

月刊「塗装技術」 2024年11月号別刷

＜特集＞塗膜性能の分析・評価技術～触覚、接触角、測色、膜厚、腐食、耐候～

新 製 品 分 光 測 色 計 CM-17d と トレー サビリティ 体 系 の 維 持 管 理

コニカミノルタジャパン株式会社
センシング事業部

新製品分光測色計 CM-17d と トレーサビリティ体系の維持管理

瀬戸口 知己*

ハンディ測色計の登場から40年以上経過して、さまざまな商品の色管理を行うことはもはや当たり前にならきっている。あらゆる商品において色は重要要素であり、競合優位性にもなり得る。

コニカミノルタのハンディ分光測色計は、初代のCM-1000発売から数えると第5世代目に相当するが、世代を超えて機種を乗り

継いで使われ続けている。

たとえば、初代の測色計で色の品質管理を構築したユーザーは、第2世代、第3世代と…測色計のモデルチェンジが行われたとしても(第1図参照)、色の品質管理自体は変わらず継続し続けて行く必要がある。

このため、ユーザーが長期間にわたって色の品質管理を続けていくためには、メー

コニカミノルタ色測定器(ポータブルタイプ)の歴史



第1図 測色計の歴史

* せとぐち ともみ コニカミノルタジャパン(株)
センシング事業部

カーメーカーが測色計をモデルチェンジしたとしても、ユーザーが使用している測色計の測定値との互換性が保たれるように考慮する必要がある。

この夏に発売された新製品の分光測色計 CM-17d は、長年販売されてあらゆる業界で使用されている分光測色計 CM-700d の後継機である。前モデル CM-700d の測定値と互換を保つことで、ユーザーサイドの色管理が問題なく持続できるように光学系を継承している。

光学系の継承は、被測定物へ入射する光の反射光を既定の光学幾何条件で捉える重要な要素であり、測定値の互換性を保つには欠かせない。

測定値について簡単なイメージで補足すると、光が全く反射しない被測定物は黒色で分光反射率が 0% となり、光を全部反射する被測定物は白色で 100%、赤色の波長成分を多く反射すれば赤色というように、測定値の基となる「分光反射率(縦軸)」と「波長(横軸)」の反射光を捉えているわけであり、そして、これらの精度維持が測色計の精度に重要なこととなる。

このため、今回は、新製品の話を進める前に、あまり触れる機会が少ないコニカミノル

タの「トレーサビリティ体系」についても、少し触れておきたい。

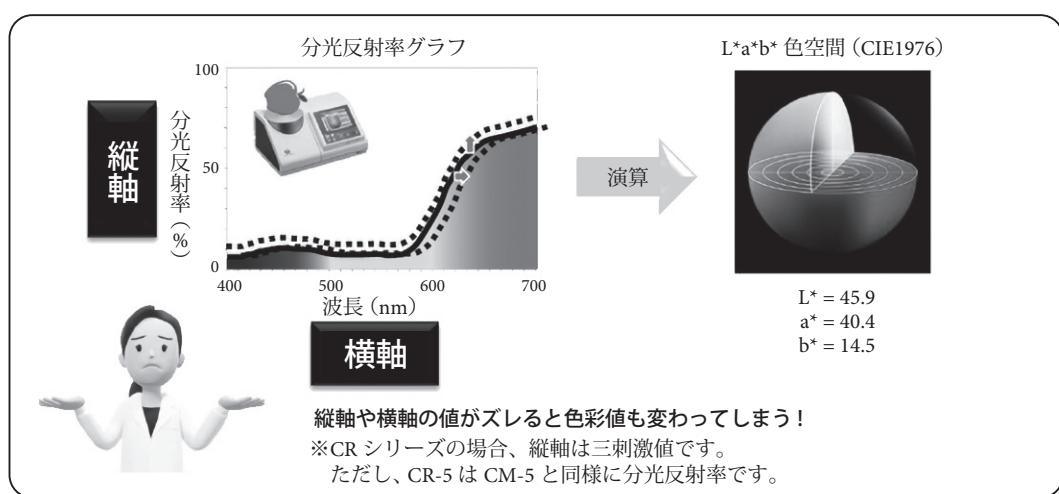
1. トレーサビリティ体系

色を正確に測定するためには、測定器が正確な基準で校正(調整)されていることが必要である。その基準が、国家標準または国際標準につながることをトレーサビリティといふ。その体系をメーカーが確立していないと、色の品質管理を行う上で次のような問題を起こしてしまう。

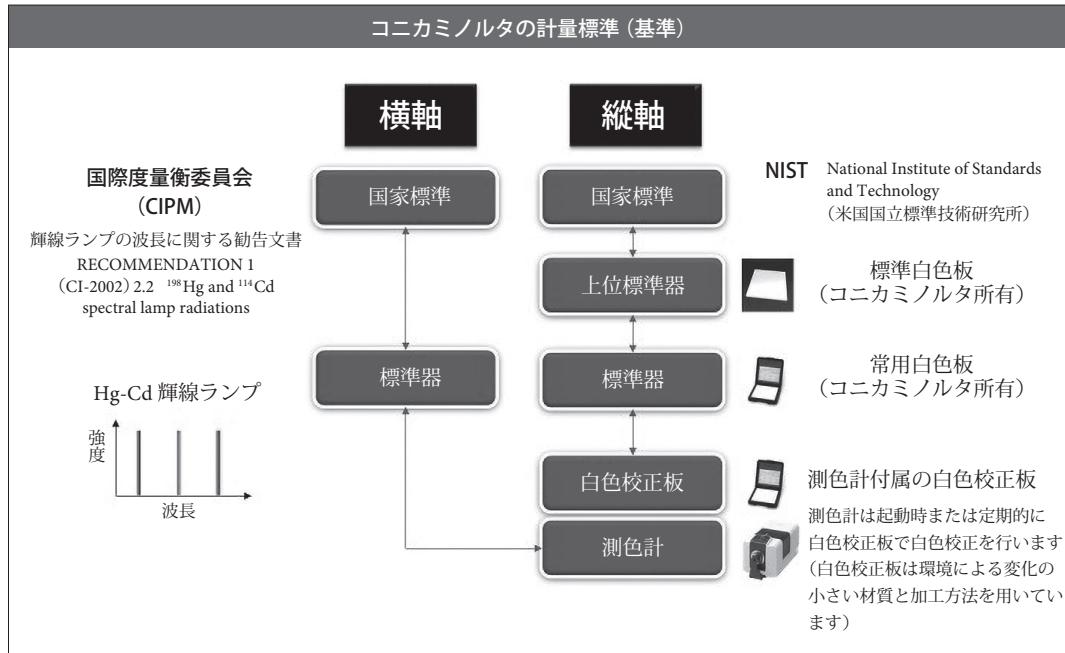
- I. 経時変化を再校正(再調整)しても値が元に戻らない。
- II. 取引先とのやり取りで測定値が違う。
- III. 複数台使用時に測定値が合わない。
- IV. 後継機に買い替えた時に測定値が合わない。

縦軸の分光反射率のズレが、明度方向の誤差となり、横軸の波長のズレが、色相・彩度の誤差となるためである(第2図参照)。

まれに、測色計の代わりに廉価なカメラ(2次元センサー)で色管理を行いたいという要求を聞くが、カメラでは一定の条件で照明・受光して測定することが難しく、分光応答度の規格化もなされていない。分光反射率の国家標準は、国際規格で定められた照明



第2図 縦軸の分光反射率(%)と横軸の波長(nm)



第3図 コニカミノルタの計量標準（基準）

および受光の幾何学条件における値であり、人間の目の感度に対応する分光応答度は、国際照明委員会が「CIE 1931/1964 等色関数」として定めているため、これらに基づいていないカメラでは正確な基準を運用することができない。

色の品質管理をこれから構築するつもりがあり、品質管理を続けていくのであれば、トレーサビリティ体系が構築された計測機器である測色計を選定すべきである。

トレーサビリティ体系の維持管理は、半世紀いやそれ以上の半永久的な維持管理が必要なため、それ相応の投資と世界標準の技術が求められる。

そして、そのトレーサビリティ体系は国家標準または国際標準につながっていることが、非常に重要である。

コニカミノルタは、世界の測色器メーカーの中でも、トップクラスの体系を保有し、ISO/IEC 17025 (JIS Q 17025) の技術的要件をクリアしている国内唯一の測色計メーカーである。

ISO/IEC 17025 とは、試験所および校正機関が特定の試験または校正を実施する能力があるものとして認定を受ける場合に必要な一般要求事項を規定した国際規格である。

ISO/IEC 17025 を認定する第三者機関のうち、コニカミノルタは A2LA (米国試験所認定協会、American Association for Laboratory Accreditation の略) より、校正事業者として審査を受け、国家標準へのトレーサビリティが確保され、技術的要件をクリアする技術能力があることを認定されている。このため、トレーサビリティの公的な証明書となる、A2LA 認定標章を付けた校正証明書を発行することができる。

コニカミノルタにおける分光測色計におけるトレーサビリティ体系のポイントを以下にまとめる（第3図参照）。

- ①計測器を校正する基準が、校正の連鎖によって国家標準または国際標準につながっている。
- ②波長（横軸）校正は、国際標準波長を使った輝線校正（この手法が一番精度が高



写真-1 分光測色計 CM-17d

い)。

- ③高精度を極めるための大型設備・技術ノウハウ保有。
- ④ISO/IEC 17025 認定校正証明書(A2LA)の発行を可能にする技術の要求事項をクリアしている。

⑤ISO/IEC 17025を取得している国内唯一の測色計メーカー。

次章では話を戻し、新製品CM-17dの特徴について触れていきたい。

2. 分光測色計 CM-17d

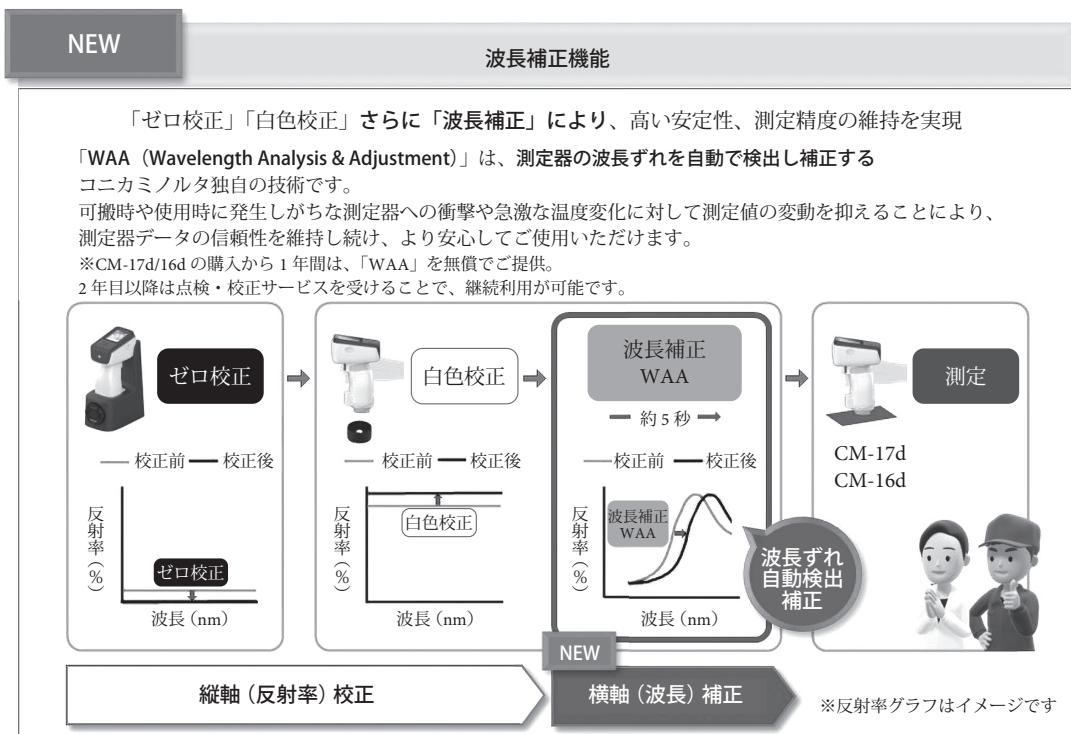
本機は、長年販売されてあらゆる業界で使用されているCM-700dの後継機である(写真-1参照)。

色の品質管理で不満や課題となっていた、精度維持、位置決め、フィールドワークにおける使用性などが改善され、無線Bluetooth/Wi-Fi機能、黒色度の評価指標が搭載されている。

◆分光測色計 CM-17d の主な特徴

(1) ユーザーサイドでの精度維持

本機は、使用時の衝撃や、周囲の環境温度などの外部要因で生じ得る分光器の波長ズレを補正する機能「WAA(Wavelength Analysis & Adjustment)」(第4図参照)を搭載している



第4図 WAA 波長補正機能



写真-2 電子ビューファインダー

る（購入から1年間は、無償で提供）。始動時に「ゼロ校正」「白色校正」に加えて「波長補正」を行うことで、機器の精度を常に保つことができる。

また、器差の縮小や繰り返し性の向上に合わせて、ISO18314-3/DIN55979で規定されている反射率がおよそ5%未満の黒色の品質（黒色度）を定量化する3つの指標（Blackness, Jetness, Undertone）にも対応し、性能向上を図っている。

（2）電子ビューファインダー

（写真-2 参照）

電子ビューファインダーを備え、容易に測定位置を合わせることが可能となった。

被測定物のサイズに合わせて、測定径切り替えを、本体横の切り替えスイッチとターゲットマスクの付け替えで電子ビューファインダーのサイズ切り替えも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。

電子ビューファインダーは、柄物・色見本・肌の測定などで威力を発揮し、測定箇所が、

簡単・迅速・正確に確認できるだけでなく、別売りのPCソフトウェア SpectraMagicNX2 を併せて使用することにより、その画像をデータファイルに保存できる。

（3）フィールドワークにおける使用性

縦型ハンディの分光測色計である CM-17d は、フィールドワークに適した縦型・軽量でグリップに配慮したくびれ設計になっている。測定速度と測定可能間隔の時間短縮により、連続測定に適した改善がなされており、充電台のクレードルに本体を収納しておけば、常に充電池は満タン状態となり、電池切れの心配はない。さらに、ユーザーの環境で選べる無線機能は Bluetooth と Wi-Fi 接続の3種（Adhoc/Infrastructure）を選ぶことが可能である。

本稿では、分光測色計 CM-17d における特徴である「ユーザー側での精度維持」「電子ビューファインダー」「フィールドワークにおける使用性」の紹介を行った。新製品におけるハンドリングの向上は、ハンディ分光測色計に1つの前進をもたらした。

40年前、分光測色計の発売を始めた当初は、色を管理することにじみのないユーザーが大半であったが、現在はそれぞれの商品で製造ラインの中で色管理は行われてい

第1表 分光測色計CM-17d 主な仕様（※CM-17dとCM-16dの2つをラインナップ）

	CM-17d	CM-16d
照明受光光学系	di:8°、de:8°(拡散照明・8°方向受光)、SCI(正反射光含む) / SCE(正反射光除去)自動切替機構付き	
照明受光光学系 対応規格	ISO7724/1、CIE No.15(2004)、ASTM E1164(SCI)、DIN 5033 Teil7、JIS Z 8722 条件cに準拠	
積分球サイズ	Φ 40 mm	
受光素子	デュアル32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	400 nm～700 nm	
測定波長間隔	10 nm	
半値幅	約10 nm	
反射率測定範囲	0～175%、表示分解能:0.01%	
測定用光源	パルスキセノンランプ(UVカットフィルター付き)	
測定時間	約0.7秒 (SCIまたはSCEで測定したとき、測定ボタンを押してから測定が完了するまでの時間)	
最短測定 可能間隔	約1.5秒 (SCIまたはSCEで測定したとき)	
測定可能回数	約2,000回 (専用リチウムイオン電池フル充電、SCIまたはSCE、23°Cにて10秒間隔で連続測定したとき (電子ビューファインダー機能を未使用時)) 無線LAN/Bluetoothモジュール(別売)を使用時は約1000回	
測定径/ 照明径	MAV: Φ8 mm / Φ11 mm SAV: Φ3 mm / Φ6 mm *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	MAV: Φ8 mm / Φ11 mm
繰り返し性	色彩値:標準偏差△E*ab 0.02以内 (白色校正後、白色校正板を5秒間隔で30回測定したとき、当社測定条件による)	色彩値:標準偏差△E*ab 0.04以内 (白色校正後、白色校正板を5秒間隔で30回測定したとき、当社測定条件による)
器差	BCRAシリーズIIタイル12色の平均値△E*ab 0.12以内 (MAV-SCI、コニカミノルタマスターボディ基準、当社測定条件による)	BCRAシリーズIIタイル12色の平均値△E*ab 0.2以内 (MAV-SCI、コニカミノルタマスターボディ基準、当社測定条件による)
表示ディスプレイ	2.7型TFTカラー液晶表示上下反転機能付き	
波長補正機能 ^{※1}	WAA(Wavelength Analysis & Adjustment)技術	
インターフェース	USB2.0、無線LAN(IEEE 802.11 b/g/n) / Bluetooth(Ver.4.1, SPP対応) ^{※2※3}	
電子ビューファインダー機能	内蔵カメラによるサンプル画像:画像の表示は本体液晶画面で確認可能	なし
観察条件	2°視野、10°視野	
観察光源	A、C、D50、D65、F2、F6、F7、F8、F10、F11、F12、ID50、ID65、LED-B1、LED-B2、LED-B3、 LED-B4、LED-B5、LED-BH1、LED-RGB1、LED-V1、LED-V2、ユーザー設定光源(最大3個) ^{※4} (2種類の光源での同時評価可能)	
表示項目	色彩値、色差値、色彩値グラフ、色差グラフ、分光グラフ、OK・NG判定、擬似カラー	
表色系・色空間	L*a*b*/L*C*h/ハンターLab/Yxy/マンセル(C)/XYZおよび各色差(マンセルは除く)	
インデックス	MI、WI(ASTM E313-73/ASTM E313-98)、YI(ASTM E313-73、ASTM D1925)、ISO プライトネス (ISO2470)、WI/Tint(CIE)、Tristimulus Strength、Opacity、Grey scale(ISO 105-A05)、8°グロス値、ユーザー インデックス ^{※5} 、Blackness(My) (ISO18314-3/DIN55979)、Jetness(Mc) (ISO18314-3)、Undertone(dM) (ISO18314-3)	

第1表 分光測色計CM-17d 主な仕様（※CM-17dとCM-16dの2つをラインナップ）

	CM-17d	CM-16d
色差式	$\triangle E^*ab$ (CIE1976) / $\triangle E^*94$ (CIE1994) / $\triangle E00$ (CIE DE2000) / CMC (1:c) / ハンター $\triangle E$ / DIN99o / FMC-2 / $\triangle E^*94$ (Special) ^{※6}	
格納データ数	基準色：1,000 データ + 測定値：5,000 データ	
電源	AC電源	USB Type-C AC アダプター (Power Delivery 対応、15 W 以上)
	電池	専用リチウムイオン電池 (着脱式)
	USB電源	USB バスパワー (専用リチウムイオン電池装着のこと)
充電時間	約 3.5 時間 (急速充電) / 約 6 時間 (標準)	
大きさ	約 79 (幅) × 230 (高さ) × 128 (奥行き) mm	
質量	約 700 g (リチウムイオン電池含む)	約 660 g (リチウムイオン電池含む)
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	
保管温湿度範囲	0～45°C、相対湿度 80%以下 (35°Cのとき)、結露しないこと	

※1 WAA (Wavelength Analysis & Adjustment) 機能により、測定器の波長診断及び波長補正が可能です。購入後1年間は無償で利用でき、2年目以降は測定器本体の点検・校正サービスを受けることにより、利用継続できます

※2 別売付属品の無線LAN/Bluetoothモジュール(CM-A300)が必要です

※3 無線LANセキュリティは、AdHoc方式の場合、WPA2-PSK(WPA2-Personal)およびWPA-PSK(WPA-Personal)、Infrastructure方式の場合は、WPA3-PSK(WPA3-Personal)、WPA2-PSK(WPA2-Personal)、WPA-PSK(WPA-Personal)に対応しています

※4 ユーザー設定光源の設定には別売付属品の色彩管理ソフトウェアSpectraMagic NX2 Pro版 Ver. 1.3以降が必要です

※5 ユーザーインデックスの設定には、分光測色計設定ツールCM-CT1 Ver.1.5以降および色彩管理ソフトウェアSpectraMagic NX2のライセンスが必要です

※6 2つの色を比較する場合、どちらか一方を基準として定めない場合には、 $\triangle E^*94$ (Special)をご利用ください

●ここに記載の内容、仕様および外観は予告なしに変更する場合があります

●Bluetoothは、The Bluetooth SIG, Inc.の登録商標であり、ライセンスに基づき使用しております

る。いつの間にか、測色計はなくてはならないものとなってきており、お陰様で当社も一緒に長い時間を刻ませていただいている。

色が多様である暮らしは、平和で豊かである。しかし、その背景には「トレーサビリティ体系」の維持管理があり、そして、ユーザーが支え続けている色の品質管理がある。

《参考文献》

- 1) コニカミノルタ㈱『色を読む話』、コニカミノルタ㈱
- 2) 菊地久美子、片桐千華、吉川拓伸、溝上陽子、矢口博久「分光測色計による肌色計測と日本

人女性の長期的な肌色の変遷」、『日本色彩学会』40・6、2015年、pp.195－205

3) 日本色彩学会編『新編色彩科学ハンドブック』第3版、東京大学出版会、2011年

4) 瀬戸口知己「簡易活用術 ユーザビリティを追求した測色計の開発」、『計装』53・2、工業技術社、2010年、pp.42-45

5) 若井宏平、神澤啓彰、下平洋一、瀬戸口知己、永江勇二、増田豊「座談会 メタリック・パール塗装における色彩計測技術の動向を語る。」、『塗装技術』、2018年1月号、pp.74-94