

テラヘルツイメージングによる壁画のしっくいの状態の調査

古墳壁画 P T 材料調査班

●高松塚古墳壁画のしっくいの状態の検討

- ・材料調査班が行っているテラヘルツ分光分析では、しっくいが石材から浮いている可能性があると思われる箇所についての調査を行っている。
- ・これまでに調査を行った壁画の中で西壁男子群像に関するテラヘルツイメージングデータを選び、修理技術者の触診との比較を行うことにより、しっくいの状態を総合的に検討することを開始した。

●テラヘルツ波を用いた高松塚古墳壁画の調査

- ・赤外線と電波の間にある電磁波（周波数領域：0.1THz～10THz、波長領域：3mm～0.3mm）
- ・物質に対する透過率は X 線と赤外線の中間の性質を有する。屈折率の異なる物質の界面で反射率が高い。
- ・非接触な方法で、石材としっくいとの間の空隙の有無等を調べることができる。

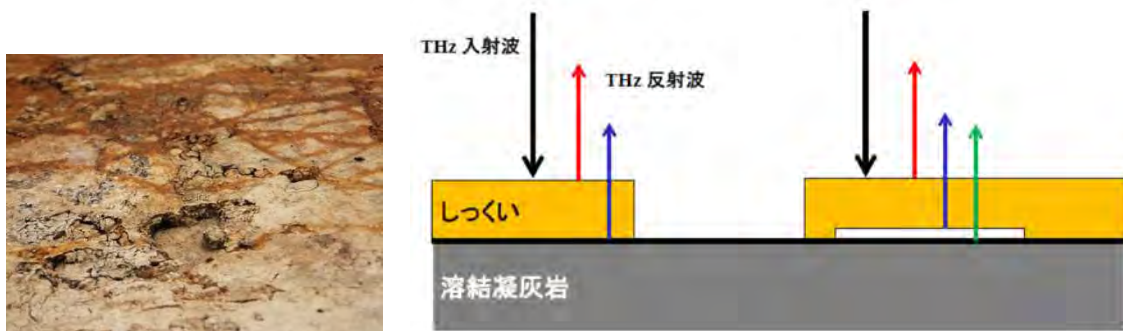


図 1 テラヘルツ波の性質と高松塚古墳壁画の調査

●調査方法

- ・2016 年度から国産のテラヘルツ分光分析装置を導入（パイオニア社製）
- ・スキャナヘッドを 2 次元的に動かす装置が専用フレームに取り付けられている。
- ・接続されているケーブルの数が少なく、安全に調査を実施可能。
- ・測定のピッチは 2mm、スキャナヘッドの動く速度は 20mm/s とした。
- ・これまでに青龍、白虎、西壁男子群像、天井石の調査を実施した。



図 2 調査の様子

●テラヘルツイメージングデータの検討（途中経過）

- ・典型的なしつこい表面でのテラヘルツ反射波の波形と、しつこいと石材との間に目視で空隙があると確認できる箇所におけるテラヘルツ反射波の波形を図 3(a)と(b)に示す。
- ・図 3(b)から、空隙はしつこい表面から 10~20ps 遅れたところに信号があると考え、その時間領域の信号強度の和を 2 次元的に示す（図 4 右）。
- ・図 4 右で信号強度の高いところ（図中で白く示されている箇所）について、さらに詳細にデータを確認し、空隙が存在する可能性のある箇所を○で示した。青丸は目視で浮きを確認できる箇所、赤丸は目視では浮きを確認できない箇所を示す。
- ・図 4 中で、例えば「図 3(c)」と示される箇所については、修理技術者の触診からも空隙があることが確認された。
- ・一方、修理技術者によって作成されたマップ（図 5）によると、「図 3(d)」と示される箇所にも空隙が確認されているが、図 4 に示すテラヘルツイメージングデータでは見落とされていた。テラヘルツ反射波の波形（図 3(d)）を見ると、空隙による信号の遅れが図 3(b)、(c)よりも大きいことがわかる。修理技術者の触診結果と照らし合わせることにより、データ解析の方法にはさらなる改良が必要なこともわかった。
- ・以上のように、修理技術者の触診結果とテラヘルツイメージングデータを補完し合うことにより、より精度の高い空隙の分布図の作成を継続して行っている。

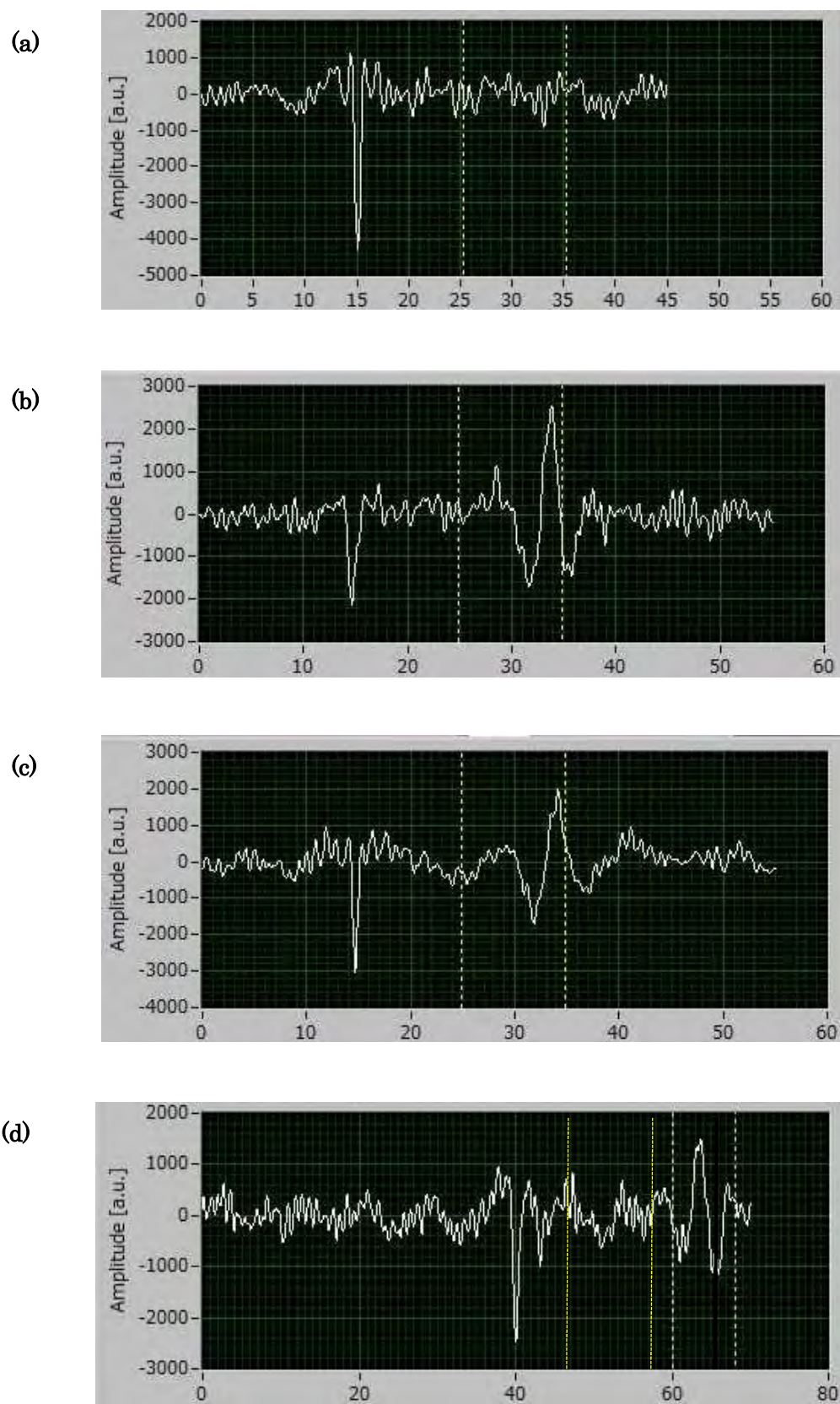


図3 テラヘルツ反射波の波形の例

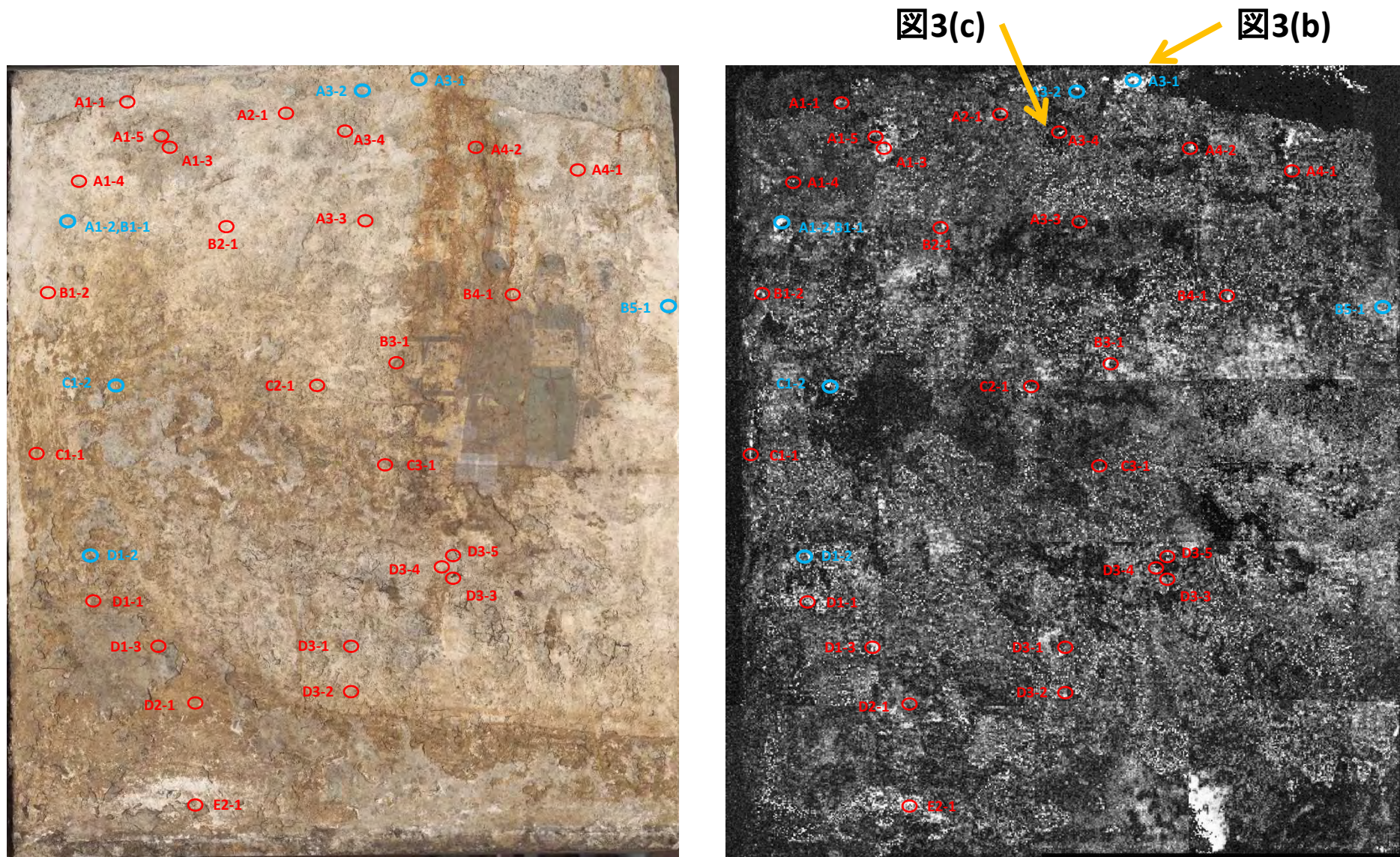


図4 可視画像とテラヘルツイメージング画像



図5 しっくいのはらきに関する損傷マップ