

サイバースペース考古学の展望

—VR・WEB-3DGISからDIGITAL MUSEUMへ—

河野 一隆

1. 九州国立博物館とサイバースペース考古学

2005年10月15日に福岡県太宰府市に開館する九州国立博物館は、日本文化の形成をアジア史的観点からみるとのコンセプトの下に、文化財の展示、保存修復(博物館科学)、教育普及を大きな柱としつつ、地域に根ざした国立博物館として社会的な貢献が求められている。その具体的な方法として、不断に実施される来館者マーケティングを展示という形でフィードバックすることが必要となる。実物展示ならば定期的な展示換えや解説ボランティアによる対応が求められるが、映像展示の場合はいったん作成したら更新できない場合が多く、来館者のニーズに柔軟な対応ができない。この問題の解決のためには、WEBによるインタラクティブなデータベースを構築し、双方向の情報発信を維持するシステムが最適であろう。そのためには、実物資料をWEB配信するための技術、本稿で述べるサイバースペース考古学の技術が不可欠となる。サイバースペース考古学の技術は、自然科学諸分野で適用されてきた技術の応用であるが、博物館からのWEB対応の情報発信という見地から評価すれば、VRとGISを搭載したデータベースが、現在では次善の方法だと考える。もっともこの分野は目まぐるしい進歩を見せるから、最適な方法も変わるだろう。九州国立博物館では、その実験の一つとして、VR、WEB-3DGISと統合した装飾古墳壁画の画像データベースを構築中である。その活動を紹介する中で、サイバースペース考古学への展望について私見を披瀝したい。^(注1)

さて、九州古墳文化を彩る要素として、まず想起されるのは石人石馬と装飾古墳であろう。6世紀の北・中部九州を否応なく東アジア国際環境の中に引きずり込んだ筑紫君磐井の乱と密接に関連している。これらの九州古墳文化の独自要素の歴史的評価はひとまず措くとして、アジア史的観点から捉える九州国立博物館の立場から、これらを博物館からの情報発信としていかに取り扱うかは避けて通れない問題である。そもそも装飾古墳とは、壁画のみならず、画像石・線刻画や石製装飾品など、さまざまな装飾を持つ古墳の総称として用いられている。日本列島内では5・6世紀の北部九州を中心として東北地方までい

くつかの分布の集中域を持ち、現在までに800基あまりが確認されている。日本の装飾古墳は漢代中国や高句麗の壁画古墳などの影響を受けて成立したと考えられているが、描かれた文様や絵の文法などはそれらとは一線を画しており、独特の世界を持っている。また、使用された顔料も中国のものとは異なり、後出する高松塚古墳・キトラ古墳などの壁画古墳とも大きな隔たりがある。したがって、装飾古墳を大陸との比較も交えて展示することは、当時の列島社会が大陸との交流を通じて、いかなる文化形成を進めていたかを知る一つの手だてとなろう。九州国立博物館では下記の装飾古墳の展示プロジェクトが進められている。

- (1) 装飾古墳VR(バーチャルリアリティ) 映像 作成
- (2) 装飾古墳GIS(地理情報システム) データベース 作成
- (3) 装飾古墳の模写作品展示および現状写真撮影

もとより装飾古墳は保存上の理由のため、石室内の装飾を常時観察することはできず、史跡という不動産文化財でもあるために博物館の来館者が装飾古墳の体験を共有するためには自ずと限界がある。このうち、(1)と(2)についてが、本稿で言及するサイバースペース考古学の対象である。

2. 考古資料とVR技術—王塚装飾古墳VR作成—

さて、(1)の装飾古墳VR(バーチャルリアリティ)について原理を簡単に説明しよう。近年目覚ましい発展を見せるVR技術は、ベクトルデータで構成されたモデルにテクスチャとしての写真を貼り付けることで可能となる。そのモデルをいかに構築するかがVRの精度を左右することになる。まず、最も精巧なモデリングは、実際の石室をレーザ



第1図 王塚古墳石室入口

ー計測して取得できるものである。平成15年から共同研究を進めている東京大学池内克史研究室・凸版印刷株式会社・東京文化財研究所の計測成果に基づいて、九州国立博物館では福岡県桂川町に所在する寿命王塚古墳の実写VR映像を作成中である。寿命王塚古墳とは、昭和9年に石炭採掘に伴う採土工事中に発見された装飾古墳で、その複雑で華麗な装飾壁画から、昭和27年に装飾古墳では唯一の(奈良県高松塚古墳を除く)特別史跡に指定されている。しかし、開口から時間が経っているため、浸み込んだ雨水やカビの発生によっ

て壁画が退色し、地元の人々の献身的な努力に呼応して、学識経験者による学際的な保存のためのプロジェクトチームが結成された。その調査・分析の結果、保存施設が完成して、年間の温湿度環境の変動が少ない春秋の年2回、一般公開が実施されることになった。また、隣接して桂川町立王塚装飾古墳館(コダイム王塚)が設立され、館内の実物大レプリカによって、現状でもある程度の彩色壁画のイメージは得ることができる。

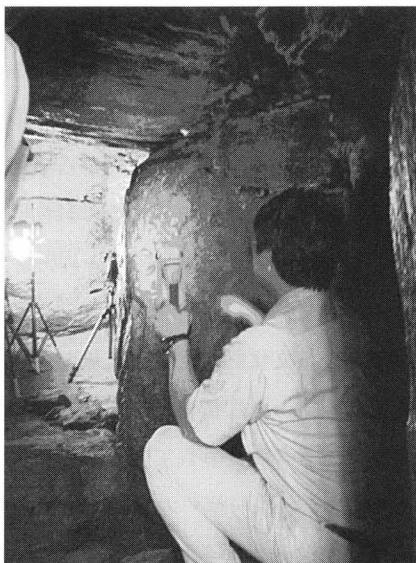
ここで述べる王塚装飾古墳VR映像プロジェクトは、石室のレーザー計測および写真のテクスチャマッピングを東京大学生産技術研究所池内研究室と凸版印刷が担当し、色彩の再現を東京文化財研究所が実施している。このレーザー計測機ではレーザー照射による点群情報と撮影画像情報とを同時に取得することができ、計測された各点群パーツは適正な角度に位置合わせされて統合される。こうして統合された点群データ(モデリング)は、2 mmピッチのレーザーの反射で集積された膨大な容量のデータであり、さらにその上に画像情報が貼り付けられれば、VRとしての操作性は通常のコンピュータでは著しくレスポンスが低下する。このため、コンピュータのハードウェアスペックに応じて、点群情報を間引く必要が生じるのである。さて、間引かれた点群データの表面にレーザー計測時に取得したデータをテクスチャとして貼り付ける(マッピング)することで、モデリングに質感を与えることができる。ただし、マッピングするためには通常のデジカメ画像ではレンズの歪みがあるため正射投影(オルソ)画像へ変更(オルソ化)しなければならない。また、隣接する撮影画像は光による色調差の補正をしなければならないために、差分を正規化することも必要になってくる。以上の原理でVRコンテンツは完成するものの、取得した色情報がオリジナルの王塚装飾古墳の色を正確に再現しているかの検証が必要である。特に装飾古墳では使用された顔料の色情報は、他の考古資料と比較してより正確な再現が求められる。このため、実際の壁面に付着する顔料の分光スペクトルを計測し、そのLab値を記録する。この情報に基づいて撮影画像を画像処理ソフトウェアで開き、色調のLab値を隣接部分で共通させることによってオリジナルと共通した色再現が可能となる。また、退色した部分についてもこの方法で築造当初の色を復原することもできる。

こうして構築されたモデリングは、考古資料の正確なデジタル(VR)化と見ることもできるかもしれない。したがって、標準光源下での彩色壁画の見え方や、季節ごとの太陽光あるいは被葬者が安置される石屋形灯明台石に光を点した場合の壁画の見え方の相違などのシミュレーションをすることもできる。その成果の一部は、共同研究プロジェクトチームによって学会公表されている。^(注2)

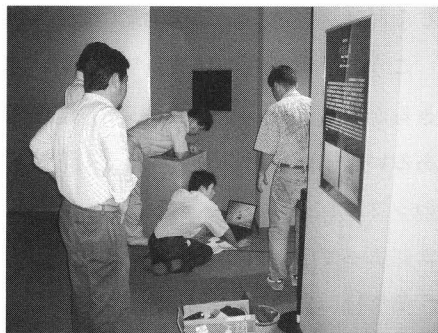
第2は、実際の石室に標定点を打ち、写真をオーバーラップして撮影し、写真測量の要領でモデルを構築する方法である。これは、福岡県田主丸町教育委員会および有限会社ダ

ットの協力を得て、福岡県中原狐塚古墳のVRモデルを構築したものである。これは実験的な試みであったが、第1の方法よりも安価で軽いデータを作成することができ、続いて実施された熊本県山鹿市に所在する弁慶ヶ穴古墳ではより優れたVRコンテンツの作成に成功した。このVR作成の方法とは、写真測量の応用で共通の評定点を2枚の写真に写し込むことによって、カメラの視差によるモデリングを可能としたものである。これは、標定点の密度により精度が左右されるため、かつ装飾古墳では壁面に任意の標定点を設定することができないために、実用化のためにはさらに測定実績を積み重ねる必要がある。この方法の優れている点は、写真測量を基本としているために、測定時に主軸を設定すれば、正射投影画像の作成が比較的容易にできることである。装飾古墳の実測作業は、絵画を対象としているためにキャンバス全体を認識した上で、部分の線描を意味付けなければならないが、実際の実測作業では光量や退色によって壁画の全体像がすぐには認識できないことが多い。これが写真であれば、現場を離れて研究室で検討することができる。このため、装飾古墳の実測図の作成や壁画保存のための定期点検のための図面作成などにおいて威力を発揮するだろう。

第3は、魚眼レンズによって石室を撮影し、それを球形の内壁に貼り付けたもの、すなわちQuicktime VRやIPIXなどで作成した軽量なものである。これは前2者よりも製作は容易だが、元の石室の形状は失われるが、Web配信に最も適したもので、装飾古墳の石室イメージをざっとつかむことができる。九州国立博物館では、筑紫野市五郎山古墳展示館や熊本県立装飾古墳館などの協力を得て、装飾古墳の模型からモデリングを取得した。九州国立博物館で作成中のVRは、以上の3つの方法を実験中であり、配信のためのメディアや技術を勘案して作成を進めているところである。



第2図 中原狐塚古墳での調査風景



第3図 熊本県立装飾古墳館での作業

3. WEB-3DGISの技術と情報発信—装飾古墳データベース作成—

他方、(2)で言及した装飾古墳GIS(地理情報システム)データベースについて詳述しよう。九州国立博物館では、3次元のWEB-GISの技術と画像データベースの技術をHTML上で統合したデータベースシステムを構築中である。これを可能とした技術が、スイスで作成されたWEBで3Dサーフェイスモデルを配信するためのソフトウェア、GEONOVAである。このデータベースは研究者以外の一般の人達が、装飾古墳の所在地や特徴、内部の様子がわかり理解を深めることを目的としている。このために、九州歴史資料館・熊本県教育委員会および情報学関係の学識経験者から構成された装飾古墳データベース委員会を組織して、以下のようなデータベースの構築を逐次進めてきた。

第1年次(平成14年度)

- ・ 装飾古墳データベース委員会の立ち上げ。
- ・ 1568枚の写真のデジタル画像作成

第2年次(平成15年度)

- ・ テキストデータ入力・画像整理
- ・ 3次元地図データベースシステム

の開発

第3年次(平成16年度)

- ・ 空中写真撮影
- ・ 地形 3 次元データの作成
- ・ 地図検索システムの構築
- ・ サーバでの試運転→インターネット

ト公開へ



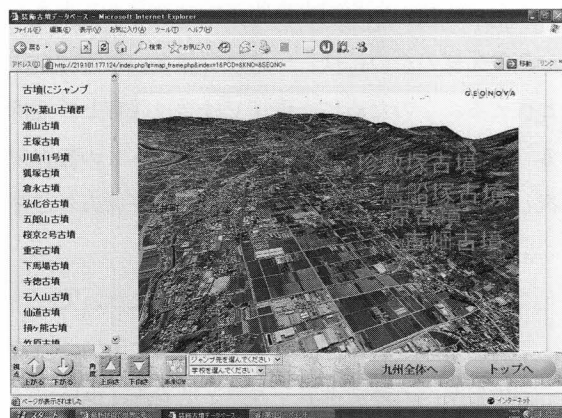
第4図 データベーストップ画面

第4年次(平成17年度)

- ・ データベースデザイン (初心者用と専門家向け)

- ・ 文様検索システムの構築
- ・ 九州以外の装飾古墳のデータ取得

このうち、第2年次に当たる平成16年2月17日～3月28日には、東京国立博物館本館で開催した「はじめの一步」展の中で、プロトタイプを公開して使用感のアンケート



第5図 GEONOVAによる地図検索

を実施し、「飛行感覚が楽しい」や「3Dが良い」といった満足した意見がアンケートによって得られた。この来館者や関係者等の感想・意見を踏まえて、これらの指摘をできる限り反映させた改良を行いながら以下の実施設計方針を策定した。

目 的：装飾古墳について場所の分布、壁画の種類と内容など知識を広めてもらう。

対 象：小学生および中学生以上の一般

具体的には3次元の地図や空中写真上に古墳位置と名称を表示させて、来場者にあたかも飛行機に乗って遊覧しているように楽しみながら、その所在を検索して、詳細な古墳情報が検索できるものにする。小学生の場合には、画面表示にルビやひらがな表示を設定する。また、中学生以上の一般対象でも、専門的な用語を減らし、アイコンで図示するなど全体的に絵的にわかりやすい表現とする。誰でも簡単に装飾古墳について学ぶことができ、その文様の特徴を知ることができるものとする。当面の作成範囲は九州全域を地図検索の対象とするが、データが準備できれば日本列島およびアジア各国に広げることを前提に作業を進める。さらに、将来的に広く遺跡データベースへと運用を広げた場合に、今回作成の地図を史跡データベースの基盤図として共有できることを視野に入れて開発を行う。

この方針の下に、平成16年夏～秋季を中心として、太宰府・筑後川流域・菊池および山鹿・八女・西都原・津屋崎・糸島・吉野ヶ里・宇佐・大善寺・王塚の11箇所の航空写真を撮影し、オルソ画像を作成した。また、平成17年夏期には鹿児島・熊本・長崎の撮影を進めている。これらの成果については、九州国立博物館設立準備室のホームページ(<http://www.kyuhaku.com/pre/>)で公開中であり、九州国立博物館の新規ホームページが立ち上がった際にも移行されることになっている。

4. 学校教育との連携

さらにまた、九州国立博物館では教育普及事業も精力的に進めているが、このデータベースの発展のためには、一過性ではない恒常的な活用の道を模索することが喫緊の課題だと言える。このために、現在では学校教育との連携を射程に入れた事業展開を企画している。その一例として装飾古墳データベースの教育用プログラムの中で、以下から1つを選択し、1時間(30分ないし40分)の授業を進めることができるようになっている。

- ①九州地方の装飾古墳について
- ②熊本県内の装飾古墳と文化財保存について
- ③福岡県内の装飾古墳と九州国立博物館について
- ④佐賀県内の装飾古墳と吉野ヶ里遺跡について

このような構成で、九州地方内で各県版と九州地方の授業用教材をデータベースから提

供している。この中で熊本県内は、装飾古墳分布図を市町村界とJR路線図などと重ね合わせた図を提供している。これらのコンテンツを活用することで、九州地方の地誌的授業や古墳時代の歴史など県内及び九州地方の特色を、装飾古墳を通して見つめることになる。また、地理だけでなく、歴史の時間や情報、総合的学習、修学旅行の事前事後学習など多

くの場面で活用できるものであろう。このような企画の下に授業用コンテンツを作成したが、九州国立博物館では、実践授業を装飾古墳が多く分布する熊本県や福岡県に働きかけ、教師や生徒の意見・感想によって、修正を加えていきたいと考えている。そこで、さる3月15日には、熊本市立教育センターの協力を得て、熊本市内の小中学校で実践授業を行った。まず、小学3年生を対象とした実践事業では、当初から日本歴史の授業が無いためにどこまで理解されていたかは疑問の余地があった。特に、古墳について理解した児童がきわめて少なかったのは残念であったが、近接する公民館に装飾古墳をモチーフとした壁画があり、興味が持続していたのは幸いであった。一方、中学1年生を対象とした授業では、熊本県下では小学校高学年に熊本県立装飾古墳館に校外学習へ訪れるために、ほとんどの生徒が装飾古墳を周知していた。さらに、データベースに搭載した古墳以外にも自発的に、地図検索と図録などによって学習を進める生徒も多く、理解度の成長がうかがわれた。これらの実践授業の終了後に実施した意見交換会では、彩色壁画が古墳内の埋葬施設に描かれていることを理解させるため、VRコンテンツをウォークスルーしたムービーと装飾古墳の解説文をデータベーストップからアクセスできるようにする。また、小中学生にとって装飾古墳とは、教科書での言及は少ない分野で、生徒個人の興味に従って理解度が異なるために、い



第6図 初心者用文様検索画面



第7図 インターネットを使った授業風景

いわゆる「初心者向け」と「専門家向け」にデザインも異なったデータベース検索結果も表示することができるようにする。これらの要望を反映して、平成17年度にはデータベースのデザインを設計中である。

5. サイバースペース考古学への展望

以上、述べたように九州国立博物館の装飾古墳プロジェクトは多彩な展開を同時に進めている。それは、還元すれば、本来、不動産文化財である装飾壁画を、来館者にいかに追体験させるか、新たな技術を繰り返し実験し、実践によって意見をフィードバックしている。これらのサイバースペース考古学による試みをデータベースに統合し、地域に根ざした博物館を拠点とする生涯教育活動の展開が期待されている。そのデータベースを基軸とした、ポータルサイトを構築することがモデル事業となるであろう。九州国立博物館が所在する太宰府には地域ポータルサイトが存在せず、個別に情報検索を行っているのが現状だが、太宰府は平城京・平安京と同様に条坊制が敷かれており、史跡の宝庫でもある。地域ポータルの実践例としてデジタルシティ構想があり、その実験が京都を舞台に実践されたことは記憶に新しい。ポータルから京都の観光、ショッピング、公共交通機関に関する情報が更新され、二条城のヴァーチャルツアーなどが提供されていた。九州国立博物館が試みるサイバースペース考古学によって目指す射程は、地域文化財のポータルとしての博物館デジタルアーカイブの構築である。

高度情報化社会の進捗に伴って、インターネットをインフラとするWEBテクノロジーは飛躍的に進歩した。しかし、すでに指摘されているように、デジタルミュージアムのコンセプトであるオープンで分散型のデジタルアーカイブを確立しようとする場合には、ネットワークシステム間の位置情報の共有が技術的に可能となり、仮想的に統合されたデータベースのポータルサイトが可能となり、業務システムの最適化や館内外の情報提供サービスにも大きな威力を発揮すると考える。文化財情報の宝庫である博物館において、サイバースペース考古学の技術は魅力的で有ると同時に、将来の拡張性を考えると不可欠なものになってくるであろう。すなわち、博物館からの情報発信に活用することでその可能性を引き出し、デジタルアーカイブの基幹テクノロジーとして実用化の先鞭を付けたいと考えている。それによって、新世紀の国立博物館の社会的貢献の一端を果たすことができるだろう。

(かわの・かずたか=九州国立博物館)

注1 本稿は、先稿(河野一隆「最新技術で世界に発信する九州の装飾古墳」(『Museum Kyushu』

第77号 博物館等建設推進九州会議) 2004年)を実験授業の成果等を踏まえて、大幅に書き直したものである。

- 注2 朽津信明(東京文化財研究所)、増田智仁・猪狩壮文・池内克史(東京大学)、三橋徹・松戸堅治(凸版印刷(株)「スペクトル計測に基づく王塚古墳壁画の任意光源下での色再現」(『日本文化財科学会第22回大会 発表要旨』日本文化財科学会) 2005年
- 注3 小堀昇(日本地図センター)、河野一隆(九州国立博物館)・宮原健吾(京都市埋蔵文化財研究所)・松場耕太郎((株)システム・ケイ)「博物館」コンテンツの教育利用について—装飾古墳データベースを利用した教材開発—(『日本教育情報学会第21回年会発表要旨』日本教育情報学会) 2005年

