

Application News

No. A565

光吸収分析

ダイヤモンドや天然石の光学特性評価

多くの人々が魅了されるダイヤモンドには、鉱山から採れる天然ダイヤモンドと人工的に作られる合成ダイヤモンドの二種類が存在します。近年、ダイヤモンドの天然・合成起源の判別は、従来の宝石鑑定器具だけでは非常に難しくなり、新しい判別法が必要とされています。この新しい判別法の一つに分光光度計の利用が挙げられます。

今回は、ダイヤモンドを含め様々な天然石の反射・透過スペクトルを、紫外可視分光光度法とフーリエ変換赤外分光光度法を用いて測定しましたのでご紹介します。

K. Maruyama

■ ダイヤモンド及び天然石の紫外可視反射スペクトル測定

図1に測定に使用した2種類のダイヤモンド及び天然石を示します。図2にSolidSpec™-3700DUV(以下、SolidSpec-3700DUV)の試料室内に試料をセットした様子を示します。指輪のダイヤモンドは、市販のスポンジにリング部分をはめ込んで固定して、サンプル台に設置しました。また、付属品の光束絞リマスクを使用し、光束サイズをφ1mmにセットして、図1の赤色の丸の領域を測定しました。



図1 測定したダイヤモンド及び天然石

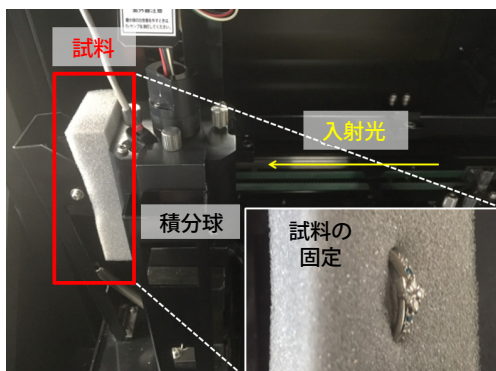


図2 ダイヤモンドを測定する際の試料室内の様子

表1の条件にて、相対拡散反射測定(鏡面反射成分を含まない)を行った結果を図3に示します。Aのスペクトルでは特徴的なピークが観測されなかったのに対して、Bのスペクトルでは、415.2nmにピークが観測されました。ダイヤモンドは、不純物(窒素原子)の混入度合によって光学特性が異なります。図3の415.2nmのピークは、3つの窒素原子の集団であるN3センタを示すピークであると考えられます¹⁾。このN3センタはダイヤモンドの天然起源の根拠とされており、今回の結果よりダイヤモンドAは合成ダイヤモンド、ダイヤモンドBは天然ダイヤモンドであると推測できます。

表1 測定条件

使用装置	: SolidSpec-3700DUV
波長範囲	: 400~500nm
スキャンスピード	: 超低速
サンプリングピッチ	: 0.2nm
スリット幅	: 1.0nm

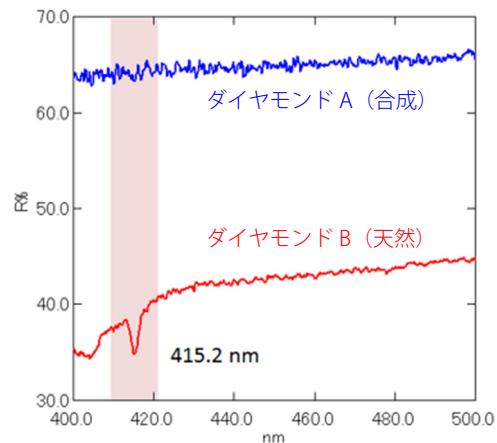


図3 ダイヤモンドの反射スペクトル
青: ダイヤモンドA(合成)、赤: ダイヤモンドB(天然)

次に図1に示した4つの天然石について透過および反射測定を行いました(水晶や蛍石は透過度が高いため透過測定、ルビーは反射スペクトル測定を実施)。測定条件は表2に示します。

表2 測定条件

使用装置	: SolidSpec-3700DUV
波長範囲	: 300~800nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 1.0nm
スリット幅	: 5.0nm

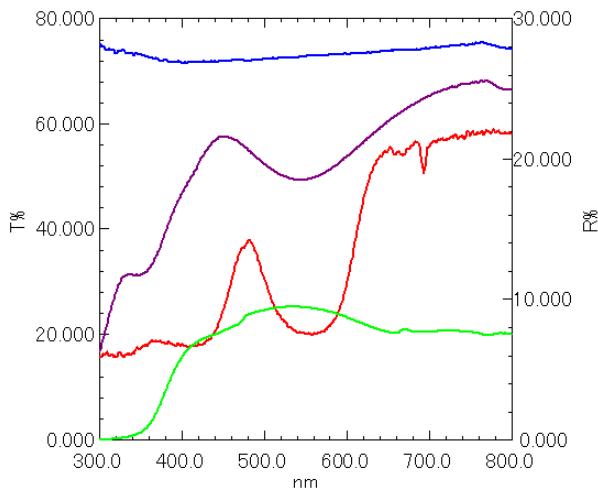


図4 天然石の透過または反射スペクトル
青：水晶 (%T)、緑：蛍石 (%T)、
紫：紫水晶 (%T)、赤：ルビー (%R)

天然石の種類や色によって、スペクトルの形状が異なることがわかります。図4のスペクトルから計算したカラー値を表3に示します。また、これらのカラー値を LabSolutions™ UV-Vis のカラーソフトを用いて描画した結果を図5に示します。図5より天然石の色に対応したカラー値を得ることができました。

表3 各試料のカラー値

試料	x	y
水晶	0.314	0.330
紫水晶	0.314	0.316
蛍石	0.314	0.351
ルビー	0.345	0.308

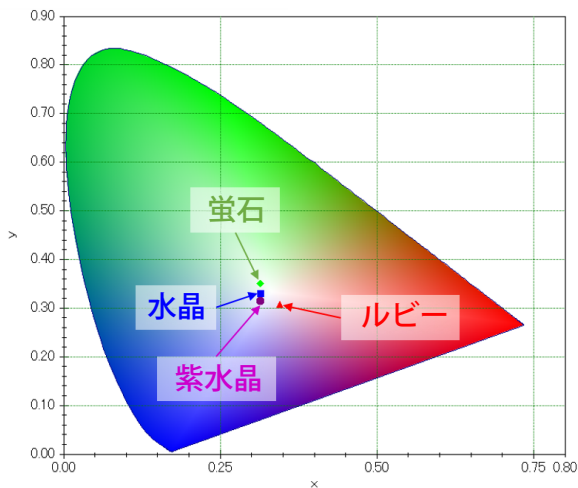


図5 様々な天然石のカラー値計算結果
青：水晶、紫：紫水晶、緑：蛍石、赤：ルビー

■天然石の赤外スペクトル測定

図6に示した透過測定用付属品 EZClip-13を用いて、水晶及び紫水晶の透過スペクトルを測定しました。測定条件を表4に示します。図7に得られたスペクトルを示します。

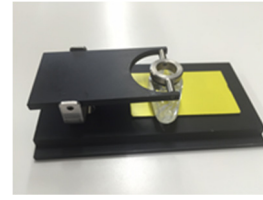


図6 試料設置の様子

表4 測定条件

使用装置	: IRSpirit™-T (KBr 窓板)
分解能	: 4 cm ⁻¹
積算回数	: 20
アポダイズ関数	: Happ-Genzel
検出器	: DLATGS

図7の 3400 cm⁻¹付近において双方のピーク形状に違いが見られます。水晶に不純物が混入することによって着色した紫水晶は、3435 cm⁻¹ にブロードで強い特徴的なピークをもつことが報告されています²⁾。このように水晶の不純物の有無が赤外スペクトル測定により観測することができました。

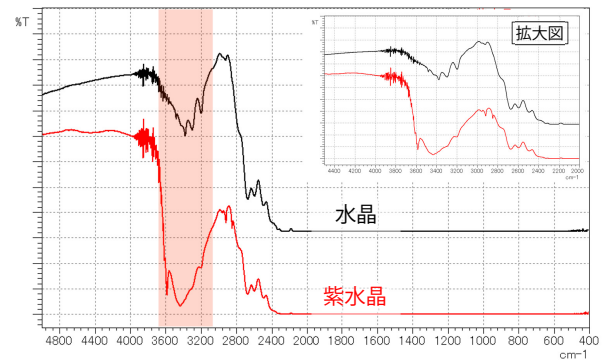


図7 水晶の赤外スペクトル
黒：水晶、赤：紫水晶

■まとめ

紫外可視分光光度法とフーリエ変換赤外分光光度法を用いて、ダイヤモンドを含めた様々な天然石の透過及び反射スペクトルを測定しました。紫外可視領域における測定では、ダイヤモンドの天然・人工起源の判別をすることができました。また、赤外領域における測定では、水晶の着色原因となる不純物の有無を観測することができました。

<謝辞>

本測定を行うにあたり名古屋工業大学大学院 工学研究科 生命・応用化学専攻の後東あかり様のご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 北脇裕士、「天然及び合成宝石、特にダイヤモンドの組成・物性・微細組織のキャラクタリゼーションとその応用鉱物学的研究」、2012
- 2) 倉田正治、「分光法による合成水晶製印鑑の非破壊測定」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jafst/11/2/11_2_205/_pdf

SolidSpec、LabSolutions、および IRSpirit は、株式会社 島津製作所の商標です。