様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　元 年　 ６ 月 １０ 日現在

機関番号：１３２０１
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2015～2018
課題番号：１５Ｋ０２１７１

研究課題名（和文）中国金銅仏の鋳造技法及び加工痕の分析による造形表現研究

研究課題名（英文）Study on Molding Expression by Analysis of Chinese Bronze Buddha Statue's Casting Technique and Processing Marks

研究代表者
三宮　千佳（Sannomiya, Chika）

富山大学・芸術文化学部・准教授

研究者番号：１０４５４１２５

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,600,000円

研究成果の概要（和文）：中国の金銅仏（青銅鍍金の仏像）について、目視による編年や図像様式論ではなく、加工痕および鋳造技法の分析、また再現実験もおこないながら造形技法を検討することで、金銅仏の造形表現の全体像を明らかにした。
特に３Dポリゴンデータの提供を受けてからは、北魏時代の金銅仏の衣文表現に注目し、その造形表現の規則性や対称性に注目した。また鋳造痕跡からは、原型や鋳型はどのようにして制作したのかを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義
中国金銅仏は、日本や朝鮮半島の金銅仏の源流となるものである。しかし、この中国金銅仏の研究は、日本だけでなく中国・韓国でも美術史家の目視による編年や図像様式論が中心となってきたため、現在研究に新しい切り口や展開がみられない。
我々は従来見過ごされてきた、金銅仏の加工痕や鋳造痕跡に注目し、そのマクロ写真の分析や再現実験、またポリゴンデータから得た断面図の分析を行い、客観的なデータをもとに原型や鋳型の検討を行い、工人の技術力・表現力の共通点・相違点を明らかにしてきた。つまり新しい研究手法により様式論に新たな曲面を開いてきたといえる。このことは金銅仏の研究だけではなく美術史研究全体にも関わることである。

研究成果の概要（英文）：As for bronze Buddha statue in China, analysis of processing marks and casting techniques, as well as reproduction experiments, were conducted, and not a visual compilation year and a pictorial stylistic theory, and an overall image of modeling expression was clarified.
Especially after receiving the provision of 3D polygons, we focused on costume expressions of bronze Buddha statue in northern Wei period. I paid attention to the regularity and symmetry of the modeling expression. Also, from the casting marks, I clarified how the original prototype and mold were made.

研究分野：美術史

キーワード：金銅仏　北魏　加工痕　鋳造技法　造形表現　ポリゴンデータ

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９、ＣＫ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

金銅仏とは青銅鍍金の仏像で、現存する中国の作例は、人の手のひらに載るサイズから総高 30～40 ㎝ほどの作例がほとんどである(図 1)。金銅仏は、中国だけでなく東アジア全域で、各時代の仏像の様式を取り入れながら制作されたが、中国の金銅仏は現存作例が多く、近年新たな出土例も増えている。さらに中国の金銅仏は、図像様式的にも制作技術の上でも、朝鮮半島や日本の 作例の源流として貴重な資料であるため、本研究の対象とした。

中国金銅仏の研究は、日本だけでなく中国・韓国でも美術史家の目視による編年や図像様式論が中心となってきたため、現在研究に新しい切り口や展開がみられない。

そこで、加工痕の分析および鋳造技法も含めて再現実験をしながら造形技法を検討することで金銅仏の造形表現の全体像を明らかにできると考えた。

図１　泉屋博古館北魏金銅弥勒仏立像

２．研究の目的

本研究では鋳造技術について検討し、中国金銅仏の造形方法の全体を明らかにすることを目的とした。このような客観的なデータをもとにする彫刻研究は中国・韓国を見渡してもまだ誰も着手していない研究であり、これまでの図像様式研究を科学的根拠によって見直すことができる。また地域、時代、工人の技術力・表現力の共通点・相違点を明らかにし、東アジアの金銅仏の源流における造形表現を解明する。

３．研究の方法

当初は、加工痕のマクロ写真とその画像をもとにした再現実験で造像の過程を明らかにするべく研究を開始した。それを進めていくうちに、研究分担者と鋳造技法について検討していく過程で、最新の３Ｄスキャンによる北魏金銅仏のポリゴンデータの提供を受けることになった(図 2)。その断面図を利用して加工痕の数値化を行い、また曲面についての正確なデータから鋳造技法を検討することにした（図 3)。

提供を受けたポリゴンデータについては、利用した機器は、長野県上田市の有限会社原製作所が所 有する GOM 社 ATOS ⅢTriple Scan で、同社の技術者が計測作業を行ったものである。点間距離 55 ㎛（マイクロメートル）で計測しており、研究代表者が自らポリゴンデータをパソコン上で GOM Inspect ソフトにより開き、各種の断面図等を作成して計測および分析を行った。

これまで北魏時代の金銅仏として泉屋博古館北魏金銅弥勒仏立像、根津美術館釈迦多宝二仏並坐像、京都大学人文科学研究所青銅如来立像をはじめとし約 20 体分についてポリゴンデータの提供を受けた。その結果を適宜比較しながら北魏時代の金銅仏の造形表現と鋳造技法の特徴を検討した。

図 2 京都大学人文科学研究所青銅如来立像ポリゴンデータ（仏像のみ）

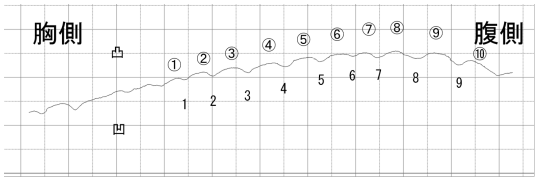

図３　京都大学人文科学研究所青銅如来立像胸腹前衣文断面図

４．研究成果

目視にたよる研究方法より、ポリゴンデータを用いた分析研究の方が、より鋳造技術や造形表現について客観的な研究を進めることができた。

北魏金銅仏の特徴として整然とした衣文凹凸を刻む点があげられるが、太和 22 年（498）の泉屋博古館像では（前掲図 1)、その左腕の衣文線を計測すると、最も整った凹凸をあらわす左上腕部で 30 ㎜の間に凹凸が 15 ほど刻まれていた。その凹凸の数値は、腕部の肉付きに合わせて変化していることが特徴で、たとえば上腕部の肩から筋肉に丸みのある部分では、凸の角度が 120°～130°、深度が 0.2 ㎜以上、凹の角度は 130°～140°、深度が 0.1 ㎜～0.2 ㎜で、凸の方が凹よりわずかではあるが角度が小さくまた深度が深くなっている。またそれぞれの隣り合う凹凸の数値はばらつきが少なく安定している。つまり凸の角度が小さく深度が深いため造形的により はっきりと認識できた。さらに臂に近づくとその腕の傾斜に 伴って、凸は 130°台、凹は 120°台、また深度が凹凸ともに 0.3 ㎜台となり、やはり幅が広く深度が深い凸の造形が目立っており、工人が肉付きに沿って規則正しく衣文凹凸をつくることを造形上の最大の美点とし、その造形は工芸的な美があることが明らかとなった。

また、銘文によると 9 年早い太和 13 年(489)の根津美術館像においては、像自体が小さいこともあり、 凹凸の角度や深度などの数値に全体的ばらつきが多くみられ、泉屋博古館像のように凸の角度が小さく深度が深く、凹は角度が大きく深度が浅いという現象もみられるが、一定ではなかった。また根津美術館像は、泉屋博古館像より 9 年先行する作品で、体躯の自然な肉

付きという点では 泉屋博古館よりはるかに平板で、その体躯の肉付きに合わせて衣文を表現しているわけではないことがわかった。
　京大人文研像は（前掲図 2、3）、泉屋博古館像や根津美術館像と比べてさらに 20～40 年ほど先行する作例であるが、衣文凹凸の数は大差ない。しかし京大人文研像は、 特に泉屋博古館像と比べると凹凸の深さが全体的に浅く、また凹凸の深度も凹凸でほぼ同じである。つまりその凹凸は角度がやや広い凸が主体ではあるが全体的にあまり変化なくつくられており、造形上の美点となるようなコントラストがつけられているわけではない。
　このように衣文凹凸の加工痕をもとにして北魏金銅仏の造形表現についてより正確に把握し、特徴を明らかにすることができた。
　鋳造技法についても、再現実験では、仮説をもとに蠟型に衣文を彫り、鋳型をつくり鋳造まで行い、実物の技術的特徴を検証することができた。
　またポリゴンデータからはその范線の有無や段差などを確認していき、根津美術館像や泉屋博古館像は蠟型鋳造であるとした。なお泉屋博古館像では台座には范線のような線が薄くみられる部分があり、台座は分割型の可能性もあるが、仏像と光背本体についてはそのよう痕跡は見られないこともわかった。また泉屋博古館像は施無畏印を結ぶ手が体部の前面に出ており、また頭部では両耳の後ろに窪みがあることもあり、この形からも鋳型から原型を抜き取ることは不可能である。こうして全体的に抜け勾配を考慮した痕跡も見当たらないことも検証できた。
　一方、京大人文研の青銅如来立像は、鋳造技法に注目しながら原型の造形を考えてみると、頭部も体幹部も直方体（板状）の素材を等分し、人体との関連を持ちつつも 対称性を重んじ規則正しく造形されていることがうかがえた。また前後二枚の合わせ型で、両側面に鋳バリがみられ、 その原型は大量生産を目的として一旦とりだされたと考えた。そのため、脇や頸にただれがみえ、また大腿の衣文が崩れるなどしている。また原型は金銅仏の可能性が高いとした。これらの造形的、鋳造技法上の要素は、太和年間の根津美術館像や泉屋博古館像よりは古い時代の特徴を示している。
　このように造形表現や鋳造技法について、マクロ写真や 3Dスキャンによるポリゴンデータにより客観的データを元に検討を重ね、その造形的特徴、鋳造技法について明らかにすることができた。今後もデータを蓄積し、また時代や地域ごとの性質を検討してきたい。

５．主な発表論文等

三船温尚、三宮千佳「法隆寺夢殿観音菩薩立像の切削研磨程度と鋳造技術」（『ＦＵＳＵＳ』vol.8、アジア鋳造技術史学会、pp.67－74（査読有）、平成 28 年 2 月）

三宮千佳「中国北魏金銅仏の鋳造技法の検討―佐野美術館蔵天建元年銘青銅如来坐像光背火焔文の再現実験を通して―」（『富山大学芸術文化学部紀要』、第 10 巻、pp.58－76（査読有）、平成 28 年 2 月）

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」（『アジア鋳造技術史学会 2017 年岡山大会　研究発表概要集』、pp.35－37（査読有）、平成 28 年 9 月）

三宮千佳「講堂本尊の変遷」（片岡直樹・大橋一章編著『唐招提寺―美術史研究の歩み』、里文出版、pp.167-194（編著者からの依頼により掲載。）、平成 28 年 12 月）

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・分析による造形表現の検討」（『ＦＵＳＵＳ』vol.10、アジア鋳造技術史学会、pp.49－64（査読有）、平成 30 年 6 月）

三宮千佳、三船温尚「法隆寺阿弥陀三尊像（伝橘夫人念持仏厨子）の造形表現と鋳造技法および切削研磨」（『ＦＵＳＵＳ』vol.10、アジア鋳造技術史学会、pp.65－80（査読有）、平成 30 年 6 月）

三宮千佳、外山潔、三船温尚「京都大学人文科学研究所蔵青銅如来立像のポリゴンデータ分析および北魏金銅仏との鋳造技法・表現比較」（『ＦＵＳＵＳ』vol.11、アジア鋳造技術史学会、投稿中）

〔雑誌論文〕（計　６　件）

〔学会発表〕（計　５　件）

〔図書〕（計　１　件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計　　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：

出願年：
国内外の別：

○取得状況（計　　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

６．研究組織

(1)研究分担者
研究分担者氏名：　三船温尚
ローマ字氏名：　Haruhisa Mifune
所属研究機関名：富山大学
部局名：芸術文化学部
職名：教授
研究者番号（8 桁）：20181969

(2)研究協力者
研究協力者氏名：外山潔
ローマ字氏名：　Kiyoshi Toyama

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。