

文化財の分光学的分析

清水 俊彦¹, 宮原 暁^{1,2}

¹ 大阪大学レーザー科学研究所 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-6)

² 大阪大学人文学研究科 (〒562-0035 箕面市船場東 3-5-10)

Spectroscopic Analysis of Cultural Assets

Toshihiko SHIMIZU¹ and Gyo MIYAHARA^{1,2}

¹ Institute of Laser Engineering, Osaka Univ., 2-6 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-087

² Graduate School of Humanities, Osaka Univ., 3-5-10 Semba-higashi, Minoh, Osaka 562-0035

Spectroscopic techniques are attracting attention as a non-destructive method of analyzing cultural properties. Measurement using light as a probe causes very little physical damage to the object, and it is also relatively easy to apply the technique to irregularly shaped objects such as three-dimensional objects. In order to obtain information that cannot be observed with the naked eye, analytical methods other than visible light are also improving year by year. For this purpose, we are currently conducting a demonstration of imaging spectroscopy of cultural properties using several cultural property samples on hand.

Key Words: Laser, multispectral imaging, cultural assets

1. はじめに

文化財の非破壊的な分析手法として分光技術に注目が集まっている。光をプローブとする計測は対象への物理的なダメージが極めて小さく、また立体物など不定形の対象物への対応も比較的容易である。肉眼では観測できない情報を取得するために、可視光以外の分析手法も年々向上が進んでいる。大阪大学レーザー研でも、文理融合研究として、文化財の研究者と共同で、文化財の分光分析に取り組んでいる。

着目しているのはフィリピン諸島の文化財である。いわゆる文化の東西交流という点、ヨーロッパを中心としたルートが挙げられるが、実は日本列島、台湾、フィリピン諸島、メキシコ、イベリア半島を結びルートもそれと同じくらい重要である。その中継点の一つであるフィリピン・セブ島では、中国や日本をはじめ、アジア各国のさまざまな産地、多様なグレードの陶磁器の破片が見つまっている。現在、文化財研究は、一つの文化財を集中的に調査するだけでなく、その文化財の成立するストーリーも含めて議論することが求められている。そこで、陶磁器片群を分光学的に計測・比較することで、定量的で俯瞰的な議論を可能とすることを目指している。

現在は、この目的のため、文化財のイメージング分光の実証を、手持ちの複数の文化財試料を用いて行っている。陶器の他に、書・朱肉や絵画についても検証を行っている。

2. 文化財のイメージング分光分析について

文化財の分析においては模様や形状といった二次元情報を取得する計測が重要である。陶器の皿を例とすると、その皿の1か所の代表点を分析するだけでは意味を持たず、描かれている模様全体を文化的な情報として多数の試料と比較・分析することで初めて意味を持つ。

イメージング分光計測は、近年の分光器技術の向上で可能となった分野で、複数の波長で「写真」を撮影することにより、二次元的な広がりを持つ分析を行うものである。現在、文化財研究は、一つの文化財を集中的に調査するだけでなく、その文化財の成立するストーリーも含めて議論することが求められている。そのためには多数の試料の比較・分析が求められるため、イメージング分光システムが必要となる。

3. 陶磁器の分光学的手法による分析

3.1 陶磁器の釉薬の不純物の影響の確認

天然の鉱物を釉薬の原料としている骨とう品を、工業製品を識別する手段として、分光分析が考えられる。現在の工業製品の場合精製された原料を使用しており、人の目には存在の影響がほとんど見られない

不純物をあえて入れることはないため、可視光外での吸収を観測することで区別が可能となる。Fig.1 はいわゆる骨とう品とよばれる皿と現代の工業品の分光比較例である。左の可視光画像ではほとんど区別がつかないものの、右の取得した紫外分光のデータ処理後の画像においては明らかに違いが現れている¹⁾。



Fig. 1 Ultraviolet imaging of ceramics¹⁾

3.2 陶磁器の緑色の分析

青磁釉薬中の鉄イオンの構造的性質は、発色メカニズム関わっている。そこで、複数の条件が異なる青磁サンプルに対しX線吸収分光法を用いて、鉄イオンの釉薬中の分布を調査した (Fig.2)。その結果、内部と表面で違いが見られた。青磁は還元雰囲気での焼成がなされるが、表面で酸化プロセスが起こっていたことが分かる。イオンの典型的な還元焼成プロファイルで表面酸化が起こることを示している²⁾。一般的な分析は表面のみである場合も多いが、内部情報も含んで評価する必要があるとわかった。

3.2 陶磁器の赤色の分析

フィリピン産出の日本産とみられる陶磁器の比較および基礎データ収集のため、現在、国内産の陶磁器のサンプルをイメージ分光により分析を実施している。特に、九谷焼の九谷五彩の特徴の一つである「赤」の赤絵について分析を試みている。イメージ分光として、異なる波長での観測のため、それぞれ対応したフィルターを使い、二次元画像の撮影を行った。Fig.3 は、ある九谷焼のサンプルを異なる波長で撮影した写真の一部である。可視光域での撮影データにはほとんど違いがないが、紫外や赤外領域で撮影すると、中央の鮮やかな赤い部分と横にあるワインレッドの部分に明らかな違いが見られた。次の段階として、フィリピン出土の陶磁器の赤色の分析を進めている。分析により、時代・産地の同定への根拠材料とし、将来的には陶磁器の物流に基づいた文化交流経路の再構築を行うことを目指す。

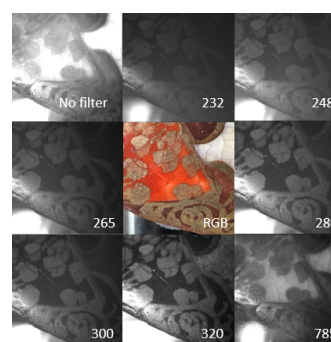
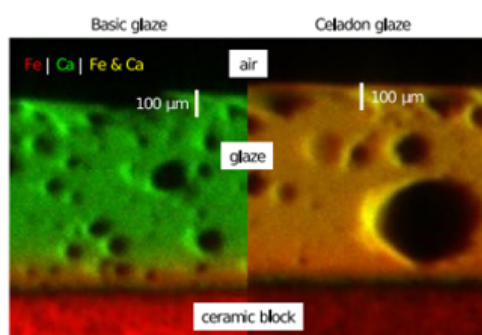


Fig. 2 Surface oxidation and Fe distribution in celadon glaze²⁾ Fig. 3 Multispectral imaging of Kutani-ware

謝 辞

フィリピンサンカルロス大学、長崎県窯業技術センター、高エネルギー加速器研究機構の方々に陶磁器の知見や実験協力を頂きましたことを、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 清水俊彦, 宮原暁, 月刊 OPTRONICS, 2022 年 1 月号
- 2) Angelo P. Rillera, et. al., J. Eur. Ceram. Soc., 43, 5706(2023).