

研究テーマ	蛍光分光分析を用いた色石評価に関する研究		
担当者 (所属)	佐藤貴裕・宮川和博・佐野照雄・有泉直子（食品酒類・研磨宝飾）・笠原茂樹・小泉一人 （宝石貴金属協会）・高橋泰（宝石美術専門学校）・松本一雄（山梨県水晶宝飾協同組合）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和3年度

### 【背景・目的】

山梨県は日本有数の宝石産業集積地であるが、歴史的な経緯から他地域に比べダイヤモンド以外の色石や半貴石の取り扱いが多い。それらの宝石の一部は合成石が流通していたり、高付加価値化のための熱処理等が施されたりしており、その判別は重要な課題となっている。

分光蛍光光度計は物質の蛍光を高感度で検出できる装置であり、励起・蛍光波長の走査によって得られる三次元蛍光スペクトル（蛍光指紋）は蛍光性の宝石の鑑別に応用できる可能性がある。本研究では、特に蛍光の強いルビーの蛍光指紋を多変量解析し、宝石鑑別への応用を検討した。

### 【得られた成果】

#### 1. ルビーの蛍光分光分析とそのデータ処理

計50個の天然および合成ルビーを蛍光分光分析し、蛍光指紋を取得した。得られた蛍光指紋は、蛍光が検出されない波長領域および一次～三次散乱光を削除し（図1）、二次元行列データから一次元ベクトルデータへ変換した。さらに全サンプルの一次元ベクトルデータを行方向に並べ、最終的に（50行×34,595列）のデータセットを得た。

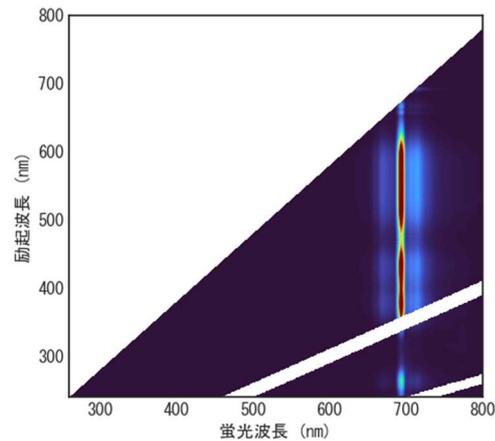


図1 不要領域を削除した蛍光指紋

#### 2. 多変量解析によるデータの可視化とクラス分類

各蛍光指紋の関係を可視化するため、多変量解析の一種である主成分分析によりデータセットを解析した（図2）。その結果、蛍光強度の弱いタイ産は図左側に、蛍光強度の強いベルヌイ法合成ルビーやミャンマー産は図右側にプロットされた。そこで、蛍光の弱いタイ産、蛍光の強いベルヌイ法合成ルビーおよびミャンマー産、それ以外、の計3つのグループに分け、k近傍法によるクラス分類を検討した（クラス分類に使用する主成分数は1、k値は3とした）。全サンプルデータから75%（37個）を学習データ、残りの25%（13個）をテストデータとしてランダムに抽出する操作を10回行い、それぞれの組み合わせでクラス分類を行ったところ、平均正解率はおおよそ82%であった。

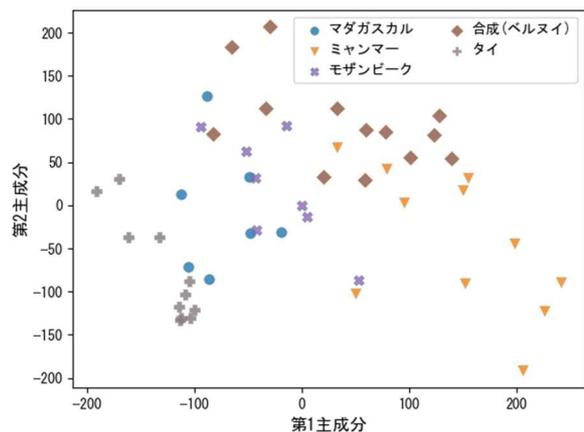


図2 各サンプルの第1主成分・第2主成分におけるスコアプロット

### 【成果の応用範囲・留意点】

さらに多くのデータを集めることで精度向上が期待される。ただし、同じ産地でも蛍光指紋の特徴が異なる可能性があるため、他の鑑別手法と組み合わせることが重要である。