

〈第99回 国際ARCセミナー(竹下繭子氏/長谷川恭子氏)レビュー〉 ——なら歴史芸術文化村 文化財保護の新たな取り組み / 3次元計測 による當麻寺のデジタルアーカイブと可視化

青井 大門(立命館大学情報理工学研究科)

E-mail is0291fe@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

第99回国際ARCセミナー¹⁾では、前半に、なら歴史芸術文化村の竹下繭子氏から、なら歴史芸術文化村「文化財保護の新たな取り組み」という題で、後半に、立命館大学総合科学技術研究機構 准教授 長谷川恭子先生から、「3次元計測による當麻寺のデジタルアーカイブと可視化」という題で講演が行われた。

2. なら歴史芸術文化村

2-1. 文化財保護の新たな取り組み

「なら歴史芸術文化村²⁾」とは、2022年3月21日に開村された、歴史・芸術・食と農など、奈良県の誇る文化に触れることができる施設である。文化財修復・展示棟、芸術文化体験棟、交流にぎわい棟、情報発信棟の大きく4つの棟で構成されている。道の駅や宿泊施設なども併設されており、日本で初めてとなる文化財4分野(仏像等彫刻、絵画・書跡等、歴史的建造物、考古遺物)の修復作業現場の公開を行なっているという点は、非常に特徴的である。

芸術文化体験棟では、幼児向けのアートプログラム、伝統芸能を体験できるプログラム、ホールでの音楽など幅広いプログラムが展開されている。交流にぎわい棟では、奈良県産の食材を使った料理が味わえるレストランや県産農産物や伝統工芸品などが販売されている直売所やシャワー室を備えたサイクルステーションがある。情報通信棟では、道路交通情報や奈良県全域の歴史文化資源や観光などの情報が発信されており、観光案内・施設案内を受けることができる。そのため、たくさんのコンテンツを多くの人に楽しんでもらえる施設である。

図1は、文化財修復・展示棟の地下にある絵画・書跡等の修復を見学することができる施設である。図中の場所の内側は修復が行われている工房である。右側は入り口で普段は閉じられている。見学ツアーの際にのみ、学芸員の引率のもと入ることができ、修復されている様子をさらに近くで見学することができる。本来、

文化財の修復は閉じられた環境で行われ、公開されていることは非常に珍しく、大変貴重な経験をすることができる。

また、休館日以外、毎日解説ツアーの実施が行われている。知識豊富な専門の職員による解説を聞くことができ、より深く文化財を知り理解を深めることができる。



図.1 通年で見学可能な絵画・書跡等修復工房

2-2. 當麻寺の3次元計測

奈良県葛城市にある當麻寺³⁾において2021年11月に計測が行われた。當麻寺は、飛鳥・白鳳時代に創建された。當麻寺には、東塔と西塔と呼ばれる2基の塔があり、双方が国宝である。東塔は奈良時代、西塔は平安時代前期に建立されたと言われており、古代の塔が対で2基とも現存しているのは、當麻寺のみであり非常に貴重である。また、當麻寺西塔は平成28年～令和2年に保存修理が行われ、新しい情報が得られたことが、今回、計測された要因の一つである。當麻寺西塔と境内地を4日間にかけて計測が行われた。塔の可視化映像と塔のレプリカやVRが作成された。

3. 3次元計測による當麻寺のデジタルアーカイブと可視化

発表者はこれまで有形文化財などのデジタルアーカイブ化を行ってきた。デジタルアーカイブの利点として、経年劣化や災害による損害に左右されることなく保存可能であることが挙げられる。また、通常は視認しにくい部分や構造を確認することが簡単になる。そのため、世界的に推進されている取り組みである。

国宝に指定されている當麻寺が昨年2021年に計測され、使用された西塔の計測点群データの点数は約8000万点であった。修繕時の計測のため、内部に祀られている仏像のデータはなく、心柱に隠された壁画が含まれている。

確率的ポイントレンダリング(Stochastic Point-Based Rendering、以降 SPBR)⁴⁾と呼ばれる可視化手法を用いて半透明構造可視化が行われている。SPBRは大規模な3次元点群データを高速かつ高品質に可視化することができる。また、点群の増殖や削除を行うことで、不透明度を調整することができ、任意の様な不透明度で可視化することができる。一方で、SPBRを用いて可視化をすると、複雑な構造を持ち同系色な物体を可視化する場合、形状の確認が困難になるという問題点が挙げられる。

當麻寺西塔において、心柱と呼ばれる部位がある。心柱は建物を支えるという目的というより、神様のような役割を持っている。心柱はつぎ木でできた構造で生きた木を用いられており、歪みを持つ。外部は複雑な木組みや屋根瓦・白碧を持っている。内部は同系色の木造建築で、非常に複雑な骨組みである。そのような中で、心柱の歪みを直感的に視認でき、心柱を含む内部構造の視認性を向上させる半透明な可視化を目指し、色・不透明度を工夫し部分強調を用いた内部構造可視化が行われた。

内部構造の可視化のために行われたのは、指定された範囲での点群の切り出しである。具体的には、座標軸を基準にし、その4分の1を切り出すことで、内部を可視化する。また心柱や内部構造は超2次曲面によって抽出された。心柱や内部構造は単純な幾何形状で構成された形状ではなく、すぼまっていたり尖っていたり、大きさが異なるなど複雑な形状をしている。そのため、各階の屋根と壁について別のセクションに分け、異なるパラメータの曲面を定義して可視化された。

計測点群のサイズ感を知るために、等高線を用いて描画された。等高線を縦横に引くことで、重なりが生じ、それによって生まれた正方形をグリッド線とすることで、対象データの大きさや高さを直感的に理解することができる。さらに等高線がギザギザに描画されるのを緩和させるため、描く等高線の範囲に幅を持たせ、その幅の間でグラデーションを用いることで、等高線を滑らかに描画された。

心柱の歪みは、カラーマップによる色付けで直感的に見て理解することが可能である。均一で色覚異常な方でも視認できる viridis と呼ばれるカラーマ

ップを採用し、対象の形状の重心を中心とした距離を色によって表現された。カラーマップの適応の際も、複数のセクションに分ける工夫もされている。可視化結果は、塔の中心に位置する心柱であるにもかかわらず、色のばらつきが見られ、心柱が本来持っている歪みを視認することができる。さらに心柱と外観を融合可視化し、切り出しを行い可視化され、心柱の歪みが主に初重から二重にかけて見られることが視認できた。

4. おわりに

なら歴史芸術文化村では、普段は見るできない文化財修理の見学など、人々の興味を引く展示が多数行われている。また、子ども向けのプログラムの実施など、訪問者への細かな気配りもなされている。さらに、音楽やアートなどの、五感で感じる現代的な文化財鑑賞の企画もあり、幅広い年代の訪問者が楽しめる工夫が凝らされている。

なら歴史芸術文化村では、大学と連携して、デジタルアーカイブの活動も積極的に行っている。文化財は、時間の経過とともに経年劣化したり、あるいは、法隆寺やノートルダム大聖堂のように火災などで消失したりすることもある。そのため、文化財に関する知識や情報をICTの力で継承・保存・伝達することができるデジタルアーカイブが大切である。デジタルアーカイブされたデータを用いれば、今回のセミナーで報告されたような、文化財の内部構造の可視化、文化財内部に仮想的に入り込んだVR体験など、現実世界では不可能な文化財の鑑賞や調査が可能になる。これらのICTを活用した文化財のデジタルアーカイブ活用に関しては、今夏の、なら歴史芸術文化村と連携する4大学(天理大学、立命館大学、奈良県立大学、東京芸術大学)による展示会「文化財研究中！—なら歴史芸術文化村×連携4大学—」でも紹介されている。

[注]

- 1) 第99回国際ARCセミナーは、4月13日(水)18:00～19:30にWeb配信で開催された。
<https://www.arc.ritsumei.ac.jp/j/news/pc/013412.html>
- 2) なら歴史芸術文化村、奈良県天理市柚之内町に位置し、歴史・芸術・食と農などの奈良県の誇る文化に触れることができる施設である。
<https://www3.pref.nara.jp/bunkamura/>
- 3) 當麻寺、奈良県葛城市に位置し、数多くの国宝や重要文化財を所有し、古代の三重塔が東西一対で残る全国唯一の寺である。
<https://www.taimadera.org>
- 4) S. Tanaka, K. Hasegawa, N. Okamoto, R. Umegaki, S. Wang, M. Uemura, A. Okamoto, and K. Koyamada, "See-Through Imaging of Laser-

scanned 3D Cultural Heritage Objects based on Stochastic Rendering of Large-Scale Point Clouds”, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., III-5, 73-80, doi:10.5194/isprs-annals-III-5-73-2016, July, 2016.