

## X線検査における患者被曝線量計の考案

江副, 正輔

竹井, 力

<https://doi.org/10.15017/59>

---

出版情報 : 九州大学医療技術短期大学部紀要. 1, pp.23-26, 1974-02-09. 九州大学医療技術短期大学部  
バージョン :  
権利関係 :

# X線検査における患者被曝線量計の考案

江副正輔, 竹井 力

A new Dosimeter for Measuring Patient's Dose

in X-Ray Examination

Seisuke Ezoe and Chikara Takei

## I. 緒 言

X線検査時の患者被曝線量を減少させる試みが各方面でなされているが、このためにはまずその被曝線量を正確に知ることが必要である。且つ患者のX線被曝を障害との線量効果関係の面から考えると、一般に行なわれている皮膚表面線量のみでの表示では不十分であり、患者の受けた全容積線量として示すことがより妥当である。実際にはX線の照射野面積を加味した表面積算量（照射線量×照射野面積R-cm<sup>2</sup>）を測定し、近似式  $I = 1.44AD_0d_{1/2}$ （I：容積線量 g-rad, A：照射野面積, D<sub>0</sub>：表面線量, d<sub>1/2</sub>：被写体での半価深さ）により容積線量を推定する方法がとられることが多い。このことについては古賀<sup>1)</sup>, 西谷<sup>2)</sup>, 中垣<sup>3)</sup>らの報告があるが、我々も表面積算量（R-cm<sup>2</sup>）を正確に測定できる透過型電離箱をもつ線量計を試作した。なお前式中のAD<sub>0</sub>はこの表面積算量に R-rad 換算係数を乗じて得られる。

## II. 方 法

### 1. 電離箱

電離箱の構造を図1に示す。電離箱は透過型で、X線管の放射口に取付けて測定する。電離箱の枠は8mm厚の鉄板を用い、大きさは放射口の絞りの前面に合せて外法166mm×166mm、内法130mm×130mmの正方形とし、電離箱の壁は0.1mm厚のMylarを用い、これに0.013mm厚のAl-foilを接着して高圧電極、集電電極および保護環を形成した。電極面積は十分に大きくし

て、絞りを全開にした場合でも測定できるものとした。また電離箱の壁の外側は同じAl-foilでシールドし、外部電界の影響を遮断した。電離箱の壁厚はシールド、Mylar、電極の合計

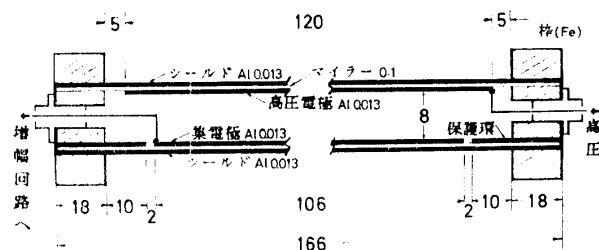


図1 電離箱の構造

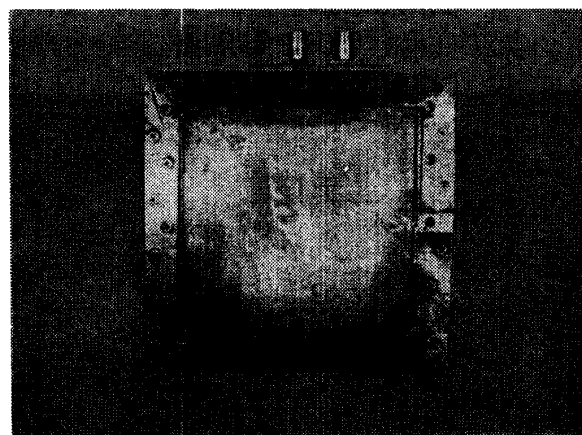


図2 電離箱

て片面17mg/cm<sup>2</sup>である。図2は電離箱の外観である。高圧電極および集電電極はBNCコネクタにより外部に取出し、同軸ケーブル（3C2V）により操作室内に置いた測定回路部に接続した。

### 2. 測定回路

電離箱型線量計には、前段増幅器として従来高入力抵抗の微弱電流測定用真空管が使用され

ていたが<sup>4)</sup>、FET(電界効果型トランジスタ)の出現によって回路が簡略化され、組立調整が容易となった。我々は高入力抵抗をもつ集積回路(I.C.)を使用した演算増幅回路<sup>5)、6)</sup>により良好な結果を得た。I.C.はKeithley社製model 302(入力抵抗 $10^{12} \Omega$ 以上、利得 $10^4$ 以上)を用いた。電離箱からの出力電流は $10^{-9} \sim 10^{-12}$  A程度の微小電流であるから、回路の組立に際してはラグ板や切換スイッチ等の材料は高絶縁のものを使用しなければならない。ここでは磁器製のものを使用した。I.C.電源の+15V、-15Vおよび電離箱の高圧電源は、いずれも乾電池を使用した。

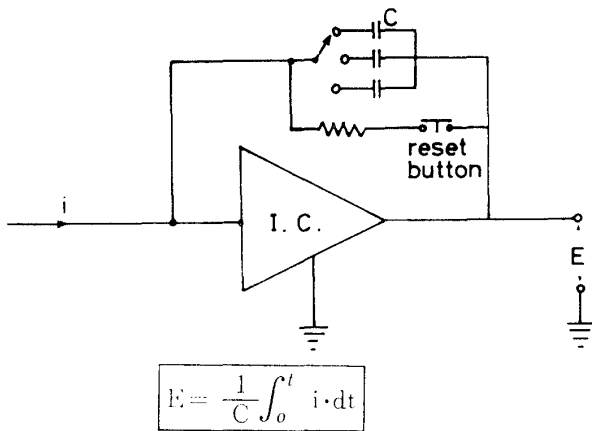


図3 積算線量計回路

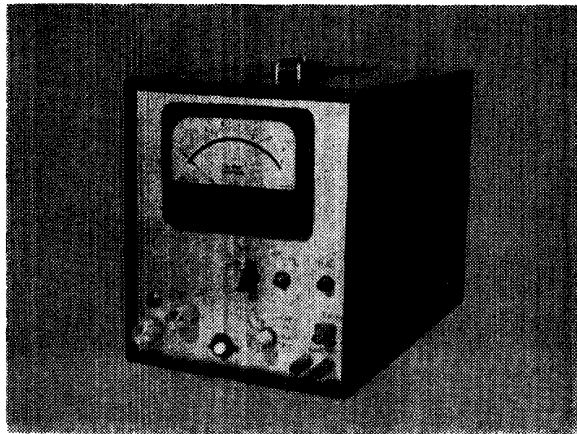


図4 測定回路部

図3は測定回路の原理図である。Eは電流—電圧変換回路からの出力電圧で、Cはコンデンサである。電離箱からの入力電流をiとすれば、Eは

$$E = \frac{1}{C} \int_0^t i \cdot dt = \frac{1}{C} q$$

(単位は、E : volt, C : farad, q : coulomb

i : ampere, t : second) で表わされる。

reset ボタンを押してコンデンサCを短絡すると、瞬間的にE=0となり零点に復帰する。

線量率を測定する場合には、図3のコンデンサCを抵抗R (ohm)に変えると、出力電圧Eは

$$E = -iR$$

となり、既知のRを用いればEを測ることにより電離電流iが求められる。

線量計の出力電圧Eはデジタル・ボルトメータおよびレコーダに記録して読取った。図4は

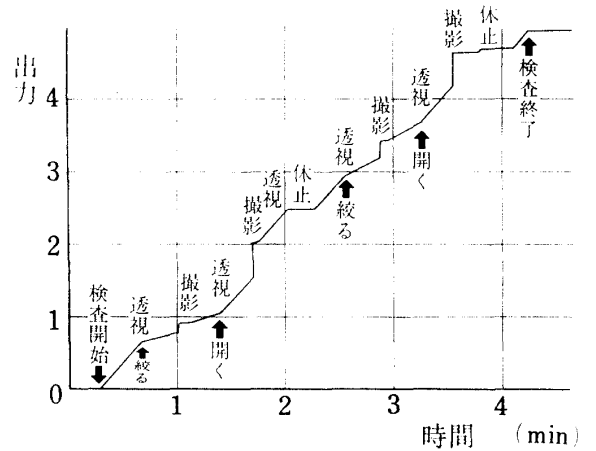


図5 透視撮影検査の測定例

測定回路部の外観である。実際の透視撮影検査における測定例を図5に示した。

### III. 結果

通常のX線診断に最もよく用いられる60~120kVp X線について、試作線量計の諸特性を調べた。

なお、主として実験に使用した機器は次の通りである。

試作透過型線量計

Victoreen R-meter model 70 A

X線装置 東芝 KXO-1000

X線装置 日立 GC-S<sub>3</sub>-1510

X線装置 島津 ID-150L 3

X線装置 エレマ Triplex Angiomatic 1023

レコーダ ナショナル VP-652 B

電圧計 タケダ理研 TR-6854 Digital Multimeter

## 1. 電離箱の電圧特性

X線曝射条件を一定とし、電離箱の高圧電極の印加電圧を変化させたときの線量計の出力の変化を図6に示した。線量計の出力は約70Vで

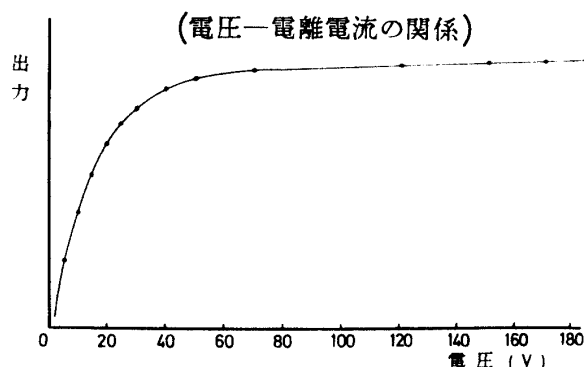


図6 電離箱の電圧特性

ほぼ一定になる。ここでは印加電圧を180Vに決め、実験はすべてこの電圧で行なった。

## 2. 照射野面積と出力の関係

X線曝射条件を一定とし、照射野面積を変化させたときの線量計の出力の変化を図7に示し

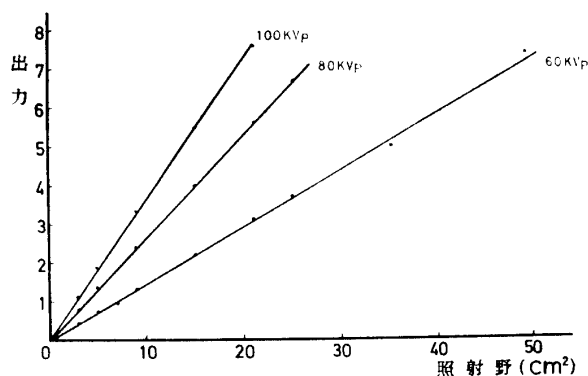


図7 照射野面積と出力の関係

た。線量計の出力は照射野面積に正しく比例する。

## 3. 焦点—電離箱間距離と出力の関係

絞りを固定して、電極面積を超えない範囲の照射野で、X線管焦点—電離箱間距離を変化させたときの特性を図8に示した。照射野面積は、X線管焦点—電離箱間距離50cmのとき $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 、100cmのとき $10 \times 10 \text{ cm}^2$ となるが、線量計の出力は全く同一であり、60~100kVp範囲では空気による吸収は無視できる。すなわち放射口位置における測定値を、患者位置における測

定値として使用することができる。

(絞り一定)

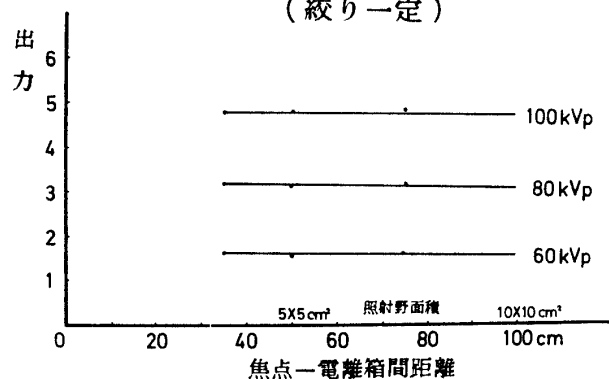


図8 焦点—電離箱間距離と出力の関係

## 4. 基準線量計との比較

一般に使用されている線量計のうち、信頼度の高い Victoreen R-meter を基準線量計として、試作線量計との比較を行なった。

Victoreen R-meter の電離箱は 250mR用 (空気容積:  $177 \text{ cm}^3$ ) を使用し、線量値の較正については Victoreen 社からの較正值を用いている。試作線量計の電離箱はX線管の放射口に取付け、焦点より100cmの距離に R-meter の電離箱を置いて同時曝射を行なった。この結果を図9に示したが、両者の関係は直線となる。

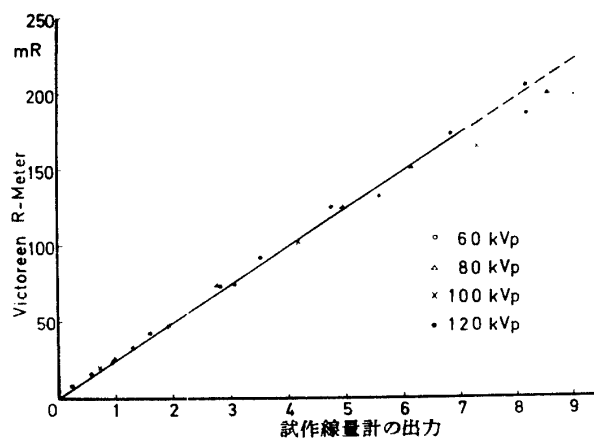


図9 Victoreen R-meter との比較

## IV. 考 案

透過型線量計としては、研究者によって試作されたもの<sup>7)</sup>や、「Diamentor」のようにすでに商品化されたものがあるが、検出可能な線量範囲を大きくし、且つ読取り値の線量依存性を完全な直線性にして安定化を期するためには、

装置および回路の複雑化大型化が伴ってくる。

しかし、ここに報告した装置はI.C.を採用した新方式により小型化と安定化においてすぐれた結果を示し、且つ直線性や測定値の精度も古賀ら<sup>7)</sup>の報告や安徳らの Diamentor<sup>8)</sup>の使用結果にも十分匹敵し得るものである。

採用した回路構成上、積算線量計および線量率計としても使用できる特長をもっている。

患者被曝線量の測定に満足できる性能をもっているこの装置の実際面への幅広い応用の具体化が今後の課題であろう。

## V. 結 語

X線検査における患者被曝線量を測定する目的で試作した透過型線量計の概要を述べ、この特性に関する基礎実験の結果について言及した。

1). 電離箱は壁厚が  $17\text{ mg/cm}^2$  と非常に薄く、管電圧依存性が極めて少ない。60~120kVpの範囲では、校正された Victoreen R-meter の特性と同程度である。

2). 線量計の出力は照射野面積に正しく比例する。

3). 電離箱をX線管の放射口に取り付けて測定することにより、患者位置における表面積算量が得られる。

4). 測定回路は集積回路 (I.C.) を用いたので、小型で簡単化され調整が極めて容易である。また積算線量計および線量率計として両用できる。

(受付：昭和48年10月31日)

## 文 献

- 1)古賀佑彦：Film Badge News, 28 (1969).
- 2)西谷源展他：日放技学会総会抄録集, 29, 179 (1973).
- 3)中垣五月他：日放技学会総会抄録集, 29, 180 (1973).
- 4)Hine, G.J. and Brownell, G.L.: Radiation Dosimetry, Academic Press Inc., (1956).
- 5)橋本順次：電子計測における数学の応用, 電子展望, 99, 2月号 (1967).
- 6)竹井 力：日医放会誌, 30, 210 (1970).
- 7)古賀佑彦他：日医放会誌, 33, 増刊号, 66 (1973).
- 8)安徳重敏：私信