〔報告〕 敦煌莫高窟第285窟東壁に描かれた如来像に用いられた彩色材料と技法

岡田　健・渡辺　真樹子・高林　弘実*・蘇　伯民**・崔　強**

1．はじめに

本稿は，東京文化財研究所と敦煌研究院が2006年以来莫高窟第285窟を対象として共同で実施してきた敦煌壁画の制作材料と技法に関する研究の成果の一環として，第285窟東壁の窟門上方に描かれた「三仏説法図」及び窟門左右（南北）壁に描かれた「仏菩薩説法図」における各中尊如来像について，その材料と技法に関する調査の結果を報告するものである。

第285窟は，北壁説法図に付された造像題記の年記から西魏時代の西暦530年代後半に造営が進められたと考えられ，東西南北各壁と天井に描かれた壁画は，様々な主題と異なる彩色技法が混在していて，従来から美術史及び石窟考古学の研究において，その造営背景についての諸説が提示されている[1)]。

図１　敦煌莫高窟第285窟東壁全景

東壁は本尊像を安置する正面西壁と正対する位置にある。窟門の左右の壁面には同窟最大の説法図が全く同じ尊像構成（一如来四菩薩四弟子像）で描かれている（図１）。このふたつの説法図については，北壁の７区画に描かれた説法図のうち特に東側の第１・２区とその図像が類似していることが古くから指摘されてきた[2)]。これに対して窟門上方には，如来像３体による「三仏説法図」が描かれている。この位置は，本尊像と洞窟の中軸線上で対峙する場所で，非常に重要である。この「三仏説法図」は左右壁説法図とは様式的に顕著な違いが認められるに

*京都市立芸術大学，**敦煌研究院

もかかわらず，従来は図像内容･絵画技法のいずれについてもほとんど研究されてこなかった。しかし，本共同研究において，「三仏説法図」は東壁内では早い時期に描かれ，作風も左右壁説法図とは異なることが指摘された[3]。また彩色材料と技法の面での調査も進展し，すでに青色材料についての報告がさなされているところである[4]。

本研究は，この東壁に描かれた三説法図の各中尊如来像の彩色に着目し，同一壁面における彩色技法と材料の選択の様相を明らかにすることによって，諸説ある第285窟の造営背景に関する研究を進めるための基礎資料を提示するものである。

２．調査の対象と手法

本稿が対象とするのは，東壁の窟門左右壁に描かれた各仏説法図，及び窟門上方に描かれた如来三像説法図中の各中尊如来像である。対象の如来像について，以降は，東壁窟門左右壁の

（Ⅰ）左壁（北側）如来像　　（Ⅱ）右壁（南側）如来像　　（Ⅲ）窟門上如来像

図２　東壁に描かれた三説法図中の中尊如来像

中尊如来像の向って左側（北側）を「左壁如来像」，右側（南側）を「右壁如来像」，窟門上方に描かれた中尊如来像を「窟門上如来像」と呼ぶ（図２）。

調査では特に，３体の如来像に共通するモチーフであるⅰ）頭髪，ⅱ）面部，ⅲ）着衣に着目し，１）目視の観察による現在の色調及び保存状態の把握からの当初の図像の認識，２）各種光源を用いた光学的調査（可視光，紫外線，赤外線），３）デジタル顕微鏡（キーエンス社製 VHX-600K）を用いた表面観察，４）可搬型蛍光Ｘ線分析（NITON 製，XL3t），５）350nm から2500nm までの反射分光分析（ASD 社製 LabSpec Ⓡ4）を実施した。

３．結果および考察

３－１．全体構成

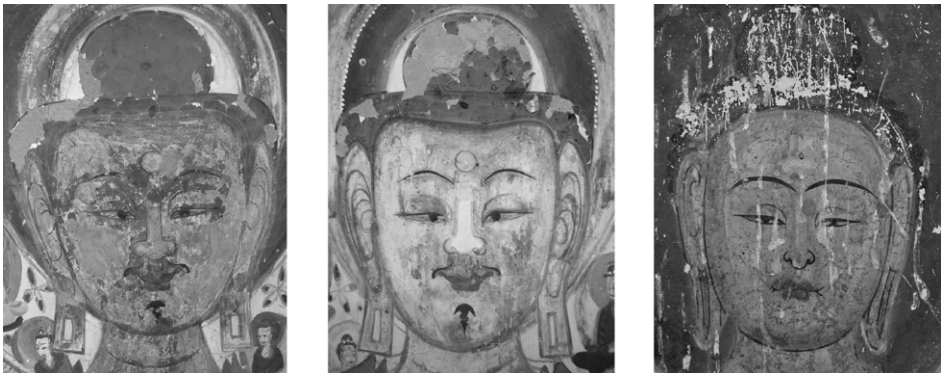
窟門を挟んで対称に描かれる左右壁の如来坐像は，中国式の着衣形式に表され，衣を前方に

垂らして宣字座上に坐る。左右の脇侍菩薩や弟子像を配する他，上方に天蓋が懸かり，樹木を表している（図２（Ⅰ），（Ⅱ））。それに対して，窟門上如来像は通肩に袈裟を着けて転法輪印を結び，円形の蓮華座に座る。上方に天蓋はなく，樹木のみが表され，その上方には山岳が表される（図２（Ⅲ））。

左右壁の説法図と窟門上三仏説法図では，尊像構成と付属物，着衣表現等においてすでに顕著な違いがあり，美術史研究の成果からは，別系統の絵画であることが理解できる。

３－２．頭髪の表現

東壁の三体の如来像の頭部の拡大写真を図３に示す。目視でその頭髪を観察すると，図３（Ⅰ）と（Ⅱ）の左右壁如来像はいずれも青色，図３（Ⅲ）の窟門上如来像は黒色である。



（Ⅰ）左壁如来像　（Ⅱ）右壁如来像　（Ⅲ）窟門上如来像

図３　東壁に描かれた三説法図中の中尊如来像　頭部

左右壁如来像の頭髪は，外形の輪郭は滑らかな線で表され，その内部を青一色に塗って髪筋は表さない。これは，北壁７区に描かれた８体の如来像と共通する表現である。この左右壁如来像の頭髪の青色の彩色について顕微鏡観察を行うと，青色の彩色層の下に緑色の彩色層が覗く箇所が見られた（図４）。この青色の彩色層の蛍光Ｘ線分析（XRF）では左右壁如来像ともにCuとFeが検出された(図５)。さらに分光分析では，ラピスラズリの反射特性[5,6]を持つスペクトルが得られた(図６)。これらの結果から，銅化合物による緑色の顔料を塗り，その上にラピスラズリによる青色顔料を塗っているものと考えられる。銅化合物による緑色の顔料の上にラピスラズリによる青色顔料を塗り重ねる技法は，第285窟全体に見られる特色である。

一方，窟門上如来像の頭髪では，外形に粒状の輪郭が見える。これは本像の頭髪が螺髪または波状髪であることを示すものだが，現状は黒色の中に髪筋を確認することができない。この黒色の頭髪部からは，XRFで周辺の下地層のみの部分を測定したときと同程度のFeのピークが検出された(図７)。これは下地層に含まれるFeが検出され，頭髪自体はXRFによって元素が検出されない墨によって塗られたものと考える。

３－３．面部の表現

面部の表現について目視で観察すると，図３（Ⅰ）と（Ⅱ）の左右壁如来像は髪際から顔の輪郭に太めの赤い線を入れ，耳も同じ色で輪郭と耳朶・耳殻を表し，大振りの白毫・鼻と人中・上まぶたの括り・下まぶたのアイラインいずれも同系統の赤色を入れ，眉・睫・瞳・鼻下のヒ

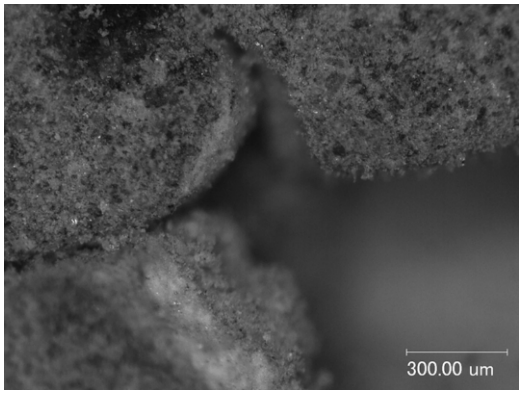


図４　左壁如来像頭髪部　顕微鏡写真

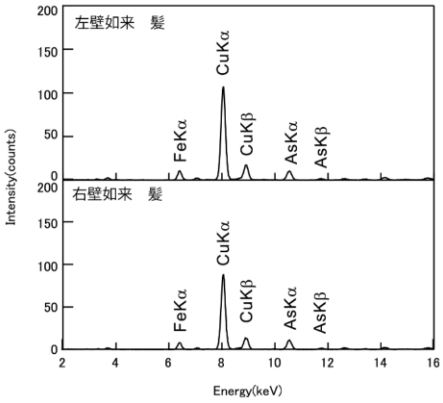


図５　左右壁如来像頭髪部 XRF スペクトル

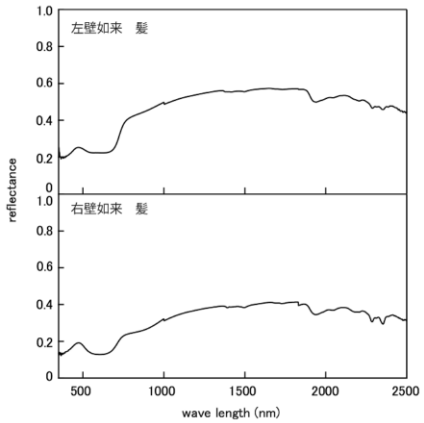


図６　左右壁如来像頭髪部近赤外分光反射スペクトル

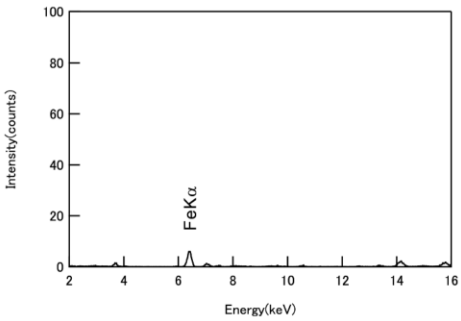


図７　窟門上如来像頭髪部 XRF スペクトル

ゲと顎ヒゲ・口の線は黒色を入れ，睫の下の白目の上縁と鼻ヒゲの下を青色で縁取っている。肌の色は，左壁如来像は灰褐色である。頬の部分は彩色の損傷が激しく，表現の詳細を確認できない。右壁如来像の面部は薄い肌色である。頬と瞼に赤味がかった色を塗っている。

これに対し，図３（Ⅲ）の窟門上如来像では，眉・上瞼のくぼみ・目・口の線・耳等の部位はすべて黒い描線によって表されており，顔の輪郭に沿って赤味のある強い暈取りが施されている。耳殻・耳朶の内部にも赤味を入れ，眉目と鼻・口を中央に集め，鼻は小鼻のみを線で描き鼻梁には直接線を用いずに高さを表している。鼻下のヒゲおよび顎ヒゲは描かれていない。肌の色は薄い褐色を呈している。

３体の如来像の面部に紫外線を照射すると，各像とも全体的に発光する。XRF は，肌の地色の部分，目視で地色とは色が異なって見える頬，暈取り，輪郭線などの部分で測定を実施した。肌の地色を測定すると，３体のいずれの測定箇所からも，As の強いピークが検出された(図８ａ，図９ａ，図10ａ)。第285窟のこれまでの調査研究では，黄色を呈する部分からは As が検出されるため，石黄が使用されていると推定される。現在黄色を呈する部分はわずかしか観察さ

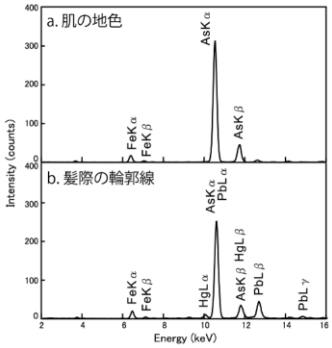


図８　左壁如来像面部の XRF スペクトル

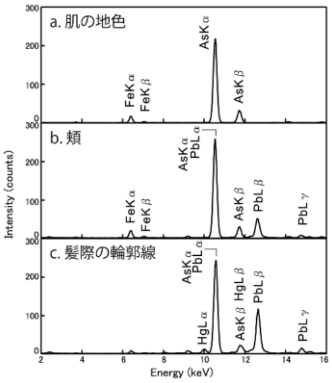


図９　右壁如来像面部の XRF スペクトル

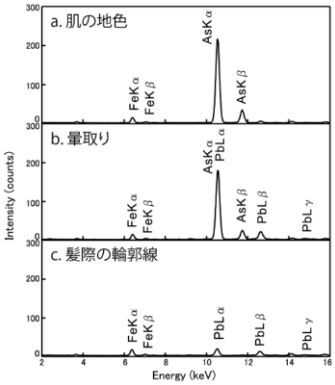


図10　窟門上如来像面部の XRF スペクトル

れず，黄色を呈する部分の周囲が淡い褐色に変色している様子が観察できる[7]。また，黄色を呈する部分があるモチーフと同様のモチーフで黄色を呈さない部分からも As が検出されるため，第285窟では石黄の変色が著しく進んでいると考えられる[8]。このため，３体の面部の地色についても石黄が主要な彩色材料として使用されたが，変色していると考えられる。目視で赤味を呈する右壁如来像の頬，窟門上如来像の暈取りでは As に加えて Pb が検出された(図９ｂ，図10ｂ)。赤味を加えることを目的として鉛丹が使用されていると考えられる。左右壁如来像の髪際から顔の輪郭に入る赤い線からは As ，Pb に加えて Hg が検出され，朱が使用されていると考えられる（図８ｂ，図９ｃ)。窟門上如来像の髪際輪郭線からは Hg は検出されない（図10ｃ)。

以上の結果から，３体の如来像の面部について，使用された材料は，いずれも肌の地色に石黄，赤味を加えるために鉛丹と推定されるが，その表現技法には顕著な違いがある。左右壁如来像は瞼・頬と限定的に赤味を入れる表現であるのに対し，窟門上如来像は，鉛丹による太い暈取りによって肉身の立体感を意識した彩色が行われている。前者の描法は，基本的に北壁上段の７区画に描かれた如来像の面部にほぼ共通している。後者の暈取りを用いた肉体表現は，第285窟においては東壁に正対する西壁の諸尊像，天井の神仙像，南北壁下段のヤクシャ像の描法に似通ったところがある。

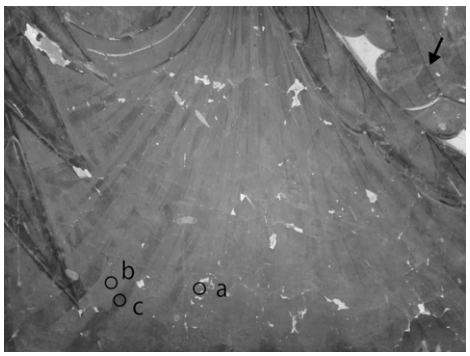


図11　左壁如来像の着衣部分

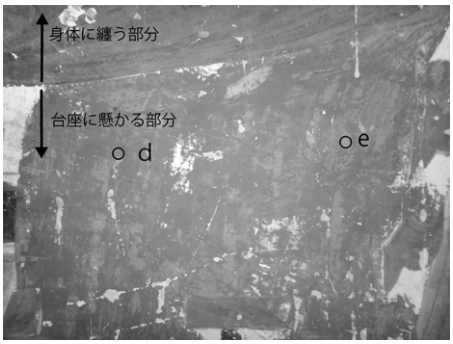


図12　左壁如来像の着衣部分

図13　右壁如来像の着衣部分

３－４．着衣の表現

最後に，如来像の全体の印象を決定づける袈裟の彩色について述べる。まず，左右壁の如来像の着衣の全体を目視で観察すると，ともに肩から両襟を下に垂らして袈裟を着け，裾を台座の前に垂らして裳懸座に表されている。また，全体的に赤褐色を呈している(図２(Ⅰ),(Ⅱ))。左壁如来像では，身体に纏う部分と台座の前に垂れている部分の色が若干異なって見える。２体の袈裟の部分拡大写真を図11～図13に示す。左壁如来像の袈裟のうち,図11で拡大した腹部を観察すると，ａと図示した赤褐色を呈する彩色層の上にｂと図示した淡い褐色の層を塗布し，ｃと図示した赤色で襞が表現されている。襞は矢印で示した黒い線で縁取られている。図12に左壁如来像の袈裟の身体に纏う部分と台座に懸かる部分の境界を拡大する。台座に懸かる部分では図11の腹部と比較して彩色層の摩耗が進んでいる。赤褐色の彩色層ｄと淡い褐色の彩色層ｅのみが観察され，図11で示した帯状の赤色部と黒色線は見られない。図13に示した右壁如来像の袈裟の観察では，赤褐色の彩色層の上に帯状に淡い褐色を呈する部分があり，襞が表現されていることがわかる。左壁如来像の袈裟の身体に纏う部分に観察された赤色呈する襞および黒色の線描は，右壁如来像では見られない。左右２体の着衣の紫外線照射写真を図14および図15に示す。着衣の一部で帯状の強い発光が見られ，この発光している領域は左側如来像では赤色を，右側如来像では淡い褐色を呈する襞を表現した部分と一致する。左壁如来像の台座に懸かる部分では，上部より磨耗が進んでいるため発光が弱いが，やはり淡い褐色を呈する部分と重なる。このように，左右壁如来像の２体とも襞の表現があることを確認できる。

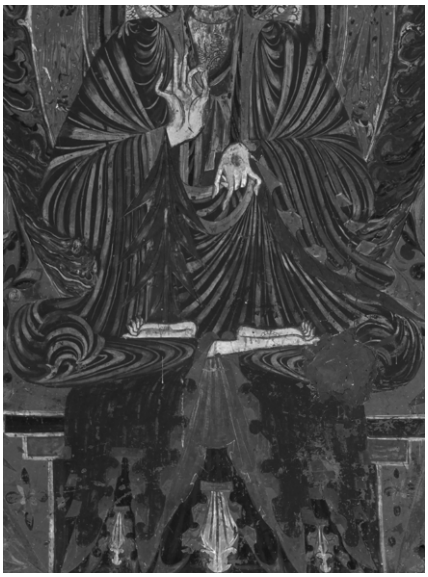


図14　左壁如来像着衣　紫外線照射写真

図15　右壁如来像着衣　紫外線照射写真

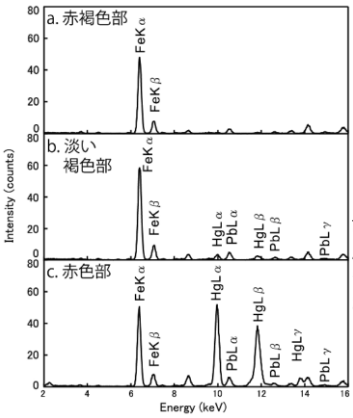


図16　左壁如来像着衣の
XRF スペクトル

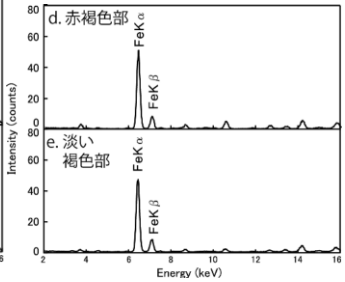


図17　左壁如来像着衣の
XRF スペクトル

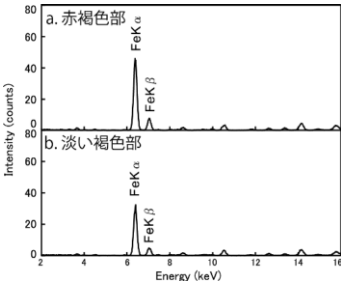


図18　右壁如来像着衣の
XRF スペクトル

左右壁如来像の袈裟についておこなった XRF の結果を述べる。左壁如来像における図11ａ，ｂ，ｃの部分で得られたスペクトルを図16に示す。赤褐色のａ部では比較的大きな Fe のピークが検出され，それ以外に彩色層に由来すると考えられる元素は検出されなかった。淡い褐色を呈するｂからは，Fe と共にごく小さな Hg のピークが検出された。赤色を呈するｃからは，Fe のピークと共に Hg のピークが検出された。左壁如来像の袈裟のうち，上部と色味が異なる台座に懸かる部分の図12ｄ，ｅで得られたスペクトルを図17に示す。赤褐色のｄ部，淡い褐色を呈するｅ部のいずれからも図12ａの赤褐色部と同様の比較的大きな Fe のピークのみが検出された。右壁如来像で得られたスペクトルを図18に示す。赤褐色を呈する箇所，襞を表す淡い褐色を呈する箇所いずれからも，比較的大きな Fe のピークが検出され，それ以外に彩色層に由来すると考えられる元素は検出されなかった。今回の調査で実施した測定では，Hg が検出された箇所はなかった。

このような XRF の結果から，使用された彩色材料を考察する。いずれの場所からも比較的大きな Fe のピークが検出された。赤褐色の酸化鉄による顔料が使用されているためと考えられる。左壁如来像の一部で Hg が検出されたのは，襞の表現の一部に赤色の水銀朱が酸化鉄に塗り重ねて使用されているためと考えられる。右壁如来像では，紫外線照射によって発光する淡い褐色の部分については，淡い褐色の物質に固有と考えられる元素は XRF によって検出されなかった。これまでの第285窟の調査研究では，紫外線照射で強い発光を示す赤色の有機色料の使用が随所に認められている。同時に，この赤色の有機色料は劣化による褪色が著しい様子も観察されている[9]。このようなことから，右壁如来像の袈裟で淡い褐色を呈する部分は，酸化鉄による顔料の上に，赤色の有機色料を塗られたものが褪色した部分ではないかと推定する。左壁如来像の淡い褐色を呈する部分では，小さな Hg のピークが検出されている。これについては，右側と同様に淡い褐色の物質は赤色の有機色料が劣化したものであるが，測定をおこなった際に，隣接する赤色の部分に含まれる水銀朱に由来する蛍光Ｘ線を検出したためと考えられる。

次に窟門上如来像の着衣を目視で観察すると，全体に赤褐色を呈する袈裟を通肩に着けている（図２（Ⅲ））。着衣の部分拡大写真を図19に示す。赤褐色を呈する層に，濃赤褐色の層を塗布し，その上に帯状の淡い褐色を呈する襞が表現されている。赤褐色の彩色が袈裟全体に塗布されているのに対し，濃赤褐色の彩色は肩や腕といった身体の輪郭に沿って部分的に観察され

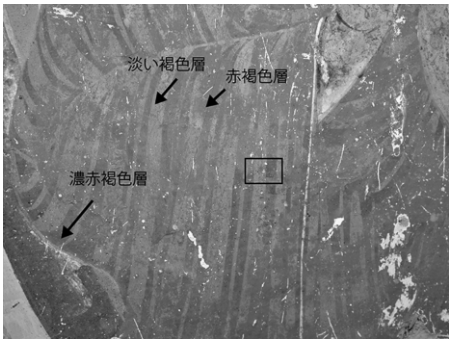


図19　窟門上如来像の着衣部分

図20　窟門上如来像の着衣　紫外線照射写真

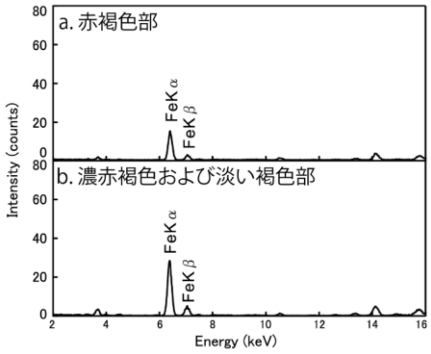


図21　窟門上如来像着衣の XRF スペクトル

る。袖口や裾には白色の輪郭線が表されるが，左壁如来像で観察された襞の輪郭を縁取る黒色の描線は見られない。図20に窟門上如来像の着衣の紫外線照射写真を示す。袈裟の一部に帯状の強い発光が見られ，この領域は襞を表現した淡い褐色の彩色部に一致する。窟門上如来像の袈裟について XRF で得られたスペクトルを図21に示す。赤褐色部と濃赤褐色部（隣接する淡い褐色部含む）の測定箇所いずれからも Fe のピークのみが検出された。分析の結果から，使用された彩色材料を考察する。窟門上如来像の袈裟には濃淡の色味の異なる赤褐色の酸化鉄による顔料が使用されていると考えられる。襞を表す淡い褐色の彩色部は，紫外線照射により発光し，XRF による検出元素は Fe のみで固有と考えられる元素は検出されないことから，右壁如来像と同様の赤色有機色料が褪色したものと推定される。

4．まとめ

本研究は，莫高窟第285窟における東壁の壁画のうち，3つの説法図の各中尊如来像の彩色について自然科学的手法を用いた調査を行い，全体構成，彩色技法，材料を比較検討した(表1)。得られた知見は次の通りである。

1．3体はいずれも赤い衣を纏った如来像であるが，左右の2体と窟門上の1体では，全体構成，面部における立体感を意識した彩色の有無，頭髪と着衣に用いられた彩色材料，という点で明らかに異なる。

2．左右壁の仏説法図では，同じ構図で如来像の形態も同じである。彩色材料については，着衣に共に酸化鉄による顔料と有機色料が使用されているが，左壁如来像にはそれに加えて墨や水銀朱の使用が推定され，差異があった。同一の図像において色彩の多様性が見られた。

表 1　東壁に描かれた三説法図の中尊如来像の比較

		北側壁面の如来像	南側壁面の如来像	窟門上中央の如来像
全体構成		天蓋，頭光，身光，光背，宣字座	天蓋，頭光，身光，光背，宣字座	上方に山岳背景，頭光，身光，光背，蓮華座
頭髪	色	青色（下層に緑色）	青色（下層に緑色）	黒色
	XRF による検出元素	Cu，Fe	Cu，Fe	Fe
	使用が推定される色材	ラピスラズリ，銅化合物による緑色顔料	ラピスラズリ，銅化合物による緑色顔料	墨
面部	色	灰褐色，赤い輪郭線	薄い肌色，赤い輪郭線	薄い褐色，黒い輪郭線
	表現	頬に色付け	頬に色付け	輪郭に沿って暈取り
	XRF による検出元素	As，Pb	As，Pb	As，Pb
	推定される色材	石黄，鉛丹（頬，輪郭線）	石黄，鉛丹（頬，輪郭線）	石黄，鉛丹（暈取り）
袈裟	色	衣の地：赤褐色（上部は赤味強い） 襞：白濁（UV で蛍光），黒い輪郭線有り	衣の地：赤褐色 襞：白濁（UV で蛍光）	衣の地：赤褐色（明暗 2 種の色味有り） 襞：白濁（UV で蛍光）
	XRF による検出元素	Fe，上部のみ Hg	Fe	Fe，足首周りのみ As
	使用が推定される色材	酸化鉄による赤色顔料，水銀朱，赤色有機色料，墨	酸化鉄による赤色顔料，赤色有機色料	酸化鉄による赤色顔料，赤色有機色料

以上の諸点より，窟門上如来像に見られる暈取を用いた肉身の立体表現は，同じ東壁の左右壁や北壁にみられる如来像のやや平板な彩色とは異なり，正面西壁に描かれた諸神像や菩薩像，天井の神仙像，南北壁下段のヤクシャ像の表現に共通するものがある。

このような東壁の左右壁および窟門上説法図で彩色技法と材料の違いがある原因には，これらが異なる画工集団によって制作された可能性をあげることができる。このように彩色技法と材料の違いは，壁画の共通性の問題に止まらず，造営にあたっての作画プランや壁画制作の経緯といった造営背景を考察する上で，重要な情報を提供するものである。

参考文献

1）田口榮一：昭和58年度文部省科学研究費による海外学術調査「敦煌石窟学術調査（第一次）報告書」第四節壁画について、東京藝術大学美術学部敦煌学術調査団（研究代表者：平山郁夫）(1985)；賀世哲：敦煌莫高窟第285窟西壁内容考釈、1987敦煌石窟研究国際討論会文集石窟考古編、遼寧美術出版社 (1990)；佐々木律子：敦煌莫高窟第285窟西壁内容解釈論、美術史142 (1997)；段文傑：第285窟からみた中国と西方芸術の交流、敦煌石窟 2 莫高窟第285窟、文化出版局 (2001)；石松日菜子：敦煌莫高窟第二八五窟北壁の供養者像と供養者題記、龍谷史壇131(2010)；石松日奈子：敦煌莫高窟第285窟北壁と東壁の説法図壁画、文部科学省科学研究費補助金基盤研究（B）「敦煌芸術の科学的復原研究―壁画材料の劣化メカニズムの解明によるアプローチ」報告書、152-165（研究代表者：岡田健）(2014)

2）参考文献 1）前掲　田口、石松 (2014) 論文

3）参考文献１）前掲　石松（2014）論文
4）犬塚将英、高林弘実、渡辺真樹子、皿井舞：敦煌莫高窟第285窟の東壁における青色の材料と技法について、保存科学、52、71-79（2013）
5）朽津信明、黒木紀子、井口智子、三石正一：顔料鉱物の可視光反射スペクトルに関する基礎的研究、保存科学、38、108-123（1999）
6）Joyce Plesters: Ultramarin Blue, Natural and Artificial, Artists' Pigments, A Handbook of their History and Characteristics, 2, 37-65 (1997)
7）高林弘実、小瀬戸恵美、于宗仁、范宇権：敦煌莫高窟第285窟に使用された彩色材料の非接触分析、保存科学、47、89-101（2008）
8）高林弘実、倉橋恵美、范宇権、崔強：敦煌莫高窟第285窟南壁龕楣の彩色材料および技法、保存科学、48、85-98（2009）
9）高林弘実：敦煌莫高窟第285窟壁画の紫外線照射による図像および色彩表現の復原的考察，文部科学省科学研究費補助金基盤研究（B）「敦煌芸術の科学的復原研究―壁画材料の劣化メカニズムの解明によるアプローチ」報告書、92-97（研究代表者：岡田健）（2014）

キーワード：莫高窟第285窟（Cave 285, Mogao Grottoes）；材料（materials）；技法（techniques）；蛍光Ｘ線分析（X-ray fluorescence spectroscopy）；紫外線照射写真（Ultraviolet ray fluorescence photographs）

Investigation of the Coloring Materials and the Techniques for Painting Buddha Images on the East Wall of Cave 285, Mogao Grottoes, Dunhuang

Ken OKADA, Makiko WATANABE, Hiromi TAKABAYASHI*,
Bomin SU** and Qiang CUI**

The present study focuses on the coloring of three Buddha images in the three paintings on the east wall of cave 285, Mogao Grottoes, Dunhuang, China, that depict Buddha preaching, comparing their materials and techniques. The east wall faces the west wall, which is most important as the main wall of cave 285; therefore the east wall also has an important position in the cave. Although the three Buddha images are all wearing the red *kasaya* (袈裟) robe, differences can be seen between the two images on either side of the cave gate and the one on the upper side of the cave gate in the selection of coloring materials and techniques. In that sense, some clues have been found to consider the possibility of dexterous distinction employed in the use of materials and techniques depending on subjects and the possibility of production by different groups of painters.

*Kyoto City University of Arts **Dunhuang Academy