

月刊「塗装技術」 2010年5月号寄稿

コニカミノルタセンシング株式会社

販売部 瀬戸口知己 (Tomomi Setoguchi)

## 自動車内装の色管理に有効な分光測色計 CM-700d

### 1. はじめに

色は商品競争力の重要要素のひとつであるが、塗装はこれらの色作りを担っている。

塗装における色管理は最も盛んに行われており、同時に一段厳しい管理が求められている。

当社コニカミノルタセンシングの測色計は、色彩色差計 CR シリーズから分光測色計 CM シリーズまで幅広いラインナップを揃えており、用途別にハンディ型とベンチトップ型を使い分けることができる。

塗装においては自動車・電気製品など様々の色管理で、測色計は長年活用されているが、本小論においては、自動車内装における測色計の実際と応用に焦点を絞って、内装の色管理に有効な分光測色計 CM-700d について紹介する (写真1) (表1)






### 2. 自動車における測色計の実際

外装における色管理は、ボディとバンパーの色合わせにつきるが、ここではメタリック塗料専用の分光測色計 CM-512m3 が活用されている。CIE (国際照明委員会) が定める照明および受光の幾何学条件 (45°c:0°) に加え、ハイライト (25°c:0°)、シェード (75°c:0°) を有することで、メタリック塗料の特徴である観察角度の違いによる色の変化を捉えることができる。

光学系に円環照明 (※幾何学条件の記号 c は circumferential の意) を採用したことにより、測定時における測色器の向きや傾きによる測定値差が軽減され、測定安定性が高い設計となっている。

内装における色管理は、ダッシュボードとその周辺のパーツ類の色合わせとなるが、ここでは色彩色差計 CR-400、分光測色計 CM-2600d、これに近年発売された分光測色計 CM-700d などのハンディ型の測色計が活用されている。内装部品には自由曲面や小物部品があり、組み立て後の評価も行なわれていることから、小型・軽量でハンドリングが良く、簡単操作の測色計が適している。近年においてはユーザーの高品質への要求から、色彩色差計に比べ高精度の分光測色計が主流となっている。

その他、調色、自動車補修、市場調査の用途でも測色計は活用されており、塗装業界には欠かせない機器となっている。(表2)

| 用途    | 形式                            | 外観図   |
|-------|-------------------------------|---|
| 自動車外装 | CM-512m3                      |  |
| 自動車内装 | CR-400<br>CM-2600d<br>CM-700d |  |
| 調色    | CM-3600d<br>CM-3700d          |  |
| 自動車補修 | CM-512m3                      |  |
| 市場調査  | CM-2600d<br>CM-700d           |  |

(表2) 用途別ラインナップ

### 3. 分光測色計 CM-700d

本機は、自動車内装の色管理をメインターゲットとして開発された測色計である。内装色管理で不満や課題となっていた、グリップ感の悪さによる作業負担、自由曲面・小物部品に対する測定不安定さ、PCケーブルによる取り回しの悪さなどが改善され、新機能として相対グロス値「8°グロス値」および新色差式 **CIEDE2000** が搭載されている。

発売から2年を経過して業界実績も増えてきているが、その特長を今一度紹介し、ご理解を深めて頂くことにより、さらなる有効活用によるプロセス改善に繋げて頂ければ幸いである。

以下が分光測色計 CM-700d の主な特長である。



(写真1) 分光測色計 CM-700d

#### ◆分光測色計 CM-700d の主な特長

##### (1) 高精度・縦型・ハンディ

本機は高性能を維持したまま、独自の光学設計技術と信号処理技術により、当社分光測色計従来機に対して体積比約25%、質量比約20%の小型軽量化を行った。とりわけグリップ部の小型化が実現できたことにより、持ちやすく安定性のよい縦型グリップが実現し、高精度の分光測色計でありながら色彩色差計 CR-400 に近い持ちやすさを可能にした。

## (2) 測定安定性の実現

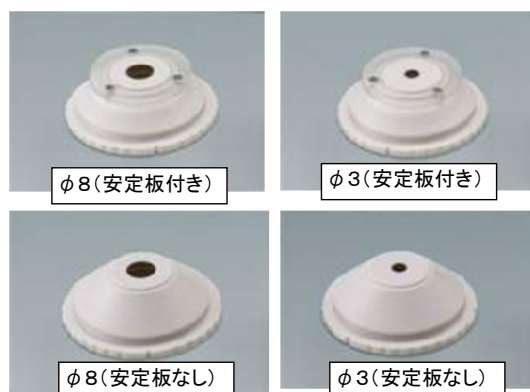
自動車の内装には必ず自由曲面や凹凸があるが、このような測定面に対しても測色計をしっかり接触させて測定する必要がある。

これは、隙間が開いたり傾いたりすると正しい測定結果が得られないためであるが、本機は内装部品の自由曲面や凹凸部に適応させるために、ターゲットマスクの付替えを可能とした。各種ターゲットマスクを標準付属品として準備することにより、自由曲面には安定板付きのターゲットマスクを、凹部には安定板なしのターゲットマスクを選択して、試料に適した測定が可能となる。

(写真2)

光学系の取り替えを不要とするワンタッチ式の機構により測定径切替えを、本体横の切替えスイッチとターゲットマスクの付替えで簡便に行えることから、小物部品に対しては小口径の SAV (測定径/照明径： $\phi 3\text{mm}/\phi 6\text{mm}$ ) を、シボ形状の粗い試料に対しては面積を増やし測定値を安定させるために中口径の MAV (測定径/照明径： $\phi 8\text{mm}/\phi 11\text{mm}$ ) と、それぞれの試料に適した測定径を使い分けることができる。

さらに本機は、組み立て後の評価で想定される測色計の横向き測定や、上向き測定に対しても、測定値に差がでない設計がなされている。この姿勢差による測定値差の主たる要因は、ハロゲンランプやフィルタ回転式の分光手段であり、ハロゲンランプは姿勢によりフィラメントの位置が変わることで光軸がずれることがあり、フィルタ回転式の分光手段は回転板の傾きにより光学配置が変わることにある。本機ではこれらの惧れのない、Xe フラッシュ光源とグレーティングポリクロメータを採用している。



(写真2)標準付属品 ターゲットマスク

## (3) 操作性の向上

本機は Bluetooth 無線通信機能を搭載している。モバイルプリンタや PC へワイヤレスに測定データを送信できるため、組み立て後の評価においても通信ケーブルに制約されることがないため、ハンドリングの良い操作性を可能とし、作業負担を大幅に軽減した。(図1)

操作ボタンは、頻度の高い校正・測定・基準色測定を専用ボタンに配置し、簡便で直感的操作が可能な操作部に仕上げた。表示部はカラー液晶を採用し、日本語(漢字)はもちろん多言語表示により操作性を向上、擬似カラー表示により基準色と測定試料の色差を画面上の色で確認ができる。(写真3)



(図 1) 無線接続



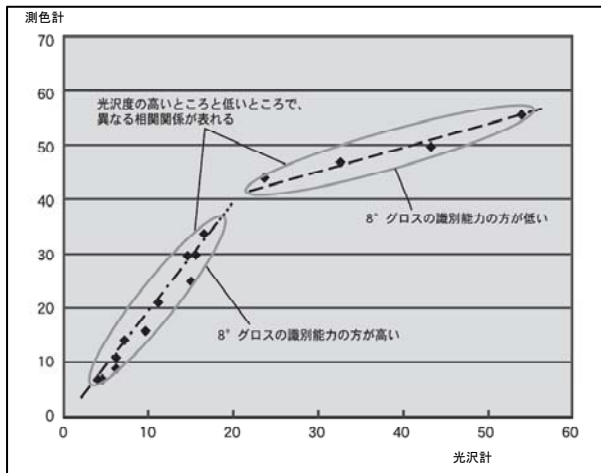
(写真 3) CM-700d 操作パネル

#### (4) 相対グロス値「8°グロス値」

自動車内装色管理において測色計と同時に使われるのが光沢計であるが、JIS Z8741 鏡面光沢度—測定方法 (ISO2813) に準拠した光沢計で、60 度鏡面光沢  $G_s$  (60°) の測定が行われている。ところが光沢計は、測定試料との接触面積を大きく必要としたり、測定径が大きく小物部品が測れないことがある。例えば、当社の光沢計 GM-60 においては、接触面積  $155 \times 48\text{mm}$ 、測定面積  $9 \times 15\text{mm}$  が必要となる。

本機では、自動車内装の小物部品や自由曲面の光沢管理を可能とするために、相対グロス値である「8°グロス値」の算出を可能とした。8°グロス値は色彩値と同時に測定ができ、JIS 準拠の光沢値ではないが、これと一定の相関があり、光沢の管理に用いることができる。

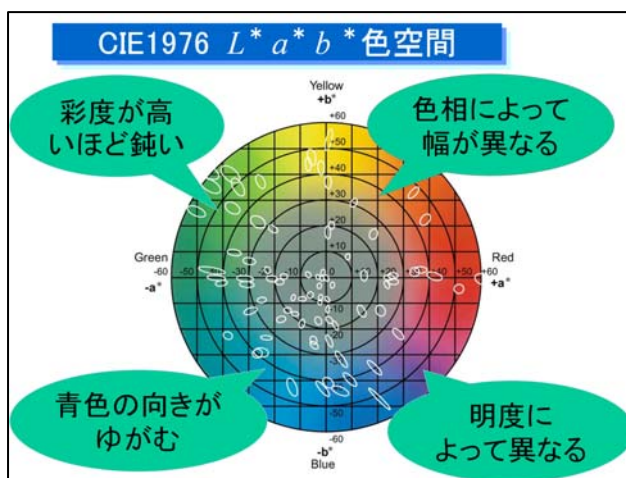
図 2 に、プラスチックの黒色梨地のシボサンプルにおける光沢計による 60°グロス値と測色器による 8°グロス値の測定例を示すが、サンプル毎に相関があることが分かる。



(図2) 8°グロス測定例

### (5) 新色差式 CIEDE2000 ( $\Delta E00$ ) の搭載

色差式の理想は、2色の色差が同じであれば、その2色が色空間のどの位置にあっても、つまりどんな色であっても、どの方向に離れていても、目視的に同じ差に見えることであり、これが実現すれば、1つの色で定めた色管理幅を全ての色に適用することができる。しかし、最も広く用いられ、 $L^*a^*b^*$ 色空間の距離として求められる色差 $\Delta E^*ab$ は理想にほど遠い。図3は色座標上の様々な位置を占める基準色について、目視的に同じ差をもつ複数の対比色の座標をプロットしたものであり、 $\Delta E^*ab$ が理想に近ければ、対比色のプロットは基準色を中心とする同じ半径の円に近いはずであるが、実際には、色相軸に沿って細長く、中心(無彩色)に近いほど小さな楕円になっていて、大きさ、形状ともに基準色の色座標上の位置に大きく依存していることが分る。これを改善するべく、これまでもCMCや $\Delta E^*94$ などの色差式が開発されてきたが、より理想に近い色差式としてCIEが推奨し、JISでも制定しているのがCIEDE2000( $\Delta E00$ )である。本機は最新の色差式 $\Delta E00$ を搭載することにより、より目視感に近い色管理を可能としている。



(図3) CIE1976 $L^*a^*b^*$ 色空間

(表1) 分光測色計CM-700d 主な仕様

|          |  |
|----------|--|
| 型式       | CM-700d  |
| 照明・受光光学系 | di:8° , de:8° (拡散照明・8° 方向受光)<br>SCI(正反射光含む) / SCE(正反射光除去) 切換え機構付き<br>* DIN5033 Teil7、JIS Z 8722 条件 c、ISO7724/1、CIE No.15、ASTM E 1164 に準拠 |
| 積分球サイズ   | φ 40mm   |
| 受光素子     | デュアル 36 素子シリコンフォトダイオードアレイ  |
| 分光手段     | 平面回折格子   |
| 測定波長範囲   | 400nm~700nm  |
| 測定波長間隔   | 10nm   |
| 半値幅      | 約 10nm   |
| 測定用光源    | パルスキセノンランプ(UV カットフィルタ付き)   |
| 測定時間     | 約1秒  |
| 測定可能回数   | アルカリ乾電池使用時:約 2000 回<br>ニッケル水素充電電池(2300mAh)使用時:フル充電で約 2000 回<br>* SCI または SCE 固定の条件で 10 秒間隔で連続測定、23°C                                     |
| 測定径/照明径  | MAV: φ 8mm / φ 11mm<br>SAV: φ 3mm / φ 6mm<br>* ターゲットマスク交換およびレンズ位置切替えにより変更可能  |
| 繰返し性     | 分光反射率:標準偏差 0.1%以内 色彩値:標準偏差 $\Delta E^*ab$ 0.04 以内<br>* 白色校正後、白色校正板を 10 秒間隔で 30 回測定したとき   |
| 器差       | $\Delta E^*ab$ 0.2 以内(MAV/SCI)<br>* マスタボディを基準とし、BCRA シリーズ II 12色測定時の平均値、23°C)  |
| 表示ディスプレイ | 2.36 型 TFT カラー液晶   |
| インターフェース | USB1.1 および Bluetooth 標準規格 Ver1.2 ※   |
| 表示       | 分光数値、分光グラフ、色彩値、色差値、色差グラフ、OK/NG 判定、擬似カラー、色味方向   |
| 表色系      | $L^*a^*b^*$ 、 $L^*C^*h$ 、ハンター- $Lab$ 、 $Yxy$ 、 $XYZ$ 、マンセル、および各色差(マンセルは除く)   |
| 表色値      | MI、WI(ASTM E313)、YI(ASTM E313-73/ASTM D1925)、ISO ブライトネス、8° グロス値  |
| 色差式      | $\Delta E^*ab$ (CIE1976)、 $\Delta E^*94$ (CIE1994)、 $\Delta E00$ (CIEDE2000)、CMC( $l:c$ )  |
| 格納データ数   | 測定データ 4,000 データ / 色差基準色データ 1,000 データ   |
| 電源       | 単 3 形アルカリ乾電池またはニッケル水素充電電池 4 本、専用 AC アダプタ   |
| 大きさ      | 73(W) × 211.5(H) × 107(D) mm   |
| 質量(重さ)   | 約 550g(白色校正キャップと電池を除く)   |
| 使用温湿度範囲  | 5~40°C、相対湿度 80%以下(35°Cのとき)、結露しないこと   |

#### 4. まとめ

機能がいくら優れていても、また精度がいくら高くても、その商品のハンドリングが悪ければ、ユーザーの負担も大きく、精度にも影響を与える。

分光測色計 CM-700d の開発における”ハンドリングの追及”は、こうした考えに基づいたものであり小型・軽量化、縦型グリップ、無線機能、切替え可能なターゲットマスクなどで「ハンドリング」に1つの前進をもたらした。

色の管理は、用途に合った測色計を選定することが重要であるが、分光測色計 CM-700d はまさに、自動車の内装色管理のために生まれてきた商品と言える。「ハンドリング」は、仕様から読み取りにくい、多くのアプリケーションで精度や作業性を改善する可能性を秘めていると自負している。

今後も色管理上の不満や課題を改善し、多様化するニーズに応じていくとともに、製品コンセプトを伝えることにも取り組んでいきたい。

#### 【参考文献】

コニカミノルタセンシング(株)： 色を読む話

東京大学出版会： 新編色彩科学ハンドブック【第2版】日本色彩学会編

日本規格協会： JIS ハンドブック 2009 色彩

瀬戸口知己： 月刊「計装」2010年2月号： ユーザビリティを追求した測色計の開発