

愛知県埋蔵文化財センターの 3Dデータの活用について

堀木真美子・樋上 昇

近年、文化財の3Dデータを作成し、活用することが各所で論じられるようになってきている。愛知県埋蔵文化財センターにおいても、遺跡の発掘調査の際や展示会や普及活動において、3Dデータの活用を進めてきている。本報告では、これまでの3Dデータの作成状況および活用状況をまとめるとともに、現時点での問題点を提示する。

1. はじめに

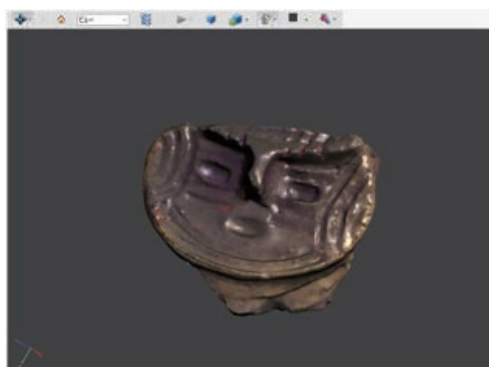
3Dデータの取得について、数年前までは、高価な3Dスキャナー等を使用しなければ取得できなかった状況であった。しかし、近年では、スマートフォン向けの無料3D計測ソフトや、3Dデータを加工・処理するソフト等が普及しており、3Dのデータ自体が身近な存在になりつつある。本稿では、当センターで試験的に実施している3Dデータを紹介すると共に、今後の3Dデータの活用について考察するものである。

2. 業者による3Dデータ

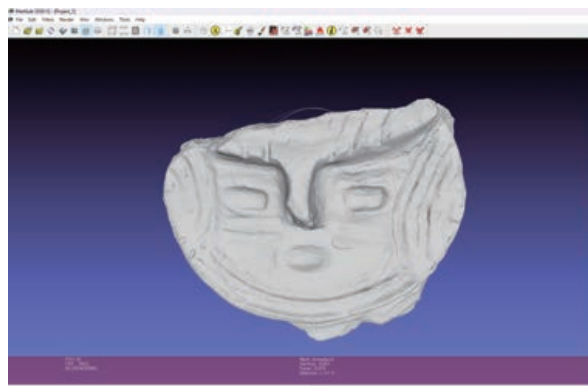
まず、最初に愛知県埋蔵文化財センターの取組を紹介する。当センターのホームページには、2011年1月28日の作成日を持つ3Dを含むPDF(PDF/E)が20点公開されている。これは、測量会社Sがレーザースキャナーのテストとして、計測を実施したものである。2011年時点では、3Dの点群データを公開しても、特定のソフトを所有していないとそのモデルを閲覧・利用することができない状況であった。そのため、PDF/E(3Dを含むPDF)に変換したデータを作成し、納品された。このPDF/Eは2008年に国際標準規格(ISO 3200-1)されたものであるが、当時は変換にも苦労されたと聞く。それらのファイルは現在もHP上に公開している。ファイル容量は830KBから32MBである。3Dのデータを持つPDF(PDF/



図1 3Dデータコンテンツ
(<http://www.maibun.com/DownDate/3D/>) より



a.PDF の表示



b.MeshLab による表示



c.3 Dプリンターによる出力

図2 2008 年度作成の 3 Dデータの活用例

E) は、3Dモデルとしてみるには、ファイルを開けた後にひと手間かける必要が生じるが、モデルの向きや拡大等を閲覧者が自由にできるので便利である。また、オフラインの状況でみることができるのも良い点と思われる。

次に、やはり関係業者 A のレーザースキャナーのモデルとして、2015 年に、朝日遺跡から出土した銅鐸のレプリカが使用された。この際には、測量データを stl 形式と ply 形式で提供していただくとともに、スケールを小さくし凹凸を強調するなどの調整を施した出力モデルを提供していただいた。また、2018 年には、川向東貝津遺跡から出土した縄文土器 2 点も業者 K の測定テストとして 3D 化され、その測量データが納められている。2019 年には、清洲城下町遺跡の軒丸瓦 5 点が業者 A の計測テストに供され、3D データと 3D プリンターで出力された瓦の范型が納められている。2023 年には、安城市亀塚遺跡で出土した木製の竪櫛を保存処理に委託する際に、3D 計測も合わせて発注し、ply 形式と stl 形式のデータが納品された。この計測については、高精細なレーザースキャナーを利用したものであり、細かな模様まで、データ化されたものとなっている。

3. 職員による 3D データ

ここ数年、著者等が複数の写真を利用して 3D 化するソフトの Agisoft Metashape や、個人所有のスマートフォンやタブレットを用い、Scaniverse や WIDAR、Luma などソフトを活用した 3D モデルによる記録を試行・作成している。2024 年 3 月末現在で、共有サーバー内には職員が作成した 3D データ関係のファイルが約 100 点保管されている。職員が作成する 3D データモデルは、主に発掘調査現場でのモデルが多い。発掘調査の記録写真撮影時に、スマートフォンなどを用いて、石囲炉や竪穴住居跡などの記録を取っておいたものである。この 3D モデルは写真よりも臨場感のある記録となっており、いろいろな角度から観察しなおすことができたり、細部を確認できるため、SNS や成果報告会などの活用が進んでいる。

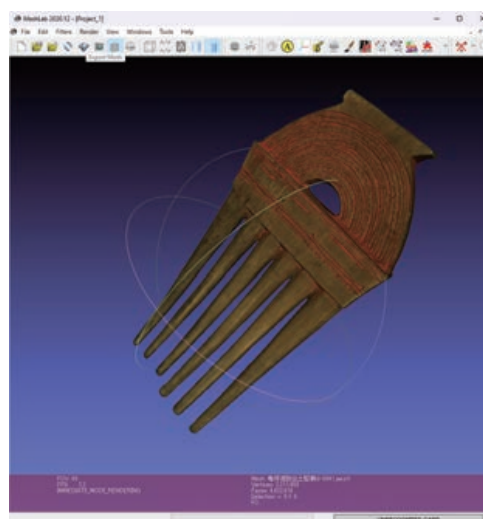
それに対し、遺物の 3D モデルについては、3D モデルの精度が求めるものにならない場合が多く、また遺物そのものが近くに所在する場合が多く、3D データの活用頻度が遺構に比べて進んでいない状況がある。



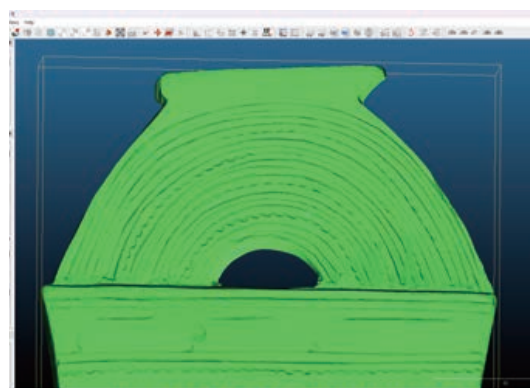
▲MeshLab による表示

▲鋳型を使ったべっこう飴

図3 朝日遺跡銅鐸 3Dデータの活用例



▲MeshLab によるモデル表示



▲CloudCompare による表示

▲亀塚遺跡 竪櫛 - 写真

図4 亀塚遺跡 竪櫛の3Dデータ

4. 3Dデータの活用例

次に蓄積された3Dデータについて、どのように活用してきたのかを概観する。

2011年に提供していただいたPDF/Eの遺物データについては、前述したとおりwebでのデータ公開という活用を実施している。このデータについて、2023年度に導入された3Dプリンターでの出力が可能か否かの検討を実施した。導入された3DプリンターはXYZプリンティング社のダ・ヴィンチ 1.0 Proである。このプリンターは熱溶解積層式（FDM法）でモデルをつくるものである。取り扱うデータ形式はstl形式やobj形式などである。保管しているデータはPDF/Eであり、そのままでは取り扱えないため、ASPOSEというファイル変換のサイト（<https://www.aspose.app>）を利用しstl形式に変換した。ここで変換されたファイルを利用し3Dプリンターで出力することができた。ただし出力方法が積層式であるため、年輪のような縞ができてしまったり、底の様な突出部分の表現が乱れたり、出力にまとまった時間を要することなど利用する際に考慮すべき点はいくつか存在する。特にデジタルデータという触れることのできない情報を、手で触れることのできるものとして表現できることは、情報を伝えるうえで大変有効な手段であると考えられる。例えば、土器の線刻部分などの特定の個所を大きく出力したり、凹凸を反転させて出力することでスタンプ型を作成したりなど、遺構や遺物などへの興味関心を深めるような利用方法を考えたい。

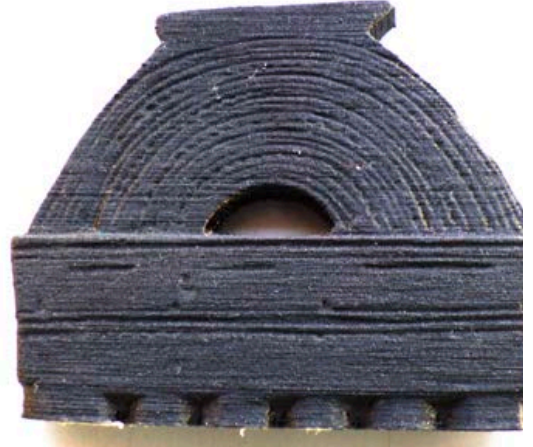
2015年にデータ化された朝日遺跡の銅鐸は、前述したとおり、模様等をデフォルメしたモデルが納品された。当初は単にスケールを小さくするだけのモデルを作成したところ、文様部分が目立たなくなったために、模様部分の凸部を強調するとともに、模様の間引きを行ったものである。この模様を加工したモデルをもとに食品用シリコン（HTV-2000）を用いて凹型を作成した。このシリコン型は、食品用とされていることから、チョコレートなどを使用することは可能であるが、販売用の食品には使用できな

いものである。そこで、当センターで実施する体験イベントのうち、べっこう飴による鋳込み体験時に鋳型として活用している。この鋳込み体験は2024年までに3回以上実施している。鋳込む材料としては、低融点のピュータ等も考慮したが、鉛や金属アレルギーへの対応や費用の問題から、砂糖という安価な材料を選択した。また初回の開催が、夏であったこともべっこう飴を選択した理由の一つである。

2018年に納められた川向東貝津遺跡の縄文土器のデータに関しては、報告書作成時に活用された。

2019年に納められた軒丸瓦の凹型は、実物大のモデルである。この凹型モデルに紙粘土を押し付け、紙粘土製の軒丸瓦を量産した。その後、この瓦に金箔瓦を模して金色の塗料を塗布する体験を、2022年度から実施している。

2023年には、安城市の亀塚遺跡で出土した竪櫛を保存処理に委託する際に、デジタルデータの取得も発注した。この櫛については、出土時に写真撮影のほか、3Dデータの取得を試みた。2023年度に導入された3Dスキャナーや個人所有の3DアプリやSfM等で3Dデータ化を試みたが、細かな模様部分の凹凸が記録できなかったり、櫛の歯部が記録を取っている間に動くなどして、求めるに十分なデータを取得することができなかった。そのため、保存処理後に3Dデータを取得するよう外部委託した。納品されたply形式のデータでは、棟部の模様が把握できており、今後の研究に利用できるものとなっている。また納品されたデータから実物大のモデルを3Dプリンターにて出力することができた。ただし、当センターの3Dプリンターでは、実物大のモデルでは細かな模様の再現には至らなかった。また、2倍程度に拡大したデータで出力を試みたが、やはり竪櫛の細かい模様を出力することができなかった。模様の再現については、データ上では模様が確認できることから、出力機を変更すれば実現は可能と思われる。また出力された実物大のモデルを見本に、出土遺物と同じ樹種を用いたレプリカの作成を試みた。このレプリカの作成時に、出力されたモデルを直接触ることで、実際の大きさや厚さ等がより把握しやすいことを体感した。



▲**櫛のモデルいろいろ**
左:バルサ 中:カヤ 右:出力モデル

▲棟部を拡大した3D出力モデル

図5 亀塚遺跡 竪櫛の3Dデータとレプリカ



図6 YouTubeでの3Dモデルの動画配信例



図7 SNSでの3Dモデルの動画配信例

次に、職員が作成した3Dデータの活用について報告する。

2017年には、設楽町大畑遺跡の石囲炉をAgisoftMetashapeを用いて3D化し、そのモデルを俯瞰するムービーを遺跡の成果報告会で活用した。石囲炉をいろいろな方向から俯瞰するものとなっていた。

2020年度には、上ヲロウ・下ヲロウ遺跡では周堤のある堅穴住居や石囲炉、土器炉などの遺構で、胡桃窪遺跡では空撮時の全景動画から取り出した写真から調査区全体を3D化した。いずれも年度末にweb上での調査報告会で活用した。また胡桃窪遺跡の調査区全体の3Dモデルについては、2022年度末に奈良文化財研究所と産業総合技術研究所が共同開発をおこなった3D DB Viewerサイト内 (<https://sitereports.nabunken.go.jp/3ddb>) で公開されている。このサイトへの掲載に際し、モデル上に座標値が付与されていないため、配置する際に問題となった。今後は、遺構等の3Dモデルには、経度緯度と標高の情報が3点以上付与できるよう気を付けていきたい。

また2021年度12月にYouTubeのあいち埋文チャンネルに公開した動画中には、Polycam(LiDARアプリ)で作成した集石遺構の3Dモデルを概観するの動画が活用されている。「下延坂遺跡 令和3年度調査の概要―縄文時代中期の堅穴建物と集石遺構」https://www.youtube.com/watch?v=yrIoz_Gam6U

この他、発掘調査の状況を記したSNSの投稿時に、遺構の3Dデータをムービーとして示すものが増えてきている。

5. 今後の3Dデータの活用について

現在ではインターネット上で、3D DB

ViewerサイトやSketchfabのような3Dデータをそのまま閲覧できる環境が整いつつある。2024年4月時点でSketchfabに投稿している公的機関は東大阪市教育委員会、飛騨市、長崎大学、明治大学博物館、熊谷市立江南文化財センター、藤沢市、瀬戸内市歴史まちづくり財団、群馬県埋蔵文化財調査センター、さいたま市教育委員会など多くの自治体等で、埋蔵文化財に関係する3Dデータを公開している。

3Dデータはこれまでの写真や図面データにくらべ、いろいろな表現方法が存在している点も重要である。東大阪市教育委員会では、国指定史跡「河内寺廃寺跡」の整備に伴い遺構や出土遺物の3D化を実施し、VRコンテンツを作成し、史跡公園内での活用を行っている(仲林,2020)。大阪歴史博物館では収蔵品の3D化と公開を検討(加藤,2021)し、2024年現在ではSketchfabを通じて公開を行っている(<https://www.osakamushis.jp/collection/kouko/index.html>)。岐阜県飛騨市では、学芸員のみならず市民もしくは飛騨市に関心を持っている人々と一緒に、無料のソフト等を利用した3Dデータの取得や活用を模索する活動が行われている(三好,2021)。このように、3Dデータの利活用が各所で積極的に進められている。

また、3Dデータの公開に伴う著作権については、仲林(2020)に報告があるように、撮影した写真と同様の扱いになると考えられる。当センターの場合は業務で撮影・作成された情報であるため、広く公開・共有してゆくことが求められており、またそうしたことで、文化財の周知・保護活動に至ると考えられる。今後は機会があるごとに、写真に加え3D情報を公開してゆく必要があり、だれでも実践できるようにしてゆきたい。

参考文献

- 仲林篤史(2020) 三次元データの公開に伴う著作権等の整理.『デジタル技術における文化財情報の記録と利活用2』奈良文化財研究所研究報告第24冊.p111-117
- 加藤俊吾(2021) ミュージアムにおける3Dモデルの公開―大阪歴史博物館の場合―.『デジタル技術における文化財情報の記録と利活用3』奈良文化財研究所研究報告第27冊.p104-109
- 三好清超(2021) 人口減少が著しい飛騨市で文化財データ公開を進める意義.『デジタル技術における文化財情報の記録と利活用3』奈良文化財研究所研究報告第27冊.p116-119