

資料番号 14

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	○
出土位置	SS-05 炉体3号 No.8		実測No.	SS-05 9						
試料番号	化学:KNB-14a 放射化:KNB-14b	法	長径 14.7cm	色調	灰白色	磁着度	3	析	X線回折	○
			短径 16.5cm							
遺物種類 (名称)	炉壁	量	厚さ 7.1cm	遺存度	破片	メタル度	なし	項	耐火度	○
			重量1074.2g							
金井分類	炉壁 1									

観察所見

側面が破面に出た不整形の炉壁である。内面の下半部は、濃い緑色にガラス化した溶解物が広がり、上半部に行くにつれ発泡した溶解層は薄くなる。下面から見ると、溶解層は2枚確認できる。内側の溶解層は曲率が弱く、長さ8cmで2mm膨らみ程度である。外側の溶解層は長さ8cmで膨らみは6mmと曲率が高い。上端で見る限り、内面の貼り壁よりも外側の溶解層の方が熱変化が強く、厚さ1cm程度の発泡層を形成している。色調は、内側の溶解層は灰色。外側の溶解層は灰褐色をへて灰白色。更に外側は褐色と変化している。1枚目、2枚目とも、褐色の鉄錆や粒状の酸化物が点在する。内壁下端には、長さ1.6cm以上の黒鉛化木炭をかみ込んでおり、他に3cm大の木炭も残る。外側の溶解層は上端部で内側よりも溶解層が強く、かつ費母状の光沢のある結晶が面的に生成している。胎土の混入物は、内壁側で、若干のスズと5mm大の石粒が見られる。外側の壁は、内側と外側でやや混入物が異なり、内側では8mm大の細かいソミガラと、5mm前後の短いスズが少量含まれている。外側は、細かいガラス質の薄や黒鉛化木炭片、あるいは、7mm大のみもが点在し、長さ1.4cm程度の薄手のスズが多量に混和されている。裏面側には径1.4cmで、放射割れを生じる鉄酸化物が認められる。胎土自体は、両側とも灰白色の粒子を含む砂質なものである。輪積み単位は、厚さ4.6cm。

分析部分

資料下部部の長軸端部1/4を直線状に切断し、炉壁胎土とガラス質溶解層の両者にかけてを検討する。残材返却。

備考

本資料は溶解炉の内、ガラス質の厚くなる炉体下半部の壁体と考えられる。この資料部分から下部には黒鉛化木炭が見られるという点で還元度が高い空間ということをうかがわせる。

分析部分では溶解した壁面が1枚しか認められない。上方から徐々に内側の貼り壁は薄くなり、サンプリング部分では主に内側の最終壁面が遺存しているものと見られる。

資料番号 15

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	○
出土位置	SS-05 炉体4号 No.69		実測No.	SS-05 23						
試料番号	化学:KNB-15a 放射化:KNB-15b	法	長径 15.6cm	色調	茶褐色	磁着度	4	析	X線回折	○
			短径 22.5cm							
遺物種類 (名称)	炉壁	量	厚さ 10.4cm	遺存度	破片	メタル度	なし	項	耐火度	○
			重量1850.2g							
金井分類	炉壁 1									

観察所見

内面に木炭痕の目立つ炉壁片である。側面は全面破面で、上下面には輪積時の水平方向の割層が見られる。輪積み単位は上下方向で内側が11cm、外側で8.5cmの2枚である。溶解面としては、部分的に2枚認められるため少なくとも1回の補修が考えられる。内側の壁面は、長軸端部とそれ以外の面で質感が異なり、長軸端部はガラス化層が薄く、表面が微小なガラスの抜け穴状に発泡している。主体をなすそれ以外の面は、最大長さ5cm×幅3cm大の木炭痕が顕著に見られ、内側全体が厚さ6.5cm程、棚状にせり出している。色調は、表面では付着酸化物のため茶褐色。ガラス質の地は濃いうぐいす色。滓には大小様々な気孔が残り、一部は炉壁の半溶解物が含まれている。長軸端部側から5cm程の部分にヒダ状にたれて突き出した部分が見られる。この部分が羽口装着部側からの送風範囲のへりに当たる部分と見られる。従って、本資料の長軸端部側片方は羽口側であったと予想される。また、溶解状態から見て大口径羽口による被熱であろう。炉壁胎土は1〜2枚目とも同様のもので、ガラス質の薄片や黒鉛化木炭片、更には鑄型片らしいものも少量混和されている。スズはごくわずかである。胎土はやや砂質で混和物が多い。本資料の原位置を想定して平面形を見ると、少なくとも長さ15cm以上は直線気味で、15cmで7mm程たわんでいる程度である。羽口側も短い現状で判断しても直角気味の平面形であり、本資料の本来の位置である、羽口先レベルの炉体は上下方向にはほぼ垂直で、平面方向には隅丸方形の炉体を復元できる。炉壁外面は炉壁内面に沿って、面的に整形されている。最終作業面の裏面からの厚味は約2.6cmである。

分析部分

長軸端部1/5を直線状に切断し、内面の木炭痕の間に生成したガラス質溶解層と炉体粘土質の両者の関係を検討する。長軸端部片側の羽口から遠いと推定される部分である。分析目的は鉄系の溶解炉と考えられる本資料と内部の滓との関係の追求にある。残材返却。本資料の内面に似た洋付着層を持つ炉壁は製鉄炉の場合にも認められている。

備考

炉壁の遺存厚味と外面の平面的な整形痕は、外面が空気ふれていたというよりも、更に外側に別に整形された炉壁が覆っていた可能性も推定できる。

資料番号 16

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期	中世		分析項目	検鏡 化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○ ○
	出土位置	SS-05	SKK-9	実測№	SS-05	22			
試料番号	化学:KNB-16a 放射化:KNB-16b	法	長径	12.4cm	色調	灰褐色	磁着度	3	
			短径	18.6cm					
遺物種類 (名称)	炉壁	量	厚さ	8.5cm	遺存度	破片	メタル度	なし	
			重量	1341.5g					
金井分類	炉壁 1			破面	4	前含浸	-	断面樹脂	-
観察所見 側面が直線状の破面に囲まれた厚い炉壁である。破面には3枚の溶解面が見られる。いずれも内面は、厚さ7mm程が濃い緑色から灰褐色にガラス化し、発泡している。最終操業面の下半部では濃い緑色の5mm前後のガスの抜け穴が全面に広がり、その上に上半部から灰褐色のガラス質の溶解物がたれてきている。この部分の表面は、風化がはげしく、直下の小さい気孔層がスポンジ状に露出している。破面や内面には茶褐色の酸化物が点状に散在する。炉壁胎土は灰白色の中小の石や滓の小片を含み、1cm強のスナも多量に見られる砂質土である。内外の3枚ともほぼ同様の胎土と熟変化をしている。内側から3枚目の初期の炉壁は厚さ2.3cm程が灰白色に熟変化し、さらに、外側1.5cm程が赤褐色に酸化している。本資料の原位置は炉底部下半から炉底部にかけての位置と推定される。炉底部内面は、濃い緑色でガスの抜け穴が全面に見られる特徴的なガラス質層である。その部分の滓層はほぼ3mm程の厚みで表面のみが溶化している。									
分析部分 短軸端部1/4を直線状に切断し、最終操業面の内側のガラス質滓層と胎土との関係を検討する。この部分の厚味は1.5cm程と薄いためサンプリングに難点ある場合は胎土側は外側の第1期の非溶解の炉壁部を用いる。 分析目的は本来の滓解金属と滓とのかかわりの追求である。残材返却。									

資料番号 17

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期	中世		分析項目	検鏡 化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○ ○
	出土位置	SD-30	No122	実測№	SD-30	73			
試料番号	化学:KNB-17a 放射化:KNB-17b	法	長径	9.3cm	色調	灰白色	磁着度	3	
			短径	7.3cm					
遺物種類 (名称)	滓	量	厚さ	4.7cm	遺存度	破片	メタル度	なし	
			重量	283.8g					
金井分類	その他の滓			破面	4	前含浸	-	断面樹脂	-
観察所見 木炭層の間に流入して形成された特殊なモザイク状の滓である。木炭痕は最大4.5cmと大きく、一部は木炭そのものが遺存している。遺存木炭はやや光沢をもち、針葉樹かと思われる。中核をなす滓部分は灰白色から灰色、さらに一部は黒褐色と様々な色調をもつ緻密なガラス質のものである。気孔は中小のものが不均一に存在する。大きな気孔や表面の木炭痕へこみには、茶褐色の酸化土砂が点在している。側面の1ヶ所には灰褐色の炉壁かと思われる粘土質のものが認められる。滓表面や内部には、1mm以下の球状の溶解物が点在している。この部分は表皮は黒っぽい、内側は光沢があり、やや磁着が強い。可能性としては、黒鉛化木炭が溶解して球状化した可能性がある。 本資料のようなモザイク状の滓は金井遺跡B区では数多く見られ、資料№20,27が一連のものと考えられる。尚、生成位置は炉壁が側面につくことから炉壁寄り、かつ、木炭がまだ大きく、一部は黒鉛化し、一部が炭のままでとどまっているという点で、炉内下半部のうちでも羽口先よりやや上下方向に離れた位置かと推定される。									
分析部分 長軸端部1/3を直線状に切断しモザイク状の滓層を用いる。この部分は炉壁溶解物もモザイク状に認められる部分である。この種の滓がどの金属に対応するものかに注目したい。残材返却。									
備考 木炭痕や、大形の気孔には赤褐色の酸化土砂が点状に付着している。この点に注意して資料調整。									

資料番号 18

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期			中世			分析項目	○ ○ ○ ○ ○
	出土位置	SS-10	Q-14-1	実測No.	SS-10	4	検 化 学 硬 度	鏡 化 学 硬 度	○		
試料番号	化学:KNB-18a 放射化:KNB-18b	法	長径	2.8cm	色調	うぐいす色	磁着度	4	X線回折	CMA	○
			短径	4.8cm		遺存度		破片			
遺物種類 (名称)	滓	量	厚さ	2.8cm	破面		2	前含浸	-	放射化	X線CT
			重量	30.4g		断面樹脂	-	X線CT			
金井分類	その他の滓										
<p>観察所見 側面2面が破面となるガラス質の滓である。1.3cm程の木炭痕が側面に残り、下面には小さな木炭痕や黒鉛化気味の木炭片の混在する炉床粘土と考えられる砂質土が付着している。 本資料の最大の特徴はガラス質の滓の色調にある。滓の中核部は薄いコバルトブルーで、一部には濃い緑色部分も混在する。表面全体は、しま状に流れる濃い緑色、表面の凹みには赤褐色の酸化物が点状に付着している。底面の付着土は白色粒子が目立つ砂質土。本資料の生成位置は、木炭片や黒鉛化木炭片の散在する溶解炉の炉床直上あるいは、炉壁に接した部分と推定される。</p> <p>分析部分 直軸端部2/3を直線状に切断し、滓部分を用いる。本資料もコバルトブルーの発色の原因と対応金属との関係の追求を目的とする。残材返却。</p> <p>備考 下面の炉床あるいは炉壁側の砂質土や木炭痕の表面に付着する酸化物に注意のこと。注記も消すこと。</p>											

資料番号 19

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期			中世			分析項目	○ ○ ○
	出土位置	SS-08	Q-13-b-7	実測No.	SS-08	131	検 化 学 硬 度	鏡 化 学 硬 度	○		
試料番号	化学:KNB-19a 放射化:KNB-19b	法	長径	3.1cm	色調	コバルト色	磁着度	1	X線回折	CMA	○
			短径	2.5cm		遺存度		破片			
遺物種類 (名称)	滓	量	厚さ	0.7cm	破面		2	前含浸	-	放射化	X線CT
			重量	5.9g		断面樹脂	-	X線CT			
金井分類	その他の滓										
<p>観察所見 下面に木炭痕をもつ流動状の緻密なガラス質である。最大の特徴は、濃いコバルト色のガラス質滓という点である。木炭痕は長さ2.4cm。滓表面は風化してはがれ0.3mmほどの微細な気孔群がびっしりと現れている。滓の内側には気孔は少なく、3mm大のものが目立つ程度である。又、灰白色の石粒がまき込まれている。表面のところどころに褐色の鉄錆も点在する。</p> <p>分析部分 長軸端部 3/4を直線状に切断し、滓部分を用いる。分析目的は発色原因と対応金属の問題である。残材返却。</p> <p>備考 本資料のような濃いコバルトブルーの滓は金井遺跡B区ではそう多くない。注記を消すこと。</p>											

資料番号 20

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世		検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○ ○
	出土位置	SD-30	P-15-m-3	実測No	SD-30	74		
試料番号	化学:KNB-20a 放射化:KNB-20b	法 量	長 径	10.2cm	色 調	灰褐色	磁 着 度	4
			短 径	6.8cm				
遺物種類 (名称)	滓		厚 さ	6.8cm	遺存度	破片	メタル度	なし
			重 量	327.4g				
金井分類	その他の滓		破 面	2	前 含 浸	—	断 面 樹 脂	—
観察所見 炉壁そのものでもなく、滓でもない、灰白色や褐色の石片を含む粘土質の半溶解物である。色調もさまざまモザイク状である。非溶解の部分は白色や褐色のものが多く、全体の1/3程がこうした色調のもので占められている。石片は、1.4cm大のものが多く、それ以外の部分は、滓と炉壁によって占められる。滓の色調は、炉壁や石粒の半溶解物が主体で、灰褐色や黄灰色である。1.7cm程の大きさで点在する、木炭痕の表面は紫紅色の酸化色である。炉壁胎土はスサや鉄滓片を混和し、やや赤味がかった褐色である。本資料は、溶解が進むとNa17さらにNa47へと変化する母体かと思われ、性格的にはいまひとつはっきりしないものである。側面に見られる炉壁胎土側には白っぽい石片は混和されておらず半溶解の滓部だけに白色の石が見られるという点で、なんらかの理由で炉に投入された石片と炉壁が反応しつつあるものと見ておきたい。								
分析部分 長軸端部1/3の白色の石と炉壁半溶解滓が混合する部分を用いる。分析目的は一連のモザイク状の資料の投入目的の追求である。残材返却。								
備 考 サンプル位置によっては、極端に構成物質の異なるサンプルである。資料No17,47との関係からいえば白色の混和している石と滓との関係を重点的に検討するためである。注記を消すこと。								

資料番号 21

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世		検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○ ○
	出土位置	SS-05	SKK-9	実測No	SS-05	183		
試料番号	化学:KNB-21a 放射化:KNB-21b	法 量	長 径	6.5cm	色 調	褐色	磁 着 度	4
			短 径	6.9cm				
遺物種類 (名称)	滓		厚 さ	4.9cm	遺存度	破片	メタル度	なし
			重 量	148.5g				
金井分類	その他の滓		破 面	2	前 含 浸	—	断 面 樹 脂	—
観察所見 長さ4cm前後の木炭痕が全面に見られる炉内滓である。破面は一部に見られるもののごく小さい。木炭痕の一部は黒鉛化しており、側面の1ヶ所に長さ3cm程の黒鉛化木炭が残る。そうした部分から灰褐色の滓が流れつつある状態である。滓の木炭痕を中心とする凹みには赤褐色の酸化物が点在している部分や一面に褐色の酸化物が付着している部分がある。滓の地色は褐色。一部は灰白色の炉壁側の胎土が表面に薄く付着している。本資料は一部が黒鉛化しながらも大半は燃えつきた、サイズの大きな木炭が密集する空間に形成された滓であり、典型的な溶解炉の炉内滓のひとつと言える。遺存する黒鉛化木炭の磁着はやや弱い。木炭痕は明瞭なものが14ヶ所認められる。								
分析部分 長軸端部1/2を直線状に切断し用いる。表面が褐色の酸化物に覆われた黒鉛化気味の木炭と滓との関係にも注目する。残材返却。								
備 考 木炭痕の表面に付く酸化物は滓内側の木炭痕表面にもびっしり付着している。								

資料番号 22

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期		中世		検 鏡 化 学 硬 度	○ ○ ○			
	出土位置	SS-01 G-5	実測No	SS-01	11						
試料番号	化学:KNB-22a 放射化:KNB-22b	法	長径	6.4cm	色調	緑色	磁着度	4	分 析 項 目	X線回折 CMA	○
			短径	4.7cm							
遺物種類 (名称)	滓	量	厚さ	3.1cm	破面	2	前含浸	-	耐火度 カロリー 放射化	○	
			重量	47.5g							断面樹脂
金井分類	鉄滓	1							X線CT		

観察所見

2cm弱の木炭痕の散在する濃い緑色のガラス質滓である。ごく一部の木炭痕の表面は黒鉛化気味である。緻密な滓の中には白色の非溶解の石粒が花びらのように散っている。気孔は大小さまざまでやや少ない。滓の色調は、表面も破面もかなり濃い緑色。木炭痕の凹みや滓表面の一部には赤褐色の酸化土砂が付着。全体の形状は木炭の間を流れ下りつつあるガラス質滓と見られる。

分析部分

短軸端部2/3を直線状に切断し、滓の中核部を用いる。残材返却。

備考

注記を消す。

資料番号 23

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期		中世		検 鏡 化 学 硬 度	○ ○ ○			
	出土位置	SS-08 Q-13-f-9	実測No	SS-08	38						
試料番号	化学:KNB-23a 放射化:KNB-23b	法	長径	7.3cm	色調	緑色	磁着度	4	分 析 項 目	X線回折 CMA	○
			短径	6.8cm							
遺物種類 (名称)	滓	量	厚さ	4.9cm	破面	なし	前含浸	-	耐火度 カロリー 放射化	○	
			重量	132.6g							断面樹脂
金井分類	木炭								X線CT		

観察所見

長さ3cm強のしっかりした木炭痕や濃い緑色の滓が混在する資料である。木炭痕の一部は黒鉛化している。厚い赤褐色の酸化土砂に大半が覆われているが、各所に磁着の強い板状の端部が突き出しており、この大半は黒鉛化した木炭と推定される。その一部は特殊金属探知機(H)でごく狭い範囲で反応し、一部は鉄鈍化している可能性もある。木炭は、半径3.3cm以上のやや太めのものを1/4に縦割りにしている木取り例がある。黒鉛化木炭の色調は黒色から銀色。介在する滓層は濃い緑色のガラス質滓。側面から底面には白色粒子を含む炉壁、炉底の付着痕がある。

本資料は、炉底付着の黒鉛化気味の木炭層の間に貫入してきたガラス質滓によって構成されるものである。典型的な溶解炉の炉床近くの滓である。

分析部分

大きな木炭痕を軸に斜め方向に1/2を直線状に切断。黒鉛化気味の木炭痕や磁着の強い部分、更にガラス質滓の混合層をねらい、黒鉛化木炭と滓との関係を検討する目的である。場合によっては、鉄鉄の一部がかかる可能性もある。残材返却。

備考

付着した酸化土砂は厚く除去しきれない。注記を消す。

資料番号 24

出土状況	遺跡名		埼玉 金井遺跡B区		時期		中世		分	検	鏡	〇
	出土位置		SS-10	Q-14-c-9	実測No	SS-10	3					
試料番号	化学:KNB-24a	法	長径	7.0cm	色調	赤褐色	磁着度	6	析	硬	度	〇
	放射化:KNB-24b		短径	8.1cm								
遺物種類 (名称)	滓	厚さ	3.9cm	破面	3	前含浸	-	目	放射化	X線CT	〇	
金井分類	炉壁 1	重量	363.9g									破面
<p>観察所見</p> <p>側面3面に直線状の破面をもつ碗形の滓の肩部破片である。上面は1.2cm大の木炭痕が点在するものの、ほぼ平坦である。側面から底面は、2mm以下の気孔が露出し、何らかの炉床に接して形成されたことを示している。色調は、全体的には赤褐色、破面に見られる地は黒褐色で気孔も中小が見られる。上面は褐色気味ながら広く紫紅色で酸化雰囲気を示す。磁着は全体に強く、特殊金属探知機(H)に外側が広く反応する。推定半径は9.3cmと大きく、厚みも3.7cm以上はあろう。資料の主体は滓であり小さな金属鉄の点在が推定される。浅い「U」字型の断面形や裏面の炉床に接した形状からいえば、碗形鍛冶滓の一種と見られるものの、推定径の大きさと上面の色調、さらに含鉄部分が点在するという点から見て素直に碗形鍛冶滓と言うにはやや躊躇する資料である。</p> <p>分析部分</p> <p>短軸端部1/3を直線状に切断し、その中から滓と小さな金属鉄の混在部分を採出して用いる。分析目的は碗形の鍛冶滓なのかどうかと、その工程の追求である。残材返却。</p> <p>備考</p> <p>破面には木炭由来とみられる1cm弱の赤褐色の木質や酸化土砂が厚く付着している。またそれ以外の各面にすべて薄く酸化土砂が付着。</p>												

資料番号 25

出土状況	遺跡名		埼玉 金井遺跡B区		時期		中世		分	検	鏡	〇
	出土位置		SS-10	Q-14-h-3	実測No	SS-10	5					
試料番号	化学:KNB-25a	法	長径	2.8cm	色調	褐色	磁着度	4	析	硬	度	〇
	放射化:KNB-25b		短径	3.3cm								
遺物種類 (名称)	滓	厚さ	2.3cm	破面	2	前含浸	-	目	放射化	X線CT	〇	
金井分類	その他の滓	重量	15.0g									破面
<p>観察所見</p> <p>白色の角ばった石のまわりに青味がかかった褐色で粒状の溶解物がみられる資料である。中心の石部分には細いスジ状の不定方向の脈石が見られ、その一部は被熱して溶化している。外側の付着物は磁着が強く、一見、砂鉄の焼結状態にも似ている。白色の石は耐火性が高いらしく、脈石部が溶化したり、溶化しないまでも紫紅色に酸化しているのに比べるとほとんど溶解はしていない。</p> <p>分析部分</p> <p>長軸端部3/4を直線状に切断し、中核部の白色の石と表層3mm程の厚さの顆粒状部分の両方にかかるように分析する。分析目的は中核部の白色の石と外側の溶解物の性格を検討した上で、鍛造工程とのかかわりを解明するためである。残材返却。</p> <p>備考</p> <p>本資料の表層のような熱影響によって顆粒状になる例としては砂鉄の半還元の場合と羽口付近の高温度の滓が再結晶してマグネタイト化し、磁着反応を強くする場合がある。</p> <p>注記は消す。短軸端部の一部には完全に溶化した黒色ガラス質の滓が見られる。</p> <p>資料No.47と同種の資料、大澤1992分析No.9のチタン値の高さの由来と金井遺跡B区に見られる白色石粒の用途の解明のために加えられた資料である。</p>												

資料番号 26

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分析項目	検化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT
出土位置	SS-05		炉体5号 №13	実測№	SS-05	55			
試料番号	化学:KNB-26a	法	長径 10.1cm	色調	灰褐色	磁着度	3	項目	○
	放射化:KNB-26b		短径 11.0						
遺物種類 (名称)	羽口 (鉄?)	量	厚さ 3.9cm	遺存度	破片	メタル度	なし	○	○
			重量 250.8g						
金井分類	羽口					断面樹脂	—		
観察所見									
<p>大口径の羽口破片である。推定内径は直径約12.0cm。表面は溶解し発泡している。長さ2.6cm程の木炭痕が一部に残る。羽口胎土は滓粉や4mm大の錆びた鉄粒、さらにさまざまな色調の石粒を含み、砂質である。内面は粗くナダ整形されており、やや波状である。1ヶ所だけ幅1.5cmのナダ整形時の工具痕らしきものが長軸方向に向かって見られる。器内には斜め方向に粘土の接合痕らしいものも見られる。色調は溶解した表面が灰褐色、一部は紫紅色の酸化気味の雰囲気をもつ。溶解部の厚さは最大1cm。羽口の胎土側は赤褐色の酸化焼成である。羽口は先端部に向かって急激に薄くなり、端部の厚はやや内側にたれている。溶解面には点状に褐色の鉄酸化物が付着している。本羽口は伊壁から突き出す形で、少なくとも10cmは炉内に突き出したと推定され、成形前から見ておそらく、炉壁と一体で成形されたものと考えられる。内面には大きなヒビ割れが生じている。</p>									
分析部分									
<p>長軸端部1/3のガラス質の溶解部を中心に行う。できれば非溶解の胎土側も検討したい。本資料の分析目的は溶解金属種別と羽口の溶化表面との対応関係の追求である。残材返却。</p>									
備考									
<p>本資料は溶解状態や酸化物の付着具合などから見て№15の炉壁に用いられた可能性が高い。ただし土質と焼け具合はやや異なる。溶解面のたれ具合から見て炉内側から見た場合左側やや上の先端部破片であろう。</p>									
<p>鉄用の溶解炉に装着されていた羽口と、一応は見られる資料である。</p>									

資料番号 27

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分析項目	検化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT
出土位置	SS-05		SSK-1 №13	実測№	SS-05	54			
試料番号	化学:KNB-27a	法	長径 7.2cm	色調	黒褐色	磁着度	3	項目	○
	放射化:KNB-27b		短径 7.8cm						
遺物種類 (名称)	羽口 (銅?)	量	厚さ 3.6cm	遺存度	破片	メタル度	なし	○	○
			重量 232.9g						
金井分類	羽口					断面樹脂	—		
観察所見									
<p>先端部を欠き、側面も破面となる大口径の羽口破片である。外面は黒色のガラス質に溶解し、垂れつつある。又、表面には1~3mm大の緑青を吹いた青銅の粒が半分露を出す形で点在していることも特色である。なお、溶化した表面全体には冷却時のチリメン状のシロも生じている。羽口胎土中には滓粉や丸珠を帯びた小さな石粒が見られ、白色の1mm以下の細かい砂粒がかなり多く混ざっている。また、細い繊維状のサスもある程度入っている。内面には穿孔部の穴の整形時に付けられたナダや長軸方向のスジ状の絞り目が残る。基部側は、内厚2.5cmの羽口側と羽口を炉体に支えた粘土部分が残る。外側に向かって溶解部も開いている。色調は外側の溶解部が濃い黒褐色。羽口胎土は一部を除いて赤褐色。先端部は灰色に熱変色し、本来の羽口先は欠け落ちている。</p>									
分析部分									
<p>短軸端部を2/3直線状に切断し、青銅の粒子を含む外側のガラス質滓を中心に検討する。必要があれば、羽口胎土側も用いる。銅溶解炉の羽口としての分析資料である。残材返却。</p>									
備考									
<p>本資料は、青銅粒子が外側に点在することから青銅の溶解炉の羽口付近の部品と考えられる。正面から見て左側の羽口部と炉体側への押さえの粘土にまたがる部分であろう。</p>									
<p>胎土は、混和物から見て羽口部と押さえの粘土の間では基本的な差は見られない。羽口の内外面が一定に整形された後、基部を粘土で押さえられている点から見て、炉壁から引き出して成形された羽口というよりも、別に造ったのちに炉体にはめ込まれた可能性のある資料である。</p>									
<p>内側の注記は消すこと。</p>									

資料番号 28

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分析項目	<input type="radio"/> 検 <input type="radio"/> 鏡 <input type="radio"/> 化 <input type="radio"/> 学 <input type="radio"/> 硬 <input type="radio"/> 度 <input type="radio"/> X線回折 <input type="radio"/> CMA <input type="radio"/> 耐火度 <input type="radio"/> カロリー <input type="radio"/> 放射化 <input type="radio"/> X線CT	
	出土位置	SS-13 O-14-o-5		実測№	SS-13	16				
試料番号	化学:KNB-28a 放射化:KNB-28b	法	長径	2.7cm	色調	青緑色	磁着度			1
			短径	2.4cm						
遺物種類 (名称)	銅製品		厚さ	1.0cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)		
			重量	24.3g					破面	3
金井分類	銅滓 1					断面樹脂	-			
観察所見										
<p>片面には、上下方向に一直線のバリが残り、その裏面は大きく、くぼんでいる青銅の不良製造品片である。本来の上下左右はわからないので仮に図化したような位置に示している。なんらかの製造製品の端部と考えられるが製品名は不明である。上面は大きく、くぼんでおり、側面から下面にかけても凹んでいる。これは欠けたというよりも湯がまわりきらびに生じたものであろう。おそらく型をはずした後に不良品として判断されたものかと思える。側面はきれいな肌をしているが、内側の凹みの表面は荒れて微細な気孔が見られ、ザラついた面を形成している。表面には緑青が全面に吹く。側面の緑青の割れ目には赤銅色の金属銅部分が見られる。側面や上面の凹み表面にごく薄い皮状の褐色の付着物が見られる。上面の凹みの片側のへりは固化中に下側より持ち上げられたように端部が上に開いている。</p>										
分析部分										
下端部の太い方、長軸端部1/3弱を直線状に切断し、その中核部の青銅部分を中心に用いる。残材返却。										
備考										
本来の製品名はいまひとつはっきりしない。今後の検討課題であろう。										

資料番号 29

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分析項目	<input type="radio"/> 検 <input type="radio"/> 鏡 <input type="radio"/> 化 <input type="radio"/> 学 <input type="radio"/> 硬 <input type="radio"/> 度 <input type="radio"/> X線回折 <input type="radio"/> CMA <input type="radio"/> 耐火度 <input type="radio"/> カロリー <input type="radio"/> 放射化 <input type="radio"/> X線CT	
	出土位置	SS-08 第2号鑄込み		実測№	SS-08	94				
試料番号	化学:KNB-29a 放射化:KNB-29b	法	長径	2.0cm	色調	青緑色	磁着度			1
			短径	1.4cm						
遺物種類 (名称)	銅製品		厚さ	0.5cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)		
			重量	5.3g					破面	4
金井分類	銅滓 1					断面樹脂	○			
観察所見										
<p>側面4面が破面となる厚さ5mm程のやや厚手の製造品の破片である。上下方向には直線状で、水平方向にゆるい弧を描くことから、容器の体部破片であろうと予想される。破面は、上面のみ中央が窪み、微細な気孔がある。又、内側と外側の0.6mm程が皮状にやや独立しており、上面のみにガスが介在したため、青銅の湯がまわらず、不良品となったものの可能性が高い。他の3つの破面は緻密でシャープに折れており、人工的な破断面の可能性があらう。表面も荒れており、型の抜き目ははっきりしない。あえて言えば内側面にごく薄い横スジがある。色調は緑青部分は青い緑色、それ以外は灰黒色を呈する。部分的に褐色の酸化物がごく薄く付着している。</p>										
分析部分										
短軸端部2/5を直線状に切断し、中核部の青銅部分を用いる。残材返却。										
備考										
本遺跡では湯こぼれ状のものは多いが製品破片と見られるものは極めて少ない。本資料はその内の一点である。ただし観察所見に述べたように№28、29はいずれも製造時の不良品と見られ、逆に考えると本遺跡ではほとんどの銅塊あるいは製造不良品が回収され、遺存していない可能性が高そうである。										

資料番号 30

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世	分析項目	検定 化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT
出土位置	SS-11	P-14	d-3	実測No.	SS-11 16		
試料番号	化学:KNB-30a 放射化:KNB-30b	法	長径 4.4cm	色調	青灰色	磁着度	2
遺物種類 (名称)	羽口 (鍛冶)		短径 4.0cm				
			厚さ 1.9cm	破面	4	前含浸	-
金井分類	羽口		重量				
観察所見 小口径の羽口先端部付近の破片である。先端の溶解部分は欠け、他の側面も破面である。穿孔部はかろうじて残っている。胎土は緻密で1mm前後の石粒が混じり、3mm程の長さのササや非常に細かい繊維質が見られる。骨針(白色針状物質)も観察できる。外側は先端部から2.5cm程が発泡した表面となるが、ガラス状に深く溶解していない点と、骨針の存在から見て耐火度は比較的高い海性粘土を用いていると考えられる。色調は内面から黄褐色、赤褐色、薄い紫色の順に熱変化しており、青灰色に発泡した表面に達する。両側面の破面に向かって薄化した部分が認められ、使用時にはやや亀裂が入っている状況である。羽口部の元位置としては、正面から見て右側部分の先端からやや基部に向かった部分であろう。発泡した表面は最も厚いところで2mmの厚さの黒色ガラス質層層である。							
分析部分 長軸側部3/4を直線状に切断し、胎土とガラス質の発泡層を用いる。残材返却。							
備考 注記を消すこと。内径から見て鉄鍛冶の羽口か。ガラス質の発泡層の範囲が狭く、溶解物も少ないので、対応金属がおさえられるか、やや心配な資料である。							

資料番号 31

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世	分析項目	検定 化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT
出土位置	SS-07	SSK-1	実測No.	SS-07	46		
試料番号	化学:KNB-31a 放射化:KNB-31b	法	長径 2.9cm	色調	茶褐色	磁着度	4
遺物種類 (名称)	鉄製品		短径 3.4cm				
			厚さ 0.6cm	破面	3	前含浸	-
金井分類	鉄塊 1		重量				
観察所見 三角形の平面形を持ち、放射割れの目立つ薄い鉄片である。ごくゆるく内側に湾曲し、上下方向はほぼ直線状である。赤錆は全体に見られ、部分的に黒錆や白色の錆、さらに茶色の水状の酸化液が滲んでいる。片面の7割程が錆ぶくれによって剝離しており、接着剤(セメダイン)で接合後、再剝離してしまっている。側面は、角張った割れ口で付着土砂があり、製品端部かどうかは、はっきりしない。色調は、全体に茶褐色で部分的に黒褐色である。特殊金属探知機によれば、長軸端部のうち、尖った側が(H)で多少反応する程度で、残りの端部は、完全に錆化したためか反応がない。放射割れがはげしく、鍛造品か、鋳造品かは不明である。							
分析部分 長軸端部2/3を直線状に切断し、端部にある錆中のわずかに残った金属鉄をねらって用いる。サンプリングはX線CTの像を参考にすること。残材返却。							
備考 片面に認められる接着剤(セメダイン)に注意。 本資料は、メタル部は少ないが含浸されていない鉄器破片と推定される点から選定された。X線CTの結果もメタルは端部に点状にごく僅か遺存するのみである。錆の像にやや棒状のものが認められる。これは場合によれば鍛造品の可能性も若干残されよう。							

資料番号 32

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期 中世		検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT マクロ	○ ○ ○ ○ ○
	出土位置	SS-07		実測No	SS-07 49		
試料番号	化学:KNB-32a 放射化:KNB-32b	法	長 径 3.3cm	色 調	黒褐色	磁 着 度	6
			短 径 3.2cm				
遺物種類 (名称)	鉄 製 品	量	厚 さ 1.6cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)
			重 量 24.1g				破 面
金井分類	鉄塊 1					断面樹脂	
<p>観察所見</p> <p>直線状の4ヶ所の破面に囲まれた、ゆるく内側に反る鉄片である。表裏面とも厚い付着土砂に覆われている。片側の付着物は完全に剝離して存在しない、もう一方は接着剤(セメダイン)により接合されている。中核部の鉄片は、厚さ4mm程で、端部に放射割れがやや見られるものの、全体にはしっかりしている。ゆるい内反りの横断面や上下方向にもやや内反り気味である点などを加味すると、鋳造品の体部破片の可能性が高い。色調は付着土砂部分が褐色で、鉄部は黒褐色。部分的に赤褐色の錆が広がる。端部に鉄表面の黒錆化した部分が認められ、0.2mm程の気孔が若干見られる点も鋳造品を窺わせる。付着土砂中には、木炭粉や薄片が若干混じる。</p> <p>分析部分</p> <p>端部2/3を直線状に切断し、金属鉄を中心に用いる。厚い付着土砂に注意。残材返却。</p> <p>備 考</p> <p>平坦な表裏面には接着剤(セメダイン)が塗られている。本資料は、金井遺跡B区の非含浸の鋳造品破片としては最も遺存状態の良いものである。</p>							

資料番号 33

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期 中世?		検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○ ○ ○
	出土位置	SD-01		実測No	SD-01 3		
試料番号	化学:KNB-33a 放射化:KNB-33b	法	長 径 3.6cm	色 調	茶褐色	磁 着 度	6
			短 径 5.7cm				
遺物種類 (名称)	鉄 製 品 (鍋)	量	厚 さ 0.4cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)
			重 量 46.2g				破 面
金井分類	鉄塊 1					断面樹脂	
<p>観察所見</p> <p>側面が、全面破面となる鋳造品破片である。表面に薄く酸化土砂や付着物が見られるが、全体的には、本遺跡出土鉄片のうちで最もしっかりしている。色調は、茶褐色。点状する黒錆部分は黒褐色。縦断面は外へ開く「L」字型で、底の平らな鉄鍋の可能性を窺わせる。体部下端は、5.5mmの身厚をもつが、底部側は、3mm強とやや薄い。内側の付着土砂には、4mm大の木炭粉が見られる。色調や錆ぶくれあるいは、放射割れや付着物から見ても、本遺跡出土の鉄片、あるいは鋳造品破片の中で最も奇麗だという点から見て違和感がある。メタルも全体的に遺存しており、金井遺跡B区の中世段階の鋳造品としてはやや疑問を抱かせる資料である。</p> <p>分析部分</p> <p>長軸端部2/5を直線状に切断し、中核部のメタルを中心に用いる。残材返却。</p> <p>備 考</p> <p>本資料が金井遺跡B区で鋳造されたものでなく、もう少し新しい時期の集落で使用された鉄鍋片であったとしても、資料No.31、33などの確実な本遺跡に伴う鋳造品と対比する上では参考になる資料である。時間的には近代ぐらいまでの幅を見込んでおきたい。底部の薄いのは使用によるものか。</p>							

資料番号 34

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	〇
出土位置	SD-22			実測No	SD-22 72						
試料番号	化学:KNB-34a 放射化:KNB-34b	法	長径	2.6cm	色調	赤褐色	磁着度	6	析	硬	〇
			短径	8.7cm							
遺物種類 (名称)	鉄製品 (ヘラ)	量	厚さ	1.4cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)	項	耐火度	〇
			重量	56.2g							
金井分類	鉄塊	1							X線CT	〇	
									目	マクロ(リソグラフィ)	〇

観察所見

厚い付着土砂に覆われ、長軸中央の片側に段をもつ鉄器片である。刃先側の先端部は、新しい破面である。細密な黒錆面が露出する基部は、段から3.2cmの長さで端部が終息している。この部分は付着土砂のために、折れているものなのか、完結するものなのかをはっきり区別できない。基部の断面形は、ほぼ正方形である。刃先側の断面形は、上端が10mm、下端が7mmと下がやや狭い逆台形である。鉄器表面は、4面とも皮状に1mm程度の厚みの表面錆や付着土砂がはがれかき、ヒビ割れている。色調は赤褐色。表面錆のはがれた部分は、黒褐色の黒錆である。長軸端部は、基部から先端に向かい上方にゆるく反っており、中間部にある高さ6mm程度の段を加味すると、鋳型を削るヘラの一種で、基部の可能性を窺わせる。残留する鉄は基部側が健全で、刃先側の1/2は酸化してしまっている。特殊金属探知機では、長軸基部側から2/3が(L)で反応する。

分析部分

長軸端部の刃先側が完全に酸化しているため、しっかりした柄部を用いる。切断は基部側の段の手前2/3を直線状に切断し、中核部のメタルを中心に用いる。残材返却。

備考

ヘラは本遺跡では、直線状で先の尖った剣先状のものがもう1点出土しており、本資料の反りのあるものとは違いを見せる。用途により形態差があったものか。厚いところで6mm強もある付着土砂に注意すること。なお、大きく割れた部分はセメダインにより接合している点にも注意をする。

資料番号 35

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	〇
出土位置	SS-06 R-13-d-5			実測No	SS-06 11						
試料番号	化学:KNB-35a 放射化:KNB-35b	法	長径	7.6cm	色調	灰色	磁着度	4	析	硬	〇
			短径	5.2cm							
遺物種類 (名称)	鋳型	量	厚さ	5.5cm	遺存度	破片	メタル度	なし	項	耐火度	〇
			重量	135.2g							
金井分類	鋳型鉄脚								目	X線CT	〇

観察所見

両端が欠けた鋳型としては未使用の鉄脚端部破片である。胎土は、1mm以下の不透明な白色粒子を中心に白っぽい有色砂粒を1/2程度含む砂質土である。スサは入らないが0.5mm程度の径をもつ微細なスガ認められる。内側は鉄脚端部を示す外型である。文様は7本の長軸方向へ向かう「V」字状の突起部をへて4条のキザミとなる。更に先端は3つの凹みが一体化し、両側にも1つずつの凹みをもつ鉄脚下部部と考えられる。上面は面取りされ端部に向かってやや盛りあがっており、それ以外の外側と側面は上方向に向けてナデ成形されている。裏面中央の背面部分は、最大深さ1.6cm程が加熱の結果発泡し、後の片側は厚さ5mm程が溶解し、やや流動気味である。また、その部分に限り1.2cm程の木炭痕が2ヶ所認められる。色調は、内側の鉄脚面から蓋の接合部にかけて赤褐色に酸化しており、それ以外は発泡部分も含めて灰色に熱変化している。本資料のように外面が発泡し、内側の鉄脚面近くまで還元気味に熱変化している例は本遺跡でも唯一である。こうした熱変化の推移は一度酸化焼成された鋳型が、二次的に加熱されたためと考えられる。これは内側の鋳型面の未使用状況と考え合わせると鋳型が他の用途に転用されたためによるものと見られる。

分析部分

長軸端部の1/4を直線状に切断し、酸化部分から発泡部分にかかる胎土を中心に用いる。

分析目的は、鉄脚型胎土の代表例の内、例の少ない砂質なもの1例として選択されたものである。外面の発泡部分は分析の主体ではない。残材返却。

備考

転用目的としては、増筒などを囲む補助材として用いられた可能性が、一応現状では考えられる。

資料番号 36

出土状況	遺跡名		埼玉 金井遺跡B区		時期		中世		分析項目	○ ○ ○
	出土位置		SS-10	SSK-5 No49	実測No.	SS-10	89			
試料番号	化学:KNB-36a 放射化:KNB-36b	法	長径	9.4cm	色調	灰褐色	磁着度	3	X線回折 CMA	○
			短径	9.6cm						
遺物種類 (名称)	鋳型	量	遺存度	破片	メタル度	なし		耐火度 コロリー	放射化 X線CT	○
			厚さ	3.6cm		前含浸	—			
金井分類	鋳型梵鐘		重量	256.1g	破面	4	断面樹脂	—		
観察所見										
裏面と側面全面が破面となった鋳型片である。胎土は、大きく3層からなり中央付近で測ると外側から1.1cm程(母型の厚さ)は、短いスサや6mm程の長さのモミガラ、さらに、鉄滓の小片を含む赤褐色の母型層をベースに、厚さ1.5cm程で、2mm以下の鉄滓や焼土粒、有色鉱物を含むすの多い中マネ層、さらに、5mm程の厚さで0.5mm以下の不透明白色砂粒が7割程を占める緻密な仕上げマネ層の順となる。仕上げマネ層は、さらに、薄い3つの層に細分できるが性質はほぼ同じである。内側は、灰色に熱変化しており、一旦使用された鋳型である。この面には、挽き型のきれいな横走線は見られず、全体に横方向の方向の一定しないナブ様の痕跡が残る。色調は、中マネ層はくすんだ褐色、仕上げマネ層は灰褐色である。内面には、わずかに点状の褐色の鉄錆が見られるが、鋳造時のものは不明。母型は完全な正門ではなかったと見られる。仕上げマネ層が鋳造時に灰色に熱変化しているのは、1.5mm程の厚さである。										
分析部分										
長軸端部1/3を直線状に切断して用いる。この部分は仕上げマネ層が8mmと最も厚く、その裏側は中マネ層のみである。仕上げマネ層のみの胎土分析ができれば好ましいが、分離がむずかしい場合は中マネ層と一体で用いる。残材返却。										
備考										
本資料は梵鐘の池の間の破片であり、梵鐘鋳型の仕上げマネ層の胎土の検討用に選択されたものである。										

資料番号 37

出土状況	遺跡名		埼玉 金井遺跡B区		時期		中世		分析項目	○ ○ ○
	出土位置		SS-01		実測No.	SS-01	22			
試料番号	化学:KNB-37a 放射化:KNB-37b	法	長径	7.4cm	色調	灰色	磁着度	4	X線回折 CMA	○
			短径	7.3cm						
遺物種類 (名称)	鋳型	量	遺存度	破片	メタル度	なし		耐火度 コロリー	放射化 X線CT	○
			厚さ	4.1cm		前含浸	—			
金井分類	鋳型 鋳		重量	197.0g	破面	4	断面樹脂	—		
観察所見										
側面4面と裏面が破面となる鋳型片である。胎土は、厚さ2.7cm程の石や鉄滓片、黒鉛化木炭片などを含み、細かいスサが多量に混入された母型層。厚さ9.5mm前後の鉄滓小片や有色の砂粒を含む砂質の中マネ層。さらに、白色で不透明な砂粒を半分以上含む厚さ3mm程の仕上げマネ層の順となる。色調は、母型層が茶褐色。中マネ層は上下方向に赤褐色部分と褐色部分に分かれる。仕上げマネ層は表面が灰色で放射状の細かいひび割れを生じている。その内側は、褐色で、中マネ層と接する部分は赤褐色の酸化色を示す。鋳型は、左右方向と上下方向の弧をえがき、中マネ層と仕上げマネ層は厚みが比較的均一に整えられている。これは、母型がかなりきれいに挽かれていたためかと考えられる。										
分析部分										
長軸端部の1/2を直線状に切断し、中マネ層と仕上げマネ層の胎土に重点をおいて行なう。残材返却。										
備考										
鉄鍋の鋳型の体部破片と考えられる。No37の梵鐘鋳型に比べて仕上げマネ層の表面にひび割れが顕著である。やや硬めの仕上げマネを挽いたためか、鋳型の再利用による劣化であろうか。										

資料番号 38

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期			中世			分析項目	○
	出土位置	SS-05		実測No.	SS-05 159		検 化 学 硬 度	X線回折	CMA		
試料番号	化学:KNB-38a 放射化:KNB-38b	法	口径	11.4cm	色調	赤褐色				磁着度	4
			器高	(5.6)cm			遺存度	破片	メタル度		
遺物種類 (名称)	トリベ	量	残存率	40%	破面	3				前含浸	-
金井分類	土器		重量	148.8g			断面樹脂	-	X線CT	○	

観察所見
手づくね成形されたトリベの受け部の約1/3程の破片である。胎土は有色の砂粒と鉄滓片を含み繊維痕も若干認められる砂質のものである。内側には、底面から口縁部にかけて、1/2程の面積で0.8mm以下の厚さに黒褐色で光沢のある洋様の付着物が残っている。全体の色調は、めまぐるしく変わり、細かい指頭痕の残る表面は赤褐色を呈し、器内は2mm程の厚さの吸炭層をへて紫褐色となる。内面には黒褐色の酸化物(洋)が張りついている。洋の刺刺した一部の表面は灰色である。付着した洋の表面には粒状の鉄錆状のものが点在し、そのひとつには磁着反応がある。下面の破面には長さ7cm近いスジ状の圧痕があるが、おそらくこれは、トリベにうがたれた穿孔部か、何らかの原因で混入した繊維痕であろうと見られる。特殊金属探知機(H)には、反応する粒子はなく、完全に錆化してしまっている。

分析部分
内面に付着している薄皮状の滓層の性質を解明するための資料である。長軸端部2/5を直線状に切断し、薄い滓層をはがせばそれを中心に用いる。サンプリングには細心の注意を払う必要がある。残材返却。

備考
注記を消すこと。トリベには取っ手付きのものと、そうでないものがあるが、本資料はそのどちらかは、はっきりしない。

資料番号 39

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期			中世			分析項目	○
	出土位置	SS-08 焼土塊集中区		実測No.	SS-08 135		検 化 学 硬 度	X線回折	CMA		
試料番号	化学:KNB-39a 放射化:KNB-39b	法	口径	10.4cm	色調	紫褐色				磁着度	2
			器高	2.4cm			遺存度	破片	メタル度		
遺物種類 (名称)	埴場	量	残存率	10%	破面	3				前含浸	-
金井分類	炉壁 4		重量	12.1g			断面樹脂	-	X線CT	○	

観察所見
厚みをもった手づくねの埴場かと思える資料の口縁部破片である。内面から口唇外面にかけて紫紅色に発色し、表面の3mm程が発泡している。また内面には、3mm以下で緑青が吹いた銅系の粒子が点在する。胎土は、やや砂質で多量の骨針や3mm大の錆化した鉄粒が1点含まれている。内面の紫紅色の発色は、単なる酸化よりも紅色で、銅と他の金属との合金による発色の可能性がある。No.39資料と違い、内面から口唇外側までが発泡層を形成している点から見て、単なるトリベではなく、埴場と見ておきたい。特殊金属探知機には、反応する粒子はなく全て錆化している。

分析部分
短軸端部1/2を直線状に切断し、表層に認められる微細な金属粒子と紫紅色の発色面の性格に重点をおき検討をする。残材返却。

備考
注記を消すこと。

資料番号 40

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期 中世		分析項目	検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○	
	出土位置	SS-02	O-10-h-5	実測No.	SS-02 16				
試料番号	化学:KNB-40a 放射化:KNB-40b	法 量	長径 3.9cm	色 調	赤褐色	磁着度	3		
			短径 4.0cm						
遺物種類 (名称)	鍛 冶 滓		遺存度	破片	メタル度	なし	前含浸		-
			厚さ 1.9cm	破 面	4	断面樹脂			
金井分類	滓 1	重 量	48.7g						

観察所見
側面4面が直線状の破面となる厚さ1.3mm程の薄手の椀形鍛冶滓片である。上面には小さな顆粒状の突起があり、ゆるやかに凹んでいる。下面は、端部に灰色の鍛冶炉の炉床粘土が付着し、他の部分も全て炉床粘土の圧痕である。破面には楕円気味の小さな気孔が散在する。色調は赤褐色。地は黒褐色である。また、上面端部の1ヶ所のみがやや磁着が強く他は弱い。鍛錬段階の鍛冶炉の炉床に貼り付いた、小さな椀形鍛冶滓の中核部破片と推定される。特殊金属探知機での反応はない。

分析部分
長軸端部2/3を直線状に切断し、滓として用いる。残材返却。

備 考
注記を消すこと。側面の破面には付着土砂が残る。

資料番号 41

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期 中世		分析項目	検 査 化 学 硬 度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○	
	出土位置	SK-85		実測No.					
試料番号	化学:KNB-41a 放射化:KNB-41b	法 量	長径 cm	色 調	黒色	磁着度	6		
			短径 cm						
遺物種類 (名称)	砂 鉄		遺存度	現状	メタル度	なし	前含浸		-
			厚さ cm	破 面	-	断面樹脂			
金井分類		重 量	9.6g						

観察所見
SK-85の覆土の内、床直の土を水洗いし、磁選して分離した砂鉄である。色調は赤色の砂粒を含むため、赤味がかって見えるが砂鉄は黒色である。着磁率は94.7%、非着磁率は5.3%、砂鉄は0.4mm以下の角ばった光沢をもつもので、0.1mm程が中心粒度と細かく、水流による淘汰をへて丸みをもったものではない。磁着する粒子の中には赤褐色のやや丸みをもったもので、砂鉄粒子より大きい、粒度0.5mm以下のものも含まれている。非磁着の粒子は、濃い有色の角棒状の鉱物が多く、ごく一部にガラス質滓の破片と見られる粒子も混在している。鍛冶滓片は外見적으로는認められない。

分析部分
必要量を選択。粉状の鍛冶滓片の有無に注意すること。残材返却。

備 考
発掘調査時点では小鍛冶遺構の鍛冶滓片を追求する目的で、覆土を水洗したおりに分離されたものである。分析目的は、粒子の状態や細かさから見て、金井遺跡B区で原料として使用されたものではなく、台地上の土砂に含まれる自然砂鉄の性状の調査と鍛冶滓片粉の有無を検討する目的である。粒状から見ると、砂鉄粒子はローム層などの一次堆積のものであろう。

資料番号 42

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	○			
出土位置	SS-11	P-14-f-6	実測No.	SS-11	19						析	化	学
試料番号	化学:KNB-42a 放射化:KNB-42b	法	長径	4.1cm	色調	褐色	磁着度	6	析	項	目	X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT マクロ	○
			短径	5.1cm									
遺物種類 (名称)	再結合滓	量	厚さ	3.2cm	破面	なし	前含浸	—	目	X線CT	マクロ	○	
金井分類	鉄滓 1		重量	92.8g		断面樹脂	○						
観察所見													
<p>厚い碗形をした塊状の遺物である。表面の各所に重層した2mm以下の鉄滓片や焼土が見られ、青味がかった光沢をもち、1mm以下の大きさのごく薄い鍛造剣片も混在する。全体の色調は褐色で、鍛造剣片がキラキラと輝いている。一見すると砂の塊状だが磁着は強く、滓片や鍛造剣片を多量に含む再結合滓であろう。上面はややくぼみ皮膜状に茶褐色の二次酸化面が形成されている。鍛造剣片は黒く無光沢の厚さ0.4mm程のものから、0.1mm以下の厚さの青い光沢のあるものまでが混在するが、後者が圧倒的に多い。粒状滓は径0.1mm程の黒っぽいものがわずかに認められる。</p> <p>本資料は、鍛冶炉周辺の土壌、あるいは、ピット中で少なくとも2.7cmの厚さに圧縮された形で堆積したものである。粒状滓の形状は、鍛錬鍛冶の前段階とそれに伴う黒くてやや厚い鍛造剣片に示され、光沢のある極めて薄い鍛造剣片は、鍛錬鍛冶の後段階の鉄器製作に伴うものと判断される。量的には後者が多そうである。特殊金属探知機に(H)で中心部が反応するが、これは内部に小さな鉄塊系遺物を含めたかもしれない。</p>													
分析部分													
長軸端部1/4を直線状に切断し、様々な遺物から構成される再結合滓層を用いる。残材返却。													
備考													
本資料に伴う遺物の存否とその位置を追求する必要がある。遺物の種類と量から見て、数工程の鍛冶作業に伴うものと見られる。破砕すれば粒状滓、鍛造剣片ともさらに細分が可能であろう。													

資料番号 43

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区	時期	中世			分	検	鏡	○			
出土位置	SD-30	P-15-j-1	実測No.	SD-30	54						析	化	学
試料番号	化学:KNB-43a 放射化:KNB-43b	法	長径	6.0cm	色調	黒褐色	磁着度	1	析	項	目	X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○
			短径	3.4cm									
遺物種類 (名称)	木炭	量	厚さ	2.8cm	破面	2	前含浸	—	目	X線CT	○		
金井分類	木炭		重量	28.9g		断面樹脂	—						
観察所見													
<p>長さ6.2cm、厚さ3.3cmの内に21本の年輪が数えられる黒炭である。年輪のカーブから直径25cmを越える大きな部材を刃物で縦割りにし、みかん割りの木取りをしたもので、材は広葉樹の硬質のものである。長軸端部の破断面がやや直線状、他方は不定形である。ただし、この直線状端部は、鋸などで切断されたものではなく炭化後の破断面がやや被熱したものであろう。木炭は使用直後の大きさと、木取りと長さは使用木炭の大きさの一端をある程度反映しているものと見たい。炭化時の菊割れは、まったく生じていない。木の表皮側も中心も不明であるが、大きな材を縦割りにして炭化したうえで、長さ6cm前後に割り揃えられた状態であると言える。年輪密度は高く、年輪線も部分的に屈曲の程度が違い、大樹幹の自然林の材を用いた可能性が高い。表面には、黒褐色の酸化土砂が薄く付着している。なお側面の一部には細かいヒビの入った荒れた面も点在し、炉中の被熱による表面変化の一種と見られる。特殊金属探知機(L)にも反応はあるが、普通の使用前の黒炭は反応することはなく、本資料が炉内の強還元空間に一度は投入された履歴を持つ証でもある。かなり硬質な点もこれに起因する可能性が大きい。途中消化のためにこのような健全に近い形状で残されたものか。やや黒鉛化気味か。</p>													
分析部分													
長軸端部1/2を直線状に切断し、木炭として用いる。残材返却。													
備考													
注記を消すこと。樹幹の外側と推定される外側の木取り面に、短軸方向の細かい擦り傷が見られる。これは炭化時にも磨るなどで結束されていた痕跡であろう。													

資料番号 44

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期	中世		分析項目	検化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○	
	出土位置	SS-11	P-14-h	実測№	SS-11	18				
試料番号	化学:KNB-44a 放射化:KNB-44b	法	長径	8.5cm	色調	黒褐色	磁着度	6		
			短径	5.1cm						
遺物種類 (名称)	黒鉛化木炭	量	厚さ	3.7cm	遺存度	破片	メタル度	L(●)		
			重量	108.0g						
金井分類	木炭			破面	1	前含浸	—	断面樹脂	○	

観察所見
木炭が強還元空間で鉄と粘土からくるケイ素と反応し、強く磁着する硬質の木炭に置換した黒鉛化木炭である。長さは7.6cm。側面には木炭粉や鉄滓を含むこぶ状の大きな酸化土砂が見られる。長軸端部の付着土砂の中にも黒鉛化した部分が見られる。木炭は、樹幹を縦方向に1.7cmの最大幅でみかん割りしたもので、側面はほぼ直線状で、木取り面らしき部分を残している。外皮はないが外皮直下の木の表面は残されている。緻密には外径は出せないが、直径20cm以上の大きな材の表面部分と見られる。中心部から外皮に向かって菊割れが多少生じている。色調は、黒鉛化部分にぶい黒色から銀色の光沢をもつ。付着土砂は茶色。付着土砂中にも厚みがあるため黒鉛化木炭が内在している可能性が高い。特殊金属探知機(L)で黒鉛化部分は反応するため一部は、鉄酸化している可能性もあろう。年輪は付着する酸化物のためカウント不能。素直に伸びた緻密な硬質の広葉樹材を用いた木炭と考えられる。

分析部分
長軸端部の2/3を直線状に切断し、黒鉛化部分を用いる。本資料は、溶解炉に伴う黒鉛化木炭そのものの性状の調査を目的とする。残材返却。

備考
ほとんどの菊割れのすき間には、褐色の酸化物がはさまっている。

資料番号 45

出土状況	遺跡名	埼玉 金井遺跡B区		時期	中世		分析項目	検化学 硬度 X線回折 CMA 耐火度 カロリー 放射化 X線CT	○ ○	
	出土位置	SS-05	第1号鋳込み	実測№	SS-05	156				
試料番号	化学:KNB-45a 放射化:KNB-45b	法	長径	2.1cm	色調	黒色	磁着度	5		
			短径	3.4cm						
遺物種類 (名称)	滓 (ガラス質)	量	厚さ	1.2cm	遺存度	破片	メタル度	なし		
			重量	13.2g						
金井分類	滓 1			破面	2	前含浸	—	断面樹脂	—	

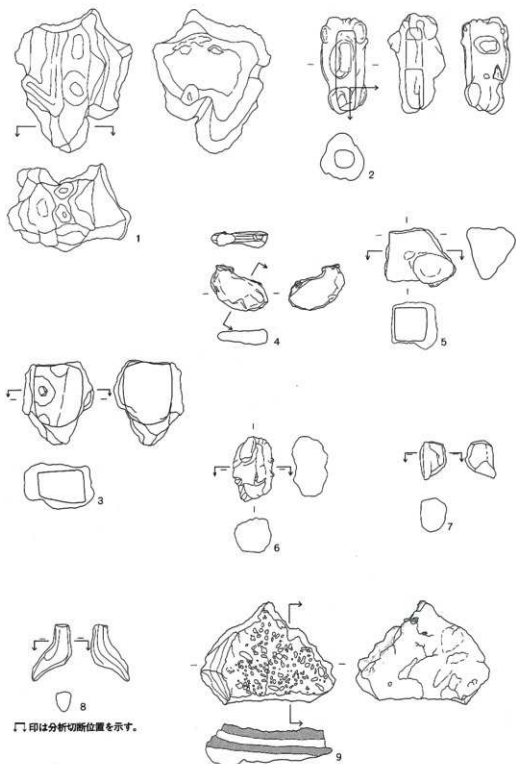
観察所見
指頭大の側面二面に破面が見られる黒色無光沢のガラス質滓である。表面は、木炭痕と黄灰色の還元土が見られる。上面に広く、チリメン状のシワが目立つ。側面から下面にかけては、4mm幅で二条、10mm幅で一条の流動状になっている。中央は、1.4cm幅の木炭痕状、側面には、2×1mm以下の白色の角張った鉱物が黒色滓の中に数多く散在している。気孔は、円から楕円で、微細なものが散在する。表面のごく一部に紫紅色の酸化色が存在する。大きな気孔や木炭痕の凹みには、褐色の土が残る。破面片側の付着土の一部は褐色に錆化している。
本資料は、木炭のすき間を粘りながら流れ下りつつある黒色滓で、滓中に非溶解の白色鉱物を残している状態と見られる。流動滓の表面は、部分的に発泡している。

分析部分
長軸端部3/4を直線状に切断後、試料として用いる。切断後、2/4を放射化に使用、1/4を検査資料とする。残材返却。

備考
再アルコール洗い。
資料46と外観、質感ともよく似た資料ながらも磁着がやや強いのが本資料の特色であり、分析の目的もその点にある。大澤1992 分析№9のチタン値の追加検証の目的をもつ。

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世		分	検	鏡	○	
出土位置	SS-05		第1号鉢込み	実測No	SS-05	157					析
試料番号	化学:KNB-46a 放射化:KNB-46b	法	長径	3.8cm	色調	黒色	磁着度	3	X線回折	CMA	○
			短径	5.9cm		遺存度		破片			
遺物種類 (名称)	滓 (ガラス質)	量	厚さ	2.1cm	破面		1	前含浸	—	耐火度	放射化
金井分類	滓 1		重量	15.1g		断面樹脂	—		X線CT		
観察所見 鳩の卵大の凹凸のある薄い碗形の滓である。色調は、表面、破面とも無光沢の黒褐色。表裏面とも1cm前後の木炭痕?とチリメン状のすじが目立つ。小さな破面が表裏面や側面に散在し、破面には黒色滓の中に1mm以下の白色の角張った鉱物が溶け残っている。短軸片側端部面には、黒錆が滲み、全体的には、磁着の極めて弱い本資料の中で唯一磁着が強く、1mm以下の鉄粒を内包している可能性がある。下面端部に1ヶ所赤褐色の炉壁質の酸化土が付着している。滓表裏面の半分程は、紫紅色の酸化色が残る。 本資料は、流動化しつつある非溶解の白色粒子を含む黒色滓が木炭のすまきにあつて、形成されたものであろう。やや壁寄りと付着炉壁から推定される。炉壁胎土には、スサが入っていたことがうかがえる。											
分析部分 長軸端部3/4を直線状に切断後、試料として用いる。切断後、2/4を放射化に使用。1/4を検鏡資料とする。短軸端部に黒錆あり。1mm以下の金属鉄遺存の可能性あり。資料47と外観、質感ともよく似た資料ながら、磁着が滓化部分では極めて弱いのが本資料の特色であり、分析の目的もその点にある。残材返却。											
備考 再アルコール洗い。 大澤1992 分析No9のチタン値の追加検証の目的も含む。今回の分析No17.20.22にやや近似資料群あり。											

出土状況	遺跡名	埼玉	金井遺跡B区	時期	中世		分	検	鏡	○	
出土位置	SS-05		第1号鉢込み	実測No	SS-05	158					析
試料番号	化学:KNB-47a 放射化:KNB-47b	法	長径	3.8cm	色調	灰白色	磁着度	1	X線回折	CMA	○
			短径	5.9cm		遺存度		破片			
遺物種類 (名称)	滓 (白色質)	量	厚さ	2.1cm	破面		2	前含浸	—	耐火度	放射化
金井分類	白色滓		重量	34.5g		断面樹脂	—		X線CT		
観察所見 5cm大の楕円形を呈し、断面碗形で、表面全体が灰白色の滓である。長軸端部の側面1ヶ所に小さな破面がある。それ以外は長軸端部から側面にかけて、3.5cm×1.0cm程の一部が黒鉛化した木炭痕があり、他は完形。表裏面には、1cm以下の木炭痕とも何かの圧痕とも見られる明らかな圧痕が全面に広がる。裏面の一部は、チリメン状になり、一部は紅色の酸化物が覆っている。表裏面に1～2mm大の褐色土に錆びた粒子が付着する。1mm以下の青黒い粒状の滓も点在する。破面には、楕円形の中小の気孔が散在する。又、気孔の一部は、上面を中心に表面が蜂の巣状に露出している。手で割った破面は(6月17日)菌玉状の3mm以下の気孔が不定方向に散在し、その間を黒褐色の滓をベースに0.3mm以下の白色の鉱物とが共存する。白色鉱物は小さく、全面に多量に含まれ、全体には灰褐色のまだら状に見える。側面から底面の碗形は、下部に面的な接触物(赤褐色の酸化炉壁が微量付着)があったことを物語る。その位置は、酸化のきれいな炉壁と黒鉛化気味の木炭痕から見て炉床間と見られる。											
分析部分 長軸端部を3:2に割り分けた資料のうち、やや大きな3個を直線状に1/2ずつ切断して、分析に使用する。割合は放射化1/2、検鏡1/2。残材返却。											
備考 本資料に、類似した灰白色滓は量も多く、本遺跡を特徴づける二種のうち、黒褐色ガラス質と対になるものである。表面の灰白色は滓成分、結晶状態に影響された見かけの風化色の可能性もある。 大澤1992 分析No9のチタン値の追加検証目的の主資料である。 今回の分析No17, 20, 22, にやや近似資料群あり。特にNo17の表面の一部にそっくりな色調部分が存在する。											

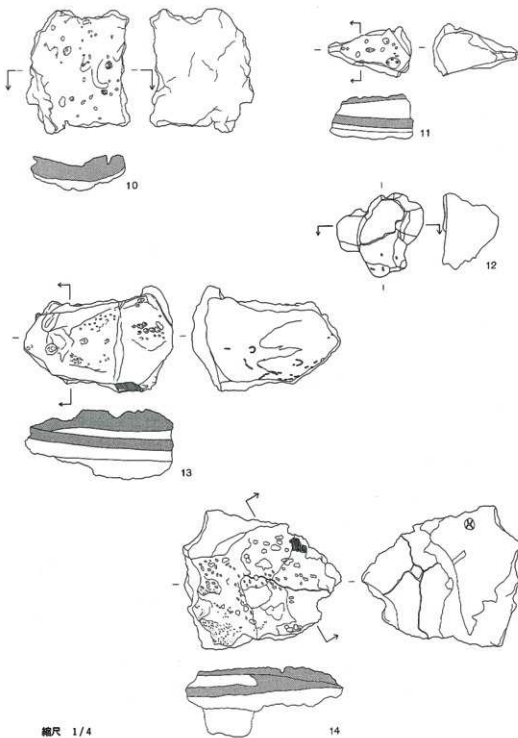


□印は分析切断位置を示す。

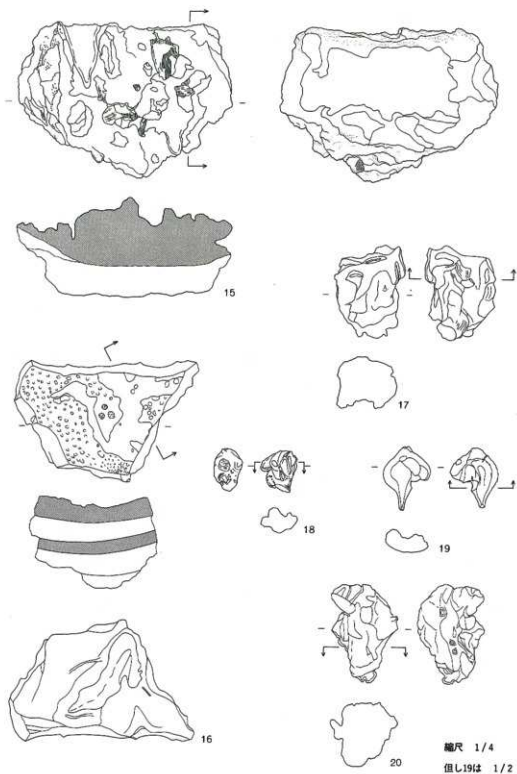
縮尺 1/4

但し、3・5・7・8は 1/2

第1図 鑄造関連分析資料実測図とサンプリング位置(1)



第2図 鋳造関連分析資料実測図とサンプリング位置(2)



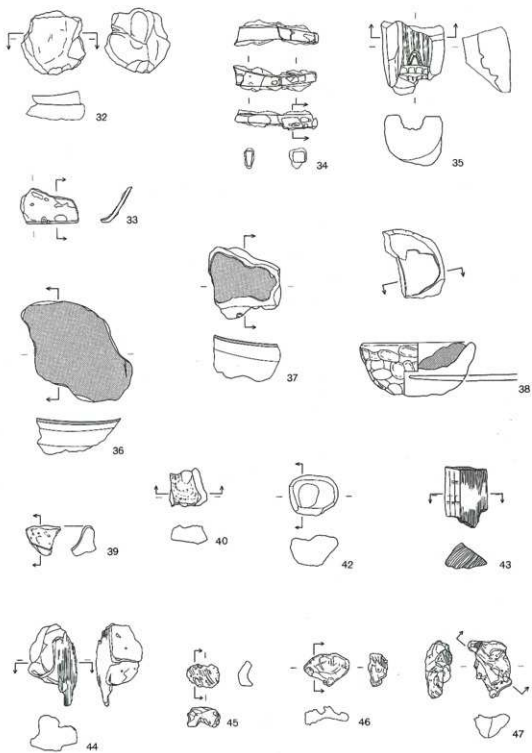
第3図 鑄造関連分析資料実測図とサンプリング位置(3)



總尺 1/4

但し、28・29・31は 1/2

第4圖 鑄造関連分析資料実測図とサンプリング位置(4)



縮尺 1/4

但し、32は 1/2

第5図 鋳造関連分析資料実測図とサンプリング位置(5)

附編 4 金井遺跡 B 区出土銅・鉄鑄造関連遺物の金属学的調査

大澤正巳

概要

中世(13~14世紀)に比定される金井遺跡 B 区出土の鑄造関連遺物(鉄塊系遺物、銅塊、炉壁、鑄型、滓、羽口、粘土、木炭、鉄製品、銅製品)を調査して次の事が明らかになった。

〈1〉、鑄造は、銅と鉄の両材料が使われていた。銅製品は、黄銅鉱(CuFeS₂)系原料が充たされて「鉛入り青銅品」となっており、鉄は塩基性砂鉄を始発原料とした鑄造品である。

〈2〉、生産用具のうちの金槌は砂鉄原料の鍛造品で、焼入れ焼もどしの熱処理が施され、鑄鋳型の型締め用具のタガは鑄造品であった。また鑄型削りの笥の柄は鍛接技法の採用がある。いずれも在地調達の可能性をもち、技術水準は高い。

〈3〉、金井遺跡では、鑄造作業のみに留まらず鍛冶が行われた証として鍛錬鍛冶の後段階派生物の鍛造剥片を含む再結合滓や椀形鍛冶滓も検出された。生産用具の製作であろう。

〈4〉 使用粘土は現地調達品の可能性をもち、第 1 号粘土探掘壕採取品が組成的にみて有望であった。耐火度は1300°C前後のレベル品が使用されている。

〈5〉 溶解炉に装入された木炭は、燐(P)や硫黄(S)の不純物は少なく、発熱量は6,900cal/gを保持する高品位材であった。白炭と黒炭の中間的性状を有している。

1. いきさつ

金井遺跡 B 区は埼玉県坂戸市新堀字金井330-1 他に所在し、土地区画整理事業に際して大規模に展開された鑄造遺構群として発見された。検出遺構は、溶解炉 2 基、鑄造遺構群 15 箇所(SS)、建物跡 11 棟(SB)、井戸跡 13 基(SE)、溝跡 43 条(SD)、土壇 273 基(SK)、粘土探掘壕跡 3 箇所などである。¹⁾全国的にみて、中世の鑄造遺跡の調査例は数少なく、当時の鑄造遺跡の実態を把握することは生産遺跡の解明上からも重要課題といえる。この様な観点から、前述遺構より出土した関連遺物の専門調査依頼を、埼玉県埋蔵文化財調査事業団より要請されたので金属学的調査を行った。

供試材は、1993年度抽出の47点と、1992年度抽出の23点の合計70点である。

2. 調査方法

2-1. 供試材

Table. 1-1 に示した47点と、Table. 1-2 に示す23点の合計70点である。

2-2. 調査方法

(1) 肉眼観察

(2) マクロ組織：顕微鏡埋込み試料の全像像を対象として5倍~20倍を投影機で撮影している。

(3) 顕微鏡組織：供試材は水道水で十分に洗浄・乾燥後、調査対象部をペークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1,000と順を追って研磨し、最後は被研面をダイヤモンドの3 μ と1 μ で仕上げ、光学顕微鏡で観察を行った。なお、金属鉄の炭化物についてはピクラル(ピクリン酸飽和アルコール液)で、フェライト結晶粒はナイトル(5%硝酸アルコール液)で腐食(Etching)している。

(4) **ビッカース断面硬度**：金属鉄の組織及び鉄滓の鉱物組織の同定を目的として、ビッカース断面硬度計(Vickers Hardness Tester)を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除いた商を硬度値としている。試料は顕微鏡試料を併用した。

(5) **CMA(Computer Aided X-ray Micro Analyzer)調査**：EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)にコンピューターを内蔵させた新鋭分析機器である。旧式装置は別名、X線マイクロアナライザーとも呼ばれる。分析の原理は真空中で試料面(顕微鏡試料併用)に電子線を照射し、発生する特性X線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に、標準試料とX線強度との対比から元素定量地をコンピューター処理してデータ解析を行う方法である。

(6) **化学組成**：鉄滓や鉄塊系遺物の分析は次の方法で実施した。全鉄分(Total Fe)、金属鉄(Metallic Fe)、酸化第1鉄(FeO)：容量法。炭素(C)、硫黄(S)：燃焼容量法、燃焼赤外線吸収法。二酸化珪素(SiO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化カリウム(K₂O)、酸化ナトリウム(Na₂O)、酸化マンガン(MnO)、二酸化チタン(TiO₂)、酸化クロム(Cr₂O₃)、五酸化磷(P₂O₅)、バナジウム(V)、銅(Cu)：ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer)法、誘導結合プラズマ発光分光分析

(7) **耐火度**：耐火物の火熱に耐える温度とは、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態度の温度で表示することに定め、これを耐火度とよんでいる。試験には三角コーン、つまりゼーグルコーンが溶倒する温度と比較する方法を用いている。

(8) **木炭の性状**：木炭の分析はJIS規格 石炭・コークス類の工業分析法に準じている。

3. 調査結果と考察

3-1、1993年度抽出試料の調査 Tble 1-1が対象となる。

(1) KNB-1：鉄塊系遺物

① **肉眼観察**：2.8kgの本遺跡最大の鉄塊系遺物である。平面形は不整五角形で分厚く、滓を底面の一部に残すものの大半は金属鉄が遺存する。全体の形状は丸味を帯びて球状部を有するところから鉄鉄気味の鉄塊といえる。

② **マクロ組織**：Photo. 1の①に顕微鏡試料断面部の10倍のマクロ組織を示す。鉄中に炭素が浸炭し、全面黒く過共析鋼(C：0.77%以上)から白鑄鉄へと移向しつつある組織であった。

③ **顕微鏡組織**：Photo. 1の②～⑦に示す。②は鉄中の非金属介在物(鉄の製造過程で金属鉄と分離しきれなかったスラグや耐火物の混り物)である。形状が淡茶褐色楕円形なので、組成は硫化鉄(FeS)系であり、鉄鉄に多い介在物である。③は表層側の組織であって、微かに初析セメントイト(Cementite：Fe₃C)が網状に析出し、過共析鋼となっている。④はセメントイト部の拡大で、黒い部分はオーステナイトより変化したパーライト(Pearlite：フェライトとセメントイトが交互に重なり合って構成された層状組織)、蜂の巣状の部分が形成されつつあるのはセメントイトとオーステナイトの共晶のレデブライト(Ledebulite)である。製鉄炉中で低炭素鋼が木炭で囲まれて変態点以上に過熱を受け、高温で発生したCOガスが鋼表面に浸入し、この炭素が拡散によって内部へ

浸透し白錆化しつつある組織となっている。

④ ビッカース断面硬度：Photo. 1の⑤は表層側の過共析鋼の硬度圧痕で硬度値は549Hv、⑥はやや内側に入った個所のセメントタイト近傍のパーライト部で362Hv、⑦は内部パーライト部で針状フェライトがある傍らで294Hvであった。それぞれの組織に見合った硬度値であった。

⑤ CMA 調査：Photo. 21に示す。茶褐色楕円形状の非金属介在物の分析結果である。非金属介在物に白色輝点が強く集中する元素は、鉄(Fe)と硫黄(S)である。介在物組成は硫化鉄(FeS)であり、これに微量のチタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)を固溶する。介在物の定量分析値は、54.9%Fe-36.8%S-3.2%V-3.0%Ti-2.0%Mnとなる。該品の始発原料は、砂鉄特有元素のチタン(Ti)とバナジウム(V)の検出から砂鉄に同定される。

⑥ 化学組成：Table. 4に示す。炭素含有量(C)は1.96%と亜共晶組成の鉄鉄レベルを有し、精錬前の鉄塊としては不純物は低め傾向で、マンガン(Mn)0.13%、燐(P)0.060%、硫黄(S)0.12%、銅(Cu)0.012%、砂鉄特有元素のチタン(Ti)0.56%、バナジウム(V)0.065%と鉄中含有量としては高めで、砂鉄原料を表示した。ニッケル(Ni)0.069%、クロム(Cr)0.065%と高めが目目された。

(2) KNB-2：金種

① 肉眼観察：横断面が丸い棒状の金種の頭部である。表層の5mm前後が錆化するが芯部は金属鉄が残存する。長軸端部の丸い先端約1/4を直線状に切断して供試材とした。

② マクロ組織：Photo. 2の①に示す。表層先端側は黒味を帯びて浸炭焼き入れ焼きもどしの傾向を残し、内部側は地鉄で低炭素の白色状態が読みとれた。金種の機能を考える時、外層は硬質で内部軟質であれば靱性を持ち、工具として堅牢となる。介在物は多く点在する。

③ 顕微鏡組織：Photo. 2の②に鉄中の非金属介在物を示す。捲込みスラグで暗黒色ガラス質スラグ中にプッシュドブルーカイト(Pseudobrookite: $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$)を含む。金種鉄素材の始発原料は、塩基性砂鉄であって製鉄炉は整形炉の可能性が高い。

③④は850°C前後水焼き入れして生じたマルテンサイトを350~400°Cで焼きもどして析出したフェライトと微細なセメントタイトの混合物のトルースタイト(Troostite)である。焼きもどしによって鋼の硬さは低下するが、靱性を増す。これによって金種頭は使用中に欠ける事はなかったである。

④ ビッカース断面硬度：Photo. 2の⑤~⑥に硬度圧痕を示す。⑤は焼きもどし組織のトルースタイトで炭素量の高い個所(0.6%前後)で426Hv、⑥はその内側で351Hv、⑦は284Hv、⑧は焼入れ、焼きもどし効果の少ない個所のパーライト部で172Hvと硬度値は漸次低減してゆく。金種の使用面は靱性に富み、よく機能したと考えられる。

⑤ CMA 調査：Photo. 22に鉄中に捲込まれたスラグで暗黒色ガラス質スラグ中の板状結晶をもつチタン系介在物の特性X線像と定量分析結果を示す。SE(2次電子像)中に2と番号を付けた個所は、顕微鏡組織でプッシュドブルーカイトに想定した介在物と同系である。この結晶はチタン(Ti)濃度が強く、定量値は82.2% TiO_2 であって、チタン酸化物のルチル(Rutile: TiO_2)に同定される。これに3.3% SiO_2 -4.5% Al_2O_3 -1.2% CaO -9.5%MgOなどのガラス質成分が固溶されていた。

また、①の個所は暗黒色がガラス質スラグであって、組成は48.9%SiO₂-17.2%Al₂O₃-14%CaO-6.6%MgO-4.9%K₂Oとなる。硫酸塩系であって、これにも二酸化チタン(TiO₂)を8.8%を含み、該品の始発原料が塩基性砂鉄と推定される。

⑥ 化学組成：Table. 4に示す。該品は鉄製品であって純度のよい鋼となっている。不純物は少なくマンガン(Mn)0.01%、磷(P)0.012%、銅(Cu)0.010%、チタン(Ti)0.004%、バナジウム(V)0.003%などは少なくして始発原料が砂鉄か鉱石か判らぬ数値である。(製鉄原料の同定は非金属介在物の調査が必要)。また、他の随伴微量元素もすくなく、ニッケル(Ni)0.018%、クロム(Cr)0.001%、砒素(As)0.001%、錫(Sn)0.001%であった。なお、炭素(C)と硫黄(S)の分析値が無いのは分析試料が足りなかった為である。いずれにしても、分析値としては清浄な鋼であった。

(3) KNB-3：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：表面全体が錆化した不整形の鉄塊系遺物である。錆化形態は、層状剝離がないところから鍛造品ではなく、獣脚等の鋳造品の破片の可能性をもつ。

② 顕微鏡組織：Photo. 3の①～⑤に示す。①は鉄中の非金属介在物である。淡茶褐色小結晶は硫化鉄系であり、⑤のピクル腐食(Etching)で表れた組織は共晶組成(C：4.23%前後)の白鑄鉄(White cast iron)であった。白色板状結晶は初晶のセメントタイト、地はオーステナイト(常温ではパーライト)とセメントタイトとの共晶のレデブライト(Ledebulite)である。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 3の②～④に硬度圧痕写真を示す。②の白色板状部はセメントタイトで硬度値は841Hvである。③は蜂の巣状のセメントタイトとオーステナイトの共晶であるレデブライトで802Hv、④はパーライト部の圧痕で硬度値は386Hvであった。組織に見合った硬度値である。

④ CMA調査：Photo. 23に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析結果を示す。介在物は鉄鉄中でみられる硫化鉄(FeS)系であって、その組成は58.3%Fe-34.1%Sが主体である。これに3.5%Ti-0.38%V-2.0%Mnを固溶する。鉄素材の始発原料は砂鉄に由来する。

(4) KNB-4：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：鉄鉄の湯こぼれ状の鉄塊系遺物である。外形は流動性をもつままこ状で82gの塊。表面全体は赤褐色に錆化していた。

② 顕微鏡組織：Photo. 4の①は、淡茶褐色の微小硫化鉄(FeS)系の非金属介在物である。②③は共晶組成の白鑄鉄組織であって、該品は溶解炉か鑄型に注入する時点の湯こぼれとみてよからう。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 4の②は共晶組成白鑄鉄のレデブライト部の硬度圧痕写真で、硬度値は672Hvであった。また、③はパーライト部の圧痕写真で硬度値は286Hvとなる。それぞれ組織に見合った値であった。

④ CMA調査：Photo. 24に鉄中の非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。淡茶褐色微小介在物には鉄(Fe)と硫黄(S)に強く白色輝点が集中し介在物は硫化鉄(FeS)と判る。59.4%Fe-32.2%Sが主成分で、これに2.8%Ti-0.3%V-2.7%Mnが固溶する。砂鉄原料の鉄鉄と判る。なお、該品の特性X線像で硫化鉄介在物周辺で磷(P)に白色輝点が検出されてFe-Fe₃C-Fe₃P

の三元系共晶であるステダイト(Steadite)の存在が判明した。燐(P)は溶融点を低下させるため、
鑄造時溶湯の流動性をよくする性質があり、場合によっては燐(P)の添加もありうるだろう。

(5) KNB-5: 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 細身で獣脚の中央部破片の可能性をもつ鑄造鉄片である。亀裂は放射割れを呈し
比重は大きい。

② 顕微鏡組織: Photo. 5の①~⑤に示す。⑤の組織で判る様に白鑄鉄のセメントタイトの一部
が黒鉛化した鑄鉄でまだら(斑)鑄鉄(Mottled cast iron)である。①②は片状黒鉛(Flake graphite)
の拡大組織である。①は研磨のままの腐食(Etching)前の組織で、片状黒鉛と非金属介在物の硫化
鉄(FeS)が認められ、②はピクラル腐食で人手状の片状黒鉛とパーライト組織を示した。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 5の③は片状黒鉛とパーライト析出部の硬度圧痕写真で硬度
値は148Hv、④は白鑄鉄レデブライト部で733Hvを示す。前者は軟質、後者は硬質それぞれ組織
に見合った硬さであった。

④ CMA 調査: Photo. 25に片状黒鉛と非金属介在物の硫化鉄の特性X線像と定量分析値を示
す。片状黒鉛は炭素(C)に白色輝点が集中するので黒鉛が実証される。また、微小淡茶褐色介在物
でSE(2次電子像)に4と番号を付けた個所の定量分析値は59.7%Fe-33.7%Sが主体の硫化鉄
(FeS)であって、これに2.9%Ti-2.4%Mn-0.7%Vを固溶するところから、鉄素材は砂鉄系と
推定がつく。

(6) KNB-6: 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 表裏共に黒褐色を呈し、平面図は不整形、断面は厚味をもつ椀形の鉄塊系遺物
である。側面から底面に青灰色から灰褐色の炉壁粘土を付着した製鉄炉生成直後の塊と推定される。

② マクロ組織: Photo. 4の④に示す。鉄塊周縁は僅かに銹化するが金属鉄の残留状態は良好
である。組織は亜共晶組成(C: 2.0%前後で鉄鉄としては低目)の白鑄鉄で炭素偏析は少ない。

③ 顕微鏡組織: Photo. 4の⑤は鉄中非金属介在物の硫化鉄(FeS)であって鉄鉄特有のもので
ある。⑦は最表層側から内側へかけての連続組織を示す。亜共晶組成の白鑄鉄が認められた。組織
は均一であり、前述したKNB-1鉄塊系遺物に近似している。

④ ビッカース断面硬度: Photo. 4の⑥に白色板状セメントタイト部の硬度圧痕を示す。硬度値
は490Hvであった。組織に対応した値となっている。

⑤ CMA 調査: Photo. 26に鉄中非金属介在物である硫化鉄(FeS)の特性X線像と定量分析値
を示す。組成は70.9%Fe-26.6%Sが主体であって、介在物周辺に僅かの燐(P)を含む。当介在物
からは砂鉄特有元素のチタン(Ti)、バナジウム(V)の検出はなかった。

⑥ 化学組成: Table. 4に示す。全鉄分(Total Fe)は61.57%に対して金属鉄(Metallic Fe)が
33.76%、酸化第1鉄(FeO)5.97%、銹化鉄含みで酸化第2鉄(Fe₂O₃)33.13%の割合である。脈石
がらみのガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+NaO)は15.143%であった。砂鉄特有元
素の二酸化チタン(TiO₂)0.71%、バナジウム(V)0.038%は全鉄分量から推定して砂鉄原料であろ
う。また、炭素(C)量は2.01%も顕微鏡組織からみて近いところと考えられる。他の随伴微量元素
らは特異点はなく、酸化マンガン(MnO)0.09%、酸化クロム(Cr₂O₃)0.076%、硫黄(S)0.12%、五

酸化磷(P_2O_5)0.14%、銅(Cu)0.010%であった。

(7) KNB-7:銅塊

① 肉眼観察:指頭大の銅塊である。表面全体に褐色化し、局部的に緑青がみられた。銅溶解炉の湯こぼれの可能性をもつ。

② 顕微鏡組織:Photo. 6の①～③に示す。組織は銅素地に淡茶褐色楕円形の酸化物状の模様認められた。それで銅合金腐食液(酢酸メチル:3、硝酸:3、水:5)でもってエッチングを行うと②に示す結晶粒界が現れて、茶褐色楕円形酸化物状の個所はピット状に侵された。一種の亜酸化銅(Cuprite; Cu_2O)あたりが予測された。また粒界に沿って不定形白色鉱物があるのは鉛(Pb)であって不純物が集中するのであろう。詳細はCMAの項で述べる。

③ ビッカース断面硬度:Photo. 6の③に母金属(Matrix metal)の硬度測定を行なった圧痕写真を示す。硬度値は68.7Hvと軟質で純銅レベルの値である。合金元素の錫(Sn)や鉛(Pb)の添加は少ないと推定される。

④ CMA調査:Photo. 27に基地銅と淡茶褐色楕円形異物の特性X線像と定量分析結果を示す。SE(2次電子像)に2と番号を付けた個所の定量分析値は83.6%Cu-14.4%Sn-0.7%Fe-1%Pbとなった。淡茶褐色異物はCuSであって、該品の始発原料は黄銅鉱($CuFeS_2$)系の可能性をもつ。特性X線像からみて、CuS周辺に錫(Sn)が拡散するので、「鉛入り青銅」とも受けとれぬ事はないが、鉛(Pb)と錫(Sn)の白色輝点の集中度が弱いもので積極的な発言はできない。鉛(Pb)と錫(Sn)が偏析していれば別であるが、ビッカース硬度値と此のCMA調査結果を合わせると該品は、やはり純銅とみておきたい。特に錫(Sn)の検出は母金属のなかでもCuS異物周辺に白色輝点が弱く集中する程度であって、随伴微量元素が結晶粒界に腐食生成物として拡散溶出したと解釈するのが妥当ではなかろうか。

(8) KNB-8:銅塊

① 肉眼観察:全面が淡緑色の緑青に覆われて「S」字の緩い平面の流動状を留めた銅塊である。鋳型の隙間に流れ込んだ可能性をもつ塊であった。

② 顕微鏡組織:Photo. 6の④～⑥に示す。前述したKNB-7の組織に近似して母金属に淡茶褐色楕円形異物が認められた。又、腐食(Etching)組織においても結晶粒界は鉛(Pb)と考えられる白色不定形析出物が介在していた。こちらは母金属に風化の影響が少なく孔食傾向はあまり認められない。

③ ビッカース断面硬度:Photo. 6の⑥に硬度測定の圧痕写真を示す。硬度値は77.9Hvで、純銅硬度値よりは硬質で合金元素の添加が想定される。

④ CMA調査:Photo. 28に特性X線像と定量分析値を示す。淡茶褐色楕円形異物(SEの3と番号を付けた個所)の分析値は80%Cu-14.3%Sn-1.8%Fe-2.9%Pbの組成である。該品も黄銅鉱($CuFeS_2$)系由来の産物であってKNB-6銅塊の同系と推定される。こちらは、SEの中で白色部があってこの個所は白色輝点が鉛(Pb)に集中して銅(Cu)は抜ける。鉛(Pb)添加は実証された。母金属には錫(Sn)も検出されて、該品は鉛(Pb)入り青銅で、鋳型注入時の成分を保有すると考えられる。成分系は放射化分析値を参照されたい。

(9) KNB-9: 炉壁、銅 炉底部

① 肉眼観察: 内面が灰白色に発泡し、全面に4mm以下の円もしくは楕円のガス抜けクレターが残る溶解炉の炉壁片である。一部に鉄錆も附着する。

② 顕微鏡組織: Photo. 6の⑦に示す。組織写真中央部の淡灰白色部は錆化鉄のゲーサイトで左側の暗黒色ガラス質スラグ中に微小白色点があるのが金属鉄粒である。

③ 化学組成: Table. 4に示す。主成分は粘土の溶融物であって、銅(Cu)は含まれず含有する0.007%は随伴微量元素量としての数値であった。また、全鉄分(Total Fe)も6.86%は一般粘土成分であり、該品の主体はガラス質成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)で87.534%を占める。また、粘土の耐火度は、二酸化珪素(SiO_2)65.16%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)15.16%からみて1300°C前後は保持できる材質と想定できる。なお、粘土中には二酸化チタン(TiO_2)も結構含有されて1.06%の実績をもつ。一方、銅(Cu)の絶対量がないので、銅の随伴微量元素も殆ど含有されてなくて、砒素0.00%、錫(Sn)0.01%、鉛(Pb)0.002%、アンチモン(Sb)0.00%、亜鉛(Zn)0.005%であった。

(10) KNB-10: 炉壁、銅 炉胴部

① 肉眼観察: 内面は黒色ガラス部分と淡く紅色酸化した溶融面で、これに2mm前後の緑青をふいた銅粒が半分顔を覗かせる。このガラス化部分の調査である。

② 顕微鏡組織: Photo. 7の①~③に示す。暗黒色ガラス質スラグ主体で、局部的に淡灰色の針状や樹晶状の微小ファイヤライトと共に金属銅粒が点在する。

③ CMA 調査: Photo. 29に特性X線像と定量分析結果を示す。分析対象部はSE(2次電子像)に示すように暗黒色ガラス質スラグ中に樹晶状に晶出した微小結晶のファイヤライト(Fayalite: $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)と金属銅粒である。この金属銅粒の定量分析値は、98.4%Cu-1.7%Fe-0.6%Pb組成となる。分析は溶解炉内容物なので添加元素の含まれぬ純銅成分であり、不純物として微量の鉄(Fe)と鉛(Pb)が随伴微量元素として検出された。なお、暗黒色ガラス質スラグ中には、一般ガラス質成分の珪素(Si)、アルミニウム(Al)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)の他に銅(Cu)特有随伴微量元素としての錫(Sn)、砒素(As)、ニッケル(Ni)などが検出されていて、鉄溶解炉とは異なる成分傾向を表していた。

④ 化学組成: Table. 4に示す。炉壁溶融物は全鉄分(Total Fe)は2.01%と極めて少なく、ガラス質成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)が87.89%が主要成分である。該品は顕微鏡組織で銅粒が検出された様に銅(Cu)は1.028%を含み、更に銅(Cu)の随伴微量元素としての砒素(As)0.01%、錫(Sn)、鉛(Pb)0.316%、アンチモン(Sb)0.01%、亜鉛(Zn)0.020%の各元素含有量が得られた。なお、この炉壁においても二酸化チタン(TiO_2)が1.05%、バナジウム(V)0.015%と砂鉄含み粘土の成分影響が認められた。

(11) KNB-11: 炉壁、銅 炉底部

① 肉眼観察: 側面が直線状の破面3面をもった既補修の炉壁片で各面ともに熔融ガラス化する。このガラス化した面の光沢結晶と黒鉛化粒の調査を目的とする。

② 顕微鏡組織: Photo. 7の④~⑧に示す。⑤⑥は光沢結晶部で暗黒色ガラス質スラグ中に微

小金属銅(Cu)粒と、針状結晶ファイヤライトが共存する。また、局部に木炭の捲込みが認められた。次に黒鉛化粒の個所は④に示す如く、片状黒鉛を析出したねずみ鑄鉄であった。硫化鉄(FeS)組成の非金属介在物も確認できた。銅溶解炉においても鑄鉄が共存している。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 7の⑦は片状黒鉛析出個所の硬度圧痕、⑧はパーライト析出部の圧痕を示す。硬度値は、前者で108Hvと軟質を、後者は164Hvであった。組織に見合った値といえる。

(12) KNB-12: 鑄型銅

① 肉眼観察: 器種不明鑄型のヒビ割れ部から浸入した2~3mm粒状銅の集合体の調査である。

② 顕微鏡組織: Photo. 8の①~③に示す。①は暗黒色ガラス質スラグ中に周縁部は錆化するが内側に金属銅を残す部分が検出された。この金属銅は前述したKNB-7,8の銅粒組織に近似したものである。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 8の②③に圧痕写真を示す。硬度値は79Hv、84.9Hvで純銅ではなく、若干の錫(Sn)を含む青銅傾向を呈するものであった。

④ CMA調査: Photo. 30に特性X線像と定量分析値を示す。分析対象個所は母金属の金属銅と淡茶褐色球形微小結晶である。SE(2次電子像)に掲示した。1と番号を付けた個所の定量分析値は、82.3%Cu-15.2%Sが主成分で、1.8%Pbを固溶する。この硫化銅(CuS)の周縁母金属には錫(Sn)が少量含まれる。鉛入青銅であって前述したKNB-8銅粒と同系であり、硬度値も両者同じレベルであった。出土位置もSS07とSS05は隣接した位置にある。

⑤ 化学組成: Table. 4に示す。分析試料は、鑄型内側の仕上げメネ付近の胎土である。全鉄分(Total Fe)は5.88%とさほど高くなく成型性を損なわない量である。二酸化珪素(SiO₂)62.34%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)は16.23%は耐火度は中級クラスを保持する成分系であり、二酸化チタン(TiO₂)1.09%、バナジウム(V)0.016%は前述炉壁のKNB-9、10に近似した値であった。また、塩基性成分(CaO+MgO)も2.61%が含有されて軟化もさほどなかったと考えられる。

⑥耐火度: 二酸化珪素(SiO₂)の62.34%と酸化アルミニウム(Al₂O₃)16.23%の含有量からみて耐火度1355°Cは妥当な値である。銅の溶解炉、鑄型の胎土として使用上問題のないレベルであろう。

(13) KNB-13: 炉壁、銅 炉底部

① 肉眼観察: 1枚目の内面壁は濃緑ガラス化質で痘痕状気泡露出跡をもち、裏面側に銅粒の浸入がみられた。この銅粒を調査対象とした。なお、該品は内側3mm程の厚みで粒状赤錆酸化物があつて銹鉄溶解露出としての操業を彷彿させる面を有する事を併記しておく。

② 顕微鏡組織: Photo. 8の④~⑧に示す。⑦は濃緑色ガラス質スラグ部である。組織は暗黒色ガラス質スラグのガラス化の進んだ中で局部的にファイヤライトの結晶が認められた。④⑤は銅粒の母金属と淡茶褐色楕円状の硫化銅(CuS)である。銅の結晶は粗大化傾向を呈していて炉壁内浸入部で高温からの徐冷の熱履歴を語っている。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 8の⑥⑧の2視野での圧痕写真を示す。硬度値は66.8Hvと108Hvのバラツキが認められた。合金組成の偏析であろうか。ただし溶解炉であれば純銅の筈であり、108Hvの数値の理由ははっきりしない。

④ CMA 調査：Photo. 31に特性 X 線像と定量分析結果を示す。SE(2次電子像)に示した淡茶褐色楕円状結晶は82.5%Cu-14.5%Sの硫化銅(CuS)であり、他に0.8%Pbを固溶する。また、母金属の銅素地側には錫(Sn)を微量含有して弱く白色輝点の集みが認められた。

⑤ 化学組成：Table. 4に示す。組成的には前述したKNB-10の炉壁と同系である。銅(Cu)1.014%も同等で、銅としての随伴微量元素の砒素(As)0.01%、錫(Sn)0.24%、鉛(Pb)0.819%、アンチモン(Sb)0.01%、亜鉛(Zn)0.020%も同レベルであった。

(14) KNB-14：炉壁、鉄 炉底部

① 肉眼観察：2枚の溶解層をもつ不整形の炉壁で内面の下半部は濃緑色ガラス化溶解物となる。内壁下端は黒鉛化木炭と木炭痕を残す。胎土は若干のスサと5mm大の石粒がみられる。調査試料はガラス質溶解層のみで胎土の方は試料不足で実施していない。

② 顕微鏡組織：Photo. 9の①にガラス質溶解層の組織を示す。鉱物組成は、暗黒色ガラス質スラグに微小金属鉄粒の晶出のみであった。ガラス化の進んだ滓となっている。

③ 粉末 X 線回折：Fig. 1に示す。ガラス化溶解物の主要鉱物は、Sekaninaite($\text{Fe}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$)が51.5%、Cristobalite(SiO_2)33.3%、Quartz($\alpha\text{-SiO}_2$)15.2%であった。

④ 化学組成：Table. 4に示す。全鉄分(Total Fe)4.62%に対してガラス質成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)が87.7%と大部分を占める。成分的には粘土溶解物で、二酸化チタン(TiO_2)1.07%、バナジウム(V)0.032%を含めて前述してきた銅炉壁の(KNB-9, 10, 12)成分系と大差ないものである。ただし、銅(Cu)の0.007%と、その随伴微量元素の含有量は少なく、溶解炉の内容物に差異が認められた。

(15) KNB-15：炉壁、鉄 炉胴部

① 肉眼観察：1回の補修面をもつ2層の炉壁片で内側面は、ガラス質溶解物は濃いうぐいす色、附着酸化物は茶褐色を呈しており木炭痕が深く残る。供試材はガラス質部と胎土の2種を採取した。

② 顕微鏡組織：Photo. 9の②にガラス質溶解部の鉱物組成を示す。暗黒色ガラス質スラグ中に錆化鉄粒のゲーサイト(Goethite： $\alpha\text{-FeO}\cdot\text{OH}$)とコルツ(Quartz： $\alpha\text{-SiO}_2$)粒の存在が認められた。

③ 粉末 X 線回折：Fig. 2にガラス化溶解物の回折結果を示す。主要鉱物は Quartz low ($\alpha\text{-SiO}_2$)57.4%、Cristobalite(SiO_2)42.6%であった。鉄の酸化物は検出されていない。

④ 化学組成：Table. 4に示す。鉄の溶解炉のガラス化溶解物であるが全鉄分(Total Fe)が特別多い訳ではなく、極く微量高めの8.04%、ガラス質成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)主体の81.708%である。二酸化チタン(TiO_2)1.01%、バナジウム(V)0.047%は前述してきた炉壁成分と大差ない。また、当炉壁胎土(KNB-15B)は全鉄分(Total Fe)が5.87%とガラス化溶解物より3%弱低め、ガラス質成分は85.244%と4%高めの差がある程度で、二酸化チタン(TiO_2)の1.12%も誤差範囲の差で、両者は特別差異のある組成ではなかった。

⑤ 耐火度：胎土の耐火度は1370°Cであった。二酸化珪素(SiO_2)62.34%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)18.50%がもつ耐火度である。

(16) KNB-16: 炉壁、鉄 炉底部

① 肉眼観察: 3枚の溶融面をもつ炉壁である。内面はいずれも濃い緑色から灰褐色にガラス化し、発泡している。最終操業面は濃緑色の気泡を多発する面をもつが、気泡の少ない個所を選んで供試材とした。

② 顕微鏡組織: Photo. 9の③に示す。鉱物組成は、暗黒色ガラス質スラグ中に微小結晶のファイヤライトと金属鉄粒をかなり多く晶出する。

③ 化学組成: Table. 4に示す。全鉄分(Total Fe)は6.36%とガラス化溶融物としては一般レベルであるが金属鉄(Metallic Fe)が1.58%と多く、顕微鏡観察で金属鉄粒が確認されたのに対応がつく。該品もガラス質成分が主体であって82.92%、二酸化チタン(TiO_2)0.95%、バナジウム(V)0.024%、銅(Cu)0.005%などは粘土成分で他の前述炉壁と大差ない組成であった。

(17) KNB-17: 銅滓

① 肉眼観察: 滓の色調は、灰白色から灰色、更に一部は黒褐色と様々に緻密なモザイク状のガラス質滓である。その形成は木炭層の間に流入したもので、おおきな痕跡は4.5cmを計る。

② 顕微鏡組織: Photo. 9の④はねずみ色部ガラスの組織であって、鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに微小金属鉄粒を含む。⑤は外観が白色を呈する個所の組織であり、左端は暗黒色ガラス質スラグであるが、右側の不溶解小じわ状の個所は通常見馴れぬ鉱物である。

③ 粉末X線回折: Fig. 3に示す。主要鉱物は、Quartz low(α - SiO_2)が49.6%、Cristobalite(SiO_2)27.2%、Augite($\text{Ca}(\text{Fe,Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$)23.2%であった。顕微鏡組織の白色個所の不明鉱物はAugiteに当たるものと考えられる。

④ 化学組成: Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe)は4.62%、ガラス質成分89.803%と従来成分と大差ないが、ここで注目しておきたいのは、塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が12.42%と異常に高いことである。粉末X線回折でみられたAugiteのカルシウム化合物の検出との関係からみると、銅滓としての成分系が実証されて、銅製錬時の石灰石の使用が考えられる。該滓の基となる成分は炉材粘土であって、二酸化チタン(TiO_2)0.96%、バナジウム(V)0.042%などは、前述炉壁成分に近似する。また、銅(Cu)は0.012%と若干多目であるが銅の随伴微量元素(As, Sn, Pb, Sb, Zn)らは高くはなかった。鉄溶解滓と銅溶解滓の成分差異は微妙なところに位置する。

(18) KNB-18: 銅滓(緑色発色)

① 肉眼観察: 表面全体は縞状に流れる濃い緑色、表面の凹みには赤褐色の酸化物が点状に付着したガラス質溶解物である。側面には木炭痕が残り、下面には小さな木炭痕や黒鉛化気味の木炭片の混在する炉床粘土などを付着する。

② マクロ組織: Photo. 10の①に25倍の組織を示す。中央の白色円形部には白銅鉄なりかけの金属鉄であり、その下に中断して水平に伸びた白黒縞状部は片状黒鉛にパーライトを析出したねずみ銑鉄が、暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。色付きガラス質滓はガラス化が進んだ中に金属鉄粒を包含する特徴をもつものである。

③ 顕微鏡組織: Photo. 10の②はマクロ組織で白色円形状の個所をピクラル腐食(Etching)して200倍の拡大組織(硬度圧痕あり)である。セメントイトが板状になりつつ析出して白銅鉄形成す

前の組織である。また、③は水平状に伸びた金属鉄で、組織は片状黒鉛とパーライトが認められた。前者の白鑄鉄になりかけは、炭素含有量が低いため、徐冷しても白鑄化しやすい。

④ **ビッカース断面硬度**：Photo. 10の②は白鑄鉄になりかけのセメントタイトの硬度圧痕で硬度値は327Hvである。③は片状黒鉛とパーライト析出鉄は198Hv軟質となる。両者は組織に対応した値であった。

⑤ **化学組成**：Table. 4に示す。ガラス質主体の滓であるが金属鉄(Metallic Fe)を5.37%を含む。ガラス質成分は83.425%あって、このうち酸化カルシウム(CaO)が13.91%と高いのが特徴である。鉄滓ではなくて銅滓の可能性が高い。しかし、銅(Cu)は0.005%と少なく、更に銅(Cu)の随伴微量元素(As, Sn, Pb, Zn)なども低い。なお、該品の二酸化チタン(TiO₂)は0.76%と他のガラス質滓(炉壁)より若干低めであるが、バナジウム(V)は逆に0.11%と高い。単なるパラツキであろうか。

⑥ **粉末X線回折**：Fig. 4に示す。主要鉱物はQuartz low(α -SiO₂)70.8%、Tridymite(SiO₂)29.2%である。コバルトブルー発色は、後者のトリジマイトの存在が効いている。ガラス質鉱物は、無水珪酸SiO₂からなる鉱物で、肉眼観察で一般黒色では鉱物組成としてコルツ(Quartz low: α -SiO₂)が検出され、緑色系となると、コルツに加えてトリジマイトや、クリストバライト(Cristobalite low:SiO₂)が含まれる。SiO₂には三つの構造式があり変態の安定度からみると、コルツは573°C、トリジマイト1250~1470°C、クリストバライト1470°C以上となる。²²⁾緑色系着色は高温側(1250°C以上)での派生物と推定される。今後、他遺跡出土緑色ガラス質滓についても、この傾向が有るのかの確認が必要。

(19) KNB-19：銅滓

① **肉眼観察**：濃緑色を呈した流動状緻密質ガラス質滓である。

② **顕微鏡組織**：Photo. 10の④~⑧に示す。鉱物組成は、暗黒色ガラス質スラグ中に球状金属鉄が点在する。該滓もガラス化が充分に進行した滓である。金属鉄粒はパーライトを析出している。

③ **ビッカース断面硬度**：Photo. 10の⑧に球状金属鉄の硬度圧痕を示す。硬度値は254Hvであって低炭素鋼としての硬度レベルである。セメントタイト析出量に見合った値と考えられる。

④ **CMA調査**：Photo. 32に暗黒色ガラス質中金属鉄粒の特性X線像と定量分析結果を示す。金属鉄粒の定量分析値は98.91%Feで間違いなく鉄粒であり極く微量の0.49%P、0.16%Sn、0.095%Mnを含む。通常、鉄鑄造であれば錫(Sn)の検出はありえないと考えられて、銅(Cu)不在であるが、銅滓であろう。

(20) KNB-20：銅滓

① **肉眼観察**：灰白色や褐色石片を含む粘土質半溶解物系の滓である。色調はさまざまでモザイク状の灰褐色や黄灰色を呈し、炉壁(スサ入りで鉄滓片を含む)や石粒の半溶解物が主体となる。前述したKNB-17と同系。

② **顕微鏡組織**：Photo. 11の①~③に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに微小針状フェイライトと金属鉄粒を品出する。金属鉄粒は大小あって、いずれも極低炭素鋼のフェライト結晶粒である。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 11の③に金属鉄粒のフェライト結晶粒の硬度測定の写真を示す。硬度値は103Hvであった。鉄粒としての硬度値であった。

④ 化学組成：Table. 4に示す。ガラス質滓よりやや鉄分が高めで全鉄分(Total Fe)が19.42%に対して金属鉄粒の存在で金属鉄(Metallic Fe)が1.32%含まれ、酸化第1鉄(FeO)15.18%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)9.01%の割合である。ガラス質成分は68.408%のうち、酸化カルシウム(CaO)5.18%は高めである。灰白色石片は石灰石に関係する可能性がありそうである。銅(Cu)は0.010%であって、これの随伴微量元素は(As, Sn, Pb, Zn)は、銅炉壁(KNB-9, 13)程の傾向はもたず、いずれも0.01%以下である。二酸化チタン(TiO₂)1.40%、バナジウム(V)0.080%はガラス質滓より若干高めであった。

(21) KNB-21：銅滓

① 肉眼観察：溶解炉の炉内生成滓である。長さ4cm前後の木炭痕を全面に残す。また木炭痕の一部は黒鉛化し、局部的には鉄錆からの赤褐色の酸化物が点在していた。色調は地色は褐色で一部に灰白色の炉壁胎土を薄く附着する。

② 顕微鏡組織：Photo. 11の④～⑧に示す。該滓の標準的組織は、⑥に示す暗黒色ガラス質スラグに白色球状金属鉄の小粒を点在させる。ガラス質スラグには未溶解石英質鉱物を残し、前述した緑色着色ガラス質スラグより溶解温度が低い熱履歴を表している。また多くの木炭痕があった様に木炭の噛み込みもあって⑤に示す気孔組織は、その木炭である。鉄粒はセメントイトとパーライトを析出する高炭素系であって浸炭を受けていた。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 11の⑧に直系0.6mmの鉄粒中に析出しているセメントイトとパーライトの硬度測定を行った写真を示す。硬度値は、前者で759Hv、後者で280Hvであった。組織に見合った値であった。

④ CMA調査：Photo. 33に暗黒色ガラス質スラグ中に残留する金属鉄粒の特性X線像と定量分析値を示す。金属鉄粒は定量分析値が100%Feで間違いなく鉄(Fe)である。0.33%の磷(P)を含む。

(22) KNB-22：ガラス質滓

① 肉眼観察：濃緑色で2cm弱の木炭痕を散在させるガラス質滓である。一部の木炭痕の表面は黒鉛化気味で、緻密な滓の中には白色の非溶解の石粒が花びらのように散っていた。全体の形状は木炭間を流れ下りつつある流動状ガラス質滓である。

② 顕微鏡組織：Photo. 12の①～③に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ中に球状金属粒を散在させる。金属鉄粒の組織はパーライトであってフェライトとセメントイトが層をなして拡がっている。950°C以上の温度から徐冷された組織であった。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 12の③に球状金属鉄粒のパーライト析出部の硬度測定写真を示す。硬度値は297Hvであった。一種の焼きなまし状態の組織であって、この硬度値から炭素含有量を想定すると0.7%前後と考えられる。

④ 粉末X線回折：Fig. 5に示す。主要鉱物はQuartz(α -SiO₂)60.4%、Cristobalite(SiO₂)39.6%であった。緑ガラス質滓は、ここでもクリストパライトが確認できた。高温溶解滓である。

⑤ 化学組成：Table. 4に示す。全鉄分(Totl Fe)は4.61%と少なく、大部分はガラス質スラグで85.72%を占める。銅(Cu)は0.005%と低値で、二酸化チタン(TiO₂)が1.27%と若干多い。鉄か銅の溶解炉でできた滓であろうがその判断が難しい滓である。

(23) KNB-23：鉄滓

① 肉眼観察：表裏共に濃い緑色ガラス質で強く木炭痕を残し、その一部は黒鉛化する。赤褐色の酸化土砂に大半は覆われて黒鉛化木炭も含む溶解炉の炉床近くに形成された滓である。顕微鏡試料はKNB-23Aにガラス質部の錆化鉄、23Bは黒鉛化木炭の錆化部からの採取である。

② 顕微鏡組織：Photo. 12の④～⑦に示す。KNB-23Aは④の組織である。組成は錆化鉄で過熱組織(Over heated Structure)の痕跡を表わす。溶解炉中で原料鉄が加熱されて、鉄鉄部分は溶融点が高いので溶けて取り出されているが、亜共析鋼域の鉄は溶融点が高いので炉内に滞留し、高温であってオーステナイト結晶粒が温度とともに成長して粗大化し、フェライトは針状のウィッドマンステッテン組織を呈している。

KNB-23Bの⑤は木炭中に鉄が置換した黒鉛化木炭で鉄は錆化鉄になっている。写真右端は暗黒色ガラス質スラグであって微小金属鉄粒も遺存する。⑥は錆化球状鉄の大型品も検出できた。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 12の⑦に錆化鉄の硬度圧痕を示す。硬度値は341Hvであったが、該品は錆化鉄なのでこの数字は意味をなさない。錆化鉄は亜共析鋼クラスの組織の様であるが定かでない。

④ CMA調査：Photo. 34に暗黒色ガラス質スラグ中に存在する鉄粒の特性X線像と定量分析結果を示す。100%Feである。暗黒色ガラス質スラグ中にも特異元素は見当らない。

⑤ 化学組成：Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe)は16.77%に対して金属鉄(Metal Fe)を0.74%含み、酸化第1鉄(FeO)1.73%、大部分は錆化鉄の酸化第2鉄(Fe₂O₃)の21.00%の割合である。黒鉛化木炭としての木炭の噛み込みがあり炭素(C)量は7.31%と高い。ガラス質成分は62.58%あって、そのうちの塩基性成分(CaO+MgO)は5.15%を含む。銅(Cu)は0.002%と少なく鉄の溶解滓の可能性をもつ。濃緑色外観はスリストパライトを含む高温系滓のためであろう。ただし該品はSS08出土で前述KNB-10銅炉壁との関係も無視できず、鉄か銅かの判断は難しい問題を残す。

(24) KNB-24：鉄滓

① 肉眼観察：外観が碗形状の肩部破片である。色調は全体的には赤褐色であるが、よく観察すると上面は広く紫紅色で酸化雰囲気での排出品である。破面は黒褐色で干渉色を混じえ、中小の気泡を散在させる。なお、磁着が強く特殊金属探知機で外側に広く反応したとあるが、当方調査(検鏡、化学分析)ではその傾向は掴めなかった。

②、顕微鏡組織：Photo. 13の①に示す。鉱物組成は白色粒状で小粒のヴスタイト(Wüstite: FeO)と、淡灰色盤状結晶のファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグから構成される。一見鍛冶滓組織であるが、この種の組織は非鉄金属関連の滓に時折り見掛けるもので鍛冶滓の断定は鍛冶判片と粒状滓がない限り控えておきたい。

③ 粉末X線回折：Fig. 6に回折結果を示す。主要鉱物はMagnetite (Fe₃O₄) 51.1%、Quartz

low (α -SiO₂) 26.9%、Fayalite (Fe₂SiO₄) 22%の割合であった。顕微鏡組織では Wüstite (FeO) と判定したのが、X線回折では Magnetite と同定された。白色粒状結晶は時には Magnetite と硬度測定(500~600Hv)³⁰⁾で出ること経験しているので今回の結果が特別奇異なことでもありえない。ただし、白色粒状結晶の判別は、X線回折か硬度以外では今のところ考えつかない。

④ 化学組成：Table. 4に示す。全鉄分(Total Fe)は47.79%と鍛冶滓レベルに高くそのうち、金属鉄(Metallic Fe)0.11%、酸化第1鉄(FeO)16.62%、錆化鉄含みの酸化第2鉄(Fe₂O₃)が多くて49.70%であった。ガラス質成分も通常で30.14%、この中の塩基性成分(CaO+MgO)は1.44%とこれも鍛冶滓レベルである。更に、二酸化チタン(TiO₂)0.48%、バナジウム(V)0.010%は鍛錬鍛冶滓レベルであって、X線回折のマグネタイトとは繋がらず、ヴスタイトのチタン含有量である。銅(Cu)0.007%も鉄や銅との拘わりから発言できる値でもない。しかし、分析値のバランスからみて、鍛冶滓説は否定的にならざるを得ない。溶解炉からの派生物の可能性を提示しておく。³⁰⁾

(25) KNB-25：鋼滓

① 肉眼観察：白色の角ばった石のまわりに青味がかった褐色で顆粒状溶解物がみられる試料である。KNB-17、20、25、27、47が関係一連試料となる。

② 顕微鏡組織：Photo. 13の②に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ中に微小樹晶状のマグネタイトが晶出する。前述一連試料のKNB-17、20は暗黒色ガラス質スラグ中に金属鉄粒が存在する組織とは、やや異なる。理由は、該品は白色石と顆粒表層溶解物に狙いをつけた為であろう。白色石は石灰石の可能性をもつもので酸化カルシウム(CaO)の分析値が欲しいところである。

(26) KNB-26：大口徑羽口(鉄)

① 肉眼観察：推定内径12cmの羽口破片である。発泡溶融のガラス質と胎土分析を行なった。

② 顕微鏡組織：Photo. 13の③に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に白色金属鉄粒が認められた。鉄粒状中にはパーライトが析出していた。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 13の③に金属鉄粒の硬度圧痕を示す。硬度値は244Hvであった。鉄粒と認定できる。

④ 化学組成：Table. 4に示す。ガラス化部と胎土の2通りの分析を行った。両者は大差なく各元素2%程度のズレであった。全鉄分(Total Fe)は5.95~7.69%、ガラス質成分主体で81.59~83.26%、このうち、胎土側の二酸化硅素(SiO₂)60.09%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)17.04%で耐火度はあまり高温は望めない成分であった。二酸化チタン(TiO₂)1.11~1.20%、銅(Cu)0.005%である。

⑤ 耐火度：胎土の耐火度は1290°Cであった。該品はKNB-15炉壁の二酸化硅素(SiO₂)や酸化アルミニウム(Al₂O₃)の含有量が少ないので耐火度も80°C程低めである。しかし、実用上問題になる低値ではない。

(27) KNB-27：大口徑羽口(銅)

① 肉眼観察：1~3mmの緑青粒が点在した大口徑羽口の破片で先端部を欠損する。胎土は滓粉や丸味を帯びた小さな石粒が細砂粒と共に混和され、細い纖維状ササが加わっている。

② 顕微鏡組織：Photo. 13の④～⑥に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に金属銅粒や微小針状ファイヤライトが混在する。⑤は0.35mm程度の銅屑も存在した。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 13の⑥は0.35mm銅屑の硬度測定の際の圧痕写真を示す。硬度値は60.2Hvで純銅レベルの硬度値である。

④ CMA 調査：Photo. 35に銅粒の調査結果を示す。前述した銅塊(KNB-7)や鋳型侵入銅(KNB-12、13)と同成分系である。硫化銅(CuS)の定量分析値は、83.3%Cu-14.4%Sが主成分で1.5%Pb、0.08%Snなどが加わる。銅溶解炉の羽口に比定されよう。

⑤ 化学組成：Table. 4に銅溶解大口径羽口胎土の分析結果を示す。全鉄分(Total Fe)は4.40%と少な目で成型性は良好で、酸化珪素(SiO_2)67.60%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)16.00%は適度に含まれて耐火度は作業上支障のないレベルが確保できる。酸化チタン (TiO_2)1.06%、バナジウム(V)0.015%は金井遺跡内使用粘土の一般的傾向である。

⑥ 耐火度：耐火度は1350°Cであった。当遺跡内出土粘土の一般的レベルである。

(28) KNB-28：銅製品

① 肉眼観察：表面全面に緑青をふき一直線のバリを残し、裏面には大きく窪みをもつ不良鋳造品片である。

② 顕微鏡組織：Photo. 14の①～③に示す。金属銅であるが肌面に微細な巣状孔があり質が悪い。銅塊が包含した硫化銅(CuS)も少量存在する。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 14の③に金属銅の硬度測定時の圧痕写真を示す。硬度値は72.1Hvであった。微量の鉛(Pb)や錫(Sn)が入っている値であろう。

④ CMA 調査：Photo. 36に母金属とSE(2次電子像)に2と番号を付けた硫化銅(CuS)の特性X線像と定量分析値を示す。定量分析値は83.97%Cu-15.8%Sである。これに極く微量の0.6%Pb、0.06%Snが検出された。前述してきた銅関連鋳物と一連のものと思われる。

(29) KNB-29：銅製品

① 肉眼観察：鋳造品の容器体部の5.3gの小破片である。色調は灰黒色地に青緑色の緑青をふく。該品も上面中央に窪みがあり、微細な気孔をもち、湯まわりの悪い不良品の可能性をもつ。

② 顕微鏡組織：Photo. 14の④に示す。母金属の銅素地に硫化銅(CuS)と気泡が存在するが、前述したKNB-28より純度はよい。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 29の④金属銅の硬度測定圧痕写真を示す。硬度値は73.6Hvであった。前述したKNB-28鋳造製品と大差ない値であった。これも銅関係一連の素材とみられる。

④ CMA 調査：Photo. 37に示す。分析対象部はSE(2次電子像)に示した淡茶褐色楕円状の硫化銅と白色不定形異物と母金属である。3と番号を付けた個所の定量分析値は82.2%Cu-14.2%Sである。また、白色不定形は鉛(Pb)に白色輝点が集中し、母金属は銅(Cu)と錫(Sn)が検出される。該品は鉛入り青銅となる。

(30) KNB-30：小型羽口

① 肉眼観察：小口径の羽口先端付近の破片である。表層発泡部の黒色ガラス質層を検鏡した。

② 顕微鏡組織：Photo. 14の⑤に示す。鉱物組成は、暗黒色ガラス質スラグ中に微小マグネタ

イトとファイヤライト樹晶状結晶が晶出する。該品は鍛冶羽口にのみ限定できるものではなく、鋳銅関連でも生じる鉱物である。²⁵³ここで結論は出しきれない。

(31) KNB-31: 鉄製品

① 肉眼観察: 三角形の平面形をもち、放射割れを起こした薄い鉄片である。極くゆるく内側に弯曲し、上下方向はほぼ直線状を呈す。全面赤錆で割れ目からは茶色酸化液が滲む。

② 顕微鏡組織: Photo. 14の⑥に示す。組織は、金属鉄は錆化して、自然腐食で現れた亜共晶組成(C: 4.23%以下)の白鋳鉄であった。該品は皿状容器の鋳鉄破片ではなからうか。

(32) KNB-32: 鉄製品

① 肉眼観察: 表裏共に厚い土砂に覆われた内側に反る鉄片で、端部黒錆部の0.2mm気泡から鋳造品と予測された。厚み1.6cmを計る。

② 顕微鏡組織: Photo. 15の①～③に示す。白鋳鉄のセメントイトの一部が黒鉛化している鋳鉄をまだら鋳鉄(Mottled cast iron)と呼ぶ。②の左側は白鋳鉄、右側は片状黒鉛とパーライトを析出した組織である。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 15の③の左側に析出した白色板状のセメントイト部に硬度圧痕があって値は672Hv、右側の黒いパーライトと片状黒鉛近傍で321Hvと出ている。組織に見合った硬度値であった。

(33) KNB-33: 鉄製品 (鉄鍋)

① 肉眼観察: 表裏共に茶褐色で黒褐色鉄錆を点在させた鋳造品破片で全面破面となる。縦断面形は外へ開く「L」字型で、底の平らな鉄鍋の可能性をもつ。錆化度は少なく当遺跡内中世遺物としては疑問視されている。

② 顕微鏡組織: Photo. 15の④～⑧に示す。該品は保存状態がよく、金属組織がよく残る。該品も前述KNB-32と同系組織のまだら鋳鉄である。ただし、こちらの鉄鍋の方が片状黒鉛がばらばらに分散して析出している。このばらばら片状黒鉛をもつ鉄鍋は江戸中期のものが福島県鍛冶久保遺跡で類例がある。²⁵⁴更に同地方の古代鉄鍋では白鋳鉄組織となっていて²⁵⁵今後類例を重ねて調査を進めれば断定できぬものの、金属組織面からも該品を中世に比定するには躊躇さざるを得ない。

なお、白鋳鉄は大量生産できても硬くてもろい欠点をもつ。この材質改善策として冷却速度のコントロール(現代ではCe、Mg添加を採用)で柔軟化したまだら鋳鉄の採用が江戸期の技術発展の産物とみて新しい理由に挙げた。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 15の⑧²⁵⁶中央左下側に白色板状セメントイトの硬度圧痕と、中央右寄り上に片状黒鉛パーライトの圧痕を示す。硬度値は前者で866Hvと硬質で、後者は168Hvと軟化傾向であった。

④ 化学組成: Table. 4に示す。金属鉄(Metallic Fe)が74.47%での分析結果である。該品は、中世の鉄でなく新しい時代の証言として鉄中の銅(Cu)が0.385%と高い。さらに砂鉄特有元素の二酸化チタン(TiO₂)が0.07%(Ti換算で0.04%)と低く、酸化マンガン(MnO)0.09%(Mn換算0.07%)とこれも少ない。鉄素材の始発原料は鉱石系が想定される。又、五酸化燐(P₂O₅)が0.87%(P換算0.14%)と高いのは、燐(P)は融点を低下させるため、鋳造時溶湯の流動性をよくするのを

見込んでの添加した可能性をもつ。前述した江戸中期の福島県鉄鍋成分がCu:0.13%、P:0.16%、Mn:0.01%、Ti:0.001%に近似する。金井B遺跡鉄鍋も、成分的にみると江戸期のものに近く、組織と成分が合致するところをみると、近世鉄鍋の可能性が実に高いものとなる。

(34) KNB-34:鉄製品

① 肉眼観察: 鋳型を削る筧の一種が想定される鉄器である。長軸中央の片側に段をもつ。基部の断面形は、ほぼ正方形、刃先先端は欠損するが上端10mm、下端7mmの逆台形。全面錆化で赤褐色でヒビ割れが激しい。試料は錆の少ない基部側の筧柄部より採取した。

② 顕微鏡組織: Photo. 16の①~⑤に示す。柄部断面は正方形であったが、これは断面が長方形の2枚の鋼片を鍛接しており丸鍛えてはなかった。①は50倍の低倍率での鍛接線を中央に置いてのフェライト結晶粒組織である。結晶粒は粒度番号で7.5~8番と細粒で歪とり焼鈍も丁寧に施され、齊粒となっている。鉄素材の炭素(C)量は少なく④⑤のパライト析出量から推定すると0.02~0.05%程度の低炭素鋼である。②には鉄中の非金属介在物を示す。左右の2枚の介在物は硅酸塩系で同系と推定される。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 16の③に鍛接線を中央にして左右2ヶ所の圧痕写真を示す。硬度値は137Hvと143Hvであった。結晶粒と炭素量からみて、やや高め傾向を呈していた。該品は柄部であって刃先は、この様な組織か、浸炭、焼き入れなどの熱処理が施されていたのか興味を呼ぶところである。用途が鋳型削りの筧であれば、このままでも充分機能するものである。

④ CMA調査: 鍛接線を左右に分けた2種の鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値をPhoto. 38と39に示す。対象介在物はPhoto. 16の②に提示したものである。介在物から検出される酸化物は、 $MnO-SiO_2-Al_2O_3-FeO$ 系であって、左右2者は同系と見做される。 TiO_2 は1%以下であって、始発原料は砂鉄は否定されて鉍石系の可能性が高い。在地調達品ではなさそうである。

(35) KNB-35 獣脚鋳型

① 肉眼観察: 未使用の獣脚鋳型の両端欠損品、胎土は、1mm以下の不透明な白色粒子を中心に白っぽい有色砂粒を半分近く含む砂質土である。分析目的は獣脚鋳型胎土の代表例のうち、例の少ない砂質なもの1例として選ばれた。

② 顕微鏡組織: Photo. 16の⑥⑦に示す。粘土鉱物中に多くの石英(Quartz)微粒子と斜長石(Plagioclase)、カリ長石(Kalifeldspar)などを少量含む。詳細はX線回折による同定が必要となる。

③ 化学組成: Table. 4に示す。不純物としての酸化第2鉄(Fe_2O_3)も7.76%とさほど多くなく、耐火度も二酸化硅素(SiO_2)61.87%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)13.54%からは使用上問題ないレベルが確保できる成分系である。

(36) KNB-36: 梵鐘鋳型(銅)

① 肉眼観察: 3層からなる鋳型片である。外側から1.5cmが胎土で、中マネ層、仕上げマネ層合せて1.1cmあって、内側は灰色に熱変化して一度使用された痕跡を残す。胎土とマネ層を分けて検鏡と分析及び耐火度の測定を行った。

② 顕微鏡組織: Photo. 17の①は胎土層の鉱物組織である。石英、カリ長石、斜長石などとチャート(Chart)層も散見される。マネ(KNB-36B)の②も基本的には胎土層に準ずるが、これに粒

大のチャートが加わる。

③ 化学組成：Table. 4 に示す。マネ層は酸化アルミニウム (Al_2O_3) が15.04%と胎土の12.94%より多く耐火度は高い傾向を有する。しかし、他の成分は大差なく、例えば二酸化チタン (TiO_2) は1.06%と1.09%の通りである。

④ 耐火度：胎土の1295°Cにたいしてマネ層は1355°Cと、両者間では60°Cの差異があった。酸化アルミニウム (Al_2O_3) 含有量の差が表れたと考えられるが、この数字が意図したもののか、単なるバラツキか判断に苦しむところである。

(37) KNB-37：鑄鋳型 (鉄)

① 肉眼観察：該品も胎土と中マネ、仕上げマネ層の3層からなる。マネ2層からの調査結果である。前述した梵鐘鋳型に比べて仕上げマネ層表面のヒビ割れが顕著であった。

② 顕微鏡組織：Photo. 17の③に示す。前述した梵鐘鋳型鉱物と大差ない鉱物である。なお、砂鉄の混入も認められた。

③ 化学組成：Table. 4 に示す。成分系としては獸脚鋳型に準ずるものである。酸化アルミニウム (Al_2O_3) 13.49%、二酸化珪素 (SiO_2) 62.68%は耐火度もさほど高温は望めない。

④ 耐火度：耐火度は1293°Cであった。当遺跡内での各種鋳型や、炉壁粘土らの耐火度は1293~1370°Cの範囲に取まる。耐火度に対する配慮より粘土の選択は仕上げ肌に関係する粒度重視であったろう。同系の材料である。

(38) KNB-38：取鍋内面付着物

① 肉眼観察：手づくね成形された取鍋の約1/3程の破片である。内面に付着した薄皮状層の分析を行った。

② 顕微鏡組織：Photo. 17の④~⑥に示す。④の左側は取鍋内面に粒状錆が点在した個所の組織で暗黒色ガラス質スラグ中に晶出したマグネタイトとファイヤライトである。右側の半円状茶褐色結晶は石英 (Quartz) である。⑤⑥はマグネタイトとファイヤライトの拡大写真である。該品は銅溶解に関係すると考えられるが、非鉄金属の検出はできなかった。

③ CMA 調査：Photo. 40に暗黒色ガラス質スラグ中に晶出した不定形白色のマグネタイトと淡灰色木ずれ状のファイヤライトの特性 X 線像を示す。マグネタイト結晶には鉄 (Fe) に白色輝点が強く集中し、これに弱くチタン (Ti) とバナジウム (V) が重なって検出される。視野を変えてかなり丁寧に非鉄金属の検出を試みたが未検出におわった。

(39) KNB-39：埴場内面付着物

① 肉眼観察：厚みを持った手づくねの埴場口縁部破片である。内面から口唇外面にかけて紫紅色に発色し、内面では緑青粒子も点在する。

② 顕微鏡組織：Photo. 18の①から③に示す。①の左側は紫紅色発色膜でここでは暗黒色ガラス質スラグ中に金属銅と、その錆化物が共存する。又、右側は暗黒色ガラス質スラグ中に球状化金属が認められた。金属鉄ではなくて、若干赤味を帯びているので、こちら側の個所について CMA 調査を行なった。

③ CMA 調査：Photo. 41に暗黒色ガラス質スラグ中に存在する球状金属の特性 X 線像と定量

分析結果を示す。球状金属はSE(2次電子像)でみられる様に球状周縁はコロナ状に白く、その個所に5と番号を打ち、球内の淡灰色部は4と番号を付けて定量分析を行った。前者5は88.6%Fe-2.1%Cu-3%Ni-0.18%Sn-0.19%P-0.19%Asの組成となる。鉄が主成分であるが、通常の鉄とは異なって銅とその随伴微量元素を明瞭にとり込んでいる。球状鉄中央の5の個所も銅以下の含有量は減するが同様の傾向を有するものであった。坩堝は銅がらみで、合金元素が錫(Sn)、鉛(Pb)などから他の重金属だったと考えられる。これらの究明は今後の課題となろう。

(40) KNB-40: 椀形滓

① 肉眼観察: 表裏共に赤褐色から黒褐色を呈し、側面4面が直線状に欠損した椀形滓中核部である。厚さは1.9cmと薄手で、表面は顆粒状突起があるが中窪み、裏面は炉床粘土を付着する。鍛錬鍛冶滓が想定された。

② 顕微鏡組織: Photo. 18の④に示す。鉱物組成は、白色粒状ヴスタイトと淡灰色盤状結晶のファイヤライト、それに基地の暗黒色ガラス質スラグから構成される。鍛錬鍛冶滓の晶癖を呈していた。

③ 化学組成: Table. 4に示す。全鉄分(Total Fe)が46.84%に対して金属鉄(Metallic Fe)は0.12%と少なく、大半は酸化第1鉄(FeO)の41.23%で酸化第2鉄(Fe₂O₃)は20.98%の割合である。ガラス質成分は32.362%と通常レベルであり、二酸化チタン(TiO₂)0.75%、バナジウム(V)0.038%から鍛錬鍛冶滓が想定される。銅(Cu)は0.007%であった。前述したKNB-24椀形滓とは近似した成分系であるが、酸化第1鉄(FeO)とバナジウム(V)にその差異が認められた。これが鍛錬鍛冶滓の根拠である。

(41) KNB-41: 砂鉄

① 肉眼観察: 台地上の土砂に含まれたローム層中の自然砂鉄で0.4mm以下の黒色小粒で占められる。

② 顕微鏡組織: Photo. 18の⑤~⑦に示す。砂鉄粒子は0.15~0.35mmの粒径を有し、角ばった形状で浜砂鉄は否定される。

③ 化学組成: Table. 4に示す。砂鉄特有元素の二酸化チタン(TiO₂)は11.54%、バナジウム(V)0.327%で塩基性砂鉄に分類される。酸化マグネシウム(MgO)が4.82%と高めが特徴的であった。全鉄分(Total Fe)50.52%も砂鉄の一般レベルであって、鍛造剥片の混入もないことは酸化第1鉄(FeO)が25.19%に対して酸化第2鉄(Fe₂O₃)44.09%の割合が裏付けられた。

(42) KNB-42: 再結合滓

① 肉眼観察: 全体の色調は褐色で、1mm以下の鍛造剥片を含む厚い椀形をした塊状の遺物である。また、鉄滓片や焼土を含む。該品は鍛冶炉周辺の土壌やピット中で堆積圧縮されたものである。

② 顕微鏡組織: Photo. 19の①~⑤に示す。いずれも鍛造剥片、銹化鉄屑、鍛冶滓屑などを混在させる。鍛造剥片は赤熱鉄素材に鍛打を加えた時点で表面皮膜が飛散したもので鉱物組成と厚みによって鍛錬鍛冶の作業段階の目安がつく貴重な遺物である。再結合滓として残されたものは、いずれも後段階に属するもので、鍛造剥片の鉱物組成の大半は酸化鉄のヴスタイト(Wüstite: FeO)の凝集した組成で厚みは薄手で0.09mm、厚手は0.15mm程度であった。なお④には赤熱鉄素材の酸化防止に粘土汁を塗布するが、ここで派生したガラス質鍛造剥片も発見された。該品は鍛冶作業を実

証する重要遺物であって、これに伴う遺構の存否と位置の確認が課題となる。

③ **ビッカース断面硬度**：Photo. 19の⑤に鍛造切片ヴスタイト凝集組織の硬度圧痕写真を示す。硬度値は509Hvであった。ヴスタイトの文献硬度値が450～500Hvであるので²²⁹僅かに超えているが誤差範囲で許容できる。なお、この種のヴスタイト凝集組織を有する鍛造切片は鍛錬鍛冶でも最終仕上げ時の派生品であることは風土記の丘実験鍛冶で確認されている。²³⁰

④ **化学組成**：Table. 4に示す。再結合滓は鍛冶作業での派生物なので脈石成分系はいたって少なく鉄分が多くなる。全鉄分(Total Fe)は54.64%に対してガラス質成分は22.85%と少なくなる。また、二酸化チタン(TiO₂)の0.31%、バナジウム(V) 0.007%はこれらを裏付ける。銅(Cu)の0.010%は鉄に固溶する銅であって、この数値は砂鉄系に由来した原料でも矛盾のないものである。

(43) KNB-43：木炭

① **肉眼観察**：長さ6.2cm、厚さ3.3cmの内に21本の年輪が数えられる黒炭である。長さの6cm前後は装入時の割揃えられた状態が想定された。側面の位置部に細かいヒビ割れの荒れ面点在から炉中へ投入された被熱履歴が考えられている。

② **木炭性状**：Table. 2に示す。発掘木炭の灰分6.7%は汚染度低く原炭状態を表わし、固定炭素(FC) 84.61%、水分7.34%などは黒炭、白炭どちらに分類してもおかしくない値である。²³⁰また発熱量は6.920cal/gであった。該品は一度被熱を受けているので分類としては黒炭とすべきであろうか。検討を要する。

Table. 2 木炭の性状 (%)

		水分	灰分	揮発分	F.C	T.S	灰中、P	発熱量(カロリー)
KNB-43	木炭	7.34	6.70	8.69	84.61	0.01	0.057	6920

(44) KNB-44：黒鉛化木炭

① **肉眼観察**：木炭は適当なヒビ割れを有し、炉内高温雰囲気中で還元もしくは溶解された鉄が木炭内に滲み込み、時間の経過と共に浸炭され、木炭と置換したものを黒鉛化木炭と呼んでいる。長さ7.6cm、側面に木炭粉や鉄滓を含むこぶ状の大きな酸化土砂をつけた黒鉛化木炭を供試材とした。

② **顕微鏡組織**：Photo. 19の⑥⑦に示す。木炭小口面の散孔材で滲み込んだ鉄は錆化鉄となっていた。まだ錆鉄化までの進行はなかった様である。

③ **化学組成**：Table. 4に示す。鉄と木炭の中間的成分である。全鉄分(Total Fe)は42.77%に対して金属鉄(Metallic Fe)は0.07%と少なく、酸化第1鉄(FeO)25.11%、錆化鉄が多くて酸化第2鉄(Fe₂O₃)33.12%の割合である。炭素(C)は木口散孔を残すので25.66%と高く、鉄との置換過程が読める。不純物としてのガラス質成分は6.03%と多くない。純度のよい鉄が置換するので脈石成分は0.08%、酸化マンガン(MnO)0.05%と極少である。

(45) KNB-45：ガラス質滓

① **肉眼観察**：指頭大の黒色無光沢のガラス質滓である。側面に2×1mm以下の白色の角張った鉱物が多数散在する。木炭の隙間を粘りながら流れ下りつつある滓でチリメン状のシワが目立つ。

② **顕微鏡組織**：Photo. 20の①～③に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに白色極微小不

明鉱物とファイヤライトが共存する。該品は酸化カルシウム (CaO) が多い滓と推定される。放射化分析で確認が必要となる。

(46) KNB-46: ガラス質滓

① 肉眼観察: 破面を含めて全面黒褐色の無光沢ガラス滓である。ただし、破面には1mm以下の角張った白色鉱物が溶け残る。側端部の一部に黒錆を残し、内部に鉄粒の含有の可能性がみられた。

② 顕微鏡組織: Photo. 20の④~⑥に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグで、これに針状ファイヤライトを微量と、球状化鉄の銹化物が散在する。鉄は銹化しているが結晶粒界を残しフェライトであって炭化物の析出はなかった。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 20の⑥に錆化フェライトの硬度測定の写真を示す。硬度値は201Hvと金属鉄にくらべると倍近く高い値を呈していた。意味のない測定値であるが参考までに提示した。なお、白色鉱物の同定は前述ガラス質滓同様、酸化カルシウム (CaO) 値を放射化分析値で確認する必要がある。

(47) KNB-47: 白色ガラス質滓

① 肉眼観察: 表面は灰白色を呈し、流動肌の小気泡を多発する。裏面は青灰色で付着物として黒鉛化木炭屑や鉄粒銹化物、赤色粘土などが認められた。

② 顕微鏡組織: Photo. 20の⑦に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に微量の粒状金属鉄と不溶解鉱物が点在する。該品も放射化分析値との対比が必要である。

3-2. 1992年度抽出試料の調査 Table. 1-2 が対象となる

(1) KB-1: 銅塊

① 肉眼観察: 表裏共に灰黒色に緑青を発した椀形状の銅塊である。表面には木炭痕を残し、気泡を露出する。

② 顕微鏡組織: Photo. 42の①~⑤に示す。金属銅が残り、硫化銅 (CuS) が認められる。⑤はリン酸の陰極電解で表われた柱状晶部のα-デンドライト組織である。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 42の③は銅の母金属を測定した硬度写真である。硬度値は45.4Hvと軟質で純銅の硬度値である。

④ CMA 調査: Photo. 50に銅の母金属とそこに析出した淡茶褐色結晶と灰白色多角形結晶の特性X線像と定量分析値を示す。母金属の定量分析値は100%Cuであるが、これに硫化銅 (CuS)

Table. 3 銅塊の化学分析値と硬度

符号	遺跡名	試料	推定年代	化学組成 (%)							ビッカース断面硬度	注	
				Cu	Sn	Pb	Zn	Sb	Ni	Fe			As
KB-1	金井B	銅塊	中世	92.1	0.56	4.67	0.000	0.086	—	0.065	0.342	45.4	①
H-918	尾崎	粘土陶器 緑銅*	9C代	97.2	—	0.120	0.000	0.008	—	0.005	2.29	78.2	②
C-873	太井(その)	銅片	平安	92.3	0.014	2.55	Nil	0.20	0.013	0.035	—	67.4	③
KOI-3	紀尾井町	銅なまこ	江戸	98.9	0.010	0.64	Nil	0.010	0.017	0.013	—	72.5	④
KOI-4	紀尾井町	青銅インゴット	//	82.3	15.44	0.26	Nil	0.038	0.010	0.086	—	98.8	④

*差し込み銅との解釈もある。

と錫(Sn)及び鉛(Pb)が塊状に存在し、十分に合金化されていない状態で検出された。

⑤ 化学組成: Table. 3に示す。92.1%Cu-4.67%Pbを主成分とする。0.56%Snを添加元素とみるか随伴微量元素とみるか微妙なところである。特に該品はCMA調査でみた様に合金元素の錫(Sn)、鉛(Pb)は溶け込んでなく偏析した可能性をもつ。ただし、前述してきた銅関連遺物と同系である。

表注① 拙稿「金井遺跡B区出土鉄・銅関連遺物の金属学的調査」『金井遺跡B区』埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書第146集 1994

表注② 拙稿「尾崎遺跡出土銅関連遺物の金属学的調査」『尾崎遺跡』北九州市埋蔵文化財調査報告書第118集 北九州市教育事業団埋蔵文化財調査室1992

表注③ 拙稿「太井遺跡(その1・その3)および観音寺遺跡出土銅溶解滓と銅片の金属学的調査」『太井遺跡(その1、2) 日置荘遺跡(その4)』大阪府教育委員会大阪文化財センター1990。

表注④ 拙稿「東京紀尾井町遺跡出土の鉄・銅関連遺物の金属学的調査」『紀尾井町遺跡』千代田区紀尾井町遺跡調査会1988

(2) KB-2: 椀形鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察: 表皮は赤褐色で、木炭痕を残すが比較的滑らかな肌をもつ椀形鉄滓である。裏面は赤褐色地に灰黒色を混じ、炉底粘土との反応痕に気泡を露出する。鍛冶炉の炉底に堆積した椀形鍛冶滓に分類される。

② 顕微鏡組織: Photo. 42の⑥~⑧に示す。鉱物組成は白色粒状の大量のヴスタイトと、その粒内微小検出物のヘーシナイト(Hercynite: $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)、淡灰色長柱状のファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグから構成される。鉄器製作時の折返し曲げ鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓の晶癖であった。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 42の⑦にヴスタイト粒の硬度圧痕を、⑧にファイヤライト結晶の硬度測定を行った圧痕写真を示す。硬度値は、前者で453Hv、後者は562Hvであった。前者のヴスタイトは文献硬度値の450~500Hvの範囲に収まる。後者は文献硬度値が600~700Hvであって、これの下限から外れていた。圧痕を観察するとクラックが多く入り誤差が入ったと考えられる。

④ CMA調査: Photo. 51にヴスタイトとその粒内微小析出物のヘーシナイト、ファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグの特性X線像を示す。白色粒状結晶のヴスタイト(FeO)には鉄(Fe)に強く白色輝点が集申し、その粒内微小析出物にはアルミニウム(Al)と鉄(Fe)に白色輝点が重なるところからヘーシナイト($\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)と判定できる。ファイヤライト($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)は珪素(Si)と鉄(Fe)に白色輝点が検出されている。

⑤ 化学組成: Table. 5に示す。全鉄分(Total Fe)は58.94%と多く、そのうちの酸化第1鉄(FeO)が大半を占めて60.54%、酸化第2鉄(Fe_2O_3)は16.97%の割合であった。ガラス質成分は19.98%と少なく、脈石系の塩基性成分($\text{CaO} + \text{MgO}$)は1.69%、酸化マンガン(MnO)0.10%、二酸化チタン(TiO_2)0.27%、バナジウム(V)0.008%なども低めで、この成分系は鍛錬鍛冶滓に分類される。

(3) KB-3: 炉壁、鉄 炉底部

① 肉眼観察: 破面から3層が観察される。内面は暗黒色ガラス質スラグで鉄錆粒が点在、中央

部は青灰色、外側は赤色粘土でスサ入りであった。内面ガラスを供試材とした。

② マクロ組織：Photo. 43の①は顕微鏡試料5倍の断面組織である。暗黒色ガラス質スラグ中に2mm前後の金属鉄粒2点が認められる。全体に気泡が多い。

③ 顕微鏡組織：Photo. 43の②～⑤に示す。②は暗黒色ガラス質スラグ中に存在する微小鉄粒である。この種の鉄粒では5倍のマクロ組織では認められない。③～⑤は直径約2mmの鉄粒組織である。③はピクル腐食で現れた紐状セメントイトが微量析出した状態を、④はナイトル腐食によるフェライト結晶粒である。黒色楕円状ピットは捲込スラグで暗黒色ガラス質スラグとヴスタイトが組成である。

④ ビッカース断面硬度：Photo. 43の⑤はフェライト結晶粒の硬度印痕である。硬度値は120Hvと若干高めにしているがフェライト結晶粒と同定される。

⑤ CMA 調査：大型鉄粒状捲込みスラグのヴスタイトとファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグの特性X線像である。白色粒状ヴスタイト(FeO)は鉄(Fe)に白色輝点が集中し、ファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)は鉄(Fe)と珪素(Si)が重なって白色輝点が検出される。暗黒色ガラス質成分には、珪素(Si)、アルミ(Al)、カルシウム(Ca)があって、これに磷(P)が加わるのが特徴的であった。

⑥ 化学組成：Table. 5にガラス質滓と胎土粘土の2種の分析結果を示す。滓と胎土は鉄分において約1.3%差がみられるが他は近似している。全鉄分(Total Fe)8.37～9.7%、ガラス質成分78.74～82.93%、二酸化チタン(TiO_2)1.19～1.20%、バナジウム(V)0.023～0.024%であった。なお該品は、前述したTable. 4のSS-05粘土やガラス質とも大差ない成分であった。なお強いて差を挙げれば、酸化カルシウム(CaO)が1%前後低め傾向にあることであった。なお、胎土は強熱減量(IgLoss)が6.17%での分析値である。

⑦ 耐火度：二酸化珪素(SiO_2)58.22%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)15.40%を含有する粘土であって耐火度1335°Cは妥当な値である。

(4) KB-4：大口徑羽口

① 肉眼観察：炉壁に装着された大口徑羽口の溶融ガラス質部分の調査である。羽口厚みは10mm前後あり、胎土は砂粒まじりの赤色粘土であった。溶融ガラスは黒色ガラスでこの中に1mm以下の白色鉱物が認められた。

② 顕微鏡組織：Photo. 43の⑥～⑧に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に微小金属鉄粒を懸濁させる。鉄粒は浸炭がかなり進み、パーライトとセメントイトが析出する。白鉄粒に近い組成であった。前述KNB-22ガラス質滓中の金属鉄の組織と同系であった。

③ 化学組成：Table. 5に示す。全鉄分(Total Fe)11.58%、ガラス質成分81.18%、二酸化チタン(TiO_2)1.03%、バナジウム(V)0.020%、銅(Cu)0.008%で前述してきたガラス質滓と大差ないものである。

(5) KB-5：炉壁

① 肉眼観察：アメ色溶融ガラスが鉄錆を着けて網目状に発泡する。その外側層は灰黒色粘土、その外は赤色粘土の3層を有する炉壁である。ガラス質と胎土分析を行った。

② 顕微鏡組織：Photo. 44の①に示す。ガラス質の鉱物は、暗黒色ガラス質スラグ中に分散金鉄粒が錆化したゲーサイトで検出された。

③ 化学組成：Table. 5に示す。強熱減量(Ig Loss)は10.26%と熱影響のないところでの分析である。ガラス化部分と胎土の分析結果である。ガラス化の方が鉄分が3%程度多い外は、大差ない成分系である。全鉄分(Total Fe)は8.37~11.44%、ガラス質成分74.64~79.32%、二酸化チタン(TiO_2)1.2~1.3%、バナジウム(V)0.029% 銅(Cu)0.006~0.008%であった。

④ 耐火度：酸化アルミニウム(Al_2O_3)が16.35%あるので耐火度も1370°Cを保持していた。一般粘土のレベルであった。

(6) KB-6：黒鉛化木炭

① 肉眼観察：外観は木炭の板目や木口を残しながら磁性をもつ小破片である。

② 顕微鏡組織：Photo. 44の②~④に示す。鉱物組成は、暗黒色ガラス質スラグ中に白色多角形状のマグネタイトと、淡灰色小片状のファイヤライトが晶出する箇所と、木炭板目割れ隙間に鉄が浸入置換したものが錆化した状態で観察された。

③ CMA調査：Photo. 53は黒鉛化木炭の表面からの特性X線像を示す。主要元素は鉄(Fe)と炭素(C)で白色輝点がこの2つに集中しているのが認められる。又、Photo. 54は別視野であるが汚染物質のSi、Alが検出された。Photo. 55は白色多角形状マグネタイト、Photo. 56はマグネタイトとファイヤライトの共存組織での特性X線像を示す。マグネタイト(Fe_3O_4)には鉄(Fe)で白色輝点が集まるが、ファイヤライト共存結晶では、チタン(Ti)を少量固溶する。

④ 化学組成：Table. 5に示す。主成分は34.46%Fe-29.11%Cとなる。鉄分は錆化鉄なので、酸化第2鉄(Fe_2O_3)が大部分で43.12%を含有する。不純物としての脈石成分は少なく、二酸化チタン(TiO_2)0.17%、酸化マンガン(MnO)0.032%、バナジウム(V)0.019%、銅(Cu)0.002%であった。前述した黒鉛化木炭のKNB-44と基本的には大差ない。

(7) KB-7：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：表裏共に黒褐色を呈し、流動状の丸味を帯びた16~18gの2点の鉄塊である。亀裂を生じ金属鉄が残存した事が窺われた。

② 顕微鏡組織：Photo. 44の⑤~⑦とPhoto. 45の①~③に2点の鉄塊の組織を示す。KB-7Aの符号を付けた鉄塊は錆化して自然腐食で亜共晶組成の白鑄鉄組織、KB-7B符号鉄塊は塊状黒鉛を散在されるまだら鑄鉄で、こちらも自然腐食組織であった。

③ ビッカース断面硬度：Photo. 44の⑤とPhoto. 45の①に白鑄鉄レデプライト部の圧痕写真を示す。両者は金属鉄でなく、錆化鉄の値で本来意味のないデータである。前者は483Hv、後者274Hv(錆化度激しい)を呈している。今後の参考資料としての提示値としておきたい。

④ CMA調査：Photo. 57にKB-7Bまだら鑄鉄の片状黒鉛部の特性X線像を示す。片状黒鉛は炭素(C)に明瞭に白色輝点が集まるのが認められる。

⑤ 化学組成：Table. 5に示す。顕微鏡組織の白鑄鉄組織からみると炭素(C)量はKB-7A、7B共に2.0%以下が想定できるが、分析値は1.83%と1.36%と正常値ではない結果である。特に7Bの方が錆化が進行していて全鉄分(Total Fe)40.10%に対して酸化第2鉄(Fe_2O_3)39.34%であ

った。また、汚染成分の不純物も多くてガラス質成分として21.41~33.28%を含む。鉄素材としては2点は同系で、二酸化チタン(TiO_2)は0.30~0.47%、銅(Cu)0.008~0.010%であった。

(8) KB-8:銅粒

① 肉眼観察: 緑青をふいた1.2gの湯こぼれを想定させる小粒である。錆化が進み、風化が激しく表皮は白色化している。

② 顕微鏡組織: Photo. 45の④~⑥に示す。淡茶褐色楕円場の硫化銅を含む金属銅が残存している。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 45の⑥に硬度圧痕を示す。硬度値は57.2Hvであった。軟質で純銅レベルである。

④ CMA調査: Photo. 58はSE(2次電子像)に淡茶褐色硫化銅(1と番号が付いた個所)と、淡灰白色不定形(2の番号個所)の分析結果である。1番号個所の定量分析値は、81.0%Cu-20.7%Sの硫化銅で、前述してきた銅塊、鋳型削れ目侵入銅、炉壁、大口径羽口、銅製品などと同系である。次に2番号個所は、75.0%Cu-25.2%Sn-2.1%Pbである。

一方、視野を変えるとPhoto. 59のSE(2次電子像)に示すような白色楕円状遺物も認められたので、これの定量値を求めてみた。3の番号の個所は77.2%Pb-18.2%Cu-3.7%Oである。鉛化銅の酸化物であり、基地の4と番号を記した個所では95.8%Cu-4.4%Sn-2.3%Pbであった。以上の如く、Photo. 58、59の結果からみて銅粒は鉛入青銅であるが、合金元素の錫(Sn)と鉛(Pb)は完全に溶け込んでなく、それぞれ合金比率を異にして偏析している。

(9) KB-9:白色鉱物滓

① 肉眼観察: 前述してきたKNB-17、20、45、46、47と同系の滓である。

② 顕微鏡組織: Photo. 45の⑦に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ中に針状結晶鉱物と金属鉄粒が晶出する。該品のイルミナイトは前述してきた滓ではみられなかった鉱物相である。

③ ビッカース断面硬度: Photo. 45の⑦に金属鉄粒を測定した硬度圧痕写真を示す。硬度値は160Hvであって低炭素鋼レベルの値を呈するものであった。

④ CMA調査: Photo. 60に暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する針状結晶鉱物と微小金属鉄粒及びファイヤライトの極微小結晶の特性X線像を示す。針状結晶はイルミナイト(Ilmenite: $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)を想定していたが、白色輝点はチタンにのみ集中するところをみると、当鉱物は酸化チタン(TiO_2)のルチル(Rutile)が想定された。金属鉄粒は鉄(Fe)にのみ白色輝点が集中した。

⑤ 化学組成: Table. 5に示す。該品はガラス質滓なので全鉄分(Total Fe)は7.39%と少なく、その主成分は73.95%であって、そのうちの酸化カルシウム(CaO)が11.07%酸化マグネシウム(MgO)4.94%が多いのが特徴的である。また、鉱物相でルチル(Rutile: TiO_2)が検出された様に砂鉄特有成分が多く二酸化チタン(TiO_2)13.55%、バナジウム(V)0.19%とあるのは、此の様なガラス質滓の成分としては特異である。これに酸化マンガン(MnO)0.66%と脈石成分が高く、精錬滓系を想定させられる滓であった。

(10) KB-10:炉壁(銅)

① 肉眼観察: 内面は赤銅色の酸化面に緑青が点在する。ガラス化した肌は木炭痕や気泡の露出

があるが比較的滑らかであった。外側の胎土は赤色の精整された粘土である。

② マクロ組織：Photo. 46の①に5倍の断面マクロ組織を示す。暗黒色ガラス質スラグ中に、金属銅粒が大小数点認められる。なお、スラグ中には多数の黒色円形気泡と未溶解鉱物が残存している。

③ 顕微鏡組織：Photo. 46の②～⑤に示す。②は最大銅粒(直径2.4mm)の研磨直後の組織で、淡褐色不定形異物は酸化された鉛化銅である。④⑤は2番目に大きい銅粒の組織で、粒内の約1/3の面積は自然腐食を受けて粒界が現れている。

④ ビッカース断面硬度：Photo. 46の③は最大銅粒の硬度圧痕である。硬度値は72.1Hvであって合金元素が少量含有されて僅かに硬化した硬度値であった。

⑤ CMA調査：Photo. 61に最大銅粒でみられた淡褐色不定形異物(BE：組成像の2の番号個所)と、素地銅(1の番号個所)の特性X線像と定量分析結果を示す。素地銅の定量分析値は95.5% Cu-3.2% Pb-0.48% Snであり、2の淡褐色不定形異物は92.2% Cu-5.9% Pb-5.0% Oで鉛化銅の酸化物となった。

⑥ 化学組成：Table. 5にガラス化スラグ部と胎土の分析結果を示す。両者間の差異は前者の銅(Cu)が1.73%に対して後者の胎土は0.038%であって、他は近似したものであった。全鉄分(Total Fe) 5.58～5.77%、ガラス質成分85.3～87.8%、二酸化チタン(TiO₂)1.05～1.17%、バナジウム(V)0.014～0.015%、酸化マンガン(MnO)0.12～0.13%。

(11) KB-11：炉壁(鉄)

① 肉眼観察：茶褐色を呈する胎土で内面の熔融ガラス化は薄く、局部的に素地砂粒の凹凸が認められた。

② 顕微鏡組織：Photo. 46の⑥～⑧に示す。暗黒色ガラス質スラグに微小結晶のマグネタイトとファイヤライトが分散晶出するが、一部でマグネタイトの凝集析出個所も存在した。

③ CMA調査：Photo. 62にマグネタイト凝集部の特性X線像を示す。マグネタイト樹晶状として析出し、チタン(Ti)濃度は薄い。鉄関連の炉材であって炉壁とするには一抹の不安を感じる試料であった。

④ 化学組成：Table. 5に示す。ガラス化溶融物と胎土の間に大きな成分開きはなく、4%留りである。全鉄分(Total Fe)は8.28～12.2%、ガラス質成分77.89～81.84%、二酸化チタン(TiO₂)1.14～1.20%、バナジウム(V)0.019～0.020%、酸化マンガン(MnO)0.20%、銅(Cu)のみは0.010～0.024%であった。

(12) KB-12：鉄滓

① 肉眼観察：アメ色ガラス質滓に鉄錆を付着させ木炭灰(20×30mm)を留める。裏面は粘土と酸化土砂、更には石英粒を付着させ、破面は茶褐色から干渉色で気泡を多発して比重は大きい。通常ガラス質滓とは異なり鉄錆と黒鉛化木炭も含む。

② 顕微鏡組織：Photo. 47の①～③に示す。組織の大部分は暗黒色ガラス質スラグに金属鉄粒を含むが、視野を変えると錆化鉄がみられる。②③は錆化鉄のうちで片状黒鉛を析出した鉄塊で溶解炉内に残った滓と想定される。

③ 化学組成：Table. 5に示す。全鉄分(Total Fe)は18.76%に対して大部分は錆化鉄の酸化

第2鉄(Fe_2O_3)の25.22%で占められる。ガラス質成分は67.79%と多くない。二酸化チタン(TiO_2)0.82%、バナジウム(V)0.022%、酸化マンガン(MnO)0.18%、銅(Cu)0.008%であった。鉄の溶解滓であろうか。

(13) KB-13: 緑色ガラス質滓

① 肉眼観察: 3gと6gの小片2点ある。KB-13Aは淡緑色で炉内流動状のガラス質、KB-13Bは黒色系緑色ガラスで比重は大きい。

② 顕微鏡組織: Photo. 47の④~⑦に示す。両者は近似した組織で、暗黒色ガラス質スラグ中に微小金属鉄粒を含む。

③ CMA調査: Photo. 63に暗黒色ガラス質スラグ中に晶出した鉄粒の特性X線像と定量分析値を示す。鉄粒の定量分析結果は、97.8%Fe-0.38%Pb-0.11%Cuである。通常の鉄中には、鉛(Pb)や銅(Cu)をこの様な高濃度で含まない。銅溶解滓の可能性が高い。

④ 化学組成: Table. 5に示す。両試料共鉄分は少なく全鉄分(Total Fe)は5.46~6.84%に対して鉄粒含みで金属鉄(Metallic Fe)0.23~0.35%があって、酸化第1鉄(FeO)1.0~1.29%、大部分は錆化鉄の酸化第2鉄(Fe_2O_3)の6.04~8.17%である。主成分はガラス質で87.96~89.35%、このうち塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が11.34~20.47%と多く、特に酸化カルシウムが9.24~17.61%と高いことを特徴とする。二酸化チタン(TiO_2)0.83~0.88%、バナジウム(V)0.050~0.054%、酸化マンガン(MnO)0.21~0.23%などは特異でない。銅(Cu)は0.002~0.016%と微小鉄粒含みの含有量は化学分析値としてはあがってこない。しかし、銅の溶解滓に分類される。

(14) KB-14: 粘土 (第1号粘土採掘場)

① 肉眼観察: 赤黒色粘土で少量の砂粒を含む。

② 化学組成: Table. 5に示す。第1号粘土採掘場より採取した生粘土であり熱履歴を受けていない。強熱減量(Ig Loss)は8.52%での分析値である。不純物としての鉄分(Fe_2O_3)は8.53%で成型性に悪影響を及ぼす程の量ではなく、二酸化珪素(SiO_2)59.25%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)は15.62%と耐火度は一定水準を保つ含有量である。二酸化チタン(TiO_2)1.02%、バナジウム(V)0.020%、酸化マンガン(MnO)0.16%などは前述してきた炉壁や羽口胎土に近似する成分系であった。また、銅(Cu)も0.008%である。

③ 耐火度: Table. 5に示す如く1385°Cであった。前述してきた炉材に対応する耐火度とみてよからう。

(15) KB-15: 粘土 (第2号粘土採掘場)

① 肉眼観察: 少量の砂粒混じりの赤黒色粘土で第1号粘土採掘場のものと大差ない外観だった。

② 化学組成: Table. 5に示す。強熱減量(Ig Loss)12.64%での生粘土の分析結果であった。鉄分(Fe_2O_3)は13.17%と高めであって、二酸化珪素(SiO_2)45.72%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)20.86%の成分系は、前述してきた炉材粘土としては近似するものはなかった。また、二酸化チタン(TiO_2)は1.51%と若干多く、酸化マンガン(MnO)も0.32%を含む。銅(Cu)0.010%ら随伴微量元素も高め傾向で、やや異質である。

③ 耐火度: Table. 5に示す。1420°Cを要し、金井遺跡B区出土品でこのレベルを保持する粘

土は認められていない。鉄分が多くて成型上難があると考えられ、使用を控えたのか調査外に存在するのかわからない。

(16) KB-16: 砂鉄、鉄滓屑、鉄屑

① 肉眼観察: 茶褐色の種々錆化物の屑から磁選して磁着した遺物を埋め込んで供試材とした。

② 顕微鏡組織: Photo. 48の①～③に示す。①は自然界に賦存する砂鉄粒子である。4粒の砂鉄は磁鉄鉱(Magnetite: $Fe_3O_4 \cdot FeO$)で包裹鉱物(輝石、角閃石、石英等)などは殆ど認められなかった。②は鉄滓屑で暗黒色ガラス質スラグにマグネタイトの微小結晶と錆化鉄のゲーサイトから構成される。③は白錆鉄の錆化物である。雑多な鉄錆化物の集合体であった。

③ 化学組成: Table. 5に示す。雑多酸化物の集合であり全鉄分(Total Fe)は29.50%に対して金属鉄(Metallic Fe)0.17%、酸化第1鉄(FeO)9.98%、錆化鉄が多くて酸化第2鉄(Fe_2O_3)30.84%と大部分を占める。ガラス質成分は45.85%を含む。砂鉄を一部含むので二酸化チタン(TiO_2)6.11%、バナジウム(V)0.15%と関東地方では中途半端な値となっている。

(17) KB-17: 鉄塊屑

① 肉眼観察: 赤褐色の鉄錆に包まれた鉄塊屑もしくは鉄粒である。粒状滓や湯玉とは異なる遺物。

② 顕微鏡組織: Photo. 48の④～⑥に示す。7粒のうち2粒を埋め込み試料とし5粒返却。この2粒は白錆鉄組織をもつ鉄塊であった。出土遺構はSS02で鍛冶炉近くであったが鍛冶関連遺物でなく鍛造関連であろう。

③ 化学組成: Table. 5に示す。供試材3粒の内の1粒の分析であって全成分は出ていない。全鉄分(Total Fe)は46.00%、ガラス質成分29.68%、二酸化チタン(TiO_2)0.59%、バナジウム(V)0.03%は錆化した白錆鉄塊屑とみてよからう。

(18) KB-18: 鋳型タガ

① 肉眼観察: 鋳型の型締めで使用したと考えられる鉄製のタガである。幅2cmの板状製品で長さ9.0cm、厚み4mmであった。錆化を受けて金属鉄の残存は望めない。

② 顕微鏡組織: Photo. 48の⑦に示す。金属鉄は残存せず錆化してゲーサイトとなっている。鉄中に木炭屑の小口が検出されて鍛造品ではなくて鍛造鉄器であることが判る。

③ 化学組成: Table. 5に示す。全鉄分(Total Fe)52.10%に対して錆化鉄が大半であって酸化第2鉄(Fe_2O_3)70.87%を占める。鋳造鉄なので二酸化チタン(TiO_2)0.23%、バナジウム(V)0.009%の砂鉄特有成分は少ないが始発原料は砂鉄系の可能性をもつ。

(19) KB-19: 鋳型片

① 肉眼観察: 唐草文を有する鋳型破片の胎土分析である。

② 化学組成: Table. 5に示す。全鉄分(Total Fe)は5.77%、二酸化珪素(SiO_2)61.11%、酸化アルミニウム(Al_2O_3)12.42%、二酸化チタン(TiO_2)0.99%らの成分系は前述した梵鐘型胎土と同系である。

(20) KB-20: 緑黄色炉壁表面

① 肉眼観察: 赤色胎土の炉壁面の内側に緑黄色溶融物が付着するのを供試材とした。

② 顕微鏡組織: Photo. 49の①～⑤に示す。①は暗黒色ガラス質スラグ中にプッシュドブルー

カイトの小結晶を晶出している。視野を変えると②③にみられるガラス質スラグ中のマグネタイトが認められる。又、別視野では④⑤の如き砂鉄粒子の格子組織があってチタン鉄鉱(Ilmenite: FeO・TiO₂)が検出された。炉壁胎土中の砂鉄の溶融物であろう。

(21) KB-21: 増埴付着物

① 肉眼観察: 増埴内面に付着した青黒色鉱物微小剥片を供試材としている。

② 顕微鏡組織: Photo. 49の⑥⑦に示す。鉱物組成は淡灰色不定形のファイヤライトが大部分で、粒間を暗黒色ガラス質スラグが少量埋める。それと白色微小結晶のマグネタイトらしき鉱物相が認められた。

③ CMA 調査: Photo. 64に示す。増埴内付着物はファイヤライト(2 FeO・SiO₂)で淡灰色不定形結晶には、鉄(Fe)と珪素(Si)に白色輝点が集中する。その粒間にはガラス質成分の珪素(Si)、アルミニウム(Al)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)などと共にチタン(Ti)、バナジウム(V)など砂鉄系成分が検出された。砂鉄系成分は増埴胎土からの影響成分であろう。増埴は非鉄金属の溶解に使用されているが、どの様な金属かは同定できなかった。

(23) KB-23: 鋳型破片

① 肉眼観察: 周囲が欠けた鋳型破片である。使用済みで灰白色を呈した内面はよく精整された滑らかな肌をもつ、この使用面を直接供試材とした。器種は不明である。

② CMA 調査: Photo. 65に示す。鋳込み金属は未検出で、白色輝点が集中する元素はマネ主要鉱物相の珪素(Si)、アルミニウム(Al)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)、鉄(Fe)、チタン(Ti)、炭素(C)などであった。

4. まとめ

金井遺跡B区の調査面積は2万m²あって、中世の溝や地形により8区画に便宜的に分割され、これに1～8のブロック符号が付けられた。¹¹⁾西側に位置する1・2区は日常用品の鋳造を、東側の緩斜面の3・4区は仏具用品の鋳造を行う傾向をもつ。3区では斜面部に多量の鉄滓、銅滓、焼土粒子を含む厚い堆積層が形成されていた。第1斜面の堆積層中から直径60cmの第1号溶解炉と、銅を溶かした直径77cmの第2号溶解炉が検出された。炉の南2mの位置にSS05鋳造遺構群を確認し、浅い土壌8基のうち、第3号鋳造土壌から多数の梵鐘鋳型が出土した。また、第2斜面のSS10の第1号鋳造土壌は大型の梵鐘鋳造土壌と考えられている。

今回の供試材70点中、3区(SS、05、06、07、08、10、11、SD-30)出土品が38点あって半数以上を占める。この3区出土の銅関連品について、まず述べる。銅塊(KNB-7、8)の局所の硫化銅組成は、80%台Cu-14%台S-1%Feで代表される様に残存脈石成分からみて母金属銅の原料は黄銅鉱(CuFeS₂)系が想定される。

更に、この銅塊をはじめ、鋳型割れ目侵入銅(差し込み銅)、炉壁、大口徑羽口、銅製品などは、いずれも硫化銅(CuS)を内蔵し、これに少量の錫(Sn)と鉛(Pb)が検出されるので、製造履歴を同じくし、“鉛入り青銅”に分類される。鉛入り青銅は、古代日本の鋳物合金といわれ、湯(融液)の流動性を高め、鋳型によくなじませて精密な鋳造を行う目的で添加されるが、今回調査試料中には

鉛の偏析傾向があった。鉛は偏析しやすく古代・中世の鉛添加時の技術的問題を提示するとして注目される(KNB-29、KB-1、KB-8)。

一方、溶解炉から排出された滓は、銅滓か鉄滓か区別がつけ難いものが多い。例えばコバルトブルー系の発色滓で鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに鉄粒を晶出するものがある。鉄粒の定量分析値は98.9%Fe-0.49%P-0.16%Sn(KNB-19)、97.8%Fe-0.38%Pb-0.11%Cu(KB-13)など鉄滓と間違える様な成分であるが銅滓であり、坩堝付着鉱物に88.6%Fe-2.1%Cu-3.0%Ni-0.18%Sn-0.19%P-0.19%Asなどもある。これも銅関連のものである。(KNB-39)。なお、コバルトブルー系ガラス質滓は溶融温度が高く、普通ガラス質滓をX線回折にかけるとコルツ(Quartz low: SiO₂)が同定されるが、色付き滓はこれにクリストパライト(Cristobalite: SiO₂)、トリジマイト(Tridymite: SiO₂)が加わる。SiO₂には3つの構造式があって変態の安定度からみると、コルツは573°C、トリジマイト1250~1470°C、クリストパライト1470°C以上である。色付き滓は高温からの派生物といえよう。

3区出土各種粘土遺物は、第1号粘土探掘場賦存物に準ずるもので、60%台 SiO₂-16%台 Al₂O₃-1%台 TiO₂-6.5%Fe系であって、耐火度も1300°Cを保持する品位であった。

次は鉄鋳物関連に触れる。鋳鉄の鉄塊系遺物は2.8kgを超える大物から小さいものは60g前後の湯こぼれ状までがある。これらは大部分は白鋳鉄組織のレデライトがあって、非金属介在物は硫化鉄(FeS)を内蔵するのを特徴とする。そして始発原料がチタン分の多い塩基性砂鉄なので、少量のチタン(Ti)とバナジウム(V)が検出される。

鋳造遺構で必ず検出される黒鉛化木炭がある。木炭の割れ目などの隙間に鉄が浸入し磁性をもつ木炭である。今回調査品は42.8%Fe-25.7%C(KNB-44)、34.5%Fe-29.1%C(KB-6)の2種であったが鉄分は錆化されて鋳鉄化されていたか否かの確認はできなかった。黒鉛化木炭は、銅、鉄両方の溶解炉に存在している。

鋳造遺構では各種色付き滓が検出される。白色モザイク状滓もその一つである。この白色鉱物滓は銅溶解に関係する滓で酸化カルシウム(CaO)を6.0~11%を含有し、中には暗黒色ガラス質スラグ中に酸化チタン(TiO₂)のルチル(Rutil)を晶出し、化学成分としてTiO₂を11.07%と高濃度を呈するものもある。銅滓のCMA調査において、局所に高チタン箇所が存在するが、これらの理由づけも不明のままである。²¹⁾銅滓とチタンの関係、今後の大きな研究課題となる。

鉄製品としてSS10-SSK1出土の金槌がある。母材は低炭素鋼で、これに浸炭焼き入れ焼きもどしの熱処理を施して使用時の欠けを防止する柔軟性と靱性を兼ね備えた材質であった。鉄素材の始発原料は、鉄中の非金属介在物にルチル(TiO₂: 82.2%)を検出するので塩基性砂鉄が想定される。在地製作品の可能性をもつ。また、4区所属SD22出土の鋳型削り刃がある。基部の柄の個所に2本の同質低炭素鋼片を鍛接したもので鍛冶技術も変化に富む。更に鋳造鉄器としては工具の鋳型タガがある。鉄中に黒鉛化木炭の木口小片が検出された事から錆化鉄ながら鋳造鉄器の確認がとれた。鋳造鉄器で興味を引くのはSD01出土の鉄鍋破片(KNB-33)がある。当遺跡鋳造品破片中最も遺存度の良好なもので中世遺物として疑問視されていた。金属組成はまだら鋳鉄で0.385%Cu-0.87%P₂O₅という化学組成を呈す。TiO₂は0.07%で鉱石由来の鋳鉄と考えられる。江戸中期頃

の同成分系鉄鍋が福島県田村郡所在の鍛冶久保遺跡より検出されており、近世鉄流通の一端を示唆する試料として注目される。

2区の竪穴遺構SK85は床面中央に直径20cm程の鍛冶炉を検出し、その周囲に鍛冶剥片が散布したとされる。これより採取した砂鉄はTiO₂11.54%で鍛冶剥片の混入は認められなかった。鍛冶作業を証明する一級試料はKNB-42の再結合滓であって3区SS11出土である。該品は鍛冶炉周辺の土壌あるいはピット中で鉄滓屑や焼土、これに鍛冶剥片などが鉄鍋を介して圧縮された塊である。鍛冶剥片の鉱物組成はヴスタイトの凝集物で構成されて鍛錬鍛冶も仕上げ段階と判定される。鍛冶試料は他に碗形滓が3点(KNB-24、40、KB-2)と小型羽口も存在するが、これらは銅溶解や銅坩堝とのセット関係も配慮すべきで全面試料としては躊躇する。

1区は鉄関連が中心である。不整形で長軸9m、深さ0.5mほどの鑄造遺構SS01を中心とした1区は、鍋、コップ状の容器、大釜と考えられる鋳状の鑄型が出土した。SS01出土鉄滓のKB-12はアメ色ガラス質滓で鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ中に鉄粒を晶出し、一部には片状黒鉛を析出した錆化鉄を抱えていて鉄溶解関連が想定できる。しかし、ここでも銅滓と繋びつきそうな濃緑色ガラス質滓も出土する。KNB-22である。SiO₂はクリストパライトで、暗黒色ガラス質スラグ中の金属鉄粒は0.7%炭素レベルのパライトを析出し、化学組成は銅(Cu)0.005%をみると鉄溶解滓でよさそうである。おなじく1区の土壌SK1からは砂鉄土として砂鉄、鉄滓屑などが検出された。KB-16である。砂鉄は自然堆積物であって鉄滓屑はガラス質滓、鉄塊屑、鉄塊屑は白錆鉄片であった。以上の出土遺物などは、鉄関連として分類される。なおSS01からは鉄鑄型が出土していて、胎土成分は第1号粘土探掘場に近似するものであった。

2区に属する土壌SK117出土の鑄型片(KB-19)の胎土組成は梵鐘型胎土(KNB-36)と同系であって、かつ、第1号粘土探掘場粘土に近似する成分であった。各遺構出土遺物は、それぞれ有機的な繋がりが認められた。

注

- 注1) 赤熊浩一「埼玉県坂戸市金井遺跡B区」『日本考古学会年報』No43 1990
- 注2) 山口悟郎『鉱物と窯業の化学』日本化学会編 大日本図書株式会社、1965 90頁の第147図 ケイ石の安定度よりの推定。
- 注3) 日刊工業新聞社『焼結鉍組織写真および識別法』1968
- 注4) 拙稿「尾崎遺跡出土銅鋼関連遺物の金属学的調査」『尾崎遺跡』(北九州市文化財調査報告書118集) 財北九州教育文化事業団 埋蔵文化財調査室 1992
上記報告書において、銅の溶解滓においても碗形鍛冶滓のタイプ(外観及び鉱物組成・化学組成)でファイヤライト系とヴスタイト系の存在を指摘している。ただし尾崎遺跡の溶解炉と比定した遺構を発掘担当の梅崎恵司氏は地下構造の石組や木炭屑、灰の検出状況から製錬炉の考えを提示している。出土遺物は碗形滓であり今後充分な検討が必要であらう。
- 注5) 拙稿前掲書4) 板状銅素材を得る目的で縦長の鑄型に溶湯を注入した際に、溶銅が鑄型の亀裂に差し込んで固化した遺物“差し込み銅”、坩堝(取鍋?)、碗形滓と共に羽口が検出されて、ガラス化先端鉱物にマグネタイトとファイヤライト微小鉱物を晶出していた。
- 注6) 拙稿「鍛冶久保遺跡出土の鉄鍋・鉄滓の金属学的考察」『東北横断自動車道遺跡調査報告 23』(福島県文化財調査報告書 第294集)1993.3
- 注7) 拙稿「本坂遺跡出土の鉄製品、鉄滓の金属学的考察」『東北横断自動車道遺跡調査報告 24』(福島県文化財調査報告書 295集)福島県教育委員会 福島県文化センター 1993.3

注8) 日刊工業新聞社前掲書3)

注9) 拙稿「房総風土記の丘実験試料と発掘試料」『千葉県立風土記の丘年報』15(平成3年度)千葉県立風土記の丘 1992.10.1

注10) 岸本定吉「炭」丸ノ内出版

日本木炭の性状の一例

区別	樹種	水分(%)	灰分(%)	揮発分(%)	固定炭素(%)	発熱量(Cal/g)
黒炭	コナラ	6~8	2~3	10~24	65~82	6.853
〃	カシ	〃	〃	〃	〃	-
白炭	コナラ	10前後	2~3	5~10	75~85	6.930

注11) 赤熊浩一報告書

注12) 拙稿「下徳力遺跡第3地点出土銅滓の金属学的調査」『古文化談叢』第28集 九州古文化研究会 1992.10 銅滓中の銅 Matte: Cu₂S・FeSにTiを5~12.7%を含む例がある。
また鳥根県遠摩郡仁摩町所在川向遺跡出土「人工ガラス」こと銅渣滓もチタンを局所に含有する。未発表。

Table. 1-2 1992年度抽出試料の履歴と調査項目

No	種類	出土遺構・地点(備考)	分析 コメント	計測値		調査項目						
				大きさ(mm)	重量(g)	マクロ 顕微鏡	検鏡	ヒッホー 顕微鏡	CMA	化学 組成	耐火度	
KB-1	銅塊	P-7G Pit57		65×85×10	220	-	○	○	○	○	○	
KB-2	鍛冶滓	SJ-06 No193		85×70×15	150	-	○	○	○	○	○	
KB-3	炉底壁(鉄)	SS-05 1号炉No5	ガラス質 滓・胎土	60×90×40	200	○	○	○	○	○	○	○
KB-4	炉壁(羽口部分)	第1粘土探掘壕		100×115×30	500	-	○	-	-	○		
KB-5	炉壁(鉄)	SS-01 Pit8 No4	ガラス質 滓・胎土	120×160×65	1200		○	-	-	○	○	
KB-6	黒鉛化木炭	Q-13-1-9		16×30×8 17×15×2	5片10g	-	○	-	○	○		
KB-7	鉄塊	P-13-p-7	2点あり	20×38×10 25×20×15	18 16	-	○	○	○	○	○	
KB-8	銅粒	SS-08 SSK-3		7×16×5	1.2	-	○	○	○	○	-	
KB-9	白色鉱物	Q-14		17×22×15	10	-	○	○	○	○	-	
KB-10	炉壁(銅)	Q-14-e-7	ガラス質 滓・胎土	45×35×20	38	○	○	○	○	○	○	
KB-11	炉壁	Q-11-h-5	ガラス質 滓・胎土	52×43×16	30	-	○	-	-	○	○	
KB-12	鉄滓	SS-01 Pit10		55×40×40	92	-	○	-	-	○		
KB-13	炉内ガラス質銅滓	P-14-e-2(A, B2点, 6・ 30号も確認)	2点あり	20×12×8 15×20×10	3 6	-	○	-	○	○		
KB-14	粘土	第1号粘土探掘壕		-	-	-	-	-	-	○	○	
KB-15	粘土	第2号粘土探掘壕		-	-	-	-	-	-	○	○	
KB-16	砂鉄	SK-1		-	-	-	○	-	-	○		
KB-17	鉄塊屑	SS-02(O-10-e-3)		-	-	-	○	-	-	○		
KB-18	鋳型タガ(鉄)	SK-160(銅鑄型, 金井A遺跡)		90×20×4	21	-	○	-	-	○		
KB-19	鋳型片	SK-117(唐草文を有する鋳型)				-	-	-	-	○		
KB-20	緑黄色炉壁表面	P-14-i No26				-	○	-	-	-		
KB-21	坩堝表面	SS-05				-	○	-	○	-		
KB-22	欠番					-	-	-	-	-	-	
KB-23	鋳型破片	(A: SS-10 SSK-7)	表面分析			-	-	-	○	-		

Table. 5 1992年抽出供試材の化学組成

試料番号	道庁名	出土位置	種別	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	全銅分 (Total Cu)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe ₂ O ₃)	二酸化珪素 (SiO ₂)	酸化アルミ (Al ₂ O ₃)	酸化カルシウム (CaO)	酸化マグネシウム (MgO)	酸化ナトリウム (Na ₂ O)	酸化カリウム (K ₂ O)	酸化マンガン (MnO)	酸化チタン (TiO ₂)	酸化鉛 (PbO)	酸化亜鉛 (ZnO)	硫黄	酸化亜鉛 (ZnO)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	亜鉛 (Zn)	鉛 (Pb)	アンチモン (Sb)	錫 (Sn)	ヒ素 (As)	モリブデン (Mo)	銀 (Ag)	
KB-1	金井 B	P-7 G Pit57	銅塊	中世	-	0.065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.342	0.56	4.67	0.086	0.000	0.000	0.000	
2	金井 B	SJ-06 No193	板形銅冶滓	中世	58.94	0.00	66.56	16.97	13.60	3.74	1.02	0.67	0.80	0.15	0.10	0.27	0.023	0.040	0.28	0.09	0.008	0.012	0.000	-	-	-	-	-	-	-	
3	金井 B	伊賀屋 (船) SS-01 1号P18 No.5	ガラス質滓	中世	9.70	0.00	2.80	10.76	62.01	14.68	1.75	2.17	1.36	0.96	0.21	1.19	0.050	0.010	0.20	0.07	0.023	0.006	0.000	-	-	-	-	-	-	-	
3C	金井 B	#	粘土	中世	8.37	0.05	2.73	8.86	58.22	15.40	1.34	1.81	1.11	0.86	0.19	1.20	0.042	0.007	0.19	lgLow 6.17	0.024	0.006	0.000	0.000	-	-	-	-	-	耐火度 1375°C	
4	金井 B	明けQ-11-d-8 (第1粘土採掘場)	伊賀鉄滓	中世	11.58	0.00	2.98	14.24	62.07	12.97	2.07	1.80	1.46	0.81	0.19	1.03	0.043	0.003	0.26	0.06	0.020	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	
5	金井 B	伊賀屋 (船) SS-01 P18 No.4	鉄滓 (ガラス)	中世	11.44	0.24	1.74	14.08	57.51	17.12	1.08	1.56	1.24	0.81	0.27	1.30	0.046	0.027	0.25	0.25	0.029	0.006	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	
5C	金井 B	#	伊賀	中世	8.37	0.03	1.00	10.81	54.35	16.35	0.83	1.39	0.97	0.75	0.22	1.20	0.002	0.016	0.20	lgLow 10.26	0.029	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	耐火度 1370°C	
6	金井 B	Q-13-1-9	黒鉛化木炭	中世	34.46	0.00	5.53	43.12	9.37	1.98	0.29	0.23	0.12	0.094	0.002	0.17	0.022	0.655	0.35	29.11	0.019	0.002	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	
7A	金井 B	P-13-P-7	鉄塊系遺物	中世	60.75	34.28	20.24	15.35	16.63	3.42	0.42	0.45	0.27	0.22	0.042	0.30	0.034	0.096	0.43	1.83	0.032	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	
7B	金井 B	P-13-P-7	鉄塊系遺物	中世	40.10	7.12	7.03	39.34	25.93	5.26	0.52	0.75	0.45	0.37	0.042	0.47	0.033	0.092	0.39	1.36	0.012	0.010	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
9	金井 B	Q-14	白色灰物質	中世	7.39	0.34	3.59	6.09	43.88	11.32	11.07	4.94	2.12	0.62	0.66	13.55	0.077	0.020	0.11	0.19	0.16	0.004	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
10	金井 B	伊賀 (船) Q-14-e-7	銅滓 (ガラス)	中世	5.58	0.00	0.43	7.50	66.92	12.03	1.80	1.79	1.89	1.07	0.13	1.05	0.030	0.007	0.30	0.10	0.014	1.73	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
10C	金井 B	伊賀 (船) Q-14-e-7	伊賀	中世	5.77	0.04	0.72	7.30	69.43	13.00	1.81	1.19	1.07	0.12	1.17	0.019	0.008	0.17	-	0.015	0.038	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
11	金井 B	伊賀 Q-11-h-5	鉄滓 (ガラス)	中世	12.20	0.00	1.65	15.61	58.33	14.64	1.09	1.66	1.33	0.84	0.20	1.14	0.043	0.011	0.23	0.13	0.020	0.024	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
11C	金井 B	伊賀 Q-11-h-5	伊賀	中世	8.28	0.16	0.86	10.65	61.76	15.48	0.98	1.66	1.14	0.82	0.20	1.20	0.100	0.019	0.17	-	0.019	0.010	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
12	金井 B	SS-01 Pit10	鉄滓	中世	18.76	0.00	1.44	25.22	52.03	11.07	1.67	1.22	1.19	0.61	0.18	0.82	0.031	0.026	0.32	0.90	0.022	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
13A	金井 B	P-14-c-2	ガラス質銅滓	中世	5.46	0.23	1.29	6.04	55.15	10.73	17.61	2.86	2.30	0.70	0.24	0.83	0.049	0.009	0.074	1.26	0.050	0.016	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
13B	金井 B	P-14-c-2	ガラス質銅滓	中世	6.84	0.35	1.00	8.17	61.80	11.80	9.24	2.10	2.10	0.92	0.21	0.88	0.050	0.012	0.13	0.15	0.054	0.002	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
14	金井 B	1号粘土採掘場	粘土	中世	6.47	0.06	0.57	8.53	59.25	15.62	0.86	1.45	1.10	0.74	0.16	1.02	0.012	0.021	0.13	lgLow 8.52	0.020	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	耐火度 1365°C	
15	金井 B	2号粘土採掘場	粘土	中世	9.63	0.03	0.50	13.17	45.72	20.86	0.78	1.86	1.16	0.63	0.32	1.51	0.027	0.042	0.12	lgLow 12.64	0.032	0.010	0.000	0.000	-	-	-	-	-	耐火度 1420°C	
16	金井 B	SK-1	砂鉄・鉄滓・鉄屑	中世	29.50	0.17	9.98	39.84	31.60	8.24	1.04	3.95	0.49	0.53	0.36	6.11	0.051	0.022	0.19	0.52	0.15	0.006	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
17	金井 B	SS-01 O-19 e-3	鉄塊屑	中世	46.00	-	-	-	22.45	5.88	0.58	0.77	-	-	0.29	0.59	0.040	-	0.81	-	0.03	-	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
18	金井 A	SK-140 (銅神楽命井A遺跡)	銅型タガ	中世	52.10	0.08	3.16	70.87	11.31	2.54	0.33	0.33	0.16	0.14	0.035	0.23	0.025	0.059	0.14	0.12	0.009	0.008	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-
19	金井 B	SK-117 (御草文を写す銅板)	銅板片	中世	5.77	0.05	0.50	7.62	61.11	12.42	1.14	1.55	1.10	1.03	0.09	0.99	0.008	0.011	0.22	-	0.014	0.004	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 1 炉壁 (KNB-14) ガラス化溶融物の粉末X線回折結果

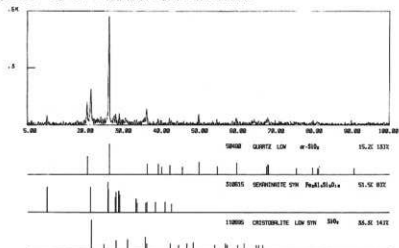


Fig. 2 炉壁 (KNB-15A) ガラス化溶融物の粉末X線回折結果

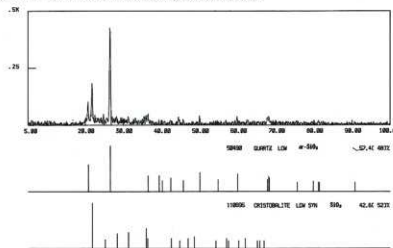


Fig. 3 銅滓 (KNB-17) の粉末X線回折結果

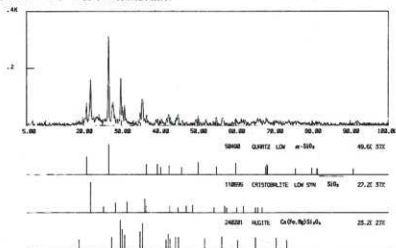


Fig. 4 銅滓 (KNB-18) の粉末X線回折結果

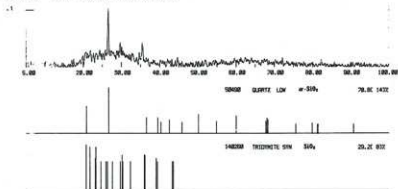


Fig. 5 ガラス質滓 (KNB-22) の粉末X線回折結果

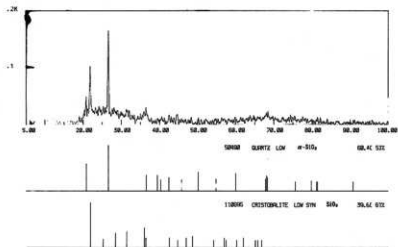
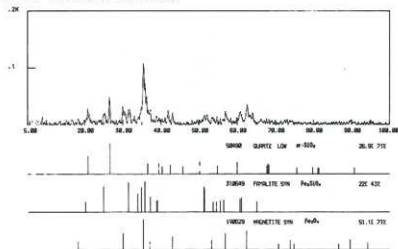


Fig. 6 鉄滓 (KNB-24) の粉末X線回折結果



附編 5 鉄系遺物および銅系遺物の放射化分析

武蔵工業大学原子力研究所 平井昭司

分析試料

分析試料は金井遺跡B区から出土した鉄系遺物および銅系遺物である。鉄系遺物試料の一覧を表1に、銅系遺物試料の一覧を表2に示す。表1および表2における試料番号は、埼玉県埋蔵文化財調査事業団で記した番号で、略番号は武蔵工業大学原子力研究所で記した番号である。略番号中のMは鉄金属を、CMは銅（青銅）金属を、R、B、Gは鉄系遺物の鉄滓あるいは錆等を、CRは銅系遺物の銅滓あるいは錆等を意味し、調査事業団側での分類に基づいた試料である。また、供与された試料は、調査事業団で指示した箇所を例TACセンターで切断し、微量を送付されたもので、さらに分析するための必要量をダイヤモンドカッターで切断し用いた。

中性子放射化分析

中性子放射化分析するため、調整された試料を洗浄されたポリエチレン袋に封入し、立教大学原子炉を用いて表3に示す照射条件で中性子を照射し、試料に含有する元素を放射化し、次いで γ 線測定を行なった。生成する放射性核種の半減期により、30秒間と6時間の照射を行なった。表には分析元素に対応した照射条件および測定条件が示されている。また、()内の元素は参考までに分析した元素を示す。 γ 線測定はGe半導体検出器とそれに接続された4096チャンネル波高分析器とで行ない、収集した γ 線スペクトルの表5-3に示す注目した γ 線エネルギーのピーク面積から標準試料と比較して元素含有量を算出した。

鉄系遺物試料および銅系遺物試料中の元素濃度

遺物試料を中性子放射化分析し、試料中に含有する元素濃度を定量した結果を、表4-1~4-4および表5-1~5-2に示す。定量できず検出限界以下(<)の元素を含むが、53元素を定量した。全ての元素で検出限界以下の濃度であると示された試料があるが、試料に存在していてもこの数値(濃度)以下であることを示す意味も持っている。

1 鉄系遺物試料

鉄金属部を分析した試料のFe濃度は、950000ppm (95%) から1000000ppm (100%) であった。放射化分析法の誤差を考えるとこれら試料は全て100%に近い鉄金属であると思われる。金属部試料でCl濃度が高いものは、銹化の程度を示す指標になり、Clと共にBr濃度も高くなり、特に4M、32M試料はこの部類に入る。鉄金属部で鉄滓部あるいは錆部より特徴的に濃度が高い元素にFeを除いてCo、Ni、Cu、Ga、As、Mo、Sb、W等がある。Co、Ni濃度は全金属部試料にほぼ共通的な濃度であったが、他の元素について少しずつ異なっていた。これらの試料の中で、3M、4MのMo濃度を除くと2M、3M、4M、5M、32Mは類似した元素濃度になっていた。それゆえ、金属試料は1Mと34Mとこれら試料の3グループに分けられた。特に、34M試料は他の元素においても大きく濃度が異なっていた。なお、34M1と34M2は隣接した箇所からの試料であるので、分析

値はほぼ等しく、狭い範囲での試料の均一性と繰り返し分析の精度(正確度)を示した。また、Mo およびW濃度に関し32Rの錆部試料で32Mの金属部より非常に高い濃度になっているが、従来分析されてきた鉄金属部と錆部の関係からすると判断ができない結果になっている。このことは先に除外として述べた3M、4MのMo濃度とも関係すると思われ、切削時での器具からの汚染(コンタミ)とも考えられる。しかし、はっきりとした根拠はない。

1R、3R、32Rは金属部試料に対する錆部試料である。Fe濃度はそれぞれ290000 μm 、250000 μm 、660000 μm と1Rとが3Rが類似しているようであるが、Mn濃度で一桁以上の違いがある。Mn濃度を除くと他の元素濃度に関し1Rと3Rはよく似ているが、32Rとは大きく異なり、Na、Al、K、Ca、Sc、Ti、Rb、Ba、La、Ce、Sm、Thの濃度が1R、3Rで32Rより高濃度になっている。また、それぞれ1M、3Mと比較した場合も、Mnを含めNaに始まりThの濃度が金属部より錆部の方がはるかに高濃度であった。一方、先にも述べたようにCo、Ni、Ga、As、Mo、Sb、Wは金属部の方で高濃度であった。このようなFe濃度の錆部と金属部との違い、および他の元素の濃度差を考えたとき、Feの錆化過程だけでは大きな濃度差を説明することができない。すなわち、1Rと3Rの試料は金属部の周辺試料であるが、Feが錆化したのではなく、精練過程における鉄滓試料であると思われ、逆に金属部試料は鉄滓中に存在する試料とみることができる。また、錆試料であればCl濃度が一般には高くなるが、これら両試料では低濃度であった。32RはFe濃度を含めて濃度差が大きな元素が少ないことから錆化した試料すなわち錆試料である。

15R、16B、16G、22R、24R、38R、45、46、47は粘土を含めた鉄滓試料である。24RのFe濃度500000 μm を最大に、数万 μm から数十万 μm 前後であった。Fe濃度が類似している15R、16B、16G、22Rは、Na、K、Ca、Sc、Ti、V、Mn、Rb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Yb、Lu、Hf、Ta、Th、U濃度においてもほぼ等しい濃度であった。これらの元素は鉄滓を特徴づける元素で、鉄金属から排除され、ガラス質を形成する。また、これらの試料は炉壁とも関係しているため粘土成分の元素も反映していると思われる。24RはFe濃度が高い分、これら元素濃度は低くなっている。また、45と46はMg、Al、Ca、Ti、V、Mnの約2倍の濃度比で異なっているが、Feを含めて他の元素はほぼ似たような濃度になっている。47は45とも、46とも一部において類似している様であるが、Sr、Ba濃度が他の多くの試料より高濃度であった。特に、Srは他の試料において検出されてはなかった。38RはV、Cr濃度が他の試料より一桁以上高いことが特徴づけられた。また、Ni、Ga濃度が多少高かったが、これらと相関するCo、As等はさほど濃度が高くなかった。

2 銅系遺物試料

銅系遺物試料とされた試料を分析した結果、9CR、18CR、39CM、39CRのCuは検出限界以下であり、また、27CRのCuは定量されていたが、他の銅系遺物試料に比べてCu濃度が二桁以上低く、これら試料のFe濃度が非常に高いことを考えあわせると、これら試料は銅系遺物試料とするよりも鉄系遺物試料とするほうが妥当である。18CRは47と高濃度のSr、Baを含めて多くの元素濃度で類似している。しかし、Ca、Tiについては両者で大きく異なっていた。9CR、27CR、39CM、39CRの4試料ともほぼ全ての元素濃度が等しく、さらに鉄系遺物試料の15R、16B、16

G、22Rの試料の元素濃度とも類似している。それゆえ、これらは試料も粘土と関係した鉄系遺物試料であるとも判断される。しかし、27CRは前述したようにCuが定量され、またSnも定量されていることから一概に鉄系遺物と決めることができず、Fe濃度を含め他の元素が鉄系遺物と類似しているのは、粘土成分の化学組成に依存していると思われ、27CRだけが外見からの判断と合わせて銅系遺物とすることができる。

これらの5試料を除いた7試料のうち、金属部試料7CM、8CM、10CM、28CM、29CMの5試料のCu濃度は、いずれも約600000ppm(60%)以上であり、またSn濃度も41000ppm(4.1%)から94000ppm(9.4%)と高濃度で、Pbが本分析法では分析できないので分からないが、純銅系というよりは青銅系の遺物と判断することができる。また、CuとSn濃度の合計は、7CM、28CMが80%以上、8CM、10CM、29CMが65~70%程度と両元素が大部分を占めている。これらの遺物のCu、Sn濃度以外で特徴的な元素にNi、As、Ag、In、Sb、Auがある。特に、親銅元素であるAs、SbはCu中に高濃度で存在し、また貴金属元素であるAg、Auも多く含有されている。金属部と錆部あるいは銅滓部の両試料を分析した試料の8、10、29についての錆あるいは銅滓の判定を、CuあるいはSn濃度の両試料から行った。CuおよびSnが錆化することにより、単純に各元素に酸素(O)が化合すると仮定するとそれぞれCuO、SnO₂になり重量は両元素とも約1.25倍増加し、濃度は約0.8倍減少することになる。それゆえ、8CMと8CRのCu濃度の間には金属部と錆部との関係を示すことができるが、10、29のCuおよびSn濃度の間には錆化だけでは説明できず、これら試料は金属部と銅系滓部と判断できる。錆部で金属部より高い濃度になっている元素にNa、Al、V、Fe、As、Sbがあり、これら元素のうち、Na、Al、V、Feは粘土内に多く存在し、またFeの増加とともにAs、Sbも随伴して高くなったと思われる。滓部で高くなっている元素に、錆部と同様な元素以外にK、Sc、Cr、Mn、Ba、希土類元素(La、Ce、Nd、Sm、Eu、Tb、Yb、Lu)がある。いずれも錆と比較して金属部に対して大きな濃度差があり特徴的になっている。

先に述べたように銅系遺物にはAg、Auが高濃度で含有されている。Ag/Auの比を示すと表6のように10試料を除いて、金属部と錆部あるいは金属部と滓部の比の値はほとんど変わっていない。また、この比の値が原料の違いか、製錬技術の違いか等は試料数が少ないので判断できないが、今後のデータの蓄積により新たな知見が得られると思われる。

VおよびTi濃度の相関とTi/V比

鉄関連遺物中のVおよびTi濃度をFe濃度で除した値、すなわちV/FeとTi/Feとの値で相関をみると、対数グラフにおいて同一原料を出発物質とすると原料、鉄滓(製錬滓、鍛冶滓)、鉄塊はほぼ45度の直線上に乗り、線上右上から製錬滓、原料、鍛冶滓、鉄塊とFeの濃度が増加するに従い左下方に位置してくる。ときに、鍛冶滓と鉄塊の位置が重なるか逆転することもある。さらにFeの純度が増加すると、左下方の位置で直線上から外れ下側に位置することもある。これらのことは、製錬・精錬過程においてVおよびTiが一定の割合で除去されることと、錆化過程においても一定の割合で反応が起こり、Fe濃度が進んだ段階でTiの方がより多く除去されてくるものと思われる。このように一定の直線上に乗ることはこれら試料のTi/V比が一定であることを意味

する。第1図には鉄系遺物と一部の銅系遺物試料のV/FeとTi/Feとの相関関係を示している。○印は鉄系遺物、△印は銅系遺物、↓印は検出限界以下を表している。Fe濃度100%近い鉄金属部試料のTiは全て検出限界以下であったので、はっきりとした位置は分からないが、いずれも直線上より左下側に位置している。34試料は他の金属部試料より離れ左側にあるが、純化過程が他の試料より加えられたものと思われる。

直線上から離れている45、46、47のグループと18CRと38Rは、直線上にある試料のグループとそれぞれ原料が別個の種類での試料と思われる。すなわち、直線に乗るか乗らないかの判定は、表7に示すTi/V比をみると一目瞭然に行うことができる。多くはTi/V比が約10前後の試料と約25前後の試料に分けられる。

AsとSb濃度の相関

Fe原料試料あるいはCu原料試料にはAsおよびSbが顕著に存在している。その関係を示したのが第2図である。○印が鉄系試料、●印が銅系試料である。銅系試料のうち、粘土と関係するような5試料は鉄系試料に分類してある。図から明らかなように銅系試料の方が鉄系試料よりAsおよびSb濃度が高濃度である。また、鉄系試料ではAs濃度はSb濃度より約10倍高いが、銅系試料になると数倍程度となっている。鉄系試料においては各濃度をFe濃度で、銅系試料ではCu濃度で除して相関した図を、第3図、第4図に示す。各試料ともより直線に近付き直線上に乗っていることが分かる。

Ba、La、Ce、Sm濃度

鉄滓あるいは銅滓にはBaおよびLa、Ce、Smを含め希土類元素が高濃度に濃縮してくる。特に、希土類元素化学的性質が非常に近いため同じような挙動をする。また、Ba、Laは周期表において隣の元素なため類似した性質を示す。表8には鉄滓および銅滓のBa/La、La/Sm、La/Ceの値を示した。Ba/La比ではほとんどの試料が20~30程度の値であったが、47、18CRの試料が40~50と高く異なっていた。La/Sm比では18CRが約7と他の試料4~5より高いが、ほとんど一定であった。La/Ce比では0.4~0.5が大部分の試料であったが、24R、18CRが0.8~0.9と2倍程度高かった。三つの比から18CRだけが全ての比で異なっているのでこの試料は一連の試料と多少異なっているようにも思える。

表1 鉄系分析試料一覧

試料番号	略番号	遺構名	出土位置	遺物番号	図版番号	遺物種類	試料重量(g)	分析に供した試料量(g)	備考
1	1M	SE-11		No4	SE-11 4	鉄塊系遺物(大型)	2773	51.5	鉄金属部
1	1R	SE-11		No4	SE-11 4	鉄塊系遺物(大型)	2773	51.0	鉄金属部刃部・鼻
2	2M	SS-10	SSK-1		SS-10 6	鉄器(金槌)	429	52.5	鉄金属部
3	3M	SS-11	P-14-c-6		SS-11 116	鉄塊系遺物	79	55.1	鉄金属部
3	3R	SS-11	P-14-c-6		SS-11 116	鉄塊系遺物	79	48.6	鉄錆部
4	4M	Grid	L-12-g-5		Grid 31	鉄塊系遺物	82	52.0	鉄金属部
5	5M	SS-05			SS-05 174	鉄塊系遺物	60	47.6	鉄金属部
15	15R	SS-05	炉体4号	No69	SS-05 23	炉壁	1850	49.4	鉄・炉胴部
16	16B	SS-05	SSK-9		SS-05 22	炉壁	1341	52.4	鉄・炉底部・黒色
16	16G	SS-05	SSK-9		SS-05 22	炉壁	1341	46.2	鉄・炉底部・灰色
22	22R	SS-01	G-5		SS-01 11	鉄滓	48	47.5	
24	24R	SS-10	Q-14-c-9		SS-10 3	鉄滓	364	49.6	鉄滓
32	32M	SS-07			SS-07 49	鉄器	24	46.6	鉄金属部
32	32R	SS-07			SS-07 49	鉄器	24	47.3	鉄金属部刃部・鼻
34	34M1	SD-22			SD-22 72	鉄器(ヘラ)	56	30.8	鉄金属部
34	34M2	SD-22			SD-22 72	鉄器(ヘラ)	56	23.8	鉄金属部
38	38R	SS-05	炉体2号		SS-05 159	トリベ(土製)	149	46.5	内面付着鉄滓
45	45	SS-05	第1号鉢込み		SS-05 156	鉄滓	13	36.2	鑄造滓4.3g粉砕
46	46	SS-05	第1号鉢込み		SS-05 157	鉄滓	15	36.5	鑄造滓4.1g粉砕
47	47	SS-05	第1号鉢込み		SS-05 158	鉄滓	35	54.0	表面白色部

表2 銅系分析試料一覧

試料番号	略番号	遺構名	出土位置	遺物番号	実測番号	遺物種類	試料重量(g)	分析に供した試料量(g)	備考
7	7CM	SS-10	Q-14-o-6		SS-10 122	青銅塊	12	19.6	青銅金属部
8	8CM	SD-30	P-14-d-5		SD-30 55	青銅塊	11	20.3	青銅金属部
8	8CR	SD-30	P-14-d-5		SD-30 55	青銅塊	11	25.5	青銅錆
9	9CR	SS-07	SSK-1		SS-07 3	炉壁	412	54.0	鉄・炉底部・溶融層
10	10CM	SS-08	Q-14-e-7		SS-08 11	炉壁	333	22.4	青銅粒・伊胴部
10	10CR	SS-08	Q-14-e-7		SS-08 11	炉壁	333	45.1	伊壁面・ガラス質
18	18CR	SS-10	Q-14-1		SS-08 4	銅滓	30	47.3	ガラス質
27	27CR	SS-05	SSK-1	No13	SS-05 54	羽口	233	45.1	青銅・ガラス質
28	28CM	SS-13	O-14-o-5		SS-13 16	青銅器	24	19.1	鑄造品片・不良品
29	29CM	SS-08	第2号鉢込み		SS-08 94	青銅器	5	17.0	鑄造品片・不良品
29	29CR	SS-08	第2号鉢込み		SS-08 94	青銅器	5	12.9	青銅錆
39	39CM	SS-08	焼土塊集中区		SS-08 135	埴塼	12	44.7	銅系金属粒
39	39CR	SS-08	焼土塊集中区		SS-08 135	埴塼	12	39.9	紫紅色面

表3-1 分析試料重量

試料番号	試料名	試料重量 (g)
K47	鉄滓 (ガラス質) 磁性あり	0.0362
K48	鉄滓 (ガラス質) 磁性なし	0.0365
K49	鉄滓 (白色) (かたまり)	0.0540
K107	梵鐘鋳型 SS-10 7号鑄造土塊	0.0507

表3-2 照射・測定条件

熱中性子束密度 ($n \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$) 照射場所	照射時間	冷却時間	測定時間	試料位置 Ge検出器の 垂直方向	分析元素
1.5×10^{12} 気送管	10sec	3~4 min	400sec	30mm	(Na), Mg, Al, Si, S, Cl, Ca, Ti, V, Mn, In, Dy
4.0×10^{12} 中央実験管	6 hr	6~7 day	52min	2 mm	Na, K, Ga, As, Br, (Mo), Cd, (Sb), La, Pr, Sm, W, (Au), U
		8~9 day	2 hr	2 mm	Sc, Cr, Fe, Ni, Co, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Ir, Au, Hg, Th, U

表3-3 中性子照射条件およびγ線測定条件

熱中性子束密度 ($n \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$) 照射場所	照射時間	冷却時間	測定時間	試料位置 Ge検出器の 垂直方向	分析元素
1.5×10^{12} 気送管	10sec	3 min	400sec	10mm	(Na), Mg, Al, Si, S, Cl, Ca, Ti, V, Mn, Cu, In, I, Dy
3.7×10^{12} 中央実験管	6 hr	3 day	0.5hr	2 mm	Na, K, Ga, As, Br, (Mo), Cd, (Sb), La, Pr, Sm, W, (Au), U
		7 day	1 hr	2 mm	Sc, Cr, Fe, Ni, Co, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Ir, Au, Hg, Th, U

表4-1 鉄系試料中の元素濃度

(ppm)

元素	鉄塊系遺物 1 M	鉄塊系遺物・錆 1 R	鉄器 (金組) 2 M	鉄塊系遺物 3 M	鉄塊系遺物・錆 3 R
Na	<0.33	3400	8.5	<0.27	5000
Mg	<860	<8500	<680	<720	<13000
Al	4.7	28000	63	16	42000
Si	<56000	<300000	<35000	<50000	<340000
S	<20000	<120000	<23000	<19000	<140000
Cl	82	<480	670	810	<510
K	<28	4300	46	<23	7300
Ca	<480	13000	<510	<480	3400
Sc	<0.14	10	<0.13	<0.13	15
Ti	<100	2900	<70	<90	3200
V	190	230	63	160	160
Cr	80	100	36	86	130
Mn	91	7800	70	73	680
Fe	1000000	290000	1000000	970000	250000
Co	320	64	140	260	15
Ni	250	<88	<150	280	<87
Cu	<62	<230	99	250	<260
Zn	65	<65	<61	<60	<87
Ga	92	<23	26	46	<24
As	4.8	2.1	16	15	4.7
Se	<4.6	<3.2	<4.6	<4.7	<3.2
Br	1.3	<0.46	0.67	<0.23	8.4
Rb	<29	25	<29	<27	47
Sr	<710	<450	<700	<670	<450
Zr	<1200	<710	<1200	<1100	<710
Mo	<1.1	<1.6	<1.4	10	<1.6
Ag	<6.0	<3.9	<6.8	<7.7	<4.0
Cd	<4.5	<7.5	<5.3	<4.3	<7.7
In	<0.16	<0.88	<0.11	<0.15	<0.81
Sn	<360	<230	<360	<340	<230
Sb	0.28	0.18	1.1	0.78	0.48
Te	<9.7	<6.2	<9.8	<9.4	<6.4
I	<3.8	<22	<2.5	<3.5	<19
Cs	<1.4	<0.89	<1.4	<1.3	2.8
Ba	<78	130	<79	<82	180
La	0.51	8.5	0.28	0.27	8.0
Ce	<4.2	18	<4.2	<4.3	17
Pr	<0.77	<7.2	<0.63	<0.57	<8.1
Nd	<5.9	<5.8	<5.8	<6.2	<5.0
Sm	<0.0071	1.6	0.011	<0.0081	1.6
Eu	<0.25	0.48	<0.20	<0.22	<0.37
Tb	<0.90	<0.53	<0.87	<0.84	<0.51
Dy	<0.25	<1.1	<0.20	<0.21	<0.95
Yb	<0.31	0.84	<0.31	<0.30	0.86
Lu	<0.061	0.20	<0.051	<0.051	0.17
Hf	<1.2	1.8	<1.2	<1.1	2.9
Ta	<0.56	<0.46	<0.54	<0.54	<0.48
W	<0.22	<0.75	2.3	3.1	<0.79
Ir	<0.021	<0.015	<0.020	<0.020	<0.016
Au	0.012	<0.0041	0.0048	0.34	0.0050
Hg	<3.2	<2.1	<3.2	<3.1	<2.2
Th	<0.47	1.9	<0.46	<0.45	3.7
U	<0.070	0.64	<0.086	<0.079	0.96

< : 検出限界以下の値

表4-2 鉄系試料中の元素濃度

(ppm)

元素	鉄塊系遺物 4M	鉄塊系遺物 5M	炉壁・ガラス質 15R	炉壁・ガラス質・黒 16B	炉壁・ガラス質・灰 16C
Na	<0.33	1.0	7200	7000	8000
Mg	<780	<1100	<16000	<22000	<21000
Al	13	15	<61000	<76000	<72000
Si	<46000	<76000	<400000	<430000	<410000
S	<23000	<23000	<180000	<210000	<170000
Cl	1300	460	<600	<630	<510
K	<28	<32	22000	11000	14000
Ca	<500	<520	17000	6200	9000
Sc	<0.13	<0.12	18	22	20
Ti	<90	<140	4100	4800	5800
V	120	330	380	190	200
Cr	89	170	150	130	120
Mn	91	130	1200	810	1100
Fe	1000000	950000	60000	81000	87000
Co	200	260	5.7	21	16
Ni	270	220	<69	<74	<79
Cu	150	130	<310	<330	<320
Zn	<61	<57	<77	150	<86
Ga	38	49	<27	23	<29
As	14	12	<0.41	4.3	5.3
Se	<4.4	<4.3	<2.6	<2.9	<4.0
Br	3.6	<0.30	<0.52	<0.55	0.85
Rb	<29	<26	71	43	52
Sr	<700	<630	<380	<400	<430
Zr	<1100	<1000	<560	<600	<640
Mo	21	<1.5	<1.3	<1.4	<1.5
Ag	<7.2	<5.4	<3.3	<3.6	<3.8
Cd	<5.1	<5.5	<6.4	<6.9	<7.5
In	<0.14	<0.22	<0.88	<0.88	<0.83
Sn	<360	<330	<190	<210	<220
Sb	0.63	0.58	<0.069	0.43	0.40
Te	<9.8	<8.9	<5.2	<5.6	<6.0
I	<3.3	<5.2	<21	<22	<21
Cs	<1.4	<1.3	3.0	3.0	3.1
Ba	<83	<74	390	330	390
La	0.23	0.24	14	13	17
Ce	<4.9	<3.9	27	29	35
Pr	<0.68	<0.78	<11	<10	<21
Nd	<6.3	<5.6	<5.2	<5.4	<5.8
Sm	<0.0092	<0.0097	2.4	2.7	3.0
Eu	<0.22	<0.21	0.82	0.66	0.86
Tb	<0.86	<0.79	<0.40	<0.43	0.50
Dy	<0.20	<0.30	<1.5	<2.1	<2.4
Yb	<0.31	<0.29	1.2	1.5	1.6
Lu	<0.052	<0.048	0.26	0.30	0.29
Hf	<1.1	<0.93	4.1	6.3	5.2
Ta	<0.54	<0.50	0.63	0.92	0.95
W	5.2	2.4	0.57	0.61	<0.94
Ir	<0.021	<0.019	<0.015	<0.015	<0.016
Au	0.18	0.37	<0.0035	0.0059	0.0043
Hg	<3.2	<2.9	<1.9	<2.0	<2.2
Th	<0.47	<0.44	4.6	6.0	6.3
U	<0.090	<0.095	1.3	1.4	1.4

< : 検出限界以下の値

表4-3 鉄系試料中の元素濃度

(ppm)

元素	鉄滓 22R	鉄滓 24R	鉄器 32M	鉄器錆 32R	鉄器(ヘラ) 34M1	鉄器(ヘラ) 34M2
Na	6400	660	0.82	78	1.1	0.71
Mg	<21000	<5000	<1000	<2800	<1100	<1300
Al	<90000	21000	11	680	30	29
Si	<440000	<190000	<73000	<110000	<59000	<67000
S	<190000	<44000	<26000	<41000	<29000	<33000
Cl	<510	<150	1900	2800	<170	<170
K	21000	3100	<35	140	<50	<48
Ca	16000	3400	<630	<830	<660	<770
Sc	34	8.9	<0.15	0.18	<0.15	<0.24
Ti	6500	2000	<130	<200	<220	<250
V	300	130	310	530	5.6	6.5
Cr	170	140	160	230	130	130
Mn	2300	850	110	89	4500	4600
Fe	88000	500000	1000000	660000	1000000	1000000
Co	27	45	280	280	150	150
Ni	<88	<100	390	420	340	350
Cu	<350	<150	<83	400	900	890
Zn	<100	<65	<67	<55	<70	<110
Ga	<31	23	53	85	30	31
As	0.93	0.66	13	25	320	310
Se	<3.2	<3.5	<5.0	<4.2	<5.7	<9.3
Br	<0.58	0.41	1.5	2.3	<0.35	<0.34
Rb	78	<20	<31	<25	<33	<51
Sr	<480	<500	<740	<600	<880	<1300
Zr	<710	<830	<1200	<980	<1300	<2000
Mo	<1.7	1.8	<1.6	14	9.4	9.4
Ag	<4.4	<4.4	<6.4	<13	<200	<190
Cd	<8.6	<4.4	<5.7	<5.1	<7.9	<7.7
In	<0.85	<0.37	<0.21	<0.25	<0.20	<0.23
Sn	<250	<260	<380	<310	<490	<750
Sb	0.19	0.075	0.55	1.4	24	23
Te	<6.7	<7.2	<10	<8.6	<14	<22
I	<21	<9.4	<5.1	<6.1	<8.4	<9.6
Cs	5.0	<1.5	<1.5	<1.2	<1.9	<2.8
Ba	530	99	<86	<110	<150	<230
La	18	3.0	0.23	0.41	0.18	0.18
Ce	51	<3.2	<4.6	<3.9	<6.2	<8.6
Pr	<22	<1.9	<0.81	<1.4	<1.2	<1.1
Nd	<6.5	<4.6	<6.5	<5.5	<8.2	<12
Sm	4.0	0.59	<0.0099	0.030	<0.019	<0.018
Eu	<0.27	<0.23	<0.25	<0.23	<0.32	<0.47
Tb	<0.49	<0.60	<0.93	<0.76	<1.0	<1.5
Dy	<3.9	<1.9	<0.33	<1.5	<0.51	<0.62
Yb	2.5	0.49	<0.34	<0.29	<0.42	<0.65
Lu	0.42	0.13	<0.056	<0.047	<0.068	<0.10
Hf	5.5	1.6	<1.1	<0.98	<1.2	<2.0
Ta	0.91	<0.39	<0.60	<0.50	<0.97	<1.5
W	1.0	0.98	2.0	11	2.2	2.3
Ir	<0.018	<0.016	<0.022	<0.019	<0.029	<0.044
Au	<0.0046	0.042	0.26	0.47	0.086	0.079
Hg	<2.4	<2.3	<3.4	<2.7	<4.4	<6.7
Th	6.7	1.5	<0.51	<0.43	<0.66	<1.0
U	1.8	0.38	<0.097	<0.091	<0.19	<0.18

< : 検出限界以下の値

表4-4 鉄系試料中の元素濃度

(ppm)

元素	トリベ・付着滓 38R	鑄造滓 45	鑄造滓 46	鉄滓・白色部 47
Na	3500	6600	6900	6900
Mg	<16000	29000	16000	18000
Al	61000	34000	87000	22000
Si	<560000	<450000	<590000	<340000
S	<180000	<140000	<210000	<95000
Cl	<510	7600	<630	<380
K	6700	150000	19000	22000
Ca	<3700	13000	42000	20000
Sc	17	19	17	17
Ti	4900	63000	40000	57000
V	6400	800	540	1200
Cr	1800	180	140	120
Mn	4600	6000	3300	6000
Fe	260000	180000	160000	35000
Co	32	28	31	5.0
Ni	120	67	<54	<36
Cu	<630	<380	<500	<330
Zn	<100	<55	<51	<41
Ga	110	<73	<73	<56
As	4.7	1.3	1.6	1.0
Se	<3.8	<2.1	<2.0	<1.8
Br	2.0	0.89	0.93	0.93
Rb	30	56	67	44
Sr	<470	<300	490	1500
Zr	<740	<470	<440	310
Mo	<1.9	<1.3	<1.3	<0.97
Ag	<4.2	<2.7	<2.5	<1.7
Cd	<7.8	<6.1	<5.9	<4.4
In	<1.0	<1.2	<1.2	<0.88
Sn	<240	<150	<140	<99
Sb	0.30	0.16	0.14	0.066
Te	<6.7	<5.6	<4.4	<3.0
I	<27	<30	<31	<23
Ca	2.3	<3.4	2.6	2.1
Ba	280	410	390	990
La	9.3	15	13	20
Ce	25	36	24	37
Pr	<5.7	<11	<11	<9.7
Nd	<5.6	12	13	17
Sm	1.8	2.8	2.4	3.5
Eu	0.57	0.57	0.69	0.89
Tb	<0.53	<0.44	0.47	0.66
Dy	<19	<3.3	<6.6	<4.9
Yb	0.98	1.3	1.1	1.6
Lu	0.19	0.25	0.24	0.28
Hf	3.7	3.8	3.8	4.3
Ta	0.65	0.81	0.43	0.85
W	1.7	2.4	<1.1	<0.86
Ir	<0.033	<0.012	<0.011	<0.0080
Au	0.010	0.0066	0.030	0.0081
Hg	<2.4	<1.5	<1.4	<1.0
Th	4.1	4.9	4.7	6.5
U	1.0	1.2	1.2	1.6

<: 検出限界以下の値

表5-1 銅系試料中の元素濃度

(p p m)

元素	青銅塊 7 C M	青銅塊 8 C M	青銅筋 8 C R	炉壁・溶解層 9 C R	炉壁・青銅粒 10 C M	炉壁・ガラス質 10 C R
Na	140	120	380	7900	270	8200
Mg	<12000	<9800	<9600	<18000	<9700	<16000
Al	48	150	2900	78000	1100	68000
Si	<540000	<470000	<640000	<580000	<450000	<590000
S	<230000	<210000	<160000	<140000	<180000	<140000
Cl	<440	1400	<630	<520	500	<480
K	<8100	<7000	<6900	14000	<6600	17000
Ca	<5600	<5500	<4400	23000	<5000	22000
Sc	<0.39	<0.28	<1.0	20	<0.20	18
Ti	<4500	<3700	<3100	5100	<3600	<1300
V	<5.7	<5.1	41	210	<4.7	160
Cr	<91	<38	<73	130	<36	130
Mn	<54	<44	<60	800	<43	1200
Fe	<3700	2000	7200	51000	2000	64000
Co	35	56	43	19	57	59
Ni	360	460	380	100	540	98
Cu	800000	570000	420000	<510	630000	150000
Zn	<200	<90	<170	<72	<92	45
Ga	<310	<230	<240	<23	<210	<32
As	5000	2500	5400	3.0	1900	130
Se	<48	<20	<36	<3.1	<18	<1.9
Br	<4.1	6.3	9.2	<0.43	<2.0	<0.46
Rb	<71	<32	<59	56	<32	58
Sr	<10000	<4700	<5700	<340	<4700	<340
Zr	<3100	<1400	<2400	<510	<1300	<320
Mo	<35	<12	<27	<1.5	<11	<2.5
Ag	2700	880	1900	<3.1	880	21
Cd	<65	<26	<74	<4.0	<25	<4.6
In	14	27	59	<1.4	12	2.8
Sn	41000	85000	<170000	<170	89000	7500
Sb	710	830	1400	0.30	860	21
Te	<130	<53	<110	<4.8	<51	<4.4
I	<130	<110	<100	<38	<110	<41
Cs	<4.6	<2.4	<3.7	2.8	<2.3	2.8
Ba	<750	<360	<610	380	<350	460
La	<1.2	<0.70	<1.3	15	<0.90	19
Ce	<54	<18	<41	29	<17	37
Pr	<61	<51	<57	<8.7	<51	<11
Nd	<84	<30	<64	18	<27	26
Sm	<0.40	<0.14	<0.32	2.7	<0.13	3.3
Eu	<2.8	<1.6	<2.8	0.93	<1.6	0.95
Tb	<2.7	<1.0	<1.9	<0.36	<2.0	0.61
Dy	<33	<27	<15	<4.7	<21	<5.4
Yb	<4.0	<1.6	<3.4	1.4	<1.6	1.5
Lu	<0.70	<0.26	<0.52	0.24	<0.23	0.30
Hf	<6.8	<3.2	<5.5	4.4	<3.1	4.3
Ta	<4.7	<2.2	<3.8	0.56	<2.0	0.75
W	23	<7.3	19	<0.74	<6.8	<0.93
Ir	<0.19	<0.094	<0.16	<0.013	<0.090	<0.0096
Au	93	34	66	0.0038	7.4	0.41
Hg	<38	<15	<30	<1.7	<14	<1.4
Th	<5.2	<2.2	<4.2	5.8	<2.1	5.0
U	<2.6	<1.0	<2.1	1.7	<0.93	1.6

< : 検出限界以下の値

表5-2 銅系試料中の元素濃度

(P p m)

元素	銅滓 18C R	羽口・ガラス質 27C R	鋳造品 28C M	鋳造品 29C M	青銅精 29C R	坩堝・金属粒 39C M	坩堝・紫紅色 39C R
Na	3900	7800	160	130	710	7000	6800
Mg	<9200	<16000	<11000	<12000	<11000	<14000	<14000
Al	47000	76000	<47	<54	9000	72000	78000
Si	<540000	<630000	<530000	<610000	<770000	<590000	<670000
S	<130000	<140000	<220000	<240000	<290000	<140000	<160000
Cl	<490	<520	4300	<630	<700	<420	<540
K	17000	20000	<9900	<9000	<13000	13000	12000
Ca	110000	13000	<5900	<6300	<7600	<4600	12000
Sc	13	19	<0.43	<0.23	3.3	22	21
Ti	4100	5400	<4300	<4300	<3300	4900	6100
V	1100	220	<5.6	<6.2	120	210	180
Cr	180	110	<110	<42	160	190	210
Mn	4200	1100	<55	<55	<66	1400	1400
Fe	60000	70000	4400	<1600	14000	74000	70000
Co	4.0	31	40	100	60	34	35
Ni	<62	<72	710	560	490	170	<78
Cu	<52	3600	750000	630000	230000	<540	<610
Zn	<63	<77	<220	<100	<380	76	220
Ga	<20	32	<350	<270	<350	<28	<28
As	<0.28	21	6200	2400	5200	6.1	7.5
Se	<2.4	<2.9	<59	<21	<71	<2.7	<2.9
Br	<0.35	<0.55	8.8	<2.2	6.6	2.1	4.0
Rb	45	61	<77	<37	<130	54	60
Sr	1000	<460	<11000	<4900	<9700	<400	<420
Zr	<480	<580	<3300	<1500	<5200	<600	<620
Mo	<1.3	<1.6	<44	<13	<53	<1.6	<1.6
Ag	<2.9	<13	1500	760	2000	<3.6	<3.8
Cd	<5.8	<7.4	<80	<30	<110	<3.0	<3.1
In	<1.5	2.8	17	30	<74	<1.4	<1.8
Sn	<170	2100	46000	94000	230000	<210	<220
Sb	<0.064	3.3	1100	1100	2300	0.45	0.57
Te	<4.6	<6.0	<160	<59	<230	<5.7	<6.0
I	<41	<42	<120	<130	<110	<37	<44
Cs	0.86	3.2	<5.1	<2.6	<8.1	3.8	3.3
Ba	980	470	<860	<400	<1300	350	340
La	23	17	<1.4	<0.81	2.7	15	15
Ce	28	35	<66	<19	<80	36	41
Pr	<6.9	<9.7	<73	<64	<98	<9.6	<9.7
Nd	21	<5.5	<100	<31	<130	13	<5.8
Sm	3.4	3.0	<0.50	<0.15	<0.64	2.8	2.7
Eu	1.0	0.71	<3.6	<1.9	<6.5	<0.40	<0.42
Tb	0.60	0.59	<2.5	<1.1	<3.8	0.76	<0.80
Dy	<5.1	<5.7	<27	<28	<18	<11	<6.0
Yb	1.3	1.5	<4.9	<1.8	<7.2	1.7	1.5
Lu	0.23	0.32	<0.86	<0.26	<1.0	0.28	0.30
Hf	2.5	4.5	<7.8	<3.5	<12	4.6	4.2
Ta	0.52	0.64	<5.3	<2.3	<7.5	0.71	0.95
W	<0.62	2.5	<17	<8.3	<11	1.4	2.2
Ir	<0.014	<0.015	<0.23	<0.10	<0.33	<0.016	<0.017
Au	0.033	0.018	140	16	36	0.0093	0.025
Hg	<1.7	<2.1	<46	<16	<60	<2.0	<2.1
Th	3.5	5.7	<6.3	<2.4	<8.8	5.6	5.8
U	1.0	1.8	<3.2	<1.1	<4.1	1.5	<0.18

< : 検出限界以下の値

表5-3 核データ

元素	核反応	生成核種	半減期	γ 線エネルギー(k e V)
Na	(n, γ)	²⁴ Na	15.02 h	1369, 2754
Mg	(n, γ)	²⁷ Mg	9.46m	844
Al	(n, γ)	²⁸ Al	2.24m	1779
Si	(n, p)	²⁹ Al	6.6m	1273
S	(n, γ)	³⁷ S	5.1m	3102
Cl	(n, γ)	³⁸ Cl	37.3m	1642, 2168
K	(n, γ)	⁴² K	12.36 h	1525
Ca	(n, γ)	⁴⁹ Ca	8.72m	3084
Sc	(n, γ)	⁴⁶ Sc	83.8 d	889, 1121
Ti	(n, γ)	⁵¹ Ti	5.8m	320
V	(n, γ)	⁵² V	3.76m	1343
Cr	(n, γ)	⁵¹ Cr	27.7 d	320
Mn	(n, γ)	⁵⁶ Mn	2.579 h	847, 1811
Fe	(n, γ)	⁵⁹ Fe	44.6 d	1099, 1292
Co	(n, γ)	⁶⁰ Co	5.274 y	1173, 1333
Ni	(n, p)	⁵⁸ Co	70.8 d	811
Cu	(n, γ)	⁶⁶ Cu	5.1m	1039
Zn	(n, γ)	⁶⁵ Zn	244 d	1116
Ga	(n, γ)	⁷² Ga	14.1 h	630
As	(n, γ)	⁷⁶ As	26.3 h	559
Se	(n, γ)	⁷⁵ Se	121 d	136, 265
Br	(n, γ)	⁸² Br	35.34 h	777
Rb	(n, γ)	⁸⁸ Rb	18.8 b	1077
Sr	(n, γ)	⁹⁰ Sr	64 d	514
Zr	(n, γ)	⁹⁵ Zr	64.0 d	724, 757
Mo	(n, γ)	⁹⁹ Mo	2.75 d	141
Ag	(n, γ)	¹¹⁰ Ag	252 d	658
Cd	(n, γ)	¹¹⁵ Cd	2.23 d	336
In	(n, γ)	^{116m} In	54m	417, 1097
Sn	(n, γ)	¹¹³ Sn	115 d	392
Sb	(n, γ)	¹²² Sb	2.8 d	564
		¹²⁴ Sb	60.2 d	603, 1691
Te	(n, γ, β)	¹³¹ I	8.04 d	365
I	(n, γ)	¹²⁸ I	25m	443
Cs	(n, γ)	¹³⁴ Cs	2.063 y	605, 796
Ba	(n, γ)	¹³¹ Ba	12.0 d	496
La	(n, γ)	¹⁴⁰ La	40.3 h	329, 487, 1597
Ce	(n, γ)	¹⁴¹ Ce	32.5 d	145
Pr	(n, γ)	¹⁴² Pr	19.2 h	1576
Nd	(n, γ)	¹⁴⁷ Nd	11.0 d	91.1
Sm	(n, γ)	¹⁵³ Sm	46.8 h	103
Eu	(n, γ)	¹⁵² Eu	13.1 y	1408
Tb	(n, γ)	¹⁶⁰ Tb	72 d	879, 966, 1178
Dy	(n, γ)	¹⁶⁵ Dy	2.33 h	95
Yb	(n, γ)	¹⁷⁵ Yb	101 h	396
Lu	(n, γ)	¹⁷⁷ Lu	6.71 d	208
Hf	(n, γ)	¹⁸³ Hf	42.4 d	482
Ta	(n, γ)	¹⁸² Ta	115.0 d	1221
W	(n, γ)	¹⁸⁷ W	23.9 h	686
Ir	(n, γ)	¹⁹² Ir	74.2 d	317
Au	(n, γ)	¹⁹⁸ Au	2.696 d	412
Hg	(n, γ)	²⁰³ Hg	46.6 d	279
Th	(n, γ, β)	²³³ Pa	27.0 d	312
U	(n, γ, β)	²³⁹ Np	2.35 d	106

表5-4 分析結果

(ppm)

元素名	K-47	K-48	K-49	K-107
	鉄滓 (ガラス質)	鉄滓 (ガラス質)	鉄滓 (白色・かたまり)	梵鐘鋳型 SS-10
Na	6600	6900	6900	9000
Mg	29000	16000	18000	35000
Al	34000	87000	22000	16000
Si	<450000	<590000	<340000	<320000
S	<140000	<210000	<95000	<84000
Cl	7600	<630	<380	<340
K	150000	19000	22000	12000
Ca	13000	42000	20000	11000
Sc	19	17	17	21
Ti	63000	40000	57000	54000
V	800	540	1200	1200
Cr	180	140	120	160
Mn	6000	3300	6000	7000
Fe	180000	160000	35000	60000
Co	28	31	5.0	24
Ni	67	<54	<36	100
Cu	<380	<500	<330	<320
Zn	<55	<51	<41	94
Ga	<73	<73	<56	<67
As	1.3	1.6	1.0	2.2
Se	<2.1	<2.0	<1.8	<2.0
Br	0.89	0.93	0.93	2.4
Rb	56	67	44	52
Sr	<300	490	1500	<220
Zr	<470	<440	310	<340
Mo	<1.3	<1.3	<0.97	<1.5
Ag	<2.7	<2.5	<1.7	<2.0
Cd	<6.1	<5.9	<4.4	<5.0
In	<1.2	<1.2	<0.88	<0.84
Sn	<150	<140	<99	<110
Sb	0.16	0.14	0.066	0.39
Te	<5.6	<4.4	<3.0	<3.5
I	<30	<31	<23	<23
Cs	<3.4	2.6	2.1	3.1
Ba	410	390	990	440
La	15	13	20	15
Ce	36	24	37	34
Pr	<11	<11	<9.7	<11
Nd	12	13	17	11
Sm	2.8	2.4	3.5	2.8
Eu	0.57	0.69	0.89	0.75
Tb	<0.44	0.47	0.66	0.33
Dy	<3.3	<6.6	<4.9	<5.0
Yb	1.3	1.1	1.6	1.6
Lu	0.25	0.24	0.28	0.29
Hf	3.8	3.8	4.3	5.2
Ta	0.81	0.43	0.85	0.74
W	2.4	<1.1	<0.86	1.3
Ir	<0.012	<0.011	<0.0080	<0.0090
Au	0.0066	0.030	0.0081	0.0089
Hg	<1.5	<1.4	<1.0	<1.1
Th	4.9	4.7	6.5	6.2
U	1.2	1.2	1.6	1.4

< : 検出限界以下の値

表6 銅系試料中のAgおよびAu濃度並びにAg/Au比

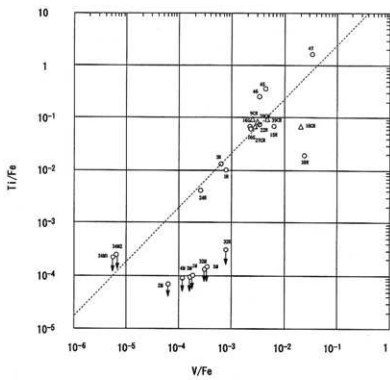
試料番号	Ag (ppm)	Au (ppm)	Ag/Au
7CM	2700	93	29
8CM	880	34	26
8CR	1900	66	29
10CM	880	7.4	119
10CR	21	0.41	51
28CM	1500	140	11
29CM	760	16	48
20CR	2000	36	56

表7 鉄系遺物および一部銅系遺物試料中のTi/V比

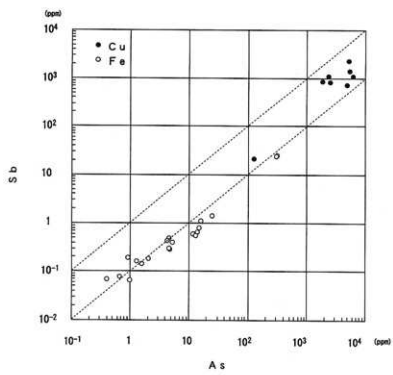
試料番号	V (ppm)	Ti (ppm)	Ti/V
1M	190	<100	<0.5
1R	230	2900	12.6
2M	63	<70	<1.1
3M	160	<90	<0.6
3R	160	3200	20.0
4M	120	<90	<0.8
5M	330	<140	<0.4
15R	380	4100	10.8
16B	190	4800	25.3
16G	200	5800	29.0
22R	300	6500	21.7
24R	130	2000	15.4
32M	310	<130	<0.4
32R	530	200	0.4
34M1	5.6	<220	<39.3
34M2	6.5	<250	<38.5
38R	6400	4900	0.8
45	800	63000	78.8
46	540	40000	74.1
47	1200	57000	47.5
9CR	210	5100	24.3
18CR	1100	4100	3.7
27CR	220	5400	24.5
39CM	190	4900	25.8
39CR	210	6100	29.0

表8 鉄滓および銅滓のBa/La比、La/Sm比、La/Ce比

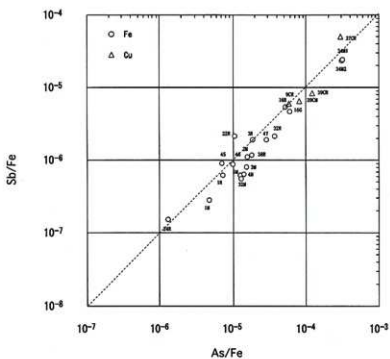
試料番号	Ba/La	La/Sm	La/Ce
1R	15	5.3	0.47
3R	23	5.0	0.47
15R	28	5.8	0.52
16B	25	4.8	0.45
16G	23	5.7	0.49
22R	29	4.5	0.35
24R	33	5.1	0.94
38R	30	5.2	0.37
45	27	5.4	0.42
46	30	5.4	0.54
47	50	5.7	0.54
9CR	25	5.6	0.52
10CR	24	5.8	0.51
18CR	43	6.8	0.82
27CR	28	5.7	0.49
39CM	23	5.4	0.42
39CR	23	5.6	0.37



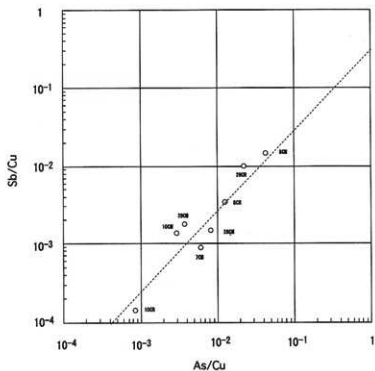
第1図 鉄系遺物と銅系遺物の V/Fe と Ti/Fe の相関図



第2図 鉄系遺物と銅系遺物中の As と Sb 濃度



第3図 鉄系遺物の As/Fe と Sb/Fe の相関図



第4図 銅系遺物の As/Cu と Sb/Cu の相関図

埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書 第146集

金井遺跡B区

住宅・都市整備公団板戸入西地区土地区画整理事業関係

埋蔵文化財発掘調査報告

—IX—

(第3分冊)

平成6年10月20日 印刷

平成6年10月31日 発行

発行 財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団

〒369-01 大里郡大里村大字箕輪字船木884

TEL (0493) 39-3955

印刷

望月印刷株式会社