

〈一般研究課題〉 デジタル造形技術を用いた  
新たな文化財複製技術の開発と活用  
助成研究者 名古屋市立大学 小俣 英彦



## デジタル造形技術を用いた 新たな文化財複製技術の開発と活用

小俣 英彦  
(名古屋市立大学)

## A Study on Novel Cultural Heritage Reproduction Using Digital Modeling Technologies

Hidehiko Omata  
(Nagoya City University)

### Abstract :

In recent years, the replication of cultural heritage using digital modeling technologies has attracted attention as a means of preservation and public access. However, many existing reproductions are limited to the replication of images and colors, leaving challenges in capturing the textures and three-dimensional qualities of the original artifacts. This study utilizes the “Clone Cultural Property” technique developed at the COI site of Tokyo University of the Arts to create semi-relief models through 3D scanning and digital fabrication. The goal is to establish a new form of cultural heritage experience that enables appreciation not only through sight but also through touch.

The fabricated models were exhibited to the public, receiving highly positive feedback. Visitors especially valued the ability to feel the contours and fine details of the artifacts with their hands. On the other hand, limitations in reproducing the tactile quality due to the output material were identified as a technical challenge for future exploration. This study demonstrates the potential of tactile appreciation as an inclusive cultural heritage experience and aims to develop new applications for cultural resources.

### 1. はじめに

芸術における文化財は、過去の人類の思想・美意識・信仰を現在に伝える貴重な文化的資産であ

り、その芸術的・歴史的価値は計り知れない。しかし、文化財の保存と公開の間には深刻なジレンマが存在する。文化財を適切に保存しようとすればするほど、公開や活用への機会は制限され、一方で多くの人に鑑賞・教育の機会を提供しようとすると、劣化や損傷のリスクが高まるのである。この保存と公開の相克関係は、長らく文化財行政や美術館運営の現場で議論の対象となってきた。

たとえば、絵画や彫刻、仏像などの有形文化財は、光や湿度、温度など環境の変化に非常に敏感であり、長期間の展示や頻繁な移動は劣化を早める要因となる。なお、文化財の中には本来、特定の宗教儀式や年中行事にのみ公開されることを意図して制作されたものも多く、その本質を尊重するならば、常設展示や不特定多数への開放は避けるべきという意見もある<sup>[1]</sup>。

このようなジレンマの中で、文化庁も「文化財保護法に基づく文化財保存活用大綱」において、「文化財の保存・修理とその適切な公開・活用とのバランスをとることが重要である」と明記しており<sup>[2]</sup>、行政的にもこの問題が認識されていることが分かる。

こうした背景から、近年では保存と公開のジレンマを克服するためのさまざまな取り組みが進められている。その一つが、デジタル技術を活用した文化財の記録・再現・公開である。たとえば、1949年の火災で損傷した法隆寺金堂壁画を、古写真や調査記録をもとに、3D技術と高精細プリント技術で復元し、国立博物館などでの展示において、来場者はオリジナルでは難しい細部まで観察可能であった。なお、各地の美術館、博物館でデジタルアーカイブによるデータの取得が行われ、将来の修復や研究のための基礎資料として蓄積されている。さらに、Google Arts & Culture やルーヴル美術館のオンラインコレクション<sup>[3]</sup>では、文化財を高精細画像で誰もがアクセス可能な形で公開しており、地理的・時間的制約を越えた鑑賞体験を提供している。

さらに注目すべきは、東京藝術大学COI拠点による「クローン文化財」プロジェクトである。この取り組みでは、3Dスキャンや超高精細画像撮影によって文化財の形状や質感をデジタルデータとして記録し、その後、3Dプリンターや伝統的な工芸技術を用いて極めて精巧な複製品(クローン文化財)を制作している<sup>[4]</sup>。代表例として、法隆寺金堂釈迦三尊像のクローン制作や、イスラム過激派組織によって破壊されたアフガニスタン・バーミヤン東大仏の仏龕壁画の復元などがある。これらは、実物の文化財に代わる展示用資源として機能するだけでなく、失われた文化の記憶を未来へ継承する手段として、教育・国際協力・地域活性化など多方面での活用が進められている。

このように、文化財の保存と公開のジレンマに対しては、単なる折衷ではなく、テクノロジーと伝統の融合によって新たな次元での解決が模索されている。デジタル技術やクローン文化財は、オリジナルの尊厳を損なうことなく、多様な人々に文化財の価値を伝える可能性を拓いているのである。

そこで、本研究では、クローン文化財複製技術を活用し、厳重な管理保存が義務付けられているオリジナルの文化財では実現が不可能な、直接手で触れて鑑賞できる文化財複製コンテンツを研究開発することで、目の不自由な方や、発達段階において触覚による刺激が重要視されている子供たちをはじめ、より多くの方々に新たな芸術鑑賞体験として、より身近に文化財に親しんでもらう機会を創出することで、文化の振興の一助とするための取り組みである。

## 2. 芸術鑑賞における触覚の意義と文化財複製の実践的展開

### 2.1 理論的背景

芸術鑑賞は視覚に強く依存する傾向があるが、触覚もまた作品との関係性を築くうえで本質的な

役割を担っている。触覚の感覚は、身体的、情動的、そして認知的な理解の深化をもたらし、視覚情報だけでは捉えきれない芸術作品の本質に迫る可能性を秘めている。ここでは、芸術鑑賞における触覚の意義を認知科学や発達心理学の視点から論じるとともに、視覚障害者に向けた文化財複製作品の実践例を通じて、その応用可能性を示す。

## 2.2 触覚と芸術鑑賞

触覚は五感の中でも最も早く発達する感覚であり、胎児期から機能している<sup>[5]</sup>。乳児は手や口を使って外界との関係性を探索し、形状、温度、質感といった情報を身体的に獲得する。このような触覚的経験は、造形的な感性の形成や情動の発達と深く関わっている。また、芸術教育においても、粘土や木材、織物に触れるといった活動が感覚統合を促す手段として重視されている。

さらに、触覚は空間的・構造的情報を動的に知覚し、対象の意味形成や記憶の定着に関与する能動的知覚手段でもある<sup>[6]</sup>。特に彫刻や工芸など立体作品では、触れることによって初めて理解が可能となる情報も多く、芸術鑑賞において触覚の果たす役割は計り知れない<sup>[7]</sup>。

## 2.3 視覚障害者と触れる文化財複製

視覚障害者にとって、視覚に依存した美術館展示は文化体験へのアクセスを大きく制限してきた。そこで注目されているのが、直接手で触れることのできる文化財複製作品である。東京藝術大学COI拠点が取り組む「クローン文化財」プロジェクトでは、3Dスキャンと写真測量を活用して仏像や絵画の凹凸・質感を高精細に再現した複製品が制作され、触覚による芸術鑑賞の実践が試みられている。このような複製作品は、視覚障害者に限らず、子どもや高齢者、芸術教育の現場などにおいても有効であり、身体を通じて芸術作品の構造や意味を把握する多感覚的理解を促進する。

## 2.4 応用と課題

触れる文化財複製は、視覚障害者が自律的に芸術を鑑賞する機会を拡張するだけでなく、芸術のアウトリーチを促進する展示形式としても評価されている。一方で、高精度な複製制作には技術・コスト・運営の面での課題があり、また、複製対象の選定に際しては、文化的・宗教的背景、著作権、倫理的配慮も必要不可欠である。

触覚は芸術鑑賞における認知的・身体的理解を支える基盤的感覚であり、とりわけ文化的アクセシビリティの向上において重要な役割を果たす。今後は、デジタル技術と伝統的技術の融合により、文化財の複製技術を深化させるとともに、多様な鑑賞者に対応する展示デザインの開発が求められる。

## 3. 研究の方法

東京芸術大学COIが制作した、フィンセント・ファン・ゴッホ「自画像(再現)」(図1)を研究対象とし、直接手で触れ鑑賞可能な新たな文化財複製コンテンツを制作。まずは、調査対象の調査を行い、高精細デジタ



図.1 ゴッホ自画像



図.2 3Dスキャンによる計測

ル画像撮影、3Dスキャナによる計測(図2)を行い、3Dデータを取得。

取得した3Dデータを3D編集ソフトZBrushで編集を行い、絵画表面の凹凸再現を再現しつつ立体化した3Dデータを作成。その上で凹凸の起伏をZBrushにより段階的に調整し、複数のモデルを作成し最適な形状を検討した。(図3)

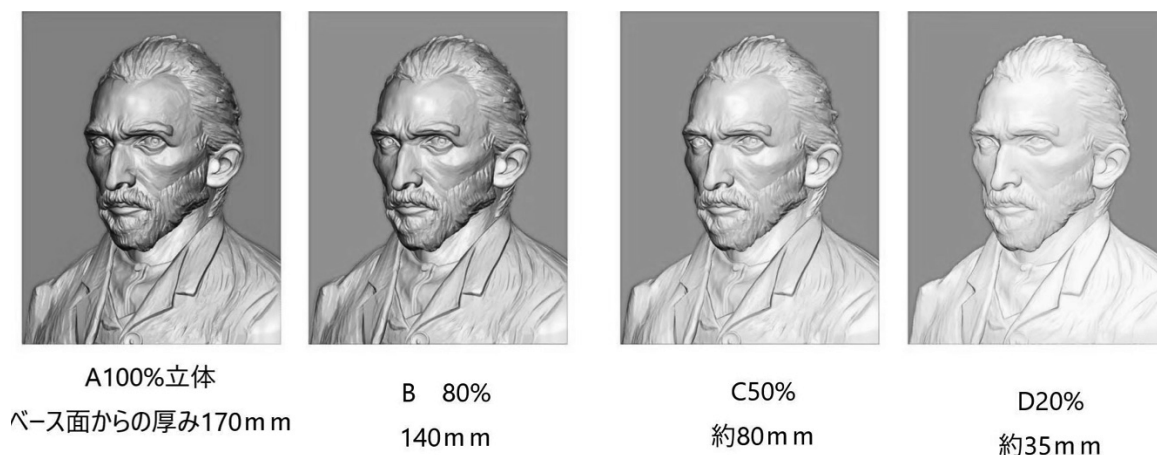


図.3 3Dデータによる比較検証

さらに、複数のデータより選定した2タイプのモデルを3Dプリンターによる縮小試作の出力を行い、(図4)比較検証の上制作方法を決定し、絵画内の人物の大きさに合わせた実寸大での3Dプリントによる出力を行った。(図5)

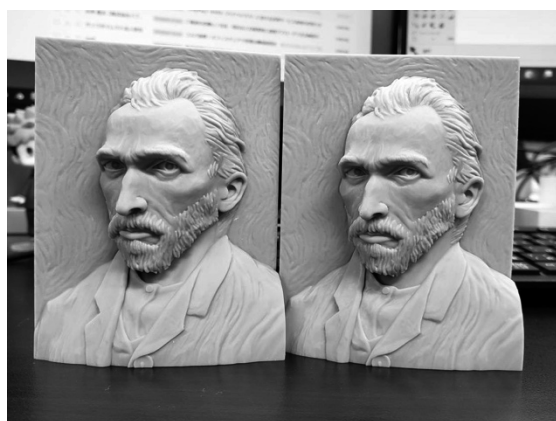


図.4 縮小版試作での比較検証

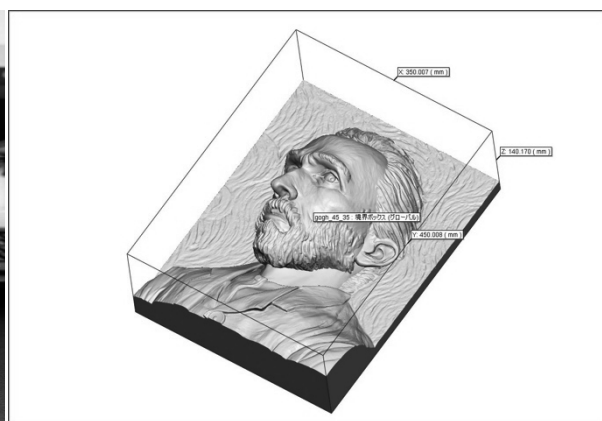


図.5 実寸大の出力モデル

## 4. 結果と考察

### 4.1 展示公開

研究成果であるゴッホ自画像の立体化コンテンツは、2025年1月に名古屋市千種区にある揚輝荘南園聴松閣で開催した文化財複製(クローン文化財)を紹介する展覧会「幻のひまわり〜クローン文化財で甦る世界の至宝〜」で一般に公開した。(図6)



図.6 展示公開風景

## 4.2 アンケート調査

展覧会会期中に会場にて来場者を対象にアンケート調査を実施した。自由記述形式での展覧会全体を対象にした設問において、「本やテレビでしか見たことなかった絵が自分の目で近くで見られて凹凸感などもリアルでよかった」や、「オリジナル作品では不可能な近さで見られてとてもうれしい体験でした」、また「まるで本物のようで驚きました。」といった文化財複製に対する好意的な評価が得られたことに加え、「触れる・におえる・絵画・おもしろーい！！作品の本質をくみとって現代の技術で表現しなおしたハイパー文化財といえるので来てよかったです！！最高！！」、「触れて楽しむ芸術作品を初めて拝見し感動しました」など、本研究の目的である直接手で触れての鑑賞体験に対しても好評であった。また、自由記述で実施したアンケートとは別に、本研究で作成した直接手で触って鑑賞できるコンテンツであるゴッホ自画像の立体化作品に関して、実際に手で触れての触覚を通した鑑賞体験に関するアンケート調査を行った。(図7)得られた回答では、回答者全員より「目を閉じて触れても顔というのはよくわかる」と回答を得た。一方で、改善点に関する質問に対しては、「全ての部位が同一の素材のため、見た目と触覚の予想が一緒に驚きがない」、といった回答や、「肌の質感や髪の毛の質感の差がある方がよりリアリティーを感じるのでは」、等の質感に関する指摘が得られた。



図.7 触覚による鑑賞

## 5. 考察

本研究では、視覚に依存しがちな芸術鑑賞において、触覚を介した文化財体験の新たな可能性を提示した。特に、3Dスキャニングとデジタル造形技術を活用して制作した立体化作品は、視覚障害者のみならず一般の来場者にも高い評価を得た点は注目に値する。アンケート結果においては、触れることによる新鮮な驚きや感動、対象の構造的理解の深化が報告されており、従来の鑑賞体験にはない新たな価値が見出された。

その一方で、質感の再現性や素材による触覚的リアリティーの不足が課題として挙げられた。すべての部位が同一素材で出力されたため、視覚と触覚の一致による驚きが希薄となり、リアルさに欠けるとの指摘は、今後の素材選定や多素材出力の導入に向けた重要な示唆となる。なお、触覚鑑賞における情報提示の方法や、ユーザーのナビゲーション支援の在り方など、展示環境全体の設計も含めた総合的なアプローチが求められる。触れる文化財複製の可能性は、障害の有無を問わず、鑑賞者の感性和理解の多層化を促進する点で、ユニバーサル・ミュージアムの理念とも合致するものである。本研究はその実践的モデルの一つとして、今後の展示・教育・地域連携など多分野での応用可能性を持つといえよう。

## 6. まとめ

本研究は、デジタル造形技術と3Dスキャニングを活用し、直接手で触れて鑑賞することが可能な文化財複製作品を開発・展示することで、触覚を中心とした新たな芸術鑑賞の形を提示した。従来、視覚を主とする展示が中心であった文化財の鑑賞に対し、本研究で制作した立体化コンテンツ

は、多くの来場者から肯定的な反応を得るとともに、特に触覚を通じた身体的理解の重要性が確認された。

触覚鑑賞は、視覚障害者の文化的アクセスの拡充に寄与するだけでなく、すべての人々にとって感性を多面的に刺激する手段となる可能性を秘めている。その一方で、素材の質感再現や展示設計における工夫など、今後解決すべき課題も明らかとなった。

今後は、よりリアリティの高い触覚的表現の技術開発とともに、博物館・教育現場・地域施設との連携を進め、多様な文化鑑賞のあり方を社会に提案・実装していくことが求められる。本研究はその第一歩として、デジタルと身体性が交差する新しい文化資源活用の可能性を示すものである。

## 6. 参考文献

- [1] 文化庁,『文化財保護法に基づく 文化財保存活用大綱』(2019)
- [2] 同上, 第2章『文化財の保存と活用について』
- [3] Google Arts & Culture, <https://artsandculture.google.com/> (2025年5月閲覧)
- Musée du Louvre, "Collections", <https://collections.louvre.fr/en/> (2025年5月閲覧)。
- [4] 宮廻正明,深井隆(監修),IKI(著),(2022)『東京藝大クローン文化財 笑顔の接木』,東京美術
- [5] 田崎 権一(2017)『触覚の心理学：認知と感情の世界』,ナカニシヤ出版
- [6] 海保 博之(監修),菊地 正(編)(2008)『感覚知覚心理学』,朝倉書店
- [7] Ernst Heinrich Weber(著),田崎 権一(訳)(2023)『触覚』ナカニシヤ出版