

## 3Dプリンタ出力品の博物館活動における活用

田澤 梓

近年、3Dプリンタの技術は急速な進歩をとげ、様々な場面で用いられている。博物館での活用は、文化財の実物を3Dスキャンして模した3Dプリンタ出力品を、来館者が手に取り触れられる展示や教育普及(以下「ハンズオン」と述べる)が知られる(一)。これは視覚障害者の利用に有効であることはもちろん、一般にも文化財への直感的な理解を深め、身近なものとして感じさせる効果が認められており、多くの博物館で実施されている。ハンズオン自体は3Dプリンタの普及以前から行われているが、技術の進歩と普及を通じて、より簡単に文化財のレプリカが作成できるようになったことから、ますます発展していくだろう。

本稿では、3Dプリンタ出力品をテーマに、ハンズオンをふまえても、別の方面から博物館活動における活用の可能性について報告したく、二例紹介する。

### 1. 琵琶湖文化館建築の3Dプリンタ出力

経緯

全高四一・五メートルの琵琶湖文化館(以下、「当館」)の屋根の上には、羽根を広げた大きさが約三メートルにもなる大トンボがモニュメントとして設置されている。設置から六十年以上が経過し、経年による劣化が著しく安全に支障をきたす恐れがあるため、今年度実施する屋根および

避雷針の改修工事にあわせて、取り外すこととなった。

そこで現在の当館の建物の姿を残すべく、ドローンにより空撮し、動画および3Dモデルを作成することとなり、スカイオーシャンキャピタルパートナーズ合同会社が実施した(二)。動画はホームページ等で公開したほか、3Dモデルは令和9年度に開館予定の「(仮称)新・琵琶湖文化館」でも活用する予定としている。

3Dモデルは複数の写真から3Dデータを生成するフォトグラメトリの手法により作成した。OBJファイルで納品されたほか、3Dデータを共有できるウェブサイトSketchfabにて閲覧可能としている。今回、この3Dデータの活用の一環として、3Dプリンタ出力を行った。

#### 3Dプリンタ出力品の作成

3Dデータ作成ソフトのFusion360を用い、OBJファイルをSTLファイルに変換した。納品されたデータは3Dプリンタ出力用には調整されていないため細かな修正を行い、台板を追加したほか、出力しやすくするため垂直方向に四分割した。なお、3Dプリンタの使用機材はANYCUBIC製のKobra max(樹脂熱溶融積層式(FFF式))、材料のフィラメントはANYCUBIC製のポリ乳酸(PLA)である。出力品は、3Dプリンタの特性上、縮尺の変更はしやすいが、今回は高さ6センチメートルほどで作成した。



Sketchfab上での3Dデータ



3Dプリンタ出力品

## 活用

この出力品を、県立安土城考古博物館を会場とする地域連携企画展<sup>(三)</sup>内の、「新しい琵琶湖文化館にメッセージを届けよう！」の特設ブースに設置した。来場者からは「道からは見えない部分も分かって面白かった」などの感想をいただき、安土城考古博物館職員からも「琵琶湖文化館を見たことのない県外からの来館者に、建物を立体的に知ってもらえる機会になっている」という声があった。

今回の出力品は掌に乗るサイズとして全体の把握がしやすく、当館建築への親しみを持たせられよう。また出力品を上から眺めると、実際の当館を地上から見上げた印象と比べて、トンボ下の鉄塔が長く見えるなどの発見があり、建築を鑑賞する際の新しい視点をもたらす効果がある

と推察される。

〔(仮称)新・琵琶湖文化館〕設置後の当館建築の利用計画は現在のところ見込みがないが、たとえ解体されることになったとしても、動画等とあわせ3Dプリンタ出力品がその姿を偲ばせると思われ、当館の長い歴史を伝える一助としたい。

## 2. 古式三鈷杵の3Dプリンタ出力

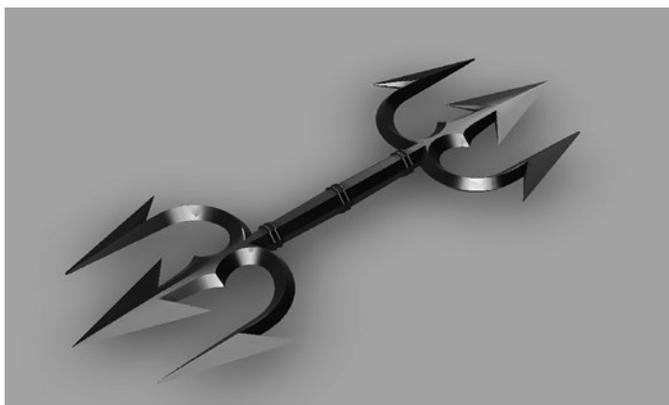
### 古式三鈷杵について

平安時代の初めに唐より帰国した空海が密教を日本に伝える以前、奈良時代にすでに伝わっていた密教を「古密教」という。経典や仏像からその浸透がうかがえるが、古密教の修法で用いられた金剛杵「古式三鈷杵」も知られている。

金剛杵は古代インドの武器に起源をもつ密教法具である。銅製や、銅に鍍金を施して作られるものが多数を占める。その形を簡単に説明すると、僧侶が手に取り握る部分を把といい、把部の両端に尖った鈷がつく。鈷部は中鈷と二本の脇鈷で三叉に分かれるものを三鈷杵、脇鈷が四本で五叉のものを五鈷杵という。

古式三鈷杵は平安時代以降の三鈷杵と大きく形が異なり、鈷に鈷のような形の逆刺がつけられる。このような形式は「忿怒形」とも呼ばれる。本稿で紹介する正倉院宝物の鉄三鈷のほか、白銅三鈷(正倉院宝物)、日光男体山山頂出土品(重要文化財、栃木・日航二荒山神社)、奈良国立博物館所蔵品などが知られる<sup>(四)</sup>。

正倉院宝物の鉄三鈷は、珍しい鉄製の三鈷杵である。把部は、二本一組の紐帯を三箇所に巻く。鈷には大きな逆刺を設け、中鈷の根本近くに節をつける。武器の名残を留める簡潔で力強い造形から、古式三鈷杵の中でも初期の作例と考えられている。収納箱として素木三鈷箱が付属し



Fusion360にて作成した3Dデータ（三鈷杵）

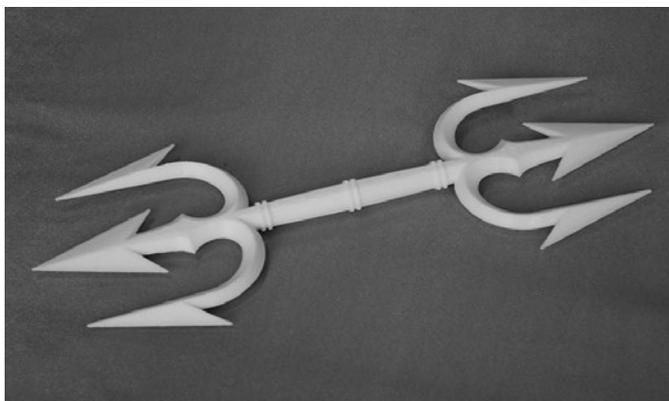
ており、近年ではこれらを載せた  
と考えられる献物几の存在も指摘  
されている<sup>(五)</sup>。  
令和四年の正倉院展にて、鉄三  
鈷の展示を拝見したことをきっか  
けとして、3Dプリンタ出力と出  
力品の活用について検討を行うべ  
く、今回の作成に至った。

### 3Dプリンタ出力品の作成

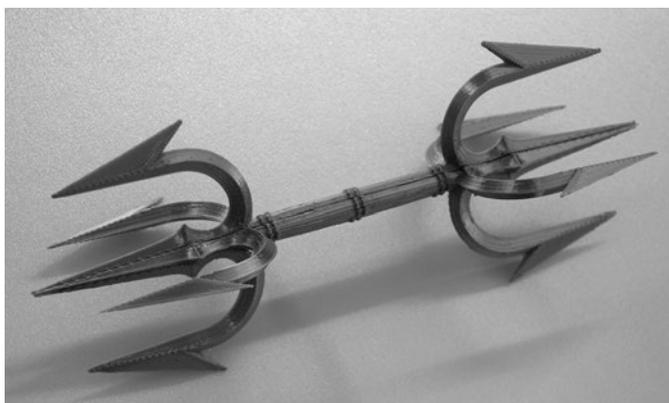
前述の当館建築と同様に、  
Fusion360を用いてデータ作成し  
た。ただし3Dスキャンによらず、  
図録<sup>(六)</sup>に報告された法量および  
掲載図版に基づいて設計した。な  
お厚みは報告されていないため、

把部の断面が正八角形となるように調整した。機材および材料は前述の  
とおりである。細部の出力の都合から、平面に二分割して出力し、貼り  
合わせて作成した。

さらに、三鈷杵にくわえて、五鈷杵も創作的に作成した。把部の形状  
は三鈷杵と同様であるが、鈷部についてはY軸方向の脇鈷をX軸方向に  
増やした。また中鈷の造形に留意し、逆刺を消去し、Y軸方向の形状を  
参考にしながらX軸方向への肉付けをした。すると、中鈷の側面に匙面  
(スプーンのように丸く凹面を呈する面)が出現した。なお、放射状に  
八分割して出力したものを貼り合わせて作成した。



3Dプリンタ出力品（三鈷杵）



3Dプリンタ出力品（五鈷杵）

### 今後の活用

三鈷杵の出力品は、3Dスキャンによるデータではないことから正確  
さに欠けるといえるものの、ある程度の説得力を持っているように思え  
る。滋賀県には古式三鈷杵の類品はないが、平安時代以降の金剛杵の優  
品は様々なものがある。平安時代以降の三鈷杵との比較をハンズオン展  
示として行う場合などに、今回作成した出力品は大いに活用できるだろ  
う。

創作的に作成した五鈷杵の出力品に関しては、奈良時代には五鈷杵が  
あったとは確認できず、今回作成した「古式五鈷杵」と呼びうるものは  
存在しないと思われる。しかしながら古い形式とされる中鈷の匙面が現  
れたことは興味深い。存在しえないものであっても、3Dによって検討

が行えることは、モノが存在しないと論じることが難しい実証性の強い  
仏教工芸史研究において、創造的手法をもたらずように思う。

### 3. おわりに

二つの3Dプリンタ出力品の活用について述べてきた。今回の出力品  
は、建築と工芸品という性格が全く異なるものであるが、それゆえに様々  
な可能性を示しているだろう。

3Dプリンタ出力品を活用した博物館活動としては、従来から知られ  
ているようなハンズオン展示のほか、当館建築への親しみをもたらす普  
及啓発や、新しい研究手法も見込まれる調査研究といった多方面にわた  
る活用の形がある。さらには今回紹介したほかにも多くの活用方法が考  
えられるし、また博物館員の柔軟な発想によって生み出されることが期待  
される<sup>(七)</sup>。

今後とも「(仮称)新・琵琶湖文化館」の開館に向け、3Dプリンタ  
をはじめとする様々な技術の進歩とともに、新しい博物館活動について  
探っていきたい。

(たざわ あずさ・滋賀県立琵琶湖文化館学芸員)

註

(一) 東京国立博物館「8Kで文化財「ふれる・まわせる名茶碗」(二〇二〇年)、  
九州国立博物館「ならべてわかる本物のひみつ」(二〇二二年ほか)など。

(二) 令和四年十月十七日～二十日の間に撮影し、晴天時には動画、曇天時には  
3Dスキャンを行った。撮影に際しては撤去される大トンボはもちろんの  
こと、中池の歌碑にも留意し、また3Dモデル作成の範囲は当館敷地とした。  
画質は、動画についてはフルハイビジョン、3Dモデル作成については簡  
易的なものとし測量に必要なレベルは求めないとした。

(三) 展覧会の詳細は本研究紀要年報五十三頁を参照。

(四) 古式三鈷杵については、内藤栄「古密教展概説」(奈良国立博物館「古密教  
日本密教の胎動」展覧会図録、二〇〇五年)が詳しい。

(五) 伊藤旭人「素木三鈷箱について復元的に考える」(奈良国立博物館「正倉院展」  
展覧会図録、二〇二二年)。

(六) 奈良国立博物館「正倉院展」展覧会図録、二〇二二年。

(七) ただし3Dスキャンや3Dプリンタの技術は、贋作の作成も容易に行える  
という危険性を持っており、博物館としての対処は検討課題である。