

高松塚古墳壁画の材料調査について

国立文化財機構古墳壁画 P T 材料調査班

○調査項目

古墳壁画 P T 材料調査班では、高松塚古墳壁画に用いられている材料の分析及びそれらの状態のモニタリングを行うために、様々な自然科学的な手法を用いて調査を実施している。

現在、以下の項目の分析等を継続的に実施している。

- 1) X線回折分析
- 2) 分光分析
- 3) テラヘルツイメージングによる高松塚古墳壁画の漆喰層の状態調査

また今後、高松塚古墳壁画・キトラ古墳壁画の材料調査への適用を目指して、以下の分析手法について精度及び安全性に関する評価を行っている。

- 4) ハイパースペクトルカメラ

さらに、壁画を長期的・安定的に保存するための基礎研究として、

- 5) 壁画構成材料の変形特性の評価

を行っている。

本検討会では、1) と 2) の項目を中心に報告する。

○X線回折分析

モバイルX線回折装置は、古墳壁画に用いられている顔料を同定することを主目的として開発した装置である。令和 3 年度の検討会において「装置を安全に設置して調査を実施することができる」というご了承を頂いたため、今年度は高松塚古墳壁画の分析調査を開始した。

5 月に再度、X線回折装置の動作確認及び安全性の確認を実施した上で、7 月に高松塚古墳壁画仮設修理施設にて、西壁女子群像が描かれている壁画の調査を実施した（図 1）。



図 1 X線回折分析を用いた調査

図 2 に今回の調査における測定箇所を示す。また、今回の調査での分析条件は以下の通りである。

- ・管電圧：40 kV
- ・管電流：250 μ A
- ・測定時間：1200 秒（一部 600 秒の測定箇所もあり）
- ・資料間距離：10 mm
- ・管球：Cu



図2 X線回折分析による測定箇所

今回の分析調査で得られたデータの解析を現在も行っているところであるが、ここでは代表的な結果をいくつか紹介する。

得られたデータの評価を行う際には、カルサイト（104）のピークを用いて 2θ の補正を実施したスペクトルを表示し、既知の材料から得られた 2θ のスペクトルとの比較を行った。図3、4、5には、それぞれ緑衣の女性の裳襞の赤色部分（02）、赤衣の女性の裳襞の青色部分（03）、緑衣の女性の緑衣の部分（06）における 2θ のスペクトルを示す。これらの結果から、02、03、06ではそれぞれ辰砂、群青、緑青の主成分であるシナバー、アズライト、マラカイトの特徴を有するピークが検出された。

これまでの蛍光X線分析や分光分析の結果から彩色材料の推定が困難であった黄色、ピンク、赤の衣の部分に関しては、引き続き、データ解析を進める予定である。

次回は、西壁女子群像の追加調査、及び青龍の調査を令和4年度内に実施する予定である。

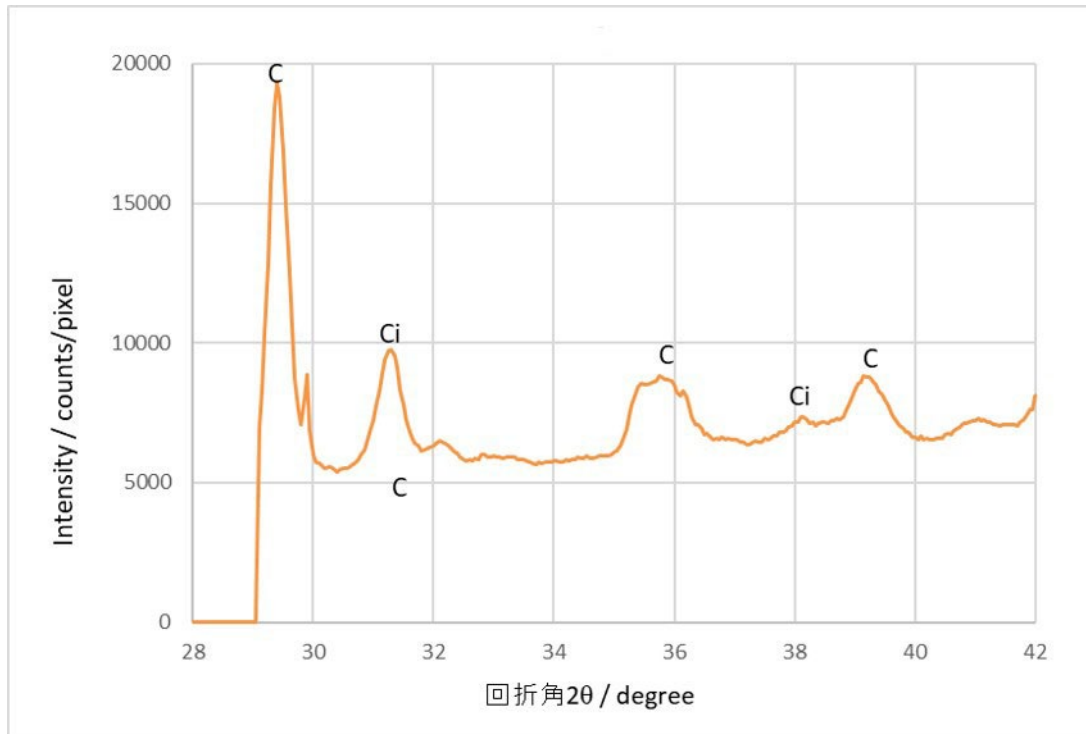


図3 測定箇所赤色部分（02）の 2θ スペクトル
 (Ci は cinnabar（辰砂）、c は calcite（カルサイト）のピークを示す）

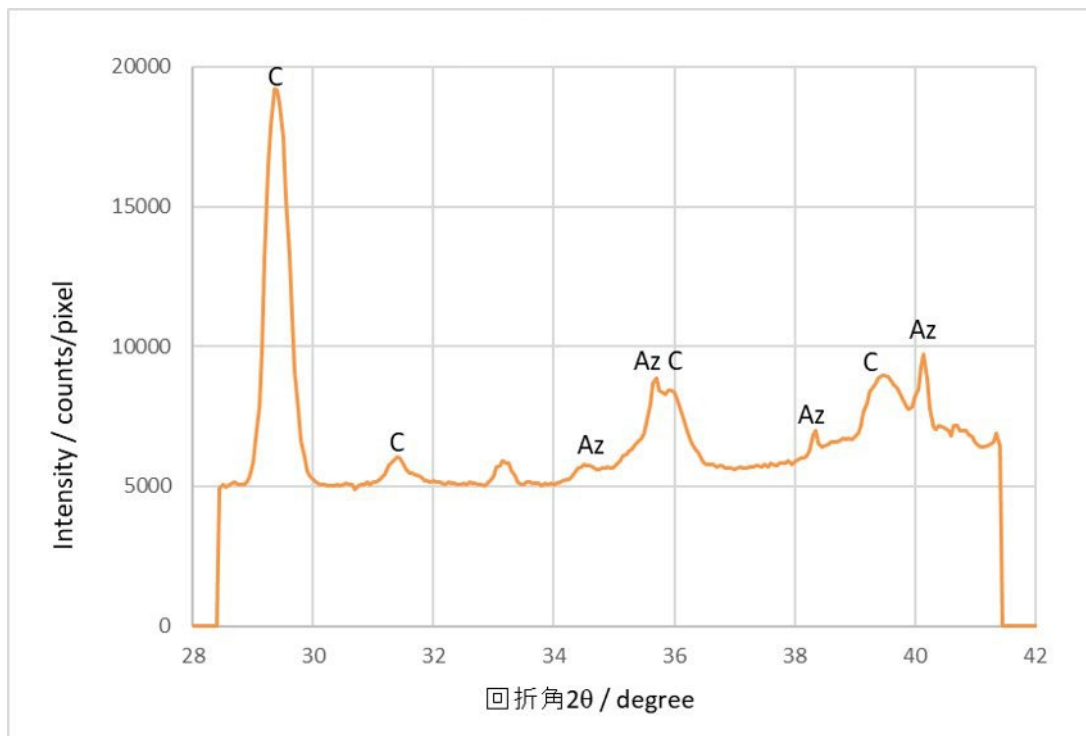


図4 測定箇所青色部分（03）の 2θ スペクトル
 (Az は azurite（群青）、c は calcite（カルサイト）のピークを示す）

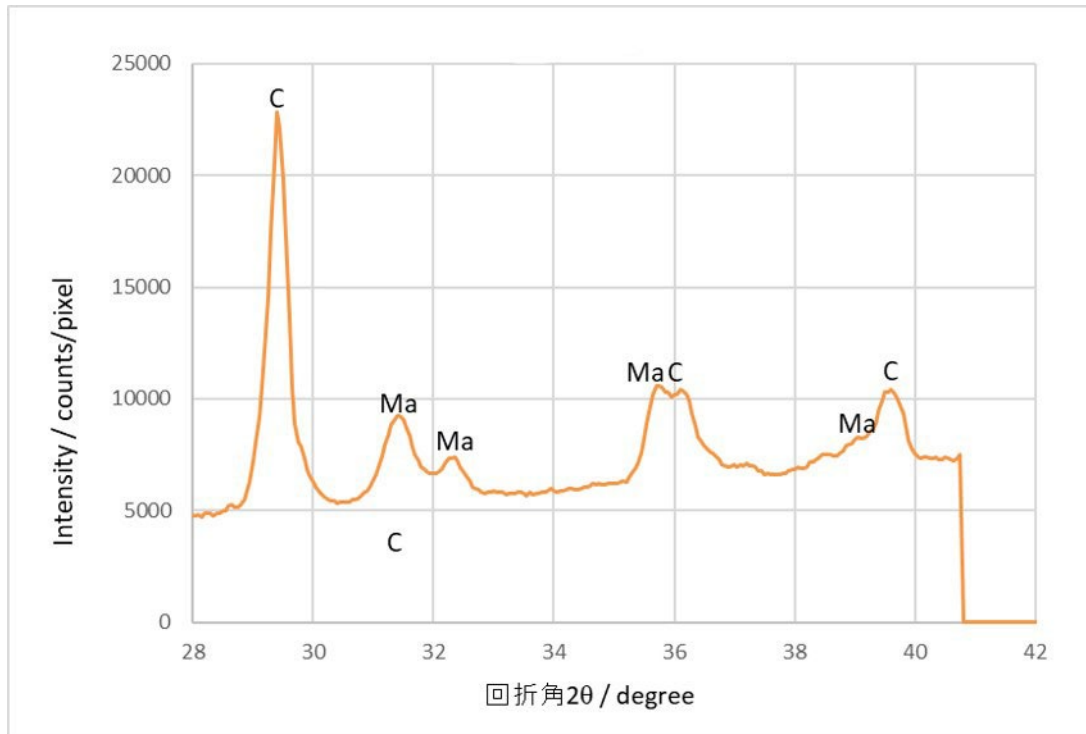


図5 測定箇所緑色部分（06）の2θスペクトル
（Maはmalachite（緑青）、cはcalcite（カルサイト）のピークを示す）

○分光分析

令和4年度前期報告

分光分析とは、対象に光を照射して波長ごとの反射率を測定する分析方法である。色材は種類によって異なる分光反射スペクトルを示し、その波形を観察することで、壁画に使用された色材を推定するための有効な情報を得ることができる。高松塚古墳壁画およびキトラ古墳壁画の調査では、これまでに蛍光X線分析を用いた元素分析が行われてきたが、分光分析を併用することで色材についてより詳細に検討することができる。

①令和4年度前期

- ・令和4年5月：高松塚古墳壁画 西壁男子群像
東壁青龍

ここでは、令和4年5月に実施した高松塚古墳壁画・西壁男子群像および東壁青龍の調査で得られた結果の一部を報告する。

■西壁男子群像（全分析箇所 図6）

胡床の襷が一つ置きにわずかに赤く蛍光を発しているように見える（図7）。白い襷と赤い襷とで可視分光分析による比較を試みたが、両者に顕著な違いはみられなかった（図8）。詳細の検討には、蛍光分光分析等その他の方法を検討する必要がある。



図6 全分析箇所（西壁男子群像）



図7 胡床の壁（左）と可視光線による蛍光写真（文化庁監修 国宝 高松塚古墳 壁画。2004。図版73 一部抜粋）（右）

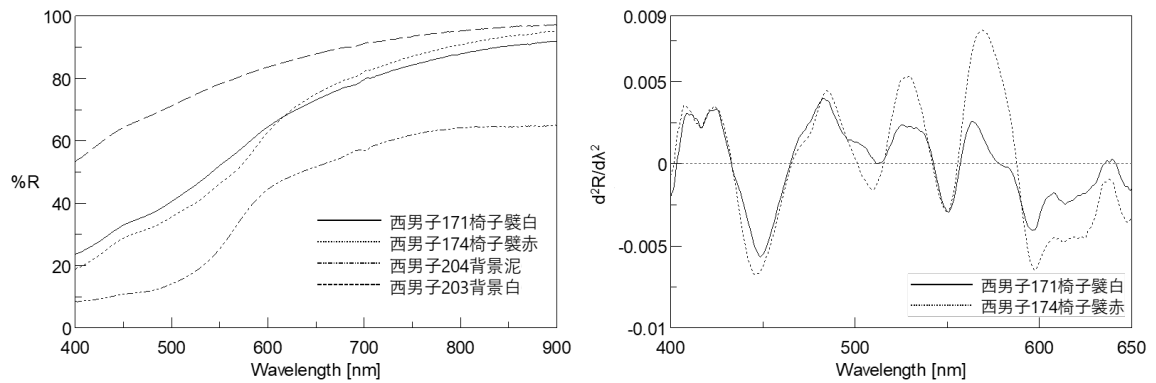


図8 胡床の襷の分析結果：可視反射スペクトル（左）と二次微分スペクトル（右）

■東壁青龍（全分析箇所 図9）

青龍の胴体（緑色）には青色の粒子がわずかに認められる。このうち青龍の羽の付け根で可視分光分析を行ったところ（図10、11）、緑色箇所よりも短波長側に反射のピークがあらわれた（図12）。緑色部分と比較して、やや青みを帯びているといえる。



図9 全分析箇所（東壁青龍）



図10 東壁青龍



図 1 1 分析箇所（東壁青龍）

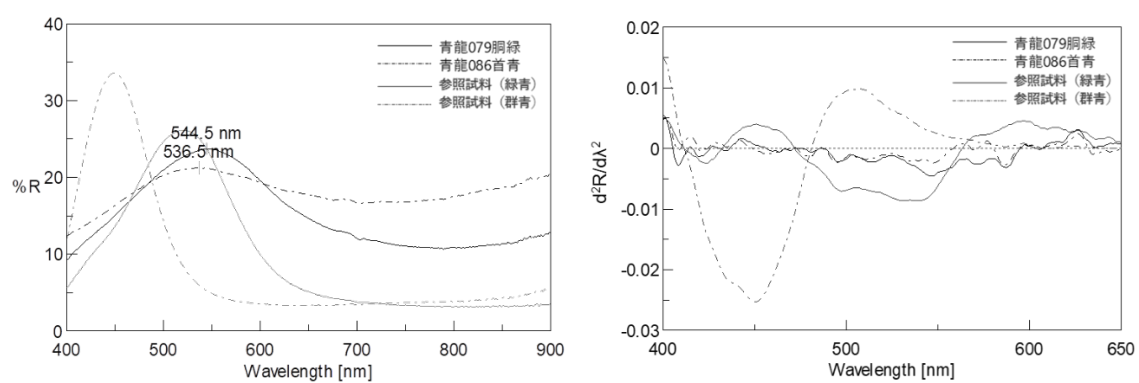


図 1 2 東壁青龍の分析結果：可視反射スペクトル（左）と二次微分スペクトル（右）
（参照試料は、漆喰下地に各顔料を塗布した試料）