

高松塚古墳における材料調査について

独立行政法人国立文化財機構

文化財研究所

*肥塚 隆保

佐野、早川、吉田、三浦 高妻、降幡

○ 現在調査している壁画

予備調査として目
地漆喰も対象



西壁中央の「白虎」は、発見当初に比べて、描線等が著しく劣化している。

○ 調査方法

壁画面(非破壊)

大型試料

観察的手法

デジタルカメラ(マクロ撮影)
デジタル顕微鏡(ファインスコープ)
赤外・紫外線を用いた観察

分析的手法

蛍光X線分析、分光分析

取り外した下地漆喰

(非破壊)

小型試料

観察的手法

上記手法に加えて
ラジオグラフィ(CT、CR)

分析的手法

蛍光X線分析、X線回折平行法

目地漆喰など

観察的手法

上記手法に加えて
偏光顕微鏡、SEM-EDS

分析的手法

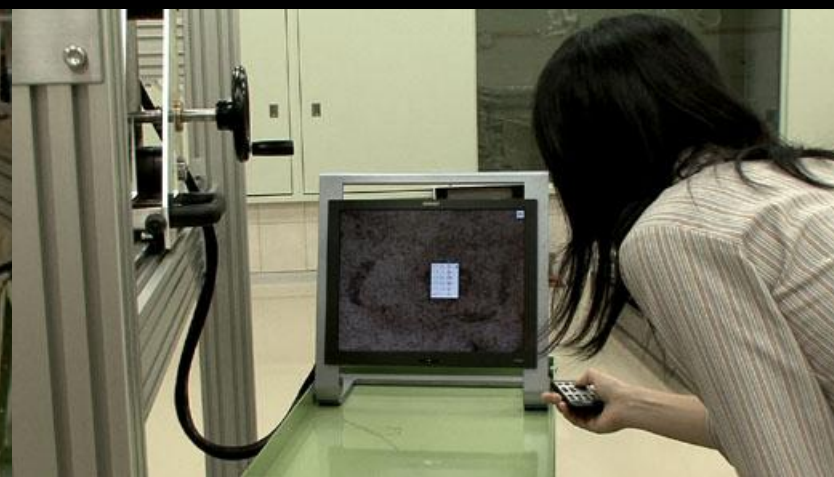
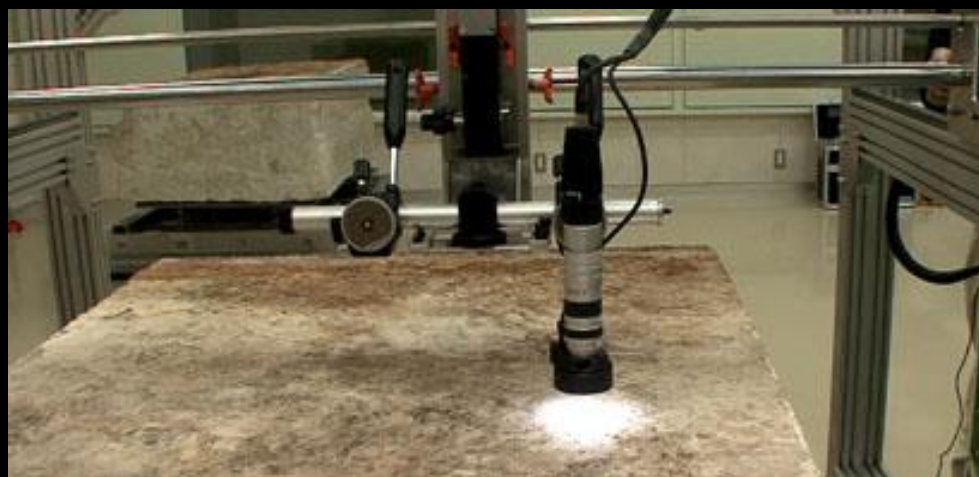
上記手法に加えて
精密化学分析、X線回折粉末法

○ 観察手法による調査

測定装置を取り付けるため、
専用のフレームを作成

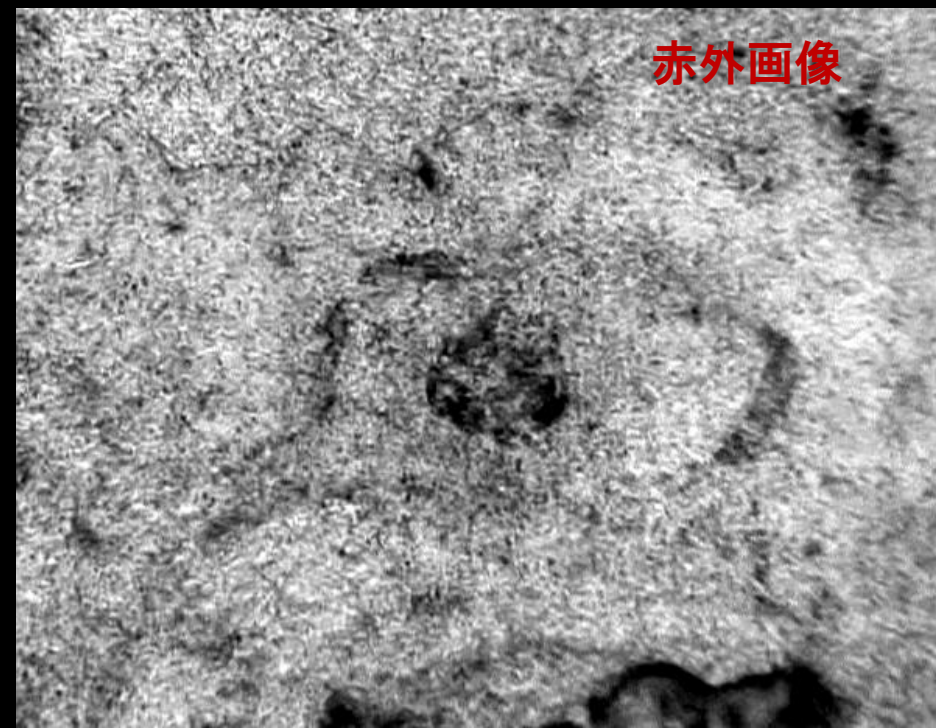


ファインスコープによる調査風景



○ 観察手法による調査

描線の保存状態に関する調査を目的とする



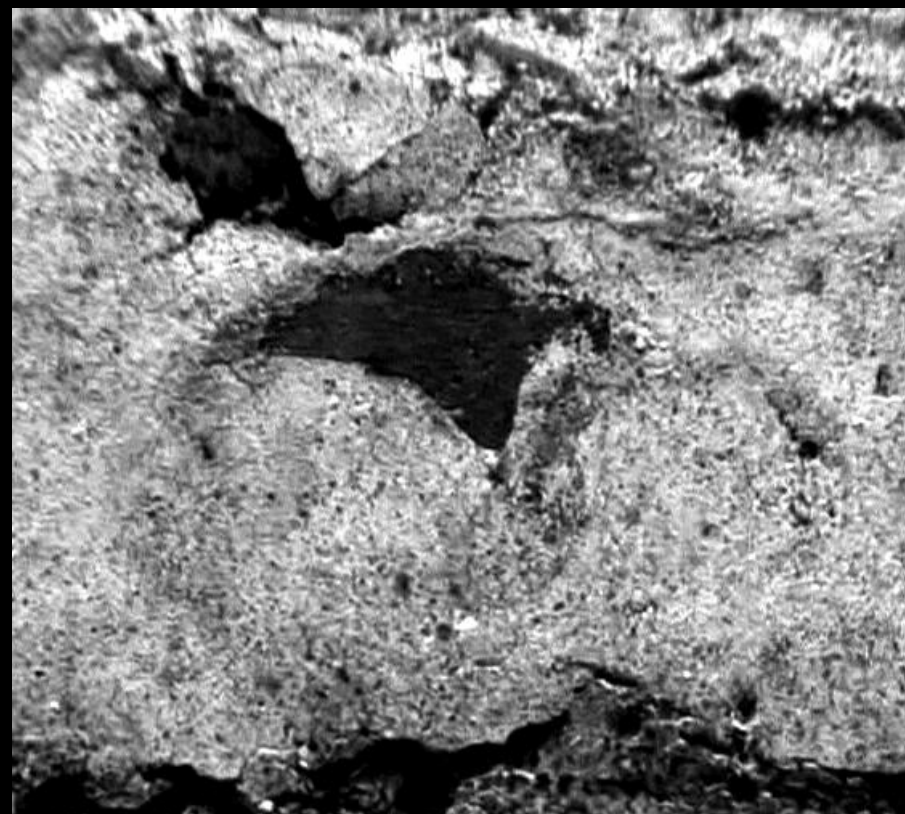
描線は明らかに消失しており、赤外線による調査でも検出できない。

○ 観察手法による調査

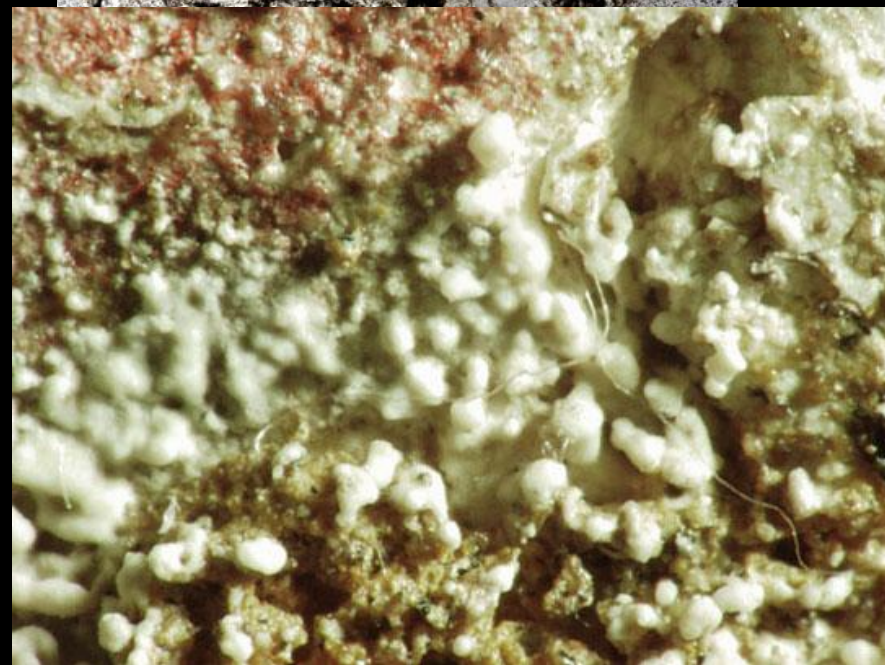
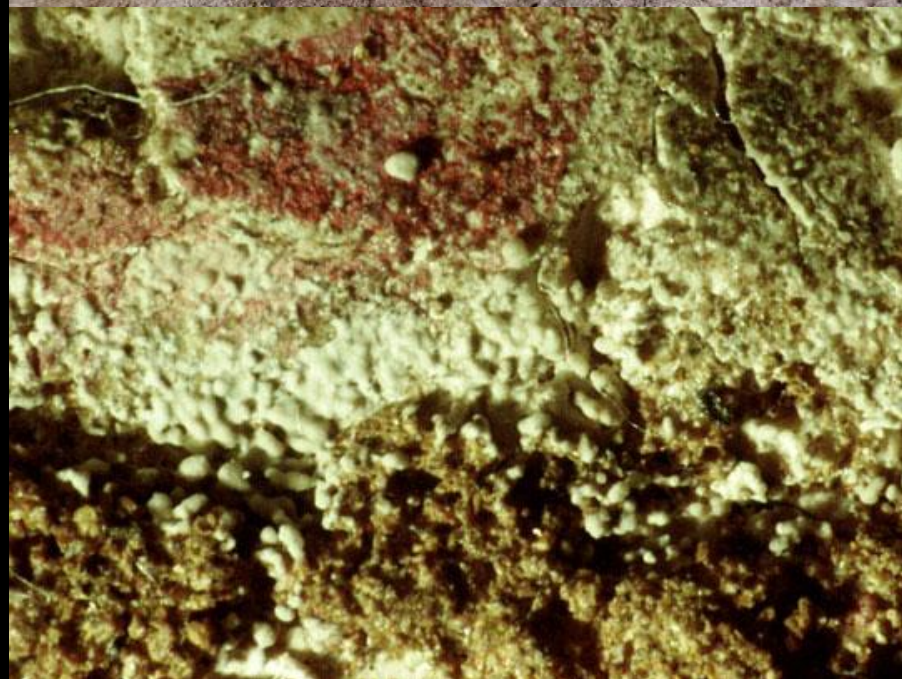
爪の上部の描線に、白色の二次的物質が覆っている。



左前脚爪

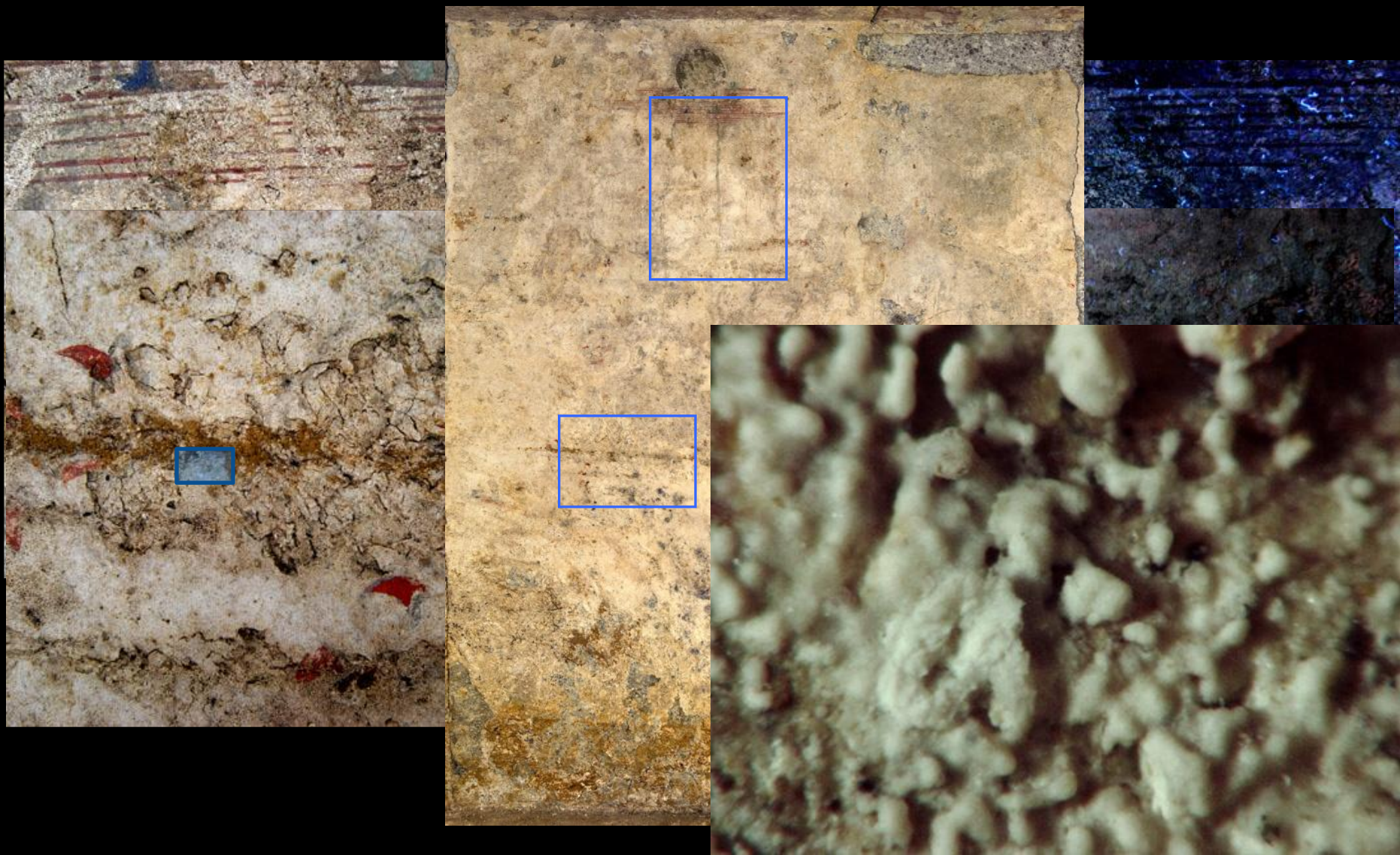


○ 観察手法による調査



可視領域以外の光源（紫外線）を用いた観察記録

254nm, 365nm



分析調査

Ca, Pbの含有量とX線強度の関係

測定距離とX線強度の関係



西壁2（白虎画像）の調査

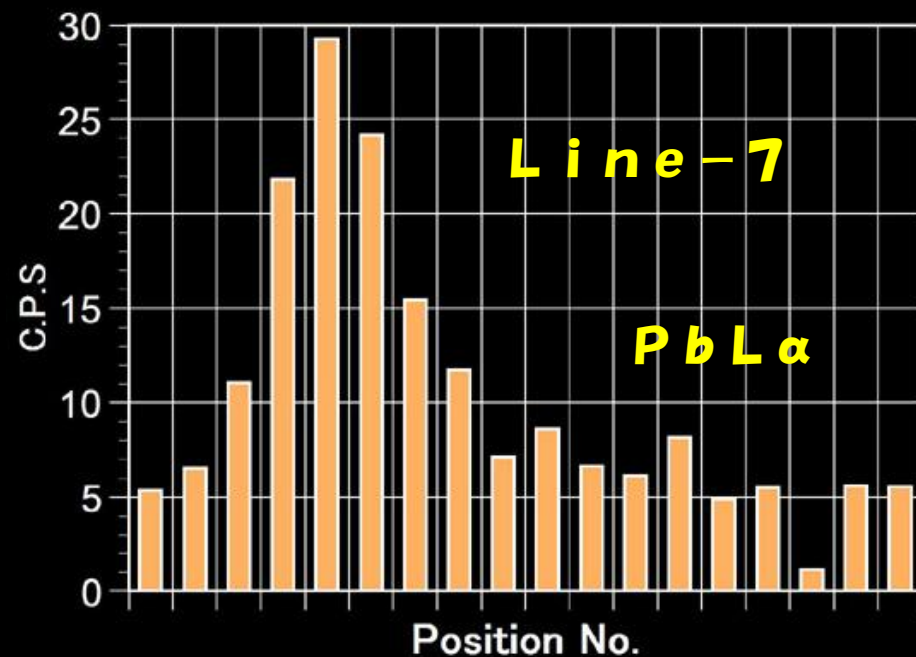
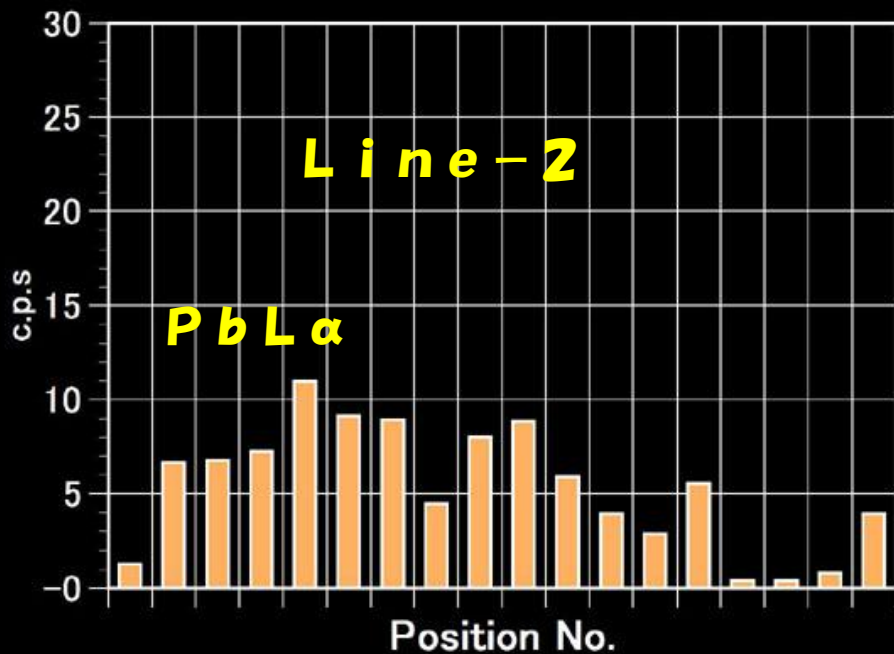
5-10cmメッシュ単位
で測定

必要な部分はさらに
追加測定

壁面から7mmの高さ
で測定



分析調査 (結果)



分析調査（結果）

測定部位ごとに、大きな変動（Pb）を示すことがある。

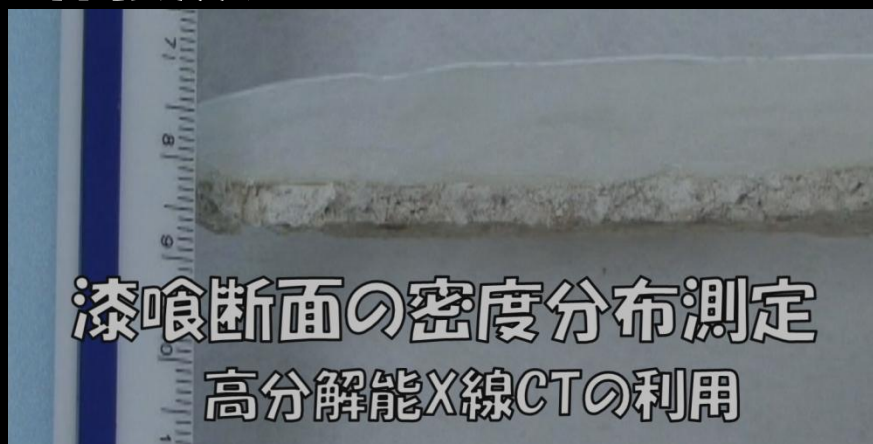


部分的に鉛白が塗布されていたのかもしれない

下地漆喰には、石灰に鉛白がわずかに混合された可能性
がある。高松塚古墳の壁画に類似する例としては、
Ssangyeongchong from Goguryeoが知られており、
部分的に他部白を塗布もしくは顔料
として使用された可能性も考えられる。今回得られ
たデータは、従来に調査された結果を裏付けるものであ
る（高松塚古墳壁画2004年）。月像下部周辺の紫外線に
よる蛍光？を示す部分については、劣化現象との関連に
おいても詳細な調査が必要となる。

取り外した漆喰片を用いた調査

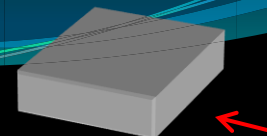
1. 高解像マイクロフォーカスX線CTを用いた下地漆喰の構造調査 (取り外した漆喰破片)
2. 蛍光X線法 ($\text{CaCO}_3\text{-PbCO}_3$ 系における PbCO_3 濃度変化とX線強度)



断面の測定(取り外した漆喰破片)

漆喰断面の密度分布測定
高分解能X線CTの利用

マイクロフォーカスX線CTによる内部構造調査



石材側



壁画面側

2-D,image/1-2detail-c_ct_000,0002pw

2-D,image/1-2detail-a_ct_000,0002pw

40 μm±

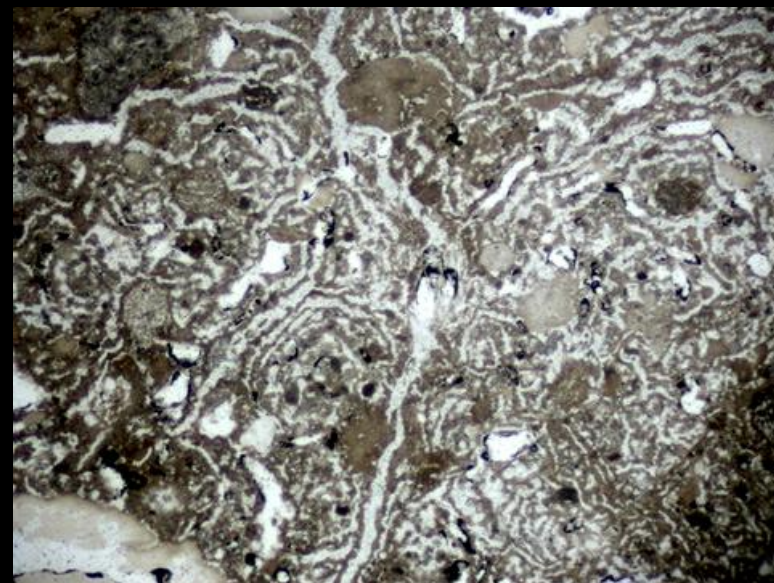
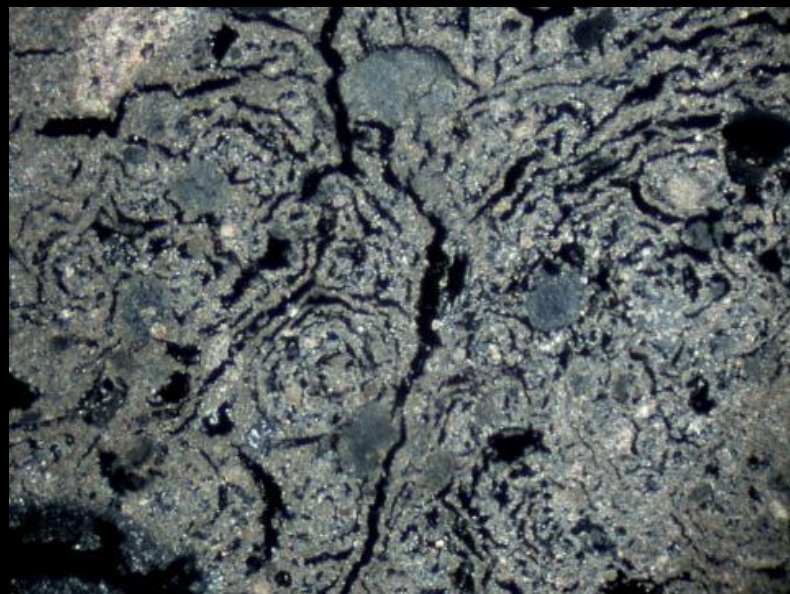
Cal:D₂₀=2.7 g/cm³ Arag:D₂₀=2.95 g/cm³ Cerrusite:6.55 g/cm³
Hydrocerrusite:11.37g/cm³

目地漆喰の調査(予備調査)

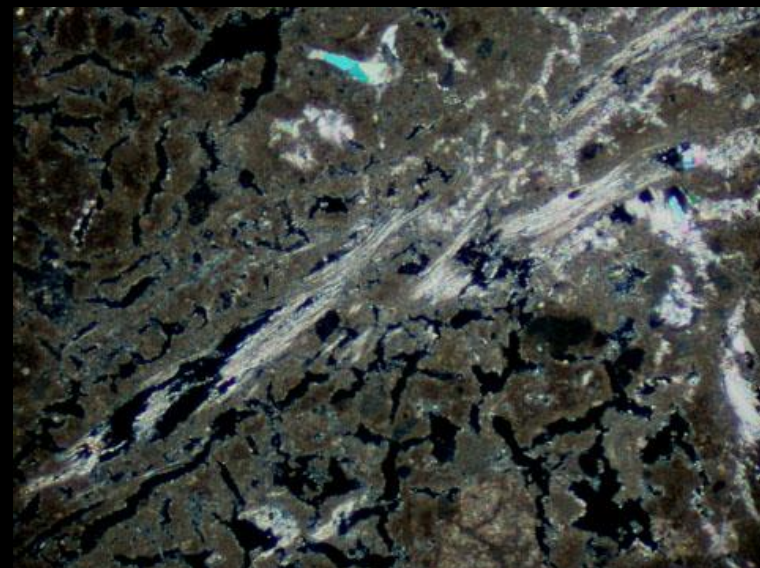
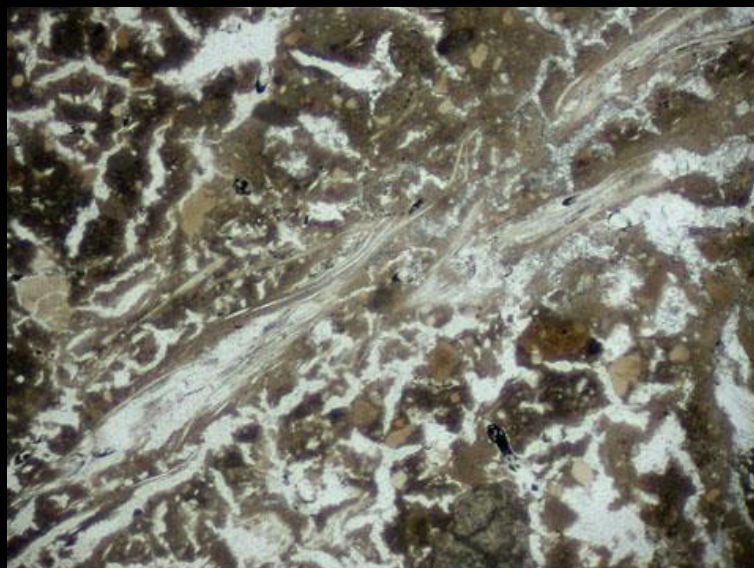
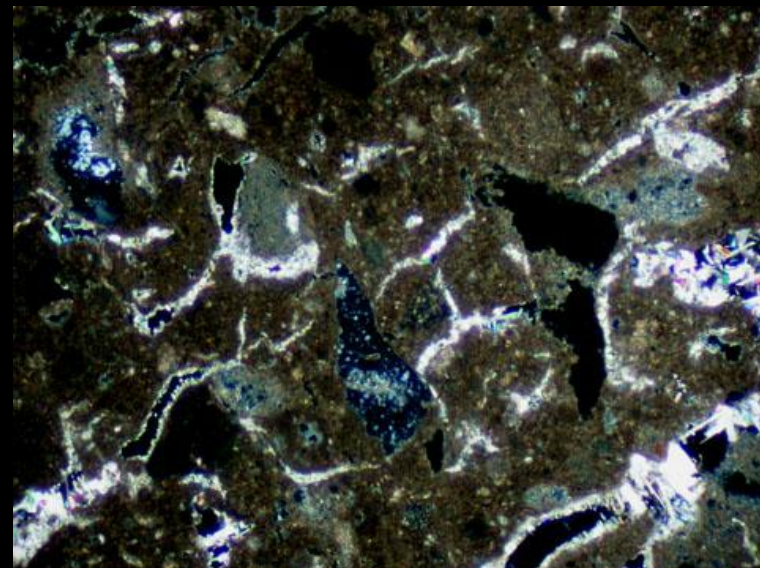
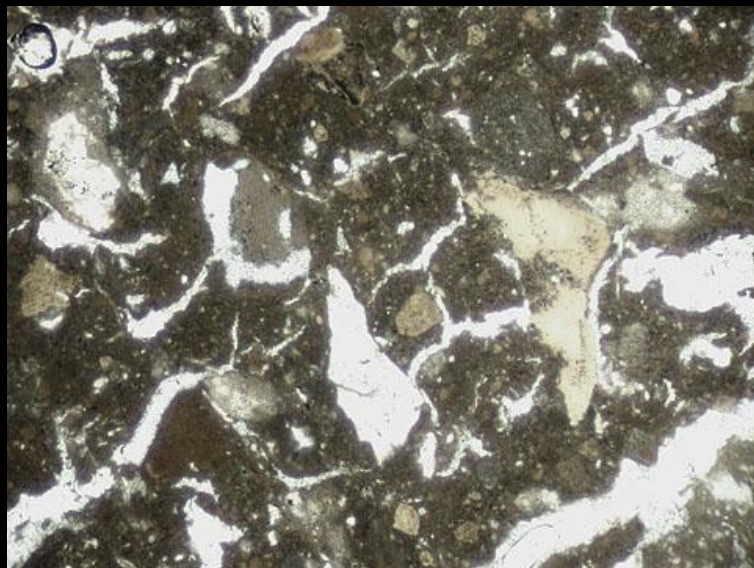
目地漆喰のサンプルについて、実体顕微鏡観察、化学分析、偏光顕微鏡観察、X線回折粉末法による調査を進めています。



偏光顕微鏡観察(+ニコル、-ニコル)



偏光顕微鏡観察(+ニコル、-ニコル)



精密化学分析

採取した試料から、0.2gを秤量し、王水10 mlで加熱分解した後、ろ紙(5C)を用いてろ液と不溶解残渣を分離した。ろ液はY内標準液(Y10mg)を添加し、純粋で100 mlに希釈した。不溶解残渣はホウ酸リチウムで融解後、希塩酸溶液に溶解後、ろ液と同様に100 mlに希釈した。

ICP発光分光分析法: Ca, Si, Al, Mg, Fe, P, Ti, Mn, Zn, Cu, V, Sr, Zr, Sn, Ba

原子吸光分析法: Na, KおよびPb

イオンクロマトグラフィ: Cl は漆喰片を水抽出して得られた溶液から

装置は、島津製作所製ICP発光分光分析装置ICP1014、島津製作所製原子吸光分析装置AA640-13、ダイオネックス製イオンクロマトグラフ2010iである。

また、漆喰試料を1000℃で1時間灰化し、強熱灰化減量(Ig. Loss)を求めた。測定した結果は、酸化物重量百分率で表示し、従来のデータと比較するため、酸化カルシウムについては、炭酸カルシウムに換算した。