

## 文化財と技術 第9号

2019年2月28日 印刷

2019年3月1日 発行

編集	鈴木 勉
発行	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉
発行所	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉 東京都台東区根岸5-9-19 (〒110-0003)
印刷	千葉刑務所 千葉県千葉市若葉区貝塚町192 (〒264-8585)

## 『文化財と技術』

## 第9号

- 第一部 古代日本列島のものづくり
- ＜環頭大刀＞  
 上梶 武 岡山県総社市こうもり塚古墳出土の単鳳環頭大刀  
 金字大 巡回式単龍環頭大刀の新例とその評価
- ＜三角縁神獸鏡＞  
 鈴木 勉 三角縁神獸鏡の系譜論と製作地論から型式学を検証する  
 鈴木 勉 岡村・光武氏らによる金石学的三角縁神獸鏡論について
- ＜鉄の加工技術＞  
 黒木英憲 弥生時代の日本に特有で表面に長い溝（＝樋）のある  
 戈（＝銚）すなわち「有樋鉄戈」の製法について  
 瀧瀬芳之 日本列島内出土象嵌遺物集成（刀剣・銚・刀子編）  
 鈴木 勉 線刻鉄刀と象嵌技術  
 ー移動型渡来系工人ネットワークの手掛かりー
- 第二部 古代朝鮮半島のものづくり
- 李鮮明・南宮丞 扶餘陵山里寺址出土鍍金細工遺物の製作技術研究  
 鈴木 勉 たがねの切れ味から見える百濟王興寺金銅舍利銘の製作背景  
 鈴木勉・金跳咏 新たに発見した三国時代の彫金技術と  
 「はがねの熱処理技術」の関係
- 第三部 古文化財学
- 河野一隆 装飾古墳からみた平福装飾陶棺の図像学的検討  
 塩屋公寛 考古資料のデジタル化と課題について  
 鈴木 勉 流通古文化財の闇  
 ー金印・誕生時空論と福岡市博購入印章の調査ー
- 黒木英憲 提言：考古学研究者と金属に関わる  
 多くの科学技術者の協力を目指して
- 第四部 復元研究
- 比佐 陽一郎 藤ノ木古墳出土耳環の復元製作について

# 考古資料のデジタル化と課題について

塩屋 公寛

(株式会社堀内カラー所属)

## 1. はじめに

筆者はいわゆる歴史的資料をデジタルアーカイブする業務を受託する民間業者に身をおいており、民間業者の視点から考古資料のデジタルデータ化全般の現状と課題について検討したいと思う。

まず前半では、考古資料のデジタルデータ化への取り組みの現状を整理することで、デジタルデータ化のメリットと課題を検討する。

さらに後半では、考古資料の高精細デジタルデータ化の考古学研究への寄与と問題について指摘したいと考えているが、本論に移る前に簡単にデジタルアーカイブの概況をまとめおきたいと思う。

筆者がこの業界に関わるようになり11年が過ぎた。当初はごく一部の国公立機関がデジタルアーカイブを推進するといった状況であったが、いまでは市区町村の図書館や博物館でも所蔵資料をデジタルデータ化し、それを Web で公開することが当たり前に行われるようになった。

この間の情勢の進展は、デジタル関連機器の高スペック化と低価格化、IT 環境の著しい進歩によってもたらされたものだが、それにつれて、かつては高精細なデジタルアーカイブデータとされていたデータの定義が変化する端境期にあると考えている。

かつて高精細なデジタルアーカイブデータとされていたデータを、単純に定義すると、それは原資料の色調情報を忠実にマネージメントした高解像度の複写画像を指していた。この定義は今でも有効で、一般的な高精細画像とはこうした性質のデータのことを指している。ただ今となっては、こうしたデータは人間の可視領域を細密に記録した2次元データでしかないともいえる。すでに以前から可視領域外の記録のため近赤外線領域の画像やX線画像が利用されていたが、現在ではこれがマルチスペクトル画像や蛍光X線分析に発展しているうえ、さらに、まだ高価ではあるものの分解能0.1 $\mu$ mの汎用3Dスキャナー（Keyence VHX-6000 series など）が500～600万円で購入できるようになった。

このような現状を考えると、今後高精細デジタルアーカイブデータとは、人間の視認できる情報を高精細に記録することは当然として、そのうえで、視認不可能な情報を記録したデータを指すようになると考えられる。

人間が視認できない情報を多面的に利用することで、間違いなく考古学研究は多大な成果を得ることができるが、同時にそれらのデータの利用の制限性や、それに伴う保存期間制限と分析結果の検証も課題として挙げられる。

本稿では、これらの問題について検討するための基本的な考え方を提起できればと考えている。

## 2. 考古資料のデジタルデータ化の現状

### (1) 概況

ここでは、考古資料のデジタルデータ化についての現状と課題について指摘したいと思うが、検討の対象はいわゆる紙資料やフィルム・写真を対象とし、遺物・遺構・動植物遺体・土壌分析は対象外とする。

遺物などを対象外とする理由として、特に遺物については前項で指摘したように分析技術が著しく進展しているため、今後デジタルデータ化のために利用できる機器や技術が年々変化している。このためデータ化に利用できる技術の現状をこの小稿内で纏めることができないことから、おもに課題に絞って次項にて検討することにする。

その他の遺構・動植物遺体・土壌分析については、現場レベルでの対処が必要な資料である。過去に調査が終了した遺跡については、現在では再分析がほぼ不可能な資料であるが、筆者は調査が終わった後の考古資料のデジタル化を専らとしていることに加え、これらの資料の記録採取に最適な知見を有する専門業者が多数あることから省略することにした。

さて、本稿で検討の対象とする資料については、ほぼ現在採用されているデジタル化の方法とデータフォーマットで今後も継続することに問題はないと思われるが、それでも個々の資料に関してはデータ化自体に問題があるケースがあるため、できるだけ簡単に整理したいと思う。

## (2) 調査報告書

調査報告書のデジタル化と利用については、「全国遺跡報告総覧」が公開されたことにより、調査報告書の利便性の悪さといった課題が大幅に改善された。2018年7月末の時点で登録されている報告書数は約23,000点となり、考古学研究のための一次資料の活用の道が開かれつつあると思う。

ただ、残念なことに、「全国遺跡報告総覧」<sup>1</sup>へと結実するプロジェクトは考古学関係機関によって始められたものではなく、島根大学附属図書館が主導した「全国遺跡資料リポジトリ・プロジェクト」を奈良文化財研究所が引き継いだという点にある。

島根大学附属図書館が主導したプロジェクトでは、報告書のPDF作成仕様も図版や写真を多く掲載しているという特質を考慮したうえで、できるだけ報告書原本の情報を遺漏なく記録するといった目的から、高解像度のPDFを作成するよう仕様を定めていた。

高解像度のPDFはデータサイズも過大となるため、リポジトリとして配信するデータは低解像度のPDFを利用しているが、当初のコンセプトではオリジナルの報告書の代わりになりうるデータも作成し、保存継承するというものであった。奈良文化財研究所に「全国遺跡資料リポジトリ・プロジェクト」が移管される際、各調査機関で管理している高解像度のPDFデータも一括して移譲することを一部の関係機関から要望されたと側聞しているが、結果としてそれは実現せず、高解像度のPDFデータは従前同様に各調査機関で管理することになっている。

このような調査記録を最終的にどの機関が管理するのかという問題は、あまり議論されることはないが、フィルムのデジタルデータ化と保存についてあわせて検討することで、問題の所在が明らかとなる。この点については次節で検討したい。

## (3) フィルム・写真

調査報告書のデジタル化と利用環境の整備に関しては「全国遺跡報告総覧」によって一応の解決を見た。しかし、埋蔵文化財調査における成果物のうち、最も保存・継承が課題となっているのはフィルムや写真であると思われる。

---

1 全国遺跡報告総覧:埋蔵文化財発掘調査報告書を全文デジタル化したPDFファイルをWebで検索・閲覧できるデータベースの名称。奈良文化財研究所のホームページよりアクセスできる。

調査報告書は刊行部数が少なく、特定の機関でしか閲覧できないといった利用上の制限はあるものの、全く閲覧が不可能であったわけではなく、またオリジナルの媒体が紙であることから、戦前戦後期の酸性紙で刊行されたものを除き、長期保存性はある程度担保されていた。

それに対し、フィルムの保存に関しては大変危機的な状況であるといえる。

フィルムは長期保存に適さない媒体であり、各調査機関で保管されているフィルムの多くは酢酸臭を発生しているものが多いと思われる。こうしたフィルムもいずれは加水分解が進行し、その後酢酸臭が薄まると同時に乾燥化が進み、やがて粉となり消失する運命にある。

デジタル化が可能な時期は、加水分解が進行し始めている時点までであり、乾燥化が始まってしまえばデジタル化は不可能な状態と考えてよい。いずれにせよどのように手厚く保護しても劣化が止められない資料である以上、フィルムに記録された情報の継承はデジタル化による他はなく、それも早いうちに手を付ける必要があるが、早期対処が必要な資料であるにもかかわらず、逆に整備が進んでいない状況にある。

フィルムのデジタル化が進まない理由として、第一はデジタル化するための予算がないことが挙げられるが、それ以上に問題となるのはメタデータ<sup>2</sup>が整理されていないフィルムが多く、現状ではこうした未整理のフィルムをあらためて目録整理することが困難となっており、この点からもフィルムのデジタル化が進まない原因となっている。

さらにフィルムをデジタル化したとして、その後の保存や利用環境の整備が問題となる。この問題は調査報告書のケースと比較しても解決のためのハードルが非常に高いといえる。

調査報告書の刊行数とデータ量は、フィルムの点数とフィルムをデジタル化して得られるデータ総量と比較しても過小である。また調査報告書はデータ自体に情報が記載されており、極端に言えばPDFのファイル名さえ他のファイルと重複していなければ、利用は不可能ではない。この点は次項の図面と同じ性質の資料といえる。

一方フィルムや写真のデータは、画像自体ではそれが何を撮影したものかを特定することは困難であり、画像に付随してメタデータを別途整理する必要がある。各機関が現状で整理している方法は、画像はHDDのフォルダで管理し、メタデータはエクセルで整理している状況が一般的だが、関係者以外の一般の方が利用する環境を整備する場合、必然的にデータベースを構築せざるを得ない。

また、生成する画像のデータ数量は多量であり、これらを継続保存するためには定期的なマイグレーション<sup>3</sup>が必要であり、データベースの運用とともに保守管理を長期継続することが負担となる。

さらに近年、地震や水災害による資料損失のケースが頻発しているように、データを長期保存するためには、保存環境を複数用意する必要があることから、これまでのような個々の調査機関の責任でデータの長期管理を任せている状況は、データの損失のリスクを放置することになるのではないかと危惧している。

---

2 メタデータ:metadata。データに関するデータのこと。フィルムのデジタルデータについてのメタデータといえば、遺跡名・遺構名・撮影年月日・カメラの機種や撮影条件、撮影者など、フィルムに関わるあらゆるデータを指す。デジタルカメラでは事前に設定をすれば撮影条件がExif(イグジフ)領域に自動的に記録される。

3 マイグレーション:migration。「移転」、「移動」を指すワードであるが、本稿のケースで想定している具体例として、CDやDVDは10年以内に読み出しが不可能なディスクが発生するため、定期的に新たなCDやDVDに焼き直すか、ハードディスクに移し替える必要があり、その作業を指す。データベースの場合、定期的にOSやアプリケーションがバージョンアップするため、継続運用の必要上4～5年おきにサーバーやデータベースのプログラムを更新する作業が必要となる。

国内で刊行される出版物が納本制度により国会図書館に寄贈され、保管されているように、文化財保護法により埋蔵文化財調査の実施が義務つけられている以上、調査に関わる成果や資料についても、文化庁が長期・安定的に保存と利用が可能な環境を整備する必要があるのではないかと考えている。

#### (4) 図面

図面については調査報告書と同様に、長期保存性も期待できるうえ、記載情報も図面に記録されていることから、フィルムのデジタルデータ程の管理面の難しさはない。ただ図面のデジタル化を実施する場合、画像フォーマットに関しては TIFF<sup>4</sup>でも JPEG<sup>5</sup>でも PDF<sup>6</sup>でもどれを採用しても特に問題はないが、色調はモノクロではなくフルカラー画像でデータを作成する必要があると考えている。

その理由として、今後は図面をデジタル化したラスターデータ<sup>7</sup>から、ベクトルデータ<sup>8</sup>を作成するといった要請が生じる可能性があり、その際、モノクロ画像では方眼の青と描線の黒が弁別できず、ともに黒線となってしまう。カラー画像であれば、自動処理で青線と黒線の色差を利用して青線を消去することが可能になるため、可能な限りフルカラーのデータを作成することを推奨したい。

現在、まだ破断線を連続的に結合したレベルの精度ではあるが、自動的にラスターデータから線図を抽出するソフトウェア（クラボウ KS/KL など）が販売されているように、将来はこうしたソフトウェアを利用して図面の CAD 化が容易に進むものと期待できる。

さらに、CAD データによる全国遺跡地図の構築も検討されており、当然過去に記録された調査図面を CAD データに変換する必要性も想像できることから、折角作成したデータを長期にわたり有効に活用するためにも、フルカラーのデータを作成することが必要と思われる。

### 3. デジタルデータにもとづく研究の課題

#### (1) 概況

これまでの考古学研究は、紙と鉛筆、汎用の製図道具、写真を利用して研究が進められてきたが、今後はデジタルデータを多用した研究が進むものと思われる。

それでは、デジタルデータにもとづいた研究を進めるにあたり、研究成果の正当性や他社からの追試、別の研究者が成果にもとづいて研究を発展的に継続するといった目的からも、データの汎用

---

4 TIFF：Tagged Image File Format。ビットマップ形式の画像フォーマットの1種。非圧縮画像の保存形式として最も採用されている画像フォーマット。

5 JPEG：Joint Photographic Experts Group。ビットマップ形式の画像フォーマットの1種。データを高圧縮できるにもかかわらず比較的画像劣化が少ないフォーマットであるため、非可逆圧縮の画像フォーマットとして最も採用されている画像フォーマット。

6 PDF：Portable Document Format。Adobe Systems 社によって開発された電子文書のためのフォーマット。PDFを表示するための Adobe Reader が無償配布されるなど、汎用性と互換性に優れるため、電子文書のフォーマットとして最も利用されている。

7 ラスターデータ：Raster Data。ラスターデータとは格子状に並んだピクセルで構成されるデータのこと。具体的には TIFF・JPEG・BMP などの画像データを指す。ビットマップデータ (Bitmap Data) とも呼ばれる。

8 ベクトルデータ：画像を、ポイント (点)・ライン (線)・ポリゴン (面) で構成したデータ。イラストや図面など、線や面の輪郭がはっきりした、人工的な画像の作成に適している。具体的には EPS・PDF・SVG などの形式のデータを指す。ドローデータ (Draw Data) とも呼ばれる。

性と長期保存性を担保することが課題となる。

また人間が視認不可能な情報を利用することになるため、当然のようにこれまでの研究視点とは大きく異なるアプローチが必要になると考えられる。次節ではこの点について簡単に述べたいと思う。

## (2) 汎用性・長期保存性の問題

本稿の冒頭でも簡単に触れたが、過去には理化学系の専門機関でなければ利用できなかったマルチスペクトル画像<sup>9</sup>や蛍光 X 線分析が可能な機器が市販され、利用できるようになった。さらに 3D スキャナーについてもよほど大きな遺物でなければ、測定することも難しくはない状況である。筆者が所属する会社でも、クライアントの要望があれば、RGB の可視領域をスキャニングするイメージセンサーとともに近赤外線領域や X 線のセンサーを取り付けて、同時にスキャニングするサービスを提供している。

このように様々なタイプのデータを得られるようになった際、問題となるのが一次データへのアクセシビリティの問題がある。卓近な事例として、筆者が所属する会社で製作する可視領域画像や近赤外線画像についても、データフォーマットは非圧縮 TIFF や JPEG で製作するが、これはメジャーなフォーマットを採用することで、汎用性とデータの長期保存性を担保することが目的である。しかし、一辺 5m の国絵図や屏風をデジタル化した場合、マスターデータとなる TIFF で数 GB の画像となる。こうしたデータは、フォーマット自体は汎用性があるものの、現在の PC 環境の一般的なレベルでは、まだそのまま閲覧するには困難を伴うことから、別途マスターデータから多階層・多分割のピラミッド状の JPEG 分割画像を生成し、専用のビューアで閲覧できるようにしてアクセシビリティを保証している。

ただこの事例については、対象となるデータがそもそも平面複写データであることから実現できているのであり、これが Keyence VHX-6000 series のようなマイクロスコープの場合、条件が全く異なる。μm レベルの解析情報をモニターで 3D 表示させるためには、マイクロスコープの分解能と画像表示の機能が一体となった一つのシステムである必要があり、画像化された情報だけを取り出して、それを広く一般で利用することは不可能である。この情報を一次データとして利用するためには、同種の機器を利用するほかないが、まだまだこの種の機器を保有できる機関に限られていることから、どうしても解析結果の一部の画像を切り出してそれを報告書や論文に添付して提示するというスタイルによる情報の共有とならざるを得ず、実際のところ高次の解析情報であっても、情報の共有という面では印刷線数<sup>10</sup> 175 線の紙面での受容となり、結局のところ、これまでと変わらない状況にあるといえる。

こうした問題は、今後利用できるデジタルデータ全般に関わるものであり、データの専門性が高次のレベルになればなるほどデータへのアクセシビリティが制限されることになるうえ、データを長期的に利用するといった面においても、分析機器がデータの表示を含めた一連のシステムである以上、データフォーマットが異なるシステム間では共有利用ができないことから、研究成果の基盤

---

9 マルチスペクトル画像：Multi-spectrum Image。人間が視認できる可視光線（360nm～830nm）以外の不可視光線の波長帯の電磁波を記録した画像。様々な波長帯の光強度を個々に取得できるため、肉眼では識別困難な色情報を判別することが可能。

10 印刷線数：1 インチあたりの網点数を指す。単位は「lpi」。「線」とも表記される。一般的なカラー印刷物では 175 線が使用される。175 線は 350dpi に相当する。

となる一次データをどう保存するのか、あるいは研究成果の追試をどう担保するのかといった点が課題となると考えられる。

### (3) 研究視点と評価基準の転換

この点についてはすでに前項で簡単に触れたが、これまでのような紙と鉛筆で記録されたヒューマンリーダブルな記録をベースにした研究方法からは大きく変わることになると思われる。

ざっと考えてみても、考古学研究では実証的事実を導出するためのリソース構築の一環として各種情報の集成が進められていたが、それは活用できる情報が汎用的かつ長期利用性が期待できたためであり、今後は非汎用的な専門性の高いデータを援用する研究に関しては、様々な情報を集成することによってそこから一般的な法則や結論を導き出す研究法よりも、あらかじめ論理的に推論された法則性を裏付ける事例を実証するという研究法が主流になると考えられる

同時に研究視点に関しても、より専門知識が必要になるとと思われる。たとえば、青銅器をマイクロスコプで検査して得られる情報は細密であり、それがモニターで3D画像として表示される様は圧倒されるものがある。しかし、いざモニターで表示された画像を評価することになった場合、画像上で表示された凹凸が、銅と錫の配合と熱変形によって生じたものか、鑄型が材質や成型が原因で生じた凹凸なのか、あるいは制作者が意図的に鑄型に記した凹凸なのかといった判定が難しいと思われる。μmレベルの解析情報を正しく評価するためには、冶金学の知識や金属加工の経験を伴わなければ、折角の分析データも十分に活用することはできず、結果的に紙と鉛筆による記録情報で十分に推測可能な検証を、マイクロスコプで実施したというレベルの研究にとどまるのではないかと想像できるし、実際に筆者が現場で見聞きする事例も、現在のところこうした推測を外れるものではない。

ただ、上述したように理化学解析の専門機器を使用することにより、考古学研究が大きく進展することは間違いのないことから、いかに情報を有効に利用するのか、またその情報を一部の予算が潤沢な研究機関が独占的に利用するのではなく、一般の研究者にも援用可能な形態で提供できるかという問題が発展的に解消されることを期待している。

## 4. おわりに

本稿は筆者が日常の業務のなかで見聞きし、感じた事々を記載したものである。

『文化財と技術』に掲載される論考がおもに考古資料を対象としているため、テーマを考古資料のデジタルデータ化に関する問題としたが、実のところ日常の業務で考古資料のデジタル化を手掛けることは非常に稀な事例である。

考古学以外の人文学系において日本史学や国文学、美術史といった研究分野ではデジタルアーカイブへの取り組みが進んでおり、単に資料をデジタル化するだけでなく、ネットワークを介したデータの国際的な連携や画像の無制限利用の制度構築が盛んに行われている。具体的には高精細画像を表示するためにビューアー (IIIF Image Viewer) がフリーソフトとしてネット上で配布されており、京都大学や島根大学が積極的に採用し図書館のホームページで公開している。それに合わせて画像の利用制限を解消するためのCC-BYの取り組みが支持されるといった状況があり、特にここ数年で国際的な連携への具体的なアプローチが、より加速している印象がある。

こうした資料のデータと国際的な規模での連携への動向は考古学会においても無縁ではないと思

われる。同時に理化学分析がこれまでと比較して実施しやすい状況となっていることから、考古学会がどのようにデジタルデータを活用していくのかということに関心があり、関係機関や研究者の今後の取り組みに期待をしている。