



古代オリエント博物館クローズアップ展示：2019年6月8日—6月30日

危機にあるシリア文化遺産の記録

文化庁委託業務 筑波大学「シリア・アラブ共和国における文化遺産保護国際貢献事業」



Agency for Cultural Affairs,
Government of Japan



University of Tsukuba



RESEARCH CENTER FOR
WEST ASIAN CIVILIZATION



Ancient Orient
Museum

文化庁委託業務「シリア・アラブ共和国における文化遺産保護国際貢献事業」

危機にあるシリア文化遺産の記録

危機にあるシリア文化遺産の記録

常木 晃 1

文化遺産の三次元計測

渡部展也 7

イドリブ文化財センターによる文化遺産保護活動

サリ・ジャンモ 16

Copyright 2019 by

University of Tsukuba

under the management of the Agency for Cultural Affairs.

1-1-1, Tennodai, Tsukuba, 305-8571, Japan

No reproduction without permission.

All rights reserved.

本カタログは、

2019 年度文化庁委託業務「シリア・アラブ共和国における文化遺産保護国際貢献事業」

筑波大学・古代オリエント博物館共催、日本西アジア考古学会後援

2019 年 6 月 8 日ー6 月 30 日開催 古代オリエント博物館クローズアップ展示

のために制作されました。

Printed in Tsukuba, Japan

危機にあるシリア文化遺産の記録

常木 晃（筑波大学）

2011 年春に始まったシリアにおける内戦は 8 年以上が経過し、シリア各地の文化遺産は、戦災や盗掘、略奪、あるいは石取りなど様々な被害にあい、極めて深刻な状況に陥っています。内戦前までシリアの特にイドリブ県で長期にわたり考古学調査を継続してきた筑波大学の調査隊は、文化庁の支援を得て、危機にあるシリア文化遺産の保護に取り組んできました。今回、同じシリアのイドリブ県で長年の考古学調査に取り組んできた古代オリエント博物館との共催で、そして日本西アジア考古学会の後援も得て、このような取り組みの一端を皆さんにご紹介させていただくことになりました。

私たちがシリアの文化遺産保護のために実施しているのは、主に次の 3 つのオペレーションです。

- 1) シリア文化遺産の重要性を伝える教育
- 2) イドリブ博物館への支援
- 3) イドリブ県にある世界遺産「北シリアの古代村落群」のデジタルデータによる記録

今回のクローズアップ展示では、これらの活動を紹介させていただきますが、特に『破壊の危機にあるシリア文化遺産の記録』という表題をつけさせていただき、第 3 のオペレーションに焦点を当てる展示といたしました。

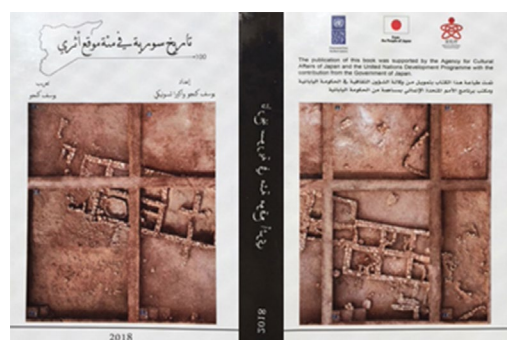
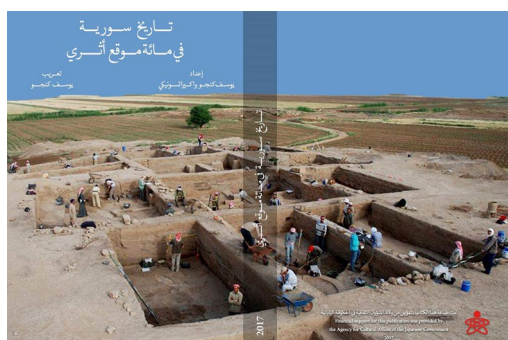
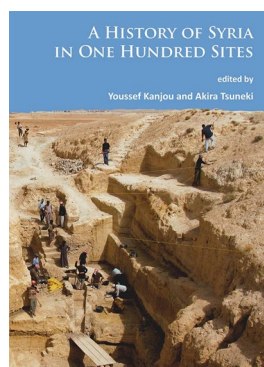


内戦で破壊された世界遺産アレッポの街 正面手前がウマヤドモスク（大モスク）、遠方にアレッポ城

（2018 年 2 月、シリア DGAM 作成・提供）

シリア文化遺産の重要性を伝える教育活動

シリアの歴史は、農耕の始まりや都市文明の開始、文字の始まり、冶金術やガラス工芸技術の発達、アルファベットの発明、ヘレニズム文化の波及、ローマとパルチアの攻防、初期キリスト教会の発達、イスラーム初期王朝の発展など、人類史上極めて重要な役割を果たしてきました。そしてそのような歴史を伝える証人として、遺跡や文化財が残されました。しかし残念ながら、人類史上に果たしてきたシリアの歴史の重要性を、シリア人自身が十分に理解しているとは言い難い現状があります。もし、シリアの人々がその重要性を十分に認識できれば、それを失ってしまうことが取り返しのつかない、いかに大きな損失なのかを理解できます。それは何も歴史学者や考古学者のためばかりではありません。貴重な文化遺産は、時として世界遺産として、あるいは歴史的景観や観光資源として、シリアの人々の将来を、精神的にも社会的にも、そして経済的にも潤すのです。シリアの人々に、そして世界の人々に、そうしたシリア文化遺産の重要性を伝えるための書籍や冊子を、シリアで活動していた多くの考古学者たちの協力を得て、英語やアラビア語で作し、シリア内外の教育施設で配っています。また、トルコやレバノンにあるシリア難民学校の先生たちを集めて、これらの書籍を使ってワークショップを開催し、シリアの歴史と文化遺産の重要性について伝えてきました。



左：100の遺跡が語るシリアの歴史 A History of Syria in One Hundred Sites Archaeopress, Oxford 2016年 シリアで発掘調査を行っていた15カ国113人の考古学者の協力を得て製作

中・右：100の遺跡が語るシリアの歴史 アラビア語版 Tarikh Souria fi Mia Muwaqa Ashariya 初版（上中）2017年と第2版（上右）2018年



レバノン、トルコのシリア難民学校 NGO に、Tarikh Souria を配る（2017年2月）
左から,Jsr, Basma wa Zeitoun, Ain Souria の各 NGO。 右端は Istanbul の NGO

難民学校で Tarikh Souria を使ってシリアの歴史を学ぶ子供たち（左：ベイルート、右：イスタンブール）



左：難民学校 NGO とのワークショップ（2018年2月ベイルート）
右：シリア難民の教員や生徒とのワークショップ（2019年3月イスタンブール）

ワークショップで発言する若者

イドリブ博物館への支援

シリア北西部にあるイドリブ県では、古代オリエント博物館が 1980 年にテル・マストゥーマ遺跡の発掘調査を開始し、翌 1981 年には筑波大学とシリア DGAM の合同調査団が、クミナス遺跡の発掘調査を実施したこともあって、日本の考古学調査隊と深い関係があります。筑波大学では 1990-92 年に同県にあるエル・ルージュ盆地の総合調査を行い、1997 年からは、同盆地内にある新石器時代の巨大集落遺跡であるテル・エル・ケルク遺跡の調査を開始し、この調査は内戦の始まる前年の 2010 年まで続けられました。イドリブ県の県都イドリブ市には、イドリブ国立博物館がありますが、同博物館は、エブラ王国の首都であるテル・マルディーフからの出土品（粘土板文書を多数含む）や世界遺産となっている「北シリアの古代村落群」からの出土資料、また日本隊が調査してきたテル・マストゥーマ遺跡やテル・エル・ケルク遺跡などシリア史を復元するための幾多の貴重な文化財が収蔵・展示されてきましたが、内戦によって博物館及び収蔵遺物は激しく被災してしまいました。



左・中：2016 年 9 月 5 日の爆撃により破壊されたイドリブ博物館 右：はげしい破壊を受けた収蔵庫内（これらは、2017 年夏に当時イドリブ博物館を管理し始めていた Anas Zaidan 氏より送られてきたステータスレポートの写真による）

内戦の勃発後、しばらくしてシリア政府文化財博物館総局イドリブ事務所が同博物館から退去した後は、いくつかの政治的組織が博物館の管理を試みましたが、現在は Idlib Antiquity Center という NGO 組織が博物館管理をボランティアで行っています。しかし、収蔵用の箱や遺物の包装器材、さらに記録や修復用具などが圧倒的に不足しており、被災してしまった収蔵品の記録・保全に大きな支障をきたしています。遺物の保全を超えた修復などは行わないよう助言していますが、科学的知識に基づいた遺物保全の指導が不可欠です。私たちが作成した英語＝アラビア語の遺物保全マニュアルなどを送ってはいますが、遺物の種類は極めて多種多様で、更なる協力と助言が緊急に不可欠です。私たちは、特に日本隊がイドリブ博物館へ収蔵した遺物の記録簿と、現在イドリブ



博物館に 残存している遺物との照合、保全に協力しつつ、イドリブ博物館にある極めて重要な考古資料の散逸を防ぎ、少しでも良好な状態に保つための助言をおこなっています。

Idlib Antiquity Center の人々による、イドリブ博物館復活への努力（下段は 2019 年 2 月）

イドリブ県にある世界遺産「北シリアの古代村落群」のデジタルデータによる記録

シリアには6つの世界遺産(現在は全て危機遺産に指定されています)がありますが、そのうち最も新しく世界遺産に登録されたのが、イドリブ県にある『北シリアの古代村落群』です。この遺跡群は、ローマ時代からビザンツ時代にあたる紀元後1世紀から7世紀にかけて、北西シリアの石灰岩地帯で大繁栄した700以上の集落からなる遺跡群で、初期教会の始まりや、オリーブ油産業発展の研究などにとって極めて貴重な資料を提供しています。私たちは特に初期教会に焦点を当てて、デジタルデータによる記録を行っています。ここで紹介するのは、Qalb Lozeh, Al-Bara, Serjillaの3つの遺跡の初期教会の3D画像などです。重要な遺跡を最新の技術で正確に記録しておくことは、学術的に重要であるだけでなく、万が一それらが破壊された場合の復元にとっても、重大な意味を持っていると考えているからです。

しかし、紛争地にある文化遺産の記録は、私たち自身がそこに行って調査し、記録をしていけるわけではないのでそう簡単なことではありません。そのために、現地であるシリアのイドリブ県で文化遺産を守る活動をボランティアで行っているイドリブ文化財センターIdlib Antiquity Centerと密接に連絡を取り合って、狙いを定めた教会についての大量のデジタル写真やビデオを撮影してもらい、その画像をデジタルデータで日本に送ってもらいました。イドリブ文化財センターとの連絡、詳しい撮影方法を伝えたりするやり取りには、筑波大学で考古学を学んでいたイドリブ出身のサリ・ジャンモさん(現東京大学)が大きな力となりました。また、イドリブ文化財センターから送られてきた大量の画像に基づいて実際の3D化を行ったのは、地理情報システムと文化遺産のデータ復元に造詣の深い、中部大学准教授の渡部展也さんでした。渡部さんは、3D化に適した写真の撮影方法の伝授や、3D化のために不足した画像部分を指摘して的確な再撮影の指示を出すなど、実に多くの作業を献身的に行ってくださいしています。貴重な文化遺産である『北シリアの古代村落群』にある教会を実際にどのように記録していったのか、またそれを3D化した成果については、後述する渡部展也さんとサリ・ジャンモさんの記述をご覧ください。ここではまず、北シリアの古代村落群とシリアの初期教会について簡単に触れておきましょう。

北シリアの古代村落群

シリア北西部イドリブ県とアレッポ県にまたがって、大きな石灰岩山地帯が広がっています。この石灰岩山地帯は、紀元前後ごろからオリーブ油生産のために多くの人々が入植しはじめ、オリーブの大プランテーションが形成され、オリーブ油生産に特化した特殊な集落が大繁栄しました。ここのオリーブ・プランテーションで生産されたオリーブ油はローマ帝国各地に搬出され、ローマ帝国経済の屋台骨の一つとなり帝国を潤しました。石灰岩地帯の繁栄は、ローマ帝国、ビザンツ帝国時代と続き、7世紀にイスラーム勢力がこの地に押し寄せてから数世紀間かかって衰退していきました。ですから、この石灰岩山地帯の遺跡のあちこちに、オリーブの搾油施設がみられます。また、ローマ帝国によるキリスト教の迫害から受容、そして国教化までの歴史がこの1世紀―7世紀に重なり、そうした歴史の変転も、この石灰岩山地帯に見ることができるのです。



シリア北西部の地図。Qalb Lozeh, Al-Bara, Serjillaの3遺跡の位置を示す(Abdulkarim and Charpentier 2016に基づく)



イドリブ市周辺に広がるオリーブの育つ石灰岩山地

シリアの初期教会

キリスト教会の歴史は、キリストの死後、信者たちがローマからの迫害を恐れながら信仰を共にする仲間たちと集まり、神とイエス・キリストへ祈りを捧げる場から始まっています。そのような場は、ekklesiai（集合場）と呼ばれ、4世紀ごろまでにはギリシア語で kyriakon（わが主に帰属する家）と呼ばれるようになっていきます。Church の語源である、cirice（古英語）や kirche（ドイツ語）は、ecclesia や kyriakon という言葉から来ていると言われています。しかし、信者たちが集まって信仰を捧げる場は、ローマ時代の一般の建物との区分が難しく、考古学的に明確にキリスト教会と言えるものが登場するのは3世紀の半ばと言われています。この最初の教会は、シリア東部のユーフラテス川西岸にあるローマの交易都市ドゥラ・ヨウロポス Dura Europos で発掘されています。小さな方形の建物は、その一部にキリスト伝承のフレスコ画の描かれた洗礼室が付設されていたことから教会であったことが分かりますが、形態的には3世紀のローマの一般の建築物と同様です。



ドゥラ・ヨウロポスの3世紀教会

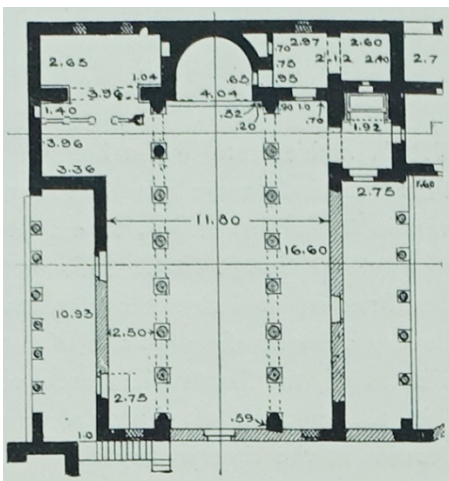


フレスコ画の描かれた洗礼室

(Yale University Art Gallery より)

3世紀末になると、キリスト教徒の増加とともに、祈りの場の大型化が進行します。その「教会」は、一般家屋様式 (domus ecclesiae) と、ローマ時代の大型公共施設であるバシリカ様式 (basilica) の中間形態と言えるようなもので、この時代を代表する4世紀初期の教会が、北シリアの古代村落群の中のキルクビーゼ Kirkbizeh で発掘されています。

コンスタンティヌス帝によって313年にキリスト教が公認された後、徐々にキリスト教会もはっきりとした形で遺跡から発見されるようになります。4世紀から6世紀にかけての教会群はまさに初期の教会建築群と言えますが、北シリアの古代村落群では、ローマ時代の神殿群に継続するように、初期の教会があちこちの村々で発見されているのです。したがって、この時代の教会は主にローマ時代の公共建築である大型長方形プランのバシリカ様式を採用しています。最も古い教会の一つが私たちが3D化したセルジラ Serjilla の教会で、その様式から、4世紀半ばごろに造られたと考えられています。アプス（後陣）は半分の高さほどしか残っていませんが、アプスの両側に側室が設けられ、古いバシリカの様式が残っています。アプスに向かって入り口から身廊が続き、列柱を隔てて両側に側廊が設けられています。列柱は円柱ではなく四角柱で、アーチ構造を有していた可能性があります。側廊のさらに外側に開放式の側廊が付設されていたようです。



セルジラの4世紀教会のプラン（左）と、その3Dイメージ（右）（プラン図は、Butler 1920. III.22 より）

北シリアの古代村落群に見られる 5 世紀教会の代表格は、カルブ・ローゼ Qalb Lozeh 教会です。アラビア語で「アーモンドの心臓」という意味を持つこの教会は、建設当時の様相を色濃く残す最も残りの良い教会と言えます。アプスも天井まで完全に残り、身廊と側廊を繋ぐ四角柱の列柱に架けられたアーチもよく残り、シリア型のバシリカ教会の典型を示しています。特徴的なのは円窓が架された入口とその両側面に付設された 2 つのタワーで、ロジgia（開廊）が設けられていたようです。タワーは、鐘楼であった可能性があります。下の写真の撮影時ではタワーは三階部分まで残存していましたが、2016 年時点では残念ながら上部は崩壊してしまいました。



カルブ・ローゼの 5 世紀教会（UAV から撮影）

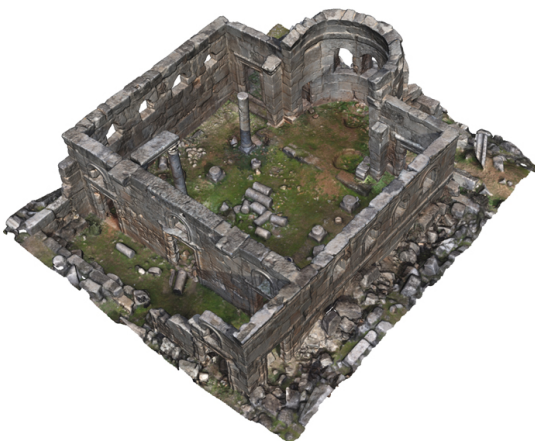
このカルブ・ローゼ教会のバシリカに円窓とツインタワーを持つ様式は、長年月を経てヨーロッパに伝えられ、先日火災で一部が崩落したフランスのノートルダム大聖堂などに影響を与えていると考える研究者もいます。

5 世紀から 6 世紀にかけて、北シリアの古代村落群の中には多くの教会が作られました。その多くがカルブ・ローゼ教会と同様のバシリカ様式のもので、柱上聖人シメオンを祀った聖シメオン St.Simeon 教会をはじめ、多くの著名な教会の名を挙げることができます。しかし残念ながら、その多くは内戦によってさまざまに被災しています。例えば、ジャバル・ザウエ山塊中のアル・バラ al-Bara 遺跡のホサン教会は、住民の石取りのために、現在ではほぼ消滅してしまいました。アル・バラはオリーブの集散地であった大集落遺跡で、5・6 世紀に少なくとも 5 つの教会が建設されていたのですが、残念ながら、現在までにその多くが消滅ないしは激しい破壊に見舞われてしまいました。その中で、私



聖シメオン教会（2008 年 7 月）

たちは比較的残存状態の良いアル・バラ第 4 教会（6 世紀）の 3D 化を試みています。この教会は、アル・バラ集落の中で最も小さな教会ですが、シリアのバシリカ様式の教会の特徴をよく残しています。



アル・バラ第 4 教会の 3D イメージ

北シリアの古代村落群は、初期教会の発展やローマ・ビザンツ帝国時代のオリーブ油産業の発展・交易の研究にとってかけがえのない価値を持った遺跡群です。その遺跡群の破壊を少しでも食い止めるために、私たちは小さな努力を続けているのです。

文化遺産の 3 次元計測

渡部 展也（中部大学）

文化遺産と 3 次元計測

遺物や遺跡等の文化遺産を 3 次元的に計測し、記録する方法は、必ずしも最近開発された訳ではありません。既に 1900 年代の初めには、ステレオ写真を用いた図化が試行されています。写真からの計測は写真測量として体系化され、今に至るまで地図作成や 3 次元計測に応用され続けてきました。90 年代に入るとレーザースキャナーが市場に登場し、3 次元計測は新たな段階に入る事となりました。レーザースキャナーは、レーザを用いて物体の 3 次元計測を行うもので、文化遺産においても比較的早い段階に、仏像や城壁等の計測に応用されています。もっとも、それぞれ一長一短があるため、レーザースキャナーが写真測量に取って変わるという事ではなく、相互補完的に活用がされています。90 年代は PC やワークステーションの性能も向上し価格が下がってきた頃で、デジタル写真測量が普及し始めた時期でもあります。もっとも、初期の頃はまだデジタルカメラの解像度が低く、フィルムカメラで撮影された写真をスキャナでデジタル化して処理する事が一般的でした。

レーザースキャナーにせよデジタル写真測量にせよ、得られるデータは XYZ の座標を持つ高密度の点群データ（3 次元モデル¹）です。また、どちらの手法でもテクスチャと呼ばれる表面の色の情報が収集できますので、3 次元モデルはリアルな色付きのモデルとなります。もちろん、文化遺産の記録においてこうした精度の高い 3 次元情報はありがたいものです。当時から、文化遺産のアーカイビングにおける高精度の 3 次元モデルの有効性や活用の可能性について、提案や議論がありました。しかし、総じてみて 2010 年前後までの考古学や文化遺産の現場では、計測された 3 次元モデルそのものよりも、報告書用の図面を起こすための基礎情報としての期待が高かった様に思います。この理由の一つには、まだ 3 次元計測の敷居が高く、誰でも気軽に実施できるものでは無かった事がありました。3 次元計測は、一部の重要性の高い文化遺産向けか、企業が業務として図化の効率化を図るために利用するという、やや特殊な技術だった訳です。もう一つの理由は、記録の基本は「正面図」「立面図」「側面図」等の、ある意味で可読性の高い「図面」的表現にあり、報告書図面の最終成果物としてもこれらが求められた事でしょう。事実、図面の持つ利点（可読性や解釈的記述、記号化等²）は大きく、今日でも報告書等に掲載される最終的なデータとして図面が重要である事は言うまでもありません。

それでも、ここ数年で生じた SfM (Structure from Motion) による 3 次元計測の飛躍的な簡便化は、こうした事情に変化をもたらし始めているように感じます。SfM は、対象物を撮影した複数の画像から半自動的に 3 次元モデルを生成できる技術です。従来のデジタル写真測量では、時には数百万円のソフトウェアで専門的な知識を基に処理していたのですが、SfM では数万円、ものによっては無料のソフトウェアで、誰でも手軽に 3 次元モデルを生成できるようになりました。もちろん精度やデータの信頼性等の点にまったく課題が無いわけではありませんが、一般的にはそこそこの精度が期待できます。こうした使いやすさと価格の両面における極端なコストの低下

¹ 3 次元モデルには、点群だけでなく点を線で結んだワイヤースケルトンや、面としたポリゴンメッシュ等も含まれますが、計測では点群が収集され、それらを補完する形でこれらのデータが作られます。

² このあたりは、空中写真と地図の違いを考えると分かりやすくなります。空中写真にはそのまま地表が写し取られています、地図では選択的に情報が整理され、何であるかも分かりやすく記述されます。

は、SfM の急速な普及を促し続けています。SfM の普及は文化遺産分野に限ったことではなく、生態学や建築学、地理学等、空間や形状に関わる幅広い学問分野でもそうですし、一般の方の趣味的な利用も急増しています。ユーザーの裾野が広がった事で、生成された 3 次元モデルをアップロードして共有するサイト等も増えてきました。こうして公開されている 3 次元モデルの中には、3D プリンターでプリントできる状態にしてあるものもあります。おそらく 2010 年前後では、インターネット上で共有される情報として、3 次元データは必ずしも一般的なものでは無かったと思いますが、今では PC の性能の向上やインターネット回線の高速化、そして 3 次元計測技術の多様化もあって、3 次元データが一般的な情報として市民権を得つつあります。

こうして見ると、社会全体がアナログからデジタルへシフトする中で、記録の形も 2 次元から 3 次元へと変化しているのかもしれませんが。これまでは、主な記録媒体である紙の特徴に合う形で記録が行われてきました。情報を記録する媒体としての紙の大きな特徴の一つに、記載情報が変化しない「静的媒体」であるということが挙げられます。当たり前と言えはその通りですが、本来は紙の「静的」であるという制限に対する回避策であった「立面、平面、正面という 3 方向の記録」が、「報告書における定型の様式」として「常識」化されていたのだとすると、記録の在り方を今一度見直す必要があるのかもしれませんが。もちろん、これまではユーザーの側に PC やデジタルを閲覧するための設備があるかどうかという問題もあったので、より普遍的な紙媒体で記録が必要だったという事情もありました。

一方のデジタル媒体は、「動的」である事の特徴であり、例えば空間が 3 次元で記録されていれば、自由自在に拡大縮小、視点の変更が可能です。そのため、記録時に視点を選択しなければならないという制限は生じません。デジタルでは、図面における視点の変更に留まらず、時間の経過による変化や対象の移動など、極めて自由度の高い動的な表現が可能であることを意味しています。今日ではスマートフォンやタブレット等、様々な媒体から多くの人が気軽にアクセスしてデジタルデータを閲覧できるようになっています。あるいは紙からデジタルへと「読む」際の基本的な媒体すら移りつつあるのかもしれませんが。そうであるならば、記録においてもデジタルや「動的」を前提とした、デジタルにおけるポスト紙図面のあり方を模索しなければならない時期に来ているのかもしれませんが。最近のノートルダム大聖堂の火災の事例は、文化遺産の客観的な一次記録として三次元モデルが有効である事を印象付けました。

もちろんデジタルにも欠点があります。例えば、膨大なサイズとなるファイルの管理、長期保存のための媒体、記録精度と要求精度が合っているか等の技術的な課題があります。文化遺産という応用の観点では、あるいはもっと大きな問題として、解釈や専門家の育成と関わるものがあるかもしれません。記録の効率化・三次元化は、計測時に実物に触れる時間を短縮し、その場での解釈や観察を後回しにする事を可能とします。これはまさに良し悪しで、より多くの文化遺産を情報量多く残せるという利点を持つ一方で、文化遺産に携わる人が実物を基に観察や解釈・考察をする機会を奪ってしまうという側面があります。医療で例えるならば、触診や患者との対話を減らし、診断をレントゲン写真や CT 重視で行うという事に近いでしょうか。モノとしての文化遺産はそのままでは何かを語ってくれない少し特殊な情報源です。モノに語らせるには、専門的な知識と豊かな経験に裏打ちされた解釈が必要であり、通訳者としての専門家の重要性も高いと言えましょう。また、解釈にあたっては、専門知はもちろんの事、実物に接した者だけが知る、モノの質感、周辺の様子、地形や土壌、植生に至るまで、五感を通して得られる様々な要素の総合的な判断が使われているとも言えます。適切な解釈やこれを行う専門家の育成という観点からすると、文化遺産の計測は本来、ゆっくりと実物と語り合いながら、現地において時間をかけて行うべきもののなのかもしれません。

利点も多いデジタル化ですが、現実のすべてを記録できるわけではありません。アナログの現実世界をデジタル

に変換する際には、どうしても標準化や計測範囲、要素の選択という単純化が起こります。文化遺産の記録も、デジタルのデータとして継承するのか、専門家の経験として継承するのか、そのバランスはどうあるべきなのか。はたまた、リアルから仮想へ(記録)、そして仮想からリアルへ(記録の「読み、解釈」)という変換の過程で何が拾われ何が捨てられるのか。議論は尽きませんし、もはやデジタル化・情報化の流れは加速する事がありこそすれ止まる事は無さそうですが、文化遺産という、人が人たる所以を模索するような分野におけるデジタル化の功罪について、過渡期の今こそ慎重に見極めなければならないのかもしれないかもしれません。

シリアの初期教会の三次元計測の実際

今回のプロジェクトで行ったシリアにおける初期教会の3次元計測は、まさにデジタル時代だからこそできた事でした。シリア内戦による現地情勢の不安定のため、文化遺産は常に破壊の危険にさらされており、迅速な記録が必要とされていました。最悪のケースでは爆破による消滅すら視野に入れる必要があり、なるべく細部まで含めた様々な角度からの記録が望まれてもいました。もちろん、記録は単なるスケッチのような図ではなく、図面として見た時にも最低限の精度を保持する必要がある事は言うまでもありません。さらに、海外の専門家は現地に入れない(また高価な機材の搬入も基本的には困難)ため、なるべく一般的かつ簡単な手法で記録する必要があるという、総じて制約が多くかつ緊急を要するという状況下でした。ちなみに、現地に入れない地域における文化遺産のダメージを評価する方法として、高分解能衛星画像からの判読があります。これは、被害状況を広範囲に確認する上では極めて有効で成果を挙げていますし、破壊前の状況のある程度確認できる場合もあります。しかし、現時点で最も分解能が高い商用衛星のひとつ、Worldview-4でも直下視で31cmであり、建物の平面の記録図面としては不十分です。

本プロジェクトでは、現地の協力者が一般的なデジタルカメラおよびUAV(Unmanned Aerial Vehicle、いわゆるドローン)で計測対象を撮影し、画像をインターネットで転送するという形で計測用データを収集し、日本側でモデル化および図面作成の処理を行うという形で先の制約を解決することにしました。おそらく、SfMによるデジタルの3次元計測が最も有効かつ必然性が高い場面の一つであったと考えています。

先述の通り、SfMは基本的には極めて簡易に3Dを生成する事ができる方法です。ただ、画像計測という方法の性質上、精度の上限は元の画像(およびその撮影方法)の質で決まってしまう。ある程度SfMを使用したことがあり、最低限の写真測量の原理を理解している撮影者であれば、精度を保てる適切な画像収集が出来ますが、そうでない場合はかなり撮影者の勘頼みとなってしまいます。実際、今回のプロジェクトでも最初に実施したQalb Lozehについては、教会が大きい事もありますが、撮影された画像の質やオーバーラップ率に問題があり、モデル化の処理はかなり難航しました。現地の撮影者には、写真を重ねながら撮影して欲しい事等、撮影のコツは伝えてありました。しかし、処理をしてみると一部一部は3D化されても途中が途切れたり、外部と内部がつながらなかったりして、かなりバラバラのパーツをつなぎ合わせつつ、全体の整合を取らざるを得ない形となりました(図1)。処理された一つのパーツの中でも精度は必ずしも一定ではなく、写真のカバー率が低い端の方では誤差が大きくなります。合成にあたってパーツのどこまでが使用に耐えうる精度なのか、はたまた精度を重視すると欠損箇所が生じてしまうので多少無理をしても拾うべきなのか等、調整に調整を重ねながら最終的なモデルを生成せざるを得ませんでした。追加撮影も行って貰いましたが十分な改善には至らず、結果的に欠損箇所やズレが生じた箇所が最終的なモデルに残ってしまいました(図1、図3)。

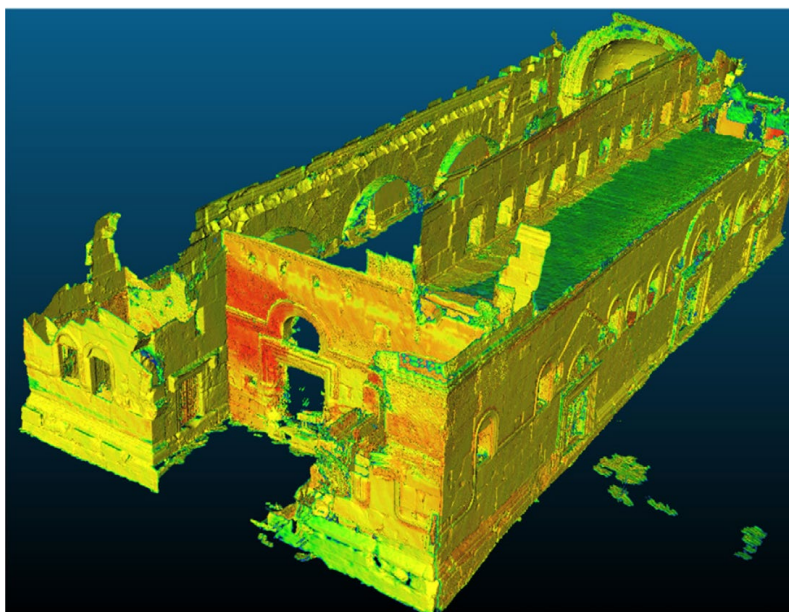


図 1 分離されてしまったパーツ (上) とそれらの接合結果 (下)
(Qalb Lozeh)

三次元モデルの精度検証は、実はなかなか難しい事です。というのは、元々高精度のデータが無いために計測をするので、そもそも精度を比較できる参照可能なデータが無いのです。そのため、処理時の統計的な誤差指標や、何箇所かの実計測値とモデル計測値の比較等で評価をします。それでも、モデル中の全ての箇所で精度が保たれているかの保証は、ある意味ありません。SfM から生成される 3 次元モデルに、どの程度の精度が期待できるか検証した論文もありますが、撮影の方法や対象のテクスチャによっても結果は異なるのでそのまま結果を鵜呑みに出来ないところもあります。今のところ、これだけ多くの人が用いて精度検証もされている中で、大きな齟齬は無さそうだという経験則的な頑健性が、この手法の精度を信ずる大きな理由かもしれません。私自身、何度か定量的な検証もしていますが、基本的には異なる撮影方法でもそれなりに再現性は高く、精度もひどく悪いという事は一部例外を除いてありません。

その後、写真測量の原理および撮影ノウハウを記載した冊子を現地に配布した事もあり、2 回目以降の教会については処理結果の質も飛躍的に向上しました。特に al-Bara についてはほぼ完全に整合性を持つモデルを生成する事が出来たほか、Serjilla についても主要な箇所はほぼ整合性を持つモデルを生成する事ができました (図 4・図 5)。Serjilla では、壁の上面の死角や、より広い範囲の 3D をドローンから生成したモデルで補う方法も試みました。ドローンは基本的に上面や地面しか映らず、また分解能も手持ちカメラの撮影よりも低いので、完全に補完しあえるわけではありませんが、それでも壁の上面等の地上撮影からの欠損部分を補い、「景観」的な範囲も含めることができる点で有効でした (図 2)。



図 2 ドローン画像の計測結果と合成して周辺も含めた 3 次元モデル

シリアの初期教会の 3 次元モデル

以下に示す、SfM で生成した 3 次元モデルは、3D ビューワーソフトで閲覧する事で、好きな角度、縮尺で観察したり、ソフトによっては任意の箇所長さや角度を計測したりする事も出来ます。閲覧者の PC の性能に応じて選択できるよう、細かさの異なるモデルを複数用意しています。また、図面としての記録も重要である事から、

立面図、平面図、正面図のトレースも実施しました(図 6)。このトレースの実施により、将来的に違う角度からの図面が必要となっても、3D モデルを元にこれを生成出来ることも確認できました。最後に行った Serjilla については考古学的な図化の専門家に依頼しましたが、必要があればもう一段細かい判読(石のヒビ等)も可能だろうとの事でした。

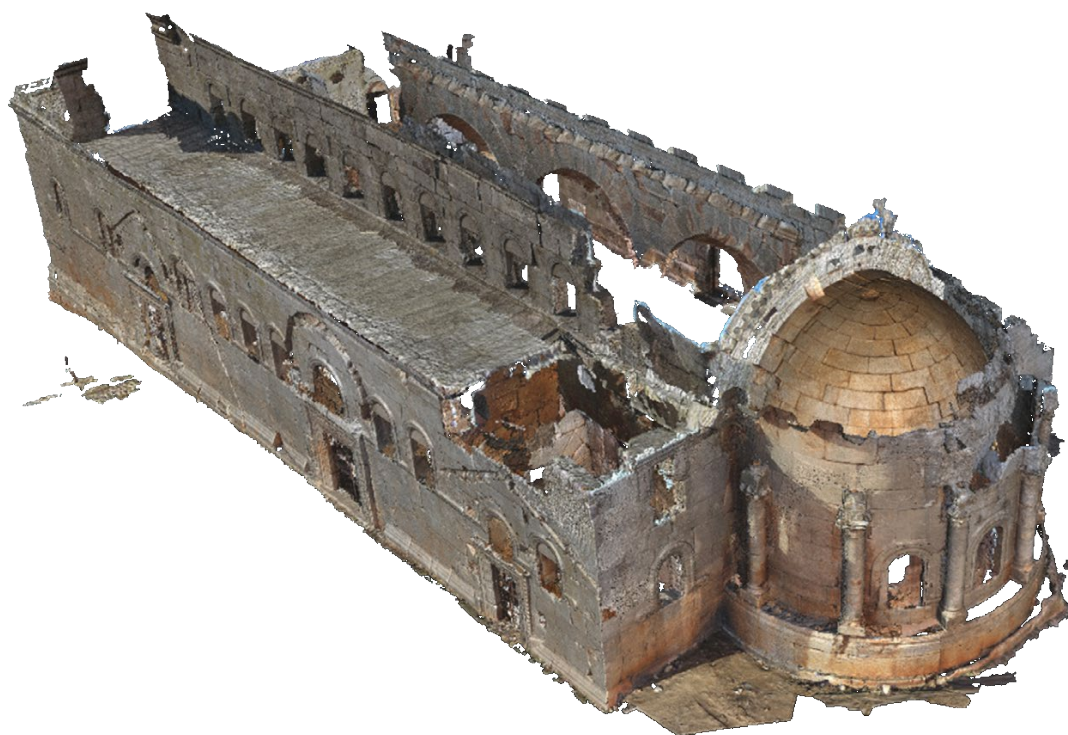


図 3 Qalb Lozeh の 3 次元モデル



図 4 al-Bara の 3 次元モデル



図 5 Serjilla の 3 次元モデル



図 6 Serjilla のオルソ画像と図面（平面図）

上記の 3 次元モデルデータや関連 PDF、以下の動画データへは筑波大学の「シリア・アラブ共和国における文化遺産保護国際貢献事業」サイト中の「文化遺産の記録」よりアクセスできます (<http://rcwasia.hass.tsukuba.ac.jp/bunka/record.html> あるいは右の 2 次元バーコード)。



文化遺産の情報は専門家が使用できる事はもちろんですが、一般の人々にも開かれた形で使用可能である事も重要となってきています。文化遺産の教育における活用や、個々の興味に答える意味でも、分かりやすく使いやすいコンテンツの充実を図る必要が増えてきています。事実、遺物や遺構の3次元モデルをアップロードする博物館や研究プロジェクトのサイトも増えてきました。また、今後はさらにVR (Virtual Reality) やAR (Augmented Reality) 等、仮想現実空間における展示も普及していくものと思われます。

今回のプロジェクトでも、こうした問題意識に基づき、VR用のコンテンツと、3Dプリント用のコンテンツの作成も実施しています。VR用コンテンツとしては、360度・3D動画を用意しており、これはヘッドマウントディスプレイやスマートフォンのVRアプリ等を用いる事で、没入感のある遺跡の閲覧が可能となります(図7)。同様に、3D閲覧用アプリも用意しており、こちらは好きなように立ち位置を変更しながら遺跡を閲覧する事が出来るようになっています。また、最も普及している熱溶解積層方式の3Dプリンターに対応した3Dプリント用データも用意しました(図8)。3Dの造形物として打ち出すと、モニタで閲覧する時とはまた違った印象となります。3Dプリント用データは、モデルに穴がない事や厚みがあることなど幾つか満たすべき条件があり、生成するにあたっては印刷を試しては失敗するという試行錯誤が必要で、予想以上に苦労しました。

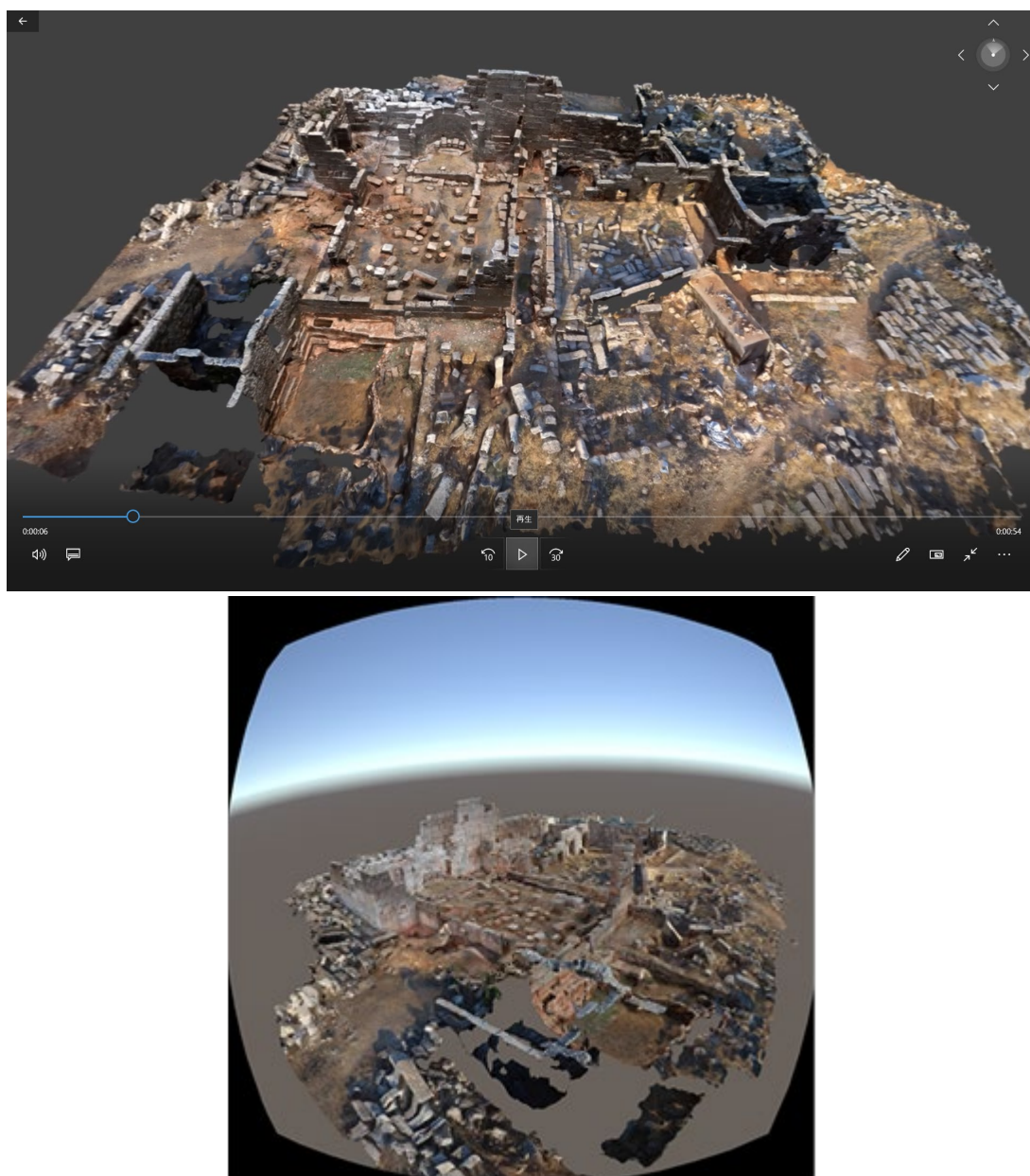


図7 360度3D動画(上:PC 下:ヘッドマウントディスプレイ)

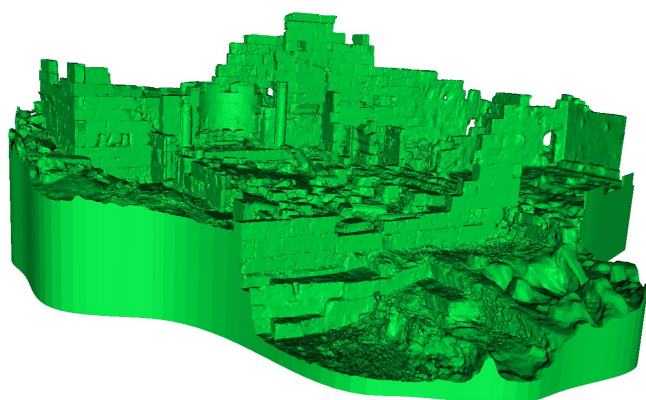


図 8 3D プリントデータと出力結果

さいごに

デジタル媒体の複製と流通の容易さは、情報社会を支える根幹となっている事は多くの人が認めるところです。文化遺産においても、急増するデジタル3次元データをインターネットで共有する事で、汎世界的な分散協働型のアーカイビングを実現するという流れは不可避なものであるようにも思われます。いささか SF 的ではありますが、過去の文化遺産は有限ですから、実際の発掘がほぼ無くなり、残存しているものと記録で研究を行う時代が遠い将来にはやってくるとも考えられます(特に埋蔵文化財では、ほとんどが記録による事になります)。これまで見てきた通り、3次元モデルは、客観的な一次記録としてだけでなく、デジタルならではの閲覧の自由度や普及のしやすさ、二次的なデータへの加工(動画や3Dプリント、VRなど)の容易さの点からも多様なニーズに答えることができるデータである事は間違いありません。将来の世代に向けて文化遺産を残すという長期的な視点からも、詳細な記録を3次元モデルで記録する有効性は極めて高いものと考えられます。

イドリブ文化財センターによる文化遺産保護活動

サリ・ジャンモ（東京大学）

シリアでの紛争の結果として、多くの文化財や考古学的遺跡は、激しい爆撃や略奪の結果、深刻な被害を受けました。イドリブ県では現在、文化財保護に関与する政府組織が不在で機能していないため、DGAMのボランティアと元職員のグループが、イドリブ文化財センターという NGO を設立して活動しています。この NGO の目的は、文化遺産の損害を記録し保全して、イドリブ県にある文化遺産の重要性についての人々の意識を高めることです。

● イドリブ国立博物館の現状

イドリブ博物館は 1987 年に設立された国立の考古学博物館で、イドリブ市の東にあります。3 つのメインフロアからなります。

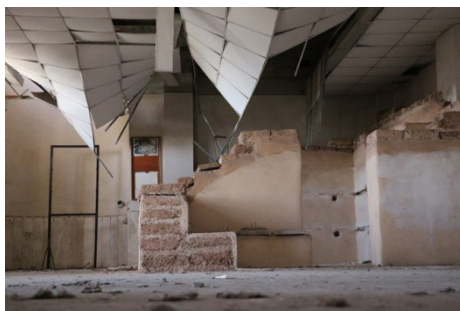
フロア 1：エントランス、オフィスなど。

フロア 2：伝統工芸品（ex. アルマナーズのガラス、土器など）、イスラーム期、古典期の考古遺物の展示

フロア 3：エブラを含め、イドリブの遺跡（Ebla、Tell Mastouma、Tell el-Kerkh など）から出土した遺物の展示。

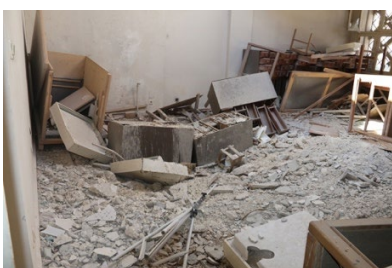
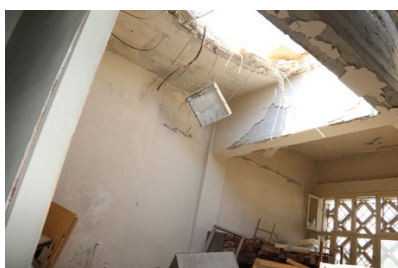
● シリア紛争の影響

博物館はシリア紛争の影響をうけました。2013 年から博物館は閉鎖され、遺物は地下収蔵庫で保管されていました。2016 年 5 月に博物館が爆撃され、博物館の建物および収蔵庫の一部が破壊されました。地下の収蔵庫の爆破で壁が崩壊し、いくつかの重要な遺物が盗まれました。さらに、博物館のフェンスの一部が泥棒に盗まれたため、収蔵庫の建物および庭園にある遺物を保護するための緊急介入が必要でした。



● 爆撃によるダメージ

地下の収蔵庫の天井が破壊され、外部から見えるようになってしまいました。また、博物館の屋根も崩落しました。下水管の腐食や漏れによる収蔵庫への浸水もひどいものがあります。多数の発掘品、特に土器が激しく破損し、破壊されました。収蔵庫内の収納ボックス、彫像や石棺など博物館の庭園に置いてあった遺物も損傷を受けました。



・イドリブ文化財センターの活動

2016 年から 2018 年まで、武装勢力が博物館を占拠しました。その結果、多くの考古学的遺物が略奪されてしまいました。この現状を打破して、2018 年からはイドリブ文化財センターが博物館を管理しています。イドリブ文化財センターはイドリブで活動するボランティア団体で、6 人～10 人のスタッフが活動しています。以下のような様々な活動を行っています。

1. 瓦礫の撤去

軍用機による数回の爆撃により、博物館の建物の一部が破壊されました。そのため、博物館の建物の内外に瓦礫が散乱してしまいました。瓦礫はイドリブ文化財センターチームの監督下で撤去されました。



Before



After

2. 博物館メインエントランスの修理

博物館が放棄された結果、博物館のメインエントランスがひどい状況となってしまう、窓のガラスも割られてしまいました。したがって、イドリブ文化財センターは 1 階の入り口の修理、壊れたガラスの交換をしました。



3. 博物館の床の清掃、外壁の修理

外壁にはたくさんの落書きがあり、博物館で火災が起きたために内壁には黒い火災の痕跡があちこちに見られました。雨水の漏れによる被害も見受けられました。これらの落書きや火災の痕跡を消し、壁の塗り替えなどが行われました。



Before



After



Before



After



Before



After

4. 博物館の周囲の環境整備

博物館周辺はバザールのような混乱した状況でした。いくつかの小さな店やガソリンスタンドもありました。博物館のポスターパネルが破損していました。すべての店は取り除かれ、そして新しいポスターが置かれました。



Before



After



Before



After



Before



After

5. 博物館の庭園の整備と外壁の修復

庭園の壁と金属製フェンスの一部が破壊されていたり、盗難にあっていたりしました。また、庭園に展示されていた遺物は非常に悪い状態でした。センターは壁を整備し、金属製フェンスを修復しました。



Before



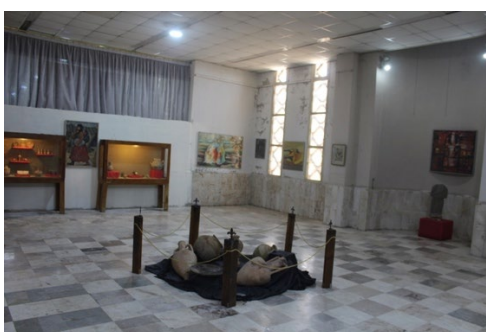
After

6. 展示ケースの修理

ほとんどの展示ケースは破損していました。博物館の一般公開をすすめるため、展示ケースの多くは修理されました。



Before



After

7. 収蔵庫の清掃および収蔵品のドキュメンテーション作業

博物館の遺物は非常に悪い状態にありました。収納ボックスが壊れていて遺物が混在していました。壊れてしまった遺物も多く、緊急の修復が必要なものもありました。遺物台帳をはじめとする博物館の記録類は行方不明となっており、行方不明の遺物を同定するのは大変困難でした。残されたすべての遺物は、まず埃を落とし、清掃作業が行われました。新しいレジスター番号を付し、写真が撮影され、遺物ごとに説明文とともに区分する作業を行っています。記録された収蔵品は、梱包され保管されています。



● イドリブ博物館の再開

2018年8月、イドリブ博物館は、その一部を再オープンしました。現在は、1フロアのみ見学が可能です。博物館の再オープンは、シリアの文化遺産の重要性について、人々に理解してもらい、文化遺産に対する意識を啓発することが目的です。（とくに、若い世代）。現在は多くの学校が、イドリブ博物館で課外授業を行い、博物館でシリアの歴史を学んでいます。



ドキュメンテーション作業にあたっての梱包用具の不足など、イドリブ博物館は多くの問題を抱えています。また、博物館を説明するパンフレットの作成や配布も重要な仕事です。課外授業や、スタディー・ツアーを行うための財政面での支援も必要です。交通費がなく、博物館に來れない遠くの学校もあります。こうした博物館活動に、日本が支援してくれることを期待しています。

北シリアの古代村落群のデジタル写真記録への貢献

2017 年以来、筑波大学はイドリブ文化財センターと協力してイドリブ県の文化遺産を保護するためのデジタル化プロジェクトを開始しました。そしてこれまでに、『北シリアの古代村落遺跡群』にある 3 つの初期教会の 3D ドキュメンテーションが完成しました。



このプロジェクトの遂行は、イドリブ文化財センターの協力なくしては不可能でした。3D ドキュメンテーションを制作するための連続したデジタル写真を実際の現場で撮影してくれたのが彼らだからです。この作業は、簡易のデジタルカメラで対象の教会の写真を撮影することから始まります。イドリブ文化財センターのどのメンバーも、遺跡における写真測量の経験も 3D モデリング技術と方法も、経験したことがありませんでした。3D モデルは主に連続して重なり合う一連の写真から生成されます。写真は不連続であってはなりません。連続する写真のオーバーラップが 60%未満の場合、写真はうまく処理できないからで、彼らは私たちの要望に沿って、何度も現場に足を運びデジタル写真の撮影を繰り返しました。



彼らにとって、5 メートルの高さまでの低い建物の壁を 3D 化するための連続写真の撮影は、比較的容易でした。しかし、高い壁の上部やアーチ柱と祭壇のドーム部

分などの連続写真を撮ることはより困難でした。壁の高い部分を撮影するために、彼らは、手作りのポールを自分たちで作成しました。また後に、ドローン(UAV)を使った撮影も行われるようになりました。ドローンは現在、単なる風景の記録だけでなく、航空からの俯瞰写真を撮り、測量をし、またマッピングを行うための、最も重要なプラットフォームの 1 つですが、イドリブ文化財センターの人々は徐々にドローンを使いこなすようになりました。彼らの意欲、創意と工夫が私たちのプロジェクトを支えてくれているのです。

