

機関番号：12606

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20520115

研究課題名（和文） 工芸の展開—美術鑄物と表面処理の関係

研究課題名（英文） Expand of craft – the relationship between art casting and surface treatment

研究代表者

赤沼 潔 (AKANUMA KIYOSHI)

東京芸術大学・美術学部・准教授

研究者番号：30267687

研究成果の概要（和文）：鑄銅品の表面の着色法について検証し、その着色技法をもとに130個以上の色見本を作製した。作製については、各種鑄造法、合金の種類、仕上げ方法、薬品処理等によるそれぞれの違いを比較しながら安定した着色法を探った。この研究に於いては多くの着色法を展開することができたが、特に真鍮の煮色着色の幅を広げられたことは大きな成果であった。

研究成果の概要（英文）：Coloration to the surface of copper alloy casting was examined, and based on the coloration, more than 130 color samples were made. We sought steady coloration by comparing the differences of various casting process, types of alloy, finishing methods and chemical treatments. A significant number of colorations were developed, and finding the ability to increase the range of chemical treatment colorations for brass was a big achievement.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：鑄金

科研費の分科・細目：芸術学・芸術史・芸術一般

キーワード：工芸 鑄金 鑄造 金属工芸 表面処理 着色

## 1. 研究開始当初の背景

金属の鑄造は、銅の発見から始まり、その後、鉛、金、銀などが発見され、やがて銅と錫の合金いわゆる青銅(ブロンズ)で行われるようになった。比較的溶け合いやすい両者の性質がひとつとなったのはまったく自然であったと思われる。青銅は鑄物が作りやすいばかりではなく、青銅自体美しい色沢と丈夫な性質を持っており、また、鑄造後の加工しやすい点などと相まって、古来生活用具から装飾品、あるいは武器などが作られ、優れた美しい遺品を今に伝えている。

青銅(ブロンズ)は現在もなお、美術、工芸用の金属として最も広く使用され、特に「ブ

ロンズ」の名称は美術彫刻、記念建造物とは切り離せない密接な呼称とまでなっている。古代から金(Au)の希少価値とその黄金色に対する憧憬は万人の希求するところであった。おそらく青銅も青銅自体の持つ金属光沢を生かして研磨され、黄金色にあこがれる銅色の光沢が愛玩賞美されたものであろう。これらの青銅遺品は、あるいは土中に埋没され、あるときは水の中に放置され、それぞれのおかれた環境によって次第に異なった色調を生ずる結果となった。たとえば、地熱によって赤い酸化皮膜が生じ、空気や水に触れて塩基性炭酸銅を主にした緑青を生じ、またこれが分解して孔雀石のような紺碧色の複雑微妙な驚くべき美しい色調の青銅色が生じた

のである。

古青銅の今に伝わる色はまことに美しいものであるが、これらを今日、水中古、土中古などと称している。この永い年月、おかれた環境によって生じた美しい種々の自然色調に対して、鑄金作家は憧憬的再現を計るとともに作品の重要な要素としてもその再現の研究を続けてきている。これらは、金属工芸の分野で数百年個々に伝承され「日本固有の銅着色」として海外でも評価されている。しかし、明治以後においては諸外国に比べ銅着色に関する研究は乏しく、消滅してしまった技法もあり、銅着色の技術の開発は遅れているのが現状である。

## 2. 研究の目的

美術工芸の分野における鑄金(鑄物)の表現では、その表面色は非常に重要な要素となる。その表面の深い色を発色させるために多くの技法があるが、特に鑄銅品はその変化が著しく、作品の完成度を大きく左右する。この色沢を得る技法は、個々の伝承的内容が多く、現在は消えてしまった技法もある。これらを検証しながら、鑄造技法、合金の種類、合金の加工、薬品処理、色沢の定着を考察し、技法の再現を試みながら、鑄物の表現の幅の拡大をねらい、多岐にわたる鑄物合金の表面処理色の色見本の作製と安定した制作法を確立させることがこの研究の目的である。

## 3. 研究の方法

[平成20年度]

### 基礎研究

古代の鑄銅品から現代の鑄銅作品(本学に収蔵されている鑄銅作品を中心として)の色沢の調査を通して、美術鑄物の表面色沢の現状把握、文献による方法論の調査。

### 基礎調査

現状の美術鑄物の表面着色法を美術鑄物の生産地を中心に調査する。調査予定地は、国内では、富山県高岡市、岩手県盛岡市、関西方面を予定。また、伝承的技法で現在は途絶えてしまった着色法等の文献をもとに調査する。

### 研究基本プランの作成

上記調査をもとに年代、鑄物肌、色沢面、技法面ごとに分類し、次年度以降の展開方針をまとめ、調査内容をデータ化する。

[平成21年度]

### 基礎研究

前年度に引き続き、現存する鑄銅作品の調査を行い、基本プランの再検討と表面処理着色法の実施内容を確認する。

### 美術鑄物(銅合金)の検証

銅合金の種類は、その合金する金属の種類、

組み合わせ、割合によって無限にある。その中で鑄物作品制作上有効と思われる下記のような代表的な銅合金を中心に実施を考えるが、基礎調査を受けて、実施可能な銅合金を検証していく。

- ・青銅(BC6、芸大青銅、砒素銅を各割合で含んだ青銅、唐金、銅の割合を変化させた青銅)
- ・白銅(銅、ニッケルの割合を変化させた各種)
- ・洋銀、洋白(銅、ニッケル、亜鉛、鉛の割合を変化させた各種)
- ・真鍮(銅、亜鉛の割合を変化させた各種)
- ・隴銀(青銅、銀の割合を変化させた各種)
- ・その他

### 多岐にわたる美術鑄物鑄造技法の再確認

現在の鑄造法は工業生産品製造としての鑄造法を含めると多岐にわたるが、美術鑄物の鑄造法は数種類となる。作品制作上有効な鑄造法を中心に、鑄造法の違いによる銅合金の色沢の変化について把握できる内容を確認する。具体的には、下記の内容で実施を予定しているが、基礎調査を受けて鑄造法を考慮する。

- ・真土型鑄造法
- ・物型法
- ・生型法
- ・石膏鑄造法
- ・シェルモールド法
- 他

### 各種合金鑄物の作製

各種表面処理の基盤となる美術鑄物見本を実際に鑄造作製する。これは着色実験としての試料として作製するのではなく、作家の立場から、ふだん行っている作品鑄造法に合わせて実施することを重視し、再現しやすい展開方法を確認する。

鑄造する量とその準備等この研究の中で一番負荷のかかる内容となるため、次年度に継続することもあるが、最終的に実施可能である。

[平成22年度]

### 美術鑄物見本の表面(肌)処理

前年度に実施した美術鑄物見本の金属加工を実施する。発色を考えての表面(肌)の処理であるが、タタキ仕上げ、ムキ仕上げや、素焼、ミソ焼き等の熱処理も加え、目的に合わせて、それぞれの鑄物を加工し、下地処理を施す。

### 美術鑄物見本の色沢獲得のための広範囲な着色処理

最終的仕上げ工程となるが、薬品処理等による着色を実施する。機械的着色、加熱着色、電解法、混合着色や基礎調査の内容を受けての着色法を考慮して実施する。美術鑄物見本完成。項目としては下記の内容である。

- ・緑青系
- ・茶褐色系
- ・黒色系
- ・煮色系
- ・鉄漿系
- ・複合系
- ・その他

### 表面処理着色技法のまとめ

上記内容を受けて作家の制作の立場から、安定した美術鑄物の表面処理着色技法を、求

める色沢ごとに系統的にまとめデータ化する。

#### 4. 研究成果

##### 1) 作製した銅合金の種類

鑄銅色見本の作製にあたって、実際に表現する上で必要と感じる銅合金を基本として分類した。実施した内容は、次のとおりであるが、後に行った成分分析の結果は、亜鉛の損耗やその他の金属の酸化のためこちらの想定した合金比率と異なる結果となるものもあった。

- ・ BC6(CAC406ブロンズ)  
銅85%亜鉛5%錫5%鉛5%の合金
- ・ BC6+銅5%  
上記内容に銅5%を加えたもの
- ・ BC6+砒素0.2%  
20%砒素銅を加えたもの
- ・ BC6+砒素0.2%+銅5%  
上記内容に銅を加えたもの
- ・ BC6+砒素1%  
20%砒素銅を加えたもの
- ・ YBsC(真鍮・亜鉛35%)  
通常の合金
- ・ YBsC(真鍮・亜鉛20%)  
トンバックとしての合金
- ・ YBsC(真鍮・亜鉛10%)  
美しい点金発生の限界量としての合金
- ・ 佐波理(錫13%)  
銅、錫の合金
- ・ 白銅  
銅、ニッケルの合金
- ・ 四分一  
銅75%、銀25%の合金
- ・ 臙銀  
銅87%銀13%の割合での合金
- ・ その他  
真鍮の亜鉛量の違うもの、アルミ合金等

##### 2) 四分一着色結果

合金については、銅75%、銀25%のいわゆる典型的な四分一の合金と、銅87%、銀13%とし、四分一と呼ばれる範囲ぎりぎりの銀含有合金の2種類で実施した。後述の合金を臙銀と呼ぶことにする。

今回の着目点は、硫黄の含有割合と、焼成温度とした。四分一の場合反応が早いので、硫黄の量は少なめで、焼成温度を上げ過ぎないことといわれているが、このことの確認を行った。

結果ははっきりとでたが、硫黄と米糠の割合を1:5とした糠ミソをつけたものの方が、硫黄と米糠の割合を1:1としたものよりも美しい荒れを呈した(写真1、2)。硫黄と米糠の割合が1:1の方は、液状のものが這って流れたような後が残り、視覚的にも悪影響がでた(写真3)。焼成温度は、松薪の量で

調整を図った。それぞれの薪が燃焼し尽くすまで実施したが、強く燃焼させた方も色見本が赤熱する程温度は上げていない。ただし糠ミソは完全に燃焼し、硫黄の燃焼時の青い炎は確認している。この場合、この程度の燃焼の強弱ではあまり差はなく、硫黄の量が結果に影響がでた。

煮色に関しては、一般的な銅合金に対応したもので実施した。最終的には、四分一(銀25%)の方が、臙銀(銀13%)より、銀灰色が強く感じられる色彩となった。

写真1



写真2



写真3



##### 3) おはぐろ着色結果

色見本作成の結果、煮色の下地におはぐろを掃くと茶系統の色彩が強くなる。また、ヒ素の含有量に応じて茶色のトーンが暗褐色系に移行していく(写真4→5)。タンパン酢の下地から直接おはぐろに移行した場合は、赤を強く感じられる茶系の澄んだ色を発色する(写真6)。六十ハップの下地も赤色が強く感じられる発色である(写真7)。真鍮はやや明るめの茶で不透明な色彩となった(写真8)。

写真4



写真5



写真6

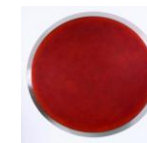


写真7

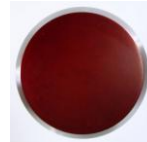


写真8



##### 4) 煮色着色結果

6種の鑄銅見本で煮色着色を実施した。基本的にはBC6にヒ素銅を加えた各種と、他の合金で実施した。

BC6関連は、ヒ素の含有量に対しての色彩の変化を確認した。利用頻度の高い合金である程度結果は予測できたが、BC6のみの場合は、煮色着色時間に関係なく、浅めの茶色系を呈した(写真9)。BC6に0.2%のヒ素を加えたものは、茶の色味が強くなり、明度的にも低くなってきていることが読み取れた(写真10)。同様に1%のヒ素を加えたものはさらに暗褐色となり、着色の変化が良く読み取れた。1%のヒ素を加えた時が黒色系の効果が一番発揮されるといわれ

ているが、今回の見本においては、まだ茶系が勝っている色彩を呈しており（写真11）、合金の作製時の問題なのか、ヒ素の含有量が1%ではない状態のほうが、より黒色を発するのかの判断はできなかった。ヒ素を加えるためには、20%ヒ素銅を使用した。

写真9

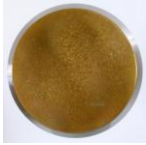


写真10

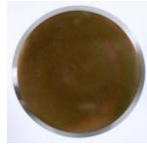
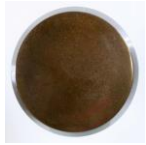


写真11



真鍮の煮色については、結晶(点金)を出させるためにいろいろと研究されてきた分野であるが、その確認と実践を行った。比較項目は、鑄造法の違い、銅と亜鉛の合金比率の違い、薬品処理の違いと熱処理の問題で考え、それにそって鑄銅見本を作製した。

まず、合金の割合であるが、熔解する前で亜鉛の混合量を35%、20%、10%（残部銅）に設定した。これについては、ふだん真鍮の作品として使用する場合は、亜鉛35%の合金されたインゴットを使用する人が多いということがあり選択した。また、亜鉛20%の真鍮は、亜鉛量が低い黄銅のトンバックと呼ばれる範囲に入り、真鍮の結晶を出すためには最適の合金比率といわれているため選択した。亜鉛10%の真鍮も、トンバックに含まれ、美しい結晶が発生するぎりぎりの割合であるということでその境界値として選択した。

鑄造法においては、真土型鑄造法と、石膏鑄造法、生型鑄造法で実施した。また、鑄造後に約650℃の熱処理を加えたものと、真土型で鑄造後すぐに灰に鑄型を投入し、徐冷を実施したものを作製した。

実施した結果は、結晶のでき方にはっきりと差が出た。真土型鑄造法では、鑄造時の鑄型の温度は高めであるが、鑄型の保温性はあまり良くないため、鑄造後鑄型が早く冷める。要するに鑄込んだ金属が早く凝固するので、結晶が育ちににくく、小さなものとなる。煮色着色後もその小さな結晶群が現れた（写真12、13、14）。また、全般を通して鑄銅見本の研磨の度合いが甘いものは、結晶がはっきりと発生しないため、何度か表面色を研磨剤で落として、やり直しを繰り返してクリアな結晶を出すことを試みた。

写真12

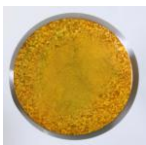


写真13

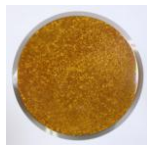
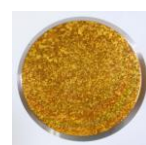


写真14



同様に、生型鑄造で作製した鑄銅色見本も鑄型が常温のため、結晶は小さなものとなった

（写真15、16）。ただし真土型鑄造のものより多少結晶は大きめであったが、これは、生型の鑄銅見本の肉厚が厚いことで、温度が下がることが多少遅かったためかと思われるが、今後の確認が必要である。

石膏鑄造で作製した鑄銅見本は、鑄型自体は常温まで下げて鑄造している。結果として石膏の保温力のせいで凝固時間が長くなるため、結晶が発達し大きなものとなるが多かった（写真17、18、19）。これらについては、作品の制作上効果的に使い分けられる有効な要素である。

合金比率の違いについては、前述したトンバックの20%前後の亜鉛合金が、結晶がよく現れるといわれているが（写真18、13）、実施の結果は確かに現れた。ただし35%前後の亜鉛合金でも結晶はよく現れた（写真12、17、15）。これらは研磨の度合いを上げていったこともあるが、650℃前後の熱処理（写真12、17）による効果もあると思われる。

10%前後の亜鉛合金は、研磨度を上げても20%や35%の亜鉛合金の研磨不足の状態ぐらいが続き、結晶の発生は鈍いものであった（写真20、16）。ただし10%のものでも真土鑄型に灰に投入した鑄銅見本は、鮮明に結晶が現れた（写真14）。これについても今後の展開確認が必要である。

また、50%前後の亜鉛合金でも実施した。これは、着色前の研磨状態では、輝度が高く期待したが、煮色をすると最初は結晶が現れていたが、だんだんと不透明な薄桃色の色に変化し、それが濃くなり、予想もしない状態となった（写真21）。作品使用には耐えられないものであった。

他に煮色着色ではなく、薬品による処理を実施した。これは過硫酸アンモニウムを使用するもので、1リットルに50～80gの過硫酸アンモニウムを加えた腐食液を作り、その腐食液を20～30℃に保つ。その中に良く研磨した真鍮合金を10～20分浸漬し、その後で水洗/湯洗を行う。次に真鍮合金の耐候性や、光沢を高めるためにクロメート処理を行う。これは、1リットルに25～35gの無水クロム酸を加えた水溶液に真鍮合金を10分程度浸漬するものである。結果として、石膏鑄造の見本の方は明らかな結晶がはっきりとでたが（写真22）、生型の方は曖昧な表情となった（写真23）。

写真15



写真16



写真17

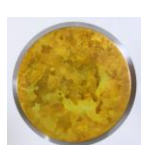




写真18

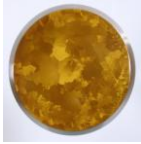


写真19

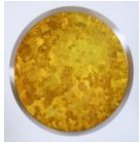


写真20

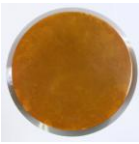


写真21

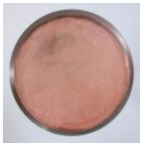


写真22

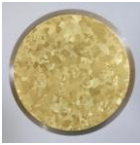
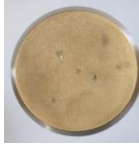


写真23



## 5) その他

他に素焼→煮色、緑青各種、アンモニア着色、薰いぶし等の着色を実施し、それぞれの結果を得たが、ここでは省略する。(詳細は研究成果報告書の冊子の方に記載)

### 4-1. 基礎研究における鑄銅品作製技法の調査成果

最初に東京藝術大学で実施されている着色技法の客観的な検証も含めた基礎調査を行った。大学では、代々受け継がれてきた着色技法の内容であるが、新たな情報の基に研究も進められ幅の広い展開を実施している。ただし、口伝的内容が多いため、人が変わるとにその内容に微妙な変化が生じていた。以前に作られた鑄銅見本は現存しているため、着色の展開の基本の色調は常に確認でき根幹ははっきりとしているが、不足している面もあり、また、着色の具体的技法に関する記録がないため、それをまとめることでも意義があった。

芸大以外での着色方法は、伝承内容がその鑄金家の家系や、地域によって異なるものが多く、それらについてもいろいろと検証することによって視野を広げることができた。具体的には、芸大と比較して、高岡でのおはぐろの作り方や、熱処理の仕方も異なるものであったが、結果的に得られる色調に共通点があり、参考になった。また、斑紫銅の具体的な作製法についても、細やかなレクチャーを頂き、技法の幅を広げることができた。ギリシャの調査においては、ブロンズの存在感に圧倒されたが、年月を経た色調に感銘した。その補修方法には今後も調査を継続する機会を設けたい。

### 4-2. 鑄銅色見本の鑄造成果

鑄銅色見本の形状をレリーフ状としたため、全体的に鑄造自体は困難なものではなかったが、合金による違い、鑄造法による違いが結果に出た。ただし、合金の中で白銅は難しい鑄造であった。銅とニッケルの合金であるが、ニッケルの熔解時の水素ガスの吸収が大きく、ブロンズ熔解時のような熔解金属の攪拌による脱水素ガス工程では対応しきれな

かった。ニッケル用のフラックスも用いたが、結果として使用できる鑄銅見本は、半分ぐらいであった。また、鑄型は白銅の鑄込み温度がブロンズより100℃以上高いため、耐熱性の高い真土型を主に用いたのだが、これについては、鑄物土の作り方の不備による欠陥が多く発生してしまった。石膏鑄型でも鑄造を試みた。石膏は、800℃で分解を始め、分解すると亜硫酸ガスを発生し、鑄物に多くの鑄巣を作りダメージとなる。それを防ぐために石膏に耐火性のあるものを混入して使用することが一般的であるが、ここでは、アンツーカーを使用した。ただし、白銅の場合、それでも限界を越す鑄造温度であるため、肌石膏に別の耐火材を加え、且つ鑄造温度をできるだけ低く抑えるよう心掛けた。結果としては、真土型よりも良好で鑄造欠陥は少なかったが、逆に、鑄型と熔湯の鑄造温度が低いために湯(熔湯)流れが悪く、湯が回りきらないものが多少発生した。鑄巣については、鑄造時の温度を低めにしたためにガスの吸収が少なく、それほど発生しなかった。

真鍮の鑄造に関しては、亜鉛の量を変えて各種実施した。これも更合わせ(それぞれの金属を混ぜ合わせて熔解し合金とすること)から実施したが、結果的には、亜鉛の損耗量が予測以上に多く、鑄銅色見本の蛍光X線装置による合金比率の検査の結果は、更合わせ前の亜鉛の量と鑄造後とは、一割以上減となっているものが多かった。また、真土型の方が石膏鑄型よりも三割前後損耗量が多かった。今回鑄銅見本に表示している合金割合は、基本的に更合わせ前のもので表示しているものである。これは、熔解の準備の状況を考えてわかりやすい設定とした。

### 4-3. 鑄銅見本熱処理による成果

鑄銅見本の焼肌を作るために、素焼とミソ焼を実施した。素焼に関しては、松炭を使用した。これは、大学外でも、いろいろな方が素焼に使用している炭であるが、特徴として急激に温度が上がり、火持ちはあまり良くないというものである。その分素焼に関しては熟練度を要求されるものということになる。温度はそれほど急激には上がらずに火持ちの良い白炭を使用することも今後の課題とする。結果としては、鑄銅見本に炭を接するように置いた部分に着色に影響する変化が多く現れた。着色すると面白い色調の変化が現れるものが多かったが、朱銅の発生はあまり芳しくなく、銅の含有量をもっと増やして展開することと、焼成方法に工夫するという課題が残った。また、焼成後熱い時に鑄銅見本を水で急冷する方法は、少し失敗はあったが余分な酸化膜の除去には効果的であった。

ミソ焼については、芸大の場合、硫黄の量がかなり多めであり、温度も高めで焼成する傾向がある。メリハリのある焼肌を得られる

が、やりすぎると荒れ過ぎの肌となる場合もあった。特に四分一系の銅と銀との合金に於いては、硫黄を控えた方が美しい焼肌となるが多かった。また四分一でミソを着けたままで一日置いておいたものが、焼成することもなくきれいに荒れていることは驚きであった。

#### 4-4. 鑄銅品の着色による成果

本研究に於ける主題であるが、ここまでの鑄銅品の下準備が着色効果を大きく左右させるものである。着色に於いては網羅的に実施したため、その着色法を再検証する期間がなかったことで今後展開していくことになる。現状で把握できたことをまとめる。

まずはおはぐろである。おはぐろの作製法も多々あることが理解できたが、それぞれにポイントがあり、これも経験を要するものである。芸大の作製法が一番基本に則っているものと思われた。着色効果については、今までは他の着色と混合して使用することが多く、おはぐろだけでの効果を確認することはなかったため貴重な結果を得た。特に、タンパン下地のおはぐろは、澄んだ透明感のある赤を強く感じる茶系の色調が出たことは印象的であった。タンパンの効果酸化第二銅を析出させる下地を作り、おはぐろがそれを促進させていることによるものであるが、ここまで赤が強く出るとは意外であった。これについては、煮色下地のおはぐろとの色調の違いも読み取れた。

真鍮の煮色着色についても成果があった。真鍮の結晶模様である点金を出すことが、この煮色の目的である。一般的には、20%程度の亜鉛量の合金が、点金を表出させる最適な割合とされてトンバックと呼ばれているが、これについては、確かに点金が出易かった。他に常時使用している亜鉛35%程度の合金についても各種実施したが、これも点金をはっきりと出すことができた。結果として重要なことは、鑄銅品の熱処理工程(650℃程度を10分前後)を加えることと、最終研磨の度合いを上げることにあつた。ただし、亜鉛量が10%を切ると結晶は出にくくなる。また、結晶の大きさ等については、真土型が一番細やかな結晶になり、続いて生型がそれより少し大きな結晶となり、石膏鑄型が一番大きな結晶を析出した。

緑青については、安定して予測通りの色調を獲得することは難しかった。特に太陽光(天日)での緑青の発生は、困難を来した。これも鑄銅見本の数があるため、それぞれ一度の着色であったが、状況を多少変えながら継続で検証する必要がある。ガスコンロ加熱による緑青は発生しやすかった。わかりやすい緑系の色調を獲得し易かった。しかし、色合いにあまり深みが感じられないため、これも他の着色と複合で実施する必要があるそう

である。

他に過酸化アンモニウムを使用しての点金模様の出し方や、エボノールを使つての黒染めの効果なども印象的であった。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計2件)

赤沼 潔「鑄銅品の着色に関する考察」『アジア鑄造技術史学会研究発表概要集』2, p. 61-74, 2008.9

赤沼 潔「朝鮮異形青銅器の鑄造実験——凹文描出技法の復元」『アジア鑄造技術史学会研究発表概要集』3, p. 90, 2009.8

[図書] (計1件)

赤沼 潔「工芸の展開—美術鑄物と表面処理の関係」研究成果報告書2011年75ページ

[その他]

赤沼 潔「朝鮮異形青銅器の鑄造実験——凹文描出技法の復元」鑄造実験、東京藝術大学鑄金工房、2009.8

ホームページ等

<http://www.geidai.ac.jp/staff/fal28j.html>

<http://www.geidai.ac.jp/labs/chu-kin/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

赤沼 潔 (AKANUMA KIYOSHI)  
東京芸術大学美術学部准教授  
研究者番号：30267687

### (2) 研究分担者

橋本 明夫 (HASHIMOTO AKIO)  
東京芸術大学美術学部教授  
研究者番号：10237927

### (3) 研究協力者

白仁田 明徳 (SIRANITA AKINORI)  
東京芸術大学美術学部非常勤講師  
研究者番号：70614949

### (4) 研究協力者

松淵 龍雄 (MATUBUTHI TATUO)  
東京芸術大学美術学部非常勤講師  
研究者番号：20436687