

# デジタル技術による 文化財情報の記録と利活用 2

—オープンサイエンス・データ長期保管・知的財産権・GIS—

Recording and Utilization of Cultural Property Information via  
Digital Technologies Vol. 2

Open Science, Data Preservation, Intellectual Property, GIS

2020

独立行政法人 国立文化財機構

奈良文化財研究所

Nara National Research Institute for Cultural Properties

# デジタル技術による 文化財情報の記録と利活用 2

—オープンサイエンス・データ長期保管・知的財産権・GIS—

Recording and Utilization of Cultural Property Information via  
Digital Technologies Vol. 2

Open Science, Data Preservation, Intellectual Property, GIS

2020

独立行政法人 国立文化財機構

奈良文化財研究所

Nara National Research Institute for Cultural Properties



# デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2 —オープンサイエンス・データ長期保管・知的財産権・GIS—

## 目 次

### 凡 例

#### 1. 文化財情報のオープン化・ネットワーク化

|  |    |
|--|----|
| 〔1〕 考古学における研究成果公開の動向 ～データ管理・方法の透明性・再現性～  | 1  |
| Ben Marwick [ワシントン大学]                    |    |
| 〔2〕 考古学ビッグデータの可能性と課題                     | 14 |
| 野口 淳・高田 祐一 [奈良文化財研究所]                    |    |
| 〔3〕 考古学のためのデータビジュアライゼーション                | 16 |
| 石井 淳平 [厚沢部町]                             |    |
| 〔4〕 研究者にとってのオープンサイエンス                    | 27 |
| 中村百合子 [立教大学]                             |    |
| 〔5〕 海外の日本研究と知のネットワーク ～デジタルアーカイブのユーザを考える～ | 32 |
| 江上 敏智 [国際日本文化研究センター]                     |    |
| 〔6〕 文化財の多言語化に失敗しないためには                   | 37 |
| Peter Yanase [奈良文化財研究所]                  |    |

#### 2. 文化財デジタルデータの保管と活用

|   |    |
|---|----|
| 〔7〕 デジタルデータによる図面等記録類の取扱いについて              | 41 |
| [文化庁文化財第二課理蔵文化財部門]                        |    |
| 〔8〕 奈良文化財研究所におけるフィルムのデジタル化                | 47 |
| 中村 一郎 [奈良文化財研究所]                          |    |
| 〔9〕 文化財デジタルデータ長期保管の実務                     | 49 |
| 高田 祐一 [奈良文化財研究所]                          |    |
| 〔10〕 デジタルデータ長期保存における記録メディアの選択             | 55 |
| 高瀬 史剛 [ソニーストレージメディアソリューションズ株式会社]          |    |
| 〔11〕 三次元データの可能性 ～活用と課題～                   | 59 |
| 野口 淳 [奈良文化財研究所]                           |    |
| 〔12〕 文化財デジタルデータ長期保存のためのファイル形式             | 71 |
| 高田 祐一 [奈良文化財研究所]                          |    |
| 〔13〕 発掘調査から報告書公開までのデジタル技術                 | 77 |
| 水戸部秀樹 [公益財団法人山形県埋蔵文化財センター]                |    |
| 〔14〕 報告書掲載データとWebコンテンツ                    | 95 |
| 堀木真美子 [公益財団法人愛知県教育・スポーツ振興財團 愛知県埋蔵文化財センター] |    |

### 3. 文化財情報と知的財産権

|   |     |
|---|-----|
| [15] 著作権法における資料保存のための複製－フィルム、ビデオテープのデジタル化を例に－ | 101 |
| 数藤 雅彦 [弁護士、五常総合法律事務所]                         |     |
| [16] 映像資料の権利処理とその実務                           | 105 |
| 矢内 一正 [東宝株式会社]                                |     |
| [17] 三次元データの公開に伴う著作権等の整理                      | 111 |
| 仲林 勝史 [東大阪市教育委員会社会教育部文化財課]                    |     |
| [18] 文化財情報を真の公共財とするために                        | 118 |
| 福島 幸宏 [東京大学大学院情報学環]                           |     |

### 4. 文化財調査におけるGISの活用

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| [19] GISの基礎－文化財におけるGIS利用の概要－     | 122 |
| 山口 欧志 [奈良文化財研究所]                 |     |
| [20] 地理院地図の利活用                   | 130 |
| 宮本 歩 [国土地理院近畿地方測量部]              |     |
| [21] 文化財業務で使うGIS－QGISを利用した実践的操作－ | 138 |
| 石井 淳平 [厚沢部町]                     |     |
| [22] 文化財調査でのGISの利用               | 195 |
| 永恵 裕和 [兵庫県教育委員会]                 |     |

### 5. 文化財報告書の電子公開

|   |     |
|---|-----|
| [23] 発掘調査報告書の公開                               | 202 |
| 宮崎 敬士 [熊本県教育庁]                                |     |
| [24] 遺跡抄録の現状と注意点                              | 206 |
| 高田 祐一 [奈良文化財研究所]                              |     |
| [25] 発掘調査報告書とデータの公開利用－「記録保存」と情報のフロー、再現性・再利用性－ | 211 |
| 野口 淳 [奈良文化財研究所]                               |     |
| [26] 数字で見る全国遺跡報告総覧                            | 218 |
| 高田 祐一 [奈良文化財研究所]                              |     |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Table of Contents | 235 |
|-------------------|-----|

## 凡 例

- 1 本書は、奈良文化財研究所において令和元年（2019）9月10日（火）から11日（水）にかけて開催した、考古学・文化財データサイエンス研究集会「考古学ビッグデータの可能性と世界的潮流」、9月24日（火）から27日（金）にかけて開催した令和元年度文化財担当者専門研修「遺跡GIS課程」、令和2年（2020）1月20日（月）から24日（金）にかけて開催した「文化財デジタルアーカイブ課程」講義内容に各講師が加筆・修正したもので、発表者の所属は研修開催時点のものである。
- 2 本書は、考古学・文化財データサイエンス研究集会「考古学ビッグデータの可能性と世界的潮流」講義6編、「遺跡GIS課程」講義5編、「文化財デジタルアーカイブ課程」講義17編を収録し、関連する新たな論考1編を収録したほか、関連する余録1編をご寄稿いただいた。
- 3 本書の編集は、企画調整部文化財情報研究室の高田祐一が行い、村上螢が補佐した。



# 考古学における研究成果公開の動向 －データ管理・方法の透明性・再現性－

Ben Marwick (ワシントン大学)

日本語化：高田祐一・野口 淳・Peter Yanase

Archaeological Science and Current Trends in Research Publication, Data Management,  
and Methods Transparency and Reproducibility

Ben Marwick (University of Washington)

- ・オープンサイエンス／Open science・オープンアクセス／Open access
- ・オープンデータ／Open data・オープンメソドロジー／Open methodology

## はじめに

考古学では、フィールドワークや博物館のコレクションなどの情報源からデータを収集し、そのあと詳細な記述、厳密な分析を行い、多くの場合、研究成果を簡潔だが高度に凝縮された報告や学術論文の形で発表する。ほとんどの場合、(データ収集・記述・分析)の過程は、これらの出版物としてしか示されないし、その上、学術論文の大半は、掲載雑誌の出版社に講読料を支払っている研究機関の研究者にしかアクセスできない。このような従来の考古学研究のモデルは、過去に関する新知識の獲得において長い間効果を発揮してきたが、他分野における現在の実践規範と次第にずれが生じている。「オープンサイエンス」と呼ばれる新しい規範は、データの所有権ではなく管理義務、分析過程の秘匿性より公開性、そして一般の人々の排除より包摶が求められる。考古学において、オープンサイエンスというコンセプトは決して新しいものではないが（例えば、Lake 2012 および同論文掲載のほかの論文を参照）、残念なことにいまだ透明性が低いモデルの方が多い。オープンサイエンスの実践がより広範囲に進めば、個々の研究者と考古学の学問分野の双方の利得は間違いなく多い。本論文では、オープンサイエンスの実践とそれにより研究者が受けける恩恵について簡単に説明する。また、考古学者がオープンサイエンスに取り組み恩恵を得るための支援を学会

(グループ)の活動として行うことを推奨し、それどのように考古学におけるオープンサイエンスの導入を促すのかを説明する。

## オープンサイエンスとは何か

科学における公開性は、近代科学の起源を規定し (David 2004)、未来を想起させる (Fecher and Friesike 2014) という点で重要な意味を持つ。オープンサイエンスに関する先行研究をまとめた Fecher と Friesike (2014) は、5 つの課題を見出した。①インフラ（研究の効率を向上するためのツールやサービスを作ること）、②公共性（科学者以外もアクセスできるようにすること）、③評価（研究のインパクトを測る新たな指標を開発すること）、④民主主義（すべての人が自由に知識にアクセスできるようにすること）、そして⑤実用（共同研究をより効率的におこなうこと）である。オープンサイエンスを推進することで一般の人が受ける恩恵については広く論じられているので、ここでそれについて言及しない (Boulton, et al. 2012; OECD 2015 を参照)。かわりにここでは研究者中心のアプローチを採用し、考古学者としての実践の経験に基づいて研究者にとって最大の利益をもたらすであろう公開性の具体的事例に焦点を絞るこの観点から、Fecher と Friesike が見出した課題と交錯する、オープンサイエンスの3つの要素を位置付ける。すなわち、オープンアクセス、オープンデータ、オープンメソドロ

ジーである。

## オープンアクセス

オープンアクセスとは読者や図書館から料金を徴収せずに、学術研究、特に書籍出版物を恒久的にオンラインで全文にアクセスできるようにすることである (Willinsky 2006)。これを可能にする方法はいろいろある。例えば、「ゴールドオープンアクセス」は、著者が掲載料（通常、論文掲載料またはAPCと呼ばれる）を支払う形である。この料金は、本来なら研究機関が購読することで出版社が回収する出版費用に充てられる。しかし、こうしたAPCは、かなり高額になることがあり、しばしば研究者が自分の掲載論文をオープンアクセスにしない理由になる。これは特に、発展途上国の研究者、伝統的に活躍の場が与えられない人々（女性、障害者など）、若手研究者、論文投稿料が研究助成金に含まれていない考古学などの分野の研究者へ大きな影響を与える（一部学術雑誌は免除の制度がある、Herb, 2010; Solomon & Bjork, 2012などを参照）。別の方針は、「グリーンオープンアクセス」と呼ばれ、学術雑誌への掲載前に著者が「プレプリント」として自身の原稿をオンラインで公開することである（图1、Bourne, et al. 2016; Desjardins-Proulx, et al. 2013）。グリーンオープンアクセスの最大のメリットは、著者は無料で公開でき、読者は無料でアクセスできる点である。

分野別のプレプリント・リポジトリの代表例は、物理、数学、コンピュータサイエンス、天文学とこれらに関連する分野の論文を保管する arXiv.org と、生物医学と生命科学専門の bioRxiv.org である。実際、生物学分野の一部の助成金提供団体は、掲載前にプレプリントをサーバーにアップすることを義務付けている (Dolgin 2016)。考古学者がよく使用するプレプリント・リポジトリには、社会科学に特化した socarxiv.org がある。academia.edu と researchgate.net はオンラインでの論文共有によく

使用されているが、実は、コンテンツの大半を公開する権利をもたない民間の営利企業であり（そのため、出版社に訴訟を起こされる可能性が高い）、論文へアクセスするには登録が必要である。したがってこれらは、プレプリント・リポジトリの代替手段として使用するべきではない (Fortney and Gonder 2015)。研究に力を入れている大学のはとんどはオープンアクセス・リポジトリを所有しており、所属する研究者がプレプリントとして自身の研究を広められるようになっている (Pinfield, et al. 2014)。多くの学術誌は、出版論文のプレプリントの投稿を許可しており、（数が少ないゴールドオープンアクセス誌に比べて）研究者は投稿する学術誌の選択肢を広げることができ、オープンなアクセスが可能になっている。学術誌のそれぞれのポリシーについては SHERPA/RoMEO データベースにおいてオンラインで確認できる。オープンアクセスの出版物は、引用される機会やメディアで取り上げられる機会が増えるため、インパクトが大きくなるという研究者にとっての利点がある（これを裏付ける先行研究について McKiernan, et al. 2016 と Tennant, et al. 2016 を参照）。また、将来の学生や、地元住民・先住民のコミュニティのようなアカデミア外の協力者が、自身の出版物に容易にアクセスできるというメリットもある。

## オープンデータ

オープンデータとは、データセットへのオープンなアクセスのことである (Costa et al. 2013)。データはさまざまな形式・様態を取るが、ここでは、遺物の計測値の一覧表や、遺跡の所在地、属性の GIS レイヤーなど、報告書や出版物の要約的な表やグラフの作成に使用される情報を取り上げる。伝統的に考古学者は、データセットを占有的な成果物と見なし、その収集に高額な費用を支払っているため、排他的に占有したデータに基づき論文等を出版することでその費用を回収したいと望んできた。しかし多くの分野において、このデータの所有権という考え



図1 プレプリントと、学術雑誌への論文掲載の一般的な流れ。通常、原稿は、査読のために学術雑誌に投稿されるとともに、または、掲載受理された後（ただし、校正版が準備される前に）プレプリント・リポジトリにアップされる。プレプリントは著者が更新でき、バージョンはリポジトリが管理する。投稿されたバージョンと受理された著者の原稿は著者が所有するため、これらは著作権を侵害することなくプレプリント・リポジトリにアップできる。著者が著作権譲渡契約に署名したら、出版社が作成した論文のバージョンは著者の所有ではなくなる。例えば、校正版と刊行版（の知的財産権）は出版社が所有するため、ほとんどの場合、著者はプレプリント・リポジトリまたはその他の場所（例えばacademia.eduやresearchgate.net）で、これらを公開することが法的に認められていない。

方は時代遅れとみなされており、データの管理義務という考え方方に取って代わられている（Hampton, et al. 2015）。データの管理義務は、個人のキャリアにおける野望のためでなく、科学コミュニティや社会に代わって研究者がデータを収集し、共有することを提倡している。こうした考え方では、公開リポジトリにデータを預けることで自身のデータを他人と共有することを研究者に求める資金提供機関（例えば、ウェルカム・トラストやビル＆メリンド・ゲイツ財團、全米人文科学基金およびアメリカ国立科学財團）、および学術誌（例えば、「PLOS」、「エボリューション（Evolution）」、「サイエンティフィックデータ（Scientific Data）」および英国王立協会発行の学術誌）のポリシーにおいて見られる。これらの資金提供機関や学術誌が求めているデータ公開のニーズに応えるため、近年かなりの技術とインフラが整って来た。各分野のリポジトリを網羅したリストは、www.nature.com/sdata/policies/repositoriesで入手できる（リポジトリの多くは無料で利用可能）。考古学データに特化したりポジトリの例としては、opencontext.org、tdar.org および archaeologydataservice.ac.ukなどが挙げられる。信

頼できるデータリポジトリの特徴は以下の通りである。<sup>①</sup>データへのアクセスと保存という明確なミッションがある。<sup>②</sup>データのアクセスと使用について適切なライセンスを提供している（例：CC0）。<sup>③</sup>補完データへの持続的アクセスと保存を確実に行うための継続計画がある。<sup>④</sup>データの完全性と真正性を保証しており（例えば、バージョン管理システム）、適切に引用することで永続的に利用者がデータを発見し参照することができるようしている（例えば、DataCite DOI）（Edmunds, et al. 2016）。信頼できるデータリポジトリを使用することは、データの持続的な利用を確保するために重要である。なぜなら、研究者に対して個人的に保有しているデータを直接請求しても提供してくれないことが多いからである（Collberg and Proebsting 2016; Savage and Vickers 2009; Stodden, et al. 2013; Vines, et al. 2014; Wicherts, et al. 2006; Janssen 2017）。

データへのオープンなアクセスを提供することは、出版物へのアクセスをオープンにするよりも課題が多い。なぜならデータの乱用や機微情報（個人を特定できるデータや正確な遺跡の所在地）の公

表により人々や文化遺産を傷つける可能性があるためである。データをオープンにする場合、特に大人数のチームや民間調査組織、国、地方公共団体の場合、かつ・もしくは、先住民やその子孫のコミュニティとともに作業している考古学者は、知的財産権について考慮しなければならない (Executive Office of the President 2009, 2013; Lane, et al. 2016; Open Knowledge Foundation 2012)。これらの倫理的課題の多くは、交渉や法的手段（例えばクリエイティブ・コモンズ・ライセンスなどを用いること、Stodden 2009 を参照）、あるいは、データの一部を非公開化する、位置情報の精確さを下げる (The Digital Index of North American Archaeologyなどのプロジェクトにおいて使用し成功した方法)、アクセス制限、または公表停止措置を講ずなどの解決策によって対処できる。言うまでもなく、研究者は、自身のデータを一般公開する前に、負の影響について慎重に対処しなければならない (Finn, et al. 2014)。とはいえ、ほとんどの考古学者にとって学術雑誌掲載された自身の論文で表や図を作成するペースとなったデータはもちろん、それよりさらに詳細な元の記録を共有することさえ大した負担にならないだろう。実際、多くの考古学者はすでに学術雑誌掲載論文のオンライン補足資料として日常的にこれを行っている (Kansa 2012)。オープンアクセスと同様、データの共有公開は、被引用数を増し、インパクトが向上する傾向が見られる (McKiernan, et al. 2016を参照)。また、データへのアクセスをオープンにすることにより他の考古学者も恩恵を受ける。例えば、過去の研究データが信頼できるリポジトリで公入手できるようになっていれば、より簡単にそれを見つけることができる。また、経験上、データは一般公開を前提に準備した場合、普段より適切に記録され、再利用が容易になる。

## オープンメソドロジー

オープンメソドロジーとは、誰でも検証、または再利用ができる、データの収集、分析および可視

化の方法である。このアプローチには、経験的な方法（例えば、試料を用意するために使用する化学薬品の詳細）、および計量的・統計的方法（例えば、原データの取得、統計検定、モデルおよび可視化を提供する方法の詳細）がある。オープンメソドロジーは、研究の再現性を向上するために重要である。研究の再現性とは、同じ材料と方法を使い研究をやり直して同じ結果を出せることという意味であり、科学の大前提である (Stodden et al. 2014)。今日の研究、とりわけ計量的・統計的方法は複雑であり、通常の学術雑誌掲載論文は再現性を確保するために詳細を論じるには短すぎる (Buckheit and Donoho 1995; Rollins et al. 2014)。オープンメソドロジーは、生物医学 (Begley and Ellis 2012) や心理学 (Open Science Collaboration 2015)、遺伝学 (Callaway 2016)、政治学 (McNutt 2015) および経済学 (Herndon, et al. 2014) において注目された研究の結果を再現できなかったことが社会的な注目を集めたことを受けて、考古学以外の分野で盛んになった。

その結果、考古学 (Marwick 2016) を含む多くの分野において再現性を向上する方法について広く議論された（例えば、Goodman, et al. 2016; Munafò, et al. 2017; Sandve, et al. 2013; Stodden, et al. 2016; Stodden & Miguez 2014; Wilson, et al. 2014）。これらの議論は、いくつかの頻繁に推奨される実践に集約される（図2）。例えば、①その分析アルゴリズムがプログラマティクにブラックボックス化されているソフトウェア（例えば、Excel, SPSS, PAST; Joppa, et al. 2013）ではなく、再現性を実現する透明性の高いソフトウェア環境（RまたはPythonなど、図3）を用いてデータを分析する、②効率的に変更を追跡・記録し、協働を容易にするバージョン管理システムを使う（マイクロソフトワードやGoogleドキュメントの「変更履歴」に似たGitなど；Ram 2013）、③オープンソース・ライセンスを使って、（オリジナルの）エフォートを認識しながらコードの再利用可能性を最大限に高める（Apache、MIT、またはGPLライセ



図2 再現可能研究の範囲 (Peng 2011)。最終的なテキスト、結果および図のみで構成される科学論文（例えば、1つのPDF文書）は、1つの研究結果を公表するものだが、これらの再現性が最も低く、データから結果までの分析過程全体を再現することが不可能な場合が多い。分析に使用したデータおよび／またはコードを公開すれば、再現性は大幅に向上する。同様に、バージョン管理システム（Gitなど）を使用することで、プロジェクトの過程全体を見ることが可能になる。最後に、最も再現性が高く、したがって科学的な研究は、テキスト、コードおよびデータを、実行可能な環境に組み込んだ動的レポート（R Markdown notebookなど）を用いたものである。

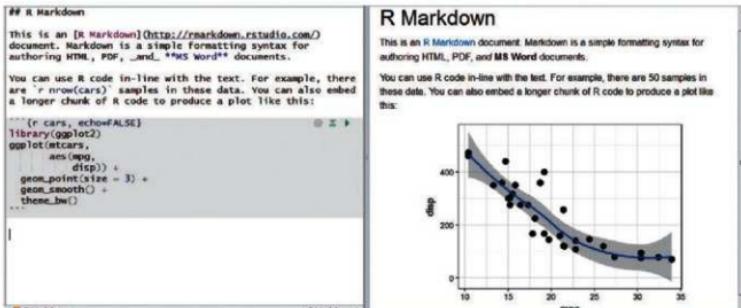


図3 再現可能な研究にR言語を使用する方法を示したRStudioプログラムのスクリーンショット。左側のパネルはテキストエディタで、ここではフレンケリストとコードをR Markdownファイル(Rmdファイル)に書き込む。右側のパネルは、Rmdファイルが文書を「knit」つまりレンダリングされたときに生成されるアウトプットである。この例では、Rmdをknitして、Rmdファイルを生成しているが、同じRmdファイルからPDFまたはマイクロソフトWordの文書を生成することも可能である。この例のテキストの最初の2つのグラフは、基本的なテキストフォーマッティング（例：ヘッディング、URL、ボールドおよびイタリックのテキスト）のMarkdownでのやり方を示している。2つ目のグラフは、RコードがテキストにINLINEで組み込めるやり方を示す。レンダリングプロセスは自動的にコードを実行し、その結果をテキストに挿入する。ここでは、「foras」データセットの列の数を計算し、その結果（50）をレンダリングした文書に挿入している。左側のグレイ部分のテキストと、右側のHTMLファイルでグラフを生成するRコードの「チャンク」である。このコードチャンクでecho=FALSEを使用して、そのコードチャンクがHTMLファイルで表示されず、コードが生成するグラフのみが見える状態を指定している。同じ文書にテキストとコードを書き込むこの方法は再現性を向上する。データ分析の方法（R code）がテキストとして同じ文書に含まれており、コードを容易に繰り返し実行して、結果を生成することができるからである。これにより、表やグラフを他のソフトウェアからコピペする必要がなくなり、転記エラーがなくなるだけでなく、結果の根拠も明白になる。

ン、Stodden 2009）、そして、④自由にアクセスでき信頼できるリポジトリにこれらの方法をアーカイブする（例えば、osf.io、zenodo.org または figshare.com にアップされる R または Python のスクリプト

ファイル、Mislan, et al. 2016）などがある。これらの推奨事項を実施すれば、掲載時点で自分たちの研究ワークフローがすでに整備されているため、検証や再利用のための方法の公開が簡単になる。

## オープンサイエンスは考古学者にどう関係するか？

上記の3つの実践、つまりオープンアクセス、オープンデータとオープンメソッドロジーは、多くの考古学者を刺激する3つの基本原則と重なる。

第一に、多くの考古学者は、研究を進め、考古学の知識を広めたいと考えている。オープンサイエンスの実践は、透明性が高く再利用可能で簡単にアクセスできる研究（オープンデータとオープンメソッドロジー）を、金銭的または著作権に関する障害に直面することなく（オープンアクセス）、実施するよう考古学者に奨励することで、この目標を支援する。さらにはこれを研究コミュニティの目標とするために、再現性の高いソフトウェアを使う、スクリプト化されたワークフローを作る、バージョン管理と共同分析のための環境を使用する、データとプレプリントが公のリポジトリを通して入手できるようにする、オープンアクセス学術雑誌で研究を発表するなどの選択肢を考古学者に教育することが必要である。

第二に、多くの考古学者は、考古学の方法を改善し、考古学の倫理を向上すべく努力をしている。オープンサイエンスの実践は、研究における透明性と再現性向上することで考古学を改善する。このアプローチにより考古学者は、より容易にかつ責任をもって他の考古学者の研究に基づいて研究を進め、考古学の実践を発展させ、発見を加速させる。透明性と再現性は、考古学研究に対する信頼性の向上にも役立つ。研究結果だけを確認する従来の査読よりも、研究過程全体の第三者による評価が可能になるためである。オープンサイエンスの実践は、データ分析の背後にある推論の連鎖を効率的に実証し研究過程を学界と一般社会に公開することによって、より倫理的な研究が推進される。コミュニティとして我々は、考古学者に対し、オープンサイエンスのツールと方法を活用して、自身の研究と考古学分野

そのものがいかに改善されるかということを教育しなければならない。

第三に、多くの考古学者は、研究者がお互いに、そして行政職員や一般の人々など他のコミュニティの人たちとかかわり合う協力的な研究コミュニティの一員になることで、意欲が高まる。コミュニティのベストプラクティスのための考古学におけるオープンサイエンスは、研究の方法、データ、結果を信頼できるオンラインリポジトリにアップするよう研究者に奨励し、共有を促す。研究共有の実践を標準化することで、考古学者、協力者、政策立案者やプロジェクト管理者などを含むコミュニティの間の関係が向上する。オープンサイエンスは、研究者相互、および方法とデータへの関わりについての金銭や制度による障害を取り除くので、包摶性を向上させる。

公開性を高める方向に進む考古学者のコミュニティは、すでに多くの科学分野において実践されている広範なオープンサイエンスの動向に貢献するだろう。例えば、米国生態学会、ヨーロッパ地球科学連合およびヒト脳機能マッピング学会は、オープンサイエンス部門を設立し、研究者が公開性によつて利益を得ることを支援している。同様に、正式なオープンサイエンスのポリシーが心理化学学会（Association for Psychological Science）およびアメリカ心臓協会（American Heart Association）によって策定されている。いくつかの学術雑誌やシンポジウムでは、掲載が受理される前に、投稿された論文について再現性に関する審査を受けることを義務づけている（例えば、Association for Computing Machinery の分科会の一つである Special Interest Group on Management of Data、「American Journal of Political Science」、「Quarterly Journal of Political Science」）。多くの学術誌では掲載の条件としてデータのオープンアクセスを義務付けており（Alsheikh-Ali, et al. 2011）、また一部の学術誌は、オープンアクセスの実践を著者に報奨している（例えば、「Biostatistics」、「Psychological Science」）。考古学

では同じような取り組みの数は少ないが、例えば、「*Internet Archaeology*」は掲載する論文の研究データをオープンにする著者に「オープンバッジ」という認定証を与える。また、信頼できるリポジトリで保管されているデータセットの詳細な説明を掲載する*Journal of Open Archaeology Data*がある。

## 何ができるのか？

公開性と透明性を支える考古学者の原則は、以下の2つである。(1) 考古学者と研究機関が、データ、方法、研究の成果物の管理において、透明性とアクセシビリティを向上させる。(2) 再現可能な研究を実現するオープンな実践の方法について個人および研究機関と情報を共有する。個人の研究者として以下の事柄を実践することで研究の再現性を高め、そして他の研究者もそれに倣うように影響を与えることができるであろう。

- ・データ分析について、明確な、または、スクリプト化された、再現可能なワークフローを作り、そのワークフローをアクセス可能にする。可能な限り、自身の実施した研究を他の人が容易に評価できるように、透明性が高くアクセス可能な分析ツールおよびソフトウェア (R, Pythonなどのプログラミング言語など) を採用する。
- ・論文を査読する際にデータとコード（の公開）を要請する。また、編集者の立場にいるときは、学術雑誌における標準的な査読方法の一環として、データとコードの査読を提唱する (Stodden, et al. 2013; Morey, et al. 2016; Janssen 2017)。
- ・すべてのリサーチ・デザインにおいて、網羅的なデータ管理計画を含め、その計画に沿って研究を行う (LeVeque, et al. 2012)。
- ・担当する学生と受講生に、再現可能な形でオープンに研究を行うことを教える (Baumer, et al. 2014)。
- ・オープンアクセス・リポジトリに自身の論文とプレプリントをアーカイブする (McKiernan, et al. 2016)。

・信頼できるリポジトリに自身の研究データとコードをアーカイブし、DOI を用いて掲載された論文においてそれらのアーカイブを引用する (McKiernan, et al. 2016; Mislan, et al. 2016; Rollins, et al 2014)。

こうした活動は、科学全般において、オープンな状態と再現性を向上するために最近推奨されている事項と一致する (Miguel, et al. 2014; Nosek, et al. 2015; Stodden, et al. 2016)。個々の研究者がおかれている状況やスキルによって、研究者が採用できるオープンな程度や範囲が異なることは確かである。よって、全員が常に上記の事柄にそって活動をすることは不可能であることも事実である。しかし、ひとりひとりの活動が、考古学的研究全体の実践を一歩ずつオープンサイエンスの規範へと改善することは可能である。

考古学のコミュニティとして、例えば、考古学のシンポジウムやミーティングなど専門家が集まる場で、条件を満たすポスターを貼り出したりスライドのプレゼンテーションを実施したりした研究者に、オープンデータとオープン資料 (Open Data and Open Materials) を認定するセンター・フォー・オープンサイエンス (Center for Open Science) (COS) のバッジを与える (osf.io/tvyxz) の方法で、オープンプラクティスを奨励することができる。こうしたバッジは様々な分野で使用されており、データ共有を促すことに効果的な手段であることがわかっている (Kidwell, et al. 2016)。考古学の学術雑誌と協力して、COSバッヂをどのように学術誌論文に採用できるか検討することも良いだろう。2つの活動は、ソフトウェアとデータの使い方に関するワークショップの開催である (Teal, et al. 2015; Wilson 2013)。これらのワークショップでは、より効率的に再現可能な形で、かつオープンに研究できるように、オープンサイエンスツールの使用について研究者に研修を行うことを目指す。シンポジウムやミーティング、あるいは自分の大学で、これらのワークショップを提供してもいいだろう。アメ

リカ考古学協会では、オープンサイエンス分科会（Open Science Interest Group）を設けて、これらのコミュニティ活動を実施している。OSIGのウェブサイト osf.io/2dfhz/では、分科会に関する情報や各種の資料などを見ることができる。

3つ目の活動は、考古学者の大学院教育の改革である。ほかの多くの分野と同じように、現今のやり方は「T型学者」の育成を目指すものである（Conley, et al. 2017）。つまり、学生への教育で、その中に考古学における深い知識（Tの縦の線）を構築しつつ、生態学、人類学、生物学、社会学など、ほかの分野の専門知識を広く浅く理解することで学生の認識の幅（Tの横の線）を広めることを意図する。これに加えて、将来の世代に向けてオープンな状態と再現性を向上するために、大学院教育プログラムにおいて、T型と別の知識体系を持った研究者の育成を目指すことが必要となる。例えばそのために、オープンメソドロジーとオープンデータを可能にすることを目指して、R Markdownや関連ソフトウェアを使用するに必要なコンピュータースキルという2つの継ぎの知識をもったII型研究者の育成を試みるのも一つの方法だろう。しかし、大学院生教育において、2つ目の深い専門知識の習得を要求することは非現実的かもしれない。その代わりに、考古学分野で専門レベルの深い知識をもっているが、透明性が高く再現性可能な研究に役立つコンピュータスキルだけ精通し熟練している、Γ型学者（Fiore-Gartland 2017）の方がいいかもしれない。Γ型学者とは、コンピュータサイエンスの専門家ではないが、他の分野の学者と協力し他の分野の学者から学ぶことができるくらいには精通しており、考古学における自身の研究を進めるための新たなスキルとツールを手に入れることができるような人である（図4）。

## まとめ

本稿では、現在実施されているオープンサイエンスの取り組みの目標とベストプラクティスについて簡単に紹介し、個々の研究者並びに科学そのものに

対して恩恵を与えると思われる具体的なベストプラクティスについて説明した。そのベストプラクティスとは、①プレプリントをサーバーにアップすることでオープンアクセス論文を増やす。②掲載済論文には、信頼できるリポジトリにアップしたオープンデータセットをつける、そして③掲載済論文のほか、関連しているコードを含む透明性が高く再現可能な科学的ワークフローを作り、それを利用可能にすることである。これらの実践と考古学者との関わりを示し、これらにより多くの考古学者の目標に向かって進むことができるとことを論じた。さらに、簡単に実行できるコミュニティの活動について記述し、そしてそれらの活動がいかに考古学におけるオープンサイエンスの定着に役立つかを説明した。

オープンサイエンスの実践をよく知らない考古学者は多いと考えられ、これらの実践を通常の研究に組み込むことは、時間や努力、その他のリソースを費やすことになるのではないかと懸念しているかもしれない。プレプリントのアップは迅速かつシンプルに行えるが、データ分析のために新たにプログラム言語を学ぶのは、かなり骨が折れる。（とはいって、筆者の経験からいって、RやGRASSのようなオープンソースプログラム言語を学ぶのは、SPSSやArcGISなど他のソフトウェアを初めて学ぶことと比べて、難しさにそれほど相違はない）オープンメソドロジーの採用を加速するための研修ワークショップの開催が急務である。これらのワークショップははじめに、オープンソースの統計解析用プログラミング言語のR、バージョン管理システムのGit、そしてデータリポジトリの使用の3つのトピックを取り入れるべきである。長期的に見れば、RやPythonなどの環境においてスクリプト化したワークフローを使用すれば、研究者の効率は、間違なくなり向上する。オープンソースソフトウェアを使用すれば、ライセンスにかかる費用を大幅に削減できるのも確かである。

また、考古学者の中には、自分のデータやコード

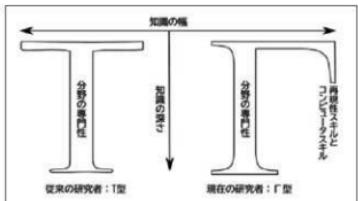


図4 T型の研究者は、大学院生教育の従来のモデルを代表する。これらの学生は、ほんどの時間を、自身の専門分野の自分が取り組んでいるテーマに費やす。「型研究者は、自身の研究が再現可能で透明性の高いものになるように、いくらかのコンピュータースキルを身につける大学院生教育のモデルを代表する。

を他の学者が使用することで自身の論文掲載の可能性が低くなること、自分の資料が引用なしに使用される可能性、そして競合者が有利になるリスクについて、危惧している可能性がある (Stodden 2010を参照)。しかし、これらのリスクは、従来の研究プラクティスにおいても常に存在していたし、オープンサイエンスのライセンシングと引用のプラクティスは、むしろそれらのリスクを軽減させると考えられる。さらに、データとコードの共有により、共同研究が奨励され可能になるので、オープンサイエンスのプラクティスはむしろ、既存データを使った新たな研究（および論文の掲載）の可能性を秘めている。これは特に若手研究者にとって重要な恩恵である。オープンサイエンスが考古学者と考古学のコミュニティにもたらす数多くの恩恵を考えれば、実践する価値があると断言しよう (Scherzler and Siegmund 2016を参照)。

## 謝辞

Ben Marwick が着想を得てこの論文と図を書いた。本文は、SAA Archaeological Record (SAA 考古学的記録), 17(4), pp. 8-14 に掲載された2017年の「Open science in archaeology (考古学におけるオープンサイエンス)」を一部修正した。

## 翻訳に関する補足事項

原文は open method (オープンメソッド)。日本におけるオープンサイエンスの議論・実践はオープンアクセス、オープンデータが中心であり、次いでオープンソースが言及される場合が多いようである。管見の限りでは、研究・分析の手段・方法の開示についての言及は少ない。日本語版 wikipedia の「オープンサイエンス」(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%97%E3%83%B3%E3%82%BB%E3%82%A4%E3%82%A8%E3%83%B3%E3%82%BB>) では、opencourseASAP の Was ist Open Science? (<http://opencourseasap.org/open-science/>) を参照して、オープンサイエンスの6つの要素のひとつとして「オープンメソドロジー」を挙げている。一般的に「メソドロジー」は、手段・方法（メソッド）やツール、概念的枠組みなどを含むものと理解される。ここでは、open method は単に手段・方法の開示にとどまらないものと理解し「オープンメソドロジー」の訳語を用いてる。

## 引用文献

- Alsheikh-Ali, Alawi A., Waqas Qureshi, Mouaz H. Al-Mallah and John P. A. Ioannidis  
 2011 Public Availability of Published Research Data in High-Impact Journals. *PLOS ONE* 6(9)e24357
- Baumer, Ben, Mine Cetinkaya-Rundel, Andrew Bray, Linda Loi and Nicholas J. Horton  
 2014 R Markdown: Integrating A Reproducible Analysis Tool into Introductory Statistics. *Technology Innovations in Statistics Education* 8(1)
- Begley, C. Glenn and Lee M. Ellis  
 2012 Drug development: Raise standards for preclinical cancer research. *Nature* 483(7391):531-533
- Boulton, Geoffrey, Philip Campbell, Brian Collins, Peter Elias, Wendy Hall, Graeme Laurie, Onora O'Neill, Michael Rawlins, J Thornton and Patrick Vallance  
 2012 *Science as an open enterprise*. The Royal

- Society. The Royal Society
- Bourne, PE, JK Polka, RD Vale and R Kiley  
2016 Ten simple rules for considering preprints.  
*PeerJ Preprints* 4:e2669v1 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2669v1>
- Buckheit, Jonathan B and David L Donoho  
1995 Wavelet and reproducible research. *Wavelets and Statistics, Lecture Notes in Statistics* 103:55-81
- Callaway, Ewen  
2016 Error found in study of first ancient African genome. *Nature* 29 January 2016(doi:10.1038/nature.2016.19258)
- Collberg, Christian and Todd A Proebsting  
2016 Repeatability in computer systems research.  
*Communications of the ACM* 59(3):62-69
- Conley, Shannon Nicole, Rider W. Foley, Michael E. Gorman, Jessica Denham, and Kevin Coleman. 2017 Acquisition of T-Shaped Expertise: An Exploratory Study. *Social Epistemology* 31, no. 2 (March 4, 2017): 165–83. <https://doi.org/10.1080/02691728.2016.1249435>
- Costa, Stefano, Anthony Beck, Andrew Bevan, and Jessica Ogden. 2013. Defining and Advocating Open Data in Archaeology. In *CAA 2012, Proceedings of the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, England*, eds. Graeme Earl et al. Amsterdam: Amsterdam University Press, 449–56
- David, Paul A.  
2004 Understanding the emergence of 'open science' institutions: functionalist economics in historical context. *Industrial and Corporate Change* 13(4):571–589
- Desjardins-Proulx, Philippe, Ethan P. White, Joel J. Adamson, Karthik Ram, Timothée Poisot and Dominique Gravel  
2013 The Case for Open Preprints in Biology. *PLOS Biology* 11(5):e1001563
- Dolgin, E  
2016 Big biology projects warm up to preprints.  
*Nature* 30 Nov 2016(<http://www.nature.com/news/big-biology-projects-warm-up-to-preprints-1.21074>)
- Edmunds, Rorie, Hervé L'Hours, Lesley Rickards, Paul Trilsbeek, & Mary Vardigan  
2016 Core Trustworthy Data Repositories Requirements. DSA-WDS Partnership Working Group on Repository Audit and Certification, a Working Group (WG) of the Research Data Alliance. Online at <https://doi.org/10.5281/zenodo.168411> Accessed on 19 Jan 2017
- Executive Office of the President. 2009. "Transparency and Open Government." *Federal Register*. January 26. <https://www.federalregister.gov/documents/2009/01/26/E9-1777/transparency-and-open-government>  
\_\_\_\_\_, 2013. "Making Open and Machine Readable the New Default for Government Information." *Federal Register*. May 14. <https://www.federalregister.gov/documents/2013/05/14/2013-11533/making-open-and-machine-readable-the-new-default-for-government-information>
- Fecher, Benedikt and Sascha Friesike  
2014 Open science: one term, five schools of thought. In *Opening science*, pp. 17-47. Springer
- Finn, Rachel, Kush Wadhwa, Mark Taylor, Thordis Sveinsdóttir, Merel Noorman and Jeroen Sonderman  
2014 *Legal and ethical issues in open access and data dissemination and preservation*
- Fiore-Gartland, Brittany. 2017 Hacked Ethnographic Fieldnotes. Data Science Studies (blog). August 22, 2017. <https://medium.com/@dataethnography/hacked-ethnographic-fieldnotes-4e59bc95f4e5>
- Fortney, Katie and Justin Gonder  
2015 A social networking site is not an open access repository [Blog post]. *Office of Scholarly Communication*. Retrieved from <http://osc>.

- universityofcalifornia.edu/2015/12/a-social-networking-site-is-not-an-open-access-repository/  
Access date: 18 Jan 2017
- Goodman, Steven N., Daniele Fanelli and John P. A. Ioannidis  
2016 What does research reproducibility mean?  
*Science Translational Medicine* 8(341):341ps312
- Hampton, Stephanie E., Sean S. Anderson, Sarah C Bagby, Corinna Gries, Xueying Han, Edmund M Hart, Matthew B Jones, W Christopher Lenhardt, Andrew MacDonald and William K Michener  
2015 The tao of open science for ecology.  
*Ecosphere* 6(7):1-13
- Herb, Ulrich  
2010 Sociological implications of scientific publishing: Open access, science, society, democracy and the digital divide.  
*First Monday* 15(2)
- Herndon, Thomas, Michael Ash and Robert Pollin  
2014 Does high public debt consistently stifle economic growth? A critique of Reinhart and Rogoff.  
*Cambridge Journal of Economics* 38(2):257-279
- Janssen, Marco A.  
2017 The Practice of Archiving Model Code of Agent-Based Models.  
*Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 20(1): 2
- Joppa, Lucas N., Greg McInerny, Richard Harper, Lara Salido, Kenji Takeda, Kenton Hara, David Gavaghan and Stephen Emmott  
2013 Troubling Trends in Scientific Software Use.  
*Science* 340(6134):814
- Kansa, Eric  
2012 Openness and archaeology's information ecosystem.  
*World Archaeology* 44(4):498-520
- Kidwell, Mallory C., Ljiljana B. Lazarević, Erica Baranski, Tom E. Hardwicke, Sarah Piechowski, Lina-Sophia Falkenberg, Curtis Kennett, Agnieszka Slowik, Carina Sonnleitner, Chelsey Hess-Holden, Timothy M. Errington, Susana Fiedler and Brian A. Nosek
- 2016 Badges to Acknowledge Open Practices: A Simple, Low-Cost, Effective Method for Increasing Transparency.  
*PLOS Biology* 14(5):e1002456
- Lake, Mark  
2012 Open archaeology.  
*World Archaeology* 44(4):471-478
- Lane, Neal F., Kenneth M. Evans, and Kirstin R.W. Matthews. 2016. "The Vital Role of the White House Office of Science and Technology Policy in the New Administration." *James A. Baker III Institute for Public Policy of Rice University.* <http://bakerinstitute.org/research/white-house-office-st-policy/>
- LeVeque, Randall J., Ian M. Mitchell and Victoria Stodden  
2012 Reproducible Research for Scientific Computing: Tools and Strategies for Changing the Culture.  
*Computing in Science and Engineering* 14(4):13-17
- Marwick, Ben  
2016 Computational reproducibility in archaeological research: Basic principles and a case study of their implementation.  
*Journal of Archaeological Method and Theory*:1-27
- McKiernan, Erin C., Philip E. Bourne, C. Titus Brown, Stuart Buck, Amye Kenall, Jennifer Lin, Damon McDougall, Brian A. Nosek, Karthik Ram, Courtney K. Soderberg, Jeffrey R. Spies, Kaitlin Thaney, Andrew Updegrove, Kara H. Woo and Tal Yarkoni  
2016 How open science helps researchers succeed.  
*eLife* 5:e16800
- McNutt, Marcia  
2015 Editorial retraction.  
*Science* 28 May 2015 DOI: 10.1126/science.aac6638
- Miguel, E., C. Camerer, K. Casey, J. Cohen, K. M. Esterling, A. Gerber, R. Glennerster, D. P. Green, M. Humphreys, G. Imbens, D. Laitin, T. Madon, L. Nelson, B. A. Nosek, M. Petersen, R. Sedlmaier, J. P. Simmons, U. Simonsohn and M. Van der Laan

- 2014 Promoting Transparency in Social Science Research. *Science* 343(6166):30-31
- Mislan, K. A. S., Jeffrey M. Heer and Ethan P. White  
2016 Elevating The Status of Code in Ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 31(1):4-7
- Morey, Richard D., Christopher D. Chambers, Peter J. Etchells, Christine R. Harris, Rink Hoekstra, Daniël Lakens, Stephan Lewandowsky, Candice Coker Morey, Daniel P. Newman, Felix D. Schönbrodt, Wolf Vanpaemel, Eric-Jan Wagenmakers and Rolf A. Zwaan  
2016 The Peer Reviewers' Openness Initiative: incentivizing open research practices through peer review. *Royal Society Open Science* 3(1)
- Munafò, Marcus R., Brian A. Nosek, Dorothy V. M. Bishop, Katherine S. Button, Christopher D. Chambers, Nathalie Percie du Sert, Uri Simonsohn, Eric-Jan Wagenmakers, Jennifer J. Ware and John P. A. Ioannidis  
2017 A manifesto for reproducible science. *Nature Human Behaviour* 1:0021
- Nosek, B. A., G. Alter, G. C. Banks, D. Borsboom, S. D. Bowman, S. J. Breckler, S. Buck, C. D. Chambers, G. Chin, G. Christensen, M. Contestabile, A. Dafoe, E. Eich, J. Freese, R. Glennister, D. Goroff, D. P. Green, B. Hesse, M. Humphreys, J. Ishiyama, D. Karlan, A. Kraut, A. Lupia, P. Mabry, T. Madon, N. Malhotra, E. Mayo-Wilson, M. McNutt, E. Miguel, E. Levy Paluck, U. Simonsohn, C. Soderberg, B. A. Spellman, J. Turitto, G. VandenBos, S. Vazire, E. J. Wagenmakers, R. Wilson and T. Yarkoni  
2015 Promoting an open research culture. *Science* 348(6242):1422
- OECD  
2015 *Making Open Science a Reality*. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 25. OECD Publishing, Paris
- Open Knowledge Foundation. 2012. "How to Open up Data." *Open Data Handbook*. <http://opendatahandbook.org/guide/en/how-to-open-up-data/>
- Open Science Collaboration  
2015 Estimating the reproducibility of psychological science. *Science* 349(6251)
- Peng, R. D.  
2011 Reproducible Research in Computational Science. *Science* 334(6060):1226-1227
- Pinfield, S., Salter, J., Bath, P. A., Hubbard, B., Millington, P., Anders, J. H.S. and Hussain, A. 2014 Open-access repositories worldwide, 2005–2012: Past growth, current characteristics, and future possibilities. *J Assn Inf Sci Tec*, 65: 2404-2421. doi:10.1002/asi.23131
- Ram, Karthik  
2013 Git can facilitate greater reproducibility and increased transparency in science. *Source Code for Biology and Medicine* 8(1):7
- Rollins, Nathan D., C. Michael Barton, Sean Bergin, Marco A. Janssen, and Allen Lee  
2014 A Computational Model Library for publishing model documentation and code. *Environmental Modelling & Software* 61 (November): 59-64. doi:10.1016/j.envsoft.2014.06.022
- Sandve, Geir Kjetil, Anton Nekrutenko, James Taylor and Eivind Hovig  
2013 Ten Simple Rules for Reproducible Computational Research. *PLoS Computational Biology* 9(10)
- Savage, Caroline J. and Andrew J. Vickers  
2009 Empirical Study of Data Sharing by Authors Publishing in PLoS Journals. *PLOS ONE* 4(9):e7078
- Scheliga, Kaja and Sascha Friesike  
2014 Putting open science into practice: A social dilemma? *First Monday* 19(0)
- Scherzler, Diane and Frank Siegmund 2016. Tübingen theses on archaeology. *Archäologische Informationen* 39: 9-11
- Solomon, David J., and Bo-Christer Björk

- 2012 A study of open access journals using article processing charges. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 63(8): 1485-1495
- Stodden, V
- 2009 Enabling Reproducible Research: Open Licensing For Scientific Innovation. *International Journal of Communications Law and Policy* 13:1-25
- Stodden, Victoria
- 2010 The scientific method in practice: Reproducibility in the computational sciences. *MIT Sloan School Working Paper* 4773-10 <https://ssrn.com/abstract=1550193>
- Stodden, Victoria, Peixuan Guo and Zhaokun Ma
- 2013 Toward reproducible computational research: an empirical analysis of data and code policy adoption by journals. *PLoS one* 8(6):e67111
- Stodden, Victoria, Friedrich Leisch and Roger D Peng
- 2014 *Implementing reproducible research*. CRC Press
- Stodden, Victoria, Marcia McNutt, David H. Bailey, Ewa Deelman, Yolanda Gil, Brooks Hanson, Michael A. Heroux, John P. A. Ioannidis and Michela Taufer
- 2016 Enhancing reproducibility for computational methods. *Science* 354(6317):1240
- Stodden, Victoria and Sheila Miguez
- 2014 Best Practices for Computational Science: Software Infrastructure and Environments for Reproducible and Extensible Research. *Journal of Open Research Software* 2(1)
- Teal, Tracy K, Karen A Cranston, Hilmar Lapp, Ethan White, Greg Wilson, Karthik Ram and Aleksandra Pawlik
- 2015 Data carpentry: workshops to increase data literacy for researchers. *International Journal of Digital Curation* 10(1):135-143
- Tennant, JP, F Waldner, DC Jacques, P Masuzzo, LB Collister and CHJ Hartgerink
- 2016 The academic, economic and societal impacts of Open Access: an evidence-based review [version 1; referees: 4 approved, 1 approved with reservations]. *f1000 research* 5(632)
- Vines, Timothy H, Arianne Y K. Albert, Rose L Andrew, Florence Débarre, Dan G Bock, Michelle T Franklin, Kimberly J Gilbert, Jean-Sébastien Moore, Sébastien Renaud and Diana J Rennison
- 2014 The Availability of Research Data Declines Rapidly with Article Age. *Current Biology* 24(1):94-97
- Wicherts, Jelte M, Denny Borsboom, Judith Kats and Dylan Molenaar
- 2006 The poor availability of psychological research data for reanalysis. *American Psychologist* 61(7):726
- Willinsky, John
- 2006 *The access principle: The case for open access to research and scholarship*. MIT Press, Cambridge, Mass. USA
- Wilson, Greg
- 2013 Software Carpentry: lessons learned. *arXiv preprint arXiv:1307.5448*
- Wilson, Greg, D. A. Aruliah, C. Titus Brown, Neil P. Chue Hong, Matt Davis, Richard T. Guy, Steven H. D. Haddock, Kathryn D. Huff, Ian M. Mitchell, Mark D. Plumley, Ben Waugh, Ethan P. White and Paul Wilson
- 2014 Best Practices for Scientific Computing. *PLoS Biology* 12(1)

## 考古学ビッグデータの可能性と課題

野口 淳（奈良文化財研究所）

高田祐一（奈良文化財研究所）

Archaeological Big Data: Potential and Challenges

Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

・考古学ビッグデータ／Archaeological big data・電子公開／Internet publishing

### 1. 考古学ビッグデータ

考古学は、（おもに）過去の物質資料にもとづき、人類の行動、生活、社会、文化および取り巻く環境などを解明する科学である。考古学資料は、生きた文脈（systemic context）から離れ、埋没、遺存する過程で断片化し、散逸化するため、考古学者は、発掘調査などを通じて得られる様々なデータを記録し、整理・分析し、過去の復元・再構成を目指す。そこでは、限られた特定のサンプルではなく、できる限り多くのデータの取得が求められる。日本では、統計データの整備されている1975年以降、2016年までの間に、312,522件の発掘調査が行なわれている。（届出件数：文化庁『埋蔵文化財関係統計資料－平成30年度－』）そして戦前を含めて約125,000冊の発掘調査報告書等が公刊されていると推測されている（高田2019）。これは世界的に見ても他に類を見ない規模であり、そこに掲載されている図表、文章記載、一覧表等の数値情報は、まさに考古学ビッグデータといえる。

近年、コンピュータ技術の発展とともに、そうしたビッグデータを統計的に解析し、今まで知られていなかったあらたな知見が得られるようになった。国民共有の財産である文化財でもある考古学資料の、長年の蓄積を有効活用し社会に還元することが、考古学研究者に求められている。

### 2. 何が課題なのか？

報告書に代表される公刊された記録類は、分析対象となるデータの宝庫である。しかしそれらを効果的に活用するためには課題がある。

一つは、ほとんどの場合、報告書上のデータがそのままではコンピュータなどで処理をするのに適した状態にないことである。人間が読みやすい、理解しやすいように書式、体裁を整えられた文章や図、表は、情報処理に適しているとは限らないため、機械可読性を向上させる必要がある。

もう一つは、報告書が一次記録ではなく、報告者が編集した抜粋や要約であることである。発掘調査で得られた多量の記録を、整理作業を通じてまとめるることは、報告書作成において必須である。一方で、その過程で捨て選択される情報があることも否めない。しかし報告書にまとめられる内容が最適のものであったとしても、異なる視点や分析方法による検証の可能性が開かれている方が、将来にわたってより豊かな成果が得られることは間違いない。

### 3. オープンデータ・オープンサイエンスへ

近年、科学、および学術的営みに全般について、透明性、公開性、そして手続き的再現性の要求機運が高まっている。考古学も例外ではない。オープンデータ、オープンサイエンスの潮流である。報告者

により取扱選択され、報告書として刊行される発掘調査記録について、そのオリジナルを、アクセス可能かつ再利用可能な形で公開することは、この潮流に沿った取り組みとなる。

発掘調査現場における記録から、整理・分析のほぼすべて過程がデジタル化、コンピュータ処理となっている現状では、公開化のための追加コストはそれほど嵩まず、公開化による利得が上回ることが見込まれる。発掘調査～整理作業～報告書編集・刊行というワークフローに、データの構造化・整然化を埋め込むだけで、オープンデータへの準備は整う。

また、整理作業や分析の過程が記録され、報告されることが少ないとする課題もある。仮に報告書をまとめるのに利用したデータがすべて利用可能な状態にあったとしても、整理・分析の手順や方法、過程が示されていなければ、第三者が報告書と同じ結果を得られるかどうかは定かでない。

この点について、報告書における整理・分析の手順、使用した方法・プログラム・機器と設定・条件等の明示を徹底することが望まれる。同時に、分析の方法そのものを、使用データセットとあわせて公開・共有することも重要である。

ビッグデータに取り組む情報化時代の考古学にとって、今後、データと手続きの開示と共有は必須の要件になると推測される。今回、このような観点から、考古学におけるオープンデータ・オープンサイエンスの取り組み推進の世界的第一人者である Ben Marwick 氏を招聘して研究集会を開催した。直接参加できなかった方を含めて、その意義と成果を共有するために、(本報告)が活用されることを期待する。

#### 【註】

高田祐一 2019「報告書のデータ量を推計する」『文化財の壇』7号

# 考古学のためのデータビジュアライゼーション

石井淳平（厚沢部町）

## Data Visualization in Archaeology Using R

Ishii Junpei (Assabu)

- ・データ解析／Data analysis
- ・可視化／Visualization
- ・ヒストグラム／Histogram
- ・多重比較／Multiple comparison

### はじめに

統計解析環境Rとグラフィックパッケージであるggplot2を用いて、データの分布や構造を可視化する手法の実践例を紹介する。考古学で利用頻度が高い土器の法量や遺物の集計データを実践例として使用しており、日常の業務に本稿のコードがそのまま活用できる内容となっている。なお、本稿で使用したコードとサンプルデータはGitHub (<https://github.com/IshiiJunpei/2019datascience>) で公開している。

```
# パッケージ読み込み
library(tidyverse)
library(ggthemes)
library(knitr)
library(rmarkdown)
library(revealjs)
```

### 覚えるべき用語

#### ・連続量

数字で表される属性。土器の口径、器高、石器の刃部長や重量などを表す。

#### ・離散量

何らかの分類がなされ、記号で表される属性。土器の分類、石器の器種などを表す。

### 連続量と離散量の組み合わせによる可視化手法

可視化手法はデータの型とその組み合わせによって決まる。

```
read.csv("data/method.csv") %>% kable()
```

| 変数1 | 変数2 | 可視化手法                |
|-----|-----|----------------------|
| 連続量 |     | ヒストグラム               |
| 離散量 |     | 棒グラフ                 |
| 離散量 | 連続量 | ファセットヒストグラム、密度図、箱ひげ図 |
| 離散量 | 離散量 | 積上げ棒グラフ、ファセット棒グラフ    |
| 連続量 | 連続量 | 散布図                  |

### ヒストグラムで連続量を可視化する

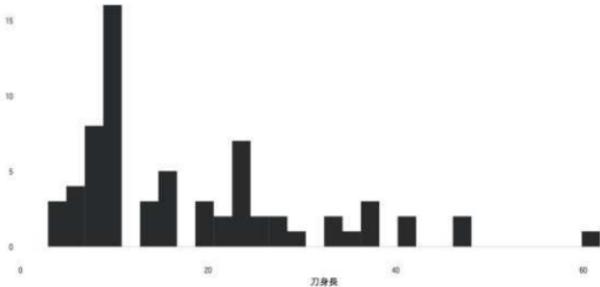
連続量のデータは「分布の形」を確認することが最初の作業となる。分布の形を可視化する最善の方法はヒストグラムを描くことである。

#### 刀身長の分布

北海道恵庭市西島松5遺跡出土の奈良時代の刀剣類のデータを使用する。

```
iron <- read.csv("data/iron.csv")
iron[,c(4:12)] %>% head() %>% kable()
```

| 全長   | 刀身長  | 茎長   | 刃先幅  | 刃先元  | 刃先端  | 茎元幅  | 茎先厚  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6.2  | 4.00 | 2.20 | 0.80 | 1.00 | 0.40 | 0.60 | 0.80 |
| 9.2  | 4.30 | 4.90 | 0.90 | 1.00 | 0.30 | 0.40 | 1.05 |
| 6.9  | 4.70 | 2.20 | 1.00 | 1.10 | 0.25 | 0.65 | 0.80 |
| 8.2  | 6.00 | 2.20 | 0.65 | 0.80 | 0.30 | 0.80 | 1.05 |
| 11.8 | 6.30 | 5.50 | 0.60 | 1.25 | 0.30 | 0.60 | 1.05 |
| 12.0 | 6.44 | 5.56 | 1.40 | 1.90 | 0.40 | 0.65 | 1.25 |
|      |      |      |      |      |      |      | 0.34 |



私たちには予備知識として、刀剣には刀子のようなマキリ状の小さなもの、刃渡り30cm前後の短刀、刃渡り60cmを超えるような太刀があることを知っているが、そうした予備知識をいったん忘れてデータを観察する。

```
iron %>%
  ggplot(aes(x=刀身長)) +
  geom_histogram() +
  theme_minimal()
```

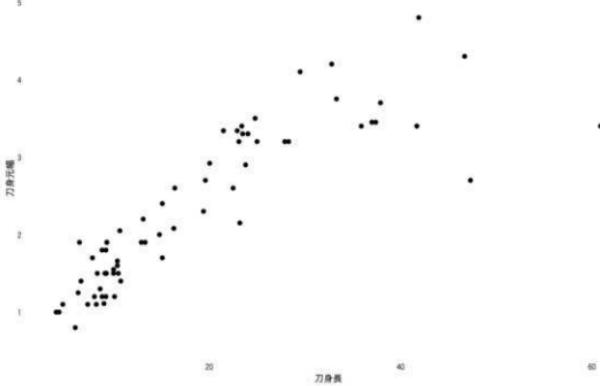
刀身長の分布は10cm、20cm超、40cm前後に峰をもつ3峰分布といえるだろうか？私たちの予備知識に照らし合わせると、刀子、短刀、脇差クラスに相

当する刀身サイズの分化があると推測できる。ここではこれ以上踏み込まないが、「分布の形はヒストグラム」というのが鉄則である。

#### 散布図ではだめなのか？

2変量が用意できる場合は散布図を用いることも可能と思われるかもしれない。考古学の論文や発掘調査報告書では、連続量の分布を示す際に散布図を用いているケースが非常に多いと感じる。

下の図は、刀身長と刀身元幅の散布図である。この図が間違いとは言わないが、ヒストグラムと比較して、分布の形がわかりやすいと言えるだろうか？



```

iron %>%
  ggplot(aes(x=刀身長,y=刀身元幅)) +
  geom_point()+
  theme_minimal()

ヒストグラムを使うべき理由

ヒストグラムのもう一つの利点は、分布の形状を数的モデルに近似して比較できることである。次の図は正規曲線を重ねた刀身長のヒストグラムである。

# 正規曲線作成のための統計量算出
iron %>%
  summarise(mean = mean(刀身長,na.rm=T),
            sd=sd(刀身長,na.rm=T)) -> s_iron
kable(s_iron)



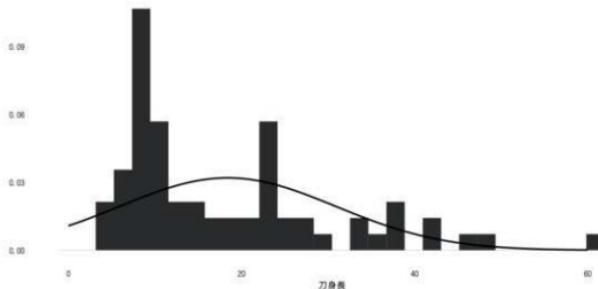
| mean    | sd       |
|---------|----------|
| 18.4003 | 12.49029 |



# 正規曲線作成
x<-seq(0, 60, 0.1)
nom <- x %>% dnorm(mean = s_iron$mean,
                      sd = s_iron$sd)
nom2<-data.frame(X=x,Y=nom)

#正規曲線付きヒストグラム
iron%>%
  ggplot(aes(x = 刀身長, y = ..density..))+
  geom_histogram() +
  geom_line(data = nom2,aes(x=x,y=Y)) +
  scale_colour_polt() +
  theme_minimal()

```



刀身長のヒストグラムと正規分布曲線を重ねることによって、刀身長の分布が正規分布から大きく外れていることがはっきりする。これは、散布図では絶対に表現できない。上記のヒストグラムから、古代の刀剣に複数のサイズ規範がある可能性を指すことはできそうである。

#### なぜヒストグラムは使われないのだろうか？

理由の一つとして、「ヒストグラムのもつ「数的モデルとの近似が容易である」という特性を考古学の研究者が活かしていない」ということが考えられる。例えば正規分布に対する理解や正規分布で近似できるということはどのような意味をもつか、そのような判断が難しいのだろうと思う。

#### エクセルでヒストグラム

「エクセルでヒストグラムを作りにくい」ということも理由の一つかもしれない。エクセルでヒストグラムを作れないわけではないが、度数分布表から棒グラフを作成することになるので、一手間かかる。

bin幅の調整をするにも、いちいち度数分布表を作り直さないといけない、ということも面倒である。こうした理由でヒストグラムが敬遠されるではないかと感じている。

## 箱ひげ図を用いた連続量の比較

以下の手順でダミーデータを生成する。

```
# iris データ読み込み
data<-iris
#ダミーデータ生成
pot<-data[,c(1,2,5)]
colnames(pot)<-c("器高","口径","分類" )
pot$分類<-factor(pot$分類,
  levels = c("setosa", "versicolor",
  "virginica"),
  labels = c("A型","B型","C型"))
pot$器高<-pot$器高*7
pot$口径<-pot$口径*10
pot %>% head() %>% kable()
```

| 器高   | 口径 | 分類 |
|------|----|----|
| 35.7 | 35 | A型 |
| 34.3 | 30 | A型 |
| 32.9 | 32 | A型 |
| 32.2 | 31 | A型 |
| 35.0 | 36 | A型 |
| 37.8 | 39 | A型 |

連続量の分布や差を、離散量ごとに比較する。連続量と離散量の組み合わせのデータとは、例えば土器分類ごとに口径の分布を確認するようなケースで

ある。次に紹介するように有力な方法がいくつか存在する。本命は箱ひげ図であるが、バイオリンプロットも優れた可視化手法である。

### ヒストグラム

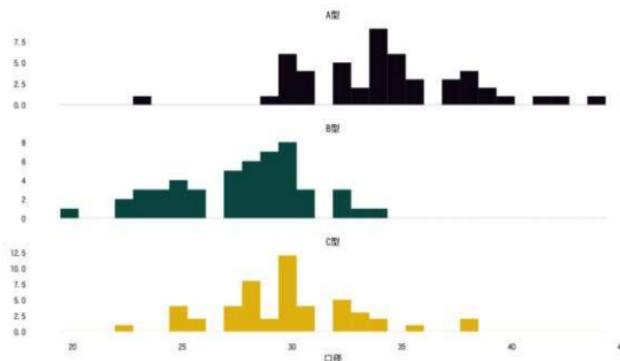
```
pot %>%
  ggplot(aes(x=口径,fill=分類))+
  geom_histogram() +
  scale_fill_viridis_d()+
  facet_wrap(~分類,ncol = 1,
  scales = "free_y") +
  theme_minimal()
```

### 密度図

```
pot %>%
  ggplot(aes(x=口径,fill=分類))+
  geom_density(alpha=0.7) +
  scale_fill_viridis_d()+
  theme_minimal()
```

### 箱ひげ図

```
library(ggforce)
pot %>%
  ggplot(aes(x=分類,y=口径,fill=分類))+
  #不透明度を 0.2
  geom_boxplot(alpha = 0.2)+
```

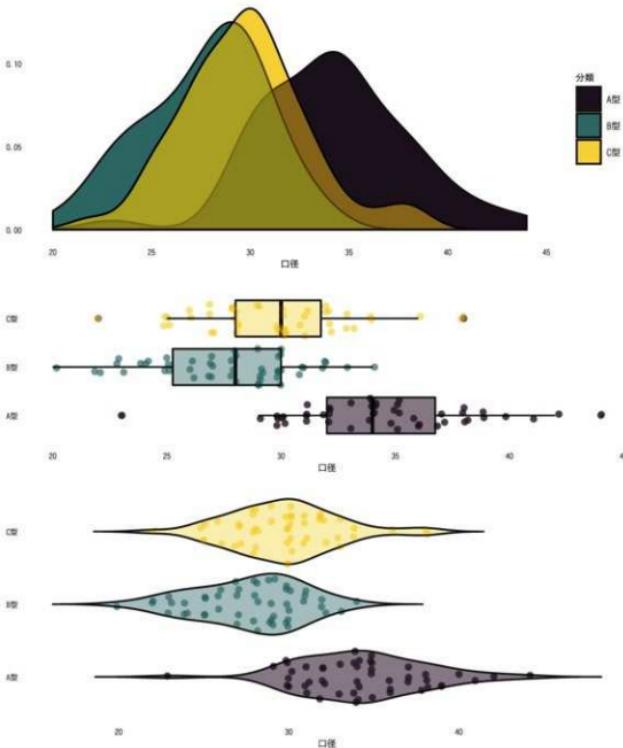


```
#geom_sina()関数でaes()の引数にcolour=
分類を指定
geom_sina(aes(colour = 分類),
alpha = 0.4, size = 3) +
scale_fill_viridis_d() +
#viridis_d()は連続量・離散量なら
viridis_c()を指定する
scale_colour_viridis_d() +
coord_flip()+
theme_minimal()
```

分類ごとの口径の差を確認する目的では箱ひげ図がもっとも敏感に差を可視化してくれる。分布の形状に注目したい場合はヒストグラムや密度図も有力な手法となる。

### 多重比較による差の検定

箱ひげ図などの可視化手法によって、土器の口径は分類ごとに差がありそうだということがわかった。差があるかどうかを定量的に判断するために統計的な検定を行う。



この場合、3つの群に分類されているので、3つの群同士に差があるかどうかを統計的に確かめることになる。多群の差の検定手法の一つである「多重比較」を行う。

### 分散分析

最初に分散分析で品種によって差があるかどうかを確認する。 $p$  値が 2.2e-16 と極めて小さい値をとることから、分類によって差があることがわかる。

```
# aov 関数の結果を anova 関数に渡す。
# aov 関数の第一引数は連続量~離散量
aov(口径 ~ 分類, data = pot) %>%
  anova() %>%
  kable(format = "markdown")



|           | Df  | Sum Sq   | Mean Sq   | F value  | Pr(>F) |
|-----------|-----|----------|-----------|----------|--------|
| 分類        | 2   | 1134.493 | 567.24667 | 49.16004 | 0      |
| Residuals | 147 | 1696.200 | 11.53878  | NA       | NA     |


```

### TukeyHSD 関数で多重比較

次にどの分類同士で差があるのかを調べるために「多重比較」という統計手法を用いる。いずれの分類でも有意な差を確認できる。

```
tkh <- 
  aov(口径 ~ 分類, data = pot) %>%
  TukeyHSD() %>%
  .\$分類 %>% #TukeyHSD 関数の結果から\$分類を選択
  as_tibble() %>% #tibble_df 形式に変換
  mutate_if(is.numeric, round, 3)
#mutate_if ()で numeric クラスのカラムにround 関数を適用する。
tkh %>% kable(format = "markdown")
```

| diff  | lwr    | upr    | p adj |
|-------|--------|--------|-------|
| -6.58 | -8.189 | -4.971 | 0.000 |
| -4.54 | -6.149 | -2.931 | 0.000 |
| 2.04  | 0.431  | 3.649  | 0.009 |

### 棒グラフを賢く使う

器種や分類のような離散量を可視化する場合には

棒グラフを用いる。北海道内近世後期の遺跡出土の陶磁器組成のデータを用いて構成比のグラフ表現について考える。

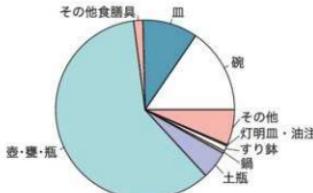
```
# データ読み込み
tojb <- read.csv("data/pot.csv")
# データの順序定義
toj$器種 <- toj$器種 %>%
  factor(levels = c("碗", "皿",
  "その他食器具", "壺・壺・瓶", "土瓶", "鍋",
  "すり鉢", "灯明皿・油注", "その他"))
toj %>% head() %>% kable()
```

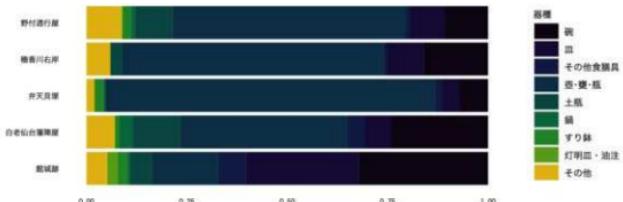
| 遺跡名  | 器種     | 点数  |
|------|--------|-----|
| 弁天貝塚 | 碗      | 134 |
| 弁天貝塚 | 皿      | 84  |
| 弁天貝塚 | その他食器具 | 34  |
| 弁天貝塚 | 土瓶     | 6   |
| 弁天貝塚 | 鍋      | 0   |
| 弁天貝塚 | すり鉢    | 46  |

### 円グラフは使わない

もっとも大切なことは、円グラフを使わないということである。人間の目は線の長さや点の位置を把握することには長けているが、面積の大小や角度を認識するのは苦手である。円グラフは面積や円の内角で比率を表現することから、適切な可視化手法とはいえない。

```
toj_pie <- toj %>%
  group_by(器種) %>%
  summarise(点数=sum(点数))
pie(toj_pie$点数, labels=toj_pie$器種)
```





なお、Rで円グラフ（Pie charts）のヘルプを表示すると次のように記載されている。

Note:

**Pie charts are a very bad way of displaying information. The eye is good at judging linear measures and bad at judging relative areas. A bar chart or dot chart is a preferable way of displaying this type of data.**

Cleveland (1985), page 264: "Data that can be shown by pie charts always can be shown by a dot chart. This means that judgements of position along a common scale can be made instead of the less accurate angle judgements." This statement is based on the empirical investigations of Cleveland and McGill as well as investigations by perceptual psychologists.

#### 意訳

円グラフは不適切な可視化手法である。人間の目は直線的な形状の判断には優れているが、面の比較は苦手である。円グラフで表現できるデータは棒グラフやドットチャートで表現するべきである。  
「円グラフで表示できるデータは全てドットチャートで表現できる。円の内角による不正確な判断ではなく、誰もが判断できるモノサシを用いるべきであることを意味している」(Cleveland 1985,p264)

ダメ！！絶対～3D円グラフ～

3D円グラフは目の錯覚を利用して、特定の値を大きく（小さく）見せる論外な手法である。公文書や学術的な報告では絶対に使うべきものではない。

#### 構成比棒グラフ

構成比を比較するために使われるのが構成比棒グラフである。長さや位置によって視覚化されるため、正確な読み取りが可能である。構成比棒グラフは比率を比較するための優れたグラフ表現である。

tojxX%

```
ggplot(aes(x=遺跡名,y=点数,fill=器種)) +
  geom_bar(stat="identity",
  position="fill") +
  coord_flip()+
  scale_fill_viridis_d()+
  theme_minimal()
```

#### モノクログラフの工夫

発掘調査報告書でカラーグラフが掲載できるケースは稀で、大半はグレースケールで表現されることになる。下のグラフはモニター上ではなんとか識別できるが、オフセット印刷の仕上がりでこれを識別することは不可能である。凡例との対比は絶望的である。

オフセット印刷の場合、グレースケール（網掛け）は20～30%スパンが識別できる限界である。したがって、構成比棒グラフでは4群～5群が表現の限界となる。

```

toj %>%
  ggplot(aes(x=遺跡名, y=点数, fill=器種)) +
  geom_bar(stat = "identity",
  position = "fill") +
  coord_flip() +
  scale_fill_brewer(palette="Greys") +
  theme_minimal()
}

"食膳具",
str_detect(器種,"壺・甕・瓶") ~
"貯蔵具",
str_detect(器種,
"灯明皿・油注|その他|すり鉢|鍋|
土瓶") ~ "その他",
)
)
)

# 3区分の構成比棒グラフ
toj2 %>%
  ggplot(aes(x=遺跡名,y=点数,
fill=大別器種)) +
  geom_bar(stat="identity",
position="fill") +
  coord_flip() +
  scale_fill_brewer(palette="Greys") +
  theme_minimal()

```

### 解決法1 カテゴリーを減らす

グラフ表現は複雑な現実をシンプルに割り切って視覚的に表現するためのものである。カテゴリー群が多いすぎて識別が困難ならば、カテゴリーを減らすことなどをまずは考えるべきである。3群まで減らせばオフセット印刷でも識別可能なグレースケールのグラフになる。

```

# 食膳具、貯蔵具、その他に区分
toj2 <- toj %>
  mutate(
    大別器種 = case_when(
      str_detect(器種,"碗|皿|その他食膳具") ~

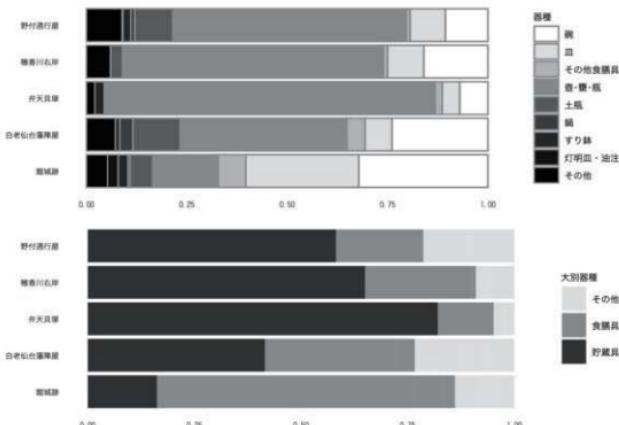
```

```

"食膳具",
str_detect(器種,"壺・甕・瓶") ~
"貯蔵具",
str_detect(器種,
"灯明皿・油注|その他|すり鉢|鍋|
土瓶") ~ "その他",
)
)
)
```

### 解決法2 ファセットされた棒グラフを使う

どうしてもカテゴリー数を減らしたくない場合は、群変数を器種にとって遺跡ごとにファセットする。花粉分析などの分析結果でよく見る形のグラフ



である。よほどカテゴリーが多くない限り、表現として成立しているし、オフセット印刷原稿としても対応可能である。

```
toj %>%  
  ggplot(aes(x=器種,y=点数)) +  
  geom_bar(stat="identity") +  
  coord_flip() +  
  facet_wrap(~遺跡名,scales="free") +  
  theme_minimal()
```

## 散布図で2変量の関係を可視化する

散布図は連続量×連続量の組み合わせのデータで用いられる。考古学の論文・報文でもっとも多く使われるグラフ表現かもしれない。しかし、散布図が最も得意とする「2変量の関係を可視化する」という用途に使われることが意外に少ないよう思う。

### 因果関係を可視化する

「2変量の関係を可視化する」ことの究極の目的は「因果関係の可視化」である。

たとえば、学力と子どもの生活環境の因果関係を統計的に示すなら、「学力テストの点数」という変量「果（従属変数）」に対して「因」となる変量（独立変数）は「親の収入」や「TVの視聴時間」、「睡眠時間」などが考えられる。

したがって、散布図を描く前に考えることは「因果」の「因」にあたる変量（独立変数）と「果」に

当たる変量（従属変数）が何か、ということである。少なくとも「果」にあたる変量がはっきりしないデータは散布図を描く価値はない、と断言できる。

### 刀身長と他の属性の関係

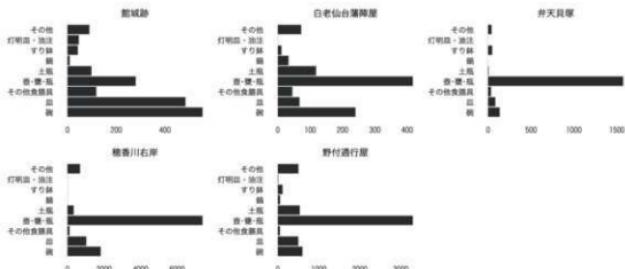
恵庭西島松5遺跡出土の古代刀剣を対象としたデータを再び使用する。追求すべきテーマは「刀身長」と他の属性との因果関係である。

刀身の長さは利用価値に即した刀剣サイズを示すものである。刀剣をつくるときには、刀身長が最初に決まり、刀身長に見合った各部のサイズが決められるものと予想される。この場合、因果関係の「果」にあたる変量が刀身長であり、「因」にあたる変量を探索することとなる。

なお、散布図を描く場合の約束として、因果関係の「果」にあたる変量をy軸に、「因」にあたる変量をx軸に割り当てる。y軸に割り当てられた「果」にあたる変量を従属変数、x軸に割り当てられた「因」にあたる変量を独立変数と呼ぶ。

研究集会ではGGally パッケージを利用して散布図行列を描画したが、PerformanceAnalytics パッケージを利用して有意性の評価を示している。

```
library(PerformanceAnalytics)  
iron %>%  
  select(全長, 刀身長, 茎長, 刀身先幅,  
        刀身元幅, 刀身元厚, 茎先幅) %>%  
  chart.Correlation(histogram = TRUE,  
                    pch = 19)
```



散布図が示すところからは、多くの属性が刀身長と相関関係にあることが読み取れる。一方、「刀身元幅」のように非常に強い相間を示す変量もあれば、「茎先幅」のように相間が弱い変量もある。刀身長との相間の強弱を判断することで、古代剣製作にかかる規範意識を読み取ることが可能かもしれない。

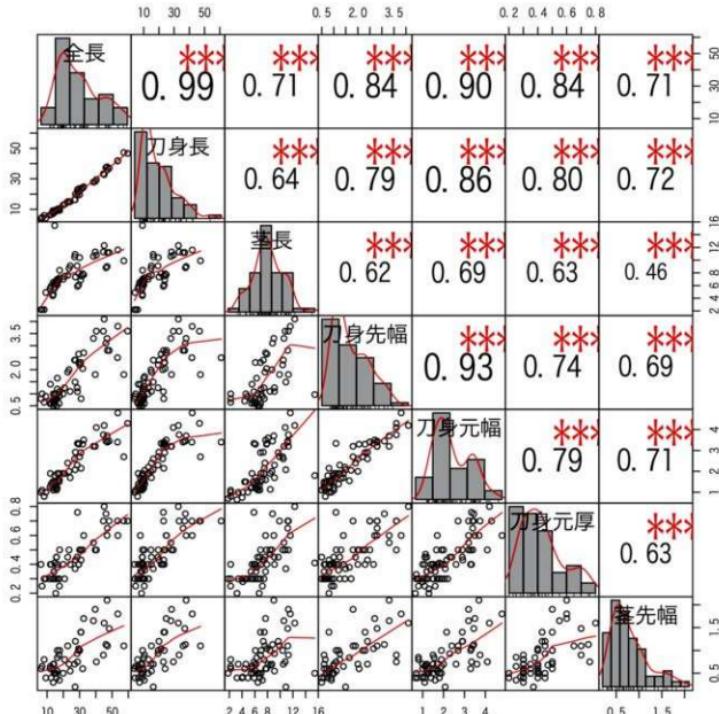
#### 予測する

散布図を作成する目的は2変量の因果関係を考えることであった。因果関係がわかるということは予測ができるということである。次は古代刀剣の刀身元幅から刀身長を予測することを検討する。出土刀

剣では刀身が破損せずに出土することはまれであるから、元幅から刀身長を予測できれば、出土刀剣の把握に大きな成果がありそうである。

```
p<-iron%>
ggplot(aes(x=刀身元幅,y=刀身長))+  
  geom_point() +  
  geom_smooth(method="lm") +  
  theme_minimal()
```

なお、刀身元幅を独立変数とする刀身長の予測式は次のとおりである。



```

icoe<-lm(刀身長 ~ 刀身元
幅,data=iron)%>%summary()
icoe$coefficients%>%kable()

```

|             | Estimate  | Std. Error | t value   | Pr(> t )  |
|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| (Intercept) | -6.280888 | 1.9780720  | -3.175257 | 0.0022892 |
| 刀身元幅        | 10.723991 | 0.7889999  | 13.591878 | 0.0000000 |

$$y = 10.72x - 6.28$$

```

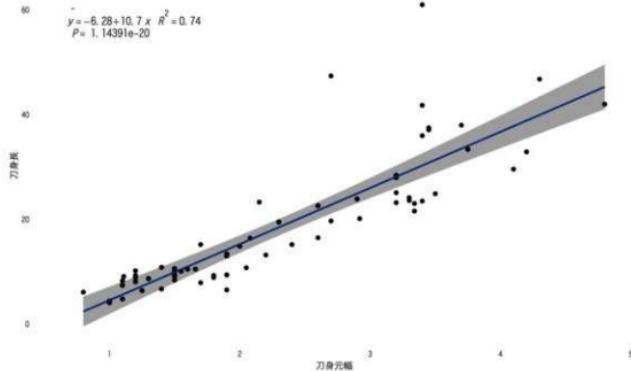
library(ggpmisc)
iron %>%
  ggplot(aes(x=刀身元幅,y=刀身長)) +
  geom_point() +
  geom_smooth(method="lm") +
  theme_minimal() +
  stat_poly_eq(formula = y ~ x,

```

```

eq.with.lhs = "italic(hat(y))~`=~`",
aes(label = paste(stat(eq.label),
stat(rr.label), sep = "~~~"),
parse = TRUE
),
stat_fit_glance(label.y = 0.9,
method = "lm",
method.args = list(formula = y ~ x),
aes(label = sprintf(
'~~italic(P)~~`=~`%.2f',
stat(p.value)
)
),
parse = TRUE
)

```



# 研究者にとってのオープンサイエンス

中村百合子（立教大学）

Researchers and Open Science

Nakamura Yuriko (Rikkyo University)

- ・オープンサイエンス／Open science
- ・学術コミュニケーション／Scholarly communication
- ・学術出版／Scholarly publishing
- ・大学図書館／Academic library

## 1. “オープンサイエンス”への道のり

### (1) 一研究者の体験

この夏に考古学・文化財データサイエンス研究集会「考古学ビッグデータの可能性と世界的潮流」に出席したことが、図書館情報学研究者としての自らの研究活動を学術コミュニケーション（scholarly communication）という観点から捉え直す機会を与えてくれた。同時に、1990年代から30年弱、自らがそのコミュニケーションにどのようなツールを用いてきたかについて振り返ることとなった。

各種の情報システムが広まっていった1990年代に、司書（ライブラリアン）となるべく日本と米国で学んだ私は、コマンド入力をするデータベース類を習得し、またウェブページ作成や基本的な統計処理に求められるコーディングのごく基礎は学んだ。日本で博士課程に在籍していた1990年代のころ、研究室で、私を除くたしかすべての日本人院生がLinuxを使っている時期があって、私も使うべきだと直接、他の院生から意見を伝えられたことがあった。そのころ、ソフトウェアの自由（software freedom）やオープンソース（open-source）のような思想には触れていた。しかし、大学に所属して高価なソフトウェアを自由に使うことができていて麻痺していたのか、いや、正直に言うと、それよりも、Linuxを使いこなせるようになるために多くの時間と労力が必要そうに見えたことが心の障壁となっ

て、動けなかった。

こうした経験を懐かしく思い出しながら、これらがすべて、オープンサイエンスにつながっていたのかという感慨に、この夏の研究集会の後、一人でふけった。これから的研究者は、はじめに、オープンサイエンスの理念ありきで、研究上のさまざまな選択をしてほしい、研究活動を重ねていってほしい、司書としてその重要性を伝えていかなければという想いが、私の中に生まれた。

### (2) 大学・研究図書館が進めるオープンアクセス

「学術コミュニケーション」という言葉は2000年代に入ってからよく聞かれるようになっている。その原語であろう英語の“scholarly communication”は1960年代にすでに語られていたようだが、日本では学術情報流通とか科学コミュニケーションとかいう切り口での語りが多かったと思う。とはいこうした視点は長く、図書館関係者、中でも大学・研究図書館の関係者にとって最大の関心事の一つで、自らの仕事をより大きな視野に据えるために不可欠な概念であり続けてきた。学術コミュニケーション研究の中では、学術雑誌のインパクトファクターや論文の引用情報（被引用数等）といった研究業績評価尺度の話が学術界の人びとにはなじみ深いだろうが、図書館の関係者は学術研究のコミュニケーションの環（cycle）とか生態系（ecosystem）とかいう見方をして、もっと広く、研究者や図書館といった関係するさまざまな要素を検討し考慮しようとして

きた。

その議論の中で、ここ20年ほど、話題の中心は「オープンアクセス（open access：OA）」だ。何がオープンアクセスかにはじまるその初期の議論が簡潔に整理されている日本語の文献に、2009年の三根慎二の論考がある。これを読んでも、日本の大学・研究図書館関係者にとっては、オープンアクセスに関わってはリポジトリの設置と提供が最も具体的で重要な課題として捉えられていたと思う。三根の論考が発表されたのはSPARC Japan（Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition Japan：国立情報学研究所学術情報流通推進委員会）のニュースレターだが、この委員会は日本における学術情報のオープンアクセス化の推進に取り組んできた。SPARCは米国で90年代末から進められてきた学術雑誌の新しい出版モデルを模索する活動から生まれた連合であり、SPARC Japanはその日本機関で、2003年に国立情報学研究所によってその事業が開始された。このような、国家レベルでオープンアクセスの取り組みを進めるという流れは、日本の文化財・考古学分野では、2008年に全国遺跡資料リポジトリ・プロジェクトとして表れている。これによって、埋蔵文化財の発掘調査報告書の電子公開と蓄積が中国地方5県域の大学ではじまり、2015年に現在の「全国遺跡報告総覧」として公開されるに至った（このプロジェクトも、国立情報学研究所が進めた事業の一つである）。

しかしそうした取り組みがありながら、日本では、2014年に林和弘が「日本の研究者は個々の意識に基づく活動を除いて、全体的にはまだOAに関して強く意識しているとは言えない」と述べたような状況が続いている。しかし近年、リポジトリが整ってきたところで、欧米が若干先行してきたが日本でも、公的資金を利用した研究の成果について、オープンアクセスを「研究者」に義務化する動きが現れできている。それはオープン「アクセス」に焦点化しきりで、より広い視野で学術コミュニケーションを見直すことを要求している。

## 2. オープンサイエンスの実現へ

### （1）学術情報へのアクセスに関わる主体の転換

オープンアクセスが研究者に義務化されるというのは、アクセスがオープンな資料を自らの研究に用いることが日常になってきた現代の研究者の間で、合意にそれほど大きな抵抗感はないだろう。また、欧米の学術雑誌（電子ジャーナル）の価格高騰が続いているというトレンドは多くの研究者が実感はじめている。査読を経たものが学術雑誌に掲載されることこそが研究に対して高い評価を受けることを意味するという、これまで広まっていた学術情報流通における質保証・研究評価のあり方は、むしろ学術研究の進展を妨げているという声は大きくなっている。この問題は、船守美穂らが熱心に、的確に、日本語でカレントな情報発信をしている。しかしそうしたマクロな視点からのカレントな議論を目にすることがなくとも、欧州の学術雑誌に研究成果を発表しようとすると、著者もしくは著者の所属機関や研究助成機関等がいわゆる論文掲載料（Article Processing Charge: APC）を支払うよう求められる場合があり、当然、これに触れる研究者が日本でも現れてきている。

APCへの日本の移行の妥当性は、例えば小陳佐和子と矢野恵子の研究で検証されている。この研究の背景には、電子リソースに関わる出版者との契約交渉等を、日本の大学図書館を代表して行ってきたJUSTICE（Japan Alliance of University Library Consortia for E-Resources：大学図書館コンソーシアム連合）の動きがあった。そして今年の春に同連合は、「購読モデルからOA出版モデルへの転換をめざして：JUSTICEのOA2020 ロードマップ」を発表し、「軸足を購読から出版へ移していく」という基本方針を確認し、欧州で2016年に起ちあげられ進められているOA2020イニシアチブ（oa2020.org）に沿わせる形で、日本でのオープンアクセス実現の道筋を示した。ここでは、「購読から出版」という表

現に見られるように、学術情報にアクセスをする読者側から著者への、支払い及び判断と責任の主体の転換が見られる。質の高い学術情報を流通させ、学術研究や学術コミュニケーションを活性化する役割を担う大学・研究図書館や学協会、出版者だけではなく、研究者自身が、自身の研究成果の流通についての考え方や姿勢を改めるよう迫られているのである。

## (2) 学術コミュニケーションの変貌

一方で、日本では2012年ころから、政府主導で「オープンデータ」の動きが出てきた。はじめそれは、学術情報流通というよりも、電子政府、電子行政といったアプローチであったが、2013年に英国で開催されたG8首脳会合で「オープンデータ憲章(G8 Open Data Charter)」が採択され、「科学と研究(Science and Research)」を含む質の高いデータの公表が、「民主主義の発展と刷新的なデータの再利用の促進の両面において価値が高いことを認識する」と述べられた。翌2014年には、内閣府が「国際的動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会」を設置し、同検討会はそのまた翌年に報告書「我が国におけるオープンサイエンス推進のあり方について：サイエンスの新たな飛躍の時代の幕開け」を公表した。ここで、「オープンアクセスとオープンデータを含む」と、「オープンサイエンス」の概念が国家的にはじめて整理・提示され、その推進の必要性と具体的な政策立案・実施のあり方が示された。“open science”はすでに世界中のあらゆるところで見かける21世紀の研究方針に関わるバズワードとのHeidi Laineの指摘もある。

今、起きているのは、紙に印刷された学術雑誌から電子ジャーナルへというメディアの転換に伴う学術出版・流通の変貌、特にコスト面をどのように調整していくかという問題だけではないことは誰の目にも明らかになってきた。これは、近代を通じて拡大し、かなりの部分が商業化した科学技術や学術研究のあり方を、ポスト近代への移行にあたって全面的に再構築しているというようなことだ。

生物多様性情報学の研究者である大澤剛士は、他

の研究者によって収集された標本に基づくまた別の研究者らの作成・公開した研究データ（目録）を用いた研究や、100名を超える市民も参加して収集されたデータがインターネット上で一元化され公開されたものを用いた研究を行った自身の経験を報告している。そして、「データの利用目的を想定しないままオープン化する」といったデータの「開放」が、オープンサイエンスの実現に向けた必須要件であること、「オープンデータをキーワードにさまざまな専門性をもった人間がシームレスに議論を行うこと」が実現できるようになってきていることを論じている。このような報告からも改めて、学術コミュニケーションを研究者らがかつてなかったほど主体的にコントロールする時代がきたことを実感する。研究所や大学図書館、大学が学術コミュニケーションにおいて果たす役割や立ち位置もこれから変わっていくだろう。研究者や専門家、研究所、大学とは何かという、その認識もおそらく変わることとなる。

## 3. 真にサイエンスを進める

研究者にオープンデータ、さらにはオープンサイエンスへの取り組みを求める流れが急激に押し寄せる現在、オープンサイエンスの全体像が（いったん）把握されつつあるように思われる。オープンサイエンスの実現には、オープンアクセスとオープンデータの実践が期待されるだけではない。この夏の考古学・文化財データサイエンス研究集会で、ワシントン大学のBen Marwick氏が明確に示したように、オープンメソドロジー、オープンツールという、つまり研究の過程において採用する手法とツールに関わるすべてを公開し、さらには研究の過程においてもその進展を公開する取り組みが、オープンデータ化に伴って求められはじめている。さらに、可能な限りプロセスを開示し、他者の参加を許し、研究の質を高めていくという、オープンコラボレーションと呼ばれるような取り組みもはじまっている。研究に用いるツールには、現代の研究のこと、当然、様々なハードウェア、ソフトウェアが含まれるが、

これができる限りオープンなものであることが、他の反証可能性や研究参加可能性を担保する、つまり真にサイエンスを実践することになる。

近年のオープンサイエンスにつながる取り組みを先駆的に続けてきたのは素粒子物理学である。その分野で世界最大とされる研究所CERN（欧洲原子核研究機構）が発行する雑誌 *CERN Courier* の本年3月号は、「オープンサイエンスの興隆」の特集であった。その中で、Sünje Dallmeier-TiessenとTibor Simkoは、テクノロジーの進展によって今、研究の開始段階からデータとソフトウェアの両面についてオープンなデータマネジメントの計画を立てるという取り組みに向けて機が熟したと述べた。この論考は、次のような文で閉じられており、これを読んだこととこの夏の研究集会への参加経験とが合わさって、私はやっと、過去の学術コミュニケーションへの参加態度を改めるよう迫られていることを理解した。オープンサイエンスは現代の課題であるとともに、研究者の未来への責任として認識されるべきなのだ。

容易に再現でき再利用できる方法で研究を共有することは、研究チーム内での、また他のチームとの知識の伝達を促し、科学的プロセスを加速させる。これによって私たちは、次のような希望をもつことができる。つまり、今から30年後の未来のジェネレーションは、未来的なハードウェアのプラットフォーム上で、私たちが現在、用いているコードを実行できないかもしれない。しかしたとえそうなったとしても、私たちの研究の結果を点検し、ひょっとすると何か新しいことを明らかにすることができるくらいには、今、出版された研究の背景にあるプロセスを理解できるように少なくともなっていると。

物理学とは違い、日本語を含むその他の言語や地域で独自の学術の発展が見られた分野の多くでは、「全国遺跡報告総覧」はその一例ということになるが、調査結果・研究成果の記録を集めてデータベー

スを作成し、それらを他で作られたまた別のデータベース等へとつなげ、記録への「アクセス」を世界的に拡げるという作業が精力的に続けられている。続くオープンサイエンスの時代には、簡単に言えば「再利用」が鍵概念だ。データベースでは、それぞれのデータ作成者の著作権の主張が他の研究者らのデータ利用を妨げない仕組みを構築する必要があるといったことがまず課題になるだろう。これにはデータの管理・公開のインフラが別に必要かという問い合わせがあるが、各研究者がオープンサイエンスへの意識を共有するというより根本的な課題も大きい。

オープンサイエンスに関わる人とは、サイエンスに関わる人すべてである。これまでずっと熱心であったライブラリアン（図書館）、そして本稿で焦点をあてた研究者だけでなく、出版社、大学や研究所の責任者たち、そして現代社会に生きるすべての人たちがなんらかの形でサイエンスに関わって生きている以上、オープンサイエンスにも関わることになる。

#### 【補註および参考文献】

- 1) 三根慎二 2009 「電子ジャーナル時代の新用語：「オープンアクセス：大学図書館の立場から」」*[SPARC JAPAN NewsLetter]* No2 <https://www.nii.ac.jp/sparc/publications/newsletter/html/2/topicsI.html> (参照2019-12-04)
- 2) 林和弘 2014 「新しい局面を迎えたオープンアクセスと日本のオープンアクセス義務化に向けて」『科学技術動向』142号 pp.25-31 <https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT142-25.pdf> (参照2019-12-04) (本稿中の引用はp.28より)
- 3) 船守美徳の論考は多いが、簡潔に整理された新しいものとして次がある。船守美徳 2018 「学術誌をアカデミアの手に取り戻す：オープンアクセスの最新動向と岐路に立つ日本」『NII Today』No.82 pp.8-9 [https://www.nii.ac.jp/about/upload/NII82\\_web.pdf](https://www.nii.ac.jp/about/upload/NII82_web.pdf) (参照2019-12-04)
- 4) 小陳佐和子、矢野恵子 2018 「ジャーナル購読から

- オープンアクセス出版への転換に向けて：欧米の大学および大学図書館コンソーシアム連合（JUSTICE）における取り組み」『大学図書館研究』No.109 pp.2015-1-2015-15 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcul/109/0/109\\_2015/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcul/109/0/109_2015/_pdf)（参照2019-12-04）
- 5) 大学図書館コンソーシアム連合 2019「購読モデルから OA 出版モデルへの転換をめざして： JUSTICE の OA2020 ロードマップ」[https://www.nii.ac.jp/content/justice/overview/JUSTICE\\_OA2020roadmap-JP.pdf](https://www.nii.ac.jp/content/justice/overview/JUSTICE_OA2020roadmap-JP.pdf)（参照2019-12-04）
- 6) 「内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室」 2013 「G8サミットにおけるオープンデータに関する合意事項（英文・仮訳）」<https://www.kantei.go.jp/singi/it2/densi/dai4/sankou8.pdf>（参照 2019-12-04）（2013年6月21日に開催された第4回電子行政オープンデータ実務者会議の【参考資料8】：本稿中の引用はp.20より）
- 7) 国際的動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会 2015「我が国におけるオープンサイエンス 推進のあり方について：サイエンスの新たな飛躍の時代の幕開け」<https://www8.cao.go.jp/cstp/sonota/openscience/>（参照2019-12-04）
- 8) Laine, Heidi 2018: Open science and codes of conduct on research integrity: Informaatiotutkimus 37(4) pp.48-74 <https://journal.fi/infi/article/view/77414>（参照2019-12-04）
- 9) 大澤剛士 2017「オープンデータがもつ「データ開放」の意味を再考する：自由な利用と再利用の担保に向けて」『情報管理』60巻1号 pp.11-19 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/60/1/60\\_11/\\_html/\\_char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/60/1/60_11/_html/_char/ja)（参照2019-12-04）
- 10) Dallmeier-Tiessen, Sünje and Šimko, Tibor 2019 : Open science: A vision for collaborative, reproducible and reusable research : CERN Courier 59 (2) pp.25-26 <https://cerncourier.com/wp-content/uploads/2019/07/CERNCourier2019MarApr-digitaledition.pdf>（参照2019-12-04）

## 海外の日本研究と知のネットワーク -デジタルアーカイブのユーザを考える-

江上敏哲（国際日本文化研究センター）

Transnational Knowledge Network for Japanese Studies:

Who Uses the Databases?

Egami Toshinori (International Research Center for Japanese Studies)

・海外の日本研究／Japanese studies in the world

### はじめに

本稿では、日本の資料と情報を海外にいかに届けるかということ、またそのためにデジタルアーカイブとそのユーザの関係をどのように理解すべきかについて、考える。

本稿によって、「“地方文化財のデジタルアーカイブ”の“想定ユーザ”として、“海外のユーザ”を考慮すること」を理解していただきたい。

### 海外における“日本研究”と国際日本文化研究センター

海外には、日本について専門に研究する研究者や、日本と関わる職業に就く専門家、日本に興味を持ち大学で学ぶ学生などが多い。アメリカで日本の社会構造について研究する研究者、ヨーロッパで日本の芸術や宗教について調べる専門家、東南アジアで日本の近代化の経緯と経済について学ぶ学生、などである。彼ら／彼女らが日本に関する研究成果をうみだすなど、何らかのアウトプット・発信をしていくことで、世界における日本理解が深められると期待できる。

このような海外における日本研究を日本側から支援するための機関が、筆者が図書館司書として勤める国際日本文化研究センターである。

国際日本文化研究センターは1987年に創設された大学共同利用機関である。「世界の日本研究者に

対する研究協力・支援」という研究協力を一つの大いな目的をしている。専任教員・研究者・大学院生の他、年間50名ほどの客員・来訪研究者が海外から来日し、センターに在籍して研究をおこなう。約56万冊を所蔵する本センターの図書館は、特に海外で日本について研究する日本研究者に対して必要な文献を提供している。

海外の日本研究者といってもそのユーザ像は一様ではない。文学・美術・宗教・民俗学といった人文学に限らず、現代社会や医療、ファッションなどの文化を扱った研究もある。研究の仕方や求める文献もまた様々である。研究の学際化・国際化が進む現在では、日本を“専門”とした研究においてだけではなく、中国・韓国などの他地域やアジア・太平洋全域などを横断的に研究する際、あるいは各専門分野の研究において日本が一対象となる際にも、日本資料・日本情報が求められる可能性がある。その中には日本に習熟・精通している研究者もいれば、まったくそうでない人もいる。また必ずしも日本語に習熟しているわけではなく、文献入手などのリテラシーが高いか低いかも一様ではない。

海外にも日本資料・情報を提供する図書館があり、研究者・学生などのユーザをサポートしている。ただしどれだけの蔵書があるか、日本を専門とする司書がいるか、データベース等が充分に提供されているかなど、環境が整っているかどうかかもまた一様ではない。北米には数万冊から数十万冊の日本

語資料を所蔵し、日本専門の司書が勤めるような大学附設の図書館もいくつがあるが、それ以外では、多くても数千冊・数百冊規模の蔵書しかないところが多い。そして、どの国においても研究対象としての「日本」は決してメジャーというわけではなく、司書・情報専門家などによるサポート体制が身近にあるとも限らない。

このような海外の図書館、そしてそのユーザたちが求める日本資料・情報を得られるかどうかは、それらがその主たる生産地である日本（出版者・大学・企業・官公庁等）から海外へとスムーズに渡ってくれるかどうかがカギとなる。海外において日本を研究するあるいは興味関心を寄せててくれる人々は決してメジャーな存在ではないかもしれないが、その人たちによる研究成果、または何かしらのアウトプットが、世界の日本理解を深め、国際関係を築く下地となってくれる。そう考えれば、日本資料・情報の提供、そのための支援・協力や情報発信は、最終的には日本自身の問題であると言える。

### 深刻な“日本離れ”と“デジタル不足”

海外の日本研究者・司書と話をする度に異口同音に上がる深刻な問題として、“日本離れ”と“デジタル不足”がある。

図1は、Google 提供のサービス「Google Books Ngram Viewer」(<http://ngrams.googlelabs.com/>)を使って描いたもの<sup>11)</sup>で、キーワードを指定すると、Google Books内の書籍本文中にそのキーワード



図1 Google Books での「Japan」登場頻度

がどれだけ登場するか、出版年別のグラフで表示する、というものである。1900年から2008年までを描画しており、上から「China」「Japan」「Korea」の順である。1990年代前後の一時期だけ「China」を追い越していた「Japan」の登場が、その後2008年に至るまで大きく低下している様子がわかる。

近年では“日本離れ”、すなわち海外の日本研究の“退潮傾向”が指摘されることが多い。特に欧米圏において、大学等における日本研究や日本語教育の縮小・統廃合の知らせをしばしば耳にする。その背景には、日本の経済低迷や存在感の低下、加えて欧米諸国の経済不況等による人文学・地域研究（欧米以外の各国・地域の研究）の低迷もある。一方で中国・韓国や中東等のように、注目すべき地域が他に多数あれば、日本離れはさらに進むだろう。

さらに日本のデジタル資料が不足している、あるいはアクセスできないという現状がある。現在の大学教育・研究の現場においては、文献提供や研究環境のデジタル化が整備されつつある。人文系か理工系か、欧米かアジアかといった、分野・地域の別を問わず同様である。その中にあって、日本語の人文・社会系の書籍や雑誌がまだデジタル化が進んでおらず、データベースも限られてしまう。

図2は、北米にある東アジア資料図書館の統計から作成したもの<sup>22)</sup>で、全館の図書冊数・電子書籍タイトル数・電子ジャーナルタイトル数を示している。左から中国語・日本語・韓国語の順であるが、



中国・韓国に比べて日本の電子資料が大幅に不足している様子がわかる。これは、意図的に契約していないのではなく、契約できるような日本製の電子書籍・電子ジャーナルがそもそも少ないとみてある。また、日本側が海外からのアクセス・契約を認めない、または高額過ぎる、条件が厳しい等で利用できない、という例もある。

多くの国や地域でデジタル化が進み、積極的に公開・提供をすめ、学生・研究者たちがデジタル環境下で学び、活動する。その中で、日本について研究し、資料・情報を入手しようとすると途端に紙に頼るしかなくなる。このような状態では、ベテランの日本研究者ならともかく、若い世代の学生・研究者に日本に関心を持ってもらうことは困難だろう。やはり、日本資料・情報の海外に向けての提供とその支援は、日本自身の問題であると言える。

## 海外の日本専門家が提言した、日本のデジタルアーカイブの改善点

ここで「日本美術の資料に関わる情報発信力の向上のための課題解決についての提案」という文書を紹介したい。

- ・「日本美術の資料に関わる情報発信力の向上のための課題解決についての提案」  
[http://www.momat.go.jp/an/wp-content/uploads/sites/3/2017/04/J2016\\_520.pdf](http://www.momat.go.jp/an/wp-content/uploads/sites/3/2017/04/J2016_520.pdf)

これは海外で日本美術やその研究・資料提供の仕事をしている専門家たちが、日本側に向けて作成した、情報発信力の向上のための提言である。この提言の元になったのは「海外日本美術資料専門家（司書）の招へい・研修・交流事業」という研修プロジェクトで、2014-2016の3年間、東京国立近代美術館が中心となっておこなわれてきた。ここで言及されているのは、美術分野に限らず、あらゆる文化資源や学術資料、研究資源やデジタルアーカイブ的なもの全般に向けての提言であると言える。

例えば「1.1. 海外のユーザのことも対象者として認識すること」「1.2. 海外のユーザが日本から離れつつある現状を認識すること」等は、まさに本稿の訴えるところである。日本の資料は、日本のユーザだけのものではなく、海外のユーザも必要としているということを認識して、デジタルアーカイブを構築しなければならない。そうでない現状、日本資料を探すのに、英語等が整備された海外のデジタルアーカイブを使うという海外ユーザが多い。その代表例が「Ukiyo-e.org」(<https://ukiyo-e.org/>) であり、浮世絵ポータルサイトとしての完成度の高さから、日本のどのサイトよりも人気を集めている。

「2.1. 多言語対応、ローマナ化が必要であること」という声も多く聞く。特にメタデータの設計や作成にあたっては、ローマ字を入れる余地を考えたい。

「2.2. 可視化が必要であること、およびそのためのポータルサイトが必要であること」という提言に関しては、現在国立国会図書館によるジャパンサーチの構築が進められている。今後の国内のデジタルアーカイブは、地域や分野を問わず積極的にこのジャパンサーチに参加すること、新規構築の際には参加を前提として諸設計を進めることができほしいだろう。また、日本国内でまとまるだけでなく、積極的に海外のポータルにも参加してコンテンツの可視化を進めてほしいというのが、「2.5. 国際的なレベルでのデータベース構築やコンテンツ発信が必要であること」という提言である。日本の資料を探すときだけ日本のサイトをわざわざ訪ねなければならない、よりも、どの国のコンテンツも同じポータルサイトでヒットする、というううが、同じオープンでも可視化に雲泥の差がある。これについては東文研や奈文研に多くの実践例があるので、参照していただきたい。

- ・ 東京文化財研究所、展覧会カタログ情報を OCLC で提供（2016年10月）

「第7回美術図書館の国際会議（7th International

Conference of Art Libraries)への参加」  
<http://www.tobunken.go.jp/materials/katudo/240626.html>

・奈良文化財研究所、全国遺跡報告総覧とWorldCatのデータ連携開始（2017年2月）  
<https://www.nabunken.go.jp/nabunkenblog/2017/02/worldcat.html>

## 地方自治体やその文化財行政の現場にも“援軍”になってほしい

海外のユーザを支援するにあたって重要なことは、広く浅く構わないでの、幅広い立場の人々に援軍になっていただきたい、ということである。国際日本文化研究センターのような専門機関だけでは、カバーできる資料・情報の範囲に限界がある。一方で、日本資料・情報を求める海外のユーザの姿は一様ではない。様々な専門を持つ研究者がおり、そのニーズも研究手法もそれぞれで異なる。

特に、各地方自治体やその関連機関、学校、博物館のような各種文化資源に関わる団体等の存在は重要である。各地にはその地域でしか提供することのできない文化資源や行政資料が数多く存在している。伝統的な人文系の日本研究として、地方史研究やフィールドワークがあり、地域の文化資源に対するニーズは大きい。加えて、福祉・高齢化社会、都市工学、環境やサステナビリティといった世界各国で取り沙汰されている問題につながるような現場の資料も、日本の各地域には多く存在している。

これらは現在のところ必ずしも海外のユーザを意識して情報発信されていないかもしれないが、インターネットを介したポーダーレスな情報環境下では、いつどのようなかたちで海外からのリクエストが届くとも限らない。あるいは、すでに届いているにもかかわらず見過ごされているかも知れないし、リクエストを届けたいと思われていても受付態勢がわからないためにスルーされているかもしれない。

このようななすれちがいを無くすために、「海外の

ユーザのことも対象者として認識すること」をあらためてお願いしたい。

## 想定外のユーザを想定するということ

とはいえ、自機関の資料に海外からのニーズがあるとは想定しにくい、と思われるかも知れない。ここでひとつの考え方を紹介したい。

近代マーケティングの世界的権威とされるフィリップ・コトラー(Philip Kotler)というアメリカの経営学者がいる。その著書「Lateral Marketing」(2003)の中で彼は、「水平思考のマーケティング」を提唱している。これは、切り捨てられ除外されたいたニーズ・用途・ターゲット・状況に目を向け、これまで対象にしていなかった顧客のニーズをどう満たすかを考える、というものである。例えばオンライン・ショッピングについて考えた時、「インターネットで買い物をする人は、コンピュータを持つはず」という論理を逆転させ「コンピュータを持たないが、インターネットで買い物をする人」を発想し、そのようなユーザのために「店内でオンライン・ショッピングが可能な店舗」を考案する、といったようなものである。

この考え方を応用し、例として京都府立京都学・歴彩館（旧京都府立総合資料館）が所蔵する東寺百合文書について考える。東寺百合文書を「日本史研究に資する寺院の史料」ととらえれば、想定されるユーザは日本史研究者や日本の寺院関係者であり、日本において日本語を理解する者という前提に限られる。来館利用が充分に可能であり、特段のサポートがなくとも活用可能な専門性とリテラシーを持つと思われる。このユーザ像を否定し、海外にいる、日本語がわからない、日本のことが専門でもない他分野の研究者が、東寺百合文書を利用すると仮定する。その仮定に沿って東寺百合文書を「世界（東アジア、ユーラシア、環太平洋）の中にある日本という地域の、土地台帳や契約文書などを含む、仏教という宗教組織の文書群」ととらえ直せば、想定されるユーザは日本の日本史研究者に限らず、世界中の

経済学研究者や宗教学研究者など多地域・多分野にひろがり、日本語を充分に理解せず日本資料を扱うリテラシーも低いユーザであるという可能性も生まれる。

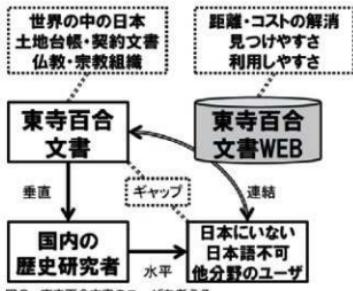


図3 東寺百合文書のユーザを考える

東寺百合文書は、冊子を出版するだけでなく、デジタルアーカイブで約80000枚のデジタル画像を広

く世界に公開し、Googleなどのサーチエンジンで不慣れな人にも探しやすくすることができ、その画像にクリエイティブコモンズ（CC-BY）という国際的に通用する仕組みを採用している。海外にいる、日本語がわからない、日本のことが専門でもない他の分野の研究者にも、そのコンテンツが届きやすくなる、という好例である。

#### 【補註および参考文献】

- 1) Google Books Ngram Viewer (<https://books.google.com/ngrams/>) を利用し、phrase 「Japan」「China」「Korea」, year 「1900-2008」, corpus 「English」で作成したもの。グラフの縦軸は出現頻度。
- 2) 北米・東アジア図書館での所蔵数 (2015)。各グラフとも左から中国語・日本語・韓国語の順。Council on East Asian Libraries Statistics. (<https://ceal.ku.edu/>) から作成。53館対象。ただし記入のない館は0とし、また極端に桁数の異なる館の数値は除いた。

## 文化財の多言語化に失敗しないためには

Peter Yanase (奈良文化財研究所)

How Not to Fail at Translating Texts on Cultural Heritage

Peter Yanase (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

・文化財／Cultural heritage・翻訳／Translation・観光／Tourism

### はじめに

2008年10月の観光庁の設立により、日本政府が日本を「観光立国」に変貌させようとする動きが本格的となつた（竹鼻・戸塚 2009）。そのおかげで、ここ10年、案内表示・標識などとともに、文化財に関する英語解説文の整備（以下多言語化）もゆっくりとではあるが、着々と進んで來た。

しかし、2019年に発行された文化庁と観光庁のそれぞれのガイドライン・指針においては、各地で出来上がった英語解説文が厳しい批判を浴びている。観光庁は、「解説文が乱立していたり、表記が不十分であることから地域や観光資源の魅力が十分に伝わらない等の課題が散見される」（観光庁 2019:2）と述べている。文化庁も、「訪日外国人旅行者にとって理解しやすいものとは言えず、満足できる内容となっていません」（文化庁 2019:5）と指摘している。

確かに、筆者も、説明不足気味なものから英単語だけが並んでいて、実は全く英語にはなっていないものまで、様々な難がある英語解説文を見てきたのである。もちろん、例外はあるものの、おおむね文化庁・観光庁の指摘に同意せざるを得ない。

本稿では、このような状況が生じた最大の原因は依頼者側の翻訳行為に対する誤解にあると論じ、その誤解を解くための説明を行う。さらに、質のいい多言語化を作るためには具体的に何をすればいいのかについて解説する。

### なぜ多言語化が失敗したのか

ここ十年で出来上がった英語解説文は一体なぜ失敗に終わったのであろうか。残念ながらこれを分析した先行研究は筆者の知る限り存在しない。しかし、何も観光客向けのテキストの翻訳で苦労しているのは日本だけではない。Kelly (1998) の研究によると、スペインにおける難がある観光客向け翻訳は、依頼者側が翻訳行為を軽視し、理解していない事から生じるのである。おそらく日本の場合も同じ指摘ができるであろう。

依頼者側が翻訳行為を軽視していることは、依頼者の多くがプロの翻訳者に頼まない行為の中に最も明白に現れている、と Kelly は述べている。統計的なデータが存在するかについては不明だが、おそらく、日本でも、「英語が得意な人」、「留学の経験がある人」、「日本語が分かる外国人」、「短期留学生」などに翻訳を依頼する人は少なくない。この行為から二つの問題が浮かんでくる。

①依頼者は翻訳に必要な言語能力のレベルの高さを理解していない。

②依頼者は翻訳には言語能力しか必要ではないと勘違いしている。

文化財に関するテキストを翻訳するためには、起点言語と目標言語の両方について相当ハイレベルな理解が必要である。具体的に言うと、日英翻訳の場合、日本語能力試験のN1とTOEICの900点台相当

のレベルが妥当といえよう。(もちろん、翻訳者はこれらの試験の合格者でないといけないという意味ではない。)とりわけ起点言語に対する理解力と目標言語における表現力が重要である。

しかし、翻訳には、言語能力以外にも、起点と目標言語文化における社会文化に対する理解、リサーチ能力など、様々なスキルが必要不可欠である(Hasegawa 2013:22を参照)。仮に言語能力に非常にたけた者が翻訳行為に及んだとしても、その他のスキルなしでは文化庁・観光庁に求められているような翻訳が作れない。まずこれを理解していただきたい。

### 原文に忠実な翻訳がいいという勘違い

日本では原文に忠実な翻訳が適切な翻訳と思う人は少なくない。しかし、文化財の既存の日本語解説文のほとんどは、日本人である原著者が共通の背景知識を持っている日本人旅行者を読者として想定し、その日本人旅行者が興味を持っていそうな内容を、日本人が読み慣れている形で(つまり、テキストのジャンルにおける慣例に従って)書かれている。

このような解説文の言語だけ変換する(つまり直訳する)と、文字通り言語だけが変わり、その他の要素が一切変わらないのである。つまり、相変わらず日本人向けの文章のままである。これでは外国人旅行者にとっては不自然な文体であるだけではなく、処理できない情報にあふれた文章となる。そしてその結果、著者と読者の間のコミュニケーションが断絶してしまう。

確かに、原文に重点を置く立場も存在する。しかし、すでに1970年代で原文主義翻訳に対して、ライスとフェアメーアはいわゆるスコボス理論をもって異議を唱えた。「スコボス」とは、ギリシャ語で「目的」と意味する。この理論は、その名の通り、翻訳行為の目的を重視する。つまり、翻訳が適切かどうか、翻訳文がその目的を果たしているかどうかで決まるという(藤崎 2007:17-44)ごく常識のことである。テキストはその目的を果たす時に、はじめて

その存在意義を得るのである。しかし、翻訳になると、これがなぜか忘れがちである。

翻訳行為とは単なる言語間の変換プロセスではなく、ある言語文化のテキストを解釈して別の言語文化の文脈で再構築するという一連のプロセスである(藤波 2007:153)。つまり、翻訳者は原文を読み、その内容を咀嚼した後、別の言語文化の基準に沿ってそれを再構築するのである。その際、翻訳者はテキストのジャンルにおける慣例、想定読者、コミュニケーション状況、読者の背景知識など様々な要因に配慮して翻訳するのであるが、これらの要因にどれほど配慮するかを決定するのが翻訳の目的である。そして、翻訳の目的を設定できるのは依頼者ただ一人である。

### 文化財の多言語化の目的とは何か

普通、翻訳行為において翻訳すること自体が目的ではない。依頼者側は翻訳された解説文の読者に何らかの期待をしている。日本政府が多言語化事業の結果として期待しているのは外国人旅行者の増加である。そのため、Webサイト、パンフレット、ポスターなどで、外国人旅行者が現地を訪れるように促し、現地の解説文で楽しませるという明確な目的を設定している。博物館などにおいてそれだけを目的としていいのか、という議論もできなくもないが、国家が推進している多言語化事業に参加している館・自治体ならば、そのポリシーに従うのが道理であろう。

では、どうすればいいかというと、外国人旅行者を読者として想定し、外国人旅行者が興味を持っているであろう内容を、外国人旅行者の背景知識に合わせて、外国人旅行者が読み慣れた形で表現することが必要である。要するに、外国人旅行者が読み慣れている海外の英語解説文と同様のものを提供すればよいのである。

### 外国人が読み慣れている解説文とは

英語が読める外国人旅行者の国籍は様々であり、

実は解説文に期待している内容や表現も様々になる。しかし、ここではこの問題を深く追求することが目的ではない。ここでは、アメリカ合衆国、オーストラリア、イギリスという三大英語圏の国の博物館・美術館における文化財の解説文に共通するプラクティスに注目し、それを英語解説文の適切な形と想定する。

上記三国における解説文の特徴は、ヴィクトリア&アルバート博物館、オーストラリア国立博物館、J・ポール・ゲティ美術館などのガイドラインを読むことによって簡単に割り出すことができる。これらのガイドラインに共通して述べられていることは以下の通りである。

解説文では、簡潔に、身近な単語で、能動態を使い、時折ユーモア、引用と質問を交えながら、30～100ワードの範囲で、読者に直接語りかけるよう書くのがベストプラクティスである。さらに、専門用語と主觀に入るような表現（例えば、「素晴らしい」）はできるだけ避ける。専門用語に入る場合、必ず説明する、とのことである。

日本では、博物館・美術館のガイドラインはほとんど公開されていないことから、直接に比較することができない。筆者の経験のみを前提とするという断りの上で、日本語解説文の主な特徴としては以下のようにまとめることができる。

解説文は専門性と客觀性を重視し、専門用語を教えるながら、できるだけ多くの事実を客觀的に聞こえる受動態で述べている。ユーモア、引用、質問がなく、来館者に直接語りかけない。

誤解のないように言うと、筆者はこの解説文の在り方を否定しているわけではない。（そもそも、數十年前までは英語圏の諸国でも同じようなプラクティスが主流であった。）また、日本のどこの解説文についても同じ指摘ができるとも言わない。

ここで主張したいのは、時と場合によって、日本語解説文は現行の海外の英語解説文のスタイルと基準に合わせるために多くの工夫が必要であり、翻訳者が翻訳をそれに合わせられるためには、依頼者が

そのように指示をする必要があるということである。

本稿では簡単な要約にとどめたが、詳細に関しては、後日公開する予定の国立文化財機構のガイドラインを参照されたい。以下は目的重視の多言語化を作るには、依頼者が翻訳者に必ず提供しなければならない事項について簡略に述べる。

## 分かりやすい日本語の文章

すでに述べた通り、既存の日本語は日本人読者を想定して書かれたものが多い。想定読者には外国人旅行者はもちろん、翻訳者も含まれていない。そのため、既存の説明を翻訳者に分かりやすくなるよう工夫しなければならない。それによって、翻訳者とのコミュニケーションが円滑になり、不適切な翻訳の可能性が低くなるのである。具体的な例を挙げると、日本語では名詞が複数か単数か区別がないが、英語では明確に使い分けているため、この情報は翻訳者に不可欠である。（その他施すべき工夫の詳細に関しては、文化庁（2019）を参照）

また、翻訳者の美術、建築などに関する専門知識が不足しているため、適切な翻訳の作成は困難である、とたびたび指摘されている（例えば、田辺2018）。しかし、すでに述べたように、理想の英語解説文には専門用語も複雑な表現も文体も存在しない。そのため、翻訳用のテキストからこのような表現をあらかじめ取り除いておくことも、翻訳者とのコミュニケーションの手助けとなるのである。

## 情報

文化財の多言語化の対象はテキストではなく、文化財なのである。ある文化財をいかにして外国人旅行者に説明するかがポイントになる。そのため、翻訳者には文化財の視覚的な情報は不可欠である。文化財が見えないと、それに関する適切な翻訳を作るのは困難である。

また、翻訳者が適切な加筆ができるように、参考資料を依頼者側が提供することで、翻訳者が適切で

はない資料を参考にして翻訳するリスクも減少するのである。

## 時間

言語差、文化差、コミュニケーション状況などに配慮した翻訳は、ほぼ一から文章を再構築することを意味する。これは直訳より時間がかかる。具体的に、原文の制作に費やした時間とほぼ同じ時間を想定したほうがいい。また、翻訳者は翻訳を作成する過程でテキストを何度も訂正するものである。そのため、翻訳者に時間を与えれば与えるほど、磨きがかかる文章が戻ってくる。

## まとめ

本稿では、文化財の多言語化を本来の意図に沿って成功させるためには、依頼者側の翻訳行為に対する理解を深める必要があると述べた。要約すると、プロの翻訳者に依頼し、翻訳の目的を明確に設定したうえで、翻訳に必要な情報と時間を提供することで初めて日本政府が期待している効果を発揮させる多言語化が可能であると考えられる。

## 【参考文献】

竹鼻圭子・戸塚敦子 2009 「観光と異文化コミュニケーション—創造的翻訳への理論的取組」『觀光学』第1号 pp.39-45. doi: 10.19002/AA124388201.39

田辯昌子 2018 「美術館における多言語化への実験的試み—おもてなしICT協議会による千葉市美術館での実証実験」『博物館研究』第53巻、第1号 pp.9-10

藤崎文子 2007 「翻訳行為と異文化間コミュニケーション—機能主義的翻訳理論の諸相」松齋社

Hasegawa, Yoko (2013). *The Routledge Course in Japanese Translation*. doi: 10.4324/9780203804476

J. Paul Getty Museum (2011). Complete Guide to Adult Audience Interpretive Materials: Gallery Texts and Graphics. Los Angeles: J. Paul Getty Trust  
[http://getty.edu/education/museum\\_educators/downloads/aim\\_completeguide.pdf](http://getty.edu/education/museum_educators/downloads/aim_completeguide.pdf)

National Museum of Australia (2019). Style Guide. Retrieved from <https://www.nma.gov.au/about/publications/style-guide>

Trench, Lucy (2013). *Gallery text at the V&A: A Ten Point Guide*. Victoria & Albert Museum. [http://www.vam.ac.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0009/238077/Gallery-Text-at-the-V-and-A-Ten-Point-Guide-Aug-2013.pdf](http://www.vam.ac.uk/_data/assets/pdf_file/0009/238077/Gallery-Text-at-the-V-and-A-Ten-Point-Guide-Aug-2013.pdf)

觀光庁 2019 「魅力的な多言語解説作成指針」觀光庁

文化庁 2019 「観光客は外国人！文化財の多言語化ハンドブック」文化庁

# 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に関する課題、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変更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数を保存することが望ましい。写真的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形式を保存形式としてすることで、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断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ならず、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。デジタル報告書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性がある。

三次元デジタル計測データは、解析と加工により、さまざまな形での編集が可能である。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。発掘調査の画面には、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なう必要がある。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、最終的な成果品を週期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もち、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、充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。デジタル報告書<sup>2</sup>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掲載、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は必要な財政的、人的な基盤が不十分なため、従前のことと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おり、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。

# 奈良文化財研究所におけるフィルムのデジタル化

中村一郎（奈良文化財研究所）

Digitizing Photographic Films

at the Nara National Research Institute for Cultural Properties

Nakamura Ichiro (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

・フィルム／Photographic film・デジタル化／Digitization

奈良文化財研究所ではカラーフィルム資料の退色を防止することを目的として平成8年よりカラー写真フィルムのデジタル化を継続的に実施している。退色防止目的の意味は大きく分けて2つある。

①カラーフィルムは基本的に色素粒子で画像を形成しており、環境要因に左右されるが現像仕上がり時点から変退色は始まると考えられる。そのため、変退色の少ない画像を保存する目的で、整理ができる時点からできるだけ速やかにデジタル化を行うこと。

②カラーフィルムの変退色など劣化を引き起こす要因のもっとも大きなものが温湿度や光要因の環境変化である。特に有名な遺跡の写真などは外部提供などで使用するたびに持ち出され、大事な写真ほど環境変化にさらされるリスクが高くなる特性がある。このような活用による環境変化を回避し、劣化のリスクを抑えるためデジタル化を行うこと。

こうした目的から、特に画質と情報精度の高い4×5カラーポジフィルムを優先的にデジタル化する事業を今まで継続している。

当初の目的として奈良文化財研究所の所蔵する4×5カラーポジフィルム約7万点について、古い物から順にデジタル化を進めた。作業はデジタル化の機器を購入した上で専属オペレータを雇用して実施している。導入当初はKodakのPro-PhotoCD入力システムを使い作業を進め、平成16年に入力スキャ

ン装置の代替わりを経た。しかし、平成19年にメーカーがPhotoCD形式のサポートを終了し、新しいパソコン環境ではアーカイブ品質での画像を展開できなくなる状況が生じた。そのため古いパソコン環境と展開できるソフトウェアを保持し、自動処理にてアーカイブ品質のTIFFに変換する作業が新たに追加された。

現在ではシステムのうち、スキナ機能のみを使用してアーカイブ品質のTIFFデータを取得し、保管管理している。

フィルムスキナは需要の関係から現在業務用として使用できる品質のものは数種程度に限られている。奈良文化財研究所が使用しているスキナ装置もすでに交換部品は無く、メーカーサポートも受けられない状況である。そのため、4×5以外のカラーフィルムや、モノクロフィルムについては現在でも進捗半ばの状況である。こうした状況から高精度複写方式のデジタル化装置も考慮し、実用化に至っている。詳細は文化財写真研究 Vol.4に掲載している。

いずれのスキャン方式を採用した場合でも、メーカー依存の特殊形式を避け、できるだけオープンフォーマットな画像形式を選択することが肝要である。

## 【補註】

1) Pro-PhotoCDシステム。平成2年に米国コダッ

クとオランダのフィリップスが共同開発した、高画質のデジタル画像情報を1枚のCDに格納する方式。Pro-PhotoCD・PhotoCD・PhotoCD-Portfolio等の種類があり、Pro-PhotoCDは4×5大判写真的カラー情報を64ベース（ $4,096 \times 6,144\text{pix.} =$ 約2,400万画素）で30枚程度格納できるCDの形式。PhotoCD

は35mm写真までのカラー情報を16ベース（ $2,048 \times 3,072\text{pix.} =$ 約600万画素）で約100枚格納出来る。いずれもファイルフォーマットはPhotoYCCフォーマットを格納したPCDという特殊形式で、色再現性が非常に高く、可逆圧縮方式で劣化せずに展開が可能な形式である。

# 文化財デジタルデータ長期保管の実務

高田祐一（奈良文化財研究所）

Long-term Storage of Digitized Heritage Data

Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・データ長期保管／Long-term data storage
- ・ファイルフォーマット／File format
- ・保存媒体／Storage medium

## 1. 調査研究成果は情報資産

考古学・文化財の調査研究成果は、貴重な情報資産であり、恒久的な保管が求められる。なぜなら、考古学において、発掘調査は不可逆的行為であり、その成果となる発掘調査報告書は遺跡の身代わりとも位置付けられるからである。また、考古学は蓄積型學問であり、過去の成果に基づいて學問分野が深化し拡がっていく。そのため、過去の調査研究成果に容易にアクセスし、利活用することが可能となれば、調査機関あるいは個人の効率的・網羅的・高次的な研究を支援する基盤となる。

よって、将来にわたり調査研究成果を情報資産として適切に管理していくにあたっては、まずデータの長期保管の実現が不可欠である。

## 2. データが消失する要因

データが消失する要因は様々である。DataONEによれば、Natural disasters (自然災害)・Facilities infrastructure failures (インフラの障害)・Storage failure (ストレージの障害)・Server hardware or software failure (サーバの物理故障あるいはソフトウェア障害)・Application software failure (アプリケーションソフト障害)・Human errors (人為ミス)・Malicious attack (悪意ある攻撃)・Format obsolescence (電子フォーマットの廃絶)・Loss of competencies (実施能力の消失)・Loss of funding

(予算の消失)・Loss of institutional commitment (制度根拠の消失)が挙げられている (DataONE)。

## 3. データ長期保管のリスクと対応

DataONEは「Costs of not doing data management can be very high! (データ管理を実施しないコストは高くなる!)」と警告している。データ消失が起きた後で、データ復旧をするためには、膨大な費用をかけることになるか、もしくはデータが永遠に失われる事態に直面する。普段から適切にコスト（費用・手間など含む）を投下することで、結果的に全体のコストを低減させることができるだろう。起こりうるリスクを整理したうえで、業務やサービスを維持するための予防コスト (Preventive Cost) と損失が起きた際の失敗コスト (Failure Cost) の観点から検討する必要がある。

デジタルデータ長期保管の際のリスクは、文化庁によれば以下のとおりである (図1) (文化庁2017)。

- ①物的リスク：機器故障、媒体不良等の物的要因により安定保存が妨げられる状態
- ②人的リスク：作業者の作業ミス等の人的要因により安定保存が妨げられる状態
- ③灾害リスク：地震、火災等の外的要因により安定保存が妨げられる状態
- ④情報セキュリティリスク：セキュリティの脆弱要因により安定保存が妨げられる状態

それぞれのリスクへの対策は以下の通りである。

#### ①物的リスク

- ・機器を冗長化（サーバやネットワークなどの機器故障等による負荷の急増に備えて、必要とされる設備よりも多めに予備設備を準備しておくこと）する。

- ・データをコピー分散して保存する。機器が故障していないか毎日点検する（チェック体制の構築）。

#### ②人的リスク

- ・データを操作できる人間を特定する（不必要的人には触らせない）。

- ・データをコピー分散して保存する。

#### ③灾害リスク

- ・データをコピー別地保存（遠隔地保存）する。

- ・分庁舎にもデータ保存。

- ・提携自治体とのデータ相互持合い。

#### ④情報セキュリティリスク

- ・データを保存した機器のセキュリティを万全にする。

- ・パッチ（ソフトウェアの欠陥修正等のために、ソフトウェアの書き換えを行うプログラム）適用と

ウイルス対策を万全にしたパソコンでデータを作成する。

- ・データは必要に応じてアクセス制限を設定する。

- ・バックアップデータの暗号化。機器の施錠（持ち去り防止）。

各組織は、有限の予算・人員配置・機材でデータ長期保管に取り組む必要がある。それぞれの各組織の文化・リソースなどは異なるため、組織ごとにベストミックスの最適解を模索する必要がある。結局はどのリスクをどの程度忍受するかというリスク評価の問題に決着する。優先度高で守るべきデータは何か、最悪の事態にあきらめざる得ないデータは何か、代替できるのかという整理と組織的合意が必要である。

## 4. ファイルフォーマットの選択

一般的にデジタルデータ自体は保管媒体よりも寿命は長い。しかしデジタルデータ自体にも寿命は存在する。それは電子ファイルのフォーマットが死んだときである。フォーマットに関してリスク

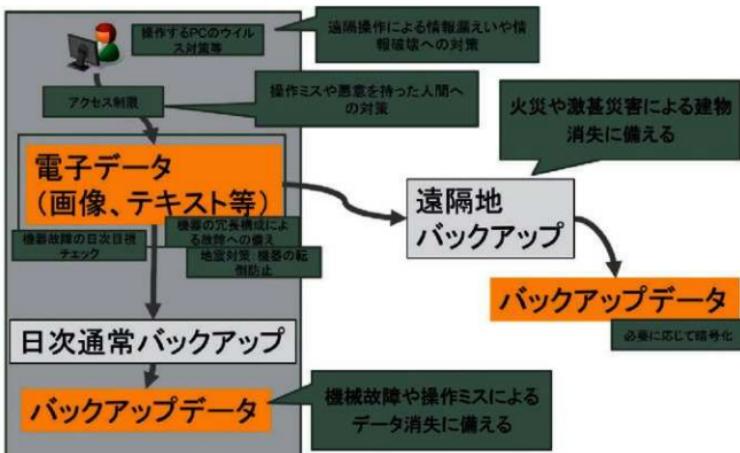


図1 リスクと対策案（文化庁「埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について」1（報告）より転載）

が高いのは、特定の会社、特定の製品に依存しているフォーマットである。会社倒産・事業終了・ソフトウェア製品の開発終了などに影響されるほか、ソフトウェア製品の値上げによってソフトウェアを維持できなくなるケースもありうる。データ保管におけるフォーマットへの考え方には、イギリスのArcheology Data ServiceとアメリカのDigital Antiquityが協力して作成した「Guides to Good Practice」にて整理されている（Archaeology Data Service / Digital Antiquity）（図2）。各フォーマット形式の評価については執筆者による日本語化のうえ、別表にて要約を示す（本誌別稿「文化財デジタルデータ長期保存の為のファイル形式」）。

データ長期保管に適したフォーマットは、特定の会社・製品に依存しない形式である。つまり、フォーマット仕様がオープンになっていること、ISOなど国際標準化されていること、技術的に単純な構造であることなどである。しかし単純な構造であるゆえに、複雑なことを実現できず、利便性の低下につながることもある。使用に不便な形式は、将来的に利活用のメリットも減少するため、その他の形式と合わせて複数の形式で保管する方が良い。また、その際は、デファクトスタンダードとなっている形式がのぞましい。もしその製品が廃絶となった場合でも、社会的影響の大きさから互換性のある形式が登場する確率が高いためである。陳腐化した形式であってもコンバージョンを繰り返すことによって、



## 図2 Guides to Good Practice

データ自体を将来にわたって継承していくことが可能である。

## 5. 保存媒体の選択

2019年現在、様々な保存媒体がある。大別すると、磁気テープ、光ディスク、HDD、クラウドサービスなどである。それぞれ長短があるため、特性を理解したうえで媒体を選択する必要がある。それぞれの特徴は表1の通りである。媒体の長短を考慮しながら組織の予算・人員体制やデータ量などによって検討する必要がある。

参考例として、組織にIT専門家がない場合のモデルケースを示す。まず通常の運用においてハードディスクを活用する。ハードディスクは安価で大容量を容易な操作で保存できる。ただしハードディスクは故障しやすいため、定期的なバックアップが必須である。可用性(安定稼働)が求められるならRAID構成によるディスクの冗長性が有効である。PCがウイルス感染した際、ハードディスクがオンラインもしくはUSB接続していた場合、ハードディスク内のデータまで消失する可能性がある。建物が火災にあった際、データがハードディスク一か所だけの保存であれば、消失するリスクがある。これを解決するために、物理的な媒體に定期的にバックアップし、その媒体を別地や別建物などに保管することが有効である。オフラインであれば、ウイルス

表1 デジタル化された文化資源の保存環境（2012現在）  
 「博物館学Ⅲ・博物館情報・メディア論＊博物館経営論」  
 2012より引用

| 種目         | 内 容  |
|------------|--|
| ハイディスク     | 一度に大容量のデータを書きこむが可能であるが、定期的に動作チェックを要する。また、書き込みが弱くなるため、マイクロドライブなどと比較すると耐用年数が短い。  |
| Magnetic   | 書き出しはいいが、メディア、読み取り、書き込み機能とも両端。永続性の点ではマイクロドライブと併んでいい。   |
| DVD        | メディア、読み取り、書き込み機能と安全性が、DVD-ROMと比較して実用的で、特に書き込み操作を多くする音楽や映像などの用途がある。また、メディアの耐久性の点で非常に優れ、書き込み方法についてはDVD-R、DVD-RWなど複数の規格が存在する。 |
| CD         | メディア、読み取り、書き込み機能も安全で、DVDと比較しても容量が少なく、メディアの本体価格も低めである。書き込み方法についてはCD-R、CD-RWなどで規格が確立する。                                      |
| データ(DATなど) | 専用メディアとして、高品質である。通常がディスクと比較しても軽く、アーティスト用などに用いられる。  |
| その他        | USBメモリ、フラッシュメモリなどのノンバブルメディアは、長期保存に適応するメディアではない。  |

感染のリスクもない。媒体を施錠環境にて保管することで悪意ある犯行からも保護できる。その媒体は、データ量が少なければ長期保存用DVD、データ量が大きければODA（オプティカルディスク・アーカイブ）が候補となる。磁気テープは、速度が遅い点と非専門家にはハードルが少し高い点がネックとなりうる。

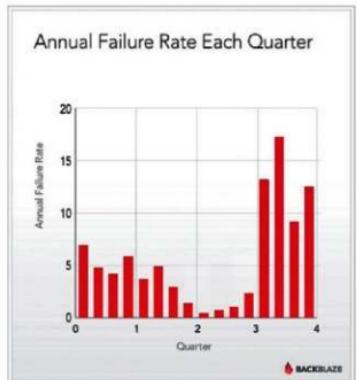


図3 ハードディスクの四半期毎故障率



図4 ハードディスクの年間故障率

媒体の選択に絶対解はない。技術や製品は消長がある。超長期の未来を見通すことは困難である。その前提で、ある程度見通せる10年ごとに最適なものを見直すのが良いと考える。

## 6. ハードディスクの寿命

ハードディスクはコスト面や利便性に優れていることから多数使われているが、障害リスクは高い。ハードディスクの障害は、論理障害と物理障害がある。論理障害とはデジタルデータに不整合が起こることである。物理障害とは物理的に機器が破損することである。これらの障害が起きる原因として、株式会社バッファロー社は次の点を挙げている(BUFFALO)。経年劣化、衝撃、動作中の急な電源オフ、水漏れ、高温・強い磁場など過酷な環境での使用、分解・改造である。

では、ハードディスクの寿命はどのくらいか。ストレージサービスを展開しているBackblaze社は、ハードディスクの故障率を公開している(Brian

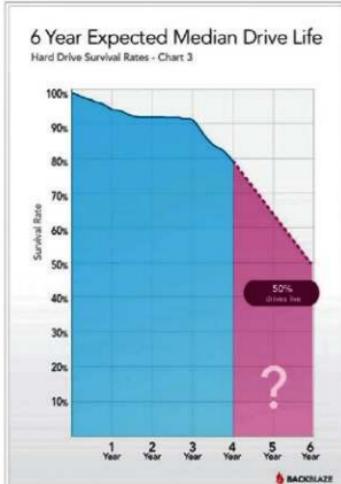


図5 ハードディスクの年間生存率

Beach 2013)。2013年11月に公開した記事を紹介する。故障率は最初の1年は5.1%である。2年目は安定し1.4%となるが、3年目は11.8%となり、バスタブ曲線の傾向をたどる(図3・4)。満4年で生き残っているハードディスクは約80%である。4年目以降は急速に故障率が高まり、6年目には生き残っているものが50%と予測される(図5)。運が悪ければ1年以内に故障するが、運が良ければ10年以上稼働するかもしれない。ただし恒久的に残すべき調査研究の成果を賭けて保有するのは適切とは言えないだろう。ハードディスクは壊れるという前提で、2台のハードディスクに同じ内容を書き込むなどして冗長化を実現する必要がある。4年後故障の中央値が20%であっても冗長化していれば、2台とも故障する確率はかなり下がる。さらに2台がまったく同じ瞬間に壊れる可能性は極めて低い。ハードディスクを冗長化あるいはバックアップすることでき、貴重なデータを保護することができる。

## 7. 運用体制はいかにあるべきか

データを確実に保全し将来に継承するためには、日々のモニタリング作業が不可欠である。エラーが発生していないかストレージの監視、バックアップ処理の結果確認、ストレージや保管媒體が格納している部屋の温湿度確認等である。これらのモニタリングは相応の手間が発生するため、自動監視を導入し、異常時だけアラートメールを発出するなどの仕組みによって効率化した方が良い。ただし自動監視自体が異常の場合、機能しないため必ず人間でも定期的にチェックすることが必要である。諸作業を日次・週次・月次などに整理し、ルーチン化することで、属人性を抑制することができる。

## 8. HotデータとColdデータ

奈良文化財研究所では膨大なデータを長期保管するため、データ自体を Hotデータと Coldデータ

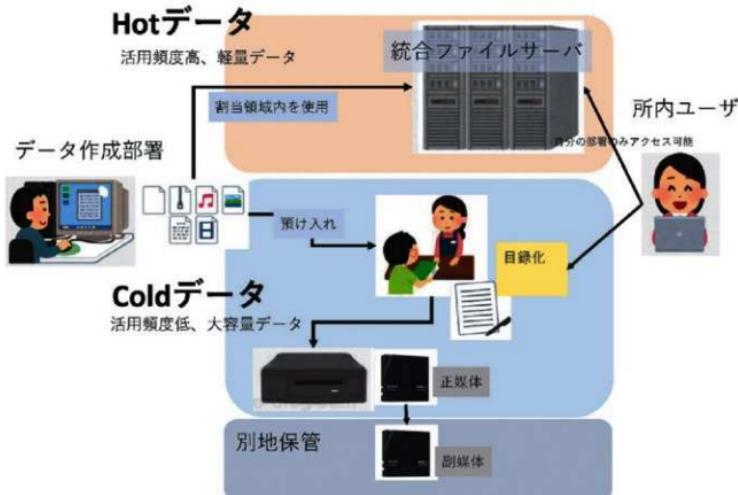


図6 奈良文化財研究所での運用例

に分類した（図6）。Hotデータは活用頻度が高いかつ軽量データである。活用頻度が高いため、オンラインのファイルサーバに格納することで、利便性が向上する。しかしファイルサーバ容量は限りがあるため、3次元データのような大容量のファイルを格納するのは困難である。そのため、ある程度活用頻度が低下している大容量ファイルは、Coldデータとして保管媒体に格納することで、データ保管を図った。媒体は内容が同一のものを正副2つ作成することで、どちらかが何らかの理由で消失した場合でも、一方は残るため、確実に保管できる。

## 9. おわりに

ここで述べた課題は、将来的に技術進化や新製品の登場で解決できるかもしれない。技術的課題は技術で解決できるだろう。しかし、実際にデータ長期保管を運用するのは人間である。運用体制を整備し、各組織にあった方式・技術・製品をローカライズするのは所属職員の仕事である。本稿によって各機関がデータ長期保管を実現させ、調査研究の基盤

となることへの一助となれば幸いである。

### 【註】

DataONE Lesson 1: Data Management ([https://www.dataone.org/sites/all/documents/education-modules/handouts/L01\\_DataManagement\\_Handout.pdf](https://www.dataone.org/sites/all/documents/education-modules/handouts/L01_DataManagement_Handout.pdf)) 2019年12月5日確認

文化庁 2017「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」（報告）埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会

Archaeology Data Service / Digital Antiquity 「Guides to Good Practice」(<https://guides.archaeologydataservice.ac.uk/g2gpwiki/>) 2019年12月2日参照

BUFFALO 「ご存知ですか？ハードディスクは壊れます」(<https://www.buffalojp/contents/topics/knowledge/safety/hdd.html>) 2019年12月2日確認

Brian Beach 2013「How long do disk drives last?」(<https://www.backblaze.com/blog/how-long-disk-drives-last/>) 2019年12月2日確認

# デジタルデータ長期保存における記録メディアの選択

高瀬史則（ソニーストレージメディアソリューションズ株式会社）

The Appropriate Choice of Storage Media for Long-term Digital Archiving

Takase Fuminori (Sony Storage Media Solutions Corp.)

- ・デジタルアーカイブ/Digital archive・デジタルデータ/Digital data
- ・長期保存/Long-term archive・記録媒体/Storage media・光ディスク/Optical disc

## 1. はじめに

昨今のAIやビッグデータ解析、クラウドサービスの普及に代表されるように、デジタル技術は急速に進化しており、あらゆる分野においてデジタルデータの保存・活用が検討され始めている。

2017年、文化庁は「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」という報告書を発表し、発掘作業の効率化や埋蔵文化財公開による地域活性化・研究発展を目的としたデジタル技術導入方針を提示した。デジタル技術を導入するにあたっては、高解像度カメラや三次元計測機のような機材・人員の確保だけでなく、地方公共団体の責任のもと発掘調査報告書や図面・写真といった一次資料の管理体制構築、大容量デジタルデータを長期保存する為のストレージシステムの検討が必要となる。発掘調査自体は不可逆的行為であり、発掘調査によって得られた情報は再度取得する事ができない為、特にストレージシステムの検討には慎重さが求められる。

本稿では、デジタルデータの「長期保存」について着目し、適切なストレージシステムを検討する上で有効な選択肢の1つとして、光ディスクの堅牢性と運用メリットについて解説する。

## 2. 長期保存における課題

### (1) 大容量化

デジタル技術を導入する上で、付加価値の高い情報を収集しようとした場合、データの大容量化という課題は避けられない。例えば、フルサイズデジタル一眼レフカメラを使用してRAW画像を保存する際、JPEG画像に比べて1ファイルあたりの容量が約2.5倍異なる。加えて、編集前の素材と編集後の画像を両方保存する場合、更に2倍以上のストレージが必要となる。また、近年のデータストレージ業界においては、記録メディアの正副コピー作成やオンラインミスとクラウドの併用といった、1つのデータに対して複数のメディアや物件に分散させることでデータ損失リスクの最小化を目的とした「3:2:1バックアップルール」という考え方方が理想とされている。貴重なデータの損失リスクを最小化する為にはデータバックアップを取る必要があり、これによつて総容量は益々肥大化し、ストレージコストが膨れ上がってしまう。データ管理・運用ポリシーを整備する上で、各データの保存期間や利用頻度によって格納先メディアを使い分ける階層管理が必要である。

### (2) 堅牢性

記録メディア自体の堅牢性によって、環境変化や経年劣化によるデータ損失リスクは大きく異なる。例えば、夏季に災害が発生して電力供給が停止した

場合、大規模なデータセンターでは潤沢な予備電源を確保しているが通常のオフィス環境では充分に確保されておらず、空調設備が止まりストレージ設備や記録メディアは極度の高温・多湿環境に晒される事となる。また、東日本大震災以降は地震発生時の災害対策検討項目の一つとして津波被害が挙げられるようになり、近年は地球温暖化による気象変化で、局地的な大雨が洪水に発展するケースが多く、沿岸部のみならず内陸部においても水害に遭うリスクがある。こういった高温多湿環境や浸水状態が発生した場合、テープの場合は張り付き、ハードディスクの場合は電子回路の破損が生じてしまい、再生だけでなくデータ復旧すら困難になる可能性が高まる懸念がある。記録可能データ量が大容量である事に加えて、長期間の保管に耐えうる堅牢な記録メディアを選ぶことが重要である。

### (3) 運用コスト

データを長期保存する為には、ストレージシステムコスト、記録メディアコスト、空調設備および記録メディアを管理・維持するための人件費、電力費などの莫大なランニングコストがかかる。特に、長期運用において肥大化しやすいのは、ストレージシステムが性能向上により世代が切り替わる際に発生する「メディアマイグレーションコスト」(新しい世代のメディアへのデータ引っ越し費用)である。例えば、最新の第8世代LTOテープドライブは、1世代前の第7世代LTOテープカートリッジに対してしか互換性を有しておらず、大容量化・高速化が実現する代わりに世代間互換性が失われてしまった。これによって、世代が切り替わる度に新規メディア購入費用やデータ移行に関わる人件費、電力費が発生することとなる。万が一の備えに対する限られた予算のなかで、ストレージシステムの採用メリットと周辺コストを含む総所有費用とのバランスを検討する必要がある。

## 3. 光ディスクのメリット

### (1) 次世代大容量光ディスク

2014年3月、ソニー株式会社とパナソニック株式会社は共同開発として業務用次世代光ディスク規格「Archival Disc (アーカイバル・ディスク)」を策定した。従来のCompact Disc (CD)<sup>TM</sup>やDVD<sup>TM</sup>のような光ディスクは片面記録構造で記録可能領域が限定的であった。一方、「Archival Disc」は3層積層構造の両面化を実現し、両面を同時記録再生する事が可能となった。加えて、データ記録にはランド&グループ記録方式を採用し、狭トラックビッチでディスクの線記録密度を向上させることで、ディスク1枚あたり最大500GB (2020年現在) の大容量化を実現した。

### (2) メディア高堅牢性

光ディスクは、長期間のデータ保存に適した堅牢性を有している。データ記録層は、剛性の高いポリカーボネート基板とカバー層で覆われており、記録層への水分の直接的な接触を防いでいる。また、Blu-ray<sup>TM</sup>規格以降、記録層の材料に有機色素材料ではなく無機材料を採用することで紫外線に対してもより高い耐久性を有している。特に「Archival Disc」はISO/IEC16963標準に基づく加速試験において100年以上の保存寿命<sup>1)</sup>が期待できるという結果が出ており、データの長期保存性が高い記録メディアだと評価されている。

ソニー株式会社は、この「Archival Disc」を搭載した「Optical Disc Archive (オプティカルディスク・アーカイブ)」(図1)という商品を発売している。(第3世代カートリッジは1巻あたり5.5TBを実現した。) 高耐熱・高強度ポリカーボネート樹脂



図1 Optical Disc Archiveロゴマークと製品

と高耐摩の帯電防止樹脂を使用したカートリッジに「Archival Disc」を格納することで、よりメディアの堅牢性を高めている。

同社は、水災害に対する配慮から「Optical Disc Archive」のメディアを海水に浸す社内実験<sup>2)</sup>を実施している(図2)。この実験では、実際に海から汲み上げた海水に対してメディアを水没させて、内蔵ディスクの取り出し・洗浄を行い、乾燥させたディスクを新しいカートリッジに入れ替えることで、水没前に書き込んだデータが読み出せるかを検証した。結果として、記録されていた全てのデータを読み出すことができた。



図2 Optical Disc Archiveメディア海水実験

### (3) 低運用コスト

光ディスクはメディアマイグレーションが不要で、低消費電力であるため、長期間の運用コストを抑える事ができる。1982年に発売したCompact Disc (CD)<sup>TM</sup>が現在も Blu-ray<sup>TM</sup>規格の光学ドライブ装置でデータ読み出しできるように、光ディスク技術は後方互換が実現されており、メディアマイグレーション頻度を大幅に削減する事ができる。パナソニック(2017)<sup>3)</sup>によると、20年間 Archival Disc でデータを保有した場合、高級なハードディスクの約三分の一、LTOテープの約半分の費用しかからない。これは、光ディスクはハードディスクのようにメディアを常時通電する必要がなく、広範囲の温湿度環境に耐えうる特性から電力・空調設備コスト

を抑える効果があるからである。

このように、昨今の技術革新によって、光ディスクは大容量・高堅牢で低成本運用が可能な記録メディアへと進化している。利用頻度は低いが長期保存する必要がある（もしくは消去することができない）データを光ディスクに保存することで、安全かつ低予算の管理運用を実現することが可能である。

## 4. 採用事例：奈良文化財研究所

これまで述べてきた光ディスクのメリットを生かし、デジタルデータの長期保存を目的として光ディスクを導入した事例がある<sup>4)</sup>。

奈良文化財研究所は、現在「Optical Disc Archive」を使って発掘調査に関わるデータを保管している。埋蔵文化財は国や地域の歴史及び文化を知る為のかけがえのない国民共有の財産であり、考古学や歴史学は情報が多いほど学術対象の広がりを実現できる蓄積型の學問である。日本国内の埋蔵文化財調査においては、年間8,000件の発掘調査と年間約1,500件の調査報告書が刊行されており（平成28年度 文化庁埋蔵文化財関係統計資料より）、膨大なデータが生み出されている。奈良文化財研究所においても、研究所の研究成果である膨大なデジタルデータを超長期的かつ確実に残すことが課題であった。加えて、定期的に運用スタッフが入れ替わるためPC操作と同じ感覚で使用することができ、ファイルサーバーを拡張して冗長構成を組むよりもコストが低いシステムを導入したいと考えていた。「Optical Disc Archive」を採用したこと、高い堅牢性による長期保存に加えて、PC操作と同じ感覚で使用することができるため誰でもアーカイブ作業ができるようになった。また、利用頻度の高いデータはサーバーへ格納し、利用頻度の低いデータは「Optical Disc Archive」へ記録する仕組みを構築することで運用コストを抑えることができたのである。

## 5. おわりに

デジタルデータの長期的な運用と記録メディアの

検討は、データ活用の促進と産業の発展を下支えする、重要な役割を担っている。貴重なデジタルデータを長期間安全に保存する為には、目的や運用に合わせて適切な記録メディアを選択し、管理体制を整える必要がある。光ディスクは、その長期保存性、堅牢性と世代間互換性から、より安全で低成本なデジタルデータ長期運用に対する選択肢の一つとなるだろう。

#### 【補註および参考文献】

- 1) ソニー株式会社・パナソニック株式会社 (2018) 「Archival Disc White Paper 2<sup>nd</sup> Edition」。  
<[https://www.sony.jp/oda/about/J\\_White\\_Paper\\_Archival\\_Disc\\_Technology\\_Ver200\\_20180731.pdf](https://www.sony.jp/oda/about/J_White_Paper_Archival_Disc_Technology_Ver200_20180731.pdf)>, 2019年12月4日アクセス
- 2) 使用カートリッジ：ODC3300R、使用ドライブ：ODS-D280U#1000097 (F/W version 1.160)、水没期間：3週間、乾燥期間：1週間、検証カートリッジ数：計4巻 (Archival Disc 44枚)。当実験は、ソニー株式会社独自で検証の為に実施したものであり、水没後の製品やデータの復旧が保証されるものではありません。専門エンジニア立会いのもと社内の特別な環境下で実施されています。
- 3) パナソニック株式会社 (2017) 「パナソニックの新たな挑戦とは？」  
<[https://panasonic.biz/cns/archiver/pdf/magazine\\_nikkeicomputer\\_20170831.pdf](https://panasonic.biz/cns/archiver/pdf/magazine_nikkeicomputer_20170831.pdf)>, 2019年12月4日アクセス
- 4) Optical Disc Archive 事例紹介。  
<<https://www.sony.jp/oda/casestudy/nabunken.html>>, 2019年12月4日アクセス

## 三次元データの可能性 -活用と課題-

野口 淳（奈良文化財研究所）

The Potential of 3D Data in Archaeology: Utilization and Issues

Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・高密度点群／Point cloud・公開・共有／Sharing・データ形式／File format
- ・実測／Measurement and drawing

### はじめに

近年、考古学・埋蔵文化財の調査研究において、三次元データ（以下、3Dデータ）の利用が急速に進みつつある。機器・技術の進歩も早く、応用範囲も多岐にわたるため、全体を総覧し適切な評価を行なうことはまだ難しいが、現時点での注目すべき取り組みや、実践現場において認識されている課題について概観する。

### 1. 3Dデータとはどのようなものか

考古学・埋蔵文化財の対象は、そのほとんどが立体的な3D形状を有する。このため計測<sup>①</sup>と記録にあたっては、多くの場合x, y, z座標で指示される三次元的な位置や、点・線の集合体としての（かたち）の情報が必ず取得されるが、計測機器・手法、記録または表示媒体の制約により二次元に変換され利用されることがほとんどである。

近年、発掘調査現場における地形や遺構の計測にはトータルステーション（TS）が多用されている。TS計測では、すべての計測点はx, y, zの三次元座標で記録される。これを平面、断面など面図の投影方向によりx-y, x-zのように1つの次元を捨象し、結線・図化する。計測記録は3Dだが、中間・最終成果は2Dとして出力されている。

一方、急速に普及が進むレーザースキャナーなし3D写真計測（フォトグラメトリ）は、TS計測と

は異なる。計測機器・条件によるが、たとえばレーザースキャナーであれば1cm<sup>2</sup>あたり数百～数百万点<sup>②</sup>の密度で、計測可能な対象の表面を網羅的に記録する。これを高密度点群（dense cloud）、ポイント・クラウド（point cloud）などと呼ぶ。遺跡微地形や遺構から土器・石器などの遺物まで、対象の大小にかかわらず、またTS計測であっても、三角定規やディバイダを利用してする場合でも、際立った凹凸部や傾斜変換点を計測記録し必要に応じ中間を補完する従来の計測とは、根本的な設計思想が異なる。

網羅的な計測記録が従来の方法と異なる最大の点は、その再現性の高さにある。従来の計測記録では、その「精度」<sup>③</sup>は計測点の正確さ+線の精細さとして理解してきたと言えるだろう。しかし点・線が閉む面の内部の情報は空白である。仮に各計測点の3D位置座標を保持し、計測点を結ぶ線分にも3D空間上の位置・ベクトルを与えたとしても、隙間の空いたフレーム・モデル（スケルトン・モデル）としてしか示すことができない。

一方、高密度点群記録による3Dデータは、上記のような間隔・密度を有し、従来の方法では線分に閉まれた空白の面であった範囲についても情報をもつ。つまり解像度・分解能の観点からは、これまでとは比較にならない詳細な・情報密度の高い記録である。さらに3D写真計測、および一部のレーザースキャナーでは、フルカラー画像を、高密度点群の各点を三角形ないし四角形の格子（メッシュ、ポリゴ

ン）としてつないで「面付け」した3Dモデル（サーフェイス・モデルまたはソリッド・モデル）にテクスチャとして貼り付けることが可能である。

その分、データ量は従来の計測記録と比較して膨大なものとなるし、計測や処理にそれなりのリソースが必要となる。しかしながら、近年のコンピューター関連技術の発展により、計測・処理とともに、パーソナル・コンピューターでも十分可能となってきた。これが3Dデータ利用の普及を強く後押ししていることは間違いない。

## 2. 3D計測記録の有効性

3D計測の機器・手法やその応用については、日本語で参照できる情報が蓄積されている（金田ほか2010、金田2014, 2017, 2019、朽木県立博物館2014、城倉ほか編2016a, b, 2017、文化財方法論研究会2016, 2017, 2018, 2019、城倉編2017、中園編2017、太郎良2017、平川2017、横山ほか2017、青木2018、青木ほか2018、植田2019、横山2018、考古形態測定学研究会2019a, b, dなど）。金田（2014, 2019）は、3Dデータと他の手法による記録と比較した上で、「形状」「大きさ」「質感」「記録の密度」において優れていると指摘している。これらはすべて、上述の高密度点群記録にもとづくものである。

対象別に、もう少し具体的に見てみよう。

地形や遺構計測では、特徴点の計測に加えて、あるライン上で断面・エレベーションを記録し、あるいは一定間隔で標高値を記録（レベリング）してきた。より面的な情報が必要な場合は、等高線の記録も行なわれてきた。しかしこれら補完的な記録を加えても、従来の方法では、現地で計測を行った点の記録しか残らない。事後的に、異なる場所やライン上の形状の取得や、異なる基準面や投影面への図化を行なうことは困難である。

しかし3Dデータでは、一回の計測、または一つのデータセット、モデルによって事後でも実施可能である。テクスチャの記録もあれば、遺構検出・完掘面や土層断面の正射投影（オルソ）画像も作成

できる（森2019）。発掘調査現場での計測から、図面作成、報告書の編集作業まで、一貫してデジタル化した工程を確立している調査組織もある（水戸部2019）。また面的な計測データはDEM（数値標高モデル）を作成できるので、等高線図だけでなく傾斜度などの計算・表示も可能になる（寺村2014、城倉・青籠2015など）。

遺物の計測のうち、石器などでは複数面の正射投影展開図を作成する際に、展開面ごとの計測と記録・描画が行なわれ、また断面図が作図された（田中2004）。3Dデータならば、一回の計測で取得したデータセットから90°単位、さらには任意の方向への投影展開が可能である。しかも展開図（画像）は同一データから座標変換により作成されるため、繰り返し計測を行う従来の手法より計測精度が高いことは言うまでもない。断面も、点群密度（解像度）が許す限り何方向でも、何面でも取得可能である（野口ほか2015, 2017, 2019など）。

土器の場合、標準的には一面の正射投影図と断面図が作成されるが、3Dデータでは任意の方向への投影展開が可能だけでなく、円筒投影、円錐（扇形）投影も容易である。縦横の断面も連続的に取得可能である。また表面状態については拓本（湿拓）が併用されることが多いが、3Dデータは拓本と同等の記録・図化（可視化）を作成できる。しかも拓本とは異なり、計測数値を取得可能なデータとして、である。また、カラー・テクスチャのある3Dデータ（モデル）は、土器の表面及び内面の状態の連続的な可視化、投影・展開が可能であり、製作痕跡や使用痕跡を理解するためにも有効である（野口・斎藤2018）。

このように一回の計測結果、ないしは一つのデータセットが、様々な目的に利用可能な情報基盤あるいはコアデータ<sup>④</sup>として扱えることが、3D計測データの最大の有効性である。

## 3. 3Dデータ利活用の展開

3Dデータの活用事例はきわめて多岐にわた

る。現状を概観するには、前掲の栃木県立博物館(2014)、城倉編(2016)、城倉ほか編(2016)、文化財方法論研究会編(2016, 2017, 2018, 2019)、中園編(2017)、青木(2018)、金田(2019)などが参考になる。

導入の当初は大型の遺構や建造物、影像等への応用が先行していた感がある(池内・大石2010など)。複雑かつ大規模な対象物を短時間で計測記録できる利点を活用したものである。また航空LiDARによる密林地帯などの遺跡・建造物の所在確認は中央アメリカの考古学調査などで大きな成果を出している(Chase *et al.* 2012、猪俣ほか2017など)。日本でも、古墳墳丘や山城などを航空LiDARによる計測成果を赤色立体図で可視化した成果は大きな注目を集めている(西藤2016など)。陸上で使用される計測機器・手法の利用が困難な水中考古学では、早くから3D写真計測が導入され応用されている(Green *et al.* 2002、McCarthy *et al.* eds. 2019、高田ほか2018など)。

日本国内では、機器・技術の一般化、普及とともに「ありふれた遺物」への応用が進み(太郎良2017)、埋蔵文化財調査の現場へも導入されつつある(金田2017, 2019など)。博物館収蔵資料の記録・計測とウェブ公開も海外では広く一般化している(平川2017)。日本国内での実施例はまだ多くないが、大手前大学史学研究所<sup>5)</sup>、大阪歴史博物館<sup>6)</sup>、東大阪市教育委員会文化財課(仲林2019a)<sup>7)</sup>、奈良県広陵町教育委員会文化財保存課<sup>8)</sup>などが、3Dモデルの公開共有プラットフォーム・サービスであるSketchfab(<https://sketchfab.com>)を利用している。奈良文化財研究所では現生骨格標本(ヒトおよび哺乳動物)の3Dデータベースを公開している<sup>9)</sup>。データの公開は行なわれていないが、既報告資料の再整理・報告に際し3D計測を実施する事例も増えつつある(城倉2017、城倉編2017、野口・斎藤2018など)。

また視覚的な訴求力が強いことから、博物館展示への利用・応用も進んでいる。自前で3D写真計測を行ったデータを、展示室においてタブレット端末

でインタラクティブ表示したり、土器づくりなどの体験学習の際に参考として提示するなどの取り組みがなされている(高橋・橋口2019)。VR利用は、没入的臨場感を得られる点で普及に効果的である。一般見学者の立ち入りが困難な遺跡の発掘調査現地説明会でVRを利用するというアイデアは慧眼である(永見2018b)。現地へのアプローチが困難な方への代替的な見学手段の提供にもつながるかもしれない。さらに、CGと組み合わせたインタラクティブなVR博物館の構築も進められている(仲林2019b)。

計測機器や手法が一般化し、比較的廉価な機器・ソフトなどが普及したことにより、機関としてはなく個人レベルでの取り組みも増えている。上掲のSketchfabで「古墳」を検索すると、墳丘、石室、出土遺物など約160件のモデルがヒットするが<sup>10)</sup>、その大半は個人のアカウントによるものである。「九州文化財計測支援集団(CMAQ)」は、有志の専門家・研究者により3D計測の技術習得や計測記録の支援を行なっている(永見2017, 2018a、木村・宮本2019)。さらに専門家・研究者以外による計測・記録の実施と共有公開も進みつつある(岩谷2019a, b)<sup>11)</sup>。

自然災害による文化財の被害への対応も、地震や水害などの多い日本において需要の多い分野である。とくに2016年熊本地震では、熊本城、井寺古墳、通潤橋など、国史跡・重要文化財をはじめ多数の文化財が被災した。それらの被害状況の把握や修復・復元にも3Dデータが活用されている(石松2018、大津山2018、橋口2018, 2019、嘉村2018、神谷ほか2018、木村・宮本2019など)。

#### 4. 3Dデータ利用に関する懸念と課題

高度な知識・技術や経験を有する専門家や研究機関だけでなく、非専門家を含む個人レベルまで取り組みの裾野が広がったことにより、計測・記録の事例・対象が大幅に増加しているのが、3Dデータの利活用をめぐる2019年時点の現状である。データの蓄積とともに、さらに多様な取り組み、応用が進む

ことが期待される。

しかし見通しは必ずしも楽観的ではない。データの利用、その前提としての公開、共有において懸念や障壁が見受けられる。それらは大きく、技術的側面と、社会的・制度的受容の側面とに分けられる。そして技術的側面については、さらに、機器・技術の導入にあたっての課題と、データの取り扱い・マネジメントに関する課題がある。

#### 4-1 導入にあたっての課題

導入にあたっての課題は、金銭的コストが最も大きいだろう。一般化・普及化が進んでいるとは言え、機器やソフトウェアの価格が導入にあたっての障壁となる場合が少なくない。とは言え、運用により得られる利得との比較考量により導入に踏み切っているところもある。具体的な事例・情報の共有が進めば、導入への敷居は下がるかもしれない。

表1には、参考までに現時点での機器・手法の比較を示した。レーザースキャナーは、計測可能距離の小さい光切断法またはパターン投影法の機器を、同2は計測可能距離が比較的大きい位相差法・TOF法の機器を指す。

最新の機器・ソフトウェアはいずれもUI（ユーザーインターフェース）に優れていて、操作の習熟は大きな負担ではない。ただし3D写真計測では、良い結果（モデル）の前提となる写真撮影について習熟を要する。屋外計測は、直射日光下で十分な計測が行なえるかについての目安である。計測に要する時間は、TOF法のレーザースキャナーでややかかるほか、3D写真計測では撮影する画像数と対象の大きさに捉り変わる。価格には、解析処理用のコンピューターを含めていない。当然、高価格で高スペックのPCを導入できれば、処理時間を減らすことができる。一方、十分なスペックのPCを準備で

きない場合、処理を完了させることができない可能性もある。なお、価格はあくまで目安である。

導入にあたっては、金銭的コストだけでなく、教育・訓練コストを懸念している場合も少なくないようである。とくに埋蔵文化財調査の現場においては、現状では、就職前に基礎的な教育や実地訓練を受ける機会はきわめて乏しい。とくに調査件数が多い場合など、すぐにでも実地運用できなければ導入は難しいと判断されていることもあるだろう。奈良文化財研究所における埋蔵文化財担当者研修など、適宜、教育・訓練を受けられるような場が設けられる必要がある。前述の九州文化財計測支援団体は、有志が協働して学習する機会を設けている。筆者も、考古形態測定学会研究会として「考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン」を開催し、情報提供や実習の場を設けている<sup>11)</sup>。いくつかの大学では、発掘調査実習などで3D計測が取り入れられているが、将来的には、専攻課程における正課の授業で取り上げられることが期待される。

#### 4-2 データの取り扱い・マネジメントに関する課題

すでに導入を進めているところでは、データの保存・管理、および公表の形式と手段をどうすべきかという判断をめぐる問題群が浮上している。

##### 4-2-1 どこに保存すべきか

前述のとおり計測点が従来の計測記録より遥かに多い3Dデータは、データサイズも大きくなる。最大長50mm程度の剥片石器を光切断法のレーザースキャナーにより0.1mmピッチの解像度で計測した場合、カラー・テクスチャを含むデータサイズは数十～数百MBとなる。対象のサイズが大きく、かつ解像度が高ければ、データサイズも大きくなる。3D写真計測では、点群生成の元となる画像を含めると、データサイズはすぐにGBに達する。光ディスク

表1 おもな3D計測機器・手法の比較

| 機器・技術      | 操作     | 屋外計測 | 計測時間 | 処理時間 | カラー | 価格         |
|------------|--------|------|------|------|-----|------------|
| スマホによるSLAM | 簡単     | △    | 短    | 短    | △   | <10万円      |
| 3D写真計測     | 簡単～要熟練 | ○    | 短～長  | 短～長  | ○   | <10万円～数百万円 |
| レーザースキャナー1 | 簡単     | △    | 短    | 短～長  | △～○ | 数十万～数千万円   |
| レーザースキャナー2 | 簡単     | ○    | 短～中  | 短～長  | △～○ | 数百万～数千万円   |

では効率的に保存できないどころか、1モデルすら保存できない場合もあるだろう。大容量HDD、SSDでの保存が前提となる。

なお、こうした規模のデータを多数保存しておくことが可能なデータ・サーバーを保有・運用している調査研究機関は少ないのではないかと思われる。保有していても、考古学・文化財データにのみ大きな容量を割り当てることはできないだろう。現状では、個別的な記憶装置への保存が行なわれており、十分なバックアップ体制が取られている事例は少ないと思われる。保存・管理にかかるコストは、3Dデータが抱える課題である。

#### 4-2-2 どこに公表すべきか

成果の公表については、現状では「発掘調査報告書」がまず要求される形式・媒体となるため、印刷できる状態、すなわち2Dに投影変換した画像が中心とならざるを得ない。しかしこれでは、3Dデータ本来の価値を發揮することはできない。

印刷物に準じる形式での公表方法としては、3D-PDFがある。前述の奈良文化財研究所による骨格標本3Dデータベースは3D-PDFにより公開されている。利点は、Adobe<sup>®</sup> ReaderなどのPDFビューアーでインタラクティブに閲覧できることである。テキストや他の図表、画像とともに文書内に埋め込み配置することも可能である。電子ジャーナルの論文中に3Dオブジェクトを埋め込んだ事例として、Eggers-Kaas *et al.* (2019) を挙げておく。なお同論文は18ページで約64MBあり、同程度のページ数のフルカラー画像を含む一般的な電子ジャーナル論文のデータサイズの十倍近い。そして何よりも、3D-PDFはデータを再利用可能な形で取り出すことができない。

印刷物の縛りを解くならば、3Dデータそのものの公開・共有が可能である。前述のSketchfabは、点群データから、テクスチャを含む3Dモデルまでをウェブ上で公開・共有できるプラットフォーム・サービスで、データのダウンロードも設定できる。有償ライセンスより機能の制約があるが、無料で

の利用も可能である。ただしアップロードできるデータサイズの上限がある<sup>12</sup>。なお点群のみであれば、ウェブブラウザ上で表示させるためのツール(Potree)を利用できる<sup>13</sup>。ただし、運用可能なウェブ・サーバーが必須となる。

Wikimedia Commonsでも.stl形式(後述)のデータをアップロードしインタラクティブ表示させることができます<sup>14</sup>。1ファイルあたりのデータサイズの上限は4GBである。これを利用した石造物3Dアーカイブ・プロジェクトも始動している<sup>15</sup>。

インタラクティブ表示なしで、データそのものを公開・共有するのであれば、各種のプラットフォームが利用可能である。Githubはバージョン管理システムとしてのGitを使用したソフトウェア開発プラットフォームで、プロジェクト単位でリポジトリを作成でき、データの公開・共有にも利用できる。1ファイルあたりのデータサイズの上限は100MBである(<https://github.com>)。

OSF (Open Science Framework) は学術論文のためのデータや発表資料などを公開するプラットフォームで、プロジェクト単位でページを作成でき1ファイルあたりのデータサイズの上限は4GBである<sup>16</sup>。現時点では.obj形式のみプロジェクトページ内でインタラクティブ表示可能であるが、テクスチャ表示はサポートされていない。なお前掲Eggers-Kaas *et al.* (2019) は所収データをOSFで公開している<sup>17</sup>。

現状では、多くの調査研究機関では、3Dデータを公開できるだけの領域を、ウェブ・サーバー上に確保できないのではないかと思われる。一方で、よくに行政機関の場合は、外部のプラットフォーム・サービスにデータを保存し、公開することに躊躇するのではないだろうか。しかし現状では、外部のプラットフォームを利用することが最善のようにも思われる。この点に関しては、東大阪市教育委員会の事例が参考になる(仲林2019a)。

あるいは、ウェブ上でのデータの公開・共有・流通の利便性を失うとしても、光ディスクなどの物理

媒体で頒布するという判断もあり得るだろう。この場合は、ユーザー側がCloudCompare<sup>19)</sup>、Meshlab<sup>20)</sup>などの無償のオープンソース・ソフトウェアまたは何らかの有償ソフトウェアを用意して、各自で表示させたり、編集利用することになる。

#### 4-2-3 どのように保存・公表すべきか

現時点では、3Dデータの統一的な標準形式はない。点群およびメッシュの保存・流通には、事实上の標準形式として.obj,.ply,.stlなどが利用されている。これらは無償のオープンソース・ソフトウェアから、有償の商用ソフトウェアに至るまで、ほとんどの3Dデータの表示・編集ソフトで利用可能である。.obj,.plyはいずれもテクスチャを保持可能である<sup>21)</sup>。なお最近、Microsoft<sup>22)</sup> Office<sup>23)</sup> のアプリケーション群や、Photoshop<sup>24)</sup> をはじめとするAdobe社製のグラフィック・ソフトウェアなどでも.objを開けるようになっているが、フル3Dでのブラウズはできないようである。

.stlはテクスチャを含まず、おもに3Dプリンタの出力などに用いられる。いずれもASCII形式とバイナリ形式を選択でき、前者は人間にも読解可能な数値・記号として保存されるため、テキスト・エディタでも読み込み、解析することができる。ただしバイナリ形式の方がデータサイズは圧縮される。またテクスチャを含まない分だけ.stl形式の方がデータサイズは小さい。

レーザースキャナー、LiDAR等で取得される点群のみのデータは、.xyz (ASCII)、.las (バイナリ) でも保存される。これらの形式は3Dビューワー・編集ソフト以外でも、3D-CADソフトウェアなどで利用できる。

3D-PDFは、前述通り3Dデータ、モデルのインタラクティブな表示が可能である。拡張子は一般的なPDF文書と共通である。PDFへの3Dモデルの配置・埋め込みは、Adobe<sup>25)</sup> Acrobat<sup>26)</sup>を使用する場合は、あらかじめデータを.u3d形式に変換しておく必要がある。変化は、前述のMeshlabなどで可能である。またAdobe<sup>27)</sup> Acrobat<sup>28)</sup>を使用した場合、3Dモ

デルのコントロール・パネルを配置することも可能である。

なお、有償の商用ソフトウェアの独自のファイル形式（ネイティブ・ファイル形式）は、他のソフトウェアで開いたり利用することができない。将来的な維持・保守管理のために、事实上の標準形式である.obj,.ply,.stlで、かつ可読性の高いASCII形式での保存が望ましく、公開・共有もそれに準じるべきではないかと思われる<sup>29)</sup>。

#### 4-3 社会的・制度的受容をめぐる課題

技術的な課題とは別に、3Dデータの利用にあたっては、その受容をめぐる問題群が横たわっている。それらの多くは、これまでに経験したことのないものへの不安であり、経験の蓄積とともに解決されるものと思われるが、一方で公的な指針等の制度的な保証も必要ではないかと考える。

#### 4-3-1 「デジタル」への懸念

たとえば「発掘調査のてびき」（文化庁文化財部記念物課2010）では、データの総合化、ネットワーク利用による情報発信、劣化しない複写が可能などなどの利便性（集落遺跡発掘編：248-249など）が指摘される一方で、データを補完する上で媒体やデータ形式の安定性、維持可能性、さらに保管組織・体制の将来性（同前：249、262、整理・報告書編：186など）が繰り返し指摘されている。

「現状では、デジタルデータのみでの保存は危険性が高く、紙に出力するなどしたバックアップも、あわせて保持する必要性がある」（整理・報告書編：185）という指摘は、デジタルデータの保管、とくに技術変化などへの対処には紙、フィルム、安定した金属など維持が容易な媒体（carriers）に人間可読な形式（human readable form）に変換しておくという提案（National Library of Australia 2003: 115）に照應したものと言えるだろう。

しかし3Dデータは、従来の記録類とは比較にならない高密度、大容量のデータである。それを紙等の媒体に人間可読形式（= ASCII形式またはテキスト）で記録・保管することは、コストが嵩むと同時に

に再利用性を著しく低下させることになる。デジタルデータは、デジタルデータのままで長期的に維持できるような保存・管理方法と体制を検討し、確立する方が費用・便益計算上、有利となる。

なお長期保存性において紙の方が優越することは確かだが、デジタルデータの場合は、劣化しない複製が可能な特徴を生かして、多数の複製を作ることで生残性を高めるという戦略が可能である。大規模災害時にオリジナルが毀損、消滅することがあり得る以上、複製を分散保管することには、オリジナル（およびその離承）の長期保存性に匹敵する利点があると言えるだろう。

#### 4-3-2 複製・「真正性」・知的財産権

また劣化しない複製が可能であることについて、変更が可能であるとか、真正性の担保が難しくなるという議論もある（文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門 2019）。しかし現時点でも、デジタルデータについてはハッシュ関数を用いた改ざんの検証や、ブロックチェーン技術による変更履歴（バージョン履歴）の記録が可能であり、過度に変更の危険性を案じる必要はないと思われる。もっともシンプルに、公的に認証された原データを照合用に保存・管理しておくだけでも、変更の有無の確認は可能である<sup>20</sup>。

関連して、3Dデータは情報量が多く、実測図や写真などと比べて慎重に扱うべきだという見解もある。しかしこれもまた、何に対して「慎重に」なるべきなのかがいま一つ不明である。たとえば3Dプリンタで本物と瓜二つの複製が製作されるのではないかというような言説もあるが、これは3Dデータと3Dプリンタを過剰に評価しているとしか言いようがない。もちろん、コストを度外視すればより精密なデータを作成することも、それを出力することも可能であるが、それが実現するリスクは十分すぎるほど低いと評価できるだろう（野口2017も参照）。

もう一つ、3Dデータをめぐる著作権・知的財産権の扱いが不明瞭であることへの懸念もある。しかし専門家による議論（知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会次世代知財システム検討委員会2016、数

藤 2019など）を踏まえ、先行する運用事例（仲林 2019a）を参照することで、公開・共有するための基盤を整備することができるだろう。

とは言え、3Dデータの利用拡大に対する懸念や不安は、日本に固有の現象でもないようである。ヨーロッパでの博物館等資料管理者へのアンケート調査によると、3Dデータの取得と利用については、従来の計測や写真撮影以上に、再利用時の許可申請や第三者への供与の禁止などについて厳しく制限する傾向が見られるという（Hist and Smith 2017）。

しかしこれらは、法的・制度的、あるいは学術的な根拠があつての対応ではない。上述したような様々な懸念に対して、参考すべき先例がなく、公的な指針等も示されていないことによる不安感に由来すると考えられる。何らかの対処が望まれる。

#### 4-3-3 「実測」とは何であるのか

最後に、しばしば耳にする指摘についても触れておきたい。研究者が自ら資料を計測・図化する伝統をもつ日本考古学では、「実測」とは、單に対象の〈かたち〉等を測り、写し記録するだけでなく、研究者の観察により得られる情報が盛り込まれたものであるべきだという考え方がある。

これに対して、3Dデータは、計測から可視化・図化までの過程が、ほぼ機械化・自動化されている。レーザースキャナーではどの位置・角度から計測するか、3D写真計測ではどこからどのような写真を撮るかについて計測者の判断が介在するが、しかしそれらはあくまで「計測」に関する行為である。従来の「実測」に含まれていた「観察」の過程が失われているという主張がなされることがある。

一方で3Dデータは、計測記録としては基本的に従来の方法よりも精度が高い<sup>21</sup>。そこで、計測者（実測者）の違いに起因する揺らぎ、誤差が少ない3Dデータに対して、観察結果を情報として付加すれば良いのではないだろうか。つまり手順が変わるだけで、最終成果は同等にすることが可能だということである。もちろん表示形式は、最適なものを選択すれば良い。重要なのは手順や形式ではなく、「実測者

が観察を通して対象物を吟味する時間こそが実測の本質」(植田2019)という前提である。

先に見た通り、3Dデータは一回の計測、または一つのデータセットから展開図や断面図などを作成することができる。このため作図にかかる時間や手戻りを減じることができる。結果として「観察を通して対象物を吟味する時間」が作り出される。つまり計測から出力までを先に行ない、それに対して観察結果の情報を付加するように手順を変更すれば良いのである(図1)。

「実測」をしないと「観察」をしなくなるという発想は、測りながら観察するという身体動作が半ば非自覚的に訓練されている状態ゆえに生じるものなのではないか。本当に測りながらしか観察はできないのか。計測を機械化・自動化したことによって観察がなされない、または疎かになることがあるとしたら、それは計測方法の変更ではなく、変更に伴って作業工程を組み直さないことが原因なのでないか。そもそも従来の方法でも、全ての実測・図化を専門家としての調査員が実施するか、最低でもすべてチェックしているのか。諸条件を考慮した上で、より良い方法・対応を選択することが望まれるだろう。

なお従来の方法によるデータ・成果との接続、互換性という別の観点からの指摘もある。これまで蓄積された資産を無にするような選択ははもちろんあり得ないだろう。3Dデータから従来の方法と同じ、ないしは接続可能な図化を行なうことは容易なので、3Dデータを保持したまま、必要に応じて出力の形態を変えることで十分対応可能である。

## 5 まとめ

ここまで見てきたように、3D計測とそのデータは、技術的にまだ十分に安定していない部分がある。この点で、導入されてから長く、ノウハウが蓄積されている技術に劣る部分があることは否めない。一方で、それを補って余りある利得が得られる場合もある。どちらかが優位であるとか、一方に統一す

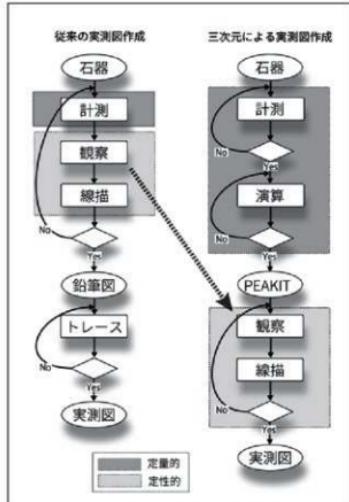


図1 3D計測を導入前後の実測図化の手順(横山2018: 図9)

べきだということではなく、それぞれの状況に応じて判断すべきだと考える。

実際に導入されている現場では、やはり必要性が最大の動機であるように見受けられる。逆に言えば、課題を上回る必要性を見いだせないのであれば、敢えて導入する必要はないのだろう。とは言え、とくに埋蔵文化財保護の現場では、自身・自組織で導入・運用する場合だけでなく、たとえば調査支援や委託先が使用する場合もあり得る以上、ある程度の知識と、できるならば経験を持っておくことは、今後、ますます必要になってくるのではないかと思われる。先行して導入したところでは、積極的に情報発信・共有し、相互に補い合って、より良い調査・記録の体制を構築できるようにするべきであろう。

## 【註】

- 1) 日本工業規格 JIS Z 8103 : 2019「計測用語 Glossary of terms used in measurement」3.1-101に「計測」は「特定の目的をもって、測定の方法及び手段を考究し、実施し、その結果を用いて所期の目的を達成させること。」と定義されている。
- 2) たとえば360°計測のTOF中距離レーザースキャナーで解像度0.009°の場合120mの距離で計測ピッチ約0.3mm = 333.333点/cm<sup>2</sup>、光切断法またはバターン投影法のレーザースキャナーで計測ピッチ0.05mmの場合4,000,000点/cm<sup>2</sup>。さらに解像度の高い（計測ピッチの密な）機器もある。3D写真計測は、原則としてノンスケールで点群を生成し事後のスケールを付与するため、単位面積あたりの点群密度（解像度）は、撮影距離・倍率に依存する。近接撮影により顕微鏡レベルの解像度を得ることも可能である。
- 3) ここでは一般的な理解・受容によるものとして「」を付しておく。計測・測定に関する正確さ・精度・誤差については注1)前掲JIS Z8103:2019を参照。
- 4) (株) ラングによるコンセプト (<http://www.lang-co.jp/technology/technology.html>)。
- 5) <https://sketchfab.com/shigaku>
- 6) <https://sketchfab.com/mushis3D>
- 7) [https://sketchfab.com/higashiosaka\\_bunkazai](https://sketchfab.com/higashiosaka_bunkazai)
- 8) [https://sketchfab.com/koryo\\_bunkazaihonzonka](https://sketchfab.com/koryo_bunkazaihonzonka)
- 9) <https://www.nabunken.go.jp/research/environmental/gaiyo.html>
- 10) 岩村氏の計測データのうち許可を得ているものは Sketchfab 上で公開・共有されている。<https://sketchfab.com/nonakasabu/collections>
- 11) 「考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン」イベント・ページ <https://3dlm.peatix.com/>
- 12) 2019年12月時点で、1モデルあたりのデータサイズの上限は、無料のBasicライセンスは50MB、有償のProライセンスは200MB、Businessモデルは500MBとなっている。
- 13) <https://github.com/potree/potree/releases>。参考として、九州大学堀 賀貴研究室によるイタリア・ヘルケレウム遺跡 (<http://history.arch.kyushu-u.ac.jp/potree/workspace/Ercolano2015.html>)、同オスティア遺跡 (<http://history.arch.kyushu-u.ac.jp/potree/workspace/OstiaForum.html>)。
- 14) <https://blog.wikimedia.org/2018/02/20/three-dimensional-models/>
- 15) 篠田浩輔・小池 隆「石造物3Dアーカイブ」<https://stonework-3d-archive.github.io/>
- 16) 北條大樹「オープンサイエンスフレームワークについて」<https://osf.io/geeur/> なおOSFには論文査読のために査読者に対して匿名でデータ等を公開する機能も付いている。北條大樹「OSF (Open Science Framework) で、オープンな心理学研究を目指して」<http://dastatis.hatenablog.com/entry/2018/07/24/191857>
- 17) <https://osf.io/z4cgw/>
- 18) <https://www.danielgm.net/cc/>
- 19) <http://www.meshlab.net/>
- 20) ただしテクスチャのデータは、別途画像データ(jpg等)として保存しなければならない。.objの場合は、テクスチャ・ファイルの参照や、そのほか表示(レンダリング)の設定に関するマテリアル参照ファイル(.mtl)も必要となる。
- 21) このほかXMLベースのx3d、JSONによる.gltf(GL Transmission Format)などがウェブブラウザ上で3Dをグラフィックス表示するために用いられている。
- 22) 3Dプリンタによる出力物に対しても、肉眼では見えないタグを添付する方法が提案されており、識別符号等を埋め込むことも可能になると思われる([3Dオブジェクトに見えないタグをつける方法:AirCode] <http://auror.design/3dttag-aircode/>)
- 23) 計測の精度は、機器等の較正や計測条件に拘るが、基本的に人間の手作業が介在するほど低くなる。なお正確さは、基準点等の外部参照に拘る。

## 【引用文献】

青木 敬・朝倉一貴・植田 真・横山 真 2018「討論 計測技術の進展と考古学」『国史学』226: 99-115

- 青木 敏 2018「考古学における三次元計測技術の導入と利活用：古墳時代・古代における用例を中心にして」『國史学』226: 1-31
- 池内克史・大石岳史 2010『3次元デジタルアーカイブ』東京大学出版社
- 石松 直 2018「被災古墳における復旧作業としてのSfM-MVSの利用について」『文化財の壇』6: 60-61
- 猪俣 健・青山和夫・F. ビンソン・J. ルイス・ランチヨス・原口 強・那須浩郎・米延仁志 2017「マヤ文明のセイバル遺跡と周辺部の航空レーザ測量と考古学調査」『古代アメリカ』20: 123-134
- 岩村孝平 2019a「スマートフォンを使用した横穴式石室の3次元計測」『文化財の壇』7: 32
- 岩村孝平 2019b「スマホで横穴式石室を測りまくる」『第2回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』、pp.10-16. <http://hdl.handle.net/11177/7132>
- 植田 真 2018「遺跡調査における計測技術の変遷」『國史学』226: 33-76
- 大津山恭子 2018「重要文化財『通潤橋』保存修理工事(平成28年熊本地震災害復旧)における3次元計測の利用について」『日本考古学協会第84回総会研究発表要旨』
- 加藤晋平・鶴丸俊明 1980『国録石器の基礎知識2 先土器』柏書房
- 金田明大 2014「測量機材の進化は発掘に何をもたらしたか」『考古学研究60の論点』考古学研究会
- 金田明大 2017「遺跡・遺構の三次元計測」『季刊考古学』140: 46-49
- 金田明大 2019「3次元技術等によるデジタル技術の導入」『奈良文化財研究所研究報告21: デジタル技術による文化財情報の記録と利活用』pp.13-20
- 金田明大・川口武彦・三井 猛・木本拳周 2010「文化財のための三次元計測」岩田書院
- 神谷圭祐・菊本 統・橋本涼太・桑島流音・小山倫史 2018「2016年熊本地震による熊本城石垣の変状の分析」『自然災害科学』37特別号: 1-16. [https://www.jsnids.org/ssk/ssk\\_37\\_s\\_001.pdf](https://www.jsnids.org/ssk/ssk_37_s_001.pdf)
- 木村龍生・宮本利邦 2019「埋蔵文化財行政におけるデジタル情報の活用－九州・熊本における取組み事例－」『日本考古学協会第85回総会研究発表要旨』、pp.160-161
- 考古形態測定学研究会 2019a『第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』<http://doi.org/10.24484/sitereports.62731>
- 考古形態測定学研究会 2019b『第2回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』<http://doi.org/10.24484/sitereports.63271>
- 考古形態測定学研究会 2019c『第4回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』
- 考古形態測定学研究会 2019d『第5回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』
- 西藤清秀 2016「赤色立体地図を用いての大和」『考古学は科学か = Archaeology: is it science? : 田中良之先生追悼論文集』中国書店
- 西藤清秀 2017「パルミラでの3次元計測プロジェクト」『季刊考古学』140: 86-88
- 城倉正祥 2017「デジタル技術でせまる人物埴輪九十九里の古墳と出土遺物」吉川弘文館
- 城倉正祥編 2017『殿塚・姫塚古墳の研究－人物埴輪の三次元計測調査報告書－』六一書房
- 城倉正祥・青井基史 2015「千葉県市原龍舟寺50号墳のデジタル三次元測量」『WASEDA RILAS Journal』3: 213-238 (<https://www.waseda.jp/flas/rilas/news/2015/10/01/918/>)
- 城倉正祥・ナワビ矢麻・伝田郁夫・渡辺玲・小林和樹・石井友菜・根本佑編 2016a「山室姫塚古墳の研究－デジタル三次元測量・GPR調査報告書－」早稲田大学東アジア都城・シルクロード考古学研究所、<http://hdl.handle.net/2065/48887>
- 城倉正祥・平原信崇・渡邊 玲編 2016b『シンポジウム予稿集 3D考古学の挑戦 考古遺物・遺構の三次元計測における研究の現状と課題』早稲田大学総合人文科学研究センター
- 城倉正祥・青木 弘・伝田郁夫編 2017『デジタル技術を用いた古墳の非破壊調査研究－墳丘のデジタル三

- 次元測量・GPR・横穴式石室・横穴墓の三次元計測を中心にはー』早稲田大学東アジア地域・シルクロード考古学研究所 調査研究報告、<http://hdl.handle.net/2065/00056499>
- 数藤雅彦 2019 「発掘調査報告書のウェブ公開と文化財の3Dデータに関する著作権の諸問題」「奈良文化財研究所研究報告21: デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」pp.91-96
- 高田祐一 2020 「文化財デジタルデータ長期保存のためのファイル形式」「奈良文化財研究所研究報告第24冊—デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2—」
- 高田祐一・金田明大・山口歎志 2018 「廉価型水中ソナーとSiM-MVSによる大坂城石垣石材の海上残石分布調査」「文化財の壇」7: 28-31
- 高橋 健・橋口 豊 2019 「横浜市歴史博物館における3D計測データの活用事例」「第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集」、pp.8-11
- 田中英司 2004 「石器実測法 情報を描く技術」雄山閣
- 太郎良真紀 2017 「ありふれた遺物の記録と応用」「季刊考古学」140: 38-41
- 知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会次世代知財システム検討委員会 2016 「次世代知財システム検討委員会報告書～デジタル・ネットワーク化に対応する次世代知財システム構築に向けて～」[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tousakai/kensho\\_hyoka\\_kikaku/2016/jisedai\\_tizai/hokokusho.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tousakai/kensho_hyoka_kikaku/2016/jisedai_tizai/hokokusho.pdf)
- 寺村裕史 2014 「景観考古学の方法と実践」同成社
- 栃木県立博物館 2014 「県内文化財の三次元計測」栃木県立博物館研究報告書
- 森 直行 2019 「埋蔵文化財調査における写真計測(SiM/MVS)の活用～初級者が思ったこと・感じたこと～」「第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集」、pp.3-8、<http://hdl.handle.net/11177/7013>
- 中國 聰 2017 「季刊考古学140 特集・3D技術と考古学」雄山閣
- 仲林篤史 2019a 「埋蔵文化財・史跡整備における3Dの活用と公開について」「第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集」、pp.15-29、<http://hdl.handle.net/11177/7015>
- 仲林篤史 2019b 「3D計測とモデリングによる文化財の展示・活用－VR博物館の事例－」「第4回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集」、pp.18-24
- 永見秀徳 2017 「九州文化財計測支援団体の活動」「文化財の壇」5: 40-41
- 永見秀徳 2018a 「相互扶助組織としての九州文化財計測支援団体」「文化財の壇」6: 54-55
- 永見秀徳 2018b 「現地説明会のカッコイイ前説」「文化財の壇」6: 56-57
- 野口 淳 2017 「手軽さと正確さを使いやすさと：三次元で測ってからどうするの？」「文化財の壇」5: 42-43
- 野口 淳 2019 「石器の3D計測、成果の公開・共有を目指して」「第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集」、pp.9-14、<http://hdl.handle.net/11177/7014>
- 野口 淳・斎藤あや 2018 「東京都大田区久ヶ原跡探査集団生土器2例～3D計測による博物館収蔵標式資料の再記載～」「大田区立郷土博物館紀要」22: 72-85
- 野口 淳・横山 真・千葉 史 2015 「後期旧石器時代初頭石斧の3次元形態分析－東京都武藏台遺跡出土資料について－」「日本旧石器学会第13回研究発表シンポジウム予稿集」、pp. -
- 野口 淳・千葉 史・横山 真・神田和彦 2017 「秋田県における後期旧石器時代前半期の石斧（斧形石器）の再検討」「秋田考古学」61: 1-16
- 野口 淳・横山 真・千葉 史 2019 「考古学資料の3次元計測、応用と可能性（2）－府中市武藏台遺跡出土後期旧石器時代石斧（その2）－」「府中市郷土の森博物館紀要」32: 1-12
- 奈良県立橿原考古学研究所編 2006 「古鏡総覧」学生社
- 奈良文化財研究所 2010 「埋蔵文化財ニュース139 レーザースキャナーによる三次元計測」
- 横口剛士 2018 「井寺古墳の復旧・整備についての取り組みと今後の課題」「日本考古学協会第84回総会研

### 究発表要旨

- 橋口剛士 2019「熊本県嘉島町井寺古墳の発掘調査と復旧へ向けての課題」『日本考古学協会第85回総会研究発表要旨』、pp.168-169
- 平川ひろみ 2017「普及する三次元記録とその応用」『季刊考古学』140: 64-67
- 文化財方法論研究会編 2017「文化財の壇」5
- 文化財方法論研究会編 2018「文化財の壇」6
- 文化財方法論研究会編 2019「文化財の壇」7
- 文化庁文化財部記念物課 2010「発掘調査のてびき」同成社
- 文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門 2019「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」『奈良文化財研究所研究報告21: デジタル技術による文化財情報の記録と利活用』pp.1-6
- 水戸部秀樹 2019「発掘調査へ報告書刊行のワークフローと実践－山形県埋蔵文化財センターにおける事例－」『日本考古学協会第85回総会研究発表要旨』、pp.158-159
- 横山 真 2018「三次元技術を考古資料の記録に用いることの意義」『国史学』226: 77-97
- 横山 真・千葉 史 2017「PEAKITによる考古遺物の視覚表現」『季刊考古学』140: 26-29
- 横山 真・千葉 史・今野晃市・村木祐太 2017「考古遺物のための三次元計測機器開発」『季刊考古学』140: 30-33
- 嘉村哲也 2018「平成28年熊本地震による特別史跡熊本城跡の石垣崩落状況解釈」『日本考古学協会第84回総会研究発表要旨』
- 渡邊 琳・山田綾乃・田畠幸嗣編 2017「3D考古学の再挑戦－遺跡・遺構の非破壊調査研究－」早稲田大学総合研究機構
- Chase, A. F., D. Z. Chase, C. T. Fisher, S. J. Leisz and J. F. Weishampel 2012 Geospatial revolution and remote sensing LiDAR in Mesoamerican archaeology.
- PNAS. 109: 12916-12921. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205198109>
- Eggers-Kaas, T., J. B. Pedersen, C. S. Hoggard, F. Sauer, J. Hilgart and F. Riede 2019 A Technological and Typological Analysis of Lithic Material from Skovmoseen I, Denmark. *Danish Journal of Archaeology*, 8: 1-18. <http://doi.org/10.7146/dja.v8i0.112232>
- Green, J., S. Matthews, T. Turanlic 2002 Underwater archaeological surveying using PhotoModeler, VirtualMapper: different applications for different problems. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 31: 283-292. <https://doi.org/10.1006/ijna.2002.1041>
- Hist, C. and S.E. Smith 2017 3D vs. 2D: Investigating current opinions and guidelines regarding the ownership and use of 3D data compared to photographic and written data. *MORPH2017: a conference on the archaeological application of morphometrics*. 4-5 MAY 2017, Aarhus University.
- McCarthy, J. K., J. Benjamin, T. Winton and W. van Duivenvoorde (eds.) 2019 *3D Recording and Interpretation for Maritime Archaeology*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-03635-5>
- National Library of Australia 2003 *Guidelines for the preservation of digital heritage*. UNESCO. <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/guidelines-for-the-preservation-of-digital-heritage/>

※このほか、日本文化財科学会、日本情報考古学会で3D計測・データ処理・利用に関する研究発表が多く行われている。両学会の発表要旨集、予稿集も参照のこと

## 文化財デジタルデータ長期保存のためのファイル形式

高田祐一（奈良文化財研究所）

File Formats for the Long-term Digital Storage of Cultural Heritage Data

Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・ファイル形式／File format・テキスト／Text・ドキュメント／Document
- ・ラスター画像／Raster images・ベクタ画像／Vector images・3Dデータ／3D data

### 1. 文化財デジタルデータの要件

平成 16 年度に公表された文化庁「行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準（報告）」において、「デジタル技術は急速に進歩し普及しつつあり、それを導入した報告書のあり方についても、今後、検討する必要がある。」と提起された（文化庁 2004）。平成 22 年刊行の「発掘調査のてびき」「整理・報告書編」では、発掘調査報告書の 3 要件として、以下を求めていた（文化庁 2013）。

- ①将来にわたって保存されること。〔保存性〕
- ②相応の精度を有すること。〔精度〕
- ③公開・活用のための形態・方法が適切であること。〔利活用〕

てびきでは、この報告書 3 要件（保存性・精度・利活用）の観点からデジタルデータを「記録媒体自体の変化のほか、媒体の規格変更や製造中止など、いくつかの問題が指摘される」と保存性に関する懸念を示した。平成 29 年 8 月公表の「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）においては、報告書 3 要件を充足する印刷物の形態こそが報告書としている（文化庁 2017）。報告書 PDF について、高精度 PDF は「印刷物の発掘調査報告書の、いわば「版下」に相当するデータであり、印刷物の発掘調査報告書そのものや掲載した図面や写真の「バックアップ」で、「当該発掘調査報告書を作成した組織が保管する必要がある」と位置付け

ている（文化庁 2017）。であるならば、まずはオリジナルの図面や写真を組織が保存したうえで、「図面や写真のバックアップ」を高精度 PDF が担うという整理になる。

他方、この PDF 形式については、作成フローや技術的見地からすれば、PDF 生成のもととなるオリジナルファイルと PDF を一緒に保存することが推奨されている。結局のところ、行政的位置付けおよび技術的見地からすれば、オリジナルの図面・写真データと一緒に PDF を保存することが必要となる。

近年、図面や写真についてはデジタルデータが多くなっている。デジタルデータの長期保存を実現するには、デジタルデータに関するリテラシーが必要となる。デジタルデータの寿命に影響するものは、記録媒体とファイル形式の問題がある。記録媒体について、てびきが示す「記録媒体自体の変化のほか、媒体の規格変更や製造中止など」という懸念には、本誌別稿 高田祐一「文化財デジタルデータ長期保管の実務」・高瀬史則「デジタルデータ長期保存における記録メディアの選択」が参考となる。本稿では、ファイル形式の問題について取り扱う。

データの長期保存によって、将来にわたってデジタルデータの再利用性を高めることができれば、調査成果の情報発信強化・当該組織の業務効率化・調査研究の高次化を図ることができる。

## 2. ファイル形式選択の観点

イギリスの Archeology Data Service とアメリカの Digital Antiquity が協力して作成した「Guides to Good Practice」では、データ作成と保存について考え方方が整理されている（Archaeology Data Service / Digital Antiquity）。長期保存を可能にするファイル形式を検討する観点は3つである。

- ①仕様がオープン・標準化されていること。仕様がオープンであれば、複数のアプリケーションで使用できるため、持続可能性が高まる。
- ②プレーンテキストファイルであること。ASCII プレーンテキストまたは XML であれば、人間にとって可読性が高い。それは当該ソフトウェアが使用不可となった場合に移行の可能性が高まる。
- ③可逆圧縮であること。不可逆圧縮の場合、データが失われ「品質低下」を引き起こす可能性がある。

## 3. ファイル形式の一覧

デジタルデータの長期保存に参考となるよう

「Guides to Good Practice」に掲載されている各ファイル形式を著者が要約した。2019年時点日本の状況を踏まえ、著者の責任において一部加筆修正を行った。

なお、ファイル形式の一覧の作成において、野口淳、堀木真美子、中村一郎、山口歎志各氏の助言を賜った。

### 【註】

文化庁 2004 「行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準（報告）」埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会

文化庁 2013 「発掘調査のてびき 各種遺跡調査編」（報告）

文化庁 2017 「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）埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会

Archaeology Data Service / Digital Antiquity 「Guides to Good Practice」(<https://guides.archaeologydataservice.ac.uk/g2gpwiki/>) 2019年12月2日参照

表1 テキストとドキュメントに関するファイルフォーマット

| フォーマット | 属性・説明  | 標準規格   | データ保存に関する推奨事項   |
|--------|--|--|---|
| .doc   | Microsoft社のWord用ファイル。バイナリ形式。Word1.0～6.0・95・97～2003で使用  |  | データ長期保存に不適合。  |
| .docx  | Microsoft社が作成したOffice Open XML (OOXML) 形式。Microsoft社Office 2007でリリース。独自仕様のOOXMLを開発。XMLの文書ファイルと関連ファイルを圧縮して構成している。Microsoft Officeはオフィスアプリケーションのデファクトスタンダードとなっている。   | ECMA-376およびISO/IEC 29500-1:2008                                      | データ長期保存に適合。非圧縮で保存する必要がある。埋め込みの画像などのコンテンツは、それぞれ適切な形式で個別に保存する必要がある。   |
| .rtf   | RTF (Rich Text Format)。Microsoft社が開発。人間が読めるプレーンテキスト形式であるため保存に適する。ただし互換性や.doc・.pdf・.odtよりもファイルサイズが大きくなる問題がある。   |  | データ長期保存に適合。ただし.docxや.odtの方がコンパクトで互換性があるため、.docxや.odtの方が良い。  |
| .odt   | ODT (Open Document Text)。OpenDocument形式。.docx形式と同様にXMLの文書ファイルと関連ファイルを圧縮して構成している。   | ISO/IEC 26300:2006   | データ長期保存に適合。非圧縮で保存する必要がある。埋め込みの画像などのコンテンツは、それぞれ適切な形式で個別に保存する必要がある。   |
| .sxw   | OpenOffice/StarOfficeのバージョン1.0～2.0で使用されたOpenOffice.org XML形式。OpenDocument形式に変更された。   |  | データ長期保存に適合。ただしODT形式の方が良い。   |
| .pdf   | PDF (Portable Document Format)。Adobe社が開発した形式。PDF readerは無償で利用可能であり、広く普及している。ラスタ画像・ベクタ画像・javascript・3Dデータを埋め込んだファイルを作成できる。  | ISO 32000-2:2017/PDF2.0  | オープン標準であるが、理想的なデータ保存の形式ではない。DPCのPreserving the Data Explosion Using PDF (Fanning 2008)において、PDFを保存に使用する課題が報告されている。                             |
| .pdf/a | 長期保存のオーブン標準を提供するためにPDF形式から開発された。PDF/A-1:PDF1.4に基づいて開発された。ファイルへの音声・動画・javascriptなどの埋め込みや暗号化を禁止する必要がある。PDF/A-2:PDF1.7(ISO32000-1)をベースに開発された。PDF/A準拠のファイルを埋め込み可能となった。PDF/A-3:ISO32000-1に基づいている。PDF/A準拠のファイルも埋め込み可能となった。 | ISO 19005-1(PDF/A-1)<br>ISO 19005-2(PDF/A-2)<br>ISO 19005-3(PDF/A-3) | 长期保存の形式として広く普及している。他のファイル形式からファイルを作成する場合、もとのファイルとPDF/Aファイルと一緒に保管することを推奨する。PDF/A準拠のファイルを埋め込む場合はPDF/A-2, PDF/A非準拠のファイルを埋め込む場合はPDF/A-3を使用するのがよい。 |
| .wpd   | WordPerfect用ファイル。バイナリ形式。WordPerfectの日本語版は2019年現在出荷されていない。  |  | データ長期保存に不適合。  |
| .txt   | プレーンテキスト形式。多くのプラットフォームおよびソフトウェアと互換性がある。  |  | データ長期保存に適合。ただしシンプルな形式に限定される。  |

表2 ラスタ画像に関するファイルフォーマット

| フォーマット        | 属性・説明   | 標準規格                                | データ保存に関する推奨事項   |
|---------------|---|-------------------------------------|---|
| .tif<br>.tiff | TIFF Version 6. ディスクストレーナーであり、アーカイブ用の画像を保存するために非圧縮形式で広く使用されている。撮影情報を埋め込むEXIFメタデータとジオラフレンズ用のGeoTIFFメタデータをサポートしている。   |                                     | TIFF (Version 6)は非圧縮のデータ長期保存に適合する。ただしLZW圧縮アルゴリズムを使用しているTIFFファイルは、長期保存に不適合である。                       |
| .png          | PNG (Portable Network Graphics) W3Cが開発。GIF形式の代わりに開発された。EXIFメタデータをサポートしていない。インターネット利用を目的としているため、RGB以外の色空間をサポートしていない。 | ISO/IEC 15948:2004, RFC2083, W3C勧告。 | 可逆圧縮が必要な場合、GIF形式よりもPNG形式を使用した方が良い。JPG形式より利点があるものの、写真画像でPNG形式を使用するのは非推奨である。                          |
| .jpg<br>.jpeg | Joint Photographic Expert Groupが開発した。写真画像用に開発された。効率的な非可逆圧縮特徴。   | ISO/IEC 10918                       | 非圧縮のオリジナルデータの長期保存には不適合。TIFF形式およびPNG形式よりも大幅にファイルサイズを圧縮できるものの非可逆圧縮のため、ただし規格の公開と普及の観点から圧縮データの長期保存には適合。 |
| .jp2<br>.jpx  | JPEG 2000はJPG形式の替わりとなる形式。JPG形式に比べ普及していない。   | ISO/IEC 15444, ITU-T Rec.T.800      | 可逆圧縮と拡張性の点から、保存に適する形式か調査されている。  |

| フォーマット                   | 属性・説明  | 標準規格 | データ保存に関する推奨事項                      |
|--------------------------|--|------|------------------------------------|
| .gif                     | GIF (Graphics Interchange Format)。CompuServe社が開発した。Webにおいて静止画像とアニメーション画像で広く使用されている。可逆圧縮を提供している。              |      | 長期保存にはTIFF形式を推奨。圧縮が必要な場合はPNG形式を推奨。 |
| .bmp                     | BMP (Bit-Mapped Graphics)。Microsoft社が開発した。Windowsアプリケーションで標準的に使用されている。                                       |      | データ長期保存に不適合。                       |
| .psd                     | Adobe社のPhotoshop用ファイル形式。画像編集の業界標準。   |      | データ長期保存に不適合。サードパーティがサポートできない。      |
| .cpt                     | CPT (Corel Photo-Paint image)。Corel社が開発した画像編集ソフトのファイル。Corel Photo-Paintは、Adobe社 Photoshopの競合製品。              |      | データ長期保存に不適合。サードパーティがサポートできない。      |
| .dng                     | DNG (Digital Negative)。Adobe社が開発。オープンフォーマット。RAWファイル形式。Adobe社は、RAWファイルからDNGに変換するソフトを公開している。仕様をオープンソースで公開している。 |      | データ長期保存に不適合。                       |
| raw (various extensions) | 各メーカー固有の形式である。   |      | データ长期保存に不適合。TIFFを推奨する。             |

表3 ベクタ画像に関するファイルフォーマット

| フォーマット   | 属性・説明  | 標準規格  | データ保存の推奨         |
|--|--|---|------------------|
| .ai  | Adobe社のIllustrator用ファイル形式。他のアプリケーションで使用できない。   |   | データ长期保存に不適合。     |
| .cdr   | CDR (CorelDraw)。Corel社が開発したベクタ画像編集ソフトのファイル。ラスターデータとベクターを保持できる。                       |   | データ长期保存に不適合。     |
| .ps  | PS (PostScript)。Adobe社によって開発された。   |   | PDF/Aの方が长期保存に適合。 |
| .eps<br>.epsf<br>.epsi                               | EPS (Encapsulated PostScript)。   |   | データ长期保存に不適合。     |
| .pdf<br>.pdf/a<br>.pdf/e<br>.pdf/x                   | PDF (Portable Document Format)。Adobe社によって開発された。pdf/x长期保存目的。pdf/e技術文書の交換目的。pdf/x印刷目的。 | ISO 24517-1<br>(pdf/e)<br>ISO15930<br>(pdf/x) | —                |
| .svg   | SVG (Scalable Vector Graphics)。W3Cが開発。XMLベースのオープン標準。Javascriptと一緒によくWeb上で使用される。      | W3C勧告   | データ长期保存に適合。      |
| .cgm   | CGM (Computer Graphics Metafile)。CGMのサブセットであるWebCGMは、Web用にW3Cが開発した。                  | ISO / IEC 8632                                | SVGを使う方が良い。      |
| .wmf<br>.emf   | WMF (Windows Metafile)。Microsoft社が開発。GDI (Graphics Device Interface)が画像描画等の処理を行う。    |   | データ长期保存に不適合。     |
| .wpg   | WPG (WordPerfect Graphics Metafile)。   |   | データ长期保存に不適合。     |
| .pict<br>.pic<br>.pct                                | Apple社が開発した。ピットマップ形式とベクタ画像形式を保存できる。  |   | データ长期保存に不適合。     |
| .swf<br>.fla<br>.swd<br>.flv<br>.swc<br>.swt<br>.flp | Web配信用のアニメーション形式。FlashはMacromedia社が開発したが、Macromedia社をAdobe社が買収した。                    |   | データ长期保存に不適合。     |
| .af  | Macromedia社Freehand用。Macromedia社Freehandの開発とサポートは中止されている。                            |   | データ长期保存に不適合。     |
| .drw<br>.dsf   | Micrografx社のDesigner用のファイル形式。Micrografx社はCorel社に買収された。                               |   | データ长期保存に不適合。     |

表4 動画に関するファイルフォーマット

| フォーマット        | 属性・説明   | 標準規格                  | データ保存に関する推奨事項 |
|---------------|---|-----------------------|---------------|
| .mpg<br>.mpeg | MPEG 1。オープン標準となっている。VHS テープ相当の音声／ビデオ再生を提供する。MPEG-1 Audio Layer III は、MP3に相当する。    | ISO/IEC 11172         | データ長期保存に適合。   |
| .mpg<br>.mpeg | MPEG 2。オープン標準となっている。DVD およびTV 用。  | ISO/IEC 13818         | データ長期保存に適合。   |
| .mp4          | MPEG 4。オープン標準となっている。  | ISO/IEC 14496-14/2003 | データ長期保存に適合。   |
| .divx<br>.avi | DivX。ビデオコーデック。インターネットで映画配信する際に使用されている。DivX コーデックは無料でダウンロードできるが、エンコードのためにライセンスが必要。 |                       | データ長期保存に不適合。  |
| .avi<br>.xvid | Xvid。MPEG-4 をベースにした GNU一般公的使用許諾   |                       | データ長期保存に不適合。  |
| .mj2<br>.mjp2 | Motion JPEG 2000。可逆圧縮と不可逆圧縮の両方でビデオを保存できる。   | ISO/IEC 15444-3       | データ長期保存に適合。   |
| .mkv          | Matroska。マルチメディアコンテナフォーマット。   |                       | データ長期保存に適合。   |
| .flv          | Flash Video。YouTube 等で活用されている。  |                       | 活用には適している。    |
| .avi          | Audio Video Interleave。Microsoft 社が開発した形式。  |                       | 活用には適している。    |
| .mov          | Quicktime。Apple 社が開発した形式。   |                       | 活用には適している。    |

表5 3Dデータに関するファイルフォーマット

| フォーマット  | 属性・説明  | 標準規格                   | データ保存に関する推奨事項   |
|---|--|------------------------|---|
| .x3d  | Web3D コンソーシアムが開発した。Web3D コンソーシアムは、かつて VRML (Virtual Reality Modeling Language) を開発したが、いくつかの課題から X3D を開発し継承している。  | ISO/IEC 19775          | データ長期保存に適合。   |
| .dae  | COLLADA (Collaborative design activity) は、XML ベースの交換用ファイルフォーマット。Kronos Group コンソーシアムが開発した。   | ISO / PAS 17506 : 2012 | データ長期保存に適合。   |
| .glTF   | glTF (GL Transmission Format)。Kronos Group が開発した。Kronos Group は大手ハード・ソフトウェア企業のコンソーシアムであり、ロイガリティーフリーの標準規格の策定を目的としている。glTF は、JPEG of 3D (3Dにおける JPEG) ともいわれる。Web3D に活用される。glTF 2.0 の仕様はgithubで公開されている。 |                        | -   |
| .obj (also includes optional .mtl and .jpg files) | Wavefront Technologies 社が開発した。ファイル形式が公開されており、ユーザー・コミュニティによってサポートされている。Obj ファイル (ascii もしくは binary), mtl ファイル (material/textures), image ファイル (texture) によって構成される。                                    |                        | ワイヤーフレーム (wire frame) またはテクスチャモデルのデータ保存に適合している。保存の際は ASCII 形式を推奨する。 |
| .ply  | 3D スキャンデータ用に Stanford 大学が開発した。ASCII もしくはバイナリのシンプルな形式。  |                        | データ长期保存に適合。ASCII で保存する必要がある。  |
| .vrml<br>.wr<br>.wrz                              | VRML (Virtual Reality Modelling Language) X3D の前身。最新バージョンは 1997 年に VRML97 として公開された。  | ISO/IEC 14772          | データ长期保存に適合。ただし現在は X3D に置き換わっている。                                    |
| .u3d  | U3D (Universal 3D)。データ交換用の圧縮形式。3D Industry Forum が開発した。2005 年に Ecma International (Ecma) が標準化した。PDF ファイルに U3D ファイルを埋め込むことができる。   | ECMA-363               | データ长期保存に不適合。  |

| フォーマット       | 属性・説明  | 標準規格                        | データ保存に関する推奨事項  |
|--------------|--|-----------------------------|--|
| .stl         | STL (Stereolithography or Standard Tessellation Language)。3D Systems社が開発。3Dプリンターおよびデジタルファブリケーション (Digital Fabrication、工作機械などによって素材から切り出し成形する技術) で普及している。ASCIIバージョンとバイナリバージョンがある。ASCIIバージョンではテクスチャがなく3Dモデルジオメトリのみ保存する。バイナリバージョンは、拡張機能によって色情報を保存できる。 |                             | ASCII の基本的なデータセットの保存に適している。サーフェイスのみ出力するため、フォトグラムトリー (photogrammetry) には適していない。 |
| .dxf         | DXF (Drawing Exchange Format)。Autodesk社のCADソフトであるAutoCADで使用するファイル形式。CADのデータ互換形式。ASCIIバージョンとバイナリバージョンがある。CADソフトウェアで作成された3Dコンテンツにのみ使用した方が良い。   |                             | CAD のデータセットの保存にのみ保存に適している。   |
| .fbx         | Autodesk社が保有する3Dデータ交換用のファイル形式。3DソフトウェアであるMayaや3DS Maxなどのソフトウェア間のデータ交換をサポートすることを目的としている形式。  |                             | データ長期保存に不適合。   |
| .3ds<br>.max | Autodesk社の3DS Maxで使用するファイル形式。バイナリ形式。   |                             | データ長期保存に不適合。   |
| .skp         | Google社のSketchUpで使用するファイル形式。   |                             | データ長期保存に不適合。   |
| .blend       | Blender Foundationが開発した。Blenderで使用するファイル形式。バイナリ形式。   |                             | データ長期保存に不適合。   |
| .prc         | PRC (Product Representation Compact)。Association for Information and Image Managementが開発した。3D設計データを高度に圧縮する形式。CAD・CAMにて使用されている。3DデータをPDFに埋め込むことができる。  | ISO 14739-I : 2014          | データ長期保存に不適合。   |
| .pdf         | PDF (Portable Document Format)。Adobe社が開発した。U3D・PRC形式によってPDFに3Dデータを埋め込む。特徴的なソフトウェアを使わないで、データを表示できるため便利である。しかし、データを取り出せないため、データがdead end (行き止まり)となるファイル形式である。  | ISO 32000-2 : 2017 (PDF2.0) | データ長期保存に不適合。   |
| .nxs         | Nexusのファイル形式。CNR-ISTIが開発した。オープンソース。大きな3DメッシュをWebベースで視覚化することができます。  |                             | データ長期保存に不適合。   |

# 発掘調査から報告書公開までのデジタル技術

水戸部秀樹（公益財團法人山形県埋蔵文化財センター）

Using Digital Technology: From Excavation to Site Report

Mitobe Hideki (Yamagata Prefectural Center for Archaeological Research)

- ・高性能パソコン／High performance personal computer
- ・デスクトップパリッシング／DTP・三次元写真計測／Photogrammetry
- ・ドローン／Drone・データ保管／Data storage

## 1. デジタル技術の導入

私の所属する公益財團法人山形県埋蔵文化財センター（以下、山形埋文という）は、遺跡の発掘と報告書作成を主たる業務をしている。これらの業務を効率的に行うため、さまざまなデジタル技術・機材の導入を進めてきた。今後もその姿勢は変わらないつもりである。本稿では山形埋文において令和元年時点で導入しているデジタル技術について紹介する。

### (1) デジタル技術と機材

新たなデジタル技術を導入するということは、新たな機材を調達することとはほぼ同義だと言える。どのような機材を選び、どのように調達し、どのように運用するのか、この3点を軸に考えることになる。

山形埋文では、数多くのデジタル技術を導入している。ただし、今のところその全てを全職員が十分に使いこなしているとは言い難い状況もある。新しい技術に習熟するためには、ある程度の時間が必要となるのは仕方ないことだろう。

事務的なものでは、メール・スケジュール管理・施設管理・ファイルサーバーとしてのクラウドサービスや経理専用のサーバー、作業員の労務管理を行うクラウドサービス、図書管理用データベースなどがある。施設に関するものでは、庁舎内のどこでも使える無線LANネットワーク、および有線LANネットワーク、発掘調査事務所に設置する光ファイバー回線、または携帯電話回線を用いたルーターな

どがある。山形埋文の本部と発掘調査事務所の間でのデータや情報のやり取りが、スムーズに行えるようネットワークやクラウドサービスの利用に重点を置いている。

発掘調査・報告書作成業務のために導入しているものは以下のとおりである。本稿で詳しく紹介するのは、これらの技術・機材に関するものとなる。

- ① 高性能パソコン及び各種ソフト
- ② DTPによる報告書作成
- ③ デジタルカメラとデータ保管
- ④ デジタルカメラによる三次元写真計測
- ⑤ ドローンによる空撮

### (2) 導入の財源とその方法

財源については、発掘調査の委託者に負担を求めている。国土交通省や山形県県土整備部などが主な委託者である。山形埋文は、人件費を含む事業費のほぼすべてを委託者より頂いて運営されているため、ほかに財源はない。

「使用料・賃借料」の項目に計上しており、必要な機材はリースやレンタルによって調達している。仮に購入によって調達してしまうと、発掘調査報告書が刊行され当該事業が終了した後も山形埋文に財産が残ることになってしまい、委託者側としては好ましくないことになるようだ。必要なものは借りて使うようにと指導を受けている。

長期間（複数年）賃借するものはリース、短期間（1年以内）賃借するものはレンタルとしている。

リースとレンタルは混同されがちだが、全く違うものである。リースでは必要な機材を自由に選択できるが、レンタルでは原則としてレンタル会社の在庫の中から選ぶことになる。また、リースでは保守・修繕費用はユーザー個の負担となるが、レンタルでは特殊な場合を除いてレンタル会社が負担する。ただし、リース契約に動産保険も含まれていれば、破損した機材の修理費用をまかなえる。ほかにも、レンタルでは途中解約ができるが、リースでは残金を支払わなければできないという違いもある。なおいずれの場合も固定資産税をユーザー個が負担することはない。一般的に、新製品や値崩れしていない物品を借りるにあたっては、同じものであってもリースの方が安価となる。

山形理文では、導入する機材に応じてリースとレンタルを使い分けているが、リースを利用することが多い。どちらを使用しても月額費用は一定で、かつ目立つような金額になることはないが、購入ではイニシャルコストが大きくなることは避けられない。常に必要な機材は借り続けることになるので、ほぼ固定費のような扱いとなる。

リース期間が終了し機材を返却する際には、新しいものをリースし直すので、常に最新の機材を使うことが可能となる。同額程度の機材をリースしたとしても、技術の進歩によってその性能は大幅に向上升しているので、より快適に使用することができている。

リース期間は、パソコン関係は3年、デジタルカメラ関係は5年としている。ちなみに法人税法に照らして適正だとされるリース期間は、パソコンでは2年以上、デジタルカメラでは3年以上とされている。

山形理文で行っている発掘調査及び整理作業は、それぞれの遺跡（事業）ごとに独立した予算によって実施されている。各事業の委託者が異なることや、たとえ同じ委託者であっても別々の事業が調査原因となるためである。よって、共同で使用するものにかかる経費などは、各事業に按分して振り分け

ことになる。一部の事業だけで特殊な機材を使用する場合は、当該事業の予算にだけ計上している。結果として事業ごとに特徴のある予算が作成されることになるが、それぞれの遺跡の性格、調査の条件などに適した調査方法を選択しているはずであり、特に問題はないと考えている。

現在運用している技術・機材以外にも過去にさまざまなものを行ってきたが、取捨選択されて最も使いやすいものだけが残った。今後も試行錯誤は続けられていいくだろう。

## 2. デジタル技術の導入例

先に挙げた各デジタル技術について、導入した機材とその運用方法を中心に説明する。

### (1) 高性能パソコン及び各種ソフト

#### ① 調査員用のパソコン

発掘調査を経てその報告書を作成するに当たっては、どのようなデジタル技術を用いたとしても、最終的なアウトプットはパソコンでの処理を経由することになる。印刷会社へ入稿する文章、図、写真の全てがデータ化されたためである。よって性能の低いパソコンでは、どうしても処理に時間がかかることになり、業務の遂行に支障をきたすことになる。

山形理文では、全職員にパソコンを貸与している。中でも調査員用のものは特に高性能なものを選んでいる。その基準は、DTP（デスクトップパブリッシング）で報告書を作成するのに十分な性能をもっていることである。使用するソフトは最も普及している「Adobe Creative Cloud」（アドビシステムズ株式会社）で、このソフトが快適に動作するために表1に示した仕様のノート型パソコンを調達している。同じ価格帯であれば、デスクトップ型パソコンの方が性能は高いが、発掘調査事務所にも持ち出して使用するために、ノート型を選択している。また、データのバックアップ用として外付けハードディスクも併せて貸与している。

表1に示したパソコンの仕様は、事務的な作業（文書作成や表計算、プレゼンテーション作成など）

表1 調査員に貸与しているノート型パソコンの仕様（令和元年度）

|        |                     |
|--------|---------------------|
| OS     | Windows 10 Pro      |
| CPU    | インテル製Core i7シリーズ    |
| メモリ    | 32GB                |
| GPU    | NVIDIA製 GeForceシリーズ |
| SSD    | 512GB               |
| HDD    | 2TB                 |
| 画面サイズ  | 15.6 インチ            |
| 画面の解像度 | 1920 × 1080         |

をするだけなら、明らかにオーバースペックだが、DTPを行いうに当たっては適切なものだと考えている。なお、3年後のリース期間終了時まで快適に動作するように余裕を持たせた性能である。

「CPU」や「メモリ」はもちろん大事だが、特に気を配っている項目は、「GPU」、「SSD」、「画面の解像度」の3点である。GPUはグラフィックス プロセッ서ング ユニットの略称で、画像処理に特化した演算装置のことである。安価なパソコンの場合はCPU（センタラル プロセッサー シング ユニット）に統合されており、十分な性能とは言えないが、独立したものを見ることで、DTPに関するソフト（特にIllustrator）の利便性を上げることができる。また、後述する三次元写真計測に使用した場合も大きな力を発揮する。

SSD（ソリッドステートドライブ）はHDD（ハードディスクドライブ）と同じく記憶装置であるが、HDDのようにディスクを回転させて読み書きを行うのではなく、不揮発性メモリを使用しているため、非常に高速な読み書きが可能となっている。ソフトの起動や動作、データの読み出しが大幅に速く

なるため、DTPソフトを使用する場合はぜひとも用意したい装置と言える。しかし、今のところ容量の大きなSSDは価格が高いため、大容量でも比較的安価なHDDも併せて装備している。一台のパソコンにSSDとHDDの二つの記憶装置を装備し、SSDにOS（オペレーティングシステム）とソフトを入れ、HDDに写真や図面などのデータを入れて運用している。

画面の解像度とは、画面に表示する情報量の大きさを表す（図1）。同じ大きさの画面でも解像度が高い方が、情報の密度が高いということになる。DTPソフトでは操作に必要なパネルを多数表示しながら作業を行うことが多いため、解像度が高い方が作業しやすい。最低でも1920 × 1080は確保しておきたい。より高い解像度でも良いのだが、表示される文字等が全て小さくなってしまうことが問題となる。画面の大きさとのバランスを考慮すると15.6インチの画面サイズの場合は、1920 × 1080くらいが適切だと考えている。デスクトップ型パソコンの場合は、より大きな液晶画面を用意して、さらに高い解像度で表紙させれば作業はさらにはかかるだろう。

このような仕様のノート型パソコンは、既成品ではなかなか見当たらないので、各部品を選んで発注するBTO（ビルト・トゥ・オーダー）によって調達している。山形県では、全保有台数のおよそ三分の一を毎年入れ替えているので、職員数の増減には対応できている。3年間のリース契約なので、3年で全てのパソコンが入れ替わることになる。

一日中パソコンを使用していることも多い。少し



図1 解像度の違いによるモニターの見え方

でも処理の速いパソコンであれば、作業時間は間違いないなく短縮されているだろう。

## ② 整理作業員用のパソコン

整理作業員用のパソコンはレンタルで調達している。整理作業で必要な台数は、遺跡の内容と、作業の進行状況によって毎年大きく変わるので、複数年契約となるリースで調達するのは適当ではない。よって月額費用は割高にはなるが、必要な期間だけ借りることができるレンタルの方が適切だと言える。

レンタルの場合、レンタル会社の在庫から機材を選ぶことになるため、調査員用のような特殊な仕様のものは選ぶことができない。よって控えめな性能のパソコンを借りているが、不具合は無いようだ。用途はDTPであるが、中でも軽い負荷の作業に使うことが多いためである。

## ③ 各種ソフト

DTPと三次元写真計測用のソフトは後述するが、これら以外にデータベース用のソフトとしてFileMaker Pro Advanced(クラリス・ジャパン株式会社)を導入している。遺構・遺物のデータを管理するための様式などを作成して業務の効率化を行っている。

遺構・遺物を観察した結果、計測値などをまとめておくことで、原稿執筆時に参照することができる。また、計測値などを表形式で出力すれば遺構・遺物観察表などを瞬時に作成することが可能だ。

ほかにクラウドサービスとしてオフィス365(日本マイクロソフト株式会社)を導入しているので、事務系ソフトのほかにデータ共有用のクラウドストレージ(全体で1TB)、各ユーザー用のクラウドストレージ(各自1TB)などが利用可能となっている。

山形埋文のような小さい組織では、機材やデータの保守に専属の職員を配置する余裕はない。所内サーバーからクラウドサービスに移行したことによって、これらにかけてきた労力は激減したと言える。

## (2) DTPによる報告書作成

必要なものは、パソコンとDTPに必要なソフトをひとまとめにしたAdobe Creative Cloudである。中でもよく使うソフトはIllustrator(図の作成)、Photoshop(画像の調整)、InDesign(レイアウト)の3本である。さらに印刷に適した高品位なフォント(モリサワや小塙など)も多数そろっており自由に使用することができる。購入することはできず、ライセンス契約を結び、年間利用料を支払って使用することになっている。山形埋文では調査員用のパソコンと、整理作業員用のパソコンの全台数分のライセンスを取得し、毎年更新している。

### ① DTPの流れ

Illustratorで作成した図面と、Photoshopで調整した写真をInDesignで作成された報告書のテンプレート(図2)に貼り付け、さらに原稿を執筆するという流れとなる。原稿を直接InDesignで執筆するので、常に完成した紙面を見ながら作業を進めることが可能となり効率も良い。

### ② Illustratorでの作業

主に遺構・遺物の実測図をトレースする作業(図3)に用いる。また、調査区全体図の作成や遺物の編年図、地形分類図、遺跡位置図など、ほとんどの図はこのソフトで作成している。

手作業で行うトレースでは、熟練度によって仕上がりにばらつきが見られるが、Illustratorでは、常に同じ品質に近いものを作成できる。また、同じ図を縮尺と線幅を変えて複製したり、以前使用した図を元に新たに図を作成したりすることも容易だ。手作業でトレースを行った場合、印刷用台紙に貼り付けてレイアウトを行うことになるが、この作業は非常に神経を使うものであり時間もかかる。

Illustratorを使用することの最大のメリットは、線がきれいに引けるということよりも、多少の修正は必要だとしても、失敗ややり直しが無くなること、拡大縮小、複製も容易になることだと言える。

遺構・遺物の実測図を作成するには、手描きの原図をスキャンすることから始める。以前は単体のス

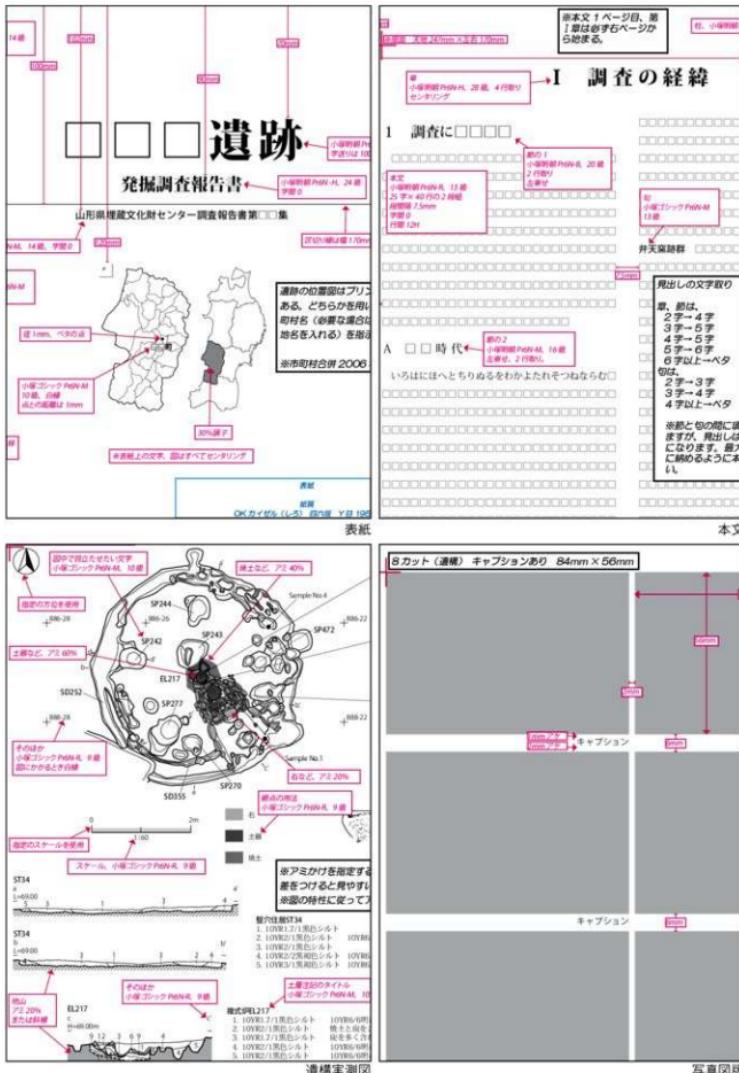


図2 報告書テンプレートの各ページ

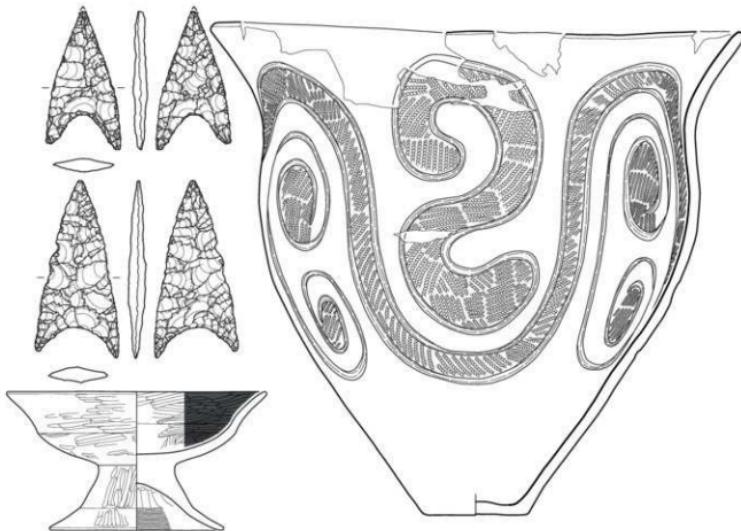


図3 Illustratorでトレースした遺物実測図

キャナーを使用していたが、最近は複合機（いわゆるコピー機）を使うことが多くなった。複合機はネットワークに接続されており、スキャンした原図はファイルサーバーに転送される。山形埋文には、A2版の複合機を設置しているので、発掘現場でよく使われるB3版の方眼紙も一度で読み取ることが可能である。

次に、スキャンした原図をIllustratorに配置し、原図をなぞって線を引く。着色・網掛けも容易である。画面上で大きく拡大して作業するので、細かいところまで正確にトレースできる。だとしても元が手描きの図なので、正確さを期するあまり手ぶれまで拾う必要はない。

石器などの実測図では、表面の外形をトレースしたら、裏面の外形をトレースする必要はない。反転コピーしたものを作成するだけで済む。

同じように土器の復元実測図の場合は、断面図さ

え実測できていれば、左側の外面部分は省略できる。トレース時に反転コピーを配置すれば作成できてしまうからだ。このように工夫しだいで効率化ができるところもIllustratorの便利なところだと言える。

#### ③ Photoshopでの作業

デジタルカメラで撮影した写真の調整や、遺物写真的切り抜き、スキャンした拓本の画像データの調整に使用することが多い。あくまで写真の調整に用いるのであって、写真の改変を行うことはあってはならない。

造構・遺物の写真的調整は、簡素な方法で行っている。山形埋文の「整理作業マニュアル」に記載されている項目は次のとおりである。

1. 「16bit/チャンネル」へ変換（画像の劣化を最小にするため）。
2. 「レベル補正」でコントラストと明るさを調整。

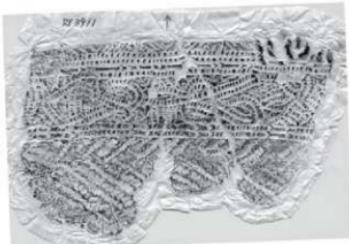


図4 Photoshopで調整した拓本

3. 「カラーバランス」で色合いを調整（必要であれば行う）。
4. 「画像の回転」で角度を調整（必要であれば行う）。
5. 「8bit/チャンネル」へ戻す。
6. 「CMYKカラー」に変換。

特にコントラストの調整は重要で、これを行うと画像はとても鮮明になる。

同じく、マニュアルに記載された拓本画像の調整方法の要点は次のとおりである。この調整を行わないといふやけた感じの画像になってしまふため、必ず行わなければならない（図4）。

1. 拓本を最低でも1200dpiの解像度（縮小後）になるようにスキャンする。
2. 「画像の回転」で角度を調整。
3. 「トーンカーブ」で拓本が薄くなりすぎない範囲で背景が真っ白に近づくように調整する。
4. 「アンシャープマスク」を最大量かける。
5. 「2階調化」で拓本がきれいに見えるよう調整する。
6. 「モノクロ2階調」に変換する。

上記のほか、拓本本体だけを切り抜いたり、不要なデータ（ゴミやしわ）を消したりもするが、丁寧に行つたとしても見た目に大きな違いはなく、目立つものだけ処理すれば良い。なお、拓本だけではなく、地図や手描きトレース図、印刷された図面などをスキャンした場合も同様の作業を行うことで、見やすい画像データを作成することができる。

遺物写真的切り抜きには、単純に背景を消してし



調整後の拓本

まう方法と、「クリッピングパス」を使用する方法がある。いずれにしても遺物の撮影時に背景が真っ白になるようライティングを行わなければ処理に時間を要することになる。背景と遺物の境界を自動認識させることで作業の効率化が可能となるからだ。

#### ④ InDesignでの作業

図や写真などを報告書のテンプレート（図2）に配置し、本文を執筆する作業を行う。「凡例」や「調査要項」、「目次」、「報告書抄録」などといった体裁が決まったページは、整えられたレイアウトに各段落の内容を入力するだけになっている。また、フォントの大きさ・種類や章立てなども決められているので、全ての報告書は同じ体裁で刊行される。

このテンプレートは、印刷会社に報告書の見本として提供していたものだったのだが、いつの間にか調査員によって直接編集されるようになったという経緯がある。ページ毎の紙の銘柄まで指定されているのはその名残である。

InDesignでの編集作業は、これまで印刷会社が行っていた作業を内製化したものと言える。印刷費の削減になる一方、調査員が行う作業が増えることも事実だ。それでも、編集済みのデータを入稿することになるので、入稿後に行う校正の手間が減ることや、工期の短縮にもつながることは間違いない。編集作業が進むたびに各ページがその場で完成していくので、とても効率が良い。

校正済みで、印刷を待つばかりのInDesignデータがあればPDF形式に出力するだけで、奈良文化財研

表2 山形理文で使用しているデジタルカメラ関係の機材

| 機材            | 機種                        | メーカー   | 用途            |
|---------------|---------------------------|--------|---------------|
| デジタル一眼レフカメラ   | EOS 5Ds R                 | キヤノン   | 遺構・遺物撮影用      |
| コンパクトデジタルカメラ  | STYLUS TG-4 Tough         | オリンパス  | メモ写真用         |
| ズームレンズ        | EF24-70mm F4L IS USM      | キヤノン   | 主に遺構撮影用       |
| マクロレンズ        | EF100mm F2.8L マクロ IS USM  | キヤノン   | 遺物撮影用         |
| ストロボ          | スピードライト 430EX III-RT      | キヤノン   | 遺構写真用         |
| SDカード(128GB)  | エクストリーム プロ SDXC UHS-I カード | サンディスク | 記録用           |
| 外付けHDD(2TB)   | HD-PZNU3                  | バッファロー | 各遺跡のバックアップ用   |
| NAS(8TB)      | TeraStation TS5400D       | バッファロー | 全遺跡のバックアップ用   |
| 外付けHDD(4TB)   | HD-LDS4.0U3               | バッファロー | 上段NASのバックアップ用 |
| カラーマネジメントモニター | ColorEdge CG2420          | EIZO   | 写真的現像用        |

研究所がインターネット上で公開している「全国遺跡報告総覧」にアップロードするデータを得られる。

山形理文では印刷会社に提示する仕様書に、PDF形式で出力された報告書のデータも納品するよう明記している。通常、製版機(CTP)に送信するデータはPDF形式の場合が多い。印刷工程上、必然的に作成されるものであるため、別途大きな費用が発生するものではないと考えている。印刷物とPDF形式の報告書が同時に納品され、「全国遺跡報告総覧」へも速やかにアップロードできている。

なお印刷会社から納品されるPDFデータは、製版用の高精細なものである。これのデータ量を軽くしたもののが全国遺跡報告総覧用となる。ちなみに、山形理文が刊行した発掘調査報告書は、すべて掲載済みとなっている。山形県内の自治体が刊行した報告書もある程度掲載されており、県内の事例を参照する場合には、この上ない利便性を感じている。アップロードした者が、最も恩恵を受けるシステムではないだろうか。

### (3) デジタルカメラとデータ保管

デジタルカメラ関係の機材は、前述のとおり期間5年のリースで調達している。現在使用している機材は表2にまとめた。デジタルカメラ導入時は、モノクロフィルムを装填したカメラと併用していたが、現在はデジタルカメラだけを使用している。データ保管は、作成したマニュアルに従って全ての発掘調査で統一した方法で行っている。

デジタルカメラの使用方法やデータの保管方法な

どは、文化財写真保存ガイドライン検討グループ(日本写真学会と文化財写真技術研究会の共同活動)が作成した『文化財写真の保存に関するガイドライン～デジタル画像保存の実情と課題～』(2012年5月制定)や、『文化財写真研究』(文化財写真技術研究会)の各号などを参考に、山形理文内に設置したデジタルカメラ検討委員会が策定してマニュアルを作成した。

#### ① デジタル一眼レフカメラ関係

デジタル一眼レフカメラについては、画像センサーの大きさがフルサイズと呼ばれるものを搭載した機種を選んでいる(図5)。画像センサーの大きさは、35mmフィルムとほぼ同じである。比較的大きなサイズであるため、小さいサイズの画像センサーを搭載したカメラより価格は高いが、画質が良く、レンズの種類も豊富であり最も実用的だと言える。価格は年々下がってきており、より大きいサイズの画像センサーを搭載したカメラもあるが、カメラ自



図5 デジタル一眼レフカメラ



図6 デジタル一眼レフカメラでの遺構撮影



図7 パソコンを使ったリモートコントロールによる遺物撮影

体が大きく重いことや、レンズの種類が少ないと、価格が非常に高いことなどから、手が届く状況ではない。

カメラの操作方法、各種設定については、マニュアルを作成して、調査員に周知している。特にピンぼけやブレの無い写真が撮影できるよう注意を払っている。ピント合わせは「ライブビュー」機能を使用して画像を拡大して行うこと、三脚を使用することは特に重要である（図6・7）。

発掘現場用のレンズはズームレンズを使用している。土はこりの多い発掘現場でレンズ交換を行うことは避けたいと考えたからである。画質は単焦点レンズのほうが優れているというが、ズームレンズの中でも上級クラスのものを使用しているので、大きく劣ることはないようだ。

② 発掘現場で撮影した写真のデータ保管について  
発掘調査では一つのカットにつき、3種類の写真を撮る。遺跡名や遺構名、日付、方角などを記した



図8 撮影内容を記したホワイトボード



図9 グレーカードを写し込んだ遺構写真

ホワイトボード（図8）、撮影対象とグレーカード（図9）と一緒に写っている写真、撮影対象のみが写っている写真の3種類である。また、写真データは、RAW形式とJPEG形式で記録されるように設定している。

撮影した写真はカメラ内のSDカードのほか、外付けHDDにもコピーを取りバックアップとする。また、調査員に貸与したパソコンにもコピーを取ることでデータを保護している。

ここまでは発掘調査事務所で行い、調査終了後には次のような方法でデータ保管を行っている。

まずは不要な写真を取り除かなくてはならない。デジタルカメラを使うとどうしても撮影枚数が増えてしまう傾向がある。同じカット、類似したカット、露出を変えたカットなどを取り除き、最低限必要なものを残す。保存できる容量、現像処理を行う時間にも限りがあるので、欠かせない作業と言える。

次に、最終的に保管するデータ形式であるTIFF



図10 キャリブレーション中のカラーマネジメントモニター

形式に変換するため、RAW形式の画像データの現像処理を行う。現像するのは、撮影対象のみが写っている写真だけである。ソフトはカメラに付属している「Digital photo Professional 4」を使用している。さらにカラーマネジメントモニターである「ColorEdge CG2420」に写真を映し出して作業を行う。このモニターは、データが本来持っている色のデータを正確に映し出すことができるので、現像した写真を確認するためには欠かせないものである。発色も自動で較正してしまうので、色温度・輝度の経時変化にも対応できる。(図10)。

現像処理では、原則として「ホワイトバランス」と「明るさ」を調整する(図11)。山形埋文では、グレーカードを用いたホワイトバランスの調整を基本としているが、発掘現場で撮影した写真の場合、やや赤味が強く現像されてしまう傾向が見られる。対処法としてカラーチャートを用いた現像方法などを検討しているが、やや手順が複雑なため今後の課題となっている。

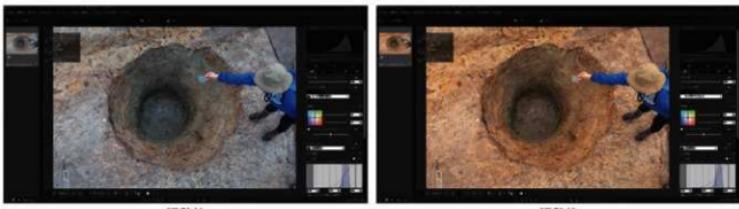


図11 RAW形式画像の現像(ホワイトバランスの調整)

現像処理も、画像データが大きいためパソコンに対する負荷も重くなる。ここでも性能の高いパソコンが力を発揮している。現像を終えた画像データは1枚で約150MBもの容量があるためだ。

ホワイトボードの写真とグレーカードと一緒に写した写真是JPEG形式、撮影対象のみが写っている写真是TIFF形式とし、1カットにつき3つの画像データが保管されることになる。また、ファイル名は、「遺跡名の略称」、「調査次数」、「撮影年月日」、「撮影時刻」をつなげたものに変更している。例示すると「OD\_6\_20151120\_090442.tif」のようになる。具体的な撮影内容は台帳にまとめCSV形式で保存している。ファイル名の変更是Adobe Creative Cloudに含まれる「Adobe Bridge」というソフトを用いるまとめて行うことが可能である。

これらの作業は発掘調査終了後に速やかに行い、NAS(ネットワークアタッチドストレージ)にコピーを取り保管用とする。NASはネットワークに直接つながっているHDDのことで、複数のクライアントから同時にアクセスすることができる。報告書作成のために使用するデータは、調査員が手元に保管しているものを使用するため、NASに保存されたデータを扱うことはない。万が一調査員の手元のデータが失われた時は、NASからデータを取り出すことができるが、それ以外では担当者を除いてはアクセスしないことになっている。

NASは山形埋文内の有線ネットワーク内に2台設置している(図12)。NASにはRAID機能があり、もし内蔵しているHDDが故障した際でもデータ



図12 サーバルームに設置した2台のNAS

タが消滅しない仕組みである。1台のNASには4基のHDDが内蔵されており、そのうち2台が故障してもデータを復元できる。故障したHDDはどの組み合わせでも良いことになっている「RAID6」というモードである。さらに外付けHDDにバックアップを取っている。

このように万が一でデータが失われないよう工夫しているが、そのため、2台のNASで合計16TBもの容量があるのに、実際に保存できる容量は8TBとなる。発掘調査で使用するカメラをデジタルカメラへ移行したのは平成25年度からで、これ以降に撮影した全現場の全ての写真が収納されている。画素数の多いデジタルカメラを調達したために、予想より早く容量が不足しそうな状況である。

NASもデジタルカメラと一緒に期間5年のリースで調達しているので、リース期間が終了すれば、新しいものに交換する予定である。機材を更新することでより多くの保存容量を確保でき、なおかつ故障によるデータの損失を回避できるだろう。データの保存形式は汎用性の高いTIFF形式としているので、データが開けなくなったことはない。それでも今後、別の保存形式が主流になった場合は、全てのデータを変換する必要が生じることになる。

### ③ 報告書で使用した写真的データ保管について

発掘調査報告書の刊行後には、使用した写真をページごとに一つのフォルダにまとめて、同じくNASに保存している。保存形式はやはりRAW形式から現像して変換したTIFF形式である。遺構の写

真是発掘調査後にNASに保存したものと同じものも含まれるため重複する写真もある。

遺物の写真も遺構と同様にグレーカードを写し込んで撮影し、カラー・マネジメントモニターを用いてホワイトバランスなどを調整している。遺構写真のように赤味が強くなる傾向ではなく、適正な色合いで現像できている。

ファイル名は、「報告書の集番号」、「写真図版の頁番号」、「遺物番号あるいは写真番号」をつなげたものにしており、例示すると「0227\_042\_047-2.TIF」のようになる。ページごとにまとめてるので、報告書そのものが台帳の役目を果たすことになる。写真の貸出依頼などは、報告書に掲載した写真から指定されることが多いので、このように整理しておくと簡単に探し出すことができる。

### ④ 移管するデータ

全ての画像データは報告書刊行後に、出土遺物とともに山形県教育委員会に移管することになっている。画像データをDVD-Rに書き込み、表面にタイトルを印刷しているが、遺跡によっては数十枚にもなることがある。さらに、報告書に掲載した遺構写真と主要な遺物の写真については、プリントも一緒に移管している。これは、万が一でデジタルデータが失われたときのためのものである。

## (4) デジタルカメラによる三次元写真計測

### ① 導入の経緯とメリット

三次元写真計測（フォトグラメトリ）は、2004年頃から数年間実施していた経緯がある。遺跡で撮影したデジタルカメラの画像から3Dモデルを作成し、さらにオルソ写真（正射投影画像）を出力して、遺構の平面図や断面図の下図を作成するというもので民間会社に委託して行っていた。現在主流の三次元写真計測用のソフトは、かなりの部分が自動化されているため、作業はとても簡単であるが、当時のものは手作業で操作する部分が多かった。

三次元写真計測を考古学に応用しようとする試みは、多方面で繰り広げられており、今後も発展していくだろう。しかし、山形埋文では、新たな事実の



通常の写真（中心投影画像）

オルソ画像（正射投影画像）

- \*1 オルソ画像内の遺構の上端、下端、井戸枠をなぞれば、図面が作成できる。  
 \*2 直径 1.7m、深さ 2.4m の井戸であり、底面からは井戸枠も出土した。湧水量も多く、壁面の崩落も始まっていた。手作業での平図面作成は危険な上、技術的にも困難な状況であったが、デジタルカメラでの撮影は中に降りることなく数分で終了した。

図13 オルソ画像と通常の写真的違い

究明や研究方法の開拓に利用するよりも、まずは現在行っている業務の効率化を目指して使っていきたいと考えている。よって、三次元写真計測を用いて行っていることは、遺構実測図、遺物実測図作成用のオルソ画像出力(図13)、等高線の生成などといった報告書作成に必要なものに限られている。

三次元計測には、レーザースキャナーを用いる方

法などもあるが、デジタルカメラを用いる方法であれば、高価な機材を用意する必要もなく、手軽に行えることがメリットとして挙げられるだろう。デジタルカメラは一眼レフタイプでも良いし、コンパクトデジタルカメラでも十分である。

精度は、適切な写真が必要数用意できていることと、適切な処理が行われていることが前提である



\* 多数の土器が出土した平面図も、発掘現場での所要時間は 30 分程度だった。

図14 オルソ画像から起こした遺物出土状況の平面図



図15 オルソ画像から起きた塗り土器の実測図

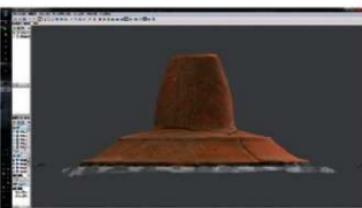


オルソ写真から起きた実測図



※ 撮影対象の下にはランダム模様の下敷きを置いた方が解析しやすい。

図16 3次元写真計測用の写真と生成した3Dモデル



土師器の3次元モデル

が、非常に高いと言える。手作業の実測とは比較にならず、レーザースキャナーにも匹敵するほどと言われている。また、色彩情報の質は、レーザースキャナーより良くすることも可能だ。ある程度の性能を持つデジタルカメラであれば、レーザースキャナーに搭載された画像センサーより良質のデータを得られるからである。また、レーザースキャナーは設置した場所から動かせないため、逆光などの悪条件を回避することが難しい（味岡2015）。

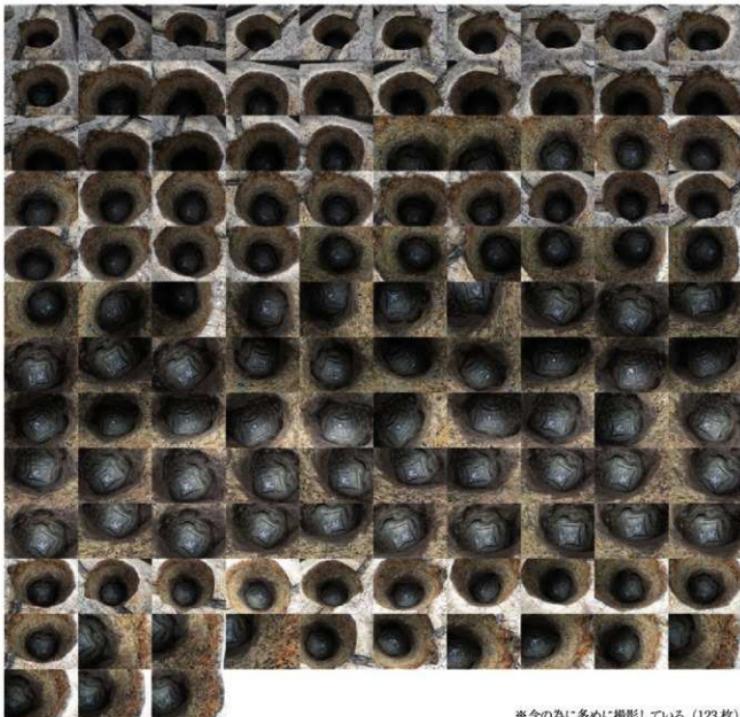
効率化の面で言えば、最も有効なのは造構の平面図・断面図作成（図14）だと言える。どれほど複雑な造構であろうと、単純な造構であろうと現場で

の手間は変わらない上、デジタルカメラの台数が多くればその分だけ作業を速く進められる。写真を撮るだけなので一つの造構につき数分から数十分もあれば十分である。もちろん発掘調査時の手間と所要時間が減るだけで、後に解析処理とオルソ画像を基に図を起こす作業は残る。それでも発掘調査時の負担が大幅に減少し、作業時間が短縮されることのメリットの方が大きいと考えている。

遺物の場合は、手間がかかるものについては有効（図15）だが、簡単なものについては従来の手実測のほうが速いだろう。遺物によって使い分けた方が良さそうである（図16）。



図 17 遺構の周囲に4点のマーカーを設置した状態



※念の為に多めに撮影している（123枚）。

図 18 図 13の井戸の3次元写真計測に使用した写真

## ② 必要な機材やソフトについて

デジタルカメラ、トータルステーション（遺物の場合は不要）、専用ソフト、パソコンが必要である。デジタルカメラは特別なものである必要はないが、撮影には気を配りたい。トータルステーションも使い慣れたもので構わない。ソフトは最も普及している「Metashape」（Agisoft 社）を使用している。パソコンはできるだけ高性能なものでないと処理に時間がかかるので、専用のパソコンを別途用意している。なお、Metashape と専用のパソコンの調達方法

はリースとしている。

調査員に貸与しているパソコンもGPUを搭載しているので、Metashapeを動かすのに十分な性能はあるが、解析対象が多い時や、精度の高い処理では時間がかかり過ぎる。

### ③三次元写真計測の流れ

ここでは、遺構を対象とした三次元計測の手順を簡単に説明する。まずは、遺構の周囲に4点以上のマーカーを設置する(図17)。遺構断面の撮影ならば、断面の延長線上にマーカーがあった方が良い。このマーカーの座標値が必要であるが、測量は撮影の前でも後でも構わない。

次にデジタルカメラでの撮影を行う。その際、図に起こしたい部分が必ず複数の写真に写っていなければならぬ。遺構をあらゆる角度から撮影するた

めに、写真の枚数は百枚以上になることもあるが、小型のものなら数枚で済む。調査終了後に図を作成することになるので、不足する写真が無いよう多めに撮影したほうが無難である(図18)。

断面の場合は、土層注記をメモしておくことで、撮影終了後すぐに完掘作業に取り掛かることも可能である(図19)。ただし、適切な撮影が行われていないと解析に失敗することもあり得る。撮影方法を会得するまでは、完掘する前に低精度の解析作業を行って確認しておいた方が良いだろう。

最後はパソコン上の解析作業と図化作業となる。写真を取り込み、マーカーの座標の入力などを行ったら処理を開始する。写真の枚数や求め精度によって所要時間は変わる。図面作成の下図用であれば、写真が数枚なら数分、数十枚なら數十分程度であろう。

解析処理が終わって完成した遺構の3Dモデル(図20)を元に、オルソ画像を出力(図13)する。このオルソ画像をIllustratorに配置し、トレースして遺構図を作ることになる。

3Dモデル自体は、利用する場がないのでオルソ画像を出力できれば不要となる。将来的にはソフトの性能が向上することで、より精度高い3Dモデルが短時間で作成できるようになるだろう。解析に用いた写真はできるだけ保管するよう努めたい。

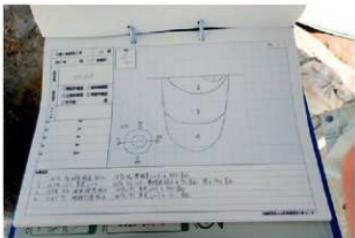
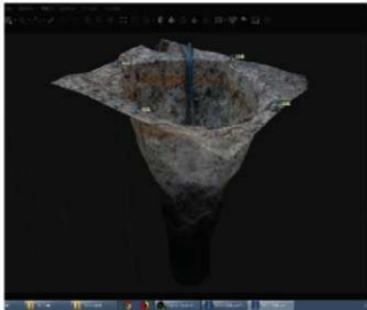


図19 土層注記などをメモした台帳



土坑断面の3Dモデル



完掘した井戸の3Dモデル

図20 完成了した遺構の3Dモデル



図21 ドローンでの撮影状況



図23 ドローンで撮影した調査区とその周辺



図22 ドローンで撮影した調査区

これまで、山形埋文では調査員同士の勉強会の開催、奈良文化財研究所からの講師招聘などをとおして三次元写真計測について理解を深めてきた。この技術は発掘現場での図面作成業や遺物実測作業を省力化できるので、調査員や作業員の人手不足への対策としても有効だと考えており、更に普及を図っていくつもりである。

##### (5) ドローンについて

調査区全体の空中写真撮影は、ラジコンヘリを用

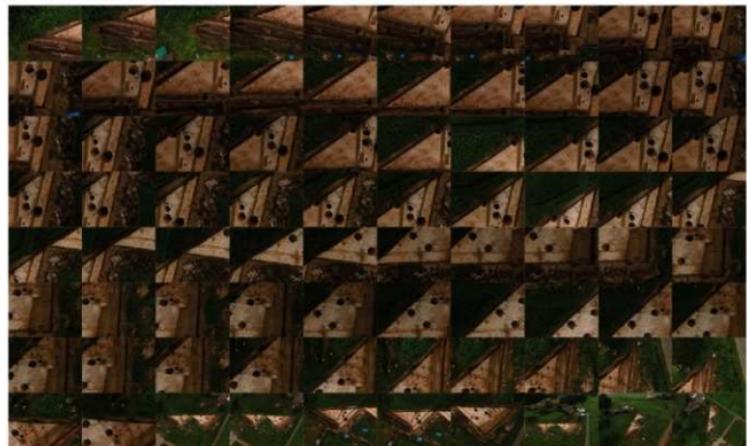


図24 3次元写真計測用にドローンでラップ撮影した写真（80枚）



図25 図24の写真をもとに作成した3次元モデル



図26 図25の3次元モデルから生成したオルソ写真

いた業務委託によって実施しており、ドローンの利用はまだ限定的である。レンタルで調達したこともあるが、ほとんどは調査員が所有するドローンを借用しているのが現状である。

業務委託による空撮写真は、フルサイズの画像センサーを搭載したデジタルカメラで撮影されてい

る。仕様書にもそのように記載しており、造構写真と同一レベルの写真が納品されている。撮影回数は、調査終了直前に1度限りという場合がほとんどである。費用も発生する上、発注に係わる事務手続きを経る必要があるので、急ぎの撮影に対応することは難しい。

一方、ドローンは所有者の都合さえつけば撮影することが可能となり、調査終了直前だけでなく、さまざまな局面で空撮写真を得ることができる。(図 21・22・23)。また、撮影した写真(図 24)と Metashape を用いて調査区全体の 3D モデル、オルソ画像(図 25・26)、または平面図を作成することも容易である。遺構検出時の調査区全体図などを作成すれば、調査の進行管理などにも活用できるだろう。

ドローンの操作は難しくはないが、多少の訓練は必要である。間違っても頭上に落下させるようなことがあってはならない。短期間だけレンタルした実績もあるので、今後は個人所有のドローンに頼ることなく操作の訓練、遺構の撮影に広く利用していきたいと考えている。

### 3. 今後の課題

#### (1) マニュアルの作成と改訂

DTP やデジタルカメラの使用法についてはマニュアルを整備しているが、三次元写真計測とドローンについては未整備である。今は各自が作業を行なながら、ノウハウを蓄積している。機材は常に更新されるので、同時にマニュアルの改訂も行わなくてはならない。より使いやすく、適切な内容のものに改訂するためにも、他県の調査組織等とも情報を共有しながら進めていくべきだろうと考えている。

#### (2) データの保管

デジタル技術の導入によって、これまで紙やフィルムで記録されていたものが、どんどんデジタルデータに置き換わっている。発掘調査中、方眼紙を一切使わないこともあった。山形埋文で保持しているデータについては、できる限りの対策を施して保管できるよう努めているが、それも当組織が存続している場合に限る。公益財團法人に永続性は担保されていない。

写真のデータについてはコピーを山形県教育委員

会に移管しているが、DVD-R に記録されたままの状態である。DVD-R はいずれ劣化によって再生できなくなる。また、DVD-R を再生できる機器もいずれ無くなるだろう。TIFF や JPEG 形式が保存形式として使われなくなる日が来る可能性もある。たとえ HDD にデータを移したとしても、その HDD が数年ごとに必ず更新されるような仕組みが無ければ同じことである。

報告書が刊行されたとしても、その元となつたデータの保管もおろそかにしてはならない。データを保管し維持していくためには、恒常的な財政負担が生じる。現状では、調査を行った自治体や組織が負担しているようだが、保管方法や将来的な継続性まで見据えれば大変心細く感じる。さらにデータの幅広い活用にまで目を向けたときには、やはり全国の発掘調査によって得られたデータを一括して保管し、閲覧可能とするアーカイブセンターを立ち上げ、そこに集約するのが最適解のような気がする。

夢物語だと言われそうだが、筆者が夢にまで見た発掘調査報告書のアーカイブは、全国遺跡報告総覧としてすでに現実のものとなった。次世代に埋蔵文化財の調査データを確実に残す方法を、真剣に検討しなければならない時期に来たと言えよう。

財政規模の小さい自治体を間近に見ている者としては、人や予算が十分に整う状況は想像も付かない。おそらく小さな市町村では、担当者が異動、あるいは退職したときなどにデジタルデータは散逸・消失の危機にさらされるだろう。デジタルデータが消失するのは一瞬である。その瞬間に気づくこと知らない。データを確実に残すための議論は、できるだけ早く始めなければならない。

#### 【参考文献】

味岡収 2015 「古代ローマ都市遺跡における 3 次元計測技術の実践と活用」九州大学学術情報リポジトリ

## 報告書掲載データとWebコンテンツ

堀木真美子（公益財団法人愛知県教育・スポーツ振興財團 愛知県埋蔵文化財センター）

Site Report Data and Web Contents

Horiki Mamiko (Aichi Prefectural Center for Archeological Operations)

・発掘調査情報／Excavation surveys・Web DB／Web DB

### 1. 報告書掲載情報の活用

愛知県埋蔵文化財センターのwebサイトでは、主に日々の活動報告と報告書等に掲載されたデータの公開を行なっている。また、より多くの方々に、組織の存在を周知するためにツイッター、フェイスブック、インスタグラムの記事を毎日（土日は除く）投稿している。ここでは、サイト内のコンテンツのアクセス動向および各種SNSの反応について報告を行い、これからのデータ発信のあり方を考える。

#### （1）報告書等に掲載された情報などの公開

報告書等に掲載された情報は、それぞれPDFを基本に公開されている。報告書、年報、紀要、各種チラシ類、説明会資料、広報誌などである。これらは、ダウンロードページからアクセスすることができる。他に、報告書・年報・紀要に関しては、ダウンロードページとは別に、それぞれの一覧表のページ「報告書PDF」「年報」「紀要」が設置してある。この年報や紀要是、各年の刊行物から遺跡や論考ごとに細分化したPDFを作成し、ファイル名や遺跡名、発行年などの情報をデータベース化している。そして個々のPDFは、関連する報告書のデータにデータベースを介して自動的に紐付けされ、それぞれの「報告書抄録」ページに表示される。また各種PDFのほかに、報告書に付随する遺構一覧や遺物一覧の公開も実施している。近年の当センターの報告書にはCDが添付され、その中に遺構一覧や遺物一覧な

どが格納されている。これらのデータは、報告書の一覧表（「報告書PDF」）にデータのダウンロードサイトへのリンクが貼り付けである。CDに格納されているデータの種類は、エクセルファイルやCSV、各種Movie素材などである。Movieなど一部web上では表示できないデータもあるが、公開されたデータはできる限りweb上で公開することとしている。また遺構や遺物の一覧表をデータベース化することにより、遺構ごとの出土遺物を閲覧できるページ「遺構遺物一覧出力」というページもある。

報告書に掲載された写真類については、一般の方々への訴求力が大きいことや、展示会や郷土史などへの借用依頼があること、報告書掲載時にモノクロになってしまうことなどから、原本のカラー写真をweb公開している。これらの写真へのアクセスは、各報告書抄録からも可能であるが、より安易に写真を検索するために「遺跡アルバム」という専用ページを作成している。このページでは、遺跡名に縛られずに、「皿」や「犬」だけでも検索できるようになっている。そして、検索結果には、遺跡名が表示されるとともに、掲載した報告書の抄録ページへのリンクが表示される。また一部の遺物写真では、実測図の表示も可能となっている。

その他に、センターで所蔵している図書データの検索ができる「図書データ検索」ページ、各機関から送られてくる展示会の情報を入力した「展示会情報」ページ、「報告書抄録」、「遺構遺物一覧出力ペー

ジ」、「子供用コンテンツ：信長が夢見た城下町」などがある。

## (2) 主なページのアクセス数について

web サイトの各ページのアクセス数を概観する。

まずトップページの変化を見る（図1）。2019年度では報告書の PDF が公開された4月やイベントの告知のあった7月や10月にカウント数が伸びている。しかし、ここ数年はほぼ横ばいとなっている。「図書データ検索」ページ、「展示会情報」ページに大きな変化はみられない。「遺跡アルバム」は、2018年度末以降、急激に増加している。いろいろな場でこのページを紹介する機会が得られたこと、一部の遺物に関して実測図を表示できるようになったことなどが増加の要因と考える。「子供用コンテンツ」については、2017年度まで季節によるヒットが見られたが、昨年からその現象は見られなくなった。これは、このコンテンツのトップページにフラッシュコンテンツが貼り付けたままになっているためであろう。フラッシュコンテンツの再生ができない状況でページを離れているためである。早急に改善をしたい。

次に報告書の抄録のアクセス数を見る。ここ数年、報告書の刊行数は年に2、3冊づつであるが、それによって抄録ページへのアクセス数が格段に増えているわけではない。ただし PDF が公開される春にアクセス数が伸びる傾向がある。また遺構遺物のデータベースである「遺構遺物一覧出力」は、抄録ページからしかアクセスできない仕組みになっているが、抄録ページの増減とは異なっている。これはアクセス数そのものが少ないためと考える。またこのページの告知ができていないことから、利用が伸びていないと考えられる。

## (3) PDF ファイルの閲連ページについて

PDF のダウンロードの状況を見る。2016年度より奈良文化財研究所において「全国遺跡報告総覧」が開設され、愛知県埋蔵文化財センターの報告書 PDF も登録を行なっている。図2に2016年度から2019年10月までのダウンロード数の変化を示す。棒グラ

フが当センターのホームページのログから得られた数、折れ線グラフが「全国遺跡報告総覧」からのダウンロード数である。年ごとに報告書の PDF が増加しているのにも関わらず、当センターからのダウンロード数が減少している。PDF の一覧表のページへのアクセス数はあまり変化がないのに対し、ダウンロード数はかなり減少している。一方「全国遺跡報告総覧」からのダウンロード数は順調に増加している。

次に年報・紀要の PDF のダウンロード数をみる。紀要の PDF へのアクセス数は減少しているのに対し、年報の PDF はほぼ横ばいとなっている。2018年度6月に3年分の PDF を追加したため、増加しているように見られるが、この増加分を除けば、あまり増減がみられない。ただし、これらの PDF の一覧のページへのアクセス数は増加している。この一覧ページへのアクセス数の増加は、当センターへの関心の増加と捉えたい。しかし、PDF のダウンロードが伸びていないのは、それぞれ一覧で内容の確認を行なったうえで「全国遺跡報告総覧」へ移行しているのかもしれない。

## 2. SNS の活用

情報発信のツールとして、当センターでは、ツイッター、インスタグラム、フェイスブックを活用している。これら3種類のSNS に、同じ記事を同日の同じ時刻に投稿している。記事は全職員が輪番で作成し、管理職を含む6人の委員会で記事の内容について決裁を取り公開している。ここでは、ツイッターとフェイスブックの、同一記事における反応の違いを見る。2019年11月現在、インスタグラムはフォロワーが10人程度、ツイッターは1,532名、フェイスブックは921名である。今回はフォロワーが少ないことから、インスタグラムの集計は実施していない。

それぞれの反応を比較するために、7月から10月の期間に投稿した記事の閲覧数変化を図3に示す。フェイスブックではインサイト画面からリーチ数

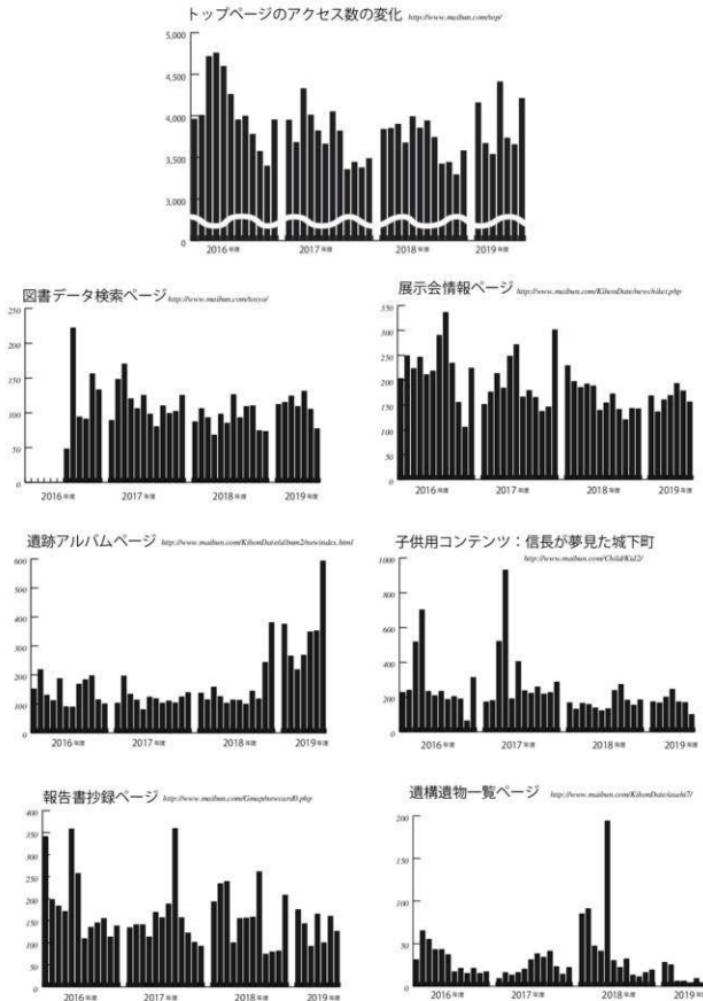
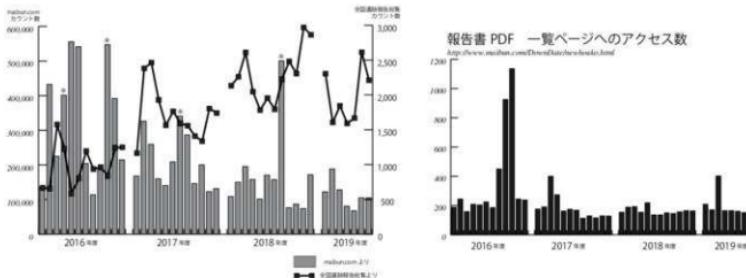
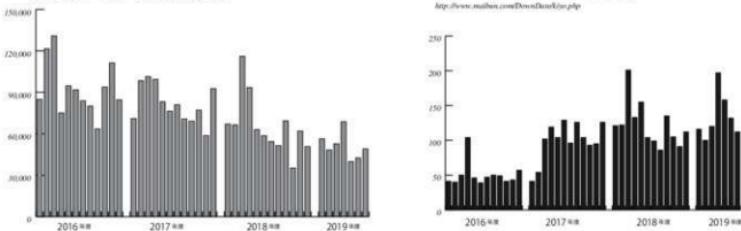


図1 webの各ページのアクセス数の変化

### 報告書 PDF のアクセス数の変化



### 紀要 PDF へのアクセス数の変化



### 年報 PDF へのアクセス数の変化

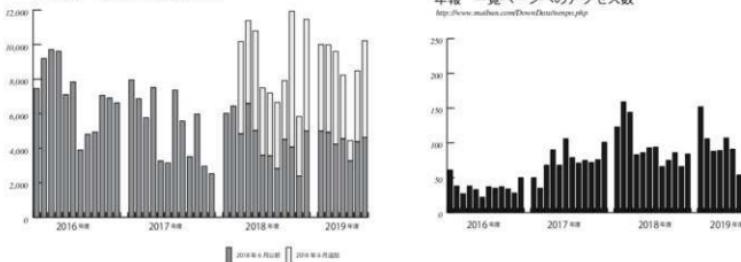
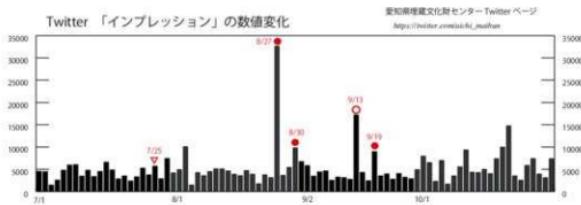
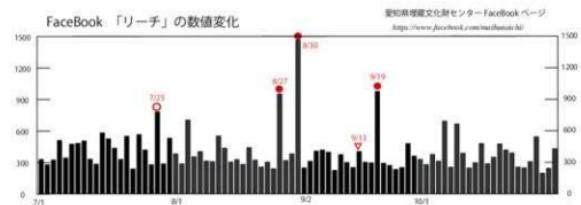


図2 PDFと一覧表ページのアクセス数の変化



FaceBook と Twitter で閲覧数が高い記事



▲8月 27日の記事



▲8月 30日の記事



▲9月 19日の記事

FaceBook で閲覧数が高い記事



▲7月 25日の記事

Twitter で閲覧数が高い記事



▲9月 13日の記事

図3 FaceBook と Twitter 反応の違い

を、ツイッターではアナリティクスのツイートアカティビティ画面からインプレッションの数を、それぞれ集計し閲覧数とした。フェイスブックはサイトに登録した人しか閲覧することができないのに対し、ツイッターは誰でも閲覧ができるという、記事の閲覧に関しての条件が異なっている。またツイッターの記事は、当センターのホームページでも表示されている。そのため、2つのグラフの縦軸の数値は桁違いになっている。またツイッターには、ハッシュタグはつけていない。数字の違いはあるが、反応の動向はほぼ同じである。2019年8月27日の記事では、山茶碗の向こう側に保護色をしたカエルが写り込んでいる。このカエルが語るような記事が書かれていた。次の8月30日の黒曜石を写した写真では、フェイスブックではカエルを抜いてヒットを記録したが、ツイッターでは大きくヒットしなかった。9月19日は戦国時代の薬研堀の溝の断面写真である。写真がダイナミックなためか、記事内に「織田信長」が入っていたためか、その原因は特定されていない。

これらのヒットが大きい記事に共通していることは、コメントがついたことである。コメントがつくりと、利用者間で周知されるという仕組みから、当然の現象であろう。つまり、より多くヒット数を出すためには、コメントに対してできるだけ返信を行い、さらなるリアクションを促すことが重要と考える。

### 3. 情報の公開とSNSの活用のまとめ

これまで、愛知県埋蔵文化財センターでの報告書をはじめとする遺跡の情報の公開とwebの運用、SNSの利用について概観した。

webサイトのページにおいては、更新されていないページや、利用方法や告知が不十分なページへのアクセス数が減少していることが判明した。また報告書などのPDFについては、一覧表ページへのアクセス数は減少していないが、自身のサイトからのダウンロード数は減少していた。「全国遺跡報告総覧」

でのダウンロード数は伸びていることから、全てのPDFを「全国遺跡報告総覧」への登録することで、より一層の活用に繋がると考える。

また「遺跡アルバム」へのアクセス数が伸びていることから、報告書の掲載データを利用者が使いやすく提示することは必要性があると考える。「遺跡アルバム」は報告書掲載写真を、報告書の枠から取り出し情報を組み替えているページである。報告書のデータは、全てが揃っていて意味をなすものであるが、遺構や遺物の個々のデータでも単体で活用しうるものである。当センターのwebデータベースでは、遺構遺物のデータベースを構築しているが、本格活用には至っていない。今後「遺跡アルバム」という画像情報と、遺構や遺物の情報を持ち合わせた活用方法を模索してゆきたい。

また、組織の存在を周知させるためのSNSの活用では、より大きくヒットさせるためには、直感的な写真やコメントのやりとりが重要な要素ではないかと推測された。今後はハッシュタグの活用など、より多くのフォロワーを獲得できるよう努力を積み重ねてゆきたい。一般の方々へのアピールを続けることは、地域の歴史文化への扉を開くアピールすることと同義であると考える。そのため、各地の関係諸機関は、文化財保護の観点からも、ぜひ知名度を上げてゆくべきであろう。

#### 【参考サイト】

- 1) 公益財団法人愛知県教育・スポーツ振興財團愛知県埋蔵文化財センター  
公式サイト <http://www.maibun.com/top>  
インスタグラムサイト <https://www.instagram.com/aichimaibun/>  
ツイッターサイト：[https://twitter.com/aichi\\_maibun](https://twitter.com/aichi_maibun)  
フェイスブックサイト <https://www.facebook.com/maibunaichi/>
- 2) 全国遺跡報告総覧：<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja>

# 著作権法における資料保存のための複製 －フィルム、ビデオテープのデジタル化を例に－

数藤雅彦（弁護士、五常総合法律事務所）

Reproducing Materials for Preservation Purposes Under the Japanese Copyright Law:

The Digitization of Films and Videotapes

Sudo Masahiko (Gojo Partners)

・著作権／Copyright・デジタル化／Digitization・複製／Reproduction

## 1. はじめに

文化財関連の資料には、文化財の現物や紙資料にとどまらず、写真フィルムやマイクロフィルム、VHSビデオテープなどの媒体も存在する。フィルムやビデオテープは劣化が進みやすく、また再生機器も入手困難になることから、長期保存と再生のためにはデジタル化が望まれるところである。

そして、このような資料保存のためのデジタル化（複製）は、著作権法上、一定の条件を満たせば権利者の許諾なしで行える。例えば、奈良文化財研究所のように法令に基づいて設置された研究施設で、司書または司書相当職員を置いている場合、一定の範囲で資料のデジタル化保存が可能である。

このことは意外に知られていないため、本稿では、資料保存のためのデジタル化が可能となる条件を整理して解説する。

## 2. 資料保存のための複製とは

著作権法31条1項2号は、図書館等が著作権者の許諾なく資料を複製できる場合につき、次のように定めている。

### 著作権法第31条

1 国立国会図書館及び図書、記録その他の資料を公衆の利用に供することを目的とする図書館その他の施設で政令で定めるもの（以下こ

の項及び第三項において「図書館等」という。）においては、次に掲げる場合には、その営利を目的としない事業として、図書館等の図書、記録その他の資料（以下この条において「図書館資料」という。）を用いて著作物を複製することができます。

（中略）

### 二 図書館資料の保存のため必要がある場合

この規定の趣旨は、学術研究の進歩発達は図書館等に負うところが大きいため、図書館等が資料の保

【図表1】資料保存のための複製に関するQ&A

- Q1. どのような施設が複製できるのか？  
A1. 国立国会図書館及び図書、記録その他の資料を公衆の利用に供することを目的とする図書館その他の施設で政令で定めるもの（「図書館等」と略す）
- Q2. どのような資料を複製できるのか？  
A2. 図書館等の図書、記録その他の資料（「図書館資料」と略す）
- Q3. どのような場合に複製できるのか？  
A3. 図書館資料の保存のため必要がある場合に、営利を目的としない事業として複製可
- Q4. どのような方法で複製できるのか？（外注も含むか？）  
A4. 明記されていないが、外注も可能と解される（後述）

存活用の必要上行う複製を、一定限度内において許容する点にある<sup>1)</sup>。そして、条文の文言をふまると、資料保存のための複製（デジタル化）の条件は、前ページ【図表1】の4点に整理できる。

以下では、これらの各要件を詳しく論じる。

なお、本条で認められているのはあくまで資料の複製（コピー、デジタル化等）にとどまり、資料のインターネット配信（公衆送信）などは含まれないことに留意が必要である。インターネット配信のためには、保護期間の満了等により著作権が消滅した場合や、著作権法で例外的に認められた場合を除き、原則として著作権者からの許諾が必要となる<sup>2)</sup>。

### 3. 複製可能な施設

#### （1）「図書館等」の要件

まず、複製が可能となる「図書館等」とはどのような施設を指すのか。

「図書館等」に該当するためには、①政令で定める施設に該当すること、②司書または司書相当職員を置いていることの2点を満たす必要がある（著作権法施行令1条の3）。

##### ①政令で定める施設

政令で定める施設とは、著作権法施行令1条の3

に定める施設を指す。具体的には、【図表2】の6種類のいずれかに該当する必要がある。

例えば、奈良文化財研究所（独立行政法人国立文化財機構）は、法令の規定によって設置された研究所であり、資料を一般公衆の利用に供する業務を行っているため、【図表2】の5号型施設に該当すると解される。

なお【図表2】の6号型施設については、施設側から文化庁への申出があれば、施設の規模、利用の実態、指定の必要性等を調査した上で文化庁長官による指定がなされる<sup>3)</sup>。

#### （2）司書または司書相当職員の設置

加えて、上記の「図書館等」が司書または司書相当職員を置いていることも必要である。具体的には、図書館法4条1項に定める図書館司書か、または著作権法施行規則1条の3に定める司書相当職員のいずれかを置けば足りる。

これらの司書等が必要な理由としては、著作権を理解しており、複製が適法に行われているかをチェックすることが期待されているためなどと説明される<sup>4)</sup>。

### 4. 複製可能な資料

次に、複製可能な「図書館資料」にはどのような

【図表2】政令で定める施設

| 種類  | 政令の規定（著作権法施行令1条の3）  | 具体例 <sup>5)</sup>   |
|-----|---|---|
| 1号型 | 図書館法2条1項の図書館  | いわゆる公共図書館（公立、私立を問わない）。  |
| 2号型 | 学校教育法1条の大学又は高等専門学校（以下本表で「大学等」という）に設置された図書館及びこれに類する施設                                  | 大学の各学部、研究所等に置かれた図書館や、資料センター等の図書館類似施設（高等学校等の初等中等教育機関の図書館は除外）。  |
| 3号型 | 大学等における教育に類する教育を行う教育機関で当該教育を行ふにつき学校教育法以外の法律に特別の規定があるものに設置された図書館                       | 警察大학교、防衛大学校など、特別法に基づく高等教育機関に設置された図書館。   |
| 4号型 | 図書、記録その他の著作物の原作品又は複製物を収集し、整理し、保存して一般公衆の利用に供する業務を主として行う施設で政令の規定によって設置されたもの             | 独立行政法人である国立美術館、国立博物館のように法律で設置された施設や、県立博物館、県農業資料センターのように地方公共団体の条例で設置された施設。   |
| 5号型 | 学术的研究を目的とする研究所、試験所その他の施設で法令の規定によって設置されたもののうち、その保存する図書、記録その他の資料を一般公衆の利用に供する業務を行うもの     | 日本原子力研究開発機構、国立国語研究所など。  |
| 6号型 | 国、地方公共団体又は一般社団法人若しくは一般財團法人その他の営利を目的しない法人が設置する施設で上記4号型と5号型に掲げる施設と同種のもののうち、文化庁長官が指定するもの | 詳しく述べは官報の告示を参照。文化財関連の資料を有する施設としては、平成27年の告示により、博物館法2条1項のいわゆる登録博物館や、同法29条のいわゆる博物館相当施設で営利を目的しない法人が設置するものが指定された <sup>6)</sup> 。 |

資料が含まれるか。

図書館資料というと、一般的には紙資料がイメージされがちだが、ここでの「図書館資料」は書籍や雑誌等の文書だけに限らず、地図、図表、模型等の学術資料、写真、レコード、録音テープ、フィルム、ビデオテープ等の視聴覚資料まで広く含むと解説している<sup>7)</sup>。そのため、文化財関連のフィルムやビデオテープも、デジタル化の対象となる。

また、「図書館資料」は、複製を行う施設の蔵書や保管資料（複製施設において責任を持って保管している資料）であればよく、資料の所有権がその施設にあるか、それとも他の施設から借りているかは問われない<sup>8)</sup>。そのため、図書館等が寄贈や寄託を受けて、保管資料となった場合にはデジタル化の対象になる。

## 5. 複製の条件

図書館資料の複製が可能となるのは、「営利を目的としない事業」で、かつ「保存のため必要がある場合」である。ここで、「保存のため必要がある場合」とはどのような場合を指すのか。

かつて著作権法の立法担当者は、具体例として、収蔵スペースとの関係で縮小複製して保存する場合や、貴重な稀覯本の損失・紛失を予防するために完全なコピーをとる場合、または所蔵する資料の汚損ページを補完するために複製する場合を挙げていた<sup>9)</sup>。

これらに加えて、近時の文化庁の解釈により、複製できる範囲が広がった。すなわち、文化審議会著作権分科会法制・基本問題小委員会の平成26年度の審議において、「美術の著作物の原本のような代替性のない貴重な所蔵資料や絶版等の理由により一般に入手することが困難な貴重な所蔵資料について、損傷等が始まる前の良好な状態で後世に当該資料の記録を継承するために複製すること」も、著作権法31条1項2号の「保存のため必要がある場合」に該当するとの解釈が示された<sup>10)</sup>。

さらに、同小委員会では、「記録技術・媒体の旧式

化により事实上閲覧が不可能となる場合、新しい媒體への移替えのために複製を行うこと」も「保存のため必要がある場合」に該当するとの解釈が示された<sup>11)</sup>。

そのため、例えば一般に入手することが困難なフィルムやビデオテープについて、劣化が始まると前にデジタル化することや、フィルムやビデオテープの記録技術・媒体が旧式化して事实上閲覧が不可能となる場合に、新規媒体への移替えのためにデジタル化することも、「保存のため必要がある場合」に該当し、適法に行うことが可能と解される。

## 6. 複製の方法（外注の可否）

なお、図書館等の中には、デジタル化のための機材等を十分に有しない機関も存在するところ、図書館等が外部の事業者にデジタル化を委託（外注）することも可能か。

上記2で述べたように、著作権法は、図書館等「においては」複製できると定めている。そして、図書館等「においては」とは、複製を行う物理的な場所が図書館等の施設内であることを意味するではなく、複製事業の主体等が図書館等であること、すなわち複製事業の法律的・経済的主体が図書館等の施設であることを意味すると解されている<sup>12)</sup>。

この解釈を前提とすると、図書館等が外部の事業者らにデジタル化を委託（外注）するにあたっては、契約書等において、複製事業の趣旨、図書館等による複製方法・内容の管理、複製後のデジタルデータの取扱いや費用負担等について明確にすることにより、外注も可能になると解される<sup>13)</sup>。

## 7. 終わりに

以上述べてきたように、著作権法31条の主体はいわゆる典型的な図書館だけに限らない。奈良文化財研究所をはじめとする非営利の研究機関や博物館等においても、上記の条件を満たせば、著作権者の許諾を要することなく、フィルムやビデオテープの保存のためのデジタル化が可能である。

2019年を振り返ると、首里城の火災や、大型台風によるミュージアムや図書館への大規模浸水が生じ、資料保存に関しては受難の1年だった。このような状況下で、デジタル化の意義は一層高まっているところである。そして、著作権法に関する文化庁の解釈は、非営利の文化施設における資料保存のためのデジタル化を可能にしており、いわば法律によって「武器」が配られたともいえる。

文化施設においては、人員や予算の制限はあるが、著作権法31条1項2号という「武器」をうまく活用して、文化財関連資料のデジタル化を進めることが期待される。

#### 【補註および参考文献】

- 1) 加戸守行『著作権法逐条講義 [6訂新版]』253頁(2013年)
- 2) 著作権法の考え方の概説として、数藤雅彦「発掘調査報告書のウェブ公開と文化財の3Dデータに関する著作権の諸問題」奈良文化財研究所「デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」91頁(2019年)を参照。著作物の保護期間の判断方法については、数藤雅彦、橋本阿友子「保護期間満了(パブリックドメイン)の判断基準」福井健策監修、数藤雅彦責任編集『デジタルアーカイブ・ベーシックス1 権利処理と法の実務』17頁(2019年)を参照。
- 3) 参照、加戸・前掲254頁、半田正夫、松田政行編『著作権法コメントール2 [第2版]』206頁(2015年)。
- 4) 博物館等が指定された背景について詳しく述べる。
- 5) 加戸・前掲255頁
- 6) 半田、松田編・前掲208頁。なお立法論としては、資料保存のための複製に司書等の設置が必須かは議論の余地がある。例えば、2019年に成立したEUのデジタル単一市場における著作権指令(Directive (EU) 2019/790)では、文化遺産施設が所蔵する著作物を保存目的で複製する際の権利制限規定について定めているところ(同指令6条)、ここでの文化遺産施設とは、公共図書館、博物館、文書館、映像・音声保存機関を指し(同指令2条3項)、必ずしも司書等を有する図書館に限らない定義となっている。
- 7) 加戸・前掲256頁
- 8) 加戸・前掲256頁
- 9) 加戸・前掲258頁
- 10) 文化庁文化審議会著作権分科会法制・基本問題小委員会「平成26年度法制・基本問題小委員会の審議の経過等について」9頁(文化庁ホームページ内、2015年。以下「平成26年度審議経過」と略す)。「中間まとめ」121頁も参照
- 11) 平成26年度審議経過10頁。「中間まとめ」121頁も参照
- 12) 加戸・前掲255頁
- 13) 参照、加戸・前掲255頁

# 映像資料の権利処理とその実務

矢内一正（東宝株式会社）

The Rights Clearance Procedure for Films

Yanai Kazumasa (TOHO CO. LTD.)

- ・映画／Motion pictures・文化財／Cultural properties
- ・ビネガーシンドローム／Vinegar syndrome・デジタル化／Digitization
- ・著作権／Copyright・権利処理／Rights clearance

## 1. はじめに

本稿の読者（つまり「あなた」）は、主として国または地方自治体等において文化財の保護や活用といった仕事に従事されている職業人であろう。あなたが本稿に期待するものは、おそらく「法律上このような陥穀が待ち受けているのでご注意を」という話ではなく、むしろ「その陥穀を実務上どのように乗り越えるか」とと思われる所以、以下では前者をざっと概観しつつ、差支えのない範囲で後者についての管見を述べたいと思う。

## 2. 有体物としての映画フィルム

あなたのところに地域の住民から「父の遺品を（あるいは会社の倉庫を）整理していたらこんなのが出てきたのですが」といって桐の箱に収められた映画フィルムが持ち込まれたとする。箱には「昭和二年」「山奥村盆踊り」といった記載がある。おそらくおそれる箱を開けてみると、すこし酸っぱい臭いとともに、やや収縮し、液状化し、固着した1巻の映画フィルムが姿を現した。赤味がかった黒のフィルム

を透かして見ると、そこには仮面をつけた踊り子たちの姿が認められる。山奥村における昭和2年頃の盆踊りの様子を記録したものようだ。「貴重な映像資料にちがいない」と思ったあなたは、これをデジタル化して、インターネット上で公開することを思いついた。この先あなたにどんなことが待ち受けているのだろう。

### (1) 映画フィルム自体の価値

まずは映画フィルムそれ自体にも文化財としての価値が認められることを確認しておきたい。我が国では、2009年から2011年にかけて以下の表1の3本の映画フィルムが文化財保護法に基づく重要文化財の指定を受けたが、いずれも映画フィルムという「有体物」に対する指定となっている。

表1にいう「オリジナルネガ」(ON)とは、実際に撮影現場でカメラに装着され露光（露出）された生フィルムを切り貼り（ネガ編集）して1本の巻物にしたものである。いわば映画の原作品にあたるものなので「マスターネガ」とか「マスター」とも呼ばれる。もっとも、ネガフィルムは被写体の明と暗が反転している（カラーの場合は被写体の補色が現

表1<sup>1)</sup> 重要な文化財に指定された映画フィルム

| 指定日     | 指定内容                                | 素材                         | 製作             |
|---------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| 2009年7月 | 『紅葉狩』(1899)<br>1巻3分50秒 (fps=16)     | 可燃性デュープネガ1本                | 柴田常吉撮影、吉澤商店    |
| 2010年6月 | 『檢公訴別』(1920～1928)<br>1巻17分 (fps=16) | 可燃性オリジナルネガ1本               | 日活             |
| 2011年6月 | 『小林富次郎葬儀』(1910)<br>2巻7分20秒 (fps=16) | 可燃性オリジナルネガ1本<br>可燃性上映用ポジ1本 | 小西亮撮影（推定）、吉澤商店 |

れる）ので、通常の映画として観られるようにするために、これを再反転させたポジフィルムを作成する必要がある。映画館での上映用に使用されるのはこのポジフィルムになるのだが、ONは生フィルムを切り貼りしたものなので強度がなく、5、6回焼増し（プリント）すればたちまち切断・損壊してしまう。これでは映画の原作品が失われてしまうので、中間素材として、ONからマスター・ポジ（MP）を作成し、これをさらに再反転させたデュープネガ（DN）を作成する。かつて映画会社は、このDNをプリントして映画館での上映用ポジフィルムを量産していた。表1中には「デュープネガ」とは、ONから見て孫にあるこの中間素材のことであり、「上映用ポジ」とは、曾孫の上映用素材のことである。

ここで、ライオン株式会社創業者の葬儀を記録した表1の『小林富次郎葬儀』（1910年）の映画フィルムは、原作品の曾孫であるにもかかわらず、重要な文化財に指定されていることがわかる。映画フィルムとは、それだけ保管や維持管理が困難なものであり、それが自体が希少な文化財であるといえる。

## （2）ビネガーシンドローム

「すこし酸っぱい臭い」がしている「山奥村盆踊り」の映画フィルムを取り扱うにあたっては、実務上さらに細心の注意が必要である。

映画フィルムの保管環境は室温4℃、湿度40%が理想とされ、かりに常温（室温21℃、相対湿度50%）で保管した場合、製造から40年程度までは緩やかな劣化が進行し、さらに5年程度経過すると急速に劣化して、変形や褪色や部分的な喪失が進み、最後は硬化して使用不能となる。この腐食現象は、酢酸臭を伴って急激に進行することから「ビネガーシンドローム」と呼ばれる。「すこし酸っぱい臭い」の正体である。そして、いったんビネガーシンドロームが進行すると、これを復元することは不可能であるとする。右の図1は、ビネガーシンドロームが進行した「日本誕生」（1959年、東宝映画1000本記念作品。監督：鶴垣浩、主演：三船敏郎・司葉子）の映画フィルムである。



図1 ビネガーシンドロームが進行した映画フィルム

## （3）所有者の承諾

このようにビネガーシンドロームが進行し「収縮・液状化・固着」している映画フィルムは、そのデジタル化に先立ち、専門技術を有する映画フィルム現像所（デジタルの時代を迎えた現在、国内には株式会社東京現像所ほか数社しか存在しない）に持ち込んで、これを修復する必要がある。その修復作業には、例えば、劣化したパーフォレーション（送り穴）や切り貼りした際のつなぎ目テープを補修する作業、熱処理を施して平面化する作業などが含まれる。これらの作業には、当然ながら映画フィルム自体を切断・損壊し、喪失してしまうリスクが伴う。そのリスクを引き受けることができるのは、果たして映画フィルムの所有者だけである。

したがって、あなたは情理を尽くして「山奥村盆踊り」の映画フィルムの所有者を説得し、その所有権を譲り受け、または所有者から上記リスクを引き受ける旨の書面を提出してもらったうえで、劣化した映画フィルムの修復作業を進めることになる。これが第1の閑門である。

## 3. 映像資料の権利処理

### （1）著作権の保護期間

東京現像所等での修復作業が無事に終わったら、次はフィルムスキャンによるデジタル化作業である。ただし、このフィルムスキャンという行為は著

作権法上の「複製」にあたるため、著作権者に無断でこれを行うことは、原則としてその著作権を侵害することになる。むろん「原則として」なので、いくつかの例外も存在する。あなたの所属先によっては、著作権法31条（図書館等における複製等）の例外規定の適用を受けることにより、適法にデジタル化を進めることができるだろう。しかし、あなたの目的はインターネット上でこのデジタル映像を公開することにある。そのためには、やはり各権利者に対する事前の権利処理が必要である。

「権利処理」とは、一般に、コンテンツを制作・利用するために必要な権利者の許諾を得たり、権利者から権利の譲渡を受けたりすることをいう<sup>2)</sup>。英語では「rights clearance」と呼ばれるが、「山奥村盆踊り」の映画フィルムに化体された映像資料が「著作権法により保護される著作物」である場合は、これをインターネット上で公開するためには、基本的にはその著作権者から許諾を得るか、または著作権を譲り受けする必要がある。逆に言えば、その映像が「著作権法により保護されない著作物」である場合には、権利処理は不要である。代表的な例が、著作権の保護期間が経過し、パブリック・ドメイン（以下「PD」）となった場合である。では、どのようにしてPDであるか否かを判断すればよいのだろうか。

1971（昭和46）年1月1日に施行された現行著作権法（以下「現行法」）下では、どんな映画であれその著作権存続期間は平等で、2020（令和2）年現在では一律に「公表後70年」と決まっている（現行法54条1項）。しかし、それ以前の旧著作権法（以下「旧法」）下では、「独創性」の有無により映画の著作権存続期間は差別されていた（旧法22条ノ3）。すなわち、「独創性」を有する映画（劇映画や文化映画など）については、一般的な著作物と同じ公表後30年（後に旧法52条1項により公表後38年に延長）とする一方、「独創性」を欠く映画（ニュース映画や記録映画など）については、写真と同様に公表後10年（後に旧法52条3項により公表後13年に延長）となっていた<sup>3)</sup>。さらに、「独創性」を有する映画のうち、

「著作者」が自然人であって、その自然人が「著作者」である旨が実名で公表された映画については、当該「著作者」の死後38年<sup>4)</sup>になるに対し、当該「著作者」の死後に公表された映画と無名又は変名で公表された映画については公表から38年<sup>5)</sup>、団体の著作名義で公表された映画については公表から33年<sup>6)</sup>というように、映画の公表方法等によりその著作権の存続期間が異なるのである。

したがって、「独創性」を有する映画の著作権存続期間を算定するにあたっては、「映画の著作者は誰か」という難問に立ち入らなければならないが、「独創性」を欠く映画に関しては、「誰が映画の著作者か」を検討するまでもなく、そして公表方法の如何を問わず公表から13年<sup>7)</sup>となる。そのため、シェーン事件最高裁判決<sup>8)</sup>を踏まえれば、1956（昭和31）年以前に公表されたものについては、すでにPDになっていると考えられる。

ここで、「山奥村盆踊り」の映像資料は、盆踊りの様子を記録しただけの「独創性」を欠く映画なので、1927（昭和2）年の公表だとすれば、すでにPDになっていると思われる。すなわち、著作権者に対する権利処理は不要である。

## （2）権利者の範囲

東京現像所等でのフィルムスキャンが終わり、ついにあなたの手許に「山奥村盆踊り」のデジタル映像が納品された。ここからが第2の閂門である。閂門というよりは泥沼の様相を呈してくるのだが、映像資料の著作権法上の権利者として想定され得るのは、実務的には①著作者（監督等）、②著作権者、③原著作者（原作者・脚本家）、④映画美術（その映画において複製された美術の著作物）の著作者・著作権者、⑤映画音楽（その映画において複製された音楽の著作物）の著作者・著作権者・実演家・レコード製作者、⑥実演家（出演者）である。さらに、著作権法上の権利者ではないが、場合によっては権利処理が必要な⑦その他の権利（疑似著作権<sup>9)</sup>・肖像権等）も存在する。では、「山奥村盆踊り」のデジタル映像をインターネット上で公開する場合、具体的

に誰に対してどのような権利処理をする必要があるのだろうか。順番に見ていく。

まず、①著作者（監督等）に関しては、例えば、映像の一部を変更（カット等）する場合には、同一性保持権の問題が生じる。逆に言えば、改変せずにそのままインターネット上で公開するのであれば、その問題は生じないので、権利処理は不要である。

次に、②著作権者に関しては、上述のとおりPDだと考えられるので、権利処理は不要である。また、「山奥村盆踊り」に③原著作者（原作者・脚本家）は存在しないと思われるが、かりに存在したとしても、現行法54条2項が「映画の著作物の著作権がその存続期間の満了により消滅したときは、当該映画の著作物の利用に関するその原著作物の著作権は、当該映画の著作物の著作権とともに消滅したものとする。」と定めるので、やはり権利処理は不要である。

問題は、④映画美術と⑤映画音楽である。これらは54条2項にいうところの「原著作物」に該当しないため、別個に権利処理が必要になってくる。すなわち、あなたは「山奥村盆踊り」の映像を最初から最後まで再生して、画面に美術の著作物（現行法10条1項4号）が写っていないか、背景に音楽の著作物（同項2号）が流れていないかをつぶさにチェックすることになる。

### （3）映画美術

そうしたところ、画面上に山奥村の村民の思想又は感情が創作的に表現されたとおぼしき「仮面」が大写しで現れたとする。この仮面は、おそらくその村民が著作権を有する美術の著作物であるから、ライバルに考えるならば、あなたはその村民を探し出し、死亡していたとすればその死亡時期から著作権の存続期間を算定し、PDでない場合には、本人または遺族に対して権利処理をしなければならない。これにかなりの手間と時間を要することは、想像に難くない。

もっとも、劇映画（劇場用映画やテレビドラマ）の美術監督等については、実務上は権利処理が必要

な対象者とみなされていない<sup>10)</sup>。おそらくそれは、劇映画における映画美術が、監督の決めた画（表現）を実現するために、映画製作者の負担する製作費で制作されるものだからである。つまり、映画製作者がお金を出して作った映画美術については、その美術監督等から何らかの権利主張をされることは極めて稀だと考えてよい。しかし、そうでない映画美術（すなわち、他人のもの、他人から借りてきたもの）については、原則として権利処理が必要である。「山奥村盆踊り」のような映像資料は後者の映画美術を中心であると思われるので、画面でそれを発見する度に、あなたは苦悶の表情を浮かべることになる。

### （4）映画音楽

最も複雑なのは映画音楽の権利関係である。山奥村の盆踊りの音楽は、おそらくPDであろうから、深入りはしないが、参考までに全体像を図示すると、次頁の図2のとおりとなる。

図2のように、JASRAC等の著作権管理事業者がその映画音楽の著作権を管理している場合は、著作権等管理事業法16条が「著作権等管理事業者は、正当な理由がなければ、取り扱っている著作物等の利用を拒んではならない」という応諾義務を課しているため、あなたがインターネット上で公開することについて断られることはまずない<sup>11)</sup>。しかし、そうでない場合には、その音楽の出自を調べ、著作者を探し出し、その著作権の存続期間を算定し、PDでない場合には、本人または遺族に対して権利処理をしなければならない。さらには実演家やレコード製作に対する権利処理も必要だ。至難の業である。

そもそも、あなたは映像資料の音楽を聴いただけで、その著作者等にたどり着けるだろうか。劇映画であれば、スマートフォンに向かって「これ、誰の曲？」と尋ねればGoogleが答えてくれるかもしれないが、非劇映画の場合は、例えばその劇伴（場面に合わせて映像の背景に流す音楽）にGoogleさえ知らない「身元不明の音楽」が使用されていることが比較的多いようと思われる。さて、どうするか。

いわゆる「著作権フリー」の音楽に差し替えるの

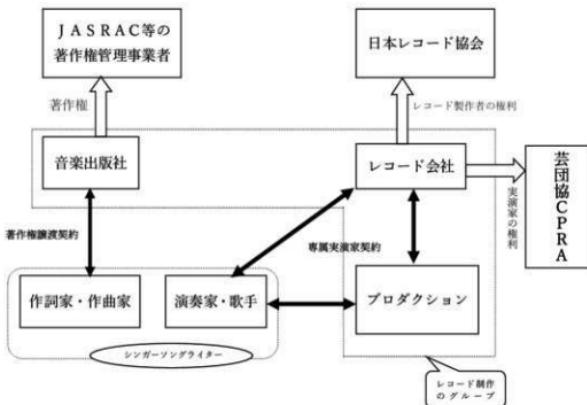


図2<sup>12)</sup> 音楽の権利関係

が一案である。この場合、映像の一部を変更することになるので、上述したとおり①著作者（監督等）の同一性保持権の問題が生じる。しかし、見方を変えれば、「権利者不明の問題」から「同一性保持権の問題」に切り替えることができるわけなので、監督等が存命なであれば、その同意を得て堂々と音楽を差し替えればよい。では、監督等が死亡している場合または不明の場合はどうするか。

著作者人格権（公表権、氏名表示権および同一性保持権）は一身に専属するから（現行法59条）、著作者の死亡とともに消滅すると考えるのが自然だが、その遺族のうち一定の者（配偶者、子、父母、孫、祖父母または兄弟姉妹）については、著作者の死後においても、著作者人格権の侵害になるべき行為をする者またはするおそれのある者に対して差止等を請求することができる（現行法116条1項）<sup>13)</sup>。したがって、監督等が死亡している場合には、その遺族の同意を得て音楽を差し替えればよい。また、監督等が不明の場合は、現行法60条ただし書の問題になると私は考えるが、このあたりで搁く。

## (5) 実演家・その他の権利者

最後に、⑥実演家（出演者）と⑦その他の権利（疑似著作権・肖像権等）に対する権利処理についてざっと概観しておきたい。

文化財保護等の仕事に従事するあなたが取り扱う映像資料の⑥実演家（出演者）については、私見ながら、「実演ではない」または「保護期間が経過している」のどちらかで権利処理が必要であるケースが多いように思う。「山奥村盆踊り」を例にとれば、かりに地域の住民がナレーションをつけていたとしても、そのナレーションに芸能的な性質があるとは考えづらいし、旧法下の「演述の著作物」であるとも思えない。盆踊りの踊り子たちが演劇的に舞っていたとしても、その実演は旧法下の保護対象ではないし、現行法で考えても、その保護期間はとっくに経過している。私の経験上あまり神經質になりすぎる必要はないように思う。

むしろ厄介なのは、⑦その他の権利（疑似著作権・肖像権等）である。法的根柢が希薄で、その保護期間も不明だからである。とりわけ、疑似著作権については、近時、寺院の「宗教法上の人格権」に基づく差止請求を認容する裁判例<sup>14)</sup>が現れるなど、

ますます混迷を極めている。また、肖像権に関しては、最高裁が和歌山毒カレー肖像権事件<sup>15)</sup>において撮影行為に関する違法性の判断基準を示したが、これを私たちが自ら判断することは容易でなく、かなり負担が大きい。さらに、映像資料に現れる人物の顔や氏名を公表することに関しては、個人情報保護法上の適否についても検討が必要である。

#### 4. おわりに

あなたが「山奥村盆踊り」の映像資料をインターネット上で公開することについては、これまで見てきたような隙間が待ち受けている。これらのうち、著作権法に基づく権利については、我が国の「裁判制度」を利用することにより、これを乗り越えられる可能性があることを最後に付言しておきたい。裁判制度とは、権利者が誰なのかわからない場合や、権利者が特定できたとしてもその連絡先がわからない場合などに、一定の要件を満たすことで、文化庁の裁定を受けて著作物の利用を可能ならしめる制度である。近年利用条件が緩和され、より簡便な手続となり、その申請件数も急増している。

もっとも、制度的な限界が存在するのも事実である。例えば、著作者人格権は裁判制度の対象外であるため、裁判を受けたとしても、映像資料の一部を改変することについては、その著作者の同一性保持権を侵害するおそれがある。また、海外での利用については、我が国の著作権法の効力が及ばないことから、裁判制度の適用を受けることができない。しかし、これらの点に注意すれば、あなたは目的を達成することできるだろう。問題は、「著作権法に基づかない権利」の権利処理である。これを実務上どう乗り越えるのかについては、また別の機会に明らかにしたいと思う。

#### 【補註および参考文献】

- 1) 石原香緝『日本におけるフィルムアーカイブ活動史』309頁（美学出版、2018年）の表を参考に作成
- 2) TMI総合法律事務所編『著作権の法律相談Ⅱ』88頁（青林書院、2016年）
- 3) 加戸守行『著作権法逐条講義〔六訂新版〕』412頁（著作権情報センター、2013年）
- 4) 旧法22条ノ3、3条および52条1項
- 5) 著作者の死後公表された映画については、旧法22条ノ3、4条および52条1項、無名又は変名で公表された映画については、旧法22条ノ3、5条および51条1項
- 6) 旧法22条ノ3、6条および52条2項
- 7) 旧法22条ノ3、23条および52条3項
- 8) 最高裁平成19年12月18日第三小法廷判決（民集61巻9号3460号、判時1995号121頁、判タ1262号76頁）
- 9) 福井健策「花咲くデジタルアーカイブと著作権・肖像権・所有権の壁」コピライ特90号2頁、14頁（著作権情報センター、2018年）参照
- 10) 梅田康宏＝中川達也『よくわかるテレビ番組制作の法律相談（第2版）』214頁、218頁（日本加除出版、2016年）参照
- 11) 市村直也「JASRACの音楽著作権管理」絹谷暢男編『JASRAC概論—音楽著作権の法と管理』107頁、133頁（日本評論社、2009年）参照
- 12) 吉羽真一郎「音楽ビジネス実務と著作権」松田政行編著『著作権法の実務』16頁、17頁（経済産業調査会、2010年）の図を参考に作成
- 13) 烏並良ほか『著作権法入門〔第2版〕』135頁（有斐閣、2019年）
- 14) 徳島地裁平成30年6月20日判決（判時2399号78頁、判タ1457号232頁）〔秘仏写真事件〕
- 15) 最高裁平成17年11月10日第一小法廷判決（民集59巻9号2428頁、判時1925号84頁、判タ1203号74頁）

## 三次元データの公開に伴う著作権等の整理

仲林篤史（東大阪市教育委員会社会教育部文化財課）

The Management of 3 Dimensional Copyrights Data That Are Open to the Public

Nakabayashi Atsushi (Cultural Property division, Higashiosaka boards of education)

・著作権／Copyright・三次元データ／3 dimensional data

### 1. はじめに 東大阪市の取組み

#### (1) 史跡整備に伴う3Dデータの活用

東大阪市教育委員会では、市内にある国指定史跡「河内寺庵寺跡」の整備に伴い、三次元（以下「3D」という。）データを作成し、活用してきた。ここでの3Dデータとは、史跡整備前の発掘調査で検出した遺構・出土遺物を計測したものや、古代の建物を発掘調査成果に基づき復元したものなどがある。前者はSfM-MVS（Structure from Motion - Multi View Stereo。複数の連続するデジタル写真から対象物の3D構造を復元する技術・手法）により、後者はモデリング（専用のソフトウェアを用いて、PC上の3D空間に特定の構造物を構築する作業又は手法をいう。）により、それぞれ作成したものである。

史跡公園ではこれらの3Dデータをベースにした



図1 河内寺庵寺跡公園全貌

360度VR動画が、QRコードにより来訪者のスマートフォン等で閲覧することができる。この動画は、来訪者の動きに合わせて発掘調査の様子や古代寺院の復元建物を表示させ、史跡の歴史的価値を伝えるものである。

#### (2) VRコンテンツでの利用

作成した3Dデータは、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）を用いたVRコンテンツでも利用している。市では、以下の2種類のVRコンテンツを制作した。

##### ①VR河内寺庵寺跡

史跡公園内を自由に動き回り、ユーザーの操作によって発掘調査トレッチや復元建物が現れるコンテンツである。前述の360度VR動画と同じ3Dデータから制作した。



図2 QRコード解説板



図3 河内寺唐寺跡 360度 VR動画QRコード（左から順に、総合解説編・回廊編・金堂編・講堂編）

#### ②VR博物館

3D計測した遺物等を仮想の博物館に展示し、現実には不可能な方法で鑑賞するコンテンツである。令和元年（2019）9月に開催された国際博物館会議京都大会（ICOM Kyoto 2019）に展出し、VR技術と博物館展示の融合として国内外の博物館関係者より一定の評価を得たことから、現在博物館展示に向けて検討中である。

#### （3）3Dデータの公開

上記のようなコンテンツ制作とは別に、3Dデータの活用の一つとして、「Sketchfab」のアカウントを取得し、Web上で公開を平成30年（2018）6月より実施している。

Sketchfabとは、アカウント登録をしたユーザーが作成した3Dデータを公開・共有するウェブサイトである。日本国内での利用はまだ進んでいないが、海外では大英博物館などが所蔵する文化財の3Dデータを公開している。

3Dデータの公開目的は、より多くの人々に市の歴史や文化財を伝えることがあるが、将来的には、一般向けのスマートフォン等に備わりつつあるARやVR機能と連携させることで、史跡ガイダンスや

博物館展示等への応用を目指している。

本稿では、3Dデータの公開に伴って検討した著作権等の整理について報告とともに、3Dデータの著作権について再検討を行う。

これより以下「3Dデータ」とは、3Dスキャナ（機器等を用いて対象物の形状を計測することで3Dデータを取得する方法）により生成されたものをいう。

## 2. 3Dデータ公開に伴う検討内容

### （1）検討の目的と内容

3Dデータをインターネット上で公開する事例が国内になかったことから、法的な問題や自治体内部の手続き等に関する検討を行った。検討内容は大きくは、以下の2点である。

- ①公開する3Dデータと著作権・所有権等との関係
- ②SNS（ソーシャルネットワークサービス）の利用に伴う運用手続き

### （2）地方自治体と著作権

なお本稿での検討とは直接の関係はないが、3Dデータの著作権等を考える前に、地方自治体と著作権の関係について整理する。

地方公共団体の所有する財産は、「公有財産」、「物品」及び「債権」並びに「基金」に分類される（地方自治法第237条第1項）。

地方自治法第238条第1項では、公有財産の一つとして著作権が示され、同条第3項及び第4項では、公用又は公共用に供し、又は供することと決定した公有財産を「行政財産」、行政財産以外の公有財産を「普通財産」に分類するとしている。

地方自治法第149条で、財産の取得・管理及び処分は、地方公共団体の長（首長）の事務とされてい



図4 VR博物館の展示



図5 東大阪市教育委員会公式Sketchfabのトップ画面

る。著作物の公開に関する意思決定や事務手続きにおいて、財産の取得、管理及び処分に類する性質を持った行為を行うにあたっては、各地方公共団体の定める財産規則等に則り処理を行う必要がある。

行政財産と普通財産の区分は、その財産がいかなる目的をもって使用されているかによる。裁判例によると、著作物が行政目的であったとしても、それによって得られた著作権自体が当該行政目的以外に使用されてはならないということに直ちにつながるものではないとされており（平成3年3月22日金沢地判（昭和61年（行ウ）2号））、著作物とその著作権は両者を区別し、各々の目的によって分類される解釈である。

### 3. 3Dデータ公開と著作権等の整理

#### （1）著作権等に関する検討

##### ①3Dデータは著作物に該当するか

著作権法第2条第1項第1号で、著作物とは著作者の「思想又は感情を創作的に表現したものであつて、文芸、学術、美術又は音楽の範囲に属するもの」とされる。3Dデータが著作物に該当するかについては既にいくつか検討がなされている。

知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会はか

2016では、著作物ではない物を3Dスキャンした3Dデータは「災事情報の測定であり新たな権利を認めることの必要性、意義を見出すことは困難」なため、著作物と見なされないと指摘している。

数藤2019でも、文化財の3Dデータは、「思想又は感情」を含まず、よって原則的に著作物ではないとしている。

市でも、3Dスキャンしたデータは著作物ではないと判断している。

##### ②3Dデータと所有権との関係

公開した3Dデータが第三者に予期せぬ形で利用される等、何らかの不利益が生じた場合、所有権に基づいた措置が行えるかを検討した。

所有権とは現実に存在している「物体」に及ぶ権利であり、有体物でない3Dデータに所有権は発生しない。公開された3Dデータが二次利用されたとしても、それに対して「所有権に基づく」措置はできないと考えた。

##### ③博物館資料閲覧の問題

所有権に類似する問題として、博物館等の資料閲覧に閲覧料を徴する条例の規定があり、Webサイトでの自由な閲覧は、この規定と矛盾しないかという懸念があった。これについては、実物の博物館資料

を閲覧する行為と、Web上で3Dデータを閲覧する行為は明確に区別できるため、3Dデータの公開が博物館資料の閲覧規定に抵触することはないと考えた。

#### ④3Dプリンター等による複製の防止

3Dデータの公開・共有（第三者によるダウンロードが可能な状態にすること）にあたり当該3Dモデルが3Dプリンターで複製・販売されることに関する懸念があったが、これに関しては、リトボロジー処理を行うことで、物理的な複製を防ぐことができると考えた。

リトボロジーとは、3Dデータのポリゴン数を削減し、代わりに特殊なテクスチャ画像を貼り付けることで、オリジナルに近い凹凸を復元する処理である。リトボロジーを行えば、ディスプレイ上では3Dモデルに凹凸があるよう見えるが、3Dプリンターではオリジナルの形には出力されない。よって複製対策に一定の有効性があると考えた（ただし東大阪市では未実装）。

以上①～④の検討より、著作権や所有権により保護されない3Dデータの公開は、「自由な3Dデータの閲覧・共有だけでなく、法的な制約なく（公序良俗に反しない範囲で）二次利用が可能であることは、文化財の活用に資する効果が大きい」と判断した。また、3Dデータが著作物でない以上、地方自治法に定められる公有財産としての著作権に関する諸手続きは不要である。



図6 オリジナルとリトボロジー処理との比較

## (2) SNSの利用手続き

SketchfabはSNSサービスの一つである。SNSサービスの利用にあては、自治体の定める情報セキュリティポリシー又はこれに類する基準に従い、手続きを進める必要がある。

情報セキュリティポリシーとは、「組織内の情報セキュリティを確保するための方針、体制、対策等を包括的に定めた文書」（総務省2018）である。

地方自治体によるSNSサービスへの参加は近年著しいが、膨大な個人情報を含む情報資産を扱う地方自治体では、情報保護に関する対策を行う必要がある。SNSの利用に関する情報セキュリティポリシーの要請に対し、以下のように手続等を定めた。

### ①運用手順の策定

公開の運用手順として、「東大阪市文化財三次元データの公開に関する運用要綱」、「東大阪市文化財三次元データの公開に関する実施要領」及び「東大阪市文化財三次元データの公開に関する運用ポリシー」を定めた。東大阪市の定めた上記要綱等は、仲林2019 (<https://sitereports.nabunken.go.jp/62731>)に掲載しているためここでは省略する。

### ②海外クラウドサービスへの考慮事項

総務省2018では、アップロードしたデータが、データセンターの存在地の国の法律の適用を受け差し押さえられる可能性があることから、機密性のある情報を含んだデータは国内のサービスを利用するこことされている。Sketchfabのデータセンターは海外にあると考えられるため、この点について考慮する必要があった。これについては、アップロードするデータはそもそも公開を目的としたもので、機密性が低いため、この規定の適用を受けないと判断した。

## 4. 3Dデータと著作権の再検討

### (1) 3Dデータと著作権の再検討

既に述べたとおり、著作権により保護されていない物を計測した3Dデータは、著作物ではないという解釈が現在のところ一般的である。

ここではあらためて、同様の3Dデータを著作物と主張できる余地があるかを検討したい。

検討は、著作物ではない土器等の出土遺物を屋内の作業室で3D化する作業を想定している。また計測作業は、同一の個人又は法人が行う想定とする。

## (2) 3D計測手法の検討

まず、考古学分野における「3Dスキャン」は、「レーザースキャン」と「写真計測」の二種類に大別できる。知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会はか2016では3Dスキャンを「実際にある物をスキヤンして3Dデータ化する行為」と述べており、文字通りに読めば、レーザースキャン技術を念頭に置いていると考えられる。対象物にレーザーを照射し、「直接」3Dデータを取得する方法は、「事実情報の測定」という表現がふさわしい。

一方、写真による3Dスキャン（以下、「SfM」と呼ぶ。）は、計測者が撮影した写真を基に3D構造を復元する技術のため、「直接」対象物を計測するものではない点がレーザースキャンと異なる。

以下、SfMによる3Dデータの著作物性について検討をすすめる。

## (3) SfMの作業工程

SfMの作業は、以下の3つの工程に分けられる。すなわち、①計測者によるデジタル写真撮影、②ソフトウェアによる解析処理、③3Dデータへの出力である。

### ①計測者によるデジタル写真撮影



図7 SfM用に撮影した写真群の一部

SfMの写真撮影とは、対象物の全方位からの写真を連続的にかつ60%以上オーバーラップするよう撮影するものである。撮影に際しては、配置、光源、シャッタースピードと絞り・角度などは全て撮影者が検討して行う。SfMで土器等を3Dデータ化するためには、「ソフトウェアに3D構造を復元させるための写真をいかに工夫して撮影するか」という点が非常に重要である。

この作業は、作業者が100人いれば100通りの写真群（100枚～300枚程度）が撮影される。また撮影結果によれば、3Dデータが「生成されない」場合もある。

### ②ソフトウェアによる解析処理

撮影した写真群を専用のソフトウェアに読み込ませ、自動的に処理を行わせることで、3Dデータが生成される。計測者の行う処理は、ソフトウェアのパラメータや数値等を適宜設定する程度で、使用する写真・PCが同じであれば、誰が操作しても同じ解析結果（3D構造の復元）が得られる。

### ③3Dデータへの出力

ソフトウェアが復元した3D構造は、最終的にテクスチャ画像（3Dデータ表面の画像）を伴う3Dデータとして出力される。なお、このテクスチャ画像は、作業者が撮影した画像を基に、ソフトウェアが自動的に生成する。

## (4) 著作物性に関する検討

以上の作業から、SfMによる3Dスキャンは、以下

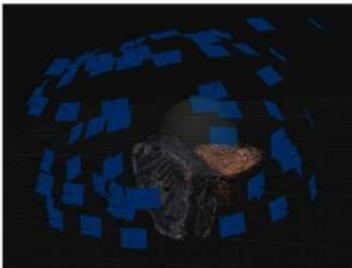


図8 ソフトウェアによる解析処理



図9 ソフトウェアが生成したテクスチャ画像

の点が指摘できる。

- ①-1 SFM用に撮影した写真（群）は立体物を撮影したもので、著作物である可能性がある。
- ①-2 写真撮影には創意工夫が含まれ、撮影方法や撮影の結果として生成される3Dデータは個人により「全く」異なる（そもそも適切に生成できない場合がある。）。
- ② SFMソフトは、撮影した写真からプログラムにより3Dデータを生成するため、使用する写真が同じであれば、結果も同じである。
- ③ 3Dデータ表面の色情報は、①で撮影した写真からソフトウェアが自動的に生成するテクスチャ画像も著作物である可能性が指摘できる。  
まず①についてであるが、写真の創作性は、平面の絵画を正面から撮影したものなどには認められないが、立体的な物を撮影した写真には思想や感情の移入行為が介在することから、創作性が認められるとしている（高林2016）。また数藤2019でも、立体物である土器等を撮影した写真は著作物として認められる可能性が指摘されている点が、根拠となる。
- ②の「誰が行っても同じ結果になる」点は、ソフトウェアの処理においてのみであり、計測者の創意工夫は①-2により担保されている。

最後に、③については、写真群を基に生成されたテクスチャ画像は、ソフトウェアにより「複製」されたものと考えることもできる。

#### （5）結論

「事実情報の正確な計測」は3Dスキャンの本質である。そして、SFMにおける「事実情報の正確な計測」の対象物とは、土器等ではなく「撮影された写真群」である。このため、SFMによる処理とは、「計測者の創意工夫による写真群が撮影された時点及び写真群に写った範囲における全体又は一部の立体構造の復元」といえる。この復元された「立体構造」とは、計測者の創意工夫（被写体の選択・配置・構図）に基づく。加えて、ソフトウェアの処理により自動生成されるテクスチャ画像は、計測者が撮影した写真群に含まれる感情・思想の表現（シャッタースピード・絞りの選択、ライティングやレンズの選択等）が含まれるといえる。

以上から、SFMにより生成された3Dデータは、計測者（=写真撮影者）の著作権が及ぶ著作物であると主張できる余地がある点を指摘しておきたい。

また、知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会ほか2016でも、「3Dデータ化の際に工夫を加えた場合（ゼロからの3Dデータ制作を含む）」においては、著作物として認められる可能性を指摘している点は、上記の①-2とも共通している。

#### 5.まとめ

地方自治体が行う文化財の3Dデータの公開にあたり必要な検討事項を述べるとともに、SFMによる3Dデータが著作物であると主張できる余地について検討してみた。近年の著しい3Dデータの普及で、作成した3Dデータの活用を検討している団体の参考になれば幸いである。

なお、後半において行ったSFMによる3Dデータの著作物性についての検討であるが、筆者は、3Dデータの公開に伴い著作権を主張することが、当該文化財の保護若しくは活用に資する又は市町村の利益を保護する手段になりうるのであれば、積極的に

主張すべきであるし、逆に著作権を主張することに特にメリットがないのであれば、主張しなければよいと考えている。重要な点は、著作権という枠組みを3Dデータや文化財の活用にどう応用するかであると考えている。

#### 【参考文献】

- 知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会 次世代知財システム検討委員会 2016『次世代知財システム検討委員会報告書～デジタル・ネットワーク化に対応する次世代知財システム構築に向けて～』
- 数藤雅彦 2019「発掘調査報告書のウェブ公開と文化財の3Dデータに関する著作権の諸問題」『デジタル技術における文化財情報の記録と利活用』奈良文化財研究所研究報告第21冊
- 総務省 2018『地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン（平成30年9月版）』
- 仲林萬史 2019「埋蔵文化財・史跡整備における3Dの活用と公開について」『第1回考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロン予稿集』
- 高林龍 2016『標準著作権法（第3版）』
- 中山信弘 2014『著作権法（第2版）』

# 文化財情報を真の公共財とするために

福島幸宏（東京大学大学院情報学環）

## Turning Cultural Assets Into True Public Goods

Fukushima Yukihiko (The University of Tokyo, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies)

- ・公共財／Public goods・オープンデータ／Open data
- ・クリエイティブ・コモンズ・ライセンス／Creative commons license
- ・機械判読／Machine interpretation

### はじめに

憲法や社会教育法や文化財保護法、さらに関係の各法令に触れるまでもなく、文化財に関わる情報、特に公的機関が保存する情報は、本来、国民の公共財である。戦後の考古学や歴史学は、これを標榜することで一種の正当性を獲得してきた。しかし、現今の状況に応じて、文化財情報を広く社会と共有することができているか、まだまだ努力の余地がある。

ここでは、「文化財情報を真の公共財とするために」と題して、総論的に議論する。他の講義を理解する前提や、埋蔵文化財にとどまらず、地域の広範な文化財（当然、指定財のみを意味しない。そのため文脈に応じて文化資源とも述べる）の保存と活用を進めるために、各自の現場で、これまでの延長線上にない、新しい取組を発案・実装する際の参考になればと考える。

### 1. 前提となる認識

#### （1）社会構造の変化

まず、現在の社会状況が、いまの文化財保護行政や行政の枠組みが作られ、発展してきた時期と大きく異なる、という認識を共有したい。地域によって非常な差があることも含みながら、この自覚は、あらゆる施策を検討するうえでの大前提となる。

例えば、小熊英二は戦後の日本社会をドライブし

た「慣習の束」の存在とその不可逆の変化を指摘している<sup>1)</sup>。また、増田寛也は数十年後に900あまりの自治体が場合によっては消滅するという予測をしている<sup>2)</sup>。これらの状況のなかで、地域の文化財の保存・活用は今後ますます重要になってくるが、それを担保できるだけの社会の余剰はない。地域社会のインフラ自体の維持が難しく、農学の知見からも、地域社会自体の縮小が慎重ながら提案されている<sup>3)</sup>状況である。つまり地域社会からは文化財を積極的に維持する余力が失われつつある。

#### （2）資料に対する認識の深まり

一方、資料に対する認識は深化してきている。埋蔵文化財調査にまつわるデータも、従来からの遺物や図面、ノート類に加え、激増した写真データ・3Dを含めた計測データなども当然後世に受け継がるべき資料として認識される。また、地域の文化資源に視点を転じた時、文化財保護法の対象が景観や近代の資料にまで届いている以上に、戦後社会が生んだ様々な製品や地域の活動、さらにデジタルでの空間自体の情報化、人間の情報行動に至るまでが対象になってきている。

また、阪神淡路大震災や東日本大震災を受けて、地域自体の消滅と、その復興過程における文化資源の重要性も改めて重視されるようになった。他方、阪神淡路大震災の直後から、平常時においても自治体史に収録されるような重要と評価された資料であっても、流出・消滅の危機にあることも可視化さ

れできた。

まとめると、文化財の地域におけるブルの消滅、保護・活用すべき対象の拡大、棄損の危機の再認識の3点が我々を取り巻く状況である。では、この認識を前提にしたとき、文化財の保存と活用の処方箋はどのようなものがあるだろうか？

### (3) より広範な味方を調達するために

これまでも、いろいろな現場での実践や報告があるように<sup>4)</sup>、その処方箋は多様であろう。しかし、一般に、社会教育の特に文化財関連の現場では、調査と情報の内部での管理に手いっぱいであり、社会に広める手段は展示や書籍、またはその代用としてのweb展開であった。ここでは、自治体組織の内部において、さらに地域でのアクティブな層に、また地域を超えて関心を持ってくれる人々にも届く、より広範な方法を提起したい。すなわち、文化財情報のオープンデータ化とその活用の働きかけである。この方法を通して、保存すべき文化財の状況を広く共有し、その活用について様々なアクションを先方から呼び込むことが可能となる。

## 2. オープンデータの基礎と動向

### (1) オープンデータの定義

そもそもオープンデータとはなんだろうか？総務省では、「オープンデータ基本指針」（平成29年5月30日高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議決定）をもとに以下のように定義しており<sup>5)</sup>、これが現状の政府の指針となっている。

国、地方公共団体及び事業者が保有する官民データのうち、国民誰もがインターネット等を通じて容易に利用（加工、編集、再配布等）できるよう、次のいずれの項目にも該当する形で公開されたデータをオープンデータと定義する。

1. 営利目的、非営利目的を問わず二次利用可能なルールが適用されたもの
2. 機械判読に適したもの

### 3. 無償で利用できるもの

この考え方は、現在ようやく様々な場面で議論され、実装されるようになってきている。このオープンデータの達成段階を、二次利用可能なライセンスの適用を前提に、データの形式を重視して「オープンデータの5つ星」として整理したのが「ウェブの父」ともいわれる、ティム・バーナーズ=リーである。



オープンデータの5つの段階  
出典：● Open Dataの5段階 (http://tobeteread.net/5stages.html) ● 2012 The Semantic Web and Linked Dataに関する記事 (http://www.w3.org/2012/03/linked-data.html)

### 図1 オープンデータの5つ星

上記の図を念頭に、以下「1.営利目的、非営利目的を問わず二次利用可能なルールが適用されたもの」「2.機械判読に適したもの」のそれぞれについて、説明を加える。

### (2) 二次利用可能なルール

ここでも先に1点留意をつけておきたい。それは、二次利用を検討する際、著作権と所有権の分離についての正しい理解が前提となるという点である。これについては、「顧真卿自書建中告身帖事件」の最高裁判決で一応の考え方が示され、現状では、著作権保持者と現に資料を所有しているものの権利は別であると理解されている<sup>6)</sup>。この点は現場でしばしば混同されているところである。

そのうえで、インターネット時代のための新しい著作権ルールとして、「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス」という規約が、現在広く利用されている。

これは、権利者が、作品やデータ公開時にいくつかの権利主張を組み合わせて提示することで、作品

やデータの流通を図ろうとするもので、その組み合わせは6種類、さらに権利放棄を積極的に行うPDマークやCC0という表記あわせて論じられる。これまで、著作権（複製権）については、完全な権利を保持する状態か、まったく保護の対象ではない状態かの「ゼロサム」の世界であった。しかし、これによって、作品やデータを、著作権者が一定の条件を付与しながらも自由に流通させることができ、受け手はライセンス内で再配布やリミックスなどが可能となる規約的なものであった。

2015年には、各府省ウェブサイトの利用規約である「政府標準利用規約（第2.0版）」にもCC-BYが採用されたことで、デファクトスタンダードの地位を確立しつつあり、自治体においても積極的な対応が期待されている。

### （3）機械判読

次に、機械判読について説明する。これはごく単純なことで、つまりはコンピュータが処理しやすい形式ということになる。これに適した形のデータは、アプリケーションから加工・利用しやすくなるために、途中の人手を大幅に省略することができる。

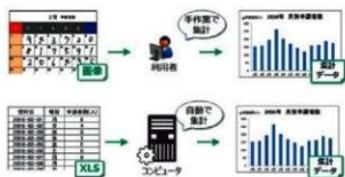


図2 機械判読のイメージ

文化財の情報に引き付けると、メタデータ記述の書式が重要となる。「デジタルアーカイブの構築・共有・活用ガイドライン<sup>17)</sup>」によって、簡単に解説する。

まず、表形式のデータの記入ルールを確認しておきたい。「1つのデータセルには、1つの要素のみ記入」「データセルに、整形や位取りのための文字（スペース、改行、数値でのカンマ等）を含めない」「数値等のデータの値やタイトル、単位以外の情報を、セルに含めない」「英数字は半角とし、ひらが

な・カタカナは全角とする」「レイアウトのための空行・列は使わない」「データセルにふりかな、コメント・注釈などの加工は行わない」「全てのセルは、他のセルと結合しない」。これらはデータ分析を行う際には大原則であるが、まだまだ守られていない状況がある。

そのうえで、「タイトル（ラベル）」「作者（人物）」「日付（時代）」「場所」「管理番号（識別子）」の5項目について、判明している場合は必須の情報として記述することを求めている。逆に言えばこれで他のシステムとのデータの結合が可能になるのである。完全なデータを求めるることは無意味である。作業切り下げる基準として意識することが重要となる。

また、コンテンツの権利情報や二次利用条件といった情報も併せて整備すること、外部に作業を委託する場合に発注者が自由に使えることに加え第三者の活用も可能となるよう契約内容の確認を行うこと、デジタルデータ作成時の情報が分かるようドキュメント等を残しておくこと、システム持続可能性のため特定の機器（システム、メディア等）に依存しないデータ形式とすること、万一の場合に備えデータ共有による分散化・複数化を進めること、などへの留意が望ましい。

### （4）オープンデータの動向

これらオープンデータの動向は、この5年ほど非常に活発になってきている。以下、主要なものを摘要する。

・大学図書館の書誌データすべてにCC-BYを適用（2014年2月）

・京都府立総合資料館が東寺百合文書WEBをCC-BYで公開（2014年3月）

・足立区郷土博物館が江戸絵画・典籍などのパブリックドメインを宣言（2017年6月）

・愛知県美術館がコレクション画像1000件以上のパブリックドメインを宣言（2018年11月）

・大阪市立図書館が運用するデジタルアーカイブのうち約13万画像をCC0に（2019年9月）

これによっても、自治体の規模や施設の種類にか

かわらず、保有データの公開が進んでいる状況は実感できる。しかし、公開するだけでは活用までは届かず、一定の仕掛けが求められている。

その鍵となるのは、活用の外部化である。例えば、Wikipedia Townという、その地域にある文化財や観光名所などの情報を調査し、その成果を「Wikipedia」に掲載する活動が2013年以降、各地で盛んである。 Wikipediaは誰でもが編集に参加できるが、出典を明示して作成するルールがある。ここにオープンデータを提供しようとするものである。これらの活動の多くは市民と行政職員の協働で行われている。

また、商用利用も可能であるライセンスを付与している場合、コンテスト・画像検索加工講座・市職員向け研修などを通じ企業に働きかけ、ラッピングバス・記念品・広報チラシ・食品パッケージなどに、文化財情報を活用してもらった事例も出てきている。さらに、デジタルデータであることを、より徹底して利用し、第三者による地域の魅力発信のためや、学習用のアプリケーションの開発も行われている。

これらは社会教育のひとつの理想である、住民の主体的かつ高度な資料利用が期せずして達成されたものとも位置付けられよう。

## おわりに

以上、設定した主題に従って、その処方箋をごく簡単に述べた。結局、従来の社会領域が縮小し、新しい領域が湧き立つ勢いで展開している以上、個々人の想いや他の分野の動向がどうであれ、文化財行政全体はこの大きな動向に乗って行かざるを得ない。

住民に公的な情報へのアクセスの機会均等を保障し、同時に私的領域にある情報も公共財化されるべきという社会教育の理念を念頭におき、博物館や図書館との連携を要素に入れても同じ結論が出るであろう。そのためには、デジタル化とオープン化を、大きな構図をもって、しかし、できる範囲から進めることが必要である。文化財のデータの位置づけを、

調査・研究のためのものから、公開して味方（関係者）を増やすためのものに更新することが肝要となる。

もちろん、専門家集団、そして研究者としてどう立居振る舞えるかも同時に重要なことだ。社会の構造に抗い、文化財を後世にいかに伝えることが本当に可能な仕組みを作り上げられるのか、他の専門集団と“連携／融合”できているか、を最後の問い合わせに投げかけたい。

## 【補註および参考文献】

- 1) 小熊英二 2019「日本社会のしくみ 雇用・教育・福祉の歴史社会学」講談社現代新書
- 2) 増田寛也 2014「地方消滅」中公新書
- 3) 林直樹・齋藤晋編 2010「撤退の農村計画」学芸出版社
- 4) 大河内智之 2019「博物館機能を活用した仏像盗難被害防止対策について：展览会開催と「お身代わり仏像」による地域文化の保全活動」『和歌山県立博物館研究紀要』(25) pp.33-54
- 5) 地方公共団体のオープンデータの推進（総務省）  
[https://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/](https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/) (20191225確認)
- 6) 福井健策（監修）・数藤雅彦（編集） 2019「権利処理と法の実務」勉誠出版
- 7) デジタルアーカイブの構築・共有・活用ガイドライン（内閣府）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/digitalarchive\\_kyougihei/index.html](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/digitalarchive_kyougihei/index.html) (20191225確認)

## 【図出典】

- 図1 オープンデータとは（総務省）

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintoeki/whitepaper/ja/h25/html/nc121210.html> (20191225確認)

- 図2 オープンデータとは（尼崎市）

[http://www.city.amagasaki.hyogo.jp/shisei/kansa\\_joho/joho\\_kojin/1008392/1008394.html](http://www.city.amagasaki.hyogo.jp/shisei/kansa_joho/joho_kojin/1008392/1008394.html) (20191225確認)

## GISの基礎 －文化財におけるGIS利用の概要－

山口 欧志（奈良文化財研究所）

GIS and Cultural Resource Management

Yamaguchi Hiroshi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・地理情報システム／GIS・地図の利用規約／Terms of use・データ共有／Open data

### はじめに

文化財を将来に残し伝えるためには、その文化財がいったい「なに」で「いつ」のものであり、「どこ」に「どのような状態」で在るのか、の情報を収集・管理・活用することが必須である。

GISは「どこ」、すなわち地理空間情報を鍵にして多様な情報をつなぐ道具である。つなぐ情報は、たとえば土地の地形や地質、河川、道路、空中写真、衛星画像、古地図、住宅地図、そして文化財といった情報など、多岐にわたる。

またGISは地理空間情報の共有と流通をはかる情報基盤として機能することから、自治体の行政事務や住民サービスを支える基幹インフラとして整備が推進されている。このようにGISは、学術領域だけでなく実務領域においても近年広く普及しており、GISを用いて埋蔵文化財包蔵地などの文化財情報を運用する自治体や、導入を検討中の自治体も多い。

そこで本稿では、GISの種類や文化財分野における利用例などから、GIS利用の概要を説明する。

### 2. 文化財分野におけるGIS

#### (1) GISとは

GISとは、一般にGeographic Information Systemの略であり、地理情報システムと訳す。

GISは、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・

加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である<sup>1)</sup>。

日本におけるGISの導入は、1995年1月に発生した阪神・淡路大震災の反省などが契機となり、政府による国土空間データ基盤の整備など、本格的な取り組みが始まった。取り組み開始当初は、技術・制度・人材等の総合的、体系的な整備が必要とされた。

なかでも地理空間情報の共有と整備、活用が大きな課題であった。地理空間情報とは、空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報（位置情報）とそれに関連付けられた様々な事象に関する情報、もしくは位置情報のみからなる情報である。

そのため、2007年5月に地理空間情報の活用の推進に関する施策を総合的かつ計画的に推進することを目的として、地理空間情報活用推進基本法が制定された。こうして土壤が整ったことにより、地理空間情報の整備と共有が促進され、現在のように各自治体がGIS上で様々な地理空間情報を利用することができるようになった。

#### (2) 文化財分野におけるGIS

国土地理院によるGISの定義<sup>1)</sup>をふまえると、文化財分野におけるGISとは、文化財の地理的位置を手がかりに、文化財を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術といえる。

文化財の調査研究におけるGISの利用は、図1の

のような場面を想定できる。文化財は必ず何らかの位置情報をもつので、他の地理空間情報と関連させて検討するなら、GISは有効な道具となり得る。

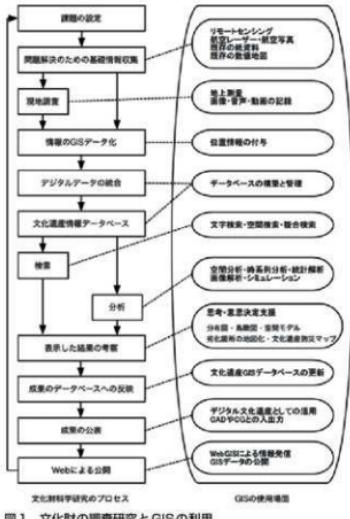


図1 文化財の調査研究とGISの利用

### (3) 日本の文化財分野におけるGIS利用の歴史

GISを導入した国内での文化財分野の研究は、金田・津村・新納による2001年の「考古学のためのGIS入門」<sup>1)</sup>はじめ、宇野・津村・寺村らによる2006年の「実践考古学GIS」<sup>2)</sup>および2010年の「ユーラシア古代都市・集落の歴史空間を読む」<sup>3)</sup>、寺村による2014年の「景観考古学の方法と実践」<sup>4)</sup>などがある。

これらの研究成果の蓄積から、1990年代末に日本でも文化財の調査研究にGISが導入され始めたのち、2000年代半ばから2010年代半ばにかけて研究成果の蓄積が進んだことが指摘できる。現在は文化財研究へのGISの利用がある程度浸透したため、GISを前面に押し出した論考は少なくなったが、収集する様々な地理空間情報の格納や分析などにGISを利用する調査・研究は多い。

他方、自治体の文化財保護行政では、福岡市埋蔵文化財課がGISを2000年度に導入した事例<sup>5)</sup>をはじめ、京都府は2007年<sup>6)</sup>に、東京都府中市は2009年<sup>7)</sup>にGISを導入している。

上記のいずれの自治体においても、GISは埋蔵文化財包蔵地（以下、包蔵地と略す）の確認に利用されている。行政が整備する他の地図と重ね合わせて表示することで、開発業者などのへの包蔵地の周知を図り、確認作業の簡便化・迅速化が進められている。

また、埋蔵文化財の分布調査や予備調査、工事立会など日々生じる新たな情報を既存の情報に追加・更新する情報基盤としても利用されている。

## 3. 色々なGIS

GISはいくつかの種類がある。WebGIS、スタンドアローン型GIS、そして全戸型GISである。

### (1) WebGIS

WebGISは、Webを利用して地理空間情報を操作できるようにしたものである。代表的なWebGISには、「地理院地図」<sup>8)</sup>や「ひなたGIS」<sup>9)</sup>などがある。

地理院地図は、国土地理院が開発・運営するサービスで、地形図、標高、空中写真、地形分類図、災害情報など国土地理院が整備する様々な地理空間情報を重ねて閲覧することができる。

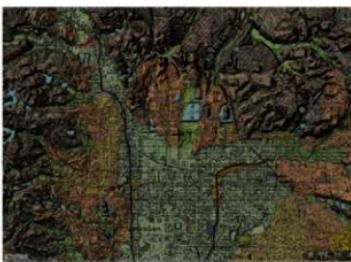


図2 地理院地図による地図の重ね合わせ

図2は地理院地図を用いて国土政策局の地形分類図、国土地理院の傾斜量図と陰影起伏図を重ね合わせ

せた図である。Web ブラウザ上の簡易の操作だけで土地の特徴を捉えるための図を作ることができる。また自分で作成した遺跡の位置などを格納したファイルを入力し、同地図上に表示することも可能であり、簡易の遺跡分布地図作成サービスとしても利用することができる。

ひなたGISは、宮崎県職員の落合謙次氏が開発したWebGISで、各種統計データや他の機関が公開するGISデータなどを自由に組み合わせて地図上に表示する仕組みである。

ひなたGISは公開されているGISデータを表示する機能に特化しており、すでに多数のGISデータを簡単なWeb ブラウザ上の操作のみで表示を切り替えることができる。

たとえば国土地理院が整備する地図の多くや、日本旧石器学会が公開するデータベース「日本列島の旧石器時代遺跡」、あるいは国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構が整備・運営する迅速測図（明治初期から中期にかけて関東地方を対象に作成された地図）などを重ね合わせて表示することができる。

## (2) スタンドアローン型GIS

スタンドアローン型GISとは、インターネットなどネットワークを必ずしも必要せずに単独で稼働可能なGISを指す。デスクトップPCやラップトップPCにプログラムをインストールして利用するものが多い。

代表的なスタンドアローン型GISは、市販のEsri社のArcGISが、オープンソースプログラムではQGISなどが挙げられる。近年のQGISの開発の進展と、OSGeo財團のような支援と普及を目的とした団体の活動は、GISの初心者であっても着手しやすい状況をもたらした。またQGISの使い方を詳細に知ることができるWeb上のスライド<sup>11)</sup>や書籍<sup>12)</sup>があり、様々な媒体で独学が可能である。

またQGISはオープンソースプログラムのため、ウイルス確認やインストール作業などを各自で実施する必要があり、自治体が導入するにはいくつかの

ハードルがあった。しかし、近年はこうした課題に応える企業（たとえば MIERUNEなど）が登場し、QGISの普及は大学や官公庁にも急速に進みつつある。

こうした動向をふまえ、奈良文化財研究所が実施する文化財担当者研修「GIS課程」においても実習にフリーでオープンソースのQGISを採用し、文化財情報の管理や分析など、実際の手順をふまえながらGISの普及を図っている。

## (3) 全序型GIS

全序型GISは、統合型GISともいう。全序型GISは、使用する地理空間情報（例えば電子地図）を統合して、組織内の異なる部署（例えば土木課、都市計画課、衛生課、生涯教育課など）でデータを共有できる仕組みのGISである。自治体などが行政の情報基盤として利用することが多い。埋蔵文化財包蔵地のGIS上での運用には、多くの自治体がこの全序型GISを導入している。

全序型GISの一番の目的は、システムの統合を図るものではなく、地理空間情報の統合および共有を図るものである。システムの統合は特定のシステムでしか稼働しないデータ形式を生み、データの囲い込みや特定プログラムへの依存を強化する。近年の持続可能な開発目標の実現やオープンデータ推進の取り組みには逆行する流れとなるため、全序型GISの立案時には注意が必要である。

以上のように、GISには大きく3つのGISがあることを説明した。どのGISを利用するかは目的や利用条件次第である。全序型GISは組織で利用するもの、WebGISやスタンドアローン型GISは、組織や個人で利用するものだが、オープンな地理空間情報があれば、どのようなGISでも利用することができる。

したがってGISを利用して地理空間情報を活用する上で重要な点は、GISの種類ではなく、データが共有できるものか、広く流通させることができるか、それがどのようなデータか説明するメタデータが整備されているかどうか、という点といえる。

### 3. 地図の利用規約

地図を含む地理空間情報の利用規約は、遵守しなければならない。これまで、GISを利用して様々な地理空間情報を活用することができることを述べたが、それは各機関が整備する地理空間情報の利用規約に則った上で実施する必要がある。

利用規約からの逸脱した行為は、論文の盗用やデータの改竄と同様に重大な不正であるだけではなく、場合によっては巨額の訴訟等を招き、ひいては組織の破綻に繋がりかねない。

#### (1) Google マップの利用規約

Web 上の地図といえばおそらく Google マップが有名だが、Google マップには Google 以外の企業から提供された著作権の対象となるデータも利用されている。また利用規約上、このサービスを用いて収集した各種の地理空間情報は Google マップや Google Earth 以外の第三者の商品やサービスで利用することができない点も注意が必要である<sup>[13]</sup>。

たとえば Google マップで衛星画像を表示させて遺跡の位置を探し出して収集した遺跡の位置情報（経緯度や住所を含む）は、遺跡の集成などを目的とした資料集には利用することができない。

このように、Google マップなど Google のサービスは確かに便利だが、Google のサービス以外で使うとすると利用規約上の制限が大きいため、文化財情報の収集への導入は推奨できない。

#### (2) 安心して利用できる地図

ではどのような地図が安心して使うことができるのか。OpenStreetMap の地図あるいは地理院地図が利用しやすい。理由は、出典を明記すれば多くの地図を使うことができるからである。

OpenStreetMap (OSM)<sup>[14]</sup> は、誰でも自由に使えるオープンな地図をつくるプロジェクトである。OSM の地図はクリエイティブコモンズライセンス CC-BY-SA 2.0 で提供されている。

具体的には、「(C) OpenStreetMap contributors」などと出典を明記し、同じライセンスを継承すれば

誰もが利用できる。

また地理院地図の多くも「地理院地図（国土地理院）を利用して表示」と出典明記により利用することができる。

なお、2019年12月10日に「測量法第29条の規定に基づく承認取扱要領」等について改正が施行され、国土地理院の地図等の利用手続きが緩和された<sup>[15]</sup>。これにより、これまで国土地理院長の承認が必要となる場合があった基本測量成果（地図）の利用についても、申請手続き無しに書籍・パンフレットなどへの地図の挿入や、緯度経度等の位置情報のない成果品の作成などが可能になった。

今後地図を利用して文化財の位置情報の収集やこれを集成した成果物を刊行しようとするならば、利用規約が明確であり、出典の明記で利用可能な OpenStreetMap や地理院地図などの地図の利用を推奨する。

### 4. 文化財の位置情報の収集

では具体的に遺跡の位置情報を得るにはどのような方法があるだろうか。たとえば業務や研究会の企画、あるいは自身の研究で必要となり、遺跡の位置を調べることになったとしよう。

遺跡の位置を記す方法は、遺跡の所在地が一般的だが、緯度経度も同時に記すことをお薦めする。遺



図3 地理院地図を用いた位置情報の取得（国土地理院）

跡の位置を所在地のみで記すと、市町村合併や地名の変更などにより、所在地が変わることがあるからだ。所在地が変わる文化財が数点であれば対応作業の労力は小さいが、数が大きくなるにつれ膨大な作業量が必要になる。

その点、経緯度は大規模な地盤変動などの特殊な要因が無ければ基本的にあまり変わらない。また仮に地盤変動などにより大きな移動があったとしても、それらの移動は国土地理院によって測量された成果等によって確認することは比較的容易である。

## (1) 地理院地図の利用

図3は、国土地理院の地理院地図を利用して、背景図に国土地理院が整備した1961年から1969年の空中写真を表示し、任意の位置の経緯度を表示したものである。経緯度は度数第二位まで表記されている。また、空中写真的位置精度や任意の位置の精度やその求め方は、国土地理院が公表しており検証することができる。

さらにこのように表示した位置情報は、表計算ソフトなどに容易にコピー＆ペーストして利用することができる。位置情報の取得であれば「地理院地図(国土地理院)を利用して位置情報を求めた」で他の媒体で使うことができる。

地理院地図ではこのほかに国土地理院が整備する各種の地図をはじめ、国土地理院の地形分類図や人口集中地区など他機関が整備する地図を重ねて表示することができる。

## (2) オープンデータの利用

先述したOpenStreetMapは誰もが自由に利用できるオープンなライセンスの地図を作るプロジェクトである。近年は国内外問わずデータのオープンデータ化とその活用が推進されている。

オープンデータとは、国、地方公共団体及び事業者が保有する官民データのうち、国民誰もがインターネット等を通じて容易に利用（加工、編集、再配布等）できるよう、次のいずれの項目にも該当する形で公開されたデータと定義する<sup>⑯</sup>。

すなわち、

- ・営利目的、非営利目的を問わず二次利用可能なルールが適用されたもの
- ・機械判読に適したもの
- ・無償で利用できるもの

である。

すでに、北海道や群馬県、富山県富山市、東京都世田谷区、杉並区など埋蔵文化財包蔵地のオープンデータ化を実現している自治体もあり、今後増加すると予想する。

また地図ではないが、三次元計測データをオープンデータとして公開した例として静岡県のShizuoka Point Cloud DBなどが挙げられる。

以上のように、文化財の位置情報の収集は様々な仕組みを利用して容易になってきた。しかし、今後も持続的にこうした仕組みを活用するためにも、利用者はそれぞれのデータの利用規約を遵守しなければならない。

## 5. GISデータの形式とメタデータの明記

### (1) GISデータの形式

GISデータは必ず位置情報をもつ。日本の場合、位置情報は経緯度座標系か平面直角座標系で記す。

このうち経緯度の表記は60進法と10進法があり、文化財情報をGISデータとして整備するなら、10進法で準備することが好ましい。仮に60進法でデータを準備すると、GISに格納するには10進法に変換しなければならない。

たとえば60進法で緯度：34度41分29.68秒、経度：135度47分17.26秒は、10進法で緯度：34691577、経度：135.788127と表記される。

60進法から10進法に変換するには、60進法でX度Y分Z秒と表記されるなら、 $X+Y/60+Z/3600$ と計算すればよい。

つまり、

60進法で、緯度：34度41分29.68秒 ならば、  
10進法は、緯度： $34+41/60+29.68/3600$ と計算する。

### (2) 位置情報の重要性

繰り返しになるが、文化財の位置は重要な情報で

ある。例えば発掘調査を実施した遺跡の位置を示すものは、テキスト、所在地、地図、抄録の経緯度などがある。しかし文章で記した遺跡の周辺環境は、開発などによって変化する。遺跡の所在地名は市町村合併などにより変わる。遺跡の位置図に使う25000分の1の地図も変わる。しかし、遺跡の経緯度は大きく変わらない。そして数値であれば日本語が不便な人間、機械でも判読可能である。多くの人・モノが利用可能であることは情報の有用性を高める。

また、経緯度で表記する場合、秒は小数第一位まで明記を推奨する。日本付近では経緯度1秒で囲まれる四角形の範囲は、東西方向が約25m、南北方向が約30mである。この範囲では、立地が判別しにくい（右岸と左岸が対反になつたり、あるいは河岸段丘上にある遺跡が段丘下となる）可能性が生じるからだ。

### （3）日本測地系と世界測地系

2001年以前の測地基準点成果は、緯度・経度は日本測地系に基づいた数値だったが、世界測地系にもとづいた測地基準点成果に改定した。これを「測地成果2000」という。準拠椭円体はITRF座標系GRS80椭円体が使用されている。

旧来の日本測地系に基づく座標と世界測地系に基づく座標は、基準が違うのだから、同じ点を測ったとしても異なる。2001年の測量法改正以降は世界測地系を利用しなければならないことは周知の通りである。これに加え、2011年の東北地方太平洋沖地震に伴い大きな近く変動が観測されたため、今後の測量成果は「測地成果2011」に基づくものとなった。

このようにこれまでに蓄積してきた測量の成果には、日本測地系（旧測地系）によるもの、世界測地系に準拠するもの（測地成果2000に基づくもの、測地成果2011に基づくもの）などが混在することが容易に想定できる。しかかもうした情報を失ってしまうと確認することは容易では無い事例が多い。

そのため大事なことは、測地系の確認と明記することである。発注した業者から納品された測量図は、日本測地系か世界測地系のどちらであるのか、

明記されているか。世界測地系だとすれば2000か2011かを確実に確認し、明記されていなければ明記する必要がある。

また、平面直角座標系と経緯度の間の換算は可能だが、日本測地系と世界測地系の間の換算は目的次第によって有効かどうかが分かれる。

座標換算プログラムを用いて日本測地系と世界測地系の換算をおこなうと、再測量した値との標準偏差はおよそ緯度9cm、経度8cmである。たとえば、遺跡の代表点を世界測地系座標にしたい場合には座標変換プログラムは有効だが、それ以上のより高い精度を必要とする場合は再度測量をする必要がある。

以上、GISデータの形式には複数の種類があり、また変換も可能であることを説明した。このようにデータの入手方法が複数あり、表記の方法も複数あるとなると、集成されたデータがどのような手続きを経て生成されたかが、利用者側には重要である。したがって、データを説明するデータ、つまりメタデータを整備する必要があることを追記しておきたい。

## 6. 文化財分野におけるGISの利用

最後に文化財分野においてどのような場面でGISが利用されているかを簡単に触れておきたい。

- ・フィールド調査
- ・文化財情報の管理
- ・空間分析
- ・文化財情報の発信
- ・ゲームや学校教育を通じた文化財情報の活用

### ・フィールド調査

遺跡の分布調査や古道の踏査といったフィールド調査では、ハンドヘルドタイプの簡易GNSS端末を用いて遺跡の位置や遺物の位置を記録する。GISはそうして記録した文化財情報を簡単に管理し表示することができる。日々の進捗状況を可視化し多人数で共有できる。

#### ・文化財情報の管理

複数のデジタル画像から三次元モデルを構築するSiM-MVSの登場により、近年は文化財の三次元計測が簡便化してきた。それら三次元計測の結果も位置情報を行っているため、GISを利用して従来の測量成果や発掘調査の成果などと総合して管理することができる。

#### ・空間分析

GISは入力した地理空間情報を元に条件付けすることで移動経路の分析や、可視領域の分析など様々な空間分析を行ったり、遺跡の存在予測モデルなどをシミュレーションしたりすることができます。

#### ・文化財情報の発信

GISは、地図上に様々な情報を展開させ、一覧性が高いことが特徴である。このような特徴を活かした取り組みは、国土地理院の自然災害伝承碑の地図化や、ひなたGIS上に文化財情報を追加するなどがすでに進められている。また、全国遺跡報告総覧の地図表示機能の実装などが実現すれば、さまざまな可能性をもたらすと期待する。

#### ・ゲームや学校教育を通じた文化財情報の活用

近年はゲームの分野でも実世界の位置情報を利用するものが登場し、好評を得ている。

たとえばIngressやPokémon GO、ハリー・ポッター：魔法同盟といったゲームである。このゲームの拠点の多くは共通するものであり、それらの拠点は興味深いエピソードがある場所や歴史的または教育的に価値のある場所であることが多い。具体的には博物館、図書館、史跡などの文化財、美術的彫像、公園などが拠点になりやすい。ゲームを通して地域の文化財に触れる機会が増えているといえる。

こうしたゲーム開発元の中には、文化財が所在する地域の自治体との共同イベントの開催を志向するものもあり、事前に地域住民や自治体の承諾を得るなど細密な計画を立て、文化財の地理空間情報が地域の活性化にも繋げた事例もある。

また、Minecraftというサンドボックス型のブロックを設置して世界を作り、冒險するゲームがあ

る。近年では、小中高等学校等における教育の一環に導入される事例も増えている。遺跡や遺構、建造物といった文化財のGISデータや三次元モデルをMinecraftの世界に反映すれば、教育の中で楽しみながら文化財にふれる機会をつくることができる。

#### おわりに

以上、文化財分野におけるGIS利用の概要について、基礎的な點を絞り述べた。

文化財にとってGISは、文化財情報を管理する仕組みであるとともに、他者と情報を共有するための情報基盤であったり、複雑な空間分析を進めたり、未来を担う子どもが文化財に親しむ情報をつくり出すものであったりと、多様な側面をもつ。

2022年から高等学校の地理教育では地理空間情報およびGISの活用が柱の1つになるので、今後GISは一層一般化するだろう。またGISやICTは、Society 5.0やSDGsなどの実現に向けた重要な鍵とされており、今後大きく発展する可能性が高い。そのような社会変化の中で大切なことは、既存の方法や特定の道具だけに拘泥するのではなく、目的をより簡便かつ迅速に達成できるものを探し出して評価し、柔軟に導入する姿勢だろう。

そのためには、これまでの調査研究の成果の蓄積をふまえながら少し先を見据え、文化財科学や文化財行政のために今何をしなければならないのか、常に考え続け、試行錯誤を繰り返さなければならぬ。

#### 【補註および参考文献】

- 1) 国土地理院 GISとは・・・<https://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html> (参照2019-12-01)
- 2) 金田明大・津村宏臣・新納泉 2001『考古学のためのGIS入門』古今書院
- 3) 宇野隆夫（編）2006『実践考古学GIS』NTT出版
- 4) 宇野隆夫（編）2010『ユーラシア古代都市・集落の歴史空間を読む』勉誠出版
- 5) 寺村裕史 2014『景観考古学の方法と実践』同成社

- 6) 板倉有大 2019「福岡市埋蔵文化財課の GIS とその活用」「デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」奈良文化財研究所
- 7) 中居和志 2019「京都府・市町村共同統合型地理情報システム（GIS）における遺跡マップの活用について」「デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」奈良文化財研究所
- 8) 広瀬真理子 2019「東京都府中市における GIS の利活用」「デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」奈良文化財研究所
- 9) 国土地理院 地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp/> (参照 2019-12-01)
- 10) 宮崎県 ひなた GIS <https://hgis.pref.miayazaki.lg.jp/hinata/> (参照 2019-12-01)
- 11) 石井淳平 2018 QGISで遺跡立地分析 <https://ishiijunpei.github.io/QGISforArcPredictive> ( 参照 2019-12-01)
- 12) 喜多耕一 2019「業務で使う QGIS Ver.3 完全使いこなしガイド」全国林業改良普及協会
- 13) Google Google マップ / Google Earth 追加利用規約 [https://www.google.com/intl/ja/help/terms\\_maps/](https://www.google.com/intl/ja/help/terms_maps/) (参照 2019-12-01)
- 14) OpenStreetMap Japan OpenStreetMap <https://openstreetmap.jp/> (参照 2019-12-01)
- 15) 国土地理院 地図等を利用される皆様へのお知らせ（地図の利用手続の緩和について）<https://www.gsi.go.jp/LAW/2930-index-new.html> (参照 2019-12-10)
- 16) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議 2017 「オープンデータ基本指針」<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/kihonsisain.pdf> (参照 2019-12-01)
- 17) 飛田幹男 2001「世界測地系移行のための座標変換ソフトウェア “TKY2JGD”」国土地理院時報 No.97 pp.31-57.

# 地理院地図の利活用

宮本 歩 (国土地理院近畿地方測量部)

The Utilization of GSI Maps

Miyamoto Ayumu (Kinki Regional Survey Dept., Geospatial Information Authority of Japan)

・地理院地図／GSI Maps

## 1. はじめに

### (1) 地理院地図とは

地理院地図とは、国土地理院が捉えた日本の国土の様子を発信するウェブ地図である。国土地理院が整備する地形図、写真、標高、地形分類、災害情報などの様々な地理空間情報を重ねて見ることができるとともに、地形図や写真などを3D表示にして視点を変えながら見ることも可能である。インターネットに接続できるパソコンやスマートフォンであれば特別なソフトウェアをインストールすることなく、いつでもどこでも簡単に利用できることから、地図による国土の状態の把握や、上乗せする情報の作成が容易に行える。

### (2) 地理院地図の画面

地理院地図にアクセスすると日本全体を俯瞰できる縮尺で地図が表示され、パソコンであれば地図画面をマウスのドラッグで移動、ホイール又は左ダブルクリックでズームインなどの操作で見たい場所を表示できる。画面上には「情報」ボタンと「機能」ボタンが表示され、コンテキストメニュー（画面下にある黒い帯）のタブ（矢印）をクリックすると、表示されている地図の中心位置の住所、経緯度、標高等が確認できる。

「情報」ボタンをクリックすると「情報リスト」が表示され、この中の「ベースマップ」から「標準地図」「淡色地図」「白地図」「English」「写真」を選

択できる。標準地図は、はじめに表示される地図であり、電子地形図と同様の色合いで見ることができる。淡色地図は、淡い色で表示しているので地図上に情報を載せる場合に見やすくなる。白地図は行政区界・海岸線と都道府県名、市区町村名だけを表示した地図で、地物の情報を省いて使いたいときに便利である。Englishは注記を英語で表示、写真は最新の空中写真（ズームレベル14以上）と衛星画像（同13以下）をシームレスに表示する。

「情報リスト」からは、表示したい情報（レイヤ）を複数選択して地図上に重ね合わせができる。選択したレイヤは「選択中の情報」ウインドウで、表示／非表示や透過率の調整等ができる。また、IE以外のブラウザでは、「合成」ボタンで対象のレイヤより下にあるレイヤ（画像のみ）と乗算合成を行うことも可能である。



図1 地理院地図

## 2. 地理院地図で見る

### (1) 最新の道路や鉄道を見る

地理院地図のベースマップとなる電子国土基本図（地図情報）では、地理空間情報活用推進基本法で規定されている基盤地図情報の一部となる高速道路、国道バイパス、鉄道、大規模建物等が建設された場合には、速やかに更新されるため、国土を形成する主要な骨格地物は常に最新の状態で見ることができる。

### (2) 土地の起伏を見る

地理院地図では、地形の凹凸が直感的にわかりやすい表現の地図をいくつも見ることができ、それらの地図を他の地図や空中写真と重ね合わせることで、土地の起伏を鮮明に浮かび上がらせることができる。

以下に、「情報リスト」の中から「起伏を示した地図」を選択すると見ることができる、地形を表現した主な地図をあげる。

#### ・色別標高図

色別標高図は、基盤地図情報（数値標高モデル）および海上保安庁海洋情報部が提供する500mメッシュ海底地形データから、標高の変化を陰影（太陽光線が地表に入射する際に、地表の凹凸の程度や方向によって明るく見えたり暗く見えたりする現象）と段彩（標高の段階的な色分け表現）の効果を用いて視覚的に表現したものである。

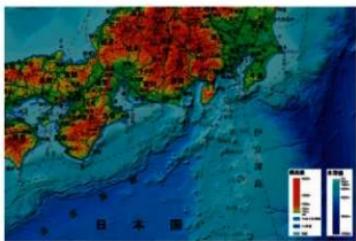


図2 色別標高図（標準地図と合成）

#### ・デジタル標高地形図

デジタル標高地形図は、「基盤地図情報（数値標高

モデル）」や「数値地図5mメッシュ（標高）」の標高データを用いて作成した陰影段彩図と地理院地図を重ねた地形図で、詳細な地形の起伏がカラー表示された上に地名や道路、建物の位置が重ねて表示されていることから、居住地の地形的特徴を直感的に理解することができるため、地理教育や防災（洪水や津波等のハザードマップ作成など）の基礎資料として広く利用されている。



図3 デジタル標高地形図

#### ・陰影起伏図

陰影起伏図は、北西の方向から地表面に向かって光を当て、凹凸のある地表面の北西側が白く、南東側が黒くなるよう作成した図で、尾根線、谷線の判別や断層の判読がしやすい表現となっている。

#### ・傾斜量図

傾斜量図は、地表面の傾きの量を算出し、その大きさを白黒の濃淡で表現したもので、白いほど傾斜が緩やか、黒いほど急峻であることを意味し、台地、段丘、山地、火山地形、地すべり、断層などの地形

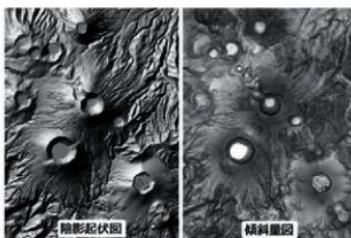


図4 陰影起伏図・傾斜量図（霧島山）

判読などに有効である。

・アナグリフ

アナグラフは、左目に赤、右目に青のフィルムを貼ったメガネを通してみると立体的に見える画像で、土地の起伏を擬似的に体感してもらうには抜群の効果が見込まれる。

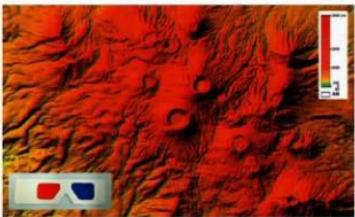


図5 アナグリフ

### (3) 災害情報や災害リスクを見る

「情報リスト」の中の「土地の特徴を示した地図」においては、活断層の位置・形状を詳細に表示した「活断層図」や、監視・観測体制の充実等が必要な火山を対象とした「火山基本図（火山基本図データ）」と「火山土地条件図」、土地条件調査の成果を基に主に地形分類（山地、台地・段丘、低地、水部、人工地形など）について示した「土地条件図」、沿岸部の陸部の地形分類、海部の地形分類、底質、水深、各種施設などを示した「沿岸海域土地条件図」、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、扇状地、自然堤防、旧河道、後背湿地などの詳細な地形分類及び河川工作物等が盛り込まれた「治水地形分類図」等を見ることができる。



図6 活断層図・土地条件図

また、「情報リスト」の中の「地震・台風・豪雨等、火山」においては、近年発生した災害において国土地理院が収集した、空中写真や UAV 動画等の灾害情報を見ることができる。特に、地震や火山の場合は電子基準点や干涉 SAR による地殻変動等を、台風・豪雨等による水害においては浸水範囲を深さごとに色別に表現したことで救助や復旧に役立つとして注目されている「浸水推定図」(「浸水推定段階図」を令和元年12月より名称変更) 等を見ることができる。

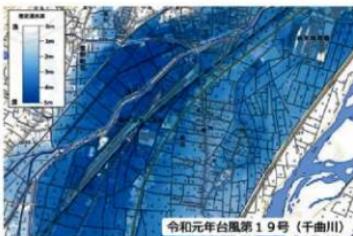


圖7 漫水推定圖（淡色地圖上合成）

さらに、「指定緊急避難場所」と「自然災害伝承碑」については、「情報リスト」から直接選択でき、災害種別毎に地図上にアイコンを表示して個別の情報を閲覧することができる。

災害の危険から命を守るために緊急的に避難する場所等である「指定緊急避難場所」は、市区町村から国土地理院に情報提供されたものについて閲覧することができる。



圖8 指定緊急避難場所（津波）

一方「自然災害伝承碑」とは、過去に発生した津波、洪水、火山災害、土砂災害等の自然災害に係る事柄（災害の様相や被害の状況など）が記載されている石碑やモニュメントのことで、過去の自然災害の教訓を地域の方々に適切に伝えるとともに、教訓を踏まえた的確な防災行動による被害の軽減を目指すことを目的として、市区町村から申請があったものについて順次掲載を行っている。



図9 自然災害伝承碑

これらの地図や位置情報は、地理院地図上で相互に重ね合わせることで、より直感的に災害の記録や土地のリスクを把握することができる。

#### (4) 昔の写真を見る

「情報リスト」の中の「空中写真・衛星画像」により、多時期の空中写真を見ることができる。



図10 空中写真（新宿）

#### (5) 標高を見る

地理院地図では、全国の任意の地点の標高を簡単に知ることができる。表示されている地図の中心位置の標高が「コンテキストメニュー」で確認でき、航空レーザ測量による高精度な標高（標高値の右側

に「（データソース：DEM5A）と表示）が整備されている範囲も広い。

#### (6) 3Dで見る

「機能」 - 「3D」では、表示されている地図を3Dで表示し、マウス操作で視点を自由に変えることができる。地理院地図で重ね合わせて表示しているレイヤの他「作図・ファイル」機能で作図したデータや読み込んだデータも3D表示される。「3D」機能では、一定の範囲で切り取って3D表示するため部分的な3D表示になるが、その分軽快に視点変更を行うことができる。また、表示した3Dデータはダウンロードも可能で、3Dプリンタ印刷用データとして用いることもできる。



図11 3D表示

一方、「機能」 - 「Globe」では、地理院地図を地球儀のように、シームレスに3次元で見ることができる。



図12 地理院地図Globe

#### (7) 比較して見る

「機能」 - 「ツール」 - 「2画面表示」では、地図

を2画面にして別の情報を表示することができる。デフォルトは2画面が連動して同じ場所を表示するが、連動をOFFにして違う場所を表示することもできる。表示状態はURLに反映されるので、URLを共有したり、リンク先に指定することが可能である。



図13 2画面表示

「機能」-「ツール」-「地図比較」では、重ねて半分ずつ表示された2つの地図の境界線をマウスでつまみ、カーテンを開閉するように左右にスライドさせて比較することができるので、2時期の地図や写真等における細かな違いを確認するのに有効である。



図14 地図比較

### 3. 地理院地図を使う

#### (1) グリッドを表示する

「機能」-「設定」で「磁北線」「等距圏」「方位線」等を表示できる。等距圏や方位線は、地球が回転椭円体であることを考慮した距離や方位を表す。

「機能」-「設定」-「グリッド表示」で「経緯度グリッド」「UTMグリッド」「地域メッシュ」等を表示できる。UTMグリッドは、UTM座標を元に定められた地理識別子であり、災害時等において土地勘の無い人に対する場所の特定と共有が容易に行える。

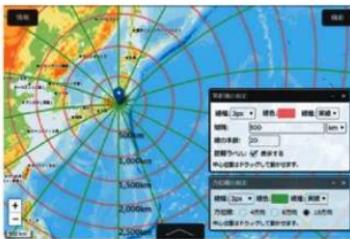


図15 等距圏・方位線

#### (2) 図形を描く

「機能」-「ツール」-「作図・ファイル」のメニューで、マーカー(アイコン・円)、線、ポリゴン、円、テキストの作図ができ、図形に属性を付与したりKML形式やGeoJSON形式で保存したり読み込んだりすることができる(「TEXT」および「マーカー(円)」で作図した内容はGeoJSON形式でのみ保存可能)。



図16 作図

#### (3) 距離や面積を計測する

「機能」-「ツール」-「計測」のメニューから、「距離」が選択された状態で地図上の地点をクリックしていくと、その地点を順番に結んだ線分の距離が表示され、「面積」が選択された状態では、その地点を囲む多角形の面積が表示される。また、「選択图形」が選択された状態で地図上の作図图形をクリックすると、その距離又は面積が表示される。



図17 距離計測・面積計測

#### (4) 断面図を作成する

「機能」-「断面図」では、2点間の直線だけでなく、地図上で指定した任意の経路に沿って地形断面図を作成でき、地図だけでは分かりづらいルート上の高低差を詳細に確認することができる。なお、水平方向は地球が回転楕円体であることを考慮した距離である。



図18 断面図

#### (5) 土地の高さを自分で色分けする

「情報リスト」の中の「起伏を示した地図」から選択できる「自分で作る色別標高図」は、2.(2)の「色別標高図」を自由にカスタマイズできる機能で、「色別標高図」では日本全国一律に決まった色で塗られているため場所によっては小さな高低差を見ることがないが、「自分で作る色別標高図」はユーザーが自由に閾値や色、段階の増減等を設定することができるため、場所や目的にあった地図を作ることができる。

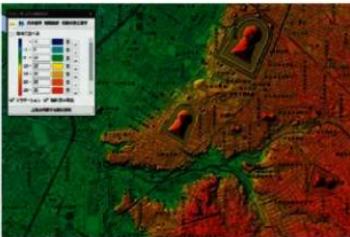


図19 自分で作る色別標高図

#### (6) 住所リストを地図上に展開する

東京大学空間情報科学研究センター(CSIS)の「アドレスマッチングサービス」を利用し、CSV形式の住所リストを地図画面にドラッグ＆ドロップして簡単に地図上に展開することができる。多数の住所を含む施設等のリストを手軽に地図上に表示して確認したい場合に利用でき、展開後のデータは、3.(2)における图形と同様に扱うことができる。



図20 住所リストの見える化

### 4. 地理院タイルデータについて

#### (1) 地理院タイルとは

地理院タイルとは、地理院地図に表示するための地図画像データのことで、多くのウェブ地図APIが対応しているXYZ方式で提供しているため、容易にサイト構築やアプリ開発に利用できる。

#### (2) タイルデータの仕様

地理院タイルでは、地図の表示倍率を「ズームレベル」という概念を使って区分している。極域の一

部地域（北緯及び南緯約85.0511度以上）を除外してメルカトル投影した地球地図全体を一枚の正方形タイルで表現したものを「ズームレベル0」と定義し、ズームレベル0 タイルの辺の長さを2倍にして縦横それぞれ2分の1に分割したものを「ズームレベル1」とする。つまり、ズームレベル1では $2 \times 2 = 4$ 枚のタイルで地球地図全体を表現し、1枚1枚のタイルの大きさはズームレベル0の場合と同一である。同様にしてズームレベルが1つ大きいものは、各タイルの大きさを2倍にして $2 \times 2 = 4$ 枚のタイルに等分割したものと定義する。

また、各タイルにはX,Yからなるタイル座標を定義する。西経180度、北緯約85.0511度の北西端を端点にもつタイルを(0,0)として東方向をX正方向、南方向をY正方向にとる。ズームレベルによって地球地図全体でのタイル数は異なるため、タイル座標の範囲もズームレベルにより異なるが、タイルの大きさは、256ピクセル×256ピクセルで統一されている。

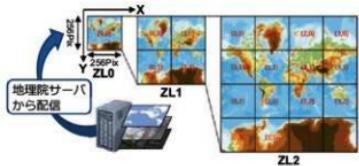


図21 地理院タイル

地理院タイル1枚1枚のURLはズームレベルとタイル座標に基づいて、原則として以下のように命名されている。

[https://cyberjapanadata.gsi.go.jp/xyz/l\[|z|\]/x\[|y|\].ext](https://cyberjapanadata.gsi.go.jp/xyz/l[|z|]/x[|y|].ext)

|t| : データID

|x| : タイル座標のX値

|y| : タイル座標のY値

|z| : ズームレベル

|ext| : 拡張子

例えば、以下のように入力すると標準地図のズーム

レベル6の(57,23)のタイルを取得できる。

<https://cyberjapanadata.gsi.go.jp/xyz/std/6/57/23.png>

データIDは地図の種類により異なるので、個別の情報については「地理院タイル一覧」(<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>)を参照のこと。

### (3) 外部タイルの読み込み

「機能」-「ツール」-「外部タイル読込」により、地理院タイルと同等のXYZ方式で配信されているデータ（タイル）のURLを指定して地理院地図上で表示することができるので、国土地理院が提供している地図以外の地図を地理院地図で重ねて見ることができる。

## 5. 地理院マップシートと併せて使う

### (1) 地理院マップシートとは

国土地理院では、地理院地図の活用ツールとして「地理院マップシート」を提供している。これはMicrosoft® Excelのマクロ機能を利用したファイルで、住所録等の帳票データをインターネット経由で東京大学空間情報科学センター（CSIS）の「アドレスマッチングサービス」を利用して経緯度に変換し、出力したファイルは地理院地図上に簡単に展開することができる。ツールやマニュアルは「地理院マップシート」ダウンロードページ ([http://renkei2.gsi.go.jp/renkei/130326mapsh\\_gijutsu/index.html](http://renkei2.gsi.go.jp/renkei/130326mapsh_gijutsu/index.html)) から入手できる。



図22 地理院マップシート

### (2) 地理院地図との相互活用

① 地理院マップシートに貼り付けた住所録データから住所の列を選択し、「住所→座標値」ボタンによ

り各データの経緯度座標が所定の列に取得される。

②アイコンの形状やアイコンに付与するタイトルを設定し、「出力」ボタンでKML形式もしくはGeoJSON形式で保存する。その際、住所録データから地理院マップシートに貼り付けた全ての列が出力データに属性として取得される。

③その出力ファイルを地理院地図にドラッグ＆ドロップすると設定したアイコンが地図上に表示され、そのデータは3. (2)における図形と同様に扱うことができる。



図23 地理院地図での利用

一方、3. (2)で作成したKML形式やGeoJSON形式のファイルを「入力」ボタンで地理院マップシートに読み込んで属性の編集を行うこともできる。

3. (6)における地理院地図での住所リスト(CSV)の展開機能は、ウェブ上で簡単に住所付きデータの見える化ができる機能だが、地理院マップシートを用いると、以下のような多彩な上乗せ情報が作成できる。

- ・豊富なアイコンの選択
  - ・アイコンにタイトルを表示
  - ・写真などの画像ファイルのリンク表示
  - ・ウェブページへのハイパーリンク
  - ・住所と座標値の相互変換
  - ・経緯度と平面直角座標との相互変換
- これらの機能を用いることで、地理院地図上での

施設管理や、地理院地図を共通のプラットホームとした情報共有が容易になることが期待できる。

## 6. おわりに

地理院地図では、地形やその土地が持つ特徴を把握するための地理空間情報を豊富に取り揃えているだけでなく、それらの情報を使うための様々な機能も実装されている。距離や面積の計測や断面図の生成等によって地勢を調べたり、作図機能による図形データの作成や地理院マップシートを用いた可視化用データの作成により、地図上での情報の整理とデータの共有を容易に行える。また、色別標高図をカスタマイズしたり地図やデータの合成を行うことで多彩な地図表現が可能であることから、より視覚に訴える地図を簡単に作成することができる。さらに国土地理院では、「地理院地図Vector」(仮称) (<https://maps.gsi.go.jp/vector/>) を試験的に公開しており、地図データを「ベクトルスタイル」にすることで、地物や注記等の種別毎に表示／非表示を選択したり色や線の形状を変更するなどサイトの利用者が目的に応じて地図をデザインすることができるので、さらに細やかに目的に応じた地図の作成が期待できる。



図24 地理院地図Vector (仮称)

日々進化を続ける地理院地図は、地図を用いた様々な業務の中で効果的に活用できるものと思われる。

# 文化財業務で使う GIS - QGISを利用した実践的操縦-

石井淳平（厚沢部町）

GIS in Cultural Heritage Management: A Guide to Using QGIS

Ishii Junpei (Assabu)

・地理情報システム (GIS) / Geographic information system

## 1. GIS概論

### 1.1 何を「GIS」と呼ぶのか

「空間的な情報の取り扱いについて、コンピュータを用いてシステム化したもの」<sup>[1]</sup>という説明が簡潔です。「遺構配置図に遺物の出土地点をプロットして、等高線を上書きする」という作業をコンピュータ上で行えば、「GIS」といえます。これららの作業を手作業で行なうことも可能ですが、「縄文中期前半の土器群だけを抽出する」という種類の作業を繰り返すうちに、人間には不可能な作業量に近づいていきます。また、「土器の出土量に対する石器の出土量の比率の空間分布」のように統計処理を含んだ処理を人間が正確に行なうことは難しくなります。空間情報を含んだ複雑で膨大な処理を行うためのコンピュータソフトウェアが必要となります。

### 1.2 GISにできること

空間情報のあるデータならどんなものでも対象になります。一般的には地理情報とはみなされない遺物の実測図や写真をGISソフトウェアで活用することも可能です。GISで行われているのは次のような作業です。

- 最短経路・コスト距離
- 傾斜算出、画像強調
- 気象等観測データの補間
- 属性に基づいたデータベース処理

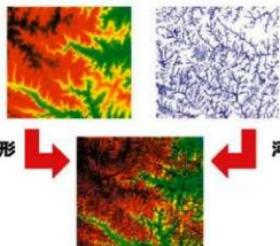


図1.1 異なるデータの重ね合わせ（田中淳2018「QGIS初級編version3.03」, FOSS4G 2018 Hokkaidoハンズオン資料）



図1.2 國土地理院旧版地形図と航空写真、現代の道路・河川の重ね合わせ



図1.3 標高データから土地傾斜区分図を作成

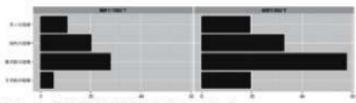


図1.4 土地傾斜区分図からグラフを作成

### 1.3 ベクタデータ

#### 1.3.1 ベクタデータの種類

- ・ ポイント = 点データ
- ・ ライン = 線データ
- ・ ポリゴン = 面データ

#### 1.3.2 ベクタデータの形式

「座標で地図を表現するデータ」をベクタデータと呼びます。データの種類には次のようなものがあります。

**Shapefile** ESRI社のフォーマット。デファクトスタンダード。データベースとしては古い構造(dbf)を維持しているため最新のデータベースができることができない場合があります。GISでのトラブルの多くがシェープファイルに由来している側面があります。

**Spatialite** データベースエンジンにSQLiteを使用。シンプル・軽量・高機能。ポストシェーブファイル。

**GPX** GPSで使われるファイル形式。GISにインポートした後は別のファイルに変換することが一般的です。

**CSV** カンマ区切りテキスト。x座標とy座標があればGISデータとして使えます。表計算ソフトで扱

えてシンプル極まりない構造ですが、ポイントデータしか表現できません。

**GeoJson** Javascriptをベースにつくられたデータ格納形式。JSONのGIS版。

これまでShape形式がスタンダードでしたが、ウェブ系のエンジニアやデータベースの専門家が地理情報システムを扱うことが増えたため、様々な形式のデータが登場しています。「とりあえずShape形式にしておけば大丈夫」という時代ではなくなってきたようです。

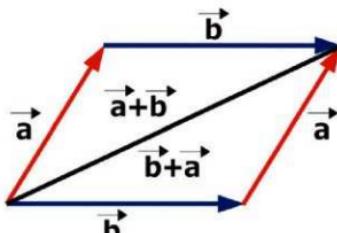


図1.5 ベクタ画像の概念 (田中淳2018)

#### 1.3.3 ベクタデータの特徴

ベクタデータの特徴は、地理情報をデータベースとして扱うことができる点です。データベースであるため次のような作業が可能になります。

- ・ 出土層位ごとに遺物の分布図を作成する。
- ・ 包含層出土遺物のうち、堅穴の2m範囲内から出土した遺物を抽出する。
- ・ 時代ごとに遺構図を表示する。



図1.6 データベースとしてのベクタデータ

## 1.4 ラスタデータ

### 1.4.1 ラスタデータの形式

GeoTIFF一括です。GeoTIFFはオープンな規格で設計されており、当面ラスタデータはGeoTIFFが使用されるものと思われます。

### 1.4.2 ラスタデータの特徴

航空写真や遺物実測図のように「絵的」なものと、標高データのような数値行列を「絵的」に表現したものにわけられます。標高データでは標高値をグレースケールの256階調に割り振ったり、任意のカラースケールに変換して表現します。GISの機能の一つとして、様々なラスタデータを透過的に重ね合わせて表現することが可能です。傾斜区分図や陰影図、曲率図などと組み合わせて「赤色立体図」や「CS立地図」などの新しい視覚表現も生み出されています。



図1.7 絵的なラスタデータ（Landsat7衛星画像）



図1.8 データ行列のラスタデータ（数値標高モデル）

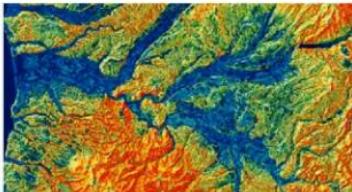


図1.9 衛星画像+傾斜区分図+陰影図



図1.10 微地形の判読に特化したCS立体図  
(北海道CS立体図)

## 1.5 測地系と座標系

### 1.5.1 測地系・座標系とは何か

- 測地系=地球の形
- 座標系=投影法とはほぼ同義。球体の平面展開方法

| 測地系      | 座標系    | 標準                                   | 精度    |
|----------|--------|--------------------------------------|-------|
| Tokyo    | 地理座標系  | Tokyo                                | 4301  |
| (日本原点基準) | 平面内座標系 | Tokyo/Japan Plane Rectangular 1~19   | 30172 |
|          | UTM座標系 | Tokyo/UTM zone 31N-HSK               | 3005  |
| JGD2000  | 地理座標系  | JGD2000 (JVC2004)                    | 4613  |
| (日本原点基準) | 平面内座標系 | JGD2000/Japan Plane Rectangular 1~19 | 2454  |
|          | UTM座標系 | JGD2000/UTM zone 31N-HSK             | 3100  |
| WGS84    | 地理座標系  | WGS84                                | 4230  |
|          | 世界座標系  | WGS84/Pseudo Mercator                | 3857  |

図1.11 測地系と座標系一覧 (田中淳2018)

### 1.5.2 測地系は何を選ぶべきか

「世界測地系」<sup>②</sup>以外の選択肢はありません。現在公共事業や公費負担の事業として行われる発掘調査<sup>③</sup>で世界測地系以外の測地系を採用することは「違法」です。

**測量法第1条** この法律は、国若しくは公共団体が費用の全部若しくは一部を負担し、若しくは補助して実施する土地の測量又はこれらの測量の結果を利用する土地の測量について、その実施の基準及び実施に必要な権能を定め（後略）

**測量法第11条第1項** 基本測量及び公共測量は、次に掲げる測量の基準に従つて行わなければならぬ。

一 位置は、地理学的経緯度及び平均海面からの高さで表示する。ただし、場合により、直角座標及び平均海面からの高さ、極座標及び平均海面からの高さ又は地心直交座標で表示することができる。

**測量法第11条第2項** 前項第一号の地理学的経緯度は、世界測地系に従つて測定しなければならない。

### 1.5.3 座標系は選ぶべきか

GISで運用する上で3つ選択肢が考えられます。地方自治体等での運用実績を勘案すると平面直角座標系を選ぶことが適切と考えられます。

**緯度経度系** 座標としては馴染み深いものですが、GISで扱う上では空間演算処理ができず不適切です。また、自治体の他の測量成果との整合をとることも難しくなります。

**UTM座標系** 赤道を原点とする投影座標系です。比較的広範囲を扱うことに優れているといわれます。自治体ではあまり一般的ではありません。

**平面直角座標系** 自治体で一般的に利用されている座標系です。特に理由がなければ平面直角座標系を選択することが無難です。



図1.12 平面直角座標系（田中淳2018）

### 1.6 緯度経度系の取り扱い

測量法上は測量成果は原則として緯度経度系を使用することとなっています。平面直角座標系等は「場合によ」って使用可能というのが法的な位置づけです。発掘調査報告書抄録の遺跡位置は「遺跡のはば中心と思われる位置を度分秒の単位で記入する。国土地理院2万5千分の1地形図等を利用して算

出する」こととされています。

緯度経度系の使用はGISでは推奨されませんが、抄録用位置情報は度分秒形式の緯度経度で表示する必要があります。「遺跡の位置」に厳密性を求めていくと「遺跡とは何か」という達方もない課題にたどりつきますので、本研修では触れませんが、代表点の求め方は次の3つが考えられます。

- ・遺跡の範囲が確定している場合には遺跡範囲の幾何学的な重心点
- ・遺跡の地番が確定している場合は所在地番の幾何学的な重心点
- ・遺跡範囲が確定していない場合は25000分1地形図上で目視によりもっとも中心らしいと思われる点とする

幾何学的な重心点の算出はGISソフトウェアで行います。目視による方法では地理院地図による座標の取得が簡単です。

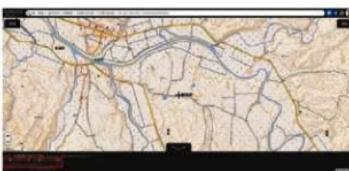


図1.13 地理院地図による緯度経度の取得

### 1.7 地図と「データ」と著作権

本研修で使用した道路データはオープンデータとして提供されている「OpenStreetMap」を使用しました。「データ」は通常著作物とはみなされませんが、一般的なウェブ地図（GoogleMapなど）は地図画像ですから、著作権法の適用を受けることになります。スクリーンショットなどによる利用（複製や公衆送信）については著作者が定めたルールにしたがって許諾等を受けることとなります。

オープンデータである「OpenStreetMap」についてもウェブ地図として公開されている地図画像には著作権が発生しますので、「©OpenStreetMap contributors」を表示した上で複製利用することと

なります。

### 1.8 国土地理院の地図と測量法

一方、国土地理院発行の地図やデータの場合には著作権法ではなく測量法による規定が適用されます。本研修では地理院発行の基盤地図情報を使用して地図画像を作成しました。こうした地図画像の作成（地図の調整）は測量法上の「測量」にあたる行為で、法第30条の「測量成果の使用」が適用されます。

以上のように、地図データを扱うためには著作権法上の取り扱いと測量法上の取り扱いを理解する必要があります。ルールにしたがって必要な手続きを行ってください。

### 1.9 オープンソースソフトウェアへのこだわり

本研修ではオープンソースのGISソフトウェアであるQGISやGRASS GISを使用します。GISソフトウェアは高額であることが多く、個人はもちろん、多くの自治体では導入が難しいものです。しかし、QGISを使用するべき理由は無料だからではありません。

無料で高機能なGISソフトウェアはQGIS以外にも存在します。たとえば「カシミール3D」というソフトウェアは簡単な操作で高品質な地図画像を作成できる優れたソフトウェアです。QGISと「カシミール3D」の違いはオープンソースであるか、否かという点にあります。

オープンソースであるQGISでは、ソースコードが公開されているので原則的にはどのようなOSでも自力でインストールすることができます。無料であってもオープンソースではないソフトウェアにはこのような自由度はありません。

### 1.10 研究環境の確立

私たちは行政職員として埋蔵文化財保護に関わると同時に市井の考古学者として調査・研究活動にも関わります。組織が導入した高価なソフトウェアを利用して個人の研究活動を行うことは行政的には目的外使用にあたり「反則」です。コンピューターが考古学の業務に深く関わるようになるほど、考古学者の活動もソフトウェアに依存せざるを得なくなり

ます。「職場にいないと研究できない考古学者」では悲しすぎます。組織依存ではなく、自力で研究環境を構築できることがオープンソースソフトウェアの魅力です。

### 1.11 考古学情報へのアクセシビリティ

考古学者が個人として研究環境を確立できるメリットと考古学情報の公開とアクセシビリティの確保は密接に関わります。考古学情報に誰もがアクセスできる環境で研究が行われることは、公正性をもたらします。大規模組織や研究機関に所属する一部の考古学者しか利用できない環境ではなく、市民と同じ研究環境で研究手法やデータを共有することが、考古学へのアクセシビリティを高めることにつながると考えています。

以上のことから、オープンソースソフトウェアは商用ソフトウェアの代替ではなく、行政として、研究者として積極的に活用すべきツールと言えます。

### 1.12 参考となる書籍

『業務で使う林業 QGIS徹底使いこなしガイド』（全日本林業改良普及協会）

北海道庁の喜多耕一さんが森林業務に必要なQGISのテクニックについて解説しています。「林業QGIS」とうたっていますが、この本一冊でQGISの基本的な操作方法を完全に網羅しています。QGIS3.x対応版が近日刊行予定です。

『考古学のためのGIS入門』（古今書院）

奈良文化財研究所の金田明大さんによるGISの概説書です。「考古学のための」というたっていますが、GIS全般の概説を含んだ内容となっています。2001年刊行のため、GISをめぐる周辺環境が現在とは大きく異なっていますが、理論や基本を学ぶための必読書です。

『実践 考古学 GIS 先端技術で歴史空間を読む』（NTT出版）

宇野隆夫さん編著による「GIS応用編」というべき内容です。理論的、概説的な内容は少なく、実践例が多く示されています。「GISでどんなことができるのか」という実践事例を探索したい場合におすす

めです。

#### 「景観考古学の方法と実践」（同成社）

「景観考古学」という聞きなれないタイトルですが、内容としてはGISを利用した研究実践です。筆者の寺村裕史さんは景観のもつ認知的な側面をGISのをもちいることで客観的な情報として取り扱うことに心を碎いています。考古学で利用されるGISの手法が数多く取り上げられていますので、「実践」と同様、実例集として役立ちます。

#### 1.13 Webページ

「森林土木メモ」(<http://koutochas.seesaa.net/>)

『業務で使う林業QGIS徹底使いこなしガイド』の著者喜多耕一さんのブログ。QGISの便利なテクニックはもちろん、スマートフォンやタブレットをフィールドワークのツールとして活用する方法も紹介しています。

『月の杜工房』(<http://mf-atelier.sakura.ne.jp/mf-atelier/index.php>)

マニアックな内容のですが、ちょっとしたことで行き詰った時にお世話になります。「こういうことが絶対できるはずなのに、わかんないよ」というときに参考させていただいている。

「カッパ出没マップを作成する」([https://github.com/Arctictern265/QGIS\\_book/blob/master/4/4-4.md](https://github.com/Arctictern265/QGIS_book/blob/master/4/4-4.md))

「[オープンデータ+QGIS] 統計・防災・環境情報がひと目でわかる地図の作り方」(技術評論社) 第14章掲載の本文図版が公開されています。内容としてはQGIS中級編といえますが、こちらに示されている手順がひと通りできる方は「QGIS中級者」を名乗って差し支えないと思います。考古学に応用できるテクニックがコンパクトに紹介されていますので、一度目を通しておいて損はありません。

## 2. ラスターデータを利用した地形指標の作成と地図表現

### 2.1 この時間に覚えること

- DEMデータの表示を変更する。

- DEMデータから新たな地形指標（ここでは陰影図）を作成する。

- DEMデータと陰影図を重ねて陰影つきの段影図を表示する。

### 2.2 ラスターデータの特徴

- 正体は画像ファイル（TIFF形式が一般的）
- 連続量（標高や傾斜量）が基本ですが、土地分類図や植生図のような離散量を扱うこともあります。
- 標高や傾斜、植生など異なる指標を組み合わせた演算を行うことができます<sup>5)</sup>。

### 2.3 段影図を作成する

レイヤ→レイヤの追加→ラスタレイヤの追加



図2.1

...をクリック

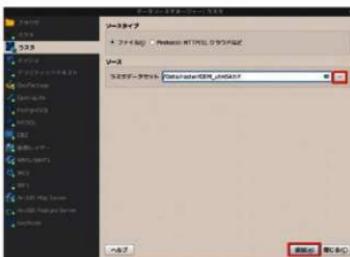


図2.2

「DEM\_utm54.tif」をダブルクリック



23

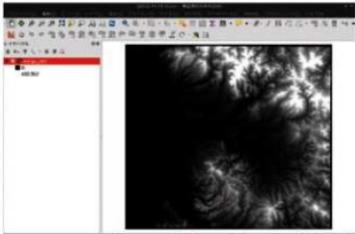
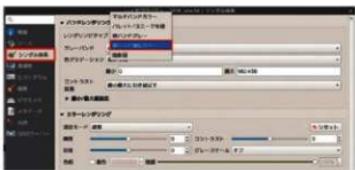


図24 DEMの表示

- DEM utm54をダブルクリック
  - シンボル体系タブを選択
  - レンダリングタイプ: 里番地疑似カラー



2.5

何もせず、OKをクリック



图26

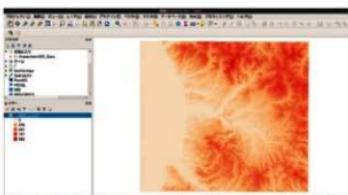


図2.7 標高によって着色された段影図

#### 2.4 色分け区分を変更する

1. シンボル体系タブを選択
  2. 補完：個別の
  3. モード：等分位
  4. クラス：3



圖2.8

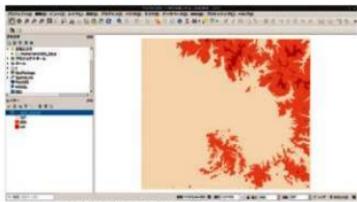


図2.9 3段階に区分された段彩図

1. シンボル体系タブを選択
2. モード→変分位
3. クラス→5



図2.10

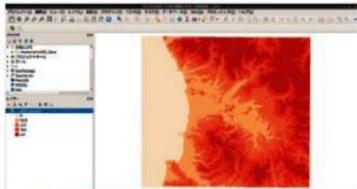


図2.11 特徴点を抽出した段彩図

## 2.5 段彩図の色を変更する

カラーランプ→全てのカラーランプ



図2.12

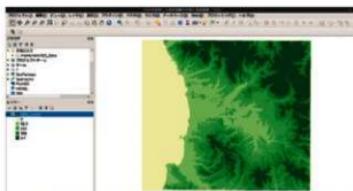


図2.13 変更されたカラーパレット

「0段階」の色をダブルクリック



図2.14

標準色→青系の色を選択

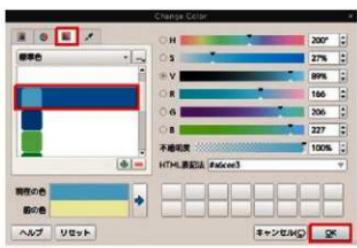


図2.15

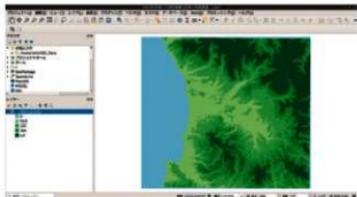


図2.16 標高0に水色を割り当てる段彩図

## 2.6 手動で段階を変える

カラーテーブルの値を0.50,200,400に変更する。

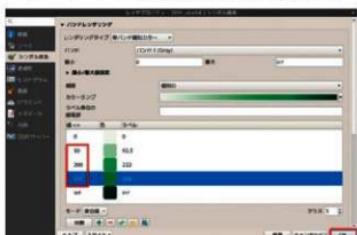


図2.17



図2.18 手動で色区分を変更した段彩図

## 2.7 陰影図を作成する

ラスター→解析→陰影図

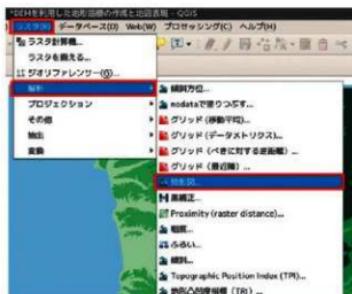


図2.19

入力レイヤ→DEM\_utm54



図2.20

「アルゴリズム実行後に出力ファイルを開く」に  
チェック→ファイルに保存



図2.21

Data フォルダに「shade」というファイル名で保存（拡張子不要）。

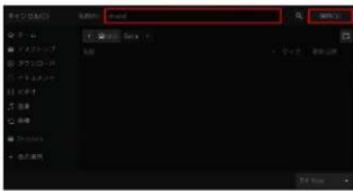


図2.22

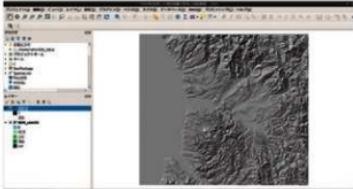


図2.23 陰影図

## 2.8 傾斜区分図を作成する

ラスター→解析→傾斜...

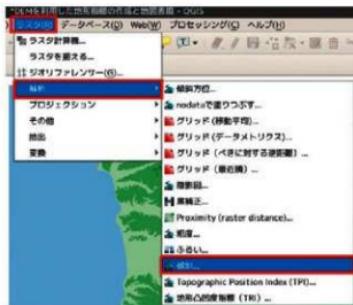


図2.24

入力レイヤ→DEM\_utm54→傾斜をクリック



図2.25

Data フォルダに「slope」というファイル名で保存（拡張子不要）。



図2.26

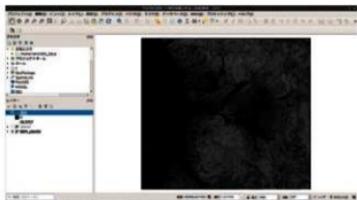


図2.27 傾斜区分図

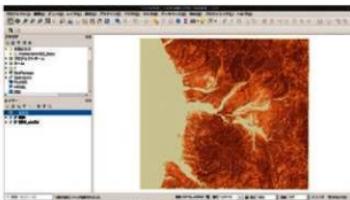


図2.28 上層レイヤを透過した立体的な地図表現

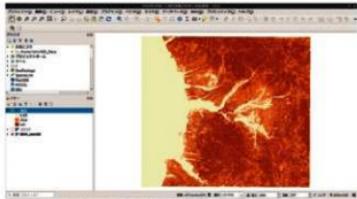


図2.29 段影図化した傾斜区分図

## 2.9 透過率を変更する

陰影図をレイヤの一一番上に移動

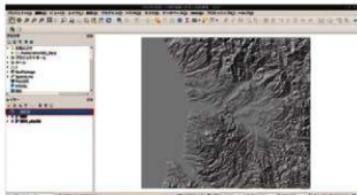


図2.30

レイヤプロパティ→透過性→不透明度（30%）



図2.31

## 2.10 乗算による地図表現

1. 不透明度：100%
2. シンボル体系タブを選択
3. 混合モード：乗算

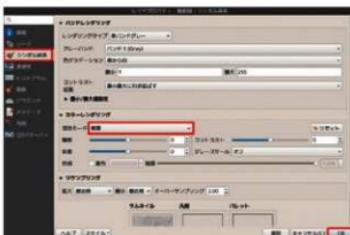


図2.32

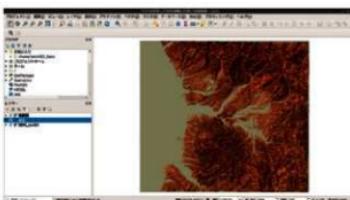


図2.33 乗算による傾斜区分図と陰影図

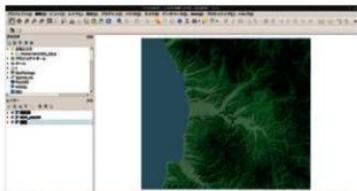


図2.34 乗算による標高図と陰影図

## 2.11 CS立体図

曲率や傾斜などのラスターデータを乗算で重ね合わせることにより、微地形を観察しやすくなるものが「CS立体図」です。喜多耕一さんによる作成手順が公開されています (<http://koutochas.seesaa.net/article/444171690.html>)。

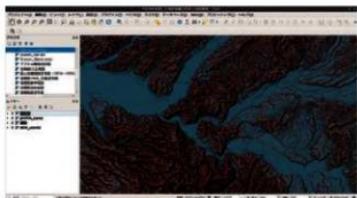


図2.35 CS立体図

## 3. 紙地図をGISで使う

### 3.1 この時間に覚えること

- ・ジオリファレンサーを使って紙図面に座標を与える。
- ・変換方法やリサンプリングについて知る。

### 3.2 QGISによる幾何補正

図面に座標を与えるために、紙地図の特定の地点の座標を取得します。座標の取得方法は2通りあり、紙地図の特定の地点の座標がわかっている場合（発掘調査図面でグリッド交点の座標がわかっている場合など）はX座標、Y座標を手入力します。紙地図上で座標が明らかではない場合（国土地理院の旧版地形図や航空写真的場合）には、紙地図とすでにGISデータになっている別の図面の同一地点を比定して

座標を取得します。

背景地図には地理院地図やOpenStreetMapなどのウェブ地図も使用できます。

### 3.3 背景地図の読み込み

ブラウザ→地理院標準地図→右下の座標参照系

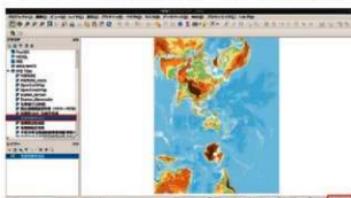


図3.1

プロジェクトのプロパティ→JGD2000/UTM zone54N→OK



図3.2

### 3.4 ジオリファレンサーの起動

地図をズームして北海道南西部厚沢部町付近に移動

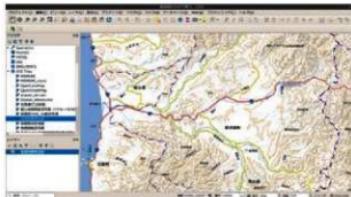


図3.3 北海道南西部厚沢部町付近

### ラスター→ジオリファレンサー

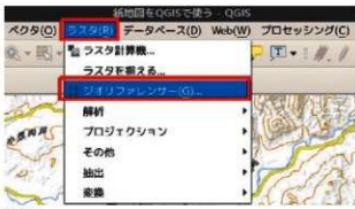


図 3.4

### 3.5 ジオリファレンサーの設定をする

設定→変換の設定



図 3.5

1. 変換タイプ：線形
2. リサンプリング方法：線形
3. 変換先 SRS : EPSG3100:JGD2000/UTMzone54N
4. 「出力ラスター」をクリック



図 3.6

ファイル名(OldMap\_utm54)→TiF ファイル→保存

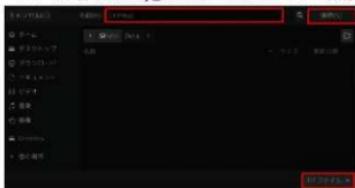


図 3.7

### ファイル→ラスターを開く

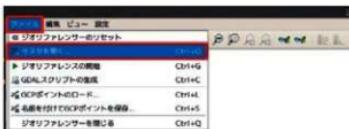


図 3.8

### y1920\_Esasi\_Tate.tif→開く



図 3.9



図 3.10 1920年発行旧版地形図

### 3.6 GCP ポイントを設定する

地図に座標を与えるための基準点を GCP ポイントと呼びます。ここでは読み込んだ紙地図と背景地図の同一地点を指定して座標を与える方法を学びます。

ジオリファレンサーと背景地図を同じ縮尺で並べる。→ポイントの追加

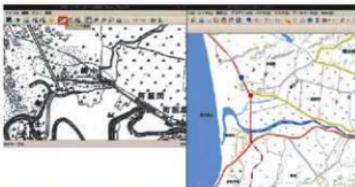


図3.11

座標を指定する地点をクリック→マップキャンバスより

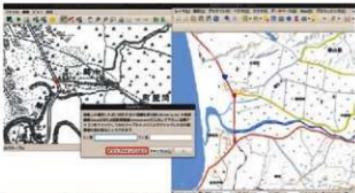


図3.12

背景地図上で対応する地点をクリック→OK



図3.13

同様に4点以上の地点に座標を与えていく。

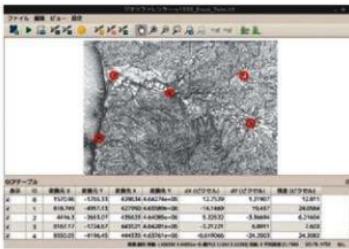


図3.14 GCPポイントの設定

ジオリファレンスの開始をクリック。



図3.15



図3.16 GISデータとなった紙地図



図3.17 「乗算」による現在の地図と1920年旧版地形図

### 3.7 幾何補正のコツ

幾何補正を正確に行うためには、同一地点（GCP ポイント）の正確な比定が必要になります。地点の比定が正確ならその周辺の幾何補正の精度が高くなりますが、GCP ポイントから離れると補正量が増加し精度が下がっていきます。このため、GCP ポイントの数とばらつき具合が重要となります。GCP ポイントはある程度までは多いほうが精度が上がります。また、紙地図のようにもともと平面投影された原稿と、航空写真のような歪みのある原稿では、紙地図のほうのが少ない GCP ポイントでも正確な幾何補正ができるようです。幾何補正について、次のことを心がけています。

- 1 図面につき 6 点をめざす。
- なるべく図面全体をまんべんなくカバーするように設置する。
- 6 点設置したところで一度幾何補正を実行し、追加の GCP ポイントの必要性を判断する。

### 3.8 変換タイプ

たくさんの変換タイプが用意されていますが、「線形」か「シングレートスプライン」で試してみてください。変換タイプの違いは、航空写真のような歪みの多い対象で差が出てくるようです。

- 線形
- ヘルマート
- 多項式 1
- 多項式 1
- 多項式 1
- シングレートスプライン
- 投影変換

### 3.9 リサンプリング方法

迷ったら、「線形」で試してみてください。

- 最近傍
- 線形
- キューピック
- キューピックスプライン
- ランチョシュ

リサンプリング方法については対象となるラスター

データの性質によって使い分けることもあります。

たとえば、地形分類図や植生図などをラスタ化して統計的な演算処理をする場合などではリサンプリングによってデータ値が変化してしまいます。植生図でブナ林を赤にナラ林を青に割り当てた場合、ナラ林とブナ林の中間に赤と青の中間色が補完されてしまうと意味がなくなってしまいます。「最近傍」によるリサンプリングではこうしたデータの間を埋める処理を行わないようにします。一方、航空写真のような「絵」として意味があるデータでは隣接するピクセルが滑らかに連続していることが必要です。「キューピック」のようなリサンプリング方法ではデータの中間値を適切に処理して滑らかな絵を作成します。

離散的なデータでは統計的な変化がない「最近傍」、滑らかな補完が必要な航空写真では「キューピック」を選択しておけばよいでしょう。

### 3.10 変換先 SRS

よく利用する EPSG コードを覚えておくと作業がはかどります。おもな測地系、座標系は次のようなものです。

- 日本測地系 (Tokyo Datam)
  - 緯度経度系 (4301)
  - 平面直角座標系 (30161 ~ 30179)
  - ユニバーサルトランスマースメルカトルグ リッド (102151 ~ 102156)
- 世界測地系 (JGD2000)
  - 緯度経度系 (4612)
  - 平面直角座標系 (2443 ~ 2461)
  - ユニバーサルトランスマースメルカトルグ リッド (3097 ~ 3101)
- WGS84 (4326)

### 3.11 図面を取り込む手法

幾何補正を行うためには図面をデジタル化する必要があります。発掘調査で作成される現場図面のサイズは B3 が標準です。このサイズの図面を一度にスキャンできる環境はあまり多くないと思われます。大判の紙図面をデジタル化する方法は次の 2 点

が考えられます。

1. A3あるいはA4に縮小コピーした現場図面をスキャンする。

2. 現場図面を写真撮影する。

実際に試したところ、縮小コピーしてスキャンする方が精度は高くなりますが、長焦点のレンズを使用した場合には写真撮影でも十分実用に耐える精度が確保できるようです。時間と機材にあわせて選択してください。



図3.18 現場図面を撮影してデジタル化

### 3.12 幾何補正された図面

幾何補正された紙地図はラスターデータとして扱うことができます。航空写真や旧版地図などのように画像として利用する場合もありますが、トレースしてベクタデータを生成する際の原図として利用することもあります。



図3.19 幾何補正された航空写真を利用したフィールドワーク



図3.20 ウェブ地図と松前城の縄張り図

## 4. ベクタデータを利用した地図表現

### 4.1 この時間に覚えること

ベクタデータの扱い方をマスターします。ベクタデータはデータベースとしての側面があり、論理演算子を使用して色や線種などを指定することができます。データベースとしてのベクタデータの取り扱いを実習します。

- ベクタデータを加工して線種変更、彩色をする
- 演算子を使ったベクタデータの分類と表現

### 4.2 データを開く

レイヤー→レイヤの追加→ベクタライヤの追加

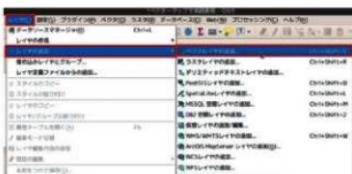


図4.1

### エンコーディング→UTM-8

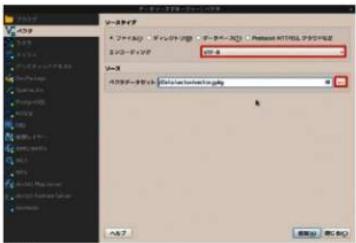


図4.2

vector.gpkgを選択



図4.3

追加するベクタレイヤを選択→全てを選択

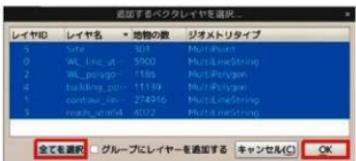


図4.4

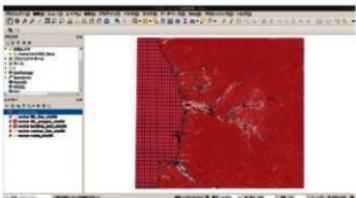


図4.5

はデフォルトの保存形式は.gpkgになりました。次のような特徴があります。

1. フィールド名の文字数に制約がない
2. データベースであるSQLiteのファイルとして構築されている
3. 複数のベクターデータを一つのファイルに格納できる

特定の企業や団体に依存しないオープンな規格であることから、今後、GISデータのデフォルトファイル形式として普及することが期待されています。

#### 4.4 線の太さや色を変えてみる

vector\_WL\_polygon\_utm54をダブルクリック

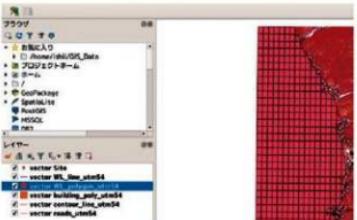


図4.6

1. 「シンプル塗りつぶし」を選択

2. 塗りつぶし色：水色系統

3. ストローク色：水色系統



図4.7

### 4.3 ポストshapefile? Geopackages

今回読み込んだベクターデータはGeopackage (.gpkg)というファイル形式です。.gpkgはこれまでデファクトスタンダードだったshape-fileを置き換える存在として注目されています。QGIS3系以降で

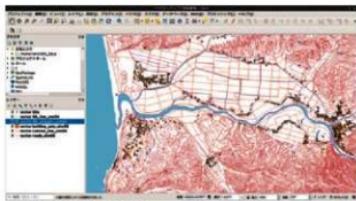


図4.8 水域が水色に着色



図4.11

#### 4.5 建物の色を変える

1. vector\_building\_poly\_utm54 をダブルクリック
2. 「塗りつぶし色」→灰色系統
3. 「ストローク色」→線なし



図4.9



図4.10 グレーに塗りつぶされた建物

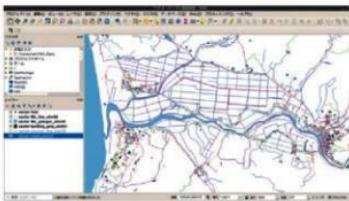


図4.12 分類されたが色や線種が無秩序

#### 4.7 論理演算子を使って色や線種を変える

自動的に分類すると分類数が多くなりすぎる場合や分類が不統一な場合には、論理式を使用して手動で分類します。たとえば、縄文時代前期、縄文時代中期、旧石器時代などの時期区分がある場合、「縄文時代」という区分で分類する場合には「"時期区分" LIKE % 縄文 %」のように検索語を指定して縄文時代だけを抜き出すことが可能です。ベクタデータをデータベースとして活用する場合には必須の技術となりますので、確実にマスターしてください。

#### 4.6 分類ごとに色を変える

1. vector\_roads\_utm54 をダブルクリック
2. 「分類された」を選択
3. 「カラム」: type を選択
4. 分類をクリック

「ルールに基づいた」→「+」をクリック



図4.13

1. 「色」: 赤系を選択
2. 「幅」: 15



図4.14

国道（trunk）を選択  
"type" LIKE 'trunk'



図4.15

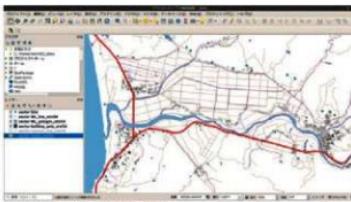


図4.16 国道だけが赤く着色

#### 4.8 論理式のルール

論理式の基本ルールは以下のとおりです。必ず覚えてください。

- 演算子「LIKE」は「=」とはほぼ同じ働きをするマッチング演算子
- フィールド名は「''」で囲む
- フィールド値（文字列）は「」で囲む
- ワイルドカードは「%」

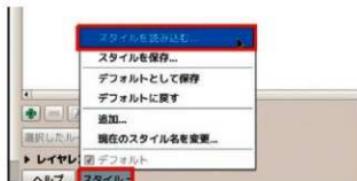
#### 論理式の例

1. 「type」フィールドの「trunk」を検索  
"type" LIKE 'trunk'
2. 「type」フィールドの「tru~」を検索  
"type" LIKE 'tru%'
3. 「type」フィールドの「trunk」と「primary」を検索  
"type" LIKE 'trunk' OR "type" LIKE 'primary'
4. 「type」フィールドが「trunk」で「name」フィールドに「函館」を含むものを検索  
"type" LIKE 'trunk' AND "name"LIKE '%函館%'

#### 4.9 スタイルのロード

あらかじめ作成した論理式や描画条件を保存して読み込むことができます<sup>⑥)</sup>。

1. vector\_roads\_utm54をダブルクリック
2. スタイル：スタイルを読み込む

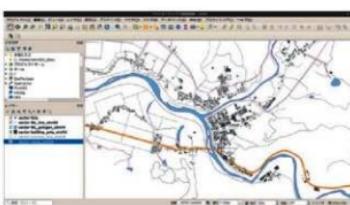


スタイルをロード→ファイルから→ファイル



1. Data フォルダ→stylefile フォルダにある次のいずれかを選択
  - OSM 道路 Google 風.qml
  - OSM 道路 Mapnik 風.qml
  - OSM 道路まち探検用.qml

#### 2. スタイルをロード

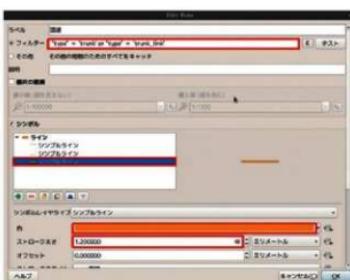


#### 4.10 どうやって描画しているか

1. 論理式をつかって「type」が「trunk」と「trunk\_link」を選択
2. 選択された地物に色や線種を指定

国道を選択――

“type” = ‘trunk’ or “type” = ‘trunk\_link’



細い線2本のうち1本はプラス側（ここでは0.8mm）にオフセット（ずらす）させる。

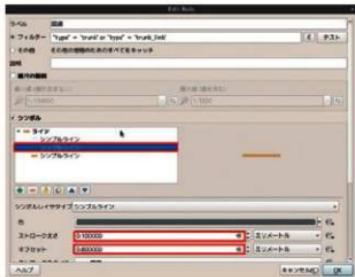


図4.22

もう一本の細い線はマイナス側（-0.8mm）にオフセットを設定させる。

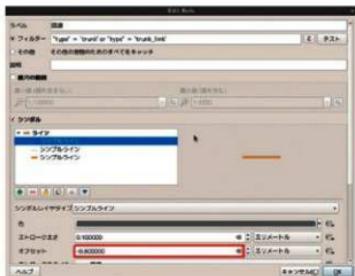


図4.23

#### 4.11 等高線のスタイル設定

1. vector\_contour\_utm54 をダブルクリック
2. スタイル→スタイルを読み込む



図4.24

基盤地図等高線10m v220.qmlを選択



図4.25

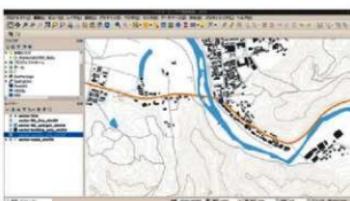


図4.26 スタイル設定された等高線

#### 4.12 ラベルをつける

ベクタデータにラベルをつきます。

1. vector\_Site をダブルクリック
2. レイヤプロパティ→ラベル



図4.27

「単一のラベル」を選択



図4.28

ラベル→sitename



図4.29

道跡名のラベルが付される。



図4.30

#### 4.13 フォントサイズと色の変更

1. レイヤプロパティ→ラベル→テキスト
2. 大きさ : 7.0 (ポイント)
3. 色:任意 (ここでは緑)

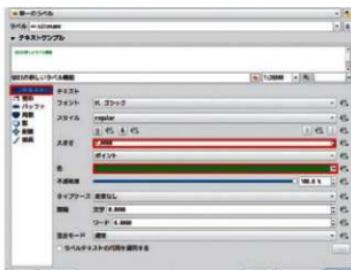


図4.31

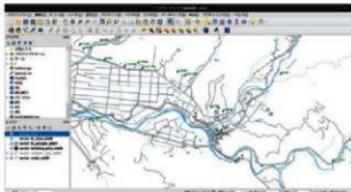


図4.32 フポイントで緑色のラベル

#### 4.14 バッファと配置

1. レイヤプロパティ→ラベル→バッファ
2. 大きさ : 1.0
3. 色:任意 (ここでは薄めの緑)



図4.33

1. ラベル→影
2. 「ドロップシャドウを描画する」にチェック
3. オフセット: 1.0
4. ぼかし半径: 1.5



図4.34

1. ラベル→配置
2. 「カルトグラフィック」にチェック
3. 距離: 3.0



図4.35

1. ラベル→描画
2. 「このレイヤーのすべてのラベルを表示する(衝突するラベルを含む)」にチェック



図4.36



図4.37 遺跡名ラベルの表示

#### 4.15 時期別に縄文遺跡を表示する

「vector\_site」データは一つのカラム（列）に複数の時期区分が入力されているので、単語単位で検索する必要があります。論理式を使用した地物の表示を行います。

レイヤプロパティ→シンボロジー→ルールに基づいた



図4.38

「フィルターなし」→「フィルター」



図4.39

1. 「フィールドと値」:「period」

2. 次の論理式で「period」列で「早期」の含まれるオブジェクトを検索

早期を抽出

“period” LIKE % 早期 %



図4.40

「シンプルマーカー」→緑色を選択



図4.41

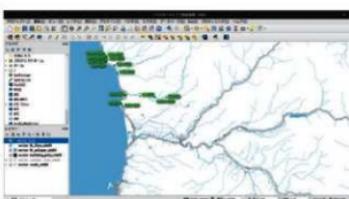


図4.42 繩文時代早期の道跡を抽出

#### 4.16 遺跡の時期ごとに色分けする

レイヤプロパティ→ソース→レイヤ名「早期」に変更



図4.43

### 「早期」右クリック→レイヤの複製

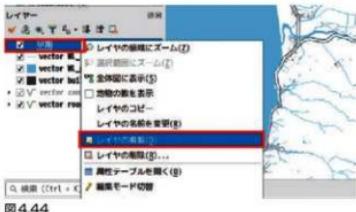


图 4.44

レイヤプロパティ→ソース→レイヤ名「中期」



图 4.45

シンポジー→「ルール行」ダブルクリック



圖4-46

1. フィルター：「period LIKE '%中期%'」
  2. シンボルレイヤタイプ：シンプルマーカー
  3. 塗りつぶし色：青（任意）

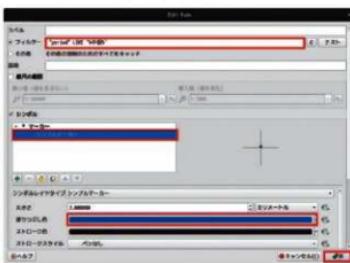


圖 4.47

ラベル→テキスト→色：青（任意）



4.48

ラベル→バッファ→色：水色（任意）

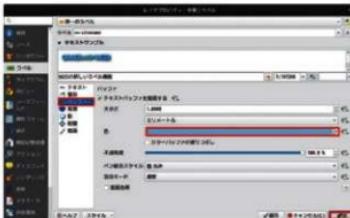


图 4.49

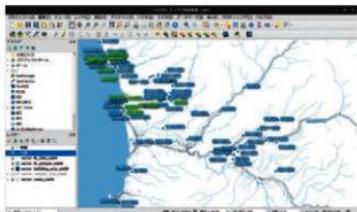


図4.50 中期に水色で描画

以下、同様に前期、後期、晩期について塗り分けた遺跡分布図を作成してください。完成イメージは下記のような雰囲気です。

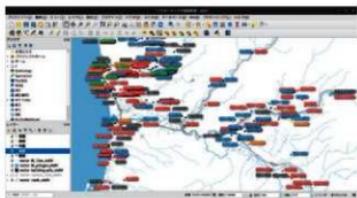


図4.51 時期ごとに塗り分けた遺跡分布図

## 5. QGISで地図印刷

### 5.1 この時間に覚えること

QGISは印刷原稿を作成するための「レイアウト」という機能が用意されており、高品質な印刷原稿を作成することができます。調査成果などの日常的な出図にも役に立つ「レイアウト」機能を使った版組を実習します。

### 5.2 練習問題

下図のようなベクタとラスターが混在する地図を作成してください。前の時間に作成したベクタ地図と「ラスター地図」で覚えた手法を組み合わせて作成します。

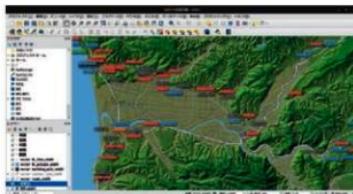


図5.1

### 5.3 「地図テーマ」を設定する

「地図テーマ」とは表示するレイヤの組み合わせを記憶させる機能です。この機能を使うことで、一枚の印刷原稿の中に「白地図」、「標高図」、「遺跡分布図」などの異なる主題の地図を混在させることができます。

地図テーマの管理 (目のアイコン) → テーマの追加



図5.2

テーマ名の入力求められるので「すべてのデータ」と入力



図5.3

地図テーマの管理に「すべてのデータ」が表示さ

れている。レイヤの表示・非表示の組み合わせを変更しても、地図テーマを選択するともとに戻すことができる。

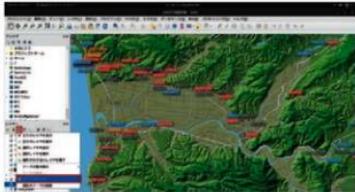


図5.4

#### 5.4 時代ごとに地図テーマを設定する

「早期」の遺跡だけを選択する（他の時期のチェックを外す）。



図5.5

1. 地図テーマの管理（目のアイコン）
2. テーマの追加
3. テーマ名「早期」
4. 同様に時期ごとにテーマを設定する。



図5.6



図5.7

#### 5.5 印刷原稿のための「レイアウト」機能

QGISでは印刷原稿作成に特化したブラウザ（「レイアウト」）が用意されています。「レイアウト」では複数の地図やスケール、方位記号、テキスト、凡例などを付け加えることができます。

プロジェクト→レイアウトマネージャ

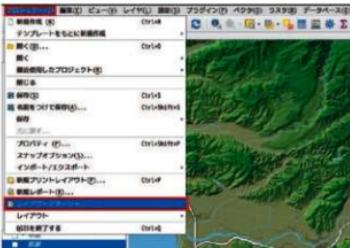


図5.8

作成をクリック



図5.9

タイトル：遺跡分布図

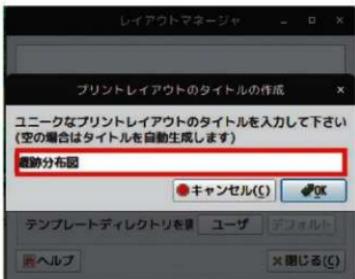


図5.10

印刷用のフォーマットが開く。A4 横がデフォルトなので縦にします。

レイアウト→ページの追加



図5.11

ページの挿入→方向：縦



図5.12

1. 横型のページを削除する。
2. 右クリック→ページを削除

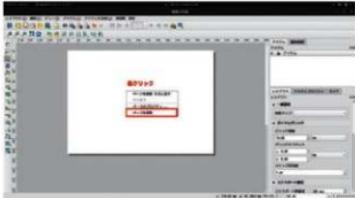


図5.13

## 5.6 地図を追加する

地図をはじめとしたアイテムはドラッグで追加します。サイズは後から調整できます。イラストレーターのような自由度はありませんが、ワードやエクセルでの作図より、はるかに融通がききます。

「地図を追加」アイコンをクリック



図5.14

ドラッグして地図描画領域を設定



図5.15

## 5.7 地図を調整する

1. アイテムプロパティを開く
2. 縮尺 : 400.000
3. レイヤ : 「地図テーマに従う」にチェック
4. 「すべてのデータ」テーマを選択



図5.16

地図の大きさや位置を変更するのは「アイテム選択/移動ツール」

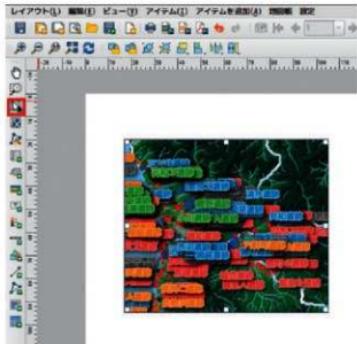


図5.17 地図のサイズ変更

地図の画角を変更するのは「コンテンツ移動ツール」

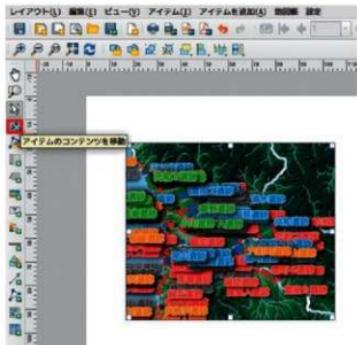


図5.18 地図の画角変更

「アイテム選択/移動ツール」を選択した状態で右クリックして地図をコピーペーストする。



図5.19

コピーした地図を選択した状態で、アイテムプロパティ→レイヤー→地図テーマに従う：「早期」

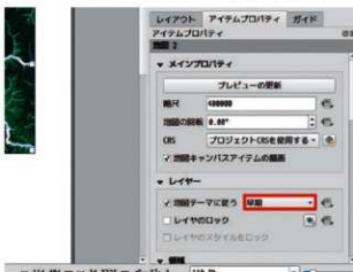


図5.20

以上の作業を繰り返して、中期、後期、晩期の遺跡分布図を作成する。



図5.21

## 5.8 凡例を追加する

「凡例を追加する」を選択

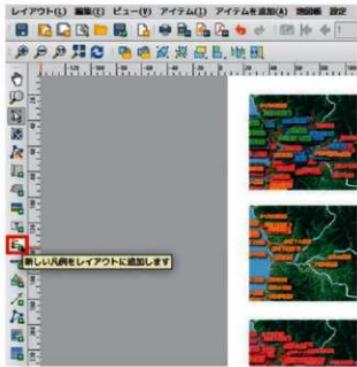


図5.22

すべてのレイヤを含んだ凡例が output されます。

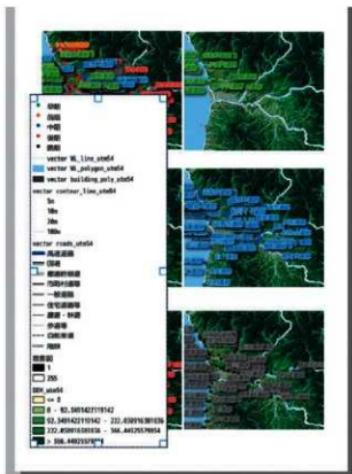


図5.23

アイテムプロパティ → 自動更新：チェック外す、  
不要な凡例アイテム選択 → 「-」ボタンクリック

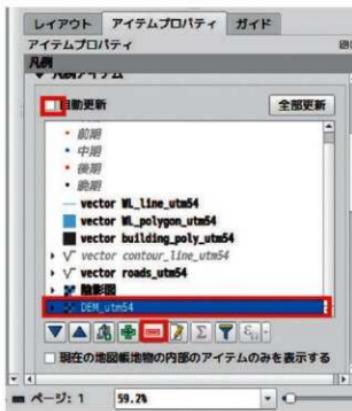


図5.24

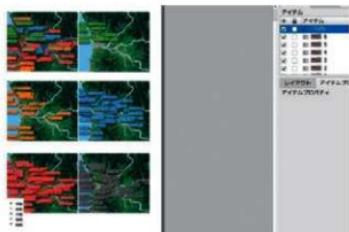


図5.25 時期別の遺跡凡例

凡例が縦長なので横長にする。

アイテムプロパティ→列→カウント: 3



図5.26

## 5.9 スケールを追加する

スケールバーアイコンをクリック



図5.27

**地図** スケールを付与する地図を選択する。この場

合同じ縮尺なのでどれでも良い。異なるスケールの地図が混在した場合は地図ごとにスケールを設定できる。

**スタイル** デフォルトのシングルボックス以外にも複数の体裁が選択できる。ここでは「ダブルボックス」を選択

**スケールバーの単位** 「km」と「m」のほかフィートなどを選べる。

**ラベル単位の乗数** ラベル標記数字を

**単位のラベル** 「スケールバーの単位」と一致する。

**線分列** スケールバーをいくつに分割するかを指定。通常「4」か「5」が無難

**固定幅** スケールバーの1単位を指定する。ここでは「5 (km)」を指定

**高さ** 「1.00mm」

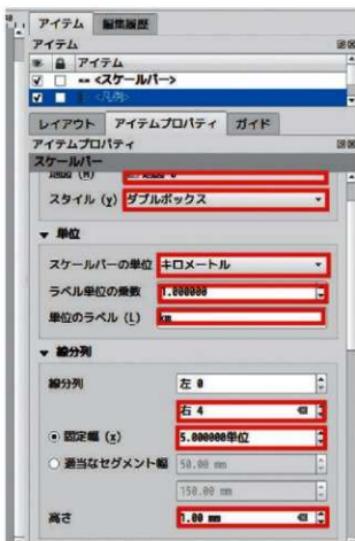


図5.28

**ボックスのマージン** スケール描画領域の設定。「0.00mm」

**ラベルのマージン** スケールとキャプションの距離。「1.00mm」

**線幅** スケールの線幅。オフセット印刷原稿なら「0.10mm」か「0.20mm」

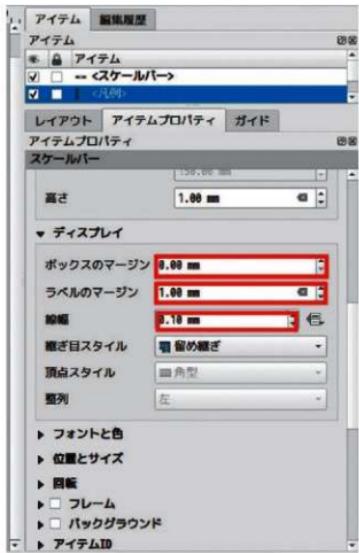


図5.29

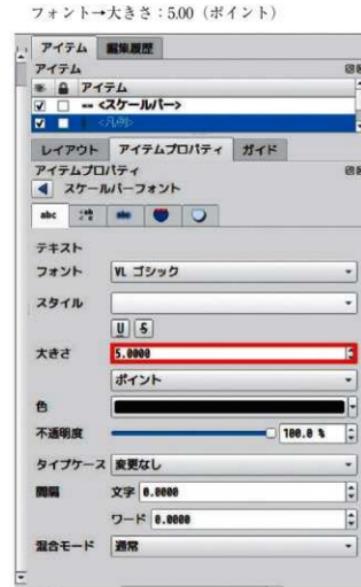


図5.30

## 5.10 テキストを追加する

「ラベルの追加」アイコンを選択

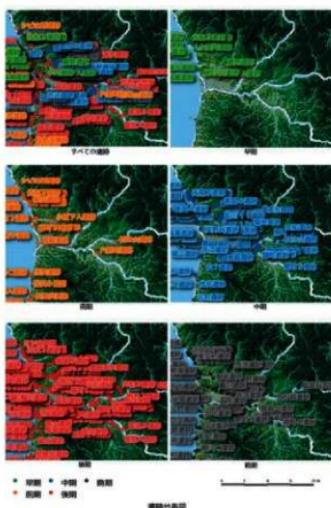


図5.31

ドラッグして描画領域を設定→メインプロパティ：テキストを記述



「早期」～「中期」、図版タイトル「遺跡分布図」を加える。



## 5.11 PDFに出力する

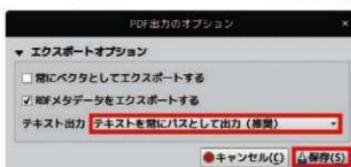
「PDF出力」アイコンをクリック



ファイル名をつけて保存



テキスト出力：「テキストをパスとして出力（推奨）」



## 5.12 高度な機能の紹介

以下は「レイアウト」が提供する機能の一部です。

### 5.12.1 ラベルの自動表示

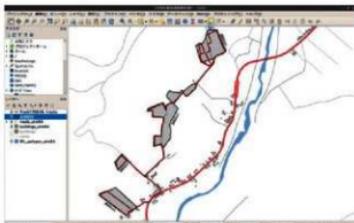


図5.38 データベースから引用したラベルの表示

### 5.12.2 複数の地図を自動的に生成する

調査地点が複数ある場合では同じ体裁の地図を地點を変えて何枚も出することができます。地図帳機能を使うと複数の地点の地図を一括で作成することができます。また、図表名などはデータベースの値から引用することができるので、GISのデータベース機能を効率的に利用することができます。

1. 地図帳→地図帳の設定
2. 「地図帳」タブ
3. 「地図帳を作成する」をクリック
4. 被覆レイヤ：協議範囲
5. 地図を選択
6. アイテムプロパティ：地図帳による制御
7. 地物周りの余白：100%

「被覆レイヤ」で自動生成する地図を決めます。

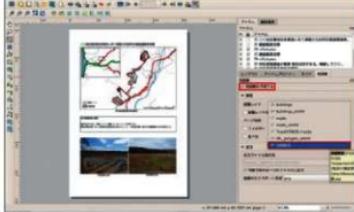


図5.39

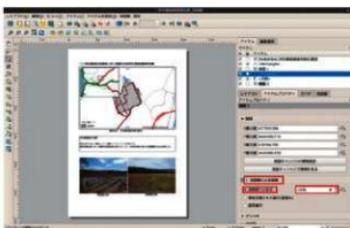


図5.40 印刷領域の自動設定

### 5.12.3 テキストをデータベースから自動的に引用する

テキストボックスの中に以下のように入力すると「被覆レイヤ」で選択したレイヤの「地点名」フィールドの値が自動的に表示される。

[%地点名%] 所在確認調査実施位置図

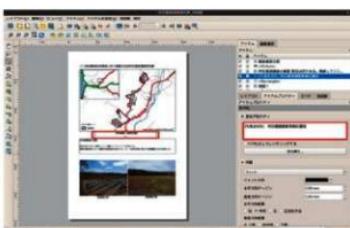


図5.41

### 5.12.4 複数の地図をまとめてPDF出力

1. 「地図帳」→「地図帳のプレビュー」
2. 「地図帳のエクスポート」→「PDFとしてエクスポート」

複数地点の所在確認調査報告書が一括 PDF 出力されました。



図 6.42

## 6. コスト距離とコストパス解析

### 6.1 この時間に覚えること

「コストパス解析」とは、A 地点から B 地点へ移動するための最短経路を算出する手法です。標高ラスターとフリクションラスター<sup>7)</sup>を指定して A 地点を出発点としたコストラスター（歩きづらさのラスター）を算出します。

分析の前処理ではベクターデータのラスタ化など、高度な分析に必須の技術を学びます。

### 6.2 考え方

フリクションコストの設定がこの分析方法の要点です。過去の土地被覆がわからばよいのですが、そのようなデータはないため、土地被覆を「水域」と「それ以外」に区分し、水域のフリクションコストを大きく設定します。「川を渡るのに大きなコストを要する地図」を作成します。

### 6.3 データ準備

vector.gpkg に格納されているベクターデータから「WL\_poly\_utm54」と「clip」を開きます。

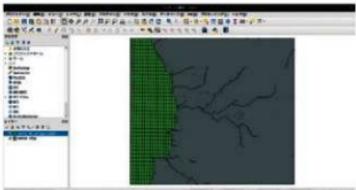


図 6.1

元データを書き換えていくため、別名で保存します。

右クリック→エクスポート→「walkcost」



図 6.2

レイヤ名：WL\_poly\_cost



図 6.3

### 6.4 フィールド計算機でコスト入力

「WL\_poly\_cost」レイヤを選択→フィールド計算機アイコンをクリック



図 6.4

- 新しいフィールドを作る：チェック
  - 出力フィールド名：cost
  - 式：100



四六五



图 6.6

属性テーブルを開く→新たに「cost」フィールドが追加されている。

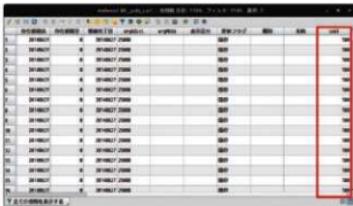


圖 6.7

clip レイヤも同様に cost を設定する。

1. エクスポート → walkcost.gpkg → レイヤ名: clip\_cost
  2. フィールド計算機を開く
  3. 出力フィールド名: cost
  4. 式: 1

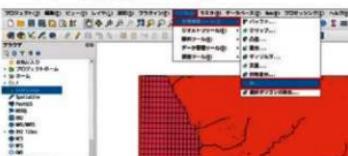
5. 編集モード切替アイコンクリックして保存



図6.8 CostマイルドE1を入力

## 6.5 河川ベクタとClipベクタを結合する

ベクタ→空間演算ツール→和



169

1. 入力レイヤ: Wl\_poly\_utm54
  2. オーバーレイレイヤ: clip\_cost



■ 6.10

2つのレイヤが融合した新しいレイヤが作成される。河川の部分ではcostフィールドに100が入力されている。cost\_2フィールドはclip\_costレイヤに由来するフィールドで、1が入力されている。



図6.11 河川領域のcostフィールド

河川以外の部分では cost フィールドには Null 値が入力されている。



図6.12 非河川領域のcostフィールド



圖 6.13

## 6.6 フリクションコストフィールドを作成する

河川ベクタ由来の「cost」フィールドとクリップベクタ由来の「cost\_2」フィールドがあるので、これらを結合して新たなフィールド（cost\_combine）作成します。



図6.14 結合するcostフィールドとcost\_2フィールド

-河川領域と非河川領域の値を結合-

```
    WHEN "cost" = 100  
        THEN "cost"  
        else "cost_2"  
END
```



■ 6.15

河川領域に「100」、河川以外の領域に「1」が入力された「cost\_combine」フィールドが作成されます。



圖 6.16

## 6.7 コストベクタをラスタ化する

ラスター変換→ラスタ化（ラスターのベクタ化）

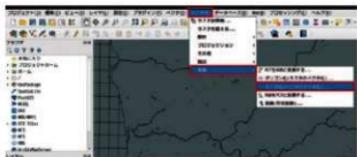


図6.17

1. 入力レイヤ: walkcost\_combine
2. パーンイン値に使用するフィールド: cost\_combine
3. 出力ラスターサイズの単位: 地理参照された単位
4. 幅/水平方向の解像度: 10.00
5. 高さ/垂直方向の解像度: 10.00
6. 出力領域: ボタンクリック

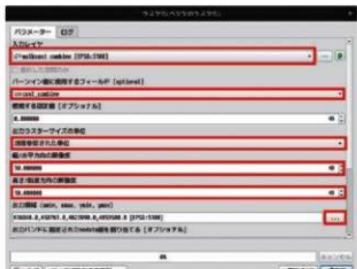


図6.18

出力領域:「レイヤの領域を使う」を選択

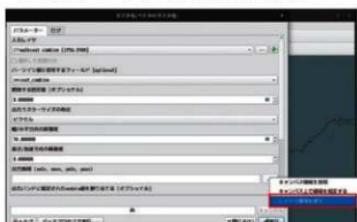


図6.19



図6.20

河川が「100」、それ以外が「1」のフリクションラスターが作成される。

レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「friction.tif」

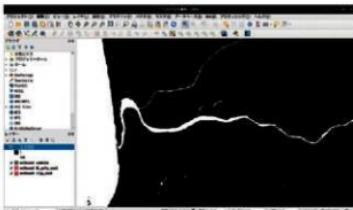


図6.21 フリクションラスター

## 6.8 プロセッシング機能を使う

プロセッシング機能は他の GIS ソフトウェアの機能を利用するものです。もともと、QGIS にはオリジナルの処理機能や解析機能は装備されておらず、基本的な機能は GDAL や OGR という外部のライブラリを利用しています。プロセッシング機能は GRASS GIS や SAGA GIS、R など外部の GIS ソフトウェアへのデータ受け渡しを行い、QGIS 単体ではできない高度な解析をあたかも QGIS 上で行っているかのように処理します。

## 6.9 プロセッシング機能を有効化する

プロセッシング機能を使うためには使用するソフトウェアを有効にする必要があります。

1. 「プロセッシング」→「ツールボックス」
2. 「オプション」をクリック
3. 「プロバイダ」→「GRASS」→「有効化」にチェック

## 6.10 前準備

1. Data/raster/DEM\_utm54 を開く。
2. レイヤを複製して一つを陰影図にする。
3. 乗算で重ねて下記のような図を作成する。

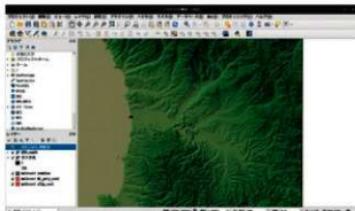


図 6.22

スタート地点のポイントを作成する。

レイヤ→レイヤの作成→新規 Geopackage レイヤ作成



図 6.23

1. データベース：walkcost.gpkg
2. テーブル名：start
3. ジオメトリタイプ：ポイント
4. CRS : JGD2000/UTMzone54



図 6.24



図 6.25

1. 鉛筆アイコンと新規ポイント作成アイコンをクリック
2. 新規ポイントを作成。

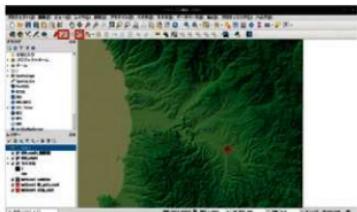


図6.26

### 6.11 コスト距離地図

プロセッシング→ツールボックス



図6.27

「GRASS」を選択



図6.28

GRASS → raster → r.walk.point

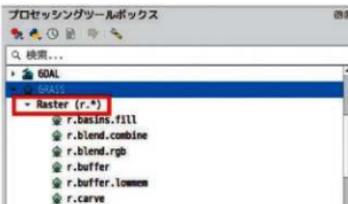


図6.29

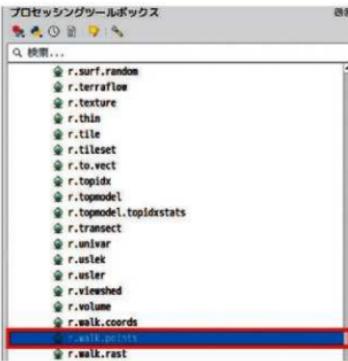


図6.30

1. Name of input elevation raster map : DEM\_utm54
2. input raster map containing friction costs : ラスタ化(コスト地図)
3. start point : start<sup>(1)</sup>
4. Cumulative cost と Movement Directionsにチェック



図6.31

以下のような図が作成できれば成功なので、保存します。

1. レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「walkcost.tif」
2. レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「movement\_directions.tif」

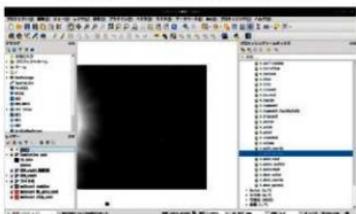


図6.32 walkcost.tif

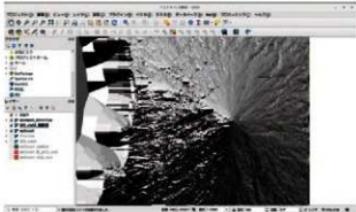


図6.33 movement directions.tif

1. 海域が移動コストを押し上げているので、最大値を30000程度に引き下げる。

2. 適当な色の設定を行う。

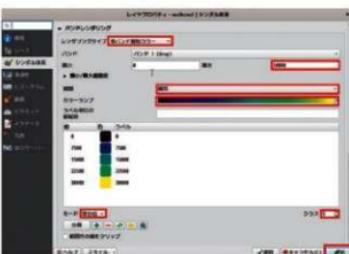


図6.34

出発点を中心に同心円状に累積コストが表示されます。

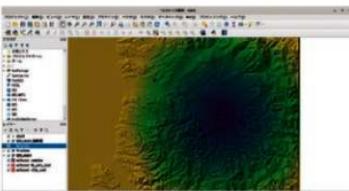


図6.35 累積コスト距離ラスター

広域ではスタート地点から同心円状に累積コストが生じているよう見えるが、拡大すると地形や河川に影響されて移動コストに細かい変化があることがわかります。



図6.36 累積コスト距離ラスター（拡大）

## 6.12 コストバス

プロセッシングツール→r.drain

1. Elevation : walkcost
2. movement direction map : move- ment\_ direction
3. Mapcoordinate of starting point : 427460, 4635080
4. 「Drain」にチェック

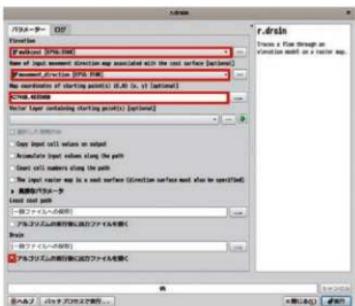


図6.37

蝦夷地の港町として知られる江差から、松前藩が明治元年に築城した館城までの最適コストバス。

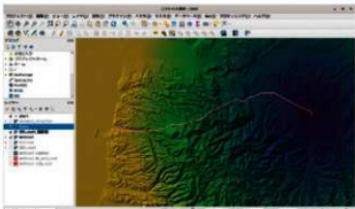


図6.38

## 6.13 r.walkコマンドによる課題

解析結果はフリクションラスターの設定に大きく影響されます。フリクションラスターは土地被覆（土地利用図や土地分類図）ラスターを指定するのが一般的ですが、過去の環境を示す土地被覆図の作成は多くの場合困難です。今回は水域に高負荷のフリクションを割り当てる地図を利用しました。

## 7. QGISで遺跡立地分析

### 7.1 この時間に覚えること

引き続きプロセッシング機能を利用してGRASS GISの分析機能を使用します。GRASS GISの豊富な機能を用いて傾斜角度や傾斜方位、日射量の算出を行います。

ベクタデータである河川データをラスタデータに変換し、河川からの距離を示すラスタ地図を作成します。また、斜面方位は0～360の連続量となっています。連続量のデータを離散量のデータ（「東」「西」「南」「北」）に変換します。2つの操作を通じてベクタからラスタへ、連続量から離散量へのデータ変換を学びます。

以上のようにして取得した地形データから遺跡の立地条件を検討するための模擬的な遺跡予測地図を作成します。

- 標高データから新たな地形指標を作成する
- プロセッシング機能を使った他のGISソフト機能の利用
- ラインベクタから距離ラスターの作成
- ラスター計算による遺跡予測地図の作成

### 7.2 データを開く

1. Data→raster→DEM\_utm54.tif
2. Data→vector→vector.gpkg→Site

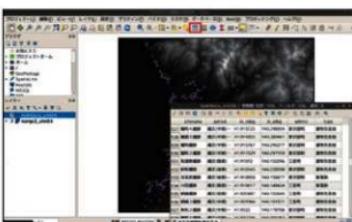


図7.1

### 7.3 傾斜角度と傾斜方位を算出する

GRASS GISの「r.slope.aspect」コマンドを使って傾斜角度と傾斜方位を算出します。

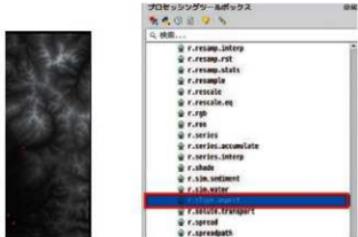


図 7.2

1. 「GRASS」 → 「Raster」 → 「r.slope.aspect」
2. 「Elevation」: 「DEM\_utm54」
3. 「Slope」と「Aspect」のチェックボックスに  
チェック

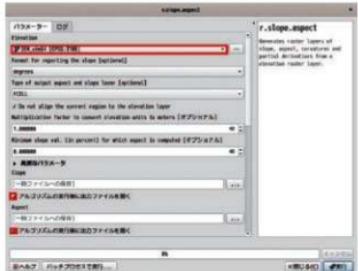


図 7.3

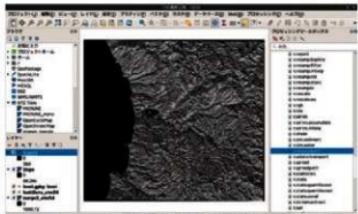


図 7.4 傾斜方位ラスター

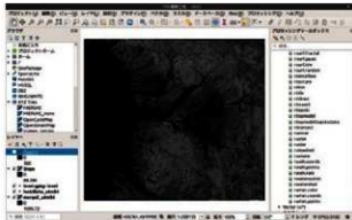


図 7.5 傾斜角度ラスター

#### 7.4 GRASS GIS の傾斜方位の注意点

GRASS GIS の傾斜方位は東が原点であること、角度は半時計回りであることに注意してください。

- 原点は東
- 角度は半時計回り
- 東向きの斜面が 0 度、北向きの斜面は 90 度、西は 180 度、南は 270 度

|      |       |       |       |      |
|------|-------|-------|-------|------|
| Null | Null  | Null  | Null  | Null |
| Null | 135.0 | 90.0  | 45.0  | Null |
| Null | 180.0 | 0.0   | 225.0 | Null |
| Null | 225.0 | 135.0 | 90.0  | Null |
| Null | Null  | Null  | Null  | Null |

Aspect (degree) from example DEM

図 7.6 傾斜角度ラスター

#### 7.5 日射量を算出する

GRASS GIS の「r.sun.insoltime」コマンドを使用します。

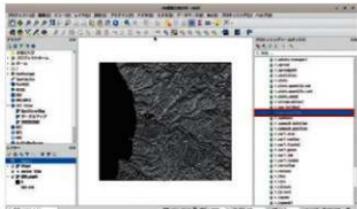


図7.7

1. 「Elevation layer」→「DEM\_utm54」
2. 「Aspect layer」→「Aspect」
3. 「A single value...」→「270」(傾斜方位の「南」の値を指定)
4. 「Name of the input slope raster map」→「Slope」



図7.8

1. 「No. of day of the year」(1月1日を基点にした日数)→「173」(夏至の頃を指定)
2. 「Irradiance/irradiation rastermap [wh.m-2.day-1]」にチェック



図7.9

ただし、実行すると40分くらいかかります。



図7.10

事前に用意しておいたデータを開いてください。  
Data→raster→Irradiance.tif

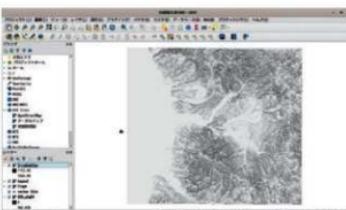


図7.11

## 7.6 河川データのラスタ化

遺跡の立地に関係しそうな要素として河川からの距離が考えられます。河川からの距離をラスター地図化してから距離地図を作成します。ラスター化するメリットは遺跡データの増減があっても対応が容易であることやラスター計算を行う上で有利となるからです。

Data→vector→vector.gpkg→WL\_line\_utm54を開きます。

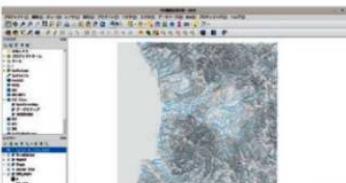


図7.12 河川ベクタ

「ラスター」→「変換」→「ベクタ化（ラスターのベクタ化）」

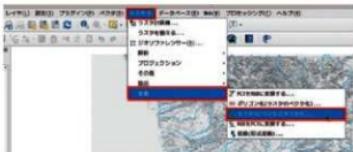


図 7.13

1. 「入力レイヤ」→Vector WL line utm54
2. 「A fixed value to burn」（データのあるところに入力する値）→1.0
3. 「出力ラスター サイズの単位」→「Georeferenced units」（投影系上の単位ここではm）
4. 「幅/水平方向の解像度」→10
5. 「出力領域」（ラスター化する領域の端点を入力）→417000.0,459000.0,4621000.0,4659500.0
6. 「出力バンドに指定されたnodata 値を割り当てる」（データのないところに入力する値）→0



図 7.14

河川の領域が1、それ以外の領域に0が入力されたラスターデータが作成されます。

「エクスポート」→「名前をつけて保存」→「WL.tif」



図 7.15

## 7.7 河川ラスターを距離ラスターに変換

ラスター化された河川データは2値データです。この2値ラスターを距離ラスターに変換します。

「ラスター」→「解析」→「Proximity」



図 7.16

1. 「ラスター」→「解析」→「Proximity」
2. 「入力レイヤ」→「WL」（ラスター化した河川データ）
3. 「距離単位」→「ジオリファレンス座標」（実際の距離）

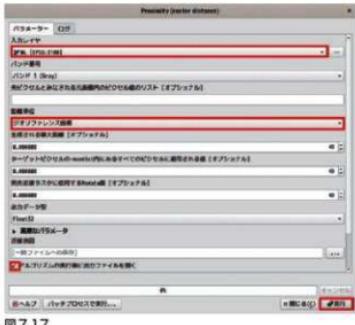


図 7.17

河川からの距離を示すラスター地図が生成されます。  
「エクスポート」→「名前をつけて保存」→「WL\_buffer.tif」



図 7.18

## 7.8 傾斜方位をカテゴリ化する

先に作成した傾斜方位 (Aspect.tif) は南をゼロとして、半時計回りに 360 を最大値とする連続量です。このままでは扱いにくいので離散量に変換します。カテゴリは「北」、「東」、「南」、「西」の 4 区分とします。

「ラスター」→「ラスター計算機」

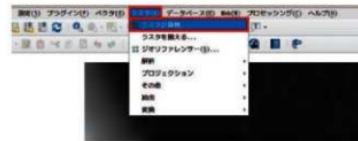


図 7.19

1. 「出力レイヤ」→Aspect\_reclass.tif
2. 「出力形式」→Geotiff
3. 「選択レイヤの領域」をクリック (Aspect レイヤを選択しておく)



図 7.20

ラスター計算機により、東が 0 で半時計回りに増加するラスター地図を、東に「10」、北に「20」、西に「30」、南に「40」が代入された離散的なラスター地図を作成します。

以下の計算式で方位に対応した 2 衔の整数値を出力します。

### 連続量方位ラスターを離散量に変換

```
"Aspect@1">0)*  
    ("Aspect@1"<=45)*10+  
("Aspect@1">45)*  
    ("Aspect@1"<=135)*20+  
("Aspect@1">135)*  
    ("Aspect@1"<=225)*30+  
("Aspect@1">225)*  
    ("Aspect@1"<=315)*40+  
("Aspect@1">315)*10
```

1. "Aspect@1"=Aspect レイヤのバンド1を意味します。
  2. "Aspect@1">0=真(0より大きい)なら計算機は「1」を返し、偽なら「0」を返します。
  3. ("Aspect@1<0") \* ("Aspect@1"<=45) =0より大きく45以下の値は「1」を、それ以外はすべて0が返されます。
  4. ("Aspect@1<0") \* ("Aspect@1"<=45)\*10=「0以上45以下」という条件を満たすピクセルには「10」が代入されます。
  5. 同様に45~135(北)では20が代入され、135~225(西)では30が代入され、225~315(南)では40が代入され、315~(東)は10が代入されます。
  6. 計算機が「1」を返す項は一つしかないので、全部の項を足し合わせると真となる項の数字だけが該当するピクセルに代入されます。
- Data/Rule/Aspect\_Reclass.txt に上記の計算式がありますのでコピー・ペーストで使用してください。
- 以上の計算を実行すると次のようなカテゴリカルなラスターデータが生成されます。

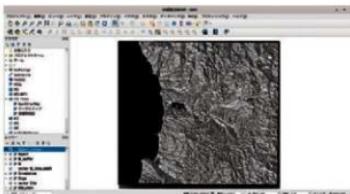


図7.21 カテゴリ化された傾斜方位ラスター

### 7.9 遺跡立地

ここまででの作業で遺跡立地に影響を与えると考えられる地形指標が出揃いました。ここからは、これらの指標を用いて遺跡の立地可能性を示す地図を作成します。

ここでは、あくまでも「主観的」に地形指標と遺跡の立地の可能性について係数を算出します。例えば遺跡は「南向きの緩傾斜」に立地すると考えます。この場合、「Aspect\_reclass.tif」が40(南向き)なら100点、10(東向き)なら80点、30(西向き)なら70点、20(北向き)なら50点というように係数を決めていきます。遺跡立地の可能性が高いと思われる指標には大きな係数を割り当てることで、地形指標をもとに遺跡立地地図を作成することができます。ラスター計算機を用いて遺跡立地地図を作成する前に各地形指標の評価にかかる計算式について解説します。

### 7.10 標高

標高は高すぎても暮らしにくいでしょうが、低すぎても湿地のような地形で暮らしにくいくと考えられます。したがって、5m以下で配点が低くなるとともに、5mを超えると標高が高くなるにつれて配点が低くなるように設定します。

#### 標高の評価式

```
("DEM_utm54@1"<5)*  
    ("DEM_utm54@1"*10)+  
("DEM_utm54@1">>=5)*  
    (500/"DEM_utm54@1")
```

1. ("DEM\_utm54@1"<5)

最初の括弧は標高が5m未満のグリッドは1を、それ以外は0を返します。

2. ("DEM\_utm54@1"<5)\*("DEM\_utm54@1">10)  
2番目の括弧は標高に10を乗じています。もし、最初の括弧が1なら標高4mの地点は「1\*4\*10」で40が出来られます。同様に、標高1mなら10が出来られます。
3. ("DEM\_utm54@1">=5)  
2行目の最初の括弧は標高が5m以上のグリッドは1を、それ以外は0を返します。
4. ("DEM\_utm54@1">=5)\*(500/"DEM\_utm54@1")  
2番目の括弧は500を標高で割っています。標高5mで最高点の100点が出力され、標高500mでは1が出力されます。
5. 1行目と2行目の式を+でつなぐことで標高5m未満は標高が高いほど得点、標高5m以上は標高が低いほど得点が出来ます。

## 7.11 傾斜

傾斜はなるべく緩い方が集落の形成には寄与しそうです。傾斜0を100点とし、傾斜が増すごとに点数が漸減するようにします。また、45度を超えると集落の形成は不可能と判断し、配点を0とします。

### 傾斜の評価式

```
("Slope@1>45)*0+
("Slope@1<=45)*
(100-"Slope@1"/45*100)
```

1. 第1行は傾斜が45を超えるときの処理で、「("Slope@1>45)\*0=」となります。
2. 第2行は傾斜が45度以下の場合の処理です。
  - ・傾斜が0度のときは「100-0/45\*100=100」となります。
  - ・傾斜が45度のときは「100-45/45\*100=0」となります。
  - ・傾斜が30度のときは「100-30/45\*100=33.33」

## 7.12 日射量

日射量は多いほうが集落形成に有利そうであると判断します。最小値が0、最大値が100になるように

計算式を工夫します。下記の式でデータを標準化します。

|      |         |
|------|---------|
| 平均値  | 7067.65 |
| 標準偏差 | 689.64  |

$$\frac{10 * (x - \text{平均値})}{\text{標準偏差}} + 50 \quad (7.1)$$

ラスター計算機による計算式は次のとおりです。

### 日射量の評価式

```
10*("Irradiation@1"-7067.65)/
689.64+50
```

## 7.13 河川からの距離

河川からの距離は近いほうが遺跡立地に有利そうですが、あまりにも河川に近いところは不適切でしょう。河川から100mを最高得点とし、近くても遠くとも点数が下がるように配点します。

### 河川からの距離評価式

```
("WL_buffer@1"<50)*
("WL_buffer@1"/50+100)+
("WL_buffer@1">=50)*
(50/"WL_buffer@1"*100)
```

1. 最初の項は河川からの距離が50m未満の場合です。
2. ("WL\_buffer@1"/50+100)は河川からの距離を分子にとっていますので、河川に近づくにつれて配点が下がります。
3. 2番目の項は河川からの距離が50m以上の場合です。
4. (50/"WL\_buffer@1"\*100)は河川からの距離を分母にとっていますので、河川から遠ざかるにつれて配点が下がります。

## 7.14 傾斜方位

傾斜方位は南向きの斜面で得点、ついで東向き、西向き、北向きを最低得点に配点します。南を最高得点の100に、北を最低得点の50に配点してい

ます。

#### 傾斜方位の評価式

```
("Aspect_reclass@1"=40)*100+
("Aspect_reclass@1"=10)*80+
("Aspect_reclass@1"=30)*70+
("Aspect_reclass@1"=20)*50
```

1. ("Aspect\_reclass@1"=40)\*100

傾斜方位が40（北）の場合に100点を与えてい  
ます。

2. ("Aspect\_reclass@1"=10)\*80

傾斜方位が10（東）の場合に80点を与えてい  
ます。

3. ("Aspect\_reclass@1"=30)\*70

傾斜方位が30（西）の場合に70点を与えてい  
ます。

4. ("Aspect\_reclass@1"=20)\*50

傾斜方位が20（北）の場合に50点を与えてい  
ます。

#### 7.15 すべての計算式

これまで解説してきた各地形指標をもとにした遺  
跡立地評価を「+」でつなぎ、次のような計算式と  
します。

Data/Rule/Predictive\_calc.txt に計算式があり  
ますので、コピー・ペーストしてください。

#### 遺跡立地の評価式

##### # 標高

```
("DEM_utm54@1"<5)*
("DEM_utm54@1"*10)+
("DEM_utm54@1">5)*
(500/"DEM_utm54@1")+
```

##### # 傾斜

```
("Slope@1>45)*0+
("Slope@1<=45)*
(100-"Slope@1"/45*100)+
```

##### # 日射量

```
10*("Irradiation@1"
-7067.65)/689.64+50+
```

##### # 河川からの距離

```
("WL_buffer@1"<50)*
("WL_buffer@1"/50*100)+
("WL_buffer@1">=50)*
(50/"WL_buffer@1"*100)+
```

##### # 傾斜方位

```
("Aspect_reclass@1"=40)*100+
("Aspect_reclass@1"=10)*80+
("Aspect_reclass@1"=30)*70+
("Aspect_reclass@1"=20)*50
```

#### 7.16 ラスタ計算機で遺跡立地ラスタを生成

1. 「ラスター」 → 「ラスタ計算機」
2. 「出力レイヤ」 → 「Predictive.tif」
3. 「ラスター計算式」 → Data/Rule/Predictive\_calc.  
txt の計算式をコピー・ペースト



図 7.22

遺跡立地可能性を示すラスター地図が生成されます。実際に遺跡予測地図を作成する場合には、それぞれの地形指標と遺跡立地の関係について実証的な評価を行う必要があります。あるいは、何らかの統計モデルへの当てはめた上で、各地形指標の係数について「あてはまりの良さ」を評価します。

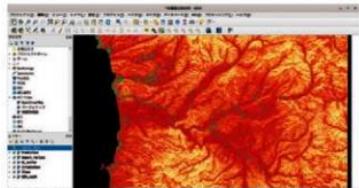


図 7.23 遺跡立地評価ラスター

## 8. 遺跡景観の分析～可視領域を調べる～

### 8.1 この時間に覚えること

プロセッシング機能から GRASS GIS を利用して可視領域を分析します。

- 標高データから可視領域ラスターを作成する。
- 可視領域ラスターをベクタポリゴンに変換する。

### 8.2 データを開く

Data → raster → DEM\_utm54.tif

Data → vector → vector.gpkg → viewpoint

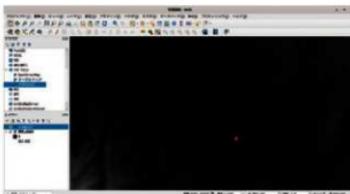


図 8.1

### 8.3 GRASS GIS の r.viewshed コマンド

プロセッシング → ツールボックス → GRASS  
→ Raster → r.viewshed

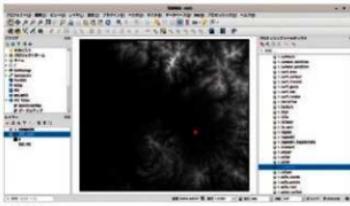


図 8.2

1. Elevation : DEM\_utm54
2. Coordinate identifying the viewing position(x,y) : 44515,4636667
3. Viewing elevation above the ground : 1.75



図 8.3

エクスポート→名前をつけて保存→「Visibility.tif」

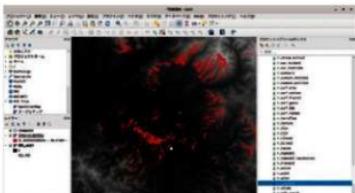


図8.4 ViewPointからの可視領域

河川の上流部にある遺跡からは、河川が作り出した平野部を一望できる一方、北側の丘陵地帯に対しても、ほとんど視界が届いていない。

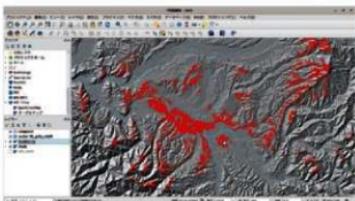


図8.5 可視領域ラスター

#### 8.4 r.viewshedで得られるラスター値

r.viewshedで得られるラスター値は、ターゲットポイントの垂線と視線の断面角となります。90以上は仰角、90以下は俯角になります。



図8.6

#### 8.5 可視領域をベクタ化する

算出した可視領域をベクタ化します。可視領域の面積や可視領域をクリップする場合、可視領域をマージする場合などにはベクタデータの方が取り扱いが容易になります。

#### 8.6 r.reclass で二値画像化する

r.viewshedで得られるラスター画像は理論上0から180までの連続量が入力されます。これを可視領域は1、不可視領域は0となるように二値画像化します。

プロセッシング→ツールボックス→GRASS  
→Raster→r.reclass

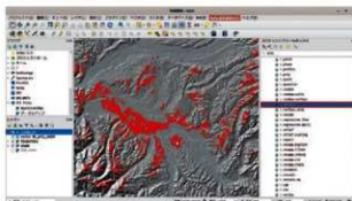


図8.7

1. Input raster layer : Visibility
2. Reclass rule text(if rule file not used) : 下記の式を適用

##### ラスターの細分類 -

```
0 thru 180 =1  
180 thru 1000 =NULL
```



図8.8

エクスポート→名前をつけて保存→  
「View\_reclass.tif」

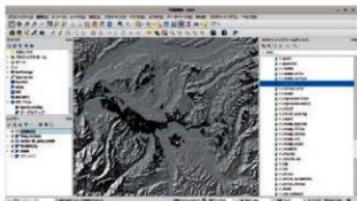


図8.9 二値画像化された可視領域ラスター

## 8.7 可視領域ラスターをベクトル化する

プロセッシング→ツールボックス→r.to.vect

1. Input raster layer : View\_reclass
2. Feature type : area



図8.10

エクスポート→地物の保存→geopackages→ファイル名「View」→レイヤ名「view\_reclass\_vect」

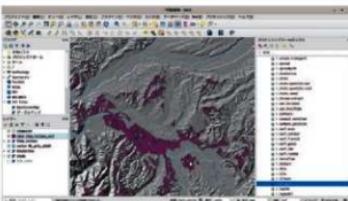


図8.11 可視領域ベクタ

## 8.8まとめ

可視領域分析は遺跡景観分析の基本となります。実際の分析では複数の遺跡の可視領域を算出し、共通の可視領域を算出することや遺跡群ごとに可視領域をマージしてその特徴を検討することなどが考えられます。いずれにせよ、可視領域を算出するだけで分析が完了することはありませんので、ベクタデータのマージやクリップなどのデータ操作技術と組み合わせて実行することとなります。これらの基礎技術の習得が重要となります。

下図は、戊辰戦争における壇塹群の可視領域を算出し、壇塹を可視領域によって「機能群」として抽出するための検討を行った成果です。



図9.12 北海道北斗市ニ斗台場断壁群の可視領域

## 9. 遺跡分布を分析する～カーネル密度推定～

### 9.1 この時間に覚えること

点分布の分析手法である「カーネル密度推定」を行います。カーネル密度推定はデータのない部分の値を推定する統計手法です。カーネル密度推定により点分布の面的な推定値を算出します。

さらに、カーネル密度推定図を用いたラスター計算により、遺跡分布の特徴を可視化します。

- ・遺跡ポイントベクタからカーネル密度ラスター地図を作成する。
- ・カーネル密度ラスターを用いた遺跡分布の特徴を可視化する。

### 9.2 データを開く

Data → vector → vector.gpkg → Site

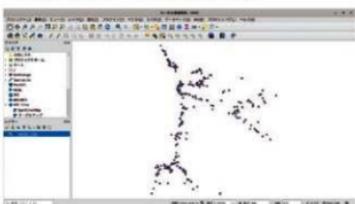


図9.1

### 9.3 ヒートマップツール

プロセッシング→ツールボックス→データ補完→ヒートマップ（カーネル密度推定）

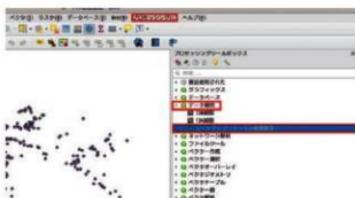


図9.2

1. ポイントレイヤ: vector Site
2. 半径: 2000
3. ピクセルサイズ: 10

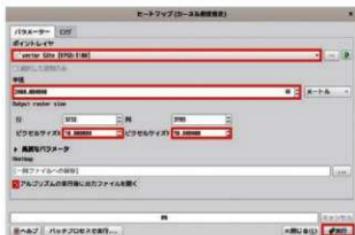


図9.3

カーネル密度推定図が出来ます。

エクスポート→名前をつけて保存→「All\_density.tif」

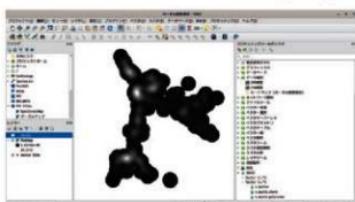


図9.4 遺跡分布のカーネル密度推定図

### 9.4 繩文時代中期のカーネル密度

縄文時代中期のカーネル密度推定図を作成し、全ての遺跡分布のカーネル密度と比較します。

## 9.5 繩文時代中期遺跡を抽出する

属性テーブルを開く→式を使った地物選択

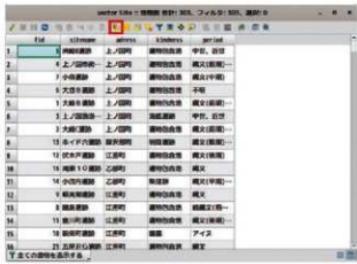


図9.5

以下の式で中期の遺跡だけを選択する。

中期遺跡の抽出

```
[label=src:shell]
"period" LIKE '%中期%'
```



図9.6

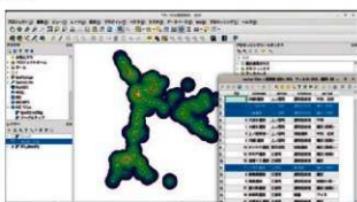


図9.7 選択された中期遺跡（着色）

エクスポート→選択地物の保存



図9.8

- 「形式」→Esri Shapefile
- 「ファイル名」→Tyukishp
- 「CRS」→EPSG3100 - JGD2000 / UTM zone 54N



図9.9

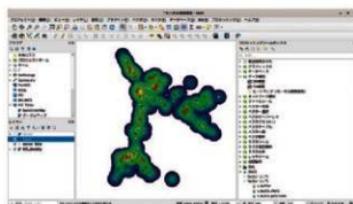


図9.10 中期遺跡のみのベクタポイント

## 9.6 中期遺跡のカーネル密度推定

プロセッシング→ツールボックス→データ補完→ヒートマップ（カーネル密度推定）

1. ポイントレイヤ: vector Site
2. 半径: 2000
3. ピクセルサイズ: 10



図9.11

エクスポート→名前をつけて保存→「Tyuki\_density.tif」

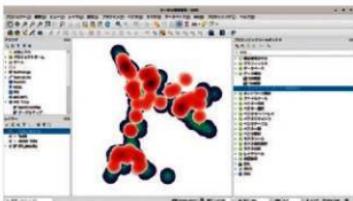


図9.12 中期遺跡のカーネル密度推定

## 9.7 中期遺跡の相対分布密度

縄文時代中期遺跡の相対的な分布密度を算出します。縄文中期のカーネル密度を遺跡全体のカーネル密度で除することで単位遺跡分布量に対する中期の遺跡分布の割合を算出します。

ラスター→ラスター計算機



1. 「ラスター計算機」→下記の計算式
2. 「出力ラスター」→Tyuki\_index.tif

相対的分布密度算出式

"Tyuki\_density@1" / "All\_density@1"



図9.14

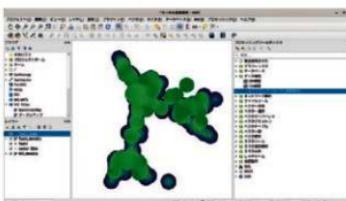


図9.15 中期遺跡の相対分布密度

## 【補註および参考文献】

- 1) 金田明大 2001「考古学研究とGIS」「考古学のためのGIS入門」古今書院 pp1-20
- 2) 世界測地系はGSR80という基準楕円体を採用した測地系。2002年施行の改正測量法により基本測量や公共測量は世界測地系に基づき測量を実施することが義務付けられました。いわゆる「新座標」です。それ以前の座標系は「日本測地系」です。
- 3) 『公共測量の手引』(国土地理院企画部測量指導課 2008.<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/tebiki/tebiki.pdf>)では文化財調査にともなう「現況把握のための空中写真撮影、レーザ測量、現況図作成など」は公共測量に該当するとされています。
- 4) 『行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準

- (報告)』(文化庁埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会2004)に基づいて
- 5) ラスターデータのメリット・デメリットとして「素早く描画できる」や「境界線を表現するには向き」などの操作的要素や視覚表現要素があげられることがあります。ベクタとラスターの選択はそのような視覚表現等を主たる要因として選ばれるわけではなく、行うべき処理を行うのかによって決まります。野生動物の出没地点や土地分類図などは通常ベクタデータで保持されますが、地形との関係を考える場合にはラスタ化して処理を行うこともあります。
  - 6) 今回使用するスタイルファイルは北海道庁喜多耕一さん作成のスタイルファイルです。
- 7) フリクションラスターとは、土地被覆による「歩きづらさ」を指標化したものです。例えば畠地や原野は1、森林は10、水域は50のように土地被覆に歩きづらさ指標を設定したラスターです。
  - 8) この方法でうまくできない場合は、「start」ベクタをshapefileにエクスポートしてから処理するとエラーが出ずに終了します。
  - 9) ここで算出した指標は、いわゆる「偏差値」です。「偏差値」は平均を50、標準偏差を10に制御した指標です。必ずしも最小値から最大値が0から100に配置されるものではありませんが、今回の目的の場合には必要とする数値を得ることができます。

# 文化財調査でのGISの利用

永恵裕和（兵庫県教育委員会）

Using GIS in the Investigation of Cultural Heritage

Nagae Hirokazu (Hyogo prefectural education board)

- ・QGIS/QGIS・分布図/Distribution map・曲率図の利用/Curvature
- ・スマートフォン/Smartphone

## 1. 文化財調査におけるGISの利用

文化財分野でのGISの利用形態として、昨年度の研修では次の2つに分類されている（森本2019）。すなわち、①基幹システムとしての電子地図の利用、②研究用の道具としての利用、である。

2つの利用形態のどちらも、当初は実際に稼働するハードウェアやソフトウェアの費用や習熟に必要な時間がかかり、たとえそれらが達成出来たとしても、解析の基礎データとなる背景データが未整備・未公開であったため、かつては一般的ではなかった。

しかし、2010年代においては、個人用PCの高機能化やインターネット環境の整備、国や地方公共団体による様々なデータの公開が進んだ結果、「考古学研究にGISを利用することが、もはや特殊ではない」という状況となっている」と評価している（森本同上）。

現在では、この状況を踏まえて、①②ともに応用可能な方法や実践が求められている。

## 2. 本講習の射程

### （1）目的はGISで図面を作ること

本稿の射程は、業務においても研究においても、誰でも使用可能なGISを使った事例の提示である。3日間の研修内容を踏まえて、文化財調査でのGISの利活用という視点で、できることを提示する。その際に留意したことは、誰もが使えるデータとソフト

で、できるかぎり習得が難しくない方法である。

受講者それぞれの職場において航空レーザー測量を実施すること、あるいはその成果から赤色立体地図を作成することは、必要な予算さえ確保できれば作成可能である。また、研究を進める上で、作業のための時間を投下することができれば、RやPython等でプログラミングし、解析を実施することも可能である。しかし、そういったリソースの投下を日々の業務とあわせて行うことは現実には難しい。なぜならば、（筆者も含めて）我々はGISを使いたいではなく、GISを使って（なにか必要な）図面を（できれば簡単に）作りたいからである。

### （2）ほしい図面は自分で作るしかない

赤色立体地図は、近年、文化財保護行政において、遺跡の地形表現として取り入れられている表現である。等高線による地形図と異なり、地形の凹凸を面として表現することに特化している。

赤色立体地図は、2012年に発表された櫻原考古学研究所による箸墓・西殿塚古墳の調査で、考古学や埋蔵文化財行政において、初めて実装された。従来の等高線を用いた図や、陰影をかけた「絵」でしか表現できなかつた微細な地形を2次元で表現することが可能となった。（櫻考研・アジア航測2012）。

この発表後、文化財調査の測量において、赤色立体地図は一種のトレンドとなり、各地の遺跡で赤色立体地図の作成が進んでいる（兵庫県内では、洲本市・淡路市・宍粟市・西宮市・姫路市等で作成され

ている)。

一定の標高値毎の水平方向の地形の輪切りを重ねた等高線図と認識結果の表現である遺構平面図に依らない地形表現や遺構表現の方法が新たに確立したことは発掘調査に先立つ予備調査の充実を促した一方で、赤色立体地図が万能ではないことにも注意が必要である。

赤色立体地図は、富士山青木ヶ原樹海の調査を行う際に、等高線では判読できない細かな地形を表現するために、開発された地形表現方法と作者である千葉達朗氏が明かしている(千葉2017)。

つまり、赤色立体地図は本来、いまある地形を詳細に分析するために、微細な地形情報を表現する手法として登場したのであり、文化財調査では地表面に顕在化している遺跡を捉えることができるものとして、いわば赤色立体地図の成果に「乗っかった」状態である。あくまで赤色立体地図から見えるのは、微細な遺構の凹凸の表現であり、等高線図と遺構平面図で表現していた遺構図を、詳細な地形表現に置き換えようとしているものにすぎない。

微細な地形の凹凸が一目瞭然となる一方で、標高が直感的にわかりにくいため、たとえば山中に広域に広がる城館跡のような遺跡の場合、それぞれの曲輪間の比高は明確に表現出来ず、赤色立体地図に等高線を加えることで、比高を表現することとなる。

このように、1つの方法を用いたからと言って完全な情報の取得になるわけではなく、知りたいものを、見て、知るために、その目的に合わせた方法の取扱選択が必要である。

これは、従来の平面図や等高線図でも同様である。これまでも事前の測量調査や発掘調査といった考古学の成果を2次元で一定の測量ルールに基づき表現するために、平板測量やオフセット測量、遺り方測量など、他の分野から手法を取り入れられてきた(山本1985、網・内田2005、恵谷ほか2014)。その点においては、ソフトウェア・ハードウェア双方で高性能化が進んでいる近年、GISを文化財調査でも取り入れることが、特殊な技術ではなく、誰もが業

務・研究に関わらず使用できる技術になっている。

### (3) データがないとなにもできない

GISは地理データを用いて図面を作成するため、背景地図となるDEMやDSM、道路幅や建物規模などのデータがなければ、図面の作成が行えない。

これまで、イラストレーター等で図面を作成する際には、既存の地図等を再利用する、あるいはトレースすることで各種の図面を作成していたが、GISの場合は、地図そのものを扱うソフトであるため、データそのものを用意する必要がある。

令和元年度段階で、これらのDEMや道路などのデータは、国土地理院と国土交通省国土政策局GHIS、そして、兵庫県が公開しているデータがある。

国土地理院では、基盤地図情報として、2019年現在で、数値標高モデルでは5m メッシュDEM、10m メッシュDEMが、基本項目では道路や建物などのデータが無料で公開されている。国土交通省国土政策局では、都道府県域や市町村域を示すデータ等の行政に関する様々なデータが公開されている。

また、長野県、静岡県、岐阜県、兵庫県では、0.5 ~ 1m メッシュDEMを用いたCS立体地図のGeotiffの公開が始まっている。兵庫県では、2020年1月10日より、G空間情報センターにて、1m メッシュの航空レーザー測量データを、CS立体図・位置標高情報付き画像データ・DSM・DEMで公開をしている。また、アジア航測株式会社と国土地理院では、公開されている10m メッシュDEMをもとに赤色立体地図を発表している。

## 3. 使用する機材

筆者が使用しているPCは、NEC製LAVIE Direct PMでOSはWindows10home、プロセッサがIntel(R)Core(TM)i7-8565U@1.80GHz(8CPUs) 1.99GHzで、実装RAMは、16.0GB、GPUは、プロセッサ内蔵のIntel UHD Graphics 620である。

また、このPC以前に使用していたものは、同じくNEC製LaVieGZ、OSはWindows7home premium、

CPU は Intel(R)Core(TM)i7-3517U@1.90GHz(4CPUs),  
で実装 RAM は 4.0GB, GPU は、プロセッサ内蔵の  
Intel(R)HD Graphics4000、である。

GIS の利用となれば、高性能な処理能力をもつ PC  
を使用する必要性を感じるが、複雑な処理や 3 次元  
データのより詳細な解析を行わないのであれば、十  
分な能力がある。もちろん、演算処理には高性能機  
に比べて時間がかかることや、ソフトが使用中に落  
ちるといったこともあるが、それも扱うデータ種類  
や作成する図面次第である。

位置情報の取得には、GARMIN 製の etrex10J と、  
Apple 社製の iPhone SE 内蔵の GPS を用いた。

次に、使用している GIS ソフトは、QGIS2.18  
“LasPalmas”である。2020 年 1 月現在での QGIS の最  
新版は 3.6 であるが、筆者は使用していない。背景  
データとして常用している国土地理院基盤地図情報  
数値標高モデルを変換するプラグインである、基盤  
地図情報 DEM インポーターが、QGIS3.x に未対応  
であることが最大の理由である（2020 年 1 月現在）。

## 4. 実践例

### （1）分布図の作成

従来、分布図の作成には、手作業でインスタン  
トレタリングを用いる、あるいは Adobe 社のイラスト  
レーター等の描画ソフトによって、読み込んだ背景  
地図の上に点を配置することにより作成するこ  
が多く、目的に応じて地図そのものを作り変えなくて  
はならず、位置情報を表す点群を再度配置し直す必  
要性があった。GIS を利用することにより、背景地  
図が変更とっても、容易に図面を作成し直すこ  
事が可能である。

ただし、位置情報で管理をするため、配置される  
点の座標に真正性・正確性が求められる一方で、美  
術工芸品や小さな石造物などで詳細な座標を公開し  
たがために窃盗の被害にあうといった危険性がある  
ことに留意が必要である。

図 1 は、兵庫県内に所在する国・県指定文化財の  
うち、史跡名勝天然記念物と有形文化財（建造物）の



図 1 兵庫県内の国・県指定史跡名称天然記念物及び有形文化財（建造物）の分布図

分布図である。背景地図として、県域と旧都を線で  
表し、郡名を付けている。国指定文化財は、国指定  
文化財等データベース<sup>3)</sup>から CSV データを出しし、  
それを QGIS のメニューにある「レイヤ」→「レイ  
ヤの追加」→「デリミティッドテキストレイヤの  
追加」によって読み込んだ。

都道府県指定文化財は、平成 26 年度までの位置情  
報付きのデータが国土交通省国土政策局の国土数値  
情報ダウンロードサービスで公開されている SHP  
ファイルを、QGIS で読み込んだ。市町指定文化財  
については、国指定、都道府県指定文化財のような  
公開方法ではなく、各市町のウェブサイトで詳細な  
位置情報を公開していない場合もあり、省略してい  
る<sup>4)</sup>。

### 【つくりかた】

- ・背景図：国土交通省国土政策局の国土数値情報ダウンロードサービスの大正8年の行政区画から作成した、旧国・旧郡
- ・文化財位置図：国指定文化財等データベースから出力したCSVと国土数値情報ダウンロードサービスで公開されているSHPファイル

### 【応用編】

①で作成したデータをKMLファイルやSHPファイル形式でエクスポート・インポートすることで、対応するウェブGISやウェブ地図に搭載・表示が可能となる。

この作業により、室内でのPC上だけでなく、現地において対応するアプリ等があれば、踏査時にタブレットやスマートフォンで現在位置と各文化財の位置を確認することができる。また、自治体で運用している統合型GISといった運用基盤がなくとも、利用規約に沿う範囲において、データの公開を実施することができる。

今回の事例では、点群を扱ったが、QGISではPolygonの編集も行うことができるため、遺跡地図や史跡名勝天然記念物の指定範囲を図示することも同様に可能である。

### (2) 立体図の作成

文化財のうち、記念物や埋蔵文化財の場合、その物件が所在している地点を含む周辺の地形の解析が必要不可欠である。

解析のうち、地形そのものを表現する方法として



図2 KMLで読み込んだ文化財マップ  
(国土地理院「地理院地図」にKMLを読み込んだ状態)

従来は、等高線図を「読み込む」ことや微地形復元図を作成することで、周辺地形を2次元的に表現することが一般的であった。近年では前述のように、赤色立体地図やCS立体地図のような等高線に依らず地形そのものを、色彩を利用して面的に表現する方法が開発されている。このことは、LiDARなどの航空レーザー測量を用いた、より詳細な地形データの取得とその活用がある。表現方法の精緻化は、詳細な標高値の取得によるDEMデータの高精度度に裏打ちされている。

ただし、前述の通り赤色立体地図やCS立体地図も万能ではない。両者ともに詳細な標高値を面的に表現することで微細な起伏を表現しているが、一方で地形全体の高低は表現しきれていない<sup>2)</sup>。

そこで、図3のような、詳細な地形の表現に加え、地形全体の高低を表すことを目的とした立体図を作成する。図の作成方法は、CS立体地図で考案されたものをより簡便にしたものである（戸田2014）。

この図により、明石城跡が北側と東側で陸続きであり、城外からは城壁が見えない一方で、南側では長さ約300mの石垣が、西側では曲輪群が多層に配置されることが2次元で視覚的に理解することができる（永恵2019）。

### 【つくりかた】

- ・背景図：国土地理院基盤地図情報の数値標高モデルから、起伏指標図・曲率図

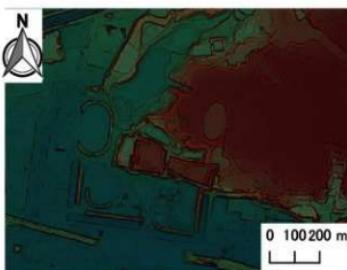


図3 国指定史跡明石城跡の立体図  
(本図は「兵庫県・全域CS立体図／位置標高情報付き画像データ」の050F953と050F944を使用した。)

(Longitudinal Curvature) を作成し、両者を標高値でカラー段彩した標高図に乗算する。起伏指標図は、QGIS の標準メニューの「ラスター」→「地形解析」→「起伏指標」から作成する。曲率図は QGIS に内蔵されている SAGA GIS の機能を、メニューバーの「プロセッシング」を呼び出し、「SAGA」→「Terrain Analysis-Morphometry」→「Slope, aspect, curvature」を選択し、作成する。

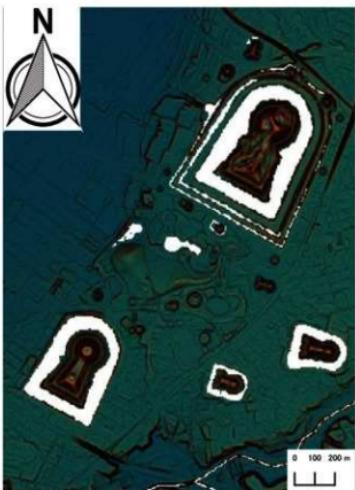


図4 百舌鳥古墳群の立体図  
(国土地理院基盤地図情報数値標高モデル FG-GML-5135-63-DEM5A を使用)

#### 【応用編】

城郭以外にも、古墳でも、この立体図は有効である。図3は、堺市所在の百舌鳥古墳群の立体図である。大山古墳・ミサンザイ古墳・御廟山古墳・いたすけ古墳等の墳丘形状を明瞭に見ることができる。この図で用いたデータは、国土地理院数値地図基盤地図情報数値標高モデルの5m メッシュを利用しておらず、遺構の規模が大きな遺跡であれば、十分な地

形表現が行い得ていると判断できる。ただし、国土地理院基盤地図情報数値標高モデルでは、最も細かいピッチでも5m 単位で測量されているため、城館跡であれば虎口などは明瞭に表現できないこともある。

#### (3) 分布調査の記録の作成

(1) (2) では、既知の位置情報や公開されている地形データの利用について触れた。ここでは、埋蔵文化財の分布調査を事例として、現地で獲得した位置情報の図化方法を提示する(図5)。

従来の分布調査では都市計画図や、先行する開発事業で作成された地形図や施工計画図等に、直接踏査結果を書き込むことが多い。その場合の位置情報の図上での決定は周辺地形や特徴となるランドマークを現地と地図上で照合して相対位置を割り出すこととなる。または、ハンディGPSを用いて測量を行い、計測したデータの縮尺を揃えた地図を書出し、イラストレーター等の描画ソフト上で統合することが多いと思われる。

図6は、兵庫県加古川市志方町に所在する神木構居跡の踏査結果を図示したものである。位置情報の取得には、iPhoneSE 内蔵の GPS を、地図アプリで座標を表示させたものと、現地で撮影した写真的位置情報を用いた(水恵2018a)。

事前に GIS データとして作成した遺跡地図から埋蔵文化財包蔵地として記載のある範囲を、今回は Googlemap のマイプレイスに取り込んだ。現地踏査ではそれをもとにして、踏査を行い、神木構跡の遺構として捉えることのできる、地形の凹凸を探り各地点で画面上の位置情報を取得し、メモアプリにコピーした。位置情報データに、背景地図として等高線立体図を用いた。1回の踏査によって十分に調査が行い得なかった場合でも、踏査時のログから後日、踏査範囲を復元し、再度踏査することも可能である。

ここでの狙いは、各種図面の統合による事前の把握と、その把握した内容の検討、再現性を持って実施することができる点である。この方法により、

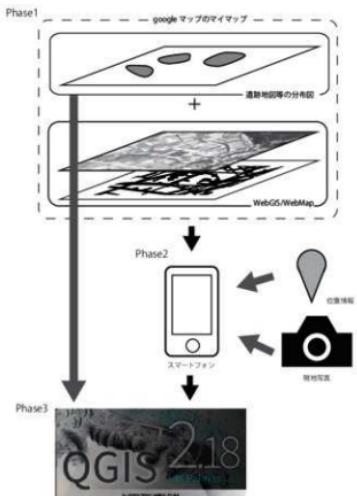


図5 分布調査での利用のフロー図

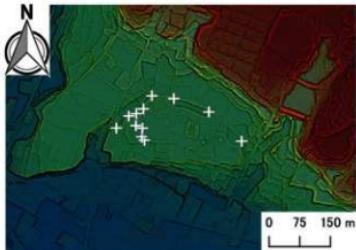


図6 国指定史跡明石城跡の立体図  
(本図は「兵庫県 全域CS立体図／位置標高情報付き画像データ」の050F421を使用した。)

踏査範囲をログから復元することが可能となり、次回以後あるいは踏査者が異なる場合の再現性の確保へつながる。また、ログを見ることで、当該の調査範囲における踏査の密度も直感的に把握することができる（永恵2018b）。

#### 【つくりかた】

- ・位置情報取得：GPS機能付きスマートフォン及

びハンディGPSで踏査ログを作成後、CSVやGPX等に書き出し。

- ・背景データ：(1)で行ったCSVの読み込みを行い、(2)で作成した立体地図上に表示。

#### 【応用編】

取得する位置情報が、既知の点であっても、QGIS上で点群を作成することができる。また詳細な位置情報がない状況でも、幾何補正を利用して図面自体に位置情報を付加することで、QGIS上で、図面を再構成することも可能である。

この方法を応用すれば、報告書に記載のある調査区をQGIS上で合成し、現在の調査区と比較することや、開発に伴う確認調査等のトレンチの位置や造構、土層の情報をQGIS上で集約することで、たとえば所謂「地山」の標高を復元することも行うことができる。また、QGIS上のみではなく、ベクターベースのPDFをQGISから出力することで、イラストレーターでの編集も可能である。

## 5.まとめ

ここまでで、(1)既知の点群からの分布図の作成、(2)背景となる立体図の作成、(3)前2つの方法を組み合わせた、分布調査での位置情報の獲得から図面の作成までの3つを事例として挙げた。これらのQISを用いた作業フローは図7のとおりである。

GISの利用方法には、これらの方以外にも様々な技術があることが、石井氏の（前回も含めた）今回の講義において明らかである。筆者自身もGISを用いて研究を行っているが、あくまでGISはソフトの1つであり、これで完結するわけではない。

GISを使用することに価値があるのではなく、それを用いることで、より文化財への理解や調査の簡略化を図ることができるツールとしてGISの価値がある。

また、特に立体図においては、地形の凹凸で遺跡を表現することができるが、表現した結果を解釈することは、各人の専門知識に支えられている。

GIS導入に伴って、現地での観察時間の拡大や、整

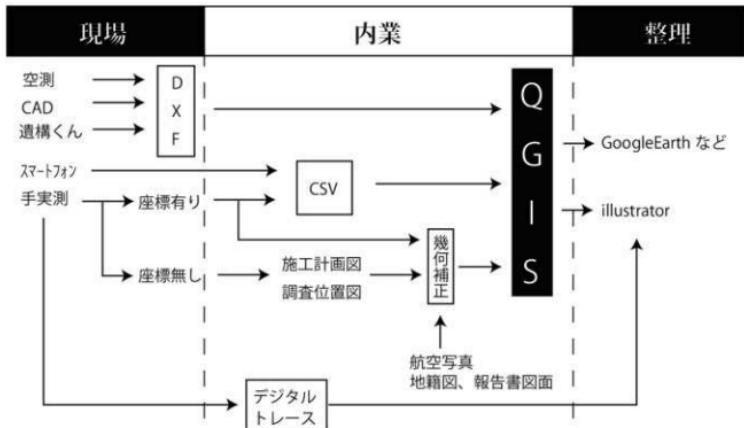


図7 QGISを用いた作業フロー

理作業での図面作成の簡略化など、従来の作業方法にGISを組み込むことで、業務の効率化・地域研究の一層の深化を図ることができる。

### 【註】

- 国指定文化財データベースでは指定物件の指定年月日、指定理由等が詳細な位置情報と共に公開されている。都道府県指定文化財では指定理由等は付されてしまはず、位置情報のみである。また後者の場合には、その位置情報に誤りが多く見られるため、使用に際しては注意が必要である。
- もちろん、両方の図には高低を表す標高データも含まれているが、地形の起伏を表現することに作図の主眼が置かれているため、実は明瞭にその差は出でおらず、どちらも等高線図を重ねることで高低表現を補っている。
- [https://kunishiteibunka.go.jp/bsys/index\\_pc.asp](https://kunishiteibunka.go.jp/bsys/index_pc.asp)

金田明大・津村宏臣・新納泉 2001「考古学のためのGIS入門」古今書院

網伸也・内田好昭 2005「関野貞と日本考古学」『関野貞アジア踏査』東大出版会

櫻原考古学研究所・アジア航測 2012「著墓・西殿塚古墳赤色立体図の作成」報道発表資料

恵谷浩子・前川歩緒 2014「遺跡学の宇宙 一戦後黎明期を蔡いた13人の記録」日本遺跡学会

戸田堅一郎 2014「曲率と傾斜による立体図法(CS立体図)を用いた地形判読」「森林立地」56巻2号

千葉達朗 2017「赤色立体図ことはじめ」「日本火山学会講演予稿集 2017年度 秋季大会」

永恵裕和 2018a「Google map・スマートフォン・QGISを用いた平地城館の復元」「ひょうご考古」第15号

永恵裕和 2018b「スマートフォン・Google Map・QGISを用いた平地城館の検討」「文化財の壇」第6号

永恵裕和 2019「DEMデータを用いた近世城館跡の平面構造分析の試行」「文化財の壇」第7号

森本晋 2019「文化財におけるデジタル技術活用の長期的動向」「奈良文化財研究所研究報告第21冊 デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」

### 【参考文献】

- 山本忠尚 1985「9調査技術論」「岩波講座 日本考古学 第1巻

# 発掘調査報告書の公開

宮崎敬士（熊本県教育庁）

How to Publish Excavation Reports on the Internet

Miyazaki Takashi (Kumamoto Prefectural Board of Education)

- ・倉庫／Repository・インターネット公開／Internet publishing
- ・発掘調査報告書／Excavation report・簡単で便利／Simple and convenient

## はじめに

埋蔵文化財の発掘調査報告書をインターネット上で公開する。より多くの人が、より簡単に、いつでも発掘調査成果を利用できる仕組みとして、情報化社会ではこの方法が最も有力視されています。

インターネット上に倉庫をつくり、発掘調査報告書をおさめ、検索・閲覧できるようにする。これが、埋蔵文化財の発掘調査報告書をインターネット上で公開するための設計図です。広い倉庫と使いやすいルールを整えれば、あとは在庫量が利用者の関心をひく鍵となります。「なんでもあります、そろいます」ほど素敵なフレーズはありません。

では、誰がインターネット上の発掘調査報告書を増やし、利用者の満足度を向上させるのでしょうか。

最もシンプルな答えは、発掘調査報告書の発行者ではないでしょうか。つくった人が棚におさめ、つかう人が求めて持ちかえる。地域物産館の流通構造と同じ仕組みがインターネット上にも展開し、多くの人に、より簡単に、いつでも利用できるよう

デジタル化した報告書の公開方法

## 全国遺跡報告総覧を選択した理由

|     |        |
|-----|--------|
| 理由1 | ワンストップ |
| 理由2 | 検索能力   |
| 理由3 | 保守機能   |

に、発掘調査報告書を流通させているのです。

この文章は、熊本県教育庁が発掘調査報告書をインターネット上に公開した手順と効果、その作業の手軽さと自由度を紹介することを目的として記しました。

## 1. 報告書の倉庫をえらぶ

熊本県教育庁は、発掘調査報告書をインターネット上で公開する方法として「全国遺跡報告総覧」への参加を選択しました<sup>1)</sup>。さまざまな公開方法のなかから全国遺跡報告総覧を選択した理由は、次の3点にまとめることができます。

まず、利用者にとってワンストップとなっていることです。ワンストップ（英：one-stop service）とは「1か所で何でもそろうこと」であり、さまざまな手続きを一括して行える仕組みです。いくつもの発掘調査報告書を探している利用者も、ここ1か所で用事が足りるような在庫量が全国遺跡報告総覧にはおさめられています。

次に、高い検索能力が整えられていることです。書名や発行機関など発掘調査報告書の書誌的事項の他、遺跡情報、PDFファイル内のフルテキストデータも対象とした検索能力が全国遺跡報告総覧には備わっており、しかも適時更新されています。利用者は、膨大な在庫量の発掘調査報告書の中から、すばやく、自分にあった方法で、目的の発掘調査報告書を探しだせるのです。

最後に、安心できる保守機能が備わっていることです。全国遺跡報告総覧のシステムと、そこにおさめられた発掘調査報告書は、正常な状態を維持しつづけるよう保守されています。おさめられた発掘調査報告書が勝手に変更されないよう倉庫を守ることは、利用者に正確なデータを提供する第一歩です。

このように、利用者が簡単に、はやすく、正確に報告書を閲覧することを要件として、これを満たす全国遺跡報告総覧への参加を選択しました。

## 2. 報告書を登録する

熊本県教育庁は、平成27年度に正味10日程の期間で272冊の発掘調査報告書を全国遺跡報告総覧に登録しました。登録に必要なのは、各報告書の抄録データとPDFファイルです。その収集や作成といった実作業にあたったのは1名、発掘調査等のない日をつかい、3次にわけて登録をすみました。

はじめに、すべての発掘調査報告書の抄録データを作成しました。書誌事項、所収遺跡、遺跡概要を表計算ソフト(Excel)にまとめ、一括登録の準備をします。各報告書の抄録データは、近年の刊行であれば巻末の報告書抄録を転記し、昔年の刊行であれば都道府県市町村教育委員会、全国埋蔵文化財法人連絡協議会、奈良文化財研究所がすすめてきた報告書抄録データベースを利用しました。いずれの場合も、既存の電子データを漁り、コピー・アンド・ペーストでデータ収集し、検索・置換により表記を統一しました。

次に、PDFファイルの準備です。手始めとして、すでにPDFファイルが作成されている発掘調査報

### 基本的な報告書デジタル化

#### 全国遺跡報告総覧への参加日程

| 順序     | 内容              | 手續                 |
|--------|-----------------|--------------------|
| 9月初旬   | 全国遺跡報告総覧への参加の相談 | 申込み、議論を経る          |
| 中旬     | 調査から事務処理まで申込み   | 申込み、申請書を送付         |
| 下旬     | 事務局から文書添付で参加承認  | □通知函、マニュアルを受取る     |
| 12月初旬  | 手帳              | 最初の登録用紙とスケジュール(1回) |
|        | 手帳              | 実施日記、最終決定          |
|        | 作業              | アップロード(半日)         |
|        | 立候補             | 標準用紙に記載規範          |
|        | 通知              | 各市町村教員資格ある者宛       |
| 12月8日  | 第一次公開(17冊)      | 判別用紙らで作成(1回)       |
| 12月中旬  | 手帳              | 実施日記、最終決定          |
|        | 作業              | アップロード(2時間)        |
| 12月24日 | 第二次公開(87冊)      | 標準用紙(2回)           |

告書を対象として作業をすみ、先述の抄録データ作成とPDFファイル収集に3日、全国遺跡報告総覧へのアップロードに半日をかけて、77冊の発掘調査報告書を登録しました。これが第1次登録です。第2～3次は、発掘調査報告書をスキャンしてPDFファイルを作成しました。古びた発掘調査報告書の背を断ち、バラバラにしたページをスキャナーにかけてPDFファイルを作成する作業は、裁ち、揃え、置くといった動作の反復です。シンプルな動作の反復作業だったので習熟度もはやく上がったでしょう。第2次はPDFファイルの作成に2日、アップロードに2時間かけて87冊を登録し、第3次はPDFファイルの作成に4日、アップロードに2時間かけて108冊を登録しました。

このように、平均27冊/日ほどのペースで裁ち、揃え、置く動作を繰りかえし、正味10日ほどで272冊の発掘調査報告書を全国遺跡報告総覧に登録することができました。それぞれの発掘調査報告書にかかる作業時間は10分/冊ほど、これなら小さな空き時間をみつけて取りくむこともできそうです。

## 3. はやく簡単に作業する

発掘調査報告書を全国遺跡報告総覧に登録する作業は、シンプルな動作の反復であるがゆえに、ついつい細かく凝った要素をつけ加えたりします。例えば、図版をより高精細に収録しようなどしたり、参照部分にハイパーリンクを埋めこんだりする誘惑にかられ、ついついPDFファイルのサイズと数を増やしてしまいがちです。しかし、インターネット上に

### デジタル化した報告書の公開方法

#### デジタル化の方法



| 種別           | 時期     |
|--------------|--------|
| 報告書の原稿から作成   | 印刷と同時に |
| 刊行された報告書から作成 | 刊行後、遅延 |

倉庫をつくり、発掘調査報告書をおさめ、検索・閲覧できるようにする当初の目的と、これらの誘惑とは一切関係がありません。利用者にとっては、PDFファイルのサイズと数が増えれば増えるほど使い勝手は悪くなるのです。

発掘調査報告書を全国遺跡報告総覧に登録する作業にあたり、いちばん重要なのは、閲覧用のPDFファイルをつくるという目的を堅持することです。そのため、2つのことを意識して作業をすすめました。第一は刊行物（底本）とPDFファイルを一意的に対応させること、第二に全国遺跡報告総覧の仕様に一致するようPDFファイルを最適化すること、以上の2つです。発掘調査報告書とPDFファイルを1対1で対応させるのは、利用者は刊行された報告書ベースで検索・閲覧をおこなうためです。分冊された報告書の場合でも1対1の対応関係を保ち、3分冊の報告書には3ファイルのPDFを登録することとしています。

これから刊行する発掘調査報告書の場合、印刷仕様書にPDFファイルの納品をくわえれば、閲覧用PDFファイルをつくれます。「全国遺跡報告総覧マニュアル」<sup>[2]</sup>に記された推奨仕様のPDFファイルは、印刷屋さんがDTPソフトのボタンを数回押すだけで作成できるので、報告書の印刷にPDF納品が加わっても金額はほとんど変わません。自治体によってはCD代金を加算した例もありますが、この水準にまでコストがこなれた技術となっていっています。

今までに刊行された発掘調査報告書の場合、PDFファイルがあれば「全国遺跡報告総覧マニュアル」に記された推奨仕様に調整し、PDFファイルがない場合は推奨仕様にあわせて発掘調査報告書をスキャンすれば、閲覧用PDFファイルをつくれます。

発掘調査報告書をスキャンする場合は、スキャナーの能力にあわせてPDFファイルを作成せざるをえません。たとえば、A4スキャナーならA3、A3ノビなどの折込みはA4サイズに裁断してスキャンします。印刷して貼りあわせば折込みページを復

元観できますし、テキスト検索にはまず影響しません。一部色刷りの発掘調査報告書なら、一部色刷りのページも白黒モードまたはグレースケールモードでスキャンすることをおすすめします。単色ページと多色ページを各個にスキャンして結合する手間は、担当者のモチベーションを容赦なくうばい低下させます（※個人の感想です）。また、PDFファイルはOCR処理が施されているものを使用することとなっていますが、OCRテキストの校正作業は省略することをおすすめします。PDFファイルがあれば再OCRができますし、OCR技術はどんどん高度化しています。

最後に、熊本県教育庁では、PDFファイルに電子書籍の奥付をつけています。奥付には、底本を明示し、閲覧を目的としていること、底本がおさめられた場所を紹介しています。そして、書名、発行者情報、制作日といった電子書籍の書誌事項を記しています。合併した市町村では、書誌事項に加えて現時点の出土文化財の保管状況、その公開・活用の窓口を記せば、電子書籍の奥付は発掘調査の周辺情報をアップデートする方法としても利用できるのではないでしょうか。

#### 4. Web公開した効果

発掘調査報告書を全国遺跡報告総覧に登録してインターネット上に公開した効果を、ここで紹介しましょう。

利用者への効果は、広い地域の多数の発掘調査成果を、はやく簡便に検索・閲覧できることです。これに、発掘調査報告書を容易に携帯できるなどの二次的な効果がくわります。登録者への効果は、発掘調査成果をはやく簡便に提供し、その実績を統計として把握できることです。これに、書架を節減し効率的な空間利用ができるなどの二次的な効果がくわります。このような効果は、災害発生時にはつきりとあらわれます。非常時であればあるほど付加要素がそぎ落とされ、先鋭化したかたちでのごとがあらわれるからでしょう。



平成28年（2016年）4月14日21時26分そして4月16日1時25分に震度7の熊本地震が発災しました。熊本県文化財調査報告の全国遺跡報告総覧への登録が一段落した2週間後のことです。前震発災直後から熊本の地震履歴が報道され、本震後にはマスコミや研究者から地震痕跡の調査成果についての問合せが増えました。しかし、発掘調査の写真や報告書を収蔵している文化財収蔵庫は被災し、報道機関の現地取材の下調べや研究者の検討資料の閲覧に応えられる状況ではありませんでした。そんななか、様々な人々の多様なリクエストに黙々と応えていたのが全国遺跡報告総覧です。熊本地震が発災した平成28年（2016年）4月にはファイルダウンロード数が高騰し、5月でも通常の2倍を数え、6月に2,004件、7月の1,516件をへて通常ダウンロード件数に復帰しています。利用者の注目をあつめた遺跡も、熊本地震発災直後には「熊本城」、「装飾古墳」といった熊本を代表するカテゴリーとともに、地震痕跡を

記録した「小野原遺跡群」、「二子塚」、「石の本遺跡群」などの発掘調査報告書がダウンロード上位にならんでいました。

熊本地震の発災直後で復旧困難なフェイズでも、多くの人が簡便に被災地熊本の発掘調査成果を利用する仕組みとして、全国遺跡報告総覧は機能していました。

## 5. 全国遺跡報告総覧の特徴

全国遺跡報告総覧は、より多くの人が、より簡便に、いつでも発掘調査成果を利用できる仕組みです。登録者は1冊あたり10分ほどの簡単な作業でインターネット上に発掘調査報告書を公開でき、利用者は広い地域の多数の発掘調査成果をはやすく簡便に検索・閲覧できます。

これから刊行する報告書は印刷時にPDFファイルをつくり、今までに刊行された報告書はスキャンしてPDFファイルをつくります。スキャナーは必要な機材は断裁機とスキャナー。断裁機はカッターでもよいし、スキャナーは複合コピー機でもつかえます。そして、PDFファイル登録に必要な機材はインターネットに接続されたコンピュータ。いずれも官公庁では身近な備品といえるでしょう。

発掘調査報告書の閲覧サイトとしてすぐれた検索能力と安心できる保守機能がそなわった全国遺跡報告総覧は、あたらしい登録者が増えるほど、利用者にはより大きなワンストップの満足感がもたらされる構造をそなえています。

まとめ

### 全国遺跡報告総覧の特徴

- 1 あらたに「登録作業」を加えるだけ
- 2 大変なのは「最初の」既刊報告書登録だけ
- 3 1冊/10分の処理で、調査成果を世界に発信！



### 【補註および参考文献】

- 1) 宮崎敬士 2016 「自治体における報告書デジタル化の取り組み」「文化遺産の記録をすべての人々へ！」  
全国遺跡報告総覧プロジェクト pp.23-26  
<https://sitereports.nabunken.go.jp/16218>
- 2) 全国遺跡報告総覧プロジェクト事務局 2019 「全国遺跡報告総覧データ登録マニュアル」 pp.1.6  
<https://sitereports.nabunken.go.jp>

## 遺跡抄録の現状と注意点

高田祐一（奈良文化財研究所）

### The Current State of Site Summaries

Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・遺跡抄録／Site summary・データ統合／Data integration
- ・経緯度／Latitude and longitude

### 1. はじめに

本稿では、遺跡抄録情報のデータ統合作業について、データ登録の課題を克服するために2019年から導入した作業フローと登録方式について報告する。また、変更にともない、遺跡抄録の登録作業についても、特に遺跡位置情報についての注意点をまとめた。

### 2. 遺跡抄録の経緯

自分が読んだことのない発掘調査報告書（以下、報告書）を探す際、まず手掛かりになるのは書名である。しかし報告書は、その内容を書名に表さない。「○○遺跡発掘調査報告書」であれば、「○○遺跡の報告書」であることは判明しても、いつの時代の遺跡か、何が出土したのか、など内容は不明である。書名からは必要可否を判断できないため、書庫にこもり自分で全ページを確認することになる。その書庫に、すべての報告書が収蔵されていなければ、網羅的な類例調査とならないし、すべてあったとしても確認に膨大な時間が必要だろう。

そこで、調査の要約を記載した遺跡抄録（以下、抄録）を報告書に付加し、大意を抄録で把握することが試みられる。文化庁「埋蔵文化財発掘調査報告書の抄録の作成について」（文化庁記念物課6保記第16号、1994年4月27日付け）によって、報告書は抄録に報告書書誌、発掘成果の概要、遺構遺物等の

概要が記載されることとなり、非常に意義のある取り組みとなった。

しかし、次の課題が残った。遠隔地の手に取れない報告書の抄録を確認するためには現物の報告書を入手するばかりなく、事前に内容を判断することができなかった。そこで、2003年からは抄録のデータベース化が開始された（「報告書データベースの作成について」（文化庁15第財記念第67号、2003年12月16日付け））。インターネットで公開されているデータベースで抄録を検索すれば、遠隔地にある報告書の内容（抄録記載内容）を調べることができる。さらに詳細を知る必要があれば、当該報告書を取り寄せせばよい。抄録データの集約方法としては、年1回基礎自治体がExcelに記載した抄録情報を都道府県に送付し、都道府県は複数のExcelを1つに統合し、奈良文化財研究所（以下、奈文研）にCD-ROMで送付する。そのデータを奈文研が抄録データベースとして公開する、という流れである（図1）。全国埋蔵文化財法人連絡協議会（以下、全埋協）加盟法人については、全埋協から年1回程度、データを奈文研に送付する方式がとられた。CDでのデータ送付は、Excelへの手入力が多いためヒューマンエラーの確率が高くなること、自由記述であるため時代や種別表記が揃わないこと、奈文研でのデータ登録に時間がかかり即時反映できない（データ受取から約1年かかる）という課題があった。特にデータ登録にタイムラグが発生することは、情報発信の効

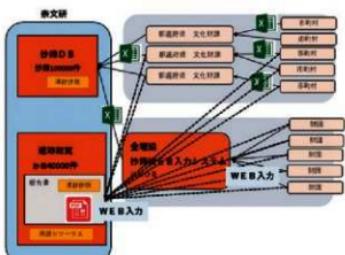


図1 2019年6月までの抄録登録フロー

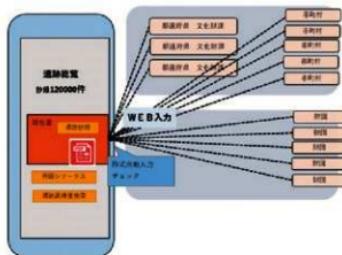


図2 2019年6月以降の抄録登録フロー

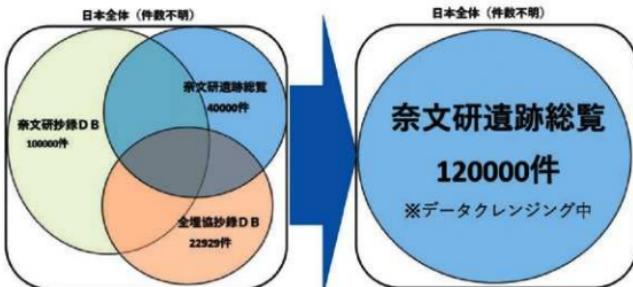


図3 各抄録データの保持状況ベン図

果・担当者の動機付けにも影響する。全埋協では、これらの問題を解決するため早期に独自のデータベースを構築し、調査機関によるWEB入力を実現していた。また、データ入力作業の重複問題もあった。2015年から奈文研では全国遺跡報告総覧（以下、遺跡総覧）を運営しており、一部の自治体や法人調査組織は、抄録のExcel送付と遺跡総覧への抄録入力が重複し、非効率であった。以上を要約すると、データ品質・作業効率・即時公開に課題があったといえる。

### 3. 入力方式変更とデータ統合

上記の課題解決のため、2019年から抄録登録フローを変更し、すべてWEB入力化した「『報告書データベースの作成について』（文化庁文化財第二

課長／奈良文化財研究所所長、事務連絡、平成31年3月15日付け）」（図2）。これにより、データの即時反映が可能となった。またデータ登録時には、システムに入力自動チェック機能を実装したため、不正なデータは登録できないようになっており、ヒューマンエラーの発生を抑制している。入力方式の変更と合わせて、各データも統合した。奈文研抄録データベース、全埋協抄録データベースについては2019年6月に遺跡総覧への統合作業が完了した（図3）。これまでには、3つのデータベースに重複するデータ、それぞれにしかないデータがあったため、網羅的な抄録検索には個別に3回検索する必要があったが、統合によって1回の検索で調べられるようになった。2019年12月24日時点では、抄録は遺跡総覧に128,052件登録されている。

#### 4 檢索方法

抄録検索は遺跡総覧で検索可能である（<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/search-site>）。統合の際、遺跡の種別・時代・遺跡所在地の市町村コードをすべてデータクレンジングを実施した。時代の表記は、たとえば「旧石器～弥生」という表記の場合、これまでの奈文研抄録DBでは、「縄文」という表記がないため、縄文時代を検索することはできなかつた。しかし、遺跡総覧の抄録検索では、「旧石器～弥生」を時間軸の意味として通じるように再整理し、旧石器・縄文・弥生のそれぞれで検索できるように



図4 抄録検索画面  
チェックボックスで容易に検索可能

した。しかし、「縄文後期後葉」のような詳細表記は非対応である。「アカホヤ」という表記も日本全体でデータ標準化の観点から整合性を個別に取ることは困難であるため、非対応である。詳細表記などは、現状では特記事項にテキストで記載し、テキスト検索で検索対象とするほかない。

## 5. 遺跡抄録の登録

抄録の登録は跡絶観覧へのWEB入力である。登録フローを図5に示した。注意点としては、データの重複登録である。報告書データは、書誌・抄録・PDFの3つで構成される。データ新規登録の際は、既に登録されているデータがいる。もし既存の登録データがあれば、不足データのみ登録すればよい。

登録の詳細は、遺跡総覧の参加・登録手続－各種登録マニュアル・参考資料を確認願いたい（<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/abouts/participation>）。



図6 抄録記載の遺跡位置（一般非公開）  
※直接参加機関は参照可能

## 6. 遺跡の位置情報

### 6.1 遺跡位置情報の注意点

遺跡総覧の全文検索機能では、位置を考慮に入れた検索ができないため、抄録の遺跡位置情報は非常に重要である。しかし、既存の抄録では、いくつかの原因によって位置情報が誤っているケースがある。「日本列島古石器時代遺跡」データベースの遺跡位置情報の課題として、a.報告書自体の誤り（校正ミス・測地系の誤表記）、b.情報基準の不一致（調査地点の代表点か周知の遺跡範囲の代表点か）、c.DB入力時のミス（DB入力作業者のミス）を挙げている（野口2019）。誤りの大半は、遺跡位置を地図上に展開しなければ、気づく可能性は低い。遺跡総覧の内部機能として、遺跡総覧直接参加機関は、登録されている遺跡位置を日本地図に展開し閲覧することができる（図6）。抄録位置情報の間違いのバーバー



図6 地理院地図による経緯度の表示  
抄録には画面下から2列目左の度分秒を記載すること！



図7 地理院地図による経緯度の表示  
抄録には画面下から2列目左の度分秒を記載すること！

ンには、1つの項目に複数の位置が入っている・桁不足・緯度経度が逆転している・文字列が混入・60進法で記入等がある。

### 6.2 遺跡位置情報の取得方法

抄録の遺跡位置は、遺跡のほぼ中心の位置を度分秒の単位で記入することとなっている（文化庁2004）。遺跡位置情報の取得は、国土地理院の地理院地図が便利である（図7）（詳細は本誌 石井淳平「文化財業務で使う GIS — QGIS を利用した実践的操作一」・山口欣志「GIS の基礎 — 文化財における GIS 利用の概要一」に詳しい）。

### 6.3 測地系の変換方法

測量法で規定されている「測量の基準」が日本測地系から世界測地系に改正されている。そのため、現在日本測地系では測量してはならない（国土地理院2002）。過去の日本測地系の成果を活用するために、国土地理院では経緯度変換を行うプログラム TKY2JGD を無償で提供している。TKY2JGD では、日本測地系から世界測地系への変換、十進法度から度分秒への変換などを簡単な操作で行うことができる。（図8）（<https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/tky2jgd/main.html>）。

### 【参考文献】

- 野口淳 2019 「データの集成と全国遺跡報告総覧との連携利用－『日本列島の古石器時代遺跡』データベースの場合－」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用』奈良文化財研究所研究報告21  
文化庁 2004 「行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準（報告）」（文化庁埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会）  
国土地理院 2002 「世界測地系移行の概要」（[https://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000.htm](http://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000.htm)） 2019年12月3日確認）

## 遺跡抄録および報告書PDFの登録フロー

ver.2019/10/3

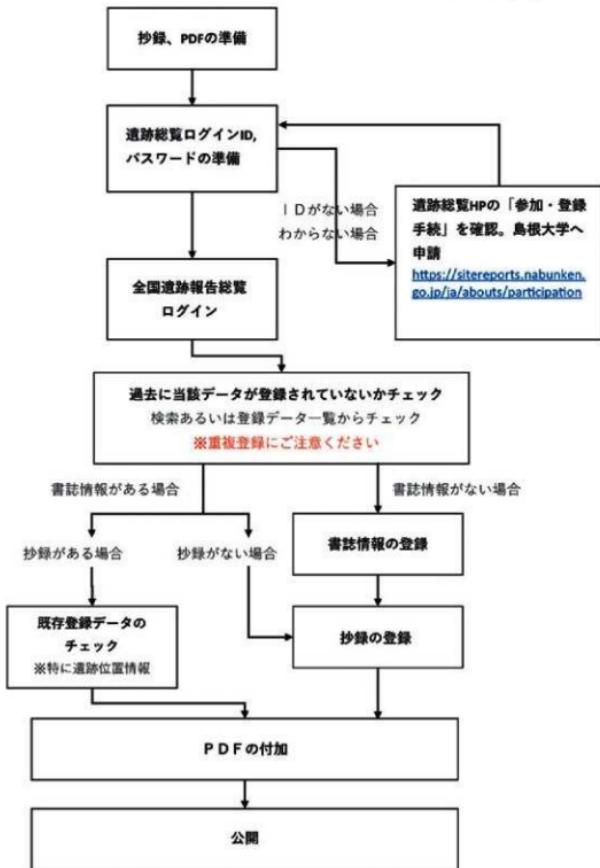


図5 遺跡抄録および報告書PDFの登録フロー

# 発掘調査報告書とデータの公開利用 -「記録保存」と情報のフロー、再現性・再利用性-

野口 淳（奈良文化財研究所）

Excavation Reports and the Disclosure of Archaeological Data: The Flow, Reproducibility and Reusability of Information Under the Policy of "Preservation in Records"

Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・情報のフロー／Information flow・再現性／Reproducibility
- ・再利用性／Reusability・整然データ／Tidy data

## はじめに

考古学・埋蔵文化財保護のための遺跡発掘調査では、多様かつ多量の情報が記録される。本来、それらは「記録保存」の対象であるべきなのだが、実際には報告書として整理・編集・刊行されたものだけが残される傾向が強いのが現状である。これは学術研究のために、または文化財の保護・活用のために望ましい状況とは言えない。現状における問題を確認し、データの流通・利用の観点から展望をまとめた。

## 1. 「過去をつなぎ合わせる」

考古学・埋蔵文化財保護のための遺跡発掘調査（以下、発掘調査）では、多様かつ多量の情報が記録される。これらは情報の質、単位、記録方法・手段・媒体も様々である。また遺跡や遺物などの状態を直接計測・記録する一次情報から、調査者の観察、専門知識・経験による解釈を含む二次情報までを含む。一方で、対象ごと、あるいは記録の単位・方法ごとの個別的な情報もある。

発掘調査の目的は、第一に遺跡に残された様々な物質的資料・痕跡とその状況・関係を記録することである。しかしそれだけにとどまらず、個別的な情報を整理し、つなぎ合わせることによって、過去の場景やそこに繰り起した人類の活動、社会、文化を復元することが、高次の目標となる。遺跡に残された

資料・痕跡と状況・関係は、過去に存在していたものの全体ではなく、意図的に残された、あるいは偶然残った部分であり、その種類や量・状態は個別の条件に拘る。そしてほとんどの場合、それらはきわめて断片的であり、本来の脈絡や背景情報は失われている。

そこでそれらの断片を適切に取り出し、つなぎ合わせて過去の復元を目指すことが考古学の基本的な操作ということになる。『考古学研究法』の邦題で翻訳出版されている、V.G.Childe の古典的名著の原題が、“Piecing together the Past” (Childe 1956/近藤訳1965) であることは象徴的でもある。ばらばらの破片より、整理分類され接合復元された土器は情報量が多い。さらに多くの情報、証拠がつなぎ合わされることで、過去に関する知識が蓄積される。

## 2. 考古学におけるデータ・情報の組織化

伝統的または正統的（orthodox）な考古学のゴールは、そうした「過去の断片のつなぎ合わせを総合化した單著（monograph）をまとめることである。そしてその前段階として、論文（research paper）や報告（report）を出版することが必要となる。このため、個別的断片的なデータより、体系的に総合化された意味内容の豊富な情報にプライオリティが認められる。

この枠組みは、情報科学における「可視化の階層」とも合致する。離散的要素であるデータ、それらを

つなぎ合わせた情報、情報を組織化した知識、知識の活用としての叡智は、発掘調査・整理作業における記録、それらを編集し記述・説明する報告書、特定の論点について分析・考察する論文、総合的な歴史叙述を行う単著に照応する（図1）<sup>1)</sup>。より組織化された情報は、意味内容も増加する。上位の階層ほど、単位量あたりの情報の密度が増大・凝集するので、価値も高くなる。専門家・研究者の取り組みは、発掘調査・整理作業の記録を組織化し、上位階層へと昇華することを目指している。

一方で、この図式には、もう一つ重要な含意がある。各階層は単系の序列として位置づけられるのではなく、裾の広がったピラミッドを構成することに着目すると、上位階層は、十分な量の下位階層要素の上に成立立つことが理解される。單一の、またはきわめて限定的な記録だけでは歴史叙述に至るのは難しい。それ故に考古学は多量の記録・情報もある

が、これで膨大な記録の蓄積が日本考古学のピラミッドの裾野を支えている。

### 3. 「考古学ビッグデータ」の可能性

データ・情報の蓄積、すなわちストックの観点からみて日本考古学は大きなアドバンテージを有している。しかしデータ・情報の利用、それを可能にする流通、すなわちフローの観点（野口2019b）から見た時にはどうであろうか。

現状では、より多くの関係者がアクセス・利用可能な形で流通している日本考古学のデータ・情報は、そのほとんどが発掘調査報告書（以下、報告書）の形態をとる。報告書は、定型的な構成をもち<sup>2)</sup>、印刷された冊子を媒体とする（文化庁文化財部記念物課監修2010）。近年では『全国遺跡報告総覧』の公開運用をはじめデジタル化・電子化も進むが、公式的には印刷物が基本であり、デジタル化されたPDF形

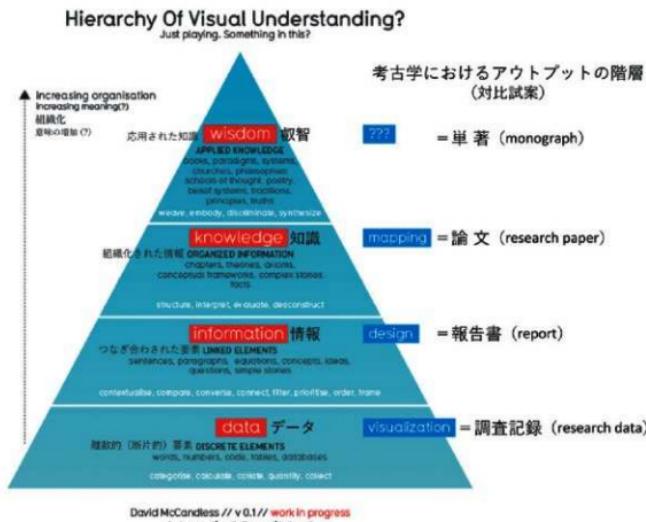


図1 情報科学における「可視化の階層」と考古学におけるアウトプット

式のものは、バックアップ（高精度）、普及公開（低精度）と位置づけられている（文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門2019<sup>3)</sup>。

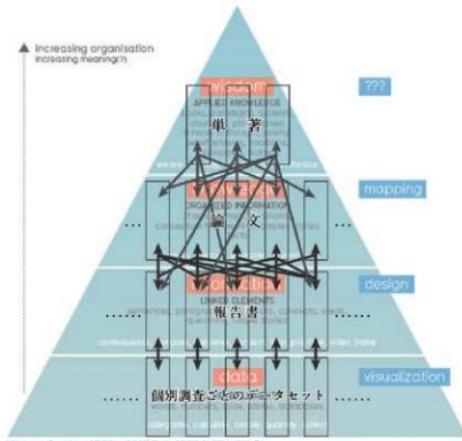
こうした「報告書」の正確な刊行数は定かではないが10～15万点と推計されている（高田2019c）。過去の刊行物は遷としてデジタル化する必要があるが、近年はデジタル版製が基本なので、コンピューターを利用した情報処理可能な状態での公開・流通が進むだろう。そのデータ量は約97億文字、図・写真各500万件、表・グラフ50万件と推計されている（高田前掲<sup>a</sup>）。これらが利用可能な状態になる時、日本考古学は、人文科学のデジタル化（デジタル・ヒューマニティーズ）、データ・サイエンス利用のトップランナーとなる潜在的可能性を有している（高田2019a, b）。

#### 4. 報告書というボトルネック1：データ利用・参照の狭窄

ところで、報告書は原則的に発掘調査の事業単位（遺跡・地点・調査区）でまとめられる。学術研

究、あるいは普及公開などテーマ別・目的別に、複数の遺跡の情報を編集したり、集合的にデータを取り扱い分析するものではない。これを図1の構造に当てはめると、第3階層（情報＝報告書）と第4階層（データ＝調査記録）の関係が固定的であることを意味する。一方、上位の階層では、たとえば論文（＝知識）はテーマ・目的によって多数の報告書を選択的に参照することが可能であり、有機的に情報を組み合わせて多くの知識を作り出すことができる。單著と論文の関係も同様であり、さらに单著は下位の階層（報告書）の情報を参照利用することもできる（図2）。

しかし第3階層と第4階層では、報告書と遺跡・地点・調査区単位のデータセットとが一対一の固定的な関係となる。上下の階層をつなぐ結合（ノード）が多いほど、情報の組織化が進み意味内容が増加すると考えると、上位の階層群に対して、調査データと報告書の間での組織化・意味内容の増加が限定されていることになる。これは、複数の研究者がそれぞれ情報を参照・組織化してまとめる論文や单著に



対して、報告書では、報告者により整理され、記述・説明された調査記録だけが利用可能になっているからである。

このようにデータ・情報のフローの観点からは、調査記録から報告書をまとめる部分が狭窄部（ボトルネック）となっていると指摘できる。

## 5. 「記録保存」の理念と実情

同時に、現行の報告書はデータと分析過程の再現性に乏しく、調査記録が適切に整理・記述・説明されているかどうかの検証が事後に困難であり「ブラックボックス化」しているという指摘（石井2019）にも、注意を払っておく必要がある<sup>3)</sup>。

図2のとおり、単著や論文は複数のものが、それぞれ同じ報告書を参照することが可能なため、解釈の差異はさておき、引用・参照しているデータ・情報に食い違いがある場合には、どこかに間違いがあるだろうと検証が可能である。同じような検証可能性を報告書に担保するためには、ある報告書の記載について、他の複数の報告書や論文が同じ調査記録を引用・参照できるような仕組みが必要である。しかし現状では、調査記録がそのまま公開・共有される仕組みはない。報告書では基本的に、調査記録のうち、選択・抽出され、報告者の視点・方法にもとづいて整理・編集されたものだけが記載・報告される。調査および記録の再現性はきわめて低い。

もちろん、調査者、報告者の手もとにはオリジナルの調査記録が残されているはずである。開発等に伴う事前調査はもちろんのこと、学術調査であっても、発掘調査は、遺跡の原状に対して不可逆的な変更を加えるものであるため、当初の検出状態から、調査の過程、そして結果にいたるまでの記録は、原状の変更すなわち破壊の代償・代替措置として保存されるべきである。しかし実際には、どこまで再利用・参照可能な状態で記録類が保存されているだろうか。

文化庁による2003年の報告<sup>4)</sup>では、図面・写真類あわせて全国で約1億437万点が保管されているが、

市町村レベルでは専用保管施設を持つところは1割未満であった。保管用控えの作成も図面・写真ともに2割程度である。また保管施設について「不明」とする回答も各設問に一定数（1.6～22.9%）含まれている（同報告図44～56）。そのすべてが、記録の所在自体が不明であることを示しているとは言い切れないが、実際に、報告書刊行が完了している調査記録をあらためて閲覧し、参照・利用することが困難な例が少なくないことは、多くが実感しているのではないかだろうか。

## 6. 報告書というボトルネック2：再利用性

とは言え、一次データとしての調査記録は、多くの場合、参照・利用にあまり適さない形態・状態であることが多いだろう。ひとつには、それらの記録が、正規化され構造化された整然データ：tidy data（西原2017）ではないことがある。データの形（数値・テキスト）、単位・桁、書式、配列などが整っていない、雑然としたデータは、利用のために整理・調整・編集を行なわなければならない。再利用性という観点からは、このようなデータを、オリジナル（原データ）、一次データであるからといって公開・共有しても、再利用のためのコストが増大し効果が減ずる。場合によっては、障害の方が大きいかもしれない。

このため、何らかのかたちで整理・編集を行ない、一覧表、集計表、グラフ、図面化し、組織化された情報として掲載・提供する報告書が望ましいという評価もあり得るだろう。実際、位置座標や計測数値等を含む遺構・遺物の一覧表など、一次記録に近い（あるいはそのもの）を収録している報告書も少なくない。

しかしここでも、印刷された冊子形態の報告書故の問題が指摘される。

たとえば発掘調査現場ではx, y, zの座標数値で記録されている遺構の形状や遺物の出土位置は、製図され清書され製版される過程で、輪郭形状や相対的

な位置関係、しかも平面か断面（立面）に次元数を減じられた情報に不可逆的に変換される。一覧表や集計表に関しても、たとえば表の枠（セル）を結合したり、誌面（版面）における体裁・表示のされ方を重視するため、再デジタル化の際に支障となる事例が少くない。さらに言えば、編集・組版作業の遙か以前の段階から、管理に適した整然データとしてはなく、印刷出力状態を整えることを優先とした取り扱いが当然視されている状況もある。

もちろん、図面中に基準点や参照情報が提示されていれば、デジタル化し再度座標を付与することが不可能ではない。しかし、変換前のデータが提供されるならば再利用性は高まる。何より、デジタル・データとして取得・作成される一次記録や、その整理・編集済みデータが、印刷物、およびその形式に即して編集構成された製版データ（PDF）としてのみ公開され、流通することは、多くの手戻りを生じさせ再利用のコスト増加と利便性の低下を招いている。コンピューターを利用した情報処理が必須となっている中で、これは大きな不利益である。

現行の報告書の形態は、データ・情報をまとめて大量の複製を作り流通させるという、グーテンベルク革命以来の印刷物に最適化されたものである。媒体がそれしかなかった時代には当然、最善の選択肢だったし、それを利用することに慣れ親しんできた人間にとっては今でも最良の手段であると言える。しかしコンピューター、インターネットの利用が一般化した現代に、データ・情報の提供を、單一の、従来型の媒体のみとすることについては、あらためて費用便益を検討しなければならない。

## 7. 情報化時代の情報の流通と利用に向けて

これまでの経緯と蓄積もある報告書は、それ故に使いやすい部分があることも確かである。情報化時代において、印刷物としての報告書をベースに、検索可能性を高め情報の利用・流通を促進することや（高田 2019b）、付加的に調査記録・データを公開し

利用可能にすること（堀木 2019）は、従来の蓄積と新しい情報流通・利用を接ぎ木するアプローチとなる。

一方、2016年の官民データ活用推進基本法（平成28年法律第103号）は、国及び地方公共団体に「オープンデータ」への取り組みが義務付けられた。これを受けて政府省庁、地方公共団体では、行政データの公開化が進められている<sup>5)</sup>。考古学・埋蔵文化財データを含む文化財についての統一的な取り組みはまだないが、隣接分野として国土交通省関連の測量、地質等調査、設計・工事完成図書等についてはすでに要領・基準等が定められている<sup>6)</sup>。公共事業等の工事関連では、データの互換・交換のために対応を要求されることもあるだろう。さらに同法の訓う政策が大きく変更されない限り、考古学・埋蔵文化財データが対象とされることも将来的にはあり得る。

また文化財の利活用に関して、台帳等の基盤情報やメタデータの整備と流通が重要なことが予測される。しかしながら現状では、発掘調査時に取得された記録類は、報告書の作成・刊行を区切りとする傾向が強く、そこから先、博物館等における利活用にまで連続的・シームレスに受け渡され共有利活用されている事例は少ないのではないだろうか。出土品について収蔵・管理が変更になるたびに登録と台帳の作り直しを行なうのではなく、発掘調査の時点から一元的・継続的な管理がなされるならば、各種の付随的・背景的情報を含めた取り扱いが容易になるだろう。

そして最も重要なのは、コンピューター、インターネットの利用が広く一般化している現在、こうしたデータ・情報の取り扱いは大規模なシステムがなくても、小規模な組織や個人レベルでも可能になっているという点である。ひとたび、データ・情報の公開・流通へと舵が切られるならば、さまざまなアクターによるさらなる利活用、アウトプットが見込まれる。

## おわりに

高度経済成長期以降、毎年のように増加する発掘調査件数に対して、調査を実施し、記録を残し、報告書を刊行することが当面のゴールとして設定され、膨大な報告書が蓄積してきた。しかし調査件数は、1997年をピークにすでに減少局面に入っている。一方で、コンピューター、インターネットの急速な普及は、データ・情報の流通と利用の基盤を根本から変えつつある。

考古学・埋蔵文化財保護について「1997年以降に最適化したシステム」への移行が要請されている（横山 2018）。その根幹は、情報化時代においては、データ・情報の公開と流通にあるだろう。蓄積された報告書にもとづいて考古学・埋蔵文化財保護の未来を拓くためにも、いっそうのデータ・情報の公開・流通の促進が望まれる。

## 【註】

- 1) 原団 : Data, Information, Knowledge, Wisdom? *Information is beautiful* (<https://informationisbeautiful.net/2010/data-information-knowledge-wisdom/> : 2019年12月18日閲覧) に加筆
- 2) 埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会「行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準（報告）」2004.10.29 [https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/pdf/hokoku\\_06.pdf](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/pdf/hokoku_06.pdf) 文化庁ウェブサイト「埋蔵文化財」ページで公開 (<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/maizo.html>、文化庁文化財部記念物課監修 2010 「発掘調査のてびき－整理・報告書編－」pp.271-275に本文のみ収録)
- 3) 印刷物では出力結果を容易に変更できない=真正性を保持できるとする文化庁の見解（文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門 2019: 表2）に対する石井の指摘は重要である。また紙面に固定されることで変更が困難になることは、真正性の確保という側面だけでなく、適切な対応がなされない限り修正を要する

誤情報が流通し続けることも意味する。この点については、「日本列島の旧石器時代遺跡データベース」（日本旧石器学会 2010）の地図化に際して、報告書記載の位置情報に含まれるミス・誤情報によって生じる問題を指摘している（野口 2019a）。

- 4) 埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会「出土品の保管について（報告）」2003.10.20 [https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/pdf/hokoku\\_06.pdf](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/pdf/hokoku_06.pdf) 文化庁ウェブサイト「埋蔵文化財」ページで公開 (<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/maizo.html>、文化庁文化財部記念物課監修 2010 「発掘調査のてびき－整理・報告書編－」pp.271-275に本文のみ収録)
- 5) 政府 CIO ポータル「オープンデータ」<https://cio.go.jp/policy-opendata>、2019年12月18日閲覧
- 6) 国土交通省「電子納品に関する要領・基準」<http://www.cals-ed.go.jp/>、2019年12月18日閲覧

## 【引用文献】

- 石井淳平 2019 「考古学情報の再現可能性－バージョン管理システム Git を利用した調査データの管理と公開－」「日本考古学協会第 85 回総会研究発表要旨」 pp.162-163
- 高田祐一 2019a 「デジタル技術を活用した発掘調査報告書のアクセシビリティ向上の試行」「日本考古学協会第 85 回総会研究発表要旨」 pp.164-165
- 高田祐一 2019b 「発掘調査報告書の電子公開による情報発信とその新たな可能性」「奈良文化財研究所研究報告 21：デジタル技術による文化財情報の記録と利活用」 pp.73-78
- 高田祐一 2019c 「報告書のデータ量を推計する」「文化財の壁」7: 4-5
- 西原史曉 2017 「整然データとは何か」「情報の科学と技術」67 (9): 448-453, <https://doi.org/10.18919/jkg.67.9.448>
- 野口 淳 2019a 「データの集成と全国遺跡法値総覧との連携利用－「日本列島の旧石器時代遺跡」データベースの場合－」「奈良文化財研究所研究報告 21：デジ

- タル技術による文化財情報の記録と利活用』 pp.86-90
- 野口 淳 2019b 「考古学・埋蔵文化財行政と情報処理－  
ストックとフローの観点から－」『日本考古学協会第  
85回総会研究発表要旨』 pp.156-157
- 文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門 2019 「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」「奈  
良文化財研究所研究報告21：デジタル技術による文  
化財情報の記録と利活用』 pp.1-6
- 文化庁文化財部記念物課監修 2010 「第VI章 報告書の  
記載事項」「発掘調査のてびき－整理・報告書編－」  
同成社。 pp.160-182
- 橋本真美子 2019 「調査データの活用－整理と公開－」  
『奈良文化財研究所研究報告21：デジタル技術によ  
る文化財情報の記録と利活用』 pp.66-69
- 横山 真 2018 「三次元技術を考古資料の記録に用いる  
ことの意義」『国史學』226: 77-97
- Childe, V. G. 1956 *Piecing together the Past: the  
interpretation of archaeological data*. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315748597> (2014, Taylor  
& Francis)／邦訳：近藤義郎訳1964『考古学の方法』  
河出書房

## 数字で見る全国遺跡報告総覧

高田祐一（奈良文化財研究所）

The Progress of the Comprehensive Database of Archaeological Site Reports in Japan

Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

・データ量／Amount of data ・自然言語処理／NLP

全国遺跡報告総覧の経過とデータ件数などについて紹介する。

### 1. 現在のデータ件数

全国遺跡報告総覧に登録されているデータ件数は以下の通り（2019年12月25日時点）。推移は表1。

PDFがある書誌登録数：23,970

PDF総ページ数：2,984,610

PDF総文字数：1,871,574,794

書誌登録数：63,988

書誌の発行機関数：1,596

遺跡抄録件数：128,072

・作成開始（奈文研とも連携）

・報告書の電子化開始（NIIのCSI事業費）

#### 2009（平成21）年度

- ・12府県域（大学）へ拡大（各大学が個別にサーバ管理）
- ・横断検索・全文検索に対応するためのシステム改修
- ・報告書の電子化（CSI事業費／科研費）

#### 2010（平成22）年度

- ・20府県域（大学）へ拡大
- ・NII共同サーバ上にシステム構築（新規参加大学向け）
- ・オープンカンファレンス開催（2010.12@大阪）
- ・報告書の電子化（CSI事業費／科研費）

#### 2011（平成23）年度

- ・自治体セルフ・アーカイブ移行のためのシステム改修
- ・全国の自治体にアンケート調査を実施
- ・プロジェクトが推進する電子化仕様を公開
- ・ワークショップ開催（2010.11@東京／同.12@福岡）
- ・報告書の電子化（CSI事業費）

#### 2012（平成24）年度

- ・CSI委託事業最終年度
- ・22府県域（21大学）へ拡大

### 2. 全国遺跡報告総覧のこれまでの経過

2008年から2014年は遺跡資料リポジトリである。

#### 2008（平成20）年度

- ・中国地方5県域（大学）で遺跡資料リポジトリの運用開始（各大学が個別にサーバ管理）
- ・メタデータの収集

表1 全国遺跡報告総覧に登録されているデータ件数の推移（2019年12月15日時点）

| 年度      | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019<br>(途中) |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| PDF登録件数 | 920  | 4552 | 7525 | 9771 | 11916 | 13516 | 14374 | 15930 | 18838 | 21154 | 23075 | 23970        |
| 書誌登録数   | 920  | 4552 | 7525 | 9771 | 11916 | 13516 | 14374 | 15930 | 18838 | 21154 | 48694 | 63988        |
| 抄録登録数   |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       | 35000 | 93923        |
| 直接登録機関数 |      |      |      |      |       | 6     | 22    | 23    | 31    | 50    | 875   | 910          |
|         |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       | 1235         |

\*2019年度は2019年12月25日時点。2008年度から2014年度は遺跡資料リポジトリの統計。2017年度抄録登録数は概算

- ・報告書の電子化（CSI事業費／科研費）
  - ・奈文研と広域モデル実証実験開始（報告書発行機関による直接参加が可能に）
  - ・シンポジウム開催（2012.11@福岡）
- 2013（平成25）年度**
- ・報告書の電子化（科研費）
  - ・奈文研とシステム移行に向けた協議開始
- 2014（平成26）年度**
- ・島根大学附属図書館全国遺跡資料リポジトリ推進会議事務局が国立大学図書館協会賞を受賞（2014.6）
  - ・連携大学実務者会議でシステムの統合・移管が決定（2014.11）
  - ・旧システムの凍結及びシステム移行作業（2014.12～）
- 2015（平成27）年度**
- ・連携大学による新システムの検証（負荷テスト等）
  - ・全国遺跡報告総覧の公開（公開時点の報告書14,374冊）（2015.6）
  - ・データ登録再開（2015.8）
  - ・ディスカバリーサービス（Summon）との連携開始（2015.9）
  - ・報告書本文データの登録件数が15,000件に（2015.10）
  - ・シンポジウム開催（2016.2@奈良）
  - ・CiNii Booksとの連携開始（2016.3）
- 2016（平成28）年度**
- ・英語自動検索機能公開（2016.8）
  - ・イベント情報（文化財イベントナビ）の登録・公開機能を追加（2016.9）
  - ・シンポジウム開催（2016.11@奈良）
  - ・Worldcat（ディスカバリーサービス含む）との連携開始（2017.2）
- 2017（平成29）年度**
- ・ディスカバリーサービス（EDS）との連携開始（2017.4）
  - ・報告書の類出用語を可視化したワードマップを公開（2017.4）
  - ・報告書本文データの登録件数が20,000件に（2017.7）
  - ・文化財報告書にDOIの付与開始（2017.7）
  - ・考古学関係用語辞書拡充（2017.8）
  - ・「データ登録に関する今後の方針」を公開（2017.10）
  - ・報告書発行機関向けの説明会を開催（5会場：奈良／仙台／岡山／福岡／東京）
- 2018（平成30）年度**
- ・モバイル端末向けPDFの公開（2018.8）
  - ・遺跡（抄録）検索機能の公開（2018.12）
  - ・ディスカバリーサービス（Primo）との連携開始（2018.12）
  - ・全埋垣抄録データベースの統合完了（2019.1）
  - ・引用表記の自動表示（2019.2）
  - ・都道府県別の発掘調査報告書総目録 高知県・島根県編の公開（2019.3）
  - ・デジタル技術導入に関する研究報告を全国遺跡報告総覧で公開（2019.3）
  - ・報告書発行機関向けの説明会を開催（5会場：京都／福島／石川／埼玉／大分）
- 2019（令和元）年度**
- ・欧州考古学情報基盤 ARIADNE Plusへの奈良文化財研究所の参画（2019.4）
  - ・都道府県別の発掘調査報告書総目録 新潟県編の公開（2019.4）
  - ・全国の遺跡や文化財に関するイベント情報検索機能公開（2019.6）
  - ・都道府県別の発掘調査報告書総目録 大阪府編の公開（2019.6）
  - ・奈文研抄録データベースの全国遺跡報告総覧への統合完了（2019.6）
  - ・発掘調査報告書総目録 新潟県編の書誌情報を全国遺跡報告総覧に登録（2019.11）
  - ・書誌ページQRコード表示機能とシリーズ番号順並び替え機能公開（2019.11）
  - ・報告書発行機関向けの説明会を開催（5会場：佐賀／新潟／広島／愛知／東京）

### 3. 利用統計

2018年度の1年間のPDFダウンロード数は1416171件であった(表1)。アクセス数は1117万件、ページ閲覧数は1億302万件だった(表2)。

### 4. 自然言語処理からみた報告書データ

#### 4.1 頻出用語俯瞰図

全国遺跡報告総覧には日本語18億文字が登録されている。自然言語処理にて国化した結果を示す。

図2の報告書ワードマップ(頻出用語俯瞰図)は全国遺跡報告総覧に登録されている報告書に対し、考古学関係用語の出現回数を集計し、国化した。用語については緑色:遺物に関する用語、黄色:遺構に関する用語、水色:その他で分類した。最新の図は全国遺跡報告総覧「報告書ワードマップ」(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term>)で閲覧できる。

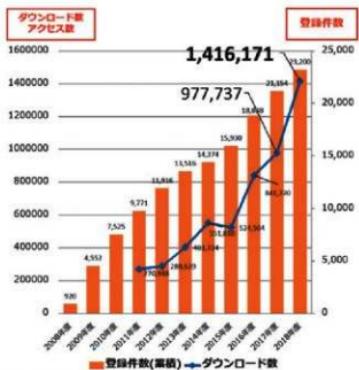


図1 報告書登録数とダウンロード数の推移

表2 全国遺跡報告総覧のアクセス数とページ閲覧数

| 年度   | アクセス数 | ページ閲覧  |
|------|-------|--------|
| 2015 | -     | -      |
| 2016 | 341万  | 1155万  |
| 2017 | 886万  | 7277万  |
| 2018 | 1117万 | 1億302万 |

#### 4.2 都道府県別特徴語

全国遺跡報告総覧に登録されている報告書に対し、都道府県ごとに考古学関係用語の特徴語を国化した。当該都道府県内にて頻出する用語(よく使われる用語は重要)かつ他都道府県では出現頻度が低い用語(希少用語は重要)であることを勘案するため、当該都道府県の強い特徴を示す用語を可視化できる。自然言語処理技術のベクトル空間モデルのTF(索引語頻度)とIDF(逆文書頻度)を組み合わせたTF-IDFにて算出した(図3～26)。データ数が少ない場合、結果が偏る可能性があるため、PDFが登録されている報告書類(全国遺跡報告総覧の報告書種別a01)について、都道府県下で300件を超えた場合にワードマップを作成することとなってい。最新の図は「報告書ワードマップ」(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term>)にて都道府県を選択すると閲覧できる。

### 5. 都道府県の状況

都道府県別のPDF・書誌・抄録公開件数を表3に示す。2019年12月25日時点。最新の情報は「発行機関一覧(都道府県別)」(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/list>)で閲覧できる。

表3 全国道路報告総覧の都道府県別PDF・書誌・抄録公開件数

|      | PDF公開 | 書誌のみ公開 | 書誌合計  | 抄録     |
|------|-------|--------|-------|--------|
| 北海道  | 95    | 1774   | 1869  | 2750   |
| 青森県  | 212   | 1284   | 1496  | 3419   |
| 岩手県  | 585   | 1332   | 1917  | 3280   |
| 宮城県  | 1147  | 376    | 1523  | 1097   |
| 秋田県  | 601   | 198    | 799   | 2320   |
| 山形県  | 787   | 188    | 975   | 1299   |
| 福島県  | 0     | 1616   | 1616  | 4066   |
| 茨城県  | 749   | 694    | 1443  | 2515   |
| 栃木県  | 50    | 565    | 615   | 1078   |
| 群馬県  | 628   | 2205   | 2833  | 5011   |
| 埼玉県  | 241   | 2230   | 2471  | 4950   |
| 千葉県  | 85    | 3397   | 3482  | 7815   |
| 東京都  | 16    | 1870   | 1886  | 3836   |
| 神奈川県 | 87    | 850    | 937   | 1579   |
| 新潟県  | 372   | 2064   | 2436  | 3034   |
| 富山県  | 852   | 173    | 1025  | 1874   |
| 石川県  | 81    | 824    | 905   | 1248   |
| 福井県  | 4     | 298    | 302   | 435    |
| 山梨県  | 1083  | 84     | 1167  | 705    |
| 長野県  | 2680  | 415    | 3096  | 3925   |
| 岐阜県  | 204   | 466    | 670   | 1852   |
| 静岡県  | 452   | 1014   | 1466  | 2935   |
| 愛知県  | 250   | 1000   | 1250  | 2162   |
| 三重県  | 657   | 615    | 1272  | 2397   |
| 滋賀県  | 262   | 714    | 976   | 2254   |
| 京都府  | 151   | 1252   | 1403  | 4894   |
| 大阪府  | 1795  | 1830   | 3625  | 12535  |
| 兵庫県  | 724   | 887    | 1611  | 4202   |
| 奈良県  | 1173  | 852    | 2025  | 3811   |
| 和歌山县 | 91    | 332    | 423   | 1600   |
| 鳥取県  | 329   | 512    | 841   | 1834   |
| 島根県  | 1181  | 194    | 1375  | 3655   |
| 岡山県  | 632   | 124    | 756   | 990    |
| 広島県  | 87    | 668    | 755   | 1532   |
| 山口県  | 39    | 570    | 609   | 963    |
| 徳島県  | 121   | 104    | 225   | 405    |
| 香川県  | 634   | 176    | 810   | 1899   |
| 愛媛県  | 222   | 493    | 715   | 1180   |
| 高知県  | 388   | 42     | 430   | 474    |
| 福岡県  | 1400  | 2824   | 4224  | 6988   |
| 佐賀県  | 153   | 419    | 572   | 1187   |
| 長崎県  | 356   | 294    | 650   | 1040   |
| 熊本県  | 380   | 285    | 665   | 1206   |
| 大分県  | 54    | 777    | 831   | 1761   |
| 宮崎県  | 1196  | 124    | 1320  | 2604   |
| 鹿児島県 | 466   | 610    | 1076  | 1724   |
| 沖縄県  | 218   | 403    | 621   | 838    |
| 合計   | 23970 | 40018  | 63988 | 125158 |

※道路抄録にて市町村コードがないものはカウント外のため、全体の件数と一致しない

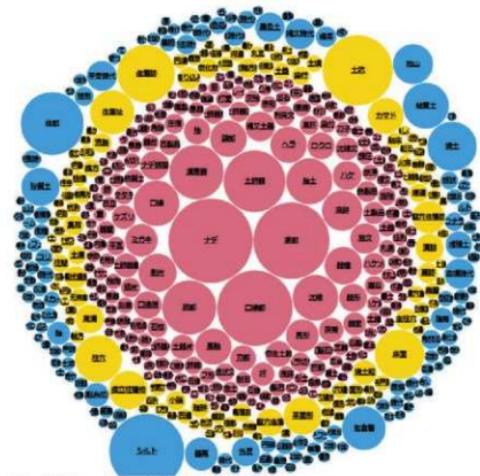


図2 報告書ワードマップ（頻出用語俯瞰図）  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term>) 2019年12月25日時点。

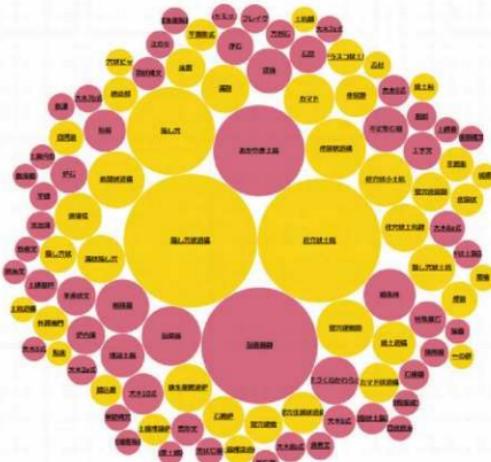


図3 報告書特微語ワードマップ・岩手県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/03>) 2019年12月25日時点。

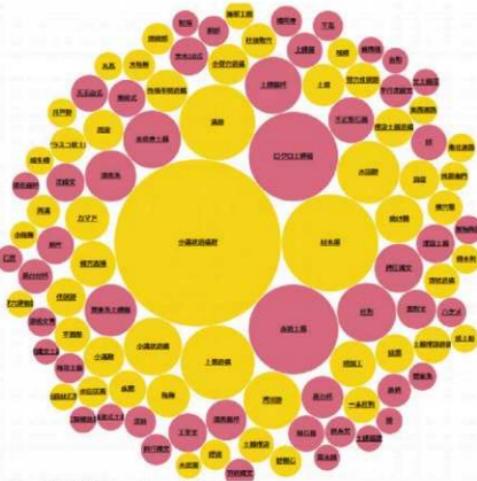


図4 報告書特徴ワードマップ-宮城県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/04>) 2019年12月25日時点。

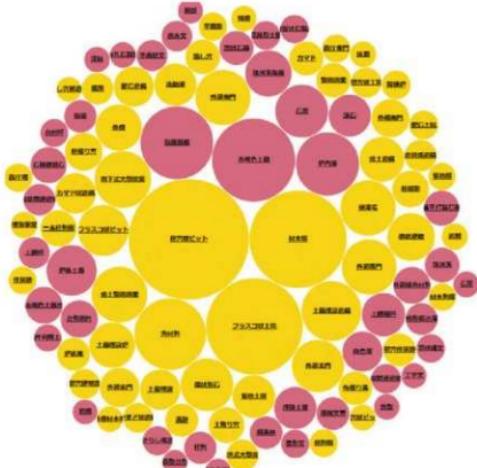


図5 報告書特微語ワードマップ-秋田県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/05>) 2019年12月25日時点。

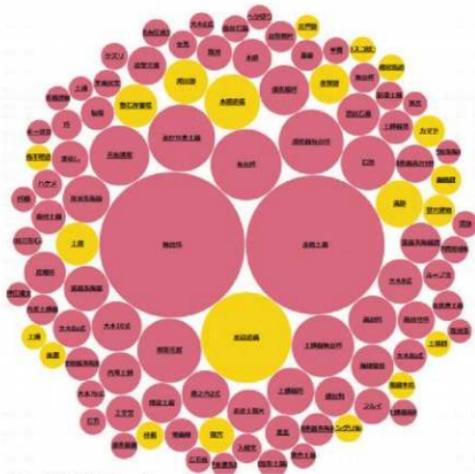


図6 報告書特徴語ワードマップ-山形県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/06>) 2019年12月25日時点。

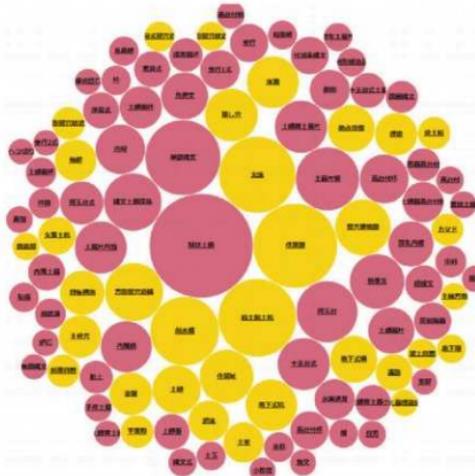


図7 報告書特徴語ワードマップ-茨城県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/08>) 2019年12月25日時点。

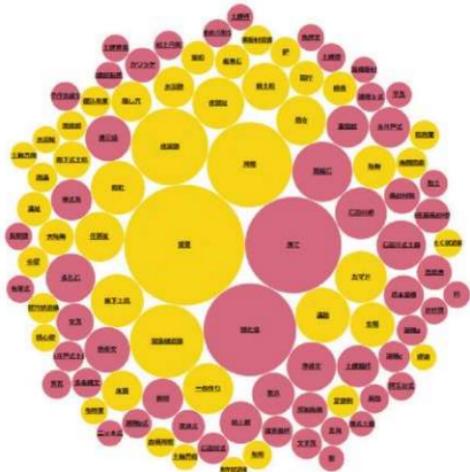


図8 報告書特微語ワードマップ-群馬県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/10>) 2019年12月25日時点。

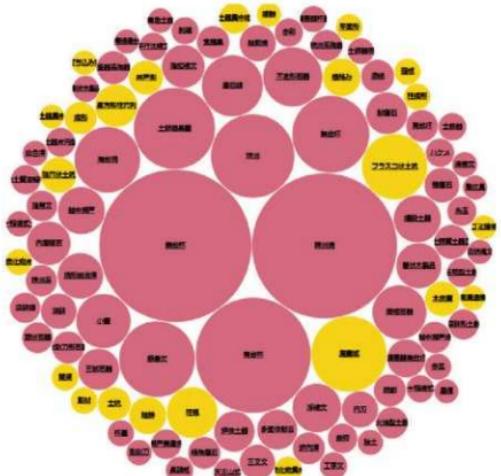


図9 報告書特微語ワードマップ-新潟県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/15>) 2019年12月25日時点。

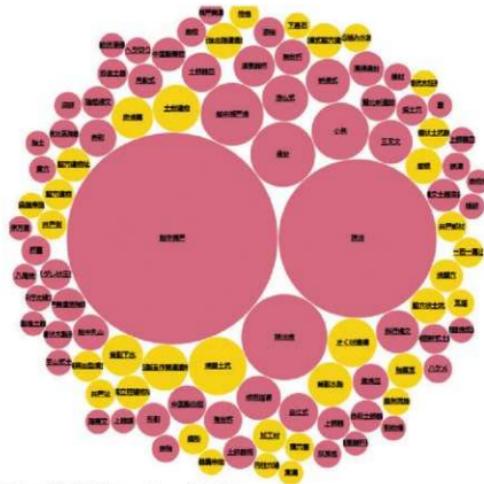


図10 報告書特微語ワードマップ-富山県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/16>) 2019年12月25日時点。

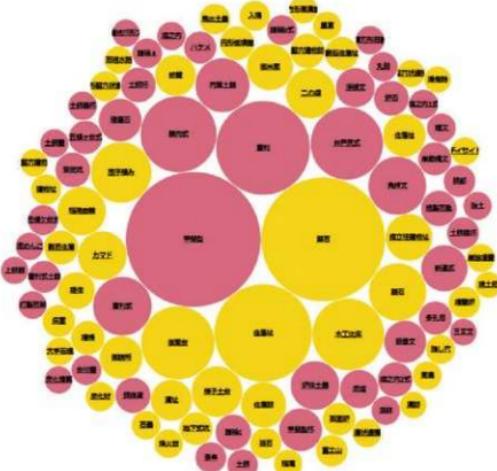


図11 報告書特徴語ワードマップ-山梨県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/19>) 2019年12月25日時点。

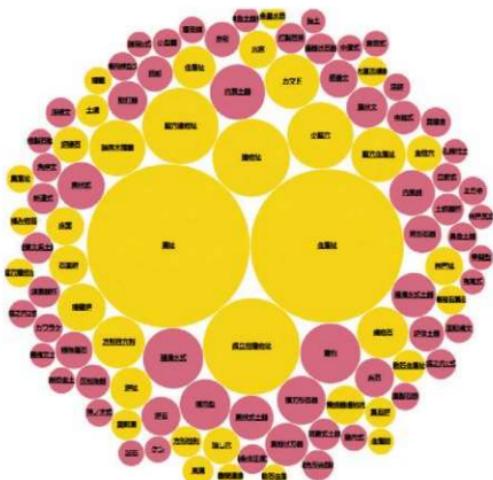


図12 報告書特徴語ワードマップ-長野県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/20>) 2019年12月25日時点。

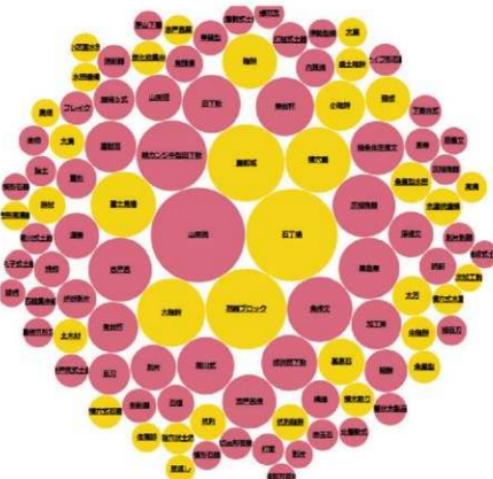


図13 報告書特徴語ワードマップ-静岡県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/22>) 2019年12月25日時点。

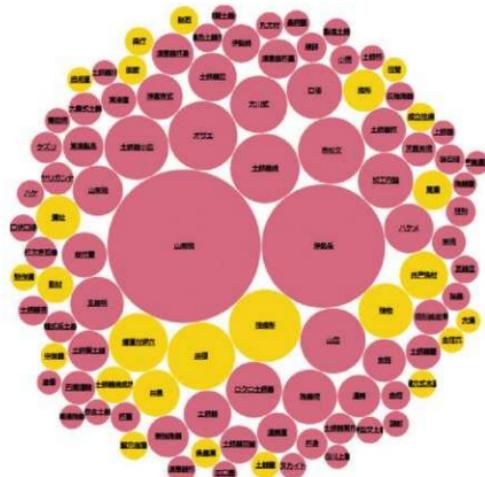


図14 報告書特徴語ワードマップ-三重県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/24>) 2019年12月25日時点。

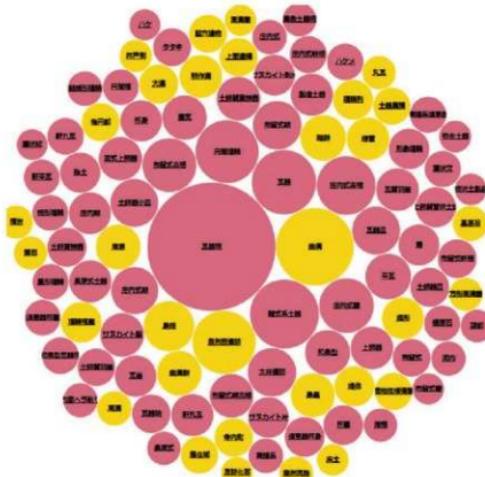


図15 報告書特徴語ワードマップ-大阪府  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/27>) 2019年12月25日時点。

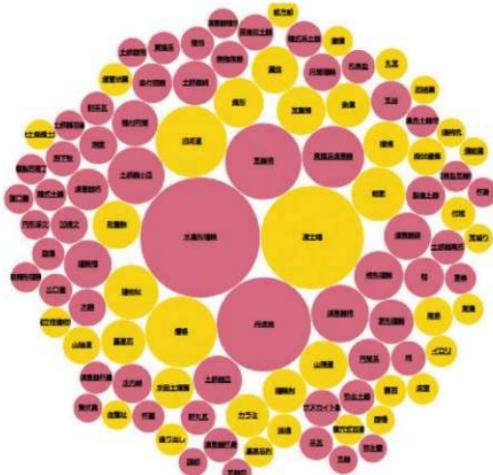


図16 報告書特徴語ワードマップ-兵庫県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/28>) 2019年12月25日時点。

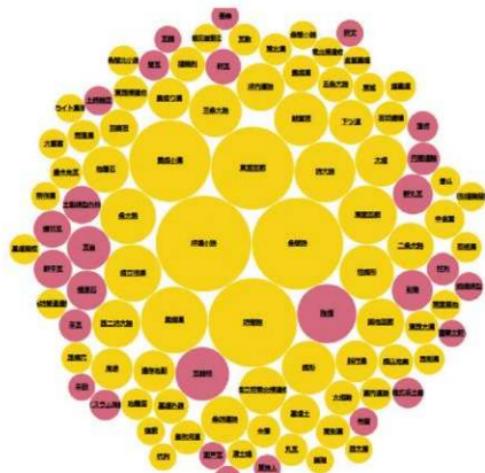


図17 報告書特徴語ワードマップ-奈良県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/29>) 2019年12月25日時点。

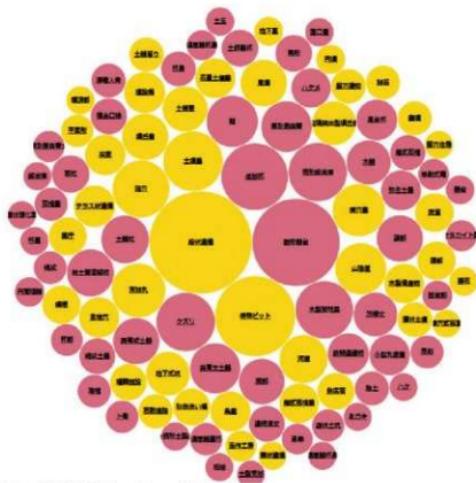


図18 報告書特微語ワードマップ-鳥取県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/31>) 2019年12月25日時点。

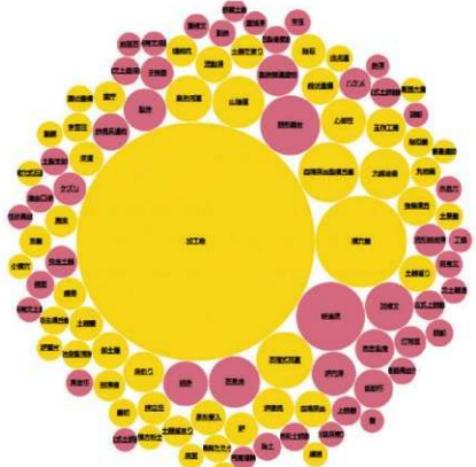


図19 報告書特徴語ワードマップ-島根県  
 (https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/32) 2019年12月25日時点。

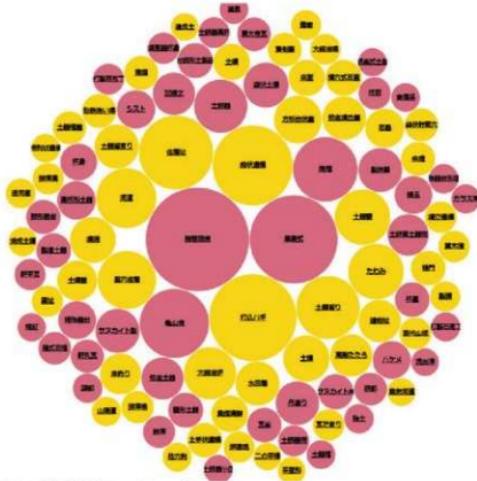


図20 報告書特微語ワードマップ-岡山県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/33>) 2019年12月25日時点。

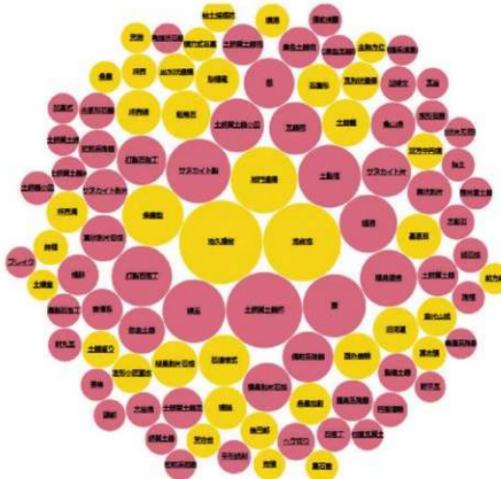


図21 報告書特徴語ワードマップ-香川県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/37>) 2019年12月25日時点。

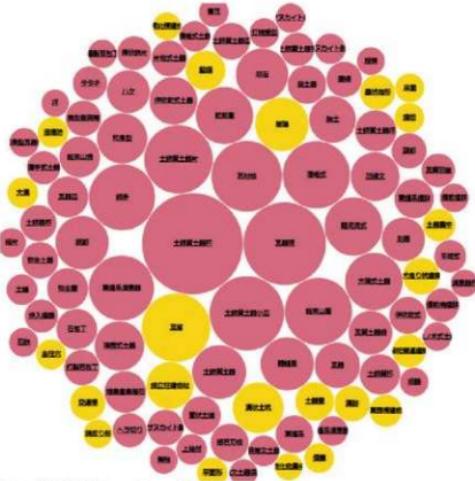


図22 報告書特徴語ワードマップ-高知県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/39>) 2019年12月25日時点。

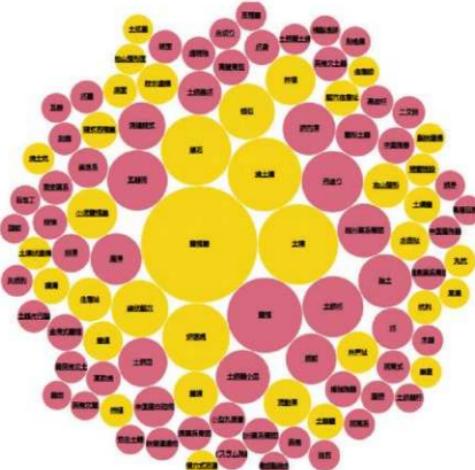


図23 報告書特徴語ワードマップ-福岡県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/40>) 2019年12月25日時点。

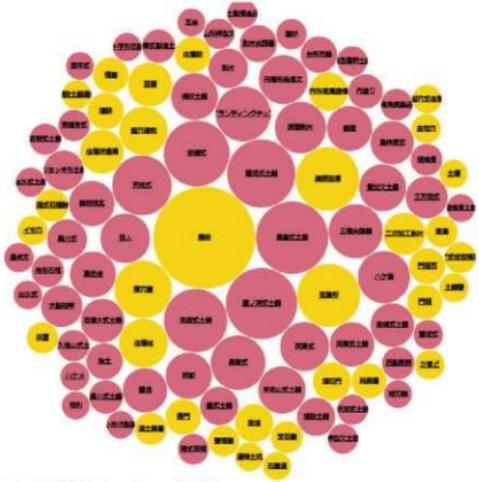


図24 報告書特徴語ワードマップ-熊本県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/43>) 2019年12月25日時点。

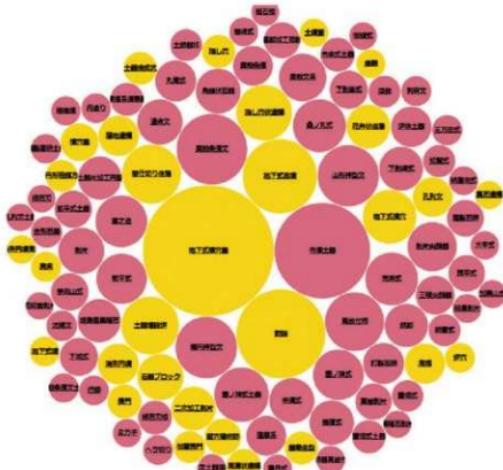


図25 報告書特徴語ワードマップ-宮崎県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/45>) 2019年12月25日時点。

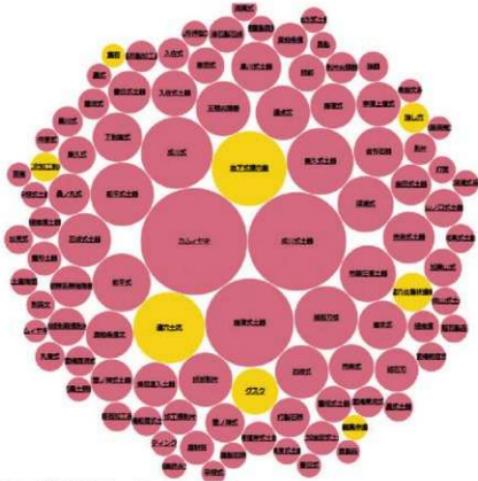


図26 報告書特徴語ワードマップ-鹿児島県  
(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/visualization/term/pref/46>) 2019年12月25日時点。

# **Recording and Utilization of Cultural Property Information via Digital Technologies Vol. 2**

## **Open Science, Data Preservation, Intellectual Property, GIS**

### **Table of Contents**

#### **I. Opening and Linking Cultural Heritage Data**

|  |    |
|--|----|
| [1] Archaeological Science and Current Trends in Research Publication, Data Management, and Methods Transparency and Reproducibility ..... | 1  |
| Ben Marwick (University of Washington)   |    |
| [2] Archaeological Big Data: Potential and Challenges .....  | 14 |
| Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)   |    |
| Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)   |    |
| [3] Data Visualization in Archaeology Using R .....  | 16 |
| Ishii Junpei (Assabu)  |    |
| [4] Researchers and Open Science .....   | 27 |
| Nakamura Yuriko (Rikkyo University)  |    |
| [5] Transnational Knowledge Network for Japanese Studies: Who Uses the Databases? .....  | 32 |
| Egami Toshinori (International Research Center for Japanese Studies)   |    |
| [6] How Not to Fail at Translating Texts on Cultural Heritage .....  | 37 |
| Peter Yanase (Nara National Research Institute for Cultural Properties)  |    |

#### **II. Preserving and Utilizing Cultural Heritage Data**

|   |    |
|---|----|
| [7] Regarding the Handling of Digitized Visual Data .....   | 41 |
| (Cultural Properties Second Division, Agency for Cultural Affairs-Japan)                                |    |
| [8] Digitizing Photographic Films at the Nara National Research Institute for Cultural Properties ..... | 47 |
| Nakamura Ichiro (Nara National Research Institute for Cultural Properties)                              |    |
| [9] Long-term Storage of Digitized Heritage Data .....  | 49 |
| Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)                                |    |
| [10] The Appropriate Choice of Storage Media for Long-term Digital Archiving .....                      | 55 |
| Takase Fuminori (Sony Storage Media Solutions Corp.)  |    |
| [11] The Potential of 3D Data in Archaeology: Utilization and Issues .....                              | 59 |
| Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)                              |    |
| [12] File Formats for the Long-term Digital Storage of Cultural Heritage Data .....                     | 71 |
| Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)                                |    |
| [13] Using Digital Technology: From Excavation to Site Report .....                                     | 77 |
| Mitobe Hideki (Yamagata Prefectural Center for Archaeological Research)                                 |    |
| [14] Site Report Data and Web Contents .....  | 95 |
| Horiki Mamiko (Aichi Prefectural Center for Archeological Operations)                                   |    |

#### **III. Cultural Heritage Data as Intellectual Property**

|   |     |
|---|-----|
| [15] Reproducing Materials for Preservation Purposes Under the Japanese Copyright Law: The Digitization of Films and Videotapes ..... | 101 |
| Sudo Masahiko (Gojo Partners)   |     |

|   |     |
|---|-----|
| [16] The Rights Clearance Procedure for Films .....   | 105 |
| Yanai Kazumasa (TOHO CO., LTD.)   |     |
| [17] The Management of 3 Dimensional Copyrights Data That Are Open to the Public .....  | 111 |
| Nakabayashi Atsushi (Cultural Property division, Higashiosaka boards of education)  |     |
| [18] Turning Cultural Assets Into True Public Goods .....   | 118 |
| Fukushima Yukihiro (The University of Tokyo, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies)  |     |
| <b>IV. Cultural Heritage Data and GIS</b>   |     |
| [19] GIS and Cultural Resource Management .....   | 122 |
| Yamaguchi Hiroshi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)  |     |
| [20] The Utilization of GSI Maps .....  | 130 |
| Miyamoto Ayumu (Kinki Regional Survey Dept., Geospatial Information Authority of Japan)   |     |
| [21] GIS in Cultural Heritage Management: A Guide to Using QGIS .....   | 138 |
| Ishii Junpei (Assabu)   |     |
| [22] Using GIS in the Investigation of Cultural Heritage .....  | 195 |
| Nagae Hirokazu (Hyogo prefectural education board)  |     |
| <b>V. Publishing Archaeological Site Reports on the Web</b>   |     |
| [23] How to Publish Excavation Reports on the Internet .....  | 202 |
| Miyazaki Takashi (Kumamoto Prefectural Board of Education)  |     |
| [24] The Current State of Site Summaries .....  | 206 |
| Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)  |     |
| [25] Excavation Reports and the Disclosure of Archaeological Data:<br>The Flow, Reproducibility and Reusability of Information Under the Policy of<br>“Preservation in Records” ..... | 211 |
| Noguchi Atsushi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)  |     |
| [26] The Progress of the Comprehensive Database of Archaeological Site Reports in Japan .....   | 218 |
| Takata Yuichi (Nara National Research Institute for Cultural Properties)  |     |

## デジタル技術による文化財情報の記録と利活用

### 奈良文化財研究所研究報告 第21冊（2019年1月17日発行）の内容

#### I. 文化財分野におけるデジタル技術の活用

- [1] 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  
[文化庁文化財第二課埋蔵文化財部門]
- [2] 文化財写真におけるデジタル技術の導入  
中村 一郎 [奈良文化財研究所]
- [3] 3次元技術等によるデジタル技術の導入  
金田 明大 [奈良文化財研究所]
- [4] 文化財におけるデジタル技術活用の長期的動向  
森本 晋 [奈良文化財研究所]
- [5] 図面類・フィルムの電子化  
大橋 秀亮 [凸版印刷株式会社]

#### II. 文化財行政におけるGISの活用

- [6] 文化財調査におけるGISの基礎知識とQGISの実践的操作方法  
石井 淳平 [厚沢部町]
- [7] 東京都府中市におけるGISの利活用  
廣瀬真理子 [府中市役所 ふるさと文化財課]
- [8] 京都府・市町村共同統合型地理情報システム（GIS）における遺跡マップの活用について  
中居 和志 [京都府教育府指導部文化財保護課]
- [9] 福岡市埋蔵文化財課のGISとその活用  
板倉 有大 [福岡市経済観光文化局埋蔵文化財課]
- [10] 調査データの活用－整理と公開－  
堀木真美子 [公益財団法人愛知県教育・スポーツ振興財団 愛知県埋蔵文化財センター]

#### III. 発掘調査報告書の電子公開

- [11] 発掘調査報告書公開活用の展望  
国武 貞克 [奈良文化財研究所]
- [12] 発掘調査報告書の電子公開による情報発信とその新たな可能性  
高田 衆一 [奈良文化財研究所]
- [13] 図書館からみた発掘調査報告書  
矢田 貴史 [鳥根大学附属図書館]
- [14] データの集成と全国遺跡報告総覧との連携利用  
－『日本列島の旧石器時代遺跡』データベースの場合－  
野口 淳 [奈良文化財研究所]
- [15] 発掘調査報告書のウェブ公開と文化財の3Dデータに関する著作権の諸問題  
数藤 雅彦 [弁護士、五常総合法律事務所]

奈良文化財研究所研究報告 第24冊  
デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2  
—オープンサイエンス・データ長期保管・知的財産権・GIS—

Research Reports of Nara National Research Institute for Cultural Properties, Vol. 24  
Recording and Utilization of Cultural Property Information via  
Digital Technologies Vol. 2  
Open Science, Data Preservation, Intellectual Property, GIS

Issued on 25 February 2020

Edited and Published by

Nara National Research Institute for Cultural Properties,  
(Independent Administrative Agency) National Institute for Cultural Heritage

2-9-1, Nijo-cho, Nara City, Nara Prefecture, Japan, #630-8577

デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2  
—オープンサイエンス・データ長期保管・知的財産権・GIS—

---

発行日 2020年2月25日

編集発行者 独立行政法人国立文化財機構  
奈良文化財研究所  
〒630-8577 奈良県奈良市二条町2-9-1

印刷者 能登印刷株式会社  
〒920-0855 石川県金沢市武藏町7-10

---

ISBN 978-4-909931-23-8

