

大学による考古資料の3Dデータ化と公開・活用

中村耕作（國學院大學栃木短期大学）

Universities and the Creation and Utilization of Archaeological 3D Data

Nakamura Kosaku (Kokugakuin Tochigi Junior College)

- ・考古学教育／Archaeological education・博物館実習／Museum practice
- ・大学地域連携／Regional engagement of universities
- ・GIGAスクール構想／GIGA School Project

1. 実践の舞台

2020年のコロナ禍に伴うオンライン授業に端を発して、考古学分野で急速に進んだデジタルデータの利用について、大学教員の立場から國學院大學栃木短期大学における実践事例を紹介する。

國學院大學栃木短期大学は日本史フィールド（2021年度2年生60名）において古代史・中世史・近世史・近代史・外国史・考古学・宗教史の7分野の専任教員が教育を行っている。フィールドの3つのアピールの中には、「地域で学ぶ 遺跡の発掘と出土品の整理・保存、絵馬や古文書の調査・読解など地域に密着した活動により、地域社会への貢献ができます」を謳っており、授業や研究会活動などで遺跡発掘調査、石造物調査、古文書調査、絵馬調査など地域の文化財調査と展示・講演・報告書刊行などの成果公開を継続してきた（中村2021）。学内には博物館相当施設である國學院大學栃木学園参考館（以下、参考館）を設け、各種実習等を行っている。また、2015年度以来、栃木県の大学地域連携活動支援事業の補助金なども受けて活動している。これらにはフィールド内の様々な専攻分野の学生が参加している。例年20～30名程度が博物館学芸員課程を履修し、また20名程度が國學院大學史学科をはじめとする4年制大学へ編入している。これらの卒業生の中には少ないながら文化財関係職に就くものもいる。

次に筆者のバックグラウンドだが、縄文時代の土

器・儀礼を専門とし、土器については注口土器や釣手土器、顔面装飾付土器などの社会的位置づけを検討する中で、2019年度以降、SfM/MVS技術による3D化（以下、本稿で扱う3D化は全て同じ¹⁾）を少しずつ実施してきた。但し、当初は実測図の下図や展開データ用としての利用に留まっていたが（中村2020aなど）、2020年度以降は後述のように教育目的の活動において3Dデータの効果を実感し、3Dデータ化を利用した研究を構想中である。

2. 考古学教育における3Dデータ化

(1) コロナ以前：発掘調査実習における3Dデータ化と活用

大学の考古学教育は、一般教養や概説としての面と専門教育の第一歩という2面を有する。さらに考古学の現場実習は周辺住民の埋蔵文化財調査・保護への理解促進という面が加わる。

本学では栃木市内発掘調査実習を継続しており、2015年度以降は奈良大学と共同で縄文時代の環状盛土遺構を伴う集落遺跡である中根八幡遺跡の調査を行っている（年次報告は全国遺跡報告総覧でPDF公開済）。

現地調査は土層断面実測・遺構平面実測、等高線作成などは、遣り方・平板などの手作業による測量を基本としているが、合わせてコロナ禍以前より3Dによる遺構記録を行ってきた。遺構面の3Dデータからはエレベーション図を生成した例がある（写

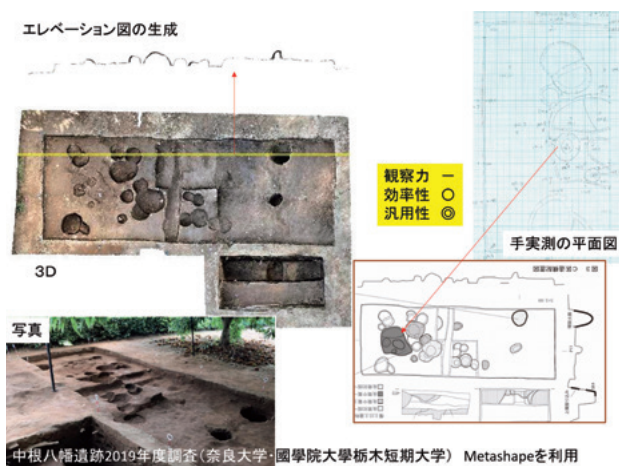


写真1 考古学実習での記録作成例

真1)。これらの撮影・データ処理は奈良大学の学生・大学院生が担っている。また、大形の埋設土器については、大学院生による手実測の図面・拓本とともに、筆者が作成した3Dデータをもとに展開画像を生成して報告書に掲載した。これらの埋蔵文化財調査支援技術の詳細や効率性については既に多数の指摘・実践例があり、他大学でも実施しているため本稿で加えることはないが、実習という側面からは効率性のみならず、原理の理解という点で、現状では手作業による手法をどこまで実施するかは検討すべき課題である（例えば本学では遺物・遺構トレースは全面的にデジタルトレースである）。

(2) コロナ禍の授業における3Dデータの利用

上記の現地調査に先立って、例年、室内での整理作業や屋外での図化の練習などを考古学専門科目の通常授業の中で実施してきた。しかし、2020年4月には本学でも全面的にオンライン授業が実施されることとなり、急遽参考館所蔵の栃木市平川遺跡（旧称・北堀之内遺跡）出土の縄文土器を3D化し、一般公開した上で、オンライン授業で使用した。各自3Dデータのページにアクセスし自由に形態や文様の特徴を観察させた上で、教員（筆者）が解説を施した。

2021年度はほぼ対面授業に戻ったが、フィールド全体の1年生を対象とする講義の際にも使用した。後述する小学校での実績にヒントを得て、2時間分の授業のうち、まずは土器文様をめぐる解釈法や、筆者が注目している縄文文化における二項対立的要



写真2 教室での3D上の土器文様観察

素（小林1996、中村2019）に関わる資料を講義した上で、各自の端末から上記土器の3Dデータにアクセスさせ、文様の観察を実施した（写真2）。次の授業では学生の観察結果の一部を発表させ、3Dデータを使いながら確認した上で、解説を行った。土器は1つしかないので、全員が詳細な観察を行うことは難しいが、事前の3Dデータでの観察によって、実物に対する時間を縮減することが可能である。

前者はオンライン授業のために用意したもののだが、同じデータを利用した後者の事例は、通常の対面授業においても、写真とは異なり立体的に体感しながら観察するための教材としての有効性を示している。

(3) 卒業研究での利用

本学では短大2年間の学びの集大成として卒業研究を実施している。2021年度は後述する博物館実習で3D化を学んだ考古学専攻生が学外機関所蔵資料1点の3Dデータを作成し、活用した（学生が撮影し、筆者がPC上で処理）。土器文様の視覚的効果に関する研究において、未発表の重要資料の展開データを目的で作成したものである。

(4) 研究利用にむけての展望

この卒業研究は展開図・展開写真を使用してまとめられたが、学生は研究の過程で、現物では展開した状態を目にすることはできないことから、実際に見える範囲での視覚効果の分析の必要性に気づいており、データ上で土器を少しずつ回転させながら複

数の友人に「目立つ部分」を問うていた。

これに関連し、高橋健(2019)は、横浜市上台遺跡出土の弥生時代の「人面付土器」の再報告にあたって3Dデータを用いて実測図を作成した際に関連する問題を指摘している。高橋は実測図に使用したオルソ(正射投影)画像と3Dソフトによって画角を変えた3つのパース(中心投影)画像を並べ、見た目の印象が変わること、人は実際には実測図のようなオルソでは見えていないことを指摘し、「パース画像の方が製作者の意図したイメージに近い可能性は考慮しておく必要があるかもしれない」と述べている。高橋が指摘した問題は、「人面」に限らず、文様装飾効果を考えるには、どこから見るか、実際にどのように見えるかという点での検討の必要性を示している。この点、3Dデータであれば様々な視点、角度、陰影などを操作可能である。

筆者の専門分野に関しては、立体的で複雑な構造の縄文時代中期の釣手土器について、浅川利一(1991)が「シルエット効果」を指摘している。浅川は自作の模造土器を竪穴住居内で実際に様々な角度から光を当てて撮影し、複雑な形状の影が出現することを指摘した。残念ながら続く検討は行われていないが、土器の形態についての独自のアプローチであり、3Dデータを用いることでシミュレーションは容易となろう。また、縄文土器の特徴の一つとして、土偶との融合とも呼ばれるような顔・身体装飾が他の時代・地域と比べて目立っているが、そうしたものが実際にどのような心理的効果を与えるのかについては、顔認識を専門とする心理学の専門家との共同研究の予備的議論の中でアイトラッキングによる検討を構想している。そこでは、「顔」表現だけでなく、上記の学生が気づいたような「一般的」な土器の形態・文様の効果についても同様の検討が可能であろう。

3. 博物館実習での取り組み

本学では、博物館実習(館園実習)を学内の参考

館で実施している。博物館実習の目的として、文科省による「博物館実習ガイドライン」²⁾では、「学芸員として必要とされる知識・技術等の基礎・基本を修得することを目標とする」、「大学における学芸員養成教育の最終段階における科目と位置づけることを基本とする」、「博物館の理念や設置目的、業務の流れ等に対する理解を深めると同時に、博物館資料の取り扱いや教育普及活動、来館者対応等実務の一端を担うことにより、学芸員としての責任感や社会意識を身に付け、博物館で働く心構えを涵養することを目的とする」を挙げている。本学では館務の全体像を体験することは行っていないが、筆者が担当してきた最終段階の「実習Ⅲ」では、従来、館蔵資料の再確認(目録整備)と資料配置や説明文の更新などの展示の実務を行ってきた。展示リニューアルには資料そのものを理解した上でわかりやすく説明することが求められる。

しかし、2020年度は4月の全面オンライン期間を経て、5月以降は授業によって対面授業かオンライン授業のいずれかとなったため、登校日を減らすことを考慮して、館での活動時間を縮小し、実習の一部はオンラインで実施することとした。4月段階では、北海道博物館の呼びかけで全国の博物館が参加した「おうちミュージアム」(渋谷2021)を中心とした博物館のオンライン発信の取り組みについて、実習生が県ごとに分担して取り組みの特徴を発表しており、それを踏まえて、本学でも実際の展示に変えてオンラインコンテンツの発信を試みることにした。活動の詳細は既に報告しているが(中村2020b)、概要を述べると、オンライン上で共同で付箋を用いたコミュニケーションが可能なアプリ「Miro」(筆者が教育アカウントを取得)と「Google Meet」(学園全体で導入)、コンセプトを話し合い、「いつでも・どこでも・自由な角度と距離」を中心とするコンセプトと、「こくとち360°まるみえミュージアム」というタイトルが決まった。対面授業再開後は、班ごとに館蔵資料を選定、写真撮影を行った。筆者が3D化処理するのと並行し、学生は資料の位



写真3 こくとち360°まるみえミュージアム

置づけについて調べ、3Dの特徴を活かして資料そのものと向き合う中で、一般向けの解説文やクイズなどの教育コンテンツを作成する。Google サイト上に特設サイトを立ち上げ、参考館のアカウントで Sketchfab 上に 3D データを公開したものをページ内に埋め込み、学生がその解説を作成するという形となり、9月末に公開した。例えば、埴輪のページでは、人物・動物・円筒の各種4点を選び、解説代わりにクイズを出題し、クリックすると解説が見られるようにしている。学生のレポートには「幅広い年代の人たちに歴史を知ってもらい、一般の人たちに向けた基本的な解説を重視したコンセプトのもと作成した」「簡単なクイズを解説の前に書くことによって、ただ流し見をするのではなく、“何故、このようなものが作られたのか”を考える」「形象埴輪、円筒埴輪と分けることにより埴輪の種類について知ってもらう」「3D コンテンツにすることで、質感や資料の後側などを見てもらい、写真だけでは伝わりづらい凹凸を見てもらい」などを意識したことが報告されている。

ほかにも、「コンセプトは博物館のミッションを明確にするために欠かせない」、「3D 化することによって普段の展示では見ることの出来ない部分を取り扱うことができた」などの感想も得られており、「収蔵資料の特性を理解し、展示・解説することができる」という本科目の到達目標は達成することができた。



写真4 埴輪のページ

2021 年度も同様の実践を行っている。土製耳飾や銅鏡文様など新たな資料群を選択した班のほか、2020 年度に引き続き「薩摩焼」の 3D データを増やした班もある。

4. 学外での活用

筆者は本学人間教育学科の早川富美子教授（音楽教育学）とともに、縄文土器の文様構造（小林1996、石井2009）と音楽の構造（繰り返し、強弱、音の重なりなど）の類似に注目して土器文様を音で表現するというワークショップを開催してきた（中村・早川2021）。もともと上記の平川遺跡の土器も、そのワークショップで文様構造を読み取る素材として活用してきたのだが、2019年度までは複数方向から撮影した写真を手作業で切り貼りした展開写真を使用していたものをこの機に 3D 化し、展開データを作成したわけである。

2020年度以降は科研費（挑戦的研究（萌芽））の採択を受け、地域を広げて実施することができるようになった。コロナ禍で予定通りの実施は困難であったが、尼崎市立下坂部小学校6年の音楽科の授業の中で実施できることとなった。本プロジェクトは土器文様の観察や音楽づくりだけでなく、大学・博物館・学校の連携も意図しており、土器はできるだけ地元のものを使用することで関心を高めたいと考えている。今回は、尼崎市歴史博物館の協力で、市内出土の弥生土器を当日借用して用いるとともに、展



写真5 尼崎市立下坂部小学校での実践

開データ作成のため事前打ち合わせ時に写真撮影し、3D化した。しかし、弥生土器の場合、口縁部から強く屈曲する頸部を経て胴部までの部分に文様が描かれており、一方向からの展開データ化は不可能であった。そこで、授業当日は3Dデータを直接示して、文様の様子を伝えた(写真5³⁾)。ワークショップは2021年度は春日部市郷土資料館、蓮田市立平野中学校などでも実施し、それぞれ同資料館、蓮田市文化財展示館の協力を得て、3D化して展開データを作成した。後者の実践では、プリントアウトした文様展開データのほか、GIGA スクール構想によって配布されたタブレットを用いて3Dデータを参照できるようにもしている⁴⁾。

2021年6月には、本学人間教育学科が10年以上交流会を続けてきた栃木市立小野寺小学校において、6年生の社会科の授業で「栃木の縄文文化」をテーマに出前授業を行った。各児童に配布されたタブレットからこくとち360°まるみえミュージアム内の平川遺跡出土土器の3Dデータにアクセスして土器文様の付け方や構成を観察した上で、実物に触れた。データ上で特徴を把握していた文様について実物を確認するだけでなく、質感・におい・重さなど3Dデータからは読み取れない部分についても注意を払っていた。印象的だったのは、各自のタブレットのカメラ機能を用いて撮影を始めたことである。外景だけでなく、内部や文様の細部など何カットも撮影する児童もあり、終了後しばらくはさながら撮



写真6 タブレットでの土器の撮影

影会のようになった。3Dデータとは直接関係しないが、今後のタブレットを用いた歴史資料との関わり方の1つとして注目したい。

5. 文化財の活用に向けて

本稿では、技術や権利の問題には触れていない。授業では、これらは日進月歩でありその時点の状況に従うよう伝えている。また、言うまでもなく質感・におい・重さ・耐久性・調整・使用痕など触れて初めて実感できることは多いので、オンライン・デジタルデータだけで代替することは不可能である。大事なものは、3Dデータを扱うことの利点と欠点を理解させることであろう。

また、現状、埋蔵文化財調査においては日常的に3Dデータ作成が行われることも増えているものの、多くは従来型の紙媒体として提示され、データが死蔵されていることへの憂慮は既に多くの指摘がある。

大学として考える必要があるのは、考古学などの専門的分野における「研究」の進展と、文化財としての広範囲な「活用」の進展の両面である。前者については、上記の3Dデータ死蔵問題の解決に資する3Dデータならではの新たな研究が求められており(平川2020)、本稿でも一部展望を示した。

他方、後者の「活用」については、文化財担当者や学芸員の養成という観点からの考古学・博物館学教育に関わる。近年の文化財保護法の改正に際して、

坂井秀弥（2018）は「文化財の活用とは、専門家以外の人々が文化財に親しみその価値を知る機会である」と指摘しているが、それを担う職にまず必要なのは、可能な限り専門家・一般を区別せず、正確に資料を提示することであろう。考古学で一般的な実測図は、作成するだけでなく読み取るにも専門的な訓練が必要であるが⁵⁾、3Dデータは取得・利用の両面で汎用性が上がっている。坂井は「文化財を活用する前提となる保存を確保するまでには、専門家による多くの調査や研究が必要」とも指摘するが、3D情報の公開は両者に資することができる。

また、コロナ禍以前より、縄文・古墳をめぐる様々な形で専門家以外の愛好者が増加しつつある。古墳の場合は実際に登ったり、石室に入ったりという五感を使った活動が可能であるのに対し、縄文土器や土偶、埴輪などについては博物館で鑑賞することが活動の中心となる場合が多い中で、粘土その他の素材を利用して自ら造形製作を行うこともみられる。製作を伴うか否かに関わらず、こうした人々からは、裏面・側面を鑑賞できる展示への要望が強く、それを意識した展示も行われつつあるが、現実的には困難であり、3Dデータの公開が望まれる。例えば、参考館所蔵の伝・埼玉県花積貝塚出土の遮光器系土偶はこれまで3面の実測図が公表されているが（亀田1994）、あまり知られていない資料であった。ところが2020年に3Dデータを公開後まもなく「土偶作家」の田野紀代子氏が模造品を製作し、SNS上で公開した。そこでは長野県エリ穴遺跡の遮光器系土偶との比較なども行われている（写真7）。こうした形で「新たな価値」⁶⁾が付加されていくことは博物館の使命に照らして大きな意義を持つ。

コロナ禍が端緒とはいえ、空間・時間の隔たりを克服する手段としてのオンライン化は今後も推進されていくはずである。こうした点で、公共財としての文化財を扱うには、3D技術は不可欠のものとなるだろう。実測図化など専門的な資料化技術を持たない場合でも作成できるという利点も大きい。

様々な制約で実物の活用ができなかったことの全



写真7 花積土偶（右上）の模造製作のSNS投稿

部を代替することはできないが、自由に全体像を把握できること、一度に多人数でアクセス可能なこと、一か所から複数のデータにアクセス可能なこと、などの3Dデータの特徴は博物館や学校などの教育・学習における各自の能動的な活動のできることの選択肢を増やすことに直結している。

一般に博物館の入口は館側がストーリーを構成する展示であるが、生涯学習施設としては、図書館のように利用者が能動的に資料を活用する姿が理想である。そうした点では、今回紹介した博物館実習の取り組みは企画展型であったが、能動的な資料活用には、データベース型のデータ公開が必要であろう⁷⁾。本学でも、平川遺跡の資料報告作成のため復元個体等の3D化を進め、現在16点を公開している。

本稿は2021年5月23日の日本考古学協会第87回総会研究発表セッション4での発表にその後の実践例を加えたもので、同年12月5日の朝霞市博物館企画展関連講演会「コロナ禍の中での博物館の新しい取り組み～博物館資料の3Dモデルの活用事例紹介～」でも一部を紹介した。紹介した内容には、科研費(20H04593)・(20K20851)の成果の一部を含んでおり、共同研究でご支援いただいた各機関・担当者各位に謝意を表す。

【補注】

1) 3Dデータの作成は、野口淳氏、株式会社ラング

(<http://www.lang-co.jp/corner20/pg68.html>) の方法を参考に、Agisoft Metashare standard、Cloud compare、展開データの作成は、Gigamesh を用いて行った。

- 2) https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/014/toushin/1270180.htm
- 3) 「考古学と音楽教育2：2020年度実践動画（小学校6年生）」https://youtu.be/6Wt1oJk1_3s
- 4) 春日部市郷土資料館所蔵の4点は、Sketchfabで公開している。
- 5) 実測図は、対象の持つ情報をコンパクトにまとめたものであり、縮小しても大要をつかめるなど専門研究者にとっては便利なツールである。しかし、文化財の記録・公開という観点から実測図と3Dデータのバランスをとることは難しい。
- 6) 「新たな価値」とは、日本博物館協会（2003）の提言で使用され、各地の博物館の「使命」の中に使用されることの多い言葉である。具体的内容は明示されないことが多いが、本例の場合、あまり知られていない館蔵品を見出し、製作し、発信し、それを通じて他者とのコミュニケーションが図られる各プロセスに新たな価値が発生していると位置づけられよう。
- 7) 大学博物館では、早稲田大学坪内博士記念演劇博物館（演劇面107点）や東北大学総合学術博物館（浮遊性有孔虫27点）などが先行している。前者では、背景色や光源位置などを変えて見方をシミュレーションすることも可能である。

【参考文献】

- 浅川利一 1991 「縄文のカミが出現する土器－土器のシルエット効果について－」『多摩考古』第21号 pp.28-35
- 石井 匠 2009 『縄文土器の文様構造』アム・プロモーション
- シオン
- 亀田幸久 1994 「春日部市花積貝塚出土の土偶」『唐沢考古』第13号 pp.50-52
- 小林達雄 1996 『縄文人の世界』朝日新聞社
- 坂井秀弥 2018 「文化財保護法の改正を迎えて」『文化遺産の世界』33（Web版）
- 渋谷美月 2021 「コロナ禍をきっかけとした「うちミュージアム」の試み」『歴史学研究』1004号 pp.50-59
- 高橋 健 2019 「上台遺跡出土の人面付土器」『横浜市歴史博物館紀要』第23号 pp.67-84
- 中村耕作 2019 「象徴的・二元論から読み解く縄文人の心性」『月刊考古学ジャーナル』728 pp.9-14
- 中村耕作 2020a 「みどり市阿佐美遺跡の注口土器9例」『利根川』40 pp.137-147
- 中村耕作 2020b 「博物館実習生は3Dの何に魅力を感じたか？」『考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロンonline #2 考古学・文化財資料3D計測の意義を考える 予稿集』pp.53-61
- 中村耕作 2021 「学芸員課程における地域資源の利活用の現状と課題」『全博協研究紀要』23 pp.17-29
- 中村耕作・早川富美子 2021 「縄文土器文様をもとにした音楽づくりの試み（第4報）－小学校全学年「表現活動交流会」の実践から－」『國學院大學栃木短期大学紀要』55 pp.37-80
- 日本博物館協会 2003 『博物館の望ましい姿－市民とともに創る新時代博物館－博物館運営の活性化・効率化に資する評価の在り方に関する調査研究委員会報告書』
- 平川ひろみ 2020 「大学における3Dと考古学－新しい研究・教育に向けて－」『考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロンonline #2 考古学・文化財資料3D計測の意義を考える 予稿集』pp.14-20