肉眼観察:現存長さ6.3cm,幅1.4cm,厚み0.4cmの刀子の柄である。銅板は0.1mm前後であり、 緑青をふく表面状況であった。

② 顕微鏡組織: Photo.11の⑥に硬度測定の圧痕と兼用で示す。軟質で研摩の条痕と共に微小褐色 楕円状斑点模様が認められた。

③ ビッカーズ断面硬度:硬度値は73.3Hvと軟質で純銅の値であった。Table.3参照。

④ CMA調査: Photo.52に銅素地の特性X線像と定量分析値を示す。SE(2次電子像)にみられる微小茶褐色楕円斑点模様を入れて分析を行なった。斑点模様から酸素(O)が検出されて一種の銹と判定されて、銅素地は99.7% Cuの定量値が得られた。軟質の純銅が用いられていた。

(26) GOM-26:銅器(かねこ)

(27) GOM-27:銅器(かねこ)

非破壊でCMA調査を計画したが器高2.4cmのため,装置の中に納まらなくて中止せざるを得なかった。

(28) GOM-28:鉄器(脚,まだら鋳鉄)

① 肉眼観察:全長5.1cmの香炉か容器の脚である。関東方面では古代に獣脚が検出されているが、 該品はそういった細かい細工はなく丸味をもたせた省略型である。脚の基部側に赤色塗彩跡が認めら れた。

② 顕微鏡組織: Photo.15の①~③に示す。①は片状黒鉛と鉄中の非金属介在物で微小な淡黄色の 硫化鉄(FeS)を示す。当介在物をもつ鉄は銑鉄であって高炭素系である。②はピクラル腐食(Etching) で現われた組織である。左側に白鋳鉄組織の板状セメンタイトと、蜂の巣状のレデプライトがあって、 これに隣接して素地はパーライトに片状黒鉛が析出する。白鋳鉄のセメンタイトの一部が黒鉛化した 鋳鉄をまだら鋳鉄と呼称する。

③ ビッカーズ断面硬度: Photo.15の③の左側に白鋳鉄部分のセメンタイト,右側は片状黒鉛(ばら状)の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は前者で766Hv,後者で121Hvであった。硬質セメンタイトの軟化を黒鉛が果す。

④ CMA調査: Photo.53に鉄中非金属介在物の微小黄色結晶の特性X線像と定量分析値を示す。 SE(2次電子像)にみられる介在物の4と番号を付けた箇所の組成は、56.5% Fe-39.8% S主体の硫 化鉄(FeS)であって、これに2.2% Ti-0.5% Cu-1.1% Mn を固溶する。チタン(Ti)を含んでい るので砂鉄を始発原料とするのか含銅磁鉄鉱を原料とするのか判別の難しい結果となっている。後述 する化学組成の銅(Cu)が0.13%と高値から後者の可能性に軍配をあげておく。なお、硫化鉄(FeS) の周辺には燐(P)の存在が特性X線像から読みとれて、Fe-Fe₃C-Fe₃Pの3元系共晶のステダイト

(Steadite)を形成すると推定される。また、片状黒鉛にも白色輝点が炭素(C)に集中しており、この特性X線像から黒鉛の析出が実証される。

⑤ 化学組成:Table.2-1に示す。チタン(Ti)0.02%,バナジウム(V)0.025%と砂鉄特有成 分を含有しつつも、銅(Cu)を0.13%高値に含み、マンガン(Mn)0.07%、燐(P)を0.26%を有す るのは解釈が難しい。砂鉄系始発原料も無視できないが、やはり0.13% Cuを重要視すると含銅磁鉄鉱 を製鉄原料に当てるべきであろう。

(29) GOM-29:鉄器(鎚?)

① 肉眼観察:現存長さ10.2cm,幅2.3cm,厚み1.2cmを測る。長軸方向中間部に柄穴らしきものあるも、今一確定しきれぬ点もある。

② マクロ組織: Photo.30-1の⑤に示す。全体に侵蝕が激しく均等な状態ではない。ただし,該 品も折返し曲げの鍛接線に沿って腐食が進行した形跡がある。母材は極低炭素鋼で,右端は高炭域を もち,浸炭処理の痕跡と読みとれた。

③ 顕微鏡組織: Photo.15の④~⑧に示す。④は鉄中の非金属介在物である。組成は暗黒色ガラス 質スラグに取り囲まれて淡茶褐色多角形のウルボスピネルが存在する。鉄素材の始発原料は塩基性砂 鉄である。

次に⑤はマクロ組織の右端の浸炭処理を施した箇所のパーライト組織である。最表層は銹化消滅し, 浸炭拡散層が残存していた。⑥⑦⑧は、漸次内側へ移行したところの組織であって炭素量は減少して ゆく。母材は純鉄となったフェライトであって,該品が鎚であれば,表層は浸炭で材質強化され,内 部は柔軟性をもつ極低炭素鋼なので,使用中には割れや欠けなどの欠損はなく,物を叩く道具として 充分に機能する造りといえる。

④ 化学組成:Table.2-1に示す。砂鉄特有成分のチタン(Ti)0.1%,バナジウム(V)0.001 %を含み,銅(Cu)は0.02%と低く,マンガン(Mn)0.20%,燐(P)0.08%などの含有は砂鉄系の 鉄素材の傾向を顕著に表す成分系であった。

(30) GOM-30: 真鍮(火箸?)

① 肉眼観察:現存長さ11.5cm, 径2mm前後で楕円形を呈する細棒状の器物である。火箸に仮定すると,短くて細く使用し難い傾向をもつ。

② 顕微鏡組織: Photo.16の①に硬度圧痕と兼用で示す。研摩後の断面光沢は黄色気味で、微小異物を点在させる。

③ ビッカース断面硬度:硬質で211Hvであった。前述した飾り金具の真鍮(GOM-16)は77.5Hv と軟質であったのに対し,該品は硬質である。硬度圧痕は四角形がいびつであって,母材に加工歪の 残留が予測される。

④ CMA調査: Photo.54に母金中に微小異物の特性X線像と定量分析結果を示す。SE(2次電子像)に6と番号を付けた箇所は、61.3%Zn-7%Cu-33.6%Sであって、GOM-16の結果に準ずるものであった。該品は母材側の定量値がないが、GOM-16とほぼ同じで7:3 真鍮と想定される。

(31) GOM-31:鉄器(釘状)

① 肉眼観察:残存長さ3.0cmで基部側に銹化物を付着した釘状鉄器である。ただし、釘状にしては 細身で断面は丸であって、何かの留金であろう。

② 顕微鏡組織: Photo.16の②~④に示す。②は鉄中非金属介在物である。形状は茶褐色微小の酸 化物であって、組成は酸化鉄(FeO)の可能性をもつ。③はピクラル腐食(Etching)で現れた組織で ソルバイト(Sorbite)である。該品は850℃前後で水焼入れをし、更に600℃前後で焼もどしを加えた 組織と推定される。ソルバイトはフェライトと微細セメンタイトの混合物で、靭性に富んだ材質とな る。

③ ビッカース断面硬度: Photo.16の④に硬度測定の圧痕を示す。硬度値は265Hv であった。ソル

バイト組織は,パーライトに較べると高い強度と硬さをもっていて材質は優れたものになる。用途も 一般的な釘ではなくて刀の目釘ではないかと考えられる。

(32) GOM-32:鉄棒片(まだら鋳鉄)

① 肉眼観察:断面は1.2cmの円形で,現存長さ1.8cmの円柱状破片である。全体に銹化が激しく表 層部は銹化しており,芯部の検鏡となった。

② 顕微鏡組織: Photo.16の⑤~⑦に示す。⑤は鉄中の非金属介在物である。黄色の微小介在物で 硫化鉄(FeS)であろう。また、この介在物の周辺にはステダイト(Steadite: Fe-Fe₃C-Fe₃P)が 存在する。銑鉄にみられる介在物である。次に⑥はピクラル腐食(Etching)で現れた過共晶組成の銑 鉄組織である。基地の白い部分はセメンタイト、蜂の巣状はセメンタイトとパーライトの共晶のレデ プライト、これらにばら状黒鉛が析出する。

③ ビッカース断面硬度: Photo.16の⑦の左側はセメンタイト,右側はばら状黒鉛の硬度測定の圧 痕を示す。前者は746Hv,後者は124Hv であった。難くて脆いセメンタイトの欠点を軟質黒鉛は緩和 する。

(33) GOM-33:鉄器(つる)

① 肉眼観察:直径3mmの線引き状加工のつるである。両端は叩き伸びして固定孔が穿ってある。 供試材はこの固定孔より採取した。

② 顕微鏡組織: Photo.17の①~③に示す。①は鉄中の非金属介在物である。微小楕円形の硫化マ ンガン(MnS)系が散在する。②はピクラル腐食(Etching)で現われた不定形のセメンタイトで亜共 析鋼(C:0.77%以下)クラスの素材を加工後750℃前後の温度で加熱後炉冷といった焼きなましが行 われている。焼きなましの保定時間や炉冷は十分ではないが,歪とりの効果と材質改善のセメンタイ ト遊離散在は十分に当初の目的を果たしている。鍛冶加工者は熱処理技術に堪能であったと推定され る。

③ ビッカース断面硬度: Photo.17の③にフェライト結晶粒に硬度測定の圧痕をつけた組織を示す。 硬度値は233Hv であった。フェライト結晶粒は細粒でセメンタイトの分散析出であって強度を適度に 備えた材質となっている。

④ CMA調査: Photo.55に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。介在物はSE(2次電子像)に示した紡垂状の形状で、3と番号を付けたものは、32.9% Mn-39.7% Sの硫化マンガン (MnS) 主体となり、これに26.1% Fe を固溶する。チタン (Ti)の検出はなく、銅 (Cu) を0.16% 含むところは始発原料は鉱石系となろうか。

更に視野を変えて酸化鉄共伴の介在物の調査を行った。その結果を Photo.56に示す。ここでは白色 粒状結晶(4の番号箇所)からは71.4% Fe-25.2% Mn-6.7% Sと共に, 5の番号の介在物からは, 40.4% Mn-26.4% S-33.9% Fe が確認された。こちらも硫化マンガン(MnS) 系となろう。

(34) GOM-34:鉄器(釘状)

① 肉眼観察:全長4.8cmで両先端が尖る「あい釘」であろう。片端先端には木質を付着する。木質のない先端部を供試材とした。

② 顕微鏡組織: Photo.17の④~⑧に示す。④は鉄中非金属介在物で珪酸塩系ガラス質スラグを主

成分とする。⑤~⑦はピクラル腐食(Etching)で現われた過熱組織(Over heated Structure)であ る。組織はフェライトとパーライトで、フェライトは白く、パーライトは黒く現れ、針状のフェライ トはウイッドマンステッテン組織を呈している。

鉄器加工品を焼きなまし、焼ならし、焼入れなどの熱処理をする際、必要以上の高温に加熱すると、 オーステナイト結晶粒が温度と共に成長し、著しく粗大化し、過熱組織でウイッドマンステッテン組 織を呈してくる。該品の炭素量は0.5%前後であろう。これはフェライトが母体オーステナイトの正八 面体の結晶面(111)に析出したためである。オーステナイト結晶粒の成長は、加熱温度が上昇するに つれて著しくなるが、一定温度に保持した場合は、約2時間程度で結晶粒は均等化される。該品は短 時間の保持であったろう、結晶粒不均一である。熱間加工の仕上がりも高目であったと推定される。

③ ビッカース断面硬度: Photo.17の⑧にパーライト析出部の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は202 Hv であった。組織に見合った値であった。

④ CMA調査: Photo.57に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。SE(2次電子像)の1と2の番号を付けたものの定量値は、ほぼ近似した組成であって64% SiO₂−13% Al₂O₃−4.6% CaO−1.4% MgO−5.1% K₂O−1.3% Na₂O の珪酸塩系となる。これには4.6%の TiO₂を固溶するので、鉄素材の始発原料は砂鉄系が想定される。

(35) GOM-35:鉄器(針金状)

① 肉眼観察: 直径 2 mm前後の針金状の鉄線である。長いものは曲がってはおるが20cm, 短いものは4.5cmの5本がある。これは全部検鏡したが,組織は同じであってかつ紙面の都合もあるので最長試料を代表させた。これらも線引きの製作であろう。

② 顕微鏡組織: Photo.18の①~③に示す。④は鉄中の非金属介在物である。介在物の形状は GOM-33のつるでみた微小紡垂形の硫化マンガン(MnS)系に近似する。また,金属組織はパーライトを析 出した微細フェライト結晶粒をもつもので,こちらは焼なましの冷却速度が早いと想定できる。パー ライトの析出量から炭素量は0.1%前後と推定される。

③ ビッカース断面硬度: Photo.18の③に硬度測定の圧痕を示す。硬度値は150Hv であった。微細 フェライト結晶粒とパーライトの析出量を勘案すると、これに対応した値と考えられる。

(36) GOM-36:鉄器(釘状)

① 肉眼観察:現存の長さ6.4cmで0.6cm方形の頭部に曲げのない「切り釘」の可能性をもつ。

② 顕微鏡組織: Photo.18の④~⑦に示す。④は鉄中の非金属介在物で、鉄表面に生じた鉄肌の酸 化鉄(ヴスタイト: FeO)である。該品も浸炭処理による材質強化がとられていて、浸炭部は過熱組織 のウイッドマンステテン組織気味であった。

③ ビッカース断面硬度:Photo.18の⑥は母材の極低炭素域,⑦は浸炭パーライト域の硬度測定の 圧痕を示す。硬度値は前者が132Hv,後者は196Hvであった。極低炭素鋼域のフェライトは若干高め 傾向にあるのは,加工歪の残留からであろうか。

(37) GOM-37:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:淡灰緑色を呈し、気泡と木炭痕を残した軟質鉄滓の破片である。

② 顕微鏡組織:Photo.19の①に示す。鉱物組織は白色粒状結晶のヴスタイト(Wustite:FeO)と、

淡灰色木ずれ状のファイヤライト(Fayalite: 2FeO·SiO₂),基地の暗黒色ガラス質スラグの珪酸塩な どから構成される。鉄器制作時の排出滓鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ ビッカース断面硬度: Photo.19の①に淡灰色木ずれ状結晶と白色粒状結晶の硬度測定の圧痕を 示す。硬度値は前者で606Hv,後者は421Hvであった。ファイヤライトの文献硬度値は600~700Hv, ヴスタイトは450~500Hvの範囲に収まっている^④。両者は顕微鏡観察で同定したものと相違ないこと を示している。

 ④ CMA調査: Photo.58にヴスタイト、ファイヤライト、暗黒色ガラス質スラグなどの特性X線 像を示す。ヴスタイトには鉄(Fe)と極く微量のチタン(Ti)に白色輝点が集中し、ファイヤライト (2FeO・SiO₂)には鉄(Fe)と珪素(Si)に白色輝点が、また、暗黒色ガラス質スラグにはガラス成 分(Si, Al, Ca, Mg, K, Na)が検出された。なお、ガラス質成分のうち黒色粒状でメタル粒子を 内蔵するものは、Si-Al-K系ガラスであった。鉱物相は Microcline (KAlSi₃O₈) あたりが同定され る。

⑤ 化学組成: Table. 2 - 2に示す。全鉄分(Total Fe)は53.45%,ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)は25.89%で、このうちの塩基性成分(CaO+MgO)が1.32%、二酸化チタン(TiO₂)0.27%、バナジウム(V)0.007%などは砂鉄系鉄素材の鍛錬鍛冶における排出滓とみられる。銅(Cu)の0.006%の低値も砂鉄系の傍証となる。

(38) GOM-38:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察: 鍛冶炉の炉底に堆積形成した二段重ねの椀形鍛冶滓である。上段が大きく下段は小 さい。色調は赤褐色で木炭痕と気泡を露出する。

② 顕微鏡組織: Photo.19の②に断面硬度測定の圧痕と兼用で示す。鉱物組成はヴスタイトの凝集 の晶出である。該品は鉄素材の折返し曲げ鍛接の高温加熱で酸化派生した鉄滓で鍛錬鍛冶の最終段階 のものである。

③ ビッカーズ断面硬度:硬度値は412Hv であった。文献硬度値の下限を僅かに割るがヴスタイト に同定される。

④ 化学組成: Table 2 - 2 に示す。鉄分が多くてガラス質は少ない。全鉄分 (Total Fe) は65.52 %に対して金属鉄 (Metallic Fe) が0.16%,酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 32.79%の割合である。銹化鉄を若 干含む。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO) は8.55%あって,このうちの塩基性成分 (CaO+ MgO) は0.86%と少なく,同じく二酸化チタン (TiO₂) 0.08%,バナジウム (V) 0.004%,酸化マ ンガン (MnO) など脈石成分系は低減する。銅 (Cu) は0.006%と少なく,これらの成分系は砂鉄系 鉄素材の鍛錬鍛冶滓に分類される。

(39) GOM-39:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

肉眼観察:表面は平坦で赤褐色を呈し薄く木炭痕と気泡を露出させた楕円形椀形滓完形品である。裏面は突起し肌は反応痕を有し、ざらつく。

② 顕微鏡組織: Photo.19の③に示す。鉱物成分は白色粒状ヴスタイトの凝集であって鍛錬鍛冶滓 に分類される。

③ 粉末X線回折:Fig.1に示す。検出された鉱物相はヴスタイト(Wüstite:FeO)91.8%, マグ ネタイト(Magnetite:Fe₃O₄)8.2%であった。顕微鏡組織で判定した鉱物相と矛盾するものではない。 ④ 化学組成:Table.2-2に示す。鉄分は68.10%と多く,ガラス質成分は7.7%と少なく前述 GOM-38鉄滓に近似するが,脈石成分はこちらが高めであって鍛冶原料の鉄素材の違いが読みとれた。 二酸化チタン(TiO₂)0.35%,バナジウム(V)0.020%,酸化マンガン(MnO)0.11%などである。 また銅(Cu)は0.004%少なくて砂鉄系を呈している。

(40) GOM-40:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈し、木炭痕を深く残す箇所と流動状滑らか肌の両面をもつ小型 椀形滓のほぼ完形品である。

② 顕微鏡組織: Photo.19の④に示す。鉱物組成はヴスタイトの凝集組成で鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table.2-2に示す。全鉄分は66.08%と多く,ガラス質成分は7.6%と少ない。二酸化チタン(TiO₂)0.19%,バナジウム(V)0.017%などは前述のGOM-39鉄滓に近似する。酸化マンガン(MnO)0.06%は低値となって銅(Cu)は0.004%であった。成分的にも砂鉄系鉄素材の鍛錬鍛冶滓に分類される。

(41) GOM-41:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈し,凹凸を有するが流動状肌をもつ椀形滓の一部欠損品である。 なお,表面に白色小石を付着する。裏面は木炭痕が強く残り肌は荒れる。

② 顕微鏡組織: Photo.19の⑤に示す。鉱物組成はヴスタイトか小型粒に変り、ファイヤライト (Fayalite: 2FeO・SiO₂)と暗黒色ガラス質スラグが多くなる。これは赤熱鉄材の酸化防止に粘土汁を 灌ぐ工程があった作業の証の組織と考えられる。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table. 2 - 2に示す。全鉄分 (Total Fe)は40.47%と減少して、逆にガラス質成分は41.07%と増え、このうち塩基性成分 (CaO+MgO)も6.21%と急増する。二酸化チタン (TiO₂)
 0.51%、バナジウム (V) 0.013%、酸化マンガン (MnO) 0.13%など脈石成分は若干高めとなる。銅 (Cu) 0.004%であって、該品も砂鉄系鉄素材と考えられる。

(42) GOM-42:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:赤褐色を呈し,表面は平坦で顆粒状肌をもつ椀形滓の完形品である。裏面は木炭痕 を多く残し,反応も強く肌は荒れ気味であった。

② 顕微鏡組織:Photo.20の①に示す。鉱物組成はヴスタイト凝集の鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。全鉄分は63.50%と多く,ガラス質成分は11.14%と少ない。 二酸化チタン(TiO₂)0.10%,バナジウム(V)0.003%,酸化マンガン(MnO)0.06%などは低め であって,最終工程の鍛錬鍛冶滓に分類される。また,銅(Cu)は0.001%と少なく,砂鉄系鉄素材と なる。

(43) GOM-43:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察: 灰黒色と赤褐色を半々にもつ椀形滓の破損品である。表面肌は凹凸激しく荒れて木 炭痕と気泡を露出する。破面は黒色多孔質で裏面は木炭痕多い。

② 顕微鏡組織: Photo.20の②に示す。小型ヴスタイトで、ファイヤライトと暗黒色ガラス質スラ

グの多い組織で,前述した GOM-41に準ずるものである。

③ 粉末X線回折: Fig. 2 に示す。検出鉱物相は、ヴスタイト(Wüstite: FeO) 73.3%、ファイヤ ライト(Fayalite: Fe₂SiO₄=2FeO·SiO₂) 26.7%であった。顕微鏡組織に準じた結果であった。

④ 化学組成: Table.2-2に示す。全鉄分(Total Fe)は35.56%と低減し、ガラス質成分は46.66%と多い。また、塩基性成分(CaO+MgO)は5.78%とこれも高い。二酸化チタン(TiO₂)0.60%、バナジウム(V)0.012%、酸化マンガン(MnO)0.18%など脈石成分も多く、鍛錬鍛冶も前期段階に属するものに想定できる。前述した GOM-41鉄滓に近似する成分系であった。

(44) GOM-44:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:色調は赤褐色を呈し,表面は平坦面に薄く木炭痕を残し,気泡を露出させ,僅かに 凹凸面をもつ中型椀形滓(368g)の完形品である。裏面は椀形突起をもち,気泡を多発する。

② 顕微鏡組織: Photo.20の③に示す。鉱物組成は白色粒状大粒ヴスタイトの晶出で、粒間に淡灰 色木ずれ状のファイヤライトと暗黒色ガラス質スラグが認められる。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。

③ 粉末X線回折: Fig.3に示す。鉱物相はヴスタイト(Wustite: FeO) 71.6%,マグネタイト(Magnetite: Fe₃O₄) 24.0%ファイヤライト(Fayalite: Fe₂SiO₄) 4.4%であった。顕微鏡組織と大差ない結果である。

 ④ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) は多く61.06%, ガラス質成分はやや増加 して16.14%と顕微鏡組織に対応し、二酸化チタン (TiO₂) 0.2%, バナジウム (V) 0.004%, 酸化マ ンガン (MnO) 0.04%は鍛錬鍛冶滓の末期的な成分系であった。銅 (Cu) 0.010%で砂鉄系鉄素材で ある。

(45) GOM-45:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈する小型椀形滓の一部欠損品である。表面は顆粒状肌に木炭痕 を多く残す。裏面は突起するものの薄手偏平で木炭痕があって反応痕の凹凸が激しい。

② 顕微鏡組織: Photo.20の④に示す。鉱物組成は大粒ヴスタイトの晶出で、その粒間をファイヤ ライトと暗黒色ガラス質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。成分構成は前述した GOM-46に近似する。全鉄分(Total Fe)
 61.61%, ガラス質成分14.37%, ただし、二酸化チタン(TiO₂) 0.70%, バナジウム(V) 0.11%,
 酸化マンガン(MnO) 0.24%など脈石成分はこちらが多い。銅(Cu) 0.001%は砂鉄系鉄素材の鍛錬
 鍛冶滓に分類される。

(46) GOM-46:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色をした中型椀形滓(224g)の完形品である。表面は平坦で木炭痕を 残すが気泡は少ない。裏面は突起部は流動状で他は粒状肌であった。

② 顕微鏡組織: Photo.20の⑤に示す。鉱物組成はヴスタイト凝集タイプで鍛錬鍛冶滓の晶癖に分類される。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。鉄分多く,ガラス質成分少なく脈石成分も低減した鍛錬鍛冶 終末期の鍛錬鍛冶滓に分類される。全鉄分(Total Fe)64.61%,ガラス質成分10.60%,二酸化チタ ン(TiO₂)0.13%,バナジウム(V)0.009%,酸化マンガン(MnO)0.06%,銅(Cu)0.006%であ った。

(47) GOM-47:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:平面が五角形を呈し,赤褐色の中型椀形鍛冶滓である。表面は平坦で木炭痕と端部 に気泡を露出する。裏面は椀形状の突起があって,これは凹凸肌に木炭痕を残す。

② 顕微鏡組織: Photo.21の①に示す。鉱物組成はヴスタイトの凝集タイプで、鍛錬鍛冶滓に分類 される。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。成分的には前述 GOM-46に準ずるものであった。鉄分66.71
 %,ガラス質成分8.9%,二酸化チタン(TiO₂)0.19%,バナジウム(V)0.025%,酸化マンガン(MnO)
 0.08%となる。

(48) GOM-48:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:深く木炭痕を刻み込み,気泡を点在させた滑らか肌の表面をもつ椀形滓の一部欠損 品である。裏面は気泡を露出し反応痕を強く残す。色調は表裏共に赤褐色であった。

② 顕微鏡組織: Photo.21の②に示す。鉱物組成はヴスタイトの大粒晶出で、その粒間をファイヤ ライトと暗黒色ガラス質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 57.50%と若干低降気味で、ガラス質成分は17.14%、二酸化チタン (TiO₂) 0.69%、バナジウム (V) 0.031%、酸化マンガン (MnO) 0.29%
 で鍛錬鍛冶滓に分類される。銅 (Cu) 0.001%は砂鉄系始発原料である。

(49) GOM-49:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:灰黒色を呈する超ミニサイズの椀形滓(50g)である。表面は中央部が窪み,木炭部 と気泡の露出で肌はザラつく。裏面の突起は少なく木炭痕と反応痕で荒れる。

② 顕微鏡組織:Photo.21の③に示す。鉱物組成は大粒の白色粒状ヴスタイトと少量のファイヤライト,暗黒色ガラス質スラグから構成される。鍛錬鍛冶滓の晶癖であった。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。前述した GOM-46, 47 に準じた成分系であった。

(50) GOM-50:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:二段重ねの中型椀形滓(462g)である。表裏共に赤褐色を呈し,肌の大きな荒れはなく,顆粒状の起伏を有し,木炭痕を残す。

② 顕微鏡組織: Photo.21の④に示す。鉱物組成は中粒ヴスタイトの散在で、その粒間をファイヤ ライトと暗黒色ガラス質スラグが埋める。前述した GOM-41,43に準ずる組織で赤熱鉄材に粘土汁を 灌いだ作業過程の排出滓である。これも鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table.2-2に示す。全鉄分 (Total Fe) 46.50%と若干低下してガラス質成分が31%, このうちの塩基性成分 (CaO+MgO) は3.88%と高めである。二酸化チタン (TiO₂) 0.57%, バ ナジウム (V) 0.040%など砂鉄特有成分の濃度は高まる。酸化マンガン (MnO) 0.12%など脈石成分 は高め傾向であって, 鍛錬鍛冶の前半作業での排出滓である。

(51) GOM-51:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:椀形滓側面から突起部を付けた異形滓である。表面は平坦であるが木炭痕を多数残 す。裏面は黄土色粘土を付着し、木炭痕と反応痕が認められた。色調は表裏共に赤褐色を呈している。 中型サイズの166g。

② 顕微鏡組織:Photo.22の①~③に示す。鉄滓の主なる鉱物組成は①に示すヴスタイトの凝集組織であるが、表層側には銹化鉄の中に赤熱鉄材に鍛打を加えたときに表面酸化膜が剝落・飛散する。 これを鍛造剝片と呼称する。②に厚さ3 $^{(\mu)}\mu$ 、長さ0.2mmの鍛造剝片を示す。鉱物組成はヴスタイトの凝集であって、この鍛造剝片も、鍛錬鍛冶の最終仕上げ段階を表すものである^⑤。③は椀形炉の底部に 当たる箇所の組織でファイヤライト主体に少量の白色粒が樹状晶となったヴスタイト、暗黒色ガラス 質スラグ、一部に Microcline:KAlSi₃O₈を含む。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。全鉄分(Total Fe) 55.47%に対して金属鉄(Metallic Fe)
 0.06%,酸化第1鉄(FeO) 41.36%,銹化鉄を含んでいて酸化第2鉄(Fe₂O₃)は33.26%と若干多い。
 ガラス質成分は18.78%,このうちに塩基性成分(CaO+MgO)は少なくて0.67%を含む。脈石成分は
 低減して二酸化チタン(TiO₂) 0.08%,バナジウム(V) 0.001%,酸化マンガン(MnO) 0.07%であった。銅(Cu) 0.004%から鉄素材の始発原料は砂鉄系の鍛錬鍛冶滓の最終工程の排出滓に推定される。

(52) GOM-52:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈する小型椀形滓(138g)の完形品である。表面は僅かの凹凸あるも比較的滑らか肌で木炭痕と気泡を露出する。裏面は赤色粘土が薄く覆って木炭痕を残す。

② 顕微鏡組織: Photo.21の⑤に示す。鉱物組成は白色粒状のヴスタイトと、その粒間に淡灰色盤 状結晶のファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。断面硬 度圧痕と兼用とした。

③ ビッカース断面硬度:ヴスタイトの硬度測定値は426Hv であった。この白色粒状結晶は文献硬 度値を僅かに下まわるがヴスタイトと同定される。

④ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。前述してきた GOM-40, 42, 44, 46, 47, 49, などに近似し た成分系で, 鉄分が多くガラス質成分は少ない。また脈石成分は梅原胡摩堂遺跡内出土鉄滓の中で中 間的なグループに属する。すなわち,全鉄分 (Total Fe) 62.41%,ガラス質成分15.21%,二酸化チ タン (TiO₂) 0.16%,バナジウム (V) 0.007%,酸化マンガン (MnO) 0.06%であった。銅 (Cu) は0.002%と低値である。

(53) GOM-53:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈した中型椀形滓(168g)の完形品である。表面は粗鬆肌で木炭 痕を深く、気泡を多発するが端縁部は滑らか流動状の肌である。裏面は中央部が突起して、これに多 くの木炭痕を残した顆粒状肌である。

② 顕微鏡組織: Photo.22の④に示す。鉱物組成はヴスタイトとその粒内に微小析出物のヘーシナ イト(Hercynite: FeO・Al₂O₃)が認められ、ファイヤライト、基地の暗黒色ガラス質スラグなどによ って構成される。鉄滓の生成温度が上昇しているが、鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 粉末X線回折: Fig. 4 に示す。検出された鉱物相は、ファイヤライト(Fayalite: Fe₂SiO₄)が 66.8%に対してヴスタイト(Wüstite: FeO)が33.2%の割合であった。ヴスタイトの量が低めに表れ

たのは試料内の偏析であろうか。

④ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。前述した GOM-51鉄滓の成分系に近似する。全鉄分(Total Fe) 52.33%, ガラス質成分21.96%, 二酸化チタン(TiO₂) 0.08%, バナジウム(V) 0.002%, 酸化 マンガン (MnO) 0.07%など脈石成分も低めであって鍛錬鍛冶も最終段階の排出物である。

(54) GOM-54:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈し,深く木炭痕を残し,凹凸の激しい小型椀形滓(106g)である。裏面は白色大粒の焼石付着し,銹ぶくれを有する。

② 顕微鏡組織:Photo.22の⑤~⑦を示す。⑤は銹化鉄(Goethite: α -FeO·OH)に付着した鍛造剝片である。厚み60 μ ,長さ0.26mmで鉱物組成はヴスタイトの凝集組織で最終仕上げの工程を表す鋳造剝片であった。⑥⑦はヴスタイトの組織であって、鍛錬鍛冶涬の晶癖である。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 56.55%, ガラス質成分18.65% であるが, 塩基性成分 (CaO+MgO) を2.25%含む。また,二酸化チタン (TiO₂) 0.22%, バナジウム (V) 0.007 %,酸化マンガン (MnO) 0.17% など脈石成分はやや多い。鍛錬鍛冶滓に分類される。

(5) GOM-55:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:平面が菱形に近い形状で表面は木炭痕を深く残すが肌は溶融度の大きい小型椀形滓 (80g)である。裏面は偏平で突起性はなく、木炭痕を多く有し、表裏ともに褐色粘土を付着する。

② 顕微鏡組織: Photo.23の①を示す。鉱物組成はヴスタイトとファイヤライト,基地の暗黒色ガ ラス質スラグから構成される。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。全鉄分(Total Fe) 51.98%,ガラス質成分28.66%,二酸化
 チタン(TiO₂) 0.24%,バナジウム(V) 0.008%,酸化マンガン(MnO) 0.07%と少ない。鍛錬鍛
 冶も中間的成分系であった。

(56) GOM-56:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に赤褐色を呈する大型椀形滓(352g)の2/3の欠損品である。表面は大きな凹 凸はなく浅く木炭痕と鉄銹顆粒状肌を残す。裏面は椀形状に反応痕と黒銹部が認められた。

2 顕微鏡組織: Photo.23の②に示す。鉱物組成はヴスタイトが分散晶出し、粒間にファイヤライト、暗黒色ガラス質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。前述した GOM-55鉄滓に近似した成分系である。ただし,酸 化マンガン (MnO)のみは0.20%と多い。

(57) GOM-57:まだら(斑) 鋳鉄

① 肉眼観察:肉厚5mm前後で2cm前後に割れた鉄片である。表裏ともに黒褐色を呈し、表面に無数の亀裂を走らせる。破面は縦筋が入り緻密質であった。強磁性。

② 顕微鏡組織: Photo.23の③~⑦に示す。白鋳鉄のセメンタ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。該品は急冷して得られたまだら鋳鉄で黒鉛は球状または塊 状を呈している。③は研摩のままで、人工的腐食(Etching)を行う前の組織である。白色部は金属鉄 の残存部、白色板状結晶の初晶セメンタイトと地のセメンタイトとオーステナイト(常温ではパーラ イト)の共晶のレデプライト部の白鋳鉄組織は錆化の自然腐食を受けて現れたものである。④⑤は残 留金属部分を人工的にピクラル腐食(Etching)で現した組織である。

③ ビッカース断面硬度:Photo.23の⑥は塊状黒鉛箇所,⑦はレデプライト箇所の硬度測定圧痕で ある。硬度値は前者で134Hv,後者は557Hvを示す。この2者の値は,それぞれの組織を表すもので ある。

 ④ 化学組成:銹化鉄を含むので鉄中の炭素(C)量は絶対値としての信頼度は低いが5.96%あり, 過共晶組成(C:4.23%以上)のまだら鋳鉄といえる。この場合の全鉄分(Total Fe)は68.94%あっ て、金属鉄(Metallic Fe)42.67%、酸化第1鉄(FeO)9.35%、銹化鉄の酸化第2鉄(Fe₂O₃)を27.17 %含む。二酸化珪素(SiO₂)は2.59%、有害元素の硫黄(S)0.02%は低く、五酸化燐(P₂O₅)0.52 %も左程高いものではない。二酸化チタン(TiO₂)0.04%、バナジウム(V)0.005%、酸化マンガン (MnO)0.03%など隨伴微量元素は純度のよい鋳鉄であった。銅(Cu)0.005%などからみて、砂鉄 系の始発原料だったと想定される。

(58) GOM-58:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察: 偏平状小型椀形滓(45g)の一部欠損品である。表面は比較的に荒れはなく, 滑らか 肌で浅く木炭痕を残す。裏面は木炭痕が深く, また反応痕を留める。

② 顕微鏡組織: Photo.24の①~③に示す。①は表層銹化鉄中に抱き込まれた鍛造剝片である。ヴ スタイト凝集型で、これも最終工程での派生品である。②はヴスタイトの大小結晶粒が混在し、③は 小粒組織である。小型椀形滓で冷却速度が早く、十分にヴスタイトが成長していない。これも鍛錬鍛 冶滓の晶癖である。

③ 化学組成: Table. 2 - 2に示す。全鉄分(Total Fe)は若干低めの49.05%、ガラス質成分は30.22%で、このうちの塩基性成分(CaO+MgO)が3.0%と多い。また、二酸化チタン(TiO₂)0.43%、バナジウム(V)0.024%、酸化マンガン(MnO)0.22%など脈石成分はやや多めであって、鍛錬鍛冶も中間段階での排出滓となってくる。銅(Cu)0.001%と少なく砂鉄系に分類される。

(59) GOM-59:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:色調は灰黒色を呈する中型椀形滓(316g)の定形品である。表面は中窪みで肌に荒れはなく、浅く木炭痕を残す。裏面は木炭痕と炉底粘土との反応痕が顕著で弯曲面を形成する。

② 顕微鏡組織: Photo.24の④に示す。鉱物組成はヴスタイトとファイヤライト,基地の暗黒色ガ ラス質スラグから構成される。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。前述した GOM-48に近似した成分系である。全鉄分(Total Fe) 55.40%, ガラス質成分は23.27%であって,塩基性成分(CaO+MgO)を2.69%含む。二酸化チタン(TiO₂)0.59%,バナジウム(V)0.039%,酸化マンガン(MnO)0.14%など脈石成分はやや高めであった。

(60) GOM-60:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:黄褐色と灰黒色の混合した色調の小型椀形滓(130g)で一部欠損品。表面は平坦面 で木炭痕と気泡を多発する。裏面は小気泡を発し、木炭痕を残して鉄銹に覆われる。

② 顕微鏡組織: Photo.24の⑤に示す。鉱物組成はヴスタイトとファイヤライト,基地の暗黒色ガ

ラス質スラグなどから構成される。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成:Table.2-2に示す。全鉄分(Total Fe)62.10%,二酸化チタン(TiO₂)0.18%,酸化マンガン(MnO)0.06%などはグループ分けできて,GOM-40,42,44,46,47,49,52などと同系である。推定年代との特別な関係は認められない。

(61) GOM-61:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に黄褐色粘土に覆われた小型椀形滓(126g)の一部欠損品である。平面形は 隅丸方形で表裏に多くの木炭片を埋没させ、木炭痕と小気泡も多い。

② 顕微鏡組織: Photo.24の⑥に示す。多量のヴスタイトの凝集と、その僅かな粒間をファイヤラ イトと暗黒色ガラス質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓である。

③ 化学組成: Table. 2 - 2に示す。全鉄分(Total Fe)は56.38%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は0.07%、酸化第1鉄(FeO)36.97%、鉄銹を多く含み酸化第2鉄(Fe₂O₃)は39.42%の割合であった。ガラス質成分は少なくて12.61%、このうちの塩基性成分(CaO+MgO)も少なめの1.03%であった。二酸化チタン(TiO₂)0.27%、バナジウム(V)0.025%、酸化マンガン(MnO)0.15%などの成分系は鍛錬鍛冶滓に分類される。

(62) GOM-62:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:全面鉄銹と白色石粒を付着した表皮に覆われ、一部亀裂を走らせる。含鉄滓ともいえる外観であった。91gの小型椀形滓の一種であろう。

② 顕微鏡組織:Photo.25の①に示す。白色粒状ヴスタイトの凝集組織であった。鍛錬鍛冶滓に分類される。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。該品は鉄銹含みの鉄滓である。全鉄分 (Total Fe) は56.38%
 に対して,金属鉄 (Metallic Fe) は0.06%,酸化第1鉄 (FeO) 33.61%,酸化第2鉄 (Fe₂O₃) は43.17%の割合である。ガラス質成分14.71%,二酸化チタン (TiO₂) 0.15%,バナジウム (V) 0.008%,酸化マンガン (MnO) 0.04%など,脈石成分は低下して鉄分多く鍛錬鍛冶終末期の排出滓である。

(63) GOM-63:鉄塊(まだら鋳鉄)

① 肉眼観察:表裏共に鉄銹に覆われた鉄塊である。全面亀裂を走らせ、焼けた小石を付着する。 磁着度は弱く金属鉄の残存は望めない。86gの塊。

② 顕微鏡組織: Photo.25の②~④に示す。金属鉄の残留はなく,自然腐食で表れた過共晶組成の 白鋳鉄組織とばら状黒鉛の析出組織が認められた。

③ 化学組成: Table. 2 – 2 に示す。銹化鉄主体の成分系である。全鉄分 (Total Fe) は48.15%に 対して、金属鉄 (Metallic Fe) は残存せず0.09%、酸化第1鉄 (FeO) 6.14%、大部分は銹化鉄で、 酸化第2鉄 (Fe₂O₃) は61.89%であった。銹化鉄のための鉄中の炭素 (C) 量は不正確で2.02%と低 値を指す。またガラス質成分も土砂まじりの銹の影響が表れて多く16.21%であった。二酸化チタン(TiO₂) の0.17%、バナジウム (V) の0.015%なども土砂中の砂鉄の侵入かと考えられる。酸化マンガン (MnO) 0.04%、銅 (Cu) 0.003%などは始発原料は砂鉄が想定される。

(64) GOM-64:鉄塊(白鋳鉄)

① 肉眼観察:全面黄褐色土砂まじりの鉄銹に覆われた鉄塊である。全体に亀裂を走らせるが,黒 銹汁の発生がなく金属鉄は残存しない。118gの塊。

② 顕微鏡組織: Photo.25の⑤~⑦に示す。金属鉄の残留はなく自然腐食 (Etching) で表れた過共 晶組成の白鋳鉄組織であった。板状セメンタイト,パーライトとセメンタイトの共晶であるレデプラ イトなどが認められた。

③ 粉末X線回折:鉱物相の主体は銹化鉄のゲーサイト(Goethite: α -FeO・OH)60.6%, マグ ネタイト(Magnetite:Fe₃O₄)27.5%, コルツ(Quartz: α -SiO₂)11.9%などが同定された。鉄澤 の鉱物組成とは別物の鉱物相であった。

④ 化学組成:Table.2-2に示す。該品も前述 GOM-63に近似した銹化鉄としての成分系である。 全鉄分(Total Fe)は45.63%に対して、金属鉄(Metallic Fe)が0.12%、酸化第1鉄(FeO)2.85 %、大部分は銹化鉄で、酸化第2鉄(Fe₂O₃)は61.90%であった。炭素(C)量は1.42%となって銹 化鉄の不正確な値しか示していない。本来ならば4.3%以上を有する筈である。土砂混りでガラス質成 分が大きくて18.68%、二酸化チタン(TiO₂)0.22%、バナジウム(V)0.009%なども土砂混入砂鉄 の影響が表われている。酸化マンガン(MnO)0.09%、銅(Cu)0.001%などは製鉄原料が砂鉄であ ることを指していた。

(65) GOM-65:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:基地は黄褐色を呈する小型椀形滓(128g)である。表裏共に黄褐色粘土を薄く覆る。 肌の荒れは少なく木炭痕と気泡を露出する。

② 顕微鏡組織: Photo.26の①に示す。大粒のヴスタイトと粒間をファイヤライトと暗黒色ガラス 質スラグが埋める。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。

③ 粉末X線回折:Fig.6に示す。鉱物相はヴスタイト(Wüstite:FeO)87.9%, コルツ(Quartz: α^{7h7r} α -SiO₂)8.2%, Pyrite (FeS₂)3.9%などで構成される。顕微鏡観察と大差ない鉱物相であった。

④ 化学組成: Table.2-2に示す。全鉄分(Total Fe)は59.38%,ガラス質成分が16.67%,二
 酸化チタン(TiO₂)の0.23%,バナジウム(V)の0.006%,酸化マンガン(MnO)0.12%などの構成は鍛錬鍛冶滓に分類される。

(66) GOM-66:鉄滓 (鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表裏共に濃赤褐色を呈し、側面側は滑らか肌で、中央は顆粒状の小型椀形滓(47g)の一部欠損品である。裏面は粘土との反応痕から凹凸を有する。

② 顕微鏡組織: Photo.26の②に示す。鉱物組成は大量のヴスタイトが凝集組織で晶出する。鍛錬 鍛冶滓の最終末期の排出滓である。

③ 粉末X線回折: Fig. 7 に示す。検出された鉱物相は、ヴスタイト(Wustite: FeO) 63.5%、マ グネタイト(Magnetite: Fe₃O₄) 35.9%、ファイヤライト(Fayalite: Fe₂SiO₄) 0.6%などから構成 される。顕微鏡下でのマグネタイト(多角状結晶)の存在はなかった。粒状結晶中にマグネタイトが あるとすれば、ピクラル腐食(Etching)での確認が必要となる。

④ 化学組成:Table.2-2に示す。鉄分が当遺跡では最高に多くて,脈石成分は最低に低い成分 系であって,鍛錬鍛冶滓の最終末期の排出滓に位置付けられる。すなわち,全鉄分(Total Fe)は69.39 %,ガラス質成分が5.61%,このうちの塩基性成分(CaO+MgO)が0.48%,二酸化チタン(TiO₂) の0.06%, バナジウム(V)の0.008%, 酸化マンガン(MnO)0.05%, 銅(Cu)0.002%であった。

(67) GOM-67:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表面は赤褐色を呈し、端面側で小気泡を多発するが、大半は木炭痕を浅く残し比較 的滑らか肌の小型椀形滓(114g)である。裏面は白色石粒を含む黄色粘土を全面に付着する。

② 顕微鏡組織: Photo.26の③に示す。鉱物組成はやや小型粒状ヴスタイトを散在させて、ファイ ヤライトと暗黒色ガラス質スラグを晶出させる。これも鍛錬鍛冶滓の中間工程の排出滓であろう。

③ 粉末X線回折: Fig. 8 に示す。鉱物相は、ヴスタイト(Wüstite: FeO) 74.0%、ファイヤライト(Fayalite: Fe₂SiO₄) 15.4%、ゲーサイト(Goethite: a^{7h27} FeO·OH) 10.7%であった。顕微鏡組織に対応した鉱物相である。

④ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分(Total Fe)は56.52%,ガラス質成分が20.90%,塩
 基性成分(CaO+MgO) 2.84%,二酸化チタン(TiO₂)の0.26%,バナジウム(V)の0.010%,酸
 化マンガン(MnO) 0.09%,銅(Cu) 0.002%であった。鍛錬鍛冶滓の成分系であろう。

(68) GOM-68:鉄滓(鍛錬鍛冶滓)

① 肉眼観察:表面は濃赤褐色を呈し、平坦面をもち、中央部に鉄銹を発生させる中型椀形滓(176g)の完形品である。木炭痕も認められる。裏面は灰黒色を呈し、木炭痕と反応痕の凹凸を有する。

② 顕微鏡組織: Photo.26の④に示す。鉱物組成は粒状ヴスタイトとファイヤライト基地の暗黒色 ガラス質スラグなどから構成される。鍛錬鍛冶滓に分類される。

 ③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分(Total Fe)は59.87%,ガラス質成分15.77%,二酸 化チタン(TiO₂)0.16%,バナジウム(V)0.004%,酸化マンガン(MnO)0.08%,銅(Cu)0.003
 %であった。鍛錬鍛冶滓の成分系であった。

(69) GOM-69:鉄滓(ガラス質滓)

① 肉眼観察:灰黒色を呈し,滑らか肌の鉄分をほとんど含まぬガラス質滓である。破砕された小 片4点が供試材となる。

② 顕微鏡組織: Photo.26の⑤に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に金属鉄粒が点在する。赤熱鉄材の酸化防止に粘土汁を塗布したものの溶融物である。

③ 化学組成: Table. 2 - 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) は10.66%と低く、その大部分はガラス質 成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) で83.83%を含み、このうちの塩基性成分 (CaO+MgO) が4.57%と多い。二酸化チタン (TiO₂) 0.68%、バナジウム (V) 0.010%などは粘土由来で あって、酸化マンガン (MnO) 0.08%、銅 (Cu) 0.001%であった。

(70) GOM-70: 炉壁

① 肉眼観察:鋳造用の金属溶解炉の炉壁。炉内側は粘土が溶融し、灰黒色のガラス質滓となり、 これに大型木炭痕(1.7×5.2cm)を残す。炉外側の胎土は灰白色を呈し、精製される。炉厚5.8cm。

② 顕微鏡組織: Photo.28の①~③に示す。暗黒色ガラス質スラグ化した鉱物相単体で、粘土中の 混在砂鉄が半還元状態で検出される。

③ 化学組成:Table.2-3に示す。炉壁粘土は炉内からの熱影響を受けることがありうるので、

この熱経歴の定性的判定に必要な強熱減量(Ig Loss)をみると、10.81%と結晶構造水は脱水されず に十分に残存する試料からの分析結果となる。成型性に関係する鉄分(Fe₂O₃)は4.79%とやや高めで あって、軟化性をもつ塩基性成分(CaO+MgO)は2.68%とこれも多く、かつ、耐火度に影響する二 酸化珪素(SiO₂)56.75%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)17.83%と低めで耐火物としての品位は劣化傾 向を有する成分系であった。二酸化チタン(TiO₂)0.92%、バナジウム(V)の0.014%などは砂鉄が 少量粘土中に混入した成分系である。

④ 耐火度: Table. 2 - 3 に示す。1,370℃が耐火度であって、古代製鉄関連遺物としては低い値である。化学組成に現れた成分系が耐火度に反映されている。

(71) GOM-71: 炉壁

① 肉眼観察:炉壁が溶融物は薄く,送風管位置から隔てた位置の上部側の破片である。溶融物は 灰黒色のガラス質スラグである。胎土は灰白石英粒を含む。炉壁厚みは6.0cmを測る。

② 顕微鏡組織: Photo.27の④に示す。暗黒色ガラス質スラグ中に微小金属鉄粒を含む。当炉壁も 金属溶解炉の破片である。

③ 化学組成:Table.2-3に示す。胎土の強熱減量(Ig Loss)は、6.67%での分析結果である。
 鉄分(Fe₂O₃)は4.06%、ガラス質成分85.03%、このうちに塩基性成分(CaO+MgO)を3.69%と多量に含み、二酸化珪素(SiO₂)58.80%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)18.51%と耐火度を保持する成分もあまり高くない。二酸化チタン(TiO₂)0.94%、バナジウム(V)の0.016%は少量の砂鉄含みで前述した GOM-70炉壁に近似した成分系であった。

(72) GOM-72:粘土製支脚

① 肉眼観察:白色粘土製の鋳造用の支脚と考えられるが正確な用途は不明である。現存高さ7.0cm で上部を欠損する。基部台は6.0cmの三角錐に近い形状である。

② 化学組成: Table. 2 - 3 に示す。鉄分 (Fe₂O₃) は5.33%と高く,ガラス質成分は88.31%,塩 基性成分 (CaO+MgO) 3.12%,二酸化珪素 (SiO₂) 62.65%,酸化アルミニウム (Al₂O₃) 18.36% などは左程高くない。二酸化チタン (TiO₂) 0.90%,バナジウム (V) の0.013%であった。該品は空 焼きが施されていて,強熱減量 (Ig Loss) が2.24%での分析結果である。熱影響が若干あって前述炉 壁の分析条件とは異なってくるが,胎土の成分系は GOM-70,71,72の3者に,ほぼ近似する。

③ 耐火度:塩基性成分が3.12%と高く、耐火度を保持する二酸化珪素(SiO₂)や酸化アルミニウム (Al₂O₃)が低めであったので、耐火度も低くて1,310℃に留まった。

(73) GOM-73: 羽口

① 肉眼観察:内径が3.0cmの羽口である。先端²着りで基部の最大外径は9.0cmを測る。先端は溶融し,黒色から濃緑色のガラス化する。長さは11.0cmで基部側は欠損する。

② 顕微鏡組織: Photo.27の⑤~⑦に羽口先端溶融物の鉱物組成を示す。暗黒色ガラス質スラグ中 に白色多角形のマグネタイト (Magnetite: Fe₃O₄) が晶出する。

③ ビッカース断面硬度: Photo.27の⑦に白色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は549Hv であった。マグネタイトの文献硬度値が500~600Hv であるので[®], 当結晶はマグネタイトに同定され る。

 ④ 化学組成: Table.2-3に胎土の分析で強熱減量(Ig Loss)は、12.03%での結果である。鉄 分(Fe₂O₃)は2.74%と非常に少なく成型性は良好で、かつ塩基性成分(CaO+MgO)も0.79%と低 くて軟化しにくく、かつ耐火性に寄与する二酸化珪素(SiO₂)61.75%、酸化アルミニウム(Al₂O₃) 17.12%は高めで耐火材としては高品位であった。二酸化チタン(TiO₂)は0.93%、バナジウム(V) の0.010%はやはり少量の砂鉄含みの粘土である。

⑤ 耐火度:Table.2-3に示す。耐火度は1,515℃と前述してきた炉壁粘土とは明らかに材質が異なる成分系であった。羽口胎土は、溶損に耐えうる成分の採用が窺える。

(74) GOM-74: 炉壁

① 肉眼観察:内面は灰黒色ガラス化溶融物となり多孔質である。外面炉壁胎土は白色粘土でスサ 入りであった。

② 顕微鏡組織: Photo.28の①~③に示す。暗黒色ガラス質スラグ主体でこれにも混入砂鉄の半還 元状の粒子が認められた。鋳造用金属溶解炉の炉壁であろう。

③ 化学組成: Table. 2 – 3 に示す。該品胎土は熱影響を受けて強熱減量(Ig Loss)が1.34%での 分析結果となる。鉄分(Fe₂O₃)は3.27%と低めであるが、塩基性成分(CaO+MgO)が2.37%と高 めで軟化性をもち、二酸化珪素(SiO₂)68.12%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)18.41%と耐火度を可成 り保持するが充分ではない。二酸化チタン(TiO₂)0.74%、バナジウム(V)0.009%は砂鉄含みの粘 土である。

④ 耐火度: Table. 2 - 3に示す。耐火度は1,420℃で、前述した炉壁粘土のグループ(GOM-70, 71, 72)に属するものであった。

(75) GOM-75: 羽口

① 肉眼観察:内径が2.4cmの羽口破片である。先端部を欠損し,顕微鏡試料を採取するガラス化溶 融部を遺存させない試料であった。外径7.6cm,現存長さ8.6cmを測る。前述GOM-73羽口より,やや 小ぶりであった。鍛冶用羽口である。

② 化学組成: Table 2 - 3 に示す。鉄分(Fe₂O₃) 2.67%,塩基性成分(CaO+MgO) 1.01%など低値であった。二酸化珪素(SiO₂) 58.84%,酸化アルミニウム(Al₂O₃) 19.16%の後者は高めで耐火度は有利。二酸化チタン(TiO₂) は0.50%,バナジウム(V) 0.006%も砂鉄を少量含む。

③ 耐火度: Table. 2 – 3 に示す。耐火度は1,535℃であった。羽口胎土は,充分に吟味した粘土が 採用されている。

(76) GOM-76: 炉壁

① 肉眼観察:内面側は灰黒色を呈し、木炭痕と気泡を散在させたガラス化溶融物である。送風管の空気供給量の大きい近傍の炉壁であってガラス質の流動性は大きい。胎土の粘土の付着量は少なく、 熱影響を受けた箇所からの試料採取となった。厚み3.0cm。

② 顕微鏡組織: Photo.28の④に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ主体で金属鉄粒の晶出は 少なかった。該品も鋳造用の溶解炉の炉壁と想定される。

③ 化学組成: Table. 2 - 3 に示す。鉄分(Fe₂O₃)は4.49%,塩基性成分(CaO+MgO)が4.46%と高くて耐火度の高性能は望めない。二酸化珪素(SiO₂)62.73%,酸化アルミニウム(Al₂O₃)17.97

%で、二酸化チタン (TiO₂) 0.85%、バナジウム (V) 0.014%であった。前述炉壁の GOM-70、71、 72、74などと同系である。

(77) GOM-77: 羽口

① 肉眼観察:羽口先端は基部側と同じで,^{7g4}のないもので現存長さ8.7cm,外径8.4cm,内径2.1 cmの鍛冶用羽口である。半円状で半分は欠損し,被熱部分のガラス化が比較的少ない破片である。胎 土には白色石粒や雲母,スサなどを含む。

② 顕微鏡組織: Photo.28の⑤に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグ主体であって胎土混入の 砂鉄の半還元状が認められた。

③ 化学組成:Table. 2 - 3 に強熱減量(Ig Loss)が9.36%での分析結果を示す。鉄分(Fe₂O₃) 2.07%と少なく良品で、かつ塩基性成分(CaO+MgO)も1.07%と少なく、更には、二酸化珪素(SiO₂) 62.25%、酸化アルミニウム(Al₂O₃)20.09%と高めで耐火性が良好な成分系となっている。二酸化チ タン(TiO₂)0.63%、バナジウム(V)の0.007%は砂鉄混入粘土である。

④ 耐火度: Table. 2 - 3 に示す。耐火度は1,530℃と高く,含有成分の相関性を有するものであった。羽口胎土に対する孔ずまり対策は確実である。

(78) GOM-78:羽口

① 肉眼観察:羽口先端部で現存長さ9.3cm,外径8.0cm,内径2.2cm~2.3cmを測る。鍛冶用羽口である。約1/3溶融ガラス化する。ガラス化部分は小豆色,胎土は1mm以下の砂粒がまじり黄土色であった。

② 顕微鏡組織: Photo.28の⑥に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに微細ファイヤライトや マグネタイトを晶出する。

③ 化学組成: Table. 2 - 3 に強熱減量(Ig Loss)が11.70%での分析結果である。鉄分(Fe₂O₃) は少なくて0.84%,塩基性成分(CaO+MgO)も低値の1.04%,二酸化珪素(SiO₂)58.40%,酸化ア ルミニウム(Al₂O₃)は多くて20.70%と優れた成分系の粘土となっている。二酸化チタン(TiO₂)0.44 %,バナジウム(V)0.005%とやや低め傾向で砂鉄混入はあまりない。

④ 耐火度: Table. 2 - 3 に示す。耐火度は1,575℃と高めであって,化学成分とよく対応のとれた 値であった。羽口に対しての胎土成分はよく配慮されている。

(79) GOM-79: 羽口

① 肉眼観察:羽口破片で内径も推定できない破片であって外径はGOM-73羽口に近いものであろう。先端部の黒色ガラス質溶融物があって,胎土は灰白色であった。

② 顕微鏡組織: Photo.29の①に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグに微小マグネタイトを晶 出が認められる。

③ 化学組成: Table. 2 - 3 に胎土分析結果を示す。強熱減量(Ig Loss)は10.58%熱影響のない 試料を充当してある。鉄分(Fe₂O₃)2.21%,塩基性成分(CaO+MgO)1.01%の両者は少なく、軟 化性に対しては優れ、二酸化珪素(SiO₂)60.44%,酸化アルミニウム(Al₂O₃)19.60%と耐火度を保 持する成分も適度に含有して耐火材として高品位性能をもつ成分系となっていた。二酸化チタン(TiO₂) 0.55%,バナジウム(V)0.006%は砂鉄混入は少ない。 (80) GOM-80: 取鍋もしくは坩堝

① 肉眼観察:口径3.6cm,器高1.9cmの手ずくねによる成型で,胎土は1mm前後の砂礫を含む。器物は被熱を受けて,内面には残査物が溶着し,灰黒色に金色に輝く粒子が点在する。

② 顕微鏡組織:Photo.29の②に器物溶着残査物の組織を示す。検出物質の同定はCMA調査の解 析が必要となる。

③ CMA調査: Photo.59,60に示す。検出金属は76.9%金(Au)-20.2%銀(Ag),もしくは73.5 %金(Au)-21.9%銀(Ag)の金合金である。不純物に鉛(Pb)や砒素(As),鉄(Fe)など極く微 量を含む。この取鍋もしくは坩堝の内容物は,金属と金属を接合するろう接用の金ろうの可能性をも つものか,青銅製品の鍍金用か,それとも金に銀を入れた青金と称する淡い金色の微妙な色調を求め るための合金溶解であったのか興味のつきない金属工芸の世界を垣間みせてくれる。

(81) GOM-81:取鍋もしくは坩堝

① 肉眼観察:当器物は,前述 GOM-80よりやや大振りとなり,口径7 cm,器高2.5 cmを測る。成型は手ずくねで胎土は2 mm大の砂礫が混る。内面溶着残査物は,黄灰色で発泡度が高い。

② 顕微鏡組織: Photo.29の③~⑦に示す。鉱物組成は暗黒色ガラス質スラグのみで、まとまった 金属粒は少なく、多くの視野を変えることにより、極く微少粒を検出したに止まった。該品の情報源 は弱いものでCMA調査は行っていない。

4. おわりに

梅原胡摩堂遺跡では,使用金属の種類は多く,鉄だけに留まらず非金属は銅単味から銅合金の青銅 (Cu+Sn),鉛入り青銅,真鍮(Cu+Zn),鉛(Pb),金銀合金(青金)など多岐にわたる。利用面で は,農工具,炊事用具,家具調度などあって特定の目的に適合する高度の技術を駆使した使用法であ った。

注)

- ① 鎌田 仁『最近の鉄鋼状態分析』アグネス社 1979
- ② 北海道の国力鉱山の赤鉄鉱に9.23% Mn がある。これに近いものを製鉄原料としたのであろうか。
 日本鉄鋼協議会編「鉄鉱石」『鉄鋼便覧』 丸善 1975 388P
- ③ 貞観年間の饒益神宝,貞観永宝,延喜年間の延喜通宝,天徳年間の乾元大宝などの鉛銭がある。
- ④ 日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』 1968
- ⑤ 大澤正巳「房総風土記の丘実験試料と発掘試料」『千葉県立房総風土記の丘年報15』(シンポジウム 古代製鉄研究の現状 〈記録集〉) 1992.10.31
- ⑥ 前揭書④

Table.1 供試材の履歴と調査項目(1)

N	東ケエロ エレ 日	材質	1	調査項目 EF4WA在一口口(DEA YANDELE UNALLA WETTER											
NO.	整理番方	杉 貨	種類	顕微鏡	マクロ	CMA	X線回折	化学組成	断面硬度						
1	890022	鉄	火箸	0		0									
2	890055	鉄	火箸	0		0			\bigcirc						
3	900186	鉄	鎌	Ö	0	0			0						
4	890026	鉄	馬鍬	0		0			0						
5	890037.2	鉄	馬鍬	0	\cap	0		0	<u>_</u>						
6	890037 3	鉄	馬鍬	0	$\overline{\bigcirc}$	0		\bigcirc							
7	890031	鉄	釘	0	$\overline{0}$	$\overline{0}$		\bigcirc							
8	910037	鉄	鍨	0		0			<u> </u>						
9	910061	鉄	鍨	$\overline{0}$		0		\bigcirc							
$\frac{10}{10}$	910121	銅	品り金具?	0		0			0						
11	900051	鉄	釘	$\overline{)}$											
12	900124	鉄	釘	0		\square	117-018-01au - 1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0								
13	910041		 			0									
14	890038 1	鉄	刀子状		0	0		\cap							
15	890038 2		刀子状												
16	910117	銅	飾り全見				-								
17	910156	銅	<u> </u>					\cap							
18	900184	鉛	锄先		\cap										
10	910204		锄先												
20	900185	金生	toto					\cap							
$\frac{20}{21}$	910103	鉛	白五約					0							
$\frac{21}{22}$	010035	业	日仁辺												
22	010120	公	飾り近												
23	010120	公司	飾り鉄												
24	000100	公司	即り鉄												
20	010152	公司	かわこ												
20	010100	公司	かわこ												
21	910190	业円 全生						0	\bigcirc						
20	890023	公													
29	000171	纲	ル変												
21	900171	业円 全生	八百 红母												
22	910170		山水												
22	000180		$\int \int \int dx$												
34	910146	坐	全社												
25	010140	坐	业11八 全丁4 十												
26	000215	公	金丁 壮												
27	910215	<u></u>	¥J7/					0							
28	800076	<u> </u>							\bigcirc						
20	800069	4法					\cap		\bigcirc						
10	800071	4法							-						
40	800067	44 法													
41	80007	<u></u> 业 法													
42	800060	<u></u> 政(宇													
43	890009	<u></u> 政(宇													
44	800077 2			$+ \bigcirc$											
40	030011.3	 企 定		$+ \bigcirc$											
40	090071.2														
41	09007 1														
48	090001.1	 获 (辛	塩形法シー												
49	020001	<u></u> 获伴	1別が伴こー	$+ \frac{\circ}{\circ}$											
50	920001		——权佯												
51	890077			$\vdash \smile$					(西南へ)						
52	890077	 获				L			(啰皮∪)						

Table.1 供試材の履歴と調査項目(2)

No	敕珊釆早	林 觃	話 粘		調査項目									
NO.	定任宙り	们員	1里 戌	顕微鏡	マクロ	СМА	X線回折	化学組成	耐火度					
53	890077	鉄滓		\bigcirc				0						
54	890087.2	鉄滓		\bigcirc										
55	890089	鉄滓		\bigcirc				0						
56	890090	鉄滓		\bigcirc				0						
57	890081	鉄	まだら鋳鉄	0	0			0	(硬度○)					
58	920001	鉄滓		0										
59	920001	鉄滓		0				0						
60	910172	鉄滓		0				0						
61	890052	鉄滓		0				0						
62	900071	鉄滓		0				0						
63	900169	鉄	まだら鋳鉄	0				0						
64	890009	鉄	白鋳鉄	0				0						
65	910148	鉄滓		0				0						
66	900017	鉄滓		0				0						
67	890110	鉄滓		0				0						
68	890109	鉄滓		0				0						
69	910271	鉄滓		0				0						
70	910151	粘土	炉壁付着物	0				0	0					
71	910150	粘土	炉壁	0				0						
72	910150	粘土	支脚				0	0	0					
73	900001	粘土	羽口	0				0	○(硬度○)					
74	890002	粘土	炉壁	0			0	0	0					
75	910009	粘土	羽口					0	0					
76	910005	粘土	炉壁	0			0	0						
77	910006	粘土	羽口	0				0	0					
78	910003	粘土	羽口	0			0	0	0					
79	910004	粘土	羽口	0				0	0					
80	910020	粘土	坩堝	0		00								
81	910019	粘土	坩堝	0			0							
		計		77	10	30	8	56	8 (硬度36)					

Table.2-1 鉄器・銅器の化学分析表

な 早	¶_≓	名	勾	大才 万斤		成	分(%)		世 <u>北</u>
	ΠL	77	石		Ti	V ·	Cu	Mn	Р	
GOM- 5	馬		鍬	メタル	0.04	0.00	0.04	0.24	0.09	砂鉄系
GOM- 6	馬		鍬	メタル	0.03	0.00	0.12	0.11	0.05	鉱石系?
GOM- 7		釘		メタル	0.06	0.00	0.00	0.71	0.34	砂鉄系(ルチル)
GOM- 9		鎹		メタル	0.05	0.02	0.08	0.08	0.62	磁鉄鉱か
GOM-14	刀	子	状	メタル	0.07	0.00	0.00	0.91	0.00	鉱石系か
GOM-18	鋤		先	メタル	0.07	0.008	0.04	0.08	0.07	砂鉄系
GOM-20	な		た	メタル	0.07	0.00	<0.01	0.06	0.10	砂鉄系
GOM-21	自	在	鈎	メタル	0.04	0.001	0.05	0.01	0.12	砂鉄系
GOM-22A	取	っ	手	メタル	0.04	0.003	0.02	0.02	0.30	砂鉄系
GOM-22 B	取一楔	> 手耳 状	文付 釘	メタル	0.05	0.016	0.07	0.04	0.62	砂鉄系(V字)
GOM-28		脚		メタル	0.02	0.025	0.13	0.07	0.26	含銅磁鉄鉱
GOM-29		鎚		メタル	0.10	<0.001	0.02	0.20	0.08	砂鉄系

鉄滓の化学組成(1)
Table. 2 – 2

[H																							
	TiO_2	lotal.Fe	0.005	0.001	0.005	0.003	0.013	0.002	0.017	0.005	0.011	0.002	0.003	0.012	0.003	0.012	0.001	0.003	0.002	0.004	0.005	0.004	0.001	0.009	0.011
	译成分	otal Fe	0.484	0.130	0.113	0.115	1.015	0.175	1.312	0.264	0.233	0.164	0.133	0.298	0.185	0.667	0.339	0.244	0.420	0.330	0.551	0.396	0.053).616	0.420
۲ *		T	5.894	8.550	7.700	7.596	0.070	1.138	5.662	5.138	1.372).602	9 068.8	7.138 (.958 () 866.(3.782 (5.210 (.955 (3.645 (662 (.180 (.664 (.220 (.270 (
	銅	Cu) Je	0.006 2	900.	.004	.004	.004 4	.001 1.	.006 46	.010 16	.001 1	.006 1(.004	1 100.	.004 11	.006 3(.004 18	.002 15	.003 21	.001 18	.001 28	.002 20	.005	.001 30	.002 23
	シウム	(V)	.007 (.004 (.020 (.017 (.013 (.003	.012 0	.004	0.11 0	000.	.025 0	.031 0	.004 0	.040 0	.001	.007 0	.002 0	.007	.008 0	.005 0	.005 0	.024 0	.039 0
	~ *	(C)	0.36 0	0.16 0	0.20 0	0.07 0	0.21 0	0.13 0	0.13 0	0.08	0.28	0.19 0	0.16 0	0.26 0	0.10 0	0.18 0	0.40 0	0.16 0	0.57 0	0.34 0	0.10 0	0.26 0	5.96 0	0.39 0	0.13 0
	製化燐 炭	205)	0.39	0.18	0.29	0.15	06.0	0.25	0.91	0.32	0.25	0.17	0.11	0.47	0.35	0.63	0.18	0.22	0.16	0.47	0.50	0.86	0.52	0.49	0.38
	黄	(S) (F	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.04	0.02	0.06	0.02	0.02	0.05	0.02	0.03	.01
	化なる	$\Gamma_2O_3)$.010	.004	.003	.004	200	100.	.004	100.	.015	.003	.004	.003	100.	.010	000.	.003	.001	.001	.006	100.	0.00	0.01	0.01
	酸化酸	CiO ₂) (C	0.27 0	0.08 0	0.35 0	0.19 0	0.51 0	0.10 0	0.60 0	0.20 0	0.70 0	0.13 0	0.19 0	0 69 0	0.17 0	0.57 0	0.08 0	0.16 0	0.08 0	0.22 0	0.24 0	0.19 0	0.04	0.43	0.59
	き た インパン チ	(Juo)	0.11	0.04	0.11	0.06	0.13	0.06	0.18	0.04	0.24	0.06	0.08	0.29	0.06	0.12	0.07	0.06	0.07	0.17	0.07	0.20	0.03	0.22	0.14
*	光 1077 - 24	[a ₂ O) (N	.304	.080	.052	.086	.520	.046	.762	.188	.206	.104	.058	.140	.068	.418	.190	.205	.080	.225	.552	.080	.032	.490	.260
*	: 化酸	ζ ₂ Ο) (Ν	1.20 0	. 390 0	.558 0	.200 0	4.29 0	.722 0	5.34 0	1.12 0	.676 0	.398 0	.252 0	.888 0	.570 0	2.79 0	.822 0	.525 0	.435 0	1.18 0	2.08 0	1.26 0	.102 0	1.63 0	2.10 0
*	を 化 酸 アネシウム カ	(JgO) (J	0.57	0.31 (0.44 (0.25 0	1.90	0.48 0	1.81	0.52	0.46 0	0.40 0	0.27 0	0.72 0	0.66 0	1.25	0.25 0	0.42 0	0.22 0	0.85	1.02	0.79	0.08 0	1.10	0.85
*	e 化 酸 N>ウム マ(CaO) (D	0.75	0.55	1.07	0.48	4.31	0.57	3.97	1.46	0.96	0.92	0.57	1.90	0.86	2.63	0.42	0.78	0.32	1.40	1.32	2.00	0.11	1.90	1.84
*	2 - 化 感 いっか か	1 ₂ O ₃) ((4.36	1.50	1.29	1.72	7.64	1.59	8.91	3.20	2.57	1.96	1.61	3.27	2.64	5.87	2.50	2.83	2.67	3.14	4.86	2.52	0.75	5.80	4.07
*	酸化素で	5iO ₂) (A	8.71	5.72	4.29	4.86	2.41	7.73	5.87	9.65	9.50	6.82	6.13	0.22	7.16	8.04	4.60	0.45	8.23	1.85	8.83	3.53	2.59	9.30	4.15
ŀ	5 2 鉄 2 鉄 4 日	e ₂ O ₃) (S	3.29	32.79	5.70	32.79	2.91 2	1.31	2.33 2	9.64	1.14	6.40	3.67	0.89 1	4.65	9.40 1	3.26 1	5.17 1	3.45 1	3.59 1	1.85 1	6.63 1	7.17	2.47 1	4.95 1
	2 1 第 1 第	FeO) (F	96.59	54.58	34.13 2	55.30 3	10.19	33.34 3	84.49 1	0.65 1	0.06 2	9.19 2	4.45 2	4.59 2	1 17.6	1.80 1	1.36 3	6.50 1	7.12 3	1.15 2	6.12 1	2.15 3	9.35 2	1.15 1	7.58 1
	風鉄	tallic Fe) (]	0.17	0.16	0.28	0.16	0.20	0.14	0.13 3	0.18 6	0.14 6	0.14 5	0.06	0.18 5	0.11 6	0.44 4	0.06 4	0.11 6	0.08 3	0.29 5	0.07 5	0.40 3	2.67	0.57 5	0.19 5
	会议分 全	otal Fe) (Me	53.45	65.52	68.10	90.08	40.47	53.50	35.56	51.06	19.16	54.61	36.71	57.50	54.54	16.50	55.47	52.41	52.33	56.55	51.98	10.15	38.94	19.05	55.40
	E.H.	2	5 C	6C	· 17C	5 C		- 16C	後期	C後	-	-		7C	_		C後	-		7C			-	41	
	推行		14~1	15 • 1	$15 \cdot 16$	14 • 1	1	14 • 15	中田	$13 \cdot 15$	"	"	u	$16 \cdot 1$	ł		13 · 15	"	"	$16 \cdot 1$		I	Ι	近世	
	摊	£	鍛練鍛冾溄	u	ш	ш	"	ii	u	'n	u	ш	н	"	ll	11	li	li li	li I	li I	li li	ш	まだら鋳鉄	鍛練鍛冶滓	u
	耕	1					包含層															層B	層B		
	+ +	1	SK350	SE71	SE72	SE50	X165Y70	SE05	SE93	SK106	SK106	SK106	SK106	D16	P127	K51	SK106	SK106	SK106	D16	171	C150Y68 2	145Y732	K51	K51
	Ŧ	1	UG-A3S	UG-CN ;	UG-CN ;	UG-CN (UG-CN	UG-CN ;	ng-cn ;	ng-cn ;	UG-CN ;	UG-CN (UG-CN (UG-CS S	UG-CS S	UG-B3 S	UG-CN {	UG-CN \$	ug-cn §	UG-CS S	UG-CS S	UG-CS X	UG-CS X	UG-B3 S	UG-B3 S
	谱	9 2 2	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂
	试料 希丹		GOM-37	GOM-38	GOM-39	GOM-40	GOM-41	GOM-42	GOM-43	GOM-44	GOM-45	GOM-46	GOM-47	GOM-48	GOM-49	GOM-50	GOM-51	GOM-52	GOM-53	GOM-54	GOM-55	GOM-56	GOM-57	GOM-58	GOM-59

	ŧ	H													耐火	度 (C)	1370
	TiO_2	Total.Fe	0.003	0.005	0.003	0.004	0.005	0.004	0.001	0.005	0.003	0.064			TiO_2	Total.Fe	0 931
	造祥成分	Total.Fe	0.242	0.224	0.261	0.337	0.409	0.281	0.081	0.370	0.263	7.864			造滓成分	Total.Fe	312 06
× 2	位告终来	坦律政功	15.050	12.607	14.710	16.212	18.680	16.670	5.605	20.898	15.767	83.830		× ×	☆ 七 世 世 世 世	見手成り	01 100
	鍋	(Cu)	0.003	0.003	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001			銅	(Cu)	100 0
	マヤジウム	(V)	0.010	0.025	0.008	0.015	0.009	0.006	0.008	0.010	0.004	0.010			パナジウム	ŝ	10.0
	凝素	(C)	0.13	0.60	0.29	2.02	1.42	0.28	0.11	0.47	0.19	0.15			強熱減量	lg Loss	10 01
	五酸化燐	(P_2O_5)	0.49	0.26	0.35	0.65	0.49	0.73	0.22	0.79	0.19	0.15			五酸化磷	(P_2O_5)	10.0
	硫黄	(S)	0.02	0.02	0.03	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01			続黄	(S)	00 0
	酸化	(Cr ₂ O ₃)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			酸化	(Cr ₂ O ₃)	00 0
	二酸化 チタン	(TiO ₂)	0.18	0.27	0.15	0.17	0.22	0.23	0.06	0.26	0.16	0.68			二酸化 チタン	(TiO_2)	00 0
	酸 た マンガン	(MnO)	0.06	0.15	0.04	0.04	0.09	0.12	0.05	0.09	0.08	0.08			酸 化 マンガン	(MnO)	000
*	酸 化 +トリウム	(Na2O)	0.145	0.235	0.188	0.222	0.290	0.110	0.030	0.218	0.165	1.90		*	酸 化 +トリウム	(Na20)	- U2
*	酸 化 ^{カリウム}	(K2O)	0.405	0.362	0.302	0.330	0.410	1.90	0.085	1.54	0.772	3.34		*	酸 化 ^{カリウム}	(K20)	00
*	酸 化 7/补小	(MgO)	0.52	0.55	0.41	0.40	0.45	0.87	0.29	0.99	0.47	1.70		*	酸 化 マグネシウム	(MgO)	00,
*	酸 化 ^{カルシウム}	(CaO)	0.78	0.48	0.47	0.34	0.36	0.86	0.19	1.85	0.68	2.87		*	酸 化 ^{カルシウム}	(CaO)	00 T
*	酸 化 7Nミウム	(Al ₂ O ₃)	2.68	3.45	2.69	3.03	3.52	4.60	0.92	3.93	2.13	13.91		*	酸 化 アルミウム	(Al ₂ O ₃)	
*	二酸化 建 素	(SiO ₂)	10.52	7.53	10.65	11.89	13.65	8.33	4.09	12.37	11.55	60.11		*	二酸化 基素	(SiO ₂)	
	酸_化 第2鉄	(Fe ₂ O ₃)	16.56	39.42	43.17	61.89	61.90	15.28	24.94	8.62	26.70	11.30			酸 第2鉄	(Fe_2O_3)	
	癈 第1 第	(FeO)	64.89	36.97	33.61	6.14	2.85	62.55	66.79	64.89	52.90	3.34			酸 第1鉄	(FeO)	i.
	金属鉄	Metallic Fe)	0.08	0.07	0.06	0.09	0.12	0.07	0.03	0.05	0.08	0.16			金属鉄	(Metallic Fe)	6
	全鉄分	(Total Fe)	62.10	56.38	56.38	48.15	45.63	59.38	69.39	56.52	59.87	10.66			全鉄分	(Total Fe)	0
		推定年代	I	中世後期	-	13 · 14 C	I	I	13 · 14C	中世後期	12C中	I			1	推定年代	
	i	種別	鍛練鍛冶滓		li li	まだら鋳鉄	白鋳鉄	鍛練鍛祫撁	ш	ш		ガラス質滓	围成		Ŧ	種別	
きの化学組成(2		土位置	SS=セク内 3 層	tE SD146	2 X413Y103 6下層下	3N SK09No.13	S X484Y101No120屠	2N SK2336	IS SD550C区上~下屠	W SE82上層	S SK309 2中層	2N SK2083	オ粘土の化学約			土位	
铁			: UG-A.	: UG-C	: UG-A:	: UG-A.	: UG-A;	: UG-B	: UG-A	: ne-c:	: UG-A.	UG-B	「「」	:		±	
2 - 2		遇 惑 名	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩篁	梅原胡摩篁	梅原胡摩堂	2 - 3	ł		遗跡	
Table.		武料番号	GOM-60	GOM-61	GOM-62	GOM-63	GOM-64	GOM-65	GOM-66	GOM-67	GOM-68	GOM-69	Table.			試料番坊	

	耐火	度 (°C)	1370	1	1310	1515	1420	1535	I	1530	1575	1540
	TiO_2	Total.Fe	0.231	0.236	0.218	0.427	0.274	0.219	0.222	0.303	0.243	0.252
	造痒成分	Total.Fe	20.346	21.311	21.383	57.638	34.311	36.276	23.843	41.706	46.265	42.030
Σ %	口告党书	坦年吸辺	81.180	85.030	88.310	82.050	92.640	82.710	91.320	86.750	83.740	84.900
	銅	(Cu)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	74242	(A)	0.014	0.016	0.013	0.010	0.009	0.006	0.014	0.007	0.005	0.006
	強熱減量	lg Loss	10.81	6.67	2.24	12.03	1.34	11.37	0.65	9.36	11.70	10.58
	五酸化磷	(P_2O_5)	0.34	0.32	0.23	0.17	0.22	0.28	0.27	0.30	0.09	0.21
	硫黄	(S)	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02
	酸化	(Cr ₂ O ₃)	0.00	0.01	10.0	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
	二酸化 チタン	(TiO ₂)	0.92	0.94	06.0	0.93	0.74	0.50	0.85	0.63	0.44	0.51
	酸 化 マンガン	(MnO)	0.06	0.08	0.09	0.03	0.07	0.06	0.14	0.02	0.02	0.03
*	酸 化 +> ¹¹⁷ 4	Na20)	1.63	1.49	1.61	0.51	1.06	1.32	1.62	1.25	1.46	1.58
*	酸 化 ^{カリウム}	(K ₂ O) (2.29	2.54	2.57	1.88	2.68	2.28	4.54	2.09	2.14	2.27
*	酸 化 1	(MgO)	1.32	1.59	1.76	0.59	1.27	0.61	1.99	0.59	0.52	0.44
*	酸 化 bu>n4	(CaO)	1.36	2.10	1.36	0.20	1.10	0.50	2.47	0.48	0.52	0.57
*	験 化 1	Al ₂ O ₃)	17.83	18.51	18.36	17.12	18.41	19.16	17.97	20.09	20.70	19.60
*	二酸化 素 素	(SiO ₂) ((56.75	58.80	62.65	61.75	68.12	58.84	62.73	62.25	58.40	60.44
	酸 第2鉄	Fe ₂ O ₃)	4.79	4.06	5.33	2.74	3.27	2.67	4.49	2.07	0.84	2.21
	酸 第1鉄	(FeO) (0.71	1.27	0.43	0.29	0.43	0.43	0.72	0.72	0.29	0.57
	金属鉄	fetallic Fe)	60.0	0.16	0.07	0.04	0.08	0.08	0.13	0.07	1.00	0.03
	全鉄分	(Total Fe)	3.99	3.99	4.13	2.18	2.70	2.28	3.83	2.08	1.81	2.02
		推迟年代		I	1	I	1	-	I	I	13 · 15~18C	I
201	i	種別	炉壁胎土	炉壁胎土	粘土支脚	羽口胎土	炉壁胎土	羽口胎土	炉壁胎土	羽口胎土	=	
※~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		出土位置	UG-B2N SP2579	UG-B2N SP2368	UG-B2N SP2368	UG-A1S SK909 1層	UG-B X270Y96 2b 層	UG-B3S SK1050	UG-B2N SK2434	UG-B2N SK2536	UG-A3S SD01E区最下層	UG-B2 SK435E区ベルト上部
0 		遗	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂	梅原胡摩堂
ane.		試料番号	GOM-70	GOM-71	GOM-72	GOM-73	GOM-74	GOM-75	GOM-76	GOM-77	GOM-78	GOM-79

_



Photo.1 鉄器(火箸)の顕微鏡組織



Photo.2 鉄器(鎌・馬鍬)の顕微鏡組織



Photo.3 鉄器(馬鍬)の顕微鏡組織



Photo.4 鉄器(馬鍬)の顕微鏡組織



Photo.5 鉄器(釘・鎹)の顕微鏡組織



Photo.6 鉄器(鎹・釘)と銅製品(吊り金具)の顕微鏡組織



Photo.7 鉄器(釘)の顕微鏡組織



Photo.8 鉄器(刀子状)の顕微鏡組織



Photo.9 鉄器(刀子状)と銅製品(飾り金具)の顕微鏡組織



Photo.10 銅製品(容器破片),鉄器(鋤先)の顕微鏡組織



Photo.11 鉄器(鋤先), 鉛製品(飾り鋲), 銅製品(飾り金具・小柄の柄)の顕微鏡組織



Photo.12 鉄器(なた)の顕微鏡組織



Photo.13 鉄器(自在鉤)の顕微鏡組織



Photo.14 鉄器(取手)の顕微鏡組織



Photo.15 鉄器(脚:鎚)の顕微鏡組織

Photo.16 鉄器(火箸・釘状・まだら鋳鉄)の顕微鏡組織

Photo.17 鉄器(つる・釘状)の顕微鏡組織

Photo.18 鉄器(釘状・釘)の顕微鏡組織

Photo.19 鉄滓の顕微鏡組織

24

* *

Photo.20 鉄滓の顕微鏡組織

Photo.21 鉄滓の顕微鏡組織

Photo.22 鉄滓の顕微鏡組織

Photo.23 鉄滓と銑鉄の顕微鏡組織

n.

Photo.24 鉄滓の顕微鏡組織

Photo.25 鉄滓と銑鉄の顕微鏡組織

Photo.26 鉄滓の顕微鏡組織

Photo.27 炉壁と羽口溶融物の顕微鏡組織

Photo.28 炉壁と羽口先端溶融物の顕微鏡組織

Photo.29 羽ロ・取鍋溶融物の顕微鏡組織

①GOM-3 ×20
 ③GOM-6 ×20
 ②GOM-5 ×20
 ④GOM-7 ×20
 ③GOM-7 ×20
 ③GOM-29 ×10

Photo.30-1 鉄器のマクロ組織

①GOM-14 ×20
 ②GOM-18 ×20 (左側 トルースタイト)
 ③GOM-19 ×20
 ④GOM-20 ×20 (先端 トルースタイト 棟側 微細パーライト)
 Photo.30-2 鉄器のマクロ組織

p

F.

Photo.31 鉄器(火箸)GOM-1の鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値

Photo.32 鉄器(火箸)GOM-2 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (×1,200 縮小×0.6)

Photo.33 鉄器(鎌)GOM-3 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (×2,000 縮小0.6)

Photo.34 鉄器(馬鍬)GOM-4 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (×1,200 縮小0.6)

SE	SE ×1,500			- A A A		A		8	1.0100000151	É						Si
Fe			-						15							Al
									ופפ סססט ^מ סט ע <u>ה</u> ו							
Ti									15 158 0000 0010 <u>10</u> 1							Ca
Mn									1 <u>1111</u> 100 000 251 51							Mg
Na			1													Κ
		. n										3				
									0.000 001000							GOM-5
[SI02	MNO	S	AL203	FEO	CAO	MGO	NA2O	F	ZRO2	TI02	K 20	CR2O3	TOTAL	
-	4	34.024	0.390	0.225	0.384	30.520	11.341	0.050	2.511	0.000	1.033	0.419	5.435 0.008	0.038	99.696	
-	6	0.533	0.703	0.000	8.116	69.429	0.045	0.666	0.094	0.000	0.248	19.454	0.068	0.362	99.716	

Photo.35 鉄器(馬鍬)GOM-5 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (×1,500 縮小0.6)