

# 黒色銅合金の色調について

中谷昭子\*

## A study on the tone of black copper alloys

Akiko Nakatani

### 1 はじめに

金属工芸において、金属そのものの色は限られているので、色彩を豊かにし、配色の効果を得るために、日本では古くから赤銅（しゃくどう；Cu-Au合金）、四分一（しぶいち；Cu-Ag合金）などの銅合金を色金（いろがね）として用いてきた。

特に銅に少量の金を配合した赤銅は、煮込着色を施すことによって紫黒色の美しい色調を呈し、刀剣装具に重用されてきた。その色調は、単独でも、又、金・銀・銅との配色効果の上でも、現代に通用する金属色として工芸制作に用いられている。

長年受け継がれてきた日本独特の着色法によって得られる色調は、銅合金の金の配合量によって上品、中品、下品（江戸時代）などと種別されてきた。黒の色みについては、経験的に伝えられているだけで確かな識別の記録がない。そこで伝統的な仕様によって合金試料を作成し、着色実験を行って、得られた黒色の色調を数値で捉え、合金の組成の相違による黒の色みの相違について、着色後の色の変化も含めて実験、検討したので報告する。

### 2 黒色銅合金の沿革

赤銅はその文字から、銅の赤色を想像するであろうが、煮込着色を行うと紫黒色を呈する。それを「烏の濡れ羽色」と見て「烏金」とも書く。赤銅は着色して効果を発揮する着色用の銅合金として、中世日本の工人が発明した日本独特の装飾用合金である。天平時代の古文書にある「赤銅」は現在言う「しゃくどう」ではなく、正倉院宝物にも見られる「せきどう」であって、当時は熟銅—Cu純度の高いものを言っていた。

『平家物語』（延慶三年以前、1310年以前）巻第一の御輿振の中に「小桜を黄にかへいたる鑑きて、赤銅づくりの太刀をはき」とあり、『義経記』（室町初期成立）巻第二には「褐の直垂に節縄目の腹巻着て、赤銅造りの太刀帯いて」とある。

寛政12年（1800）刊行の松平定信編『集古十種』<sup>1)</sup>には、甲冑の巻十の「那須家藏甲冑圖」に「威糸花田金物烏銅紋所及菊花金減金」、巻十一の「安藝國嚴嶋神社藏小櫻威甲冑圖」に「水呑金物環鋌共烏銅坐皆金メッキ」、刀剣の巻二の「相模國箱根權現社藏源頼朝卿所納太刀圖」には「長七寸五分銀四分一」「覆輪茶四分一」、猿手の部分に「四分一」、兜金に「赤銅」、巻三の「那須氏藏與市宗高太刀金具圖」に「金物烏銅蔓草毛彫紋所高彫」と記されているなど、

\* 本学教授 金工

平安後期・鎌倉前期のものと考えられる甲冑・刀剣装具の図説に「烏銅」「赤銅」「四分一」「茶四分一」などの文字が散見され、平安時代末期頃には装飾用に銅合金を使い始めていたと推測されるが、「烏銅」を「赤銅」の意にあてる場合もあり、これらの文字が現在の意味内容で使われていたかどうかは明らかでない。足利尊氏奉納と伝えられる巖島神社の国宝「梨地桐文鍔腰刀」(南北朝時代)は、「金具は赤銅魚子地に五三桐文を鍍金」とされているが、寛政12年の『集古十種』には「鞘 金物皆烏銅」と記されており、天保13年(1842)の『巖島圖會』には「赤銅の魚子」と記されている。

着色した銅製品が確実に残っているのは室町時代の金工品で、彫金技術の発達した室町時代には、刀剣の装飾のための配色効果を考えた合金の使用が盛んに行われた。装剣金工の宗家「家彫」の後藤家の祖となる後藤祐乗(1440—1512)は、銅に少量の金を配合した赤銅と金を素材とした、いわゆる三所物である目貫・弁・小柄の傑作を残している。これは、このテーマの赤銅に当てはまるもので、その一つの東京芸術大学芸術資料館蔵の祐乗作と伝えられる「天神三所物」の小柄については、蛍光X線回折測定による半定量分析によって、約2.4 wt%の金が含まれていることが確認されている<sup>2)</sup>。銅の着色法は後藤家により研究され、秘伝として後世に伝えられた。

桃山時代に入ると、豪華な桃山芸術の特色が各種の刀装具にも表われ、後藤家も時流に乗って、赤銅魚子地に金文様の高彫色絵据文の鐔の制作をしている。当時の鐔の名工埋忠明寿(1558—1631)は、鉄・銅・真鍮・金・銀・赤銅と多彩な素材を使用した、平象嵌の単純な技法を生かした絵風の文様表現の華やかな鐔を制作した。

太平の世の江戸時代は、刀剣が次第に武士の装身具と化していったため、装剣金工は更に発展し日本金工史上特異となり、技巧の冴えや意匠の面白さに重点が置かれて、色金の使用は隆盛を極めた。格式を重んじた「家彫」に対抗し

て「町彫」の横谷宗珉(1651—1733)は、元禄頃富豪の町人階級に支えられて江戸金工の絢爛の花を咲かせた。特に「町彫」には、赤銅の他四分一・真鍮・銅などの色金や金銀を多用した華麗な作品が多い。江戸時代は江戸や京都に彫金の名工が輩出したが、各地の鐔工も藩公の奨励によって発達し、加賀、萩、肥後、仙台、薩摩など地方色豊かな刀装が生れた。中期以後、金工の技法は秘伝の域を脱して普及化され、技術の一部が公開されるに至った。稲葉通龍の『装剣奇賞』(天明元年(1781))は江戸時代の金工に関する代表的な書で、巻の五には金工用具の説明に続いて「烏銅」「烏金」などの造り方(合金法)及び「色上煮汁方」(煮込着色法)の仕様が記述されている。赤銅については「烏金」と記され、銅百目に堅白目(白味に同じ)貳匁を吹合せた「烏銅」(煮黒目)を「下地銅」とし、これに吹合す焼金の配合量によって上品・中品・下品とした三種類の合金法に、緑青・酢・膽礬・水を合わせた色上煮汁に、胆礬・緑青・明礬の早煮汁の煮込着色法が記されている。

やがて明治維新という大きな社会的変革を迎え、装剣金工も他の工芸と同様に新しい時代の生活様式にあった方向に転換せざるを得なかったが、その技法は金工の分野に受け継がれていた。江戸末期の名工加納夏雄らは東京美術学校の彫金科の教授に迎えられ、江戸の着色技術を現代の金工に伝えたのである。大正3年1914年に発刊された水野信常著の『色彩彫金術』は、当時の東京美術学校の教授であり金工界の重鎮であった海野勝珉・海野美盛の校閲でもあり、それまで秘伝とされていた金属着色法について経験に基づいて述べたもので、江戸時代からの伝統の上に確固として築かれた明治期の金工技法を詳細に伝えている。赤銅については、銅十匁に純金五分のものを最上の赤銅とし、純金二分五厘及至三分のものを普通品、純金一分に銀その他を混ぜたものを下等の、金の入らないものを劣等のとした四種類の赤銅の合金法を詳しく説明し、別に着色法を述べている。

黒色銅合金の色調について

昭和8年出版の清水亀蔵著の『金工雑録』<sup>3)</sup>に記されている合金法並びに着色法の内容は前記の『色彩彫金術』をほぼ踏襲したもので、明治以後の伝統技法の研究成果であり、昭和12年(1937)の『金工製作法』<sup>4)</sup>はその合金法並びに着色法に金工工具編を加えたもので、その仕様は現在でも標準とされている。赤銅についての記述は『色彩彫金術』と全く同じで、この日本古来の色金の技法は、金属表面処理の集大成として、単に美術工芸の上だけでなく、科学技術の上でも歴史的意味をもつものである。

3 煮込着色法

煮込着色法とは日本固有の銅着色法である。色金(いろがね—煮込着色法により色付される合金)によってその着色液の組成・着色法など少しずつ異なるが、緑青(CuCO<sub>3</sub>・Cu(OH)<sub>2</sub>)、胆礬(CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>O)などを水に溶かし、これを煮立てた中に銅合金を入れて煮込むことで着

色を施すという表面処理法である。銅イオンを含む弱い酸性溶液で煮込むことで銅表面を酸化して着色する、化学着色の一種である。

古くは“色上煮汁方”，明治以後は“煮色仕上”と呼ばれ、着色前の赤銅や四分一の表面の色は銅そのものほとんど変わらないが、煮込着色を施すことによって赤銅は紫黒色の、四分一は渋い銀灰色の、また銅は赤褐色の古銅色の色調をそれぞれ呈するようになる。

『装剣奇賞』による江戸時代の“色上煮汁”は、赤銅、四分一、銅とも同一であるが、『色彩彫金術』及び『金工製作法』には、銅、赤銅、四分一、真鍮等の材料別に煮込着色法が記述されている。

煮込は銅鍋を用い、着色液は、乳鉢で粉砕した緑青を最初に水に溶かしてから他の薬剤を入れて一度煮沸し、冷却して後使用する。着色しようとする材料を十分研磨した後、灰汁又は重曹で丁寧に洗ってよく脂肪気を取り除き、大根おろしで洗って後、沸騰させた薬液中で振動さ

表1 煮込着色液の組成

(装剣奇賞による)

	緑青	胆礬	明礬	食酢	水
烏金・四分一・銅	(奈良) 144c.c.	1.44c.c.		180c.c.	1.8 l
〃 (早煮汁)	15 g	1.88 g	1.88 g		1.8 l

(金工製作法による)

	緑青	胆礬	明礬	硼砂	梅酢	薰陸	酢	水
銅 (1)	5.63 g	5.63 g		0.38 g				1.8 l
(2)	5.63 g	5.63 g						(清水) 1.8 l
(3)	3.75 g	3.00 g			(蜆貝半分) 1 c.c.			1.8 l
(4)	3.75 g	3.00 g	1.13 g					1.8 l
赤銅	3.75 g	2.25 g	0.38 g					1.8 l
烏銅(1)	(元京印) 3.75 g	3.00 g	0.75 g			0.75 g		
(2)	3.75 g	1.88 g	5.63 g					
(3)	3.75 g	2.63 g						0.9 l
(4)	(元京印) 7.50 g	3.38 g					(蜆貝一ツ) 2 c.c.	0.9 l
黒味銅	3.75 g	1.88 g	1.88 g					1.8 l

せながら煮込む。

『装剣奇賞』及び『金工製作法』による着色液の組成を表1に示す。

## 4 実 験

### 4-1 実験の方法

初めに、実験に用いた試料の作成について述べる。合金の組織の相違による着色の状態を得るために、金の配合量の異なる6種類の試料を作成し、同一の着色液及び着色条件により煮込着色を施した。合金法並びに着色法は、伝統的な仕様を参考にした現在の一般的な方法を用いた。それについての詳細は次項に述べる。

作成した試料についての表面観察は、日本光学製金属顕微鏡を用いて表面の結晶組織を観察し、更にX線マイクロアナライザー日本電子製EPMA (Electron-probe Microanalyzer) JEOL JXA-50Aを用いて組成像、X線像の観察と蛍光X線分析を行った。

上記試料を用いて煮込着色を行い、得られた表面の色の色彩値の測定は、自記分光光度計MICC (村上色彩技術研究所製高速分光光度色差計CMS-1200型)で行った。時間経過による色調の変化を観察するために、着色5日後の第1回、それ以後2週間経過の第2回、更に150日後の第3回と、計3回の測色を行った。

### 4-2 実験試料

#### 4-2-1 試料の組成

試料として、金の配合量の異なる、五分差し、三分差し、一分差し、五厘差し、一厘差しの5種類の赤銅を作成した。その中、五厘差し、一厘差しの赤銅には、現在の金属工芸作家が一般的に使っている配合である、銅の二分の一量に黒味銅を用いた。これに黒味銅だけの試料を加えて、実験試料として合計6種類用意した。試料の組成を表2に示す。参考として、『装剣奇賞』の“造烏金方”並びに『金工製作法』の“合金法”による赤銅の配合例を表3に示す。

黒味銅は銅と白味(白目)の合金である。白

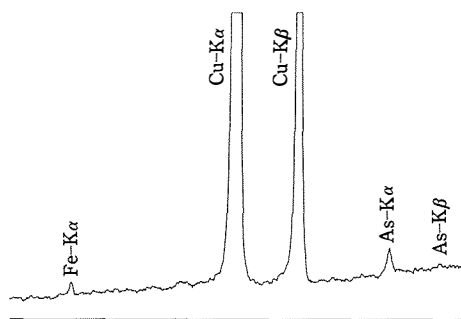


図1 黒味銅の蛍光X線分析

味は古式炉による銅の製錬の際に採出される不純物で、豊後白味、伊予白味、小豆白味、唐白味など産地によって名があり、銅・砒素・鉄・ニッケル・銀・金・アンチモンなどを含む。今回使用した黒味銅は、蛍光X線分析装置(EPMA)によって分析した結果、主成分は銅で、他にFeとAsが検出された。図1に示す。

#### 4-2-2 試料の作成

まず基礎的な材料として五分差しの赤銅を作成し、それに銅及び黒味銅をそれぞれ加えて他の試料を作成した。試料は各30gとし、合わせた材料を黒鉛るつぼを使用してガス炉で熔解し、金型に铸込んだ。

铸造された各合金試料をガスバーナーで同様に焼鈍し、酸化膜を希硫酸で洗滌し、同じ方向にローラーで圧延した。その際割れが生じないように加工率を低くし、铸物の厚さ4.9mmから焼鈍・圧延加工を8回くり返して、厚さ0.9mmの板状にした。

着色用試料は60mm×18.5mm、板厚0.9mmとし、上部に吊るすための孔1.5mmφをあけ、右肩に各試料番号1～6を刻印した。

#### 4-2-3 試料の観察

未着色試料の小片を、ローラーによる歪を除去するために550°Cに保ったシリコニット電気炉内で30分間加熱して焼鈍し、炉内から取り出して徐冷した。表面を紙やすり、酸化クローム及びアルミナ粉で鏡面状に研磨した後、グラードNo.1(塩化第二鉄0.5g、塩酸(濃)50ml、水100ml)で15秒間腐食して結晶組織を出し

黒色銅合金の色調について

表 2 試料の組成

(重量比)

試料 No.	種 別	金 (%)	銅 (%)	黒味銅 (%)
1	五分差し	4.76	95.24	—
2	三分差し	2.91	97.09	—
3	一分差し	0.99	99.01	—
4	五厘差し	0.50	49.75	49.75
5	一厘差し	0.10	49.95	49.95
6	黒 味 銅	—	—	100.00

表 3 赤銅の配合例

(装剣奇賞による)

		焼 金	烏 銅 (銅100: 堅■味2)
烏	上 品	6~7分	10匁
	中 品	3~4分	10匁
金	下 品	1分	10匁

(金工製作法による)

		純 金	銅	銀	豊後白味	小豆白味
赤 銅	最 上	5分 (4.76%)	10匁 (95.24%)	—	—	—
	普 通	2.5~3分 (2.44~2.91%)	10匁 (97.56~97.09%)	—	—	—
	下 等	1分 (0.93%)	10匁 (92.59%)	1分 (0.93%)	1分 (0.93%)	5分 (4.62%)
	劣 等	—	10匁 (92.59%)	2分 (1.86%)	1分 (0.93%)	5分 (4.62%)

(wt%)

て、日本光学製金属顕微鏡で観察した。図 2 に示す。

No. 1~No. 3 は金を 1~5 wt% 含む銅合金で、図 3 の Cu-Au 二元合金平衡状態図に見られるように Cu-Au の全率固溶体で、銅中に金の原子が無秩序に存在しているといわれている<sup>5)</sup>。写真によるとその特性がよくうかがえる。しかし肉眼の観察では、金の量が極めて少量のため、鈍銅とほとんど変わらないように見える。

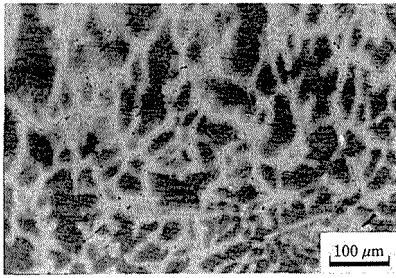
No. 4, No. 5 は、表 2 に示すように黒味銅及

び微量の金が含有されているが、銅に対する不純物程度の量であると思われる、その結晶組織も純銅の組織と類似している。

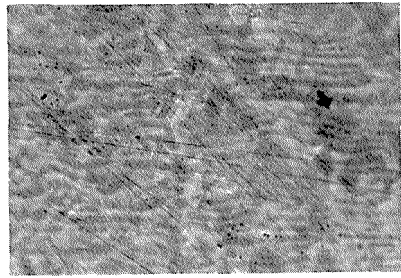
No. 6 は黒味銅のみであるが、上記の No. 4, No. 5 と同様に観察される。

更に EPMA (Electron-probe Microanalyzer) 日本電子製 JEOL JXA-50A によって五分差し赤銅並びに一厘差し赤銅の二種の試料について組成像と X 線像を観察した。加速電圧 25 kV で行った。

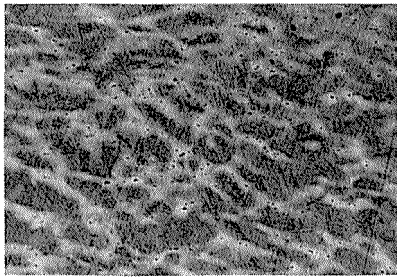
五分差し赤銅の X 線像によると、金の量は少



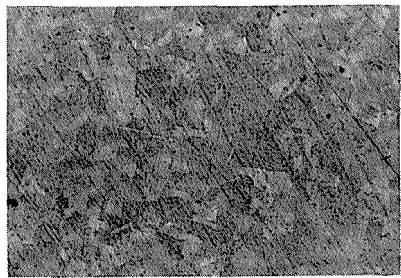
No. 1 (五分差し赤銅)



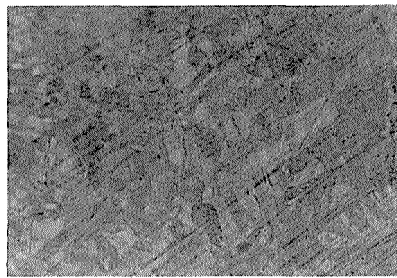
No. 4 (五厘差し赤銅)



No. 2 (三分差し赤銅)



No. 5 (一厘差し赤銅)



No. 3 (一分差し赤銅)



No. 6 (黒味銅)

図2 試料表面の光学顕微鏡写真

ないが全体に良く分布していることが判った。  
図4に示す。

黒味銅を含む一厘差し赤銅についても蛍光X線分析を試みたが、Au及びAs, Feも、微量のため検出できなかった。

#### 4-3 着色液及び着色条件

着色液の組成は、でき上った着色層の色調への影響があるので、『金工製作法』を参考にした東京芸術大学保存科学研究室の赤銅煮込液の配合、水1lに対して緑青 ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ )、胆礬 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )、明礬 ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) がそれぞれ1.9g, 1.2g, 0.2gの組成

をもつものを6l用意した。緑青は煮込着色に最適とされる元京印絵画用天然緑青で、蛍光X線分析法による定性分析結果では、 $\text{Cu}$ ,  $\text{Cl} > \text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Bi} > \text{Al}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Sn}$ であると報告されている<sup>6)</sup>。着色液のpHは5.64であった。

着色用試料の表面を紙やすり・朴炭・バフ・ウイノールでよく研磨した後、アセトン ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )、エタノール ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) の超音波洗浄でよく脱脂した。続いて重曹で軽く磨いて水洗し、煮込着色に効果があるとされる大根おろし汁の中に浸してから、加熱してある着色液の中に銅線で吊り下げて煮込んだ。大根おろし汁

黒色銅合金の色調について

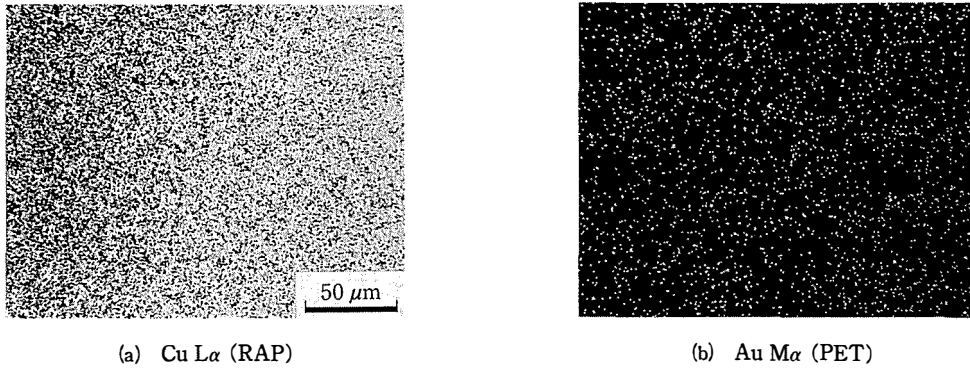


図4 五分差し赤銅のX線像

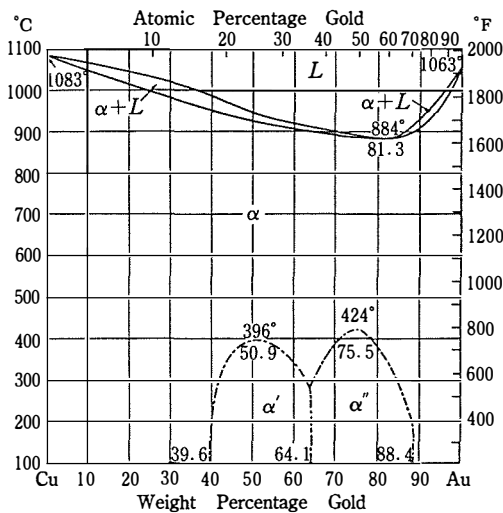


図3 Cu-Au 二元合金平衡状態図 (Metal Handbook (1948))

は、測定した結果 pH5.92の弱酸性であることが判った。6種類の試料につき順次前処理、煮込着色を同様に施した。煮込開始後4分で一度試料を煮液から温水中に取り出し、重曹で軽く皮膜を洗って色の着き具合を確認し、水洗して又大根おろし汁に浸してから沸騰液中で更に煮込を続けた。途中水分が蒸発するので、着色液の濃度を一定に保つために時々水を補った。色の着き具合に留意し、各試料それぞれ、程良いと思われる着色状態になった時点で終了とし、着色液から取り出して水洗した。

## 5 検 討

### 5-1 肉眼観察による検討

鏡面状に磨かれた着色前の6試料は、色・光沢とも全く見分けのつかない銅色であるが、煮込着色を施すことによって徐々に黒色を呈するようになり、均一な着色層で覆われる。この煮込着色層は、赤銅・銅・四分一とも亜酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)であると報告されている<sup>7)</sup>。

黒の色調が良好と思われる状態になるまで各試料の煮込を行ったが、五分差しの赤銅にやや色が着きにくい傾向がみられ、三分差し、一分差しの赤銅は比較的早く黒くなり、黒味銅の入ったものは中々黒さが濃くならなかった。各試料の着色所要時間は、五分差し32分、三分、一分差し20分、黒味銅の入った五厘差しと一厘差しに黒味銅は約30分であった。

このようにして作った試料についての肉眼で見た黒の色調は、それぞれ違っている。特に五分差しの赤銅は他の五種とは全く異なる青みを帯びた黒色を呈して際立ち、「烏の濡れ羽色」の表現通りである。三分差し以下は赤みがかかった黒で、金の量の少ない一分差しの方が色が沈んで見える。いわゆる「墨の色」と言われる色である。黒味銅の入ったものは黒に茶色っぽさを感じ、五厘差し、一厘差しの赤銅の識別はしにくい。黒味銅は黄色みを帯びた黒色に見える。

煮込着色によって得られる着色層の色は、時間が経過すると変化するので、通常的生活空間の中での色の変化の状態を知るために、短期間ではあるが時間経過についての実験を試みた。

試料を、南向きリビングルームの、開口部はレースのカーテンで直射日光を遮った室内の、直接日射の届かない位置にある1.25 m 高さの棚上に並置して、その変化を観察した。それについては測色器による測定も行った。

肉眼で観察した150日後の黒の色調は、五分差しの赤銅は前にも増して青黒い美しさが他とは別格で、次いで三分差しの赤銅に幾らか青みを感じられるが、一分差しの赤銅の沈んだ黒に対して、黒味銅の入った五厘差しの赤銅の方に青みを感じられて比較すると美しい黒に見え、一厘差しの赤銅と黒味銅は褐色がかって似かよ

ってきた。

#### 5-2 測色値について

測色は、着色5日後の1月25日の第1回、それ以後2週間経過した2月8日の第2回、更に約150日後の7月5日の第3回と、三度にわたって行った。

試料の色彩値の測定は、自記分光光度計MICC（村上色彩技術研究所製高速分光光度色差計CMS-1200型）で行った。試料が大体近似した黒色であるので、測定の感度を10倍にし、合計80回に及ぶ測色を行った。表4に示す。使用光源はC光源である。

以上の測定データについて、色度の平均値とHVC（マンセル値）を表5に示す。平均値とは、一試料につき第1回は4回、第2回は3回、第3回は4回色彩値を測定した、それぞれ

表5 測定値とマンセル表示

×10, 光源C

試料 No.	a			b			c		
	測色値	マンセル		測色値	マンセル		測色値	マンセル	
1	Y	4.124	1.3PB 2.4/1.8	Y	4.287	1.0PB 2.4/1.7	Y	5.443	9.4B 2.7/1.3
	x	0.266		x	0.268		x	0.276	
	y	0.278		y	0.280		y	0.292	
2	Y	4.100	3.1PB 2.4/0.7	Y	4.320	3.2PB 2.4/0.7	Y	5.293	0.2PB 2.7/0.5
	x	0.294		x	0.292		x	0.298	
	y	0.300		y	0.298		y	0.307	
3	Y	3.643	8.7PB 2.2/0.5	Y	3.760	0.7P 2.2/0.4	Y	4.978	6.6P 2.6/0.2
	x	0.302		x	0.305		x	0.310	
	y	0.302		y	0.305		y	0.312	
4	Y	5.268	8.0PB 2.7/0.6	Y	5.040	7.9PB 2.6/0.6	Y	5.985	6.9PB 2.9/0.2
	x	0.301		x	0.300		x	0.307	
	y	0.301		y	0.300		y	0.311	
5	Y	5.343	9.6PB 2.7/0.4	Y	5.103	0.9P 2.6/0.4	Y	6.540	2.0R 3.0/0.2
	x	0.304		x	0.305		x	0.314	
	y	0.305		y	0.304		y	0.315	
6	Y	5.403	0.3RP 2.7/0.4	Y	5.100	3.1RP 2.6/0.4	Y	7.113	1.7RP 3.1/0.6
	x	0.312		x	0.315		x	0.314	
	y	0.307		y	0.309		y	0.307	
備考	88. 1. 25	4回測定値の平均		88. 2. 8	3回測定値の平均		88. 7. 5	4回測定値の平均	



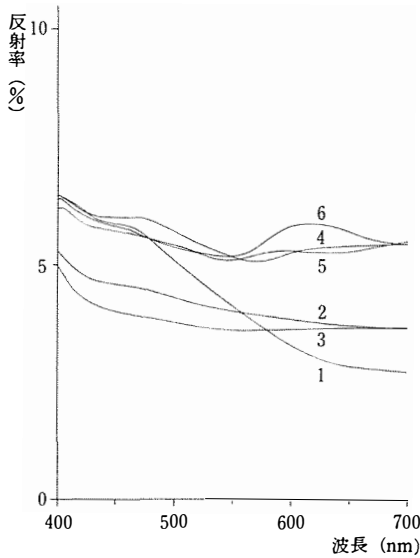


図5-a 分光反射率分布曲線 第1回

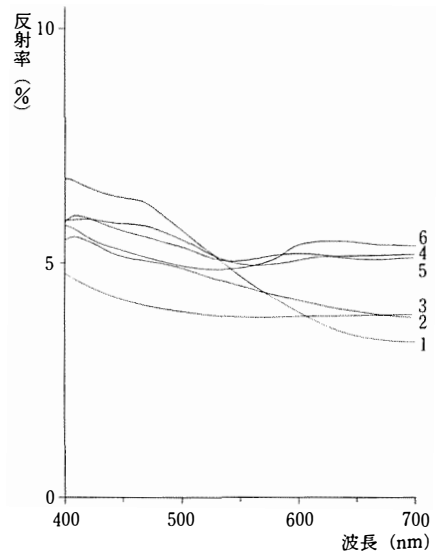


図5-b 第2回

の平均値のことである。マンセル明度への読み換えは、小数点2位の値までによる。

### 5-3 分光分布の検討

前記により測色した分光反射測定の数値に基づく分光反射率分布曲線(図5)は、その特長を強調するために100倍にしたものである。

分光分布曲線にはそれぞれ同グループの色の性質が出ており、No.1の五分差しの赤銅には青みの強い傾向が認められ、No.2, No.3の三分差しと一分差しの赤銅は青みが弱く、青みの傾向が失われてあいまいな色であり、No.4, No.5の黒味銅の入った五厘差しと一厘差しの赤銅は赤みが加わり青みが弱まって紫のパターンが分光分布の上では見られ、No.6の黒味銅はオレンジがかかる傾向が認められる。

各試料についての時間経過による色調の変化を、各3回の測色データに基づく分光分布曲線によって図6に示す。それによると

No.1(五分差し赤銅)は黒さの色調、良い色の性質は変わらない。カーブの性質は相対的に青から緑にかけて強まっており、青みが前よりはっきり増え、青みが強まっている。青紫黒色にあてはまると考えられる。

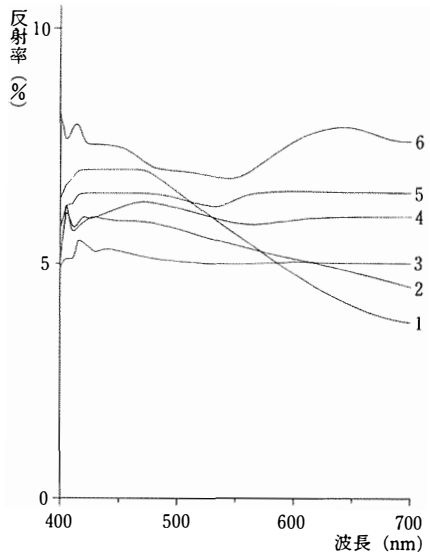


図5-c 第3回

No.2(三分差し赤銅)は全体に僅かに明るくなった。青みが感じられたのが前に比べやや薄くなっている。元々弱いのが、全体として青みがかかった性質が弱まって藍部分に突出がある。黒としては変りない。

No.3(一分差し赤銅)は全体に明るくなって、黒の性質としては短波長の側がほんの僅か

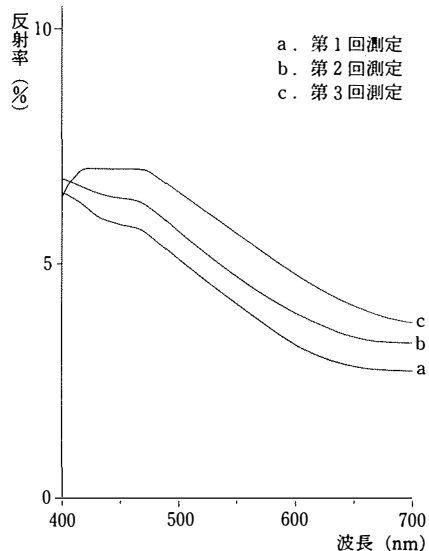
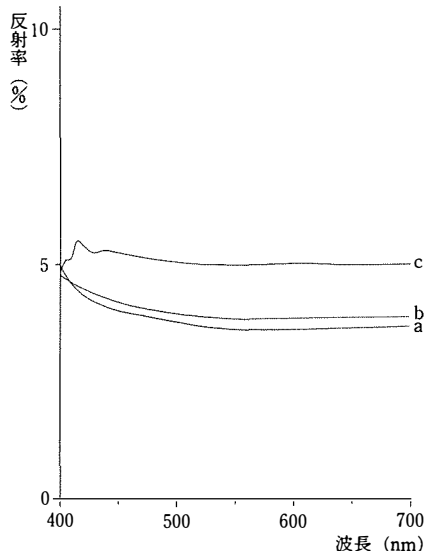
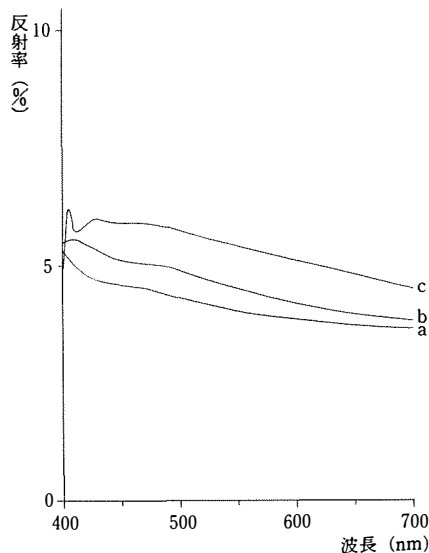


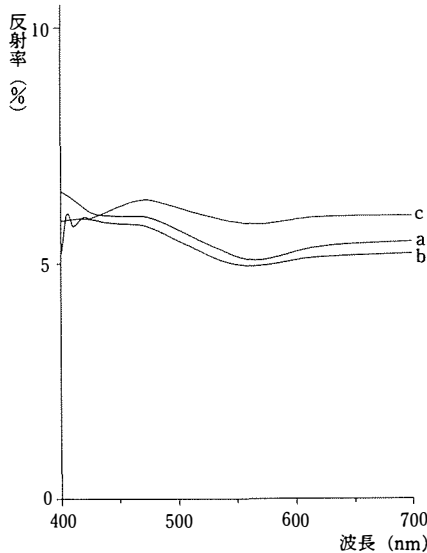
図6 試料別分光分布の経時変化 No. 1 (五分差し赤銅)



No. 3 (一分差し赤銅)



No. 2 (三分差し赤銅)



No. 4 (五厘差し赤銅)

優勢である。有彩色としては性格がほとんど無い。

No. 4 (五厘差し赤銅) は全体に明るくなって、長波長の側が相対的に優勢になってきた。波長410 nm のところに突出が見える。

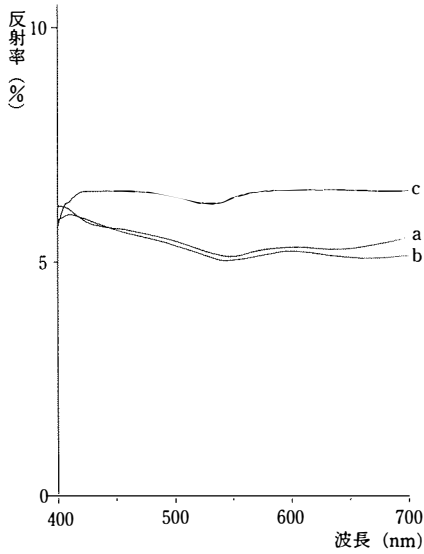
No. 5 (一厘差し赤銅) は全体に明るくなって、全体的には570 nm 位から長波長が優勢で

ある。茶褐色がかってきた。

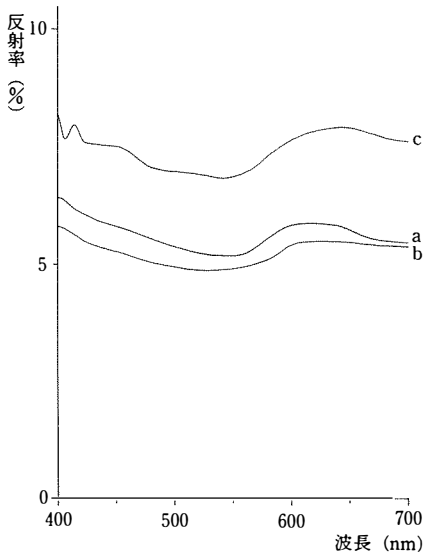
No. 6 (黒味銅) は全体がかなり明るくなって透けている。性質はそのまま、長波長側がかなり優勢で580 nm 辺から強まり、茶褐色がかかる。

以上をまとめると、全体の濃さは落ちて明るくはなっているが、分光分布の型はさ程変わって

6 ま と め



No. 5 (一厘差し赤銅)



No. 6 (黒味銅)

赤銅といわれる、銅合金の煮込着色によって得られる黒の色みについて、金の配合量の違いによる色調の相違を、5ヶ月余の時間経過による色の変化の状態も含めて実験・観察した。識別しにくい、深みのある光沢をもつ紫黒色を、一般物体色の測定方法で測色したが、同一条件で、回数多くとったデータはほぼ安定した結果を示しているといえる。立体作品の場合には反射面としての角度は多様で、肉眼ではつかみにくいものを単一裡に調べることに意味があった。時間経過により色は変化することもあるが、肉眼で知覚したことを数値で確認できたことは有意義であったと思う。

金の配合量の違いと、黒味銅を入れたものと、6種類の試料の黒の色みにはそれぞれ性格があり、5ヶ月ではあるが時間を経過して色は明るくなっても色の性格は残っており、一見同じように見える黒でも、並べて見ると色みには違いがある。金属色は光の色や見る角度によって違って見え、色の好みは個々のもので、色の良し悪しは一概には言えないが、烏の濡れ羽色と言われ、最上の赤銅といわれてきた五分差しの赤銅が、青みがかかった黒で優れて美しいことが確認された。色金として用いる場合には、合わせる色との対比の効果の問題であり、色調は表現の意図による。褐色みを帯びた黒の柔かい色調には暖かみがあり、金属色の、派手でなく深みのある光沢の紫黒色は落着いて見える。小品の制作の場合は金の配合量の選択も容易であるが、大きい作品の場合には金の量が問題になる。今回の実験では、一分差しの赤銅と五厘差しの赤銅とでは、5ヶ月経過後、黒味銅を入れた五厘差しの赤銅の方が青みがあって美しく見えるように変わった。金が同量で、黒味銅を入れた場合と入れない場合の相違については、今回は実験をしていないので、黒味銅の色調に及ぼす影響について、今後調べてみる必要がある。

今回の6種類の試料については、今後の時間

いない。No. 1は性格がはっきりしており、良さが鮮かさがみえる。他のNo. 2~5は明るさが増して無性格的である。この中、2, 3はほぼ同タイプ、4, 5はカーブは同タイプであるが、詳しく見ると4には青み、5には赤みがある。No. 6は別種で、肉眼観察による色は悪い。

表4 測定値例—a 第1回測定

試料 No. 1	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(五分差し赤銅)	400	0.0648	0.0674	0.0656	0.0638	0.0625	0.0615	0.0611	0.0608	0.0604	0.0604
	450	0.0601	0.0600	0.0595	0.0587	0.0581	0.0575	0.0565	0.0556	0.0549	0.0537
	500	0.0524	0.0515	0.0504	0.0495	0.0485	0.0475	0.0466	0.0459	0.0452	0.0447
	550	0.0437	0.0427	0.0420	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0369	0.0361
	600	0.0354	0.0349	0.0344	0.0340	0.0334	0.0327	0.0324	0.0321	0.0317	0.0315
	650	0.0314	0.0311	0.0309	0.0308	0.0307	0.0309	0.0305	0.0306	0.0307	0.0307
	700	0.0308									
試料 No. 2	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(三分差し赤銅)	400	0.0546	0.0529	0.0510	0.0501	0.0494	0.0490	0.0483	0.0477	0.0472	0.0473
	450	0.0470	0.0470	0.0469	0.0463	0.0460	0.0458	0.0457	0.0454	0.0450	0.0447
	500	0.0443	0.0438	0.0434	0.0432	0.0427	0.0424	0.0422	0.0419	0.0416	0.0413
	550	0.0411	0.0410	0.0406	0.0405	0.0403	0.0400	0.0398	0.0396	0.0394	0.0392
	600	0.0393	0.0369	0.0387	0.0387	0.0384	0.0383	0.0380	0.0381	0.0379	0.0378
	650	0.0375	0.0374	0.0371	0.0371	0.0371	0.0372	0.0369	0.0369	0.0369	0.0366
	700	0.0368									
試料 No. 3	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(一分差し赤銅)	400	0.0506	0.0488	0.0464	0.0453	0.0439	0.0433	0.0426	0.0423	0.0414	0.0411
	450	0.0409	0.0407	0.0401	0.0396	0.0392	0.0390	0.0387	0.0383	0.0382	0.0381
	500	0.0378	0.0375	0.0372	0.0370	0.0368	0.0365	0.0362	0.0362	0.0360	0.0362
	550	0.0361	0.0360	0.0360	0.0361	0.0362	0.0363	0.0363	0.0364	0.0365	0.0366
	600	0.0367	0.0367	0.0364	0.0364	0.0364	0.0362	0.0363	0.0364	0.0363	0.0363
	650	0.0364	0.0363	0.0363	0.0362	0.0362	0.0363	0.0362	0.0365	0.0363	0.0364
	700	0.0367									
試料 No. 4	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(五厘差し赤銅)	400	0.0672	0.0658	0.0644	0.0634	0.0626	0.0623	0.0619	0.0616	0.0620	0.0618
	450	0.0619	0.0621	0.0619	0.0616	0.0615	0.0609	0.0604	0.0601	0.0594	0.0589
	500	0.0580	0.0574	0.0569	0.0564	0.0558	0.0554	0.0551	0.0546	0.0542	0.0539
	550	0.0536	0.0533	0.0531	0.0531	0.0530	0.0530	0.0533	0.0535	0.0538	0.0541
	600	0.0545	0.0546	0.0548	0.0549	0.0551	0.0551	0.0553	0.0557	0.0556	0.0557
	650	0.0559	0.0559	0.0560	0.0560	0.0563	0.0565	0.0565	0.0565	0.0568	0.0567
	700	0.0566									
試料 No. 5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(一厘差し赤銅)	400	0.0625	0.0639	0.0627	0.0616	0.0600	0.0600	0.0593	0.0590	0.0588	0.0586
	450	0.0566	0.0564	0.0583	0.0576	0.0573	0.0573	0.0566	0.0563	0.0559	0.0556
	500	0.0549	0.0545	0.0540	0.0538	0.0533	0.0532	0.0530	0.0531	0.0530	0.0530
	550	0.0529	0.0531	0.0532	0.0534	0.0535	0.0538	0.0539	0.0540	0.0541	0.0540
	600	0.0542	0.0541	0.0539	0.0538	0.0537	0.0534	0.0535	0.0536	0.0536	0.0538
	650	0.0540	0.0540	0.0542	0.0546	0.0548	0.0552	0.0556	0.0560	0.0564	0.0569
	700	0.0571									
試料 No. 6	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(黒味銅)	400	0.0638	0.0635	0.0619	0.0612	0.0605	0.0591	0.0587	0.0584	0.0582	0.0578
	450	0.0578	0.0572	0.0567	0.0560	0.0557	0.0552	0.0546	0.0540	0.0537	0.0535
	500	0.0534	0.0533	0.0529	0.0530	0.0526	0.0522	0.0520	0.0520	0.0519	0.0520
	550	0.0522	0.0525	0.0530	0.0537	0.0544	0.0551	0.0557	0.0564	0.0569	0.0574
	600	0.0580	0.0582	0.0583	0.0585	0.0582	0.0580	0.0579	0.0578	0.0575	0.0571
	650	0.0568	0.0564	0.0559	0.0556	0.0554	0.0551	0.0547	0.0546	0.0544	0.0544
	700	0.0544									

経過による変化を追跡したい。

### 謝 辞

本研究をまとめるにあたり、御指導下さいました東京芸術大学保存科学研究所新山栄教授、並びに同大色彩研究室小町谷朝生教授、色彩値の測定に御助力下さいました同研究室市橋豊美

助手、また試料の作成に際し御配慮頂きました同鍛金研究室山下恒雄教授、同彫金研究室田中勇教授、あわせてデータの整理に御協力下さいました村上色彩技術研究所横山和代氏の各位に深く感謝致します。

黒色銅合金の色調について

表4 測定値例—b 第2回測定

試料 No. 1 (五分差し赤銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0657	0.0650	0.0652	0.0634	0.0639	0.0635	0.0627	0.0620	0.0618	0.0612
450	0.0612	0.0608	0.0607	0.0602	0.0599	0.0589	0.0583	0.0574	0.0565	0.0553
500	0.0543	0.0534	0.0524	0.0510	0.0501	0.0491	0.0480	0.0472	0.0463	0.0455
550	0.0452	0.0444	0.0433	0.0425	0.0415	0.0405	0.0397	0.0389	0.0385	0.0379
600	0.0371	0.0364	0.0359	0.0352	0.0346	0.0338	0.0333	0.0329	0.0327	0.0324
650	0.0321	0.0320	0.0317	0.0316	0.0311	0.0310	0.0308	0.0310	0.0308	0.0307
700	0.0306									
試料 No. 2 (三分差し赤銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0545	0.0551	0.0552	0.0536	0.0543	0.0540	0.0530	0.0523	0.0519	0.0517
450	0.0512	0.0512	0.0509	0.0506	0.0506	0.0500	0.0495	0.0495	0.0491	0.0488
500	0.0482	0.0477	0.0472	0.0466	0.0462	0.0459	0.0454	0.0451	0.0447	0.0446
550	0.0447	0.0443	0.0438	0.0434	0.0431	0.0426	0.0427	0.0424	0.0423	0.0425
600	0.0421	0.0417	0.0415	0.0414	0.0411	0.0408	0.0404	0.0401	0.0401	0.0399
650	0.0398	0.0396	0.0395	0.0394	0.0390	0.0387	0.0388	0.0392	0.0385	0.0383
700	0.0379									
試料 No. 3 (一分差し赤銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0454	0.0451	0.0443	0.0429	0.0433	0.0432	0.0428	0.0417	0.0415	0.0412
450	0.0409	0.0403	0.0402	0.0399	0.0395	0.0393	0.0388	0.0388	0.0385	0.0385
500	0.0385	0.0382	0.0381	0.0378	0.0378	0.0373	0.0370	0.0370	0.0369	0.0369
550	0.0372	0.0374	0.0372	0.0373	0.0373	0.0374	0.0378	0.0377	0.0380	0.0382
600	0.0381	0.0381	0.0380	0.0381	0.0379	0.0380	0.0379	0.0378	0.0379	0.0377
650	0.0380	0.0379	0.0379	0.0379	0.0378	0.0377	0.0377	0.0381	0.0382	0.0383
700	0.0380									
試料 No. 4 (五厘差し赤銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0575	0.0577	0.0583	0.0576	0.0582	0.0579	0.0576	0.0573	0.0572	0.0568
450	0.0568	0.0571	0.0570	0.0570	0.0565	0.0563	0.0557	0.0554	0.0548	0.0542
500	0.0536	0.0531	0.0525	0.0520	0.0514	0.0508	0.0501	0.0498	0.0494	0.0492
550	0.0493	0.0493	0.0489	0.0489	0.0488	0.0489	0.0491	0.0492	0.0495	0.0501
600	0.0501	0.0503	0.0506	0.0506	0.0506	0.0507	0.0506	0.0506	0.0506	0.0509
650	0.0509	0.0510	0.0510	0.0512	0.0511	0.0511	0.0512	0.0520	0.0513	0.0515
700	0.0512									
試料 No. 5 (一厘差し赤銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0590	0.0592	0.0588	0.0582	0.0575	0.0577	0.0572	0.0564	0.0562	0.0561
450	0.0557	0.0556	0.0554	0.0553	0.0547	0.0541	0.0536	0.0536	0.0531	0.0527
500	0.0522	0.0519	0.0514	0.0507	0.0504	0.0500	0.0496	0.0494	0.0493	0.0494
550	0.0500	0.0499	0.0500	0.0501	0.0502	0.0508	0.0510	0.0515	0.0519	0.0522
600	0.0520	0.0519	0.0519	0.0516	0.0514	0.0511	0.0508	0.0508	0.0510	0.0506
650	0.0504	0.0503	0.0502	0.0505	0.0500	0.0501	0.0504	0.0515	0.0513	0.0514
700	0.0510									
試料 No. 6 (黒味銅)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	0.0580	0.0570	0.0567	0.0554	0.0551	0.0548	0.0541	0.0538	0.0537	0.0530
450	0.0528	0.0526	0.0524	0.0518	0.0513	0.0504	0.0498	0.0494	0.0494	0.0492
500	0.0495	0.0495	0.0493	0.0491	0.0490	0.0488	0.0486	0.0485	0.0484	0.0487
550	0.0491	0.0496	0.0498	0.0503	0.0504	0.0512	0.0518	0.0527	0.0532	0.0541
600	0.0543	0.0546	0.0551	0.0553	0.0553	0.0554	0.0551	0.0550	0.0553	0.0551
650	0.0550	0.0540	0.0545	0.0543	0.0539	0.0534	0.0537	0.0540	0.0539	0.0540
700	0.0536									

注

- 1) 松平定信編『集古十種』(1800年)  
江戸寛政期の文化財目録。古文書・古器物・碑銘  
などを模写して編纂した図録。鐘銘・碑銘・兵器  
・銅器・楽器・文房・扁額・印章・法帖・古画の

十種, 85巻

- 2) 村上隆・新山栄・北田正弘「赤銅着色層のキャ  
ラクタリゼーション (1)」(古文化財の科学 32,  
31~39, 1987年) 37頁
- 3) 清水亀蔵『金工雑録』(1933年)  
金工に関する秘伝の記録を, 第一編合金法, 第二

表 4 測定値例—c 第 3 回測定

試料 No. 1	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(五分差し赤銅)	400	0.0628	0.0660	0.0686	0.0686	0.0686	0.0696	0.0686	0.0689	0.0687	0.0694
	450	0.0681	0.0686	0.0690	0.0684	0.0683	0.0677	0.0676	0.0665	0.0657	0.0646
	500	0.0638	0.0632	0.0620	0.0612	0.0602	0.0592	0.0586	0.0578	0.0569	0.0563
	550	0.0560	0.0552	0.0542	0.0533	0.0522	0.0513	0.0506	0.0498	0.0492	0.0484
	600	0.0477	0.0464	0.0457	0.0452	0.0445	0.0439	0.0431	0.0423	0.0417	0.0416
	650	0.0409	0.0407	0.0401	0.0396	0.0395	0.0390	0.0386	0.0387	0.0381	0.0375
	700	0.0372									
試料 No. 2	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(三分差し赤銅)	400	0.0477	0.0626	0.0565	0.0571	0.0578	0.0583	0.0590	0.0575	0.0574	0.0575
	450	0.0571	0.0579	0.0571	0.0580	0.0575	0.0572	0.0569	0.0573	0.0570	0.0566
	500	0.0562	0.0559	0.0561	0.0552	0.0548	0.0545	0.0543	0.0537	0.0536	0.0533
	550	0.0536	0.0531	0.0529	0.0525	0.0521	0.0519	0.0519	0.0514	0.0513	0.0509
	600	0.0511	0.0507	0.0504	0.0505	0.0499	0.0495	0.0494	0.0493	0.0484	0.0487
	650	0.0484	0.0481	0.0476	0.0474	0.0470	0.0465	0.0469	0.0461	0.0460	0.0458
	700	0.0454									
試料 No. 3	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(一分差し赤銅)	400	0.0478	0.0514	0.0504	0.0546	0.0534	0.0524	0.0522	0.0529	0.0528	0.0522
	450	0.0523	0.0521	0.0517	0.0515	0.0511	0.0514	0.0513	0.0512	0.0510	0.0511
	500	0.0510	0.0507	0.0506	0.0505	0.0501	0.0498	0.0500	0.0498	0.0495	0.0493
	550	0.0500	0.0498	0.0498	0.0499	0.0499	0.0503	0.0505	0.0505	0.0507	0.0511
	600	0.0510	0.0509	0.0507	0.0509	0.0507	0.0506	0.0504	0.0504	0.0503	0.0502
	650	0.0500	0.0500	0.0503	0.0501	0.0502	0.0501	0.0498	0.0496	0.0503	0.0501
	700	0.0504									
試料 No. 4	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(五厘差し赤銅)	400	0.0535	0.0627	0.0586	0.0594	0.0611	0.0597	0.0609	0.0615	0.0620	0.0625
	450	0.0630	0.0634	0.0637	0.0643	0.0643	0.0643	0.0639	0.0641	0.0632	0.0630
	500	0.0629	0.0626	0.0619	0.0615	0.0615	0.0608	0.0603	0.0599	0.0599	0.0596
	550	0.0596	0.0594	0.0591	0.0589	0.0592	0.0591	0.0592	0.0595	0.0600	0.0600
	600	0.0601	0.0601	0.0606	0.0609	0.0606	0.0610	0.0611	0.0609	0.0610	0.0609
	650	0.0612	0.0613	0.0610	0.0609	0.0611	0.0608	0.0613	0.0613	0.0612	0.0611
	700	0.0612									
試料 No. 5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(一厘差し赤銅)	400	0.0591	0.0626	0.0620	0.0641	0.0646	0.0647	0.0647	0.0649	0.0650	0.0650
	450	0.0648	0.0649	0.0646	0.0648	0.0645	0.0647	0.0643	0.0646	0.0639	0.0641
	500	0.0644	0.0641	0.0641	0.0634	0.0632	0.0629	0.0630	0.0631	0.0634	0.0636
	550	0.0643	0.0644	0.0644	0.0651	0.0660	0.0662	0.0670	0.0677	0.0681	0.0684
	600	0.0683	0.0686	0.0684	0.0681	0.0683	0.0677	0.0674	0.0676	0.0674	0.0671
	650	0.0669	0.0671	0.0673	0.0670	0.0670	0.0670	0.0668	0.0669	0.0669	0.0670
	700	0.0675									
試料 No. 6	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
(黒味銅)	400	0.0827	0.0772	0.0796	0.0795	0.0763	0.0763	0.0761	0.0760	0.0755	0.0748
	450	0.0747	0.0748	0.0735	0.0730	0.0717	0.0707	0.0695	0.0695	0.0687	0.0686
	500	0.0684	0.0687	0.0681	0.0679	0.0677	0.0677	0.0674	0.0670	0.0672	0.0674
	550	0.0682	0.0682	0.0690	0.0693	0.0705	0.0711	0.0721	0.0732	0.0742	0.0751
	600	0.0760	0.0762	0.0768	0.0768	0.0774	0.0773	0.0774	0.0775	0.0777	0.0777
	650	0.0779	0.0774	0.0768	0.0767	0.0763	0.0761	0.0761	0.0759	0.0754	0.0748
	700	0.0744									

編着色法として東京美術学校内で学生により写本  
60部作成されたもの

4) 清水亀蔵『金工製作法』(1937年)

東京美術学校工芸科彫金部の学生 5 人により講義  
用として100部限で謄写印刷されたもので、第一  
編金工工具、第二編合金法、第三編着色法からな

り、奥付に無断に複製又は転載を禁ずと記載され  
ている

5) 村上, 前掲論文, 33頁

6) 村上隆・新山栄「色金の着色過程の観察」(古  
文化財の科学 30, 1~10, 1985年) 3頁

7) 村上, 前掲(注2)論文, 38頁