

# 国立歴史民俗博物館のデジタル展示

## Digital Exhibitions of the National Museum of Japanese History

### — アカデミック・エンターテインメントへの接近 —

### — an Approach to Academic Entertainment —

鈴木 卓治<sup>†</sup>

Takuzi SUZUKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 人間文化研究機構国立歴史民俗博物館

<sup>†</sup> National Museum of Japanese History, National Institutes for the Humanities

E-mail: <sup>†</sup> [suzuki@rekihaku.ac.jp](mailto:suzuki@rekihaku.ac.jp)

## 1. はじめに

大学共同利用機関法人人間文化研究機構の一員<sup>1</sup>である国立歴史民俗博物館（歴博）は、1981年に設置され1983年に開館した日本の歴史と文化を扱う歴史博物館であり、日本歴史学の研究機関である。歴史学、考古学、民俗学、および関連諸学の研究者四十余名が研究に従事するとともに、その研究成果を博物館展示の形で人々に公開している。

歴博はその当初よりコンピュータを用いた日本歴史学情報のデータベースの構築と公開を主要な任務のひとつとして与えられ、情報工学研究者のポスト（情報資料研究部情報システム研究部門）が置かれた。研究者向けのサービスとして1990年4月に「データベースれきはく」[1]の公開を開始し、一般公衆向けのサービスとして1996年11月に公式WWWサイト[2]を開設した。本稿では、筆者が取り組んできた歴博のデジタル展示について紹介し、「アカデミック・エンターテインメント」としての博物館展示ならびにそれを支えるデジタル技術について考える場としたい。なお本稿は、映像情報メディア学会誌に寄稿した解説記事[3]、画像電子学会画像ミュージアム研究会における研究発表[4]、ならびに日本色彩学会画像色彩研究会における研究発表[5]をもとに加筆修正したものである。

## 2. 資料の超高精細画像の作成と展示への適用

超大画像自在閲覧システムは、一辺が数万画素以上の超大画像を「どこでも」「任意の大きさで」閲覧する機能をもつソフトウェアである。歴博は2000年に超大画像自在閲覧システム「超拡大！江戸図屏風」（図1）を開発し、同年夏に開催された「21世紀夢の技術展」[6]に出展した（図2）。歴博所蔵の江戸図屏風は、江戸時代初期の江戸市街地および近郊の景観を画題とした屏風であり、江戸幕府第三代将

軍徳川家光の事蹟（じせき）があちこちに描かれていることが特徴である。江戸図屏風は、高さ約180cm、幅約380cmの屏風の左右一組（左隻（させき）と右隻（うせき））から構成され、そのほぼ全面に細かく絵が描かれている（図3）。この画像を研究資料として利用するには、300dpi以上の解像度を確保する必要があった（図4）。われわれは4×5フィルム48枚に分けて撮影された江戸図屏風の分割写真を



図1 「超拡大！江戸図屏風」の画面



図2 「21世紀夢の技術展」での出展の様子

<sup>1</sup> 国立歴史民俗博物館・国文学研究資料館・国立国語研究所・国際日本文化研究センター・総合地球環境学研究所・国立民族学博物館の6機関より構成される。 <http://www.nihu.jp>.

スキャニングしてデジタル化し、トリミングならびに倍率・ひずみ・明るさ補正を施して合成し、96,000×22,500画素（約310dpi）の画像を作成した<sup>2</sup>。当時知られていたFlashPix[7]、MrSID[8]、Gigaview[9]等の超大画像フォーマットおよびその表示システムではこの大きさの画像を直接扱えず、閲覧システムを独自に開発する必要があった。



図3 江戸図屏風

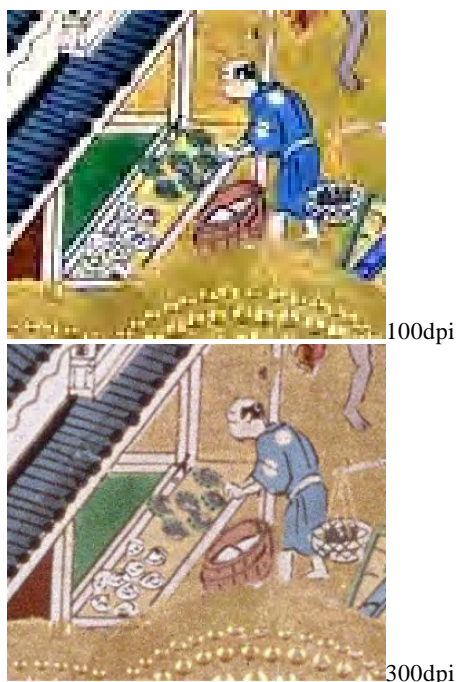


図4 研究利用に求められる解像度の検討の例

このシステムは、マウス等一般のポインティングデバイスから利用することができるが、大型タッチパネルディスプレイからの利用を想定して開発された。大型タッチパネ

<sup>2</sup> その後修復が行われたのを機会に資料の再撮影とデジタル化が行われ、約84億画素（194,874×43,089画素；解像度約630dpi）の画像が作られている。

ルディスプレイを利用することで、手の動きと画面の動きを合わせやすく自然な感覚で操作ができることと、身体を大きく動かして操作することで利用者の積極的な態度や強い印象を引き出せることを狙った。

この「超拡大！江戸図屏風」は内外の好評を博し、以来歴博では、博物館資料の超精細画像を撮影してデジタル化し、超大画像自在閲覧システムbyobu.exe（「超拡大！江戸図屏風」の後継ソフトウェア）を用いて閲覧する「超精細デジタル資料」を積極的に制作するようになった。これまでに、のべ63種類の超精細デジタル資料が制作され、2000年以降2014年度までに開催された企画展示・特別展示・館外共催展示74件のうちほぼ半数（のべ39件）で利用された。開発から15年経過した現在においても歴博の展示における中核のひとつとして機能しており、さまざまな内容のコンテンツに対応するため、byobu.exeの改善と機能拡張が継続的に行なわれている。

たとえば図5は、準3次元表示と呼んでいるコンテンツの例である。江戸時代の女性の代表的な髪形を示したかつら資料をターンテーブルの上に置き、少しずつ回転させながらデジタルカメラで撮影する。各資料につき2度おきの画像180枚を撮影した。これらの画像に角度情報を加えて、180個の超精細デジタル資料を作る。byobu.exeを改造して、かつら資料の回転を指示するためのインターフェイス（スライドバーならびにボタン）を追加し、指定した角度に対応するデジタル資料をつぎつぎと切り替えて呼び出すようにした。これで、これまでの画像の拡大と移動の機能に加えて、資料の回転という自由度が加わったことになる。Image based rendering[10]のごく素朴な事例とみることもできるが、morphing等の補完はむしろ一切行わないように（表示されるどの画像も実際の資料撮影画像となるように）作成した。

byobu.exeの成功を受けて、2008年に全面的にリニューアルが行なわれた常設の第3展示室（近世）においては、超大画像自在閲覧機能が組み込まれたInternet Explorer用プラグインソフトであるbyobu32x.ocxが開発され、28台ある情報端末のうち22台において、byobu32x.ocxによる超精細デジタル資料の提供が行なわれている（図6）。

### 3. 雅楽の音を展示する

2012年夏に開催された企画展示「楽器は語る～紀州藩主徳川治宝と君子の楽～」[11]では、歴博の所蔵資料のひとつである「紀州徳川家伝来楽器コレクション」<sup>3</sup>を展示の中心としていたが、現代人にとって雅楽などの伝統音楽は決

<sup>3</sup> 紀州藩の第十代藩主徳川治宝（はるとみ）（1771～1852）によって収集されたものと伝えられる、総点数161件（233点）を数える日本で最大級の古楽器コレクション。





図5 準3次元表示の例



図6 第3展示室情報端末における  
超大画像自在閲覧機能の提供

して馴染み深いものとはいえない。また、伝世した楽器がかつて奏でた実際の音色を、われわれは聞くことができない。古(いにしえ)の音楽についての理解を深め親しんでもらうために、雅楽の音をいかに来館者に伝えるかが課題となった。はじめにデジタル技術ありきでスタートしたわけではなかったが、展示企画の趣旨に沿って内容を検討していった結果、5種類のデジタルコンテンツを作成することとなった。ここではそのうちの4つについて紹介する。

### 3.1. 歌われる楽譜「唱歌(しょうが)」

日本の伝統音楽では「唱歌(しょうが)」とよばれる「歌われる楽譜」が使われ、鳴らす音や演奏法を歌うことで学ぶ。そこで、雅楽の中でメロディの演奏を担当する龍笛(りゅうてき)と箏(ひちりき)の唱歌を、楽譜を見ながら聞けるようにした動画コンテンツを作成した。唱歌した部分がどのように演奏されるかを示すため、まず唱歌を4小節演奏し、ついでその部分の演奏を流す構成とし、両者を聴き比べることができるように工夫をした(図7)。

### 3.2. 笙のハーモニーを聴いてみよう

日本の伝統楽器の中では、笙(しょう)は和音を奏でる唯一の楽器である。17本ある管のうち、音が鳴るのは15本である。1本の管だけを鳴らして演奏することを「一竹(いちちく)で奏する」といい、5~6本の管を同時に鳴らして演奏することを「合竹(あいたけ)で奏する」という。雅楽で用いられる合竹(和音)は11種類ある。このコンテ

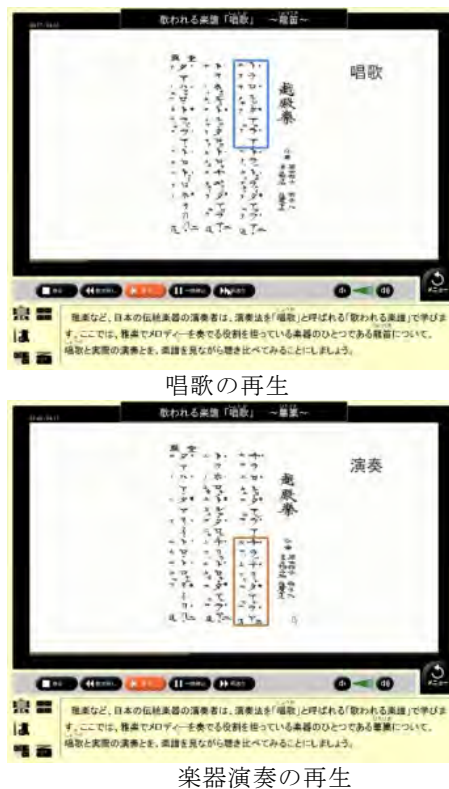


図7 コンテンツ「歌われる楽譜『唱歌(しょうが)』」

ずつ聴けるほか、自由に音を重ねているいろいろなハーモニーでは、画面上の管の名前を押して、15の管の音を1音をつくることことができる。また、11種類の合竹の響きも聴けるようにした(図8)。

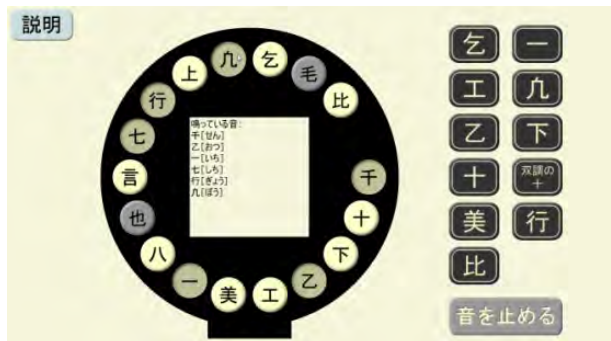


図8 コンテンツ「笙のハーモニーを聴いてみよう」

### 3.3. 雅楽のリズムパターン 打楽器の打ち方を見てみよう

雅楽の演奏では、鞆鼓(かっこ)・太鼓(たいこ)・鉦鼓(しょうこ)の3つの打楽器が一体となってリズムパターンを作っている。とくに鞆鼓は演奏全体の指揮者のような役割を担っている。この動画コンテンツでは、《越殿楽》の打楽器パートに注目し、いま何小節目が演奏されているかを図示することで、1小節が4拍からなり、4小節ごとに太鼓が打たれる「早四拍子(はやよひょうし)」のリズムパターンへの理解を深めることができるよう作られている。また、途中から、打つ回数が増える加拍子(くわえひょうし)へパターンが変化することも学ぶことができる(図9)。



図9 コンテンツ「雅楽のリズムパターン 打楽器の打ち方を見てみよう」

### 3.4. 各パートの音量を自分で調整 セルフミックス《越殿楽》

雅楽では、中国大陸から伝えられた音楽を「唐楽(とうがく)」という。よく知られている《越殿楽》も唐楽のひとつであり、龍笛・箏・笙の管楽器、琵琶(びわ)、箏(そう)の絃(げん)楽器、鞆鼓・太鼓・鉦鼓の打楽器が使われる。このコンテンツでは、各楽器の音量を自由に調整し

て聴くことができる。それぞれの楽器の音色の違いや、メロディを奏でる管楽器と周期的に演奏される絃楽器・打楽器がどのように構成されているかなどを知ることができる(図10)。



図10 コンテンツ「各パートの音量を自分で調整 セルフミックス《越殿楽》」

コンテンツ中で使用した越殿楽の演奏は、2012年3月に東京学芸大学・学芸の森ホールにて録音を行った(図11)。演奏は雅楽演奏団体である伶楽舎(れいがくしゃ)のメンバーが行った。

コンテンツ「セルフミックス《越殿楽》」では、各楽器ごとの演奏音源が必要である。今回は管楽器、絃楽器、打楽器の単位で録音を行った。各楽器ごとにマイクを置き、なるべくその楽器の音だけを録音するようにした。完全に独立な音源を得ることはできなかったが、コンテンツでの使用にはおおむね問題はなかった。コンテンツ「歌われる楽譜『唱歌(しょうが)』」で使用した唱歌ならびに楽器演奏の録音、ならびにコンテンツ「笙のハーモニーを聴いてみよう」で使用した笙の音(一竹, 合竹)の録音も合わせて行った。



図11 音源の録音

## 4. 蒔絵万年筆のデジタルコンテンツ

2016年春に開催された企画展示「万年筆の生活誌—筆記の近代—」[12]のために、歴博が所蔵する蒔絵万年筆資料のデジタルコンテンツを作成した。

19世紀に実用的な万年筆がアメリカで完成すると、日本でも明治時代の終わりごろから国産化がすすんだ。万年筆



の胴体に使われたエボナイトは、硬くかつ成型が容易という利点の半面、紫外線に弱く汗などに反応して変色する弱点があり、エボナイトの表面を保護するために漆が用いられるようになり、さらに色漆・蒔絵・螺鈿細工等による装飾を施した美しい万年筆が作られ国際的に好評を博した。

企画展示では、民俗学をベースにさまざまな観点から万年筆をとりあげたが、職人の優れた技を来館者に知らせる上で、歴博が所蔵する蒔絵万年筆資料をより分かりやすくかつ美しく展示する工夫が必要となった。

万年筆は小さい資料である。長くてもせいぜい 20cm 弱、多くは 14,5cm 程度、太さはずっと太いものでも 2cm ほどで、1 cm に満たないものも多い。微小な細工が施されたものゆえ、なるべく資料の近くであらゆる角度から眺めて楽しみたいが、残念ながら実際に資料を手にして見ていただくことはできない。そこで、万年筆の高精細デジタル画像を撮影し、これを自由に閲覧してもらおうと考えた。

#### 4.1. 万年筆の撮影と準 3 次元表示コンテンツ

任意の角度からみた万年筆の画像を撮影するための簡単な治具(図 12)を制作した。下側は回転ステージになっていて、ステッピングモータを用いて 1/100 度単位で正確に角度を指定して回転させることができる。上側からねじで万年筆を固定する。ボールベアリングを万年筆の押さえに使うことでねじりの力が極力万年筆にかからないようにしている。ステージおよび押さえと万年筆の間にはスポンジ(家具の足に貼り付けて床が傷つくのを防ぐもの)をはさみ、万年筆をしっかり固定するとともに、万年筆が傷つかずかつ滑らないように工夫した。

黒地の上に光沢のある樹脂面をもつ蒔絵は、周辺の環境光がそのまま映りこんでしまう。不要な映り込みを避けるため、暗幕で周囲を覆い、照明は上からストロボ光で与えるようにした(図 13)。カメラは Nikon D810 を用い、文化財写真専門のプロカメラマン(本館職員)が撮影を担当し、鈴木が資料の回転を担当した。

今回は 5 度刻みで 72 枚の画像を撮影した(図 14)。万年筆を撮影して、回して、また撮影して、という一連の作業をミスなく行なうためにはかなり集中力が必要であった。また間隔をおかず点灯するストロボライトに負担がかかることもあり、想定していたよりも苦勞することとなった。

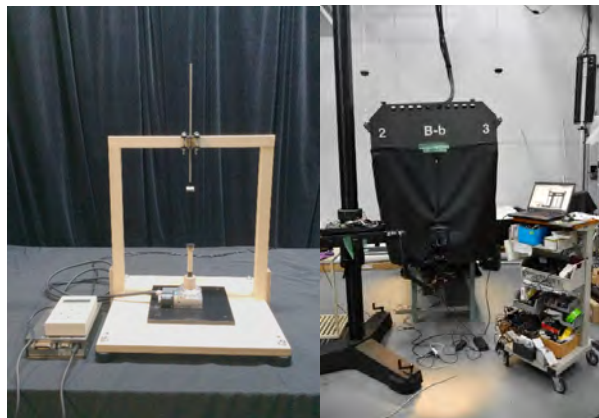


図 12 万年筆撮影用の治具

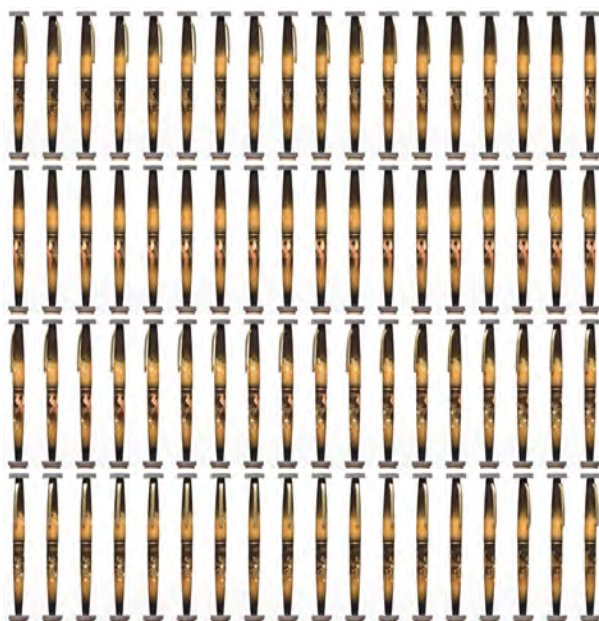


図 14 撮影した万年筆の例(72 枚)

マルチアングル画像を元に作成した万年筆の準 3 次元表示コンテンツの画面を図 15 に示す。映りこんでいるスポンジの除去は手作業で行なった。美しい蒔絵や螺鈿の細工をすべての方向から高精細に熟覧することができ、万年筆展に大きく貢献することができた。



図 15 万年筆資料の準 3 次元表示コンテンツ

## 4.2. 展開図の作成

万年筆に描かれた図柄を展示図録に納めるため、展開図の作成が求められた。展開図は土器の文様などを記録するために撮影されることがあり、スリットカメラという特別の構造をもつカメラが撮影に用いられる。すなわちごく狭いスリットを通して画像をフィルムに導き、フィルムの移動スピードと撮影資料の回転速度を調整して望みの画像を得る（図 16）。

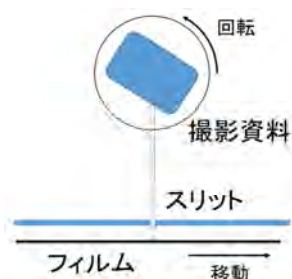


図 16 スリットカメラの原理図

Photoshop に備わっているパノラマ写真の生成機能である Photomerge を用いて展開図の作成を試みたところ、たとえば図 17 のように、もとの画像から大きく変形してしまう場合や、画像の幅やつなぐ順番を細かく指示しないと通り通りに結合されないなど、われわれの目的に Photomerge の機能はうまく使えないことがわかった。



図 17 Photomerge による展開図作成の試み

スリットカメラの原理をデジタルカメラに置き換えて考えると、スリットを通す代わりに撮影画像をごく細く切った画像を用いることになる。そこで、回転角度から割り出した幅にしたがって画像を切り、これを結合することによって展開図を作成してみた（図 18）。万年筆を回転体と仮定し、主要な図柄が書かれた部分を回転体の半径と仮定して幅を計算した（図 19）。結果は良好であり、鳥の図柄も適正な幅のものが得られている（図 20）。しかしこの単純な方法ではうまくいかない事例もあった。図 21 は万年筆の

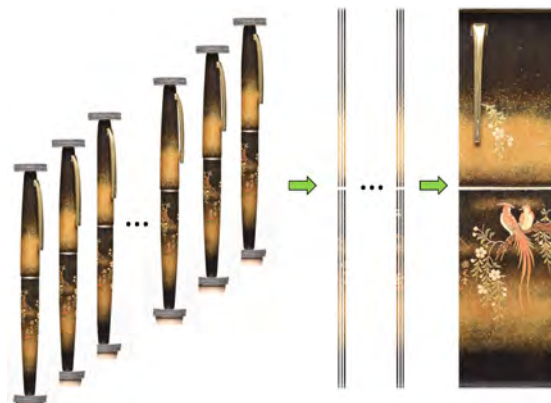


図 18 細く切った画像を接合して作る展開図

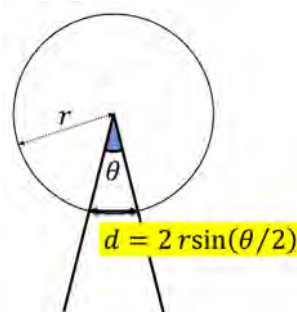


図 19 回転角度と画像幅



図 20 得られた展開図画像



図 21 キャップと胴体の太さが異なる万年筆とその展開図（部分）

キャップの部分と胴体の部分とで（回転体とみたときの）半径が大きく異なる例である。この例では、キャップのほうの半径に合わせて展開図を作成したが、拡大すると胴体部分の画像が乱れており、切り出した画像の幅が太すぎて重複を起こしていることがわかる。

そこで、簡単な画像処理によって、万年筆の半径を正確に求めることを試みた。はじめに万年筆の画像（図 22）を 2 値化する（図 23）。正面方向の半径を求めるためにその 90 度手前の画像の 2 値化画像を用いる。はじめに、2 値画



像の各列の黒い画素（万年筆のシルエット）の列の中心の座標値を求め、そこから万年筆の中心軸座標を推定する。次に、2値画像の各列について、左側からスキャンして最初に黒になる画素と中心との幅を半径とみなし、共通の投影面（円筒）に投影した補正画像（図24）を作成し、これから角度分の画像を切り出して接合を行なった。結果は良好であり、図21で発生していた画像の乱れはきれいに解消された（図25）。



図22 万年筆の撮影画像

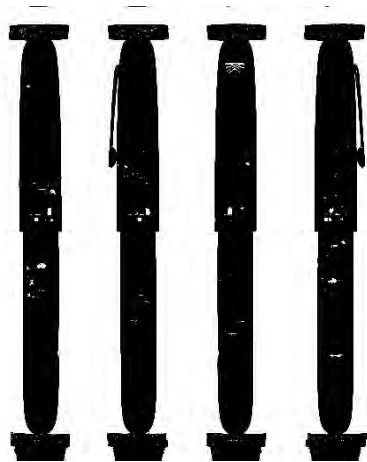


図23 図22の2値化画像



図24 補正した万年筆画像



図25 補正画像から作成した展開図画像（部分）

### 4.3. 展開図の改良

クリップのようにまわりから著しく飛び出している部分があると、画像から正確に半径を求められない部位（たとえばクリップの左右部分）が生じ、画像が乱れる（図26）。そこで、クリップの部分を指定するマスク画像（図27）を与え、上から1ピクセル行ごとに、その行がマスクを含むかどうかを調べた。マスクを含む行については、マスク部分の太さ情報はそのまま残し、非マスク部分は円筒になると仮定して最小自乗法により中心と半径を求めて太さ情報を修正した（図28）。クリップの周りで重複が生じている部分がうまく解消された。ただし、クリップの部分は太さが激しく変化するため、画像のずれを解消しきれない部分が残る。また、非マスク部分が円筒すなわち等しい半径をもつという仮定が妥当かという問題も残る。解決法としては、自動撮影システムを開発し、カメラと回転台を統括的に制御して回転角度を柔軟に変更して撮影することや、レーザー計測等で万年筆の半径をより精密に計測することが考えられるが、計測対象が文化財であることを考慮すると、より資料に負担をかける方向での改善は考えにくい。今後の課題である。

### 5. おわりに

3つの事例を紹介した。いずれも博物館資料の魅力を来館者により分かりやすく伝えるために作成したものであり、「アカデミック・エンターテインメント」足りうる内容であると確信している。歴博での20年の経験を通じて、資料はもともと潜在的に高いエンターテインメントの素養を持っており、資料担当の教員と緊密にディスカッションを重ね資料に対する理解やリスペクトを深めることによって、資料の潜在能力をよりよく引き出すコンテンツの作成につながることを学んできた。

博物館・美術館の展示に投入される最新のデジタル技術は、われわれの目を楽しませ、展示への理解を深めてくれる。しかし、そのような事例の多くは技術をもった企業や

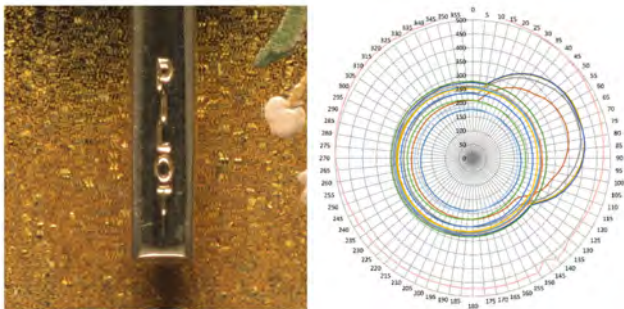


図 26 クリップの周辺で太さが誤って計算され展開図画像が乱れる例



図 27 著しく形状が異なる部分を指定するマスク画像

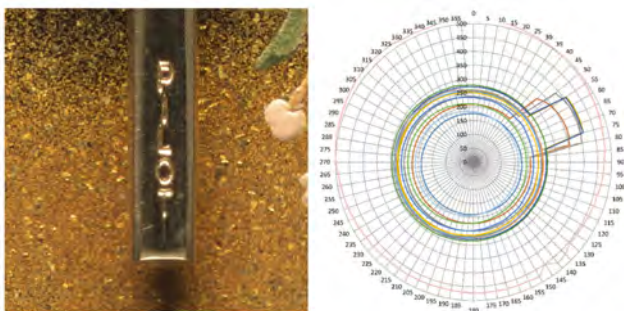


図 28 マスク画像によって太さ情報が修正された例

研究者側からの提案で始まる 경우가多く、優れた成果を残したものであっても、その後の維持管理がままならない事例が多い。厳しくいえば、デジタル技術は博物館にとって客人扱いであり“根付いていない”のである。開館時に展示の目玉として華々しく登場した情報機器が、「故障中」の紙を貼られたまま修理のめどもたたず放置されている状況があちこちの博物館で見られる。博物館という職場に身を置く者としてはとても寂しいことである。



月夜に兎 菊と蝶  
図 29 蒔絵万年筆のその展開図

デジタル技術が真の意味で博物館に定着し、必須の道具として活用されるためには何が必要なのか。いまだ明確な答えは得られていないが、これからも博物館資料と格闘し試行錯誤を続けていくことで、少しでも正解に近づいていきたいと願っている。

#### 文 献

- [1] [http://www.rekihaku.ac.jp/education\\_research/gallery/database/](http://www.rekihaku.ac.jp/education_research/gallery/database/). データベースれきはく.
- [2] <http://www.rekihaku.ac.jp>. 国立歴史民俗博物館 Web サイト.
- [3] 鈴木卓治: 博物館資料の魅力を伝える映像情報メディア技術応用, 連載「異業種での映像情報メディア利用」第 9 回, 映像情報メディア学会誌, Vol.69, No.8, pp.915-918(2015-11).
- [4] 鈴木卓治: 万年筆資料の展開図を得るための撮影および画像処理に関するある試み, 画像電子学会第 13 回画像ミュージアム研究会 (第 7 回視覚・聴覚支援システム研究会), pp.29-37(2015-09-26).
- [5] 鈴木卓治: 万年筆資料の展開図画像の画質改善のためのひとつの工夫, 日本色彩学会画像色彩研究会 2015 年度研究発表会論文集, pp.22-31(2016-02-27).
- [6] <http://www.rekihaku.ac.jp/exhibitions/project/old/000721/index.html>. 「科学技術が拓く新しい歴史学」21 世紀夢の技術展.
- [7] FlashPix Format Specification Version 1.0, Eastman Kodak Company, September 11, 1996.
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/MrSID>.
- [9] 坂口修一: 平等院とデジタルアーカイブ, デジタルアーカイブ, No.18, pp.4-8(2001).
- [10] Shum, Heung-Yeung, Chan, Shing-Chow, Kang, Sing Bing: Image-Based Rendering, Springer, 408p., 2007.
- [11] 国立歴史民俗博物館 (編集): 楽器は語る (企画展示図録), 国立歴史民俗博物館, 2012 年 7 月.
- [12] 国立歴史民俗博物館 (編集): 万年筆の生活誌 (企画展示図録), 国立歴史民俗博物館, 2016 年 3 月.