

資料

放射線管理

Radiation Control Report

稲垣昌代、松田外志朗、志賀大史、
山田崇裕、若林源一郎

Masayo INAGAKI, Toshiro MATSUDA, Hiroshi SHIGA,
Takahiro YAMADA, and Genichiro WAKABAYASHI

1. まえがき

近畿大学原子力研究所における令和2年4月より令和3年3月までの1年間の放射線管理の結果を報告する。令和2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、薬学部、生物理工学部、工学部、農学部など教職員49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レーザー・加速器棟利用の放射性同位元素等規制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20名、放射性同位元素等規制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、生物理工学部、農学部学生など60名、(株)ア・アトムテクノ近大社員5名、計134名が放射線管理の対象となった。なお従前より東大阪キャンパス以外で放射線施設を設置していない学部の教職員、学生の放射線管理を実施していたが、今年度より、農学部の放射線施設の廃止に伴い、新たに当該学部も対象となった。

令和2年度の原子炉運転状況は、最高熱出力1W、積算熱出力163.66W・h及び延運転時間370.49時間であった。原子炉施設においては、原子力規制委員会による原子炉の保安に係る検査が、原子力規制検査としてフリーアクセス制で実施され、適宜日常検査と、四半期ごとにその結果が報告された。また、令和2年12月には、政令41条非該当核燃料物質使用者としての原子力規制検査が実施された。放射線施設のレーザー・加速器棟の利用状況は、放射性物質

(RI) の受入れ23件、払出し6件、使用核種は主に ^3H 、 ^{32}P などの β 核種に加えて、 ^{223}Ra 、 ^{241}Am 、 ^{211}At など α 核種の利用も増加した。また、当研究所の放射線施設ではなく、外部の放射線施設の利用を希望する者が近年増加傾向にある。今年度は、年度初めから新型コロナウイルスの影響により各施設の利用が減少したが、両施設とも、いずれの検査等において問題となる事項はなかった。

本報では、令和2年度に定期的に実施した環境放射線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。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ため、当大学産業医が健康診断の一部省略を認め、血液検査、眼及び皮膚の検査は年度初めの4月とし、一部省略して10月に2回目を実施する。検査は当大学メディカルサポートセンターにて実施しており、

産業医による問診等により、血液検査の結果では、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、外部被ばくにおいてはガラスバッジ（㈱千代田テクノ製）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）または中性子広範囲用（X、 γ 、 β 、中性子線）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カ月ごとに外部被ばく線量の測定を業者に依頼している。内部被ばくについては、管理区域内空气中放射性物質濃度が警報レベル未満の場合は、記録レベル未満と判断し、ゼロと算定する。令和2年度の実効線量を第1表に示した。これによると放射線業務従事者の年間実効線量は当研究所内施設の利用に限っては全員が検出限界未満で、外部放射線施設の利用者が最大0.4mSv（1名）となり、実効線量限度及び等価線量限度に達した者はなかった。なお、ガラスバッジの測定結果で検出限界未満の結果については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ことはなく、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. 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測定は半導体式エリアモニタ（原子炉施設：㈱富士電機製、トレーサー・加速器棟：㈱日立製作所）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計算により求めた。場所の線量率の単位としては、 μ 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 μ Sv/hで表示している。

3.1.1 ガラスバッジによる測定

第2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 線量は原子炉施設の原子炉遮蔽タンク上部で年間最高値0.3mSvで、トレーサー・加速器棟内も含めその他のすべての場所において検出限界（0.1mSv）未満であった。なお、中性子源利用時間については、中性子源保管場所内で利用した場合も含まれる。

3.1.2 TLDによる測定¹⁾

TLDによる月間平均 γ 線量率（ μ Sv/h）は1カ月間の積算線量（ μ Sv）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 線量率を第3表に、

第1表 放射線業務従事者の被ばく実効線量

区 分	線量分布 (mSv) *1						*1	*1	*1
	<5	5 ~ 15	15 ~ 25	25 ~ 50	50<	合計	総線量 (人・mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
教職員等	54	0	0	0	0	54	0.4 (0)	0.0	0.4 (0)
学生	80	0	0	0	0	80	0	0	0
計	134	0	0	0	0	134	0.4	0.0	—

※ 外部被ばく線量は、ガラスバッジ（0.1 mSv 未満（検出限界未満）は0として集積）による測定

*1 当研究所以外の外部施設利用時の結果も含む

（ ） 当研究所内施設での線量

第2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		令和2年										令和3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	x	x	x	0.1	0.1	0.1	x	x	x	x	0.3+9X	
	使用場所	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		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・積算熱出力 (W・h)		0.01	0.08	0.27	17.41	3.36	30.49	34.79	34.98	18.67	13.82	2.11	7.67	163.66	
中性子源利用時間 (h)		0	0	0	2.6	0	3.3	3.4	3.4	10.5	16.3	0.8	0	40.3	

X : <0.1mSv (検出限界未満)

1年間の経時変動を第1-1図と第1-2図に示した。原子炉の運転時間等の影響のよりその線量率は変動し、最高値は原子炉遮蔽タンク南下部において令和2年11月に0.26 μ Sv/hであった。なお、この場所において放射線業務従事者が1週40時間の作業を行ったとしても11 μ Sv/週以下となり、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。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4表、第3-1図～第3-5図に示した。年間を通して大きな変動はなかったが、利用状況により若干の変動を示し、最高値は測定室及び暗室の0.124 μ Sv/hで令和2年10, 11月に測定されたものである。なお、年平均値は全ての場所で0.12 μ 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。

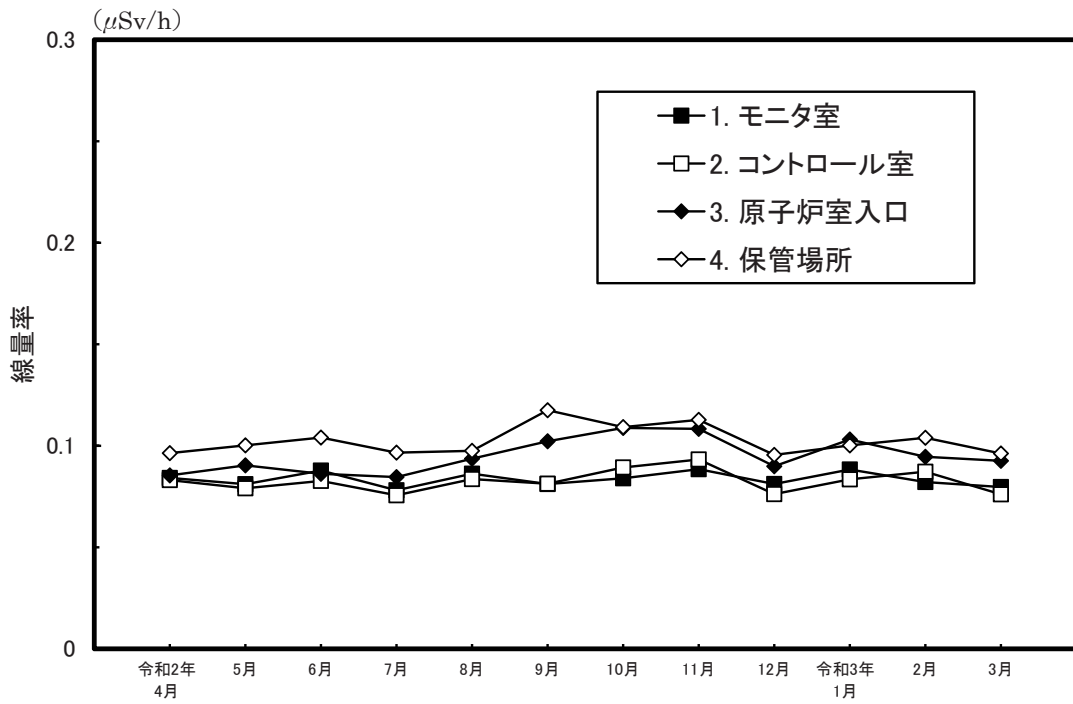
3.1.3 連続放射線総合モニタによる測定

原子炉施設においては、(株)富士電機製のエリアモニタ、ダストモニタ、ガスモニタを配置し、トレーサー・加速器棟においては、令和2年3月に総合モニタの機器一式の更新を実施し、今年度から(株)日立製作所によるポータブルエリアモニタ、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、3カ月間毎の原子炉運転中最高値、原子炉運転休止日平均値及び全平均値について第5表に示した。原子炉施設内4箇所のエリアモニタにおいて、年平均値は0.12～0.22 μ Sv/hであった。

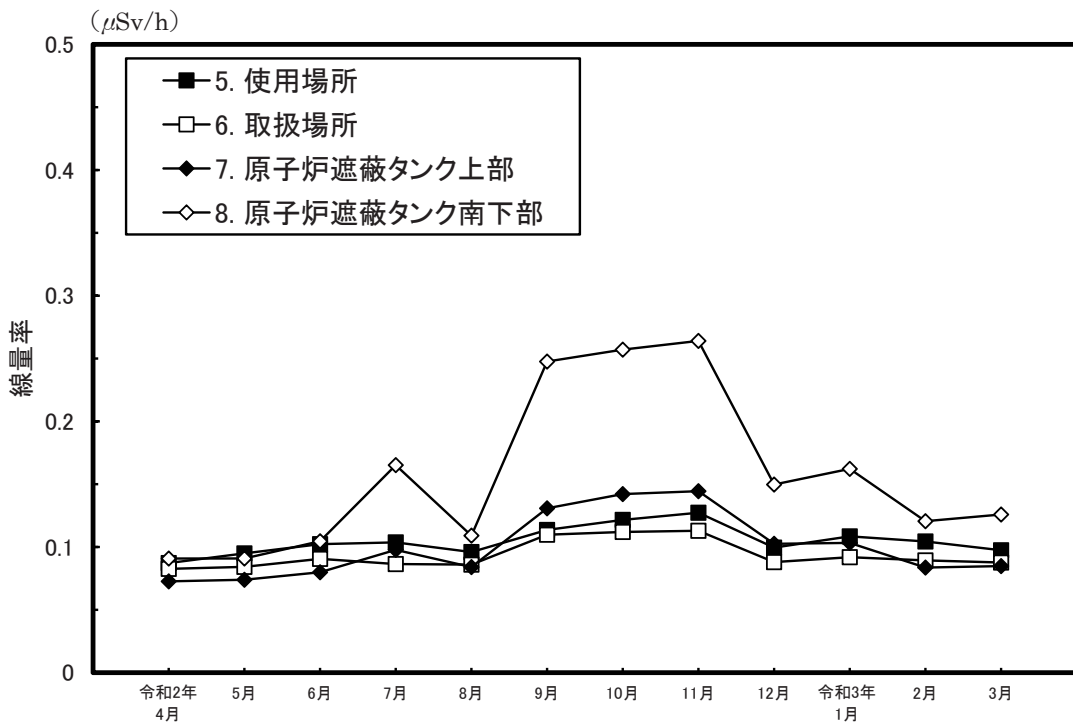
第3表 原子炉施設におけるTLDによる月間平均 γ 線量率の変動

No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	モニタ室	7.8 ～ 8.8	8.4 ± 0.4*
2	コントロール室	7.6 ～ 9.3	8.3 ± 0.5
3	原子炉室入口	8.5 ～ 10.9	9.5 ± 0.9
4	保管場所	9.6 ～ 11.8	10.3 ± 0.7
5	使用場所	8.7 ～ 12.7	10.5 ± 1.1
6	取扱場所	8.3 ～ 11.3	9.3 ± 1.1
7	原子炉遮蔽タンク上部	7.3 ～ 14.4	10.0 ± 2.6
8	原子炉遮蔽タンク南下部	9.1 ～ 26.4	15.7 ± 6.5

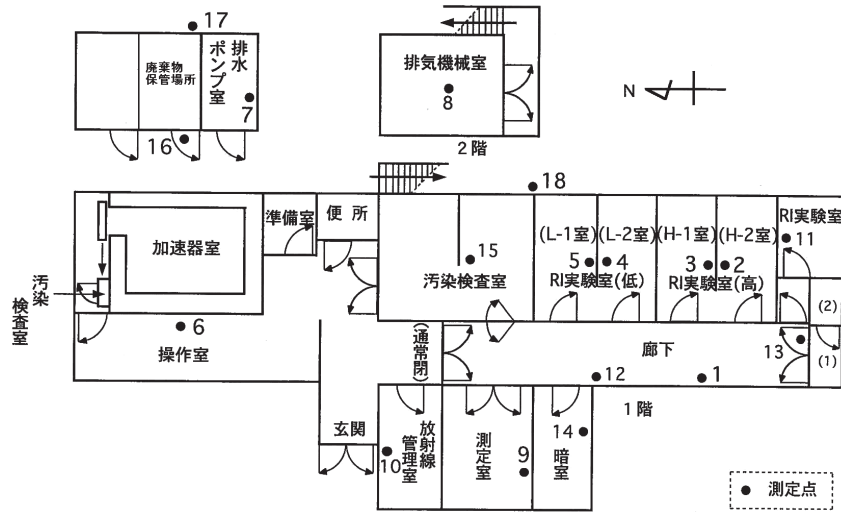
* 標準偏差



第1-1図 原子炉施設における月間平均 γ 線量率の変動



第1-2図 原子炉施設における月間平均 γ 線量率の変動

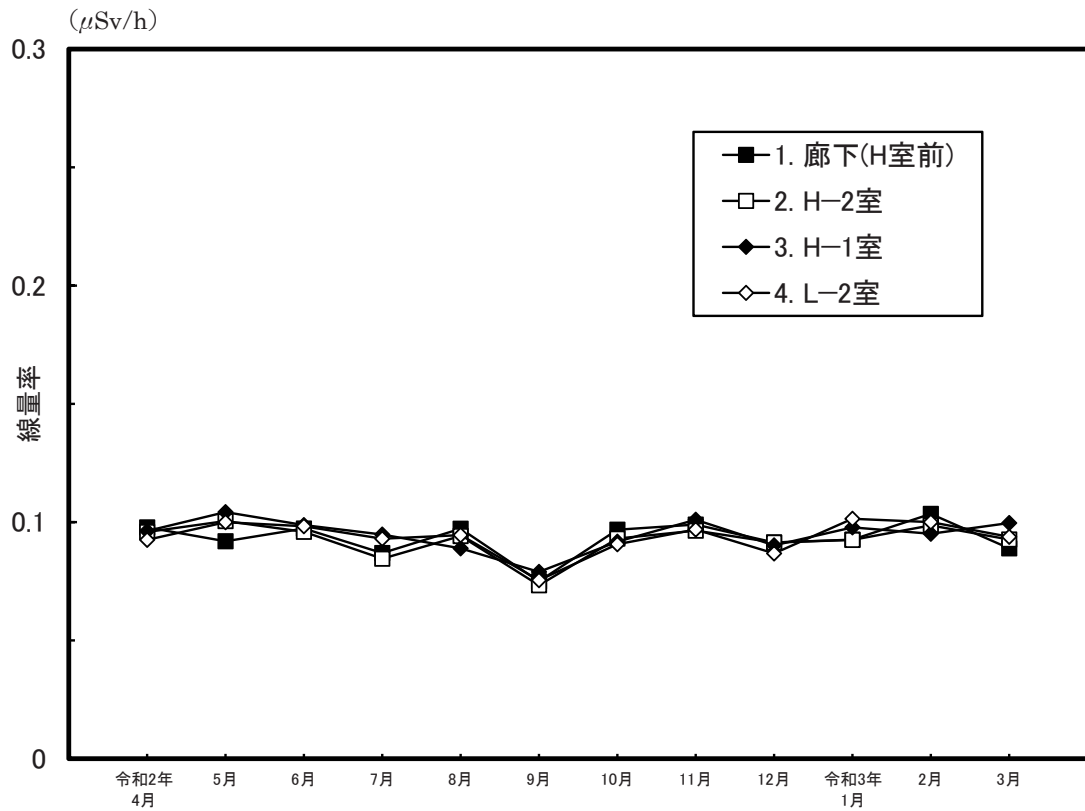


第2図 トレーサー・加速器棟における γ 線量率測定点

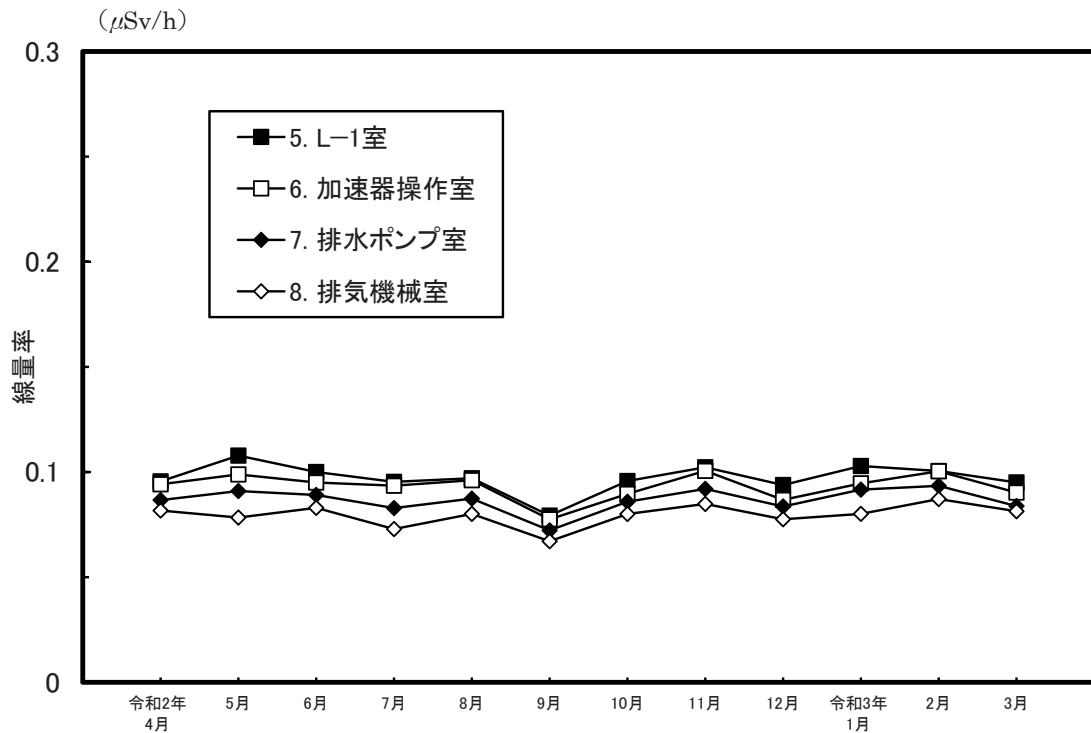
第4表 トレーサー・加速器棟におけるTLDによる月間平均 γ 線量率の変動

No.	測定場所	変動範囲	平均値
1	廊下 (H室前)	7.5 ~ 10.3	9.3 ± 0.7*
2	H - 2室	7.3 ~ 10.0	9.2 ± 0.7
3	H - 1室	7.9 ~ 10.4	9.5 ± 0.7
4	L - 2室	7.5 ~ 10.1	9.4 ± 0.7
5	L - 1室	7.9 ~ 10.8	9.7 ± 0.7
6	加速器操作室	7.8 ~ 10.1	9.3 ± 0.6
7	排水ポンプ室	7.2 ~ 9.3	8.7 ± 0.6
8	排気機械室	6.7 ~ 8.7	8.0 ± 0.5
9	測定室	8.9 ~ 12.4	10.7 ± 0.9
10	放射線管理室	8.1 ~ 11.2	9.8 ± 0.8
11	RI実験室	8.2 ~ 10.5	9.7 ± 0.6
12	廊下 (L室前)	8.2 ~ 10.1	9.4 ± 0.6
13	貯蔵室前	7.4 ~ 9.3	8.8 ± 0.5
14	暗室	9.2 ~ 12.4	11.1 ± 0.8
15	汚染検査室	7.5 ~ 9.8	9.0 ± 0.6
16	廃棄物保管庫扉	6.4 ~ 9.8	8.5 ± 0.9
17	廃棄物保管庫裏	7.5 ~ 10.2	9.3 ± 0.8
18	L - 1室外	6.7 ~ 9.7	8.3 ± 0.5

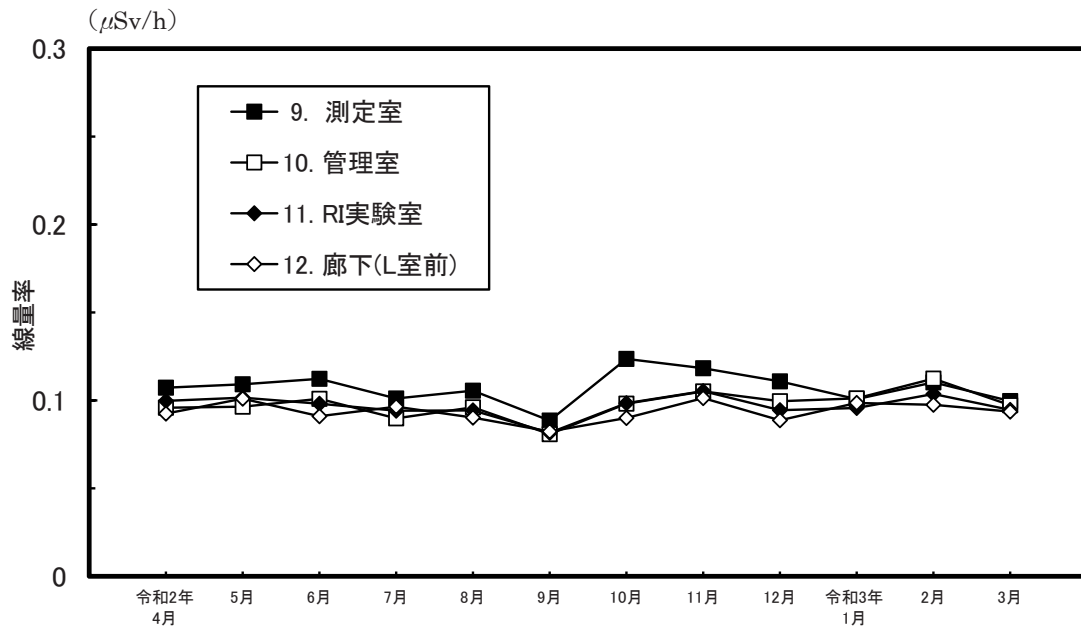
* 標準偏差



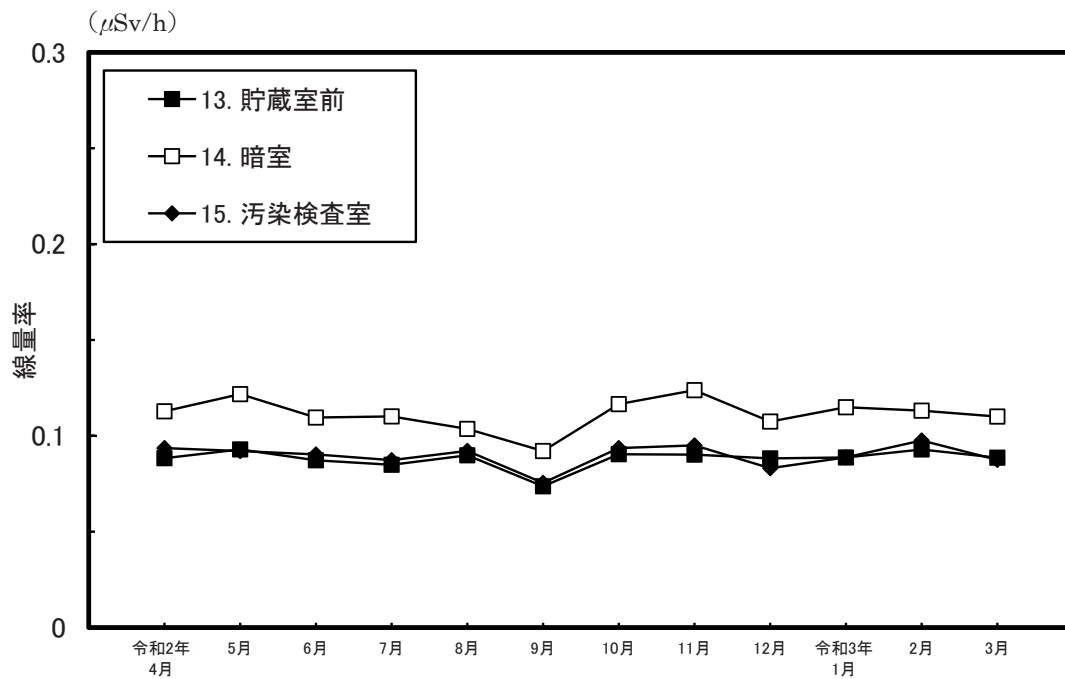
第3-1図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動



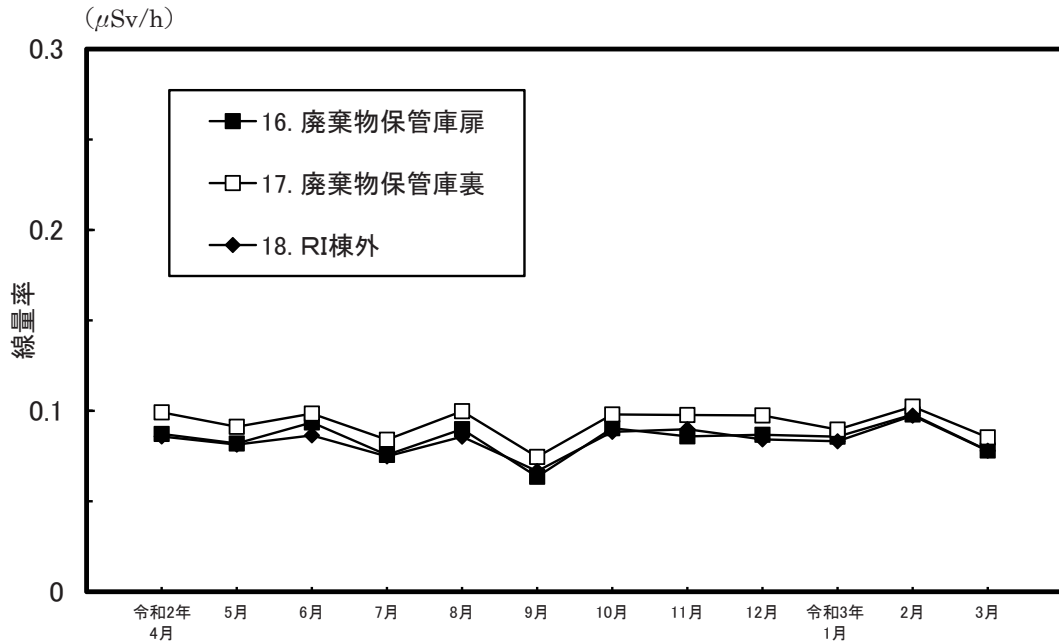
第3-2図 トレーサー・加速器棟における月間平均 γ 線量率の変動



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



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



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

第5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 タンク側面			原子炉室西壁			原子炉遮蔽 タンク上部			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	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	
令和2年4～6月	5.20	0.14	0.14	0.61	0.11	0.11	5.30	0.12	0.12	0.18	0.12	0.12	0.36
7～9月	7.11	0.14	0.24	0.82	0.11	0.12	6.98	0.12	0.22	0.20	0.12	0.12	51.26
10～12月	6.98	0.14	0.30	1.91	0.11	0.12	6.98	0.12	0.29	0.20	0.12	0.12	88.44
令和3年1～3月	6.37	0.14	0.18	0.79	0.11	0.11	6.85	0.12	0.17	0.19	0.12	0.12	23.60
令和2年度	7.11	0.14	0.22	1.91	0.11	0.12	6.98	0.12	0.20	0.20	0.12	0.12	163.66

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・加速器棟の排気口における空気中放射性物質濃度は、原子炉施設は㈱富士電機製ガスモニタを用いて、トレーサー・加速器棟は㈱日立製作所製連続ろ紙式ダストモニタを用いて測定し、第6表及び第7表に測定結果をまとめた。原子炉施設においては排風機運転中に連続吸引測定を、トレーサー・加速器棟においては施設使用日に限って連続吸引測定を行っている。

両施設の管理区域内における空気中放射性物質濃度（全β放射能濃度）の測定は、原子炉施設は上述

のガスモニタを兼用し、トレーサー・加速器棟は㈱富士電機製固定ろ紙式ダストモニタ（NAD-1、NHR）で行い、その結果を第8表及び第9表に示した。トレーサー・加速器棟の管理区域内の空気中放射性物質濃度（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 $7.7 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、 $0.83 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 及び $0.47 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ とバックグラウンドレベルであった。第10表に原子炉施設周辺監視区域内における空気中放射性物質濃度（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 $7.8 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、吸引停止17時間後の年平均値は

0.15×10⁻⁷Bq/cm³であった。この減衰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ためである。

原子炉施設における放射性気体廃棄物の放出量は、ガスモニタによる実測値（平均値）では、いずれの3カ月間においても検出限界以下であった（第11表）。検出限界値は排気中濃度限度よりも高くなっているため、排気中の濃度が濃度限度を上回ら

ないことを計算によって示す必要がある。原子炉が定格熱出力1Wで、通常運転中に放出される放射性気体廃棄物は実際上⁴¹Arに限られ、定格出力で十分な運転時間経過後の排気中の⁴¹Ar濃度は5.3×10⁻⁵Bq/cm³と算出され、周辺監視区域外の空気中の濃度限度5×10⁻⁴ Bq/cm³よりも十分に小さい。

第6表 排気モニタ（ガスモニタ）による放射能濃度測定結果

測定項目		令和2年	7～9月	10～12月	令和3年
		4～6月			1～3月
排気口ガスβ ^{*1} (10 ⁻³ Bq/cm ³)	平均値	ND	ND	ND	ND
	最高値	ND	ND	ND	ND

*1 原子炉運転休止日の計数率の平均値をバックグラウンドとして差し引いたもの
ND：検出限界（1.7×10⁻³Bq/cm³）以下

第7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

測定項目		令和2年	7～9月	10～12月	令和3年
		4～6月			1～3月
排気口ダストβ ^{*1}	平均値	ND	ND	ND	ND
排気口ダストα ^{*1}	平均値	ND	ND	ND	ND
排気口ガスβ ^{*1}	平均値	ND	ND	ND	ND

*1 バックグラウンドを差し引いたもの
ND：検出限界以下

第8表 管理区域（原子炉室）における空气中放射性物質濃度

測定器	ガスモニタ
年 月	月平均値 (Bq/cm ³)
令和2年4月	ND
5月	ND
6月	ND
7月	ND
8月	ND
9月	ND
10月	ND
11月	ND
12月	ND
令和3年1月	ND
2月	ND
3月	ND
年平均	ND

ND：検出限界（1.7×10⁻³Bq/cm³）以下

第9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
令和2年4月	2.2 ~ 11	6.3 ± 2.9*	0.16 ~ 1.9	0.85 ± 0.60	0.08 ~ 1.3	0.52 ± 0.37
5月	3.4 ~ 17	7.3 ± 4.2	0.32 ~ 2.3	0.91 ± 0.65	0.00 ~ 1.3	0.39 ± 0.36
6月	2.5 ~ 12	7.0 ± 2.9	0.36 ~ 1.9	0.80 ± 0.47	0.11 ~ 1.1	0.46 ± 0.31
7月	2.2 ~ 7.5	4.6 ± 1.6	0.16 ~ 1.4	0.57 ± 0.36	0.08 ~ 0.80	0.30 ± 0.20
8月	6.5 ~ 15	9.0 ± 2.6	0.48 ~ 1.6	0.87 ± 0.34	0.16 ~ 0.95	0.50 ± 0.25
9月	1.6 ~ 9.2	4.9 ± 2.4	0.16 ~ 0.96	0.62 ± 0.29	0.08 ~ 0.64	0.38 ± 0.22
10月	2.7 ~ 14	7.7 ± 3.6	0.32 ~ 1.3	0.69 ± 0.29	0.16 ~ 0.96	0.38 ± 0.24
11月	5.7 ~ 15	10 ± 3.5	0.16 ~ 1.6	0.79 ± 0.45	0.08 ~ 0.96	0.46 ± 0.28
12月	5.7 ~ 17	10 ± 4.2	0.32 ~ 1.7	0.84 ± 0.48	0.16 ~ 0.95	0.51 ± 0.27
令和3年1月	5.0 ~ 17	11 ± 4.7	0.32 ~ 3.2	1.4 ± 1.1	0.16 ~ 1.8	0.82 ± 0.58
2月	4.9 ~ 15	9.4 ± 3.3	0.24 ~ 2.3	0.98 ± 0.59	0.08 ~ 1.5	0.60 ± 0.39
3月	3.5 ~ 7.5	5.7 ± 1.2	0.16 ~ 0.89	0.56 ± 0.23	0.00 ~ 0.57	0.33 ± 0.19
年平均	7.7 ± 2.1*		0.83 ± 0.24		0.47 ± 0.14	

* 標準偏差

第10表 周辺監視区域内における空气中放射性物質濃度

($\times 10^{-7}$ Bq/cm³)

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
令和2年 4月15日	4.9	0.16	0.08
5月26日	7.4	0.32	0.32
6月17日	5.8	0.32	0.08
7月21日	4.4	0.24	0.16
8月25日	10.7	0.25	0.08
9月15日	6.4	0.24	0.08
10月15日	6.8	0.08	0.08
11月25日	18.5	0.56	0.40
12月16日	5.7	0.24	0.08
令和3年 1月28日	10.6	0.24	0.16
2月25日	7.4	0.32	0.24
3月23日	5.0	0.16	0.08
平 均	7.8 ± 3.9*	0.26 ± 0.12	0.15 ± 0.11

* 標準偏差

第11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
	全希ガス
令和2年4月～6月	※
7月～9月	※
10月～12月	※
令和3年1月～3月	※
令和2年度	※

※ 検出限界 (1.3×10^3 Bq/sec) 以下

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12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 $12.4 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ 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13表）は $2.2 \times 10^3 \text{Bq}$ であった。トレーサー・加速器棟の排水については最高 $19.8 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ 、年間の放出量は $7.9 \times 10^3 \text{Bq}$ であった。なお、測定値には自然起因の値を含む。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14表に示した。γ線核種分析は試料約20ℓを採水し、蒸発乾固後、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（有効体積80mℓ、プリンストーンガンマテック社製の同軸型）、測定系としてSEIKO

EG&G社製7600多重波高分析器、データの収集及び解析にはSEIKO EG&G社製γstudio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は40%、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。トレーサー・加速器棟の排水については、過去のRI利用による影響で、ごく微量の ^{134}Cs が検出された。

原子炉燃料タンク2槽（各60ℓ容量）中の減速水を3ヵ月毎採水し、全β放射能濃度を2πガスフロー・ローバックグラウンド計数装置（株Aloka製LBC-471P）で測定し、その結果を第15表に示した。これによると減速水の全β放射能濃度は（ND～5.6） $\times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ に変動しておりバックグラウンドレベルであった。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ヵ月毎にゲルマニウム半導体検出器を用いてFP（核分裂生成物）検査のための核種分析を行った。その結果を第16表に示したが、いずれもFPは検出されなかった。

第12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
令和2年4月～6月	3.5 ± 0.7*	3.5 ± 0.7*	15.1 ± 1.1	15.1 ± 1.1
7月～9月	12.7 ± 1.1	8.7 ± 0.4	12.1 ± 1.1	7.9 ± 0.7
10月～12月	—	—	15.1 ± 1.1	15.1 ± 1.1
令和3年1月～3月	12.4 ± 1.1	12.4 ± 1.1	19.8 ± 1.3	19.8 ± 1.3
年 平 均	8.5 ± 0.4		13.2 ± 0.5	

* 計数誤差

— 該当なし

第13表 排水放出時の年間全β放射性物質総量

($\times 10^3 \text{Bq}$)

期 間	原子炉施設	トレーサー・加速器棟
令和2年度	2.2	7.9

第14表 排水中の γ 放射性核種濃度の変動範囲 $(\times 10^{-3}\text{Bq/cm}^3)$

期 間	原子炉施設		トレーサー・加速器棟		
	Cs-137	K-40	Cs-137	Cs-134	K-40
令和2年度	ND	ND	ND	ND 0.0020 ± 0.0006*	ND

* 計数誤差

ND：検出限界以下

第15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	変動範囲
令和2年4月	1.3 ± 0.5	0.8 ± 0.5
7月	ND	1.1 ± 0.5
10月	5.6 ± 0.8	5.6 ± 0.8
令和3年2月	3.0 ± 0.6	4.5 ± 0.7

ND：検出限界 ($0.66 \times 10^{-5}\text{Bq/cm}^3$) 以下第16表 減速材中の γ 放射性核種濃度 $(\times 10^{-3}\text{Bq/cm}^3)$

期 間	核 種	北側燃料タンク	南側燃料タンク
令和2年4月	FP	ND	ND
7月	FP	ND	ND
10月	FP	ND	ND
令和3年2月	FP	ND	ND

FP：核分裂生成物

ND：検出限界以下

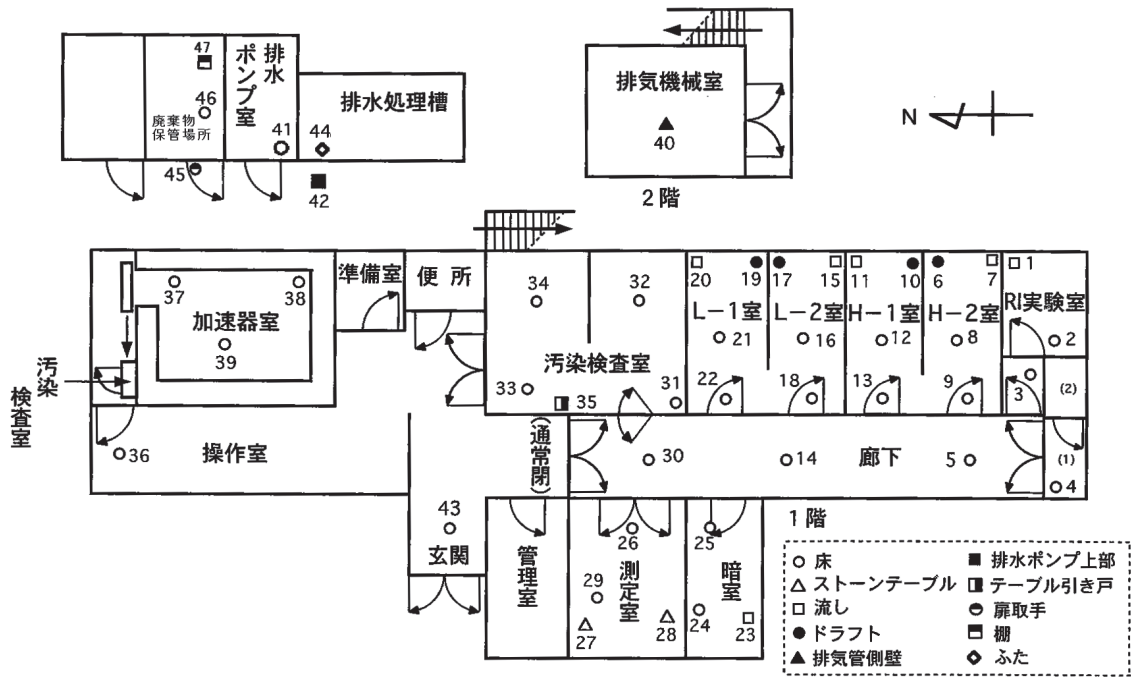
3.3 表面密度の測定

原子炉施設及びトレーサー・加速器棟（第4図）の管理区域内における床、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22定点、トレーサー・加速器棟47定点、また1週間に1回は、月1回の測定点より数カ所選出し、原子炉施設のみ11定点実施している。なお、今年度より、トレーサー・加速器棟においては、モニタ類更新に伴う測定器の配置等により、測定点を1点追加した。表面密度の測定は、全 β 放射能濃度を 2π ガスフロー・ローバックグラウンド計数装置（株Aloka製LBC-471P）により、 ^3H による表面密度については、液体シンチレーション計数装置（パッカー社製Tri-carb 2250）により行った。月1回行った表面密度の測定場所の一覧を第17表、第18表に示し、その両施設の全 β 表面密度の結果を第19表に示した。トレーサー・加速器棟における ^3H の表面密度は第20表に示した。原子炉施設、トレーサー・加速器棟における全 β 表面密度は全ての場所で検出限界値 $2.9 \times 10^{-4}\text{Bq/cm}^2$ 以下で、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 ^3H 表面密度の最高値は、令和3年3月に低レベル実験室（L-1）ドラフトで $7.5 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$ を示したが、ふき取りを実施し、その後バックグラウンドレベルであることを確認した。令和2年度における表面汚染の異常例はなかった。

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5図）において、環境 γ 線量率はTLDによる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。



第4図 トレーサー・加速器棟内における表面密度測定点

第17表 原子炉施設におけるスミア法による測定場所一覧

No.	測定場所	
1	モニタ室	床
2	測定室 (1)	床
3		サイドテーブル
4	測定室 (2)	床
5		入口側壁
6	固体廃棄物保管庫	床
7		側壁
8	実験室	床
9		入口側壁
10	廊下	床
11	原子炉制御室 (コントロール室)	床
12	原子炉室	遮蔽タンク上
13		テーブル上
14		床
15	保管場所	入口付近・床
16		床
17	取扱場所	入口付近・床
18		床
19	使用場所	床
20	排気機械室	ダクト側壁
21	廃水処理槽	上蓋
22	廃棄物保管庫	棚

第18表 トレーサー・加速器棟におけるスミア法による測定場所一覧

No.	測定場所	No.	測定場所
1	R I 実験室 流し	25	暗室 床(2)
2	R I 実験室 床(1)	26	測定室 床(1)
3	R I 実験室 床(2)	27	測定室測定台 (北)
4	R I 貯蔵室 (1) 床	28	測定室測定台 (南)
5	廊下 (H 室 前) 床	29	測定室 床(2)
6	高レベル実験室 (H-2) ドラフト	30	廊下 (測定室 前) 床
7	高レベル実験室 (H-2) 流し	31	汚染検査室 床(1)
8	高レベル実験室 (H-2) 床(1)	32	汚染検査室 床(2)
9	高レベル実験室 (H-2) 床(2)	33	汚染検査室 床(3)
10	高レベル実験室 (H-1) ドラフト	34	汚染検査室 床(4)
11	高レベル実験室 (H-1) 流し	35	汚染検査室 測定台
12	高レベル実験室 (H-1) 床(1)	36	加速器操作室 床
13	高レベル実験室 (H-1) 床(2)	37	加速器室 床(1)
14	廊下 (L 室 前) 床	38	加速器室 床(2)
15	低レベル実験室 (L-2) 流し	39	加速器室 床(3)
16	低レベル実験室 (L-2) 床(1)	40	排気機械室 (2 F) ダクト付近
17	低レベル実験室 (L-2) ドラフト	41	排水ポンプ室 ポンプ床
18	低レベル実験室 (L-2) 床(2)	42	水モニタ側面 側面
19	低レベル実験室 (L-1) ドラフト	43	トレーサー棟入口 床
20	低レベル実験室 (L-1) 流し	44	排水処理槽
21	低レベル実験室 (L-1) 床(1)	45	廃棄物保管庫 扉
22	低レベル実験室 (L-1) 床(2)	46	廃棄物保管庫 中央床
23	暗室 流し	47	廃棄物保管庫 棚
24	暗室 床(1)		

第19表 全β放射性物質表面密度の測定結果

(×10⁻⁵Bq/cm²)

年 月	原子炉施設	トレーサー・加速器棟
令和2年 4月	ND	ND
5月	ND	ND
6月	ND	ND
7月	ND	ND
8月	ND	ND
9月	ND	ND
10月	ND	ND
11月	ND	ND
12月	ND	ND
令和3年 1月	ND	ND
2月	ND	ND
3月	ND	ND

ND：検出限界 (2.9×10⁻⁴Bq/cm²) 以下

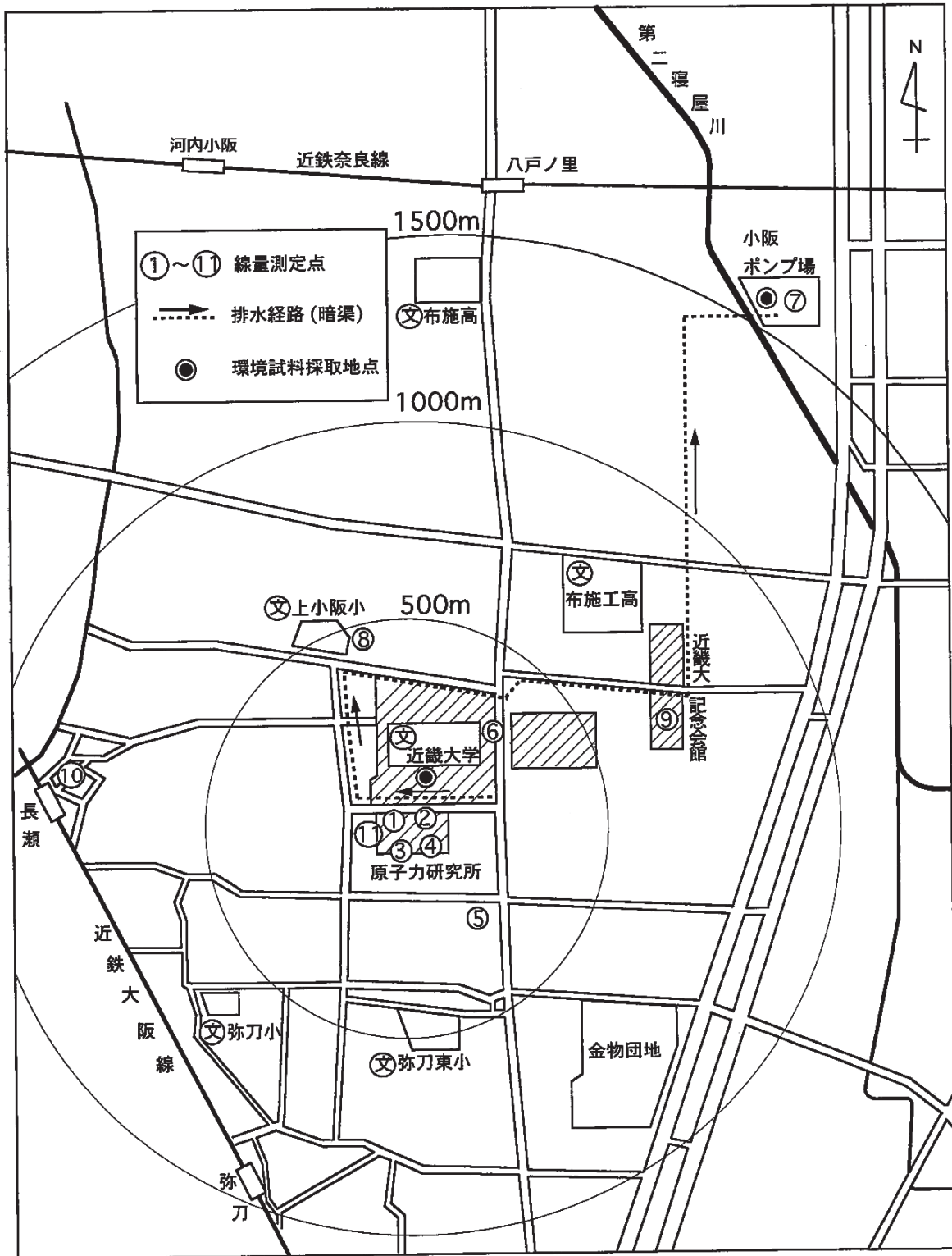
第20表 スミア法によるトレーサー・加速器棟における³H表面密度

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	<2.7	25	暗室 床(2)	<8.4
2	R I 実験室 床(1)	<9.3	26	測定室 床(1)	<8.0
3	R I 実験室 床(2)	<10.3	27	測定室 測定台 (北)	<31.0
4	R I 貯蔵室(1) 床	<7.3	28	測定室 測定台 (南)	<7.9
5	廊下(H室前) 床	<5.9	29	測定室 床(2)	<7.8
6	高レベル実験室(H-2) ドラフト	<3.5	30	廊下(測定室前) 床	<6.9
7	高レベル実験室(H-2) 流し	<2.1	31	汚染検査室 床(1)	<10.6
8	高レベル実験室(H-2) 床(1)	<16.9	32	汚染検査室 床(2)	<5.3
9	高レベル実験室(H-2) 床(2)	<8.1	33	汚染検査室 床(3)	<5.1
10	高レベル実験室(H-1) ドラフト	<16.1	34	汚染検査室 床(4)	<2.6
11	高レベル実験室(H-1) 流し	<0.2	35	汚染検査室 測定台	<9.0
12	高レベル実験室(H-1) 床(1)	<7.0	36	加速器操作室 床	<6.6
13	高レベル実験室(H-1) 床(2)	<5.2	37	加速器室 床(1)	<5.3
14	廊下(L室前) 床	<1.9	38	加速器室 床(2)	<9.5
15	低レベル実験室(L-2) 流し	<0.0	39	加速器室 床(3)	<0.0
16	低レベル実験室(L-2) 床(1)	<7.8	40	排気機械室(2F) ダクト付近	<3.2
17	低レベル実験室(L-2) ドラフト	<1.0	41	排水ポンプ室 床	<8.3
18	低レベル実験室(L-2) 床(2)	<7.2	42	水ポンプ側面 側面	<0.0
19	低レベル実験室(L-1) ドラフト	<749.5	43	トレーサー棟入口 床	<18.3
20	低レベル実験室(L-1) 流し	<5.2	44	排水処理槽	<0.0
21	低レベル実験室(L-1) 床(1)	<10.4	45	廃棄物保管庫 扉	<2.7
22	低レベル実験室(L-1) 床(2)	<7.3	46	廃棄物保管庫 中央床	<4.5
23	暗室 流し	<21.0	47	廃棄物保管庫 棚	<3.2
24	暗室 床(1)	<0.0			

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21表、第6-1図～第6-3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、⑩)のモニタリング地点では年平均γ線量率は0.088～0.099μSv/h、周辺監視区域外では0.072～0.104μSv/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線量率としては、普通一般には吸収線量率μGy/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、μSv/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22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(株富士電機製)は原子炉より北西40m、モニタリングポストNo.3(株富士電機製)は原子炉より北東30mの位置にあり、それぞれ0.047～0.143Sv/h、0.066～0.122μSv/hで、バックグラウンドレベルであった。



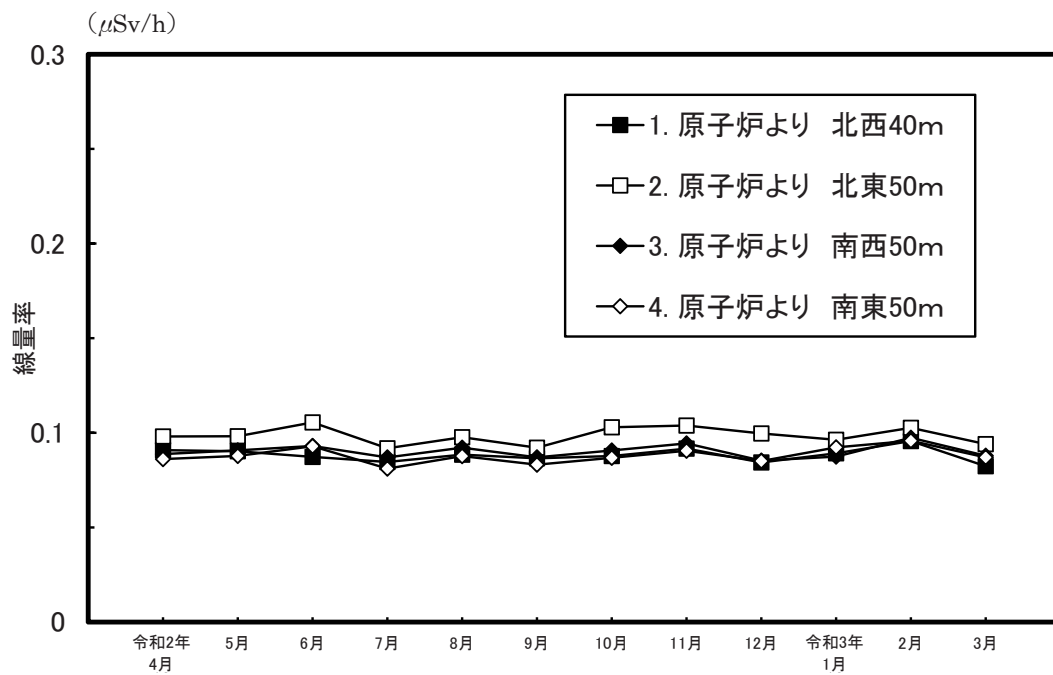
第5図 原子炉施設周辺における測定点

第21表 環境γ線量率の変動(1)

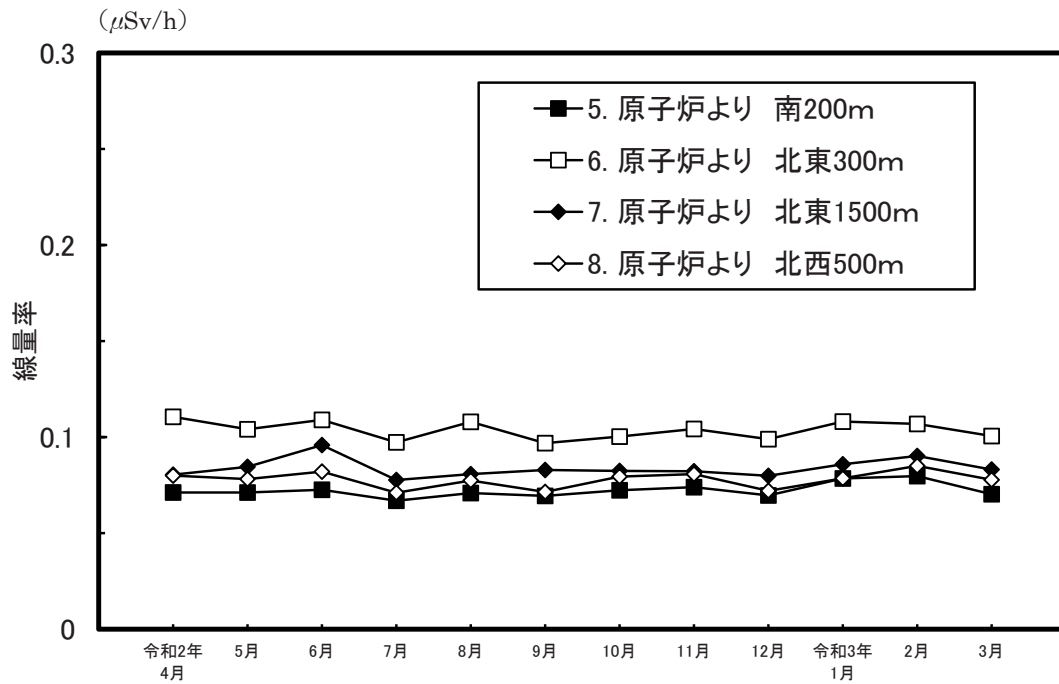
($\times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$)

No.	測定位置	変動範囲	年平均値
①	原子炉より北西 40m	8.2 ~ 9.6	8.8 ± 0.4*
②	原子炉より北東 50m	9.2 ~ 10.5	9.9 ± 0.5
③	原子炉より南西 50m	8.5 ~ 9.7	9.0 ± 0.4
④	原子炉より南東 50m	8.1 ~ 9.6	8.8 ± 0.4
⑤	原子炉より南 200m	6.7 ~ 8.0	7.2 ± 0.4
⑥	原子炉より北東 300m	9.7 ~ 11.1	10.4 ± 0.5
⑦	原子炉より北東 1500m	7.8 ~ 9.6	8.4 ± 0.5
⑧	原子炉より北西 500m	7.1 ~ 8.5	7.8 ± 0.4
⑨	原子炉より北東 700m	8.0 ~ 9.4	8.5 ± 0.4
⑩	原子炉より北西 900m	8.5 ~ 10.4	9.7 ± 0.6
⑪	原子炉より北西 50m	8.7 ~ 11.4	9.8 ± 0.8

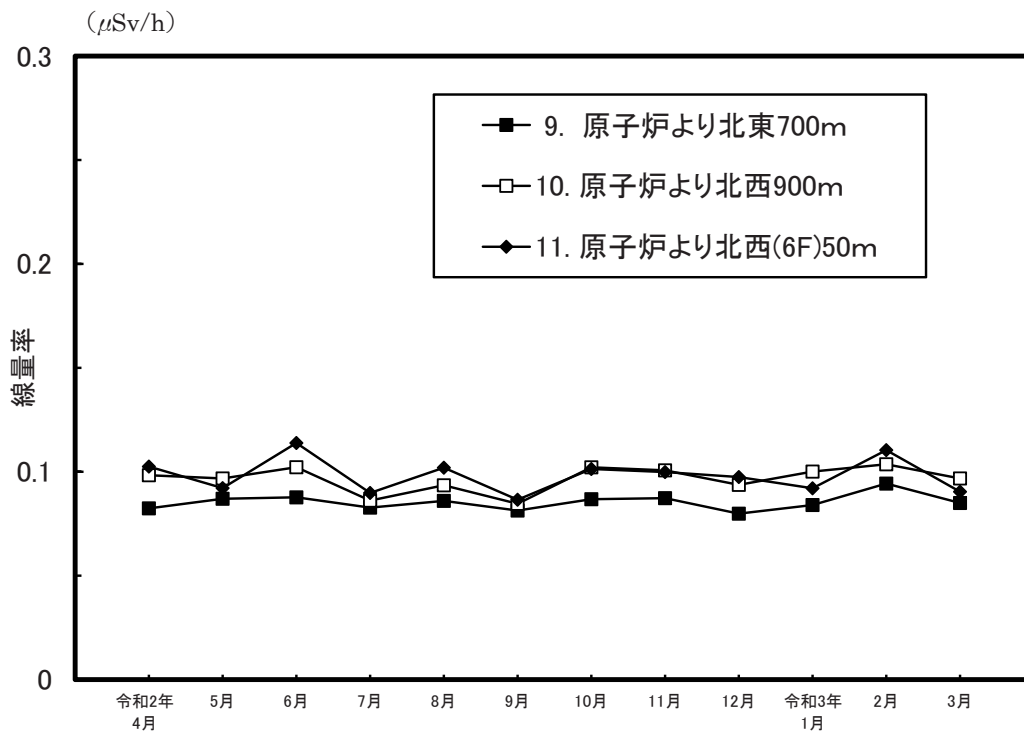
* 標準偏差



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



第6-2図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動



第6-3図 野外環境における月間平均 γ 線量率の変動

第22表 環境γ線量率の変動(2)

	モニタリングポストNo.1 ($\mu\text{Sv/h}$)		モニタリングポストNo.3 ($\mu\text{Sv/h}$)	
	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値
令和2年 4月	0.047 ~ 0.122	0.075	0.068 ~ 0.100	0.076
5月	0.051 ~ 0.111	0.078	0.069 ~ 0.096	0.078
6月	0.050 ~ 0.134	0.079	0.069 ~ 0.116	0.078
7月	0.054 ~ 0.121	0.079	0.069 ~ 0.100	0.077
8月	0.052 ~ 0.114	0.080	0.069 ~ 0.092	0.079
9月	0.054 ~ 0.118	0.080	0.069 ~ 0.100	0.079
10月	0.048 ~ 0.111	0.077	0.069 ~ 0.097	0.077
11月	0.049 ~ 0.119	0.076	0.069 ~ 0.105	0.077
12月	0.050 ~ 0.122	0.074	0.069 ~ 0.113	0.078
令和3年 1月	0.047 ~ 0.109	0.073	0.069 ~ 0.096	0.077
2月	0.049 ~ 0.143	0.073	0.066 ~ 0.122	0.076
3月	0.047 ~ 0.137	0.075	0.069 ~ 0.111	0.076
令和2年度	0.047 ~ 0.143	0.077	0.066 ~ 0.122	0.077

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23表～第25表に示した。陸水(第23表)の全 β 放射能濃度は(25～38)×10⁻⁵Bq/cm³であり、いずれの地点も同じレベルであった。植物試料(第24表)は、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、1.2～5.9Bq/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例年“ツバキ”、“サンゴジュ”、“キョウチクトウ”を選んでいるが、キョウチクトウについては本学キャンパス整備工事のため伐採されたため3年前からはキョウチクトウを除く2品種となっているが、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²⁾。排水溝などの沈泥土(第25表)については0.65～0.76Bq/g乾土と自然の変動範囲内で、採取地による差は認められなかった。

第23表 陸水の全 β 放射性物質濃度

採水場所	蒸発残渣量 (mg/ℓ)		全 β 放射性物質濃度 (×10 ⁻⁵ Bq/cm ³)	
	変動範囲	平均値	変動範囲	平均値
対照 原子力研究所上流	212 ~ 424	274 ± 101*	31 ~ 38	34 ± 3.2*
排水経路 原子力研究所前	169 ~ 305	218 ± 61	29 ~ 36	32 ± 3.1
	小阪ポンプ場	311 ~ 522	419 ± 90	25 ~ 32

* 標準偏差

第24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 (%)	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)	63.8 ~ 69.8 (66.7 ± 3.1*)	2.9 ~ 4.3 (3.8 ± 0.7)	3.9 ~ 5.9 (4.6 ± 0.9)
	ツバキ (ツバキ科)	57.2 ~ 59.2 (58.1 ± 0.9)	3.2 ~ 4.0 (3.5 ± 0.4)	1.2 ~ 2.9 (2.2 ± 0.7)
小阪ポンプ場	サンゴジュ (サンゴジュ科)	65.0 ~ 72.3 (68.8 ± 3.9)	3.0 ~ 3.7 (3.3 ± 0.3)	3.3 ~ 5.9 (4.4 ± 1.1)

() 平均値

* 標準偏差

4.3 環境試料のγ線核種分析^{1,3)}

γ線核種分析は環境試料水については約20 l、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26表～第28表に示した。陸水試料について検出された核種は⁴⁰Kなどの自然放射性核種のみであった。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のみであり、沈泥土試料についても同じ傾向を示した。

第25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
対照	原子力研究所上流	0.65 ~ 0.76	0.67 ± 0.05*
	原子力研究所前	0.70 ~ 0.73	0.71 ± 0.02
排水経路	小阪ポンプ場	0.66 ~ 0.73	0.69 ± 0.03

* 標準偏差

第26表 陸水中のγ放射性核種濃度

(×10⁻³Bq/cm³)

採取場所	採取年月日	K-40	Be-7	Pb-212 (Th)	Bi-214 (U)	Cs-137	
対照	原子力研究所 管理棟上水	令和2年4月	ND	ND	ND	ND	
		7月	ND	ND	ND	ND	
		10月	ND	ND	ND	ND	
		令和3年1月	ND	0.02 ± 0.01	ND	ND	
対照	原子力研究所上流	令和2年4月	ND	ND	ND	ND	
		7月	0.06 ± 0.01	ND	ND	ND	
		10月	0.07 ± 0.01	ND	ND	ND	
		令和3年1月	0.11 ± 0.01	0.04 ± 0.01	ND	ND	
排水経路	原子力研究所前	令和2年4月	0.06 ± 0.01	ND	ND	ND	
		7月	ND	ND	ND	ND	
		10月	0.05 ± 0.01	ND	ND	ND	
		令和3年1月	0.20 ± 0.01	ND	ND	ND	
	小阪ポンプ場	令和2年4月	ND	ND	ND	0.005 ± 0.001	ND
		7月	ND	ND	ND	ND	ND
		10月	0.14 ± 0.01	ND	ND	0.005 ± 0.001	ND
		令和3年1月	0.27 ± 0.02	ND	ND	ND	ND

ND：検出限界以下

第27表 植物試料の放射性核種濃度

(Bq/kg生)

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
近畿大学構内	サンゴジュ	令和2年4月	147±1.8	28.9±0.9	3.8±0.2	2.1±0.1	1.6±0.1	6.5±1.1	4.0±0.1	3.2±0.1	ND
		7月	194±1.8	9.5±0.6	2.2±0.2	0.8±0.1	0.6±0.1	3.7±1.0	2.0±0.1	1.7±0.1	ND
		10月	197±1.9	12.3±0.6	3.0±0.2	0.9±0.1	1.0±0.1	3.2±1.0	2.3±0.1	1.8±0.1	ND
		令和3年1月	194±2.3	6.5±0.4	3.0±0.2	1.5±0.1	1.4±0.1	3.4±0.8	2.4±0.1	2.0±0.1	ND
	ツバキ	令和2年4月	27.1±1.3	32.7±0.9	9.3±0.3	6.8±0.1	5.1±0.2	6.1±1.3	5.7±0.2	4.8±0.2	ND
		7月	61.6±1.3	19.2±0.7	6.8±0.2	3.8±0.1	2.9±0.2	4.5±1.1	3.0±0.1	2.7±0.1	ND
		10月	56.0±1.3	21.6±0.8	8.5±0.3	4.5±0.1	3.8±0.2	5.5±1.1	4.7±0.1	4.2±0.1	ND
		令和3年1月	45.3±1.3	17.4±0.8	8.7±0.3	5.5±0.1	4.7±0.2	6.9±1.2	4.5±0.1	4.0±0.1	ND
小阪ポンプ場	サンゴジュ	令和2年4月	119±1.7	21.6±1.0	6.9±0.3	2.6±0.1	2.0±0.2	ND	3.7±0.1	3.3±0.1	ND
		7月	192±1.8	10.7±0.7	4.3±0.2	0.7±0.1	ND	ND	2.1±0.1	1.8±0.1	ND
		10月	164±1.8	16.5±0.7	8.9±0.3	1.8±0.1	1.6±0.1	4.6±1.1	3.4±0.1	2.8±0.1	ND
		令和3年1月	182±2.3	8.7±0.4	9.0±0.3	2.8±0.1	2.2±0.2	5.2±0.9	4.0±0.1	3.7±0.1	ND

ND：検出限界以下

第28表 沈泥土試料の放射性核種濃度

(Bq/kg乾土)

採取場所	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	
対照	原子力研究所上流	令和2年4月	552±8.3	23±3.0	23±1.1	23±0.7	19±0.9	31±7.1	14±0.7	12±0.6	ND
	7月	532±8.4	49±4.0	23±1.2	21±0.7	17±1.0	33±7.3	17±0.8	13±0.7	ND	
	10月	561±8.5	23±3.3	23±1.2	21±0.9	17±0.9	24±7.1	14±0.7	10±1.4	ND	
	令和3年1月	649±11	5.8±1.8	25±1.4	22±0.6	18±1.0	31±5.8	16±0.7	11±0.7	ND	
排水経路	原子力研究所前	令和2年4月	569±8.4	19±2.7	21±1.1	20±0.9	17±0.9	33±7.1	14±0.7	11±0.6	ND
		7月	576±8.3	32±3.5	21±1.1	19±0.6	17±0.9	37±7.0	13±0.7	10±0.6	ND
		10月	601±8.3	20±2.9	20±1.1	21±0.7	17±0.9	29±6.9	14±0.7	12±0.6	ND
		令和3年1月	672±11	7.3±1.9	22±1.4	21±0.6	17±1.0	39±5.7	12±0.7	11±0.7	ND
	小阪ポンプ場	令和2年4月	571±8.7	ND	20±1.2	21±0.9	16±1.0	ND	16±0.8	13±0.7	ND
		7月	548±5.6	ND	24±1.2	23±0.9	19±1.0	42±7.4	17±0.8	12±0.7	ND
		10月	567±8.6	ND	23±1.2	21±0.7	18±1.0	33±7.3	16±0.8	13±0.7	ND
		令和3年1月	557±8.7	ND	22±1.2	22±0.7	17±1.0	24±7.4	16±0.8	13±0.7	ND

ND：検出限界以下

5. まとめ

令和2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。

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) 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)
- 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)