

## 功能性口罩等纺织品的 UPF 值评估

川原 和美、祖父江 和树

## 使用益处

- ◆ 可以通过确认并去除纺织品中所含的荧光来计算真实 UPF 值。
- ◆ 可以使用 LabSolutions™ UV-Vis 的 UPF 计算软件在测定后根据各国标准自动计算 UPF 值。

## ■ 前言

通常认为紫外线 (Ultraviolet Radiation: UV) 会导致皮肤老化、色斑、雀斑和皮肤癌。因此,阻隔紫外线商品的需求很大,各个厂商都在开发号称可以阻隔紫外线的商品,为了表示这些产品阻隔紫外线的程度指标(数值),各国的标准中都规定了紫外线防护系数 UPF (Ultraviolet Protection Factor) \*1。

在本文中,为了确认是否存在影响 UPF 值的荧光物质,我们使用荧光分光光度计 RF-6000 作了荧光测定。此外,还使用紫外可见分光光度计 UV-2600i 以及 LabSolutions UV-Vis UPF 软件计算口罩和帽子等各商品的 UPF 值并对其作了比较。另外,也请参阅应用新闻 No.A601 中介绍的服装 UPF 值测定示例。

\* 1 各国最新标准请参考各国官方文件。

## ■ 纺织品的荧光测定

一般来说,白色纤维产品可能含有大量的荧光物质,所以如果目标样品发出荧光,被测定样品的透射率则为“透射率 + 荧光”之和,计算出的 UPF 数值会低于实际值。因此,为了确认纺织品中是否存在荧光物质,可使用荧光分光光度计 RF-6000 进行三维 (3D) 荧光光谱测定。我们共准备了 8 个样品,包括 6 种口罩、帽子和毛巾。RF-6000 的外观如图 1 所示,测定条件如表 1 所示,得到的测定结果则如图 2 所示。



图 1 RF-6000 的外观

表 1 测定条件

装置	: RF-6000 固体 (粉末) 样品架
激发 (Ex) 波长范围	: 280 - 400 nm
荧光 (Em) 波长范围	: 280 - 550 nm
数据间隔	: Ex 5.0 nm、Em 1.0 nm
扫描速度	: 30000 nm/min
光谱带宽	: Ex 5.0 nm、Em 5.0 nm
灵敏度	: Low

从图 2 可知, No.1 市售口罩 (白色) 和 No.3 功能性口罩 (白色) 在 350 ~ 450 nm 的波长附近显示出荧光, 其他样品未显示荧光。

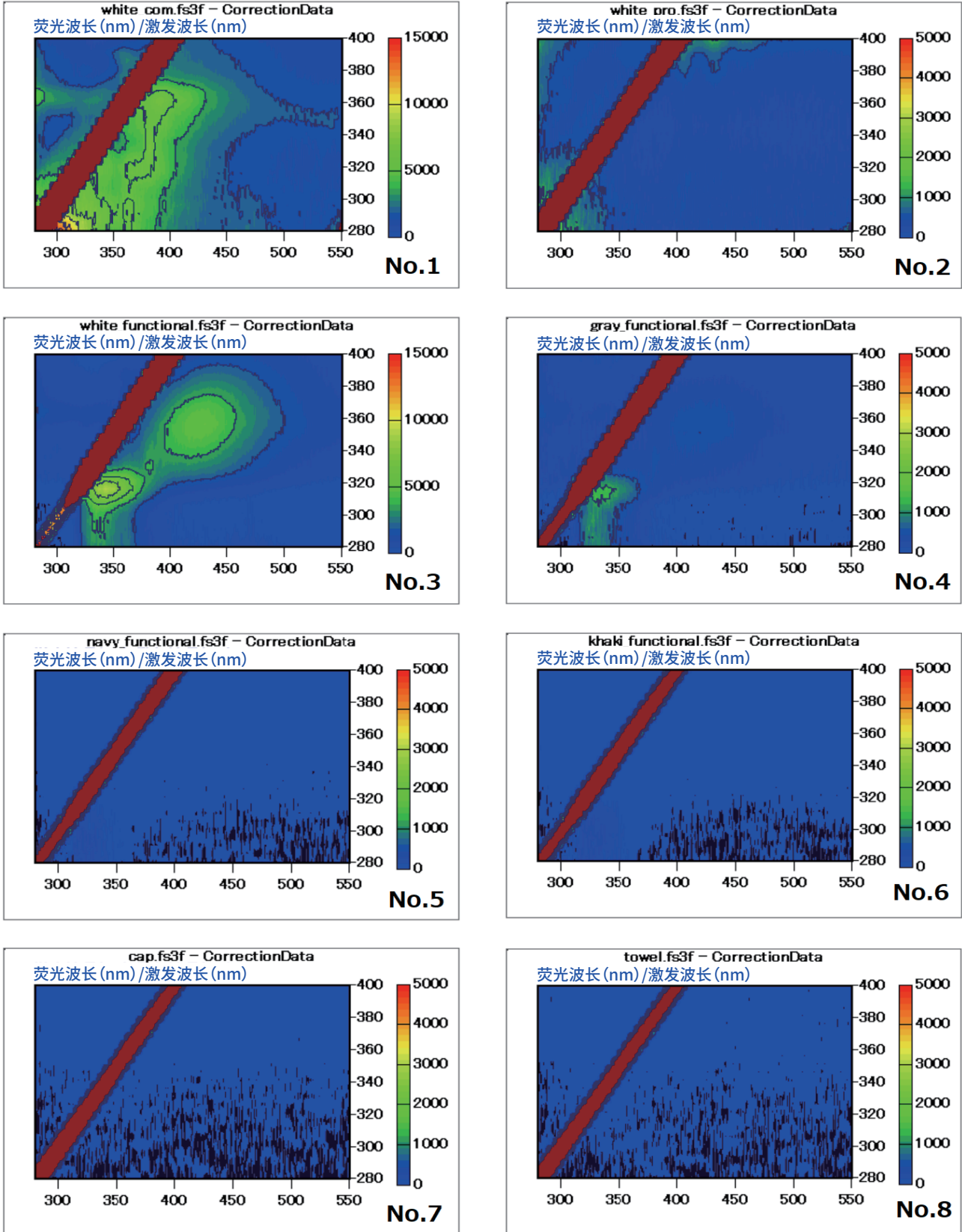


图 2 布类产品的 3D 荧光光谱

No.1: 市售口罩 (白色)、No.2: 商用口罩 (白色)、No.3: 功能性口罩 (白色)、No.4: 功能性口罩 (灰色)、  
No.5: 功能性口罩 (海军蓝)、No.6: 功能性口罩 (卡其色)、No.7: 功能性帽子 (黑色)、No.8: 功能性毛巾 (黑色)

## ■ 纺织品的透射测定

使用紫外可见分光光度计 UV-2600i 对做了荧光测定的 8 个样品（6 种口罩、帽子、毛巾）的测试片进行透射测定。UV-2600i 的外观如图 3 所示，测定条件如表 2 所示，得到的测定结果如图 4、5 所示。另外，为了消除荧光产生的影响，在透过样品后的光路上安装带通滤光片 UTVAF-50S-33U（西格玛光机株式会社制造）<sup>\*2</sup>，过滤掉 431 nm 及其长波侧的光谱能量。

\*2 在与样品测定相同的条件下测定基线，即在安装带通滤光片的情况进行。



图 3 UV-2600i 的外观

表 2 测定条件

装置	: UV-2600i ISR-2600Plus LabSolutions UV-Vis UPF
测定波长范围	: 280 - 400 nm
数据间隔	: 1.0 nm
扫描速度	: 低速
狭缝宽度	: 5.0 nm
光源切换波长	: 323 nm
检测器切换波长	: 830 nm
S/R 切换	: 相反

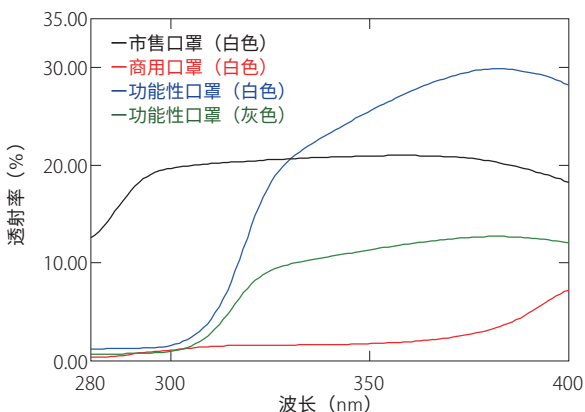


图 4 布口罩（4 种）的透射光谱

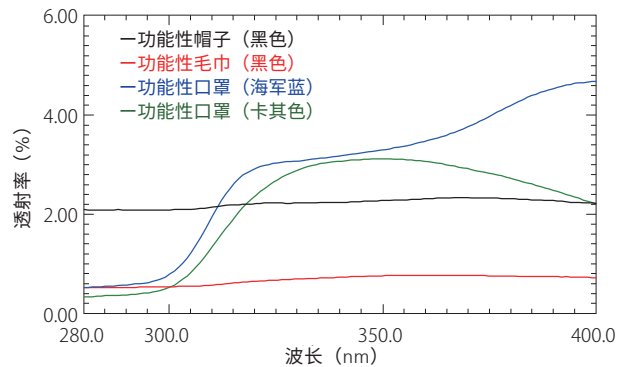


图 5 功能性布口罩（4 种）的透射光谱

从图 4、5 可知，市售口罩（白色）和功能性口罩（白色）的透射率高于其他纺织品。

## ■ 纺织品的 UPF 值评估

紫外线分 A 波段（315 ~ 400 nm）、B 波段（280 ~ 315 nm）、C 波段（小于 280 nm）三个波段，研究表明，到达地球表面的紫外线大部分是 A 波段和 B 波段。表 3 所示为这些波段范围的测量结果及根据各国标准中所述的公式计算出的 UPF 值结果。另外，每个国家的标准中计算的项目和公式也略有不同。例如，在日本工业标准（JIS）中，紫外线阻隔率 PA 的计算整个紫外波段范围（290 nm~400 nm），但英国标准（EN）、德国工业标准（DIN）和澳大利亚及新西兰标准（AS/NZS）中要求分别计算 UVA（290 nm~315 nm）和 UVB（315 nm~400 nm）波段的透射率。

此外，各国标准中还对 UPF 的表示方法作了规定。表 4 所示为表 3 所示计算结果匹配各国标准时的 UPF 表示方法。UPF 表示方法为从表 3 所示的 UPF 平均值（EN/DIN 为 UPFAVERAGE、AS/NZS 为 mean UPF）经修正后获得。另外，修正过程所使用的计算系数因每个国家的标准而异。详情请参考各个国家的官方文件。

除上述标准外，本公司 UPF 值计算软件（LabSolutions UV-Vis UPF）还可以根据以下标准进行计算<sup>\*3</sup>。

1. 美国纤维化学技术染色技术协会标准 AATCC 183-2014：UPF、T（UV-A）、T（UV-B）、紫外线阻隔率（UV-A）、紫外线阻隔率（UV-B）
2. 中国国家标准 GB/T 18830-2009：UPF、UVA、UVB

如果样品每个测定位置所得的值差异很大，则说明 UPF 值明显偏离 UPF 平均值。例如，商用口罩（白色）的 UPF 平均值为 61.39，高于 50，但按照 JIS 方法进行修正后表示为 UPF 35。

从图 4 可知，市售口罩（白色）几乎没有阻隔紫外线的效果。此外，我们还发现，功能性口罩的紫外线阻隔效果由高到低依次为卡其色、海军蓝、灰色和白色，即使同为黑色，帽子和毛巾的效果也有所不同。

\*3 软件兼容的各国标准包括表 3 及正文中所述的标准。

## ■ 结论

使用荧光分光光度计 RF-6000 测定布类产品中是否存在荧光物质。根据这个结果，可通过消除荧光产生的影响来计算正确的 UPF 值。

使用 UPF 值计算软件 LabSolutions UV-Vis UPF 进行了测定和分析。使用该软件不仅可以自动计算出 UPF 值计算中所需的 UPF 平均值，还可以自动计算出各国标准中所述的紫外线阻隔率和 UVA/UVB 值。

表 3 按照各国标准计算出的 UPF 值结果

样品	颜色	日本工业标准 JIS L1925-2019		英国标准 EN13758-1-2002 德国标准 DIN EN 13758-1-2007			澳大利亚 / 新西兰标准 AS/NZS 4399-2017		
		UPF 平均值	紫外线 阻隔率	UPF <sub>AVERAGE</sub>	UVA <sub>AVERAGE</sub>	UVB <sub>AVERAGE</sub>	mean	mean	mean
							UPF	UVA <sub>AV</sub>	UVB <sub>AV</sub>
市售口罩	白色	5.54	80.70 %	5.53	19.80 %	17.60 %	5.54	19.80 %	17.60 %
商用口罩	白色	61.39	97.30 %	61.13	3.10 %	1.50 %	61.39	3.10 %	1.50 %
功能性口罩	白色	15.58	80.50 %	15.28	24.50 %	2.60 %	15.58	24.50 %	2.60 %
	灰色	25.18	90.60 %	24.74	11.60 %	2.00 %	25.18	11.60 %	2.00 %
	海军蓝	54.14	96.90 %	53.5	3.60 %	1.20 %	54.14	3.60 %	1.20 %
	卡其色	79.06	97.80 %	78	2.60 %	0.80 %	79.06	2.60 %	0.80 %
功能性帽子	黑色	46.6	97.70 %	46.57	2.30 %	2.20 %	46.6	2.30 %	2.20 %
功能性毛巾	黑色	168.61	99.30 %	168.21	0.80 %	0.60 %	168.61	0.80 %	0.60 %

表 4 各国标准中的 UPF 表示方法

样品	颜色	JIS L1925-2019 UPF 评级值	EN17258-1-2002 UPF	AS / NZS 399-2017 RatedUPF
市售口罩	白色	UPF 不适用	UPF 5	-
商用口罩	白色	UPF 35	UPF 44	UPF 30
功能性口罩	白色	UPF 不适用	UPF 14	-
	灰色	UPF 20	UPF 24	UPF 15
	海军蓝	UPF 45	UPF 48	UPF 30
	卡其色	UPF 50+	UPF>50	UPF 50+
功能性帽子	黑色	UPF 35	UPF 40	UPF 30
功能性毛巾	黑色	UPF 50+	UPF>50	UPF 50+

岛津应用云



LabSolutions 为株式会社岛津制作所在日本及其他国家的商标。



岛津企业管理（中国）有限公司  
岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话： 800-810-0439  
400-650-0439

免责声明：

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；  
\* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。  
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2021 年 3 月