

UV TALK LETTER



Vol.3

2009.SPRING

UV TALK LETTER 分光器

今回は、UV TALK LETTER Vol.2の「分光光度計の構造」で解説した分光光度計の重要な要素のひとつ、「分光器」を解説します。

「分光」とは、様々な波長を含む光を、波長に応じて分けることを意味します。分光器に白色光（様々な波長を含む光）が入ると、緑（540nm）や赤（650nm）などの単色光（単一の波長の光）が取り出されます。原理は、図2に示すように、太陽光をプリズムに入れて虹を作る実験で説明できます。虹の部分にスリットを設置することで、単色光を取り出します。スリットを固定してプリズムをその場で回すと、回転につれて虹の方向が変わり、取り出される色が変わります。

光を虹のように分けることを分散と呼び、その機能を持つ素子を分散素子と呼びます。代表的な分散素子としてプリズムの他に回折格子（グレーティング）があります。回折格子に白色光を当てると、図3のように反射光は虹色に分かれます。CDの読み取り面に白色光を当てると虹色が見える現象は、回折格子の分散と同じしくみです。回折格子の場合もプリズムと同様に、その場で回すことでスリットから取り出される色が変わります。

これら分散素子と、太陽光のような平行光を作るための入口スリットやミラー、単色光を取り出すための出口スリットやミラーなどが組み合わさって、分光器は構成されています。

1.分散素子

代表的な分散素子はプリズムと回折格子です。表1のようにそれぞれ長所がありますが、分散についての特性が良いことから最近の分光光度計では回折格子がよく用いられます。プリズムは材質の屈折率が波長毎に異なることを利用して分散しますが、回折格子は光の回折方向が干渉のため波長毎に異なることを利用して分散します。以下、分光光度計によく用いられる反射型ブレード回折格子を解説します。

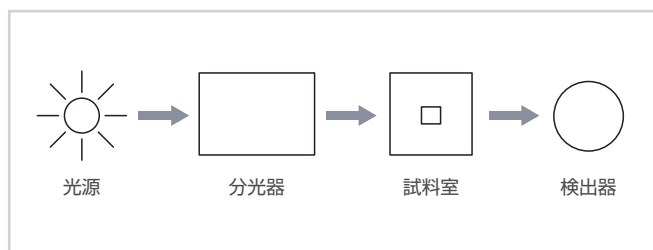


図1 分光光度計の構造

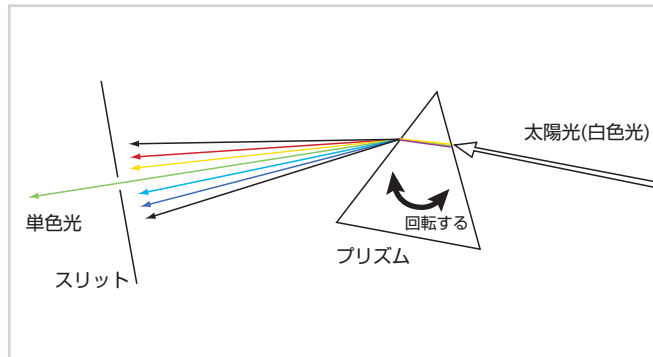


図2 プリズムの実験

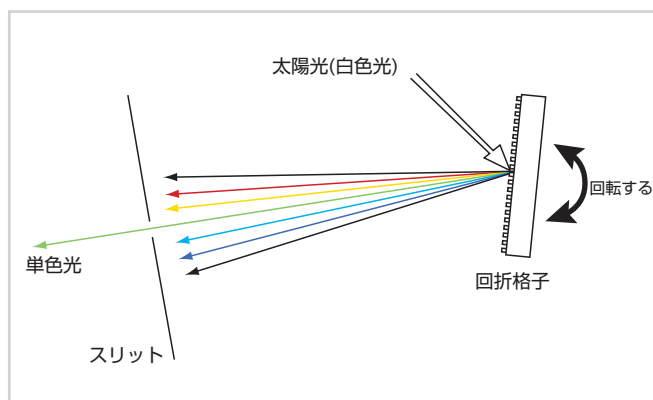


図3 回折格子を用いた場合

高校などで習う回折格子は図4のようにスリットが並んだものが多いですが、反射型ブレード回折格子は図5のように鋸歯状断面になっています。十分細いスリットを通過した光に回折が起こるように、十分小さい各鋸歯面で反射された光は回折を起こします。鋸歯の数は1mm当たり500～2000本程度です。

市販の回折格子の鋸歯面はマスター（原型）の形を写し取ったレプリカで、薄い合成樹脂のレプリカをガラス板に貼り付け、アルミニウムでコーティングしています。マスターの作成は、以前は工作機械でしたが、最近はレーザー光によるフォトリソグラフィやイオンビームが用いられ、表面も滑らかです。表面が滑らかだと迷光（取り出したい波長以外の余計な波長の光）も少なくなります。

回折格子の基本式として、次の式があります。

$$m\lambda = d(\sin i + \sin \theta) \cdots (1)$$

ここで、図6に示すように、 d は溝（鋸歯）間隔、 i は入射角、 θ は回折角（回折格子の面の法線に対して、入射光と回折光が同じ側であれば正、反対側であれば負）、 λ は波長、 m は次数です。 d 、 m 、 i を決めると、波長 λ の光は θ の方向に回折するということを意味しています。

式(1)からは高次光の存在が分かります。式(1)で、 d 、 i 、 λ を固定しても、 m が異なれば θ が異なります。これは、ある波長 λ の光が図7のように複数の方向 θ に回折することを意味します。それぞれの方向の光の呼び名として、 m の値により、+1次光、-1次光など呼びます。ちなみに、 $m=0$ のときの光を0次光と呼びますが、入射角 i と等しい回折角 θ の方向に、通常の鏡面反射のように白色光が反射されます。

このように回折格子は各次数の光にエネルギーが分散するため光利用効率が低下しますが、鋸歯状断面の回折格子の場合、図8に示すように細かい鋸歯面に対して鏡面反射の方向の回折光にエネルギーが集中します。この時の波長をブレード波長と呼びます。分光光度計の回折格子はブレード波長付近で使用されるのが普通で、広い波長範囲で効率を上げるために複数の回折格子を使い分けることもあります。

また高次光の現象について見方を変えると、式(1)で d 、 i 、 θ を固定しても、 m が異なれば λ が異なります。これは、図9のように、ある回折角 θ の方向に対して、複数の波長 λ の光が回折することを意味します。このため特定の波長（通常は±1次光）を取り出すために、分光器の出口スリットの後に高次光カットフィルタ（短波長遮断フィルタ）を使用します。

	プリズム	(反射型)回折格子	
分散原理	波長により、材質の屈折率が異なることを利用	規則正しい格子構造を持つ反射面による回折を利用	
光利用効率	高い (境界での反射や材質透過中の吸収が光損失となるが、一般に効率は高い。185～2500nmを1個のプリズムでカバー。)	○ 低い (同じ波長の光が高次光として何方向かに分散するため。ブレード波長付近では効率高い。)	
分散の波長依存性	かなり異なる。紫外は大きい、可視～近赤外は小さい。	ほぼ一定で大きい。	○
分散の温度依存性	大きい (温度による屈折率変化が影響)	小さい (温度による変形が影響)	○
高次光	なし	○ あり (高次光カットフィルタが必要)	
迷光	少ない	○ 多い (高次光の存在と、表面粗さによる散乱。ただし最近の回折格子の迷光はかなり少なくなっている。)	
偏光	小さい	○ 大きい	

表1 プリズムとグレーティングの比較
(○:分光光度計にとっての長所)

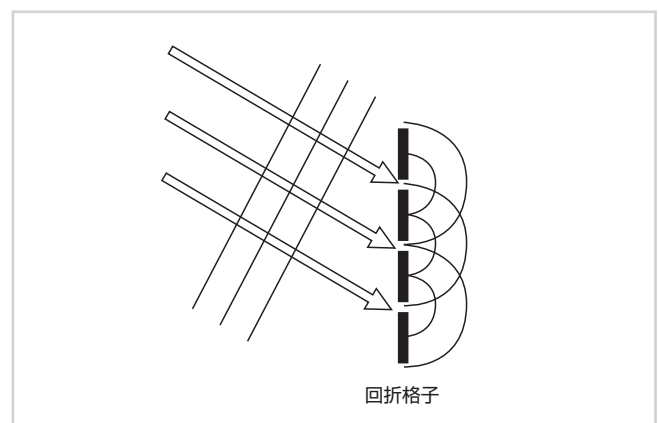


図4 スリットが並んだ回折格子

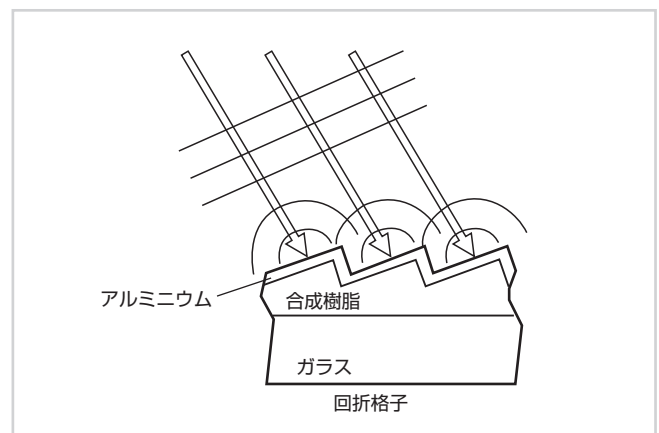


図5 反射型ブレード回折格子

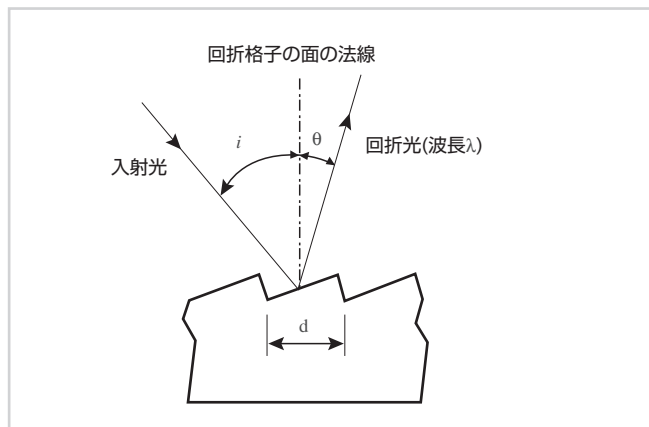


図6 回折格子の基本式

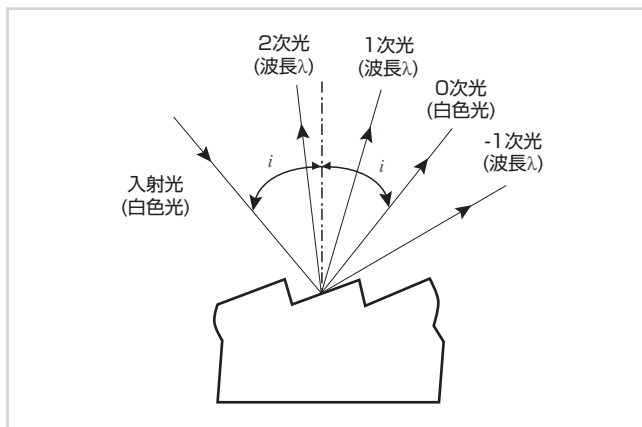


図7 高次光

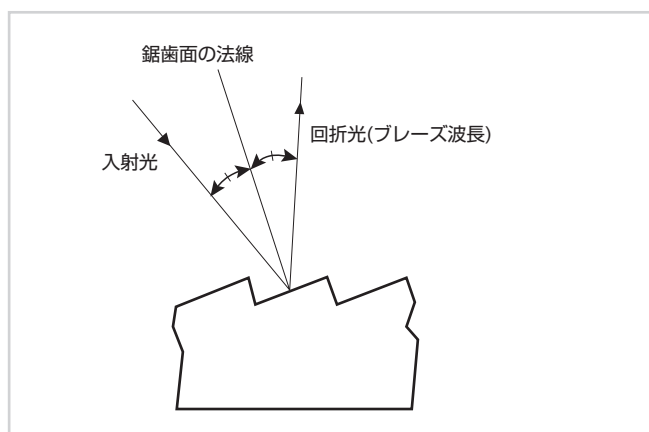


図8 プレーズ波長

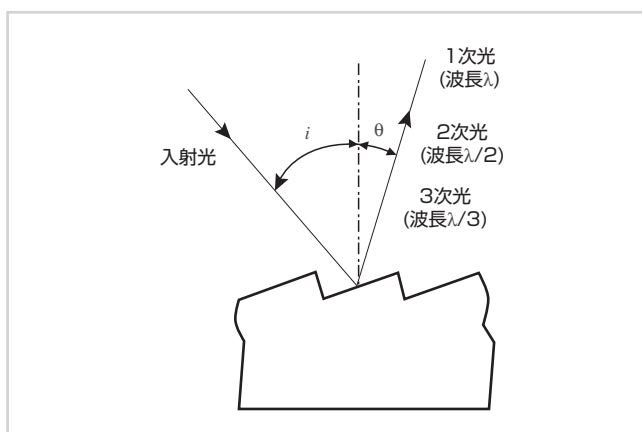


図9 高次光(2)

2.マウンティング(各素子の配置)

分光器中の基本的な素子は、①入口スリット、②コリメート鏡（スリットからの光を平行光にする）、③回折格子（分散素子）、④カメラ鏡（分散素子からの光を出口スリットに集光する）、⑤出口スリット、です（図10）。図2や図3では、分散素子に入射する光は十分細いため、出口スリットだけで分光できましたが、実際の分光器では分散素子の全面に入射するため、カメラ鏡が必要となります。取り出される波長の光（図10では緑）で考えると、①入口スリットの像を⑤出口スリット位置で再結像させていることになります。取り出されない波長の光は、④カメラ鏡から外れるか、⑤出口スリットから外れた位置で結像します。分光光度計に使用されるマウンティングの代表的なものとして、リトロウ(Littrow)形、ツェルニ・ターナ(Czerny-Turner)形、および瀬谷・波岡形に代表される凹面格子形があります。リトロウ形は図11のように1枚の球面鏡、または軸外し放物面鏡がコリメート鏡とカメラ鏡をかねています。ツェルニ・ターナ形は図10のように2枚の球面鏡をコリメート鏡とカメラ鏡として対称に配置しています。凹面格子形は図12で、曲率をつけた回折格子に分散と集光の機能をあわせ持たせ、構造を簡略化したものです。それほど分解を必要とせずミラーを減らしたい場合に用いられています。

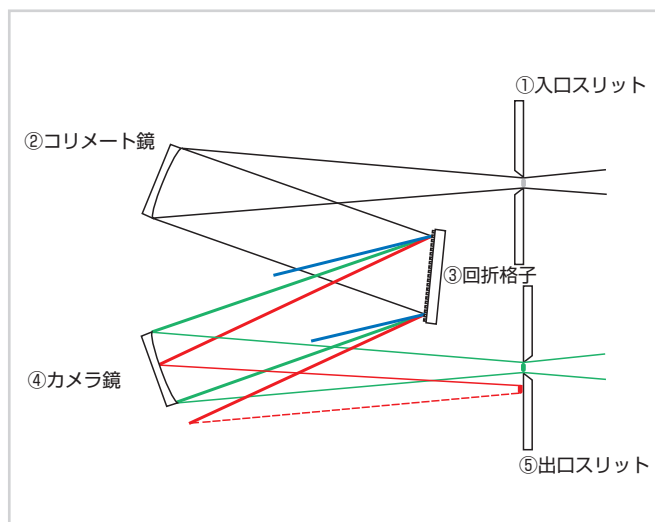


図10 分光器の基本的な素子(ツェルニ・ターナ形回折格子分光器)

3. 分解

白色光を単色光（単波長の光）に分ける働きをもつ分光器について説明してきましたが、単波長と言ってもある幅を持ちます。例えば540nmの光は539.5～540.5nmといった具合です。よってこの光を用いて測定を行うと、539.5nm～540.5nmの情報が混ざったものになります。この光をバンド幅1nmの光と呼び、この分光器は1nmの分解（または分解能）を持つと言います。波長幅が小さいほど、分解が良い、分解能が高いなどと言います。なお、図13に示すように分解やバンド幅は半値幅で定義します。

分光器中の各素子と配置を固定すれば、分解はスリット幅によって決まります。光は虹状に分散されるため、出口スリット幅を大きくすると分解は悪くなります。入口スリット幅を大きくすると、出口スリット位置での像が大きくなって目的波長に隣接した波長の像が出口スリットに入り、やはり分解は悪くなります。

なお、回折格子には格子数によって回折原理から決まる回折格子自体の分解能があり、その分解能と光学系全体が持つ収差（結像のぼけ）やミラー等の不完全さにより、スリット幅をどんどん小さくしても分解の向上には限界があります。

分光光度計では分光器のスリット幅の値は、スリット幅の寸法ではなく、実現される分解の値で示されます。スリット幅を1nmに設定すると、分光器の分解は1nmになり、バンド幅1nmの光がサンプルに照射されます。

分光光度計による測定では、分解の最適値はサンプルのスペクトル形状によって決まります。検出器に届く光量を増やしてノイズの少ないデータを得るため、スリット幅はある程度大きいほうが良いのですが、分解が悪くなるため本来のスペクトル形状がシャープな場合は図14のようになまってしまいます。スリット幅を小さくするほど本来のスペクトル形状に近付きますが、例えば本来のスペクトルがピークの波形を持つ場合、その半値幅の1/8～1/10にスリット幅を設定すれば、測定結果のピークは本来のピークのおよそ99%以上の高さとなります。¹⁾

ただし、スペクトル形状自体が目的ではなく、検量線による濃度測定が目的の場合は、波形が多少なまっていても測定できるため、半値幅の1/8ではノイズで測定精度が落ちる場合はそれ以上のスリット幅が最適となることもあります。島津製作所の分光光度計では、溶液の濃度測定ではスリット幅は通常1～2nmに設定すれば十分な分解と光量が得られます。積分球を使った固体の測定ではスリット幅は通常5nm以上に設定します。固体測定では分解はそれほど必要とされないことが多く、積分球での光量損失によりノイズが増加するのを抑えるため、大きめのスリット幅を設定します。

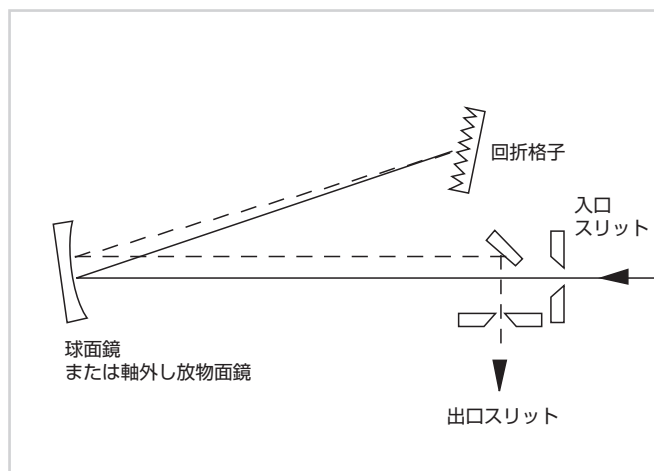


図11 リトロー形回折格子分光器

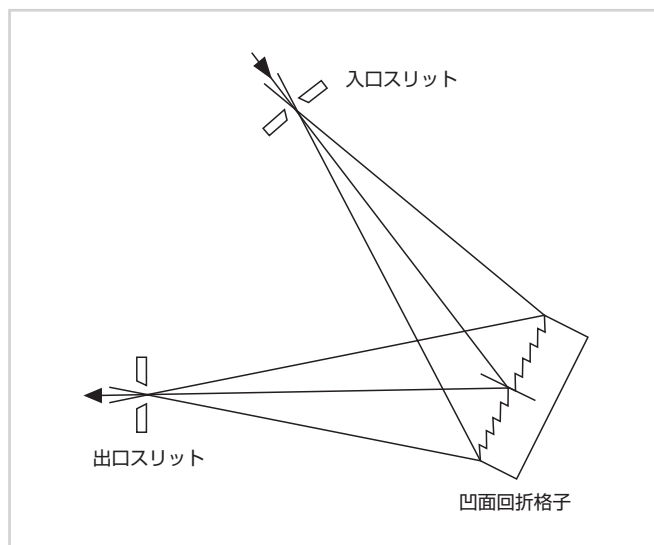


図12 凹面回折格子形分光器

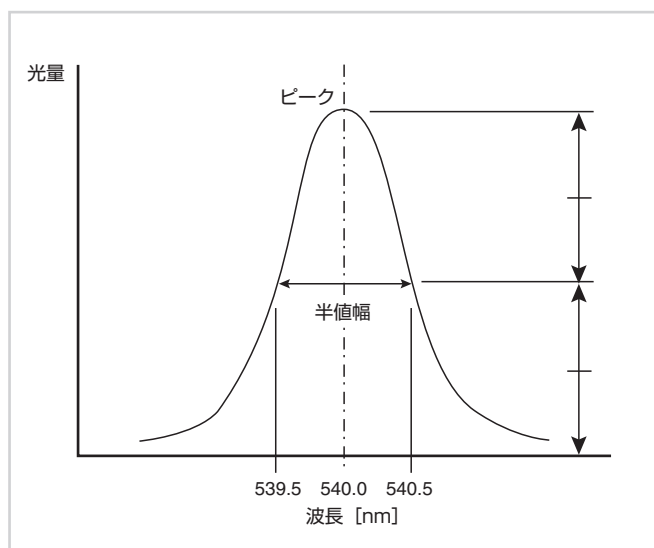


図13 バンド幅1nmの光

4.おわりに

今回は、「白色光を入れて単色光を取り出す」分光器について説明しました。

しかし、分光器に単色光を入れると回折格子を特定の方
向に向けたときだけ光が出てくる、ということを利用して、
「単色光を入れてその波長を調べる」使い方もあります。
分光器を単体で使用する場合はその使い方がむしろ一般
的ですし、蛍光分光光度計や発光分析装置では試料から
発する蛍光や輝線の波長を調べるために装置に組み込ま
れています。

この場合は試料室と検出器との間に分光器を置くこと
になります。

次回は検出器の解説を予定しています。引き続きご愛読
くださいますよう、よろしくお願いいたします。

- 1) 島津吸光分析講座 講義テキスト「分光光度計の原理・
構造・応用」(島津製作所)

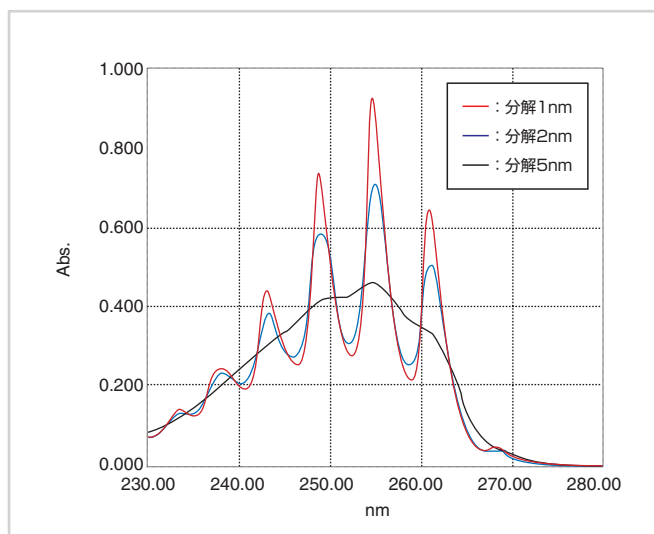


図14 分解によるスペクトル形状の差(ベンゼンのエタノール溶液)

分析計測事業部 スペクトロビジネスユニット
木村俊郎

カラー測定

1. 色

ヒトが目で物体を観察した場合、光源から照射された光は物体を反射（もしくは透過）して網膜内にある数種類の視細胞で吸収されます。視細胞で吸収された光の割合が脳に伝わり、色として感じます。実際には単純に吸収された光の割合だけではなく神経伝達を通じさまざまな処理が行われ、ヒトは色を感じているとされています。

ヒトが感じる色を数値で表す一つの方法がカラー測定です。カラー測定には、図1に示すように「照明」、「物体の分光特性」、「ヒトの目の分光感度特性」の三つが関係しています。照明の分光分布と目の分光感度特性（等色関数）はJIS規格で規定されていますので、物体の分光反射率がわかれば物体の色の値が計算できることになります（光が試料を透過する場合には分光透過率で計算が可能ですが、これ以降は主に分光反射率で説明を行います）。さらに詳細を説明しますと照明の分光分布と等色関数についてJIS規格では複数定められていて条件ごとに变えて計算を行います。照明を変えることで色が変わることはよく経験しますが、このことから照明の分光分布は照明ごとに異なる係数が設定されています。また網膜の感度分布特性などの関係から視野（視野角）によっても色は変わります。このためJIS規格では視野によって異なる等色関数が設定されています。

カラー測定に必要な波長範囲は380～780nmですが、これはヒトが目で感じる事ができる波長に相当します。紫外可視分光光度計ではこの波長範囲で分光反射率を測定し、演算を行うことで色の測定（カラー測定）が可能です。色の測定を簡単に行うためのソフトウェアとしてカラー測定ソフトウェアがあります。

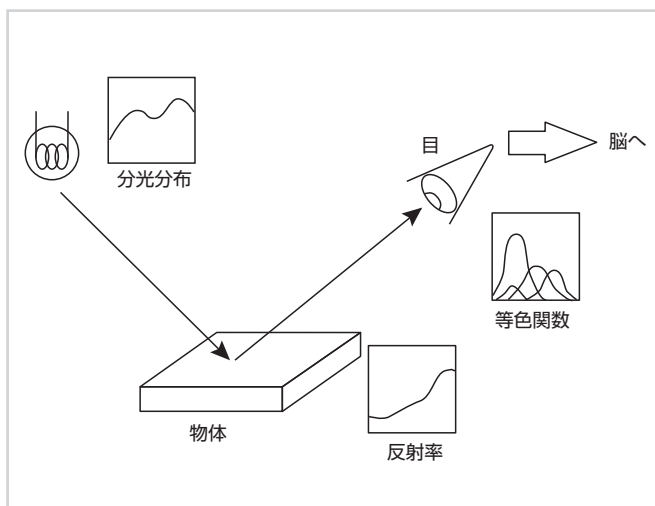


図1 カラー測定とは

2. 色の測定(カラー測定)

紫外可視分光光度計を用いたカラー測定では、まず物体の分光反射率を測定します。測定後に照明の分光分布、得られた物体の分光反射率、等色関数を用いて演算を行い、色を数値として表します。カラー測定ソフトウェアには、照明の分光分布と等色関数の値が内蔵されているため、分光反射スペクトルを測定すると同時にカラー測定値が得られます。

カラー測定の基本となる値は三刺激値XYZです。JIS Z8722「色の測定方法—反射及び透過物体色」において三刺激値XYZは以下の式(1)に基づいて計算されます。

$$\left. \begin{aligned} X &= K \sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) R(\lambda) \Delta\lambda \\ Y &= K \sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) R(\lambda) \Delta\lambda \\ Z &= K \sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) R(\lambda) \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$$K = \frac{100}{\sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda}$$

ここで

$S(\lambda)$: 照明の分光分布の波長 λ における値

$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$: XYZ表色系における等色関数の値

$R(\lambda)$: 試料の分光反射率

$\Delta\lambda$: 計算のための波長間隔

三刺激値XYZ以外にも色を表す表色系はいくつか知られています。カラー測定ソフトウェアで計算可能な表色系には三刺激値XYZ、色度座標 x, y 、ハンター(Lab)表色系、 $L^*a^*b^*$ 表色系、 $L^*u^*v^*$ 表色系、 $U^*V^*W^*$ 表色系などがあります。三刺激値以外の表色系は三刺激値XYZをもとに計算が行われます。

3. 色差

表色系は色を数値で表現する方法ですが、色差は、色の違いを表す数値になります。色差の計算では色の差を数量的に表すためによりヒトの感覚に近いUCS(Uniform Color Space・・・均等色空間)表色系が使われます。代表的なUCS表色系が $L^*a^*b^*$ 表色系です。 L^* で明度を表し、 a^* 、 b^* で色相と彩度を表します。JIS Z8729「色の表示方法— $L^*a^*b^*$ 表色系及び $L^*u^*v^*$ 表色系」には $L^*a^*b^*$ 表色系の計算方法が示されています。

色差は、物体色（試料）ごとの $L^*a^*b^*$ 値を用いて計算されます。 $L^*a^*b^*$ 表色系における色差 ΔE^*_{ab} は、JIS Z8730「色の表示方法—物体色の色差」において以下の式(2)で求められます。

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \dots\dots\dots (2)$$

ここで2つの物体色（試料）の座標をそれぞれ $L^*_{1a^*_{1b^*_{1}}}$, $L^*_{2a^*_{2b^*_{2}}}$ とすると

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2$$

$$\Delta a^* = a^*_1 - a^*_2$$

$$\Delta b^* = b^*_1 - b^*_2$$

式からわかりますように色差は、 $L^*a^*b^*$ 表色系色空間の2点間の距離に相当します。色の違いが大きければ大きいほど色差は数値が大きくなります。

さらにカラー測定ソフトウェアではこれらの表色系による表示、色差の表示以外にも白色度指数、黄色度、主波長、刺激純度などの計算も可能です。

4. カラー測定の条件設定

カラー測定では計算のためにいくつかの条件を設定します。条件には照明（光源）、視野（視野角）があります。

まず色は試料に照射する照明によって変わりますので照明の設定が必要です。照明としてはA、B、C、D65などがあげられ、JIS規格では標準イルミナント、補助標準イルミナントと呼ばれています。これらの照明はそれぞれ分光分布が異なります。例えば標準イルミナントAは白熱電球で照らされている物体色を計算する場合に用いられ、紫外域を含む昼光で照らされている物体色の計算には標準イルミナントD65が用いられます。カラー測定ソフトウェアでは標準で用意されている照明以外での計算を行うためにユーザー定義照明の設定も可能です。

試料を近くから観察した場合と遠くから観察した場合とを比較しても、やはり色が変わりますので視野の設定が必要です。視野は視角が4°以下の場合は平均視野角2°（遠くから観察した場合の色）とし、視角が4°以上の場合は平均視野角10°（近くから観察した場合の色）とし計算を行います。2°視野と10°視野ではそれぞれ等色関数が異なります。スペクトルを読み込んでいる状態で計算用パラメータの設定を変更した場合は、表に示されているカラー測定値が直ちに更新されます。

計算用パラメータ画面を図2に示します。

図2 計算用パラメータの設定

カラー測定ソフトウェアでは、計算項目は最大6項目まで同時に表示可能です。スペクトルを読み込んでいる状態で計算項目を変更するとカラー測定値が直ちに更新されます。図3に計算項目選択画面を示します。

図3 計算項目の選択

5. 分光反射率の測定

分光反射率の測定の際には、まず測定パラメータの設定を行います。

測定用パラメータの設定では測光値の設定（透過率/反射率の選択）、波長範囲（通常測定範囲として380～780nmが指定されています）、スキャン速度、スリット幅、サンプリングピッチなどを選択します。

測定用パラメータ設定画面を図4に示します。

図4 測定用パラメータの設定

物体の分光反射率の測定には積分球が多く用いられます。図5には試料を設置した積分球の写真を示します。図のように試料を設置して分光反射率の測定を行います。積分球を用いた分光反射率の測定例を図6、7に示します。図6はピンク色の紙の反射スペクトル測定結果、図7は、水色の紙の反射スペクトル測定結果を示します。対照となる標準白色板は硫酸バリウムを用いました。可視光領域では400nm～500nmが青色系の光、500nm～600nmが緑色系の光、600nm～700nmが赤色系の光となります。図からわかりますようにピンク色の紙では赤色系の光をより多く反射しており、水色の紙では青色系の色をより多く反射しています。

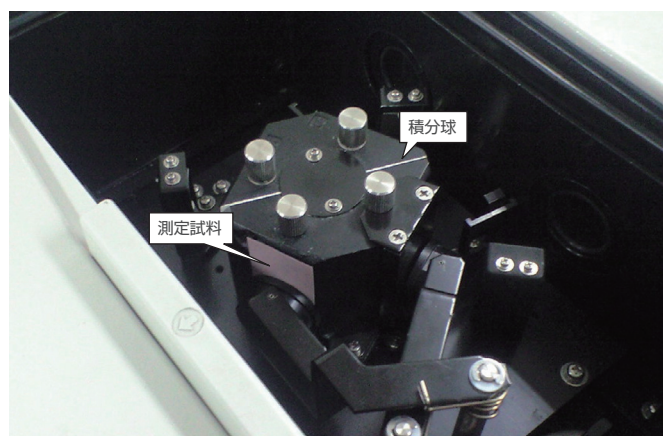


図5 試料を積分球に設置した様子

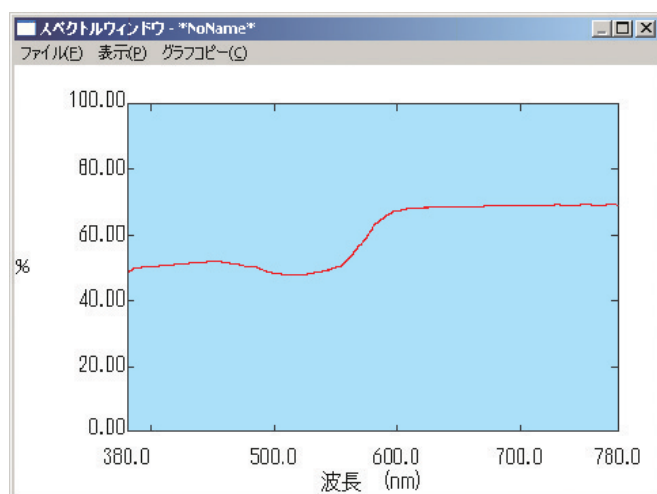


図6 ピンク色の紙の反射スペクトル測定結果

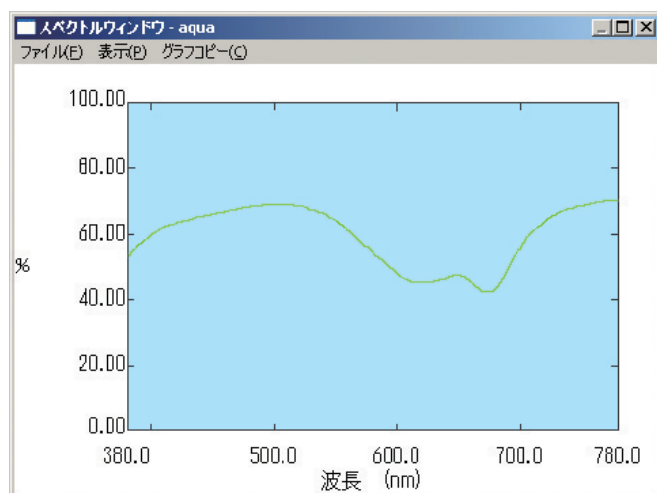


図7 水色の紙の反射スペクトル測定結果

分光反射率から計算されたカラー測定値は表の形で表示されます。もちろん過去に測定した分光反射率をもとに計算することも可能です。

図8にカラー測定結果の表示例を示します。計算の条件は、照明C、2°視野で行いました。1行目に図6のピンク色の紙のカラー測定結果($L^*=79.45$ 、 $a^*=11.50$ 、 $b^*=4.48$: 図の赤色枠参照)、2行目に図7の水色の紙のカラー測定結果($L^*=81.71$ 、 $a^*=-11.56$ 、 $b^*=-5.95$: 青色枠参照)が表示されています。

カラー測定ソフトウェアでは色差の表示もできます。色差はサンプルIDが0に設定された試料(緑色枠参照)を基準試料として計算が行われます。ここではピンク色の紙を基準試料としました。ピンク色の紙と水色の紙の色差は、 $\Delta E^*ab = 25.41$ (黒色枠参照)との結果が得られました。

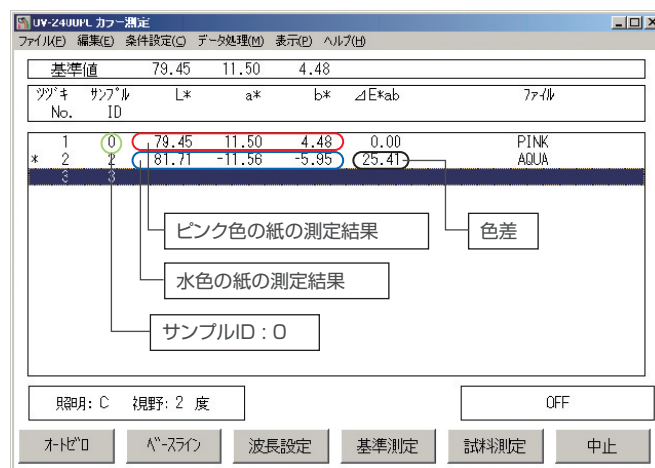


図8 カラー測定値の表示

得られたカラー計算結果を視覚的にわかりやすく表示する機能としてチャート表示があります。チャート表示では得られたカラー計算結果をもとにチャート図で表示させることができます。図9にチャート図による図8のカラー測定結果の表示例を示します。

図の左側の L^* グラフでは、データ点が上方にあるほど色が明るく、下方にあるほど色が暗いことを示します。右側の a^*b^* グラフではデータ点が円の中心にあるほど色が鈍く、外周にあるほど色が鮮やかであることを示します。また中心からの動径角度が色味を表し、例えば円の中心から見て右上方向は赤色系の色であることを示します。

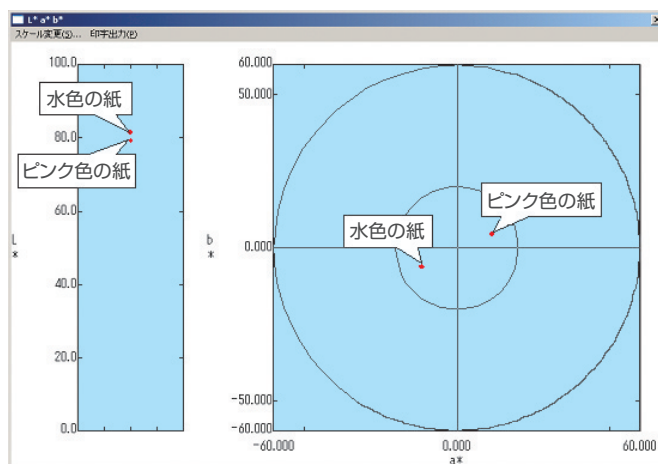


図9 チャート表示

6. データの補正

物体反射色の測定（反射でのカラー測定）の際に必要な分光反射率の測定には標準白色板を用います。標準白色板としては硫酸バリウム、酸化マグネシウム、アルミナ、フッ素系樹脂などが用いられますが総じて測定波長範囲の反射率は高く、同じ装置を用いての色の比較には問題はありません。しかしながら標準白色板は完全拡散面ではなく反射率は100%ではありませんのでサンプルを測定して得られる分光反射率は相対値となります。異なる装置で測定した測定結果の比較などを行う場合にはより精度の高い測定が必要です。精度の高い測定をする場合には分光反射率を完全反射散乱面に対するスペクトル比反射率に補正しなければなりません。この補正のための機能として白板補正があります。校正された標準白色板の分光反射率を入力することで測定された分光反射率が補正され完全反射散乱面での測定結果と同様の結果が得られます。

一方物体透過色の測定（透過でのカラー測定）の場合、厚み補正というものがあります。試料の厚みが変われば分光透過率が変わり、カラー測定の結果も異なる結果となります。色を求めたい厚み（標的厚み）でどのような透過色をしているかを求める機能が厚み補正です。

厚み補正では、実際に測定した測定厚み、色を求めたい標的厚み、表面反射率（もしくは屈折率をもとに計算した表面反射率）を入力することで厚みが異なるサンプルの透過色の比較が可能となります。

厚み補正は以下の計算を行っています。（図10参照）

- 1) 測定した試料の表面反射率を除いた内部透過率を求める。
- 2) 内部透過率を厚み補正し最後に表面反射率を付加する。

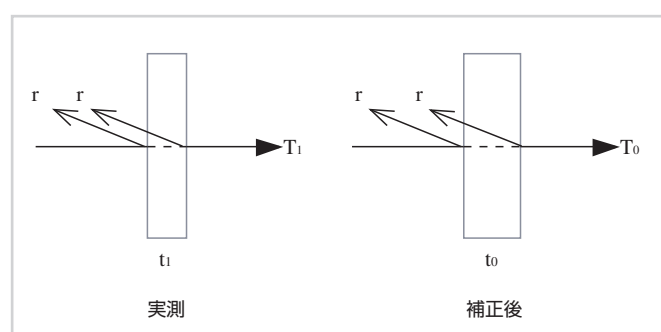


図10 厚み補正の概念図

実際の厚み補正計算は以下の式(3)を用いて各波長の透過率 \$T_0\$ を求めます。

$$\left. \begin{aligned} T_1' &= \frac{T_1}{\left(1 - \frac{r}{100}\right)^2} \\ T_0 &= 100 \times \left(\frac{T_1'}{100}\right)^{\frac{t_0}{t_1}} \times \left(1 - \frac{r}{100}\right)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ここで

\$T_1\$: 実測の透過率 (%)

\$T_1'\$: 実測の透過率 (%) に対する内部透過率 (%)

\$r\$: 試料の表面反射率

\$t_1\$: 実測の試料の厚さ……測定厚み (mm)

\$t_0\$: 透過率を求めたい試料の厚さ……標的厚み (mm)

\$T_0\$: 求めたい透過率 (%)

なお表面反射率のかわりに、屈折率 \$n\$ が与えられている時は

$$r(\%) = 100 \times \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

より計算したものを入力します。

ガラスのように屈折率が 1.5 とすると表面反射率は 4% となります。

厚み補正後の各波長の透過率を求めた後、カラー計算が行われます。

7. まとめ

カラー測定は JIS 規格で細かく計算方法や係数が決められており、分光反射率がわかれば表計算ソフトウェアを用いて計算することも不可能ではありません。しかしながら照明、視野が違えばそれぞれ異なる係数が必要となり膨大な入力を必要とします。

カラー測定ソフトウェアを用いていただければ条件を選択し、分光反射率を測定していただくだけで簡単にカラー測定結果を得ることができます。

分析計測事業部 応用技術部 東京アプリケーション開発センター
安 保 寛 一



どのような手順で溶液のスペクトル測定を行ったらいいですか？



分光光度計には構造上、二種類のタイプがあります。一つは試料室中の光束が一本のシングルビームタイプ。もう一つは光束が二本のダブルビームタイプです（UV TALK LETTER Vol.1 Q&A参照）。それぞれ以下の手順で測定を行います。

<シングルビームの場合>

1. セルに溶媒を入れ、セルホルダに設置する。
2. ベースライン補正を行う。
3. セルを取り出し、液を捨て、測定するサンプル溶液で2回共洗いし、3回目のサンプル溶液でセルを満たし、セルホルダに設置する。
4. 測定を実行する。以下、サンプルの数だけ3～4を繰り返す。

<ダブルビームの場合>

1. 二つのセルに溶媒を入れ、リファレンス側（以下R側）、および、サンプル側（S側）のセルホルダに設置する。
2. ベースライン補正を行う。
3. S側からセルを取り出し、液を捨て、測定するサンプル溶液で2回共洗いし、3回目のサンプル溶液でセルを満たし、セルホルダに設置する。
R側は2の状態のまま置いておく。
4. 測定を実行する。以下、サンプルの数だけ3～4を繰り返す。

NEW PRODUCT

島津ライフサイエンス分光光度計

BioSpec-nano

SPECTROPHOTOMETER FOR LIFE SCIENCE

使いやすさにこだわり、簡単・迅速な核酸定量を実現しました

核酸試料の濃度や純度のチェックに専用機化した分光光度計で、1~2 μ Lの微量で核酸試料の測定が行えます。試料を測定窓にピペットで滴下し、本体のスタートボタンまたはソフトウェア画面の測定開始ボタンを押すだけで、光路長の設定、測定、測定窓の試料のふき取りまでの操作が自動で行われます。面倒なアームの上下移動やクロスでの測定窓の試料のふき取りは不要です。

また、簡便操作を追求した専用ソフトウェアで、測定、レポート出力、データエクスポートなどの基本操作がツールバー上のボタンをクリックするだけで行えます。

