

平成30年9月3日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03168

研究課題名(和文) 3D・X線・修復調査から見る古典木彫像の制作プロセス 平安～鎌倉期

研究課題名(英文) Investigation into the Process of Creating Traditional Wooden Sculpture from 3D Data, X-Ray Images and Conservation Documentation - From the Heian to the Kamakura Period -

研究代表者

藪内 直樹(藪内佐斗司)(YABUUCHI, Naoki)

東京藝術大学・大学院美術研究科・教授

研究者番号：10376931

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、視覚的に明快な木造彫刻の3DCG構造図を作成するため、平安～鎌倉期における彫刻文化財の3Dデータや透過X線画像を用い、木造彫刻の構造解析に繋がる資料作成を試みた。その過程で、X線画像と3DデータをGIFアニメーション化して組み合わせることで、より直感的な構造理解の助けとなる資料が得られた。この資料を基に、今回新たにX線及び3Dデータを取得した当該期作例の3DCG構造図を作成した。可搬性の高い調査機材による資料作成方法は、移動の制限からCTスキャンによる調査が難しい塑像作品などの構造解析の助けとなるほか、実査の難しい秘仏でも、過去のX線資料を再活用できる可能性を示すものとなった。

研究成果の概要(英文)：The research was aimed at creating three-dimensional computer graphics (3DCG) to represent the structures of some important wooden sculpture that date from the Heian to the Kamakura period (794-1333).

The 3DCG structural analysis was produced using X-ray images and 3D data and during the course of the research, GIF animations were also generated from the X-ray images and 3D data to provide a more intuitive understanding of the structures.

The use of such highly portable recording devices for 3DCG would also be beneficial in analyzing the structure of clay sculpture, which is difficult to conduct using, for example, CT scanning, due to the problems of their transportation. Moreover, it suggests the possibility of utilizing X-ray images taken in the past of Buddhist statues called Hibuetsu - sacred sculptures normally hidden from public view - to reveal their structures, especially as it is difficult to conduct any new physical inspection.

研究分野：保存修復

キーワード：3D 透過X線 構造図 木造彫刻

1. 研究開始当初の背景

これまで東京藝術大学大学院美術研究科文化財保存学専攻保存修復彫刻研究室（以下、保存修復彫刻研究室という）では、古典彫刻の調査研究に3Dレーザースキャナを導入した計測調査を継続している。取得した3Dレーザースキャニング計測データ（以下、3Dデータ）は、修復の現場や模刻研究をはじめとした教育研究の現場で活用されており、仏像彫刻史研究の中で、新知見を得られるデータとなりつつある。

木造彫刻を造る上で、立体のアウトラインは、最も重要な要素の一つである。また、彫り始めに頼りにするのは平面図であり、現代の仏師も同様の技法を用いている。しかし、平安時代以後の木彫像において、そうした彫刻の設計図ともいえる図面や、制作のプロセスに必要な補助道具のような遺品は残されていない。

これまでの先行研究では、引懸に加え、錐点など木彫制作のプロセスの中で使用したと思われる補助道具を用いた技法についていくつか論述されているが、指摘されることの少なかった分野であるためか、データの蓄積が非常に少ない。そのため当該期の木造彫刻がどの様にして制作されたのか、そのプロセスを知る手立てはわずかである。

その一方で、近年、保存修復彫刻研究室における平安～鎌倉期の模刻研究や修復研究の過程で仏像彫刻を造るにあたり、錐点や図面の存在が非常に重要であったことを指摘している。それは、定朝様式や、いわゆる慶派作例までの13作例の形状伝播の痕跡が、3Dデータによる精度の高い投影図による正中断面線で比較した結果、(図1)のように、それぞれ近似した断面線をもって示されたからである。これは、投影図にも似た精確な図面の存在や、錐点などの補助道具がなくては成立しにくいほどの一致である(図1薄線)。このような形状一致のほか、面部における水平方向の断面線を精査すると、快慶作例周辺に特徴的な一致があることも提示された。このように、模刻制作による実証とデータ分析から、工房制作のなかで行われている制作の背景に制作者が共通して持っていたであろう図面の実態について、解明できる可能性が高まりつつある。よって3Dデータを使用した多角的な研究報告をするためには、これまで以上にデータを集積する必要があると考える。そして、彫刻文化財の修復計画に役立つことはもとより、世界に誇る日本の木彫文化の制作プロセスを解明する上で、透過X線・3Dデータ・高精細デジタルカメラによる複合的な調査研究は今後不可欠となるため、本研究を提案した。

2. 研究の目的

3Dレーザー計測や透過X線撮影、高精細デジタルカメラなど可搬性の高い機材を用いて平安～鎌倉期の仏像を精査し、修復で確認

された錐点や寄木の構造などを総合して、立体的に構造・技法を把握できる3DCG構造図を作成する。この資料を通して、飛躍的に彫刻表現が変化した当該期の造像技法解明の糸口となる基礎資料作成を目指す。



図1
平等院像・長岳寺像（濃線）～慶派作例（薄線）13作例の正中断面線比較図※研究室取得データより描出

3. 研究の方法

従来の3Dレーザースキャナによる3D計測調査研究に加え、透過X線撮影、デジタルカメラなどの調査機材を取り入れ、文化財保護・美術史的資料に欠かせぬ基準作例の3D調査資料および文化財の構造・技法資料充実を図った。

最終年度は、新たに収集したデータとこれまで保存修復彫刻研究室で撮影してきたデータから、より明快な3DCG構造図を作成して比較し、美術史・文化財保護の両面から有用な新研究材料の資料作成を行った。

4. 研究成果

【主な調査実施対象】

当研究室で未調査である当該期の基準作例を対象として、3D計測・透過X線撮影調査を実施した。調査を実施した主な対象は以下の通りである。

[平成27年度]

宮城県・双林寺木造薬師如来坐像(3D 図2)

奈良県・室生寺木造十二神将のうち辰神・未神立像 (X線 図3)

岐阜県・横蔵寺木造大日如来坐像 (3D・X線 図4)

高知県・雪蹊寺木造善膩師童子立像 (3D 図5)

[平成28年度]

奈良県・唐招提寺木造伝薬師如来立像 (3D 図6)

静岡県・摩訶耶寺木造千手観音菩薩立像 (3D)
東京都・世田谷山観音寺木造阿耨多童子騎龍像 (3D・X線 図7)

[平成29年度]

京都府・大報恩寺木造六観音菩薩像のうち准胝観音菩薩立像 (3D)

熊本県・湯前町(明導寺)木造阿弥陀三尊像のうち観音菩薩・勢至菩薩立像 (3D・X線)



図2 双林寺木造薬師如来坐像 3D 投影図



図3 室生寺木造十二神将のうち辰神立像 (左)・未神立像 (右) 透過 X 線画像

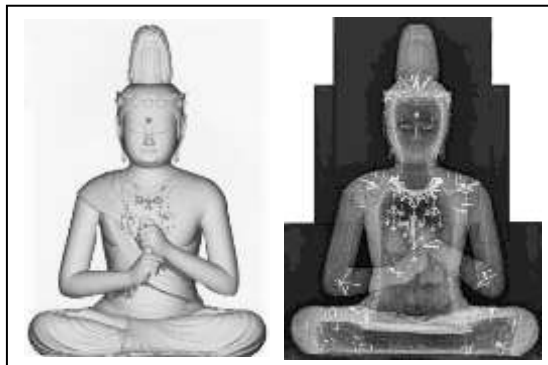


図4 横蔵寺木造大日如来坐像

左：3D 投影図 右：透過 X 線画像



図5 雪蹊寺木造善膩師童子立像 3D 投影図



図6 唐招提寺木造伝薬師如来立像 3D 投影図

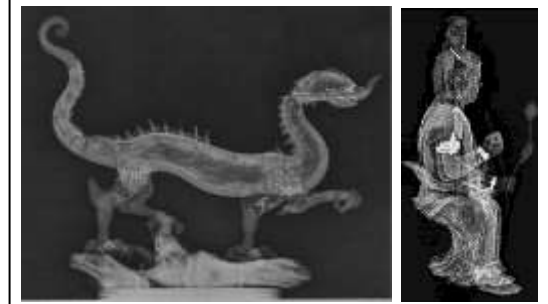


図7 世田谷山観音寺木造阿耨達童子騎竜像
上：3D 投影図 下：透過 X 線画像

【3DデータとX線画像によるGIFアニメーション資料作成】

前述の調査で得られた資料と、これまで当研究室で蓄積された3D・X線画像をもとに、視覚的に明快な木造彫刻の3DCG構造図を作成するため、平安～鎌倉期における彫刻文化財の3DデータやX線画像を用い、木造彫刻の構造解析に繋がる資料作成を試みた。

透過X線による撮影画像は、手前と奥の構造が透けて重なって写るため、内部構造の解析を妨げることが多かった。

本研究ではこれをPHOTOSHOPなどの画像処理ソフトで3Dデータ画像とX線画像をレイヤー化し、3DデータとX線画像との画角を調整した画像をGIFアニメーション化した資料を作成した(図8明導寺木造勢至菩薩立像3D・X線重ね合わせ)。この資料は、3D画像(図9)とX線画像(図10)が交互に残像として認識されることで、内部の構造と彫刻の形状が視覚的に照らし合わされ、透過X線画像の情報が、従来にくらべて直感的に構造を認識できるものとなり、構造理解の助けとなる資料となった。

前述の資料などをもとに、今回新たに透過X線撮影および3Dデータを取得した当該期作例の3DCG構造図(図11)を作成した。



図8
3D・X線合成画像
(3D画像レイヤーを不透明度50%で重ね合わせ、明るさを調整した画像。白く見える棒状のものが釘、コの字状のものが鏝)



図9
明導寺勢至菩薩立像3D画角調整図

図10
明導寺勢至菩薩立像透過X線画像



図11 明導寺木造勢至菩薩3DCG構造図
内削は透過X線画像を参考に3Dデータ上で概形を作成

これらの調査・資料作成方法は、可搬性の高い調査機材の特質を生かすことで、現在文化財調査などで使われている据え置き型の X 線 CT スキャンによる調査が難しい対象、例えば塑造作品の構造解析などに活用できるものと思われる。

今回の研究期間内では実現することはできなかったが、本学所蔵のフィルム撮影による透過 X 線画像資料の再活用や、秘仏など実査の機会が限られる彫刻文化財の研究においても、過去の透過 X 線画像資料を再活用する手段として可能性が示されるものとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 2 件)

年報 2015、年報 2016-2017

(東京藝術大学大学院美術研究科文化財保存学保存修復彫刻研究室 発行)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.tokyogeidai-hozon.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

籾内 直樹 (YABUCHI Naoki)
東京藝術大学・大学院美術研究科・教授
研究者番号： 10376931

(2) 研究分担者

山本 勉 (YAMAMOTO Tsutomu)
清泉女子大学・文学部・教授
研究者番号： 00150037

武笠 朗 (MUKASA Akira)
実践女子大学・文学部・教授
研究者番号： 30219844

松田 誠一郎 (MATSUDA Seiichiro)
東京藝術大学・美術学部・教授
研究者番号： 20239031

和田 圭子 (WADA Keiko)
東京藝術大学・美術学部・講師
研究者番号： 80463933

鈴木 篤 (SUZUKI Atsushi)
東京藝術大学・大学院美術研究科・講師
研究者番号： 90620873

藤曲 隆哉 (FUJIMAGARI Takaya)
東京藝術大学・大学院美術研究科・講師
研究者番号： 20466999

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者

山田 修 (YAMADA Osamu)
小島 久典 (KOJIMA Hisanori)
白澤 陽治 (SHIRASAWA Yoji)
宮木 菜月 (MIYAKI Natsuki)
伊谷 勇哉 (ITANI Yuya)
李 品誼 (LEE Pinyi)
中尾 綾子 (NAKAO Linko)
重松 優志 (SHIGEMATSU Yushi)
山田 亜紀 (YAMADA Aki)
若木 温子 (WAKAKI Atsuko)
LIU Yinglu