

機那サフラン酒本舗
鏝絵蔵・東面の
四霊獣・四瑞獣
(新潟県長岡市撰田屋)

鏝絵蔵・北面、南面には十二支

二階窓飾りの鳳凰



サフラン酒の鏝絵蔵
鳳凰(左)



サフラン酒の鏝絵蔵
鳳凰(右)

目次

1. 概要

- (1) 多くの人の説のラピスラズリ
- (2) 春日の想像に基づく、もうひとつの説、プルシャンブルー

2. もう少し深掘り

- (1) 基本色は、ラピスラズリか、プルシャンブルーか
 鏝絵蔵建設現場で職人たちに飛び交った「キンベル」とは
- (2) 世界の青色顔料、染料の歴史のまとめ

3. 主な青色顔料、染料について

- (1) ウルトラマリン (ラピスラズリ), Lazurite
- (2) 群青
- (3) プルシャンブルー
- (4) 藍 植物である藍に由来する色素を由緒とする色である。
- (5) キングオブブルー
- (6) 和田玉 (ホータン)

ほか、セルリアンブルー、コバルトブルー、ターコイズブルー など

・補足 藍銅鉱アズライトと孔雀石マラカイト

4. 鏝絵の鳳凰の色は

- (1) 青の顔料、染料の図 (日経サイエンス2017)
 ～ 古田彩、「若冲の青」を再現する」、日経サイエンス(2017、10月号)を
 参考にしました
- (2) 構造色、蛍光性とは
- (3) 鏝絵の青の発色の秘密 (構造色)
- (4) 鏝絵の青の発色の秘密 (ラピスラズリの一部の成分鉱物など、蛍光性)

補足 石窟の歴史、ラピスラズリの歴史

1. 石窟の歴史、
2. 東西の壁画の変遷
3. ラピスラズリの歴史
4. 壁画の着色

補足 藍について、染色家・吉岡幸雄さんの本からの抜粋

補足 イブ・クラインのブルー International Klein Blue (IKB)

補足 新色登場 YInMn Blue (インミンブルー)

1. 概要

鍍絵の鳳凰、麒麟の「青」は、非常に特徴的な色に感じています。絵の一部に部分的な濁りか見えますが、きれいな部分は、蛍光色のような輝きをもっています。

(1) 多くの人の説のラピスラズリ

二千年以上前の中央アジアに起源をもつ、高価な青色顔料の代表格のラピスラズリが、ふんだんに使われていると言われています。

日本でファンの多いシルクロードへの憧れとともに、この説は、ゲストにもすなおに受容される、好評な説です。

壁画の顔料は、一千年以上前の中国の敦煌莫高窟の前期壁画、日本の高松塚古墳の石室壁画の顔料比較でも明らかにされていますが、類似の材料が多くみられ、この説を裏付けているようにも感じます。

(国宝の高松塚古墳壁画西壁女子群像は、7世紀後半～8世紀前半の製作)

そこで私が考えたのが、鍍絵に、堅牢な青色を維持したいため、ベースは、古代より高貴な青として珍重されたラピスラズリを混ぜた漆喰とし、その上に、「キンベル」として特別に工夫したキングオブブルーを加えた、という考えです。

キングオブブルーは、熱帯睡蓮の花から抽出する色で、微細構造に基づく構造色的一种です。モルフォ蝶、タマムシのほか、トンボやコガネムシに見られるものですが、その色素は、単純に漆喰に混ぜると、微細構造が壊れてしまうと思います。そこで構造色の性質を維持するため、特別な工夫が必須と思うのですが、それがどういうものかは、科学的にも、まだ明らかになっていません。[詳細は、4. (2) (3)]

ただラピスラズリは、いくつかの鉱物の混合物で、主要成分のラズライトには蛍光性はないのですが、他の成分鉱物には蛍光性を持つものがあります。その蛍光成分比率を多く有するような、希少なラピスラズリを加えれば、鍍絵の輝きになるのかも知れません。[詳細は、4. (4)]

(2) 春日の想像に基づく、もうひとつの説、プルシャンブルー

博物学者の荒俣宏さんも、どこかで書かれていたように思いますが、写真家の藤田洋二氏が、鍍絵に関する著書の中で述べている言葉、『サフラン酒の蔵の建設工事をしていた当時の職人の会話の「キンベル」』という話は、軽視できません。麒麟にはキンベルなのです。

藤田洋二, “消えゆく左官職人の技 鍍絵”, p9, 小学館(1996)

そこで、以下のように、もうひとつの説を想像しています。

それは、近代になってから人工的に作られた強い青、プルシャンブルーです。

この顔料は江戸時代後期の日本に輸入され、ベロ藍と呼ばれました。ベロとは「ベルリン」のことです。この輸入顔料を日本画に使った最初の例とされるのが伊藤若冲の「動植綵絵」(宮内庁所蔵)の「群魚図・鯛」で、1765年ごろの作品とされています。ベロ藍は、黒と見間違ふほどの色から、水との比の加減により色々の青が出せるという特徴があり、ベロ藍は浮世絵版画に使われ、浮世絵の一大革新を担います。

プルシアン・ブルーは単に変色しにくい強烈な青ということだけでなく、浮世絵の一大革新にもつながったのです。

ヨーロッパでは、プルシアン・ブルーは印象派の画家に好んで使われましたが、使い方が難しい色だったため、プルシアン・ブルーは次第に使われなくなり、あとで開発されたコバルト・ブルーなどの合成青色顔料が優勢になりました。ただ、鏝絵の輝きには、プラスアルファが必要です。

植物の構造色なり、蛍光色成分が必要です。このことは(1)のラピスラズリで述べた熱帯睡蓮の構造色や蛍光性の追加で述べたことと同様です。

主成分としてラピスラズリとプルシアン・ブルーのどちらを使用しているかは、含有元素を分析に使用されている蛍光X線分析でわかるでしょうが、そこに更に、これらの構造色の使用の有ると無いかまで判別できるかどうか、難しそうです。いつか研究が進み、実際に知れる日がくることを、楽しみに待ちたいと思っています。

でも、どちらも、ラピスラズリのような、希少価値の高い顔料を、ベース、或いは追加成分として使っているの、間違いのないと思います。その起源はシルクロードにありそうで、ロマンあふれる話が続きます。

但し、麒麟の色は、大黒様と同様、後述のごとく、キンベルと云われた浮世絵の青と同様、プルシアンブルーだと思えます。

いろいろな考えに至る都度、追加したものですから、論旨が一定していませんが、基本は、「鳳凰」の青の主体は、ラピスラズリのなかの可視光蛍光成分のノゼアンであり、「麒麟」のそれは、プルシアンブルーだと考えています。今後の研究が待たれます。

当時入手可能な最優秀の青色顔料を使ったことで、ここにも、仁太郎さんの先進性の表れと思います。

もし現代なら、ということで、最後に、ふたつの新色を掲げました。

イブ・クラインのブルー (1957年)

新しいブルー、インミンブルー (2009年)

ガイド時、絵の好きなゲストがおられたら、これらを説明したいと思っています。

2. もう少し深掘り

(1) 基本色は、ラピスラズリか、プルシアンブルーか プラス蛍光色・構造色という珍説

群青、ラピスラズリ(天然ウルトラマリン)の二色の青が、中国の敦煌莫高窟壁画、日本の高松塚古墳壁画の両方で使用されていることが知られているように、古代からの代表的な青の顔料です。

ラピスラズリの使用は、芸術の世界でいうと、ルネサンスの父と呼ばれるジョットの作品やフェルメールの鮮やかな青が、よく知られています。

しかし、古来からの例にもれず、彼らがこの色を使った当時も相変わらず高価なものでした。この青が安価に使えるようになったのは1828年。フランス人のJ・B・ギメが人工的にウルトラマリン(ラピスラズリの別名)を作り出すことに成功してからだと言われています。

日本の色辞典(紫紅社)から、群青色、瑠璃色(天然ウルトラマリン)の項をコピーして、添付しました。

本書は、染料、顔料による日本の伝統色の本です。

ちなみに本の著者は、古代染めや奈良・平安時代の色再現のテレビ番組の実演でよく出演されている、京都の染師の吉岡幸雄さんです。

ちなみに吉岡さんは、一乗下り松など、宮本武蔵と数回に渡り決闘した剣豪・吉岡一門のご子孫としても知られています。

江戸時代からの日本画でも、代表的な青の顔料として、群青とラピスラズリが使用されており、近年では、平山郁夫画伯の、ラクダの隊商の背景にある沙漠の夜空、トルコのブルーモスクなど美しい青色の名画を多数描かれておりますが、あの澄んだ色が「群青」とのことです。

「サフラン酒の鳳凰、麒麟の青はラピスラズリ」、という大勢の意見や、名ガイト解説は、非常に魅力的です。

そこで、当初は、春日の珍説として、『鮮やかでかつ堅牢な青色を維持したいため、ベースはラピスラズリを混ぜた漆喰を施し、その上に構造色で輝く熱帯睡蓮のキングオブブルーを調合した漆喰を塗った』と考え、鍍絵の青のベースにラピスラズリ、そしてプラスアルファに熱帯睡蓮の染料、という方法を想像していました。

しかし、写真家の藤田洋三氏が、鍍絵に関する著書(*1)の中で述べている言葉の、『サフラン酒の蔵の建設工事をしていた当時の職人の会話で聞こえたという「キンベル」』という話も軽視できません。

ところが最近、別の情報(*2)として、江戸時代に輸入品のプルシアン・ブルーを「金ベル」と呼んだという記述を知りまして、サフラン酒の鍍絵の青のベースは、プルシアン・ブルーなのかも知れない、と考えるようになりました。

プルシアンブルーの誕生は、人工ウルトラマリンの登場の100年ほど前、錬金

術師の手によって世に出されたことによります。その誕生は、その後の美術界に峻烈なる青の世界をもたらすこととなります。この青を最初期に用いた画家はロココ時代の巨匠アントワーヌ・ヴァトーでした。彼の描いた名作、「シテール島の巡礼」(1717年)の空の下地にプルシアンブルーと鉛白を用いたのが最古であるようです。ちなみに、印象派のモネが、一番欲しがったという絵と云われています。

プルシアン・ブルー = キンベル という話を受け入れるなら、サフラン酒の饅絵の青はプルシアン・ブルー である、ということになります。でも、あの輝きは尋常ではなく、付加的に構造色などプラスアルファの効果を使ったという見方を捨て去ることはできず、更にラピスラズリにも蛍光成分があり、はたまた発光色として蛍石を混合する策もあるな、とか、諸説考えてしまいます。そこで、今回は、ラピスラズリ(ウルトラマリン・ブルー)説、プルシアン・ブルー説を両論併記でまとめました。

要は、饅絵蔵の工事現場で聞こえた「金ベル」という言葉の解釈でして、

(A) キングオブブルーの通称呼称なのか、

(B) プルシアン・ブルーの業界用語なのか、

のどちらか、あるいは別の方法なのか、ということなのです。

そして、前者の(A)説には、ラピスラズリという人気の後押しがある、のです。

(*1) 藤田洋三(写真・文)、“消えゆく左官職人の技 饅絵”、小学館(1996)

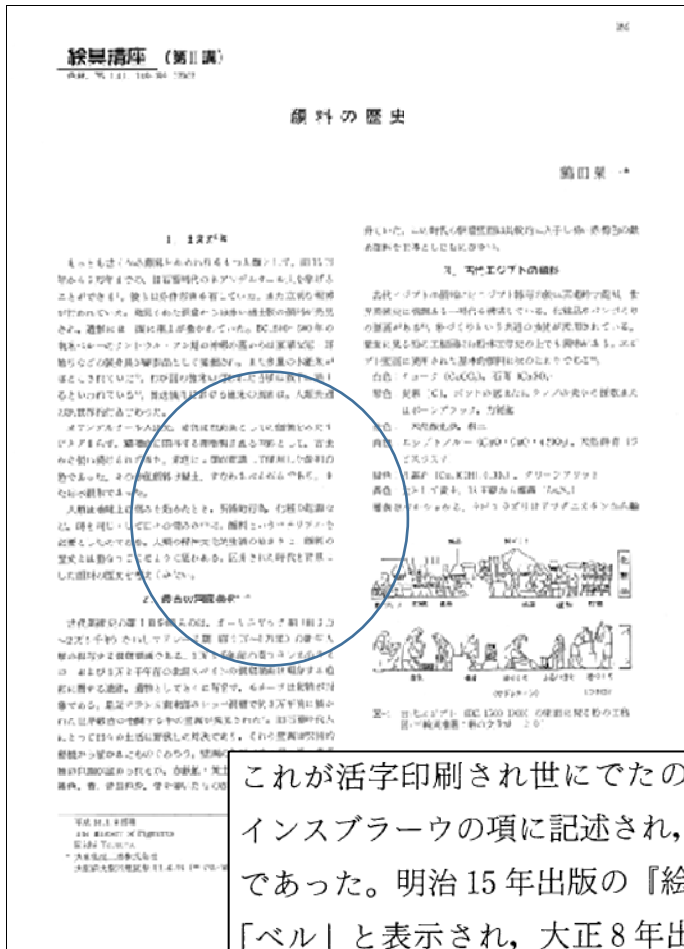
(*2) 鶴田榮一、“絵画講座第Ⅱ講 顔料の歴史”、色材、vol75、(2002)



実際、大黒様と同じく、この色は、後述のごとく、キンベルと云われた浮世絵の青と同様、プルシアンブルーだと思います。

↑土蔵の正面戸前にあるやや太めの「麒麟(きりん)」。青色の顔料は、キング・オブ・ブルーが訛って職人達の間で「キンベル」と呼ばれた。

(*) 鶴田榮一、“絵画講座第Ⅱ講 顔料の歴史”、色材、vol75、(2002)



これが活字印刷され世にでたのは『厚生新編』¹⁰⁹⁾のベレインスプラーウの項に記述され、それは昭和12年(1937)であった。明治15年出版の『絵具染料薬品略説』¹¹⁰⁾では「ベル」と表示され、大正8年出版『工業薬品大辞典』¹¹¹⁾では「ベレンス」と表示されている。

長崎へ来航の船員たちの協荷としてプルシャンブルーが持ち込まれ、長崎で紺青と訳された¹¹²⁾が文化4年(1807)の記録が最も古く、それ以前は未詳である。江戸時代の大阪の絵具屋の呼称¹¹³⁾としては「ベレンス」「ベル(金ベル、濃ベル、蘭口ベル)」であった。そして明治、大正、昭和になっても未だ「ベル」がその呼称として残っていた。

本当に残念ながら、「キンベル」について言及している資料を、これ以外に見つけていませんが、真実と思います。またラピスラズリの成分の持つ蛍光性も真実です。そこで本ガイドでは、蛍光色は両論併記にとどめます。そして、鏝絵蔵の青は、藍銅鉍のアズライトを含め、多様な青なのだと思うのです。

(2) 世界の青色顔料、染料の歴史のまとめ

(C) KASUGA

Ancient and Medieval Period						
Egyptian Blue CaCuSi4O10	2200BC					
Lapis lazuli (Na,Ca)8(AlSiO4)6(S,SO4,Cl)1-2	4000BC Lazurite					
Azurite Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂ ,	藍銅鉱、岩群青					
Smalt Blue potassium glass with cobalt as colouring agent (+ Mn, Fe) ---> 中国・景德鎮、日本・染付	8th and 9th China					
インディゴ Indigo	藍 (*1)					
Age of Chemical Synthesis			1700	1800	1900	2000
Prussian Blue Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ · x H ₂ O	1714		●			
Cobalt Blue CoO · Al ₂ O ₃	1802 (*2)			●		
Cerulean Blue Copper and Cobaltous oxides	1805			●		
Ultramarine Blue Synthesis of natural Lazurite	1814, 1826 (Process)			●		
Phthalocyanine Blue C ₃₂ H ₁₈ N ₈	1928				●	
YInMn Blue	2009					●

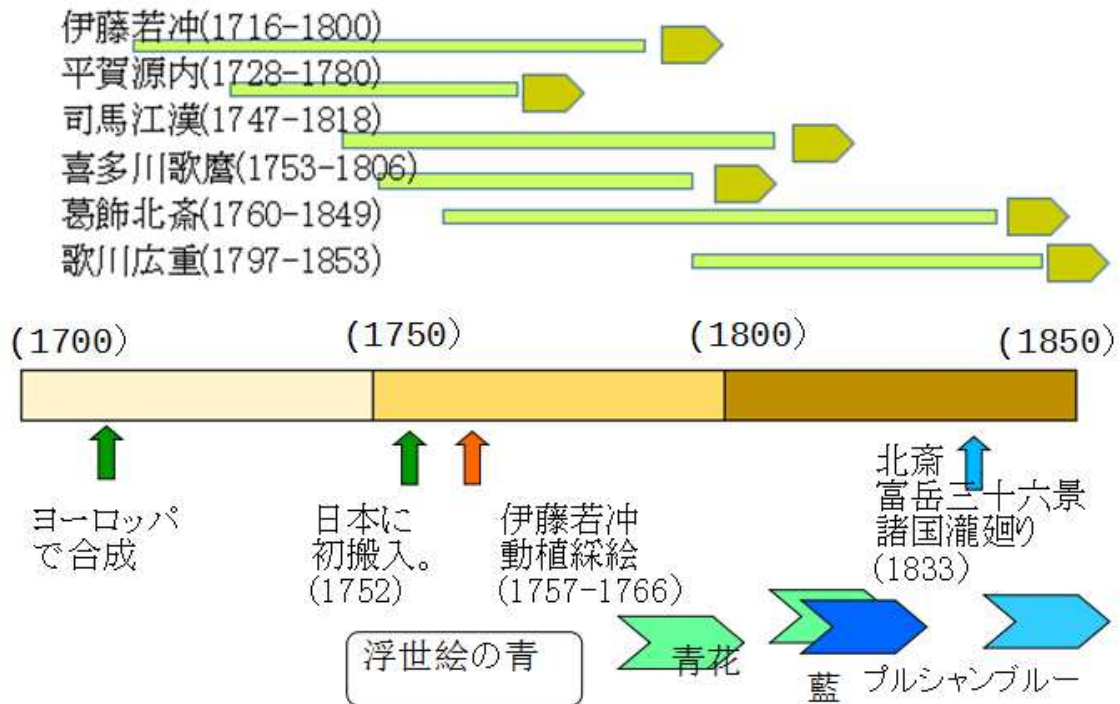
参考

(*1) インディゴを含む植物は複数あります。代表的なものは

- ① 蓼藍(タデアイ) タデ科。日本の藍はこれが主流。
- ② インド藍 マメ科。インド原産で最古の染料。インディゴの語源。本藍。
- ③ 大青(タイセイ) アブラナ科。英語でwoad。ヨーロッパで使われました。

(*2) 合成顔料の原料のコバルトは、青だけでなく、化学結合の形やよって、黄色、赤、青紫、緑色など様々な色を作ることができ、顔料の世界を大きく広げました。

日本・江戸期のプルシアンブルーの歴史



プルシアンブルーがヨーロッパで生まれて五十年後、この色を日本で最初に使ったのは、伊藤若冲とされる。三十幅という多くの「動植綵絵」のうちの一冊、そのほんの一部に使ったことが知られている。

更にその五十年後、葛飾北斎、歌川広重らにより浮世絵が大きく発展する中で、彼らの代表作、「富岳三十六景」、「諸国瀧廻り」、「東海道五十三次」に、積極的に使用され、その作品が、万博出品作品の包装の緩衝材、おしげもなく箱の詰め物としてヨーロッパに渡り、印象派の画家たちを驚かせることになる。

江戸で刊行された明和期から寛政期頃(1765～1800年頃)までの浮世絵には青花が使われていた。

寛政後期から文化末期(1817年)頃に藍の使用が散見され、文政中期(1824年前後)には、青花から藍へと青の色材が完全に移行し、そして、続く天保元年(1830年)には、藍からプルシアンブルーへの転換が始まり、天保2年(1831年)後半には浮世絵の86%が、天保3年(1832年)以降は、ほぼ100%の浮世絵にプルシアンブルーが使われているという。空の青のグラデーションに、必須の色だったのであろう。まさに爆発的な普及である。

「諸国瀧廻り」のなかでは、明確な青の使い分けが発見されている。この5枚の図に摺られている輪郭線の青を測定した研究者がおられ、その結果さだったの輪郭線の青は、プルシアンブルーではなく、藍であることがわかった。北斎は、主版に藍を使用し、色版にはプルシアンブルーを使用して斬新な色彩感覚を表現していたのである。

3. 主な青色顔料、染料について

(1) ウルトラマリン (ラピスラズリ), Lazurite

ウルトラマリンは無機顔料の一種で、構成成分はアルミニウムとナトリウムのケイ酸塩に硫化物イオンや硫酸イオンが混じったものです。天然にはラピスラズリの主成分として存在します。「ウルトラマリン」とは「海を越える」という意味で、天然ウルトラマリンの原料となるラピスラズリが、ヨーロッパの近くではアフガニスタンでしか産出せず、それが海路で運ばれたため、「海を越えて(来る・来た青)」というみとから、色の名になったそうです。原料となるラピスラズリは非常に高価であったため、後世には代替品として藍銅鉱(アズライト)を主原料とした青色顔料が作られ、一般的に用いられるようになりました。この顔料から得られる色もまた「群青」「ウルトラマリン」と呼ばれたため、やや混乱を招いているようです。

(2) 群青

群青色(ぐんじょういろ)とは、日本画材の岩絵具 いわへのぐの『群青 ぐんじょう』に由来する色名で、紫みがかった深い青色のことです。

日本画には欠かせない色であり、桃山時代の障壁画、江戸時代の琳派の屏風絵などに使われています。

平山郁夫さんのシルクロード作品の青の多くにウルトラマリンの材料のラピスラズリ(青金石)、群青の材料のアズライト(藍銅鉱)が使われていることが、知られています。

天然の岩絵具は、同じ原料でも鉱物の粒子が細くなるほど色は淡くなり、荒いほど濃くなります。粒が荒いほうから『紺青こんじょう』、『群青』、そして最も粒が細かい色を『白群 びやくぐん』と呼ばれています。

岩絵具の「群青」は、もとは鉱物の瑠璃 るり(ラピスラズリ)から作られたものでしたが、瑠璃は宝石としても非常に高価なため、藍銅鉱(アズライト)を原料とするようになっていきます。ただ、どちらにしても高価な鉱物を砕いて作られているため、群青の色は人工の岩絵具が登場するまで、高価で貴重な『青』でした。

ちなみに、砕いた鉱物、青の粒の集まりということから「青が群れ集まる」という意味の『群青』という色名になったようです。

藍銅鉱(らんどうこう)

藍銅鉱は鉱物(炭酸塩鉱物)の一種。英名では、「アズライト(azurite)」。

結晶系は単斜晶系。「ブルー・マラカイト」と呼ばれる宝石でもあります。

藍銅鉱は銅の代表的な二次鉱物の1つで、世界各地の銅鉱床の風化帯に産します。

ちなみに、同じ銅の二次鉱物である孔雀石 くじゃくいし(マラカイト)も共生することが多いです。

岩絵の具の「群青」は、原料である藍銅鉱が孔雀石と混じって採れることが多いため、精製が難しく、孔雀石からとれる岩絵具の「緑青 りよくしょう」の10倍の値段で取引され、群青60gで米一俵買えるほどだったそうです。

(3) プルシャンプルー

鉄のシアノ錯体に過剰量の鉄イオンを加えることで、濃青色の沈殿として得られる顔料である。18世紀前半に化学研究で発見された。

(4) 藍 植物である藍に由来する色素を由緒とする色である。

日本の伝統的な色としては、藍のみで染めた色ではなく、藍に少量の黄の染料(黄はだ)を加え、緑がからせたものを指す。インディゴ(indigo)と同じ色とされる。補足に、藍について、染色家・吉岡幸雄さんの本からの抜粋を掲げました。

(5) キングオブブルー

熱帯睡蓮のキングオブブルーの花は、蛍光色のようなブルー。それから抽出する色素で、同じく色としてキングオブブルーと呼ばれている。

(6) 和田玉 (ホータン) he tian jade

井上靖さんのシルクロード小説の代表作の一つ、「敦煌」でも、いくつかの山場ともいえるところで、これが登場します。ラピスラズリと間違われたりもしますが、別物という説もあります。

<https://www.hotangyoku.jp/beginner/index.html>

和田玉は、主に中国新疆の和田市を中心とした地方で採掘・採取された白色の軟玉。

人々を魅了する和田玉は、きらびやかで美しく多彩な文化を持ち、昔から工芸品が伝えられており広く知られてきました。

軟玉の産地は中国では新疆ウイグル自治区の和田地方だけでなく、その周辺や雲南、黒龍江省等にも産生しますが、和田地方の軟玉が質と品位がもっとも素晴らしいと云われています。

そのほかに、

セルリアンブルー cerulean blue

わずかに緑がかった濃い空色。硫酸コバルトを焼成して作られた青色顔料に由来する色。

コバルトブルー(cobalt blue)は、顔料のコバルト青などが示す、強く明るい青を現わす色名である。

ターコイズブルー(turquoise blue)は色の一つ。緑がかった青色のこと。

ターコイズ(トルコ石)は一般的に明るい青緑色であるが、青みが強いトルコ石はこの色と同じくターコイズブルーと呼ばれる。

・補足 藍銅鉱アズライトと孔雀石マラカイト

藍銅鉱(らんどうこう、azurite、アズライト)は鉱物(炭酸塩鉱物)の一種。
ブルー・マラカイトと呼ばれる宝石でもある。

化学組成は $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ で、結晶系は単斜晶系。

銅の代表的な二次鉱物の1つであり、世界各地の銅鉱床の風化帯に産する。
同じく銅の二次鉱物である孔雀石($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$)と共生することが多い。

岩群青

藍銅鉱から作った岩絵具で、古来より東西で青をあらわす顔料として使用された。省略して群青ともいう。英名マウンテンブルー。銅山が多い日本でも盛んに使用されたが、孔雀石と混じって採れることが多いため精製が難しく、孔雀石からとれる緑青の10倍の値段で取引され、群青60gで米一俵買えるほどだったという。

孔雀石(くじゃくいし、malachite、マラカイト)は、緑色の単斜晶系の鉱物で、
もっとも一般的な銅の二次鉱物である。

化学組成は、炭酸水酸化銅 $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ であり、銅製品にできるサビの緑青の主成分と同じである。皮膜状、粉状、微結晶の集合体(塊状や層状など)などの形態で産出する。

孔雀石は銅を含むもっとも一般的な二次鉱物であり、一次鉱床の銅鉱石が大気中の二酸化炭素や地下水の作用によって風化し、銅化合物が濃集して形成された二次鉱床として一次鉱床の周辺などに分布する。

黄銅鉱から生成した孔雀石には、まだ中心部に黄銅鉱を残したまま発見されたものもある

孔雀石の粉末は、顔料(岩絵具)として古来から使用されている。

この顔料は「緑青」、「岩緑青」、「マウンテングリーン」などと呼ばれる。

青丹(あおに)はその古名。

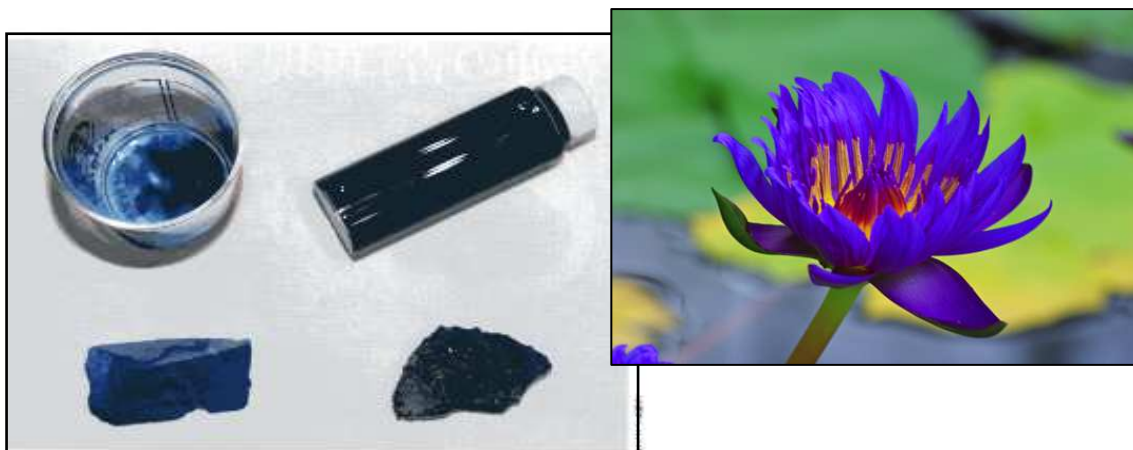
Wiki、及び下記を参考にした。

<http://www2.tbb.t-com.ne.jp/mark/kouzou3.html>

https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj/64/1/64_9/_pdf/-char/ja

4. 鍍絵の鳳凰の色は

(1) 青の顔料、染料の図（日経サイエンス2017、10月号）



左上から時計回りに、
プルシャンブルー、藍、
群青の材料のアズライト(藍銅鉱)、
ウルトラマリンの材料のラピスラズリ(青金石)

上が熱帯睡蓮の色、
キングオブブルー

以上、古田彩、「若沖の青」を再現する、日経サイエンス(2017、10月号)

いろいろ云われていますが、どうもプルシャンブルー、アズライト、そしてラピスラズリの特定成分を使い分けしているような気がします。

(2) 構造色、蛍光性とは

自然界には輝くような色の生物が沢山います。昆虫ではモルフォチョウや玉虫、トンボやコガネムシ、鳥ではクジャクやキジ、魚では熱帯魚を中心にネオンテトラやルリスズメダイ、他にはタコ、イカ、アワビの貝殻。更に植物の種子や花びら……。

これらの生物が持つ鮮やかな色は、構造色と呼ばれる発色の仕組みを持っています。色素による吸収の色ではなく、光の波長程度の微細な構造が、干渉や散乱などの光学現象を起こして着色しています。

薄膜による干渉 use the effect of interference of light

多層膜による干渉

微細な溝・突起などによる干渉 microscopical bossy or linear pattern

微粒子などによる散乱

熱帯睡蓮、キングオブブルーの花の色は、構造色によるものです。

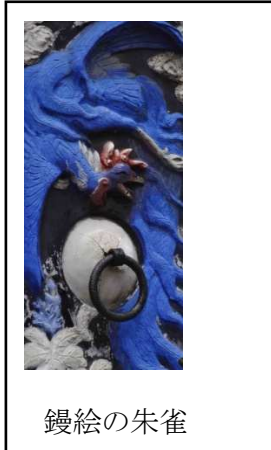
もうひとつの可能性として、物体色に蛍光成分が加わることによって、非常に鮮明で明るい色彩を持つことが知られています。蛍光性の物質には、光エネルギーを受け取り、それを再度放出する特性があるのです。

鍍絵の鳳凰の色は、この構造色か、蛍光性物質によるものだと思います。

以下、構造色と蛍光、蛍光では特にラピスラズリの蛍光成分について、個別に説明します。

(3) 鍍絵の青の発色の秘密 (構造色か)

2019年6月13日・春日



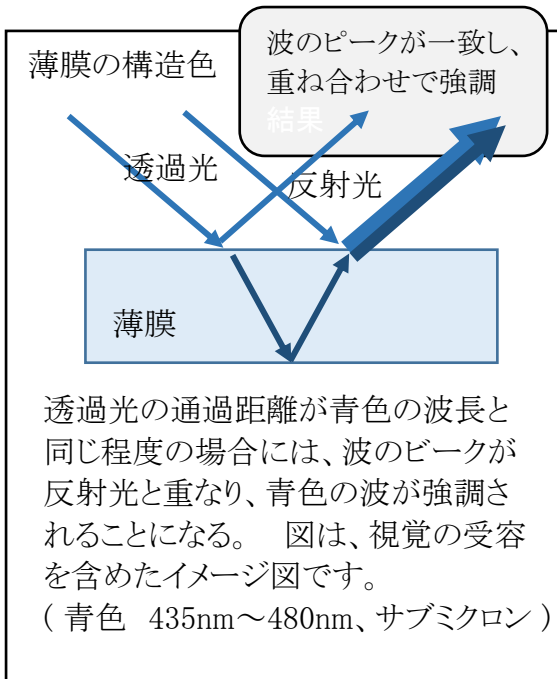
構造色とは、光の波長と同等かそれ以下の微細構造で起こる光の干渉による発色。

鍍絵の朱雀(鳳凰)、麒麟の青の鮮やかさは尋常ではなく、構造色や蛍光色、紫外線反射などの、特殊な反射でしか実現できないと考えています。蔵を建設中の職人が麒麟の色を「キンベル」と呼んでいたとのことから、ベースとなる色漆喰にラピスラズリを用い、その上にキングオブブルー(熱帯睡蓮)の薄膜層を作ったというのが、現時点の私の仮説です。

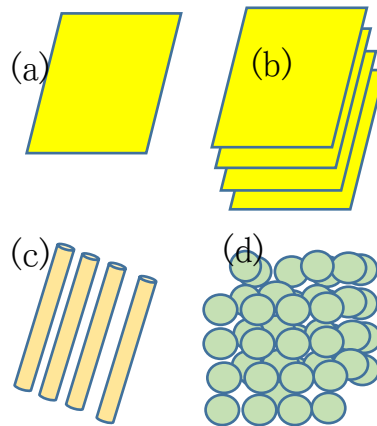
- ・自然界の構造色の一例
昆虫、鳥類の羽、植物の花弁
シャボン玉、油膜
- ・人工的に作成する方法の例
塗布(スプレー、蒸着)、乾燥の工程
塗ることで、粒子が均等に並び、乾燥により、塗布したものが薄膜になる

干渉を起こす代表的な微細構造
(光は「波」だと考えて下さい。)

- (a)薄膜構造 ~ シャボン玉、油膜
- (b)多層膜構造 ~ 甲虫類
- (c)回折格子構造 ~ 鳥や蝶の羽
- (d)特殊な結晶構造 ~ 一部の宝石



その他
CDの溝は、トラック間の間隔が光の波長と同じ程度の、反射型回折格子の微細構造となり、虹色に見える。



木下修一.発色原理が異なる色—構造色_(画像学会権2011)の図を参考にしました。

(4) 鏝絵の青の発色の秘密 (ラピスラズリの蛍光性)

蛍光性をもつ物質は多くするが、鏝絵では、可視光領域での光に対する蛍光性が大切と思います。ここではラピスラズリの蛍光性について調べたことを整理しました。

ラピスラズリの蛍光性、鏝絵の青 Lapis Lazuli components_01

<https://www.saltworkconsultants.com/lapis-lazuli/>

ラピス・ラズリは、以下の鉱石の集合体である		
ラズライト (青金石) lazurite	$(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2$ ウルトラマリン。	ラピスラズリの30-40% の主成分。蛍光無し。
ノゼアン、ノーゼライト (黝方石) nosean	$\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{SO}_4)\text{H}_2\text{O}$	可視光蛍光
ソーダライト (方ソーダ石) sodalite	$\text{Na}_4\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3\text{Cl}_6$	紫外線蛍光
アウイン (藍方石) hauyne	$(\text{Na}, \text{Ca})_{4-8}\text{Al}_6\text{Si}_6(\text{O}, \text{S})_{24}(\text{SO}_4, \text{Cl})_{1-2}$	粉砕で蛍光無し

ラピスラズリの主成分であるラズライトは、蛍光性をもたず、輝く青の筋を伴う、不透明のミッドナイトブルーの色である。ラピス・ラズリは、変成作用によってできた変成岩の一種で、石灰岩の地層中に熱い花崗岩のマグマが入りこんで熱変成作用を起こした結果、生成したものである。この変成作用は、地質年代で白亜紀と呼ばれる、今から約1億2,000万年ほど前の時代に起こっており、まさに大陸移動の最中に形成されたものである。

a) 表のように、ノゼアンという成分のみが可視光蛍光の性質をもっている。天然の鉱物であるラピスラズリのなかで、特にノゼアンの含有比率の高いものここでは(これを「選別ラピスラズリ」と呼ぶことにする、)を選んで漆喰に混ぜ、それをベースの色漆喰が乾燥した後に、上に塗り込めば、可視光下で蛍光性を有する美しい鏝絵の青を実現できると思う。もちろん、ベースの色漆喰自体を、この「選別ラピスラズリ」で製作する事も可能であろうが、それは「選別ラピスラズリ」の入手が容易であれば、という制約がある。

b) 「選別ラピスラズリ」ベースの色漆喰の上に、青顔料と蛍光物質を混ぜた色漆喰を塗り込んでもいい。

c) あるいは、蛍光物質で薄めても青が勝るような、強い青のプルシャンブルーでも、可能である。

この何れかの方法で、この(4) を実現した可能性も高いと思う。

Lapis lazuli is made up not of a single mineral but an accumulation of minerals; it is mostly composed of lazurite $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{S,SO}_4,\text{Cl})_{1-2}$, typically 30–40%. Lapis gemstones also contain calcite (white veins), sodalite (blue), and pyrite (gold flecks of colour). For more detail on this and other gemstones see Warren, 2016, Chapter 14).

Natural lazurite contains both sulphide and sulphate sulphur, in addition to calcium and sodium, and so is sometimes classified as a sulphide-bearing haüyne. Sulphur gives lazurite its characteristically intense blue colour and comes in three polysulphide units made up of three sulphur atoms having a single negative charge.

補足 石窟の歴史、ラピスラズリの歴史

1. 石窟の歴史、

インド・アジャンター石窟群の壁画、敦煌市莫高窟の壁画などとともに、アジアの古代仏教絵画を代表する作品の1つであった。

The group of murals in the Golden Hall (Kondo) of Horyu-ji Temple is one of the representative murals in the ancient Buddhist paintings in Asia, together with the murals in Ajanta Caves in India and the murals in Mogao Caves in Dun-huang City in China.

法隆寺壁画についてインドのアジャンター石窟群との類似が説かれることもあるが、上述のような様式的特徴は敦煌莫高窟などの初唐絵画にみられるものである。

The murals of Horyu-ji Temple is sometimes said to resemble those of Ajanta Caves in India, however, the stylistic characters mentioned above are seen in the paintings in early Tang Dynasty in China (618 to 712), such as Mogao Cave in Dunhuang.

中華人民共和国新疆ウイグル自治区クチャキジル石窟第38窟内壁壁画

A statue of Maitreya: No. 38 cave interior wall, Kizil Cave, Kucha Prefecture, Xinjiang Uighur, China; mural

in 日本画の伝統と継承

石に描く

墳墓の壁面に絵を描くことは世界中で行われています。日本でも九州を中心に幾何学模様や大陸の影響を受けたと見られる図柄を描いた古墳時代の墳墓があります。初めは直接石に描いていましたが、やがて、奈良地方で近年発見された高松塚やキトラ古墳のように、漆喰で下地を整えた精緻な絵を描くようになりました。

高松塚古墳壁画西壁女子群像 国宝 7世紀後半～8世紀前半

漆喰の下地を作り、朱・弁柄・黄土・群青・緑青・墨などで彩色されています。

土に描く

土壁に白土などの下地を塗り、その上に描かれた絵を一般に壁画といい、古くから行われてきましたが、日本では通常、寺院などの建造物の壁に描かれているため、絵を保存するということから考えるとよい環境とはいえ、今日まで伝わっている作品はわずかです。今日では、寺院などに壁画として日本画を描くことはほとんどなくなりました。

法隆寺金堂外陣旧壁画第十二号壁

7世紀後半 ～8世紀前半

1949年の法隆寺金堂火災で焼損

租い土壁の上に細かい土を塗り、その上に白土を塗って仕上げた壁面に下描きして彩色しています。

2. 東西の壁画の変遷

先ず最初に東西の壁画の変遷を通して、組成画における壁画の時代的特質を把握することから始めたい。

1) 東洋の壁画

東洋の壁画の変遷は仏教の東漸と関わっている。その源泉はインドのアジャンタ石窟寺院の壁画に始まり、バーミヤーン、キジール、敦煌、雲崗 龍門へと伝わって行く。主として、地形上より天山山脈の南のクチャ、カラシアル、トルファン地区より敦煌に至り、ここに中国の最高の石窟寺院が展開される。一方タクラマカンの流砂中に築かれた寺院群では、西からトムシュタ、ラクワ、エンデレ、ミーランなどに伽藍等の遺構が残り、塑像群像や壁画で飾ったことが知られているが、壁面はすべて岩盤を削って植物繊維、砂、麦わらなどのすさを混入した泥を下地とし、漆喰の壁面を形成している。敦煌から河西回廊では、石灰が不足しているというので、白土を下地として壁画を描いている。日本に最も影響を与えた隋唐寺塔の寺観や結構は「歴代名画記」や「寺塔記」などでしか手かかりを得ることはできないが、法隆寺の金堂と五重の塔の塑像や壁画に反映されていると考えられている。

2) 日本の壁画

現存する最古の日本壁画は、古墳時代に見出され、小林行准の分類にみられる石棺系装飾古墳がこれに当たる(5-7世紀頃)。表現法としては、浮彫を施し、そこに鉱物性の絵具を油性の接着剤らしいものを用いて着彩しているとか、石の面に直接塗り付けているという説などがあるが、はっきり分析されていない。「日本書紀」によれば、すしゅん元年(588年)、百濟から寺工二・□□博士一・瓦工四及び画工一の計八人が送られ、当時建築予定であった法興寺(現在の飛鳥寺、奈良)の工事に投入されたと記されている。この四つの職種の渡来技術者によって、仏寺の様式とともに大陸風建築様式が導入されたと考えられる。山田幸一は法隆寺金堂壁画の下地土壁も日本最古の左官工事遺構であると指摘し、次のように説明している。「日本壁に用いられる基本的な素材はここで出しつくしていると言ってよい。木舞で竹という絶好の材料が手近にあるのに、手間のかかる小割材を使用した理由は明らかでないが、おそらく大陸直輸入の形式を採用したためであろう。また、玉虫厨子絵や高松塚古墳の壁画、法隆寺の金堂壁画の様式・技法からも日本の仏教壁画の源流は大陸に求めることができる。

法隆寺の金堂壁画は昭和31年の金堂修理報告書によれば、壁体はヒノキ部材の問渡を七本渡して、これにひのきの割木の木舞を藤蔦で絡ませて、粗いわらまじりの粘土による下塗り、これと同じ粘土に細砂と細かい藁すさを加えた中塗り、そこに麻の繊維とみられるすさを加えた上塗りの一三層を形成している。

仕上げには白土を塗って、壁面の素地としている。

壁画 murals

伽藍の遺構 Remains of temple

古墳の石棺 Sarcophagus of ancient tomb

バーミヤン、Bamiyan

キジール、Kizil

敦煌、Dunhuang

雲崗 Yungang

龍門 Longmen

ミーラン Miran (Xinjiang)

sarcophagus 古代ギリシャなどで石棺の大理石。

数週間で歯を除く全人体を食べると信じられた。

壮麗な装飾が施された棺で、地下に埋められ

ないものを指す。古代エジプトでは王の彫像が、

古代ローマでは神話が施されることが多い。

3. ラピスラズリの歴史

<http://www.ne.jp/asahi/lapis/fluorite/column/lapisfr.html>

この石を使った細工物がBC3500年頃、都市に住むシュメール人の間に広まっていたのは間違いのないところである。鉱山が発見されたのは一説にBC4000年頃だったという。

産地はアムダリヤ河の上流、コクチャ川を遡った峡谷。標高3500～5000mの峰を連ねるヒンズークシュ山脈の懐深く、一年の半ばを雪に閉ざされた山岳地である。

わざわざ好んで分け入る行楽地でもなければ、住みたいと願う天府でもない。そんな荒地にラピスラズリを見つけたのは、行方定めぬ旅人か流浪の民か、あるいは他人の監視を避けてヒマラヤ越えの交易ルートを開発しようとした商人、さてはまた金属鉱石を求めて人跡まれな山中に脈を追った鉱山師といった人々であったろうか。

もし最後の者だったとすれば、この石が普及した年代には興味深い一致がある。

ちょうどその頃、中近東で銅(青銅)の精錬が始まっているのだ。

この時からおよそ6000年、コクチャ川沿いの険しい隘路を辿る者は、あらゆる時代に絶えなかったように見える。ラピスラズリはBC3000年頃までにエジプトに伝わり、2000年以上の長きにわたって、王家の装束や墳墓の副葬品に用いられた。

ミイラの心臓の上には、復活の願いをこめて刻んだ護符が乗せられた。

メソポタミアでは、BC2500年頃の古代遺跡にラピスラズリの装身具が見られるという。

BC4世紀にはギリシャの人々がこの青い石を愛好し(備考1)、その後ローマ人の間でも広く知られた。AD5世紀になると、ラピスラズリを塗り潰した顔料ウルトラマリンがヨーロッパで使われ始める。この顔料は、1826年にJ. B. ギメが合成品を発明するまで、たいへんな

一方中国では、BC6世紀頃ー孔子の時代ーまでにラピスラズリが伝わっていたとの説がある。とすれば当時すでに中央アジアを起点に、西はエジプト、東は中国まで、東西を結ぶ広域流通ネットワークが存在していたことになろう。

もっとも、インドから東側の一元交易ルートが確立するのは、軟玉の話1で書いたように、前漢の武帝の時代(BC2世紀)以降のことなのだが。

時代が降って唐代になると、イラン系の人々と中国人との交流はそう珍しくなく、ラピスラズリを化粧に使う女性も現れたようだ(No. 96)。もちろん細工物にも

重宝された。正倉院御物のひとつ、平螺鈿背円鏡(背面に螺鈿や象嵌を施した円鏡)には、ラピスラズリや琥珀が象嵌されているが、それぞれバダフシャン産、ミャンマー産であることが判明している。この石はとうとう日本にまで達したのだ。

4. 壁画の着色

顔料は、ギリシャ・ローマから、敦煌などの西域壁画、日本・高松塚で、共通するものが多い。莫高窟前期壁画に用いられた顔料と高松塚壁画の対比一覧

～「シルクロードの壁画」(言叢社2007)を参考にした

	顔料	化学式	高松塚壁画
白色 顔料	白亜 white chalk	CaCO ₃	○
	白土 white clay	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	○
	滑石 talc	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	
	ジプサム	CaSO ₄ ・2H ₂ O	
	雲母 mica	KA ₁₂ AlO ₁₀ (OH) ₂	
緑色 顔料	緑青	CuCO ₃ ・Cu(OH) ₂	○
	ヴェルディグリ	Cu ₂ (OH) ₃ Cl	
赤色 顔料	水銀朱 cinnabar	HgS cinnabar, vermillion	○
	含酸化鉄赤色顔料	Fe ₂ O ₃ Bengala	○
	リアルガー	As ₂ S ₃	
青色 顔料	群青	2CuCO ₃ ・Cu(OH) ₂	○
	ultramarine ラピスラズ	(Na, Ca) ₈ (AlSi ₄ O ₄) ₆ (SO ₄ S ₃ SiCl) ₂	
黒色 顔料	墨	C	
	含酸化鉄黒色顔料	Fe ₃ O ₄	
人工 顔料	ヴァーミリオン	HgS	
	鉛白 white lead	2PbCO ₃ ・Pb(OH) ₂	○
	ミニウム	PbO ₄	

青色の顔料、染料と材料

顔料名、染料名	材料
ウルトラマリン	ラピスラズリ
群青	アズライト
セルリアンブルー	錫酸コバルト
コバルトブルー	アルミン酸コバルト
スマルト	コバルトガラス
プルシアンブルー	初期の合成顔料
インディゴ	植物由来
キングオブブルー	植物由来



事務所棟(鏝絵蔵)建設時、職人さんの間で云われた言葉、色の材料は、「キンベル」。

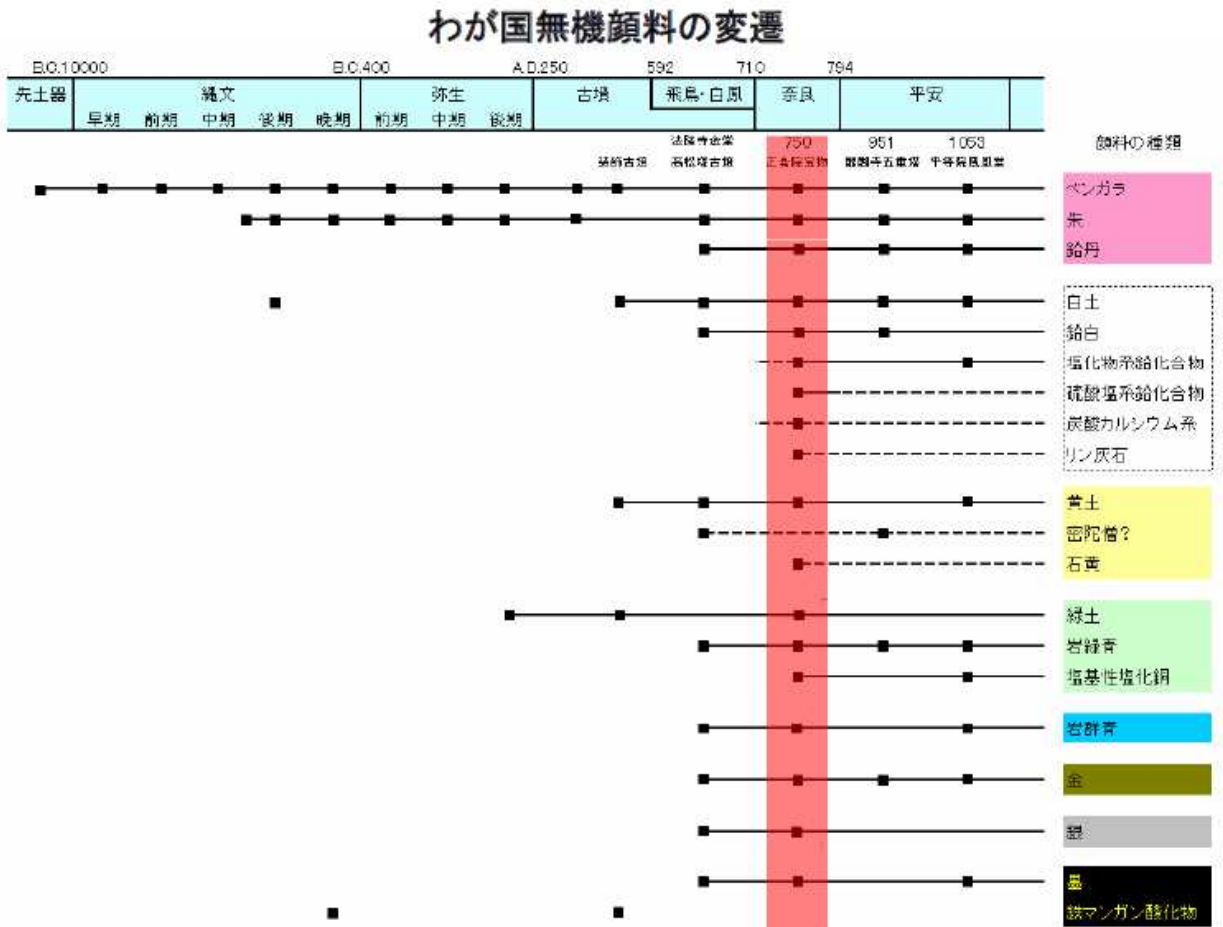
(鏝絵研究家の藤田洋三さんが、鏝絵に関する著書の中で述べています。)

時代が下り、奈良時代になると、日本で入手困難な色では、日本固有の顔料の使用が始まる。例えば、塩化鉛 PbCl₂ 日本独自の白色顔料～ 正倉院の国産宝物に利用

表24 正倉院宝物に確認した無機顔料

色	現代顔料名	奈良時代の顔料名	化学式	鉱物名	確認点数
白	鉛白	唐胡粉	$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$	水白鉛鉱	20
	不明	倭胡粉	$PbCl_2$	塩化鉛鉱	5
			$PbClOH$	ラウリオナイト	9
			$Pb_2Cl(O,OH)_{2-x} \quad x=0 \sim 0.32$	ブリクサイト	13
	硫酸鉛	不明	$PbSO_4/Pb_2(SO_4)O / K_2Pb(SO_4)_2$	硫酸鉛鉱/ラナーカイト/バルミーライト	11
	炭酸カルシウム	不明	$CaCO_3$	方解石	19
	不明	不明	$Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$	リン灰石	12
白土	白土	アルミノケイ酸塩	粘土鉱物	15	
赤	朱	朱沙	HgS	辰砂	76
	ベンガラ	紫土	Fe_2O_3	赤鉄鉱	17
	鉛丹	丹	Pb_3O_4	ミニウム	69
黄	石黄	雌黄	As_2S_3	オーピメント	7
	黄土	不明	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	褐鉄鉱	1
緑	岩緑青	緑青・白緑	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	孔雀石	41
	不明	不明	$Cu_2(OH)_2Cl$	緑塩銅鉱またはパラタカマイト	2
	緑土	不明	$K(Fe, Al)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2$ または $K(Mg, Fe, Al)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2$	海緑石またはセラドナイト	5
青	岩群青	金青・白青	$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	藍銅鉱	24
金	金	金薄・金泥・金墨	Au	金	26
銀	銀	銀薄・銀泥・銀墨	Ag	銀	35

成瀬正和、正倉院宝物に用いられた無機顔料



H21 高松塚古墳壁画劣化原因調査検討会(第9回)

補足 藍について、染色家・吉岡幸雄さんの本からの抜粋

吉岡幸雄, "日本の色辞典", (紫紅社2000)より

青は、人間が自然とともに生きていくなかでもっともなじみやすい色であるがゆえに、そのさまざまな色をあらわして身近におきたいと人々が願うのは至極当然のことであろう。

澄んだ濃い青を瑠璃色と表現するのをよく見かけるが、これは仏教の経典に登場する大切な四つの宝、すなわち金、銀、披璃(水晶)、瑠璃の一つである。アフガニスタンのバグクシャンあたりで出土する良質のラピスラズリ、あるいはアズライトなどの鉱物は、磨くと濃い青地に金色の斑点が輝くようにあらわれて青金石と呼ばれ、まさに宝の石である。このように輝くような瑠璃石を装飾品に使用した歴史はきわめて古く、今から三千四百年前に栄えたエジプト古代文明の王家の谷より発見されたツタンカーメン王墓は、金銀の宝飾品におおわれていたが、そこにもラピスラズリがふんだんに使われていた。西洋の人々は、それが中央アジアから海を渡ってもたらされたために、ラピスラズリの青をウルトラマリンとも呼んだ。(p120)

衣服における青は、藍草を使って染められた。中国、戦国時代(紀元前四〇三～前二二一)の思想家荀子(紀元前三〇〇～前二四〇年頃)は『荀子』勸学篇に「青は藍より出でて藍より青し」と記し、それは「出藍誉れ」という諺としてよく知られるところである。(p122)

ひとり中国だけではなく、インド、ペルシャ、エジプトなど古くから文明の栄えた地でも、藍を染める技術は相前後して完成していたと考えられている。(p122)

補足 イブ・クラインのブルー International Klein Blue (IKB)
 サファイアブルー ともいわれる

<https://cpb-eu-w2.wpmucdn.com/blogs.ucl.ac.uk/dist/b/306/files/2020/07/Recipe-Klein-Blue.pdf>

サファイアブルー 16進表記 #002FA7
 RGB (0, 47, 167)
 CMYK (98, 84, 0, 0)
 HSV (223° , 100%, 65%)

吸い込まれるような鮮やかで深い青、いわゆる「インターナショナル・クライン・ブルー (IKB)」で知られる現代アートのイヴ・クライン (Yves Klein, 1928年 - 1962年) が1957年に製作した青です。饅絵の青の印象に近いと感じました。

彼の活動期間は、わずか6年。

IKB ~ クラインがパリの美術商のエドゥアール・アダムと共同で開発した「クライン・ブルー」とも呼ばれるサファイアブルーまたは深い青色のこと。1957年にクラインはミラノで「イヴ・クラインーモノクロームの提案、ブルーの顔料を使ってキャンバスに塗布した青色の絵画作品群を発表した。



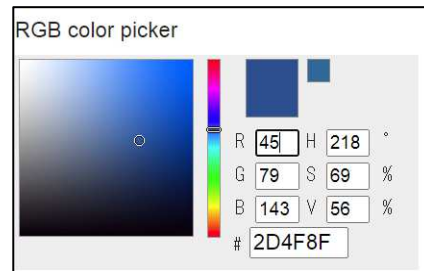
イヴ・クラインの『スイミングプール』という作品は、大きさは500平方m以上あり、鮮やかな青色で塗られています。

補足 新しいブルー、インミンブルーが開発されました (C) Kasuga
<https://chemistry.oregonstate.edu/content/story-yinmn-blue>

YInMn Blue	16進表記	#2e5090
	RGB	(45.82, 79.92, 143.51)
	CMYK	(68.07, 44.31, 0, 43.72)
	HSV	(219.06° , 68.07%, 56.28%)

実際にネットで、RGBを
 入力してみると、右記でした。

https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html



YInMnブルー(インミンブルー、英: YInMn blue)の、Yはイットリウム、Inはインジウム、Mnはマンガンを示します。

2009年にオレゴン州立大学のMas Subramanian教授のチームの大学院生であったAndrew E. Smithが、酸化マンガン類の電気的特性を
 研究中に、偶然発見したということです。

まさに、サフラン酒の鳳凰の輝きのまま、驚きの青です。
 以下は、いろんなサイトの説明を集めたものです。



Customers found several unique characteristics with YInMn:

- (1) A unique shade of blue for artist color materials.
- (2) Dark blue-shade colors for building products with high solar reflectance for regulatory approvals and reduced energy for cooling.
- (3) Other applications where its high heat and UV stability, IR properties, unique chemical structure and composition along with bright blue color add value. ~紫外線領域だけでなく、太陽光に含まれる近赤外領域の光に対する反射率も高いということで、今まで構造色や蛍石に求めてきた特性を持つということになります。

YInMn Blue derives its name from its chemical components: yttrium, indium and manganese. (Oregon State University)

In 2009, researchers at Oregon State University discovered YInMn Blue—the first new blue pigment identified in 200 years—while developing materials for use in electronics. Led by chemist Mas Subramanian, the team quickly realized that it had stumbled onto something significant.

For the First Time in 200 Years, a New Blue Pigment Is Up for Sale.

Researchers discovered YInMn Blue in 2009. Now, you can purchase a tiny tube of the bright blue paint for \$179.40