分光測色計 CM-3630*

ミノルタ株式会社 計測機器事業部 牧 野 正 行

Spectrophotometer CM-3630

Masayuki Makino

Radiometric Instruments Operations, Minolta Co., Ltd.

Minolta has developed a new spectrophotometer CM-3630 for pulp and paper having several unique features. Specially its new technology for the adjustment of the relative UV content in the illumination, called NUVC (Numerical UV control), enables the instantaneous adjustment with no moving part, while a traditional Gaertner-Griesser method, in which a UV eliminating filter is mechanically inserted to the optimal position in the flux for the desired relative UV content, requires a time-consuming procedure. Beside this advantage, NUVC enables the UV adjustment not only for a single index such as ISO brightness or CIE Whiteness but also for both CIE Whiteness and Tint and even for Total Spectral Radiance Factor from which all colorimetric indices are derived.

分類：Q₆ 紙板紙品質試験法，V₃ 紙パルプ工程計器およびセンサ

1. はじめに

紙パルプ製品の多くを占める蛍光増白紙の色測定には、照明光の相対紫外強度の調整が必要であるが、これまで多くの測定器が採用してきた Gaertner-Griesser の方法（光源の入射光束中に紫外カットフィルターを適切量挿入して照明光中の相対紫外強度を調整する方法）に変え、より高精度で瞬時に調整が行なえる新技術 NUVC (Numerical UV Control の略) を採用した紙パルプ製品用分光測色計 CM-3630 について紹介する。

2. 光測色計 CM-3630 の仕様

分光測色計 CM-3630 の仕様を表 1 に、外観を写真 1 に示す。

3. 分光測色計 CM-3630 の構成

照明光学系は、直径φ150 mm の積分球を採用し、積分球内壁には硫酸バリウムを塗布している。そして NUVC (Numerical UV Control) のための異なる分光特性を持つ 3 つのパルスキセノン光源（パルスキセノンランプ 1 (Xe 1)：UV-Full 光源，パルスキセノンランプ 2 (Xe 2)：UV-400 nmCut 光源，パルスキセノンランプ 3 (Xe 3)：UV-420 nmCut 光源）を積分球に配置している。

分光手段はサンプル光とリファレンス光を 1 つの回折格子で各波長に分散しデュアル 40 素子 SPD で同時受光するデュアルチャンネルポリクロメータ備える。また、ダブルビームシステム（照明光の微妙な光量変化や色変化をリファレンスファイバーを通してモニターして補正をかけるシステム）を採用しているので高精度な測定が行なえる。

*平成 11 年度年次大会講演（講演 No. C 16）

表 1 CM-3630 の仕様

照明・受光光学系	d/0(JIS P 8148, ISO 2469 他準拠)
受光素子	デュアル 40 素子 SPD
分光手段	平面回折格子
測定波長範囲, 半値幅	360 nm~740 nm(10 nm ピッチ), 約 10 nm
測定光源	パルスキセノンランプ×3 個
測定径/照明径	φ 30 mm/φ 34 mm
器差	BCRA タイル 12 色平均 ΔE^*ab 0.2 以下
繰り返し性	分光反射率: σ 0.1% 以内, 色彩値: $\sigma \Delta E^*ab$ 0.02 以内 (White)
UV 切換	瞬間調整(NUVC 手法) * :UV 400/UV 420 カットフィルター付き
大きさ・重量	300(幅)×585(高さ)×315(奥行)mm・15.5 kg
動作ソフト	Paper Control for CM-3630 (CM-S 10 W)

写真 1 CM-3630 の外観

図 1 CM-3630 構成図

図 1 に CM-3630 の構成図を示す。

4. 分光測色計 CM-3630 の特徴

4.1 ジオメトリー

ジオメトリーは d/0 (拡散照明・0° 方向受光) の光学系で各規格 (JIS P 8148, ISO 2469, DIN 53145 Part 1/Part 2, TAPPI T 525) に準拠している。従来製品のグロストラップは積分球内壁のうち、試料開口部中心の法線に対して張る半角 15.5° の囲まれる円内に正反射光を取り除くための処理を黒塗装 (一般的な黒塗装では反射率 4%~5% 程度はある) などの手法を採用しているが正確なグロストラップができ

ない。例えば、平面鏡など正反射光だけのサンプルを測定した場合、数%程度の反射率がでる (限りなく 0% に近いのが高精度なグロストラップといえる)。

CM-3630 では、グロストラップ部を開口とし積分球外に光吸収部材を設けることでグロストラップ部における正反射光の除去精度を向上させ、高精度な測定が行なえるようにした。

図 2 に CM-3630 のジオメトリーを示す。図 3 に従来製品と CM-3630 の平面鏡の測定データを示す。

4.2 蛍光測定

4.2.1 蛍光測定の従来方法

蛍光増白剤を含むサンプルの測定においては、照明光の持つ相対的な UV 強度を D 65 光源などの標準的

図 2 CM-3630 ジオメトリ

ミラー反射率

図 3 平面鏡測定値

な照明光に合わせて調整する必要がある。従来は図 4 に示すように、照明光束中に UV カットフィルターを適量挿入することで UV 強度を調整する方法で行っていた。これは Gaertner/Griesser の方法と呼ばれ、蛍光用測定器に広く普及している。しかし、この方法では、UV カットフィルターを機械的に移動させて基準サンプルを測定するという作業を繰り返し行って調整をしなければならず 10 分単位の時間がかかるのが一般的である。

図 4 Gaertner/Griesser の方法

4.2.2 NUVC

CM-3630 では、UV エネルギーを十分に含む Xe 1 光源以外に 400 nm 以下の UV エネルギーを除去した Xe 2 光源を備えている。これら 2 つの光源を順次発光して測定した 2 つの反射特性から数値的に任意の相対 UV 強度の照明での反射特性を合成する。ここで Xe 1 光源での反射率は UV フル反射率とし、Xe 2 光源での反射率は UV カット反射率として各々の表示も可能である (図 5)。NUVC ではフィルターの可動部もなく 1 度基準サンプルを測定するだけで瞬時に調整が可能となる。さらに数値的な処理であるため、D 65 以外の複数の標準照明光に対する調整や複数の色彩値を対象にした調整を可能にするなどの柔軟性を合わせて持っている。また 420 nm 以下の UV エネルギーを除去した Xe 3 光源も備えているので、蛍光増白剤の特性と目的に合わせて光源を使い分けることができる。

4.2.3 UV 調整方法

ここで調整可能な色彩値を比較してみると、従来の Gaertner/Griesser の方法では ISO Brightness もしくは WI に対して調整可能であるが、NUVC ではこれらの他に WI と tint 値が同時に一致させるように調整したり、これらの算出のベースになる全分光放射輝度率 (Profile) そのものに調整することも可能である。

4.2.4 Xe 分光分布

各 Xe 光源の分光分布を図 6 に示す。Xe 1 光源 (UV full) は UV が十分にあり、Xe 2 光源 (UV 400 nm CUT) では 390 nm 以下が、Xe 3 光源 (UV 420 nm CUT) では 410 nm 以下がカットされていることが分かる。

4.2.5 CIE Publication, No 51 による評価

CM-3630 の Xe 1 光源 (UV full) を CIE Publication, No 51 (TC-1.3) の評価方法にて評価した結果を図 7 に示す。

CIE Publication, No 51 の評価とは、標準の光 D 65 の分光分布の評価方法である。つまり、条件等色対に

図 5 NUVC 調整式

表 2 UV 調整方法比較

*従来方法 (Gaertner/Griesser method)
・ CIE WI
・ ISO Brightness
*NUVC (Numerical UV Control)
・ CIE WI
・ CIE Tint
・ CIE WI & Tint
・ Profile
・ ISO Brightness

おける条件等色（メタメリズム）である。紫外域の評価用として紫外域の励起光効率が異なり分光蛍光強度が一致する3組の条件等色対と、可視域の評価用として5組の条件等色対で評価を行なう。CM-3630は、ランクAB（評価が高い順にA, B, C, D, Eランクと大別）ということでD65光源に非常に良く合っていることが分かる。ランクABの意味は、最初のAは可視域の評価結果を、後のBは紫外域の評価結果である。

5. ま と め

以上、分光測色計CM-3630について概要説明をおこなった。分光測色計CM-3630は紙パルプ製品で多

図 6 Xe 光源分光分布

くを占める蛍光増白紙の色測定を新技術であるNUVC (Numerical UV Control) 手法を採用することで従来より早く調整でき、また高精度な測定が可能な製品である。

近來、特に北欧では、紙パルプ業界で一般的な観察光源（D65光源）のほかにC光源の評価の重要性が高まっており分光測色計CM-3630の専用動作ソフトにC光源の評価機能を追加した。今後も継続開発を行ない、機能強化、操作性向上などを行なっていく所存である。

CIE Pub. No. 51

**“A Method for Assessing the Quality of Daylight Simulators for Colorimetry
Using 5 and 3 Metameric Pairs for Visible and UV Range Respectively”**

1. Fluorescent Samples for Evaluation in UV range

Spectral Fluorescent Efficiency

Spectral Fluorescent Intensity

2. Spectral Intensity of Illumination in CM-3630

3. CIE Pub. No. 51 MI_{vis} , MI_{uv} and Ranking

For CM-3630 $MI_{vis}=0.21$ and $MI_{uv}=0.38$, Ranking AB

図 7 CIE Pub. No 51 による評価

- ④薬品抵抗性菌の発生を防止する
- ⑤取り扱い時の危険性が低い

(本文 40 ページ)

分光測色計 CM-3630

ミノルタ株式会社 計測機器事業部 牧野 正行

ミノルタ株が、紙パルプ製品用に開発した分光測色計 CM-3630 について説明する。

紙パルプ製品の多くを占める蛍光増白紙の色測定には、照明光の相対紫外強度の調整が必要であるが、これまで多くの測色器が採用してきた、Gaertner-Glieeser の方法（十分な紫外エネルギーを持つ光源から積分球への入射光束中に、紫外カットフィルターを適切量挿入して、照明光中の相対紫外強度を調整する方法）には、以下の 2 つの問題点があった。

1. 一つの測色値、例えば CIE WI が、標準照明光での値と相関性をもつように相対紫外強度を調整するので、他の測色値、例えば CIE Tint については相関性が得られない。
2. 調整には、標準蛍光試料の測定と紫外カットフィルターの移動を繰り返す必要があり、手間と時間がかかる。

CM-3630 は、新技術 NUV C (Numerical UV Control の略) を採用することで、これらの問題点を根本的に改善している。NUV C は、積分球に紫外エネルギーを十分含んだ光源と紫外エネルギーを除去された光源とを備え、各光源によって照明された試料の二つの全分光放射輝度率を、適切な重み係数で合成することで、任意の相対紫外強度をもつ照明光での全分光放射輝度率を数値的に合成する。調整は二つの測色値、(例えば CIE WI と CIE Tint) の双方が相関性をもつように行うことも、全分光放射輝度率そのものが相関性をもつように行うことも可能であり、瞬時に完了する。また、機械的な可動部分を必要とせず、信頼性が高い。

(本文 45 ページ)

SEM, EPMA による紙パルプ関連試料の観察、分析技術の推移 (第 4 報) EPMA によるカラーマッピング(2)

日本製紙株式会社 商品開発研究所 濱田 忠平

試料の形態に対応した構成元素の分布状態を明瞭に示すことのできる EPMA カラーマッピング法は紙パルプの分野で研究や品質管理などに広く活用されている。また、ここ数年の間に EPMA のハード及びソフトの面での進歩は著しく、これまで不可能と考えられていた分析手法が可能となったケースも少なくない。

本稿では紙の厚さ方向の填料、顔料、バインダーなどの分布状態測定法の推移、ラテックス、カゼイン、フェノール樹脂、リグニン、キシランなどの有機物質に OS, Br, Hg, Fe などの EPMA で特定できる元素をラベルさせて分析する方法、コーティング多層膜分光素子 (Layered Dispersion Element: LDE と略称する) によるカゼインなどの窒素含有物質の分析法、試料の薄物化によるよりミクロな領域での分析法など EPMA カラーマッピング法の各種紙パルプ関連試料への活用状況について述べる。

(本文 50 ページ)