

成 異 閣 の 色 壁

江 本 義 理

1. は じ め に

成巽閣は石川県金沢市の名園兼六園の東南部に建てられている。

文久3年(1863)加賀百万石の第十三代藩主齊泰は母堂真竜院の隠居所を竹沢御殿——文政5年(1822)第十二代藩主が兼六園内の東南平垣地区一帯に造営——の跡の一隅に建て、金沢城の巽(東南)の方位にあたるので巽御殿と名付けた。

明治2年藩籍奉還の際、県の所有となり、その管理するところとなった。その後、数回にわたり規模が縮小されて現在は、当初の3分の1になったが、その主要部は今なお保存され、宏壮優美な佇を止めている。

県の管理は明治40年頃まで続き、その間博覧会会場に使用されたり、大きな催物に使われていたようである。明治7年に成巽閣と改称して今日に至っている。

明治41年前田家に返還され、修理が行なわれているが、解体修理など大がかりなことは行なわれていない。昭和13年7月に国宝に指定されたが現在は重要文化財となっている。最近では昭和36年屋根替えが行なわれている。

成巽閣は階下に広間、謁見の間、龜の間、蝶の間やそれぞれ次の間、清香書院、茶室など多くの室があり、二階は群青の間、書見の間、網代の間、越中の間、他三室からなっている。これらの室、特に二階の室に、朱、紫、群青、白群、緑などの色彩豊かな色壁が使用されている。(写真-1および図-1)

昭和23年6月23日の福井地震により、床回り、火灯窓の一部などの壁に剥落個所(写真2)

が生じていたが、擦れによる壁砂の剥落や特に天井では薄い土壁製の格子縁と鏡板との剝離が見られ、一部たれ下って浮いている個所(写真3)も見え、断面がうかがえた。また小部分の補修が行なわれており、それらが変色している個所(写真4), 雨もりのための変色が見受けられた(写真5)。本46年度に行なわれた修理に際し、上塗り色壁に使用されている顔料について調査を行なった。

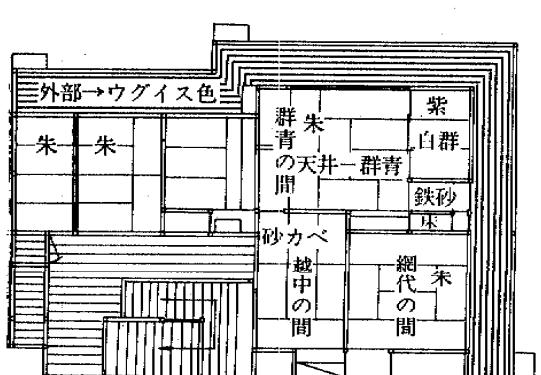


図-1 成巽閣二階平面図



写真-1 書見の間および群青の間



写真-2

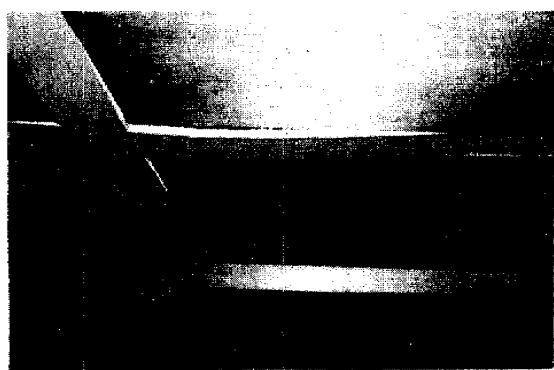


写真-3



写真-4



写真-5

2. 色壁の調査

修理現場より群青色、紫色の壁の一部を切り取った小破片を送付され、その試料についてX線分析を行なった。その結果、群青の顔料はウルトラマリンブルー、紫壁はウルトラマリンブルーと朱であることが判明したが、さらに群青壁の変色部や他の壁の顔料について調査する必要があるため現場に出張し試料を採取して、持帰ってX線分析を行なった。

3. 分析法

螢光X線分析により元素分析を行ない、含有鉱物を検出するためX線回折分析を行なった。

3-1 測定条件

螢光X線分析

印加電圧・電流 40 KV—20 mA

X線管球 白金対陰極

検知器 シンチレーションカウンター

X線回折分析

印加電圧・電流 35 KV—20 mA

X線管球 銅対陰極

フィルター ニッケル

検知管 GMカウンター

特に螢光X線分析は非破壊分析用の装置を用いているので軽元素領域の測定は不可能で、今回の測定対象となったウルトラマリンブルーや長石、粘土の測定には幾分不都合なことがあるがX線回折分析を併用しているので問題はない。

4. 試 料

群青の間：天井は杉の糸柾目の正方形の板が張られその目地に幅5粁、厚1粁程の群青壁が塗り込められ、折上げの部分にも同様群青壁が塗られている。床や他の壁は朱塗である。

書見の間：群青の間の東隣りの室で、天井は群青の間同様、杉糸柾の鏡板の目地、折上げに白群壁が塗られている。火燈窓のある壁その他は紫壁、床は鉄砂である。

今回の修理の直接の対象となった二室からサンプリングを行なった。

4-1 試料採取位置

群青壁	1. 群青間天井目地	後補の黒色変化部（試料4）
	2. " "	鮮かな部分（試料5）
	3. "	板のふちに付着した当初の壁（試料6）
朱色壁	1. 群青間鴨居上	剥落部分周辺（試料14）
	2. " 地袋	地袋内で朱色の上塗をかき落して（補修材料として使用か）紙を張った部分の紙をはがして残った朱色の部分を探取（試料13）
白群壁	1. 書見間天井	後補黒変部（試料7）
	2. " "	白変部（試料8）
	3. " "	板のふちに付着した当初のもの（試料9）
紫壁	書見間書見机の脇	板の上に塗られていた色砂の剥落したものを集めて保管してあった試料（試料12）
鉄砂	書見間床	脇の隅、剥落部周辺（試料17）

これらの試料のほかに次の如きものがある。

4-2 最初に送付されたもの

群青壁 1個 群青間天井より約3×3cmの小片（試料1～3）

紫壁 2個 書見間書見机の前の火燈窓のひび割れ部より1.5×1cmの小片（試料10）

4-3 その後送付されたもの

緑色壁 階下龜の間（試料18）

緑色壁土 金沢市内小原の土（試料19）

朱色壁 二階群青間かけの西端四帖の間（試料15, 16）

その他、朱、辰砂、石黄、群青などの顔料。これらの試料は、切取った壁体についてはそのままの形で、けずり取った少量試料については、顔料、骨材ともによく粉砕して分析に供した。塗り直すとは云え材料は回収して再用するので試料採取は最小限に止めた。

5. 分析結果

5-1 群青壁（表-1）

表-1 群 青 壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素	X線回折分析による検出鉱物
1	群青の間 天井 群青壁	鉄(強) ストロンチウム(微)	ウルトラマリンブルー α -石英, 長石
2	群青壁中塗 白色層		α -石英
3	" 下塗 黄色層		α -石英, 長石, 粘土(?)
4	天井, 後補の黒色 変色部	鉄(中) ストロンチウム(微) ジルコニウム(微)	ウルトラマリンブルー α -石英, 長石
5	" 後補の色彩 鮮かな部分	鉄(弱) ストロンチウム(微) ジルコニウム(微)	ウルトラマリンブルー
6	板のふちに附着の当 初壁と思われるもの	鉄(弱) ストロンチウム(微) ジルコニウム(微)	ウルトラマリンブルー α -石英, 長石

試料1～3は群青の間天井より切り取った試料で、3×3 cmの大きさのものをそのまま非破壊的に、螢光X線分析を行ない、鉄とストロンチウム、ルビジウムを検出した。一般に青色の古代顔料で群青と言うと岩群青を指し、銅の化合物である塩基性炭酸銅 $2\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$ の藍銅鉱を粉にしたもので、銅が検出されなければならないが、検出されていない。色調も岩群青が古くなった色とは違っていた。検出された鉄のスペクトル線も、主成分を示す程強くなく、鉄の化合物の顔料で、当時使われている可能性のあるブルシアンブルー(ペレンス)でないことをもうかがえた。従って、後可能性のある顔料としては、ウルトラマリンブルーが予想された。

X線回折分析も、そのままの形で測定を行ない、ウルトラマリンブルー、 α -石英、長石が検出され、青い顔料はウルトラマリンブルーであることが確認された。さきに検出された鉄、ストロンチウム、ルビジウムは、上塗りの骨材としての石英、長石や、下塗りの粘土が輸送中に表面についたものから検出されたものである。

この群青壁は、普通の壁土に藁スサを入れた下塗(試料3)の上に、0.5 mm程度の白色層の中塗があり、その上に上塗(色壁)が塗られている。中塗りの白色層は分析の結果、 α -石英が主成分で、それに紙スサが加えられているのが、顕微鏡下で観察された。

試料4の後補の黒色に変色した部分は、変色していない部分(試料6)と較べると鉄が多く、不純物が多いか、骨材の配合が多いため変色したものと考える。

試料5 ウルトラマリンブルーの水彩絵具そのままを塗って補修したものであろう。

5-2 白群壁(表-2)

白群の色はウルトラマリンブルーに石英、長石の骨材を群青壁より多く混入してあることがX線回折分析の結果はっきりした。 α -石英、長石の回折線とウルトラマリンブルーの回折線との強度比が、群青壁と異なり、 α -石英、長石の強度がずっと大きくなっている。

表-2 白群壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素(スペクトル強度)	X線回折分析による検出鉱物
7	天井補修黒変部	鉄(弱) ストロンチウム・ジルコニアム(微)	ウルトラマリン(弱) α -石英、長石(弱)
8	" 補修白変部	鉄(弱, No.7より強い) ストロンチウム・ジルコニアム(微)	ウルトラマリン(弱) α -石英(強) 長石(中)
9	" 板のふちに附着 当 初 壁	鉄(No.7と同程度) ストロンチウム・ジルコニアム(微)	同 上

試料8の白変部は、骨材の配合比が多いためではないかと思われるが、試料7の黒変部(ぬれ色様)とともに変色は、X線分析の結果からは判然としないが、補修材料の当初材との違い、膠着剤の量などによるのではないかと考える。

5-3 紫壁(表-3)

表-3 紫壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素	X線回折分析による検出鉱物
10	紫 壁	水銀(強) 鉄(微)	ウルトラマリンブルー 硫化水銀(朱) α -石英、長石
11	紫壁骨材		α -石英(強) 長石
12	書見机の脇 剥落粉	水銀(強) 鉄(極微)	ウルトラマリンブルー 硫化水素

火燈窓の剥離部分より切取った紫壁をそのまま非破壊的に測定した。ウルトラマリンブルーと朱(硫化水銀)を混せて紫色を出しておき、骨材は他と同様石英、長石を使用しているが、試料11について、顔料と骨材とを水簸して分離したものを測定した結果、石英の方がかなり多いことが確認された。

また、顔料のウルトラマリンブルーと朱との配合比は、ウルトラマリンブルーは $d : 3.37$ ($2\theta : 26.4^\circ$) ; 朱は $d : 3.73$ ($2\theta : 23.8^\circ$) の回折線の強度比をとって、両者の顔料のそれぞれ20%おきの混合試料を作り、検量線を作成して測定を行なったが、その結果は朱:ウルトラマリンは、55:45で約半分より朱が多目であることになった。しかし、後述の変色促進試験に用いた、現場で紫壁と対比して作成した色見本壁の配合比は朱:ウルトラマリン=2:1であり、分析値とは一致しなかった。分析試料が少なくて、不適当であったのかも知れない。

5-4 朱色壁(表-4)

試料13は当初の壁で、後の補修材料として使われて残っていた地袋内の試料で、建築上からも当初の壁と考えられるものである。 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (赤鉄鉱)が検出され、顔料としてベンガラが使われていることを確認した。またあまりはっきりしないが、粘土類の回折線らしきものも検出され、粘土が含まれているのであろう。石英、長石は、骨材として入っているもののほか、ベンガラの不純物として混入しているものもあるであろう。

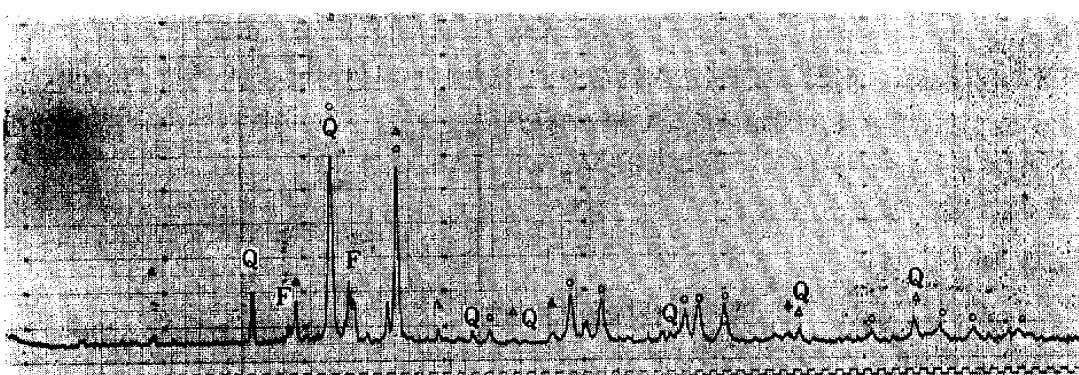
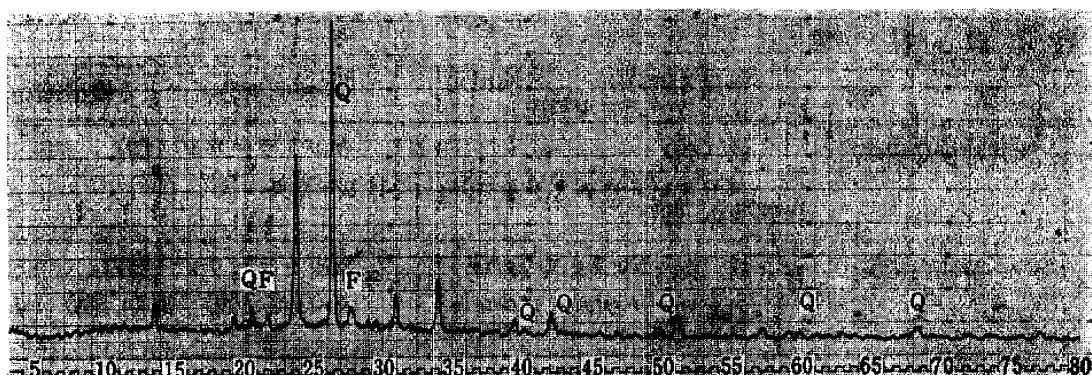


表-4 朱 色 壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素	X線回折分析による検出鉱物
13	群青間地袋内	鉄(強) ストロンチウム・ジルコニウム(微)	α ・ Fe_2O_3 (赤鉄鉱) α ・石英, 長石 粘土(?)
14	群青間, 鴨居上に溜っていたもの	同 上	
15	2階四帖の間 (1)	水銀(強) 砒素(強) 鉄(弱)	硫化水銀 α -石英, 長石
16	同 上 (2)	水銀(強) 砒素(強) 鉄(微)	

試料14も13と外見が同様であり、螢光X線分析のみ行なった。前にも述べたようにストロンチウムはカルシウムの随伴元素であり、ジルコニウムと共に長石や粘土には必ず検出される。

群青の間の朱色壁は朱壁と云いならわしていても、ベンガラであって、網代の間も修理が施されており、外見からもベンガラであることが判っていたが、その後、現場での調査により、四帖の間は朱が使われているのではないかと云うことで、その試料が送付された。

試料15, 16, は水銀が検出され、鉱物としても辰砂(朱)が確認された。さらに砒素が螢光X線分析では強く検出されているが、X線回折分析の結果では、この場合砒素は石黄と考えら

れるのであるが、石黄と確認できるだけの回折線が検出されていない。これは回折用の試料を作る際に、微粉の部分だけとったので比重の重い硫化水銀がより多く入ったためとも考えられる。その点、螢光X線分析の際は送られた試料全部を測定したので問題はなく、朱と石黄が使われた、本当の朱壁と考えてよい。

ベンガラの朱色壁も、ベンガラに黄色の黄土を混入しないと色調が合わないことが現場で知られており、四帖の間の朱を用いる場合は黄色の顔料に石黄が使われたものであろう。石黄は当時も貴重な顔料であり、群青と言い、壁材としてこれらの高価な顔料である朱と共に使用したのは、やはり百万石の前田家であると思う。

また群青の間が朱色壁と言っても朱が使われず、ベンガラであることは、両者を較べるとベンガラ壁の方が色調が強く、天井の群青の強烈さに対比させるには、ベンガラの方を選ぶべきと考えたのであろう。

5-5 鉄 砂 (表-5)

書見の間の床は全体黒色で、その中に黄色～金色に光る粒が認められる。

表-5 鉄 砂 壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素	X線回折分析による検出鉱物
17	書見間床	鉄(強) ストロンチウム ルビジウム	磁鐵鉱(Fe_3O_4) 黄鐵鉱 長石

黒い砂粒は磁鐵鉱(Fe_3O_4)であり、いわゆる砂鉄であるが、砂鉄としても非常に良質であり、あるいは磁鐵鉱を粉碎して作っているようにも考えられる。砂鉄には石英や長石がかなり含まれており、余程精選しないと、乾いた時、黒い砂だけにならない。黄色～金色の砂は黄鐵鉱(FeS_2)であった。キラキラ光る白っぽい砂は長石で、黄鐵鉱と共に粒の角が磨滅していないので、生々しいものであり風化した川砂などから採ったものでなく、鉱物を碎いて使用したものと考えられ、材料を吟味したことが判る。

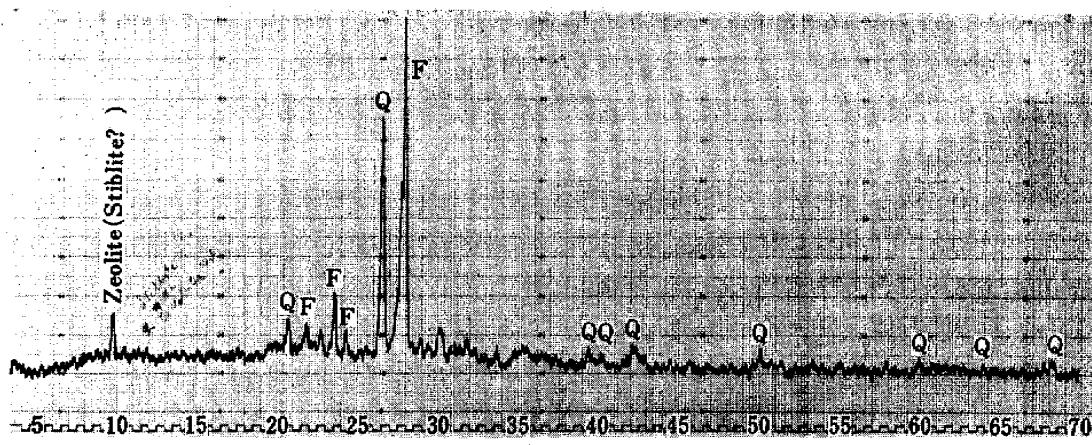
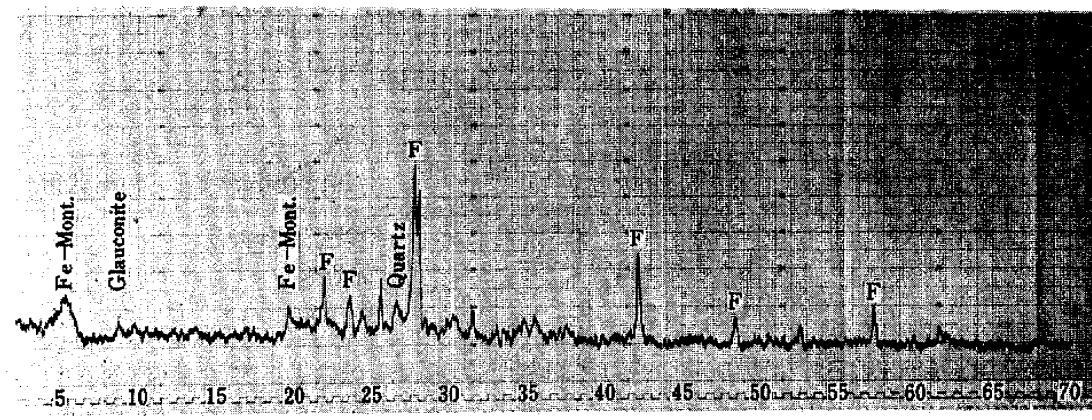
5-6 緑色壁 (表-6)

主として階下、龜の間、次の間に使用されており、そのほか廊下に面した外側の壁に使われている。それらの中に近年に修理したと思われる壁に、黄土と染料で緑色にしたもののが、染料がとんで黄土色になっており、陰の所に緑色が残っているのが認められた。

試料18は緑色の土であり、軽元素が多いと考えて、X線回折分析のみ行なった。石英、長石、東沸石($CaAl_2Si_7O_{18} \cdot 7H_2O$)が検出された。東沸石は粘土の一種である。検出された鉱物は、何れも白色鉱物であり、緑色の鉱物は含まれていないが、二価の鉄の化合物をそれらが吸着し

表-6 緑 色 壁

試料番号	試 料	螢光X線分析による検出元素	X線回折分析による検出鉱物
18	龜 の 間		α -石英(強) 長石 東沸石
19	金沢市小原の緑色土		長石 鉄・モンモリロナイト(粘土) α -石英 海緑石

図-4 亀の間 緑壁のX線回折測定チャート Q: α -石英 F: Feldspar図-5 金沢市小原壁土のX線回折測定チャート
F: Plagioclase Fe-Mont: Iron Montmorillonite

ていて緑色を呈するのであろう。このような緑色の土は堆積層の中に見られるが何処か近くで見付けられないかと現場主任の山本雅治氏が調査したところ市内小原で見つかり、明治時代には壁土として出荷していたことも村志に記されていることも判った。その試料が試料19で、分析結果は長石、石英の他、鉄モンモリロナイト（粘土）、海緑石が検出された、鉄モンモリロナイト、海緑石は共に鉄の化合物を含み、緑色の鉱物であり、海緑石は絵具にも使われている*。

6. 変色促進試験

前節によって色壁の材質は明らかになったが、群青壁、紫壁は部分修理などで変色に関する経年変化の対策として促進試験を行なった。

6-1 テストピース

石膏ボードを下地とし次の配合比——砂1、白土1、石粉（炭酸カルシウム）2、紙スサ適量、ふのり適量——の下塗りを施し、上塗りは各色により従来の壁の色調に合せ分析結果を参考にして下の配合比により仕上げもたのである。次表（）内の数字は瓦数。

* イタリヤ、フランスなどに良質のものが産出し、古くから顔料として使われており、テールベルト（緑土）の名で知られている。筆者の経験では、トルコ中世修道院壁画（芸大調査団試料）の試料中より検出し、日本のものでは、福岡県王塚古墳の装飾顔料の緑色に使用されていることを確認している。緑色の鉱物を含んでいる点、小原の壁土の方が良質であり、亀の間の壁土とは異なっており、材料の入手地を判然とつきとめられなかった。小原では2m近くの青い層があり、その上下は淡黄色に移行しており、近くに堆積層が多く見られるとの事である。従って地層の違いからの相異も考えられ色調も非常によく似ており、土地の産物として挙げられているので、小原辺の土を成巽閣でも使ったものであろう。

- | | |
|--------|--|
| 1. 朱色壁 | 1. 朱 (5.0) 黄土 (20.0) 砂 (30.0) ふのり |
| 2.〃 | 2. ベンガラ (3.1) 朱 (1.0) 黄土 (1.1) 砂 (8.3) ふのり |
| 3.〃 | 3. ベンガラ (2.7) コロンミール (0.7) 黄土 (0.6) 砂 (10.0) ふのり |
| 4. 群青壁 | ウルトラマリン (12.0) 白土 (10.0) 砂 (40.0) ふのり |
| 5. 白群壁 | ウルトラマリン (3.5) 朱 (1.0) 白土 (21.0) 砂 (30.0) ふのり |
| 6. 紫 壁 | ウルトラマリン (3.7) 朱 (7.8) 白土 (6.0) 砂 (14.0) ふのり |

6-2 装 置 東洋理科工業 KK 製 サンシャインウェザーメータ

6-3 試験条件

温 度 38°C

湿 度 55% RH

紫外線照射 アーク

時 間 250 時間

6-4 結 果

試験時間が余り長くないため、きわ立った変化は認められなかった。肉眼観察ではあるが、65, 122, 140, 229, 250 時間にそれぞれ変化を観察した。

- | | |
|--------|--------------------------|
| 1. 朱 壁 | 1. 黒ずむ |
| 2.〃 | 2.〃 |
| 3.〃 | 3. 幾分黒ずむ |
| 4. 群青壁 | 不变 |
| 5. 白群壁 | 不变 |
| 6. 紫 壁 | 幾分黒ずみその
後白っぽくなっ
た。 |

何れも、朱が入っているものが変化している。これは朱（辰砂一硫化水銀）は普通の赤色のものは六方晶系であるが、同形異晶の黒い辰砂（メタ辰砂）は等軸晶系で同じ組成でありながら結晶系が異なっており色も違っている。普通の辰砂は加熱すると

445°C でメタ辰砂に変わり黒くなるが、紫外線等光の刺戟によっても転位が行なわれる所以、促進試験の結果も、朱が結晶系が変って行く過程で黒ずんで行なったものと考える。

この第一回の試験に用いた朱を分析した所不純物としてカドミウムが検出され、カドミウム、レッドが混っているものと知ったが、カドミウムレッドはむしろ光には安定なものである。不純物のない朱で試験するため2回目の試験を行なった。

6-5 第2回 テストピース

緑 色 顔料として酸化クロームを用いた（まだ小原の青壁土が判らず無機顔料クロームグリーンで代用しようと試みたものであったが色相が幾分異なっていた）

紫色壁 1.2. 本朱を用い、下塗りも白土と黄土と変えて見た

朱 壁 本朱を用い配合比その他は前回と同じ

条件 時間以外は前回と同じ

時間 65時間

結果 材料決定までの時間がなく極く短時間しか出来ず殆ど変化は見られなかった。

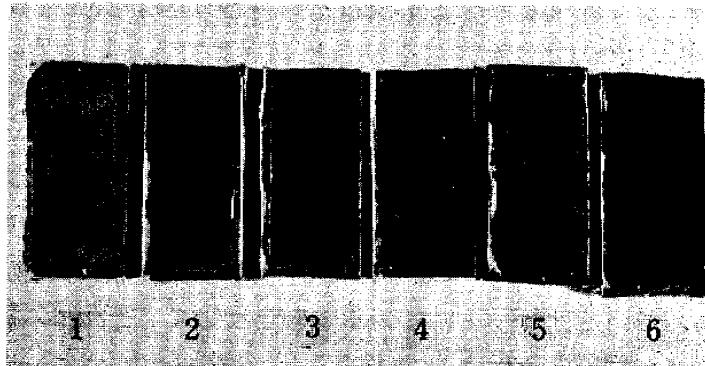


写真-6

緑 變化なし

紫1 " "

紫2 " "

朱 幾分黒ずむ傾向を示している。

群青の間は北向きであり直射日光は当らず紫外線と云っても大した事はなく変色も丹(鉛丹)のように白くなる様なことはないのでそのまま使用することになった。

7. 群青について*

ウルトラマリンブルーは天然のウルトラマリンブルーであるラピスラズリ Lapis Lazuli, 瑞瑠が半宝石として珍重され、青色顔料としては非常に高価で貴重なものとされていたため人造品を作ろうと云う努力が実って発明された青色顔料である。この群青に対して、古来の藍銅鉱を粉碎して作った青色顔料は岩群青と言うのが正しい。

ラピスラズリの原鉱青金石 Lazurite はナトリウム、硫黄を含むナトリウム、アルミニウムの珪酸塩で、 $3\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}$ と云う組成を持っている。石灰岩と花崗岩との接触部に生ずる接触鉱物として産出し、ソビエトのバイカル湖南岸、ペルシャ、チリなどから産する。不純物として黄鉄鉱、石灰石の他に透輝石、白雲母などを含んでいる。硬度、5~5.5 比重 2.38~2.45、古くはアフガニスタンが主な産地であって、ヴェニスを経由してヨーロッパに輸入されていた。従って東洋の方が早くから使われており 6~7 世紀にアフガニスタンのバーミヤンの洞窟寺院の壁面に使われていた。そのほか支那画(10~11世紀)ペルシャ細密画(13~14世紀)インド壁画(11, 12, 17世紀)ヨーロッパでは13世紀頃の文献に精製法などが出ており、14, 15世紀から使われている。高価なために、例えば聖母マリヤのマントの青い部分をぬる場合小さな絵にはウルトラマリン(ラピスラズリ)が使われ大型のパネルの絵には広範囲に岩群青が使われているとか。ラピスラズリを使っていても下塗に岩群青を使っている。

また紫色の色調にも使われており、例えばボッチェリの初期の板絵の「東方三賢王の礼拝」ではマダー型の赤いレーキ顔料と鉛白でピンクの下塗りを施した上に天然ウルトラマリンの粗い粒をうすくかけて表現している。また16世紀中ばのイタリア派のブロンツィノの「寓言」に使われている紫色は鉛白、天然ウルトラマリン、クリムリンレーキの混合物であり、青は天然ウルトラマリンが使われている。

扱19世紀に入って Clement と Désormes により青金石の化学成分がソーダー(Na_2O)シリカ(SiO_2)アルミナ(Al_2O_3)硫黄(S)から成ることが明らかにされており、1814年仏国の Var aquelin は硝子炉内で見つけられた青色の塊りを分析して、ラピスラズリからとった天然群青と組成が類似していることを発見している。1824年仏国の工業奨励協会が群青の経済的な製造方法を発見した者に 6000 フランの懸賞金を提供すると発表したが、四年後の 1828 年に J. B. Guimet が合成法を発明、賞金を獲得したが、それとは関係なく 1 ヶ月ばかり後に独国チュービンゲン大学の C. G. Gmelin 教授も Guimet とほんの少し違った方法を発明した。1830 年にはフランス、ドイツで産業化し製造が開始され、その後、イギリス、ベルギー、オーストリアで、更に遅れてアメリカも製造するようになった。

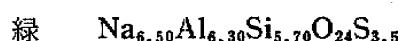
英国の画材商ニュートンの 1832 年のカタログには水彩、油絵具にも人工ウルトラマリンとして上げられている。天然品の高価なことから考えても製造開始後早くから普及されたようである。しかし J. M. W. Turner (1775~1851) の絵具箱にはコバルトブルーとブレーメン青

* J. Rieesters: Ultramarine Blue, Natural and Artificial. Studies in Conservation 11 p. 62, 1966.

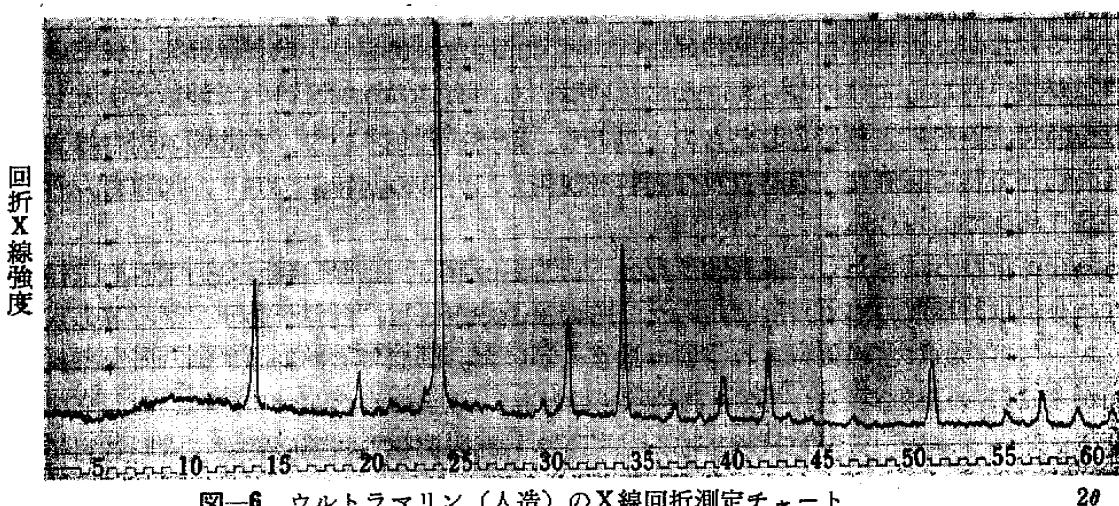
(Cu(OH)₂) はあるがウルトラマリンは天然と人工も見出せなかつたと云う。製造時期や使用状況と成異閣の建造時期とを勘案するとき成異閣の群青は恐らく、人工のウルトラマリンが日本に輸入されたものとして、最初のまたはごく初期の品物ではないかと考えられる。加賀藩では五代藩主前田綱紀が延宝年間長崎奉行に託し和蘭に書籍を注文し、天和二年（1682年）にその書が輸入されている文書があり、成異閣に蘭、英、仏の書籍類が、現在保存されていることから考えても、当時種々の物産も輸入されており、顔料類もその中に含まれていたことは疑いもないところであろう。

1929年 F. M. Jaeger がX線回折分析の結果、天然（ラズライト）人工とも結晶構造は体心立方格子で、格子間距離は、9.13であることを明らかにした。また、ウルトラマリンの発色機構は諸説があるが、ポリサルファイドの硫黄の存在と結晶格子での位置によると考えられている。

人工ウルトラマリンは原料としてカオリソ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 硅酸、硫黄、炭酸ナトリウム、炭素質還元剤（石炭、木炭など）を混合しルツボに入れ空気を断つて700～800度に焼成する。冷却時にはやや空気が入るようにする。冷却後よく水洗乾燥して精製される。硅酸分が多いと赤味が濃い色となり、粗粒で硬くなり、アルミナが多いと逆に青味が強く染色、細粒で軟くなる。例えばレキット社によると色により下のような化学式が与えられている。



さて天然物と合成品とをX線回折分析の結果から図一6に見られるように合成品は図の左端から少し間があつて格子常数 $d : 6.4(2\theta : 13.8^\circ)$ 位の所から始まり、 $3.7(2\theta : 24^\circ)$ の所が最高強度ピークで中、小のピークが認められるが、ラピスラズリ（天然のウルトラマリン、英國ニュートン製）（図一7）は金青石を精製しているのでこれらの回折線の間に不純物の小さなピークが存在している。更に上記の回折角度の小さい $d : 6.4$ 位のピークよりも更に小さい、すなわちもっと左側にピークが認められ、格子常数は、 $d : 10.04(2\theta : 8.8^\circ)$ であり、金青石（ラズライト）（トランスペイカル産）（図一8）でも $d : 10.27(2\theta : 8.6^\circ)$ が観測された。これは白雲母（Muscovite）の回折線である。そして金青石には天然のウルトラマリンのものより不純物、透輝石（Diopside）の多くの線が検出されている。成異閣の群青間天井などで使われている群青（ウルトラマリン）（図一2）にはこの白雲母などの線が認められないで人工のウルトラマリンと判定した。



図一6 ウルトラマリン（人造）のX線回折測定チャート

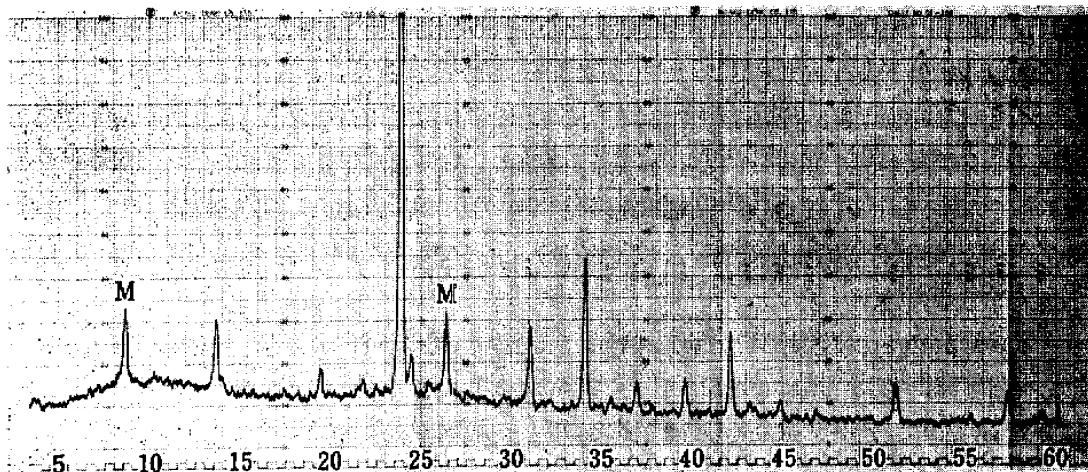


図-7 ラピスラズリ（ウルトラマリン天然）のX線回折測定チャート
M : Muscovite

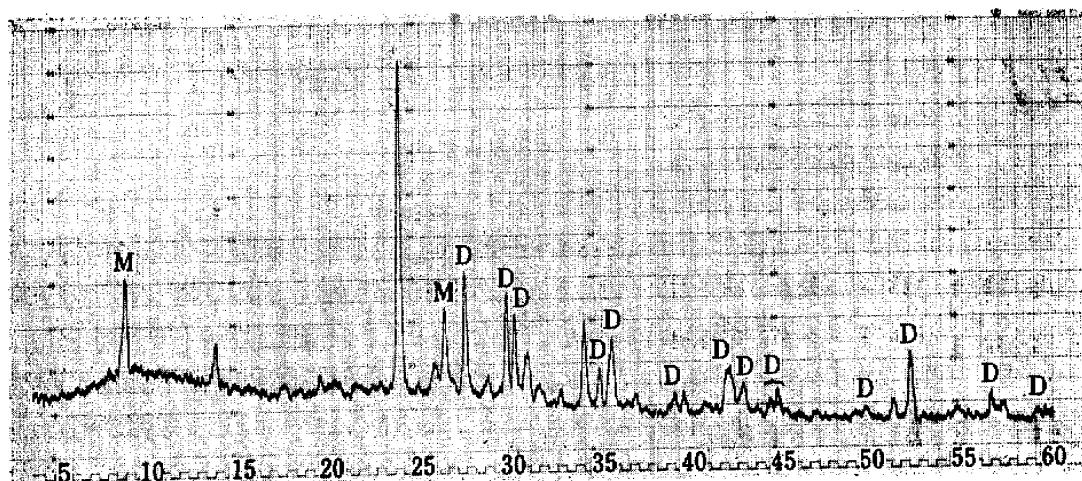


図-8 ラズライト（青金石）のX線回折測定チャート
M : Muscovite D : Diopside

終　り　に

以上成巽閣の色壁の材料および群青に関して述べたが、古来からの壁は白土、石灰の白一色に限られていたが、近世に至り茶室の発生によって色砂壁が出現し、数寄屋建築、住宅の壁にも色砂壁が用いられるようになった。その色砂壁にも、有色の鉱物を碎いて砂壁とするものと、それらを顔料、染料により着色したものとがある。普通後者が多いが、成巽閣の場合は主として前者の場合で特に高価な、当時貴重な顔料を使用しているのが特徴であり、加賀百万石の威勢とも云うべきであろうか。

この研究を行なうにあたり、成巽閣保存会、吉竹寛一理事、修理事務所の山本雅治主任には現地での分析試料採取の際お世話になった。その後山本主任には壁材料のサンプル等の入手、テストピースの作成などに骨折られ、種々助言を頂いた。国立科学博物館加藤昭研究室長には、Lazurite の試料の提供を受け、種々御教示を受けた。以上のかたがたに深謝いたします。またウェザーメーターによる変色試験に協力して下さった当部修理技術研究室茂木曙技官に感謝いたします。

Résumé

Yoshimichi EMOTO: The Colored Walls in the Seison-kaku

The Seison-kaku is a wooden building built in 1863 in the Kenroku-en, a famous landscaped garden in Kanazawa City, Ishikawa Prefecture. The building consists of the Hiroma (large hall), Ekken-no-ma (audience hall) and many other rooms as well as the Shoin (guest hall) and Chashitsu (tea-ceremony room), all decorated in a graceful, luxurious manner. The Gunjō-no-ma (blue room) and the Shoken-no-ma (reading room) on the second floor, especially, boast of beautiful walls of red, blue, whitish blue, purple and green colors.

Due to an earthquake about 24 years ago and other reasons, cracks and exfoliations have taken place on the walls. Repairs on them were carried out in 1971. Prior to the repair work we analyzed the materials used for the colored walls.

Researches on the colored walls

Elemental analysis was made by X-ray fluorescent spectrometry and minerals were examined by X-ray diffraction method to identify the pigments used for various colors.

Blue and purple walls were examined by non-destructive analysis on test pieces cut out from them. The other walls were examined through analysis of powders of samples. The results were as follows.

In construction, the blue, whitish blue and purple walls consist respectively of three layers; a ground layer of a mixture of yellow mud and rice-straw bits, a middle layer of a mixture of minute quartz particles and paper fiber, and a surface layer of a mixture of aggregate (particles of quartz or feldspar) and pigments. The walls of other colors lack the middle layer but consist of the ground and surface layers only.

Blue walls

Blue is used on the joints and coves of the ceiling in the Gunjō-no-ma Room. This blue has heretofore been believed to be azurite, but it has proven to be ultramarine blue. It appears that ultramarine blue, invented in 1828 by J. B. Guimet and manufactured since 1830's, was imported to Japan and was used for these walls, probably for the first time in Japan.

Whitish blue walls

This color is used on the joints and coves of the ceiling in the Shoken-no-ma Room. It consists of ultramarine blue mixed with abundant quartz and feldspar.

Purple walls

Purple is used for walls in the Shoken-no-ma Room. It is a mixture of ultramarine blue and cinnabar.

Red walls

Used in the Gunjō-no-ma and other rooms. Some rooms have walls of a red color effected by red ocher and yellow ocher, others by a mixture of cinnabar and orpiment.

Iron-sand walls

Used for the walls of the alcove in the Shoken-no-ma Room. The walls are covered all over with black sand, dotted with sand showing yellow or golden gleam. The black sand is magnetite, and the golden sand is pyrite. Feldspar powder was detected in addition. The particles of these three kinds are angular in shape and not much effloresced. Probably they are not iron sand or riverbed sand but pulverized minerals.

Green walls

Used for this color is green clay containing ferric compound. Clay judged to have been used for walls of this color was found in the city of Kanazawa (dug and shipped as a wall material during the Meiji Period). Analysis of this clay proved that it contained iron montmorillonite and glaukonite. The green walls under discussion, however, do not contain such green minerals. The connection between them and the material clay was not established clearly.

Discoloration acceleration test

Based upon the results of our analysis of the pigments used for these walls, we made tests by the sunshine-type weather meter (Tōyōrika Co., Ltd.) to prepare against discoloration that might possibly occur during some years after the repair work. We prepared test pieces of blue, whitish blue, cinnabar, red ocher, purple and green mixed in the same way as mixtures used for the repair. The results showed that mixtures containing cinnabar tend to be tarnished dark. This was probably a discoloration caused by conversion of cinnabar into meta cinnabar.

The writer finally gives historical and scientific accounts on ultramarine blue in regard to natural lapis lazuli and artificial ultramarine.

The materials for colored walls are either natural colored sand or sand mixed with pigment. The colored walls in the Seison-kaku are made of the latter-mentioned material. They are characterized by the use of many kinds of selected pigments which were quite expensive at the time, a fact holding evidence to the prosperity of the Maeda clan which built this building.