

ユーザーベネフィット

- ◆ 繊維製品に含まれる蛍光を確認および除去することで、正しいUPF値を計算できます。
- ◆ LabSolutions™ UV-VisのUPF計算ソフトウェアを用いることで、各国の規格に沿ったUPF値を測定後自動で計算できます。

■はじめに

紫外線 (Ultraviolet Radiation : UV) は、肌の老化促進、しみ、そばかす、皮膚がんなどの原因になると言われています。このため、紫外線を遮蔽する商品への需要は高く、様々なメーカーがUVカットを謳う商品を開発していますが、これらの紫外線遮蔽の度合いを表す指標 (数値) として、UPF (Ultraviolet Protection Factor) 値が各国の規格で定められています*1。

本稿では、UPF値に影響する蛍光物質の有無を確認するために、分光蛍光光度計RF-6000を用いて蛍光測定を行いました。また、紫外可視分光光度計UV-2600iおよびLabSolutions UV-Vis UPFソフトウェアを用いてUPF値を計算し、マスクやキャップなど各商品の比較を行いました。なおアプリケーションニュースNo. A601では、衣類のUPF値測定事例を紹介していますので、併せてご覧ください。

*1 最新の各国規格については各々の公定書を参照ください。



図1 RF-6000の外観

■布製品の蛍光測定

一般的に、白色繊維製品には蛍光物質が多く含まれている場合がありますが、対象試料が蛍光を発すると、測定される試料の透過率は「透過率+蛍光」を合わせた値となり、計算されるUPF値は本来の数値よりも低くなります。そこで、布製品中に含まれる蛍光物質の有無を確認するため、分光蛍光光度計RF-6000を用いて三次元 (3D) 蛍光スペクトル測定を行いました。試料としてはマスク6種類と帽子、タオルの計8試料を用意しました。RF-6000の外観を図1に、測定条件を表1に示し、得られた測定結果を図2に示します。

表1 測定条件

装置	: RF-6000 固体 (粉末) 試料ホルダ
励起 (Ex) 波長範囲	: 280 - 400 nm
蛍光 (Em) 波長範囲	: 280 - 550 nm
データ間隔	: Ex 5.0 nm、Em 1.0 nm
スキャン速度	: 30000 nm/min
スペクトルバンド幅	: Ex 5.0 nm、Em 5.0 nm
感度	: Low

図2よりNo.1の市販マスク（白）とNo.3の機能性マスク（白）は、350～450 nm付近に蛍光を示し、その他の試料は蛍光を示さないことがわかります。

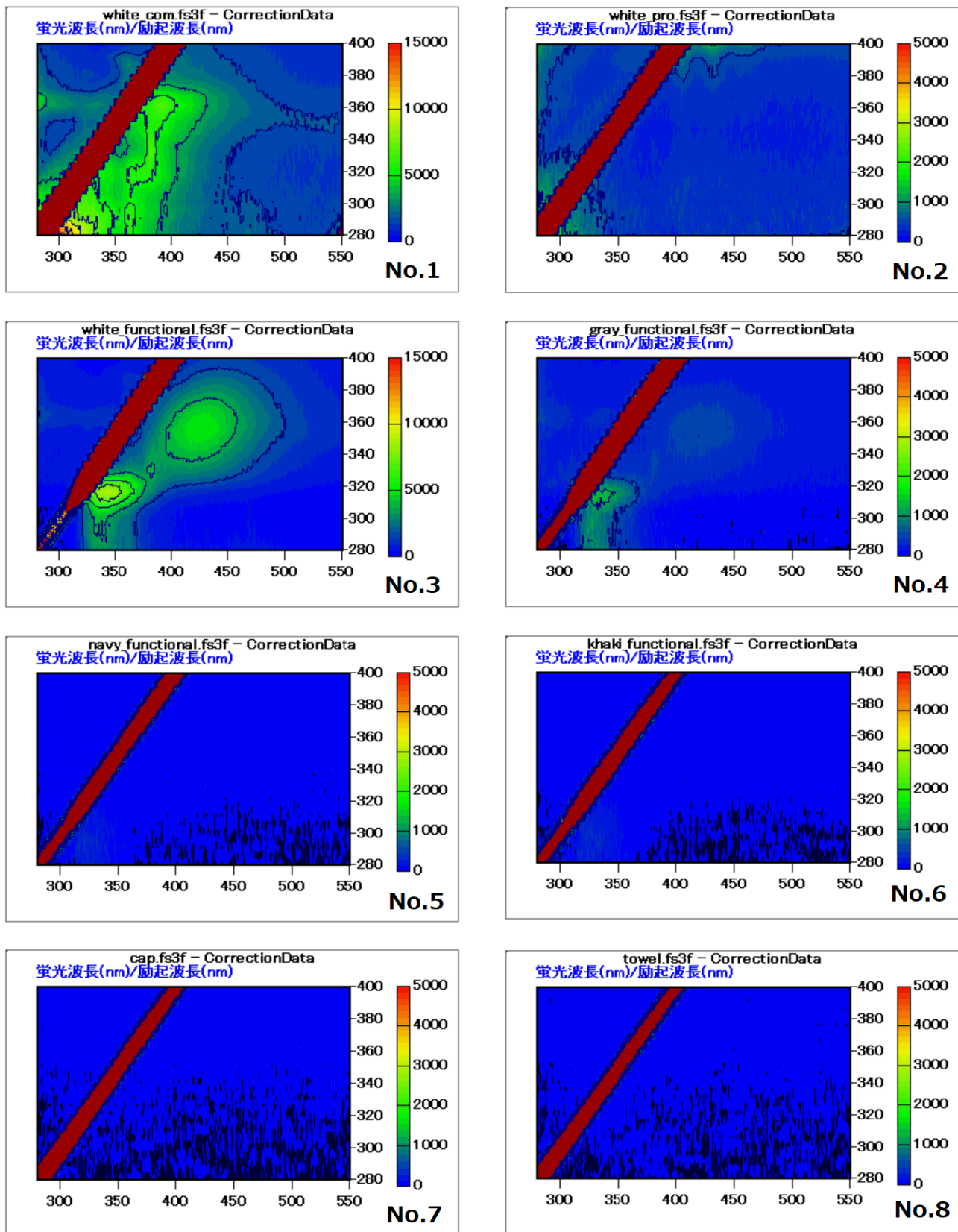


図2 布製品の3D蛍光スペクトル

No.1：市販マスク（白）、No.2：業務用マスク（白）、No.3：機能性マスク（白）、No.4：機能性マスク（グレー）、
No.5：機能性マスク（ネイビー）、No.6：機能性マスク（カーキ）、No.7：機能性帽子（黒）、No.8：機能性タオル（黒）

■ 布製品の透過測定

紫外可視分光光度計UV-2600iを用いて、蛍光測定を行った8試料（マスク6種類と帽子、タオル）、各8試験片の透過測定を行いました。UV-2600iの外観を図3に、測定条件を表2に示し、得られた測定結果を図4、5に示します。なお、蛍光による影響を除去するために、431 nmより長波長側をカットするバンドパスフィルター（シグマ光機株式会社製UTVAF-50S-33U）を試料透過後の光路に設置して測定を行いました*2。

*2 ベースライン測定時は試料測定時と同条件、つまりバンドパスフィルターを設置した状態で実施しました。



図3 UV-2600iの外観

表2 測定条件

装置	: UV-2600i ISR-2600Plus LabSolutions UV-Vis UPF
測定波長範囲	: 280 - 400 nm
データ間隔	: 1.0 nm
スキャン速度	: 低速
スリット幅	: 5.0 nm
光源切替波長	: 323 nm
検出器切替波長	: 830nm
S/R 切替	: 反転

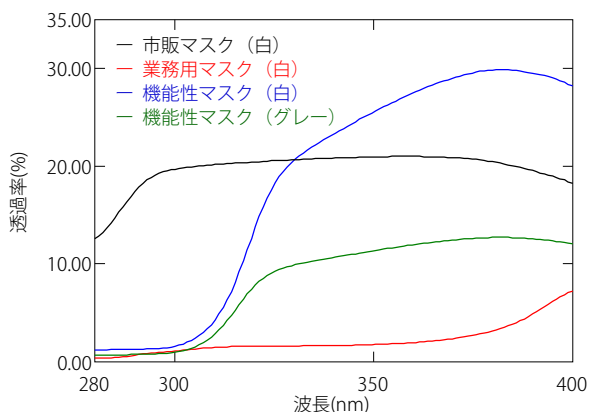


図4 布マスク（4種類）の透過スペクトル

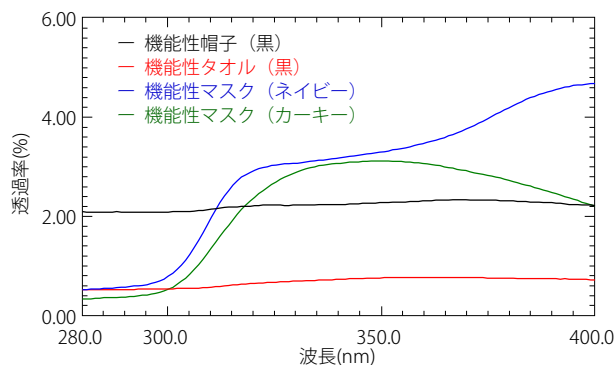


図5 機能性布製品（4種類）の透過スペクトル

図4、5から、市販マスク（白）と機能性マスク（白）は、他の布製品と比較すると高い透過率を示すことがわかります。

■ 布製品のUPF値評価

紫外線はA波（315～400 nm）、B波（280～315 nm）、C波（280 nm未満）に分類され、地表に降り注ぐ紫外線のほとんどはA波とB波だと言われています。これらの領域を測定し、各国の規格に記載されている数式でUPF値を計算した結果を表3に示します。なお、各国規格毎に計算する項目や式が多少異なっています。例えば日本産業規格（JIS）では、A波/B波の領域すべてを含んで紫外線遮蔽率を算出しますが、英国規格（EN）/ドイツ工業規格（DIN）やオーストラリア/ニュージーランド規格（AS/NZS）では、A波/B波毎に透過率を算出します。

また、各国規格にはUPF表記に関する記載もあります。表3に示した計算結果を、各国規格に合わせた場合のUPF表記を表4に示します。ここで、UPF表記は表3に示したUPF平均値（EN/DINではUPF_{AVERAGE}、AS/NZSではmean UPF）から標準偏差に定数を掛けた値を減算します。なお、ここで示した定数は各国規格毎に異なります。詳細は各々の最新公定書を参照ください。

弊社UPF値計算ソフトウェア（LabSolutions UV-Vis UPF）では、上記規格にくわえて、以下の規格に準じた計算も可能です*3。

1. アメリカ繊維化学技術 染色技術協会規格AATCC 183-2014：UPF/UVA/UVB/紫外線遮蔽率（UVA）/ 紫外線遮蔽率（UVB）
2. 中国国家標準GB/T 18830-2009：UPF/UVA/UVB

なお、試料測定場所毎に得られる数値にばらつきが大きいと、UPF値はUPF平均値から大きく乖離します。例えば、業務用マスク（白）のUPF平均値は61.39と50を上回っていますが、JISにおける表記ではUPF 35となります。

図4を見ると、市販のマスク（白）は紫外線を遮蔽する効果がほとんどないことがわかります。また、機能性マスクでは、カーキ、ネイビー、グレー、白の順に紫外線遮蔽効果が高く、さらに同じ黒色でも、帽子とタオルでは効果が異なることもわかりました。

*3 ソフトウェアで対応している各国規格は表3および文中に記述されている規格です。

■まとめ

布製品に含まれる蛍光物質の有無を分光蛍光光度計RF-6000を用いて確認しました。この結果をもとに、蛍光の影響を除去することで正しいUPF値を計算することができました。

UPF値計算ソフトウェアLabSolutions UV-Vis UPFを用いて測定および解析を行いました。このソフトウェアを用いることにより、UPF値の計算に必要なUPF平均値だけでなく、各国の規格に記載された紫外線遮蔽率やUVA/UVB値を自動計算することが可能です。

表3 各国規格に準じたUPF値の計算結果

試料	色	日本工業規格 JIS L1925-2019		イギリス規格 EN13758-1-2002 ドイツ規格 DIN EN 13758-1-2007			オーストラリア/ニュージーランド規格 AS/NZS 4399-2017		
		UPF 平均値	紫外線 遮蔽率	UPFAVERAGE	UVAVERAGE	UVBAVERAGE	mean	mean	mean
							UPF	UVA _{AV}	UVB _{AV}
市販マスク	白	5.54	80.70 %	5.53	19.80 %	17.60 %	5.54	19.80 %	17.60 %
業務用マスク	白	61.39	97.30 %	61.13	3.10 %	1.50 %	61.39	3.10 %	1.50 %
機能性マスク	白	15.58	80.50 %	15.28	24.50 %	2.60 %	15.58	24.50 %	2.60 %
	グレー	25.18	90.60 %	24.74	11.60 %	2.00 %	25.18	11.60 %	2.00 %
	ネイビー	54.14	96.90 %	53.5	3.60 %	1.20 %	54.14	3.60 %	1.20 %
	カーキ	79.06	97.80 %	78	2.60 %	0.80 %	79.06	2.60 %	0.80 %
機能性帽子	黒	46.6	97.70 %	46.57	2.30 %	2.20 %	46.6	2.30 %	2.20 %
機能性タオル	黒	168.61	99.30 %	168.21	0.80 %	0.60 %	168.61	0.80 %	0.60 %

表4 各国規格に準じたUPF表記

試料	色	JIS L1925-2019 UPF格付け値	EN17258-1-2002 UPF	AS/NZS 4399-2017 Rated UPF
市販マスク	白	UPF 適用外	UPF 5	-
業務用マスク	白	UPF 35	UPF 44	UPF 30
機能性マスク	白	UPF 適用外	UPF 14	-
	グレー	UPF 20	UPF 24	UPF 15
	ネイビー	UPF 45	UPF 48	UPF 30
	カーキ	UPF 50+	UPF>50	UPF 50+
機能性帽子	黒	UPF 35	UPF 40	UPF 30
機能性タオル	黒	UPF 50+	UPF>50	UPF 50+

LabSolutionsは、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

01-00032-JP 初版発行：2021年3月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

改訂版は会員制サイト Solutions Navigator で閲覧できます。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>
閲覧には、会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録ください。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

© Shimadzu Corporation, 2021