



始



3  
2

エックス線量計  
島津イオニメーター  
逓信省型式承認済

株式会社島津製作所レントゲン研究課



393  
352

特253  
918



目 次

1. はしがき.....(2)

2. 「エフクス」線量、「エフクス」線の強さの単位及線質の定義.....(3)

3. 本線量計各部名稱.....(3)

4. 動作原理.....(4)

5. 使用範囲及使用上の制限.....(5)

6. 検定に於ける試験點.....(6)

7. 線量計の調整.....(7)

8. 「エフクス」線の強さの測定.....(8)

9. 「エフクス」線の強さの測定例.....(11)

10. 測定上並びに線量計保守上の注意事項.....(11)

11. 半價層の決定.....(12)

12. 皮膚面に於ける強さの決定.....(12)

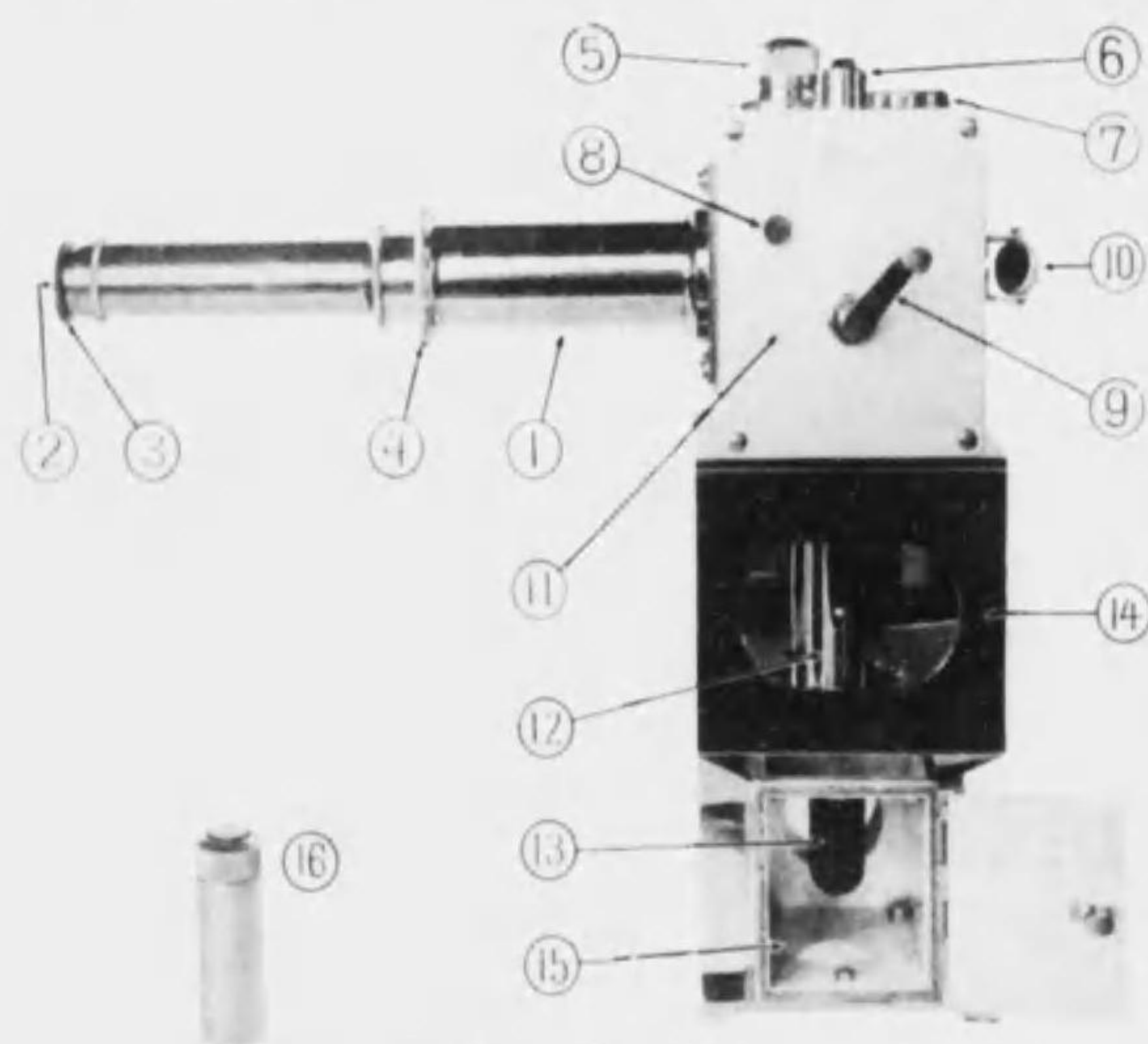
13. 深部に於ける強さ及深部百分率の決定.....(13)





## 1. はしがき

最近放射線醫學の進歩に伴ひ、「エックス」線治療も盛に行はれ、着々効果を挙げられて居りますが、中には配量の基礎となるべき「エックス」線の測定を在來の不正確なる線量計にて實施せらるゝ向もあり、甚しきに至りましては、「エックス」線の強さを測定せず日分量にて治療を行はれる向もあり、效果の舉らざるはもとより、却つて患者に不測の傷害を及すが如き例も考



第 1 圖

へ得られる實情に鑑み、「エックス」線治療に對する國家的取締が識者間に要望されて居りました處、昭和十二年八月二日内務省令第三十二號第七條により測定に關する取締規則が発令されると共に、同日逓信省令第五十二號により「エックス」線量計檢定規則が発令されるに至りました。さて弊社に於きましては既に昭和六年より本線量計を製作發賣致し好評を得てをりますが、檢定規則發令と同時に型式承認を申請し昭和十三年十二月廿六日型式番號第 X-2 號として我國に於ける第二番目の型式承認をかち得た次第であります。昭和十四年八月現在迄に型式を承認せられたる「エックス」線量計は、本線量計並びに同じく弊社製島津標準型「レントゲン」線量測定器(型式第 X-1 號)及び、獨逸製「キヌトナー・アイヒスタンドゲレート」(型式第 X-3 號)の三種のみでありまして國産線量計製作のため弊社の拂ひました努力を大いに誇りとする次第であります。尙線量測定標準となります検査用「ラヂウム」の固定法に關しましては當研究課に於きまして種々研究の結果完成致しました特許第 126099 號による非常に安定な固定法を採用して居ります事も特筆大書するに値するものと考えます。以下詳述致します使用法、取扱法を充分御理解下さいました上、正確な測定を實施せられ、本線量計の機能を十二分に御活用下さる様御願ひ申上ます。

## 2. 「エックス」線量、「エックス」線の強さの單位及線質の定義

### A. 線量の單位

我國に於ける線量の單位は「エックス」線量計檢定規則第 3 條に次の如く定義されて居ります。「「エックス」線量の單位たる「レントゲン」は温度攝氏零度、氣壓水銀柱七十六「センチメートル」のとき二次電子を完全に利用し電離槽壁の影響を除きたる状態に於て飽和電流の下に空氣一立方「センチメートル」に付「ターロム」の三十億分の一の電荷を生ぜしむる「エックス」線量を謂ふ。」

この單位は第二回國際放射線學會に於て協定せられた所謂國際「レントゲン」單位に準據したものであります。又これの記載方法は本邦に於ては規定せられて居りませんが、矢張り上記國際會議の協定に従ひたる記號が一般に用ひられてゐます。

### B. 「エックス」線の強さ

強さと致しましては毎分の「レントゲン」數を以つてその單位としてゐます。即ち一般に r/min と記されてゐます。

### C. 線質

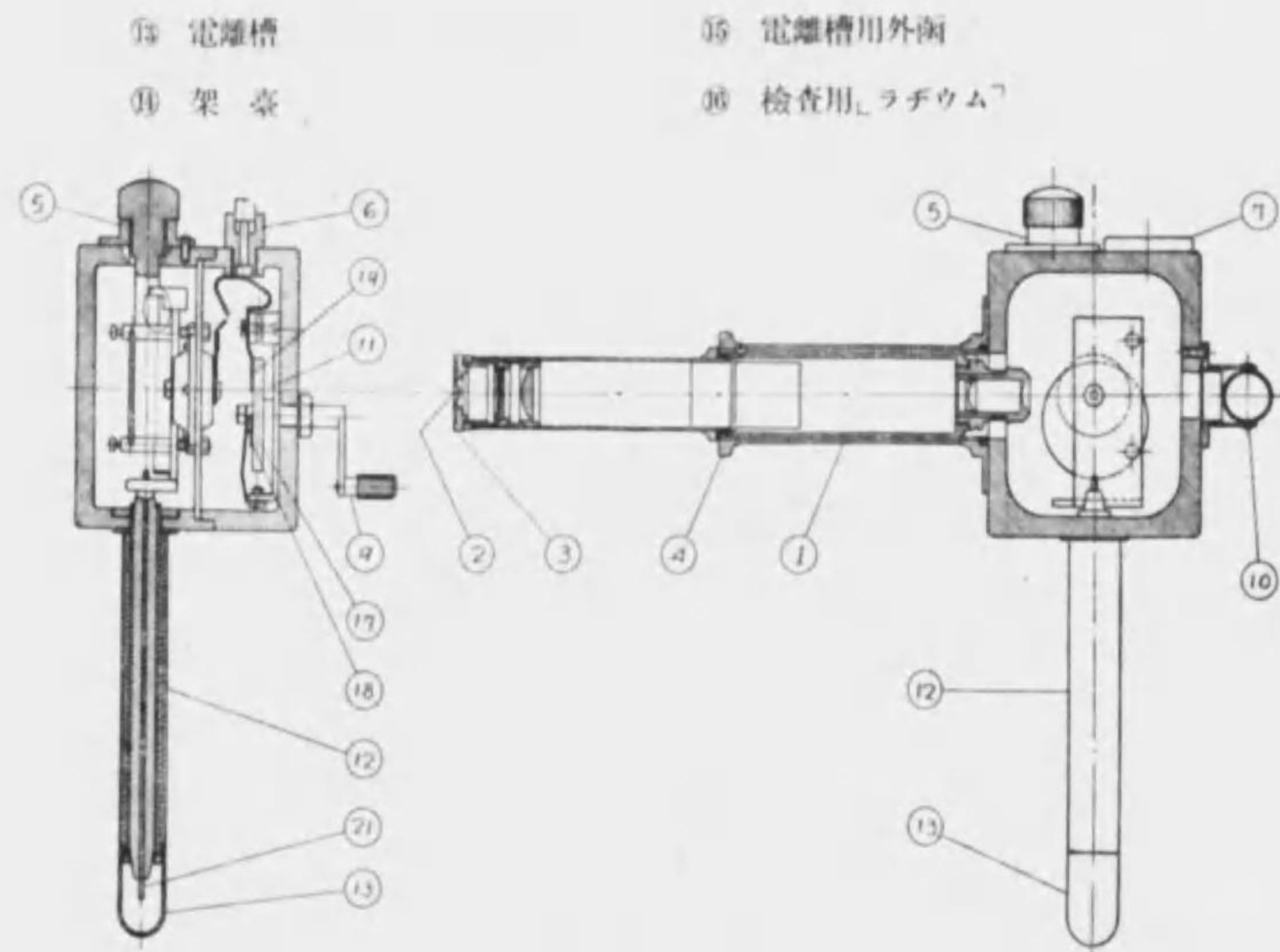
線質の表し方は別に規定せられて居りませんが、逓信省に於ては半價層法を採用され檢定に於ける試験點を第一半價層により示されて居ります。1937 年「シカゴ」に於ける國際放射線單位委員會推奨案に於ても醫療の目的に對する「エックス」線質の定義は半價層で表すべき事を規定してゐます。第一半價層とは問題の「エックス」線を「アルミニウム」、銅等で濾過した場合その強さが半減する如き「アルミニウム」、銅等の厚さを云ふのでありまして、この厚さにより「エックス」線質が規定されるものであります。第二半價層とは第一半價層により半減した強さを更に半減さすに要する厚さであり、線質を非常に正確に定義する場合には第一半價層と第二半價層を併記する事になつてゐますが、一般の目的には第一半價層のみで十分でありまして普通これを唯單に半價層と呼んで居ります。

## 3. 本線量計各部名稱

第 1 圖及第 2 圖に於て

- |                |             |
|----------------|-------------|
| ① 顯微鏡          | ⑦ 逓信省檢定票入金具 |
| ② 接眼「レンズ」      | ⑧ 放電用鍵      |
| ③ 目盛板調節部       | ⑨ 發電機用把手    |
| ④ 顯微鏡焦點調節部     | ⑩ 檢電器照明用反射鏡 |
| ⑤ 検査用「ラヂウム」挿入口 | ⑪ 發電機室      |
| ⑥ 充電用鍵         | ⑫ 電離槽用柄     |

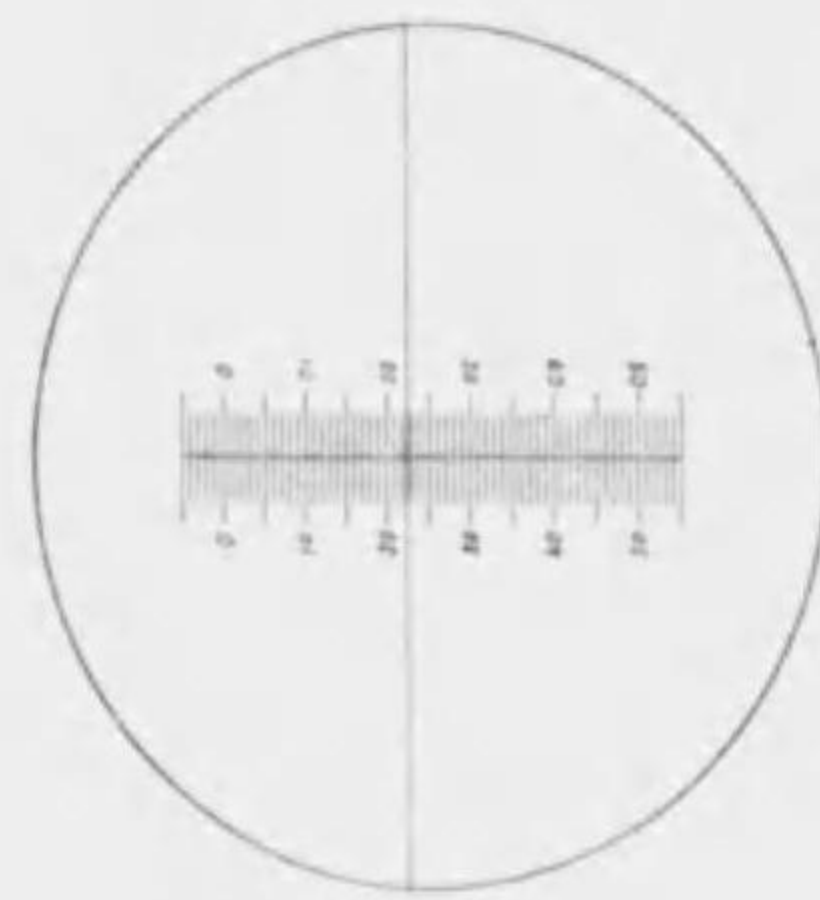




第 2 圖

4. 動作原理

本線量計の動作原理を第2圖により説明します。充電用鍵⑥を押へつゝ、発電用回轉子⑦を把手⑧により回轉しますとこれと発電用摩擦子⑨との摩擦により回轉子面上に生じた電荷が集電用刷子⑩を通じて検電器⑪及電離槽⑫内の集電電極⑬に充電する如くなつてゐます。而して充電が進み集電電極の電位が上昇しますと検電器の繊維は



第 3 圖

顕微鏡視野内に現はれ(第3圖参照)目盛の讀みが次第に上昇します。繊維が適當な目盛を超過せる後充電用鍵⑥より手を放し同時に把手⑧の回轉を止めると充電はとまり繊維は停止します。次に電離槽⑫に測らんとする「エックス」線を放射しますと電離槽内の空氣が電離し、發生した陰陽「イオン」は夫々集電電極及電離槽壁に吸收せられ従つて集電電極はその電荷を失つて電位が低下し検電器の繊維は降下することゝなります。又検査用「ラヂウム」

を挿入口に挿入し検電器室内に「ラヂウム」放射線を放射しますと、検電器室内の空氣が電離し發生した陰陽「イオン」は夫々検電器の充電部及室壁に吸收せられ従つて集電電極はその電荷を

失つて電位が低下し、検電器の繊維は降下することゝなります。この際集電電極が電荷を失ふ割合即ち放電の早さは電離槽内又は検電器室内の空氣の溫度・氣壓、及び検電器の感度變化により多少影響を受けますが、或一定の使用範圍及使用條件に於てはその放射線の強さに比例するのでありまして、放電の早さは或日盛間隔を繊維が降下するに要する時間に逆比例するわけでありましてこれを秒時計で測定して知るのであります。本線量計に於きましては上記の溫度、氣壓、検電器の感度變化を完全に補償するため検査用「ラヂウム」を用ひ、これによる放電の早さに對し「エックス」線による放電の早さを比較して「エックス」線の強さを求めるのでありまして、今「ラヂウム」放射線及測定せんとする「エックス」線により繊維が同一の日盛間隔を夫々  $t_{Ra}$  秒  $t_{RO}$  秒で降下したとしますと、求むる「エックス」線の強さは次式で表はされます。こゝで  $t_{Ra}$  を「ラヂウム」秒  $t_{RO}$  を「レントゲン」秒と云つて居ります。

$$\text{「エックス」線の強さ} = K \frac{t_{Ra}}{t_{RO}} \text{ r/min.}$$

比例常数 K は標準電離槽との比較により與へられるもので我國に於ては 逓信省電氣試験所に於ける檢定によつて與へられる事になつて居ります。尙上記の使用範圍及使用條件は昭和十四年一月卅日逓信省告示第二百卅九號に次の如く規定されてゐます。

5. 使用範圍及使用上の制限

A. 使用範圍

「エックス」線の線質

管電壓(波高値)	濾過板	第一半價層	第二半價層
自 90KV	0.25mmCu	0.26mmCu	0.415mmCu
至 180KV	2.00mmCu	1.70mmCu	2.18mmCu

「エックス」線の強さ

自 0.05	毎分「レントゲン」
至 6.0	毎分「レントゲン」

B. 使用上の制限

- (1) 電離槽を架臺下部の電離槽外筒内に挿入し且つ外筒の扉を閉鎖すること。
- (2) 「エックス」線管焦點と電離槽の中心との間隔は130mm未滿たらざること。
- (3) 「エックス」線束の電離槽に於ける照射面積は16平方mm以上にして100平方mm以上に亘らざること。
- (4) 「エックス」線に因る放電時間の測定は検査用「ラヂウム」による放電時間の測定と同一日盛間隔を使用し且その日盛間隔は10日盛以下たらざること。



6. 検定に於ける試験点

逓信省に於ける本線量計の試験点即ち更正常数を決定される各「エックス」線質は第一表の如き半價層により示されてゐます。

第一表

試験点 半價層 (耗)	管電圧 (波高値) (KV)	濾過板 (耗)	試験点 半價層 (耗)	管電圧 (波高値) (KV)	濾過板 (耗)	試験点 半價層 (耗)	管電圧 (波高値) (KV)	濾過板 (耗)		
0.26	90	0.25	0.65	120	0.7	1.00	150	1.0		
	100	0.2		130	0.6		160	0.95		
	110	0.2		140	0.5		170	0.8		
	120	0.15		150	0.4		180	0.65		
	130	0.15		160	0.35		1.12	150	1.3	
0.38	90	0.45	0.70	120	0.8	160		1.1		
	100	0.4		130	0.7	170		0.9		
	110	0.3		140	0.55	180		0.75		
	120	0.25		150	0.5	1.18		160	1.25	
	130	0.25		160	0.4		170	1.0		
140	0.2	170	0.35	180	0.85					
0.45	90	0.6	0.76	130	0.8		1.25	160	1.4	
	100	0.5		140	0.65			170	1.15	
	110	0.45		150	0.55	180		0.95		
	120	0.35		160	0.5	1.31		170	1.3	
	130	0.3		170	0.4			180	1.1	
140	0.25	180	0.35	1.37	170		1.45			
0.52	100	0.7	0.82		130		0.95	180	1.2	
	110	0.55			140		0.8	1.43	170	1.6
	120	0.45			150	0.65	180		1.35	
	130	0.4			160	0.55	1.50		170	1.8
	140	0.35		170	0.5	180			1.5	
150	0.3	180	0.4	1.57	180	1.65				
160	0.25	0.88	140		0.95	1.63		180	1.8	
0.59	110		0.7		150			0.75	1.70	180
	120		0.6		160		0.65			
	130		0.5		170		0.55			
	140		0.4	180	0.5					
	150	0.35	0.94	140	1.1					
160	0.3	150		0.9						
		160		0.75						
		170		0.65						
		180		0.55						

7. 線量計の調整

本線量計の調整は次の順序により行ふのが便利であります。

(1) 「エックス」線管焦点と線量計電離槽の中心との距離を130cm 以上となる如く架臺を適當な臺の上におく。

(2) 第1圖の如く線量計を架臺の上におく、電離槽は極めて薄い壁で出来てゐますから電離槽を架臺に衝突せぬ様注意を要します。

(3) 「エックス」線入射口の中心に「エックス」線管焦点を見出す如く架臺の方向を調整すること。この調整が終れば電離槽用外函の扉を閉める。

(4) 次に「エックス」線管焦点と電離槽の中心との距離を正確に測定します。本線量計により與へられる「エックス」線の強さは電離槽の中心に於ける値でありまして、「エックス」線管焦点より種々な距離に於ける強さはこの距離を元として計算しますので、必ず「エックス」線を放射

する前にこの距離を測定しておく必要があります。

(5) 「エックス」線の電離槽に於ける照射面積に就いては前記の使用上の制限がありますからこれに合致する如く、鉛筒立又は測定用防護筒を以て制限すべきであります弊社で研究作致しました測定用防護筒を用ひますと照射面積を制限し、又測定者を「エックス」線より防護すると共に焦点電離槽間距離測定も非常に簡単に出来ます。(第4圖参照)



第 4 圖



(6) 検電器照明用反射鏡⑩を反射鏡取付口に取付け之を調節して顕微鏡内を明るくする。目盛板調節部③を僅かに調節すれば顕微鏡内目盛を明視出来る様になります。次に焦點調整部④を回轉して顕微鏡上面中央部の目盛を指示せられた値に合はす。

(7) 充電用鍵⑥を押へ顕微鏡を覗きながら發電機用把手⑨を靜かに約一回轉半しますと検電器纖維は視野内に現はれ、目盛の読みが上昇しますから大體中央部へ来た時充電用鍵⑥を離すと纖維は停止します。この際發電機把手⑨を早く、くるくる回轉しますと纖維は頻繁に左右運動をしますから眼に止まらず又故障の原因になります。こゝで再び焦點調整部④を微細に調節し纖維を明確に見得る如くします。そして一旦顯微鏡の調節を完成すれば測定中は絶対に顯微鏡に手を觸れず、「エックス」線の強さを計算し終る迄顯微鏡の擴大率を變更してはいけません。

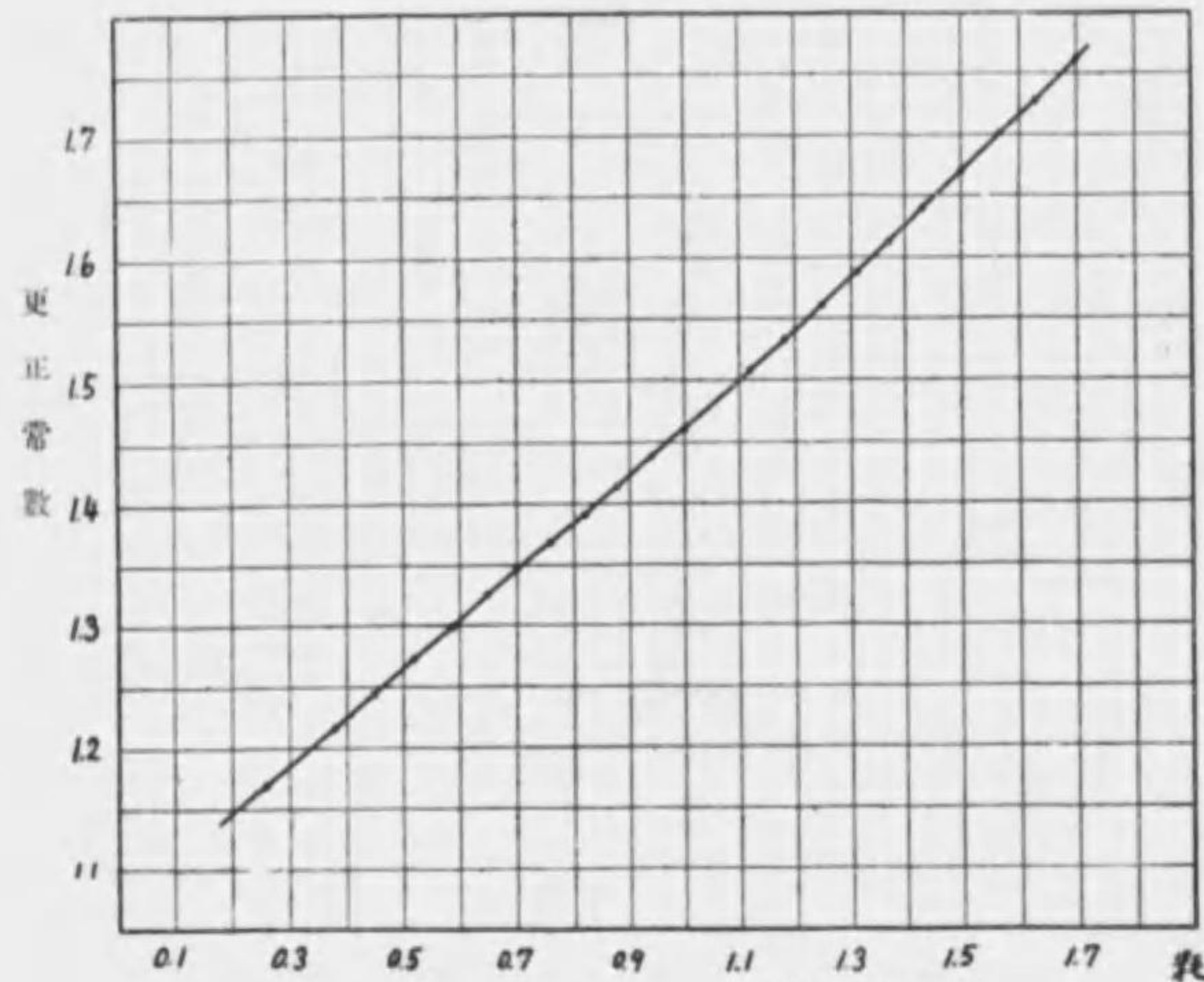
### 8. 「エックス」線の強さの測定

#### (1) 「ラヂウム」秒の測定

以上の諸調整を完了したる後愈々「エックス」線の強さの測定に入るのでありますが、先づ標準となるべき「ラヂウム」秒を測定します。それには検査用「ラヂウム」を「ラヂウム」挿入口⑤に充分深く挿入固定し、適當な目盛間隔(10目盛以上)のラヂウム秒を秒時計で測定します。「ラヂウム」秒は測定の基本になりますから充分正確に數回測定しその平均値をとつて決定します。

#### (2) 「レントゲン」秒の測定

測定せんとする「エックス」線を電離槽に放射し「ラヂウム」秒を測定したと同一の目盛間で



第 5 圖

「レントゲン」秒を測定します。この際も數回の平均値をとるべき事は申す迄もありません。

#### (3) 更正常數

K の選定

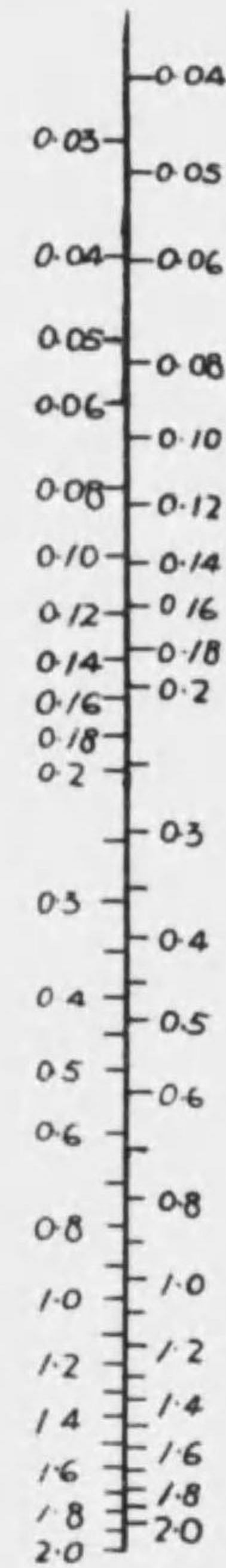
更正常數 K は測定せんとする「エックス」線の半價層により違ひます。逓信省の更正常表には試験點の各半價

濾過板  
mm Cu

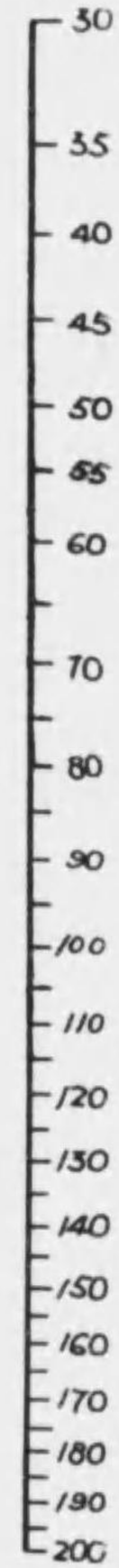


半價層  
mm Cu

脈動電壓用 定價電壓用



エックス線管電壓  
KVP



上記濾過板の厚さは實際の濾過板のみの厚さに X 線管の硝子壁約 1 耗に附加せるものなり。

第 6 圖



層に対する更正常数を表にして與へて居りますが豫めこれを第5圖の如く曲線に書いておけば便利であります。

今測定せんとする「エックス」線の半價層がわかつて居れば曲線上よりそれに相當するKを求めればよろしい。半價層がわからぬ時は第6圖の「ノモグラフ」より半價層を求めこの半價層に対するKの値を求むればよいのであります。

#### (4) 「エックス」線の強さの計算

以上で「ラヂウム」秒「レントゲン」秒及び更正常数Kが決定しましたから、次式により電離槽の中心に於ける「エックス」線の強さが計算出来ます。

$$\text{「エックス」線の強さ} = K \frac{I_{Na}}{I_{Rn}} \text{ r/min.}$$

「エックス」線の強さは「エックス」線管焦點よりの距離の二乗に反比例して減少しますから焦點と電離槽間の距離を  $d_0$  とし求めんとする點の焦點よりの距離を  $d_1$  とすれば、 $d_1$  の點の強さは上式で求めた値の  $\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2$  倍であります。

#### (5) 自然放電が測定結果に及ぼす誤差の補正

「ラヂウム」放射線又は「エックス」線を用ひたとも絶縁物表面の漏洩及び宇宙線等による電離槽内並びに検電器室内の空氣が電離し、集電々極は普通極めて徐々に放電するものであります。これを自然放電と云ひ、その放電時間  $t_n$  は「ラヂウム」秒及び「レントゲン」秒を測定したと同一目盛間隔を纖維が降下する時間で表はします。この自然放電を考慮に入れて「エックス」線の強度を求めますと。

$$\text{「エックス」線の強さ(毎分レントゲン)} = K \cdot \frac{I_{Na}}{I_{Rn}} \cdot k$$

$$k = \frac{(t_n - t_{Rn})}{(t_n - t_{Na})}$$

k: 補正係数

$t_n$ : 自然放電による放電時間

而して

$$1.04 > \frac{t_n - t_{Na}}{t_n - t_{Rn}} > 0.96$$

であれば

$$\text{「エックス」線の強さ(毎分レントゲン)} = K \frac{I_{Na}}{I_{Rn}}$$

として計算してもその誤差は4%以内でありますから普通の目的に向つてはこれで充分であります。

併し非常に精密な値を要する場合又は

$$\frac{t_n - t_{Rn}}{t_n - t_{Na}} > 1.04$$

又は

$$\frac{t_n - t_{Rn}}{t_n - t_{Na}} < 0.96$$

となる場合(「エックス」線の強さが弱い程、この傾向が大となるから特に注意を要す)にはKの値を求めて補正する必要があります。さて自然放電の影響は上述の如く補正が出来ますが、線量計に濕氣を與へぬ様絶えず注意しますとこの影響は著しく小となり、實際上補正は不要となります。

### 9. 「エックス」線の強さの測定例

島津「イオメーター」No. 184を用ひ次の如き條件の下に行つた測定の一例を御参考に掲げます。

「エックス」線管電壓(脈動率4.8%定電壓)	150KVP
「エックス」線管電流	3mA
濾過板	0.5mmCu+0.5mmAl

#### 測定結果及計算

焦點、電離槽中心間距離	134.2Cm
「ラヂウム」秒平均値(目盛40—20間)	33.3秒
「レントゲン」秒平均値(目盛40—20間)	44.5秒

第6圖に於て150KVP と0.5mmCu とを結ぶ直線と半價層の線との交點より半價層を見出すと、0.72であります。次に本線量計(No. 184)に附屬せる通信省の更正常数の第一半價層と更正常数Kとの關係を曲線に書きますと第5圖の如くなりこれより0.72Cu に対するKの値が1.35であることがわかります。そこで焦點より134.2cm に於ける「エックス」線の強さ  $I_{134.2}$  は、

$$I_{134.2} = 1.35 \times \frac{33.3}{44.5}$$

$$= 1.01 \text{ r/min}$$

今焦點より50cm の點に於ける強さ  $I_{50}$  を求めたい場合には次式により求める事が出来ます。

$$I_{50} = I_{134.2} \times \left(\frac{134.2}{50}\right)^2$$

$$= 1.01 \times \left(\frac{134.2}{50}\right)^2$$

$$= 7.28 \text{ r/min.}$$

### 10. 測定上並びに線量計保守上の注意事項

(1) 「エックス」線装置操作上の注意



測定に際し線量計操作上に注意すべき事柄は以上で大體申上げましたが、線量計の操作を如何に注意深く行ひましたも「エックス」線装置の操作を忽せにしますと、即ち「エックス」線管電圧及「エックス」線管電流が変動しますと放射「エックス」線が変動し、測定條件が信頼出来なくなりますから、測定を行ひます時は「エックス」線管電圧及「エックス」線管電流を特に注意して一定に保たねばなりません。而して一般に「エックス」線の強さに及ぼす影響は電源変動による「エックス」線管電圧の変動よりも「エックス」線管電流の変動による方が大でありますから特に管電流を一定に保つ必要があります。此の爲には弊社で製造發賣致しております定電圧加熱装置を御採用になるのが一番御便利かと思ひます。これを用ひますと電源電圧の±15% の変動に對し管電流を一定に保つことが出来ます。さきの實測例に用ひました装置にはこれを設備致しております。

## (2) 線量計保守上の注意

検査用「ラチウム」は前述の如く非常に安定に固定してありますが、強き震動を加へぬ様注意すべきは勿論であります。又萬一の場合を考へて検定時に於ける「ラチウム」秒が更正表に記載されて居ますから、測定結果に疑問を生じた場合等には確める必要があります。併し「ラチウム」秒そのものは検電器室内の氣壓、溫度、檢電器の感度等により多少變化します。

電離槽は極薄い壁でつくられておりますから、機械的に破壊せぬ様、又これを廻轉すると電離槽空氣體積に變化を與へ、更正常數 K の値が變動するから、これを廻轉せぬ様特に注意を要します。

尚線量計は濕氣少い部屋に保管し、常に乾燥状態におく事が大切であります。萬一濕氣を吸收し發電不良となり、或は「エックス」線「ラチウム」放射線を放射せずして、纖維が相當早く移動する場合には多量の乾燥劑（鹽化カルシウム或はアドゾール等）を入れた密閉器内に入れ乾燥を行へばよい。

## 11. 半價層の決定

測定せんとする半價層はこの線量計では直接求められませんが、電圧及濾過板が正確にわかつてゐる場合は第6圖より正確な半價層を求める事が出来ます。「エックス」管電圧及濾過板の厚さに相當の誤差がある場合には第6圖より求めた半價層は實際の半價層とは多少違つてゐます。併し半價層の相違による皮膚剂量、深部量の違いは極めて少いですから左程嚴密を要しない場合はこれで充分であります。併し嚴密を要する場合は弊社で製作販賣して居ります廻轉電壓計、「マイクロメーター」等により正確に管電圧及び濾過板を測定する必要があります。

## 12. 皮膚面に於ける強さの決定

[ 12 ]

以上で空氣中に於ける強さの測定は終つたのでありますが皮膚面に於ける強さの決定方法を御参考迄に述べます。御承知の如く「エックス」線が物體に當りますとその「エネルギー」の一部は散亂線となりその點より四方に散亂します。従つて皮膚面に於ける強さは皮膚面下の身體部分より逆に散亂し來る背後散亂線の爲空氣中に線量計を置いて測定した値よりも大となります。この皮膚面に於ける強さは諸大家により色々の線量計を用ひて測定され測定結果も大體似て居ますが、完全に一致するに至つて居ません。こゝで説明致します Grebe u. Nitzge の表(附表)は算出の基礎に焦點より50cm の空氣中に於ける「エックス」線の強さをとつてこれを100として居ります。従つてこの表より皮膚面に於ける強さを求めんとする時は先づ測定した結果から焦點より50cm に於ける「エックス」線の強さを計算しておかねばなりません。次に皮膚焦點距離及び照射野がきまりますとこの表より直に求められます。例へば9の例に於いて測定した「エックス」線を用ひ、照射野100cm<sup>2</sup> 皮膚焦點距離30cmで放射した時の皮膚面に於ける強さをこの表より求めて見ますと附表の半價層0.70r/min (0.72 r/minに最も近いものを表中に選べばよい) 照射野100cm<sup>2</sup> 皮膚焦點距離30cm深部0に相當する所を見ますと、355(%)となつて居ります。前述の測定例に於て50cm に於ける強さは7.28 r/min. でありますからこの場合の皮膚面に於ける強さは

$$7.28 \times \frac{355}{100} = 25.8 \text{ r/min.}$$

となります。若し背後散亂線がないものとして唯距離の二乗に逆比例する法則のみから焦點より30cmの點に於ける強さを求めて見ますと

$$7.28 \times \left(\frac{50}{30}\right)^2 = 20.2 \text{ r/min.}$$

となり實際の値より少い結果が出ますことは注意を要します。

## 13. 深部に於ける強さ及深部百分率の決定

最後に深部に於ける強さでありますが附表に於て、深部1, 2, ……15cm に相當する強さの値は焦點より50cm に於ける空氣中の強さを100とした時夫々の照射條件に於ける 1, 2, ……15cm の深部の強さであります。例へば9の例で測定した「エックス」線を用ひ、照射野100cm<sup>2</sup> 皮膚焦點距離30cm の場合皮膚面より5cm の深部に到達する強さは皮膚面の強さを求めたと同じ欄で深部5cm の所に相當する値が192(%)となつてゐますから深部5cm に於ける強さは

$$7.28 \times \frac{192}{100} = 14.0 \text{ r/min.}$$

となります。又深部百分率即ち皮膚面に於ける強さを100とした場合の各深部へ到達する強さの百分率は同表の深部の強さの右の欄に示されてゐます。上記の場合の深部百分率は54%であります。

[ 13 ]



昭和十四年十月十五日印刷 (非 音 品)  
昭和十四年十月十五日發行

編輯兼發行人 京都市中京區河原町二丁目  
株式會社島津製作所内  
川 越 勇

京都市中京區御馬場三丁目

印刷所 株式會社 松 玉 堂

京都市中京區御馬場三丁目

印刷人 松 井 松 之 助

3.000 J.



持253

918

終

33