蛍光X線分析による和鏡の金属組成調査

―黒川古文化研究所の所蔵品を中心に―

川見典久

はじめに 一調査のねらい一

日本における鏡の製作は、弥生時代以来、中国鏡を模倣することにより発展した。古墳からの出土 鏡や正倉院に伝世した鏡などを見ると、中国鏡の形式を採りながら文様表現が厳格でないものや、不 整合な図様構成が散見される。当時の人々が中国への強い関心を持ち、その技術や文化を習得しよう と苦心したことが伝わってくる。やがて唐王朝の衰退した10世紀以降には、そのような模倣を脱し て身近な情景や草花、鳥、虫などを生き生きと表現する和様の鏡が成立する。これらは現在「和鏡」 と称され、江戸時代まで約千年にわたって作例を通覧することができるため、金工史にとどまらず、 日本の美術史を考えるうえで重要な資料である。特に作品の残存数の少ない中世の美術工芸を語るに は欠かせない分野であり、例えば中国の東海にあるという仙山をあらわした蓬萊図や、摂津の住吉大 社をあらわしたとされる住吉図などの意匠からは、中世人の抱いた信仰や美意識を窺うことができ、 日本美術史上の優品として取り上げるべき作品も少なくない。しかし、これまでに刊行された日本美 術の概説書や全集において、和鏡の水準の高さや豊かな造形がわかるように示されたものは少なく、 研究者ですら美術資料としての重要性が共有され十分に活用されているとは言いがたいのが実状であ ろう。筆者は2013年、黒川古文化研究所の秋季展観において「鏡に込められたおもい―日本人の信 仰と吉祥―」と題し、日本の中世から近世における鏡の背面文様に着目し、館蔵品に京都国立博物館、 和泉市久保惣記念美術館、個人蒐集家の優品を交えて展示をおこなった。その際には上記のような問 題意識から出陳作品を選定し、新たな試みとしてすべての鏡について蛍光X線分析による金属組成の 調査結果を掲示した。

その過程で行った調査や他館の展示において、数百年前のものとは思えないほど保存状態の良い作品や、各部分の形状や文様表現、配置の意識がその時代の作品と異なるなど、当時の製作とは考えがたいものに出会うことも多かった。金属は染織や漆工などに比べて状態を保ちやすい素材とはいえ、年数を経たものであれば傷みや腐食など相応の外観となっているのが自然である。補修や保存処理が加えられている事例もあるが、後世に作られた做古作、近代に悪意を持って製作された贋作など、さまざまな可能性が想定できよう。さらに鏡のような鋳造品は古い製品から型取りして鋳型を作り、新しくコピーする「踏み返し」が可能である。作品から時代ごとの精神や様式を明らかにしようと思えば、まずはこれらを判別したうえで用いなければならないが、上述の視点からすれば疑問と思える作品が繰り返し出版物や展覧会において紹介され続けている現状がある。寺社や名家の伝来品であり文書や箱書などの付属資料を有するもの、出土品とは言っても学術的な発掘調査の始まる以前に発見されたものは、たとえ名品とされていても冷静な観察によって再検証するのが学問的な態度であり、科

図1 和鏡の部分名称



学的な調査手法の発達や新たな情報の増加によってその時期が来ている。

做古作や贋作の判別を含めた作品の再検証をするにあたって、これまでの和鏡研究では究明が不充 分な問題点として大きく以下の3つがあると筆者は考える。

①鏡体の形式

和鏡の製作年代は鏡体の特徴と背面の文様により判断されてきた。① 平面の形状はほとんどが円形で、ほかに方形、稜花形(八稜形・五花形)などがある。姿を映す鏡面側は平滑に研磨され、場合によっては鍍錫(錫めっき)などがなされる。中国では宋時代頃から柄のついた鏡が作られはじめ、日本でも室町時代末期以降に流行した。柄のつかない場合には山形に盛り上がった鈕が背面中央に設けられており、水平方向に貫通させた孔に紐などを通して手に持ったとみられる。力のかかる部分であるため、補強のため周囲を一段厚く作ることも多い。これを鈕座と称しており、装飾的に作られることから、製作年代を知る手がかりとされている。例えば12世紀には菊花が旋回した捩菊形、13世紀以降には放射状の短線の先に珠点を巡らせた花薬形や、鈕と鈕座を亀形に作る形式が流行する。また、鏡体の断面は薄いため、外縁(周縁)を厚く作り、鈕とのなかほどに凸線を巡らせるなど(界圏)、強度を保つための工夫がなされている。界圏の内側を内区、外側を外区と呼び習わしており、この部分に文様が施される。外縁は垂直に立ち上がるものや若干外傾するもの、断面の形状が三角や台形になる鏡があり、幅や高さにも違いがある。12世紀には外縁の幅が1~2mmの細縁、2~3mmの中縁、3~4mmの厚縁の鏡が併存していたことが経塚の出土例からわかっているが、13世紀以降には中縁~厚縁が一般的となる。また、鎌倉~室町初期に製作されたとみられる薄づくりの大型鏡は、断面を台形とすることが多く、特徴的な鏡群となっている。

ただし、上に説明したような特徴や諸形式は後世に真似ることが可能である。単に外縁の断面形状や鈕、鈕座の形を見るだけではなく、外縁側面の曲面や鈕頂の丸み、さらにはこれらを生み出す研磨の技術など、後世には真似ることの難しい部分にまで踏み込んだ観察をしなければ、真の形式や時代様式を明らかにすることはできない。また、型取りコピーした踏み返し鏡の場合には、型材から原鏡を抜く際、外縁などにゆがみが生じることがある。また鈕を新たに整えた場合には、鈕と鈕座の比率

や鈕孔の形が本来とは異なることもある。このような視点を持って観察を行い、その結果を蓄積する 必要がある。

②鏡背文様の配置と形態表現

和鏡の鋳型は円盤形にした粘土に製品とは逆の凹凸を彫り込んで作る。背面側と鏡面側の2枚を合わせ、あらかじめ開けた湯口に溶かした青銅を流し込んで鋳造するのである。背面にあしらう文様もヘラなどの工具を用いて一つ一つ職人が手で押し窪めていく「ヘラ押し」の技法によるのが一般的である。筆で描いたような肥痩のある凸線を引くことが可能で、植物の生えた水辺に鳥や虫が遊ぶ様などを絵画的な構図であらわし、あるいは山吹や菊花を品の良い散らし文様とした意匠が和鏡の特徴である。鏡背にあらわされるさまざまな図様にも時代的な変遷や製作地の特色があると考えられ、貴重な情報のひとつとして分類、研究が行われてきた。13世紀以降には類型化が進み、菊・梅・山吹・秋草などが生えた洲浜につがいの小鳥が遊ぶ図様や、海浜の岩山に松と鶴亀をあしらう蓬萊図など、いくつかの整った図案に集約されていく。

製作年代などを考える際には、図柄のパターンを見ることが多いように思われるが、一見すると瓜二つに見える文様であっても、その形態表現や配置の意識には大きな隔たりがある事例があることはかつて拙稿でも述べた。② 同じように鶴をあらわしていても、一方は伸びやかな凸線により広げた羽や長く伸びた脚が生き生きと表現されているのに対して、もう一方は羽や脚の生える位置などに整合性を欠き、単調な線で構成されている場合もある。これが一時代における工房や職人の違いに収まるのか、製作した時代が異なるのかを慎重に判断しなければならない。さまざまなモチーフをどのように表現しているのかを似ている作例を集めて分類するだけではなく、むしろ似ているもの同士における相違点に着目し、その要因を明らかにする必要がある。

③素材となる金属組成の時代的変遷

さらに形式要素のひとつとして素材となる金属成分がある。一般的に、東洋における金属製の鏡は、銅と錫の合金である青銅によって鋳造されている。③ 錫を混ぜることで融点が低くなり、粘度が下がって型に流し込みやすくなる。錫の含有率が高いほど銀白色に近づき、表面を磨くことで姿を映すことができるが、その割合が低いと銅に由来する黄色味が増して姿が映りにくいため、鍍錫(錫めっき)などをしなければならない。中国・唐時代の鏡は銅約70%、錫約25%、鉛約5%から成っていると言われる一方、江戸時代の柄鏡のなかには錫、鉛をほとんど含まないものも多く、鍍錫がなされている。微量に含まれることのあるヒ素や銀、アンチモンなどが製作地や時代を知る指標ともされる。成分比率がすぐに時代や地域の違いに直結するとは限らないが、作品の資料性を考えていく上で金属の組成を知ることはひとつの有力な情報である。

これまで中国鏡や古墳などからの出土鏡については、蛍光 X 線分析を含め、さまざまな科学的調査が行われてきた。 (4) 中世以降の和鏡についても、近年出土した資料については素材分析が行われる事例が増えてきているものの、 (5) それぞれの調査方法や用いられる機器が異なっており、土中による腐食の影響もあってその成果は今のところ限定的と言わざるをえない。また調査件数が少なく、和鏡における金属組成の全体的な傾向を把握するためには、広い時代にまたがった相当数の鏡について

網羅的に調査することが必要となっている。

以上のような問題点が現在の和鏡研究には立ちふさがっており、困難ではあるが地道な努力によって解決していかなければならない。特に金属組成の問題について、筆者はこれまで肉眼で見た地がねの色合いや生じているさびの種類から推測するほかなく、実際の銅と錫の比率や他に含まれる素材を明確に知る手段はなかった。しかし昨年、当研究所において蛍光X線分析装置を導入することとなり、肉眼以外の方法によってそれらの疑問点にアプローチできるようになった。そこで黒川古文化研究所の所蔵する平安時代から江戸時代にかけての和鏡約140面を調査したなかから、近代の做古作、贋作とみられるものを除いた、資料性が高いと判断できる97面について、蛍光X線分析による金属組成調査の結果を公表することとした。60

1. 蛍光 X 線分析の概要および定量値の精度調査

物質を構成する原子は、原子核の周りを電子が周回運動する構造をもっている。その軌道は内側から K 設、L 設、M 設、N 設・・・と呼ばれ、収容できる電子の数がそれぞれ 2 個、8 個、18 個、32 個・・となっており、元素ごとに定まった数の電子が内側の軌道から埋められている。物質に一定以上のエネルギーを持つ X 線をあてると、軌道の電子がはじき飛ばされて空席ができる。空席には外側の軌道から電子が補充されるが、そのときもとの軌道とのエネルギー差が電磁波として放出される。この二次的に発生する X 線を蛍光 X 線と呼んでおり、そのエネルギーは軌道によって異なるため、ひとつの元素から複数のエネルギーの蛍光 X 線が放出されることになる(K 殻の空席が L 設、M 殻・・・からの電子で埋められる際に放出される蛍光 X 線をそれぞれ K α 線、K β 線・・・といい、同様に L 殻の空席が M 殻、N 殻・・・の電子により補充される場合を L α 線、L β 線・・・といい、同様に L 殻の空席が M 殻、N 殻・・・・の電子により補充される場合を L α 線、L β 線・・・という)。蛍光 X 線はそれぞれの元素に固有のエネルギーを持っており、これを測定することにより元素の種類を知ることができ、その強度から物質に含まれる含有量を求めることができるのである。

通常、蛍光X線の強度は含有量に比例するが、複数の異なる元素を比較する場合には、その組成比率がそのまま検出数比に反映されるわけではない。つまり、同じ元素であればスペクトルのピークの高さで含有量の多少を論じることができるが、異なる元素の場合は、機器の特性上、エネルギー帯により感度差があるため必ずしもそうはならないのである。そこで分析装置にはさまざまな補正値を組み込んだ分析器メーカー固有の定量計算システムが装備されており、元素の組成比率を表示できるようにしている。つまり、分析する物体を構成する元素がどのような比率で含まれているかという定量

分析の計測結果を研究に用いるためには、このシステムにより導き出される定量値の精度を確認しておく必要がある。

そこで、分析器導入においてもさまざまなアドバイスをいただいた泉屋博古館から標準試料をお借りして、今回の分析に用いた機器がどれくらい信頼できる定量値を導き出しているのか、もし偏りがあるとすればどのような傾向があるのかを検証しておきたい。この標準試料は、住友金属鉱山株式会社へ製造委託された青銅系の合金13種である。(7) これらは銅、錫、鉛を主成分とし、銀とアンチモンを1%以下含有している(表1)。

今回の和鏡調査と同じ測定条件のもとで、標準試料13種を対象とした定量分析結果と化学分析値との比較をあらわしたのが図2のグラフである。縦軸に今回使用するDELTA Premium DP-6000による計測値、横軸に化学分析値を設定した。これを見ると、各元素の蛍光X線分析定量値は化学分析値に対して概ね直線の関係にあり、主成分である銅に関しては化学分析値と良好な相関を示したものの、銅に対する錫、鉛、銀、アンチモンはやや低めの値を示す傾向があるという結果となった。カリウムやカルシウムといった軽元素を数%ずつ検出していることから、それに伴ってこれらの値が相対的に低く計測されたとも考えられる。各元素に対する相関近似式は以下の通りとなった。

銅 (Cu) の DP-6000 定量値 = 0.99 × (化学分析値) - 0.66

錫(Sn)のDP-6000定量値 = $0.78 \times$ (化学分析値) -0.20

鉛(Pb)のDP-6000定量値 = 0.89×(化学分析値)-0.04

銀 (Ag) のDP-6000 定量値 = 0.88× (化学分析値) - 0.04

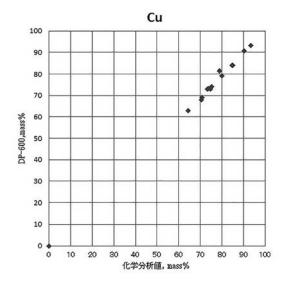
アンチモン (Sb) の DP-6000 定量値 = 0.78× (化学分析値) - 0.02

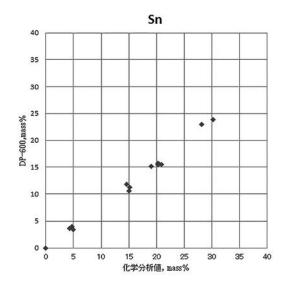
つまり、錫を20%の化学分析値で含む金属があった場合、計算上、この機器では15.4%前後の値が 導き出されることとなる。以下の分析データは機器の導き出した結果をそのまま記載しており、補正 を行っていない。したがって、これを踏まえた上で定量値についてはご覧いただきたい。

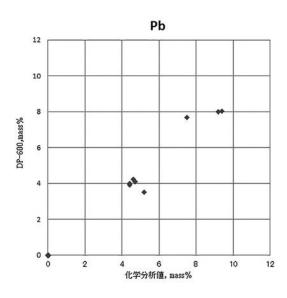
表1 定量性評価に用いた標準試料の化学成分値

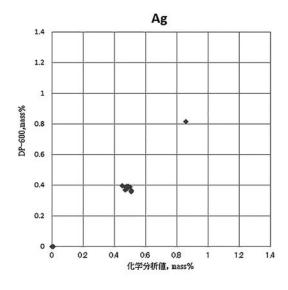
標準試料	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb
No. 1	93.4	4.7	< 0.02	0.45	0.44
No. 2	84.9	14.6	< 0.02	0.48	0.48
No. 3	80.0	19	< 0.02	0.49	0.48
No. 4	70.8	28.2	< 0.02	0.5	0.49
No. 5	90.4	4.3	4.4	0.47	0.45
No. 6	78.8	15	5.2	0.51	0.49
No. 7	73.8	20.5	4.7	0.48	0.48
No. 8	64.4	30.2	4.4	0.48	0.48
No. 9	84.8	4.9	9.4	0.47	0.48
No. 10	74.7	15.1	9.2	0.51	0.49
No. 11	70.6	20.9	7.5	0.51	0.48
No. 12	75.2	20.2	4.6	< 0.01	< 0.01
No. 13	73.3	20.2	4.7	0.86	0.93

(単位:質量パーセント)









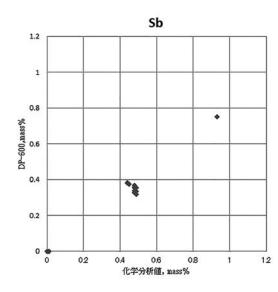


図2 標準試料を用いた各元素のDP-600定量値と 化学分析値の相関

2. 蛍光 X 線分析による金属組成調査の結果

黒川古文化研究所の所蔵する和鏡のうち、資料性が高いと判断した97点の蛍光X線分析結果を掲載する。測定の条件およびデータの見方については以下の通りである。

- 1. 今回の分析には、米国オリンパスイノベックス社製のハンドヘルド蛍光 X 線分析計・DELTA Premium DP-6000を使用した。装置の仕様は以下の通りである。
 - ・ターゲット (対陰極物質): ロジウム (Rh)
 - ・管電圧:40kV (ビーム1=通常モード)、10kV (ビーム2=軽元素モード)
 - ・分光系:エネルギー分散形
 - · X線検出器:シリコンドリフト検出器 (SDD)
 - ·分解能:163eV前後
 - ・検出可能元素:マグネシウム (Mg) ~ビスマス (Bi) 間の36元素
- 2. 分析にあたっては、作品保護のため金属でできた X 線の照射口の周囲をフェルトで覆い、その厚みの分 1mm 前後だけ離れるように密着させて測定した。その際、照射 X 線径は 3mmに絞り、ビーム1(管電圧 40kV の通常モード)で 60 秒間、ビーム2(管電圧 10 kV の軽元素モード)で 0 秒間計測するように設定している。
- 3. 測定は鏡面(文様の無い側)のできる限り平滑な部分を慎重に選定し、原則として3点を計測した。
- 4. 分析結果には、番号、作品名称、法量、製作年代、研究所における収蔵番号を記し、鏡背と鏡面の画像、エネルギーごとに検出数を並べたスペクトル、定量分析の結果を載せた。なお、製作年代は筆者の現時点における編年観によって導き出した見解である。
- 5. 作品画像には計測した点を●印で示し、A~Cの文字を付した。 なお、作品の写真はすべて深井純氏の撮影による。
- 6. スペクトルは計測点Aのものを掲載した。横軸にエネルギー(keV)、縦軸に1秒間あたりの 蛍光X線の検出数($cps = count\ per\ second$)を設定し、見やすさを考慮してそれぞれ28keV、24000cpsまでを表記し、検出数がそれを超える場合には数値で示した。
- 7. スペクトルの下には計測点 A~C における各元素の定量値のうち、銅 (Cu)、錫 (Sn)、鉛 (Pb) のみを抜き出して掲載した(単位は質量パーセント、小数点第2位を四捨五入)。すべての元素に対する結果は末尾に一覧表を付した。

図3 和鏡の蛍光 X線スペクトル

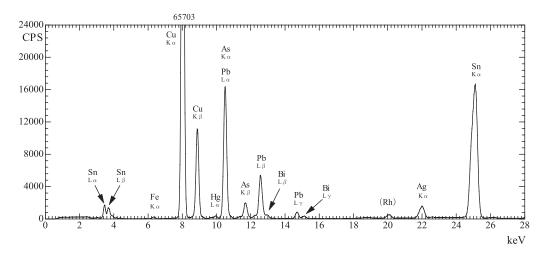


表2 おもな蛍光X線エネルギー一覧表 (keV)

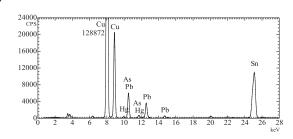
原子番号	元素名	元素記号	K α 線	K β 線	La線	L β 線	Lγ線
16	硫黄	S	2.31				
26	鉄	Fe	6.40	7.06			
29	銅	Cu	8.04	8.91			
33	ヒ素	As	10.53	11.73			
47	銀	Ag	22.10				
50	錫	Sn	25.19		3.44	3.66	
51	アンチモン	Sb	26.27				
80	水銀	Hg			9.99	11.82	13.83
82	鉛	Pb			10.55	12.61	14.76
83	ビスマス	Bi			10.84	13.02	15.25

※代表的なものに限って小数点第3位(leV)を四捨五入して記載した。

参考:中井泉編『蛍光X線分析の実際』(朝倉書店、2005年)、(公社) 日本分析化学会編、河合潤著『分析化学実技シリーズ機器分析編6 蛍光X線分析』(共立出版、2012年)。

1. 瑞花鴛鴦文八稜鏡 径15.0cm 平安時代 鏡256



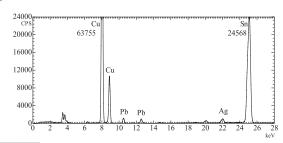


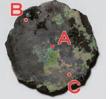


測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	71.1	15.2	3.7
В	69.7	15.0	4.2
С	69.7	15.0	4.0

2. 瑞花鴛鴦文八稜鏡 径13.9cm 平安時代 鏡1141



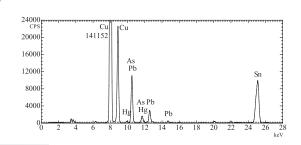




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	50.3	25.0	0.8
В	37.4	31.1	0.6
С	73.0	19.1	0.4

3. 瑞花鴛鴦文八稜鏡 径13.0cm 平安時代 鏡255



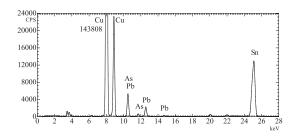




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	70.9	13.0	3.0
В	71.6	13.2	2.9
С	70.8	13.3	2.9

4. 瑞花鴛鴦文八稜鏡 径9.5cm 平安時代 鏡1125



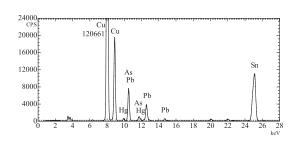




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	70.9	16.2	2.0
В	72.1	17.0	1.9
С	70.7	16.9	2.0

5. 瑞花双鳳文八稜鏡 径12.2cm 平安時代 鏡252



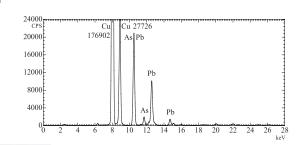




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	68.4	15.8	3.9
В	68.4	15.8	3.9
С	68.3	15.8	4.0

6. 花枝鴛鴦文八稜鏡 径10.1cm 平安時代 鏡251



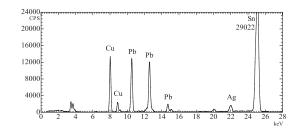




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	59.4	0	6.8
В	71.5	0.1	12.4
С	74.2	0.1	8.6

7. 瑞花鴛鴦文五花鏡 径10.9cm 平安時代 鏡265



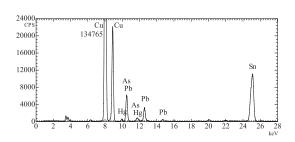




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	7.0	29.5	5.2
В	7.3	28.3	4.9
С	8.2	28.3	5.4

8. 瑞花鴛鴦文五花鏡 径12.7cm 鎌倉時代 鏡257



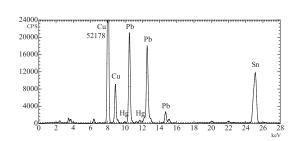




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.0	14.8	3.2
В	71.8	14.8	3.4
С	72.0	14.8	3.5

9. 流水飛鴨図鏡 径 10.7cm 平安時代 鏡 264



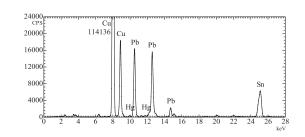




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	24.2	12.8	10.8
В	31.2	13.2	8.6
С	17.5	15.6	9.7

10. 流水千鳥図鏡 径 10.5cm 平安時代 鏡 1131



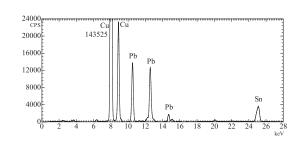




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	58.2	8.4	13.9
В	23.4	14.0	9.8
С	31.6	10.3	18.7

11. 流水千鳥図鏡 径 10.0cm 平安時代 鏡 284



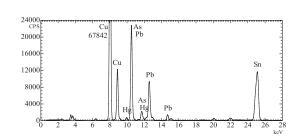




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.7	5.3	12.4
В	23.6	8.8	16.9
С	44.4	6.5	11.2

12. 流水千鳥図鏡 径 11.1cm 平安時代 鏡 263



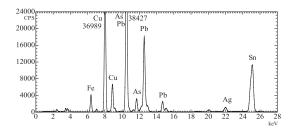




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	34.0	13.8	7.1
В	26.4	15.3	8.9
С	35.6	13.8	6.2

13. 柴垣双鳥文鏡 径9.7cm 平安時代 鏡1103



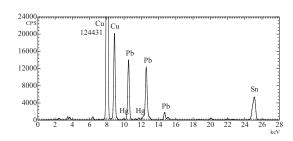




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	17.2	11.6	10.5
В	44.0	5.8	5.9
С	23.6	9.1	8.0

14. 蛇籠千鳥文鏡 径7.7cm 平安時代 鏡318



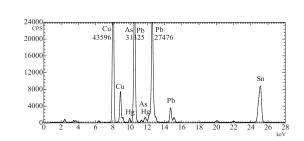




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	62.4	7.1	11.5
В	36.1	9.1	11.1
С	42.8	9.3	10.1

15. 籬薄双鳥図鏡 径8.5cm 平安時代 鏡317



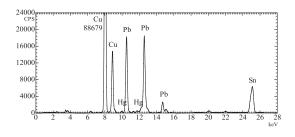




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	21.8	11.0	17.7
В	26.9	9.7	17.5
С	17.8	_	0.1

16. 松喰鶴文鏡 径10.5cm 平安時代 鏡310



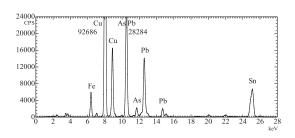




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	37.5	6.9	12.3
В	63.7	4.7	15.2
С	37.5	6.8	10.6

17. 松喰鶴文鏡 径11.4cm 平安時代 鏡277



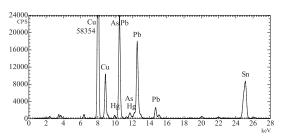




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	41.4	7.0	10.4
В	23.7	9.7	10.9
С	30.3	7.5	9.4

18. 松波双鶴文鏡 径9.1cm 平安~鎌倉時代 鏡1132



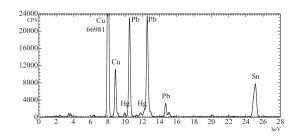




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	29.4	10.4	12.6
В	24.1	10.9	12.7
С	23.4	12.0	14.3

19. 桔梗双鳥文鏡 径9.6cm 平安時代 鏡1106



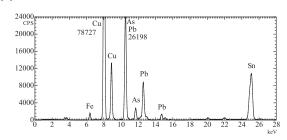




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	32.3	9.4	16.3
В	33.7	8.6	16.5
С	28.2	9.4	16.3

20. 撫子鳥虫図鏡 径11.0cm 平安~鎌倉時代 鏡271



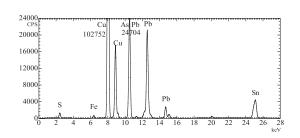




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	32.4	10.9	5.8
В	19.3	15.5	6.4
С	43.1	11.1	3.6

21. 秋草双雀図鏡 径 11.4cm 鎌倉時代 鏡 282



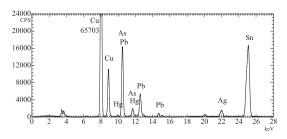




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	41.1	6.1	20.9
В	42.9	6.6	19.9
С	20.8	4.5	31.4

22. 菊竹双鳥文鏡 径 11.4cm 鎌倉時代 鏡 269



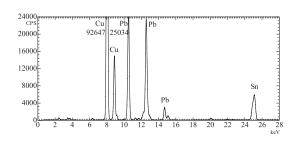




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	37.6	17.3	3.1
В	54.3	13.0	2.8
С	33.6	18.7	4.0

23. 荒磯千鳥図鏡 径9.8㎝ 鎌倉時代 鏡1104



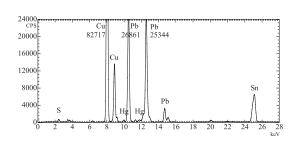




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	46.7	8.1	19.5
В	67.2	6.9	14.4
С	66.6	7.5	13.7

24. 秋草双鳥図鏡 径 9.9cm 鎌倉時代 鏡 283



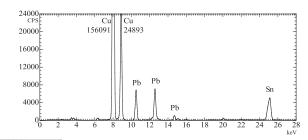




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	34.1	7.7	20.2
В	31.0	6.5	28.9
С	27.2	8.9	25.4

25. 松藤双鳥文鏡 径9.9cm 鎌倉時代 鏡1138



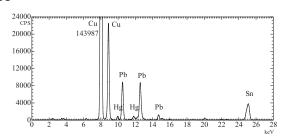




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	77.5	6.7	7.3
В	76.5	7.4	7.7
С	77.4	6.9	6.6

26. 松藤双鳥文鏡 径11.8cm 鎌倉~室町時代 鏡298



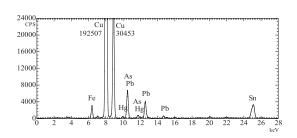




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	76.0	5.5	9.7
В	70.1	5.4	13.1
С	73.8	5.7	10.9

27. 山吹双鳥文鏡 径 11.4cm 鎌倉時代 鏡 275



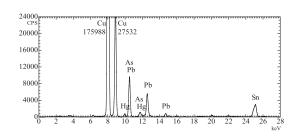




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	83.9	4.0	4.2
В	83.0	4.0	4.8
С	81.5	3.8	4.4

28. 梅樹双鳥文鏡 径11.3cm 鎌倉時代 鏡1137



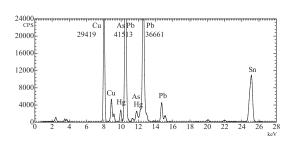




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	81.0	3.8	6.0
В	81.8	3.7	6.2
С	82.8	3.7	6.5

29. 菊花双鳥文鏡 径 11.3cm 鎌倉時代 鏡 312



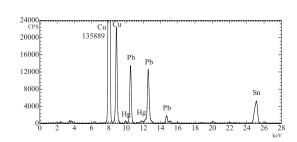




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	14.3	13.5	20.8
В	19.7	14.1	11.7
С	20.4	12.9	17.2

30. 菊花双鳥文鏡 径8.4cm 鎌倉時代 鏡319



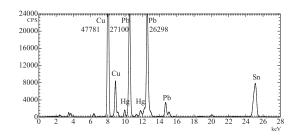




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	68.2	6.9	12.0
В	56.4	8.0	11.6
С	57.7	7.2	11.7

31. 菊花散双雀文鏡 径11.7cm 鎌倉時代 鏡311



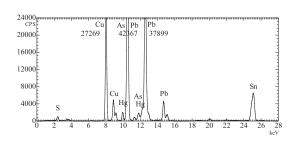




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	26.7	11.1	19.3
В	24.5	11.8	20.9
С	27.9	9.7	21.9

32. 山吹散双鳥文鏡 径11.3cm 鎌倉時代 鏡1133



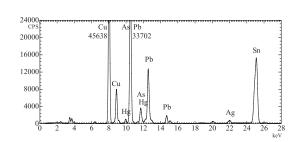




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	15.1	9.9	26.3
В	18.3	10.2	22.8
С	15.6	9.9	25.4

33. 山吹散双鳥文鏡 径11.0cm 鎌倉時代 鏡1102



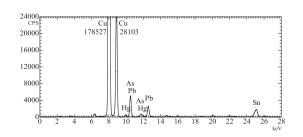




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	23.7	18.2	8.7
В	22.2	17.9	10.7
С	16.1	22.3	10.8

34. 松喰鶴文鏡 径11.8cm 鎌倉時代 鏡1101



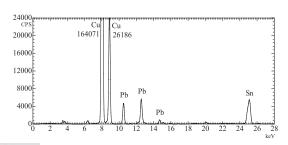




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	88.4	2.5	3.3
В	87.9	2.5	3.1
С	88.5	2.6	3.2

35. 蝶鳥文鏡 径9.1cm 鎌倉時代 鏡1127



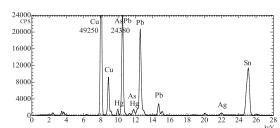




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	77.6	6.9	5.6
В	78.7	7.3	3.8
С	79.0	7.2	5.3

36. 亀甲双雀文鏡 径11.1cm 鎌倉~室町時代 鏡1139



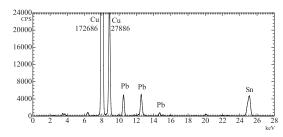




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	23.5	12.4	12.2
В	30.4	10.5	11.6
С	26.3	12.5	11.2

37. 菊花双鳥文方鏡 縦10.0cm 鎌倉~室町時代 鏡290



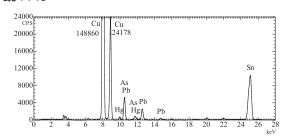




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	79.6	5.7	5.0
В	78.5	6.3	3.8
С	79.3	6.1	4.8

38. 菊花散双鳥文方鏡 縦17.4cm 鎌倉~室町時代 鏡1149



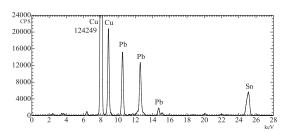


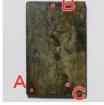


測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	74.4	13.1	2.5
В	75.0	13.4	2.6
С	74.0	13.6	2.7

39. 山吹双鳥文方鏡 縦10.6cm 鎌倉~室町時代 鏡279



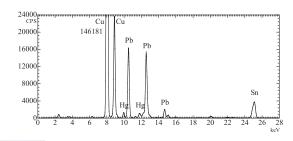




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	59.2	7.0	11.1
В	61.1	7.8	9.3
С	61.4	6.4	11.9

40. 蓬萊図鏡 径19.7cm 鎌倉~室町時代 鏡1158



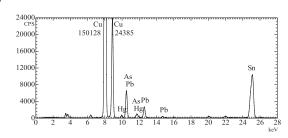




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	70.8	4.9	14.4
В	74.0	5.2	14.9
С	72.7	5.0	14.9

41. 蓬萊図方鏡 縦11.0cm 鎌倉~室町時代 鏡294



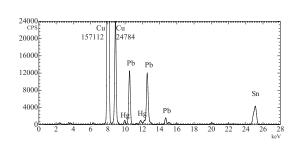




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	73.8	13.0	2.6
В	72.0	13.4	2.9
С	72.5	12.8	2.6

42. 蓬萊図鏡 径11.3cm 室町時代 鏡1136



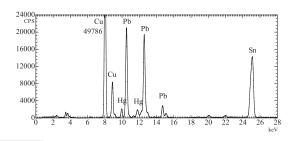




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	74.4	5.5	11.7
В	75.9	5.8	12.8
С	73.7	5.6	12.5

43. 蓬萊図鏡 径11.1cm 鎌倉~室町時代 鏡270



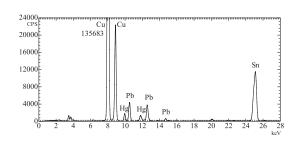




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	21.8	11.9	9.4
В	23.5	15.7	10.4
С	18.4	17.2	10.6

44. 蓬萊図鏡 径9.1cm 室町時代 鏡315



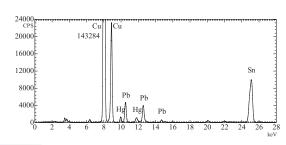




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	71.1	14.9	3.6
В	72.6	14.9	3.3
С	72.1	14.9	3.5

45. 蓬萊図鏡 径 17.4cm 室町時代 鏡 1150



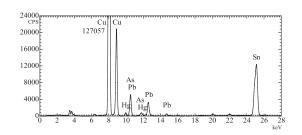




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	73.5	12.8	3.9
В	72.5	13.7	4.9
С	70.3	14.4	4.8
D	76.9	5.4	8.2

46. 蓬萊図鏡 径11.5cm 室町時代 鏡1123



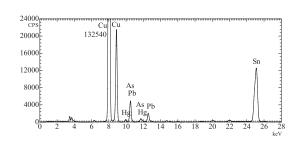




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	70.2	16.6	3.2
В	69.2	16.3	3.1
С	70.3	16.4	3.1

47. 蓬萊図鏡 径11.7cm 室町~江戸時代 鏡1143



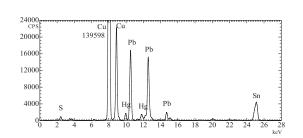




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	71.0	16.8	2.0
В	71.0	16.9	2.1
С	70.9	16.8	2.0

48. 蓬萊図鏡 径11.5cm 室町時代 鏡1124



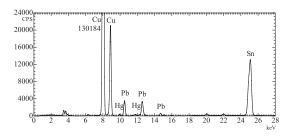




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	69.4	6.0	14.8
В	66.8	5.9	16.1
С	70.7	5.8	14.7

49. 蓬萊図鏡 径12.1cm 室町時代 鏡1142



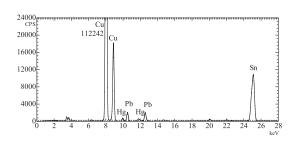




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	69.9	17.3	3.2
В	69.5	17.3	3.3
С	69.2	17.3	3.3

50. 蓬萊文鏡 径 11.6cm 室町~桃山時代 径 1151



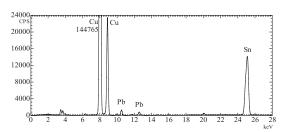




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	73.6	17.4	2.4
В	71.3	17.0	2.4
С	70.4	16.7	2.4

51. 蓬萊文鏡 銘 天下一 径12.3cm 江戸時代 鏡320



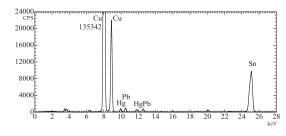




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	74.2	17.9	0.8
В	74.3	17.9	0.8
С	74.4	18.0	0.8

52. 蓬萊文鏡 銘 天下一菊田美作守 径17.5cm 江戸時代 鏡1156



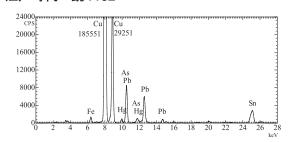




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	76.9	13.7	0.8
В	78.5	14.6	1.2
С	76.2	14.1	1.1

53. 蓬萊文鏡 銘 人見和泉掾藤原重次 径30.2cm 江戸時代 鏡1162



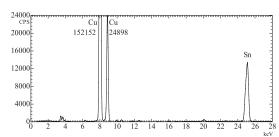




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	81.6	3.4	6.1
В	82.7	3.4	6.1
С	83.5	3.3	6.1

54. 蓬萊文鏡 銘 天下一人見佐渡大掾藤原政親 径33.8cm 江戸時代 鏡1163



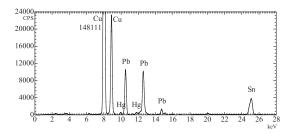




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	77.2	16.6	0.3
В	77.6	16.8	0.3
С	78.2	16.4	0.3

55. 愛染明王菊花散双雀文鏡 径 10.8cm 鎌倉~室町時代 鏡 295



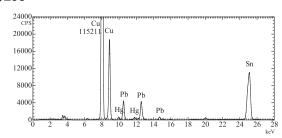




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	76.9	5.5	11.2
В	66.4	6.9	14.8
С	74.0	6.3	11.2

56. 愛染明王柏楓双雀文鏡 径11.6cm 室町時代 鏡296



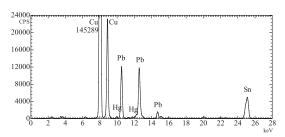




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	70.4	16.5	4.6
В	67.7	16.7	5.5
С	69.3	16.9	4.0

57. 愛染明王菊花双雀文鏡 径11.6cm 室町時代 鏡305



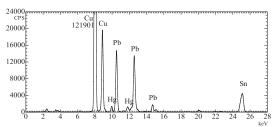




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.8	6.7	11.6
В	42.7	8.1	22.0
С	26.0	9.7	28.2

58. 愛染明王菊花双雀文鏡 径11.4cm 室町時代 鏡304



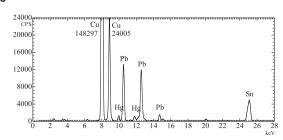




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	68.5	6.8	14.3
В	68.4	6.6	14.7
С	65.2	6.5	16.7

59. 愛染明王蓬萊図鏡 径 11.5cm 室町時代 鏡 1120



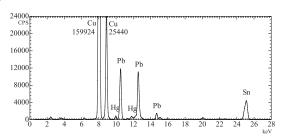




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	71.4	6.3	11.4
В	72.1	5.7	11.9
С	73.1	5.7	11.6

60. 愛染明王蓬萊図鏡 径11.4cm 室町時代 鏡1119



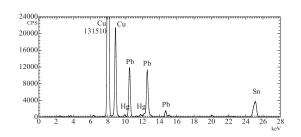




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	75.6	5.7	10.8
В	67.9	6.4	12.6
С	70.5	6.1	13.4

61. 龍宮図鏡 径11.2cm 室町時代 鏡303



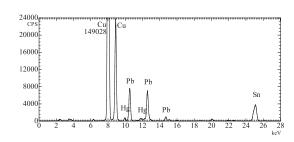




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	73.0	5.7	12.4
В	69.5	5.1	10.2
С	53.5	5.3	15.9

62. 龍宮図鏡 径10.9cm 室町時代 鏡302



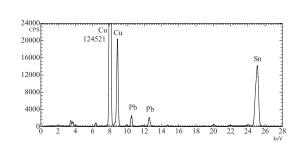




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	79.8	5.4	8.1
В	75.2	5.5	9.7
С	77.5	5.3	8.4

63. 籬菊花鶴亀図鏡 径11.5cm 室町時代 鏡1147



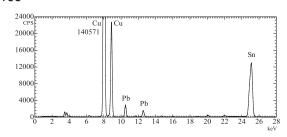




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	69.4	18.6	1.9
В	68.6	19.4	2.2
С	68.9	18.6	2.2

64. 流水水車鶴孔雀文鏡 径11.3cm 室町時代 鏡1109



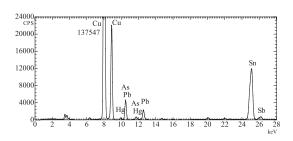




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	73.3	16.6	1.5
В	73.6	16.8	1.5
С	73.3	16.9	1.5

65. 竹林双雀図鏡 径 11.7cm 室町時代 鏡 285



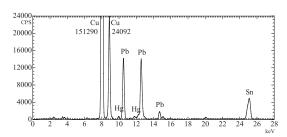




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	71.2	15.3	2.1
В	71.8	15.5	2.2
С	71.8	15.5	2.1

66. 籬柳桜松藤文鏡 径12.2cm 室町~桃山時代 鏡287



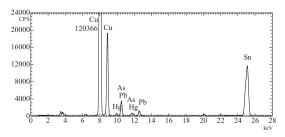




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	71.8	6.3	13.0
В	72.1	6.6	11.4
С	70.7	6.5	14.1

67. 瑞花鴛鴦文鏡 径 14.5cm 室町~江戸時代 鏡 253



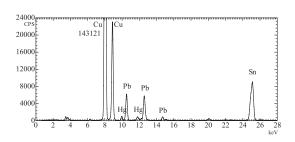




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.1	17.2	1.4
В	71.6	17.2	1.3
С	70.7	17.8	1.2

68. 蝶々双鶴文鏡 径23.1cm 室町時代 鏡301



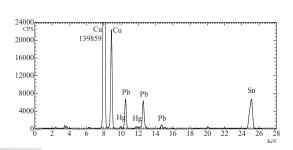




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	74.6	11.9	5.8
В	74.0	12.2	5.1
С	73.2	12.2	5.7

69. 百亀鶴丸文鏡 径10.6cm 室町時代 鏡297



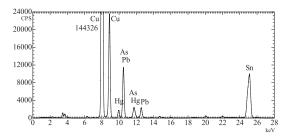




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	75.4	9.5	6.8
В	74.6	9.9	6.6
С	74.6	10.1	6.3

70. 巴紋散双鶴文鏡 径12.0cm 室町~江戸時代 鏡299



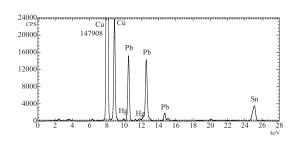




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	71.3	12.8	2.3
В	71.2	12.6	2.1
С	71.1	12.6	2.1

71. 菊丸蝶鳥文鏡 径11.8cm 室町時代 鏡1111



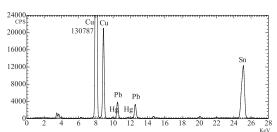




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	73.0	4.8	14.2
В	74.9	5.2	10.9
С	75.1	4.6	11.6

72. 桐紋散双雀文鏡 径11.1cm 室町~桃山時代 鏡1134



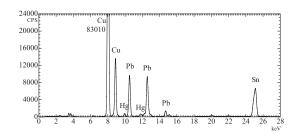




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	70.1	16.3	3.2
В	70.4	16.6	3.1
С	70.3	16.9	3.2

73. 籬菊竹双鳥文鏡 径10.7cm 室町時代 鏡1135



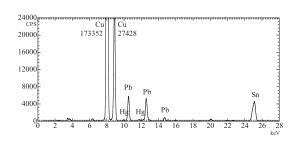




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	52.0	10.3	9.9
В	40.9	11.7	11.3
С	41.2	11.9	11.6

74. 笹散双雀文鏡 径11.2cm 室町時代 鏡1114



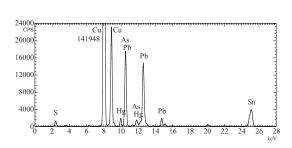




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	80.4	5.8	5.4
В	80.3	5.9	5.2
С	81.2	5.8	4.4

75. 菊花散双雀文鏡 径11.4cm 室町時代 鏡1115



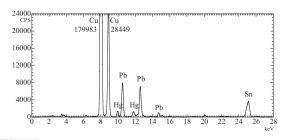




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	67.8	5.1	13.8
В	66.6	5.3	15.4
С	64.2	5.4	17.0

76. 菊花散双雀文鏡 径11.5cm 室町時代 鏡286



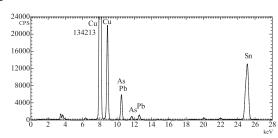




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	80.3	4.3	7.0
В	78.5	4.5	8.0
С	80.1	4.5	6.6

77. 松喰鶴文鏡 径11.6cm 室町~江戸時代 鏡1140



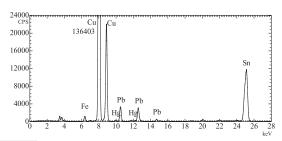




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	70.4	17.0	1.1
В	70.3	17.2	1.2
С	69.7	17.3	1.1

78. 波濤双鶴文鏡 径11.3cm 桃山~江戸時代 鏡1122



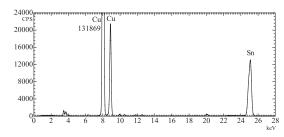




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	72.4	15.2	2.9
В	71.4	15.5	3.1
С	72.0	15.5	3.1

79. 桐竹文鏡 銘 天下一青盛重 径22.4cm 江戸時代 鏡308



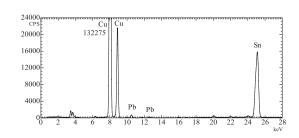




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	76.0	18.2	0.3
В	74.8	18.1	0.4
С	76.4	17.9	0.3

80. 花菱散双鶴文鏡 径11.7cm 江戸時代 鏡300



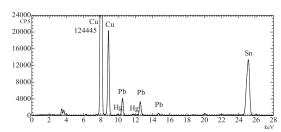




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	71.8	20.5	0.3
В	72.0	20.6	0.3
С	68.7	18.8	0.2

81. 「開元」菊水文鏡 銘 天下一中島作 径 12.1cm 江戸時代 鏡 1121



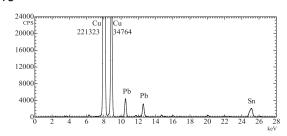




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	67.7	17.8	3.1
В	68.3	18.1	3.4
С	67.4	18.3	3.6

82. 牡丹孔雀文鏡 径 10.5cm 室町~江戸時代 鏡 316



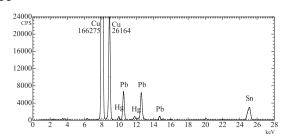




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	89.7	2.5	3.3
В	88.7	2.5	3.8
С	84.7	2.3	6.0

83. 牡丹孔雀文鏡 径11.0cm 室町~江戸時代 鏡306



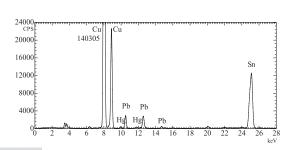




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	82.7	4.1	7.2
В	82.0	4.4	6.8
С	80.8	4.3	7.8

84. 鶴丸紋散鏡 径11.3cm 江戸時代 鏡313



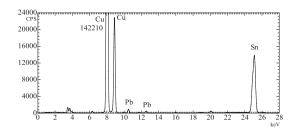




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.4	15.9	2.7
В	72.3	16.1	2.7
С	72.6	16.5	2.7

85. 亀甲繋橘文鏡 径13.1cm 江戸時代 鏡1112



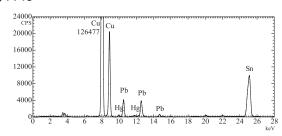




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	75.6	17.9	0.5
В	74.7	18.1	0.5
С	74.4	18.1	0.5

86. 三つ藤鶴丸文鏡 径13.5cm 桃山~江戸時代 鏡1146



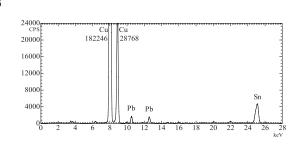




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	72.1	14.2	4.1
В	72.3	14.1	4.1
С	72.7	14.5	4.6

87. 二つ藤双鶴文鏡 径22.2cm 江戸時代 鏡1148



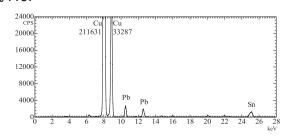




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	87.2	6.2	1.7
В	86.0	6.8	1.8
С	86.9	6.6	1.8

88. 双鶴松梅菊文鏡 径18.5cm 桃山~江戸時代 鏡1157



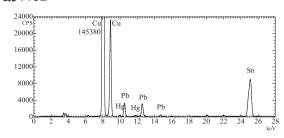




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	92.5	1.6	1.7
В	93.2	1.7	1.8
С	93.6	1.6	1.8

89. 桔梗紋散双鶴文鏡 径18.3cm 桃山~江戸時代 鏡1152



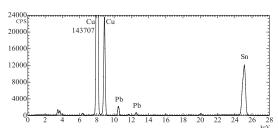




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	76.1	12.0	3.3
В	77.1	12.2	3.3
С	76.2	12.3	3.2

90. 南天文鏡 銘 瀧川備後守大伴助重 径11.2cm 江戸時代 鏡1155



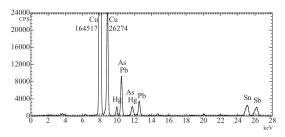




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	75.4	15.5	0.7
В	74.9	16.1	0.7
С	69.0	17.8	0.9

91. 宝尽文鏡 銘 岸本伊勢掾藤原吉光 径24.5cm 江戸時代 鏡1159



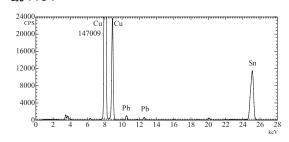




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	78.1	3.1	3.7
В	75.5	2.7	7.6
С	77.6	2.9	5.0
D	77.7	2.9	4.9

92. 桐鳳凰文方鏡 銘 天下一 縦9.1cm 江戸時代 鏡1154



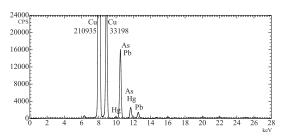




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	78.6	15.3	0.6
В	78.1	14.8	0.6
С	77.2	15.3	0.8

93. 三童文鏡 銘 天下一作 径 11.6cm 江戸時代 鏡 1153



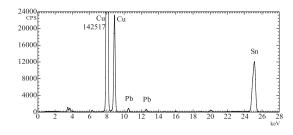




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
А	85.6	0.2	1.7
В	82.6	0.2	1.8
С	81.3	0.2	2.1

94. 橘紋松竹双鶴文鏡 銘 寛永十二年二月吉日天下一出雲守 径13.0cm 江戸時代・寛永12〈1635〉年 鏡321



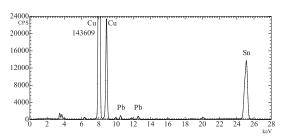




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	77.0	16.3	0.7
В	77.3	16.4	0.6
С	77.1	16.4	0.6

95. 鶴亀富嶽図奉掛鏡 銘 天下一清水河内守宗次作 径24.8cm 江戸時代・寛文10〈1670〉年 鏡1160



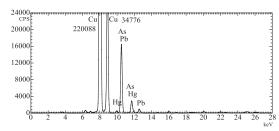




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	75.4	17.4	0.7
В	75.4	17.5	0.7
С	76.2	17.2	0.7

96. 稲荷卯鳥大明神奉掛鏡 銘 天下一上村大和守藤原政重 径33.6cm 江戸時代・寛文6〈1666〉年 鏡1161



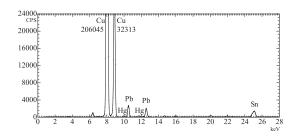




測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	80.6	0.3	0.9
В	81.0	0.2	1.0
С	80.5	0.2	1.0

97. 松双鶴文鏡 径18.5cm 室町~江戸時代 鏡1172







測定点	銅 Cu	錫 Sn	鉛 Pb
A	92.3	1.8	2.5
В	89.0	1.8	2.4
С	91.7	1.7	2.3

											,			,					
作品 番号	収蔵 番号	測定点	Mg	Al	Si	Р	s	CI	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Со	Ni	Cu	
		А	_	_	_				2.29	2.87	0.04		_	_	0.33	0.02	0.03	71.12	
1	256	В	_	_	_	_	0.94	_	2.34	3.06	0.07	_	_	_	0.31	_	0.02	69.69	
		С	_	_	_	_	0.9	_	2.43	3.01	0.06	_	_	_	0.33	_	0.03	69.67	
		А	_	4.03	7.63	_	_	_	4.59	5.29	0.17	_	_	_	0.62	_	_	50.25	
2	1141	В	_	_	_	_	_	_	4.67	4.9	0.1	_	_	_	0.28	_	_	37.43	
		С	_	_	_	_	_	_	3.73	2.99	0.08	_	_	_	0.14	_	_	73.01	
		А	_	_	_	_	_	_	2.39	2.16	0.04	_	_	_	0.08	_	_	70.94	
3	255	В	_	_	_	_	_	_	2.16	2.19	0.05	_	_	_	0.08	_	_	71.61	
		С	_	_	_	_	0.87	_	2.22	2.24	0.05	_	_	_	0.07	_	_	70.8	
		А	_	_	_	_	_	_	3.05	3.13	0.05	_	_	_	_	_	_	70.93	
4	1125	В	_	_	_	_	_	_	2.52	2.97	0.08	_	_	_	_	_	_	72.13	
		С	_	_	_	_	0.75	_	2.56	2.75	0.04	_	_	_	_	_	_	70.67	
		А	_	_	_	_	0.87	_	2.45	2.92	0.09	_	_	_	0.05	_	_	68.4	
5	252	В	_	_	_	_	1.07	_	2.34	2.78	0.06	_	_	_	0.05	_	_	68.39	
		С	_	_	_	_	0.72	_	2.34	2.94	0.05	_	_	_	0.05	_	_	68.3	
		А	_	_	0.88	I —	0.85	23.11	_	_	_	_	_	_	0.05	_	-	59.4	
6	251	В	_	_	1.83	_	3.37	_	_	_	_	_	_	_	0.06	_	_	71.51	
		С	_	_	1.77	_	1.29	_	_	_	_	_	_	_	0.05	_	_	74.22	
		А	_	_	1.81	<u> </u>	1.14	_	4.57	6.13	_	_	_	_	0.31	_	<u> </u>	7	
7	265	В	_	_	2.56	_	1.25	_	4.53	5.21	_	_	_	_	0.39	_	_	7.26	
		С	_	_	1.98	_	1.25	_	4.57	6.24	_	_	_	_	0.36	_	_	8.21	
		А	_	_	_	<u> </u>	0.94	_	2.86	2.94	0.06	_	_	_	0.18	_	<u> </u>	72.03	
8	257	В	_	_	_	_	0.8	_	2.66	2.95	0.09	_	_	_	0.17	_	_	71.77	
		С	_	_	_	_	0.81	_	2.88	2.86	0.07	_	_	_	0.17	_	_	71.97	
		А	_	_	1.31	0.45	3.21	_	2.68	3.16	0.05	_	_	_	1.12	_	_	24.22	
9	264	В	_	_	1.33	_	2.78	_	3.13	3.17	0.06	_	_	_	1.04	_	_	31.22	
		С	_	_	1.32	l —	3	_	2.27	2.94	_	_	_	_	1.33	_	<u> </u>	17.5	
		А	_	_	_	_	3.21	_	1.64	2.04	_	_	_	_	0.49	_	_	58.2	
10	1131	В	_	_	_	_	1.92	_	2.53	3.19	0.05	_	_	_	0.87	_	_	23.42	
		С	_	_	1.42	<u> </u>	4.83	_	1.55	2	_	_	_	_	0.82	_	_	31.59	
		А	_	_	<u> </u>	<u> </u>	2.18	<u> </u>	_	1.17	_	<u> </u>	_	_	0.25	_	<u> </u>	72.74	
11	284	В	_	_	1.49	0.93	4.33	_	1.48	1.82	_	_	_	_	0.59	_	_	23.55	
		С	_	1.96	2.66	_	1.5	_	_	1.07	_	_	_	_	0.47	_	_	44.37	
		А	_	3.2	2.92	<u> </u>	2.21	<u> </u>	2.83	3.6	0.06	_	_	_	0.46	_	<u> </u>	34.01	
12	263	В	_	_	1.9	0.61	2.59	_	3.17	3.77	0.05	_	_	_	0.26	_	_	26.37	
		С	_	2.39	2.3	0.54	1.93	_	3.03	4.09	0.09	_	_	_	0.26	_	_	35.64	
		А	_	_	2.84	<u> </u>	3.22	<u> </u>	2.53	3.02	_	<u> </u>	_	_	4.82	_	<u> </u>	17.19	
13	1103	В		_	2.11	_	1.6	_	_	0.53	_	0.02	_	_	10.99	_	_	43.98	
		С	_	_	3.19	_	2.84	_	2	2.63	0.04	_	_	_	6.28	_	_	23.6	
		А	_	_	1.25	0.43	3.14	_	2.19	2.46	_	_	_	_	0.58	_	_	62.4	
14	318	В	_	_	2.22	0.96	3.96	_	2.49	2.66	0.05	_	_	_	0.78	_	_	36.1	
L		С	_	_	1.56	0.36	2.96	_	1.97	2.64	0.05	_	_	_	0.73	_	_	42.78	
		А	_	_	1.99	1.62	5.22	_	1.42	2.04	_	_	_	_	0.59	_	_	21.78	
15	317	В	_	_	1.26	1.68	6.11	_	1.35	1.75	_	_	_	_	0.54	_	_	26.87	
		С	_	1.68	6.01	_	3.18	_	_	_	0.02	_	_	_	0.86	_	_	17.82	
		А	_	_	5.21	_	1.64	_	1.61	1.77	_	_	_	_	0.27	_	_	37.46	
16	310	В	_	_	2.92	_	3.41	_	1.28	1.67	_	_	_	_	0.14	_	_	63.68	
		С	_	_	3.41	l —	1.5	_	1.34	1.43	_	_	_	_	0.25	_	<u> </u>	37.52	
		А	_	_	1.75	_	3.04	_	2.04	2.26	0.04	_	_	_	4.98	_	_	41.4	
17	277	В	_	_	_	1.17	2.88	_	1.78	2.54	0.05	_	_	_	5.63	_	_	23.72	
		С	_	_	2.5	1.18	3.01	_	2.06	2.57	0.05	_	_	_	7.25	_	_	30.3	
		А	_	<u> </u>	2.87	0.76	3.12	<u> </u>	2.19	2.85	_	<u> </u>	_	_	1.1	_	_	29.35	
18	1132	В	_	_	3.43	0.84	3.14	_	2.64	3.1	0.06	_	_	_	1.2	_	_	24.11	
		С		_	3.12	0.57	3.48	_	2.31	2.89	_	_	_	_	1.25	_	_	23.42	
		А	_	_	5.65	_	2.64	_	2.44	2.99	_	_	_	_	0.53	_	_	32.32	
19	1106	В	_	_	5.37	0.61	2.5	_	1.96	2.73	_	_	_	_	0.65	_	_	33.73	
		С	_	_	3.9	_	2.22	_	2.43	3.17	0.05	_	_	_	0.65	_	_	28.17	
		A		5.43	2.89	1.04	1.01	_	_	1.15	_	_	_	_	1.37	_	_	32.35	
20	271	В		2.67	2.03	1.05	0.91	_	1.64	2.3	_	_	_	_	1.75	_	_	19.34	
		C		_	_	_	0.9	<u> </u>	_	_	_	_	_	_	0.27	_	_	43.07	
							<u> </u>								<u> </u>				

Zn	As	Se	Br	Rb	Zr	Мо	Ag	Cd	Sn	Sb	W	Au	Hg	Pb	Bi	LE	作品 番号
_	1.27	_	_	0.21	_	_	_	_	15.22	0.29	_	_	2.57	3.68	0.07		
	1.28	_	_	0.22	_	_	_	_	14.95	0.28	_	_	2.56	4.18	0.09		1
_	1.28	_	_	0.23	_	_	_	_	15	0.29	_	_	2.65	4.04	0.09]
_	0.11	_		_		_	0.32	_	24.98	_	_	_	_	0.75	-	1.27	
_	0.05	_	_	0.04	_	_	0.43	_	31.07	_	_	_	0.52	0.63	0.03	19.84	2
	_	_	_	0.03	_	_	_	_	19.12	_	_	_	0.48	0.41	_]
_	4.45	_	_	0.27	_	_	_	_	13.03	0.13	_	_	3.31	2.95	0.24		
_	4.52	_	_	0.21	_	_	_	_	13.16	0.13	_	_	2.76	2.9	0.22		3
_	1.27	_	_	0.15	_	_	_	_	13.34	0.13	_	_	2.54	2.87	0.22]
	1.52	_	_	0.26	_	_	_	_	16.2	0.04	_	_	2.75	1.99	0.07		
	1.53	_		0.13		_	_	_	16.96	0.05	_	_	1.64	1.93	0.06		4
	1.5	_	_	0.2	_	_	_	_	16.93	0.04	_	_	2.45	2.04	0.07		1
	2.07	_	_	0.22	_	_	_	_	15.84	0.1	_	_	2.98	3.88	0.13		
	2.05	_	_	0.23	_	_	_	_	15.78	0.09	_	_	3.18	3.86	0.13		5
	2.04	_	_	0.25	_	_	_	_	15.84	0.09	_	_	3.26	3.99	0.13		1
	3.68	_		0.47	_		_		0.04	0.09	_	_	4.4	6.84	0.18		
	6.66	_		0.38	_			_	0.07	0.03	_	_	3.36	12.43	0.19		6
	5.05	_		0.86			_	_	0.07	0.14	_	_	7.79	8.57	0.21		1
	J.03	_		0.25	_	_	0.54		29.5		_	_	2.18	5.2	0.21	41.29	
				1					28.26					4.87		43.31	7
	0.13			0.18			0.44						1.54		0.07		- '
	0.15			0.21			0.5		28.34	0.00			1.75	5.43	0.08	40.93	
	1.74							_	14.76	0.09		_	1.07	3.18	0.15		-
	1.8	_		_		_		_	14.78	0.1	_	_	1.3	3.41	0.17		8
	1.81	_	_	_	_		_		14.83	0.09	_	_	0.88	3.45	0.17		
	0.73	_	_	0.39	0.01	_	_	_	12.76	0.14	_	_	3.24	10.84	0.37	35.34	-
_	0.96	_	_	0.19	_	_	_	_	13.24	0.14	_	_	1.87	8.61	0.39	31.86	9
	1.04	_	_	0.21	0		0.2		15.62	0.14	_	_	1.74	9.69	0.39	42.6	
	_	_		0.33			_	_	8.35	0.11	_	_	2.93	13.94	0.3	8.45	
	_	_	_	0.51	0.01	_	_	_	14.03	0.16	_	_	4.52	9.8	0.36	38.64	10
_	0.33	_	_	0.29	0.01		_	_	10.3	0.14	_	_	2.24	18.69	0.36	25.44	
_	0.3	_	_	0.25	_	_	_	_	5.3	0.09	_	_	2.03	12.39	0.22	3.08	
_	0.37	_	_	0.56	0.01	_	_	_	8.75	0.12	_	_	4.32	16.93	0.33	34.42	11
	_	_	_	0.52	_	_	_	_	6.49	0.07	_	_	4.63	11.18	0.29	24.79]
_	5.06	_	_	_	_	_	0.25	_	13.83	0.13	0.21	_	_	7.14	0.28	23.8	
_	4.95	_		_	_	_	0.27	_	15.3	0.15	_	_	_	8.86	0.28	31.48	12
_	4.94	_	_	_	_	_	0.24	_	13.84	0.13	_	_	_	6.22	0.27	24.1	1
0.04	5.85	0.02	_	_	0.01	_	0.49	_	11.59	0.19	_	_	_	10.47	0.48	37.23	
	4.46	_	_	0.16	_	_	0.24	_	5.8	0.12	_	_	1.35	5.85	0.22	22.58	13
0.04	5.28	0.02	_	_	0		0.38		9.14	0.15	_	_	_	8.02	0.42	35.96	1
	0.46	_	_	0.46	_	_	_	_	7.11	0.07	_	_	4.15	11.53	0.3	3.46	1
	1.23	_	_	0.16	_	_	_	_	9.13	0.1	_	_	1.74	11.1	0.31	27.02	14
_	0.8	_	_	0.10	_	_	_	_	9.3	0.1	_	_	3.31	10.14	0.33	22.63	
	0.98	_		0.25	0.01				11	0.14	_	_	2.5	17.73	0.33	32.43	
	1.46	_			0.01		_		9.69	0.14	_	_	2.3	17.48	0.32	31.39	15
0.07	4.32			_	0.01		_	_	9.09	0.13	0.28	_	_	0.11	7.82	57.78	10
	4.32			0.58		<u> </u>	<u> </u>		6.86	0.03	0.28		4.9	12.31	0.32	26.97	
				0.58						0.1			4.13	15.22			1.6
				-					4.71						0.24	2.05	16
		_		0.48	_				6.8	0.1	- 0.2	_	4.25	10.6	0.31	32.01	
	5.2								6.97	0.2	0.2	_		10.36	0.3	21.26	1.7
	6.43	_			0.01		0.33		9.7	0.26			_	10.91	0.36	34.23	17
	5.57	_		-	0		0.23		7.46	0.21	0.23	_		9.42	0.32	27.65	
	1.92	_	_	0.18	0.01		_	_	10.42	0.29		_	1.92	12.64	0.27	30.12	-
	1.98	_		0.14	0.01			_	10.86	0.3	_		1.42	12.74	0.26	33.8	18
	2.06	_	_	0.16	0.01		_	_	12.01	0.33	_	_	1.91	14.29	0.3	31.91	
		_		0.51	0.01		_	_	9.35	0.1	_	_	4.7	16.26	0.32	22.19	
	_	_	_	0.64	0.01	_	_	_	8.57	0.08	_	—	5.28	16.48	0.34	21.06	19
	_	_	_	0.4	0.01		_	_	9.39	0.08	_	_	3.96	16.31	0.31	28.94	
_	5.84	_	_	_	_	_	_	_	10.85	0.2	_	—	_	5.84	0.31	31.73	
	6.84	_	_	0.14	_	_	0.2	_	15.5	0.29	_	_	1.26	6.43	0.46	37.2	20
	3.34	_	_	0.64	_		_	_	11.09	0.16			6.04	3.6	0.29	30.58	1

				,		,					,				,			
作品 番号	収蔵 番号	測定点	Mg	Al	Si	Р	S	CI	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Со	Ni	Cu
		А	_	_	3.65	2.06	7.29	_	_	_	_	_	_	_	0.32	_	_	41.1
21	282	В	_	_	3.74	2.19	6.24	_	_	_	_	_	_	_	0.4	_	_	42.93
		С	_	_	3.28	1.23	4.05	_		_	_			_	1.65	_	_	20.82
		А		_	3.08	_	0.82		3.63	4.55	0.12	_	_	_	0.16	_	_	37.64
22	269	В		_	2.7	_	1.15		0.82	1.54	_	_	_	_	0.37	_		54.34
		С		_	1.92	_	0.79		3.08	4.27	0.08	_		_	0.12	_	_	33.63
00	1104	A		_	_	_	2.89		1.47	1.67	_	_	_	_	0.3	_	_	46.71
23	1104	В		_	1.47		3.37		1.08	1.59	_	_		_	0.18	_	_	67.15
				2.66	1.47	0.49	1.94	_	1.19	0.69	_				0.81		_	66.63 34.05
24	283	A B		2.00	1.57	0.49	6.33			0.09					0.33			31.04
24	203	С		_	1.82	_	5.48	_	1.13	1.58	_	_	_		0.33	_	_	27.21
		A		_	1.18	_	1.64	_	1.44	1.9	0.03		<u> </u>	_	0.23		_	77.54
25	1138	В		_	-	_	2.41	_	1.29	2.16	-	_	_	_	0.23	_	_	76.52
20	1100	C	_		1.45	_	1.55	_	1.54	2.1	0.04		_	_	0.25	_	_	77.42
		A	_	2.64	_	<u> </u>	3.37	_	-	1.17	0.04	_	_	_	0.02	_	_	76.02
26	298	В	_		1.18	<u> </u>	5.7	_	1.12	1.06	_	_	_	_	0.02	_	<u> </u>	70.1
		С	_	_	1.18	_	3.27	_	1.26	1.96	_	_	_	_	0.04	_	_	73.78
		Α	_	_	_	_	2.03	_	_	0.84	_	<u> </u>	<u> </u>	_	1.67	<u> </u>	_	83.93
27	275	В	_	_	_	_	2.47	_	_	1.04	_	_	_	_	1.62	_	_	82.96
		С	_	_	_	_	3.14	_	0.72	1	_	_	_	_	1.6	0.02	_	81.47
		А	_	_	_	_	2.04	_	0.96	1.06	0.03	_	_	_	0.04	_	_	81.02
28	1137	В	_	_	_	_	2.17	_	0.86	1.04	_	_	_	_	0.04	_	_	81.8
		С	_	_	_	_	1.94	_	_	1.06	_	_	_	_	0.06	_	_	82.76
		А	_	_	2.39	1.28	5.9	_	2.22	2.87	_	_	_	_	0.05	_	_	14.28
29	312	В	_	_	2.72	0.74	3.62	_	3.09	2.96	_	_	_	_	0.09	_	_	19.68
		С	_		2.67	1.2	4.39	_	2.88	3.03	_			_	0.07	_		20.41
		Α	_	_	2.03	_	2.82	_	1.95	1.96	0.03	_	_	_	0.16	_	_	68.22
30	319	В			3.11	_	2.34	_	2.51	2.44	0.04			_	0.19			56.37
		С		2.01	2.11		2.22	_	2.02	2.36	_	_		_	0.43	_		57.68
		A		_	1.53	_	2.8		2.93	3.63	0.06			_	1.04	_	0.01	26.66
31	311	В			1.59		2.67	_	3.57	4.27		_	_	_	1.12	_	0.02	24.52
		C		_	2.61	0.43	4.48		1.54	2.24	_			_	0.13		_	27.89
00	1100	A		_	1.63	0.9	6.19		<u> </u>	2.04	_	_		_	0.06	_	_	15.14
32	1133	В		_	1.48	1.24	5.18		1.14	1.74	_	_		_	0.12	_		18.34 15.55
		A			1.78	0.36	2.8		3.92	4.09				0.03	0.07			23.71
33	1102	В		_	1.71	0.58	2.7	_	2.97	3.86	0.06	_	_	U.U3	0.34	_	_	22.15
	1102	С	_	_	2.02	-	2.77	_	2.89	3.87	-	_	_	_	0.42	_	<u> </u>	16.05
		A		_	2.02	_	1.07		2.03	0.5	_		_	_	0.33	_	<u> </u>	88.42
34	1101	В		_	_	_	1.31	_	1.02	0.82	_	_	_	_	0.37	_	_	87.91
		С	_	_	_	_	1.15	_	_	0.82	_	_	_	_	0.33	_	_	88.45
		А	_	_	1.98	_	1.07	_	1.68	2.08	0.04	_	_	0.02	0.39	_	_	77.64
35	1127	В	_	_	2.66	_	1.29	_	1.42	1.84	0.05	_	_	_	0.52	_	_	78.74
		С	_	_	1.69	_	0.99	_	1.14	1.91	0.04	_	_	0.03	0.44	_	_	79.03
		А	_	_	2	1.25	4.03	_	2.69	2.82	_	_	_	_	0.25	_	_	23.48
36	1139	В	_	2.74	2.47	1.96	4.39	_	1.75	2.25	0.07	_	_	_	0.39	_	_	30.44
		С	_	2.64	2.33	0.77	4.25	_	1.69	2.5	_	_	_	_	0.3	_	_	26.34
		А	_	_	1.56	_	2.99	_	1.29	1.68	0.03	_	_	_	0.43	_	_	79.57
37	290	В	_	_	2.38	_	2.49	_	1.61	1.87	0.04	_	_	_	1.15	_	_	78.53
		С	_	_	1.32	_	2.92	_	1.1	1.59	0.05	_	_	0.02	0.61	_	_	79.33
		А		_	_	_	0.98	_	2.34	2.64	_	_	_	_	_	_	_	74.41
38	1149	В	_	_	_	_	1.35	_	2.32	2.37	0.04	_	_	_	_	_	_	74.98
		С		_	_	<u> </u>	1.51	_	2.17	2.67	_	_	_	_	0.02	_		74.03
		A		_	2.73	0.48	3.07	_	0.98	1.69	_	_	_	_	0.69	_	_	59.24
39	279	В		-	2.41	0.52	2.57		1.4	1.97	0.03	_	_	_	0.68	_	_	61.07
		C	_	2.11	7.73	_	1.97	_	_	1.09	0.03	_	_	_	0.93	_	_	61.44
10	1150	A		_	1.43	_	5.49		<u> </u>	1.15	_	_	_	_	0.05	_	_	70.82
40	1158	В		_	_	_	4.6		_	1.04	_	_	_	_	0.04	_	_	73.98
		С				<u> </u>	4.51		<u> </u>	1.25	_		—		0.07			72.72

Zn	As	Se	Br	Rb	Zr	Мо	Ag	Cd	Sn	Sb	W	Au	Hg	Pb	Bi	LE	作品 番号
	1.02	_	0.17	_	0.01	_	_	_	6.1	0.04	0.38	_	_	20.86	0.13	16.88	
_	1.46	_	0.28	_	0.01	_	_	_	6.6	0.05	0.63	_	_	19.9	_	15.56	21
	0.3	_	_	_	0.01			0.05	4.46	_	_	_		31.41	0.17	32.57	
	4.24		_	0.13			0.65	_	17.25	0.11	_	_	1.29	3.05	0.23	23.04	
	2.84	_	_	0.22			0.46	_	12.96	0.08	_	_	2.25	2.82	0.16	17.3	22
	4.32		_	0.18			0.71	_	18.72	0.13		_	1.66	3.97	0.23	26.19	
	0.27	_	_	0.55				_	8.07	0.07	_	_	4.27	19.54	0.23	13.96	- 00
	0.47		_	0.39					6.93 7.53	0.05	_		3.2	14.37 13.72	0.21		23
	0.57			0.36					7.73	0.03			4.01	20.24	0.32	24.68	
	0.99				0.01			_	6.49	0.08	0.29		4.01	28.87	0.32	23.8	24
_	- 0.55	_	_	0.67	0.01	_	_	_	8.9	0.07		_	4.89	25.37	0.28	22.39	
		_	_	0.19	- 0.01		_		6.69	-		_	1.77	7.28	0.11	22.03	
	_	_	_	0.13		_	_	_	7.35	0.04	_	_	1.94	7.7	0.11		25
	_	_	_	0.2	_	_	_	_	6.87	-	_	_	1.91	6.58	0.09		1 20
	_	_	_	_			_	_	5.48	0.06	_	_	1.38	9.68	0.13		
_	0.45	_	_	_	_	_	_	_	5.35	0.05	_	_	1.71	13.05	0.22		26
_	_	_	_	_	_	_	_	_	5.72	0.05	_	_	1.76	10.86	0.13		1
_	1.43	_	_	0.11	_	_	_	_	3.98	0.08	_	_	1.69	4.15	0.09		
_	1.51	_	_	_	_	_	_	_	4.04	0.08	_	_	1.42	4.77	0.09		27
_	1.43	_	_	0.14	_	_	_	_	3.78	0.08	_	_	2.14	4.41	0.09		1
_	2.21	_	_	0.15	_	_	_	_	3.76	0.1	_	_	2.5	6.01	0.11		
_	2.31	_	_	_	_	_	_	_	3.65	0.1	_	_	1.74	6.18	0.12		28
_	2.28	_	_	_	_	_	_	_	3.65	0.09	_	_	1.46	6.54	0.14		1
_	1.01	_	_	_	0.01	_	_	_	13.46	0.13	0.29	_	1.07	20.8	0.33	33.91	
_	0.43	_	_	_	0.01	_	_	_	14.07	0.13	_	_	1.92	11.72	0.41	38.42	29
_	0.55	_	_	_	0.01	_	—	_	12.87	0.13	_	_	1.25	17.22	0.39	32.91	
_	_	_	—	0.23	_	_	_	_	6.94	0.07	_	—	2.69	12.01	0.19	0.69	
			_	0.29					7.95	0.09	_	_	3.12	11.64	0.22	9.7	30
	_	_	_	0.35			_	_	7.17	0.07	_	_	3.53	11.74	0.19	8.13	
	_	_	_	_	0.01		_	_	11.06	0.06	_	_	2.21	19.29	0.29	28.43	
	_	_	_	0.21	0.01		_	_	11.82	0.07	_	_	2.89	20.88	0.31	26.05	31
	_		_	0.16	0.01				9.74	0.05	_	_	1.7	21.9	0.23	26.9	
	0.91	_	_	_	0.01			_	9.85	0.1	0.24	_	_	26.29	0.21	36.45	
	0.61	_	_		0.01			-	10.24	0.11		_	0.85	22.84	0.29	35.82	32
	0.58			_	0.01		- 0.01	0.03	9.94	0.1	_	_	1.26	25.36	0.3	35.08	
0.1	7.08	_	_	_	_		0.31	_	18.23	0.19	_	_	1.00	8.72	0.25	27.86	- 00
	6.56	_	_	_	0		0.29	_	17.89	0.2	_		1.03	10.7	0.3	28.61	33
0.2	6.97		_		0.01		0.4		22.25	0.19			1.05	10.84	0.36	30.61	
	1.74								2.53	0.11		_	1.95	3.25	0.09		34
	1.68								2.40	0.09			1.14	3.14	0.08		- 34
	1.08			0.25					6.86	0.05			2.29	5.55	0.08		
				0.23					7.31	0.05			2.29	3.84	0.08		35
	_	_	_	0.21	_	_	_	_	7.19	0.05	_	_	1.92	5.26	0.08		- 55
0.04	1.03		_	-			0.25	_	12.43	0.03	_	_	- 1.32	12.22	0.12	36.94	
	1.21	_	_	_	_		0.21	_	10.47	0.23	0.37	_	_	11.55	0.29	29.2	36
	1.18	_	_	_	0	_	0.26	_	12.49	0.27	0.25	_	_	11.15	0.3	33.26	1 -
	_	_	_	0.12	_	_	_		5.66	0.05	_	_	1.52	5	0.09	1	
_	_	_	_	0.12	_	_	_	_	6.29	0.06	_	_	1.54	3.82	0.1		37
_	_	_	_	0.16	_	_	_	_	6.05	0.04	_	_	1.88	4.83	0.1		1
_	1.51	_	_	0.13	_	_	_	_	13.1	0.14	_	_	2.13	2.5	0.09		
_	1.55	_	_	_		_	_	_	13.4	0.14	_	_	1.21	2.56	0.09		38
_	1.55	_	_	_	_	_	_	_	13.55	0.14	_	_	1.52	2.73	0.1		
_	0.99	_	_	0.16	_	_	_	_	6.98	0.09	_	_	1.31	11.13	0.21	10.24	
_	1.04	_	_	0.24	_	_	_	_	7.78	0.11	_	_	2.25	9.31	0.29	8.33	39
_	0.67	_	_	0.28	_	_	_	_	6.38	0.07	_	_	2.45	11.87	0.24	2.75	
_	_	_	_	_	_		_	_	4.93	0.04	_	_	1.48	14.44	0.17		
_	_	_	_	_	_	_	_	_	5.23	_	_	_	_	14.89	0.21		40
		_	_	_	_	_	_	_	4.98	0.04	_	_	1.38	14.88	0.17	1	1

						1	1		1	1	1				1				
作品 番号	収蔵 番号	測定点	Mg	Al	Si	Р	S	CI	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	
		А	_	_	_	_	1.09	_	2.86	2.32	0.05	_	_	_	0.45	_	_	73.82	
41	294	В	_	_	_	_	0.87	_	2.22	2.86	0.06	_	_	_	0.49	_	_	71.96	
		С					0.72		3.75	2.42	0.05	—		_	0.45	_		72.54	
		Α			2.22	_	3.34	_	_	1.28	_		_	_	0.06		_	74.41	
42	1136	В		_	_	_	3.21	_	_	0.97	_	_	_		0.04	_	_	75.91	
		C			1.21	-	4.45		-	0.88			_		0.1			73.66	
12	270	A		1.12	4.34 2.16	0.26	5.74 2.63	10.19	6.84 2.54	7.7 3.16	0.07				0.18	_	_	21.75	
43	270	ВС			2.10		2.05		3.04	3.31	0.06				0.18			18.44	
		A			Z.13		2.43		3.04	2.9	0.05				0.14			71.13	
44	315	В		_	_	_	1.03	_	2.4	2.64	0.03		_	_		_	_	72.56	
''	010	C		_	_	_	1.31	_	2.4	2.8	0.07	_	_	_	_	_	_	72.06	
		A	_	_	_	_	1.88	_	2.75	2.4	0.06	_	_	_	0.43	_	_	73.5	
		В	_	_	_	_	1.32	_	1.91	2.63	_	_	_	_	0.38	_	_	72.53	
45	1150	С	_	_	_	_	1.9	_	2.36	2.47	0.07	_	_	_	0.36	_	<u> </u>	70.28	
		D	_	_	_	_	3.72	_	1.33	1.12	_	_	_	_	0.15	_	0.01	76.94	
		А	_	_	_	_	1.11	_	3.18	3.11	0.06	<u> </u>	_	_	0.26	_	_	70.17	
46	1123	В	_	_	_	_	1.12	_	3.01	3.41	0.09	_	_	_	0.25	_	_	69.21	
		С			_		0.94	_	2.89	3.02	0.07		_	_	0.23	_	0.02	70.34	
		Α					0.92		2.83	2.69	0.04		_	_	0.09	_		70.95	
47	1143	В		_	_	_	0.88	_	2.93	3.04	0.07	_	_	_	0.09	_	_	71.02	
		С		_	<u> </u>	_	0.86		2.89	2.9	0.07		_	_	0.08			70.87	
1.0	1101	A		_			5.29	_	1.16	1.36	0.04	_			_		_	69.4	
48	1124	В		_	1.27	_	5.02	_	1.46	1.34	0.03	_	_		_		_	66.77	
		C			<u> </u>		3.49	_	1.67	1.97	-	_						70.7	
49	1142	A		_			0.72	_	3.19	3.23	0.08	_	_		_	_	_	69.86 69.52	
49	1142	В					0.72		3.37	3.2	0.03							69.32	
		A			_		0.02		2.33	2.94	0.05		_		0.14		_	73.57	
50	1151	В		_	_	_	0.96	_	3.12	3.05	0.03	_	_	_	0.14		_	71.33	
00	1101	C		_	_	_	1.19	_	4.13	3.03	0.09	_	_	_	0.13	_	_	70.42	
		A		_	_		_	_	2.92	2.97	0.06	_	_	_	0.07	_	<u> </u>	74.18	
51	320	В	_	_	_	_	_	_	3.22	2.92	0.06	_	_	_	0.07	_	_	74.27	
		С	_	_	_	_	_	_	2.75	2.99	0.06	_	_	_	0.08	_	_	74.35	
		А	_	_	2.5	_	0.87	_	1.63	2.23	_	_	_	_	0.24	_	_	76.94	
52	1156	В	_	_	_	_	0.73	_	1.79	2.31	0.05	_	_	_	0.15	_	_	78.47	
		С	_	_	2.74	_	0.74	_	1.99	2.28	0.05	_	_	_	0.08	_		76.23	
		Α	_			_	1.95	_	1.48	1.47	0.03		_	_	0.73	_	0.01	81.63	
53	1162	В		_	_		2.35	_	1.32	1.3	_		_	_	0.55	_	_	82.71	
		С					2.76	_	1.2	1.31	0.02		_		0.56	_		83.48	
	1100	A		_	_	_	_	_	2.99	2.77	0.08	_	_	_	_	_	- 0.01	77.19	
54	1163	В		_	_	_	_	_	2.49	2.57	0.08	_	_		_		0.01	77.64	
		C A		_	_	_	2.24	_	2.33	2.66	0.06	_	_	_	_	_	_	78.2 76.85	
55	295	В				0.44	3.22		1.37	1.83					1.11			66.44	
	230	С		_	0.9	- 0.44	1.87	_	1.17	1.56	_	_	_	_	0.15	_	_	73.96	
		A		_	-	_	1.4	_	2.61	2.94	0.07	_	_	_	0.13	_	_	70.38	
56	296	В		_	1.19	0.46	1.68	_	2.13	2.75	0.06	_	_	_	0.11	_	_	67.71	
		С	_	_	_	0.71	1.71	_	2.5	2.76	0.06	_	_	_	0.03	_	_	69.3	
		А	_	_	1.83	_	2.83	_	1.39	1.59	_	_	_	_	0.1	_	_	72.76	
57	305	В	_	_	1.91	_	4.49	_	1.88	2.08	_	_	_	_	0.32	_	_	42.7	
		С	_	_	2.44	_	6.54	_	2.17	2.34	_	_	_	_	0.24	_	_	25.95	
		А		_	_	_	5.4	_	1.27	1.65	_	_	_	_	0.03	_	_	68.51	
58	304	В		_	2.09	_	4.15	_	1.63	1.84	0.04	_	_	_	0.1		_	68.43	
		C		_	1.32	_	5.21	_	1.39	1.64	_	_	_	_	0.03	_	_	65.18	
	1,,,,	A		_	1.49	_	5.02	_	1.24	1.29	_	_	_	_	0.1	_	_	71.43	
59	1120	В		_	1.62	_	3.95	_	1.52	1.57	0.03	_	_	_	0.03	_	_	72.1	
		C		_	_	<u> </u>	4.46	_	1.57	1.78	0.03	_	_		0.04		<u> </u>	73.11	
60	1110	A			1.40		4.34		1.03	1.32	_				0.04			75.57	
60	1119	С		_	1.49	_	5.46		1.09	1.47	_	_	_		0.07	_	_	67.85 70.5	
							4.76		1.68	1.03					0.04			70.5	

Zn	As	Se	Br	Rb	Zr	Мо	Ag	Cd	Sn	Sb	W	Au	Hg	Pb	Bi	LE	作品 番号
	2.11	_	_	_	_			_	13.03	0.11	_		1.5	2.57	0.08		
	2.31		_	0.2	_	_	_	_	13.42	0.12	_		2.49	2.91	0.09		41
	2.14		_	0.16	_	_	_	_	12.75	0.11	_		2.19	2.64	0.08		
	_	_	_	_	_	_	_	_	5.46	0.04	_	_	1.42	11.67	0.12		
	_	_	—	—	_	_	_	_	5.75	0.05	—	_	1.23	12.76	0.09		42
	_		_	_	_	_	_	_	5.56	0.05	_	_	1.45	12.54	0.1		
	0.2	_	_	0.18	0.01	_	_	_	11.86	0.07	_	_	2.63	9.41	0.3	17.16	
	0.39	_	_	0.15	0.01	_	_	_	15.68	0.11	_	_	2.61	10.4	0.35	36.19	43
	0.47	_	_	0.21	0.01	_	_	_	17.22	0.12	_	_	2.99	10.59	0.35	38.47	
	0.25	_	_	_	_	_	_	_	14.91	0.15	_	_	1.78	3.58	0.06		
	0.19	_	_	0.18	_	_	_	_	14.9	0.17	—	_	2.46	3.34	0.07		44
	0.19	_	_	0.18	_	_	_	_	14.91	0.17	_	_	2.36	3.47	0.08		
	0.32	_	_	_	_	_	_	_	12.84	0.13	_	_	1.62	3.87	0.19		
	0.4	_	_	_	_	_	_	_	13.74	0.14	_	_	1.86	4.88	0.2		45
	0.25	_	_	0.13	_	_	_	_	14.37	0.12	_	_	2.68	4.77	0.24		40
	0.37		_	_	_	_	_	_	5.41	0.18	_		2.44	8.24	0.1		
	0.96	_	_	_	_	_	_	_	16.64	0.22	_	_	1	3.2	0.07		
	1.03	_	_	0.15	_	_	_	_	16.33	0.24	_	_	1.95	3.14	0.08		46
	0.98		_	0.11	_	_	_	_	16.43	0.23	_	_	1.59	3.09	0.08		
	1.57		_	0.12	_		_	_	16.8	0.04	_		1.83	1.97	0.15		
	1.6	_	_	_	_	_	_	_	16.94	0.04	_	_	1.18	2.05	0.14		47
	1.59		_	0.1	_	_	_	_	16.77	0.05	_		1.72	1.95	0.15		
	0.5		_	_	_	_	_	_	6.01		_		1.36	14.76	0.13		
	0.55	_	_	_	_	_	_	_	5.89	_	_	_	1.42	16.07	0.17		48
	_	_	_	_		_	_	_	5.82	_	_	_	1.49	14.71	0.15		
	_	_	_	0.24	_	_	_	_	17.28	0.1	_	_	2.75	3.2	0.07		
	_	_	_	0.2	_	_	_	_	17.27	0.11	_	_	2.5	3.25	0.08		49
_	_	_	_	0.21	_	_	_	_	17.26	0.1	_	_	2.57	3.29	0.08		1
	_	_	_	_	_	_	_	_	17.4	_	_	_	1.23	2.35	_		
	_	_	_	0.11	_	_	_	_	16.96	_	_	_	1.88	2.39	_		50
	_	_	_	0.1	_	_	_	_	16.72	_	_		1.81	2.35	0.03		1
	0.24	_	_	0.06	_	_	_	_	17.86	_	_	_	0.9	0.75	_		
	0.22	_	_	_	_	_	_	_	17.88	_	_	_	0.6	0.76	_		51
	0.24		_	_	_	_	_	_	18		_		0.75	0.77	_		1
	0.11	_	_	_	_	_	_	_	13.73	_	_		0.9	0.84	_		
	0.08	_	_	_	_	_	_	_	14.63	_	_	_	0.59	1.21	_		52
_	0.08		_	_	_	_	_	_	14.09		_		0.61	1.1	_		1
	1.18	_	_	_	_	_	_	_	3.42	0.35	_	_	1.64	6.06	0.05		
_	0.71	_	_	_	_	_	_	_	3.37	0.34	_	_	1.28	6.07	_		53
_	0.99	_	_	_	_	_	_	_	3.28	0.33	_	_	_	6.06	_		1
	0.07	_	_	_	_	_	_	_	16.6	_	_	_	_	0.29	_		
	0.08	_	_	_	_	_	_	_	16.82	_	_	_	_	0.31	_		54
_	0.08	_	_	_	_	_	_	_	16.4	_	_	_	_	0.28	_		1
	_	_	_	0.22	_	_	_	_	5.45	0.04	_		2.76	11.19	0.15		
_	0.3	_	_	0.1	_	_	_	_	6.88	0.07	_	_	1.08	14.78	0.19	2.18	55
_	_	_	_	0.23	_	_	_	_	6.34	0.06	_	_	2.43	11.19	0.15		1
	_	_	_	_	_	_	_	_	16.52	0.07	_		1.28	4.58	0.07		
_	_	_	_	_	_	_	_	_	16.69	0.08	_	_	1.54	5.53	0.08		56
	_	_	_	_	_	_	_	_	16.91	0.1	_	_	1.91	3.95	0.07		1
	_	_	_	_	_	_	_	_	6.66	0.04	_	_	0.97	11.64	0.18		
_	0.32	_	_	_	_	_	_	_	8.08	0.05	_	_	_	22.04	0.2	15.91	57
	0.6	_	_	_	0.01	_	_	_	9.73	0.06	_	_	_	28.22	0.26	21.45	
	0.39	_	_	_	_	_	_	_	6.77	0.04	_	_	1.48	14.28	0.16		
_	0.25	_	_	_	_	_	_	_	6.64	0.04	_	_	_	14.65	0.14		58
	0.53	_	_	_	_	_	_	_	6.46	0.05	_	_	1.35	16.67	0.18		1
	0.39	_	_	_	_	_	_	_	6.29	0.05	_	_	1.19	11.41	0.1		
	0.23	_	_	_	_	_	_	_	5.69	0.04	_	_	1.27	11.85	0.09		59
	0.22		_	_	_	_	_	_	5.74	0.05	_	_	1.25	11.64	0.1		1
_	_	_	_	_	_	_	_	_	5.66	0.05	_	_	1.08	10.8	0.12		
	0.96		_	_	_	_	_	_	6.36	0.07	0.47	_	1.92	12.62	0.16		60
l —																	

作口	はない																		
作品 番号	収蔵 番号	測定点	Mg	Al	Si	Р	S	CI	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Со	Ni	Cu	
		А	_	_	2.99	0.5	2.47	_	_	1.4	_	_	_	_	0.24	_	_	72.98	
61	303	В	_	_	5.15	1.98	2.25	_	0.94	3.08	_	_	_	0.11	0.29	_	_	69.54	
		С			7.05	0.54	2.12			1.33	_			0.04	0.6		_	53.54	
1 00	000	A		_	_	_	3.23		1.41	1.47	0.04	_	_	_	0.05	_	_	79.84	
62	302	В		_	_	_	4.29	_	1.05	1.38	_	_	_	_	0.06	_		75.22	
		C		_	_	_	4.11		1.13	1.49	-	<u> </u>	_	_	0.07	_	_	77.5	
63	1147	A					0.81		3.19	3.36	0.1			_	0.72			69.36	
05	1147	В					0.96		3.09	3.52	0.06				0.74			68.62 68.9	
		A		_	-	_	- 0.00		3.02	3.31	0.07	_	_	_	0.08	_	_	73.25	
64	1109	В		_	_	_	_		3.06	2.99	0.08	_	_	_	0.06	_	_	73.63	
01	1105	C	_	_	_	_	_		3.21	2.87	0.05	_	_	_	0.07	_	_	73.28	
		A		_	_		0.82	_	2.71	3.48	0.07		_	_	0.21	0.03		71.23	
65	285	В	_	_	_	_	0.89	_	2.75	3.09	0.05	<u> </u>	<u> </u>	_	0.21	0.03	_	71.82	
		С	_	_	_	_	_	_	2.56	3.02	0.05	_	_	_	0.21	0.02	_	71.82	
		А	_	_	_	_	3.67	_	1.66	1.31	_	<u> </u>	_	_	0.04	<u> </u>	_	71.77	
66	287	В	_	_	1.45	_	3.89	_	1.56	1.56	_	_	_	_	0.08	_	_	72.11	
		С	_	_	_	_	4.58	_	1.19	1.47	_	_	_	_	0.08	_	_	70.68	
		А	_	_	_	_	0.77	_	2.54	2.74	0.06	_	_	_	0.26	_	_	72.08	
67	253	В		_	_	_	1.35		2.42	2.66	0.07	_	_	_	0.24	_	_	71.63	
		С	_				0.88		2.63	2.9	0.08			_	0.25		_	70.66	
		А	_	_	_	_	1.38	_	2.2	2.32	0.05	_	_	_	0.03	_	_	74.6	
68	301	В		_	_	_	1.3		2.42	2.37	0.06	_	_	_	_	_	_	74.02	
		С			_	_	1.9		2.13	2.38	0.04	_			0.03	_		73.23	
		A		_		_	2.09		1.63	1.78	_	_		_	0.06	_	_	75.38	
69	297	В		_		_	2.79		1.73	2.08	0.04	_	_	_	0.05	_	_	74.56	
		C		_	_	_	2.24		2.51	2.04	0.05	_	_	_	0.06	_	_	74.62	
70	000	A		_	_	_	1.08		2.34	2.74	0.08	_	_	_	0.05		_	71.25	
70	299	В		_		_	0.91		2.74	2.42	0.06	_		_	0.03	_	_	71.22	
		A			1.44		2.78		2.0	2.78	0.03				0.02			71.08 73.01	
71	1111	В		_	1.55	_	2.76		1.22	1.74	0.04	_	_	_	0.13	_	_	74.9	
'1	1111	С		_	1.47		2.57	_	0.92	1.62	_	_			0.04	_		75.05	
		A		_	-	_			3.07	3.02	0.1	-	_	_		<u> </u>	_	70.08	
72	1134	В		_	_	_	_	_	2.63	3.37	0.06	_	_	_	_	_	_	70.41	
'-	1101	C	_		_	_	_		2.75	3.14	0.1	_	_		_	_	_	70.32	
		A		_	_		2.04	_	2.35	3.22	0.07	_	_	_	0.11	_	_	51.97	
73	1135	В		_	3.92	0.51	3	_	2.63	3.24	0.07	_	_	_	0.45	_	_	40.92	
		С	_	_	2.03		3.02	_	2.71	3.97		<u> </u>	<u> </u>	_	0.27	_	_	41.22	
		А	_	_	<u> </u>		1.15	_	1.28	1.86	0.03	<u> </u>	<u> </u>	_	0.2	<u> </u>		80.39	
74	1114	В	_	_	_	_	1.05	_	1.34	1.79	0.04	_	_	_	0.19	_	_	80.28	
		С	_	_	-	_	1.33		1.57	1.7	_	-	-	_	0.19	-	-	81.19	
		А	_	_	2.48	_	8.15	_	_	0.66	_	_	_	_	0.04	_	_	67.83	
75	1115	В	_	_	1.31	_	8.69	_	_	_	_	_	_	_	0.03	_	_	66.64	
		С	_	_	1.97	_	7.7	_	<u> </u>	0.66	_	_	_	_	0.04	_	_	64.22	
		A		_	_	_	2.49		1.94	1.64	0.03	_	_	_	_	_	_	80.25	
76	286	В		_	_	_	2.19		1.65	2.3	0.03	_	_	_	_	_	_	78.46	
		C		_	_	_	1.73		2.08	1.93	0.05	_		_	-	_	_	80.14	
	1140	A		_	_	_	_		3.17	3.55	0.08	_	_	_	0.24	_	_	70.42	
77	1140	В					_		3.02	3.42	0.07		_	_	0.22			70.27	
		C					0.67		3.25	3.55	- 0.04		-		0.22	0.02	_	69.66	
78	1122	A					0.67		3.03	2.68	0.04	_		_	0.94	0.02	_	72.37	
1 10	1122	ВС					0.96		2.49	3.02	0.06				0.96	0.02	_	71.37 71.99	
		A					1.01		2.72	2.59	0.08				0.97	0.02		75.95	
79	308	В							3.53	3.12	0.05				0.04			74.82	
13	300	С							2.37	2.9	0.06				0.03			76.41	
		A		_	_	_	_		2.88	3.72	0.00	_	_	_	0.04	0.04	0.03	71.81	
80	300	В		_	_	_	_	_	3.04	3.61	0.03	_	_	_	0.07	0.04	0.03	72.02	
		C		_	_	_	_	_	8.64	3.24	0.07	_	_	_	0.09	0.04	0.02	68.68	
					1				0.01	0.21	0.01				0.00	1 0.01	0.00	00.00	

Zn	As	Se	Br	Rb	Zr	Мо	Ag	Cd	Sn	Sb	W	Au	Hg	Pb	Bi	LE	作品 番号
_	_	_	_	_	_	_	_	_	5.7	0.07	_	_	1.06	12.44	0.16		
_	_	_	_	_	_	_	_	_	5.14	0.06	_	_	1.18	10.15	0.11		61
_	_	_	_	0.14	_	_	_	_	5.27	0.06	_	_	1.69	15.85	0.12	11.65	
_	0.29	_	_	_	_	_	_	_	5.42	0.07	_	_	_	8.05	0.13		
_	0.74	_	_	_	_	_	_	_	5.54	0.05	0.44	_	1.34	9.74	0.13		62
_	0.33	_	_	_	_	_	_	_	5.34	0.06	_	_	1.44	8.41	0.11		
0.08	0.2	<u> </u>	_	0.11	_	_	_	<u> </u>	18.56	_	_	_	1.48	1.94	0.11		
0.12	0.28	_	_	_	_	_	_	_	19.36	0.04	_	_	0.95	2.16	0.1		63
0.1	0.18	_	_	0.13	_	_	_	_	18.64	_	_	_	1.65	2.19	0.12		
_	0.69	_	_	0.15	_	_	_	_	16.58	_	_	_	1.66	1.46	0.03		
_	0.77	_	_	0.09	_	_	_	_	16.79	_	_	_	1.02	1.48	0.03		64
_	0.76	_	_	0.12	_	_	_	_	16.85	_	_	_	1.3	1.47	0.03		
_	1.2	_	_	0.1	_	_	_	_	15.33	1.03	_	_	1.58	2.14	0.07		
	1.27	_	_	-		_		_	15.45	1.1	_		1.08	2.21	0.05		65
	1.17		_	0.16		_		_	15.53	1.08		_	2.23	2.07	0.07		1 00
	-		_	0.13	_	_	_	_	6.31	0.04	_	_	1.9	13.04	0.07		
			_	U.13			_	_	6.59	0.04	_	_	1.21	11.39	0.12		66
										0.04							- 00
	1.00					_	_		6.54				1.24	14.09	0.14		
_	1.36		_	_		_	_		17.15	_	_	_	1.55	1.37	0.11		
	1.42		_	_		_	_		17.22	_	_	_	1.55	1.34	0.1		67
	1.43		_			_	_		17.76			_	2.1	1.21	0.09		
_	_	_	_	_	_	_	_	_	11.93	0.19	_	_	1.4	5.82	0.07		
	_	_	_	0.12		_	_	_	12.21	0.22	_	_	2.16	5.06	0.05		68
_	0.14	_	_	_	_	_	_	_	12.2	0.21	_	_	2.02	5.66	0.06		
_	_	_	_	0.19	_	_	_	_	9.45	0.06	_	_	2.5	6.75	0.1		
_	0.21	_	_	_	_	_	_	_	9.92	0.07	_	_	1.88	6.57	0.1		69
_	_	_	_	_	_	_	_	_	10.08	0.06	_	_	1.92	6.32	0.1		
_	4.95	_	_	_	_	_	_	_	12.8	0.2	_	_	2.14	2.3	0.07		
_	5.35	_	_	_	_	_	_	_	12.55	0.2	_	_	2.37	2.07	0.06		70
_	5.2	_	_	_	_	_	_	_	12.59	0.21	_	_	2.31	2.12	0.08		
_	_	_	_	0.14	_	_	_	_	4.83	0.05	_	_	1.81	14.21	0.14		
_	_		_	0.14	_	_	_	_	5.16	0.06	_	_	1.61	10.92	0.12		71
_	_	_	_	0.14	_	_	_	_	4.61	0.05	_	_	1.88	11.55	0.13		
	0.22	<u> </u>	_	0.33		_		_	16.33	0.11	_	_	3.48	3.17	0.08		
	0.22	_	_	0.33	_	_	_	_	16.55	0.11	_	_	3.16	3.06	0.08		72
	0.27	_		0.27	_				16.87	0.12		_	2.85	3.24	0.08		12
	0.23	_	_	0.23			_	_	10.33	0.12	_	_	2.38	9.88	0.07	17.09	
_			_	U.16	_	_	_	_		0.12	_	_				_	72
	0.28								11.67				1.48	11.26	0.3	20.14	73
				0.16	0.01				11.86	0.15			2.74	11.62	0.34	19.24	-
				0.32			_		5.75	0.06	_		3.43	5.39	0.13		
	-	_	_	0.35					5.87	0.07			3.72	5.19	0.13		74
	0.23	_	_	0.29	_	_	_	_	5.81	0.06	0.50	_	3.11	4.39	0.13		-
_	1.17		-			_	_		5.07	0.05	0.56	_	_	13.83	0.17		
	1.4		0.38	_	_	_	_	_	5.26	0.05	0.68	_	_	15.41	0.16		75
	1.62		0.38	_		_	_	_	5.41	0.06	0.73	_		17.01	0.2		
	0.38	_	_	_		_			4.32	0.08	_	_	1.78	7	0.1		
	0.18		_	_		_	_		4.47	0.08	_	_	2.59	7.95	0.11		76
	0.25		_	_		_			4.54	0.07		_	2.48	6.63	0.1		
_	2.62	_	—	0.14	_	—	_	_	16.95	0.06	_	—	1.59	1.1	0.08		
_	2.73	_	_	0.14	_	_	_	_	17.15	0.08	_	_	1.66	1.15	0.09		77
_	2.78	_	_	0.15	_			_	17.33	0.08	_	_	1.77	1.14	0.09		
_	0.11	_	_	0.14	_	_	_	_	15.19	_	_	_	1.83	2.93	0.04		
_	0.15	_	_	0.2	_	_	_	_	15.47	_	_	_	2.28	3.07	0.05		78
_	0.11	_	_	0.1	_	_	_	_	15.51	_	_	_	1.34	3.13	_		
_	_	<u> </u>	_	_		_	_	<u> </u>	18.23	_	<u> </u>	_	_	0.34	_		
_	_	_	_	_	_	_	_	_	18.06	_	_	_	_	0.37	_		79
_	_	_	_	_	_	_	_	_	17.89	_	_	_	_	0.32	_		1
_	0.22	_	_	_	_	_	_	_	20.47	_		_	0.37	0.25	0.03	1	\vdash
_	0.22	_	_	_	_	_	_	_	20.47	_	_		-	0.25	0.03		80
_	0.22	_	_	_		_	_	_	18.76	_	_	_	_	0.23	0.03		30
	. 0.19	1 -	1 -	1 1		i -	1 -	1 -	10.70	1	1	I -	1 -	0.40	0.00	1	1

作品 番号	収蔵番号	測定点	Mg	Al	Si	Р	S	CI	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
		А	_	_	_	_	0.72	_	3.63	3.89	0.08	_	_	_	0.05	_	0.05	67.72
81	1121	В	_	_	_	_	1.21	_	3.45	3.44	0.04	_	_	_	0.09	_	0.05	68.26
		С	_	_	_	_	1.14	_	3.51	3.64	0.09	_	_	_	0.09	_	0.04	67.41
		А	_	_	_	_	0.63	_	_	1.03	_	_	_	_	_	_	_	89.66
82	316	В	_	_	_	_	1.27	_	_	0.71	_	_	_	_	0.03	_	_	88.69
		С	_	_	1.63	_	1.45	_	_	1.08	_	_	_	_	0.05	_	_	84.71
		А	_	_	_	_	1.98	_	1.02	1.36	_	_	_	_	_	_	_	82.65
83	306	В	_	_	_	_	1.93	_	1.43	1.42	_	_	_	_	_	_	_	81.98
		С	_	_	_	_	2.86	_	1.32	1.23	_	_	_	_	_	_	_	80.76
		А	_	_	_	_	0.93	_	2.92	2.98	0.07	_	_	_	0.17	_	0.02	72.44
84	313	В	_	_	_	_	0.97	_	2.81	2.83	0.04	_	_	_	0.11	0.02	0.02	72.27
		С	_	_	_	_	0.94	_	2.85	3.02	0.07	_	_	_	0.14	_	_	72.56
		Α		_	_	_	_	_	2.97	2.75	0.06	_	<u> </u>	_	0.09	_	_	75.56
85	1112	В		_	_	_	_	_	3.06	3.24	0.07	_	_	_	0.08	_	_	74.74
		С		_	_	_	_	_	3.49	3.17	0.06	_	_	_	0.09	_	_	74.38
		A	_	_	_	_	1.24	_	3.06	2.63	_	_	_	_	0.03	_	_	72.06
86	1146	В		_	_	_	1.16		2.83	2.94	0.04	_	_	_	0.04	_	_	72.28
	1110	C		_	_	_	0.74	_	2.4	2.52	0.06	_	_	_	0.14	_	_	72.65
		A		_	_	_			1.74	1.21			 	_	0.13	_	_	87.16
87	1148	В			_	_	0.89	_	1.29	1.38	0.02	_	_	_	0.12			86.03
01	1110	C	_	_	_	_	1.08	_	1.55	1.49	0.04	_	_		0.12	_	_	86.93
		A		_	_	_	1.4	_	0.83	0.63			_	_	0.11	_		92.45
88	1157	В	_	_	_	_	1.27	_	0.75	0.03	_	_	_	_	0.04	_	_	93.16
00	1137	С			_	_	1.34	_	-	1.28	_		_		0.04	_	_	93.55
		A			_	_	1.12	_	2.22	2.73	0.06		 	_	0.03	_	_	76.05
89	1152	В				_	1.39	_	2.28	2.13	0.05		_	_	0.11	_		77.09
09	1132	С				_	1.39	_	1.89	2.32		_	_		0.12	_	_	76.15
		A					- 1.5		3.1	3.07	0.08				0.11	_	_	75.35
90	1155	В							3.05	3.44	0.08				0.3			74.9
90	1133	С					0.79		5.18	4.63	0.11				0.23			68.96
		A					2.04		1.15	2.11	0.09				0.06		0.04	78.07
		В					1.21		_									75.54
91	1159	С							0.89	1.77	0.05				0.08		0.04	
		_					2.08		0.94	2.09	0.08				0.07		0.04	77.63
		D					1.96		_	2.06	0.06		-		0.09	_	0.04	77.74
00	1154	A		_	_	_			2.41	2.69	0.06		_		0.06	_		78.59
92	1154	В				_			2.84	3.13	0.06			_	0.15	_		78.09
		С			_	_			2.93	2.93	0.07			_	0.09	_		77.21
00	1150	A		_	1.15	_			_	_	_		_	_	0.12	_	_	85.57
93	1153	В			1.15		1.45				_				0.14			82.55
		С			1.67	0.58	1.62		-	-	_		_	_	0.31	_		81.32
0.1	007	A		_		_			2.23	2.69	0.05		_	_	0.06			76.99
94	321	В				_			2.07	2.79	0.07				0.08		_	77.25
		С				_			2.41	2.69	0.06			_	0.07			77.14
		A		_	_	_	_	_	2.84	3.25	0.06	_	_	_	0.27	_	_	75.41
95	1160	В		_	_	_	_	_	2.65	3.41	0.08		_	_	0.27	_	_	75.36
		С		_	_	_		_	2.71	2.83	0.07		_	_	0.26	_		76.19
		Α	_		2	_	0.85	_	0.92	0.75	_			_	0.12	0.08	0.01	80.6
96	1161	В	_	_	1.82	_	0.91	_		0.64	_			_	0.17	0.08	_	81
		С		_	1.96	_	0.82	_	_	0.77	_			_	0.18	0.08	_	80.48
		А	_	_	_	_	1.08	_	_	_	_	_	_	_	0.41	_	_	92.29
97	1172	В	_	_	_	_	1.46	_	_	3.23	_	_	_	_	0.43	_	_	88.98
		С	_	_	_	_	1.25	_	_	_	_	_	_	_	0.41	_	_	91.68

Zn	As	Se	Br	Rb	Zr	Мо	Ag	Cd	Sn	Sb	W	Au	Hg	Pb	Bi	LE	作品 番号
_	0.34	_	_	0.21	_	_	_	_	17.81	0.05	_	_	2.35	3.05	0.06		
_	0.42	_	_	_	_	_	_	_	18.12	0.07	_	_	1.39	3.39	0.07		81
_	0.43	_	_	0.11	_	_	_	_	18.26	0.05	_	_	1.6	3.56	0.06		1
_	0.72	_	_	0.16	_	_	_	_	2.49	0.09		_	1.87	3.27	0.09		
_	0.78	_	_	0.15		_	_	_	2.49	0.1		_	1.93	3.76	0.09		82
	0.69	_	_	0.12		_	_	_	2.3	0.08		_	1.77	6.04	0.08		1 02
	- 0.03	_				_			4.12	0.07		_	1.51	7.19	0.00		
				_				_	4.12	0.07		_	1.91	6.81	0.09		83
				_					4.25	0.07					0.09		- 63
													1.57	7.82			-
		_		0.12				_	15.94	0.05			1.66	2.65	0.04		- 04
_		_		0.12		_	_	_	16.13	0.05		_	1.98	2.65	_		84
		_		_					16.48	0.05			1.24	2.65			
_	0.22	_	_	_	_	_	_	_	17.85	0.04		_	_	0.46			
_	0.2	_		—		_	_	_	18.1	0.05		_	_	0.45	_		85
_	0.24	_		_	_	_	_	_	18.07	0.05	_	_	_	0.46	_		
_	_	_	_	0.2	_	_	_	_	14.18	0.05	_	_	2.41	4.1	0.05		
_	_	_	_	0.17	_	_	_	_	14.05	0.04		_	2.32	4.07	0.06		86
_	_	_	_	0.16	_	_	_	_	14.51	_	_	_	2.2	4.57	0.07		
_	_	0.05	_	0.11	_	_	_	_	6.22	0.13	_	_	1.44	1.73	0.08		
	0.09	0.05		0.07				_	6.78	0.15			1.25	1.78	0.09		87
	0.03	0.04		-		_	_		6.64	0.15		_	1.20	1.78	0.09		- 0,
				_			<u> </u>	<u> </u>				_	0.97	1.70			
	0.4								1.56								00
	0.5	_		_		_	_	_	1.67			_	_	1.82			88
	0.43	_		<u> </u>		_	_		1.58	_		_	_	1.78	_		
		_		0.15			_		12	0.2			2.01	3.26	0.1		
_	_	_	_	_		_	_	_	12.2	0.2		_	1.17	3.25	0.08		89
		_		0.18		_	_	_	12.27	0.21		_	2.25	3.22	0.11		
_	0.88	_	_	0.08	_	_	_	_	15.53	_	_	_	0.92	0.69	_		
_	0.96	_	_	_	_	_	_	_	16.06	_	_	_	0.52	0.72	_	\Box	90
0.16	1.22	_	_	_	_	_	_	_	17.76	_	_	_	_	0.9	_]
0.07	3.32	_	_	_	_	_	_	_	3.13	3.44	_	_	2.79	3.71	_		
_	2.71	0.02	_	0.38	_	_	_	_	2.66	3.35	_	_	3.63	7.57	0.1		1
_	3.17	_		_	_	_	_	_	2.86	3.38	_	_	2.64	4.97	0.05		91
_	3.27	_	_	_		_	_	_	2.92	3.4		_	2.52	4.85	_		1
	0.25	_		_		_	_		15.29	-		_	2.02	0.64	_		
	0.23	_							14.83				_	0.63	_		92
_				_								_	0.43				92
	0.24	_							15.34	0.15				0.75	-		
	9.11	_	_	0.22	_	_	_	_	0.16	0.15		_	2.96	1.66	0.04		
	8.72	_		0.28			_	_	0.15	0.15			3.61	1.76	0.05		93
	8.09	_	_	0.29		_	_	_	0.17	0.14		_	3.7	2.05	0.06		
	0.12			0.07		_	_	_	16.28			_	0.84	0.66			
_	0.13	_	_	0.04		_	_	_	16.39	_		_	0.61	0.57	_		94
_	0.15	_		_		_	_	_	16.37	_	_	_	0.51	0.61	_		
_	0.06	_		_	_	_	_	_	17.4		_	_	_	0.72	_		
_	0.06	_		_	_	_	_	_	17.45	_		_	_	0.72	_		95
_	_	_	_	_	_	_	_	_	17.22	_		_	_	0.71	_		1
_	8.35	0.03	_	0.36	_	_	_	_	0.28	0.17	_	_	4.5	0.93	0.06		
_	8.52	0.03	_	0.42		_	_	_	0.2	0.17		_	5.02	0.96	0.06		96
_	8.37	0.03	_	0.42	_	_	_	_	0.24	0.17		_	5.42	0.97	0.06		1
	0.43	0.03		0.43					1.81				1.42	2.45			
				U.1 —													07
	0.42	0.02							1.77				1.31	2.39	0.04		97
_	0.44	0.02	_	0.17	_	_	_	_	1.74	_	_	_	1.99	2.28	0.04		1

単位:質量パーセント、小数点第3位を四捨五入。

3. 考察

(1) 青銅鏡の腐食と金属組成

古い青銅鏡の表面は、経年の長さや置かれていた環境に応じたさまざまな様態となっている。特に 土に埋まっていたものや風雨にさらされた鏡の中には、表面がさびに覆われ、腐食しているものも多 い。蛍光X線分析は対象とする物質のごく表面のみを計測するため、このような場合には当初の金属 組成を反映したデータが得られないことが考えられる。

青銅鏡の表面に生じるさびにはいくつかの種類があり、これまでの研究に従って示せば次のようになる。 $^{(8)}$ まず、酸素と反応して表面に生成される赤褐色のさびが酸化第一銅(Cu_2O)である。さらに二酸化炭素や水分が充分に存在すれば、緑青と呼ばれる濃緑色の塩基性炭酸銅 $[CuCO_3 (OH)_2]$ を生じる。自然に鉱物として存在する場合には孔雀石(マラカイト)といい、緻密で安定していることから、金属表面を覆うことでそれ以上の腐食の進行が妨げられる。なお、群青色の藍銅鉱(アズライト)も塩基性炭酸銅の一種であり、出土した青銅器や鏡にこのさびが見られることがある。

一方、塩化第一銅(CuCl)や塩基性塩化銅〔CuCl₂3Cu(OH)₂〕などは、青銅の腐食を促進する塩化物のさびである。これらはごく小さな孔から徐々に拡大するとともに、金属内部へ進行していくと考えられる。周囲に塩化物イオンが存在し、さびの進行する環境がある限り腐食は拡大することとなる。表面は遺物の原型を保ち、場合によっては金属光沢を有するものであっても、内部は淡緑色になっており、やがて表層が脱落して粉状化し、消滅してしまう。このような青銅に特有の腐食を「ブロンズ病」と称している。

ブロンズ病に侵された資料を蛍光 X線分析すると、極端に銅(Cu)が低く錫(Sn)が高い値を示し、また LE(Light Element)が数十%計測される。LE は今回分析に用いた機器のビーム1(管電圧 40kVの通常モード)では計測できない軽元素であり、ビーム2(管電圧10kVの軽元素モード)で分析したところ、多くが塩素(Cl)であることがわかった。青銅が土中の塩化物と反応して塩化第一銅や塩基性塩化銅を生成し、その過程で銅が溶け出したため、表層における含有率が下がったと考えられる。

ブロンズ病となった鏡の計測結果は、地がねの組成比率とどれくらいの違いがあるのか。試みに個人的に購入した鏡で調べてみた(図4)。中国・南宋時代に見られる鏡であるが、腐食を考慮しても文様の鋳上がりは悪い。外縁が整っておらず、鋳造時に発生するガスが抜けなかったために生じる鬆(す)も多いことから、朝鮮半島など中国以外で踏み返して製作をした可能性が考えられる。鏡面には銀灰色の平滑な面に緑色のさびが盛り上がるように固着し、ところどころ表層が剥がれ落ちた部分に粉っぽい淡緑色のさびが現れる様態から、ブロンズ病となっていることが見て取れる。任意の1点のさび層を直径約1cmの円形に削り取り地がねを露出させたうえで計測を行い、さび層の上から分析した結果と比較してみたところ、次のような結果を得た。

- ① 腐食部分を計測した $A\sim C$ の3点では軽元素(LE) $27\sim 38\%$ が計測されたが、地がねを露出させたD点ではまったく検出されなかった。
- ② 錫 (Sn) の含有率は腐食部分の12~15%に対して地がね部分では5.7%であり、前者が2~3倍

図4 腐食部分と地がね部分との計測結果の違い

双龍文八花鏡



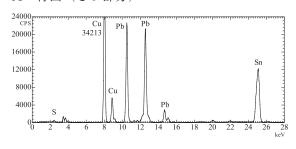
D •

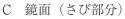
背面

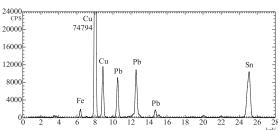
鏡面

◎スペクトル

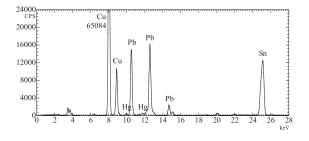
A 背面(さび部分)



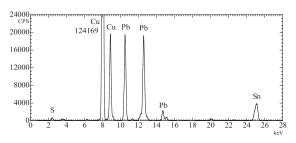




B 鏡面 (さび部分)



D 鏡面 (地がね)



◎定量値

計測点	硫黄	鉄	銅	ヒ素	錫	アンチモン	水銀	鉛	ビスマス	軽元素
日側点	S	Fe	Cu	As	Sn	Sb	Hg	Pb	Bi	LE
А	2.07	0.02	17.25	_	15.1	0.15	5.78	13.18	0.37	37.96
В	_	1.85	36.65	_	12.01	0.11	2.96	7.89	0.18	33.19
С	1.02	0.36	31.72	_	14.1	0.17	4.29	10.56	0.22	27.17
D	3.92	_	66.11		5.69	0.06	3.11	19.1	0.14	

も高く検出された。

③ 鉛(Pb)の含有率は地がね部分の方が高かった。

計測範囲3mmのハンドヘルドタイプの機器を三脚で固定しておこなった今回の調査では、特定のさびを狙って厳密な分析をすることは困難である。古墳出土鏡について酸化第一銅や塩基性炭酸銅のような表面を覆うタイプのさびと、ブロンズ病のような腐食とを区別して分析した調査によれば、前者のさび組成は大半が銅で錫や鉛は少なく、後者の腐食では表面の銅が減少し錫は濃度が高くなるという。 (9) 作品表面の状態によっては計測結果に大きな影響が出るため、それを見極めた上で分析やデータ使用をする必要がある。

一方、ここで述べたような青銅に生じるさびの特徴について中国では古くから知られており、人為的にこれを擬態した青銅器や鏡も作られていた。金属を意図的に腐食させる方法と、塗料によりさびを擬態する方法(「付けさび」)があり、質感や色合いなど本物のさびと見紛うこともある。(10) 偽物に施されるほか、いくつかの破片となり出土した場合に接合部や補った箇所を隠す目的や、さびを除去しすぎて不自然な外観になった場合などにも行われる。実際のさびと比較して、色が鮮やかで全体的に均一な場合には付けさびである可能性が高い。日本においても、出土品を装った偽物や、欠失した部分を補ったものがあるため、分析にあたり作品の資料性や計測箇所における補修の有無を判断することは不可欠である。偽物の存在や、古い出土遺物に後世の処置があることには留意しておかなければならない。

(2) 銅と錫・鉛の組成比率

計測結果に基づき、まずは青銅を構成する主要な成分である銅 (Cu)・錫 (Sn)・鉛 (Pb) の割合を、①八稜鏡・五花鏡、②平安後期~鎌倉初期 (12世紀)、③鎌倉 (13世紀)、④室町~桃山 (14~16世紀)、⑤江戸 (17~19世紀) に分けて時代ごとの概観を述べておきたい。

①八稜鏡·五花鏡

唐時代には西アジアの影響を受けて八稜、八花、六稜、六花形の鏡が作られ、やがてそれは日本にも伝えられた。正倉院宝物には舶来鏡とともに国産とみられる鏡が伝わり、平城京をはじめとする遺跡から出土した鏡のなかには、国内で踏み返し鋳造を繰り返したとみられる、文様表出の曖昧な唐式鏡が多数存在している。平安中期にかけてもなおその影響が残り、鳳凰や宝相華などの文様は和様化していくものの、八稜形や五花形のものが作られたことが遺品から窺える。

No.1~8がこれにあたり、このうちNo.2、6、7を除く5点は目立った腐食がないことから、1度も土中することなく伝世したものと見られる。おおむね銅75%前後に対して錫13.7~17.3%、鉛2.1~4.2%を計測した。唐鏡の典型的な組成がおおよそ銅70%、錫25%、鉛5%とされていることから、錫の比率がやや低いことがわかる。地がねは銀灰色に見えるが、質の良い唐鏡と比較するとやや黄色味がかっている。

一方、No.2は鏡面に黒く変色するさびが生じており、濃緑色のさびが固着している。クレーター 状に表層が脱落している箇所も見受けられることより、一度土中した後、掘り出されたと推測される。 定量値は計測箇所によって大きく異なり、B点では軽元素(LE)が20%近く検出された。LEの出なかったC点では銅73%に対して錫19%、鉛0.4%であった。この値が本来の地がねであるかは慎重に考える必要があるが、他の八稜鏡に比べて鉛の含有がほとんどない点は注目される。鴛鴦が鳳凰となっているほかに、瑞花の表現に初発性があり、外縁の幅が一定となるなど、文様や鏡体の製作意識も異なっており、製作年代や製作地に違いがあることも想定されよう。

同じく出土品とみられるNo.7であるが、その様態は大きく異なっている。表面は濃緑色と褐色が斑状に混ざり合い、ところどころに表層の脱落が見られる。平滑な鏡面は出土後に丁寧な除錆がなされたように思われる。比較的状態の良い箇所で計測したが、3点ともLEが40%を超え、錫が30%近い値を示す一方、銅の比率が10%以下に止まった。ブロンズ病に侵されているためと思われる。

なお、No.6 はほとんど錫が検出されないという結果となった。おそらくは銅に鉛を1割程度混ぜて 鋳造したと考えられる。近世の薄い鏡であればともかく、比較的厚手の八稜鏡で錫がほとんど含まれ ないのは異例である。文様が不明瞭であることから粗略な踏み返しが疑われ、外縁の一部と鈕にえぐ れたような様態があるのも異様である。鏡面には仏像が鏨刻されているが、古い赤褐色のさびを切っ て刻されており、さびが生成した後に彫られたことがわかる。(11)実用に供されたものとは考えにくく、 近世以降に製作された可能性も考慮すべき資料である。

②平安後期~鎌倉初期(12世紀)

経塚などからの出土例から、No.9~20は12世紀に製作されたとみられる作品である。表面は青緑色や淡緑色、濃緑色を呈しており、大半が出土品とわかる。ただし、流通の過程で補修の手が入っているとみられ、漆を塗ったような艶を有するもの、さびを落とそうとした研磨痕の残るものがある。ブロンズ病となり表層が剥がれ落ちている鏡も多いことから、参考となるような組成の数値が得られた作品は少ない。

今回計測したなかでLEの値が低く、比較的地がねの組成に近い計測値とみられるものとして No.11とNo.14のA点、No.16のB点があった。これらには発見時やその後の擦れ、除錆により地がね が露出した部分がある。3例のみであるが錫4.7~7.1%、鉛11.5~15.2%となっており、錫が低く鉛が 高いという結果が出た。青銅は錫の含有率が高くなるほど粘りがなくなり割れやすくなる。これら薄づくりの鏡のなかには何らかの圧力により歪みや破損しているものもあるが、それらの様態からは金属にある程度の粘りがあることがわかり、錫の含有率が低いと予想された。

ただ、この数値を一般的な平安末期の鏡の特徴とし、他の資料にまで援用できるかと言えば、必ずしもそうは言えまい。例えば、No.11はさびの状態もそれほど不審であるとは言えず、文様表現にも不自然なところは見受けられない。しかし、菊花形の鈕座は通例よりも大きく花弁の数も多いなど、類品の中では珍しい形式を採る。また、多くは鈕から外縁の間の3:1のあたりに凸圏が巡るものの、本品では2:1の位置となっている。凸圏は引き型と呼ばれる道具によりコンパスのような要領で鋳型に彫り込まれたと思われることから、この位置が大きくずれることは考えにくく、製作地などが異なっている可能性を考えなければならないだろう。

なお、No.15は文様のある背面から見て右半に破損があり、右下の5分の1ほどは台形に他と色や 質感、文様を構成する凸線の伸びやかさが異なる部分がある。この箇所(C点)の分析値を見ると、 ほかの2点で錫、鉛が検出されたのに対して、両者ともにほとんど検出されず、銅を用いて補修した ことがわかる。

③鎌倉(13世紀)

続く鎌倉時代(13世紀)に製作されたと判断したのはNo.21~35の15面である。12世紀の作例に比べると鏡体は堅固で外縁も分厚く、背面の図様も整っている。No.21、22、24、29、31、32、33などはさびに覆われて淡~濃緑色や灰褐色を呈し、No.29やNo.31には破損も見られる。これらの作品では計測した3点ともにLEが15~38%検出されており、腐食のため当初の金属組成を知ることは難しい。

LEが5%以内の計測点があった作品は、No.23、25、26、27、28、30、34、35の8点である。これらは全体に茶褐色を呈しており、表層には漆のような有機物を塗布した様態が見られる。その剥がれ落ちた部分からは黄色味の強い地がねが覗いていることから、以前より錫の含有率が低いのではないかとの感触を持っていた。分析の結果、錫の比率は約2.5~7.5%と平安時代の薄型鏡と近い値であったが、鉛は3%強~14%程度と数値に幅があった。詳しく見ると、鉛が錫の約2倍含まれるタイプ(No.23、26、30)と両者の比率がほとんど変わらない鏡(No.25、27、35)があることがわかる。3点を計測しているため鉛が偏在している可能性は考えにくいが、現時点ではそれぞれのなかで明確な共通点は見出せていない。なお、No.34は錫2.5%、鉛3.3%と他に比べて比率が低く、室町後期~江戸時代の鏡にみられる組成に近い。鏡面には鍍錫が白く残っていることからも、製作年代を下げて考える必要がある。

④室町~桃山(14~16世紀)

足利氏が京都に幕府を置いた14世紀前半から16世紀後半を室町時代と呼んでおり、約2世紀半と 長期に渡る。製作年代については四半世紀くらいの単位で編年することが望ましいが、まずはこの時 代における和鏡の金属組成についておおまかに捉えることが重要であると考え、一括して検討してお きたい。鎌倉時代までの資料には出土品が多く、非破壊検査では信頼のできる金属組成データを得る ことのできるものは限られていたが、室町時代以降は一度も土中することなく伝わった作品も徐々に 増える。これらを分析してみると、鎌倉時代までと同じ組成傾向の資料に加えて、鉛が低く錫が高い 一群があることがわかる。これらはおおむね錫13~18%、鉛1.5~3.5%を含むもので、くすんだ灰褐 色からやや輝きのある銀灰色を呈している。錫が高く鉛が低いほど時代が下がる傾向にあるように思 われるものの、単純に移り変わったわけではなく、製作した工房や使用者層の違いなどいくつかの要 因により、ある程度は同時代的に併存していた可能性が高い。また、No.75と76はほとんど区別がつ かないほど似た鏡であるが、前者が錫5%、鉛15%程度なのに対して、後者は錫4.5%、鉛7%と、鉛 の数値に差があることがわかった。両者の鏡体形式を同一と捉えるのであれば、金属組成の違いが製 作年代や地域、工房の差を示すとは言えないということにもなる。ただし、材料となる金属をそれぞ れの素材ごとに調達するだけでなく、資源の限られていた時代には、すでにある製品を鋳潰して再利 用する場合も多かったと推測される。さまざまな可能性を考慮に入れながら、さらなるデータの蓄積 とともに、鏡体形式の再検討をする必要があろう。

⑤江戸(17~19世紀)

最後に近世の鏡についてみてみよう。ただし、江戸時代において鏡の大半を占めていた柄鏡が、当研究所のコレクションにはまったく含まれていない。蒐集の意図や方針によって資料に偏りが生じるため、これまでに見た中世の鏡も含め、当時流通、使用されていた鏡全体の状況を反映していない可能性があることには留意しておかなければならない。

そのような前提を踏まえた上で近世鏡の組成を見てみると、室町鏡にあらわれた錫の比率が高い一群と、錫・鉛ともに低いグループとに二分され、鉛を多く含む鏡が姿を消している。さらに、この時代の鏡に特徴的な組成として、鉛をほとんど含まない鏡群がある。厚い中型鏡のほか、大型鏡や小型の方鏡なども含まれており、特定の鏡式に特有の組成ではなく、ある程度近世において広範に存在したと思われる。さらには鉛だけでなく、錫もほとんど含まない、まさに「銅鏡」と呼ぶべき鏡が存在している。No.96は寛文6年(1666)に上村大和守藤原政重なる鏡師により製作され、京都・壬生南の中堂寺村に住む神崎四郎兵衛により稲荷卯鳥大明神に奉納されたことが鋳銘よりわかる30cmを超える大型鏡である。錫0.2~0.3%、鉛1%弱しか含まれておらず、特に錫については意図的に混ぜたものではなく不純物といってよいレベルである。また、No.93は鉛を2%ほど含むものの、錫は0.15%程度しか含まれていない。現状は円形の鏡であるが鈕がなく、砂目地や類品の存在より、もとは柄が付いていたと思われる。

以上、おおまかな時代順に和鏡の金属組成における錫、鉛の比率を概観した。これらを分布グラフとしたのが図5である。横軸に銅に対する錫の比率、縦軸に銅に対する鉛の比率をあらわしている。つまり、右へいくほど錫の比率が高く、上ほど鉛の比率が増加する。ここから当研究所の所蔵する和鏡は以下の5群に組成のおおまかな傾向が分けられる。

I群:錫12~19%、鉛1~5%を含むもの。

銀白色からやや黒みを帯びた銀灰色に見えるが、外縁上面など擦れやすい箇所に露わになった 地がねは若干黄色味を帯びている。中世においては質の高い青銅であったといえるものの、唐鏡 に比べれば錫の含有率は低く、多くの鏡には鍍錫(錫めっき)がなされていたと考えられる。室 町時代に多く見られ、土中していない八稜鏡・五花鏡もここに含まれる。

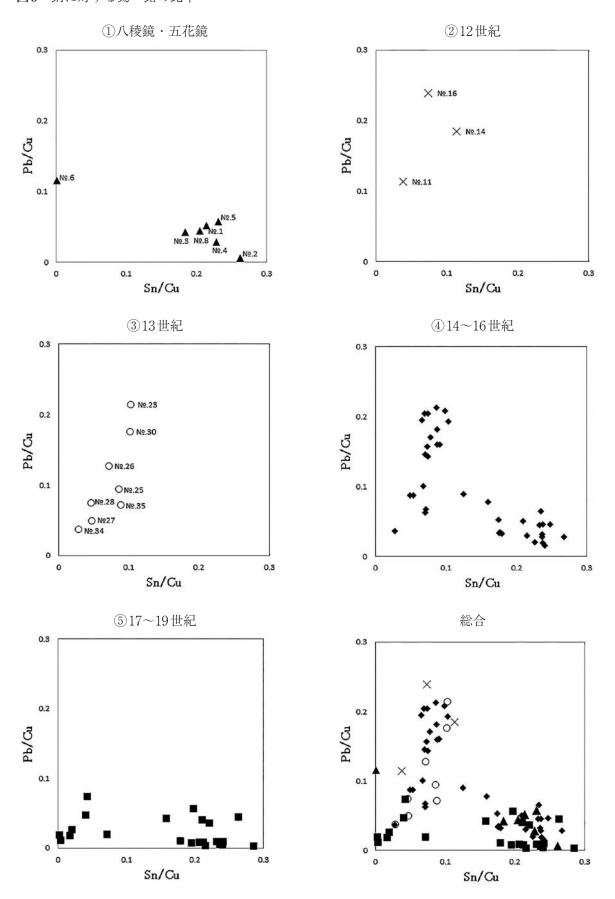
Ⅱ群:錫15~20%、鉛1%未満を含むもの。

I 群と近い組成であるが、鉛がほとんど含まれない。近世の上質な鏡に多く、当時の銅の精錬技術とも関わる可能性があろう。

Ⅲ群:錫5~8%、鉛12~15%を含むもの。

茶褐色や黒褐色を呈し、表層に黒か褐色の漆のようなものを塗布した痕跡があるものも多い。 生きた地がねが露わになっている箇所を見ると、金属の色は黄色である。平安後期の薄型鏡をは じめ、中世を通じて広く見受けられる。

図5 銅に対する錫・鉛の比率



Ⅳ群:錫・鉛ともに4~7%含むもの。

肉眼で見る限り、III群と見分けがつかない外観を呈する。鎌倉から室町時代にかけてのNo.25、27、35、37、74などが当てはまる。

V群:錫·鉛ともに3%未満のもの。

No.88、97のような桃山時代頃の薄造りの大型鏡や、上に述べた錫をほとんど含まないNo.93 や96がある。今回の調査では事例は少ないものの、近世鏡にはこのタイプが相当数存在する可能性が高い。銅は延展性の高い金属であるため、薄い鏡を製作する場合には割れにくい利点があるが、高い融点や湯流れの悪さが欠点として考えられる。この点については次に検討する錫や鉛以外に含まれる成分とも関わってくる。

(3) 微量成分について

銅、錫、鉛以外にもいくつかの微量成分が青銅鏡には含まれており、作品の資料性を考える場合にはこれらの有無が重要となることも多い。そこでいくつかの元素について検出状況とその意味をみておきたい。

①銀 (Ag)

平安時代、宮中で製作する「方七寸」(1辺20cm強)の鏡1面の材料として、「熟銅大四斤、白鎬大一斤四両、銀大十二両」が計上されており(延喜内匠式)、銅約2.4kg、錫約750gとともに、銀約450gが用いられることとなっている。正倉院の宝物鏡における素材調査においても銀が検出されているものの、ごくわずかな量であり⁽¹²⁾、ここに計上されている分量はあまりも多すぎる。その詳細は不明ながら、鋳造の際に添加するのではなく、別の用途があったと考える方が自然ではないだろうか。

今回の分析にあたり、計測した3点すべてから銀が検出されたのはNo.7、12、13、22、33、36の6点であり、スペクトルからはNo.2への含有が確認できる。すべて1%未満のごく微量であり、銅鉱の不純物として銀が含まれることも多いことから、これらは意図的に混入されたものではなく、もともと材料中に含まれていたと考えられる。

②水銀 (Hg)

青銅鏡は表面を平滑に磨き上げることで姿を映せるようになる。鋳造したばかりの製品はざらついた鋳肌であるので、きさげなどの工具から徐々に粒子の細かい砥石へと研磨を繰り返し、鏡面へと仕上げてゆく。錫が25%程度含まれる銀白色の青銅であれば、研磨することで鏡としての使用に耐えるが、大半の和鏡は錫の含有率の低い黄色い青銅であり、そのままでは地がねの色が干渉して姿が見づらく、実用に向かなかった筈である。そこで多くの場合、鍍錫(錫めっき)がなされていたと考えられる。

一般に鍍金(金めっき)は常温で液体の状態である水銀に金を合わせた金アマルガムを金属表面に 塗布し、これを加熱することで水銀のみを蒸発させて金だけを残す方法が採られる。しかし、同様の 手順により鍍錫を行おうとすると、鏡面を作ることができないという。(13) そこで、水銀に錫と砥の粉を混ぜ合わせたものを鏡面に擦り込み、研磨と同時に錫アマルガムを塗布する方法が用いられたらしい。江戸時代に出版された『人倫訓蒙図彙』巻6(元禄3年刊)に挙げる「鏡師」の項には、「鏡磨には、すずかねのしやりといふに、水銀を合て砥の粉をまじへ梅酢にてとぐなり」とあり、質の良い錫と水銀、砥石の粉を混ぜ合わせ、梅酢を用いて研磨するとある。さらに詳しい記述として、18世紀末頃に刊行された『錦嚢智術全書』に採録されている『拾玉続智恵海』(享保8年刊)には、「鏡磨(とき)やう」として次のように説明している。(14)

一 錫三分 一 水銀壱分 先錫を土器に入、火の上に置、よくとけたる時、水銀を入、其まま 土器をとりあげ、くる~とふり合せ、茶碗に水を入、其中へ、右の土器の錫水銀を入、扨水を 捨、錫水銀をとり上、茶碗に入、そろ~と搗(つ)き合せよくねれたる時、香合に入置、是に てとぐべし。

今回の計測においては数%の水銀が検出されたものが多かった。肉眼では鍍錫を確認できない鏡もあることから、そのような場合でも鍍錫に由来する水銀が残存しているのかが問題となろう。つまり、水銀が検出されることが鍍錫されていたことを示すのか、また、されていた場合には地がねよりも錫が高く検出されるのかを確認しておく必要がある。

そこで鍍錫の残っている個人所蔵の柄鏡2面の鏡面と、地がねの露出している柄の部分とを分析してみたところ、鍍錫されているA、C点からだけでなく、柄のB、D点からも水銀が検出された(図6)。しかしスペクトルを確認すると、水銀を示すピークは柄の部分の方が明らかに低いことがわかる。すなわち今回用いた機器の場合には、定量値において水銀が検出されることがそのまま鍍錫の有無を表すわけではなく、スペクトルにおいてピークの有無を確認する必要がある。ただし、鍍錫が明瞭に残っている場合に水銀のピークが極端に高くなるかというとそういうわけでもなく、鍍錫と検出される水銀の関係についてはより詳しい調査を行う必要があろう。

一方、錫の値については、鍍錫部分の方が高かったものの、計測データへの影響は0.5%に満たなかった。

③アンチモン (Sb)

アンチモンは輝安鉱(Sb_2S_3)などから得られる銀白色の元素である。飛鳥や平城京で出土した富本銭や小型の海獣葡萄鏡など7~8世紀に作られた金属製品のなかには、銅に錫を混ぜた青銅ではなく、銅-アンチモン合金によるものがあることがわかっており、当時の素材や製作地を考えるうえで重要視されている金属である。 (15) 正倉院宝物のなかに「白銅塊」と呼ばれる金属の塊が含まれており、近年の調査によりアンチモンであることが確認されている。 (16)

今回の分析ではほとんどの和鏡から0.3%以下のごく微量なアンチモンが検出されており、銅などに含まれていた不純物と考えられる。そのなかでNo.65に約1%、No.91に3%を超える含有があったのは注目される。分析をした個人所蔵の柄鏡からも数%のアンチモンを検出したものがあり(図6)、江戸時代の鏡にアンチモンを含む一群があるとみられる。意図的に添加したものなのか現時点では不明であるが、追求すべき問題であると考える。

図6 江戸時代の柄鏡における鍍錫と水銀の関係

龍門文柄鏡





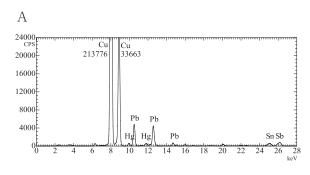
蓬萊文柄鏡



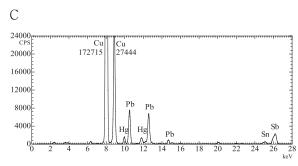


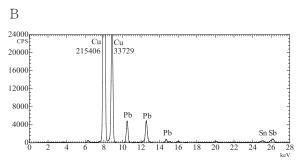
背面鏡面

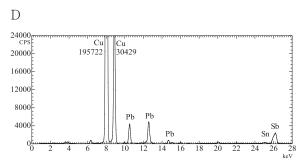
◎蛍光X線分析スペクトル



鏡面







◎定量値

	· / • == i==									
	計測点	硫黄	鉄	銅	ヒ素	錫	アンチモン	水銀	鉛	ビスマス
	可侧思	S	Fe	Cu	As	Sn	Sb	Hg	Pb	Bi
	А	2.11	0.07	89.17	_	0.64	1.25	0.96	4.7	_
	В	1.03	0.07	88.82	_	0.44	1.26	2.17	5.1	0.05
	С	2.78	0.24	81.47	0.38	0.53	3.9	1.86	7.13	_
	D	1.07	0.29	85.21	_	0.22	3.75	1.4	4.88	0.06

④ヒ素 (As)

日本の銅、青銅製品にはヒ素を含むものが多くみられ、奈良から平安時代における銅の生産地のひとつである山口県・長登銅山の鉱石には、高い含有量のヒ素が含まれていることが明らかになっている。 $^{(17)}$ その含有率は $1\sim3\%$ と言われ、その範囲内であれば精錬しきれなかった不純物であると考えられる。

一方、ヒ素が含まれる銅は融点が下がり、錫を加えた時と同様、粘度が下がって湯流れもよくなる。 さらに銅と鉛は化合物を作らず、混ぜ合わせてもそれぞれが混在しているだけで偏在も起こりやすい が、ここへヒ素を加えると鉛が微細な形で均一に分散し、硬度や強度も増加するとされる。⁽¹⁸⁾ この ような鋳造上の利点から、これを意図的に添加したとする考え方もある。

今回の調査において4%を超えるヒ素の含有率が導き出された作品は、No.3、6、12、13、17、20、22、33、70、93、96の11点である。多くが鎌倉時代以前の製作であるが、近世鏡が3点含まれており、特にNo.93、96からは8~9%のヒ素が検出されたことは注目される。この2作品は上述したように錫をほとんど含まず、ヒ素が含まれていることにより銅の湯流れの悪さが解消されていた可能性がある。

以上、青銅鏡に含まれる4つの微量な成分についてみたが、このほかにも鉄(Fe)やコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ビスマス(Bi)などが検出されている。現時点では含有の比率に顕著な傾向は見出せないが、今後の研究の進展によって素材となる金属の産地とも関わる可能性が残される。また、アルミニウム(Al)やケイ素(Si)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)など軽元素の場合は、作品表面の付着物を計測している場合も多く、必ずしも金属の成分であることを意味しない。

おわりに 一これまでの分析成果との関係と今後の課題―

今回の分析によると、日本の中世鏡の金属組成は、錫の含有率が低く、それを鉛で補っていることがわかった。その一方で、15~20%の錫を含むものも高級品として存在していたと考えられ、室町時代の製品はある程度伝世している。近世になると、鉛の比率が低くなり、錫を多く含む上質な鏡と、ほとんど錫を含まない薄い鏡とに二極分化する。ただ、あくまでもこれは当研究所の資料内のことであり、どこまで敷衍できるかについては、慎重に考える必要があろう。

福井県敦賀市の深山寺経塚および舞崎経塚から出土した12世紀頃の鏡の分析をおこなった清水梨代氏は、これらの組成を以下のように分類された。(19)

- (I)銅、錫、鉛を主成分とし、ヒ素、銀を微量に含む鏡=和鏡
- (Ⅱ)銅、錫、鉛を主成分とし、ヒ素、銀を含まない鏡=湖州鏡・素文鏡
- (Ⅲ)銅、錫を主成分とし、鉛、ヒ素、銀を微量に含む鏡=金属質な銀色光沢を持つ鏡

今回の調査では地がねの組成データを得られた12世紀の作例がほとんどなかったため、出土資料をもとにしたこのような分析は貴重である。特に、八稜鏡・五花鏡や室町時代以降にみられたような鉛の含有率の低い(\square)の組成を有する鏡が12世紀にも存在していたことは、重要な成果であろう。 (20) ただし、参考になるデータが得られた3例の分析値は、(I) に含まれる可能性が高いが、ヒ素や銀

が検出されていない場合もあり、機器の違いによる検出精度の差が影響しているとも考えられる。

一方、広島県・草戸千軒町遺跡から発見された鏡の分析によると、室町時代の製作とみられる「檜垣萩双雀鏡」が銅48%・錫13%・鉛36%、「菊花文双雀鏡」が銅31%・錫21%・鉛39%という結果が公表されている。⁽²¹⁾さらに徳島県・寺山遺跡出土の「菊花双鳥鏡」は錫がほとんど含まれておらず、鉛が50~70%程度も検出されているなど、鉛が極端に高い値となっている。⁽²²⁾ 今回の調査において同様の組成データは得られておらず、これらの成果をどのように理解するのかは今後の課題である。

近年の発掘調査により、これら青銅鏡を制作した場所についても明らかになりつつある。その中心は政治・文化の中心地であった京都であり、JR京都駅のある八条院町のほか、京都大学や同志社大学構内、四条新町などから工房跡が見つかっている。一方、大宰府や平泉、埼玉、七尾からも中世鏡の鋳型が出土しており、京都以外においても製作が行われていたことがわかっている。今後幅広く和鏡の金属組成データを蓄積することができれば、それぞれの鏡が製作された地域や具体的な工房について、素材の方面から示唆を与えることができるかもしれない。特に江戸時代の鏡は、製品と組成の種類についてかなり具体的に知ることができるのではないかとの感触を得た。

ただし、同じ蛍光 X 線分析法であっても、計測機器によって感度や定量値の算出システムが異なることから、標準試料を用いて補正していたとしても、そのデータを単純に並べて比較することは難しい。さらに、データ公表の形式は千差万別であり、ある視点をもって従来のデータを用いようとしても、その数値が公表されていないケースもある。それぞれの分野の標準的な素材状況を知るためには、問題意識を持った研究者が同じ機器を用いてできるだけ多くの資料を分析するしかない。

美術工芸品に込められた時代ごとの精神に迫ろうと思えば、肉眼観察により可能な限り造形に関する情報を看取することが最も重要なのは言うまでもない。しかしながら、肉眼での観察に限界がある場合には、適切な機器の助けを借りて作品に迫ることも必要であると考える。幸い技術の発達により科学的な分析が身近になりつつあり、近年進めている高精細デジタル画像を用いた研究もそのひとつである。ただし、これらはあくまでも作品を照らすサーチライトのひとつであり、それによって肉眼観察が不要になることは決してない。むしろそこで得た知見をもとに再度観察を行うことで、新たな発見や理解が可能になる。多角的に、深く作品について知るため、今後も継続的に調査を進めるつもりである。

註

- (1) 和鏡の研究史や編年の概要については、広瀬都巽『和鏡の研究』(角川書店、1974年)、中野政樹『日本の美術42 和鏡』(至文堂、1969年)、久保智康『日本の美術394 中世・近世の鏡』(至文堂、1999年) などを参照のこと。
- (2) 拙稿「日本中世における青銅鏡の製作技法」(黒川古文化研究所紀要『古文化研究』9、2010年)。
- (3) 古い時代の鏡を「銅鏡」と称することがあるが、厳密にはこの呼称は誤りである。これら金属鏡の素材は基本的には青銅であり、銅で製作された鏡はごく一部である。展示のキャプションにおいて、素材を「銅製」としながら銅を意味する「copper」ではなく「bronze」と英訳する例もあることから、青銅とわかりながら意図的に「銅」と記している場合も多いとみられる。観察や分析によって判断した場合を除いては「青銅鏡」と記すべきであろう。また、銀白色を呈する鏡の素材を「白銅」とする場合があるが、現代において白銅は100円や50円硬貨に用いられる銅―ニッケル合金を意味しており、少なくとも研究や展示においては用いるべきではないと考える。
- (4) 小松茂・山内淑人「古鏡の化学的研究」(『東方学報』京都第8冊、1937年)、山崎一雄・室住正世・馬淵久夫「椿井大塚山出土鏡の化学成分と鉛同位対比」(樋口隆康『三角縁神獣鏡綜鑑』、新潮社、1992年)、村上隆・肥塚隆保・沢田正昭「雪野山古墳出土の青銅鏡に対する科学的調査研究」(『雪野山古墳の研究 考察篇』、雪野山古墳発掘調

- 査団、1996年)など。
- (5) 管見に入ったものとして、『多利遺跡群発掘調査報告』(兵庫県教育委員会、1987年)、村上隆「草戸千軒町遺跡 出土の鏡の材質について」(広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編『草戸千軒町遺跡発掘調査報告Ⅱ』、広島県教育 委員会、1994年)、清水梨代「白川金色院跡経塚出土の和鏡について」(字治市歴史資料館編『白川金色院跡発掘 調査報告書―宇治市文化財調査報告第6冊―』、宇治市教育委員会、2003年)などがある。
- (6) 当研究所には重要文化財に一括指定されている伝羽黒山御手洗池出土鏡140面が収蔵されるが、これらについては機会を改めて検証したいと考えているため、今回は取り上げていない。
- (7) 詳細については、泉屋博古館古代青銅鏡放射光蛍光分析研究会「Spring-8を利用した古代青銅鏡の放射光蛍光分析(Ⅱ)」(『泉屋博古館紀要』24、2008年) および廣川守・村山順一郎「蔵品蛍光X線分析調査報告(Ⅰ)—導入機器の定量分析精度調査と春秋戦国時代空首布の分析-」(『泉屋博古館紀要』25、2009年)を参照のこと。
- (8) 沢田正昭「青銅遺物の組成とサビ―サビ層と地金層における主要成分の変動―」(奈良国立文化財研究所創立30周年記念論文集刊行会編『文化財論叢』、同朋舎出版、1983年)、同『文化財保存科学ノート』(近未来社、1997年)。
- (9) さびと地がねを分析、比較した研究として沢田正昭「遺物の非破壊調査法―金属製遺物の材質分析―」(『保存科学研究集会―埋蔵文化財の材質・構造・保存環境に関する研究―』、奈良国立文化財研究所、1986年)などがある。
- (10) 付けさびには、古い器物から採取した本当のさびや薬品、色漆、顔料、釉薬、色蠟などを用いる方法があったらしい。中野徹「擬古・倣古」(古田真一・山名伸生・木島史雄編『中国の美術』、昭和堂、2003年)、同「観古雑記(10)水中古、黒漆古、緑漆古、熟坑、盪蠟」(『陶説』669、日本陶磁協会、2008年)。
- (11) 中野徹解説『所蔵品選集 日本の鏡』(黒川古文化研究所、2005年)。
- (12) 成瀬正和「正倉院鏡を中心とした唐式鏡の化学的調査」(杉山洋『日本の美術393 古代の鏡』、至文堂、1999年) ほか。
- (13) 伊藤博之「砒素青銅鏡の製作再現実験」(『季刊考古学』62、雄山閣出版、1998年)。
- (14) 田中ちた子・田中初夫編『家政学文献集成続編 江戸期Ⅲ』(渡辺書店、1970年) 所収。
- (15) 村上隆「富本銭の材質に関する材料科学的研究」(『文化財論叢Ⅲ』、奈良文化財研究所、2002年)。
- (16) 成瀬正和「正倉院伝来のアンチモンインゴット」(『正倉院年報』17、1995年)。
- (17) 川野邊渉「前近代の銅生産遺跡に関する基礎的研究」(『考古学と自然科学』21、1989年)。
- (18) 伊藤博之氏、註(13) 論文。
- (19) 清水梨代「敦賀市深山寺経塚出土鏡についての検討」(『古代文化』62-2、2010年)。
- (20) 宇治市・白川金色院跡経塚で出土した「秋草蝶鳥鏡」もこのような例のひとつである。清水梨代氏、註(5) 論文。
- (21) 村上隆氏、註(5) 論文。
- (22) 『徳島県埋蔵文化財センター調査報告書第70集 寺山遺跡』 (徳島県教育委員会・財団法人徳島県埋蔵文化財センター、2007年)