

Application News

No. A590

光吸収分析

発光塗料における微弱信号の測定事例

我々の身の回りでは多くの発光現象が確認できます。その中には、間夜で身の安全を守るために光る製品やイルミネーションで私たちを楽しませてくれる製品などがあります。これらの製品の一部は蛍光や蓄光（燐光）を利用しています。

今回は腕時計の文字盤／針に利用されている蓄光塗料や、蛍光／蓄光を利用した市販塗料の微弱信号の測定事例をご紹介します。

K. Maruyama, K.Sobue

■腕時計に使用される蓄光塗料

分光蛍光光度計 RF-6000 は、クラス最高感度を有するため、目視でわずかに認識できる微弱な蛍光でも検出することができます。また、試料への励起光を照射せずに測定を行うことで、蓄光や化学／生物発光等のスペクトルを測定することも可能です。

腕時計の文字盤や針に使用される蓄光塗料としては、トリチウムが多く使用されていました。しかしながらトリチウムは放射性物質であるため、人への安全性を考慮し、現在では安全な材料が多く利用されています。今回は市販の腕時計で蓄光が確認できる製品を、国内メーカー品3点（2社）、海外メーカー品2点（2社）用意しました。表1の条件で測定した結果を図1に示します。なお、蓄光塗料が使用されている面積や置き方により蛍光強度は異なるため、規格化して表示します。

表1 測定条件

装置	: RF-6000
蛍光波長範囲	: 350~800 nm
データ間隔	: 1.0 nm
スキャン速度	: 600 nm/min
バンド幅	: Em 15.0 nm
感度	: High

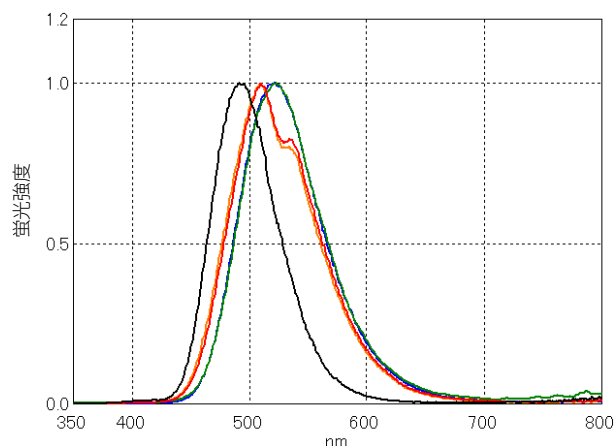


図1 黒：国内メーカー1、赤／オレンジ：国内メーカー2
青：海外メーカー1、緑：海外メーカー2

同じメーカー品の場合（図1の赤線とオレンジ線）、同様のスペクトル形状が確認できます。このことから、国内メーカー2は異なった腕時計に同じ蓄光塗料を利用していると推測できます。一方、測定に使用した国内メーカー1と国内メーカー2では（図1の黒線と赤線）、異なるスペクトル形状が確認できました。このことから、国内メーカー間で使用している蓄光塗料が異なると推測できます。また、測定に使用した異なった海外メーカー品では（図1の青線と緑線）、同様のスペクトル形状を確認できました。これらのスペクトル形状は、国内メーカー品のスペクトル形状と異なることがわかります。メーカー毎で蓄光塗料が異なり、それぞれで色味に特徴を出しています。

■蛍光／蓄光塗料

光を照射したときに物質が光る現象を蛍光と呼び、光を照射し終わった後も光り続ける現象を蓄光（燐光）と呼びます。これらの違いは、光を発し続ける時間（寿命）です。なお、燐光は光を照射したときにも光ります。

図2に市販の蛍光塗料と蓄光塗料を紙に塗布したサンプルを示します。表2の条件で光を照射しながら測定した蛍光塗料と蓄光塗料のスペクトル（蛍光スペクトル）と、表3の条件で光を照射せずに測定した蓄光塗料のスペクトル（蓄光スペクトル）を図3~5に示します。なお、スペクトル形状の比較のため蛍光強度を規格化して表示します。

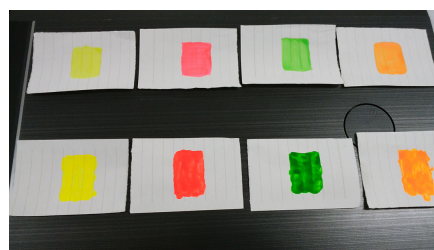


図2 サンプル 上部：蓄光塗料、下部：蛍光塗料

表2 測定条件

装置	: RF-6000
付属品	: 固体（粉末）試料ホルダ、ロングパスフィルターL42
励起波長	: 300 nm
蛍光波長範囲	: 450~800 nm
データ間隔	: 1.0 nm
スキャン速度	: 600 nm/min
バンド幅	: Ex 3.0 nm/Em 5.0 nm
感度	: Low

表3 測定条件

装置	: RF-6000
蛍光波長範囲	: 450~800 nm
データ間隔	: 1.0 nm
スキャン速度	: 600 nm/min
バンド幅	: Em 15.0 nm
感度	: Low

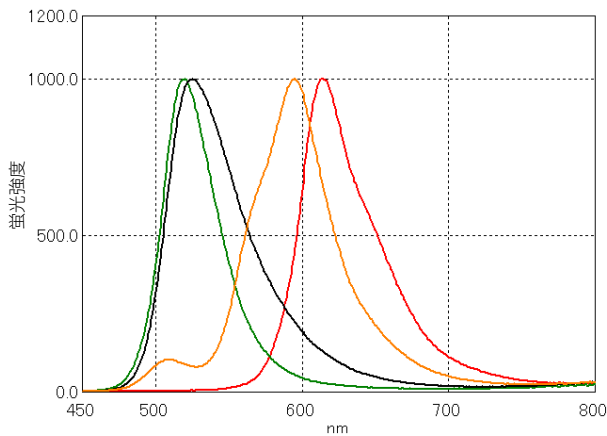


図3 蛍光塗料の蛍光スペクトル
黒：黄色、赤：赤色、緑：緑色、オレンジ：オレンジ色

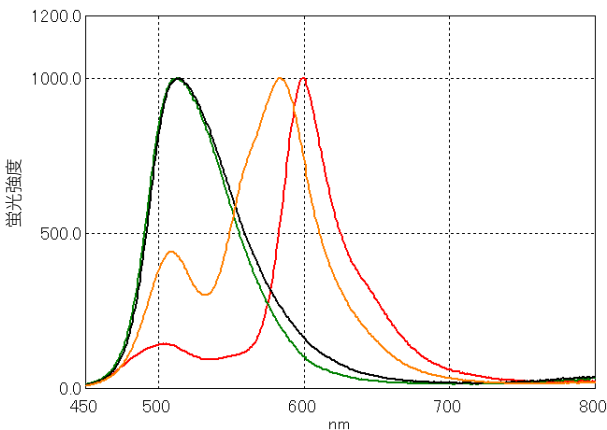


図4 蓄光塗料の蛍光スペクトル
黒：黄色、赤：赤色、緑：緑色、オレンジ：オレンジ色

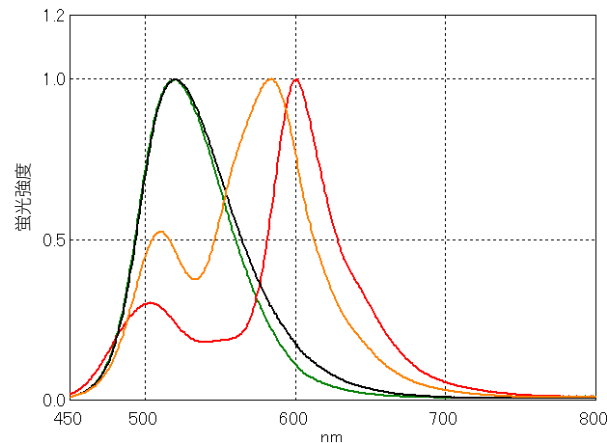


図5 蓄光塗料の蓄光スペクトル
黒：黄色、赤：赤色、緑：緑色、オレンジ：オレンジ色

図3から、蛍光塗料が色ごとに異なるスペクトルを示していることがわかります。

図4から、蓄光塗料でも蛍光スペクトルを示していることがわかります。蓄光塗料のオレンジ色や赤色の蛍光スペクトルでは、600 nm 付近のピーク以外に510 nm 付近にもピークが確認できました。

図5から蓄光塗料の蓄光スペクトルは、蛍光スペクトルと同様の形状を示していることがわかります。蓄光スペクトルでは、オレンジ色や赤色の600 nm 付近と510 nm 付近のピーク比が、蛍光スペクトルの場合の比と異なることがわかります。これは、図7のようにサンプルの置き方の違いにより、蛍光スペクトル測定の場合はサンプルによる蛍光がサンプル自身による吸収（自己吸収）により510 nm 付近のピークが低下したのではないかと推測されます。蛍光塗料の場合は、図2からわかるように試料が濃く、そのため同様に自己吸収により510 nm 付近のピークが低下していると推測できます。

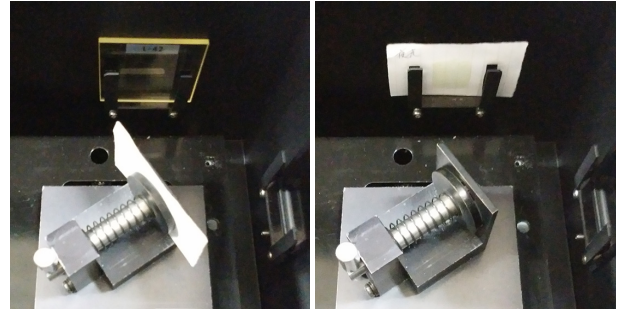


図6 左：蛍光スペクトルを測定する場合のサンプルの置き方
右：蓄光スペクトルを測定する場合のサンプルの置き方

また蓄光（燐光）は、一重項状態より低いエネルギー状態である三重項状態から基底状態への光放出のため、図7に示すように、蓄光スペクトルのピークが蛍光スペクトルに比べ若干長波長側へシフトしていることがわかります。

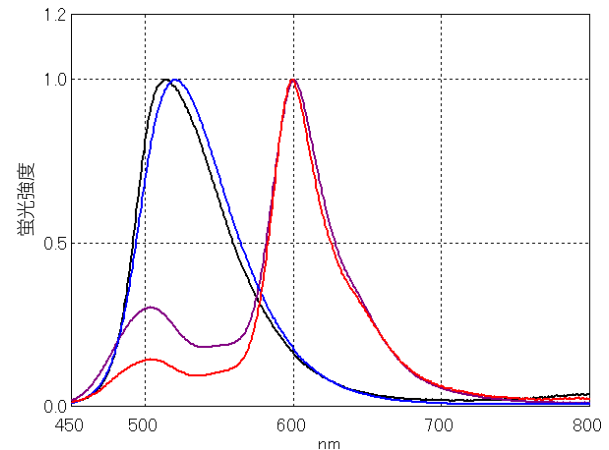


図7 蓄光塗料黄色 黒：蛍光スペクトル、青：蓄光スペクトル
蓄光塗料赤色 赤：蛍光スペクトル、紫：蓄光スペクトル

■まとめ

クラス最高感度の分光蛍光光度計 RF-6000 を用いることで、蓄光などの微弱信号も検出することができます。

腕時計の蓄光スペクトル測定では、スペクトル形状の違いを確認できました。このことからメーカーごとに異なる蓄光塗料を使用していると推測されます。

蛍光／蓄光塗料の測定では、色ごとに異なるスペクトル形状を示すことが確認できました。また蓄光塗料では、光を照射したときの蛍光スペクトルと照射しないときの蓄光スペクトルで同じスペクトル形状を示していることも確認できました。