富山県文化振興財団
埋蔵文化財発掘調査報告第11集

開蓚大滝遺跡・地崎遺跡発掘調査報告

―― 能越自動車道建設に伴う 埋蔵文化財発掘報告Ⅱ ――

第二分冊

２０００年

財団法人 富山県文化振興財団
埋蔵文化財調査事務所

開蓙大滝遺跡・地崎遺跡発掘調査報告

―― 能越自動車道建設に伴う
埋蔵文化財発掘報告Ⅱ ――

第二分冊

２０００年

財団法人 富山県文化振興財団
埋 蔵 文 化 財 調 査 事 務 所

目　次

自然科学的分析

Ⅰ　五社遺跡・開蓙大滝遺跡・石名田木舟遺跡出土鉄製品の金属学的調査 …… 1
大　澤　正　己

Ⅱ　開蓙大滝遺跡出土種子等同定業務報告 ……67
パリノ・サーヴェイ株式会社

Ⅲ　富山県開蓙大滝遺跡・地崎遺跡出土漆製品の科学的分析 ……71
四　柳　嘉　章（漆器文化財科学研究所）

Ⅳ　樹種鑑定報告書 ……82
財団法人　元興寺文化財研究所

図　　面

図　　版

図面目次

図面１　開酵大滝遺跡中世遺構全体図の割付図
図面２　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(1)
図面３　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(2)
図面４　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(3)
図面５　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(4)
図面６　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(5)
図面７　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(6)
図面８　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(7)
図面９　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(8)
図面10　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(9)
図面11　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(10)
図面12　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(11)
図面13　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(12)
図面14　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(13)
図面15　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(14)
図面16　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(15)
図面17　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(16)
図面18　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(17)
図面19　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(18)
図面20　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(19)
図面21　開酵大滝遺跡中世遺構全体実測図(20)
図面22　地崎遺跡遺構全体図の割付図
図面23　地崎遺跡遺構全体実測図(1)
図面24　地崎遺跡遺構全体実測図(2)

図版目次

図版１　開酵大滝遺跡遺構全景
図版２　航空写真　1961
図版３　航空写真　1996
図版４　開酵大滝遺跡中世遺構全景
図版５　開酵大滝遺跡中世遺構全景(1)
図版６　開酵大滝遺跡中世遺構全景(2)
図版７　開酵大滝遺跡中世遺構全景(3)
図版８　開酵大滝遺跡中世遺構全景(4)
図版９　開酵大滝遺跡中世遺構全景(5)
図版10　開酵大滝遺跡中世遺構全景(6)
図版11　開酵大滝遺跡中世遺構全景(7)
図版12　開酵大滝遺跡中世遺構全景(8)
図版13　開酵大滝遺跡中世遺構全景(9)
図版14　開酵大滝遺跡中世遺構全景(10)
図版15　開酵大滝遺跡中世遺構全景(11)
図版16　開酵大滝遺跡中世遺構全景(12)
図版17　開酵大滝遺跡中世遺構全景(13)
図版18　開酵大滝遺跡中世遺構全景(14)
図版19　開酵大滝遺跡中世遺構全景(15)
図版20　開酵大滝遺跡中世遺構全景(16)
図版21　開酵大滝遺跡中世遺構全景(17)
図版22　開酵大滝遺跡中世遺構全景(18)
図版23　開酵大滝遺跡中世遺構全景(19)
図版24　開酵大滝遺跡中世遺構全景(20)
図版25　開酵大滝遺跡　Ａ地区中世面全景
図版26　開酵大滝遺跡　建物　SB1　SB2　SK8　SE181　SE4004
図版27　開酵大滝遺跡　建物　SB3　SE2302　SK2355　SK2357
図版28　開酵大滝遺跡　建物　SB4　SB5　SK2312　SK2313　SK2331　SK2414　SK2425　SX2432
図版29　開酵大滝遺跡　建物　SB6
図版30　開酵大滝遺跡　建物　SB6　SB7　SP2295　SK2403　SE2423　SE2455
図版31　開酵大滝遺跡　建物　SB7～SB10　SK2241　SK2256　SE2283　SK2285　SK2306
図版32　開酵大滝遺跡　建物　SB9　SB10　SK2157　SK2165　SK2232　SE2340
図版33　開酵大滝遺跡　建物　SB11～SB15
図版34　開酵大滝遺跡　建物　SB12～15　SE2094　SE2341
図版35　開酵大滝遺跡　土坑　SK2074　SK2089　SK2092　SK2112　SK2137～SK2140

図版36　開蓜大滝遺跡　建物　SB16～SB20
図版37　開蓜大滝遺跡　建物　SB19　SB20　SK764　SE804　SK814　SK838
図版38　開蓜大滝遺跡　建物　SB21～SB23　SK607　SK641　SK750
図版39　開蓜大滝遺跡　建物　SB22～SB26　SE864　SK879　SK880　SE889
図版40　開蓜大滝遺跡　建物　SB24～SB26　SK676　SK700　SD701　SK711　SK926
図版41　開蓜大滝遺跡　建物　SB27　SB28
図版42　開蓜大滝遺跡　建物　SB28　SK1167　SK1168　SE1215　SE1216　SK1217　SK1218
SP1227
図版43　開蓜大滝遺跡　建物　SB29
図版44　開蓜大滝遺跡　建物　SB30　SB31
図版45　開蓜大滝遺跡　建物　SB30～SB37　SK1　SE3　SK121
図版46　開蓜大滝遺跡　建物　SB35～SB38　SK7　SE96　SK105　SK112　SK241　SK277
図版47　開蓜大滝遺跡　D地区中世面全景　SX4018
図版48　開蓜大滝遺跡　土坑・井戸　SX4018　SX4021　SK4022　SK4023　SE4032
図版49　開蓜大滝遺跡　建物　SB41　SB42
図版50　開蓜大滝遺跡　建物　SB43　SK11
図版51　開蓜大滝遺跡　建物　SB44～SB47　SK12　SK29　SK38
図版52　開蓜大滝遺跡　建物　SB44～SB47
図版53　開蓜大滝遺跡　建物　SB46　SB47　SK984　SK1011　SE1035
図版54　開蓜大滝遺跡　建物　SB48　SK523　SE1026　SK1043
図版55　開蓜大滝遺跡　建物　SB48
図版56　開蓜大滝遺跡　土坑・井戸　SK428　SK429　SP450　SK456　SE524　噴砂
図版57　開蓜大滝遺跡　建物　SB49～SB53
図版58　開蓜大滝遺跡　土坑・井戸　SK428　SE470　SK628　SK635
図版59　開蓜大滝遺跡　溝　SD5001
図版60　開蓜大滝遺跡　出土遺物　中世土師器　SD2200　SK2286　SX4018　SX4021
包含層
図版61　開蓜大滝遺跡　出土遺物　中世土師器　SE96　SK112　SD170　SK429　SK805
包含層
図版62　開蓜大滝遺跡　出土遺物　珠洲　SD170　SK195　SK2180　包含層
図版63　開蓜大滝遺跡　出土遺物　中国製白磁　SD6　SD190　SK483　SP485　SD513
SK2137　SK2425　SD5001　SK5003
包含層
図版64　開蓜大滝遺跡　出土遺物　中国製青磁　SD9　SP121　包含層
図版65　開蓜大滝遺跡　出土遺物　中国製染付　SD80　SP252　SK278　SD631　SD2339
SK2425　包含層
図版66　開蓜大滝遺跡　出土遺物　土器・陶磁器　SK11　SP469　SK880　SD1123　SK1166
SK2092　SE2341　SK2403　SK4070
包含層

図版67　開葬大滝遺跡　出土遺物　土器・陶磁器・炉壁　SK429　SE471　SK2286　SX4018
図版68　開葬大滝遺跡　出土遺物　土器・陶磁器　包含層
図版69　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK8　SE2302　SP2317　SE2455
図版70　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK2403
図版71　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK2403
図版72　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK7　SP2281　SE2340　SE2341　SK2403　SE2423　SP2447　SX4018
図版73　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK2091　SK2138　SK2241　SP2479　SP2480
図版74　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SD579　SE819　SK879　SK886
図版75　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SE864　SK879　SK882
図版76　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SP391　SP392　SD647　SD701　SP908
図版77　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SE3　SD6　SK7　SK200　SK4022
図版78　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SK416　SE470　SK569　SD5001　SX5015
図版79　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　包含層
図版80　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　包含層
図版81　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　包含層
図版82　開葬大滝遺跡　出土遺物　石製品　SD170　SE471　SE804　SE889　SK2403　包含層
図版83　開葬大滝遺跡　出土遺物　石製品　SK112　SD513　SK676　SX4018
図版84　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品　SK700　SK817　SK1068　SP1522　SD2339　SX4018
図版85　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品　包含層
図版86　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品・羽口　包含層
図版87　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品　SX10　SK381　SK879　SX2002　SD2339　SD5001　包含層
図版88　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品　SX10　SK381　SK879　SX2002　SD2339　SD5001　包含層
図版89　開葬大滝遺跡　畠跡　SX10　SD2001　SX2002
図版90　開葬大滝遺跡　溝・土坑　SD3001　SX4065
図版91　開葬大滝遺跡　出土遺物　土器・陶磁器　SD190　SD213　SD2001　SD3001　SD5001　包含層
図版92　開葬大滝遺跡　出土遺物　土器・陶磁器　SD190　SD2001　SD3001　SD4063　SD5001　包含層
図版93　開葬大滝遺跡　出土遺物　木製品　SX4065　SX4066　包含層
図版94　開葬大滝遺跡　出土遺物　金属製品　SD190　SD3001　包含層
図版95　地崎遺跡遺構全景
図版96　地崎遺跡遺構全景(1)
図版97　地崎遺跡遺構全景(2)
図版98　地崎遺跡　全景

図版99　地崎遺跡　掘立柱建物　SB1～SB4
図版100　地崎遺跡　柱穴　SP125　SP145　SP174　SP175　SP186　SP205　SP236
図版101　地崎遺跡　柱穴　SP249　SP253　SP277　SP286　SP298　SP412　SP483　SP540
SP675
図版102　地崎遺跡　柱穴　SP81　SK86　SK121　SP122　SP573　SP574　SP583　SP586
SP632
図版103　地崎遺跡　柱穴　SP124　SP140　SK141　SP165　SP168　SP218　SP328　SP358
図版104　地崎遺跡　柱穴　SP459　SP460　SP519　SP522　SP525　SP598
図版105　地崎遺跡　溝・井戸　SD2　SD5　SD403　SD450　SD462　SE634
図版106　地崎遺跡　井戸　SE278　SE530
図版107　地崎遺跡　土坑　SK214　SK269　SK330　SK353　SK354　SK355　SK394　SK395
SK402　SK500
図版108　地崎遺跡　土坑　SK482　SK500　SK582　SK600　SK644　SK645
図版109　地崎遺跡　出土遺物　陶磁器　SD2　SP140　SP163　SK170　SK193　SK280
SK296　SK314　SK363　SK482　SK500　SK600
SK644　包含層
図版110　地崎遺跡　出土遺物　越中瀬戸　SK155　SP362　SK372　SD403　SD450　SK482
SP573　SP632　SK644　包含層
図版111　地崎遺跡　出土遺物　中世土師器・越中瀬戸　SK170　SP221　SP323　SP412
図版112　地崎遺跡　出土遺物　越中瀬戸　SK170　SP483　SP573
図版113　地崎遺跡　出土遺物　越中瀬戸　SK170　SK296　SK315
図版114　地崎遺跡　出土遺物　越中瀬戸　SK363　SK454
図版115　地崎遺跡　出土遺物　越中瀬戸　包含層
図版116　地崎遺跡　出土遺物　唐津　SK121　SK170　SK183　SK389　SD450　SK451
SP573　SP632　SK644　SK645　包含層
図版117　地崎遺跡　出土遺物　陶磁器　SK87　SD467　SK482　SK582　SK677　包含層
図版118　地崎遺跡　出土遺物　陶磁器　SK113　SK265　SD450　包含層
図版119　地崎遺跡　出土遺物　陶磁器　SP15　SP241　SD403　SD450　SK482　SK600
SP641　SK645　包含層
図版120　地崎遺跡　出土遺物　陶磁器　SD5　SK325　SD462　包含層
図版121　地崎遺跡　出土遺物　木製品　SK111　SP124　SK259　SK296　SP393　SK402
SK482　SE530
図版122　地崎遺跡　出土遺物　木製品　SP83　SP165　SP168　SP218　SP253　SK373
SD403
図版123　地崎遺跡　出土遺物　石製品　SD2　SP249　SP459
図版124　地崎遺跡　出土遺物　石製品　SP483　包含層
図版125　地崎遺跡　出土遺物　石製品・金属製品　SD1　SD2　SP168　SP175　SK196
SK363　SK395　SK456

Ⅰ　五社遺跡・開碆大滝遺跡・石名田木舟遺跡出土鉄製品の金属学的調査

大　澤　正　己

概　　要

中世から近世（16世紀代が主）にわたる五社遺跡と開碆大滝遺跡・石名田木舟遺跡出土の鉄製品（庖丁・刀子・鎌）と炉材粘土（炉壁・羽口）を調査して，次の点が明らかになった。

〈１〉中世から16世紀のやや古い時期の鉄製品は，砂鉄原料であるが，16世紀代の新しい時期になると，砂鉄・鉱石両方の廃鉄器を混成原料とした再生鉄製品となる。すなわち，前者は鉄中の非金属介在物（鉄鋼中に介在する固形体の非金属性不純物，つまり鉄やマンガン，珪素および燐などの酸化物，硫化物，珪酸塩などの総称）に，イルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$），ウルボスピネル（Ulvöspinel：$2\,FeO \cdot TiO_2$），ルチル（Rutile：TiO_2）といったチタン系鉱物相を内蔵し，後者になるとヴスタイト（Wüstite：FeO）とファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）の共晶夾雑物などの鉱物相をもつ相違点が表われる。また，後者は銅（Cu）含有量が多い特色をもつ。ただし，前述した時期差内容は，石名田木舟遺跡内でのＢ２地区と，他地区との相違点なのかもしれないので，この点は留意しておくべきであろう。

〈２〉各鉄器は，合わせ鍛えの可能性をもつが，皮金は銹化消滅し，心金のみ残留していて，これからの情報である。各鉄製品の古い時期（Ｂ２地区）のものは，硬鋼使用，新しい時期になると軟鋼充当の傾向をもつ。また，各鉄製品は，折返し曲げ鍛接した素材を成形後，浸炭（鋼の表面に炭素を浸透させて表面層だけの炭素量を増加する目的で木炭粉中にて適当な温度・時間加熱した後，冷却する操作）・焼入れ（肌焼き）熱処理を行って性能の向上を図っている。

〈３〉一方，非鉄金属の利用として，過去には銅（青銅）や鉛の使用例が梅原胡摩堂遺跡で指摘されたが[1]，今回は飾板器具として亜鉛製品が発見された。国内でも珍しい事例となろう。

〈４〉五社遺跡と開碆大滝遺跡出土の炉材粘土は，耐火度に対して特別の配慮はなく一般的性状のものが使用されていた。耐火度は1,230℃～1,345℃の範囲に留まる。

１．いきさつ

五社遺跡は富山県小矢部市五社，開碆大滝遺跡と石名田木舟遺跡は西砺波郡福岡町に所在する。能越自動車道建設に先立つ発掘調査で確認された遺跡である。ここより中世から近世にわたる多くの鉄製品が出土しており，今回はその一部の鉄器を通し，当時の鉄生産の実態を把握することを目的として，金属学的調査を行った。なお，他に鉄滓や炉壁・羽口などの調査がなされているが，それらは別編集の報告書に記載する予定である。

２．調査方法

２－１．供試材

Table.1に示す。五社遺跡出土品は庖丁1点，開碆大滝遺跡出土品は鉄鍋と亜鉛製飾板の２点，石名田木舟遺跡出土品は刀子６点と鎌１点の計７点で総計12点の供試材となる。

２－２．調査項目

（１）肉眼観察

（２）マクロ組織（Macro structure）

顕微鏡試料としての埋め込み試料の全体像を観察するために５倍，10倍の低倍率組織を投影機を使って撮影している。顕微鏡検査によるよりも広い範囲にわたって観察できる利点がある。

（３）顕微鏡組織

鉄製品から切出した小片をベークライト樹脂に埋め込み，エメリー研磨紙の＃150，＃240，＃320，＃600，＃1000と順を追って研磨し，最後は被研磨面をダイヤモンドの３μｍと１μｍで仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお，金属鉄の炭化物は，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タル（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°の頂角を持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。試料は顕微鏡用を併用した。

（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値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。化学分析を行えない微量試料や鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

（６）化学組成分析

メタル分析：珪素（Si），マンガン（Mn），燐（P），銅（Cu），チタン（Ti），バナジウム（V），ニッケル（Ni），クロム（Cr），砒素（As）の分析を行った。方法は，ICP（Inductively Coupled Plasma Emission　Spectrometer）法：誘導結合プラズマ発光分光分析である。

炉材粘土分析：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，燃焼赤外吸収法。

二酸化炭素（SiO_2），酸化アルミニウム（Al_2O_3），酸化カルシウム（CaO），酸化マグネシウム（MgO），酸化カリウム（K_2O），酸化ナトリウム（Na_2O），酸化マンガン（MnO），二酸化チタン（TiO_2），酸化クロム（Cr_2O_3），五酸化燐（P_2O_5），バナジウム（Ｖ），銅（Cu）：ＩＣＰ。

（７）耐火度

耐火度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を定め，これを耐火度とよんでいる。試験には三角コーン，つまりゼーゲルコーンが溶倒する温度と比較する方法を用いている。

３．調査結果

３－１．五社遺跡出土品

１．TOY-1：鉄製品（庖丁）

（１）肉眼観察：全長16.4cm，最大幅3.5cmの出刃庖丁である。峰は厚くて先端が尖っている。ほぼ完形

品であるが全面は黄褐色の鉄銹に覆われる。金属鉄を残す。刃先側からサンプリング。

（2）マクロ組織：Photo.1の左上に5倍で示す。0.1～0.2㎜間隔で繰り返し重ね鍛えの鍛接線が断面に認められる。庖丁の刃先は心金のみを残し，それは軟鋼が使われていた。

（3）顕微鏡組織：Photo.1の①～⑨に示す。①②は鉄中の非金属介在物である。非金属介在物とは，鉄鋼中に介在する固形体の非金属性不純物，つまり鉄やマンガン，珪素および燐などの酸化物，硫化物，珪酸塩などを総称したものを指す。庖丁に含有された介在物は展伸された暗黒色ガラス質スラグ（珪酸塩）中に，酸化鉄（FeO）や鉄かんらん石（$2FeO \cdot SiO_2$），更には硫化マンガン（MnS）などが認められる。詳細はCMAの項で述べる。

次に金属鉄について触れる。マクロ組織で約0.1㎜と0.2㎜の厚さの異なった組織が，交互に繰り返されるサンドイッチ構造と指摘した。折返し曲げ鍛接である。0.1㎜（100μm）の幅をもつ金属組織は，フェライト・リッチ組織にバンド状にパーライト組織が点在する。フェライト（Ferrite）はα鉄または純鉄の金相学上の呼称である。また，パーライト（Pearlite）はフェライトとセメンタイト（Cementite：鉄と炭素との化合物，Fe_3Cをいう。白色の固く脆い結晶）が交互に重なり合って構成された層状組織である。このパーライトの占める面積は，炭素含有量の増加に伴って増し，焼ならし状態では0.4％前後で約半分，0.77％で全部パーライトとなる。パーライトが多くなるに従い，機械的性質の硬さ，引張強さは増加し，逆に伸び，衝撃値などは減少する。

以上のパーライトの面積率からみて，この0.1㎜幅内の炭素含有量は，0.08％程度と観察される。

次に，0.2㎜（200μm）の幅をもつ金属組織帯は，フェライト組織内の低温変態フェライト組織の混合組織で，炭素含有量は約0.25％と推定される。0.1㎜と0.2㎜両組織帯の境界部には，長手方向に伸びた介在物が存在する領域（⑤⑨参照）と，微細な酸化物が帯状に点在する領域（④）が存在し，特に後者は両材料間の酸化層（錆）が，鋼中の炭素に還元されて，微細な酸化物系介在物に形態を変えたものと推定される。

上記酸化層の還元反応から，本鉄製品の庖丁は，比較的高温の1,100～900℃間に加熱され，繰り返し鍛造を受けたものと推定される。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.1の⑧は0.2㎜幅の0.25％炭素量域，⑨は0.1㎜幅の0.08％炭素量域の硬度測定の圧痕である。硬度値は，前者が222Hv，後者が169Hvであった。組織に見合った硬度値といえる。

（5）CMA調査：鉄中の非金属介在物を2種類分析している。まず最初は，Photo.12のSE（2次電子像）にみられる展伸暗黒色ガラス質スラグ中に晶出した4種類の夾雑物（1～4の番号をつけている）である。全体の高速定性分析結果をFig.1に示す。A-Rankで検出される元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），燐（P），硫黄（S），酸素（O）などである。また，B-Rankには，カルシウム（Ca），チタン（Ti），マンガン（Mn）などがある。

この高速定性分析結果を視覚化した面分析の特性X線像と，定量分析値がPhoto.12である。特性X線像は，分析元素の存在を白色輝点の集中度によって表わす。SEの1の番号のついた茶褐色不定形介在物は，鉄（Fe），珪素（Si），燐（P），酸素（O）に強く，マンガン（Mn）に弱く白色輝点が集中し，その元素の存在が推定される。定量分析値は，61.8％FeO－17.9％SiO_2－14.4％P_2O_5－4.8％MnOが得られる。鉱物組成は，可能性としてファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）と，燐化鉄（Iron Phosphate：$Fe_2O_3 \cdot P_2O_5$）の混合組成である。2の番号は，白色粒状結晶で鉄（Fe）と酸素（O）に白色輝点が強く集中し，定量分析値は88.5％FeOでヴスタイト（Wüstite：FeO）が同定される。これに砂鉄特有成

分の0.8% TiO_2－1.3% V_2O_3が固溶するので砂鉄由来の鉄素材と推定される。しかし，これに3.1% P_2O_5－1.5%MnO が検出されるのは，通常古代で認められる介在物とは異なる傾向である。なお，SE の３・４の番号のついた白色介在物も２と同系介在物で，94.3% FeO －0.8% TiO_2－1.7% V_2O_3－1.1%MnO，93.2%FeO －0.9%TiO_2－2.2%V_2O_3－1.2%MnO 組成が得られている。

次に別系統の介在物として，Photo.13の SE（２次電子像）にみられる淡灰褐色展伸状介在物の分析を行った。高速定性分析結果を Fig.2に示す。A-Rank の検出元素は，鉄（Fe），マンガン（Mn），硫黄（S），燐（P）などである。B-Rank で銅（Cu）の確認がとれた。この結果を Photo.12の特性Ｘ線像でみると，介在物に白色輝点が集中するのは硫黄（S）とマンガン（Mn）で，定量分析値は36.8% S－76.5%MnO で硫化マンガン（MnS）が同定された。庖丁の鉄中の非金属介在物は，酸化第１鉄（FeO）のヴスタイト，ファイヤライト（2FeO・SiO_2）や硫化マンガン（MnS）などである。これに砂鉄特有成分のチタン（Ti）やバナジウム（V）を少量固溶し，他に燐（P）なども含まれる。鉄素材の原料は，砂鉄系と鉱石系の混合が考えられる。これは，廃鉄器の再生鍛冶の産物の可能性が指摘できる。なお，顕微鏡組織で観察された0.1㎜と0.2㎜の帯状組織は，燐化鉄が帯状に伸びた帯状組織（Banded Structure）もしくは，硫化マンガンや酸化マンガンの偏析したゴースト線（Ghost line）であるかもしれない。これらの不純物（特に燐）の害は，炭素含有量が高い鋼程顕著であって，今回の庖丁の心金の場合軟鋼レベルなので，それ程常温脆性として加工亀裂は生じていないのかもしれない。

（６）化学組成分析：Table.2に示す。分析試料は，庖丁刃先から顕微鏡試料を切り出した際のノコからの切粉を用いている。炭素（C）量は，不純物の影響を大きく受けるので実施していない。顕微鏡組織のパーライト析出量から推定して，0.08～0.25%の間である。鉄中の非金属介在物に硫化マンガン（MnS）や燐化鉄が検出されたように，マンガン（Mn）0.32%，燐（P）0.28%と高めで，これに銅（Cu）0.28%も多い。これは鉄鉱石由来の成分系である。また，ヴスタイト粒中に砂鉄特有成分のチタン（Ti）やバナジウム（V）が検出されたように，この二元素の含有量は低く，チタン（Ti）0.02%，バナジウム（V）0.01%に留まる。以上の結果と CMA の結果を甚案すると，庖丁素材は鉱石系と砂鉄系廃鉄器の再生品からの産物と推定される。

２．TOY-21：炉壁（粘土）

（１）肉眼観察：灰色粘土の小塊多数で被熱の外観的特徴は認められない試料であった。

（２）化学組成分析：Table.3に示す。強熱減量の Ig Loss は6.98%あり，結晶構造水が特別飛散したような熱影響は受けていない生粘土である。鉄分（Fe_2O_3）は，7.43%と高めで，軟化性を持ち，酸化アルミニウム（Al_2O_3）が14.42%と低めで，かつ，塩基性成分（CaO+MgO）が2.32%と逆に多くて耐火性の悪い粘土成分である。粘土中には砂鉄の混入は少なく，二酸化チタン（TiO_2）は，0.52%，バナジウム（V）0.01%に留まる。

（３）耐火度：粘土をゼーゲルコーンという三角堆の試料片にして１分間当たり10℃の速度で温度上昇させて，変化がでると４℃に速度をおとし，ゼーゲルコーンが荷重なしに自重だけで軟化して崩れる温度を耐火度と呼ぶ。該品は，1,230℃の耐火度であった。製鉄用の炉壁粘土や羽口粘土として使用する場合，既存データに比較して低温側に分類される値である。

当粘土は，５世紀中頃の層位から出土した炉壁となっているが，受取り粘土は被熱傾向はなく，特別耐火性に対する配慮のある成分系でもなかった。鍛冶羽口用として使用出来ない粘土でもないが，先端溶融で孔づまりに少々心配される性状であった。炉壁とは，カマドあたりに使用されたものを指し

ているのであろうか。

3－2．開酵大滝遺跡出土品

1．TOY-2：鉄製品（鍋）

（1）肉眼観察：鉄鍋は三足鉉付の底部らしく，1足を残す破片である。内面は赤黒色，外面は小豆色から黄褐色の鉄銹に覆われる。内部に金属鉄を遺存する。

（2）マクロ組織：Photo.32の①・②に示す。断面は，白鋳鉄のセメンタイトの一部が黒鉛化している。いわゆるまだら（斑）鋳鉄（Mottled cast iron）の組織である。

（3）顕微鏡組織：Photo.2の①～⑦を示す。①は研磨のままの組織（no etch）である。黒い鳥の羽を想わせる析出物は片状黒鉛で，その右手の5μm前後の淡黄褐色異物が硫化鉄（FeS）である。②は同じく研磨のままで，低倍率広範囲の視野を示す。自然腐食で白鋳鉄組織が現われかかっている。この個所は既に銹化が進行中である。③はナイタル（5％硝酸アルコール液）で腐食した組織で，白い部分はセメンタイト，黒い部分はオーステナイトより変化したパーライト，蜂の巣状の部分は，セメンタイトとオーステナイトの共晶のレデプライトである。③の黒色部の拡大が④で，パーライトと片状黒鉛の析出が認められる。また，⑤はレデプライト部の拡大組織を示す。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.2の⑥はパーライト基地に黒鉛析出個所，⑦はレデプライトの硬度測定の圧痕である。硬度値は，前者が軟質の197Hv，後者は硬質の689Hvであった。組織に見合った値といえる。

（5）CMA調査：Photo.14のSE（2次電子像）に示した片状黒鉛と淡黄褐色微小介在物の高速定性分析結果をFig.3に示す。A-Rankで検出された元素は，鉄（Fe），硫黄（S），燐（P），炭素（C）である。SEに6の番号をつけた介在物は，鉄（Fe）と硫黄（S）に白色輝点が集中し，定量分析値は113％FeO（酸化物としたので誤差を生じて100％以上を表す）－20.6％Sで，硫化鉄（FeS）が同定された。硫化鉄に共伴する介在物にステダイトがあり，Fe－Fe_3C－Fe_3Pの存在が白色輝点で認められ，これの影響が2.2％P_2O_5で示された。該品からはマンガン（Mn）や銅（Cu）の検出はなく，0.7％TiO_2－0.004％V_2O_5で砂鉄特有の含有も明瞭でない。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は，白鋳鉄組織に片状黒鉛を少量析出するので4.0％前後が推定されて，珪素（Si）0.04％，マンガン（Mn）0.03％，燐（P）0.18％，銅（Cu）0.03％など少なくて，更にチタン（Ti），バナジウム（V），ニッケル（Ni），クロム（Cr），砒素（As）などすべて0.01％と低め傾向にある。銑鉄は不純物は少なくて，かつ，鉄素材の製鉄原料の同定は難しい。高純度性からみて，砂鉄の可能性が高いと考えられる。

2．TOY-3：亜鉛製飾り金具？（（鉄製品：剥片）として搬入されていた。）

（1）肉眼観察：現存長さ4.8㎝，幅1.5㎝，厚み1㎜を測る青白色光沢質の剥片である。表面は幅方向でわずかに湾曲し，両側面は長軸方向に溝をもつ。裏面は赤褐色鉄銹を付着するので鉄板との合わせの飾り金具として使用されていた可能性をもつ。

（2）マクロ組織：Photo.32の③に示す。断面は，ナイタル腐食で変化なく，非直線亀裂を走らせた見馴れぬ輝きをもつ供試材であった。

（3）顕微鏡組織：Photo.3の①～③に示す。研磨面は微小ピットを無数に発した軟質の非鉄金属である。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.3の③に硬度測定の圧痕を示す。硬度値は，57.6Hv であった。純鉄や純銅よりも軟質である。

（5）CMA 調査：Photo.15の SE（2次電子像）に示した基地の30μ m 角エリアの高速定性分析結果が Fig.4である。A-Rank で検出された元素は，亜鉛（Zn），鉛（Pb），酸素（O）であった。この結果をもとにした Photo.15の特性 X 線像をみると，基地金属に白色輝点が集中するのは亜鉛（Zn）であった。定量分析結果は，78.6%Zn －1.3%Pb －19.8%O である。非鉄金属は純亜鉛（Zn）であった。随伴微量元素は，錫（Sn）やカドミウム（Cd）などが点状で検出される。鉛（Pb）と酸素（O）は全面に広がって白色輝点が認められる。酸化亜鉛（ZnO）となっている。梅原胡摩堂遺跡では鉛製の飾り金具が発見されたが，今回は亜鉛製の飾り金具と非鉄金属の利用であった。この亜鉛の産地はどこであろうか。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。当初該品が亜鉛とは見当もつかずに，鉄分析と同じ元素の選択を行った。成分的には TOY-1（庖丁）に近似した成分系である。珪素（Si）4.31%，マンガン（Mn）0.31%，燐（P）0.16%，銅（Cu）0.12%，チタン（Ti）0.06%，バナジウム（V），ニッケル（Ni）0.03%，クロム（Cr）0.03%，砒素（As）0.01%以下となった。

3．TOY-22：炉壁

（1）肉眼観察：鋳造溶解炉あたりの炉壁で，内面は茶褐色ガラス化溶融肌に気泡を多発する。外面は暗灰色の精整された胎土が使用されていた。

（2）顕微鏡組織：Photo.33の①～⑤に示す。①は胎土の組織である。素地を構成する微細な鱗片状粘土鉱物のセリサイト（Cerisite）と0.05～0.1㎜程度の石英破片が混在する。②～⑤は内面溶融ガラス化部分で，暗黒色ガラス質スラグ中に微細淡灰色木ずれ状結晶のファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）が晶出する。鋳造溶融金属の痕跡は認められなかった。

（3）化学組成分析：Table.3に示す。強熱減量の Ig Loss は，4.94%と若干の熱影響を受けているが，結晶構造水が多く飛散したものではない。鉄分（Fe_2O_3）は，2.40%と低くて軟化性に対しては心配のない値であるが，塩基性成分（CaO+MgO）2.01%がやや高め，酸化アルミニウム（Al_2O_3）14.91%が少な目であって，高い耐火性は見込み薄の成分系であった。鉄分が低い以外は，前述した TOY-21 炉壁に近似する。

（4）耐火性：当炉壁胎土の荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度は，1,345℃であった。鉄分（Fe_2O_3）が2.40%と低め傾向にある該品は，耐火度の改善が認められた。

4．TOY-23：羽口

（1）肉眼観察：羽口先端部分の破片である。外側は黒色ガラス化し，一部は酸化雰囲気に曝されて小豆色を呈する。このガラス化部分の外形は半円形を呈する残存であるが，内面の胎土は内径を読みとることができぬ破損状態であった。恐らく2～3㎝内径の鍛冶羽口であろう。胎土は灰色還元色に変色していた。

（2）顕微鏡組織：Photo.33の⑥～⑧に示す。ガラス化溶融部分の鉱物組成は，暗黒色ガラス質スラグ中に，極微量の微小マグネタイトが晶出し，局部には胎土混入の未還元砂鉄粒が混在していた。鍛冶羽口にみられるガラス化傾向である。

（3）化学組成分析：Table.3に示す。こちらは胎土分析であるが，強熱減量の Ig Loss が2.53%と熱

影響を受けて少々結晶構造水の飛散した状態での供試材である。軟化性に悪影響を及ぼす鉄分（Fe_2O_3）はさほど高くはなく3.45%で,酸化アルミニウム（Al_2O_3）も17．55%と僅かに上昇気味であるが，二酸化珪素（SiO_2）が64.98%と低めである。また，塩基性成分（CaO+MgO）2.17%は前述してきた炉壁に近いものである。該品には，砂鉄の混入は少なく，二酸化チタン（TiO_2）が0.39%，バナジウム（V）0.01%留まりであった。

（4）耐火度：荷重なしの自重だけで軟化し崩れる耐火度は，1,320℃であった。前述したTOY-22炉壁と大差ない値であるし，成分的にも大きな開きはなくて，当然の値と考えられる。

5．TOY-24：羽口

（1）肉眼観察：灰黒色ガラス質滓に赤色粘土羽口の先端部が付着した塊である。表面のガラス化溶融物は，流動状肌に気泡を散発させる。胎土は熱影響を受けて灰色還元状で，量も少ない。該品も鍛冶羽口と推定される。

（2）顕微鏡組織：Photo.34の①～③に示す。ガラス化溶融物の鉱物組成は，暗黒色ガラス質スラグ中に，局部的に微量のマグネタイトが晶出する。この鉱物相は鍛冶作業での溶融物に想定される。

（3）化学組成分析：胎土分析であるが，粘土試料が少なくて熱影響の及んだ個所からの採取である。強熱減量のIg Lossが0.05%と小さくて結晶構造水が殆ど残留しない状態でのサンプリングとなる。また，鉄分（Fe_2O_3）は10.02%と多くて，純粋な粘土成分とは言い難く，鉄の溶出を受けた粘土であろう。また，耐火度を上げる二酸化珪素（SiO_2）63.16%，酸化アルミニウム（Al_2O_3）13.00%と少なくて，かつ，塩基性成分（CaO+MgO）も2.28%と多いところから，羽口としての先端孔づまりに対しては，あまり期待のもてない成分系である。

6．TOY-25：羽口

（1）肉眼観察：羽口の先端部が灰黒色に溶融ガラス化して塊状を呈する。このガラス化溶融物は，流動状肌に気泡を露出する。羽口胎土は黄色細粒粘土で砂粒の混入は少ない。

（2）顕微鏡組織：Photo.34の④～⑧に示す。ガラス質スラグの鉱物組成は，暗黒色ガラス中に白色雪花状結晶のマグネタイトが少量晶出する。鍛冶羽口先端溶融物の晶癖である。

（3）化学組成分析：Table.2に示す。該品も胎土は熱影響を強く受けていて，強熱減量のIg Lossが0.15%と小さくて，正常な生粘土としてのデータがとれないところの分析である。鉄分（Fe_2O_3）は，7.46%と高めで，軟化性は劣化傾向をもち，耐火性成分の二酸化珪素（SiO_2）62.15%，酸化アルミニウム（Al_2O_3）14.76%など低めで，優れた性状はあまり望めない成分系である。胎土中には砂鉄の混入も少なくて，二酸化チタン（TiO_2）0.50%，バナジウム（V）0.01%であった。前述したTOY-24羽口胎土に近似した成分系の胎土といえる。

炉壁と羽口のまとめ

〈1〉　五社遺跡の5世紀代の炉壁胎土は，鉄分（Fe_2O_3）が7.40%と高めで，軟化性は低温側で起こす傾向にあり，耐火性も二酸化珪素（SiO_2）61.13%，酸化アルミニウム（Al_2O_3）14.42%と低めで，かつ，塩基性成分（CaO+MgO）も2.23%と多めであり，高温側は望めぬ成分系であった。耐火度は1,230℃を呈していた。当粘土の炉壁とは，カマドを指すのであろうか。

〈2〉　開蓙大滝遺跡からは炉壁1点と羽口3本の調査である。炉壁は，内面溶融物からみて鋳造溶

解炉の可能性をもち，鉄分（Fe_2O_3）が2.40％と少ない成分系で軟化性は有利であるが，二酸化珪素（SiO_2）68.95％，酸化アルミニウム（Al_2O_3）14.91％などは低めで，耐火度は1,345℃であった。炉壁としては，使用に耐える一般的な性状と考えられる。

また，羽口は，炉壁に類似した性状であり，羽口先端の孔づまりに対する特別の配慮がとられた気配はなく，現実に２本の羽口（TOY-24・25）の先端部は溶融物の付着が激しかった。当遺跡における炉材粘土に対する専業的な気配りは希薄のようであった。

３－３．石名田木舟遺跡出土品

１．TOY-4：鉄製品（刀子）

（１）肉眼観察：刀子の先端と茎を欠損し，中間部のみを残す。現存長さ6.5㎝，身幅3.2㎝を測る。表裏共に赤褐色鉄銹に覆われるが，心部に僅かに金属鉄を残留していた。

（２）マクロ組織：Photo.3の④の左に示す。皮金は完全に銹化して心金を僅少断続して残す。

（３）顕微鏡組織：Photo.3の④～⑧に示す。④⑤は鉄中の非金属介在物である。④は暗黒色ガラス質スラグの展伸物であり，⑤は酸化第１鉄のヴスタイトと淡灰色片状結晶ファイヤライトの共晶組成である。⑥～⑧は金属鉄組織を示す。⑥はフェライト単相で，全体に白い地はフェライト，黒く細い線はフェライト粒界である。また，フェライト地中の黒い楕円状異物が点在するのは介在物である。この介在物は，酸化第１鉄などの酸化物なので，鉄中の炭素は還元を受けて極低炭素化している。
⑦はベイナイト（Bainite）組織である。フェライトと炭化物の混合物で，パーライトと異なり，平行した板状のフェライトと炭化物の混合物である。炭素量は，0.15％程度で比較的急速冷却を受けている。また，⑧は高炭素ベイナイト組織で，炭素量を0.5％程度含有した半硬鋼であった。

（４）ビッカース断面硬度：Photo.3の⑥はフェライト単相域で硬度値は，108Hv，⑦の0.15％炭素ベイナイト域で124Hv，⑧の高炭素（0.5％C）ベイナイト域で202Hv となった。鉄中の炭素量の増加にしたがって硬度値も上昇している。組織に見合った値であった。

（５）CMA 調査：鉄中の非金属介在物の２種類について分析を行った。まず最初に，Photo.16の SE（２次電子像）でみられる暗黒色展伸状介在物の高速定性分析結果を Fig.6に示す。A-Rank で検出された元素は，鉄（Fe），チタン（Ti）にガラス質成分（Si ＋ Al ＋ Mg），酸素（O）である。また，B-Rank にガラス分のカルシウム（Ca）とカリウム（K）が加わる。このガラス質スラグを主要組成とする介在物の定量分析値は，54.3％SiO_2－15.6％Al_2O_3－3.3％CaO －1.2％MgO －3.7％K_2O の珪酸塩組成が同定される。これには，砂鉄特有の5.3％TiO_2－1.3％ZrO_2を固溶しており，鉄素材は砂鉄原料系と推定される。

次に，Photo.17の SE（２次電子像）にみられる白色粒状結晶（８の番号）と，淡灰色不定形結晶（９の番号）の高速定性分析結果を Fig.7に示す。A-Rank 検出元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），酸素（O）である。また，B-Rank は，チタン（Ti）とカリウム（K）が検出された。この結果を視覚化した特性Ｘ線像で８の番号のついた白色粒状結晶は，鉄（Fe）に強く，チタン（Ti）に弱く白色輝点は集中し，定量分析値は，98.1％ FeO －1.2％ TiO_2が得られて，ヴスタイトが同定された。砂鉄由来の鉄素材で，僅かにチタン（Ti）を固溶する。更に SE の９の番号のついた介在物は，鉄（Fe）と珪素（Si）に強く白色輝点が集中し，定量分析値は，55.0％FeO －30.4％SiO_2組成で，ファイヤライト（2FeO・SiO_2）が同定された。この刀子の素材は，砂鉄原料と見做される。

2．TOY-5：鉄製品（刀子）

（1）肉眼観察：棟関は，僅かになだらかに下り，刃関は斜めに急角度に上る造りである。全長19.5㎝，身幅2.8㎝を測るほぼ完形品である。全面が黒褐色鉄銹に覆われ，刃先側の腐食は激しくて，一部剥落もある。

（2）マクロ組織：Photo.4の①左に示す。心金部分で軟鋼を使用して，目立つ鍛接線はなく造りは丁寧である。

（3）顕微鏡組織：Photo.4の①～⑨に示す。①②は鉄中の非金属介在物である。前述のTOY-4（刀子）と同系でヴスタイトと珪酸塩系が展伸状態で点在する。金属組織は，フェライト地に炭化物が微細に分散析出した領域と，未分解炭化物（残留オーステナイトもしくは島状マルテンサイト）からなっている。③の左右（その拡大組織が⑤⑥である）に示すこの組織は，フェライト／オーステナイト混合温度域で鍛打加工が施された可能性をもつ。炭化物の析出量からみて，推定炭素量は，0.3％前後である。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.4の⑧に炭化物微細分散域と，⑦⑨の未分解炭化物域の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は189～228Hvの範囲内に収まっている。

（5）CMA調査：Photo.18のSE（2次電子像）にある暗黒色ガラス質スラグの高速定性分析結果がFig.8である。A-Rankの検出元素は，鉄（Fe）とガラス質成分（Si＋Al＋Mg＋K）及び酸素（O），B-Rankがチタン（Ti），カルシウム（Ca）であった。Photo.18に特性X線像と定量分析結果を示す。SEに11の番号をつけた個所での定量分析値は，49.8％SiO_2－14.6％Al_2O_3－4.4％CaO－2.1％MgO－5.6％K_2O組成の非晶質珪酸塩系である。これに，砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）が1.3％固溶される。また，Photo.19のSEに示した酸化第1鉄のヴスタイトと，鉄かんらん石系介在物の高速定性分析結果がFig.9である。A-Rankの検出元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），酸素（O）であった。この結果をもとにした特性X線像と定量分析値がPhoto.19である。SEに12の番号をつけた白色粒状結晶は，100％FeOでヴェスタイトが同定される。また，SEの13の番号は，淡灰色不定形結晶で96.7％FeO－24.8％SiO_2組成が得られ，鉱物相は，ファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）系と同定される。更にSEの14の番号は，ファイヤライトより若干明るさをもつ鉱物である。定量分析値は，71.1％FeO－23.7％SiO_2－6.2％Al_2O_3が得られた。鉱物相は，ファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）とヘーシナイト（$FeO \cdot Al_2O_3$）の混合組成の可能性が推定される。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。炭素（C）量は，顕微鏡組織から推定して0.3％前後の軟鋼レベルで，砂鉄特有成分のチタン（Ti）0.10％と高めで，バナジウム（V）0.01％以下である。珪酸塩系介在物からもチタン（Ti）の固溶が確認された砂鉄由来の鉄素材であろう。ただし，銅（Cu）の0.19％と高めが気になる。更に，マンガン（Mn）の0.45％も多くて，砂鉄系と鉱石系の混在で廃鉄器からの再生品であろうか。

3．TOY-6：鉄製品（刀子状）

（1）肉眼観察：切先が剣形で刃関の刀子状鉄製品である。全長12.5㎝，身幅1.2㎝と細い。表裏面は黒褐色の鉄銹に覆われるが，これもほぼ完形品である。

（2）マクロ組織：Photo.5の①左に示す。断面は，刃先部断面で極低炭素鋼の折返し鍛接線が認められる造りである。これも心金部分の遺存で，皮金は消滅する。

（3）顕微鏡組織：Photo.5の①～⑨に示す。①②は鉄中の非金属介在物である。折返し曲げ鍛接に際

して鉄素材表面に酸化防止の粘土汁の塗布があり，これに由来した暗黒色ガラス質スラグと，鉄肌に生じた酸化第１鉄のヴスタイトが混在する。⑤～⑧は，ナイタル腐食（Etching）に現われたフェライトである。炭素量は，0.01％以下の極低炭素鋼に分類される。酸化第１鉄（FeO）の介在物が特定の間隔で分布し，合わせ鍛えの加熱で還元反応が起こり，低炭素化が促進されたと推定される。900℃前後の温度から放置冷却の熱履歴をもつものである。

（４）ビッカース断面硬度：Photo.5の⑨にフェライト結晶粒基地の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は，113Hv であった。炭素含有量と，フェライト結晶粒の粒径からみると，若干高め傾向な値である。

（５）CMA 調査：Photo.20の SE（２次電子像）に示した白色粒状結晶（15）や，淡灰白色不定形結晶（16）が暗黒色ガラス質スラグに囲まれた塊状介在物（鍛接線上の介在物ではなくて製錬過程で派生したもの）を分析した。Fig.10に高速定性分析結果を示す。A-Rank での検出元素は，鉄（Fe），チタン（Ti），ガラス質成分（Si ＋ Al ＋ Ca），燐（P），酸素（O）などである。Photo.20の SE の15の番号の定量分析値は，95.3％FeO －4.1％TiO_2が得られて，鉱物相はヴスタイト（Wüstite：FeO）が同定される。砂鉄系のチタン（Ti）を固溶する。また，16の番号をつけた淡灰白色介在物は，61.0％ FeO －12.6％SiO_2－24.2％Al_2O_3組成の定量値が得られた。ファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）とヘーシナイト（$FeO \cdot Al_2O_3$）の混合組成であろう。こちらにも砂鉄系の3.3％TiO_2の固溶が認められた。

（６）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は，0.01％以下の極低炭素鋼は顕微鏡組織からの推定で，マンガン（Mn）のみが高めの0.55％あるが，他は低め傾向で，チタン（Ti）0.02％，バナジウム（V）0.02％，銅（Cu）0.07％，燐（P）0.10％などである。これも傾向としては砂鉄・鉱石混在の可能性をもつ廃鉄器転用であろうか。

４．TOY-7：鉄製品（刀子）

（１）肉眼観察：該品はなで肩の関で，刀身と茎の幅差が少なく，かつ，長茎気味の造りである。また，切先の尖りはあまりなく，剣先に近い。全長17.2㎝，刃幅2.0㎝を測り，ほぼ完形品。表裏共に赤褐色鉄銹に覆われる。

（２）マクロ組織：Photo.6の①左に示す。断面全面が黒く高炭素鋼となり，顕著な鍛接線はなく，均質な心金部分である。

（３）顕微鏡組織：Photo.6の①～⑧に示す。①②は鉄中の非金属介在物である。非常に小さく分散展伸された硫化マンガン（MnS）やアルミナ系の介在物が点在する。その量は少ない。一方，金属鉄組織は，粒界にフェライトを網目状にもつパーライト組織で，一種の過熱組織（Over heated Structure）である。パーライト地には，針状のフェライトを析出し，ウィッドマンステッテン組織（Widmannstätten Structure）を呈している。炭素量0.6％前後の鉄素材は，オーステナイト（γ）粒度は約６番なので推定加熱温度は，約1,000℃で，放置冷却の熱履歴が想定される。

（４）ビッカース断面硬度：Photo.6の⑦はパーライト基地にフェライトの多い個所の硬度測定で240Hv，⑧はパーライト基地で276Hv であった。組織に見合った値といえる。

（５）CMA 調査：Photo.21と22の SE（２次電子像）にみられる黒色の角張った介在物と粒状や展伸状淡灰褐色介在物の高速定性分析結果を Fig.11・12に示す。前者の A-Rank 検出元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），硫黄（S），燐（P）であり，後者の A-Rank は，鉄（Fe），珪素（Si），硫黄（S），燐（P）などがある。また，両者の B-Rank はマンガン（Mn）であった。この高速定性分析結果を元にした特性 X 線像は，Photo.21の SE（２次電子像）に示した18の番号のついた介在物は，

ムライト（Mullite：$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$）が同定されて，定量分析値は，45.0%Al_2O_3－27.5%SiO_2が得られた。ただし，これには10.9% FeO －5.9% MnO －3.5% TiO_2が固溶する。そのため一部にスピネル（Spinel）として，$FeO \cdot Al_2O_3$の存在も無視できない。一方，Photo.22の SE（２次電子像）にみられる17の番号をつけた介在物は，40.4%MnO －19.7% S で硫化マンガン（MnS）が同定される。スピネル系介在物にチタンを固溶するものと，硫化マンガン系介在物の混在は，やはり砂鉄系と鉱石系廃鉄器の再生鍛冶による鉄製品の可能性が考えられる。

（６）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は，0.6%レベルの硬鋼で，マンガン（Mn）0.24%，燐（P）0.17%，銅（Cu）0.09%と高く，チタン（Ti）0.02%，バナジウム（V）0.01%以下と低めであるが，チタン分は非金属介在物中に濃縮して点在するので，その量は高くは表われない。鉱石系と砂鉄系廃鉄器転用で再生した鉄製品が想定される。

５．TOY-8：鉄製品（刀子）

（１）肉眼観察：刀子は両関で，棟関は僅かに下がり，刃関は斜めに明瞭に上がり，関で上下に広がり最大幅をなす。切先を欠損し，現存長さ7.8㎝，身幅1.1㎝を測る。茎も腐食が激しく，銹落ちして旧形は保っていない。表裏共に赤褐色鉄銹に覆われる。

（２）マクロ組織：Photo.7の①左に示す。断面は，ガラス質介在物を有した鍛接線が幅狭ばめに走り，折返し曲げ鍛接が読みとれる造りである。炭素量は極軟鋼レベルであった。

（３）顕微鏡組織：Photo.7の①～⑨に示す。刀子の心金である。①は鉄中の非金属介在物で，鍛接線を形成する暗黒色ガラス質スラグである。酸化防止に塗布された粘土汁由来の珪酸塩である。②～⑦は，金属鉄のフェライトとパーライト組織である。フェライトは炭素量が0.15%前後で粒度番号10番の個所と，0.1%炭素量で，粒度番号8番の2領域に分けられる。該品は鍛造成形後，放置冷却された熱履歴が読みとれた。

（４）ビッカース断面硬度：Photo.7の⑧に10番のフェライト個所の硬度圧痕を，また，⑨はフェライト結晶粒８番の個所の圧痕を示す。硬度値は，前者が156Hv，後者が108Hv であった。

（５）CMA 調査：鉄中の非金属介在物の２種類について高速定性分析と特性 X 線像及び定量分析を行った。まず，Photo.23の SE にみられる暗黒色ガラス質スラグ中の白色粒状結晶（19の番号）と，淡灰色盤状結晶（20の番号）について，高速定性分析 Fig.13を行った結果，A-Rank で検出された元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），酸素（O）などである。この結果を視覚化した特性 X 線像を Photo.22でみると，19の番号のついた白色粒状結晶は，鉄（Fe）と酸素（O）に白色輝点が集中し，定量分析値は100% FeO で，鉱物相はヴスタイト（FeO）に同定される。また，SE の20の番号のついた淡灰色小盤状結晶は，鉄（Fe）と珪素（Si）に白色輝点が集中し，70.8%FeO －28.8%SiO_2組成で鉄かんらん石のファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）が同定される。次に，Photo.24の SE にみられる淡灰色小盤状結晶（21の番号）の高速定性分析結果を Fig.14に示す。A-Rank の検出元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），酸素（O）などである。この介在物の Photo.24にある定量分析値は，69.2% FeO －28.7%SiO_2組成からファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）が同定された。鍛打時の酸化防止に塗布された粘土汁由来の介在物と推定される。

（６）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は顕微鏡組織から0.10～0.15%の極軟鋼で，マンガン（Mn）0.67%，燐（P）0.20%，砒素（As）0.03%など高め傾向にあり，砂鉄特有元素のチタン（Ti）0.02%，バナジウム（V）0.01%など低く，かつ，CMA での非金属介在物（Photo.22）からチタン

（Ti）の検出がない。刀子の製鉄原料は，磁鉄鉱が想定される。

6．TOY-9：鉄製品（鎌）

（1）肉眼観察：越前鎌（平打）の祖形に当たるのか，刃部と中子は直角に近い造りで，中子先端（茎尻）は尖らせてまるめてある。切先を僅かに欠くがほぼ完形品で，刃部18.0㎝，身幅4.0㎝，中子の長さは6.5㎝を測る。

（2）マクロ組織：Photo.32の④に示す。断面は折返し曲げの鍛接線と，高低炭素量の異なる層位が認められ，浸炭処理が想定された。浸炭（Carburizing）は，鋼の表面に炭素を浸透させて表面層だけの炭素量を増加する目的で，鎌は木炭粉でまぶし，適当な温度（850～950℃ぐらい）で，適当な時間加熱した後，冷却する操作を経ている。

（3）顕微鏡組織：Photo.8の①～⑧に示す。①は鉄中の非金属介在物である。暗黒色ガラス質スラグ中に，微小針状組織のイルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$）が析出し，砂鉄由来の鉄素材と推定される。②③は鎌の刃先側の金属組織である。組織は焼入れ組織のマルテンサイト（Martensite）であって，一面に細かい針状または麻の葉状である。炭素量が約0.7％程度であろう。マルテンサイトは，炭素を過剰に固溶しているα鉄，つまりα固溶体を指す。鎌の鋭利性を寄与するために水焼入れが施されている。④は，刃先を離れて基部側の組織で浸炭組織を表わす。左側最表面は，微かに初析セメンタイトが網状に析出し，その内側に入ると，0.77％C域の共析層が広くみられ，更に内側に入ると，粒界フェライトが網状に表われた母材域で低炭変態パーライト組織となり，炭素量は0.35％前後と推定される。この④組織内は，展伸非金属介在物が縦方向に走り，これが鍛接線とわかる。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.8の⑤～⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑤は刃先側水焼入れを施した個所の硬度圧痕で739Hv と硬質である。⑥は刃先から基部寄りに若干移動した個所で492Hv，⑦は更に刃先から遠のくと281Hv，母材域で186Hv と軟化する。焼入れ効果は約4倍である。

（5）CMA 調査：鎌の鉄中非金属介在物は2種類の分析を行った。まず，Photo.25の SE（2次電子像）にみられる暗黒色ガラス質スラグ中に析出した微小針状物の分析である。高速定性分析結果をFig.15に示す。A-Rank の検出元素は，鉄（Fe），チタン（Ti）とガラス質成分（Si ＋ Al ＋ Ca ＋ Mg ＋ K ＋ Na）及び酸素（O）である。Photo.25の SE に24の番号をつけた個所で5μm平方のエリアを定量分析したところ，45.8％SiO_2－12.6％Al_2O_3－8.0％CaO －2.0％MgO －5.6％K_2O －1.3％Na_2Oのガラス質成分と，14.5％ TiO_2－7.5％ FeO の組成が得られた。針状結晶はイルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$）が同定された。砂鉄原料の鉄素材である。

次にPhoto.26の SE にある淡灰色盤状結晶（22の番号）と，白色粒状結晶（23の番号）の高速定性分析結果を Fig.16に示す。A-Rank 検出元素は，鉄（Fe）とガラス質成分（Si ＋ Al ＋ Ca ＋ Mg ＋ K），燐（P），硫黄（S），酸素（O）である。Photo.26の特性X線像の SE に示した22の番号は，ファイヤライト系の鉱物相で，42.2％FeO －36.9％SiO_2の定量値が得られた。ただし，これにガラス質成分の6.4％Al_2O_3－4.9％CaO －1.0％MgO －4.4％K_2O －1.5％Na_2O が加わる。また，SE の23の番号は，白色粒状結晶でヴスタイト（FeO）が予想されたが，57.8％ FeO －27.0％ SiO_2が得られた。再検討が必要と考えている。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は，顕微鏡組織からみて0.35～0.77％の浸炭組織で，これにマンガン（Mn）0.38％，燐（P）0.11％，銅（Cu）0.09％と低め傾向をもち，砂鉄特有元素は，チタン（Ti）0.03％，バナジウム（V）0.02％と僅かに上昇した介在物中のイルミナイトから帰属す

る成分の存在が窺われた。砂鉄系鉄素材の製品と推定される。

7．TOY-10：鉄製品（刀子）

（1）肉眼観察：該品は棟関をもたずに刃関が2段に設けられた特異な造りである。また，身幅最大個所が先端寄りにあり，何か特殊用途がありそうな刀子状鉄器である。全長17.7㎝，最大身幅1.8㎝を測る。黄褐色粘土を付着したほぼ完形品である。

（2）マクロ組織：Photo.9の①左に示す。断面は，淡黒色の炭素量から半硬鋼レベルの鉄素材が折返し曲げの鍛接線を残した組織で認められた。心金部分である。

（3）顕微鏡組織：Photo.9の①～⑥に示す。②は鉄中の非金属介在物であり，暗黒色ガラス質スラグ中に鉄かんらん石の共晶組成が晶出する。詳細はCMAの項で述べる。金属組織は，Photo.9の①，③～⑤にあるように，超微細フェライトと微細な島状マルテンサイト組織が全面に析出する。該品は炭素含有量が0.3％前後であって刀子状に成形後，水焼入れを施し，その後再加熱して800℃近傍のフェライト／オーステナイト共存域から静かな大気中に放冷した焼ならし（Normalizing）処理がなされている。焼ならしは，鋼の組織の正常化がねらいであって，必ずしも完全な軟化を目的とはしていない。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.9の⑥に島状マルテンサイト析出の刀子刃先近くの硬度測定の圧痕を示す。硬度値は，293Hvであった。

（5）CMA調査：2種類の鉄中非金属介在物の調査を行った。まず，最初は，Photo.27のSE（2次電子像）にある暗黒色ガラス質スラグ中に晶出した淡茶褐色長方形結晶の高速定性分析結果をFig.17に示す。A-Rankで検出された元素は，鉄（Fe），チタン（Ti）とガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg＋K），酸素（O）である。Photo.27のSEに30の番号をつけたガラス質部分の定量分析値は，62.0％SiO_2－21.5％Al_2O_3－4.6％CaO－1.1％MgO－3.5％K_2O組成の珪酸塩に，4.8％TiO_2－1.4％MnOを固溶する。また，SEに31の番号のついた介在物は，81.0％TiO_2－16.4％Al_2O_3で，アルミニウム・チタナイト（Aluminum Titanate：Al_2O_3・TiO_2）というより，ルチル（Rutite：TiO_2）もしくはスピネル（Spinel：FeO・Al_2O_3－TiO_2）としてみることもできよう。砂鉄特有鉱物相の検出より砂鉄原料の鉄素材といえる。

残るもう1点の介在物について述べる。Photo.28のSEにみられる暗黒色ガラス質スラグと，その中に晶出する鉱物相（32と33の番号）の高速定性分析結果をFig.18に示す。A-Rankで検出された元素は，鉄（Fe），珪素（Si），アルミニウム（Al），燐（P），硫黄（S），酸素（O）などである。B-Rankでは，チタン（Ti），カルシウム（Ca），カリウム（K）が加わる。Photo.28のSEに32の番号のついた淡灰色小型方形介在物は，66.6％FeO－32.9％SiO_2－1.6％MgO組成が得られて，鉱物相は鉄かんらん石のファイヤライト（2FeO・SiO_2）もしくは，かんらん石のファイヤライト・マグネシアン（Fayalite magnesian：$(Fe・Mg)_2SiO_4$）が同定される。また，SEの33の番号のつく介在物は，50.0％FeO－36.9％SiO_2組成でファイヤライトが同定されるが，これに2.3％TiO_2－2.2％P_2O_5などが固溶する。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。該品は，顕微鏡組織から0.3％炭素含有量に，マンガン（Mn）0.12％，燐（P）0.09％，銅（Cu）0.01％など低く，砂鉄特有成分のチタン（Ti）0.03％，バナジウム（V）0.01％を介在物由来からの数値として表わしている。砂鉄原料をもとに製造された鉄製品であった。

8．TOY-11：鉄製品（刀子）

（1）肉眼観察：刀子は両関で，両方とも浅く，直角に近く設け，刃身と茎は同等になる長茎タイプに属する。なお切先は剣形をとる。全長19.2㎝，身幅2.0㎝の細造りで，ほぼ完形品である。表裏面は淡褐色に錆化し，小さな錆膨れの発生があるが，心金は金属鉄を残す。

（2）マクロ組織：Photo.32の⑤に示す。断面は，折返し曲げの鍛接線を残し，表層側は高炭素含有域を持つ浸炭処理の痕跡をもった心金を残存する。前述したTOY-9（鎌）の断面組織に近似する。

（3）顕微鏡組織：Photo.10の①～⑧に示す。①は鉄中の非金属介在物である。介在物組成はウルボスピネル（Ulvöspinel：$2FeO \cdot TiO_2$）やガラス質成分である。詳細はCMAの項で述べる。②～⑧は金属鉄組織である。そのうちの②は刃先側であり，微細フェライトと微細マルテンサイト混合組織となる。刃先母材の炭素含有量は，0.5%前後の硬鋼で，α/γ共存域から焼入れされた組織である。基部側には，④で観察されるように，両端は高炭素含有の浸炭層をもち，0.77%Cの共析層パーライト組織で⑦が拡大組織，⑧は母材のフェライトとパーライト組織である。このパーライトは球状化しており，650℃前後の温度から焼きもどし（Tempering，drawing）を行い，焼入れによって阻止した変態の一部を進行させ，安定した組織に近づけた操作が行われている。折返し曲げ鍛接を行って成形された刀子は，浸炭した後，焼入れ，焼きもどしを施していて，TOY-9（鎌）に酷似した組織となっている。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.10の⑤～⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑤は刃先焼入れ部で，硬度値は544Hv，⑥はその近傍で534Hv，⑦は浸炭共析域で281Hv，⑧はフェライト・パーライト球状化域で269Hvであった。焼入れ効果は顕著である。

（5）CMA調査：Photo.29のSE（2次電子像）にみられる鉄中の非金属介在物の高速定性分析結果をFig.19・20に示す。2枚の分析結果があるのは，2種類の介在物に対して，それぞれ分析した為である。Fig.19はSEの26の番号のついた介在物，Fig.20はSEの25の番号のついた介在物の結果である。両方のA-Rank検出元素は同じ結果であって，鉄（Fe），チタン（Ti），珪素（Si），アルミニウム（Al），マグネシウム（Mg），カリウム（K），酸素（O）などである。

Photo.29のSEの25の番号のついた介在物は，57.1%FeO－29.5%TiO_2－4.2%V_2O_3－8.4%Al_2O_3組成である。鉱物組成は，イルミナイト（$FeO \cdot TiO_2$）とヘーシナイト（$FeO \cdot Al_2O_3$）の混合組成の可能性をもつ。また，SEに26の番号のついた介在物は，37.0%SiO_2－10.5%Al_2O_3－3.1%CaO－1.4%MgO－5.2% K_2O－1.0% Na_2O組成で珪酸塩と，30.7% FeO－11.8% TiO_2組成でウルボスピネル（$2FeO \cdot TiO_2$）の混合組成を想定する。砂鉄原料由来の鉄素材と考えられる。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。炭素量は，0.35～0.77%の含有量が顕微鏡組織から推定されて，これにマンガン（Mn）0.53%，燐（P）0.24%とやや砂鉄系鉄素材として高め傾向にあるが，銅（Cu）は0.03%と少なくて，砂鉄特有元素のチタン（Ti）は0.07%と高く，バナジウム（V）0.01%が含有される。以上の結果は砂鉄系の鉄素材の見做されよう。

9．TOY-12：鉄製品（刀子状）

（1）肉眼観察：刀子状鉄器は刃関が斜めに大きく入る造りで茎は短い。切先部の錆化剥落があるが，ほぼ完形品で全長15.3㎝，身幅2.0㎝を測る。濃褐色鉄錆に灰色粘土を付着して，錆膨れも目につく。

（2）マクロ組織：Photo.11の①左に示す。断面は，極軟鋼の折返し曲げの鍛接線をもつ素材の刀子状鉄器の心金部分である。

（3）顕微鏡組織：Photo.11の①～⑨に示す。①～③は鉄中の非金属介在物である。暗黒色ガラス質

スラグ中に微小析出物をもつものと，淡白色紡錘状酸化鉄のヴスタイトが析出する。④～⑦は金属鉄の組織で，0.12％前後の炭素量を含有する。フェライト基地に球状パーライトの析出で，600℃近傍からの焼きもどし処理が想定される。フェライト粒度は約10番である。

（4）ビッカース断面硬度：Photo.11の⑧⑨に硬度測定の圧痕を示す。硬度値は，132～142Hv であった。フェライト基地に対する極微量のパーライト析出であるので妥当な値といえる。

（5）CMA 調査：鉄中の非金属介在物を２種類分析している。最初に Photo.30の SE（２次電子像）にある暗黒色ガラス質スラグの高速定性分析結果を Fig.21に示す。A-Rank で検出された元素は，鉄（Fe），チタン（Ti），ガラス質成分（Si ＋ Al ＋ Ca ＋ Mg ＋ K ＋ Na），酸素（O）である。この結果を視覚化した面分析の特性 X 線像をみると，白色輝点はガラス質成分と酸素（O）に強く集中し，これにチタン（Ti）も重なって認められる。SE に29の番号のついた介在物を定量分析値でみると，53.8％ SiO_2 －11.9％ Al_2O_3 －6.5％CaO －1.6％MgO －4.1％ K_2O －1.6％ Na_2O 組成の珪酸塩が同定される。これに，4.6％ TiO_2 －1.1％MnO －15.1％FeO の固溶がある。チタン化合物の晶出がないが砂鉄原料の鉄素材であろう。

次に Photo.31の SE に示した白色紡錘状介在物の高速定性分析結果が Fig.22である。A-Rank の検出元素は，鉄（Fe），珪素（Si），酸素（O）である。SE に２種の介在物があり，27の番号をつけたものは，100％ FeO でヴスタイト（FeO），28の番号は淡灰色結晶が晶出しており，定量分析値は，69.0％ FeO －29.7％ SiO_2 組成が得られて，ファイヤライト（2FeO・SiO_2）が同定された。当刀子状鉄製品の非金属介在物は，珪酸塩，ヴスタイト，ファイヤライトなどの3種類が確認できた。

（6）化学組成分析：Table.2に示す。炭素含有量は，顕微鏡組織から0.12％が観察されて，マンガン（Mn）0.12％，燐（P）0.04％，銅（Cu）0.02％など少なく，チタン（Ti）0.04％と高めであり，バナジウム（V）0.01％から鉄素材は砂鉄系と推定された。

4．まとめ

（1）　五社遺跡出土品

庖丁１点の調査である。該品は，鉄中の非金属介在物に硫化マンガン（MnS）やヴスタイト（FeO）を晶出し，このヴスタイト中には，砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）が約１％，バナジウム（V）を２％と高値（V1％以上は希）に含む。更に化学組成で銅（Cu）が 0.28％と高値から鉱石由来が考えられて，砂鉄と鉱石両方の廃鉄器を鍛冶原料とした再生鉄製品と推定される。なお，庖丁は，炭素含有量が0.08～0.25％の軟鋼素材で，これを折返し曲げ鍛接を施して成形してある。これには高炭素含有の硬鋼の合わせ鍛えの可能性をもつものであるが，残念ながら，今回調査の総ての鉄製品の皮金は，銹化消滅している。

（2）　開酵大滝遺跡出土品

鉄鍋と亜鉛製飾板の各１点の調査である。鉄鍋は，鋳造品で白鋳組織（レデブライト）と，片状黒鉛を析出した斑（まだら）鋳鉄であった。鋳鉄になると高温溶融鉄であり，砂鉄製錬系であっても，チタン分の検出は希であり，今回も鉄中の非金属介在物は，硫化鉄（FeS）であったが，チタン（Ti）やバナジウム（V）の固溶はなかった。化学組成は銅（Cu）が殆ど含有されず0.03％に留まったので，砂鉄系原料の可能性が指摘できた。

先に，東海北陸自動車道建設に伴って調査された梅原胡摩堂遺跡からは，真鍮製飾板（23％Zn －76％

Cu 合金）が出土して亜鉛の活用が予測されたが，今回は無垢の亜鉛製品が確認できた。

（3）　石名田木舟遺跡出土品

刀子８点と鎌１点の調査である。各鉄製品は，ここでも心金からの情報となる。個々のまとめは，Table.3を参照して頂くとして，ここでは特に注目しておきたい点は，砂鉄原料で直の製品化鍛冶と，廃鉄器再生鍛冶の存在である。後者の作業形態が一地域内の限られた現象なのか，列島内での製鉄業の集約があってのその余波なのか，はたまた，鉄の生産性が向上し，廃鉄器が鍛冶原料として全国的に流通し始めた証なのか，見極めが必要であろう。なお，古代末ぐらいから中世にかけて，列島内の鍛冶工房出土の椀形鍛冶滓に廃鉄器原料のものが時折検出されている[2)]。これらを含めて中・近世の鍛冶生産の問題も検討すべきとも考えられる。

註

1）大澤正己「梅原胡摩堂遺跡出土金属製品と鍛冶・鋳造関連遺物の金属学的調査」『梅原胡摩堂遺跡発掘調査報告（遺物編）～東海北陸自動車道建設に伴う埋蔵文化財発掘報告Ⅱ～富山県文化振興財団埋蔵文化財発掘調査報告第７集』㈶富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所　1996

2）（イ）大澤正己「長崎遺跡出土鍛冶滓の金属学的調査」『長崎遺跡Ⅳ（遺物・考察編）静岡県埋蔵文化財調査報告第59集』 静岡県埋蔵文化財調査研究所　1995（遺物は10世紀前半）

（ロ）大澤正己「いわき市タタラ山遺跡出土鉄滓と鉄塊系遺物の金属学的調査」『常磐自動車道遺跡調査報告４　福島県文化財調査報告書第316集』 福島県文化財センター，福島県教育委員会　1995（10世紀後半）

（ハ）大澤正己「姥久保遺跡出土椀形鍛冶滓の金属学的調査」『姥久保遺跡』 日野駅北土地区画整理地区遺跡調査団　1996（中世後半）

（ニ）大澤正己「諏訪町Ｃ遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『神奈川県平塚市諏訪町Ｃ遺跡』 諏訪町Ｃ遺跡発掘調査団　1997（10世紀末～11世紀初頭）

（ホ）大澤正己「神正遺跡・鍛冶河内地区出土椀形鍛冶滓の金属学的調査」『神正遺跡・鍛冶河内地区出土鉄滓の成分分析報告』（山口県阿知須町教育委員会）　パリノ・サーヴェイ株式会社　1998（15世紀後半～16世紀前半）

参考追加試料

開蓙大滝遺跡出土鉄滓の調査結果

平成５年８月27日に関　清所長代理（当時）のご案内で開蓙大滝遺跡発掘時の見学の機会を得た。その折りにＳＸ4018遺構から出土したそら豆状の小型鉄滓（15×10×８㎜）をお預かりしたので，そのマクロ組織と顕微鏡組織を Photo.35に示している。

該品はマクロ組織をみると，不整楕円形状の断面で，中核部は空洞となり，周縁部は0.6㎜前後の気泡と共に白色粒状鉱物の晶出が認められた。

顕微鏡組織からみた鉱物組成は，白色粒状結晶のヴスタイト（Wüstite：FeO）が凝集気味に晶出し，その隙間を淡灰色結晶のファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）と暗黒色ガラス質スラグが埋める。鉄素材の折返し曲げ鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓に分類される。

なお，白色粒状結晶の組織同定を目的としてビッカース断面硬度の測定を行ったところ，硬度値は

325Hv であった。白色粒状結晶はヴスタイトと考えられたので，硬度値は450～500Hv の範囲内に収まると予測していたが外れた結果となった。鉄滓は通常比較的に安定した酸化物なので，硬度値も大きく外れることはないものの，しかし，時折，時効劣化が起こり，このような低値を示すこともありうる。今回は，その稀有の事例に遭遇した訳である。

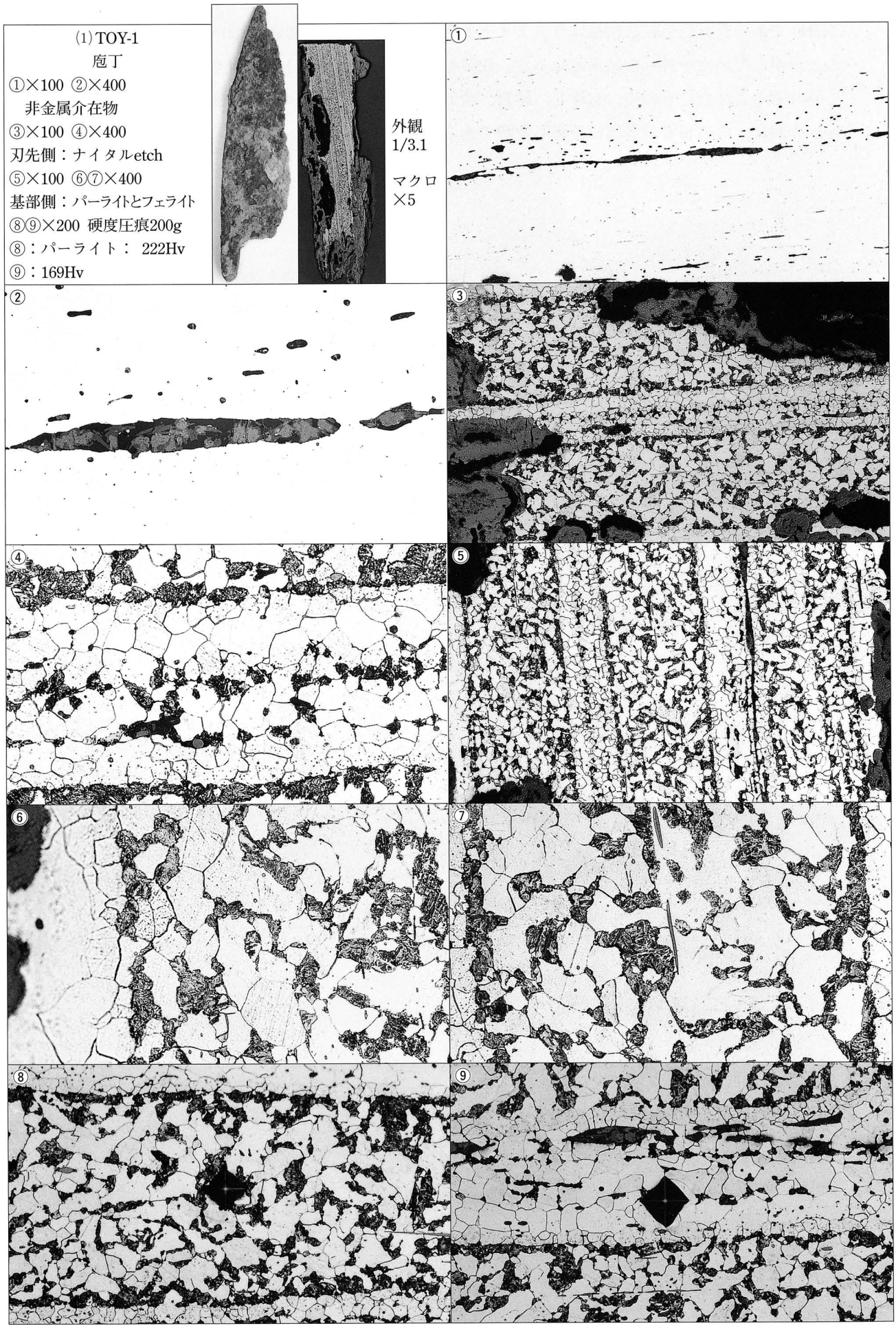


Photo.1 鉄製品の顕微鏡組織

(2) TOY-2
鍋
①×400　no etch
片状黒鉛と介在物
②×50　no etuch
③×50　ナイタルetch
まだら鋳鉄
④⑤×400 ③の拡大
⑥⑦×200　硬度圧痕　荷重200g
⑥：197Hv ⑦：689Hv

外観写真1/1.2
（マクロ組織はPhoto.32参照）

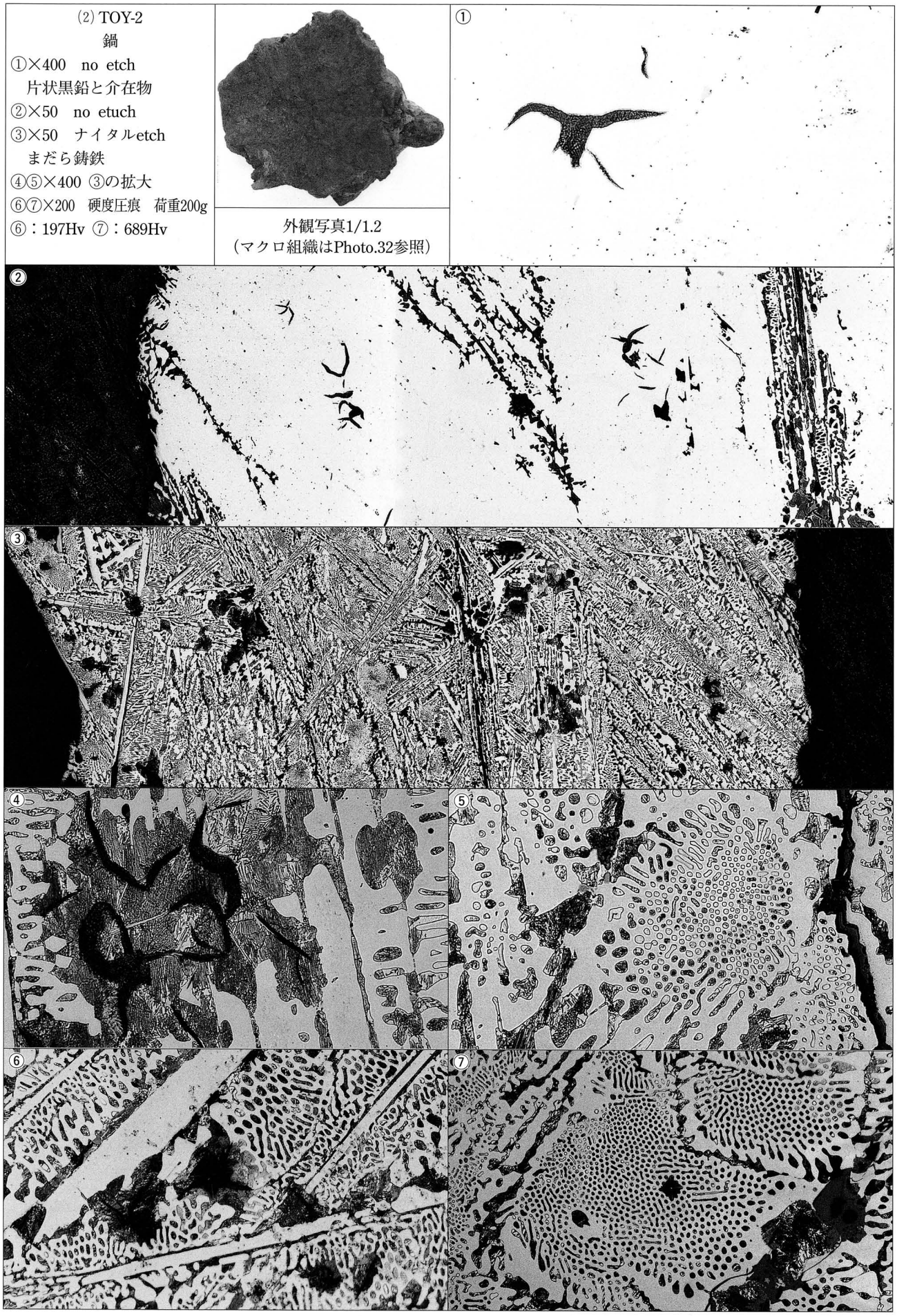


Photo.2 鉄製品の顕微鏡組織

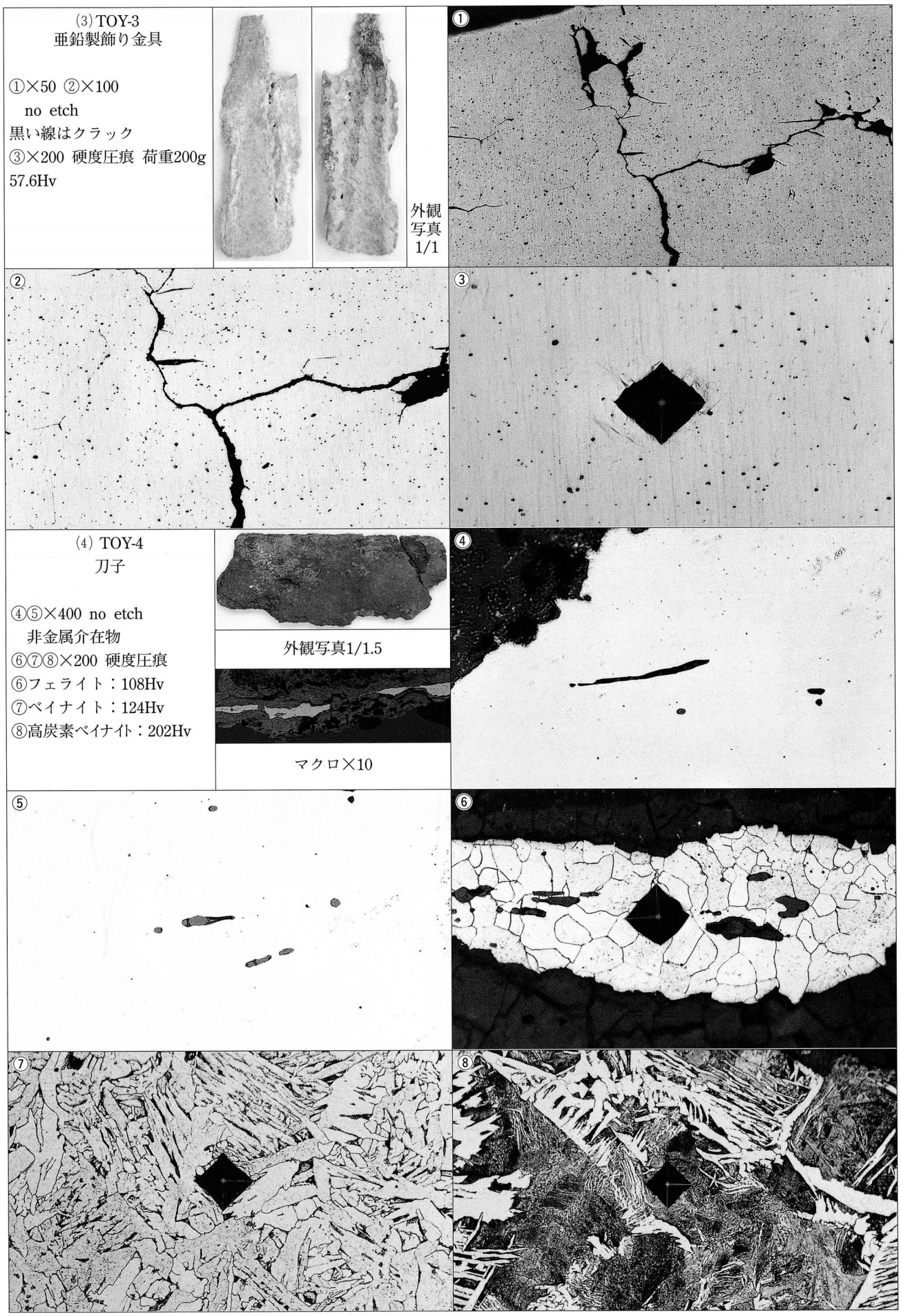


Photo.3 非鉄品と鉄製品の顕微鏡組織

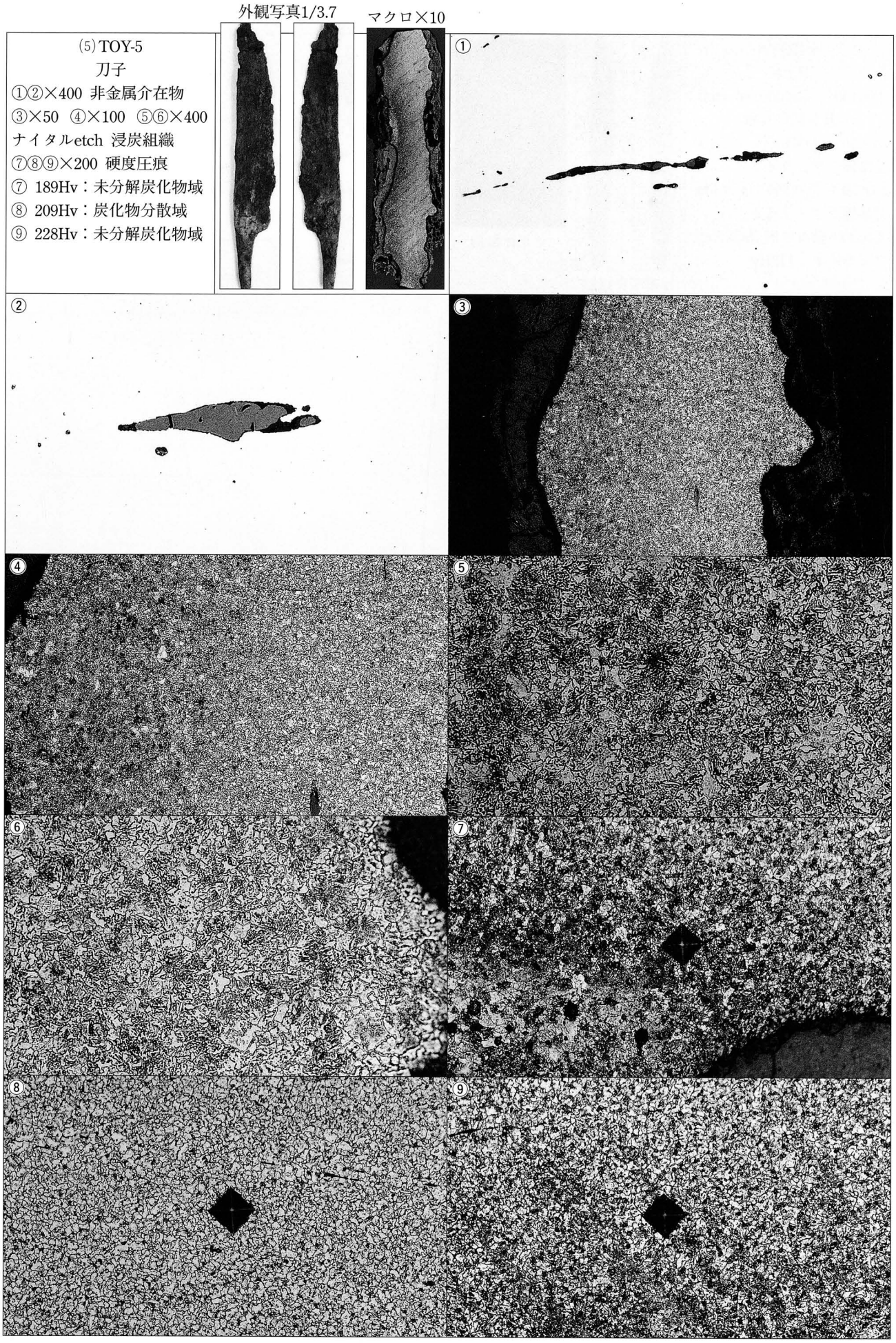


Photo.4 鉄製品の顕微鏡組織

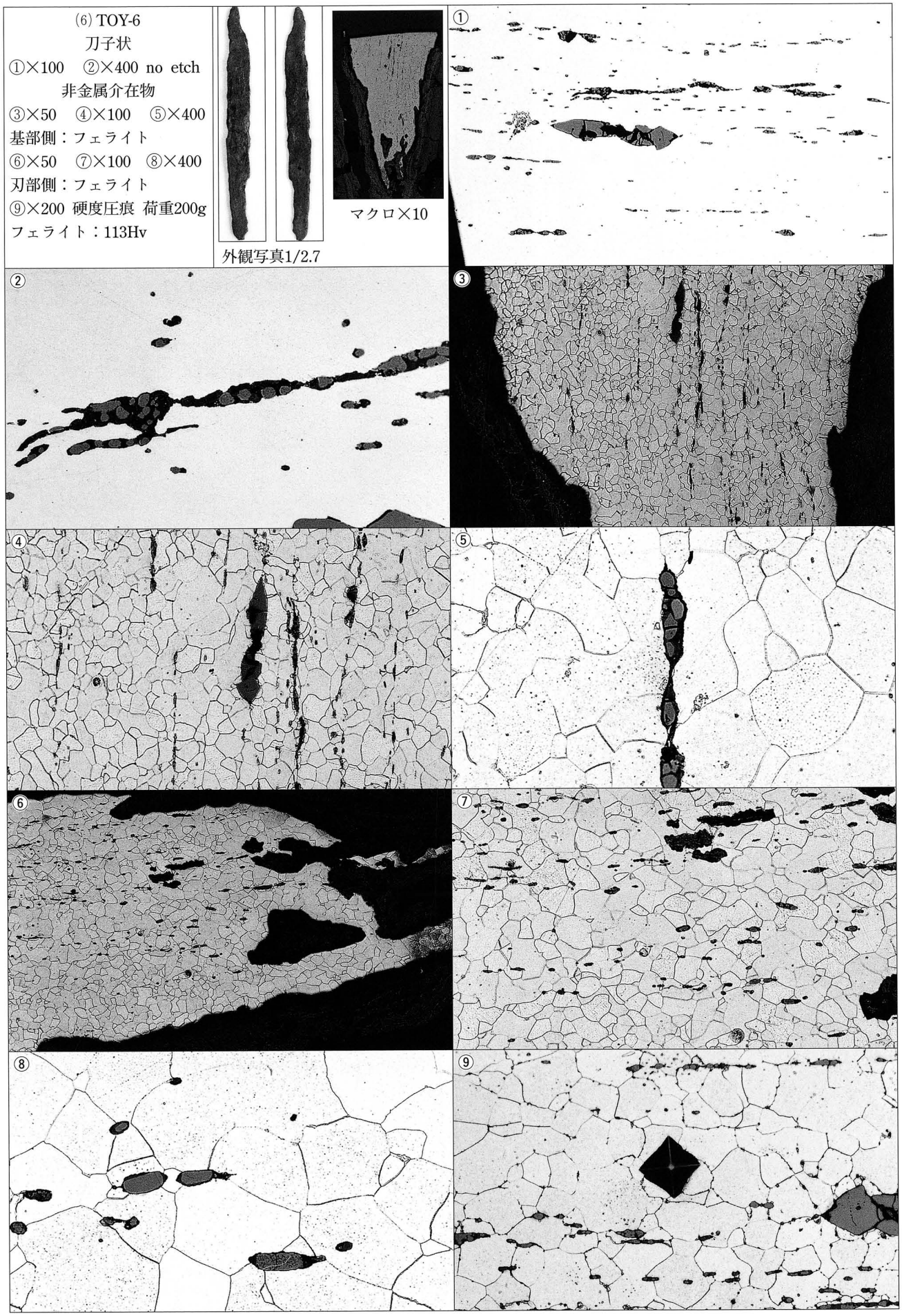


Photo.5 鉄製品の顕微鏡組織

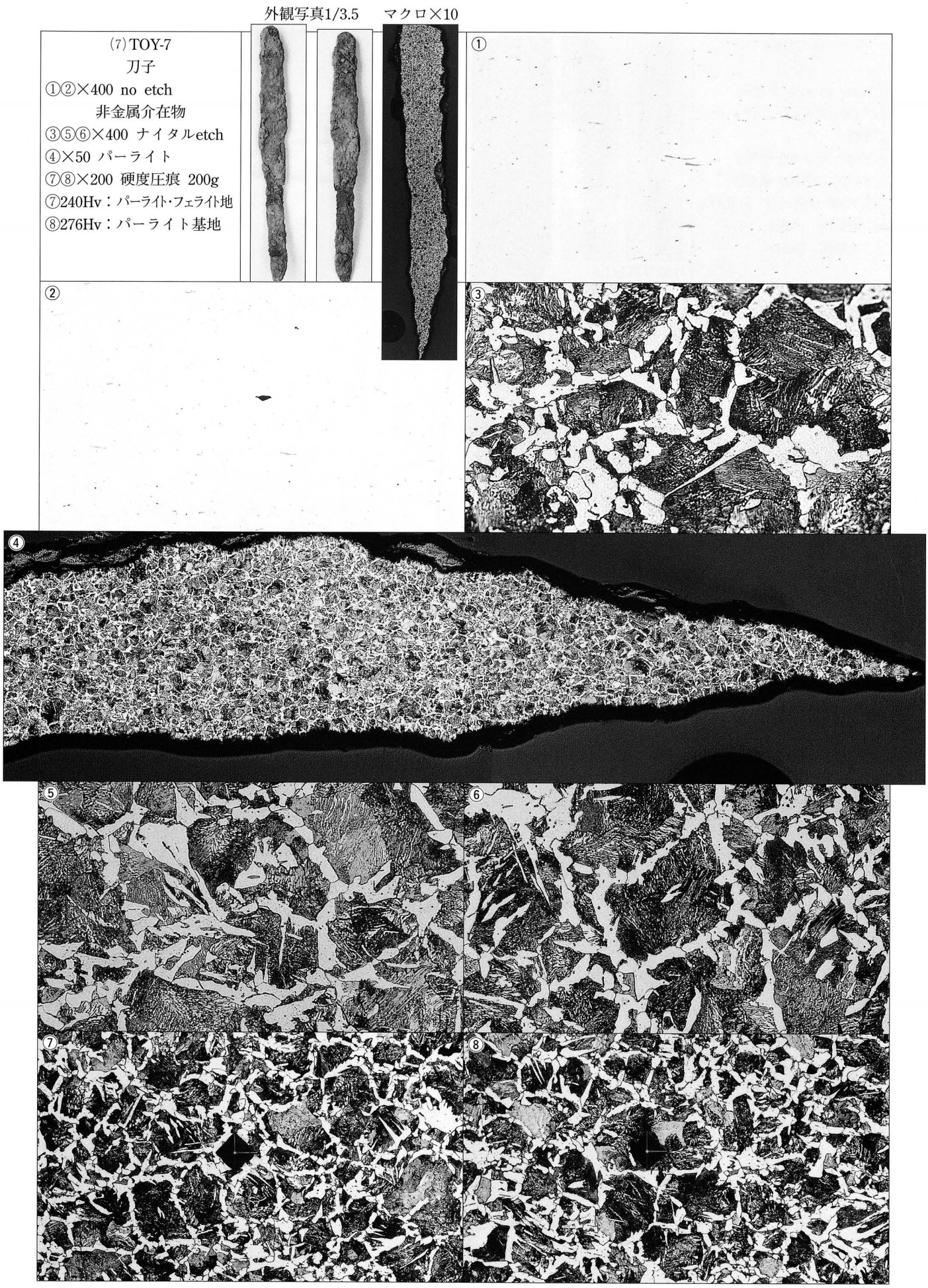


Photo.6 鉄製品の顕微鏡組織

マクロ×10

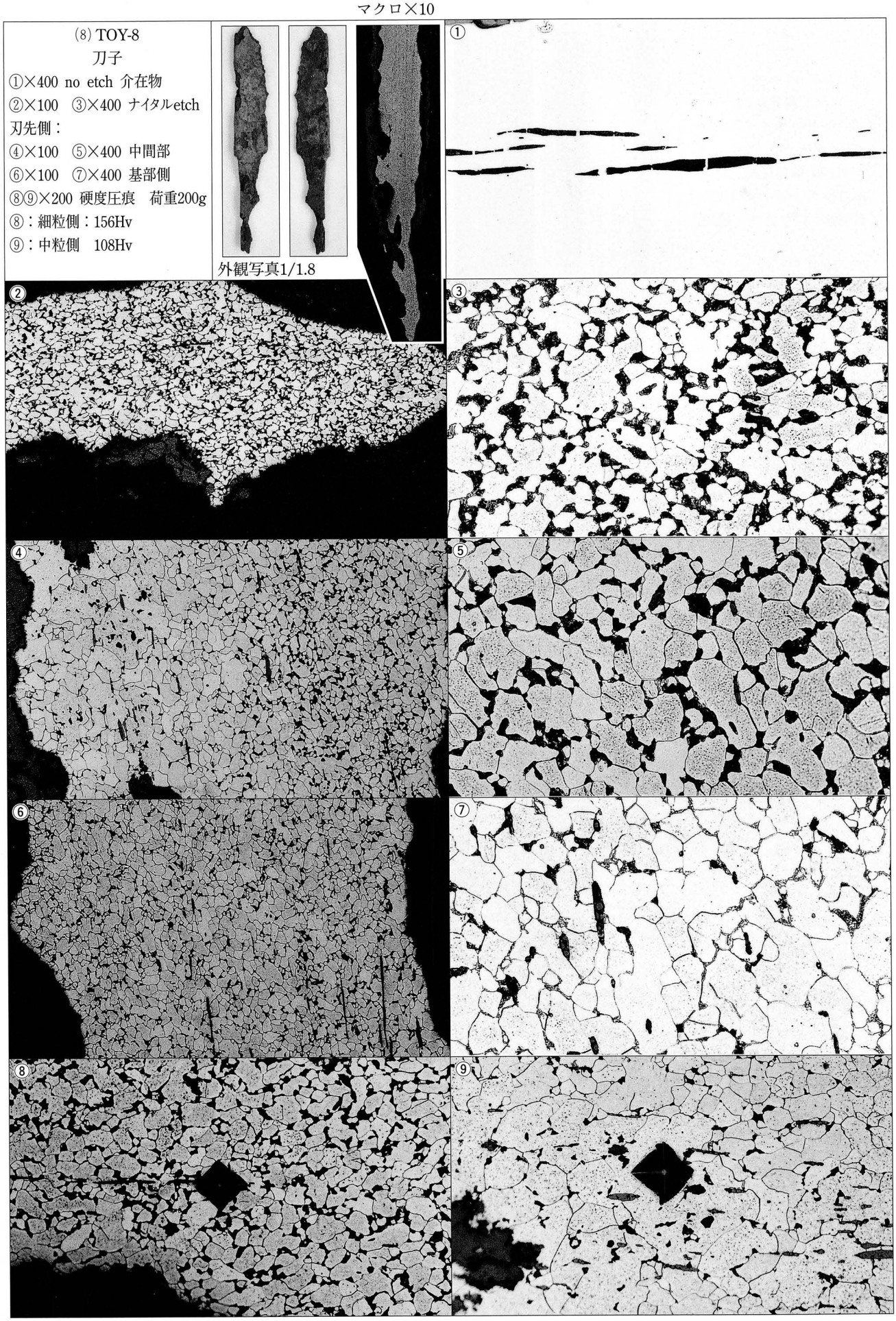


Photo.7 鉄製品の顕微鏡組織

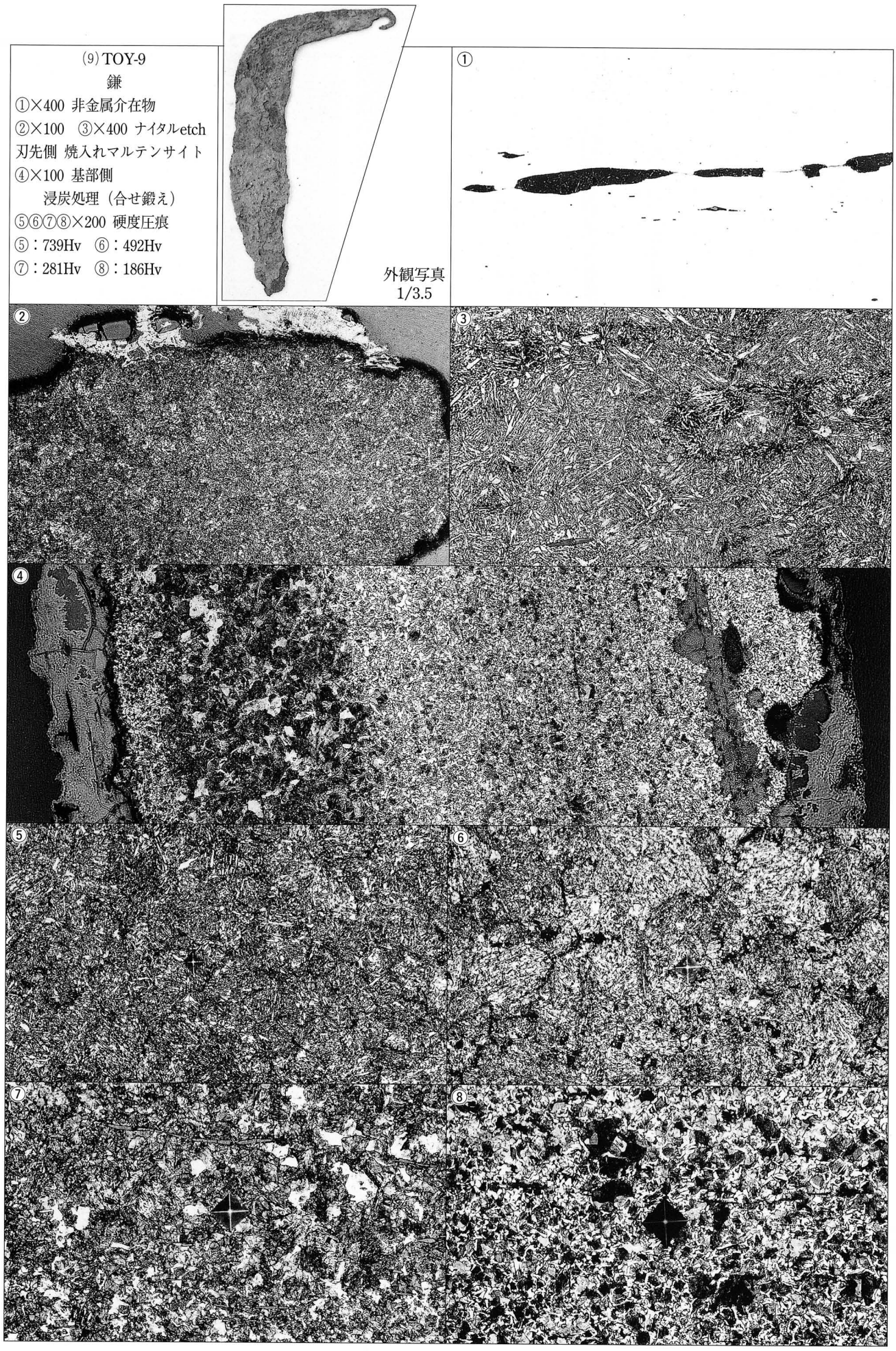


Photo.8 鉄製品の顕微鏡組織（マクロ組織：Photo.32参照）

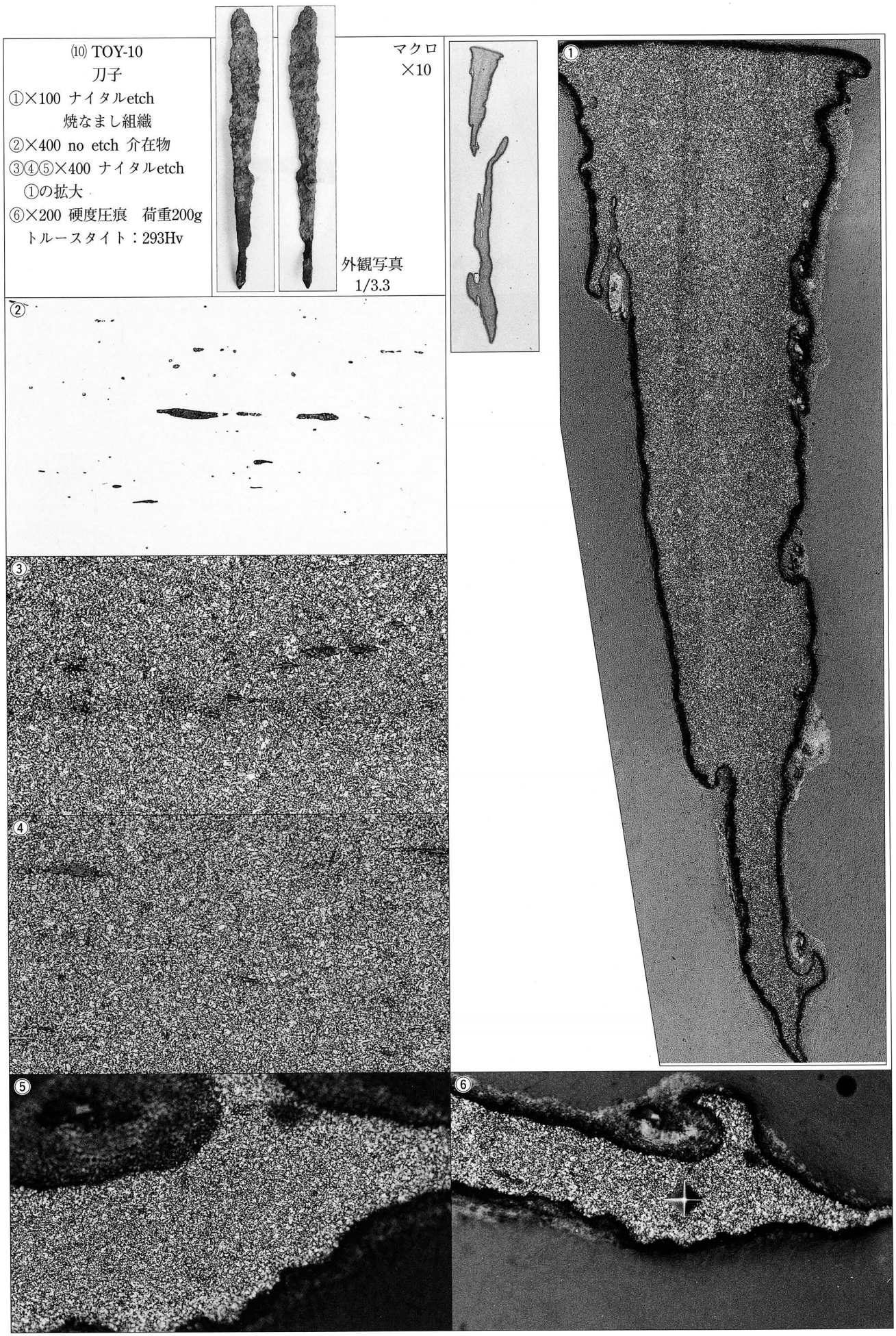


Photo.9 鉄製品の顕微鏡組織

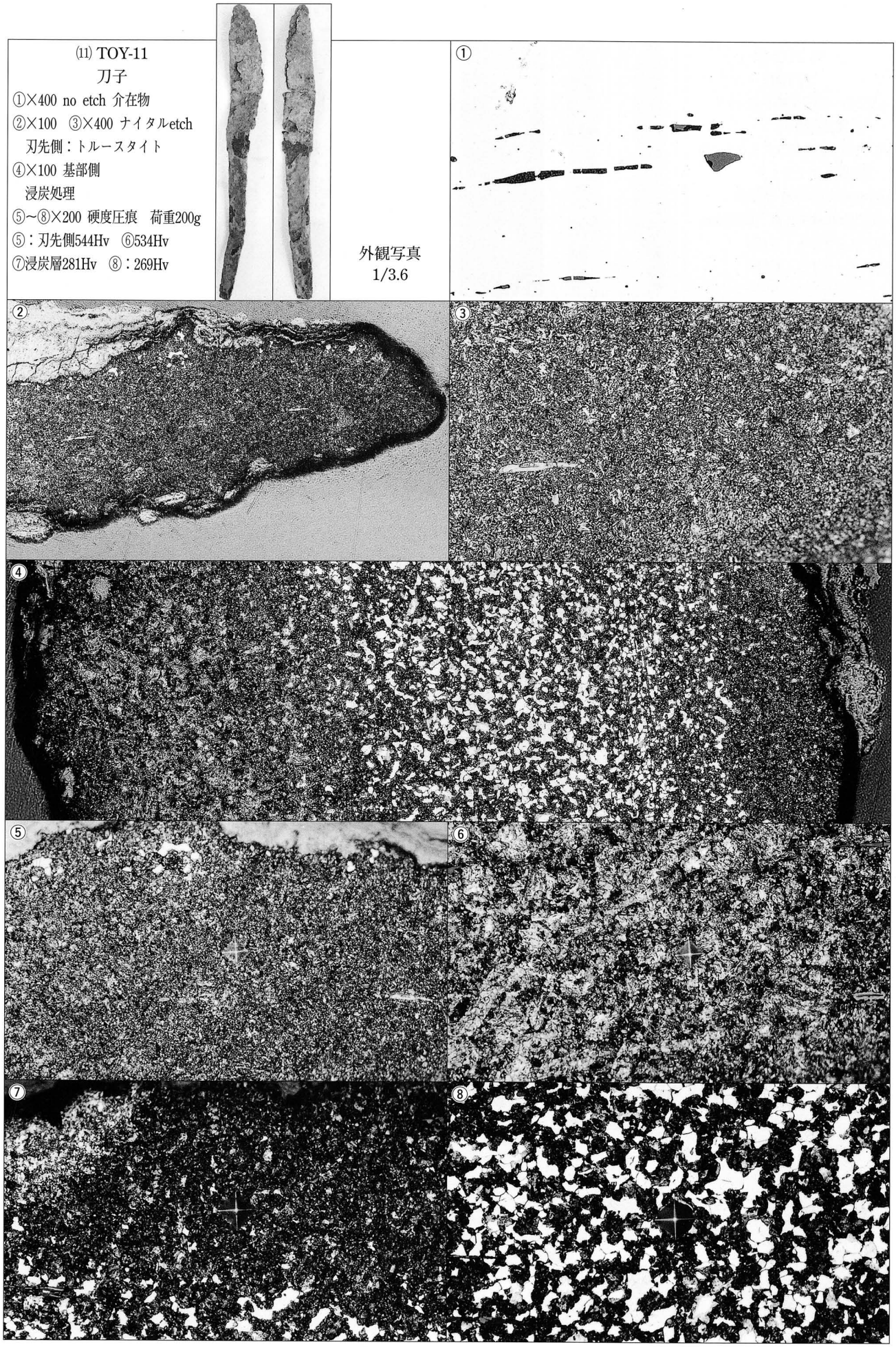


Photo.10 鉄製品の顕微鏡組織

外観写真1/3.3

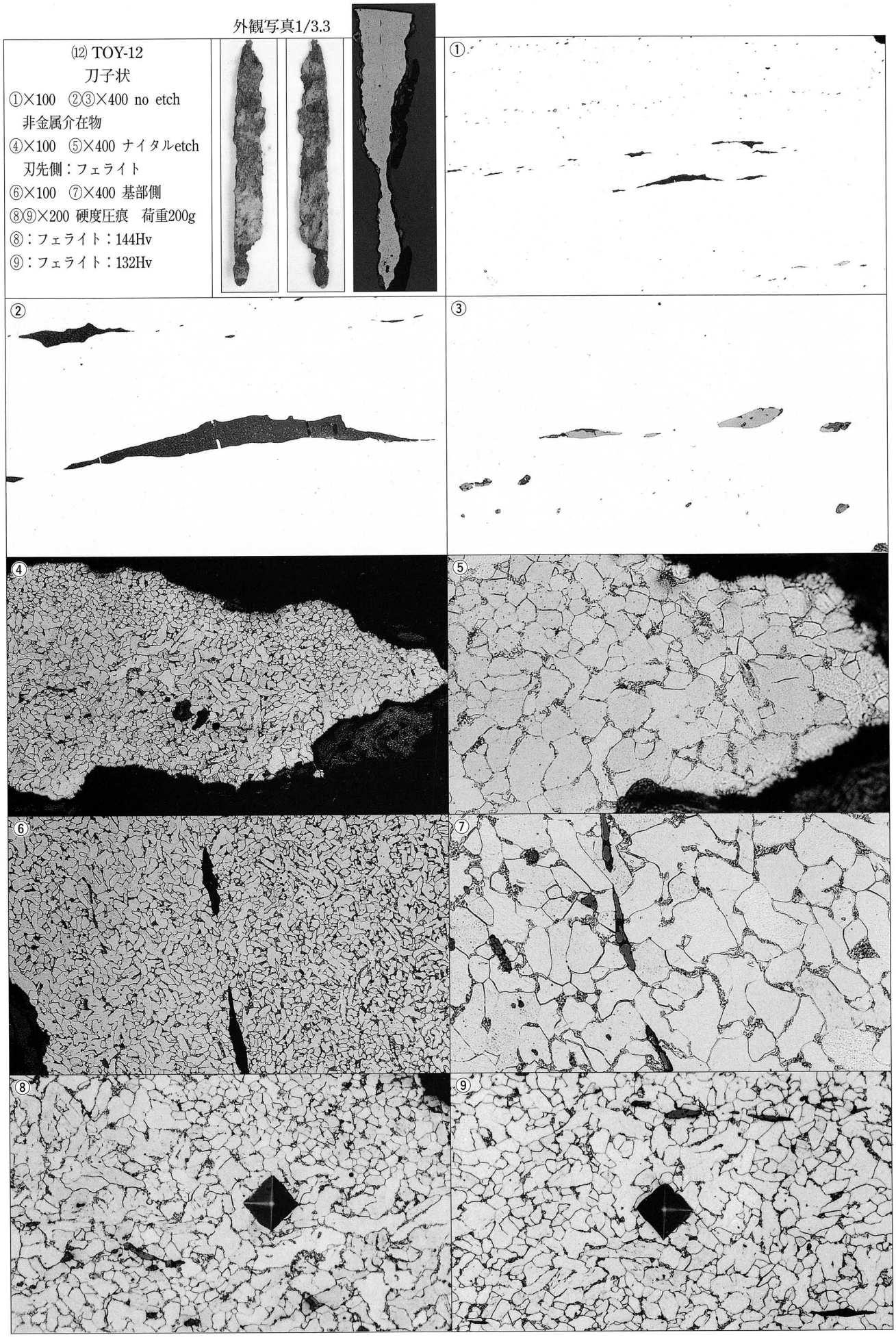
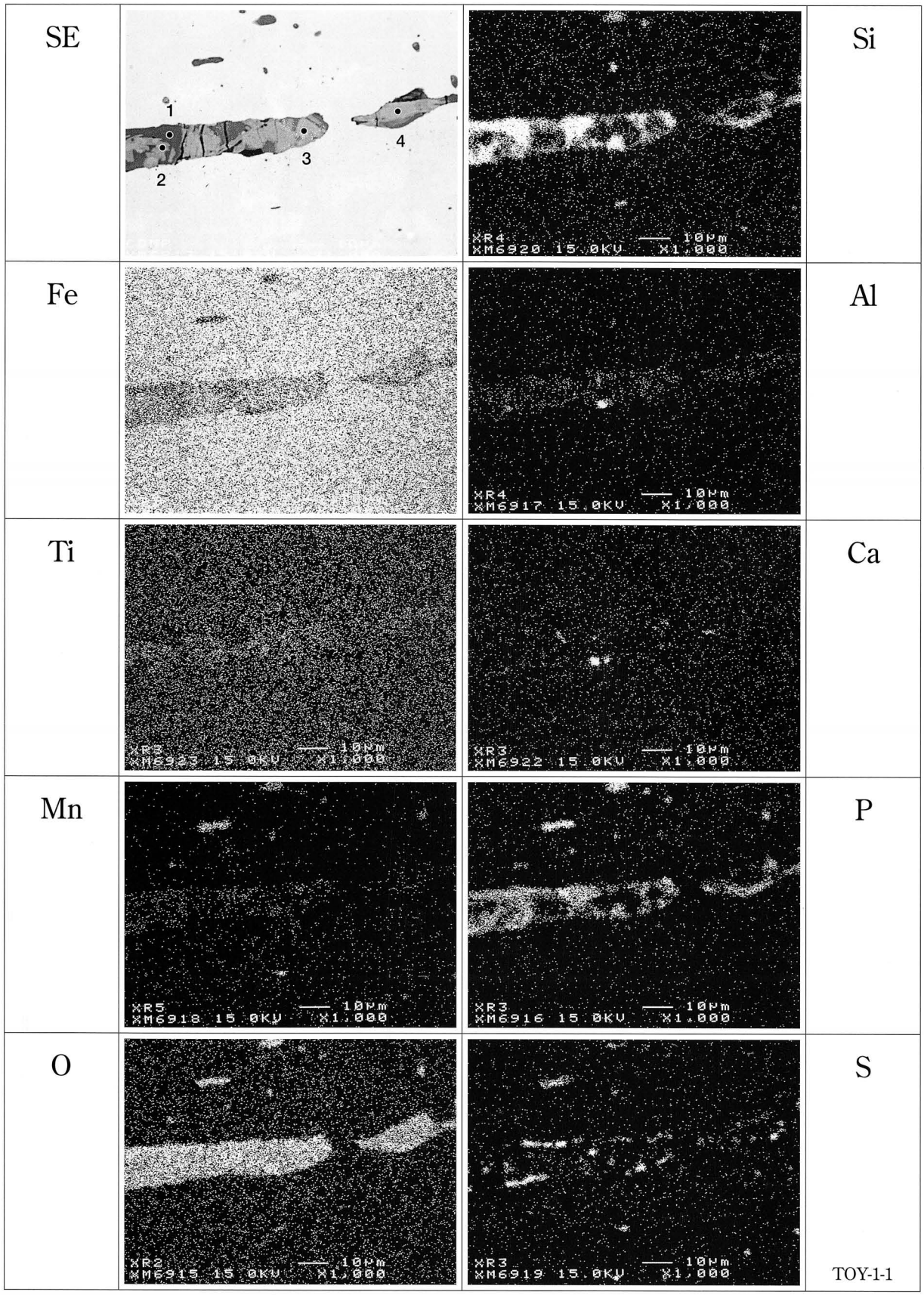
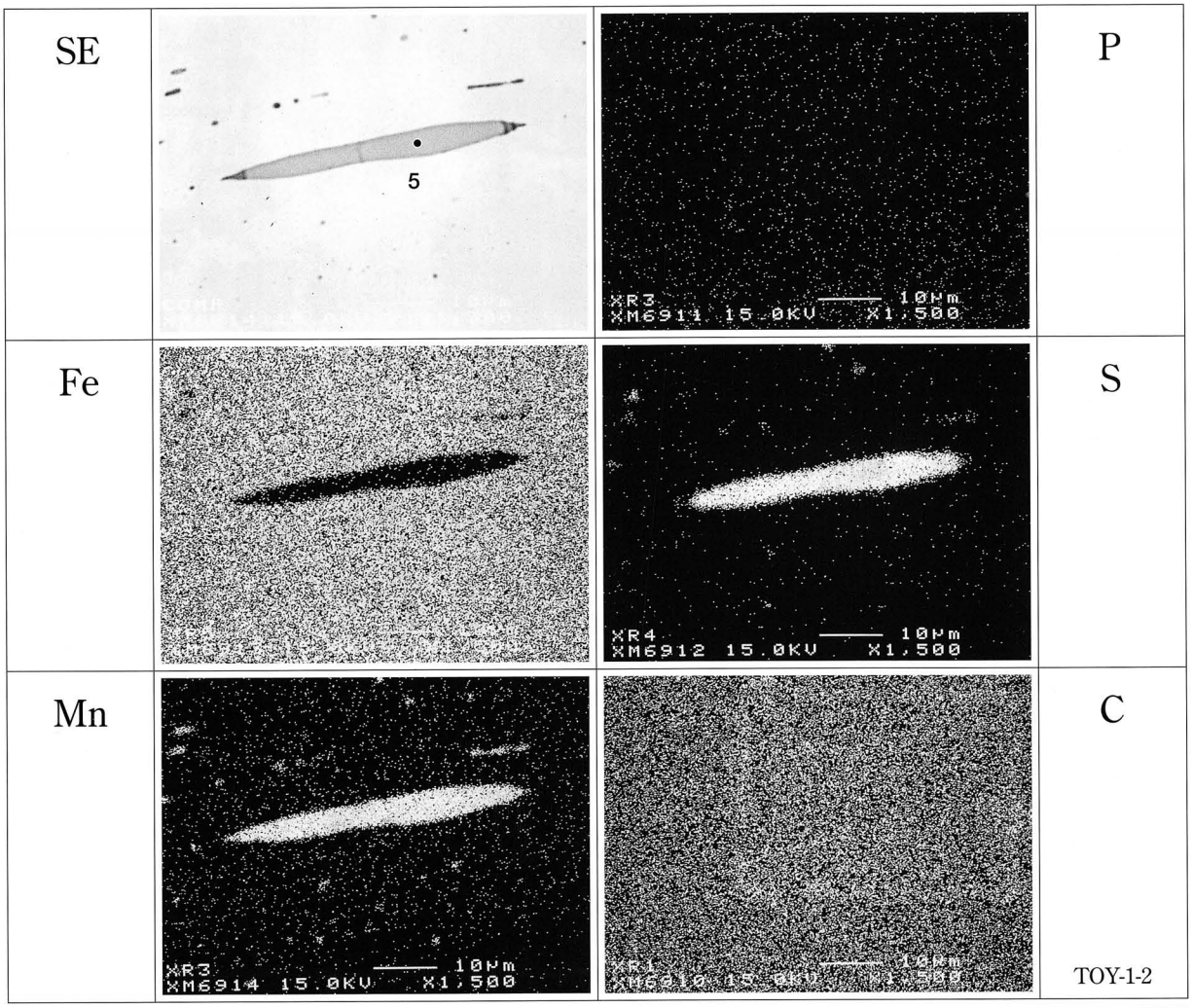


Photo.11 鉄製品の顕微鏡組織



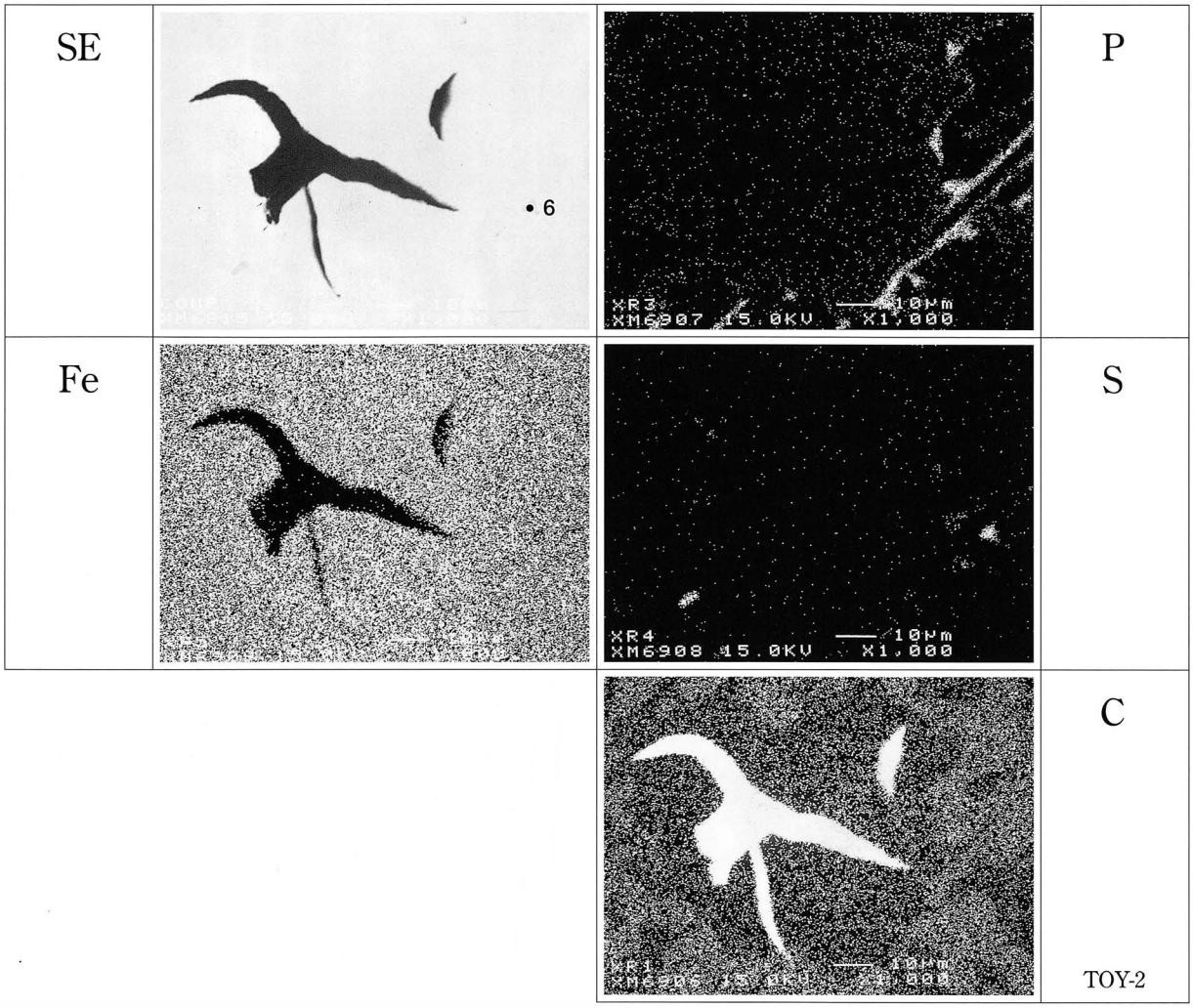
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
1	—	—	—	—	0.035	0.172	0.186	17.921	14.421	0.004	—	0.035	0.108	4.837	61.799	0.028	0.088	99.634
2	—	—	—	—	0.009	0.020	0.972	3.873	3.131	0.411	—	—	0.815	1.455	88.491	—	1.311	100.488
3	—	—	—	—	—	—	0.533	0.381	0.039	0.008	—	—	0.825	1.047	94.315	0.018	1.703	98.869
4	—	—	—	—	—	0.043	0.449	0.349	0.012	0.011	—	—	0.936	1.147	93.189	—	2.201	98.337

Photo.12 庖丁（TOY-1） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,000　縮小0.6）



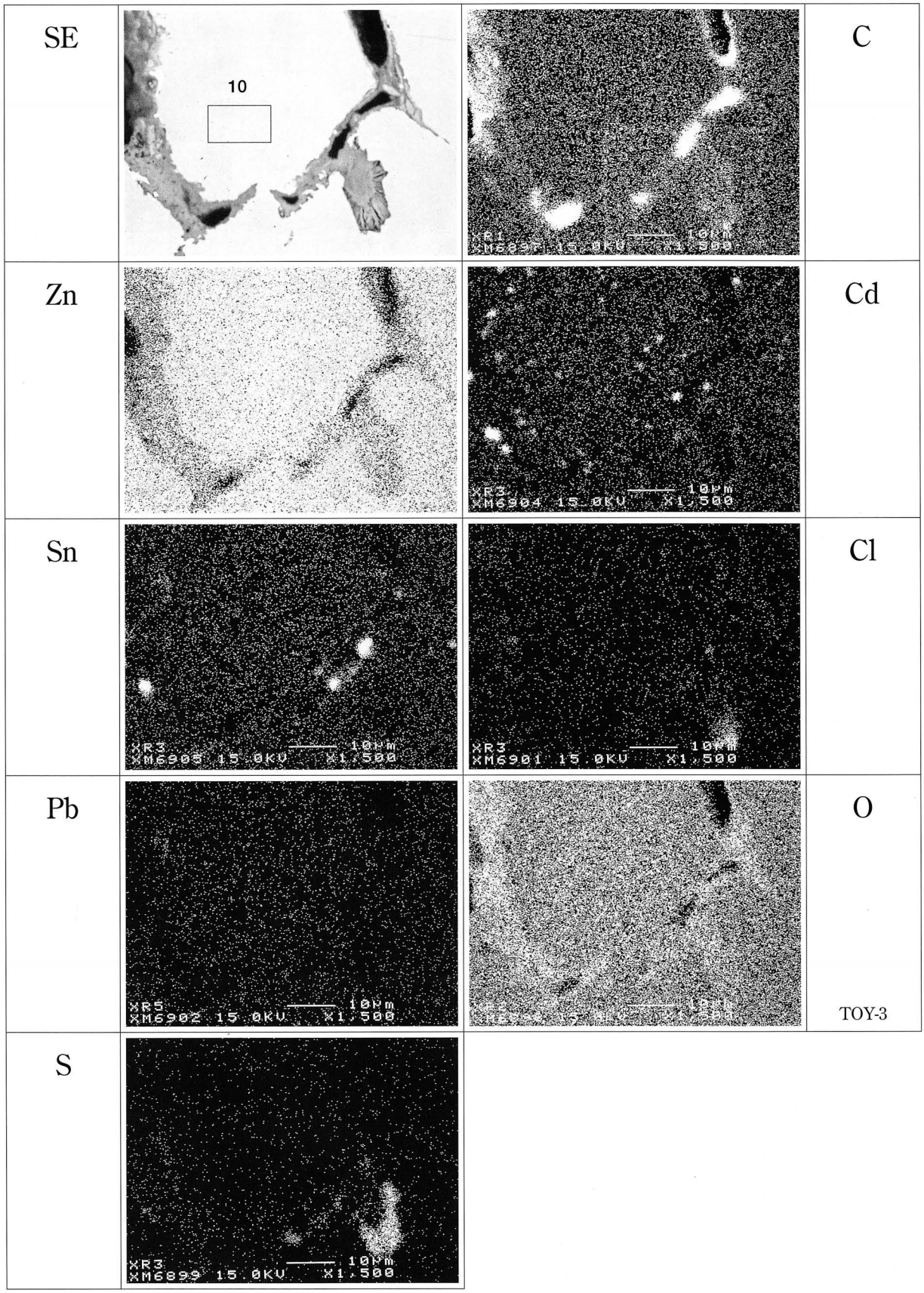
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
5	–	–	–	–	0.014	0.021	–	0.034	–	36.842	–	0.005	0.041	76.492	3.397	–	–	116.846

Photo.13 庖丁（TOY-1）　鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



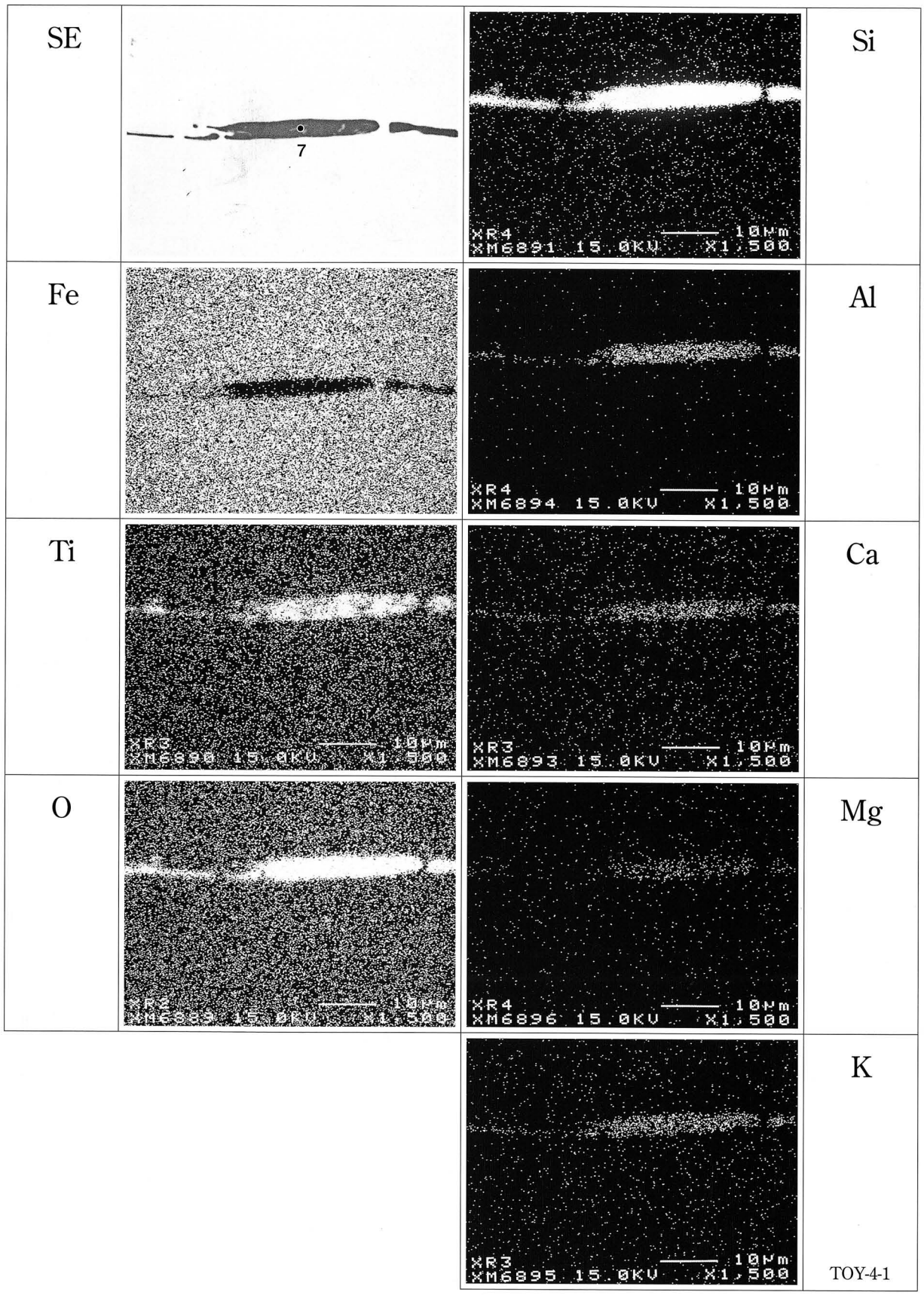
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
6	–	–	–	–	0.017	–	–	0.061	2.178	20.613	0.003	–	0.714	0.415	113.203	0.069	0.004	137.277

Photo.14 鍋（TOY-2） 鉄中非金属介在物(片状黒鉛)の特性X線像と定量分析値（×1,000　縮小0.7）



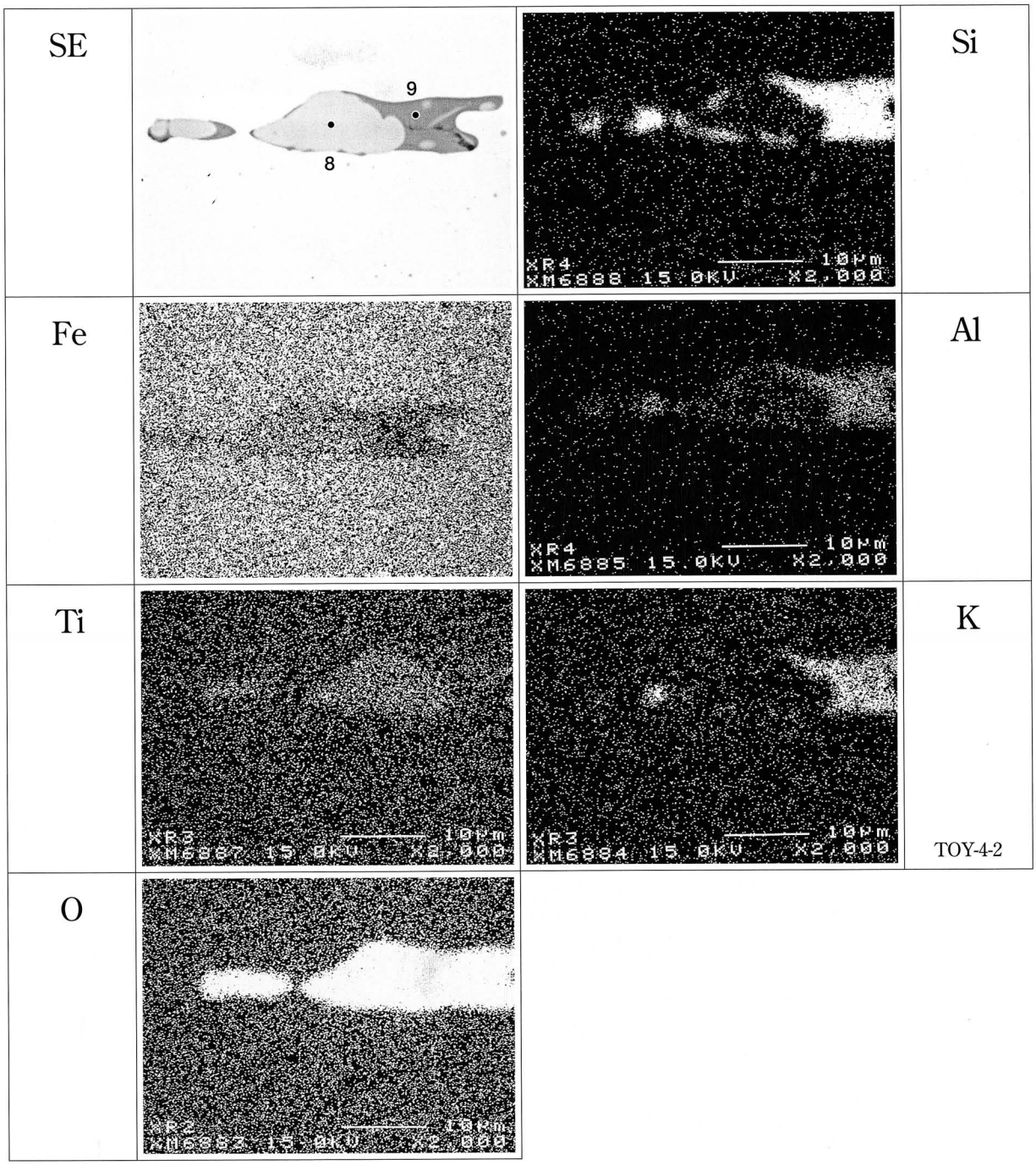
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
10	19.800	78.562	1.342	0.296	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100.000

Photo.15 亜鉛製飾り金具（TOY-3）の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



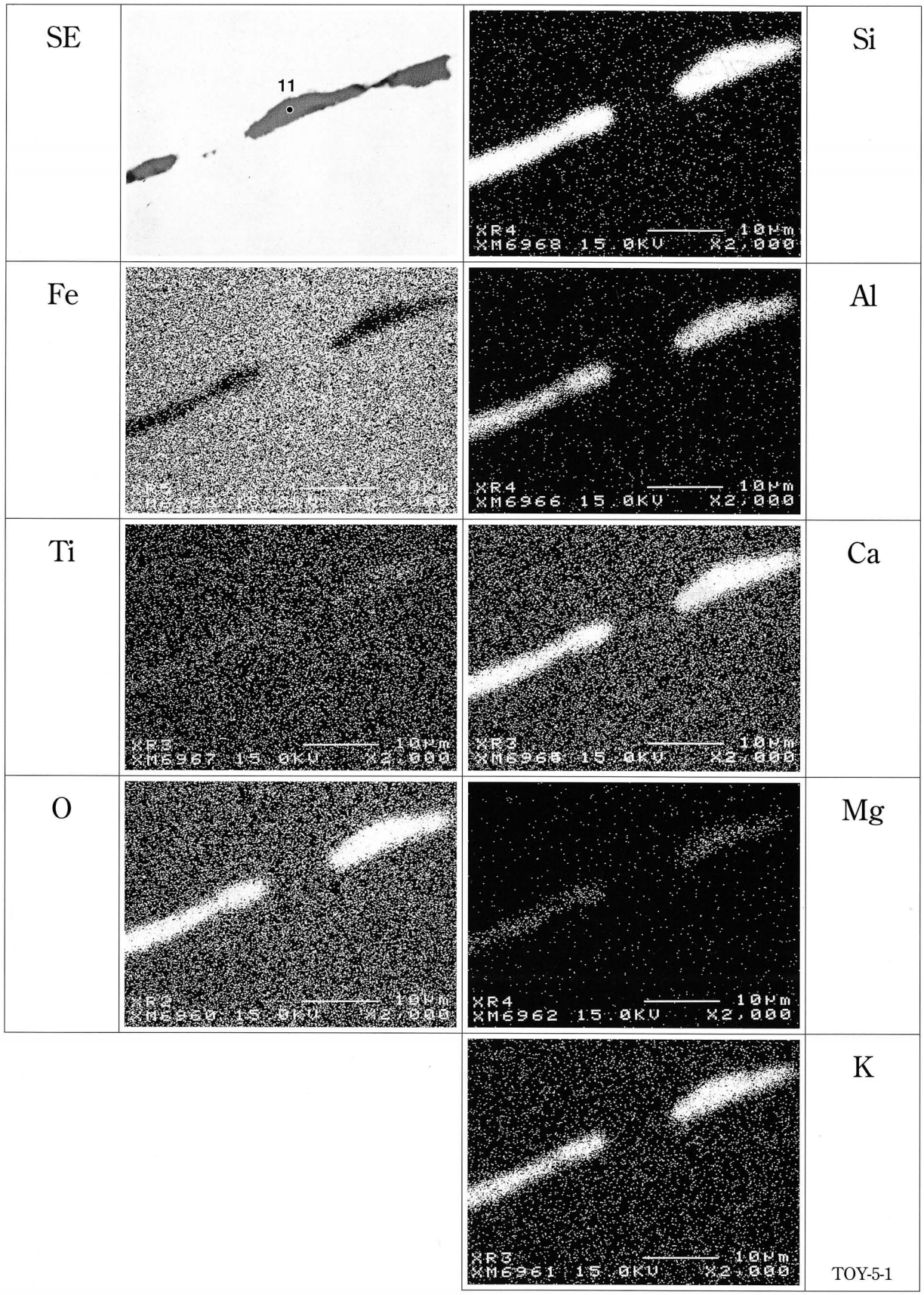
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
7	–	–	–	–	0.415	1.181	15.613	54.288	–	0.011	3.710	3.290	5.285	4.667	8.529	1.270	0.101	98.360

Photo.16 刀子(TOY-4)鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



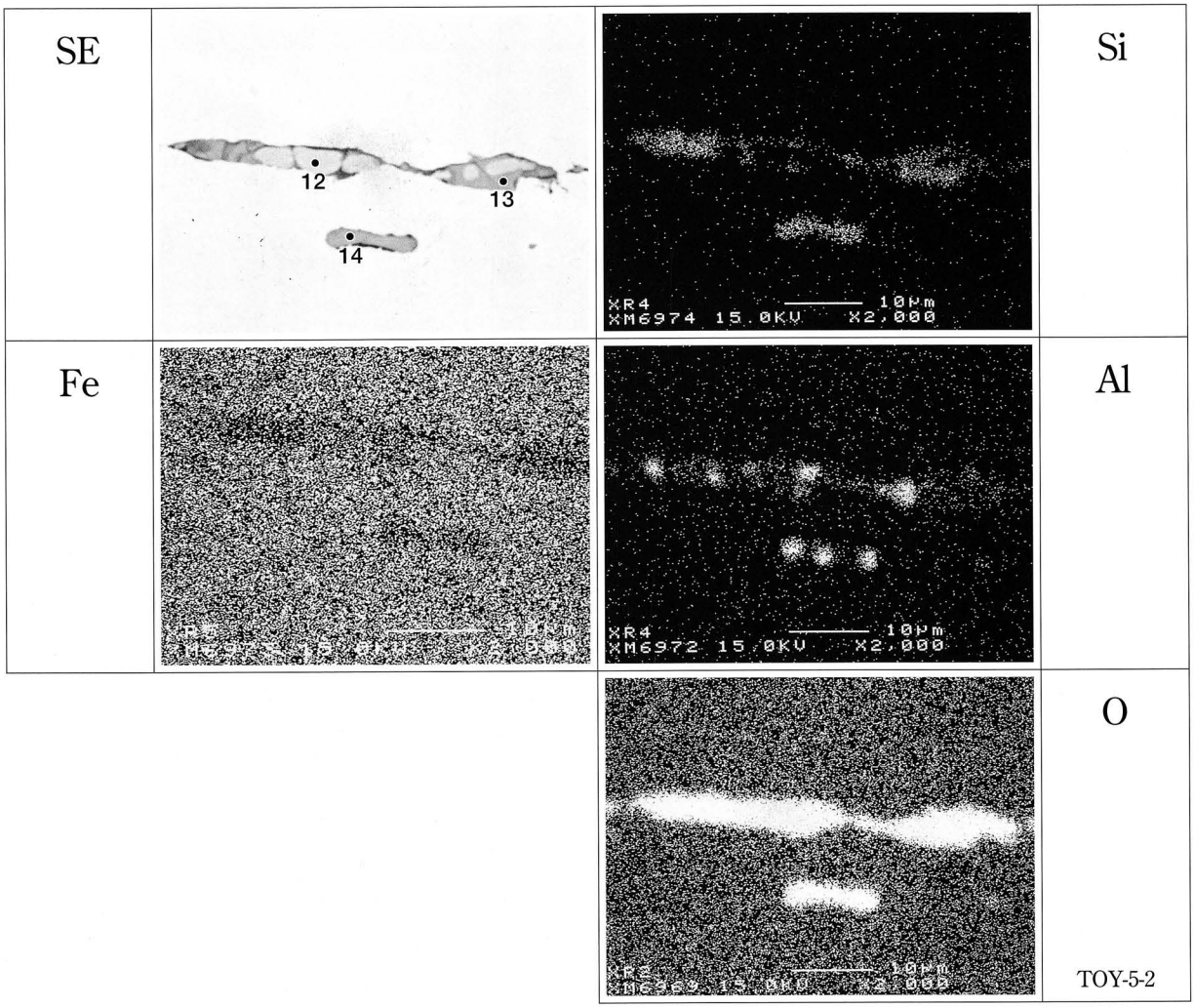
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
8	–	–	–	–	–	0.259	0.476	0.235	–	0.010	0.001	–	1.187	0.220	98.052	0.063	0.097	100.600
9	–	–	–	–	0.653	0.650	4.961	30.440	3.016	0.101	2.086	2.630	0.489	0.517	54.970	0.086	–	100.599

Photo.17 刀子（TOY-4）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×2,000　縮小0.7）



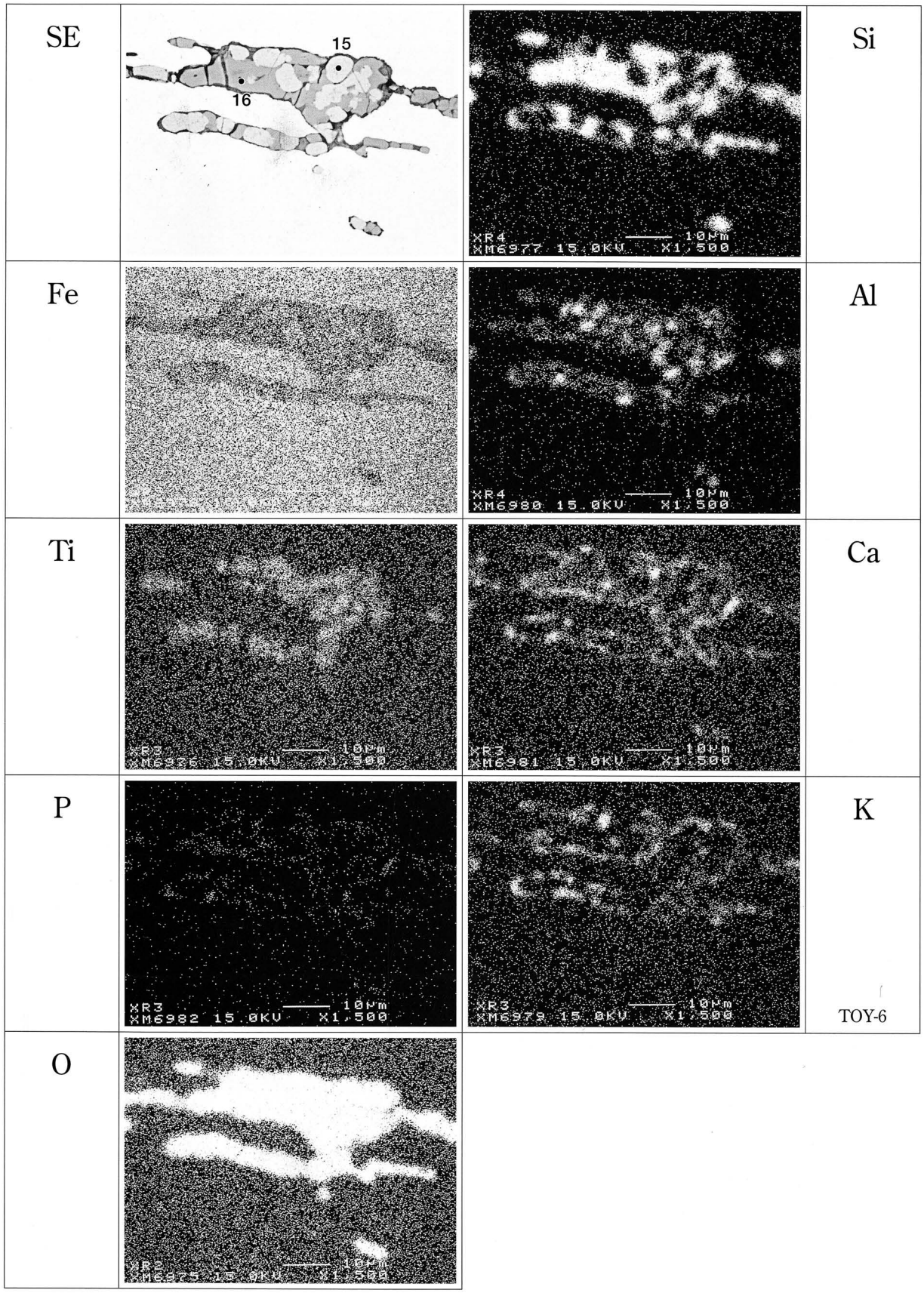
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
11	–	–	–	–	0.839	2.141	14.623	49.792	0.135	0.026	5.629	4.354	1.307	0.453	14.160	0.070	0.087	93.616

Photo.18 刀子（TOY-5）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×2,000　縮小0.7）



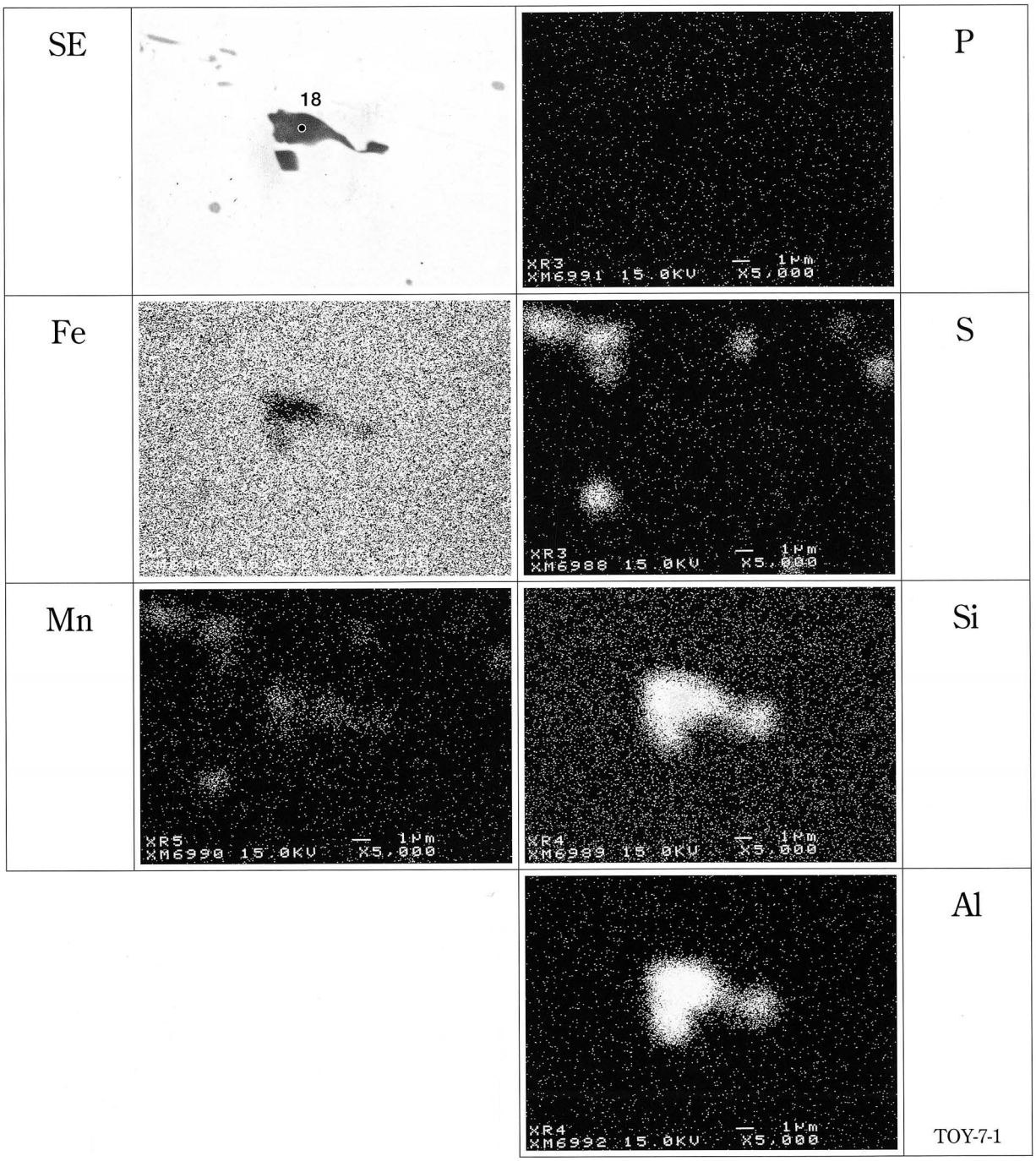
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
12	—	—	—	—	0.032	0.084	0.474	0.333	0.032	0.007	—	—	0.326	—	102.023	0.018	0.012	103.341
13	—	—	—	—	—	1.340	0.506	24.801	0.141	0.042	—	0.048	0.047	0.007	96.705	0.075	0.010	123.722
14	—	—	—	—	0.011	1.489	6.209	23.733	0.478	0.008	—	0.246	0.917	0.289	71.069	0.019	0.037	104.505

Photo.19 刀子（TOY-5）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×2,000　縮小0.7）



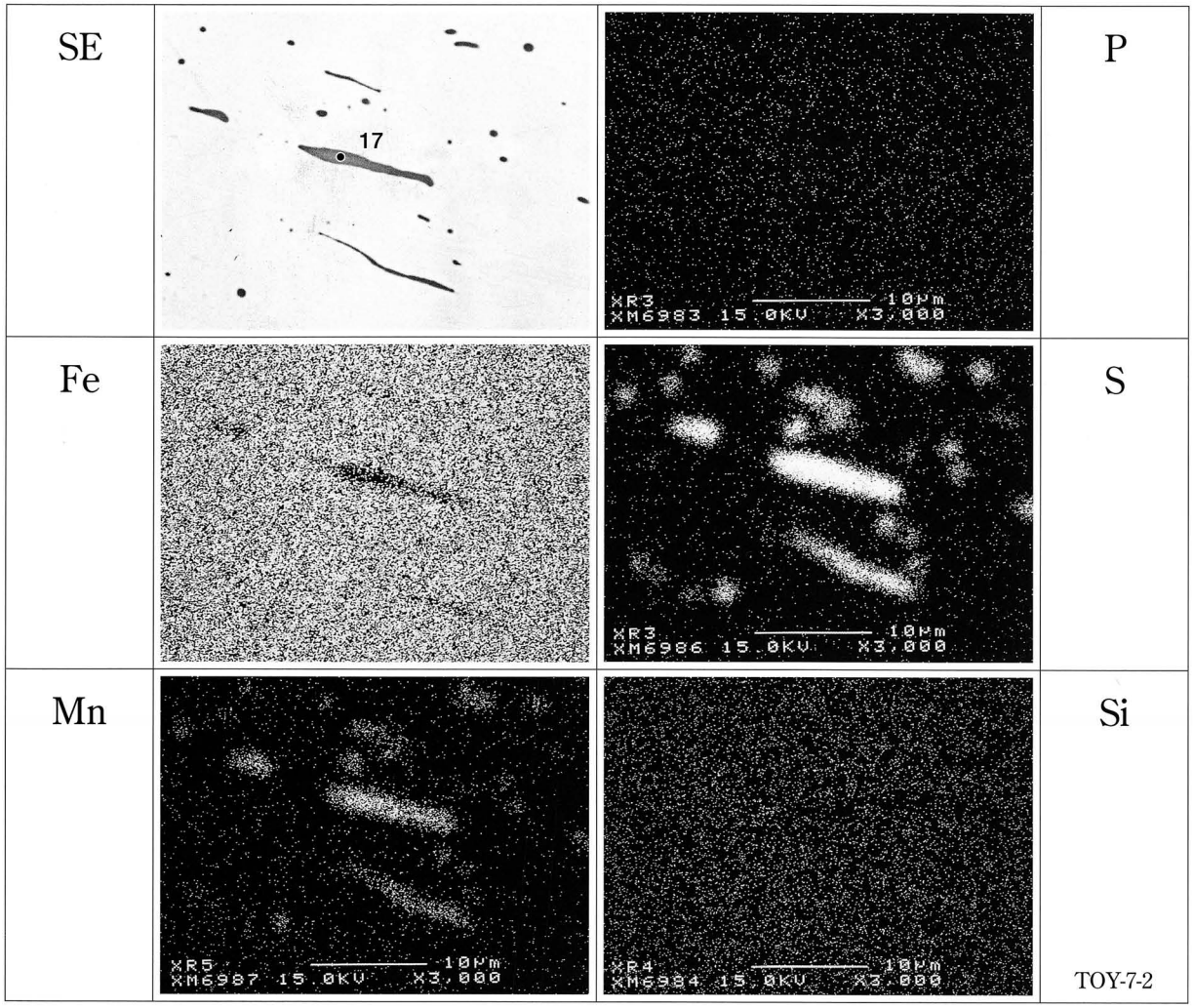
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
15	—	—	—	—	0.043	0.018	2.755	0.289	—	0.001	0.002	—	4.057	0.109	95.274	0.117	0.252	102.917
16	—	—	—	—	0.043	0.526	24.183	12.611	0.308	0.009	0.179	0.508	3.336	0.123	61.021	—	0.233	103.080

Photo.20 刀子状（TOY-6） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



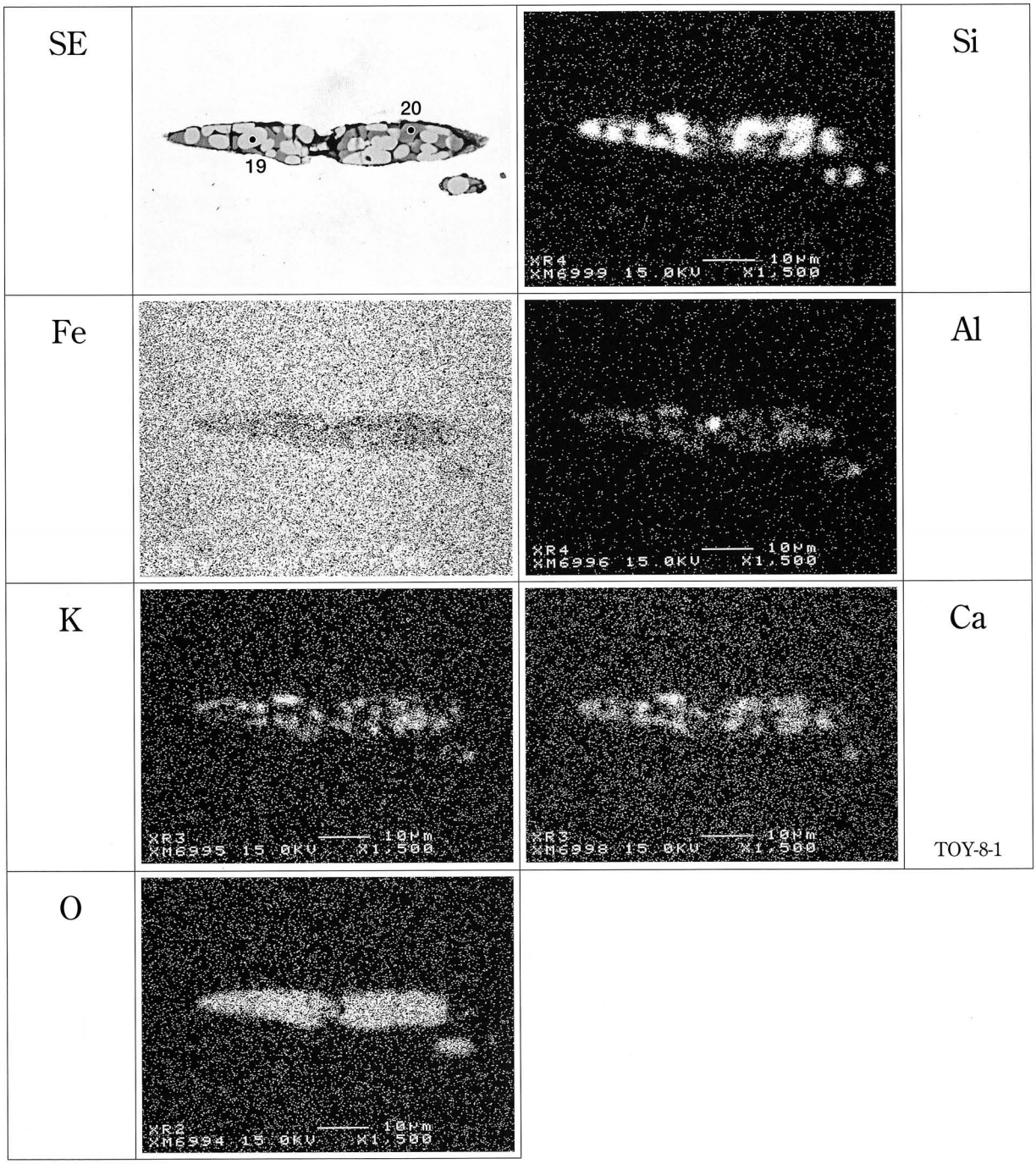
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
18	—	—	—	—	—	0.012	45.002	27.454	0.010	0.102	0.172	0.120	3.542	5.939	10.898	0.070	0.006	93.327

Photo.21　刀子（TOY-7）　鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×5,000　縮小0.7）



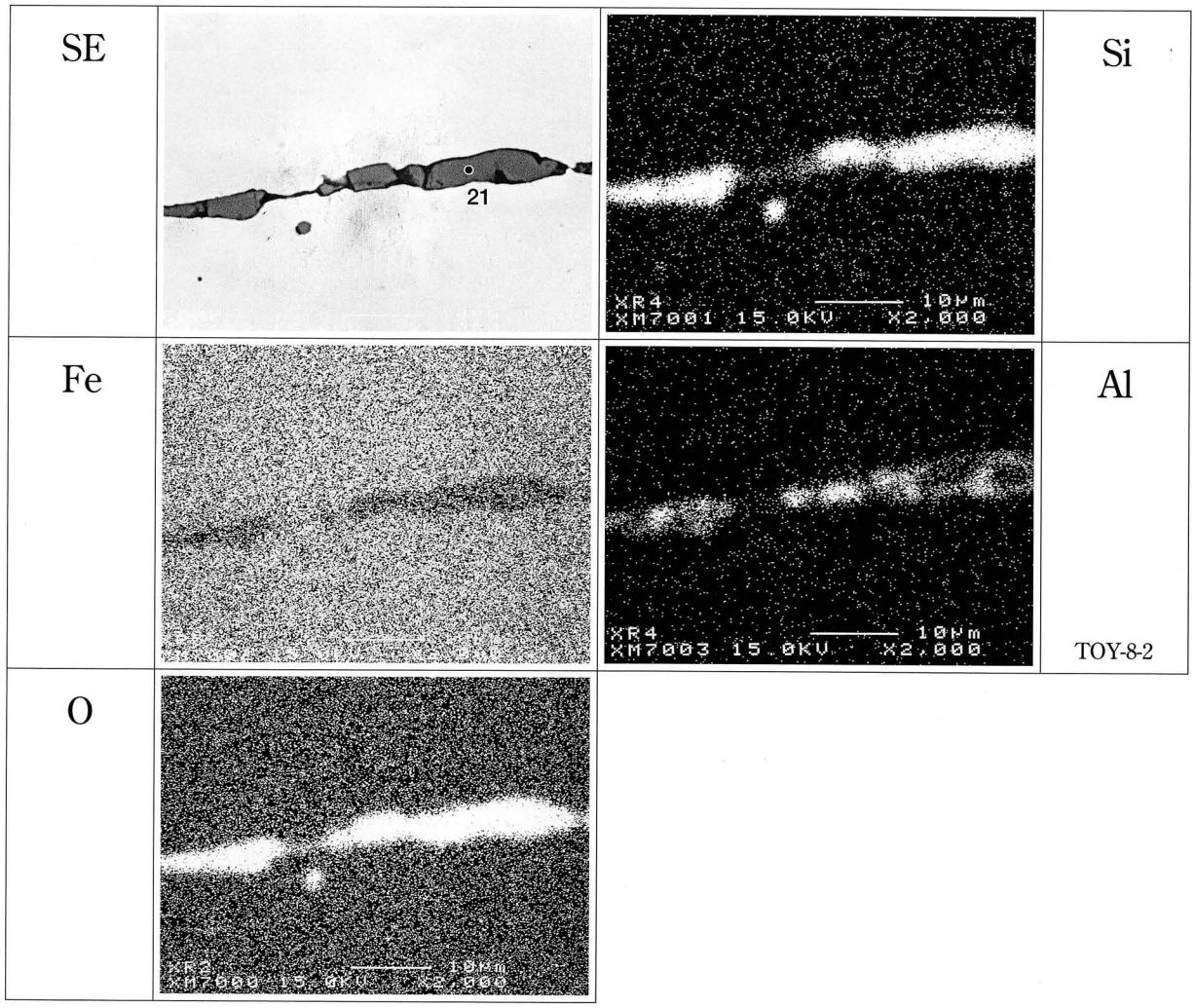
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
17	—	—	—	—	—	—	0.010	0.144	0.007	19.714	—	—	0.165	40.434	56.039	0.068	0.047	116.628

Photo.22 刀子（TOY-7） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×3,000　縮小0.7）



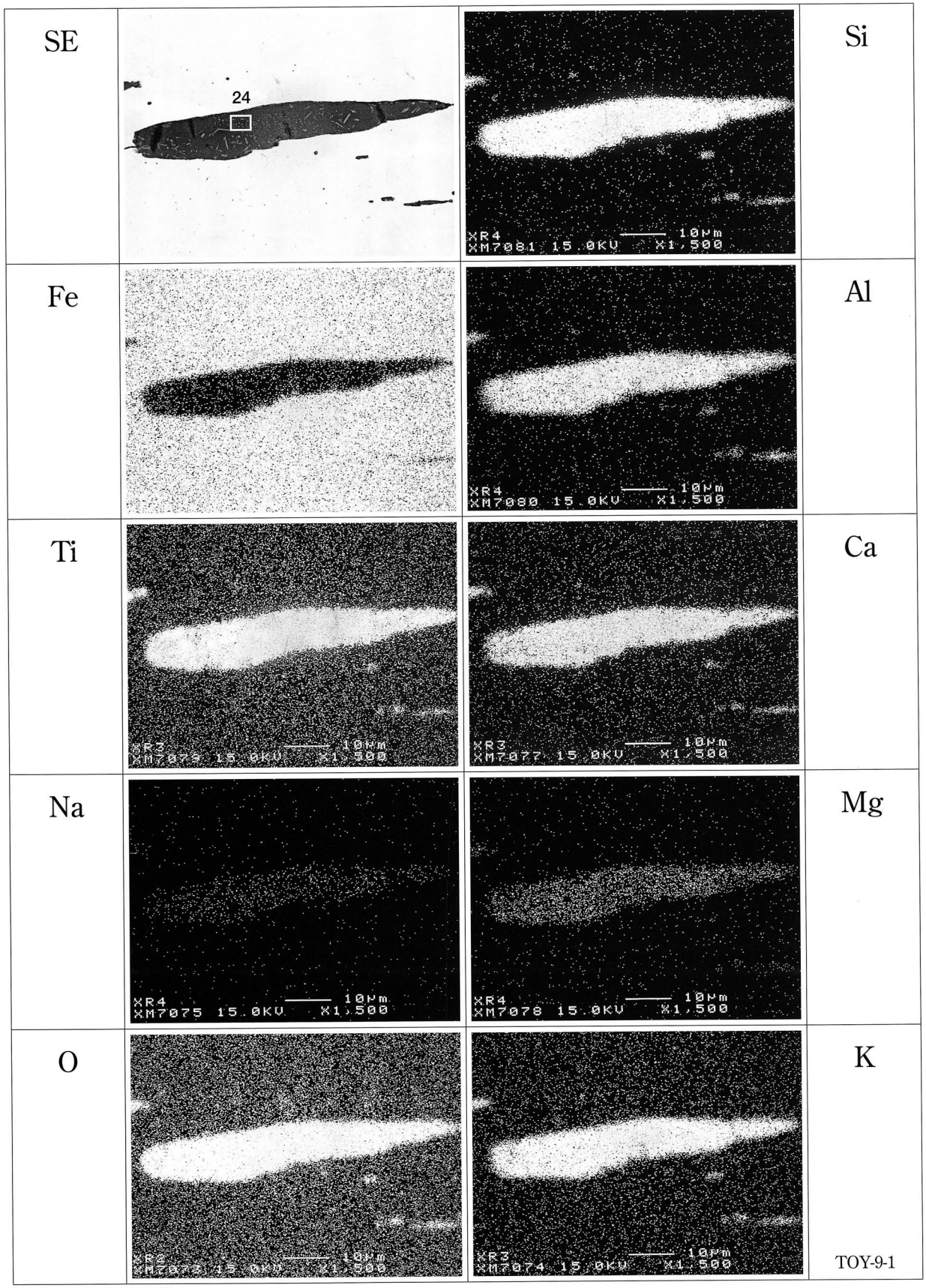
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
19	—	—	—	—	0.022	0.107	0.181	0.340	—	0.007	—	—	0.132	0.010	100.728	—	—	101.527
20	—	—	—	—	0.098	0.888	0.282	28.764	0.422	—	0.219	1.611	0.019	0.047	70.842	—	0.005	103.197

Photo.23 刀子（TOY-8） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



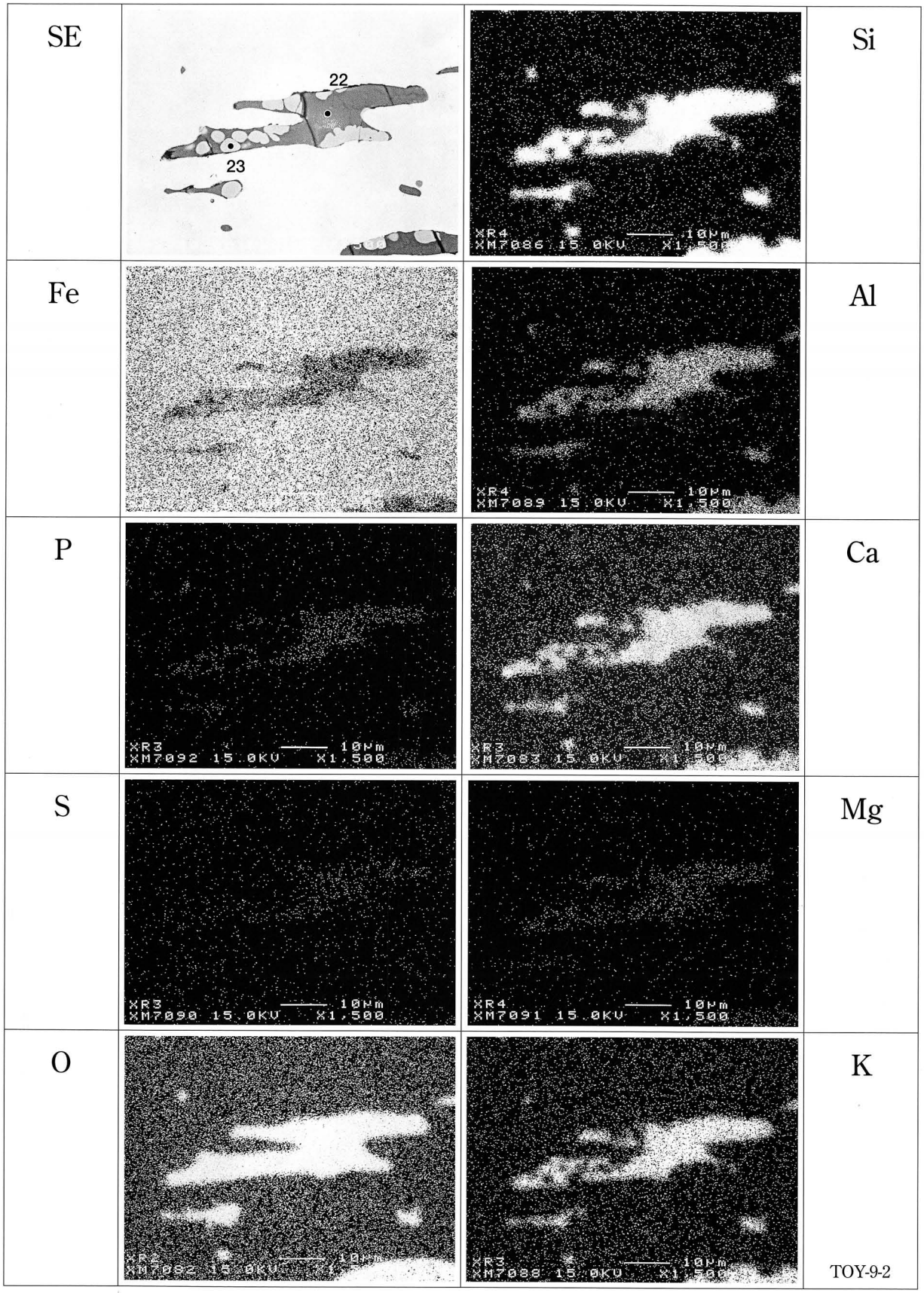
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
21	—	—	—	—	0.043	0.991	0.620	28.697	0.397	0.015	—	0.604	0.374	0.235	69.154	—	0.016	101.146

Photo.24 刀子（TOY-8） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×2,000　縮小0.7）



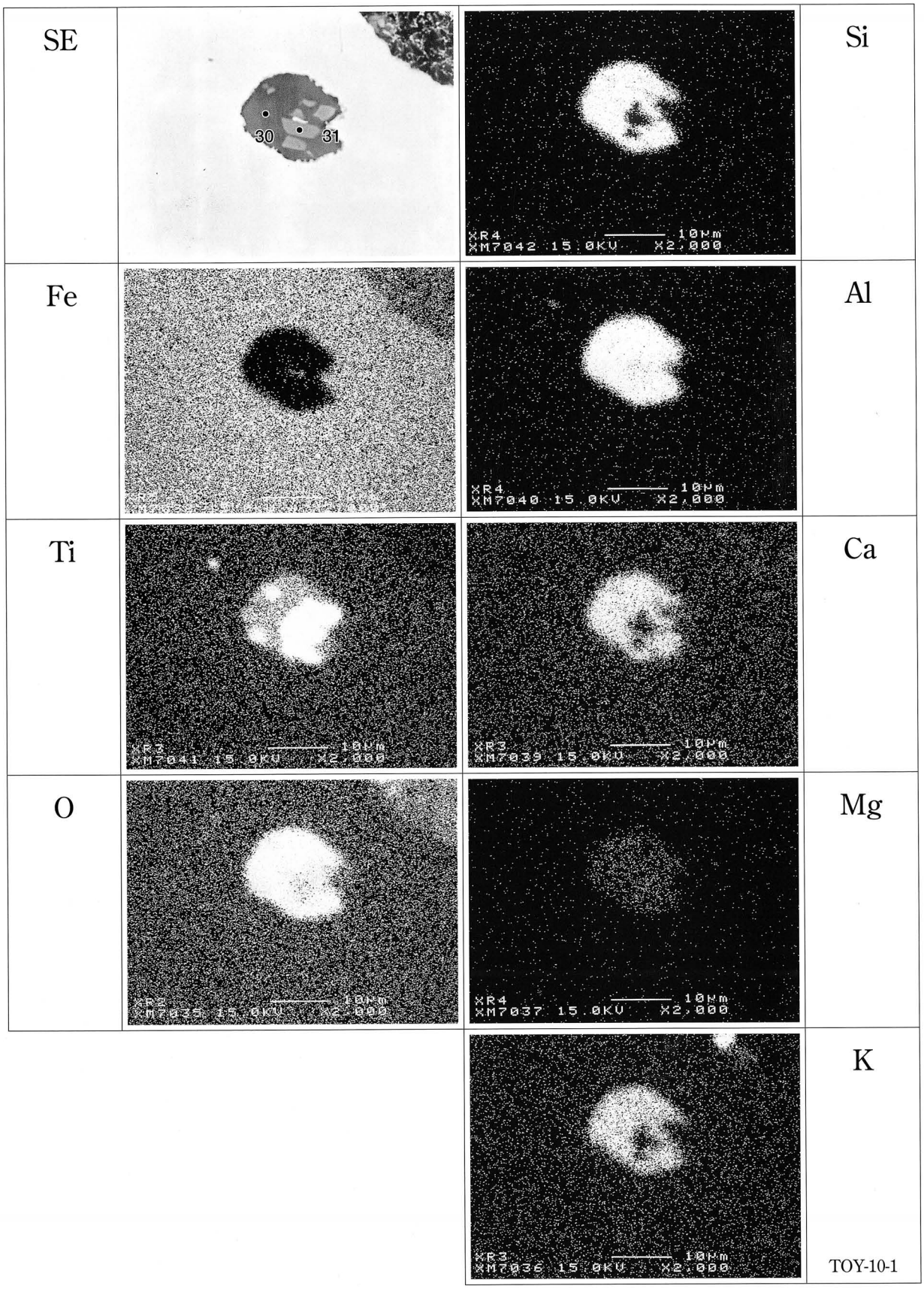
	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
24	—	—	—	—	1.257	2.012	12.622	45.844	0.056	0.013	5.637	8.010	14.446	0.293	7.536	0.329	0.243	98.298

Photo.25 鎌（TOY-9） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×1,500　縮小0.7）



	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
22	—	—	—	—	1.538	1.024	6.420	36.876	2.011	0.221	4.431	4.892	0.095	0.097	42.217	0.048	—	99.870
23	—	—	—	—	1.194	0.704	5.174	26.992	1.189	0.159	3.187	4.160	0.106	0.128	57.797	—	—	100.790

Photo.26 鎌（TOY-9） 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）



	O	Zn	Pb	Sn	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	S	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	FeO	ZrO_2	V_2O_3	TOTAL
30	—	—	—	—	0.474	1.117	21.511	61.985	0.007	0.010	3.517	4.621	4.817	1.417	2.677	0.491	0.028	102.672
31	—	—	—	—	0.048	1.830	16.416	0.414	—	—	0.038	0.068	81.006	0.377	6.045	0.635	0.828	107.705

Photo.27 刀子（TOY-10） 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（×2,000　縮小0.7）