

■ 状態記録表 B6 (図2-14~17)



図2-14 ① 剥落・亀裂・破れ、穴。記録表には通常光写真を使用した。



図2-15 ② 浮き上がり・カンバスの変形（剥離）。記録表には側光線写真を使用した。

光源位置（左側）



図2-16 ③染み・付着物・下書き。記録表には通常光写真を使用した。

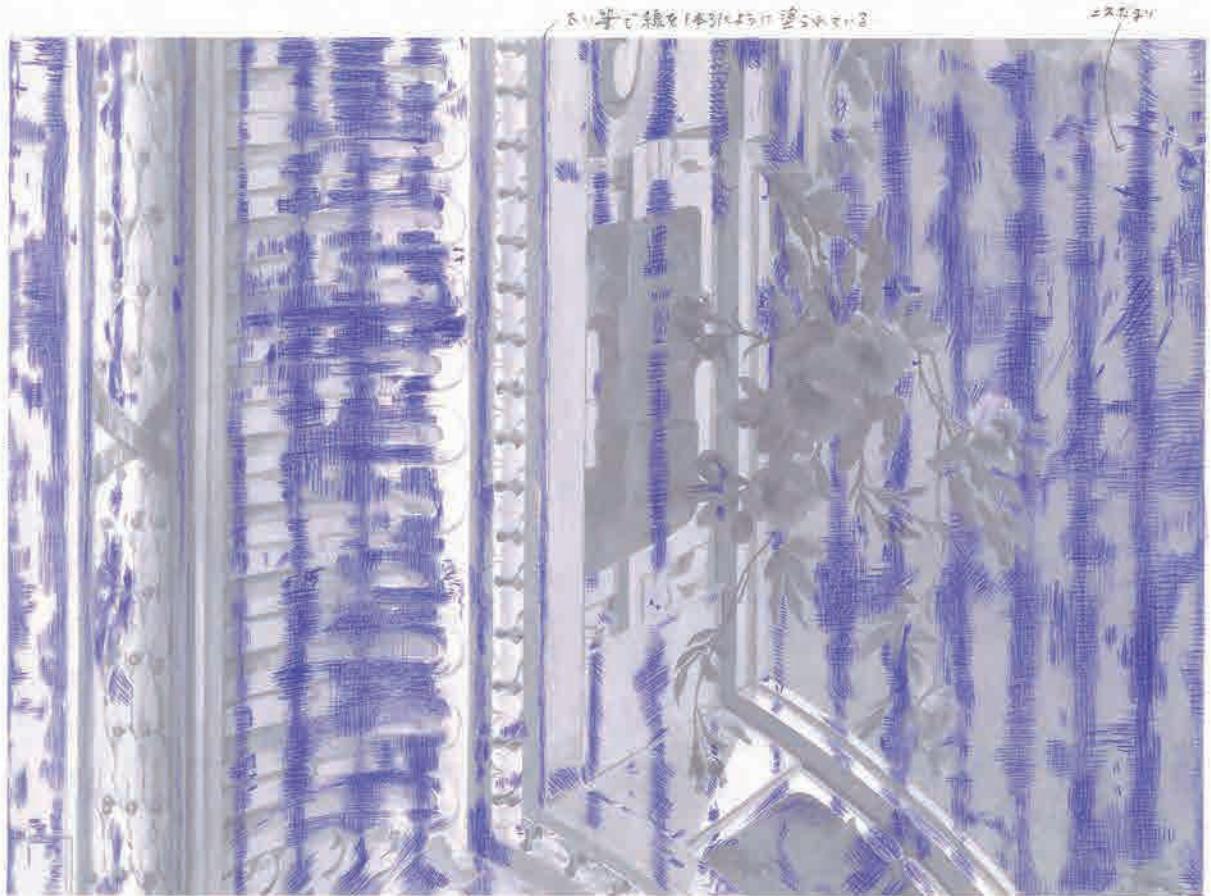


図2-17 ④旧修復(旧補彩)。記録表には紫外線蛍光写真を使用した。

■ 状態記録表 E6 (図2-18~21)



図2-18 ① 剥落・亀裂・破れ、穴。記録表には通常光写真を使用した。

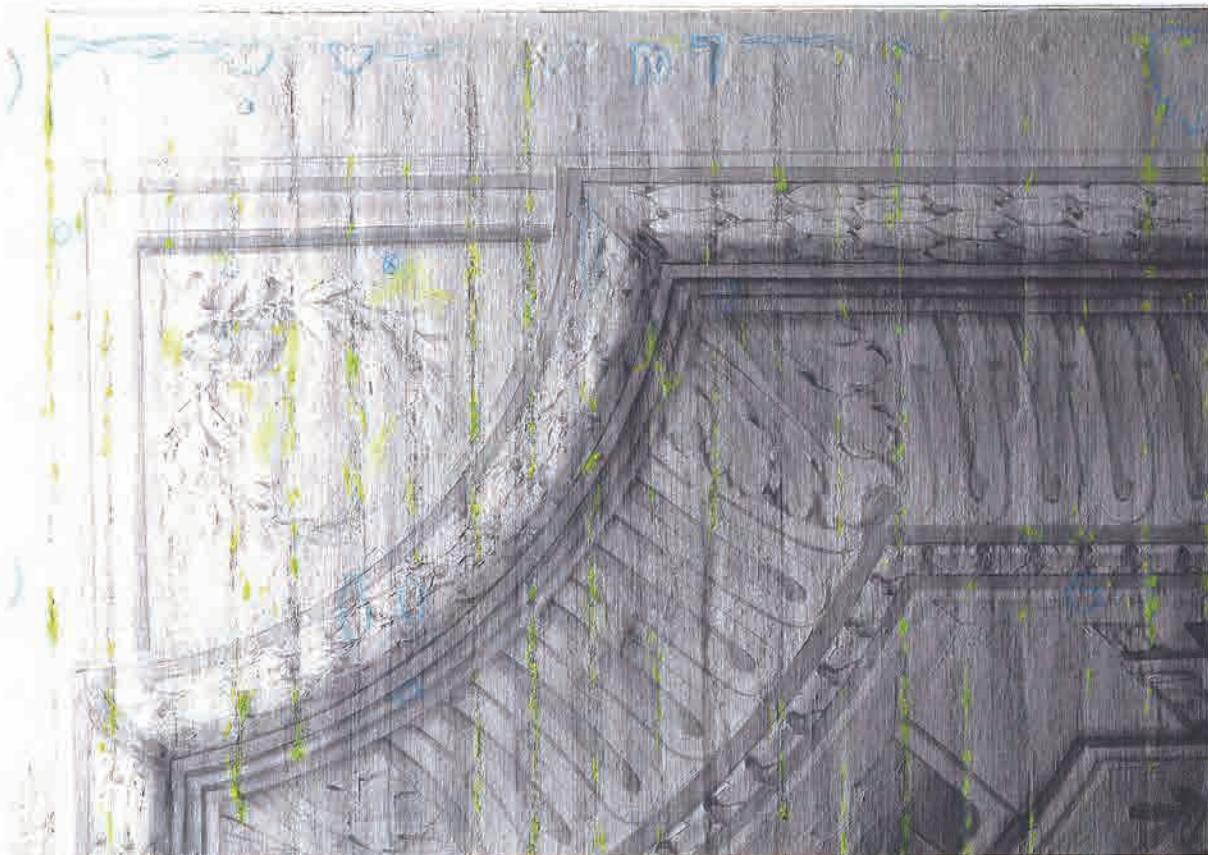


図2-19 ② 浮き上がり・カンバスの変形（剥離）。記録表には側光線写真を使用した。

光源位置 (左側)



図2-20 ③ 染み・付着物・下書き。記録表には通常光写真を使用した。

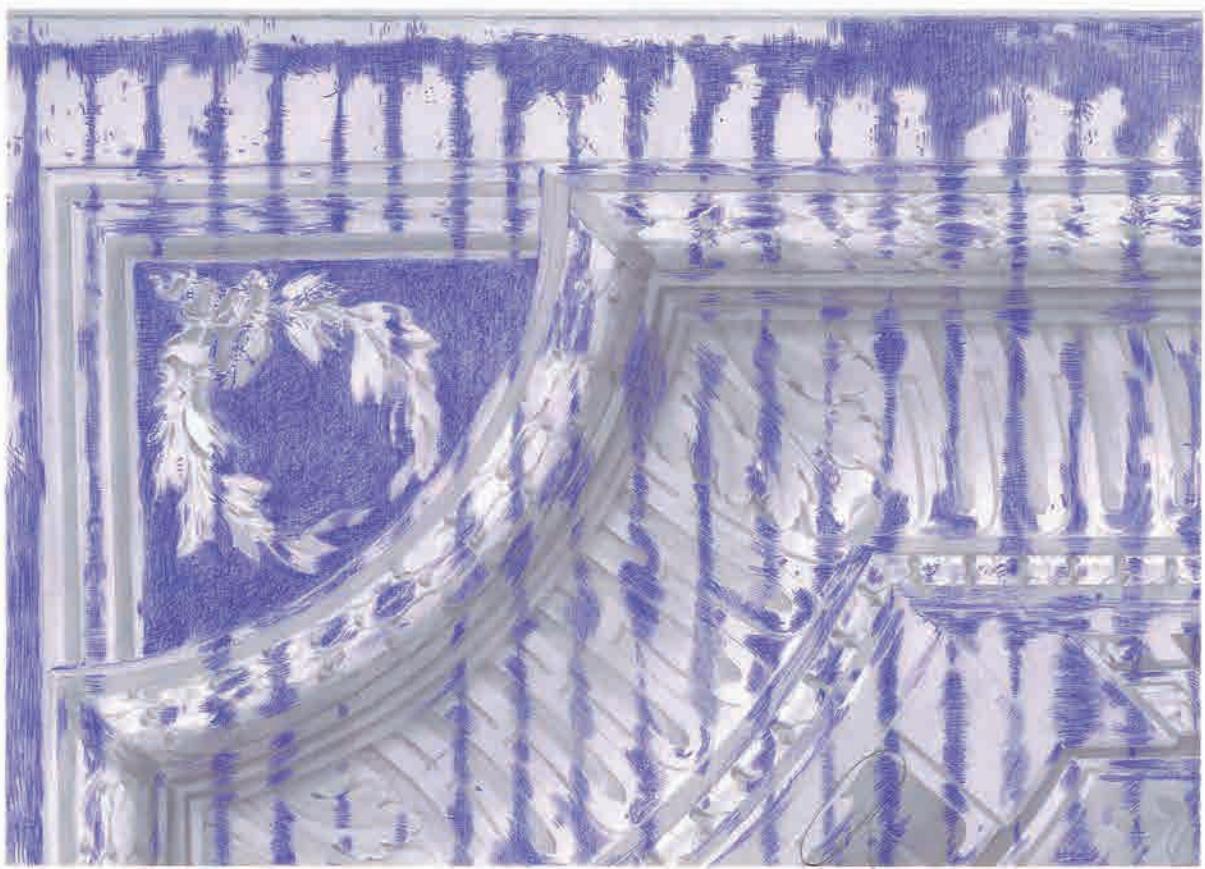


図2-21 ④ 旧修復（旧補彩）。記録表には紫外線蛍光写真を使用した。

#### 4. 修復前の損傷状態 [図2-22~37]



図2-22 絵具層の亀裂・剥落・浮き上がり (E7)



図2-23 蛍光写真で見ると木摺に沿って補彩が施されている (E7)



図2-24 絵具層の浮き上がり・剥落。地塗りごと剥落し麻布が見える (A3)



図2-25 旧補彩及び充填材の浮き上がり (C2)



図2-26 金箔部分の浮き上がり (B2)



図2-27 付着物。褐色の付着物が画面に多数散在している (E3)

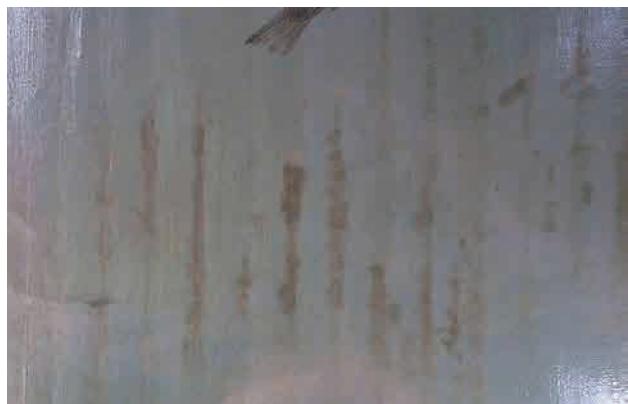


図2-28 旧補彩の変色の目立つ部分 (B5)



図2-29 旧補彩の変色 (C2)

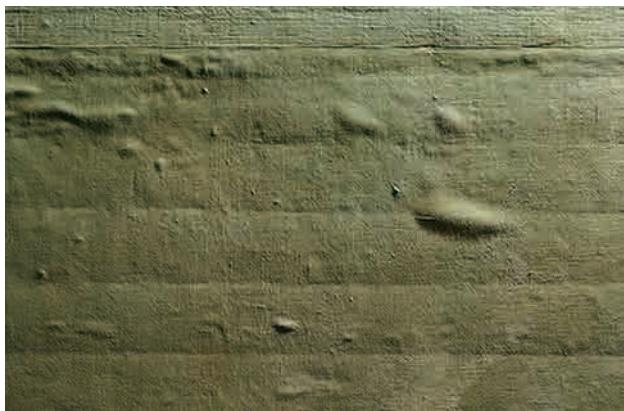


図2-30 木摺からのカンバス剥離（B5・焼夷弾被災部分）



図2-31 カンバスの破れ部分（A5）



図2-32 シャンデリアの取り付け部分。旧充填補彩で覆われており、亀裂や浮き上がりが著しい（C2）



図2-33 旧修復時に使用された洗浄剤が強かったためか、絵具の頭が擦れている（C3）



図2-34 一部にジグザグ状の亀裂が認められる（E2）



図2-35 木摺の隙間の幅が広く、カンバスが破れている（D3）



図2-36 模様の部分に点線状の下書きが複数認められる（A2）



図2-37 一部に絵具の変質が認められる（E5）

## 5. 修復処置に関する事前テスト

### 5-1. 耐溶剤性、洗浄テスト

オリジナル絵具層を傷めることなく安全に画面洗浄を行うために、耐溶剤性テストと洗浄テストを各種溶剤の組み合わせや割合を変えて行い、洗浄に使用する溶剤を検討した〔表2-1・2〕。耐溶剤性テストでは、オリジナル絵具層の堅牢性を確認する。洗浄テストでは、画面に付着した汚れ、旧ワニス、旧補彩、旧充填材の洗浄を行い、洗浄効果があり安全に使用できる溶剤を検討し選択する。

テスト方法は、各種溶剤を含ませた綿棒で画面の小範囲を拭き取り、画面テスト箇所と使用した綿棒の色や状態を比較観察することで洗浄効果を確認する。

耐溶剤性テストは画面中の各色で行い、洗浄テスト箇所は10箇所程度行った〔図2-38・39〕。

使用した溶剤は、精製水、アンモニア水、エタノール、ミネラルスピリット、トルエン、キシレン、アセトンである。

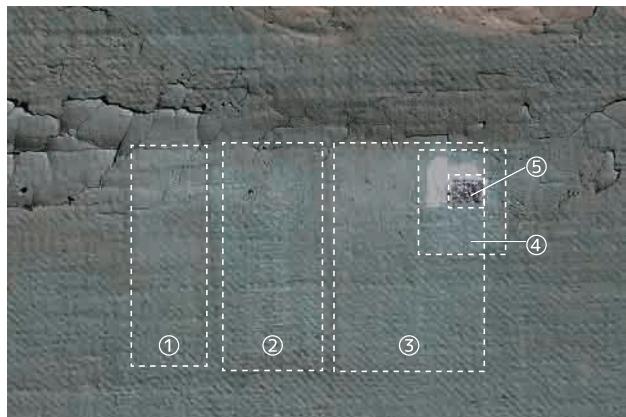


図2-38 洗浄テストの例

- ① 精製水
- ② エタノール1：ミネラルスピリット1
- ③ アンモニア水（0.3～0.8%）

\*希釈の割合を変えながらテストを行った。

- ④ トルエン
- ⑤ 精製水及びエタノール1：ミネラルスピリット1

表2-1 汚れの洗浄テスト

精製水	表面に付着した汚れを除去できた。
アンモニア水（0.3～0.8%）	表面に付着した汚れ、水性の旧補彩を除去できた。

表2-2 旧ワニス層及び旧補彩の洗浄テスト

\*原液

アンモニア水（0.3～0.8%）	旧ワニスは溶解しない。
エタノール*	旧ワニス、旧補彩ともに溶解しない。
ミネラルスピリット*	旧ワニス、旧補彩ともに部分的に除去できた。
トルエン*	旧ワニス、旧補彩ともに部分的に除去できた。
キシレン*	旧ワニス、旧補彩ともに部分的に除去できた。 オリジナルの赤色がわずかに反応した。
アセトン*	旧ワニス、旧補彩ともに溶解しない。



図2-39 同部分の紫外線写真

- ・①③では表面の汚れ及びワニス上の水性の旧補彩は除去できたが、旧ワニス及び旧ワニス下の旧補彩は除去できていない。
- ・②④では旧ワニス及び旧補彩が除去できた。
- ・⑤では旧充填材を除去した。旧充填が違和感のない部分に関しては、除去は行わない方針とした。

## ■ 焼夷弾の被災部分

焼夷弾の被災部分は、昭和の修復時に新たなキャンバスを貼り付け彩色されている。更に貼付けたキャンバス部分と周囲を馴染ませるように、広範囲にハッキングの補彩が施されている。ハッキングによる補彩が除去できると、下層の彩色の色調がオリジナルと近似していることが分かった。この洗浄テストを踏まえ、補綴部分はハッキングの補彩までを除去する方針とした〔図2-40〕。

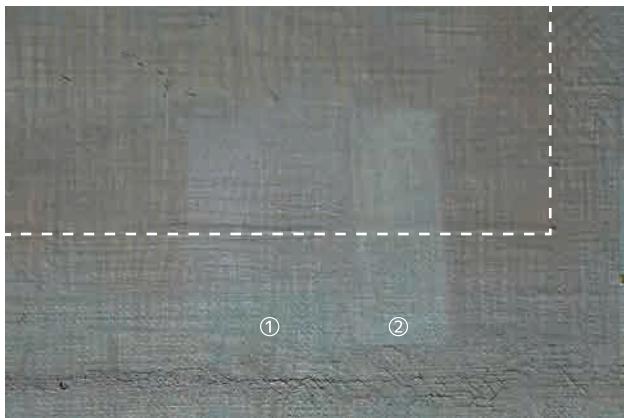


図2-40 焼夷弾被災部分の洗浄テスト

上部の点線範囲は旧処置の補綴部分

- ① 精製水、アンモニア水（0.3～0.8%）  
(表面の汚れなどを除去)
- ② トルエン1：ミネラルスピリット1  
(ハッキングの旧補彩を除去)

## ■ 耐溶剤性、洗浄テスト結果

旧補彩の除去においては、ワニス層の上層か下層なのかを確認しテストを行った。ワニス層の上に施された一部の旧補彩は水性洗浄で除去可能であることが分かった。次に旧ワニスを除去する際、ワニス層のみでなくワニス下層の旧補彩も同時に溶解することが分かった。旧補彩は一層ではなく塗り重ねている部分が多く認められ、補彩絵具も数種類が使用されている。

オリジナル絵具層は旧修復時にオーバークリーニングされて傷んでいるが、耐溶剤性は優れている。以下の方針で問題なく洗浄可能である。

- ・表面の汚れは精製水で除去する。
- ・アンモニア水は0.3～0.8%のもので旧ワニス層は溶解しないため、問題なく使用できる。精製水で除去できない表面の汚れが見つかった場合に使用する。

- ・旧ワニス及び旧補彩の洗浄にはトルエンやミネラルスピリットが有効な部分もあるが、全てではないことが分かった。作業性を考慮し、旧ワニスと旧補彩の洗浄にはミネラルスピリットを使用する。
- ・旧充填材は除去可能だが、堅牢なため除去に時間を要することが分かった。除去の際、周囲のオリジナルを傷めそうな場合は無理な除去は行わず、再利用できる箇所は除去しない方針とする。

## 5-2. 浮き上がり接着テスト

接着方法は、典具帖紙や薄いポリエステル紙を用いて膠水溶液を含浸させ、電気鑶を用いて加温加圧することで絵具層の浮き上がり接着を行う。テストを行うことで、使用する道具や膠水の濃度などを検討した。

## ■ テスト方法

- (1) 絵具層の浮き上がり箇所に対し、細筆で膠水を染み込ませる。膠水の濃度は、41号室の天井絵画修復時に使用された濃度（10%前後）で検討した。
- (2) 浮き上がり箇所に典具帖紙や薄いポリエステル紙を当て、更に膠水を含浸させる。接着作業の際に紙を当てておくことで表打ちとしての意味合いもあり、絵具片の剥落防止になる。その上で、手の感触で確認しながら作業を行うことができ、濡れた紙が透け亀裂部分を視認やすい。
- (3) 浮き上がり部分をシリコンゴムシート越しに電気鑶で加温加圧する。電気鑶の温度は80°C前後で使用する（温度は損傷状況に応じて適宜判断する）。
- (4) 接着が完了したことを確認し、水を含ませた綿棒などを用いて紙を取り除く。作業後、表面の余分な膠を除去する。

## ■ 浮き上がり接着テスト結果

- ・加温加圧による膠接着時には、旧ワックス（晒蜜蝋・天然樹脂の混合）を緩ませ膠の効果を半減させる可能性もあるが、現段階の修復テスト箇所では加温加圧による膠接着が有効であった。
- ・牛皮和膠で問題なく接着できる。

- ・絵具層の浮き上がり接着には膠1：水9の膠水を、  
キャンバス剥離箇所への接着には膠1：水5の膠水  
を使用する。
- ・基本的には接着後に除去し易いポリエステル紙を  
使用するが、絵具層が剥落寸前の箇所には、ポリ  
エステル紙より薄い典具帖紙を使用する。

## 第3節 成分分析調査

### 1. 試料片について

絵具層の塗布状況や使用された顔料を正確に知るために、微小な試料片（通常 0.5～1.0mm 四方で大きさや厚みは作品により異なる）を採取し、成分分析を行った〔図2-41・42〕。試料片はオリジナルの代表的色調検査及び、昭和の修復時の充填補彩検査、さらに破損部分の補修材料検査を目的に19箇所より得た〔図2-43〕。技法材料の観点からは、オリジナルの試料片検査で考察を加えた〔P.040～045参照〕。



図2-41 試料片を採取箇所選定の様子

### 2. 調査方法

調査方法は、試料片のクロスセクションを作成して光学顕微鏡で観察した後、X線マイクロアナライザ（EPMA）にて観察し、元素を確認する一方、微小部X線回折装置（MDG）により、試料片を測定して化合物を確認する方法によった。実験条件を以下に記す。

- EPMAは以下の2機種を使用した。

日本電子㈱社製JSM-6360にOxford社製エネルギー分散型スペクトルメータINCA x-sightを装着した装置及び日本電子㈱社製JSM-5400（二次電子像と組成像観察用）

加速電圧：15kV

- MDGは以下の2機種を使用した。

理学電気株式会社製 RINT2100にPSPC-MDG2000を装着した装置、及びRINTrapid（湾曲IP X線回折装置）

線種：CuK $\alpha$  管電圧：40kV 管電流：30mA  
コリメータ： $100\mu\text{m}\phi$  計数時間：約2000秒  
MDGによる測定は、試料片の表面、及び裏面にX線を照射して行った。

- メディウムの推定は酸性フクシン1%水溶液による染色法を使用した。

### 3. 調査結果

構成別に結果を述べる。結果を表にまとめた〔表2-3・4〕。

#### ■ 地塗層

オリジナルの地塗層は鉛白を主成分とする一層塗りで、支持体との間には膠水を塗布した層（いわゆる絶縁層）が存在する。

#### ■ 絵具層

オリジナルの絵具層の主成分白色顔料は鉛白である。白色層のみに限らず、他の色調の絵具層も鉛白が混ぜられて、絵具層全体に鉛白の使用量が多い。他に確認された顔料はバーミリオン、酸化鉄系赤褐色及び黄色顔料、赤色レーキ顔料、クロムイエロー、エメラルドグリーン、コバルトバイオレット（磷酸コバルト）、カーボンブラック及びアイボリーブラックである。

色調の特徴について記す。酸化鉄系赤色顔料ではヒ素を含む粒も検出された。試料No.12の絵具層に分布している。しばしば検出される例のひとつでもある。

赤色レーキ（試料No.4）はアルミニウムの他にカルシウムとリンが主成分となっている。体質顔料としてアルミニウムの酸化物が一般的であるが、今回の試料ではカルシウムの磷酸塩なども使用されていると推定した。この点は41号室の赤色レーキと同様である。

紫色顔料はコバルトとリンが主成分である。リン酸コバルトの回折線も確認され、典型的な、いわゆる濃口紫色顔料（コバルトバイオレット・ディープ）である。この点も41号室の検出例と同様である。一般的製法はリン酸コバルト8水塩を加熱して結晶水を除去するとあるが、今回の試料片では4水塩の回折線も確認できた。結晶水の除去が不十分となり、製造工程で混入したものと判断できる。

試料No.19の濃い緑色はコバルトブルー、ウルトラマリン、酸化鉄系黄色顔料、クロムイエローなど、青色と黄色顔料の混合で構成されている。これらの他に、ヒ素と銅を含むエメラルドグリーンも微量成分として検出された。

天井絵画中央を含めた大部分を占める空では、基本の色調は淡い青色である。青色は顔料を特定することが困難であったが、試料No.10の小さな一粒から鉄が主成分として検出され、プルシャンブルーとして判定できた。試料片採取の際には、オリジナルの空を構成する絵具層検査を目的とし、試料No.17を採取した。この絵具層では鉛白が主成分で、鉄は微量成分として検出されていたが、明白に青色顔料の粒を確認することは難しかった。このため試料No.9や試料No.19など表面の絵具層の下に、空の絵具層を持つ試料をすべて検査対象とした。その結果上述したように、試料No.10でプルシャンブルーの一粒を特定できた。

プルシャンブルーは細かい顔料として知られ、少量で着色能力の高いことも知られている。鉛白に少量添加され、混合が十分になされたため、顔料の粒の特定が困難になったものと考えられる。なおプルシャンブルーの絵具を製造するとき、アルミニウムの酸化物を混ぜることが多く、このため検査対象の試料片では、鉄とアルミニウムを主成分元素として検出確認できる例が殆どである。今回の試料では、検出元素は鉄のみであった。この点は45号室でも青色顔料として検出確認できたプルシャンブルーと同様である。

空を構成する層で比較的顕著であった顔料はエメラルドグリーンである。細かい粒で透明にも観察できるが、散在するように存在し、主成分元素のヒ素と銅を確認できた。この他に微量成分として酸化鉄系褐色及び黄色顔料も検出された。

空の色調は前述したように青色が基本であるが、緑色や黄色を加えることで、単一な色調をさけて、いわば抑揚をつけたとも推定できる。

アイボリーブラックは、試料No.12、No.13及び試料No.14などで確認できた。特に意図したアイボリーブラックの使用は観察できず、カーボンブラックと共に使用されている。なおカーボンブラックは、原子番号9（フッ素）以上を持つ元素を殆ど含まないのに対して、アイボリーブラックはカルシウム、リン、マグネシウムを含むことで区別した。

### ■ 金箔の使用

試料No.7の箔は金箔で、この下層には油脂分（乾性油）の多い層が存在した。油性接着剤で貼られた、いわばミッショーネの一種である。金箔は銀や銅も含み、モル百分率で算出すると、金は85.6～83.1%、銀は10.4～8.3%、銅は4.0～8.6%であった。油性接着剤の層は、油脂分の他に少量の酸化鉄系赤褐色顔料、クロムイエロー、鉛白を含み、微量成分としてカドミウムイエローも確認できた。淡い褐色の色調を加えて金箔貼付部位を明示したものと推定できる。

### ■ オリジナルのワニス層

試料No.11の断面を光学顕微鏡で観察すると、最表面に褐色を呈する油脂分の多い層が、厚みは薄いが確認できる。その上に昭和の修復時の充填材がある。この油脂分の多い層は、EPMAで観察すると顔料の存在は確認できず、黄化の進行した乾性油、あるいはオリジナルのワニス層と推定できる。昭和の修復時に画面洗浄過程で残留し、これを調整する目的で充填補彩を行ったと考えられる。

### ■ 充填

昭和の修復時の充填材は、石膏と白土、チタン白（ルチル型）の混合物（メディウムは膠水）が使用されている。45号室の充填材と構成は同様である。さらに石膏は半水（0.5）石膏と0.67水和物、及び0.62水和物石膏の回折線が、多く観測された。半水（0.5）石膏と0.67、0.62水和物石膏の回折パターンは類似しているため、明確な区別は難しい。一応、半水（0.5）石膏を主成分化合物とする。この点は

45号室、41号室の石膏と同様である。試料片によつては一般的な二水石膏が多い例もあり、半水石膏との混合は比較的不均一でもある。

白土は鉱物名Kaoliniteが代表的化合物として知られているが、鉱物として同じ族を形成するDickite、Nacriteも含有し、検出例も多い。今回の測定ではKaoliniteの回折線を確認することが多く、上記の他の鉱物は確認できても微量成分であった。なお石英も検出されている。ケイ酸塩化合物を主成分とする鉱物に石英が混入する例は多い。

### ■ 補彩

昭和の修復時の補彩は水彩絵具と油彩絵具が使用されている。チタン白（アナターゼ型）が主成分顔料のひとつである。全体には油性メディウムによる補彩が多い。この他にはリトポン白、酸化鉄系顔料、コバルトグリーン、ビリジャン、セルリアンブルーなど、多くの絵具が使用されている。充填材の上に直接油性メディウムでなされた例が多い。元の絵具層の上に、直接薄く塗布された補彩多くの試料で確認できる。

試料No.3ではオリジナルの絵具層に直接補彩がなされている。白色も混ぜられており、亜鉛、硫黄、バリウムが主成分元素であったためリトポン白と推定した。ビリジャンでは主成分元素はクロムの他にアルミニウムも検出された。後者は添加剤の成分と推定している。

既に述べたように、オリジナルの金箔は油性貼付であったが、試料No.8の充填部分では、膠水を使用して、金箔が貼られていた。いわば補金になると推測される。この金箔は他に銅も含有して、モル百分率で算出すると、金は97.4～94.6%、銅は2.6～5.4%であった。

### ■ 補修部分（焼夷弾被災部分）

補修部分は全体から比べれば、小さな四角い部分として確認できる。試料No.16を観察すると5～6層から成る構成があり、さらに使用顔料も多種に及ぶ。この補修はすべて油性メディウムでなされている。最下層に透明な層がある。この層は炭酸カルシウムを含み、さらに少量のジンクホワイトも含む。その上にチタン白、リトポン白を含む層があり、次

に鉛白の層（少量成分としてケイ酸塩化合物も含む）がある。ここからビリジャンと鉛白、ジンクホワイトを混ぜた淡緑色層があり、さらにその上に、鉛白とビリジャンを混ぜた層が塗布されている。この層は最上層になるが、雲を構成するような部分では、チタン白にビリジャンや酸化鉄系赤褐色顔料、セルリアンブルーなどが混ぜられた層が塗布されている。

補修部分は空に相当するが、全体にビリジャンの使用量が多い。黄化の進行したワニス層の下に淡い色調の青色が存在すると、いわゆるグレーズの効果もあり、両者が混ざった形で緑色の印象を与える事例は多い。昭和の修復時、作業担当者がこの効果も含めて、空の色調で青色に比べ、緑色が強い印象を持ったと考えられる。一般的に補彩は修復作業工程の画面洗浄の後に行われる。このため洗浄後は、汚れや黄化の進行したオリジナルのワニス層は除去されたことになる。前述したグレーズ効果は減少するが、それでも補彩の層には緑色顔料が多い。

なお試料No.15の表面は褐色を呈していたが、補彩の層で絵具などが変色した跡はない。表面に汚れが付着して褐色を呈した跡と判断できる。

### ■ ワニス層

昭和の修復時のワニスはワックスの混ぜられたワニスが使用されている。試料片断面では厚みの薄い層を構成している。ワックスは浮き上がり接着にも使用されて、地塗層の下層に厚く観察できる例もある。

### ■ 調査結果のまとめ

調査結果をまとめると、まずオリジナル部分で、全体に空の色調と周辺の淡黄褐色部が、地塗層の上に塗布され、その上に文様や意匠を構成する絵具層がある。光学顕微鏡で下層の絵具層を識別できない試料片もあるが、EPMAの画像を観察すると確認できる例は多い。地塗層は厚く、絵具層は比較的薄く塗布されて、鉛白の使用が多い。油性メディウムで貼付された金箔も含めて、計画的な描画も考慮できる。いわば伝統的な油彩画技法によって制作された側面を示している。

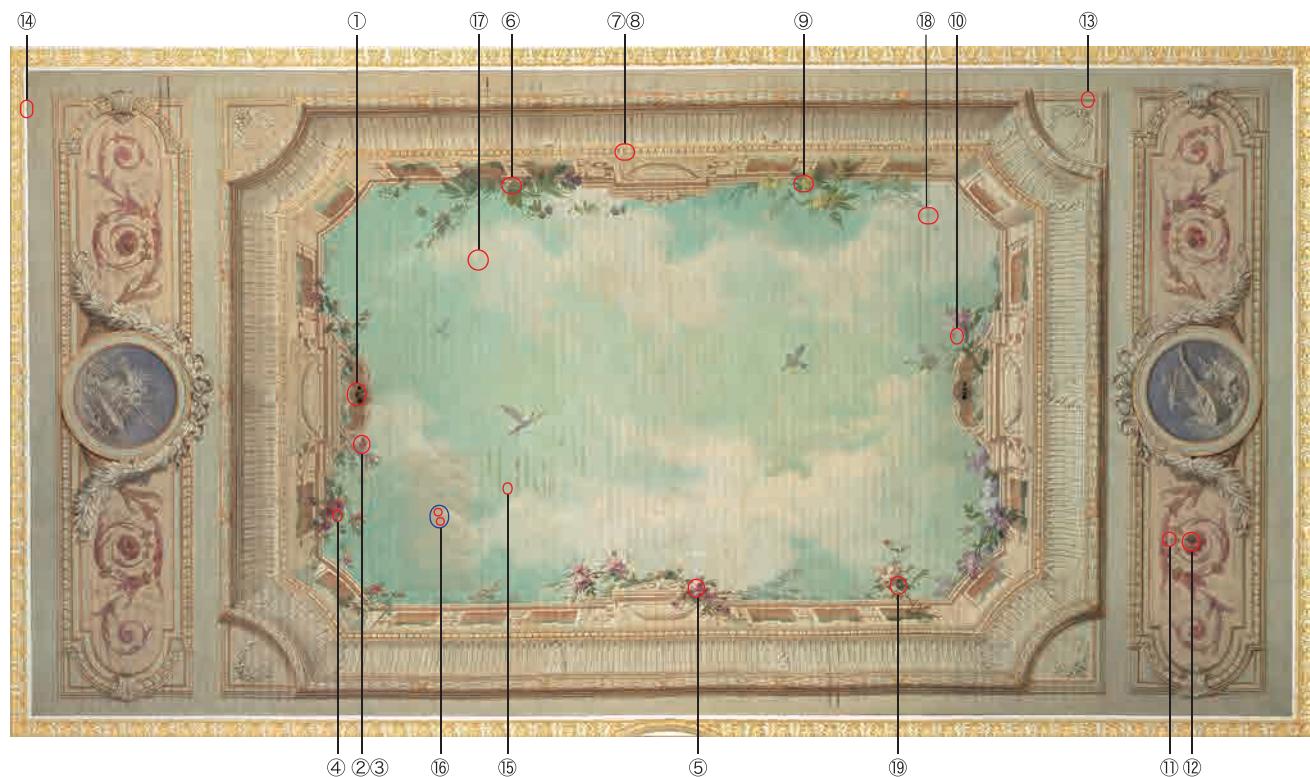
昭和の修復に注目すれば、絵具層の厚みを調整するためか、多くの絵具が使用された多層構造を持ち、

試行の跡とも推定できる。金箔も使用し、さらにオリジナル部分への補彩や、殆ど厚みが確認できない程度に薄い補彩もなされ、全体の画面調整に注目した修復の側面を示している。



図2-42 専門部会委員の立ち会いのもと試料片を採取した

図2-43 試料片採取箇所（いずれも剥落部分及び微小孔部近辺）



- ① 左照明電線導入孔部、淡褐色
- ② 赤色部分（補彩）
- ③ 赤色部分
- ④ 黄緑色
- ⑤ 微小な孔部、レーキ系赤色
- ⑥ 紫色
- ⑦ 金色
- ⑧ 金色
- ⑨ 黄色
- ⑩ 白色
- ⑪ 淡黄褐色
- ⑫ 褐色
- ⑬ 灰色
- ⑭ 淡黄褐色
- ⑮ 補彩部分、表面は褐色を呈する空の部分
- ⑯ 補彩部分、損傷部の修復部分
- ⑰ 空の青色
- ⑱ 補彩部分青色と充填材
- ⑲ 微小な孔が存在する部分、濃緑色

表2-3 オリジナル部分、絵具層と地塗層の試料片調査結果

色(試料片番号)	EPMAによる検出元素	MDGによる検出化合物*	推定顔料と備考
赤(3,5,12)	Hg,S Al,Si,K,Fe,As Al,Ca,P	HgS [6-256] — —	バーミリオン(試料片No.3で主に検出) 酸化鉄系顔料 レーヰ顔料(試料片No.5で検出)
黄(9,19)	Al,Si,Fe Pb,Cr	—	酸化鉄系顔料 クロムイエロー
褐(1,11~13,17)	Mg,Al,Si,K,Fe	—	酸化鉄系顔料
緑(10,17,19)	Cu,As	—	エメラルドグリーン 試料片No.19の緑は青と黄の混合
青(10,17,19)	Fe Na,Al,Si,S,K Co,Al	— Na <sub>6</sub> Ca <sub>2</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>24</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [17-749] —	ブルシャンブルー ウルトラマリン(試料片No.19で検出) コバルトブルー(試料片No.19で検出)
紫(6)	Co,P	Co <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [13-503] Co <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O [35-109]	濃口コバルトバイオレット
黒(1,3,11~14)	F以上の原子番号を持つ元素は未検出 Ca,P,Mg	—	カーボンブラック アイボリーブラック (試料片No.14で主に検出)
白(1,3,6,7, 9~14,17,19)	Pb Ca	2PbCO <sub>3</sub> ·Pb(OH) <sub>2</sub> [13-131] PbCO <sub>3</sub> [47-1734]	鉛白 微量成分として炭酸カルシウムを含む
金(7)	Au,Ag,Cu	Au [4-784]	金箔、銀、銅は微量成分
地塗層(1~6, 8~10,12~17)	Pb Al,Si,K,Ca,Fe	2PbCO <sub>3</sub> ·Pb(OH) <sub>2</sub> [13-131] PbCO <sub>3</sub> [47-1734]	鉛白が主成分 微量成分としてケイ酸塩化合物と 炭酸カルシウムを含む

\* [ ] 内のNo.は照合したJCPDS-ICDDカードのNo.

表2-4 補彩、充填材及び補修部分、試料片調査結果

試料片種類(番号)	EPMAによる検出元素	MDGによる検出化合物*	推定顔料と備考
補彩、白 (4,15,16,17,18)	Ti	TiO <sub>2</sub> [21-1272]	チタン白(アナターゼ型)
補彩、白(3)	Ba,S,Zn	—	リトポン白 赤色レーキと混合して使用
補彩、赤褐及び黄褐 (4,15,16,18)	Si,Al,Fe,Ca	—	酸化鉄系顔料
補彩、赤(2,3)	Al	—	レーク顔料
補彩、緑(4,15,16,18)	Zn,Mg,Co,Al,Cr	—	コバルトグリーン、ビリジャン
補彩、青(3,7,10)	Co,Sn,Mg	—	セルリアンブルー
補彩、金(8)	Au,Cu	Au [4-784]	金箔、Cuは微量成分
充填材 (2,4,15,18)	Ti, Si,Al Ca,S	TiO <sub>2</sub> [21-1276] SiO <sub>2</sub> [46-1045] Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> [29-1488] [14-164] CaSO <sub>4</sub> ·0.67H <sub>2</sub> O [47-964] CaSO <sub>4</sub> ·0.5H <sub>2</sub> O [41-224] CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O [33-311][21-816]	チタン白(ルチル型) 白土 石膏(半水石膏も含む) が主成分
補修部分、白、透明 (16)	Pb Ba,S,Zn,Ti Ca	2PbCO <sub>3</sub> ·Pb(OH) <sub>2</sub> [13-131] BaSO <sub>4</sub> [24-1035] ZnS [12-688] ZnO [36-1451] TiO <sub>2</sub> [21-1272] CaCO <sub>3</sub> [5-586]	鉛白、リトポン白 亜鉛華、チタン白(アナターゼ型) 炭酸カルシウム 炭酸カルシウムは油性メディウムで 使用され透明を呈する

\* [ ] 内のNo.は照合したJCPDS-ICDDカートのNo.

## 試料片断面の光学顕微鏡による観察

〈昭和の修復を含む例〉

試料片2



①補彩 ②充填材 水彩の補彩と水性充填材のため研磨面が削られて全体に焦点は合わない。

試料片4



充填材の上に油彩の補彩がある。  
充填材は石膏、白土、チタン白の混合である。

右部分  
拡大観察



コバルトグリーン  
酸化鉄系顔料とチタン白の混合である。

試料片15



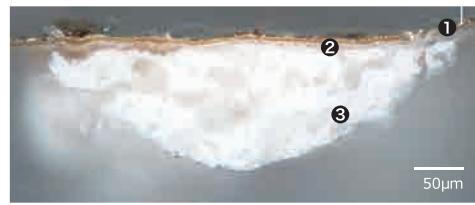
充填材の上に油彩の補彩がある。  
ビリヤンが多い。

染色試験後の観察



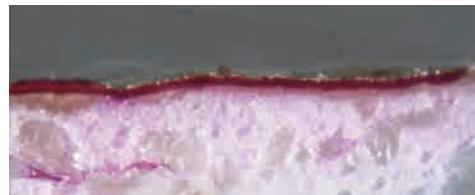
充填材への呈色または浸透が顕著である。  
①透明部分は石膏

試料片8



①金箔 ②膠の塗布層 ③充填材 いわば補金がある試料片

染色試験後  
の拡大観察



膠層の呈色と充填材への呈色または浸透が顕著である。

試料片18



オリジナル絵具層上に直接補彩がある試料片  
①②2層のチタン白が主に塗布されている

試料片16

損傷部補修  
部分の試料片



ビリヤンやセルリアンブルーなどがチタン白と共に油性で塗布されている。



①鉛白とビリヤンの混合層 ②油脂分の多い層  
③ジンクホワイトも含む層 ④鉛白の層  
⑤チタン白とリトボン白の混合

同上補修部分の観察で多層に渡る塗布がある。

最下の透明な層が炭酸カルシウムを含む。

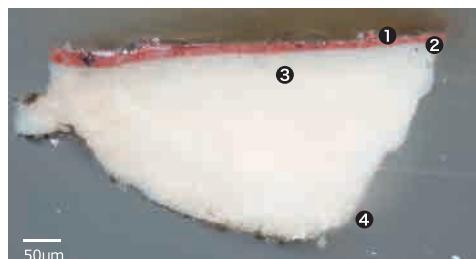
## 試料片断面の光学顕微鏡による観察 〈昭和の修復を含む例とオリジナルの絵具層〉

試料片1



①酸化鉄系顔料を含む層 ②下層の絵具層  
③地塗層 ④樹脂の気泡が残留した部分

試料片3



①補彩が薄く塗布されている。樹脂に浸透して呈色がある ②赤はバーミリオン ③その下に空を構成する層 ④地塗層

試料片5



①赤色レーキの絵具層 ②空を構成する層  
③地塗層

試料片6



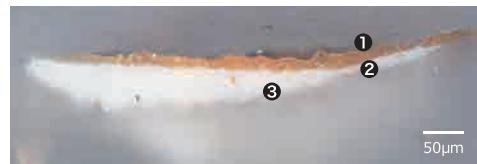
濃口コバルトバイオレットの絵具層 鉛白も含む。  
①空を構成する層 ②地塗層

試料片9



①ワニス層が確認できる ②クロムイエローと鉛白の絵具層 ③空を構成する層 ④地塗層と浮き上がり接着のワックスも透明な層として確認できる

試料片7



①金箔 ②油脂分の多い層 ③絵具層

中央部分拡大観察



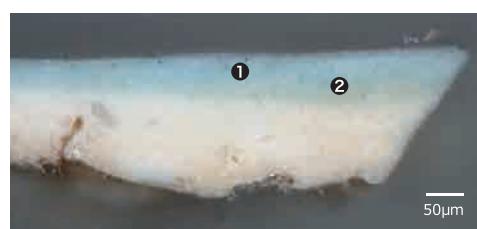
①金箔下の層では少量の酸化鉄系顔料やクロムイエロー、鉛白も含む

試料片10A



①最上層には補彩がある。鉛白の厚みは薄い  
②空を構成する層 ③地塗層

試料片10B



試料片10Aと同様の構成を示す ①②空を構成する層ではエメラルドグリーンが散在する

中央部分拡大観察



①鉛白の厚みは薄い ②ブルシャンブルーとして特定できた青の小さい粒

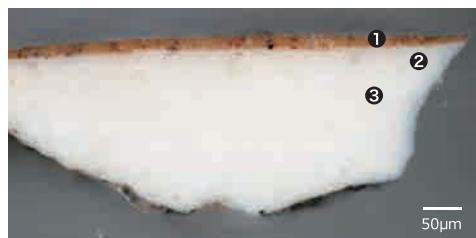
試料片断面の光学顕微鏡による観察  
 〈昭和の修復を含む例とオリジナルの絵具層〉

試料片11



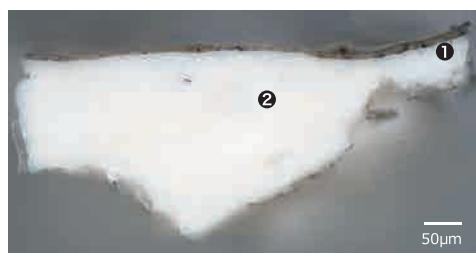
①酸化鉄系顔料を含む絵具層 ②地塗層 ③左端上部にオリジナルのワニス または油脂分の多い褐色部がある。その上は充填材である。

試料片12



①酸化鉄系顔料を含む層 ②下層に絵具層が存在する ③その下が地塗層

試料片13



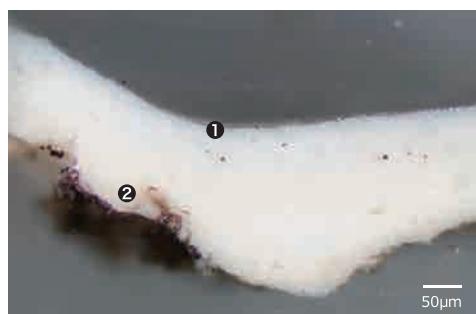
①酸化鉄系顔料やアイボリーブラックを含む層  
 ②その下が地塗層

試料片14



①②淡黄褐色として得られた試料片であるが  
 アイボリーブラックが顕著である

染色試験後の観察



①最上層に昭和の修復時のワニス層がある ②支持体繊維近辺に呈色が観察できる

試料片17A



①最上層に補彩がある ②絵具層以下の2つの試料片も含めて青色顔料が特定できずエメラルドグリーンや酸化鉄系顔料が散在する。

試料片17B



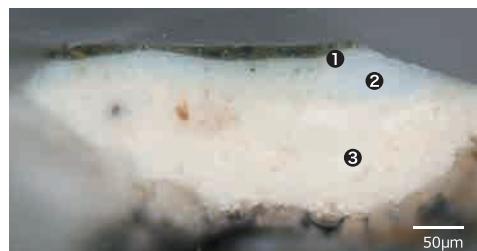
①酸化鉄系顔料 ②エメラルドグリーン

試料片17C



①最上層に補彩がある ②酸化鉄系顔料

試料片19



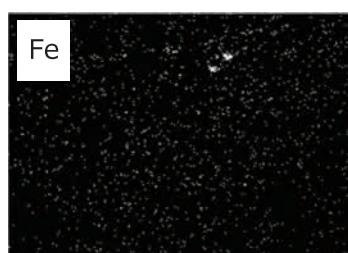
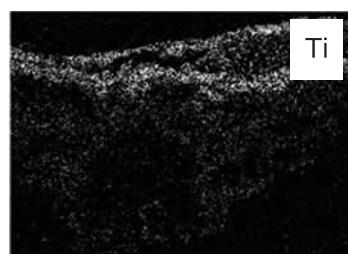
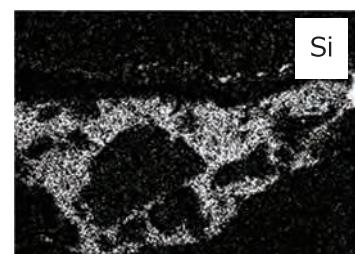
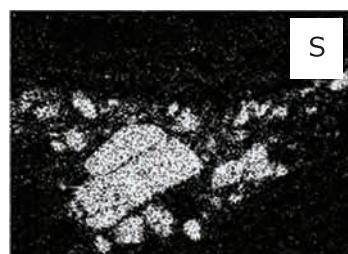
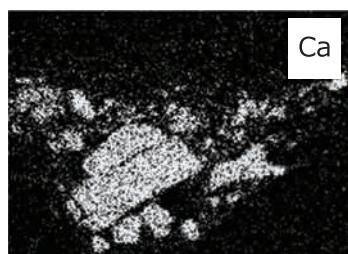
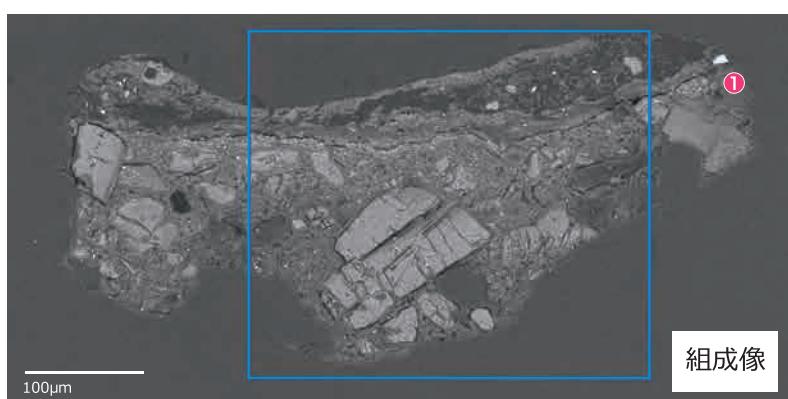
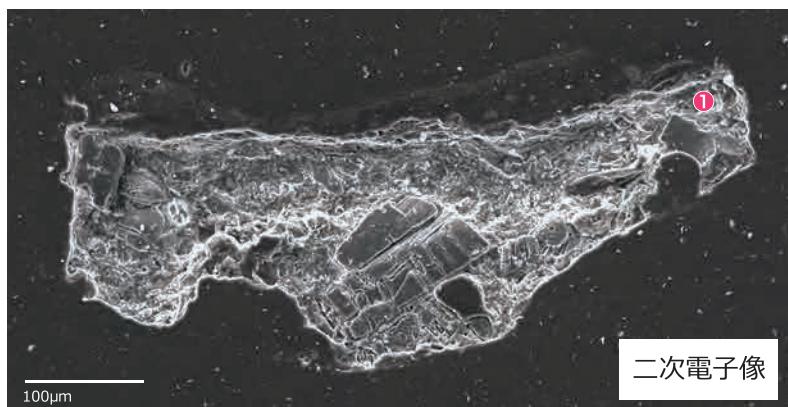
①青と黄の混合で濃緑色が構成されている  
 ②空を構成する層 ③地塗層

上部分  
 拡大観察



①酸化鉄系黄色顔料 ②ウルトラマリン ③コバルトブルー クロムイエロー エメラルドグリーンも含む

## 試料片断面のEPMAによる観察 試料片15 〈昭和の修復を含む例〉

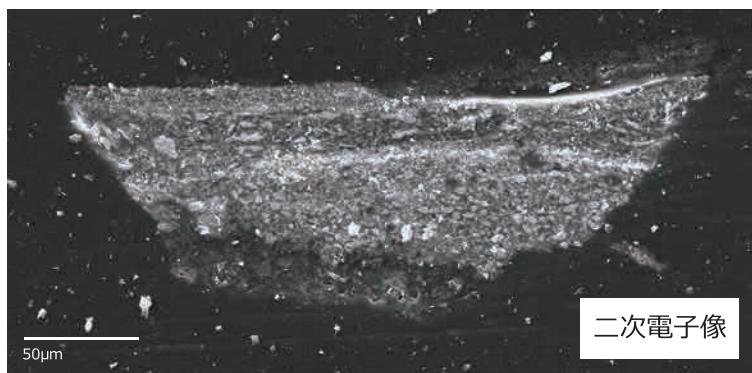
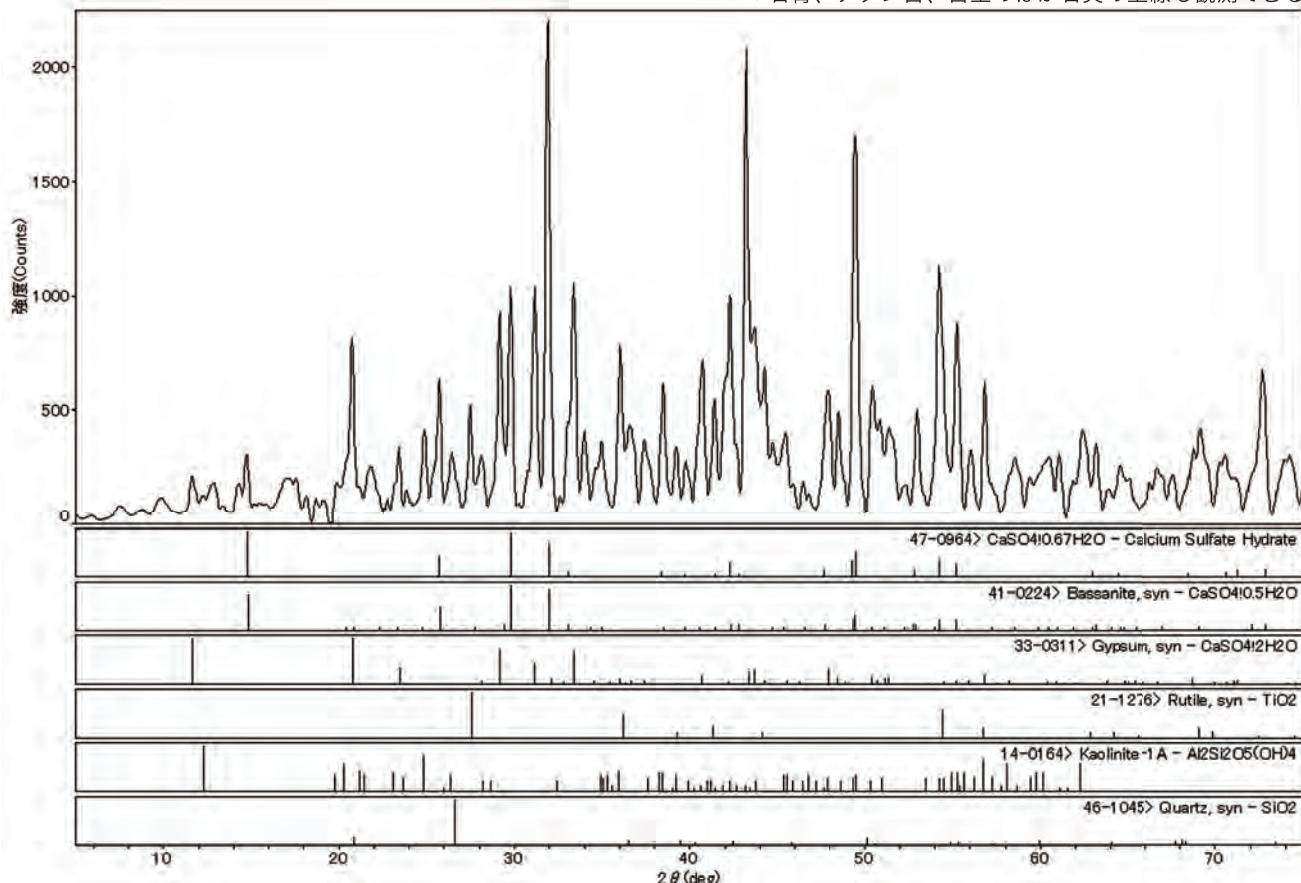


Ca,S,Si,Al,Tiが充填材の主成分元素である。  
Ti,Si,Alは補彩の層にも分布している。

Fe,Crなど補彩に使用された顔料の主成分元素が分布している。

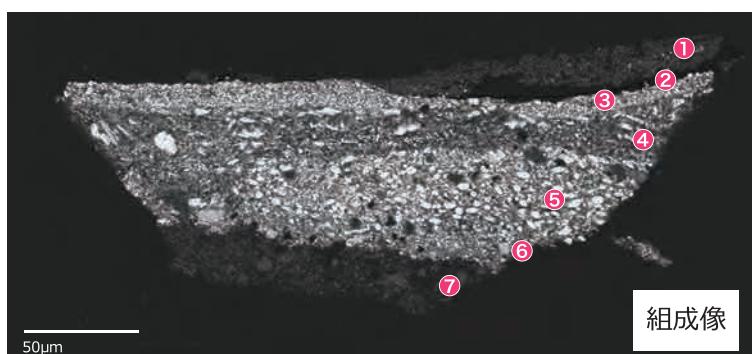
MDGによる試料の測定例 試料片18の充填材測定結果  
生データ処理後の回折線

\*石膏、チタン白、白土のほか石英の主線も観測できる



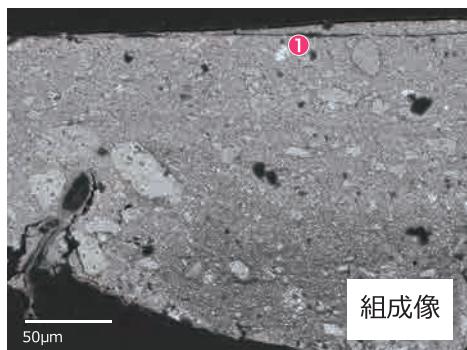
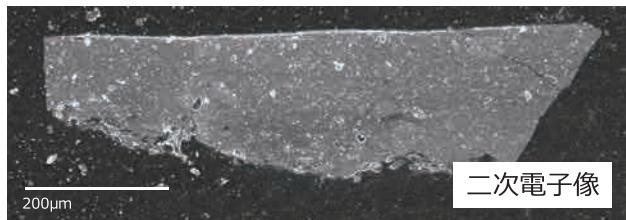
試料片断面のEPMAによる観察 試料片16  
<昭和の修復を含む例>

補修部分の試料片で、油性メディウムのため研磨面は保持されている。組成像と合わせて観察すると、多くの重ね塗りが観察できる。右最上層はチタン白を主成分とするため下層に比べて暗く現れている。さらに油脂分の固化した層は最も暗い層として観察できる。

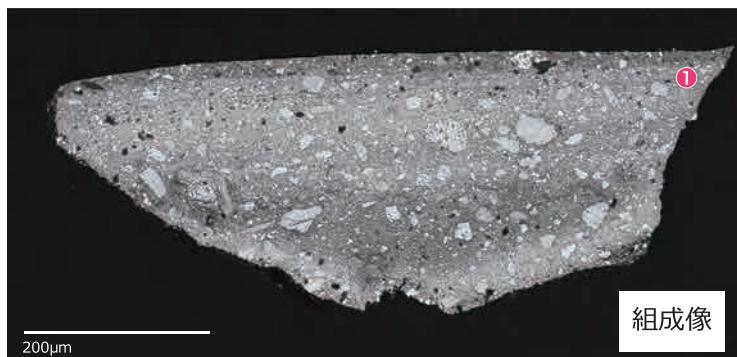
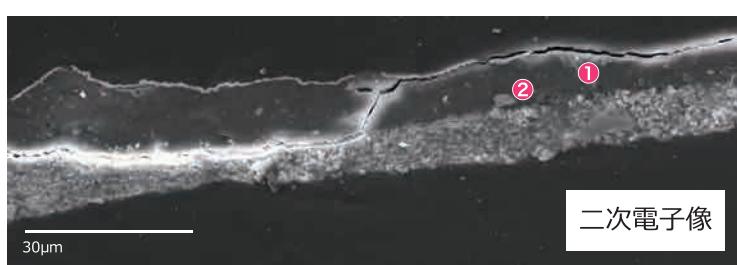
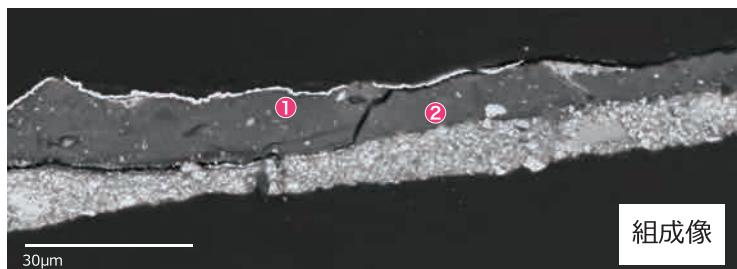


- ①チタン白が主成分 ②油脂分の固化した層 ③鉛白が主成分でビリジヤンを含む層 ④鉛白とジンクホワイトにビリジヤンを含む層 ⑤鉛白のほかケイ酸塩化合物も含む層 ⑥チタン白とリトポン白の層 ⑦光学顕微鏡では透明に観察できる炭酸カルシウムを含む層

試料片断面のEPMAによる観察  
〈昭和の修復を含む例とオリジナルの絵具層〉



プルシャンブルーを特定できた試料片 10B  
二次電子像、組成像は全体に鉛白が主成分のため顕著な特徴はないが、空の絵具層の上に厚みが薄く鉛白の白色層が塗布された様子が観察できる。  
①左に示す組成像（部分拡大）で、小さな暗い点は鉄が主成分とする。その下の明るい部分は、鉛白密度が高い部分である。他の暗い部分はカルシウムやケイ素が主成分の元素である。左最上層には厚みが薄い補彩の層がある。



試料片 7 の金箔部分観察

①②油性の層の上に金箔が張られた様子が観察できる。油性の層も亀裂はあるが研磨面を保持している。

組成像で金箔は最も明るく観察できる。油性の層も顔料を小量成分として含むためやや明るい層として現れる。

①②部分的に明るい箇所はクロムイエロー、鉛白などである。

試料片 12

①褐色の層は明白に識別できる。その下に、同程度の厚みの塗布層が存在する。地塗層の上に淡い黄褐色を塗布した絵具層と判断できる。