The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	線量分布の測定 第1報 小型線量率計の試作
Author(s)	橋詰, 雅; 鈴木, 茂雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(8), p. 534-536
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15523
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

線量分布の測定
第1報　小型線量率計の試作

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任　金田弘教授)
橋詰　雅　鈴木茂雄

Physical Measurements of Radiation
Report I. Direct Reading Dosage-Rate Meter

Tadashi Hashizume　Sigeo Suzuki
Radiological Department, Faculty of Medicine, Shinshu University
(Director: Prof. H. Kaneda)

(昭和29年7月23日受付)

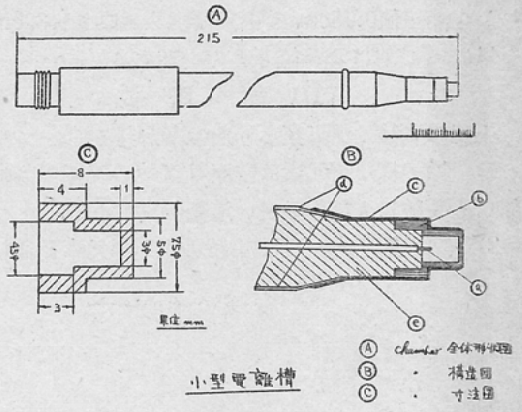
I 緒　言

本装置は昭和29年4月岡山に於ける第13回日本醫學放射線學會にて發表したものである．人體内の線量分布は放射線治療の基礎的問題として最も重要なものゝ一つである事は多言を要しない．從つて古くは Grebe u. Mitzge[1]を始めとして，最近數年間でも Grebe u. Wiebe[2], Glasser[3], Hergarten u. Vogler[4], Tennings[5], Ci pollaro[6], Waschmann[7][8][8], Shirren[10], Steep[11], Burger[12] 及び Jocobson[13] 等の人々によつて研究されている．その測定方法は初期にはフイルム法，蓄電器法等が使用せられたが最近は多く線量率計法が用いられている．フイルム法や蓄電器法の缺點は言を待たないが，後者の場合，多く電離槽，波長依存性及び感度の點で多くの問題を含んでいる．例えば分布の精度を高くするには電離槽を小型にする必要があり，篩照射の様な場合從來の様に孔の面積の半分近い電離槽で測定したのでは正確とは言えない．しかし電離槽を小型にすれば，電離電流は減少し從つて増幅度を大きくしなければならないから，優秀な抵抗，絶縁物質，眞空管及び特殊な回路を必要とする爲非常に困難が伴う．今回，幸い東京芝浦電氣及び島津製作所の協力を得て，國産品だけで相當優秀なセツトが出來，測定用に充分利用出來ると思われるので報告する．

II 小型電離槽の構造

第1圖に小型電離槽の構造を示す．

第　1　圖



圖に示す電離槽の大きさは内徑3mm 長さ4mm でその中に集電荷電極(a)として，徑0.5mm 長さ1mm のアルミ棒を入れてある．從つて電離槽中の空氣容積 V(mm³) は次式に示す様に28mm³ である．

$$V=(\frac{\pi}{4}\times3^2\times4)-(\frac{\pi}{4}\times0.5^2\times1)\fallingdotseq28\mathrm{mm}^3$$

尚特に必要な場合は徑 2mm，長さ3mm 卽ち容積9mm³ の電離槽を使用した．

電離槽の壁 (b) は粉末炭素とベークライトパウダー 20 : 8 の重量比で加熱 (約200°C) 壓縮して1 mm の厚さにしたものである．この周圍を導電及び防濕の爲にブチラール樹脂液に溶解した粉末炭素を塗布した(c).

外壁(b)と集電荷電極(a)との絶縁は高絶縁體ポリシケロール (a) を使用し長柄の中迄ブロックで充實させて中央をくりぬいて(a)の導線を入れた．長柄の外壁は導電と强度をかねてアルミニューム筒を使用した.

III 直流增幅器

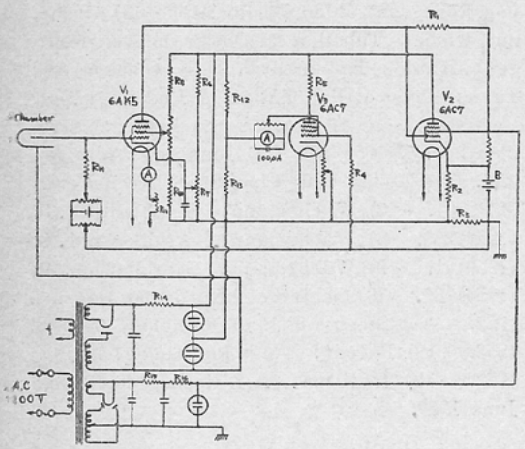
1r のX線によつて空氣1cc 中に生ずるイオン對は 2.08×10^{9} 個であるから 1cc の電離槽の1 r/min に生ずる電流は 5.56×10^{-12}A となる．前記の28mm³ 電離槽で生ずる電流 i は次式によつて示す如く 1.9×10^{-13}A となる.

$$i=5.56\times10^{-12}\times\frac{29}{1000}=1.9\times10^{-13}\mathrm{A}$$

一方管電壓180kv (Cu 0.7 Al 0.5) 及び 80kv (Al 1mm) で管電流10mA 皮膚焦點間距離40cm のフアントーム 15cm の深さの線量はそれぞれ約 7r 及び1r である.

從つて1r (即ち 2×10^{-13}A) をマイクロ，アンペア單位にまで增幅すれば良い事になる．この樣な目標の下に設計した增幅器の回路を第2圖に示す.

この回路を簡單に説明すると，電離電流は高抵抗 R_H を通じ，その電位降下(Vg)を V_1 の Grid に入れる．高抵抗 R_H に10^9 オームを使用すれば電位降下 Vg は約190μV になる．この高抵抗は本裝置の最も重要なものゝ一つで濕度及び溫度に安定な事が必要である．本器では通信用に特別作られたものゝ中から嚴選して使用した．R_H の値が大きい程電位降下は大きくなり增幅は容易となる筈であるが，實際には R_H に直結する電子管の空間電荷によるグリツド電流が電離電流に干涉し增幅能率を低下させ，又增幅度を不安定にする．從つてむやみに高くする事は出來ず，グリツド電流値を R_H の$^1/_{10}$～$^1/_{100}$に抑えねばならぬ．現在國產の眞空管グリツド電流は10^{-11}～10^{-12}Aの爲 R_H も最高10^{10}オーム程度である.



第2圖 直流增幅回路

上記の如く V_1 のグリツド電流を極力抑えねばならぬ爲にフイラメント電位を正常の$^1/_2$とし陽極印加電壓も低電位とした爲，V_1の增幅能率は殆んど犧牲となり單に V_2 と R_H との間の緩衝管としてのみ動作させた．即ち R_H による電位降下 Vg が V_1 にかゝると次式の如き電位變化 ΔV_1 が生ずる.

$$\Delta V_1=\frac{Vg\ \mu_1\ r_1}{R_1+r_1}$$

こゝに r_1 は眞空管 V_1 の內部抵抗であり，μ_1は增幅常數であるが μ_1は上記の如く非常に小さいので ΔV_1 の大きな値は期待されず1r で約1mV 程度である．しかしこれを V_2 のグリツドに入れて充分增幅してやる事が出來る．この値を ΔV_2とし，電位變化の生じない前の V_2 の陽極電流をIとすれば RI＝Bであり，これに ΔV_2 が生ずる爲に V_2—B—R_3 回路に $\Delta V_2=iR_3$ なる電流 i が電離電流，即ちX線量に比例して流れる．この電位變化をV_3を含むブリツヂ式電位計にて直讀する．こゝに特に V_3 を使用したのは本器の場合電離槽が特に小型の爲と，電離槽と V_1 との間を2m 離した遠隔測定にした爲，負饋還率を大にして，その回路の安定性を增大させる必要があつたからである．尙負饋還をすれば增幅度Aは無饋還の場合の增幅度 A_0より低下し

$$A=\frac{A_0}{1-\beta A_0}\quad(\beta:\ \text{負饋還率})$$

第1表 小型電離槽の飽和電流

電離槽印加電壓(V)	2	4	6	12	15	22.5	30.5	36.5	45
電離電流(μA)	16	22	25.5	27.5	29	30	30	30	50

第2表 小型線量計の忠實度試驗

管電流	2.5mA		5mA		10mA		15mA	
線質＼指示値	測定器指示値(μA)	r_{30}/min ($r_{30}=Kr_{120}$)	測定器指示値(μA)	r_{30}/min ($r_{30}=Kr_{120}$)	測定器指示値(μA)	r_{30}/min ($r_{30}=Kr_{120}$)	測定器指示値(μA)	r_{30}/min ($r_{30}=Kr_{120}$)
100KV 1.0Al	10.8	10.9	20.0	19.2	40.5	40.0	58.7	60.0
120KV 2.0Al	15.5	16.0	26.5	27.0	54.0	53.3	59.0	78.0
140KV 0.3Cu+0.5Al	13.0	13.1	21.7	21.6	42.5	43.5	63.0	64.0
160KV 0.5Cu+0.5Al	14.3	14.0	25.8	26.2	45.0	44.5	67.5	69.0
180KV 0.7Cu+0.5Al	17.0	17.5	30.0	29.5	56.6	57.0	85.8	87.0

照射野 10×10cm

の如くなるが安定度が非常に良くなるので微少電流の測定には良い結果が得られる.

IV 測定器の検定

(A) 電離槽の飽和電流

電離槽内の電離電流は飽和狀態で使用せねばならぬ爲, 兩極間に種々の電壓をかけて電離電流を測定した結果を第1表に示す.

これにより, 25V 以上あれば完全に飽和する事が判る.

(B) X線量に對する電流計の忠實度の測定.

標準線量計を管球焦點より30cm 及び120cm 離して置き, その線量 r_{30}, 及び r_{120} を測定して二點間の線量比(K)を求めた.

$$K=\frac{r_{30}}{r_{120}}$$

次に製作した小型線量率型を 30cm の所に置き一方標準線量計を120cm の所に置いて同時に各線量 r_M, rs を測定し, K•rs と r_M を比較して忠實度を檢べた結果を第2表に示す.

これにより毎分100r 程度迄は電流計のマイクロアンペアの讀みを直接分レントゲンとして使用して良い事が判る. 又線質による依存性もこの程度の測定には全く考えないでも良い事が判る.

V 結 果

最近の進歩せる絶緣體, 抵抗及び管球を利用し, 容積28mm³ 及び 9mm³ の電離槽を使用して, 1 r/min で 1 μA の感度を持ち短時間で非常に良い安定を得られる小型線量率計を試作し檢査した結果, 線質依存性も少く, 線量に對する電流計の忠實度も非常に良いものが出來た, これは放射線治療の體內の線量分布測定に充分活用出來ると思われる.

文 獻

1) Grebe und Mitzge: Tabellen zu Dosierung von Röntgenstrahlen Berlin 1930. —2) Grebe, und wiebe: Tabellen zu Dosierung von Röntgen strahlen Berlin 1950. —3) Glasser and Taler: Physical Foundation of Radiology New York 1951. —4) Hergarten und Vogler: Strahlenther. 87 (1952) 487. —5) Jennings: Acta Radiol. 33 (1950) 435. —6) Cipollaro: Arch Derm. 62 (1950). —7) Wachsmann: Strahlenther. 87 (1952) 253. —8) Wachsmann: Strahlenther. 83 (1950) 41. —9) Wachsmann: Strahlenther. 94 (1954) 161. —10) Schirren: Nordwest Dermat. 1952. —11) Steep: B.J. of Radiology 65 Feb. 1953. —12) Burger: Acta Radiology 531 Jane 1952. —13) Jacobson: A.J. Roentgenology 991 June 1953,