

附録1 ダハシュール北遺跡に対する インターネットを用いた公開方法の検討

矢澤 健*

1. はじめに

ダハシュール北遺跡は、1994年に早稲田大学古代エジプト調査隊と東海大学情報技術センターが共同で実施したメンフィス・ネクロポリスにおける衛星リモート・センシング調査によって発見された。1995年の現地調査以降、現在に至るまで行われた発掘調査の結果、わずかな例外を除けば、ほとんどが地下の遺構で占められており、地上の痕跡は極めて乏しいことがわかった。このような遺跡を整備し、公開していく場合、遺跡の特徴を見る者に伝えるためには地下の遺構の様子を見せることが必要であるが、地下の埋葬室へのアクセスは現実的に困難な状況にある。

このような問題への1つの解決策として、本研究ではインターネットによって、現実的に公開が困難な遺跡に対する、視覚的な情報公開の仕組みを提案したい。研究の過程で、デジタルデータによる情報をネット経由で提供する仕組みのサンプルを実際に構築した。その効能について検討した結果を以下に報告する。

2. ダハシュール北遺跡を公開する上での問題点

ダハシュール北遺跡はダハシュールと呼ばれる地域の北側にある低位砂漠の比較的奥に立地している。ダハシュール地区において公開されているのは古王国時代のスネフェル王の2基のピラミッドだけであり、その他の遺構は公開されておらず、公開のために十分な整備も行われていない。一般の人々が容易にアクセスできるような道は今のところ設けられていないのが現状である。

ダハシュール北遺跡で発見された遺構は3種類に大別される。1つは新王国時代に造営された「トゥーム・チャペル」であり、地上の神殿型の建築遺構と地下に掘削された埋葬室によって構成されている。この遺跡においては、上部構造は基礎の盛土と壁体の下部のみが残存している。もう1つは「シャフト墓」で、竪穴を掘り、底から横穴を掘って埋葬室とする形式であり、明確な上部構造を持たない。最後は「土壙墓」であり、棺やマットにくるまれた被葬者がちょうど入る大きさに地面を掘り窪め、埋葬する形式の墓である。土壙の深さは数10cmから1m程度である。

トゥーム・チャペルの壁体がわずかに残存しているのは3基のみであるため、この遺跡の大部分は地下の遺構によって構成される。しかし、土壙墓はともかくこの遺跡の主要な遺構であるシャフト墓については、地下の埋葬室へ下りるために狭く深いシャフト部を通らなければならない。階段を設置することができるような、広い面積を持つシャフトは限られているため、多くの場合梯子等を用いる必要がある。梯子による昇降は必ずしも安全とは言えず、また入ることができる者も限られるなど、埋葬室へのアクセスには課題が多い。

* 早稲田大学エジプト学研究所招聘研究員

3. インターネットを利用した遺跡公開の検討

以上のように、ダハシュール北遺跡をとりまく周囲の状況や、遺跡そのものの特性から、遺跡の公開には様々な困難が伴うことや、観光客が訪れたとしても、遺跡の特徴を眼で見て理解してもらうことが難しいという問題があった。

こうした状況に対して、本研究ではインターネットを利用した公開の可能性について検討した。近年のインターネットを用いた技術の進展はめざましく、エジプト現地に訪れなくとも、遺跡の情報を視覚的に理解することが可能になりつつある。現地の空気に触れ、遺跡を「体験する」ことは公開において確かに重要であるが、インターネットによる公開の方法は、現実の世界ではできない仮想体験を提供できる可能性を秘めている。

インターネットによる遺跡の情報公開は、すでに様々な形で行われている。簡単なものとしては、WEBページやPDFによる公開があり、文字と写真や図表による説明を閲覧するものである。この方法を実践している例は世界各国にあり、枚挙に暇が無い。また、遺跡から出土した遺物のデータベースを公開している例も多く見受けられる。これらは一般向けではなく、専門家による研究のための資料となるものである。また、WebGISやアメリカGoogle.incのサービスであるGoogle Map、Google Earthを利用し、インターネットの地図上に様々な遺跡の情報を付加することで、データベースを視覚的に見せる試みが行われている。こうした方法は一般の利用者にも比較的わかりやすく、また検索や特定の条件による主題図の表示などを行うことができる場合もあり、専門家にも有用な公開方法となっている。

エジプトにおけるインターネットを活用した遺跡公開事例の1つに、ウィーン工科大学のFerschinらがドイツ考古学研究所と共同で行った、アスワン、エレファンティネ島のGoogle Earthによる遺跡公開プロジェクトが挙げられる(Ferschin et al. 2005)。このプロジェクトでは、エレファンティネ島のGoogle Earthによる空間に、調査結果から推定された遺構復元の3次元モデルを配置しており、この遺跡における各時期の様相を、利用者が俯瞰視点や実際に中を歩き回るような視点で閲覧することができる。空間上には文字や写真、音声なども配置することができ、遺構復元案の妥当性を検証することにもつながっており、デジタルデータの利点を活かした公開方法と言えるだろう。

もう1つは、カリフォルニア大学ロサンゼルス校による「Digital Karnak」プロジェクトである(Favro and Wendrich 2008)。プロジェクトはルクソールのカルナック神殿に関するデータベースを統合し、神殿のコンピュータ・モデルを構築、その成果をウェブサイトによって無料で公開し、学生の教育に活かすという目的で実施されている。成果公開の目玉となっているのが、Google Earthによるカルナック神殿の3次元モデルの閲覧である。KMLと呼ばれるGoogle Earth専用のファイルをウェブサイトからダウンロードすることができ、インターネットに接続され、Google EarthがインストールされたPCであれば閲覧することができる。カルナック神殿の3次元モデルがGoogle Earthの地図上に配置されており、遺構に関する情報が各所に配置され、クリックすることで写真入の解説を見ることができる。特徴的な点は、遺構の3次元復元モデルの閲覧に時間軸が与えられていることである。Google Earthの画面上に現在見ている復元モデルの年代がスライダーによって示されており、スライダーで表示年代を変えると、その年代の復元モデルが表示されるという仕組みになっている。カルナック神殿は様々な年代の遺構が混在しているが、その発展過程を目で追うことができる。

インターネットによる遺跡公開では、デジタルデータであることのメリットを活かし、現実の公開では難しい手法で、閲覧者に遺跡の情報を伝達することができる。インターネットは、カルナック神殿のようにすでに公開されている遺跡に対しても、情報を補い、整理するものとして、有効な公開の方法と言えるだろう。

4. ダハシュール北遺跡を対象とするインターネットによる遺跡公開

前述のように、ダハシュール北遺跡はその性格上、実際に訪れてその特徴を目で見えて理解することは難しい。こうした問題の解決策として、デジタルデータの利便性を活用し、インターネット経由で遺跡公開を行うことで、現地で体験することが難しい情報を補完する仕組みを検討した。

本遺跡に対するインターネットを用いた遺跡公開システム構築に向けて、次のような目標を設定した。

- a) 写真を多用し視覚的にわかりやすい情報公開
- b) 遺構と遺物の関係が明瞭（どの遺構からどの遺物が出土したか、出土状況はどうだったかの表示）
- c) 一般の人でもわかりやすく、かつ専門家の研究資料としても利用できるような、奥行きのある公開
- d) 扱いやすいインターフェース

閲覧のシステムには、インターネットで公開可能であることや、操作性、高解像度の衛星画像が用いられていること、データベースとの連携などの条件から、Google EarthのAPIを利用した。Google EarthのAPIを用いることで、WEBブラウザのプラグインがあればGoogle EarthのソフトをインストールしなくてもWEBブラウザだけで閲覧が可能となる。遺構、遺物のデータベースにはGoogleの実験的なクラウド・データベースであるFusion Tables（ベータ版）を用いた。Fusion TablesはGoogle Earth APIとの親和性があり、Fusion TablesのレコードにKMLのフォーマットによる点、線、面の座標が入っていれば、Earth側ではKMLのネットワークリンクとしてXML形式の情報を受け取り、そのまま地図上に描画することが可能である。Fusion Tablesに対してクエリを送れば、その結果を地図上に描画可能なXMLで返してくれるため、EarthとFusion Tablesのスムーズな連動が実現できる。システムの全体像をFig.1に、構築したサイト外観をFig.2示した。

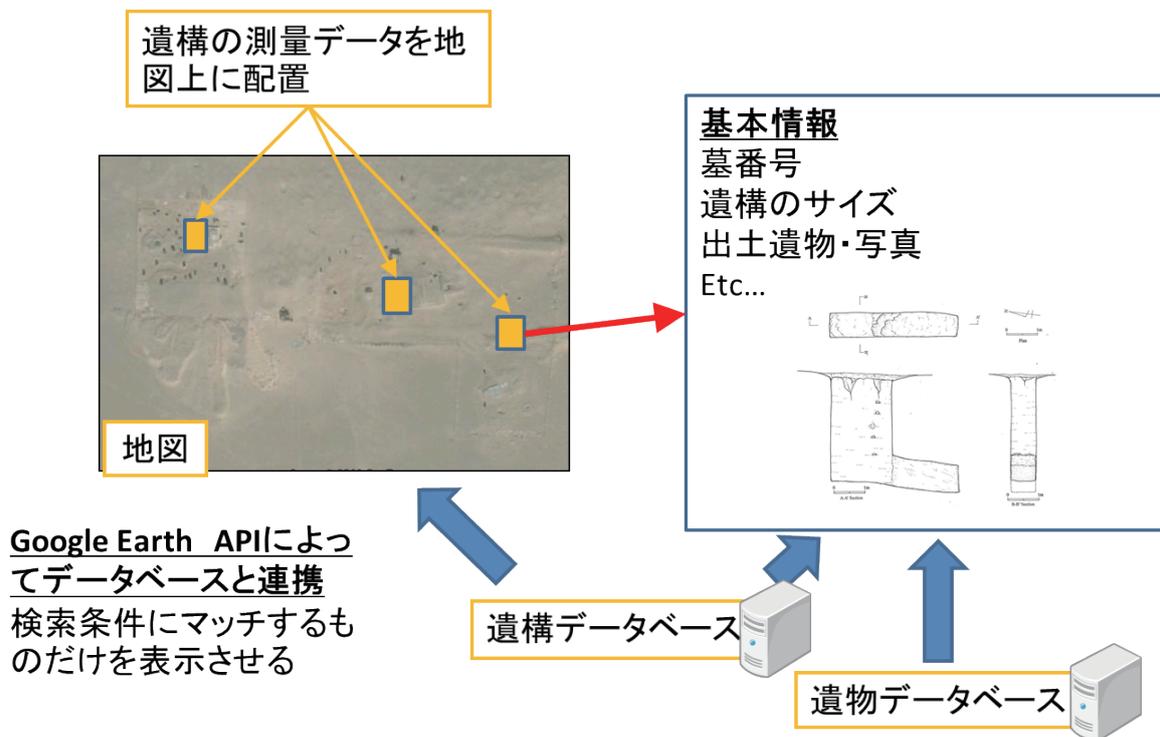


Fig.1 システムの概念図



Fig.2 サイトのトップ画面

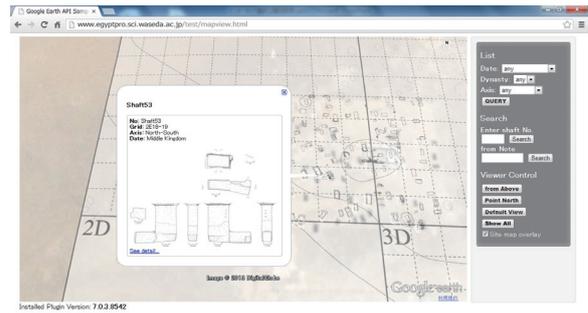


Fig.3 遺構の基本情報ウィンドウ

形としては、WEB ページに埋め込まれた Google Earth による地図上に遺構の測量によって作成されたラインを描画し¹⁾、遺構のラインをクリックすると、遺構の番号や位置のグリッド、時代などの基本情報とともに遺構の図面や遺構の詳細情報ページへのリンクが表示される (Fig.3)。

Detail...
close

Shaft91

Location
2E7

Axis
North-South

Date
Middle Kingdom
13th Dynasty

Dimension of Shaft entrance
NS 2.9 m
EW 1.3 m

Depth
9.5 m

Chamber
Room A: Length 3.0m, Width 2.0m,
Height 1.5m

Drawing

Note

Large round bottomed bottles were 'Beer Bottle' in the Middle Kingdom, dated to the early 13th Dynasty.

Object No.	Kind	Place	Drawing	Photo
14o-0184	pottery	shaft filling		
14o-0185	fragment of wood	shaft filling		
14o-0188	pottery	shaft filling		

Fig.4 遺構の詳細情報ページ

リンクをクリックすれば、遺構の位置、軸線の方向、年代、大きさ、地下室の個別のサイズと遺構の図面、備考、出土遺物の一覧、遺構の写真が表示される (Fig.4)。

出土遺物一覧には1つのレコードに対して遺物番号、種類、出土位置、実測図、写真が表示される。実測図、写真はクリックによって拡大表示される。遺構の写真は、地上の開口部の発見時から完掘にいたるまでの過程を載せており、遺物の出土状況も含まれている。同様に写真をクリックすると拡大表示される (Fig.5)。写真はGoogleのPicasa Web Albumに保管されている。Google Earthの地図の横には操作や検索のためのインターフェースが設置されている (Fig.6)。

年代、王朝、シャフト墓の長軸方向等の要素によってシャフトの表示・非表示を切り替えられる仕組みや、シャフト番号による検索、遺構の備考の内容からの検索を行うことができる。また、閲覧のための機能として、地面に対して垂直の方向から俯瞰する (from Above)、画面上を真北に向ける (Point North)、最初の位置に戻る (Default View)、全ての遺構のラインを表示する (Show All)、などのボタンがある。また、地図には遺跡の平面図をレイヤとして重ねており、その表示・非表示を切り替えるチェックボックスが設けられている (Site map overlay)。

このようなシステムを実際に構築し、早稲田大学の調査隊内で試験的に利用した結果として、次のような利点があった。

まず、地下の遺構の様子を視覚的に理解しやすいだけでなく、遺構の位置関係やそこから出土した遺物のセットが、感覚的にわかりやすいということがあった。一般的に、出土した遺物は博物館や倉庫に収蔵されるため、遺物が遺構のコンテキストから切り離されてしまうという問題があるが、このシステムでは遺構と遺物の対応関係を明瞭に示すことができた。

また、調査の際に記録している測量データ、遺物のデータ、写真、報告書のために作成する図版をそのまま使用しているだけであり、このシステムのために新規に作成したデータは特にない。調査時のデータ保管の仕組み (フォルダ構造、ファイル名称など) さえ決めておけば、調査後に得られたデータをほぼそのままシステムに取り込むことができ、即時の公開が可能である。公開用としてだけでなく、共同研究者間で情報を整理し、オンラインで共有するためのコラボレーション・ツールとしての役割も期待できる。

さらに、Googleの無料のサービスを利用しているため、設置費用やランニング・コストがほとんどかからないというメリットがある。システムの大部分はJavascriptによってAPIを制御しているだけであり、データベースはFusion Tables、写真の保存スペースはPicasa Web Albumを利用しており、サーバに特別なソフトをインストールする必要も無く、大きな容量も必要ない。

しかし一方で、個別の墓の生の情報は分かるが、全体として何が分かったのか、どういう傾向があるのか、

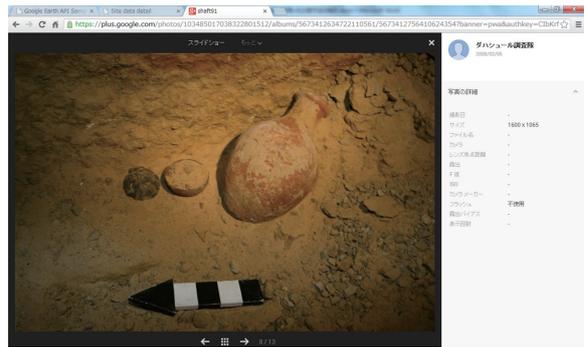


Fig.5 写真の拡大表示



Fig.6 画面右のインターフェース

多くの墓は盗掘を受けており、本来どのような形で埋葬されていたのかについてはわかりにくいという問題があった。一般の人々にとっては、盗掘を受けた個別の墓の埋没状況は重要ではなく、むしろ本来の埋葬がどのようなものだったのかを知りたいはずである。これについては、トピック毎に説明する通常のWEBページを作成し、補足するなどの対応が可能であろう。

5. インターネットによるデータベースの応用

近年エジプトでは携帯電話の普及が進んでおり、ダハシュール北遺跡においても現地のネットワークを利用した通話やメールのやりとりが可能である。ネットワークの転送速度はまだ低速ではあるものの、スマートフォンなど先進の機器も急速に普及している状況をみれば、今後の通信ネットワークの整備が期待できる。

モバイル環境の発展から、新しい遺跡での情報取得の方法としてスマートフォンやタブレットPCは大いに期待でき、日本ではすでに導入されつつある。この研究で構築したデータベースはインターネット経由で閲覧するものであるため、インターネットに接続されたスマートフォンなどのモバイルデバイスとは相性が良く、データベースを遺跡現地にて閲覧するという仕組みも、導入が容易である。

本研究では、インターネットによるデータベースの応用として、QRコードを用いた遺跡情報表示についても仮のものを作り、検証を行った。使い方としては、まず遺跡にインターネットのURLが書かれたQRコードを設置する。URLはそれぞれのシャフト墓のデータベースを直接参照するアドレスとなっている。現在のスマートフォンはQRコード・リーダーが通常備わっているため、スマートフォンでQRコードを読み込むと、そのアドレスがブラウザに渡される仕組みになっている²⁾。これを利用し、例えばシャフト48に設置されたQRコードを閲覧すれば、シャフト48に関するデータベースがブラウザで表示される仕組みとした。スマートフォンでの表示例をFig.7に示した。

データベースの閲覧ページはPC、モバイル兼用であり、Media Queriesによって接続している端末の画面サイズからスタイルシート(CSS)を変更されるようになっており、モバイル端末の小さな画面でも見やすくなるように工夫した。

ダハシュール北遺跡は地下に発展しており、地上の構造物が少なく平坦な地形であるため、看板などを設置



Fig.7 スマートフォンでの表示例

すると目立ってしまい、遺跡の景観が大きく損なわれてしまう。QR コードであれば情報表示のための大きな看板などは必要なく、景観にも配慮した遺跡整備を行うことができるのは、この形式の大きなメリットと言えるだろう。また、QR コードを置くだけならば、看板のようなものよりも設置のコストを抑えることができる。さらに、遺跡に設置された看板などは内容を更新するためには、新しく作り直す必要があるため時間も手間もコストもかかってしまうが、インターネットのデータベースであれば更新が容易であるため、最新の情報を反映させやすいという利点がある。

課題としては、現在は通信速度が低速であるため、現地では表示までに時間がかかってしまうことや、国際ローミングによって費用がかかってしまうことが挙げられる。これについては、エジプトにおけるモバイル環境の発展や、世界的なモバイル技術の進歩に期待したい。携帯電話技術の急速な発展を考慮すれば、こうした仕組みを実践できる環境が整うのは遠い未来の話ではないだろう。また、スマートフォンやタブレットを持っていない人がいることを考慮し、遺跡入場の際にチケットオフィスなどで器材を貸し出すサービスを行う必要があるだろう。

6. まとめ

ダハシュール北遺跡のように、遺跡公開のための周囲の環境が整っておらず、また実際に訪れたとしても、大部分を占める地下の遺構へのアクセスが困難な場合は、インターネットによる情報の公開や補足は、有効に働くだけでなく、これまでの遺跡公開にはなかった情報の伝達を行うことができる。また、インターネットのデータであることを活かし、モバイル端末を利用することで遺跡現地での情報表示にも活用でき、遺跡ガイドとしての役割を期待できる。遺跡整備の方針を策定する場合、公開を視野に入れるならば、情報をどのように閲覧する者に伝えるかは、具体的な整備内容を左右する重要な課題となるだろう。今回実験的に構築したシステムは、エジプトに限らず今後の遺跡整備の方針を考えていく上で、1つの選択肢を提供することができ、有意義な成果と言えるのではないだろうか。

また、このシステムは、情報の公開だけでなく、研究組織の中で情報を整理し、共有するためのツールとしても有望であることがわかった。遺跡の発掘調査時における情報の整理から、情報の公開までを一体的に考え、調査結果の分析や成果公開をよりスムーズかつ迅速に行う上でも、このシステムは有用と言えるだろう。

註

- 1) 測量基準点は過去に DGPS による測量が行われているため (津村他 2011: 98)、そこで得られた座標を基準に測量データを緯度・経度の座標に変換し、KML フォーマットのデータとしてエクスポートするプログラムを開発した。
- 2) QR コードをリーダーで読み取ったあとの挙動は端末によって異なる。QR コードを読み取った場合、URL であれば自動的にブラウザが立ち上がるものもあれば、URL のテキストが表示され、それをクリックすることでブラウザが立ち上がるものもある。