

宝石鑑別支援ツールの開発

佐藤貴裕（研磨・宝飾科）・中村卓（システム開発科）・宮川和博・佐野照雄（研磨・宝飾科）・有泉直子（食品酒類・研磨宝飾技術部）笠原茂樹・小泉一人（（一社）宝石貴金属協会）・古屋正貴（日独宝石研究所）・高橋泰（宝石美術専門学校）・柳本力（山梨県ジュエリー協会）

【背景・目的】

一部の宝石は産地によって価格が大きく変動するため、鑑別機関における産地鑑別の需要が高まっている。産地鑑別は複数の分析手法が用いられるが、特に光学顕微鏡によるインクルージョン(内包物)の観察は基本的かつ有用な手法である。しかし、インクルージョンの観察は豊富な知識と経験を要するため、作業者の経験年数や体調による誤判別のリスクがある。本研究では、ルビーの光学顕微鏡観察で得られた画像を機械学習により学習し、AIによるインクルージョンの自動検出および自動判別の可能性を明らかにすることを目的とする。

【得られた成果】

1. 光学顕微鏡観察とインクルージョンのラベリング

光学顕微鏡を用いて計34個のルビーを観察し、123枚の画像を撮影した。撮影した画像中のインクルージョンをその形態によって図1に示す3つのグループ(LIQUID, CRYSTAL, NEEDLE)に分類し、矩形領域(box)で囲ってラベリングした。また、"CRYSTAL"グループに含まれる一部の結晶インクルージョンを顕微ラマン分光装置によって定性したところ、カルサイトや角閃石、スピネルと一致するスペクトルが得られた。

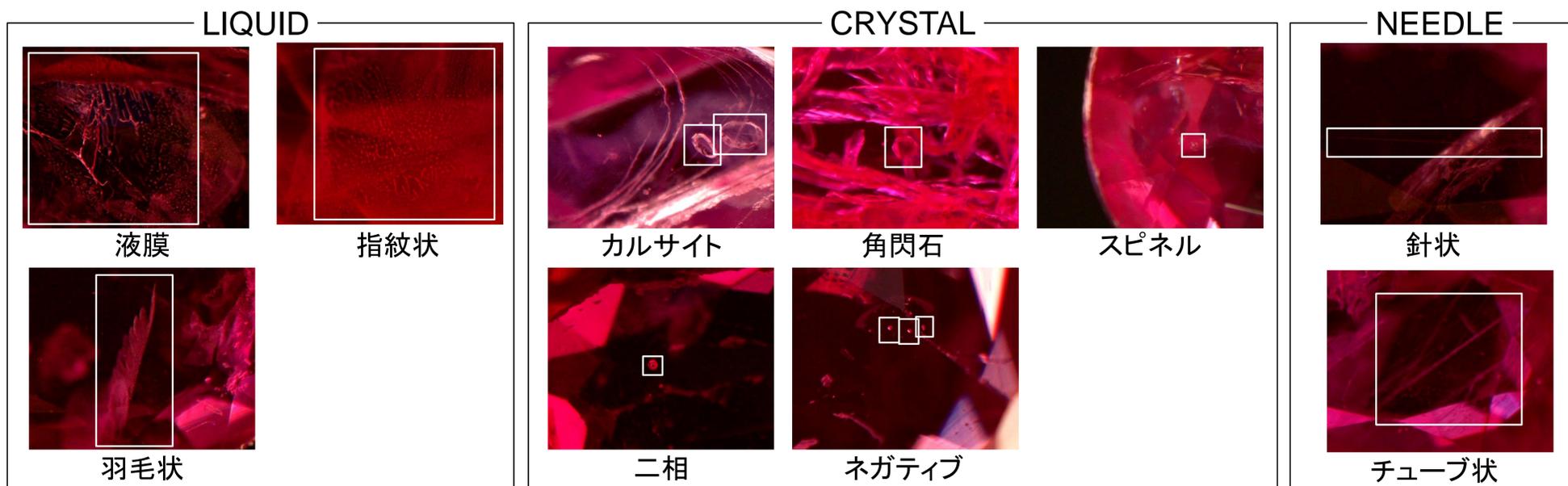


図1. 各グループに含まれるインクルージョンの名称とラベリングの様子

2. AIによるインクルージョンの自動検出と自動判別

ラベリングした画像の一部を物体検出アルゴリズムの一種であるYOLO v8により学習し、得られた学習結果を用いてテスト画像中のインクルージョンの自動検出・自動判別を行った。検出できた場合、図2に示すようにAIはインクルージョンを矩形領域(box)で囲み、ほとんど正しいグループに分類できた。また、いずれのグループも50%以上の正解率を示し、特にLIQUIDのグループは76%と高い正解率を示した(表1)。正解率の差は、グループごとの画像数の影響が大きいと考えられる。

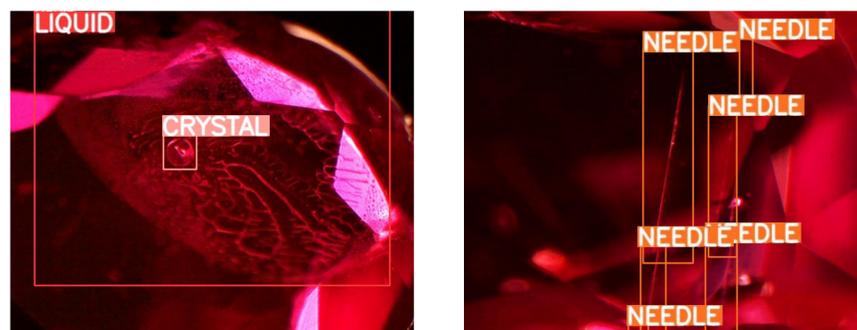


図2. AIによるインクルージョン検出例

表1. 各グループの詳細と自動検出・自動判別の正解率

グループ	画像数	box数	正解率(%)
LIQUID	73	86	76
CRYSTAL	65	113	62
NEEDLE	32	118	51

【成果の応用範囲・留意点】

インクルージョンの簡易分類ツールとしての応用が可能であるが、異なる顕微鏡や異なる観察条件で撮影された画像への適応可能性は検討が必要。

研究期間

令和5～6年度