

## 紫外線照射によるフィルム劣化の評価 —カラー測定, ヘイズ測定—

### Investigation of Deterioration for UV Irradiated Film -Color Measurement and Haze Measurement-

太陽電池には紫外線や雨、風、外気などから装置を保護するために様々な種類のフィルムが使用されています。これらのフィルムとしてポリエチレンテレフタレート (PET) やエチレン・酢酸ビニル共重合体 (EVA) 等がよく使用されますが、これらのフィルムが劣化した場合、分光特性がどのように変化するかを把握することは大変重要です。

今回、紫外線による影響の評価としてPETフィルムとEVAフィルムに紫外線を照射し透過スペクトルがどのように変化するかをカラー測定、ヘイズ測定の観点から調べましたので報告します。

M. Sugioka T. Tsuchibuchi

#### ■紫外線照射したPETフィルムのカラー測定 Color Measurement of UV Irradiated PET Film

透明なPETフィルムに紫外線を照射し、紫外線による全光線透過率の変化を測定しました。紫外線照射時間0 (未照射)、60、120、180分の試料をそれぞれ用意し、全光線透過率の測定には積分球付属装置を用いました。全光線透過率とは直線透過率と拡散透過率を足し合わせたものとなります。測定結果をFig. 1に、波長範囲300~700 nmの拡大表示をFig. 2に、分析条件をTable 1に示します。

Fig. 2より、照射時間の長い試料ほど紫外領域から500 nm以下の可視領域において透過率が大きく低下していることがわかります。400~500 nmの可視光は青色系統色に相当し、この領域の透過率が低下した場合、緑色・赤色系統色が優勢となります。その結果、試料は緑色と赤色の混色である黄色を示すこととなりますが、実際の試料も紫外線照射により若干の黄色味を帯びていました。

そこでカラー測定ソフトウェアを用いてこれら4データの黄色度YI値を計算しました。その結果をTable 2に示します。照射時間の長いものほどYI値が大きくなっていることがわかります。このように黄色度を求めることで色の変化を定量的に把握することが可能となります。なお、Fig. 1の近赤外域に見られる波打った波形は、光がフィルムを通過する際に起こる干渉が原因で生じたものです。

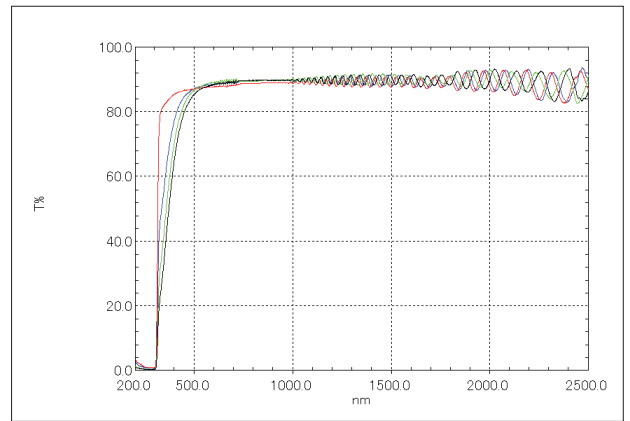


Fig. 1 紫外線照射したPETフィルムの全光線透過率のスペクトル  
(赤: 0分, 青: 60分, 緑: 120分, 黒: 180分)  
Total Luminous Transmittance Spectra of UV Irradiated PET Film  
(Red : 0 min, Blue : 60 min, Green : 120 min, Black : 180 min)

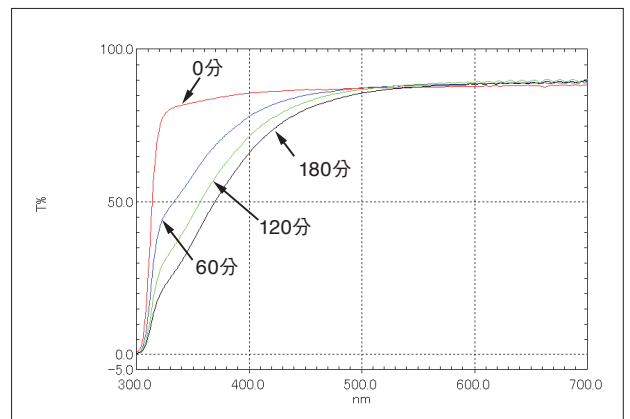


Fig. 2 Fig. 1の拡大図  
Expanded Transmittance Spectra of Fig. 1

Table 1 分析条件  
Analytical Conditions

使用装置	: 紫外可視近赤外分光光度計UV-3600, 大形試料室MPC-3100 (積分球内蔵)
測定波長範囲	: 200 nm ~ 2500 nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 1.0 nm
測光値	: 透過率
スリット幅	: (20) nm
グレーティング切替波長	: 720 nm
検出器切替波長	: 870 nm
紫外線照射器	: 浜松ホトニクス製LC8 (水銀キセノンランプ)
照射強度	: 130 mW/cm <sup>2</sup> (365 nmタイプ, 300 nm~450 nm)

Table 2 試料の黄色度  
Yellow Index of Samples

データ	YI
0分照射	1.45
60分照射	4.33
120分照射	7.29
180分照射	9.27

## ■紫外線照射したEVAフィルムのヘイズ測定 Haze Measurement of UV Irradiated EVA Film

太陽電池用として市販されているEVAフィルムに紫外線を照射しヘイズ(曇り)の変化を測定しました。ヘイズは試料の曇り度合いを表す指標で、全光線透過率に対する拡散透過率の比率として求められます。曇り度合いの大きな試料ほどヘイズ値は大きくなります。

全光線透過率と拡散透過率の測定手順を以下に示します。

- (1) Fig. 3のように積分球入り口に何も設置しない状態でベースライン補正を行なう。
- (2) Fig. 4のように積分球測定光側入り口に試料を設置して全光線透過率を測定する。
- (3) Fig. 5のように試料対面に位置する標準白板を外した状態で注1)拡散透過率を測定する注2)。

試料対面の標準白板を外すと直線透過率は積分球外へ逃げるようになります。これにより積分球内には拡散透過光のみが残り拡散透過率が測定できます。

Fig. 6は紫外線未照射のEVAフィルムに対して行なった全光線透過率、拡散透過率の測定結果です。両者の差が直線透過率に相当します。分析条件をTable 3に表示します。

全く曇りのない透明な試料の場合は拡散透過率がゼロとなり全光線透過率と直線透過率は等しくなります。

ヘイズ値は全光線透過率と拡散透過率を用いて次式から求められます注3)。

$$\text{ヘイズ}(\%) = (\text{拡散透過率} / \text{全光線透過率}) \times 100$$

紫外線照射時間0(未照射)、30分、60分、120分の各試料を用意し、それぞれの全光線透過率と拡散透過率を上述の方法により測定しました。測定結果をFig. 7、Fig. 8に示します。全光線透過率、拡散透過率ともに照射時間によるスペクトルの大きな変化は見られていません。

さらに550 nmにおける各試料のヘイズ値を求めました。その結果をTable 4に示します。ヘイズ値においても大きな違いは見られませんでした。

今回使用したEVAフィルムは太陽電池用に開発されたものであり、耐紫外線性に優れ、今回の紫外線照射条件では大きな変化はなかったと考えられます。

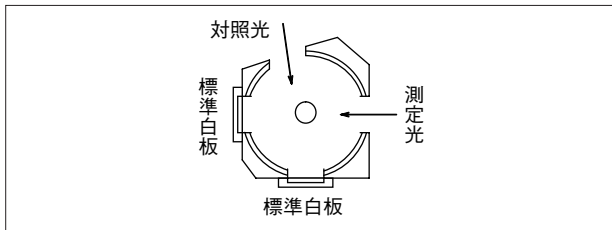


Fig. 3 ベースライン補正  
Baseline Correction

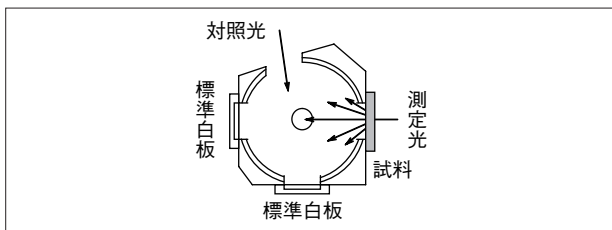


Fig. 4 全光線透過率測定  
Total Luminous Transmittance Measurement

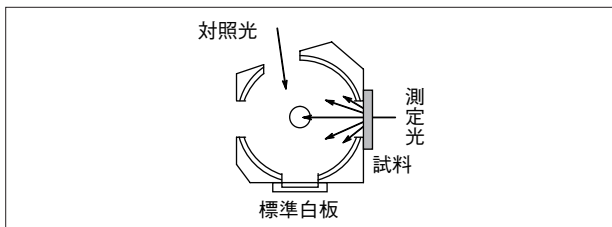


Fig. 5 拡散透過率測定  
Diffuse Transmittance Measurement

注1) 光トラップ(光を吸収する筒)を用いて測定する場合があります。

注2) 状況によっては0%補正が必要となる場合があります。

注3) 試料への測定光の照射状態や積分球の開口径などの相違から、専用のヘイズメーターの測定値とは差異が生じることがあります。 初版発行：2011年4月

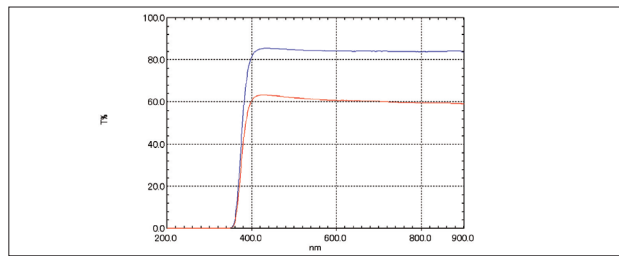


Fig. 6 紫外線未照射EVAフィルムにおける全光線透過率(青)と拡散透過率(赤)のスペクトル  
Total Luminous Transmittance (Blue) and Diffuse Transmittance (Red) Spectrum of non UV Irradiated EVA Film

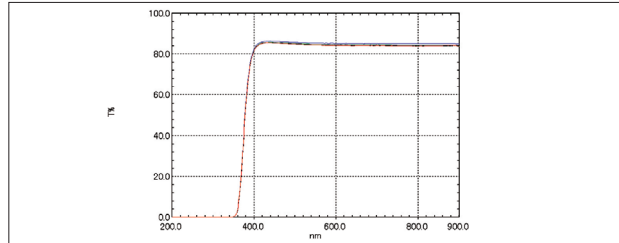


Fig. 7 0分(赤)、30分(黒)、60分(緑)、120分(青)照射試料の全光線透過スペクトル  
Total Luminous Transmittance Spectra after UV Irradiation  
(Red : 0 min, Black : 30 min, Green : 60 min, Blue : 120 min)

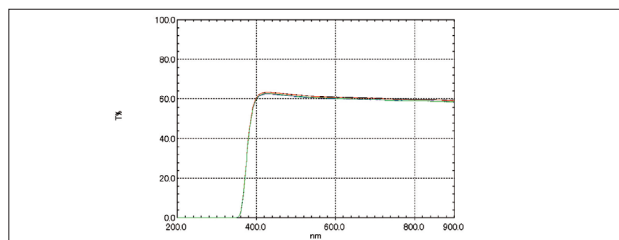


Fig. 8 0分(赤)、30分(黒)、60分(緑)、120分(青)照射試料の拡散透過スペクトル  
Diffuse Transmittance Spectra after UV Irradiation  
(Red : 0 min, Black : 30 min, Green : 60 min, Blue : 120 min)

Table 3 分析条件  
Analytical Conditions

使用装置	: 紫外可視近赤外分光光度計UV-3600, 大形試料室MPC-3100(積分球内蔵)
測定波長範囲	: 200 nm ~ 900 nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 1.0 nm
測光値	: 透過率
スリット幅	: (20) nm
グレーティング切替波長	: 720 nm
検出器切替波長	: 910 nm
紫外線照射器	: 浜松ホトニクス製LC8(水銀キセノンランプ)
照射強度	: 130 mW/cm <sup>2</sup> (365 nmタイプ, 300 nm~450 nm)

Table 4 ヘイズ値  
Haze of Each Sample

データ	ヘイズ値 (%)
0分照射	72.5
30分照射	72.6
60分照射	71.6
120分照射	70.9

## ■まとめ

### Conclusion

今回はPETフィルム、EVAフィルムの紫外線による影響をカラー測定とヘイズ測定の観点から調べました。フィルムだけでなく、カラー測定はプラスチック、建材、繊維などに対して、またヘイズ測定はガラスやプラスチック板など様々なものに対して行なわれています。このように紫外可視(近赤外)分光光度計を用いることで試料における色や曇りの変化を評価することができます。

**島津製作所** 分析計測事業部  
応用技術部

島津コールセンター

☎0120-131691  
TEL:075-813-1691

\*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。改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

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/>  
会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。