

国宝高松塚古墳壁画及び国宝キトラ古墳壁画の材料調査について

国立文化財機構古墳壁画 PT 材料調査班

○報告事項

●キトラ古墳壁画

- 1) 蛍光X線分析 調査データ集の作成に向けた準備
・令和5年度中に調査データ集を刊行する予定
- 2) SfM/MVS を用いた壁画面モニタリング手法の検討

●高松塚古墳壁画

- 3) X線回折分析
- 4) 分光分析 調査データ集の編集
・調査データ集の編集作業を実施中
- 5) ハイパースペクトルカメラ

以下では、2)、3)、5) について詳しく報告を行う。

2) SfM/MVS を用いた壁画面モニタリング手法の検討

令和4年度から、壁画面の模擬試料（石材に漆喰塗のうえ部分模写）を対象として、レーザースキャナおよび SfM/MVS による三次元計測試験を実施している。令和5年度は、3D 点群処理ソフトウェアを用いた三次元モデルの差分解析から、SfM/MVS について壁画面モニタリング手法の一つとしての適用可能性の検討を行った。

○模擬試料の三次元計測試験

模擬試料上面模写部分（約 40 cm×15 cm, 漆喰厚約 3 mm）について、比較的高精度・高精度であるレーザースキャナ（FARO）による計測（図1）を基準として、SfM/MVS によるデジタルカメラ撮影画像から生成される三次元モデル（図2）の精度を検討した。

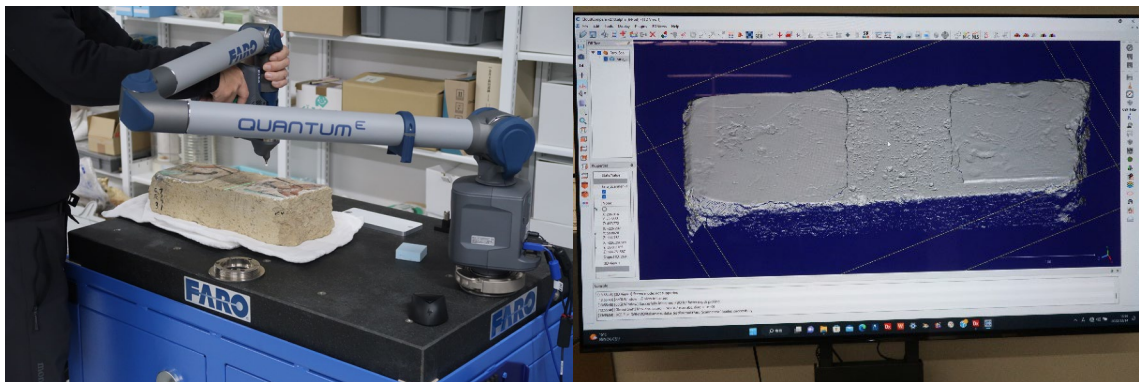


図1 レーザースキャナによる測定

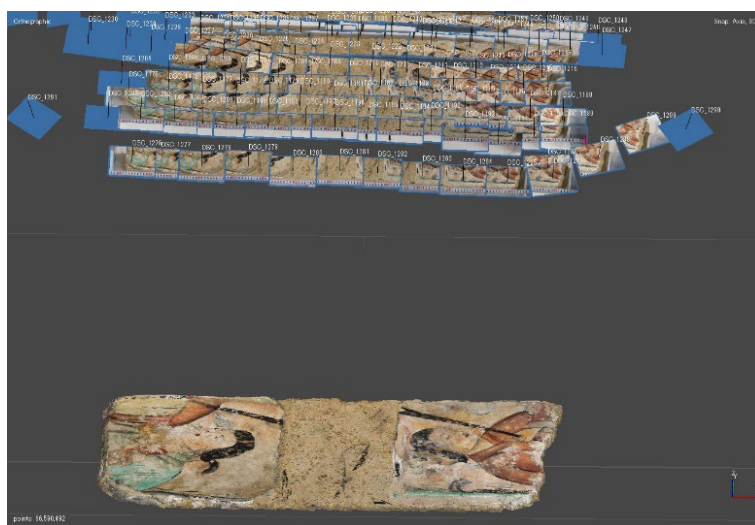


図2 SfM/MVS によるデジタルカメラ画像からの三次元計測

FARO と SfM/MVS で得られた点群データおよび三次元モデルをもとに、3D点群処理ソフトウェアの CloudCompare (Ver. 2.12.4)を用いて両者の差分解析を行った (図 3)。

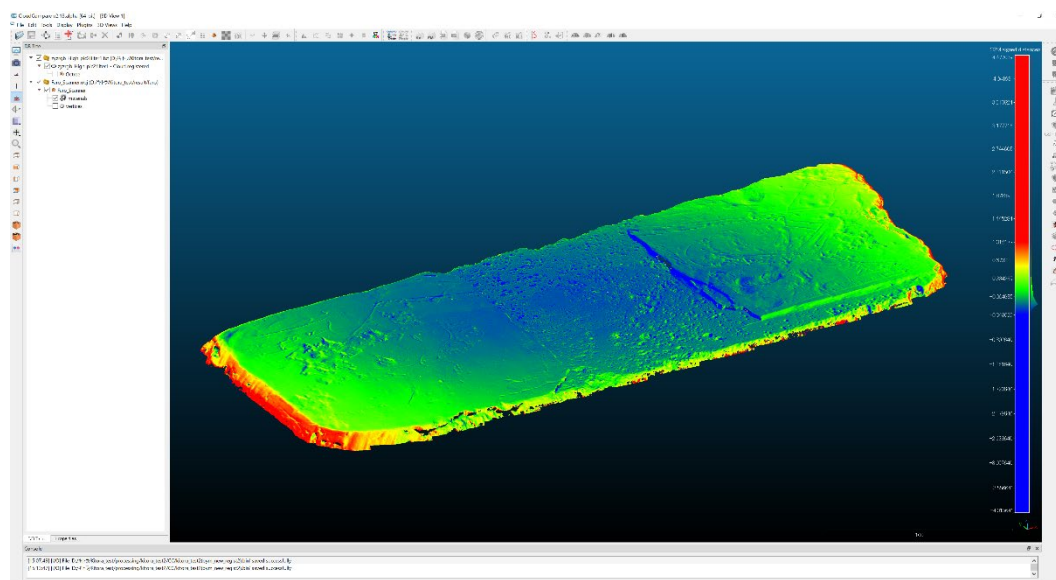


図 3 FARO と SfM/MVS の差分解析結果の例

本試験では、SfM/MVS 用の写真撮影に際し、コンベックスの写しこみにより簡易的にスケール情報を与えたため、相対的な比較にとどまるものの、両者の三次元モデルは概ねよく一致していると思われる。ただし、両モデルの差分は中心部ほど小さく、周辺部ほど大きくなる傾向が認められる。これは、SfM/MVS に用いたデジタルカメラ写真の撮影において、試料の周辺部ほどオーバーラップする写真の枚数・領域が少なくなったことが影響していると考えられる。

今後の課題

- ・ 実際の計測に必要な撮影枚数、画像のオーバーラップの量、解析条件の検討
- ・ 調査を安全かつ効率よく実施するための、治具や架台の開発及び作業法の検討

3) X線回折分析

これまでの進捗状況

令和4年度に青龍、西女子群像の調査を実施した(図4)。令和5年度は、淡赤色衣、赤色衣、黄色衣(以上、西壁女子群像)、蛍光の認められる筋状部(青龍)について測定データの精査を実施している。



図4 令和4年度の調査で実施した分析箇所

これまでの解析で得られた主な結果は以下のとおりである。

- ① 淡赤色衣(図4の12, 26, 33)では、鉛白と推定される回折ピークを確認した(図5左)。
- ② 黄色衣(図4の8, 23)では、カルサイトの $2\theta = 29.4^\circ$ のピークの低角度側にショルダーピークが確認された(図5右)。
- ③ 赤色衣(図4の13, 19, 28, 32)では、カルサイトと重複する $2\theta = 36^\circ$ (図6左)のピーク強度が、カルサイトのみの場合よりも大きい特徴が認められた。
- ④ 青龍の上部の蛍光反応が認められた箇所(図4の14, 15)では、回折ピークが一致しない結果が得られた。

同じ色調及び特徴を有する部分について、それぞれ3~4か所ずつ測定したが、必ずしも一致した結果が得られたわけではなかった。その原因として、表面に付着物している土や、二次生成したカルサイト等の影響も考えられる。そこで、これらの箇所について、再確認の必要があると考えている。

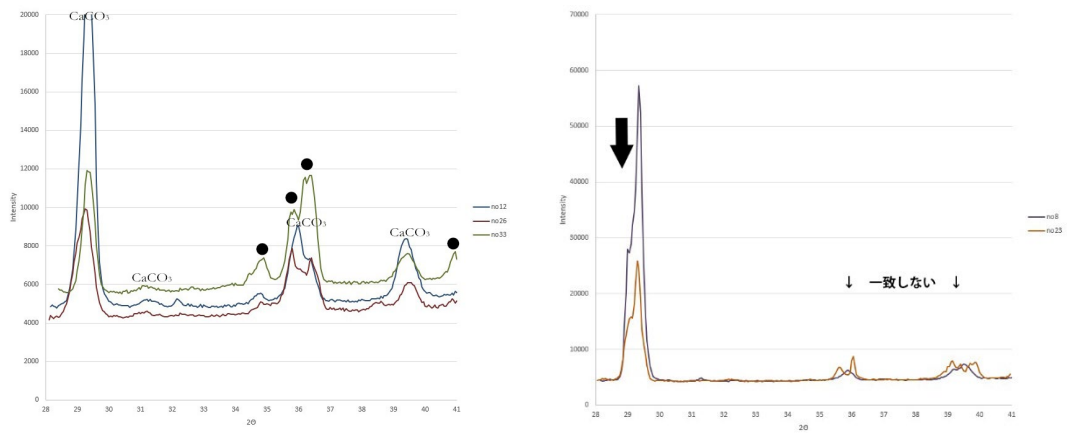


図5 (左) 淡赤色衣。鉛白と考えられるピーク (●)
 (右) 黄色衣。矢印のピークは共通するが、他のピークが一致しない

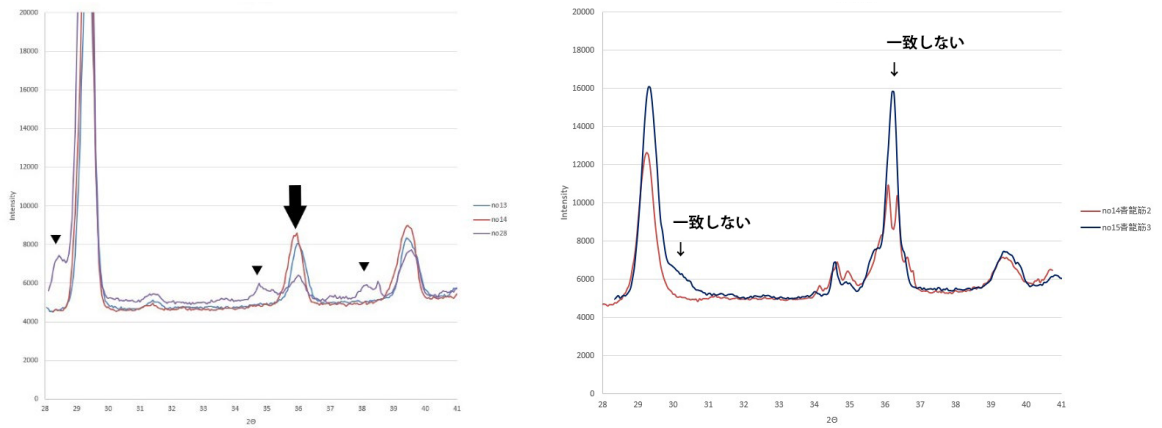


図6 (左) 赤色衣。2θ = 36° (矢印) のピーク強度が大きい。
 測定箇所によって回折パターンが異なる結果 (▼) が得られる。
 (右) 青龍の蛍光反応のある筋状部。回折ピークが一致しない

今後の予定

- ・青龍・西壁女子群像の再調査に向けての計画を検討。
- ・今年度中に再調査を実施。
- ・第2回検討会にて、再調査の結果を速報。

5) ハイパースペクトルカメラ

これまでの進捗状況

- ハイパースペクトルカメラを設置するための治具のデザイン・開発
- カメラを取り付けて安全性の評価、課題の抽出

- ・ XRD 測定に用いたフレームを使用する (XYZ 調整可能)。
- ・ 光源：ハロゲンランプを使用。壁面に 2 か所から 45° の角度で照射するように固定。
- ・ 電源ケーブル、PC との接続ケーブル、光源用のケーブルは、フレームに沿って配線する。



今後の予定

- ハイパースペクトルカメラ等を治具に設置し、本番を想定し、手板資料を用いて分析手順・安全性を再確認。