

平成 30 年 6 月 10 日現在

機関番号：13201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12837

研究課題名(和文) 古代青銅仏像の研磨評価と彫刻表現の研究

研究課題名(英文) An evaluation of polishing of ancient bronze Buddha statues and examination of sculptural expression

研究代表者

三船 温尚(MIFUNE, Haruhisa)

富山大学・芸術文化学部・教授

研究者番号：20181969

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：法隆寺夢違観音菩薩立像、法隆寺伝橘夫人念持仏厨子阿弥陀三尊像についてそれぞれ複数回の調査を経て、正面、側面、背面、さらには面部、体部、脚部などに分けて研磨程度を点数化した。伝橘夫人念持仏は三尊蔵、後屏、蓮池の空間造形の工程と検討の具体を解明した。泉屋博古館所蔵北魏金銅弥勒仏立像、根津美術館所蔵釈迦多宝二仏並坐像、京都大学人文科学研究所蔵北魏金銅仏は添加距離55マイクロメートルで3Dスキャンしその形状検討から原型造形時の素材を特定し、彫刻的表現の具体を検討した。

研究成果の概要(英文)：Several studies of Yume-Chigai Kannon bosatsu ritsuzo (standing bodhisattva), the Tachibana fujin nenjibutsu zushi (miniature), and the Amitabha triad at Horyuji temple, were conducted. Scores were assigned for the degree of polishing at designated sections: the side, back, face, body, legs, etc. When evaluating the Tachibana fujin nenjibutsu, details of the sculpting process and examination of spatial modeling of the Buddha triad were conducted. To examine the sculptural expression concretely, we applied techniques including a 3D scan at an added distance of 55micrometer; to identify the material used and examined the shape through the prototype modeling phases for the following: the Hokugi (Northern Wei) gilt-bronze mirokubutsu (Maitreya) bodhisattva statue in the Sen-Oku Hakukokan museum collection; the Shakatahonibutsu hebyo sedentary statue in the Nezu Museum collection; and the Hokugi (Northern Wei) gilt-bronze Buddha at the Kyoto University Institute for Research in Humanities.

研究分野：鑄造技術史

キーワード：研磨程度 評価点 3Dスキャン ポリゴンデータ 鑄造技法 原型素材 造形方法

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は2009年から2年間、本堂建て替えにともない国宝の丈六の蟹満寺釈迦如来坐像の体内調査、3Dスキャン、成分分析など当時可能な科学調査をおこない鑄造技術を検討し、『国宝 蟹満寺釈迦如来坐像』(八木書店:A4、全p236)を発行した。2013年に、展示中の国宝薬師寺聖観音菩薩立像を、石川県立美術館で延べ32時間、調査し「薬師寺東院堂聖観音菩薩立像の鑄造技術」をアジア鑄造技術史学会誌で論文発表した。

これらは、鑄造技術研究が主であったが、蟹満寺釈迦如来坐像を至近距離で観察し、面部(顔)や手の研磨仕上げの程度が極めて高いことを認識した。しかし、これら著名な国宝仏でありながら全体としては研磨程度が蟹満寺像90点、聖観音像80点で共に満点ではなかった。それは部分的に研磨程度の高低があり、側面や背面の研磨程度が低くなっていた。その後、奈良薬師寺の国宝薬師三尊像の側面・背面を、薬師寺の許可を得て観察し、その不十分な研磨による波打つ面を確認した。これら青銅製の鑄造仏の研磨仕上げには、全面を完璧に研磨するという絶対的な意識が元から無かったと感じた。

江戸時代の煌びやかな工芸品にみられる隙のない加飾や研磨の伝統が、明治期の輸出工芸品に引き継がれ、明治中期に東京美術学校に美術工芸科がつくられ、美術品としての青銅工芸品の研磨は全面が100点であることを目指すようになったと本研究代表者は感じている。後の東京芸術大学の鑄金で作品制作した研究代表者は、仏像の形状に似た作品の全面を100点に研磨する仕上げを目指した経験があり、その水準にそれなりに達したと感じていた。この体験からは、上述した青銅仏は予想外の研磨程度であった。100点ではないが観る者の心が動く。100点であることが心を動かす条件にはならない。むしろ全面100点を目指すとは表現が硬質になり揺らぎを生まないのではないかと考えた。研究代表者自身の全面100点を目指す研磨作業では、彫刻的な空間バランスや響きあいを検討しておらず、ひたすら波打たない凹曲面・凸曲面と波打たない稜線と谷線を盲目的に追いつけるものであった。

2014年7月、静岡市美術館で展示中の法隆寺夢違観音像を調査した。この像は高さ87cmの中型の像で全体の観察評価に適している。全面100点ではない不完全研磨でも統制された彫刻美があり、研磨程度の高低は制作者が意図した美に応じたもので、行き当たりばったりではないと直感した。

古代青銅仏の研磨仕上げ採点評価によって、時代が求めた美の検証や、社会状況、生産状況など、青銅研磨と彫刻表現の研究によって将来幅広く展開すると考えた。

鑄造の仏像は鑄型から取り出した時点で、肌がざらついて粗く、面も稜線も波打ち完成していない。これを切下(きさげ)という焼

入れした高炭素鋼の工具で切削し、鑿(たがね)という焼入れした高炭素工具で彫り崩したり叩いて均し、最後に砥石で研磨し、鍍金する。最終工程の重要な研究対象ではあるが、これまで仏像の切削研磨研究の例は無い。これらの技術が具体的にどのようなものであり、どのくらいの修行期間で習得できるものかなど、美術史分野の研究者には想像が及ばなかったと思われる。研究代表者はこういった古代と同じ工具を用いた仕上げを経験していることから、高炭素鋼の鍛造、焼入れ技術を含め、半年も仕上げに携われれば十分な技術水準に達すると考えている。長年の熟練者でなければ仏像の研磨はできないという訳ではない。研磨程度の高低差は技術差ではなく、研磨に要する時間がどのくらいであったかの差であるといえる。

研究開始当初、青銅仏像の研磨に着目した先行研究は無かった。像の部位に分けて点数化するためには仏像の研磨仕上げ経験を持つ者が係わることが必須であり、本研究は着想と条件が整った。現在、青銅の研磨は多くが電動工具を用いるため、やがて切下や鑿での仕上げを経験する者がいなくなる。本研究の点数化を引き継げる研究者は、おそらく出てこないと思われるが、様式や鑄造技術研究のほかに研磨研究の視点があることを提示できたと考えている。

2. 研究の目的

青銅の仏像彫刻が美しくみえるのに、100点満点の研磨仕上げは不要ではないかという疑問から本研究を着想した。具体的に奈良時代以前の仏像や中国北魏の仏像の研磨は100点満点でどの程度に評価できるのか。その点数は部位によってどの程度の高低差が生じているのか。また、研磨に至る前段階の仏像の原型はどのような材質で造形して青銅で鑄造したのか。その材質と研磨、造形美は関連するのかなどを、できるだけ数値化と科学的で具体的な図など提示して研究を推進することを計画した。これらの成果によって、これまで仏像研究において取り扱まなかった研磨に焦点を当て、その程度評価と彫刻表現の美の関連を探ることを目的としている。

3. 研究の方法

(1) 美術史研究でしばしば取り上げられてきた著名な国宝の仏像を先ず対象とした。これらをケース外に出して熟覧調査することは基本的に不可能で、展示中のケース内の調査をおこなった。本研究着想の元となった国宝薬師寺聖観音菩薩立像での研磨程度の点数化をさらに再区分し、調査一覧表を作成し、現場で点数と採点根拠を書き込む方法を用いた。薬師寺聖観音菩薩立像はガラスケースのない展示で、高所ではなく床から20cmほどの高さであったために、薬師寺東院堂の厨子内よりも好環境で調査できたことは幸い

した。法隆寺夢違観音菩薩立像は法隆寺大宝蔵院内の展示をガラスケース越しに調査したが、照明も十分にあり、至近距離で観察した。法隆寺伝橘夫人念持仏阿弥陀三尊像は法隆寺大宝蔵院では高所で厨子内に安置され、詳細をみることはできないが、奈良国立博物館において、特別展『白鳳 - 花ひらく仏教美術 - 』に展示された本像を2回に渡って調査した。同展では三尊と後屏・蓮池を別のケースに展示し、十分な照明があり、至近距離からの観察が可能であった。これらの調査で各部位の正面・側面・背面の仕上げ研磨程度を点数化した。本来ならこういった仏像を3D計測しポリゴンデータを手に入れば今後継続的に他の研究者も多方面から研究を進めることができるが、国宝であることなどから実現はしなかった。

(2) 国内の美術館、博物館、大学が所蔵する青銅製の仏像を3D計測してそのポリゴンデータから鑄造方法、施文方法、原型素材などを検討した。

泉屋博古館(京都市)が所蔵する金堂弥勒如来立像(新羅)金銅如来立像(太和22年銘:北魏)を点間距離55μmで全面計測し、目視でその造形方法を調査した。

根津美術館では7体を特別観覧し、3D計測、重量計測、目視観察、写真撮影を行った。

釈迦多宝二仏並坐像(列品番号20059:重要文化財:北魏太和13年銘:1,850g) 観音菩薩立像(列品番号20002:重要美術品:真贋の問題あり:白鳳時代:2,840g) 観音菩薩立像(列品番号20004:台座と一鑄で谷に埃多い:白鳳時代:5,300g) 釈迦如来立像(列品番号20046:新羅仏:360g)

七仏連坐像(列品番号20073:240g) 観音菩薩立像(列品番号20005:木製蓮台に差しこみ:白鳳時代:4,570g台なし) 五尊仏坐像(列品番号20076:銅板打ち出し:唐代:2,340g台付き)について、全形を点間距離55μmで、、、、の部分で点間距離17μmで3D計測した。これにより衣文、面部などの稜線の研磨による丸め方が断面図から図化できることとなった。

京都大学人文科学研究所所蔵の中国金銅仏である北魏如来立像及び光背(430年頃)五胡坐仏A~Dの4体(全て410年前後)道教像(750年頃)椅坐像(680~700年)について、北魏如来立像及び光背は17μmで計測し、他は32μmで計測した。これにより金銅仏の造形における面、稜線、谷線の断面図を図化することが可能となった。

これらの3D計測は、GOM ATOS Triple ScanとATOS Coreの2種類の器種を用いてLED照射でおこない、入手したポリゴンデータをGOM Inspect 2017ソフトで開いて、断面図作成、厚み分布図作成、2点間距離計測、角度測定などを研究代表者と研究分担者が直接おこなった。これまで3D計測データを研究者が直接加工して検討する例はあまり

なく、新しい研究手法が提示できた。

4. 研究成果

(1) 研磨程度の評価基準は以下のように定めた。

程度数値	評価基準(面と稜線・谷線の乱れの程度)
100	乱れが無い
90	小さな乱れがわずかにある
80	小さな乱れが有る
70	乱れが容易に確認できる
60	大きな乱れが多い
50	仕上げ工程の省略が多く粗い

この基準に沿って法隆寺夢違観音菩薩像(像高87cm)の研磨程度を点数化した表が以下の通りである。

部分名称	正面	側面	背面
面部・頭部	100	100	95
腕・天衣	85	85	90
手	100	100	100
足	95	85	85
上半身	100	95	80
下半身	95	75	75
裾裏		60	

「腕・天衣」は両者の評価を合せているためにばらついているが、腕だけの評価では「正面100・側面100・背面95」となる。天衣の研磨は複雑面であることから手間取り、天衣が評価に加わる箇所の評価が下がっているが、腕部だけではやはり正面 側面 背面の順に、他の部位と同様に程度が下がる。また、下部よりも上部のほうが全体的には評価は高くなる。面部・手は程度が高く、他の部位よりも先行して研磨を進めたことが分かる。こういった程度差が生まれる原因として、鑄造直後から完成まで、全面を同じように、1割 2割 3割と段階的に進めたのではなく、面部・手を先に3割、他は2割、1割というめりはりをつけた研磨作業であったと思われる。これは上述した、研究代表者がかつて自作でおこなった全面100点を目指す仕上げで表現の硬質化につながるものではなく、揺らぎを生む人間的な造形感覚が入り込む仕上げ方法といえる。

法隆寺橘夫人念持阿弥陀三尊像の中尊(像高34cm)の評価点の一部を省略して概ねの結果を示したものが以下の表である(詳細はアジア鑄造技術史学会誌FUSUS10号に掲載予定。脇侍、後屏、蓮池の評価は本稿では省略する)。

部分名称	正面	側面	背面
面部	100	100	-
上半身	100	右 100	95
		左 95	
手	100	100	100
下半身	100	95	100

夢違観音菩薩立像と橘夫人念持仏では大きさが影響したのか、収められる厨子の形状が異なることが影響したものか、制作依頼者によるものかなどは十分に検証できていないが、後者のほうが明らかに全方位に高精度の研磨仕上げをおこなっている。

研究代表者の印象では、法隆寺橘夫人念持仏の表現はいくぶん硬質な要素が出始めている。確かにほぼ完璧な仕上げが為されているのであるが、それだけに揺らぎが無く、実際の作業自身も感覚や感情を殺して研磨したのかもしれない。この三尊像と後屏、蓮池の大きさや位置関係は、3要素の間に調和が生じるような絶妙なバランスを図っている。そういった点で、後屏、蓮池という平面2枚を90°に配した空間の中に三尊を配した造形は見事である。この3要素をどのような手順で構成したかを推測し、制作依頼から下図検討、模型検討、空間検討などの手順を推測し、組織的に進めたと推測した。

(2) 東京国立博物館では、特別展で展示された韓国国宝78号の金銅仏の研磨程度を調査した。前面、側面、背面、いずれも100点に近く、背面上半身の衣文稜線に若干の乱れがある程度である。特に面部の研磨程度は極めて高く、法隆寺夢違観音菩薩立像よりも程度は高く、厳しく完成度を求めている。本像の手、足なども程度が高いが法隆寺夢違観音菩薩立像と同等である。法隆寺橘夫人念持阿彌陀三尊像の面部と78号面部は同程度であるが、78号の方が眉、鼻筋の稜線が意図的に丸められ、視覚的な柔らかさを強調している。衣文は薄肉づくりで、曲面的な体部、腕部などに軽やかにまとわりつくように表現しているが、背面の座面、椅子背面の文様は体部の衣文と明らかに異なり厚く、太いや粗野な作りになっている。総合的に仏像の軟らかさを強調する仕組みとして衣文、座椅子の造形が作られている。飛鳥・白鳳時代の金銅仏と類似する研磨であるが、78号金銅仏は、全体の監修が明確で、その点において、造形的な差異が感じられた。

(3) 泉屋博古館所蔵の金銅如来立像(太和22年銘:北魏)と根津美術館所蔵の釈迦多宝二仏並坐像(太和13年銘:北魏)はいずれも点間距離55 μ mで計測したポリゴンデータを解析した。太和22年仏を縦横方向で断面図を作成してその铸造厚さのつくり方を検証すると、四脚台座の外形に対して内型(中子)が沿わず、1~8mmの不均一な厚み分布になっていることが判明した。一部は薄くなり小さな穴が開いている。また、方形の台座に対して内型は角が丸まって厚くなることや、横断面が円形の外形に対して内型が隅丸の四角形であるなど、外型と内型がつくる铸造の隙間が原型から外型を抜き取って原型を削る、外型分割削り肉法の特徴が確認できた。

すなわち、先に内型を土でつくりそれに蠟板を貼り付けて原型を造形する外型非分割の蠟型铸造法であることが判明した。台座と仏像は一铸であるので、台座が蠟型铸造であることから仏像も蠟型原型をつくったと思われる。しかし本像が立つ2本の脚部には前後に外型を分割した線が確認できる。このことから仏像の原型は蠟でつくり外型は分割式だった可能性が高い。X線透過撮影をおこない、本像が内型を持たず無垢でつくられたことを確認し、仏像と板状の光背に何らかの芯材を使い、その表面に蠟で造形したと推測した。原型全てを蠟だけでつくれば、非分割の外型で铸造できるため、脚部に鑄型分割の痕跡は生じない。したがって、加熱して蠟を液化して鑄型外に流し出し、仏像部分だけを分割式にした外型を外して芯材を取り出し、外型を合せて铸造したと推測できる。太和22年銘金銅仏は仏像を蠟でつくりその衣文も蠟を陰刻してつくったと考えられる。頭部や右上腕、右手が正面から見て抜けない角度につくられているが、蠟原型でつくり脱蠟して外型を分割するので問題なく铸造できる。なお、本像は鍍金が十分に残り、衣文の陰刻線の彫り跡は確認できない。鍍金は回数を重ねて均一に金メッキをするため、陰刻線などの凹部に金が何層にも溜まり金が特に厚くなる。鑿の彫り跡も3度目あたりから見えなくなるという鍍金経験の金工家からの情報がある。

太和13年銘の金銅仏も同様に縦横の断面図を作成して検討した。四脚台座の厚みが1.8~8.4mmと幅があり、太和22年仏と同様に台座の外形が方形でその角(稜線)に対して内型が丸まり、厚みに大きなばらつきがある。特に台座の方形に対して、中央に内型があったのではなく、全体が前方向にずれたことによって前面が薄くなり後面が厚くなっている。この現象は太和22年仏と同じで、この像も同様に先につくった土製内型に蠟板を貼って均して造形したと考えた。内型を蠟で覆うとその位置が不明確になり、蠟板を削ると薄くなった結果と推測した。本像は二仏並坐の像であり、太和22年仏のように立像ではないために明確な外型分割の線が確認できなかった。太和22年仏は脚部の内面側が研磨しにくいために外型分割の線が現れたが、太和13年仏は光背の側面に分割線があった可能性があり、ここは研磨しやすいことから確認できないほどに削り落したと考えられる。太和22年仏の光背が薄い部分で5mmであるのに対し、太和13年仏の光背が4mm以下であるため、光背の芯材を使った可能性があり、同様に仏像・光背部分だけ外型を前後に2分割したと考えられる。

北魏太和仏2体の研磨程度は、共に厚い鍍金が為され、直接に研磨面を確認できないために金メッキの面から検討せざるを得ないが、太和13年仏の台座には切下痕跡が明確に残り、铸造切下切削砥石研磨、という

工程であったことが判明した。本来は砥石研磨で切下痕跡を消して仕上げていくが、切下痕跡が残ることからは粗い仕上げ程度であることが分かる。太和 13 年仏の台座には鑿打ちの円圏文が有り、この窪みに切下の刃がひっかかって切下独特のびり線が多く発生している。この痕跡を意図的に発生して加飾とした可能性も考えられるが、他の例との比較により結論づけたい。

法隆寺夢違観音菩薩像や法隆寺橋夫人念持阿弥陀三尊像の研磨と比較すると、2 体の太和年銘の北魏仏の研磨程度は低い。厚みが不均一で部分的に穴が開く欠陥もあることから原型製作の作業も粗かったと考えられ、それぞれの造像の状況による程度の差異と考えられる。

(4) 研磨程度の評価は光線を変えて目視で丹念に観察する方法が最も適している。本研究で示した評価法を用いて、同様の評価表を作成すれば各像の製作状況が把握できる。

点間距離 55 μm 以下の 3D 計測は、金銅仏研究において有益であることが本研究で明らかになった。今後はこの 3D (ポリゴン) データを研究者間でシェアし、視点を変えたデータ作成をおこない研究を展開することが可能となった。

そういった点において、全体で研究を積み上げるために客観的なポリゴンデータの活用方法の検討が、次段階で必要であろう。

(5) これまで積極的に研究対象として来なかった青銅製仏像の研磨を、研磨経験者が程度評価し点数化した本研究の取り組みによって、視覚的效果を重視する仏像においてどのように為されたのかを解明した。抽象的になりがちな調査結果を点数化することによって客観的なデータとして示すことができた。電動工具を使用しない古代と同じ手仕上げの経験を持って仏像調査をおこなう機会、本代表者以後は無いかもしれない。こういう状況にあって、仏像の最終的な造形を完成させる研磨に焦点を当て、その実態を法隆寺の 2 体の金銅仏で数値化した成果 (本件の着想となった薬師寺聖観音菩薩立像を含めると 3 体) は、挑戦的萌芽研究の責を果たしたと考えている。

また、金銅仏を高精度 3D 計測し、ポリゴンデータを本件研究者の 2 名それぞれが専用ソフトで操作して検討図を作成する方法もこれまでにない取り組みであった。内容は、主に断面図作成や体積計算、ポリゴン図の拡大観察という極めて初歩的な操作ではあるが、形状を客観的科学的データから示して考察する点において今後の仏像研究の新たな方向を示すことができた。

本研究で 3D 計測した泉屋博古館、根津美術館、京都大学人文科学研究所の 20 体弱の金銅仏のポリゴンデータの検討は継続しておこない、さらに所蔵機関の了解を得て他の研究者と共有し新しいテーマでデータ解析をおこなう研究へ展開したい。

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 4 件)

三宮千佳、外山潔、三船温尚、根津美術館所蔵釈迦多宝二仏並坐像の 3D 画像分析による鑄造技法と造形表現の検討、アジア鑄造技術史学会誌 FUSUS(11)、査読有り、2018 年 5 月投稿済み

三宮千佳、三船温尚、法隆寺伝橋夫人念持仏厨子阿弥陀三尊像の造形表現と鑄造技法および切削研磨、アジア鑄造技術史学会誌 FUSUS(10)、2018 年 1 月査読通過 (印刷中)

外山潔、三宮千佳、三船温尚、泉屋博古館所蔵北魏金銅弥勒仏立像の 3D 計測分析による造形研究、アジア鑄造技術史学会誌 FUSUS(10)、2018 年 1 月査読通過 (印刷中)

三船温尚、三宮千佳、法隆寺夢違観音菩薩立像の切削研磨程度と鑄造技術、アジア鑄造技術史学会誌 FUSUS (8)、査読有り、2016 年 2、pp.67-74

〔学会発表〕(計 2 件)

三宮千佳、外山潔、三船温尚、根津美術館所蔵釈迦多宝二仏並坐像の 3D 画像分析による鑄造技法と造形表現の検討、アジア鑄造技術史学会台北大会研究発表、2017 年 8 月

外山 潔、三宮千佳、三船温尚、泉屋博古館蔵北魏金銅弥勒仏立像の 3D 計測分析による造形研究、アジア鑄造技術史学会岡山大会研究発表、2016 年 9 月

〔図書〕(計 0 件)

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三船温尚 (MIFUNE, Haruhisa)
富山大学 芸術文化学部 教授
研究者番号：20181969

(2) 研究分担者

三宮千佳 (SANNOMIYA, Chika)
富山大学 芸術文化学部 講師
研究者番号：10454125