

フレスコ壁画の表面形状の記録

簡易立体撮影と立体表示

Archiving of the Surface Configuration of Fresco Wall Paintings

Simplified 3-D Imaging and Display

真田 茂

Shigeru, SANADA

要旨：

筆者は、2010年9月14日～19日の日程で、イタリアのミラノ、フィレンツェ、ピサ、そしてシエナをフレスコ壁画の視察のために訪問した。それぞれの地で数多くの壁画を観察し、そこで気付いた点などを紹介する。特に、ミラノのSanMaurizio教会におけるフレスコ壁画の損傷の程度については非常に興味深く観察した。すなわち、自動車道に面した側と中庭に面した壁のそれぞれの内壁に描かれた壁画をみると、自動車道に面した側が著しく損傷が酷かったことである。これは排気ガスによる影響などの化学的な侵襲が、ときには物理的な損壊よりも壁画にとっては重大であることを意味する。この視察を通じて筆者は、フレスコ壁画の損傷の程度を診断しそれに基づいて適切な修復を行うためには、壁画の表面形状と色相、明度、彩度などの色彩情報の評価が極めて重要であると考えた。

キーワード：フレスコ壁画、立体撮影、立体表示、電子保存

Summary：

I visited fresco wall paintings in Milan, Firenze, Pisa and Siena in Italy between September 14 and 19, 2010. All of these wall painting were very impressive and informative for my research. Especially, in the San Maurizio church in Milan, the paintings on the inner surfaces of walls facing roads were markedly damaged compared to those on the walls facing the inner court. This suggested that the damage to the wall paintings may have been due to more severe exposure to chemicals, such as exhaust fumes, rather than temporal physical distortion. Therefore, evaluation of the surface configuration and color information are crucial for digital archiving for diagnosis and restoration of fresco wall paintings.

Keywords: fresco painting, 3-D imaging, 3-D display, digital archive

I. はじめに

筆者の本来の専門領域は放射線技術学・医学物理学である。現在、X線イメージングとコンピュータ画像解析を用いた新たな医用画像検査法の開発研究を推進している。他にも超音波画像法や眼底画像法（マイクロスコープ）による健康モニタリング法の開発研究を推進している。

そして、フレスコ壁画研究センターにおける筆者の研究課題は、壁画の損傷に関する簡便で効果的な診断方法を検討することである。壁画の調査方法には、たとえば紫外線や赤外線を使うもの、サーモグラフィや光学計測法を使うものがある¹⁾。X線分光分析による塗料の化学分析も行われており、壁の亀裂を調査するために超音波探傷法も使われている (Fig. 1)。

また近年では、表面から数 mm 奥までの調査にテラヘ

ルツ波イメージングという方法も用いられている²⁾。生体と無機質の壁という、対象に大きな違いはあるものの、異常の診断法として意外と医療と良く似たエネルギー媒体が用いられている。

実は最も簡便でしかも効果的に壁画表面の情報を取得できる斜光線を用いる方法がある。これは、壁面が暗い状態で適度な光源を用いて斜光を当てることによって、壁面の凹凸を明瞭に浮かび上がらせて観察するものである³⁾。この斜光線法は、医用画像検査に譬えれば一般初期検査に相当する方法だと考えられる。すなわち、まず、異常が有りそうかどうかを篩にかけて（スクリーニング）、もし必要であればCT検査やMR検査のような精密検査をするという、最初のスクリーニング検査の位置づけである。フレス

コ壁面センターでは、精密検査としては非接触三次元ディ
ジタイザー（コニカミノルタ製）を用いて壁画の表面形状
を記録することになっている。また、簡易型分光色差計（日
本電色工業製）を用いて色彩値を計測・記録する予定であ
る。

そこで筆者は、各地の壁画の視察と併行して、簡便な壁
面表面形状と色彩度の同時記録方法として、簡易立体撮影
を試行してきた。本稿では、どの程度、表面形状を把握で
きるかということと、その立体表示について検討したので
報告する。なお、医用画像検査においても X 線立体撮影
は行われ、脳血管や気管支など複雑な立体構造を持つ部位
の検査にしばしば用いられている。



NIHON MATECH CORPORATION

Fig. 1 Example of the ultrasonic flaw detector

II. 各地の壁画

ミラノでは、前述の San Maurizio 教会と San Satiro 教
会の壁画について報告する。他にフィレンツェの Santa
Croce 聖堂、シエナのドゥオモの壁画について、試験的に
実施した簡易立体撮影による立体画像で報告する。

1. San Maurizio 教会（ミラノ）

教会の入り口は大きな通りに面しており、建物に向かっ
て見て右側（手前）が中庭に、左側（奥）が自動車も往来
する道路に面している（Fig. 2）。



Fig. 2 Facade of San Maurizio church, Milan

前面の入り口を入ると、内壁の全てにフレスコ壁画が描
かれている（Fig. 3）。これらは、1500 年代前半に
Bernardino Luini によって描かれたものである。近年、十
数年をかけて修復されて往時の鮮明な画像が蘇っている。



Fig. 3 Overview from entrance of the Lay hall

繰り返しになるが、向かって右側の外が中庭で左側の外
が道路に面している。まず、外が中庭側の壁画は非常に鮮
やかである（Fig. 4）。



Fig. 4 Fresco paintings on inside of wall facing the inner court

一方、外が道路側の壁画は修復が施されたものの、特にキリストが十字架から降ろされる部分など、明らかにほとんど色が剥げ落ちている状態である (Fig.5)。教会の学芸員にその理由を尋ねたところ、道路に面している方は、自動車の排気ガスによる外壁から浸潤してきた化学的汚染のために壁画の損傷が酷くて、十分に修復できなかったとのことであった。

この説明は筆者にとって衝撃的であった。なぜなら、筆者はそれまでは壁画の損傷は物理的な作用が主であると考えていたからである。そのため、たとえば壁内の亀裂などの診断のために、前述の超音波探傷法を診断法として用いることが重要と考えていた。しかし、Fig. 4 および Fig. 5 に見るように、むしろ、壁画の色彩度や表面形状を評価することが、まずは重要であるという考えに至った。



Fig. 5 Example of the ultrasonic flaw detector

2. San Satiro 教会 (ミラノ)

さほど大きな教会ではないが、この教会の聖堂に描かれている壁画が特徴的である。すなわち、スペースのない祭壇の後ろに「疑似的な遠近法」によって錯覚を惹起して、実際よりも奥行きがあるように感じさせている (Fig.6ab)。この教会では、もちろんこの壁画にも興味を覚えたが、実はそこで1時間弱、日常的な礼拝に参列できたことが非常に印象的であった (Fig. 7)。祭壇の後ろのその壁画を近くで撮影しようと、礼拝の終わるのを最後列に座って待っていたところ、礼拝の途中で周囲の人たちが互いに握手を交わすような場面にも筆者は一緒に参加することができた。



Fig. 6a Facade of San Satiro church, Milan

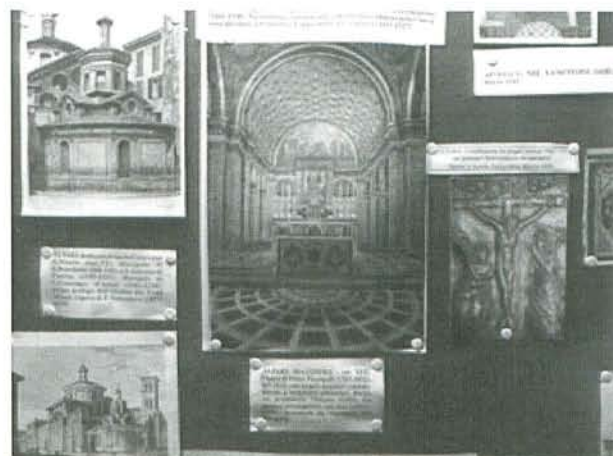


Fig. 6b Schematic diagram of pseudo perspective



Fig. 7 Attending divine service at San Maurizio

それまで壁画は、歴史的に、あるいは美術的に貴重なものが多く、オリジナルが重要であって単に綺麗に修復することを許さないような価値があると考えていた。しかし、そのような美術的な価値よりも、いまだに日常的に礼拝の対象として、むしろ、教会建築時や壁画が描かれた時と同様に荘厳で鮮やかであることの価値が重要でもある。ここでは、文化財の“保存管理”と“保存修復”、あるいは“conservation”と“preservation”などの定義について再考させられた。

3. 最後の晩餐

せっかくミラノを訪問しながら、予約が取れなかったために、レオナルド・ダ・ヴィンチの「最後の晩餐」を見学することが出来なかった。しかし、前述2つの教会における壁画の損傷と遠近法に関して、「最後の晩餐」についても関連して報告する。

実は San Maurizio 教会には、Luini が描いた“最後の晩餐”がある (Fig. 8)。これは、1498 年に完成したと言われるダ・ヴィンチの「最後の晩餐」のほぼ 50 年後に描かれたとされているフレスコ壁画である。一方、ダ・ヴィンチの「最後の晩餐」はテンペラ画で、1520 年頃にはカビが生え、さらに 1550 年頃には既に半分が剥落したと言われている (Fig. 9)。

ダ・ヴィンチは、長期保存に優れているフレスコではなくて、作業工程や描ける色彩に制限がないという理由のためにテンペラ画で描くことを選択したと言われている。そのダ・ヴィンチの「最後の晩餐」の経年変化の惨状をみて、Luini はどのような思いで自らの“最後の晩餐”をフレスコで描いたのか？ 一方、ダ・ヴィンチが幾何学的な線遠近法に加えて、遠くのものには色が変わりぼやけるという空気遠近法も取り入れて確立したとされる遠近法については、Luini は十分に参考にしたようには見えない (Fig. 8)。当時、フレスコ技法の評価や遠近法の発展にどのような経緯があったのか、筆者には知る由もないが、大変興味深いことだと考える。



Fig.8 "The last supper" by Luini in the middle of the 16th century



Fig. 9 [The last supper] by Leonardo da Vinci in the late of the 15th century

4. 簡易立体撮影

本稿の冒頭に記したように、壁画の表面形状と色彩度を同時に記録する簡便法として、デジタルカメラによる立体撮影を試みた。これは、壁画までの撮影距離にも拠るが、注目部分に対する正面からの撮影後、半歩から1歩、横に移動してもう1画像の撮影をするという極めて簡単な方法である。デジタルカメラは市販の Panasonic 製 LUMIX DMC-TZ10 を使用した。

たとえば Santa Croce 教会の円蓋の窓部分を立体撮影すると、その立体構造が明瞭に記録される (Fig. 10)。この立体画像は交差法で配置されている。すなわち、向かって右側の画像を左目で、左側の画像を右目で、ちょうど視線を交差させるように観察すると立体視が可能である。このように奥行き方向に大きな凹凸のある建物の立体構造が記録可能なことは、容易に想像がつく。



(for Right eye)

Fig. 10 Stereo images of a part of the dome, Santa Croce Shrine



(for Left eye)

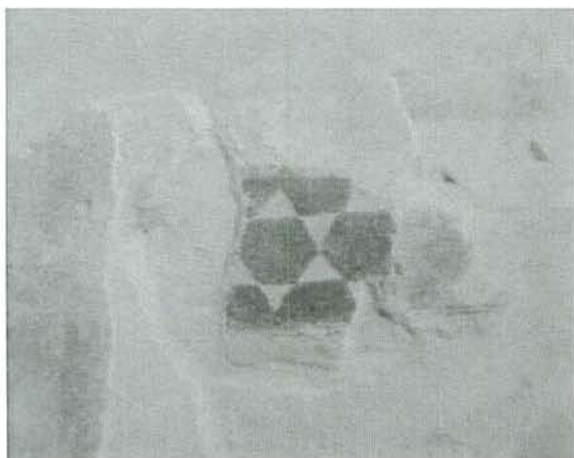


(for Right eye)

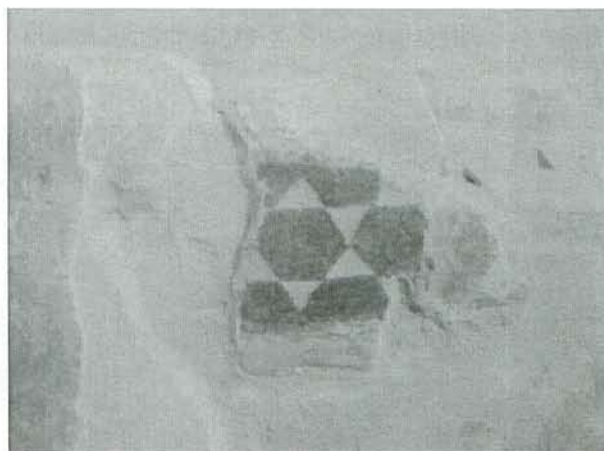


(for Left eye)

Fig. 11 Stereo images of a part of the fresco painting, Santa Croce Shrine



(for Right eye)



(for Left eye)

Fig. 12 Stereo images of a part of the fresco painting, Duomo gallery at Siena

さらに今回の目的とするような壁画の表面形状についても、やや描画され難いものの表面の凹凸や亀裂などは視認することができた (Fig. 11)。この立体画像からは、天使の顔の前面が壁の亀裂によって奥に向かって段差ができていることが視認できる。

シエナのドゥオモ美術館に展示されていた壁画の一部についても、同様にその表面の凹凸を鮮明に記録することができた (Fig. 12)。これは立体視することによって、剥落した部分と壁画として残っている部分の立体構造が鮮明に視認できる。

定量的に 3D 解析を行うことは不可能とは言え、この簡易立体撮影によって壁画の表面形状の立体的な概観を記録することは可能である。すなわち、壁画が描かれている聖堂の構造や洞窟の内面構造の概略を記録するのに有用であると考え (Fig. 13)。そのときに撮影条件やカラーバランスを標準化することによって、色彩度についても比較検討が可能と考える。しかし、部分的な関心領域を対象とした定量的で詳細な 3D 解析は、三次元デジタルタイザーに委ねるという使い分けが良さそうである。



(for Right eye)



(for Left eye)

Fig. 13 Stereo images of the piccolo library, Duomo at Siena

5. 立体画像の三次元表示

さて、慣れればことさら三次元メガネなどを必要とせず
に裸眼立体視（融像視）することは可能である。しかし、
近年、3D モニターが多数開発されている。映画やTV など
エンタテインメントの領域では目覚ましい発展を遂げており、
これによれば誰でも簡単に立体画像を観察できる。

様々な3D モニター方式があるなかでも、今回は高解像
度・高精細表示を可能とするハーフミラー方式の3D モニ
ターを用いて、前項の立体画像を観察した（Fig. 14）。こ
れは独立した2台の液晶モニターを観察者の正面とその上
方約90度に位置させたものである。そして、左右画像を
それぞれの液晶モニターに表示し、ハーフミラーによって
合成された画像は偏光メガネを用いて光学的に融像視され
る⁴⁾。



Fig. 14 Observation of stereo images using 3-Dmonitor

この3D モニターを用いることによって、裸眼で融像視
するよりも、遥かに明瞭に立体視が可能である。また、撮
影時の2画像の視差角がさほど厳密でなくても容易に立体
視できる。

III. まとめ

フレスコ壁画の損傷の原因として、その基盤である壁を
含む壁画の物理的な損壊よりも、ときには化学的な変性が
重要だと考えられる。そこで、壁画の深層を調査すること
よりも壁画の表面形状と化学的変性が及ぼすその色彩度の
変化を記録することが重要である。今回の試行実験により、
簡易的な立体撮影が壁画のデジタルアーカイヴに有用で
あることが示唆された。

IV. 謝辞

3D 表示に関する助言および3D モニターを貸与してい
ただきました（株）ナナオの伊藤広氏に深謝いたします。

文献

- [1] 前川佳文：調査研究の重要性、壁画の調査方法。フレスコ画
研究所バステオーニ 一番外編一、2006年3、4月
(<http://affresco.exblog.jp/>)
- [2] 福永 香：テラヘルツ波イメージングによる文化財の非破壊
検査。光量子科学研究センター・レーザーアライアンス合同シ
ンポジウム（東京大学）、2010年12月22日
- [3] 宮下孝晴：フレスコ画のルネサンス：壁画に読むフィレンツェ
の美、NHK 出版、2001.
- [4] 伊藤 広：液晶モニターにおける立体表示技術の現状。画像
通信 33 (2) : 44-49、2011