刀装具鋳型の三次元分析からみた近世鋳造技術の研究

2018 年度科学研究費（奨励研究）研究成果報告書
研究課題番号：18H00015

2019 年 3 月

研究代表者　村瀬　陸

奈良市教育委員会文化財課埋蔵文化財調査センター

例言

1．本書は、2018 年度日本学術振興会科学研究費（奨励研究）の交付を受けて実施した研究の成果報告書である。

課 題 名 ：刀装具鋳型の三次元分析からみた近世鋳造技術の研究

課 題 番 号：18H00015

研究代表者：村瀬　陸（奈良市教育委員会文化財課埋蔵文化財調査センター）

研 究 期 間：2018 年度

研 究 経 費：直接経費 530,000 円

2．本研究費を受けて得た成果は本書、および下記の通りである。

【論文】村瀬陸 2018「SfM を用いた奈良町遺跡出土刀装具鋳型の分析」『月刊考古学ジャーナル 715』ニューサイエンス社

【口頭発表】村瀬陸「三次元計測を用いた近世刀装具鋳造鋳型の製作技法」大阪歴史学会考古部会 12 月例会（2018 年 12 月 1 日）

【その他】奈良市埋蔵文化財調査センター常設展示で三次元計測図をパネル展示

3．研究の実施にあたり、下記の諸氏および機関のご高配を得ました。記して感謝申し上げます。（敬称略、50 音順）

金田明大　川見典久　北山峰生　中島和彦　中村亜希子　西山要一　林弘幸　道上祥武　三好美穂

森岡秀人　山口欧志　山前智敬　山田暁　吉田信夫

大阪歴史学会　公益財団法人黒川古文化研究所　独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所　奈良市埋蔵文化財調査センター　奈良大学

目次

第Ⅰ章　研究の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

第Ⅱ章　奈良町遺跡出土近世刀装具鋳型・製品の報告・・・・・・・・・・・・・・3

i　奈良町遺跡における近世刀装具鋳造関連遺構・遺物について・・・・・・・・・・・・・・・3

ii　三次元計測を用いた出土鋳型・製品の報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

第Ⅲ章　奈良町遺跡出土近世刀装具鋳造鋳型の製作技法・・・・・・・・・・・・・19

i　近世刀装具の認識と課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19

ii　近世刀装具の製作技法に関する既往の研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19

iii　奈良町遺跡出土資料にみる鋳型の製作技法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20

iv　奈良町遺跡における近世刀装具生産・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

第Ⅳ章　埋蔵文化財行政における実現可能な三次元計測の導入・・・・・・・・・25

i　考古学分野における三次元計測の種類・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25

ii　実現可能な三次元計測方法 -Metashape ＋ CloudCompare を利用した計測 -・・・・・・・25

iii　三次元計測の有効性と問題点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

iv　まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

第Ⅴ章　総括・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・33

註 図版出典 引用・参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・34

第Ⅰ章
研究の目的

本研究は、2015 年に奈良町遺跡（奈良市柳町）で出土した江戸時代初頭の刀装具鋳造鋳型に対して SfM を用いた三次元計測を実施し、これにより得た基礎情報から近世鋳造技術の一端を解明することを目的とする。

研究代表者は、奈良市教育委員会文化財課埋蔵文化財調査センターに所属し、2015 年に奈良町遺跡の発掘調査を担当した。その際、江戸時代初頭の鋳造炉および鋳造関連遺物を廃棄した土坑を検出した。鋳造関連遺物には坩堝、鋳型、炉壁等があり、これらは近世鋳造技術を解明するのに非常に良好な資料である。しかし、このような遺構・遺物の類例は非常に乏しく先行研究も少ないため、基礎研究を積み重ねる必要があった。

このような状況から、研究代表者は近世鋳造技術の解明を目的とした概ね 5 年計画の研究を 2018 年度より実施している。その詳細は以下の通りである。

研究題目：近世鋳造技術の研究

研究計画：１年目　近世刀装具鋳造鋳型の製作技法に関する分析
　　２年目　近世刀装具の製作技法に関する分析
　　３年目　坩堝からみた近世鋳造技術の分析
　　４年目　近世鋳造工程の復元的研究
　　５年目　近世鋳造技術の総合的研究

上記の計画的な研究課題をもとに、近世鋳造技術について解明することを最終的な目標としている。本研究は、この初年度にあたる研究課題について取り組むものである。

初年度の研究課題である本研究は、近世刀装具鋳造鋳型の製作技法を解明することを主な目的とする。この基礎資料は奈良町遺跡出土品とするが、点数は多いものの、製品を取り出す際に砕かれており、多くが細片となっている。さらに、被熱により黒色化し観察が困難である。この状況から一般的な実測方法である手測りによる図化は難しく、さらに垂直写真でも図像が不明瞭で図示するのが困難であった（奈良市教育委員会 2018）。

そこで、有効な方法として SfM による三次元計測がある。レーザによる三次元計測はすでに考古学分野において銅鏡などに用いられている（水野 2010）が、非常に高価であり一般への普及は非現実的である。対して SfM はデジタルカメラ、パソコン、解析ソフトがあれば比較的安価での計測が可能であり、近年考古学分野で有効性が示されつつある（文化財方法論研究会 2016）。

そこで本研究では、SfM を用いた三次元計測を行うことで、鋳型の基礎データを抽出することを第一段階の目標とした。次に、得られた基礎データをもとにして、鋳型の製作技法を明らかにすることを第二段階の目標とした。鋳型の製作技法を明らかにすることは、近世鋳造技術の実態を示すための重要な課題である。初年度はこの課題を解決することを目指す。

また、研究代表者は行政職員でもあり、費用対効果を意識した仕事がとくに求められる立場にある。SfM による三次元計測は、従来の方法とうまく併用すれば非常に高い効果が期待できると考えている。この点についても、本研究を通して得た知見をもとに見解を示す。

図 1　HJ 第 688 次　刀装具鋳型

第Ⅱ章
奈良町遺跡出土近世刀装具鋳型・製品の報告

第ⅰ節　奈良町遺跡における近世刀装具鋳造関連遺構・遺物について

概要　本研究で対象するのは、奈良市教育委員会が2015年度に実施した平城京跡(HJ)第688次調査(平城京跡・奈良町遺跡）で出土した資料である。

遺跡名：平城京跡（左京四条六坊六坪）・奈良町遺跡　　調査原因：共同住宅新築

調査地：奈良市柳町 10-1、南魚屋町 1-3 他　　調査期間：平成 27（2015）年 5 月 7 日～6 月 26 日

調査面積：383㎡　　調査担当：村瀬　陸（奈良市教育委員会）

遺構　本調査では、平安時代には埋まったと考えられる河川が発掘区の大部分を占めており、平城京跡に関する遺構はなかった。主に検出した遺構は、江戸時代初頭の鋳造炉、鋳造遺物を廃棄した土坑であり、その詳細を記述する。

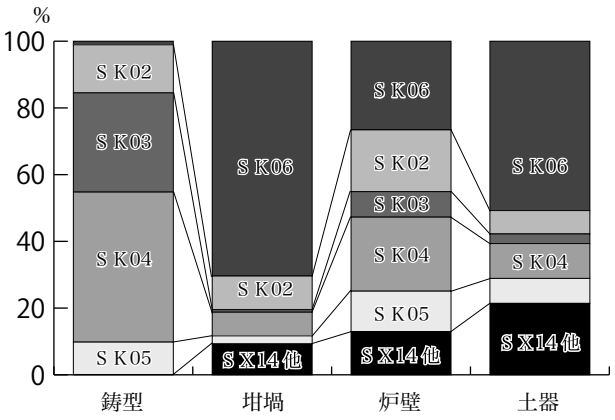
土坑ＳＫ 01 ～ 13　いずれも鋳造関連の遺物や、埋土に焼土および炭混じりの黒色土を含む。深さは 0.3 ～ 0.5m でオーバーハングするように掘り込まれる。これらの土坑はいずれも粘土質の地山である部分にしかみられないことから、粘土採掘の為に掘削された後、廃棄土坑として利用したと考えられる。

ＳＫ 02 ～ 06 では、土坑ごとに出土遺物の特徴が確認できた。ＳＫ 02 からは坩堝・炉壁等の破片を中心とする遺物、ＳＫ 03 からは鐔の鋳型、ＳＫ 04 からは目貫の鋳型と三足付坩堝、ＳＫ 06 からは多数の把手付坩堝の完形品がそれぞれ主体をなしている。

ＳＸ 14（炉）　約３×1.5m の掘方の内側に、円形に炭層が残る部分が２ヶ所あり、その周囲にはしまりのある橙色土がめぐる。この下層には、焼土や灰白色土に炭がラミナ状に入る層がある。また、南側に鋳造遺物を含む廃棄土坑があることから、この遺構は炉の床面が残存するものと考えられ、以下では炉として記述する。炉は重複関係から同一場所で数回の構築と破壊を繰り返している。断面観察により、炉は最終作業面に相当する炉１～３と、これらの下層整地層に旧作業面が想定できる。

表１　HJ 第 688 次調査　遺構別主要遺物出土点数表

	鋳型		坩堝		炉壁		土器	
	点数	比率	点数	比率	重量（g）	比率	点数	比率
SK06	260	1.07	2690	70.38	20774	26.58	1745	50.77
SK02	3488	14.41	385	10.07	14463	18.51	241	7.01
SK03	7199	29.75	30	0.78	5979	7.65	99	2.88
SK04	10884	44.97	271	7.09	17341	22.19	359	10.45
SK05	2352	9.72	92	2.41	9484	12.14	257	7.48
SX14	7	0.03	114	2.98	5161	6.60	157	4.57
SK12	4	0.02	124	3.24	956	1.22		0.00
SK10	1	0.00	13	0.34	803	1.03	228	6.63
SK08	4	0.02	79	2.07	1524	1.95	261	7.59
SK09	3	0.01	24	0.63	1661	2.13	90	2.62
合計	24202	100.00	3822	100.00	78146	100.00	3437	100.00



最終作業面で確認した炉１は、径約 0.3m の炭層の周りに径約 0.5 ｍの灰白色土がめぐり、さらにその外側をやや焼けしまった橙色土が囲う。炉２は、径約 0.5 ｍの炭層を炉１同様の橙色土が囲う。炉１・２ともに、炉の床面を示すと考える円形の炭層は、厚さ約 0.05 ｍしか残存しない。炉１は灰白色土がめぐる一方、炉２にはそれが確認できず、なんらかの機能差が考えられる。重複関係から炉３は炉１・２より古

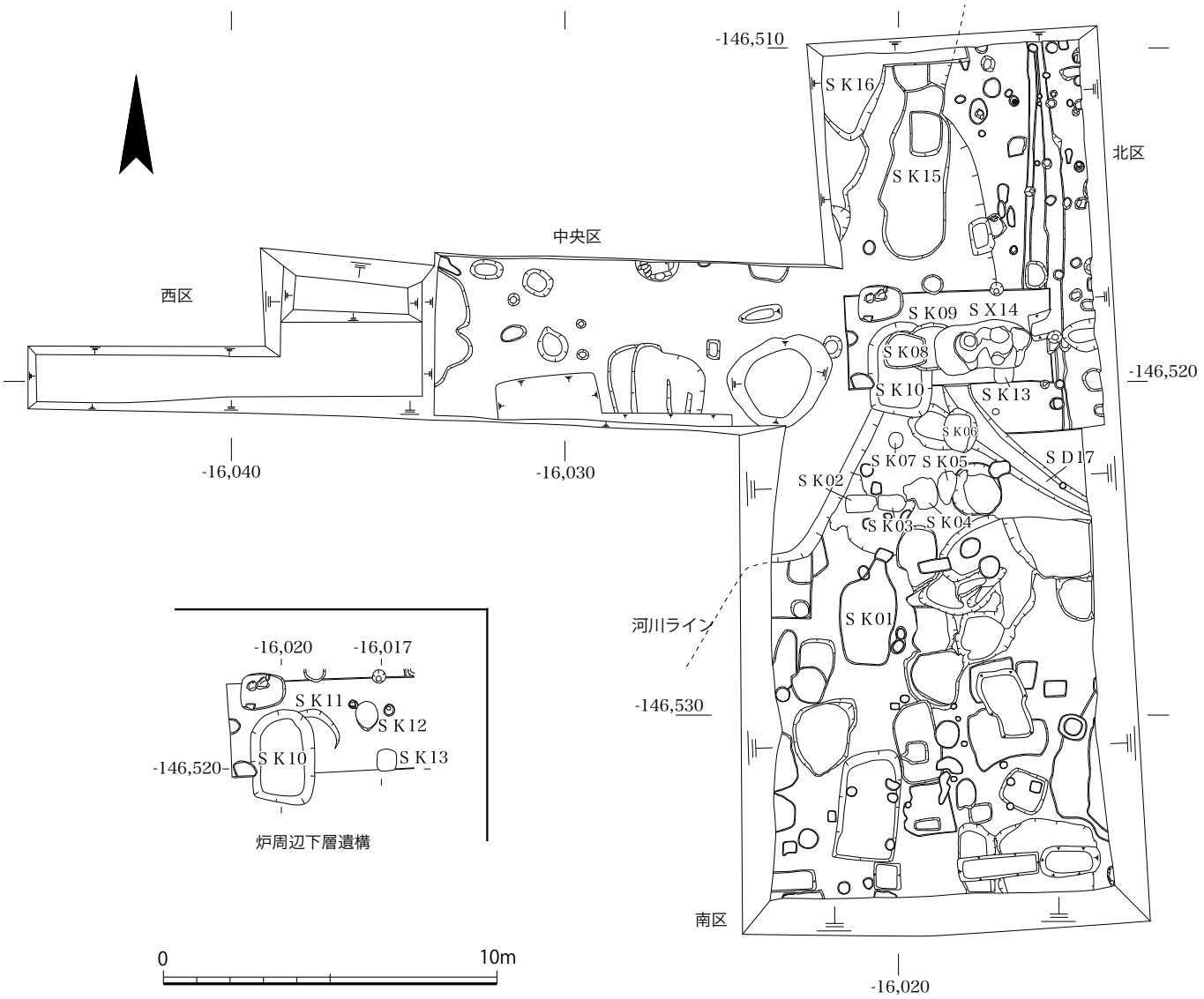


図２　HJ 第 688 次　発掘区平面図（1/200）

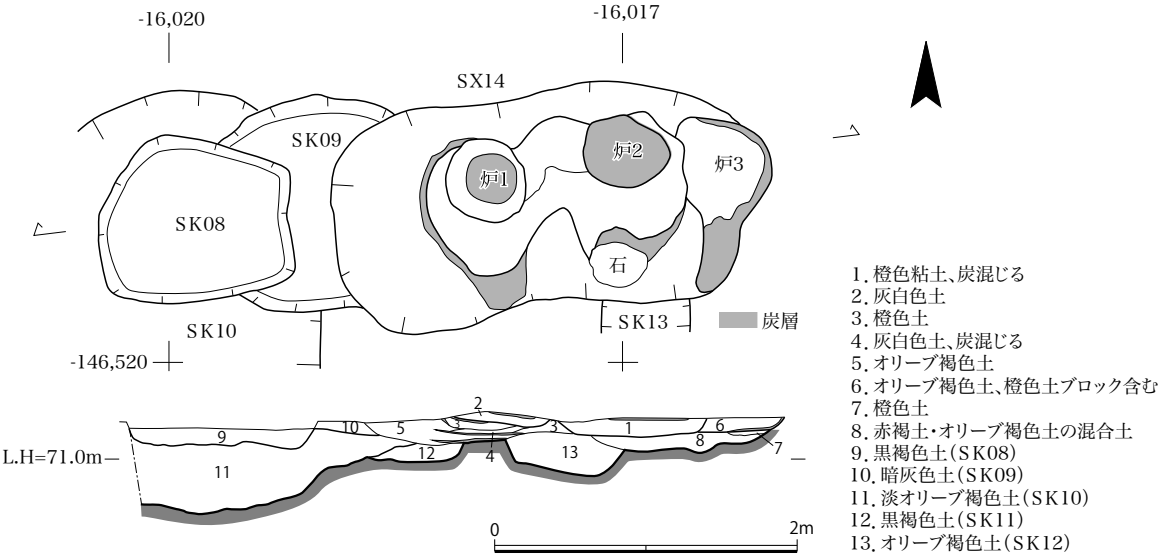


図３　HJ 第 688 次　SX14（炉）平面・断面図（1/50）

図 4　HJ 第 688 次　SK02 ～ SK06（南西から）

図 5　HJ 第 688 次　SK02（西から）

図 6　HJ 第 688 次　SK03（東から）

図 7　HJ 第 688 次　SK06（北東から）

図 8　HJ 第 688 次　SX14（南から）

い。周囲の地山は焼けて赤色を呈する。

炉周辺には建物に復元できるような柱穴がなく露天である可能性が高い。建物は柱穴の集中度からみて炉の北東方向に広がる可能性がある。

遺物　鋳造に関連する遺物には、鋳型、目貫製品、坩堝、炉壁類、金属鋳造に関する生成物、砥石、円盤状土製品等がある。鋳型については次節で述べる。

坩堝は約3800点出土しており、中島和彦により以下の分類がなされ８型式を確認した。

Ⅰ類：口径に対して器高が低く、鉢形となるもの。

Ⅱ類：口径に対して器高が高く、コップ形となるもの。

－１　体部外面の側面に、縦方向の長方形の把手を１つ付すもの。

－２　底部外面に三足を付すもの。

－３　１の把手と２の三足いずれも付すもの。

ａ：蓋を伴うもの　ｂ：蓋を伴わないもの

これらの坩堝は、蛍光Ｘ線分析が実施されており、概要報告ではⅠ類坩堝から青

表２　HJ第688次調査　遺構別坩堝出土点数表

遺構	坩堝鉢形（Ⅰ類）	坩堝　コップ形（Ⅱ類）					坩堝蓋	形態不明	合計	
		把手付（1）	三足付（2）	把手三足付（3）	体部	小計			(破片点数)	比率
SK02	27	44	23	39	153	259	99	0	385	11.10
SK03	12	1	2	1	9	13	5	0	30	0.87
SK04	27	0	36	0	148	184	59	1	271	7.81
SK05	41	0	9	0	30	39	12	0	92	2.65
SK06	35	320	1	0	2325	2646	9	0	2690	77.57
小計	142	365	71	40	2665	3141	184	1	3468	
比率	4.09	10.52	2.05	1.15	76.85	90.57	5.31	0.03		

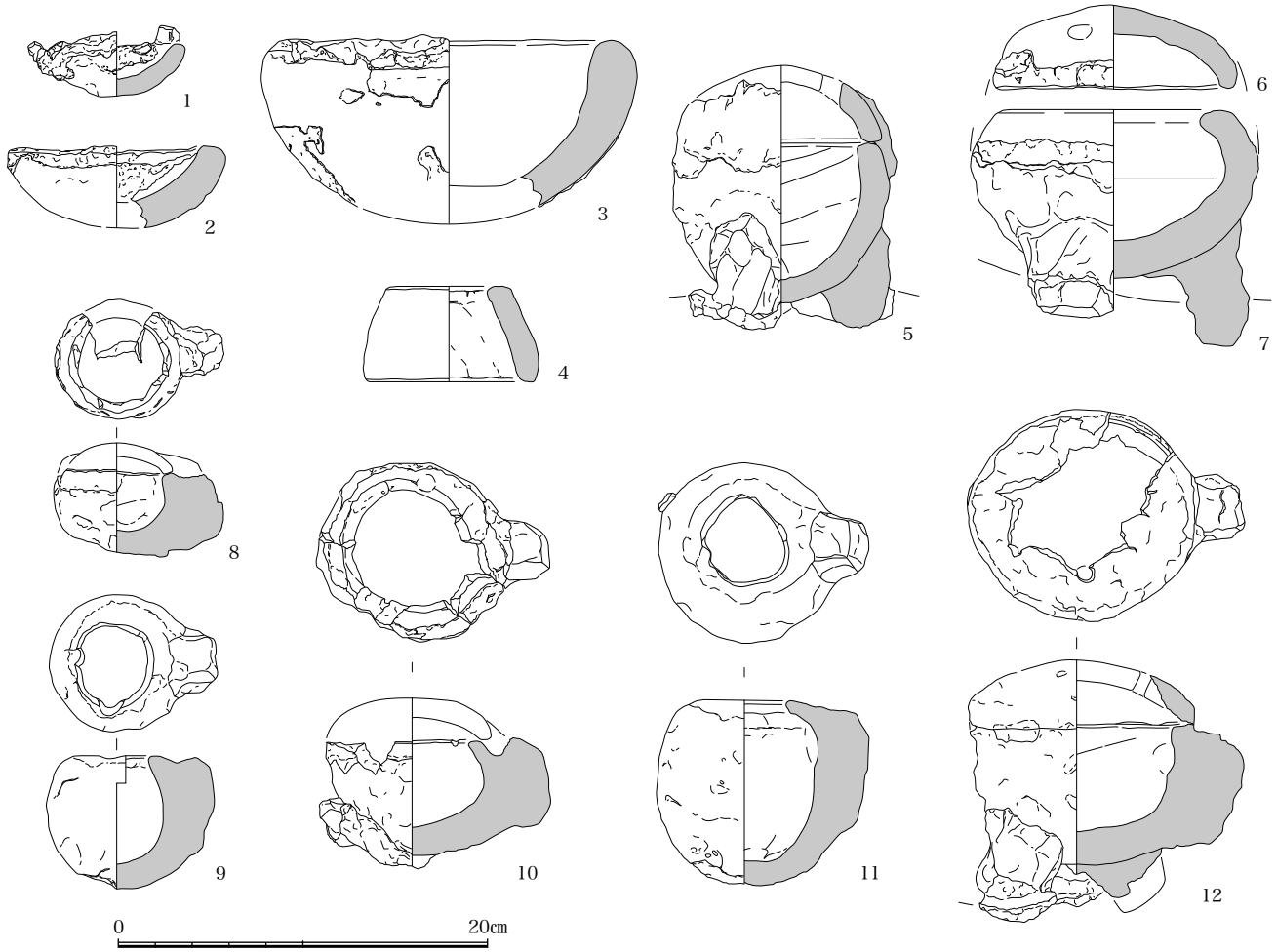


図９　HJ第688次　坩堝類（1/４）

銅、Ⅱ類坩堝から銅および亜鉛（真鍮）が検出されたことが記されている(1)。

炉壁類には、様々な形状の炉壁のほか鞴羽口なども出土している。近世における炉の構造は多様であり、とくに本調査で出土したⅡ類坩堝と組み合う炉がどのようなものであったかは重要な検討課題である。出土した炉壁のなかには、香取秀眞の「御鏡仕様之控書註記」に記された馬のりに該当するであろう形状のものがあり、ほかにも弧を描く板状の炉壁を組み合わせて使用したと考えられるものがあることから、屏風（丸瓦状の炉壁を組み合わせた構造物）をもとにした簡易的な炉が想定できる。

金属鋳造に関する生成物は、鋳造工程の中で生じた

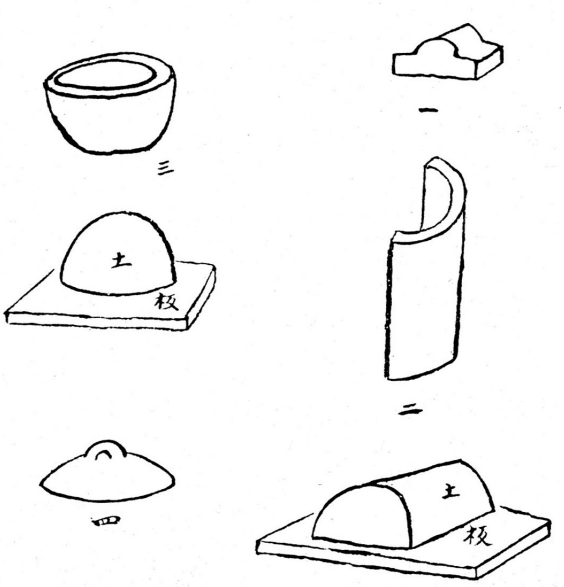


図 10 「御鏡仕様之控書註記」記載の「土道具」類

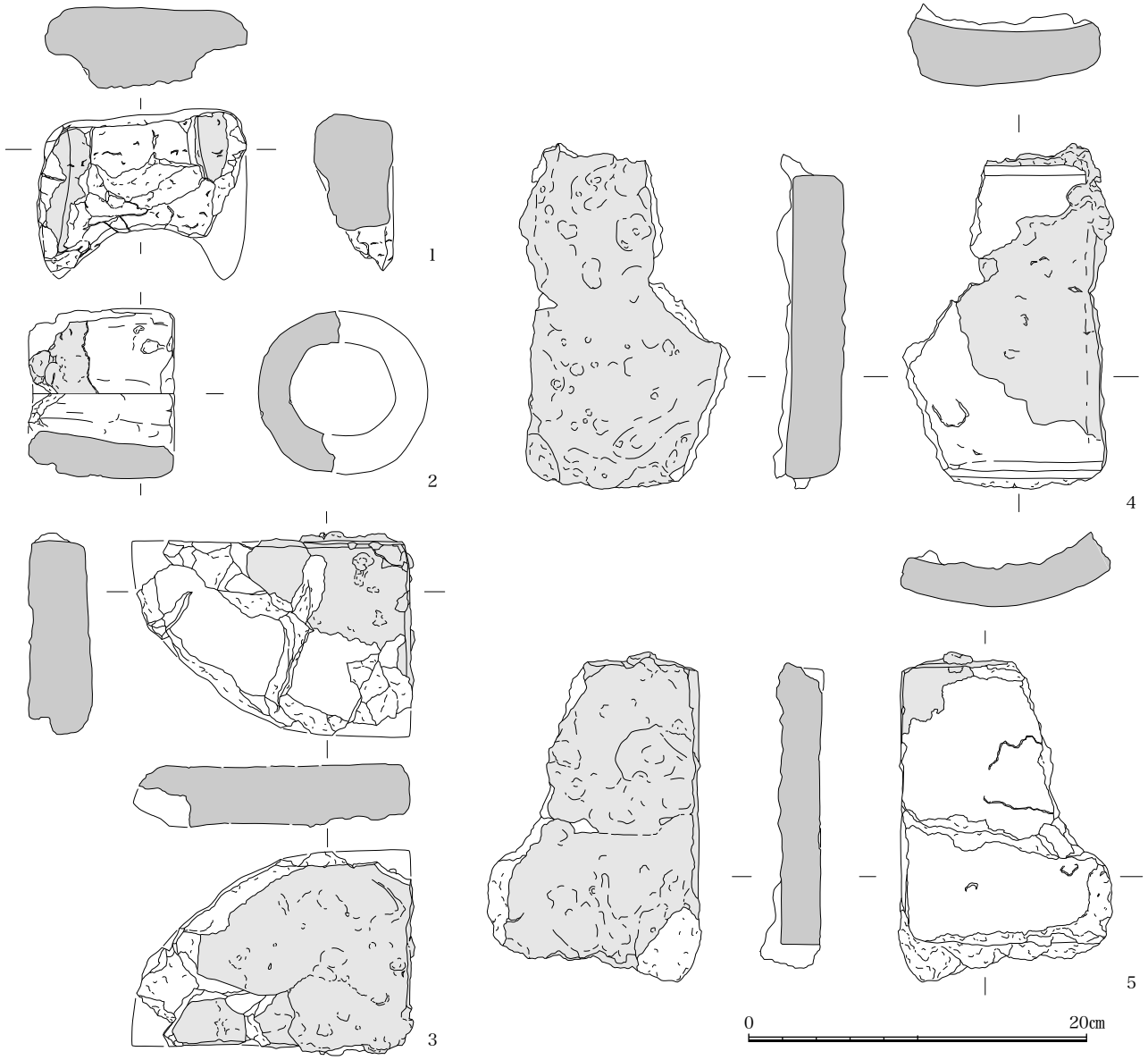


図 11　HJ 第 688 次　炉壁類（1/ 4）

表３　HJ 第 688 次調査　遺構別出土土器点数表

種類	産地等	器種	SK02		SK03		SK04		SK05		SK06		SK08		SX14		鋳造関連遺構合計	
			点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率	点数	出土比率
土師器	褐色系 (A) 群	皿	16	6.64	1	1.01	33	9.19	14	5.45	52	2.98	14	5.36	18	11.46	148	
	灰色系 (C) 群	皿	101	41.91	83	83.84	131	36.49	123	47.86	441	25.27	54	20.69	27	17.20	960	
	灰色系 (D) 群	皿											1	0.38	15	9.55	16	
		羽釜	51	21.16	4	4.04	67	18.66	84	32.68	176	10.09	70	26.82	30	19.11	482	
	小計		168	69.71	88	88.89	231	64.35	221	85.99	669	38.34	139	53.26	90	57.32	1606	51.49
瓦質土器		擂鉢	4	1.66	2	2.02	6	1.67	8	3.11	134	7.68	11	4.21	11	7.01	176	
		捏鉢	1	0.41							15	0.86	1	0.38	1	0.64	18	
		浅鉢									1	0.06					1	
		方形浅鉢															0	
		深鉢	7	2.90			2	0.56	2	0.78	26	1.49			7	4.46	44	
		鉢類	13	5.39	5	5.05	17	4.74	5	1.95	288	16.50	43	16.48	22	14.01	393	
		壺	4	1.66							4	0.23	1	0.38	1	0.64	10	
		風炉・焜炉									2	0.11					2	
		蓋									2	0.11	1	0.38			3	
		行燈									1	0.06	1	0.38			2	
		羽釜							1	0.39							1	
		不明	13	5.39	3	3.03	18	5.01	3	1.17	55	3.15	1	0.38			93	
	小計		42	17.43	10	10.10	43	11.98	19	7.39	528	30.26	59	22.61	42	26.75	743	23.82
国産陶器	肥前	椀	8	3.32			12	3.34	8	3.11	281	16.10	45	17.24	10	6.37	364	
		皿	2	0.83							43	2.46			1	0.64	46	
		壺									26	1.49					26	
		鉢									28	1.60	2	0.77	3	1.91	33	
		他									2	0.11			1	0.64	3	
		小計	10	4.15	0	0.00	12	3.34	8	3.11	380	21.78	47	18.01	15	9.55	472	
	瀬戸・美濃	椀	6	2.49			9	2.51	4	1.56	29	1.66	5	1.92			53	
		皿	10	4.15			19	5.29	2	0.78	43	2.46	1	0.38			75	
		他									4	0.23					4	
		小計	16	6.64	0	0.00	28	7.80	6	2.33	76	4.36	6	2.30	0	0.00	132	
	備前	壷・甕							2	0.78	31	1.78					33	
	信楽	擂鉢	4	1.66			8	2.23	1	0.39	14	0.80	6	2.30	3	1.91	36	
		壷・甕										0.00					0	
		小計	4	1.66	0	0.00	8	2.23	1	0.39	14	0.80	6	2.30	3	1.91	36	
	小計		30	12.45	0	0.00	48	13.37	17	6.61	501	28.71	59	22.61	18	11.46	673	21.58
国産磁器	肥前	碗					4	1.11									4	
		皿					2	0.56									2	
		他					4	1.11									4	
		小計	0	0.00	0	0.00	10	2.79	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10	0.32
輸入陶磁器	青磁	碗									4	0.23	1	0.38			5	
		皿															0	
		小計	0	0.00	0	0.00%	0	0.00	0	0.00	4	0.23	1	0.38	0	0.00	5	
	白磁	皿			1	1.01	15	4.18			18	1.03	2	0.77			36	
		他													1		1	
		小計	0	0.00	1	1.01	15	4.18	0	0.00	18	1.03	2	0.77	1	0.64	37	
	青花	碗	1	0.41			7	1.95			6	0.34	1	0.38	2	1.27	17	
		皿					4	1.11			13	0.74			4	2.55	21	
		他									4	0.23					4	
		小計	1	0.41	0	0.00%	11	3.06	0	0.00	23	1.32	1	0.38	6	3.82	42	
	赤絵	碗・皿					1	0.28			2	0.11					3	
	小計		1	0.41	1	1.01	27	7.52	0	0.00	47	2.69	4	1.53	7	4.46	87	2.79
合計			241	100.00	99	100.00	359	100.00	257	100.00	1745	100.00	261	100.00	157	100.00	3119	100.00

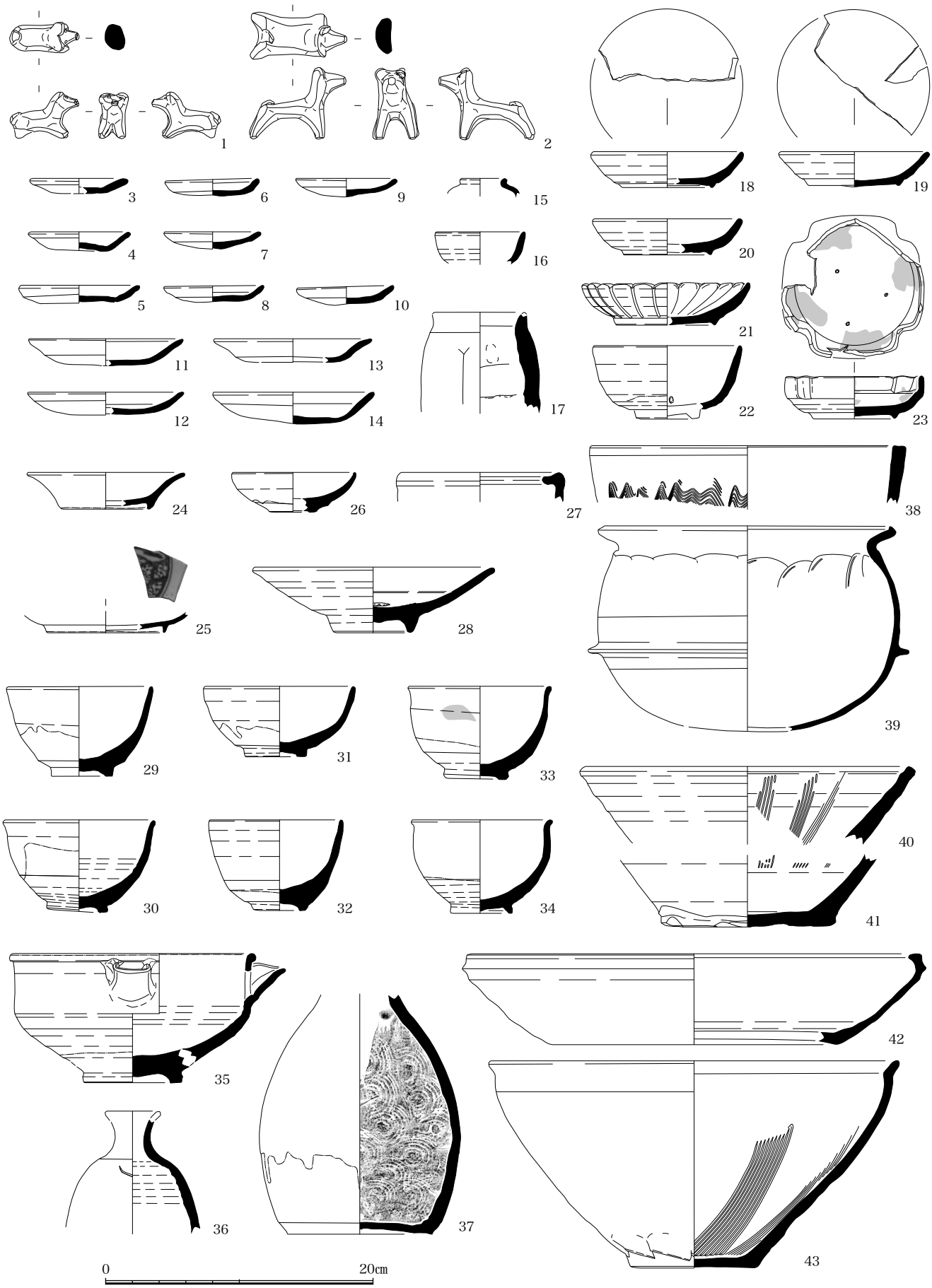


図 12　HJ 第 688 次　SK06 出土土器（1 / 4）

バリや湯玉等がある。これについても今後、詳細を明らかにすべき資料である。

砥石は製品等の加工に用いたと考えられ、円盤状土製品は用途不明であるが鋳造関連遺物と同じ遺構から出土したため、鋳造工程のなかで使用した可能性が高い。

土器類　約3,000点の土器が出土し、各遺構ごとの出土点数を一覧表に記した。出土比率は土師器が約半数を占め、瓦質土器が約1/4、残りが国産・輸入陶磁器類が占めている。国産陶器は肥前産が約7割と主体を占め、瀬戸・美濃産がこれに次ぐ。瀬戸・美濃産陶器は灰釉・志野釉のものが多く、鉄釉の天目椀の出土が少ない点が特徴である。また僅かながらも肥前産磁器の出土は注目できる。国産陶器の

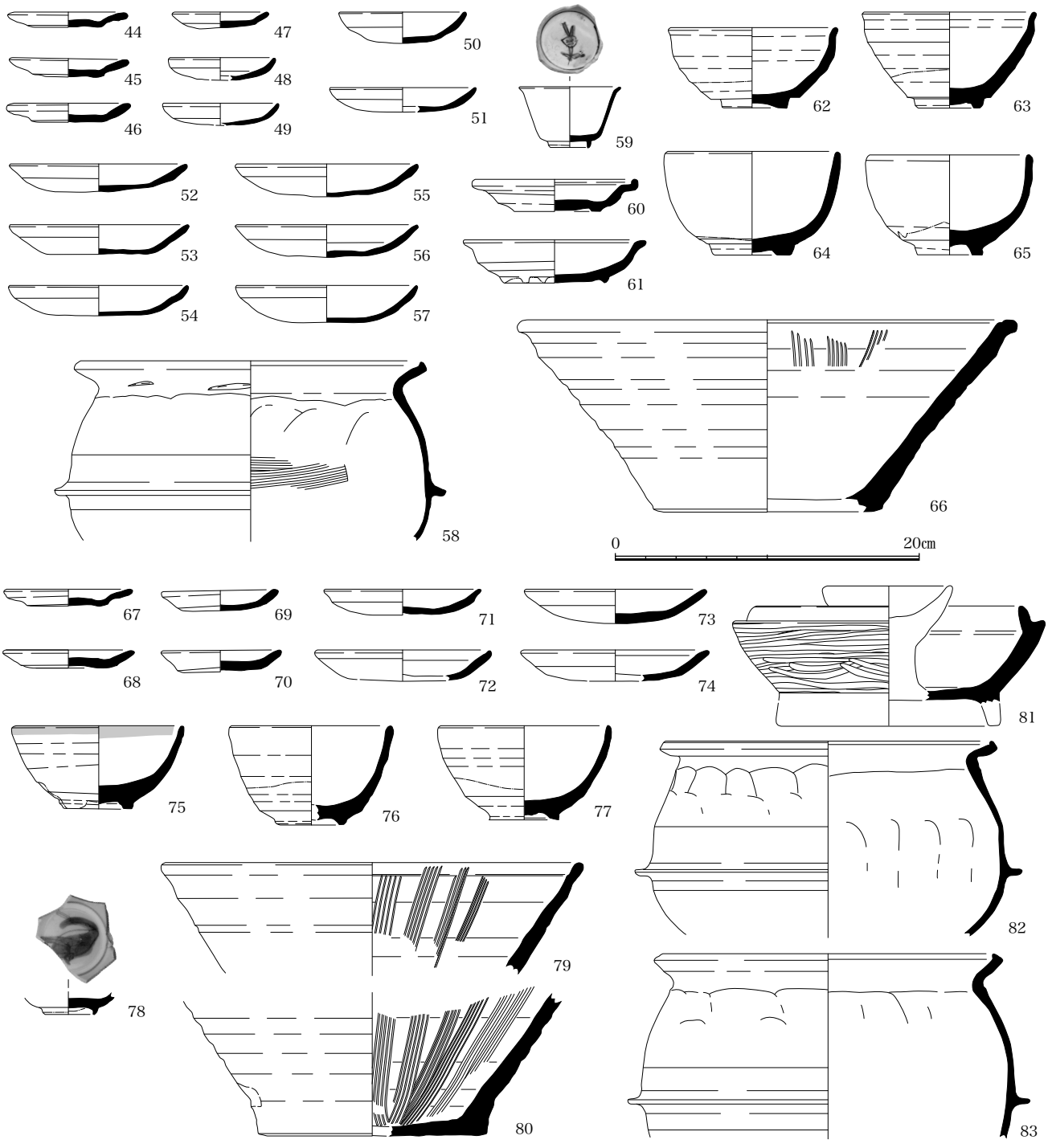


図13　HJ第688次　SK02～05・08・SX14出土土器（1/4）

擂鉢は、ほぼ信楽産で占められる。

各遺構出土の土器は型式的にはほぼ同じで、元興寺旧境内第４次調査（GG 第 04 次）ＳＸ 06 出土資料と同型式の 17 世紀第２四半期頃のものと考えられる（奈良市教育委員会 2018）。

遺跡の評価　以上の遺構・遺物から評価できる主な概要は以下３点である。

①近世刀装具に鋳造品のあることが考古学的に明らかとなったこと、②出土坩堝と共伴土器から 17 世紀前半には真鍮の国内製造を行なっていたことが明らかとなったこと、③近世鋳造技術を考古学的に示すことが可能な資料が得られたこと、である。

この主な評価をもとに、今後はより緻密な分析を積み重ねることで、近世鋳造技術についてを明らかにできるものと考える。

第 ii 節　三次元計測を用いた出土鋳型・製品の報告

概要と出土状況　奈良町遺跡で出土した鋳型（破片点数約 24200 点）には、刀装具である鐔・目貫を主とし、不明鋳型が若干数ある。主体である鐔・目貫の鋳型には雌雄型があり、製品見本や鍛造用の文様型ではなく、鋳造に用いた実用鋳型である。

表４　鐔・目貫鋳型の内訳

遺構	鐔						
	菊花小	菊花大	阿弥陀鑢	覆輪状	無文	他	小計
ＳＫ 02	43	0	79	5	165	134	506
ＳＫ 03	58	8	884	196	735	161	3263
ＳＫ 04	1	0	42	7	20	56	155
ＳＫ 05	3	0	38	2	7	13	80
ＳＫ 06	1	1	18	0	12	8	66

遺構	目貫						不明
	雌外型	雌内型	雄外型	雄内型	他	小計	
ＳＫ 02	653	113	20	368	155	1309	1673
ＳＫ 03	94	107	15	127	177	520	3416
ＳＫ 04	1264	549	275	1268	179	3535	7194
ＳＫ 05	340	133	83	269	14	839	1433
ＳＫ 06	0	18	2	4	32	56	138

鐔の鋳型は、肉眼観察で文様の違いを読み取ることが可能であるが、目貫は図像が把握できるものとできないものがある。そのため、表４では鐔を種類ごとに、目貫は雌雄型で分類して出土遺構単位で点数計算した。これをみると、鐔の鋳型は SK03、目貫の鋳型は SK04 から特に多数出土していることがわかる。SK02 ～ 06 の出土土器に時期差は認められないが、土坑への廃棄が作業単位を反映している可能性が高い。鐔・目貫の必要金属量は異なるため、意図的に鋳造作業を切り分けたと想定できる。また、目貫鋳型のなかでも天女図は SK02 から出土する割合が高く、その他の種類とは異なるタイミングで製作されたことを反映していると考えられる。

なお、SK06 からは上述したように多量の土器類と坩堝が目立って出土した。一方で鋳型が極端に少ないことからみて、使い回しのできる坩堝、及び日常的に使用する土器を廃棄した SK06 は最終的な廃棄であろうと考えられる。

鋳型の分類　前述の通り、鋳型には主に鐔と目貫があり、若干の不明鋳型がある。

鐔の鋳型は、外形が円形・木瓜形の２種類で、文様が菊花（菊花小）・複弁菊花（菊花大）・阿弥陀鑢状・覆輪状・無文の５種類ある。ただし、木瓜形は阿弥陀鑢状の文様をもつものにしか確認できない。全て中心孔と小柄櫃孔のみの鐔である。外形のわかる資料が乏しいため、基本的には文様を優先した分類とし、略称（菊花＝ TK、複弁菊花＝ TKH、阿弥陀鑢状＝ TA、木瓜形阿弥陀鑢状＝ TAM、覆輪状＝ TH、その他＝ TS）を使用する。

目貫の鋳型は、外形が円形・方形の２種類あり、雄型（＝ MO）と雌型（＝ MM）がある。ひとつの鋳型に１～２つの笵型があるものと３つあるものとがある。ただし、破片であるため外形や笵型数が

わかるものに乏しく、笵型の図像をもとに分類する。肉眼観察による図像の判別は龍・獅子・葉・花文がある程度の認識に過ぎなかった（奈良市教育委員会 2018）が、三次元計測により具体的な様相を明らかにすることができた。この結果をもとに分類すると、獅子、連獅子、龍 A・B、見返龍 A・B、天女 A ～ G、山椒、花、葉、独鈷、兎、不明動物があり、その他図像不明のものが若干数ある。とくに、獅子図や龍図は、後藤家の意匠を採用したもので、その模倣品であることがわかる。模倣品である根拠としては、後藤家の作品は鍛造品が多く、基本的に三所物（目貫・小柄・笄）しか製作せず鐔を製作することは皆無に等しいことが挙げられる。本調査では目貫と鐔が鋳造により製作されていることからも、後藤家と直接結びつくことはない生産体制によるものである。また概要報告書では、大多数が龍図であると考えていたが、その一部が天女であることがわかった。さらに多種なだけでなく、同一意匠であっても龍や天女図のように複数種存在することも明らかとなった。

なお、報告した資料以外にも未使用品が廃棄された資料があり、X 線分析により内部が判明した資料（図 14）があるほか、接合することで鋳型の構造がよくわかる資料（図 24）などもある。これらは SfM による図化が困難であるため、この手法による掲載は断念した。

鋳型の構造　鋳型は鐔・目貫に関わらず同様の構造を呈する。つまり、笵型を施す面は精良な粘土を用

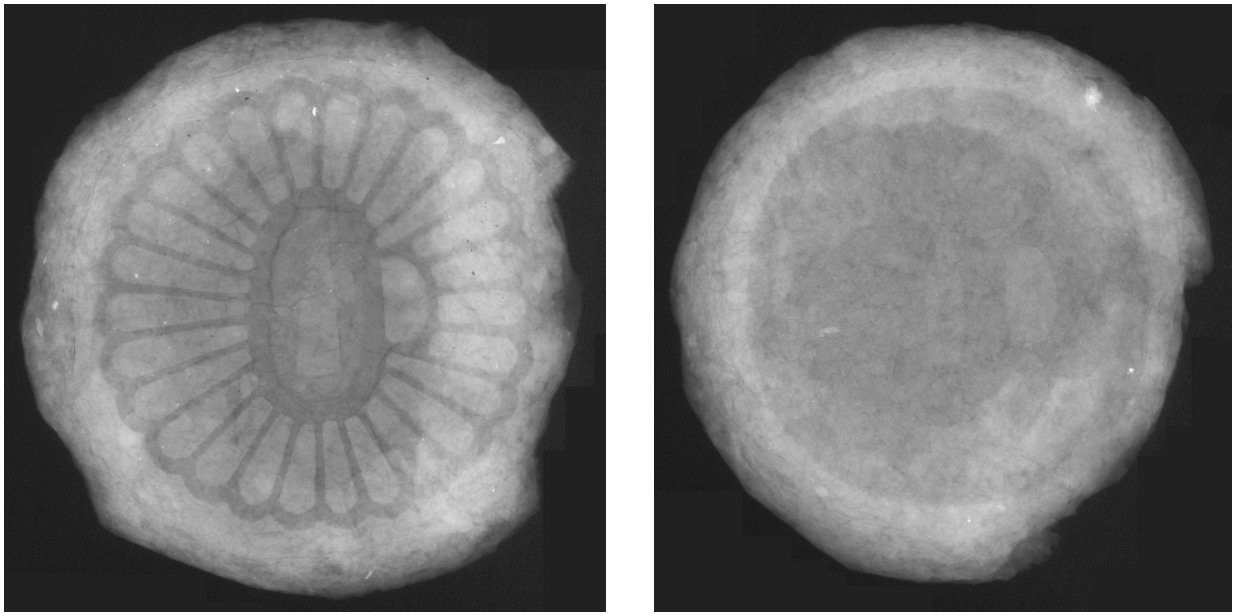


図 14　HJ 第 688 次　未使用鐔鋳型（左：菊花、右：無文）

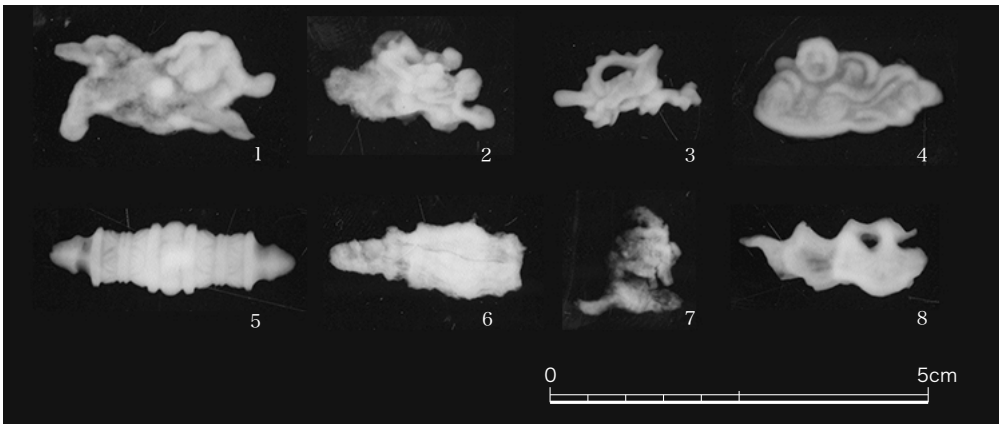


図 15　HJ 第 688 次　目貫製品の X 線分析画像（1 / 1）

いているが、その外側はスサ混じりの粗い粘土で覆われており、２層構造となっている。雄型と雌型を合わせて目張りする粘土も粗いものを用いている。これは鋳造時のガス抜きを意図したものであると考えられる。

製品　８点の目貫があり、ほかにも製品の可能性がある金属片が若干数ある。目貫製品には、獅子、龍、剣巻龍、布袋、独鈷、図像不明がある。獅子図は、鋳型で確認されているものと同一意匠であるが細部に若干の違いがある。また龍図や独鈷図も鋳型では見つかっていない意匠であり、剣巻龍や布袋図は鋳型で確認されていない。これらの製品は､金属原型や当遺跡での鋳造製品と想定したいところであるが、上述の実態からその他の理由で持ち込まれたものである可能性があろう。

計測所見　以上、鐔・目貫の鋳型を SfM を用いて三次元計測し、図示及び一覧表で基礎データを提示した。概要報告書作成段階における肉眼観察では、図像の把握が困難であったが、三次元計測によりその詳細が格段に判明した。また、図像の正確かつ明瞭な図化方法としても有効であり、細部の比較検討にも耐えうる。

一方、三次元レーザで計測したデータと比べると、点群数やその正確さに欠けており、仕上がりモデルでも SfM はレーザに比べて無理やり点群を繋いでモデル化した部分が細部で確認できる。よって、厳密に数値化して笵型の細部比較をする場合には SfM 計測データでは問題がある。

また、今回提示した目貫製品は、例えば獅子図目貫では処理後においても一定の錆が覆っており、本来の細部形状が不明瞭である。このため、SfM では現状の状態を計測することしかできないが、X 線撮影画像では、本来の形状を一層読み取ることが可能である。よって、X 線 CT 等による三次元計測ができればより有効なデータが得られると予測する。

このように、SfM を用いた三次元計測には有効性と問題点が存在する。しかし、今回対象とした鋳型は SfM を用いた計測が非常に有効であることを示した。当然、レーザによる三次元計測ができるに越したことはないが、費用対効果や埋蔵文化財行政における持続可能な方法としてみれば、SfM は本資料に対して有効であったと言える。

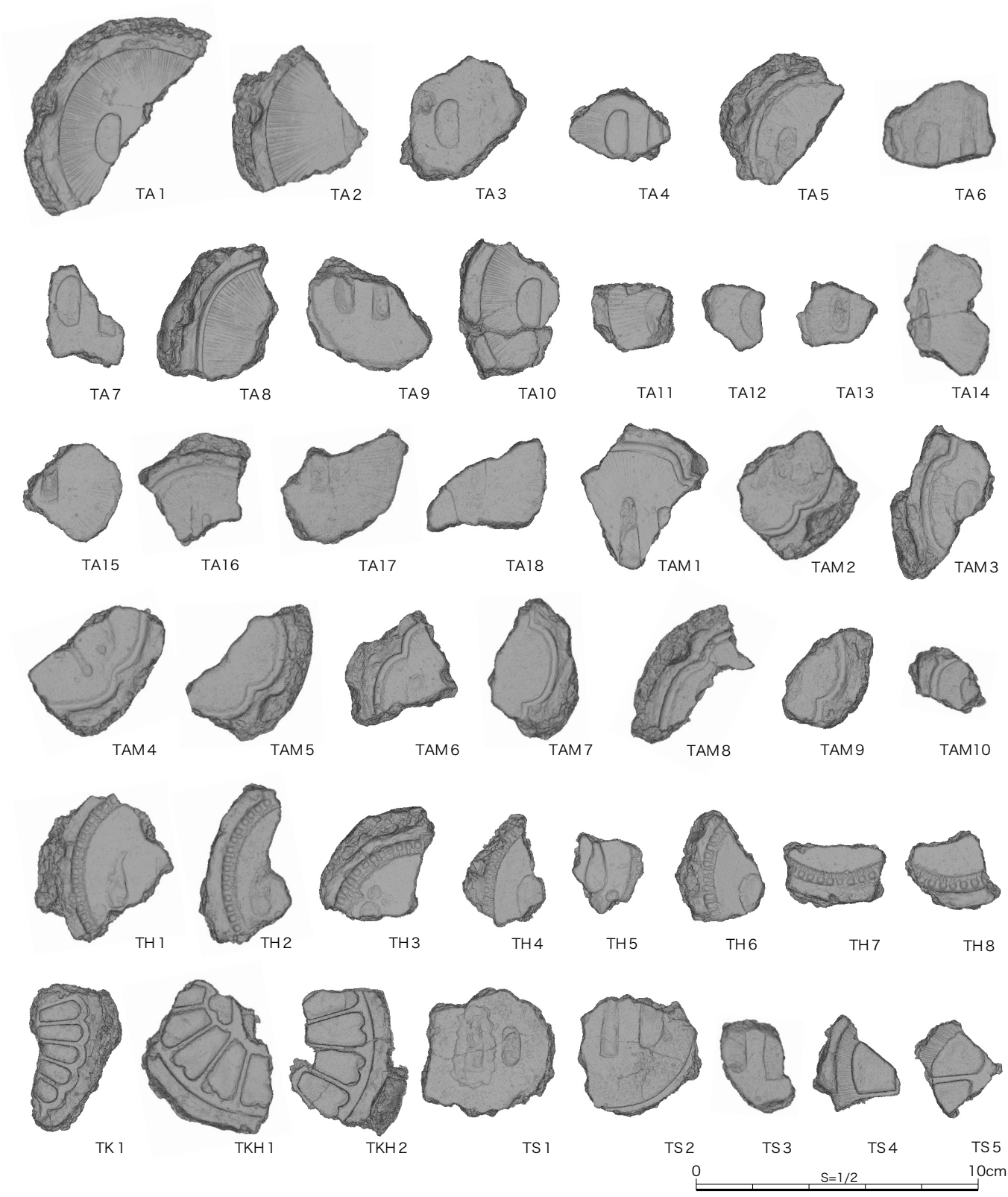


図 16　HJ 第 688 次　出土鋳型の三次元モデル（鐔）

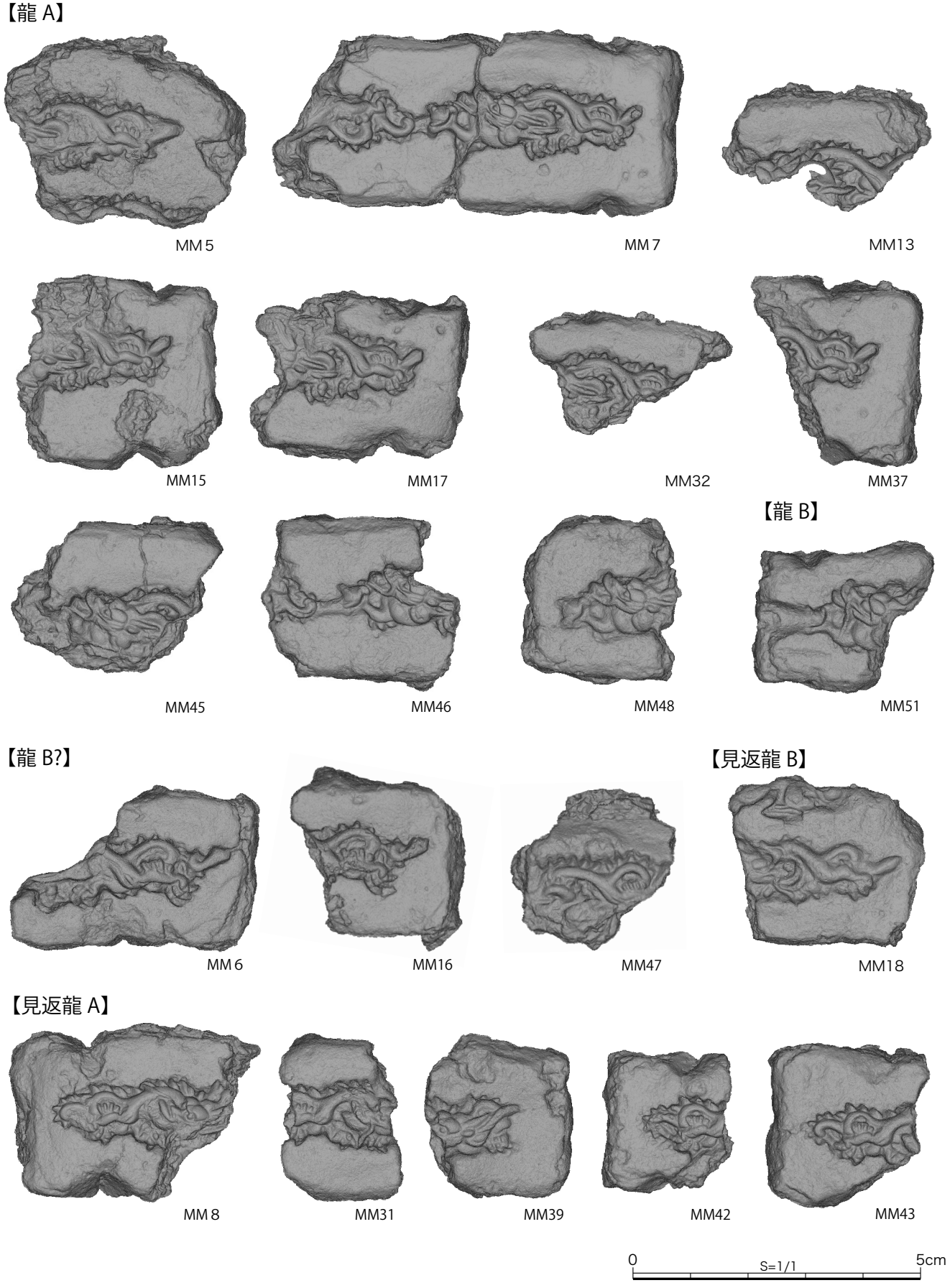


図 17　HJ 第 688 次　出土鋳型の三次元モデル（目貫）

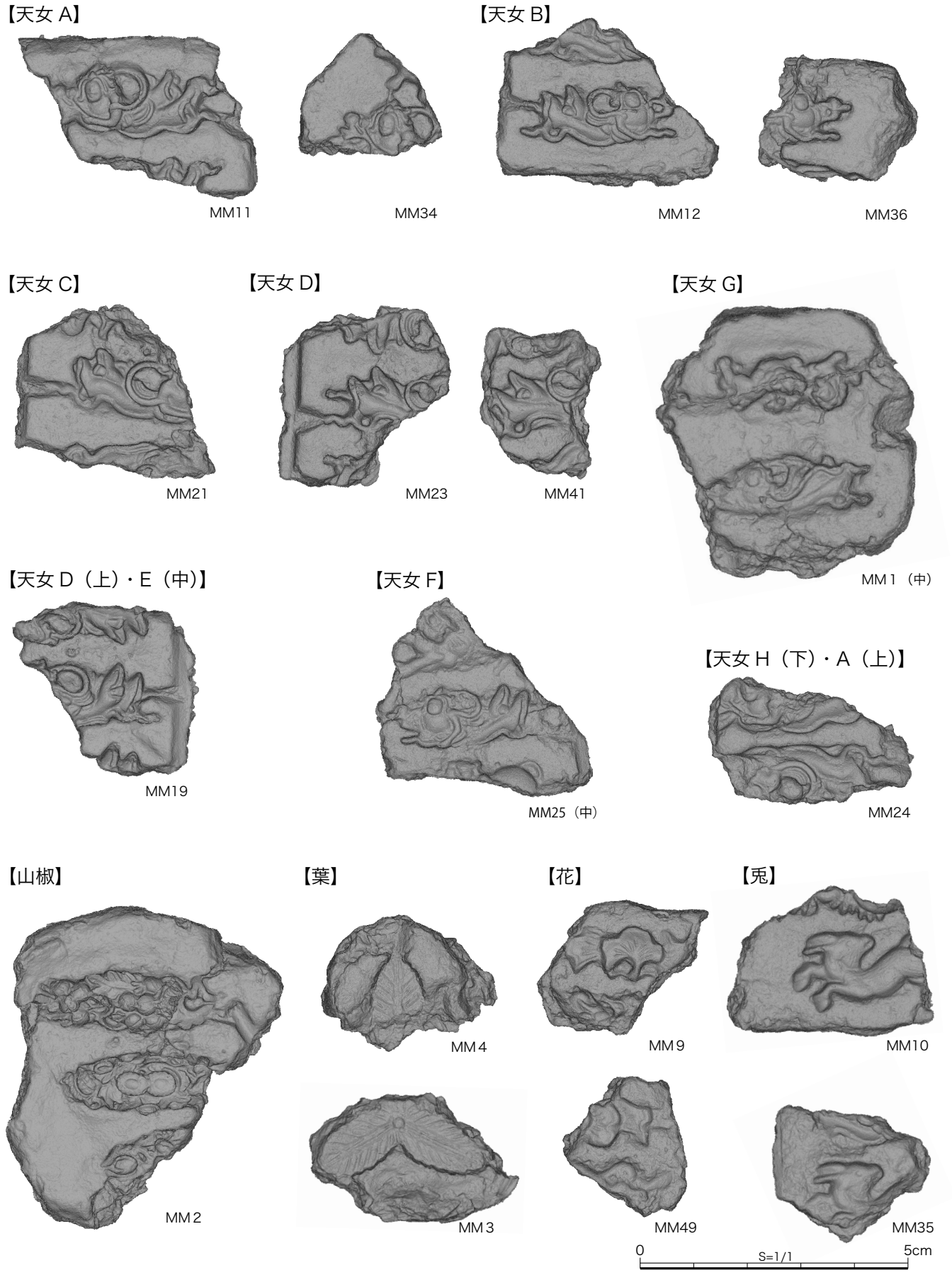


図 18　HJ 第 688 次　出土鋳型の三次元モデル（目貫）

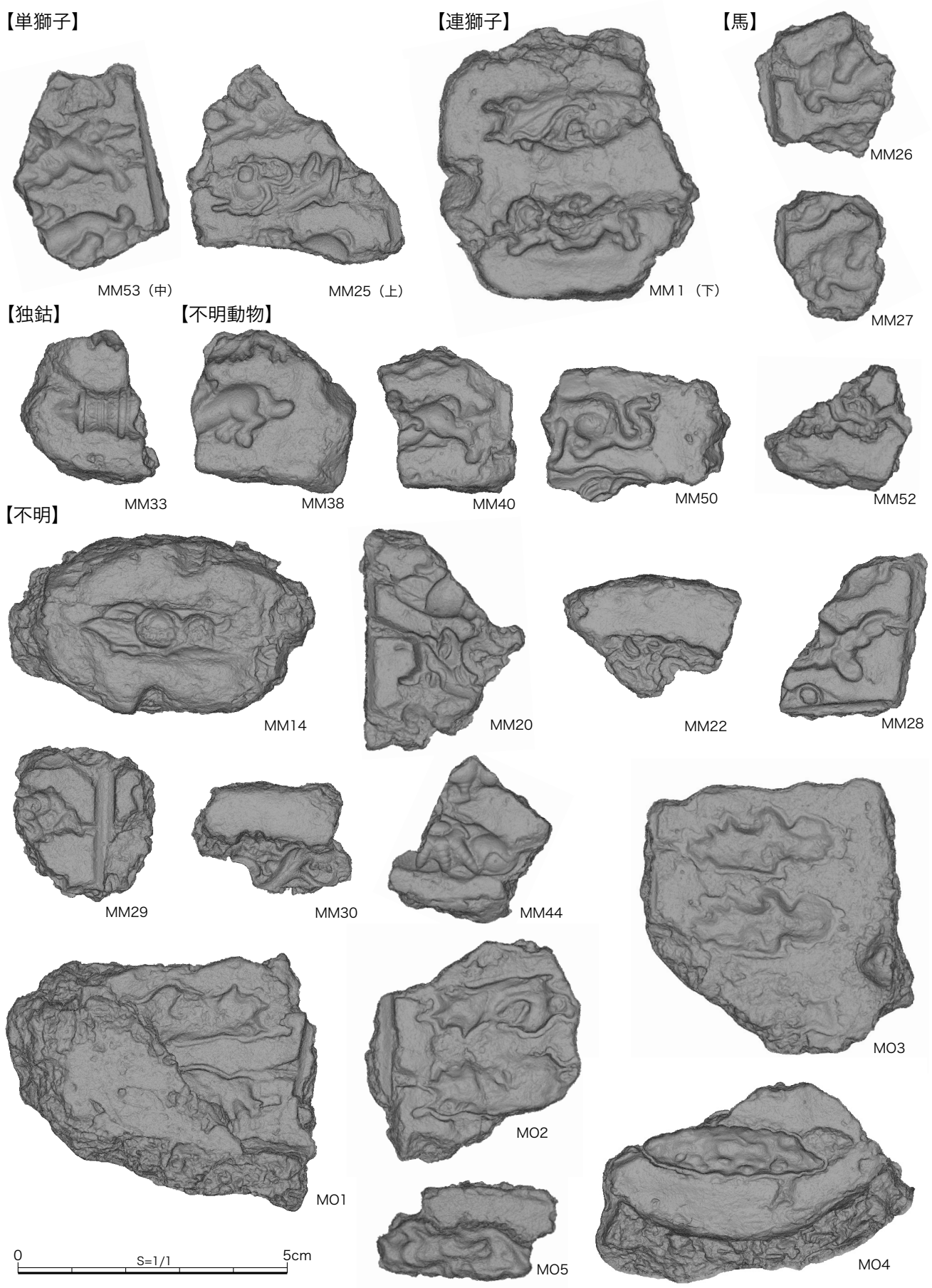


図 19　HJ 第 688 次　出土鋳型の三次元モデル（目貫）

表５　鐔鋳型一覧

資料番号	遺構		法量（cm）	
	出土時	報告時	長×幅	厚さ
TA1	SK38	SK03	8.2×3.8	1.1
TA2	SK38	SK03	4.6×4.6	0.7
TA3	SK38	SK03	4.2×4.0	0.9
TA4	SK40	SK05	3.6×2.4	0.8
TA5	SK36	-	4.6×4.2	0.9
TA6	SK38	SK03	4.0×3.0	0.8
TA7	SK38	SK03	3.2×2.6	0.7
TA8	SK38	SK03	4.6×4.0	0.8
TA9	SK38	SK03	4.0×3.8	0.8
TA10	SK38	SK03	4.6×3.8	0.8
TA11	SK38	SK03	2.8×2.4	0.8
TA12	SK38	SK03	2.2×2.2	0.8
TA13	SK38	SK03	2.6×2.2	0.8
TA14	SK38	SK03	4.4×3.0	0.8
TA15	SK38	SK03	3.4×3.4	1.0
TA16	SK38	SK03	3.8×3.6	0.9
TA17	SK38	SK03	4.0×3.2	0.9
TA18	SK38	SK03	4.4×3.0	0.9
TAM1	SK38	SK03	5.0×4.4	0.7
TAM2	SK38	SK03	4.4×4.4	0.7
TAM3	SK38	SK03	5.4×3.6	0.8
TAM4	SK38	SK03	4.6×4.4	0.8
TAM5	SK38	SK03	4.4×4.4	0.8
TAM6	SK38	SK03	4.0×3.4	0.9
TAM7	SK36	-	4.8×3.0	0.8
TAM8	SK38	SK03	5.4×2.6	1.0
TAM9	SK38	SK03	3.4×3.0	0.9
TAM10	SK38	SK03	2.2×2.0	0.8
TH1	SK38	SK03	5.0×4.8	1.2
TH2	SK38	SK03	5.6×3.2	0.7
TH3	SK38	SK03	3.6×3.6	0.8
TH4	SK38	SK03	4.0×2.8	1.0
TH5	SK38	SK03	2.4×2.4	0.7
TH6	SK38	SK03	3.8×2.8	1.1
TH7	SK38	SK03	3.4×2.0	0.8
TH8	SK38	SK03	2.8×2.6	0.8
TK1	SK40	SK05	5.2×3.2	1.1
TKH1	SK38	SK03	5.0×4.4	1.0
TKH2	SK38	SK03	5.0×4.0	0.8
TS1	SK38	SK03	4.4×4.4	0.8
TS2	SK87	SK09	4.2×4.2	0.7
TS3	SK38	SK03	3.2×2.2	0.7
TS4	SK38	SK03	3.2×2.8	0.8
TS5	SK38	SK03	3.2×2.8	0.8

表６　目貫鋳型一覧

資料番号	遺構		法量 (cm)		所見	備考
	出土時	報告時	長×幅	厚さ		
MM1	SK39	SK04	5.0×4.8	0.8	目地痕跡・鋳棹痕跡有り	連獅子＋天女 G
MM2	SK40	SK05	6.0×5.0	0.8	鋳棹痕跡有り	山椒
MM3	SK24	SK06	3.8×2.3	0.6		葉
MM4	SK24	SK06	3.2×2.5	0.9		葉
MM5	SK39	SK04	4.2×3.0	1.1		龍 A
MM6	SK39	SK04	4.3×2.7	1.0		龍 B?
MM7	SK39	SK04	7.0×3.2	1.0	目地痕跡有り	龍 A
MM8	SK39	SK04	4.2×3.0	1.0	目地痕跡有り	見返龍 A
MM9	SK39	SK04	2.7×2.4	0.9		花＋龍？
MM10	SK39	SK04	3.8×2.7	0.8		兎
MM11	SK37	SK02	3.9×2.9	0.7		天女 A× 2
MM12	SK37	SK02	4.1×3.8	0.7	鋳棹痕跡有り	天女 B× 2
MM13	SK39	SK04	3.6×2.0	0.9		見返龍 B
MM14	SK40	SK05	5.2×3.3	1.5	目地痕跡有り	不明
MM15	SK39	SK04	3.7×3.3	1.1	目地痕跡有り	龍 A
MM16	SK39	SK04	3.0×2.8	1.0		龍 B?
MM17	SK39	SK04	3.8×3.4	0.9	目地痕跡有り	龍 A
MM18	SK37	SK02	3.5×3.0	0.8	目地痕跡有り	見返龍 B
MM19	SK37	SK02	3.3×3.1	0.8	鋳棹痕跡有り	天女 E ＋ D?
MM20	SK37	SK02	4.3×3.0	0.9	鋳棹痕跡有り	不明
MM21	SK37	SK02	3.9×3.2	0.8	鋳棹痕跡有り	天女 C
MM22	SK40	SK05	3.2×2.4	0.8		不明（秋草ヵ）
MM23	SK37	SK02	3.3×3.2	0.9	鋳棹痕跡有り	天女 D
MM24	SK37	SK02	3.6×2.3	0.8		天女 A ＋ H
MM25	SK39	SK04	3.9×3.5	0.7	鋳棹痕跡有り	天女 F・獅子
MM26	SK39	SK04	2.7×2.6	0.7	鋳棹痕跡有り	馬
MM27	SK39	SK04	2.4×2.1	0.7		馬
MM28	SK39	SK04	3.1×2.4	0.8	鋳棹痕跡有り	不明
MM29	SK39	SK04	2.9×2.6	0.9	鋳棹痕跡有り	不明
MM30	SK39	SK04	2.9×2.2	1.2		不明
MM31	SK39	SK04	2.8×2.1	1.0		見返龍 A
MM32	SK39	SK04	3.5×2.2	1.1		龍 A
MM33	SK39	SK04	2.8×2.2	0.8	鋳棹痕跡有り	独鈷
MM34	SK39	SK04	2.7×2.3	0.7		天女 A
MM35	SK39	SK04	2.9×2.4	0.8		兎
MM36	SK37	SK02	2.8×2.3	0.8		天女 B
MM37	SK39	SK04	3.1×3.0	1.1	目地痕跡有り	龍 A
MM38	SK39	SK04	3.0×2.7	0.8		不明動物
MM39	SK39	SK04	2.8×2.6	0.8		見返龍 A
MM40	SK39	SK04	2.7×2.5	0.8	鋳棹痕跡有り	不明動物
MM41	SK37	SK02	2.6×2.1	0.8		天女 D
MM42	SK39	SK04	2.4×2.3	0.7	目地痕跡有り	見返龍 A
MM43	SK39	SK04	2.8×2.6	1.0	目地痕跡有り	見返龍 A
MM44	SK39	SK04	3.0×2.4	0.8	鋳棹痕跡有り	不明
MM45	SK39	SK04	3.3×2.6	1.2		龍 A
MM46	SK39	SK04	3.4×2.8	0.9		龍 A
MM47	SK39	SK04	2.8×2.6	1.3		龍 B?
MM48	SK39	SK04	2.8×2.7	0.8	目地痕跡有り	龍 A
MM49	SK39	SK04	2.4×2.3	0.8		花
MM50	SK39	SK04	3.5×2.5	0.8	目地痕跡有り	不明動物
MM51	SK39	SK04	3.1×2.5	0.9	目地痕跡・鋳棹痕跡有り	龍 B
MM52	SK39	SK04	2.7×2.4	0.8	鋳棹痕跡有り	不明動物
MM53	SK39	SK04	3.6×2.7	0.8	鋳棹痕跡有り	獅子
MO1	SK37	SK02	5.7×4.3	1.9	鋳棹痕跡有り。雄・雌型が合わさった状態。	
MO2	SK37	SK02	3.9×3.8	1.1	鋳棹痕跡有り	
MO3	SK39	SK04	5.0×4.7	0.8	目地痕跡有り	
MO4	SK39	SK04	5.7×3.3	1.6		
MO5	SK39	SK04	3.3×1.8	0.7		

第Ⅲ章
奈良町遺跡出土近世刀装具鋳造鋳型の製作技法

第ⅰ節　近世刀装具の認識と課題

近世刀装具を考古学的に検討した研究は皆無に等しい。この原因は出土事例の少なさ、製作技法や編年を明らかにするための基礎情報に乏しいことが挙げられる。とはいえ、全く出土事例がないのではなく、城跡等を中心に報告例があり、近年では刀装の歴史のなかに近世刀装具の考古資料を位置づけた特別展も開催された（兵庫県立考古博物館 2018）。

他方、近世刀装具は美術工芸品としての価値が見出されており、その方面での研究は幾分進展している。その代表的著作が全８巻からなる『刀装小道具講座』であり、刀装具の種類ごとに解説や金工師と作品の関係、用語解説等がまとめられている（若山 1972）。このうち、「後藤家編」が１巻を占めるように、近世刀装具における後藤家作品の地位は格別のものとして評価されている。

後藤家は京都を中心とする刀装具製作職人であり、室町時代から江戸時代後期に至るまで 17 代に渡る宗家および分家がある。後藤家の作品は幕府御用達となり、御家彫と称される一級品となる。とくに上三代の作品は別格とされ、後代によって作品を鑑定する極帳が作られるほどである。また、江戸時代前期以降は、自身の作品に折紙と呼ばれる証明書を発行したり、銘を刻む作品も登場する。このように、江戸時代のなかで価値づけされた後藤家作品は、現代においても美術工芸品として高い評価を維持している。

しかし、後藤家自身が極帳や折紙を発行したために、それを確かなものとして評価する傾向がある（島田 1973）。これらは当然ながら参照すべきであるが、価値あるものに偽造はつきものであり、偽の折紙やそもそも後藤家自身が高く売るために上三代のものではないものにその評価を与えたと考えられる鑑定もある。さらに、後藤宗家であっても全ての製作工程をひとりで行ったかすら定かではない。つまり分業体制であった可能性もあり、必ずしも同じ属性のものが同じ作者のものとは限らない。よって、後藤家作品は年代の定点を求めうる資料ではあるが、資料から抽出した属性をもとにした分析を行い前後関係を把握する必要性があろう。これについては、川見典久が後藤系獅子図目貫の肋骨表現の変遷から前後関係を読み取ろうとする研究があり（川見 2012）、同様の分析を蓄積することで編年研究が可能になると考える。

このように、近世刀装具は美術工芸品としての位置づけが先行し、作者を主とする価値づけがなされてきた。一方、資料としての基本的な属性抽出や、その変遷等はほとんど明らかにされていない。したがって、これらを明らかにするための基礎研究が必須であり、その上で議論する必要がある。

第ⅱ節　近世刀装具の製作技法に関する既往の研究

近世刀装具には、大きく分けて鍛造品と鋳造品があり、鍛造品が主体であると考えられてきた（若松 1972）。しかし、近世刀装具資料の多くは美術館等のコレクション資料であり、良品が集まりやすい傾向にある（黒川古文化研究所 1986）。したがって、粗悪品である鋳造品は見かけ上少なくなると考えられ、奈良町遺跡で鋳造鋳型が多数見つかり、発掘調査出土資料の多くが鋳造品であろうことからも、実際は鋳造品のほうが数量的に多かったと推定する。

鋳造品はそのものの注目度が低く、製作技法についてもほとんど検討されていない。しかし、刀装具

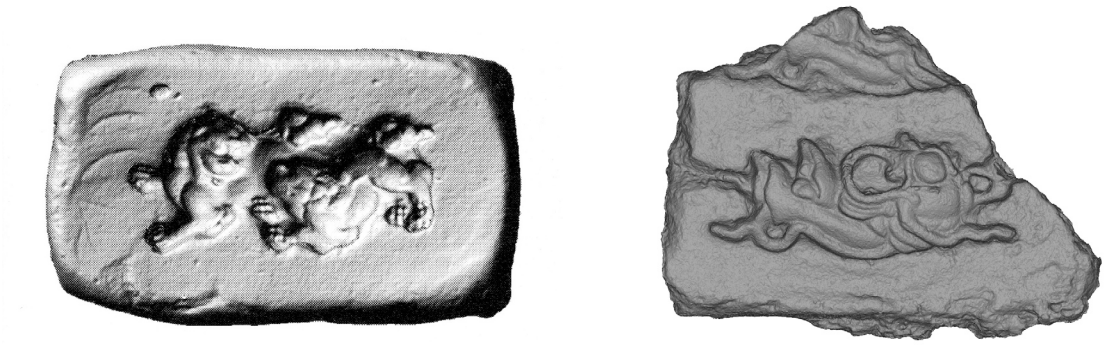


図 20　文様鋳型（左：一乗谷朝倉氏遺跡出土）と実用鋳型（右：奈良町遺跡出土）

の鋳型は全国でいくつか出土事例があり、多気北畠氏遺跡の調査報告書のなかで比較的まとまった分析がなされている（津市教育委員会 2009）。ここで出土した鋳型は、目貫の雌型であるがこれに伴うべきである雄型がなく、湯口となる部分がないという特徴がある。現在、日本各地で見つかっている目貫の鋳型（一乗谷朝倉氏遺跡や同志社大学図書館地点出土資料など）とされるものの全てがこのような形態であることに着目した大川操は、この鋳型を製品見本を作るための文様鋳型であると考えた。つまり、実際の鋳造に使用するのではなく、松ヤニ等を型に押しつけてヤニ型見本を作るというものである。実際に金沢美術工芸大学に所蔵されている刀装具雛形箪笥には、文様鋳型やヤニ型が収められている。また、鋳型の胎土にも着目し、文様鋳型が均質な単層の粘土で作られている一方、中世鏡・刀装具の確実な鋳造鋳型はガス抜きを考慮しスサ混じりの粘土で外側を覆うといった複層構造をもつという違いからも、実用鋳型との差を抽出した。このような実際の鋳造に用いる鋳型である実用鋳型と、それとは異なる製品見本を作るための文様鋳型があることを示した点は重要である。

他方、鍛造品がどのように製作されたのかは明らかにされていない。一般的には型紙をもとに金属板に図像を転写して打ち出しながら成形すると考えられている（若松 1972）。ただし、これを証明した研究はなく推測にすぎない。

これとは異なる製作技法を久保智康が一乗谷朝倉氏遺跡出土資料をもとに検討している（久保 2009）。一乗谷朝倉氏遺跡では先に紹介した文様鋳型のほかに鍛造品と考えられる獅子図目貫が出土している。この状況から、文様鋳型を鍛造工程で使用したものと考え、具体的には金属板を型に打ち込んで成形したのち、型から外して細部を鏨彫するという工程である。伝世資料のなかにも裏面に叩き込んだ痕跡のあるものが確認されており、この可能性を追認する。しかし以後、この可能性を追求した研究は示されておらず、この技法が成立しうるかの検証は行われてない。とくに、叩き込んだ際には、少なからず型が壊れる可能性がありその確認作業は必須である。

以上、鋳造・鍛造製品の製作技法に関していくつかの先行研究を挙げたが、いずれも単発的なものであり持続的な研究が行われていない。ただし、重要な見解が提示されていることも確認でき、今後追求すべき課題は多い。本研究では、鋳造鋳型という基礎資料をもとに鋳造技術の復元を試みるが、この成果は鍛造品との比較検討にも今後有効になると予測できる。

第ⅲ節　奈良町遺跡出土資料にみる鋳型の製作技法

近世刀装具は、鋳造・鍛造品を問わず、製作技法に関する体系的な研究がなく、これを明らかにすることがまず求められる。本研究では、とくに鋳造品に関する製作技法を明らかにするために、奈良町遺

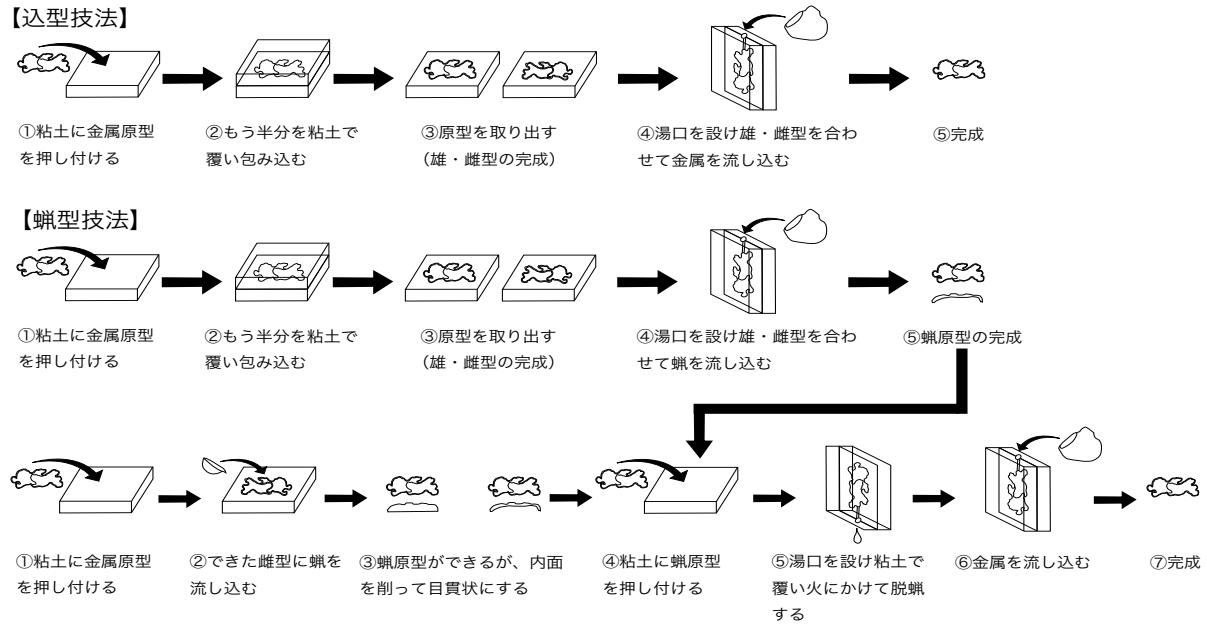


図 21　一般的な鋳型の製作技法

跡出土資料を分析する。鋳造技術を明らかにするためには、鋳型がどのように作られて、使用されたのかが重要であり、その第一段階である鋳型の製作技法に関する観察所見を提示する。

ⅲ－１）鋳型の製作技法について

一般的な鋳型の製作技法には大きく３種類あり、惣型・込型・蝋型技法がある。

惣型技法　粘土に直接図像を彫って鋳型とする。

込型技法　粘土に原型を押しつけて全体を覆い、原型を取り出して再度合わせて鋳型とする。

蝋型技法　蝋原型を粘土で覆い、熱して脱漏し鋳型とする。

刀装具鋳型は込型・蝋型技法を用いた可能性が高い。込型技法は大量生産が可能である一方、薄い原型であると合わせる際に潰れる恐れがある。蝋型技法は細部の細かな製品に有効であるが、蝋原型を製作する手間がかかる。

ⅲ－２）笵型の配置方法

奈良町遺跡出土資料は、肉眼観察では図像や細部の特徴が不明瞭であったが、三次元計測を行うことで多くの視覚的情報を得ることができた。とくに、どのような笵型があるのかが明らかになったことで、その配置方法について検討できるようになった。

まず、ひとつの鋳型に複数の笵型が施されていることは肉眼観察でも明らかであったが、大きく２種類の傾向を読み取れた。ひとつは鋳型内の笵型が全て同じであるもので、他方は異なる笵型であるものである。異なる笵型であれば、それぞれの原型があれば可能であるが、同じ原型をひとつの鋳型に施す場合は、同型品が複数必要となる。ただし、鋳型は鋳造後に砕かれているため、鋳型に複数の笵型が確認できる状態のものは少ない。現状、同一笵型を複数鋳型内に施すものは少ない。

図 22　同笵（上）と異笵（下）

また、笵型の配列については規則性がなく、同様の意匠でまとまるものもあるが、全く異なる意匠のものが配置される場合もある。このことは、目貫が２個１対で用いられるのに対して、そういった意識が製作時には働いていないことを示す。

ⅲ－３）鋳棹の設置方法

次に、湯口と笵型を繋ぐ鋳棹の痕跡に注目する。奈良町遺跡出土資料は、全てに鋳棹部分が観察でき、文様鋳型とは異なる実用鋳型であることを示す確実な証拠である。この鋳棹部分の形状を観察すると規則性がなく、笵型とは別に施された可能性が高い。ただし、鋳棹部分の形状はハの字状になるものが多く、概ね同じ手法で施されたと考えられる。このことから、工具を用いて笵型を施す際に付け加えられたと考える。また、鋳棹の取り付け部分は、例えば天女であれば足の部分に取り付くように施されており、この点については規則性が読み取れる。

ⅲ－４）鋳型側面にみられる目地痕跡

筆者は当初、鋳型の製作技法を検討するなかで、鋳型に目地の痕跡が見当たらないことや、目貫は完成品の厚みが１mm 前後であることなどから、蝋型技法で製作した可能性を考えていた（村瀬 2018）。つまり、ひとつの笵型のみの鋳型を合わせることは可能であっても、２～３つの笵型が施された隙間のほとんどない雄・雌型を潰さずに合わせることは困難と考えたのである。

しかし、この見解を口頭発表する機会を得た際に、龍図に目立ってみられる側面の窪みが目地にあたる可能性をご指摘いただいた[(2)]。後日、この窪みに着目して資料を見直したところ、龍図の多くに同様の窪みが観察できた。よく観察すると、窪みには抉った際の工具痕跡が確認でき、少ないながら雄型にも窪みを確認した（MO3）。また、龍図だけでなく並列配置した鋳型（MM １）でも同様の窪みを観察できた。

この痕跡について、例えば鋳型乾燥時の紐で縛った痕跡等とも考えられるが、側面にしか痕跡は観察できず可能性は低い。このことからも、この窪みが込型技法における鋳型を合わせる際の目地である可能性が高い。

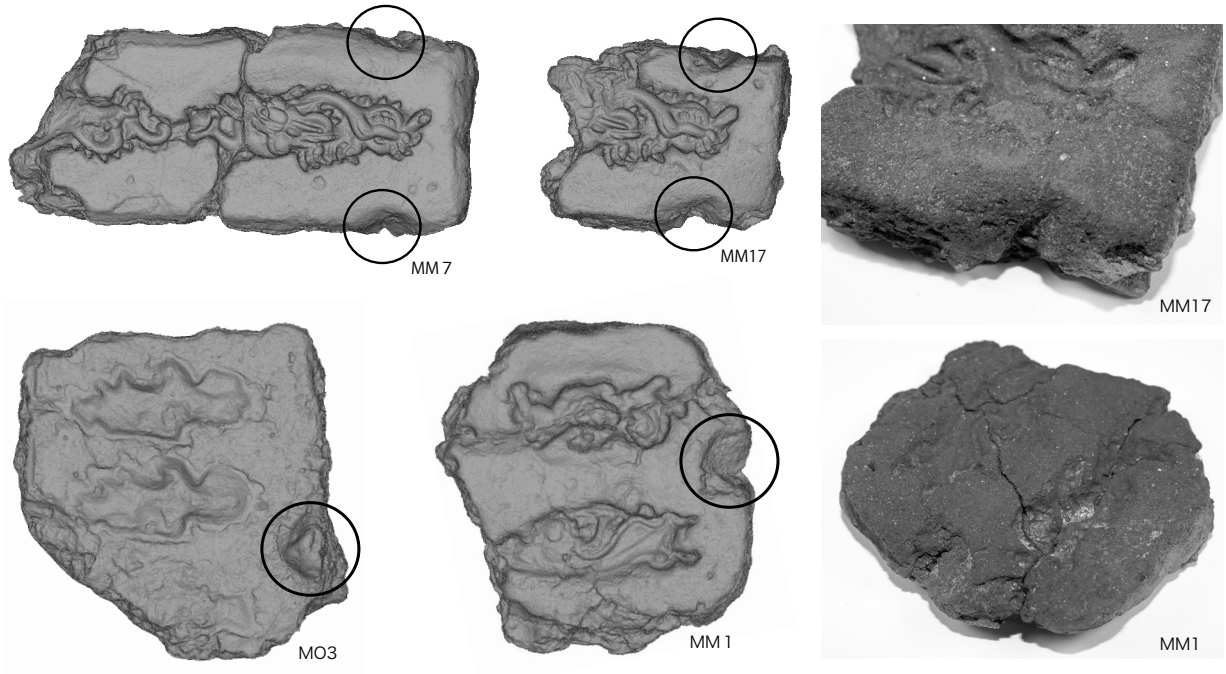


図 23　目地の痕跡

図 24　鋳型の重ね合わせ・湯口の設定が観察できる資料

ⅲ－５）鋳型製作上の工夫

奈良町遺跡出土資料のなかには、鋳型をふたつ重ね合わせて目張りしたものが確認でき、ほぼ全ての鋳型が同様の手法により製作されたと考えられる。つまり、ひとつの鋳型を目張りして固定し、さらにそれをふたつ重ね合わせて目張りしひとつの湯口を設ける。この工夫は、坩堝で溶かせる金属量に関わるものと考えられる。

なお、湯口の残存する個体は図 14・24 の３個体のみであるが、茎子孔に対する湯口の方向は一定ではなく、銅鏡のような湯口の方向を意識した規則性は認められない。

ⅲ－６）奈良町遺跡出土刀装具鋳造鋳型の製作工程

以上の観察所見をもとに、奈良町遺跡出土刀装具鋳造鋳型の製作工程を復元する。

まず、鋳型の製作技法については込型・蝋型技法があるが、目地を確認したことから込型技法で製作されたと考える。この技法に沿って資料の特徴を加味しながら述べる。

①スサ混じりの基礎粘土上に精良な粘土を被せて、そこに金属原型を押しつける。

②同様の粘土を作り、覆うように原型に粘土を押しつけてパックする。

③工具を使って側面を刳り込み目地をつけてから、合わせた粘土を開いて原型を取り出す。

④出来た雄・雌型を目地をみながら合わせるが、この時工具を挟み込んでおき、合わせた際に軽く刳り抜くようにして鋳棹部分を作っておく。

⑤鋳棹部分を除く外側をスサ混じりの粘土で目張りして、合わせた状態で乾燥させる。開いた状態で乾燥させると、歪み等により合わせづらくなるためこのタイミングで乾燥させた可能性が高い。

⑥乾燥後、ふたつの鋳型を重ね合わせてスサ混じりの粘土で目張りする。この時、鋳棹の方向を合わせておき、その部分に大きめの湯口を設けておく。

⑦乾燥後、金属を流し込み製品を作る。

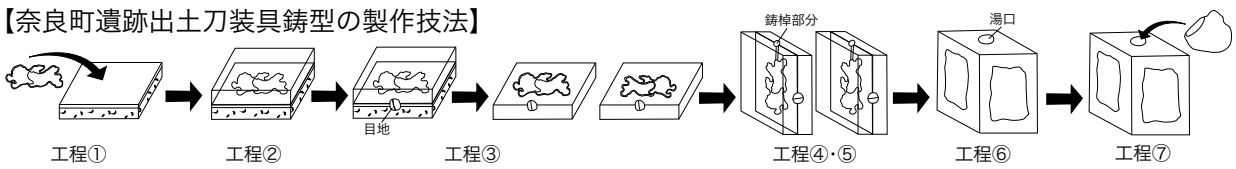


図 25　鋳型製作技法の復元模式図

第ⅳ節　奈良町遺跡における近世刀装具生産

分析の結果、込型技法を用いた工程が復元でき、量産を目的とした生産が行われていたことが明らかとなった。本節ではこれをもとに、奈良町遺跡における近世刀装具生産について予察する。

まず、近世奈良町では町ごとの職人等を記した史料が残る。貞享四（1687）年の『奈良曝』には、柳町に刀屋の吉兵衛、鞘塗師の勘介、とぎ屋の木屋五兵衛がおり、刀・装具関連の職人が集まっていたことが読み取れる。20 年後の宝永年間に記された「町代高木又兵衛諸事控」にも、柳町に京刀屋吉兵衛とある。しかし、享保年間に記された「町代和田藤右衛門諸事控」には記載がなくなる。このことから、少なくとも今回対象とした出土資料との関連は刀屋の吉兵衛に関連する可能性が高い。

ただし、HJ 第 688 次調査で出土した鋳造関連遺物と共伴する土器の年代は 17 世紀前半であり、『奈良曝』にはじめてみえる刀屋の吉兵衛とは直接結びつかない。可能性としては、吉兵衛の先代にあたる職人の工房が HJ 第 688 次調査成果に関連すると考えられる。

両者が結びつく要因のひとつに、刀屋の吉兵衛が「町代高木又兵衛諸事控」には京刀屋と記載されている点である。HJ 第 688 次出土目貫鋳型は、意匠が後藤家（京都）のものと類似し、その模倣品と言える。このことからも、史料にみる京刀屋吉兵衛は今回の出土資料と関連するものとみて良いと考える。

これをふまえて、奈良町遺跡で鋳造品の刀装具が作られる意義を考える。端的に言えば、鋳造品は量産品であり、しかも当時の一級品である後藤家の意匠を採用している点から、模倣品生産そのものの実態であると言える。しかし、この時代に鋳造模倣品が量産されたという事実は、近世刀装具生産を考える上で非常に有意義なことでもある。それは、量産品に対する後藤家ブランドの維持と関連する。

京都後藤家が折紙発行を開始したのは 6 代栄乗の頃とされ、古極帳による記録では慶長 12（1607）年のものが最古とされる（酒井 2016）。折紙は自身の作品であることを証明するものであり、逆説的には模倣品があるからこそ証明する必要が生じたと考えられる。HJ 第 688 次調査で出土した資料は概ねこの時期と合致しており、量産品が生産されたことと折紙の発行が密接に関わる可能性を示唆する。

ただし、ここで検討すべき課題として、意匠を似せることはできても、鍛造品と鋳造品とでは細部の彫金や質感が圧倒的に異なる。そのため、意匠だけが同様の鋳造品が出回ったからといって、後藤家の確かな作品の価値が危ぶまれる直接的な原因にはならないと考えられる。

そこで要点となるのが、HJ 第 688 次調査で出土した鋳型に共伴する坩堝類である。これらは分析の結果、真鍮製造・注ぎ込みをしたことがわかっており、目貫などは真鍮製品を生産したと考えられる。真鍮の製造は難しく、これまでは江戸時代中期以降に本格化したと考えられてきたが、この調査によって江戸時代前期に遡ることが確実となった。真鍮は亜鉛の配合率により金にかなり近い発色を示すことがあり、肉眼観察では識別が困難であるものも多い。銅および亜鉛の価格自体は金よりはるかに安価であったことが想定できるが、真鍮の価値がいかほどであったかは今後の課題である。それを考慮せずとも、奈良町遺跡で真鍮の製造に成功したことは、費用対効果の高い真鍮製品を生産できることに繋がったのである。将軍が身につけるような高価な後藤家作品には手が届かないが、安価でそれなりに見た目も整う真鍮製品が流行したであろうことは、現代に置き換えても容易に想像がつく事象である。つまり、このような買い手側の需要に適した量産品が大量に出回ったことが、確固たる後藤家作品の価値を再提起する折紙発行に繋がったものと考えられよう。

第Ⅳ章
埋蔵文化財行政における実現可能な三次元計測の導入

埋蔵文化財に対する三次元計測の導入は、2000 年代以降、徐々に普及しつつある。例えば、横穴式石室の計測（大阪市立大学日本史研究室 2010）、銅鏡の計測（奈良県立橿原考古学研究所 2005）、大型古墳の計測（奈良県立橿原考古学研究所 2011）、埴輪の計測（城倉 2017）などが挙げられる。

しかし、上記の三次元計測方法の多くはレーザを利用したものであり、その機材は高価であるため、埋蔵文化財行政への普及は遅れてきた。この状況を大きく変えたのが、SfM（Structure from Motion）を用いた三次元計測技術である。この技術の普及により計測単価が抑えられたことで、遺構図や遺物実測図の下図（オルソ画像）を専門業者に委託し作成する行政機関は、とくに 2010 年代以降に急増している。SfM による三次元計測は、個人レベルでも導入可能な方法であるため、その活用方法についても議論が深められている（文化財方法論研究会 2016）。

そこで、本章では埋蔵文化財行政に対して実現可能な三次元計測の導入について、費用対効果を意識した観点および、本研究をふまえた視点で活用方法を提示する。結果として、業者に委託するメリットもあるが、行政レベルでの導入も実現可能であり、場合に応じて利用することが有効であるとわかった。

第 i 節　考古学分野における三次元計測の種類

考古学分野で採用されている三次元計測の方法は、レーザスキャナおよび SfM の 2 種類がある。

レーザスキャナは、レーザビームパルスにより対象物を測距して点群データを得るのに対し、SfM は複数枚の画像から対象物の三次元形状とカメラの位置を同時認識して点群データを得る。したがって、直接測距により点群を得るレーザスキャナは SfM に比べて正確で高精度である。

しかし、その価格には大きく差があり、考古学業界で用いられているレーザスキャナのうち、例えば奈良県立橿原考古学研究所で使用されている ATOS Compact Scan 5M は約 500 万円と高価である。一方、SfM はその解析ソフトとして一般的に用いられる Metashape は Pro 版で約 50 万円、Standard 版で約 3 万円である。上位機種のデジタルカメラ、PC を購入しても Standard 版であれば合わせて 40 万円程度で計測が可能である。本研究でも概ねこの予算で計測機材を揃え、十分な成果を得ることができており、レーザスキャナで計測された鋳型と 2 次元画像上であれば比較しても特段劣らないことも確認できた。

第 ii 節　実現可能な三次元計測方法 -Metashape + CloudCompare を利用した計測 -

ここでは、上述した三次元計測のなかでも、埋蔵文化財行政として実現可能な方法である SfM を用いた計測方法について具体的に紹介する。

まず、SfM がどのような原理で三次元化を果たせるのかを概説する。SfM とは、移動するカメラから得られる画像をもとに形状を復元する技術の略称である。被写体を撮影した 1 枚の画像自体は 2 次元であるが、本来の被写体自体は当然ながら 3 次元である。この被写体を複数角度から撮影することで、被写体の立体的構造を認識し復元することができる。これは、複数枚の画像から被写体を点群として認識して処理し、点群の重複や位置関係を算出することで可能となる。したがって、レーザスキャナが被写体に対して直接レーザを照射し、距離を含めた位置関係を認識しながら点群を構成するのとは異なる

ため、精度が幾分劣る。

原理についての詳細は専門書等を参照して頂きたいが、簡潔に言えば、カメラで撮影した複数枚の写真画像から三次元モデルを作成することが可能なソフトおよび技術がある、ということである。当然、原理を理解した上で計測しなければ精度を向上させることはできないが、原理を理解せずとも三次元計測が可能なほど利便性の高い方法があるということでもある。

このように、SfM は非常に利便性の高い三次元計測方法として注目され、考古学分野でも多く活用されている。以下では、SfM を用いた三次元計測を誰もが活用できるように、その方法を記述する。

【必要機材】

SfM を用いた計測に必要な機材は、デジタルカメラ、パソコン、処理ソフトのみである。必要に応じてライト、三脚などの補助機材が必要であるが、ここでは研究代表者のものに準じて述べる。

デジタルカメラ：OLYMPUS OM-D E-M1 mark Ⅱ

→高性能のデジタル一眼レフカメラで撮影する方が、より精度の高い計測結果を得られるが、その分処理が重くなり、高性能パソコンが必要となる。処理は JPEG ではなく TIFF のほうが良好な結果が得られるため、RAW 撮影できる機材が望ましい。OLYMPUS OM-D E-M1 mark Ⅱは防塵・防滴であるとともに撮影精度が高く、高度な SfM 活用にも適した機能が搭載されているため、現段階の SfM 計測に適したカメラである。

パソコン：apple iMac 21 インチ corei5 16GB

→パソコンについては、CPU やメモリが高性能であるほど解析速度が速い。処理ソフトの推奨メモリは 8 GB 以上であるが、最低でも 16GB 以上でなければかなりの解析時間を要することになる。OS は Windows・Mac のいずれでも可能であり、扱いやすさを重視するのが良い。

処理ソフト：Metashape Standard および CloudCompare

→ agisoft Metashape は 2018 年まで Photoscan としてリリースされていたソフトであり、名称が変更されただけで同様のものである[(3)]。Professional 版と Standard 版があり、Professional 版だとスケール調整など全ての作業が可能であるが、現状高価であることから手軽に導入できない。Standard 版ではテクスチャー構築等までが可能で、様々な形式で三次元計測データが保存できる。Standard 版で困難なスケール調整等はフリーソフトの CloudCompare を使用することで補うことができる。今回は CloudCompare を利用してより実現可能な計測方法を採用した。

図面編集ソフト：Adobe Illustrator 等

→上記処理ソフトで得た三次元計測データは、現状印刷物等で二次元化して掲載する。この際は、遺物実測図等と同様に、Illustrator 等を利用した図面編集を行う。

ライト：Yongnuo YN-300 Ⅲ

→基本的にどんなものでも問題ないが、最低でも２つ以上の光源があることが望ましい。陰影が激しい場合、処理時の不具合に繋がる恐れがある。本研究では、安価かつ軽量であり、十分な光量をもつ製品を選択した。

三脚・垂直撮影台：カメラを固定する際は三脚を利用する。俯瞰撮影の場合は垂直撮影台を利用する。

回転台：本研究で対象とする資料は小型であったため、ケーキ作り用の安価な回転台を使用した。大型品になるとそれなりに頑丈なものを揃える必要がある。

その他：グレーカード、レフ板など撮影に必要な小物があるが、筆者自身も試行錯誤段階であり、方法

を検討しながらより良い結果を得られる工夫を随時行うと良い。

【計測方法】

基本的な方法は、対象資料を複数角度から撮影→RAW データを TIFF データに変換→ Metashape での処理→ CloudCompare での調整→　Adobe Illustrator 等での図面作成である。

1）対象資料を撮影する

対象資料を回転台等に据え置くが、この時直角スケールをなるべく近い位置に据えておく。このスケールを用いて後に調整を行う。ライティングはなるべく陰影が出ないようにセットするのが良い。撮影は垂直方向から 4 ～ 5 枚程度、斜め方向から 20 枚程度（対象資料により適宜変更）連続的に行う。RAW モードで撮影し、後に TIFF 変換するためにグレーカードを入れた写真も撮影する。いずれの写真も概ね 60% 重複させておくと解析結果が良好となる。逆に不用意に撮影枚数が多くなると点群処理に不具合が発生し、上手くモデル化できない場合がある。これについては、対象資料により異なるためテストを行うと良い。

2）撮影した RAW データを TIFF に変換する

RAW データはフィルム写真でいうネガの状態で、そのままでは一般的なソフト（Adobe や Microsoft）で使用できない。そのため、TIFF や JPEG といった汎用性の高いデータ形式に変換する必要がある。最初から JPEG 撮影することも可能であるが、SfM ではより低圧縮な TIFF のほうが解析結果が良好であるため、この工程を経る必要がある。

変換には、Adobe Bridge の cameraRAW のほか、各メーカーのフリーソフトを使用して行うことができる。RAW データはメーカーによって拡張子が異なるため、フリーソフトを使用する場合はメーカーのものを用いなければならない。とくに新型カメラは拡張子が対応しない場合があり、アップデートを随時行う必要がある。

具体的な変換方法は、グレーカード入り写真と一連の写真を選択し、一連の写真を選択した状態でホワイトバランスツール（スポイト）をグレーカードに合わせて RGB 値を平均化する。これにより、色ムラを排除する

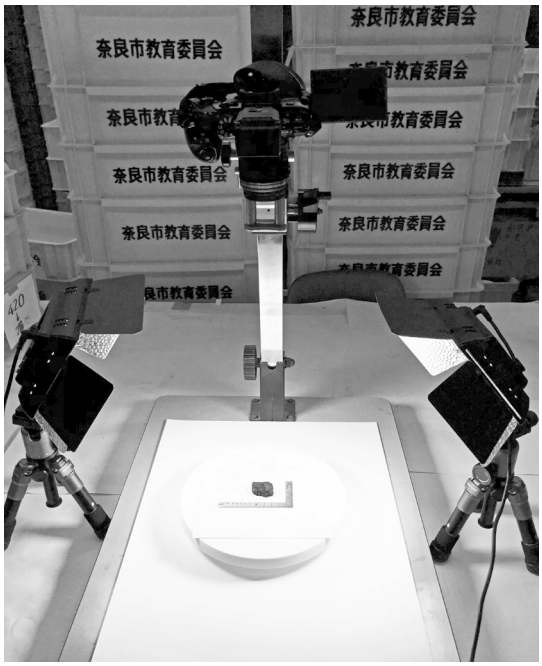


図 26　対象資料を撮影する風景

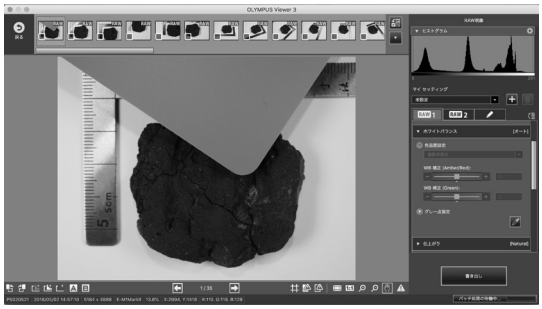


図 27　RAW 現像して TIFF データを得る

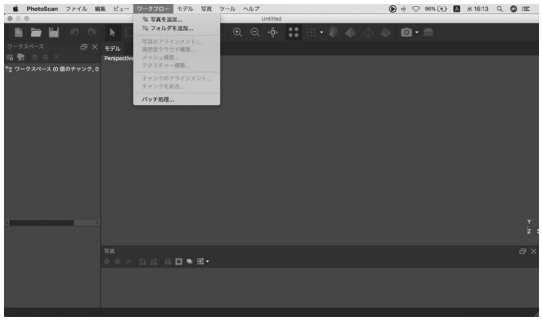


図 28　画像を追加する

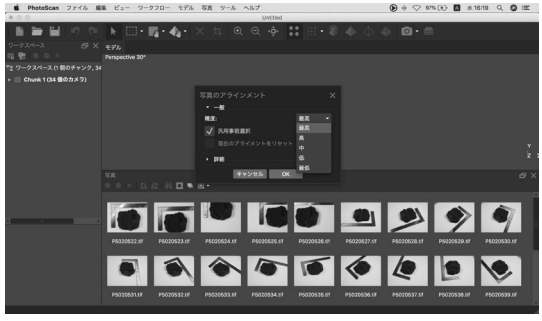


図 29　アライメントを実行する

ことができ、後は適宜レベル調整して TIFF 画像として保存する。

3）Metashape に画像を追加する

Agisoft Metashape は海外製品であるが、日本語に設定することが可能であり使用方法もオーク社等の代理店では概説書がある。詳細はそちらに譲るが、ここでは使用するための大まかな流れを記述する。

まず Metashape を開き、ワークフローを選択し写真を追加する。追加するのは三次元化したい対象資料を撮影した全ての写真である。追加すると、画面下方に追加した写真が表示される。

4）写真のアライメントを行う

ワークフローを選択し写真のアライメントを行う。これは、撮影したカメラの位置関係を三次元的に認識する作業である。処理精度は高いほど結果が良好だが時間を要する。

5）高密度クラウドを構築する

ワークフローを選択し高密度クラウドを構築する。アライメントした画像から点群を構築する作業であり、アライメント時と同様に処理精度は高いほど良好である。この作業が最も時間を要する。

6）メッシュを構築する

ワークフローを選択しメッシュを構築する。高密度クラウド（点群）を構築した状態は、点の集合であるが、この作業により点と点が結ばれ頂点・辺・面からなる多面体オブジェクトとなる。

7）テクスチャーを構築する

ワークフローを選択しテクスチャーを構築する。この作業は､撮影した画像をポリゴン（多角形）と同じ位置･大きさに変形して重ね合わせることで、単色では表現できないよりリアリティのあるモデルを構築するためのものである。

8）三次元モデルを保存する

ここまでの作業で、大きさは任意の状態であるが三次元モデルが完成する。standard 版ではスケール調整ができないため、ここでモデルの保存を行う。ファイル→エクスポートを選択しモデルをエクスポートする。この時、ファイル形式は選択することができるが、obj. を一

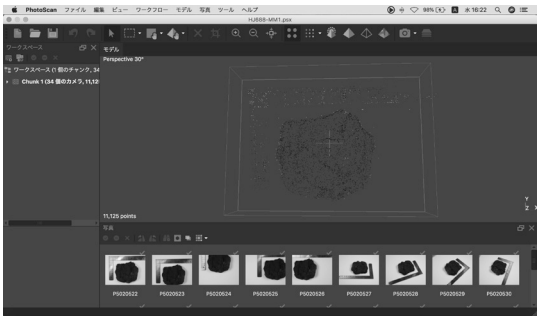


図 30　アライメント実行後の粗い点群

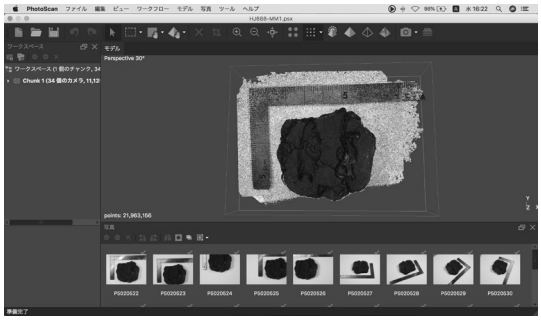


図 31　ポイントクラウド構築後の密な点群

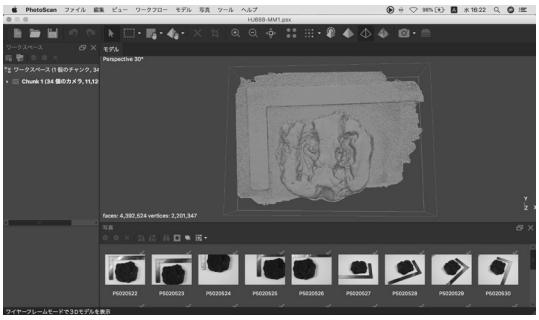


図 32　メッシュ構築後のモデル

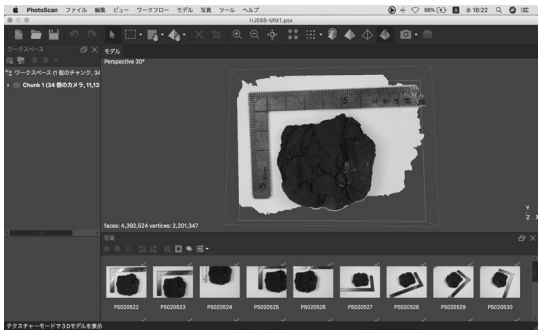


図 33　テクスチャー構築後のモデル

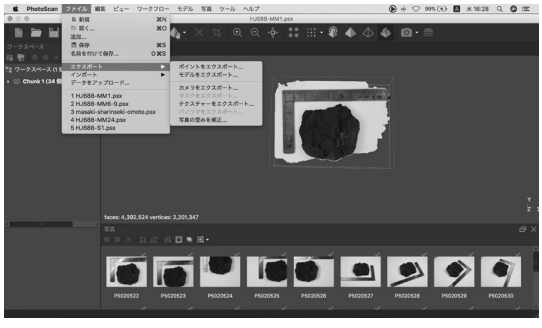


図 34　三次元データを保存する

般には使用する。ポイントをエクスポートすることもできるが、これは高密度点群を保存する場合に使用する。ここでは一連の流れを記してきたが、保存は各作業ごとに行うのが良い。とくに撮影枚数の多い場合は途中で処理がダウンすることがあるので注意が必要である。また、保存する際のデータ名はローマ字・数字等にする。これは日本語にすると次に使用する CloudCompare でバグが生じる恐れがあるためである。極力ハードディスク名やファイル名すべてこれに準じておいた方が良い。

9）CloudCompare でモデルを表示する

CloudCompare は日本語表示ができず、チュートリアル等も少ないため使いながら覚えるか、文化財方法論研究会等で研修を受けるのが良い。近年、有志による日本語化が進められており、近く日本語利用できるソフトになると見込まれる。

まず、Metashape で生成したモデルを表示するためには、ツールバーの File → Open を選択しデータを開く。この時、下方のファイル形式を開き、データのファイル形式と合わせておかないと開かないので注意する。

10）法線曲線を計算する

表示されたモデルをクリックすると枠が表示され選択された状態になる。その状態でツールバーから Edit → Normals（法線）→ Compute（計算する）を選択する。すると per-triangle または per-vertex かの選択を迫られるので、per-triangle を選択する。これにより法線曲線が計算されるが、この作業をしておかないと、CloudCompare 上でテクスチャーを外した際にソリッドモデルが表示されない。

11）座標値を設定してスケール調整する

スケール調整するにはモデルを選択した状態にして、Tools → Registration → Align（point pairs picking）を選択する。すると新たな画面が出てきて、画面をクリックするとその点の任意座標が表示される。よって、まず直角スケールの 0 の点をクリックする。align の方に適当な座標値が表示されるので、次に下の reference の方の鉛筆マークをクリックし、任意の座標値を入力する。 3 点を決めれば align をクリックする。これにより、任意に設定した座標値が反映されるので、対象資料

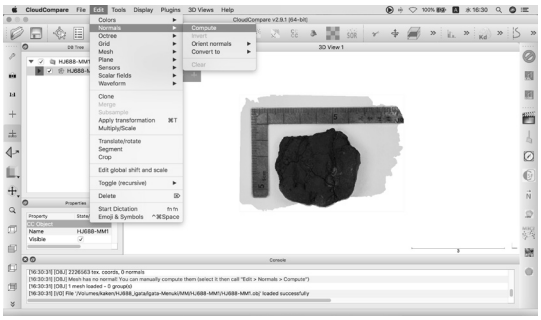
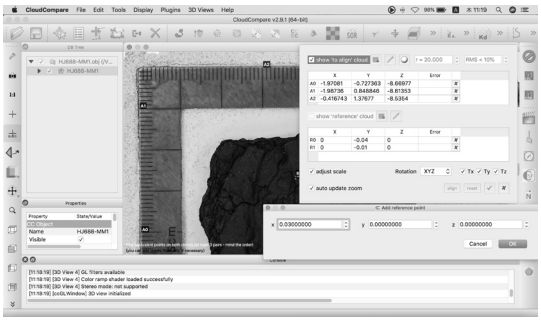


図 35　法線曲線を計算する



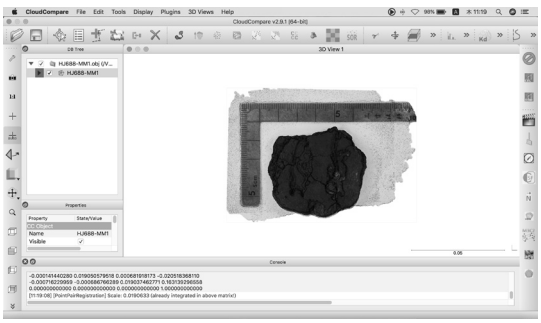
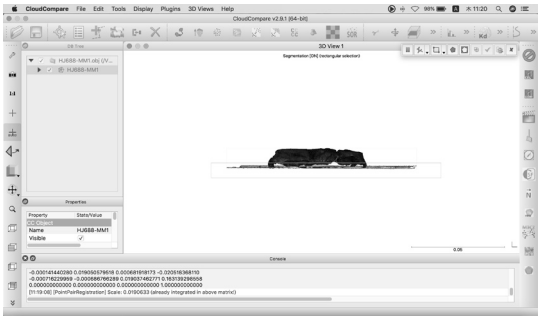


図 36　スケールを調整する



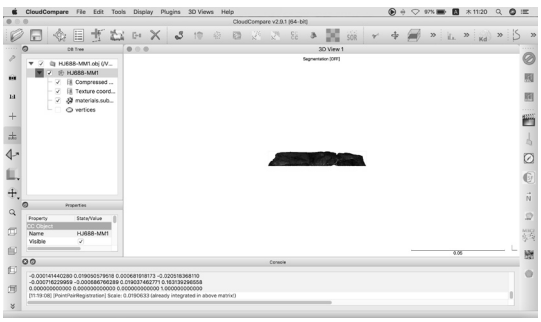


図 37　不要な部分を削除する

のスケールも自動的に正確なものに調整される。最後にチェックボタンをクリックして完了する。

この作業を終えると、資料の位置関係が確定するため、左側にある視点方向を選択できるツールを選択すると、決まった角度から対象資料をみることができる。資料を展開図的に掲載する場合には便利である。

12）不要な部分を削除する

スケール調整ができれば、写し込んだスケールや背景等の不要な部分を削除できる。ツールバーのハサミのコマンドをクリックするとさらにツールバーが出てくるので、不要な部分をコマンドで囲み切り抜きコマンドを選択する。全てが完了すればゴミ箱コマンドを選択する。

13）断面図を作成する

断面図を作成する場合は、ツールバーの Tools → Segmentation → Cross Section を選択する。すると、上下左右に矢印マークが表示される。例えば横方向の断面をとりたい場合、まず上下どちらかの矢印を断面位置までクリックしながら移動させる。そしてもう一方の矢印を同様に移動させる。この時、上下の矢印が完全にひっついていると断面が表示できないので、わずかに間隔をあけておく。そして、Slices の左側（Export selection as a new cloud）を選択すると断面の切り取りが完了する。すぐ下の視点方向を変更するツールで横から見てみると断面が線状に表示される。

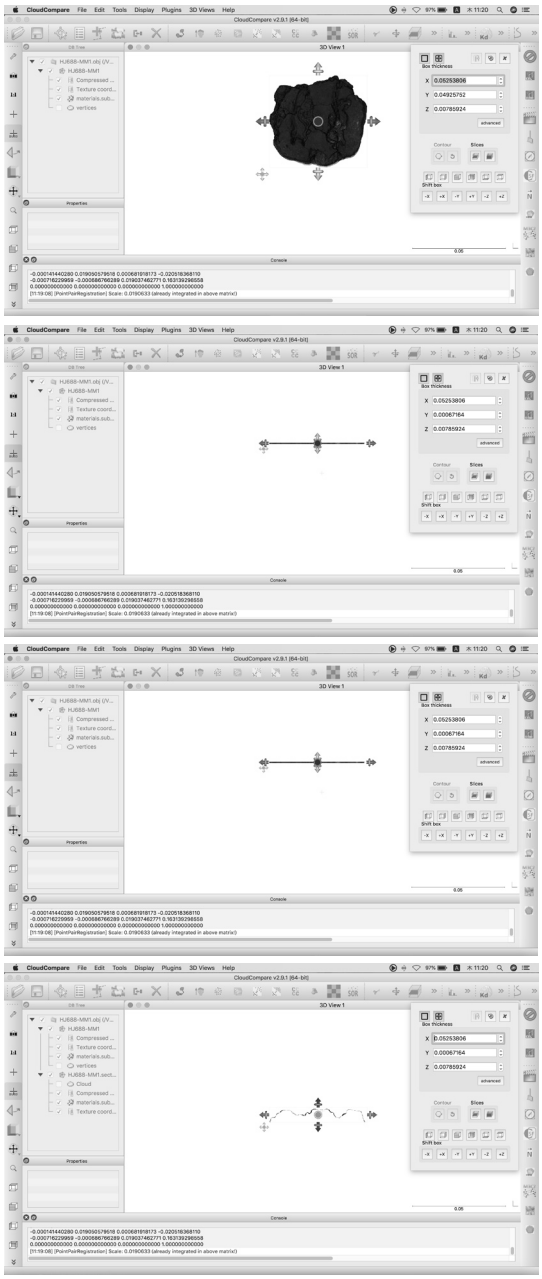


図 38　断面図を作成する

なお、断面をとると左側の DB tree に section のレイヤーが表示される。資料のレイヤーチェックを外すと断面のみが表示できる。今後の作業のため、断面は資料と異なる色にしておくと良い。色の変更は、ツールバーの Edit → Colors → Set unique を選択すると変更できる。

14）モデルを画像として保存する

画像として保存する際は、Display → Render to File を選択するとファイル名や保存先フォルダが指定できる。この時、画像サイズも指定できるので適切な設定を行う。保存する際の注意点としては、スケールバーを入れずに保存することができるが、後の編集に必要であるためスケールバー無しを選択するチェックボックスにチェックを入れない。また、いくつかモデルを保存する場合はスケールバーが同じ大きさになるよう拡大・縮小してから保存するのが良い。

なお、断面図は section レイヤーのみを表示して保存する。切り位置は資料のモデルレイヤーと合わせて表示すると、断面の色が異なっていれば切り位置がわかるので、その状態で保存する。注意点として、オルソ画像等を保存する時は、section レイヤーのチェックを外しておかないと切り位置が入った

状態となるので気をつける必要がある。

15）ソリッドモデルを加工・保存する

また、ソリッドモデルを保存したい場合には、左側ツールバーの Properties 中にある Materials/Texture のチェックを外すと単色のソリッドモデルが表示される。色の変更は、ツールバーの Edit → Colors → Set unique を選択すると変更できる。保存方法は上述の通りである。

16）イラストレーター等で図面化する

以上の方法で画像を保存したら、Adobe Illustration 等を利用して図面化する。展開図等であれば必要な画像を配置する。この時、図面化する時の縮尺に合わせてスケールバーを参照しながら画像を拡大・縮小する。全てのレイアウトが終わればスケールバーは不要なので、マスク等をかけて消しておく。また、Cloud Compare で保存した断面画像は、点が集合したようになっているため、なぞって製図する。以上の作業を経て、一般的な考古学関連報告書等でみる仕様として仕上げられる。

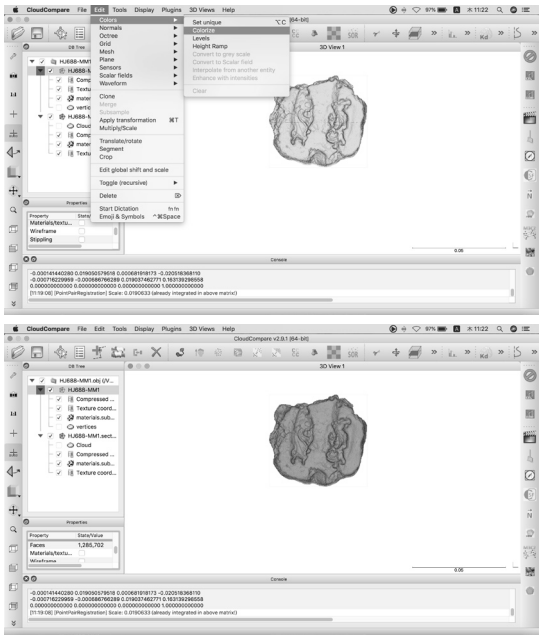


図 39　ソリッドモデルを加工する

第iii節　三次元計測の有効性と問題点

以上で紹介した三次元計測方法は、機材費用も比較的安価であり、計測方法も一定水準までは容易に習得できる点で、実現可能な方法であると考える。おそらく、１～２回程度の計測委託料で機材は揃えることができ、一定水準の計測については半年程度あれば十分習得できる。

このような説明をした際によく頂いたご意見として、「確かにその通りかもしれないが、計測する手間等の人件費を考えると厳しい」というものである。確かにその通りではあるが、それを言えばこれまでの遺物実測作業も委託すればいい、ということになる。

つまり、三次元計測はただ機械的に計測するものであると思われがちであるが、十分に観察しておかないとうまく写真撮影ができず、画像処理をする段階でも必要な情報を表現できない場合がある。さらに言えば、これまで計測（実測）を委託するような資料（主に大型遺物や本研究で用いた鋳型などの複雑な遺物）は､観察が不十分なことに起因してか研究進度が他に比べて遅れているようにも感じる（例:須恵器の大甕、形象埴輪など)。

よって、三次元計測の醍醐味は、これまで自らの実測作業が困難であった資料を、自分の手で計測・図化することが可能になったことであると考える。この視点にたてば、これまで資料化しづらかった遺物に対する研究が進むことが期待できる点で非常に有効であり、従来手測りで実測してきた資料についても、三次元計測を応用することで新たな視点からの研究が進むことも期待できる。

また、美術館等の考古資料では、手測り等による実測が作品を傷つける可能性があることから困難な場合がある。このような時も、SfM による計測であれば最小限の接触で図化が可能である。

このような有効性がある反面、問題点もある。まず、SfM による計測は写真画像をもとにするため、レーザ等に比べて精度が劣る。現状、三次元計測を行っても、それを活かす主な場面は報告書等の二次

元媒体でありその差はあまり無いように感じるが、三次元でみた場合には確かな差が認められる。しかし、きちんと計測が可能な資料であれば、手測りするより誤差は当然少なく、あくまで高精度レーザと比較した場合である。目的に応じて使用することで、効果的な計測ができると言えよう。

また、写真を撮影しづらい資料についても計測が困難である。例えば、細頸壷の内面は撮影困難でモデル化できない。ほかに、蓋形埴輪の笠部のように撮影は可能であっても重複しながらの複数カットが撮りづらい資料も点群の粗密ができてしまいモデルに穴があく場合が多い。

ほかにも、撮影の際に据え置く面は一度にモデル化できないため、別途撮影してモデル化し、合成する必要がある。この作業も CloudCompare 等で可能であるが、誤差が生じる場合が多く試行錯誤が必要となる。

第iv節　まとめ

以上、埋蔵文化財行政における実現可能な三次元計測の方法および有効性・問題点を提示した。三次元計測はあくまで表現方法のひとつであり、従来の手測りに置き換わるものとしてとらえるべきではない。このことは、すでに考古学分野における先駆的な三次元計測および方法論や有効性を提示されている金田明大により明示されてきた（金田 2019）が、それを追認する結果となった。この計測方法を臨機応変に取り入れることで、より精度の高い資料化、またそもそもこれまで資料化が困難であった遺物の図化が可能となり、さらにこれをもとにした研究が進むことが期待される。

また、三次元モデルはこれまでの平面的な写真や図に比べて資料の立体的イメージがしやすく、一般市民等へ説明する際には視覚的効果が高い。講演や講座等での使用に限らず、博物館や展示施設等でもモニターでの映像表示、iPad 等で自由な操作が可能であれば、来館者への知的好奇心をより刺激することにも繋がり得る。これらの備品導入が難しい場合でも、三次元モデルをオープンスペースで公開すれば、個人のスマートフォン等から閲覧することができる。

このように、三次元計測の導入は、これまでなし得なかった領域へ踏み込むことが可能になる点で有益性が高く、研究水準の向上・行政サービスの面でみても活用していくべき技術である。

第Ⅴ章
総 括

本研究は、近世鋳造技術の解明に繋がる近世刀装具鋳型の製作技法を明らかにすることを目的とした。これを達成するためには、まず鋳型がどのようなものであるのかを把握し、尚且つ第三者に図示する必要があった。これを成し得る方法としてSfMによる三次元計測が有効であると考え実験した。その結果、肉眼観察では確認できない細部の特徴を抽出することに成功し、基礎資料として提示することもできた。

次にSfMによる計測で得られた基礎データをもとに、奈良町遺跡出土刀装具鋳型の製作技法を検討した。その結果、込型技法による鋳造を行ったとみられる痕跡を複数確認し、それによる鋳造工程の復元を提示した。ただし、これはあくまで本研究で対象とした奈良町遺跡（HJ第688次）出土資料から得た結果であり、近世における刀装具の鋳造方法が全て込型技法であるとは言えない。この点は今後分析を継続し明らかにすべき課題である。

また、本研究ではSfMを用いた計測により多くの情報を得ることができたが、この方法が埋蔵文化財行政において、どういった場合に有効であるのかを検討した。その結果、全ての資料に対して有効であるものではないことを前提としつつ、従来自分の手で図化することが困難であった大型資料などを自らの手で表現することができる方法であることを明らかにした。大型資料は委託による図化がこれまで行われてきたことや、そもそも図化を断念する場合も多くあったため、研究が進展しなかった資料が多数ある。こういった資料に対して、研究者自身の手で第三者に図示する方法を得たことは、今後の研究に大きく影響を与えるものと考える。以上をふまえて、埋蔵文化財行政における実現可能な三次元計測の導入についてを提示した。

今回は小さな資料を研究対象としたが、SfMは遺構に対しても行うことができる。不慣れな場合、遺構の計測は失敗する可能性も高く、未だ業者委託するほうが効率的である場合も多い[(4)]。ただし、例えば井戸や古墳の葺石などを段階的に記録する場合、最終状態は委託計測するにしても、自らある程度SfM計測を行うことができれば途中段階の記録を迅速に行うことができ、これまで止むを得ず記録できなかった遺構の状態を短時間で記録することが可能となる。

以上のように、本研究では第一目標であった近世刀装具鋳造鋳型の製作技法を明らかにすることができ、近世鋳造技術の一端を解明することができた。さらに、これをなすにあたって身につけたSfMによる計測技術が埋蔵文化財行政において費用対効果が高く、より仕事・研究を進展させる方法であることを明らかにした。

最後に今後の課題をまとめると、まず本研究は1年間で成果を出す必要があったため、目的に応じた情報の抽出、つまり鋳型の計測であれば、今回はあくまで表面的情報の抽出を主としたものである。ただし、込型技法であれば原型を押し付ける際の加減は断面で観察できるため、本研究で示した情報だけではそれを検証できない。これは鋳型の全体的な情報を含めて今後三次元で提示する方法を検討する必要がある。次に、本研究では製品からみた鋳造痕跡の分析には至らなかった。この点は次年度以降に、製品からみた製作技法を検討する際の課題としたい。

註

（1）奈良市と奈良大学の連携協定に基づき実施する共同研究であり、2018年度以降は西山要一先生が研究代表者であるJSPS科研費基盤研究(A)「古代～中世の「鎰石」と「真鎰」の研究 - 金に等しい価値があったころ -」のなかで、奈良町遺跡出土資料の科学分析を継続的に実施する計画である。

（2）林弘幸氏（大手前大学大学院生）のご教示を得た。

（3）本研究期間の後半期にアップデートがあったため、今回実施した計測作業は Photoscan として行った。

（4）筆者が担当した富雄丸山古墳の発掘調査（奈良市教育委員会 2019）では、多くの葺石等が検出され、自ら SfM 計測することも視野に入れていた。しかし、作業員および学生への指示、発掘体験等の複数業務がある場合、自ら落ち着いて計測する時間を捻出できなかった。また、遺構の場合、対象が広範囲であるため解析も複雑となりそれ相応の高性能 PC が必要となる。以上をふまえると、業者委託が有効な手段である場合もある。

図版出典

図 1 ～ 9 ・ 11 ～ 15 ・ 24：(奈良市教育委員会 2018)

図 10：(香取 1939)

図 16 ～ 19 ・ 21 ～ 23 ・ 25 ～ 39：筆者作成

図 20：(水野 2010)

引用・参考文献

大阪市立大学日本史研究室 2010『牧野古墳の石室』

香取秀眞 1939「御鏡仕様之控書註記」『考古学雑誌』30-1 日本考古学会

金田明大 2019「３次元技術等によるデジタル技術の導入」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用』独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所

川見典久 2012「金属工芸の小宇宙：高精細画像でみる刀装具」『高精細画像による文化財研究』 2 関西学院大学博物館開設準備室

久保智康 2009「金工の歴史～その技と装飾性～」『金工の技と美 金属製品にみる一乗谷』福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館

黒川古文化研究所 1986『黒川古文化研究所収蔵品目録 10. 刀剣・刀装具・武具・武器』

酒井元樹 2016『科学研究費助成事業研究成果報告書　刀装具一派後藤家の鑑定　極帳（鑑定控）の整理に基づく鑑定の様相と価値付けの考察』日本学術振興会

島田貞良 1973『刀装金工後藤家十七代』雄山閣

城倉正祥 2017『殿塚・姫塚古墳の研究』六一書房

津市教育委員会 2009『多気北畠氏遺跡第 30 次調査報告−上多気六田地区第４次−』

奈良県立橿原考古学研究所 2005『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』

奈良県立橿原考古学研究所 2011『奈良市コナベ古墳外堤・大和 26 号墳・松林苑第 107 次調査概報』

奈良市教育委員会 2018「平城京跡（左京四条六坊六坪）・奈良町遺跡の調査 第 688 次」『奈良市埋蔵文化財調査年報 平成 27 年度』

奈良市教育委員会 2019『富雄丸山古墳の発掘調査 - 第２次調査 -』

兵庫県立考古博物館 2018『装飾大刀と日本刀−煌きの刀剣文化−』

文化財方法論研究会 2016『文化財の壺』 4

水野敏典 2010『考古資料における三次元デジタルアーカイブの活用と展開』平成 18 年度～平成 21 年度科学研究費補助金基盤研究（A）研究成果報告書

若山泡沫 1972『刀装小道具講座』全８巻　雄山閣

刀装具鋳型の三次元分析からみた近世鋳造技術の研究

2018 年度科学研究費（奨励研究）研究成果報告書
研究課題番号：18H00015

研究代表者　村瀬　陸
（奈良市教育委員会文化財課埋蔵文化財調査センター）

発行日　2019 年 3 月 5 日