

文化遺産のバーチャルアーカイブのデジタルコンテンツ化に関する研究

Study on virtual archives of cultural heritage content in digital

渡邊 俊祐

Shunsuke Watanabe

同志社大学 文化情報学研究科

Doshisha University Culture and Information Science, 1-3, Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto,
Japan

あらまし: 本研究では、文化遺産のバーチャルアーカイブを文化遺産自体のリアリティーの保持と有意性を鍵として、それを構成する景観構成要素である遺物(オブジェクト)と、それに関連して、本来遺物が保持している遺物が遺物であるがための景観構成要素を併せてアーカイブする方法の検討を行う。その為にイラン国立博物館所蔵粘土板資料の保存を目的としたプロジェクトの一環として、3Dアーカイブによる粘土板のデジタルコンテンツ化に際し、スキャニングから表現法までの一連の作業を通して、その有用性と可能性について議論する。

Summary: In this paper, I argue about the usefulness and possibility from the document investigations such as the 3D archives of the clay tablet of the Iran National Museum.

キーワード:バーチャル、アーカイブ、3次元スキャン、文化遺産

Keywords: virtual, archive, 3DScanning, cultural heritage

1.はじめに

今回、調査に参加したプロジェクトは、イラン国立博物館所蔵粘土板資料の保存と活用を目的としたプロジェクトである。その中で、3次元アーカイブを行い、その技術指導とデータ公開に関わる部分について実務を担当している。

さて、文化遺産に関する調査データは、近年まで2次元のアナログデータ(遺構図や遺物のトレース図)や現場でのメモ写真などとして膨大な調査数に比例して取得されてきた。しかし、調査により判明した遺構をそのまま保存されるケースは稀であり、調査終了後に文化遺産自体へのアプローチは難しいのが現状である。最近では、保存場

所や資料の劣化などの問題からデジタル保存のためのアナログ資料からデジタルデータでの保存への変換が行われている。だが、現在GIS¹などに代表されるデジタル情報での文化遺産データの統合をするための絶対的な情報の欠如により、過去に調査されたデータを活用することが難しいのが現状である。今後の方針として、文化遺産自体のリアリティーを併せ持ったデジタルコンテンツ化を目標に、それを構成すると考えられる景観構成要素をも併せた3次元スキャンの為に、バーチャルアーカイブ手法の検討を行った。イラン国立博物館

¹ Geographic Information System 地理情報システム

所蔵の粘土板資料のデジタルコンテンツ化に従事し、アーカイブデータだけではなくアーカイブ課程についても検討できるよう調査環境のデータ²についての検討を行い、現状での有用性と可能性について考察する。

2. 景観とは

まず、文化遺産のリアリティーの保持のために欠かせない景観構成要素から検討を行う。

景観構成要素とは読んだとおりであるが、受け取る側の人によって意味が異なるのではないだろうか。「とりわけすぐれた眺めを指す言葉として景観が挙げられよう」(柴田、2006)や「景観は、一般には風景に比してより狭域で用いられる概念とされている」(後藤、2011)という風に風景に含まれているという考えがある。一方、風景は主観的な審美的意識が含まれるが、景観は客観的で普遍的³な価値判断が含まれるという様な別物として捉えるという考えも存在する(中川、2008)。意味論的な見地だけでも大きく分けると風景に含まれるか含まれないという考えに分かれているため、総合的な景観という言葉は様々な捉えられ方をしていることである。そこで、はじめに本論での景観とはどのようなイメージなのかを検討する。

景観を考えると常に比較対象として登場するのは風景である。そして、風景もまたイメージとしては固まり切っていないように感じる。「風景とは、風景内の個別的な事物は同一の空間と一定の時間に所属して、その事物は、多数の意味によって関係し、構造の中で場所や方向や状況を獲得する。その意味や関係は偶然にゆだねられている」(柴田2006)。つまり、風景内の事物は、同一(主観的な統一された共同体)の時間的・空間的要因に所属していると考えられる。従って、概念として客観

² 3次元スキャナの設定条件を中心とした情報である。詳しくは4.3次元スキャンを参照

³ 一般的な対象を定義するもの(プラトン)

性を除外している風景ではなく、個人の主観を排除した客観的で普遍的なものとして「景観」が存在している。しかし、個人の主観を排除した結果として文化的要素の欠如を招くことになった(例建物の外観だけの保存による内部の歴史の抹消)⁴。つまり、自然を人間のまなざしで主観的に統一体にした「風景」でも、主観を排除した「景観」でも文化的事象の保存についてはそのまま適用するには足りない部分が存在するのである。本論ではイエスかノーか極端な選択である「風景」と「景観」を選択するのではなく、中間的な文化という統一されたものを客観的に見るために文化的景観⁵(後藤 2011)を今後は使用することにする。次に、今回の調査対象となった粘土板の文化的景観とは何かを考える。

3. 粘土板の文化的景観

「粘土板」と呼ばれている資料は、遺物としての分類上の名称であり、内容の仕様、つまり、記載言語が統一されているわけではない。そのため、出土地域や作成年代により楔形文字ではあるが、複数の言語⁶で書かれており、取引記録や支出管理や王の年代記などの内容が記載されている(Fig1)。楔形文字はラテン語の「楔」を意味するcuneusが語源であり、実際に読み書きしていた人以外が触れたのは、ヨーロッパ人が楔形文字を書き写した17世紀になってからである。文字の羅列方向は左から右に上から下に書かれており、記載内容の楔の方向によって判別することが基本である。また、Fig1のように粘土板に書かれているのが主流であるが、一部日干しレンガなどの部材にも刻ま

⁴ 中川 2008

⁵ 人がかかわった、すなわち生活の営みによって、自然と人口が影響し合って形成される景観のこと(後藤 2011)

⁶ シュメール語 ヒッタイト語 アッカド語 古代ペルシア語など

れている場合が存在する。メソポタミア地方においてはティグリスユーフラテス川によってもたらされる良質の粘土が手に入ったことで、家屋建築にも日干しレンガとして利用されていたが時が経つと共にくずれるので今日では巨大な遺丘（テペと呼ばれる）になっている。粘土板は、形を整えて、文字を書いて、乾燥させて保存するという工程で作成されている。また、熱を加えると石のように硬くなる。東はインダス川流域、西は東地中海（クレタ島やギリシア）、北はアルメニア、南はペルシア湾までエジプトを除く古代オリエント世界で使われていた。

粘土板の記載内容から、どのような用途、状況で使われたのかなどを知ることが出来る。例えば、取引記録では、都市や国家の人間同士の関係性を示すオブジェクトになる。また、支出管理の記録では、穀物や家畜の動きを知ることが出来、動的な関係性を示すオブジェクトになる。さらに、王の年代記では政治体制やその時代の事象を知ることが出来る。もちろん、どの言語が使用されているかということから、時代や地域、国などの情報を得ることが可能である。これらのことから、楔形文字文書をアーカイブすることは3次元的な記録としてアーカイブでき、かつ、何が刻まれているのか、どのような内容かを読み取れる状態でアーカイブすることが、文化的景観と結びついてアーカイブできる状況となると考えられる。



Fig1 粘土板

さらに、文字情報だけでは十分ではなく、それがどこに書かれているか、どのように書かれているかの情報が技法によるオブジェクトの差異につながることを期待される。将来的に記載内容からのアプローチだけではなく、形状という面からのアプローチという可能性も広がる。

4.3 次元スキャン

上記のような認識のもとに粘土板の3次元スキャンを行った。今回調査で使用した機材はNext Engine, Inc.のNext Engine (Fig2)という3Dスキャナで、Multi Stripe Laser Triangulationという4本のレーザー（クラス1）を2組使用し（Fig3）、また、3つのモードを駆使して最小0.126mmピッチのトライアングルで点群データを取得できるものである（Fig4）。

先に述べたように、この段階での作業内容を検証できるように複数の項目を設定し、情報を取得している（Table1）。この項目は、遺物の大きさ⁷、Fig2からもわかるように、機材と遺物を乗せるターンテーブルの距離と高さは任意であるためその距離、スキャン時の機械設定（解像度、明度、焦点距離、スキャン時間など）や遺物の状態を基本としたスキャン時における正の方向）など、本来ならば情報として残らず、スキャン後のオブ

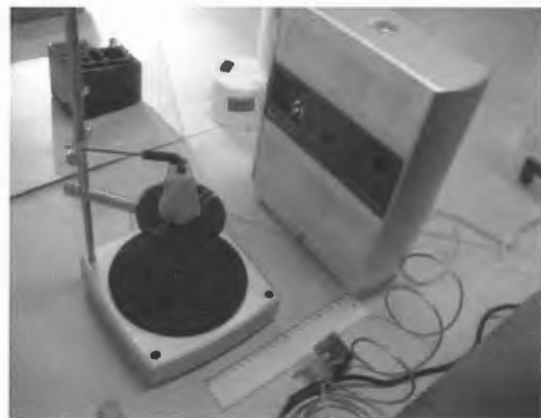


Fig2 Next Engine

⁷調査時間の関係から大体の大きさ。詳細なデータは管理台帳に記載済み。

ジェクトからではアプローチしにくかった情報を意識的に情報化して様々なデータを保存した。



Fig3 レーザー発射口 (マクロモード)



Fig4 スキャン作業時画面イメージ

5. 3次元データ

今回、3D スキャナを使用した粘土板のデジタルデータ化は、イラン国立考古博物館碑文部門の一室を専用の部屋として利用させていただき作業を行った。

調査においてデジタルデータ化したオブジェクトは、54点(碑文部門52点、考古学部門2点)で85.6GBのデータ規模になり、作業日数19日で1日

約4時間、総作業時間は約76時間に及んだ⁸。ただし、現地博物館職員への3次元スキャンのレクチャーも上記の作業日数に含まれているので、オブジェクトのスキャンの実作業時間は数日分減少している。参加させていただいたこのプロジェクトでは、写真の補完的な位置づけ⁹で3Dデータを活用するという目的であったため、楔形文字自体を明瞭にスキャンすることを主眼とした。しかし、それだけでは将来的なデータの活用は望めない。つまり、現在大量に保管されているアナログデータと同じよう情報として保存されているが、活用することが難しい情報と将来的な価値が変わらなく恐れがあった。そこでアーカイブ可能な最大限の最小ピッチのデータを文字の形が鮮明にスキャンできることを最優先とし、次にオブジェクトの形も最低限表現できるように作成し、先に述べたようにスキャンの情報をすべてデータとして残すこととした。そして、データ処理ソフトを使用してノイズデータやホールやマージを行う作業が進行中である。今回、スキャンで使用した制御ソフトは機械とセットであるScanStudioHDを使用した。このソフトはスキャンからデータの成型まで一貫して作業することができるようにされており、初心者でも3次元のコンテンツ化が容易になっている。しかし、今回の調査におけるデータの成型は様々な諸事情からRapidWorksを使用することにした。このソフトは、RapidFormという3次元モデル加工用ソフトの廉価版であり、機能が少々制限されているが、Next Engineでスキャン可能なサイズのオブジェクトの加工には問題ないものである(Fig5)。

⁸ 調査時期が、イスラム教の宗教行事の断食月と重なっていたため、1日最大でも5時間しか作業時間を確保できなかった。

⁹ 写真では平面部の文字については明瞭に判読が可能であったが、局面部については1枚の写真では条件が厳しく、複数の写真にわたって確認する必要があるため、自由に角度を変えて確認可能な3次元データでのアーカイブが採用された。



Fig5 スキャニング作業時画面イメージ

このソフトを用い、基本的には3つの加工を行う(名称はソフト内の機能名に準拠する)。1つ目がTrim、2つ目がAlign、3つ目がFile holeである。Trimは、ノイズデータとなるオブジェクトの構成には不必要となるデータを削除する機能。さ

らに、誤差の大きいデータなど形状が大きく実物からかけ離れている部分に関しても、細かく指定して取り去ることが可能である。Alignは、複数のスキャンデータ同士を自動で位置あわせを行う。どうしても自動でできない場合は、手動で位置あわせを行うこともできる。ただし、その場合には、任意の移動を行ってしまうとオブジェクトの持つ究極的なオリジナル性が失われる危険も含んでいるということ念頭に、極力は計算による位置あわせを使用することが望ましいと考えられ、慎重に作業を行う必要がある。そして、File holeはその名の通りデータの欠損部分の穴を埋める機能である。元々点群にテクスチャーの張り付けやポリゴンとして形状を作成する際は点同士を線で結び、

| Object Number | Date | File name (Rapidworks) | Trim | Align (Auto) | Much | File hole | other | | | | |
|---------------|-----------|------------------------|------|--------------|-----------|-----------|---------|---------|------|-----|-----|
| M547 | 8月8日 | 7*8*2 | 18 | 8 | MACRO HD2 | Light | 4 | 360 | wide | | |
| M552 | | 7*8*2 | 18 | 8 | MACRO SD3 | Light | 4 | 360 | long | | |
| M551 | | 8*8*1 | 18 | 8 | MACRO HD2 | Light | 12 | 360 | long | | |
| M305 | | 8*3.5*2 | 18 | 8 | MACRO SD3 | Light | 4 | 360 | long | | |
| M558 | | 8*8*2 | 18 | 8 | MACRO HD2 | Light | 12 | BRACKET | long | | |
| M524 | | 8*2.5*1.5 | 18 | 8 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | | | 24 |
| M560 | | 8*2.5*1.5 | 18 | 8 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | long | | 23 |
| M561 | | 8*5*2 | 18 | 8.5 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | wide | | 23 |
| M368 | | 6*3*1.5 | 18 | 8.5 | MACRO HD2 | Light | 17 | ONESHOT | wide | | 3.3 |
| M341 | | 7*8*2 | 18 | 8.5 | MACRO HD2 | Light | 8 | BRACKET | wide | | 9.8 |
| M414 | 5*4.2*1.3 | 18.5 | 8 | MACRO HD2 | Light | 8 | BRACKET | long | | 9.1 | |
| M315 | 8*2*1.8 | 18.5 | 8 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | wide | | 23 | |
| M1786 | 3*3.5*2 | 17.5 | 10 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | long | | 23 | |
| M1757 | 7*4.5*2 | 17.5 | 10 | MACRO HD2 | Light | 8 | 360 | wide | | 23 | |
| M125 | none | 18.5 | 9.5 | MACRO HD2 | Light | 4 | 360 | long | | 2.5 | |
| TEST 01642 | none | 18.5 | 10.5 | MACRO HD2 | Light | | ONESHOT | long | | 2 | |

Table1 スキャン設定メモ情報

| Object Number | Date | File name (Rapidworks) | Trim | Align (Auto) | Much | File hole | other |
|---------------|-------|------------------------|------|--------------|------|-----------|------------------|
| M547 | 8月8日 | Test | | | | | |
| M172 | 8月8日 | Default | | | | | |
| M202 | 8月7日 | Br3994 Trim | | | | | |
| M542 | 8月7日 | Br3995 Align | | | | | |
| M2017 Br3994 | 8月7日 | Br4003 | | | | | Request Transfer |
| M450 | 8月7日 | Br4003 Align | | | | | |
| M542 | 8月8日 | Br4003 Align | | | | | |
| M202 | 8月8日 | M552 Trim | | | | | |
| M551 | 8月8日 | M551 Trim | | | | | |
| M305 | 8月8日 | Br4003 M552 | | | | | |
| M558 | 8月8日 | Br4003 M558 | | | | | |
| M524 | 8月8日 | M524 | | | | | |
| M560 | 8月8日 | M560 Trim | | | | | |
| M561 | 8月8日 | M561 Trim | | | | | |
| M305 | 8月8日 | M305 Trim | | | | | |
| M341 | 8月8日 | M341 Trim | | | | | |
| M414 | 8月8日 | M414 Align | | | | | |
| M315 | 8月10日 | M315 Trim | | | | | |
| M1786 | 8月10日 | M1786 Trim | | | | | |
| M1757 | 8月10日 | M1757 Trim | | | | | |
| M525 | 8月10日 | M525 Trim | | | | | |

Table2 データ処理進行状況表

三角形の面を多数作った上で面やポリゴンが作られているが、境界となってしまう部分＝(穴が開いている部分を自動的に認識し、穴埋めを行うことが可能である。さらにオプションとして、計算により周辺部と同じような曲線の面での穴埋めも行うことが可能である。

上記3つの作業の進行状況を把握することを中心とした加工の進行状況の表を作成している。ではなぜ、一つのオブジェクトに複数のファイルを存在させる必要があるのか、それは、データ管理の面からすると、スキニング終了時点において膨大なデータ量が存在しているうえに、ファイル単体ごとのデータ量も決して軽いとは言えないものである。しかし、ステップごとにファイルを保存しておくことは将来的にメリットとなる可能性があることによる。その可能性とは、Rapid worksで1つの加工をしてしまった場合、前の段階に戻ることができないステップが存在するため、加工終了時のごとのファイルを保存している。この事は、加工終了後は問題とされなかった事象が、時間がたった段階で問題となった場合に完成形とされたファイルから元に戻して加工を再度行うということが困難なためである。将来的に起こりうる可能性のある先のような問題は、再度加工しなおすなどの場合、スキニング終了時のデータからやり直すことは大幅な時間のロスにつながるため必要な情報であると考えた。Fig6は上記の作業をする前のデータである。ターンテーブルなどのわからない情報や複数回によるスキニングによるスキアンデータ間での位置の誤差などが見受けられる。Fig7, 8は、上記の作業が終了したデータである。Fig7は点群データ上にスキャン時に同時に取得した写真データをテクスチャーとして張っているもので、Fig8はテクスチャーを張っていない点群だけのものである。そのため、Fig8の方が任意の色に変更が可能となっており、視覚的に知覚しやすいようになど、目的によって意図的に変更が

可能となっている。例えば、Fig7, 8を見比べた場合に、また、意図的な変更を加えるのは色だけではなく、光源の変更もソフト上で可能となっている。人間が立体感のある楔形文字の文字を認識するには陰影によるコントラストが必要不可欠であり、写真(Fig9)では撮影の際に様々な方向と強弱をつけての撮影が必要になってくるが、ソフト上で最適な位置と強弱を選択可能になっている。つまり、最適な条件を求めて複数回オブジェクトに接触することは保存の観点からするとリスクが高まることになり避けなければいけない。特に粘土板のように劣化が進みやすい文化遺産に対してはなおさらである。文化遺産への接触が最少回数で済む可能性の高い3次元スキャナは、文化遺産保存の観点からも有用であるが、長所と短所が存在することを理解する必要がある。



Fig6 スキニング終了時データ



Fig7 加工処理終了コンテンツ



Fig9 写真によるオブジェクトデータ保存



Fig8 色変更コンテンツ

6. 3次元データの表現法

加工が終了すると、3次元のデジタルコンテンツ化のすべての作業が終了するわけではない。完成したデータをどのようにして、パソコンの外へアウトプットできるのかということを考えなければならない。もちろん、パソコン内部において、加工ソフトに付属している見るためだけのビューワソフトを使用すれば、簡単に360度回転させ、自由に3次元のデジタルコンテンツを見ることは可能である。しかし、パソコンにインストールされているソフトを使うとなると、どこでもだれでも簡単というわけにはいかない。これが、現状で最も苦慮している点がここである。パソコン環境で万人が観察することができるという条件ならば、ハードルは下がる。例えば、一番簡単な手法は、ビデオ形式での保存である。この場合、3次元データを2次元の写真にし、映像にするという本来の趣旨からすれば、少々本末転倒な感が否めな

いが、想定されうる回転角度をあらかじめビデオにすることで直観的ではないが、ある程度の任意での角度から観察することは可能となる。また、写真データにすることで、本来はCADに分類される加工ソフトでは表現できないカラーリングも専門ソフトを介すことで可能となる。

現状では、3次元のままカラー情報を意図するままに加工することは難しく、想定されたものではなかったとしてもいい意味の副産物である。

7. まとめ

ここまで、粘土板の3次元データスキャンについて述べてきたが、当初に設定した目標である景観構成要素を含むバーチャルアーカイブにまで現状では到達していないのは明らかである。

ここ数年によるパソコン機器やソフトによる技術的進歩により、デジタルコンテンツの作成は容易になっていることは確かである。しかしながら、多くの場合、先にも述べたように、デジタルコンテンツの表現として、パソコンなどの画面上から抜け出すことに苦労している感が否めない。もちろん、3次元プリンターやプロジェクターなど3次元の情報を3次元のままアウトプットすることも一部は一般的にも可能とはなっている。しかし、あくまで一部であり、それが3次元データの活用への解であるかという絶対であるとは言い切れず、選択肢のうちの一つのように考えられる。次のステップとしては、どのようなアウトプットをすれば、どのようなニーズに対応でき、さらに、どのシチュエーションに最適であり、より簡単に3次元であることの長所を示すことが可能になるのかの検討が必要であると考えている。

謝辞

本研究は、基盤研究A・海外学術調査「イラン国立博物館所蔵粘土板文献の調査・研究」代表者前川和也氏（国士館大学・教授）23-27年度の共同

研究成果の一部である。上記プロジェクトに関係し、日頃お世話になっている全ての方に記して感謝申し上げる。また、3次元データのスキニング後のデータ処理について、多数の助言を頂いている株式会社相互技研並びに同志社大学時空間情報科学研究センター研究員の田中良明氏、内山幹夫氏にも感謝申し上げる。

引用、参考文献

- 杉 勇 著 楔形文字入門 講談社 2006
- 飯島 紀 著 楔形文字の初歩：歴史と文法：シュメール語・ハッチ語・アッカド語・新アッシリア語・ウガリト語・ベルシャ語 泰流社 1994
- E. キエラ 著 板倉勝正訳 粘土に書かれた歴史：メソポタミア文明の話 岩波書店 1958
- 中川 理著 風景学 風景と景観をめぐる歴史と現在 共立出版株式会社 2008
- 景観学への道 藤沢 和 著 日本経済評論社 2009
- 木岡 伸夫 著 風景の倫理 沈黙から語りへ 世界思想社 2007
- 柴田 陽弘 編著 風景の研究 慶應義塾大学出版会株式会社 2006
- 都市へのテキスト/ディスクール地図 ポストグローバル化社会の都市と空間 後藤伸一 著 株式会社建築資料研究者 2011
- エドワード・ホール著 日高 敏隆 佐藤 信行訳 かくれた次元 みすず書房 2000
- 荒山 正彦 大城 直樹編 空間から場所へ 地理学的想像力の探求 古今書院 1998
- 時間と空間 エルンスト マッハ著 野家 啓一 訳 法政大学出版局 2008