

群馬県白山古墳出土品の研究 2

諫早直人・大江克己・金宇大・降幡順子・山口欧志・吉澤悟

はじめに

群馬県前橋市に所在する白山古墳は、銅鏡や和同開珎、蕨手刀などが一括出土した古墳として有名である。追葬などを想定しない限り、この古墳への埋葬は和同開珎初鑄の和銅元年（708）以降であり、ともすれば古墳の築造も奈良時代に入ってから行われた可能性が想定され得る。最後の終末期古墳として、群馬県のみならず東国における古墳の終焉を考える上で極めて重要な資料と評価されている。同時に、和同銭に共伴する銅鏡や蕨手刀は、年代的な定点資料ともみなされ、他の遺跡から発見された類品との比較検討にも有益であろう。そこで、前稿「群馬県白山古墳出土品の研究 1」（諫早ほか 2017）では白山古墳の石室の概要をはじめ、各出土品の実測図や材質分析の成果など、まずは重要な基礎情報の整理・報告を行った。続く本稿は、その成果を踏まえ、遺物の考古学および自然科学的な比較検討を進め、さらに蕨手刀のX線CTスキャナー分析や和同開珎の三次元計測など、最新の技術や機器を応用した成果も併せて報告することにした。前稿と本稿を通じて、古墳時代研究はもとより、物質文化研究に広く活用されることを願うものである。

なお、本稿執筆の分担は文末に名前を記したが、前稿に引き続き、考古学的な位置づけを諫早直人（京都府立大学）と金宇大（滋賀県立大学）が、自然科学的検討の中で銅製品の分析・検討を降幡順子（京都国立博物館）が、X線CTスキャナーの調査を大江克己（国立アイヌ民族博物館設立準備室）が、和同銭の三次元計測を山口欧志（奈良文化財研究所）がそれぞれ担当し、その他の部分と全体のとりまとめを吉澤悟（奈良国立博物館）が行った。使用した図表や写真は、特にことわりのない限り各執筆者が作成・提供したものであるが、図1・2の昭和29年（1954）の現場図面については群馬大学の保管品を財団法人群馬県埋蔵文化財事業団がスキャンしたデータを借用、引用した。ご配慮頂いた藤森健太郎氏（群馬大学教育学部）、右島和夫氏（群馬県立歴史博物館）、深澤敦仁氏（同前）の各氏に感謝申し上げる次第である。

（吉澤）

1. 白山古墳出土品に関する追加情報

前稿の発表後、白山古墳出土品を地元「里帰り」させることが叶った。群馬県立歴史博物館のご協力により、テーマ展示「古墳と和同開珎—白山古墳出土品、群馬初公開—」（平成30年〔2018〕8月7日～9月24日）を開催して頂くことができたのである（深澤・右島 2018）。本品の存在を広く知ってもらふ好機であると共に、地元の研究者の意見や関連情報が集まれば今回の報告に反映できるとの期待もあった。展示会期中、はからずも白山古墳の土地所有者にお会いすることができ、昭和29

年当時の調査に関する新たな情報を得ることができた。本品の一括性を考える上で重要であると思われる、以下に要点を書き留めておきたい。

お話し下さったのは前橋市苗ヶ島町在住のS氏で、昭和29年の調査に氏の父親が参加しており（前稿の写真1-6の中の若い男性）、当時の詳しい様子を父親より直接聞いているという。当時、土地の開墾に際して和同銭を発見し、群馬大学の調査において情報提供したのは氏の祖父であった。石室や出土品についてはおおむね『宮城村誌』や『群馬県史』に報告されている通りであるが、その内容と異なる情報は次の2点である。

- a. 和同銭は8枚ではなく、当初は10枚存在した。2枚は祖父が個人的に保管していたが、後に紛失したようで、昭和51年（1976）に亡くなった際の遺品中にも存在しなかった。
- b. 和同銭が出土したのは石室の中ではなく、南西方向に3～4m離れた位置にあったやや大きな石の下から見つかった。銅鐲の位置については特に聞いていない。

まずa. に関して、古墳出土の和同銭では最多とされる8枚が、さらに多く存在したことは驚かされる。2枚の紛失は惜しまれるが、現在の問題として重要なのは、既存の8枚のセットに経済的・信仰的な意味を見出すのは危ういということであろう。地鎮や胞衣埋納、火葬墓への副葬などを含めて古代の銭貨の埋納数にまだ規範的なものは見出し難く、また墓に入れる銭貨が6枚（六文銭）に定着するのは中世後期からとの指摘もある（小林 1997・1999）。そうした中、八角墳や八葉蓮華文など、8という数字に特別な意味を探り、古代の銭貨埋納の先例とするのは魅力的であるが、もはやそれも難しくなったようである。

b. については、和同銭が、大刀や鉄鎌などとは別の位置にあったことになり、一括性ひいては同時代性を疑わせる情報として看過できない。群馬大学の尾崎喜左雄氏は、白山古墳の調査成果を掲載した『宮城村誌』の中で、和同開珎は「八枚出土している。調査前に出土したもので、発掘者である土地の所有主の話から推すと、玄室中央右壁寄りのあたりのようである」と書き、銅鐲は「和銅開珎と同じく既に地主により発掘され、はじめは稍完全に近いものであったが、多少光沢があることとて、破損の個所から破りとり、遂に口縁部のみを残すような有様になっていた」と報告している（尾崎 1973）。同時に直刀についても「和銅開珎及び佐波理の近くに、二本並べて配置してあったということである」との伝聞を載せている。これによれば、和同銭8枚と銅鐲、大刀2本が発見されたのは石室の中ということになり、今回寄せられた情報とは大きく食い違っている。

幸い、群馬大学には昭和29年10月の調査現場で作成された原図が残されており、遺物の出土位置を確認することができた（図1）。破壊を逃れた石室の奥壁寄りから、発掘調査によって鉄鎌や蕨手刀が発見されており、その原位置が記録されている（図1の右下の囲み。蕨手刀は石室中央の列石上で発見）。それに対して石室中央の右寄りに「推定」と注記した丸囲みがあり、その中に「和銅片」、「サハリ」そして2本の「大刀」（図中の矢印は切先の方向〔入口方向〕を示すとみられる）が記入されている（図2）。これは開墾の際に発見された遺物の位置を尋ねて書き留めたものとみられ、尾崎氏の報告はこの図と注記をもとに執筆されたと考えられる。

一方、新情報では、和同銭は石室の南西方向で発見されたとされ、当時の伝聞記録とは反対方向

である。後世のかく乱の影響も排除できないが、発見場所に大石があったという点を解釈して、そこに古墳とは別の遺構が存在した可能性も想定できる。時期的に最も蓋然性の高いのは奈良時代の火葬墓（当地周辺では石製骨蔵器が用いられる）であるが、過去にこれほど多くの錢貨を伴う例は東国にはなく、群馬県の火葬墓で副葬品を伴う例も皆無である（津金澤 1991）。他の可能性としては、白山古墳の外構の一部、例えば前庭部とそこに置かれた追納品と推定することは可能であろう。同古墳の石室は入口付近を著しく破壊されていたが（図1左下）、その全長は約7mと推定されている（尾崎 1973）。入口からさらに南に向かってハ字に開いた前庭部が存在したとすれば、「南西方向に3～4m離れた位置」の大石はその一部であったと解釈できるかもしれない。和同銭は埋葬後まな

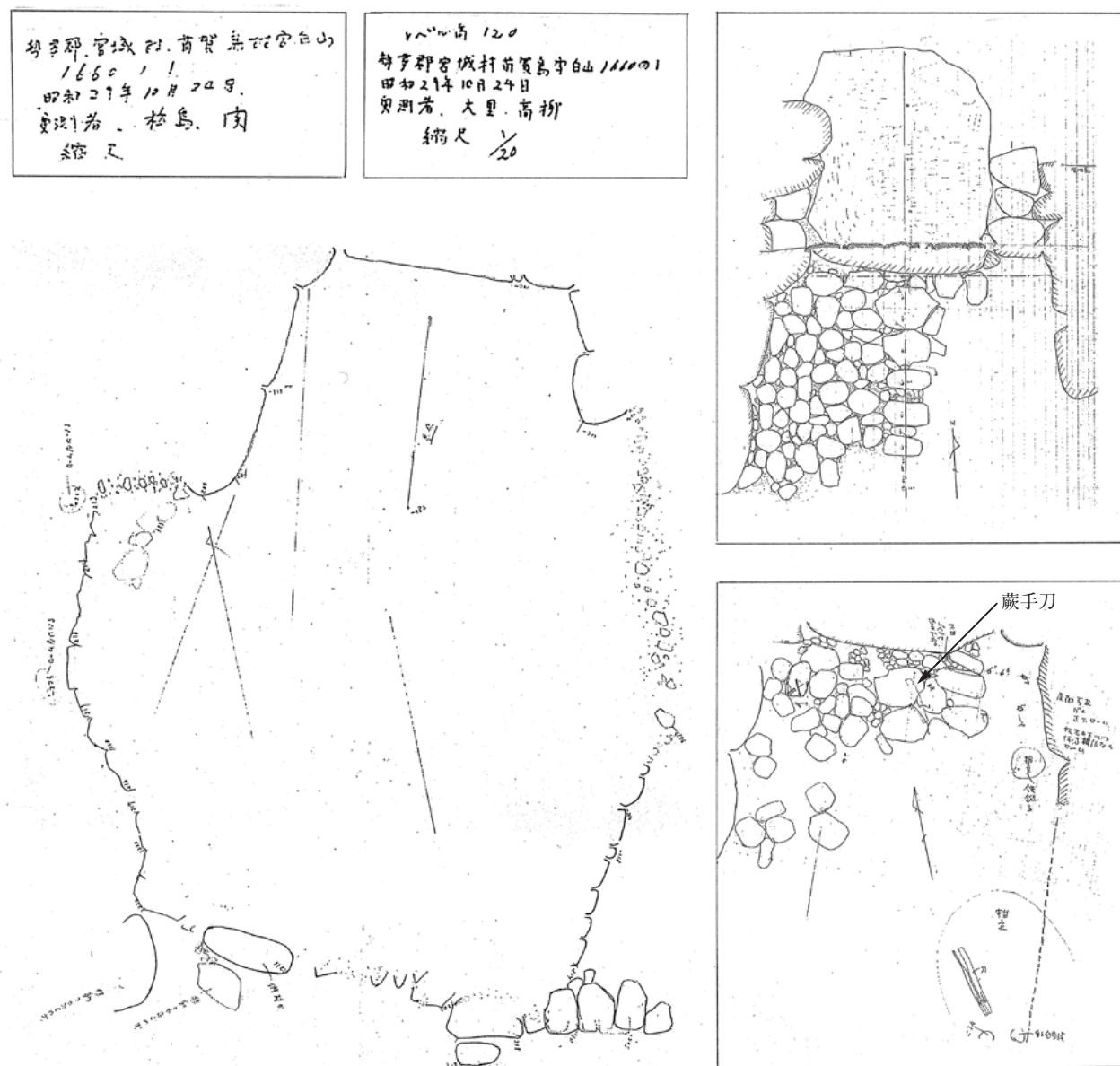


図1 白山古墳の調査原図（昭和29年10月24日作図）※縮尺不同

左上：図面の注記／住所、調査日、作者名、縮尺が記されている
 左下：石室全体図／左右の側壁や入口付近が破壊されている。奥壁付近のみ当初の状況を留めている
 右上：奥壁と敷石状況／床面中央に仕切りのような列石が設けられている。右側の敷石は失われている
 右下：奥壁付近の遺物出土位置／中央に蔵手刀、右脇に鉄鎌。右下方に「サハリ」（銅鏡）や和同銭の「推定」位置が記される

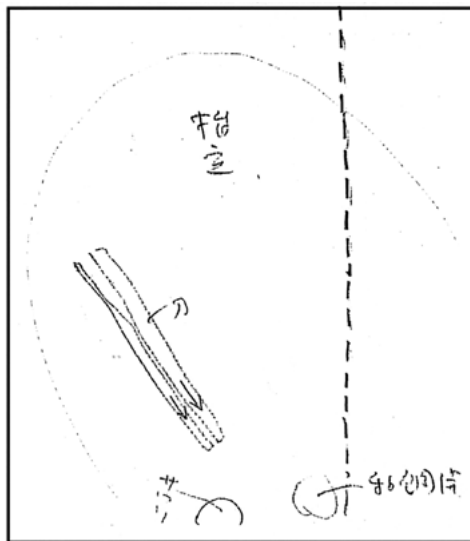


図2 和同銭と銅鏡、刀の出土地点推定図
(図1右下図の拡大)

く行われた墓前祭祀でここに置かれたものと推定することもできよう。なお、白山古墳の南方約7kmにある多田山古墳群では、多田山12号墳(7世紀後半頃)の前庭部から唐三彩の陶枕が見つかった(深澤 2004)。当地周辺で、墓前に貴財を奉納する例があることは、この推測に力を与えるものである。

依然として、昭和29年当時の伝聞と今回の情報が食い違っている理由は定かではない。ただ、もし後者が事実であったとしても、上記の推測のように和同銭が前庭部に置かれたものであったならば、それも白山古墳への埋葬に関わる遺品であり、石室内から出土した蕨手刀や鉄鎌との時期差はそれほど大きくないのかもしれない。この

点は、前庭部で見つかる遺物の年代が石室内の副葬品

とどれほど差があるかを他の古墳で検証・比較する必要があるだろう。ともあれ本稿では白山古墳に関する基礎資料として、新たな情報を追加報告しておく次第である。(吉澤)

2. 白山古墳出土品の考古学的位置づけ

(1) 銅鏡

I. 名称—銅鏡か佐波理鏡か

白山古墳から出土した銅鏡については、これまで「銅鏡」(斎藤ほか 1959)、「佐波理」(尾崎 1966・1973)、「佐波理鏡」(松本 1981a)として報告されてきた。呼称の問題は一見すると些末な問題にも思えるが、白山古墳例に限らず、同じような混乱が生じており、研究者の間でも見解の一致をみない。この問題を考える前に白山古墳出土銅鏡(図3-5)の形態的特徴を今一度整理しておこう。

- ・残存高5.8cm、口径(復元)15.2cm、重さ81.6g。
- ・底部は欠失しているものの、無台丸底の可能性が高い。
- ・口縁部は厚さ2.2mmでなだらかに肥厚する。
- ・口縁部外面に2条、内面に1条の浅い凹線をめぐらせている。
- ・内外面に轆轤挽きによる横方向の切削痕跡が観察され、器壁は最も薄いところで0.3mmである。

前稿において、筆者は以上のような形態的特徴と、轆轤挽きによる非常に薄い器壁から、 casting後、熱処理したのち切削することを特徴とする佐波理の可能性が高いと判断した(諫早ほか 2017)。また降幡順子も透過X線撮影によって casting時に発生した castingとみられる痕跡が確認されること、顕微鏡による表面観察で切削痕が明瞭に確認されることを指摘した上で、蛍光X線分析の結果、銅68～70%、錫29～30%、鉄・ヒ素・銀1%以下で、「分析値から判断すると錫(Sn)の含有率が高く不純物の少ない化学組成といえるため、いわゆる佐波理の可能性はある」と結論づけた(諫早ほか 2017)。

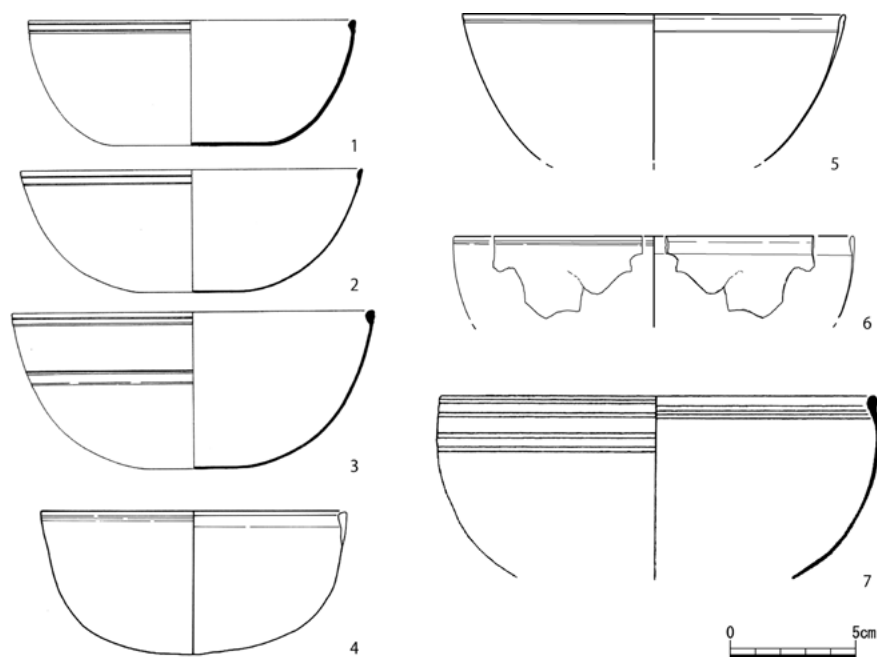


図3 白山古墳出土銅鏡とその類別 (S=1/3)

1～3：皇龍寺塔心礎下 4：黒本谷古墳 5：白山古墳 6：藤原宮 SD170 7：富士山Ⅰ遺跡1号古墳

「佐波理」については、かつては「銅・錫・鉛を含む鋳物用の合金」と考えられていたが（小林 1962など）、正倉院宝物の佐波理製品⁽¹⁾に対する蛍光X線分析によって、銅に20%程度の錫を含む黄銅色ないし灰銅色の合金（二元系高錫青銅）で、鋳造後、熱処理⁽²⁾したのち切削または鍛造することを特徴とすることが明らかとなっている（成瀬 2002など）。白山古墳例と同じ無台鏡についても分析がおこなわれ、同様の結果が得られている（木村ほか 1990・1991）。いずれも非破壊分析のため、定量的な比較は難しいが、白山古墳例の化学組成も銅に一定量の錫を含む二元系高錫青銅であること、轆轤挽きによる切削痕跡や器壁の薄さから熱処理の存在が推定されることから、これを正倉院宝物と同じ「佐波理」と呼ぶことに支障はない。一方で、「佐波理」の語が確実に用いられるようになるのは近世以降であること、白山古墳例と前後する時期の同じ形態の銅製容器（鏡）の化学組成が多様であることが明らかとなりつつあることをふまれば、同一形態の銅製容器（鏡）を「銅鏡」と「佐波理鏡」に厳密に区別することはあまり意味のあることとは思えない。分析資料が氷山の一角にすぎない現状においては、ひとまず銅を主成分とする鏡を「銅鏡」とした上で、形態だけでなく化学組

（1）正倉院宝物の佐波理製品には皿が約620枚、加盤が鏡と蓋を合わせて約430枚、匙が約350本ある（成瀬 2002）。

（2）熱処理とは「鋳造・鍛造した錫青銅や炭素銅などの合金が冷えて常温の固体になってからのち、再度加熱・保温・冷却したり、加工を加えたりして、その内部の組織体を変化させる」行為で、焼き入れ、焼き戻し、焼きなましや熱間鍛造、冷間鍛造などの方法がある（西村 2000）。これによって靱性・強度が大きくなり、硬度が下がり、轆轤を用いて器面を切削し、器壁を非常に薄く仕上げるのが可能となる。

（3）奈良・平安時代には一般に「白銅」と呼ばれたが、これには鏡のような熱処理をしないものも含まれる（成瀬 1999）。なお 天平勝宝四年(752)の「買新羅物解」には「白銅五重鏡」にくわえて「迦羅五重鏡」がみえ、これも佐波理鏡を指すとみられるが、両者にどのような違いがあったのかについてはよくわかっていない。

成や製作技術なども正倉院宝物と共通するものについてのみ「佐波理鏡」とするのが妥当であろう。白山古墳例に関していえば、まずは「銅鏡」として把握すべき資料であり、かつ「佐波理鏡」の基準も満たす資料ということになる。

Ⅱ. 製作時期と製作地

銅鏡（無台鏡）については毛利光俊彦による分類があり、それに照らし合わせれば白山古墳例は無台鏡AⅡb類に該当する（毛利光 1978・1991）。毛利光は飛鳥時代前半にまず多数の沈線をめぐらせるAⅠa類が盛行した後、一部これと重なって口縁部にのみ沈線をめぐらすAⅡb類が出現し、飛鳥時代後半から奈良時代にかけて盛行したとみた（毛利光 1991）。無台鏡AⅡb類自体は鳥取県黒本谷古墳（図3-4）や京都府畑山3号墳など飛鳥時代前半の古墳からすでに出土しており、底部形態と沈線に着目した既往の分類案では細かな製作時期の追求は難しい。

製作地については、同じような形態の特徴をもつ資料が伝世品・出土品を問わず多数確認されている日本列島の可能性と、中国や朝鮮半島など大陸からの輸入品の可能性が考えられる。まず日本列島における銅鏡の生産開始時期については、元明天皇の一周忌に際して灌頂幡などとともに「銅鏡器一百六十八」を造ったという『続日本紀』養老六年（722）十一月の記録を史料上の初出とする。これに対し鉛同位体比分析から、それを大きく遡る飛鳥時代中頃には日本列島産原材料を用いた銅鏡の存在が指摘されている（馬淵 1994、澤田ほか 2011・2019など）。また、高脚付鏡A類など大陸に類例のない器種の存在から、日本列島における銅鏡の製作開始時期を飛鳥時代初頭（推古朝）にまで遡らせてみる意見も早くからある（毛利光 1978・1991、桃崎 2017など）。

ただし、日本列島産原材料を用いた銅鏡には鉛に加えて一定量のヒ素が含まれることが明らかとなっており（澤田ほか 2011・2019など）、白山古墳例とは化学組成がまったく異なる。643～645年に埋納時期が限定される新羅の慶州皇龍寺木塔心礎下から無台鏡AⅠa類やBⅠb類と一緒にAⅡb類が出土していること（図3-1～3）⁽⁴⁾（文化財管理局文化財研究所 1984）、正倉院宝物の佐波理加盤第15号（無台鏡BⅠc類の四重鏡）の緩衝材に新羅文書の反故紙が用いられており、天平勝宝4年（752）前後に新羅からもたらされた舶載品とみられること（鈴木 1985など）、白山古墳例と似た化学組成をもつ岡山県定北古墳出土銅鏡蓋が鉛同位体比分析の結果、朝鮮半島産原材料を用いたとみられることなどをふまえれば⁽⁵⁾（澤田ほか 2011・2019など）、白山古墳例についても朝鮮半島、とりわけ類例の出土している7世紀中葉以降の新羅で製作された舶載品の可能性が極めて高い。無台鏡AⅡb類の製作時期の下限については、新羅文書から天平勝宝4年（752）前後に将来したとみられる正倉院宝物佐波理加盤第15号がすべて凹線をめぐらせないBⅠc類であることを参考にすれば、奈良時代中頃以前に求めら

（4）報告書で図化された3点は、塔心礎の根石の間から3個重ねた状態で出土したものである。これ以外に、塔心礎下部の周辺や構築土層から20余点分の銅鏡が出土しており、形態のわかるものはいずれも無台鏡で、外面に細線を2・3条めぐらせるものもあるが、大部分は無文とのことである（文化財管理局文化財研究所 1984）。

（5）澤田秀実は「定北古墳出土銅鏡でみられる「佐波理」的な銅スズ成分比を持つものは、現状で国産原材料を使用する銅鏡の中にはみられない」ことから、「朝鮮半島ないし中国で製作されたと考えるのが自然だ」とする（澤田 2018）。

れる可能性が高い。

なお日本列島出土銅鏡の中で、朝鮮半島産原材料を用いたものの化学組成に注目すると、黒本谷古墳例や岡山県殿田1号墳例のような飛鳥時代前半およびそれ以前の銅鏡は、銅錫に加えて20%ほどの鉛を含む三元系高錫青銅であるのに対し、飛鳥時代中頃に位置づけられる定北古墳例は白山古墳例同様、二元系高錫青銅である点が注意される(表1)。持田大輔は製作年代については不明としつつも、「朝鮮半島において銅製容器の素材が銅錫鉛合金から銅錫合金へと変化した可能性」を指摘しており(持田 2012)、同じ無台鏡AⅡb類に該当する黒本谷古墳例と白山古墳例の化学組成の差は、同一製作地(新羅)における製作時期の差を反映している可能性が高い。今後、新羅出土銅鏡に対する鉛同位体比分析がおこなわれるようになれば、製作時期や製作地についてより確かな議論が可能となろう。

表1 白山古墳とその類例の金属成分(数値は%)

地名	古墳名	器種	銅	錫	鉛	ヒ素	銀	鉄	備考	出典
鳥取	黒本谷古墳	無台鏡AⅡb	62.9	14.4	21.9	0.2	0.1	0.1	飛鳥時代前半／ 朝鮮半島産鉛	澤田ほか 2011
岡山	定北古墳	銅鏡蓋	73.4	23.4	1.7	0.3	0	0.6	飛鳥時代中頃／ 朝鮮半島産鉛	澤田ほか 2011
群馬	白山古墳	無台鏡AⅡb	68.2	30.1	—	0.6	0.6	0.5		諫早ほか 2017
奈良	藤原宮SD170	無台鏡AⅡb or BⅡb	74	24	—	0.5	0.3	1.2	飛鳥時代後半	諫早・降幡 2015
群馬	富士山1号墳	無台鏡AⅡb	71.5	26.7	0.3	0.1	—	1.1	飛鳥時代後半	長柄ほか 2013

Ⅲ. 群馬県内出土事例との比較

群馬県内からは寺院、集落、古墳などからこれまでに33点の銅鏡が出土している(長柄ほか 2013)。形状のわかるものの多くが無台鏡にあたるが、白山古墳例のようなAⅡb類はまだほかに出土していない。一部の資料については村上隆や長柄毅一らによって蛍光X線分析がおこなわれ、前橋市富士山Ⅰ遺跡1号古墳前庭部出土の銅鏡片(AⅡa類)、前橋市鳥羽遺跡出土の銅鏡片2点(Ic類)、渋川市有馬遺跡出土の銅鏡片(型式不明)について佐波理(二元系高錫青銅)の可能性が指摘されている(村上 1998、長柄ほか 2013)。それらの中で最も古い事例が共伴土師器から7世紀第4四半期に位置づけられている富士山Ⅰ遺跡1号古墳例(図3-7)である。飛鳥時代中頃から奈良時代前半に製作時期を求められる白山古墳例についても、富士山Ⅰ遺跡1号古墳例とともに、群馬県内における古墳に副葬された「銅鏡」の中では最も新しく、集落遺跡出土品を含む「佐波理鏡」の中では、最も古い一群として評価して差し支えないであろう。

なお白山古墳例が新羅で製作されてから白山古墳に副葬されるまでの流過程については不明といわざるを得ないが、法隆寺献納宝物や正倉院宝物などの伝世資料に加えて、藤原京や平城京から出土した銅製容器の中にも佐波理(二元系高錫青銅)の無台鏡が散見されることからみて(諫早・降幡 2015・2016)、和同開珎などと同じく、都からもたらされた、あるいは都で入手した可能性が高い。

(6) 『上毛古墳綜覧』では「荒砥村第一五〇号墳」として搭載され、平成4年度に「荒砥富士山古墳」として前橋市史跡に指定されている。

とりわけ藤原宮東面北門付近 (SD170) 出土例とは化学組成だけでなく口縁部などの形態的特徴も酷似する (図 3-6)。飛鳥時代において古墳や寺院以外で銅鏡が出土することは宮都を除けば基本的になく、白山古墳の被葬者は、同時期の宮都においてもごく一部の人々が使用していた製品を入手していたといえることができる。 (諫早)

(2) 大刀

I. 問題の所在

前稿において、白山古墳から出土した大刀は、方頭大刀と蕨手刀、鉄装大刀の 3 振りであったことを明らかにした。いずれも遺存状態が比較的良く、装具を含めた全体像をうかがえる良好な資料である。また、方頭大刀と蕨手刀の共伴事例は全国的にも稀少であり、その意義は大きい。

方頭大刀は、主に古墳時代以来の装飾付大刀の最終段階として論じられることが多く、7 世紀代のイメージが強い⁽⁷⁾のに対し、蕨手刀は主に奈良時代以降の刀として認識されてきた。そのため、これらの間には漠然と一定の年代差を想定する傾向がある。しかし、白山古墳の年代を考える上で、方頭大刀と蕨手刀の間に大きな年代差を想定するか否かは、白山古墳における追葬の有無を想定し得るかどうか、といった点に直結する重要な問題である。そこで本稿では、「方頭大刀と蕨手刀には副葬のタイミングを異にすると考え得るだけの明確な年代差があるのか」という点に焦点を当て、若干の考察を試みたい。

II. 既存の研究成果からみた年代的評価

まず、これまでの研究成果から、白山古墳で出土した方頭大刀と蕨手刀にどのような年代的評価が与えられるのかを整理したい。白山古墳の方頭大刀 (図 4-2-1) は、先端に向かって裾拡がりの形状を呈する銅製方頭把頭を備える。これは、瀧瀬芳之が「変形柄頭」とした方頭大刀の中でも「鉾頭式」に該当し (瀧瀬 1984)、豊島直博による分類では「B2 類」に相当する (豊島 2014)。一方、これにともなう佩用金具は銅製の台状双脚足金具である。佩用金具については、古くから単脚足金具→張出双脚足金具⁽⁸⁾→台状双脚足金具という変化が指摘されており (穴沢・馬目 1979)、その後の研究でも追認されてきた (瀧瀬 1991、下江 2001、豊島 2014)。とりわけ下江健太は、上記の足金具の変遷を基準に方頭大刀編年の画期を設定しており、白山古墳例の台状双脚足金具は最も新しい「方頭大刀 3 期」の指標とされる。豊島の編年検討においても、台状双脚足金具は新相の資料に多く採用されるものと位置付けられているが、「B2 類把頭」は主に張出双脚足金具をとめない、台状双脚足金具を備える例は限られる。

以上を総合すると、白山古墳の方頭大刀は、下江編年 3 期、豊島編年 4 期に該当する。豊島によ

(7) 例えば、上野国で出土した蕨手刀の分析を試みた黒済和彦は、白山古墳の年代について主に和同開珎を根拠に 8 世紀前葉以降と理解しているが、共伴した方頭大刀については、瀧瀬芳之の編年 (瀧瀬 1984) に依拠して 7 世紀後葉としており、言外にある程度の年代差を想定している (黒済 2018)。

(8) 「張出双脚」足金具とは、八木光則により「双脚上部の杵形槽が前後に張り出すもの」と定義された分類名称である (八木 1996)。瀧瀬芳之が「段付張出形」足金物と呼ぶ資料群 (瀧瀬 1991) に相当する。

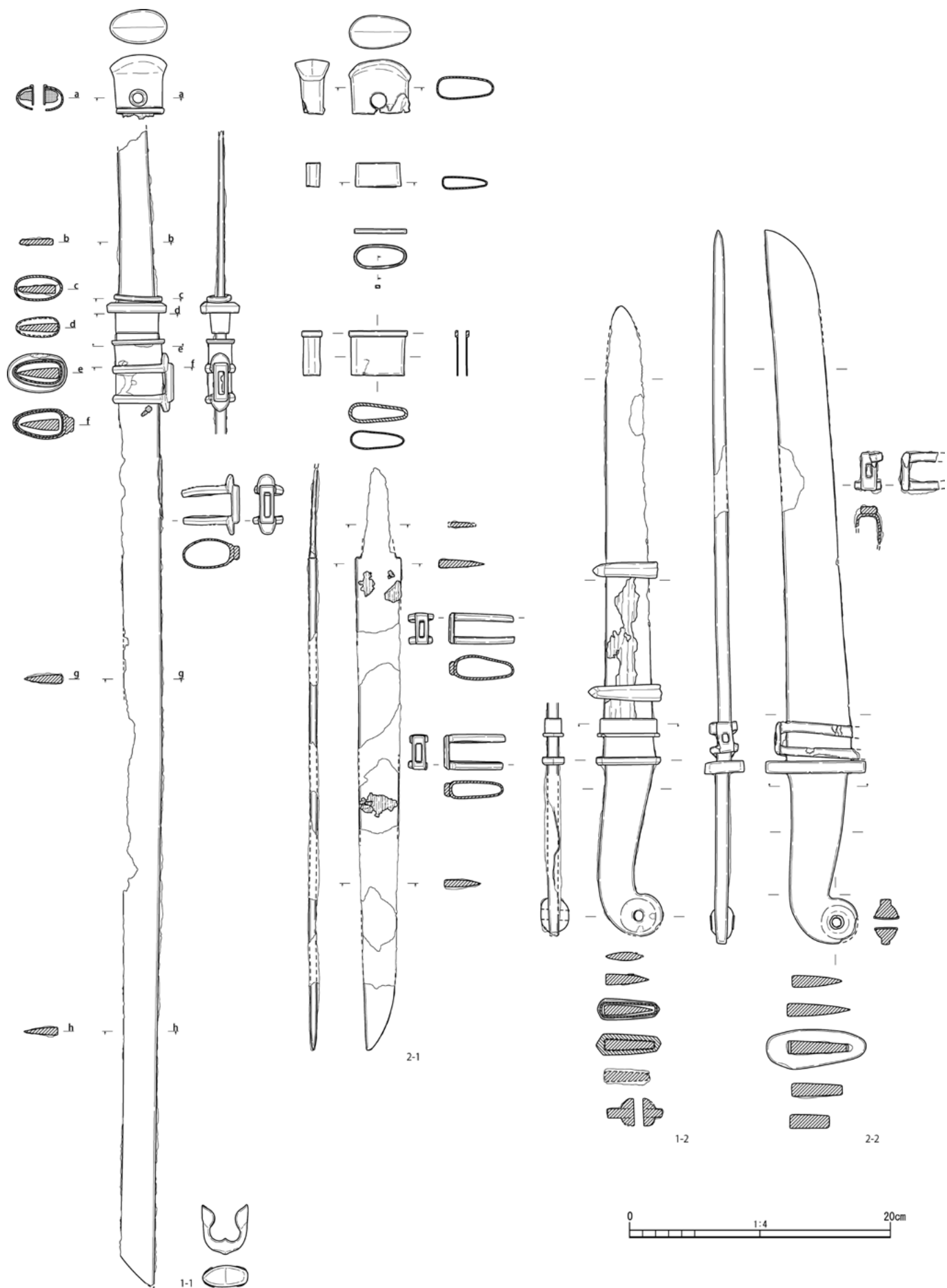


図4 群馬県内の方頭大刀と蕨手刀の共伴事例 1. 御門1号墳、2. 白山古墳

る実年代基準にしたがうならば、その年代は7世紀第4四半期頃となる。⁽⁹⁾

次に、蕨手刀(図4-2-2)の年代的評価について考えてみたい。現在まで、蕨手刀の編年研究における基礎とされてきたのが、八木光則による「柄頭の形態」および「柄の反りと絞り」を中心とする編年である(八木 1996)。八木の基準に照らすと、白山古墳の蕨手刀本体は、「柄の反りと絞りが弱い柄頭E」すなわち「柄頭1」に該当し、8世紀前葉を中心とする年代が与えられる(八木 1996、八木・藤村編 2003)。しかし問題となるのは、白山古墳例にともなう鉄製台状双脚足金具である。正倉院伝世の黒作横刀(蕨手刀)で鉄製台状双脚足金具が装着されていることなどから、鉄製台状双脚足金具は8世紀中葉を中心とする時期に用いられたとされている。⁽¹⁰⁾

一方、近年蕨手刀を総合的に分析した黒済和彦は、「柄の絞り」と「刃の反り」に着目した編年を試みており、白山古墳例は「Ⅲ古類」に該当する(黒済 2018)。「Ⅲ古類」には7世紀末から8世紀前葉の年代が与えられ、八木よりもさらに古い年代幅で理解される。ただし、足金具の変遷および年代観については八木の認識にしたがっており、「(足金具は)佩用者の嗜好によって付け替えが可能」なため、古い型式の刀に台状双脚足金具が装着されても「不自然ではない」とする(黒済 2018)。⁽¹¹⁾

以上、先学の認識にしたがえば、鉄製台状双脚足金具をとともなう白山古墳例は、副葬時の年代が8世紀中葉に近い時期ということになる。先に言及したように、方頭大刀の年代を7世紀第4四半期と考えるならば、少なくとも20年から30年の年代差を見積もる必要が生じる。とすれば、方頭大刀と蕨手刀の副葬のタイミングは、異なっていた可能性が高いということになる。

しかし、鉄製台状双脚足金具の存在を根拠に、方頭大刀と蕨手刀の間に大きな時期差を積極的に認めてしまうのには、やや躊躇をおぼえる。そこで、群馬県内の事例との比較を通して、白山古墳出土蕨手刀の年代をもう一度検討してみたい。

Ⅲ. 群馬県内出土の蕨手刀

白山古墳同様、方頭大刀と蕨手刀が共伴する古墳に、群馬県昭和村の御門1号墳が知られる(小村編 1996)。御門1号墳では、豊島分類B2類の方頭大刀(図4-1-1)が出土しているが、台状双脚で

(9) 豊島は、方頭大刀の実年代比定に際し、飛鳥地域での出土例を積極的に文献史料と関連付けて年代を導いている(豊島 2013・2014)。豊島の研究は、装飾付大刀の実年代を考える上で新たな視点を探る試みとして高く評価される。ただ、双脚足金具の年代に関して、奈良県石神遺跡第15次調査で出土した張出双脚足金具(石橋ほか 2003・松村ほか編 2012)を年代の定点とする見解については、やや慎重に捉えておきたい。豊島は、石神遺跡第4次調査で藤原宮期の土坑やその造成整地土から大量の鉄鏃が出土したことから、天武朝期の石神遺跡を『日本書紀』天武元(672)年六月二十九日条に記された武器収納施設「小墾田兵庫」に比定する相原嘉之の見解(相原 2011)を援用し、石神遺跡出土の双脚足金具に672年を前後する年代を付与している(豊島 2014)。しかし、第15次調査区は石神遺跡の中でもかなり北寄りに位置している。相原も指摘するように、鉄鏃の集中出土がみられた遺跡南半部と北部の遺構はそれぞれ性格を異にする可能性が残る。石神遺跡は正式報告書が未刊行で、双脚足金具の具体的な出土状況や共伴遺物が不明である点を勘案しても、石神遺跡出土双脚足金具の評価には、より注意深い検討が必要と考える。

(10) 共伴遺物から8世紀前葉の年代が想定される青森県丹後平2号墳出土の蕨手刀にも鉄製台状双脚足金具がともなうが、八木は、同例の櫓が前後に少し張り出していることから、張出双脚に近い例外的資料と認識している(八木 1996)。

(11) 八木分類の「柄頭1」は、黒済分類の「Ⅳ古類」ないし「ⅢⅣ複合古類」に相当し(黒済 2018)、分類の上でもやや齟齬がある。

はなく張出双脚の足金具をともない、白山古墳の方頭大刀よりは一段階古い製作年代が想定される。一方の蕨手刀(図4-1-2)は黒済分類Ⅲ古類⁽¹²⁾に該当し、白山古墳例と同じ型式であるが、付随する足金具は銅製の単脚足金具である。単脚足金具は、先述したように二足佩用の足金具としては最も古い形態とされるが、この単脚足金具は通有のものと比べて形状がやや特殊である点が注目される。

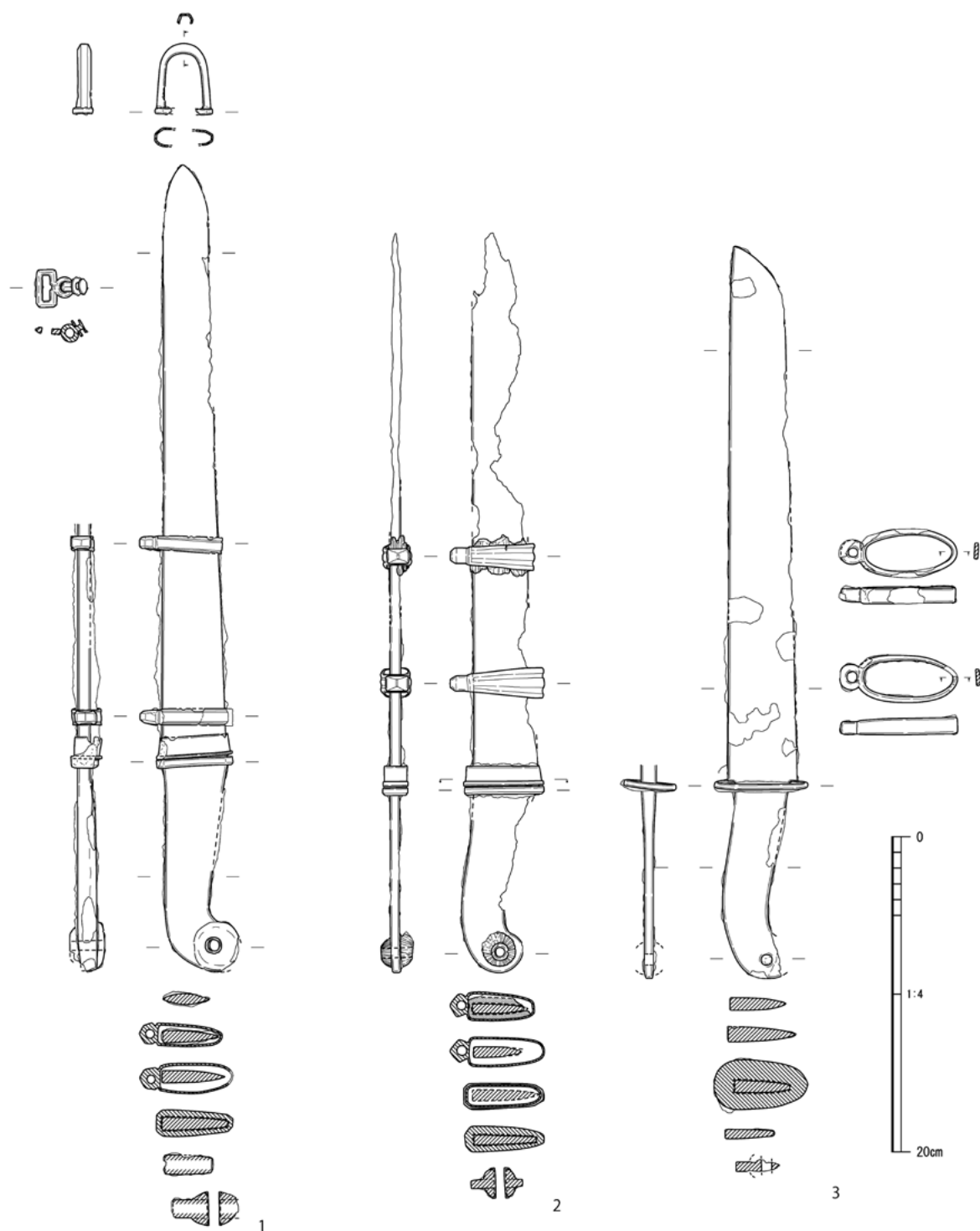


図5 群馬県内出土の短脚足金具をともなう蕨手刀 1. 政所宮前2号墳、2上原古墳、3. 下触牛伏1号墳

(12) 八木分類は把頭の形状の分類基準が曖昧で、型式判断が困難であるため、以後黒済分類に準拠する。

御門1号墳の単脚足金具は、脚部の幅が並行でなく、腹側に向かってやや裾拡がりになる。両縁に沿って二条の条線が走り、表面が波打つ。環状の吊り手部分も、背側中心が山状に尖っている⁽¹³⁾。こうした特徴をもつ単脚足金具は、他種の大刀にともなうものを含めてみても非常に稀であるが、同じ群馬県内の蕨手刀には数点の類例が確認される。群馬県みなかみ町の政所宮前2号墳例には、黒済Ⅲ古類の蕨手刀本体に御門1号墳例と同様の単脚足金具が採用されており(図5-1)、報告者も御門1号墳例との類似性を指摘している(日沖 2004)。さらに、前橋市の上原古墳例(群馬県史編さん委員会編 1981)には、黒済Ⅳ古類の蕨手刀本体に、より裾拡がり強調された単脚足金具がともなう(図5-2)。こうした特徴をもつ足金具は、他地域に類例を見出すことができない。

加えて、伊勢崎市の下触牛伏1号墳例(岩崎・小島編 1986)に注目したい。同例は、黒済Ⅲ古類の本体に単脚足金具を装着したものである(図5-3)。この足金具は、御門1号墳例や上原古墳例のように脚部が裾拡がりにはならず、幅が平行な通有の形状であるが、銅製でなく鉄製である。方頭大刀や蕨手刀に鉄製の単脚足金具がともなう例は極めて珍しく、管見では本例に限られる⁽¹⁴⁾。先に言及した特異な銅製単脚足金具や、本例のような鉄製単脚足金具の存在は、群馬県内で出土する蕨手刀の多くが、在地で生産されたものである可能性を強く示唆する⁽¹⁵⁾。

先述の通り、御門1号墳で蕨手刀と共伴する方頭大刀は銅製張出双脚足金具をともない、白山古墳例よりも古い段階の資料と評価される。御門1号墳の蕨手刀が在地での生産品であるとするならば、白山古墳に副葬された蕨手刀が製作された段階では、在地での蕨手刀生産はすでに可能であったと考えられる。さらに、白山古墳では、銅製台状双脚足金具をともない方頭大刀が共伴している。この方頭大刀は、全国の出土事例と共通した特徴を備えており、畿内の中枢からもたらされたものとみてよいだろう。したがって、銅製台状双脚足金具も畿内で製作されたと考えられるが、もし下触牛伏1号墳例のような鉄製装具の在地生産が可能なのだとすれば、方頭大刀と同様の足金具を鉄で模倣製作することはさほど困難ではなかったと推測される。とすれば、白山古墳例にともなう鉄製台状双脚足金具の年代を、他地域の事例と比較して銅製台状双脚足金具よりも年代を遅らせる必要はない。したがって、白山古墳の蕨手刀は、他の黒済Ⅲ古類や八木柄頭1と同様、7世紀末から8世紀前葉頃の年代幅で理解し得るものとする⁽¹⁶⁾。

Ⅳ. 小結

以上を総合すると、白山古墳出土の方頭大刀の年代は7世紀第4四半期頃、蕨手刀の年代は7世紀末～8世紀前葉となる。方頭大刀のほうがやや年代が古く、入手時期が先であった可能性が高い

(13) 御門1号墳の蕨手刀は、現在、単脚足金具のみ行方不明となっており、図4-1-2は足金具のみ報告書(小村編 1996)の図面から合成したものである。

(14) 八木分類では柄頭Aとされており(八木・藤村編 2003)、最古段階の資料と評価されているが、同例は把頭の湾入部が欠損しているため、正確な型式認定は困難であると判断される。

(15) ただし、実見調査がかなっていない単脚足金具をもつ蕨手刀に、鉄製のものが含まれる可能性は否定できない。下触牛伏1号墳例の足金具も、報告書に素材についての記述がなく、特に根拠のないまま銅製であるとの認識が共有されていた。

(16) 足金具のみが在地で生産され付け替えられたものである可能性も残る。しかし、足金具のみがつくられていたとしても、以下の論旨は成り立つ。

が、蕨手刀との年代の開きはさほど大きくなく、一被葬者が生前に入手し、一括して副葬したものと考えられる。その時期はおおよそ7世紀末から8世紀前葉頃となろう。少なくとも大刀の様相は、白山古墳において追葬がなされたことを積極的に示すものではないと考える。(金)

(3) 鉄鏃

I. 製作時期

白山古墳からは3型式17本の鉄鏃の出土が報告されていたが、今回の再整理で確認できたのは鑿箭式5本、腸袂三角式5本、腸袂柳葉式5本の3型式15本である(図6)。当該期の鉄鏃において時間的変化を最も敏感に反映する属性である茎関をみると、前二者はどれも四面段関をもち、後一者は古墳時代以来のナデ関をもつ。四面段関の出現時期については、奈良県石神遺跡の藤原京期土坑・整地層出土例に棘関と四面段関が混在していることから(内山 2003)、ひとまず飛鳥時代後半に求めることができる。四面段関は群馬県に隣接する長野県の鉄鏃編年においても信濃Ⅲ期(飛鳥Ⅳ期～平城Ⅰ期)の指標となっており(平林 2013)、白山古墳例もこの時期に併行するものとみて差し支えない。ナデ関と

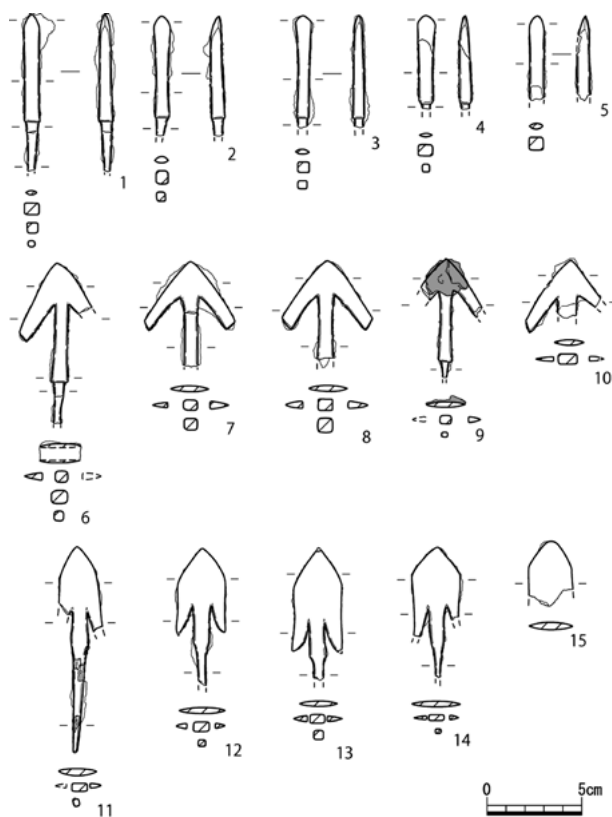


図6 白山古墳出土鉄鏃 (S=1/4)

四面段関の間に新古を想定することも可能であるが、その変化は漸移的であり、鉄鏃のみを以て追葬の有無と関わるような時期差を見いだすことは難しい。

II. 製作地

白山古墳からも出土している腸袂柳葉式については(図6-11~15)、以前より群馬県北部の小地域性として把握されており(水野 1995)、平林大樹の検討によって分布を異にするa類とb類にさらに細分されることが明らかとなっている(図7)(平林 2014)。(17) 白山古墳例はb類に該当し、白山古墳の付近にあり、同じく奥壁一枚石で胴張プランの横穴式石室をもつ前橋市新山1号墳(松本 1981b)や、蕨手刀が出土した伊勢崎市下触牛伏1号墳に類例がある。平林はこれらの小地域色が発現する背景に地域生産、それも官衙に伴う鍛冶工房などでの集約的な生産ではなく、地域内における散在的な複数の工房での生産を想定している(平林 2014)。

なお鑿箭式については、東日本・西日本共に7世紀後半(11.5cm)→8世紀前半(9.2cm)→8世紀後半(7.9cm)と次第に刃部・頸部長(鏃身・鏃被長)が短くなっていく傾向が指摘されているが(津野

(17) a類は鏃身長幅比が3:1以下と狭長なもの、b類は鏃身長幅比が1:1前後で、a類に比して鏃身長が小さいもの(平林 2014)。

2007)、白山古墳例は4.6～5.6cmと極端に短い(図6-1～5)。同じく腸袂柳葉式b類が出土している下触牛伏1号墳の鏝箭式をみると、その刃部・頸部長は8.0～8.6cmにおさまリ、白山古墳例よりも総じて長い。上述した腸袂柳葉式b類の生産・流通とスムーズな対応関係は示さないものの、特異な形態であることは注意しておきたい。

以上を総合すると、鉄鏃については少なくとも一部は確実に在地で製作されたものとみられ、製作時期については平林の信濃Ⅲ期(飛鳥Ⅳ期～平城Ⅰ期)併行とみて大過ないだろう。

(諫早)

3. 白山古墳出土品の自然科学的検討

(1) 材質分析からの検討

I. 7～8世紀の遺跡出土銅鏃の分析

銅鏃とは銅を主成分とする金属製の鏃の総称であり、「佐波理」は其中でも高錫青銅、熱処理が施されたものを指す。7世紀から8世紀の佐波理鏃は、法隆寺や正倉院南倉などの伝世品と、都城や寺院、古墳などの遺跡出土品に大別される。ここでは藤原宮・京跡や平城宮・都跡から出土した銅鏃をはじめとする銅容器について、蛍光X線分析を実施し、その化学的特徴を明らかとすることを試みた。遺構から出土し、廃棄年代を絞り込める資料に基づくことで、化学的特徴の傾向が時期ごとに変化することを明確にした。さらに白山古墳出土銅鏃について、都城で使用・破棄された資料との比較を試みた結果、白山古墳出土銅鏃は、藤原宮・京跡出土の銅鏃と化学的特徴が類似していることが分かったので報告する。

分析した比較対象資料は、平城宮・京跡出土銅容器25点、藤原宮・京跡出土銅鏃5点である(表2)。まず実体顕微鏡を用いて、鏃のできるだけ少ない箇所を選択し、沈線、表面加工痕跡などの観察をおこない、透過X線撮影を用いて内部構造を調査した(図8)。平城宮・京跡出土銅容器の遺存

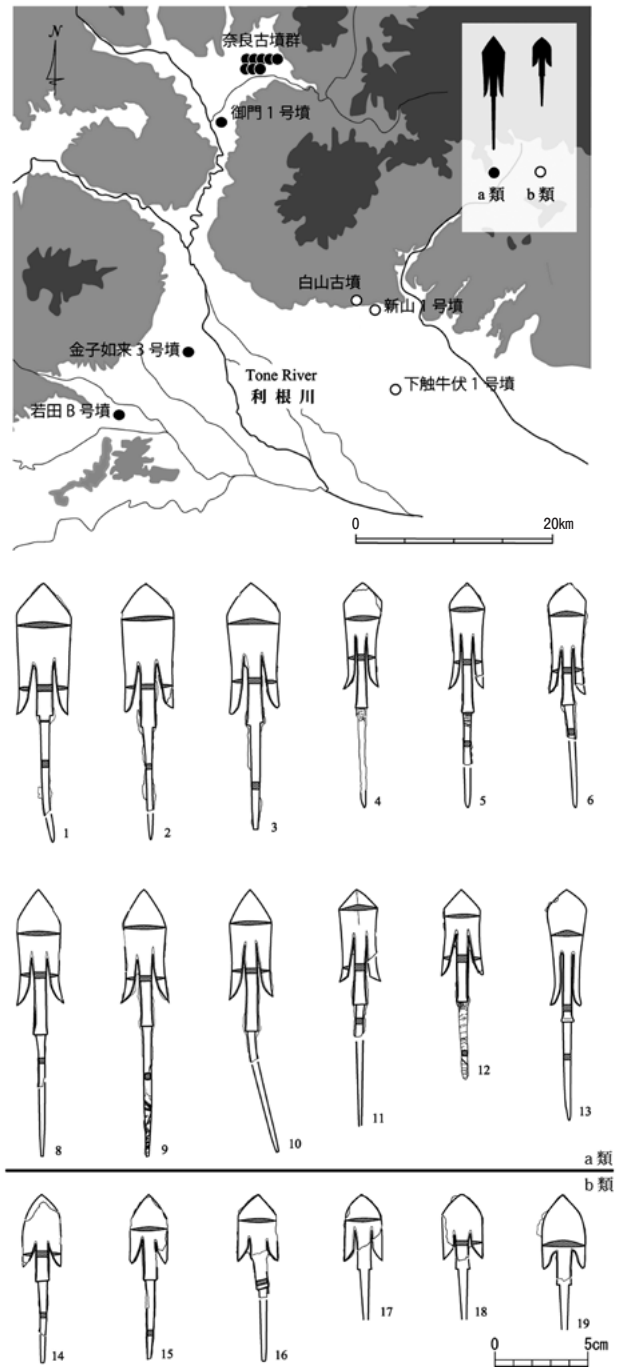


図7 腸袂柳葉式の分布と類例 (S=1/4)

1～3: 奈良12号墳 4～6: 奈良13号墳 7～12: 御門1号墳
13: 金子如来3号墳 14～18: 下触牛伏1号墳 19: 新山1号墳

状況は、藤原宮・京跡出土銅鏡と比較するとおおむね悪く、表面の加工痕跡などを明瞭に観察できる資料は5点のみであった。

金属成分は基本的には蛍光X線分析にて非破壊でおこなった。分析装置は蛍光X線分析装置EAGLEⅢ（エダックス製）を使用し、測定条件は管電圧40KV、管電流3μA、X線照射径50μm、測定時間300秒、大気中である。埋蔵中の腐食・劣化の影響による化学組成の変動はあるものとする。さらに一部の資料は非破壊X線回折測定をおこない、得られる相の検討をおこなった。

今回分析した結果を表2、および図9に示

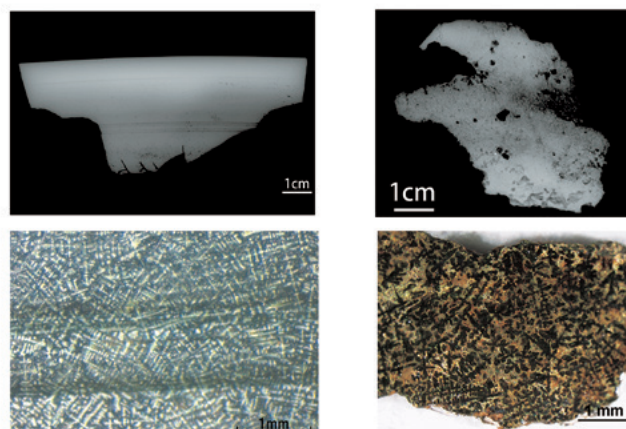


図8 藤原宮跡（表2-1）・坂田寺跡（表2-5）出土資料の透過X線画像および顕微鏡写真

（上）透過X線画像

（下）樹枝状組織の影響を受けたとみられる腐食痕跡

表2 銅容器分析結果（wt%）

番号	出土地	厚さ(mm)	銅	ヒ素	鉛	銀	錫	測定箇所	資料群	出土遺構年代
1	藤原宮跡	0.4	72	0.16	0.67	0.26	27	金属光沢	A1	飛鳥時代後半
2	藤原宮跡	0.3	74	0.47	0	0.27	24	僅かに金属光沢	A1	飛鳥時代後半
4	藤原京跡	0.6	72	0.61	0	nd	26	金属光沢	A1	飛鳥時代後半
6	白山古墳	0.3	69	0.60	tr	0.50	29	金属光沢	A1	飛鳥～奈良時代
7	平城宮跡	0.4	56	0.40	0.31	0.53	42	淡緑青色	A1	—
8	平城宮跡	1.0	30	0.99	tr	2.5	67	僅かに金属光沢	A1	—
13	平城宮跡	0.4	78	1.1	tr	0.47	19	僅かに金属光沢	A1	奈良時代
20	平城京跡	0.4	48	tr	0.46	0.51	52	金属光沢	A1	平安時代
27	平城京跡	0.7	67	tr	tr	tr	30	僅かに金属光沢	A1	—
28	平城京跡	0.7	52	0.27	0.81	1.2	46	金属光沢	A1	—
5	坂田寺跡	0.4	65	0.08	2.1	0.93	31	僅かに金属光沢	A2	奈良時代
9	平城宮跡	0.6	62	tr	3.9	0.68	31	僅かに金属光沢	A2	奈良時代
17	平城京跡	0.8	54	0.47	3.7	0.80	40	金属光沢	A2	—
30	平城京跡	0.6	19	4.5	12	0.82	59	腐食の程度が大き	(A2)	奈良時代
3	藤原宮跡	0.7	77	0	7.9	0.35	11	淡緑青色	B	飛鳥時代後半
12	平城宮跡	0.4	77	tr	11	tr	12	金属光沢	B	平安時代
19	平城京跡	0.8	80	tr	10	tr	10	僅かに金属光沢	B	—
31	平城京跡	0.8	52	0.76	26	tr	21	淡緑青色	B	—
18	平城京跡	1.0	26	6.2	25	0.46	41	淡緑青色	(B)	奈良時代
23	平城京跡	0.6	87	4.9	tr	0.62	7.2	金属光沢	C	平安時代
24	平城京跡	0.7	87	4.7	tr	0.66	7.8	金属光沢	C	平安時代
22	平城京跡	0.8	87	4.6	1.6	0.43	4.9	金属光沢	(C)	平安時代
10	平城宮跡	1.5	92	2.5	4.1	0.41	0.61	金属光沢	D	奈良時代
29	平城京跡	1.1	88	2.3	4.7	0.48	1.2	僅かに金属光沢	D	平安時代
14	平城宮跡	2.0	82	14	3.2	0.33	tr	金属光沢	E	奈良時代
15	平城宮跡	2.0	87	10	2.7	0.39	tr	金属光沢	E	奈良時代
16	平城宮跡	2.0	86	12	1.3	0.23	0.64	金属光沢	E	平安時代
21	平城京跡	1.1	89	8.6	2.4	0.25	0.29	金属光沢	E	平安時代
25	平城京跡	1.1	90	7.4	1.6	0.43	0.44	金属光沢	E	平安時代
11	平城宮跡	1.5	80	12	6.5	tr	tr	金属光沢	(E)	—
26	平城京跡	0.4	97	2.5	tr	0.29	tr	金属光沢	F	平安時代

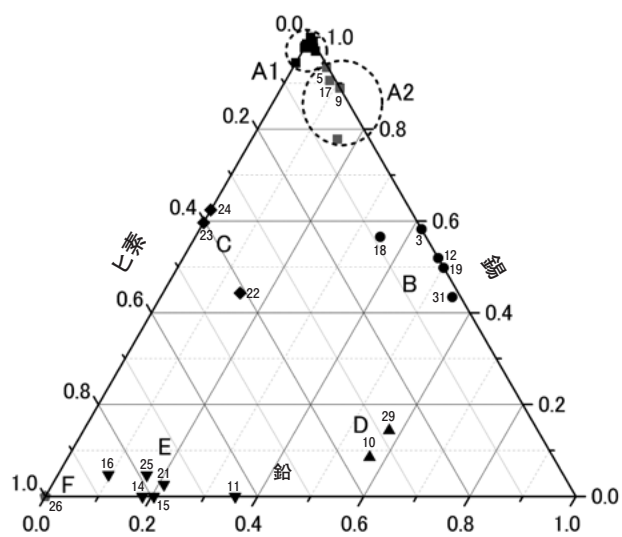


図9 本分析資料の結果（三角ダイアグラム）

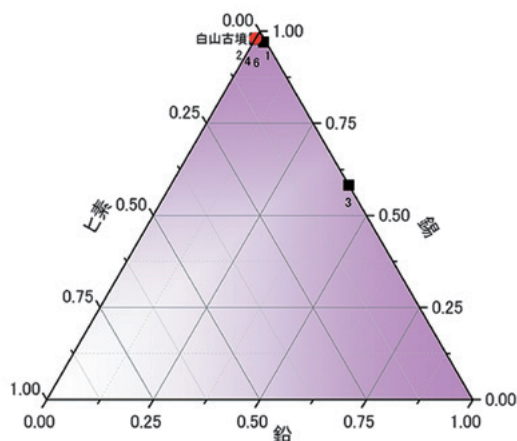


図10 白山古墳（●）と飛鳥時代後半（■）の銅鏡
A1群が多く、白山古墳出土品もA1群である

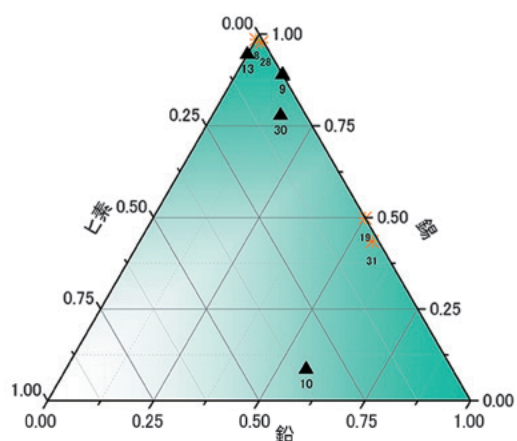


図11 奈良時代の銅鏡（▲）と平城京跡出土の時期不明の
銅鏡（＊）A2群、D群などもみられる

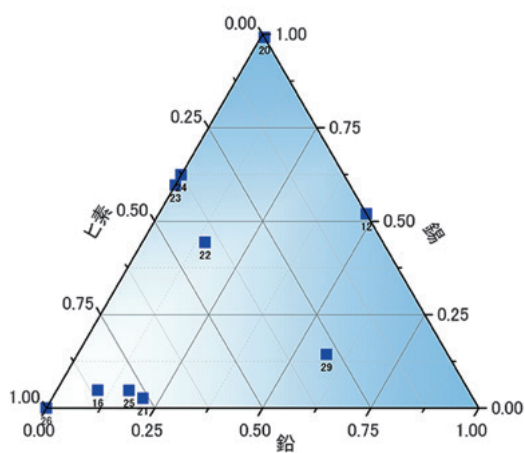


図12 平安時代の銅容器
C群、E群が多い

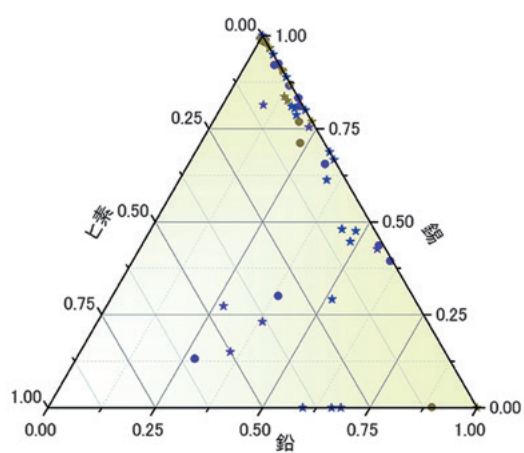


図13 銅鏡の化学組成
法隆寺伝世品（★）、出土品（●）

す。一定量の錫を含むA・B・C群と錫が約1 wt%以下のE・D群に大別できる。各群と器壁の厚さに着目すると、A～C群は1.0mm以下であるのに対し、D・E群は1.1～2.0mmであり、錫を多く含む資料の器壁が薄い傾向がある。F群はわずかにヒ素を含む銅製品で、鍛造品の可能性がある。都城および白山古墳出土資料について、時間軸・空間軸を広げて比較検討をおこなった。その結果、藤原宮・京跡出土銅鏡と白山古墳出土銅鏡の化学的特徴は類似し、どちらも佐波理と呼びうるものであるのに対し(図10)、平城宮・京跡出土銅容器の中には、それらとは化学的特徴を異にする資料も存在することが明らかとなった(図11・12)。

これらの結果は、生産時期や生産地の違いを反映している可能性があり、出土遺構の評価の一助にもなると考える。既報告によれば、奈良時代前後の銅容器はA1→A2→B・D群へと変遷すると報告されている(村上 2005ほか、図13)。本調査結果も基本的にこの変遷観を後押しするものといえるが、B群が藤原宮跡から出土していることや、白山古墳から出土しているA1群が平城宮・京跡からも出土していることには注意を要する。またC群は報告例の少ない平安時代の資料群で、鉛が少なく、ヒ素の多い特徴がある。7世紀後半から8世紀代の銅容器が、どのような材料・技術で作られていたかについて、他の分析手法や調査事例を増やし解明に努めて行きたいと考えている。

(降幡)

Ⅱ. 白山古墳出土銭貨の検討

白山古墳から出土した和同開珎8点の化学的特徴について検討した。既報告によると皇朝十二銭のうち和同開珎～神功開寶には錫が数%以上、鉄が数%程度まで含まれているとされる(齋藤・高橋・西川 2002)。本資料群の蛍光X線分析による成分分析は、各資料の金属光沢もしくは暗緑色、淡灰緑色を呈する部分について非破壊にて測定をおこなった。使用した装置は、蛍光X線分析装置EAGLEⅢ(EDAX)、測定条件は管電圧40kV、管電流40μA、X線照射径50μm、測定時間200秒、大気中である。分析箇所は、顕微鏡下で腐食の程度の少ない箇所を選択した。また得られた値は、腐食層を含む表面の値であることから、あくまでも参考値と考えている。測定の結果、銅・鉛・錫をそれぞれ71～88%、1～26%、0.4～11%程度含有し、その他にヒ素1～5%、鉄0.4～4%、アンチモン、銀、ビスマスを僅かに検出した。

まず、本資料群の鉄-銅の化学組成を図15に示す。鉄が数%程度まで認められ、鉄が少ない(本調査では約1%以下)資料が2点、1～2%が3点、3～4%以上が3点とばらつくことが分かる(図15)。これらの非破壊分析の結果から、含有量に若干の差異は認められるが既報告と同様の特徴を有していると言える。また既報告によると和同開珎には錫、鉛の含有量に違いがみられることが分かっている(齋藤・高橋・西川 2002、奈良国立文化財研究所 1974)。これを踏まえると、白山古墳出土資料は化学組成の特徴により、①錫-ヒ素が多いタイプ(2点)、②錫・ヒ素よりも鉛が多いタイプ(3点)、③銅以外の含有量は少なく、錫・ヒ素よりも鉛が少ないタイプ(3点)の3つに大別することが可能である(図14)。齋藤らの報告(齋藤・高橋・西川 2002)によると、錫より鉛が少ないものは正字と呼ばれる銭文、錫よりも鉛が多く、鉛が10%以上ものは、それ以外の銭文であるとしている。それぞれ今回のタイプ①、タイプ②に相当し、タイプ③はおそらく腐食の影響等によりこれらの中

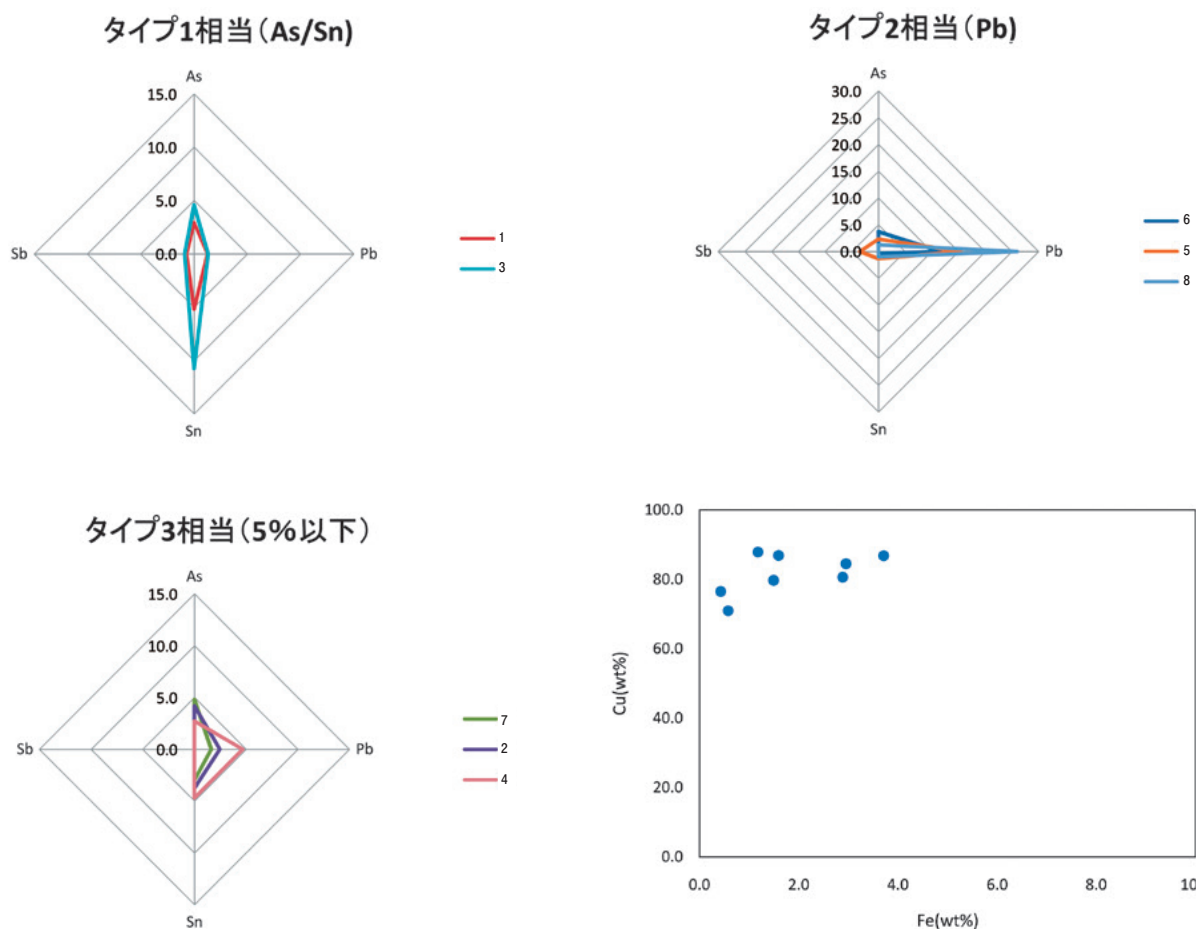


図14 白山古墳出土和同開珎の化学組成の特徴
資料番号は前報告（諫早ほか 2017）に対応

図15 白山古墳出土の和同開珎の鉄含有量

間的な値を示しているものであることが考えられる。齋藤らの分類を用いると、正字とその他の銭文のどちらも含まれた。今回調査した試料群では富本銭や古和同など初期の銭貨にしばしば確認される成分であると指摘されているアンチモン（奈良国立文化財研究所1996、村上・肥塚・沢田 1997、村上・松村・黒崎 1999）は検出されなかった。各タイプの平均値を用いた化学組成の群で最も出土数の多いタイプ①の化学組成の平均値は、銅86%、錫4%、ヒ素4%、鉄1%で、1%以下では鉛、ビスマス、銀、アンチモンを検出している。錫が少なく鉛が多いタイプ②の化学組成の平均値は、銅90%、鉛6%、ヒ素2%で、1%以下ではアンチモン、錫、ビスマス、銀、鉄を検出している。齋藤らの報告（齋藤・高橋・西川 2002）と比較すると、タイプ①は錫が少ない傾向が、タイプ②については鉛が少ない傾向がみられるが、非破壊による分析であるため、表面の腐食の影響についても考慮する必要があると考える。（降幡）

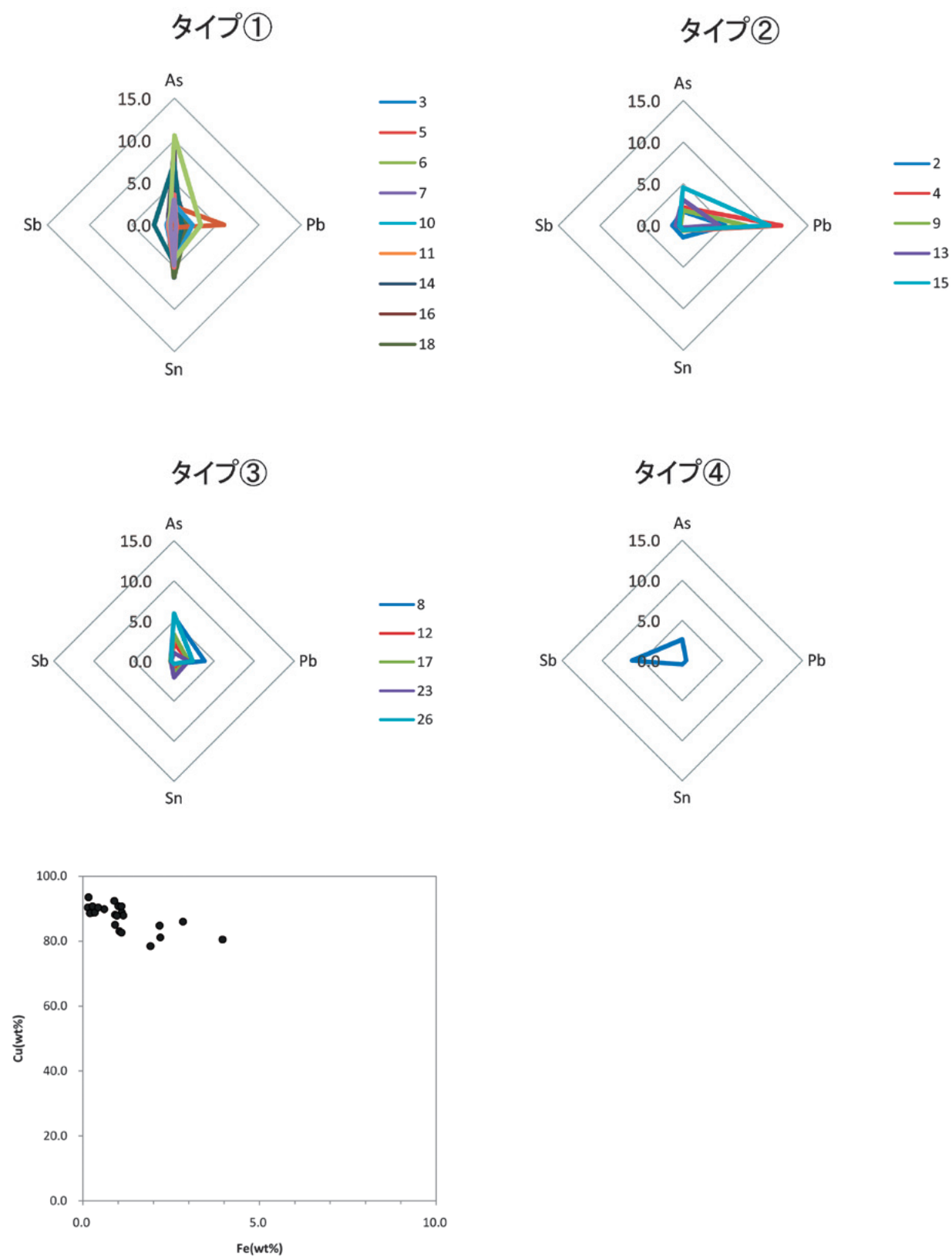


図16 類例(1)：藤原京左京六条三坊から出土した和同開珎資料
(奈良文化財研究所 2017)

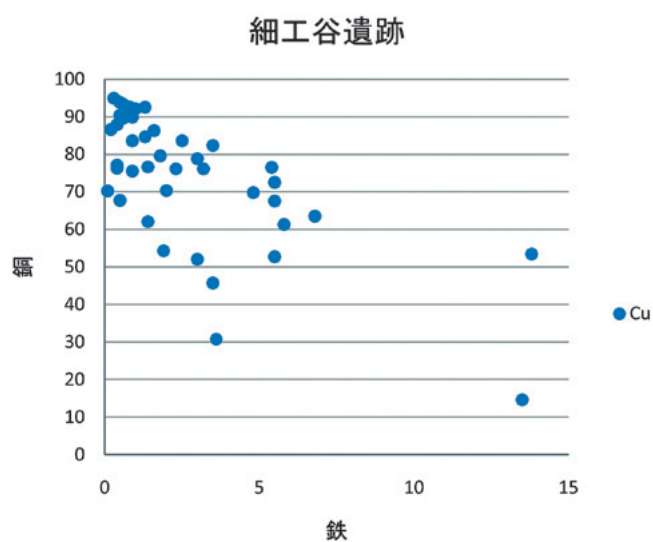
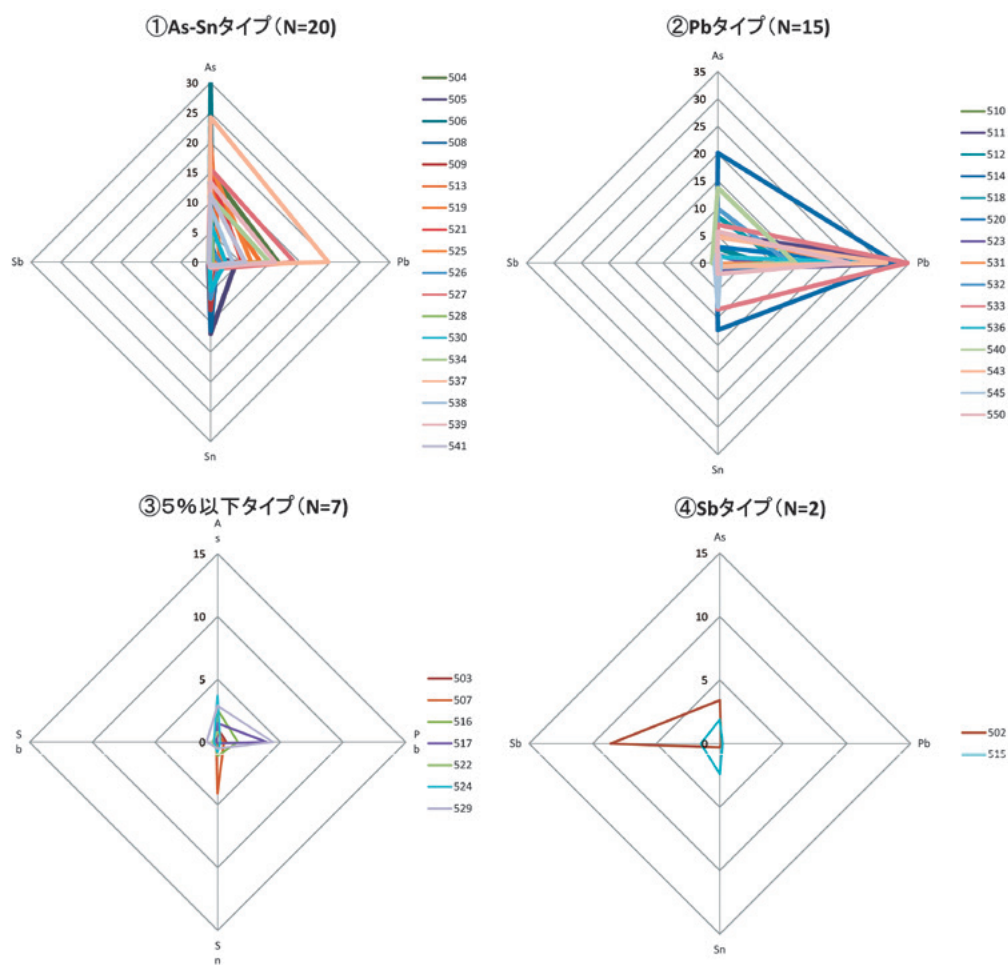


図17 類例(2)：細工谷遺跡出土と同開珎資料（報告書をもとに作成）

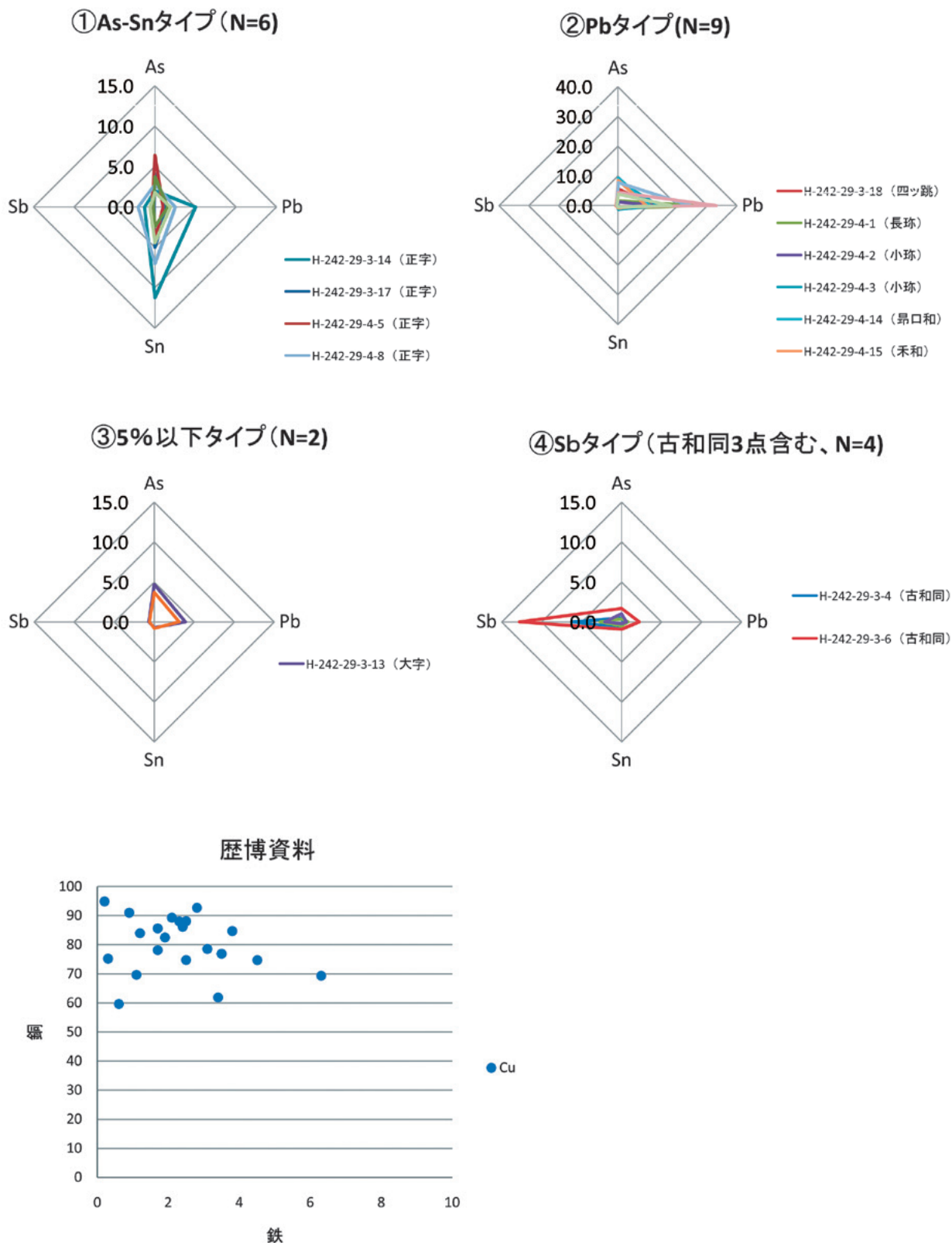


図18 類例(3)：国立歴史民俗博物館所蔵資料の分類（齋藤ほか 2002 をもとに作成）

(2) X線CTスキャナーによる蕨手刀の調査

I. X線CTスキャナーによる調査について

X線CTスキャナー（以下、X線CT）は、撮影対象物を360度回転させながらX線を照射することで、撮影対象物を透過したX線強度を測定し、コンピューター処理でX線減弱係数に応じた画像を再構成表示する装置である。任意位置の断層観察など立体的な構造観察に効果を発揮することから、文化財の分野では1980年に報告された木彫像の調査報告（三浦ほか 1980）以降、歴史資料や考古資料などの調査に利用されてきた⁽¹⁸⁾。その後、2006年に九州国立博物館が導入した文化財用大型X線CTによる調査成果が契機となり、普遍的に調査が行われることとなる。東京国立博物館や京都国立博物館などに装置が導入され、2020年に開館予定の国立アイヌ民族博物館でも導入が検討されている⁽¹⁹⁾。X線CTによる調査成果は3Dプリンタでの出力やデジタルアーカイブへの応用など、他のデジタル技術との併用や活用も試みられており、活用幅の広い情報を得られる注目の装置と言えるだろう。

奈良国立博物館は2017年に文化財用大型X線CT（図19）が導入された（鳥越 2018）。木彫像等の彫刻作品や木工や漆工作品など様々な文化財の調査を実施し、これまでの観察手法や研究成果に加えることでよりの確な検討が進められている（山口ほか 2019）。収蔵品中でも考古作品の調査では、奈良県珠城山3号墳出土忍冬唐草文鏡板や双鳳文杏葉の鋳構造等の観察や、奈良県五條猫塚古墳出土眉庇付冑の穿孔方法の調査（図20）など、主に製作技術の調査検討に効果を発揮している（大江ほか 2018）。

一昨年、「群馬県白山古墳出土品の研究1」（諫早ほか 2017 以下、前稿）を発表し、目視観察や自然科学的調査による各出土品の品質形状等の調査成果を報告した。この報告により群馬県白山古墳



図19 奈良国立博物館設置 X線CTスキャナー

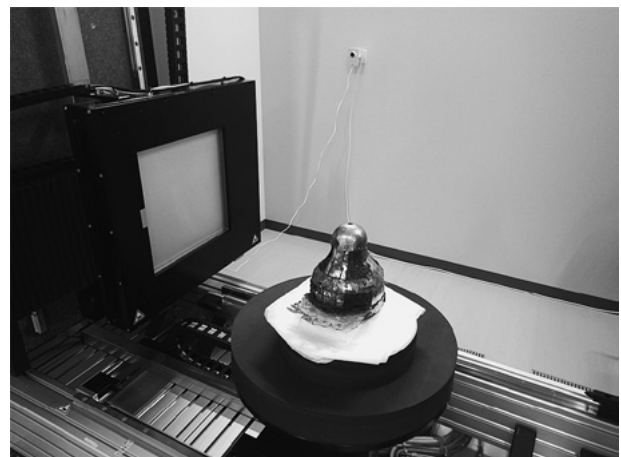


図20 X線CTスキャナーでの調査の様子

(18) この他、以下の文献等も報告されている。（斎藤・田口・西山 1990）、（村上・沢田・伊藤 1995）

(19) X線検出器にフラットパネルディテクタ（以下、FPD）が用いられた、文化財利用での初めての装置である。FPDの採用により測定時間の短縮化が達成され調査効率が向上した。

(20) 平成31年2月6日（水曜日）官報（号外政府調達 第32号）に、資料提供招請に関する公表が掲載された。

(21) 日本文化財科学会第34回大会の発表ポスターにて提示した（大江・鳥越・吉澤・中川 2017）。この他、第8回兵庫考古談話会の発表内でも触れている（大江 2017）。

の歴史的・文化的な評価を検討する基礎を築いている。ここでは、X線CTによる調査を通じて前稿内容に情報を加えたいと考えている。X線CTでの調査事例の少ない蕨手刀に着目し、製作技術や状態診断を観点とした調査成果について記載する。

Ⅱ. 群馬県白山古墳出土蕨手刀の概観

前稿の調査内容を基礎に、蕨手刀の形状と状態を下記に概観する。

①形状の概観

茎の先端を蕨手状に施した鉄製刀剣である（図21左）。鉄製の双脚足金具が刀身に錆着している。刀身部はやや外側に湾曲し、切先から茎に向けて幅広となり関で最大幅となる。関から茎尻に向かうにつれて幅を減少させ、茎部の先端を蕨手状に作り出す。全長547mmを測り、刀身部は長407mm・最大幅49mm・厚10mmで、茎部は長140mm・厚10mmとなる。茎尻は表裏共に円丘状に膨らみ、中央に鳩目金具を施し表裏を貫いている。蛍光X線分析の結果から、円丘状の部分は鉄製で鳩目金具は銅製であることが判明した。鉄製の鐔は縦長の倒卵形で、長軸76mm・短軸31mm・厚9mmを測る。錆着した双脚足金具は台状双脚に分類され、張り出しのない口字形の台状板を有する形状である。なお、腹部を欠失している。これとは別に、遊離した鉄製双脚足金具の破片が残されており、錆着したものと同形状であることが確認されている。

②状態の概観

錆の進行が著しく取り扱いが困難な記録があり保存修復が実施されている。用いられた脱塩処理方法から、保存修復は昭和50年代後半頃（1980年代頃）に実施されたと推測された。保存修復工程としては、目視観察とX線透過撮影で土砂に埋もれた資料形状を把握し、クリーニングによる土砂の除去を実施している。その後、水酸化リチウム溶液による脱塩処理を施し、アクリル樹脂を減圧含浸して防錆効果や本体強度の向上に努めている。また、減圧含浸後にエポキシ系接着剤やエポキシ樹脂を用いて、破片となっていた断片を接合し復元している。なお、X線透過撮影で確認された内部に残るステンレス芯は、この時の復元で補強材として用いられたものと推測された。

Ⅲ. X線CTスキャナーによる調査視点

X線CTによる調査は360度方向からX線を照射して撮影するため、観察内容に則した調査条件を設定する必要がある。⁽²²⁾ 上記の概観内容を基礎にX線CTによる調査の焦点を下記3点に当てた。

①茎尻の蕨手状部の構造把握

蕨手状に造り出された茎尻は円丘状の膨らみを表裏に有している（図21右）。この円丘状の部分は前稿の調査で鉄製と判明しているが、円丘状の部品を別に作り茎尻に接合したのか、あるいは、茎から一体に作り出したかなど製作の様相は定かでない。茎尻の蕨手状部の構造把握を一つ目の焦点に定め、円丘状の部分の製作様相をX線CTにて調査した。

②双脚足金具の構造把握

台状双脚に分類される鉄製の双脚足金具が錆着している（図21右）。同古墳からは同形の銅製の双

(22) 同様の記述は他の文献にも記されている（加藤 2014）。

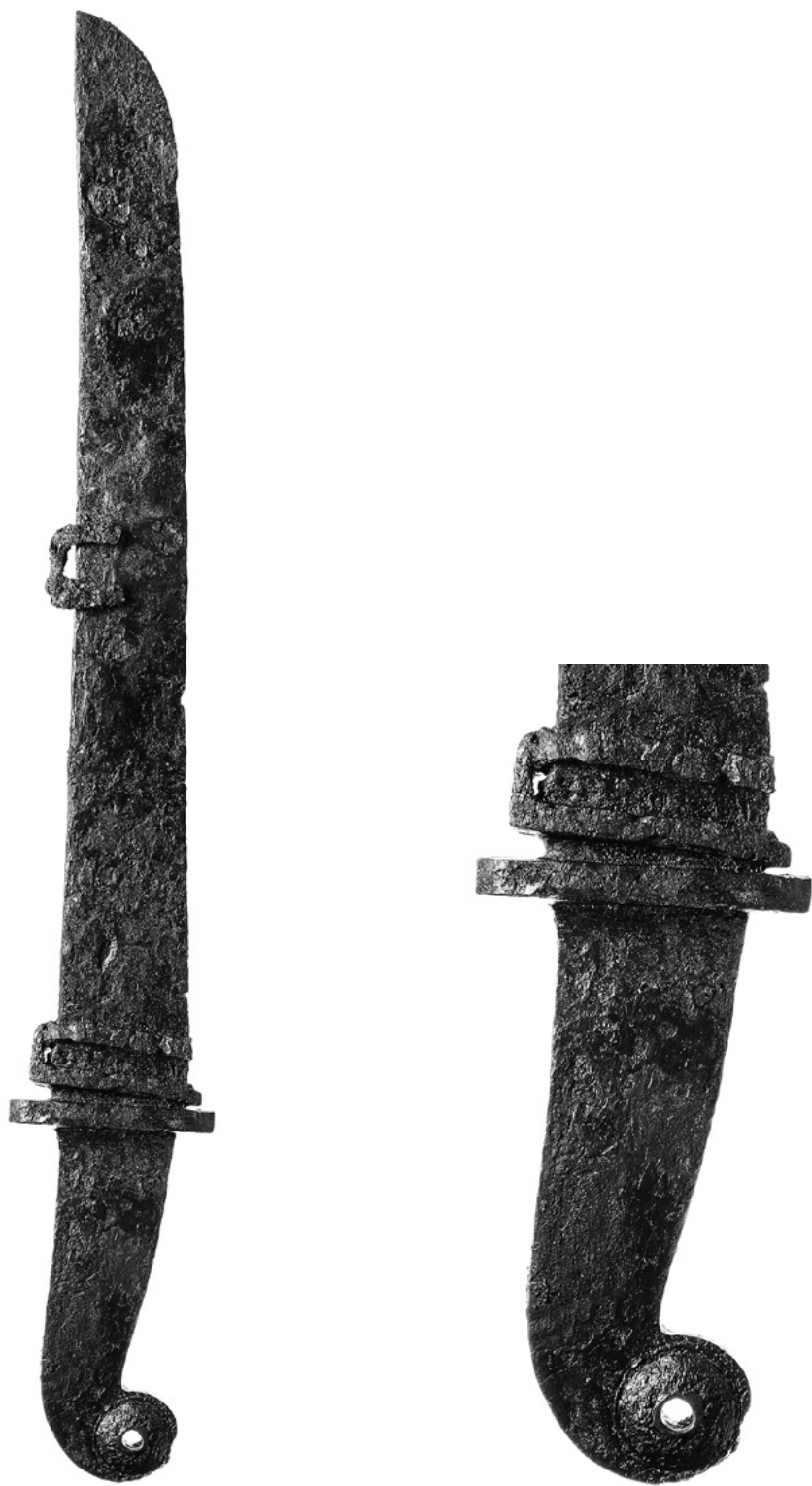


图21 藏手刀写真（左：全景 右：茎部分拡大）

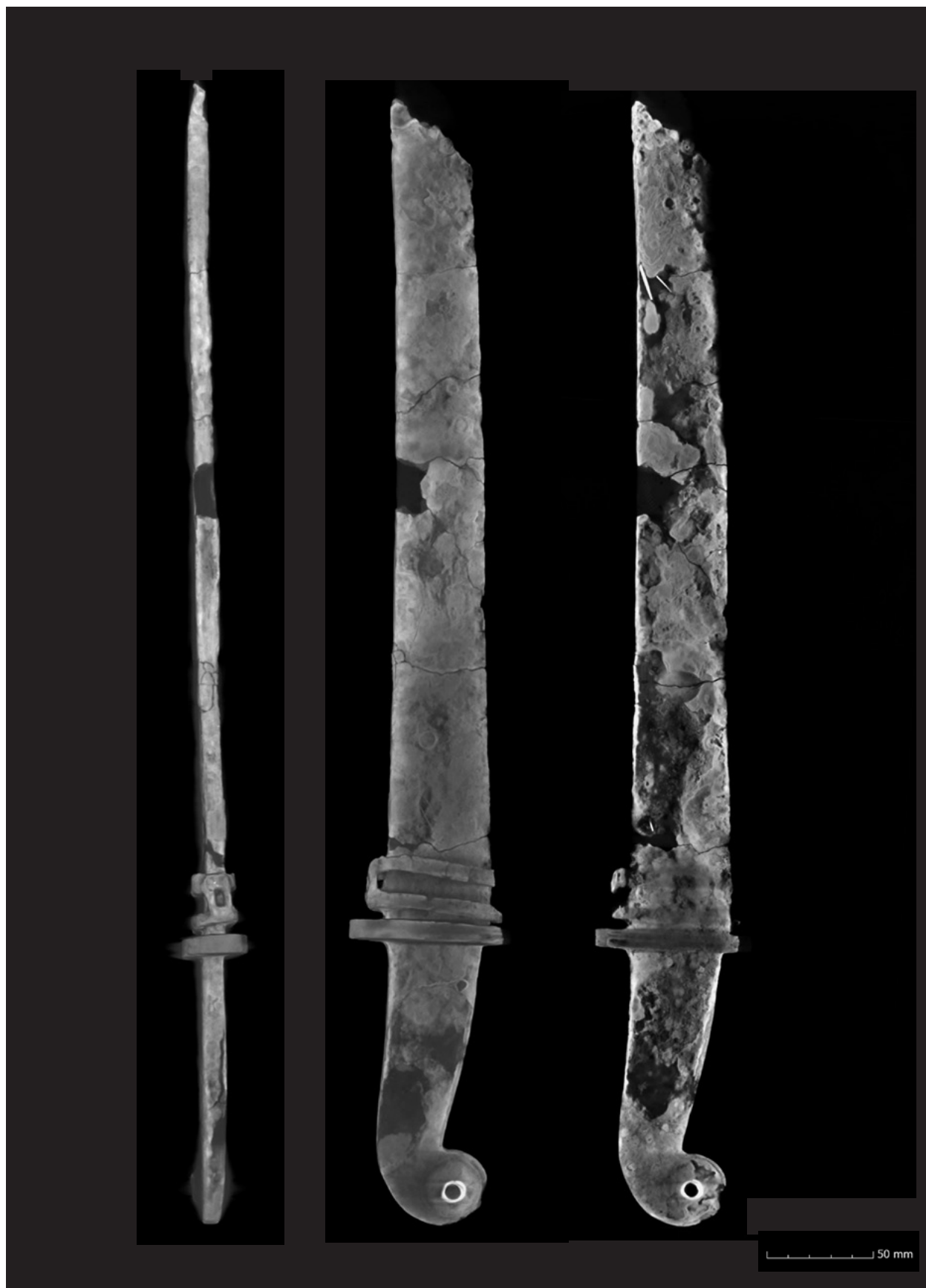


図22 藏手刀の三次元画像および断層画像
(左：背側三次元画像 中央：表面三次元画像 右：断層画像)

脚足金具が出土し、前稿の蛍光X線分析による調査で環と台状板は銀を含む鑢付けで連結し製作したと推測された。この結果を踏まえると、鑢着した双脚足金具も近似した方法で製作されたと考えられるが確かな情報は得られていない。双脚足金具の構造把握を二つ目の焦点に定め、環と台状板の連結の様相をX線CTにて調査した。

③内部の状態診断

昭和50年代後半頃（1980年代頃）に保存修復が行われたと推測され、復元作業から約40年が経過している。保存修復以降、一定の温湿度環境の下に保管されており目視観察では損傷等は見られない。しかし、前稿でのX線透過撮影による調査でステンレス芯が確認されたように、より詳細を知ることのできる診断方法で観察することは、今後の状態維持に有用な情報を得られる可能性がある。内部の状態診断を三つ目の焦点に、X線CTによる調査を行った。

Ⅳ. X線CTスキャナーによる調査の条件

今回の調査では、奈良国立博物館設置 Y. CT Solution 320 FPD（YXLON International 社製）を使用した。上記の調査視点に伴い、撮影条件は電圧320kV、電流2.00mA、Projections 900、Integration450とした。空間分解能は約0.3mmとなる。画像解析は、Volume Graphics 社製 VGStudio MAX 3.0及び myVGL にて実施した。

Ⅴ. 結果と考察

X線CTによる調査から、蕨手刀全景として図4の三次元画像と断層画像を得た。なお、遊離した双脚足金具は含めていない。今回の調査で得られた細部の断層画像を用いて、下記に結果と考察を記載する。

①茎尻の蕨手状部の構造

図23に茎尻の蕨手状部の断層画像を示す。茎尻の本体と円丘状の部分の間に薄い境目を確認できる（図23-1 稜線部分）。また、断層位置を変えた図23-2でも同様である（図23-2 稜線部分）。これらの画像観察から、茎尻の蕨手状部の製作様相として円丘状の部品を別に作り、茎尻に接合して円丘状の膨らみを造形したと考えられる。

円丘状の膨らみを別造りで造形と考える場合、茎尻本体と円丘状の部品はどの様に接合されたのであろうか。同古墳から出土した銅製の双脚足金具や鞘口金具等は、銀を主に用いた鑢付けによる接合がなされている。このような接合技法の場合、接合箇所には鉄よりもX線が透過しにくい物質が画像上に見られるはずである。しかし、今回の接合箇所には痕跡等は見られないため鑢付けとは別の方法で接合されていると推測される。この円丘状の部分は鉄製であることが前稿の調査で判明しており、腐食による空隙はあるが内部は比較的密である。部分的に大きく溶けたような溶接痕も観察されないため鍛接による接合の可能性が高いと推測される。

②双脚足金具の構造

図24に倒卵形の環と台状板の接合部の断層画像を示す。図24-1より、接合部を中心に、周囲の鉄よりも白く映る高密度の部分が確認できる。この画像から、鑢付けによる接合で連結されたと推測される。鑢付けによる接合と考える場合、使用された物質として鉛や錫の利用が推測されるが特定

には至っていない。

図24-1を細かく観察すると、台状板の接合部に円形に白く映る部分が確認できる。台状板の茎側の連結部である図24-2、図24-3を見ると、台状板に突起（長3mm程・径3mm程）を有し環の窪みに連結していることがわかる。また、台状板の切先側の連結部である図24-4、図24-5を見ると、台状板に窪み（深2mm程・径3.5mm程）を有し環の突起と連結することが観察できる。この構造は、鑢付けによる連結をより強固にする工夫と推測されるが、茎側と切先側で突起と窪みを使い分けた所以は定かでない。

今回の双脚足金具が分類される台状双脚では未確認だが、前段階の型式となる張出双脚では近似した連結構造が確認されている。その事例は、静岡県土狩長塚古墳出土例の双脚足金具で、台状板の張出部分に窪みを有し環の突起に組み合わせて連結したと指摘がある（豊島 2014）。双脚足金具の型式的な変化は、張出双脚から台状双脚へと変遷すると考えられている（穴沢ほか 1979）。今回の調査結果は鉄製の台状双脚のみの事例に留まるが、張出双脚から台状双脚への変遷を補強する結果と推測する。窪みや突起を作り出して鑢付けする連結技法が張出双脚と鉄製の台状双脚で共通することは、製作技法の目線からも張出双脚から台状双脚への変遷に連続性が認められる可能性が高いと考えられる。

③内部の状態診断

図25に切先から刀身半ば付近の断層画像を示し、図26に鑢付近の断層画像を示す。図25-1より、刀身本体の切先は網状の物質を用いて復元されていることがわかる。また図25-2より、網状の物質は芯として用いられていることが判明した。図25-3や図25-4を見ると刀身中央付近の欠損部にも用いられており、広い欠損部を補填する支持材として使用されている。図26に鑢付近の断層画像を示す。図26-1より、双脚足金具が鑢着している付近にも網状の支持材が確認される。また図26-2より、刀身内部に封入されていることが観察できる。

過去の保存修復による復元では、エポキシ樹脂を用いて欠損部分を補い違和感のない形に造形されている。前稿で報告した保存修復の記録を確認すると、エポキシ樹脂やエポキシ系接着剤の利用は記載があるが、観察されたような網目状の支持材は見当たらない。エポキシ樹脂が使用されていることから推測すると、強化プラスチック（FRP）として利用するためのガラス繊維であろうか。⁽²³⁾特定には至っていないが、エポキシ樹脂内に封入された箇所もあるため復元時の材料であることは確かである。保存修復が施されたのは昭和50年代後半頃（1980年代頃）と推測されるが、当時、ステンレス芯以外の支持材も利用された一つの事例と言える。

蕨手刀全体として、目立った欠損やひび割れなどは確認されなかった。安定した温湿度環境の下での保管や管理を今後も続けて行くことが有効と考えられる。

(23) 過去に近似した材料を用いて修復復元の材料を製作したことがある。この手の製作方法としては、支持材となるガラス繊維にエポキシ系接着剤を塗布して固化させ、エポキシパテで包み強化プラスチック（FRP）として利用した（大江・中尾・西山・続 2013）。

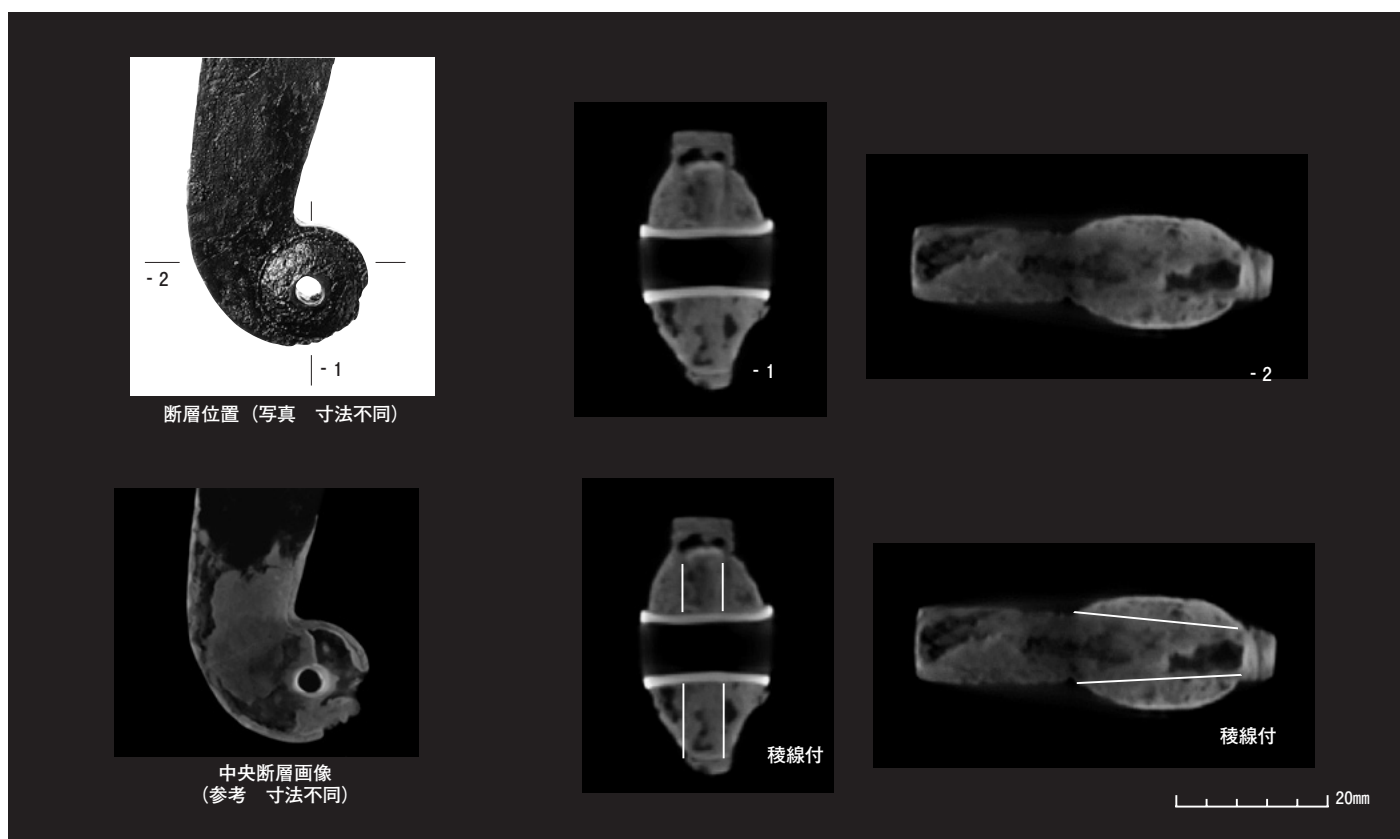


図23 茎尻（蔵手状部）の断層画像



図24 双脚足金具の断層画像

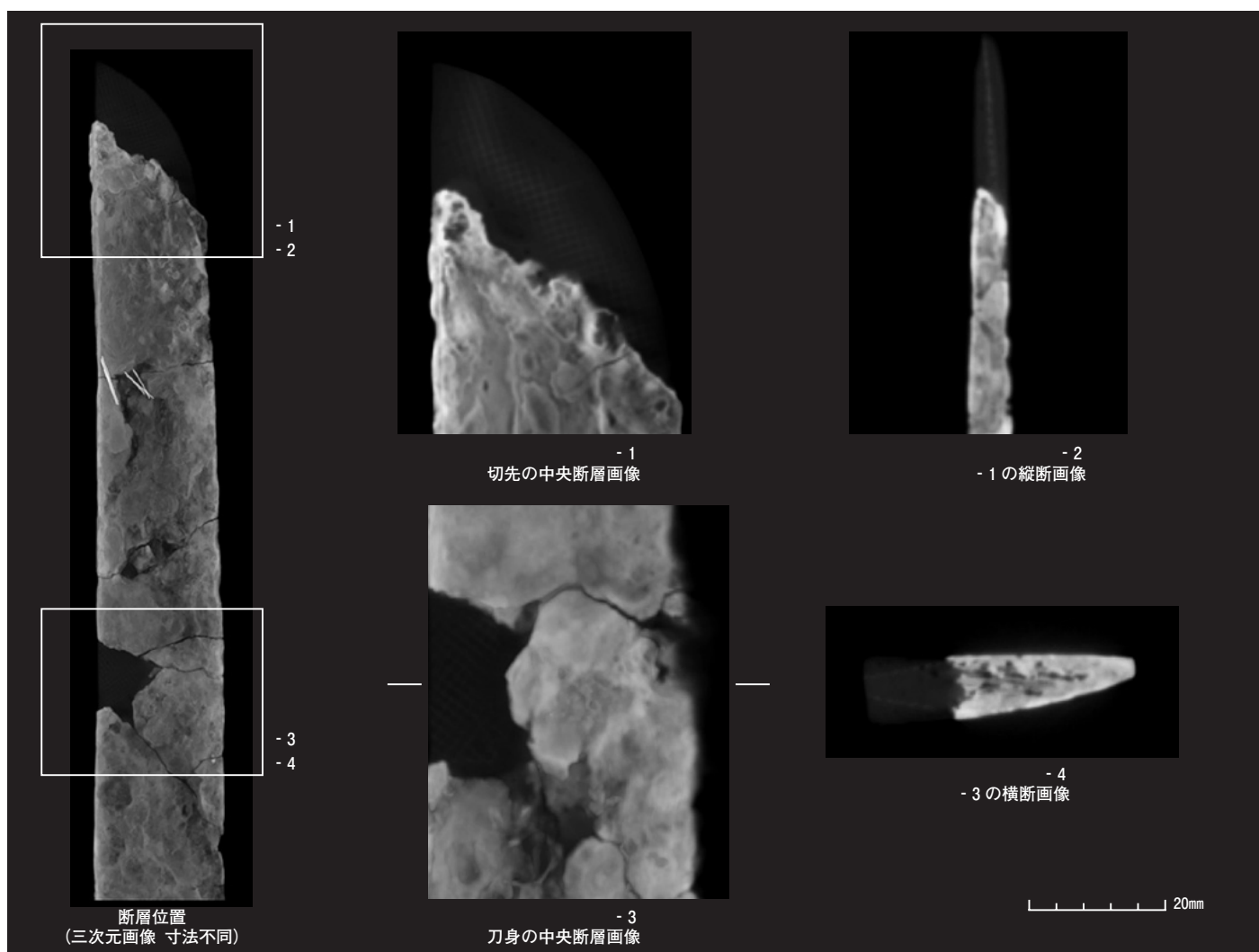


図25 刀身の断層画像

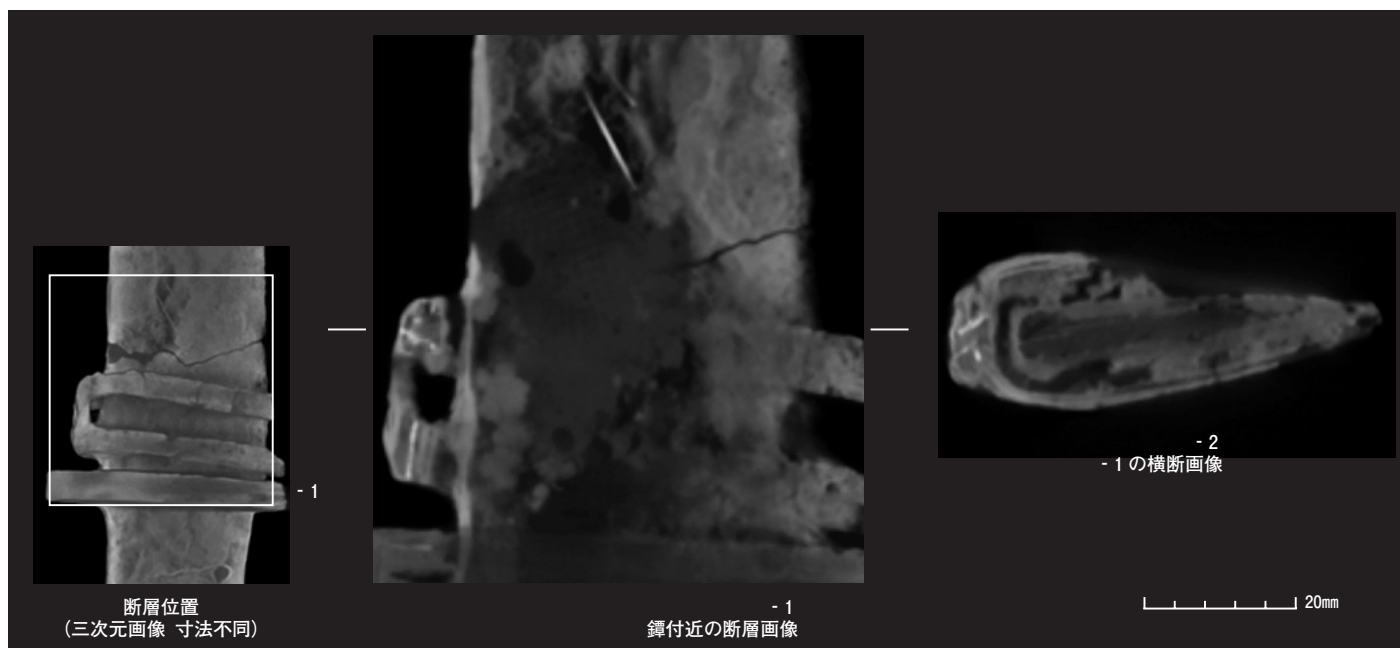


図26 鐺付近の断層画像

Ⅵ. X線CTスキャナーによる調査のまとめ

前稿への情報の追加を目的に、X線CTによる蕨手刀の調査内容を記してきた。今回の調査結果をまとめると下記の通りとなる。

①茎尻の蕨手状部の構造

茎尻の蕨手状部の構造把握となる円丘状部の様相として、茎尻本体と円丘状部の間に薄い境目が確認された。また、円丘状部は腐食による空隙はあるが内部は比較的密で、部分的に大きく溶けたような溶接痕は観察されなかった。これらの状況から、茎尻の蕨手状部の製作様相として、円丘状の部品を別に作り茎尻に接合して円丘状の膨らみを造形したと考えられる。また、円丘状部の部品は鍛接により接合された可能性が高いと推測した。

②双脚足金具の構造

双脚足金具の台状板と環の連結の様相として、鉄よりも高密度な物質を用いた鐵付けによる接合と推測した。また、台状板に有する窪みや突起に環の有する突起や窪みを組み合わせて連結しており、これは、連結強度を向上させる一つの工夫と推測される。この連結技法は張出双脚で事例があり、製作技法の視点からも張出双脚から台状双脚への変遷に連続性を認められる可能性が高いと推測した。

③内部の状態診断

過去の記録に記載のない網目状の支持材が用いられており、広い欠損部を補填する支持材として使用していることが確認できた。エポキシ樹脂の中に封入されていることから推測すると、強化プラスチック (FRP) として利用するためのガラス繊維とみられる。昭和50年代後半頃 (1980年代頃) の復元と推測され、当時の復元作業を知る上での一つの事例である。蕨手刀全体として、欠損やひび割れなどは確認されず状態は良好であった。

X線CTによる調査は、上記に記してきたように構造把握や状態診断に多くの情報を得ることを可能とする。現在は限られた調査事例かもしれないが、事例の増加と共に明らかとなる事象も増加することが予察できる。特に構造の把握については、これまで確認されていなかった新しい情報が得られる可能性もあり、情報の蓄積から生産や流通等の検討への寄与が推測される。今回の調査は蕨手刀に着目した調査であったが、他の出土品や別の考古作品の調査を進める上でもX線CTによる調査は有用と考えられる。

(大江)

(3) 白山古墳出土和同開珎の三次元計測

I. 計測の目的

本計測の目的は、白山古墳出土和同開珎 8 枚の三次元形状を詳細に記録して、銭文の異同を細部にわたり検討可能にする資料を作成する点にある。本資料群については、すでに外縁外径などの代表的な計測値は諫早が報告し、鮮明な写真は栗山が撮影、透過X線撮影と蛍光X線分析による成分分析は降幡・大江が実施している (諫早ほか 2017)。そこで今回の三次元計測も新たに行うことによって、より多角的に白山古墳出土和同開珎を検討することができると考えた。

Ⅱ. 計測の方法

本計測の方法は、SfM-MVS (SfM/MVSともいう) を用いた。SfM-MVS とは SfM (Structure from Motion) and MVS (Multi-view Stereo) の略称である。SfM-MVSとは、対象物を複数の角度から写真を撮影し、WindowsやMac、Linux 等のコンピューター上で動作する SfM-MVS 実行プログラムを用いて三次元モデルを構築する手法で、コンピュータービジョン (Computer Vision) の分野で1990年代前半に開発された (満上 2011)。近年のコンピューターの性能向上にともない様々な分野で急速に導入や応用が進んでいる。

SfM-MVSはデジタルカメラがあれば着手でき、数km四方におよぶ遺跡全体からわずか2mmほどの遺物の微細な痕跡まで、非接触・非侵襲で多様な大きさの対象に応用することができるため、文化財の分野で普及が進んでいる (文化財方法論研究会 2017、諫早・栗山 2018)。

作成する三次元モデルの精度は、解析の元データとなる写真の質と、長さを測る測定機器の精度や地球上の位置を定める際の基準となる座標の計測精度に依拠する。この点は、従来の三次元レーザースキャナーなどが基本的に機器の仕様に拠るものと大きく異なる。ただし、上述の三次元レーザースキャナーによる三次元計測は、対象の大きさや必要精度に応じた三次元レーザースキャナーが必要である。また一般的にガラス質や光沢感のある材質の文化財には不向きである。くわえて解像度が高く高精度な機器は導入費用も高価になる傾向が強く、計測器具の取扱も繊細になる傾向にある。例えば幅0.5mm程度の銭文の微細な違いを可視化したいなら、解像度が0.025mm以下である

ことが最低限必要だが、そのような三次元レーザースキャナーとなると初期導入費用だけで1千万円を超える機器が必要となる。

以上のように、SfM-MVS による三次元計測は、その精度を外部の基準に依存するものの、様々な文化財に利用することができ、三次元レーザースキャナーと比較して応用の幅が広いことを指摘できる。また、導入のための初期費用や機器の維持コストの面でも費用対効果は高いと評価している。



図27 写真撮影風景

Ⅲ. 撮影

撮影機材は Olympus OM-D EM-1 Mark II および30mm (35mm換算60mm) マクロレンズとカメラ三脚、資料の大きさを明らかにするための定規、ホワイトバランス調整用のグレーカード、LED照明2灯、このほかに資料保護のため高透過アクリル板を設置した (図27)。撮影は資料を中心にして全体を縦5分割、横4もしくは5分割して撮影した。さらに撮影距離は、1ピクセル当たりの距離がおよそ0.01mm以下になるよう設定した。表3および図29～31中の資料番号は、前報告 (諫早ほか 2017) と同一である。各資料の撮影枚数と撮影時間、処理時間は表1のとおり。記録ファイル形式はRawおよびjpegで記録した。なお、撮影にあたっては独立行政法人国立文化財機構奈良文化財

研究所埋蔵文化財センター遺跡・調査技術研究室の石松智子氏・中村亜希子氏に御協力いただいた。

表3 資料毎の撮影数と撮影時間および解析処理に要した時間

資料番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
撮影枚数（毎）	24	26	23	23	18	19	24	25
撮影時間（分）	5	8	4	5	5	3	4	5
処理時間（時分）	2 h39m	3 h36m	3 h19m	2 h45m	2 h40m	2 h34m	2 h25m	3 h 9 m

IV. 解析

撮影したグレーカードを用いて Adobe 社の Lightroom で Raw 画像のホワイトバランスを調整し、TIFF 形式で現像した。続いて SfM-MVS 実行プログラムの 1 つ、Agisoft 社の Photoscan Professional 版 ver. 1.3.0 (2019年1月現在の名称は MetaShape Professional 版) に現像した画像を取り込み、全て最高の緻密さで解析した (図28)。解析に要する時間はプログラム上で設定可能なパラメーター、そして利用するコンピューターの性能と SfM-MVS プログラムおよびそのバージョンによって異なる。表1のとおり全て最高の場合の解析時間はおよそ3時間であった。また1点の資料当たり生成した点群の数はおよそ750万点、隣り合う2点間の距離はおよそ0.009mm (9 μ m) であった。



図28 SfM-MVS プログラムによる解析画面
(青い四角形が撮影位置を示す)

V. 結果

本方法による記録と文化財写真や実測図による記録、X線CTとの相違点の1つは、分割して撮影した画像をコンピューターで処理して、対象全体の三次元形状と色情報およびスケールをひとまとまりのデジタルデータとして有する点にある。

この点を活かした三次元形状解析は、①詳細な三次元形状に色を重ね (テクスチャーマッピング)、資料の見た目通りの三次元モデルを作成する (図29)。次に②三次元モデルを操作して仮想の照明位置を調整し、さらに色情報を非表示にして表面の凹凸のみを表示することにより、銭文の凹凸のみを可視化し、銭文の詳細を観察する (図30)。③資料の凹凸情報を三次元解析して、定量的にその高低や凹凸等を重ね表示する (図31) などがある。

①の詳細な三次元形状に色を重ねたものでは、資料の詳細な三次元形状に加え、錆や土砂付着の状態を確認することができる。また、表面の状態の良い資料では明瞭にヤスリをかけた跡のような条線を看取できる。表面の僅かな製作痕跡も含めて現状を詳細に記録する方法として有効性を指摘できる。

②の色を非表示にし、仮想的な照明を設定した三次元モデルは、CloudCompare というオープン



図29 出土和同開珎の三次元モデル（テクスチャー有）



図30 出土和同開珎の三次元モデル（テクスチャー無）

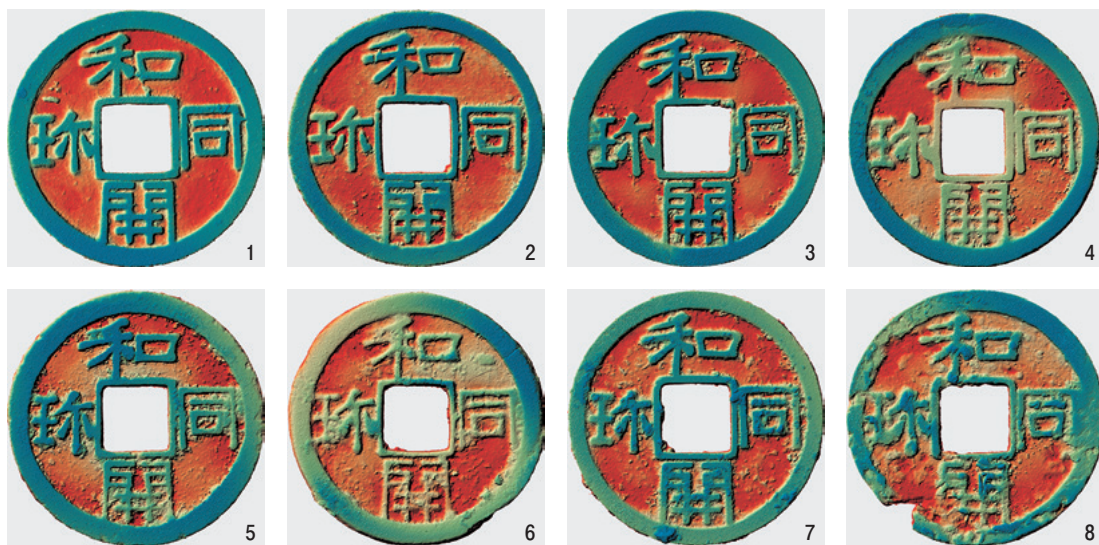


図31 出土和同開珎の三次元モデル（高さによる色分け）

ソースプログラムを用いて作成した。色や陰影による形の誤った認識を低減させることができる。もちろん、任意の点間の距離を測ることも可能である。ただし、①の色を重ねたもので確認できていたような条線は看取することができない。これは、1ピクセル当たり0.01mmの解像度で撮影した画像も再現できないようなほんの僅かな深さの痕跡といえる。この痕跡が銭貨製造過程における仕上げ時の研磨の痕跡であるならば、そのような僅かな痕跡が消えることなく現在も確認できる白山古墳出土和同開珎は、通常の流通を経て入手されたものではない可能性を指摘できるだろう。

③の方法で作成した画像は、CloudCompare と QGIS (GISオープンソースプログラム) を用いて作成した。高さが低い方を赤、高くなるにつれて黄色から青になるよう、統計的に着色設定し、表示している。外縁・内郭・文字面それぞれの厚さをなど定量的に確認できるほか、この方法を用いると、凹凸をより強調して示すことができる。たとえば1つ1つの銭文の鮮明化による筆画の向きや長さなどの偏旁の細かな違い、それらの配置などを検討することができる。

Ⅵ. 課題

以上、本方法による非接触・非侵襲かつ誰でも導入可能なデジタル記録により、白山古墳出土和同開珎の詳細な三次元形状を検討・共有できるデジタル資料をこれまでの調査研究の蓄積に追加することができた。今回の方法では、微細形状を捉えるための近接撮影の特性上、画像に一部不鮮明な部分が生じやすくなる。また三次元モデルそのものには学術的知見・解釈はほとんど反映しないので、実測図としては機能しない。

前者の課題には、SfM-MVSに細部まで高精細に記録する深度合成を組み合わせる方法(山口 2018)や、光源位置の異なる写真を撮影して作成するRTI (Reflectance Transformation Imaging) による詳細画像が有効である(金田 2017)。後者の課題には、三次元モデルを下地に学術的な知見・解釈を追記する方法が有効である。現在、これらの方法の開発と洗練に取り組んでいる。(山口)

4. まとめ

最後に、本稿で指摘してきた事柄を簡単にまとめておきたい。

1. 地元からの情報により、和同開珎は当初10枚出土したこと、その出土位置は石室から南西方向に3～4m離れた地点であったことが新たに知られた。そこは白山古墳の外構、前庭部のあった場所かもしれない。
2. 銅鏡は、銅が約70%、錫を約30%含む二元系高錫青銅で、鑄造後、轆轤挽きで極めて薄く作られ(最も薄い部分の厚さ0.3mm)、最終工程で熱処理を施している可能性がある。正倉院に伝わる銅鏡と化学組成や加工技術が似通っており、その通称である「佐波理」を本銅鏡に当てはめることも可能である。また、形態や化学組成の比較より、本銅鏡は新羅で製作され、舶載された可能性が高い。形態だけでなく化学組成も近似する類品が藤原宮から出土しているので、ひとたび宮都に将来され、後に東国にまで運ばれたものと推測される。
3. 大刀は、方頭大刀と蔵手刀、鉄装大刀の3振の存在が確認されている。遺存状態の良い前二者

について年代的な検討を重ねたところ、方頭大刀は7世紀第4四半期頃、蕨手刀は7世紀末から8世紀前葉頃に位置づけられた。よって大刀の副葬に大きな時期差を見込む必要はなく、同時に副葬された可能性も考えられる。

4. 鉄鏃は鑿箭式、腸挟三角式（飛燕形）、腸挟柳葉式の三型式があり、群馬県内における地域的特性の反映もうかがわれる。製作年代は、飛鳥Ⅳ期から平城Ⅰ期（7世紀後葉～8世紀初頭）頃と考えられる。
5. 銅鏡の化学組成を比較検討した結果、白山古墳の銅鏡は藤原宮・京城から出土した銅鏡に近似が認められた。一方、平城宮・京城出土品の中には類似例もあるが、全く異なる様相を示す例もあり、さらに平安時代にはヒ素や鉛を多く含む、よりかけ離れた組成の銅鏡が認められた。これは銅鏡の製作時期や生産地の違いを反映している可能性が高い。
6. 和同開珎8枚の化学組成を調べたところ、①錫とヒ素が多いタイプ、②鉛が多いタイプ、③銅以外の含有が少ないタイプの3種類に大別することができた。先行研究では、錫の多いもの（タイプ①相当）は銭文に正字を用い、鉛が多いもの（タイプ②相当）はその他の銭文を用いる傾向にある、と言われているが、本品ではどちらの銭文も確認されている。この結果をあえて敷衍するならば、白山古墳に納められた和同開珎8枚は、同一工房で同じ溶銅を用いて鑄造された「うぶ出し」のセットではなく、異なる機会に異なる場所で作られた銭を集めたものの可能性が高いと言えるかもしれない。
7. X線CTスキャナーによる蕨手刀の調査では、把頭や双脚足金具の構造が明らかとなった。把頭の中央に作り出された円丘状の膨らみは、別材を貼り付けたものと判明し、また双脚足金具の上部の台状板は、環（脚）側から突出した柄を受けながら鑲付けされる強固な構造をもっていた。鉄で小部材を作り、それを同じ鉄材に接合する高度な技術がここに認められる。
8. 和同開珎を三次元計測することにより、拓本や写真では判別が難しい銭文の微細な違いや、かすかな鏤の痕跡などを明確にとらえることができた。デジタルカメラとコンピューター解析を応用した SfM-MVS による三次元計測技術は、高額なレーザースキャナー機器を導入せずとも相應の研究素材を得ることができ、今後も多方面での活用が期待されるものである。（吉澤）

おわりに

以上、2回にわたり白山古墳出土品の詳細報告と検討を行ってきた。およそ前稿は「報告編」、本稿は「考察編」に相当する内容を意図したが、視点を変えればまだ未検討な事項が沢山あると思われる、さらにこの続編が求められるかもしれない。しかし、より地域文化に寄り添う考察や、出土品に対する異なる観点・技術によるさらなる検討は、今後個別に深化して行くべきものと考え、ひとまずは本研究に区切りを付けることにしたい。この成果を活用してさらに研究が発展することを祈念するものである。

なお、本研究は、奈良国立博物館と奈良文化財研究所の連携研究として始まり、3年間にわたっ

て継続していたものである。本研究の推進に、ご理解とご協力を下さった皆さまに心より感謝を申し上げます次第である。

(吉澤)

図表出典

図3：1～3. (文化財管理局文化財研究所 1984)、4. (智頭町教育委員会 1983) 5. (諫早ほか 2017)

6. (諫早・降幡 2015)、7. (長柄ほか 2013) より転載

図4：1-1・2. 筆者実測 (昭和村教育委員会)、2-1・2. (諫早ほか 2017) より転載

図5：1. 筆者実測 (みなかみ町教育委員会)、2. 筆者実測 (群馬県立歴史博物館)、3. 筆者実測 (群馬県埋蔵文化財調査事業団)

図6：(諫早ほか 2017) より転載

図7：(平林 2014) を一部改変

参考・引用文献

相原嘉之 2011「飛鳥古京の攻防—壬申紀にみる小墾田兵庫と留守司—」『琵琶湖と地域文化—林博通先生退任記念論集』サンライズ出版

穴沢味光・馬目順一 1979「郡山市牛庭出土の銀作大刀」『福島考古』第20号 福島県考古学会

諫早直人・大江克己・金宇大・降幡順子・吉澤悟 2017「群馬県白山古墳出土品の研究1」『鹿園雑集』第19号 奈良国立博物館

諫早直人・栗山雅夫 (編) 2018『古代東北アジアにおける金工品の生産・流通構造に関する考古学的研究』奈良文化財研究所

諫早直人・降幡順子 2015「藤原宮・京出土の佐波理鏡」『奈良文化財研究所紀要 2015』奈良文化財研究所

諫早直人・降幡順子 2016「平城宮・京出土の銅容器」『奈良文化財研究所紀要 2016』奈良文化財研究所

石橋茂登ほか 2003「石神遺跡 (第15次) の調査—第122次」『奈良文化財研究所紀要 2003』奈良文化財研究所

岩崎泰一・小島敦子 (編) 1986『下触牛伏遺跡』群馬県埋蔵文化財調査事業団

内山敏行 2003「古墳時代終末期の長頸鍬—東日本における棘関長頸腸挾鍬の評価—」『武器生産と流通の諸画期』七世紀研究会

大江克己 2017「X線CTスキャナを用いた出土金属製品の構造解析—古墳時代の鉄地金銅製武器・武具・馬具を中心として」『第8回兵庫考古談話会』

大江克己・鳥越俊行・吉澤悟・中川あや 2017「奈良県珠城山三号墳出土馬具の科学的調査～双鳳文杏葉並びに忍冬唐草文鏡板を中心として～」『日本文化財科学会 第34回大会発表要旨集』日本文化財科学会

大江克己・鳥越俊行・吉澤悟・中川あや 2018「X線CTスキャナによる奈良県五條猫塚古墳出土鉄地金銅製冑の構造調査」『日本文化財科学会 第35回大会発表要旨集』日本文化財科学会

大江克己・中尾真梨子・西山要一・続慎一郎 2013「大阪府百舌鳥大塚山古墳出土三角板革綴襟付短甲の復元」『日本文化財科学会 第30回大会発表要旨集』日本文化財科学会

尾崎喜左雄 1966『横穴式古墳の研究』吉川弘文館

尾崎喜左雄 1973「第四節 古墳時代 — 白山古墳」『宮城村誌』宮城村役場

加藤和歳 2014「博物館におけるX線CTスキャナを利用した研究の課題と展望」『九州歴史資料館研究論集』39 九州歴史資料館

金田明大 2017「三次元計測とRTIによる土器計測・観察の可能性と課題」『文化財の壺』

木村法光・成瀬正和・西川明彦 1990「(五) 佐波理加盤」『正倉院年報』第12号 宮内庁正倉院事務所

木村法光・成瀬正和・西川明彦 1991「四佐波理加盤」『正倉院年報』第13号 宮内庁正倉院事務所

黒済和彦 2018『蔵手刀の考古学』ものが語る歴史シリーズ39 同成社

群馬県史編さん委員会 (編) 1981『群馬県史資料編3 原始古代3 古墳』群馬県

群馬県教育委員会 1992『富士山I遺跡1号古墳』

小村正之 (編) 1996『川額軍原I遺跡』昭和村教育委員会

- 小林行雄 1962「Ⅵ 鋳銅」『古代の技術』塙書房
- 小林義孝 1997「葬送儀礼における銭貨（1）」『歴史民俗学』第7号 歴史民俗学研究会
- 小林義孝 1999「六道銭小考」『HOMINIDS』Vol. 2
- 斎藤忠・三宅敏之ほか 1959「十一、和同開珎等一括」「図版第一一 群馬県苗ヶ島出土品」『埋蔵文化財要覧』二文化財保護委員会
- 齋藤努・高橋照彦・西川裕一 2002「古代銭貨に関する地科学的研究—「皇朝十二銭」の鉛同位体比および金属組成分析—」『IMESディスカッションペーパーシリーズ』No. 2002-J-30 日本銀行金融研究所
- 齋藤努・田口勇・西山要一 1990「X線CTなどを用いた象嵌資料の非破壊分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』第26集 国立歴史民俗博物館
- 澤田秀実 2018「国産銅鉛原材料の産出地と使用開始時期」『青銅器の考古学と自然科学』朝倉書店
- 澤田秀実・齋藤努・長柄毅一・持田大輔 2011「6～7世紀における古墳出土銅鏡の理化学的研究」『アジア鑄造技術史学会研究発表概要集』5号 アジア鑄造技術史学会
- 澤田秀実・齋藤努・長柄毅一・持田大輔 2019「中四国地方で出土した銅鏡からみた国産銅鉛原材料の産出地と使用開始時期」『国立歴史民俗博物館研究報告』第213集 国立歴史民俗博物館
- 下江健太 2001「方頭大刀の編年」『定東塚・西塚古墳』岡山大学考古学研究室
- 鈴木靖民 1985「正倉院佐波理加盤附属文書の基礎的研究」『古代対外関係史の研究』吉川弘文館
- 瀧瀬芳之 1984「円頭・圭頭・方頭大刀について」『日本古代文化研究』創刊号 PHALANX—古墳文化研究会—
- 瀧瀬芳之 1991「大刀の佩用について」『埼玉考古学論集—設立10周年記念論文集—』財団法人埼玉県埋蔵文化財調査事業団
- 田中広明 2003「腰帯の語る古代の官人社会」『地方の豪族と古代の官人—考古学が解く古代社会の権力構造』KA-SHIWA学術ライブラリー01 柏書房
- 智頭町教育委員会 1983『中河原古墳・黒本谷古墳発掘調査報告書』
- 津金澤吉茂 1991「第七節 信仰の遺産 一、古代の墓制」『群馬県史通史編2 原始古代2』
- 津野仁 2007「古代西日本の鉄鏃—地域性と古墳時代との関連—」『古墳文化』II 国学院大学古墳時代研究会
- 津野仁 2015「日本古代の軍事武装と系譜」吉川弘文館
- 東京国立博物館 2004・2005『法隆寺献納宝物特別調査概報 14・15 供用具（1・2）』
- 豊島直博 2013「環付足金物をもつ鉄刀の編年」『考古学研究』第60巻第3号 考古学研究会
- 豊島直博 2014「方頭大刀の生産と古代国家」『考古学雑誌』第98巻第3号 日本考古学会
- 鳥越俊行・今津節生 2006「文化財の健康診断—文化財用X線CTスキャン（Computed Tomography Scanner）」『東風西声』第2号 九州国立博物館
- 鳥越俊行 2018「等身大の木彫像を対象とした大型文化財用X線CTスキャナの導入と調査事例について」『鹿園雑集』第20号 奈良国立博物館
- 長柄毅一・杉山秀宏・清水康二・三船温尚 2013「蛍光X線分析データからみた群馬県出土銅製品の製作方法」『FUSUS』Vol. 5 アジア鑄造技術史学会
- 奈良国立文化財研究所 1974『平城宮発掘調査報告Ⅵ』
- 奈良国立文化財研究所 1996「右京七条一坊の調査」『飛鳥・藤原宮跡発掘調査概報26』
- 奈良文化財研究所 2017「第Ⅴ章 自然科学分析」『飛鳥・藤原宮跡発掘調査報告Ⅴ—藤原京左京六条三坊の調査—』
- 成瀬正和 1999「正倉院銅製品の製作地等に関する検討—化学組成等から—」『古代文化』第51巻第8号 古代学協会
- 成瀬正和 2002『正倉院宝物の素材』至文堂
- 西村俊範 2000「錫青銅の熱処理について」『史林』第83巻第5号 史学研究会
- 朴長植 2012「咸安 城山山城 Ⅰ 古代 金属 製作技術 研究」『咸安 城山山城 古代環境復元研究 結果報告書』国立伽耶文化財研究所
- 日沖剛史 2004「政所宮前遺跡2号墳出土蔵手刀」『東国史論』第19号 群馬考古学研究会
- 平林大樹 2013「信濃における後期・終末期古墳副葬鏃の変遷」『物質文化』93 物質文化研究会
- 平林大樹 2014「信濃における後期・終末期古墳副葬鏃の生産と流通」『信濃』第66巻第9号 信濃史学会
- 深澤敦仁（編）2004『多田山古墳群 今井三騎堂遺跡・今井見切塚遺跡—古墳時代編—』群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 深澤敦仁・右島和夫 2018『平成30年度考古資料相互活用促進事業「古墳と和同開珎—白山古墳出土品群馬初公開—」展示ガイド』群馬県立歴史博物館

- 文化財管理局文化財研究所 1984『皇龍寺遺蹟発掘調査報告書Ⅰ』
- 文化財方法論研究会 2017『文化財の壺』第5号
- 松村恵司 1998「無文銀銭と和銅銀銭—飛鳥藤原地域出土銀銭を中心に—」『出土銭貨9』出土銭貨研究会
- 松村恵司ほか(編) 2012『比羅夫がゆく—飛鳥時代の武器・武具・いくさ—』奈良文化財研究所飛鳥資料館
- 松本浩一 1981a「18 白山古墳」『群馬県史資料編3 原始古代3』群馬県
- 松本浩一 1981b「19 新山1号墳」『群馬県史資料編3 原始古代3』群馬県
- 馬淵久夫 1994「荒神西古墳および殿田古墳から出土した銅鏡の原料産地について」『研究紀要』27-2 作陽学園学術研究会
- 三浦定俊・本間紀男・馬淵久夫 1980「X線断層撮影による仏像の調査」『計測自動制御会論文集』16 計測自動制御学会
- 水野敏典 1995「東日本における古墳時代鉄鍬の地域性」『古代探叢Ⅳ』早稲田大学出版部
- 満上育久 2011「Bundler: Structure from Motion for Unordered Image Collections」『映像情報メディア』Vol. 65, No. 4
- 村上隆 1998「群馬県出土の銅製容器の材質について」『下東西清水上遺跡』群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 村上隆 2005「材質と構造に関する歴史的変遷」『古代東アジアの金属製容器Ⅱ』奈良文化財研究所
- 村上隆・肥塚隆保・沢田正昭 1997「古代銅製品にみられるアンチモンについて」『日本文化財科学会 第14回大会要旨集』日本文化財科学会
- 村上隆・沢田正昭・伊藤寿夫 1995「高エネルギーX線CTスキャナーを用いた静岡県賤機山古墳出土象嵌柄頭の三次元ダイナミック構造解析」『日本文化財科学会 第12回大会研究発表要旨集』日本文化財科学会
- 村上隆・松村恵司・黒崎直 1999「飛鳥池遺跡から出土した富本銭の材質について」『日本文化財科学会 第16回大会要旨集』日本文化財科学会
- 持田大輔 2012「六～七世紀の銅製品の生産について—古墳出土銅鏡を中心に—」『奈良美術研究』第13号 早稲田大学奈良美術研究所
- 桃崎祐輔 2017「六金属容器」『モノと技術の古代史 金属編』吉川弘文館
- 毛利光俊彦 1978「古墳出土銅鏡の系譜」『考古学雑誌』第64巻第1号 日本考古学会
- 毛利光俊彦 1991「10 青銅製容器・ガラス容器」『古墳時代の研究』第8巻 雄山閣
- 八木光則 1996「蕨手刀の変遷と性格」『考古学の諸相』坂詰秀一先生還暦記念会
- 八木光則・藤村茂克(編) 2003『蕨手刀集成(第3版)』文化財資料集第3集 盛岡市文化財研究会
- 山口欧志 2018「微細痕跡の資料化: SfM-MVSと深度合成を用いた可視化」『日本文化財科学会 第35回大会発表要旨集』日本文化財科学会
- 山口隆介・鳥越俊行 2019「雲中供養菩薩像(南十四号)のX線CTスキャン調査報告」『鳳翔学叢』第14輯 平等院

奈良国立博物館研究紀要

鹿園雑集

第二十一号

平成三十一年四月三十日発行

編集発行 奈良国立博物館

〒630-8223

奈良市登大路町五〇番地

印刷・製本

株式会社天理時報社
天理市稲葉町八〇番地