

遺物実測補助における3Dスキャナー利用の一事例

青木聡志

1 はじめに

近年、埋蔵文化財調査ではデジタル技術の導入が進展しており、公益財団法人愛媛県埋蔵文化財センターでも、2023年度からMetashapeを導入して現場作業の効率化を図り始め、その運用方法について試行錯誤しているところである。

筆者は、2021年度から2023年度まで一般国道196号今治道路・市道別名矢田線の開発工事に伴い、愛媛県今治市の別名・小泉地区にまたがる別名藪下遺跡・別名端谷Ⅰ遺跡2次・別名端谷Ⅲ遺跡・小泉吹谷西遺跡の発掘調査を担当し、翌年度の2024年度からこれら4遺跡の整理作業に従事している。2025年度までの2年間で整理作業を行い、報告書を刊行する予定であるが、これらの遺跡では愛媛県内でも類例の少ない出土遺物が多数あり¹、それらを積極的に選択した結果、実測遺物点数が2,000点をゆうに超えてしまう事態に陥ってしまった。そのため、従来の作業工程では報告書刊行に相応の年月を要し、整理作業の効率化を図る必要が生じた。このような状況から、3Dスキャナーを導入することで、特に遺物実測において作業の効率化を試みた。

本稿は、筆者が整理作業のなかで約半年取り組んだ、3Dスキャナーを用いた遺物実測についての事例報告である。本報告で提示する事例の多くは、インターネット等で調べ、操作の意味や意図を十分に理解せずに使用し、結果的に奏功したところもある。本稿で紹介する手順は、最適なものとは考えておらず、不要な工程やより良い方法等があると思われる。本来、時間をかけて様々な事例を検討した上で有効だと判断した手順を実践すべきであるが、検討する時間を十分に確保することが困難であったことや、単純に筆者の知識不足であることも否めない。これらの点に留意していただきたい。

2 3Dスキャナー導入の経緯と整理作業の体制

3Dスキャナーの活用事例を提示する前段階として、導入するに至った経緯について整理作業の体制などとともに簡略ながら記しておく。

(1) 整理作業の体制

整理作業の体制は、調査員(筆者)1名と調査助手1名、作業員4名の合計6名体制である。

筆者は当センターに勤めて初めて担当する報告書であり、執筆する機会はこれまで何度かあったものの、すべての段取りを組んで取り組むのは本報告書が初めてである。調査助手は、発掘調査の経験はあるが、報告書の作成に従事するのはこれまで経験がなかった。作業員は、4名のうち1名は経験年数10年以上経過したベテランであり、整理作業を熟知している方であった。そのほかの3名は経験年数が3年以内であり、そのうち1名は1年にも満たない。また、3名のうち1名は十分な実測経験を有するのに対し、そのほかの2名は実測の経験が少ないという状況であった²。

このような体制で、2024年度の4月から整理作業を開始した。

(2) 実測遺物の抽出について

実測遺物を抽出するために、4月中旬から遺物の接合・復元に取り組んだ。別名薮下遺跡・別名端谷Ⅰ遺跡2次・別名端谷Ⅲ遺跡・小泉吹谷西遺跡では、合計してテンバコ200箱程度の遺物が出土している。接合作業後の破片数の内訳は、弥生土器約77,100点、須恵器約7,000点、土師質土器約51,200点、黒色土器約2,100点、陶器(緑釉・灰釉・備前焼等を含む)約540点、瓦質土器約700点、陶磁器(貿易陶磁器・近世陶磁器を含む)約120点、土製品約300点、鉄製品(鉄滓等を含む)約600点、木製品約140点、瓦約140点、その他約400点であり、総点数約140,340点の遺物が出土した。

整理作業では、4遺跡の主要な遺構から出土した遺物およびその遺跡を特徴づけるような資料を優先的に取り上げた結果、2,300点ほどを実測遺物として抽出した³。

整理予定期間(2年間(24ヶ月))を考えると、実測点数を減らす必要があった。しかしながら、遺跡の評価をする上では、削減したとしても100～200点ほどであり、1,500点やそれ以下に抑えることは困難であった。一方で、実測点数が2,000点を越えたとしても、整理作業の体制によっては2年間で報告書を刊行できる可能性も考えられる。しかしながら、前述したような整理作業体制であったことに加え、当センターでは、実測は作業員が中心となっており、調査員は実測図のチェックや遺物トレース、遺構・遺物文章の執筆を、調査助手は調査員の補助を担当する体制であったため、従来の整理作業の工程では報告書の刊行が難しいと思われた。その理由として、作業員(4名体制の場合)の実測のペースは、平均して1日約10点であり、古代・中世の供膳具類であれば1日約15点、弥生土器の壺・甕類だと1日約6点であった。1日あたり10点実測したとして、1週間に50点前後できた場合、2,000点だと40週かかってしまう。実際は1週間あたりおよそ40点程度の実測ができれば良い方であり、整理作業期間内に実測が完了したとしても、その他の工程を考えると非現実的な実測点数であった。そのため、実測には筆者も加わり、筆者と作業員の5名で遺物実測を実施し、筆者は実測しながら作業員の実測図の確認を行い、調査助手にはAdobe社のIllustratorを使用した実測図のトレースをする体制を組み、8月中旬から実測を本格的に開始した。なお、実測遺物はほとんど減らすことなく実測作業に臨んだ。それは、3Dスキャナーの導入を実測開始前の7月下旬に決めていたこと、報告書で可能な限り遺物を掲載したいという筆者の考えがあったからである。

(3) 3Dスキャナー導入の経緯

上記のような整理作業および体制であったため、遺物実測の効率化を図る必要が生じた。作業員が遺物実測において時間を要していたのは、文様の割り付けと複数面の展開が必要な遺物であった。例えば、文様の割り付けについては、頸部と胴部の境に貼り付けられた貼付斜格子刻目文をもつ弥生土器の壺の場合、ベテラン作業員はおよそ半日～1日かかるのに対し、実測の経験が少ない作業員は1日～2日費やしてしまう。また、複数面の展開が必要な砥石の場合、ベテラン作業員で約半日、実測の経験が少ない作業員は1日～2日かかっていた。複数面の展開が必要な遺物の場合、断面図と平面図、側面図のつじつまを合わせる必要があり、その位置合わせや遺物の

据え置きに時間を要していた。

これらを解決する手段として、デジタル技術を用いて作成した実測遺物の下図を実測用紙に印刷し、対象となる遺物を観察しながらその下図に書き込んでもらうことにより、実測の効率化を図ることができるのではないかと考えた。また、場合によっては遺物を実測用紙に印刷せずに、Illustratorを用いてパソコンの画面上で実測・トレースをすることが可能であれば、整理作業全体の進捗状況を進められる可能性がある。遺物のデジタル化として、MetashapeなどのSfM/MVSを用いたものと、3Dスキャナーなどのレーザースキャンを用いたものなどがある。Metashapeの場合、遺物の写真を撮影してから三次元モデルができるまでに1時間程度かかるのに対し、3Dスキャナーでは10分程度で三次元モデルを作成することができる。これに加え、色情報よりも形状を優先したかったため、3Dスキャナーを採用して実測の効率化を試みた⁴。鉄滓や壁土などの土製品、瓦はすべて3Dスキャナーで図化を試み、支脚や複雑な文様が刻まれた弥生土器や、石器などのような複数の展開図が必要な遺物は、図化の手助けとして積極的に活用していった。

3 3Dスキャナーと使用するパソコン・ソフトについて

整理作業で導入した3DスキャナーはSHINING 3D社のEinScan-SE V2である。解析に使用したソフトウェアはSHINING 3D社のホームページからインストール可能なEinScan SE/SP,SE V2/SP V2のソフトウェアEXScan S 3.1.4.3(OS Windows)である。

使用したパソコンは、LAVIE N14 Slim N1475/HALである。パソコンの主要なシステムとスペックは、OS(Windows 11 Home)、プロセッサ(AMD RyzenTM7 7730U プロセッサ(2.00GHz/最大4.50GHz) [8コア/16スレッド])、メモリ(DDR4 16GB)、ストレージ(SSD(PCIe)約512GB)である。なお、使用するデジタルデータ類は、パソコンへの負荷や処理速度の低下を避けるために内蔵のストレージには保存せずに、外付けHDDや外付けSSDを使用している。

使用したソフトは、三次元点群の処理はGNU GPLのCloudCompare(Ver.2.13.2)、図の製図はAdobe社のPhotoshop 2025(Ver.26.1.0.121)とIllustrator 2024(Ver.28.7.1)を利用した⁵。

4 三次元モデルの作成から図面の配置までについて

以下では筆者が実際にしている三次元モデルの作成からIllustratorで図面を配置する過程までについて紹介する。

(1)EinScan-SE V2での三次元モデルの作成(図1)

1. キャリブレーション

画面の指示に従ってキャリブレーションボードをターンテーブルに設置し、スキャンを開始する。キャリブレーションボードが1周したのち、再度画面の指示に従い、キャリブレーションボードの向きを変えてスキャンする。合計3回スキャンしたのち、ホワイトバランス調整を行う。なお、ホワイトバランス調整は、色情報が不要であれば実施しなくても問題ない。

2. プロジェクトの選択

「ワークを作成する」を選択し、スキャン時のデータの保存先のフォルダーを選択する。その後、新規プロジェクトの選択画面が表示されるため、「テクスチャーあり・なし」を選択する。色情報が必要な場合は「テクスチャーあり」、色情報が不要な場合は「テクスチャーなし」を選択する。

3. スキャンの開始

ターンテーブルに三次元データを取得したい遺物を設置し、「スキャン開始」を選択する。ターンテーブルの回転数を調整することも可能であるが、回転数が増加するとその分点群も増加し、データ容量が大きくなるため注意が必要である。

4. データの編集

スキャンされた点群が表示され、スキャンされている箇所は青色に、点群の内側(スキャンされた青色の内側)は黄色で表示され、取得できていない箇所には点群が表示されない。遺物によっては何かに固定してスキャンしなければならない場合があり、その際には unnecessary 点群が表示されるため、実際の遺物とは異なる unnecessary 点群は削除する。編集後「変更を適用する」を選択する。

5. データの最低化

一周のスキャンでは遺物を完全にスキャンすることが不可能であるため、3～4の作業を繰り返し、対象とする遺物がすべてスキャンされた状態にする。何周もスキャンすることでより精度の高い三次元モデルができる一方で、その分データ容量も大きくなる。三次元データで過不足なくスキャンが完了したら、「データの最適化」を選択する。

6. メッシュ化

「データの最適化」を選択後、「メッシュ化」を選択する。メッシュ化では、高・中・低を選択でき、段階によって処理速度が異なる。高の場合、筆者が使用しているスペックのパソコンでは処理速度が遅くなることに加え、時々ソフトウェア自体が勝手に落ちてしまう場合があるため、基本的に精度は中で行っている。下図で使用するには十分であり、過不足なくスキャンできていれば特に不都合を感じない。

7. データの編集

メッシュ化後、必要に応じて三次元モデルの編集を行う。

8. データの保存

スキャンのエクスポートを選択し、三次元データと点群を保存する。点群は.asc(全ショット)、三次元モデルは.plyで保存している。

(2)断面図・オルソ画像の作成(図2)

CloudCompareを使用して断面図・オルソ画像を作成したため、使用方法の一例として示す。

1. データの挿入

3Dスキャナーで取得した.asc(点群)と.ply(三次元モデル)のデータを読み込ませる。

2. 位置・傾きを合わせる

データベースツリーに表示されているデータを全選択し、「移動・回転」を使用して位置合わ

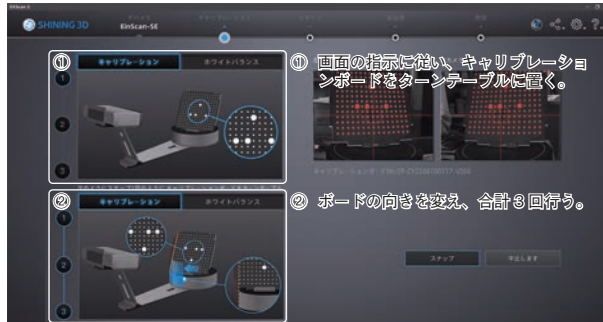
Einscan-SEV2 の使用状況



Einscan-SE V2 の仕様 (一部抜粋)

スキャンモード：
 ターンテーブルによる固定スキャン。ターンテーブルなしの固定スキャン
 整列モード：
 手動で位置合わせ。フィーチャーアライメント；ターンテーブルアライメント
 スキャン精度：≤0.1 ミリメートル
 最小スキャン量：30mm×30mm×30mm
 最大スキャン量：固定スキャン：700mm×700mm×700mm ターンテーブル：
 200mm×200mm×200mm
 Single スキャン範囲：200 mm × 150 mm
 シングルショットのスキャン速度：<1 秒 1 回転のスキャン速度：<45 秒
 ポイントの距離：0.17mm~0.2mm
 カラーสキャン：サポート 出力形式：OBJ、STL、ASC、PLY、3MF
 カメラの解像度：1.3 メガピクセル デバイスサイズ：570mm×210mm×210mm
 重量：4.2 キロ ターンテーブルの積載量：5 キログラム

1. キャリブレーション



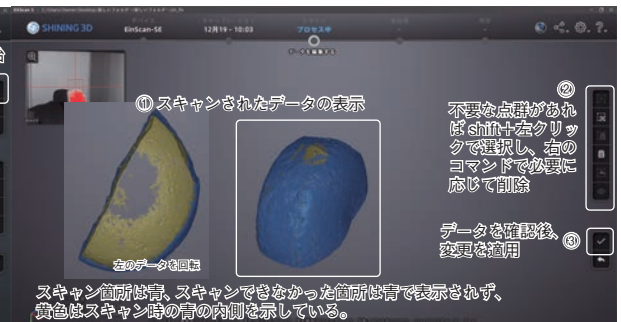
2. プロジェクトの選択



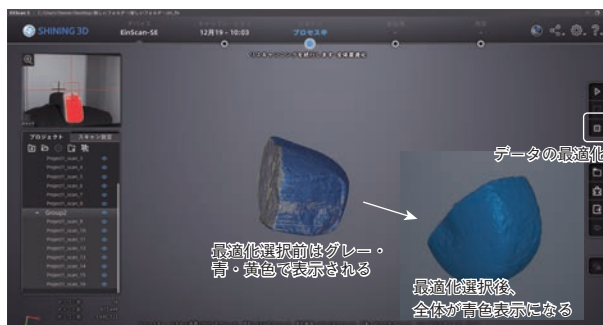
3. スキャンの開始



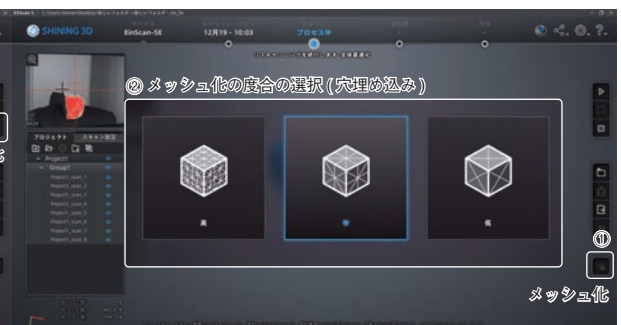
4. データの編集



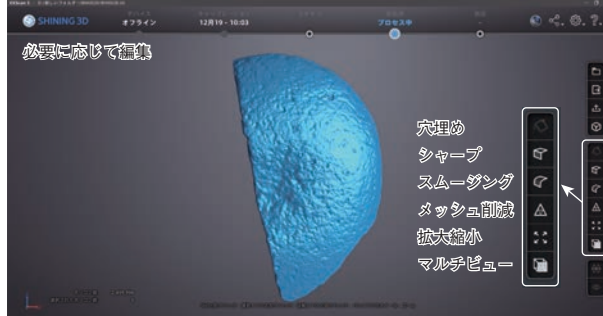
5. データの最適化



6. メッシュ化



7. データの編集



8. データの保存

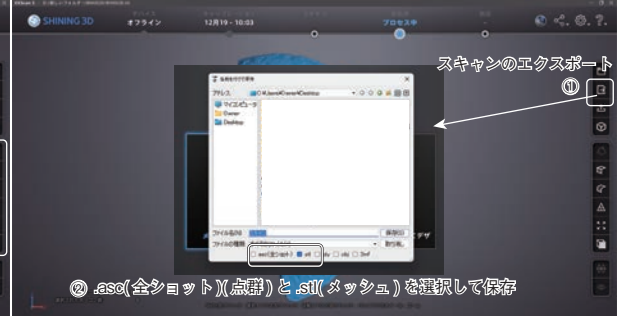


図 1 Einscan-SE V2 使用の一例

せを行う。最初は移動・回転のRotationをXYZにして大体の位置に合わせたのち、Rotationの軸を一定の方向に固定し、3Dビューで視点を変えながら位置を決めていく。3Dビューと同じ向きに三次元データを合わせておくと、画像の書き出し時に迷うことが少ないと思われる。

3. 断面の作成

断面はオルソ画像の大きさを合わせるために必要であり、「複数のポリラインに沿った点群を抽出する、あるいはあるポリラインcompute the best registration に沿った点群を展開する」を選択すると、任意で断面を作成することが可能である。断面を取りたい箇所(実際の図面で断面をとる箇所が望ましい)に線を引き、確定させると線の色が緑からピンクに変化し、「Create polyline by clicking on the screen」を選択すると線の色がピンクから赤に変化する。そして、「Extract points along active section」を選択し、Extract section profile(s) のtypeをBothに変更して緑のチェックボタンを押して確定すると、断面図を作成することができる。この断面図は、点群を繋いで作成されたものであるため、そのまま遺物の断面図として使用する際には注意が必要であろう。

4. データの保存

データベースツリーを全選択後、CloudCompareの拡張子である.binで保存する。

5. データの書き出し

「表示」から「ファイルをレンダリング」を選択して画像の書き出しを行う。zoomで解像度を変更することができる。図面の展開数や使用状況に応じて3Dビュー等で向きを変更しながら画像を書き出す。書き出す際には、下図として使用する画像とともに、断面を取得したラインが入った画像も書き出ししておく。

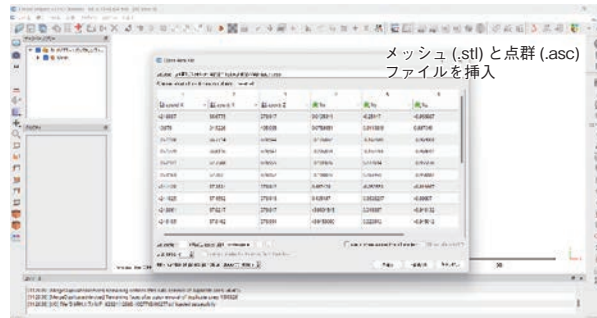
断面図の書き出しは、3Dビューで上面にセットしたのち、データベースツリーを全選択する。そして、「移動・回転」を選択して、「Advanced」を開き、動かす軸がX軸になっていることを確認し、Rotationの数値を90に変更して「Backword」を選択する。その後、データベースツリーのMeshと点群の選択を解除し、断面図のみを選択して、.dxfの拡張子で保存する。

(3) 図面の配置について(図3)

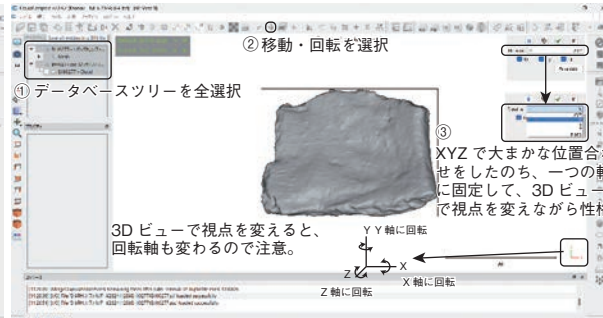
CloudCompareで書き出した画像はPhotoshopで開き、オブジェクト選択ツールで画像を自動で切り抜き、切り抜いた画像をIllustratorに配置する。切り抜いてIllustratorで配置した画像は、縮尺があっていない。縮尺を合わせるには、CloudCompareで書き出した断面(dxf)を使用する。断面(dxf)をIllustratorで開くと、「DXF/DWGオプション」画面が表示され、アートワークの倍率を選択できるため、「元のサイズ(O)」で開く。この断面図はベクタ形式で開かれる。この断面図の両端のアンカーもしくはパスにガイドを合わせ、断面のラインが入った画像をもとに拡大・縮小をして縮尺を合わせる。

複数の展開が必要な遺物の場合は、外形線をIllustratorでトレースし、オルソ画像と外形線が入ったものと、外形線のための2種類を用意し、実測用紙に印刷する。作業員には、外形線のための図面にオルソ画像を参考にしながら遺物の傾きを合わせて破断面や調整・稜線を書き込んでもらったり、Illustratorでオルソ画像の不透明度を50~70%程度に下げ、このオルソ画像に外形線

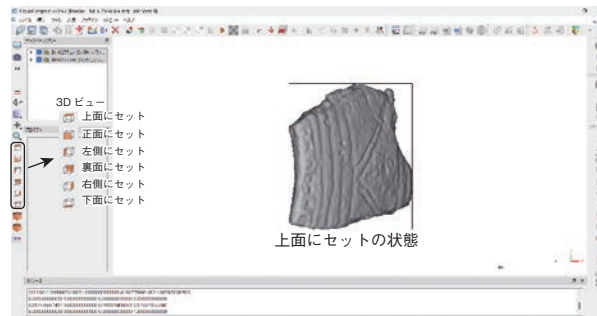
1. データの挿入



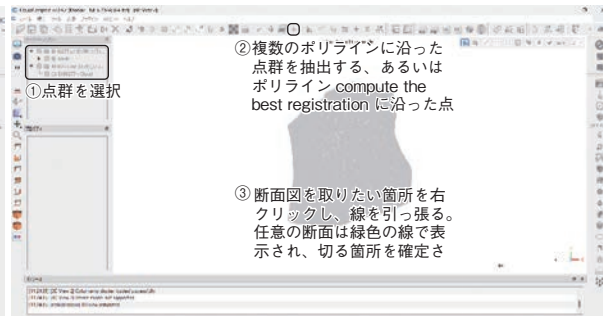
2-1. 位置・傾きを合わせる



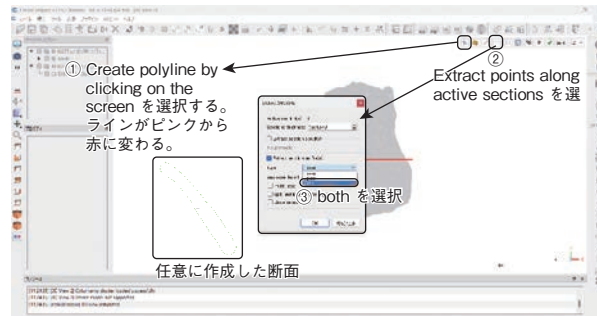
2-2. 位置・傾きを合わせる



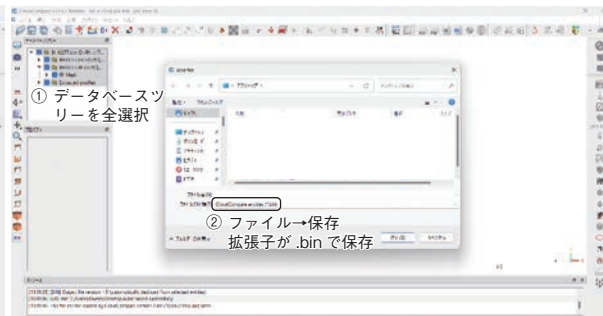
3-1. 断面の作成



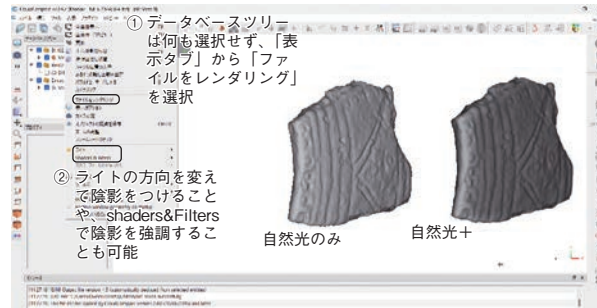
3-2. 断面の作成



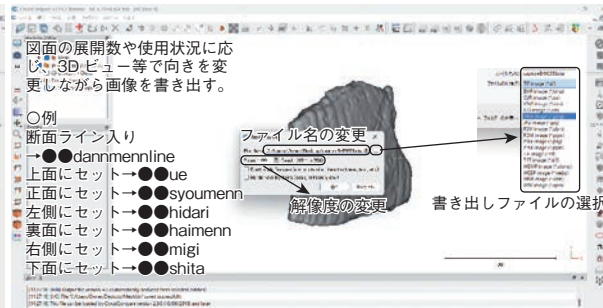
4. データの保存



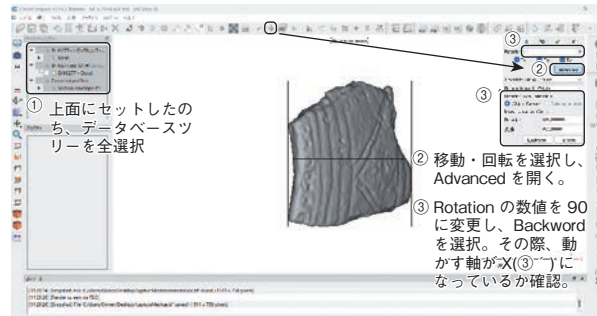
5-1. データの書き出し (画像)



5-2. データの書き出し (画像)



5-3. データの書き出し (断面)



5-4. データの書き出し (断面)

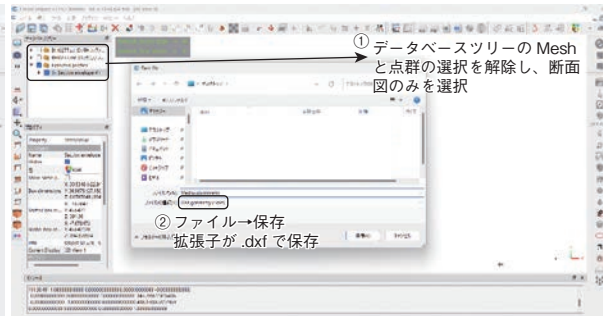


図2 CloudCompare 使用の一例

を組み合わせた図面を用意し、実際の遺物を観察しながら直接破断面や調整・稜線を書き込んでもらっている。

以上が3Dスキャナーでの三次元データの作成からオルソ画像・断面図の取得、図面配置の方法までの大まかな流れである。

5 三次元モデル作成から図面の配置までの時間について(図4)

EinScan-SE V2は、1回のスキャン(1周あたり8回転)にかかる時間は約30秒である。モノに応じて回転数や点群の除去等などの操作によって三次元モデル作成までの時間は変わるが、3周程度であれば、約10分程度で三次元モデルを作成することができる。CloudCompareを使用して、位置合わせおよび画像等の書き出しからIllustratorでの図面の配置までにかかる時間は、書き出す画像の数に応じて多少変わってくるが、約10～20分あれば報告書に掲載するようなレイアウトの作成までを行うことができる。また、外形線のトレースについても、モノの大きさや展開数にもよるが、およそ15～30分前後の時間でトレースをすることが可能であり、実測用紙への印刷を含めても30分あれば十分である。

よって、三次元モデルの作成から図面の配置まで、1点あたり約20～30分で済むため、慣れてくると1日あたり10～15点程度、作成することができる。また、外形線をIllustratorで書き込み、実測用紙に印刷した場合についても、三次元モデル作成から図面の配置、外形トレース、印刷込みで、約40分～1時間で作成することができる。

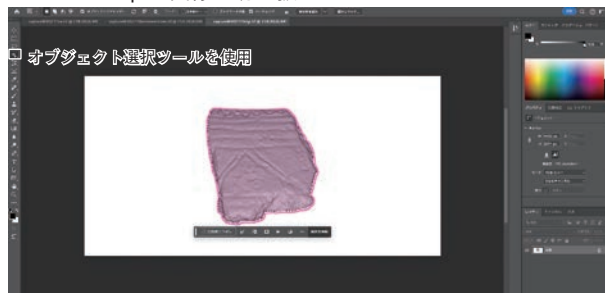
6 3Dスキャナーで作成した図について

ここでは、実際に3Dスキャナーで取得したデータをもとに作成した図面をいくつか提示し、長所と短所についてみていきたい。

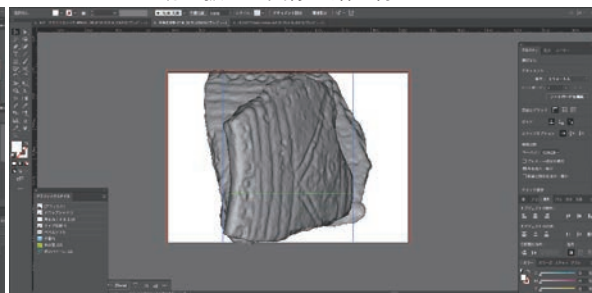
図5は作業員に実測図の下図として作成したものである。1は瓦質土器すり鉢、2～6、9は弥生土器壺の口縁部および頸部、7は弥生土器鉢、8は円盤状土製品、10は弥生土器支脚である。このうち、2～7、9は作業員に実測してもらっている文様の下図として作成し、1、8、10はオルソ図を作成し、外形線をIllustratorでトレースしたものを実測用紙に打ち出し、実際の遺物を観察しながら打ち出した実測用紙に調整等を追記してもらうように作成したものである。

これらのうち、3、5、6のような頸部外面の貼付斜格子刻目文や2のような頸部内面の貼り付け突帯は刻目や突帯が明瞭であるため、そのままなぞることが可能であり、下図として十分に活用できる。このような貼付斜格子刻目文を実測する場合、割り付けをして、格子目の沈線の数数を数えなければならない、多くの時間を費やしてしまうが、下図をなぞるだけだと、1～2時間あれば十分である。1は、凹みが明瞭なすり目は画像としても確認できるのに対し、凹みが弱いすり目はすべて確認できないため、明瞭なすり目をなぞったのち、凹凸の弱いすり目は観察しながら書き加えないといけない。しかしながら、一から実測するよりは、大まかなすり目の単位を抑えることができ、あとは観察しながらすり目を充填すれば良いため、効率化につながっていると思われる。4は、外面の波状文は明瞭に観察できるが、口唇部に施された竹管文がやや不明瞭である。

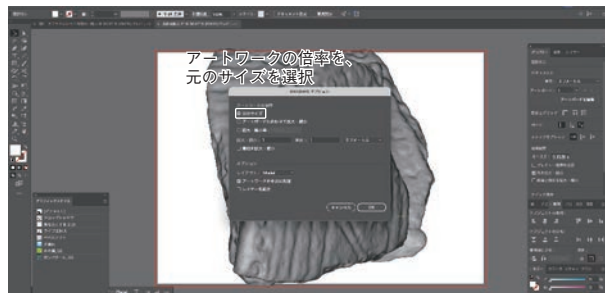
1. Photoshop で画像の切り抜き



2. Illustrator に切り抜いた画像を貼り付ける



3. .dxf ファイルを Illustrator で開く



4. ガイドを組んでオルソ画像の大きさを合わせる

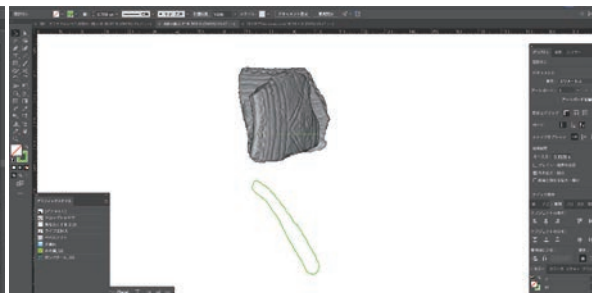


図3 図面配置の一例

三次元モデル作成から展開図作成および外形トレース時間の一例

番号	種別・器種	3Dスキャナー ～図面配置	外形トレース	備考
1	土師質土器移動式カマド把手	24分23秒	15分52秒	
2	土師質土器三足盤	26分2秒	19分32秒	
3	土師質土器不明脚部	18分48秒	11分20秒	
4	弥生土器水産状土器	32分22秒	41分38秒	メッシュ化を高で実行
5	土師質土器三足釜	24分55秒	15分23秒	

1日あたりの作成数

日時	点数	日時	点数	日時	点数	日時	点数
7月26日	11	8月1日	17	8月6日	13	8月31日	15
7月29日	11	8月2日	12	8月7日	12	11月21日	10
7月31日	14	8月5日	20	8月13日	13	12月19日	11

※1日7h45mのうち、5h以上作業した日にちの点数

1日あたりの平均点数

13.25点

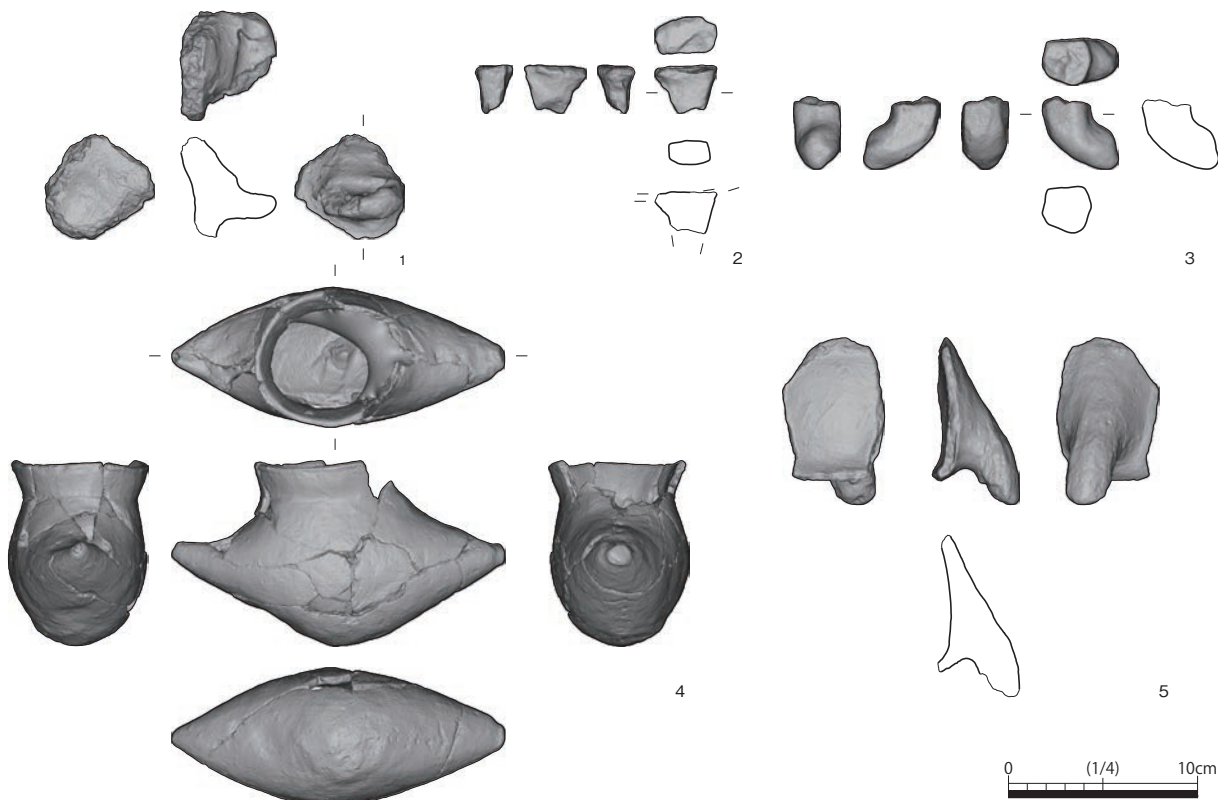


図4 三次元モデル作成から展開図作成までの1個あたりの時間と1日あたりの作成数とその一例

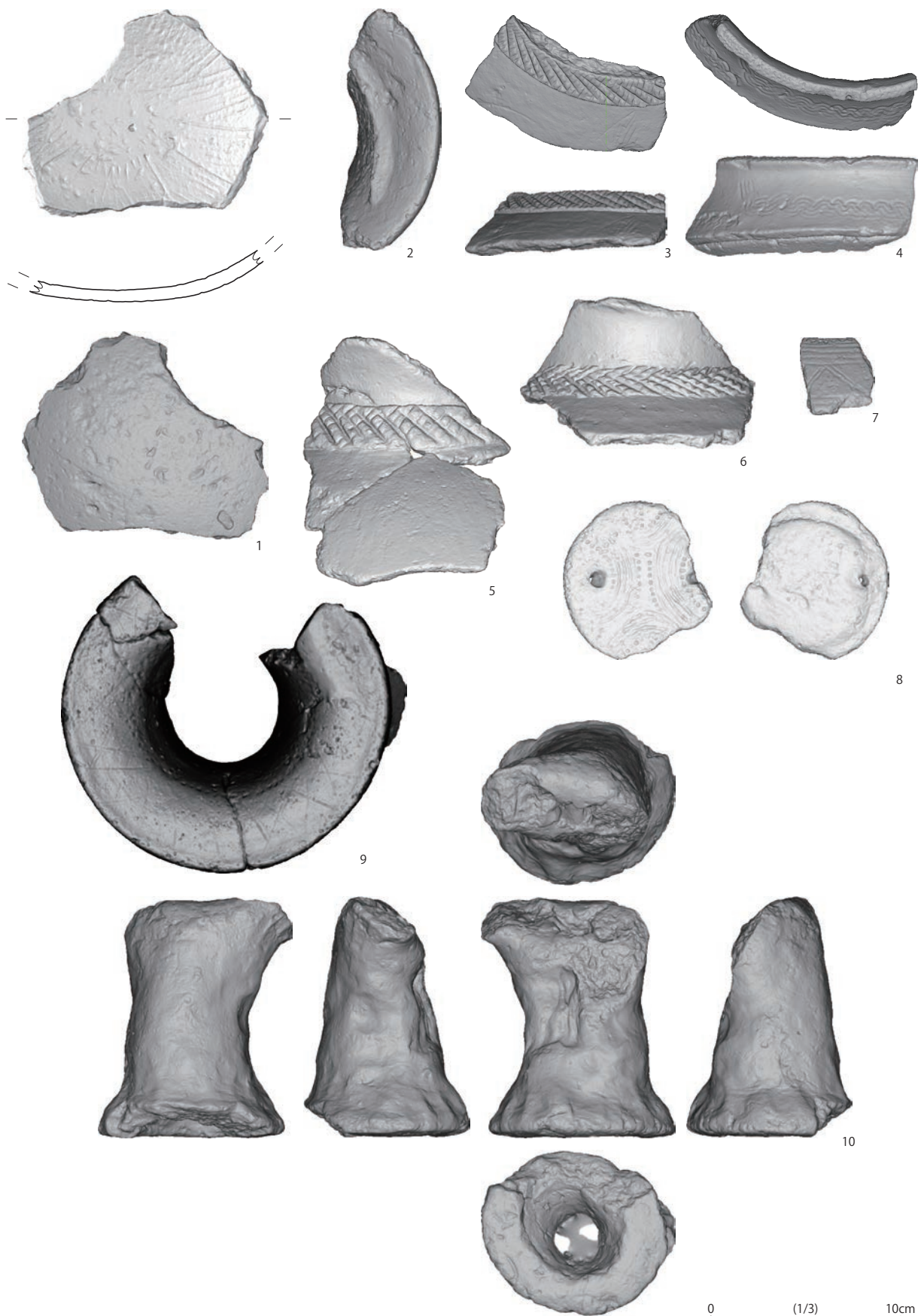


図5 3D スキャナー使用作成図面その1

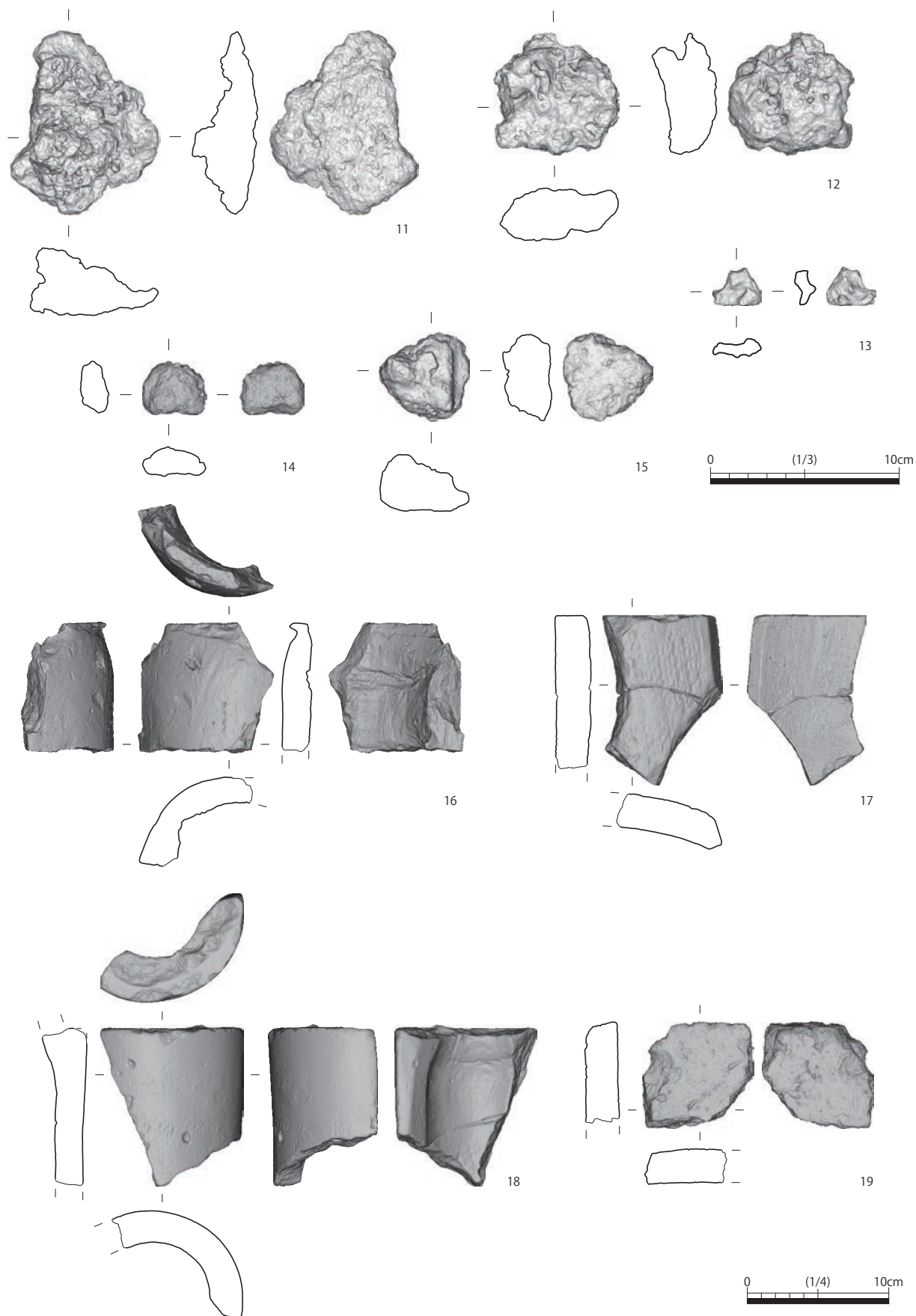


図6 3D スキャナー使用作成図面その2

竹管文の大まかな場所を把握することはできるが、下図の竹管文そのものをなぞって、その文様を表現するのはやや困難であると思われる。7～9もこれまで指摘してきたことと同様に、凹凸の強いものは下図として十分に活用できる。一方で、7の竹管文や8の沈線、9の斜格子文、刺突文のように、凹凸の弱い箇所は文様・調整が施された場所の目安になるものの、下図としてそのままなぞるには何らかの方法でもう少し凹凸を強調することが望ましいと思われる。10は中空の支脚であり、中空部分は3Dスキャナーのレーザー光が届いておらず、届かないままメッシュ化したために中実風になっている。指頭圧痕は観察されなくもないが、実際に測って図化する方法が誤差は少ないと思われる。支脚を三次元モデル化し、オルソ画像に外形線をトレースして作業員に調整等を実測してもらう最大のメリットは、図面(特に外形)のつじつまを合わせる時間や、上や下から見た俯瞰の見通しを手軽に作成することができることにある。また、調整は実際にモノを観察しながら実測してもらうとしても、中空箇所や破断面、強い稜線を書く際には下図として使用できるため、実測の効率化に最適である。

以上のように、凹凸が明瞭な文様や複数の展開図が必要な遺物に対しては非常に有効である。その一方、凹凸の弱い文様等は、文様のおおまかな位置の目安にはなるが、実際に下図をなぞって書くことはやや困難である。しかしながら、おおまかな位置の目安にはなるため、割り付け作業の短縮や効率化はできており、実測作業のトータルでみると、短所はさほど目立たない。

図6は11～13が鉄滓、14、15が壁土、16～19は瓦である。これらは必要に応じてオルソ画像を書き出し、縦断面・横断面ともにCloudCompareで書き起こしたものである。

鉄滓および壁土は、凹凸が非常に激しいため3Dスキャナーのレーザー光が届いていない箇所はメッシュ化した際の穴埋めによって、若干不自然な凹みになっているが、凹凸箇所を把握することは可能である。一方で、凹凸の明瞭な角がオルソ画像だとやや丸みを帯びてしまうため、若干のつぺりとした印象を受けてしまう。

瓦は、凹凸の強い外面の縄タタキや内面の粗い布目は明瞭に認識することができ、拓本の代わりとしても使用可能であると考えられる。しかし、細かい布目やコビキ痕のような細かい凹凸はやや不鮮明になってしまうため、凹凸の強調やライトの当て具合を必要に応じて調整しなければならない。

鉄滓や壁土は、実測者によって捉える稜線が異なってくることや、据え置くことがやや困難な遺物であり、実測者や報告者の主観が強く反映されやすい遺物であろう。誤解を招くような報告をするよりは、オルソ画像そのものを実測図の代用として提示することで、報告者の主観が入りにくいため、11～13のような提示の仕方が許容されるなら、実測を効率化する上で非常に有効である。また、瓦についても、細かい凹凸を明瞭に表すことができるなら、拓本をとらなくても三次元モデルのオルソ画像を拓本の代わりとしてそのまま使用することも可能であろう。

図7は20～23が叩き石、24、25は砥石、26は柱状片刃石斧である。石器は、実測する際に使用箇所に応じて複数の展開図が必要になってくるが、三次元モデルから展開図を作成するのは容易であるため、実測作業の効率化に適している。石器の場合、三次元モデルのオルソ画像をそのまま使用すると、表面が滑らかな石器の場合は敲打痕の痕跡を容易に視認できる。それに対し、表

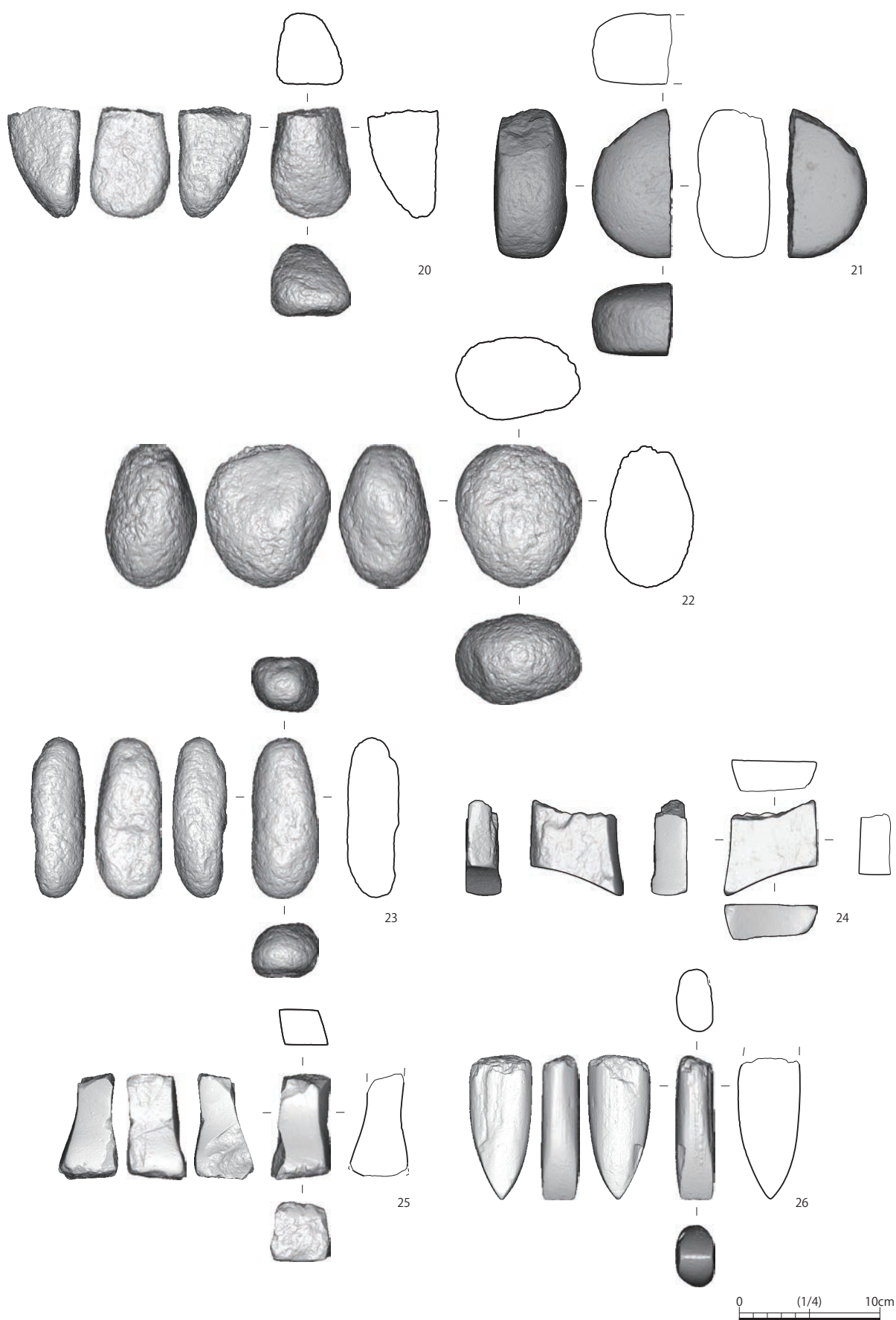


図7 3D スキャナー使用作成図面その3

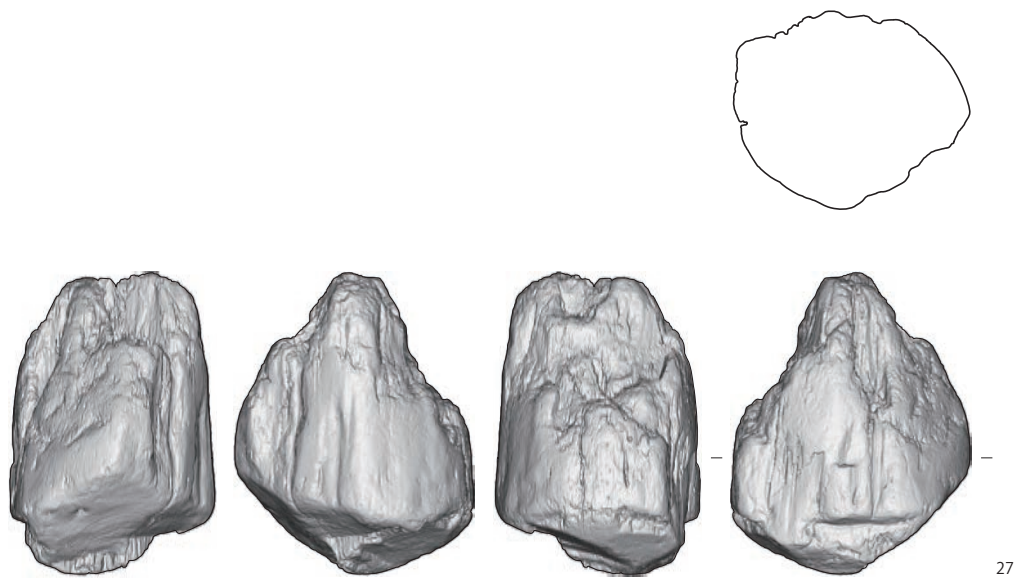
面が荒れている石器は、敲打痕と風化面の境界が分かりにくいいため、敲打の範囲を補足する必要がある。また、砥石のような擦痕も同様であり、ライトを当てることによって、表面の滑らかさが表現されているともいえないが、やや分かりにくいいため、モノをみながら擦痕を観察し、その方向や範囲を書き加える必要がある。なお、本稿では提示していないが、石鏃の三次元モデル化も試みた。しかしながら、石鏃の厚みが薄く、モデルが上手くくっついてくれなかった。厚みが薄すぎる遺物はEinScan-SE V2での三次元モデル作成がやや困難であると思われる。

図8は27が柱、28は土師質土器移動式カマドの底である。27は5面展開しているが、実際の加工痕跡は下面しか確認できない。下面を実測する際、設置するのが困難であったため、三次元モデルを作成し、下図の補助として作成したものである。下面の加工痕は、細かい単位を下図から把握するのはやや難しいと思われるが、大きな単位をおさえることは可能である。

28のような移動式カマドは、据え置くことが難しく、図面のつじつまを合わせるのにも一苦労する遺物であろう。この移動式カマドの場合、焚口の庇と胴部を接合しているが、強度が弱いいため、クレイテックスを使用して一部石膏復元をしている。オルソ画像を観察すると、土器とクレイテックスの境がやや盛り上がっているため、石膏復元したものでも、下図として使用するには問題ない。外面には縦方向のハケメが施されており、凹凸のあるやや粗いハケメであるため、実寸大の大きさの下図だと、そのままハケメをなぞることも可能である。

以上のような、据え置きや図面のつじつま合わせが一苦労するような遺物を実測する場合、外形線をトレースして実測用紙に打ち出すまではやや大変であるが、一から据え置いて実測するよりは時間の短縮につながっていると考えられる。また、複数展開が必要な遺物では、従来の実測だと時間の都合等によって必要最低限の展開数でしか遺物を表現できなかったが、必要に応じて簡易に展開図を作成することが可能なため、情報量の多い図面を作成することができることも大きな利点であろう。

図5～8は実測の補助としての下図や実際に報告書で掲載しようと考えている一例であるのに対し、図9は3Dスキャナーで作成した三次元モデルをIllustratorで筆者がモノを観察しながら直接実測・トレースをした例である。29は風字硯、30は土師質土器三足盤の脚部、31は羽口、32は土師質土器不明の脚部である。オルソ画像をIllustratorで直接実測・トレースする最大の長所は、実測用紙に打ち出したオルソ画像に実測した図をスキャンして再度Illustratorでトレースする必要がないため、1点あたりの実測からトレースを含めた時間配分で考えるとかなり短縮されていることである。短所としては、オルソ画像を拡大しすぎると、調整や稜線のエッジが丸くなるため、実測・トレースがやや難しい場合がある。また、モノの観察を怠ると、実測図として必要な調整を書き忘れたり、実物とは異なる箇所にも線を書き込んでしまう恐れがある。しかしながら、図9で提示しているこれらの遺物は、3Dスキャナーで三次元モデルを作成し、Illustratorで実測・トレースまでを行った時間は、2～3時間程度である。観察を怠っていると批判があるかもしれないが、実測・トレースが完了した遺物は実測用紙もしくはA3用紙に打ち出して、モノを再度観察しながら所見を書き込んでいる。



27



28



図 8 3D スキャナー使用作成図面その 4

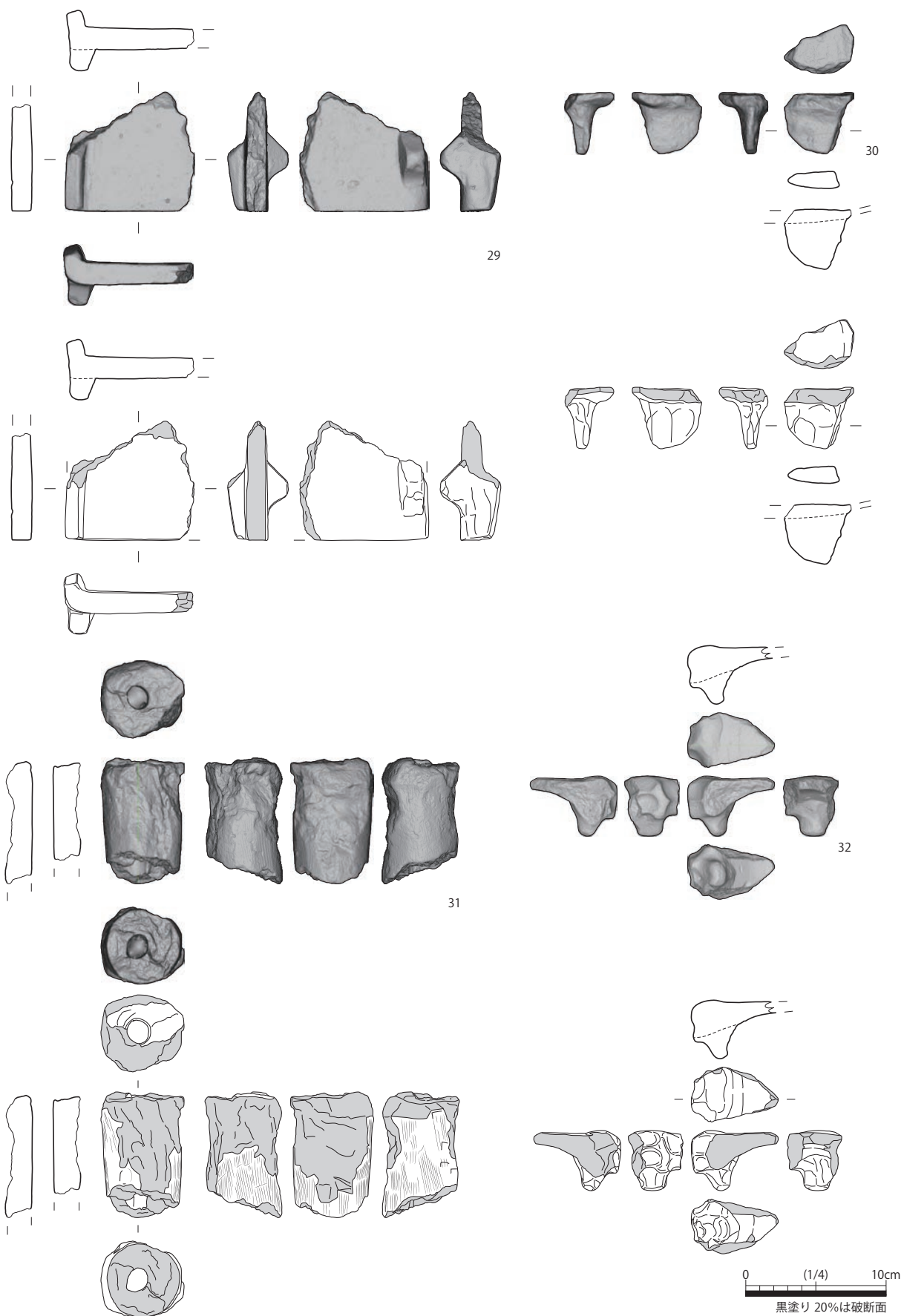


図9 3D スキャナー使用作成図面その5

7 おわりに

本稿で紹介した事例は、整理作業における遺物実測の効率化に向けての実践である。実際、3月中旬までに遺物実測の9割以上が完了しており、残り約50点ほどで実測が完了する予定である。そのため、3月末までには全ての実測を完了させられる可能性が高いため、3Dスキャナーを取り入れたことによって実測の効率化が進んだことは間違いない。3Dスキャナーでの三次元モデル作成から、Illustratorでの展開図作成は、基本的に筆者一人で取り組んでおり、一人ではやや負担が大きい場合もあるが、複数名での分業体制などをとることができれば、負担を軽減することができる可能性がある。また、EinScan-SE V2の操作方法は簡易であるため、作業員に三次元モデルを作成してもらうことも可能であろう。三次元モデルのオルソ画像と実測図にはそれぞれの良さがあり、今後もより良い方法を模索しながら整理作業に取り組んでいきたい。なお、本稿における作業・処理工程は使い始めて1年も経過していない筆者が試行錯誤しながら取り組んだ事例であり、誤った解釈や非効率な部分もあると思われるが、ご容赦いただきたいとともに、今後の糧にしたいため、様々なご意見等を頂けたら幸いである。

謝辞

愛媛大学法文学部の笹田朋孝先生には、本稿で紹介した3Dスキャナーを紹介していただき、機械の使用方法や三次元計測などについて多大なご指導・ご教示を賜りました。末筆にはなりますが、感謝申し上げます。

註

- *1 類例の少ない遺構や出土遺物の事例として、弥生時代前期末の環濠状遺構から出土した一括遺物、緑釉陶器が愛媛県内最多であり、灰釉陶器や越州窯系青磁も県内有数の出土量を誇ることで、古代のクスノキをそのままくり抜いた刳物と石組みを組み合わせた井戸、人為的に打ち割られたと想定される土器が多量に出土した古代の溝、瀬戸内海沿岸地域を中心とした、広域から持ち込まれた土器が廃棄された中世後半の溝などがある。遺物の個別事例においても多岐にわたる。
- *2 2024年4月時点
- *3 実測総点数は約2,300点であるが、筆者がこれまで個別事例として報告し、その際に実測した遺物も含まれている。実際には約2,000点を7月末ごろから筆者1人で着手し、8月中旬から作業員との5名体制で本格的に開始した。
- *4 3Dスキャナーのターンテーブルにのらない大型の遺物に関しては、Metashapeを用いて実測の効率化を試みた。
- *5 図の製図では、Mac mini(macOS Sonoma バージョン14.2.1)を用いて行う場合もあり、その際はIllustratorとPhotoshopのバージョンは表記しているものとは異なるものを使用している。

図版出典

図1 使用状況の写真は筆者撮影、仕様はSHINING 3Dホームページ掲載のEINSCAN-SE/SP V2 DESKTOP 3D SCANNERパンフレット(最終閲覧2025年1月26日)から一部改変、その他はEinScan SE/SP,SE V2/SP V2/EXScan S 3.1.4.3より一部加筆し、筆者作成 図2 GNU GPLのCloudCompare(Ver.2.13.2)より一部加筆し、筆者

作成 図3 Adobe社のPhotoshop 2025(Ver.26.1.0.121)とIllustrator 2024(Ver.28.7.1)より一部加筆し、筆者作成
図4～9 筆者作成

追記 脱稿後、3月末までに遺物実測を完了することができた。3Dスキャナーを導入していなければ年度末までに実測を完了することはできなかった。

(2025年3月13日)