

カラーブラウン管の測光測色について

Color and Light Output Measurement of Color Picture Tube

西 沢 令 智* 福 田 寛* 野 中 守**
Reichi Nishizawa Hiroshi Fukuda Mamoru Nonaka

内 容 梗 概

カラーブラウン管の赤、青、緑の3原色発光および三色合成による白色発光の場合について、発光能率や色調を論ずるための実際的試験法について、従前の硫化物系けい光体のものと、最近の硫化物系けい光体のものを例にとって説明した。

1. 緒 言

テレビ用ブラウン管の輝度および色調は常に論議されるところである。そこで当然その測定ということが必要になってくる。筆者らは白黒用ブラウン管に対しての、この問題についてはすでに論じた⁽¹⁾⁽²⁾。

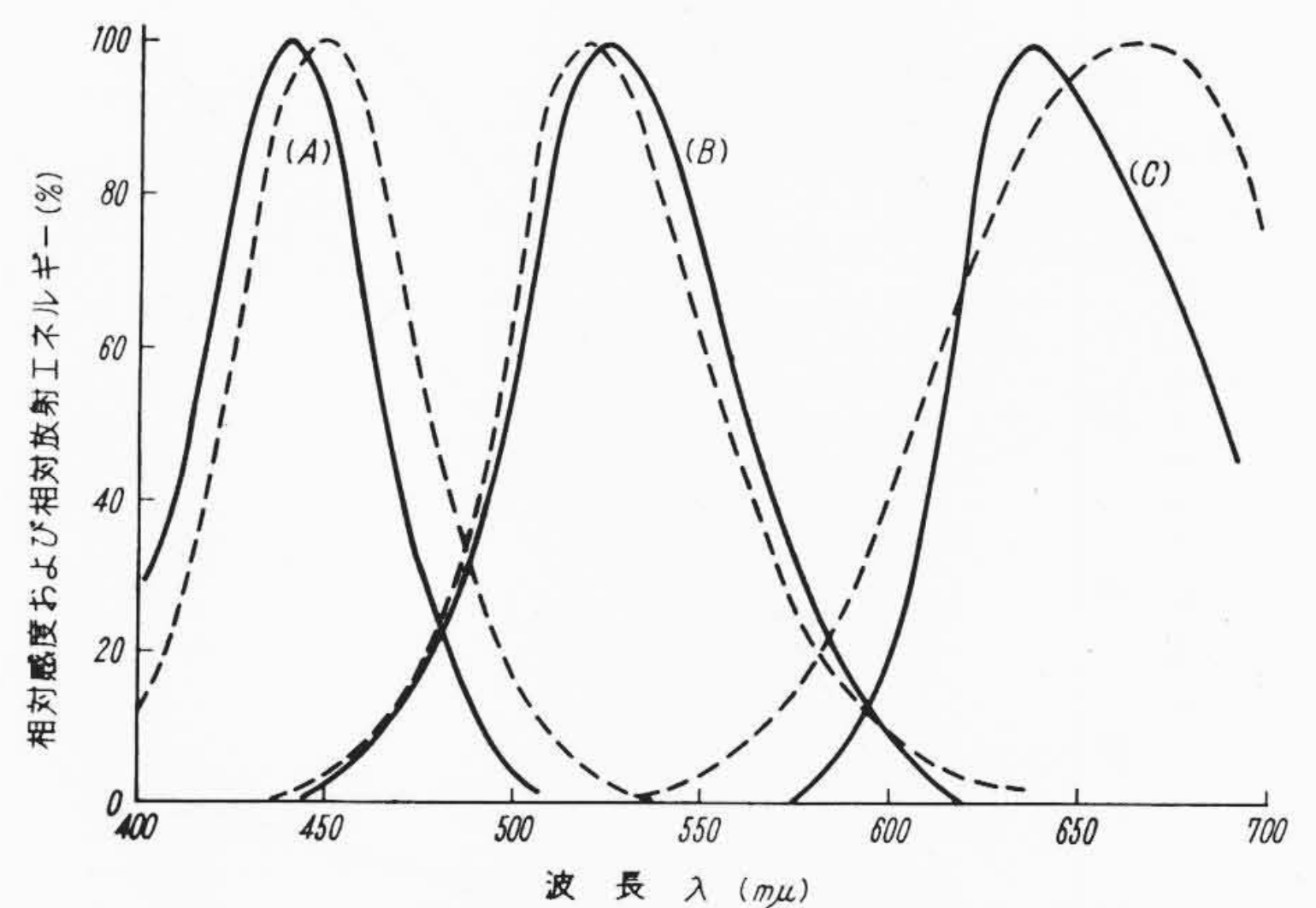
一方、シャドーマスク三電子銃形ブラウン管によるカラーテレビがアメリカではこの1～2年にかなりの伸展を見せており、わが国でも独自に17角形、14角形のカラーブラウン管を開発し、カラーテレビ普及化の努力が続けられている。すでに技術的にはかなり一般化されてきているので、今回はカラーブラウン管についての輝度や色調の問題を論ずるためにわれわれが行なった測定法について報告する。

2. 単色輝度試験

2.1 受光装置の波長特性

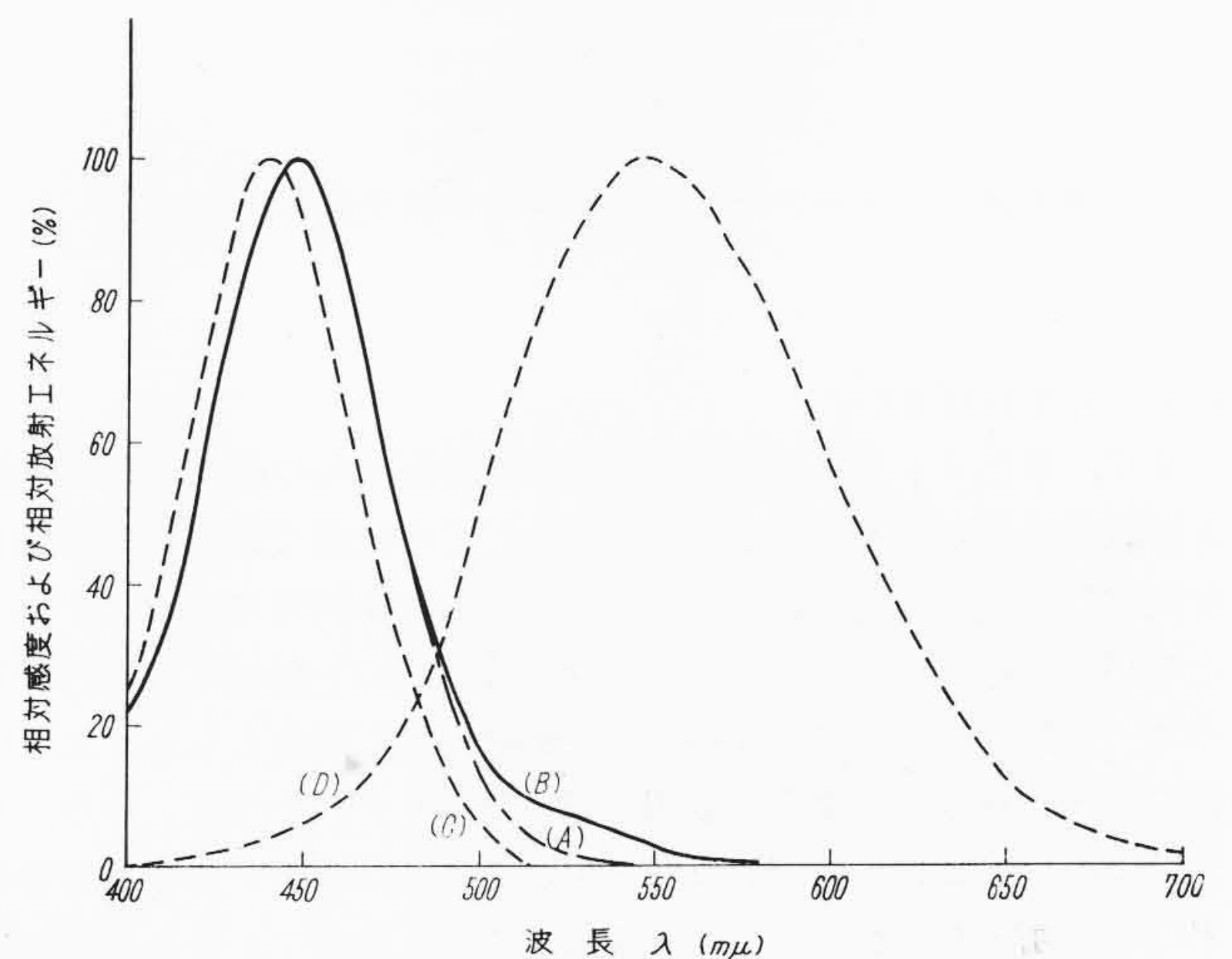
一般に任意色の発光面の輝度ないしは光束発散度を求めるには、(1)測定用受光装置の波長感度特性が完全に標準比視感度曲線に合致して輝度較正がなされているか、(2)視感度補正が不完全な場合、測定面の発光と類似の分光放射特性を持っていて輝度較正がなされている標準輝度面で受光装置を較正しておくかまたは(3)交照照度計やマクベス照度計のような視感を基本とする方法によらねばならない。マクベス照度計による方法⁽²⁾はカラーブラウン管のけい光面についても適用できる。ところで、一般に光電管、光電池、光導電セルのような物理眼を用いる場合、その波長特性を視感度特性に合わせることが行なわれるが、これはカラーブラウン管の単色けい光膜の測定については適切ではないと考える。すなわち、カラーブラウン管の三種の単色については定められた色相で飽和度および発光能率が高いことが要求される。しかるに受光器の波長特性が視感度に合っているとすれば、たとえば赤けい光膜については黄色味のつよいものほど、また青けい光膜についてはシアンがかかった色のものほどというように、色が不純なほど発光能率が高いということになり不合理である。そこでわれわれは、このような矛盾をなくするため三色分解フィルタを用いて、第1図のような分光感度特性を持たしめた三種の受光器を使用した。参考に第1図には最近の単色けい光膜の分光放射特性をも併記した。

これにより、各単色けい光膜の真の意味に近い発光能率を測定することができる。たとえば、第2図のように青のけい光体ドット内に緑色成分が混入した場合を考えると、これを視感度特性の測光装置で測ったと仮定して計算すると混色が無い場合に比べ38.5%も明るいということになる。第1図のような青色用受光器で測れば差はわずか0.4%であり混色の影響は無視できる。



実線：(A) 青原色用受光器 (B) 緑原色用受光器 (C) 赤原色用受光器
点線：硫化物けい光体の各原色別分光放射特性

第1図 三種の受光器の分光感度特性



(A) カラーブラウン管用青けい光体の分光特性 (混色のない場合)
(B) カラーブラウン管用青けい光体の分光特性 (混色のある場合)
(C) 青色用受光器の分光感度
(D) 視感度補正した一般の受光器の分光感度

第2図 青色けい光体の発光エネルギー波長分布と青色用受光器および視感度受光器の分光感度特性の比較

このような三色用受光器の分光感度特性は使用する本来のけい光体の分光放射特性となるべく似かよっていることが望ましい。

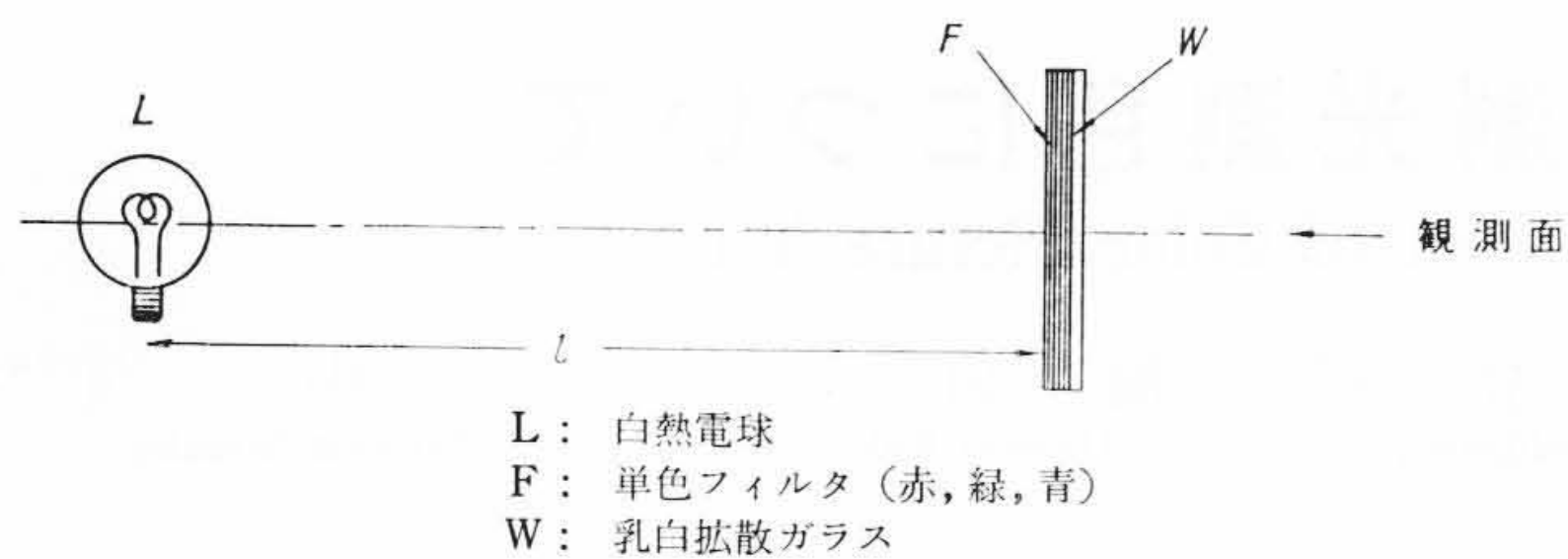
2.2 三色けい光膜用標準光源

前記のような赤、青、緑の単色用受光器を光束発散度単位で輝度計として較正するには、測定されるべき三色けい光体の分光放射特性となるべく近似した標準光源があると便利である。

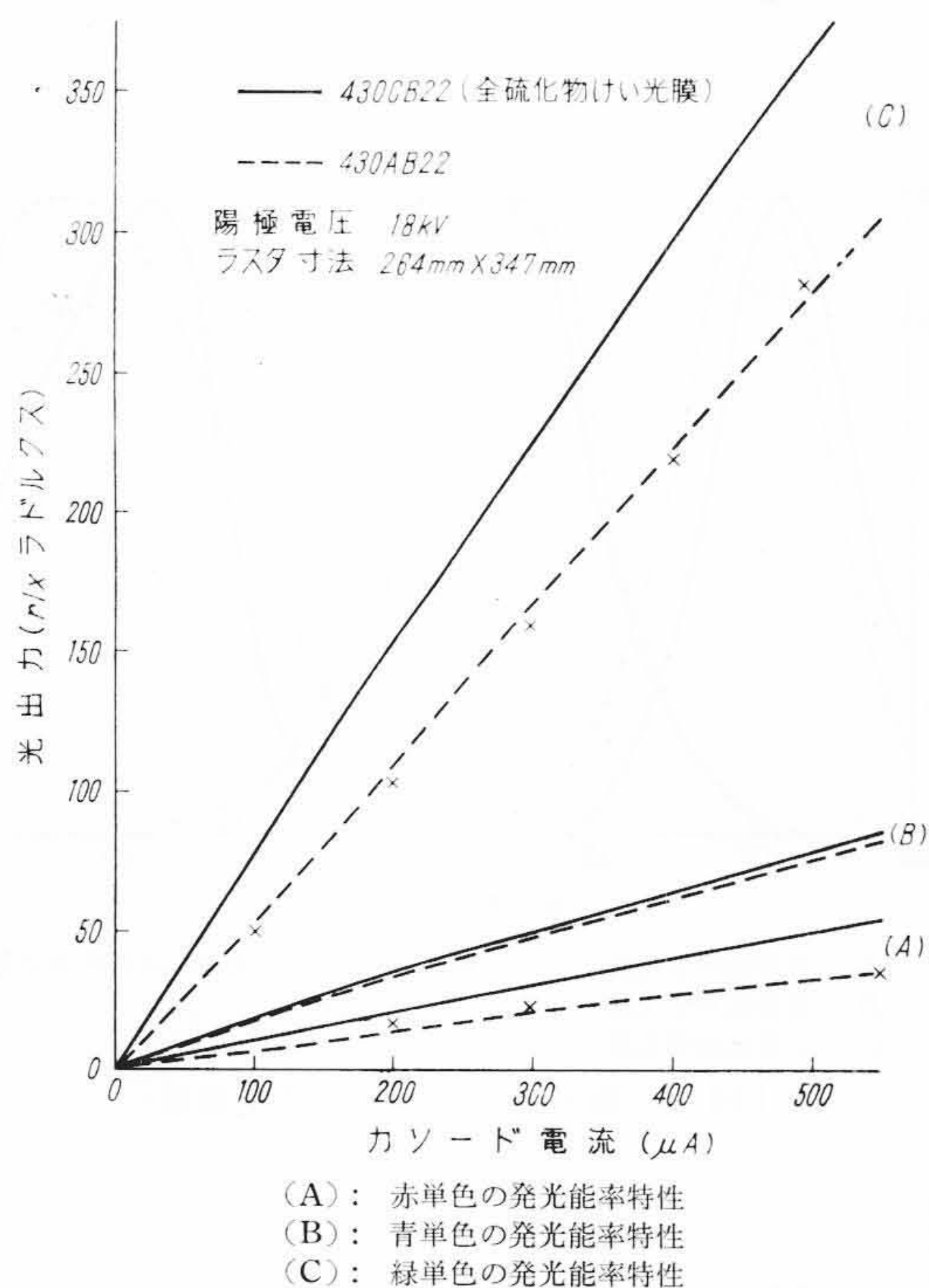
たとえば、第3図のような構成で、電球の色温度および拡散板の分光透過率を勘案して単色フィルタに適当な分光透過率特性のものを選べば実現される。このような標準光源の輝度を較正するには次

* 日立製作所茂原工場

** 日立製作所中央研究所 工博



第 3 図 カラーブラウン管用標準光源



第 4 図 カラーブラウン管の単色別発光能率の測定例

のようにすればよい。

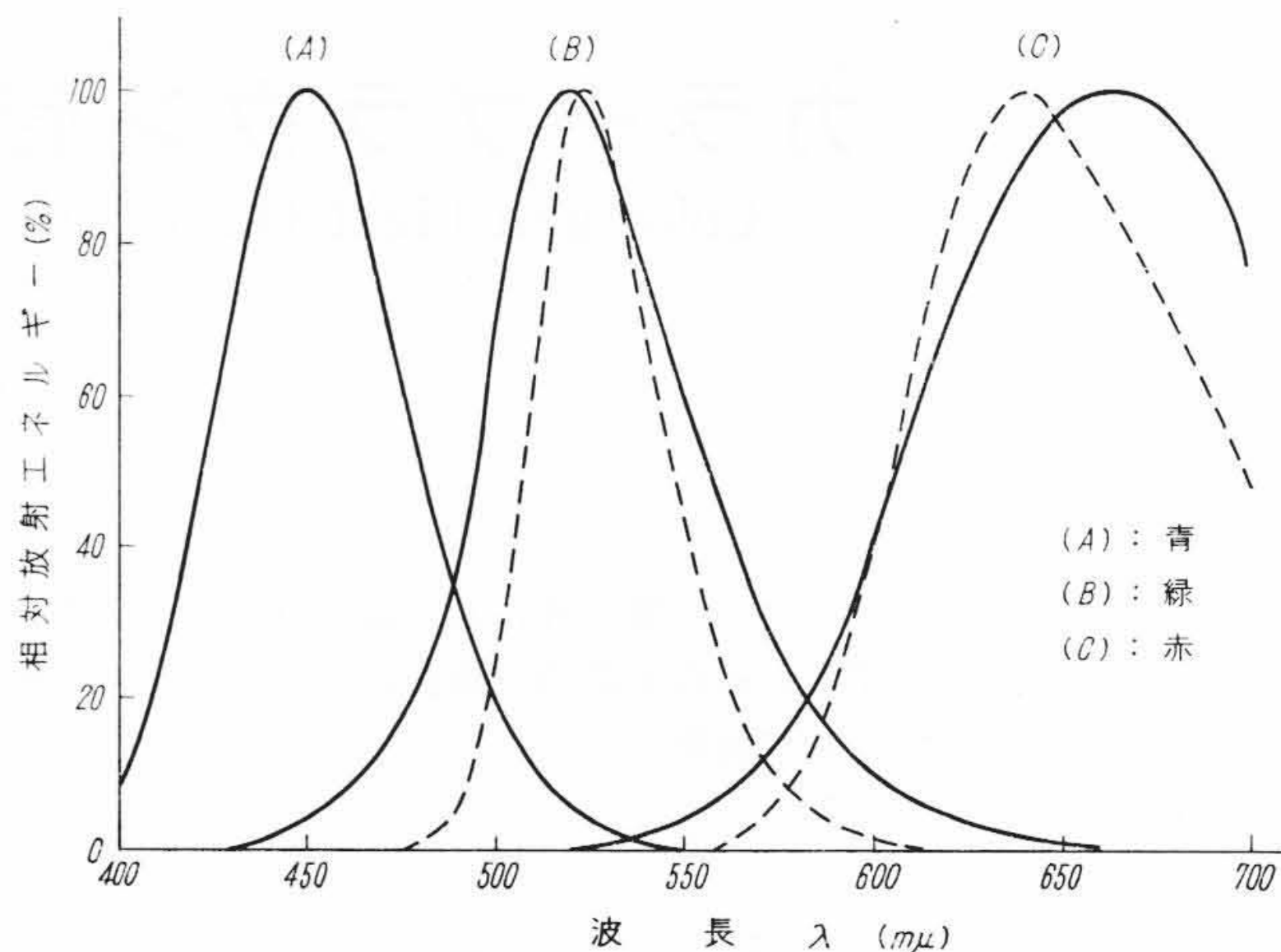
まず、単色フィルタを除いて電球と拡散板のみの構成として電球と拡散板の間の距離をある値 l とする。この状態で電球の印加電圧を調整して拡散板面の観測側から見た色温度を所定のものにする。この場合の輝度は、分光分布が白熱電球のものと類似しているのでマクベス照度計その他の方法で比較的簡単に誤差も少なく求められる。その輝度を光束発散度値で R_W ラドルクスとする。一方、そのときの分光放射特性 $E_W(\lambda)$ と用いる単色フィルタの分光透過率 $T_F(\lambda)$ を測定しておく。このようにすると、単色フィルタを第 3 図 L-W 間にそう入したときの観測面の光束発散度 R_F は (1) 式で算出される。

$$R_F = R_W \times \frac{\int E_W(\lambda) \cdot T_F(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}{\int E_W(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} \quad (\text{ラドルクス}) \quad (1)$$

(1) 式で $V(\lambda)$ は標準比視感度であり、積分は可視波長の全域について行なうものとする。実際には積分は十分狭い波長間隔で区分求積すればよい。

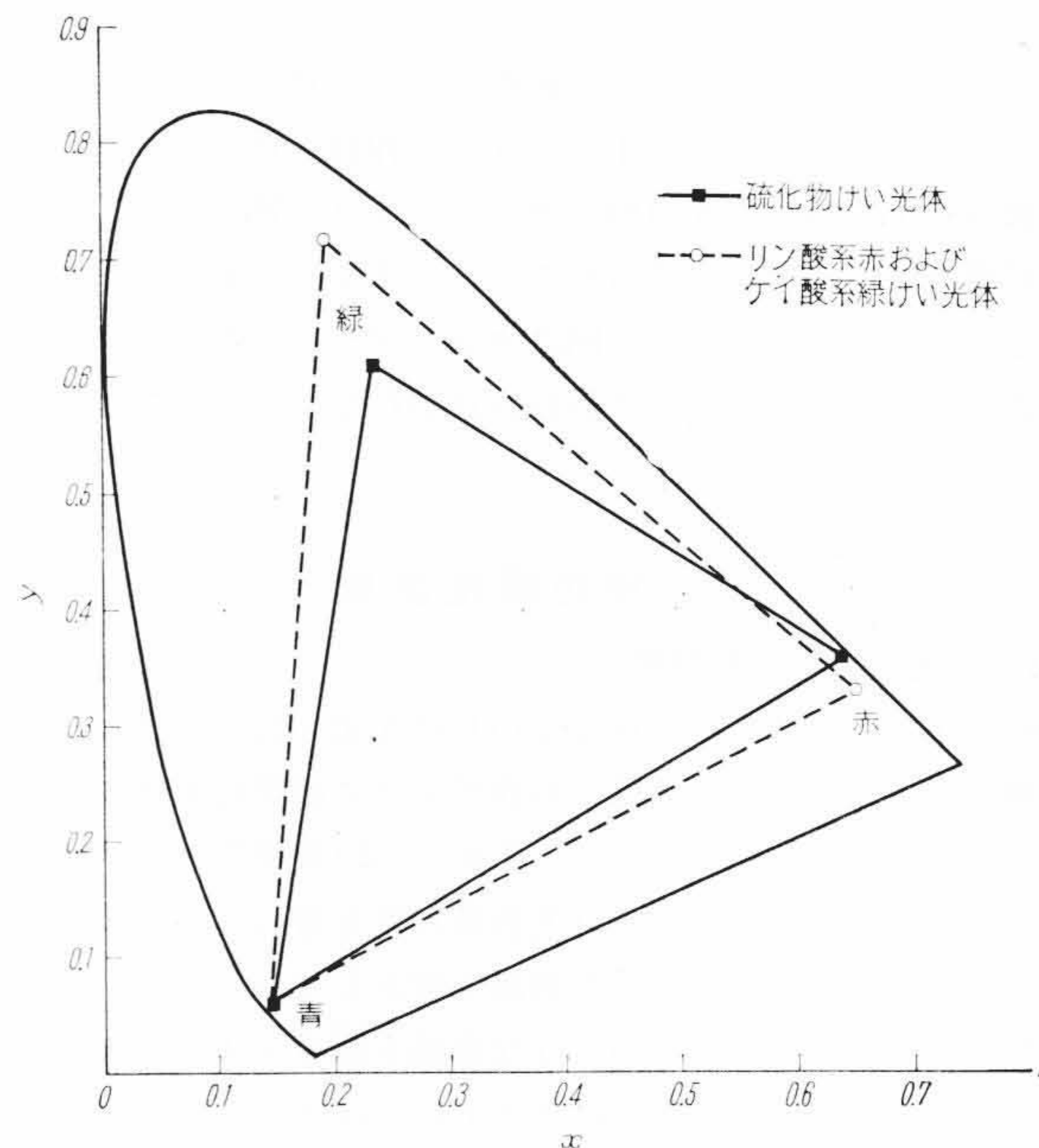
2.3 測定例

前記の方法により、カラーブラウン管を実際に測定した一例を第 4 図に示す。実線は全硫化物けい光体のもの、点線は赤、緑がリン酸系、ケイ酸系のものについて示してあり、硫化物系赤、緑が非常に明るいことがわかる。



実線: 硫化物けい光体
点線: リン酸系赤およびケイ酸系緑けい光体

第 5 図 カラーブラウン管用三色けい光体の発光エネルギー波長分布



第 6 図 カラーブラウン管用三色けい光体の色度

3. 単色色度試験

3.1 分光放射試験

これはいうまでもなく、分光放射計によりけい光体の発光エネルギーの波長分布を求め、その曲線の状況を直接調査したり、これをもとにして算出された CIE 色度点で色調 (飽和度および色相) を示すものである。日立自記分光放射計で測定した一例を第 5 図に示す。これに対応する CIE 色度図を第 6 図に示す。これらから硫化物系けい光膜の発光色は緑がケイ酸系のものに比べ飽和度がかなり落ち、また赤はリン酸系のものに比べ、かなり色相が黄色めに寄っていることがわかる。

3.2 光電式色度計

可視域の各単波長光に対する CIE の三色刺激値曲線⁽³⁾⁽⁴⁾ $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ によく近似した分光感度特性を持つ三種の光電受光装置により任意光を受光し、その三種の測定値から被測定光の三色刺激値または三色係数、すなわち CIE 色度 x , y 値を直読する色度計は種々発表されている^{(4)~(6)}。これを使用すれば分光試験に比べ簡単であるが、どの色度値に対してもそのまま正確であるとはいいがたく、それぞれの被測定色度付近で較正する必要がある。特に光電素

第1表 簡易法による色調測定例
(硫化物けい光体およびリン酸、ケイ酸塩けい光体の赤および緑ラスタでの比較値)

	赤		緑	
	G/R	B/R	R/G	B/G
硫化物けい光体	32	1.0	1.85	2.5
リン酸、ケイ酸塩けい光体	16	1.5	0.62	1.0

子の波長感度の変化に対してはフィルタの調整が必要である。

3.3 簡易法

第1図に示したような波長感度特性を持つ三色の単色輝度計をそのまま利用してもかなりの目的を達することができる。たとえば青の色調を評価するためには、青色ラスタに対しまず青色用輝度計により輝度 B を測定し、次に赤色用および緑色用輝度計で測定し、それぞれ R 、 G なる読みを得たとすれば、 R/B および G/B という数値でかなりよく青の色調を表示できる。 R/B が大であれば紫味であり、 G/B が大であればシアンがかっていることになる。同様にして赤については B/R 、 G/R で、緑については B/G 、 R/G によりそれぞれ色工合を表現できる。

これによる測定例として第1表に硫化物系けい光体とそうでないものとの比較を示す。赤硫化物は G/R が大、緑硫化物は R/G 、 B/G が大で、第5図や第6図の傾向と一致する。

4. 白色輝度試験

4.1 全カソード電流およびカソード電流比

これはアメリカEIAや、日本のCESで規定されているものであるが、その具体的実施に対してはやや工夫が必要である。三電子銃カラーブラウン管の全カソード電流とは、正規の動作条件において $9,300^{\circ}\text{K}$ 、 $+27\text{ MPCD}$ 、または $8,500^{\circ}\text{K}$ 、 $+27\text{ MPCD}$ の色調(やや青味のある白色)で、かつ光束発散度85ラドルクスの明るさの白色ラスタを発光せしめたときの三色の各カソード電流の総和である。これは三電子銃カラーブラウン管としての発光能率に関連し、小であるほど好ましい。カソード電流比とは上記のような状態のときの各カソード電流の比率であって、 I_{KR}/I_{KB} 、 I_{KR}/I_{KG} で表わされる。これは受像機の一定色信号回路定数で使われたときに再現する色彩の調子に関連し、それぞれ規定範囲内になければならない。また白黒受像に際し、明暗部とも一定の白色にするためのバックグラウンド調整にも大きくはないが多少影響する。

4.2 試験法の一例

前記の全カソード電流およびカソード電流比を測定するためには、規定色度および輝度をカラーブラウン管で再現しなければならない。これを実現するために次のような方法を採用した。

第7図において標準光源は、A光源電球 L 、白色拡散板 D 、色変換フィルタ F から成り立っており、特別に選択された F により観測窓から D を見込むときの色調が正確に $9,300^{\circ}\text{K}$ 、 $+27\text{ MPCD}$ 、または $8,500$ 、 $+27\text{ MPCD}$ として得られる。輝度の調整は拡散板からの電球の距離を変えて行ない、ちょうど光束発散度85ラドルクスが得られるようにする。この場合の光束発散度 R_B は(2)式で算出される。

$$R_B = \frac{I_0}{d^2} \times \gamma \times T_A \dots\dots\dots (2)$$

R_B : 標準光源の実効光束発散度 (rlx)

I_0 : A光源電球の水平光度 (cd)

d : 電球と拡散板との距離 (m)

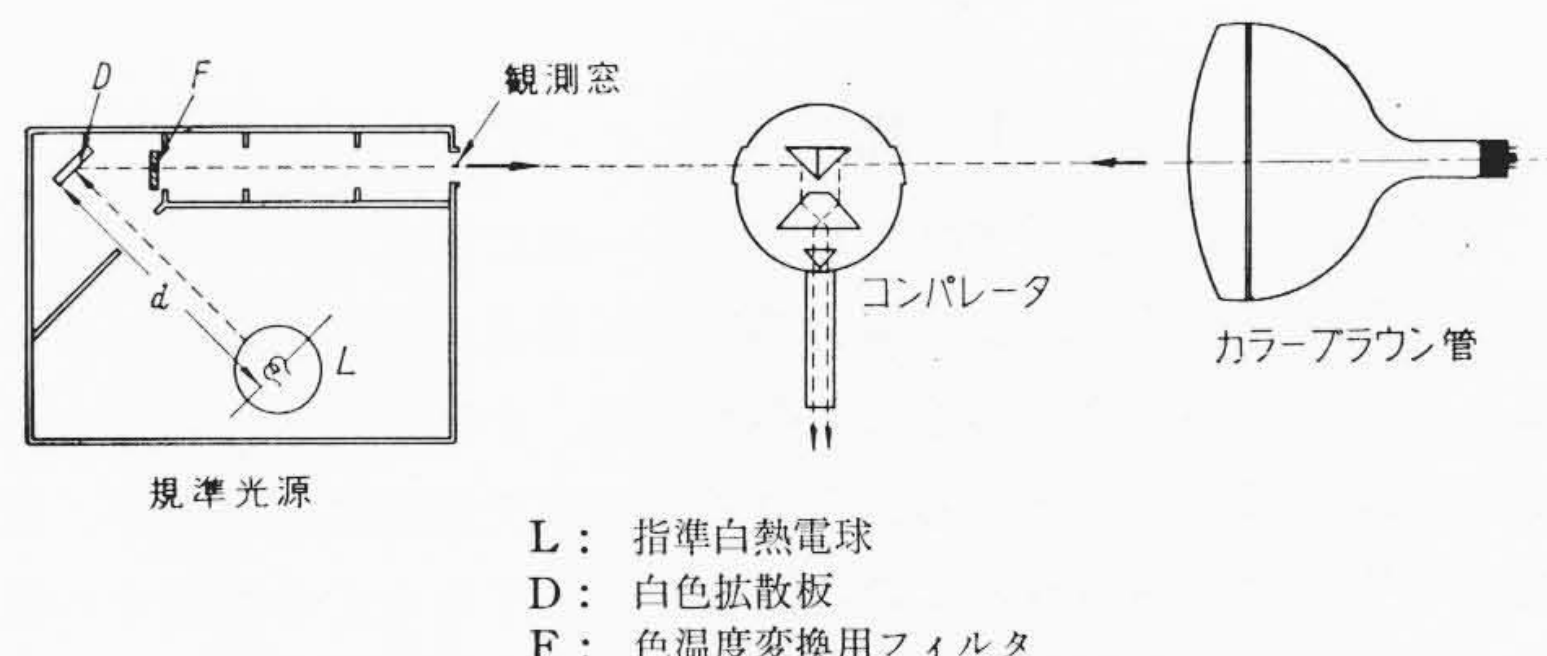
γ : 白色拡散板の反射率

T_A : 使用フィルタ F のA光源に対する透過率

第2表 全カソード電流($\sum I_K$)およびカソード電流比(I_{KR}/I_{KG} 、 I_{KR}/I_{KB})の測定例

形 名	9,300°K, +27 MPCD 85 rlx			8,500°K, +27 MPCD 85 rlx		
	$\sum I_K (\mu A)$	$\frac{I_{KR}}{I_{KG}}$	$\frac{I_{KR}}{I_{KB}}$	$\sum I_K (\mu A)$	$\frac{I_{KR}}{I_{KG}}$	$\frac{I_{KR}}{I_{KB}}$
430CB22	275($E_b=18\text{kV}$)	1.37	1.55	305($E_b=18\text{kV}$)	1.70	2.25
	320($E_b=16\text{kV}$)			370($E_b=16\text{kV}$)		
430AB22	515($E_b=18\text{kV}$)	1.70	2.70	580($E_b=18\text{kV}$)	1.95	3.70
	590($E_b=16\text{kV}$)			690($E_b=16\text{kV}$)		

陽極電圧 E_b : 16, 18 kV
ラスタ寸法: 264×347 mm



第7図 カラーブラウン管の標準白色状態の実現

コンパレータによりこの標準光源とカラーブラウン管のけい光面を隣接視野にて観測し、両者の光が全く同一色、同一明度になるようカラーブラウン管の三色のカソード電流を調整すればかなり簡単に、かつ正確に標準白色状態が得られる。このときの三色のカソード電流を測定すればよい。

4.3 測定例

430CB22と、430AB22について測定した一例を第2表に示す。全硫化物けい光膜の430CB22では全カソード電流は430AB22に対し約47%少なく、またカソード電流比は430AB22に比べ1に近くなっている。

5. 結 言

以上をまとめると次のとおりである。

- (1) カラーブラウン管の単色けい光膜の真の意味での発光能率を混色の影響を少なくして測定するには三分分解フィルタによる三種の受光器を使用するとよい。
- (2) 単色けい光膜の発光色度を測定するのに、分光測定のほか、簡単に上記三色受光器を使って日常管理を行なうことができる。
- (3) 白色試験を行なうために、標準光源とコンパレータによる方法を用いると、規定の白色条件を容易に正しく実現することができる。

本問題に対してはこのほか種々の方法が考えられるが、ここにはわれわれが行なった比較的容易で実用的な方法について述べてみた。関係者への参考となれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 辻, 西沢: 照学誌 36, 263 (昭36-6)
- (2) 西沢, 福田: テレビジョン 16, 476 (昭37-8)
- (3) A. C. Hardy: Handbook of Colorimetry, 55~58 (1936, MIT)
- (4) 東: 色 27~118 (昭22-河出書房)
- (5) 川畑, 中村: 電気試験所集報 21, 897 (昭32-12)
- (6) 森: 東芝レビュー 13, 224 (昭33-3)