

令和元年6月29日現在

機関番号：87106

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03379

研究課題名(和文) 極薄青銅器と響銅を対象にした製作技術の比較 - 東アジア金属工芸史の再構築 -

研究課題名(英文) A Comparative Study of Production Techniques between Ultra-thin Bronze Vessels and Xiangtong Bronze Vessels: Reconstruction of the History of Metal Artisanry in East Asia

研究代表者

川村 佳男 (Kawamura, Yoshio)

独立行政法人国立文化財機構九州国立博物館・学芸部企画課・主任研究員

研究者番号：80419887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,500,000円

研究成果の概要(和文)： 戦国時代(紀元前5～前3世紀)以降の中国で急速に普及していった厚さ1mm未満の青銅製容器「極薄青銅器」、および5世紀以降に東アジアで流行した薄作りの青銅器「響銅」は、いずれも鍛造による変形加工が可能な金属組織の密度と強度、鑿や刻刀による彫刻が可能な硬さを適切に調節することで薄く作りあげている。

本研究はこの複雑な薄造りの技術について(1)微視的観察、(2)製作・加工実験、(3)蛍光X線元素分析装置による成分の解析など多角的な方法によって詳細の解明に迫った。同時に、極薄青銅器と響銅とのあいだで製作技術の異同を比較検討することで、東アジア金属工芸史における両者の系統的な位置づけを試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東アジア、なかでも中国の極薄青銅器と響銅を対象にして、製作技術の復元と比較研究を行った。この結果、熱処理による金属組織の密度と硬さの調整と回転運動の利用という極薄青銅器と響銅との技術的な接点、およびこれらの接点を軸にしつつ表面の研磨・線刻から轆轤挽き(切削)へと展開していった技術の発展的変遷を明らかにすることができた。中国および東アジアの響銅は西アジアから伝播したものと考えられてきた。しかし本研究は響銅の受容と生産を可能にする文化的・技術的条件が中国の極薄青銅器の段階ですでに整いつつあったことを示した。これにより東アジア金属工芸史は新たなモデルの構築が可能となった。

研究成果の概要(英文)： The ultra-thin bronze vessels, with thickness less than 1mm, has seen a wide geographical distribution in China since the Warring States Period (the 5th - 3rd century BC). Also, another thin bronze vessels, Xiangtong, has become popular in East Asia since the 5th century. To produce these bronze vessels, it was necessary to control the density and mechanical strength of the metal precisely so as not to break while hammering and also maintain hardness while engraving using blades or chisel.

Our research team tried to clarify the details of the complex techniques to produce these two thin bronze vessel types through various methods including microscopic analysis, experimental archaeology, and analysis of composition using X-ray fluorescence spectrometer. In addition, through a comparative study of the bronze production techniques, the ultra-thin bronze vessels and Xiangtong were placed in the historical context of metalwork in East Asia.

研究分野：中国考古学

キーワード：考古学 金属工芸史 東アジア古代史 極薄青銅器 響銅 製作痕 蛍光X線分析 製作・加工実験

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

私たちはこれまで古代中国の青銅製容器(以下、「青銅器」)には、厚さが1ミリに満たない一群があることに注意し、極薄の造りを可能にした技術について研究してきた。

中国の青銅器は紀元前17世紀に出現して以降、重厚な造りを指向する傾向にあったが、紀元前5世紀に薄くて軽い青銅器が出現した。そのなかには、文様を容器の表面に直接刻みこんだものも含まれていた。先行研究では、「刻文青銅器」は極端に薄く造られていること、錫の含有率が10%を超える「高錫」の事例や鍛造品を含むことなどが指摘された。

しかし、極薄の造り、鍛造、高錫といった属性は、無文の青銅器のなかにも多くの該当例があることを踏まえて、私たちは「刻文」の有無に関わらず、薄さこそが前5世紀に出現した青銅器群のもっとも重要な特徴であると考えてきた。私たちのいう極薄青銅器は、「刻文青銅器」や「高錫青銅器」などの用語がもつ限界を超越して、紀元前5世紀の中国に始まる青銅器製作の新しい流れを読み解くための格好な概念であるといえる。

一方、南北朝時代の5世紀になると、中国で轆轤挽きによって表面を削ることで薄くした青銅器「響銅」が普及した。中国の響銅は6世紀には日本にも伝わり、東アジア広域に迅速に広まった。これまでの研究では、響銅はおもに西アジアから中国に伝播したものと考えられてきた。

しかし、伝播とは受容する側にそれを可能にするだけの前提がなければ成立しない。伝播という外的要因でのみ説明されてきた中国における響銅の出現について、受容を可能にした内的要因を探るとき、紀元前5世紀には中国に存在していた極薄青銅器がもつ響銅に通じる製作技術が注目されるのである。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、極薄青銅器と響銅の製作技術を解明するとともに、青銅器を薄く造るための製作技術で両者に見られる共通点と違いを比較しながら、5世紀の中国における響銅の受容と発展が既存の極薄青銅器の製作技術を基盤にして成り立っていた可能性を検証することである。

製作技術の面で響銅と極薄青銅器の関連づけることができれば、中国における響銅受容の素地が春秋戦国時代以降、すでに中国内部に形成されていた可能性を指摘することができる。響銅受容の技術的な前提を古代中国の極薄青銅器に見いだそうとする本研究は、国内外の金属工芸史研究で前例のない試みであり、中国ないし東アジアにおける金属工芸史を再構築する重大な契機となる。

### 3. 研究の方法

(1) 極薄青銅器および響銅の成形段階における製作痕から製作技術を明らかにする。ひとつは表面に残された製作痕跡の観察により、鑄造・鍛錬(鍛打)・きさげ(削り)・轆轤挽きなどの成形技法を特定する作業である。肉眼観察だけでなく、接写機能付きカメラを使用した微視的観察も実施する。もうひとつは、X線写真とCTスキャンによる内部構造の解析を通して、鑄付け(熔接)・かしめ(孔に通した部品の先端を加圧変形して接合)といった部品接合による成形技法を明らかにする作業である。

(2) 観察によって推定された極薄青銅器および響銅の製作技術を製作実験によって検証する。本研究ではとくに銅・錫・鉛の成分比を少しずつ違えながら作った青銅の板状サンプルを用意し、熱処理を施すことで鍛錬(鍛打)による成形加工に対する耐性の変化を調査する。これによって鍛錬に適した青銅の成分比、および熱処理の方法を考察することが可能となる。また、韓国で現在も伝統的な技術を使った青銅器の一種、鑰器(ユギ)の製作を行っている工房で、轆轤挽き・鍛錬・かしめの技術でサンプルを製作していただき、その製作痕を極薄青銅器および響銅の製作痕と比較することで推定された製作技術を検証する。

(3) 銅・錫・鉛の成分比を少しずつ違えながら作った青銅の板状サンプルを対象として、表面研磨および熱処理の前後で表面における各成分の比率や分布にどのような違いが生じるのか。元素別デジタルマッピング機能付きの蛍光X線分析装置を使用して調査する。

### 4. 研究成果

(1) 極薄青銅器と響銅の両者に鍛錬、蹴彫、研磨、かしめなどの痕跡を認めることができた。これらの痕跡は現代の韓国の鑰器工房に発注して作らせた各種技法のサンプルと比較しても製作痕がほぼ同じであった。鍛錬は槌で叩いて変形させるねばり、換言すれば、金属組織の密度や均質性が前提となる技術であり、蹴彫と研磨は鑿、彫刻刀、やすりを当てられても青銅器そのものが変形しないだけの硬さが求められる。かしめは薄くて軽いパーツ同士の接合に適した技術であり、極薄青銅器にも響銅にも例があるのは理に適っている。

一方、極薄青銅器にあつて響銅にはない技術の重要な例として、型を用いた鑄造があげられる。極薄青銅器のなかには鑄造時に型を組み上げ、外型と内型とのあいだに溶解した青銅(湯)が通る空間を保つためのスペーサが鑄上がった青銅器のなかに包含された例が、極薄青銅器、とくに漢時代の例によく見られる。しかし、響銅にスペーサをもつ例は認められなかった。響銅はスペーサを必要としない蠟型鑄造か鍛造で成形していたと考えられる。

響銅にあり、極薄青銅器になり製作技術は轆轤挽きである。これまで4世紀以前の青銅器の

。なかに、轆轤挽きとされる例の存在が指摘されたことがある。しかし、実見できた範囲で製作痕をよくみると、青銅器を回転させながら表面を研磨した、あるいは削った痕跡ではあっても、響銅の轆轤挽きの痕跡のように高速回転を利用しながら鑿で鋭く均等に削った痕跡とは様態が異なっている。少なくとも、水平方向に青銅器を轆轤に固定し、高速回転させながら表面を削る技術、あるいは高速回転する青銅器の器体に刃が弾かれないように工具をしっかりと固定する設備の中国での出現は、6世紀をさかのぼるものではないことがわかった。

しかし、青銅器を回転させながら刻刀の刃先で表面に刻線をめぐらせる技術は紀元前後の極薄青銅器には見られる。これは恐らく青銅器を轆轤、ないし轆轤ほど早くない回転台に垂直方向に固定して施したものと考えられる。

要約すると、響銅の製作技術のうち鎚鏢・蹴彫・研磨・かしめは、極薄青銅器のそれをそのまま継承させた可能性がある。とくに鎚鏢による変形加工を実現させる金属組織の密度と均質性、さらには蹴彫・研磨を受け付ける硬さをあわせもつ熱処理技術は複雑なものであり、極薄青銅器以来、中国に根づいていた可能性が高い。

轆轤挽きは極薄青銅器になく、響銅だけに見られる製作技術である。それでも青銅器を垂直方向に回転させながら刻んだ圏線や研磨痕などの存在を踏まえれば、轆轤挽きの技術とそれに必要な設備の受容は、極薄青銅器の回転運動を利用した線刻・研磨が土台になっていたものと考えられる。

鎚鏢、轆轤挽きほか様々な製作技術の共通性ないし連続性から、中国における轆轤の出現・受容は、それ以前の極薄青銅器の製作技術が重要な基盤になっていたと結論付けることができた。響銅は中国ないし東アジアの外に目を向ければ、西アジアから伝播したものであっても、中国内部に目を転じれば、極薄青銅器の発展形として捉えることもできるのである。

(2) 東京藝術大学鑄金研究室が実施した鎚鏢による成形加工実験では、錫の含有率が比較的高い青銅板サンプルに対して熱処理後に水に漬けて急冷させる冷間鍛造に成功例が、また、錫の含有率が比較的低い青銅板サンプルに対しては熱処理後の自然冷却を実施した例に成功例がそれぞれみられた。高見國一氏に依頼した鎚鏢の加工実験では、錫が比較的少ないサンプルで熱処理後に自然冷却させたものが成功をみた。しかも、熱処理と自然冷却とをこまめに繰り返すほうが、より成功しやすいことがわかった。熱間鍛造は600度を下回ると、サンプルから赤身が消えるとともに、打撃を加えると容易に割れや亀裂が生じた。

響銅は錫の含有率が20パーセント近くもあり高いとされている。鎚鏢だけでなく、轆轤挽きに適した地金を用意するために、錫を多めに含ませて硬度も持たせた可能性がある。鎚鏢を加える場合は、今回の実験によれば恐らく冷間鍛造を実施した可能性が高い。韓国の鑪器も20パーセントを超える錫を地金に含ませているが、私たちが訪問した金寿栄氏の工房でも冷間鍛造と轆轤挽きを行っていた。極薄青銅器も比較的高い錫の含有率の報告例がある。鎚鏢とともに蹴彫、きさげなどの痕跡をもつ例があることから、変形加工できる金属組織の密度とともに、やはり硬さも求めて錫を多めに含ませた可能性が考えられる。

(3) 表面研磨および鎚鏢によって変形加工後の青銅板サンプルの表面における銅・錫・鉛の分布を調べるために、東京文化財研究所にて蛍光X線分析による元素マッピングを実施した。条件は次の通りである。

- ・装置：ブルカー M4 TORNADO
- ・X線管球：Rh（ロジウム）
- ・管電圧・管電流：50kV・200μA
- ・分析ピッチ：500μm
- ・分析速度：10ms / ピクセル
- ・雰囲気：大気

各サンプルについて、元素マッピングとともに Fundamental Parameter 法による定量計算を行ったところ、次のような結果を得た。

青銅板サンプルを鑄造して未研磨の状態では、実際の配合比よりも鉛の重量比が多く、銅の重量比が少なく検出された。しかし、表面の研磨後は、実際の配合比よりも鉛の重量比が減少し、銅の重量比が増えた。鑄造後は鉛が表面に析出ならびに偏在しやすいが、表面を研磨することで鉛の相対的な割合が実際の配合比よりも減じ、元素も顕著な偏在が認められなくなることから鎚鏢により適した状態となるといえる。

いずれのサンプルについても（鉄を除く）元素の分布はほぼ均一であった。ただし、サンプル53については、銅が多い（少ない）箇所は鉛が少ない（多い）傾向が見られた。また、鉄については鎚鏢後に分布が生じている傾向が見られた。鎚鏢に使用した金槌に由来するものと考えられる。鎚鏢前の結果と比較することができるいくつかのサンプルの表面については、熱間鍛造を施したサンプルは錫と鉛の重量比が増加していた。一方、徐冷を施したサンプルは各元素とも表面研磨後の重量比と比べて大きな変化はなかった。

本研究の(2)の加工実験では、熱間鍛造を試みたサンプルは600度を下回ると割れが生じた。その失敗と錫・鉛の重量比が増加していた変化が相関するものなのかは、今後のさらなる実験が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

KAWAMURA, Yoshio, *Being "Antique Objects" to "Archaeological Materials": A Change Seen On Chinese Bronze Artifacts from the Tokyo Imperial Museum before the 1930s*, The Eighth World Archaeological Congress, 2016, p219、査読無.

川村佳男《也谈岭南系青铜器：以温酒樽为例》，《汉代海上丝绸之路考古与汉文化国际学术研讨会 论文提要集》2016年，70頁、査読無

川村佳男・和田浩・市元壘・Dr. Roald Tagle・水平学「蛍光X線分析と元素マッピングによる考古資料の新地平 - 漢時代の鍍金銀銅刀を対象に 』『日本中国考古学会2016年度大会発表資料集』2016年、86-89頁、査読無

川村佳男「響銅でつながる大宰府と東アジア」『シンポジウムリーフレット 響銅でつながる大宰府と東アジア』2018年、4-7頁、査読無

赤沼潔「現代の鑄金作家からみた極薄青銅器 - 響銅製作技術解明の予察として」『シンポジウムリーフレット 響銅でつながる大宰府と東アジア』2018年、12-15頁、査読無

川村佳男「漢代温酒樽の展開と製作集団について(上)」『東風西声』14巻、2018年、53-71頁、査読無

川村佳男「金銀に輝く青銅器 - 武威市雷台墓出土の酒樽をめぐる - 」特別展図録『三国志』2019年、276-279頁、査読無

〔学会発表〕(計8件)

KAWAMURA, Yoshio, *Being "Antique Objects" to "Archaeological Materials": A Change Seen On Chinese Bronze Artifacts from the Tokyo Imperial Museum before the 1930s*, The Eighth World Archaeological Congress, 2016.

川村佳男、中国金工品のうつろい - 殷周の青銅器から唐代の金銀器まで - 、大和文華館「中国工芸名品展 - 陶磁・金工・漆工 - 」特別講演、2016年

川村佳男、也谈岭南系青铜器：以温酒樽为例，汉代海上丝绸之路考古与汉文化国际学术研讨会，2016年

川村佳男・和田浩・市元壘・Dr. Roald Tagle・水平学、蛍光X線分析と元素マッピングによる考古資料の新地平 - 漢時代の鍍金銀銅刀を対象に - 、日本中国考古学会2016年度大会、2016年

川村佳男、青銅器の造形 - 中国古代からのメッセージ - 、白鶴美術館記念講演会、2018年

川村佳男、響銅でつながる大宰府と東アジア、シンポジウム 響銅でつながる大宰府と東アジア、2018年

赤沼潔、現代の鑄金作家からみた極薄青銅器 - 響銅製作技術解明の予察として、シンポジウムリーフレット 響銅でつながる大宰府と東アジア、2018年

川村佳男、大宰府で出土した佐波理のルーツ、もっと知ろう大宰府講座 大宰府史跡発掘50年記念 (12月講座)、2018年

〔図書〕(計1件)

川村佳男ほか(九州国立博物館) シンポジウムリーフレット 響銅でつながる大宰府と東アジア、2018年

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：赤沼潔

ローマ字氏名：AKANUMA, Kiyoshi

所属研究機関名：東京藝術大学

部局名：美術学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：30267687

研究分担者氏名：和田浩

ローマ字氏名：WADA, Hiroshi

所属研究機関名：独立行政法人国立文化財機構東京国立博物館

部局名：学芸研究部

職名：室長

。  
研究者番号(8桁): 60332136

研究分担者氏名: 矢野賀一

ローマ字氏名: YANO, Yoshikazu

所属研究機関名: 独立行政法人国立文化財機構東京国立博物館

部局名: 学芸企画部

職名: 室長

研究者番号(8桁): 60392544

(2)研究協力者

研究協力者氏名: 金寿栄

ローマ字氏名: Kim Soo-yong

研究協力者氏名: 李鳳周

ローマ字氏名: Lee Bongjoo

研究協力者氏名: 李秀眞

ローマ字氏名: Lee Sujin

研究協力者氏名: 李連

ローマ字氏名: Li Lian

研究協力者氏名: 楊盛

ローマ字氏名: Yang Sheng

研究協力者氏名: 李映福

ローマ字氏名: Li Yingfu

研究協力者氏名: 犬塚正将

ローマ字氏名: INUZUKA, Masahide

研究協力者氏名: 高見國一

ローマ字氏名: TAKAMI, Kuniichi

研究協力者氏名: 水平学

ローマ字氏名: MIZUHIRA, Manabu

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。