

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年4月26日現在

機関番号：13201
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21650233
 研究課題名（和文） 鑄バリの研究

研究課題名（英文） A study on casting fins

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

研究成果の概要（和文）：古代青銅製品にできる分割位置の鑄バリを研磨しても、鑄造時の鑄バリの急冷凝固と本体の徐冷凝固の差による内部の気泡や鑄鬆の発生の違いを X 線透過撮影で写し、その位置の判定が可能であることを実験で解明した。今後は、研磨製品でも鑄バリ痕跡が写れば、分割型鑄造法と判定できる。また、鑄型面にできる亀裂が、製品から凸の鑄バリを作るばかりでなく、亀裂奥の水分によって亀裂の形に沿った溝形状を作ることが判明した。

研究成果の概要（英文）：This experimental study attempted to establish a method for detection of polished casting fins of ancient bronze objects through X-ray transmission imaging. Air bubbles or blow-holes of rapidly-solidified casting fins have different forms from slowly-cooled main body of bronze objects. On the basis of the characteristics, X-ray transmission imaging successfully detected the original positions of casting fins. Through this method, split-cast bronze objects can be determined even if the bronze objects were polished and casting fins were removed. In addition, this study demonstrated that cracks on the surface of casting mold produced convex casting fins, and that liquid remains in the cracks formed groove-shaped casting fins by the shape of the cracks.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	0	1,000,000
2010年度	1,300,000	0	1,300,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	0	0	0
2013年度	0	0	0
総計	3,100,000	240,000	3,340,000

研究分野：鑄造技術史

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：溝状鑄バリ、鑄型中結晶水、鑄バリ急冷凝固、凝固速度差、X 線透過撮影写真、鑄型分割方法、鑄型材、鑄型焼成方法

1. 研究開始当初の背景

鑄バリは青銅製品には付きもので、鑄バリの発生原因はおおよそ想像するものの、その現象差や内部構造、発生原因の詳細にまで及

んで取り上げるものではなかった。実際の製作の現場では、研磨仕上げ作業には厄介な邪魔もので、切削して平滑に仕上げるだけのものではあった。

奈良時代以前に造られた丈六金銅仏でいまもほぼ完全な姿で残るものは、国宝薬師寺金堂薬師如来座像（薬師寺像）と国宝蟹満寺釈迦如来坐像（蟹満寺像）の2体が明らかであろう（薬師寺講堂中尊は奈良時代という見方と、更に遅い時期という見方がある）。薬師寺論争、蟹満寺論争という2体の製作年代をめぐる論争があり、併せて両者の先後関係も様々に論じられ、結論を見ていない。こういった日本の金銅仏鑄造技術の変遷は半島との関わりを無視するわけにはいかないが、薬師寺像、蟹満寺像が蠟型鑄造法と分割型鑄造法と異なるのか、両者ともに蠟型鑄造法、あるいは両者とも分割型鑄造法のいずれであるのかは、製作年代を考える上で極めて重要であり、技術史上からも同様である。

薬師寺像は昭和30年前後に修理がおこなわれ、体内観察やX線透過撮影などが併せて実施された。これまでの重要な丈六金銅仏調査報告として、昭和33年に発行されている。しかし、薬師寺像の鑄造痕跡報告や鑄造技術考察は詳細に述べられておらず、薬師寺像の技術的な研究が進められなかった。鑄造技術に詳しい研究者が調査に加わらなかったことがその理由であった。

このような状況の中、蟹満寺像の学術調査が始まり、本研究代表者が蟹満寺釈迦如来坐像調査委員会の代表となり、鑄造技術者4名、材料分析、年代測定、X線透過撮影、三次元レーザー計測各1名による調査が2008年3月から1年5か月間行われた。このような学際的で鑄造技術等の製作技術解明のための調査が奈良時代以前の丈六金銅仏に行われるのは初めてのことで、その成果は、調査時から期待された。

この調査の基本的で重要な解明点は、本像が鑄型を分割しない蠟型法か、分割する分割法かを明らかにすることであった。本研究代表者は多くの江戸時代青銅製丈六仏の体内調査を経験し、分割型法・分鑄法・鑄接法を組み合わせることで製作した痕跡を数多く目にしてきたことから、体内調査と科学調査で、蟹満寺像がいずれであるかの判定は容易であると予想していた。しかし、調査を進めても、いずれの技法の決定的な痕跡を発見することができなかった。そういう調査中に本研究を着想し申請した。すなわち、分割型法であれば型合わせの隙間に鑄バリができ、それを切削研磨しても、鑄バリの急冷凝固と本体の徐冷凝固の差によって、鑄バリのあった箇所内部構造と、鑄バリの無かった箇所内部構造が異なると推測した。これは江戸丈六仏の多くの調査から、平滑に研磨した面でも、鑄鬆や気泡が鑄バリ跡に沿って発生していることによって発想したものである。

もう1つの背景があった。島根県荒神谷遺跡から出土した358本の銅剣の中で唯一の未

研磨銅剣であるB62は、表面に窪んだ溝があり、その谷の底にはかすかに鑄バリが残り、いわゆる溝状鑄バリと呼べるものである。鑄バリは鑄型面の亀裂や型合わせの溝に青銅が入り込み薄い凸板の形状になるものが一般的である。358本の銅剣の鑄造方法が明らかになっていない中で、この現象は鑄型材料や製作方法を解明する貴重な手掛かりと考えられた。そのために、この窪んだ溝状鑄バリの発生原因を解明する必要がある、これからも本研究の着想に至った。

さらにもう1つの背景がある。これまで多くの研究者が様々な時代地域の鑄造技法を研究してきた。多くは鑄型分割線（範線）を辿って、分割方法、鑄造方法を解明する手法が主であり、研磨前には範線上にあったであろう鑄バリそのものの研究が為されてはいなかった。十分に切削研磨した鑄バリ、不十分な切削鑄バリ、未切削の鑄バリなどを見極めて、範線を確定しどのような鑄型材でどのような方法で鑄造したかを個々の青銅器について検討するという、具体的な鑄バリ研究の応用が必要であった。

このように、本研究は、これまで当たり前のように青銅器に発生する鑄バリから、溝状になる特殊な形状原因解明、切削研磨後のX線撮影調査による分割鑄バリ跡の判定、具体的な古代青銅器の鑄バリ研究からの製作方法の解明を目的に研究を着想し実施した。

2. 研究の目的

背景で記したように、鑄バリに関わる研究目的は大きく3点あった。実際に研究した時系列に沿えば以下の通りとなる。また、実際の青銅器の鑄バリ調査の幾つかは並行して進行した。

(1) 溝状鑄バリの発生原因

荒神谷遺跡出土銅剣は358本の大量一括埋納で、幾つかの同形剣が含まれている。古代の鑄造に用いる鑄型は石製か土製である。北部九州と畿内間に位置する出雲で出土した同形を含む大量の銅剣の鑄造技法を解明することは、これらの銅剣が北部九州で鑄造され運ばれたものか、出雲の地で鑄造されたものか、あるいは畿内鑄造なのか、あるいは混合したものかを検討する資料となる。358本の中で、唯一未研磨で鑄造直後の鑄肌が残るものがB62の銅剣である。他は研磨され鑄造痕跡が残らず技術検討の資料とはならない。このB62の表面に見られる溝状の鑄バリが、鑄型材に起因するのか、同範連続鑄造法に起因するのか、鑄造法案に起因するのか、その他に起因するのかを解明することが目的であった。

(2) 研磨後の鑄バリ位置の確定

中国古代の殷周青銅器などは、鑄造後の鑄バリが製品に残るが、表面に凹凸文様があり、

十分に研磨できない形状のものである。また、青銅鏡などは、鑄バリ痕跡が無くなるまで研磨すると、文様の研磨に及ぶものである。これらの理由から、注意して観察すれば途切れ途切れではあるが、鑄バリ位置を解明することは可能である。しかし、表面に小さな凹凸形文様のない青銅製品は、多くが表面を平滑に研磨するため、鑄バリが無くなれば、分割位置を確定することが不可能となった。しかし、実製作者である本研究代表者は、鑄バリ位置をヤスリで平滑に削った場合、鑄バリの急冷凝固による微細化組織となった製品を目にすることがあった。これをX線透過撮影で観察し、鑄型分割位置の鑄バリ発生による顕著な現象を明らかにし、今後の青銅器調査に活用できる資料を提示することが目的であった。付随して、分割しない蠟型鑄造法の確定、すなわち、研磨した鑄造製品が分割型法か蠟型法か、いずれの鑄造法で作られたのかを確定する調査方法として確立することも目的とした。

(3) 鑄バリからの技法解明

分割位置に残る鑄バリを確定し、それからのような手順、方法で分割鑄型を製作したのかを解明すること、鑄バリ形状から鑄型材質と鑄型の使用方法など、具体的な研究を行い、鑄バリ研究の有用性を明らかにすることが目的であった。前者は殷周青銅器を対象とし、後者は青銅鏡を対象とした。

3. 研究の方法

3点に分けて並行して行った研究の方法は以下のとおりである。

(1) 溝状鑄バリの研究

荒神谷遺跡出土銅劍 358本のなかで、未研磨銅劍 B62 に無数に残る溝状鑄バリの形状を 80 μm 精度の三次元レーザーで計測し、銅劍の位置と溝状鑄バリの断面形、銅劍縦方向と横補方向の溝状鑄バリの断面形状、1本の溝状鑄バリの位置の違いと溝状鑄バリの断面形状等を検討した。三次元レーザー測量は「RANGE7」(コニカミノルタセンシング社製。正三角形を成す測定点の間隔が 80 μm で点と点の間は平面で図化される)を用いた。これらの溝状鑄バリは照明を横から当てると明確に確認できるものであるが、実際の断面形状を図化するには微細で凹凸段差が小さく、図化には工夫を要した。

出雲の遠所鑄造所(故遠所和夫氏)がかつて鑄造実験した土鑄型と石鑄型(熊本県天草町産の石英斑岩)及びそれらで鑄造した銅劍を調査した。この実験銅劍には B62 と同様の溝状鑄バリが残る。鑄型には鑄バリの原因となった亀裂が無数に残る。この2つを比較し、鑄型面の亀裂と溝状鑄バリの位置と形状比較をおこなった。これによって、亀裂が溝状鑄バリになる機構を解明しようとした。

劉治国氏(島根県立古代歴史博物館研究員)がおこなった土鑄型による荒神谷遺跡出土銅劍の復元実験では、遠所鑄造所が実験した銅劍に現れた溝状凹鑄バリとは異なり、薄い凸板状の鑄バリとなった。同じ土鑄型での鑄造でありながら、凹と凸に異なる原因を、実験方法の検証から劉治国氏と共に検討した。

(2) 研磨後鑄バリ位置の研究

鑄バリが発生する実験試料を作成しX線透過撮影写真を検討する方法で研究を進めた。合わせて、国宝蟹満寺釈迦如来坐像全身のX線透過撮影写真との比較を行い、実際の古代青銅製品に実験と同じ鑄バリ痕跡が現れるのかを検討した。

実験は3回行った。1回目は200mm×200mm×10mmの試料を4枚鑄造した。熔けた青銅が意図的に厚さ0.5mmと2.0mmで高さ20mmの隙間に流れて田の字形に鑄バリを発生させ、2枚は鑄バリ先端が水分に触れる条件で行った。実際の大型製品を分割型で鑄造した場合、鑄型焼成後に鑄型を合わせ、鑄型同士の隙間に土を詰めて青銅漏れを防ぐ。こういった水分が鑄型表面に付着した状況を2枚で想定した。水分による鑄バリ下層内部の凝固への影響をX線透過撮影によって観察した。

2回目は、200mm×200mm×10mmで試料の厚さを3mm、6mm、9mm、12mmに変化させ、鑄型表面に水分を付けない鑄型での鑄造試料を作成した。1回目と同様に、中心点を通る十字の田の字形の鑄バリを発生させた。鑄バリの大きさ、厚さは1回目の実験と同じである。これらの鑄型には水分を含ませず、試料の厚さの差により、鑄バリ急冷凝固が鑄バリ下層内部の凝固に影響するか否かをX線透過撮影で観察した。

3回目は実際の蟹満寺釈迦如来坐像の右膝を想定して50cm×40cmの湾曲面で厚さ17mmに衣の襷15mm程を加えた試料を鑄造した。外型を4つに分割し、蟹満寺釈迦如来坐像が分割型であれば発生したであろう中央で十字に交差する鑄バリを発生させた。意図的に分割鑄型側面を削り、2mm程の厚い鑄バリを発生させる部分も設けた。他は、分割後、そのまま合わせて鑄造した。また、青銅型持ちを5個配置し、2箇所の手から青銅を流し込んだ。鑄造後、鑄バリの厚さと高さを計測し、全ての鑄バリを研磨しX線透過撮影観察した。

(3) 鑄バリからの技法研究

これまで十分に理解できていなかった上記の鑄バリ研究を進めながら、実際の古代青銅器の鑄バリを調査し、その分割位置の確定、分割方法の具体、鑄型材料の確定、焼成方法の具体を検討した。これらの調査は、中国殷周青銅器を泉屋博古館(京都市)で、同形鏡の三角縁神獸鏡を橿原考古学研究所(奈良県)で行った。前者は、十分に研磨されずに

残る僅かな鑄バリ痕跡から分割位置を確定し、分割位置の判定、分割法の手順、合範方法の手順等について調査した。後者は鏡背に残る鑄バリの形状比較、位置比較、文様比較などから同形鏡鑄造方法の確定を調査した。

4. 研究成果

(1) 溝状鑄バリ研究の成果

B62は358本の出土銅劍のなかで唯一の未研磨製品で、特徴的な溝状鑄バリが多数残る。この銅劍のA面には溝状鑄バリが23本あり、脊方向に平行なものは4本で、脊を直行や斜めに横切るものは19本、もう1面のB面には18本あり、平行は3本で、直行や斜めは15本となり、平行方向は少ない。80 μ mレベルではB62の凹線全てを測量できないため、これらの本数は目視観察による。B62の鋒には玉状の鑄が多いがこの部分に凹線は少ないと判断できる。このA面の鋒には脊方向に平行な3cmほどの長い凹線がある。B62のAB両面の脊の先端寄りに脊方向に平行な凹線が集中し、それ以外の部分に平行な凹線はほとんどない。B62のA面には、茎寄り劍身35cmの間に、12本の脊方向にほぼ直行する溝状鑄バリが2~5cm間隔にあり、1cm間隔のものが1本ある。B面には、茎寄り劍身20cmの間に、10本の脊方向にほぼ直行する溝状鑄バリが3~4cm間隔にあり、1cm間隔のものが2本ある。AB両面の直行する22本の溝状鑄バリで研いで刃となる端まで到達するものは8本と少なく、多くは1~2cm手前で途切れる。断面形がV字の溝状鑄バリの底には溝状鑄バリと並行した僅かな凸状の鑄バリが確認できるが、全ての溝状鑄バリに凸状の鑄バリは無い。遠所氏の復元土型製銅劍と復元石型製銅劍いずれにもB62と同様の溝状鑄バリが有る。比較できる遠所氏の復元石型と銅劍によって、鑄型面の亀裂が溝状鑄バリの原因と分かる。溝状鑄バリの数は、復元石型製劍が多く、B62、復元土型製劍の順に少なくなる。この数は個体差とも考えられるが、溝状鑄バリの深さは復元石型製劍が最も大きい。

B62と復元劍に見られる溝状鑄バリは、両端が幅狭く浅くなり消え、中央が幅広く深い。脊を直行や斜めに横切る溝状鑄バリは中央が脊の部分にあたり、溶湯が徐冷されることが原因のように考えられるが、石型製劍を見ると、本数は少ないものの劍身先端寄りの翼にも深い溝状鑄バリがあり、鑄型面にできた亀裂の形状に影響されるとも言える。復元石鑄型の茎部分や土鑄型の元部の脊や翼、湯口には鑄型面亀裂が盛り上がり凸線になっている。一方では凹線になった亀裂もあり、いずれも製品では溝状鑄バリになっている。溝状鑄バリの位置と方向は明らかに鑄型面の亀裂に影響されている。B62の溝状鑄バリは、鋒では発生が少なく脊方向に平行にでき、鋒から脊に移行する部分では脊方向に平行と直行が

混在し、それよりも茎寄り部分では脊方向にほぼ直行して発生する。これは、鑄型面が浅く大きな起伏差がない鋒から、徐々に深くなりながら中央を茎に向かって通る半円断面形の脊の溝の鑄型面形状に関連していると考えられる。

復元石鑄型は塗型材が約0.2mmの厚さで幅置面を除く鑄型面と湯口に塗られ、製品取り出しで部分的に剥がれている。微細な亀裂は塗型材のみに発生したもので、多くの亀裂は塗型材下層の石材にも同位置に亀裂がある。幅置面に及ぶ亀裂は少ない。鑄型面に多くの亀裂があり幅置面がないことから、この亀裂は鑄型焼成時のものではなく注湯時の急加熱によると考えられる。亀裂のない鑄型面に注湯した場合、その時に発生した亀裂が凝固までの瞬時に凹線を作るのか実験により検証する必要があるが、そうでないなら、初鑄で石材にできた亀裂が新たに塗った塗型材に焼成で亀裂を発生させそれが溝状鑄バリの原因となる。これが実証できれば溝状鑄バリは複数回注湯（同範製品）の証拠ともなる。

復元土鑄型は湯口に塗型材の剥がれがあるが、踏み返した鑄型面に塗型材を塗っているかは不明である。

故遠所和夫氏の土鑄型と石鑄型による銅劍復元実験の鑄型面と銅劍の溝状鑄バリを比較することから、いずれも鑄型面の亀裂が溝状鑄バリの原因であることが判明した。しかし、その発生原因はこの調査だけでは解明しなかった。この調査と、劉治国氏の復元実験によって以下のような結論を導き出すことができた。

故遠所和夫氏の実験はビデオに記録されておりいずれの鑄型も肌焼き法による焼成であった。肌焼き法は2枚の鑄型を合わせないで、鑄型面を焼成する方法である。鑄型中の結晶水を除去して鑄造しなければならないが、鑄型面に火を当てて焼くこの方法では、鑄型面により近い方が結晶水は除去され、鑄型内部に進むにつれ結晶水は多く残る。鉱物によってそれが含む結晶水の除去温度は異なるが、土型を例とすれば、肌焼き法では、鑄型面が700 $^{\circ}$ Cに達すれば結晶水が除去され始まる。しかし、その温度は内部まで到達していないために、内部深くになればなるほど結晶水は多くなる。劉治国氏の銅劍復元実験では、肌焼き法ではなく、2枚の鑄型を合わせた後に焼く丸焼き法であった。この方法では鑄型の外部から中心部にある鑄型面に向かって熱が浸透し、鑄型外部が最も結晶水が除去された位置になり、鑄型面が多く結晶水が残る位置になる。鑄型面側から見ると、鑄型面に結晶水が僅かに残る場合でも、鑄型面内部では結晶水が少なくなり、深くなればなるほど更に除去されていることになる。そして重要な点は、肌焼き法の遠所氏復元銅劍はB62と同じ溝状

鑄バリであり、丸焼き法の劉治国氏の復元銅剣は一般的な凸板状鑄バリであったということである。

注湯された青銅は鑄型面の亀裂に到達する。熔湯の温度が亀裂奥に伝わり、亀裂の奥に結晶水があれば水蒸気などとなって、亀裂奥から吹き出す。その吹き出しによって溝状鑄バリができる。水蒸気の噴き出しによって亀裂奥深くまで熔湯が入り込むことはない。丸焼きの場合は、亀裂奥に結晶水が残らないために、水蒸気は噴き出さず亀裂奥まで熔湯が入り込み通常よく見られる凸板状鑄バリとなる。

遠所氏と劉氏の復元実験から以上の溝状鑄バリの原因が解明した。肌焼き法であっても時間をかけて鑄型面から奥深くまで熱が伝われば溝状鑄バリはできない。土鑄型の場合、砂を粘結するものは粘土であるが、結晶水を含まない石英、長石だけを用いれば粘土中の結晶水除去となる。カオリナイト系の粘土では上記のとおり 700℃程度である。しかし、結晶水を含む鉱物はその除去温度が更に高い場合があり、土型であれば使用する砂の質、石型であれば塗型剤を塗った奥にある石材の結晶水除去温度が更に高い場合がある。このようなことから、溝状鑄バリが肌焼き法によるものと解明できても、それが土型であるのか石型であるのかは、いまのところ判断が難しい。

B62、すなわち荒神谷遺跡出土銅剣は、肌焼き法による鑄造であったことが分かるが、これが一度完全に結晶水を除去した後の意図的なヤケマエ肌作りによる可能性も視野に入れて考察しなければならないだろう。

(2) 研磨後鑄バリ位置確定の成果

①200mm×200mm×厚さ10mmを4枚(注湯の温度は2枚が高めで、2枚は鑄バリ側の鑄型に湿った土を厚く貼り付けて注湯した)、②200mm×200mm×厚さ3、6、9、12mmを4枚で、合計8枚の各中心点を十字(「田」字形)に直交する厚さが異なる鑄バリ(厚さ0.5mmと2.0mmの高さ20mm)を発生させ、前者4枚はハンドグラインダーで約2mm、後者4枚はフライス盤で1mmの深さを削り平滑にし、X線撮影をおこなった。鑄造した青銅の成分は錫13%、銅87%である。

8枚の内、「鑄バリ線状痕跡」は2枚、かすかな「線状痕跡」は1枚で、3枚全て①であった(他に0.5mm線だけおぼろなもの1枚)。鑄バリで十字に4区分された区域内に分かれて「分断された引け巣」が発生する現象(区域を越えて引け巣が繋がらない現象)は4枚に見られ、①、②共に各2枚であった。①の湿った土を貼り付けた2枚は、注湯の温度が高いものも低いものも線状痕跡が写り、区分内に引け巣が発生した。

「実験試料番号・鑄造厚さ(mm)・注湯の温度、濡れ土付着の有無・X線透過撮影写真の

鑄バリ線状痕跡有無・X線透過撮影写真の引け巣を分断する区域線の有無」を、これら8枚の試料の結果を記すと以下のようになる。「①-1・10mm・低温・無・僅かに有・有」、「①-2・10mm・高温・無・有・無」、「①-3・10mm・低温・有・顕著に有・有」、「①-4・10mm・高温・有・顕著に有・無」、「②-1・3mm・適温・無・無・有」、「②-2・6mm・適温・無・無・有」、「②-3・9mm・適温・無・無・無」、「②-4・12mm・適温・無・無・無」となる。この実験からは、鑄型に濡れ土を付けた場合は、顕著な痕跡がX線透過撮影写真に写ることが判明した。濡れ土を付けない場合でも、①-1、①-2、②-1、②-2には何らかの痕跡が写り、これら4枚の試料の共通性が見られず、発生原因が特定できなかった。僅かな条件の差で、痕跡が発生する、発生しないが左右されることが判明した。このことから、青銅遺物に分割痕跡が写らないことから分割しない蠟型鑄造法と断定できないことを示している。

蟹満寺釈迦如来坐像の実物大右膝部の鑄造試料のX線透過撮影写真は上記8枚の試料のような明確な痕跡は写し出されなかった。この詳細な結果については、更に検討しアジア鑄造技術史学会誌に論文で発表する。

(3) 鑄バリと分割方法、材料研究成果

本項目の成果のうち、殷周青銅器の分割方法については平成24年度から25年度にかけて発表予定であるため、多くを本紙面に記述することは避けたい。また、三角縁神獣鏡の鑄バリから探る鑄型材質、鑄型製作法、複数回使用に関しては、今後の一括報告となるため、本紙面に多くを記述することは避けたい。

論文発表する前の現時点で述べることができる範囲は限られているが、成果概要は次のとおりである。

殷周青銅器はその表面にかすかに残る鑄バリ跡から、分割鑄型法で鑄造したことが分かる。ただその分割線を辿るだけでは、物理的に分割できない箇所が幾つもあり、辻褄が合わない。すなわち分割位置が確認できるが、その位置では原型や文様が引っかけり鑄型を原型から抜き取ることができない。これは、鑄型を抜く角度に対して、抜け勾配になっていない面を原型が持つということである。このことが解明できれば、これまで多くの推測が為された殷周青銅器の鑄造方法が解明されることになる。この一つ一つの具体は、今後のアジア鑄造技術史学会誌に論文を投稿し発表して行く。

三角縁神獣鏡については、その製作地を巡って議論が続いており、製作技術、鑄型材料などを明らかにすることによって、その議論を異なる視点から進展させることができ、重要な研究テーマである。現在は、継続して組織的に調査を進めており、全ての調査が終了

した後に、報告書の編集指針に沿って執筆する予定である。また、複数回鑄型使用については、重要な課題のため検証実験を行う必要があり、この実験は富山大学鑄造室において平成24年度に行う計画である。こういった鑄バリ調査と検証実験によって、これまで以上の成果が得られると考えている。これらの成果は平成25年度以降になる予定である。

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)

(1) 三船温尚、古代鑄造技術研究と竹東里出土竿頭鈴のスタンプ使用の検証、『東亜文化』8号(海外学術交流特輯)(韓国)、査読無、P228-p250、2010

(2) 三船温尚、遠藤透、采畢真澄、戸津圭之介、鑄造技法、『蟹満寺 国宝銅造釈迦如来坐像保存修理工事報告書』、査読無、p22-p47、2010

(3) 田賀井篤平、白雲翔、三船温尚、韓偉東、清水康二、三河内岳、鏡范面の金属鑄込みに伴う皮殻形成の研究－(2) 黒色皮殻の科学分析－、アジア鑄造技術史学会誌FUSUS2号、査読有、p218-p34、2010

(4) 三船温尚、製作技術からみた弥生青銅器、考古学ジャーナルNo. 590、査読無、p15-p18、2009

〔学会発表〕(計8件)

(1) 三船温尚、アジアの高錫青銅器－鑄造・鍛造・熱処理技術について、内陸アジア史学会、2011年11月12日、(富山大学)

(2) 長柄毅一、前原豊、杉山秀宏、清水康二、三船温尚、群馬県前橋市元総社弥勒遺跡および天神遺跡出土銅鏡の金属組織、アジア鑄造技術史学会、2011年8月27日、(奈良県橿原考古学研究所)

(3) 田賀井篤平、三船温尚、清水康二、白雲翔、青銅鏡鑄造実験で製作した鏡と鑄型の化学分析、アジア鑄造技術史学会、2011年8月27日、(奈良県橿原考古学研究所)

(4) 三船温尚、長柄毅一、佐々木栄聡、鑄バリの急冷微細化金属組織のX線透過撮影による鑄型分割位置の確定、アジア鑄造技術史学会、2011年8月27日、(奈良県橿原考古学研究所)

(5) 三船温尚、増田浩太、清水康二、吉田広、劉治国、長柄毅一、阿部裕之、遠藤透、出雲荒神谷遺跡出土銅剣B62の鑄バリ研究、アジア鑄造技術史学会、2010年8月28日、(島根県立古代出雲歴史博物館)

(6) 三船温尚、古代青銅鏡の鑄造技術比較、中国紹興の銅鏡と東アジアの古代文明国際学術論壇、2009年9月6日、(金昌開元大酒店(中国・紹興))

(7) 三船温尚、白雲翔、清水康二、田賀井篤平、山東省臨淄齊國故城出土鏡范の黒色鑄型面に関する検証的鑄造実験、アジア鑄造技術史学会、2009年8月30日、(東京芸術大学)

(8) 田賀井篤平、白雲翔、三船温尚、韓偉東、清水康二、鏡范面に見られる黒色皮殻についての研究 その2 黒色皮殻の化学分析、アジア鑄造技術史学会、2009年8月30日、(東京芸術大学)

〔図書〕(計2件)

(1) 編集：三船温尚、奥健夫、著者：三船温尚、奥健夫、中島正、長柄毅一、吉田邦夫、八坂寿史、田畑徹也、遠藤透、采畢真澄、戸津圭之介、国宝 蟹満寺釈迦如来坐像 一古代大型金銅仏を読み解く一、八木書店(東京)、総244頁(執筆担当頁、総論p6、資料編p1-p126、研究編p162-p169、p196-p224、p225-p235)、2011

(2) 佟佩華、魏成敏、党浩、王守功、李日訓、李振光、三船温尚、小堀孝之、清水克朗、清水康二、菅谷文則、鑑耀齊魯一山東省文物考古研究所出土銅鏡研究、文物出版社(北京)、総頁427頁(担当頁p97-p105、p116-p124)、2009

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

長柄 毅一 (Nagae Takekazu)
富山大学・芸術文化学部・准教授
研究者番号：60443420

(3) 連携研究者

清水康二 (Shimizu Yasuji)
奈良県立橿原考古学研究所・調査第一課・主任研究員
研究者番号：90250381

阿部裕之 (Abe Hiroyuki)
岩手大学・教育学部・教授
研究者番号：20222664

遠藤 透 (Endou Tooru)
愛知教育大学・教育学部・教授
研究者番号：70262938