

## 色彩照度計 520 05/06

Chromo Illuminance Meter 520 05/06

千田 直道<sup>\*1</sup>

CHIDA Naomichi

柳原 治之<sup>\*1</sup>

YANAGIHARA Haruyuki

北島 昭彦<sup>\*1</sup>

KITAJIMA Akihiko

松林 和美<sup>\*1</sup>

MATSUBAYASHI Kazumi

光源の照度、色度を高精度に測定できる色彩照度計520 05/06を開発した。被測定光源に合わせて切換える光源補正係数と優れた斜入射光特性により高い測定精度を実現した（色度精度 $x,y$ で $\pm 0.01$ ）。照度計としての性能もJIS一般形AA級に準拠している。三刺激値XYZ,  $x,y,L$ 表色系,  $u',v',L$ 表色系, 相関色温度 $T_c$ と黒体放射軌跡からの偏差 $duv$ 等の豊富な表色系を持つ。自然光の利用や間接照明, スポット照明等, 照明方法が複雑になってきているが, 本色彩照度計はそのような複雑な照明環境においても高精度な照度, 色度測定可能である。

本稿では色彩照度計の概要と, 測定をサポートする色彩管理プログラム920 01について述べる。

We have developed chromo illuminance meter 520 05/06 to measure illuminance and color coordinate of light source accurately. It has compensative coefficient changeable for light being tested and precise characteristic of oblique incident light. We have achieved the accuracy of  $\pm 0.01$  for  $x$  and  $y$  (CIE 1931 representation). It conforms to class AA in JIS 1609-1993 illuminance meter and has plenty color coordinate such as tristimulus values XYZ,  $u',v',L$ , correlated color temperature  $T_c$  and deviation from Plankian locus  $duv$ . Lighting has been complicated by utilization of natural light such as sunlight. Our color illuminance meter is useful in such complicated environment. This paper describes its structure and merit and also describes color management program that is useful to color measurement.

## 1. はじめに

地球環境保護のため, 1993年に省エネ法が改正され, 特定建築物の建設には照明設備に関する省エネルギー計画書の提出が義務づけられるようになった。それに伴い, 建築・照明の分野では照明に関わる電力使用量の削減が重要課題となってきている。電力を使用しない自然光の利用や効率の良い点灯装置, 必要時だけ点灯するような照明器具などの開発が活発に行われている。また, 一方では快適な居住空間の実現も求められていて, 照明に対する要求は大変厳しくなっている。

照明環境における快適さと照度, 色度は強い関連があることが知られている。快適さを直接測定することはできないので照明の照度と色度の測定が重要になってきている。

当社では'93年の照度計のJIS<sup>(1)</sup>及び法定照度計の技術基準の改定に合わせていち早くデジタル照度計510シリーズを開発した。<sup>(2)</sup>また, '96年にはCRTや液晶, プラズマバ

ネルなどの電子ディスプレイの色を測定する遮光筒式色彩計520 01/02を開発した。<sup>(3)</sup>今回開発した遮光筒式色彩計520 05/06はデジタル照度計の照度測定技術と遮光筒



図1 色彩照度計520 06の外観

\*1 横河M & C(株) 第二技術部

式色彩計の色彩測定技術を用いて開発した照明の明るさ(照度)と照明の色(色度)を表示できる測定器である。

図1にその外観を示す。

2.原理・構成

前述の遮光筒式色彩計では電子ディスプレイのような面光源の輝度を測定するのに対し、本器は照明用の蛍光灯や太陽などの光源による照度を測定する。ここで照度と輝度の関係を簡単に説明しておく。JISの用語では、「輝度とは光の発散面上の一点から、ある与えられた方向に向かう光度を、その点を含む微小面要素の与えられた方向への正射影面積で割った値。単位は[cd/m<sup>2</sup>]または[nit]。」「また「照度とは与えられた点を含む微小面積に入射した光束を、単位面積あたりに変換した値。単位は[lx]。』となっている。輝度は光源そのものの単位面積当たりの光度を示す量であるから、光源と観測点の距離が変わっても変化しない。一方、照度は想定した面に入射する光束であるから光源とその面の距離が変化すれば距離の二乗に半比例して変化する。輝度計、照度計はそれぞれ上記の特性を満足する必要がある。

照度計では上記の特性に加えて斜入射光特性も重要である。被測定面の垂線と光が入射してくる方向とのなす角を  $\theta$  とすると、その面の照度は  $\cos \theta$  に比例する(コサイン法則)。例えば薄暗い照明下で本を読む場合、照明からの距離が一定であっても光源がある方向に誌面を向けた方が読みやすくなる。これは紙面上でコサイン法則が成り立っているからである。照度計でこの特性を満足していないと、斜めの方向にある光源による照度を正確に測定できない。照度計のセンサ部の乳白の半球(オパールグローブ)とその周囲にあるフードはこの特性を実現する

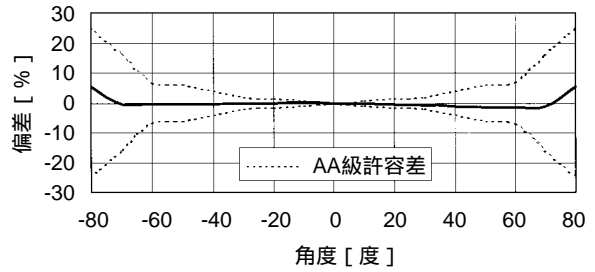


図2 520 05/06の斜入射光特性

ためのものである。本器では照度計510で実現した優れた斜入射光特性を同一のオパールグローブとフードで実現できるように、内部の拡散板の透過拡散特性を調整している。図2に斜入射光特性の実測値を示す。照度計510と同様にJIS一般型AA級に要求される許容差の半分以下の偏差を実現できた。

図3にブロック図を示す。オパールを透過した光は測定器内部の透過拡散板を照射する。拡散板を透過した光はディストリビュータレンズにより、光学フィルタを通過してシリコンフォトダイオードに結像するようになっている。x, y, zそれぞれの光電センサの総合分光応答度は等色関数  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  に整合するように設計されている。フォトダイオードの出力は高精度I/Vアンプで増幅されコネクタを介して本体に接続される。光電センサ近傍には温度検出器を設置してあり温度変化によるわずかな感度変化も補正できるようになっている。受光部のE<sup>2</sup>-PROMには受光部個々の校正係数、I/Vアンプゲインなどを設定している。

本体部にはマルチプレクサがありA/D変換器へ入力する信号を切り換えている。A/D変換器出力はCPUに取り

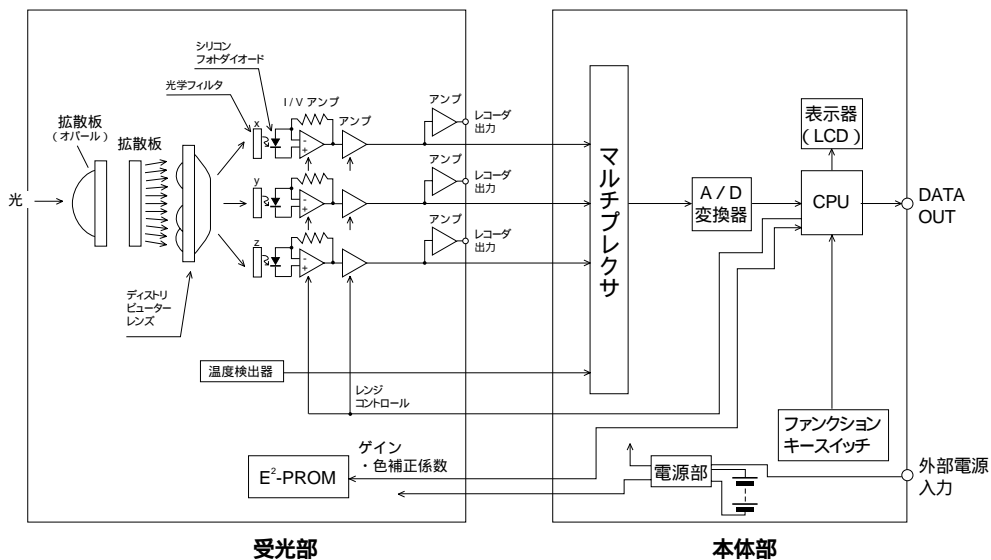


図3 520 05のブロック図

込まれ、各種座標系による色度に換算され、液晶ディスプレイに表示される。

### 3. 光源補正係数

遮光筒式色彩計520 01/02で開発した光源補正係数設定機能も用意している。この機能は被測定光源に応じて三刺激値を求める際の係数を切り換える機能であり、色度測定精度の向上を図ることができる。<sup>(3)</sup>

本器であらかじめ用意してある光源補正係数はA光源、三波長域発光形蛍光ランプに加え汎用(Uni)である。A光源、三波長域発光形蛍光ランプの係数はそれぞれ、電球と三波長域発光形蛍光ランプを測定する際に用いれば良いが、汎用(Uni)は、それ以外の光源や様々な光源が混在するような照明環境で測定をする際に用いる。

採光した太陽光と人工光源による複合照明などの測定には汎用(Uni)の光源補正係数が便利である。

### 4. 主な仕様と機能

表1に本器の概略仕様を示す。

本器は様々な用途を想定した機能を内蔵している。主な機能は以下ようになる。

#### (1) 測定値メモリと演算機能

最大16データまでの測定値を本体内にメモリし、そのデータ内の平均値、最大値、最小値、最大最小の差が表示できる。従来は記入用紙と電卓で計算していたエリア内の色度、照度ムラをその場で本器のみで確認できる。

#### (2) ユーザ校正基準値メモリ機能

客先によっては社内の色度の基準を管理し、測定値

をその管理値に合わせたい場合がある。本器では3刺激値に係数をかけることによって、表示値をユーザの管理値に合わせる機能を用意している。

#### (3) 豊富な表色系

色度測定の基本であるxyL表色系に加え、光源の管理においては大変重要な相関色温度Tcの表示も可能である。

### 5. 色彩管理ソフト

色彩計520シリーズの発売に合わせて色彩測定のサポート、管理、レポートの作成などに活用できる色彩管理ソフト920 01を開発した。インストール時に遮光筒式色彩計と色彩照度計のいずれを用いるかを選択できる。

色彩計520シリーズにはデータ入出力のコネクタがあり、そこにRS-232Cコンバータを接続することでパソコンなどから制御することができる。測光機器ではデータの出力のみしか対応していないものもあるが、本器では電源のオン/オフ以外の全ての機能が制御できる。図4に色彩管理ソフトの表示例を示す。Windows3.1またはWindows95上で動作し、メインのウィンドウの中に必要に応じて各種のチャイルドウィンドウが表示できる。主なウィンドウとしては以下のものがある。

#### (1) 測定データ

測定値を測定した順番に表示形式で表示する。マウスの右クリックで詳細データの表示もできる。詳細データでは色彩計本体では表示できない主波長と刺激純度の表示も可能である。表データはクリップボードを介して、Windows上で動作する表計算ソフトなどに貼り付けることができる。

表1 520 05/06の主な仕様

形 名	520 05	520 06
規 格	JIS C 1609-1993「照度計」一般形AA級に準拠	
受 光 素 子	シリコンフォトダイオード 3素子	シリコンフォトダイオード 5素子
受 光 径	25mm	
表 色 機 能	色度座標: x, y, L u', v', L / 三刺激値: X, Y, Z / 相関色温度: Tc, duv, L(Lは照度を表わします) 上記各表色座標における偏差表示(偏差用基準色 8データ)	
照 度	測 定 範 囲	0.10 ~ 99,990 lx
	測 定 レ ン ジ	100.00/1,000.0/10,000/100,000 lx
	斜 入 射 光 特 性	角度10°: ±1%以内, 30°: ±2%以内, 50°: ±6%以内, 60°: ±7%以内, 80°: ±25%以内
	精 度	3,000lxまで, ±2% of rdg ±1dgt 3,000lx以上, ±3% of rdg ±1dgt (23 ±2・75%RH以下, 標準A光源, フルスケールの10%以上の照度にて)
可 視 域 相 対 分 光 応 答 度	CIE1931 等色関数に近似y( )標準分光視感効率からの外れfs 8%以内 x( ), z( ) JIS Z 8724-1983「光源色の測定方法」に規定されている許容限界を満足(光源補正係数Uniにて)	
色 度 精 度	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準A光源にて±0.002以下(x, yの偏差) (23 ±2・75%RH以下, フルスケールの10%以上の照度にて)</li> <li>標準A光源および3波長域発光形蛍光ランプと色フィルタとの組み合わせにて±0.03以下(x, yの偏差) (23 ±2・75%RH以下, フルスケールの5%以上の照度にて)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準A光源にて±0.002以下(x, yの偏差) (23 ±2・75%RH以下, フルスケールの10%以上の照度にて)</li> <li>標準A光源および3波長域発光形蛍光ランプと色フィルタとの組み合わせにて±0.01以下(x, yの偏差) (23 ±2・75%RH以下, フルスケールの5%以上の照度にて)</li> </ul>
出 力	レコーダ出力:X2, Y, Zに対応した出力(3刺激値X, Y, Z) 1Vf.s、応答速度約200msec、負荷抵抗100k 以上 デジタル出力:BCDシリアル出力(オプション)RS232Cコンバータと接続可能)	
使用温度,湿度範囲	-10 ~ 40 , 80%RH以下	
寸 法 ・ 重 量	約67(W)×68(H)×218(D)mm, 約380g	
電 源	9V乾電池 6F22(S-006P)またはACアダプタ(オプション)	

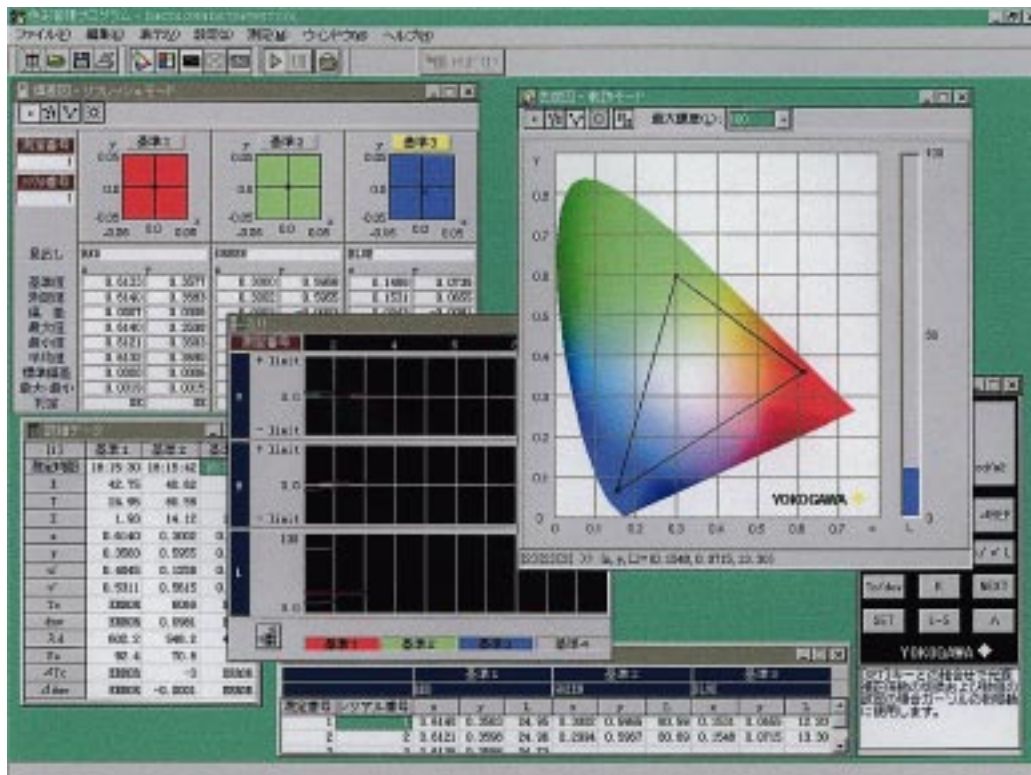


図4 色彩管理プログラム

(2) 色度図ウィンドウ

フルカラーの色度図上に測定データをプロットする。プロットの方法には、「直前の測定値のみを表示する」、「測定点を順番に線で結んでいく」、「測定点を全てプロットする」の3つのモードがあり、目的にあわせて選択できる。色度図はディスプレイの大きさによって大小二段階に切り替え可能で、ビットマップ画像として他のWindowsのアプリケーションに貼り付けることができる。ワープロソフトに貼り付けてカラー印刷すれば、数値だけでは分かりにくかった色度の様子が、一般の人にも視覚的に捉えやすくなり、より説得力のあるレポートや資料が作成できる。

(3) 偏差図ウィンドウ

あらかじめ設定してある基準色からのずれの様子を拡大して表示できる。色度の許容範囲を設定しておけば、GO/NOGO判定も可能である。

(4) トレンド図ウィンドウ

測定回数を横軸にとって、色度、輝度または照度の変化の様子が観察できる。光源の変動の測定等に利用できる。

(5) 面分布図ウィンドウ

位置による色度の違いを表示する。測定点は4, 5, 9, 13点から選択可能で、長方形のエリアが前提であ

るが、ディスプレイ上の色むらや室内照明の色むらを一目で確認できる。

6. おわりに

本稿では色彩照度計520 05/06および色彩管理プログラム920 01の機能、特徴を中心に説明した。本器はJIS AA級の照度計と色彩計の測定機能をあわせもち、小型軽量と高精度な色彩測定を実現したフィルタ式色彩計である。

省エネルギーと快適環境を同時に実現することが、照明、建築分野の重要課題である。本器は快適さを左右する照明の色と照度を手軽に、高精度に測定できる。光源メーカ、照明器具メーカ、建築会社の開発から施工、サービスに至るまであらゆる場面で活用して頂けるものと期待している。

参考文献

(1) JIS C 1609-1993「照度計」  
 (2) 千田ほか「デジタル照度計」. 横河技報. Vol.38, No. 4, pp. 161 ~ 164(1994)  
 (3) 千田ほか「遮光筒式色彩計520 01/02」. 横河技報. Vol. 41, No. 3, pp. 93 ~ 96(1997)  
 (4) 日本色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック，東京大学出版会（1994）  
 (5) JIS Z 8724「光源色の測定方法」