

非接触型めくり展示解説「さわらずめくり」の製作と企画展示への応用

国立歴史民俗博物館研究部 鈴木卓治

1. 「めくり」とは

本稿では、「めくり」を電子的に実現した非接触型めくり展示解説「さわらずめくり」について述べる。

「めくり」とは、展示資料の理解を助ける補助道具のひとつである。1. 書物や絵巻の展示では、その一部を開いて展示することになるが、その内容に踏み込んで解説したい場合など、手に取って資料の内容をじっくり見てほしい場合がある。そのような場合に「めくり」が利用される。具体的には、資料の一部または全体を複製し、説明のための解説や絵図等を加え、パウチ加工などの破損・汚損を防ぐ処置を施したうえで、バインダーに閉じた書類のように見ることができるようにしたものである。

「めくり」は、図1に示すように、多くは展示場の手すりに設置される。この例では、10世紀に作られた法令集である「延喜式」について、資料の一部を複製して作成した「めくり」が用いられている。「めくり」は、タッチパネル等の情報端末に比して、できることは単純であるが、はるかに安いコストで設置でき、利用のためのハザードも低いことから、現場の学芸員にとっては、安定して導入することができる有用な展示補助道具である。



図1 「めくり」の例

2. 新型コロナウイルスの流行と博物館の活動制限

2020年の初頭より日本でも流行がすすんだ新型コロナウイルス(COVID-19)の流行により、あらゆる社会活動が停止あるいは著しい制限を受けることとなった。筆者が務める国立歴史民俗博物館(千葉県佐倉市、以下本館と称する)²においても、2月28日から6月29日までの約4か月間の臨時休館を余儀なくされ、再開後も、人が集まるイベントのほとんどが中止・延期に追い込まれた³。

新型コロナウイルスの感染について、飛沫(エアロゾル含む)および接触による感染が強く疑われていることから、現時点(2021年3月)においても、国立歴史民俗博物館では、来館者が触る可能性のある一切のハンズオン資料、「めくり」を含む展示補助道具、情報端末の使用を停止しており、再開のめどは立っていない³。自動販売機やキャッシュディスプレイなど、触って操作しなければならない機器は世の中に数多あり、本館の対策はやや厳しすぎるかもしれない。しかし、来館者に安全に展示を見ていただきたいこと、および現在利用者が手に触れる可能性のあるものについて(手すりやエレベータのボタン、トイレの扉に至るまで)アルコール消毒を徹底しており⁴そのコストが無視できないことから、消毒の範囲を拡大することについては消極的にならざるを得ない事情がある。

¹ インターネットで検索しても「めくり」を適切に解説したものは出てこないで、一般的な用語ではないようであるが、他に言い表す適切な用語も思いつかないので、本稿では「めくり」と表現する。

² <https://www.rekihaku.ac.jp>

³ <https://www.rekihaku.ac.jp/others/news/close/events.html>

⁴ <https://www.rekihaku.ac.jp/others/news/close/measure.html>

3. 「さわらずめくり」開発の背景

2020年10月6日から12月6日にかけて開催された本館企画展示「性差(ジェンダー)の日本史」⁵において、めくり解説2点の出展を予定していたが、新型コロナウイルスの流行にともない、実施が困難になった。そこで、“非接触のめくり解説”を実現する情報端末について、有効性の検証を兼ねて試作することにした。

普通に考えると、「非接触のめくり解説」を実現する情報端末はいささか“大げさすぎる”仕掛けである。通常の情報端末と大差ない開発コストがかかり、かつ提供するサービスはごく単純な「めくり」相当であるのだから、たとえば常設展示にこのような機器を設置して、既存の「めくり」をすべて非接触型に置き換える、などということは多分に現実的ではない。今回については、企画展示への投入ということ、また、これまであまり試されていない仕掛けであることから、ものめずらしさも手伝って、展示のアクセント、演出の一環にもなるであろうと判断して、開発をすすめることとした。

4. 「さわらずめくり」の設計

「めくり」の対人インターフェイスは、「めくる」という動作と、「見る」という行為の2つである。「めくる」という動作は、たとえば「適当なページを開く」というものも考えられるが、もっとも単純な仕様としては、「次のページへ」、「前のページへ」、「先頭へ」の3つの「めくり」操作ができればよいであろう⁶。そこで「めくり」を実現する情報端末として、3つの動作を指示するボタンと、選ばれた画像を表示するディスプレイを備えたものが考えられる(図2)。この「ボタン」の部分为非接触にすれば、非接触での「めくり」を実現できることになる。

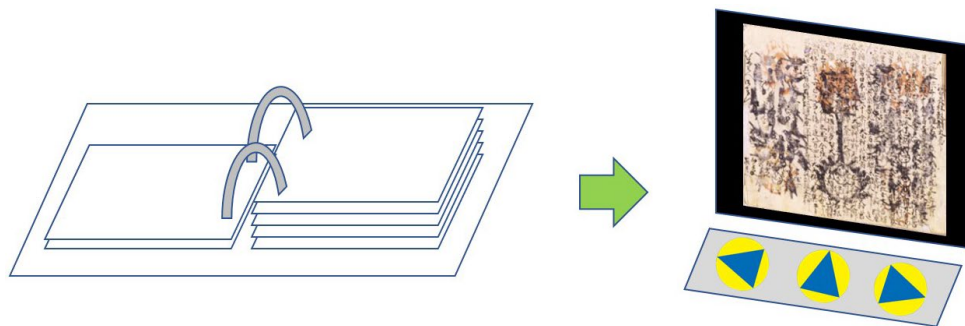


図2 「めくり」を実現する情報端末の例

今回は、以下の方針に従って「さわらずめくり」の仕様を設計した。

- めくりの各ページに相当する画像を、たとえば PowerPoint 等を用いて制作し、これを順次表示させる簡単なアプリケーションを作成する。
- アプリケーションは、3つのボタンとして、たとえばキーボードの「n」「p」「h」が押されたことを検出するように製作する。また、アプリケーションには、各ページの画像のほか、簡単なページ遷移表を(JSON 等で)与えて、ある画像が表示されているときにどのボタンを押すとどの画面に移るか、を指示するようにする。
- 非接触ボタン装置として、組み込み用マイコンを用いて、PC に接続するとキーボードとして認識される USB HID (Human Interface Device)⁷を作成する。何らかのセンサーを使って検出した利用者の動作に応じて、キーボードの「n」「p」「h」の押下信号を PC に送ることにより、アプリケーションにボタン押下の情報を伝えるようにする。

この方針が意図することは以下のとおりである。

- PowerPoint での画像作成を可能にすることにより、特別な技能を必要とせずめくり解説を作成できる。事務方やアルバイト等による作成の補助作業も容易になろう。
- 非接触ボタンを USB キーボードとして実現することにより、Windows, Mac OS, Linux など、USB キーボー

⁵ <https://www.rekihaku.ac.jp/exhibitions/project/old/201006/index.html>

⁶ ページ数がそれほど多くないとき、という条件がつくであろうか。

⁷ <https://www.usb.org/hid>

ドを認識する OS 上で広く利用することができ、特定の動作環境への依存性を大きく下げられる。さらにアプリケーションを Web コンテンツとして実現することで、短時間に開発することができ、アプリケーション自体の動作環境依存性も下げることができる。

4. 非接触ボタン装置の製作

ボタンを押させることに相当する動作をどのように検知するかが、非接触ボタン装置の設計のキーポイントである。今回は、以下の2種類の操作を想定した。

手をかざす 一定時間(およそ1秒弱)手をかざすことで、ボタンが押されたと判定する。ボタンの押し分けは、手をかざした位置で決定する。

ジェスチャーを検知する 手を振る、近づける、遠ざける、などの動作を読み取って、ボタン押下の信号を生成する。

手の動きを検出するセンサーとして、超音波によるもの、赤外線レーザーによるものなど、さまざまな電子部品を取り寄せ(図3)比較検討しようとしたが、時間的制約で、実際に動作を確かめたのは以下の2種類のデバイスにとどまった:

- ジェスチャーセンサーPAJ7620U2⁸(台湾 PixArt Imaging 社製)を用いた GROVE ジェスチャーセンサー基板⁹(中国 Seeed 社製、日本ではスイッチサイエンス社から購入できる¹⁰)。
- ToF(Time of Flight)距離センサーVL6180X¹¹(米国 STMicroelectronics 社製)を用いた距離センサー基板¹²(米国 Polulu 社製、日本ではスイッチサイエンス社から購入できる¹³)。

図4は、ジェスチャーセンサーの動作確認を行っているところである。このセンサーは、距離センサーと内蔵マイコンのプログラムによって、「上」「下」「左」「右」「近づける」「遠ざける」、「時計回りに指を回す」「反時計回りに指を回す」「手を振る」の9種類のジェスチャーを認識可能としている。



図3 さまざまなセンサー類

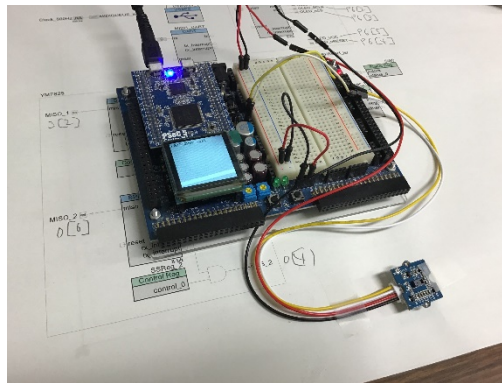


図4 ジェスチャーセンサーの動作確認

実際に試した感想としては、思ったよりうまく手の動きを検知するが、逆に「センサーにうまく検知させる手の動かし方のコツ」のようなものを習得する必要があり、特定の利用者を想定できない博物館の情報端末で利用するには、たとえば念入りにチューニングを行うなど、時間をかけた開発が必要であるように思われた。

図5、図6、図7、図8は、VL6180Xを用いた非接触ボタン装置の試作機である。アクリル板に取り付けた距離センサーは I2C インターフェイス¹⁴を介して組み込み用マイコンに接続されている。今回は組み込み用マイ

⁸ <https://www.pixart.com/products-detail/37/PAJ7620U2>

⁹ <https://www.seeedstudio.com/Grove-Gesture-PAJ7620U2.html>

¹⁰ <https://www.switch-science.com/catalog/2645/>

¹¹ <https://www.st.com/ja/imaging-and-photonics-solutions/vl6180x.html>

¹² <https://www.pololu.com/product/2489>

¹³ <https://www.switch-science.com/catalog/2518/>

¹⁴ <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>

コンとして、PSoC5LP¹⁵を搭載した CY8CKIT-059 基板¹⁶(米国サイプレス社製)を用いた。PSoC5LP は、Programable System on Chip の名の通り、単なるマイコン機能だけではなく、プログラマブルなオペアンプ、カウンタ、USB、論理回路などを内蔵した、マイコン応用基板を最小の外付け部品で簡単に設計・製作することができる組み込み用マイコンである。

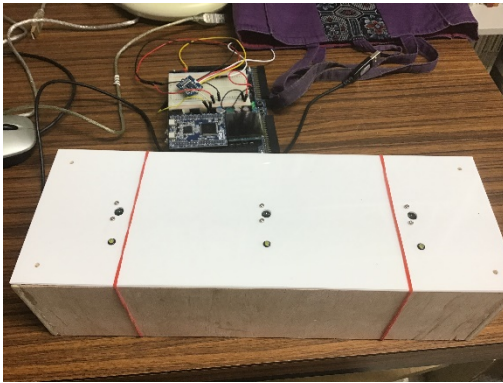


図 5 非接触ボタン装置の試作機

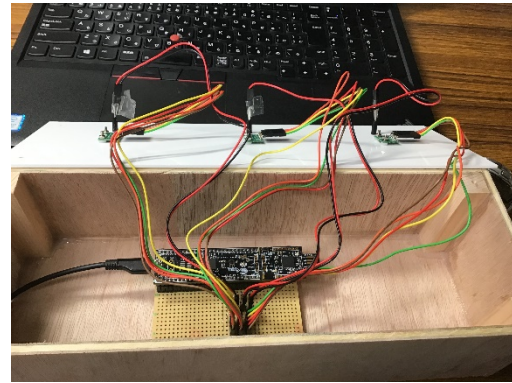


図 6 非接触ボタン装置の試作機(内部)



図 7 距離センサーの取り付け(表面)

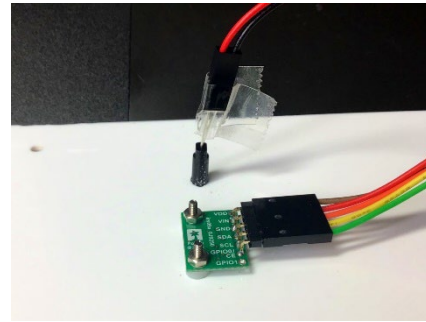


図 8 距離センサーの取り付け(裏面)

VL6180X による手かざし動作の検出は、極めて良好であった。メーカーによれば、VL6180X は赤外線レーザーを用いた近距離用の距離センサーであり、最大約 10cm の範囲でセンサーと対象物の距離を測定するが、単にレーザー光の反射を検出するだけでなく、レーザー光の到達時間を計測することにより、対象物からの反射に左右されない、正確な距離測定が可能である、としている。確かに、人間の手以外の反射物、たとえば黒い(反射率の低い)物体や、スマートフォンなどの適当な小物をかざしても、安定して距離を検出することができた。今回は手かざしの有無を検出することが目的なので、測定距離の正確さまでは検証していないが、「手をかざした」動作に対して間違いなくこちらの期待通り動作することは確かめられた。たぶん「手をかざす」動作の検出用には贅沢すぎるデバイスであろうが、千円ちょっとで手に入り、ソフトウェアによる補正を必要とせず、安定して動作することから、今回のように限られた時間での開発には最適の選択であったと考える。

たとえば両手を異なるセンサーの上にかざした場合、どちらを優先すべきか。単純にキーの押下信号を送ってしまうと、アプリケーション側の動作に混乱をきたす恐れがある。いろいろ試した結果、センサーごとに「手をかざし続けた時間」を計測し、一番早く一定時間(0.5~0.8 秒程度)に達したセンサーの入力を有効とすることとした。さらに、ひとつのセンサー入力が無効になった時点で、それ以降の手かざし動作は、すべてのセンサーから手をどけた(一定距離(今回は 10cm)内に反射物がない)状態になるまで受け付けないこととした。

試作機が成功裏に動作したことを受けて、企画展示用の非接触ボタン装置を製作した。操作盤となるアクリル板は、企画展示の造作者者に図案と寸法を示して(図 9)作らせ、そこに距離センサーと、手かざしの感知を利用者に知らせる LED を取り付けた(図 10, 図 11)。マイコン基板は(図 12, 図 13)、ディスプレイやパソコンを収める筐体のほうに取り付けた。PSoC5LP の採用により、接続のためのコネクタピンおよび LED の電流制限抵抗以外の外付け部品がない、簡素な基板となっている。電源はパソコン側から USB により供給される。パソコン側ではこのマイコン基板は USB キーボードとして認識される。

¹⁵ <https://www.cypress.com/products/32-bit-arm-cortex-m3-psoc-5lp>

¹⁶ <https://www.cypress.com/documentation/development-kitsboards/cy8ckit-059-psoc-5lp-prototyping-kit-onboard-programmer-and>

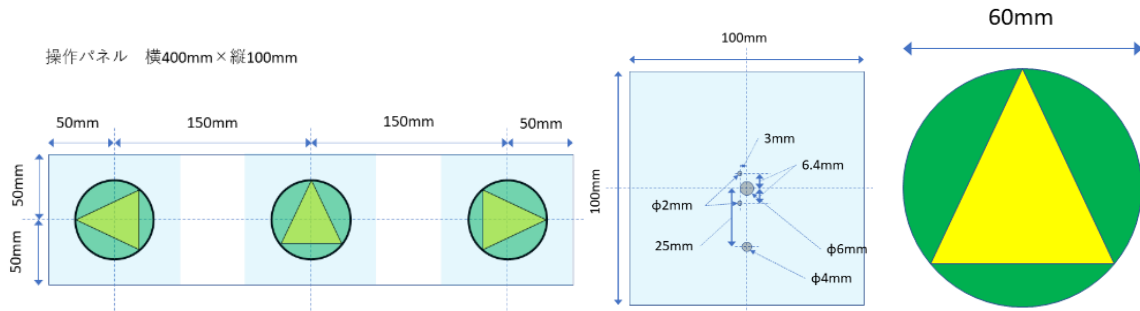


図 9 展示造作者に示した操作盤の図案と寸法

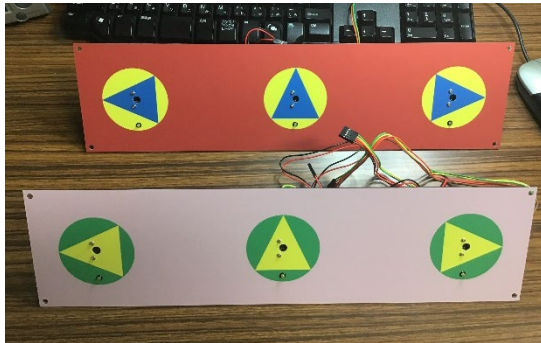


図 10 操作盤のようす(表面)

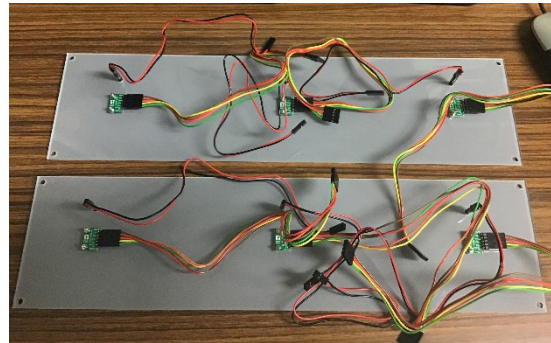


図 11 操作盤のようす(裏面)

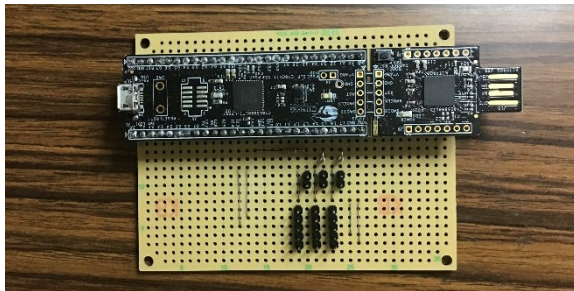


図 12 マイコン基板(表面)

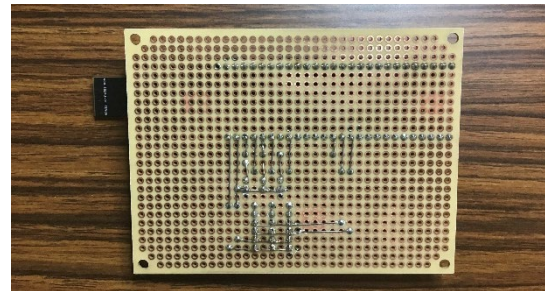


図 13 マイコン基板(裏面)

5. 企画展示「性差の日本史」における「さわらずめくり」の実現

企画展示「性差の日本史」では、2 台の「さわらずめくり」を設置した(図 14, 図 17)。

一方は「花姿女職人鑑(はながたちおんなしよくにんかがみ)」という版本であり、まず絵を示して(図 15)、次に絵の解説を加える(図 16)、という形で解説を進めていく。ここでは、前のページにもどるときには、解説のページには戻らず、必ず絵のページにもどるようにページ遷移表を作成することで、解説が資料を理解する補助的な役割であることを利用者知らせるようにした。

もう一方は、「遊女豊平の『日記写』」と「遊女桜木の自筆日記『おぼへ長』」という2つの資料であり、最初にメニュー選択画面(図 18)を示してみたい資料を選んでもらい、資料の画像(文字情報)とその翻刻(くずし字を読んで活字に起こしたもの)の画像(図 19)を示す、というものである。ここでもページ遷移表をうまく与えて、2つの資料を一つの端末で見せる方法を簡単に実現している。

残念ながら利用記録をとっていなかったので定量的な評価はできないが、「性差の日本史」展は多くの来館者にご覧いただき、この「さわらずめくり」についてもアンケート等では好意的な評価をいただくことができた。

なお展示中に発生した不具合として、センサーの前に開けた穴にほりがつまり、端末が誤動作する事象が、まれではあるが見られた。ブローア等でほりを吹き飛ばすことにより簡単に復活するものではあったが、ほり避け用の保護ガラスを設けるなどの対策が必要であると感じた。(今回は保護ガラスに関する検討まで時間がなく、見送ってしまった。)

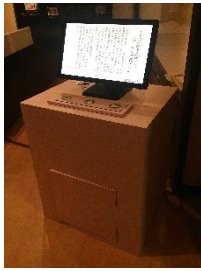


図 14 さわらずめくり(1)



図 15 絵の画面



図 16 絵の解説が加わった画面



図 17 さわらずめくり(2)

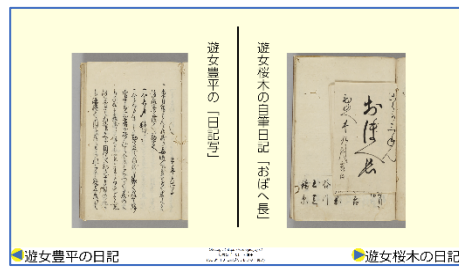


図 18 資料選択の画面

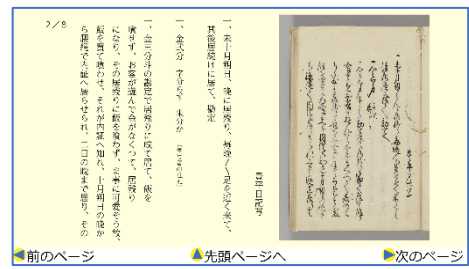


図 19 資料とその翻刻の画面

6. 「さわらずめくり」の今後の展開

2021年3月4日から5月18日まで、国立民族学博物館(大阪府吹田市)で開催予定の特別展示「復興を支える地域の文化—3.11から10年」において、「さわらずめくり」端末を展示に供する予定である(図20)。ここでは、製品化を目的として、非接触ボタン装置を、業者に仕様を伝えて新規に設計製作してもらっている¹⁷。企画展示のようなイベント性の強い催しでは、簡単にストレスなく使えて、単なる展示では見られない資料の中身を詳しく見ることのできる「さわらずめくり」は、コロナ禍が過ぎ去った後も、有効な展示補助手段として機能するのではないかと考えるようになった。



図 20 製品化をめざした「さわらずめくり」(非接触ボタン装置)

7. おわりに

非接触型めくり展示解説「さわらずめくり」の開発の顛末について述べてきた。最初は、大したことはできないが、コロナウイルスに負けず元気に博物館活動を展開していきたい、という気持ちを形にしてみよう、という一心で開発してきたものであるが、いつもそうなのだが、形にしてみると、意外に汎用性が考えられ、次の展開が見えてくるもので、あれこれ考えるよりまず手を動かして、稚拙なものでもまず目に見える形にしてみる事が大事だな、と気が付かされる。今回新たに発足するデジタルミュージアム・人文学(DMH)研究会の第1回研究会にあたって、博物館に務める情報技術者の立場から、自分にできることをちょっとでも形にしていこう、というスタンスでこれからも歩いていきたい、という決意表明として、この報告を閉じたい。

¹⁷ 令和2年度人間文化研究機構構長裁量経費「モバイルミュージアムを活用した研究成果の可視化・高度化事業」の支援を受けて実施している。