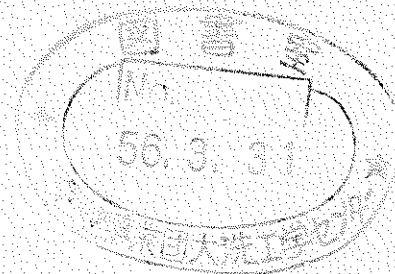


本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 13.6.20

[技術情報室]

放射線測定機器の校正に使用する標準線源 および標準測定器に関するマニュアル



技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
	N 852 81-01
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

1980年11月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001



放射線測定機器の校正に使用する標準線源および 標準測定器に関するマニュアル

実施責任者 関 昭雄*
報告者 江花 稔*
宮部賢次郎*
市塚 俊夫**

要旨 安全管理部放射線管理第一課では、東海事業所の各施設で使用されている放射線管理用測定機器が常に正常な動作を維持するために保守・点検を行うだけでなく、測定の信頼性を確保するために標準線源による校正を行っている。この標準線源は、さらに標準測定器あるいは、より精度の高い標準線源を介して国家標準とのつながり（トレーサビリティ体系）が確立されている必要がある。

本マニュアルは、現在、東海事業所において放射線測定のトレーサビリティ体系の基礎として使用している標準測定器および標準線源の構造・特性・使用方法などを、次の2項目についてまとめたものである。

- 1) 中・高線量率 γ (X)線測定
- 2) 中性子線測定

放射線測定機器の校正に使用する標準線源および 標準測定器に関するマニュアル

目 次

I 概 要	1
II 中・高線量 $r(X)$ 線用一次標準線量計	2
1. 使用の目的・用途	2
2. 構造および性能・特性	2
3. 国家標準との検定	7
4. 使用方法	13
5. 保守・点検および管理	15
III 中・高線量 $r(X)$ 線用二次標準線量計	25
1. 使用の目的・用途	25
2. 構造および性能・特性	25
3. 一次標準線量計との比較検定	28
4. 使用方法	38
5. 保守・点検および管理	40
IV 中・高線量用二次標準 r 線源	43
1. 使用の目的・用途	43
2. 構造および性能・特性	43
3. 一次標準線量計による検定	44
4. 保守・点検および管理	46
V 一次標準中性子線源	48
1. 使用の目的・用途	48
2. 構造および特性	48
3. 国家標準との検定	49
4. 保守・点検および管理	50
参 考 文 献	52

I 概 要

東海事業所の各放射性物質取扱施設および周辺区域において、放射線管理のため多種多様の放射線測定器が使用されている。これらの放射線測定器の保守管理線源校正の内容・方法は多様であるため、東海事業所では放射線測定器の対象に応じていくつかの項目に区分し、トレーサビリティ体系の確立を進めている。その区分内容と各項目での標準測定器および標準線源の確立の現状をTable 1-1に示す。

Table. 1-1 東海事業所におけるトレーサビリティ体系確立の現状

項 目		内 容	標 準 測 定 器		標 準 線 源		備 考
			一 次 標 準	二 次 標 準	一 次 標 準	二 次 標 準	
γ(X)線測定関係	中・高線量領域	○	○		○	1 mR/h 以上	
	低線量領域	△	×			数 μR/h ~ 1 mR/h	
中性子線測定関係	速中性子線		×	○			
	熱中性子線	×					
放射性ガス 測定関係	⁸⁵ Kr	△			○		
	¹⁴ C	△			○		
	³ H	△			○		
	そ の 他				○		
放射性物質 測定関係	α 核 種		△		○		
	β 核 種		△		○		

- …… 東海事業所における標準として、国家標準とのトレーサビリティ体系が確立している。
- △ …… 現在トレーサビリティ体系の確立を進めている。
- × …… 今後トレーサビリティ体系の確立を予定している。

II 中・高線量 $\gamma(X)$ 線用一次標準線量計

1. 使用の目的・用途

動燃東海事業所における中・高線量 $\gamma(X)$ 線用一次標準線量計としては、アイオネクス線量計(2511-3型)が選定されている。これは、国家標準と±5(%)の精度で検定されており、これを基に二次標準線量計および二次標準線源の値付けを行い、東海事業所におけるトレーサビリティ体系の確立を行っている。

2. 構造および性能・特性

この線量計は、英国、ニュークリア・エンタープライズ(NE)社製で検出部にはベークライト壁の電離箱を使用している。電離箱の有効容積の種類としては、0.2, 0.6, 6.0, 30, 600 ccがあり、このうち当事業所の一次標準線量計としては600 ccの電離箱を選定している。検出部と測定部は最大50 mまでのケーブルで接続が可能である。測定はDOSE又は、DOSE RATEモードで行なう事ができその値はデジタルで表示される。

2-1) 測定原理および構造

アイオネクス線量計の測定ブロック図をFig. 2-1に示す。

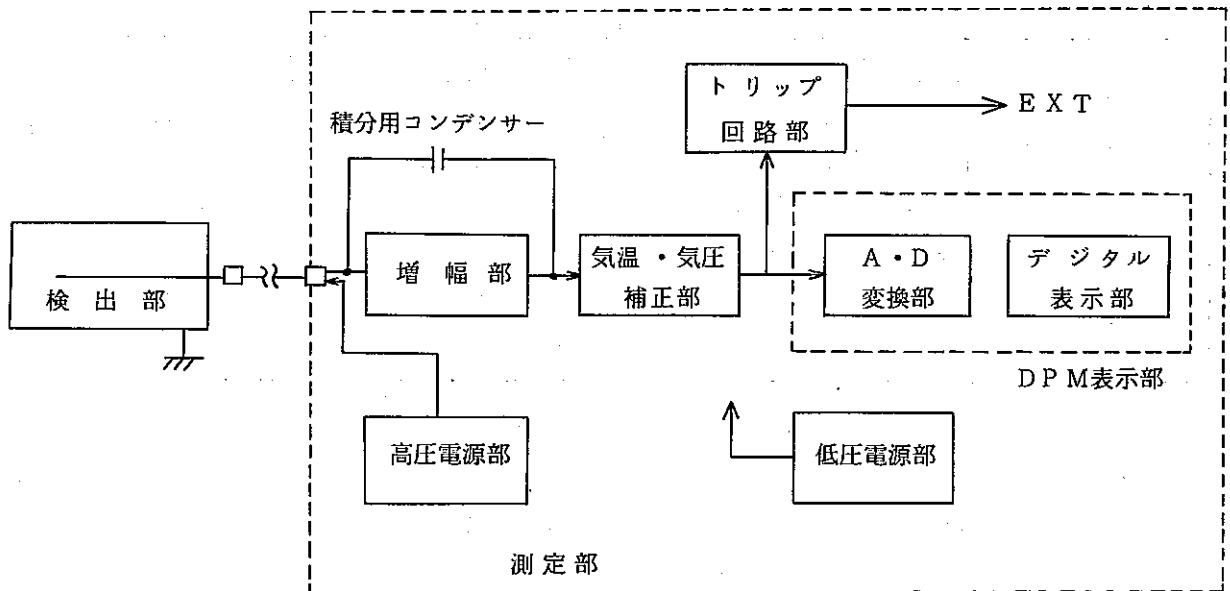


Fig. 2-1 アイオネクス線量計(600 cc)の測定ブロック図

電離箱で生じた電離電流は、各々の測定モードで次の様に増幅・変換される。

1. DOSEモード コンデンサーを用いて電離電荷を充電し電荷の積分量を求める。
2. DOSE RATEモード 高抵抗を用いて電離電流による電位降下を求める。

DOSE及びDOSE RATEモードにおいて、増幅部からの信号はA-D変換された後、3桁のデジタルパネルメータ(DPM)にて線量(率)として表示される。

アラームレベルの設定としてトリップ回路が内蔵されており、任意のレベルに設定し外部へ信号を出力する。又、電離箱の電離気体として自由空気を使用している為、気温・気圧の補正が必要であるが、ここではあらかじめ補正係数を設定し測定部において電氣的にこの補正を行うことができる。

次に検出部の構造を Fig. 2-2 に示す。

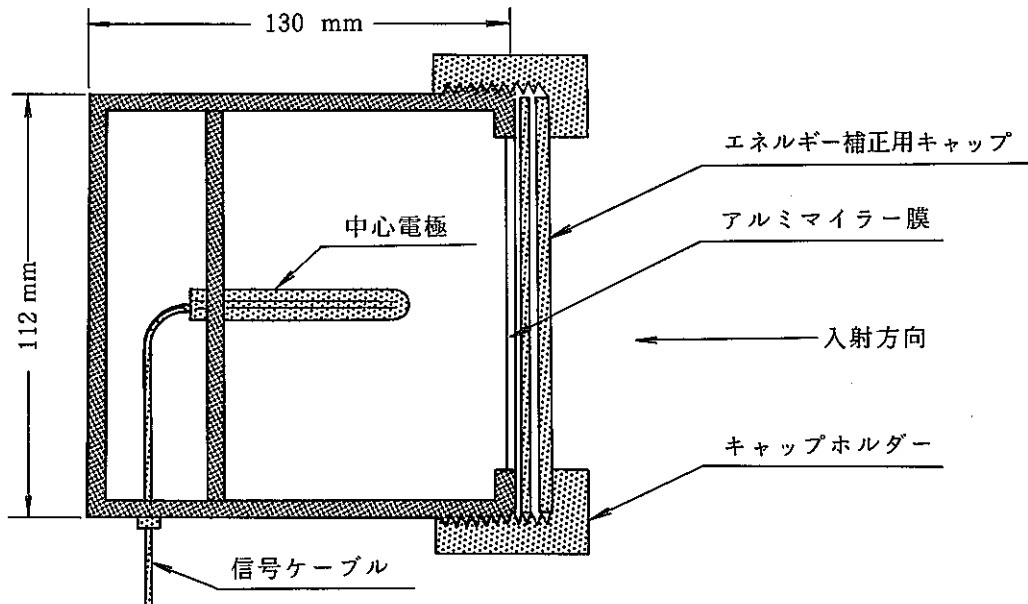


Fig.2-2 アイオネクス線量計(600 cc)の検出部の構造

検出器壁の材質は約 320 (mg/cm²) 厚のベークライトであり、中心電極はアルミニウム製でこの表面及び壁の内面には導電材としてカーボン・グラファイトが塗布されている。

この線量計は広範囲のエネルギー領域に及んで使用できる様に入射面にエネルギー補正用キャップを取り付ける事ができる。その種類を Table.2-1 に示す。

Table.2-1 エネルギー補正用キャップの種類

材 質	化 学 式	厚 さ
Polythene	(CH ₂) n	6 mg/cm ²
Polymethyl Methacrylate	(C ₅ H ₈ O ₂) n	320 mg/cm ²
Aluminum	Al	400 mg/cm ²

検出部と測定部の外観を Fig.2-3 に示す。



Fig. 2-3 検出部および測定部の外観

2-2) 性能および特性

アイオネクス線量計(600 cc)に関する諸性能および特性を Table. 2-2 に示す。

Table. 2-2 アイオネクス線量計(600 cc)の諸性能および特性

区分	項目	性能および特性	備考
静的特性	増幅部	増幅器：高入力インピダンス DC 増幅器 入力電流 $10^{-15} \sim 10^{-9}$ A 電荷 $10^{-13} \sim 10^{-7}$ C 利得 帰還素子の切換により可変設定 積分コンデンサー：Suflex 型ポリエチレンコンデンサー 公差 ± 0.25 %以内 安定性 ± 0.2 %/年以内 温度係数 $\frac{-150 \pm 60}{10^6}$ /°C 以内	
	デジタル パネル メータ	表示： $3 \frac{1}{2}$ Digit 入力インピーダンス：1000 MΩ 以上 精度： ± 0.1 %/Digit 最大入力電圧：200 (V) 使用温度範囲：0 ~ 50 °C	
動的特性	測定範囲	Range 1：最大指示 1.0 mR (最適測定範囲約 5~30 mR/h) Range 2： " 10.0 mR (" 約 30~300 mR/h) Range 3： " 100.0 mR (" 約 300~3000 mR/h) Range 4： " 1000 mR (" 約 $\frac{3000}{\sim 30000}$ mR/h)	

区分	項目	性能および特性	備考
動的特性	気温・気圧の補正	気温・気圧の変化にともなう補正は、測定回路部において自動的に行う。 補正範囲：-25%~+25%	
	リーク線量	1) 測定部 リーク線量率；±0.06 mR/hr 以下 (Range 1) 2) 測定系全体 リーク線量率；±0.12 mR/h 以下 (Range 1)	10 m延長ケーブルを用いて検出部を接続
	直線性	Range 1 ±1%以内 Range 2 " Range 3 " Range 4 "	
	方向依存性	±5%以内 (照射方向に対して±45° 以内)	²²⁶ Ra の γ 線に対する値
	エネルギー依存性	各種のエネルギー補正用キャップを使用した時のエネルギー依存性は Fig.2-4 に示す。 この結果エネルギー補正用キャップの使用条件を次の様に決定した。 約 30 KeV ~ 300 KeV のエネルギー領域 ；エネルギー補正用キャップなし 約 300 KeV ~ 2 MeV のエネルギー領域 ；4.6 mm厚 Polymethyl Methacrylate 使用	
	再現性	1) 測定系自体の再現性 ±0.3%以内 (照射線量率約 5 mR/h ~ 3 R/h) 2) 線量(率)測定における再現性* ±2%以内	

* 全ての誤差要因を含んだ値で実際に線量(率)を測定する場合の再現性である。

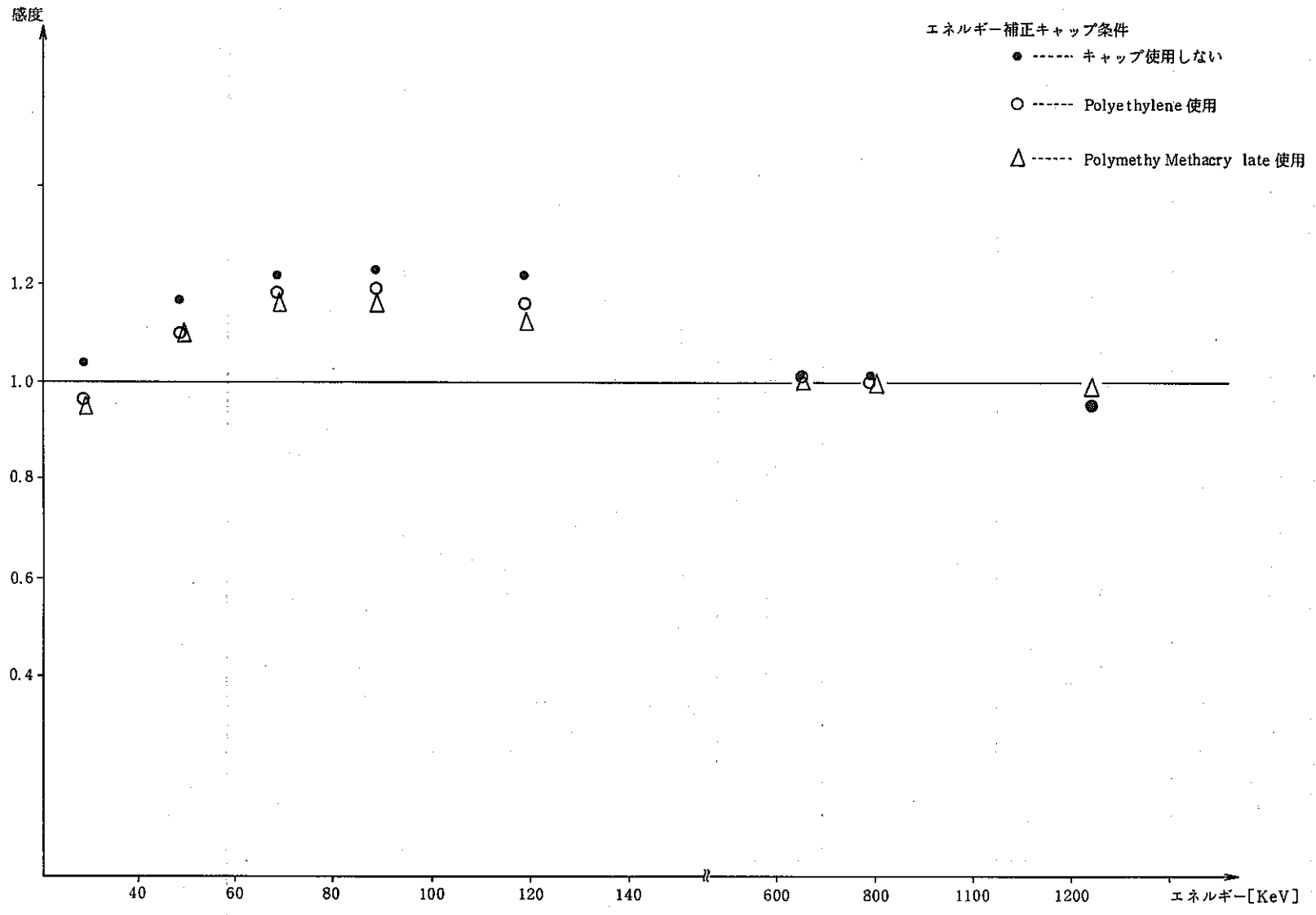


Fig.2-4 アイオネクス線量計 (600 cc) のエネルギー依存性

3. 国家標準との検定

3-1) 概要

(1) 目的

国家標準とのトレーサビリティ体系を確立する為、アイオネクス線量計(600 cc)を動燃東海事業所における一次標準線量計として定期的に検定する。

(2) 検定機関

通産省工業技術院電子技術総合研究所*

(3) 検定の依頼方法

一次標準線量計の国家標準との検定依頼は、指定の様式に基づき必要事項を記入のうえ工業技術院長宛に提出する。

3-2) 検定の方法

(1) 使用機器

- ① 被検定器 動燃一次標準線量計
NE製アイオネクス線量計(600 cc)
型名: 2511-3

- ② 標準線源 ^{60}Co 220 mCi
 ^{137}Cs 500 mCi
 ^{226}Ra 105 mCi
X線発生装置

- ③ 標準測定器 自由空気平行平板型電離箱

標準測定器の検出部の構造及び測定系を Fig.2-5, Fig.2-6 に示す。

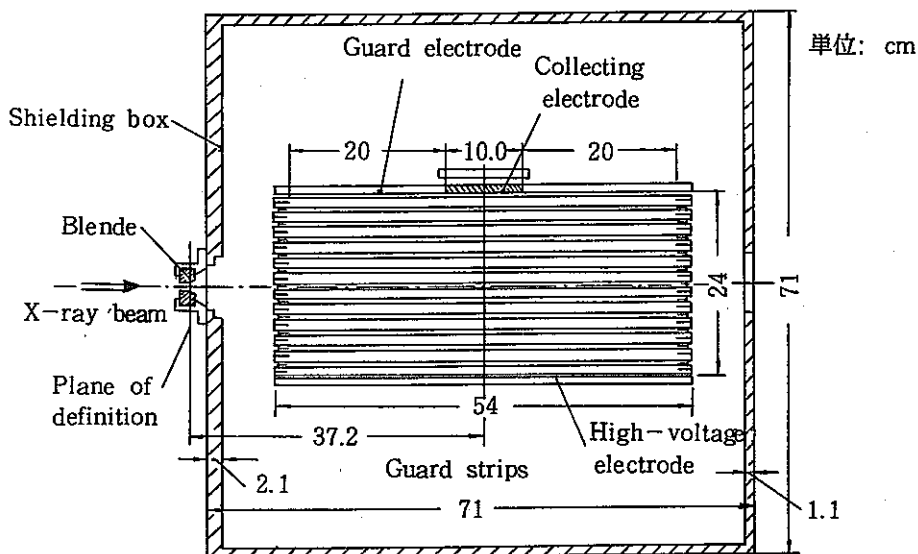


Fig.2-5 電総研標準平行平板電離箱の構造

*以下電総研と称す。

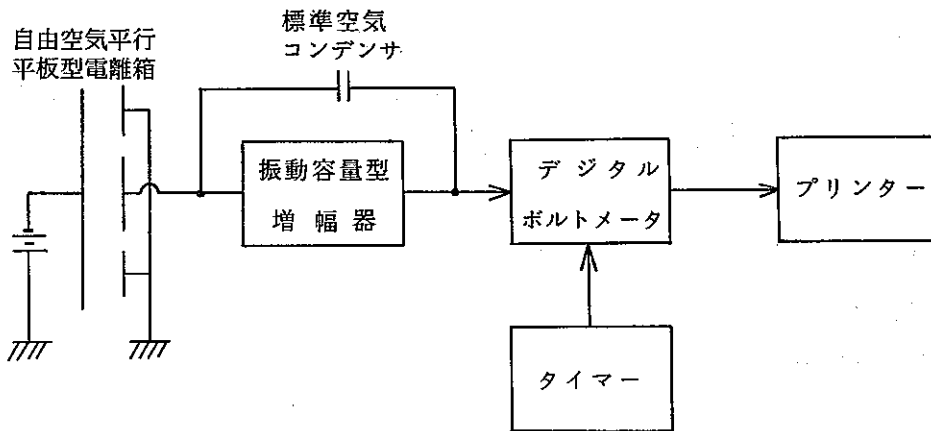


Fig. 2-6 電総研標準電離箱の測定ブロック図

(2) 検定項目および方法

電総研では主に次の2項目に関して検定を行い、約30 KeV～1.3 MeVエネルギー領域での一次標準線量計の各測定レンジにおける校正定数を決定する。

目盛校正： ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{226}Ra の標準線源を用い各測定レンジにおける目盛指示の校正を行う。

エネルギー校正：X線発生装置を用いエネルギー依存性を評価する。

尚、検定を行う際の手順・方法については、電総研での様式に従うものとする。

① 目盛校正の方法

電総研にて使用されている標準 r 線源は、電総研が所有する63.4 ccの有効容積を持つグラフィット空洞電離箱にて校正場の照射線量率が定期的に絶対測定されている。アイオネクス線量計(600 cc)の目盛校正は、あらかじめ線量率が値付けされたこの標準 r 線源を用いた直接法にて行う。この方法では次の式によりアイオネクス線量計(600 cc)の校正定数を求める。

$$K = \frac{X}{Q \cdot \frac{60}{T}}$$

K：アイオネクス線量計(600 cc)の校正定数

Q：アイオネクス線量計(600 cc)の指示値〔mR〕

T：アイオネクス線量計(600 cc)の照射時間〔min〕

X：国家標準器で測定された基準線量率〔mR/h〕

尚、実際に校正を行う場合の内容・条件をTable.2-3に示す。

Table. 2-3 目盛校正の条件

測定レンジ	内 容	照射の条件*
Range 1	目盛指示 0.8 mR 付近で1点校正	線源 ^{60}Co 50 mCi 線量率約 18 mR/h
Range 2	目盛指示 3mR, 6mR, 8mR 付近で 3点校正	線源 ^{60}Co 500 mCi 線量率約 48 mR/h
	各線源に対して目盛指示 8 mR 付近で 1点校正	線源 ^{137}Cs 500 mCi 線量率約 48 mR/h 線源 ^{226}Ra 105 mCi 線量率約 48 mR/h
Range 3	目盛指示 30 mR, 60 mR, 80 mR 付近で3点校正	線源 ^{60}Co 500 mCi 線量率約 140 mR/h
Range 4	目盛指示 800 mR 付近で1点校正	**

* 昭和 52 年 3 月に検定を行なった時の条件であり、今後電総研の設備改良の都合により変更される可能性がありうる。

** 昭和 52 年 3 月の検定では Range 4 での校正は実施しなかった。

② エネルギー校正の方法

アイオネクス線量計 (600 cc) のエネルギー校正は、中硬 X 線領域での国家標準である平行平板型自由空気電離箱との置換比較にて行う。X 線の実効エネルギーは、X 線発生装置の管電圧とフィルターにより決定され、ここでは、30 KeV, 50 KeV, 70 KeV, 90 KeV, 120 KeV の 5 点で測定を行う。

実際には、まず、X 線発生装置より適当な距離に国家標準器において基準になる線量の測定を行い、その後、アイオネクス線量計 (600 cc) を同じ場所に置き換えて線量の測定を行う。そして、次の式にてアイオネクス線量計 (600 cc) の校正定数を求める。

$$K = \frac{Q_s}{Q_c} \cdot \frac{T_c}{T_s}$$

Q_s : 基準原器により測定した線量率 [mR]

T_s : " 時間 [min]

Q_c : アイオネクス線量計 (600 cc) により測定した線量率 [mR]

T_c : アイオネクス線量計 (600 cc) により測定した時間 [min]

尚、エネルギー校正を行う場合の内容・条件を Table. 2-4 に示す。

Table. 2-4 エネルギー校正の条件

測定レンジ	内 容	照 射 の 条 件
Range 3	目盛指示 800 mR 付近で 1 点校正	X 線発生装置
		実効エネルギー 30 KeV
		" 50 KeV
		" 70 KeV
		" 90 KeV
		" 120 KeV

3-3) 検定結果

昭和 53 年 3 月に国家標準との比較校正を行った結果、次の様な結果が得られた。

(1) 目盛校正

目盛校正の結果を Table. 2-5 に示す。

Table. 2-5 アイオネクス線量計(600 cc)の目盛校正結果

線 源	測定 Range	基準照射線量	指 示 値	校正定数	検定精度
^{60}Co 220 mCi	Range 3	80 mR	65.0 mR	1.23	約 ± 5 %
		60 mR	48.7 mR	1.23	"
		30 mR	24.4 mR	1.23	"
	Range 2	8 mR	6.32 mR	1.27	"
		6 mR	4.75 mR	1.26	"
		3 mR	2.38 mR	1.26	"
Range 1	0.8 mR	0.62 mR	1.28	"	
^{137}Cs 500 mCi	Range 2	8 mR	6.40 mR	1.25	"
^{220}Ra 105 mCi	Range 2	8 mR	6.41 mR	1.25	"

(2) エネルギー校正

エネルギー校正の結果を Table. 2-6 に示す。

Table. 2-6 アイオネクス線量計(600 cc)のエネルギー校正結果

実効エネルギー	管電圧	測定 Range	基準照射線量	指 示 値	校正定数	検定精度
30 KeV	50 KvP	Range 3	101 mR	85.9 mR	1.17	約 ± 5 %
50 "	80 "	"	83.2 "	79.7 "	1.04	"
70 "	100 "	"	86.3 "	86.1 "	1.00	"
90 "	130 "	"	85.9 "	85.9 "	1.00	"
120 "	170 "	"	88.2 "	85.0 "	1.04	"

前項の検定の結果を基にしてアイオネクス線量計(600 cc)の校正定数をまとめてTable. 2-7に示すとともに、この結果はFig. 2-7にも示す。但し、今回の検定では校正終了後に、 ^{226}Ra のr線に対する校正定数が1.00(Range 2)になる様に測定回路部のR204にて感度調整を行なったので、ここではその結果を示す。今後、当アイオネクス線量計(600 cc)を使用する際にはここに示された校正定数を用いるものとする。

Table. 2-7 アイオネクス線量計(600 cc)の校正定数一覧

核種 測定レンジ	X線					^{137}Cs	^{226}Ra	^{60}Co
	30KeV	50KeV	70KeV	90KeV	120KeV			
Range 1	0.98	0.86	0.83	0.82	0.85	1.02	1.03	1.03
Range 2	0.96	0.85	0.82	0.81	0.84	1.00	1.00	1.01
Range 3	0.93	0.83	0.80	0.79	0.82	0.97	0.99	0.98

注) 内は、実際に電総研に2校正を行なって求めた値であり、それ以外は測定レンジ間の感度比がr(X)線のエネルギーに依存しないものとして相対的に求めたものである。

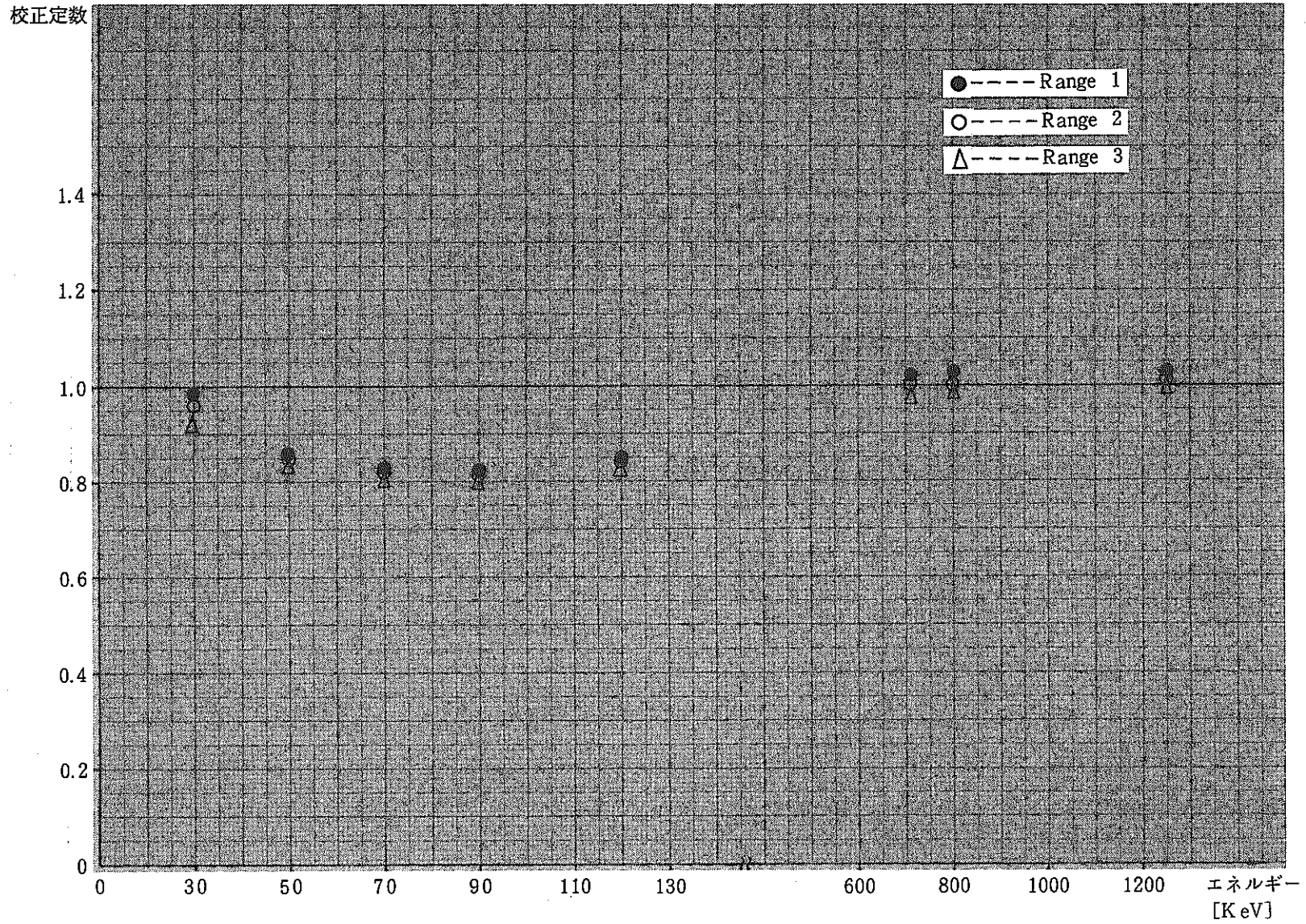
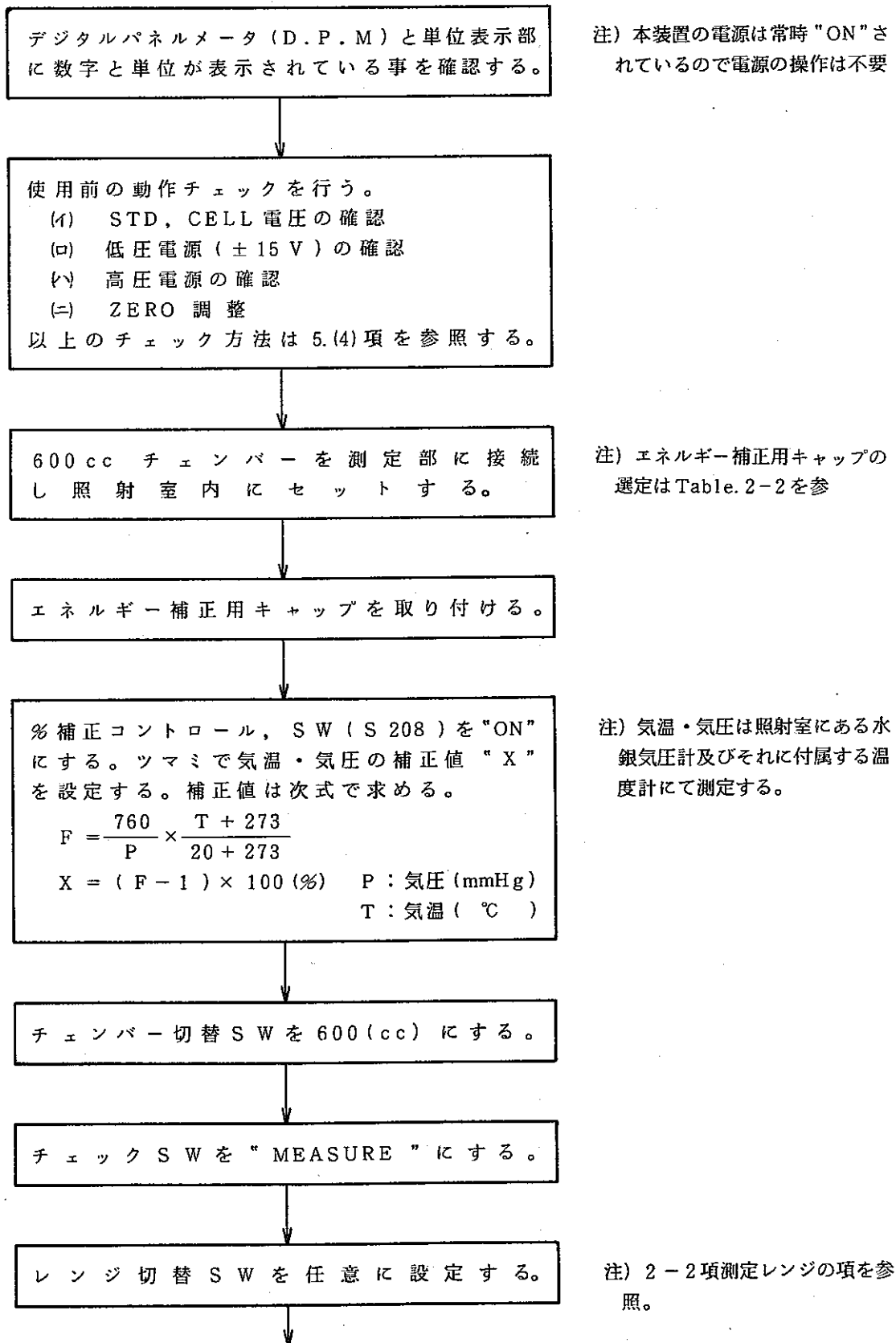
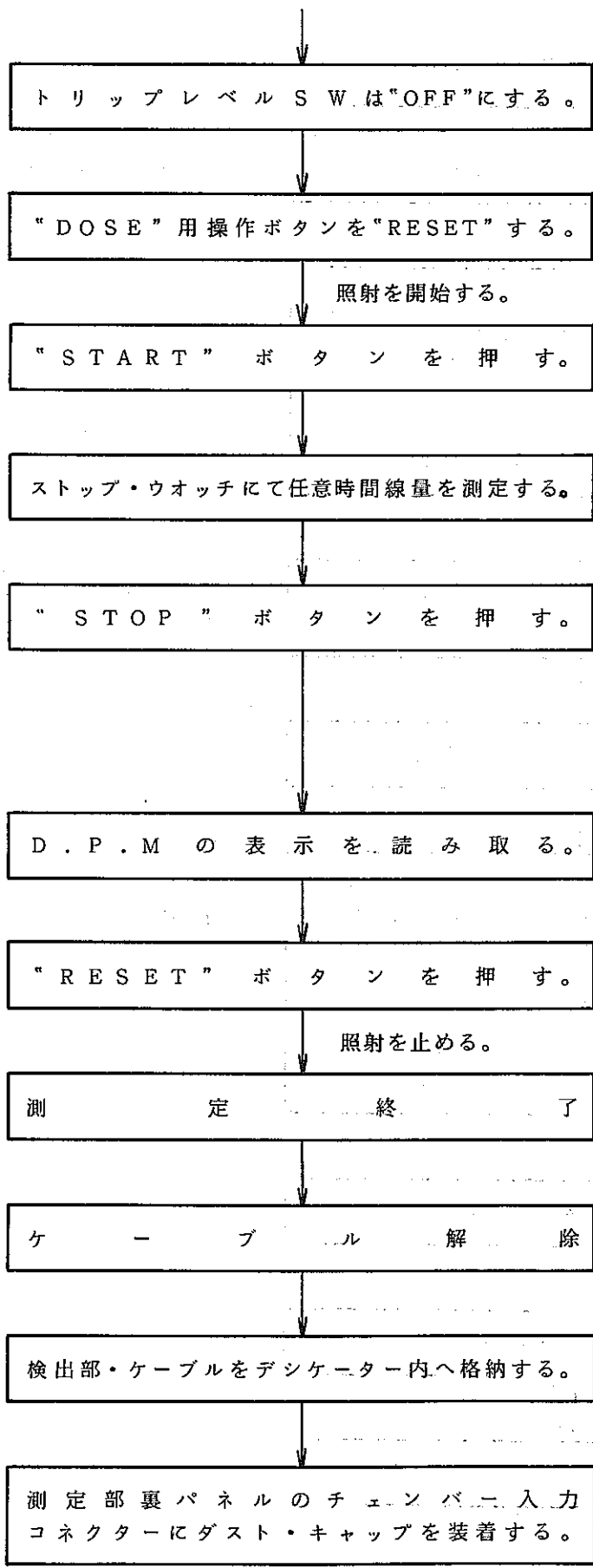


Fig. 2-7 アイオネクス線量計 (600 cc) の校正定数

4. 使用方法

アイオネクス線量計 (600 cc) の使用は下記の手順に従って行なう





注) ボタン操作はSTART→STOP→RESETの順に押す事。

STARTとSTOPボタンの操作の時、電気的なショックにより値が変動する事があるので注意する。

注) この測定値に校正定数の補正を行ない真の照射線量率を求める。

注) DOSE用操作ボタンがRESETの位置にある事を確認してから行なう。

尚、測定部の正面パネル図を Fig. 2-8 に示す。

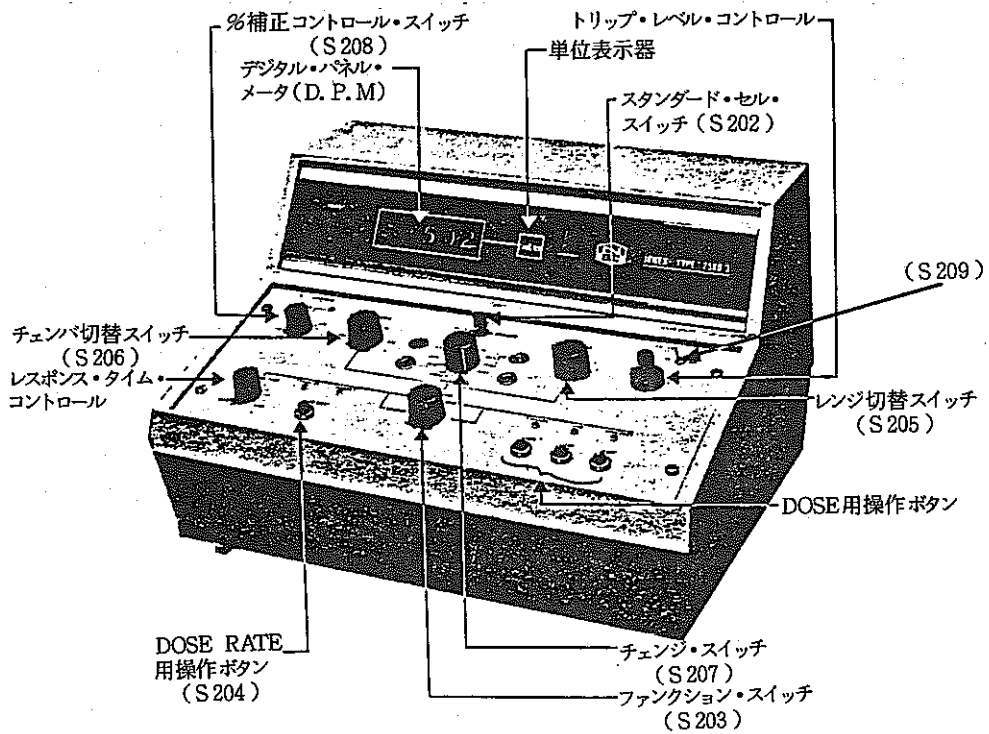


Fig. 2-8 測定部本体正面パネル図

5. 保守・点検および管理

5-1) 保守・点検

(1) 目的

本装置（アイオネクス線量計 600 cc）を動燃東海事業所における一次標準線量計として使用するが、線量計が常に正常な状態を維持し、且つ測定器の信頼性を確認する為に定期的に保守・点検を行う。

(2) 保守・点検の項目および頻度

アイオネクス線量計（600 cc）の保守・点検の項目及びその頻度を Table. 2-8 に示す。

Table. 2-8 保守・点検の項目および頻度

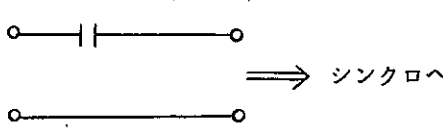
区 分	項 目	頻 度		
		使用前	3ヶ月	6ヶ月
単体試験	AC 絶 縁 試 験			○
	低 圧 電 源 点 検			○
	高 圧 電 源 点 検			○
	表 示 部 点 検			○
	増 幅 部 点 検			○
	気 温 ・ 気 圧 補 正 動 作 確 認			○
	ケ ー ブ ル 絶 縁 試 験			○
総合性能試験	TEST MODEによる動作確認	○	○	○
	リ ー ク 試 験	○	○	○
	感 度 試 験		○	○
	外 観 検 査		○	○

(3) 保守・点検の方法


アイオネクス線量計(600cc)の保守・点検の項目・方法をTable.2-9に、その記録をTable.2-10に示す。

Table.2-9 アイオネクス線量計(600cc)の保守・点検方法

項 目	方 法	規 格	備 考
I 単体試験			
1. AC電源試験			
1-1 電源変動率	スライダックを用いて入力電圧を90(V), 100(V), 110(V)と変動した時の各低圧電源 部(±15(V), +6(V))の出力電圧の変動を デジボル(TR-6855)を用いて測定する。 測定ポイント +15V PC板極子 ⑮～⑯ -15V " ⑰～⑱ +6V " ⑲～⑳	90~110(V)間での 変動率; ±5%以内	
1-2 AC絶縁試験	500(V)メガを用いてACコンセントと筐 体間を測定する。この時、裏面POWER SW は"ON"にしておく。	100MΩ以内	
1-3 AC電源の良否	上記の結果より判断する。		

項目	方 法	規 格	備 考
2. 低圧電源部点検			
2-1 出力電圧	各低圧電源の出力電圧をデジボル (TR-6855) を用いて測定する。 PC板 + 15 (V) ⑮~⑯ - 15 (V) ⑰~⑱ + 6 (V) ⑲~⑳	± 15 (V) ± 0.7 (%) 以下 6 (V) ± 0.7 (%) 以下	
2-2 リップル	各低圧電源のリップル電圧をシンクロスコープを用いて測定する。	± 15 (V) 0.5 mVp-p 以下 6 (V) 1.5 mVp-p 以下	
2-3 低圧電源部の良否	上記の結果により判断する。		
3. 高圧電源部点検			
3-1 印加電圧	HV用デジボル (149-05A) を用いて測定する。規格外の場合はR75にて調整する。 PC板㉑~㉒	250 (V) ± 2% 以下	デジボルのゼロ調整を確認して行う。
3-2 リップル	下記の測定回路を用いてシンクロで測定する。 330 PF (1KV)  ⇒ シンクロへ	5 mV P.P 以下	
3-3 高圧電源部の良否	上記の結果により判断する。		
4. 表示部点検			
4-1 ゼロ調整	パネル面上の各SWを次の様に設定する。 ① S 207 → "METER ZERO" S 205 → "1" S 208 → "OFF" この時、デジタル・パネルメータ(DPM)は、"+.000"を示す。もし示していなければZERO調整用VRで調整する。 ② S 207 → "METER" S 202 → "METER" この時、DPMは "+ 1.018"を示す。もし示していなければGAIN調整用VRで調整する。 ③ ①、②を再度確認する。	"+.000" 表示 ± 0.5% 以内	

項 目	方 法	規 格	備 考										
4-2 直線性	DPMの入力コネクタのピンNo④をはずし、電圧発生器(2554型)を接続し、入力電圧と表示の直線性を測定する。		グラフ化する。										
4-3 単位表示部	S 206を"600 cc"とした時、DPM の表示が下記の様になる事を確認する。 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>S 205</th> <th>表 示</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>mR</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>mR</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>mR</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>R</td> </tr> </tbody> </table>	S 205	表 示	1	mR	2	mR	3	mR	4	R		
S 205	表 示												
1	mR												
2	mR												
3	mR												
4	R												
4-4 表示部の良否	上記の結果により判断する。												
5. 増幅部点検													
5-1 STD. CELL電圧確認	S 207 → "METER" S 202 → "METER" の時DPMの値を測定する。	1.018 (V) ± 1.0 (%) 以下	S 208 → "OFF" S 209 → "OFF" とする。										
5-2 レンジ間誤差	DPMの入力コネクタのピンNo④にデジボルを接続する。 S 207 → "MESURE" S 203 → "DOSE" S 206 → "600 cc" S 205 → "1" S 202 → "AMPLIFIER" にした時、デジボルの値を測定する。 次にS 205を"2"にした時の値を測定する。	S 205 "1.0" 2.62 ± 0.03 (V) S 205 "2" 0.262 ± 0.01 (V)											
5-3 時定数	① S 203 → "DOSE" S 208 → "ON" S 206 → "600 cc" S 207 → "CR 10 ⁹ " S 205 → "2" RESPONSE TIMEを"SLOW", S 202を"AMPLIFIER"にした時DPMを表示が"+.300"になる様に CORRECT ION(%)ツマミで調整する。 ② S 202から手を離すと表示された数値が徐々に小さくなっていく。そこでS 202か	CR 10 ⁹ S 205 "1" 63.4 ± 1.0 (秒) S 205 "2" 59.4 ± 1.0 (秒) CR 10 ¹¹ S 205 "1"											

項目	方法	規格	備考
<p>5-4 増幅部の良否</p> <p>6. 気温・気圧補正動作確認</p> <p>7. ケーブル絶縁試験</p>	<p>ら手を離すと同時にストップウォッチを使って計時を始めDPMが "+.100" を表示するまでの時間を測定する。</p> <p>③ S 207 を "CR 10" にして同様の測定をする。</p> <p>上記の結果より判断する。</p> <p>S 203 → "DOSE" S 207 → "MEASURE" S 205 → "2" S 206 → "600 cc" S 208 → "ON" S 202 → "AMPLIFIER" CORRECTION (%) ツマミを "0" に設定した時の DPM の値とツマミの値を -20, -10, +10, +20 にした時の値を比較する。</p> <p>500 (V) メガを用いて芯線-グラウンド間及びグラウンド-グラウンド間の絶縁抵抗を測定する。</p>  <p style="text-align: center;">ケーブル断面図</p>	<p>99.3 ± 1.0 (秒) S 205 "2" 66.5 ± 1.0 (秒)</p> <p>100 (MΩ) 以上</p>	<p>②, ③ に関しては各 3 回測定して平均値を求める。</p>
<p>II 総合試験</p> <p>1. TEST モードによる動作確認</p> <p>1-1 ±15 (V) の確認</p> <p>1-2 HV の確認</p> <p>1-3 ゼロ点の確認</p>	<p>S 207 を "+15" および "-15" にした時の値を測定する。</p> <p>S 207 を "POL V" にした時の値を測定する。</p> <p>① S 205 → "1" S 203 → "CURRENT" S 207 → "ZERO1" RESPONSE TIME FAST この状態で約 15 分間ウォーミングアップする。 DPM の表示が "+.000" になる事を確認する。ならなければ "ZERO1" 用ポテン</p>	<p>+15 (V) ± 0.7 (%) -15 (V) ± 0.7 (%) 250 (V) ± 2 (%) 0.00 mR を表示すること。</p>	<p>S 208 及び S 209 は "OFF" にしておく。</p>

項 目	方 法	規 格	備 考
<p>2. リーク試験</p> <p>2-1 測定部のみのリーク</p> <p>2-2 検出器を接続した時のリーク</p> <p>2-3 リーク試験の良否</p>	<p>コンメーターで調整する。</p> <p>② S 207 “ZERO 2” にして同様の操作をする。</p> <p>次の様な条件で測定部のリーク線量を測定する。</p> <p>S 208 → “OFF” S 206 → “600 cc” S 207 → “MEASURE” S 205 → “1” S 209 → “OFF” S 203 → “DOSE”</p> <p>ストップ・ウォッチを用いて10分間のリークの値をDPMより測定する。</p> <p>ダスト・キャップを外し、検出器よりのケーブルをコネクターへ接続する。以下2-1と同じ操作をし測定する。</p> <p>以上の測定は各3回行い、その平均値を求める。</p> <p>上記の結果より判断する。</p>	<p>0.00 mRを表示すること。</p> <p>± 0.010 mR/10分以下</p> <p>± 0.020 mR/10分以内</p>	<p>ダスト・キャップが装着されている事を確認する。</p>
<p>3. 感度試験</p> <p>感度試験の良否</p>	<p>²²⁶Ra, 100 μCi を感度測定用治具に装着して、Range 2 での感度を求める。</p> <div data-bbox="470 1321 940 1590" data-label="Diagram"> </div> <p>上記の結果より判断する。</p>	<p>2.60 mR/4分 ±1(%)以下</p>	<p>線源 ²²⁶Ra, 100 μCi No. JDRS 801</p>
<p>4. 外観・その他</p> <p>4-1 シリカゲルの確認</p> <p>4-2 清掃整備</p>	<p>ヘッド・アンプ上のシリカゲルが青色であることを確認する。もし、ピンク色に変化していれば、シリカゲルをヘッド・アンプより取り出し乾燥させる。</p> <p>外観、ケーブルの汚れ及びネジ等のゆるみがない事を確認する。</p> <p>汚れは、ガーゼにアルコールを染み込ませ</p>	<p>青色であること。</p> <p>著しい異常のないこと。</p>	

項 目	方 法	規 格	備 考
4-3 外観・その他の良・否	てふきとる。 上記の結果より判断する。		

Table.2-10 点検記録表

器種名	アイオネクス 600 cc	承認		年月日	
番号		調査		点検者名	
点検項目	規格	設定値	点検値	備考	
1 単体試験					
1. AC絶縁					
1-1 電源変動率	±5%以下	(%)	(%)		
1-2 絶縁試験	100(MΩ)以上	(MΩ)	(MΩ)		
1-3 AC電源の良否	総合	良・否 ()	良・否 ()		
2. 低圧電源部					
2-1 出力電圧	±15(V)±0.7(%) 以下	(V)	(V)		
	6(V)±0.7(%)以下	(V)	(V)		
2-2 リップル	0.5 mV P-P 以下	(mVP-P)	(mVP-P)		
	1.5 mV P-P 以下	(mVP-P)	(mVP-P)		
2-3 低圧電源部の良・否	総合	良・否 ()	良・否 ()		
3. 高圧電源部					
3-1 印加電圧	250 (V)	(V)	(V)		
	±2(%)以下				
3-2 リップル	5 mV P-P 以下	(mVP-P)	(mVP-P)		
3-3 高圧電源部の良・否	総合	良・否 ()	良・否 ()		
4. 表示部					
4-1 ゼロ調整	+ .000 (+1.018)	良・否 ()	良・否 ()		
4-2 直線性	±1(%)以下	(%)	(%)		
4-3 単位表示部	レンジ 表示	良・否 ()	良・否 ()		
	1 mR				
	2 mR				
	3 mR				
	4 R				
4-4 表示部の良・否	総合	良・否 ()	良・否 ()		
5. 増幅部					
5-1 STD SELL 電圧確認	1.018 (V)±0.5(%) Range 1 2.62±0.03 (V)	(V)	(V)		

点 検 項 目	規 格	設 定 値	点 検 値	備 考
5-3 時定数	Range 2 0.262 ± 0.01 (V) ○ CR10 ⁹ Range 1 63.4 ± 1.0 (秒)	(秒)	(秒)	
	Range 2 59.4 ± 1.0 (秒) ○ CR10 ¹¹ Range 1 99.3 ± 1.0 (秒)	(秒)	(秒)	
5-4 増幅部の良・否	Range 2 66.5 ± 1.0 (秒) 総 合	(秒)	(秒)	
6. 気温・気圧補正動作 確認	設定値に対して ± 1.0%以内	良・否 ()	良・否 ()	
7. ケーブル絶縁試験	100 (MΩ) 以上	(MΩ)	(MΩ)	
II 総合試験				
1. TESTモードによる 各部の動作確認				
1-1 ±15 (V) の確 認	± 15 (V) ± 0.7%以下	(V)	(V)	
1-2 HVの確認	- 250 (V) ± 2%以下	(V)	(V)	
1-3 ゼロ点の確認 ZERO 1.		良・否 ()	良・否 ()	
ZERO 2.		良・否 ()	良・否 ()	
2. リーク試験				
2-1 検出器なし	0.010 (mR/10分) 以下	(mR/10分)	(mR/10分)	
2-2 検出器有り	0.020 (mR/10分) 以下	(mR/10分)	(mR/10分)	
2-3 リーク試験の 良・否	総 合	良・否 ()	良・否 ()	
3. 感度試験				
Range 2	2.60mR/4分±1.0%		mR/4分	

点 検 項 目	規 格	設 定 値	点 検 値	備 考
4. 外観・その他				
4-1 シリカゲルの確認	青色であること	良・否 ()	良・否 ()	
4-2 清掃・整備	汚れ・ネジのゆるみ等のないこと	良・否 ()	良・否 ()	
4-3 外観・その他の良・否	総 合	良・否 ()	良・否 ()	

5-2) 管 理

一次標準線量計は次の点に留意して保管する。

- (1) 検出器及びケーブルは、恒温槽内のデシケータ内にて保管する。
- (2) 測定部本体はコントロール室内ラックに設置する。
- (3) 測定部電源は常時“ON”としておく。
- (4) 照射室とコントロール室間のケーブルのコネクタ部には、使用后、ビニール袋内にシリカゲルを入れたものの中に保管する。
- (5) 保管場所に関しては、振動、温度変化、温度の少ない場所とする。

Ⅲ 中・高線量 γ (X)用二次標準線量計

1. 使用の目的・用途

動燃・東海事業所では中・高線量 γ (X)の照射線量(率)測定における二次標準線量計としてコンデンサ型Rメータ線量計(以下Rメータ線量計という)および、アイオネスク線量計(30cc)を所有している。これらの線量計は、その校正定数が一次標準線量計に対して±8%程度の精度で検定されており、これを基に各種実用測定器の線源校正を行いトレーサビリティ体系の確立を行っている。

2. 構造および性能・特性

Rメータ線量計は米国ビクトリーン社製で検出部には、ベークライト製のコンデンサ型電離箱を使用している。この線量計ではあらかじめ検出部チェンバーに内蔵されたコンデンサに所定の電荷をcharge upし、照射前後におけるチャージ電荷量の変化より照射線量を測定するものである。Rメータ線量計には通常、1450 cc, 177 cc, 40 cc, 17 cc等の有効容積を持つチェンバーが市販されているが、このうち東海事業所では、1450 cc, 177 ccのチェンバーを所有している。一方、アイオネスク線量計(30 cc)は英国ニュークリアエンプライズ(NE)社製でありベークライト壁の円筒型電離箱と測定本体とをケーブルにて接続して使用するが、測定本体は一次標準線量計と共用する。

2-1) 構造および測定原理

(1) Rメータ線量計

Rメータ線量計の検出部の構造をFig.3-1に、また、検出部と測定部の外観をFig.3-2に示す。これは、右側の電離箱部分と左側のコンデンサ部分からなり、コンデンサ部分は高絶縁体(ポリスチレン)をはさんで、中空部分の内面に炭素の導電性皮膜を塗布し集電極に接続され、絶縁体の外側は金属円筒で覆われ、電離箱部壁内面電極と接続されてコンデンサを形成する。これに γ 線を照射する事によってコンデンサ部分は金属円筒で覆われ、しかも中空部分には電界がないため、イオン対の収集は、行われず電離容積としては働かない。電離箱部分では、イオン対の生成により電荷量が消失する。従って、残りの電荷量を電位計にて読み取る事によって照射線量を測定する。電離箱の壁は、約220(mg/cm²)厚のベークライトで出来ており、大きさは188型が、11.4 cm ϕ × 14.3 cm l , 130型が5.4 cm ϕ × 12.8 cm l の円筒型である。

尚、電離気体は、自由気体であるため気温・気圧による感度変化の補正を、計算によって行う必要がある。

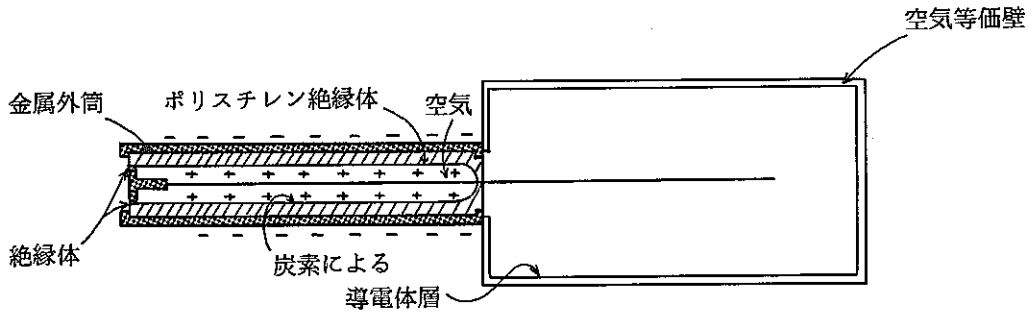


Fig. 3-1 Rメータ線量計の検出部の構造

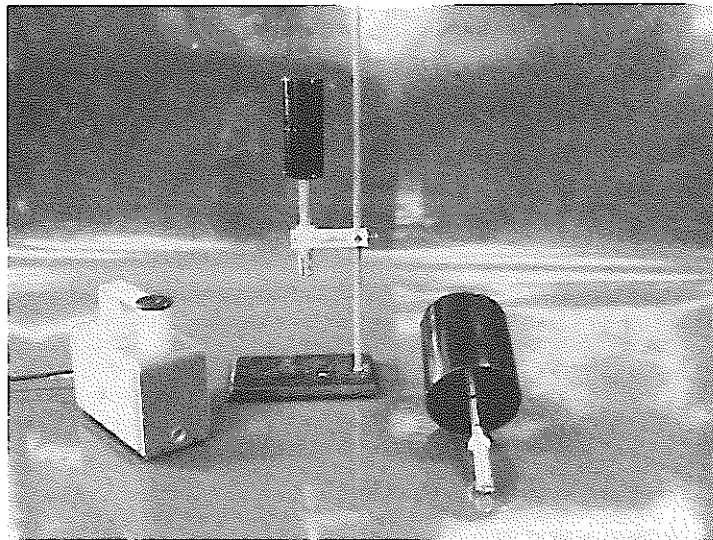


Fig. 3-2 Rメータ線量計の検出部と測定部の外観

(2) アイオネクス線量計 (30 cc)

検出部構造をFig. 3-3に示す。検出器壁の材質は約320 (mg/cm²)厚のベークライトであり、中心電極はアルミニウムにて出来ている。また、導電材として壁および中心電極にカーボングラファイトが塗布されている。

エネルギー補正用ビルドアップ・キャップとして4.6 mm厚のPolymethyl Methchylateを取り付ける事が出来る。測定原理に関しては一次標準線量計と同じである。

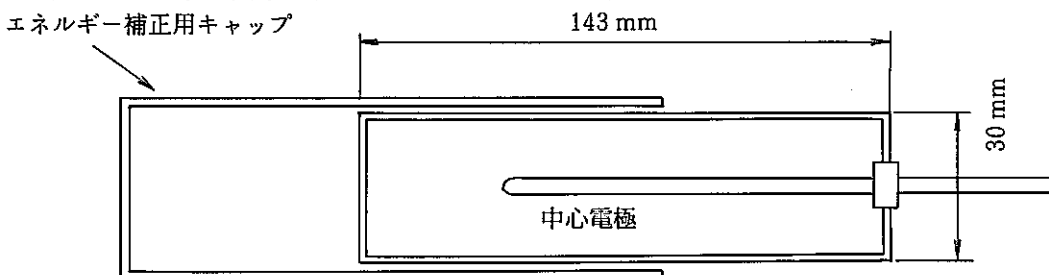


Fig. 3-3 アイオネクス線量計 (30 cc) の検出部の構造

2-2) 性能および特性

(1) Rメータ線量計

Rメータ線量計に関する諸性能・特性をTable.3-1に示す。

Table.3-1 Rメータ線量計の諸特性

項目	性能および特性	備考
測定範囲	188型：フルスケール25mR(適用線量率約10~600mR/h) 130型：フルスケール250mR(適用線量率約100~6000mR/h)	
漏洩線量	188型：0.5mR/hr以下 130型：5mR/hr以下	自然BGを含む
直線性	188型：±1.5%以内(照射線量範囲5~20mR) 130型：±1.0%以内(照射線量範囲50~200mR)	
エネルギー依存性	188型：±10%以内(エネルギー範囲約30KeV~1.3MeV) 130型：±10%以内(エネルギー範囲約30KeV~1.3MeV)	
方向依存性	188型：±5%以内(照射方向に対して±45°以内) 130型：±5%以内() 注) Rメータ線量計の照射方向は電離箱の円筒軸に垂直な方向からである。	²²⁶ Raからのγ線に対する値
再現性	1) 線量計自体の再現性 188型：±2%以内(照射線量5~20mR) 130型：±2%以内(照射線量50~200mR) 2) 線量(率)測定における再現性* 188型：±3%以内(照射線量5~20mR) 130型：±3%以内(照射線量50~200mR)	

* すべての誤差要因を含んだ値で実際に線量(率)を測定する場合の再現性である。

(2) アイオネクス線量計(30cc)

アイオネクス線量計(30cc)に関する諸性能・特性をTable.3-2に示す。

Table.3-2 アイオネクス線量計(30cc)の諸性能・特性

項目	性能および特性	備考
測定範囲	Range 1：最大指示10.00mR(適用線量率約50~300mR/h) Range 2：" 100.0mR(" 約300~3000mR/h) Range 3：" 1.000R(" 約3~30R/h) Range 4：" 10.000R(" 約30~300R/h)	
気温・気圧の補正	気温・気圧の変化にともなう補正は、補正係数を設定することにより測定回路部において自動的に行うことができる。 補正範囲：-25%~+25%	

3. 一次標準線量計との比較検定

3-1) 概 要

一般に線量測定器の校正については、目盛校正とエネルギー校正が行われる。二次標準線量計の校正は、電総研にて国家標準と比較検定された一次標準線量計*を基準にした直接比較法にて行う。この場合、目盛校正には ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{226}Ra 、線源を使用し、またエネルギー校正にはX線発生装置を使用する。

目盛校正の方法は、二次標準線量計の種類により異なるが、直接目盛の場合には最も使用頻度の多いレンジについてフルスケールの30%、50%、80%程度の線量にて3点校正を行い、その他のレンジでは1点校正を行う。また、対数目盛については各デガードで1点以上校正を行う。

エネルギー校正は40 KeV～120 KeVのエネルギー領域で3～5点のエネルギーを選定し、最も使用頻度の高いレンジにて1点校正を行う。

また、この他、校正を行う際にはあらかじめある1つのレンジにて直線性を確認しておく方が望ましい。

以下、東海事業所において二次標準線量計として選定しているRメータ線量計の場合を例にして、実際の検定の方法および手順を示す。

3-2) Rメータ線量計の検定

東海事業所においてRメータ線量計の検定を行う場合の検定項目・方法およびその頻度についてTable 3-3に示す。

Table. 3-3 Rメータ線量計の検定

項 目	方 法	頻 度
直線性の確認	同一照射場にて照射時間を変化させることにより最大目盛の30%、60%、80%付近での照射を行い、照射線量率に対する指示値を比較し線量計の直線性を調べる。	購 入 時
目 盛 校 正	線源からの距離を変化させ異った線量率の場で最大目盛の30%、60%、80%付近で3点校正を行う。	購 入 時 定期(1回/年)
エネルギー校正	X線発生装置を使用して40～120 KeV領域でのエネルギー依存性を調べる。	購 入 時

(1) 校正の方法

① 直線性の確認

Rメータ線量計の直線性の確認は188型、130型の場合それぞれTable. 3-4に示した手順にて行う。

* アイオネクス線量計(600cc)

Table.3-4 Rメータ線量計の直線性の確認の方法及び手順

番号	手 順	被 検 定 用 二 次 標 準 線 量 計		備 考
		188 型	130 型	
①	アイオネクス線量計(600cc)及びRメータ線量計を用意し、それぞれ使用前の動作チェックを行う。			
②	照射装置及び照射台を使用位置に固定し使用前の点検を行う。	照射装置 γ線照射装置	照射装置 コバルト照射装置	
③	アイオネクス線量計(600cc)を所定の位置に設置する。 BG値を10分間づつ3回測定し平均値を求める。	使用線源 ⁶⁰ Co 100mCi 線源からの距離 1.00 m 線量計の測定 レンジ: Range 2	使用線源 ⁶⁰ Co 10 Ci 線源からの距離 3.00 m 線量計の測定 レンジ: Range 3	i) 気温・気圧を測定し、R 216にて補正定数を設定する。 ii) 時間の測定は1/10秒目盛のストップウォッチで行う。
④	アイオネクス線量計(600cc)にて10分間の積算線量より照射場の線量率[mR/h]を求める。尚エネルギー補正用キャップは4.6mm厚のPolymethyl Methacrylateを用いる。	照射線量率(mR/h) = (測定値(mR/10分) - BG(mR/10分)) $\times \frac{60(\text{分})}{10(\text{分})} \times K_0$ K ₀ : アイオネクス線量計(600cc)の校正定数		アイオネクス線量計(600cc)校正定数は Range 1:1.03 Range 2:1.01である。
⑤	④で求めた線量率よりそれぞれのRメータ線量計にて照射に必要な時間を計算して求める。 (例) 100mR/hの照射場にて8mR照射するのに必要な照射時間は? $\frac{8(\text{mR/h})}{100(\text{mR/h})} \times 60 = 4.8(\text{分})$ = 4分48秒	照射線量 8 mR 15 mR 20 mR	照射線量 80 mR 150 mR 200 mR	
⑥	アイオネクス線量計(600cc)と同じ位置にRメータ線量計を置き替え、5)で求めた時間だけ照射を行う。その指示値に気温・気圧の補正を行い、これをRメータ線量計による読みとり線量とする。測定はそれぞれの照射時間に対して1回づつ行う。	Rメータ線量計の測定値 = 指示値 × 気温・気圧補正係数*		* 4-1 参照

番号	手 順	被 検 定 用 二 次 標 準 線 量 計		備 考
		188 型	130 型	
⑦	基準線量(188型:8, 15, 20mR, 130型:80, 150, 200mR)に対するRメータの読みとり線量の比を求め、その平均を校正定数とする。	$K = \frac{\text{Rメータの測定値}}{\text{アイオネクス線量計の測定値}}$		

(2) 目盛校正

Rメータ標準計の目盛校正は188型をTable.3-5, 130型をTable.3-6に示した方法及び手順で行う。

Table.3-5 Rメータ線量計(188型)の目盛校正方法および手順

順番	項 目	方 法	備 考
(1)	標準線量計の動作チェック	アイオネクス線量計(600cc)及びRメータ線量計の使用前の動作チェックを行う。	
(2)	照射装置の点検	r線照射装置の使用前の点検を行う。	
(3)	B G 測 定	アイオネクス線量計(600cc)を照射台の上に設置し測定系のBGを測定する。 測定は15分間行い、その測定値を I_{BG} [mR/15分]とする。 尚、気温・気圧を測定し、R216にて補正係数を設定しておくこと。	一次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 2 エネルギー補正キャップ ; Polymethyl Methacrylate
(4)	目 盛 校 正	目盛校正は ^{60}Co 100mCiにて3点, ^{137}Cs 100mCiにて1点行う。 1. ^{60}Co mCiでの校正 ^{60}Co による3点校正は照射時間を一定にして(15分間), 約30 mR/h, 60 mR/h, 80 mR/hの線量率の場で行う。 (1) 約8 mRの照射による校正 ① 線量率が約30 mR/hの照射場にアイオネクス線量計(600cc)を設置する。 ② 気温・気圧を測定しR216で補正係数を設定する。 ③ r線を照射する。 ④ アイオネクス線量計(600cc)にて基準の線量を測定する。測定は15分間で1回行いその時の測定値を I_0 (mR/15分)とすれば、基準の照射線量は次式で求まる。 $I \text{ [mR/15分]} = (I_0 - I_{BG}) \cdot K_0$ K_0 : アイオネクス線量計の校正定数 ⑤ r線の照射を停止する。	$K_0 = 1.01$

順番	項目	方法	備考
(4)	目盛校正	<p>⑥ アイオネクス線量計 (600 cc) と R メータ線量計 (Charge up したもの) を置きかえる。</p> <p>⑦ r 線を 15 分間照射する。</p> <p>⑧ R メータ線量計による照射線量を読みとる。この値を I' とすれば R メータ線量計の校正定数は次式で示される。</p> $K = \frac{I}{I' \times f}$ <p>f : R メータの気温・気圧係数 K : R メータ線量計の校正定数</p> <p>(2) 約 15 mR の照射による校正 線量率が約 60 mR/h の照射場に、標準線量計を設置し (1) と同様の手順で校正を行う。</p> <p>(3) 約 20 mR の照射による校正 線量率が約 80 mR/h の照射場に標準線量計を設置し、(1) と同様の手順で校正を行う。</p> <p>(4) 約 8mR, 15mR, 20mR の照射線量にて校正を行った結果を平均して校正定数を求める。</p> <p>2. ¹³⁷Cs 100 mCi での校正 ¹³⁷Cs 100 mCi による校正は線量率が約 30 mR/h の位置で 1 点行う。 校正の方法・手順は ⁶⁰Co 100 mCi の場合と同様であるが、照射時間はアイオネクス線量計と R メータ線量計とも 20 分とする。(照射線量は約 10 mR である)</p>	<p>f ; 4-1 項参照</p> <p>アイオネクス線量計 (600 cc) の校正定数 K₀ = 1.00</p>

Table. 3-6 Rメータ線量計(130型)の目盛校正方法および手順

順番	項目	方法	備考
(1)	標準線量計の動作チェック	アイオネクス線量計 (600 cc) 及び R メータ線量計の使用前の動作チェックを行う。	
(2)	照射装置の点検	r 線照射装置の使用前の点検を行う。	
(3)	B G 測定	アイオネクス線量計 (600 cc) を照射台の上に設置し測定系の BG を測定する。 測定は 15 分間行い、その測定値を I _{BG} (mR/15分) とする。 尚、気温・気圧を測定し、R 216 にて補正係数を設定しておくこと。	アイオネクス線量計 (600 cc) の条件 測定モード Dose 測定レンジ 3 エネルギー補正キャップ ; Polymethyl Methacrylate

順番 項目	方 法	備 考
(4) 目 盛 校 正	<p>目盛校正は ^{60}Co 10 mCi にて3点, ^{137}Cs 100 mCi にて1点行う。</p> <p>1. ^{50}Co 10 Ci での校正</p> <p>^{50}Co による3点校正は照射時間を一定にして(15分間), 約 300mR/h, 600 mR/h, 800 mR/h の線量率の場で行う。</p> <p>(1) 約 5 mR の照射による校正</p> <p>① 線量率が約 300 mR/h の照射場にアイオネクス線量計 (600 cc) を設置する。</p> <p>② 気温・気圧を測定し R 216 で補正係数を設定する。</p> <p>③ γ 線を照射する。</p> <p>④ アイオネクス線量計 (600cc) にて基準の線量を測定する。測定は 15 分間で1回行いその時の測定値を I_0 (mR/15分) とすれば, 基準の照射線量は次式で求まる</p> $I (\text{mR}/15\text{分}) = (I_0 - I_{\text{BG}}) \cdot K_0$ <p>K_0 : アイオネクス線量計の校正定数</p> <p>⑤ γ 線の照射を停止する。</p> <p>⑥ アイオネクス線量計 (600cc) と R メータ線量計 (Charge up したもの) を置きかえる。</p> <p>⑦ γ 線を 15 分間照射する。</p> <p>⑧ R メータ線量計による照射線量を読みとる。この値を I' とすれば R メータ線量計の校正定数は次式で示される。</p> $K = \frac{I}{I' \times f}$ <p>f : R メータの気温・気圧係数</p> <p>K : R メータの校正定数</p> <p>(2) 約 15mR の照射による校正</p> <p>線量率が約 600 mR/h の照射場に, 標準線量計を設置し (1) と同様の手順で校正を行う。</p> <p>(3) 約 20 mR の照射による校正</p> <p>線量率が約 800 mR/h の照射場に標準線量計を設置し, (1) と同様の手順で校正を行う。</p> <p>(4) 約 80 mR, 150 mR, 200 mR の照射線量にて校正を行った結果を平均して校正定数を求める。</p> <p>2. ^{137}Cs 100 mCi での校正</p> <p>^{137}Cs 100 mCi による校正は線量率が約 70 mR/h の位置で1点行う。</p> <p>校正の方法・手順は ^{60}Co 180 mCi の場合と同様であるが, R メータの照射時間は 45 分とする。(照射線量は約 50mR である)</p>	<p>$K_0 = 1.00$</p> <p>$f : 4 - 1$ 項参照</p> <p>アイオネクス線量計の校正定数</p> <p>$K_0 = 1.00$</p>

(3) エネルギー校正

Rメータ線量計のエネルギー校正はTable.3-7に示した方法および手順で行う。ただしX線発生装置の出力が大きいため188型線量計についてはエネルギー校正は行わない。

Table.3-7 Rメータ線量計(130型)のエネルギー校正の方法および手順

順番	項目	方法	備考
(1)	標準線量計の動作チェック	アイオネクス線量計(600cc)及びRメータ線量計の使用前の動作チェックを行う。	
(2)	照射装置の点検	X線発生装置の使用前の点検を行う。	
(3)	B G 測定	アイオネクス線量計(600cc)を照射台の上に設置し、測定系のBGを測定する。 測定は10分間で行い、その値を I_{BG} (mR/10分)とする。 尚、気温・気圧を測定し、R216にて補正係数を設定しておくこと。	一次標準測定器の条件 測定モード Dose 測定レンジ 3 エネルギー補正 なし 正キャップ X線発生装置までの距離 3.0(m)
(4)	エネルギー校正	エネルギー校正は、X線の実効エネルギーが60KeV, 90KeV, 120KeVの3点で行う。 1. 60KeVでの校正 ① X線発生装置を右欄のa)のように設定する。 ② X線発生管の中心から3.0mの距離にアイオネクス線量計(600cc)を固定する。 ③ 気温・気圧を測定しR216で補正係数を設定する。 ④ X線を照射する。 ⑤ アイオネクス線量計(600cc)にて基準の線量を測定する。測定は10分間で1回行い、その時の測定値を I_0 (mR/10分)とすれば、基準の照射線量は次式で求まる。 $I(\text{mR}/10\text{分}) = (I_0 - I_{BG}) \times K_0$ K_0 : アイオネクス線量計(600cc)の校正定数 ⑥ X線の照射を停止する。 ⑦ アイオネクス線量計(600cc)とRメータ線量計(charge upしたもの)を置きかえる。 ⑧ X線を10分間照射する。 ⑨ Rメータ線量計による照射線量を読みとる。この値を I' とすればRメータ線量計の校正定数は次式で求められる。 $K = \frac{I}{I' \times f}$ f : Rメータ線量計の気温・気圧補正係数 K : Rメータ線量計の校正定数	X線使用の条件 a) 実効エネルギー 60 KeV 管電圧 100KVP 管電流 0.46mA フィルタ Al 1.19mm +Cu 0.3mm b) 実効エネルギー 90 KeV 管電圧 160KVP 管電流 0.30mA フィルタ Al 1.19 mm +Cu 0.99 mm c) 実効エネルギー 120 KeV 管電圧 180KVP 管電流 0.46 mA フィルタ Al 1.19 mm +Cu 3.01 mm アイオネクス線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 3

順番	項目	方法	備考
(4)	エネルギー校正	2. 90KeVでの校正 X線発生装置の条件をb)に設置し、1.と同様の手順で校正を行う。 3. 120 KeVでの校正 X線発生装置の条件をc)のように設定し、1.と同様の手順で校正を行う。	エネルギー補正キャップ：なし アイオネクス線量計(600cc)の校正定数 60 KeV: 0.82 90 KeV: 0.79 120 KeV: 0.82 f: 4-1参照

3-3) アイオネクス線量計(30cc)の検定

東海事業所においてアイオネクス線量計(30cc)の検定を行う場合の項目・方法及びその頻度をTable.3-8に示す。

Table.3-8 アイオネクス線量計(30cc)の検定

項目	方法	頻度						
目盛校正	各測定レンジにおいて最大目盛の約60%付近で1点校正を行う。尚、校正を行うレンジとそこで使用する線源は次の通りである。 <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">被校正レンジ</td> <td>使用線源</td> </tr> <tr> <td>Range 1, Range 2</td> <td>⁶⁰Co 100 mCi</td> </tr> <tr> <td>Range 1,</td> <td>¹³⁷Cs 100 mCi</td> </tr> </table>	被校正レンジ	使用線源	Range 1, Range 2	⁶⁰ Co 100 mCi	Range 1,	¹³⁷ Cs 100 mCi	購入時 定期(1回/年)
被校正レンジ	使用線源							
Range 1, Range 2	⁶⁰ Co 100 mCi							
Range 1,	¹³⁷ Cs 100 mCi							

(1) 校正の方法

アイオネクス線量計(30cc)の目盛校正はTable.3-9, 3-10に示した方法及び手順にて行う。

Table.3-9 Range 1における目盛校正

順番 項目	方 法	備 考
(1) 標準線量計の動作チェック	アイオネクス線量計(600cc)の使用前の動作チェックを行う。	
(2) 照射装置の点検を行う	r線照射線装置の使用前の点検を行う。	
(3) BG測定	アイオネクス線量計(600cc)を照射台の上に設置し、測定系のBGを測定する。 測定は10分間行いその設定値を I_{BG} (mR/10分)とする。	測定モード Dose 測定レンジ 2 チェンバー 600cc ビルドアップキャップの使用: Polymethyl Methacrylate
(4) 標準線量の測定	1) ^{60}Co 100 mCi による校正 ① 線量率が約40 mR/hの照射場にアイオネクス線量計(600cc)を設置する。 ② 気温・気圧を測定し補正係数をR 216にて設定する。 ③ r線を照射する。 ④ アイオネクス線量計(600cc)にて線量を10分間測定する。この値を I_0 (mR/10分)とすれば標準の照射線量は次式で求める。 $I \text{ (mR/10分)} = (I_0 - I_{BG}) \times K_0$ K_0 : アイオネクス線量計の校正定数 ⑤ r線の照射を止める 2) ^{137}Cs 100 mCi による校正 線量率が約40 mR/hの照射場にアイオネクス線量計(600cc)を設置し、1)と同様の方法で標準線量を測定する。但し、 ^{137}Cs に対する校正定数は1.00である。	一次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 2 チェンバー 600cc ビルドアップキャップの使用: Polymethyl Methacrylate K_0 : 1.01
(5) 目盛校正	一次標準線量計(アイオネクス600cc)の代わりにアイオネクス30ccチェンバーをリーダーに接続する。 1) ^{60}Co 100 mCi による校正 ① アイオネクス線量計(600cc)をおいた位置と同じ位置にアイオネクス線量計(30cc)を置きかえる。 ② 気温・気圧を測定し補正係数をR 216にて設定する。 ③ r線を照射する。 ④ 線量を10分間測定し、この時の測定値を I' (mR/10分)とすればアイオネクス線量計(30cc)の校正定数は次の様にして求める。 $K = \frac{I \text{ (mR/10分)}}{I' \text{ (mR/10分)}}$	二次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 1 チェンバー 30cc ビルドアップキャップの使用: 4.6 mm Polymethyl Methacrylate

順番	項目	方 法	備 考
		2) ^{137}Cs 100 mCi による校正 1)と同様にして校正定数を求める。	

Table. 3-10 Range 2 における目盛校正

順番	項目	方 法	備 考
(1)	標準線量計の動作チェック	アイオネクス線量計 (600cc) の使用前の動作チェックを行う。	
(2)	照射装置の点検を行う	X線照射装置の使用前の点検を行う。	
(3)	B G 測定	アイオネクス線量計 (600cc) を照射台の上に設置し、測定系のBGを測定する。 測定は10分間行いその設定値を I_{BG} (mR/10分) とする。	測定モード Dcse 測定レンジ 3 チェンバー 600cc ビルドアップキャップの使用: Polymethyl methacrylate
(4)	基準線量の測定	1) ^{60}Co 10 Ci による校正 ① 線量率が約 400 mR/h の照射場にアイオネクス線量計 (600cc) を設置する。 ② 気温・気圧を測定し補正係数を R 216 にて設定する。 ③ r線を照射する。 ④ アイオネクス線量計 (600cc) にて線量を10分間測定する。この値を I_0 (mR/10分) とすれば基準の照射線量は、次式で求める。 $I \text{ (mR/10分)} = (I_0 - I_{BG}) \times K_0$ K ₀ : アイオネクス線量計 (600cc) の校正定数 ⑤ r線の照射を止める。	一次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 3 チェンバー 600cc ビルドアップキャップの使用: Polymethyl methacrylate K ₀ : 0.98
(5)	目盛校正	一次標準線量計 (アイオネクス 600cc) の代わりにアイオネクス線量計 (30cc) チェンバーをリーダーに接続する。 1) ^{60}Co 100 mCi による校正 ① 一次標準線量計においた位置と同じ位置にアイオネクス線量計 (30cc) を置きかえる。 ② 気温・気圧を測定し補正係数を R 216 にて設定する。 ③ r線を照射する。 ④ 線量を10分間測定し、この時の測定値を I' (mR/10分) とすればアイオネクス線量計 (30cc) の校正定数は次の様にして求まる。 $K = \frac{I \text{ (mR/10分)}}{I' \text{ (mR/10分)}}$	

3-4) 検定結果

前項で述べた様に一次標準線量計を基準にして二次標準線量計の検定を定期的に行っているが、この一例として昭和54年12月に行った検定の結果を示す。

(1) Rメータ線量計

① 目盛校正

^{60}Co ^{10}Ci および 100mCi, ^{137}Cs 100mCi を用いて校正を行った結果を Table 3-11 に示す。

Table.3-11 Rメータ線量計の目盛校正結果

型名	線源	基準照射線量	指示値	校正定数	精度
188型	^{60}Co 100mCi	7.50 mR	7.72 mR	0.97	約±8%
		15.0 mR	15.6 mR	0.96	"
		20.0 mR	20.9 mR	0.96	"
	^{137}Cs 100mCi	10.0 mR	10.7 mR	0.96	"
130型	^{60}Co 10 Ci	75 mR	76 mR	0.99	"
		150 mR	151 mR	0.99	"
		200 mR	203 mR	0.99	"
	^{137}Cs 100mCi	100 mR	100 mR	1.00	"

(2) エネルギー校正結果

X線発生装置を使用して 60～120 KeV の領域で校正を行った結果を Table. 3-12 に示す。

Table.3-12 Rメータ線量計のエネルギー校正結果

型名	実効エネルギー	基準照射線量	指示値	校正定数	精度
130型	60 KeV	211 mR	205 mR	1.03	約±8%
	90 KeV	208 mR	207 mR	1.00	"
	120 KeV	205 mR	203 mR	1.01	"

(3) アイオネクス線量計 (30 cc)

① 目盛校正

^{60}Co 10 Ci 及び、100 mCi, ^{137}Cs 100 mCi を用いて校正を行った結果を Table. 3-13 に示す。

Table. 3 - 13 アイオネクス線量計 (30 cc) の目盛校正結果

測定レンジ	線 源	基準照射線量	指 示 値	校 正 定 数	精 度
Range 1	⁶⁰ Co 100mCi	8.0 mR	7.91 mR	1.01	約±8%
	¹³⁷ Cs 100mCi	8.0 mR	7.86 mR	1.02	〃
Range 2	⁶⁰ Cn 10Ci	60.3 mR	61.5 mR	0.98	〃
Range 3	⁶⁰ Co 10 Ci	-	-	-	-

以上の結果より二次標準線量計の校正定数をまとめてTable. 3-14に示す。

Table. 3-14 二次標準線量計の校正定数一覧表

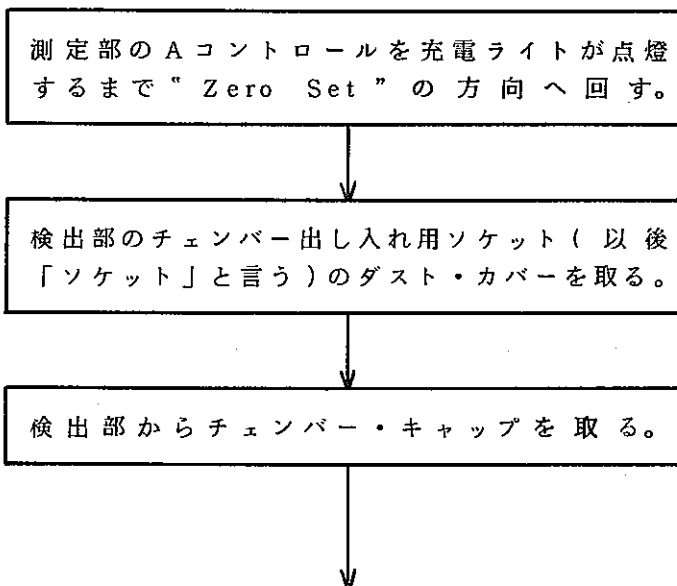
線量計の種類	X 線			¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	
	60KeV	90KeV	120KeV			
Rメータ 188型	-	-	-	1.04	1.04	
Rメータ 130型	1.03	1.00	1.01	1.00	1.02	
※ アイオネクス 線量計 (30 cc)	Range 1	1.04	1.06	1.06	0.98	0.99
	Range 2	1.07	1.09	1.09	1.01	1.02
	Range 3	-	-	-	-	-

※ アイオネクス線量計 (30 cc) の X 線によるエネルギー校正の結果は電総研にて補足的に行った値を示した。

4. 使用方法

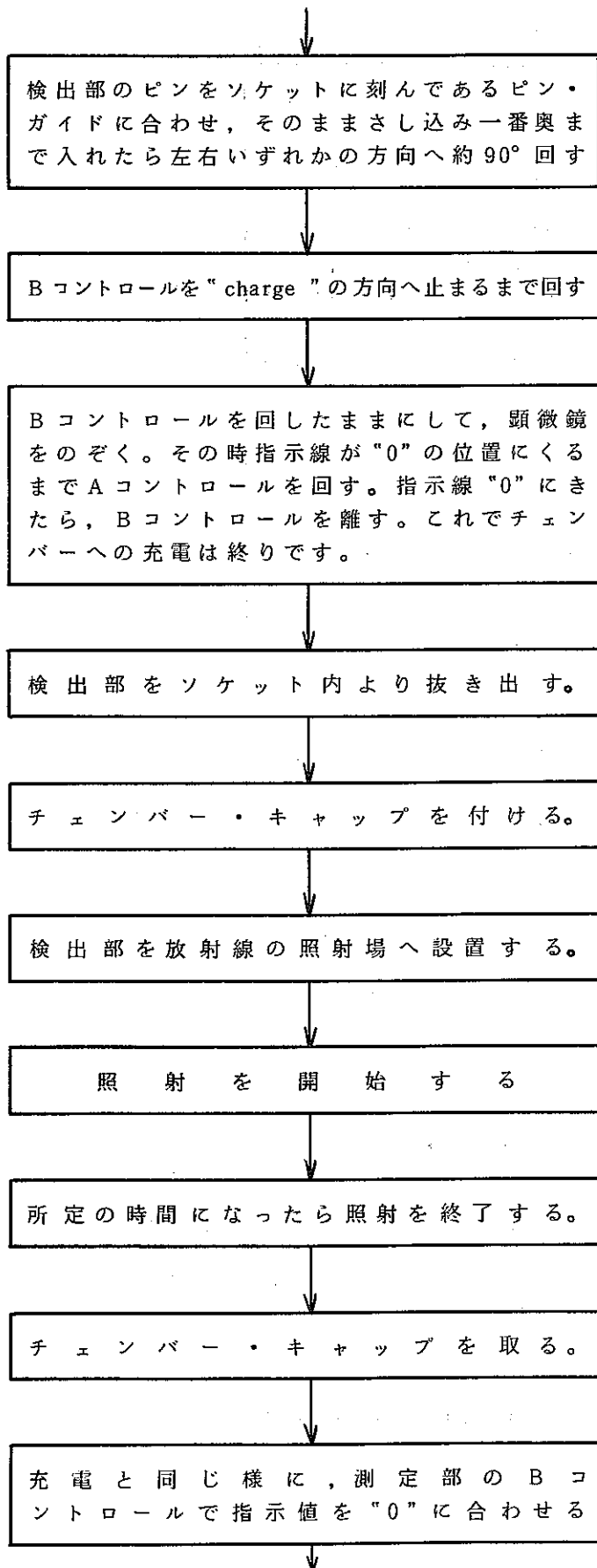
4-1) Rメータ線量計

Rメータ線量計 (130, 188型) の使用は下記の手順に従って行なう。



注) ダスト・カバー, チェンバー・キャップは必要な時以外は必ず付けておく。

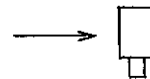
注) コンタクトピン付近は, 手でさわらない事。

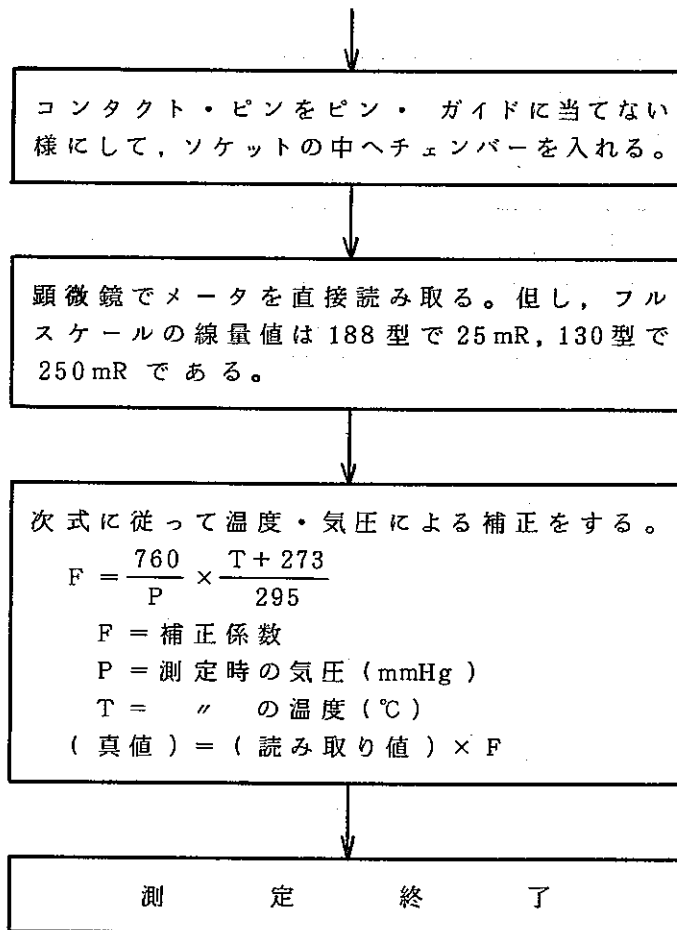


注) キャップを付けないと測定値に誤差を生ずる原因になる。

注) 専用の取付け台を使用する事。

注) 照射方向





4-2) アイオネクス線量計 (30 cc)

アイオネクス線量計 (30 cc) の使用方法は、一次標準線量計と同じである。但し、チェンバ-切換スイッチ (S206) を "30 cc" にして使用する。

5. 保守・点検および管理

5-1) 保守・点検

(1) 目的

本装置を動燃事業所における γ (X) 線測定での二次標準測定器として使用する為、常に測定器が正常な状態を維持し、且つ、測定器の信頼性を確認する為に定期的に保守・点検を行なう。

(2) 保守・点検項目及び頻度

① Rメータ線量計

a. 点検の項目および頻度

Rメータ線量計の保守・点検の項目及びその頻度を Table. 3-15 に示す。

Table.3-15 Rメータ線量計の保守・点検項目及び頻度

項 目	頻 度		
	使 用 前	6 ケ 月	12 ケ 月
測定部の直線性確認		○	○
リーク試験		○	○
感度試験			○
外観整備	○	○	○

b. 点検の方法

Rメータ線量計の保守・点検の項目および方法を Table.3-16 に、その記録表を Table.3-17 に示す。

Table.3-16 Rメータ線量計の保守・点検の方法

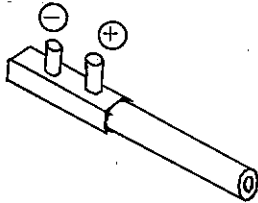
項 目	方 法	規 格	備 考
1. 測定部の直線性の確認	<p>付属の Test Fixture を測定部のチェンバー、ソケットへさし込み外部電源から高圧を印加し、印加電圧に対する指示値の変化より測定部の直線性を確認する。</p>  <p>Test Fixture</p> <p>測定部に電圧が印加されていない状態では電位計の針はフルスケール側に over している。ここで高圧を上げていくと500~550V 付近で電位計の針がゼロを示す。この時の印加電圧を記録しておく。次に印加電圧を徐々に下げ25mR full scall 目盛にて5mR, 10mR, 15mR, 20mR, 25mR の指示を示す時の印加電圧をそれぞれ読み取る。</p>	直線性 ±2%以内	
2. リーク試験	<p>チェンバーを充電して、なるべくBGの少ない所へ方置きし、リークを測定する。</p>	漏洩線量率 188型:1mR/h 以内 130型:10mR/h 以内	
3. 感度試験	<p>Rメータ線量計の感度試験は、3-2)-(2) 項の目盛校正にて行なう。</p>		
4. 外観整備	<p>外観の汚れ及びネジ等のゆるみがない事を確認する。</p>	異常のないこと	

Table.3-17 点検記録表

機種名		承認		年月日	
番号		調査		点検者名	
点検項目		規格	点検値	備考	
1. 電氣的直線性		直線性±2%以内	0 mR	(V)	
5 mR			(V)		
10 mR			(V)		
15 mR			(V)		
20 mR			(V)		
25 mR			(V)		
2. リークテスト					
188型		1 mR/h 以下	(mR/24h)		
130型		10 mR/h 以下	(mR/24h)		
3. 感度試験					
3-2)-(2)項					
4. 外観整備		異常のないこと	良・否 ()		
5. 総合動作試験の良・否		総合	良・否 ()		

5-2) 管 理

Rメータ線量計及びアイオネクス線量計(30cc)は、次の点に留意して保管する。

(1) Rメータ線量計

- ① 使用時間以外、検出器は恒温槽内のデシケータに保管する。
- ② 充電時及び指示値の読み取り時以外は検出器にチェンバー・キャップをかぶせておく、又測定部のチェンバー・ソケットにダスト・キャップを取り付けておく。

(2) アイオネクス線量計(30cc)

一次標準線量計と同様の方法にて管理する。

IV 中高線量用二次標準 r 線源

1. 使用の目的・用途

動燃東海事業所内の各放射性物質取扱施設にて、放射線管理を目的として r(X)線源の空間線量率測定の為使用されている実用測定器の線源校正あるいは特性試験に使用する。

2. 構造および特性

2-1) 種類及び構造

東海事業所にて使用している二次標準線源を Table. 4-1 に示す。

Table. 4-1 二次標準線源の一覧

核種 (名称)	構造 (単位 mm)	備考
^{60}Co 10 Ci		製造元 米国ゼネラル・ エレクトリック社 比放射性 143 Ci/g 1粒当りの重量 約7 mg
^{60}Co 100 m Ci		製造元 英国ラジオ ケミカルセンター
^{137}Cs 100 m Ci		製造元 英国ラジオ ケミカルセンター
^{226}Ra 50 m Ci		製造元 英国ラジオ ケミカルセンター

2-2) 二次標準線源の特性

東海事業所にて使用している二次標準線源の主な特徴を Table.4-2 に示す。

Table.4-2 二次標準γ線源の特性

核種	半減期	γ線エネルギー	放出率
^{60}Co	5.27 (y)	1.17 (MeV) 1.33 (MeV)	<p>Decay scheme for ^{60}Co to ^{60}Ni. ^{60}Co decays via β^- to ^{60}Ni. The main branch (99.88%) has a gamma energy of 1.17 MeV. A minor branch (0.12%) has a gamma energy of 1.33 MeV.</p>
^{137}Cs	30.2 (y)	662 (KeV)	<p>Decay scheme for ^{137}Cs to ^{137}Ba. ^{137}Cs decays via β^- to ^{137}Ba. The main branch (93.5%) has a gamma energy of 662 KeV. A minor branch (6.5%) has a gamma energy of 6.5 KeV.</p>
^{226}Ra	1602 (y)	791 (KeV) (平均エネルギー)	<p>Decay chain for ^{226}Ra to ^{206}Pb. ^{226}Ra decays via α to ^{226}Ra (labeled as such in the diagram). ^{226}Ra decays via α to ^{214}Pb. ^{214}Pb decays via β^- to ^{214}Bi (0.29 (19%)), ^{214}Pb (0.35 (36%)), ^{214}Pb (0.61 (47%)), ^{214}Pb (1.12 (17%)), and ^{214}Pb (1.76 (17%)). ^{214}Bi decays via β^- to ^{214}Pb. ^{214}Pb decays via α to ^{210}Po. ^{210}Po decays via α to ^{206}Pb.</p>

3. 一次標準線量計による検定

各種実用測定器の線源校正及び照射試験に使用される二次標準線源については、その結果から必要な距離において照射線量率が、国家標準とのトレーサビリティ体系の確立された標準測定器にて明確に検定(値付け)されている必要がある。そこで東海事業所においても電総研にて国家標準と比較検定された一次標準線量計(アイオネクス線量計 600 cc)を使用し、定期的に照射線量率を測定し線源の検定を行なっている。

3-1) 検定の方法

東海事業所にて二次標準線源の検定を行う場合の測定項目・方法及びその頻度をTable. 4-3に示す。

測定項目 照射線量率の値付け
 測定ポイント 各線源について3~5点
 測定頻度 購入時及び定期(2回/年)
 対象となる線源* ^{60}Co 10 Ci, ^{60}Co 100 mCi, ^{137}Cs 100 mCi

Table. 4-3 二次標準線源の検定方法

順番	項目	方法	備考
(1)	標準線量計の動作チェック	一次標準線量計の使用前の動作チェックを行う。	
(2)	照射装置の点検	使用する照射装置の使用前の点検を行う。 ^{60}Co 10Ci : コバルト照射装置 ^{60}Co , ^{137}Cs 各100 mCi : ガンマ線照射装置	
(3)	B G 測定	一次標準線量計を照射台の上に設置し、測定系のBGを測定する。測定は10分間行ないその測定値より求めた照射線量率を I_{BG} (mR/h) とする。尚、あらかじめ気温・気圧を測定しR 216にて補正係数を設定しておくこと。	一次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 2 エネルギー補正用キャップ : 4.6 mm厚 Polymethyl methacrylate
(4)	照射線量率の測定	① 下表に指定された位置(線源からの距離)に一次標準線量計を設置する。 ② 気温・気圧を測定しR 216で補正係数を設置する。 ③ γ 線を照射する。 ④ 照射線量をt分間測定しその時の指示値を I_0 (mR) とすれば、その場の照射線量率は次式で求まる。 $I = (I_0 \times \frac{60}{t} - I_{BG}) \times f \text{ (mR/h)}$ I : 真の照射線量率 f : 校正定数 ⑤ γ 線の照射を止める。 尚、各線源について測定を行なう位置(線源からの距離)及びその時の測定時間は次のとおりである。	一次標準線量計の条件 測定モード Dose 測定レンジ 左表参照 エネルギー補正用キャップ : 4.6 mm厚 Polymethyl methacrylate 一次標準線量計の校正定数 ○ ^{60}Co 線源 Range 1; 1.03 Range 2; 1.01 Range 3; 0.98

* 昭和55年9月現在

項目	方法				備考
	線源	位置	測定時間	測定レンジ	
	^{60}Co 10 Ci	2.00 m	2.0 分	3	^{137}Cs 線源 Range 1 ; 1.02 Range 2 ; 1.00
		3.00 m	4.0 分	3	
		4.00 m	6.0 分	3	
		5.00 m	10.0 分	3	
	^{60}Co 100 m Ci	1.00 m	12.0 分	2	
		1.50 m	6.0 分	1	
		2.00 m	10.0 分	1	
	^{137}Cs 100 m Ci	1.00 m	10.0 分	1	
		1.50 m	15.0 分	1	
		2.00 m	20.0 分	1	

3-2) 検定結果

東海事業所での二次標準線源の検定結果の一例として、昭和54年12月に行なった測定の結果をTable. 4-4に示す。

Table. 4-4 二次標準線源の検定結果

線源 \ 距離(m)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
^{60}Co 100m Ci	99.5	44.3	25.0	11.3	-	-
^{137}Cs 100m Ci	35.5	15.8	9.44	4.20	-	-
^{60}Co 10Ci	-	-	1850	820	455	288

単位：mR/h

実際には線源からの距離が大きくなるにつれて散乱線等の影響で照射線量率は距離の逆二乗法則に適合しない。しかし、上記の測定範囲では逆二乗法則からのずれは最大で±6%である。それ故、通常は ^{60}Co 10 Ciでは3.00 mの位置、 ^{60}Co 100 m Ci、 ^{137}Cs 100 m Ciでは2.00 mの位置における測定値を基準にして逆二乗法則で求めた値を基準の線量率とする。この方法にて値付けされた照射線量率の精度は上記の測定範囲で約±8%である。

4. 保守・点検および管理

4-1) 目的

本線源を動燃東海事業所における二次標準線源として使用する為に、常に線源を正常な状態に維持し、且つ線源の信頼性を定期的に確認する。

4-2) 項目及頻度

- ① 保管状態の確認
- ② 汚染の確認

- ③ 照射装置の動作
- ④ 外観検査
- ⑤ 総合判定

頻度は上記項目に対して2回/年行なう。

4-3) 方 法

二次標準線源の点検方法をTable.4-5に示す。又、その点検記録表をTable.4-6に示す。

Table.4-5 二次標準線源の点検方法

項 目	方 法	規 格	備 考
1. 保管の状態の確認	照射装置内の所定の位置に納まっているかを表示ランプにて確認する。	表示ランプ点燈	
2. 汚染の確認	照射装置の筒内部のスミヤ採取を行い、汚染の有無を確認する。	異常のないこと	
3. 照射装置の動作確認	“照射装置点検マニュアル”を参照する。	動作に異常のないこと	
4. 外 観 検 査	ITVで線源の外観キズ、汚れ等を確認する。	キズ・汚れのないこと	
5. 総 合 判 定	上記の結果により判定する。		

Table.4-6 二次標準線源の点検記録表

線 源		承 認		年 月 日	
番 号		調 査		点検者名	
点 検 項 目	規 格	設 定 値	点 検 値	備 考	
1. 保管状態の確認		良・否 ()	良・否 ()		
2. 汚染の確認		良・否 ()	良・否 ()		
3. 外 観					
3-1 線 源	破損, 汚れのないこと	良・否 ()	良・否 ()		
3-2 格納容器	破損, 汚れのないこと	良・否 ()	良・否 ()		
4. 総 合 判 定		良・否 ()	良・否 ()		

V 一次標準中性子線源

1. 使用の目的・用途

動燃東海事業所における中性子線一次標準線源としてAm-Beが選定されている。これは、国家標準と±5%の精度で検定されており、これを基に二次標準線量計の値付けを行い、当事業所におけるトレーサビリティ体系の確立を行っている。

2. 構造および特性

この中性子線源は、米国、ニューメック社製で線源はステンレス製容器の中へ納められ照射装置に格納されている。

2-1) 原理および構造

この中性子線源は、 ^{241}Am から放出される α 粒子をBeの原子核と衝突させて核反応を起こし中性子線を発生させる($\alpha \cdot n$)反応を利用したものである。

構造は、 AmO_2 とBeをペレット状に固めたものをステンレス製の円筒容器に二重密封し、更に照射装置へ格納する為にアルミニウム及びステンレス各1mm厚のケースに納められている。

線源の構造をFig. 5-1に示す。

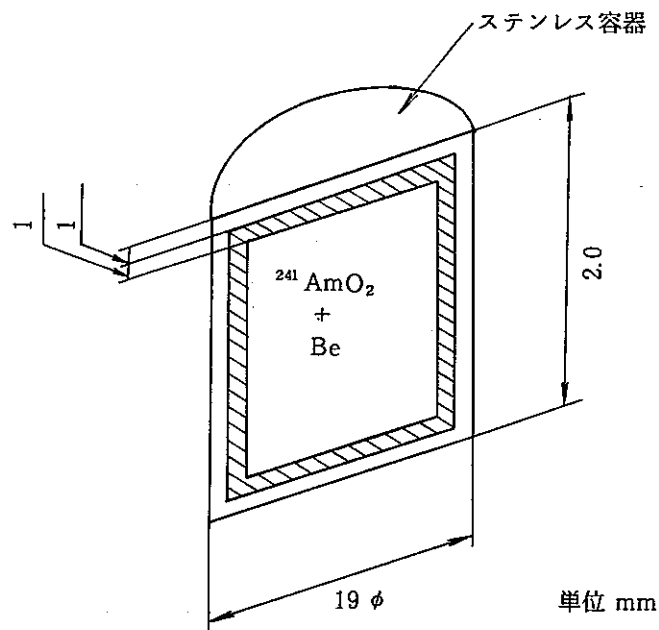


Fig. 5-1 Am-Be線源の構造

2-2) 性能および特性

Am-Be の主な諸特性を Table.5-1 に示す。

Table.5-1 一次標準線源の諸特性

項目	性能および特性	備考
半減期	458 (年)	
比放射能	3.28 (Ci/g)	
エネルギー	Er = 5.48 (MeV) En・max = 11 (MeV) En̄ = 4.0~4.5 (MeV)	
中性子放出率	N = 2.42 × 10 ⁶ (n/sec)	S 52.3.4 現在
線量当量	DE = 2.43 (mrem/h at/1m) (S. 52.3.4 現在)	動燃事業所では、下記の式により算出している。 $DE = \frac{N}{4\pi d^2} \times \frac{3600(\text{sec})}{1(\text{h})} \times 3.5 \times 10^{-8} *$ d : 距離 (cm)
スペクトル		

* 3.5 × 10⁻⁸ ; IAEA TECHNICAL REPORT No.109 に記載されている中性子フラックス-線量変換係数

3. 国家標準との検定

動燃事業団における中性子線測定トレーサビリティ体系を確立する為、昭和53年3月に国家標準機関である電子技術総合研究所にて一次標準線源の国家標準との比較検定を行った。

3-1) 検定条件

(1) 被検定線源

動燃一次標準線源 Am-Be 中性子線源

製造元：ニューメック

No : 047-024-50-60

(2) 標準グラファイトパネル 中心位置に線源を置く事のできる減速体で、 $2.3 \times 1.9 \times 1.9(\text{m}^3)$ の大きさである。

(3) 標準BF₃計数管 グラファイトパネル内で減速された熱中性子を測定する。

3-2) 検定方法

標準グラファイトパネル内の中心位置に、概に中性子放出率が決定されている標準中性子線源 (Am-Be) と本被検定線源とを置換させ、両者による熱中性子を標準BF₃計数管にて測定し、標準値との相対比較にて動燃一次標準線源の中性子放出率を決定する。

3-3) 検定結果

中性子放出率 $2.42 \times 10^6 \text{ n/s} \pm 5\%$ (昭和52年3月4日現在)

4. 保守・点検および管理

4-1) 目的

本線源を動燃東海事業所内における一次標準線源として使用する為に、常に線源を正常な状態に維持し、且つ線源の信頼性を定期的に確認する。

4-2) 項目および頻度

- ① 保管状態の確認
- ② 汚染の確認
- ③ 照射動作の確認
- ④ 外観
- ⑤ 総合判定

頻度は上記項目に対して、2回/年行う。

4-3) 方法

一次標準中性子線源の点検方法をTable.5-2に、またその点検記録表をTable.5-3に示す。

Table.5-2 一次標準中性子線源の点検方法

項 目	方 法	規 格	備 考
1. 保管状態の確認	照射装置内の所定の位置に納まっているかを表示ランプにて確認する。	表示ランプ点燈	
2. 汚染の確認	照射装置の筒内部のスミヤ採取を行い、汚染の有無を確認する。		
3. 照射装置の動作確認	“照射装置点検マニュアル”を参照する。		
4. 外 観	ITVで外観のキズ、汚れ等を観測する。	キズ、汚れのないこと	
5. 総合判定	上記の結果により判断する。	と	

Table.5-3 一次標準線源の点検記録表

線 源		承 認		年 月 日	
番 号		調 査		点検者名	
点 検 項 目	規 格	設 定 値	点 検 値	備 考	
1. 保管状態の確認	表示ランプ点検	良・否 ()	良・否 ()		
2. 汚染の確認	汚染のないこと	良・否 ()	良・否 ()		
3. 照射装置の動作確認	動作に異常のないこと	良・否 ()	良・否 ()		
4. 外 観	キズ、汚れのないこと	良・否 ()	良・否 ()		
5. 総合判定		良・否 ()	良・否 ()		

参 考 文 献

- (1) RADIOISOTOPES 1979 Vol 28 No 3~8
- (2) 電子技術総合研究所彙報 1974 Vol 38 No 6~7
- (3) IAEA TECHNICAL REPORT No 109