

ま え が き

本誌第1号は、奈良県立橿原考古学研究所附属博物館と文化財と技術の研究会で馬具や装身具の共同復元研究を行ない、それに参加した研究者7名の16編の論考を集め「古代金工・木工技術の復元研究」と題して2000年7月に刊行した（『由良大和古代文化研究協会研究紀要』第6集から転載）。第2号は、福島県文化財センター白河館の開設企画の一部として「福島県内出土古墳時代金工遺物の研究」を行い、それに参加した23名の研究者の論考41編を集め2002年5月に刊行した（『福島県文化財センター白河館研究紀要2001』から転載）。どちらも企画から報告書刊行まで4年以上の歳月を費やした大きなプロジェクトであった。費用的にはこれらの数倍以上の規模の復元研究がこれまでにあったであろうが、プロジェクトチーム（PT）の規模としては最大の復元研究であろう。PT運営上の問題も多く噴出したが、その規模ゆえに古代の生産体制まで復元研究の対象とすることができたと言えよう。1, 2号とも全国の研究者から大きなご支持をいただいたのか、残部はない。紙面を借りて感謝申し上げます。

本第3号は、「三角縁神獣鏡研究」を主テーマとしたが、この研究は、1997年、奈良県立橿原考古学研究所が行った黒塚古墳の発掘調査に端を発する。同古墳から1面の画文帯神獣鏡と33面の三角縁神獣鏡が発見され、橿原考古学研究所では、すぐにその精密調査に取りかかった。その後、河上邦彦奈良県立橿原考古学研究所副所長（工芸文化研究所理事）を研究代表者とする文部省科学研究費基盤研究B「日中古代青銅鏡の製作と流通の研究」（2000年～2002年）および樋口隆康奈良県立橿原考古学研究所所長を研究代表者とする文部省科学研究費基盤研究B「三次元デジタル・アーカイブを活用した古鏡の総合的研究」（2002年～2004年）の両研究の中で、精力的に三角縁神獣鏡などの研究が進められた。現在も京都大学総合博物館、東京国立博物館、宮内庁書陵部、神戸市埋蔵文化財センターなどの機関の協力を得て研究続行中である。本復元研究はそうした数々の成果を基礎として、福島県文化財センター白河館と工芸文化研究所が共同企画したものである。従って、本研究は上記の古代鏡研究に参加した全研究者の努力の上に成立したものといえる。当然のことながらこの研究報告と成果品は、鏡研究に関わるすべての人によって共有されなければならない。幸いにして、本研究報告書は福島県文化財センター白河館のホームページ上で公開される。多くの方の活用を期待したい。また、復元研究の機会とご指導を下さった福島県文化課と福島県文化財センター白河館（まほろん）に対して心より感謝申し上げたい。

なお、『文化財と技術』第3号の論考の内4編は、福島県文化財センター白河館の許可を得て『福島県文化財センター白河館研究紀要2002』（福島県教育委員会・（財）福島県文化振興事業団 2003年8月31日発行）から転載したものである。暖かいご配慮をいただいた福島県文化財センター白河館には重ねてお礼を申し上げます。

2003年12月15日

文化財と技術の研究会 代表

特定非営利活動法人・工芸文化研究所 理事長

鈴木 勉

『文化財と技術』第3号 目次

＜特集 三角縁神獣鏡研究＞

まえがき

鈴木 勉

三角縁神獣鏡の復元

[1] 復元の目指すもの

青山 博樹 1

[2] 会津大塚山古墳出土三角縁神獣鏡の観察

青山 博樹 3

[3] 三角縁神獣鏡復元研究

鈴木 勉 15

[4] 三角縁神獣鏡の鑄造実験

佐藤 健二 87

鏡名の由来と海獣葡萄鏡名の不思議

勝部 明生 101

大型鏡について

河上 邦彦 104

装潢における金工－金属の技巧－

宮田 亮平 120

技術移転論で見る三角縁神獣鏡

－長方形鈕孔、外周突線、立体表現、ヒビ、鑄肌－

鈴木 勉 130

特定非営利活動法人 工芸文化研究所 定款（抜粋） 147

特定非営利活動法人 工芸文化研究所 役員名簿 147

三角縁神獣鏡の復元

[1] 復元を目指すもの

青 山 博 樹

1 はじめに

昭和 39 年、会津若松市史の編纂事業の一環として、会津大塚山古墳の発掘調査が行われた。ここで復元しようとする三角縁神獣鏡は、この調査によって多くの副葬品とともに出土したものである。

東北大学の故伊東信雄氏が中心となったこの発掘は、東北地方の古墳時代像を大きく変えるきっかけとなった調査であった。それまでの東北古墳時代のイメージは、畿内に古墳が出現してから 1～2 世紀ほど遅れてその文化が伝播し、内容も仙台市遠見塚古墳（伊東 1954）などのような全長 100m をこえる大型の前方後円墳でさえも、きわめて貧弱な副葬品しかもっていないという、いわば辺境の後進地域というものであった。

ところが、会津大塚山古墳の 2 基の埋葬施設からみつかった三角縁神獣鏡をはじめとする副葬品は、量的にも質的にもそれまでの東北における古墳時代のイメージを覆すのに十分なものであった。そしてその報告書には、東北地方における古墳時代の到来が決して遅れるものでないことなど、それまでのイメージを大きく変える新しい古墳時代像が描かれた。

調査から 40 年近くがたった現在もなおこれに匹敵する内容をもつ古墳の調査例は東北地方においてなく、会津大塚山古墳の重要性はゆるいではない。古墳は昭和 47 年に国の史跡に、出土品は昭和 52 年に国の重要文化財に指定された。

一方で、40 年という歳月は方法論や調査技術の進展をもたらし、大規模開発の激増は比較されるべき類例を著しく増加させた。会津大塚山古墳に関しても、これらに基づいた新たな視点をもって再検討を続けることが必要である。このような作業は、出土遺物の再検討、墳丘の再測量調査、同じ首長系譜に連なると考えられる大型古墳の発見・調査などにより逐次行われてきた（会津大塚山古墳測量調査団 1989、穴沢・馬目・今津 1989、藤原妃敏・菊地芳朗 1994、菊地 1994a・b、福島県立博物館 1994、丹治 2003 など）。

当館では、発掘調査で出土した遺物の活用を行うことの一環として、製作技術を含めた遺物の復元を継続して行っている（復元研究プロジェクトチーム 2002 など）。先述のとおり、会津大塚山古墳は福島県の歴史を語る上できわめて重要な資料である。なかでも三角縁神獣鏡はつねに大きな論争の俎上にのぼり、報道や概説書に取上げられることも多く、会津大塚山古墳を象徴する存在ともいえる。これに検討を加え、復元した成果を展示することの意義は大きいものと思われる。三角縁神獣鏡を復元の対象としたゆえんである。

2 復元の目指すもの

当館の遺物復元のテーマは、その製作技術も復元することである。ここで復元する三角縁神獣鏡も、形だけの展示品ではなく、製作方法をも明らかにすることができれば、地域の歴史叙述にとどまらないより魅力的な展示とすることができるものと思われた。くわえて、鏡鑑研究の課題である鑄造技術に関する多くの疑問を明らかにすることができれば、今後の研究に資することになるはずである。

どんなにすばらしい研究であっても、その成果を研究者の間だけで理解するのではなく、平易な説明と展示品によって一般に共有されて初めて成果といえる。それが博物館の存在意義でもある。ただ、このような専門的な研究成果をわかりやすく伝えることはなかなか難しいことである。そこでこの事業は、当初より研究から展示までをトータルで行うことに眼目をおき、原資料の複製品の製作、鑄造実験のビデオ取材、三角縁神獣鏡の復元をテーマとした企画展の開催、成果を詳細に公表することをあわせて企画し、研究とその公開の両立をはかった。

3 復元製作にいたる経過

まず、三角縁神獣鏡の復元を鑄造によって行うことのできる専門家の協力が必要であった。この問題については、おりから当館の展示品の馬具や刀の復元品を製作していた鈴木勉氏が三角縁神獣鏡についての研究を進められているところで、本事業への協力を引き受けていただいた。さらに、茨城県真壁町の御鑄物師である小田部庄右衛門氏の協力をいただけることとなった。

復元の作業は、まず会津大塚山古墳から出土した三角縁神獣鏡と、これと同型である岡山県鶴山丸山古墳出土鏡の両者の観察を行うことからはじめた。これによりどのような方法によって製作されたかを検討し、これにもとづいて復元の方針を定めることにした。両鏡の観察には、会津大塚山古墳出土鏡を所蔵する福島県立博物館、鶴山丸山古墳出土鏡を所蔵する東京国立博物館の協力をえることができた。

次に、検討の結果から推定される製作技法によって復元することが可能かどうかについて検証するための鑄造実験を復元に先立って行った。

これらの実験によって、展示品としても耐えうる、また今後の研究に活用できるデータの収集を行ったのち、復元品を製作するという手順をふむこととした。

引用文献

- 会津大塚山古墳測量調査団 1989 『会津大塚山古墳測量調査報告書』
穴沢味光・馬目順一・今津節生 1989 「会津大塚山古墳出土の鉄製三葉環頭大刀について」『福島考古』第30号 福島県考古学会
伊東信雄 1954 「遠見塚古墳」『宮城県文化財調査報告書』第1集 宮城県教育委員会
菊地芳朗 1994 「会津大塚山古墳南棺出土の靱」『福島県立博物館紀要』第8号 福島県立博物館
丹治篤嘉 2003 「会津大塚山古墳の副葬品配列」『福大史学』74・75合併号 福島大学史学会
福島県立博物館 1994 『会津大塚山古墳の時代』
藤原紀敏・菊地芳朗 1994 「遺物解説」『会津大塚山古墳の時代』福島県立博物館

[2] 会津大塚山古墳出土三角縁神獣鏡の観察

—三角縁神獣鏡製作技法の一例—

青 山 博 樹

1 はじめに

会津大塚山古墳出土の三角縁神獣鏡（以下、会津鏡）については、岡山県備前市に所在する鶴山丸山古墳出土の三角縁神獣鏡（梅原 1938、以下鶴山鏡）のうちの 1 面と同範であること、またその鑄造順が会津鏡→鶴山鏡であることが、報告書（伊東・伊藤 1964）においてすでに指摘されている。

現在 2 枚が知られているこの鏡群については、その後、小林行雄氏（小林 1973）や近藤喬一氏（近藤 1973）によって三角縁神獣鏡が体系的に整理される中で、周辺の鏡群と比較検討が行われている。また、福島県立博物館で行われた企画展『会津大塚山古墳の時代』の図録では、編年的な位置づけについて検討された（菊地 1994）。これらによって、当鏡群の三角縁神獣鏡の中での位置が明らかにされている。

ここでは、会津大塚山古墳から出土した三角縁神獣鏡の復元に先立ち、まずは同型の鏡である鶴山丸山古墳出土鏡との比較を細部にわたる観察を通して行い、これらがどのような方法で製作されたかについて検討する。

2 銅鏡の製作技術についての研究

三角縁神獣鏡や画文帯神獣鏡などにみられる同型鏡群^(註1)の詳細な観察をとおしてその鑄造技術を検討するという方法については、先行する多くの研究がある（小林 1973、近藤 1973、富樫・高木 1982、八賀 1984、岸本 1991・1996、川西 1992・1993 a・1993 b・2000、藤丸 1997・1998 など）。ここでこれらがどのような手法をもちい、どのような成果をえているのかをまず概観してみたい。

同型鏡群の鏡背文様を比較してその相互の関係を明らかにしようとする視点は、梅原末治氏（梅原 1944）、小林行雄氏（小林 1952）らによって始められ、西田守夫氏（西田 1970）や近藤喬一氏（近藤 1973）らがこれに続いた。これらによって、鏡背文様だけではなく不用意に鑄だされた鑄型の傷（範傷）の比較が、鑄造技術を探る上で有効な手段であることが指摘された。

その後、これを主要な手法として三角縁神獣鏡の製作技法に言及したのは八賀晋氏である（八賀 1984）。八賀氏は、9 面からなる鏡群を対象にし、そのすべての鏡に共通して鑄型の傷（範傷）に起因する凸部があり、そのいくつかが進行していくことを突き止めた。そして、これらと同じ鑄型から製作された「同範鏡」であると結論した。一方、この他にとりあげた別の鏡群にはこのような範傷が認められないとし、これを一つの金属原型から複数の鑄型を起こすことによって作られた「同型鏡」であるとした。八賀氏は、一鏡群のすべての鏡を観察することにより、その鏡群が製作されていく過程を明快に復元し、また三角縁神獣鏡の鑄造方法に複数の技法がある可能性を示した。このことはまた、同型鏡群の分析方法として範傷や補刻の痕

表 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
会津鏡	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
鶴山鏡	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

ため、比較が困難である。それでもなお両鏡の同じ位置に共通して存在する範傷の範傷Eなどのように会津鏡よりも鶴山鏡のほうが規模の大きいことが判明す

獣像にみられる相違点（図3）
顔の表現がことなっている。相違点は、①主神の目と眉の間隔、②鶴山鏡の鼻



鶴山鏡の範傷

く。
て、出土した三
二つの鏡群につ
ただしその製作
によるものと結
には鋳型全体の

存在が指摘され
かわる解釈は、

やはり進行する
論は、先述の二
の疑問点をあげ、
の結論と同様のも

や進行する傷など
は、同範法と臘原
の。
の範傷がある。
主を含めて考える
枚数の多い鏡群を
は2面しか知られ
この2面の鏡の検

各2体ずつとな
続いて時計まわ
はさんで唐草文帯

は、鋸歯文帯、圈

は文帯を十分割す
は。複波線文帯に

のほうが高い、③鶴山鏡の眉のほうが長い、などである。侍神の顔にも同様の違いがあるようであるが、鶴山鏡の鑄あがりやや不良のため判然としない。また神座の稜線上にある刻みは、会津鏡のみに認められる。

神像B ひざ部分の衣服のひだの形状がことなる。会津鏡は立体的であるのに対し、鶴山鏡は細線によって描かれている。そのほかの部分については、鶴山鏡の付着物のため比較が困難である。

獣像A 鶴山鏡の付着物のため、細部の状況が判然とするのは一部のみである。比較が可能な部分では、顔に差異を認めることができる。相違点として、①目の形状、②髭の形状、の2つを指摘することができる。また顔の右方、紐とのあいだには、会津鏡に表現されている獣像の顔から出る7本の弧状の線が、鶴山鏡にはみられない。

獣像B 両鏡ともに観察が困難な部分であるが、観察が可能である範囲では、会津鏡には後足



図2 鶴山丸山鏡の范傷

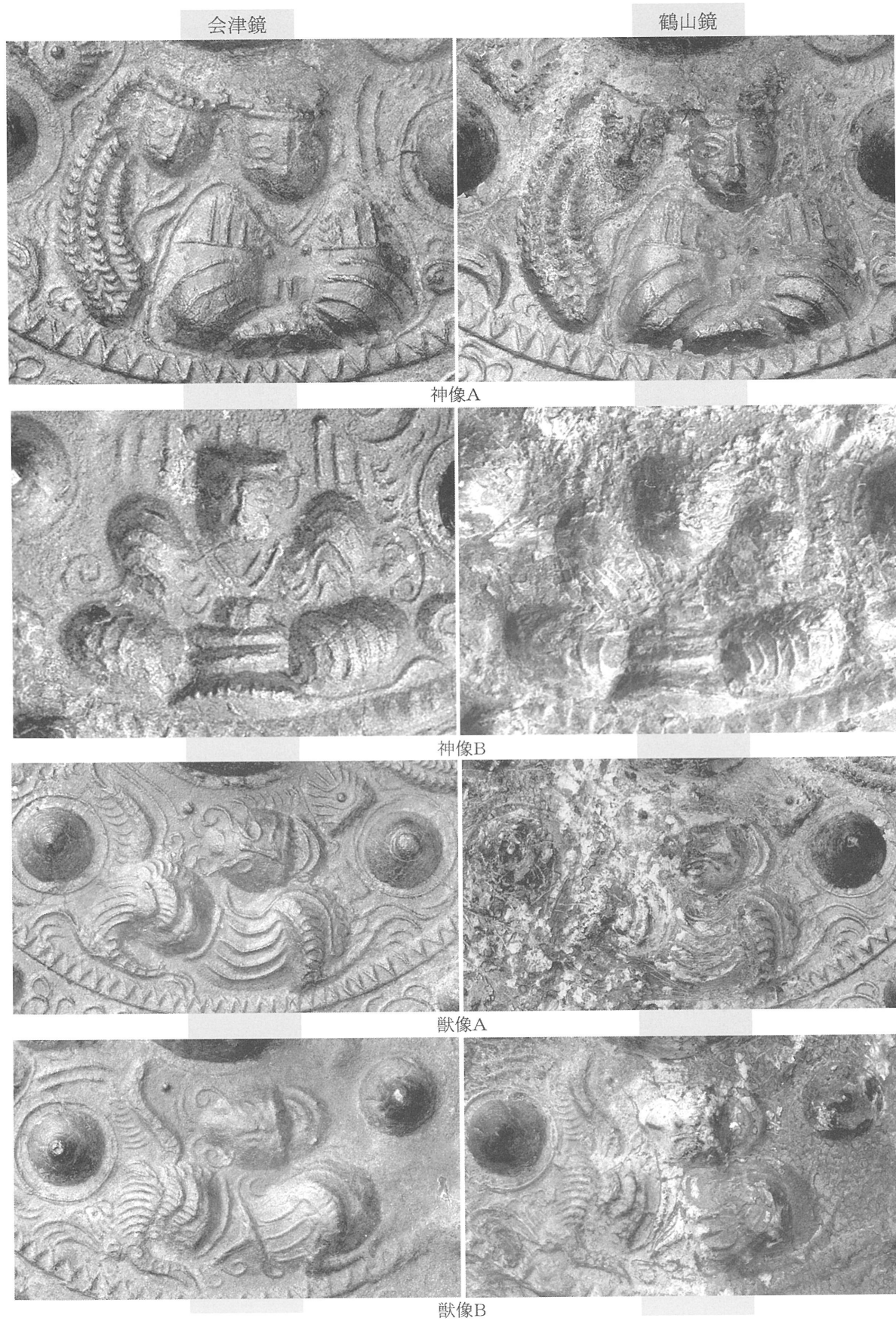


図3 神像・獣像の細部

左側の範傷が1ヶ所であるのに対し、鶴山鏡は2ヶ所である。

これらの相違点は、それぞれの神像・獣像の顔などの一部のみにみられ、その他の部位は同じ形状である。これは八賀氏が検討した鏡群にみられる特徴（八賀1984）と、施される部位などの点が類似している。八賀氏はこれを鋳型に補刻をくわえた結果によるものとしている。

当鏡群においても、相違点はごく一部に限られることから、やはり鋳型の一部に手直しを行ったために生じたもの、すなわち補刻の結果とするのが考えやすい。これは同範法・蜜臘法のどちらでも起こりうる。ただし補刻だけを観察してもどちらが補刻後に鋳造されたものなのかは判断できない。

3) 紐

紐の形状にも両鏡で差異が認められる。会津鏡の紐の頂部付近には、範傷によるものと思われる数個のいびつな凸部がある。いっぽう、鶴山鏡は平滑である。頂部の形状にも、会津鏡がドーム型であるのに対して、鶴山鏡は頂部にやや平坦な面をもつ。

紐孔の方向は、会津鏡と鶴山鏡でほぼ同じ方向をむく。紐孔の形態は、両鏡とも横長の長方形である。会津鏡では入口付近にバリと思われる薄く短い突起がある。鶴山鏡の紐孔は、開口せず異物がつまっている。

4) 乳

乳はいずれも円錐形であるが、湯口付近と思われる位置にあるものはいずれも頂部が丸いドーム形である。ドーム形を呈している原因は、湯口付近にあるゆえの鋳あがりの悪さによるものと思われる。もっとも外側をめぐる乳のうちの1個が、2つの頂部をもつ点も共通している。両鏡とも、内区にある乳の頂部が突出していることも共通である（図4）。

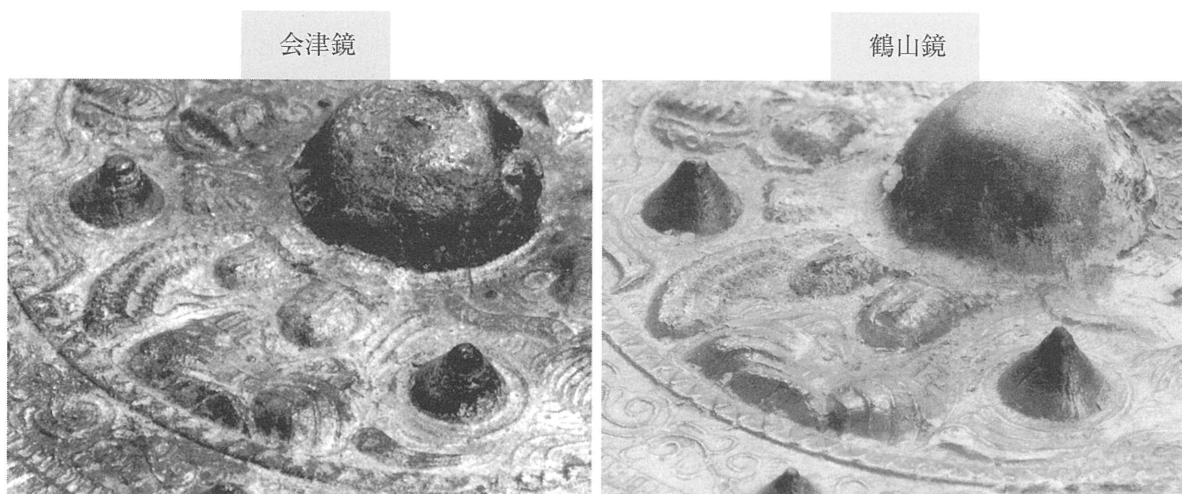


図4 乳の形状と神像A

5) 亀裂線

ここでは、鑄型に生じた亀裂が鑄出されたと考えられるものを、亀裂線とする。

両鏡ともに亀裂線と思われるものを認めることができるものの、鑄造後に凸部を何らかの方法により除去したものと考えられる。よって現状で観察できるのはその痕跡のようなもので、明瞭な凸部としてはみられない。

これがみられる位置は、両鏡とも一致する。また、範傷の多くはこの亀裂線にそって存在していることから、範傷を生じる要因の一つは鑄型に生じた亀裂があげられるかもしれない。

6) 文様の鮮明さ

全体としては両鏡に鑄あがりの良し悪しに大きな差はない。湯口付近の鑄あがりのみは、前述のとおり会津鏡よりも鶴山鏡の方が鮮明に鑄だされている。

7) 小 結

両鏡の細部の観察により、

- ① 内区の神像と獣像の顔など一部の表現に両鏡で差異がある。
- ② 両鏡とも範傷が多くあり、会津鏡の範傷はすべて鶴山鏡に認められ、鶴山鏡にはさらに会津鏡にはない範傷がある。
- ③ 紐の頂部についた傷は会津鏡にのみみられる。
- ④ 乳の先端は両鏡とも突出している。
- ⑤ 両鏡に共通して亀裂線がみられるが、一部は鶴山鏡の方が長い。

などの点がわかった。

このような状況は、個々の要素で判断した場合、②の範傷と⑤の亀裂線からは会津鏡→鶴山鏡の鑄造順序を想定させるものの、③の紐の頂部の傷については鶴山鏡→会津鏡の鑄造順序をそれぞれ想定させる。

①の補刻に関しては、どちらの鑄造順によっても起こりうる。ただし③の紐の頂部の範傷については、粘土をつめるなどの補修が可能である。すなわち鑄造順序を鶴山鏡→会津鏡とする積極的な根拠にはならない。これに対して、②の範傷に関しては、鶴山鏡の鑄造後に鑄型の範傷を粘土で埋めるなどして補修し会津鏡を鑄造したとすれば、会津鏡に何らかの痕跡を残すはずであるが、まったく認められない。⑤の亀裂線に関しても同様のことがいえる。

このような状況を総合すると、両鏡の鑄造順は、会津鏡→鶴山鏡であると考えられる。神像と獣像の顔などにみられる差異は、会津鏡の鑄造後、鑄型を手直ししてから鶴山鏡を鑄造した結果と考えられる。

また、鑄あがりの結果による文様の鮮明度、とくに湯口付近と思われる部分に関しては、鶴山鏡のほうが鮮明である。同範鏡における鑄造の順序と文様の鮮明さはかならずしも一致しないという現象は、八賀氏、岸本氏、藤丸氏が指摘するところと同様である。

また、会津鏡にすでに範傷があること、乳の先端に鑄型にくわえられた手直しの結果による

と思われる突出があることは、会津鏡より以前に同じ鑄型を用いて鑄造が行われたことを示している。

4 推定される製作方法

先述のとおり、会津鏡と鶴山鏡の観察からえられた所見は、八賀氏、岸本氏、藤丸氏が明らかにした特徴と、多くの点で一致している。問題は、八賀氏と藤丸氏はここから同範鏡という結論をみちびき、いっぽう岸本氏は臘原型をもちいた同型鏡であるという結論をみちびき出しているということである。

岸本氏が指摘するように、この観察結果からは上述の二つの技法のどちらかに限られると思われるものの、では、そのいずれかの技法であるかは、鏡の観察からだけでは判断できない。ただし岸本氏が同範法ではないと結論した根拠である「同一範から連続鑄造されたとみるには鑄型全体の傷みが顕著でなく否定的に思われ」（岸本 1996）² という点は、今回の復元で実際に複数の鏡を同一範から鑄造することができたことから、必ずしもあてはまらないことがわかった。もちろんこれは実験の結果であって、実際には両方の可能性を考えなければならない。もう一点、製作工程の数に着目した場合からいえば、同範法の方が一枚一枚の鑄造に際してそのつど鑄型を作らなくてすむぶん、より少ない労力で同じものを鑄造することができる^{（註3）}。このように投下される労力を比較した場合、同範法のほうがより簡素な方法であることを指摘できるが、観察の所見のみからは二つの方法のいずれかまでを断定することはできない。

また、同範か同型かの判断はいったんおくとして、仿製鏡とされてきた当鏡群と舶載鏡に同じ現象が存在することは、双方に同じ技法が採用されていることを示唆する。

5 まとめ

当鏡群は同範法や蜜臘法などの同一の鑄型を起源とする方法で製作され、鑄造された順は、会津鏡→鶴山鏡である。これは、報告書（伊藤・伊東 1964）の指摘を追認する結果である。鑄造方法を特定することはできないものの、それぞれの工程数を勘案すれば、同範法によるほうがより少ない工程で製作することができることを指摘できるのみである。

また、会津鏡にはすでに範傷や乳の先端に鑄型を手直したことによると思われる痕跡を認めることができる。このことから、これより以前に同じ鑄型から未知の鏡が鑄造されたとすることができる。

本稿を草するにあたり、東京国立博物館の古谷毅氏、福島県立博物館の藤原妃敏氏、田中敏氏、菊地芳朗氏に、資料の実見やご教示をいただきました。文末ではありますが記して感謝申し上げます。

註

- (1) ここでいう同型鏡群とは、同じ鑄型もしくは原型が何らかの形で関連した鏡群という意味で用いる。これにはいわゆる同範鏡、同型鏡、踏み返しによって製作される同型鏡などを含む。
- (2) 外区に多くの範傷がみられるという現象は、藤丸氏の検討した鏡群（同範鏡番号60）と同様である。

三角縁神獣鏡の復元

(3) 二つの方法による鑄造方法をシミュレートすると次のようになる。

同範法 ①鑄型の製作→②未知鏡の鑄造→③…→④鑄型の手直し→⑤会津鏡の鑄造→…⑥鶴山鏡の鑄造…

臘原型を用いる方法 ①鑄型（一次範）の製作→②臘原型の鑄造→③二次範の製作→④未知鏡の鑄造→⑤…→⑥鑄型（一次範）の手直し→⑦臘原型の鑄造→⑧二次範の製作→⑨会津鏡の鑄造→…→⑩臘原型の鑄造→⑪二次範の製作→⑫鶴山鏡の鑄造→…

このように、蜜臘法では一枚ごとの鑄造のたびに臘原型から二次範を製作しなければならないが、同範法ではその必要がない。

引用・参考文献

- 網干善教 1975 「三角縁神獣鏡に就いての二、三の問題－唐草文帯二神二獣鏡の同型鏡に関連して－」『樞原考古学研究所論集』創立 35 周年記念 吉川弘文館
- 飯島義雄・小池浩平 2000 「古墳時代銅鏡の制作方法の検討－獣帯鏡のいわゆる『同型鏡』を基にして－」『群馬県立歴史博物館紀要』第 22 号 群馬県立歴史博物館
- 2001 「古墳時代銅鏡の制作方法の検討（二）－三角縁神獣鏡における成分による大きさの変化－」『群馬県立歴史博物館紀要』第 22 号 群馬県立歴史博物館
- 伊東信雄・伊藤玄三 1964 『会津大塚山古墳』会津若松史別巻 1 会津若松市
- 梅原末治 1938 「備前和気郡鶴山丸山古墳」『日本古文化研究所報告』第 9 近畿地方古墳墓の調査 3 日本古文化研究所
- 1944 「上代銅鏡に就いての一所見」『考古学雑誌』34-2 日本考古学会
- 1946 「本邦古墳出土の同範鏡に就いての一二の考察」『史林』30-3 史学研究会
- 岡村秀典 1989 「三角縁神獣鏡研究の現状」『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部博物館図録
- 1989 「三角縁神獣鏡と伝世鏡」『古代を考える 古墳』吉川弘文館
- 1999 『三角縁神獣鏡の時代』吉川弘文館
- 小野山節 1998 「三角縁神獣鏡の鑄造法と同範鏡」『史林』81-1 史学研究会
- 勝部明生 1978 「鏡の鑄造」『鏡』日本古代文化の探求 社会思想社
- 川西宏幸 1991 「仿製鏡再考」『古文化談叢』24 九州古文化研究会
- 1992 「同型鏡の諸問題－画文帯重列式神獣鏡－」『古文化談叢』第 27 集 九州古文化研究会
- 1993 a 「同型鏡の諸問題－画像鏡・細線獣帯鏡－」『古文化談叢』第 29 集 九州古文化研究会
- 1993 b 「同型鏡の諸問題－画文帯環状乳仏獣鏡－」『古文化談叢』第 31 集 九州古文化研究会
- 2000 「同型鏡考－モノからコトへ－」『筑波大学 先史学・考古学研究』第 11 号 筑波大学歴史人類学系
- 岸本直文 1989 「三角縁神獣鏡製作の工人群」『史林』72-5 史学研究会
- 1989 「神獣像表現からみた三角縁神獣鏡」『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部
- 1991 「三角縁神獣鏡の製作技術についての一試論」『権現山 51 号墳』権現山 51 号墳刊行会
- 1993 「三角縁神獣鏡研究の現状」『季刊考古学』第 43 号 雄山閣
- 1995 「三角縁神獣鏡の編年と前期古墳の新古」『展望考古学』考古学研究会
- 1996 「雪野山古墳副葬鏡群の諸問題－“舶載”三角縁神獣鏡の鑄造技術－」『雪野山古墳の研究』八日市市教育委員会
- 北九州鑄金研究会 1997 「銅鏡の復元製作」『文明のクロスロード』Museum Kyushu 15-2 博物館等建設推進九州会議
- 京都大学文学部博物館 1993 『紫金山古墳と石山古墳』
- 車崎正彦 1999 「副葬品の組み合わせ－古墳出土鏡の構成－」『前方後円墳の出現』季刊考古学・別冊 8 雄山閣
- 2000 「三角縁神獣鏡をめぐる」『栃木県考古学会誌』第 21 集 栃木県考古学会
- 小林行雄 1952 『福岡県糸島郡一貴山村田鉾子塚古墳の研究』
- 1952 「同範鏡による古墳の年代の研究」『考古学雑誌』38-3 日本考古学会
- 1957 「同範鏡論再考」『上代文化』第 27 号
- 1961 『古墳時代の研究』青木書店
- 1965 『古鏡』学生社
- 1976 「三角縁神獣鏡の研究－型式分類論－」『古墳文化論考』平凡社
- 1976 「仿製三角縁神獣鏡の研究」『古墳文化論考』平凡社
- 近藤喬一 1973 「三角縁神獣鏡の仿製について」『考古学雑誌』59-2 日本考古学会
- 1983 「三角縁神獣鏡製作の契機について」『考古学雑誌』69-2 日本考古学会
- 1988 「景初四年銘鏡私考」『考古学雑誌』73-3 日本考古学会
- 1988 『三角縁神獣鏡』東京大学出版会

- 澤田秀実 1993 「三角縁神獣鏡の製作動向」『法政考古学』第19集 法政考古学会
- 清水康二 1990 「鏡」『考古学ジャーナル』No.321 ニュー・サイエンス社
- 1997 「古墳時代前期における副葬鏡の意義」『考古学ジャーナル』No.421 ニュー・サイエンス社
- 鈴木 勉 2001 「最先端技術があかす三角縁神獣鏡のナゾ」『復元！三角縁神獣鏡』福島県教育委員会・財団法人福島県文化振興事業団福島県文化財センター白河館
- 鈴木勉・今津節生 1998 「三角縁神獣鏡の精密計測の必要性について－同範・同型鏡論のために－」『青陵』第99号 奈良県立橿原考古学研究所
- 1999 「レーザーを使った三角縁神獣鏡の精密計測」『大和の前期古墳 黒塚古墳調査概報』学生社
- 田中 琢 1977 『日本原始美術大系』4 鐸劍鏡 講談社
- 1979 『古鏡』日本の原始美術 8 講談社
- 1981 『古鏡』日本の美術No.178 至文堂
- 1991 「景初四年銘鏡と三角縁神獣鏡」『辰馬考古資料館考古学研究紀要』第2号
- 1993 「三角縁神獣鏡研究略史」『論苑考古学』天山舎
- 富樫卯三郎・高木恭二 1982 「熊本県城ノ越古墳出土の三角縁神獣鏡について－鳥取県普段寺2号墳出土鏡との比較－」『考古学雑誌』67－3 日本考古学会
- 中野 徹 1996 「中国青銅鏡に観る製作の痕跡－製作と形式－」『和泉市久保惣記念美術館久保惣記念文化財団東洋美術研究所紀要』6
- 新納 泉 1991 「権現山鏡群の型式学的位置」『権現山51号墳 権現山51号墳刊行会
- 西川寿勝 1999 「三角縁神獣鏡と卑弥呼の鏡」『日本考古学』第8号 日本考古学会
- 2000 『三角縁神獣鏡と卑弥呼の鏡』学生社
- 西田守夫 1966 「黄初四年半円方形帯神獣鏡と円光背のある三角縁神獣鏡」『MUSEUM』No.189 東京国立博物館
- 1970 「三角縁神獣鏡の同範関係資料」『MUSEUM』第232号 東京国立博物館
- 1971 「三角縁神獣鏡の形式系譜諸説」『東京国立博物館紀要』6 東京国立博物館
- 1972 「破鏡の同範関係資料－三角縁神獣鏡と三角縁竜虎鏡－」『MUSEUM』253 東京国立博物館
- 1976 「三角縁神獣鏡の同範関係資料（三）」『MUSEUM』第305号 東京国立博物館
- 1978 「三角縁神獣鏡の同範関係資料（四）」『MUSEUM』第326号 東京国立博物館
- 1980 「竹島御家老屋敷古墳出土の(正)始元年三角縁階段式神獣鏡と三面の鏡－三角縁神獣鏡の同範関係資料－」『MUSEUM』No.357 東京国立博物館
- 1987 「姫路市奥山大塚古墳出土の呉代の仏像?鳳鏡とその「同範鏡」をめぐって」『考古学雑誌』73-1 日本考古学会
- 1993 「三角縁対置式神獣鏡の図紋」『国立歴史民俗博物館研究報告』第55集 国立歴史民俗博物館
- 八賀 晋 1984 「仿製三角縁神獣鏡の研究－同範鏡にみる範の補修と補刻－」『学叢』第6号 京都国立博物館
- 1990 「鏡をつくる」『古墳時代の工芸』古代史復元7 講談社
- 樋口隆康 1953 「同型鏡の二、三について－鳥取県普段寺山古墳新出鏡を中心として－」『古文化』1-2
- 1979 『古鏡』新潮社
- 1992 『三角縁神獣鏡綜鑑』新潮社
- 2000 『三角縁神獣鏡新鑑』学生社
- 福永伸哉 1991 「三角縁神獣鏡の系譜と性格」『考古学研究』38-1 考古学研究会
- 1992 「三角縁神獣鏡製作技法の検討－鈕孔方向の分析を中心として－」『考古学雑誌』78-1 日本考古学会
- 1992 「規矩鏡における特異な一群－三角縁神獣鏡との関連をめぐって－」『究班』埋蔵文化財研究会15周年記念論文集
- 1992 「仿製三角縁神獣鏡分類の視点」『長岡京古文化論叢』Ⅱ 中山修一先生喜寿記念事業会編
- 1994 「仿製三角縁神獣鏡の編年と製作背景」『考古学研究』41-1 考古学研究会
- 1994 「三角縁神獣鏡の歴史的意義」『倭人と鏡』その2 第36回埋蔵文化財研究集会 埋蔵文化財研究会
- 1996 「舶載三角縁神獣鏡の製作年代」『待兼山論叢』第30号史学篇 大阪大学文学部
- 1994 「三角縁神獣鏡製作地の研究」『リポート』第41号 山陽放送学術文化財団
- 2000 「古墳時代の型－銅鏡－」『型からひもとく歴史像』第4回古代史博物館フォーラム歴史を語る
- 福永伸哉・岡村秀典・岸本直文・車崎正彦・小山田宏一・森下章司 2003 『シンポジウム三角縁神獣鏡』学生社
- 藤丸詔八郎 1997 「三角縁神獣鏡の製作技術について－同範鏡番号60鏡群の場合－」『研究紀要』Vol.4 北九州市立考古博物館
- 1998 「三角縁神獣鏡の製作技術について－同範鏡番号19鏡群の場合－」『研究紀要』Vol.5 北九州市立考古博物館
- 2000 「三角縁神獣鏡の製作技術について（予察）－製作工程に「踏み返し」が介在する同範（型）鏡群の場合－」『研究紀要』

三角縁神獣鏡の復元

Vol.7 北九州市立考古博物館

藤原妃敏・菊地芳朗 1994 「遺物解説」『会津大塚山古墳の時代』福島県立博物館

森下章司 1989 「文様構成・配置からみた三角縁神獣鏡」『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部博物館

1991 「古墳時代仿製鏡の変遷とその特質」『史林』74-6 史学研究会

1993 「紫金山古墳出土の仿製鏡」『紫金山古墳と石山古墳』京都大学文学部博物館

1997 「三角縁神獣鏡と前期古墳」『考古学ジャーナル』No.421 ニュー・サイエンス社

1998 「古墳時代前期の年代試論」『古代』第105号 早稲田大学考古学会

王 仲殊 1992 『三角縁神獣鏡』学生社

王仲殊・徐萃芳・楊泓・直木孝次郎・田中琢・田辺昭三・西嶋定生 1985 『三角縁神獣鏡の謎』角川書店

[3] 三角縁神獸鏡復元研究

―検証ループ法の実施―

鈴木 勉

1 三角縁神獸鏡製作技術研究と復元研究

1) 三角縁神獸鏡製作技術研究のこれまで

(1) 観察・推定法の問題

富岡謙蔵は古鏡の製作技法などをキーワードにする仿製・舶載の判別法4項目を挙げた。後の研究者のように「作りの悪さ」だけで仿製と舶載を分けるのではなく、基本的な判定基準に鏡背文様の本来の意味なども加えて言及していることに富岡の判断の客観性と鏡作りに対する理解度の高さが理解されるのである。技術と思想をしっかりと分けて捉えようとしているのであるから、古代の鏡工人の心と技術を捉えることが出来る鋭い感受性を富岡は持っていたのであろう（富岡 1920）。

富岡が提出した判定基準はその後の研究に大きな影響を与えた。その鑑識眼に基づいた断定的な判定法が、子から孫、孫から曾孫に伝わるように現代の研究者達の頭脳の中に生き続けていることは認めなければなるまい。しかしながら、その判定基準の元となる富岡の優れた観察力と洞察力を後代の人々が継承できたのかは疑問の残るところである。

一方、富岡の影響を最も強く受けた研究者の一人である梅原末治は、同じ鑄型から出たか否かを慎重に検討する必要性を強く訴え、以下のように述べる。「…＜前略＞…こう云ふ同じ鏡範から少くも二面の鏡が作られた事実が知られた際、自ら考へらるべき一つの点として如何にして一つの範から同じ鏡がか様に作り出されるかの現実の問題がある可き筈である。」とし、その為の観察法として「同式同大の理由のみでは実は同じ鏡範から出たとはなしがたい」「たまたま生じた範の崩れや亀裂なども符節を合わせた如く同一なるを要する」「型崩れや外区の帯文の重複した部分までも一致していること」「是等の同じである点を一層確かめる為に拓本に依って調べて見たが、全く相重なって一分一厘の差異もない」などと述べ、できうる限りの精密さで、複数の鏡がどのように同じかを科学的に検討し、客観性の確保に力点を置くべきことを主張したのである（梅原 1944）。それは、鑑識眼とも言うべき富岡の並はずれた判定能力に対抗するかのようにも感じられる。

小林行雄は、『古代の技術』の中で、三角縁神獸鏡を含めた鑄鏡技法について詳しく解説し、諸説の正否について論評した（小林 1962）。また、一貴山銚子塚古墳出土同範鏡群の調査にあたっては同じ文様を持つ鏡群の細部の異同を指摘し、それが一つの範から複数の鏡を鑄造した証拠とした（小林 1952）。小林自身のそうした技術的論究がある一方で、当時盛んに行われていた製作技法研究中心の銅鏡研究の状況を批判し、自身は技法研究に依らない手法で同範鏡分配論を展開した（小林 1961）。しかし、同範鏡分配論は、小林の意図とは異なり、学会の製作技法研究への関心を一層高めることになるとともに、自身も、平行して技術に関する検討を続け、仿製

三角縁神獸鏡の鑄型の詳しい検討などから、様々な鑄造法のあることの可能性について言及するようになった（小林 1976）。しかしながら小林は、それに先だって発表した「三角縁神獸鏡の研究」では形式分類に終始して、鑄造技術や鑄型については全く言及していない。つまり、小林自身が分類するところの中国鏡に関しては、技術的な解析をせず、仿製三角縁神獸鏡についてのみ詳しく述べるのである。不可思議なことである。勝部明生が指摘するように、中国鏡とする三角縁神獸鏡については石型を想定していたのであろうか（勝部 1978）。

樋口隆康は、同型法を主張し、鑄肌の違いなどから仿製と舶載を見分ける方法などを提起している（樋口 1994）。

西田守夫は「三角縁神獸鏡の形式系譜諸説」（西田 1971）において、まえがきでは鑄造方法の検討や製作地の問題には敢えて踏み込まないとしたが、深い観察力によって技術移転の問題まで解析することになった。西田の論述の中には技術系譜（移転）論を展開する大きなヒントがたくさん詰まっており、その後の系譜研究に大きな影響を与えた。

網干善教は、詳細な範傷の観察から、小林説を「仮説的な前提を想定し、さらにその前提の上に仮説を積み重ねて、一つの結論を導き出している。」として、その論理的な過ちを指摘するとともに、小林が他の人の説については「証明はできていない」と繰り返し、ことごとく証明できていないことは前提とならないことを主張しながら、小林自身が設定する前提については全く証明せずに用いるという、小林説の基本的な問題を指摘し、同範法の矛盾を突いた。同時に小林が中国鏡と分類する鏡群を子細に観察して、踏み返し法や同型法を提案した（網干 1975）。

一方、多くの製法技法が推定されて周囲の研究者には大変わかりにくい状況となっていたことも否定できない。そこで勝部明生は、製法技法の数々を整理し、絞り込もうと試みた（勝部 1978）。鏡の鑄造という技術の物理的必然性と技術的必然性の検討から消去法を使って製作方法を絞り込もうとしたのである。勝部は、それまで一つないしは二つの製法技法に固執しがちな学会に対して様々な製作技法を想定した上で研究を進めなければならないことを示した。

岸本直文は、文様の表現方法の違いを抽出し、それをもって技術系譜の整理を行った（岸本 1989）。また、後に緻密な範傷（の結果である鏡背面の突線と突起）の調査から鑄造順序の推定と、ろうを使った同型法による技法の推定を行った（岸本 1991）（岸本 1996）。

八賀晋は、範傷の進行、修正の痕跡、寸法測定によって鑄造順序や踏み返し法採用の有無などについて研究を進め、舶載鏡は同型法、仿製鏡は同範法で作られたと主張した（八賀 1984）（八賀 1990）。

藤丸詔八郎は、緻密な範傷の調査によって同範法の検証を試みた。当初は同範法を追認する結論を得ていたが、調査を進めるに従って、同範法だけでは説明がつかない事例が存在することを突き止め、同範法や踏み返し法を含めた様々な製作技法の想定が必要であることを指摘するに至った（藤丸 1997）（藤丸 1998）（藤丸 2000）。

以上の研究は、勝部の研究を除いてどれも詳しい観察から製作技法を推定する手法（仮に「観察・推定法」と名付けておく）をとっているのであるが、この手法は冒頭に挙げた富岡の

研究手法に準じていると言える。観察・推定法の原理は鏡研究の基本として今後も最も有効な方法として使われて行くに違いない。今後の科学技術の進歩が鏡研究にも取り入れられるようになったとしても、基本に観察・推定法があって、新しい科学技術は、それをより精密で確実なものにすることを「支援」し、あるいは「検証」することに力を発揮するであろう。

とは言え、観察・推定法に問題が無いわけではない。観察結果という「事実」が研究者の頭脳の中で推定という「仮想」に位相を変えてしまうことである。仮想はその上に積み重ねが出来ないという論理上の大きな問題がある。したがって、製作技術に関わるものを論拠としようとした富岡以後の鏡の研究者達は、仮想にすぎない推定を事実に関わりなく近付けるために、近世以来の伝統的な鏡づくりに精通した技術者や金属工学研究者の発言、後には一般的な銅鑄物の工学的データなどを積極的に引用する手法を採ることになる。観察・推定法の特徴の一つであると言えよう。

例えば梅原末治は、技術者荒木宏氏の言として「砂範の分析に依って推定せられたところの砂範に蠟をながして作ったものを銅に置き代えることに依って同形品を多数作り得る技術の存在を以て、それを解するに恰好のものとなした」、「処が鑄造技術の実際からすると、もと出来上った作品を母型として、更に範を作って行く所謂踏返し法があり、また、一般砂型の場合には範の製作に当って焼締りを考慮して、所期よりも若干大きく作るのを常とするといふ。」などと、鑄造技術者の言を取り上げた（梅原 1946）。

また、小林行雄は「型傷は増える」という考えをどこからか手に入れて、同範法論成立の最大の根拠としたが、その依拠するところを示したことを筆者は知らない（小林 1952）。本当に型傷が増える鑄物製品は「同範法」によるものなのだろうか？小林は技術畑出身の自分自身の「判断」を最大の論拠にしようとしたのかもしれない。しかし一方で、鑄造技術の細部について、他者の説は引用し批判するが、自らの判断の根拠を示すことがなかった。例えば、踏み返しの始まりについては鑄造作家である香取秀真の推定を引用したり、正倉院鏡の技術の復元については同じく鈴木信一や内藤春治の論を挙げてその正否を指摘しつつ彼らの言を取捨選択して取り上げたり、他者の説を激しく批判することなどによって自身の論拠の補強を計ったと言えようか（小林 1962）。

樋口隆康は現代の鏡作り師である山本鳳龍氏らの言として「同範の製作は不可能」であることを紹介した（樋口 1992 p231）。

八賀晋は「一般的にはその収縮率は原型の大きさより数%縮小するといわれている。」と記していて、あたかも工学の一般知識を引用したかのように見えるが、「一般青銅鑄物」の収縮率は 1.2%前後のことであって、数%などという一般常識を筆者は知らない。数%という表現は、八賀自身の計測値に意味を持たせるため、すなわち「九面の鏡の各部の寸法の同一性」を裏付けるための恣意的な表現ではなかろうか（八賀 1984）（八賀 1990）。

近年では、ろう製原型の使用を主張した岸本直文らは、「ひとつの鑄型で鑄造を繰り返すいわゆる同範鏡の製作は一般に困難であると言われており」と現代鑄鏡技術の常識を根拠にしたり、技術者である村上隆らの「推定」を報告書の末尾に載せるという手法でその論拠を示すよ

うにしたりもした（岸本1996 - 2）（村上・沢田1996）（註1）。

あるいは小林、八賀、岸本、や藤丸が採用した「範傷は成長する」や、八賀、岸本、藤丸らの「鑄造順序」を裏付けるために否定した「同範を繰り返すと文様が次第に不鮮明になる」などの見解は、今となってはどこからその知識が得られたのかさえ分明でない。これらの指摘も、技術者の発言の一部が考古学界で一人歩きをしてしまったものかもしれない。

引用された技術者の発言や工学的データは原則的に誤りはないのかもしれない。それにも関わらず、そうした発言やデータを根拠にした論考同士が矛盾し合うのはなぜであろうか。

技術者の発言や判断は、ものづくりの研究のあらゆる場面においてそうであるように、全ての事実が「ある一定の条件下では」という前段の『条件語』が付くことに注意する必要がある。例えば『近世からの伝統を持つ今の自分たち（鑄物師）が採用している鏡づくりの手法では』という条件下では「同範法は不可能」であり、『錫15%の銅錫合金の鑄造では』という条件下では「製品は1.2%前後収縮する（ことが多い）」などといったことである。

また、論理の逆転ということもあるようだ。小林が指摘した「同一の範傷がある鏡は同一の鑄型から生まれたもの」という考え方は、おそらくは『同一の鑄型から生まれたとすれば』「複数の鏡は範傷を原因とする同一の突起を持つ（ことがある）」という条件付きの技術的認識について、まず「（ことがある）」という条件語の一部を忘れて採用し、続いて条件語と結果を逆転して利用してしまったために生まれたものと考えられるのである。

『条件語』は忘れられやすくもあり、ときには条件と認識・判断が逆転してしまうこともある。それは技術者の側にも大きな責任があると言えるかもしれない。条件が難しいものになると、説明が長くなりがちであるため、技術者は面倒な気持ちになったり、考古学者におもねる気持ちになって『条件語』を省いてしまうことがあるからである。最も大事な『条件語』を抜きにして、技術者と鏡研究者の間のコミュニケーションが行われることになる。そうして技術はしばしば誤解されることになる。

また、技術者の言が研究成果でないところに問題が生じる原因があった。ものづくりに関わる研究成果であれば、必ずその実験条件や方法が示され、同時にその結果が及ぼす範囲も論文内で限定される。ところが宙に飛んだ技術者の言は、それを聴く側の理解が及ぶものだけが着地でき、他の部分は消えて無くなってしまいがちである。誰が言ったのかすらも解らなくなることが屢々であるし、もちろん発言者に何の責任も発生しない。

そうした問題点を克服するために、各地で技術者を交えたいくつかの再現実験や復元研究が行われ、結果報告も行なわれてきた。

（2）鑄造技術者を交えた復元研究

実験考古学を提唱して数々の銅製品の鑄造に挑戦した中口裕は、鈴鏡や多鈕細文鏡などの同範鏡各1面を作り、その可能性が高いことを示すとともに、初鑄鏡（同範法の1面目）と後鑄鏡（同2面目）の特徴などを示した（中口1974）（中口1982）。貴重な実験であったにもかかわらず、これを引用する考古学研究者は少ない。

久野邦男と久野雄一郎は錫含有率の異なる鏡を8種鑄造し、仕上がりの色、割れやすさ、鏡面研磨などについて検証実験を行い、非実用ではなかったかとの推定をした（久野1982）。

小林昭らは、技術者の立場から鑄造と鏡面研磨に関する古式法の復元に取り組んだ。復元鑄造した鏡と画文帯環状乳神獣鏡の鏡面加工に成果を挙げた（小林昭1983）。

橿原考古学研究所附属博物館では、真土を使った鏡の製作実験を行い、工程の復元を行った（橿原考古学研究所附属博物館1991）。

近つ飛鳥博物館では、人物画像鏡の踏み返し法による鑄造実験を行い、その工程の復元を試みた（地村1998）。

奈良国立文化財研究所飛鳥資料館では、海獣葡萄鏡の踏み返し法による鑄造実験を行い、踏み返し法の特徴を抽出し、予想以上の転写率であったという（奈良国立文化財研究所飛鳥資料館1999）。

遠藤喜代志らの北九州鑄金研究会は、三角縁神獣鏡の復元製作を行った。鏡1面の製作を目指したために、同範法や同型法の検証には至らなかったものの、数々の基本的な技法研究に大きな成果を上げ、いくつかの問題を提起した。ことに反りの問題について「鑄造凝固で反りはきつくなる」という先行研究と「常識」に疑問を投げかけた（遠藤1997）。

三船らの二上山鑄造研究会は、銅鏡の再現実験を継続的に実施し、これまで曖昧な状態に終始していた様々な課題に新しい知見を提供している。鏡の収縮が通説よりも小さいこと、収縮という現象に及ぼす鑄型の熱膨張の影響、踏み返し法による鏡背の傷の変化などについては、特に有用なデータを示した。今回の復元実験との関連が最も深く、筆者は基礎資料として活用した（清水・三船・清水1998）（清水・三船・清水1999）（清水・三船1999）。

飯島と小池は、踏み返し鏡を製作し、それを三次元測定機と顕微鏡アタッチメントを使って精密計測した。全体的に1%前後収縮し、部分的には拡大も見られると報告する。鑄型の縮小と青銅の凝固収縮に分けてデータが示されればと惜しまれるが、その成果は大きい（飯島・小池2000）。

以上のように復元実験は、これまで数多く行われてきた。惜しむらくは2、3の報告を除いて、獲得したデータが公開されないことである。出来上がった鏡を展示したり、出来上がったこと自体で満足するだけでは、大変な手間と費用をかけた作業が生かされない。学問的蓄積がなされないからだ。遠藤らや三船らが提供した実験的な基礎データは、私たちの実験にも生かされている。研究成果の積み上げが確実にでき、その恩恵は後学によって生かされる。今後の復元研究の方向を示すものである。

2) 三角縁神獣鏡製作技法研究の課題

(1) 従来からの製作技法に関する未解決の問題

これまでの三角縁神獣鏡の製作技法に関わる先学の研究にもかかわらず、未解決の問題が山積している。いくつかを示すと、

① 同範法が可能であるか否か。可能であるとすればどういう条件で何枚まで可能か

- ② 鑄造過程で鏡は収縮するか否か どれくらい収縮するか 何が原因で収縮するか
- ③ 范傷はどの段階でできるか
- ④ 范傷は成長するのか
- ⑤ 三角縁神獸鏡の内区の薄さは鑄造可能か
- ⑥ 湯引けで文様は不鮮明になるのか
- ⑦ 反りはどの段階で生まれるのか

提起されている問題は多く、増える一方である。これまでに提起された問題のほとんどが観察・推定法によるために水掛け論に終始してしまうからではないだろうか。そうした状態から議論を進めるためには、小林の言うように製作技術研究を棚上げにしてしまうか、あるいは鏡の鑄造に関する実験的基礎データを作り上げるしかないのではないだろうか。実験的基礎データの信頼性を高めるためには、ある程度の面数の鏡を復元製作することが必要であるため、容易なことではない。しかし、実験条件を絞ることで一歩ずつでも進むことが可能になる。

(2) 出土鏡の観察結果から生じた製作技術の疑問点

黒塚古墳から 34 面の鏡が発見されて以来、筆者らは詳しい観察や計測を行う機会に恵まれた。その結果、数え切れないほどの「疑問」が新たにが発生していた。鏡には様々な「現象」が現れていた。先学が既に指摘してきた「現象」や「問題」も数多く確認する一方で、新たな「現象」もいくつかあった。例を挙げてみよう（鈴木・今津 1999）（鈴木 2000）（鈴木 2001）。

- ① 鑄型のヒビに起因すると想定される鏡背上の無数の細い突線
- ② 鏡背をぐるっと一周する突線（内区と外区の境界に多い）
- ③ 鑄型の損傷に起因するであろう突起
- ④ オーバーハングで鑄型から抜けるか
- ⑤ オーバーハングで同型法が可能か
- ⑥ 神像の鼻の高さの違い
- ⑦ 内区の地肌（鑄肌か？）の違い
- ⑧ 突線頂部の凹線
- ⑨ 鏡背の研磨痕の違いは工房の違いを示すか
- ⑩ 研磨痕は踏み返しの工程で転写されるか
- ⑪ 三角縁の高さの乱れと鏡背文様の崩れとの一致
- ⑫ 湯口の近くには鬆（す）ができやすいか。文様が乱れやすいか

3) 復元研究のあり方

(1) 観察・推定法から検証ループ法へ

1) の(1)項で示したように、これまでの金属古鏡の製作技術研究の多くは観察・推定法によって行われてきた。品物の製作技術研究は、現代の生産現場では日常的に行われている作業であり、おそらくは古代からずっと毎日のように世界中の各地で行われてきたはずである。言葉

をかえれば、それを工夫と言ひ、改善という。このことはものづくりの現場ばかりでなく、日常生活の場面でも普通に行われている。町に美味しい料理を出す店があれば、その料理法を食べながら味わい、観察して推定し、家へ帰って作ってみる。それでも店の味に劣れば、今一度店へ行って食し、再び家へ帰って料理する。人間の暮らしはすべからくそうしたサイクルによって日々改良が加えられている。

生産現場で行っている生産技術の研究は、

＜観察→推定→実験→検証（観察）→推定→再実験→・・・＞

という際限ないループ状の作業工程で行われる。これを「検証ループ法」と呼んでおく。

ところが、長い歴史を持つ鏡研究で行われてきた観察・推定法は、検証ループ法の最初の2作業工程を精細に繰り返すことであった。鏡の研究者は、それをより精細に、より対象面数を増やすことなどで、研究の精度を上げようとしてきた。近年、土器製作や金工などの分野では実験考古学や復元研究と称して、検証ループ法が実施されるようになったが、鏡の製作技術に関する検証ループ法の事例は1)の(1)項で紹介したようにその数は多くない。

鑄造は、数ある金工技術の中でも、最も大きな危険を伴う作業である。湯口から流し込んだ1000℃前後の溶銅が逆噴射して宙に飛び散る大失敗を筆者自身も経験している。鑄型が割れて湯が流れ出し、大きな鑄造現場では死者が出るほどの惨事となった例もある。近年発掘される鑄造遺構で時たま見ることが出来るピット（作業用の大きな穴）は、多くの場合は、鑄型が割れるなどの事故で湯が流れ出したときに溶湯が飛散するのを防ぐ目的で作られたものと言われる。

また、鑄造は大きな装置が必要な所謂「装置産業」の部類に入る。試そうとしても設備から準備しなければならないので、誰でもが簡単にできるというものではない。仮に鑄造工房に復元を依頼したとしても、装置を使用するので安価に済ませることは難しい。いずれにしても、鑄造現場は鏡研究者にとってはかなり遠い存在ではあった。それが検証ループ法の実施を難しいものとしていたのであろう。

しかし、ものづくりには、「作ってみなければわからない」ことが多いことも周知の事実である。不可能だと予想していたことが簡単にできてしまったり、全く予想できなかった困難が突然現れたりする。

筆者らの場合も、観察を繰り返す中で復元実験して確かめたい事柄が日に日に膨らんでいった。観察で得た「現象」は、実際の鏡製作工程で本当に起こるのであろうか。それを確かめるには鏡を作ってみないといけないのではないだろうか。先学の努力によって鏡の研究は「作って確かめる」段階に達していたとも言えようか。これまでに発見された様々な「現象」の全てを検証できるわけではないが、一つ一つ時間をかけて確かめて行く実験が今こそ求められているのであろう。

(2) 形態か技術か

福島県の会津大塚山古墳から東北唯一の三角縁神獸鏡である唐草文帯三神二獸鏡が出土して

いる。この鏡には同範（型）鏡が1面存在する。岡山県鶴山丸山古墳出土鏡である。本計画の最終的なゴールをこの唐草文帯三神二獸鏡2面の原寸大での復元においているが、三角縁神獸鏡研究にとっては、それと同様の重要さで、先に挙げた検証すべき課題がある。

また、鏡の形態の復元を第一義とするのか、鏡の技術の復元を第一義とするのかという問題も重要である。そもそも技術は技術者の身体や頭脳に染みこんだ無形のものである。無形の技術が結果として製品という形態として現出する。しかし、製品の形態が無形の技術の全てを表しているとは言い難い。技術が自らの痕跡を隠すことも高度な技術の内であり、それが形態から技術を復元することを一層難しくさせる。時に無形の技術と有形の製品とを繋ぐ工具や治具、鋳型、加工痕跡などが出土することもあるが、それとても、工程の一場面を想定する助けになる程度のことであって、無形の技術の全てが私たちの前に現れるわけではない。

それに加えて、技術を捉えることを難しくする原因として、技術の四次元性を挙げなければならない。例えば挽き形を回して鋳型を作る作業を見れば、左手で挽き形の回転中心となる軸を下方向へ力を掛けて押さえつつ、右手で型板を回す。その時、工人の目は鋳型の湿り具合やなめらかさを観察している。左手も右手も観察の結果を反映すべく何が起きてもすぐ対処できるように準備を怠らない。そして両足は、両手と目の動きを安定させるためにほどよく踏ん張っている。その全てが時間の経過の中で動き続けていて、それらの全ての関係性こそが「技術」なのだ。したがって、そこに漂う緊張感やそれに至るまでの長い時間を掛けた準備と段取り（環境の整備）、気候との整合など、工人を取り巻く全ての事象が技術を構成することになる。このように技術は動き続けるものであるが故に、筆者はそれを技術の四次元性と呼んでいる。

復元研究は遺物の形態からスタートして無形の技術の復元を試みるのであって、鏡の形態を写し取ること自体が目的ではない。形態という結果を重視するあまりに、ややもすると現代の鋳造技術の一部を使ってでも作り上げてしまいかねないが、現代の技術を使って古代鏡を製作することに歴史学的意味があるとは思えない。無形で四次元的である技術を復元するためには出来上がりの形態への強すぎる固執は望ましいことではない。

（3）実験的手法の限界と要素技術

失敗は製品の上には現れない。だからといって技術者が失敗しなかったわけではない。技術者は失敗を公表することはほとんどないし、積極的に公表するものでなかっただけのことである。失敗は技術者の財産となり、次によりよい製品を作り出すことが出来る糧となる。技術者にとって失敗は「恥」であったのかもしれない。しかし実験・研究にとって失敗は大きな成果である。研究のためには多くの失敗をすることが望ましいとさえ言える。復元研究は無形の技術を復元するのであるから、技術の限界を知るために敢えて失敗が見込まれる実験をも行うべきであろう。

また、古代の技術の全てを一度に復元しようとすることは技術研究の方法として正しくない。製作技術は、多くの要素技術に分解することが可能である。多くの要素技術を抽出し、その中から一つの要素技術を選び取り、それに絞って解析することが求められる。そのためには、他

の全ての要素技術を一定としてそれを与条件として、実験を行う必要がある。従ってむやみに復元の作業に入るのではなく、それぞれの工程で、どの要素技術について実験をするのか目的を明らかにして条件を定め、実験を繰り返す。そうしてデータを増やすことによって、推定の精度を上げることができるようになる。ただしそれには定めた条件（計測方法も含む）を報告書内に明記する必要がある。そうすることによって、その実験がどこまで古代の作業条件に則ったものかを他の研究者が理解することができ、研究者間のデータの共有が可能になる。1面の鏡を作るということに実験の目的を定めたり、伝統的な鏡作りの技術者に製作の条件までも全て任せるような方法では、古代の技術はほとんど解明できないといえる。

(4) 近現代の伝統的な鏡鑄造技術は古代の技術に近いか

復元研究や実験考古学が行ってきた技術者の選定方法について問題とすべき点がもう一つある。それは、考古学研究者が、いわゆる「伝統技術」を持った人に製作を安易に依頼してしまう傾向があることである。

現代に伝わる伝統技術の多くは江戸時代に盛行した技術である場合が多い。その伝統技術は、時間的には古代に近いけれども、技術的に近いという可能性は決して大きくない。技術が継続的発展的に進化するという誤った技術史観に立つために、江戸時代の技術の方が現代の技術よりも古墳時代の技術に近いと考えがちになる。このことは厳しく修正されなければならない。伝統的な技術を有している技術者だから依頼するといったことは避け、遺物から発せられる情報を優先して考えることができる技術者を選定すべきである。

(5) 原鏡製作技術と複製鏡製作技術のどちらを検証するのか？

いわゆる同範（型）鏡が多いのが三角縁神獸鏡の大きな特徴の一つである。ここでは、解析しやすくするために、原鏡（最初の1面）製作技術と、その後の複製鏡の製作技術に分けて考えてみたい。

<原鏡製作技術>

三角縁神獸鏡に見られる立体的な彫刻技法は、文様が突出した状態で施文する方法（陽）と文様が凹入した状態で施文する方法（陰）がある。原鏡の製作技術については、多くの線で表現されている衣の襷、目、眉、羽根などの文様は凸線でその全ての断面形が眉の様な山形（眉山形）をしていることから、陰の状態ではらなどで鑄型に押し込む「へら押し」作業が想定される。また、神像の頬の膨らみや骨格を表現する一部の「薄肉彫り鏡」などは、顔全体を鑄型に直にへら押しする方法と硬い木や金属に凸で彫刻し、それを生乾きの鑄型に押し込む「型押し」の方法が想定可能である。また、頬の膨らみや骨格などを全く表現できないために顔などがのっぺりとした卵状になっている神像がある（三角縁神獸鏡ではこうした表現技法が圧倒的に多い）。この群の鏡は眉と鼻を一本の線で表現し、目と口を線彫りの楕円で表現する。これを「卵に目鼻鏡」と分類して、私は先の「薄肉彫り鏡」と一線を画している（鈴木2000）が、これ

らは「型押し」が一部に使われた可能性を否定できない。神像や獣像の全体を一つの型でつくるのではなく、顔だけの型、膝だけの型などを作り、各部位ごとに生乾きの鋳型に押し込む方法の可能性が高い。

＜複製鏡製作技術＞

一方、複製鏡製作技術は、原鏡などを原型として沢山の鋳型を作る同型法や踏み返し法、あるいは一度使った鋳型を幾度も使用する同範法などの「たくさんつくる技術」であるので、技術的には先に挙げた原鏡製作技術と区別して考えるべきである。また、これまでの筆者らの観察結果では、範傷や修正が一方的に増大するばかりではないことが確かめられており、1組だけの鋳型だけで十数面の鏡を鋳造したとは想定しがたく、鋳型が何回か作り直されていると考えなければ説明できない事象が多数存在していることが明らかになっていた。つまり、これまでのように、この一群は同範法で作られたとか、同型法で作られたなど一概に言えないし、仿製三角縁神獸鏡や舶載三角縁神獸鏡を主語にして同範法、同型法を述べることはできない。色々な技法が状況に応じて使われ多数の同範（型）鏡が作られたことが想定されたのである（今津・鈴木・河上2001）。同型法と言うべき原鏡に真土・粘土などを押しつけて鋳型をつくる工程がどこかしらに存在していたことになる。そこで、今回の研究では、原鏡を用いた複製鏡製作技術に絞って実験を行うことにした。原鏡として、出土鏡を型取りしたレプリカを基にして50%に縮小製作したもの（1/2鏡）と、出土鏡と同じ大きさのものを用意した。どちらも硬質プラスチックを使って製作した。

2 復元研究の条件・目的・方法

1) 復元研究の条件設定

(1) 実験の基本的条件

同範法の可能性を検討するための実験の基本的条件として以下のものを採用した。

- ① 鋳型には古代に取得できる可能性のある材料を用いる
- ② 製作工程や段取りについては、近現代に伝わる伝統的鏡作りの技術にこだわらない
- ③ 金属材料については、銅・錫・鉛の主要3成分の割合を極力古代青銅鏡に近いものとするが、全実験を通じ同じ成分、同じ配合割合とする
- ④ 金属材料の微量成分は鋳造の出来上りに大きく影響するが、実験では混入しない

銅合金の鋳造技術にとって、銅以外の金属をどれくらい混ぜるかということは大きな問題である。金属は僅かな配合割合の変化で性質が大きく変化することがあるからである。錫や鉛の量も重要であるが、その他の微量成分も銅合金の性質に大きく影響を与える。しかし、古代の金属素材を手に入れることは現代ではとても難しいことで、殊に微量成分の適切な配合は不可能と言える。そうした不確定要素を実験に持ち込むことによって、得られたデータの信頼性が薄れることを危惧する。

出土鏡の成分分析は、各地で行われているが、そのデータの誤差や、古代の鏡作りの配合精度のブレなどを考慮すると、あくまで平均的な値を用いるべきであろう。そこで、本実験では

樋口隆康が採用した山崎らの成果（山崎・室住・馬淵 1992）を利用させて戴き、銅 72%、錫 23%、鉛 5 %を目安とした（重量比）。

（2） 鑄造技術者の選定と取り決め

1 の 3) の(4)で述べたように、鑄造技術者の選定は重要である。実験条件も方法もお任せの「丸投げ復元」や、近現代の伝統的鑄造技術にとらわれた手法では、「可能性」を問うことが出来ないからである。そこで、筆者はこれまでに数々の鑄造復元実験を行い、並々ならぬ成果を世に出している三船温尚氏（高岡短大）に今回の復元研究の主旨をお話しし、鑄造技術者の推薦をお願いした。三船氏が紹介して下さったのは、ご自身の教え子で、茨城県真壁町で小田部鑄造を率いている小田部庄太郎氏である。小田部鑄造は 13 世紀に操業したと伝えられる 800 年の伝統を誇る関東有数の鑄物師で、梵鐘鑄造を主たる生業としてきた。「小田部の梵鐘」は音色の良さと鑄放しの鑄肌の美しさで知られている。音色もさることながら、鑄造後の鑄肌は全く仕上げ加工を施さないにもかかわらず美しい。これは、鑄造後の鑄型と製品の鑄離れがよいことを意味する。

何回かの打合せによって、筆者は小田部氏が適任という考えに至った。それは話し合いを通じて小田部氏に復元研究の意図を理解していただいたことによる。そして、次のように取り決めた。

- ① 復元実験は、鈴木が製作した企画書に従って行うが、初期の実験の結果により以後の実験方法を変更することがある
- ② 復元実験の条件は鈴木 of 指示により小田部鑄造(株)が実施する
- ③ 小田部鑄造(株)は、本鑄造が成功するよう鈴木に対し技術協力を惜しまない
- ④ 本鑄造復元はあくまでも実験であり、その結果の成否の責を小田部鑄造(株)は負わない
- ⑤ 表 2-1 三角縁神獸鏡鑄造復元実験企画書の研究 3 において、実物大の会津大塚山古墳出土鏡および鶴山丸山古墳出土鏡の復元製作を行うが、小田部鑄造(株)は、両原鏡と鑄造結果品との相似性の責任を負わない

以上の取り決めは、決して消極的な姿勢に基づくものではない。逆に、根元的に「可能性」を問うためにどうしても必要な条件である。

原鏡に似ているか否か、あるいは鮮明に文様が鑄出されているか否か、などということについて、それを鑄造技術者の責任としては、思い切った実験ができなくなってしまう恐れがある。小田部氏は復元研究の意図をよく理解して下さり、鈴木 of 指示に従うとしながらも、技術的アドバイスと潜在的な技術力の提供を惜しまないという、技術者としては見事なばかりに謙虚な姿勢をとって下さることになった。こうした実験に対する取り組み方を含め、三船氏には継続的に技術的指導をいただくことになった。

そのため、実験条件の決定および指示、そしてその結果の成否などのすべてにおいて、あくまでも鈴木 of 責任で行うこととしたのである。

2) 復元研究の目的

(1) 目的を限定する

1の3)の(3)項で述べたように、古代の鑄造方法の全てを一気に明らかにしようとするようでは技術の復元研究は良い結果を生まない。例え一部でも事象を確実に明らかにすることが肝要だと考える。そのために出来るだけ多くの条件を一定とし、可変の実験条件を絞り、その小さな事象に関しては「確か」と言われる結果を導きたいと考えたのである。実験を始めるに当たって次のような目的を設定した。

- ① 同範法は可能か？
- ② 同型法ではどれだけ変化するか？
- ③ 原寸大で三角縁神獸鏡をつくる
- ④ 同範法が可能であれば、どのように変化するか？

(詳しくは表2-1参照)

(2) 同範法は可能か？(技術評価の属人的水準と歴史的水準)

最も基本的な問題として挙げたのは、「同範法は可能か？」という命題であるが、長い三角縁神獸鏡研究の歴史において、最も大きな議論になると同時に研究者を大いに悩ませた問題でもあった。それに対して同型法の可能性ということに限定すれば、それについては疑問を提起する必要はないだろう。原型(木型や金型)を作って沢山の製品を鑄造する方法はいつの時代も行われてきたからである。

同範法については、その可能性自体に疑問が投げかけられて来た。同範法が可能だとする研究者達は、同範法であるという前提で鏡を観察し、それらしき特徴を並べ立てて同範法を補強しようとする。一方、同範法は不可能だとする研究者達は、同範法の特徴になる可能性のある鏡背面の突起や傷の変化について詳しく論究しようとしめない傾向にあった。したがって、同範法の特徴だと主張される突起や傷の変化が本当に同範法によって現出するものかどうかという検証が、どちらの側からも行われることがなかった。唯一、中口裕氏の同範実験の成果があるが、これについてはなぜか引用されてこなかった。実験条件を明確に示さなかったためであろうか。

「同範法は可能か？」という命題は、「どういう条件なら可能といえるか」という問題を抱えている。仮に「仿製鏡のレベルなら可能」であるとか、「平板な作りの鏡なら可能」だ、などという条件もあろうが、こうした条件は技術レベルの問題であるから、条件の設定の仕方としては適切なものではない。技術レベルの問題のほとんどは工人(鑄物師)個人の技量に依存するからである。「工夫ができる鑄物師」であれば悉く可能になるし、「工夫をしない鑄物師」であればほとんどが不可能になってしまうのだ。したがって、鑄物師の技量に依存する技術の可能性について言えば、そのほとんどを可能だとして思料しておくべきである。古代の工人のたゆまぬ工夫が様々な技術を可能にしている事実を私たちは知っている。

表 2-1 三角縁神獸鏡鑄造復元実験企画書

1	研究の目的 三角縁神獸鏡の製作技法の研究では、様々な技術的根拠から技法の絞り込みが行われている。 例えば、 1 同范法が可能であるか否か。可能であるとするばどういう条件で何枚まで可能か。 2 鋳造過程で収縮するか否か？あるいはどれくらい収縮するか？何が原因で収縮するか？ 3 湯口の近くには鬆（す）ができやすいか否か。文様が乱れやすいか否か。 4 オーバーハンギングで鑄型から抜けるか。 5 オーバーハンギングで同型法が可能か。 6 范傷はどの段階でできるか。 7 范傷は成長するのか。 8 湯引けで文様は不鮮明になるのか 9 反りとはどの段階で生まれるのか。 10 研磨痕は跡み返しの工程で転写されるか。 (a) などなど、提起されている問題は多い。しかし、どれもほとんど実験が行われていないために水掛け論に終始している。 (b) そうした状況を打開するために、同范・同型鏡論に不足している実験的基礎データを作り上げる。 (c) データの信頼性を高めるために、復元実験で作られる鏡はある程度の面数が必要。	
2	何を実験するか？ 研究 1 同范は可能か？(1/2 サイズで) 1 土の粒度と配合を変える 2 焼成温度を変える 3 滑石製鑄型を作り鑄込んでみる	21型 鑄型の素材如何で複数枚の鑄造が可能か？ 6型 焼成条件で複数枚の鑄造が可能か？ 4型 滑石製鑄型で0.5mmピッチの文様の鑄造が可能か？…今回実施せず 計31型
研究 2	同型法と踏み返し法では、どれだけ変化するか？ (1/2サイズで) 原鏡支給 1 子鏡をつくる 2 孫鏡をつくる 3 曾孫鏡をつくる	2種各3面 6種各3面 6種各3面 反り 収縮率 文様の高さの変化 オーバーハンダ 文様の歪み 文様のダレ 計42面
研究 3	原寸大で鏡をつくる 1 研究 1, 2 の成果から、鑄造法を決定する 2 鑄造	4面 計4面

では、可能性という命題についてはいかなるアプローチの手法があるのでしょうか？

古代の技術評価の基礎概念として、かつて筆者は「属人的水準」と「歴史的水準」を峻別して使用すべきであることを提起した（鈴木1998）。前者は例えば「精緻な作り」であるとか、「きれいな仕上げ」、「丹念な作り」であることなどを評価する概念である。これは当時の社会における当該の製品の価値を推定したり、工人の社会的立場を推定することなどに大きく役立つ。一方後者は「鍍金が出来るようになった」、「金属を削ることが出来た」、「製鉄が始まった」、「新しい素材で鋳型を作った」などといったことなどを評価する概念である。これは技術の進化・変化を捉えたり、技術移転の事実を捉えようとする場合に有効である。「同範法は可能か？」という命題は、後者の歴史的水準を以て検討すべきである。そのため、先に挙げた工人個人の技量に依存するような可能性の検討は無意味なものであることになる。属人的水準と歴史的水準を混同しては、技術を取り上げる問題は一向に解決しない。

(3) 「同型法と踏み返し法では、どれだけ変化するか？」

それがどのような素材で作られているにせよ、はじめに原鏡があって、それを親鏡として何面かの子鏡を作り、また、その子鏡らを使って何面かの孫鏡を作り、またその孫鏡を使って曾孫鏡を作る。そこには図のような順で鏡の形態が繰り返し転写される。それぞれの工程で僅かながら形態は必ず変化する。それぞれの工程でどのような変化が起きているのかを検証しようとする試みである。

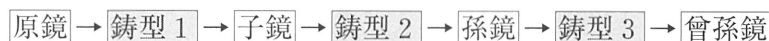


図 2-1 鋳造工程における形態の転写

観察箇所としては次のような項目が想定される。

＜寸法の変化＞に関わる要素

- a. 反り
- b. 収縮率
- c. 文様の高さの変化

＜形態の変化＞に関わる要素

- a. オーバーハング
- b. 文様の歪み
- c. 文様の鮮明度

(4) 原寸大で三角縁神獸鏡を復元製作する

1/2 鏡の復元実験の成果に基づいて、鋳型製作法、鋳造法を決定し、それを原寸大で行う。1/2 鏡に比べて、原寸大鏡は、8 倍の質量となり、1/2 鏡の実験では想定しきれないトラブ

ルに見舞われる可能性があるし、1/2 鏡では現れない現象が出る可能性を否定できない。そこで、本復元研究の最終工程を原寸大鏡の復元製作とした。ここでは、1/2 鏡の製作で得られるであろう成果の原寸大における検証が行われることになる。

(5) 同範法が可能であれば、どのように変化するか？

もし、同範法が可能であるとすれば、数面の同範鏡を作り、同範法にのみ起こる現象を明らかにする。これは、同型法との比較によって進めることができるであろう。

3) 復元研究の方法と実験の準備

(1) 原型の製作

今回の復元実験の目的を複製鏡の製作技法に絞ったことから、原型には硬質プラスチック製のもの（2分の1に縮小）を使用することにした（図2-2）。その製作に当たっては、橿原考古学研究所から黒塚古墳出土29号鏡のレプリカを借用し、それを石膏とエポキシ樹脂で数回型取り反転し、立体彫刻機で1/2に縮小した^(註2)。黒塚29号鏡は、筆者が「卵に目鼻鏡」として分類している凹凸の顕著な鏡の一つである（鈴木2000）。黒塚29号鏡にはオーバーハングも認められるが、原型は反転を繰り返し、なおかつ最後は機械加工で1/2に縮小製作したのでオーバーハングは全くない。しかし、原型の抜け勾配やオーバーハングと、鑄型の崩れ（変形）との因果関係は重要な課題であるので、原型の4カ所に特別な形状を付加した。それはピラミッド形の4つの突起で、図2-3は抜け勾配がある四角柱を三段積み重ねた形、図2-4は同じく抜け勾配がある円柱を三段積み重ねた形、図2-5は抜け勾配3.1度（垂直に近い）の四角柱を三段積み重ねた形、図2-6は逆勾配になっている四角柱を三段積み重ねた形である（表4-1参照）。また、それらの頂部には十字形を陰刻し、内区と外区の境にははしご状に線を刻んだ短冊状の板を張り付けた（図2-7）。どちらも、鑄造後の精密計測を容易にするための測定基準点である。

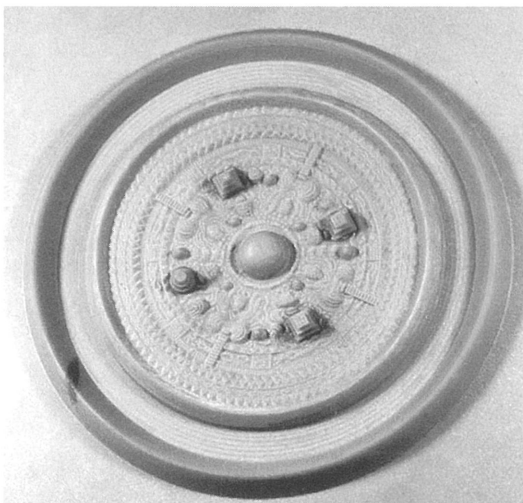


図2-2 原型



図2-3 勾配のある突起（角柱）

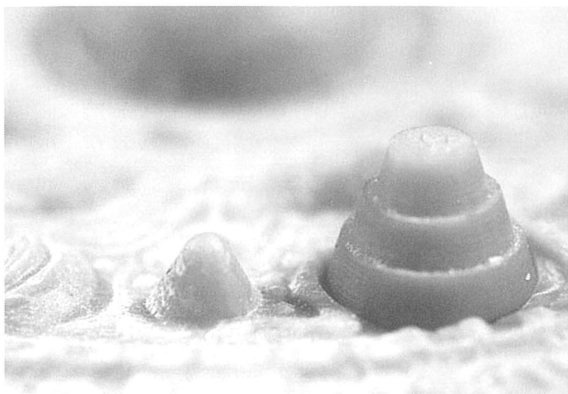


図2-4 勾配のある突起（円柱）



図2-5 抜けの勾配3.1度（垂直に近い）の突起

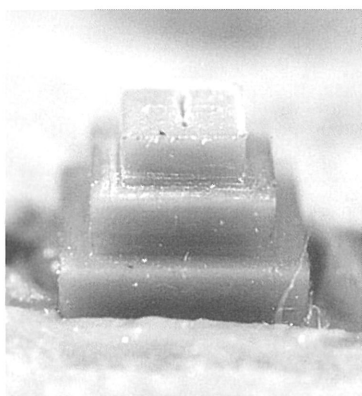


図2-6 逆勾配の突起

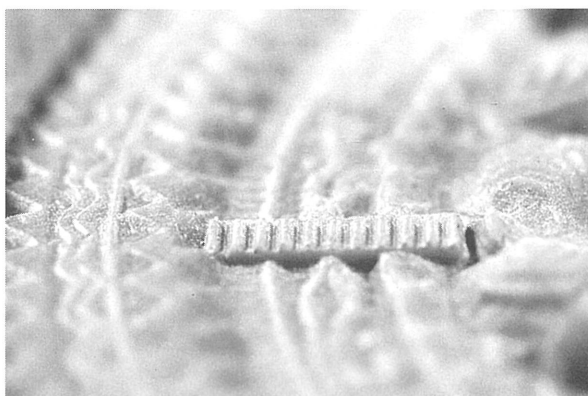


図2-7 はしご状短冊

(2) 鑄型の製作方法

第1回目の鑄造に向けて、次のように鑄型の組成と作り方を考えた（第2回目以降は第3章に述べる）。

硬質プラスチック製の原型（2分の1に縮小）に、真土と粘土を混合して練り合わせた土（本稿ではこれを「つち」という）を原型に押しつけて作ることとした。真土は、粉碎機を使って何時間も叩いて細かくした。それを60目の篩^{（註3）}でふるい、その目を通ったものだけを使うこととした。それに粘土を混ぜて土を作る。真土と粘土の配合割合は、3種類を考えた。真土10に対して粘土2、同じく10対4、10対8である。

通常粘土の割合が多ければ多いほど、鑄型が丈夫になり、同時に鑄型の肌が細くなる。しかし、鑄込み時に発生するガスの抜ける間隙が小さくなるのでガスが湯の流れを邪魔することになる。成功すれば鮮明な文様の鏡が出来上がるが、その確率は低い。逆に、真土の割合が多ければ、ガスが抜けやすくなり、成功の確率は上がる。しかし、文様の鮮明度は劣ることになるだろう。

それぞれの配合割合で複数組の鑄型を作ることとした。土と原型をはがしやすくするために、原型にあらかじめ薄く油を塗っておき、そこへよく混練した土を被せていく。その作業は被せるというより、押しつけるという表現の方が合う。かなり強い力で押しつけるのであるが、それでも力が足りないので、突き棒を使って土を押し込み、細部まで土が入るようにする（図

2-8, 9)。それをはがし（図2-10, 11）、平坦なところに置いて長い期間をかけて自然乾燥させる。

原型に抜け勾配があったところは、土が変形することなく原型をはがすことができた（図2-12）が、抜け勾配が無かったり（図2-13）、逆勾配がある場合（図2-14）は、文様の細部で土が変形していることがわかる。原型にオーバーハングがあった部分も、鑄型では僅かな抜け勾配がつくことがわかる。

このようにして2000年5月から鑄型作りを始め、試行錯誤して鑄型を14組製作し、1ヶ月程度の乾燥期間を経て、新たに発注した甗炉（こしきろ）の完成を待って、鑄込みに辿り着いたのは、半年以上後の2001年1月19日のことであった。



図2-8 土を押し込む

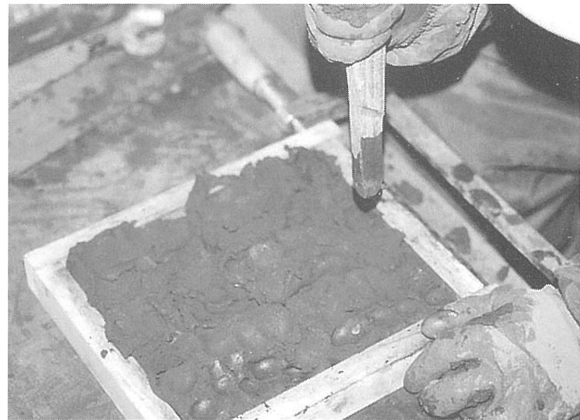


図2-9 突き棒で突く



図2-10 鑄型と原型を剥離する

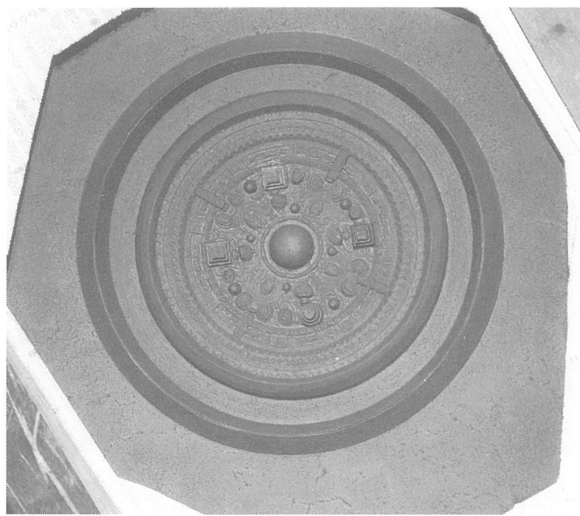


図2-11 原型と剥がされた鑄型



図2-12 抜け勾配のある突起の場合

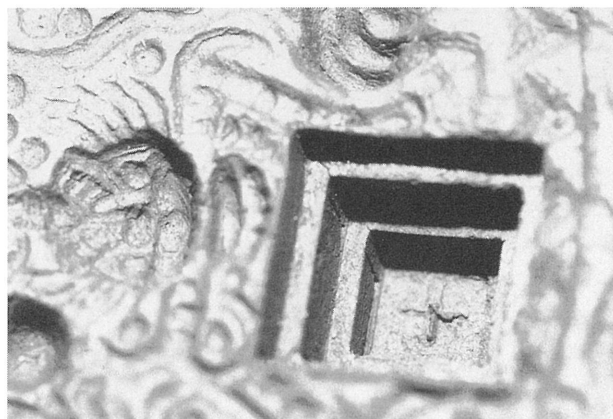


図2-13 垂直に近い突起の場合



図2-14 逆勾配の突起の場合

3 復元鑄造実験の実施

鑄造実験は、2001年の1月19日、4月4日、6月4日の3ヶ日に分けて行い、鑄込みは通算8回を数えた。合計で1/2鏡を56面、原寸大鏡7面を得た。以下に順を追って述べる。当初の計画は、その都度の実験結果によって修正された。

1) 2001年1月19日の鑄造実験

(1) 通算第1回目の鑄造（出来るだけ細かい真土を使う）

① 鑄込み

乾燥を終えた14組の鑄型は焼成され、すでに黄土色から煉瓦色に変化していた。鑄込み当日は朝から再加熱された。予熱と乾燥が目的である。予熱された鑄型の温度は、手で触れた感

表 3-1 1 月 19 日に使用した鑄型の組成一覧

鑄型の名称	鑄型の素材（真土と粘土の混合比率）		備 考
	肌 真 土	2 層 目	
A	60目篩下（粘土なし）	30目篩下真土＋粘土（10:2）	黒鉛
B	60目篩下（粘土なし）	30目篩下真土＋粘土（10:2）	黒鉛
P A	60目篩下真土＋粘土（10:4）		
P B	60目篩下真土＋粘土（10:4）		松煙
P C	60目篩下真土＋粘土（10:4）		黒鉛
P D	60目篩下真土＋粘土（10:4）		油煙
Q A	60目篩下真土＋粘土（10:8）		松煙
Q B	60目篩下真土＋粘土（10:8）		黒鉛
Q C	60目篩下真土＋粘土（10:8）		黒鉛
Q D	60目篩下真土＋粘土（10:8）		油煙
R A	60目篩下真土＋粘土（10:2）		黒鉛
R B	60目篩下真土＋粘土（10:2）		松煙
R C	60目篩下真土＋粘土（10:2）		黒鉛
R D	60目篩下真土＋粘土（10:2）		油煙

じでは 50～70℃程度と思われた。

また、鑄造後の型離れが容易になるように、鑄型に油煙、松煙、黒鉛（塗布）の三種の離型剤を用いた（図 3-1, 3-2, 3-3）。

銅・錫・鉛の計量を終え（図 3-4, 表 3-2）、真新しい甌炉に火が入ったのは、午後 1 時頃のことである（図 3-5）。第 1 回目の鑄造に用いた鑄型は、A、B、Q A、Q B、Q C、R A、R B、R C の 8 組である（表 3-1）。甌炉から溶湯を取り出し、また上部の投入口から入れる。これを何度も繰り返す（図 3-6, 7）。温度を上げることと材料の均質化が目的である。最後に甌炉の溶湯取り出し口からとりべに取った溶湯の温度は 1226℃であった。大きな声が発せられていよいよ鑄込みである。小田部氏はとりべに取った溶湯を鑄型の湯口から一気に流し込んだ（図 3-8, 9）。鑄込み時に、ブクブクと泡が立つ現象が 8 型中 6 型で見られた（図 3-10）。残り 2 型（A、B）では泡が立たなかった。

② 鏡の取り出しと出来上がり

鑄込み後数十分を経過すると、軍手をはめた手で触れる程度に鑄型の温度が下がったので、小田部氏は鑄型を開けにかかった（図 3-11）。

鑄型は予想に反して簡単に開けることができた。一部の鑄型は開けるとポロリと復元鏡が剥がれ落ちるというほど型離れが良いものもあった。どの鏡も鑄型に食いつくことはなかった（図 3-12, 13）。しかし、出来上がった鏡 8 面の内、鑄込み時に泡が立った 6 面は、文様がのっぺらぼうであった（図 3-14, 15）。泡が立たなかった鑄型 A、B から生まれた 2 面の鏡は鮮明な出来映えとはいえないが、それでも細かい襷の文様が出されており、「鑄造できた」と筆者らは判断した。鑄型 A から出た 1 面目の鏡を A 1 鏡とし（図 3-16）、鑄型 B から出た 1 面目の鏡を B 1 鏡（図 3-17）とした。しかしながら、小田部氏は文様の鮮明さが足りないとしてこれでは出来たとは言えないとした。

6 面の失敗例の原因は、泡が立ったものが全て失敗したことから考えると、鑄型の乾燥が不十分か、鑄型の予熱が不十分かのどちらかではないかと考えられた。

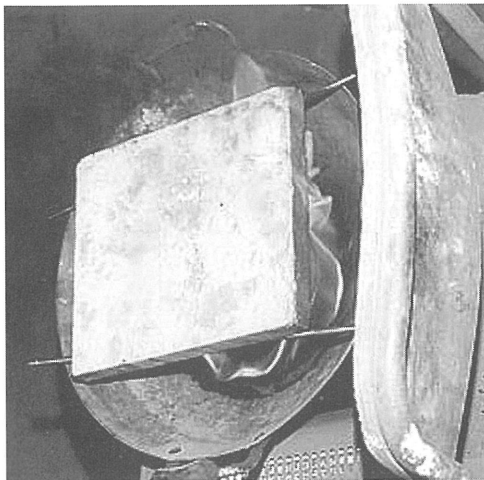


図 3-1 油煙を着けている鋳型



図 3-2 黒鉛を塗って乾燥中の鋳型



図 3-3 乾燥中の鋳型群



図 3-5 甑炉

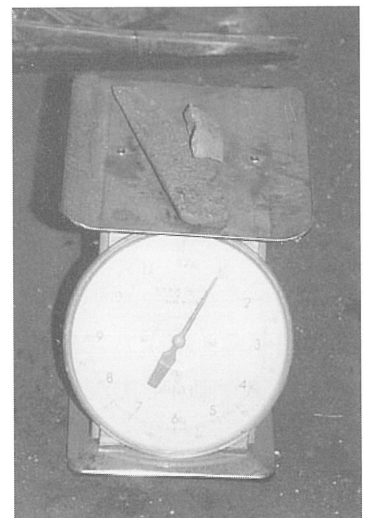
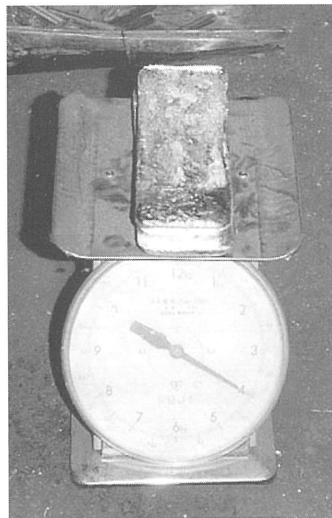


図 3-4 銅、錫、鉛の計量（左から）

表 3-2 金属の配合割合

金属成分	銅	13	kg	72.20%
	錫	4.1	kg	22.80%
	鉛	0.9	kg	5.00%



図 3-6 とりべに取る

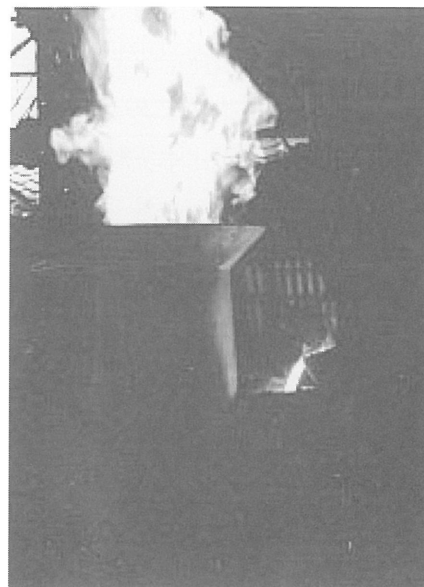


図 3-7 とりべの湯を炉へ戻す



図 3-8 湯の検温



図 3-9 鑄込み

③ 第1回目鑄造後の鑄型について

簡単に鏡を鑄型から取り出すことが出来たので、鑄型の損傷は最小限であった。殊に鑄型 Q A、Q B、Q C、R A、R B、R Cは粘土の量の違いはあるものの細かい真土を使っているために、鑄型の強度が高いこと、また、細部に湯が流れ込むことができなかったためか、それだけ細部の損傷が少なかったといえよう（図3-18, 19）。鑄型 A、Bは、粘土を混入しない細かい真土を肌真土として薄く振りかけただけなので、作業工程の途中で、大分風化し細部が崩れた。そのため、文様が少し不鮮明になった（図3-20）。それでも全ての鑄型がそのままもう一度使用可能な状態であった。細部の補修を行えば第1回目の鑄造前の状態に戻すことが可能だと考えられたが、本実験では鑄型の損傷の拡大を観察することが目的の一つであるので、敢えて補修せずに次回の鑄込みに使用することにした。

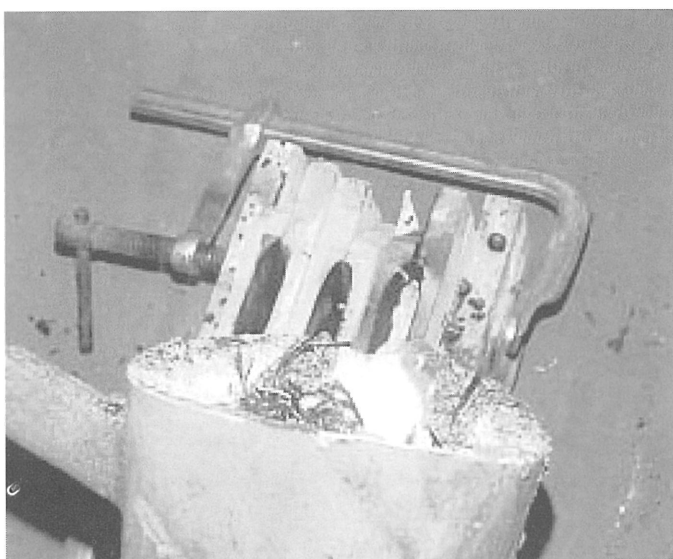


図3-10 鑄込み時、鑄型の中で泡が立っているところ



図3-11 鑄型の取り外し



図3-12 あけられた鑄型



図3-13 簡単に取り出すことが出来た鏡と鑄型



図 3-14 QA9 鏡



図 3-15 QC9 鏡の神像部分

(QB1、RA9、RB1、RC9は、QA9とほぼ同じような鋳上がりであったため、写真を省略した)



図 3-16 A1 鏡



図 3-17 B1 鏡

(2) 通算第2回目の鋳造（鋳型の乾燥が不足したか？）

① 鋳込み

通算第1回目の鋳造実験では、文様が鮮明に出なかった。鋳型の乾燥が足りないのではないかと考えたから、通算第2回目の鋳込みは、鋳型を再度加熱して温度を上げてしっかり乾燥させることとした。使用した鋳型は、PA、PB、PC、PD、QD、RDの合計6型である。



図 3-18 使用後の鑄型 Q A の細部



図 3-19 使用後の鑄型 Q A の細部



図 3-20 A 1 鏡部分

甌 炉からとりべに取った湯の温度は 1232℃であった。そのまま一気に 6 型を鑄込んだのであるが、第 1 回目と同様に、どの鑄型からも泡が立った。

② 鏡の取り出しと出来上がり

鑄込み後鑄型を開けると、前回と同じように簡単に鏡を取り出すことが出来た。しかし、6 面全ての鏡の文様がのっぺらぼうであった。

失敗の原因は、鑄型の乾燥がまだ足りないか、あるいは鑄型の素材（真土や粘土）に問題が

あるかのどちらかであろうと考えた。小田部氏によれば、一度鑄込みされた鑄型は溶湯の高熱で十分に乾燥されるので、2度目の鑄込みでは成功する可能性があるとのことであった。そこで、第3回目の鑄込みに挑戦することになった。鑄型 A、Bを含む一度使った鑄型 6 組を再使用することにした。鑄型 A、Bについては、出来映えに鑄物師としての不満が残るとはいえ、第1回目の鑄造で成功したと言えるので、この鑄型を再使用することは「同範法」の可能性に挑戦することになる。

(3) 通算第3回目の鑄造（同範法に挑戦）

① 鑄込み

通算第1回目と第2回目の鑄造に使用した鑄型の内、損傷が特に少なかった P A、P C、Q B、R B、A、B の合計 6 組を使用した。

甌炉からとりべに取った湯の温度は 1234℃であった。一度に 6 型を鑄込んだのであるが、P A、P C、Q B、R B の 4 組の鑄型からは泡が立ち、A、B の鑄型からは今回も泡が立たなかった。

② 鏡の取り出しと出来上がり

鑄込み後鑄型を開けると、前回、前々回と同じように簡単に鏡を取り出すことが出来た。しかし、泡が立った P A、P C、Q B、R B の 4 組はどれも鏡の文様がのっぺらぼうであった。A、B の鑄型は第1回目と同じような鮮明度の鏡を作ることができた。それぞれ、A 2 鏡（図 3-21）、B 2 鏡（図 3-22）とした。

③ 第3回目鑄造後の鑄型

今回も簡単に鏡を鑄型から取り出すことが出来た。鑄型 A は一部損傷した。しかし鑄型が割れなかったので、補修することで再利用が可能である。



図 3-21 A 2 鏡

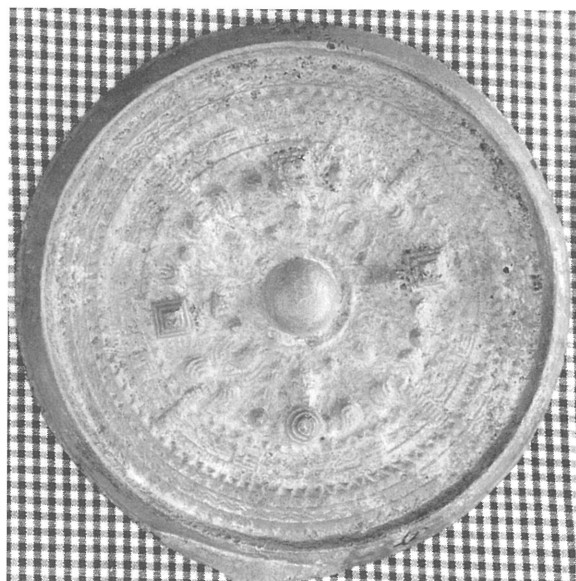


図 3-22 B 2 鏡

(4) 1月19日の通算第1～3回の鑄造実験の結果と考察

3回の鑄込みによって得られた結果をまとめれば、以下のとおりである。

- ① 60目篩下の真土を鑄型全体に使ったものは、粘土の配合割合(10:8、10:4、10:2)にかかわらず、全て文様が出ず、鑄造は失敗に終わったと言える。
- ② 30目篩下の真土を鑄型全体に使った鑄型A、B(肌真土には60目篩下の真土を薄く振りかけて使用)だけが、文様の細部まで鑄出すことができた。実験的には鑄造は成功したと言える。
- ③ 鑄型A、Bは、どちらも2回目の使用に耐え、2面目の同範鏡の鑄造に成功した。
- ④ 鑄型A、Bから鑄造した鏡は、文様の鮮明度という点において、専門家レベルの眼では、不満な出来とされたが、実験的には「可能性」が十分に確認できた。
- ⑤ 三角縁神獸鏡の大きな特徴の一つに「ひびに起因する微細な突線」を挙げることができるが、本鑄造実験では2つの鑄型に、かすかなひびを確認しただけで、それが鏡に転写されて生成するはずの突線は確認できなかった。
- ⑥ 離型剤として油煙、松煙、黒鉛を使用したか、どの場合もきれいに離型でき、離型剤の良否・優劣を表わす結果は出なかった。

<同範法の可能性>

以上のことから、当初掲げた3つの目的の内、「同範法は可能か?」という命題には、明らかな結果を得ることができた。1/2サイズであることや、文様の鮮明度に対する疑義が呈せられるであろうが、それは、技能の属人的評価(2の2)の(2)に詳述)に属するものであって、どちらも「可能性」を否定することは出来ない。なぜなら、原寸大で出来ないことも、文様の鮮明さが不足することも、どちらも鑄物師の個人的技量に起因するからである。ここにおいて「同範法は可能である」ことが明らかになった。

<ひびが出来る鑄型の構造>

次に注目すべき課題は、鑄型にひびが発生しなかったことである。ひびに起因する突線は、三角縁神獸鏡と他の鏡を峻別することさえできる三角縁神獸鏡最大の特徴であると言える(鈴木2002)。全てではないが、多くの三角縁神獸鏡に見られるひびに起因する突線または凹線が発生しなかったということは、今回の実験で作った鑄型が、突線や凹線を持つ三角縁神獸鏡の鑄型と、素材や構造などに根本的な違いがあるということを想定させる。そこで、次回の実験は構造が異なる鑄型を作ることにした。

今回の鑄型の製作過程で、それぞれの鑄型の乾燥後の収縮率を計測した。それによれば、真土と粘土の割合を10:8あるいは10:4としたものと、10:2としたものでは、粘土の割合が多いほど鑄型の収縮が大きいことが明らかになった。また、60目篩下を鑄型全体に使ったものと、30目篩下を使ったものでは、細かい60目篩下の方が収縮が大きいことも明らかになった。

そこで筆者は、収縮率の異なる二種類の土を使って鋳型を二層構造にし、細かい真土をを肌真土に使い、粗い真土を基板として使うことによって、鋳型の表面に「ひび」が発生するのではないかと考え、次回の実験で試すことにした。

＜文様の不鮮明さへの対処方法＞

鋳込み時に泡が立つことが現象として確認出来ており、その原因として、鋳型のガス抜けが悪い（鋳型の土が密になりすぎている）と考え、もっと荒い真土を使うことや、真土の中に麻ひもを切断して混入することが提案された。

以上のような考察から、次の鋳造実験を計画することになった。

2) 2001年4月4日の鋳造実験（通算4～6回目）

(1) 新たな鋳型の構造と製作（前3回の実験結果を承けて）

1月19日の鋳造実験の成果から、次のように鋳型を製作した。

- ① 一層式と二層式の鋳型
- ② 粉碎工程を省略した60目篩下の真土を使用（小田部氏考案）
- ③ 麻の繊維を混入した土を使う（三船氏考案）

＜二層式鋳型＞

二層式鋳型は、まず細かい真土で作った土を原型に押しつけ、次に荒い真土で作った土を充填して製作した。しかしこれを自然乾燥させると、大きく湾曲した（図3-23）。バイメタルが曲がるのと同じ原理で湾曲したのである。そこで小田部氏らは、次のような構造の鋳型のアイデアを出してくださった。

- a. 真土と粘土を混合して、鋳型とほぼ同じ大きさの煉瓦状板を作り、乾燥し焼成する。
- b. 原型に土を押しつけた鋳型を剥がし、焼成した煉瓦状板に貼り付ける。
- c. 一緒に乾燥する

この方法で製作した鋳型を乾燥したところ、図3-24、25のように、鋳型は湾曲せず、ひび



図3-23 バイメタルのように湾曲した二層式鋳型



図3-24 湾曲しない二層式鋳型

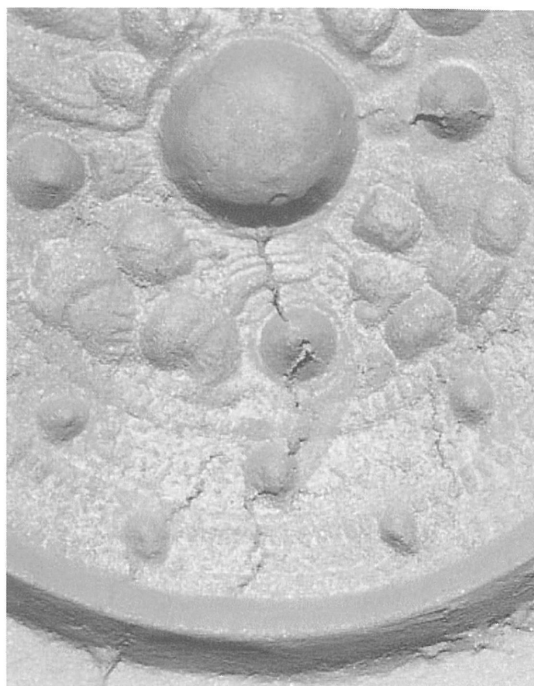


図3-25 ひびが入った二層式鋳型の表面（鋳型U）
上段と下段左は、乾燥後・焼成前、下段右は乾燥・焼成後

が無数に発生した。煉瓦状板は一度焼成してあるので、ほとんど収縮せず、貼り付けた鋳型だけが収縮しようとしたために、そこにひびが発生したのであろう。

＜粉砕工程を省略した真土の使用＞

同じ 60 目篩下でも、粉砕器で長時間粉砕した真土は、微細な真土の割合が多くなる。微細な真土が鋳型の隙間を埋めてしまうために、ガス抜けが悪くなったのではないかと考えたのである。そこで、荒割りした真土をそのまま 60 目の篩にかけ、篩下を粘土と混ぜて土とした。こうすることによって微細な真土の割合を減じた。

＜麻の繊維を混入した土を使う＞

この方法は、小田部氏が恩師である高岡短期大学三船温尚氏からアドバイスをいただいたものである。麻縄を細かく裁断して真土と粘土に混入し、焼成すると、麻の繊維が焼失して微細な空洞が数多くでき、ガス抜けがよくなるという原理である。鋳型全体を麻混入の土で作ったもの、肌真土には麻を入れない土、裏打ちに麻混入の土を使ったものなどをつくった。

以上のようにして、鮮明な文様の表出を目的として多種の構造の鋳型合計 19 組を用意した(表 3-3)。

(2) 通算 4 回目の鋳造（湯温を下げ、ガス抜きを改良）

① 鋳込み、取り出し、鋳型

1 月 19 日の鋳造では 1230℃ を超える湯温で鋳込みを行ったが、文様がほとんど出なかったことから、湯温を下げることにした。

表 3-3 4 月 4 日用に製作した鋳型

原型の種類	鋳型の名称	鋳型の素材（真土と粘土の混合比率）	備 考
K 29	C	全て 60 目篩下真土（不粉砕）	一層式
	D		
	E		
	F	表面のみ薄く 60 目篩下、ウラ 60 目篩下麻入り	一層式
	G		
	H	表面のみ薄く 60 目篩下、ウラ 30 目篩下麻なし	一層式
会津鏡	S		
	T		
K 29	I	表面のみ薄く 60 目篩下、ウラ 20 目篩下麻なし	一層式
	J		
	K	全て 60 目篩下麻入り	一層式
	L		
会津鏡	U	表面 60 目篩下、ウラ 60 目篩下麻入り	二層式
	V	表面 60 目篩下、ウラ 60 目篩下麻入り	二層式
	W	表面のみ薄く 60 目篩下、ウラ 30 目篩下麻なし	一層式
	X		
K 29・A 2 鏡	A 2 A	一層式	A 2 鏡の 踏み返し
	A 2 B	一層式	
	A 2 C	一層式	

通算4回目の鋳込みは、表3-3のE、J、Tの3つの鋳型を使用した。E、Jは黒塚29号鏡の1/2原型、Tは会津大塚山鏡の1/2原型からそれぞれ作ったものである。鋳込み温度は1010℃であった。銅・錫・鉛の配合割合は前3回と同じである。

前3回と同じように、とりべに取った溶湯を一気に流し込んだところ、泡が立つことはなかった。数十分経過後に鋳型を開けたのであるが、今回も容易に復元鏡を取り出すことが出来た。文様も原型に近い水準の鮮明さで作ることができた。しかし、EとJの鋳型は外区が大きく損傷した。肌真土の部分が大きく剥がれ落ちたのである。しかし、どちらも内区にはほとんど損傷がなかったので、そのまま2回目（通算5回目）の鋳造に使うこととした。剥がれ落ちた部分の鋳型は色が赤くなっておらず、焼成が十分でなかったことがわかった。

(3) 通算5回目の鋳造（ひび鏡の製作）

通算第4回目の鋳造が3型ともうまくいったので、そのまま通算5回目の鋳込みにかかった。使用した鋳型は、D、G、S、I、L、E、J、Tの8型であった。E、J、Tは前回に使った鋳型で、同範2面目の鋳造になる。鋳込み温度は1060℃であった。銅・錫・鉛の配合割合は前4回と同じである。

どの鋳型でも鋳込み時に泡が立つことはなく、文様も鮮明に出すことができた。

鋳型E、J、Tからそれぞれ2面目の同範鏡が生まれた。それぞれの鋳型から生まれた同範鏡を、E1、E2、J1、J2、T1、T2と名付けた。「1」は1面目の、「2」は2面目の同範鏡を表す数字である（図3-26～31）。

(4) 通算6回目の鋳造（同範法の再検証）

続いて通算6回目の鋳込みにかかった。4月4日用に用意した19型の残り11型（C、F、H、K、U、V、W、X、A2A、A2B、A2C）と、1月19日に2面ずつの同範鏡を生み



図3-26 E1鏡



図3-27 E2鏡



図 3-28 J 1 鏡



図 3-29 J 2 鏡



図 3-30 T 1 鏡



図 3-31 T 2 鏡

出したA、Bの2型、文様が出なかったPA、PC、QB、RCの4型、合計17型に鋳込みをした。鋳型A2A、A2B、A2Cは、1月19日の鋳造実験において鋳型Aから生まれた2面の同範鏡のうち、2面目のA2鏡を原鏡として踏み返して作った鋳型である。

鋳込み温度については、温度計の故障により計測出来なかったが、1000℃前後であるとの小田部氏の判断に依った。銅・錫・鉛の配合割合は前5回と同じである。

1月19日に泡が立って文様が出なかったPA、PC、QB、RCの4型は今回も泡が立って、同じように文様が出なかった。それ以外の鋳型は全て文様を出すことができた。A、Bの鋳型から生まれた3枚目の同範鏡をそれぞれA3鏡（図3-32）、B3鏡（図3-33）と名付けた。

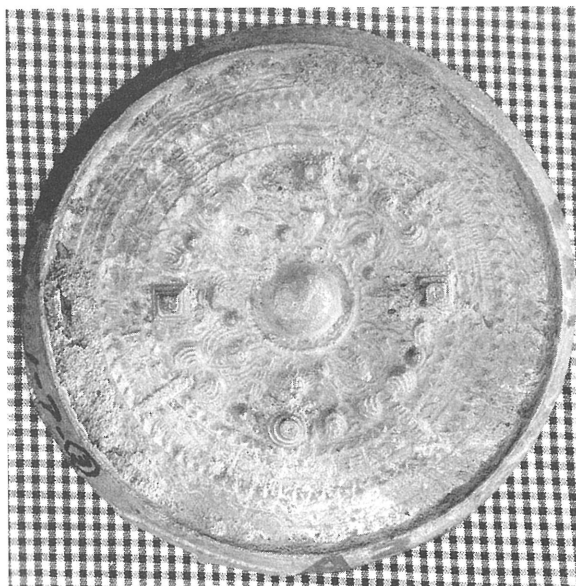


図 3-32 A 3 鏡



図 3-33 B 3 鏡

(5) 4月4日に行った通算第4～6回の鑄造実験の結果と考察

3回の鑄込みによって得られた結果をまとめれば以下のとおりである。

- ① 1月19日に使用した真土は粉碎器で細かくしたものを60目の篩にかけた真土を使い（鑄型A、Bを除く）、4月4日に使用した真土は粉碎器を使わずに同じ60目の篩にかけた真土を使ったのであるが、1月19日の細かい真土を使った鑄造は全て失敗し、4月4日の真土を使用した鑄型は、全て鑄造に成功した。（1月19日の鑄込みの時の湯温は1230℃前後、4月4日の鑄込み時の湯温は1000℃を少し越える程度）
- ② 30目の篩下や20目の篩下の真土を使用したり、麻繊維を混入してガス抜きの効率を上げを試み、どれも成功した。
- ③ 粗い真土を使った鑄型は脆く、壊れやすかった。
- ④ 1月19日に文様が出なかった4型を使用し、湯温を200℃以上上げて鑄込みを行ってみたが、結果は同じで、失敗に終わった。
- ⑤ 鑄型A、Bは、どちらも3回目の使用に耐え、3面目の同範鏡の鑄造に成功した。
- ⑥ この他、3つの鑄型で同範鏡の鑄造に成功した（鑄型E、J、T）。
- ⑦ 二層式の構造にした鑄型U、Vでは、鑄型の乾燥工程で大きなひびが入り、鑄込みの結果、鏡の表面にそのひびに起因する突線が生じた。それぞれU 1鏡、V 1鏡とした（図3-34, 35）。
- ⑧ 鑄型A 2 A、A 2 Bから生まれた鏡は、それぞれA 2 A 9鏡、A 2 B 9鏡と名付けた。硬質プラスチック製の1/2原型を「親鏡」とすれば、A 2鏡は「子鏡」であり、A 2 A 9鏡、A 2 B 9鏡は「孫鏡」となる。

＜真土の粒度とガス抜きと文様の鮮明度の検討＞

1月19日用に作った粉碎器を通した真土で作った鋳型については、様々な鋳込み条件で実験を重ねたが、どれも成功に至らなかった。現象は、鋳込み時に泡が立つこと、結果は、文様がほとんど出なかったことである。この段階では、鋳型に通気性が全くなく、鋳込み時に発生するガスが鋳型を通して抜けることが出来ず、湯が文様細部まで回らなかったと推定した。この結果の検証について、佐藤健二氏に追実験を依頼した。氏の報告を参照されたい（佐藤2003）。

＜原寸大鏡鋳造のための鋳型材料の推定＞

通算6回の鋳込みの結果から、鋳型の堅牢さと文様の鮮明さの両方を追求するためには、鋳型の材料に粉碎器を通さない60目の篩下の真土を使うことが良いとの感触を得た。原寸大の鏡の鋳造の可能性が見えたと言える。

＜同範法の可能性の再検証＞

前回1月19日の実験によって、同範法の「可能性」については疑いのない結果を得ることができたが、文様の鮮明さにおいては、不満足な結果であった。しかし、4月4日の結果から、文様の鮮明さにおいても十分な結果が得られたので、ここで、同範法の「可能性」については再検証することが出来たと言える。

＜ひび鏡と突線＞

突線の再現に成功した。一層式の鋳型では突線がほとんど出なかったが、鋳型を二層式にしたことで三角縁神獸鏡に見られる突線と同様の形態のものをほぼ同様の頻度で再現することが



図3-34 U1鏡（二層式鋳型による）

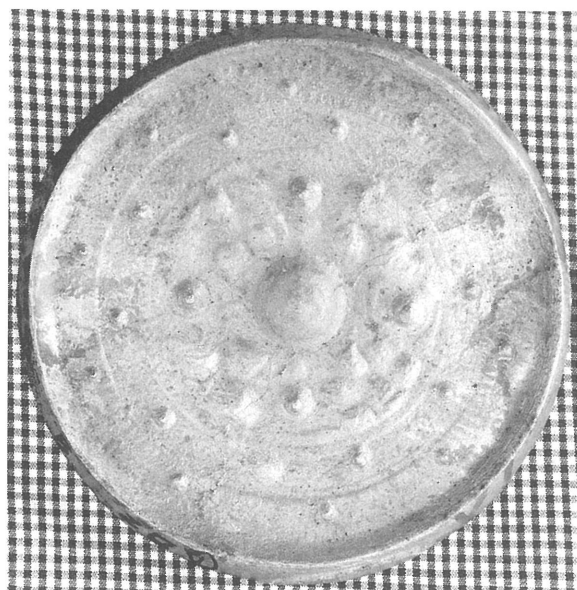


図3-35 V1鏡（二層式鋳型による）

できた。次回の鑄造実験で、このひび鏡の同範鏡の製作を試み、同範法・同型法それぞれの突線の特徴について研究することにした。

3) 2001年6月4日の鑄造実験(通算7、8回目)

(1) 原寸大鏡の鑄型の構造と製作

合計6回の1/2サイズの鑄造実験ではほぼ成功したものの、原寸大鏡は、1/2鏡に比べ、約8倍の体積を持つので、鑄型の堅牢さにそれ以上のものが要求される。堅牢さを要求すれば鑄型のガス抜きはそれだけ難しくなる。そのため、一層式と二層式の2種類の構造の鑄型を作ることとした。真土と粘土混合時の配合割合はどちらも10:2(体積比)としたが、埴汁(粘土を溶いた水)を少し加えながら土の硬さを調節したので、粘土が少し多めになった。

① 一層式

粉碎器を通さない真土、60目篩下だけでZA、ZB、ZC、ZDの4型を製作した。乾燥後、ZA、ZBではひびが発生しなかった。ZCでは5本のひびがZDでは1本のひびが確認できた。

② 二層式

粉碎器を通さない真土(30目篩下)と粘土で板を作り焼成する。そこへ、60目篩下の真土と粘土で作った鑄型を貼り付ける。こうして二層式鑄型ZU(図3-36、37)、ZV、ZWを製作した。どの鑄型も乾燥工程でひびが入った。

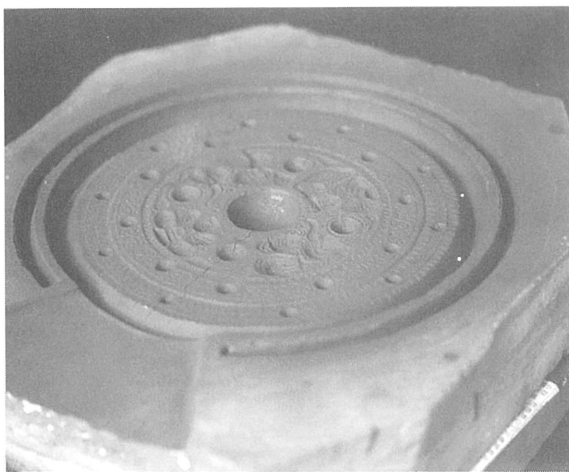


図3-36 鑄型ZU(二層式)



図3-37 鑄型ZUの部分(二層式)

(2) 通算7回目の鑄込みと取り出し(原寸大の三角縁神獸鏡を作る)

原寸大の一層式3型ZA、ZB、ZDと、二層式3型ZU、ZV、ZWを使用し、鑄込みを行った。鑄込み時の湯温は1032℃であった。銅・錫・鉛の配合割合は前6回と同じである。どれも泡が立たず、細部まで湯が行きわたり成功した(図3-38)。

それぞれの鑄型から生まれた鏡を、ZA9(図3-39)、ZB9、ZD1(図3-40左)、

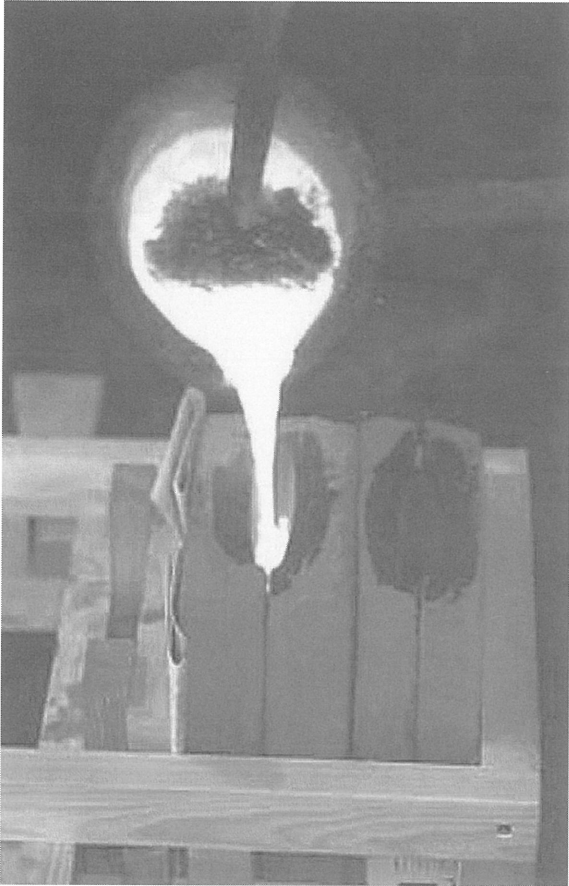


図 3-38 原寸大鋳型への鋳込み（左二層式、右一層式）

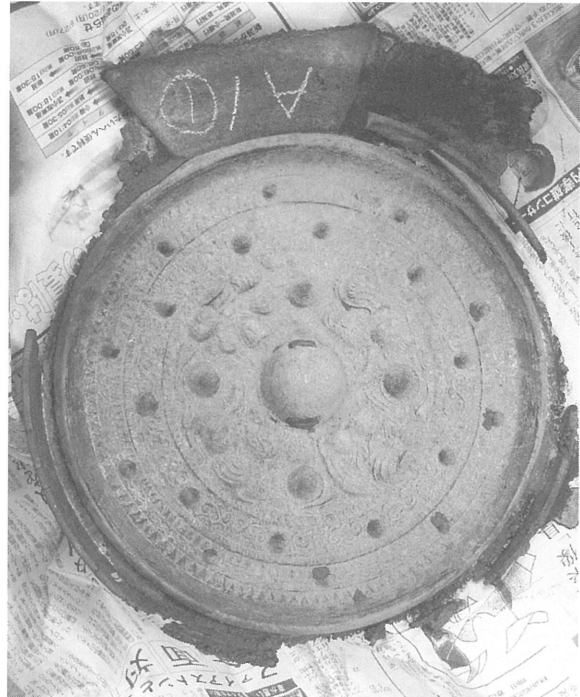


図 3-39 Z A 9 鏡



図 3-40 Z D 1 鏡と Z D 2 鏡

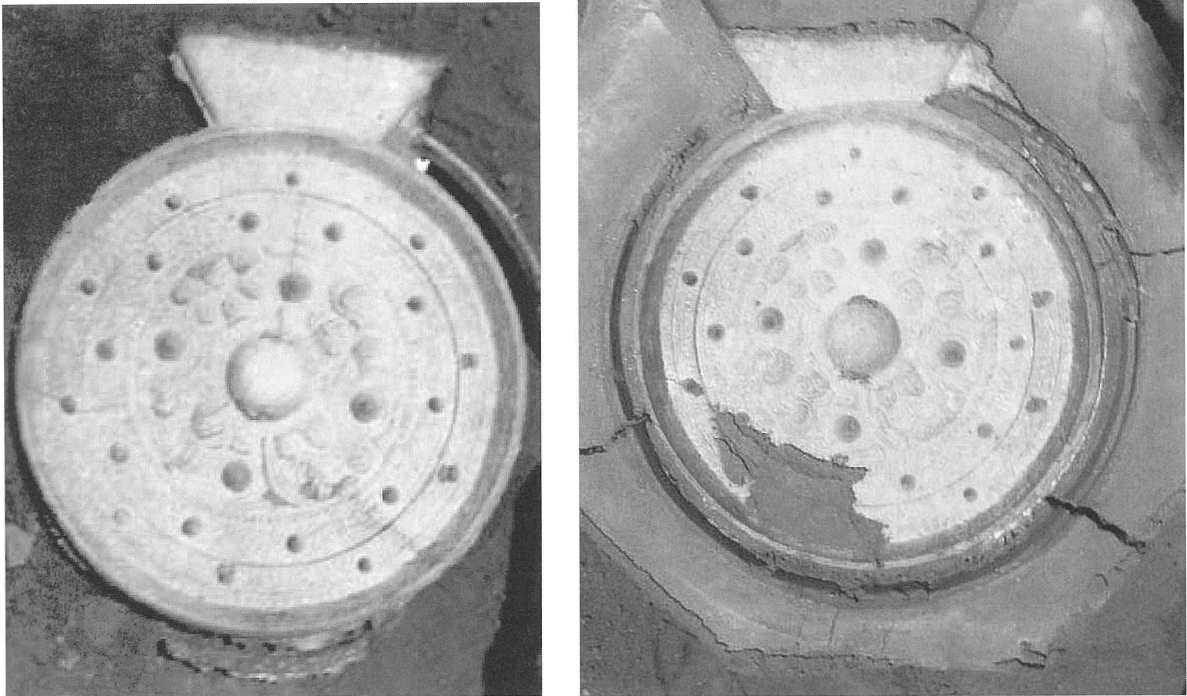


図3-41 復元した原寸大鏡（鋳込み直後）

ZU9、ZV9、ZW9と名付けた。

(3) 通算8回目の鋳込みと取り出し（原寸大で同範法に挑戦）

1/2鏡の鋳型、U1A、U1B、V1A、V1B、U、V、W、T、B、A2A9A、A2A9Bの11型と、原寸大鏡の鋳型のうち特に損傷の少なかったZDを再度使い、鋳造した。

鋳型U1A、U1B、V1A、V1Bはそれぞれ、4月4日の鋳造実験において、鋳型U、Vから生まれたU1、V1の2面の鏡を原鏡として踏み返して作った鋳型である。

鋳型A2A9A、A2A9Bは、4月4日にA2鏡を原鏡として踏み返して鋳造して得たA2A9鏡を原鏡として踏み返して製作した鋳型である。

鋳型U、V、Wは2度目の使用、鋳型Tは3度目の使用、鋳型Bは4度目の使用となる。それぞれ2、3、4面目の同範鏡の鋳造ということになる。

鋳込みはどれも成功した。鋳込み時の湯温は1052℃であった。銅・錫・鉛の配合割合は前7回と同じである。どれも泡も立たず、細部まで湯が行きわたり成功した。鋳型ZDから生まれた2面目の鏡をZD2（図3-40右）と名付けた。

(4) 通算第7～8回の鋳造実験の結果と考察

2回の鋳込みによって得られた結果としては以下のことを挙げることが出来る。

- ① 原寸大の三角縁神獣鏡の鋳造実験に成功した。



図3-42 B 4 鏡

- ② 同じく原寸大の三角縁神獸鏡の同範鏡の製作に成功した（Z D 1 鏡と Z D 2 鏡）。
- ③ 原寸大の三角縁神獸鏡の二層式鋳型の製作と鋳込みに成功し、ひびに起因する突線の発生を確かめることができた。
- ④ 1/2 鏡の鋳型 B について、4 面までの同範鏡の鋳造に成功した。（B 4 鏡、図 3-42）鋳型 B は 4 面の鋳造に耐え、損傷も少ない。5、6 回目の使用に耐える見込みである。
- ⑤ ひび鏡の同範鏡と同型鏡（U 1、U 2、V 1、V 2 鏡）、踏み返し鏡（U 1 A 9、U 1 B 9、V 1 A 9、V 1 B 9 鏡）の鋳造に成功した。
- ⑥ 鋳型 U 1 A、U 1 B、V 1 A、V 1 B から生まれた鏡は、それぞれ U 1 A 9 鏡、U 1 B 9 鏡、V 1 A 9 鏡、V 1 B 9 鏡と名付けた。硬質プラスチック製の 1/2 原型を「親鏡」とすれば、V 1 鏡、U 1 鏡は「子鏡」であり、U 1 A 9 鏡、U 1 B 9 鏡、V 1 A 9 鏡、V 1 B 9 鏡は「孫鏡」となる。
- ⑦ 鋳型 A 2 A 9 A、A 2 A 9 B から生まれた鏡は、それぞれ A 2 A 9 A 9 鏡、A 2 A 9 B 9 鏡と名付けた。硬質プラスチック製の 1/2 原型を「親鏡」とすれば、A 2 鏡は「子鏡」であり、A 2 A 9 鏡は「孫鏡」、A 2 A 9 A 9 鏡、A 2 A 9 B 9 鏡は「曾孫鏡」となる。

4) 鋳造実験で得られた資料

以上通算 8 回の鋳造実験により大変多くの資料を得ることができた。当初予定していたよりも多くの成果を得たが、一步先の課題も与えられた。以下にまとめて、成果を抽出してみた。また、その同範・同型関係図と計測結果を示す（図 3-43）（表 3-4）

- ① 原寸大で同範法の可能性が確認された

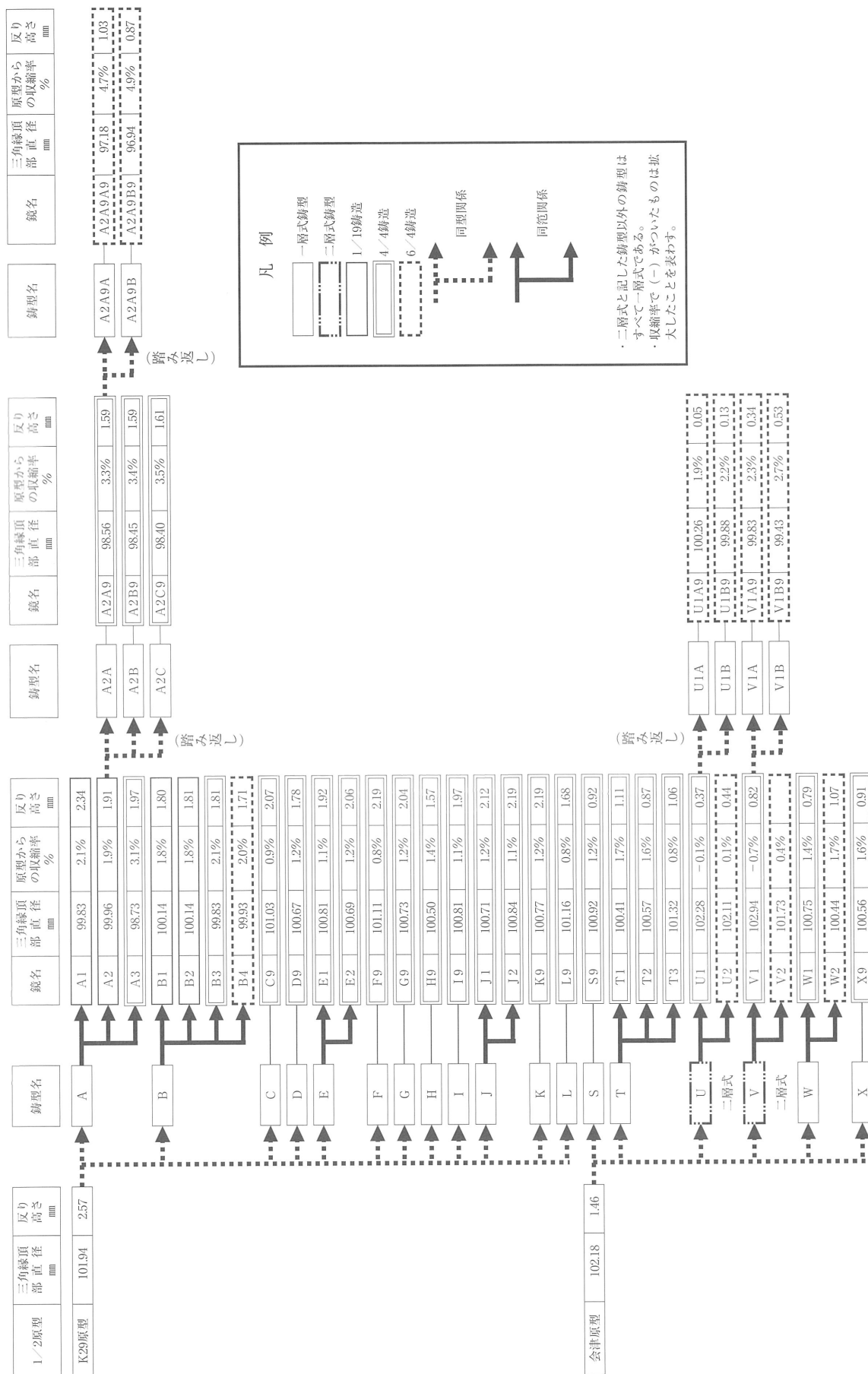


図3-43 1/2復元鏡の同範・同型関係図とレーザー三次元計測結果 (表3-4のスケールを使った計測結果とは若干異なることに注意)

表 3-4 1/2 復元鏡と鑄型の計測表 (1)

鏡名・鑄型名	外 径 R 平均 (mm)	三 角 形 頂 部 直 径 (mm)				鑄型からの 収縮率 m1	原型からの 収縮率 m2	内 区 の 厚 さ (mm)								三 角 縁 の 厚 さ (mm)				鑄型の素材 (真土と粘土の混合比率)	備 考			
		r1	r2	r3	r4			r 平均	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	肌真土	2 層目						
原 型		101.4 (K29原型)																						
鋳型 A	109.8	99.8	99.8	100.0	99.5	99.8	1.60%																	
A1	108.6	99.5	99.8	100.0	99.5	99.7	0.08%	3.84	3.15	3.32	3.39	6.94	7.08	7.26	6.82							K29		
A2	108.3	99.3	99.8	99.8	99.3	99.6	0.23%	3.43	2.77	2.90	3.16	7.17	6.71	7.08	7.08							黒鉛		
A3		99.6	99.7	99.7	99.3	99.6	0.20%	3.32	2.54	2.82	3.16	7.47	6.28	6.18	7.28							黒鉛		
鋳型 B	109.5	99.8	99.5	99.3	98.5	99.3	2.10%																	
B1	108.3	99.7	99.7	99.8	99.7	99.7	-0.45%	2.82	2.60	2.69	3.19	6.73	6.20	6.97	6.62							K29		
B2	108.1	99.5	99.5	99.5	99.3	99.5	-0.18%	3.41	2.86	3.07	3.35	7.45	6.41	6.94	6.91							黒鉛		
B3		99.6	100.0	99.7	99.6	99.7	1.65%	4.45	2.97	3.08	3.39	7.37	6.78	6.46	7.55							黒鉛		
B4		99.5	99.8	99.5	99.3	99.5	-0.25%	3.09	2.56	2.83	3.03	6.71	6.37	6.48	6.77							黒鉛		
鋳型 P A	106.3	97.5	97.5	97.0	96.5	97.1	4.22%																	
PA1	105.3	96.3	96.5	96.3	96.0	96.3	0.88%	3.58	3.39	3.37	3.43	6.57	6.95	6.80	6.76							K29		
PA2	105.4	96.3	96.7	96.3	96.3	96.4	0.75%	3.43	3.39	3.43	3.40	6.84	7.02	6.66	6.79							松煙		
鋳型 P B	106.0	96.5	97.0	96.5	95.5	96.4	4.96%																	
PB9	104.8	95.8	96.2	96.2	95.5	95.9	0.47%	3.75	3.39	3.88	3.86	6.58	6.85	7.11	7.01							K29		
鋳型 P C	106.0	96.3	96.5	96.2	95.8	96.2	5.13%																	
PC1	104.9	94.5	95.0	95.3	95.3	95.0	1.22%	4.65	5.05	4.44	4.80	7.30	7.20	7.44	7.76							K29		
PC2	104.7	95.0	95.2	95.0	95.2	95.1	1.14%	4.79	4.68	4.78	4.94	7.49	7.46	7.76	7.90							黒鉛		
鋳型 P D	106.2	96.3	96.5	96.5	96.3	96.4	4.93%																	
PD9	104.9	96.0	96.3	96.3	96.3	96.2	0.18%	3.78	3.16	3.26	3.56	6.37	6.30	6.81	5.86							K29		
鋳型 Q A	105.5	96.0	96.3	96.0	96.0	96.1	5.25%															油煙		
QA9	104.6	95.5	95.3	95.3	95.0	95.3	0.83%	3.95	3.59	3.53	3.70	6.68	7.10	7.47	6.57							K29		
鋳型 Q B	105.3	96.0	95.5	95.5	95.0	95.5	5.82%																	
QB1	104.6	96.5	95.5	95.7	95.0	95.7	-0.18%	3.67	3.25	3.97	3.53	7.53	6.92	7.81	7.36							K29		
QB2	104.6	95.7	95.5	96.8	95.5	95.9	-0.39%	3.93	3.36	3.52	3.78	7.17	6.83	7.52	7.33							黒鉛		
鋳型 Q C	106.4	96.8	96.5	97.0	96.5	96.7	4.64%																	
QC9	105.6	96.5	96.7	96.7	96.0	96.5	0.23%	5.13	4.84	4.94	4.96	7.18	7.93	8.02	7.45							K29		
鋳型 Q D	105.8	96.5	96.3	95.8	95.5	96.0	5.30%																	
QD9	104.7	95.3	95.7	95.8	96.2	95.8	0.29%	3.67	4.02	3.82	3.79	6.64	6.92	7.57	7.41							K29		
鋳型 R A	109.2	99.0	99.2	99.2	98.8	99.1	2.32%																	
RA9	108.3	99.3	99.3	99.0	99.3	99.2	-0.18%	3.43	3.23	3.18	3.65	6.96	6.80	7.25	6.76							K29		
鋳型 R B	109.4	98.5	99.0	99.0	98.0	98.6	2.74%																	
RB1	108.2	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3	-0.68%	3.03	2.50	2.72	3.03	6.69	6.31	7.18	6.94							K29		
RB2																						松煙		
鋳型 R C	109.7	99.8	99.5	99.5	99.0	99.5	1.92%																	
RC1	108.4	100.0	99.5	99.3	99.7	99.6	-0.18%	3.01	2.38	2.67	2.67	6.25	6.51	6.84	6.33							K29		
RC2	108.2	99.3	99.5	99.3	99.0	99.3	0.18%	2.93	2.68	2.89	3.23	6.91	6.55	6.98	7.22							黒鉛		
鋳型 R D	109.5	99.8	99.0	98.5	98.8	99.0	2.34%																	
RD9	107.8	99.0	99.0	98.8	98.5	98.8	0.20%	3.39	2.57	2.97	3.26	6.58	6.98	6.91	6.25							K29		
使用計測器		スケール (300mm、1 線)						digital ノギス (改造)																油煙

計測日：2001.01.25

t1～t4 は内区の測定基点の周囲の厚さ

t5～t8 は三角縁の厚さ

金属成分	銅		
	I3	I3	kg
	4.1	kg	72.2%
鉛	0.9	kg	22.8%
			5.0%

表 3-4 1/2 復元鏡と鋳型の計測表 (2)

鏡名・鋳型名 原 型	外 径 R 平均 (mm)	三 角 形 頂 部 直 径 (mm)				鋳型から の収縮率 m1	原型から の収縮率 m2	内 区 の 厚 さ (mm)								三 角 縁 の 厚 さ (mm)				鋳型の素材 (真土と粘土の混合比率)		備 考
		r1 101.4 (K29原型)	r2 100.8	r3 100.5	r4 100.0	r 平均		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8					肌真土 2 層目	真打ち	
鋳型 C	1107	100.8	100.8	101.0	100.0	100.7	0.74%	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	全て60目篩下真土 (不粉砕)		鋳型状態		鋳型状態		K 29
C9	1096	100.5	100.5	100.7	100.5	100.6	0.10%	3.31	2.88	2.94	3.29	7.22	6.72	6.43	7.17							
鋳型 D	1110	100.3	100.7	100.5	100.0	100.4	1.01%	3.41	2.90	3.13	3.33	7.33	7.00	6.81	7.51							K 29
D6	1097	100.3	100.5	100.5	100.2	100.4	0.00%	3.16	2.63	2.61	2.89	7.09	6.67	6.84	7.12							
鋳型 E	1106	101.0	100.7	100.7	100.8	100.8	0.59%	3.08	2.93	2.91	2.99	7.09	6.67	6.97	7.22	表面60目篩下、ウラ60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
E1	1095	100.7	100.7	100.5	100.5	100.6	0.20%	3.39	3.09	3.25	3.42	7.56	7.04	6.51	7.38							
F2	1095	100.7	100.5	100.5	100.3	100.5	0.79%	3.62	3.05	3.21	3.43	7.26	6.73	6.75	7.27							
鋳型 F	1102	100.5	100.5	100.5	100.3	100.5	0.89%	2.57	2.21	2.29	2.54	7.11	6.49	5.93	7.09							K 29
F9	1098	100.6	101.0	101.3	100.6	100.9	0.52%	4.50	4.32	4.52	4.45	8.32	7.51	7.63	7.40							
鋳型 G	1106	101.0	101.3	100.7	100.5	100.9	0.52%	4.80	4.82	4.91	4.84	8.14	7.43	8.04	7.84	表面60目篩下、ウラ30目篩下麻なし		鋳型状態		鋳型状態		K 29
G9	1092	100.5	100.3	100.2	100.2	100.4	0.50%	4.70	4.70	4.84	4.91	8.17	7.38	7.84	7.76							
鋳型 H	1103	100.5	100.0	100.5	100.0	100.3	1.13%	4.71	4.63	4.60	4.59	8.42	7.39	7.46	7.52							
H9	1095	100.2	100.4	100.5	100.0	100.3	-0.02%	3.47	2.81	3.40	3.32	7.44	6.69	6.46	7.31							K 29
鋳型 S	1069	100.7	100.5	100.3	100.3	100.4	1.01%	3.42	2.91	2.94	3.11	7.38	6.62	6.80	7.22							
S9	107.4	100.5	100.7	100.5	100.3	100.5	-0.12%	3.27	2.94	2.75	3.23	7.84	6.90	7.01	7.07	表面60目篩下、ウラ20目篩下麻なし		鋳型状態		鋳型状態		K 29
鋳型 T	1089	100.5	100.5	100.5	99.7	100.1	1.28%	3.35	2.95	3.02	3.33	7.51	6.62	6.77	7.20							
T1	1080	100.2	100.5	100.3	100.2	100.3	-0.20%	3.18	2.62	2.86	3.33	7.54	6.83	6.83	7.42							
T2	1082	100.3	100.0	100.0	100.0	99.8	0.27%	2.90	2.93	3.64	3.47	7.55	7.57	8.25	7.42							
T3	1081	100.7	100.7	100.5	101.2	100.8	-0.67%	2.67	3.17	3.53	3.23	6.84	7.04	7.83	7.22	全て60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
鋳型 I	1105	100.0	100.3	100.5	100.0	100.2	1.18%	2.44	2.81	3.49	3.47	6.79	7.18	8.01	7.33							
I9	1092	100.3	100.5	100.5	100.3	100.4	-0.10%	3.31	3.42	4.30	3.87	7.42	7.85	8.47	7.57							
鋳型 K	1105	100.5	100.5	100.0	100.0	100.3	1.13%	3.92	4.15	4.06	3.90	7.67	6.89	7.48	7.64							K 29
K9	1095	100.3	100.5	100.7	100.2	100.4	-0.17%	3.96	3.62	3.48	3.64	7.77	7.10	6.62	7.29							
鋳型 L	1105	100.0	100.7	100.5	100.0	100.3	1.08%	3.58	3.38	3.90	3.55	6.93	6.83	7.39	7.83	表面60目篩下、ウラ60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
L9	1096	100.5	100.7	100.7	100.5	100.6	-0.30%	4.34	4.04	4.54	4.46	7.30	7.00	7.67	7.29							
鋳型 U	1107	101.5	101.3	101.5	100.5	101.2	0.20%	3.99	4.02	4.34	4.24	7.25	7.27	7.36	7.26							
U1	1100	101.8	102.2	102.0	101.3	101.8	-0.42%	4.04	3.94	4.31	4.18	7.19	7.19	7.46	7.21							
U1A9	107.4	99.6	99.5	99.3	98.7	99.3	2.10%	3.77	3.68	4.15	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16	表面60目篩下、ウラ30目篩下麻なし		鋳型状態		鋳型状態		K 29
U1B9	107.4	99.5	99.8	99.5	99.3	99.5	1.85%	3.43	2.87	3.26	3.31	6.93	6.65	6.38	6.79							
U2	109.8	101.8	101.5	101.2	100.7	101.3	-0.10%	2.77	2.24	2.60	2.63	6.51	6.28	6.28	5.99							
鋳型 V	109.6	101.0	100.5	100.5	100.5	100.6	0.76%	2.74	2.38	2.63	2.71	6.71	6.49	6.63	6.47							
V1	108.8	101.0	101.2	100.5	101.0	100.9	0.47%	3.94	3.92	3.92	3.92	7.67	6.89	7.48	7.64	表面60目篩下、ウラ60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
V1A9	106.5	99.5	99.3	98.7	99.0	99.1	2.24%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
V1B9	106.2	99.3	99.3	98.7	98.5	99.0	2.42%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
V2	108.9	100.2	100.5	100.5	100.0	100.3	0.32%	4.34	4.04	4.54	4.46	7.30	7.00	7.67	7.29							
鋳型 W	108.7	100.3	100.0	99.7	99.5	99.9	1.50%	3.99	4.02	4.34	4.24	7.25	7.27	7.36	7.26	表面60目篩下、ウラ30目篩下麻なし		鋳型状態		鋳型状態		K 29
W1	107.4	100.3	100.3	100.0	99.7	100.1	-0.20%	3.99	4.02	4.34	4.24	7.25	7.27	7.36	7.26							
W2	107.4	99.7	100.5	100.2	99.7	100.0	-0.15%	4.04	3.94	4.31	4.18	7.19	7.19	7.46	7.21							
鋳型 X	108.8	100.3	100.0	99.7	99.5	99.9	1.50%	3.77	3.68	4.15	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
X9	107.6	100.5	101.0	100.5	100.0	100.5	-0.63%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16	表面60目篩下、ウラ30目篩下麻なし		鋳型状態		鋳型状態		K 29
鋳型 A2A	107.9	98.3	98.0	97.5	97.3	97.8	0.89%	3.43	2.87	3.26	3.31	6.93	6.65	6.38	6.79							
A2A9	107.1	97.8	98.3	98.3	98.3	98.2	3.18%	2.77	2.24	2.60	2.63	6.51	6.28	6.28	5.99							
A2A9A9	104.6	95.5	96.5	96.2	96.2	96.1	5.23%	2.74	2.38	2.63	2.71	6.71	6.49	6.63	6.47							
A2A9B9	104.7	95.5	96.5	96.5	96.2	96.2	5.15%	3.94	3.92	3.92	3.92	7.67	6.89	7.48	7.64	表面60目篩下、ウラ60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
鋳型 A2B	108.9	97.3	97.5	97.5	97.3	97.4	3.94%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
A2B9	106.9	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3	3.08%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
鋳型 A2C	108.3	98.0	97.5	97.7	97.5	97.7	3.67%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16							
A2C9	107.7	98.3	99.0	98.3	98.3	98.5	2.88%	3.99	3.99	3.99	3.99	7.23	6.87	7.32	7.16	表面60目篩下、ウラ60目篩下麻入り		鋳型状態		鋳型状態		K 29
使用計測器																						

- ② 一つの鋳型から同範法で最大4面の鏡を得た。
- ③ 同範鏡は、1/2鏡で合計8組、20面、原寸大鏡で1組2面になる。
- ④ 三角縁神獸鏡の大きな特徴の一つである「突線」は、二層式の鋳型によって再現することができた。

こうして得られた全ての復元鏡の鏡面と鏡背面をレーザー三次元計測した（図3-43）。

4 考 察

1) 同範法の可能性について

今回の復元実験では、真土と粘土という古代にも存在したであろう素材を使うという条件下で様々な技法を試みた。近現代に多く用いられている挽き型を使って鋳型を作る挽き型法を敢えて採ることをせず、原型に真土と粘土を混練したものを押しつける所謂同型法や踏み返しに類する技法で鋳型を製作したのであるが、それは、1の3)の(5)項に述べたように、今回の研究を複製鏡製作技術に絞ったからである。このことは同範法の可能性を検討するには十分であったと考えている。結果は1/2鏡で8組20面、原寸大鏡で1組2面の同範鏡が出来た。本実験の第1番目の目的は「同範法」の可能性を探ることであるから、「同範法は可能」であることが実験によって証明されたことになる。

とは言え、可能であるからといって、三角縁神獸鏡が同範法で作られたということではないことを強調しておかななくてはならない。三角縁神獸鏡の調査研究のなかで、「同範法」も視野に入れて検討すべきであることがわかったにすぎない。

2) 観察・推定法と検証ループ法

1の1)の(1)項で述べたように、これまでの鏡の製作技法研究が「観察・推定法」によって行われてきたように、今後もこの方法が重要な位置を占めるに違いない。これが工学分野の研究であれば、やはり「検証ループ法」が必須になるが、考古学の分野では今回のような復元実験研究は容易に行える性質のものではない。しかし、観察・推定法による研究は積み上げが難しい。推定はなるべく数多くの実験によって検証される必要があることは考古学分野でも変わるものではないが、実験のデータを共有することで「観察・推定法」の精度を上げることが可能になる。そのため、本報告では各鋳造法で復元された鏡の細部の特徴を出来るだけ多く挙げて、鏡研究者に供したいと思う。

実験の成果については、実験データばかりでなく、実験試料も出来る限り公開すべきである。本実験の成果品はすべて福島県文化財センタ白河館（愛称まほろん）に保管される。今後の積極的な活用が望まれる。

3) 抜け勾配と鋳型の変化（損傷）の関係を検証する（2の3)の(1)を参照）

(1) 抜け勾配の意味

今回の実験のために用意した黒塚古墳29号鏡の1/2原型に、鋳型の変化を観察しやすくす

るために4つの突起を作った(表4-1)。この突起の形状によって鑄型の細部がどのように変化するのか明示的に検証することは重要である。

表4-1 黒塚29号鏡の1/2原型上に作った突起の各部寸法(mm)ノギスによる測定

突起の名称		上端	下端	高さ	勾配	角度	備考
円柱状突起	勾配あり	4.3	3.5	1.4	0.29	15.9	
四角柱状突起	勾配あり	3.7	2.7	1.4	0.38	20.5	
四角柱状突起	勾配少ない	4.0	3.9	1.4	0.05	3.1	
四角柱状突起	逆勾配	3.7	3.9	1.2	-0.08	-4.6	

突起に抜け勾配がある円柱状の突起の場合は、鑄型の損傷が最小限に抑えられている(図4-1, 2)。ここに取り上げた鑄型A、Bは、実験的に粗い真土を使い、特に肌真土には粘土を混入しなかったため、とても脆い。それでも損傷が極めて少ないことから、抜け勾配をつけることが同範法にとって大変重要な技術要素であることがわかる。

それでも、子鏡で出来た突起や凹みは、ほとんどの場合孫鏡や曾孫鏡にも現れると言える。となれば、仮に傷Aを持つ鏡A Aと傷Bを持つ鏡B Bがあるとすれば、鏡A Aには傷Bが無く、鏡B Bには傷Aが無いとなれば、鏡A Aと鏡B Bは同範鏡同士ではあり得ないということになる。これは、図4-1の矢印部分と、図4-2の矢印部分の傷(細い矢印部分)を比べれば明らかであろう。

(2) 抜け勾配が少ない(勾配3.1度)の場合

次に抜け勾配が少ない場合を見てみよう(図4-5)。鑄型Bから生まれた同範鏡であるB 1鏡の四角柱状突起を見ると、B 1鏡鑄造前の鑄型Bに小さな損傷があったことが推定できる。この損傷は、原型と土を剥がす段階で土(鑄型)が損傷したものであろうが、土がまだ軟らかく弾性がある時なので、大きな損傷は避けられたものと考えられる。しかし、B 2鏡の四角柱状突起を見ると、B 2鏡鑄造前の鑄型Bは損傷が激しかったことが見て取れる。これは、B 1鏡鑄造時に、鑄型Bの小さな損傷部に入り込んだ湯が引っかかり、鑄型Bの損傷が拡大したのではないだろうか。同じようにB 3鏡、B 4鏡でも鑄型の損傷が拡大していることがわかる。B 1鏡、B 2鏡、B 3鏡の取り出しの時に損傷が拡大していったものと考えられる。一方、同型法では突起が拡大していくという変化は無く、踏み返し法では、突起が丸みを帯びるが、特に拡大するということはない(図4-6, 7)。

(3) 逆勾配(オーバーハング)がある場合

顕著に鑄型の損傷が現れるのが、原型に逆勾配(オーバーハング)がある場合である。鑄型Bから原型をはがす時にできる小さな傷がB 1鏡に小さな突起を作り(図4-8、下段左端)、B 1鏡を取り出すときに突起が鑄型Bの損傷を拡大させる。その損傷は、B 2鏡において現われ(図4-8、下段左から2番目)、B 2鏡の拡大した突起が、鑄型Bの損傷を再び拡大する。その損傷はB 3鏡に現れ(図4-8、下段右から2番目)、それが鑄型Bの損傷を三たび拡大す

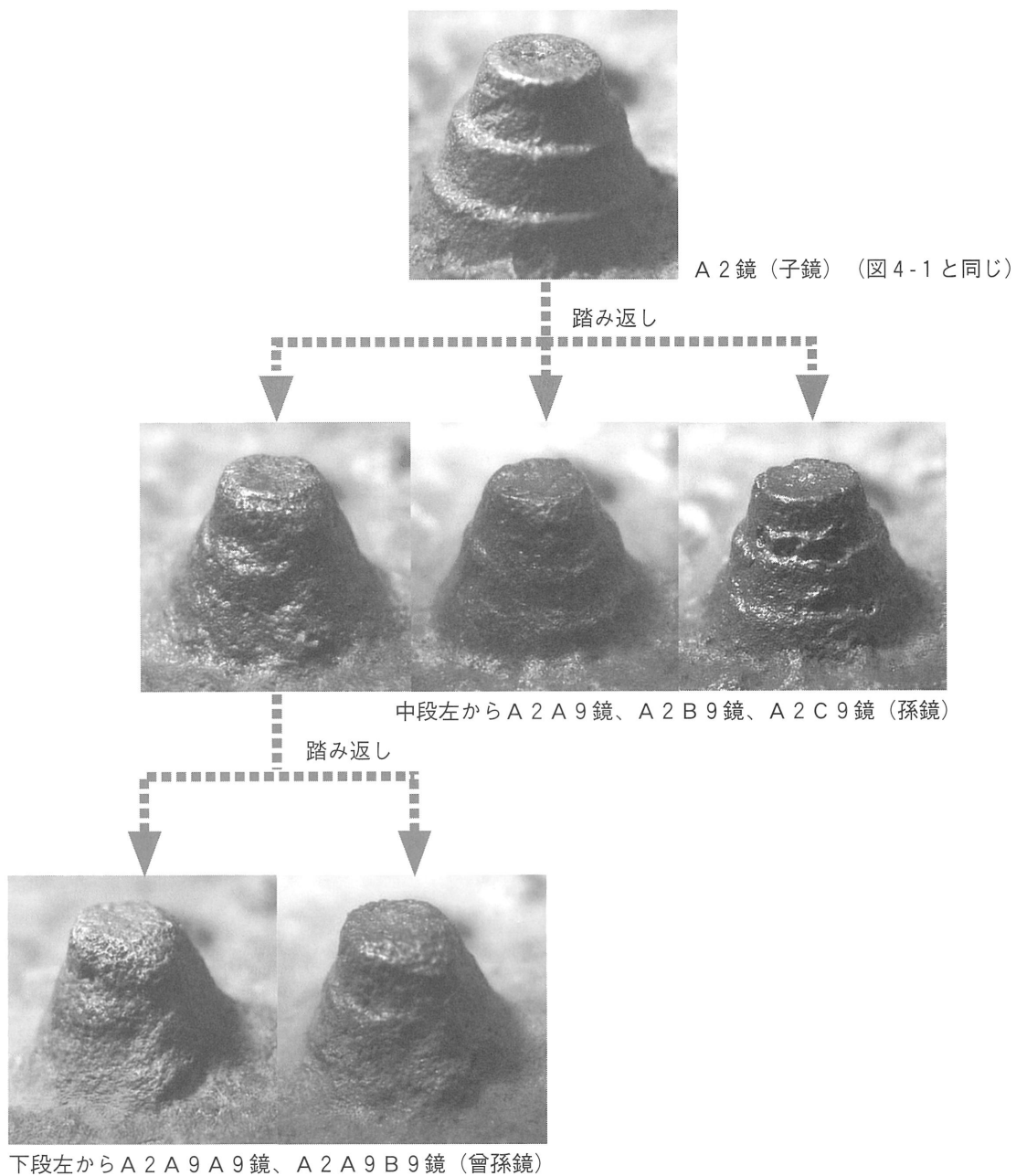


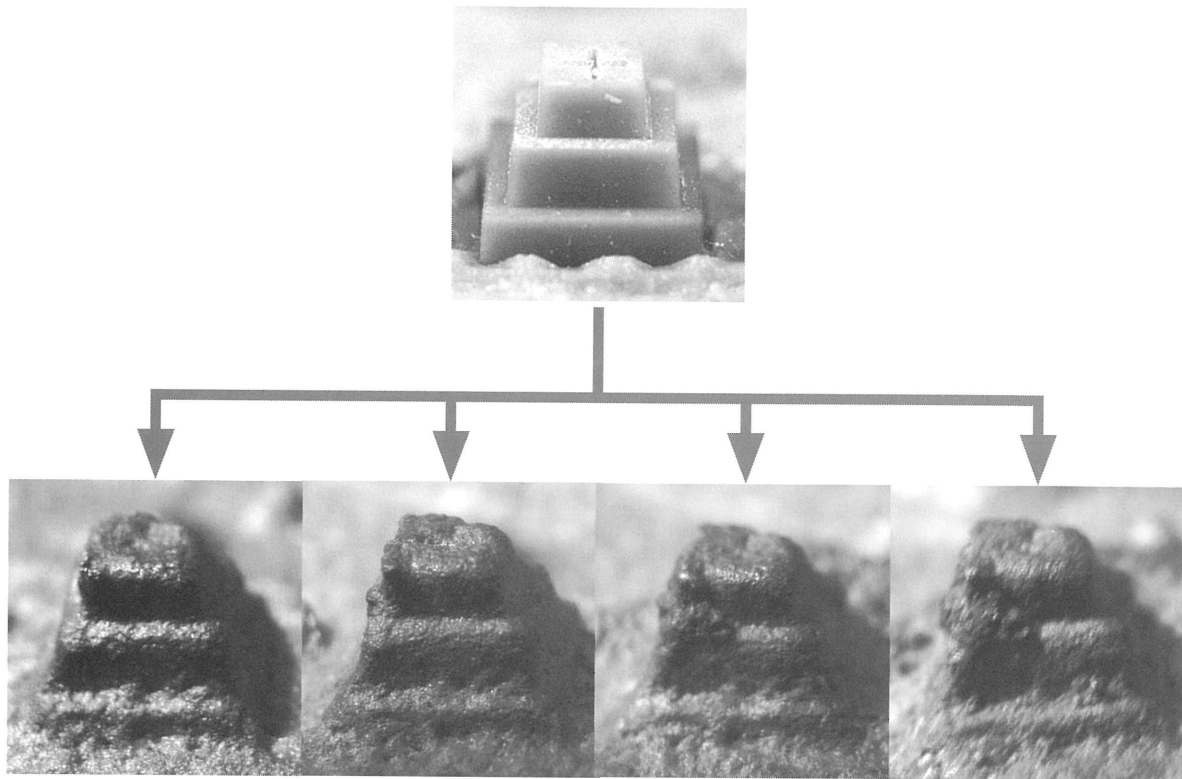
図 4-4 抜け勾配のある円柱状突起の変化の様子（踏み返し鏡の場合）

る。最初は僅かなオーバーハングあるいは小さな損傷が、同範法を重ねることで加速度的に損傷が拡大していく様が見て取れる（図 4-8）。

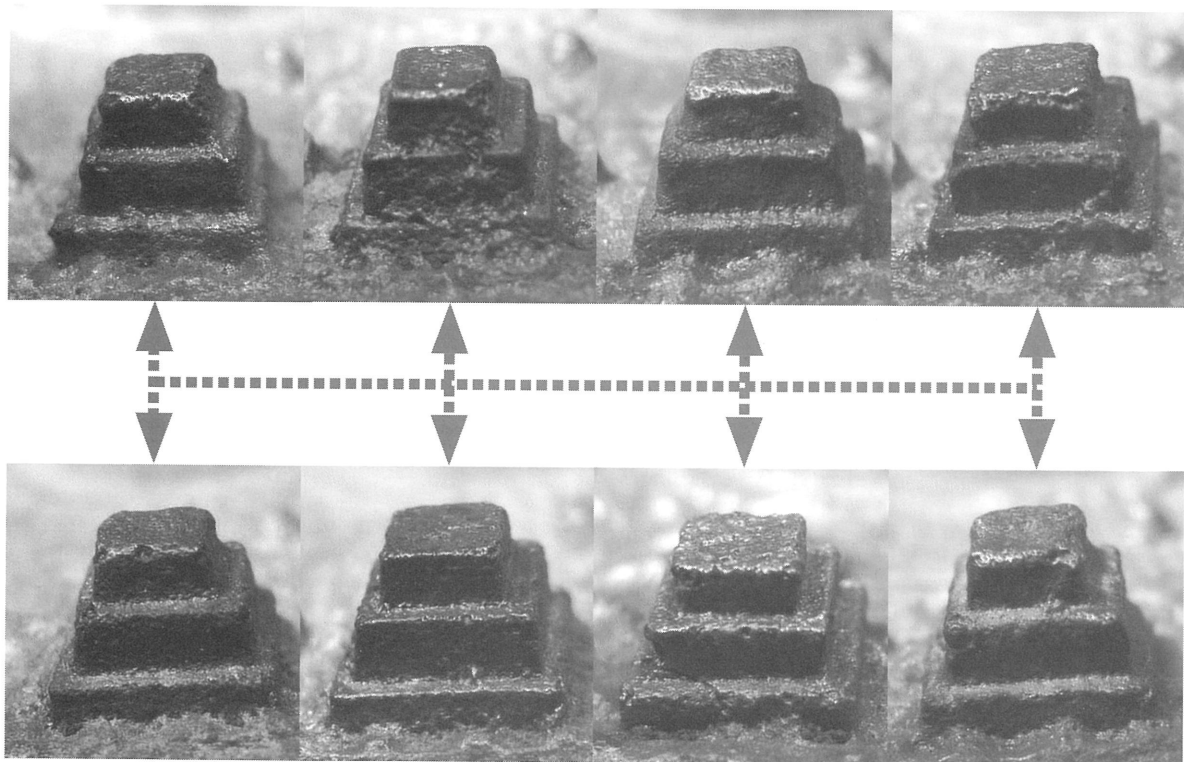
このことは、E 1 鏡、E 2 鏡と J 1 鏡、J 2 鏡の 2 組の同範鏡の損傷の拡大にも明らかに現れている（図 4-9）。

（4）抜け勾配とオーバーハング

突起の変化の状況は、同範法にとってオーバーハングや鑄型の損傷がとて大きなりスクになることを示していると言える。仮に鑄造技術者が、最初から同範法、つまり鑄型を複数回使



原型（上段）B 1 鏡、B 2 鏡、B 3 鏡、B 4 鏡（下段）
 図 4 - 5 抜け勾配が少ない四角柱状突起の変化の様子（同範鏡の場合）



上段左から C 9 鏡、D 9 鏡、E 1 鏡、F 9 鏡
 下段左から G 9 鏡、H 9 鏡、I 9 鏡、J 1 鏡
 図 4 - 6 抜け勾配が少ない四角柱状突起の変化の様子（同型鏡の場合）

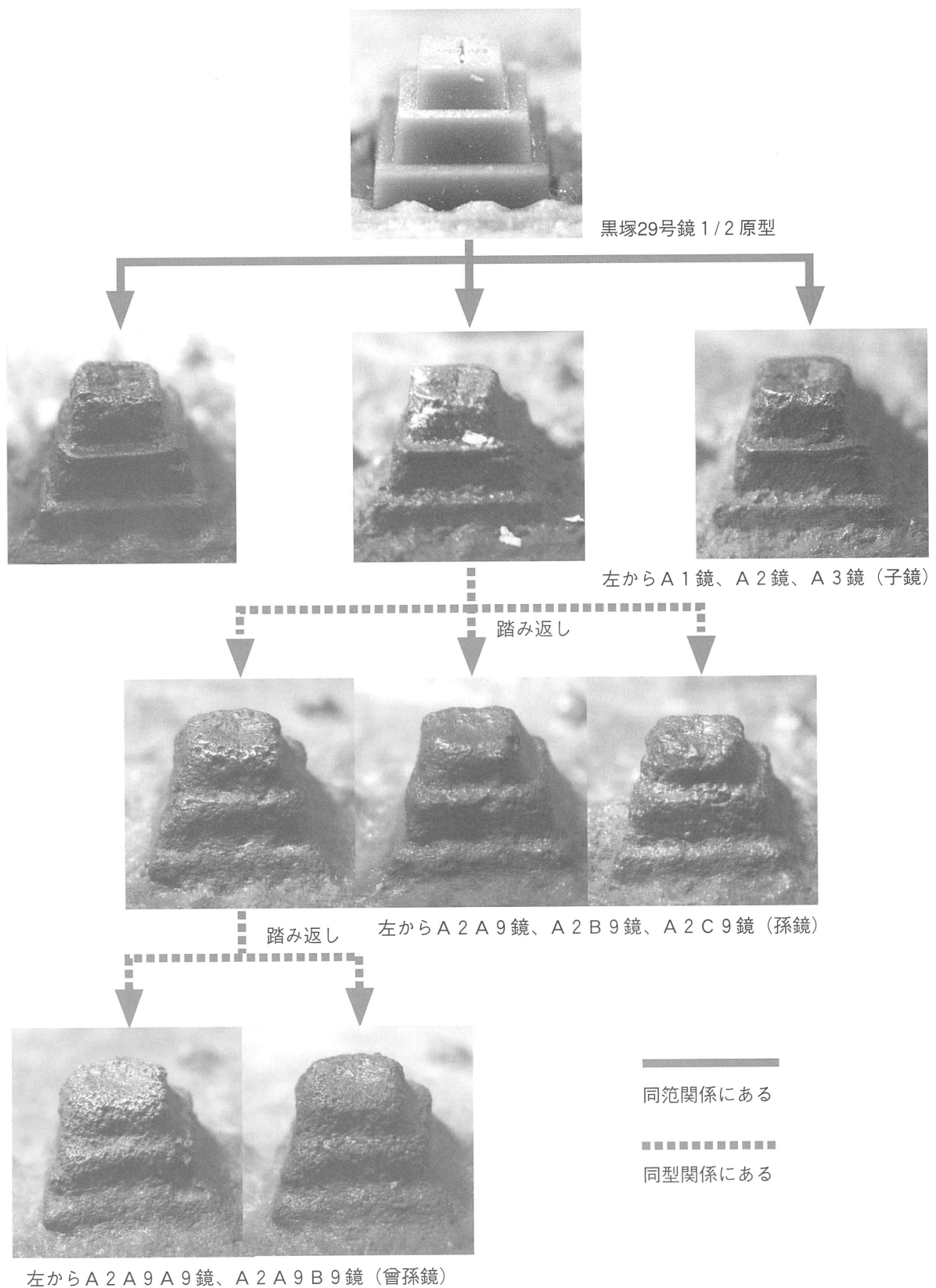
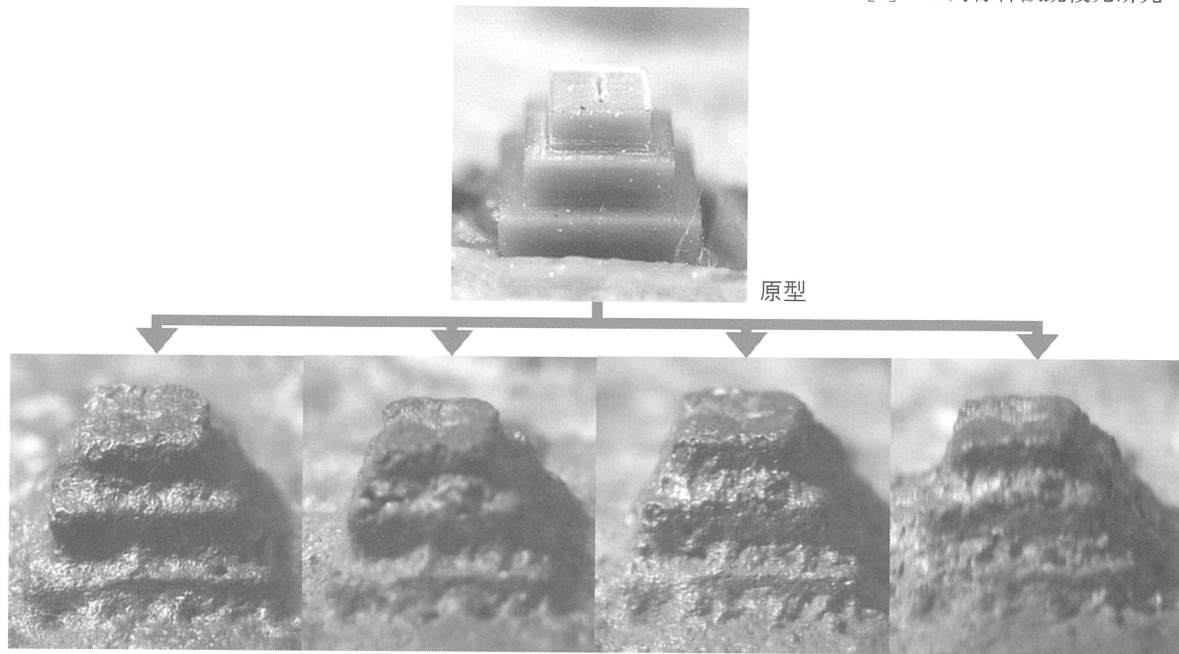
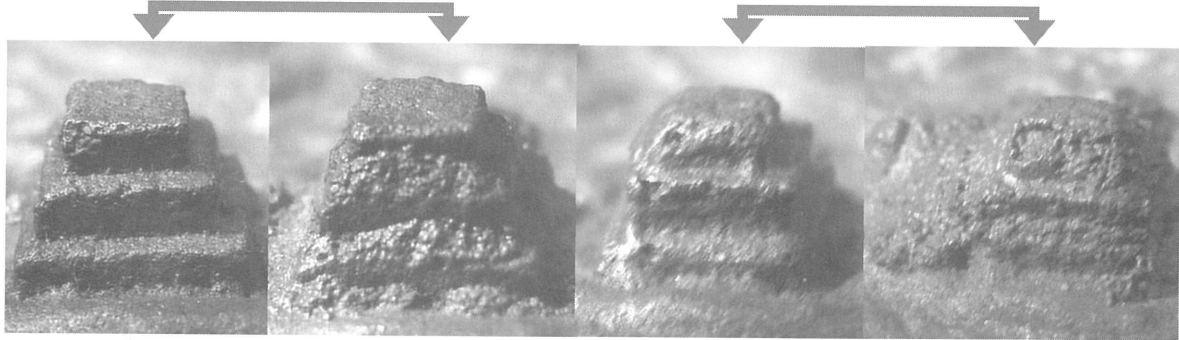


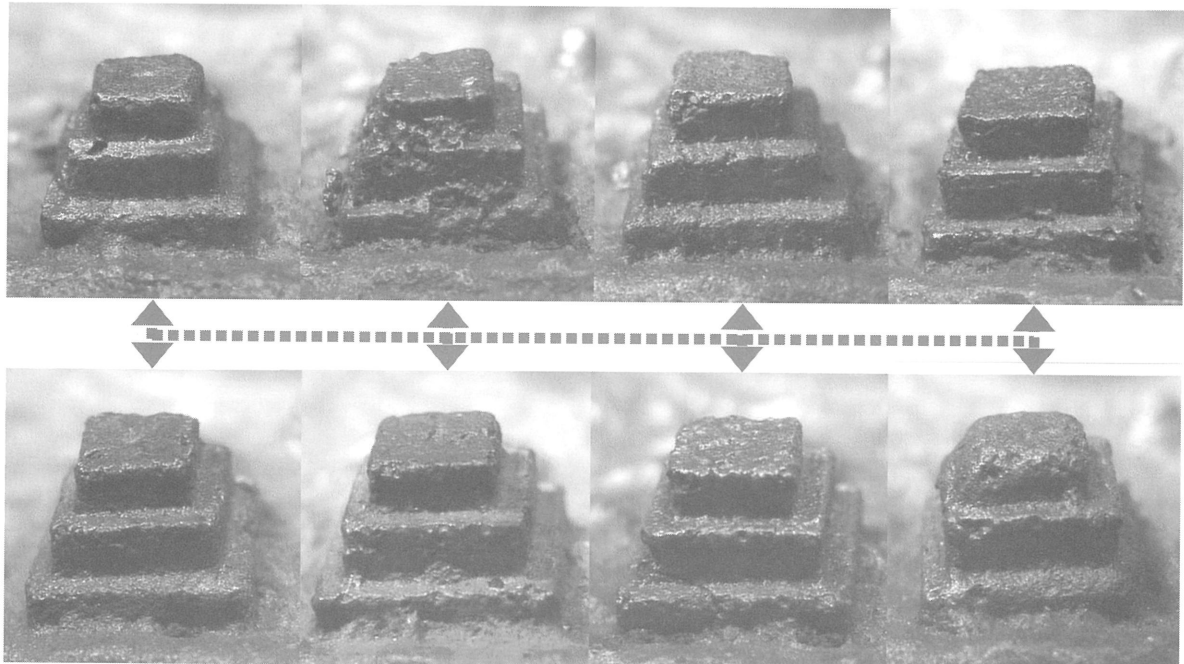
図 4-7 抜け勾配が少ない四角柱状突起の変化の様子（踏み返し鏡の場合）



B 1 鏡、B 2 鏡、B 3 鏡、B 4 鏡（左から）
図 4 - 8 逆勾配がついた四角柱状突起の変化の様子（同范鏡の場合 1）



左から、E 1 鏡、E 2 鏡、J 1 鏡、J 2 鏡
図 4 - 9 逆勾配のがついた四角柱状突起の変化の様子（同范鏡の場合 2）



上段左から C 9 鏡、D 9 鏡、E 1 鏡、F 9 鏡
下段左から G 9 鏡、H 9 鏡、I 9 鏡、J 1 鏡
図 4 - 10 逆勾配のがついた四角柱状突起の変化の様子（同型鏡の場合）
—— 同范関係にある ■■■■■■■■■■ 同型関係にある

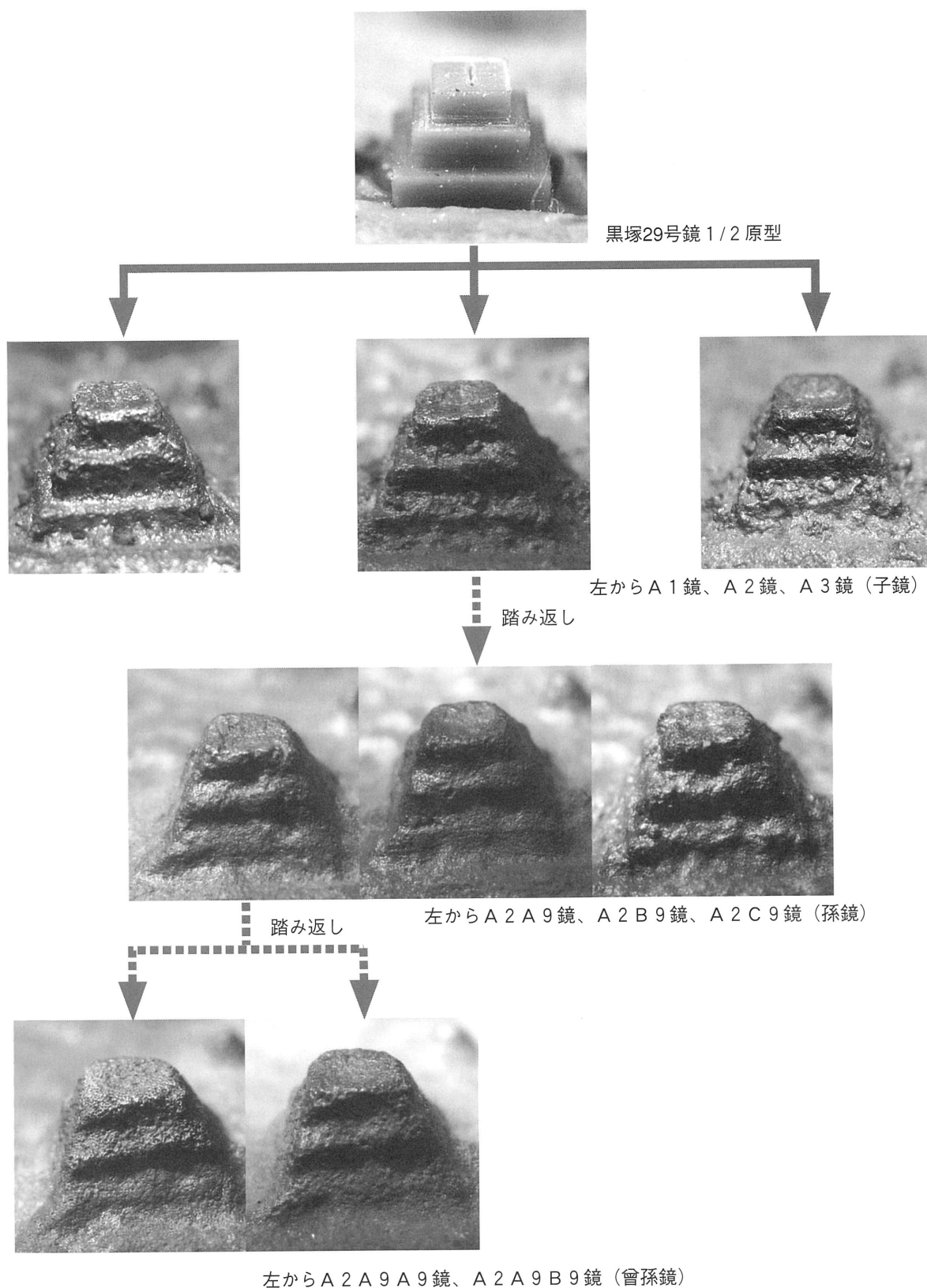


図 4-11 逆勾配がついた四角柱状突起の変化の様子（踏み返し鏡の場合）

うことを考えていたとすれば、抜け勾配を確実に作ることに大きな努力を払わずにはいないだろう。従って、抜け勾配の無かったり、オーバーハングになった鏡があれば、それを作った技術者は最初から鑄型を2度使おうとは考えていなかったと推定できるのである（鈴木2002）。

4) 同範法と同型法における文様の鮮明度の変化を検証する

－鑄造をするたびに鑄型はすり減るのか？－

同範法で面数を重ねた時の文様の鮮明度はいかなる変化の様相を示すのであろうか。実験で得たいくつかの事例を紹介する。図4-12の神像は、鑄型Bから生まれた4面の同範鏡、B1鏡、B2鏡、B3鏡、B4鏡のものである。鮮明な像が出ているとは言い難いが、その変化の様子は読みとれる。殊に鑄型Bは肌真土に粘土を含まない真土を使っているので脆くて崩れやすい。そのため、変化の様相が顕著に現れる。神像の腰下のはしご状短冊文様を見ると、B1鏡、B2鏡、B3鏡、B4鏡と鑄込みを重ねることで、文様が不鮮明になっているが、神像の左膝の襷文様を見るとB3、B4鏡の方がエッジが立って鮮明に見える気がする。

また、A1鏡、A2鏡、A3鏡の鋸歯文を見ると（図4-16）、鮮明度は、後で鑄込んだA2鏡の方が上であると言える。鑄型Aも鑄型Bと同様に肌真土に粘土が含まれないので、崩れやすい鑄型であるのだが、それにも関わらず、後で鑄造した鏡の方が鮮明になることがあることからどういうことが想定されるのであろうか。この現象は、図4-2の抜け勾配のある円柱状突起のエッジの鋭さの変化にも見ることができる。そこでは、B1鏡の突起のエッジよりもB2鏡、B3鏡の突起のエッジの方が鋭いのである。それらの理由は、単純に先に鑄造したA1鏡よりもA2鏡の法が湯流れが良く、同じくB1鏡よりもB2鏡やB3鏡の方が湯流れが良かったためであろう。つまり、文様の鮮明度の変化は必ずしも鑄造順序を表さないことが解るのである。

鑄型は真土と砂と粘土を混練し、焼成して作られるので、一度や二度の鑄込みで文様の細部のエッジがすり減るとは限らない。図4-14、15のT1鏡、T2鏡、T3鏡の獣像の襷を見れば、その鮮明度に変化が有るとは言えない。2度や3度の鑄造では鑄型がすり減らない例である。そうした鑄型のすり減りよりも、その度に変化する鑄造条件に左右される湯流れの良否が、文様の鮮明度に影響することが大きいと考えるべきであろう（註6）。このことは同型法で顕著に現われる（図4-13）。

5) 鑄型の欠損に起因する突起はどう変化するか

図4-16の鑄型Aから生まれた同範鏡A2、A3の外区と三角縁の間に、鑄型の損傷に起因する突起が数カ所認められる。A1鏡の取り出しの時に生じた損傷部に湯が流れ込んでA2鏡の突起が生まれ、そのA2鏡の取り出しの時に、損傷が拡大し、そこに湯が流れ込んでA3鏡が生まれたことが解る。鑄型の損傷が加速度的に拡大して行く様が見て取れる。

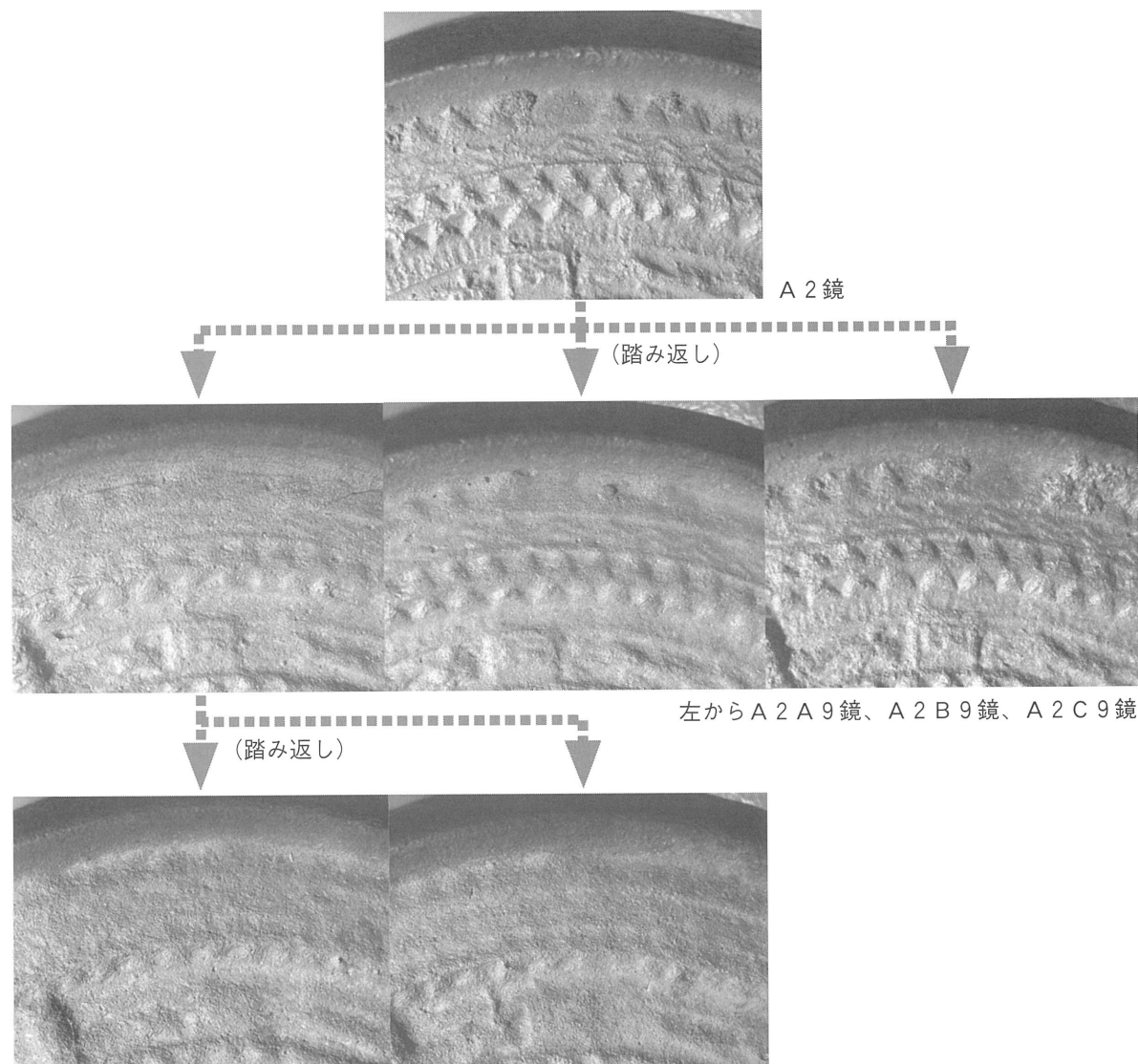
図4-17の同型鏡群を見れば、A1、A2、A3鏡に生じた突起が見られないのは、鑄型が異なるのであるから当然の結果である。



図4-16 鋸齒文の鮮明度の変化の様子（同範鏡の場合）左からA1鏡、A2鏡、A3鏡



図4-17 鋸齒文の鮮明度の変化の様子（同型鏡の場合）左からB1鏡、C9鏡、D9鏡



左からA2A9A9鏡、A2A9B9鏡
図4-18 鋸齒文の鮮明度の変化の様子（踏み返し鏡の場合）

(1) 乾燥・焼成工程のひびの発生

一層式の鋳型では細いひびはわずかに認められたが、鋳込み後突線を生むような大きなひびの発生は少なかった。しかし、鋳込み後鏡を取り出すときに割れてしまった鋳型がいくつもあったことに注意すべきである。

二層式鋳型は、あらかじめ焼成しておいた煉瓦状の基板の上に、踏み返したばかりの水分を含んだ鋳型を貼り付ける。その鋳型は乾燥する工程で収縮しようとするが、下の煉瓦状基板に収縮を阻まれ、仕方なく鋳型に無数のひびがはいることになる。そのように作った鋳型は、想定通りにひびが無数に入り、且つ割れないで使用に耐える強度を持っていた（図4-19、20）。



図4-19 鋳型Uのひび



図4-20 鋳型Uのひび

(2) 鋳込み工程のひびの発生

二層式の鋳型に高温の溶湯を流し込み、冷めた鋳型から鏡を取り出すと、そこには鋳型のひびが転写された突線が生まれていた。また、鋳造後の鋳型と鏡を注意して観察すると、鋳造前の鋳型には認めることが出来なかったひびが新たに存在し、鏡にはそれが転写されて突線となっているものがあった。つまり、ひびは乾燥工程だけでなく、鋳込みの瞬間にも発生するのである。

(3) 突線の発生と鋳型の損傷について

ひびを転写して鏡背面に生まれた復元鏡の突線は、これを拡大してみると、各地から出土している三角縁神獣鏡に見られる突線とは少し様相が異なる。出土鏡の突線に比べると、高さがあるのである。これは筆者の予想を超える高さであった。しかし、鋳型をよく見れば、ひびが入っているということは、地面に割れ目が入っているのと同じであるから、ひびは表面に留まることは決してなく、その隙間はどこまでも深いことが多い。従って、流れ込んだ湯は、鋳込みの際の湯の圧力や表面張力、ガス抜きの良い次第でひびの奥にどこまでも入り込む。その結果、突線は私たちの予想を超える高さに出来上がるのである。

高い突線は、鏡の取り出し時に鋳型に大きな影響を与えることも明らかになった。鋳型のひびは、素直な形状に形成されるのではなく、三次元的にうねうねと鋳型の中を走り、溶湯もそれに従って鋳型の奥に複雑に入り込み突線（バリ）となる。その状態にある鋳型から冷えた鏡

を取り出そうとすれば、突線（バリ）は周囲の土を一緒に持ってきて鑄型を損傷させる。それも小さなものではない。予想を越える大きな損傷であった。

（4）鑄型のひびは成長するか？

実験で得た同範鏡を鑄造順序通りに並べてみても、ひびに起因する突線が鑄造順序に従って長くなるという現象は認められない。同範鏡の中には、後で鑄造した鏡の方が突線はずかだが短くなることさえある（図4-21, 22）。なにゆえに短くなるのであろうか。

実験では、鑄型のひび自体の長さが成長するということがほとんどない、つまり一層式鑄型の場合はひびが成長すると鑄型が破損し、二層式鑄型ではほとんど成長しなかった。「ひびが鑄造を重ねる毎に長くなる」という仮説自体に疑問を呈さなければならない事態となった。鑄型のひびの長さが余り変わらないのであれば、仮説とは逆に、先に鑄造した鏡でも湯の流れが良い場合には突線は長く現れ、後に鑄造しても湯の流れが悪ければ突線は短く現れる。突線の長さはひびの長さを反映するとは言えず、従って突線の長さは同範法における鑄造順序を表さないと考えなければならない。

このことは、私たちの身近にある土製品、すなわち遺跡から出土する土器、現代の植木鉢、茶碗などのひびが理解の助けになる。これらにも細かいひびは入るが、それが成長すると必ずといってよいほど破損する。また、突線が生じるような大きなひびが入った時には、割れないでいることは全く不可能と言える。同じように、一層式の鑄型では、小さなひびの成長拡大は、鑄型の破損に直接的に繋がるのである。つまり、ひびが成長しないのではない。ひびが成長しようとするときには、ほとんどの場合、一層式の鑄型は破損してしまうと理解すべきである。二層式の鑄型の場合もほとんどのひびは乾燥時と一回目の鑄込み時に発生・成長してしまうので、その後のひびの成長は鑄型の破損に直接つながる。

（5）鑄型のひびと再使用の可能性

ところが、先に述べたように、鑄型のひびには溶湯が流れ込み、鑄型は少なからず必ず損傷を受ける。一度損傷を受けた鑄型は、鑄込みを重ねれば重ねるほど損傷が加速度的に進行する。一度損傷を受けた鑄型は、あちこちにオーバーハングが発生し、溶湯がそこに入り込むので、鑄型からの取り出し時に再び大きなダメージを受け（図4-23～28）、損傷が拡大し、補修なくしては使用に耐えなくなるのである。もし、鑄物師がその鑄型を何回も使いたいと考えれば、鑄造後の鑄型の破損を避けるために発生したひびを全て補修してから使うようにするであろう。乾燥工程などでひびが生じた鑄型をあまり補修せずに使えば、鑄型は大きな損傷を受けることになり、次の鑄込みには使えない事態となる。つまり、たとえそれが二層式の鑄型であったとしても、ひびを補修せずに使っていたとすれば、それは、鑄物師が当初から鑄型を一度しか使わないと考えていたことを意味する。

図4-23～26に同範法と踏み返し法の場合の突線の変化の様子の違いを示した。出土鏡の観察の資料としてお使いいただきたい。

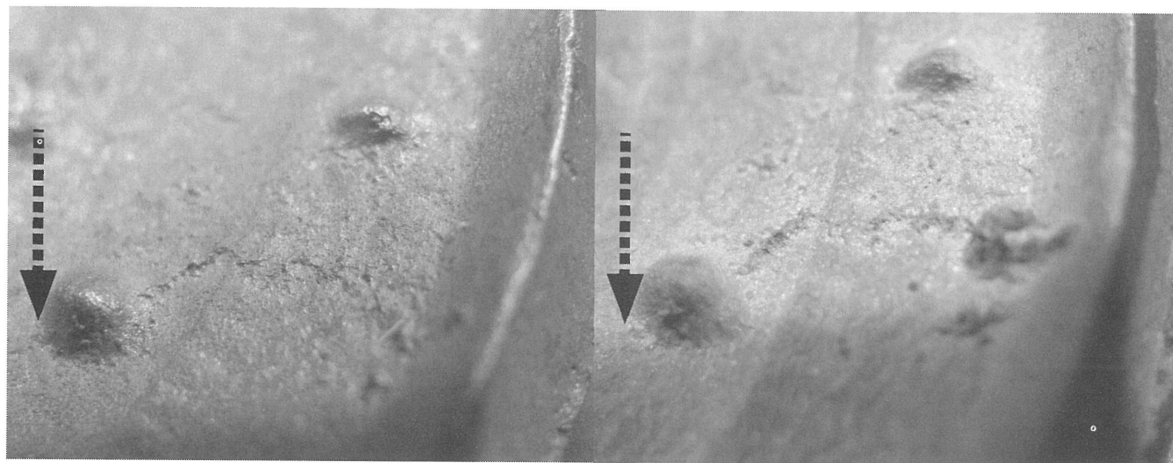


図4-21 鋳型Uから作られた同範鏡の1面目（左・U1鏡）と2面目（右・U2鏡）
（突線が短くなる事例）



図4-22 鋳型Uから作られた同範鏡の1面目（左・U1鏡）と2面目（右・U2鏡）
（突線が短くなる事例）

(6) 突線と凹線の問題について

鋳型のひびが鋳造後突線となって現れるのであるが、三角縁神獸鏡を詳しく観察していると、線が突線ばかりではないことに気付く。線がひびに起因し、ひびの空隙に溶湯が入り込んで突線となると言う理解については異論はないものと思われる。もちろん、同型法による転写ということは当然ありうることで、そうした事例も多い。しかし、線は突線ばかりではない。中に凹線が見られるのである。ひびの空隙に溶湯が入っても凹線にはなり得ないので、何らかの技術的必然があると考えられた。

筆者らは他の鋳造製品の復元研究を継続的に進めていて、東大阪の鋳物師濱田師の工房を訪ねていたところ、師の鋳造した鉄釜に鏡と同じく突線と凹線が認められた。早速師に教えを乞うと、それはひびに起因するものであるが、ひびだけではなく、ひびの補修に依るものだというのである。ひびには新しい真土を筆などで塗り込み補修する。その後十分乾燥してから鋳込みを行うのであるが、鋳込みの瞬間、塗り込まれた真土が僅かに膨張する。膨張した真土は鋳型の表面に飛び出し、流れ込んだ溶湯はその分だけ凹み、ひびに従って凹線となるのである。溶湯の圧力で押された真土がひびに入りこめば突線にもなる。出土三角縁神獸鏡には、突線が

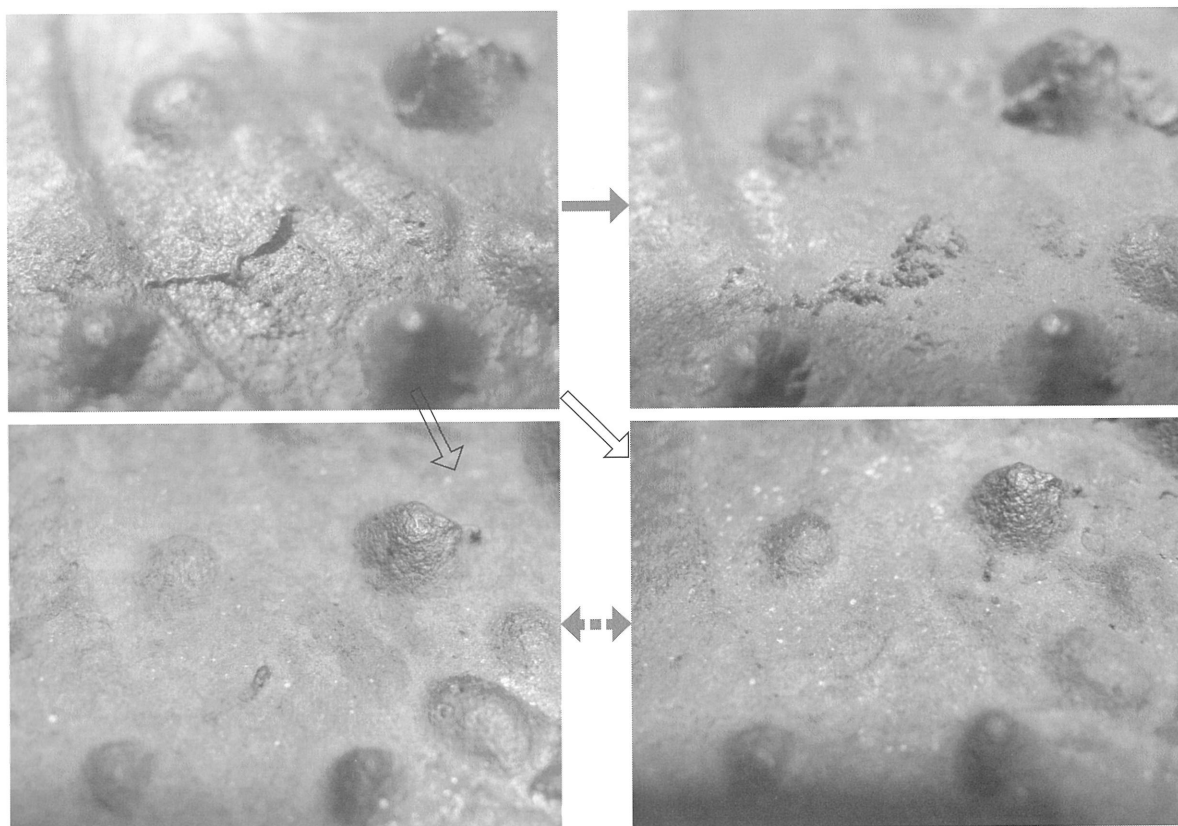


図4-23 鋳型U(二層式)から作られた同範鏡の1面目(上段左・U1鏡)と2面目(上段右・U2鏡)
下段はU1鏡を踏み返したU1A9鏡(左)、U1B9鏡(右)

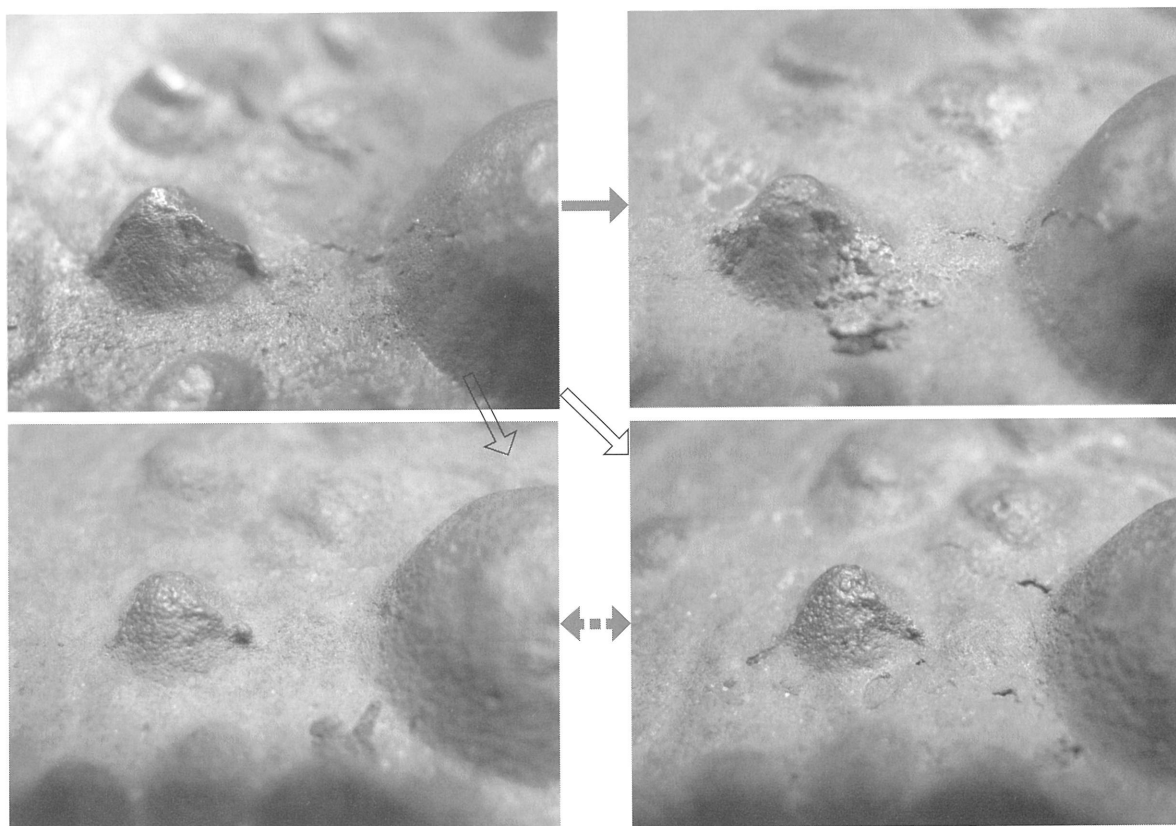


図4-24 鋳型U(二層式)から作られた同範鏡の1面目(左・U1鏡)と2面目(右・U2鏡)
下段はU1鏡を踏み返したU1A9鏡(左)、U1B9鏡(右)

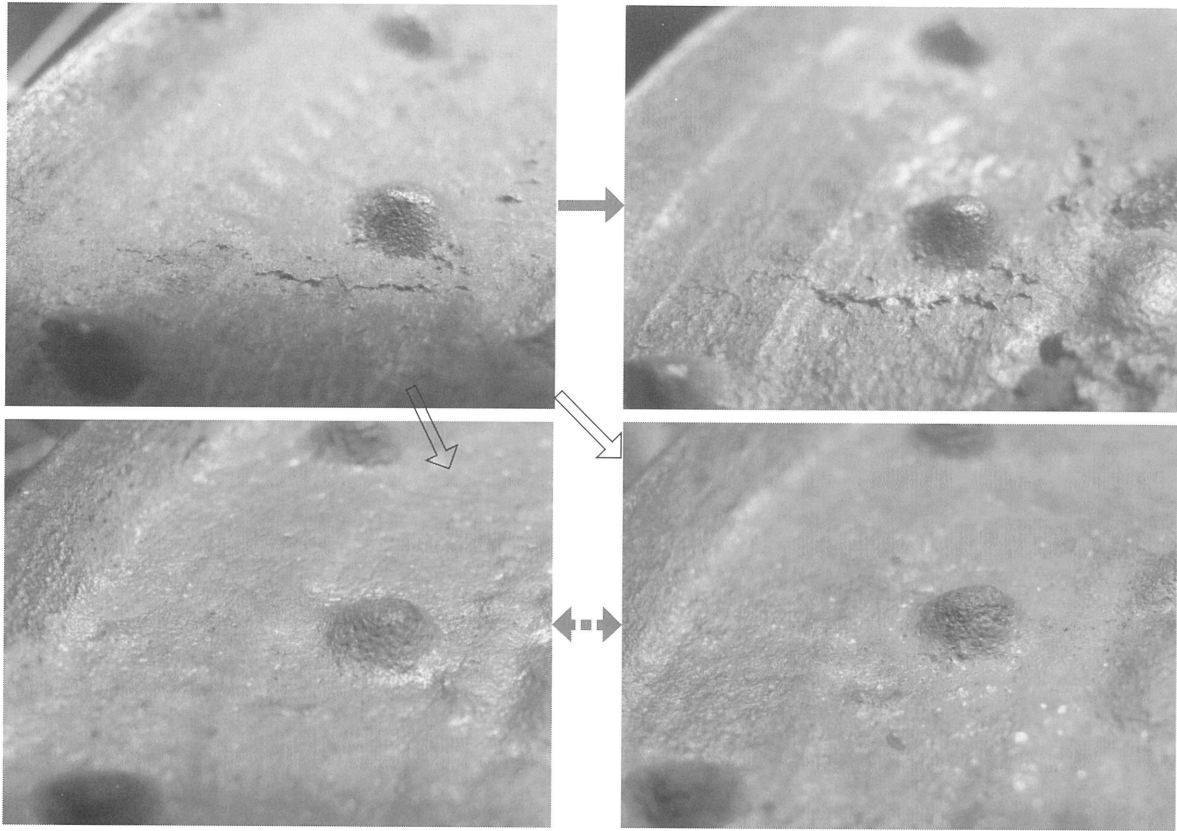


図4-25 鋳型U(二層式)から作られた同範鏡の1面目(上段左・U1鏡)と2面目(上段右・U2鏡)
下段はU1鏡を踏み返したU1A9鏡(左)、U1B9鏡(右)

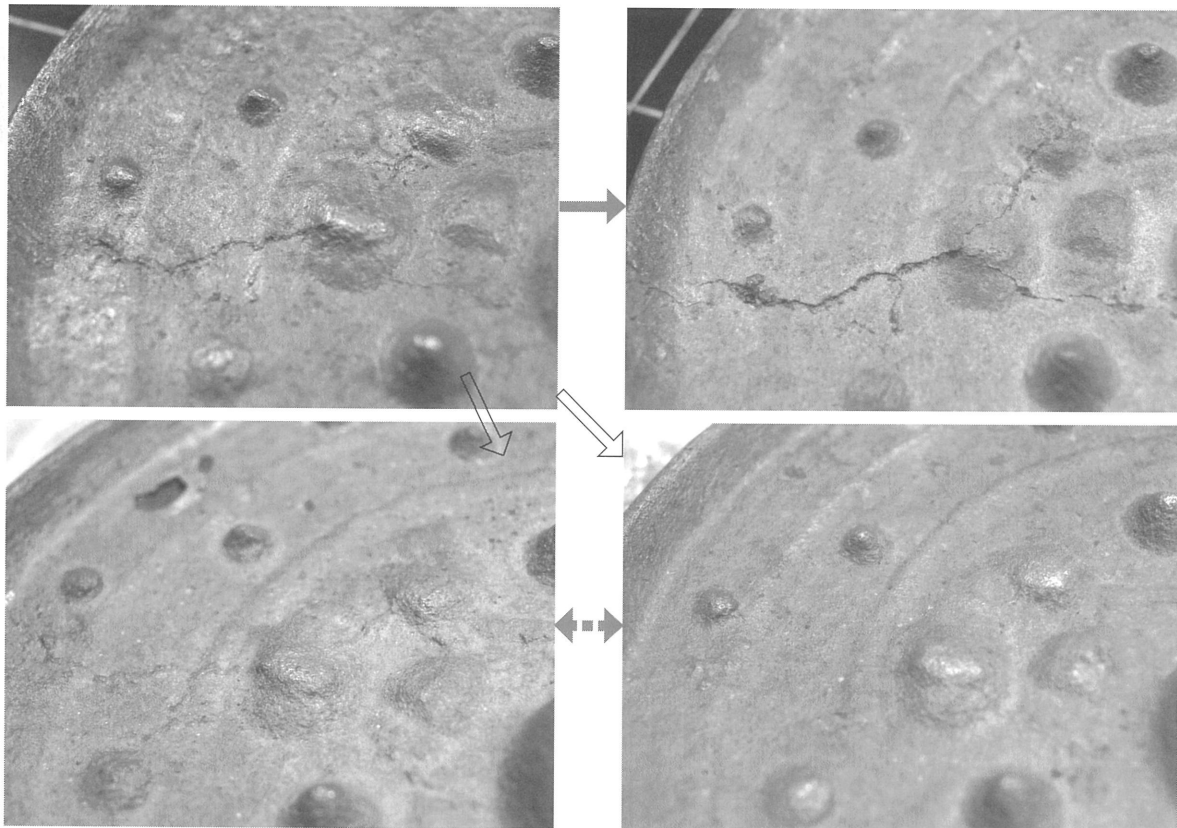


図4-26 鋳型V(二層式)から作られた同範鏡の1面目(上段左・V1鏡)と2面目(右・V2鏡)
下段はV1鏡を踏み返したV1A9鏡(左)、V1B9鏡(右)

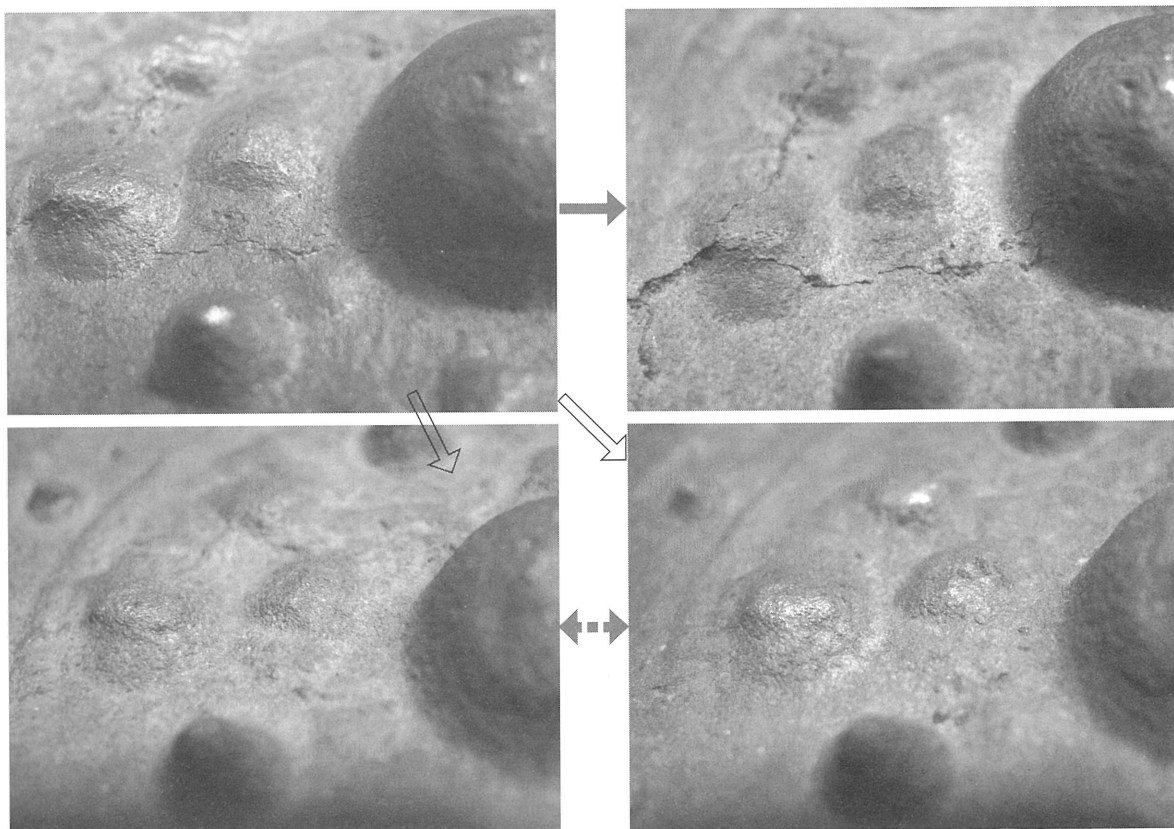


図4-27 鋳型V(二層式)から作られた同範鏡の1面目(左・V1鏡)と2面目(右・V2鏡)
下段はV1鏡を踏み返したV1A9鏡(左)、V1B9鏡(右)

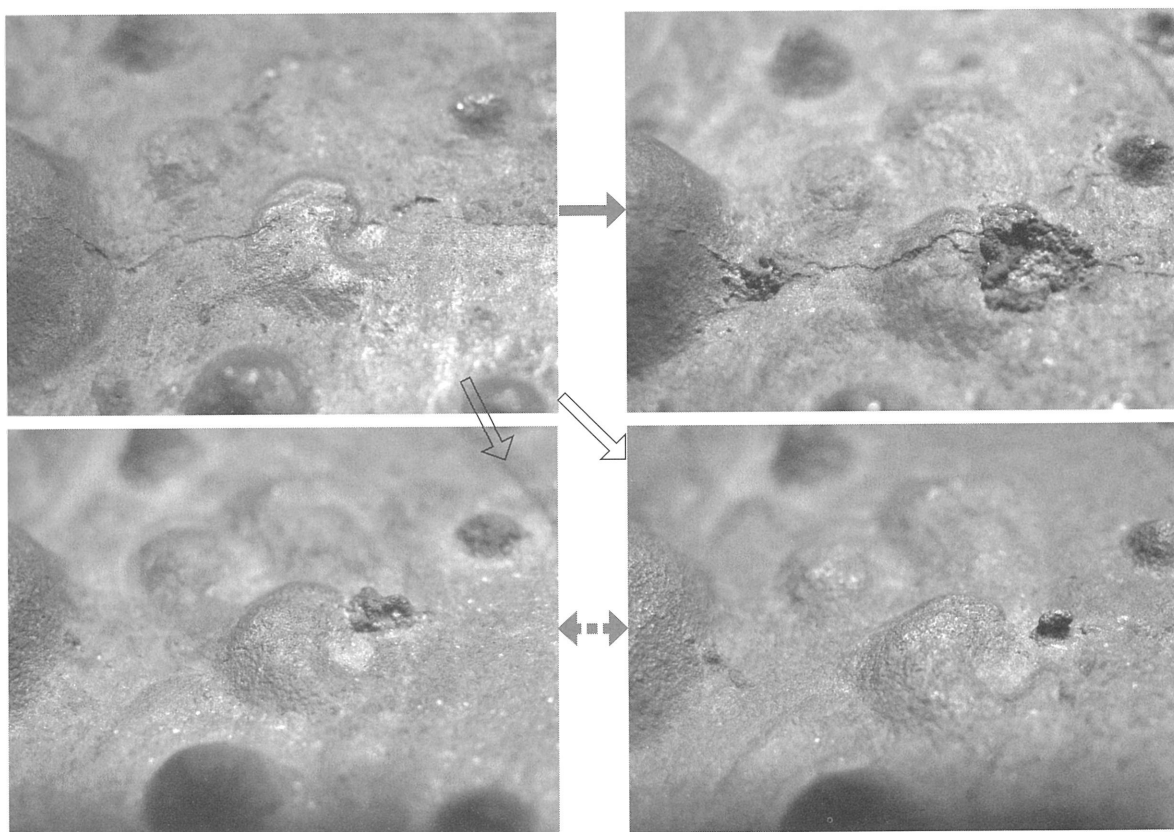


図4-28 鋳型V(二層式)から作られた同範鏡の1面目(左・V1鏡)と2面目(右・V2鏡)
下段はV1鏡を踏み返したV1A9鏡(左)、V1B9鏡(右)

途中から凹線に変わるものもある。鑄込み時の真土の微細な変化が突線や凹線となって現れるのである。言い換えれば、凹線の存在は、ひびの補修という工程の存在を証明するものであると言える。

そのことを裏付けるデータが今回の実験結果の中に存在した。筆者らは、本実験全体を通して、ひびの補修はいっさい行わなかった。ひびの変化、突線の変化の状況を観察するためであった。その結果、本実験で得た復元鏡の全てに凹線を認めることがなかったのである。ひびの中に、熱膨張する真土が充填されていなかったからであろう。

以上から類推すれば、凹線を持つ三角縁神獸鏡を作った工人達は、ひびをなるべく消したいと考え、補修を行っていたことが明らかになるのである。観察にあたっては、凹線の周囲の補修痕跡に注意する必要があるだろう。

ひびの補修を同範法による鑄型の損傷の証拠とすることはできない。なぜなら、ひびの補修は、鑄型の乾燥工程で発生したひびを隠すために行われる例が非常に多いからであり、それは、同型法でも同範法でも行われる。

また、ひびの補修が行われていたとすれば、なおさら、ひびの成長が同範法における鑄造順序を表すとは言えないことになる。

7) 「鏡は収縮する」か？

一般青銅製品は鑄造段階で、「収縮する」と言われている。鑄造技術解説書によれば一般青銅で1.2%の縮みしろを見て木型などを作るべしと記されている（労働省職業訓練局・雇用促進事業団職業訓練部1974）。近現代の工業的鑄造で用いられる木型は、鑄型を焼成しない方法（生型やガス型など）を前提としているので、原則的に鑄型自体が収縮することは考えられていない。従って、青銅自体が凝固時に収縮すると理解されていることがわかる。伝統的な青銅製品の鑄造では、焼き型が用いられており、今回も鑄型を乾燥してから焼成した。焼き型は、鑄型の構造次第では鑄型自体が収縮するので、鏡などの収縮の問題を扱うには、どの工程で収縮が起きるのかを確かめる必要がある。

そのため、＜鑄型の製作→乾燥→焼成→鑄込み＞という一連の工程でそれぞれの段階の計測を行った。計測箇所は三角縁外側直径、三角縁頂部直径、内区の厚さである。使用計測器は表4-2の通りである（考古学で広く用いられている鏡の計測方法には修正すべき点がある。註7参照）。

三角縁外側直径は、鑄バリが出ることが多く、測定点を定めることが難しい。その上、鑄放しのままでは取り扱い時に怪我する恐れがあるために除去せざるを得ない。従って、鑄造時の収縮を検証するのには不適當である。出土鏡の計測でも三角縁外側は加工が施されているので、やはり収縮などの検証には役立たない。

一方、復元鏡の三角縁頂部直径の計測は、断面形状が三角形になるという三角縁神獸鏡の特徴を利用し、その頂部を測定点とすることで安定した測定点を得ることが出来る。三角縁の頂部は湯の流れが悪いと丸みを帯びてしまうのであるが、比較的仮想頂点を設定しやすいので、

他の部位よりも安定した測定点とすることが可能である。(出土鏡では三角縁外側が削られているのでこの方法は使えない。)

そうしたことから、鏡の鑄造時の収縮の問題を取り扱うために、本実験では三角縁頂部直径の値を用いることとした。三角縁頂部の計測は、第1回目はスケールを用い、後にレーザー三次元形状計測機で検証した(註7参照)。鑄型の場合は、三角縁の頂部は「谷」の底部となり、また、鑄型が崩れやすいこともあり、計測器を鑄型に触れさせることが出来ない。鑄造工場内という精密計測には不向きな環境下での計測ということもあり、スケールを用いるのが適当と言える。

鏡の厚さ(内区部)については、市販のノギスでは三角縁の厚さが大きいので計測出来ず、ノギスを改造して用いた。

計測結果を表3-4(53、54頁・スケールとノギスによる計測)、図3-43(52頁・レーザー三次元形状計測機による計測)に示す。

表4-2 復元実験過程の計測法

	三角縁外側外形	三角縁頂部直径	内区の厚さ	備 考
鑄型の計測	スチール製スケール(一級)	スチール製スケール(一級)	計測不能	工場内で計測
復元鏡の計測	ノギス	スチール製スケール(一級)	ノギス(改造形)	後にレーザー三次元計測器で検証
原型(フェノール樹脂積層板製)の計測	ノギス	スチール製スケール(一級)	計測不能	

表3-4と図3-43の結果から、以下のことが明らかになった。

- ① 60目篩下の真土と粘土の比が、「10:4」と「10:8」で混練した鑄型では、乾燥と焼成の工程における鑄型の収縮が著しかった。(4.22~5.82%、表3-4)
- ② 一層式の鑄型の乾燥と焼成の工程では、60目篩下の真土と粘土の比が、「10:2」のものでも、0.59~2.34%の収縮があったが、同じ真土と粘土を使った二層式鑄型2面(UとV)では、0.20と0.76%と収縮が抑えられた。(表3-4)
- ③ 乾燥後の鑄型の寸法と鑄造後の製品の寸法の比較では、収縮した鏡が19面、拡大した鏡が25面となり、鑄型より拡大した鏡が多かった。(表3-4)
- ④ ②と③の結果を反映して、二層式鑄型で鑄造した鏡の原型との比較では、収縮率(図3-43)は、-0.7~0.4%(表3-4では-0.42~1.08%)となった。「-」は拡大したことを示す)
- ⑤ 鑄型H、I、J、S、Tでは、20目あるいは30目篩下の真土を、10:2の割合で粘土と混練して使ったが、乾燥と焼成工程に置ける鑄型の収縮は、1.01~1.28%という小さな収縮であった。(表3-4)

以上の結果から、次のことが推定できる。

- (a) 粘土の割合が多い鑄型は粘土の割合が少ない鑄型より乾燥と焼成工程での収縮が大きい。

- (b) 真土の粒土が粗い鑄型は真土の粒度が細かい鑄型より乾燥と焼成工程での収縮が小さい。
- (c) 二層式鑄型の乾燥と焼成工程での収縮は極めて小さい。
- (d) 銅 72.2%、錫 22.8%、鉛 5 % という比率の銅・錫・鉛合金では、鑄造時の凝固収縮があるとは言えない。拡大することもある。
- (e) 二層式鑄型で鑄造した鏡は、原型との比較で収縮するとは言えない。拡大することもある。
- (f) 銅 72.2%、錫 22.8%、鉛 5 % という比率に近い銅・錫・鉛合金による鑄造時の凝固収縮、すなわち古代鏡の鑄造時の収縮を論じるときに、工学的な青銅鑄物の収縮率を用いることはできない。

以上を整理すると、古代鏡の鑄造では、一層式鑄型を使用した場合は必ず収縮があると考えて良いが、二層式鑄型では収縮することもあると拡大することもあると考えるべきであろう。

収縮のほとんどは鑄型の乾燥と焼成工程で起きるのであるが、一層式鑄型は、全体が収縮してしまうので「ひび」が発生しにくい。一方二層式鑄型（堅牢な型枠を使った鑄型）では、型枠は原則的に収縮せず、そこに充填された「土」が乾燥時と焼成時に収縮しようとするのであるが、型枠に阻止され、その結果、「ひび」が発生する。

以上の実験結果に依れば、収縮の検討から踏み返しや同型法の痕跡を追いかけることは、正しい方法とは言えないことになる。ましてや、正確な計測技術が普及していない考古学の現状では収縮の検討は難しい^(註7)。さらなる実験結果の積み重ねが求められる。

二層式鑄型で鑄造実験を行っている清水・三船の研究では、収縮は 1 mm に満たないと報告されている（清水・三船 1999）。今回の実験はそれを裏付けることとなった。

8) 収縮とひびの関係について

真土と粘土を混練した「土」で作った鑄型は、乾燥と焼成の工程で必ず収縮しようとする。収縮は土の体積の減少を意味する。収縮を妨げるもの（堅牢な型枠など）がない場合は、全体が中心へ向かって移動するので「ひび」は発生しにくい。一方、収縮を妨げようとするものが

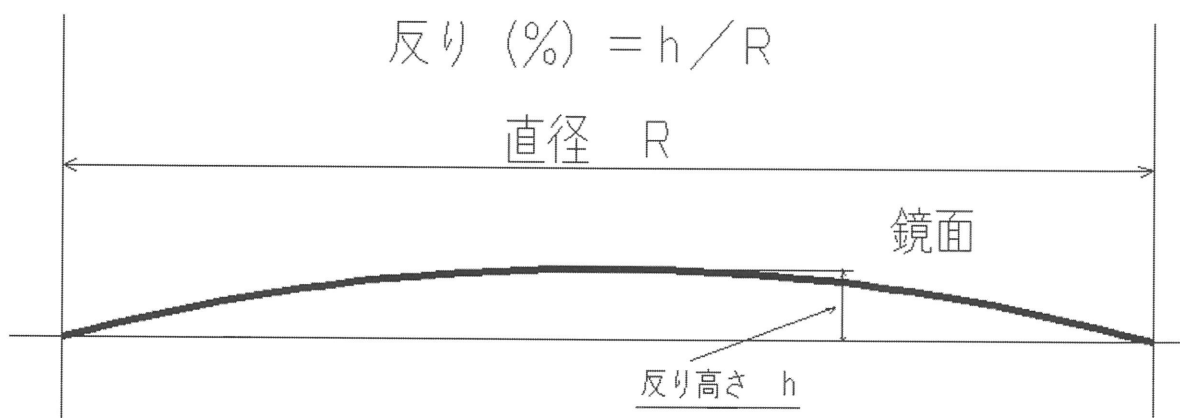


図 4-29 反り(模式図)

ある場合は、土は中心へ向かって移動できずに分散する。その結果、鑄型には無数にひびが発生する。

近代から現代に伝わる釜作りも鏡作りも、堅牢な型枠を使う。今は鉄製の型枠が多いが、数十年前までは陶製の型枠が使われた。従って、鑄型の乾燥時には、必ずひびが発生する。そのひびは埴汁（粘土を水に溶かしたもの）で補修するが、完全にひびを埋めることは出来ない。出来上がった製品にその痕跡が残る。

従って、ひびによる突線や凹線が全く観察されない古鏡については、堅牢な型枠を使った真土型によって作られたとは考えることが出来ない。一層式鑄型や陶範などを想定することができよう。そして、ひびによる突線や凹線が無い鏡は、制作時それも鑄型の乾燥時に大きな収縮があったと考える必要がある。

一方、ひびによる突線や凹線が数多く観察される古鏡は、鑄型が収縮しないためにひびが発生したと考えられるので、ほとんど収縮しなかった可能性があることを、研究者は念頭に置いておかなければならない。

以上のように、古鏡の製作技法を考えるには、調査にあたってひびによる突線や凹線がどれだけ現れているかを観察することが重要な調査項目となる。

9) 鏡の反りを検証する

(1) 踏み返しによる反りの変化

実験で得た全ての1/2鏡56面について、鏡面の反りを計測した。計測には三次元形状計測機（マツオ製 Mercury J）を使用した。原型とした硬質プラスチック製1/2レプリカ2種（黒塚29号鏡、会津大塚山鏡）も同時に計測したので、そこからの反りの変化の割合（%）を比較した。

「反り」については仮に次のように規定した。鏡面の外周の2点（A、B）を結ぶ線を引き、鏡面の中心点とその線との間隔（距離）を「反り高さ」 h とし、点A、B間の距離を「直径」 R とし、 h/R の値（%）を「反り」とした（図4-29）。

「反り」の変化は、原型の「反り」を100%とし、それに対する割合（%）で示した。

予想に反して、黒塚29号鏡の場合も会津大塚山鏡の場合も、原型が最も反りが大きく、復元鏡はすべてそれを下回った（図3-43、4-32）。つまり、鑄造工程で反りが増す例は1例も無かったのである。

そこで、踏み返し法で作った親・子・孫・曾孫4代ないしは3代の鏡群について反りの変化を検証したところ、図4-30のようになった。反りは、踏み返す度に、例外なく減少する結果となったのである。これまでの研究者達の見解は、鑄造凝固で反りが強くなる（曲率半径が小さくなる）としていた。亀井清は「日本の仿製鏡は・・・＜中略＞・・・その形からして当然凸面になったものと思われ、ふみ返し技法で鑄造したとしますと、母型となる鏡がすでに凸面になっていますので、一層反りのきつい凸面鏡になってしまったものとかんがえられます。」と述べた。亀井が工学の専門家であるために考古学研究者等に大きな影響を与えた（亀井1983）。清水・三船らは、泉屋博古館蔵鏡の観察の中で「M23鏡を母鏡としてM24鏡を踏み返したと

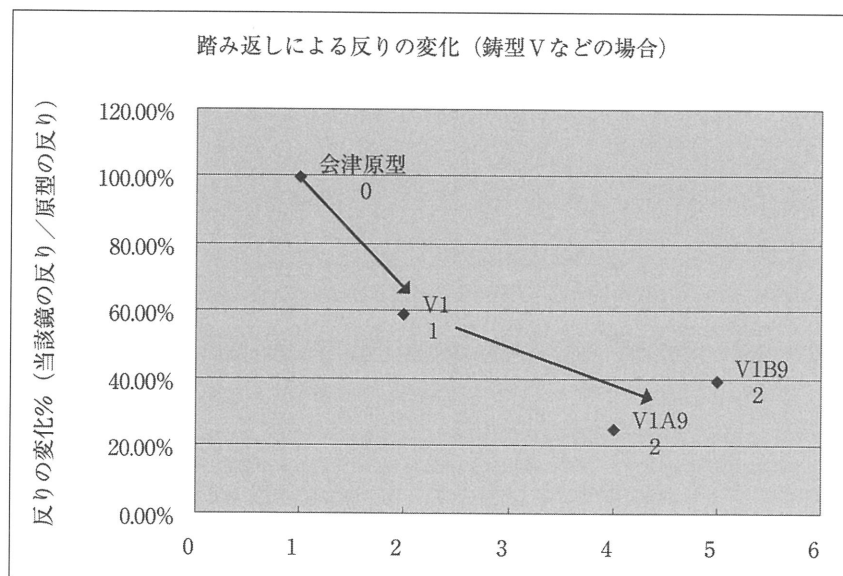
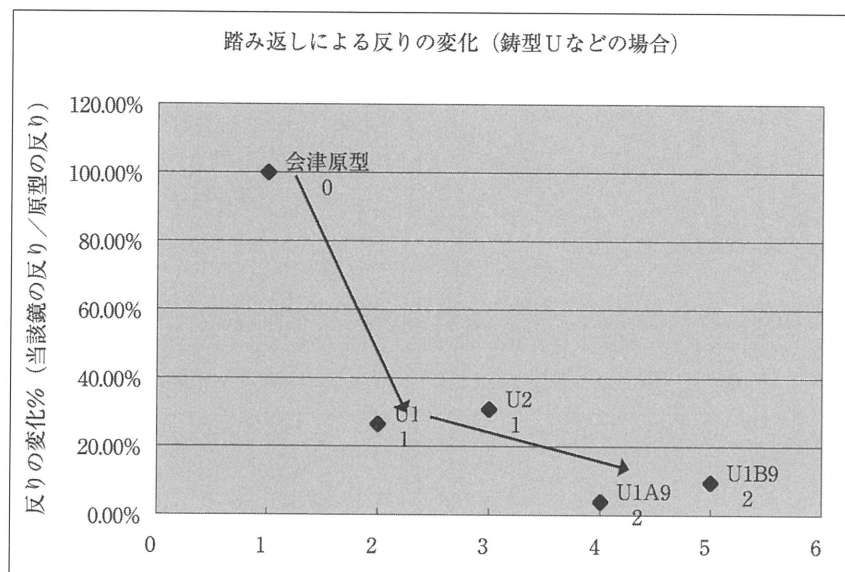
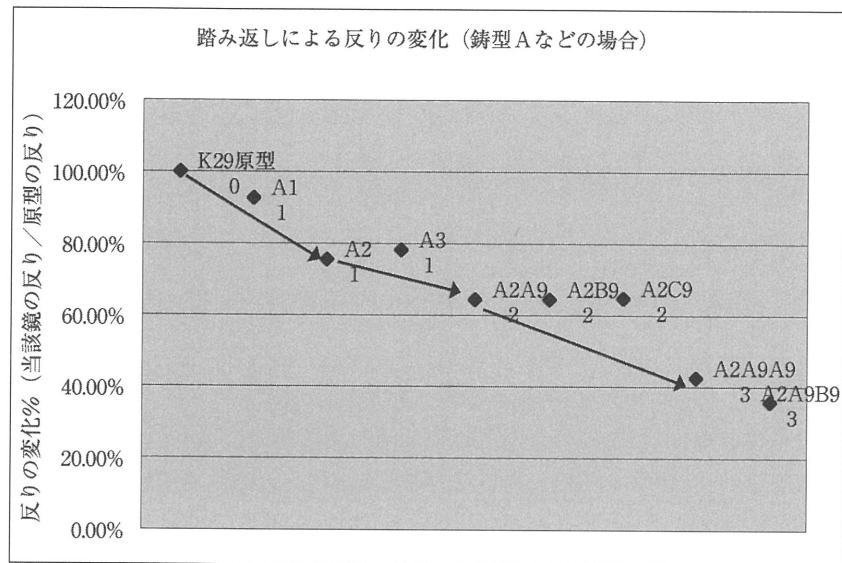


図4-30 踏み返しによる反りの変化（記号下の数字は踏み返しの回数）

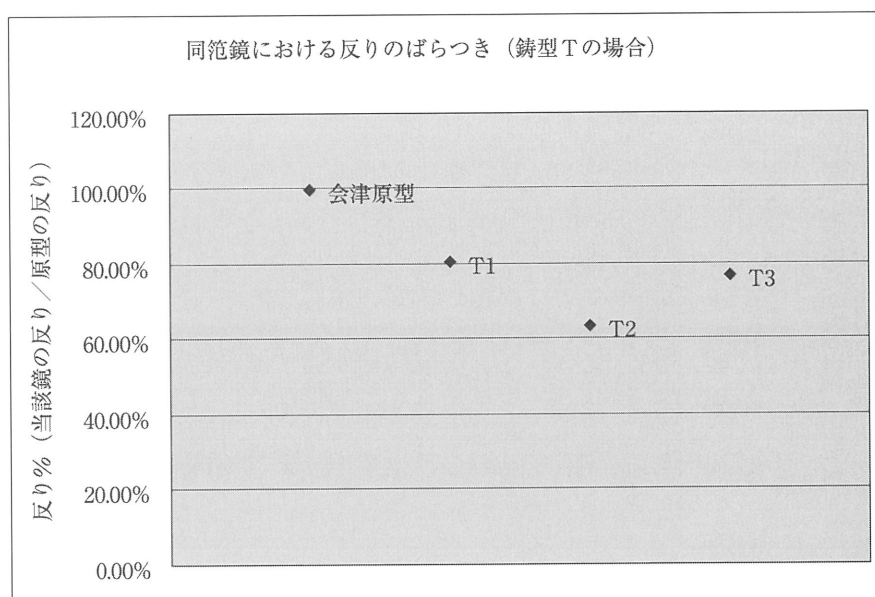
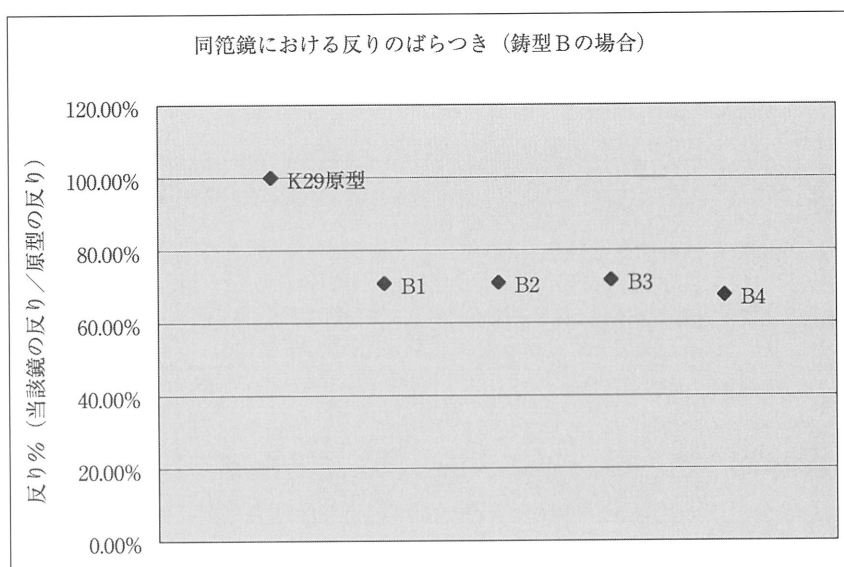
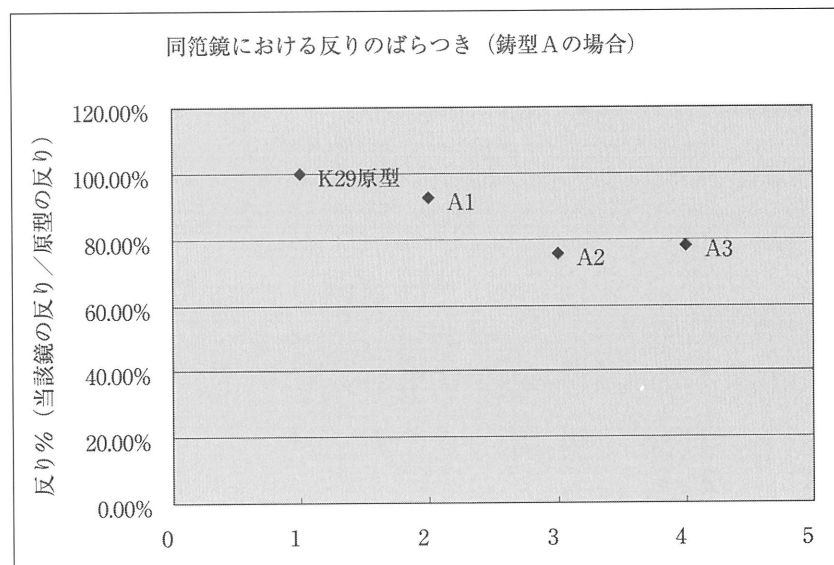


図4-31 同範鏡における反りのばらつき

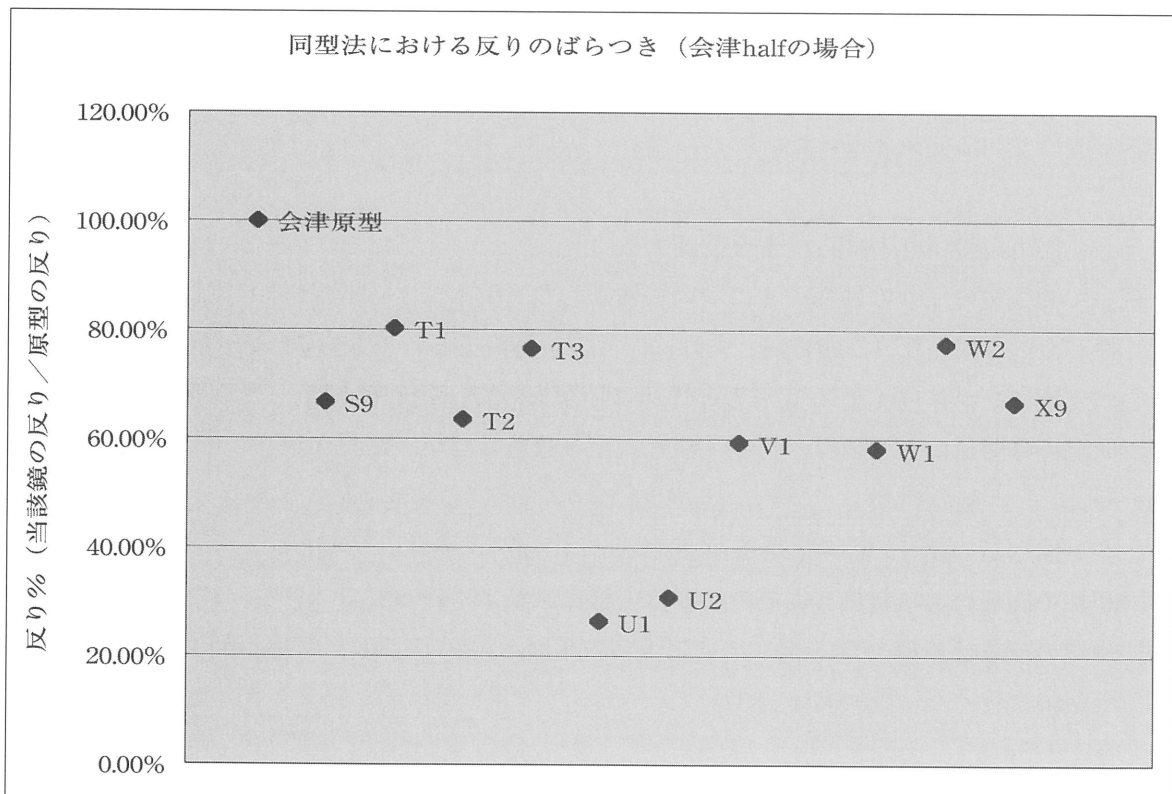
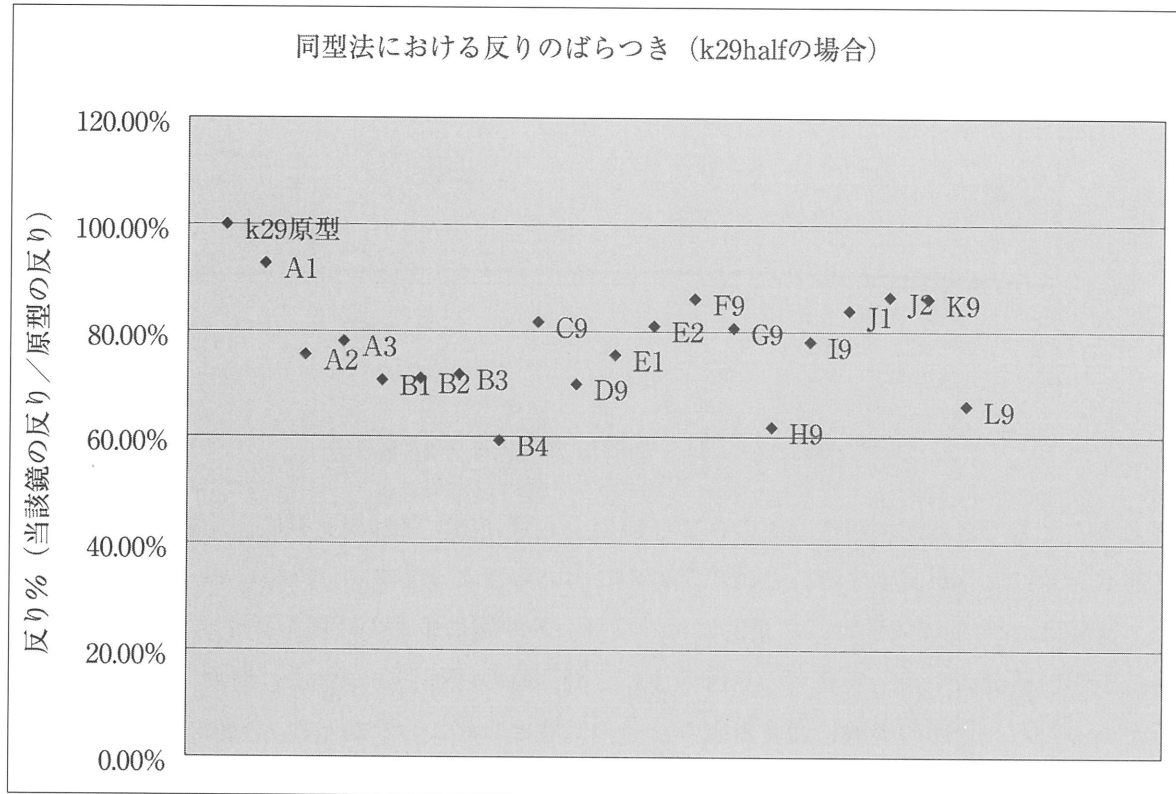


図4-32 同型法における反りのばらつき

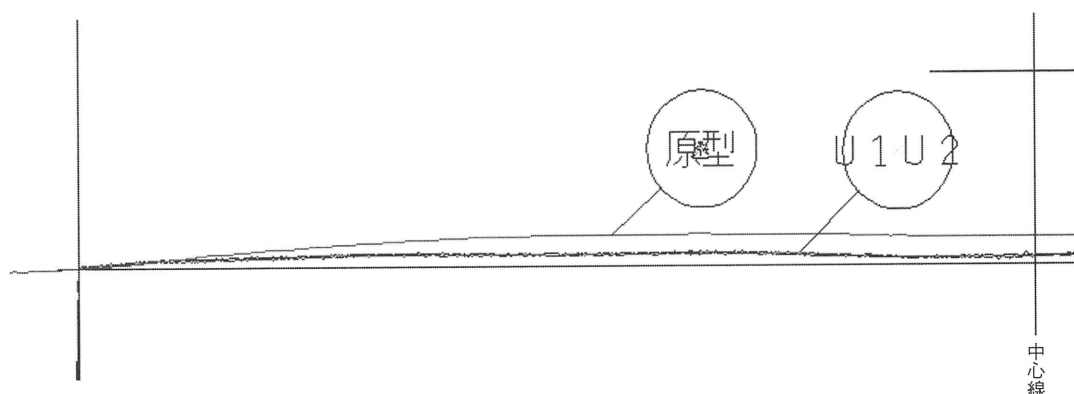


図4-33 U1、U2の反りを原型の反りと比較する

考えることもできるが、鑄造凝固のみで3mm以上も飛び出すとは現実段階では考えにくい。」と述べ、逆に反りが減少することは想定外のことだったようである（清水1998）（上野1992）。また、遠藤は、「今回の実験は、結果的には「反り」の問題に多くの時間を費やすことになった。鑄造工学の研究者や鑄造実務者の見解の中に、凝固時の収縮および仕上げ研磨によるとするものがあったが、今回の実験に関する限り、その二者とも起こらなかった（昭和60年に遠藤が行った同様の実験においても起こらなかった）。」と述べ、鑄造凝固時に反りが強くなることは「現代の鑄造の一般常識」であったようだ。筆者らも同じように反りが強くなると推定していた。ところが、本実験では逆の結果が出た。それも必ずと言って良い確率で踏み返す度に反りが減少したのである。清水・三船らが観察した泉屋23、24鏡では、逆に反りが顕著なM24鏡を母鏡としてM23鏡を踏み返したものである可能性が出てきたと言える。観察・推定法の難しさを改めて知る結果となった。

(2) 同範鏡の反りのばらつきを検証する

続いて同範鏡の反りのばらつきについて検証した（図4-31）。どの鏡も原型よりも反りが緩くなった。原型の反りを100%とすれば、どの同範鏡においても約70~80%前後のところを中心に上下にプラスマイナス10%のところに値が入って、比較的安定した変形具合だと言える。同範鏡の関係にある鏡群の判定に参考になる数値ではないだろうか。

(3) 同型鏡の反りのばらつきを検証する

同型法の関係にある鏡群も、その反りは一様に原型より緩くなる。U1、U2を除いて全ての同型鏡の反りは原型の60~90%の間に入った（図4-32）。U1、U2は特に反りが緩くなり、平面鏡に近くなった（図4-33）。

(4) 反りを考える

鏡の反りは踏み返す度に必ず「緩く」なり、「きつく」なるものはなかった。踏み返しを行わない場合は反りの大きなばらつきは認められなかった。同範法では特に安定する傾向にある

といえる。同型法では同範法ほど安定しなかったが、同型法の場合は鋳型が乾燥時に変形するためではないかと想像できる。

5 研究成果のまとめと成果品の活用

今回の復元研究によって、いくつかの新しい実験的事実が明らかになった。それを列記すれば以下の通りである。

<同範法について>

- ① 同範法は可能である
- ② 抜け勾配が無かったり、オーバーハングになった鏡を作った工人は最初から鋳型を2度以上使おうとは考えていなかった

<ひび、鮮明度、鋳造順序について>

- ① ひびに起因する突線がある金属古鏡には二層式鋳型（型枠）が使われた可能性が高い
- ② 突線が少ない金属古鏡は一層式鋳型で作られた可能性が高い
- ③ 同範鏡における突線の長さは鋳造順序を反映しない
- ④ 文様の鮮明度は、鋳造順序を反映しない
- ⑤ 鋳型のひびに起因する凹線は、ひびに充填された修正用の真土の膨張による
- ⑥ 従って、凹線は鋳型の修正が行われたことを示す

<鋳型の損傷、突起について>

- ① 鋳型の損傷に起因する鏡背の突起は、鋳造順序や鋳造法の違いを反映することがある
- ② 鋳型の損傷の変化（突線、凹線、突起など）は、踏み返し、同型、同範の各方法によって異なる
- ③ 同範法における鋳型の損傷（突起）は、損傷の加速的な拡大を招く
- ④ 同型法や踏み返し法における鋳型の損傷に起因する突起は、表面がなめらかになり、大きな拡大はない

<収縮とひびについて>

- ① 一層式鋳型は、乾燥時に収縮する
- ② 二層式鋳型は、収縮が起こる可能性が低い
- ③ 銅72.2%、錫22.8%、鉛5%という比率の銅・錫・鉛合金では、凝固時収縮が必ずあるとは言えない。拡大することもある
- ④ 金属古鏡の鋳造時の収縮を論じる時に、工学的な一般青銅鋳物の収縮率を用いることはできない
- ⑤ 一層式鋳型は、乾燥工程で全体が収縮してしまうので「ひび」が発生しにくい

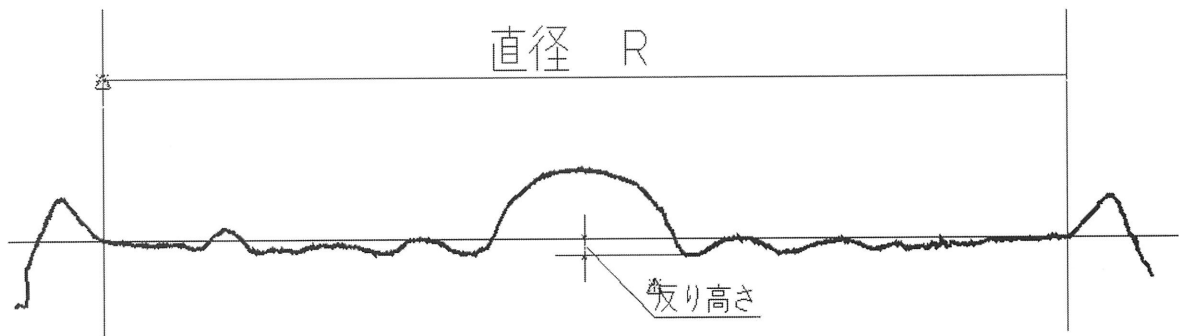


図4-34 出土三角縁神獸鏡の反りの測定点（案）

- ⑥ 一層式鑄型では、ひびが成長しようとする段階でほとんど破損してしまう
- ⑦ 二層式鑄型（堅牢な型枠を使った鑄型）では、型枠は原則的に収縮せず、内側の鑄型は収縮しようとするので、「ひび」が発生する
- ⑧ 鏡の収縮から踏み返しや同型法の痕跡を追いかけることは、正しい研究方法とは言えない。

<反りについて>

- ① 踏み返し法では、必ず反りが緩くなる（鏡面の曲率半径が大きくなる）
- ② 同範法では、反りにばらつきが少ない
- ③ 同型法では、鑄型の変形という例外的な原因を除けば、反りのばらつきは少ない

以上のことから、今後の鏡の製作技法研究は出土鏡の反りの計測や突起の変化の観察が重要な要素になることが予測できる。反りの計測は、高精密な三次元計測機を必要とはしないだろう。どこでも使われている「まこ」の精度で十分ではなかろうか。

反りの測定点としては、鏡背の三角縁の内側と鈕の外側を採用することによって十分な精度を得ることができるであろう（鏡面側は鑄造後の加工が施されているので、鏡背側を計測するのが望ましい）。計測方法の標準化も研究の為の重要な要素となるため、敢えて測定方法を示した（図4-34参照）。

本稿では、紙面の都合で出土鏡の検討を省略したが、この結果を基に、改めて出土鏡の調査を重ねていきたいと念じている。

なお、本研究の成果品である、鑄型や復元鏡の全ては、福島県文化財センター白河館（愛称 まほろん）に保管される。今回の報告では結果の一部を抽出できたに過ぎない。見落としも多いに違いない。全国の研究者がこの成果品を再調査して活用し、鏡などの鑄造技法研究を大いに進展させることを切望する。

本研究が古代研究にいくらかでも寄与する結果を残すことができたとすれば、これはこうした基礎・基盤研究の機会を与えてくださり、どこまでも地道な研究姿勢に対してご支援くださった福島県文化課の卓越した見識によるものである。福島県文化課に対して敬意を表すると共に、

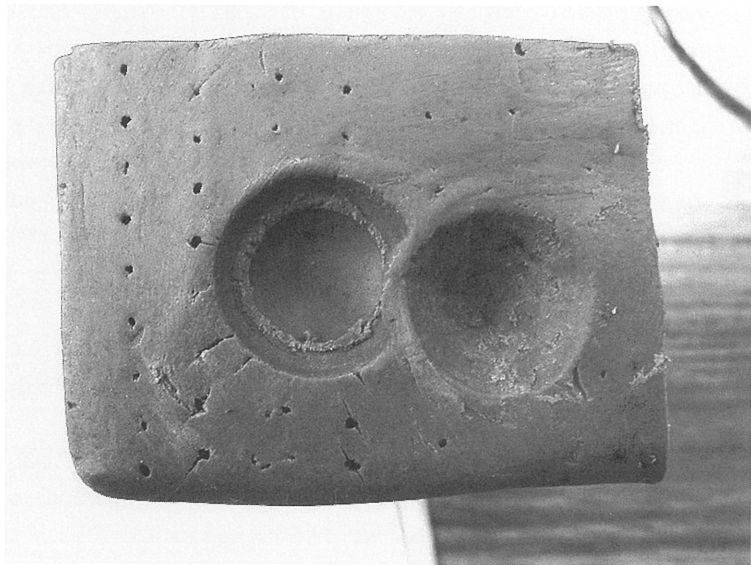
心底より感謝したい。

＜追記＞

本研究は、福島県文化財センター白河館との共同研究によって進められたが、そのための基礎となるデータは、文部省科学研究費基礎研究B「日中古代青銅鏡の流通の研究」（研究代表者：河上邦彦奈良県立橿原考古学研究所副所長、2000年～2002年）および文部省科学研究費基礎研究B「三次元デジタル・アーカイブを活用した古鏡の総合的研究」（研究代表者：樋口隆康奈良県立橿原考古学研究所所長、2002年～2004年）の両研究で得たものである。その研究の過程で、奈良県立橿原考古学研究所・樋口隆康所長、同・河上邦彦副所長、同・今津節生氏、京都大学総合博物館・山中一郎教授、東京国立博物館・望月幹夫考古課長、同・古谷毅氏、宮内庁書陵部・笠野毅陵墓調査官、同・徳田誠志氏、大手前大学森下章司氏、龍谷大学勝部明生教授、東大阪市上田富雄氏、同・濱田與七氏、善玲氏のご指導を賜った。心より感謝申し上げます。

註

- (1) 村上らが、環状乳状図形の欠損を「鑄型製作段階で、凸に突き出た乳の形の調整のため、例えば、真ん中を乳の形に凹に窪ませた木製（？）あるいは陶製（？）の治具を回転させた時に、この治具の最外周の回転でとなりの環状乳状図形の一部をひっかけて潰してしまったと考えられないだろうか。もし、この仮定に基づくと、文様の型の調整時に、文様部は表面に凸の状態でなければならず、この鏡の最終型は蠟を使って製作された、いわゆる蠟型の想定が可能になることになろう。」（村上・沢田1996）としているが、この判断は全く逆の判断をすべきで、環状乳状図形が凹の時に乳の形の成形のために乳形の原型を押し込むことで、周囲の土が環状乳状図形の方へ寄せられ、結果的に環状乳状図形が変形したものと考えるべきである。それも鑄型が柔らかい時に行った乳の修正に起因する。これらのことは筆者らが行った粘土を使った再現実験で明らかになっている（右図参照）。従って、村上らが示したこの事例は、これらの鏡が同型法によって作られたことを裏付けるものとなる。



- (2) 松林彫刻所松林正徳氏が製作した。
- (3) 60目の篩とは、1インチあたり60本の針金で篩を作ったと想定して、そこに出来る篩目（この場合は0.23mm程度以下）を砂粒が通過するよう作られたと仮定したもの。
- (4) 復元製作した鑄型にはすべてアルファベットの文字をもって名付けた。A～R Dの鑄型は、黒塚29号鏡の1/2レプリカを原型として土（真土と粘土を混練したもの）を押しつけて作った。S～Xの鑄型は、会津大塚山古墳出土三角縁神獸鏡の1/2レプリカを原型として作った。アルファベットの後ろに数字が付くものは、当該の鑄型を使って鑄造された鏡である。そのうち、9が付くものは、当該の鑄型から1面しか鑄造しなかったことを表し、1～4の数字が付くものは、当該の鑄型で鑄造された同範鏡で、それぞれの鑄造順を表す。

例）B 2・・・鑄型Bで鑄造された同範鏡のうち、2番目に鑄造された鏡

三角縁神獣鏡の復元

C 9・・・鑄型Cで鑄造された唯一の鏡で、同範鏡は無いことを表す

また、A 9 A、A 9 Bのように、数字の後にまたアルファベットが付くものは、A 9の鏡を原型として作った鑄型を表す。その鑄型で作った鏡がA 9 A 9やA 9 B 9である。

つまり、末尾がアルファベットであれば鑄型を表し、数字であれば鏡である。以後これに準じた。

- (5) 一層式鑄型とは鑄型全体を一度に製作するので、乾燥も同時に行う。一層式鑄型には例えば粘土製の陶製鑄型（陶範、陶模法）が想定される。河南省などからは西周前期の青銅器製作用の陶範が出土している（杉原たく哉『いま見ても新しい古代中国の造形』小学館刊2001）。上海博物館などで行われている殷周青銅器の復元研究などでは、一層式の粘土製の陶製鑄型（陶範）が想定され、復元に成功している。一層式では、仮に型枠があったとしても、乾燥工程に入る前に型枠と分離されることも考えられる。二層式鑄型とは、土製、木製などの型枠があり、その内側に真土または砂と粘土の混合物が鑄型として貼り付けられたものが想定される。乾燥は型枠に張り付いたまま行われる。奈良県唐子・鍵遺跡から出土した銅鐸の外型などがそれに類するものである。
- (6) 文様の鮮明度が同範法における鑄造順序を示すものではないということは、八賀晋氏、岸本直文氏、藤丸詔一郎氏も述べるが、そうした諸論と今回の実験の成果は依って立つところが全く異なる。三氏の言うところは、範傷の進行が鑄造順序を示すものとして並べたときに、文様の鮮明度がそれと合致しないことを言っているのである。それに対して本論では、三氏が指摘する範傷の進行が鑄造順序を示すという説が成り立たないことも併せて指摘するところである。
- (7) 三角縁頂部直径の計測や、鏡背文様の各部の距離の計測に、しばしばパーニヤキャリパ（ノギス）が用いられている例を見るが、それは計測原理を理解しない誤った計測であることを敢えて提示しておく。後学の研究が同じ過ちを繰り返さないためである。パーニヤキャリパは本来ジョウ（くちばし）で被測定物を挟んで計測する目的で作られていて、挟むための一定の測定圧がかかったときに所定の精度が実現できることになっている。従って、三角縁頂部直径の計測など測定圧がかかりようのない部位の計測では、精度が保証されないのである。ましてや、三角縁神獣鏡に傷を付けてはならないのであるから、パーニヤキャリパのジョウなどを鏡に接触させることができない。つまり、測定点が安定しないのである。これは、計測以前の問題であり、誤った計測法である。

それに対してスケールは、三角縁の頂部直径の計測には比較的適している。傷を付けてはならない三角縁神獣鏡にもそーっと載せることは可能であるので、傷を付ける心配はあまり無い。また、三角縁頂部は鑄型の場合V溝となり、パーニヤキャリパのジョウがV溝の底部まで届かない。無理に届かそうとすれば、鑄型に傷を付けかねない。そのため、スケールをそっと載せて、目の位置による誤差（視差）が生じないように注意して計測する方法が、特に鑄造工場内では現実的である。計測精度もかえってスケールの方が高いと言える。もちろんスケールによる正確な計測にはある程度の熟練技術が必要であることは言うまでもない。スケールの最小目盛りは、1 mm乃至は0.5 mmとなっている。この最小目盛りはこの計測法が持つ計測精度と同レベルにあり、適切な計測法であると言える。

ところが、パーニヤキャリパの誤った使い方得られる計測値の精度と、最小目盛りの細かさの間には大きなギャップがある。誤りの二重構造がそこにある。パーニヤキャリパは、読みとり数値だけは、0.05 mmや0.02 mm単位の数字が表示される。デジタル式のキャリパでは0.01 mmの数字まで出てしまう。細かい数字が出るだけに、計測の原理を理解しない者はそのまま報告書や論文でその数値を使用していまい、その上、使用計測器を報告書や論文内に明記しないことが多かった。考古学に精密計測学を導入することが望まれる。

引用・参考文献

- 網干善教 1975 「三角縁神獣鏡についての二、三の問題－唐草文帯二神二獣鏡の同型鏡に関連して－」『樞原考古学研究所論集 創立三十五周年記念』吉川弘文館
- 飯島義雄、小池浩平 2002 「古墳時代の製作方法の検討、－獣帯鏡のいわゆる「同型鏡」を基にして－」『群馬県立歴史博物館紀要』第21号
- 今津節生、鈴木勉、河上邦彦 2001 「三角縁神獣鏡、三次元データベースの構築」『日本文化財科学会第18回大会 研究発表要旨集』
- 上野勝治 1992 「鑄造面からみた三角縁神獣鏡」『古代学研究』128
- 梅原末治 1944 「上代鑄鏡に就いての一所見」『考古学雑誌』34-2
- 梅原末治 1946 「本邦古墳出土の同範鏡に就いての一二の考察」『史林』30-3
- 遠藤喜代志 1997 「銅鏡の復原製作」『文明のクロスロード Museum Kyushu』
- 樞原考古学研究所附属博物館 1991 「鏡を鑄造する」『特別展 魔鏡／光の考古学』
- 勝部明生 1978 「鏡の鑄造」『日本古代文化の探求・鏡』森浩一編、社会思想社
- 亀井 清 1983 「銅の技術」『古代日本の知恵と技術』森浩一編
- 岸本直文 1989 「三角縁神獣鏡製作の工人群」『史林』72-5
- 岸本直文 1991 「三角縁神獣鏡の製作技術についての一試論」『権現山 51号墳－兵庫県揖保郡御津町－』
- 岸本直文 1996 「雪野山古墳副葬鏡群の諸問題」『雪野山古墳の研究 考察編』
- 久野邦雄・久野裕一郎 1982 「銅鏡は黄金色 三角縁神獣鏡を復元」読売新聞1982.12.15報道
- 小林昭、河西敏雄、薦田みよ子、柴崎栄吉 1983 「金属古鏡製作についての一考察」『埼玉大学紀要 工学部』第17号

- 小林行雄 1952 『福岡県糸島郡一貴山村銚子塚古墳研究』
- 小林行雄 1961 『同範鏡考』『古墳時代の研究』 青木書店
- 小林行雄 1962 『古代の技術』 塙書房
- 小林行雄 1976 「仿製三角縁神獣鏡の研究」『古墳文化論攷』 平凡社刊、仿製三角縁神獣鏡の鑄型の項
- 佐藤健二 2003 「三角縁神獣鏡の鑄造実験」本紀要所収
- 清水康二・三船温尚 1999 「鏡の鑄造実験－踏み返し鏡の諸問題－」『由良大和古代文化研究協会・研究紀要』4
- 清水康二・三船温尚・清水克朗 1998 「鏡の熱処理実験－面反りについて（その1）－」『古代学研究』144
- 清水康二・三船温尚・清水克朗 1999 「鏡と範から探る山字文鏡の鑄造方法」『泉屋博古館紀要』14
- 鈴木 勉 1998 「日本古代における技術移転試論Ⅰ－技術評価のための基礎概念と技術移転形態の分類－（金工技術を中心として）」『橿原考古学研究所創立60周年記念論集』吉川弘文館
- 鈴木勉・今津節生 1999 「レーザーを使った三角縁神獣鏡の精密計測」『大和の前期古墳 黒塚古墳調査概報』橿原考古学研究所編
- 鈴木 勉 2000 「オーバーハング鏡が投げかける問題」『大古墳展』東京新聞社
- 鈴木 勉 2001 「最先端技術があかす三角縁神獣鏡のナゾ」『復元！三角縁神獣鏡』財団法人福島県文化振興事業団福島県文化財センター白河館発行
- 鈴木 勉 2002 「技術移転論で見る三角縁神獣鏡－長方形鈕孔、外周突線、立体表現、ヒビ、鑄肌－」『黒塚古墳から卑弥呼が見える』天理市教育委員会
- 地村邦夫 1998 「鏡をつくる」『近つ飛鳥工房 人とかたち 過去・未来』大阪府立近つ飛鳥博物館
- 富岡謙蔵 1920 「画像鏡考」『古鏡の研究』
- 中口 裕 1974 『銅の考古学』（再版）、雄山閣
- 中口 裕 1982 『実験考古学』雄山閣
- 奈良国立文化財研究所飛鳥資料館 1999 「同型鏡の鑄造技法」『鏡を作る。海獣葡萄鏡を中心として』
- 八賀 晋 1984 「仿製三角縁神獣鏡の研究」『京都国立博物館学叢』6
- 八賀 晋 1990 「鏡をつくる」『古代史復元7 古墳時代の工芸』白石太一郎編、講談社刊
- 樋口隆康 1992 『三角縁神獣鏡綜鑑』p231、新潮社
- 藤丸詔八郎 1997 「三角縁神獣鏡の製作技術について－同範鏡番号60鏡群の場合－」
- 藤丸詔八郎 1998 「三角縁神獣鏡の製作技術について－同範鏡番号19鏡群の場合－」
- 藤丸詔八郎 2000 「三角縁神獣鏡の製作技術について（予察）－製作工程に「踏み返し」が介在する同範（型）鏡群の場合－」
- 村上隆・沢田正昭 1996 「雪野山古墳出土「亲出銘三角縁四神四獣鏡」と米国スミソニアン研究機構フリーアー・ギャラリー所蔵の兄弟鏡との科学的比較研究」
- 山崎一雄・室住正世・馬淵久夫 1992 「椿井大塚山出土鏡の化学成分と鉛同位体比」『三角縁神獣鏡綜鑑』樋口隆康著 所収、新潮社
- 労働省職業訓練局・雇用促進事業団職業訓練部 1974 『鑄造法』

[4] 三角縁神獣鏡の鑄造実験

佐 藤 健 二

1 はじめに

三角縁神獣鏡を 1/2 とした原型（モデル）を作成し、小田部鑄造^(株)でこの原型から真土型を作成し、鑄造実験を行った。鑄込まれた鏡（銅合金）の温度が数百℃の比較的高い温度で型ばらしを行った場合には、鑄型がさほど崩れず、型の紋様もはっきりしており、さらに同范型として鑄造が行える可能性があったため、この鑄型^(註1)を用いて同范鏡の鑄造実験を行った。

現在まで実験を行った結果は、鏡面にひけが発生し、鑄型の転写性も悪く、同范型の実験としては失敗であった。しかし、今後の復元実験のための鑄造条件を調べることと銅鏡の解析のための基礎データを得ることを目的として、今回の実験の鑄造条件と鑄込んだ鏡内部の凝固組織の観察から冶金的な検討を行った。

2 実験方法

1) 材 料

銅合金は神獣鏡の分析組成、Cu-22%Sn-5%Pb を目標組成として、99.9%Cu、99.9%Sn、99.9%Pb の純金属地金を配合し、総溶解重量を 2.8kg とした。ここで、それぞれの溶解歩留まりは 100%として計算した。

2) 溶解・鑄造方法

銅合金の溶解には #10 カーボンボンド黒鉛坩堝を用い、4kHz の高周波誘導電気炉を使用した。溶解は以下の手順で行った。まず、坩堝を約 800℃に予熱し、銅地金を坩堝に投入し、その上を粉碎した木炭で覆い、加熱を行った。銅が完全に溶解した時点（銅の融点の 1083℃以上）で、錫、鉛の順で地金を投入し、所定の温度まで昇温させた。鑄込み前にさらに藁灰で溶湯（溶けた合金）面を被覆し、鑄型に鑄込んだ。表 1 に溶解・鑄造条件を示す。以下、鏡の試料記号は鑄型記号とした。

使用した鑄型は図 1 に示すように湯口が鑄造製品の直上にある落とし込み（おとしこみ）タイプの鑄造方案である。

表 1 溶解・鑄造条件

試料記号	鑄込み温度℃	鑄型温度℃
Q B	1050	200*、170、130
Q D	970	150**

*乾燥炉中、250℃で 16 時間加熱保持した後、200℃に保持した。数字はそれぞれ 1，2，3 回目鑄造時の鑄型温度の実測値。

**電気炉で 700℃、5 時間保持後、炉中で徐冷した。

鑄型表面に黒鉛を塗布後、さらに乾燥炉中で 150℃、4 時間保持した。

3) 解析方法

鑄造された鏡は外観を写真撮影した後、X線透過試験によって内部欠陥の状況を調べた。表2にX線透過試験による撮影条件を示す。試料を図2に示す4カ所の位置で切断し、樹脂に埋め込み後、#2400耐水研磨紙まで研磨後、 $1\mu\text{m}$ のダイヤモンドペーストで鏡面に仕上げた。試料をグラード液（塩化第二鉄－塩酸－エチルアルコール）で腐食後、断面のマクロ及びミクロ組織を光学顕微鏡で観察した。一部の試料はSEM（走査型顕微鏡）－EDAX（エネルギー分散形分光器）でミクロ組織の構成元素の分布を調べるため、面分析を行った。また、それぞれ

表2 X線透過試験の撮影条件

装 置	理学電気株、RF-350
管 電 圧	210 kVP
管 電 流	10 mA
露 出 時 間	60 sec
距 離	100 cm
焦 点	$30\times 30\text{ mm}$
フ ィ ル ム	フジ#80
増 感 紙	0.03 mmPb
フィルター	2 mm厚・純銅板

の観察位置で、これらのミクロ組織と同範鏡の文様との関係について検討した。

鏡の鑄り部分を切断し、鑄造合金のTG-DTA（熱重量・示差熱分析；マックスサイエンス社製－TG-DTA2000）による熱分析を行った。試料重量は約30mg、昇温速度は $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、アルゴンガス流量は $50\text{ ml}/\text{min}$ で測定した。また、純金属をCu-22% Sn-5%Pbの組成に配合し、黒鉛坩堝中で溶解し、K熱電対（クロメル－アルメル）を用い、 950°C からの冷却時の熱分析を行い、冷却曲線から凝固開始温度と包晶温度を求めた。

さらに、鑄型の乾燥条件を調べるため、鑄型（RD）断面の中央部の一部を欠き、TG-DTAによる熱分析を同一試料で2回繰り返して測定を行った。試料重量は40mg、昇温速度は $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、アルゴンガスの流量は $50\text{ ml}/\text{min}$ とした。

3 実験結果

1) 鑄 造

(1) 1050°C 鑄込み

初回実験（ 1050°C 鑄込み）では、鑄型QBの他、3型を同時に鑄造したが、全ての鑄型において湯口部の溶湯から多量のガスが泡立ち、また、凝固後の鑄肌は転写性が悪く、実験は失敗であった。

このガスの発生要因は次の2つが考えられる。

- ① 銅合金溶湯に吸収した酸素あるいは水素が溶湯の冷却・凝固過程で放出される。

- ② 鑄型が乾燥不十分で、吸湿していたため、鑄込みの際に水蒸気が発生し、水蒸気がさらに溶湯と反応し、ガスを吸収した後、冷却時にガスを放出する。この際には、水蒸気自体の放出も考えられる。

これを調べるため、内径φ4mmのアルミナ管を用い、溶湯を高純度アルゴンガスで7min間、バブリングさせて脱ガスを行い、鑄型（QB）に再度1050℃で鑄造した（QB-2）。この結果、初回（QB-1）の鑄造時よりもガス（気泡）の発生が少なくなったが、通常の鑄造に比べ、かなりガスの発生量が多い。型ばらし後、再度この脱ガス処理を行い、1050℃で鑄込んだ結果（QB-3）、放出ガスはさらに少なくなったが、まだ、かなり多い。

図3に鑄型（QB）に3回連続して鑄込んだ後の鏡の外観を示す。真土型の乾燥と焼成時に型が反り、型合わせが上手くいっておらず、周囲に鑄ばりが発生している。鑄造回数が増えても縁周辺の鑄ばりの出方は同様である。また、鏡本体直上の湯口部両側では、型くずれのため、湯口脇の鑄ばりが少しずつ盛り上がって厚くなっている。

これらの状況から、この鑄造時のガスの発生は鑄型の乾燥不十分によるものと考えられる。この鑄型の吸湿の状況を調べるため、鑄型の加熱時の熱重量変化（TG）を調べた。図4に鑄型（RD）における加熱時のTG曲線を示す。TG曲線は大気中に長期間放置された状態の鑄型（Ⅰ）と、一度1000℃までの熱分析を行った直後、室温から再加熱した時（Ⅱ）の2測定を示す。大気中放置の鑄型（Ⅰ）は室温～150℃では緩やかな重量減少があり、150℃～650℃では重量減少が大きくなり、さらに650℃以上でさらに重量減少が大きくなる3段階の重量変化を示す。重量減少は1000℃まで1%である。1000℃まで加熱された鑄型（Ⅱ）は室温～400℃では重量減少が極めて小さく、それ以上の温度では、温度の上昇に伴い、なだらかに重量が減少するが、その低下は（Ⅰ）よりも小さい。1000℃までの重量減少は0.5%である。

牧口^(註2)は珪砂に粘土を粘結剤とした鑄型を造り、これを乾燥させた後、梅雨時に大気中に放置した時の吸湿量は24時間で約0.3%とした。ただし、本実験に使用した真土型と異なり、通常の生砂型である。また、種々の粘土を粘結剤とした生砂型の昇温時の重量変化を調べた^(註3)。脱水は3段階の変化を示し、100℃までの脱水、100～400℃の緩やかな脱水、400～600℃の急激な脱水が観察され、100℃までを吸水の蒸発、400～600℃は構造水分の脱出としている。

これより、（Ⅰ）の室温から150℃までの減量は吸湿した真土型が乾燥したことによる水分の蒸発（0.05%減量）、560℃までの減少は型の砂や粘土に吸着した水分の解離と無機あるいは有機化合物の蒸発によるものと考えられる。小田部鑄造で鑄型を作成した後、焼成を行っているが、鑄型内部の加熱温度を600～700℃と予想すると、（Ⅰ）の650℃以上のやや大きな減量は吸着水分除去によることよりもイグロス（Ignition loss；灼熱減量）によるものと思われる。再加熱の（Ⅱ）では、この温度付近で減量の変曲点が観察されないことにもよる。

(2) 970℃鑄込み

1050℃鑄込みの実験及び鑄型の熱分析結果を踏まえ、鑄型の乾燥は電気炉を用い、700℃で

5時間保持し、翌朝まで炉中で徐冷した。鑄型の黒鉛塗型は大気中の酸素と反応し、完全に除去されていたため、表面に黒鉛のスプレーを吹きつけ、塗型を行った（図1参照）。その後、乾燥炉中、150℃で4時間保持し、鑄込み直前に乾燥炉から鑄型を取り出し、鑄造を行った。

1050℃鑄込みでは同範鏡の湯口近くや鈕の周囲に引け巣が発生したため、さらに鑄込み温度と鑄型温度を下げて鑄型（QD）に鑄造した。

図5に鏡の外観を示す。表面は光沢が無く、酸化物に覆われている。また、鏡面には点状に酸化物（ノロ、スラグ）の巻き込みが観察される。鏡の鈕の湯口側には引け巣が観察され、鑄型の転写性はさほど良くない。

鑄肌の酸化皮膜と酸化物の巻き込みは溶湯表面の酸化物が鑄造時に鑄型内に巻き込まれたものであり、溶湯表面の木炭及び藁灰による被覆が不十分であったため、溶湯の酸化が進み、表面が厚い酸化物に覆われたことによる。後日、木炭を砕き、表面を覆うようにし（木炭の隙間からは溶湯面が見える程度）、るつぼ上にセラミックウールを被せて溶解を行った際には、溶湯面は金属光沢を呈していた。溶湯面が外気と遮断され、CO 雰囲気で覆われることで溶湯酸化が抑えられたことによる。

(3) 銅合金の熱分析

同範鏡の鑄造実験において 1050℃及び 970℃の鑄込み温度では、文様が充分に出ておらず、また、同範鏡の鑄込み時の熱影響が大きい湯口側及び断面肉厚の大きい鈕の上部などに引け巣が発生した。このため、銅合金の鑄込み温度について検討した。

図6に Cu-22%Sn-5%Pb 合金の 930℃からの冷却曲線を示す。凝固開始温度（液相線温度）は 817℃、Cu-Sn の包晶温度は 798℃（Cu-Sn 系 2 元合金状態図では 798℃）である。溶湯の大部分を占める β 相（Cu-Sn 系）の凝固終了温度は 778℃である。ただし、この温度では、少量の Cu を含む Pb は残融液として残っている。

さらに同範鏡から採取した合金の室温から 1030℃までの TG-DTA 曲線を図7に示す。Cu-Sn 系（図8）及び Cu-Pb 系 2 元合金状態図^{註4}）と対比させると、DTA では、低い温度から、325℃の吸熱は鉛の溶融であり、518℃の吸熱は α -Cu 相と δ 相（Cu₄Sn）の共析反応（ $\alpha + \delta \rightarrow \gamma$ ）、578℃の小さな吸熱は α -Cu 相と γ 相の共析反応（ $\alpha + \gamma \rightarrow \beta$ ）である。676℃の小さい発熱は α -Cu 相が減り、 β 相が増加することによる。765℃の大きな吸熱は包晶反応によって β 相が溶解し始め、昇温に伴い、さらに α -Cu 相が溶解する。凝固時にはこの逆過程を辿る。

TG については 795℃付近から急に溶湯の酸化が大きくなり、温度上昇に伴い、直線的に酸化量が増ことから、雰囲気の影響効果が低い酸化皮膜を形成することを表している。雰囲気はアルゴンガスを流した状態であるが、空気がアルゴンに充分置換されておらず、酸素が残っていたために溶湯酸化が起こったものと考えられる。この合金組成の溶湯自体が酸化しやすい特性があることから、970℃鑄込みの際には、十分な酸化抑制雰囲気に制御できず、溶湯面に厚い酸化膜を生じたと推測される。

これらの熱分析の結果から、凝固開始温度は 817℃であり、さらに鑄型が真土型であること

を考慮するならば、凝固開始温度よりも 150℃ 高い 970℃ は鑄込み温度としては高かったと考えられる。

2) 同範鏡の表面観察と断面のミクロ組織

(1) 表面観察

QB-3 と QD の鑄型で鑄造した同範鏡の拡大写真を図 9 に示す。QB-3(a) の矢印では、縁が引けており、その下側も面引けを起こしている。QD(a) では、鏡面が酸化皮膜に覆われているが、矢印部のみが金属光沢を呈している。QB-3 と QD(b) では、鈕の上部（湯口側）の矢印部に引けが生じており、歪んだ半球となっている。鈕の周囲の内区面にも細かな引け巣が生じている。(c), (d), (e) の周縁部は (a) に比べ、鑄肌がややはっきり出ているが、QD(c) の縁には酸化物が介在している（矢印）。鋸歯文は QB-3 が QD より凹凸が大きい。QB-3 の鏡表面の(f)は鑄込み時の底面側であり、表面に窪みが多く観察される。この窪みは表面に酸化物が付着し、剥離した箇所（矢印 A）と小さな酸化物が付着し、酸化物が溶湯と濡れにくいいため、ガスがその周辺に溜まり、丸い形状で窪みを形成した箇所（矢印 B）が認められる。

QD(f') は表面が酸化膜に覆われており、さらに酸化物が付着している箇所（矢印 C）と酸化皮膜が湯じわ状となっている箇所（矢印 D）が観察される。

(2) X線透過による欠陥観察

図 10 に同範鏡の X 線透過写真を示す。全体では鑄込み温度の低い QD の欠陥が多い。図 11 の拡大写真はそれぞれ図 2 の顕微鏡組織観察位置に対応する。鏡の表面観察からも判断できるように湯口側に引け巣が多く発生しており、その周囲にも欠陥が多い。QD(c) に欠陥が観察されるが、引け巣と湯じわ状になった酸化皮膜による欠陥である。

QD(c') の矢印の欠陥は鏡の表面に巻き込まれた酸化物の小塊であり、塊の周囲に空隙が生じている。

(3) 断面の組織観察

図 12 に断面のマクロ組織を示す。矢印は湯口からの溶湯の流れる方向を示す(図 2 参照)。(d)は写真に対して垂直の方向となる。

QB-3 では、(a) の突起は湯口部の周縁部が引けた領域であり、突起先端部は内部側よりも結晶粒が微細である。(b) の鈕の脇には引け巣が多く観察され、特に溶湯の流れの上手が多い。(b) での最大肉厚は 10.3mm（鈕）で、最小肉厚は 4mm である。(c) は結晶粒の指向性から縁の外周部側から凝固が進んでおり、周縁部の組織が微細であり、外区領域の結晶粒が他の領域に比べ、粗大である。(d) の結晶粒の大きさは (b) の鈕の周囲と同等の大きさで、周縁部最大肉厚は 6.7mm、最小肉厚は 3.3mm である。

QD では、(a') の堰の結晶粒が QB-3 よりやや粗大である。周縁部の先端側は結晶粒が微細である。(b') の鈕では、溶湯の流れの上方側にはひけ巣が観察される。流れの下方側ではひ

け巢は観察されるが、流れの上方側より少なく、上方側領域よりも結晶粒が粗大である。(b')での最大肉厚は11.2mm(鈕)で、最小肉厚は4.8mmで、QB-3よりも肉厚となっている。(c')はQB-3と同様に周縁部よりも外区領域の結晶粒が粗大であるが、QB-3のようなはっきりとした結晶粒の指向性はなく、鋳型下端の周縁部がやや微細な等軸晶となっている。(d')は周縁部から外区にかけて結晶粒が微細であるが、外区中央から内区側では結晶粒が粗大な領域が形成されている。周縁部最大肉厚は7.6mm、最小肉厚は4.3mmで、QB-3より約1mm肉厚である。

図13にQD(a)の湯口側周縁部断面のミクロ組織を示す。(a)は鏡の裏面側断面、(b)は表面側断面である。内部は α -Cu相のデンドライト(樹枝状晶)が観察され、裏面の表面側はデンドライトが認められず、灰色の組織が表面層を形成している。(c)は(b)の拡大写真で、 α -Cu晶と α 相- δ 相の共析組織が観察される。

図14に走査型電子顕微鏡による同領域の組織を示す。(b)の拡大組織から、表面側は明らかに微細な層を形成しており、組織は暗灰色で粒状の α -Cu相と明灰色の($\alpha + \delta$)共析、白い小さな粒状のPbから構成されている(註5)。表面側では($\alpha + \delta$)共析の量が多くなっている。また、(c)の周縁部先端の拡大組織と(d)の内部の拡大組織から、周縁部表面側は粒状のPb相は内部(d)よりも粗大であり、その量も多い。(d)からは α -Cu相(暗い灰色の島状組織:デンドライト)の周囲にPb粒子が晶出している様子が観察される。図15に図14(b)の微細な組織の領域をEDAXで面分析を行った結果を示す。最終凝固相のPbは丸い形態をしており、その周囲の素地ではCuとSnから構成されており、 α -CuはSnがやや低い濃度領域となっている。 α -CuにはSnが10~20%固溶するため、Snのスポットが現れる。

図16にQDの鈕(図12(b'))のミクロ組織を示す。(a)鈕頂部には、デンドライトが観察されるが、(b)表面側は α 晶のデンドライトが少なく、 α - δ 共析相とPb相からなる灰色の領域が多い。また、凝固の遅れによって生成したひけ巢が観察される。(c)の湯口側の鈕座部には、内部に深いひけ巢が観察される。ガスによる巣ではないため、ひけ巢の空間に小さなデンドライトが成長している様子が見られる。

図17にQDの周縁部断面のミクロ組織を示す。周縁部には、いずれもデンドライト組織が観察されるが、(a)に比べ、(c)が1次デンドライトの枝が短くなっている。また、鋳型底部表面の(b)には、表面につながる巣や、鋳造時での酸化皮膜の巻き込みによると思われる皺状の領域が観察される(図9QD(f')参照)。(d)では、(c)に比べ、デンドライトのサイズが小さくなり、表面側ほど量が少なく、枝の成長も小さい。デンドライトの枝の成長は図12の結晶粒の大きさに対応していることが判る。

図18にQB-3の湯口側周縁部断面のミクロ組織を示す。溶湯の流れた方向は(a)写真の右から左方向である。湯口側に巣が生成しており、丸くなった突起部ははっきりした形態のデンドライトが観察されないが、この領域のマクロ的な結晶粒の大きさは0.5~1mm程度である。(b)の表面にはデンドライトが観察される。図19に鈕断面のミクロ組織を示す。図16のQDの断面組織と異なり、 α -Cu晶のデンドライトが少ない。(c)の表面には大きな引け巣が生じている。

表3 周辺部と紐の中央部におけるDASⅡ

測定位置	QB	QD
周縁部 (a)	19.2 μ m	17.6 μ m
〃 (c)	— *	10.4
〃 (d)	11.7	13.8
鈕 (b)	17.8	15.6

*対象領域には比較とする大きさのデンドライトが観察されない。

これらの凝固組織の顕微鏡写真から周縁部と鈕の中央部における DASⅡ（2次デンドライトアーム間隔）を測定した結果を表3に示す。

これらの組織観察から、QB-3はQDよりも鑄込み温度が高いため、DASⅡがやや大きく、凝固速度が小さく、凝固時の包晶領域（灰色の領域）が全体的に多くなっている。

4 おわりに

鑄造実験を行って、形は出来ているが、鑄肌がしっかり出ない鏡ばかりができた。鑄造工場で復元実験を行った時と同じような条件で実験を行ったにもかかわらず、である。工場で鑄込んだ鑄物はしっかり肌が出ていた。何が工場と条件が違うのかと暫く悩んだが、結局はオーソドックスな鑄造条件を選ぶための作業に取りかかった。

通常の鑄物では、鑄込み温度は凝固開始温度の100℃程度高い温度と言われている。凝固開始温度を測定した結果からは工場での鑄込み温度、1050℃は高すぎたと考えられる。せいぜい900℃付近あるいは少し上が適正温度と考えられるが、鏡の最小肉厚が2mmということもあり、湯廻り不良を恐れ、安全を見過ぎて、高めにした。工場での鑄込みの順をしっかりと観察し、鑄肌との関係を見ておけばよかったと後悔した。取鍋の溶湯は鑄込みの間、温度が低下する。鑄込みの違いは工場では取鍋に溶湯を移し、鑄造しているが、この実験では、るつぽも加熱される高周波溶解炉を使って、るつぽから直接鑄込んだ。このため、鑄込み途中での温度低下が少なく、より高温の溶湯が鑄込まれたことが一つの要因として挙げられる。さらに、鑄込み方がもう一つの要因に挙げられる。黒鉛るつぽには注ぎ口が切っていないため、勢いよく鑄型に鑄造した。工場では細い溶湯の流れで鑄込んでいた。鑄型内に入ったときの溶湯の温度は工場の方が当然低くなる。

次に溶湯の酸化であるが、通常の銅合金の溶解をなまじ見知っていたため、溶湯面を木炭で軽く覆う程度で良いだろうと考えていた。高濃度の錫を含む合金の酸化がこれほど大きいものとは考えつかなかった。確かに銅よりも鉛、鉛よりも錫が酸化されやすく、また、実際の繰り返し溶解では、溶湯面上の酸化物の蓄積が大きくなり、鑄込み直前に完全に除去することが難しかった。合金の冷却曲線を測定するための熱分析を何回か繰り返し、木炭の被覆状態とるつぽに蓋をするといった大気雰囲気遮断条件を知った。

この他、気付いたことを挙げると、真土型は通気度と鑄型強度を上げるため、植物繊維（現在では和紙）が加えられる。同範鏡の鑄造を何回か行えば、鑄肌面近傍の炭化した繊維が燃焼

し、鑄型が脆くなることと鑄型自体の熱伝導が変わることが考えられる。

また、同範鏡の鑄造では、大気中で長期間放置するなど、鑄型の保管条件によっては 600～700℃の加熱を行い、鑄造することが望ましい。ただし、この加熱によって鑄型は劣化していくことが考えられる。

一般に組織は鑄込み温度が低くなることで、より微細になる。今回の実験では、鑄込み温度が高い鏡の組織が微細であったが、上述の鑄込み条件や、違った鑄型を用いた場合には鑄型の熱伝導性が異なるため、同一鑄込み温度でも変化する。このため、凝固速度は組織から判断することが適当と考える。非破壊で出土鏡の組織を観察できる手法を確立すれば、鑄型や鑄造条件を推定できるための大きな情報が得られる可能性がある。

これらの鑄造条件をある程度把握できたため、今後、同範鏡の鑄造に再度トライする予定である。

註・参考文献

- (1) 使用した鑄型は、鈴木勉氏の「三角縁神獸鏡復元実験」（本報告書所収）の表3-1の鑄型P A～R Dである。この鑄型を使って小田部鑄造㈱で鑄造した鏡は、すべて文様が出ず、失敗に終わった。これらの鑄型の組成は、粉砕処理後の60目篩下の真土10に対して、粘土を2 or 4 or 8の割合で混練したもの。鑄型Q B、Q Dは10：8の組成である。
- (2) 例えば、浜住松二郎：“鑄物と鑄型材料”，日刊工業新聞，（1957），P.98
- (3) 牧口利貞：東京都立工業奨励館報告，No.2（1953），55
- (4) M. Hansen：“Constitution of Binary Alloys”，McGraw-Hill，NY，USA（1963）
- (5) “Typical Microstructures of Cast Metals”，2nd ed.，Ed. G. Lambert，Inst. British Foundrymen，（1966），P.208

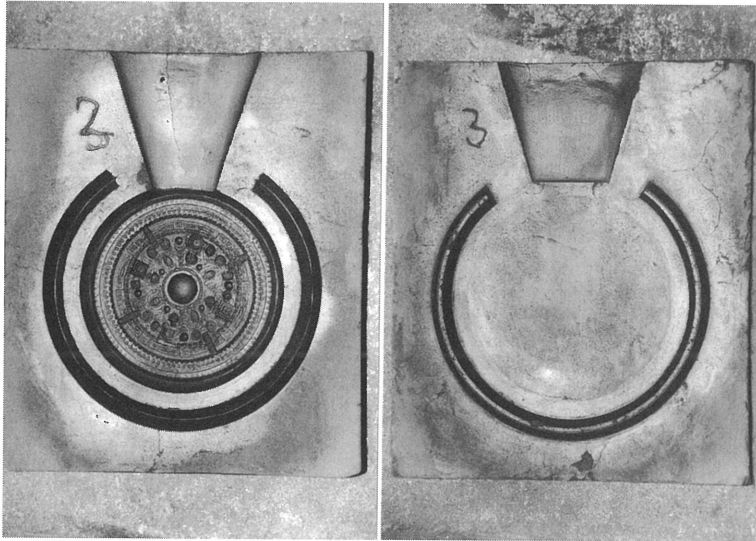


図1 QD鑄型の外観

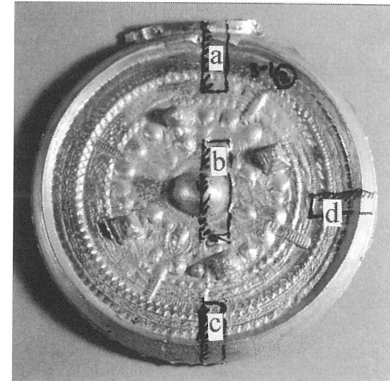


図2 ミクロ組織観察位置

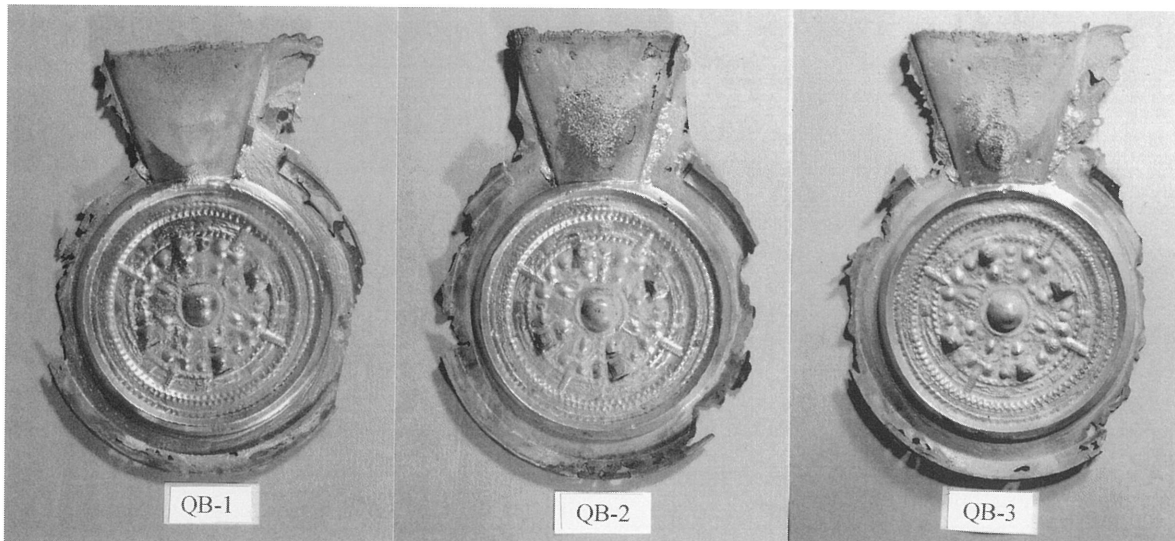


図3 QD鑄型の連続3回鑄込みによる同範鏡の外観（1050℃鑄込み）

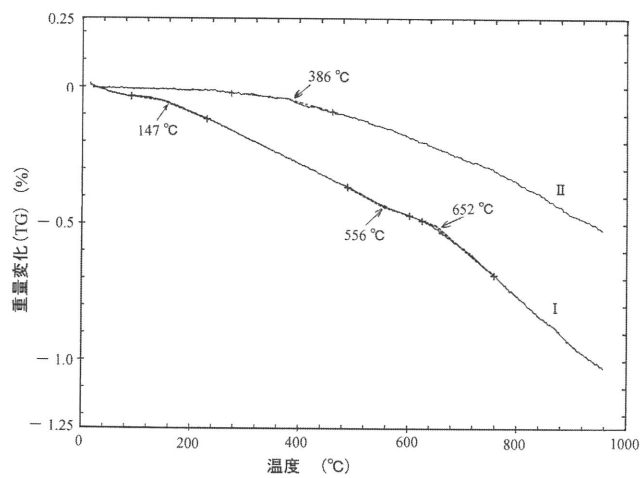


図4 長期放置のRD鑄型のTG曲線

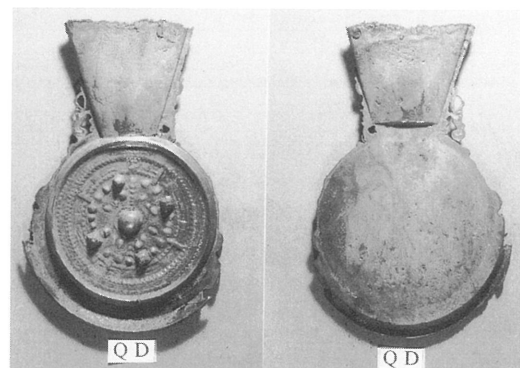


図5 QD鑄型による同範鏡の外観（970℃鑄込み）

三角縁神獸鏡の復元

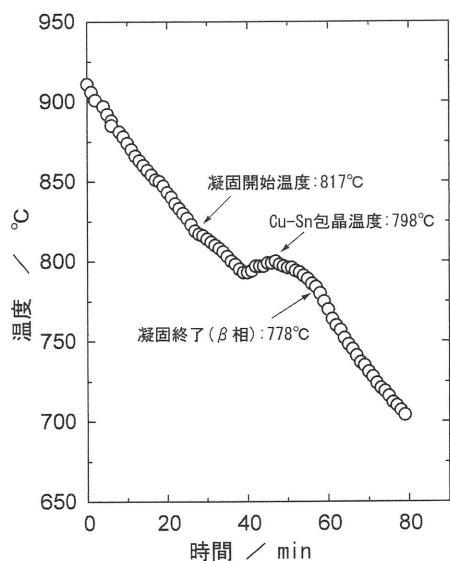


図6 Cu-22%Sn-5%合金の冷却曲線

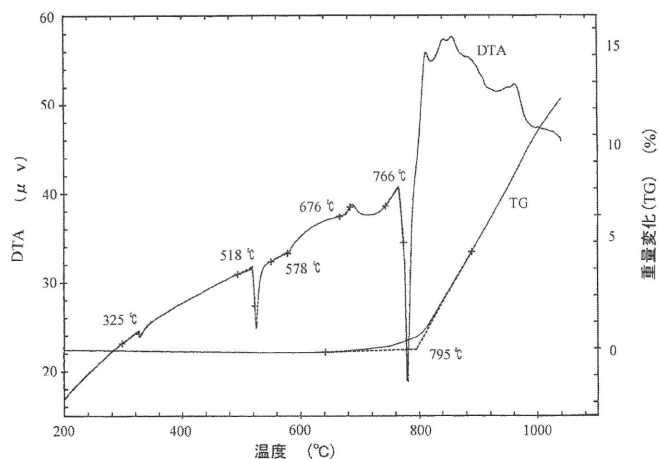


図7 Cu-22%Sn-5%Pb合金のTG-DATA曲線

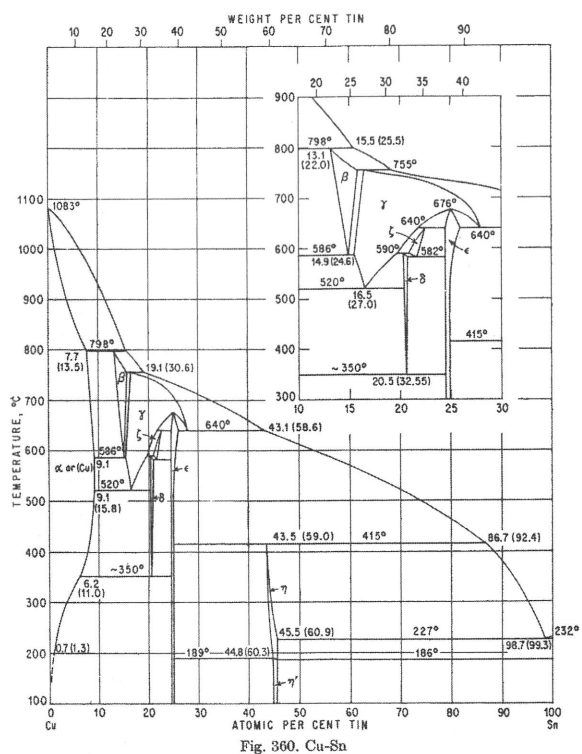


図8 Cu-Sn系2元合金平衡状態図

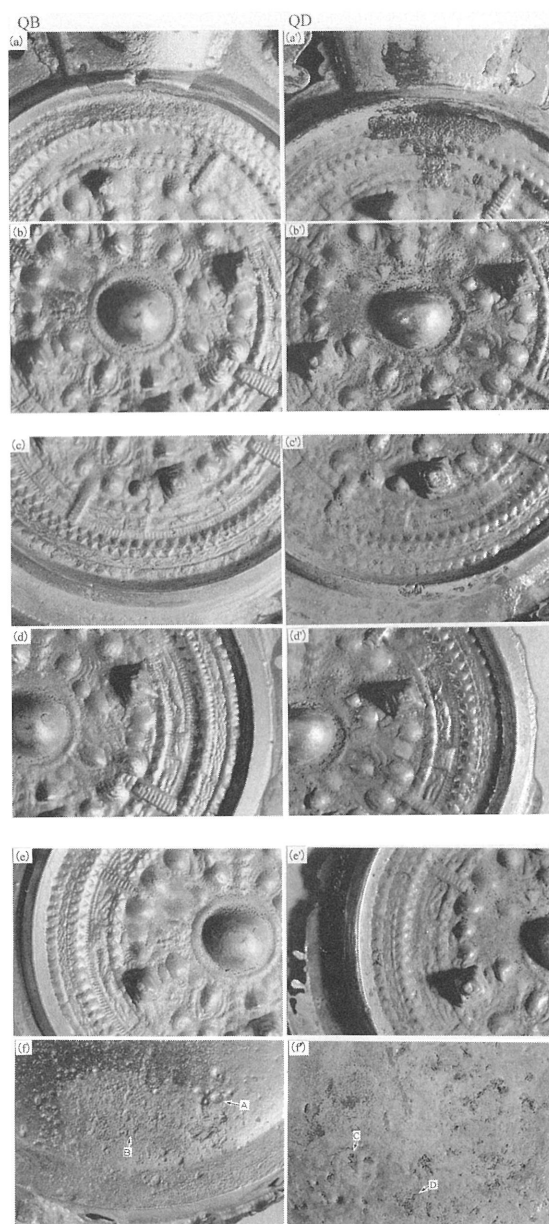


図9 同範鏡：QB、(a) ~ (f)
QD、(a') ~ (f')、(f) (f') 矢印は凹状表面欠陥

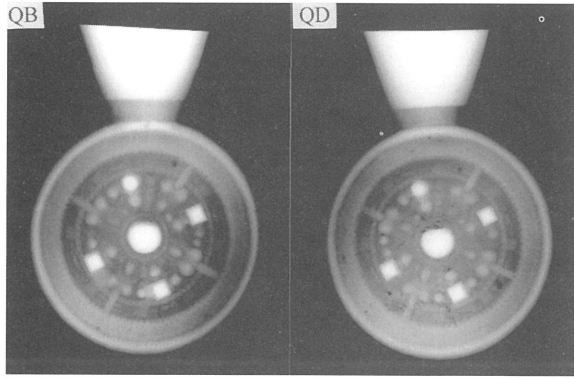


図10 同範鏡のX線透過写真

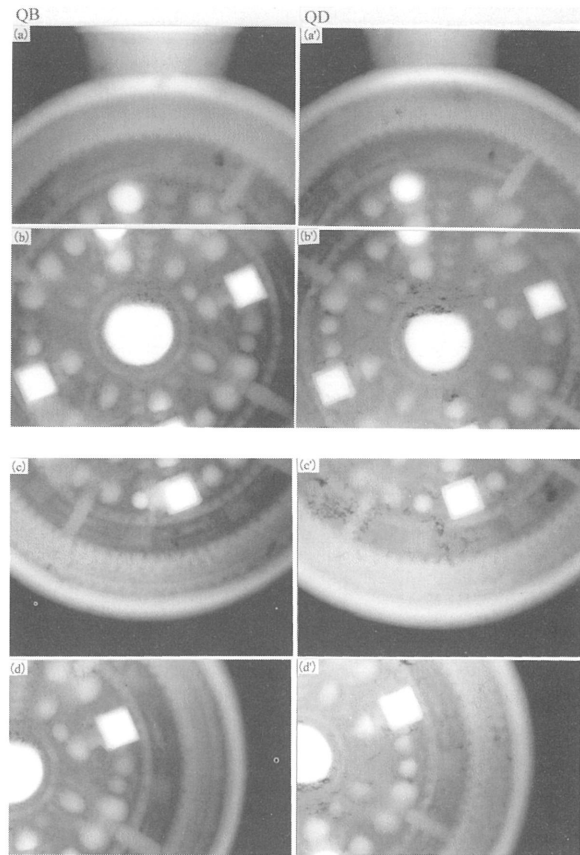


図11 同範鏡のX線写真の拡大

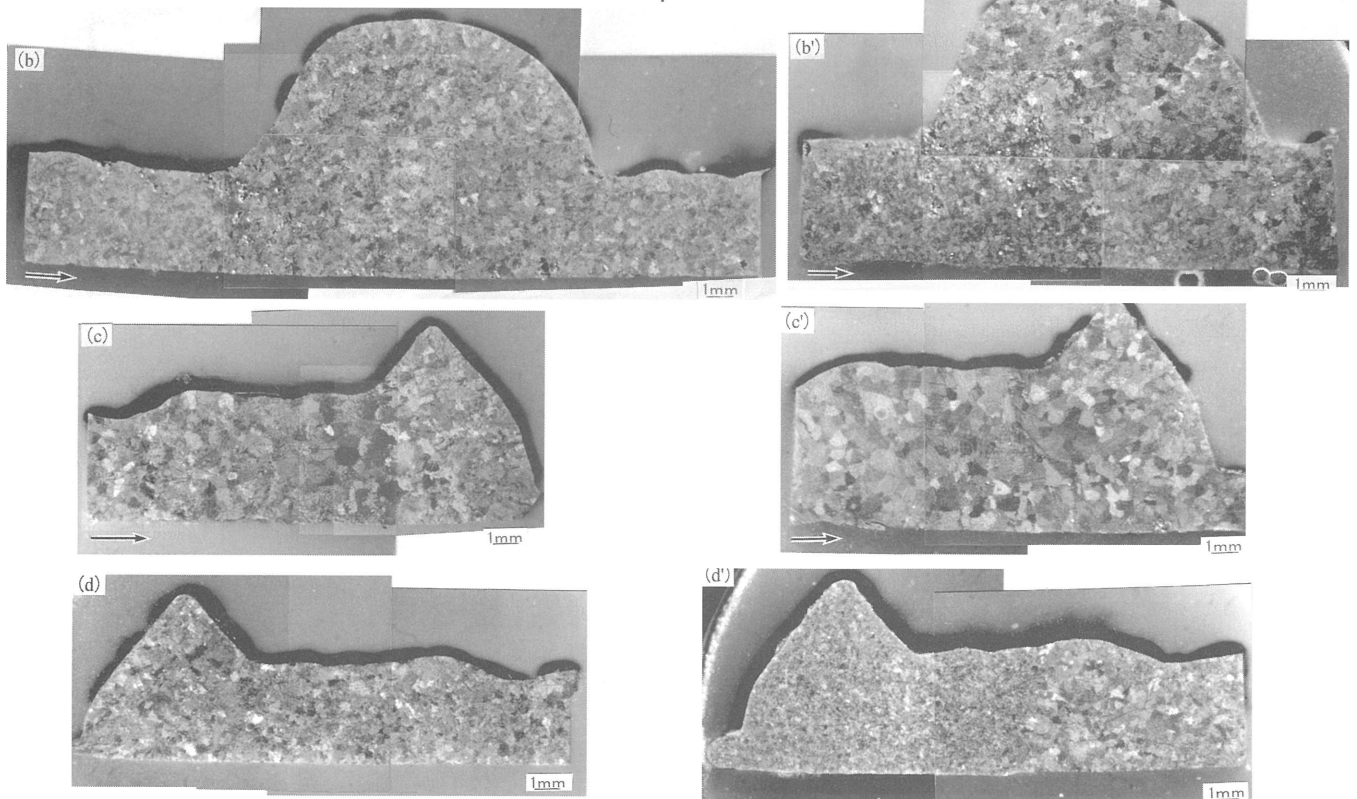


図12 同範鏡断面のマクロ組織。QB；(a)～(d)、QD；(a')～(d')
(a)～(d)及び(a')～(d')はそれぞれ図2(a)～(d)の位置に対応

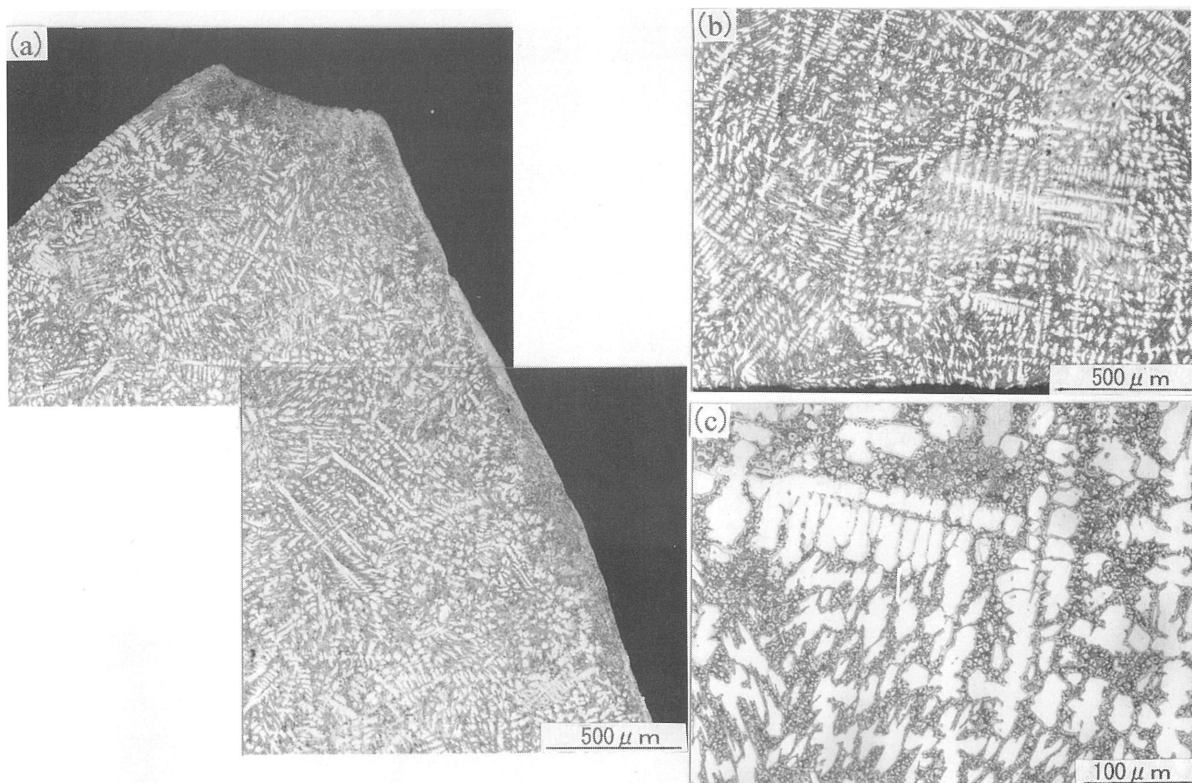


図13 図12、QD (a') のミクロ組織。(a) 周縁部裏面頂点側、(b) 同表面側、(c) (b) の拡大組織

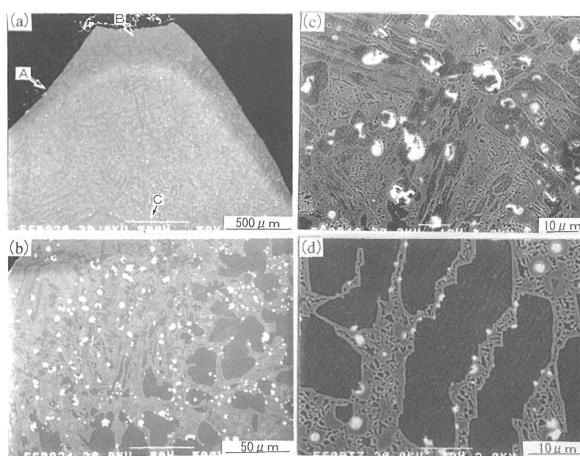


図14 図12QD (a') のSEM写真
(a) 周縁部裏面頂点側
(b) (a) 矢印Aの拡大
(c) (a) 矢印Bの拡大
(d) (a) 矢印Cの拡大

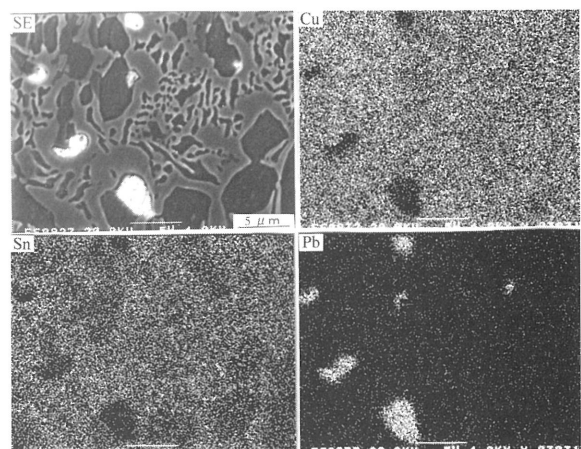


図15 図14 (b) 左側の微細組織の
特性X線写真

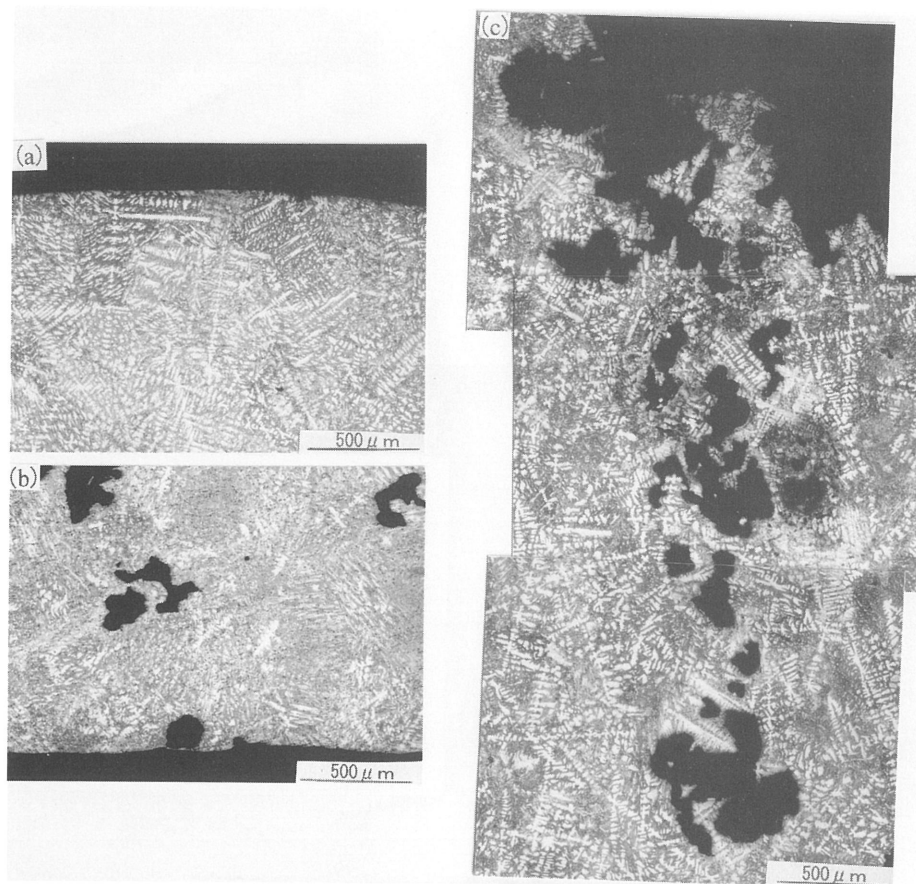


図16 図12QD (b') のミクロ組織。(a) 鈕の頂点、(b) 同表面、(c) 鈕座部のひけ巣

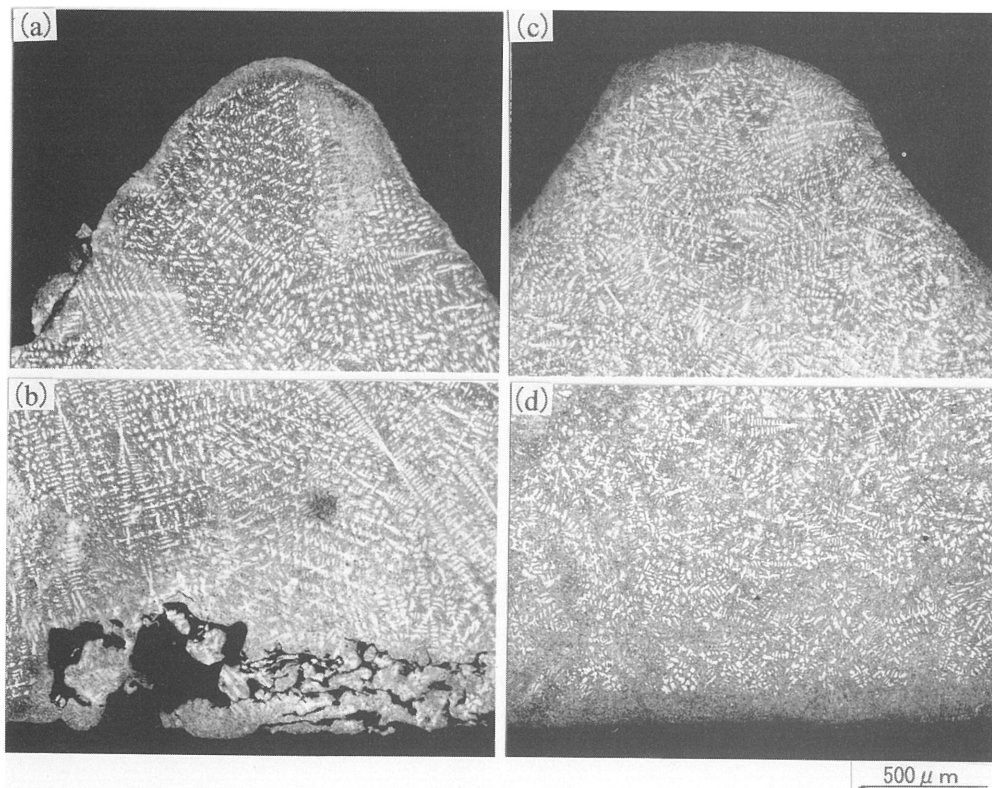


図17 (a) (b) は図12QD (c') のミクロ組織。周縁部と表面
(c) (d) は図12QD (d') のミクロ組織。周縁部と表面

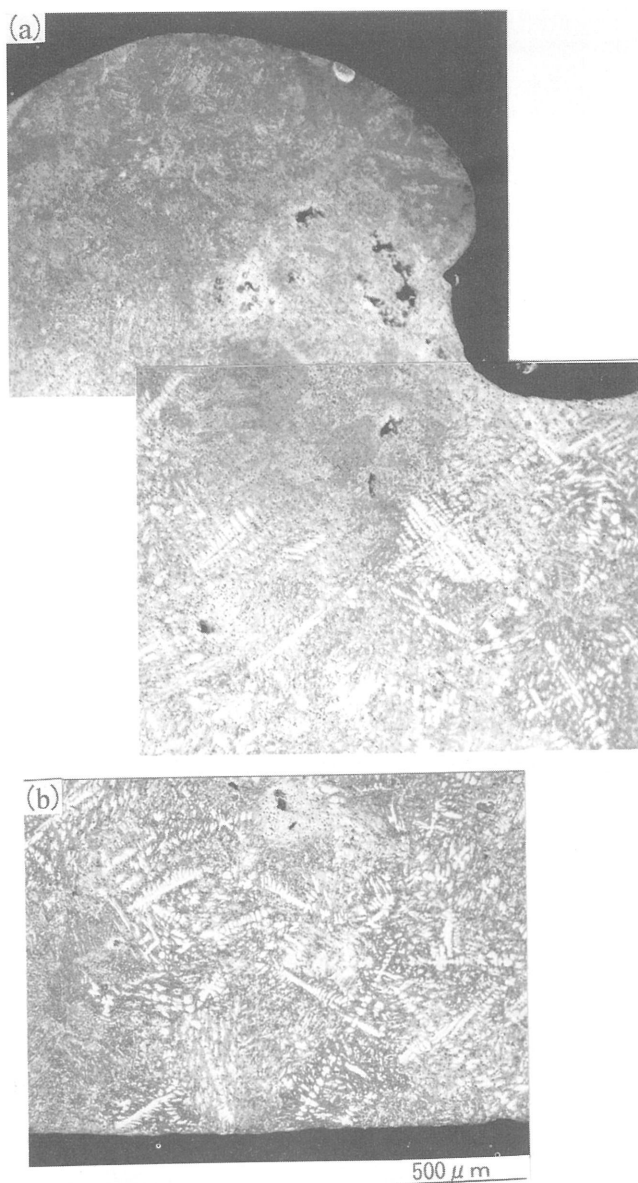


図18 図12QB (a) 湯口側周縁部の拡大組織
(a) 裏面頂点側、(b) 表面側

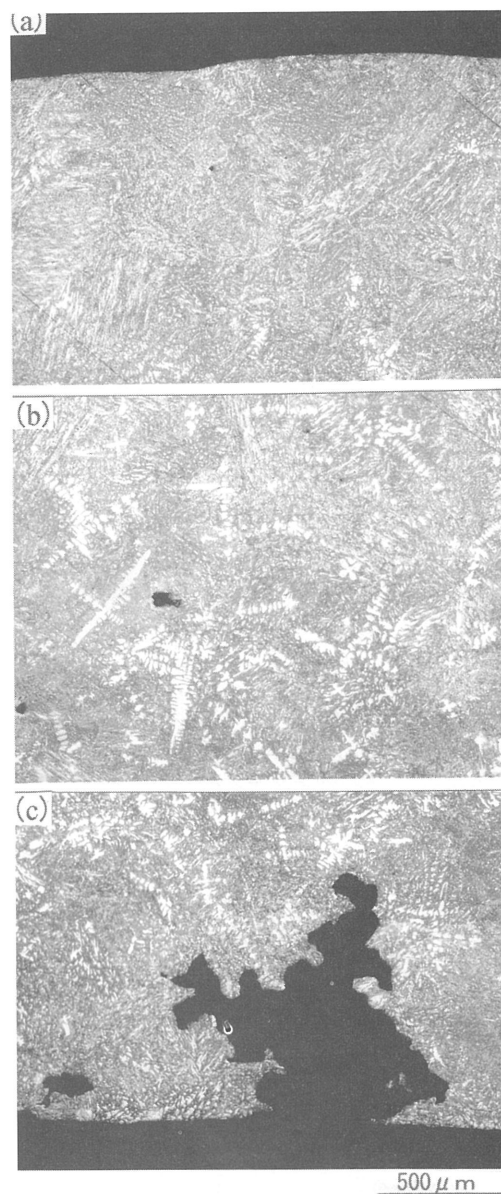


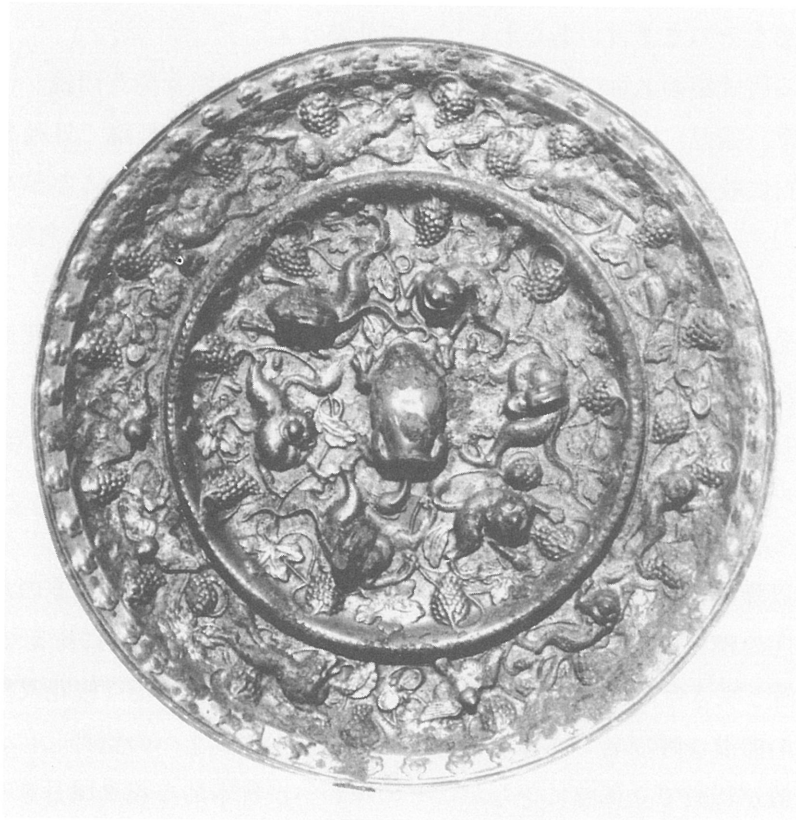
図19 QB 鈕断面のミクロ組織
(a) 鈕の頂点、(b) 中央部、(c) 表面

鏡名の由来と海獣葡萄鏡名の不思議

勝 部 明 生

カイジューブドウ鏡、耳慣れない呼び名だが壁画古墳高松塚で出土した鏡、あるいは昭和24年に法隆寺五重塔心柱下から金銀舍利具と一緒に発見された鏡のことを覚えている人もあるだろう。海獣葡萄鏡は唐時代に盛んに作られた鏡で、それまでの東アジアに伝統的な古鏡とは全く異なった意匠性に特色がある。獅子型の鈕を中心にして、内外区に回転する葡萄唐草文をめぐらし、内区には躍動する狻猊がいる。それに龍、天馬、孔雀、小禽、昆虫など加わり、全アジアの楽園が描写されているようだ。

ところでこの海獣葡萄鏡の文様の中には、いわゆる海獣らしいものが見当たらない。我々が海獣と呼ぶ場合、トド、セイウチ、アザラシなど哺乳海獣のことを指すが、そのような動物もタツノオトシゴのようなものもない。「海獣」の語意について調べられた李家正文氏（元・朝日学生新聞社長）からの書簡には、どこにも海獣がないから、この文様は怪獣というほかないと述懐しておられる。考古学、美術史などで海獣葡萄鏡の海獣といってる動物は、中国の『西清古鑑』という図譜によって狻猊のことだと分かる。狻猊は犬でも猫でも豹、虎、獅子でもない想像上の四つ足獣で、それをなぜ海獣と呼ぶようになったかがはっきりしない。



高松塚古墳出土海獣葡萄鏡

この不思議な鏡名の由来については、ドイツ人で中国研究の泰斗といわれたフリードリッヒ・ヒルトや浜田耕作博士などによって明治年間から考証が始まり、今日に及ぶが定説を見るに至っていない。筆者も鏡名の由来を知る手がかりになるとされている『博古図』を調べてみたが、この古典の記述にはかなり混乱があって正確な答えを引き出すことができなかった。

なお、現在中国の学会では海獣葡萄鏡の呼称を内区主文様の狻猊と一部の形式に見られる龍文を加えて、それらの主文の数によって「四瑞獣葡萄鏡」（以下、五・六・八瑞獣葡萄鏡）と狻猊、龍を瑞獣と呼び「海獣」の名は使っていない。おそらく、かつて狻猊を海獣と呼んだ『西清古鑑』とそれ以前に使われていた海獣の語意が失われて、海獣がどんな動物かがわからなくなっていたからと考えられる。

一般に鏡の名は、古くから鏡形式や文様上の特徴からつけられていて、読み名は難しいが意味ははっきりしている。弥生、古墳時代の古鏡についても考古学では中国の名称を参考にして、例えば「多鈕細文鏡」は鏡背面に2～3個の鈕が並び全面に細かい線で鋸歯文、綾杉文などを表しているところからの呼び名である（中国では双鈕、多鈕を区別）。また「方格規矩四神鏡」は、鈕をめぐる中央の方格区画とその四方にT、L、V字を置き、それらの間に表出された青龍・白虎・朱雀・玄武の四神などによってこの名がある。L字形を矩（かねざし）、V字形を規（コンパス）に見立てて、規矩文という。3～4世紀代の古墳出土鏡の中でも話題性の多い「三角縁神獣鏡」については、突出した外縁の断面形が三角形で内区主文の神獣は神像と獣形を交互に配置したものが基本。この四像は西王母・東王公と龍・虎を表現している。神像と獣の数によって三神三獣、四神四獣、三神五獣などがある。そのほか「内行花文鏡」「直弧文鏡」など内区主文の形をそのまま言いあらわしていて分かりよい。

正倉院に伝わる唐式鏡の名称については、海獣葡萄鏡を「鳥獣葡萄背円鏡」（背：背面の意）と呼んで特に海獣（狻猊）の形に拘っていない。また、白銅製の大型鏡で外縁を八花形にかたどって、鈕の左右に綬を銜えて雲に乗る鳳凰を対向させ、上下に疾走する霊獣を配した鏡名を「鳥獣背八花鏡」といい、呼び名はシンプルである。しかし「金銀平脱背八角鏡」「平螺鈿背八角鏡」などように、素材や製作技法上の特色を鏡名に表すものが多くなり、シルクロードによる工芸技術の活発な交流を伝えている。すなわち、外周を八角形に縁どり、背面に漆を塗って、その上に文様の形に切り抜いた金銀の薄板を貼り、さらに漆を塗って乾燥後、文様部分だけを剥がすか研ぎ出して金銀を象嵌したように見せる金銀平脱技法。同じような八花形鏡の背面にトルコ石やアフガニスタンの青金石（ラピスラズリ）をちりばめて地文とし、これに琉球や青海の螺貝、鼈甲、雲南産の琥珀を嵌入加飾した平螺鈿技工の鏡などである。

次に平安時代以降の日本風色彩の濃い和鏡について見ると、例えば、一本の薄（すすき）を中にして遊ぶ三匹の蝶と二羽の小鳥を描いた「薄蝶鳥鏡」、松葉を口に銜えて飛ぶ双鶴図の「松喰鶴鏡」、爛漫と咲き乱れる桜の下で流水に遊ぶ二羽の鶴を描いた「桜花双鶴鏡」など絵画的図文そのままの簡潔な呼び名である。和鏡の文様は型土の真土への篋押しによっており、彫りは浅く流麗な線が特徴で立体感に乏しい。その味わいが日本的な花鳥風月を写すのに好まれて発達したが、鏡名も淡白で自然のままである。

このように鏡名は、鏡形式と図文の特徴から名付けられているので比較的分かりやすい呼び名であるが、海獣葡萄鏡のように海獣らしい動物がいないのに何故「海獣」と呼んだのであろうか。海獣葡萄鏡の中には本当に海獣はいないのだろうか。

1987年、中国西安市郊外華清池で発掘中の唐代の浴池（温泉）跡を見学する機会があった。広い調査区の中に玄宗皇帝、楊貴妃、皇太子、宮廷人たちの立派な浴池五ヵ所が地中から掘り出されていた。玄宗の浴池は長径約12メートル、短径約7メートルぐらい、切石を組み合わせて造った蓮華の花形。楊貴妃のはそれより一回小さく、同じ石材によって海棠の花形に造られている。文献にもこの場所に玄宗＝蓮華湯、楊貴妃＝海棠湯の名が記されているので確かな浴池という。泉源からそれぞれに引かれる湯道には、唐代の離宮遺構にふさわしい蓮華とパルメットを彫刻した瓦磚が敷き並べられていた。

華清池が貴妃池とも言われるゆえんは、有名な白居易の「長恨歌」に詠われた詩情の世界によると考えていたのだが、それが現実のものとして掘り出されつつある场景を目のあたりにして、息をのむ思いで佇んでいた。貴妃池が海棠の花形をしているわけを調査隊長の駱希哲氏に尋ねたら、昔から愛でられた花だからではないか、とのこと。確かにハナカイドウもミカイドウも可憐な花姿が古くから絵画、彫刻などにも賞用されている。筆者はこの花に「海」字が冠してあることと、海獣葡萄鏡の海獣とに関連性があるのではないかと思い錢塘陳の『海棠譜』を調べてみた。するとその叙事に海棠、海欒、海柳、海石榴、海木瓜などの植物が外国から移入されたから海字がついているとしている。つまり中国から見て西方地域のものを指し、今日中国原産とされている海棠も古くに西方から伝えられたものらしい。

さらに『大辞典』『大漢和辞典』『広辞苑』などによって「海」をひくと、ウミ、ウシオの他に一物産の豊かな地、人の多く集まるところ、地の果て、荒遠の地—などの語意がある。日本人は海に囲まれた列島にいるので、海、海外といえ—海原、潮のかなた—だが、中国大陆では砂漠を越えた西域の地も海外である。漢代以来西域との文化交流が盛んだったから、海外といえ—朝鮮、日本などよりも西方を指していたと考えるのが自然であろう。蓮華も海棠も花の美しさだけでなく、当時の宮廷人にとっては西方文化の香を伝えるものであった。離宮施設の中でも玄宗、楊貴妃の身近なものとしてとり入れられたのはこの故であろう。

このように考えると「海獣」の謎も解けるように思われる。海獣＝狻猊は、中国古来の動物でなく唐代には西方に棲む異獣と考えられたから海字がつけられた。しかもササン朝ペルシャから伝えられた葡萄唐草と一体として文様化されたのは、そこに漢、六朝鏡に支配的であった東洋的辟邪の観念や神仙思想などの呪術性に囚われない世界観と新しい時代性が象徴されていると言えよう。

（工芸文化研究所理事・龍谷大学文学部教授）

大型鏡について

河 上 邦 彦

はじめに

1995 年、奈良県天理市の下池山古墳の調査によって通常の 2 倍の面径を持つ鏡が出土した^(註1)。これは埋葬施設とは別の鏡のみ入れた施設から発見されたので、大鏡は通常の鏡とは扱い方が異なるのではないかと考えられるに至った。大鏡は中国にないことから日本製と考えられているが、そのような大型鏡があまり発見されないことから大型鏡と言う視点から見た鏡の具体的な研究は少ないようである^(註2)。この小文では大型鏡の系譜とその意味について考えてみたい。

中国の大型鏡

中国では基本的に大型鏡はない。それは鏡が実用の化粧道具として発達してきたからである。鏡の基本形が手持ちの形をしている、つまり大きすぎても、重すぎてもいけないのである。それ故、鏡の平均は直径 12~13cm、重さ 200~300g と直径 16~17cm、重さ数百 g 程度である。後漢の内行花文鏡や方格規矩鏡では後漢の 1 尺、つまり 23.04cm に及ぶものがあるが 1 尺を越えるものは少ない。後漢末から三国にかけての肉厚の神獸鏡では重さ 1.2kg に及ぶものもあるが、この程度の重さが限度である。しかもこの種の神獸鏡は道教の祭祀具に使われた可能性も

高い。『抱朴子』には、「9 寸以上の明鏡を用いること」とある。これらは呪術の力があるとされた鏡のことを言っているので実用でない。おそらくこの程度の大きさが大鏡なのであろう。中国ではどの程度の大きさの鏡を大鏡と呼んでいたのであろうか。遼寧省遼陽三道壕第 1 号墓^(註3)から出土した規矩鳥文鏡には「吾作大鏡真是好、同出余州清旦明兮」と銘文がある。この鏡の直径は 16.8cm であるから、この程度の大きさでも大鏡といていたと言うことになる。あるいは銘文と鏡の大きさは関係なかったのかも知れない。大きさと言うだけでは、漢時代の齊王墓の陪葬坑から発掘された長方形の鏡が最も大きい。この鏡は長さ、115.1cm「5 尺」、巾 57.5cm「2 尺半」、厚さ 1.2cm、重さ 56.5kg であり^(註4)、背面には五つの弦紋飾りの供形鈕がある。鈕高 3.2cm、鈕座は柿蒂形、鏡縁には連弧紋、主紋は雲気紋の中に龍紋を配している。この様な長方形の大型鏡は中国でも他に例がない。ただ『西京雜記』巻 3 には「秦感陽宮中 有方鏡、広四尺 (92cm)、高五尺九寸 (135.7cm)」とあり齊王墓の鏡ときわめて似て

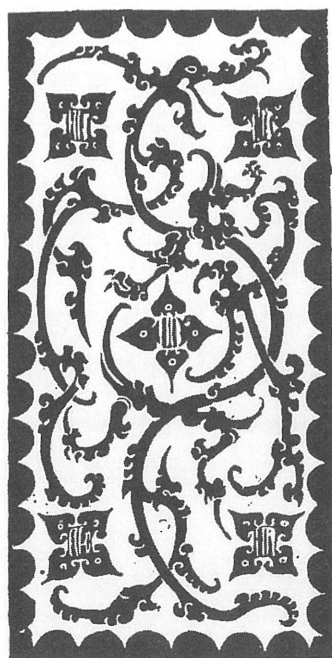


図1 五鈕連弧蟠螭紋大方鏡
(115.1×57.5cm)

いる。秦の鏡については「秦鏡照肝」という奇怪な話がある。「高祖初めて感陽宮に入る。…方鏡あり。巾は四尺、高さ五尺九寸、表裏に明ありて、人直に来たりて之に照らせば、影は則ち倒見す。手を以て心を捫して来たれば、則ち腸胃五臓を見し、歴然としてさまたぐるなし。人の疾病のなかに在るあれば、則ち心を俺いて之に照らせば、則ち病の在るを知る。また女子に邪心あれば、則ち胆張りて心動く。秦始皇常に以て宮人を照らし、胆張り心動くものは、則ち之を殺す。」



図2 後漢 北庄漢墓出土素連弧紋鏡（直径36cm）

とにかくこの様に鏡が呪術的な性格を持っていたことを示すものである。これと同じような話がある。「仁壽殿前に大方鏡あり。高さ五尺余ばかり。広さ三尺二寸。立ちて庭中に著き、これに向かえば、便ち人の形体を写して了了たり。また怪事なり。」これは西晋の陸機が、魏の武帝の遺物について記した手紙の内容であるが宮殿をこの様な鏡で飾っていたことがわかる^(註5)。つまり方鏡は宮殿に飾られた姿見の鏡で呪術的要素があるということである。一方、円鏡では河北省定県北庄漢墓のM50から出土した素連弧紋鏡^(註6)が最も大きく、直径36cm、縁厚、5mm円紐で、四葉紋紐座、座の外側に一条の突帯紋が巡る。その外側に八個の連弧紋が取り巻く。さらに外側は凹面圈帯紋があり、縁部分は巾の広い素紋の縁である。この墓の墓主は

中山簡王劉焉と見られていて、その死は和帝永元2年（公元90年）である。この種の鏡は日本では内行花文鏡と呼ばれている。中国の内行花文鏡の中にこれと同じタイプのものは私の知る限りではなく、これも方鏡と同じように特別な大型鏡として作製されたものと思われる。わずかに二例であるが、大型鏡は秦鏡照肝の話のように呪術的要素を持った鏡と認識されていたのではないかと考える。なお唐代の鏡の中には30cmほどの大型鏡があるが、これは『女史箴図巻』^(註7)に見られるように台の上に棒を立てこれに鏡をかけるもので、円鏡を置き鏡にするために工夫した結果生まれたものであり、これによって大型鏡が多くなったものと思われる。

日本の大鏡

大鏡は日本でこそ多く見つかっている。どの程度の大きさの鏡を大鏡と判断するのかは難しいが、先にも記したように実用かそうでないかということが一つの基準となる。しかし、日本の場合にはほとんどすべての鏡は化粧道具としての意味はないと考えられていることから、このような基準は使えない。そこで中国で実用の鏡として最も大きいと思われる漢の1尺、23cm以上の鏡を一応大型鏡としておく。そして、この基準を上まわる1尺1寸以上の鏡を挙げたのが表1である。（この中の最小の大きさに属する鏡に三角縁神獸鏡があるが、これは省く）一般的に大鏡は中国にないと言われていたから日本の大鏡はすべて仿製鏡とされてきた。事実、これらの大型鏡はほとんどすべて漢鏡の模倣であり、その文様も変化しているとも言われている。ただ内行花文鏡の一部については舶載か仿製かが決定しにくいものがある。たとえば平原鏡^(註8)は発見されて長く仿製鏡とされてきた。この鏡が仿製とされてきたのは、この様な大型鏡が中国で見つかっていないという根拠だけであった。しかし最近これが舶載鏡ではないかとする考え方が出てきた。この墓の確実な年代を知ることは難しいが鏡の型式の組み合わせから見て、後漢の影響を受けているのは確かである。このことから、2～3世紀にかけてのものであると思われる。この時期にこれほどの大型鏡が日本にあることは考えられない。というのがこれを舶載鏡とする最大の根拠である。さらに言えば、私はこの鏡が直径46.5cmの大きさであることにも注目したい。この鏡の形式が後漢の内行花文鏡の形態を示すので、後漢の尺度を使ったと見られるので、一尺：23.04cmで割るとほとんど2尺である。つまりこの鏡の製作には少なくとも漢尺を使っていた中国の工人が関わっていたと考えて良い。しかし、問題はこれが中国国内で作られたのか、それとも日本で作られたのか。平原遺跡出土の鏡は総数40面、そのうち5面が大型鏡であり、またもう1面のやや大きな鏡である内行花文鏡があるが、これについては文様の変化などから仿製鏡として意見が一致している。さらに34面の方格規矩四神鏡、鼉龍鏡、内行花文鏡があるが、これらについては、これまで舶載鏡とされてきた。しかし、最近柳田康雄氏はすべての鏡を再調査し、多くの理由を挙げてすべて仿製鏡^(註9)とした。すべての鏡が仿製ということになると、大型の5面のみが舶載鏡というのが難しくなる。平原の大型鏡は仿製鏡であろう。一方、ホケノ山古墳^(註10)やメスリ山古墳^(註11)などで出土した内行花文鏡については舶載鏡の可能性もある。これとほとんど同じものが中国でも散見する。しかし私はこれも仿製鏡と見ている。あるいは楽浪地域製の可能性はあるかもしれない^(註12)。

柳田の指摘した鑄造後の削りについては、私も青龍3年鏡について以前から考えていたところであった。青龍3年鏡はこの年に作られて輸入された舶載鏡と考える研究者が多い。2面ある青龍3年鏡^(註13)は同型である。しかし、二面ともLTVの帯状の文様の中に鑄造後文様を強調するためか、フリーハンドで刻線を入れて線の左右から削り込んでいる。フリーハンドであるから2面ともその線は異なっている。この様な鑄造した後から刻線を入れるような手間のかかるようなやり方は普通やらない。これは本鏡があつてこれを踏み返したことを示している。中国での鏡をかなり調べたが、この様な鑄造後の加工のあるものは見つからなかった。本来ならば鑄型の方に手を加えるものだからである。鑄型を作ることよりも、もとの鏡を砂に押しつける安易な方法を行っていると思われる。従つてこれは日本で作製された鏡で、その製作年代についても青龍3年よりもかなり新しくなるとと思われる。

大鏡出土の古墳と出土状況

大型鏡がそれほど多く発見されているわけでないし、まして発掘調査によってその出土状態が明確な例は少ないがそのわずかな例をみることにしよう。

平原墳墓^(註14)は周壕の規模から見て、規模は18×14mで本来余り大きな墳丘がなかったものと思われる。また、埋葬施設を覆うかのように木柱が確かめられ建物があったと見られる。土坑の棺外に破片となって40面の鏡が散乱していた。大型の鏡だけが特別な扱いを受けていたとはいえず、他の鏡と同じように細片となってばらまかれていた。棺内に完全な鏡があるわけでもなく、きわめて不自然な鏡の出土状態であった。

柳本大塚古墳^(註15)は全長100mの前方後円墳で、明治の中頃に盗掘を受け内部が竪穴式石室であることがわかっている。大正7年に竪穴式石室の北東3m程の所から小石室が見つかり内部から大鏡が発見された。その形と規模は、梅原、森本の報告によると、「室は不整なる円形の平面を有し、その径約3尺5寸有り、扁平なる割石を用いて側壁を築成せるもの、この積み方は上部に至るに従い石材を四周より挺出して高さ2尺余りに至り、空間の径1尺2寸内外に縮約して、ここに四個の石材を重ねてその上部を覆いとせり。この天井石に用いたる四個の石は側壁の用材とほとんど異なる処なく、ただ少し大型なるのみにて、互いに不規則に置かれありしと言う。要するに構造は概して粗雑なるが、是蓋し石室の小なることが主因ならむか。…石室底部の中央における一個の輝石の上に鏡背を上にして存せる事は中川氏の告ぐる処なり。果たして鏡に付着せるより見れば埋葬の際に布を持って覆えることを察知せらる。」と記している。このことにより大鏡は単独で小石室に入れられていたことが判る。しかも布で覆われていたとあることから、鏡袋に入れられていたことが推定される。

下池山古墳^(註16)は全長120mの前方後方墳で、後方部に長大な竪穴式石室がある。この石室内には高野槇製の木棺が残されており盗掘されているとはいえ、勾玉や石釧が残されていた。石室土坑内の北西排水のための砂利の中に組まれた小石室内から大鏡が出土した。石室は板石を立て並べて50cm四方ほどの空間を作り、板石を持ち送りながらドーム状に積み上げて天井を架構する。大鏡は東側を浮かせるように斜めに存在したが、これは長年月の結果石室が縮ま

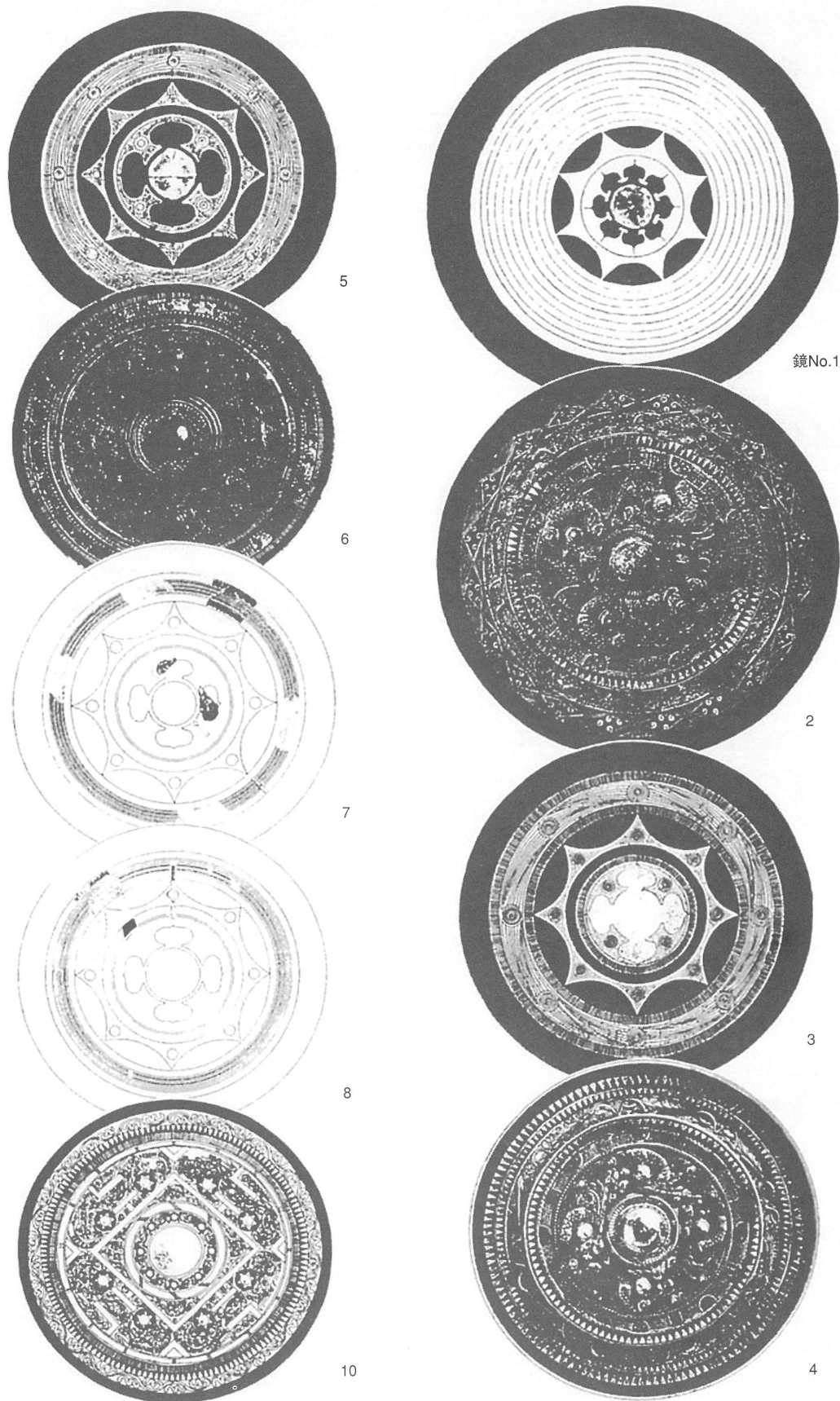


図3 日本の大型鏡 (1)

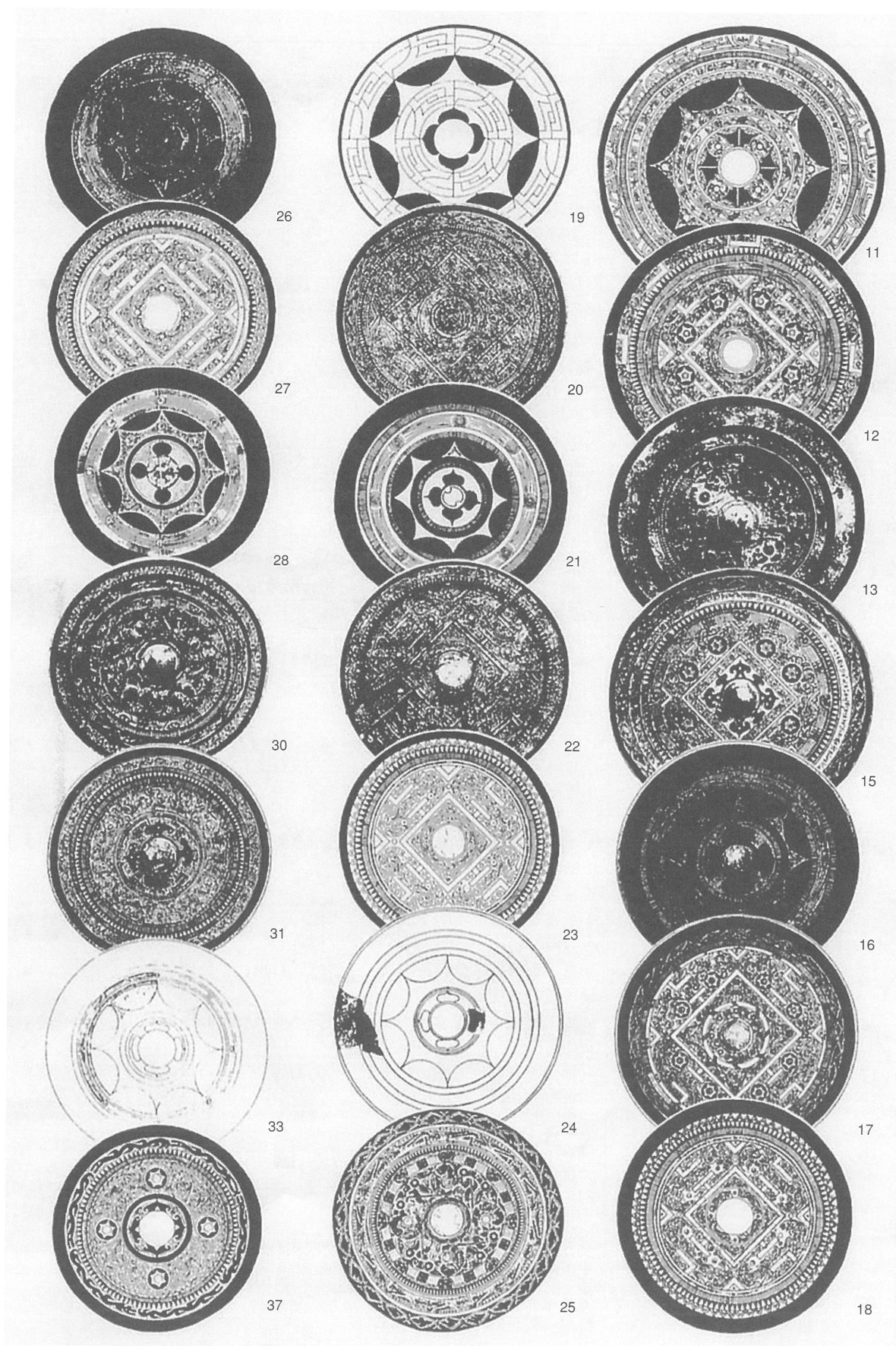


図3 日本の大型鏡 (2)

表1 大型鏡一覧表

鏡No.	鏡式名	遺跡・遺構名	所在地	遺跡	遺構	遺構の年代	遺存度・面径
1-1 -2 -3 -4 -5	仿製内行花 文鏡	平原遺跡	福岡県前原市 大字有田字平 原	方形周溝墓ま たは方形台状 墓辺18.0×140 m	土壙墓（割竹 形木棺）	古墳前期	完形46.5cm
2	龍鏡	茶臼山古墳	山口県柳井市 大字柳井字向 山	前方後円墳 長 約79.5m	竪穴式石室	古墳中期	完形44.8cm
3	仿製八弧内 行花文鏡	柳本大塚古墳	奈良県天理市 柳本町大塚	前方後円墳 長 92.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺?)	古墳前期	完形39.7cm
4	龍鏡	不明	不明	不明	不明	不明	完形38.0cm
5	内行花文鏡	下池山古墳	奈良県天理市 成願寺町	前方後円墳 長 120.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺)	古墳前期	完形37.5cm
6	勾玉文鏡	紫金山古墳	大阪府茨木市 室山1丁目	前方後円墳 長 100.0m	竪穴式石室 (割竹形木形)	古墳前期	完形35.9cm
7	仿製内行花 文鏡	桜井茶臼山古 墳	奈良県桜井市 外山	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺)	古墳前期	破片 (約35~38cm)
8	仿製内行花 文鏡	桜井茶臼山古 墳	奈良県桜井市 外山	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺)	古墳前期	破片 (約35~38cm)
9	仿製内行花 文鏡	桜井茶臼山古 墳	奈良県桜井市 外山	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺)	古墳前期	破片 (約35~38cm)
10	仿製方格規 矩(四神)鏡	佐紀陵山古墳 (日葉酢媛命 陵)	奈良県奈良市 山陵町御陵前 陵	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形35.0cm
11	仿製八弧内 行花文鏡	佐紀陵山古墳 (日葉酢媛命 陵)	奈良県奈良市 山陵町御陵前 陵	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形34.3cm
12	仿製方格規 矩(四神)鏡	佐紀陵山古墳 (日葉酢媛命 陵)	奈良県奈良市 山陵町御陵前 陵	前方後円墳 長 207.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形32.5cm
13	画文帯四仏 四獣鏡	祇園大塚山古 墳 (大塚山古墳)	千葉県木更津 市祇園町沖535 番地付近	前方後円墳 長 70.0m または100.0m	石棺直葬?	古墳中期末	完形30.6cm
14	海獣葡萄鏡	伝 香取神宮	千葉県香取郡 香取町字宮中	不明	不明	古墳終末期 ~奈良時代	完形29.51cm
15	仿製方格規 矩鏡	新山古墳	奈良県北葛城 郡広陵町大塚	前方後円墳 長 137.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形29.1cm
16	内行花文鏡	松林山古墳	静岡県磐田市 鎌田	前方後円墳 長 116.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形28.9cm
17	仿製方格規 矩神獸文鏡	加悦丸山古墳	京都府与謝郡 加悦町大字温 江字谷垣	円墳 径 65.0m	箱式石棺	古墳前期	完形28.8cm
18	仿製方格規 矩鏡	新沢500号墳 (新沢茶臼山 古墳)後円部 副槨	奈良県橿原市 一町東常門茶 臼	前方後円墳 長 62.0m	粘土槨（組合 式木棺）	古墳前期	完形27.9cm
19	直弧文鏡	新山古墳	奈良県北葛城 郡広陵町大塚	前方後方墳 長 137.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形27.9cm
20	仿製方格規 矩鏡	佐味田宝塚古 墳	奈良県北葛城 郡河合町佐味 田	前方後円墳 長 111.5m	粘土槨	(割竹形木 棺?)古墳 前期	完形27.8cm

鏡No.	鏡式名	遺跡・遺構名	所在地	遺跡	遺構	遺構の年代	遺存度・面径
21	長宜子孫内 行花文鏡	椿井大塚山古 墳	京都府相楽郡 山城町大字椿 井字三階	前方後円墳 長 185.0m	竪穴式石室 (割竹形木棺)	古墳前期	欠損 (27.7cm)
22	仿製方格規 矩鏡	円照寺墓山1 号墳	奈良県奈良市 山町円照寺裏 山	円墳 径 12.0~15.0 m	不明	古墳中期	完形27.6cm
23	仿製方格規 矩鏡	新山古墳	奈良県北葛城 郡広陵町大塚	前方後方墳 長 137.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形27.4cm
24	内行花文鏡	ホケノ山古墳	奈良県桜井市 箸中	前方後円墳 長 80.0m	石囲い木槨	古墳前期	破片 (27.4cm前後)
25	龍鏡	新山古墳	奈良県北葛城 郡広陵町大塚	前方後方墳 長 137.0m	竪穴式石室	古墳前期	完形27.1cm
26	仿製内行花 文鏡	平原遺跡	福岡県前原市 大字有田字平 原	方形周溝墓ま たは方形台状 墓辺 (18.0×14.0m)	土擴墓(割竹 形木棺)	古墳前期	完形27.1cm
27	仿製方格規 矩鏡	沖ノ島17号遺 跡	福岡県宗像郡 大島村大字沖 ノ島	祭祀	岩陰	古墳中期～ 後期	完形27.1cm
28	仿製内行花 文鏡	鶴山丸山古墳 中央主体部	岡山県備前市 大字畠田	円墳 径 54.0×45.0 m	竪穴式石室 (家形石棺)	古墳中期	完形27.0cm
29	四獣形鏡?	伝(推定)持田 古墳群	宮崎県児湯郡 高鍋町大字持 田	不明	不明	不明	完形27.0cm
30	龍鏡	雪野山古墳	滋賀県八日市 市上羽田町	前方後円墳 長 70.0m	竪穴式石室 (舟形木棺)	古墳前期	完形26.5cm
31	画像鏡	天王山古墳 (大岩山古墳)	滋賀県野洲郡 野洲町大字小 篠原	古墳	粘土槨	古墳前期	完形26.5cm
32	三角縁新作 徐州銘四神 四獣鏡	佐味田宝塚古 墳	奈良県北葛城 郡河合町佐味 田	前方後円墳 長 111.5m	粘土槨(割竹 形木棺?)	古墳前期	欠損 (26.1cm)
33	内行花文鏡	メスリ山古墳	奈良県桜井市 高田堂垣内ほ か	前方後円墳 長 230.0m	竪穴式石室	古墳前期	破片 (26.0cm以上)
34	仿製方格規 矩四神文鏡	稲荷藤原古墳 (稲荷山2号 墳)	京都府京都市 伏見区深草字 稲荷山	前方後円墳? 長 70.0m	竪穴式石室?	古墳前期	完形25.9cm
35	三角縁陳氏 作神獸車馬 鏡	佐味田宝塚古 墳	奈良県北葛城 郡河合町佐味 田	前方後円墳 長 111.5m	粘土槨(割竹 形木棺?)	古墳前期	完形25.9cm
36	三角縁四神 四獣鏡	伝 北和 城 南古墳	奈良県奈良市 北部ないし京 都府南部	古墳	不明	古墳前期	完形25.8cm
37	細線式獸形 鏡	佐味田宝塚古 墳	奈良県北葛城 郡河合町佐味 田	前方後円墳 長 111.5m	粘土槨(割竹 形木棺?)	古墳前期	完形25.3cm

(全国鏡集成より追加作成)

り側壁の石に押されたためにだんだんと鏡が持ち上げられたものと思われる。鏡は鏡背を上にして置かれ鏡の上には漆の残片がのっていた。また石室の床にも漆膜がたくさんあった。鏡の表面にはかなりたくさんの布および獣毛が付着していた。この下池山古墳の小石室は柳本大塚古墳の例が正しいことを裏付けた。柳本大塚古墳では鏡の発見が偶然のことであり、これが必ずしも当初のものではなく盗掘後再埋納した可能性も指摘されていたからである。そして大塚の例も鏡袋に入れられていたことが指摘される。これも下池山古墳と同じと考えてよい。本来の埋葬施設以外の施設から鏡だけが単独で出土する例である。

雪野山古墳^(註17)は全長70m程の前方後円墳で、後円部に長さ6.1m、幅1.5～1.35m、高さ1.6mの竪穴式石室があり、内部から多数の副葬品が見つかった。鏡の配置は木棺の内部2カ所に仕切りがあり、北側の仕切りの外側に鼉龍鏡と三角縁波紋帯盤龍鏡の大型鏡を置き、仕切りの中の被葬者の頭部に当たるところに内行花文鏡があり、南側の仕切りの外側に2面の三角縁神獸鏡が置かれていた。意識的に北側に大型鏡を置いたものと見られる。この様な例は黒塚古墳にもみられる。黒塚古墳では棺外の北面に34面の内で最も大きい三角縁波紋帯盤龍鏡を置いていた。

鶴山丸山古墳^(註18)には後円部のやや短い竪穴式石室に安置された刳り抜きの特殊な石棺があり、この内外で多くの副葬品があった。盗掘のために必ずしも正確ではないが「主要な鏡」は最も大きな1面を除いて、他はすべて室内棺身の両側に点々と置かれており、その下辺に鉄器類を伴っていた。これに対し大鏡1面は、棺蓋の突起上に面を上にして斜めに置かれていた。日葉酢媛陵古墳^(註19)は全長206mの前方後円墳で、後円部の頂上に築かれた特異な竪穴式石室がある。これは小口部分に板石を使用してそれぞれに小孔があるもので、大阪の松林山古墳の埋葬施設に似ているものと思われる。この小口部分の外側にそれぞれ3面の鏡があったようである。北側の鏡はいずれも大型鏡であり、南側小口の外側に置かれたものは1面が平縁の四獣鏡らしいが他はわからない。

松林山古墳^(註20)は全長116.4mの前方後円墳で、後円部の頂上に板状の石を小口積みした竪穴式石室がある。全長7.9mの石室はその中央が細くなっていて、前室と後室を区別することができる。幅1.5～1.3mで最も狭いところで75cmである。高さ1.6mである。鏡は北室の中央やや南よりに二神二獣鏡と大型の内行花文鏡がいずれも鏡面を上にして置かれていた。ここから東南50cmの石室東壁に近い地点で四獣鏡があり、さらに南室の中央北寄りに1面の内行花文鏡があった。このほかの副葬品の配置などを考慮して、一体鏡は木棺の中の遺骸の上にあったと報告書では推定している。しかしこれは昭和六年の発掘であり、最近の例から見て北の大鏡を含む2面は棺内の仕切り板の外にあり、四獣鏡は被葬者の頭元、内行花文鏡は足元か南の仕切り板の外にあったものと思われる。

メスリ山古墳^(註21)・桜井茶臼山古墳^(註22)からも大型鏡が出土している。しかしいずれも盗掘にあっていて大型鏡の残片のみである。いずれも竪穴式石室内にあったことがわかるだけで、その具体的な出土位置についてはわからない。

ホケノ山古墳^(註23)は全長80mの前方後円墳で、埋葬施設は石囲い木郭というこれまで知ら

れていなかったものである。最古に属する古墳である。大型鏡は破碎された鏡の1片として存在した。この破片が棺内にあったものか棺外なのかははっきりしない。ただ明らかに棺内に完形の画文帯神獸鏡があったので、この破片は棺外の棺上にあったものと考えたい。破鏡を入れていたという点で、平原墳墓との関係が伺える。

下池山古墳の大鏡と鏡袋と鏡簾

下池山古墳の鏡を検出したとき、鏡面には布や獣毛が付着していた。これを分析、鑑定していただいたところ、鏡に付着していた繊維は、編織りの平絹、茶色の平絹2枚、真綿、毛織物の五重構造の鏡袋に入れられていたことがわかった。裏絹にあたる編織りの平絹は、我が国の古代固有の布である倭文に当たると考えられるものであった^(註24)。一方、鏡箱と推定されるものは、鏡の上に塊となった漆膜と、その下に粉状となった漆膜の残片である。塊となった漆膜を観察した結果、羅と見られる布に漆をかけていることがわかった。つまり漆を塗り固めた挾著に羅を張り、この上に漆をかけて表面の文様としたものである。つまり乾漆製の鏡簾があったことになる。この当時の日本には単に漆を塗ったものはあるが、乾漆製の器物が作られていたことは知られていない。しかも羅という高級絹織物が日本で作られていたとは認められない。つまりこの鏡簾は中国製ということになる。さらにこの鏡簾の形状を知る手がかりがあった。それは鏡面に残された布の残存状況や銅鏝の鏝具合である。布の残存状況を見ると丸や直線が浮かび上がってくる。この様に布が残ったのは、丸や四角の器物にこの布が押し付けられていたからである。鏡簾の中に丸や四角の箱があって、その上に鏡袋に入った鏡が置かれていたということになる。中国漢代の鏡簾には五つ、七つ等の小物入れの箱が入っている。つまり下池山古墳の鏡は全く中国式の鏡簾に入っていたと言える。鏡簾は間違いなく中国製であろう。このことから多少奇妙な事が生じてくる。つまり本体の鏡は日本製、箱は中国製ということである。この様なことは当時の国際情勢に従うとあり得ないことではないか。本体の鏡が中国製、箱が日本製ならば納得しやすいがこれは反対なのである。これを合理的に考えてみれば、どちらも舶載である(1)か、鏡は日本製で箱は中国製(2)のどちらかしか考えられない。1の場合は鏡の退化現象からは舶載鏡という研究者はいないだろう。すると、2の場合だが鏡の製造については渡来の工人を考えなければならない。そして鏡箱については中国での特注品であると考えなければならない。日本の使者が大陸であつらえて帰国したとしか考えられない。あるいはあり得ないことであるが、大陸の商人が日本列島にまで入り込んで商売を展開していたという可能性もないではない。この解釈はかなり難しい。

大型鏡の存在する古墳と時期

大型鏡の出土する古墳は平原を除いていずれも大型古墳に属する。大型鏡の出土する古墳の所在地は、福岡県…2、山口県…1、岡山県…1、奈良県…20、大阪府…1、京都府…3、滋賀県…2、千葉県…1、静岡県…1、宮崎県…1である。以上の数字から見て奈良県に大型鏡が集中していることがわかる。つまり、大型鏡は大和政権にとっての重要な宝器であったとい

うことである。ただ、この中で最も古いと思われる平原遺跡が九州の福岡であることと最も大きい鏡があるということは、大型鏡の起源が必ずしも大和政権との関わりにあるとは言えないかも知れない。しかも平原はすべて破鏡であった。ホケノ山古墳でも大型鏡の破鏡があつたのも、大和と福岡とのつながりを示唆しているのかも知れない。まだ十分な材料が出ていないので即断できないが、その可能性については考えておく必要がある。

大型鏡は幾つかの時期に分けられると思われる。直径 25cm 以上の鏡を持っていた古墳は表 1 の通りである。これを編年してみると、次のようなグループに分けられよう。1：平原墳墓・ホケノ山古墳 2：椿井大塚山古墳・桜井茶臼山古墳・メスリ山古墳 3：下池山古墳・柳本大塚古墳・紫金山古墳・松林山古墳・雪野山古墳 4：新山古墳・佐紀陵山古墳（日葉酢媛命陵）・宝塚古墳・新沢 500 号墳・加悦丸山古墳・鶴山丸山古墳・沖の島 17 号遺跡。このほかに古墳時代後期初め頃の祇園大塚山古墳の画文帯四仏四獣鏡（30.6cm）があるが、大型鏡の流れが途絶えた後の大鏡で先のものと同じように扱えないように思う。

大型鏡には内行花文系・方格規矩系・神獣鏡系・画像鏡系等がある。これらはいずれも小型鏡にもあるものであるから、大型鏡のみに特徴づけられるものではない。大型鏡はいずれも本来の基本となる鏡があってこれを大きくすることに工夫を凝らしている。それぞれの系譜を時期と関連させて見てみよう。

〈内行花文鏡系〉

平原鏡が最も早い頃のものと思われる。座が八葉になっている点が他にない大きな特徴である。ホケノ鏡は 27.4cm 程あるが、細片でその実体が知れない。舶載鏡という考え方もあるが私は踏み替えし鏡か、かなり丁寧に作製した仿製鏡と考えている。平原のもう一つの 27cm の鏡は中国鏡をかなり忠実に模したものであるが、ホケノ鏡に近いものはメスリ鏡や椿井大塚鏡であろう。桜井茶臼山鏡の三面はホケノ鏡のようなものをさらに大型化したものと考えられる。平原鏡と比べてもその鋳上がり状況には大きな差がある。桜井茶臼山鏡は大型鏡としてはすでに完成した状況にあることを示している。多少の変化が認められるにもかかわらず、本来の内行花文鏡の形態をよく残す。下池山鏡や柳本大塚鏡も桜井茶臼山鏡と同じ頃のもので、それぞれは多少異なっているが基本的には内行花文鏡の形態から大きく外れていない。次の段階になると、内行花文鏡は大きく変化する。鶴山丸山鏡が四葉座が丸く表現されているし、花文の中側には唐草様の文様を表している。この鏡の前段階と思われるものが雪野山古墳から出土している 24cm の内行花文鏡である。佐紀陵山古墳からの八弧内行花文鏡には四葉座も剣菱型になり外区には直弧紋の様な表現がある。内行花文鏡系の最後の形と考えられるのは新山鏡のいわゆる直弧紋鏡である。

〈方格規矩鏡系〉

この形式の鏡の中で最も古いのは新山鏡であろう。銘文部分は偽名帯になっているし、四葉座もかなり変化している形が見てとれる。しかし、獣文はまだ獣の形が残り、外区には菱形紋を連続させているのももとの形が残されていると言える。佐紀陵山古墳鏡では銘文の部分に内行花文鏡にある松葉紋が入れられているし、外区には唐草紋様の模様があってかなり形が崩れて

いる。新沢 500 号鏡・新山鏡・沖の島鏡の三面はいずれもよく似ている。紋様のすべてが細線式で獣文は獣の形をしていない。宝塚鏡と加悦丸山鏡は獣文がまだ獣に見えるので、新沢・新山・沖の島鏡よりやや古い型式と思われる。

表 2 大型鏡の出現時期

	3 世紀	4 世紀	5 世紀	6 世紀
内行花文鏡系	平原古墳 ホケノ山古墳	桜井茶臼山古墳 メスリ山古墳 下池山古墳 松林山古墳	日葉酢媛陵古墳 鶴山丸山古墳	
方格規矩鏡系		新山古墳 宝塚古墳	新沢 500 号古墳 加悦丸山古墳 墓山古墳	
獣形鏡系		紫金山古墳 宝塚古墳		
鼉龍鏡系		新山古墳 雪野山古墳	柳井古墳 不明鏡	祇園古墳
画像鏡系			天王山古墳	

〈画像鏡系〉

この形では紫金山鏡の勾玉紋鏡がある。外区に勾玉紋を配しているなのでこの名が付けられているが、主文様は神獣である。神獣は半肉彫り状に現しているが、他の文様はすべて細線で表していて方格規矩鏡系の文様表現に似ている。この鏡式の大型鏡は少なく、天王山鏡がある程度である。主文に画像鏡の表現に似たものがあるのでこの鏡式とわかる。

〈画文帯環状乳神獣鏡系〉

いわゆる鼉龍鏡と呼ばれているタイプのものである。やや新しくなって現れるようである。柳井大塚古墳鏡・東博の出土地不明鏡・新山鏡・雪野山鏡などがある。基本的に同じ文様であり個体差は少ない。作製期間が短かったのであろう。

以上の鏡の鏡式とその出現年代を関係づけて見ると、表 2 のようになる。つまり大型鏡の発生は内行花文鏡にあり、その後半期に他の種類の鏡式が出てくると言うことである。方格規矩鏡と内行花文鏡は後漢に共存していて、我が国にも同時に入りこの 2 種類が同伴して出土する

場合が多い。にもかかわらず、内行花文鏡が大型鏡として先に採用されていることはこの鏡の図柄と無縁ではないだろう。つまり中国内でも内行花文鏡の文様は太陽を模したものとされているのである。大型鏡を作製した意味はこのあたりに理由があるのではないか。しかし約1世紀後、他形式の鏡も大型鏡に採用されるのは本末の意味が形骸化されてきたからに他ならない。この様な大型鏡を使った儀式は基本的には前期古墳の間に途絶えるのではないか。ただ、このことは小型鏡についても時代の流れとともに少なくなることと関係すると思われる。

大型鏡の出土状況から見た分類

古墳における大型鏡の出土状況から見て三分類されると思われる。①埋葬施設とは別の施設に大型鏡のみが入れられている。②埋葬施設の中で他の副葬品とは異なって特別な扱いをしている。③埋葬施設の中で他の副葬品と同じ扱いをしている。

特別な扱いをしていないのは紫金山古墳や新沢500号墳等である。これらの古墳では大小の鏡がかためて置いてあって、墓室内の差異は認められない。特に新沢500号墳では、副葬品ばかりを入れたと思われる櫛に他の副葬品と同じように入れていた。大鏡として特別な扱いはしていない。特別な扱いをしているのは鶴山丸山古墳や雪野山古墳の例である。別の施設内に置かれていたのは下池山古墳と柳本大塚古墳の例である。一般に古墳内において鏡の配列にも規則的なものがあったようだ。最も多いのは被葬者の頭元に置くもの、足下に置くもの、遺体を囲むように置くものなどである。つまり遺体に対する辟邪のための道具として配置されたものである。従って鏡はむき出しか、布で包んで置かれている程度であって、鏡箱に入れられていた例はほとんどない。箱に入れられていたわずかな例は大阪府の弁天山B2号墳の例であるが、これは長方形の小さい箱に石釧とともに入れられていた。鏡箱は円形であると思われるのに対して違和感のある例である。発掘で確実に確かめられた例として、黒塚古墳ではすべての鏡がそれぞれ布で包まれていた。

このことから見れば、①の例は極めて異質である。そしてこれが大鏡の存在を特徴づけている。古墳の中で鏡は遺体とともにあると言えた。しかしこの例は遺体とは離れた位置に置かれていた。③の範疇に入るかも知れないのが平原で、すべて鏡は破碎されていた。原田大六はこの破碎は並べられていた鏡が突風などによって割れてしまったものと見た。しかしこれはあり得ない。破鏡にして埋納するという破碎祭祀があったことを示していると思われる。破碎祭祀は木製品であるがホケノ山古墳や勝山古墳でも確認されている。ホケノ山古墳では破碎した鏡は散いていた。一般に古墳の中に置かれた鏡は辟邪としての意味である。しかし①の例はその意味はないようである。そのことを証明するかのように、下池山古墳では鏡袋に入れられてさらに鏡箱に入っていた。古墳の中で辟邪の役割をしていないのは明白である。この様な例は今はずか2例のみであるが、さらに増加することは考えられる。通常、古墳の発掘をしても、埋葬施設の中は掘るがその外側を掘り下げることは少ない。中山大塚古墳でも竪穴式石室の土坑内の北西に朱の散布が認められたが、少し掘るとそれはなくなったのでそれ以上掘り下げることをしなかったが、今になって思えばこの下に小さい施設があったのではないかと思ってい

る。また、椿井大塚山古墳でも堅穴式石室の前に粘土の施設があってここから鏡が出たとしているが、これは粘土槨とは異なって鏡だけを埋納する施設であったかもしれない。また、わずか2例ではあるがいずれもが大和古墳群の中にあったことも重要な点である。つまり、大鏡は古墳内にあって遺体を守る辟邪としての意味でなく、別の扱い方をしていると言える。

文献に見える大鏡と咫尺

大鏡の事は『日本書紀』に記述がある。天照大神が天石窟に入り、磐戸を閉じて籠もられた時、「真坂樹の中枝に八咫鏡を懸け」たとあり、また、一書に「石凝姥を以てその神の象(鏡)を造った」と記す。さらに一書に曰くとして、「鏡作部が遠祖天糠戸といふ者には鏡を造らしめ、……鏡を以ちて其の石窟に入れし」と記す。この話は大型鏡を差し込んで太陽の光を反射させたという意味以外は考えられない。

ここに記された八咫鏡は『古事記』には「八尺鏡〈訓_二八尺_一云_二八阿多_一〉」と記すが、ヤマトを神代記が八尺と記し、神代記が八咫と記したのは「咫」が八寸であることを知って、八の八倍という様に、ことさら大きな数を重ねようと意図したため、単に大きな鏡の意と大系本の『日本書紀』の補注では記している。しかし八咫鏡の意は別に解釈できる。「咫」は『説文解字』に「中婦人手長八寸、謂_二之咫_一」とある。中婦人とは一般的な大きさの女性のことで、人体尺の一つである。『説文解字』は後漢の書物だから後漢尺の1尺=23.04cmの8寸、つまり18.4cmである。人体尺であるからそれほど正確でなく約18cmを1咫と考えられよう。8咫であるから18cm×8=144cmである。しかし直径144cmもの鏡は考えにくい。そこでこれは円周ではないかと考え、144を円周率で割ると約46cmである。直径46cmの鏡といえば平原墳墓出土の鏡で、破片となっていたが復元すると46.5cmの日本最大の仿製内行花文鏡になる。平原遺跡の発掘者原田大六は、これをもってこの鏡が八咫鏡であるとした。彼によればこの鏡は5枚作られた。そのうち4枚(現在5枚あったことがわかっている)が平原で墓に入れられ、残り1枚が大和に運ばれ、後に伊勢神宮に収められたという。しかし平原の鏡は漢尺(23.04cm)の二尺鏡と考えるべきだ。当時、九州の平原あたりの王国で中国工人の援助なしで大鏡を作ることが出来たとは考えにくい。大鏡を作ることを要請された渡来工人は、自分たちの使っていた尺度をもって2尺の直径を持つ鏡を作ったと考えられる。その前後、大和政権内でも同じように二尺鏡を作った。それを二尺鏡と呼ばず円周の8咫というより大きい数で呼んだものと思われる。しかし、正確に8咫の長さがあったので単に大きいという意ではなかった。これが後には大きい鏡を指す代名詞になったのではないか。あるいは特定の大鏡を示す固有名詞になったのであろう。このことから咫という尺度を使って鏡の大きさと呼んだ可能性があり、7咫、7咫半、6咫等という大きさを鏡と呼んでいるのかも知れない。この時代を考えると、漢尺か魏尺を使っていた可能性があるので実際の鏡はそのような尺度を使って製作されたのだろう。それぞれの尺度をcmでその直径を表したものが表3である。今知られている大鏡の直径に合わせてみると最大の平原鏡が漢尺の8咫にほとんど一致する。そのほかいくつかは咫尺に大体一致するものがある。それも漢尺に一致するものが多い。大鏡の内でも28cm前後の直径を持つものが多い。し

かしそれぞれが完全に一致しないことから、それほど正確な尺度によっているのではないと考えられる。さらにこれを咫尺で呼んだのだから、同じ大きさの鏡はむしろ少ないと言うべきか。元々咫尺は人体尺であるから、およそ18cm前後として適当にその場その場で決めて使われていたのだろう。さらに鏡は鑄造後削り磨くので大きさが揃いにくい。この様な点を考慮しても漢尺による尺を使っていたと思われる。実際の鏡作りには漢尺・魏尺を使っていたが、これを呼ぶときには七咫鏡とか六咫鏡、あるいは六咫半、五咫鏡等と呼んでいたのではないかと考える。

表3 咫＝センチメートル換算表

咫	cm	漢尺 一尺 23.04 一咫 18.4	魏尺 一尺 24.12 一咫 19.3
一 咫		5.8cm	6.2cm
一・半咫		8.8cm	9.2cm
二 咫		11.7cm	12.3cm
二・半咫		14.7cm	15.4cm
三 咫		17.6cm	18.5cm
三・半咫		20.5cm	21.5cm
四 咫		23.4cm	24.6cm
四・半咫		26.4cm	27.6cm
五 咫		29.3cm	30.7cm
五・半咫		32.2cm	33.8cm
六 咫		35.2cm	37.3cm
六・半咫		38.1cm	40.0cm
七 咫		41.0cm	43.0cm
七・半咫		44.0cm	46.1cm
八 咫		46.8cm	49.2cm

大鏡のことは『日本書紀』にもう一度出てくる。巻第七、景行天皇40年（是歳）条に、「爰に日本武尊、則ち上総より転りて、陸奥国に入りたまふ。時に大きな鏡を王船に懸けて、海路より葦浦に廻り」とある。これは船に鏡をかけて、太陽の光を受けてその反射光で陸にいる人々を威圧したものと容易に察せられる。ここでの鏡は凸面鏡であるから、どこから見ても乱反射を起こしてキラキラとまぶしく輝いたことであろう。先に記した八咫鏡についても、同じく太陽光を受けるためのものであったことは確かであろう。この2つの話はいずれも太陽の光を受けるというモチーフで成り立っている。

大和王権にとっての三輪山祭祀は常に議論されるが、その一つに日神祭祀がある。三輪山頂にある現高宮神社はかつては式内神坐日向神社であって、太陽信仰の要素の濃い祭祀が行われていたと考えられ、和田萃氏はもと三輪山麓に斎場があったとしている（註25）。崇神紀六年条に、天照大神（鏡）を豊鍬入姫命に託して倭の笠縫邑に祭り、磯堅城の神籬を立てたという記事も、かつて三輪山が日神祭祀の斎場であったことを微かに伝えているのではないかと述べられており、三輪山での日神祭祀の存在が推定されている。この日神祭祀で呪具として使われたのが、八咫鏡を頂点とする大鏡であったと考えられよう。

ま と め

以上述べてきたように、大鏡は王の権力の象徴としてまた日神の祭具として使われていたのである。大王は最大の鏡を、以下、身分に応じてそれぞれの大きな鏡を持ち、祭祀権を握っていたのであろう。下池山古墳の六咫程度の大鏡も、八咫鏡と同じで古代王権内での日神祭祀に使われた呪具そのものであろう。下池山古墳の被葬者はおそらく祭祀者であって、彼（女）の死にあたって墓内にその呪具も持ち込まれたのであろう。しかしこの場合は遺体を守る辟邪の鏡

としては利用していなかった。少し時代が新しくなれば、大鏡も辟邪の鏡と同様に扱われるようである。新しい祭祀者には新しい大鏡が用意されたのであろう。

註

- (1) 奈良県立橿原考古学研究所編『下池山古墳・中山大塚古墳』調査概報 1997年
田中 琢『鐸・剣・鏡』
- (2) 高橋 徹「古代大型倣製鏡について」『橿原考古学研究所紀要・考古学論攷』第17冊 平成5年
今尾文昭「奈良・メスリ山古墳出土の大型内行花文鏡」『橿原考古学研究所紀要・考古学論攷』第17冊 平成5年
- (3) 東北博物館「遼陽三道壕両座壁画墓の清理工作簡報」『文物参考資料』1955年 第12期
- (4) 孫 機『漢代物質文化資料図説』264P 鏡1 1991年
- (5) 小南一郎「鏡をめぐる伝承」『日本古代文化の探求・鏡』昭和53年9月
- (6) 河北省文物研究所編『歴代銅鏡紋飾』No.56 1994年
- (7) 顧 搢之書『女史箴図卷』東晋 大英博物館蔵
- (8) 原田大六『平原弥生古墳』平成3年
- (9) 前原市教育委員会『平原遺跡』2001年 柳田康雄「平原王墓出土銅鏡の観察・統括」
- (10) 奈良県立橿原考古学研究所編『ホケノ山古墳』概報 2001年
- (11) 今尾文昭「奈良・メスリ山古墳出土の大型内行花文鏡」『橿原考古学研究所紀要・考古学論攷』第17冊 平成5年
- (12) 楽浪の可能性については、この地域で日本出土と同形や極めて類似性の強い鏡が出土していると、倭人の渡来ルート等の点からも充分考えられる。
- (13) 高槻市教育委員会『安満宮山古墳』平成12年
弥栄町教育委員会『大田南5号墳』1998年
- (14) 註8と同じ
- (15) 梅原末治・森本六爾「大和磯城郡柳本大塚古墳調査報告」『考古学雑誌13の8』1923年
- (16) 註1と同じ
- (17) 雪野山古墳発掘調査団『雪野山古墳の研究』1996年
- (18) 日本古文化研究所「鶴山丸山古墳」『近畿地方古墳墓の調査3』昭和13年
- (19) 石田茂輔「日葉酢媛御陵の資料について」『書陵部紀要』第19号 昭和42年
- (20) 後藤守一他『松林山古墳』昭和14年
- (21) 奈良県教育委員会『メスリ山古墳』奈良県史跡天然記念物報告第35冊 昭和52年
- (22) 奈良県教育委員会『桜井茶臼山古墳』奈良県史跡天然記念物報告第19冊 昭和36年
- (23) 註10と同じ
- (24) 布目順郎「天理市下池山古墳出土の繊維製品についての調査」『橿原考古学研究所紀要・考古学論攷』第22冊 平成11年
- (25) 和田 萃「三輪山祭祀の再検討」『国立歴史民俗博物館研究報告』第七集 1982年

(工芸文化研究所理事・奈良県立橿原考古学研究所副所長・同付属博物館館長)

装 潢 に お け る 金 工

— 金属の技巧 —

宮 田 亮 平

金工の話で、装潢に対し、どのくらいお役にたてるか不安な思いです。ただし、以前、岡先生ならびに半田先生から、フリーア美術館の所蔵品の軸首の制作を依頼されたことがありまして、多少のかかわりはもたせていただきました。

私の実家は、佐渡の蠟型鑄金を代々家業としており、生まれたときから、祖父や兄の仕事をみて、広く浅くではありますが「門前の小僧、習わぬ経を読む」のごとく、自然に鑄金が身につけてはいました。が、あえて東京藝術大学では鍛金を学び、現在にいたっています。金属のこと以外はわかりかねますが、金属に対する愛着があり、新しいものや古いものを、数多くみたりさわったりしてきました。さまざまな金属についての修復などの技法材料の考察のおりには、自己満足ではありますが、ある程度探求することができているように思われます。

本日は、私が持参した各種金属サンプルに、直接、さわっていただき、そのうえで鍛金技法の変型絞りから表面加工にいたるまでの工程を、紹介することにします。

金属そのものの錆を生かす

さて、金属はみるものではなく、さわるものです。咬んでもかいても結構ですが……。さわったときに、その人と金属との関係が結ばれ、磨いた状態から徐々に変化していきます。つまり、金属特有の着色技法は、表面に塗装をするのとは違い、金属そのものがもっている錆を生かすことによって、永久とはいきりませんが、あるかたちを保つことが可能になります。例えば、最中（もなか）のアンコが銅であるとする、最中の皮がパカパカしてはダメです。中身そのものからでてきたような皮であることが理想です。人間でいうと、肉の上に皮膚があり、肉と皮膚との関係がよくできている状態です。銅や銅合金の表面にみられる緑色系の色は、アンモニア系の薬品などを使用して最初のきっかけはつくりますが、さわることによって、表面がより一層反応してその状態がよく保てるようになります。ほかにも金属の着色には、それぞれに適したいろいろな方法がありますので表1を参照してください。

日本は湿気があるのでヨーロッパに比べて金属は適さないと、よくいわれます。しかし、日本に金属文化がないわけではありません。ここに持参した面頬、頬当ては、20年ほど前に私が制作したものです。以来、研究室にくる方すべてにさわっていただいています。

鉄の表面加工と漆と

鉄と漆の相性をよくすることは可能です。厚い鉄の上にごく薄く瀬ノ漆を塗って、80℃から120℃で30分から1時間ほど焼き付け、そのあとさらに、漆を塗り重ねます。皆さんのお宅にあるオーブンやコンロでも簡単にできます。このあとはなにを塗っても大丈夫です。しかし、

前処理である焼き付け作業をしないと、漆は必ず鉄からはがれてしまいます。

金属はそれぞれが電気的性質をもっているのも、もの同ものを接合した部分は時間がたつと変化します。人間も同じような電気をもっています。例えば、チョコレートを包んでいる銀紙を咬んだとき、口のなかがすっぱくなった経験はないでしょうか。あれは雷が起きている、つまり口のなかで体内電気とアルミとがスパークしているのです。

たいていの軸首は、部分的に接合してあります。銅や真鍮で本体をつくって銀鍮で接合すると、銅と銀ではもっている電気(金属イオン)が異なるため、200年ほどするとその

の接合部分に変化します。ちなみに、皆さんがもっとも簡単に扱えるハンダは、20年くらいで腐食が起きてしまい長くはもちません。

鍛金のおもしろさは、1枚の板を切断したり、接合したりせずにかたちをつくることです。

この軸首に関しては、いっさい接合してありません(図1)。1枚の板です。0.5mm厚の丹銅(銅と亜鉛の合金)を鍛金技法で仕上げたものです。表面は金ケシ技法で処理してあります。アマルガム(金と水銀を溶解させた合金)を使用して表面にメッキしているため、必要十分の強度があり、推定でも500年はもちます。平らな板から絞っていきながら筒状にすることで、強度を保つためのひとつの技法で制作してあります。

ちなみに、銀はヨーロッパで食器の材料として多く使用されてきました。その理由は、おわかりでしょうか。シェークスピアの物語などにでてきますが、当時、毒薬としてヒ素な

表1 金属の主な着色方法

金属名		着色方法および使用薬品		色	
銀	金 古 美	塩化金（1 g）をアルコール（500 g）に溶解した液を塗り、その後ヨードチンキを塗布して太陽光で反応させる。		黒 色	
	銀 古 美	硫酸銅少量を梅酢に溶解した液を塗布する		黒 褐 色	
		硫酸銅と食塩を同量、水に溶解した液を塗布する			
		硫酸銅と塩化アンモンを同量、水に溶かした液を塗布する			
硫 化 古 美	ムトーハップ（硫化カリ・硫黄・生石灰・カゼインが主原料）を2％程度に希釈した溶液に漬けこみ、重曹で中和		黒 褐 色		
銅 および 銅合金	緑 青 着 色	硫化着色もしくはタンバン酢にて下地処理、重曹中和、水洗いのあと、緑青液を塗る。パーナー天日などで乾かしながら反応させる。十分に着色させたあと、脱脂綿などに水をつけて艶出しをする。	緑青液 酢酸銅（6 g） 硝酸銅（2 g） 塩化アンモン（0.6 g） 明礬（1 g） 塩化第二水銀（0.6 g） 水（200cc）	緑 色	
	煮込み着色	十分に仕上げた作品を水洗いし「大根おろし」で洗い。煮色液に浸す。2、3分後にとりだし、様子をみて全体を重曹で中和したあと、ふたたび「大根おろし」で洗ったあと、望みの着色がえられるまで、液でゆっくり煮込む。	煮色液 硫酸銅（5.63 g） 緑青（5.63 g） 水（1.8 ℓ） 上記の混合液を一度沸騰させてから、冷却して再度加熱する	銅 黒味銅	赤 色 土 壌 色
			赤 銅	紫がかった黒カラスの濡れ羽色	
				四分一	灰 黒 色
				真 鍮	黄 赤 色
	火 銅 着 色	作品を火の上で熱し、ホウ砂を溶かした水中にのける	銅	暗 赤 色 火 銅 色	
鉄	錆 び 付 け	作品表面の酸化膜を除去し、脱脂洗浄したあと、錆び付け液を数回にわたって塗布する。全体に十分錆がついた状態で水酸化ナトリウム溶液で中和、水洗い	錆び付け液 塩化第二鉄（34 g） 硫酸銅（26 g） 硝酸（12cc） 亜硝酸エチル（29cc） 無水アルコール（25cc） 水（1 ℓ）	鉄 錆 色	
	油 焼 き	作品の表面に菜種油を塗り、炎であぶる。表面の油に泡がたつて温度が上がったのを確認できたら、全体を米糠で覆うようにしながら磨き、余分な油を取り除き、艶をあげる。		黒 褐 色	
鍍金	電気メッキ	メッキ液のなかに作品を浸し、電気を流して作品表面に金属を溶着させる。 電圧は2～6 V。液温は常温～50℃	金メッキ シアン金カリ（5 g） 青化カリ（2～3 g） 水（500cc）	金 色	
	金 ケ シ	金と水銀を熱し、溶解させた合金（アマルガム）を作品に塗布し、炎で暖め水銀を気化させて、金を定着させる。			

どが使用されていましたが、ヒ素ともっとも早く反応するのが銀です。そのため銀で食器をつくっていたようです。

ご存知のように、日本では、銀は金より高価な時代がありました。銀のおもしろさは、古びて黒くなることです。ついこの間、「NHK 国宝探訪」に私も出演しましたが、その際、番組で扱われた尾形光琳作「紅白梅図」の水の流れる表現で使用されている銀の扱いには、たいへん興味深いものがありました。

金属加工の種類

金属は、おもしろいことに、叩くと固くなり、銅や銀では 600℃前後で焼鈍すると信じられないくらいやわらかくなって自由に変形します。ここに 2 種類の金属を持参しましたが、曲げてみるとわかるように、一方は簡単に曲がり、もう一方はなかなか曲がりません。この性質を利用してかたちをつくります。

ところで、金属板からものをつくることを鍛金といいます。これに対して、塊からものをつくるのを鍛造といいます。金属の加工技術には大きくわけて鍛金、彫金、鑄金の 3 つの部門があります（東京藝術大学でも 3 つの専攻にわかれている）。彫金と鍛金は技法的にはおおまかな点では相似していますが、鑄金は加工の前段階である鑄型の製作から始まります。鑄金は、鑄型の製法により、蠟型・込型・惣型・生型の 4 つに分類され、鑄型に「湯（金属の溶けた状態）」を流し、外型を割ってから表面の仕上げを行い作品を完成させます。

もくめがね 木目金の接合

今回持参したこの金属は、木目金という金属です。漆でいう彫漆、例えば、赤、黄、白の漆を繰り返し塗り、その表面を部分的に削りとって文様をだします。鍛金の場合はこれを叩いてつぶすと、平らな状態では木目のようなものになります。これは日本独特の手法で、世界中で「木目金」と呼ばれています。この文様にみられる白は銀、赤は銅、黒は赤銅です。よく漁師さんが、鮭の肉の色を赤銅色といいます、それは間違いです。赤銅色とは、かぎりなく黒に近い青紫です。そのため、烏の濡れた羽色にその色調が近いことから「烏銅」と書いて「しゃくどう」と読ませることもあります。

興味深いことは、木目金を接合するとき、いわゆる糊の役割をするような接合材を使用しません。通常の接合ではハンダや銀など、本体の金属がもっている溶解温度よりも低い温度で溶解する金属で接合します。木目金を接合するとき、そのようなものはいっさい使用しません。金属には固有の溶解温度があり、約 900℃から 1200℃までの間に溶解しますが、木目金では、すべての金属が溶解して「ぐちゃっ」となる寸前に火からはずし、軽く上から圧着して、真空状態をつくり接合します。日本では刀もそうですが、酸化防止として灰汁と藁材を使います。日本刀がすばらしい理由として、貴重な玉鋼をつくるためのよい砂鉄がとれたこともあげられますが、それと、重要なのは藁の文化があったことです。

陶器には灰釉があります。藁を燃やしてつくった灰の汁を土器にかけて窯で焼成すると、1、

500℃ほどで溶けます。溶けたみずあめの状態では空気を遮断します。この特性を利用することで、金属がさまざまな変化をするときに、もっとも邪魔な酸素を遮断することができるのです。鉄はほかの金属に比べて酸化しやすい素材ですが、このようにして酸素を遮断しながら制作するので日本刀はすばらしいのです。木目金にも、どろっとした灰汁を使用します。この灰汁で囲って熱を与えると空気が遮断されるのです。

変型絞りの工程…… 1

さて、皆さんは叩くと金属の板は薄くなると思うでしょう。しかし、叩く、すなわち絞ることで板を厚くすることができます。表面を絞ると表面積が小さくなり、その地金が厚みへと移動して、もとの地金を3倍から5倍の厚さにすることも可能です。

ここで、鍛金について、動物制作を例に説明していきます。ちなみに、私は床の間に飾っておくようなものはあまり制作しません。クジラやイルカなど水生哺乳動物を多く制作しています。19歳の春に藝大を受験するため、私が生まれた佐渡から、東京にでてくる船の上で、初めて目の前でイルカをみました。200頭ぐらいいおり、たいへん驚きました。そのときにみたイルカたちの印象がずっと私の頭のなかに残っています。

制作でもっともたいせつなことは本物を見ることです。本物を徹底的にスケッチし（図2）、構図がきまったところで、制作物の実際の大きさの立体にうつしていきます（図3）。2次元から3次元にうつしたときに立体的な動きの問題がでることから、この作業を学生に必ず行わせます。

道具として、金属を傷めないためにカシの木槌と臼を使用します。図4は堅牢な布でつくった袋で、なかに砂がはいっています。そして、絵描きが絵筆をもつように、私どもは金鎚をもちますが、その金鎚のほとんどは自分で目的にあわせて必要な種類をつくります（図5）。

図6は、当て金といって、金鎚で打つほうの裏側にあてるものです。最近ではあまりみかけなくなりましたが、靴屋さんが靴を修理するとき、裏からあてて叩くものと同じだと考えて結構です。これも、作業内容にあわせてつくります。私どもは、ものを制作する前に道具をつくります。皆さんのお仕事と似ているのではないかと思います。

金切り鋏で銅板から円や楕円を切りますが、1.2mm程度の厚みが、今回の変型絞りでは作業に適していると思います（図7）。

炎で焼鈍するためには、炭でも薪でもなにを使用してもかまいませんが、図8ではガスバーナーを使用しています。600℃程度で焼き鈍すと、一種の酸化（空気中の酸素と銅が結びつき酸化銅になること）により黒くなります。この酸化膜を付着したままにすると、酸化膜が金属のなかにはいりこんでしまい、あとで除くのがたいへんになります。そのため、1回の焼き鈍しごとに10～15%の希硫酸水溶液で洗うようにします（図9）。そして、きれいにしたのち、撞木槌を使い、臼の上で叩くようにします。図10では、皿状の丸みになっています。叩いて絞っていくと同時にしわができます。このしわをうまく叩く必要があります。しわがよって重なってしまうと、あとで地金が割れる原因にもなってしまい、そのため切りだしからやり直さなけ

ればなりません。1回叩いては焼鈍する作業を繰り返します。原型をもとに絞る量をきめながら制作を進めます（図11）。

変型絞りの工程……2

当て金に銅板をのせ、しわを除きながら叩いていきます（図12）。このような状態でいつも叩いているため、専攻がきまる3年生の初めはちょっとした音にも敏感であった学生が、大学院生ごろになって慣れると、大きな音のなかでも寝ていられるほどになります。金鎚と地金と当て金がよい関係でそろって、「カーン」と叩けたときには気持ちがよいものです。

だんだんかたちがでてきますが、表面積が小さくなるにつれ、順次、当て金の種類をかえながら叩くようにします（図13）。図14では頭部のおおよそのかたちがみえてきましたが、ここまでですでに20、30回は焼き鈍しています。常に上から徐々に絞ってかたちを仕上げていきます。根気と力のいる仕事です。

下の部分を絞っていくと、だんだん当て金がいりづらくなるので、なるべく上部は徹底的につくります（図15）。

図16のあたりからは大きな金鎚から特殊な形状の金鎚にかえます。そして、このころになってかたちがみえてくると学生がいきいきとします。図17の程度まで仕上げるのに約2ヵ月かかります。

金鎚の先の部分を鏡といいます。丸い、平ら、ざらざらしたものなど、さまざまな種類のものを用います（図18）。槌はかなり長くなっていますが、それぞれの仕事にあわせて調整してあります。それらの道具も工夫しながら自分でつくります。

そして、おおまかなかたちができたら、細部をつくるために、松ヤニと漆の地の粉と10%程度の菜種油をまぜて加熱したものを流しこみ固めます（図19）。ちなみに、菜種油は夏は10%程度、冬は15%程度の混合率です。

図19のようになると、あとは内部に当て金をいれることはできないため、内部をヤニで固めてから叩いていきます。今回おみせしているこの軸首もかたちをつくってから、軸の内部にヤニをいれて模様を各種の鑿を使用して仕上げます（図20）。

鑿の1本1本も、かたちにあわせてつくります（図21）。道具づくりと作品づくりを、いたりきたりしながら作業を進めます。

このように、金属で叩きながらかたちをつくっていくことが、鍛金です。以上は、変型絞りの技法です。

装潢に用いられる主な金属材料と表面加工

ところで、装潢に用いられる金属材料は、鉄や銅、銅合金、銀合金、純金です（表2）。先ほど述べたように、赤銅とは、赤ではなく黒い銅です。銅にたった1%の金をまぜるだけで赤銅になり、5%まぜると上等な赤銅になり、それはかぎりなく黒に近い青紫になります。この合金の着色には化学的な薬品も使用しますが、不思議な方法も用います。金属を水洗いして大根

おろしで洗うのです。大根おろしには金属をきれいする効果があります。十円玉を大根おろしにしばらくいれておくと、きれいになります。大根おろしのなかのなにが有効成分なのかは現段階ではよくわかっていません。

菜種油は金属と相性がよいのに対し、マシン油などの鉱物質的な油は向いていません。先ほど紹介した鉄の面頬は、表面がチョコレート色の上等なビロードのように、きれいな茶色になっています。この仕上げは、鍍で覆った鉄の表面に、菜種油を塗って表面を軽く焼き、そのあと米糠で、ふきとることで、余分な油分を取り除き、表面の微妙な艶と色調をだしています。この方法は刀の鐔などによく使われます。

金属はなるべく接がず、同じ金属を使用するようにします。表面を発色させる場合も、その金属のもつ素材をなるべく使用します。接ぐ場合でも、金属のもつ電位差の少ない素材どうしを接合すると長もちします。

ものによって、古くみせるために藁燻（わらいぶ）しを行います。それともうひとつ、お歯黒を使用する方法もあります。お歯黒の液のつくり方は、防腐剤がはいっていない美味しい日本酒に、鑄鉄のかけらを焼いてからいれて、ひたひたの状態ですし反応させると、半年から1年で上質のお歯黒ができます。これを最後に表面に塗ると、古色としてよい味わいができます。

表2 装演に用いられる主な金属材料

鉄(Fe)			
銅(Cu)			
銅合金	黒味銅		銅(97%) + 小豆白味(3%)
	赤銅		銅 + 金(1～5%)
	四分一(朧銀)		銅(4) + 銀(1)
	真鍮	六四の黄銅	銅(60%) + 亜鉛(40%)
		七三の黄銅	銅(70%) + 亜鉛(30%)
		丹銅	亜鉛(20%以下)
銀合金	950銀(5分落ち)		
純金(K24) (Au)			

(工芸文化研究所理事・東京藝術大学美術学部長・工芸科教授)

本稿は平成13年度国宝修理装演師連盟定期研修会講演集(国宝修理装演師連盟2001発行)より転載した。

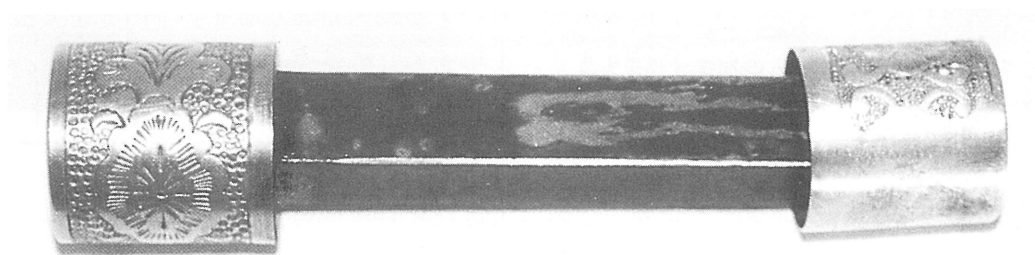


図1 軸首



図2 モティーフを観察し、デッサンをしながら作品の構想を練る

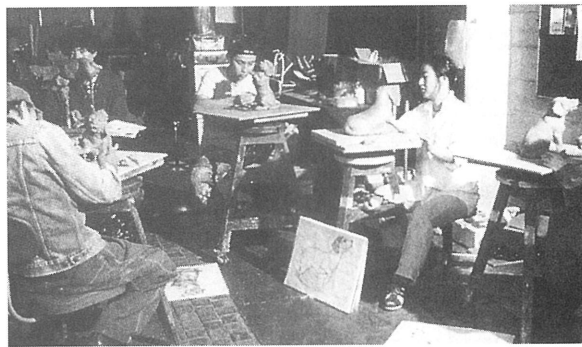


図3 デッサンをもとにして、粘土で原型を制作する

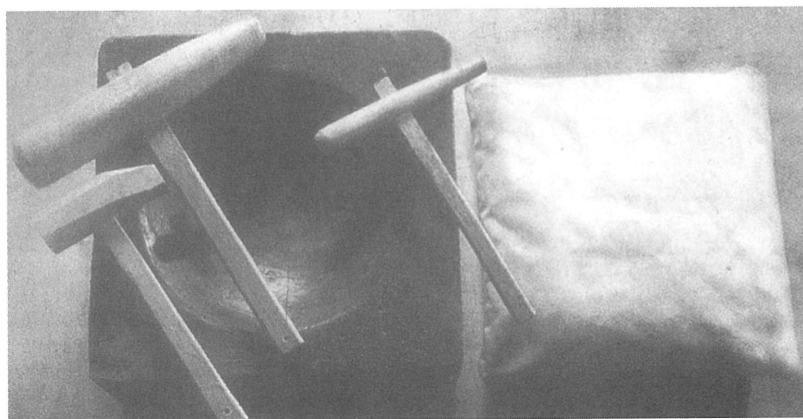


図4 砂袋、槌各種、臼



図5 金鋸各種、工具各種

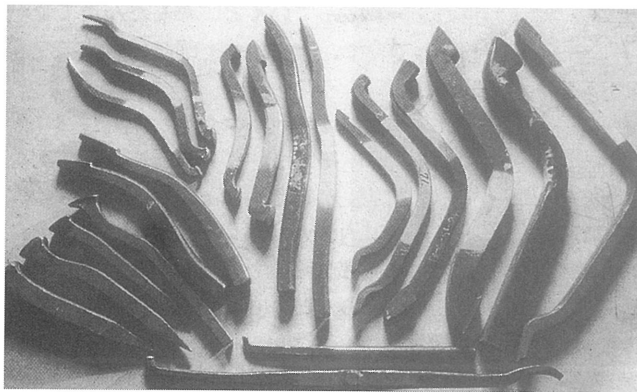


図6 当て金各種。さまざまなかたちの当て金のなかから絞るかたちにあったものを選び、使用する



図7 粘土原型から絞る銅板の大きさを割り出し、金切り鋏で切り出す（銅板の厚みは1.2mm）

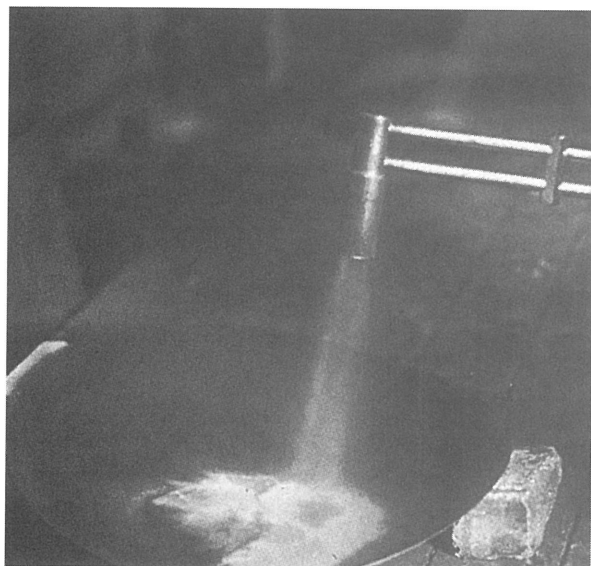


図8 切り出した銅板をバーナーで赤黒くなるまで焼き純す



図9 焼き純しの終了した銅板を水で冷却したあと15%の希硫酸水溶液に5～10分浸し、表面についた黒い酸化膜を取り除く

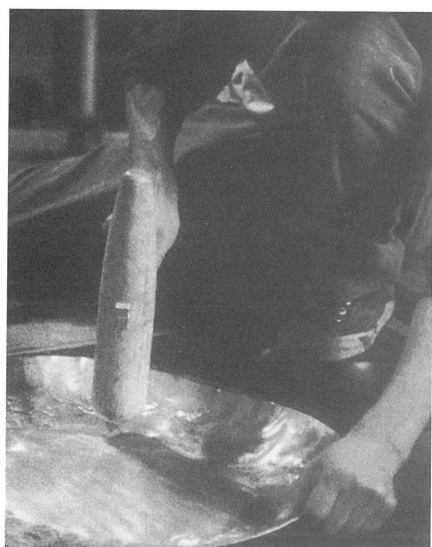


図10 白の上に銅板をおき、撞木槌で、皿状の丸み（3次曲面）まで突き出す

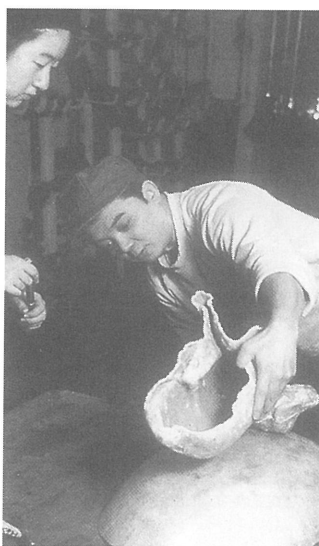


図11 原型をもとに制作を進める

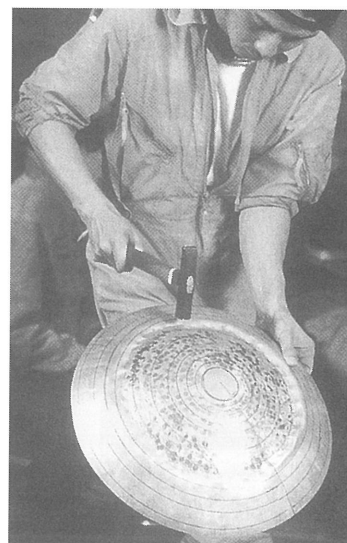


図12 当て金に銅板のをせ、徐々に絞る



図13 当て金を順次かえて絞る



図14 具体的ななかたちをつくり始める。銅板は加工硬化するので、焼き純し、酸洗いを繰り返す



図15 下の部分を絞りきる前に上部を徹底的につくる



図16 金槌の種類を用途によって使いわける



図17 頭部以外の部分も徐々にかたちにしていく



図18 特殊な金槌を自分で加工して制作する



図19 細部の仕上げのためにヤニをいれる



図20 内部をやニで固め、当て金と金鎚では表現できない細部を、打ち鑿を使って仕上げていく



図21 細かい個所に手をいれ、丁寧に鑿作業を進めていく



図 21 制作 鍛金専攻三年生 指導：宮田亮平、篠原行雄、伊藤祐嗣、柿崎隆行、山田 琢、丸山智己（鍛金研究室）

技術移転論で見る三角縁神獣鏡

—長方形鈕孔、外周突線、立体表現、ヒビ、鑄肌—

鈴木 勉

1. 技術が無形であるから技術移転論

1.1 有形の遺物、無形の技術

筆者が最初に「技術移転論」をもって古代の技術を論じたのは1993年のことである〔鈴木1993〕。技術移転という語句自体、それまでの考古学や古代史ではあまり取り上げられてこなかったが、それに類する技術の変遷の問題などについては数多くの論考で触れられている。その中には重要な示唆を含んでいるものも多いが、技術を論じようとしながらも「かたち（形態）」の分類にとどまっているものもある。

ここで技術が無形であると考えすることは重要である。人間国宝の正式名称を「重要無形文化財保持者」というが如くである。無形の技術の結果として有形の製品の形態が生まれ出るのであるが、その道筋は残念ながら不可逆で、形態から無形の技術をそのまま復元することはかなわない。古代の技術研究に関して言えば、無形である技術がそのまま残っているはずもなく、証言者もいないのであるから、遺物の形態からの復元は極めて難しい。その不可逆性を一層強固にするのが、工人の自らの技術の痕跡を隠そうとする習性である。それは、良い製品と言われるものほど作り方が見えなくなっていることから容易に理解されよう。また、技術の変化が形態の変化に直接的に結びつくとは限らないということもその不可逆性を補強する。

とは言え、古代技術の研究は遺物の形態をきっかけにして考えていく他はない。そこで、形態が発する技術的な情報をどのように抽出し、解釈し評価するかという技術評価の手法が重要である。最初に技術評価のためのキーワードについてまとめておく。

1.2 技術評価のためのキーワード

技術評価は無形の技術を明示的に捉えるために言語化することであるが、そのためのキーワードとして筆者は次のものを挙げたいと考える（〔鈴木1998〕を改変）。

- (1) 「**形態要素（ユニット）**」とは遺物を構成する各部分の形態である。それは、使いやすさや機能を追求した結果である**実用的形態要素**、伝統性故に技術の変化などがあっても残る**伝統的形態要素**、技術の変化を伴わずに美的理由によってのみ形成される**装飾的形態要素**、技術の実現のために作られる**技術的形態要素**などに分けることが可能である。
- (2) 「**要素技術**」 一つのモノを作り上げるためには様々な技術が必要であるが、その技術の一つ一つを要素技術という。各要素技術に着目して出土遺物を見ていくことで、異なる用途や形態を持った遺物同士の間で共通の技術が使われ、形態は似た遺物でも全く異なった技術が使われていることが見えてくる。それによって新たな技術的関係が浮かび上がる。

- (3) 「工具」 技術はそもそも五感のすべてを使った行為であるが、製品の形態と工人の手指の間に「工具」が存在する場合が多い。したがって、工具の復元は無形の技術の復元に大変有効である。また、工具の改良・開発はそのまま技術の向上につながるので、工人の技術が高度になればなるほど工具は個性的になり、大切なものとなる。技術が自分と一族を守る大切な「武器」であった古代では尚更であろう。したがって、無形の技術は有形の工具と共に継承される。工人の武器である工具は人（師匠）から人（弟子）へ直接的に受け継がれていく可能性が高い。
- (4) 「基準精度」は、工人としての成長期に身に付くその職業特有の「細かさ」「大きさ」のことである。技能は若年時からの習得が大切だと言われる。その職業固有の基準精度を身に浸み込ませる必要があるためである。

1.3 さまざまな技術移転の型

地域間や異業種間の技術移転は、様々な方法が想定される。人間や品物がダイナミックに移動した事実と照らし合わせて、多くの可能性を前提に検討する必要がある。図1に事例を示した。遺物の形態をいくつかの形態要素（ユニット）に分解し、先に挙げたキーワードによって評価することで分類が可能になる。

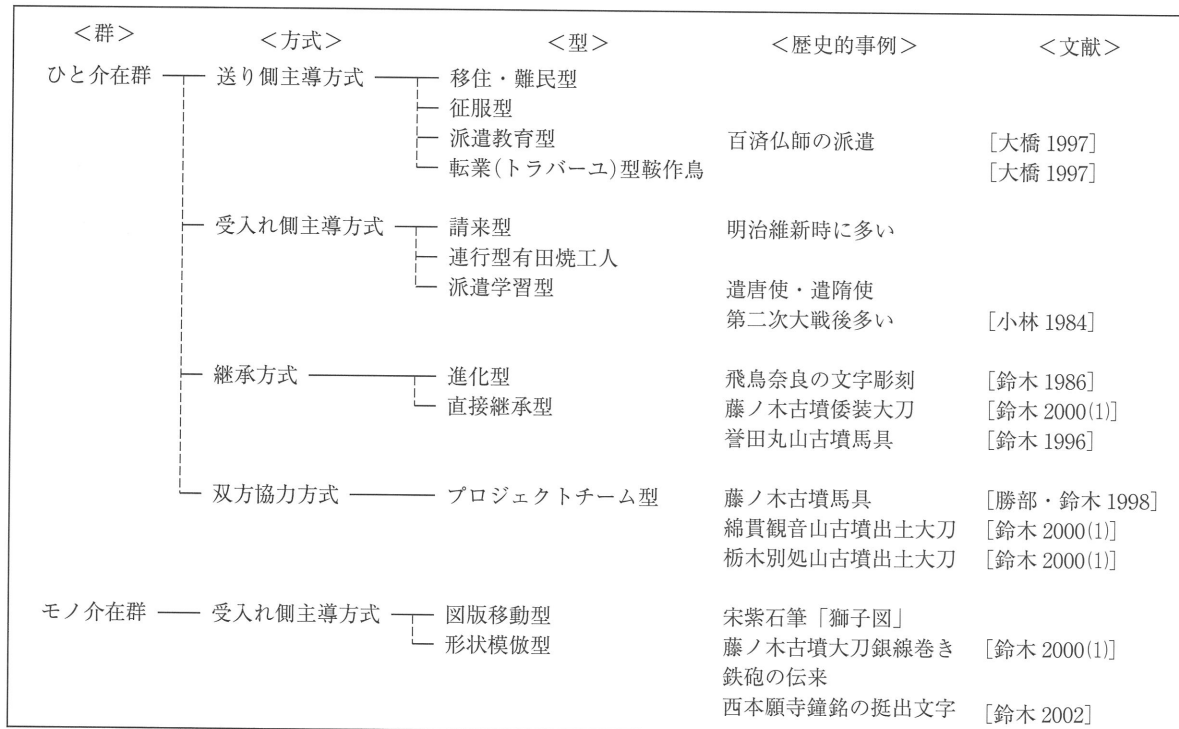


図1 技術移転の方法

2. 福永伸哉氏の長方形鈕孔と外周突線を技術移転論で検証する

2.1 福永説の問題点

福永氏は、論文「三角縁神獸鏡の系譜と性格」[福永 1991]において、それまでだれも注視し

なかった鈕孔と外周突線などを取り上げ、舶載三角縁神獸鏡の製作地の推定へと思い切った論を展開した。氏の論旨は学界で受け入れられた。その後10年余を経過し、現在では通説ともなりつつある。氏の論考は、単なる系譜論にとどまらず、技術の伝承にまで踏み込んだ技術移転論とも言える内容である。しかし、技術移転論から見ると氏の論旨の最も根幹となる部分に問題があるようだ。それは、次の記述である。

「これら（長方形鈕孔と外周突線）が従来の研究史の中でほとんどとりあげられなかったことをみてもわかるように、よほど意識しない限りその特異性は気に留まらない。それは当時の鏡工人にとっても、図像の基本的な部分とはあまり関わりのない次元の問題であったといえるかもしれない。しかし、逆にこうした見過ごされそうな手法差であればこそ、その伝習には直接的な技術指導が必要であったと考えられる。」[福永1991 46頁右下]

氏は「見過ごされそうな手法差であればこそ直接的な技術指導が必要」とするのであるが、本当に長方形鈕孔と外周突線は「見過ごされそうな手法差」なのであろうか。また、「見過ごされそうな手法差」は「直接的な技術指導が必要」なのであろうか。どうやら氏の技術評価の手法に問題がありそうだ。その正否は「形態要素」の概念を通して明らかにすることができるだろう。以下に長方形鈕孔と外周突線の存在の意味を考えてみた。

2.2 長方形鈕孔は実用的形態要素

まず、福永氏は長方形鈕孔を「見過ごされそうな手法差」としているのであるが、長方形という鈕孔の形態が何の必要もなく作られるのであろうか。

筆者らの三角縁神獸鏡の復元研究では、長方形鈕孔を作るべく断面長方形となるようなブリッジ（福永氏論文による呼称）を粘土と真土を固めて作ったのであるが、鑄造後この焼結したブリッジを取り出すのに1時間ほどの手間が掛かった。円形鈕孔であれば工具を回転させることで10分程度で終了する作業であるが、鈕孔の断面形が長方形であるために、そのほとんどを工具の前後運動で除去しなければならなかったのである。長方形の鈕孔はそれだけ手間が掛かるのであるから、何らかの必要があって採用されたものと考えなければならない。

鈕孔はそもそも、ひもなどを通すための孔であるから、鈕孔はその形状や使い方に合わせて作るのではないだろうか。三角縁神獸鏡の鈕孔は使われなかったとする説もあり、筆者らも鑄造後全く仕上げ加工された形跡のない三角縁神獸鏡が一部に存在することを確認している。しかし、長方形鈕孔が仕上げ加工された三角縁神獸鏡やその他の鏡では、それなりの形状の繊維物質が使われたと考えるべきであろう。形態は需要を元に設計されるというのは、ものづくりの基本である。福永氏は鈕孔の断面形状を「よほど意識しない限りその特異性は気に留まらない」とするが、それは現代人が出土鏡にひもなどを通さないからであって、繊維物質を通したであろう古代の人々は、鈕孔の形状にはこだわらずにはいられない。長方形鈕孔は無意識下で作られるものでもないし、守らなければならない伝統的形態要素でもない。繊維物質の使い方次第でどこでも生まれ得る典型的な実用的形態要素である。したがって、それをもって技術的系譜（工人系譜と福永氏は言う）を追うことは出来ないと言える。

2.3 直接継承型技術移転の一例・・・基本的な理解のために

ものづくりの現場では、弟子は師匠の仕事の手伝いをしながら仕事を覚える。師匠の手伝いが上手に出来ない弟子は育たずに脱落していくことが多いという^(註1)。では、どのような仕事を弟子は手伝わせてもらえるのであろうか？。多くは師匠がやっても退屈になるか、加齢と共に低下しがちな集中力の持続が必要な仕事であろう。三角縁神獣鏡でいえば、鋸歯文や、複線波文帯、櫛歯文帯などであろう。弟子が手伝うとはいっても、師匠は自分がかつて作った文様より粗雑なものを作るわけにはいかないの、弟子にはほぼ同じ水準の技術を求め厳しく指導する。それ故に、弟子は師匠と同じものを作ることが出来るようになる。師匠と同じピッチ、同じ大きさ、同じ精緻さの品物を作ることを弟子はいつでも求められるのである。こうして技術は身にしみ込んで行く。

また、手伝わせることになれば師匠は自分の工具とほぼ同じ工具を弟子に与えるであろう。工具なしには弟子は最初は何も出来ないからである。弟子は与えられた工具を真似て同じような、あるいは少し自分流に手を加えて自分の工具を作る。こうして師匠と弟子の工具は似たものとなる。

以上は一つの事例にすぎないが、直接継承型技術移転は、こうしたことを通して師匠と弟子の「工具」と「基準精度」の近似性を高めていく。師匠と弟子の製品のできばえの差は、本人同士や兄弟弟子などの目でないと、どちらともわからない位の近似性があると考えべきであろう。殊に鋸歯文や複線波紋帯など幾何学的な文様は個性が表れにくいのでよく似ることになる。三角縁神獣鏡の幾何学的文様の技術移転論については稿を改めたい。

6世紀の朝鮮半島系の大刀に施された堤状連珠文の加工ピッチがどれも0.4～0.6mmくらいの間に入ってしまうのは、朝鮮半島系の刀装具工人が師匠から弟子へという直接継承型技術移転を守って技術伝承していたことがよくわかる事例である〔勝部・鈴木1998〕。

2.4 外周突線は技術的形態要素

次に外周突線について検討してみよう。三角縁神獣鏡の外区について福永氏は「内側から鋸歯文－複線波文－鋸歯文ときて、さらにその外側に余分に一本の突線が巡っている例のあることに気づく。」として、長方形鈕孔と共にこれも「逆にこうした見過ごされそうな手法差であればこそ、その伝習には直接的な技術指導が必要であったと考えられる」とし、これを根拠にして工人系譜を追う手がかりとしようとしたのである。

三角縁神獣鏡に多い外区の構成は「鋸歯文－複線波文－鋸歯文」であるが、実はこの構成はその3要素ではなく、内側から「内側鋸歯文－突線－複線波文－外側鋸歯文」の4要素で構成されていると理解すべきなのである。内側鋸歯文と複線波文に挟まれる突線をなぜか見落としている。この内側の突線（これを仮に「内周突線」としておこう）も入れれば、外周突線のある外区は「内側鋸歯文－内周突線－複線波文－外側鋸歯文－外周突線」の5要素となる。氏の言を借りれば3分の1強が5要素で、残りが4要素であるといえる。

内周突線はどういう目的で入れられた文様なのだろうか。文様とは言え、無闇につけるもの

とは考えられない。殊に外区文様のような幾何学的な繰り返し文様の場合は隙間を埋めたり、主文様を引き立てたり、施文技術上必要な要素であったりという何らかの目的があることを想定しておかなければならない。この解析にはまず鋸歯文の施文工程から明らかにしておく必要がある。

外区をルーペを使って観察していると、一つ一つの鋸歯文（概ね二等辺三角形）の二辺が細い凸線になっているのが認められる^{（註2）}（図2）。また、鋸歯文は詳しく比較すると一つ一つの形や大きさはバラバラなので、鑄型の表面を鋸歯文の形に一つ一つ削り取っていることがわかる。鋸歯文の二辺の細い凸線は工具（へら）の跡であろう。

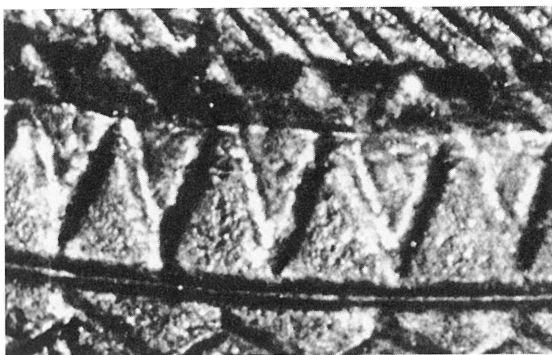


図2 黒塚24号鏡外区内側鋸歯文と内周突線
（奈良県立橿原考古学研究所提供）



図3 外側鋸歯文（下端が三角縁）
（奈良県立橿原考古学研究所提供）

鋸歯文は高さや形がよく揃っているように見えるのであるが、製作技術の観点から見ると、何の手がかりも無しに同じ高さにそろえて三角形を削り取るのは至難の業である。そのためにはあらかじめ三角形の頂点と底辺になるところにガイドライン（けがき線）を入れておく。このガイドラインがないと三角形の形状と並びは大きく乱れてしまう。これは誰が施文しても同じことだ。そうしてみると内周突線は内側鋸歯文の頂点のガイドラインと考えられる。

では、外側鋸歯文はガイドラインは要らないのであろうか。外周突線のない鏡をよく見ると、鋸歯文の先端がことごとく三角縁の下端にぶつかっているのがわかる（図3）。外周突線のない鋸歯文のガイドラインが三角縁になる溝の端であることがわかる。

このように、鋸歯文の施文には必ずガイドラインが必要なので、外側の鋸歯文と三角縁となる溝との間に広い領域がある場合は太い外周突線をつくり、領域が余り広くない場合は細い外周突線をつくり、領域がまったく取れない場合は三角縁となる溝の端をガイドラインとして使ったものと理解できるのである。

突線と鋸歯文の施文工程は次のようになる。鏡の鑄型作りは先ず「ウマ」で「挽き型」を保持しつつ回して円盤状の鑄型を作る。同時に必要な界線や縁を形成する。内周突線も外周突線もこの時施文される。それが済み鑄型が生乾きの時に、工具を使って鋸歯文などの他の文様を施文する。つまり、内周突線も外周突線も鋸歯文の施文工程の時にはすでに施文されていなければならないし、後で消去することもできない。したがって外周突線は計画的に設計され施文される重要な文様であると言える。

鋸歯文を突線とセットで使うことは、鋸歯文を持つ鏡であればほとんどすべてに使われている工夫である。鋸歯文の上端に突線がない場合は、その代わりにガイドラインとなる円周状の文様や段差が必ずある点は重要である。外周突線が鋸歯文のガイドラインとしてなくてはならない技術的形態要素であることが認められよう。仮に福永氏の言うように外周突線を手がかりに系譜を追おうとすれば、すべての鋸歯文を持つ鏡がそれに該当する事態となってしまうのである。

福永氏はその後、著書〔福永 2001〕の中で、長方形鈕孔については「工人の系譜を示すクセ」、外周突線については「機能的、あるいは文様のにはとりたてて重要性の認められない外周突線を施すことは、鑄型の模様を刻んだ工人の流儀にほかならない。」と言い替えているが、基本的な立場は変えていないようだ。現代人に理解の及ばない技術を「くせ」や「流儀」として片づけてしまって良いとは思えない。古代の工人が、当時危険を伴った大事業であった鏡づくりにおいて、より良い鏡を、より確かに作り上げるために限りなく合理性を求めて、修練を積み重ねていったに違いないと考えるからである。追体験を含んだ復元研究の必要性を強く感じる所以である。

3. 時間軸の技術移転・・・立体表現とヒビ線と鑄肌

3.1 西田守夫氏の神獣鏡の技術移転論

西田守夫氏は、論文「三角縁神獣鏡の形式系譜諸説」〔西田 1971〕の中で、階段式（同向式）神獣鏡の技術を継承した群馬県蟹沢古墳出土□始元年銘三角縁神獣鏡と、それと同範（型）の兵庫県森尾古墳出土三角縁神獣鏡を取り上げ、その2鏡が和泉黄金塚古墳出土景初三年銘階段式（同向式）神獣鏡と比較して、「内区の文様構成が極めてよく似て」いて、文様の違いがわずかであること、そして、「これら陳氏作鏡の銘文は書体が似ていて、殆ど同一人、少なくとも同時代の制作によると考えられるのである。」と指摘する。続いて、これらの鏡から変化し、便化した静岡県大塚山古墳出土三角縁「天王日月」銘鳥獸文帯階段式神獣鏡などの同範（型）鏡群^{（註3）}を取り上げ、この鏡群を画像鏡や他の神獣鏡の要素を複合的に取り入れ継承したもので、割り付けなどが乱れていることから技術の劣化を指摘している。

同じ階段式三角縁神獣鏡であっても和泉黄金塚画文帯神獣鏡とほとんど同一工人の手によるものと判断されるものと、技術にかなり劣っていてなおかつ他の画像鏡の要素を取り入れたものが存在していると指摘する点は、技術移転論の立場から見て非常に興味深い事実である。

また、環状乳神獣鏡を継承した奈良市丸山古墳出土三角縁神獣鏡と五島美術館蔵出土地不明三角縁神獣鏡を取り上げ、四神の配置が大きな変化を遂げたことや環状乳の窪み方が整わなくなっていることなどから、2面の三角縁神獣鏡の技術水準が環状乳神獣鏡から大分隔たっていることを指摘している。

氏はまえがきで、鑄造方法の検討や製作地の問題には敢えて踏み込まないとしたが、卓越した観察力のために否が応でも技術移転の問題まで解析されることになった。中でもかつて環状乳神獣鏡や同向式神獣鏡などを作った工人が三角縁神獣鏡を作ったのでは説明がつかないほどの劣化を含む変化があることを指摘した点は重要である。

3.2 神獣像の立体表現技術の頂点から三角縁神獣鏡まで

三角縁神獣鏡の系譜を辿る上で画文帯神獣鏡や対置式神獣鏡などが注目されるが、その代表例である上海博物館蔵永康元年（西暦 167 年）銘画文帯環状乳神獣鏡（図 4）と中平四年（西暦 187 年）銘画文帯環状乳神獣鏡（図 5）、そしてホケノ山古墳出土画文帯神獣鏡（図 6）などの神獣像は写実性でも精緻さの点でも一つの歴史的頂点に立つ立体表現技術が駆使されていると言える。西田氏が指摘された和泉黄金塚景初三年銘画文帯階段式（同向式）神獣鏡と蟹沢古墳と森尾古墳出土□始元年銘三角縁神獣鏡の内区の著しい近似性については、筆者も全く同感であるが、永康元年銘鏡や中平四年銘鏡に較べると和泉黄金塚鏡などの立体表現技術が著しく退化・便化していることは否めない。



図 4 永康元年銘画文帯環状乳神獣鏡
（『中国青銅器全集』第 16 巻より）



図 5 中平四年銘画文帯環状乳神獣鏡
（『中国青銅器全集』第 16 巻より）

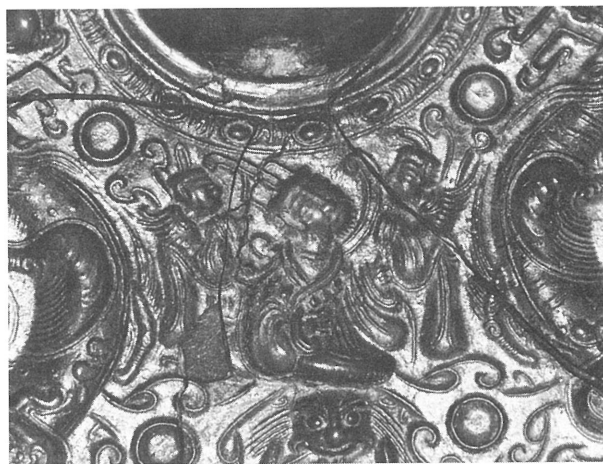


図 6 ホケノ山古墳出土画文帯神獣鏡
（奈良県立橿原考古学研究所提供）

ここでいう立体表現の写実性とは、例えば神像では骨格の構造や筋肉や脂肪の付き方まで考慮した肉体の表現技法を指すものであり。同じく精緻さとは身体各部の動きの自然さ、バランスの良さ、表現の細かさなどである。和泉黄金塚鏡、蟹沢鏡、森尾鏡が、それらの点で劣りながらも、鑄肌や文様構成、細部の表現法などにおいて永康元年銘鏡や中平四年銘鏡などに通ず

るものがあるのは、数世代の技術系譜的距離があるものの、しっかりと貫かれる直接継承型技術移転が行われたためであろう。その他、直接継承された立体表現技術が使われた三角縁神獣鏡には、神人龍虎画像鏡（黒塚 8、図 4）、天王日月銘獣文帯同向式神獣鏡（椿井 M25 他、目録 9^{註 4}）、吾作対置式六神四獣鏡（佐味田宝塚 2、目録 29）などを挙げることが出来るが、これらも永康元年銘鏡や中平四年銘鏡などからは数世代以上の技術系譜的距離がある。また、形式的には大きな変化を受けながらも立体表現技術の上ではこれらの三角縁神獣鏡に近い水準のものに、三角縁唐草文帯四神四獣鏡（黒塚 24 と椿井 M3 他多数、目録 44）、同じく三神四獣鏡（黒塚 10 ほか、目録 40）を挙げることができる。なお、この 2 鏡群の原鏡は同一工人の作と筆者は推定している〔鈴木 2000(2)〕。

一方、これらの薄肉彫り鏡群と一線を画すべきもので、比較的初期のものと想定されている鏡群がある。例えば、天王・日月・獣文帯四神四獣鏡群（黒塚 2, 27, 33 他、目録 74）、天王日月・獣帯四神四獣鏡群（黒塚 9、椿井 M34 他、目録 68）、天王日月・獣文帯四神四獣鏡（椿井 M13, 14, 15 他、目録 46）、天王・日月・獣文帯四神四獣鏡群（黒塚 29, 30 他、目録 70、図 5）などで、これらの神獣像は、全く写実性を失っている。工人は骨格や肉感などは全く眼中にないようだ。筆者はこれらを「卵に目鼻鏡」と呼んでいるのだが、薄肉彫り鏡と卵に目鼻鏡との間には立体表現技術に大きな隔たりがあると考えなければならない。薄肉彫り鏡の立体表現技術が直接的継承の中で劣化して「卵に目鼻鏡」になったとは考えにくい。一度高度な表現技術を手に入れた工人は、技術を誇りに思うためにたとえ社会がその高度な技術を必要としなくなっても技術を捨てられないものだという。筆者の思い入れによる独断の誹りは受けなければならないかもしれないが、技術に生きる工人の習性からすれば薄肉彫り鏡を作る工人集団の中から卵に目鼻鏡を作る工人が現れるとはとても考えられない。ここは技術系譜の切断があったと想定しておきたい。



図 7 薄肉彫り鏡の例・黒塚 8 号鏡神像
(奈良県立橿原考古学研究所提供)



図 8 卵に目鼻鏡の例・黒塚 29 号鏡神像
(奈良県立橿原考古学研究所提供)

3.3 鋳型のヒビと立体表現技術

3.3.1 二層式鋳型

三角縁神獸鏡の鏡背に見られる不規則な突線は、多くの研究者によって「鋳型のヒビ」の痕跡（以後「ヒビ線」という）と考えられ、その成長の過程を観察することによって鋳造順序の推定などが行われてきた。しかし、筆者はヒビ線の多さの方に関心があった。他の青銅古鏡でもヒビ線はあるが、三角縁神獸鏡には特に多いと言える。ヒビ線の多さは三角縁神獸鏡の大きな特徴の一つであり、鋳型の素材や構造、製作過程に起因するものではないだろうか。言い換えれば、ヒビの大きさ、長さ、形状なども他の種類の鏡にはあまり見られないほどの規模で、脆性材料である鋳型にあれだけのヒビが入れば、通常の構造ではとうに割れてしまっているのではないかと想像されるほどの目立った特徴といえる。

筆者らは近年、東大阪市の上田工房と浜田興作工房のご協力とご指導による三角縁神獸鏡の復元実験を行い、20数面の鏡を製作した。続いて福島県文化財センター白河館と共同で三角縁神獸鏡の復元研究に取り組んだ。これには高岡短期大学三船温尚氏と茨城県小田部鋳造小田部庄太郎氏に多大なご指導をいただいた。小田部鋳造にて行った2001年1月19日の第1回目の鋳造実験では21面の鏡を製作した。初めて同範鏡を得た日である。この段階で合計40面を越える復元三角縁神獸鏡を得ていたのであるが、出土三角縁神獸鏡に見られるようなヒビ線は小さなものが1本発生した鏡が1面あっただけである。どうやらヒビ線の多い出土三角縁神獸鏡の鋳型は、それまでの復元研究で私たちが作ってきたものとは違う構造であることは間違いないと確信した^(註5)。

1月19日に使った鋳型は鋳型全体が同じ組成である一層式鋳型であった。鋳型を乾燥するときに2.1～6.0%も収縮してしまっていた。筆者は、以前から二層式鋳型を考えていたので、第1回の鋳造実験の結果を踏まえてそれを試すことにした。鋳型にヒビを発生させることと鋳型の収縮を押さえることが目的であった。粗い真土を鋳型の外側に、細かい真土を内側に使って二層式としたのであるが、細かい真土を使った内側の方が収縮率が大きいため、乾燥工程でバイメタルのように内側に反ってしまい、使えなかった(図9)。そこで、粗い真土で板を作って焼成して固め、そこに細かい真土で型どりした鋳型を貼り付けた。それを乾燥したところ、鋳型の内側に沢山のヒビが入り、鋳型の乾燥時の収縮は1%未満に抑えることができた(図10)。それで鋳造したのが図11の鏡である。その鋳型の残りが良かったので、同じ鋳型で2面目を鋳造した(図12)。出来上がった鏡のヒビ線は、出土三角縁神獸鏡のそれとほぼ同じものが出来たことから、ヒビ線の多い三角縁神獸鏡（以後「ヒビ鏡」という）の鋳型は二層式かまたはそれに準ずるものであったと考えられる。つまり二層式の外側は土製の「型枠」や「外型」と称されるものであろう。

3.3.2 ヒビ線と立体表現の技術

三角縁神獸鏡はヒビ線が多いものが多い。ヒビ線が少ない三角縁神獸鏡を探す方が容易ではない。しかし、先に挙げた薄肉彫り鏡の獸文帯同向式神獸鏡(椿井 M25、目録9)、吾作対置式六神四獸鏡(佐味田宝塚2、目録29)、唐草文帯四神四獸鏡(黒塚24と椿井 M3 他多数、目

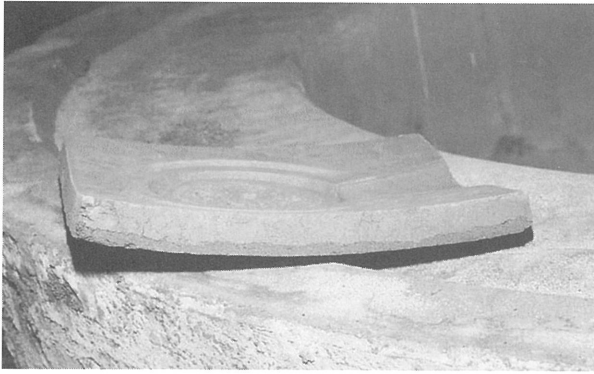


図9 バイメタルのように反ってしまった二層式鋳型



図10 沢山のヒビが入った二層式鋳型

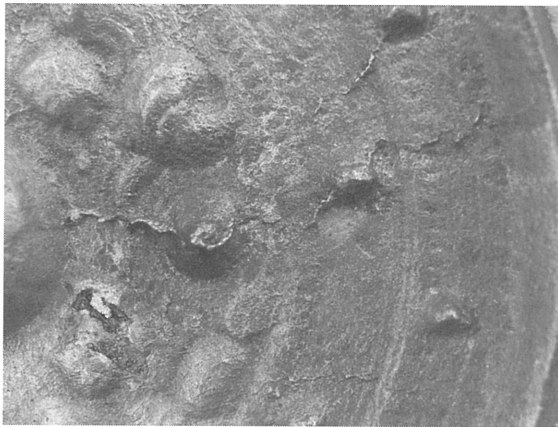


図11 二層式鋳型で鋳造した鏡（1面目）

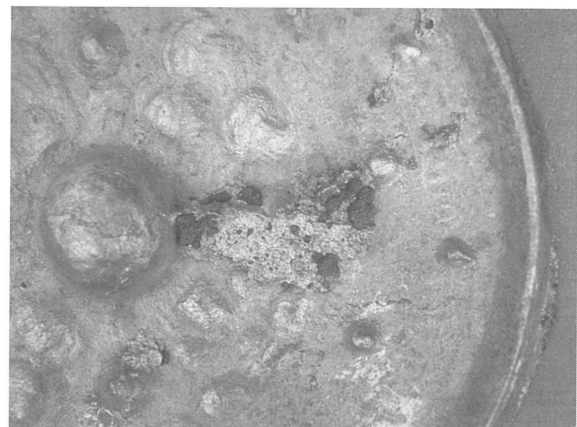


図12 二層式鋳型で鋳造した鏡（2面目）

録44)、三神四獣鏡（黒塚10ほか、目録40）などはヒビ線が特に少なく、三角縁盤龍鏡群（京大目録番号1～3）に至ってはほとんどないものが多い。先に挙げた中国で出土した永康元年銘鏡や中平四年銘鏡などの神獣鏡や盤龍鏡群はヒビ線がほとんどない。一方、「卵に目鼻鏡」はすべてヒビ線の多い鏡である。ヒビ線の多い三角縁神獣鏡とヒビ線の少ない鏡とは鋳型の構造が異なる应考虑すべきであろう。復元実験の結果から考えれば、ヒビ線の少ない鏡には一層式構造の鋳型を、ヒビ線の多い鏡は二層式構造の鋳型を想定することができようか。一層式鋳型とは全体が粘土製の陶製鋳型（陶范）が想定され、二層式鋳型とは土製などの型枠があり、その内側に真土または砂と粘土の混合物が鋳型として貼り付けられたものが想定される。唐子・鍵遺跡から出土した銅鐸の外型がそれに類するものであるとすれば、二層式構造の鋳型は列島内に存在していたことになる。東アジアの土製型枠の出土例を精査しなければならない。

3.4 鋳肌と立体表現

上海博物館蔵永康元年（西暦167年）銘画文帯環状乳神獣鏡と中平四年（西暦187年）銘画文帯環状乳神獣鏡、ホケノ山古墳出土画文帯神獣鏡などの鋳肌（図13）と多くの三角縁神獣鏡の鋳肌の違いは研究者なら誰しも認めるであろう。鋳肌の問題を取り上げているのは樋口隆康先生である。著書『三角縁神獣鏡綜鑑』（樋口1992）において顕微鏡写真と共に、以下のように述べられている。

「また、実体顕微鏡による観察では、中国鏡は鋳肌がなめらかであり、銘や図文を彫った線に、

丸味のあるものと浅平直なものがあるのに対し、仿製鏡の鑄肌は粗雑であって、素材の粒が完全に熔けないままのものがあり、図文の線は尖頂なものと高彫りのものがあり、両者の相違が知られている。」

樋口先生はあの黒光りするような光沢をもって「中国鏡は鑄肌がなめらか」と指摘されるものと考えられ、三角縁神獸鏡には、画文帯神獸鏡などの中国鏡と同様の黒光りする鑄肌を持ったものがあることは筆者も同意するところであるが、それは所謂舶載三角縁神獸鏡の中の一部のことと筆者は考えている。土の中にあって、出土した三角縁神獸鏡がどれくらい埋葬時の鑄肌のなめらかさを保持しているのかは大きな問題である。しかし、多くの三角縁神獸鏡の外区に研磨痕が明瞭に残されている点に注目したい。そうした鏡は原則的に埋葬時の鑄肌を留めていると考えて良いだろう。図14を見れば、先に挙げた「卵に目鼻鏡」の類は画文帯神獸鏡などの中国鏡とは全く異なる鑄肌であると言える。それに加えて前述の様に、ヒビ線の発生の仕方が全く異なるのであるから、鑄型の素材に画文帯神獸鏡などの中国鏡とは全く異なるものが使われたと考えるべきであろうし、素材の違いは自ずと構造の違いに繋がるのが技術の原則であろう。

鑄肌は技術移転の方法と製作地を考える上で重要な技術的形態要素である。鑄肌は鑄型の素材と工人の眼力によって決定実現される鑄造技術の中でも最も重要な要素の一つである。鑄型の材料とその混合比は極秘の技術情報であることは今も昔も変わらず、親子や師弟の間以外には伝承することはない。また、仮に鑄型の素材と混合比が分かったとしても、最終的に鑄肌を決定するのは工人の眼力（＝判断）である、眼力を獲得するには長い修練が必要で、工人の育



ホケノ山出土鏡



永康元年銘鏡



中平四年銘鏡

図13 神獸鏡の鑄肌と立体表現（奈良県立橿原考古学研究所提供）



黒塚09号鏡



黒塚13号鏡



黒塚27号鏡

図14 卵に目鼻鏡の鑄肌と立体表現（奈良県立橿原考古学研究所提供）

ち、すなわち師匠の技術と美意識が直接影響する。見よう見まねで鑄肌を近づけるのは至難の業であろう。逆に言えば、例え複数の鏡に形態的近似性が認められたとしても、鑄肌に決定的な違いがあれば、そこに直接継承型技術移転があったと考えることは出来ないのではないだろうか。

また、写実性や精緻さに裏付けられた高度な立体表現技術は、なめらかな鑄肌に支えられた技術だと言える。精緻で繊細な立体表現は荒れた鑄肌では望むべくもないからである。その意味で立体表現技術に劣る「卵に目鼻鏡」の出現は、中国鏡に準ずるなめらかな鑄肌の消失とヒビ線の多発・粗大化という事実と論理的に一致する。技術移転に伴う技術の変質の一部と考えられる。

4. 空間軸の技術移転・・・オーバーハング鏡と修正

4.1 神獸像の髷など

三角縁神獸鏡のオーバーハングは、文様の修正をするへら押しによって形成され则认为られるが、その痕跡を捜している過程で、吾作四神四獸鏡（目録36）の黒塚31号鏡と12号鏡の髷の終端の処理が異なっていることに気付いた。原鏡、または黒塚31号鏡の髷は比較的真っ直ぐなまま終わっているのに対し、12号鏡では終端部が丸められているのである。へら押しした工人の特徴が現れていると考えてよいだろう。続いて筆者はへらの形状を調べた。レーザー三次元形状測定機で神像の髷の断面形状を測定したところ、黒塚12号鏡で角度118度前後、31号鏡で角度90度前後であることが確認できた。原鏡または31号鏡の製作時に使われたへらと12号鏡製作時に髷の修正に使われたへらが異なっているのである。原鏡または31号鏡の髷を施文した工人と12号鏡の髷を修正した工人が別人であると言える。

では、二人の工人の技術系譜的距離は如何様に考えられるのであろうか。へら押し作業は鑄型作りの最終工程にあたる作業で鑄造工人にとって自分の存在価値を決める場面である。鑄造製品の品位はへら押しの工程で決まると言っても過言ではない。仮に12号鏡の修正の場に原鏡または31号鏡のへら押しをした工人がいるとすれば、大切な施文の工程を他人に任せるはずがない。その意味で31号鏡と12号鏡は異なる工房で作られたと考えなければならないだろう。一方で、12号鏡の修正のへら押しをした工人は常日頃から鏡のへら押しをしていた人物であると言える。なぜなら髷を表現したへら押しの線は、31号鏡のそれに劣らない伸びやかさがあり、全く異なる製品を作っていた工人が見よう見まねで模倣した時に起こる模倣製品特有の技術の劣化が認められないからである。二人の工人の技術系譜的距離は比較的近いが、同一時期の別工房の存在を想定すべきであろう。

4.2 大幅な変更

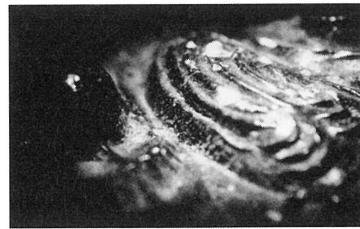
張是作四神四獸鏡（黒塚13,26号鏡、椿井M6鏡ほか、目録53）のへら押しを考えてみよう。この3面の鏡のうち、2面の黒塚鏡同士はとてもよく似ているのであるが、椿井鏡とは文様の細部で異なる点がとても多い。へら押し文様だけでなく、獸像の膝の膨らみ方など立体的な表



黒塚 13 号鏡



黒塚 26 号鏡



椿井 M06 鏡

図 15 第 3 神像左袂襷のオーバーハング（左上から撮影）（奈良県立橿原考古学研究所提供）

現にも修正が加えられている（図 15）。

黒塚 13 鏡と 26 号鏡は、共にオーバーハングがあるのでどちらも相互の親鏡にはなり得ない。同じことが黒塚 9 号鏡と椿井 34 号鏡の組み合わせ（天王日月・獸帶四神四獸鏡、京大目録 68）や黒塚 2, 27, 33 号鏡の組み合わせ（天王・日月・獸文帶四神四獸鏡、京大目録 74）でも言える。この場合は 2, 3 の研究者が想定しているろう型を使った同型法も所謂同範法もその可能性は無いと言える。硬質な原型を使った同型法によって鑄型を作り、その鑄型が生乾きのうちに修正のへら押しをしたものと考えられる。また、黒塚 13 号鏡と 26 号鏡のへら押し技法はどちらもよく似ているので、両鏡の鑄型の製作・修正は同じ工人の手による可能性がある。椿井 M6 鏡では鈕座が鮮明であるのに対し黒塚 13, 26 号鏡ではどちらも不鮮明である。逆に、黒塚 13, 26 号鏡は乳座があるのに対し椿井 M6 鏡では全くない。その他修正が多く、鑄肌の違いも顕著である。黒塚 13, 26 号鏡と椿井 M6 鏡はどちらも親鏡にはなり得ないので、異なる親鏡（原鏡）から鑄型を製作したと考えるべきであろう。へら押しの手法も黒塚鏡の場合は襷がオーバーハングになるほど思い切り深い溝を作るのであるが、椿井鏡の場合は、なるべくオーバーハングを作らないように工夫したかのように控えめにへら押しをする。へらの先端は黒塚 13, 26 号鏡の方が鈍く、椿井鏡の方が鋭い。工具（へら）が異なると考えられる。

黒塚 13, 26 号鏡と椿井 M6 鏡には相当大きな技術上の距離があると言える。親鏡が異なること、修正した工人が異なること、へら押しの意図が異なることなどを考えあわせると、2, 3 世代以上の技術系譜的距離があると考えなければならないだろう。この場合の技術系譜的距離は時間的距離を示すというよりは、工房間の空間的・社会的距離が隔たっている可能性の方を考えるべきであろう。

4.3 異なる鏡を一人の工人が作る

文様の組み合わせの異なる鏡を同一工人が作ったと指摘する例がいくつかある。西田氏は□始元年銘三角縁神獸鏡（蟹沢古墳鏡、森尾古墳鏡、目録 8）と和泉黄金塚古墳出土景初三年銘階段式（同向式）神獸鏡を同一工人の製作の可能性があると指摘し〔西田 1971〕、岸本氏は 2 種類の天王日月・獸帶四神四獸鏡（椿井 M34、目録 68）（椿井 M13、目録 46）を〔岸本 1989〕、森下氏も 2 種類の吾作三神五獸鏡（椿井 M31、目録 26）（椿井 M32、目録 25）を〔森下 1989〕、筆者は唐草文帶四神四獸鏡（黒塚 24 と椿井 M3 他多数、目録 44）、三神四獸鏡（黒塚 10 ほか、目録 40）を同一工人の作ではないかと指摘している〔鈴木 2000(2)〕。同一工人か同一工房かの判

断は先に譲るとして、製作技術の近似した鏡群がいくつも存在することの意味は大きい。西田氏の指摘する鏡群は中国出土画文帯同向式神獣鏡などに近い位置にある鏡群であり、筆者が指摘する2種の鏡群も画文帯神獣鏡などの立体表現が直接継承型技術移転されたという範疇に入る。一方、森下氏が挙げる鏡群は立体表現が退化しようとする段階にあり、岸本氏が挙げる鏡群は筆者が指摘するところの「卵に目鼻鏡」の群である。技術移転論から見て様々な段階にあるものが、どの段階でも同一工人が異種の鏡を作っているものがあるのは、三角縁神獣鏡の生産体制を考える上で重要である。こうした調査は2面以上の鏡を並べて調査出来る環境があって初めて可能になる。鏡研究のデジタル化が進みつつある現在、こうした成果が今後数多く報告されることが期待される。

5. 鏡の技術移転図

3. 4項で述べた時間軸と空間軸の技術移転の範囲を縦軸を時間、横軸を空間に見立てた図に表してみた。まだ、一部を述べたに過ぎないし筆者の独断による点が多いことは否めないが、今後の研究の進展のためにあえて提示させていただいた。諸賢のご批評を仰ぎたい。

註・参考文献

- (1) 現代の技能教育分野で使われている用語では、仕事を手伝わせる中で教育していく手法を「OJT (On the Job Training)」と言い、技術伝承の最も有効な方法で、その重要性は今後も変わらないと考えられている。
- (2) 同范(型)鏡群の鏡には、一つ一つの鋸歯文(概ね二等辺三角形)の二辺が細い凸線になっている鏡があるが、外区が研磨加工されているものはその凸線は削り取られてなくなってしまっていて全くの平面になっている鏡もある。
- (3) 「静岡県大塚山古墳出土三角縁「天王日月」銘鳥獣文帯階段式神獣鏡などの同范(型)鏡群」とは、「天王日月銘鳥獣文帯同向式神獣鏡(目録9)」のことであり、他に椿井大塚山M25鏡、湯迫車塚鏡、久保鏡がある。
- (4) 「目録9」は『大古墳展』掲載「三角縁神獣鏡出土地名表」の目録番号に依った。
- (5) 三角縁神獣鏡復元研究の成果は、福島県文化財センター白河館(通称まほろん)の特別展「復元!三角縁神獣鏡」と同名で発行した図録で一部を公開した[鈴木2001]。本誌の拙論「三角縁神獣鏡復元研究」を参照されたい。

文 献

- 大橋一章 1997 『飛鳥の文明開化』吉川弘文館
- 勝部明生・鈴木勉 1998 『古代の技ー藤ノ木古墳の馬具は語る』吉川弘文館
- 岸本直文 1989 「神獣像表現からみた三角縁神獣鏡」『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部
- 小林 昭 1984 『新技術開発のヒント』工業調査会
- 鈴木 勉 1986 「飛鳥奈良時代の切削加工用彫刻たがねについて(第1報)ー造像銘、墓誌等に用いられたたがねー」『1986年度精密工学会春季大会学術講演会論文集』
- 鈴木 勉 1993 「古代生産技術のトランスファーエンジニアリング(第1報) 藤ノ木古墳出土金属製品の双連珠魚々子文」『1993年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集』
- 鈴木 勉 1996 「菅田丸山古墳出土鞍金具と5世紀の金工技術」『橿原考古学研究所紀要考古学論攷』第20冊
- 鈴木 勉 1998 「日本古代における技術移転試論Ⅰー技術評価のための基礎概念と技術移転形態の分類ー(金工技術を中心として)」『橿原考古学研究所創立60周年記念論集』吉川弘文館
- 鈴木 勉 2000(1) 「藤ノ木古墳倭装大刀出現の技術史的意義ー木彫金張り装の技術移転から6世紀の技術状況を考えるー」『由良大和古代文化研究協会紀要』第6号
- 鈴木 勉 2000(2) 「オーバーハング鏡が投げかける問題」『大古墳展』東京新聞社
- 鈴木 勉 2001 「最先端技術があかす三角縁神獣鏡のナゾ」『復元!三角縁神獣鏡』財団法人福島県文化振興事業団福島県文化財センター白河館発行
- 鈴木 勉 2002 「文字の技術史あれこれー 京都西本願寺鐘銘の挺出文字」『梵鐘』第14号

- 西田守夫 1971 「三角縁神獣鏡の形式系譜諸説」『東京国立博物館紀要』第6号
樋口隆康 1992 『三角縁神獣鏡綜鑑』新潮社
福永伸哉 1991 「三角縁神獣鏡の系譜と性格」『考古学研究』38-1
福永伸哉 2001 『邪馬台国から大和政権へ』大阪大学出版会
森下章二 1989 「文様構成・配置からみた三角縁神獣鏡」『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部

(本稿は『黒塚古墳から卑弥呼が見える』(天理市教育委員会 2002 年 10 月発行) 掲載の同名論文を加筆したものである)

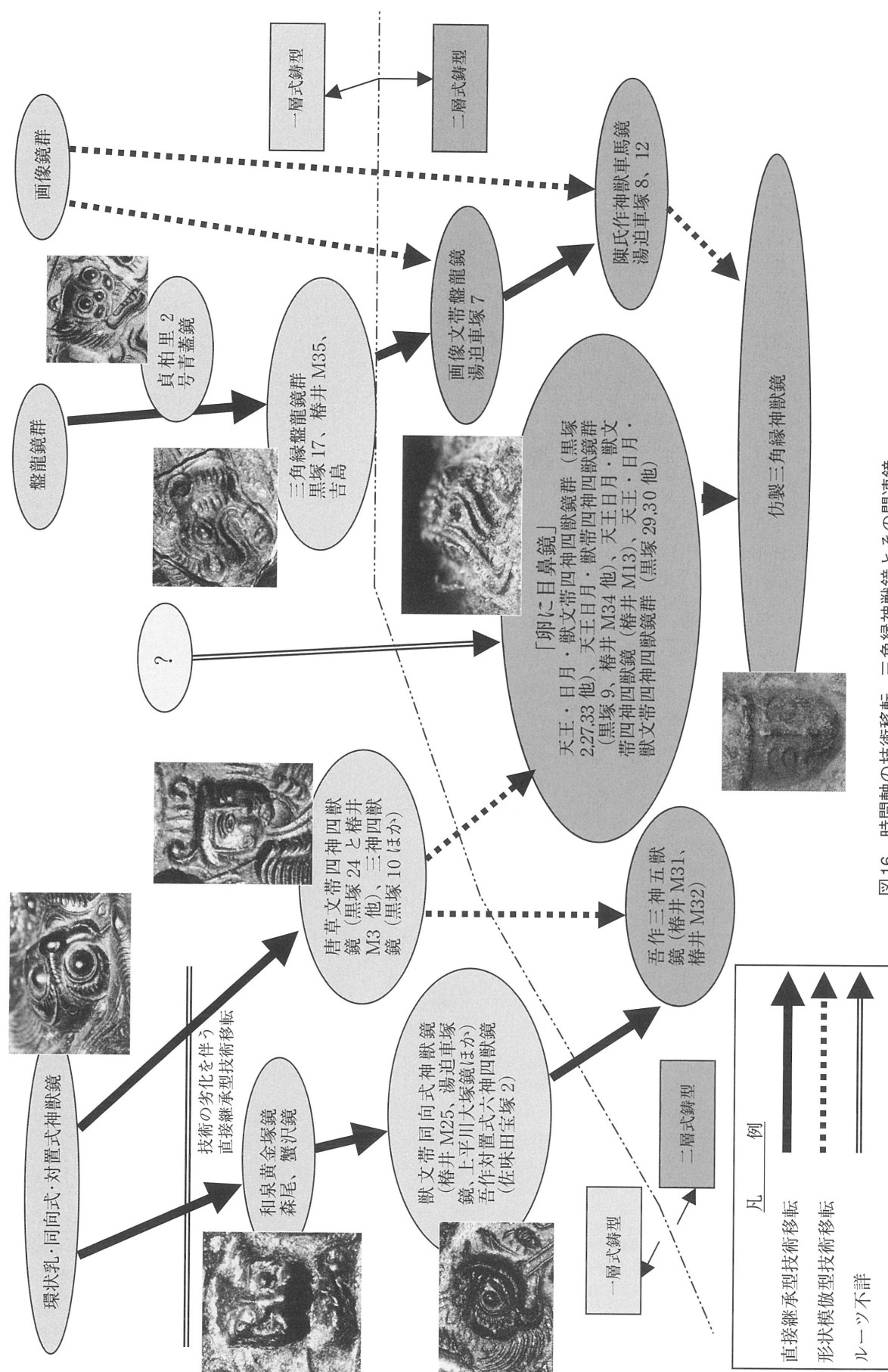


図16 時間軸の技術移転 三角縁神獣鏡とその関連鏡

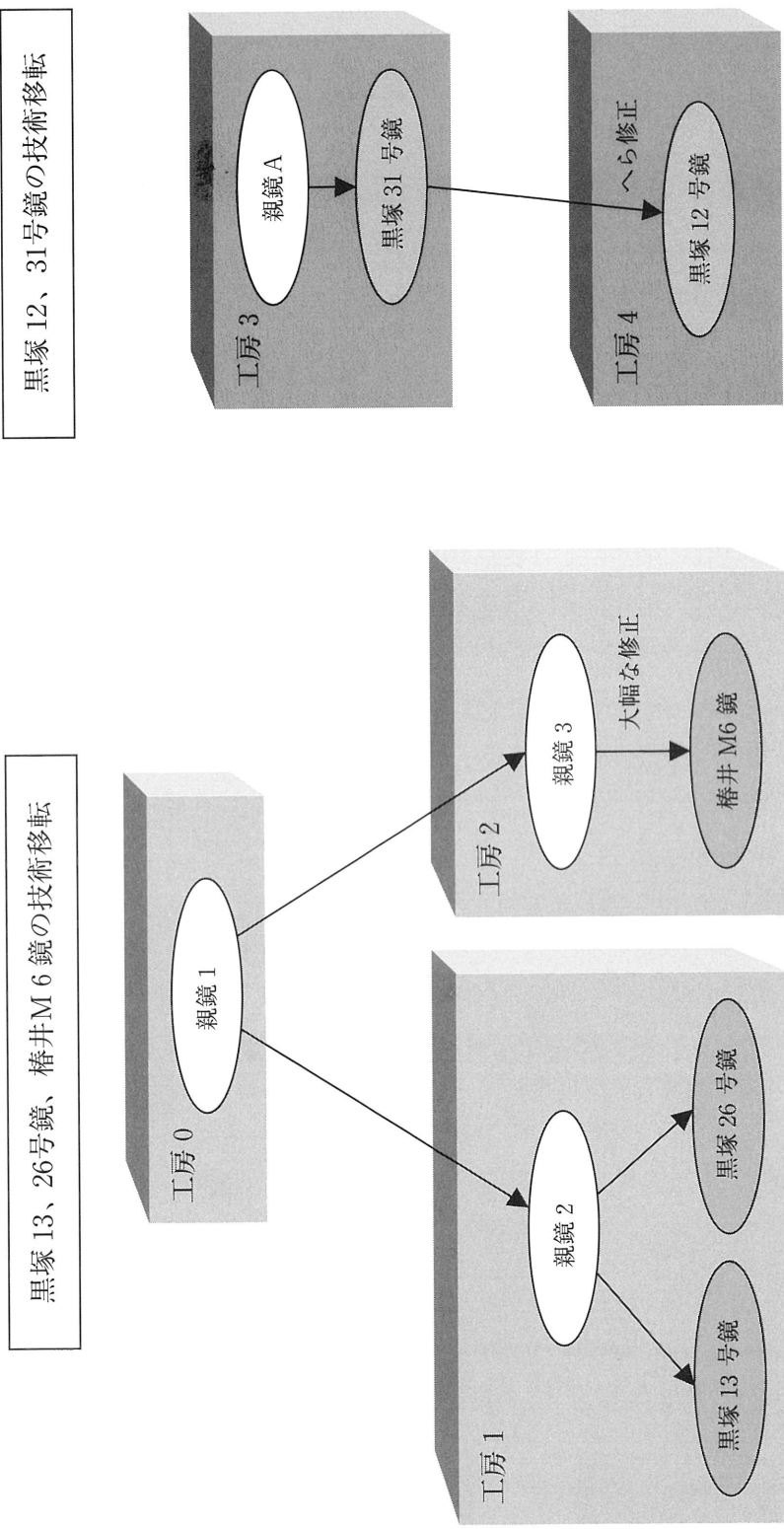


図 17 空間軸の技術移転 「卵に目鼻鏡の一例」

特定非営利活動法人 工芸文化研究所 定款（抜粋）

- 第1条 この法人は、特定非営利活動法人 工芸文化研究所 という。
- 第2条 この法人は、事務所を東京都品川区上大崎1丁目9番4号に置く。
- 第3条 この法人は、工芸文化財並びに歴史に関する研究、及び広く一般の個人と団体に対して、工芸技術の復元研究成果の普及に関する事業を行い、博物館等の公共団体や教育機関との協力連携のもと工芸文化の発展に寄与することを目的とする。
- 第4条 この法人は、前条の目的を達成するため、次の種類の特定非営利活動を行う。
- (1) 文化、芸術またはスポーツの振興を図る活動。
 - (2) 社会教育の推進を図る活動。
 - (3) 子供の健全育成を図る活動。
 - (4) 国際協力の活動。
- 第5条 この法人は、第3条の目的を達成するため、特定非営利活動に関する事業として、次の事業を行う。
- (1) 工芸文化史の研究事業。
 - (2) 国、地方公共団体並びに文化研究財団との工芸文化共同研究。
 - (3) 工芸技術の復元制作研究。
 - (4) 工芸文化に関する講習会の開催、並びに講師の派遣などによる普及事業。
 - (5) 工芸文化研究者の育成を図る事業。
 - (6) 工芸文化研究誌の発行
 - (7) 工芸文化研究の啓蒙を図る事業。
 - (8) 工芸文化に関する諸外国との共同研究・指導協力の事業。

特定非営利活動法人 工芸文化研究所 役員名簿

理事長	鈴木 勉
常務理事	押元 信幸
理事	勝部 明生（龍谷大学教授）
	河上 邦彦（奈良県立橿原考古学研究所副所長）
	宮田 亮平（東京芸術大学美術学部学部長）
	佐藤 健二（東京都立産業技術研究所主任研究員）
監事	松林 正徳（松林彫刻所 社長）

文化財と技術 第3号

2004年1月10日印刷

2004年2月1日発行

編集	鈴木 勉
発行	特定非営利活動法人 工芸文化研究所
理事長	鈴木 勉
発行所	特定非営利活動法人 工芸文化研究所
理事長	鈴木 勉
	〒141-0021 東京都品川区上大崎 1-9-4
印刷所	(有)平電子印刷所
	〒970-8024 福島県いわき市平北白土字西ノ内 13