17 ～ 10.5 (9.0 ± 1.3)
	ツバキ	62.9 ～ 95.7 (75.3 ± 15.4)	1.9 ～ 8.0 (5.9 ± 2.8)	0.23 ～ 11.8 (7.8 ± 5.2)	2.50 ～ 4.19 (3.4 ± 0.7)

() 平均値

* 標準偏差

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)

採取地	変動範囲	平均値
小阪ポンプ場	0.66 ～ 0.87	0.74 ± 0.10 [*]
原子力研究所前	0.68 ～ 0.78	0.75 ± 0.05
原子力研究所上流	0.59 ～ 0.80	0.73 ± 0.09

* 標準偏差

外のモニタリング地点では $0.063 \sim 0.095 \mu\text{Sv/h}$ 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 $\mu\text{Gy/h}$ 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、 $\mu\text{Sv/h}$ の単位で表示した。

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・加速器棟よりの排水経路に沿ったサンプリング地点、原研前上流、原研前及び原子炉より1.5kmにある小阪ポンプ場において採取した陸水、植物及び排水溝の沈泥土の全 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 $(2.1 \sim 4.2) \times 10^{-4} \text{Bq/ml}$ であった。植物試料（第29表）は、イネ科などの下草（カモジグサ）及びサンゴジュ科、ツバキ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、 $2.5 \sim 10.5 \text{Bq/g}$ 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”を選んだが、ツバキの全 β 放射能濃度は下草類の全 β 放射能濃度の約1/2となっている。このことは全 β 放射能濃度がカリウム含有量などに大きく左右されていることに起因していると思われる。排水溝などの沈泥土（第30表）については $0.59 \sim 0.87 \text{Bq/g}$ 乾土と自然の変動範囲内で採取地による差はあまりなかった。

4.3 環境試料の γ 線核種分析³⁾

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のみで、¹³⁷Cs、²³⁸U及び²³²Thのいずれの崩壊生成核種も検出されなかった。植物試料の γ 線核種分析結果においても、検出された核種は⁴⁰K、⁷Beなどの自然放射性核種のみで、チェルノブイリ原発事故の影響^{1) 3)} も少なくなったものと思われる。

第31表 陸水中の γ 放射性核種濃度

(10^{-4}Bq/ml)

採取場所	採取年月日	K-40			Cs-137
原子力研究所上流	平成16年4月	2.3	±	0.2	N D
	7月	1.0	±	0.1	N D
	10月	1.6	±	0.2	N D
	平成17年1月	3.4	±	0.2	N D
原子力研究所前	平成16年4月	2.5	±	0.2	N D
	7月	1.6	±	0.1	N D
	10月	2.9	±	0.2	N D
	平成17年1月	1.6	±	0.1	N D
小阪ポンプ場	平成16年4月	2.2	±	0.1	N D
	7月	2.8	±	0.2	N D
	10月	2.7	±	0.2	N D
	平成17年1月	2.6	±	0.2	N D

N D：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	採取年月	試料	K-40	Be-7	Cs-137	Ac-228 (Th)	Pb-212 (Th)	Tl-208 (Th)	Ra-226 (U)	Pb-214 (U)	Bi-214 (U)
原 子 力 研 究 所 構 内	平成16年4月	サンゴジュ	133 ± 2.0	3.83 ± 0.34	ND	2.92 ± 0.21	1.95 ± 0.06	1.36 ± 0.14	5.15 ± 0.85	1.97 ± 0.10	1.36 ± 0.10
	7月	サンゴジュ	220 ± 2.7	3.29 ± 0.39	ND	3.24 ± 0.25	0.87 ± 0.07	0.72 ± 0.15	3.39 ± 1.00	1.45 ± 0.12	1.13 ± 0.12
	10月	サンゴジュ	200 ± 5.3	4.90 ± 0.84	ND	2.56 ± 0.46	1.19 ± 0.08	1.10 ± 0.30	ND	1.90 ± 0.22	2.19 ± 0.25
	平成17年1月	サンゴジュ	155 ± 2.2	3.53 ± 0.36	ND	2.62 ± 0.23	2.04 ± 0.07	1.78 ± 0.15	6.03 ± 0.93	2.68 ± 0.12	2.15 ± 0.12
	平成16年4月	ツバキ	69.1 ± 1.9	5.66 ± 0.52	ND	6.37 ± 0.35	5.97 ± 0.06	4.45 ± 0.23	7.16 ± 1.28	2.62 ± 0.15	2.39 ± 0.15
	7月	ツバキ	91.9 ± 1.9	3.62 ± 0.39	ND	3.63 ± 0.26	2.57 ± 0.07	2.11 ± 0.17	3.43 ± 1.03	1.01 ± 0.11	0.87 ± 0.11
	10月	ツバキ	99.1 ± 2.1	5.49 ± 0.45	ND	4.00 ± 0.29	3.51 ± 0.07	2.67 ± 0.20	ND	1.87 ± 0.14	1.50 ± 0.14
	平成17年1月	ツバキ	94.7 ± 2.1	3.69 ± 0.46	ND	5.58 ± 0.32	5.46 ± 0.14	3.94 ± 0.22	5.87 ± 1.22	2.98 ± 0.15	2.44 ± 0.15
	平成16年4月	カモジグサ	200 ± 2.2	3.08 ± 0.29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	7月	カモジグサ	237 ± 2.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10月	カモジグサ	238 ± 3.1	7.13 ± 0.52	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	平成17年1月	カモジグサ	—	—	—	—	—	—	—	—	—
小 阪 ボ ン プ 場	平成16年4月	サンゴジュ	125 ± 1.7	3.06 ± 0.28	ND	0.98 ± 0.16	0.60 ± 0.06	0.45 ± 0.10	ND	0.28 ± 0.07	0.28 ± 0.07
	7月	サンゴジュ	126 ± 2.2	2.73 ± 0.37	ND	5.05 ± 0.29	1.87 ± 0.10	1.59 ± 0.17	ND	1.88 ± 0.12	1.77 ± 0.12
	10月	サンゴジュ	143 ± 2.1	1.93 ± 0.32	ND	2.49 ± 0.22	0.73 ± 0.04	0.56 ± 0.13	ND	1.33 ± 0.10	1.14 ± 0.10
	平成17年1月	サンゴジュ	131 ± 2.0	3.68 ± 0.36	ND	3.49 ± 0.23	0.79 ± 0.08	0.64 ± 0.13	ND	1.33 ± 0.10	1.37 ± 0.11

ND：検出限界以下

—：採取不可

第33表 河川沈泥土試料の γ 放射性核種濃度

(Bq/kg 乾土)										
採取場所	採取年月	K-40	Be-7	Cs-137	Ac-228 (Th)	Pb-212 (Th)	Tl-208 (Th)	Ra-226 (U)	Pb-214 (U)	Bi-214 (U)
原子力研究所構内	平成16年4月	641 ± 12	N D	N D	22.2 ± 1.6	19.4 ± 0.63	15.9 ± 1.1	26.2 ± 6.2	11.3 ± 0.72	9.93 ± 0.72
	7月	605 ± 12	17.8 ± 2.4	N D	25.8 ± 1.7	22.8 ± 0.54	20.1 ± 1.2	28.6 ± 6.7	10.9 ± 0.78	11.6 ± 0.77
	10月	669 ± 13	10.4 ± 2.3	N D	23.6 ± 1.7	21.1 ± 0.46	16.6 ± 1.2	N D	13.4 ± 0.79	9.66 ± 0.82
	平成17年1月	690 ± 12	8.62 ± 2.3	1.14 ± 0.28	23.4 ± 1.6	22.4 ± 0.67	18.9 ± 1.1	34.0 ± 6.4	13.3 ± 0.75	13.4 ± 0.76
原子力研究所前	平成16年4月	629 ± 12	7.74 ± 2.1	N D	21.4 ± 1.5	18.1 ± 0.61	17.5 ± 1.0	28.1 ± 6.1	10.8 ± 0.69	9.74 ± 0.67
	7月	678 ± 12	24.5 ± 2.5	0.88 ± 0.29	17.9 ± 1.6	19.8 ± 0.66	18.0 ± 1.1	38.3 ± 6.5	12.0 ± 0.75	11.3 ± 0.76
	10月	250 ± 4.4	11.6 ± 0.90	0.43 ± 0.10	7.14 ± 0.56	6.57 ± 0.17	5.7 ± 0.38	N D	3.81 ± 0.25	3.52 ± 0.26
	平成17年1月	654 ± 12	12.3 ± 2.4	N D	20.4 ± 1.6	19.5 ± 0.64	15.7 ± 1.1	37.6 ± 6.7	11.0 ± 0.75	10.4 ± 0.75
小阪ポンプ場	平成16年4月	664 ± 12	9.16 ± 2.3	N D	16.6 ± 1.5	15.3 ± 0.38	11.9 ± 1.0	20.3 ± 6.3	8.68 ± 0.71	7.90 ± 0.68
	7月	650 ± 12	15.9 ± 2.1	N D	17.4 ± 1.4	15.6 ± 0.42	13.8 ± 1.0	20.0 ± 6.1	8.98 ± 0.69	8.62 ± 0.70
	10月	652 ± 12	13.7 ± 2.1	N D	19.3 ± 1.5	16.8 ± 0.39	15.2 ± 1.1	29.2 ± 6.2	10.3 ± 0.71	8.62 ± 0.72
	平成17年1月	654 ± 14	N D	N D	53.1 ± 2.4	60.7 ± 1.1	52.0 ± 1.8	80.1 ± 9.1	24.8 ± 1.1	21.7 ± 1.1

ND：検出限界以下

る。“カモジグサ”など下草類と“ツバキ”についての核種分析結果の相違は、採取時期によって多少異なる⁴⁾が、全 β 放射能濃度についても見られるように、ツバキの⁴⁰K濃度が下草である“カモジグサ”の濃度の約1/2～1/3の値を示し、ツバキなど樹木類と下草類の間に特異性が見られるように思われる。

5. ま と め

平成16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。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放射性核種による影響は少なくなったものと思われる。

環境 γ 線量の測定は、ガラスバッジ、OSLバッジ、TLD及びエリアモニタなどを用いて実施している。

参 考 文 献

- 1) 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)
- 2) 放射線管理マニュアル (2005)
- 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)

