

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：23301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2012～2015

課題番号：24401021

研究課題名(和文)シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料・絵画技術の研究

研究課題名(英文)Study of painting materials and techniques of the Silk Road Kizil Grottoes murals

研究代表者

佐藤 一郎 (SATO, Ichiro)

金沢美術工芸大学・その他の研究科・教授

研究者番号：30143639

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,100,000円

研究成果の概要(和文)：キジル石窟壁画を、高精細デジタル撮影、非破壊調査を原則に、絵画材料、絵画技術の観点から調査研究した。「亀兹研究院(代表者：趙莉)+東京芸術大学(代表者：佐藤一郎)共同プロジェクト」として協定書を取り交わし、キジル第69窟、167窟、224窟に限定して調査した。調査研究によって、石窟設計の法則、支持体、地塗り、下素描、絵具層による重層構造システム、インチジョーネ、配色の法則などを含む制作プロセスが明らかになった。また、複数の金属箔、砒素系顔料、藍、赤色色材の存在を確認した。一部の顔料については合成顔料としての可能性も提示された。第224窟では切り取られた壁画片のうち13片について原位置を同定した。

研究成果の概要(英文)：The Aim of this study is to clarify the materials and techniques of Kizil mural paintings using high definition digital images and non-destructive measurement method in principle. This research study was executed in collaboration based on the agreement with Qiuci Institute (representative: Zhao Li) and Tokyo University of Arts (representative: Ichiro Sato). Investigated caves were #69, 167 and 224 caves. By means of of high definition digital images and X-ray fluorescence spectrometers, we could figure out the regularity of architectural program of caves, multilayer structure system composed of support, ground, underpainting, underpainting, overpainting, the mural painting process including incisione i.e. color scheme etc. We confirmed several metallic foils and arsenic pigment, indigo and lac resin. Some pigments were suggested the possibility of converted artificial pigments. The removed fragments from cave 224 were identified the original place of 13 pieces.

研究分野：絵画材料学、絵画技術学、絵画制作学

 キーワード：キジル石窟 絵画材料学 絵画技術学 デジタル高精細画像 蛍光X線元素分析法 放射性炭素代測定
 亀兹研究院 ベルリン・アジア美術館

1. 研究開始当初の背景

キジル石窟は、シルクロードの要衝である古代亀茲国のオアシスにあり、バーミヤーン石窟と敦煌石窟の中間に位置する。その規模は新疆ウイグル自治区において最大規模を誇り、ラピスラズリの青色とアタカマイトの緑色が美しい仏教壁画を有することで知られる。

キジル壁画の研究は、20世紀初頭にキジルを調査したドイツ・トゥルファン探検調査隊による調査研究を出発点とし、美術史学、考古学、文献学、宗教学等の各方面から研究の蓄積があるが、絵画材料と絵画技術の解明を目指した研究はほとんどなかった。2000年のバーミヤーン大仏の破壊以降、東京文化財研究所を中心として理化学的分析法による文化財の保存・修復に関する研究が、アフガニスタンのバーミヤーン、インドのアジャンター石窟、敦煌莫高窟など、インド、中央アジアの壁画に対して実施されてきた。東京藝術大学は、2003年にアフガニスタンを訪れ、カーブル博物館、バーミヤーンなどの文化財破壊状況を観察し、2004-05年にバーミヤーンから内戦中に流出した壁画片に対して、東京藝術大学油画技法材料研究室が開発してきた高精細デジタル撮影法による写真記録、紫外線、赤外線を用いた記録、特殊な合成撮影法による側光線撮影を行い、壁画片に流出後加えられた修復処置などを明らかにし、再現模写、実作に応用してきた。その成果は、「東京文化財研究所・東京藝術大学編 「アフガニスタン文化遺産調査資料集第3巻 アフガニスタン流出文化財の調査—バーミヤーン仏教壁画の材料と技法—」(明石書籍、2006)として、日本語版と英語版が市販されている。

本研究もその一連の研究動向と連動するものである。

本研究は、「シルクロード・キジル石窟壁画の材料・技法研究」(研究代表者：佐藤一

郎、基盤研究(B)、課題番号：21401017、2009-2011)(以下第1次キジル科研と略す)において実施された研究を継承発展させ、1次キジル科研において達成できなかった現地のキジル壁画に対して調査研究することを目的とする。すなわち、第1次キジル科研においては、ドイツのベルリン・アジア美術館およびラトゲン研究所と協定書を交わし、現地のキジルにおいて調査を希望していた6窟(第7窟、13窟、38窟、171窟、207窟、224窟)由来の壁画片について共同研究を実施した。その成果は、2012-13年にベルリン・アジア美術館で開催された特別展『グリーンヴェーデルの足跡』の展覧会カタログ(Toralf Gabsch/ Staatliche Museen zu Berlin (Hrsg.), Auf Grünwedels Spuren: Restaurierung und Forschung an Zentral-asiatischen Wandmalerinen, 2012.)に反映させることができた。しかしながら、亀茲研究院との共同研究については、研究開始当初から、中国国家文物局に何度も共同研究の申請を行ったが、新疆および周辺の治安情勢が不安定なことを受けて、第1次キジル科研の期間中に許可を得ることができず、現地での調査研究は予備的なものにとどまっていた。

2. 研究の目的

絵画材料、絵画技術の観点から、キジル石窟壁画を、デジタル高精細写真の撮影および非破壊調査を原則に調査研究することを目的としている。

①本調査研究は、2013年3月19日「キジル壁画中国亀茲研究院(代表者：趙莉)+日本東京藝術大学(代表者：佐藤一郎)共同プロジェクト」として協定書が取り交わされ、その協定に基づき、実地する。協定書により調査対象窟は69窟、167窟、224窟に限定する。

②本調査研究は、アジア美術館所蔵ドイツ・トウルファン探検隊収集壁画片をも対象に含め、近い将来のキジル石窟壁画の本格的な調査研究を射程に入れて、その基層となる調査研究方法の確立を目指す。

③調査作業には現地の若手研究員も参加し、若手研究員の養成、研究方法の伝授も重要な課題としている。

3. 研究の方法

①デジタル高精細画像データ作成。すなわち、正常光撮影、赤外線撮影、紫外線蛍光撮影、側光線撮影。正常光撮影に使用する使用機種はハッセルブラッド（HASSELBLAD H3DII、解像度最大約 10,000×14,000 ピクセル相当の画像）。

②絵画材料に関する自然科学的な調査・分析。今回の調査では、「非破壊分析」での実施が合意されているため、壁画表面の顕微鏡観察、撮影および、蛍光X線元素分析法（XRF: X-ray Fluorescence Analysis）を用いた元素分析にとどまる。その結果、支持体・地塗り・絵具層に使用されている顔料などの絵画材料の同定および絵画技術に関する有力なデータが得られる。なお、媒剤（Medium）の正確な特定には、敦煌研究院に調査協力を仰ぎ、試料採取と分析をおこなう。なお、試料採取箇所については谷口が事前に指示書を亀茲研究院に提出した。

③放射性炭素年代測定法による年代研究。第1次キジル科研では、アジア美術館所蔵の壁画片から試料採取し、同一試料を分割して、それぞれラトゲン、名古屋大学において放射性炭素年代測定をした。今回は北京大学にサンプルの採取と測定を依頼した。

④諸外国へ持ち出されたキジル石窟の壁画片の位置、来歴に関する図像学・歴史学的な調査。キジル第224窟の主室側壁の壁画について、高精細デジタル画像を利用し各国に分散して所蔵される壁画の現位置の同定研究。

4. 研究成果

①総括：2013年3月19日に調印された協定に基づき、亀茲石窟第69窟、第167窟、第224窟の3窟について現地調査を実施した。ただし、これら3窟の全ての壁面に調査許可が降りず、調査許可が得られた部分のみの撮影、分析にとどまるなど制約を伴う調査研究であった。

②佐藤一郎は研究代表者として研究の統括と調査窟の概要をまとめ、石窟の空間構造と画面構成の観点から分析した。その結果、石窟の空間構造の基本は、立方体であり、主室はすっぽりと立方体に内接することを確認した。この寸法が基準となって、壁画構図（Composition）が等分割され、石窟の設計段階から壁画構図も設定されている。

③佐藤一郎、木島隆康を中心とする撮影班は、ベルリンのアジア美術館、新疆のキジル石窟壁画の撮影を実施し、正常光撮影、赤外線撮影、紫外線蛍光撮影、測光線撮影を行った。撮影された画像データは整理され、その集成を本年3月に報告書にまとめた。

④工藤晴也は、イタリアのフレスコ技法に対する知見と実作経験から、キジルの壁画制作のうち、土壁層と転写法について研究した。また、インチジョーネとしてキジルでは3種類のタイプを確認し、カルトーネの使用を想定する結果を導いた。一方、エルミタージュ美術館に所蔵されるソグド壁画には、キジルとは異なるタイプの、金属製のメス状の道具

を使用して引かれたと想定されるインチジョーネの存在を確認している。

⑤佐藤道子は、ベルリンのアジア美術館に所蔵される壁画片、現地のキジル石窟の壁画に対しマンセル色票調査を実施し、キジル壁画の色彩の特徴について研究した。その結果、色彩の配列の規則性、彩色の順番、制作過程を明らかにした。特に第 224 窟の壁画に対しては、下図の転用と配置、筆法、光背の彩色法の規則性とその図像表現における役割、意味について考察した。

⑥絵画材料の分析を担当する谷口陽子、室伏麻衣は、当地の若手研究者とともに、可搬型非接触分析機を用いて顔料や媒剤、金属箔などの分析を実施した。その結果、金、銀、錫などの金属箔を用いた光背（頭光）表現（第 69 窟）、密陀僧、赤色有機色料の可能性を指摘している。青味を帯びた緑色については、リデーラー等先行研究によってクリソコラとされていたが、クリソコラに検出されるはずの砒素が見いだされず、クリソコラ以外の色材によるものであることを指摘した。緑色合成色材の可能性もある。なお、敦煌研究院による顔料分析結果が今年 6 月上旬に提供されたが、媒剤の同定には至らなかった。

⑦中川原育子は、世界各国に分散する壁画片の現位置の同定と復元、線図の作成を行った。第 224 窟は、20 世紀初頭、ドイツや日本などの探検調査隊によってなされた壁画の切除箇所が最も多く、壁画片が世界中に分散した件数が最も多い石窟である。今回、ドイツ、フランスの古写真や所蔵記録などを検討し、高精細デジタル画像に嵌めこみその接続関係を検討し、13 件の壁画片の原位置の同定を行い、コンピュータによる線図、復元線図の作成を試みた。

⑧放射性炭素年代測定については、北京大学に依頼し、現在測定結果を待っている。

これら本研究の研究成果を、科学研究費研究成果報告書『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』（金沢美術工芸大学、2016年3月31日）として刊行した。

本研究期間中、亀茲研究院から保存修復研究所所長・葉梅、亀茲研究院亀茲文化研究中心主任・苗利輝を招聘し、キジル壁画研究会を東京藝術大学において開催した。

また、亀茲研究院から、保存修復を担当する若手研究者・周智波を招聘し、現在東京藝術大学保存修復油画研究室（指導教員：木島隆康）において壁画保存修復方法について研修中である。

なお、当初計画に含めていたいくつかの課題が手付かずのまま残され、今回の調査結果をもとに、継続して検討していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 15 件）

1. 佐藤一郎「キジル石窟壁画第 69 窟、第 167 窟、第 224 窟の絵画材料、絵画技術に関する基層的調査研究」pp1-13『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016
2. 木島隆康「亀茲石窟壁画におけるデジタル高精細画像データ作成」pp14-15『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016
3. 工藤晴也「土壁層とインチジョーネについて」pp16-19『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016
4. 佐藤道子「キジル壁画の色彩調査と絵画的

考察 キジル 224 窟をおもに」 pp20-29『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016

5. 谷口陽子「キジル千仏洞の壁画に関する彩色材料と技法調査：六九窟、一六七窟を中心に」 pp30-44『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016

6. 室伏麻衣 「キジル千仏洞における壁画の描画方法と材料について」 pp46-49『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016

7. 中川原育子「キジル第二二四窟（第3区マヤ窟）主室壁画復元の試み」 pp50-65『シルクロード・キジル石窟壁画の絵画材料と絵画技術の研究』金沢美術工芸大学、2016

8. 佐藤一郎「克孜尔石窟壁画之絵画材料与絵画技術」 pp86-91『絲路・思路 2015克孜尔石窟壁画国際學術検討会論文集』河北美術出版社 中国 2015

9. Ichiro Sato 「Mural Paintings in the Kizil Caves –Summary of the Research Project on the Bamiyan and Kizil Caves、 pp85-97（キジル石窟壁画 –東京芸術大学プロジェクトにおけるバーミヤーンからキジル石窟研究の概要）」『亀茲石窟保護与研究国際學術検討会論文集』新疆龜茲研究院編、科学出版社、北京、2015

10. Michiko Sato 「Color Survey of the Kizil Murals Based on the Munsell Book of Color---Using Mural Pieces from the Museum of Asian Art at Dahlem Museum, pp286-293（ベルリン・アジア美術館所蔵キジル石窟壁画のマンセル色票による色彩調査）」新疆龜茲研

究院編『亀茲石窟保護与研究国際學術検討会論文集』科学出版社、北京、2015

11. Mai Murofushi, Yoko Taniguchi,
Re-examining the Chronology of the Kizil Caves Based on ¹⁴C Analysis and Architectural Style, pp.294-300 新疆龜茲研究院編『亀茲石窟保護与研究国際學術検討会論文集』科学出版社、北京、2015

12. 中川原育子「克孜尔壁画风格研究之第一步——以克孜尔第 114 窟、第 69 窟、第 8 窟为中心」 pp.266-278『亀茲石窟保護与研究国際學術検討会論文集』新疆龜茲研究院編、科学出版社、2015

13. 谷口陽子、室伏麻衣、李博、木島隆康、佐藤一郎「キジル千仏洞 69 窟壁画の技法材料：様式の差との関係」 pp156—157『日本文化財科学会第 32 回大会学会要旨集』、2015

14. 室伏麻衣、木島隆康、佐藤一郎、谷口陽子、李博「キジル石窟第 167 窟天井壁画の材料および技法の研究」 pp294-295.『文化財保存修復学会第 37 回大会学会要旨集』2015

15. 佐藤道子「キジル壁画を見る」 pp7『日中文化交流』日本中国文化交流協会編集 No.809 2013

〔国際学会招待発表〕（計 1 件）

1. 佐藤一郎「克孜尔石窟壁画（69 窟、167 窟、224 窟）之絵画材料与絵画技術」2015 克孜尔石窟壁画国際學術検討会、杭州、中国美術学院、2015

〔図書〕（計 1 件）

1. 中川原育子（共著）『東洋美術史』（担当部分：中央アジア）武蔵野美術大学出版局、2016

6. 研究組織

(1)研究代表者：

佐藤一郎 (SATO Ichiro) (金沢美術工芸大学・大学院・教授)研究者番号：2330189920

(2)研究分担者：

木島隆康 (KIJIMA Takayasu) (東京藝術大学・大学院美術研究科・教授) 研究者番号：1260689920

工藤晴也 (KUDO Haruya) (東京藝術大学・美術学部・教授) 研究者番号：1260670320

秋本貴透 (AKIMOTO Takayuki) (東京藝術大学・美術学部・准教授) 研究者番号：1260670327

谷口陽子 (TANIGUTI Yoko) (筑波大学・人文社会系・准教授) 研究者番号：1210296527

中川原育子 (NAKAGAWARA Ikuko) (名古屋大学・文学研究科・助教) 研究者番号：1390192328

(3)ドイツ側協力研究者

Lilla Russell-Smith (ベルリン・アジア美術館)

Toralf Gabsch (ベルリン・アジア美術館)

Ellen Egel (ベルリン・アジア美術館)

檜山智美 (HIYAMA Tomomi) (ベルリン自由大学、龍谷大学・学術振興会特別研究員)

(4)中国側協力研究者

徐永明 (Xu Yongming) (亀茲研究院院長)

張國領 (Zang Guoling) (亀茲研究院党委書記)

趙莉 (Zhao Li) (亀茲研究院副院長)

台来提・吾布力 (Tailaiti Wubuli) (亀茲研究院副院長)

苗利輝 (Miao Li Hui) (亀茲研究院亀茲文化研究中心主任)

叶梅 (Ye Mei) (亀茲研究院保存研究所所長)

郭峰 (Guo Feng) (亀茲研究院美術部所長)

趙麗姬 (Zhao Liji) (亀茲研究院三級美術師)

努尔・買買提 (Nuer Maimaidi) (亀茲研究院亀茲文化研究中心文博館員)

楊杰 (Yang Jie) (亀茲研究院保存研究所副所長)

吾布力・買買提 (Wubuli Maimaidi) (ウイグル自治区文化庁外事所所長)

周智波 (Zhou Zhi Bo) (亀茲研究院保存研究所研究員)

(5)協力研究者

室伏麻衣 (MUROHUSI Mai) (東京藝術大学・大学院美術研究科・博士課程)

佐藤道子 (SATO Michiko) (NHK 文化センター講師)

金鐘馗 (Jin Zhong Kui) (東京藝術大学・大学院美術研究科・非常勤講師)

高橋涼太 (TAKAHASI Ryouuta) (東京藝術大学・美術学部・教育研究助手)

木下拓也 (KINOSITA Takuya) (東京藝術大学・美術学部・教育研究助手)

加藤広樹 (KATO Hiroki) (東京藝術大学・大学院美術研究科・非常勤講師)

西川竜司 (NISHIKAWA Ryuji) (東京藝術大学・大学院美術研究科・非常勤講師)

田上明裕 (TAGAMI Akihiro) (東京藝術大学・大学院美術研究科・博士課程)