

# 東・南・東南アジアにおけるベンガラ の生産、流通、消費に関する分光学的、材料学的、人類学的研究

研究代表者：大阪大学 宮原 暁

研究分担者：阪大レーザー研 清水 俊彦 猿倉 信彦 筑本 知子 渡部 充彦 東北大金研 藤田 全基

Collaborative research on the production, distribution and consumption of "Bengala" (red iron oxide) in East, South and Southeast Asia, based on spectroscopic, material and anthropological analysis.  
Gyo Miyahara, Toshihiko Shimizu, Nobuhiko Sarukura, Noriko Chikumoto, Michihiko Watanabe, Masaki Fujita <sup>1</sup>,  
Institute of Laser Engineering, Osaka University, 2-6 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871  
<sup>1</sup>Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai 980-8577

Keywords: Bengala (iron oxide red pigment), Raman spectroscopy X-ray fluorescence, Material culture and anthropology, Provenance analysis

## Abstract

This study explores the global production, circulation, and perception of bengala (iron oxide red pigment) from an interdisciplinary perspective integrating materials science, spectroscopy, and anthropology. Recent trends in anthropology emphasize ontological approaches and global contexts of material culture. In line with this, the project investigates how materials are perceived through human senses and how such perceptions are communicated across different societies and cultures. Bengala, widely used in East, South, and Southeast Asia, exhibits variations in visual appearance depending on its origin and production method, despite having similar chemical compositions.

To examine how artisans historically distinguished and utilized such pigments, we combine spectroscopic analysis with elemental characterization. Raman spectroscopy and X-ray fluorescence (XRF) are applied to analyze red-decorated porcelain fragments excavated from the Jesuit 1730 House in Cebu, Philippines. These samples, likely originating from Jingdezhen (China) and Arita (Japan), provide insight into early modern trade and cultural exchange. Raman spectra confirm the presence of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, consistent with bengala, while differences in peak sharpness suggest variations in crystallinity and production techniques. Additional peaks indicate the presence of lead-based glass components, supported by XRF results.

These findings demonstrate the potential for quantitative classification of pigment origins based on combined spectroscopic and material analyses. Future work will further develop classification methods for diverse red pigments and integrate scientific data with anthropological interpretations, aiming to establish a new research model centered on materials, sensory perception, and communication..

## 1. 緒言 (Introduction,)

今日、人類学では従来の解釈論的なアプローチから、存在論的なアプローチに拡張する動きが顕著に見られる。「モノ (材料)」の生産、流通、消費を共同体内部の局所的なコンテキストではなく、グローバルなコンテキストで把握しようとする潮流もその現れの一つである。こうした研究の潮流を踏まえ、本研究プロジェクトでは、どのような「モノ (材料)」が、どのように人の感覚を通して認知され、その情報がコミュニケーションを通して異なる社会や文化の間で伝達されるのかという観点から、研究を構想する。具体的には、赤色顔料の一つであるベンガラに着目し、近世におけるグローバルな生産、流通、消費のプロセスに、材料、感覚、コミュニケーションの3つの分析を総合することでアプローチする。

ベンガラは、酸化第二鉄を原料とする赤色顔料である。古代においては九州の装飾古墳に用いられた。近世においては、ベンガル地方 (現在のバングラデシュ) と東南アジア、東アジアの間でベンガラをめぐる交易が発展し、17世紀初頭には、オランダ東インド会社によってチッタゴン港から長崎にもたらされたことが知られている。その後、日本では、18世紀初頭から岡山県吹屋で、銅山の捨石からベンガラの製造がベンガラの生産が開始され、後にローハを原料とする製法が開発された。一方、大阪ではダライコというタイプのベンガラも生産された。

産地や製法を異にするベンガラは、それぞれ視覚的な印象を異にし、また硫化第二水銀 (辰砂) や四三酸化鉛 (鉛丹) などの他の赤色顔料とも、見た目に違いがあるとされる。工芸品や建物、壁画の装飾に赤色顔料を用いてきた日本や東、南、東南アジアの職人は、産地や製法を異にするベンガラや他の赤色顔料に何を見出し、何を模倣し、改良しようとしてきたのであろうか。本研究プロジェクトでは、これらの問いに答えるために、新知創造学際ハブを起点に、東北大の材料分析と、申請者サイドが母体とする大阪大学レーザー科学研究所の分光分析、及び人類学的分析から得られる知の総合をめざす。

## 2. 研究方法 (Research procedure)

本研究プロジェクトでは、産地や製法を異にするベンガラや他の赤色顔料を、異なる場所と時代に工芸品や建物、壁画の装飾に用いてきた日本や東、南、東南アジアの職人がどのように識別してきたのかという点について、材料学、分光学、人類学の視点からアプローチする。

酸化第二鉄を原料とするベンガラは、化学的な組成は同様である。18世紀以降、長らく日本の伝統工芸に用いられてきた吹屋ベンガラは、1970年代に生産を終了し、工業用ベンガラに替わったが、なお国内外で吹屋ベンガラを用いた製品の審美的な評価は高い。またベンガラの生産には、高価な辰砂に対して、比較的安価

なベンガラを辰砂の朱にいか近づけるかという技術的な課題が常に存在しており、歴史的に材料の選択による視覚的な印象の改良が追求されてきたと考えられる。このため、本研究プロジェクトでは、申請者側の分光分析によって、視覚的な印象の数値化と、組成の発光スペクトル・励起スペクトル・透過スペクトルといった光学的特性の評価をおこなった試料に対して、東北大の技術による材料成分・元素分析を用いることで、分光分析だけでは同定できない材料成分元素を同定する可能性を探る。各地のベンガラ試料の分光学的、及び材料学的分析の結果は、「感覚」に関する分析一人の視覚がどのようにベンガラを感知し得てきたのかにフィードバックし、東、南、東南アジアにおける赤色顔料の生産、流通、消費に関する民族誌的データと照合しつつ、新たな解釈、ないし仮説の生成を試みる。

本年度は、ラマン分光と蛍光X線分析を用いて、磁器における赤絵成分の分析調査を行った。ラマン分光分析は原子間の伸縮や回転といった物質の分子結合状態特有の情報を観測することが可能である。一方蛍光X線分析は分子構造は見えないものの元素の同定と元素組成の相対量を推定できる。これらを相補的に用いることで、ベンガラの系統的な分析ができるかを試みた。

### 3. 結果および考察 (Results and discussion)

今回の計測において、大阪大学の研究グループで調査を進めている、フィリピンセブ島の Jesuit 1730 house より発掘された磁器試料を使用した (図)。景德鎮(中国)や 有田などから輸入されたと考えられる陶磁片が混在した状態で発見されたものであり、当時の交易・文化の流通経路の議論に重要な位置づけとなっている。しかし、多量の発掘物に対し、分類が進んでいない。そこで、発掘資料のうち、中国景德鎮産と推定される試料と日本の有田産と推定される試料の科学分析による分類の可能性の調査を行った。

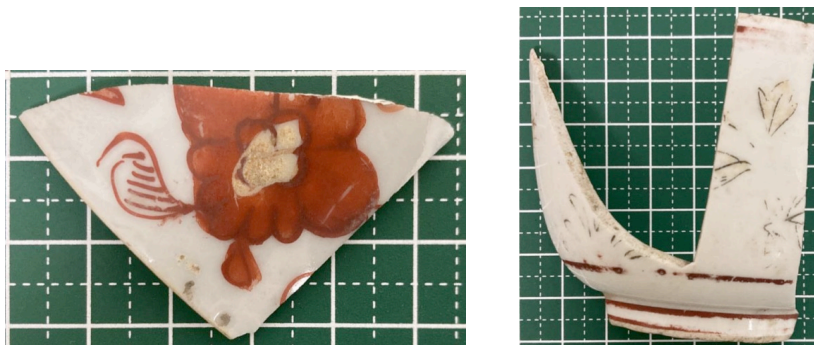


図1 赤絵磁器試料 (左は景德鎮産、右は有田産と推定されるもの)

図2はラマン分光分析の結果である。双方の磁器で  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  のラマンピークの存在を確認できており、ベンガラであるという推測と一致する。また、結晶相がガラス層より多いほどピークがシャープになる傾向があることから、景德鎮と有田の産地の原料や製法由来の違いが現れると考えられる。その他に鉛由来と推定される  $934\text{ cm}^{-1}$  にピークも簡素され鉛ガラス化もあることが示唆している。

これらラマン分光分析で見いだされた鉄や鉛の存在は、別途実施した蛍光X線分析の結果でも支持されており、今回の分析の有効性を示している。今夏の分析で赤絵顔料の科学的分析により、定量的に産地の違いを分類できる可能性を示すことができた。

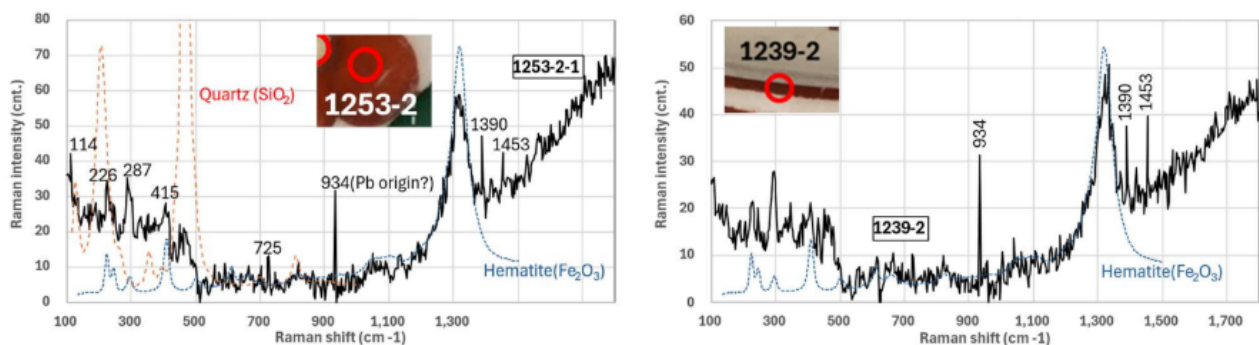


図2 赤絵磁器試料のラマンスペクトル (左は景德鎮産、右は有田産と推定されるもの)

### 4. まとめ (Conclusion)

今後は今回の2種の分析結果を足掛かりとして、緒言に挙げたような多種の赤絵顔料の分類手法開発を進める。特に次年度については、申請者チームの母体であるレーザー科学研究所マトリクス共創推進センターにおける「知の融合」のスキームに即して、ベンガラを対象とする人類学的なイメージーションと、材料学、分光学の近接を図り、さらに有効な材料分析手法を用いて、材料、感覚、コミュニケーションをキーワードとする「モノ(材料)」の研究モデルを模索したい。

### 謝辞 (Acknowledgement)

X線分析の知見に関して、藤田先生に大変お世話になりましたこと、お礼申し上げます。