

実施企業名:株式会社 エス・ティ・ジャパン

研究課題名:文化財測定用携帯型ラマンイメージング・顕微赤外分光装置の開発

1. 研究の概要

文化財の修復・保存にとって、文化財構成物質の構造を同定することが重要である。その構造は、主に蛍光 X 線分析による元素情報から推定されているが、得られる構造情報が乏しいという欠点がある。

ラマン分光法は化学構造分析が可能であり、非破壊・非接触・その場分析に適した性質を有しているため、文化財構成物質の構造同定に最適である。また、顕微赤外分析法も化学構造分析が可能であり、強い蛍光によりラマンスペクトルの取得が困難な場合に、有効な構造情報を提供する手段となり得る。

本研究では、文化財の非破壊分析を可能にする携帯型ラマンイメージング装置及び顕微赤外分光装置を開発し、当該装置を実際の文化財構成材料に適用して、その構造同定を可能とすることを目的とする。本装置が実現すれば、文化財の修復・保存への貢献だけでなく、医薬品への応用など多方面への展開も期待される。

2. 研究目標の達成状況と実用化への展望

概ね期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

□ 研究目標の達成状況

研究目標	達成状況
①携帯型ラマンイメージング装置 ・光源: 785 及び 532nm 励起レーザー ・測定領域: 5×5mm から 100×100 μm ・スペクトル分解: 10cm ⁻¹ ・空間分解能: 10 μm	①785nm 励起ラマンイメージング装置の製作を完了し、測定領域 3.2×3.2mm(マクロモード)、スペクトル分解 10cm ⁻¹ 、解像度 4.4 μm(マイクロモード)を達成した。また、785nm 装置の製作により顕在化した操作性の問題点を解決するため、測定プローブ部と分光器を分離した、532nm 励起ラマンイメージング装置を製作し、作動距離 55mm を達成した。
②携帯型顕微赤外分光装置 ・測定プローブ: 赤外ファイバー利用 ・空間分解能: 10 μm	②赤外ファイバー利用を材質の問題から断念し、拡散反射法の採用による設計変更を行い、携帯型顕微赤外分光装置を製作した。作動距離 50mm を確保するため、空間分解能を 200 μm に仕様変更したが、感度不足により達成は困難であった。
③XYZ 移動ステージ: ・位置再現性: 5 μm	③装置駆動用の XYZ 移動ステージを製作し、位置再現性 5 μm を達成した。また、浮世絵を正確に保持可能なホルダーも製作した。
④データベース化: ・文化財構成材料のスペクトル測定法及び解析法の確立 ・データベース化の基盤確立	④顔料を中心にした着色剤約 380 種について、ラマン及び赤外拡散反射スペクトルを収集し、スペクトルデータベースを構築した。また、文化財の種類や時代別に、使われている顔料・染料などの文献調査を行い、知識データベースを構築した。

□ 採択企業における実用化への展望

今後は、ラマンイメージング装置について、測定時間の短縮、さらなるスペクトル分解の向上、低コスト化などの課題解決に取り組みつつ、データ処理・解析ためのソフトウェア開発及びデータベースの拡充を進めるとしている。

3. 総合所見

《総合》

概ね期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

本研究では、文化財の非破壊・非接触・その場分析に適した分析を可能にする、携帯型ラマンイメージング装置及び顕微赤外分光装置の開発が行われた。その結果、785nm 励起ラマンイメージング装置及び操作性を向上させた 532nm 励起ラマンイメージング装置を完成させており、概ね当初の研究目標を達成したと認められる。

今後は、様々な分野の専門家との連携を深めながら、市場調査等により需要の掘り起こしを進め、本技術の適用範囲の拡大をさらに進めて頂きたい。特に、本研究により構築したデータベースの拡充を図り、その完成度を高めることができれば、事業化の可能性も期待できる。また、文化財検査装置としての実用化を進めるに当たっては、低コスト化などの課題解決を図りながら、屋外使用にも堪える装置への改良を進めることで、市場価値の高い製品開発に努めていって欲しい。

本技術の社会性は大きく、将来性も期待できるため、今後のさらなる開発の進展に期待したい。

《詳細》

小型 CCD 検出器と、液晶波長可変フィルター(LCTF)を採用した分光器を用いて、785nm 励起ラマンイメージング装置を完成させた点、分離した測定プローブ部と分光器をイメージファイバーで接続し、操作性を向上させた 532nm 励起ラマンイメージング装置を完成させた点など、概ね当初の研究目標を達成したと認められる。ただし、顕微赤外分光装置の感度不足などの残された課題については、対象物によって測定位置を選べるような工夫を加えるなどの検討を行い、その解決に向けた着実な取り組みを進めて頂きたい。

知的財産権について、文化財検査装置として 1 件の特許出願があるが、さらなる特許出願が必要であると思われる。今後、用途を文化財に限定せずに、他分野への応用を幅広く見据えた知的財産戦略をさらに進展させて頂きたい。

文化財検査装置としての実用化については、低コスト化などの課題解決を図りながら、まず屋内使用を想定して装置を完成させる一方で、需要の高い屋外使用に耐える装置への改良を行うことで商品価値の向上に努めていって欲しい。さらに、本技術の市場価値の向上に向け、単なる装置の開発に終止することなく、データベースを活用した分析サービスを拡充していくことが重要である。今後、専門家やユーザーとの共同開発体制を整備・維持し、今回得られたデータをもとに、「スペクトルデータベース」及び「知識データベース」の構築、特に有機物に関するデータベースの拡充を実現することで、測定・分析の総合サービスの事業化を目指していって欲しい。

また、将来的には医薬品、食品等他分野への応用も見込めるため、様々な分野の専門家との連携を深めながら、詳細な市場調査等により需要の掘り起こしを進め、本技術の適用範囲の拡大をさらに進めて頂きたい。

低コスト化、屋外使用への装置改良や、データベースを活用した分析サービスの充実が進めば、さらなる市場拡大と事業化が期待できる。また、将来的には本技術が文化財用途以外の幅広い応用が為されることを期待したい。

本技術の社会性は大きいと考えられるので、今後のさらなる開発の進展に期待したい。