

平成30年9月3日現在

機関番号：12606

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26580028

研究課題名（和文）デジタルとアナログを柔軟にハイブリッドさせた古典絵画の復元手法に関する研究

研究課題名（英文）A Study on a Method of Restoring Classical Paintings Developed by Flexibly Hybridizing the Digital and the Analog

研究代表者

麻生 弥希 (ASO, Miki)

東京藝術大学・学内共同利用施設等・特任研究員

研究者番号：90401504

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：文化財復元にデジタル技術は盛んに取り入れられているが、デジタルの技術者が古典絵画に使用される材料や技法を熟知していないことも多く、絵画の質感や材料、筆法などが十分に表現されないケースも多い。本研究では古典絵画技法と専門的なデジタル画像編集技術の両方を習得した研究者の立場から、実際の画材を用いるアナログの手技とデジタル技術を柔軟に組み合わせた復元手法の開発を行った。双方の長所を組み合わせることで、オリジナルの質感を伴い、精度の高い復元を手仕事のみで行う場合より短時間で作成することが可能になった。紛争や天災で文化財の破壊が進む現代において、本研究が文化財を後世に継承する技術の一助となることを願う。

研究成果の概要（英文）：While digital techniques are actively adopted in restoration of cultural assets, there are many cases where textures, materials and brushwork of paintings are not thoroughly rendered, owing to the fact that digital technicians often do not have full knowledge of materials and techniques used in classical paintings. In this study, from the viewpoint of a researcher who acquired both classical painting technique and specialized digital image editing technique, I have developed a restoration method flexibly combining analog handwork using actual painting materials and digital techniques. Combining the advantages of the both sides enabled the creation of high-precision restoration works with the same textures of the originals, which takes less time as compared to doing it only by hand.

I expect this study to be a contributive part of technique to hand over cultural assets to posterity, in the present day when cultural properties are being destroyed due to conflicts and natural calamities.

研究分野：文化財復元

キーワード：デジタルとアナログ 古典絵画復元

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年盛んに行われている古典絵画のデジタル復元は、絵画制作の経験を持たない技術者によって製作されていることがほとんどであり、材料の知識や筆法などへの理解を欠いた復元像が提示されるケースが多い。一方手作業での模写は膨大な時間がかかることから一つの作品を仕上げるのに数年単位でプロジェクトを組む必要がある。デジタル復元と手作業の模写は双方の技術を取り入れることは少なく、手作業の模写においてはデジタル技術を用いることはタブー視される傾向にある。社会情勢は紛争や天災などで文化財の破壊が進む激動の時代を迎えている。文化財を後世に伝える方法もこのような情勢に応える手法を開発する必要性を感じ本研究に着手した。

## 2. 研究の目的

(1) 古典絵画技法と専門的なデジタル画像編集の両方の技術を習得した研究者の立場から、これまで手作業による模写の分野ではタブーとされてきたデジタル技術を柔軟に取り入れることで、より短時間で尚且つオリジナルの作品に接した時のような人間の感性に訴えかける復元手法の開発を目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では東洋絵画を対象として研究を行い、より精度の高い復元を作成する際に生じる問題について、支持体、線描、絵画層という絵画の構造に分けて検証を行うことで解決策を考案する。東洋絵画に使用される天然顔料や金属材料と既存の画像編集ソフトや市販されている大型プリンターなどを組み合わせ支持体や絵画の表現様式に適した復元手法の開発を行う。

(1) 支持体) 東洋絵画は壁、板、絹、紙などの様々な支持体に描かれることに対応した復元手法の開発を行う。

(2) 線描) 東洋絵画において線描は重要な表現手法であると同時に描くのに膨大な時間を要する。画像から線描のみをデジタル抽出することの可能性を検証する。

(3) 絵画層) 古典絵画に使用される天然顔料や金属材料は印刷では表現することができない。実際の絵画材料と高精細印刷を組み合わせた復元手法を開発する。

## 4. 研究成果

(1) 支持体) 極薄い和紙に高精細印刷を行い板などの直接印刷することができない支持体に貼り合わせる手法を提案した。この技術は以下の2つの先行する技術を組み合わせることで着想に至った。一つは東京藝術大学保存修復日本画研究室において宮廻正明名誉教授によって開発された板目合わせの模写の技術である。板絵は同じ木目の板は二つとないことから板目まで同じ模写を作成することができない。この問題を解決するため、極薄い和紙に手描きで板絵の木目までも正確に写し取り、新たに用意した板に貼り合

わせることでオリジナルと木目が同じ模写を作成する技法である。もう一つは同研究室で李相炫氏が行った極薄い和紙に印刷を施す手法である。極薄い和紙はプリンターの吸着機能によって吸い込まれてしまうため、印刷することが困難である。李氏は日本画の装こう技術を応用し薄い和紙に仮の裏打ちを施すことで印刷を行うことを可能にした。この別々に行われていた二つの技術を組み合わせ、極薄い和紙に高精細印刷を施し板に貼り合わせることで精度の高い板絵の複製を作成する着想に至った。この技術は同名誉教授が率いる東京藝術大学COI拠点の若手研究者らにより完成度の高いものとなり、更に土壁に描かれた壁画にも応用され文化財復元の技術向上に繋がった。

(2) 線描) 当初はデジタル上で作品の線描を抽出することを計画していたが、図像への深い造詣が必要であることと、予想以上に時間がかかることから一部を試験的に行うに留まった。本研究では十分に行うことができなかったが、デジタル線描抽出は手描きによる上げ写しと比較して、制作者の個性がより少ない線描が抽出できることから古典絵画の資料としても取り組む意義があると考えた。本研究では手描きによる伝統的な上げ写しをデジタル化することも検証し、同拠点に所属する平尾杏奈氏による東京国立博物館所蔵の虚空菩薩像の上げ写しを対象に行った。同作品のデジタル化した線描を、裏打ちを施していない絵絹に印刷する手法の開発も行い、本研究分担者である並木秀俊氏によって復元彩色の研究に活用された。古典絵画の研究者にとって線描の熟練は不可欠であるが、仏画などの非常に細かい線描を描く工程は手間がかかり、彩色復元など数パターン作成する必要がある場合に相当な時間を要する。線描を十分に習得した上でデジタル技術を柔軟に取り入れることは研究の効率化に繋がる。また裏打ちを施さない絵絹に線描を印刷する技術は裏彩色の技法再現に効果的である。したがって原本の絵画構造に近い次のようなアナログ技術とデジタル技術を融合した復元も可能となる。1) 絵絹に線描を印刷する、2) 線描を印刷した絵絹を絹枠に張り込む、3) 裏彩色や裏箔を施す、4) 裏打ちを施す、5) 表から下地となる彩色を施す、6) 高精細印刷、7) 天然顔料による補彩や金属材料による装飾を施す。本研究では十分な検証を行うことはできなかったが、線描のデジタル化は古典絵画研究や絵画の構造を再現する精度の高い複製を制作する手法としても今後も可能性を感じる領域である。

(3) 絵画層) 東洋絵画は天然顔料や金属材料など、印刷では表現できない素材特有の質感を持つものが多くある。同拠点においてこれまで行われてきた復元手法はオリジナルに近い質感の下地に高精細印刷を施し、最上層に天然顔料による補彩を施すものであるが、この層構造が適する作品には以下のような特

徴があることが研究を進める段階で分かってきた。それは壁画などの凹凸がある作品や、オリジナルが失われ、残された記録から復元を行う場合など、解像度が不十分な画像しか入手できない際に古典絵画技法を習得した人材によって手彩色で補う必要がある作品等である。したがって変色や損傷が少なく、デジタル撮影技術の進歩により超高精細画像が入手できる作品においては、最上層に手彩色の工程が入ることで繊細な画質を損なう可能性がある。そこでこのような作品に適する以下の構造を新たに開発した。1)基底材、2)白色顔料による絵画の質感、3)天然顔料及び金属材料、4)高精細印刷、5)部分的な補彩及び金属材料などによる装飾。この構造により天然顔料の発色や金属材料の質感に高精細画像の情報を併せ持つ精度の高い複製の制作が可能となった。

(4) 下地と高精細画像のマッピング)より精度の高い復元手法を開発する過程において下地作りのための薄い印刷と最終的な高精細印刷との、印刷を2回行う必要が生じた。しかし、和紙は伸縮する素材であるため、そのまま印刷を行うと1度目の印刷と2度目の印刷にずれが生じてしまう。この問題を解決するために紙の伸縮に合わせて高精細画像をマッピングする手法を開発した。今回は検証には至らなかったが、絹は和紙より伸縮が大きいことから、あらかじめ伸縮を考慮した手法の開発も今後の課題である。

(5) 曲面に描かれた巨大壁画を復元するプロセス)平成27年度において東京藝術大学C01拠点では、1970年代に京都大学の調査団により撮影されたフィルムからバーミヤン東大仏龕天井壁画を復元するプロジェクトが進行していた。本プロジェクトから、デジタルとアナログのハイブリッドによる古典絵画の復元を実現するには、次の手法を確立する必要があることが分かった。1)変色した画像資料をデジタル技術で補正する手法、2)歪んだ画像資料をデジタル技術で補正する手法、3)補正したデジタル画像を対象(例えば仏龕)にフィットするよう編集する手法。さらに、100%正しいオリジナル画像は現存していないため、これらのデジタル技術による補正は、画家の経験(アナログ技術)に基づいて行う必要があることも分かった。そこで上記手法の確立に向け、既存の機材やソフト、画家の経験などを組み合わせ、過去に撮影されたフィルムを活用し、曲面に描かれた巨大壁画を復元するプロセス(フィルムの高精細スキャン、変色の補正、画像の歪み補正、画像合成、出力後の手彩色、再デジタル化、3D展開図の作成、展開図に合わせた画像合成、原寸大拡大、再出力)を構築した。

(4)法隆寺金堂壁画6号壁阿弥陀仏における螺髪を試験的なデジタル復元)2014年より東京藝術大学保存修復日本画研究室において宮廻正明名誉教授らによって法隆寺金堂壁画の

復元プロジェクトが推進された。このプロジェクトは同大学C01拠点に引き継がれ本研究代表者は画像の編集に携わった。その過程において昭和10年に便利堂が撮影した4色分解の画像を分版して熟覧している際にスミ版にかすかに螺髪痕跡を確認した。これまで6号壁の螺髪について言及された経緯があるかどうかの検証には及んでいないが、目視では確認が困難であった画像から痕跡が確認されたことは興味深い。このことから古典絵画を学んだものが実際の画像編集に携わるとはともすると見落とされてしまう隠された図像の発見につながる可能性を感じた。法隆寺金堂壁画の源流の一つと言われる敦煌莫高窟第57壁南壁主尊の顔貌は損傷しているが頭部は当初の図像が残されている。本研究では平成28年度に莫高窟に赴き調査を行ったが主尊の螺髪を描き方は二重同心円の中心に墨点を打つという表現であった。6号壁の螺髪痕跡は明確に判別できる鮮明さはないがこれに類似する表現であったと考える。本研究ではデジタル上で試験的な螺髪復元画像を作成したがその時点では莫高窟の表現への認識には及ばず、今後の研究の余地を残した。

(総括)本研究が東京藝術大学という環境で行え、デジタル技術と組み合わせる古典絵画技法が同大学保存修復日本画研究室で研鑽を積んだ研究者のものであることは、研究の趣旨を余すところなく反映することができ大変幸運なことであった。ともすると最先端技術にアナログの作業を追加ことは最先端技術が損なわれ不正確なものになるのではないかと疑念を抱くかもしれない。しかし先端技術が目指している領域は人間の感性や自然界の法則を解明し科学的に再現することではないかと本研究を通じて改めて気付かされた。ものの情報を詳細に写すことや立体的な形状を把握することに関しては、先端技術は既に人間の能力を超えてしまったかもしれない。しかし絵画や彫刻といった人間の感性が作り出すものや、自然物質(例えば天然顔料や金属材料)などのより複雑な表情を科学的に再現するにはこれまでの技術発展以上の困難さがあるように感じる。また科学技術の発展のベクトルが画像や3Dの解像度を更に上げ、より精度を追求する方向性のみではそこに限界が生じる。画像に関しては出力して鑑賞する際には現在の解像度で十分であり、寧ろ質感にランダムさや複雑性を持たせる方向の研究も必要だと感じた。現在科学技術が不得意とする部分を天然の材料を使用して人間の感性によって仕上げとして補うことは本来親和性のある手法であると本研究を通じて認識することができた。

##### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

平諭一郎、並木秀俊、麻生弥希 東京藝術大学アフガニスタン特別企画実行委員会 アフガニスタン流失文化財報告書～保護から返還へ～（展覧会図録）2016 131-137 査読無し DOI 無し

平諭一郎、並木秀俊、麻生弥希（共著）ユーラシア研究 55巻 文化財の新たな復元-バーミヤン東大仏仏龕天井壁画とアイ・ハヌム遺跡ゼウス神半身像- 査読無し 2016 30-37 DOI 無し

麻生 弥希 東京藝術大学社会連携センター27年度紀要 bulletin 2 うつしとうつるひのうつくしさ 査読無し 2017 66-67 DOI 無し

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

麻生 弥希 (ASO Miki)  
東京藝術大学・社会連携センター・特任研究員  
研究者番号：90401504

### (2)研究分担者

並木 秀俊 (NAMIKI Hidetoshi)  
東京藝術大学・社会連携センター・特任研究員  
研究者番号：00535461

(3)連携研究者 ( )

研究者番号：

(4)研究協力者 ( )