

デジタルデータによる図面等記録類の取扱いについて

文化庁文化財第二課 埋蔵文化財部門

Regarding the Handling of Digitized Visual Data

(Cultural Properties Second Division, Agency for Cultural Affairs-Japan)

- ・埋蔵文化財保護行政／Administration of protection of buried cultural properties
- ・デジタル技術／Digital technologies ・長期保存／Long-term preservation
- ・記録類／Archaeological records ・デジタル化／Digitization
- ・三次元デジタル計測／3D Documentation

1. デジタル技術の導入について

(1) 検討の目的

近年のデジタル技術の進展は目覚ましく、アナログ技術のいっそうの衰退をもたらしつつある。埋蔵文化財保護行政においては、写真ではフィルムカメラ製造の縮小、フィルム生産量の減少、現像技術の低下などが生じている。また、発掘調査報告書では紙媒体による保存という形は定着しているものの、発掘調査成果の発信という点でデジタルデータの活用やこれまで蓄積された膨大な発掘調査によって得られた図面や写真などの記録類の保存の在り方などについて、その考え方を整理する必要性が生じている。

文化庁では、これまでに『発掘調査のてびき』において、発掘作業及び整理等作業でのデジタル技術の利用について、一定の考え方を示してきた。ここでは、社会全般でアナログからデジタルへの移行が進行する中で、国民共有の財産として、恒久的に保存すべき埋蔵文化財の記録類の適切な作成・保管・情報発信の在り方について、地方公共団体に指針を示すことを目的として行った検討の結果をまとめる。

(2) 検討課題

一般家庭におけるインターネット環境の整備や処理能力の高いパソコンの普及により、デジタルデータによる情報発信は効果的な手段となった。埋蔵文化財行政においても、『発掘調査のてびき』刊行後もデジタル技術はめざましく普及した一方で、その中

で指摘した記録類に求められる精度や長期保管の問題は未解決な状態のままである。

発掘調査で利用が想定されるデジタル技術は、主に①測量、②写真、③発掘調査報告書で、それぞれ、a. データ精度・形式、b. データの長期保存、c. 情報発信に関する課題がある。これらの各課題は相互に関連性がある一方、例えば、写真ではアナログ技術の品質低下という喫緊に対応すべき課題や発掘調査報告書では紙媒体の報告書との関係の整理など、各々固有の課題もある。

そのため、文化庁ではデジタルカメラの導入の課題、発掘調査報告書のデジタル化の課題、デジタルデータによる図面等記録類の取扱いの課題について検討を進めた。検討の経過は、以下のとおりである。

- 平成28年度 デジタルカメラの導入に関する課題、『埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について1』（報告）平成29年3月。
- 平成29年度 発掘調査報告書のデジタル化の課題、『埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について2』（報告）平成29年9月。
- 平成29～令和元年度 デジタルデータによる図面等記録類の取扱いの課題、『埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について3』（報告）令和2年2月。

デジタル報告1及び2の内容については、『奈良文化財研究所研究報告』第21冊で解説を行ったので、今回はデジタル報告3についての解説を行う。

2. 一次資料のデジタル化について

(1) 現状と課題

発掘調査の記録類は、『発掘調査のてびき』において、遺構・遺物の図面類・写真類・日誌などの一次資料と一次資料を加工して生成した発掘調査報告書を代表とする二次資料とに大別している。このうち一次資料は、遺跡の現状を大きく改変する発掘調査の代償として、一度失ってしまうと再現が困難なものである。そのため、一次資料については地方公共団体などの責任のもとで、恒久的かつ適切な保存管理と公開を行うことが必要としている。一次資料の恒久的な保存のためには、図面類を中心とする紙媒体の資料では保存性の高い中性紙を利用し、原本を乾燥した冷暗所に保管するとともに、災害リスクに備えて、原本と別の場所に複製を保存することが望ましい。写真のフィルムでは生物的・物理的・光化学的破壊などの影響を徐々に受け、劣化が進行することから、長期保存のためには適切な現像処理と保管環境が必要である。

現状では、図面類は、デジタル報告2でも触れたとおり、発掘調査報告書の作成の過程で、デジタルトレースのために図面類のデジタル化が行われている。フィルムは、その適切な保管環境の維持に相当のコストが発生するため、適切な保管環境を保持している組織はごく限られている現実がある。そのため、保管フィルムの劣化・退色への具体的対応策として、長期保存のためにフィルムのデジタル化を行う組織が存在している。

ところで、図面類・フィルムのいずれにおいても、現状では解像度・保存形式についての一定の目安がないため、現在行われているデジタル化において解像度・保存形式が組織によって異なっている状況である。そのため、それぞれのデジタル化の使用目的の整理、使用目的に応じたデジタル化の方法、解像度、保存形式についての目安を提示し、デジタル化後の図面類の原本の取扱いについても考え方を示す必要がある。

(2) フィルムのデジタル化について

『発掘調査のてびき』で示したとおり、発掘調査では写真では①長期保存と活用を目的とした発掘記録、②発掘作業の過程の記録(メモ)、③遺構や遺物の実測・測量目的の計測などを目的として作成される。そこで、フィルムをデジタル化する際には、写真撮影段階での作成目的に立ち返って、解像度や保存形式を決定することが適当である。そのため、写真撮影目的と同様、フィルムのデジタル化でも、デジタルデータの使用目的の明確化が重要となる。

フィルムのデジタル化の目的には、主に①一次資料の精度を最大限保持し、フィルムの劣化防止対策目的、②アクセスの減少により一次資料を良好な状態で保存しつつ、業務の効率化を図る利活用目的、③インターネット等での情報発信目的、④資料の管理や検索目的、等が一般的である。

これらの使用目的で求められる精度は、①→④の順で低くなる。ただし、高解像度でデジタル化したとしても、フィルム原版が当初から保持する解像度以上の精度にはならずデータサイズが不必要に大きくなるだけである。そのため、フィルムのデジタル化の際には使用目的とともに、フィルム原版サイズに応じて、デジタル化の解像度を決定することが必要である。

保存形式は、使用目的に応じてバックアップデータとともに適切な形式を選択して保存する必要がある。使用目的①の場合は非圧縮の TIFF 形式、使用目的③の場合は JPEG 形式が適切である。ただし、JPEG 形式は保存のたびに圧縮を繰り返し劣化するため、コピーデータを作成したうえ作業することが望ましい。

具体的な事例としては、使用目的①で、フィルム原版が ISO100 感度の 35mm モノクロフィルムの場合、フィルム原版の解像力は 60～200 本/mm とされることから、理論上の解像度は約 3,000dpi となる。そのため、この場合にはフィルム原版サイズに対して 2,800dpi 程度の解像度で、非圧縮の TIFF 形式を保存形式とすることで、十分な精度を保持でき

る。使用目的③の場合は、通常 96dpi の解像度で、JPEG 形式の保存形式で充分とみられる。このように、フィルムのデジタル化に必要な解像度は、使用目的とフィルム原版サイズにより大きく異なる。その解像度の選択が、デジタル化に要する経費と時間に大きく影響することから、使用目的とフィルム原版サイズに応じて計画的にデジタル化を行うことが不可欠である。

フィルムをデジタル化する場合、一次資料であるフィルムに繰り返しアクセスすることは、劣化を招く可能性がある。そのため、まず使用目的④によりフィルム原版全点を対象としてデジタル化を行い、デジタルデータ上で写真を整理したうえで、使用目的①～③に応じたデジタル化を行うフィルム原版を選択することが望ましい（図1）。

フィルムのデジタル化は高精度であれば手間と技術が必要となる。そのため、対象資料が膨大な場合は専属の職員の配置などが必要であるが、人員等の体制整備が困難な場合は、外部委託が適当である。デジタル化の外部委託を行う場合には、国立国会図書館が作成した「国立国会図書館資料デジタル化の手引 2017年度版」を参考に仕様を定め、必要な工程で十分に検査を行う必要がある。

なお、デジタル化後のフィルムは廃棄せずに、適切な環境で保管することが必要である。使用目的①の場合はハイブリッド保存となり、使用目的②の場合は一次資料の劣化の防止という効果が見込まれる。

(3) 図面類のデジタル化について

図面類をデジタル化することにより、①複数の人間が同時に資料にアクセス可能、②図面類の管理が

容易になり、写真や他の記録類を関連づけて管理可能、③図面へのアクセスを最小化することにより、汚損や劣化の防止可能、④図面の合成等が容易になり、近接する調査地や同一遺跡内における図面をさまざまな大きさで閲覧・利用可能、⑤小さな作業スペースで大量の図面を扱うことが可能、といった効果が期待できる。

このため、図面類のデジタル化は積極的に進めるべきである。保存を目的としたデジタル化の場合、必要な情報を正しく判読できる程度の解像度とされる 400dpi で、低圧縮の JPEG 形式の保存形式が基本となる。

図面類のデジタル化は、分割スキャニングを行い、それらを合成すると歪みが生じやすいため、大型図面を読み取れるスキャナーの使用によるデジタル化が望ましい。なお、デジタル化後の図面類の原本は適切な環境で保存し、ハイブリッド保存とすることが必要である。

(4) デジタルデータの共有

デジタルデータのコピーの作成が容易にできるという特性を活かし、例えば、都道府県と市町村がデータを共有し、互いに活用することで、データの分散保管が可能となり、記録類の長期保管という点のみでなく、災害リスクの回避にも有効である。

3. 三次元デジタル計測データについて

(1) 現状と課題

近年、撮影範囲やレーザー射出範囲内から機械的に大量の点群に関する三次元情報を取得する三次元デジタル計測が、発掘調査に導入されている。この

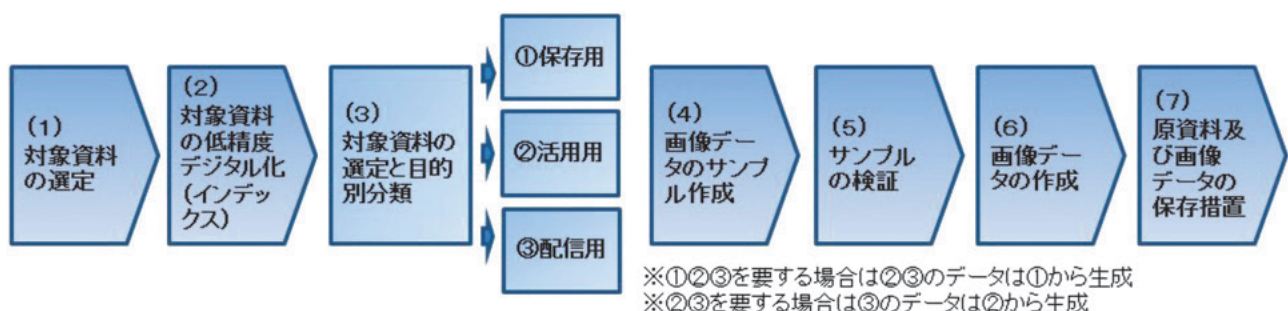


図1 フィルムデジタル化の工程

計測方法では迅速に高精度の情報が取得でき、多様な場面で利活用することが可能である。しかし、三次元デジタル計測で取得された三次元情報は、発掘調査担当者による情報の選択が行われていない。デジタル報告1・2でも踏まえたように、デジタル技術を埋蔵文化財行政で活用するためには、従来の記録作成と同等精度の確保が必要となる。そのため、三次元デジタル計測の際の機器の選択、精度の設定や、取得データの保存方法、保存形式、管理方法などについての考え方を整理する必要がある。

三次元デジタル計測データは、解析と加工により、さまざまな形で編集が可能である。そのため、一度の計測で多種多様な成果品が生成されることも多く、その結果、データ量が膨大となる傾向がある。それらは、発掘調査成果の検討や活用において有効な情報といえる反面、データの長期保存の側面では問題となる。特に多種多様な成果品のうち、長期保存すべきデータについての考え方について整理する必要がある。

(2) 三次元デジタル計測データの位置付け

三次元デジタル計測では、遺構や遺物の形状を従来よりも高密度で取得することができるため、実物の形状の詳細な記録と位置付けられる。その一方で、機械的に取得できない三次元形状以外の情報は、これまで同様、発掘調査担当者等による観察により取得する必要がある。発掘調査の図面には、元々、検出された遺構の形状を正確に記録するだけでなく、遺跡が持つ情報を正しく把握するうえで必要な観察結果の反映が求められる。そのため、形状以外の情報は含まれていない三次元デジタル計測データだけでは発掘調査の記録として不十分である。すなわち、発掘調査の記録としては、三次元デジタル計測データだけでなく、観察によって得られる種々の情報や観察所見を加えることが不可欠で、発掘調査担当者等には遺構・遺物を正しく観察する能力が求められることに変わりはない。

三次元デジタル計測機器には、現在、対象物や対象範囲によって、①広範囲のデータを取得すること

ができる航空レーザー、②中規模のデータを取得することができるUAV（無人航空機）レーザー、③地上で固定させて計測する地上レーザー、④遺物のような細かなものを計測する三次元スキャナー（デジタイザー）、⑤写真計測などが使用されており、計測対象物に応じて使用機材を選定するのが重要である。使用機器の①～③では外部委託される場合が多いと考えられるが、その場合には、国土交通省国土地理院が取りまとめた「航空レーザ測量による数値標高モデル（DEM）作成マニュアル（案）」（平成18年4月）や同「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」（平成29年3月）などを参考に仕様を定めるのが適当である。しかし、複雑な形状や重要な遺構、遺物の出土状況など、特に詳細に計測を要する範囲のデータが不足するなどの事態が生じることもある。そのため、外部委託により計測する場合は、発掘調査の記録作成という業務目的や主旨を示し、必要な情報を取得できるよう十分な協議を行う必要がある。また、委託先には、新技術の知識を有し、多様なデジタル機器のノウハウがある者が適当で、さらに、埋蔵文化財や発掘調査に関する知識・経験を有する者が望ましい。

(3) 三次元デジタル計測データの保存

レーザースキャナーにより三次元デジタル計測を実施し、最終的な成果品を三次元データファイルとした場合は、次のような工程を経て、成果物が生成されるが、その工程において多種多様なデータも生成される（括弧内は成果品）。

- ①作業計画
- ②標定点の設置（標定点成果表、地上レーザースキャナー・標定点配置図、標定点測量簿及び同明細簿、精度管理表、その他の資料）
- ③地上レーザー観測（オリジナルデータ）
- ④三次元点群データ編集（数値表層モデル（DSM）、数値標高モデル（DEM））
- ⑤三次元データファイルの作成（三次元データファイル）
- ⑥成果品等の整理（三次元データファイル・メタ

データ・観測図)

さらに、三次元データファイルを編集することにより、等高線図・陰影図・段彩図など様々な主題図も作成することができる。そのため、成果品の種類も求める情報の種類に応じて、さらに増加する可能性がある。

三次元デジタル計測データは、ノイズや計測対象以外の情報等の不要な情報の除去やデータの軽量化などが行われ、その都度、点群、TIN、メッシュといった三次元データファイルが生成される。これらのデータは、保存形式が複数提示されており、データはメッシュ間隔が広がるほどデータ量が縮小し、データの操作性が向上する反面、詳細な形状の再現ができなくなるものである。

なお、三次元デジタル計測は技術開発が盛んな分野でもあるため、どの保存形式を選択したとしても、システム寿命への対応が必要である。

成果品を作成する工程で多種多様なデータが生成されるが、そのうち長期保存を行うべきデータは最終的な成果品と測地座標系に変換した取得データ(点群や画像)、さらに、観察によって得られる様々な情報や観察所見などの形状や色情報以外のデータを併せて保存することが必要である。さらに、最終的な成果品を遡及的に再検証を行うためには、オリジナルデータも併せて長期保存することが望ましい。

4. デジタルデータの積極的な活用

(1) デジタル技術の活用と課題

デジタルアーカイブの連携に関する関係省庁等連絡会・実務者協議会がまとめた『我が国におけるデジタルアーカイブ推進の方向性』(平成29年4月)では、デジタルアーカイブの必要性について、「様々なコンテンツをデジタルアーカイブ化していくことは、文化の保存・継承・発展の基盤になるという側面のみならず、保存されたコンテンツの二次的な利用や国内外に発信する基盤となる重要な取組で」「デジタル時代における「知るため・遺すため」の

基盤として、場所や時間を超えて書籍や文化財など様々な情報・コンテンツにアクセスすることを可能とする他、分野横断で関連情報の連携・共有を容易にし、新たな活用の創出を可能とするもので」「デジタルアーカイブの活用の対象としては、観光、教育、学術、防災などの様々な目的が考えられる。」「デジタルアーカイブの構築・共有と活用の循環を持続的なものとし」「我が国の社会的、文化的、経済的発展につなげていくことが重要である。」としている。

発掘調査の記録類も、こうしたコンテンツのひとつとしてデジタルアーカイブ構築による積極的な情報発信が望まれる。その一方で、我が国におけるデジタルアーカイブの構築は諸外国に比べ遅れていることが指摘されている。

日本の地方や中小機関においてデジタルアーカイブ構築が進まない背景として、メタデータ整備やデジタル化に関する人的・財政的リソースの不足、デジタルアーカイブを構築する組織の基盤が脆弱、専任職員の配置が困難、専任職員の知識が配置転換等により散逸、著作権等の法務処理やデジタル化に関する技術などの専門的な支援の仕組みが不在、デジタル化予算が一度計上されても公開の継続やメタデータ連携に必要な予算が確保されていないことが多いことが挙げられている。これらの課題は、埋蔵文化財担当部局では特に顕著であり、発掘調査により蓄積された膨大な情報を持ち、今後も情報が蓄積されていくにも関わらず、多くの組織では膨大な情報の共有と発信はおろか長期保存を行うための環境も、十分に整備されていない。

(2) デジタル技術を活かした埋蔵文化財の活用

総務省では、失われつつある地域文化を保存・継承し、情報発信拠点としての環境を整備する「地域文化デジタル化事業(デジタル・ミュージアム構想)」を推進している。地域文化デジタル化構想では、地域博物館等の文化施設を地域文化の情報蓄積・発信拠点と位置付け、これらの施設に収蔵されている有形の文化財や地域の祭礼等の無形の文化財

とともに、埋蔵文化財をデジタル化する経費についても地方交付税措置を講じることとしている。

また、発掘調査の記録類のデジタル化やデジタル技術を利用して作成・加工された記録類は、様々な形で利用され、大きな効果を挙げている。デジタル報告2で取扱った独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所による全国遺跡報告総覧は、発掘調査報告書の公開、活用という点で既に大きな実績を挙げている。また、各地方公共団体で作成・公開されているGISを利用した遺跡地図、埋蔵文化財センター等で公開されている文化財データベース、博物館や史跡等におけるAR（Augmented Reality：拡張現実）、VR（virtual reality：仮想現実）や三次元計測データなどは、地下に眠る遺跡等の全体像など一般に伝える上で、効果を発揮している。

ただし、先述のようにこうしたデジタルデータの共有、発信には多くの課題があるため、組織単独では、デジタルアーカイブの構築は困難である。しかし、博物館や大学、企業等の他の組織との連携により実現する可能性があることから、その連携を実現するために、『デジタルアーカイブの構築・共有・活用ガイドライン』では、①メタデータの整備、②サムネイル／プレビューの作成、③デジタルコンテンツの拡充、④整備したメタデータ、サムネイル／プレビューを著作権等に配慮したうえで活用が最大限に行われるようオープン化、⑤デジタルコンテンツの利用条件の表示、等を行うことが望まれるとし

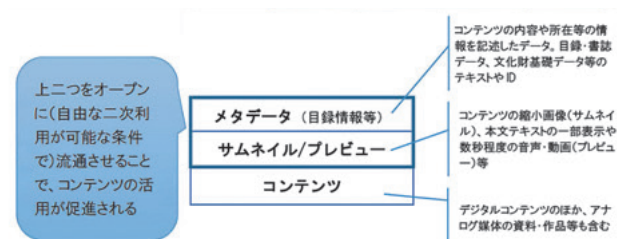


図2 デジタルアーカイブ連携における流通単位
『デジタルアーカイブの構築・共有・活用ガイドライン』より転載

ている（図1）。デジタルデータの長期保存にあたっては、データを適切な状態で管理することが重要だが、デジタル技術を活かした埋蔵文化財の活用という観点からも、共有可能な状態でデータを管理することが重要となる。すなわち、埋蔵文化財のデジタルデータの基礎的な整理を行うことは適切な保管と活用にもつながることから、まずはメタデータの整備等に着手することが望まれる。

5. 今後の課題

文化庁では、平成28年度から4年間にわたって埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について検討を行った。ただし、デジタル技術の進展は目覚ましいため、これまでの報告内容も各報告公表時点での技術水準に基づくものである。

社会全体はデジタル技術を積極的に利用し、常に新技術を開発する方向に向かっている。埋蔵文化財保護行政では、デジタル技術を利用するために必要な財政的、人的な基盤が不十分なため、従前の方法で記録類の長期保存を実現しようとする傾向がある。しかし、写真や三次元デジタル計測データに代表されるように、従前は取得が困難なデータも取得できるようになってきており、こうしたデータの保存や活用という観点でもデジタル技術の導入について積極的に検討すべき時期を迎えている。今後は、記録類の長期保存を実現するための措置を検討しながら、デジタル技術について関心を払いつつ、その特性を活かした適切な導入が求められる。

さらに、デジタル技術は今後もさらに発展すると考えられ、今後のデジタル技術の発展や社会への浸透を注視するとともに、埋蔵文化財保護行政の円滑な推進のために埋蔵文化財保護行政におけるデジタル化について必要となる事項について、今後とも必要に応じて検討する予定である。