

「リアーチェのブロンズ」における鋳掛け熔接技法の研究
－再現実験とその検証－

松 本 隆

FUSUS Vol.10 抜刷 2018年6月
アジア鋳造技術史学会誌

「リアーチェのブロンズ」における鑄掛け熔接技法の研究 —再現実験とその検証—

松 本 隆¹⁾

要旨

「古代ギリシアのブロンズ鑄造技術の現物調査と再現制作に関する研究」の一環として、古代ギリシアブロンズの熔接がどのようにして行われたかを解明する試みである。現存する古代ギリシア彫刻の中でも、最高傑作と呼ぶにふさわしいレッジョ・カラブリア国立考古博物館蔵「リアーチェのブロンズAB」(紀元前5世紀中頃)を対象に、現物調査・技法の想定・鑄造実験を行い、分鑄(分割鑄造)に関する検証を総合的に行った。鑄造実験では、すでに制作した再現模刻像⁽¹⁾の一部(6箇所)を利用して、土型(真土)と現物の成分分析による金属配合を用い、世界初となる「リアーチェのブロンズ」における鑄掛け熔接の再現を実現した。熔接箇所形状について新知見を示し、分鑄図の再構成を行った。また、分鑄の第一の理由が「仕上げ作業の追求の結果」であることを明らかにした。

キーワード

古代ギリシア、ブロンズ彫刻、鑄掛け、熔接、分鑄、鑄型、再現実験

はじめに

「リアーチェのブロンズ(戦士)AB」(図1, 2)⁽²⁾は1972年イタリア南部リアーチェの海岸沖で発見された、類似のポーズをとる2体の古代ギリシアの等身大ブロンズ彫刻である。制作年代はAが紀元前470-450年、Bが450-440年頃と推定されている。2体はギリシア彫刻が最も成熟した古典期に属し、Aは厳格様式、Bはコントラポストの様式を有している。威容を誇る存在感と、超絶技巧をきわめた細部の造形をあわせもつ。人体部分はほぼ完全な状態で現存し、貴重なブロンズの文化財としてイタリア国内では国宝級の扱いがなされている。発見以来、2003年までに二度の修復研究が行われ、それぞれの報告書によって古代ギリシアのブロンズ彫刻の制作技術の解明が行われた。以下それぞれを第一次修復報告書(Riace 1984)、第二次修復報告書(Riace 2003)と呼ぶ。分鑄に関しては、第一次修復報告書によって熔接箇所が示され現在まで定説となっている。2010年3月より第三次修復が始まり、像内の鑄造土がブロンズ内表面まで取り除かれ、制作技術を示唆する手がかりを内視鏡にて観察できるようになった。私たち日本の研究グループは2013年に至る第三次修復全期間を通じて、5回にわたり現物調査を実施した。2014年4月、レッジョ・カラブリア国立博物館は大改修工事を終え、再オープンに合わせて「リアーチェのブロンズ」も最新の空調と耐震設備を備えた新たな部屋で展示された。私たちは2016年に2回にわたり新展示での調査を行い、記録と考察を行った。筆者は、研究グループの中で再現実験を担当し、これまでにAB両像の粘土原型の再現制作とそれに関する報告を行った。本研究の最終目的は、全工程の再現である。その中で今回は「鑄掛け熔接」の再現を上げた。それは世界の鑄造技術史を見渡しても突出した技術であり、なおかつ古代ギリシア・ブロンズ彫刻の制作過程において「分鑄」という重要な工程の要だからである。鑄掛け熔接の再現は、古代ギリシアの鑄造技法を解明する重要な要素として真っ先に手掛けなくてはならない課題であった。これまでの(イタリアでの)研究はγ線などによる分析にとどまり⁽³⁾、分鑄の技法や意味を解明するには十分とはいえない

かった。本稿では、観察調査で得られた成果を整理し、分鑄各部の仕様を再検討し、制作技法を推定する。その上で、想定した技法によって複数回にわたる実証実験を調査と交互して行った⁽⁴⁾。その成果として鑄掛け熔接技法の具体的な工程を提示する。また、謎の多い分鑄の意味についても考察する。本研究は、A右足中指の鑄造実験①～A右足中指の鑄造実験②～A右足甲と右足中指の鑄造実験～アジア鑄造技術史学会岡山大会での発表～イタリアでの調査～A右足甲と右足中指の鑄造実験～イタリアでの発表・調査～A左肩とB左脚付け根と性器の鑄造実験、という順序で行われた。

1. 鑄掛け熔接の概観

鑄掛け法は、古代から近代まで鑄物の補修や接合に使われた技術であり、接合部分の空洞に湯(=熔解金属)を流し続けて、彫刻本体と湯が接する部分を溶かし融合させる技術である。かつて日本では鉄瓶などの欠損部の補修にも用いられた。また奈良の大仏や鎌倉の大仏に鑄掛けの痕跡が認められ、大型金銅仏の制作工程において重要な技術であったことが伺われる。現在では、金属同士の接合方法としてガスや電気を使用した熔接が主流となっており⁽⁵⁾、鑄掛けは現代においては過去の技術となっている。しかしその技術は現代の熔接よりも有利な点が多々見受けられる⁽⁶⁾。今回の研究では「接合」に焦点を当て、以下この技法を「鑄掛け熔接」という言葉で表す⁽⁷⁾。古代ギリシアのブロンズ彫刻は分鑄を最大の特徴としている。それは容易に鑄掛け熔接が行えることによって成し得たことである。分鑄によって造形を有利なものにすることができたと考えられる。その利点は、形に応じて、湯口の位置(鑄込み角度)や湯の温度を変えることができること。鑄型がかさばらず、効率よく作業ができること。部品を小型化することで細部(入り組んだ部分)を精緻に仕上げることができることなどが挙げられる。また、古代独自の「楕円形鑄掛け熔接」が強度の必要な部分へ適用され⁽⁸⁾、自由なポージングが可能となり三次元的広がりをもつ造形をギリシア彫刻にもたらしたと考えられている。驚くべき点は、例えば「リアーチェのブロンズ」の熔接は非常に精巧に

できており、熔接痕とわかる部分でも気泡がほとんどなく、熔接痕がまったく解らない部分が多くあり2000年近く海底に沈んでいたとは考えられないほどの完成度であることだ。古代ギリシアにおいてすでに高度な熔接技術が駆使されていたことは明らかである。しかし高度な技術は衰退し、古代ギリシアに匹敵する鑄掛け熔接の技術はルネサンス時代には退化し、分鑄を行う際には、ダボや銚などを使用した機械的固定法や、鑄継ぎ（芋継ぎ・鑄がらくり）・鑄銚・鑄ぐるみなど⁽⁹⁾が適用されることになる⁽¹⁰⁾。

2. 研究史

古代ギリシア彫刻における鑄掛け熔接に特化した研究は少ない。まず、「リアーチェのブロンズ」における分鑄箇所や熔接、金属組成については第一次修復報告書 (Riace 1984) によって、詳細に知ることができる⁽¹¹⁾。ここでは分鑄図などが提示され現在のリアーチェ研究の礎が築かれた。修復家フォルミッリによる記述は、真っ先に「内部空間」を調査した者の意見として貴重であり信憑性が高い。B像遊脚（左脚）の熔接については第一次修復報告書に報告がなされなかった。これは、内部鑄造士がまだ取り出せていない状況で、かつ像表面からは全く熔接痕が判別できなかった事情であろう。熔接に関する記述では画期的な「楕円形鑄掛け熔接」の提示があった。第二次修復報告書 (Riace 2003) では、主に直接法を肯定するために鑄造上の積層構造が提示されたが、鑄掛け熔接と直接法を関連付ける説明がなされていない。X線・γ線による鑄掛け熔接痕（鑄バリの厚み分）のデータ⁽¹²⁾とそこから導きだされた図⁽¹³⁾は、熔接解明の拠り所として大いに参照すべき点である。第三次修復でカラーブリア修復研究所から私たちに提供されたγ線のデータ、内視鏡写真は有用な資料として本研究に生かされている。古代の鑄掛けに関する実験は、1995年にフォルミッリによるデモンストレーションが行われたが⁽¹⁴⁾、穴の補修のような小規模の工程の一部を写真に収めたものに過ぎなかった。また、古代の熔接に特化した研究として、スタインバーグによる概観があるが⁽¹⁵⁾、技法の解明を試みるものではない。近年では2015年に、プリンクマンによってリアーチェA像全身のブロンズによる再現がなされたが⁽¹⁶⁾、3Dデータから形をコピーし現代の技法によって鑄造したものに過ぎず、色彩についての仮説の提示が主たる目的であって鑄掛け熔接への関心はなかった。「リアーチェのブロンズ」の鑄掛け熔接の再現を目指した本格的な実験は本研究が世界初の試みである。2016年8月のアジア鑄造技術史学会岡山大会に続き、同年11月、イタリアのメッシーナ大学で「リアーチェのブロンズA」右足に適用された楕円形鑄掛け熔接の再現制作」と題する発表を行い、本研究が国際的に注目される機会を得た⁽¹⁷⁾。

3. 現物の観察

「リアーチェのブロンズ」の分鑄部品はすべて鑄掛け熔接によって接合されていることが今までの調査によって明らかとなっている。その痕跡は肉眼では分かりにくいものの数箇所は確認でき、外観上は帯状の熔接と楕円形の痕跡のあるものに大きく分けられる。フォルミッリの報告によれば、楕円形とそうでないものに分けられている。Aについては左腕の付け根、左手首の付け根、左足の中指において楕円形が適用されたとしている (Formigli 1984)。それ以外は、いわゆる「楕円形」を仕込まず「帯状の隙間」を設けた普通の鑄掛け

としている。筆者は実験前半段階による経験から、ほぼすべての熔接箇所が「楕円形」であるのではないかと推定した（帯状に見えるものは、楕円型の一部がそう見えるものか、楕円型と帯状の複合型かである可能性がある）。フォルミッリは、特に強度を要する部分に楕円形が適用されたとするが、今回ははっきりと楕円形が確認されたA像右足の甲部や左手首は、特に強度を必要とするわけではない。ならば、楕円形には別の意味があったと考えられる。帯状の熔接では突き合わせの精度が低く溶融接点も少ないため、強度も低いのではないかと考えられる。その後、調査時に実物の熔接部分をよく観察すると楕円形に見える部分が数多く確認された（以下リアーチェ熔接箇所レポートに記載）。また、熔接痕の特徴として、一部に小さな穴の痕跡があることが判った。今回は熔接距離が5cm以上にわたる部分をほぼ「連続した楕円形」の熔接であると想定し、実験に取り組んだ。新たに提唱する分鑄位置（前後左右4方向）を図3～10、分鑄図は図11、12に示す。

「リアーチェのブロンズ」分鑄（熔接）箇所 レポート

各図版は奇数が元の写真、偶数が熔接線の想定を色で示したものである。写真の一部は、熔接痕をはっきりと写すため許可を得て、LEDライトを照射して撮影した。通し番号は、表1、図版とも共通。

リアーチェA

1. 頭部髪房：髪房の一部が別鑄である。鑄掛け熔接ではなく、嵌金の技法によって装着されている。
2. 首：右側面に不定形な楕円形痕が1箇所あり（図13、14）。前方左面には、はっきりと熔接痕があり（図15、16）、帯状にも見えるが、長めの楕円形熔接と捉えることもできる。首まわりを熔接痕が一周していると思われるが、後部は髪房のため確認が困難。第二次報告書の図⁽¹⁸⁾では、前方にV字型に痕跡が記されているが、これは鑄型内部の突起（鑄バリ）を捉えたX線写真によるもので、熔接痕ではないだろう。分鑄の意味は顔面、髪の詳細仕上げ（取り回し）のためと思われる。特に前髪裏側の仕上げのため（分鑄しないと手が入らない）。加えてトルソ鑄型の小型化のため。さらに鑄込みの際、鑄型上部に位置するためガスによる気泡防止（細部表現へのリスク回避）のため。ちなみに、加熱の問題から眼球は鑄掛け後の作業であったことが判る。
3. 右肩（右上腕付け根）：判りづらいが、僅かに楕円形痕が確認できる（図17、18）。熔接は外側を半周していて、脇の下の隙間（表面側）は熔接されていない（内部奥は熔接されている可能性がある）。分鑄の意味は脇の下の切れ込みの仕上げのため、加えてトルソ鑄型の小型化のためと思われる。
4. 右手首：熔接痕は非常に判りづらい（図19、20）。鋳の比率からすると分鑄と思われる。また、X線写真 (Riace 2003, II, 180fig.373; 183fig.378) にもはっきりと熔接痕部分の厚みを示す影が写る（およそ1cm幅）。分鑄の意味は手指の仕上げ（取り回し）のためと思われる。
5. 左肩（左上腕付け根）：ほぼすべての楕円形の熔接痕がはっきりと確認できる（図21～24）。楕円形の数は4個。楕円同士は接している部分が多い。熔接は外側を半周していて、脇の下の隙間（表面側）は熔接されていない（内部奥は熔接されている可能性がある）。分鑄の意味は脇の下の切れ込みの仕上げのためと思われる。加えて鑄型（トルソ）の小型化のため。4つの楕円形のうち、中央の二つの継ぎ目（筋

部分)には丸い嵌金のような痕跡があり、ここが湯口の付近であることを示唆している(図24赤色)。

6. 左手首:すべての楕円形の熔接痕がはっきりと目視できる(図25~28)。リアーチェ2体の中でも痕跡の明瞭さは突出している。楕円形の数4個。下面の熔接痕は周りより0.5mmほど低い。錆の状態も周りと異なり、合金の質によって海中での侵蝕が大きかったか。また、この面の中央部分には直径7mmほどの丸い穴があり、こちら側が湯口であった結果生じた気泡を修正した嵌金痕か、持物の取り付けをした穴であった可能性がある。分鑄の意味は手指の仕上げ(取り回し)のためと思われる。

7. 陰囊付け根:熔接痕は極めて判りづらい(図29,30黄色)。熔接位置は陰毛の上部とする説もあるが、陰毛の下(ペニスの高さ)の位置であろう。陰毛の上の場合熔接の仕上げ量が多くなり不利である。また、熔接位置が陰毛の中央付近の場合も仕上げの手間がかかり不利である。陰囊は無垢鑄造であり、熔接痕も判りづらいため、熔接は中子側だけで「鑄がらくり」の仕掛けで行っている可能性がある。陰囊の下側部分(内太腿との接触部分)は無熔接で接しているだけの可能性が大きい。分鑄の意味は陰囊と両脚の接点の切れ込みと、股の下の切れ込みの仕上げのためと思われる。

8. ペニス付け根:熔接痕は判りづらい(図29,30ピンク色)。付け根接点に平滑部分がなく凹状に窪んでいるので熔接は中子側だけで「鑄がらくり」の仕掛けで行っている可能性があ

る。分鑄の意味はペニス付け根の切れ込みの仕上げのためと思われる。熔接は、陰囊と同時に行った可能性がある。

9. 右足甲部:楕円形の熔接痕がいくつか確認される(図31~34)。熔接痕は上部から左側面にかけては割とはっきりしているが、右側面は判りづらい。上面の楕円は周りとの段差を生じている。楕円の数4つと想定できる。楕円同士は、接している部分もあれば1cmほど離れている部分もある。中央の楕円形上に小さな穴があり、これが鑄掛け時の湯口位置だった可能性がある。裏側は、鑄バリが一筋渡っている(図69)。鑄バリの形状は、5mmほどの帯状で角張った部分と丸みを帯びた部分がある。決壊痕とされているもの⁽¹⁹⁾は、その形状から中子原型由来のものとして想定する。分鑄の意味は手と同様、指の仕上げ(取り回し)(特に指の下面)のためと思われる。また、熔接材の合金分析の類似や、実験における効率性から、右足中指付け根と同時に鑄掛け熔接を行った可能性が指摘できる。

10. 右足中指付け根:熔接痕は、はっきりと確認できる(図35~36)。不定形な円形。周りよりも茶色がかかっている。裏側は、1mmの隙間を残したままであり(図70)、上2/3ほどで接合されている。分鑄の意味は指の仕上げ(人差し指の内側、薬指の内側、中指全体)のためと思われる。

11. 左足甲部:熔接痕は非常に判りづらい(図37,38)。一部熔接痕のように見える部分(図38赤色)は、裏側の鑄バリと照合するとずれているので、熔接痕ではない。中央部の

表1 鑄掛熔接部分の成分と形状

番号	熔接箇所	部品の錫の比率	熔接材の錫の比率	熔接形状: Formigliの見解	熔接形状: 松本の見解	特記事項
	リアーチェA	トルソ平均 11.308				
1	頭部髪房	頭部髪房左側 7.324			嵌金	
2	首	頭部 13.90		普通の鑄掛け	連続楕円形/帯状	
3	右肩(右腕付け根)	右腕平均 11.948		普通の鑄掛け	連続楕円形	
4	右手首	右手 15.642		普通の鑄掛け	連続楕円形	
5	左肩(左腕付け根)	左腕平均 11.580		楕円形	連続楕円形	
6	左手首	左手 13.208	8.78	楕円形	連続楕円形	
7	陰囊付け根	陰囊 14.182		普通の鑄掛け	中子側のみ (鑄がらくり)	無垢鑄造
8	ペニス付け根	ペニス 16.483		普通の鑄掛け	中子側のみ (鑄がらくり)	無垢鑄造
9	右足甲部	右足先 8.284	12.35	普通の鑄掛け	連続楕円形	
10	右足中指付け根	右足中指 13.611	11.1	普通の鑄掛け	単一円形	
11	左足甲部	左足先 8.221	11.11	楕円形	連続楕円形	
12	左足中指付け根	左足中指 13.296	12.3	楕円形	単一楕円形	
	リアーチェB	トルソ平均 9.993				
13	頭頂部	頭頂部左側 14.385			嵌金	
14	首	首中央左側 10.904		普通の鑄掛け	連続楕円形	
15	右肩(右腕付け根)	データ無し		楕円形/普通の鑄掛け	連続楕円形	後補
16	右肘	右前腕 0.327		普通の鑄掛け	鑄掛けではない	後補
17	右手首(前腕中央)	右手 3.278		普通の鑄掛け	連続楕円形	後補
18	左肩(左腕付け根)	左上腕 23.744		普通の鑄掛け	連続楕円形	
19	左肘	左前腕 6.726		普通の鑄掛け	単一円形(3箇所)	
20	左手首	左手 7.346		普通の鑄掛け	連続楕円形	
21	陰囊付け根	陰囊 11.222		普通の鑄掛け	中子側のみ (鑄がらくり)	無垢鑄造
22	ペニス付け根	ペニス 13.799		普通の鑄掛け	中子側のみ (鑄がらくり)	無垢鑄造
23	左脚付け根	左脚 8.99-9.85		普通の鑄掛け	連続楕円形/帯状	
24	右足甲部	右前足 17.064		普通の鑄掛け	連続楕円形	
25	右足中指付け根	右足中指 26.187	19.1	普通の鑄掛け	単一楕円形	
26	左足甲部	左前足 20.882		普通の鑄掛け	連続楕円形	
27	左足中指付け根	左足中指 17.372	19.1	普通の鑄掛け	単一円形	

小さな穴が熔接ライン上にあり、これが鑄掛け時の湯口位置だった可能性がある。裏側は、鑄バリが一筋渡っている(図71)。鑄バリの形状は、5mmほどの帯状で角張った部分と丸みを帯びた部分がある。また、X線写真⁽²⁰⁾にもはっきりと熔接痕部分の厚みを表す陰影が写る。分鑄の意味は手と同様、指の仕上げ(取り回し)(特に指の下面)のためと思われる。

12. 左足中指付け根：熔接痕は、一部ははっきりと確認できる(図39, 40)。不定形。周りよりも茶色がかっている。鑄掛け部中央に四角い嵌金がある。湯口裏側は、1mmの隙間を残したままであり、上2/3ほどで接合されている。分鑄の意味は指の仕上げ(人差し指の内側、薬指の内側、中指全体)のためと思われる。

リアーチェ B

13. 頭頂部：鑄掛け熔接ではなく、嵌金の技法によって装着されている。

14. 首：首前方を除き、一周するように熔接痕がある。一部は曖昧であるが、首左側から後方にかけて連続した楕円形痕がある(図41, 42)。右側にある筋2本は、皺の表現であり熔接痕ではない。前方、髭との接触部分は以下の理由から仕上げを回避するため無熔接もしくは裏側だけの熔接の可能性が大きい。分鑄の意味は顔面、髪の詳細仕上げ(取り回し)のためと思われる。特に前髭の裏側の仕上げのため(手が入らない)。加えてトルソ鑄型の小型化のため。鑄型上部に位置するので、ガスによる気泡防止(細部表現へのリスク回避)のため。

15. 右肩(右上腕付け根)：熔接痕は、前方から後方へ水平に確認できる(図43, 44)。楕円形痕が、不揃いな形で確認できる。楕円形は綺麗なラインを持つものとギザギザのラインの部分があり、総じてトルソ側の方がはっきりとしており、腕側はぼやけている。嵌金が多く見受けられる。脇の下の隙間(表面側)は熔接されていない(内部奥は熔接されている可能性がある)。分鑄の意味は前5世紀原作時においては脇の下の切れ込みの仕上げのためと思われる。加えてトルソ鑄型の小型化のため。ローマでの改作時においては、破損した腕の補作を接合するため。右腕全体は合金の遠い⁽²¹⁾から後補とされるが、彫刻としての質(量、バランス、構造、動勢)は高く、他の部分と調和している。ただし、仕上げの造形は他の部分と異なり稜線を立てるようなものとなっていて、不釣り合いである。このことから、B像の破損した右腕から直接型取りを行い鑄造したが、仕上げの段階では本体のレベルに達することがなかったのではないかと想定する。背面から脇の下を見ると、隙間が存在する(図72)。

16. 右肘：分鑄位置とされているが(Riace 1984)、熔接痕は全く見受けられない(図73)。しかし、X線写真には鑄バリを表す影が写っている⁽²²⁾。これは中子鑄造土が鑄型焼成時に収縮を起こし、そこに湯がさしたと見るのが妥当だろう。この位置で分けるメリットが見当たらない。以上のことから、分鑄位置ではないと推定する。

17. 右手首(前腕中央)：熔接痕は判別しづらいが、楕円形と推測できる(図45, 46)。X線写真(Riace 2003, II, 130fig.246)(図78)には鑄バリを表す影が写っており、熔接箇所とみられる。通常の手首の熔接位置から大分肘寄り、前腕中央で熔接しているのは変則的である。分鑄の意味は手首の仕上げ(取り回し)のためと思われる。

18. 左肩(左上腕付け根)：熔接痕は、付近の色が激しく交錯するため判別しづらい(図47, 48)。亀裂が数本走っている。亀裂は完全に断裂しておらず断続的である。(第一次報告書では、この線が分鑄線として記載されていて、本来の分鑄線が載っていない。)加えて、断裂線の下に楕円形痕(図48黄色)が確認できる。位置からすると補修のためのものであろう。図48で赤色で示した付近が、原作時の分鑄ラインの位置であろう。脇の下の隙間(表面側)は熔接されていない(内部奥は熔接されている可能性がある)。分鑄の意味は原作時においては脇の下の切れ込みの仕上げのためと思われる。加えてトルソ鑄型の小型化のため。第一次修復時に合金の試料が採取されなかったためこれまで後補か原作か不明とされていたが、原作の補修と推定する。

19. 左肘：左肘は前腕にさしかかる部分で切断されている。切断された腕にかぶさるようにポルパークス+前腕のパーツが熔接されている(図49, 50)。一周せず、部分的な熔接(図50赤色)で、背後から空洞が見られる。

20. 左手首：熔接痕は判りづらい。楕円形の一部のような色の差を生じている部分があるが、A像左手のような段差はない(図51, 52)。X線写真(Riace 2003, II, 132fig.254)(図79)における陰影から、熔接と推定できる。分鑄の意味は、手指のより手の込んだ仕上げを行うため(取り回し)であろう。左前腕部は合金の組成⁽²¹⁾から後補とされているが、指先はコントラポストの造形的思想がよく表れていて像全体の動きに調和している。しかし、比率がやや小さく、上腕との連続性に欠ける。このため、原作と様式を同じくする同時代の別の像の左腕を再利用したか、または原型として活用した可能性が指摘できる。

21. 陰囊付け根：熔接痕は判りづらい。わずかに、陰囊付け根右側に筋の痕跡が残る(図53, 54)。ここを、陰囊のパーツの接点とみなすことができる。熔接位置は陰毛の上部とする説もあるが、陰毛の下(ペニスの高さ)の位置であろう(図55, 56)。陰毛の上の場合熔接の仕上げ量が多くなり不利である。また、熔接位置が陰毛の中央付近の場合も仕上げの手間がかかり不利である。陰囊は無垢鑄造であり、熔接痕も判りづらいため、熔接は中子側だけで「鑄がらくり」の仕掛けで行っている可能性がある。また内視鏡によるデータ⁽²³⁾から、「陰囊」のパーツの裏側は湯が覆うような痕跡を示す(図75)、このことから「鑄がらくり」⁽⁹⁾が裏付けられる。さらに、左脚付け根の熔接部分と接することから、「トルソ」「左脚」「陰囊」「ペニス」のパーツを同時に熔接した可能性が指摘できる。陰囊の下側部分(内太腿との接触部分)は無熔接で接しているだけの可能性が大きい。分鑄の意味は陰囊と両脚の接点の切れ込みと、股の下の切れ込みの仕上げのためと思われる。

22. ペニス付け根：熔接痕は判りづらい(図53～56)。付け根接点に平滑部分がなく凹状に窪んでいるので熔接は中子側だけで「鑄がらくり」の仕掛けで行っている可能性がある。また内視鏡によるデータ(図75)から、「ペニス」のパーツの裏側は突起が少し露出しており、このことから「鑄がらくり」を裏付けることができる。分鑄の意味はペニス付け根の切れ込みの仕上げのためと思われる。熔接は、陰囊、左脚付け根と同時にいった可能性がある。

23. 左脚付け根：1984年の段階ではトルソと同鑄とされていたが、1993年までにガンマ線写真により、公式の見解で分鑄とされた。熔接痕はやや判りづらい(図57～60)。前

から左横面にかけて斜めに走り、左横面から背面にかけては水平に走っている。尻の切れ目の上方で、熔接の線は終わっている。前方の熔接痕は、帯の幅が広く、4 cmほどの変色域がある。その中を観察していくと楕円形と思える熔接痕が確認できる。このように、二重の痕跡の存在に特徴がある。左横面中央部は、最も肌荒れが大きく湯口の位置を示唆するものである。左横面から後方にかけては、熔接痕は断続的に確認できるものの、判別し難い。γ線写真(図80)⁽²⁴⁾によって、尻の中央付近の熔接線を示す陰影が確認できる。約2 cm幅のラインが水平に通っていて、楕円を示す痕跡が重なるように写っている。また内視鏡によるデータ(図76)から、股の間の鑄バリが確認できる。X線写真(Riace 2003, II, 137fig.250)(図81)でも鑄バリを表す陰影と股のブロンズパーツの重複部分が確認できる。第二次報告書で示された熔接線のイラスト(Riace 2003, II, 122fig.231)では、他のどの部分よりも線の幅が広く記されている。強度を要する重要な箇所であったからこそ、仕掛けも含めて入念な鑄掛け作業が行われ、溶融が完璧に行われた結果、熔接痕が残らなかったと考えられる。同じ接点を持つ陰囊とペニスは同時に鑄掛け熔接を行った可能性を作業の合理性の面から指摘できる。分鑄の意味は、フォルミッリはAに対してBの「コントラストの意識の現れ」としたが、筆者は第1の理由は股及び尻の切れ込みの仕上げのためと考える。加えてトルソ鑄型の小型化のため。それから、陰囊とペニスの接合の合理化のため。

24. 右足甲部：熔接痕は、不定形な带状で確認でき、一部に楕円の痕跡がある(図61, 62)。左側面は楕円形に段差も生じている。分鑄の意味は指の仕上げ(取り回し)(特に指の下面)のためと思われる。

25. 右足中指付け根：熔接痕は、足先側ははっきりとした筋が確認できるが、指側が不明瞭(図63, 64)。細い楕円にも見える。裏側は、Aと違い隙間なく筋が一本通るのみである。分鑄の意味は指の仕上げのため(人差し指の内側、薬指の内側、中指全体)。

26. 左足甲部：熔接痕は判りづらい(図65, 66)。右側面、上部、左側面に断続的に痕跡が認められる。分鑄の意味は指の仕上げ(取り回し)(特に指の下面)のためと思われる。

27. 左足中指付け根：熔接痕は、判りづらい(図67, 68)。不定形な筋。裏側は、Aと違い隙間なく筋が一本通るのみである。分鑄の意味は指の仕上げのため(人差し指の内側、薬指の内側、中指全体)。

4. 鑄掛け方法の考察

再現箇所は、27箇所ある熔接ポイントのうち、特に重要と思われる①「Aの右足甲」②「Aの足の中指」③「Aの左肩」④「Bの左脚付け根」⑤「ペニス」⑥「陰囊」⑦「Bの左手首」の7箇所を取り上げた。鑄掛けの外型の制作にはいく通りかの方法が考えられる。大きくは、鑄掛けする部分の周りだけ鑄造土で土手を作り、焼成したのち湯を鑄込む「ブッカケ鑄掛け」(図82)⁽²⁵⁾と、鑄掛けする部分(空洞)に対して鑄型をかぶせ、湯を回す「蒸し鑄掛け」(図83)⁽²⁶⁾に分けられる。そして、後者では接合部の空間に蠟を仕込み、湯口や上がりを設置したのち鑄型を作り、脱蠟焼成を行いそのまま湯を鑄込む「蠟型法」と、蠟を使わず分割鑄型として作り、脱型したのち本体と別々に焼成し嵌め直して鑄込みを行う「込型法」の二つが考えられる。フォルミッリが示した楕

円形鑄掛けの方法は、それぞれの楕円に一回ずつ型を用意して流す、前述の「ブッカケ鑄掛け」に相当する。その他の「普通の鑄掛け」の方法としても「ブッカケ鑄掛け」を想定しているようだ。そして前述の「蒸し鑄掛け」に相当する「フロウ・ウェルディング」⁽²⁷⁾では楕円形をつなぐ部分で湯(熔解金属)が止まってしまうとして、すべての部位で除外している。楕円型と楕円型をつなぐ「筋部分」があるためである。これに対しスタインバーグは古代の鑄掛け熔接を基本的にフロウ・ウェルディングと考えている(Steinberg 1973)。

4-(1)「A右足甲部分」の想定：

一、型の仕掛けの考察：「A右足甲部分」は今まで普通の熔接と言われていたが、詳細な観察によって筆者は楕円形熔接であるという見解に達した。その上で鑄掛け法を考察すると、ブッカケ鑄掛けの場合は4箇所の楕円に1回ずつ鑄掛けを行わなければならない。その場合常に熔接部を上面に設置しなければならないが、足の甲の本体側は全身トルソと一体であることを念頭に入れて想像した場合、厄介な問題が発生する。まず取り回しが容易でなく、一回の鑄込みごとに回転させなくてはならず、焼成を行うのも一回ごとになるので非常に煩雑である。また楕円面が湾曲しているため、多めに流さなければならず仕上げも大変である。次に分割鑄型にした場合、母材の肉厚が大きく、加熱量が大きいため歪み率の差が問題である。鑄掛けの湯は通常より高温にする可能性があり、わずかな隙間でも「さし込み」⁽²⁸⁾が起きやすく決壊の事故を招く恐れがある。さらに鑄込み前の位置合わせに時間を要するために本体が冷めてしまう可能性がある。よって今回は「作りやすさ、合理性」の視点から、①一気に鑄込みができ有利である。②表面の仕上げがしやすい。③型の焼成、脱蠟、本体の加熱を一回で行うことができるなどの利点があると考え、「蠟型」×「蒸し鑄掛け方式」に決定した。

二、鑄込み方向(湯口の位置)の考察：①本体を上向きに寝かせた状態(つま先が上)の場合、湯は水平方向に流れる⁽²⁹⁾(図84)。湯の勢いがやや弱く、楕円形の上に来る部分に湯が回りにくいと思われる。②本体を逆さまにした状態の場合(図85)湯流れは一方通行でスムーズである。湯の勢いは普通。しかし、全身トルソを逆さまにして穴に埋め、その上に窯を築かないといけないので工程上不利である。③本体を立てた状態(図86)の場合は、甲の頂点に湯口を設け、下部に脱湯口(湯捌き/ゆばき)を設ける。脱湯口は蠟捌き/ろうばき⁽³⁰⁾としても働く。湯の勢いは最も強い。湯は二股に分かれて流れる。数秒流したのちに、脱湯口を塞いで湯を堰き止めるのでやや手間がかかる。下部より上がり⁽³¹⁾を設けたことも予想される。この場合は塞ぐ手間はかからないが、湯の勢いがやや弱く、型も大型となり脱蠟に不利である。実験では③の向きを採用(脱湯口あり、上がり無し)した。実際に全身付きで鑄掛けを行った際は(図87)のようになり、像の前方から鑄込みをしたと想定される。

三、ブロンズ肉厚と型の問題：「リアーチェの戦士A」の足の甲部分の肉厚はデータ上約1 cmとなっているが⁽³²⁾、現代の美術鑄物の常識からは厚く思える。型焼成の際本体の加熱が十分に行えるかが問題である。よって鑄型(外型)はあまり厚くせず、3 cmほどとした。中子(内型)に関しては、実際は元の鑄造の中子を再利用したものと考えられることから、パーツ同士の接点は鑄造土を充填し、無垢に近いものとした。中子を繋いだ時にできる隙間にさらに鑄造土を充填し、さし込み防止を図った。

四、蠟の成分と成形法：中子への加圧防止、脱蠟を早く行うことや燃え残りのカーボンを少なくしたい目的で、動物性油脂（市販のラード）と蜜蠟の混合物を用意した。配合比は実験ごとに変えた。蠟の成形は、中子側に少し隙間を持たせることで加圧防止を図った。表面側は、すりきりで完成時のポリウムで成形したものと（図111）、少し盛り上げ（約1mm）楕円形の周りに少し被るものを用意した（図138）。

五、ブロンズ断面の形状：楕円形部分の断面がどうなっていたかは、目視では確認できず予測でしかないが、日本式での通例に従えばV字型の凸面を作った可能性が高い（図88）。この方式は溶融が不完全でも補修が行える。垂直に切り落としただけのものも、溶融が完全であればあり得る（図89）。また、背面からの観察で楕円形が見えないため、柵を作り、中子に楕円形が接していない仕掛けも考えられる（図90）。甲に関しては、この3点を用意した。楕円形同士の間をつなぐ「筋部分」にどう湯を流すか？という問題に対しては、湯の馴染みと、流れを良くするために開先／かいさき⁽³³⁾をブロンズの中子側接点に設け、対応する中子鑄造土部分を削って溝をつける（図91）ことで解決を試みる。また、ブロンズ表面側へ蠟を盛りつけ、湯を通す構造としたものも扱う。

4 - (2) 「A右足中指部分」の想定：

指の断面は面積が小さく1箇所なので、蠟や外型を使わない「ブッカケ鑄掛け」によって行う。仕上げもその方が有利である。熔接箇所は半球状の開先を取り、パーツ同士を鑄造土で仮設し、熔接部分を囲むようにすり鉢状の土手を築く。ブッカケのため蠟は使わない。足先側の肉厚が大きいので母材＋鑄型は十分に加熱することが求められる。鑄ぐるみも考えられるが、熔接材の成分、熔接部分の痕跡から除外できる。何よりも、ブロンズの段階での「人差し指と薬指の仕上げ」という鑄掛け熔接の目的から外れてしまう。

4度目の指の鑄掛け実験の失敗により、指も蒸し鑄掛けである可能性も考えられる事態となった。

甲①②および中指の鑄掛け熔接実験での仕掛けの概略図は（図93、94）で示した通りである。本来は、向こう脛部分は本体トルソと一体であるが、今回は予備実験であるため足首で切ったパーツを使用した。また、それぞれのパーツの中子は鑄造時の中子を再利用したと考えられるが、今回は石膏であることと断面の加工のため中子は取り出し、それぞれのパーツに再度真土の中子を充填する方式とした。実験は鑄込み・割り出しまでとし、仕上げは一部にとどめた。

*以下、A左肩、B左脚付け根、B陰囊、Bペニス、B左手首に関しては、A右足甲、右足中指の実験の結果を踏まえて想定を行った。型の仕掛け、鑄込み方向、ブロンズ肉厚と型の問題、蠟の成分と成形法はA右足甲に準じる。楕円形の断面の形状は「垂直」に絞った。

4 - (3) A左肩部分の想定：

「甲・指」と「A左肩部分」の大きな違いは熔接目的である。「A左肩部分」の熔接は左腕付け根の「脇の下の間」の仕上げが主要目的であると想定した。鑄型の小型化だけが目的ならば、現在の分鑄位置より下の方で水平に一周していれば良いのである。わざわざこの部分で熔接がなされており、なおかつ「脇の下の間」は第二次報告書のX線写真を参照するとパーツ同士がぴったりと重なっている部分が広いと思われる⁽³⁴⁾。なお、脇の下の内部はあえて湯の仕掛けを蠟で施さず、削り中子の要領で隙間を作り湯が差す構造だったと思われる。また、肩部分の想定を行った際に、直接法と間接法に

よって制作法が変わることに気づいた。直接法の場合、肩と腕を繋げて作った場合でも、分割して作った場合でも、パーツ同士がぴったりと重なっている部分の蠟型の成形の工程が煩雑となることは否めない。間接法ならば、蠟板を張る際に厳密な合わせを行うことができる。出来上がったブロンズのパーツの「脇の下の間」に当たる部分は、鑄掛けの仕込みの前に完全にヤスリやキサゲ等で仕上げしておくことが肝心である。楕円の数は、現物から推測して計4個とした。甲部分の結果から、左肩部分においても中心から二又に分岐する方法を想定した。現物を見ると、中心の楕円形同士の接点に丸い痕跡があり、この付近が湯口だった可能性がある。湯流れを考慮すると、トルソを横向きに寝かせ、左肩が上になる位置であったと想定した。窯を組む必要性から、身体右半分は土間に埋め込んで焼成と鑄込みを行った可能性がある。甲と指の実験結果から、蠟は少し多めに盛り上げる方式とする。A左肩部分の仕掛けの概略図は（図95、96）に示した。

4 - (4) B左脚付け根部分の想定：

熔接の規模は全パーツの中で最も大きく、難易度が高い。現物の観察でははっきりとした楕円形は認められないが、強度を必要としたため、外側にも内側にも多く蠟を張り溶融を促進した結果と思われる。熔接目的は、尻の切れ目から内股にかけての切れ込みの仕上げと思われる。前述のAの肩と同様に型の小型化が目的であれば、わざわざ尻の切れ目の上部で接合せず、太腿の上部で切った方が効率も良い。このパーツの切り方こそ、仕上げを行なうべき場所を表している。A像では両脚は同鑄であるが、尻の切れ込みの深さを比較すると、Bの方がより深く切れ込んでいることがわかる（図97、98）。よって、Aでは尻と股の切れ込みの仕上げに対する考え方がBと違っていたと見るべきであろう。このことは、AとBの全身像における造形上の思想の差異を語る上で、重要な部分といえる⁽³⁵⁾。また、Bの脚の遊脚側を切った理由として、狂いが生じるリスクは支脚のほうが大きく、トルソ全体からはみ出る量が支脚を切るよりも遊脚の場合の方が多かったと考えられる。湯口の位置、湯の方向はA左肩部分と同様である。その場合、寝かせた状態で位置合わせを行わなければならないので、（立てたときに）両脚の裏に蠟板などで位置合わせのゲージをあらかじめ作っておいた可能性がある。また、「脇の下の間」と同じく、「股下の間」はX線写真を参照するとパーツ同士がぴったりと重なっている部分が広いと思われる（図81）⁽³⁶⁾。内視鏡写真（図76）を見ると、股の内側のブリッジ部分で金属は決壊痕に近い形で連続して覆われている。これは、股の下の内部はあえて湯の仕掛けを蠟で施さず、削り中子の要領で隙間を作り湯を回す構造だったと思われる。

また、肩部分と同様に、直接法と間接法の問題がある。特に脚の場合は腕よりも深刻だ。直接法では、中子が詰まった状態の脚のパーツ（20kg以上にはなるだろう）を、取ったり付けたりしながら重なっている部分の蠟の成形を行わなければならない。その間トルソ側（200kg以上）は、支脚1本で立たせるために相当の支持構造が必要となる。間接法ならば、蠟板を張る際に厳密な合わせを行うことができる。出来上がったブロンズのパーツの「尻の切れ目、股の下」に当たる部分は鑄掛けの仕込みの前に完全にヤスリやキサゲ等で仕上げしておくことが肝心である（図166）。楕円の数は、現物から計8個と想定した。甲部分の結果から、B左脚付け根部分においても中心から二又に分岐する方法を想定した。湯流れを考

慮すると、トルソを横向きに寝かせ、左側が上になる位置であったと想定した。窯を組む必要性から、身体右半分は土間に埋め込んで焼成と鑄込みを行った可能性がある。蠟は、特に前側は多めに盛り上げる方式とする。湯口から見ると、後ろ側(尻側)の方が距離があることと、楕円形の痕跡が見当たらないことから、楕円形と帯状を合わせた形状(図92)の断面を尻側に採用し、湯流れをより早くさせる構造とした。前側の湯流れの末端は、内部に入り込み性器2パーツを鑄がらくりで止める構造とした(図101)。後ろ側の湯流れの末端は、尻の上部に差し掛かる少し手前に脱湯口を設けた。尻の上端ぎりぎりにしてしまうと、仕上げに影響するからだ。楕円形の数は、前側が4個、後ろ側が4個、計8個とする。性器のパーツと、左脚のパーツを同時にトルソ側へ設置し、パーツごとの接点を厳密に調整したと思われる。鑄込みは性器と同時にを行ったと想定した。B左脚付け根部分の仕掛けの概略図は(図99, 100)に示した。

4-(5) B陰囊部分の想定:

かつてはトルソと陰囊の分鑄位置は陰毛上部とされていたが、不利である。陰囊の接合箇所は表面に露出している部分が少なく、おそらく両脚には熔接されておらず接しているだけであろう。また、無垢鑄造でもあることから溶融温度の調整も難しい。像内部で強固に接合されなくてはならない。このことから、「鑄がらくり」の構造を持った鑄掛け熔接であったと想定する。陰囊もペニスも、粘土または蠟での第一次原型の段階で分けて制作されたと想定する。第二次原型(蠟型)の段階で、鑄がらくりの仕掛け(突起)を作る。両方も無垢鑄造する。Bトルソと左脚のブロンズパーツを合わせた時の、性器が収まる位置の中子を削って、鑄がらくりの金属が流れる空洞を作る。表面にわずかに現れる隙間には蠟を詰めて形を作る。前側の湯流れの末端は、陰囊右側付け根の端の少し手前に脱湯口を設ける。付け根の端ぎりぎりにしてしまうと、仕上げに影響するからだ。陰囊と両脚は極めて精巧に接している。トルソを鑄造する際にブロンズの性器パーツを「鑄ぐるみ」で付けた場合も、左脚を熔接する前にトルソ側へ先に熔接した場合でも、左脚との隙間をあとから微調整することは難しい。このことから、性器のパーツと、左脚のパーツを同時に鑄掛け熔接したことが推定できる。トルソと左脚、陰囊、ペニスの仕掛けの概略図は(図99, 100, 101)に示した。

4-(6) Bペニス部分の想定:

ペニスは、熔接線が表側にないことから、像内部で強固に接合されなくてはならない。陰囊と同じく「鑄がらくり」の構造を持った鑄掛け熔接であったと想定する。ペニスと陰囊の重なる部分は熔接されておらず接しているだけであろう。想定は、上記「陰囊部分」と同様である。

4-(7) B左腕部分の想定:

分鑄の理由は、A右足甲と同じく手先の細部の仕上げのためであったと思われる。B左腕部分は後補であるが、合金の配合はトルソとあわせ、第一次利用時(原作)を想定して行った。楕円形の配列は、全熔接痕のうち最もはっきりしているA左腕のものを参照し、4個とした。鑄掛け熔接は、Bの現状は「肘から先(ポルパークスを含む前腕)のパーツ」と「左手のパーツ」の接合ということになるが、Aを参照するならば第一次利用時(原作)は「左肩から手首までのパーツ」と「左手のパーツ」ということになる。順番としては左腕とトルソを接合する前に行ったと想定する。鑄込みの方向はA

左腕のものを参照し、下部の楕円の中心の穴が湯口由来のものと仮定した。よって上下逆転状態で鑄込んだと想定した。これは、窯のなかでは上腕部分が土間に収まるので都合がよい。脱湯口は一つとした。B左腕部分の仕掛けの概略図は(図103, 104)に示した。

5. 鑄造実験

〔蠟型成形とブロンズ原型について〕

今回使用したパーツは、再現模刻像からシリコン型または石膏割型を作り、そこから蠟型(蠟による原型)を成形した。それぞれ楕円形の隙間は蠟の段階で作っておいた(ブロンズの段階で彫ったとする考えもあるが、不合理である)。蠟型の詳細なデータはそれぞれのパーツの実験記事で後述する。完成した蠟型は石膏鑄造(この工程は古代の再現ではない)でブロンズパーツにした。この際、現物の成分分析による金属配合に基づき鑄造した(表1)⁽²¹⁾。

〔金属の配合と熔解について〕

ブロンズパーツ制作、鑄掛け実験ともに同じく、金属配合熔解(更合わせ/さらあわせ)には、錫のインゴット(1kg)と純銅ペレット(粒状)を使用した。熔解方法は以下のとおり。**①**銅22kg、錫3kg(例:錫12%の場合)を準備する。**②**30番ガス熔解炉(るつぼ上げ式)に点火。火力最大。**③**るつぼに錫のインゴットを投入。**④**錫が溶け次第(10分ほど)、銅ペレットを3kgほど投入する。**⑤**鉄棒でつついて表面が少し動くくらいに溶けたら、また3kgほど投入。これを繰り返す。合金が出来ている場合は、最後に合金を足して量を調整する。**⑥**銅の投入をすべて終えたら鉄棒でかきまぜ、炉の空気孔を絞り、還元炎に変える(酸化防止)⁽³⁷⁾。わずかな隙間をあけて、炉に煉瓦の蓋を置き、温度の上昇を待つ。**⑦**1130℃まで上昇させる(ここまで開始から約1時間)。湯の垢(酸化物等のゴミ)を鉄棒で取り除く(温度が高いため、垢はノロ(スラグ、鉍滓)状である)。**⑧**火を止めたら、すぐに藁灰を湯面に投入する⁽³⁸⁾。**⑨**るつぼを取り出し鑄込みへ。

〔型材について〕

原作の鑄物土/いものつち、すなわち砂や繊維まじりの粘土質で焼成後は素焼き状(800℃焼成粘土)となった、本来の鑄物土⁽³⁹⁾(図102)の研究は途中段階のため、日本古来の土型材である「真土/まね(焼型)」によって代用した⁽⁴⁰⁾。これは、現在我々が使っている材料の中では、古代ギリシアの鑄造土に最も近い素材である。真土は焼成による伸縮が少ないことや耐火度において有利だが筋金を多く入れなければならず、型の構造に関しては古代と若干違いがあることが問題である⁽⁴¹⁾。

〔実験1〕A右足甲部分 合計4点

①〔蠟型成形～ブロンズ原型〕

A右足甲の蠟のパーツ(足先、脚)は、再現模刻像から取ったシリコン型を使用して作成した(図105)。データに従い、厚みを10mmとした。石膏鑄造により、ブロンズパーツとした。この際厚みとの関係から、湯口は「雨堰/あめせき」方式とした⁽⁴²⁾(図107)。鑄込みでは予想以上に湯流れが良かった。現物の湯道と堰の位置を考えるうえで重要な事例となった。

②〔鑄型成形〕(全部で4回の実験を行い、それぞれに若干のデータの差があるが、誌面の制約上、主に「甲1」の制作時のデータを記載)

真土による鑄掛け熔接用鑄型制作の手順

- ① パーツの接合部は、湯馴染みを良くするため酸化膜を取り素地を露出させておく。
 - ② 中子部分はまず、埴汁／はじる⁽⁴³⁾を地金部分に塗布し、玉土／たまつち⁽⁴⁴⁾を厚み2cmほど詰める、この際焼き真土⁽⁴⁵⁾を埋没させ水分を抜く。次に粗土／あらつち⁽⁴⁶⁾を厚み3cmほど詰める。この際も焼き真土を埋没させ水分を抜く。少し乾燥させる。中子は厚み計5cmほどとした。原作ではもともとあった中子を利用したと考えられるが、実験では中子を再び制作する必要があった(図108)。
 - ③ 楕円型の突き合わせ(筋)部分を目安に両パーツを、芯金(焼き鈍した鉄筋)と鈍し番線を用いて合わせ補強する。これは真土型のため必要なことであり、古代の粘土型では多少違う補強を施したと思われる(図109)。
 - ④ 中子同士の間隙に埴汁を塗布し、玉土で埋める。楕円形の筋部分の裏側の中子側を削り(図110)、湯の通り道を作る。中子内面に墨汁を塗布する⁽⁴⁷⁾。足裏の湯周りを良くするため削り中子(ブリッジとなる)を設ける。
 - ⑤ 動物性油脂(ラード)と蜜蝋を配合する。足裏側のブリッジと、湯の通り道となる楕円形部分の間隙に配合油脂を詰め、完成時の表面にあたる部分まで成形する(図111)。この際、中子にあたる部分まで詰めて、中空とする。これは蝋の膨張による型への影響を避けるためである。
 - ⑥ 湯出口として、蠟棒(径10mm)または丸めた紙(燃焼焼失用)を付ける(図112)。
 - ⑦ 片側(足裏側)から、鑄型材を成形する。まず湯の当たる蝋の部分と、そのまわり1cmの範囲に埴汁を塗布した後、肌土⁽⁴⁸⁾を軽く押しあてながら厚み2mmほど付ける。それから玉土(厚み1cm以内)、粗土(厚み2cm以内)を、埴汁と焼真土を交えて付けていく(熔接ラインから約5cm外側まで)。ブロンズ母材の加熱を考慮し型の厚みは約2~3cmほどとした。芯金と番線のまわりは粗土で覆う。土間土などで水分を取り放置、そのまま自然乾燥させる。
 - ⑧ 足裏側の型が少し乾燥したら、土間や作業台などに反転して固定する。
 - ⑨ 上面側の工程を足裏側同様に行う(図113, 114)。湯口は口径4cmほどを粗土で造形する。湯口内面に、墨汁を塗布する。土間土などで水分を取り放置、そのまま自然乾燥させる(図115, 118)。
- * 甲3に関してはフォルミッリが提案した向きで湯口を作成した(図116, 117)。
- ② [焼成と金属熔解、鑄込み]
 - ① 焼成炉の制作。型を乗せる基台として土間に煉瓦(高さ20cmほど)を組み、素灰(陶片)などで隙間を調整し、粗土を交え型を固定する。そのまわりを耐火煉瓦と耐火石を使って組み炉壁とする。炉壁の下部は、通気口として隙間を設け薪用の火口を2箇所作った(図119)。窯の構造は(図121)に示した。
 - ② 焼成は主に薪を使用し補助的に炭を使用。鑄型焼成は一気に加熱を行う「ヒートショック方式」で行った。これによって、脱蠟は早い段階にて完了。焼成温度約800℃⁽⁴⁹⁾。焼成プログラムは(図122)の通り。ブロンズ本体はほんのり赤みが差す状態で、温度を保持。厚みを考慮し、通例行われている鑄掛けの温度よりも母体を熱くした。窯の蓋は、状況に応じて調整。点火より2時間で完了(図120)。薪を使用する利点は、火がまわりまんべんなく鑄型をあたためられること

- と、中性~還元炎を保つことで酸化防止の効果も期待できる。
- ③ 木の棒の先に水粘土を、また水分を遮断するために亜麻仁油を塗ったものを堰き止め用に用意する(図124)。
 - ④ 窯焚きと同時に金属を熔解する。データに基づき純銅87%:錫13%の更合わせを行った。熔解炉内の金属の最高温度は1150℃。鑄込みのタイミングは最終的には炉内の「鑄型と地金の色」で判断(図123)⁽⁵⁰⁾。
 - ⑤ 窯壁を崩し、鑄型の脱湯口の下に湯溜まり用の埴塙を配置。
 - ⑥ 鑄込み。注湯温度は1100℃。勢いよく流す。脱湯口から湯が排出される。注湯から約14秒で堰き止め。計7kgを注入した(図125)。
 - ⑦ 窯内の余熱で60分徐冷する。その後、水冷して割り出しを行う。
- ③ [結果]
 - ① [甲1] 良好(図127, 89, 86)。強度は十分。下部楕円形部分に気泡。(堰き止め用の粘土に油をつけておらず、水分の影響を受けたと思われる。脱湯口の距離が短かった。)楕円形部分にわずかな変形が見られた。(型の土を盛り付けの際の圧力により油脂原型部分が歪んだか、湯の引け⁽⁵¹⁾、蠟煮え⁽⁵²⁾、型の「焼け前」⁽⁵³⁾のいずれかが考えられる。) (図128)。内部に鑄バリが出たが、これは中子同士の間隙に流れ込んだものである。現物の中子はすでに焼成済みのものを使うが、今回は中子の焼成を鑄掛けと同時にやったため引けが大きかったと見られる。
 - ② [甲2] 良好(図129, 88, 86)。強度は十分。内部の鑄バリは、現物に近い形で現れた(図131)。変形が甲1同様に起きた。このパーツでは、中指の鑄掛けを連続して行い、甲と指を同時に鑄掛け熔接した可能性を探った。問題なく行えたことで、同時鑄掛けがあり得ることの検証となった。熔接箇所の部分的な仕上げを行った。研磨作業は、タガネ、ヤスリ、キサゲを用いた(図132)。研磨結果は湯口、楕円形部分、筋部分ともに良好であった(図133, 134)。
 - ③ [甲3] やや良好(図135, 89, 84)。鑄込み時、流れが途中で停止してしまった。本体と熔接箇所に段差が生じた。強度はあるが、研磨すると微細な筋が残った。湯の流れが水平方向であったため、勢いが弱い。この場合は、湯の温度ももっと高くし、脱湯口はもっと太くしなければいけないかもしれない。検証としては有用な資料となった。
 - ④ [甲4] 非常に良好(図137, 90, 86)。甲1, 2よりやや注湯温度を高くした。鑄肌は今までのなかで最もきれいで、ガス欠陥や引けがなかった。今回は、楕円形部分とその周りに蠟を0.5mmほど盛り上げたが、ブロンズ本体とのなじみもよく段差もない。仕上げは右サイド、脱湯口付近を行った。楕円形部分では鑄境は全く見当たらず溶融が完全であることが解る。このことから、蠟の盛り上げの効果は大きく、熔接痕のはっきりしない現物についても説明がつく。筋部分では溶融が進み筋が無くなって一体化していることが解る。楕円形同士が重なったように連続する痕跡についても、「溶融の強い」熔接が行われた結果であることが分かる。
- 甲部分の工程を通しての見解：結果の良好な4点のサンプルは、細かい傷を除けば強度において十分な熔着を示した。鑄掛けにおいてマイナス面と思われた肉厚は、むしろ炉内での加熱の際に脱落の心配が少なく有利であった。楕円形鑄掛け熔接が足甲部分に適用されたということは、すべての熔接箇所に強度をつけるために適用されたと考えられる。それは、特にタガネ仕上げなど最後の仕上げ時の負荷をしのぐ

表2 A右足甲各データ

	楕円型の断面	湯口の配置、流れ方	蠟の配合比	湯の温度 (°C)	流し時間と排出量 秒/kg
甲1	垂直	甲上部、2方向	ラード8:蜜蝋2	1110	14秒/7kg
甲2	V字	甲上部、2方向	ラード8:蜜蝋2	1110	14秒/7kg
甲3	垂直	甲右横、1方向	ラード5:蜜蝋5	1120	5秒/5.5kg
甲4	柵型	甲上部、2方向	ラード5:蜜蝋5	1130	15秒/7.4kg

ためであったと考えられる。また、楕円形の造作は強度の面だけでなく、パーツどうしの位置合わせの精度を高める重要な仕組みであることから、すべての位置に適用されたと推定する。ちなみに帯状のブロンズパーツも用意して、蠟の埋め込みまでのデモンストレーションを行ったが(図92)、位置合わせの基準がまったく無いので、精度に欠ける。ただし鑄造実験を行っていないため、「強度」に関しては、検証が必要である。ラードの使用は、マイナス面もあった。これは鑄型の成形時に、型材の圧力によって変形をおこすことである。甲4の鑄型の成形では、中子側の開先を作る作業や、中子同士の接点の補修がしづらく、楕円形の「柵型」の断面はあり得ないことが判明した。

[実験2] A右足中指部分 合計4点

① [蠟型成形~ブロンズ原型]

中指の蠟のパーツは、再現模刻像から取ったシリコン型を使用した(図106)。データに基づき、無垢鑄造とした。石膏鑄造により、ブロンズパーツとした。配合比は純銅87%:錫13%とした。中指側の開先と、足先側の開先の比は1:3程度とした。中指の断面は湯との接触面積を多くするため足先側の開先の挟りを深くした(図140)。

② [鑄型成形]

鑄型の制作工程や構造は、甲部分に準じる(図141)。突き合わせ部分が小さいので位置合わせが難しい。とくに下側の鑄型から成形したため、より困難であった。鑄型は、すり鉢状とし、脱湯溝を設ける。

② [焼成と金属熔解、鑄込み]

[指1]は、煉瓦の炉を組み、炭による焼成を行った。焼成温度のデータは取らず「型の色」で判断。鑄込みの直前に窯から取り出し、インゴットケースの上に移した。注湯温度は1030°C。型が少し冷め、湯の温度も低いためか注入した金属が途中で流れず、熔着しなかった。

[指2]は、煉瓦の炉を組み薪で焼成。焼成温度約800°C。窯内での鑄込み、注湯温度は1130°C、7秒計2kgを注入した(図142)。

[指3]は、薪で焼成(甲2と同時にいった)。窯内での鑄込み、注湯温度は1120°C、7秒計2kgを注入した。

[指4]は、薪で焼成(甲4と同時にいった)。窯内での鑄込み、注湯温度は1120°C、10秒計1.6kgを注入した。

③ [結果]

① [指1] 失敗。型割りの際、脱落。原因は湯温不足と鑄型焼成温度不足であったと思われる。

② [指2] 良好(図143)。接合は良好だが、湯出口のレベルをぎりぎり設定したため、引けによって量が少し足りなくなった。

③ [指3] 良好(図144)。位置合わせに関しては、若干のズレが出た。鑄鏡/いざかいが目立つ結果となった(図145)。

④ [指4] 失敗。型割りの際、脱落。原因は今のところ不明。考え得る現象として、①渣汁が熔接面に付着して膜とな

って遮断された。②流し込んだ最初の金属が何かしらの理由で冷めてしまった。③甲の鑄込みの後に行ったため、鑄型と母材の温度が低下した。

中指部分の工程を通しての見解:結果的には、中指の鑄掛け熔接が最も失敗の確率が高い結果となった。これは、この部分のみブッカケ鑄掛け方式であるという理由によるものかもしれない。通常のブッカケ鑄掛けをするものに比べ、厚みが大きい温度の変化に敏感であるかも知れない。現代でも、無垢のパーツ同士の点付け熔接が難しいのと同じである。このことから、仕上げが煩雑ではあるが蒸し鑄掛けである可能性も考えられる。「ずれ」に関しては、反省点が残る。型を作成する前に松ヤニなどで固定をしたほうが良いかも知れない。いずれにせよ、予想外に難易度が高い部位であることが判明した。

表3 A右足中指各データ

	湯の温度 (°C)	流し時間と排出量秒/kg	特記事項
指1	1030	2秒で停止/数10g	
指2	1130	7秒/計2kg	
指3	1120	7秒/計2kg	甲と同時に鑄掛け
指4	1120	10秒/計1.6kg	甲と同時に鑄掛け

[実験3] A左肩部分

① [蠟型成形~ブロンズ原型]

A左肩の蠟のパーツは、再現模刻像から取った石膏割型を使用した。今回は、甲部と違いトルソ側と腕側のパーツ同士が「重複する」部分があることで、どのようにして蠟を型に張り込むか?という問題である。試行錯誤の末に考案した方法は、片側のパーツの接点になる部分に先に片側の蠟板を張り込んで形作り、次に粘土水と唾液⁽⁵⁴⁾による離型材を塗布し、もう一方を張り合わせる。これで一度に両側のパーツの蠟型を成形できる(図146)。現物の楕円形痕がはっきりしており、忠実に写し蠟型の段階で加工した。楕円の形状はA右足甲の実験で問題の無かった垂直断面の楕円とした。計4個の連続楕円形となった。ブロンズパーツは、銅88:錫12%の配合で鑄造した。ブロンズにしてからは、脇の下部分をヤスリやキサゲ等で仕上げる(図149, 150)。A右足中指部分と同じように筋部分の開先部分を削り取った。

② [鑄型成形]

鑄型の成形の手順は、A右足甲部分に準ずるので略す。中子部分の面積が大きいため、突き合わせの際には細心の注意を払う。また、脇の下の奥にあたる「重複する」部分の末端のまわりの中子土は、この部分に湯が回るように少しだけ削っておく(図151)。脱湯口は、撮影用に赤い蠟の丸棒(径10mm)を使用した。楕円形内に詰める蠟は、ラードの成分を減らし、型の成形時におこる圧力の影響を受けないようにした。鑄型成形の過程は(図152~154)に示した。

③ [焼成と金属熔解、鑄込み]

鑄型の焼成方法、窯の組み方はA右足甲部分に準ずるので略す。A右足甲部分の結果に「焼け前」の可能性があるので、

少し焼成時間を延ばした。鑄型の焼成時間は約1時間半で、30分で600℃まで上昇、60分で800℃、以後キープで最終温度は800℃である(図155)。鑄込みの温度は、1130℃にて出湯した。溶融の強いサンプルを示すため、流し時間は多めに取り22秒とした(図156)。

④ [結果]

熔接は良好(図157)。強度は十分。熔接痕は引けがなく鑄肌はきれいである。このことにより、蠟の成分はほとんど蜜蠟でも大丈夫という結果となった。高温で鑄込んだため、湯口の横に引けが出た(図158)。しかし、このことは現物に現れた丸い痕跡(図24)と重なり、湯口の位置を肯定する証明となった。また、中子同士の隙間に湯が差したが、A右足甲と同じ理由で、中子由来である。今回は、蠟を1mm盛り上げた楕円形と筋部分を一部仕上げた。特に長時間流したので、他の部位との連続はとくに滑らかである。鑄境は全く見当たらず溶融が完全であることが解る(図159, 160)。このことから、蠟の盛り上げの効果は大きく、熔接痕のはっきりしない現物についても説明がつく。

A左肩部分の工程を通しての見解：蠟型から鑄込みまでは完璧に行われ、工程の基準を示した。また、鑄掛け後の脇の下は、現物に見る造形感に近く、分鑄をしなければ成し得ないことが分かる。

[実験4] B左脚付け根と性器(陰囊、ペニス)部分

① [蠟型成形～ブロンズ原型]

(1) B左脚一部、Bトルソ一部

今回の実験中、最大の難所である。実際は、トルソと左脚の接合という大がかりなものであるが、実験として上は臍の上部、下は太腿の中間あたりで切り取ったパーツで行った。再現模刻像から取ったシリコン型に蠟板を張り込んで制作した(図161)。肉厚は、全身の平均値をとって7mmとした。A左肩部分と同じく、トルソ側と左脚側のパーツ同士が「重複する」部分があることで、張り込み方法はA左肩部分と同じく、片側ずつ蠟型を成形する方法をとったが、接点の距離が長いので、相当の時間を要した(図162～164)。ブロンズパーツは、銅88：錫12%の配合で鑄造した(図165)。ブロンズにしてからは、尻の割れ目から股の下部分にかけて両パーツをヤスリやキサゲ等で仕上げた(図166)。重複部分が多くあることで、トルソと左脚の合わせがより正確になるという現象が判明した。楕円型の加工は蠟型の段階で行ったが、湯口の位置から見て後ろ(尻)側の距離が長いことから、湯流れの速度をつけるために筋部分の表側を半分のブロンズ肉厚まで削り、楕円の幅と同じ溝を作った(図167, 168)。この構造では、鑄掛け後の表面は帯状となり、現物に見る帯状痕と一致する。この「楕円×帯状」型鑄掛け熔接で起こるデータ採取も目的とした。前側は垂直断面の楕円形とした。後ろ側の楕円は4個、前側の楕円は4個、計8個の連続楕円形となった。A右足中指部分と同じように筋部分の開先部分を削り取った。

(2) B陰囊

陰囊の蠟型は、再現模刻像から取ったシリコン型に溶けた蠟を注型して制作した。蠟型の段階で、鑄がらくり(鑄ぐるみ)の仕掛けを成形する(図169)。内視鏡のデータでは、丸い突起が中子側に突出しているように見えるが(図75)不明瞭のため省略した。トルソ、左脚、陰囊と複雑な接点を持つので蠟型、ブロンズパーツいずれの段階でも接点を精巧

にした。これは、粘土原型の時点でも同じであったと考えられる。ブロンズパーツは無垢で鑄造した(図171)。

(3) Bペニス

ペニスは、陰囊と同様に蠟型の制作をおこなった。陰囊との接点には細心の注意を払った。蠟型の段階で、鑄がらくり(鑄ぐるみ)の仕掛けを成形する(図169)。そのため、ブロンズパーツは現物から見える長さよりはるかに長い(図170)。このことは、造形的にも形態の強さを支える要素であることが判る。陰囊とペニスの重なり方は図172に示した。

② [鑄型成形]

Bトルソ、左脚、陰囊、ペニスの4つのブロンズパーツを組み立てる。トルソ、左脚は、真土や鉄筋で補強しながら位置合わせを行う(図173)。組み立ての際、トルソと左脚の重複部分と楕円形によって思いの外位置合わせが順当に行えた。これは逆をいえば、これが無いとどうにもならない仕組みといえる。陰囊、ペニスは、少量の松ヤニを使ってトルソ側に固定する(図174)。陰囊、ペニスの裏側(中子側)の鑄がらくり用の突起部分を蠟で覆う(図175)。股のブリッジ部分を蠟で覆う。この2箇所は、本来は削り中子であったと考えられる。時間の制約から中子をすべて充填することが叶わず、中子側は4cm程度の型厚となった。楕円形部分の後ろ側は帯状であるので中子側の開先は少なくし、前側の中子側の開先は多めにとった。湯の流れは概略図(図99, 100)に示したとおりであるが、特に脚の付け根前側はここを通過した後、性器の裏側を通過し脱湯口へ至るという複雑なものである。湯の通過する部分に蠟を充填する。とくに前側は、溶融を強くするために表面の蠟の盛り上げを楕円形部分で2mm、筋部分は4mmとした(図176)。前側の湯流れの末端は、想定通り陰囊右側付け根の端の少し手前に脱湯口を蠟棒で設けた(図173)。鑄型の素材や制作方法は、A右足甲部分に準ずるので略す。完成した鑄型は図177に示した。

③ [焼成と金属熔解、鑄込み]

鑄型の焼成時間は約1時間半で、30分で600℃まで上昇、60分で800℃、以後キープで最終温度は800℃である(図122)。実際の窯焼きは、トルソであり中子の質量も大きいことから相当の時間をかけたことだろう。今回の窯のサイズは外寸70h×90w×80dである。実際にはこの位の窯をトルソの一部に組んで焼成を行ったと想定する。鑄込みの温度は、1130℃にて出湯した。溶融の強いサンプルを示すため、流し時間は多めに取る予定であったが、鑄込み途中で前側の湯が止まるという問題が生じたため、後ろ側を14秒で止めた(図178)。

④ [結果]

熔接は良好(図179, 180)。強度は十分。熔接痕は引けがなく鑄肌はきれいである。後ろ側の溶融は強く、「楕円×帯状」形鑄掛け熔接も鑄掛け法のひとつとして考えられる結果となった。前側は溶融が進んでおらず、母体と熔接材の間に段差を生じている。とくに、陰囊とトルソの接点には湯が回らず、隙間を残す結果となった。しかし、この程度の隙間であれば嵌金で修正が可能である。陰囊とペニスの鑄がらくりは成功といえ、強固に固定された。結果に若干の問題はあったものの、仕掛けに関しては概ね成功といえる。仕上げでは、溶融の進んだ後ろ側の帯と、溶融の進まなかった前側の楕円形部分について、研磨作業を行った。後ろ側では鑄境は全く見当たらず溶融が完全であることが解る。前側では、わずかに部品同士の線が露呈した(図181, 182)。

B左脚付け根と性器部分の工程を通しての見解：湯止まりの原因はいくつか考えられる。①左脚付け根から性器の裏側に移行する湯の通り道がやや細く、急な角度も多いので温度が低下したのではないかと見られる。②後ろ側の湯流れが良すぎて、前に回る湯の圧力が低かったのではないか。③陰囊が無垢であるため、放熱により陰囊裏側で温度低下を招き、湯が固まってしまったのではないか。また、後ろ側に適用した「楕円×帯状」の反転ヴァージョン（ブロンズ熔接箇所）の厚み外側半分が楕円形で、中子側半分が帯状という方式も、考えられる。この場合は、内部痕跡は幅広で、表面は楕円形となる。裏側の痕跡は、内視鏡のデータに近い結果となった（図183, 184）。表面の蠟の盛り上げを楕円形部分で2mm、筋部分は4mmとしたため、仕上げ量が多く大変であった。厚みに関しては大きすぎだろう。前述の問題点を解決すれば、より精度の高い熔接が可能と思われる。現物にみる嵌金の多さと比べると、今回の鑄掛け熔接のほうがきれいに行えたといえよう。今回考案した4パーツ同時鑄掛け方法は、いかに効率よく作業するかという視点から考え出した結論であったし、この考えが全工程についても有効である証である。

[実験5] B左腕の鑄掛け熔接の再現実験

① [蠟型成形～ブロンズ原型]

仕様はほぼA右足甲④に準ずる。指は原作とおなじく、無垢とした（図185）。

② [鑄型成形]

仕様はほぼA右足甲④に準ずる（図186, 187）。

③ [焼成と金属熔解、鑄込み]

鑄型の焼成はA左肩部分と同時に行った。筒型となるので、脱湯口は1箇所とした。脱湯口が真下にあると押さえにくいので、斜め横に来るように湯道を曲げた。

④ [結果]

熔接は良好（図188）。強度は十分。熔接痕は引けがなく鑄肌はきれいである。仕上げでは楕円形と筋部分の一部について、研磨作業を行った。鑄境は全く見当たらず溶融が完全であることが解る（図189, 190）。

B左腕部分の工程を通しての見解：これまでの経験から、容易に鑄掛け熔接作業をおこなうことができた。B左腕の鑄掛け熔接は筒型であるため、今回の仕掛けはそのまま「首部分（頭部とトルソ）」の鑄掛け熔接に応用ができる。ここまでの結果として、楕円形付近の蠟の盛り上げは1mm位がベストであることを導きだした。その構造は「筋部分」を表裏で包み込むものであり、強度を上げる鑄ぐるみの要素があったとも想像でき、それが楕円形の意味にもつながる。

6. まとめ

本稿では「リアーチェのブロンズ」における鑄掛け熔接技法について検討し、再現鑄造実験を中心に具体的な工程案を提示した。また、熔接箇所に関する調査成果を報告し、分鑄について総合的に検証した。得られた知見は「リアーチェのブロンズ」にとどまらず、古代ギリシア古典期のブロンズの

熔接全般について応用できる。

1) 鑄掛け熔接に関する新知見

ほぼすべての箇所が「楕円形鑄掛け熔接」であることを提示した。楕円形は、完璧さを求める上で、作業効率から導き出された工法であった事が伺える。楕円形の仕掛けは、第一に「位置合わせの精度」を完璧にすることであり、第二に熔接強度を上げる意味で、合理的な形態であったことが判った。鑄掛けの仕組みは「蠟型」×「蒸し鑄掛け」によるものが、実験によって証明された。今回の実験で①「Aの右足甲」②「Aの足の中指」③「Aの左肩」④「Bの左脚付け根」⑤「ペニス」⑥「陰囊」⑦「Bの左手首」を取り上げたことによって、他の各部分の鑄掛け熔接の技法に応用することができる。実験の結果、楕円形の断面は垂直であることが推測できる。また、現物の目視観察で、楕円形の痕跡が見えない部分は溶融が強い熔接であり、楕円形の痕跡が見える部分は溶融が弱い熔接であることが推測される。さらに、蠟の盛りつけ方の最良点を導きだした。

2) 分鑄における新知見

「リアーチェのブロンズ」は、執拗なまでに仕上げに拘っていた。分鑄の意味は、まずもって「ブロンズでの仕上げ作業追求の結果」であると結論づける。

2) - 1: 切れ込み部分の仕上げ 例: 脇の下、性器、股 (B)

彫刻家にとって切れ込み部分の成形は急所ともいえる部位である。二つのパーツを別々に仕上げ、後に合わせる技は、ブロンズならではの技法であり、この方法でしか成し得ない表現に至っている。ブロンズ彫刻が大理石彫刻に対して有利な点がここにある。

2) - 2: 細部の仕上げ 例: 足の中指、足の甲、手首、首

彫刻家を生業とする筆者の経験として、彫刻は頻繁に転がしながら作った方が端的に「造形しやすい」ということがある。特に、手で抱えられる大きさの場合は尚更である。蠟、キサゲ、ヤスリなどの仕上げ作業を行う際に、作品が固定された状態だと自分が動くしかない。もし細部の彫琢を必要とする場合に、ある部分で切ることが許されるならそうするだろう（足の指がトルソと一体のままの時と、甲で分割できた場合を比較すれば自明である）。ブロンズの制作は、ほとんどの工程が重要な要素を抱えており、どの工程も疎かにできないが、仕上げは格別であった。仕上げをどうするか考えた結果生まれたのが、分鑄であった。

3) 今後の展望

古代ギリシアの鑄造技法、特に「リアーチェのブロンズ」のような超絶技巧が集約された傑作を前に、技法の解明を試みることは難題であった。技法の想定だけでは進まず、「作ってみなければ判らない」ことが非常に多い。謎とされてきた性器、足の中指や、足の甲の分鑄の意味についても制作（追体験）してみなければ判らなかった。以上のことから、今後「実験」に重点を置いて研究を推進する。今回は、ほとんどが全体の一部のパーツだけでの実験だったため、実物との差を考慮して再検討しなければならない。将来的には、等身像での実験を目指している。今回は鑄造士として現代日本の

表4 各部データ

	楕円形の断面	湯口の配置、流れ方	蠟の配合比	湯の温度 (°C)	流し時間と排出量 秒/kg
A左肩	垂直	左側中心、2方向	ラードI: 蜜蠟9	1130	22秒 / 14kg
B左脚付け根、性器	垂直	左側中心、2方向	ラードI: 蜜蠟9	1130	14 (7) 秒 / 9kg
B左腕	垂直	手首下部中心、1方向	ラードI: 蜜蠟9	1130	9秒 / 6kg

真土を使ったが、今後は古代の鑄造土研究と並行して鑄掛け熔接技術の検討を進める必要がある。

1) 武蔵野美術大学

謝辞

今回の実験、執筆にあたっては羽田康一氏、黒川弘毅氏にご教示、ご協力を賜りましたこと感謝申し上げます。

本発表は日本学術振興会科学研究費による成果である。「古代ギリシアのブロンズ鑄造技術——現物調査と再現制作を中心とする国際共同研究」16H03381、基盤研究B一般、2016-2018年度。研究代表者は羽田康一。

【註】

- (1) Hada, Matsumoto 2013.
- (2) 「リアーチェのブロンズ」は「リアーチェの戦士」と表記されることが多いが、イタリアでの通称 I Bronzi di Riace を用いた。
- (3) 第2次修復報告書に、分鑄位置を示唆する X 線 γ 線のデータが記載されている。
- (4) 2016年2月から2017年5月にかけて、合計4回の吹き(窯焼きと鑄込み)によって計11箇所の鑄掛け熔接を行った。鑄込み自体は一瞬であるが、蠟原型や鑄型の準備に多大な時間を要した。
- (5) 筆者が通常行っている技法はアセチレンガス熔接、TIG熔接(電気熔接/アルゴンガス吹き付け)によるものである。
- (6) 現代の熔接に比べ、金属熔解を急激に行わないので、ブローホール等の欠陥が出にくい。
- (7) 「鑄掛け熔接」は羽田による造語。イタリア語では *saldatura per colata* (Formigli)、ドイツ語では *Lötverfahren durch Verguß* (Willer)で、直訳すれば「鑄造による熔接」。英語では *flow-welding*, *flow weld join* (Steinberg)で、「流し熔接」。「楕円形鑄掛け熔接」もフォルミッリの造語 *saldatura in forma ovale* に基づく。
- (8) 「強度の必要な部分への適用」に関しては Formigli 1984。
- (9) 「鑄継ぎ」とは、すでに鑄造したブロンズ部品の縁から先に新たな部位の鑄型を作り、その鑄型に溶融金属を流して鑄造し、接点を接合する方法。「後鑄」ともいう。このうち「芋継ぎ」は縁が無加工の場合をいい、「鑄がらくり(鑄練り/鑄がらくり)」は片方の部品の縁に穴や引っかかる部位を設け、その接点に溶融金属が流れて固定される方法である。これは、溶融が不完全であっても脱落を防ぐ効果がある。例えば鎌倉の大仏には複雑な鑄がらくりの痕跡が見られる。「鑄銕」は、すでに鑄造したブロンズの部品同士の接点の仕掛け(穴や溝、半環など)付近に新たな鑄型を作り、その部位に溶融金属を流して接合する方法。「鑄接」ともいう。「鑄ぐるみ(鑄くるみ)」は、すでに鑄造したブロンズ小部品を鑄型や蠟型に仕込んでおき、本鑄造の時に一体化させる方法。
- (10) ルネッサンスの鑄造技法については Formigli 1999に詳しい。
- (11) 熔接については *Riace* 1984, I, 87-89, 120-126; Hada 2003, 39ff. (総論), 303ff. (「リアーチェ」)。
- (12) *Riace* 2003, II, 126-134, 180-186.
- (13) *Riace* 2003, II, 122-123, 175-177.

- (14) 再現対象は「ロドスの祈る少年」(ベルリン国立博物館、inv.no. Sk2: Hada 2008, 130, E16)。E. Formigli, "XXI. Resoconto degli esperimenti di saldatura per colata e di rifinitura a freddo sui grandi bronzi antichi", Formigli 1999, 317-334.
- (15) Steinberg 1973.
- (16) Brinkmann, in Settis (ed.) 2015. ミラノ、プラダでの展覧会で展示された。
- (17) Matsumoto 2016. T. Matsumoto, K. Hada, "Ricostruzione sperimentale di saldatura in forma ovale del piede destro dei Bronzi di Riace", conferenza al seminario *I Bronzi di Riace: Iconografia e Ricerche Sperimentali*, Università degli studi di Messina, 10 novembre 2016.
- (18) *Riace* 2003, II, 174-176fig.363-365. この部分は X 線の陰影と現物写真との比較ができるため有益である。
- (19) *Riace* 1984, I, 124fig.21.
- (20) *Riace* 2003, II, 181fig.375.
- (21) 「リアーチェの戦士」の合金成分分析は *Riace* 1984, I, 91-92, 102-103, 122-123を参照。
- (22) *Riace* 2003, II, 128fig.240; 130fig.247.
- (23) 本稿で用いた内視鏡データは、2010年4月の調査の際カラブリア修復研究所所長から受領したもの。
- (24) 本稿で用いたガンマ線データには、*Riace* 2003, II 所収のもの(図77-79, 81)と、2011年5月の調査の際カラブリア考古文化財監督局長から受領したもの(図80)がある。
- (25,26) 鑄掛け自体が珍しい技法となった現代では、鑄掛け方の呼び名は鑄造家の間でも流通していない。ここでは香取『美術鑄物の手法』に記された呼び名を引用した。
- (27) フロウ・ウェルディング: *flow-welding*, *pudding*; *saldatura a scorrimento*, *puddellaggio*。
- (28) 鑄型を焼成した時にできた亀裂に湯が入り込んで形として残る現象。
- (29) フォルミッリが想定している向き。足裏にある、金属決壊痕の方向から想定している。今回の実験で行った2方向の湯口の向きで、決壊痕は四方に広がる傾向を見せた。
- (30) 蠟削き=脱蠟焼成の際に蠟が排出される出口。型内部に浸透する量を軽減させる。古代では、蠟の再利用のためにも採用されたと思われる。
- (31) 上がり=鑄込みの際にガス抜けや、金属の流れを良くするために設ける上向きの排気口。
- (32) 第一次報告書 *Riace* 1984, I, 111に像各部の厚みのデータがある。
- (33) 開先=熔接の際、接合する母材間に設ける溝のこと(*groove*)。今回は、厚みの半分ほど(5mm)斜めの面を取った。
- (34) 第二次修復報告書の X 線写真184fig.382 (A左脇), 131fig.251 (B右脇)に見られる。
- (35) AとBの造形にはかなりの差異があり、一言では説明しづらいが、Aは塊感(ソリッド)が強く内側に凝縮した造形、Bは動勢(ムーヴマン)が強く外側に開いた造形が特徴である。
- (36) 第二次修復報告書の X 線写真131fig.250 (B左脚後ろ側)に見られる。
- (37) 現代でよく使われるブロンズ合金のように亜鉛を含まな

いため、酸化しやすい。

- (38) 藁灰は、珪酸分が多い。湯面で皮膜を生成し酸化防止や、酸化物(垢)の吸着、保温などの効果がある。
- (39) 現在我々の手元にあるリアーチェの鑄造土(6点)の質は、焼真土に比べ硬質であり、CaOの含有量が非常に高い。鑄造土の成分については *Riace* 2003, II, 153, 155, 175および私たち日本の研究グループによる定量分析データを参照。
- (40) 今回使用した真土は武蔵野美術大学彫刻学科所有のもの。
- (41) アテネ、アゴラーの前550年頃の鑄造坑から出土した鑄型には芯金は使われていない。
- (42) 雨堰/あめぜき = 蠟原型上方に堰と湯口を設け、鑄込みの際、原型空洞部分に上から下に湯が流れるように満たされて行く方式。
- (43) 埴汁 = 真土型に使う泥漿状粘土。ヘナ土などの粘土類と水を混ぜたもの。
- (44) 玉土 = 細かく篩った焼き真土と埴汁を混練したもの。
- (45) 焼き真土 = 焼成済みの真土(鑄型)を砕いたもの。
- (46) 粗土 = 篩った焼き真土と川砂と埴汁と細かい藁を混練したもの。
- (47) 鑄肌に触れる部分に塗る離型用の塗型材。埴汁と黒鉛を使う場合もある。
- (48) 肌土 = 和紙と水干真土と埴汁などで作成した土。
- (49) デジタル温度計 Morgan Digital Pyrometer SPEEDY を使用。
- (50) 現代でも鑄造家は長年の経験で、焼成窯(鑄型)や熔解炉の温度を見た目の色で判断することがあり、古代では当然の方法である。片目を凝らして火を見る姿は、古代日本の金工の神、天目一箇神/アメノマヒツツノカミの姿に反映されている。谷川『青銅の神の足跡』。
- (51) 引け = 金属の収縮によって起きる変形。今回の実験の場合、通常の鑄込みよりも高い温度で行ったため、これが起こりやすいと考えられる。
- (52) 蠟煮え = 鑄型焼成の際、内部の蠟が急激に沸騰して鑄型に影響し鑄肌が荒れる現象。
- (53) 焼け前 = 型材の焼成が不十分で、水分や有機物の燃え残りに反応して、鑄物にガス欠陥などが生じること。
- (54) ネパールの鑄造調査の際、唾液を蠟型の離型に使用していた。これを応用したところ良好な結果を得た。

【参考文献】

- Steinberg 1973: A. Steinberg, "Joining Methods on Large Bronze Statues: Some Experiments in Ancient Technology", W.J. Young (ed.), *Application of Science to Examination of Works of Art*, Boston 1973, 103-138.
- Formigli 1984: Edilberto Formigli, "La tecnica di costruzione delle statue di Riace", *Riace* 1984, 107-142.
- Riace* 1984: *Due Bronzi da Riace. Rinvenimento, restauro, analisi ed ipotesi di interpretazione*, 2 vols., Roma 1984.

Formigli 1999: E. Formigli (cura), *I grandi bronzi antichi. Le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento*, Siena 1999.

Hada 2003: 羽田康一『古代地中海世界の大型ブロンズ彫刻——制作技術と意味内容』東京大学博士論文、2003。

Riace 2003: *I Bronzi di Riace. Restauro come conoscenza, I: Archeologia, Restauro, Conservazione; II: Scavo dell'interno delle due statue*, Roma 2003.

Hada 2008: 羽田康一『古代ギリシアのブロンズ彫刻——総合的推論のために』東信堂世界美術双書、2008。

Hada, Matsumoto 2013: 羽田康一・松本隆「<リアーチェの戦士>の制作技術——第二次報告」『アジア鑄造技術史學會研究発表資料集』7 (2013), 37-52。

Settis (ed.) 2015: S. Settis, A. Anguissola (ed.), *Serial/Portable Classic. Multiplying art in Greece and Rome*, Milano 2015.

Matsumoto 2016: 松本隆「[リアーチェの戦士 A]の右足における鑄掛け熔接の再現実験」『アジア鑄造技術史学会研究発表概要集』10 (2016), 44-48。

荒木宏『技術者のみた奈良と鎌倉の大仏』有隣堂出版、1959。

石野亨『鑄造技術の源流と歴史』産業技術センター、1977。

谷川健一『青銅の神の足跡』1979; 小学館ライブラリー、1995。

香取一男『美術鑄物の手法』アグネ技術センター、1983。

前田泰次・松山鐵夫・平川晋吾・西大由・戸津圭之介『東大寺大仏の研究』岩波書店、1997。

清水克郎・橋本知女「鑄掛け法による鑄造欠陥部分補修の記録と考察」『高岡短期大学紀要』15 (2000), 61-76。

【図版出典】

- 1, 2, 13 ~ 28, 31 ~ 68, 72, 73, 97, 98 著者撮影: レッジョ・カラブリア国立考古博物館
- 3 ~ 12, 82 ~ 96, 99 ~ 101, 103, 104, 121, 122, 155 著者作成のイラスト
- 29, 30, 69, 70, 71, 74 著者撮影: パラッツォ・カンパネッラ第三次修復室
- 75, 76 2010年4月の調査の際カラブリア修復研究所所長から受領
- 77 ~ 79, 81 *Riace* 2003 (第2次報告書) より転載
- 80 2011年5月の調査の際カラブリア文化財考古監督局長から受領
- 102, 105 ~ 120, 123 ~ 154, 156 ~ 190 著者撮影: 武蔵野美術大学

Flow welding technique of the Riace Bronzes: observations, experimental reconstructions, and verifications

Takashi Matsumoto
Musashino Art University

Abstract

How were joined the pieces cast separately? This is the subject of this paper, as an essential part of our “Investigations on the casting techniques of ancient Greece: Research into the originals and experimental reconstruction”. The objects are the Riace Bronzes AB, the representative Greek Bronzes of the middle 5th c.BC (Museo Archeologico Nazionale di Reggio Calabria). Using the FRP or plaster models that we had already reconstructed, a characteristic welding method of ancient Greek sculptors, i.e. flow-welding in oval form (*saldatura per colata in forma ovale*) has been attempted for the first time in the world: right foot of A (right leg/front half of foot/middle toe); left shoulder/arm of A; buttocks/left leg/scrota/penis of B, left forearm/hand of B. We respected the percentages of the original alloy of each parts and welding bronze (Cu-Sn) and the original thickness. It has been realized that the welding method in oval form was developed as a logical result of their pursuit for the completeness of refinement.

Keywords

ancient Greece, bronze statuary, joining, flow-welding, piece casting, mold, experimental reconstruction



図1 リアーチェのブロンズA



図2 リアーチェのブロンズB



図3 A像分鋳位置・正面



図4 A像分鋳位置・右側面



図5 A像分鋳位置・背面



図6 A像分鋳位置・左側面



図7 B像分鋳位置・正面



図8 B像分鋳位置・右側面



図9 B像分鋳位置・背面



図10 B像分鋳位置・左側面



図11 A像分鋳図



図12 B像分鋳図



図13 ㉓A像 首右側面



図14 ㉓A像 首右側面(ライン)



図15 ㉓A像 首左側面



図16 ㉓A像 首左側面(ライン)



図17 ㉓A像 右肩



図18 ㉓A像 右肩(ライン)



図19 ㉓A像 右手首



図20 ㉓A像 右手首(ライン)



図21 ㉓A像 左肩背面



図22 ㉓A像 左肩背面(ライン)



図23 ㉓A像 左肩左側面



図24 ㉓A像 左肩左側面(ライン)



図25 ㉓A像 左手首右側面



図26 ㉓A像 左手首右側面(ライン)



図27 ㉓A像 左手首左側面



図28 ㉓A像 左手首左側面(ライン)



図29 ㉞A像 陰囊、ペニス左側面



図30 ㉞A像 陰囊、ペニス左側面(ライン)



図31 ㉞A像 右足甲左側面



図32 ㉞A像 右足甲左側面(ライン)



図33 ㉞A像 右足甲上面



図34 ㉞A像 右足甲上面(ライン)



図35 ㉞A像 右足中指付け根



図36 ㉞A像 右足中指付け根(ライン)



図37 ㉞A像 左足甲



図38 ㉞A像 左足甲(ライン)



図39 ㉞A像 左足中指付け根



図40 ㉞A像 左足中指付け根(ライン)



図41 ㉞B像 首



図42 ㉞B像 首(ライン)



図43 ㉞B像 右肩



図44 ㉞B像 右肩(ライン)



図45 ㉞B像 右手首(前腕中央)



図46 ㉞B像 右手首(前腕中央)(ライン)



図47 ㉞B像 左肩



図48 ㉞B像 左肩(ライン)



図49 ㉞B像 左腕



図50 ㉞B像 左腕(ライン)



図51 ㉞B像 左手首



図52 ㉞B像 左手首(ライン)



図53 ㉞B像 陰囊、ペニス右側面



図54 ㉞B像 陰囊、ペニス右側面(ライン)



図55 ㉞B像 陰囊、ペニス左側面



図56 ㉞B像 陰囊、ペニス左側面(ライン)



図57 ㊸ B 像 左脚付け根左側面～背面

図58 ㊸ B 像 左脚付け根左側面～背面 (ライン)

図59 ㊸ B 像 左脚付け根前面

図60 ㊸ B 像 左脚付け根前面 (ライン)



図61 ㊸ B 像 右足甲

図62 ㊸ B 像 右足甲 (ライン)

図63 ㊸ B 像 右足中指付け根

図64 ㊸ B 像 右足中指付け根 (ライン)



図65 ㊸ B 像 左足甲

図66 ㊸ B 像 左足甲 (ライン)

図67 ㊸ B 像 左足中指付け根

図68 ㊸ B 像 左足中指付け根 (ライン)



図69 ㊸ A 像 右足甲中子側

図70 ㊸ A 像 右足中指付け根裏側

図71 ㊸ A 像 左足甲中子側

図72 ㊸ B 像 右腕関節

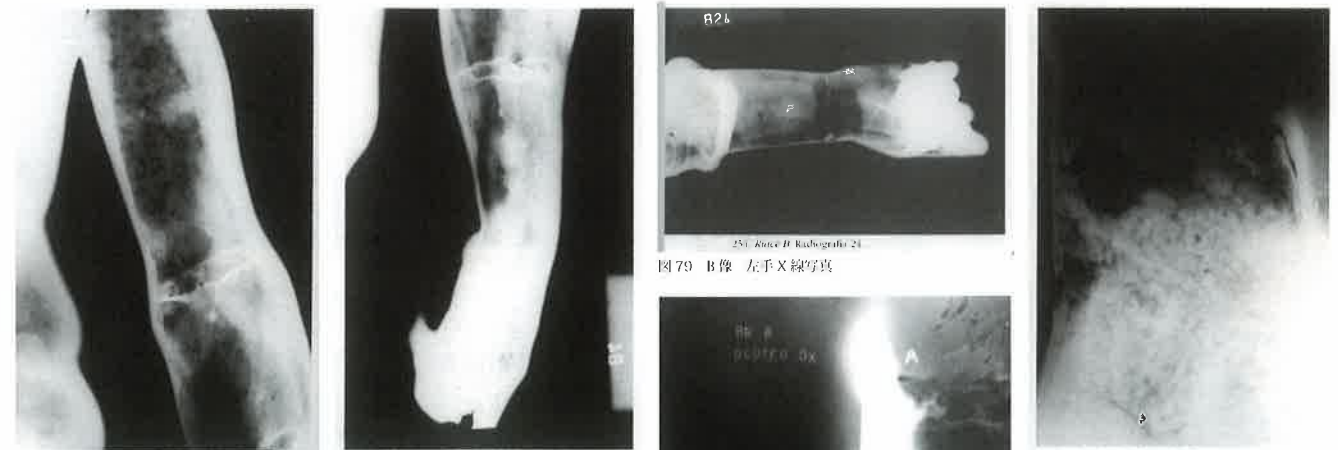


図73 ㊸ B 像 右肘

図74 ㊸ B 像 陰囊裏側

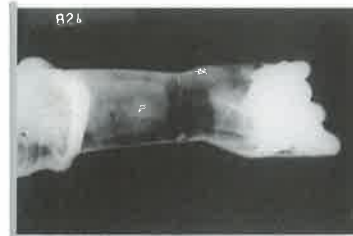
図75 B 像 陰囊、ペニス中子側内視鏡写真

図76 B 像 股中子側内視鏡写真



247. Riace B. Radiografia 18
図77 B 像 右肘 X線写真

246. Riace B. Radiografia 9.
図78 B 像 右前腕 X線写真



251. Riace B. Radiografia 21.
図79 B 像 左手 X線写真



図80 B 像 左脚付け根 (尻切込込み上部) X線写真



250. Riace B. Radiografia 20.
図81 B 像 左脚付け根 X線写真



図82 ブツカケ鋳掛けの概略図

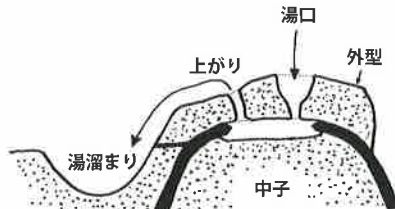


図83 蒸し鋳掛けの概略図

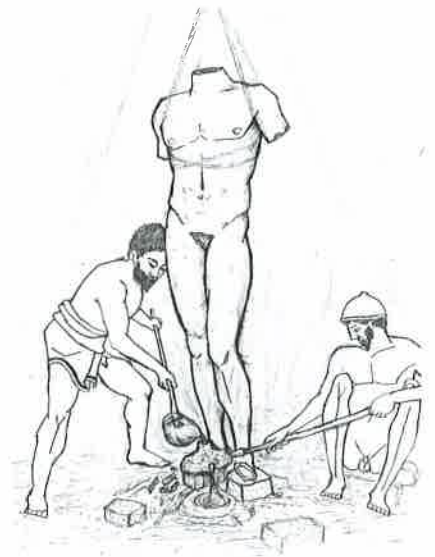


図87 鋳掛け作業の想像図 (A 右足甲)

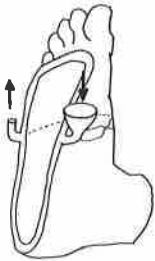


図84 鋳込みの向き a

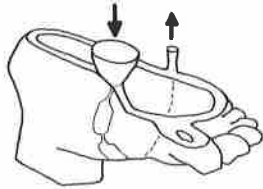


図85 鋳込みの向き b

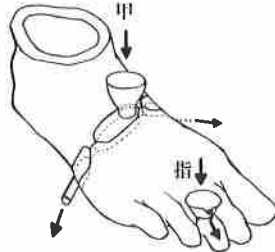


図86 鋳込みの向き c

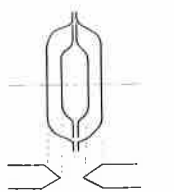


図88 格鬥形部分の断面図 ~V字

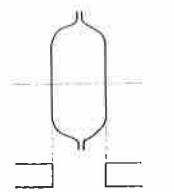


図89 格鬥形部分の断面図 ~垂直

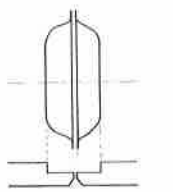


図90 格鬥形部分の断面図 ~網型

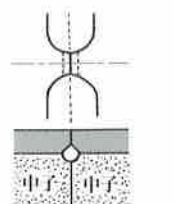


図91 筋部分の開先と中子の溝の断面図

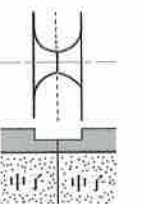


図92 筋部分が帯状の断面図



図97 A像の尻の切れ込み



図98 B像の尻の切れ込み

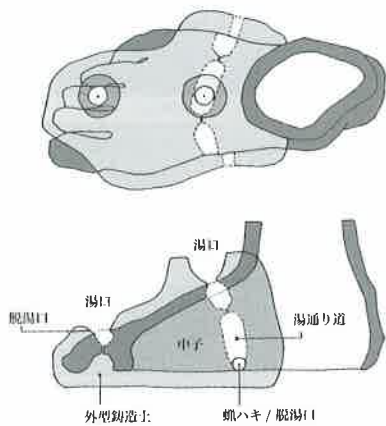


図93 A像右足甲と中指付け根の仕掛けの概略図 (上面と側面)

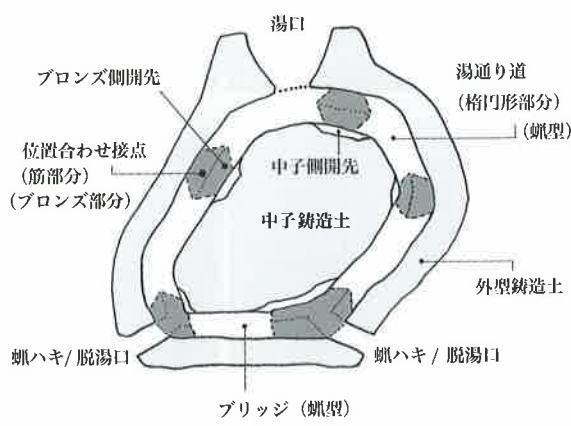


図94 A像右足甲と中指付け根の仕掛けの概略図 (断面)

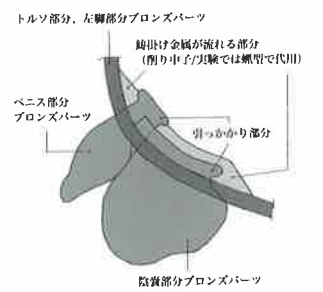


図101 B像陰囊、ペニスとトルソ部分との仕掛けの概略図

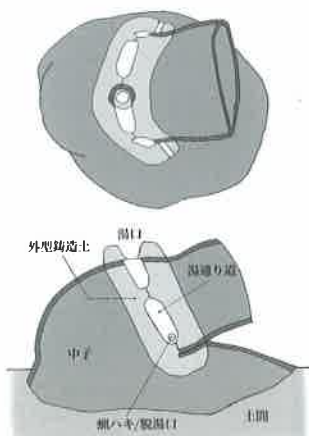


図95 A像左足の仕掛けの概略図 (上面と側面)

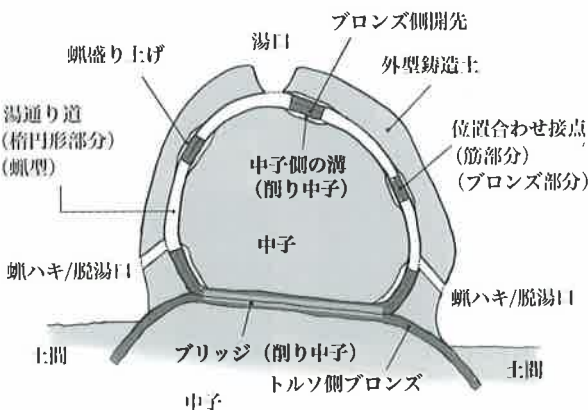


図96 A像左足の仕掛けの概略図 (断面)



図102 A像中子製造土断片 (胸部・ブロンズに最も近い部分)

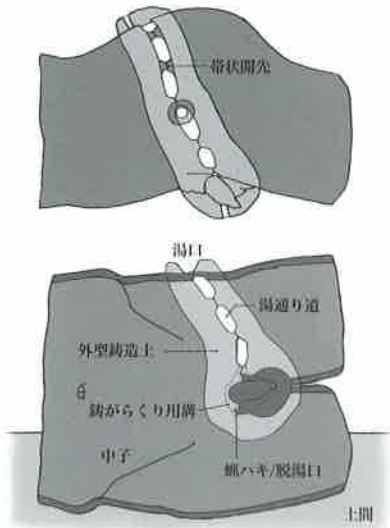


図 99 B 像左脚付け根と陰義とベニスの仕掛けの概略図 (上面と側面)

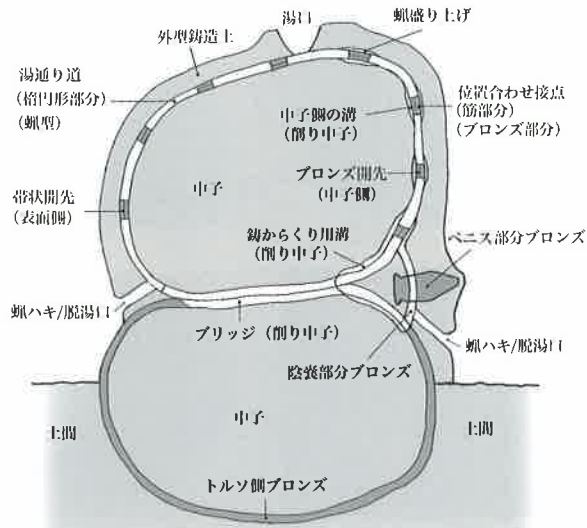


図 100 B 像左脚付け根と陰義とベニスの仕掛けの概略図 (断面)



図 105 A 像右足の蠟型 (参照と足先)



図 106 A 像右足の蠟型 (足先と中指)



図 107 A 像右足先の蠟型 (湯口と上がりの取り付け-両取)



図 108 A 像右足のブロンズパーツと中子土

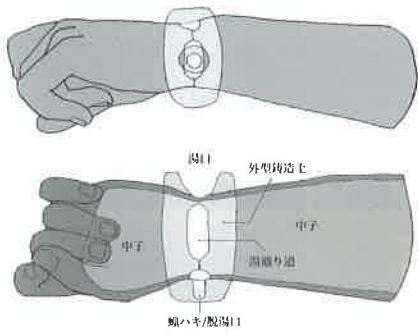


図 103 B 像左手の仕掛けの概略図 (側面と上面)

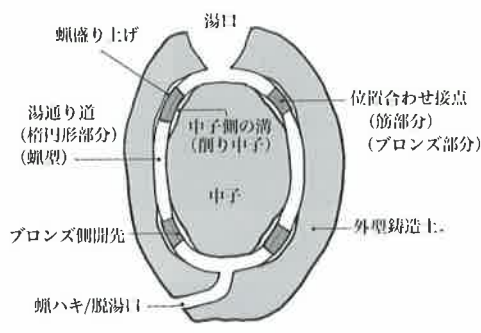


図 104 B 像左手の仕掛けの概略図 (断面)



図 109 芯金の取り付け



図 110 筋部分の削り中子 (溝)



図 111 格闘形部分の [油脂+蜜蝋] の盛りつけ



図 112 足裏部分のブリッジと脱湯口 (紙パイプ/黄色部分)



図 113 鋳型成形 (蠟土)



図 114 鋳型成形 (粘土+蠟土)



図 115 鋳型完成 (A 像右足 1)



図 116 湯口と鋳型成形途中 (A 像右足 3)



図 117 鋳型完成 (A 像右足 3)



図 118 鋳型完成 (A 像右足 4/中指 4)



図 119 鋳成窯の内部の鋳型と新 (鋳成前)



図 120 脱蠟鋳成中の窯

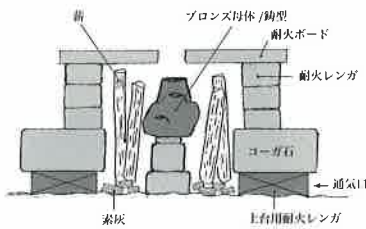


図121 窯の構造図

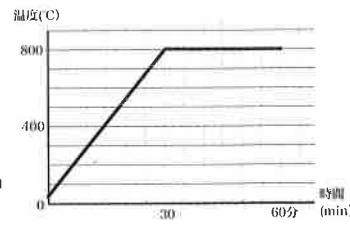


図122 焼成温度表①



図123 鋳込み直前の窯内の色味



図124 押さえ棒に粘上をつける



図125 鋳込み (A像右足甲2)

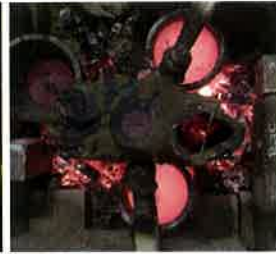


図126 鋳込み直後



図127 A像右足甲1 鋳掛け完成品



図128 A像右足甲1 左側面



図129 A像右足甲2/中指付け根 鋳掛け完成品



図130 A像右足甲2 左側面



図131 A像右足甲2 中子側の鋳バリ



図132 キリゲでの仕上げ例



図133 A像右足甲2 湯口部分仕上げ前



図134 A像右足甲2 湯口部分仕上げ後



図135 A像右足甲3 鋳掛け完成品



図136 A像右足甲4 輪型での指型仕掛け(糊型)



図137 A像右足甲4 鋳掛け完成品



図138 A像右足甲4 指型部分への「油脂+蠟」の盛りつけ



図139 A像右足甲 带状のパーツのデモ (ブロンズ+中子土+「油脂+蠟」の盛りつけ)



図140 A像右足甲中指1 鋳掛け前の仕上げ



図141 A像右足甲中指2 鋳型



図142 A像右足甲中指2 鋳込み



図143 A像右足甲中指2 鋳掛け完成品



図144 A像右足甲中指3 鋳掛け完成品



図 145 A 右足中指3 仕上げ後



図 146 A 左肩 蝋の張り込み (パーツ接点部分)



図 147 A 左肩 蝋型完成



図 148 A 左肩 蝋型完成 (パーツ分け写真)



図 149 A 像左肩 ブロンズパーツ (トルソ脚) の腐の下付近の仕上げ



図 150 A 像左肩 ブロンズパーツ同士の接点



図 151 A 像左肩 ブロンズパーツと蝋



図 152 A 像左肩 精門型部分の [油脂+蝋] の盛り付けと脱湯口の設置



図 153 A 像左肩 鋳型成形



図 154 A 像左肩 鋳型完成

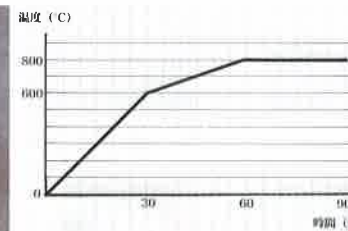


図 155 鋳成温度表



図 156 A 像左肩 鋳込み



図 157 A 像左肩 鋳掛け完成品



図 158 A 像左肩 湯口付近の引け



図 159 A 像左肩 楕円形と筋部分仕上げ前



図 160 A 像左肩 楕円形と筋部分仕上げ後



図 161 B 像左脚付け根 蝋の張り込み (パーツ接点部分)



図 162 B 像トルソ、左脚付け根、陰囊、ペニスの蝋型パーツ



図 163 B 像左脚付け根、陰囊、ペニスの蝋型パーツの組み合わせ。楕円型と帯状の隙間。



図 164 B 像左脚付け根トルソパーツの内側接点部分



図 165 B 像左脚付け根 ブロンズパーツ (トルソ、左脚)



図 166 B 像左脚付け根 ブロンズパーツの接点 (尻の切れ込みの仕上げ)



図 167 B 像左脚付け根 ブロンズパーツの接点 (背面側)



図 168 B 像左脚付け根 ブロンズパーツ (左脚) の断面



図 169 B 像トルソと陰囊、ペニスの蠟型の仮組み



図 170 B 像ペニスのブロンズパーツ



図 171 B 像陰囊のブロンズパーツ
(裏側より撮影 / 上下反転)



図 172 B 像陰囊とペニスの
ブロンズパーツの仮組み



図 173 B 像トルソ、左側、陰囊、ペニスの外型設置成形
(脱湯口設置、陰囊、ペニスのパーツの固定)

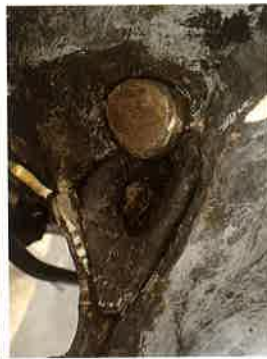


図 174 B 像トルソと陰囊、ペニスの
ブロンズパーツの固定 (裏側)



図 175 B 像トルソと陰囊、ペニスの
ブロンズパーツの鑄がらくり
用の蠟の仕込み



図 176 B 像左脚付け根の鋳型成形。楕円型
及び帯状部分への【油脂+蜜蠟】
の盛りつけ



図 177 B 像左脚付け根の鋳型完成



図 178 B 像左脚付け根の鋳込み



図 181 B 像左脚付け根の鋳掛け仕上げ後 (前面)



図 182 B 像左脚付け根の鋳掛け仕上げ後 (背面)



図 179 B 像左脚付け根の鋳掛け完成 (斜め前方)



図 180 B 像左脚付け根の鋳掛け完成 (斜め後方)



図 183 B 像左脚付け根の鋳掛け後の陰囊、
ペニスの裏側



図 184 B 像左脚付け根の鋳掛け後の湯口の裏側



図 185 B 像左手の蠟型



図 186 B 像左手のブロンズパーツと中子上



図 187 B 像左手の鋳型完成



図 188 B 像左手の鋳掛け完成



図 189 B 像左手の鋳掛け仕上げ前 (左側面)



図 190 B 像左手の鋳掛け仕上げ後 (左側面)