

# 博物館資料の「デジタル化」

## —公開と活用に向けたコレクション管理の現状と課題—

田中 裕二\*

### はじめに

#### 博物館資料の「デジタル化」時代到来

約70年振りに改正された2022年（令和4）博物館法に「博物館資料に係る電磁的記録を作成し、公開すること」という博物館資料の「デジタル化」の項目が明文化され、国内の文化的基盤を支える博物館において「デジタル化」は喫緊の課題となると共に、文化庁が「博物館機能強化推進事業 Innovate MUSEUM 事業」という名目で博物館資料のデジタルアーカイブ化や業務のDX等への支援を開始するなど予算がつく数少ない成長分野のひとつとなっている<sup>1</sup>。

博物館法改正を受けた2023年（令和5）2月13日（月）文化審議会第4期博物館部会（第4回）において「博物館DXの推進に関する基本的な考え方」が示され、配布資料には関連する衆議院文部科学委員会における答弁要旨が引用されている。そこには「博物館資料のデジタル化・公開」「デジタルアーカイブの必要性、有効性」「資料をアーカイブ化するにはデータとして取り組んで複製化」という言葉が並ぶ。また一連の「デジタル化」は国が進めるデジタル田園都市国家構想基本方針の趣旨にも合致するという<sup>2</sup>。同じ文書内でも使う人によって「デジタル化」の用語は異なる。用語の体系や定義については「1 博物館とデジタル・トランスフォーメーション（DX）」で確認する。

文化審議会で大学における学芸員養成課程科目の改善が検討され、文化庁から「学芸員養成課程の科目のねらいと内容及び博物館実習ガイドラインの改訂について」が示された<sup>3</sup>。「博物館資料論」の内容に「資料のデジタル化と公開」や「デジタル・アーカイブによる資料管理」が、「博物館情報・メディア論」には「資料のドキュメンテーションとデータベース化」また「デジタル・アーカイブの意義・方法・課題」が盛り込まれている。

本年2025年（令和7）からおよそ40年前、博物館は情報を伝達・媒介する機関と見做した梅棹忠夫の発言は卓見であったが<sup>4</sup>、博物館が一方的に利用者に情報を提供する時代から、現在は美濃加茂市民ミュージアムの美濃加茂辞典のように、収蔵資料だけではなく地域の文化資源をも包含したデータ・ベースに、博物館利用者以外の広範な利用者が参画する双方向性が指向されるなど、関係性は変わりつつある<sup>5</sup>。

本稿は主に科研費の研究分担者として係わった「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」（以下「2024公立博物館アンケート」）<sup>6</sup>や

\*静岡文化芸術大学 准教授

ICOM が 2024 年に公開した “Museum Storage around the world”（世界の収蔵庫に関する報告書：以下「ICOM 世界の収蔵庫報告書」）の分析結果を基に、博物館における「デジタル化」の現状と課題を取り上げ、「デジタル化」と資料情報の公開にとって不可分な関係にある収蔵品管理システムの導入と運用に関する提言を行うこと目的としている<sup>7</sup>。

## 1 博物館とデジタル・トランスフォーメーション（DX）

2003 年（平成 15）4 月 22 日文化庁と総務省が連携し「文化遺産オンライン構想」を発表し、翌年の 2004 年（平成 16）4 月 27 日「文化遺産オンライン」が公開された<sup>8</sup>。この 2004 年はデジタル・トランスフォーメーション（DX）が提唱され始めた年と符合する<sup>9</sup>。ストルターマンが提唱した DX の本質は単なる「デジタル化」ではなく「デジタル・テクノロジーが人類のあらゆる側面に影響を与える変革」になると予言したことにある。その翌年 2005 年（平成 17）の愛知万博カナダ館では、カナダ遺産情報ネットワーク（Canadian Heritage Information Network）が主催して「文化の新しいメディアを考える」と題して、世界各国の博物館職員、政府関係者、教育関係者、芸術家、研究員、ウェブ開発者が集う専門家会議が開催された。筆者はこの会議に出席したが、デジタル技術で世界のミュージアムがつながるためにには共通のプラットフォームが必要という議論をした記憶があり、課題は一つもこれから博物館は大きく変わることになることを予見させるような内容であった<sup>10</sup>。

文化遺産オンラインが 2004 年（平成 16）に公開され、DX が提唱され始めてからおよそ 20 年が経過した 2025 年（令和 7）現在、「はじめに」でも見たとおり、日本では「博物館 DX」「デジタルアーカイブ化」「デジタル化」という言葉が並ぶ。しかし、その「デジタル化」の前提となる「博物館資料の収集及び管理の方針」（博物館施行規則第 19 条第 2 号）を定め、その方針に基づき「博物館資料の目録を作成し、当該博物館資料を適切に管理し、及び活用する体制を整備していること」（施行規則第 19 条第 3 号）が機能不全に陥る可能性を金山は指摘している<sup>11</sup>。このいわばコレクション管理体制の整備を組織的に行うことができるよう明確な方針を定めなければ、「デジタル化」は進まない。それは追って明らかにしていきたい。

それでは「はじめに」で言及したとおり「デジタル化」の用語を整理してみたい。主にこの分野を牽引している IT 業界の定義に依拠すると、①デジタイゼーション（Digitization）、②デジタライゼーション（Digitalization）、③デジタルトランスフォーメーション（DX）といったように 3 段階のプロセスを経るという。

IT 業界で流通している定義を援用しつつ、博物館の現状に引き寄せて説明を試みたい。最初の段階①デジタイゼーション（Digitization）だが、アナログからデジタル変換を意味しており、プロセス自体の「デジタル化」を意味するのではなく、一般的に考えられている日本語訳の「デジタル化」に最も近い概念を持つ用語である。博物館業界に置き換えると、収蔵資料や作品の 4 × 5 ポジ・フィルムをスキャンして「デジタル化」する、あるいは三の丸尚蔵館が展覧会図録を「デジタル化」（PDF 化）してインターネットで公開している事例、そして最も一般的なのは、紙媒体の目録や年報を PDF 化してホームページで公開することなどがこれに該当する<sup>12</sup>。それを裏付けるように、1997 年「資料台帳」のデータベース化は 20.3% だったが、2019 年に 51.1% と 2.5 倍に増えている。しかし、博物館資料の収集や管理の方針を定め、適切

に管理し活用する体制が整備されなければ、この数値が鈍化する可能性はある（図1）。

次の段階は②デジタライゼーション（Digitalization）であるが、上記①がアナログからデジタルへの単なる変換だったのに対し、デジタル技術を駆使したビジネスモデルの転換、つまり新たな利益と生産性向上の機会を創出することにある<sup>13</sup>。IT業界の定義はビジネス寄りだが、ミュージアム業界に適用すると、収蔵資料の単なる「デジタル化」ではなく、業務プロセス自体を「デジタル化」することを意味する。例えば収蔵品管理システムを導入して、収蔵資料の画像貸出しの手続きを全て電子化してダウンロードまで一貫してインターネットで可能にする、あるいは資料の貸出及び借用、展示期間の管理等の博物館業務プロセスの「デジタル化」がこれに該当する。

「デジタル化」をした上でIT技術を駆使し、新たな価値創出という側面に注目すると「大和ミュージアムAR」（Augmented Reality）のようにタブレットをかざすとCGアニメと画像を組み合わせて解説するアプリや、3DビューやVR映像で展示を鑑賞できる「おうちで体験！かはくVR」（Virtual Reality）はコロナ禍で注目を集めた。MR（Mixed Reality）の分野では、

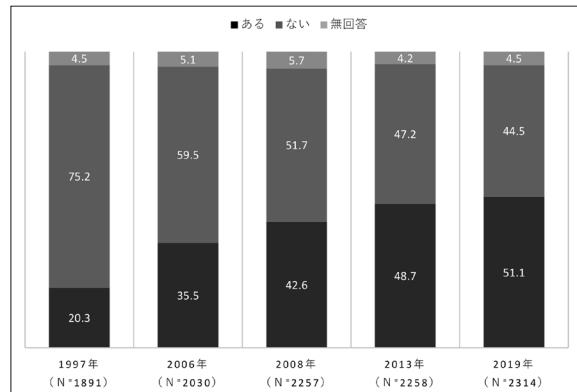


図1 電子メディアにデータ・ベース化された資料台帳  
(日本博物館協会『日本の博物館総合調査報告』令和元年より筆者が作成)

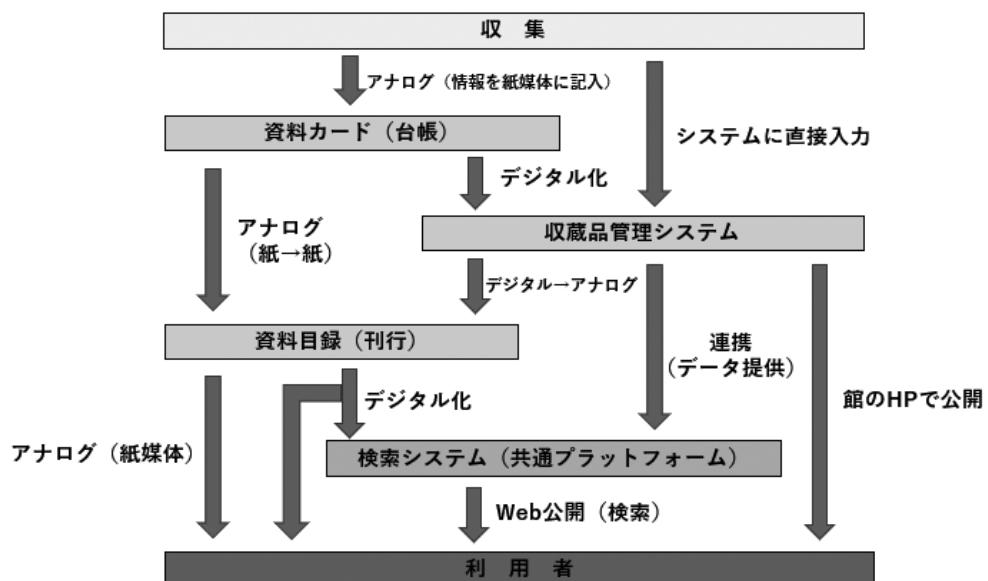


図2 博物館資料情報のデジタル化模式図  
(筆者作成)

VR ゴーグルを着用して現地で現実と仮想の空間が融合し、相互に影響を与える建仁寺の「MR ミュージアム in 京都」も含めることができる。

第3段階の DX だが「情報通信技術や IoT を活かし、それらから集まつてくるビッグデータ、そしてそれを AI のようなものも使いながら解析し、根本的な変革 一産業プロセスはもちろん、私たちの生活、社会、企業、国家などすべてに変革を起こそうという動き—」<sup>14</sup> という坂村健の定義に従うと、ミュージアムは先ず①の「デジタイゼーション」(Digitization) を充実させ、第2段階である「デジタライゼーション」(Digitalization) に移行することを当面の目標としなければならない。収蔵品管理システムを通じた業務プロセスの「デジタライゼーション」により、収蔵資料の画像と情報を公開する。そして、その公開した情報を元に検索サイト等の共通プラットフォームで共有化され、それを公共財として誰もが利用可能になれば、DX に寄与できるのではないかと筆者はみている。さらに MLA 連携や産官学連携に始まり、創造産業、アート、デザインの革新などにつながることが期待される。情報弱者に対する配慮は必要になるが、自宅にいながらあらゆる情報にアクセスできるようになると地域間格差の解消にも寄与できる（図2）。

## 2 ICOM 世界の収蔵庫に関する報告書と日本の公立博物館アンケート結果調査

2019年9月7日、ICOM（国際博物館会議）京都大会2019で開催された第34回総会において、世界中の収蔵庫に保管されているコレクションを守り、その価値を高めるための対策に関する決議が採択された。その後、収蔵庫に関する作業部会による調査が進められ、2024年5月、98か国1,132の機関からの回答をまとめた報告書“Museum Storage around the World”（世界の収蔵庫：以下「ICOM 収蔵庫報告書」と呼ぶ）が公開された。回答館の特徴として特筆すべきは、40%の館が資料登録管理を担う職員がたった1人であり、12%の館が管理業務を担う人が誰もいないと回答している点にある。10人以上の職員が資料登録管理に従事している館は僅か5%であり、レジストラーといった専門職が極めて少ないということが明らかになった。17%の館は収蔵庫の管理担当者を指定しておらず、また担当者が居たとしても、20%以上は収蔵庫の業務が仕事として明記されていないという状況だ<sup>15</sup>。

ここからもう少し詳しく「ICOM 収蔵庫報告書」をみると、資料登録管理を担う職員について驚くべき数字が公開されている。資料登録管理を担う職員数について0人が約13%、最も多いのが1人で約40%であり、合計すると約53%の館が資料の登録管理をする職員数が1人以下という。日本に比べて海外は専門分業化が進んでいるという印象があるかもしれないが、国内外で資料登録に従事する人員は極めて限られているということがわかる。

一方、日本の現状は「2024 公立博物館アンケート」から、資料登録・管理を担当する職員の有無について、「いる」と回答した館が91.7%（289館）、「いない」が8.3%（26館）であった<sup>16</sup>。この結果だけみると、日本の資料登録や管理体制が構築されているように錯覚してしまうが、現実は違う。

次の設問で「資料の登録・管理を担当する職員（複数回答可）」について尋ねたところ、学芸員が兼務しているが92.4%（267館）で最多となった。筆者は研究分担者としてこのアンケート設計に携わったが、この回答は予想どおりで、展覧会や教育普及事業、調査研究をやりなが

ら資料収集や管理も全て学芸員がひとりで担っている実態が改めて数値上でも明確になったといえる。資料の登録・管理を担当する職員として次に多かったのは事務職で 14.9% (43 館)、最も少なかったのが「レジストラー（博物館・美術館にコレクションとして存在する資料・作品、あるいは博物館・美術館に入出する資料・作品の登録・管理に係わる人）」1% (3 館) という結果であった。この数字も想定の範囲内で、レジストラーの存在自体が日本では稀で、仕事自体も認知度が低いことは予想通りであった<sup>17</sup>。

日本の博物館で専門分業化が進むことを期待したいが、常勤職員で学芸系職員は 1 館当たり平均 2.48 人しかおらず、学芸員が資料登録・管理を兼務せざるを得ない現実があることは理解している<sup>18</sup>。飛躍的に人員が増加することは期待できないが、資料管理セクションを設けるか、兼務ではなく専門職の配置を中長期的に実現させたい。資料の登録・管理は、多忙を極める学芸員が片手間ができるものではない。資料の紛失や盗難、未整理資料の増加など資料を管理する体制が構築されず、博物館の重要な収集、管理分野で機能不全を起こしている現状を金山は指摘する<sup>19</sup>。「デジタル化」以前の課題、整理されていない資料、つまり「未整理資料」の存在について次項で検証したい。

### 3 資料目録の整備と「未整理資料」について

歴史、美術、民俗、自然史など収蔵している資料の形態によって目録化されている割合は変わってくるが、「ICOM 収蔵庫報告書」によると、収蔵資料の目録がほぼ 100% 整備されているミュージアムは約 43% と半数に満たず、収蔵資料の 75% 前後の目録化が約 30%、50% 前後が約 12% と続く。合計約 57% のミュージアムが目録の整備が追いついていないことを意味する<sup>20</sup> (図 3)。

それでは日本の現状はどうか。資料台帳に記載されている資料の割合は「ほとんどすべて」

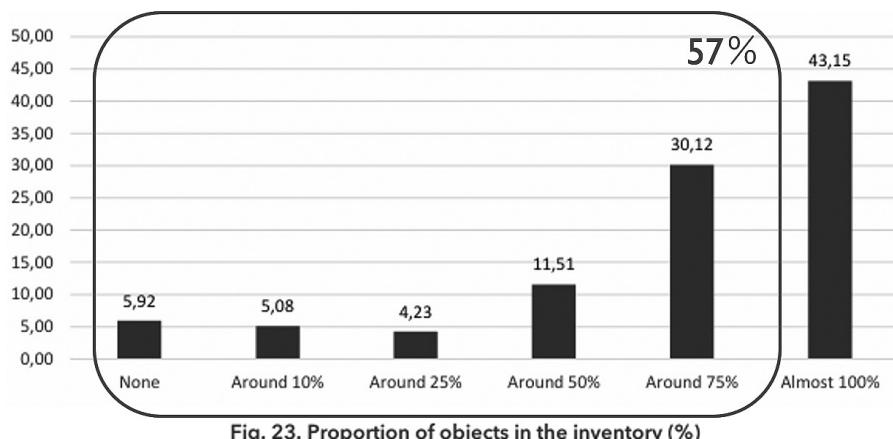


図3 Museum Storage around the World, working group on Collection in Storage, ICOM May 2024, p27  
(一部枠と%は筆者加筆)

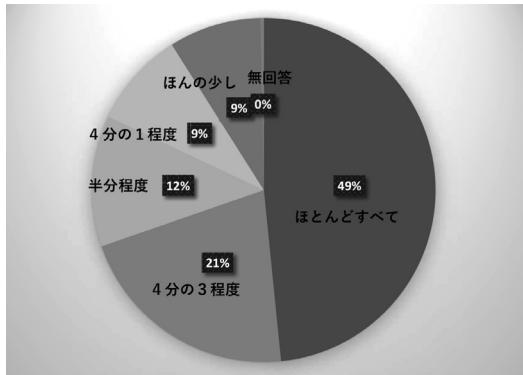


図4 資料台帳に記載されている資料の割合  
(日本博物館協会『日本の博物館総合調査報告』  
令和元年より筆者が作成)

立博物館アンケート」を実施したこと、それが明らかになった。「未整理資料」が「ある」と回答した館は75.1%（235館）、「ない」の24.9%（78館）を大きく上回った<sup>22</sup>。

この「未整理資料」はアンケートでは非聞いてみたい項目だったが、正直に回答してくれる館が果たしてどれだけあるか半信半疑であった。しかし、実際は多くの館が赤裸々に答えてくれたと理解している。「未整理資料」が「ある」と公表することは館にとって好ましいことではない。資料整理が追いついていないことを表明する、どちらかと言えば不名誉なことである。こういった事実を白日の下に晒し、世に問うて解決策を見出してほしいという、ミュージアム現場からの悲痛な叫びではないだろうか。

もう少し「未整理資料」の状況について設問を掘り下げてみたい。収蔵資料全体の何%が「未整理資料」なのかという問い合わせに対して、10%未満が26.7%（54館）、70%以上「未整理資料」が5%（10館）あった。「未整理資料」の平均値は22%、中央値は15%である。この数字を少ないとみるか、多いとみるかだが、筆者は深刻な数字だとみている。「未整理資料」が整理されないと資料の目録化は進まない、目録ができないと「デジタル化」もできず、収蔵資料がいつまでたっても公開されない<sup>23</sup>。

それでは「未整理資料」が収蔵庫に山積している原因は何か。第1に①学芸員や職員不足によって資料整理に割く時間がない。第2に①とも関係するが②専門分業化が進まず資料整理が進まない。第3に慢性的な人員不足の中、資料整理に取りかかろうとすると③展示に偏重した評価制度で資料整理に博物館が資源「人、モノ、金」を割くことができないといった、①から③までが複合的に影響し合う悪循環に陥り、「未整理資料」がなかなか整理できない状況が続いている。

「未整理資料」を整理しないと「資料目録」が作成できない。「資料目録」が出来ないと資料の公開も「デジタル化」も進まない。人員・予算不足で「未整理資料」に着手できないといったように堂々巡りになっている。資料の整理には資料情報の取得（ドキュメンテーション）が欠かせないが、その現状を以下、国内外の最新データから検証してみたい。

は49%となっており、世界の43%と乖離している訳ではない。日本でも館種によって目録化のパーセントが大きく異なっているため、一概に言えないが、日本が極端に遅れている訳ではないことがわかる<sup>21</sup>（図4）。

ここで目録化が進まない要因のひとつに「未整理資料」の存在があることを指摘しておきたい。博物館資料として収蔵されているにも係わらず「未整理資料」が存在することは、博物館関係者の間では周知の事実だったが、この度「2024公

#### 4 ドキュメンテーションの不備

博物館は収蔵されている「モノ」と「情報」をセットで保存することでその価値を増す。そのことを東京国立博物館の村田良二は「博物館における資料は、単にモノだけが存在していても十分な活用はできず、それらがどのようなモノであるのか、という情報とセットになって初めて博物館の資料として生きてくる」<sup>24</sup>と述べ、博物館における情報化と体系化について、その重要性を指摘している。

さらに、英国コレクション・トラストが発行している「ドキュメンテーション実用ガイド」マーガレット・ハリソン（Margaret Harrison）とゴードン・マッケナ（Gordon Mckenna）は「情報の収集は資料の収集にとって不可欠な部分である。新たな資料が博物館にやってきた時、それに付随して非常に価値の高い情報がもたらされる」と収集段階における情報の鮮度について述べ、「ドキュメンテーションはミュージアムが管理し所蔵する資料に関する記録された全ての情報のことを指す。もっと端的に言えば、情報を集め、書き記す、そして保管することにある。ドキュメンテーションによって、現在と未来に渡り、ミュージアムはコレクションを管理し、理解し、解釈し、それを利用することができる」<sup>25</sup>とミュージアムの収蔵資料に係る情報の管理、いわばコレクション管理の基本を提示する。

このドキュメンテーションについて「ICOM 収蔵庫報告書」で興味深い結果が公表された。博物館がコレクションを記録する仕組み（system）について、約41%に不備があるというのである<sup>26</sup>。イギリスのコレクション管理制度はコレクション・トラスト（Collections Trust）が作成したスペクトラム（Spectrum）というコレクションの管理基準書と博物館認証制度が接続されており、博物館が資料を取り扱う上で、最低限必要となる手続きを担保している<sup>27</sup>。しかし、世界の博物館では、資料を受入れて記録（情報）を取り、体系的に整理するドキュメンテーションの仕組みが整備されていないということが明らかになったのである。

日本の現状はどうか。ドキュメンテーションの根幹を成すコレクション管理に関する文書について、日本博物館協会が実施している2019年度（令和元年）『日本の博物館総合調査報告書』によると、コレクションポリシーについて「ある」が25.8%、「ない」が70.3%となっており、圧倒的に収集方針が「ない」ことがわかっている。さらに資料の登録・管理に係わる手順の明文化についても「ある」が24.9%、「ない」が70.8%という結果が出ている<sup>28</sup>。

科研費で実施した「2024 公立館アンケート」では『日本の博物館総合調査報告書』よりもさらに踏み込んで「コレクションの取得、受入れ、登録、目録作成、収蔵管理、公開・活用、処分など、収蔵資料全般について明文化した文書（要綱、要領、方針など）」の有無について問うた。その結果、コレクション管理に関する文書について「ある」（すべてある）と回答した館は1.6%（5館）しかなく、大部分56.9%（178館）は「一部ある」に留まった。それ以上に深刻なのは「ない」31%（97館）と「わからない」10.5%（33館）の合計が31.5%だったことがある<sup>29</sup>。約3割りの館がコレクション管理について明文化されていないことが明らかになった。これは由々しき事態である。

このコレクション管理に関する文書が「ない」と回答した31%（97館）について、その判断基準について尋ねたところ、「責任者や学芸員、担当者の判断」「引継ぎ・慣習による判断」「資料の価値や特性に基づいた判断」「館の状況に応じて判断」「行政の指針・行政などと

の協議による判断」という理由があげられた。学芸員による属人的な判断や慣例に基づく、あるいはその都度協議するといった玉虫色の決定になっていることがわかった。これでは公明正大に何を根拠にコレクションを体系的に収集し管理しているのか基準が曖昧で、社会から付託されたコレクションの説明責任を果たすことはできない。

## 5 博物館資料と情報の「デジタル化」

事業所の PC（パーソナル・コンピューター）保有率は 1996 年（平成 8）に 62.2% だったが、2002 年（平成 14）には 93.2% に達し、たった 6 年間で飛躍的に普及した<sup>30</sup>。一方、博物館業界では電子メディアにデータベース化された「資料台帳」の割合が 1997 年（平成 9）20.3%、2006 年（平成 18）30.5% と上昇しているものの、事業所 PC の普及率と比べると、博物館業界の「デジタル化」はそれほど進まなかった（図 1）。「2024 公立館アンケート」によると収蔵資料のうち、「デジタル化」して公開している資料の割合について、平均 16%、中央値が 1% と「デジタル化」がかなり遅れていることがわかる。さらに詳しくみると、0% が 33.5%（93 館）、10% 未満が 33.8%（94 館）と合計 67.3%（187 館）が「デジタル化」10% 未満という状況が明らかとなっており、日進月歩の IT 機器や情報通信業界に比べて、博物館における「デジタル化」の歩みは遅い。

PC の普及に伴い汎用データベースソフトも発売され、1990 年代以降に各館でパソコンに詳しい学芸員が見よう見まねで独自にデータベースの構築を開始した。紙媒体の資料台帳から電子データへの移行は、いわゆるデジタイゼーション（Digitization）の第一段階と呼べる取組みが始まったといえる。しかし、コレクション・データの記録が紙媒体で「ばらつき」があり体系的に蓄積されておらず、デジタルでのデータベース化はさほど進まなかった。進んだとしても、市販ソフトウェアで組んだデータベースには問題点がある。先ず汎用ソフトウェアはデータ量が大きくなると壊れやすい。次にデータベースを複雑に組み過ぎて壊れた場合、データベースを組んだ本人でないと直せない。その結果データベースがその館でしか使えない「ガラパゴス化」してしまった<sup>31</sup>。

PC が導入される以前の博物館の資料情報は、資料台帳が不完全であっても学芸員の脳内で記憶管理される属的なものであった。そして、学芸員の退職や異動により一部は口伝により引き継がれても、紙媒体に記録されていない情報の損失は大きかった。汎用ソフトウェアで一部が「デジタル化」されたとしても、紙媒体の資料情報がない博物館は、情報の断絶が起こり次世代学芸員への継承が難しくなっている。

博物館の資料情報は①基本情報（資料名、作者、年代、入手先、評価額、購入先・寄贈者住所氏名連絡先）、②来歴（何、いつ、どこで、だれが、どのように）、③移動履歴（展示、閲覧、貸出、撮影、修復、燻蒸等の履歴）、④画像、⑤予定（展示予約、貸出予約、閲覧予約）などが最低基準として考えられる。これはあくまで基本情報だが、1,000 点から 2,000 点程の収蔵品点数であれば、紙の記録と人間の記憶で何とか把握できるかもしれないが、数万点から数十万点、あるいは数百万点の収蔵資料を有する博物館の場合、上記①から⑤までの情報管理を紙と人間の記憶だけを頼りにすることは効率が悪いだけでなく、管理できる許容量を越えてしまう。さらに人為的なミスも起きやすい。そこでそれを補完するため収蔵品管理の考え方やシス

テムが必須となってくる。

## 6 収蔵品管理システム導入と運用を巡る利害関係者

ここからは収蔵品を収集、管理、公開、活用するために必要となる収蔵品管理システムについて、博物館、設置者、利用者の3つの利害関係者に分けて、その導入を阻んでいる、あるいは導入しても運用が停滞している現状と理由を抽出してみた（図5-1、図5-2、図5-3）。

### 6-1 博物館（図5-1）

先ず①収蔵品管理システム担当を兼務している学芸員は多忙を極めデータの更新や修正、システムの改修に充分な時間が割けない。博物館の基本的な機能である資料の収集、管理、展示、教育普及に加えて、予算要求や書類事務などの雑務に忙殺され、収蔵品の情報を充実させるために必要な収蔵品の調査、収蔵品管理やシステムの重要性を認識しつつも、学芸員が兼務している日本の現状では、「デジタル化」やインターネット公開に手が回らない。

次に②の横断検索サイトについて言えば、「資料目録」を館のホームページで「公開している」は26.2%（81館）に対し、「公開していない」は73.8%（228館）とネット公開すらしていない現状である。少ないながらも「資料目録」をネット公開している博物館においても、外部のデータベースサイト（ジャパンサーチ、文化遺産オンライン、全国美術館収蔵品サーチSHÙZO、サイエンスミュージアムネット、都道府県機関などのデータベースシステム等）に資料目録を「提供している」のは29.2%（92館）に過ぎず、「提供していない」が70.3%という結果で、そもそも「資料目録」をネットで公開していない上、ネットで公開していたとしても外部の横断検索サイトに情報を提供できていない実態も明らかになった<sup>32</sup>。

予算・人員・時間・専門知の不足で資料情報の公開が遅々として進んでいない。その結果、収蔵品管理システムを導入して館のホームページで公開しているが、横断システムとの連携ができていないため検索サイトの網にかかる。データベースを構築してネット公開はしているが館のホームページ内の深い階層の中に埋もれ、せっかく「デジタル化」しても各館のホームページ内で死蔵されているのが現状である。

人材面について言えば、③システムに詳しい学芸員が圧倒的に不足している。システム担当者が固定されている、あるいは不在である場合がほとんどで、官民ともにIT人材が不足している中で、博物館の仕組みや事情に精通した人材を確保するのは至難の業である<sup>33</sup>。静岡大学情報学部に学芸員養成課程があり、博物館業界での活躍が期待されるが、民間で引く手あまたのIT人材が専門職採用に消極的な博物館に採用される可能性は極めて低い。将来的に専門職

ミュージアム	
① 収蔵品管理 システム	システム担当を兼務している学芸員は多忙（収集・保管・展示・教育普及+α雑務）。重要性は認識しつつも余裕がない。
② 横断検索 サイト	複数の検索サイトに情報を提供するのは負担：各館で死蔵
③ 人材	システムに詳しい学芸員が少ない。システム担当固定あるいは不在。人材不足。システム担当に限らず慢性的な人員（人材）不足。人員要求してもつかない。
④ 評価	展覧会事業重視

図5-1 収蔵品管理システムを巡る利害関係者（ミュージアム）の課題（筆者作成）

採用枠の確保を期待したいが、慢性的な人員（人材）不足の博物館は行政内で人員要求をしても学芸員の増員すら極めて困難な現状であり、IT人材を専門職として配置することは夢のまた夢かもしれない。しかし、少ない人員で博物館を維持し、次世代に引き継ぎ持続可能な博物館運営を目指すのであれば、収蔵品管理システムの導入と運用は必須であろう。それが進まないのは④博物館の評価が展覧会事業を重視する傾向にあることも、システムの導入と運用が進まない遠因のひとつであろう<sup>34</sup>。

## 6－2 設置者（行政等）（図5-2）

①博物館など本庁以外の外部にある組織（施設）のことを内部では「出先」と呼ぶ。行政の総本山である「本庁」では、「出先」（機関）との物理的な距離感だけではなく、業務内容の把握も公立館が直営の場合は事務職も含め人事異動があり把握している職員が少なからず存在する。ところが、指定管理者制度を導入している場合は、公務員が大幅に博物館の現場から引き上げられ、「出先」の業務内容を把握できる職員が少なくなり、博物館の現場でどんなシステムを使っているのか把握していないことが多い。本庁の所管課は管理する博物館の評価や庶務事務の雑務で多忙を極め、収蔵品管理システムの重要性や内容についてまで考えが及ばない。

②横断検索サイトに関しては、地方自治体が所管する訳ではなく、外部機関が運営する横断検索サイトに向けた情報の提供や公開をそれほど重視していない。そもそも横断検索やプラットフォームは所管部署の博物館事業ではないため、重点評価対象にもならない。

③「本庁」の人材についても、博物館の現場と同じ状況である。「本庁」の所管部署もIT人材やシステム担当が不在であることが多く、システムの重要性に対する認識が不足している。行政改革の影響や人口減少で人員が漸減している行政にとって、民間の採用が活発化しており公務員の倍率も低下傾向にあることは痛手だ。これでは行政の一般行政職の人員も益々余裕がなくなる。行政内部でも④展覧会事業の定量目標が重視される傾向にあることは筆者の分析からも明らかである<sup>35</sup>。

## 6－3 博物館の利用者（図5-3）

収蔵資料の公開に関する利用者からのニーズは「ある」71.0%（218館）に対して、「ない」29.0%（89館）と公開を望む声が多い。その公開方法として自由記述「常設展、企画展、特別展、コレクション展などで対応する」という回答例が多く<sup>36</sup>、これでは博物館＝展示機関という認識を利用者に植え付けてしまう。

展示で公開されている資料は、収蔵資料の15%以下という博物館等が約70を占める<sup>37</sup>。大

図5-2 収蔵品管理システムを巡る利害関係者（設置者）の課題（筆者作成）

設置者（行政等）	
① 収蔵品管理 システム	システムのことは現場（博物館・美術館）に任せている。管理・評価・雑務で多忙。システムについて認識不足。
② 横断検索 サイト	情報の提供・公開に関する評価を重視していない。横断検索・プラットフォームは所管部署のミュージアム事業ではない：重点評価対象ではない。
③ 人材	所管部署にもシステム担当が不在（システムの重要性認識不足）。行政の影響で人員減。行政の人員も余裕がない。
④ 評価	展覧会事業の定量目標重視

部分のコレクションは収蔵庫で眠っており公開されていない状態にある。そこで、収蔵品管理システムに代表される、公開機能がついたシステム導入と理想的にはシステム専任担当者の配置が望まれる。コレクションのデジタル公開が利用者にとって利便性が高い重要なものであるという認識を醸成したい。②博物館のホームページに能動的にアクセスして、収蔵品のデータベース検索をする利用者は限られる。先に見たとおり「資料目録」など外部のデータベースシステム（横断検索サイト）へ「提供していない」博物館が70.3%（218館）あり、汎用性の高い複数のプラットフォームに収蔵品データを提供しなければ、一部の研究者や博物館業界関係者にアクセスは限られ、公開はしているがネット情報の海の中に埋もれてしまう<sup>38</sup>。つまり、収蔵品という公共財のアクセスが制限されており、それを享受することができる環境が整っていない現状に、利用者は気付いていないのである。

③人材について、学芸員の仕事や存在自体が未だ世間では認知されておらず<sup>39</sup>、学芸員は何をやっているのかわからないと言われて久しい。まして収蔵品管理の考え方やシステムの担当者など認知度が学芸員よりさらに低くなることは想像に難くない。④特別展（展覧会）に傾倒した予算や人員の投下によって広告宣伝等の露出が多くなる。その結果、利用者にとって展覧会（展示）が博物館の基幹事業として認識されてしまい、資料の収集や管理といった地道で膨大な時間と労力を必要とする業務に注目が集まることが少ないため、コレクション公開に必要な業務に対する理解が進まないという、負の循環がここにもある。

## 7 収蔵品管理システム導入に伴う課題

博物館資料情報の公開に欠かせないのが収蔵品管理システムである。その導入について回答のあった314館のうち、①使っている68.2%（214館）、②使っていない31.8%（100館）<sup>40</sup>と、収蔵品管理システムを使っている館の方が多いことが判明している。ただし、システム導入＝適切な運用は同義語ではなく、導入していても活用できていない館や、運用が適切ではない館もあり、この数値をもって業務のシステム化が進んでいるとは言えない。

収蔵品管理システムの内訳は、早稲田システム開発I.B.Museum45.1%（96館）、汎用ソフト（Excel, Access, Filemaker）34.7%（74館）、独自でシステムを開発7.0%（15館）、Fujitsu Musetheque4.2%（9館）、NISSA Artize1.4%（3館）、その他7.5%（16館）となっている<sup>41</sup>。コスト・パフォーマンスが高いI.B.Museumがシェアを誇っているが、汎用ソフトも依然として比率が高く、システムの安定性やバックアップ等の安全性を考えると、システム会社が開発したものを導入することを薦めたい。

上記の公立博物館アンケートから収蔵品管理システムをめぐる大規模館、中規模館、小規模館毎に①システム担当、②収蔵品管理システム、③技能継承の観点から現状と課題をまとめた

利用者	
① 収蔵品管理 システム	システムが利用者にとって利便性が高い重要なものであるという認識が低い。
② 横断検索 サイト	館のホームページにアクセス・コレクション検索をする利用者は稀：複数のプラットフォームがなければアクセスは低下：共有財の享受ができる環境が整っていない。
③ 人材	学芸員の存在自体まだ世間では認知されていない。システム担当者の受容性の認識されず。学芸員の仕事に対する認識は低い。そもそも学芸員は何をやっているのかわからない。
④ 評価	展覧会における広告宣伝等の露出が多く、展覧会を博物館のメイン事業として認識している。

図5-3 収蔵品管理システムを巡る利害関係者（利用者）の課題（筆者作成）

のが下記の図である（図6）。

規模	公立館	①システム担当	②収蔵品管理システム	③技術継承
大規模館	国立+都道府県立	専任システム担当	独自システム or 収蔵品管理システム	人材育成、専任のジョブローテーション可能
中規模館	都道府県立+市立	兼任システム担当 or 学芸員兼任	収蔵品管理システムor ファイル管理ソフト	担当異動・担当替えでシステムの技術継承に難あり
小規模館	市町村立	学芸員兼任 or システム担当不在	ファイル管理ソフト or システムなし	職員の退職によりノウハウや技術の断絶

図6 収蔵品管理システムを巡る地方自治体と博物館の規模に関する課題  
(筆者作成)

国立あるいは都道府県立の地方の中核館に該当する大規模館では全てではないが、東京国立博物館や九州国立博物館を筆頭に専任でシステム担当を配属している。収蔵品管理システムも東京国立博物館のように専任職員がおり、予算規模が比較的大きな館は独自にシステムを開発することも可能である。あるいは比較的高額なシステムを導入した上、カスタマイズする費用を投入することができる。専任職員も同じ組織内でジョブローテーションすることで人材の育成も期待される。

次に都道府県立または市立といった中規模館では①システムは「2024 公立館アンケート」のとおり学芸員がシステム担当も兼務している。それを裏付けるように、収蔵品管理システムの担当職員の有無を聞いたところ、311館のうち、「いる」60.1%（187館）、「いない」39.9%（124館）<sup>42</sup>と一見するとシステム担当が適切に配置されているように見えるが、実際は収蔵品管理システムを担当する職員がいると回答した186館のうち、専属担当がいるのは1.1%（2館）のみで、大部分は学芸員89.2%（166館）がシステム担当を兼務している。あとは事務職の兼務3.8%（7館）、その他5.9%（11館）<sup>43</sup>と圧倒的に学芸員が兼務しているのが実情である。③技術継承については、長くシステム担当をしていた学芸員の異動、あるいはシステムの担当者が変わることで、技術継承が難しくなっている。

市町村立の中でも比較的小規模な館では、①システム担当は学芸員がいればその学芸員が兼務しているか、あるいはシステム担当すら配置されていないのが現状であろう。市販のファイル管理ソフト、例えばExcelやAccess、Filmakerなどで収蔵品データを管理していれば良いが、紙の調書も充分機能しておらず、電子データと紙媒体の情報が適切に管理されていない可能性が高い。小規模館の場合、あらゆることを1名の職員が兼務しているため、職員の退職に伴い長年1人でデータ管理やシステムを運用したことによる弊害で、新人学芸員へのノウハウ継承や技術の断絶が起こってしまう。

## おわりに

博物館の収集と管理方針を定め、公開と活用について館の使命に基づき運営方針を明確にしなければ、単に「デジタル化」の旗を振っただけでは「デジタル化」は進まない。専任担当の配属や資料管理部署の設置などを進めなければ外部の横断検索サイトとの連携が進まず、情報の拡散が望めないだろう。それも館の運営方針に重点課題として明示されておらず、「人・モ

ノ・金」が重点的に投下できることにより「デジタル化」が進まないのである。

約 20 年前に「文化遺産オンライン」が始まり、DX が提唱され始めてから飛躍的に技術は進歩し情報量は増え、最新の動向や知識のアップデートが常に求められる昨今、博物館では収蔵品管理やシステムの導入、そして運用が順調に進んでいるとは言い難い。

システムの導入と運用には予算と人材の確保が必須だが、「人、モノ、金」が足りないことは本論でみたとおりである。博物館の幹部や設置者（行政）、利用者に有用性と必要性を繰り返し説明し、予算獲得と人材育成を早急に取り組まなければならない。システムを導入して学芸員個人に蓄積された経験知を補完し、少しでも形式知として残し、次世代に継承していくことが求められる。ただし、収蔵品管理システムも万能ではない。博物館の業務フローに沿ったシステムを構築しなければ、使い勝手の悪いシステムとなってしまい、結局使われなくなり、システム導入の意味は半減してしまう。またヒューマン・エラーは必ず起きる。人とシステム双方で相互補完しながら業務の効率化を図ることが肝要である。

大きな課題として官民を問わずシステムを運用する人材不足があげられる。本論でみたとおり、多くの博物館でシステム担当を学芸員が兼務している実態が明らかとなった。静岡大学情報学部に学芸員養成課程があるように、学芸員資格を持ち博物館の機能と役割を理解したシステム担当者の養成が理想である。慢性的に学芸員の人員が不足している現状で、収蔵品管理やシステム担当の専門職を雇うことは極めて難しいだろう。しかし、改正博物館法によって課せられる期待と努力義務が増えた学芸員に、これ以上の兼務はもはや限界であることは、火を見るよりも明らかだ。

博物館の機能には公開があり、それは展覧会と思われがちだ。実物の公開は大事だが、展示で公開されるのはごく僅かで、大部分は収蔵庫に眠っている。さらに収蔵品管理システムを通じて館のホームページで公開しても、外部の検索サイトに情報を提供できなければ、宝の持ち腐れである。

収蔵庫に眠っている公共財である資料（作品）を公開することは設置者の義務であり、利用者はアクセスする権利を持っている。博物館や一部の専門家が資料と情報を独占し、特定の関係者だけが閲覧制度を利用してアクセスし、情報を閲う時代は終わった。デジタイゼーション（Digitization）という名のアナログデータのデジタル化、デジタライゼーション（Digitalization）で業務プロセス自体を電子化し、それが DX（Digital Transformation）に寄与するという流れをつくることができるかが、いま問われている。博物館がもっている文化財やそれに付随する情報を利活用することで、革新を起こすことが本旨であるならば、「デジタル化」だけに予算を一時的に付けるのではなく、「デジタル化」以前に「未整理資料」や展示活動に偏重した博物館事業を見直し、恒常的に資料の整理、公開、活用を図ることができる評価制度の再考や組織的な体制の構築に取り組む必要がある。

一方、利用者（納税者）はアクセスできない収蔵資料に疑問の声を上げなければならない。収蔵品管理システムの導入と運用は、アクセスへの第一歩である。単に収蔵庫の資料移動を管理するシステムではなく、学芸員個人に属的に蓄積されてきた情報を博物館という組織に帰属させ、公開や活用を促す重要なツールのひとつである。

急速な少子高齢化が進んでいる現在、地方自治体の財政が飛躍的に好転して、博物館の予算

が増額され人員が豊富に配置される可能性は極めて低い。少ない人員で公開と活用、次世代への継承を達成するためには、データベースの構築は欠かせない。収蔵品管理システムは博物館の機能を担う基幹システムのひとつだが、それは単なるシステムではなく、博物館業務の基盤を支えていると言っても過言ではない。このシステムがなければ、公開も進まず業務の効率が著しく下がる。ただし、収蔵品管理システムは、人材不足を補完する救世主で、これさえ導入すれば順風満帆という訳ではない。システム導入後にそれを運用する人材は、導入と同じかそれ以上に重要である。

まずはコレクション管理の指針を策定した上で、収蔵品管理システムを導入して運用体制を構築することで、公開が進むとともに次世代を担う新人学芸員へ情報の引継ぎがある程度担保できる。学芸員個人に蓄積された経験や知見まで全てをデータ化して引き継ぐことは不可能だが、新人学芸員のOJT（On the Job Training）が難しい現状で、データで残すことは必須であろう。学芸員の負担を少しでも減らし、質の高い展示や教育普及事業が提供され、収蔵品の資料をインターネットで公開して誰でも収蔵資料にアクセスできるようになることに異を唱える人はいないだろう。館職員と利用者双方にとって利便性が高いことを絶えず発信するだけではなく、博物館の収集及び管理方針を明確に定め、公開と活用が進む体制を構築しなければ「未整理資料」の整理は進まず「デジタル化」も覚束ない。既に退職した団塊世代に加え、団塊ジュニア世代がこれから退職を迎える時代は直ぐそこに来ている。資料（モノ）と情報（紙台帳）、そしてデジタルの3点セットで残す指針を早急につくらなければならない。

## 註

1 文化庁ホームページ博物館機能強化推進事業（令和6年12月29日閲覧）  
<https://innovatemuseum.bunka.go.jp/>

2 文化庁ホームページ文化審議会第4期博物館部会（第4回）令和5年2月13日（月）開催資料1（令和6年12月29日閲覧）  
<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashikingikai/hakubutsukan/hakubutsukan04/04/93834401.html>

3 文化審議会第5期博物館部会での審議を経て2024年6月25日文化庁から出された通知。文化庁ホームページ（2025年1月9日閲覧）  
[https://www.bunka.go.jp/seisaku/bijutsukan\\_hakubutsukan/shinko/about/94070201.html](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bijutsukan_hakubutsukan/shinko/about/94070201.html)

4 「博物館は情報機関であります。（中略）ひろく情報を収集し、蓄積し、変換し、創造し、伝達する。そういう機関であります。そして、蓄積された膨大な情報の中から、最新の、正確な知識を市民に提供する、これが博物館の仕事であります」。梅棹忠夫『メディアとしての博物館』（平凡社、1987年）p17

5 可児光生「美濃加茂市民ミュージアム地域共有財産として活かされるデータベースをめざして」（金山喜昭編『博物館とコレクション管理 ポスト・コロナ時代の資料の保管と活用』増補改訂版、雄山閣、2023年所収）pp.184-191

6 「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」2024

年5月、金山喜昭研究代表 2022年度～2025年度日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究（C）  
22 K 01019

7 *Museum Storage around the World*, working group on Collection in Storage, ICOM May 2024

8 文化遺産オンラインホームページ（2025年1月6日閲覧）

<https://bunka.nii.ac.jp/about>

9 エリック・ストルターマンにより提唱されたDXの定義 “How information technology can be in service of the good life” “the digital transformation can be understood as the changes that the digital technology causes of influences in all aspects of human life” Stroehmann Erik (2004), “Information Technology and the Good life”, *Information Systems Research Relevant Theory and Informed Practice*, Boston, MA, pp.687-692

10 June 2005, presented "Project Naming", a paper, at Heritage Canada's Canadian Heritage Information Network's colloquium "Cultural New Media Days" at EXPO 2005 in Aichi, Japan. Participants at this event included museum officials, government representatives, educators, artists, researchers and web developers from across Canada, Asia, Australia and New Zealand. Library and Archives Canada

<https://www.collectionscanada.gc.ca/inuit/020018-1902-e.html> (2024年12月29日閲覧)

11 金山喜昭「収蔵庫満杯問題の所在と課題」（金山喜昭編『博物館の収蔵庫問題と新たなコレクション管理』雄山閣、2024年所収）pp.10-11。改正博物館法施行規則第19条第2号の登録博物館における「参酌基準」で「博物館資料の収集及び管理の方針を定め、博物館資料を体系的に収集する体制を整備していること」を都道県等の教育委員会が確認する審査の参考資料として「定款や設置条例等のほか、館が発行している報告書や冊子類、webで公表しているものを出力したもの等」が明示されているが、「博物館資料の収集及び管理の方針」を作成するという施行規則と齟齬が生じて、規定が実効性を持たなくなってしまうことを金山は指摘している。

12 Digitization : is the process of changing from analog to digital form, also known as digital enablement. Said another way, digitization takes an analog process and changes it to a digital form without any different-in-kind changes to the process itself. (Gartner Glossary 2024年12月29日閲覧)  
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitization>

13 Digitalization : is the use of digital technologies to change a business model and provide new revenue and value-producing opportunities; it is the process of moving to a digital business. (Gartner Glossary 2024年12月29日閲覧)

<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>

14 坂村健『DXとは何か』（角川新書、2021年）p15

15 田中裕二「世界の博物館収蔵庫に関する報告書を公開」カレントアウェアネス-E No.488 2024.10.03、  
国立国会図書館（2024年12月30日閲覧）

<https://current.ndl.go.jp/e2735>

16 「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」2024年5月、p17。金山喜昭研究代表、2022年度～2025年度日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究（C）22 K 01019

- 17 「スタッフエントランスから入るミュージアム（3）レジストラー——他分野との連携でコレクションを管理する小川絢子（国立国際美術館レジストラー）／坂口千秋（アートライター）」2020年2月15日号（2024年12月30日閲覧）。日本ではレジストラーという職種は稀。  
DNP Museum Information Japan artacape [https://artscape.jp/report/topics/10160316\\_4278.html](https://artscape.jp/report/topics/10160316_4278.html)
- 18 令和元年度「日本の博物館総合調査報告書」p47、日本博物館協会、令和2年（2020）9月
- 19 金山喜昭「収蔵庫の満杯問題の所在と課題」（金山喜昭編『博物館の収蔵庫問題と新たなコレクション管理』雄山閣、2024年、所収）pp.6-10
- 20 *Museum Storage around the World*, working group on Collection in Storage, ICOM May 2024, p27
- 21 前掲書「日本の博物館総合調査報告書」p140
- 22 「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p19、2024年5月、金山喜昭研究代表 2022年度～2025年度日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究（C）22 K 01019
- 23 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p20
- 24 村田良二「博物館におけるコレクション情報組織化 情報標準と東京国立博物館の事例」『情報管理 2016.12. vol.59 no.9, p577
- 25 Harrison Margaret & Mckenna Gordon, "Documentation a practical guide", Collections Trust, p2
- 26 "Although almost all museums have a system for documenting their collections, this is reported as incomplete in over 40% of cases". *Museum Storage around the World*, working group on Collection in Storage, ICOM May 2024, p36
- 27 松田 陽「イギリスのコレクション管理制度」（金山喜昭編『博物館とコレクション管理 ポスト・コロナ時代の資料の保管と活用』増補改訂版、雄山閣、2023年所収）pp.78-87
- 28 前掲書「日本の博物館総合調査報告書」pp.127-128
- 29 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p23
- 30 総務省ホームページ『情報通信白書平成27年版』「第1部 ICTの進化を振り返る第1節生活の隅々へのICT利活用の浸透」（2025年1月2日閲覧）  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc121210.html>
- 31 田中裕二「イギリスのドキュメンテーション資料の受付から受入まで」（金山喜昭編『博物館とコレクション管理 ポスト・コロナ時代の資料の保管と活用』増補改訂版、雄山閣、2023年所収）pp.88-89
- 32 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」pp.122-131
- 33 ここでも「デジタル化」が進まない理由として「マンパワー不足」や人員、予算不足、時間がない、専門知不足といった記述が多い。同上「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」pp.123-131
- 34 展覧会事業に博物館が人、モノ、金といったリソースを投入せざるを得ない構造的な問題について

- て東京都の事例を検証した拙稿を参照されたい。田中裕二「コレクション管理と評価：展示活動に偏重した事業は是正可能か」（『法政大学資格課程年報』第13巻、2024年3月）pp.27-36
- 35 同上書「コレクション管理と評価：展示活動に偏重した事業は是正可能か」pp.27-36
- 36 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」pp.136-144
- 37 前掲書 *Museum Storage around the World*, p18
- 38 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p122
- 39 田中裕二「地域博物館と大学の連携 資料整理と広報、実習分野における教育と実践」（金山喜昭編『改正博物館法で博物館はどうなる』同成社、2025年、所収）p119。静岡文化芸術大学の博物館学概論を履修する1年生を対象にしたアンケート調査の結果、学芸員養成課程を履修する理由について尋ねたところ「学芸員に興味がある」と回答したのは全体の16%に過ぎなかった。学芸員を志す大学1年生の認知度が低いことを鑑みると、学芸員自体の仕事の魅力や役割が一般にはまだまだ周知されていないことがわかる。
- 40 前掲書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p32
- 41 同上書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p32
- 42 同上書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p32
- 43 同上書「博物館収蔵資料の保管と活用に向けた調査研究（公立博物館アンケート調査結果）報告書」p34

本稿は筆者が静岡文化芸術大学「博物館情報・メディア論」において2021年度から2024年度まで実施した講義内容の一部をまとめたものである。また本研究はJSPS科研費 金山喜昭研究代表 2022年度～2025年度日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究（C）22K01019の助成を受けた。

