第Ⅱ部

セラミック・アーカイブの可能性

精巧な複製陶板作成に向けて

安藤明珠*

Toward Development of Exquisite Replication of Ceramics

Mitsumi Ando*

We made a collaboration with Otsuka Ohmi Ceramics Co..,LTD and Incorporated Company SAWATETSU for development of exquisite replication of ceramics. Othuka Ohmi was mainly provide base ceramic and reconstruction of color. Sawatetsu developed the reconstruction of the surface roughness. We, Research Center of Italian Mural Paintings, Kanazawa University took a part of validation of surface roughness and color. The target of the mural paintings was chosen "St. Nicola" which was drawn in the church of Vesita's house.

Key Words: ceramic, color, surface roughness, exquisite replication, mural paintings
キーワード: 陶板、色、凹凸、精巧な複製、壁画

1. はじめに

フレスコ壁画研究センターが進めてきた南イタリア中世壁画群診断調査プロジェクトにおいては、日本の最先端デジタル技術を駆使し、壁画の現状を可能なかぎり精確にデジタル・アーカイブとして記録・保存することが第一の目的であった。一方で、第Ⅰ部にも記されているように、デジタル・アーカイブだけでなく、セラミック・アーカイブにも現代社会における壁画の保存・記録の可能性と重要性に注目した当センターは、複製陶板の試作品をつくり、現段階での精度(デジタルデータの再現性)と今後の可能性について探ることにした。第Ⅱ部は、この複製陶板の作成に向けて行った3者（大塚オーミ陶業株式会社、株式会社サワテツ、金沢大学）による共同研究開発の経過と成果の報告である。

1.1 デジタル・アーカイブの活用

デジタル・アーカイブの構築にあたって、金沢大学は教会空間と壁画面を様々な機器を用いて計測記録してきた。近年の最新科学技術を活用し、中世壁画の描かれた洞窟教会を多角的に調査することで、詳細なデジタル・データを蓄積してきたわけである。それは、保存科学の観点で教会建築や壁画の診断をするための材料となるだけでなく、この現状記録が、「壁画のクローン」を作成するための「壁画のDNA」として位置づけることができると考えているからでもある。現在のコンピュータ・テクノロジーでは、パソコンの画面に仮想空間を作り出し、そこに対象の教会を再現することができる。さらに、キーボードやマウスの操作によって、閲覧者が仮想空間上に再現された教会の周囲や内部を自由に探索することが可能になった。しかしながら、画面の中に再現された空間では、まだ実際のスケールを体感することは難しい。一方で、3Dプリンタの技術革新がめざましく、自分で設計したデータやスキャニングしたデータから、同じ形状の物体を作ることが容易になってきているという現状がある。

1.2 壁画と陶板

3Dプリンタで使用する材料の種類は年々増加しているが、最も普及している材料はABS樹脂、PLA樹脂である。業務用では、金属やゴムなどでも出力が可能になった。壁画を複製するにあたり、用途やできあがりの質感を考慮して、材料を決定する必要があるのは当然である。検討の結果、壁画の現状をできるだけ精密に再現し、オリジナルよりも耐久性のよい素材という観点から、壁画漆喰と質感が酷似しており、約2000年以上にわたって色と形状をそのまま維持できると言われている陶板で複製を作成することにした。

2. 3者による共同研究開発

複製陶板を作成するにあたり、大塚オーミ陶業株式会社と株式会社サワテツと共同で研究開発を行うことにした。

2.1 陶板作成のエキスパート：大塚オーミ陶業株式会社

大塚オーミ陶業株式会社は、1973年に大塚製薬グループの住部門として設立された。そして、世界初の薄くてゆがみの少ない堅牢な大型陶板の開発に成功している。現在は、大型陶板、テラコッタ、OTセラミックスを3つの軸とし、平面、立体の

* フレスコ壁画研究センター 研究員
Research Center of Italian Mural Paintings

アートから建築分野、暮らしを彩る生活に至る幅広い領域に対応し、事業を展開している。また、文化財の複製においては、大塚国際美術館の絵画複製をはじめ、キトラ古墳石室内壁画を原寸大の陶板で復元するなど、各種文化財の記録保存においてもすでに豊富な実績をもっている。(参考：大塚オーミ陶業株式会社ホームページ https://www.ohmi.co.jp)



大塚オーミ陶業での作業風景

2.2　凹凸再現のエキスパート：株式会社サワテツ

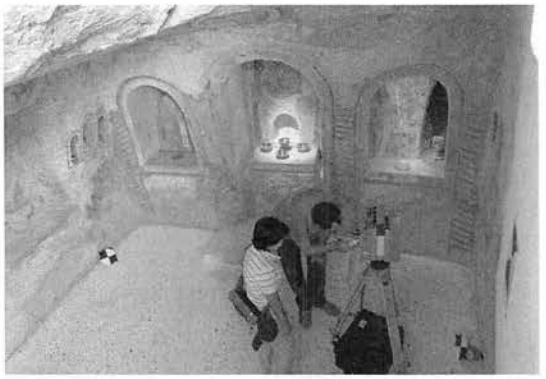
株式会社サワテツは、1973年にもの作りの元になる「金型」の製造メーカー、澤田鉄工所として設立された。創業当初より、窯業を主とした金型製作に携わり、現在では航空宇宙産業や自動車産業の部品製造や金型の設計・製作を行っている。高度な加工技術を有しており、精密部品から大型のものまで分野・業種を越えた加工・製作を行っている。(参考：株式会社サワテツホームページ http://www.sawatetsu.com/)



サワテツでの作業風景（ホームページより）

2.3　調査・データ分析のエキスパート：金沢大学フレスコ壁画研究センター

フレスコ壁画研究センターは、南イタリアでさまざまな最新機器による現地調査を行い、デジタル・アーカイブ構築のためのデータを蓄積してきた。仮想空間における教会や壁画を再現するため、3Dデータを合成・編集し、写真データを貼り付けるなど大容量データの処理のほか、温度や湿度などの環境データ分析も行っている。また色再現においては、カラーチャートを利用した高精細写真の色補正プログラムを開発し、特許申請中である。(『2012年度研究調査報告書』参照)



南イタリアでの現地調査



フレスコ壁画研究センターでの計測

2.4　3者の役割

複製陶板の作成において、これまでの実績と経験からほとんどの行程を大塚オーミ陶業が行う。しかし、大塚オーミ陶業は、これまで職人の手によって凹凸の加工をしており、3次元データを利用していない。そこで3者の役割をFig.1に示すように分担することにした。まず、壁画の質感を考慮した陶板の素材（粒子の大きさや構造など）の検討を大塚オーミ陶業とサワテツが共同で行う。そして、凹凸の加工をサワテツが、色の再現を大塚オーミが担当する。フレスコ壁画研究センターは、調査データの提供と再現された凹凸、色を分析し、客観的な精度の算出と精度向上のための提案を行う。

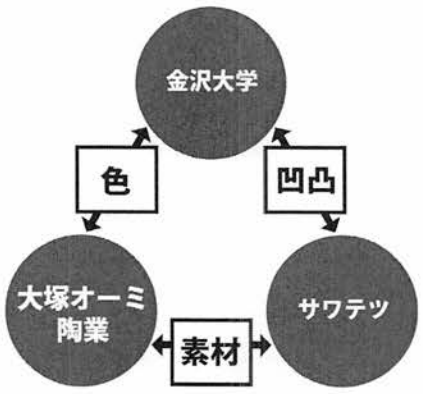


Fig.1　3者の役割

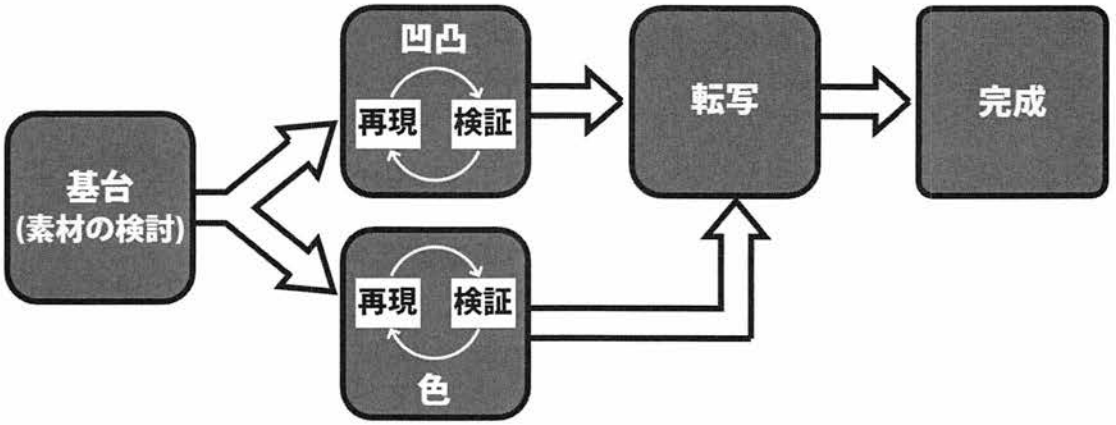


Fig.2 複製陶板作成までの流れ

Fig.2 は複製陶板作成までの流れを示している。まず、陶板素材の検討を行う。この素材を用いて基台を作成し、凹凸のみの再現・検証と、色のみの再現・検証を別々に行う。このようにすることで、それぞれの精度を現段階での最高レベルにまで向上させる。最終的には、凹凸加工の施された陶板に色を転写し、焼き付けることで完成となる。

3. 対象壁画

3.1 近年発見された教会と壁画

対象とした壁画は、当センターが 2012 年にグロッターリエで現地調査を行ったヴェスティータ家の教会に描かれた「聖ニコラウス」である。

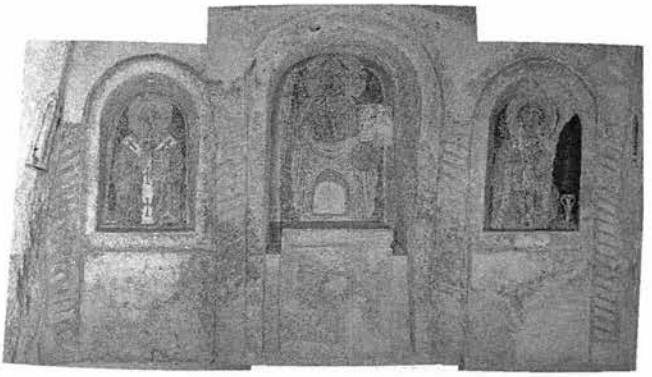
教会は、グロッターリエの旧市街地の南東にあるカステッロ・エピスコーピオ(14 世紀に建設されたターラントの司教館)近くのクレスピ通りにある。2008 年に陶器店(ヴェスティータ)の主人が購入した家を改築したところ、地下の台所にあったパン焼き窯の背後から中世洞窟教会の祭壇が現れた。3 つの壁龕の中央には「パントクラトールのキリスト」、左側には「聖ニコラウス」、右側には「聖女バルバラ」が描かれている。保存状態は奇跡的に良く、色も非常に良く残っている。「聖ニコラウス」に斜光線を当てると、あごひげを含む顔や目の輪郭にインチジオーネ・ディレッタの鋭い引っ掻き線がはっきりと現れ、ルネサンスのフレスコ画法に向かう壁画技法の展開上きわめて興味深い。



南イタリアでの調査地



教会の入口



教会の祭壇にある 3 つの壁龕

3.2 壁画の特徴

「聖ニコラウス」に斜光線を当てた写真を次ページに示す。あごひげには刻線（インチジオーネ）が施されているのがわかる。また、円光には漆喰を塗った際の鏝ムラや彩色の際の刷毛目の跡が、衣服や円光周辺には、石灰白による盛り上げ装飾が施されているのが確認できる。

保存状態がよく、色が良く残っており、壁面そのものは比較的平らでシンプルな構造をしている。

3.3　使用した機器とデータの種類

■色データ

色を再現するためのデータは、中判デジタル一眼レフカメラ 645D（解像度 4000 万画素 PENTAX 社製）で撮影した画像である。撮影に際しては、壁面に LED ライトを多灯ライティングすることで、光ムラを少なく調整した散乱（可視）光撮影を 3 段階露出で行った。この際、X-rite 社製のカラーチャートを写し込んだものとそうでないものを同じ照明条件下、同じ画角で撮影し、コンピューターで色補正が行えるようにした。色補正には、独自開発したカラーチャートを利用した高精細写真の色補正プログラムを使用し、光源に左右されない壁画そのものの色に調整した。

データは RGB 表色を用いた TIF 画像であり、解像度は横 5440×縦 7264 ピクセルである。

■凹凸データ

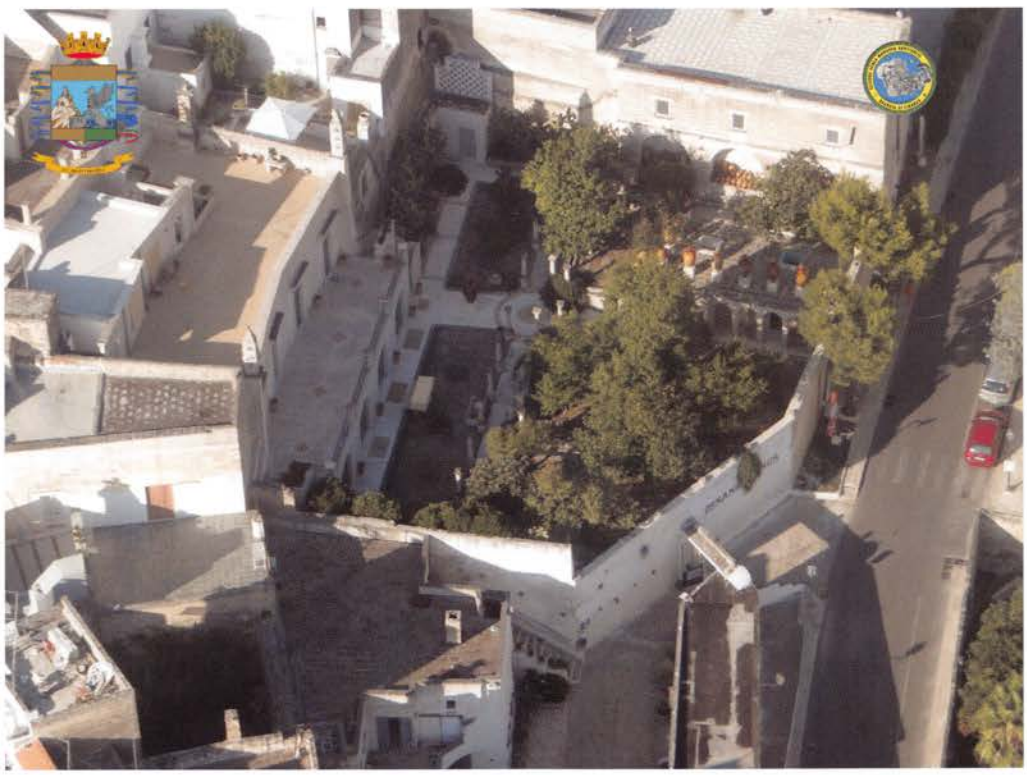
凹凸データは 3 次元デジタイザ Range5（Konica Minolta 社製）で取得した。これは、壁面から 450~800mm 離れた位置からレーザーを照射し、壁面の凹凸によってゆがんだレーザーの曲線を CCD センサーで記録・計算することによって、壁面の凹凸形状を点群データとして作成するものである。800mm 離れた位置からでは、1 回の測定で 267×334mm という狭い範囲しか計測できないが、0.28mm の間隔で 80μm の凹凸が識別できるため、壁面の微妙な凹凸まで高精細に記録することが可能である。作成する陶板の大きさは縦 60cm×横 40cm であったが、1 回での計測範囲を超えているため、数回に分割して計測した。あとでデータを合成できるように計測範囲が約 4 分の 1 重なるようにし、壁龕全体では 30 回のスキャンを行った。点の数は 36,988,346 点に及び、ファイルサイズも約 1.3GB であった。この点データから多面体を作成し、メッシュデータに変換する。その後、作成する陶板と同じ大きさに切り取り、最終的には、9、657,068 点からなる 353MB のデータを作成した。



対象壁画の特徴



近年発見された教会の 3 つの壁龕に描かれた壁画（左が複製対象壁画）



近年発見された教会の空撮画像（写真提供：イタリア航空警備隊）



対象壁画の聖ニコラウス像（左：正常光写真　中央：斜光線写真　右：3D スキャン画像）