

3D スキャナによる xR の為のデータ作成と デジタルファブリケーションでの利用

3D Scanner Modeling for Digital Manufacturing and xR

<プロジェクト・メンバー>

宮治 裕^{†1} 高村 正志^{†1} 吉田 葵^{†1}

Miyaji Yutaka^{†1} Takamura Masashi^{†1} Yoshida Aoi^{†1}

^{†1} 青山学院大学 社会情報学部

^{†1} School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

キーワード：3D スキャナー, 3D モデリング, デジタルファブリケーション

Keywords: VR, AR, 3D scanner, 3D modeling

1. はじめに

本取り組みは、高精度な 3D スキャナを導入することによって、① xR (VR, AR, MR など) で研究利用可能な 3D モデルデータを拡充すること、②得られた 3D モデルを使ってものの幾何学的特徴を研究すること、③ものづくり体験型授業での教材として活用すること、なる 3 つの取り組みを複合して実施する。

昨年度、コロナ禍における ICT を利用したオープンキャンパスや仮想空間内でのイベントの活性化、メタバースなる言葉の一般化などを背景に、xR 技術およびコンテンツ作成について、その最近の状況をキャッチアップすると共に、3D データ作成のノウハウを蓄えることを目的とした取り組みをおこなった。その結果、一定以上の大きさの物体の高精度なモデリングには、フォトグラメトリソフトや LiDAR 活用アプリ、安価な 3D スキャナでは不十分であることがわかり、機材を含むデータ作成の条件を得ることができた。この条件を満たす機材を導入し、研究で利用する xR における 3D データの拡充を図ることが一つの目的である。

この得られたデータは、高精度なため、さまざまな利用・応用的な利用が想定できる。例えば、スキャンしたデータを、3D プリンタを利用して形状を復元することができる。この特性を用いて普段手にすることができない希少品の複製をとおして、その曲がり方や振れ方などの幾何学的特徴を研究する。これが 2 点目の目的である。今回は、土器ワークショップという形での試みである。

3 点目は、同様に生成された 3D データを 3D プリンタで出力する一連の工程をものづくり体験型授業での教材として活用する方法を検討する。また、これまで O220 教室に拡充してきたデジタルファブリケーション環境を整備し、授業などにて活用する。

2. コンテンツ作成での活用

2-1. 3D スキャナを必要とする理由

図 1 に 2021 年度宮治研究室 4 年生伊藤司晃の卒業研究によるバーチャル相模原キャンパスを示す。氏

は歩測と写真撮影によって相模原キャンパスの概観の 3D モデルを作成した。細部まで緻密に作り込まれ、3D のバーチャルキャンパス内を自由に移動し、様々な視点で観察できる。

元々 3DCG 作成に造詣のある氏ではあったが、その内部や様々な什器類までを作り込むには至らなかった。



図 1 バーチャル相模原キャンパス

2022 年度同研究室では伊藤のデータを活用し佐俣光一がバーチャルオープンキャンパスを作成した（図 2）。複数の利用者が同時接続可能で、説明会に参加したり生徒同士や先輩学生との交流が可能な仕組みが実装された。

しかしながら図 2 に示すとおり、概観のリアルさと比較して建屋内のモデリングは不十分である。特に、室内に設置された什器の数や種類が不足していることがわかる。

これに対応するために市販の 3D データを組み合わせることや、頑張って自分たちで作成することも可能ではあるが、その費用や労力を考えると現実的ではない。

これを解決するために検討した結果、3D スキャナを利用することとなった。



図 2 バーチャルオープンキャンパス

2-2. 3D スキャナの活用

今回導入したのは、SHINING 3D 社の EinScan-H である。ハンディタイプで LED と赤外線を使ってスキャンする。LED だけでは物体の黒色部分をスキャンすることができないため、赤外線を使い分けることができる。また、カラーカメラを内蔵するため、形状の取り込みだけでなくフルカラーのデータが得られる。また、広い面を高速・高精度に読み込むことができる。

この機材を導入し、教室内の什器類の 3D 化をおこなった。その過程においては、様々な試行は必要ではあるが、概ね良好な利用ができた。この試行については次節にゆずる。

3. 土器ワークショップでの利用

3-1. 活動の概要

鳥取県立博物館にて、土器ワークショップの企画説明を行い、土器の 3D スキャンを実施した。日程は、2022 年 9 月 13 日と 12 月 11 日である。9 月 13 日は、高村正志、南部和香、吉田葵と学生 1 名が現地へ行き、学生 1 名がオンラインで活動を実施した。12 月 11 日は、高村正志と学生 3 名が現地へ行き、活動を実施した。第一回の省察は、2022 年 12 月に、青山学院大学相模原キャンパスで行った。

3-2. 活動の目的

博物館資料である土器の 3D スキャンを行う。データを解析し、曲率や容積を分析し、3D プリンターで複製を作成する。複製された土器を利用して、小学生向けのワークショップを実施する。数学や理科に苦手意識を持った人でも楽しく学べる環境、博物館資料や博物館そのものへの興味・関心のきっかけをつくりたい。

3-3. 活動の報告

3-3-1. 第一回活動

会場は鳥取県立博物館会議室で行なった。土器をテーブルの上に置き、3D スキャンをおこなった。スキャン中に、対象のロストが多発した。原因は、対象である土器の形が回転対称であること、表面が均一であることで特徴点が捉えにくいことが考えられる。また、テーブルに置いた土器の全体のデータを一度に取得することは困難であった。特に土器のくびれの部分のデータを下から習得することができなかった。土器の上下を逆転してスキャンを行うこととした。

3-3-2. 第一回活動の省察

会場は青山学院大学相模原キャンパス B 棟で行なった。第一回の活動で問題となっている点は次の二つである。

- (1) 対称性が高く、表面が均一で特徴点が捉えにくいこと。
- (2) 土器のくびれの部分のスキャンが困難であること。

土器は文化財であるためマーキングシールを直接貼ることは難しいので、第一の点は保留する。第2の点の解決方法として、物体を台に乗せてスキャンする方法を考えた。試行では、お茶碗をテニスボールの缶に乗せてスキャンを行なった。



図3 スキャンの様子

下の部分もスキャンできるようになった。さらにテニスボールの缶の柄が特徴点となり、ロストしてからの復帰が早くなった。第一の点も解決することができた。



図4 得られたモデルデータ

テニスボールの缶では土器が乗せられないため、土器を乗せられる大きさの台を用意した。特徴点となる青赤シールを対称性が低くなるように貼り、作業台を作成した。



図5 土器スキャンの為の台座

この作業台で、順調にスキャンできることを確認した。



図6 台座を用いたスキャン

3-3-3. 第2回活動

会場は鳥取県立博物館会議室で行なった。テーブル上に置いた作業台に土器を乗せ、3D スキャンをおこなった。



図7 スキャンの様子

対象のロストからの復帰や、対象を移動回転させてからの特徴点の再取得が迅速に行えるようになった。順調にデータを収集することができた。



図8 得られた土器のモデルデータ

3-4. 今後の活動

今回取得した 3D データを分析し、3D プリンタ用のデータに変換し、複製を作成する。複製を利用したワークショップを実施したい。

4. デジタルファブリケーション環境整備

4-1. 導入した機材

今年度導入したレーザー加工機は「HAJIME CL1 PLUS」である。2017 年度社会情報学研究センタープロジェクト「ものづくり体験型授業における IoT 活用の研究」にて導入した「HAJIME CL1」の機能

改善された製品であるため、最大出力が 30W から 40W に上がり、加工可能な素材の幅が広がった。また、火災検知システムが搭載されるなど安全装置の性能が向上し、長時間運転も可能となり、より学生が利用しやすくなったのではないかと考える。

今年度は導入した機器を利用し、4 年生の研究や数理ワークショップでの教材開発、デジタルファブリケーション教材開発を行った。

4-2. デジタルファブリケーション教材試作

導入したレーザー加工機を利用して、デジタルファブリケーション教材を試作した。開発したものは、スイッチエデュケーション社で販売されているアクリルライトを参考にした LED アクリルスタンドである(図 9)。レーザー加工機でアクリル板を切断・彫刻し、アクリル板を固定するための台を 3D プリンタで出力した。台にはフルカラー LED を設置し点灯させた。



図9 LED アクリルスタンド

本プロジェクトでの試作により、LED アクリルスタンドの作成過程に、デジタルファブリケーションやプログラミングに関する様々な要素を詰め込めることを確認した。アクリル板部分は、レーザー加工機を用いることにより、彫刻するデザインだけでなく、切断する形も自由に設計することができる。台部分は、3D モデリングを行い 3D プリンタで出力することにより、自由に設計することができる。また、フルカラー LED 点灯部分についても、プログラミングを行うことにより、自由に点灯させることができる。試作品で

は、LED の点灯にはマイコンボード ESP32 を利用して、LED を点灯させるプログラムは Arduino IDE で作成した。ESP32 には Wi-Fi と Bluetooth が搭載されているため、IoT 化することが可能であるため、たとえば、Web 上で天気情報を取得して雨予報であれば LED を青く点灯させるアクリルスタンドなどを制作することもできる。

このような試作を経て、どの作成過程も難易度調整がしやすく、デジタルファブリケーション教材に適しているのではないかと考えている。今後も引き続き、教材開発を進めたい。

5. おわりに

本取り組みは、普及がすすむ xR (VR, AR, MR など) 技術での利用を踏まえて、そのコンテンツ作成が可能

な 3D スキャナを導入し利用した。簡易に 3D モデルを作成できる環境が整い、研究での利用が可能な状況となった。

ワークショップの事例においては、3D スキャナは用途を工夫することによって、情報系の教員・研究室以外においても活用可能であることが示された。

また、今回の取り組みにおいて、デジタルファブリケーション環境の整備・試作をおこなった。

今後は、これらの機材や得られたノウハウを活用し、教育研究活動につなげたい。

謝辞

本研究の一部は、本学部社会情報研究センターの支援によりおこなわれたことを感謝します。