

# 低偏向電力10形カラー受像管 (250XB22)の開発

## Development of 10-inch Low Deflection Power Color Picture Tube (250XB22)

In an AC-DC 2-way power supply type portable color TV receiver more than 80% of its total power rating in DC operation is consumed as picture tube driving power. This trend is particularly noticeable in deflection type units. When battery performance is taken into consideration it is possible to operate a color TV receiver for eight hours by one charging if power rating can be held at 30W. The authors conducted recently a research on small-sized color picture tubes for the purpose of reducing tube driving power without sacrificing necessary tube performance. As a result, a 10-inch 60° deflection tube with a neck diameter of 29.1 mm was found suitable for the purpose. This has been commercialized as color picture tube 250 X B22.

山内昌昭\* Masaaki Yamauchi  
小泉喜八郎\* Kihachirō Koizumi  
成田勝寿\*\* Katsutoshi Narita  
服部正純\*\* Masazumi Hattori

### 1 緒 言

カラーテレビ受像機は普及率が高くなるに従い、大形から中形、小形へと品種の多様化が著しくなっている。

小形のポータブル・カラーテレビ受像機は、昭和44年ごろからすでに数機種が発表されているが、いずれもAC100V電源で動作するもので、受像管は10形、90度偏向、36.5mmφネック、または28.6mmφネックであり、偏向角はいずれも90度である。

今回、顧客の要望によりAC100V電源と、自動車などのバッテリーでも動作するAC-DC 2電源方式のポータブル・カラーテレビ受像機に見合う、消費電力の少ない10形カラー受像管250XB22を開発、製品化したのでここに報告する。

### 2 設計方針

DC駆動時の受像管の消費電力は受像機の総消費電力の80%以上を占め、特に偏向系で大きい。そこで、消費電力を減少させるには偏向角を小さくすること、またネック径を小さくすることが有効である。

水平偏向電力 $P_H$ は下記の(1)式<sup>(1)</sup>で示される。

$$P_H \propto E_b \cdot D \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $E_b$ ：陽極電圧(kV)、 $D$ ：ネック径(mm)、 $\theta$ ：偏向角(°)

表1は10形の場合、偏向角を60度、ネック径を29.1mmと設定し、19形90度偏向36.5mmφネック、13形90度偏向36.5mmφネックのもの各管について、(1)式を用いて水平の偏向電力を比較した結果を示すものである。60度偏向29.1mmφネックで陽極電圧を16.5kVとすれば19形の1/3.8、13形の1/2.9に水平偏向電力を低下することができる。

次に受像管の明るさについて検討しなければならない。受像管の明るさ $B$ は(2)式によって示される。

$$B = \frac{KI^m E_b^n}{A} \dots \dots \dots (2)$$

表1 水平偏向電力の比較 陽極電圧、ネック径および偏向角を小さくすれば、水平偏向電力は大幅に減少することができる。

Table 1 Comparison of Horizontal Deflection Power

| 項 目                                         | 19 形  | 13 形  | 10 形  |       |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                             |       |       | 例 1   | 例 2   |
| $E_b$ (kV)                                  | 24    | 18    | 16.5  | 15    |
| $D$ (mm)                                    | 36.5  | 36.5  | 29.1  | 29.1  |
| $\theta$ (°)                                | 90    | 90    | 60    | 60    |
| $E_b \cdot D \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$ | 354.4 | 265.8 | 92.28 | 83.89 |

ここに、 $K$ ：定数、 $I$ ：陽極電流( $\mu A$ )、 $A$ ：けい光面の面積( $mm^2$ )、 $m$ 、 $n$ ：累乗数で0.9～1.2、 $E_b$ ：陽極電圧(kV)

表2は(2)式を用いて19形、13形および10形について単位面積あたりの電力を計算した結果を示すものである。ただし、 $m = n = 1$ とした。陽極電圧を16.5kVとしたとき、19形と同じ明るさをうる電力は19形の約 $\frac{1}{3}$ で済むことがわかる。

また、ラストひずみは、偏向角のほぼ2乗に比例するので、偏向角が小さければピンクッションひずみの補正を省略することができる。90度偏向管を用いた実験結果では50度偏向以下ではひずみの補正が不用であることがわかった。

ここに小形カラー受像管の基本的な仕様は、偏向角、偏向電力、全長、明るさ、画面の大きさなどを考慮し、10形サイズ、60度偏向、29.1mmφネックと決定した。

\* 日立製作所電子管事業部

\*\* 日立製作所茂原工場



表2 使用陽極電圧と電力の比較 10形の陽極電圧を決定する条件の一例を示す。

Table 2 Comparison of Anode Voltage and Power

| サイズ    | 有効面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 陽極電圧, 電力            |                     |       | 単位面積あたり<br>電力 (W/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------------------------|
|        |                            | E <sub>b</sub> (kV) | I <sub>k</sub> (mA) | 電力(W) |                                    |
| 19形90度 | 1,168.1                    | 24                  | 1                   | 24    | 2.05×10 <sup>-2</sup>              |
| 13形90度 | 482.4                      | 18                  | 0.8                 | 14.4  | 2.99×10 <sup>-2</sup>              |
| 10形60度 | 263.2                      | 16.5                | 0.5                 | 8.25  | 3.13×10 <sup>-2</sup>              |
| 10形60度 | 263.2                      | 15                  | 0.5                 | 7.5   | 2.85×10 <sup>-2</sup>              |

### 3 設 計

#### 3.1 バルブと補強

パネルはすでに仕様の決定した10形 (EIA J: J250T1, 光透過率87.5%, X線対策品) を用いることとし, ファンネルは60度偏向用を設計することとした。偏向ヨーク部の設計は, 60度偏向として理想的な偏向ヨークを設定し, 電子ビームの軌道を計算し形状を決定した。ガラス材はX線漏えいの対策に実績のある9040系の耐X線ガラスを用いることとした。

補強は中形, 大形で実績のあるバンド補強方式を採用することにし, リムバンドとパネルの接着は, 両面粘着剤付き布テープを用いる方式を選択した。

#### 3.2 シャドーマスク

小形管での視距離は比較的近距離であるため, けい光体のドットが目につきやすく, またモアレについても同様のことが考えられる。これらはシャドーマスクのピッチを小さくすれば問題にならないが, その逆効果として, ピュリティ裕度が減少してポータブル用のカラー受像管には適さなくなる。10形の場合, ピュリティ裕度, シャドーマスクのビーム透過率などの関係から, モアレの許容できるシャドーマスクのピッチを, 実験で確認して0.6mmを選択した。この場合, ピュリティ裕度を50μとすれば画面中央でのビーム透過率は約16%が得られる。次にシャドーマスクの曲率を求める。

シャドーマスク形カラー受像管では, 三つの電子ビームをシャドーマスク上で一点に集中させ, シャドーマスクの穴で色選別され赤, 緑, 青色のけい光体を刺激して発光する。三つの電子ビームは偏向角が増大するにつれて偏向中心がけい光面側に前進する現象 ( $\Delta P$ 特性) と, 偏向角が増大するにつれて, 三つの電子ビームを集中させるために, ビームを管軸から外側へ離軸させなければならない現象 ( $\Delta S$ 特性) を考慮して3電子ビームをシャドーマスク上で (見かけ上けい光面上) 集中させる条件 (集中火面) と, 3色のけい光体ドットの配列がパネルの有効面で最も利用率の高い最密な配列を得る条件とが一致するシャドーマスクの曲率を求めなければならない。 $\Delta P$ 特性は一般に(3)式により示される。

$$\Delta P = \frac{l}{2} \tan^2 \theta \quad (3)$$

ここに,  $l$ : 偏向ヨークの実効長 (mm),  $\theta$ : 偏向角 (度)

また, 筆者らはアメリカ・RCA社の70度偏向51mmφネック, 90度偏向36mmφネック, 110度偏向36.5mmφネックカラー受像管について集中火面の実験式として(4)式を得ている (末尾付録参照)。

$$f \doteq f_0 \sqrt{\cos \theta} \quad (4)$$

ここに,  $f$ : 偏向中心より火面までの距離 (mm),  $f_0$ : 偏向中心よりけい光面 (中心部) までの距離 (mm),  $\theta$ : 偏向角 (度) これを用いて  $\Delta S$  を表わすと,

$$\Delta S = S \frac{L' - f_0 \sqrt{\cos \theta}}{f_0 \sqrt{\cos \theta}} \quad (5)$$

$$L' = -(R-L) \cos \theta + \sqrt{(R-L)^2 \cos^2 \theta + (2RL-L^2)} \quad (6)$$

ここに,  $\Delta S$ : ダイナミック補正量 (mm),  $R$ : けい光面の曲率半径 (mm),  $S$ : 偏向中心における管軸からビームまでの距離 (mm),  $\theta$ : 偏向角 (度),  $L$ : 偏向中心からけい光面までの距離 (mm)

前述の  $\Delta P$ ,  $\Delta S$  の式を用いてシャドーマスクの曲率をピッチ0.6mm, パネル内面半径400mmについて計算した結果, マスクの曲率半径422mmを得た。

シャドーマスクは動作中に電子ビームの照射による熱変形があり, けい光体ドットの位置とマスクの穴の位置関係がずれて色むらを生ずる。90度管以上ではバイメタルを用いてずれを補正しているが, 10形の場合では60度偏向であり, ビームトリオ比が良いのでバイメタルは使用しない設計とした。

#### 3.3 電子銃

電子銃は解像度, 寿命, 製造コストについて検討しなければならない。図1は代表的な電子銃の構造を示すものである。バイポテンシャル形は中輝度以下のフォーカスはすぐれてい

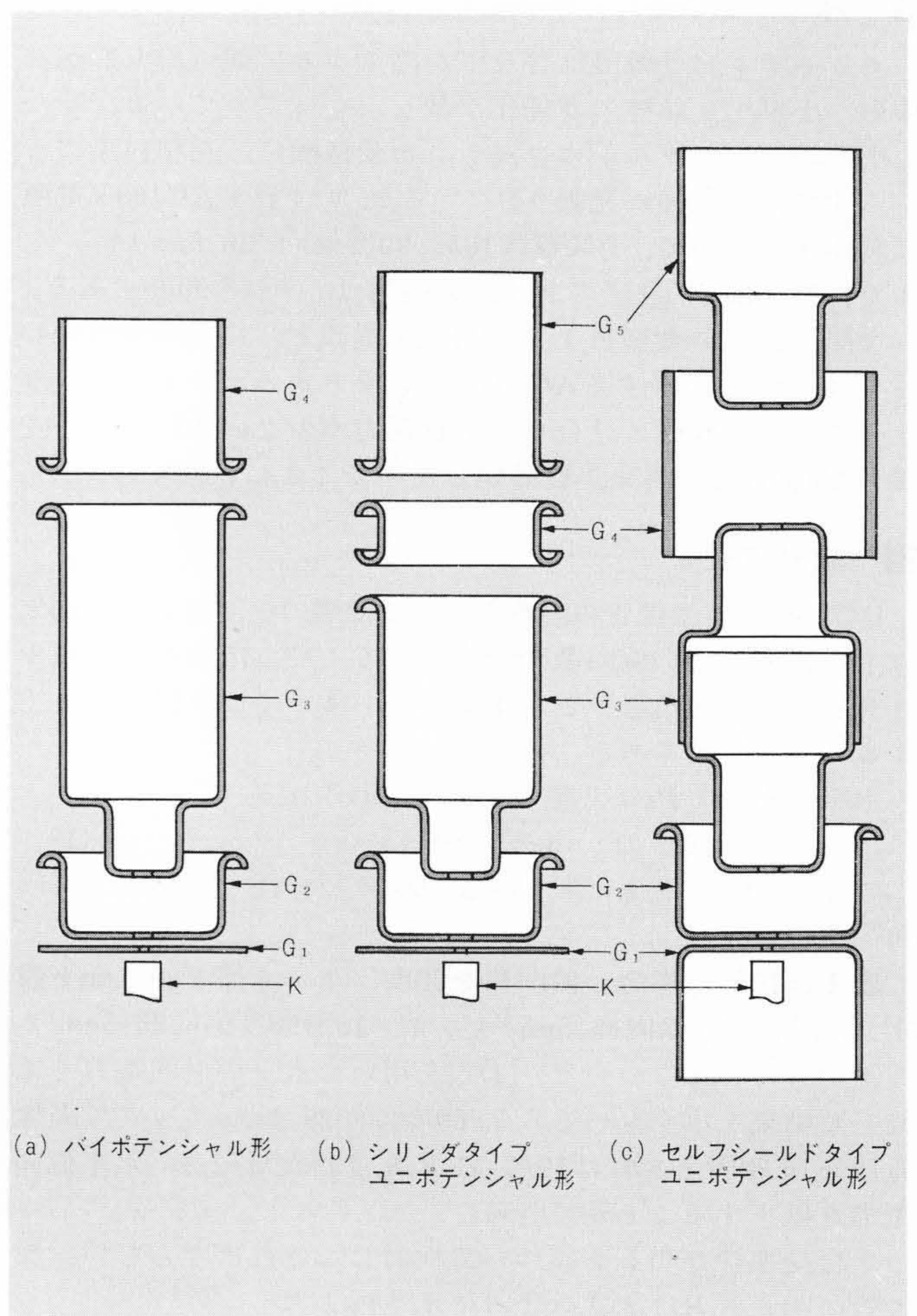


図1 29.1mmφ用電子銃断面の比較 低中輝度のフォーカスはバイポテンシャル形電子銃がすぐれている。

Fig. 1 Comparison of Electron Gun Section for 29.1mmφ Neck



るが、ブルーミング特性はあまり良くない反面、構造は簡単であり全長も短い。シリンダタイプのユニポテンシャル形のは、陽極電圧が低い場合ではハローが大きい。セルフシールドユニポテンシャル形は、フォーカスはすぐれているが、全長が長くコスト高である。10形では60度偏向としたため、全長が長いので電子銃は最短のバイポテンシャル形を用いる

表3 250XB22の概略仕様 60度偏向では、ピンクッションひずみの補正は省略できる。

Table 3 Outline Design of 250XB22

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| 全 長(mm)         | 338.5±9.5 |
| 偏 向 角(度)        | 60        |
| 電 子 銃           | BPF       |
| 電 子 銃 配 列       | △         |
| ネ ッ ク 径(mm)     | 29.1      |
| ヒ ー タ $E_f$ (V) | 12        |
| $I_f$ (A)       | 0.37      |
| $E_b$ (kV)      |           |
| 最 大 定 格         | 22.5      |
| 使 用 例           | 16.5      |
| バルブ透過率(%)       | 87.5      |
| 補 強 方 式         | バンド補強形    |

ことにした。10形で実用上必要な最小解像度はおよそ250本であるが、目標の解像度は300本以上におき、すでに開発された110度管に使用されている電子銃を改良することにした。

カソード系は110度管で実績のある4.7W系を用いることにし、ヒータの定格を12Vにかえた。ヒータはバッテリーの性能を考慮して11Vでも十分に管が動作することを条件として設計した。

表3は10形60度偏向カラー受像管の概略仕様を示すものである。

#### 4 試作結果

60度偏向としたことによりピュリティに関する問題はほとんどなく、磁気シールドを用いない状態で、受像管の南北方向性に対するランディングエラーは小さく、ビームの最大移動量は $40\mu$ 以下であった。今回はバイメタルを省略したが、陽極損失13W時におけるピュリティ経時変化の様子を図2に示した。このとき、ビームのドットに対する最大移動量はコーナー部で $60\sim 70\mu$ であり、色むらへの影響はほとんどなく実用の範囲であった。方向性でビームの最大の移動を示したときの他色打ちはなく、けい光体ドット上からビームが飛び出す(欠けの状態)数は4本の合計で13個、1本の平均で3.3個であった。

明るさは設計値 $60\mu A$ 以下に対し、平均 $37.5\mu A$ と良好であった。

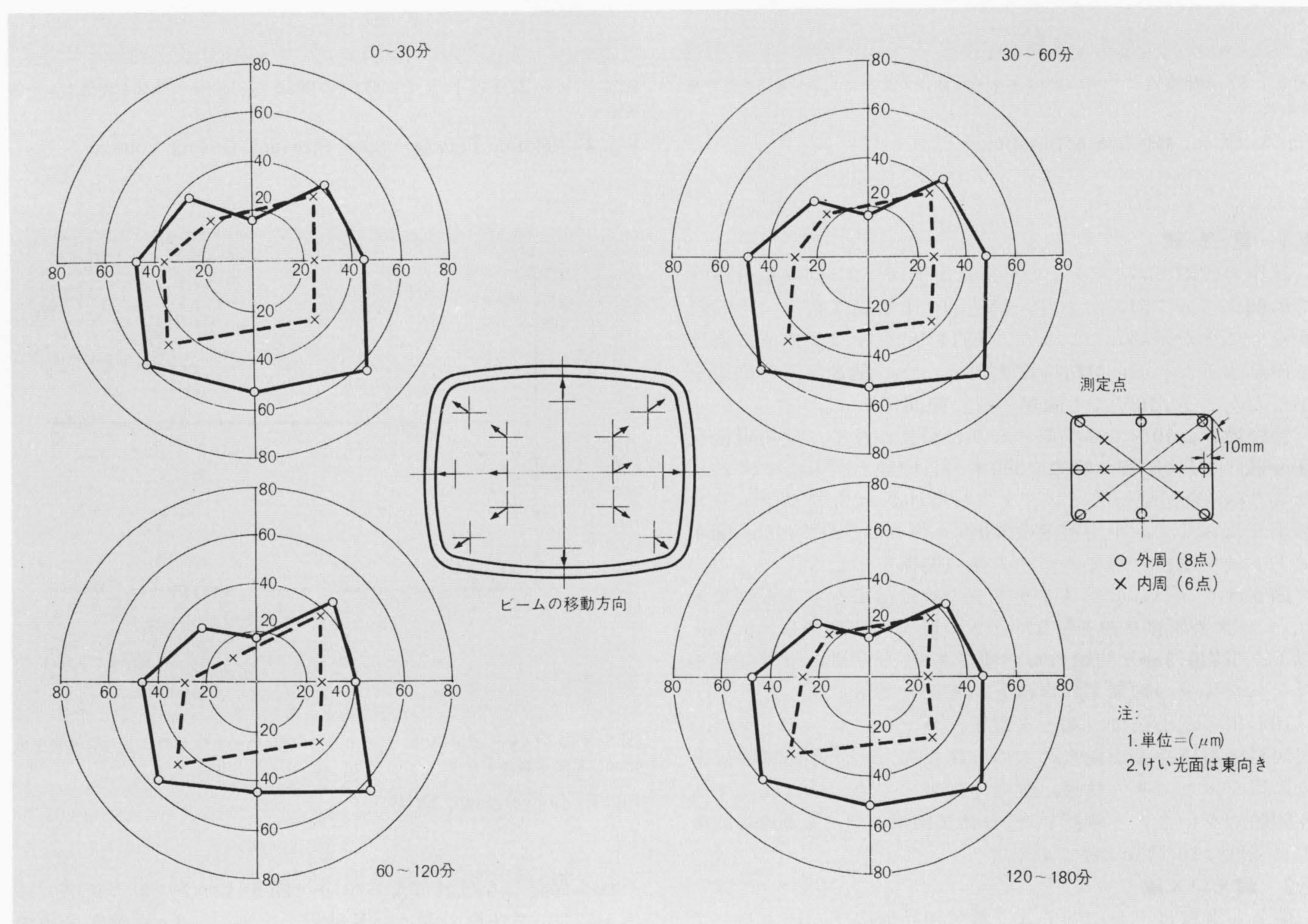


図2 シャドーマスクの熱変形によるビームの移動量に外へ向かっている。

ビームの移動方向はすべて管軸から放射状

Fig. 2 Thermic Variation of Shadow Mask Be Due to Beam Drift Value



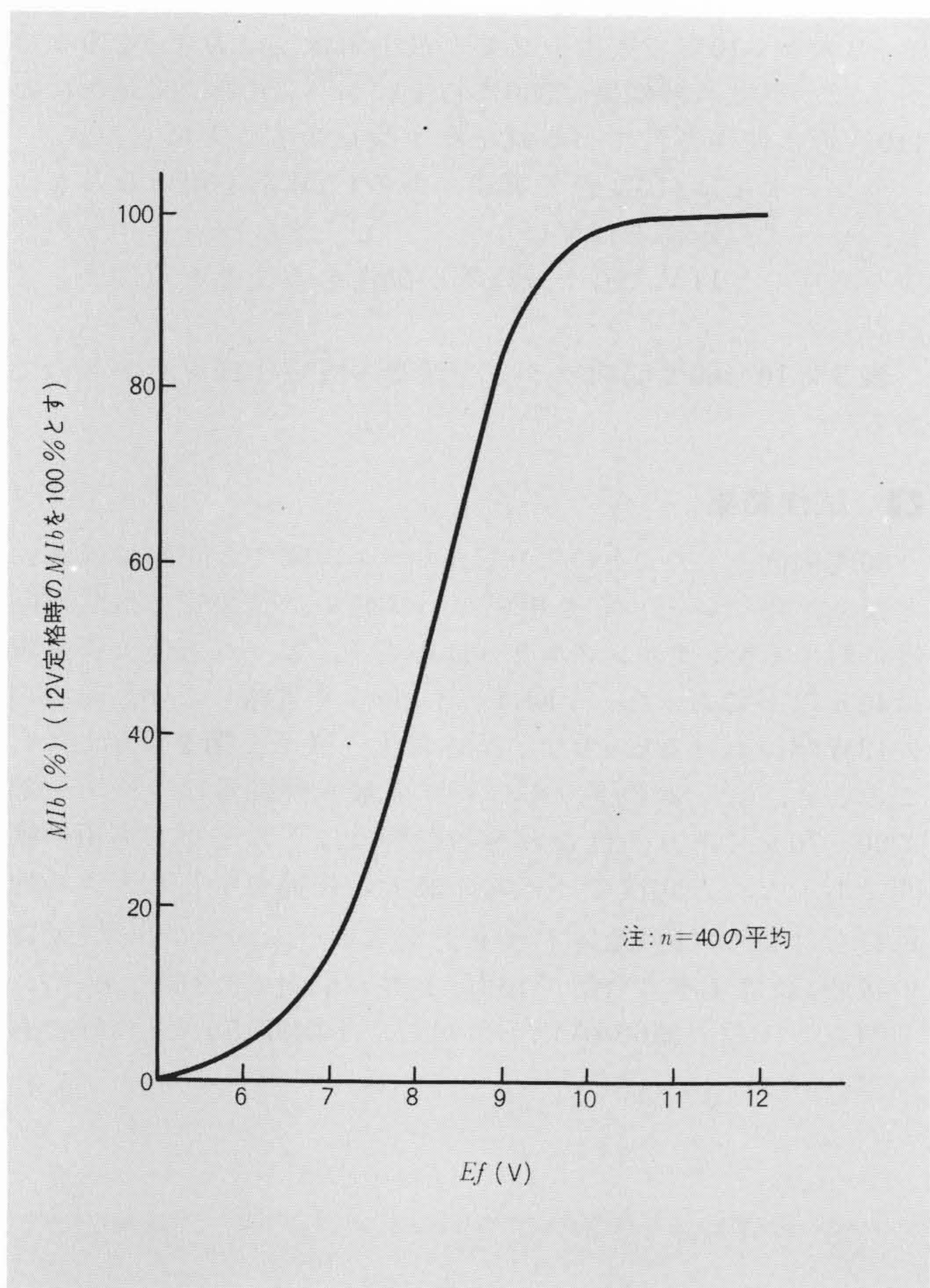


図3 Ef-Mib特性 Ef 10Vでも十分に動作できるエミッション特性が得られた。

Fig. 3 Ef vs. Mib Characteristic

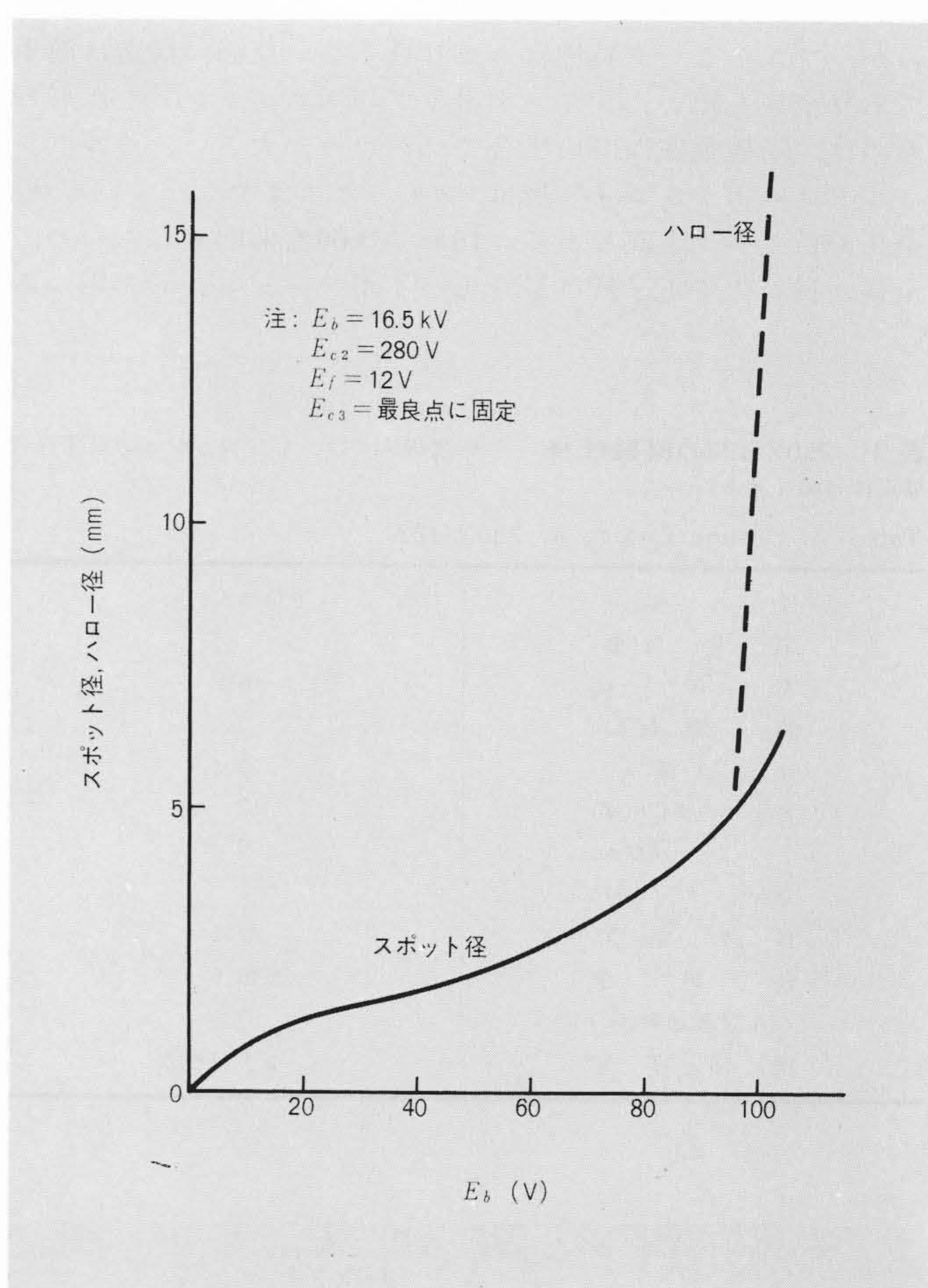


図4 ビーム径とドライブ電圧の関係 フォーカスを評価する一例を示す。

Fig. 4 Relation between Spot Size and Driving Voltage

#### 4.1 電子銃

試作の段階でエミッション不良発生率は、 $3\sigma$ 点確率分布内で0.06% ( $n:54$ )であり、構造的にも製造工程上にも問題がないことを確認した。また、Ef11Vで完全に動作する条件を確認するためEf-Mib特性を測定した。図3はその結果を示したが、Ef10Vでも問題のない範囲である。

解像度は、10形では小形のわりに全長が長く、使用陽極電圧が低いことの影響で解像度300本の目標値が得られなかった。そこでカソードローディングを少し増加させ<sup>(2)</sup>、プリフォーカス系を改善して、平均解像度300本を得ることができた。図4はドライブ電圧に対するビーム径の関係を示した。

図5はコンバージェンスドリフトの測定結果を示すものであり、ヒータの予備加熱をしないときの最大の初期ずれは0.6mm以下、平均0.3mmと問題のない値であり、ヒータの予備加熱を行なった場合の初期ずれはほとんどゼロであった。

10形用の電子銃は、ヒータ電圧、カソードローディング、使用陽極電圧などが従来のものと異なるため、寿命試験は十分に行なった。その結果、寿命は従来のものとほぼ同じであり問題のないことを確認した。寿命試験における4,000時間後の真空度は $10^{-6}$ Torr台である。

#### 4.2 漏えいX線

漏えいX線は、わが国では「電気用品取締法」により、アメリカではDHEW (Department of Health, Education and Welfare) 制定の法律により規制されている。その具体的細則はEIAJ (日本電子機械工業会)の規格で規定されており、

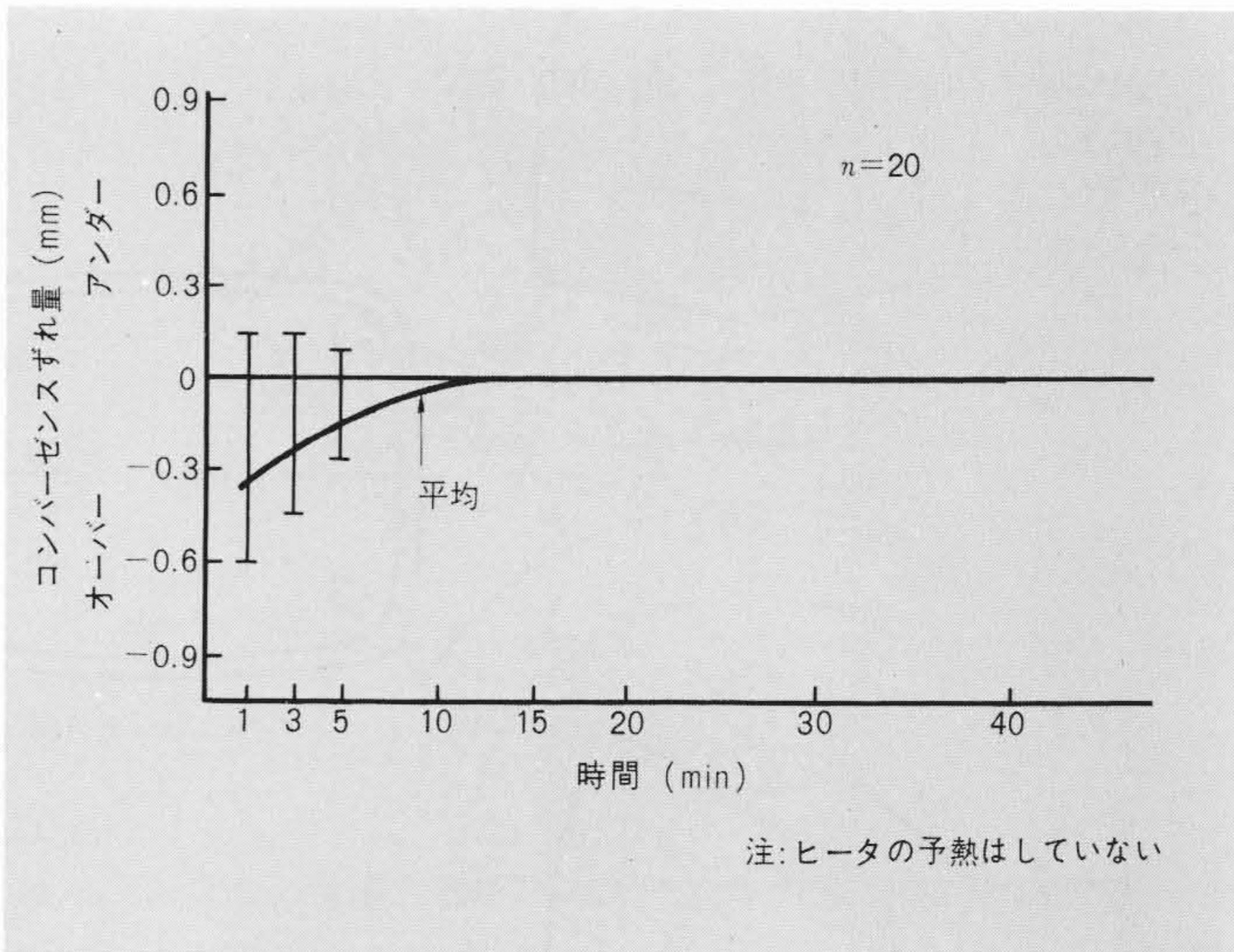


図5 コンバージェンスドリフト プレヒートなしのときの受像管中央における集中誤差を示す。

Fig. 5 Convergence Drift

それを保証しなければならない。図6はパネルおよびファンネルについて10形の漏えいX線量を実測し、 $3\sigma$ 点確率分布の値のカーブを示したものである。規制値である0.5mR/h以下は10形の場合、Eb 25kVまでは問題にはならないことを示している。



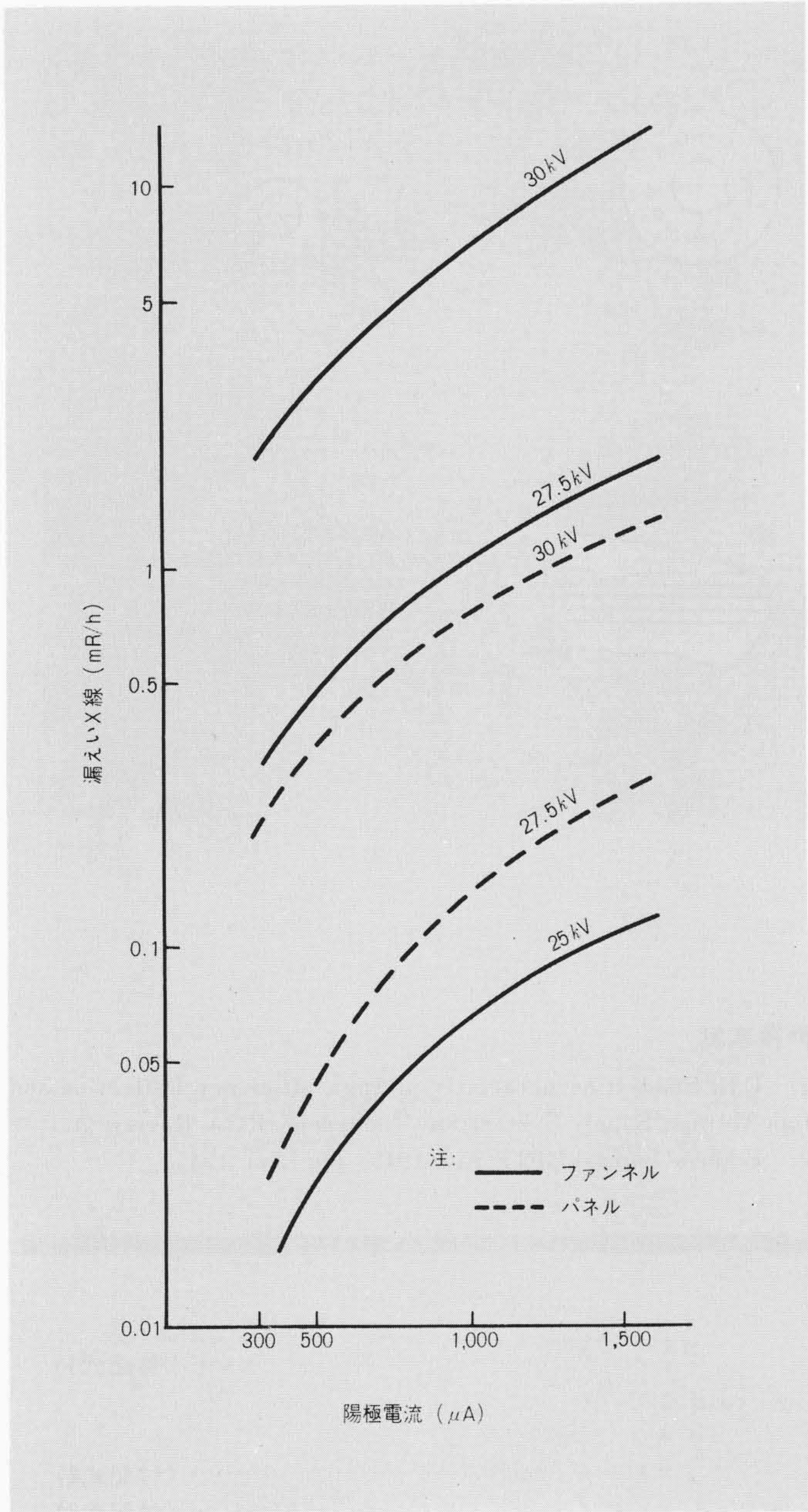


図6 実測漏えいX線量( $\bar{x}+3\sigma$ の値) 漏えいX線の実測値はEIAJの規格を満足している。

Fig. 6 Surevide X-Radiation Value ( $\bar{x}+3\sigma$  points)

4.3 取扱い強度

受像機が自動車などのバッテリーで動作できることから、受像管の取扱い強度に対する試験方法は従来の試験方法のほかに、車載用機器の試験方法を取り入れる必要がある。たとえば、振動や落下、衝撃などはある程度くり返して行なわれるものであり、破損や特性の劣化などについてその確認をした。表4はその試験結果を示すものである。

4.4 使用例

250XB22カラー受像管を用いた日立CX-100ポータブルカラー受像機ではDC駆動時の消費電力は30Wが達成され、中形のバッテリーを用いた場合12時間の連続動作が達成されている。また、受像機の奥行は380mmと、90度偏向36.5mmネック径のカラー受像管を用いたものに比較してわずかに大きい程度である。

受像管を動作させる電力は偏向系で11.4W、高圧系で7.9W

表4 その他の試験結果 車載用としてステップストレス試験および環境動作試験を追加して実施した。

Table 4 Effect of the Others Tested

| 項 目              | 結 果 (不良数/試験数)              |
|------------------|----------------------------|
| 耐気圧強度            | 0/20 内外差5気圧                |
| 補強効果<br>(防爆安全性)  |                            |
| 10 $f_t - I_b$   | 0/20                       |
| 5 $f_t - I_b$    | 0/29                       |
| ギロチン             | 0/15                       |
| UL認定             | 昭和46年12月取得                 |
| 衝撃落下試験           | 0/18                       |
| 振動試験             | 0/12                       |
| 耐電圧(実装ランニングスパーク) | 0/10 $E_b$ : 22.5kV商用信号で動作 |
| 環境動作試験           | 0/4                        |

注: UL (Underwriters' Laboratories, INC)



図7 250XB22カラー受像管の外観 ゲルマニウムトランジスタで偏向系を動作させることができる。

Fig. 7 Color Picture Tube 250XB22

であり、ゲルマニウムトランジスタで動作させることが可能となり、ピンクッションひずみ補正は行なわれていないが画質には全く影響はなかった。

5 結 言

DC動作のできるポータブルカラー受像機用として、偏向電力の低下を目ざし、10形60度偏向29.1mmネック径カラー受像管250XB22を開発し製品化した。10形管の開発にあたっては顧客の要望を十分に採り入れるため、受像管の設計仕様は顧客の受像機の設計仕様と十分突き合わせを行なったことにより、その目的が達せられた。10形カラー受像管250XB22は昭和46年12月より量産を開始し、昭和48年4月現在順調に生産が続けられている。

最後に本受像管の開発にあたり、協力いただいた旭硝子株式会社、日東造機株式会社、その他関係会社に対し深く感謝する次第である。また、本開発は日立製作所横浜工場、同横



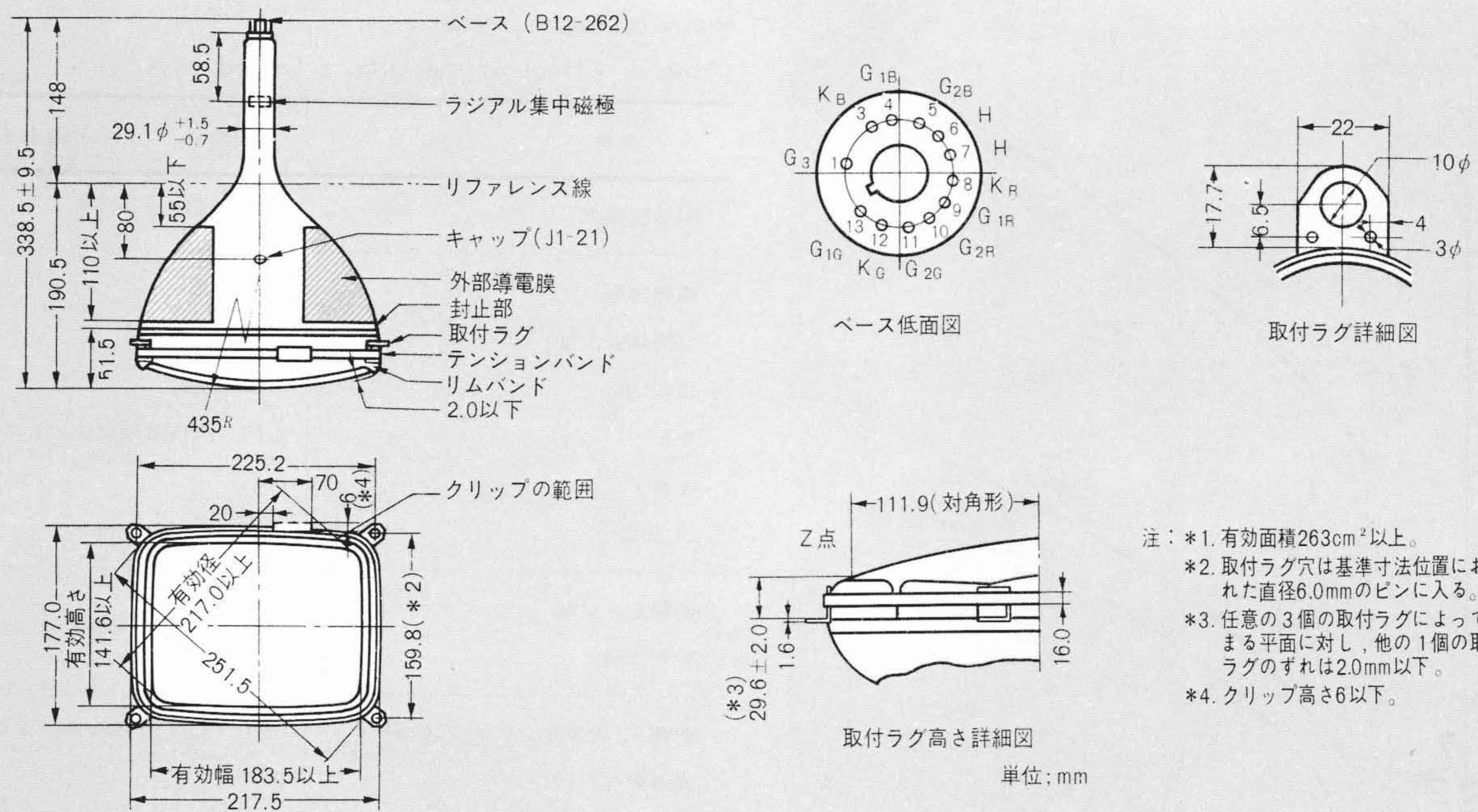


図8 250XB22の外形図 受像管の重量は約2.8kgと軽量である。

Fig. 8 Dimensional Outline (250XB22)

浜研究所各位の協力により行なわれたことを併記する。

#### 参考文献

- (1) O.H. Shade: Characteristic of High-efficiency Deflection and High Voltage Supply System for Kimescope RCA Review 11.1 (1950)
- (2) H.Moss: Journal BRIT Jan. 1945, 99 (Jan. 1945)

#### 付記

3 電子ビームをけい光面中央で集中させこれを偏向させた場合、偏向中心から集中火面までの距離  $f$  (付記図1 参照) を19形110度偏向36mmネック径, RCA21形70度偏向51mmネック径のカラー受像管について実測した。付記図2 および付記図3 はその結果を示すものである。この曲線と  $f_0 \sqrt{\cos \theta}$  とを比較すると非常によい一致を示している。付記図1において、

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{x}{L' - x} \dots \dots \dots (\text{付記式1})$$

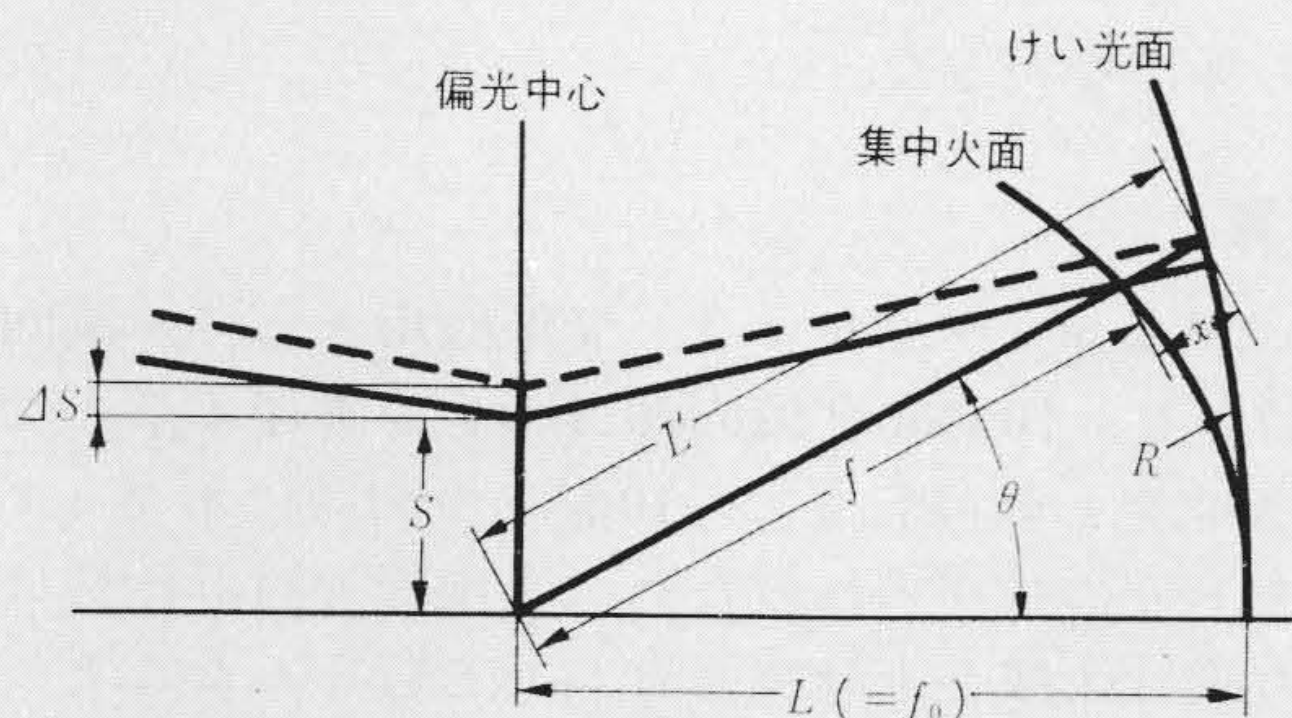
$f_0 \sqrt{\cos \theta}$  を用いて

$$f = f_0 \sqrt{\cos \theta} = L' - x$$

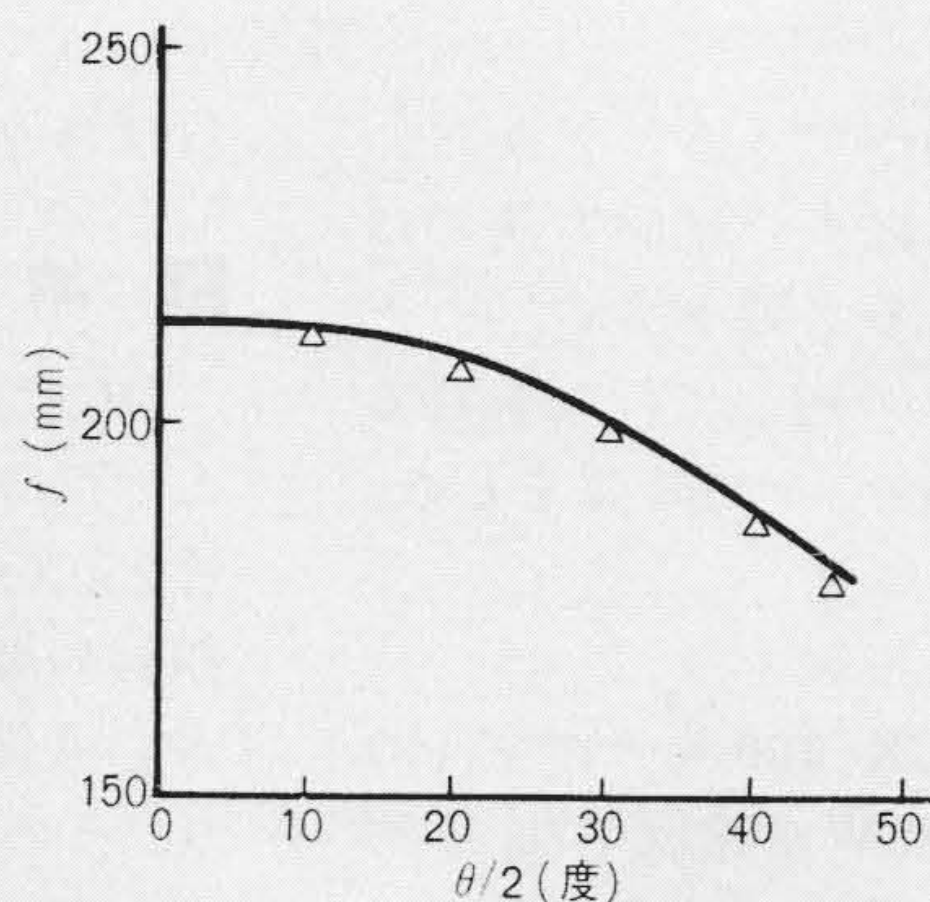
$$x = L' - f_0 \sqrt{\cos \theta} \dots \dots \dots (\text{付記式2})$$

$$\text{また、} L' = -(R-L) \cos \theta + \sqrt{(R-L)^2 \cos^2 \theta + (2RL - L^2)} \dots (\text{付記式3})$$

を得る。



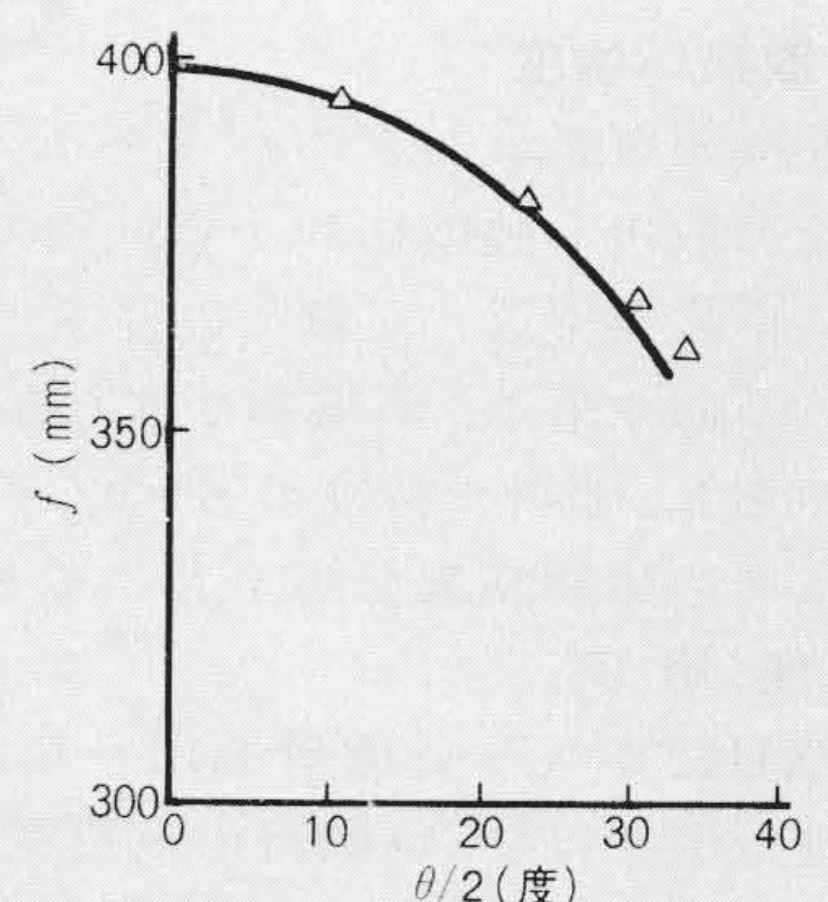
付記図1 集中火面と偏向角の関係 集中火面の算出は、シャドーマスク形カラー受像管の重要な設計基準となる。  
 Fig. 1 Relation between Locus of Convergence Point and Deflection Angle



付記図2  $\frac{\theta}{2} - f$  の関係例(1)

1. 19形110度36mmφ管
2.  $\triangle: f = f_0 \sqrt{\cos \theta/2}$  の計算値

Fig. 2 Example (1) Relation of  $\theta/2$  vs.  $f$



付記図3  $\frac{\theta}{2} - f$  の関係例(2)

1. RCA21形70度51mmφ管
2.  $\triangle: f = f_0 \sqrt{\cos \theta/2}$  の計算値

Fig. 3 Example (2) Relation of  $\theta/2$  vs.  $f$