

科学的手法に基づいた伝世品の修復，複製品の制作 および伝世品をモデルとした製品開発

文化財修復研究フェロー 大藪 泰
窯業系チーム 田口 肇
デザインチーム 竹浪 祐介
高分子系チーム 島村 哲朗
技術支援研究フェロー 菊内 康正

漆芸家（京都市産業技術研究所伝統産業技術後継者育成研修漆工コース修了生） 中道 陽子，萩原 佳奈

要 旨

個人収蔵の漆器伝世品について、化学分析による使用材料の選定やX線CT等による内部観察等の科学的手法に基づいて、修復、複製品の制作、さらには伝世品をモデルとした製品開発を行った。また、京都市文化財保護課と京都国立博物館からの依頼を受け、重要文化財に指定された地藏菩薩坐像の複製品制作において、3Dプリンタ出力アクリル系樹脂素地に対する古色彩色を行った。古色彩色の工程設計については、 -5°C 8時間 \rightleftharpoons 40°C 95% RH 16時間の冷熱サイクル試験や碁盤目付着試験の結果から決定した。一方、（地独）京都市産業技術研究所伝統産業技術後継者育成研修を修了した次代の伝統産業を担う若手技術者と共同で、これらの修復、複製品制作、新製品の開発を行い、名品から学ぶことによる技能・技術の向上、職人や作家として以外の習得技術の新たな活用場の拡大、さらには名品からヒントを得る製品開発などを試みた。

これらは（地独）京都市産業技術研究所の固有技術や得意技術分野を活かした、科学・技術・技能の三位一体による文化財関連事業への貢献であり、京都市にある公設試験研究機関であるからこそこの事業と考える。

1. はじめに

（地独）京都市産業技術研究所（以下、産技研）は、これまで文化財建造物や伝世品に関する材料分析および技術相談等の業務を行ってきた。産技研はこれらの業務の経験を踏まえて、平成26年度より本格的に文化財修復に関わるプロジェクトチーム（以下、文化財修復PT）を立ち上げ、文化財修復に関する業務をより一層組織化し、知見の蓄積や研究課題の抽出等を行い、これからの産技研独自の文化財修復に関する技術の確立とその成果の普及に努めている。またその成果の普及については、産技研の伝統産業技術後継者育成研修の修了生を通して、実際の修復や複製品の制作、さらには修復文化財をモデルとした新たな製品開発等も視野に入れた事業と考えている。

今回、既報¹⁾で報告した個人収蔵の漆器伝世品である蓮唐草蒔絵汁椀と扇稲穂蒔絵香合の化学分析や解析に基づいて、これら伝世品の修復や複製品の制作、さらには伝世品をモデルとした新たな製品開発を行った。

また、国の重要文化財に指定された地藏菩薩坐像の複製

品制作において、京都市文化財保護課と京都国立博物館から文化財修復PTに協力依頼があり、その古色彩色を担当した。複製品素材は3Dプリンタで出力された樹脂であり、物性試験の結果に基づいて材料選定や彩色設計を行った。

2. 蓮唐草蒔絵汁椀の修復

文化財伝世品の修復の目的は、実物の現状維持保存にある。しかし今回の修復は、本汁椀が文化財伝世品の価値というより骨董品との考え方にに基づき、古き名品を再び使用できる状態に修復することを目的とした。なお本汁椀は、幕末に活躍した京蒔絵師、長野横笛作と考えられる個人所蔵品である。

既報¹⁾で報告したように、エネルギー分散型蛍光X線分析装置、熱分解ガスクロマトグラフ、フーリエ変換赤外分光分析装置による化学分析やデジタルマイクロスコブを用いた観察の結果から、本汁椀は顔料として水銀朱を使用した朱漆に、細かい金鉛（半丸～1号鉛）が蒔かれていることが分かっている。しかし修復に使用す

る顔料については、水銀朱の代わりに、現在市販されている朱色系顔料（有機顔料と体質顔料の複合顔料）を数種混合し古色に調色して使用した。また工程についてはX線CT（（株）島津製作所製 inspeXio SMX-225CT）による内部観察を行った結果、下地に布着せは行われていなかった。また割れの部分を観察すると写真1に示す通り、蒔絵、塗り、下地に留まらず木地まで到達していることが分かった。

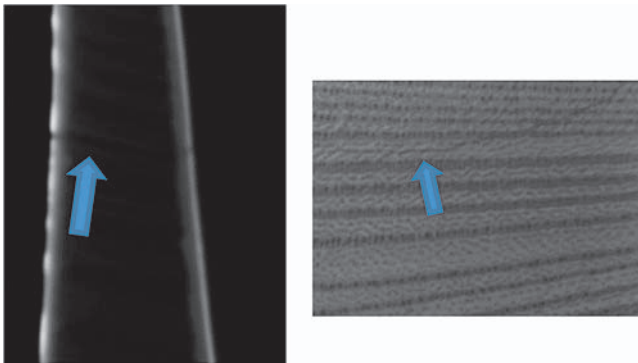


写真1 X線CT観察による木地までの割れ

従って木地の補強が必要とされた。そこで次の工程で割れの部分を修復した。①幅約0.3mm/深さ0.3～0.4mmほど木地を含めて彫り込む、②木地の割れを補強するため割れの部分にシアノアクリレート系瞬間接着剤を流し込み接着、③研磨、④摺り漆、⑤錆漆、⑥摺り漆、⑦研磨。その後朱漆を塗り蒔絵を施した。蒔絵個所の修復前後を写真2に示す。また他の漆膜の剥離の箇所は、錆漆で剥離箇所を修復した後に朱漆を塗装した。このような修復個所の例として、高台部分の修復前後を写真3に示す。（修復担当：中道陽子）



修復前 修復後

写真2 蒔絵箇所の修復前後



修復前

修復後

写真3 高台部分の修復

3. 扇稲穂蒔絵香合の複製品制作とこれをモデルとした製品開発

3.1 扇稲穂蒔絵香合の複製品制作

名品から学ぶものは多い。本香合の複製品を制作することは卓越した加飾を含めた漆器制作の技術を学ぶ機会であり、特にこれからの京都の伝統産業を担う若手にその機会を提供する目的に立ち、産技研伝統産業技術後継者育成研修の修了生と共同で行った。なお本香合は江戸中期に国内で制作され欧州に輸出されたと考えられる個人所蔵品である。

木地については既報¹⁾で報告したように、3D デジタイザを用いて形状データを作成し、このデータから得られた寸法を基に（有）黒田工房代表白井浩明氏に委託し、尾州檜にて制作した。工程については、本堅地工程による塗りの後、蒔絵を行った。蒔絵材料については、既報のエネルギー分散型蛍光 X 線分析結果に基づき、金鈔、青金鈔、銀鈔の選択およびデジタルマイクロスコープを用いた観察の結果から鈔の大きさや形状を選択した。ただし、扇上の稲穂の高蒔絵についてはエネルギー分散型蛍光 X 線分析結果から銀上げによることが分かっているが、今回は金上げによる。複製品制作の工程および完成した複製品と実物を比較して写真4に示す。（制作担当：萩原佳奈）

3.2 扇稲穂蒔絵香合をモデルとした製品開発

複製品を制作すると同時に、その形状や意匠性などを参考にして、新たな製品開発に結び付ける。今回の試みは、角を鋭く表現した本香合の洗練された形状を小箱として考え、意匠を参考にして商品開発を行った。特にこれからの京都の伝統産業を担う若手にその機会を提供す

る目的から、産技研伝統産業技術後継者育成研修の修了生と共同で行った。

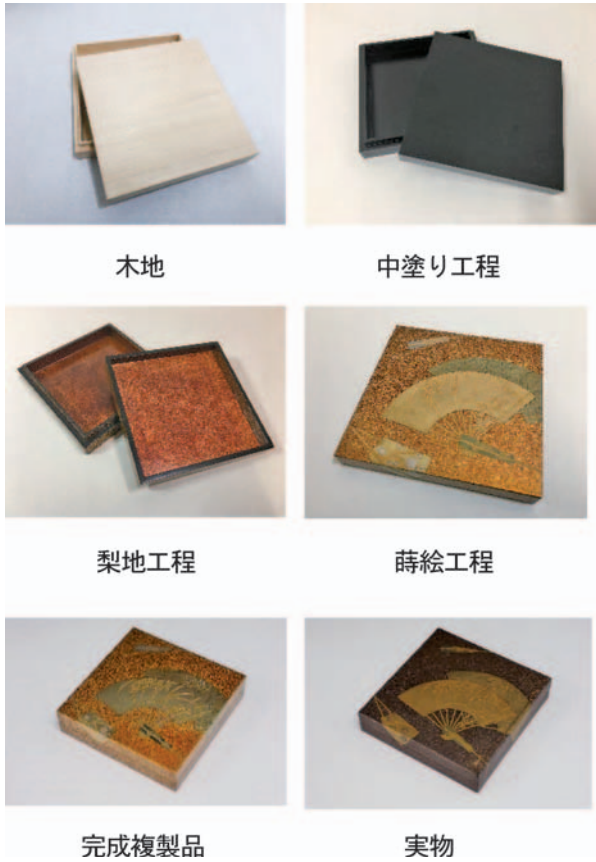


写真4 複製品制作工程および完成品と実物の比較

素地については既報¹⁾で報告したように、3D デジタイザを用いて形状データを作成し、このデータから得られた寸法を基に3D プリンタで出力した。出力樹脂はポリカーボネート樹脂であり、この素地への摺り漆の後下地を蒔絵で行った。製品開発の要点は下記のとおりとした。

- ①用途：高級チョコレートの化粧箱として使用。バレンタインプレゼント用途として、チョコレートの入った漆塗り蒔絵箱をプレゼントする。従って対象は女性。
- ②価格：5万円
- ③意匠：チョコレートを意識し、稲穂の部分をかかの実と花に変えた新たな意匠。
チョコレート箱の製作工程と完成品を写真5に示す。
(図案・制作担当：萩原佳奈)



写真5 チョコレート箱制作工程と完成品

4. 地藏菩薩坐像の古色彩色

4.1 経緯

京都市文化財の指定を受けていた左京区下鴨松ノ木町の木造地藏菩薩坐像が、平成27年に国の重要文化財に指定され京都国立博物館に保管されることになり、所有地区の松ノ木町に代替の地蔵が必要となった。そこで、京都市文化財保護課と国立博物館が共同で3Dプリンタによる本地蔵のレプリカを制作こととなり、その古色付けを文化財修復PTに協力の依頼があった。なお、本地蔵は一本造としては最も古風な作風を有し、檀色を施された代用材檀像による地藏菩薩座像の9世紀頃の古例と判断されるもので、日本彫刻史上貴重なものである。

4.2 前提, 留意点等

複製品の地蔵菩薩坐像は、重要文化財に指定された実物の地蔵に代わって地域に安置されることが決まっており、古色彩色においては、地蔵の現状を再現する彩色ではなく、信仰対象として地域の方々や安置される御堂に違和感なく受け入れられる彩色が重要であった。また、彩色に当たり次の①～⑥の前提や留意点があった。

- ①地蔵が信仰の対象であることから、合成樹脂製の塗料や彩色材料を使用しない。古来より使用されている伝統的な彩色材料（漆、膠、乾性油、フノリ、柿渋等）から選択する。
- ②作業性や古色付けの容易さ、また修復性を考慮して、上塗りとしての古色付けは膠の使用を考える。
- ③地蔵の本体である出力樹脂は、使用した本3Dプリンタ専用のUV硬化型アクリル系樹脂であり、ガラス転移温度は52～54℃、たわみ温度は45～50℃等の物性を考慮しなければならない。
- ④3パーツに分割して出力されているので、各パーツの接合部の接着や段差の修正を行わなければならない。
- ⑤実物の地蔵は重要文化財に指定されており、従ってこれを目前に置いて比較しながらの彩色はできない。
- ⑥古色彩色の実作業については、産技研伝統産業技術後継者育成研修の修了生に依頼し、物性試験結果等に基づいて共同で工程設計を行う。この作業を通じて、研修修了生が職人や作家として以外に、習得技術の新たな活用場の拡大に繋げていく。

4.3 テストピースによる物性試験

地蔵は御堂に安置されるため、直射日光は全く当たらず、従って彩色塗膜の耐光性については、大きく配慮する必要はない。ただし、冬の低温や梅雨や夏の高湿多湿には注意を要する。つまり、出力樹脂の吸水率や高温軟化性と彩色塗膜のそれとの相違や疲労により、塗膜の割れや剥離が発生することも考えられる。従って、出力樹脂に彩色したテストピースを -5℃ 8時間 ⇄ 40℃ 95% RH16時間 の環境に15回繰り返し出し入れして、彩色塗膜の割れや剥がれ等の異常を目視評価、さらに基盤目セロテープ剥離試験により付着性を評価した。その結果、

- ①膠による直接彩色は付着不良を発生（写真6）。
- ②下地に礬砂を施したものは、膠彩色の付着は①よりも良好であるが、十分とは言えない。
- ③下地に摺り漆を施したものは、膠彩色の付着は①②より良好で、素地付着、膠との層間付着とも問題は認め

られなかった（写真7）。

- ④樹脂の接合面は刻苧処理を行う想定をし、樹脂 → 摺り漆 → 刻苧 → 漆固め → 彩色 についての試験も行った。これについても問題は認められなかった。
- ⑤宝珠は金箔を貼り、古色付けを行う想定をし、樹脂 → 摺り漆 → 箔下漆塗り → 箔貼用生漆 → 金箔貼 → 膠による古色付け についての試験も行った。これについても問題は認められなかった（写真8）。



写真6 膠



写真7 摺り漆あり



写真8
宝珠試験片

4.4 彩色工程

実際の作業期間は平成29年5月11日～6月12日である。工程については、安置後、上塗りの古色付け彩色の色の経時変化や剥離等が仮に発生したとしても、不自然さが認められないように、長年の古色が時間とともに付着した経緯を再現し、木地色 → 薄赤色（檀色） → 黒色（埃、煤等） → 古色付け（埃、煤等斑）を基本的な彩色工程とした。詳細工程を①～⑬に示す。また、彩色前の出力樹脂素地像を写真9に示す。

- ① 接合部等刻苧彫
- ② 研磨
- ③ 脱脂（エタノール）
- ④ 全体摺り漆1回目（しっかりと吸い込ませる）：生漆
- ⑤ 接合部等刻苧付け：錆漆（写真10）
- ⑥ 研磨
- ⑦ 全体脱脂
- ⑧ 摺り漆2回目（拭き取りは軽く）：生漆
- ⑨ 拾い錆
- ⑩ 研磨
- ⑪ 脱脂
- ⑫ 膠地色1回目（木地色）：膠、顔料
- ⑬ 研磨
- ⑭ 膠地色2回目（木地色）：膠、顔料（写真11）
- ⑮ 研磨
- ⑯ 膠地色3回目（薄赤色）：膠、顔料（写真12）

- ⑰ 膠地色 4 回目（薄黒色）：膠， 顔料， 墨
- ⑱ 膠地色 5 回目（部分的に⑰よりやや濃いめの黒色）：膠， 顔料， 墨（写真 13）
- ⑲ 宝珠箔下漆塗り
- ⑳ 宝珠箔貼用生漆塗り
- ㉑ 宝珠金箔貼（写真 14）
- ㉒ 全体に古色付け：膠， 顔料， 墨
- ㉓ 底部摺り漆

また完成した複製品と実物を写真 15 に示す。



写真 12 薄赤色



写真 13 黒色



写真 14
宝珠金箔貼

4.5 まとめ

産技研は、従来から塗料と塗装に関する試験研究業務を行っており、今回はその得意技術を活かした、伝統的彩色材料を用いた樹脂への彩色と考えることができる。一方、古色彩色の作業に当たっては、実物の地蔵がすでに重要文化財に指定されており、常時実物の地蔵を目前に置き、その古色の色合いや光沢を観察しながら、出力素地像に古色彩色をすることができなかつた。つまり、写真と記憶に頼る作業であり、想像以上に難しい作業となった。

完成した複製品は平成 29 年 8 月に左京区下鴨松ノ木町地蔵保存会地蔵堂に安置され、開眼法要が行われた。その後、これまでの地蔵と同じように松ノ木町の方々の生活を見守り続けている。地域に存在する文化財が重要文化財等に指定され、その保存や管理が困難な場合については、実物を正しく保存管理できる環境に移設し、一方では複製品をその代替とする。今回のこの試みは文化財保存や文化財と人との関わりについてのひとつの考え方として、その試行になったと考える。

（彩色担当：中道陽子）



写真 9
出力樹脂素地像



写真 10 刻芋付け



写真 11
木地色



写真 15 複製品と実物

5. おわりに

個人所蔵の文化財伝世品における使用材料の選定について、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置、熱分解ガスクロマトグラフ、フーリエ変換赤外分光分析装置による化学分析やデジタルマイクロスコブを用いた表面観察、工程や修復部の X 線 CT による内部観察からその修復や複製品の製作を行った。またこの 3D デジタイザ計測を基に 3D プリンタで出力した素地を使用して、伝世品をモデルとして新たな製品開発を行った。また重要文化財に指定された地蔵菩薩坐像の複製品制作の古色彩色においては、物性試験の結果からその工程を決定した。これらは産技研の分析技術や観察技術、さらには各チームが所有する固有技術を基盤とした文化財関連技術である。一方では、産技研伝統産業技術後継者育成研修を修了した次代の伝統産業を担う若手技術者に、これらの修復、複製品制作、新製品の開発に携わってもらうことは、名品から学ぶことによる技能・技術の向上、職人や作家として以外に習得技術の新たな活用の場の拡大、さらには名品からヒントを得る製品開発など様々な価値を含んでいる。

これらの試みはまだ緒に就いたばかりであるが、産技

研の固有技術や得意技術分野を活かした、科学・技術・技能の三位一体による文化財関連事業への貢献であり、これは京都市にある公設試験研究機関であるからこそその事業と考える。地域の公設試験研究機関が文化財関連の事業に組織的に参画することは、おそらく過去に例がないと思われ、新たな試みとして注目を集める。

参考文献

- 1) 田口肇, 島村哲朗他: 京都市産業技術研究所研究報告, No.7, p109 (2017)