

提示型検索に基づくミュージアム電子ガイドを中核とした 事前・事後学習支援

莊司 慶行 (青山学院大学 理工学部)

大島 裕明 (兵庫県立大学 大学院応用情報科学研究科/社会情報科学部, 国立情報学研究所)

神門 典子 (国立情報学研究所, 総合研究大学院大学)

相原 健郎 (国立情報学研究所, 総合研究大学院大学)

白石 晃一 (京都芸術大学 芸術学部)

瀧平 士夫 (青山学院大学 理工学部)

中島 悠太 (大阪大学 データビリティフロンティア機構)

山本 岳洋 (兵庫県立大学 社会情報科学部, 国立情報学研究所)

山本 祐輔 (静岡大学 情報学部)

楊 澤華 (兵庫県立大学 大学院応用情報科学研究科)

本研究では、個人が博物館や美術館といったミュージアムを訪れる際に、事前学習を行ったり、事後学習を行ったりすることを支援するシステムの提案を行う。ミュージアムを明確な目的なく漠然と鑑賞することは、本来ミュージアムにおいて可能な体験を十分に満喫することができているといえない。ミュージアムに滞在している時はもちろんのこと、ミュージアムに行く前の事前学習や、ミュージアムに行った後の事後学習が重要になると考えられる。我々は、これまで、国立民族学博物館を対象として、電子ガイドシステムの提案を行ってきた。本研究では、その電子ガイドシステムを中核として、それを利用した事前学習や事後学習の仕組みを提案する。

Pre-learning and Post-learning Support System by Using Ostensive-Search-based Museum Guide Device

Yoshiyuki Shoji (Aoyama Gakuin University)

Hiroaki Ohshima (University of Hyogo, National Institute of Informatics)

Noriko Kando (National Institute of Informatics, The Graduate University for Advanced Studies)

Kenro Aihara (National Institute of Informatics, The Graduate University for Advanced Studies)

Koichi Shiraishi (Kyoto University of the Arts)

Shio Takidaira (Aoyama Gakuin University)

Yuta Nakajima (Osaka University)

Takehiro Yamamoto (University of Hyogo, National Institute of Informatics)

Yusuke Yamamoto (Shizuoka University)

Zehua Yang (University of Hyogo)

This paper proposes a system to support both pre- and post-learning when an individual visits a museum. If visitors visit a museum without a clear goal in their mind, they will miss out on a truly meaningful experience that they could have earned from the museum. It is important to learn before visiting a museum and afterwards, as well as during the visit. We have proposed an electronic guide system for the National Museum of Ethnology. In this study, we propose a system for pre- and post-learning using the electronic guide system.

1. まえがき

博物館や美術館といったミュージアムを訪問することは、人類にとって重要な知的活動の一環である。インターネットでの調べものが一般化し、誰でも時間を問わずに幅広い知識を検索可能になった現代においても、ミュージアム現地に赴き、実際に展示物を鑑賞することは、思いもよらない

興味を引き出し、展示物の実在を体感するうえで、依然替え難く重要でありつづけている。

一方で、ミュージアム現地で、本当に見たい展示物すべてを、1回の訪問で満足に鑑賞しきことは難しい。例えば、博物館には物理スペースの限界もあり、すべての展示物に詳細な解説や背景情報が付記されているとも限らない。また、訪問者には滞在時間の制限があり、すべての展示物か

ら本当に自分の興味のある展示物を発見し、その詳細情報を得ることが困難な場合もある。このように、明確な目的を持たずにミュージアムを訪問し、漫然と展示物を鑑賞しただけでは、本来ミュージアムで可能な体験を十分に満喫できない。

このような漫然とした鑑賞では、訪問者は、ミュージアムでの体験を漠然としか覚えることができず、展示物の詳細は記憶に残りづらい。例えば、ミュージアムに行ったことは覚えていても何を見たかまでは記憶できない可能性や、どの展示物を見たかは覚えていても、その展示物の詳細は記憶に残らない可能性がある。ミュージアムで鑑賞した展示物について深く理解し、訪問者個人がそれを知識として活用するためには、ミュージアム現地での鑑賞はもちろんのこと、事前学習や事後学習が重要である。Falkらは著書 *Learning from museums* において、真に有意義なミュージアム体験のためには、*Free Choice Learning* と個人的文脈による学びが重要であると指摘している[1]。Free Choice Learning の考え方では、学習者は学校教育などの決まったカリキュラムによらず、自発的に自分の興味のある対象について調べ、学んでいくことで知識を深めていく。そのために、自分の興味を自覚させ、能動的なミュージアム鑑賞を促すことは、重要な課題である。また、Context Model の考え方では、展示物に関する知識は個人的・物理的・社会文化的文脈の中で時間とともに意味が変化し、深まっていくとされる。そのためには、折に触れて自分の鑑賞体験を思い返すような、事後学習を誘発するきっかけが必要である。

我々は、これまで、国立民族学博物館（みんぱく）

くを対象とした電子ガイドシステム「みんぱくガイド」を提案してきた[2]。みんぱくガイドはインタラクティブな検索・ナビゲーション機能を有しており、博物館現地でも、事前学習や事後学習でも使うことができる。さらに、博物館現地での行動や、調べものの操作ログを収集することができる。このような端末を用いると、ミュージアム外での調べものと、ミュージアム内での体験を、紐づけることが可能になる。本研究では、みんぱくガイドを中核とした、事前学習や事後学習を支援する仕組みを提案する。

本研究で提案する事前学習支援は、ミュージアム訪問前に鑑賞軸を獲得させ、それに合わせた鑑賞経路を作成するというものである。実際の訪問前に下調べとしてガイド端末を自由に操作してもらい、操作ログをもとにウェブアプリケーションを使って展示物を整理してもらおう。これにより、訪問者に「自分は衣類に興味があり、衣類の進化を時系列という軸で鑑賞したいんだ」というような、自分なりの鑑賞の観点を自覚する手助けをするものである[3]。

本研究で提案する事後学習支援は、博物館での鑑賞体験そのものを記念品化したポストカードを生成することで、帰宅後の振り返り学習を誘発するというものである。個人の興味を強く反映した記念品は、あとから見返した際に展示物の印象を深め、記憶に残りやすくする。ポストカードがふと目に入った際に、「そういえば、自分が興味を持ったこの展示物のこの模様は、どんな意味だったのだろうか」などの疑問を想起させ、さらに調べることを促す[4]。



図 1 みんぱくガイドにおける提示型情報検索インタフェースを中心とする画面遷移
Figure 1 A screen transitions of Minpaku Guide based on the ostensive search interface.

2. 関連研究

本研究では、ミュージアムでの体験を真に有意義なものにするため、提示型検索モデルに基づくインタラクティブなガイド端末と、それを用いた事前学習や事後学習の支援を行っている。

ガイド端末をよりインタラクティブにして、博物館現地での鑑賞体験をよりリッチにする研究は、博物館の現場でも学術研究の場でも広く行われている。例えば、東京国立博物館では、「トーチナビ」と呼ばれるスマートフォン用アプリケーションが提供されており、自分の興味にあった展示コースを選択してガイドを受けることができる[5]。

インタラクティブな博物館ガイドに関する研究の例として、Bayらはタブレット型コンピュータを使って、現在位置を推定して展示物の詳細を表示するナビゲーションを提案している[6]。他にYamadaらは博物館のナビゲーション端末に高度な検索機能を持たせ、画像の類似度や観点から検索可能にしている[7]。Hatalaらは、従来の音声ガイドの操作ログからユーザの興味を推定し、展示物を推薦するシステムを提案している[8]。他にも、Vanらによる訪問者のふるまいや展示物のメタデータから順路を推薦するシステム[9]や、Roesらによるセルフキュレーションによる経路作成システム[10]などがある。

これらの研究では、主にナビゲーション端末の検索機能や現在位置推定機能を改善することで、博物館現地での鑑賞体験を向上させることを目的としている。一方で、真に有意義なミュージアム体験のためには、ミュージアム現地に限らず、行く前や行った後の支援が重要だと考えられる。ミュージアムに行く前の予習を現地での鑑賞体験と接続させる研究として、奥本ら[11]による研究などがある。

ミュージアム現地での鑑賞後の長く緩やかな学習を支援するために記念品を用いる研究も行われている。たとえばSakkopoulosらは後から見返せえる電子のお土産として解説と訪問記録からなる「e-souvenir」を提案している[12]。Petrelliらは博物館で訪問者にトークンを持ち歩かせ、気に入った展示物にかざさせて行動ログをとり、後からウェブサイト上で復習できるシリアルコードを発行する試みを行っている[13]。ほかに、Horneckerらによる博物館での鑑賞経路を記録するDigital Backpacking[14]、Notらによる移動ログを用いてお土産の絵葉書をパーソナライズする研究[15]などが行われている。本研究でもこれらの研究と同様に、事前学習・事後学習内容をミュージアム現地での鑑賞体験と接続することで、より長期的なFree Choice Learningを実現することを目指している。そのために、より明確な目的を持った鑑賞を誘発し、また目に入るたびに目的を思い出しやすいよう、鑑賞体験そのものを記念品にしている。

3. みんなくガイドシステムの概要

本論文で提案する事前学習と事後学習の支援の仕組みを実現するためには、博物館現地での利用可能なナビゲーション端末との連動が不可欠である。これは、事前学習の結果を現地での鑑賞にフィードバックし、現地での博物館鑑賞体験を行動ログとして利用するためである。本研究においては、我々が独自に開発した「みんなくガイド」と呼ばれるiPadアプリケーションを用いて、事前学習と事後学習を支援する仕組みを作成した。

3.1 みんなくガイドの主な機能

みんなくガイドは、みんなくに収蔵された展示物のうち3,053点について、実際に検索可能なiPadアプリである。みんなくガイドでは、展示物を検索するための**検索機能**、鮮明な画像や解説文、展示場所を確認するための**詳細機能**、訪問者がメモや写真を展示物に対して付与できる**アノテーション機能**をもつ。

みんなくガイドの画面遷移例を図1に示す。はじめにアプリを起動すると、おすすめの見どころとして、多様な展示物が一覧状に表示される。訪問者はこの画面から興味を持った展示物の詳細を見ることができ、メニューを開いてキーワード検索を行うこともできる。

検索機能として、みんなくガイドはキーワード検索、タグ検索、場所から検索など、展示物を様々な観点から検索可能な機能を持つ。キーワード検索では、展示物の名前や、解説文に含まれるキーワード、地域や民族といったみんなく特有のメタデータによる検索が可能である(図1 右中央)。また、地域を表すOWC (Outline of World Cultures)、主題を表すOWM (Outline of Cultural Materials)をキーワードとして入力することで、学術的な分類に従って展示物を検索することができる。タグ検索では、展示物に付与されたタグ形式のメタデータを用いて、同じタグのついた展示物を一覧的に検索することができる。タグには、解説文から自動抽出されたハッシュタグと、地域、民族、OWC、OCM、展示場所といったメタデータが含まれる。詳細画面から任意のタグを選択することで、今見ていた展示物と任意の観点で関係する展示物を発見可能である。また、展示場所から展示物を探す機能もある。みんなくマップ(図1 右上)では、みんなく全体の地図が表示され、各エリアをタップすることでそこに何が展示されているかを検索可能である。また、みんなくの一部のエリアには無線ビーコンが設置されており、みんなくガイドは訪問者がみんなく内にいる場合に、現在位置を推定することができる。「近くの展示」機能では、この推定された現在位置を使って、近くにある展示物を検索可能である。

詳細機能として、みんなくガイドでは、メタデータと、複数枚の画像、映像を閲覧可能である(図1 中央左上)。訪問者は、気になる展示物について、その詳細情報を閲覧し、調べることができ

る。メタデータには解説文やタイトル、カテゴリタグや展示場所などが含まれる。それぞれの画像は指での操作で拡大して閲覧することが可能である。また、従来の案内端末で展示物番号を入力することで視聴できた解説ビデオを、詳細画面から再生することができる。それぞれの展示物には展示場所が紐づけられており、気になった展示物の展示場所を地図上で確認することもできる。

アノテーション機能として、興味を持った展示物に対して、お気に入りに登録したり、写真を撮ったり、手書きでメモを残せたりできる(図1 中央下)。カメラ機能では、ある興味を持った展示物に対して、自分なりの写真をとることができる。撮影した写真は展示物と紐づけられた状態で保存され、あとから見返すことができる。同様に、気になった展示物に対して手書きでメモを残す機能もある。写真やメモを取るほどでもないが興味を持った展示物をリストして後から見返すためのお気に入り機能も有している。これらの機能を使って付与したアノテーションは、それぞれの展示物の詳細画面から確認できるほか、マイページ(図1 右下)で一元的に管理できる。今回の訪問で自分がお気に入りに登録した展示物の一覧や、撮った写真の一覧などを確認できるほか、メモや写真の中身を見返すことができる。

3. 2 提示型情報検索モデルに基づく情報検索インタフェース

みんなくガイドの大きな特徴として、これらの機能が、提示型検索モデル(Ostensive Search Model)に基づく検索インタフェースを中心に提供されることが挙げられる。図1の左側に表されるように、検索結果や推薦結果は、多くの展示物の画像がタイル状に敷き詰められた形式で表示される。展示物の詳細画面でタグをタップした際や、みんなくの地図から任意のエリアをタップした際にも、同じようなタイル状の表示形式の画面に移行する。

従来の検索モデルでは、検索者は逐一クエリを考え、検索結果画面に表示された検索結果のプレビューを精読しながら、クエリ変更を繰り返して必要な情報を検索する必要があった。一方で、提示型検索モデルでは、検索者が提示された結果から興味を持てるものを指定するということを繰り返す。一覧表示から別のページに遷移し、また別の一覧ページに遷移して、興味のあるものを選択してゆく。こういった検索様式は検索者の興味を広げつつ、本当に知りたかったことを自覚させることができる。

3. 3 操作ログの収集

みんなくガイドは現地での案内用途のみならず、鑑賞前の下調べや、鑑賞後の振り返りにも利用できる。みんなくガイドを使用すると、端末内に詳細な操作ログが残される。これらのログを分析することで、訪問者の興味や鑑賞スタイルが分かる。

操作ログには、アプリを立ち上げてからのほぼすべての操作が、操作を行った日時と併せて記録される。例えば入力した検索キーワードやタップしたタグなど、訪問者がどのような検索を行ったかに関する情報が記録される。この際、みんなくアプリでは検索キーワードが同じであれば検索ランキングは一意に定まるため、訪問者がどのような検索結果画面を見たかも検索ログから特定できる。

また、キーワード検索や地図検索の検索結果画面から展示物を選択し、詳細画面に移行した場合のログも利用できる。詳細画面からメニューや別の検索結果画面などに遷移された場合もログに残るため、その展示物の詳細画面をどれだけ長時間見たかなども推定可能である。

手書きメモや、写真撮影、展示物のお気に入り登録などの能動的活動もログに記録される。これらの操作ログに加えて、比較的無意識化の行動ログも収集可能である。例えば、みんなくの一部の展示エリアには無線ビーコンが設置されており、訪問者が物理的にどこにいたかが記録される。博物館内の移動や、画面のスクロール状況、閲覧時間などの、無意識的な行動のログも収集できる。

4. 事前学習支援：鑑賞軸を獲得するための鑑賞計画システム

本節では、下調べ時のログを訪問者が自ら整理することで、訪問者に鑑賞軸を獲得させ、同時に鑑賞経路を推薦する事前学習支援ウェブアプリケーションについて説明する。

はじめに、鑑賞軸について定義する。ここでいう鑑賞軸とは、ある展示物群が与えられた際に、それぞれの展示物の関係を一貫して説明可能な観点を指す。例えば、ある展示物群を並べる際に、「時間」という鑑賞軸に基づくとは、展示物は歴史の年代順で並び替えることができ、「地域」という鑑賞軸では展示物を地域ごとに並び替えることができる。鑑賞軸は、ミュージアムにおいては、特別展の開催などで広く見られる概念である。特別展では、あるコンセプトにそぐう展示物だけを、企画者が設定した軸に沿って展示している。本研究では、このような鑑賞軸を訪問者個人に自覚してもらうことで、訪問者がより能動的に一貫性を持ってミュージアムを鑑賞し、展示物について深く理解できるように支援する。

4. 1 鑑賞軸獲得のためのコース作成ウェブアプリケーション

みんなくガイドを用いた下調べと、下調べ結果の整理を通じて、訪問前に鑑賞軸を獲得することを支援するウェブアプリケーションを作成した。図2に実際のウェブアプリケーションのスクリーンショットと、画面遷移例を示す。

訪問者は、みんなく訪問前に、みんなくガイドを自由に操作して、鑑賞したい展示物の情報を調べる。この際、興味を持った展示物を、最低 10 件以上、お気に入りに登録する。その後、提案するウェブアプリケーションにみんなくガイドのログをアップロードすると、展示物とタグを整理できる画面に遷移する(図2の上部)。ここで訪問者は、10 個の展示物をどのような順序で鑑賞するか、鑑賞コースを自分の手で作り上げる。

この際、アプリケーションはみんなくガイドのログを分析し、その訪問者が興味を持ちそうな観点をあらかじめ推定し、それぞれの展示物にタグとして付与する。訪問者はここで、展示物単位での観定の整理ができる(図2の下部)。具体的には、鑑賞したい展示物について、新しく独自のタグを追加したり、不要なタグを除去したりできる。これにより、訪問者はその展示物を、どのような点に注目して鑑賞したいかを整理できる。

次に、訪問者はそのタグを見ながら、お気に入りに登録した展示物の並び替えを行い、どのような順序で鑑賞を行うかを考える(図2の上部)。この画面では、カード状に表示された 10 点の展示物を、ドラッグアンドドロップで直感的に並び替えることができる。また、複数の展示物に共通してつけられたタグや、重要度が高いと推定される語が、右下にまとめて表示されている。ここに表示されている語句は、複数の展示物を鑑賞する際に注目したいと考えた共通の観点であり、鑑賞軸となりうる可能性が高い。この際、ここに表示された語をクリックすると、みんなくアプリ上でお気に入りに登録した 10 件の展示物以外で、解説やタグとしてこれらの語を含む展示物を探ることができる。

また、画面右上にはみんなくでの展示場所が地図上に可視化されて表示される。これにより、実際の現地での鑑賞体験を思い浮かべながら鑑賞計画を立てることができる。また、この画面はそのまま印刷することができ、それを現地で鑑賞コースの地図として使うこともできる。

このような作業を通して、実際に博物館でどの展示物を、どのような観点から、どのような経路で閲覧するかを整理する。最終的に納得のいくコースができるまでこれを繰り返すことで、「明日は打楽器について用途ごとの形状の違いを確認したくて博物館に行くんだ」というように、目的を明確にすることができる。

4. 2 被験者実験による有用性の検証

提案システムを使って鑑賞軸を明確化する事前学習を行った際に、みんなく現地での鑑賞体験がどのように変化するかを、実際に被験者実験で分析した。2名の被験者にみんなくガイドを使っ

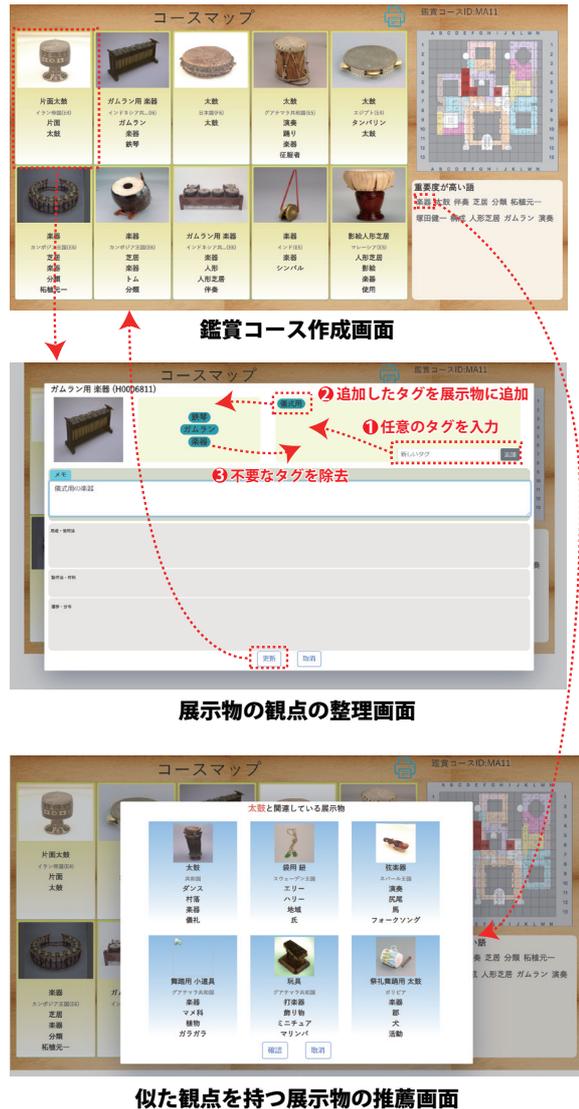


図2 鑑賞軸を獲得するための鑑賞計画システムの画面遷移例

Figure 2 A screen transitions of the visiting plan making system for establishing the axis of viewing.

た事前学習を行わせ、提案システムで実際にコースを作成させ、アンケートを取った。その後、みんなくガイド端末と、各被験者の作成したコースを紙に印刷したものを持たせ、実際に自由にみんなくで展示物を鑑賞させた。その後、実際の鑑賞体験がどうだったか、再びアンケートを取った。

アンケートの結果から、「鑑賞軸を発見できた」という意見や、「展示物への興味を喚起できた」という意見が得られた。この際、展示物への興味を喚起できた理由としては、「提案システムを使わない見学では気づかなかった情報を発見できたため」という意見が得られた。また、「今まで提案システムを使わない見学より充実した」という意見も得られた。一方で、実際にウェブアプリ

ケーションを使用させたことで、システムが2つに分かれていることへの不満や、実際に地図から経路を作成したいという要望も得られた。

5. 事後学習支援：自発的な学びを促すためのポストカードの自動生成

ミュージアム鑑賞体験は、人によって見た展示物も、見た順番も異なり、個人化されている。特に近年では、携帯端末の性能向上に伴い、従来の音声ガイドと異なる検索機能付きの端末が普及してきている。検索機能を使用すると、先に興味のある展示物がどこに展示されているかを調べ、順路を無視してそこへ直行するような鑑賞が可能になる。たとえ同じミュージアムを訪問した場合でも、人に異なる順路で異なる展示物を鑑賞することが、より一般的になりつつある。

記念品は、後日それが目に入った際に訪問時の感動や疑問を想起させ、印象を深め、気になった点を調べさせる役割を担ってきた。Wilkinsらの調査によると、人は特別な体験をより深く印象付けるために記念品を購入することが指摘されている[16]。従来のミュージアムの記念品は、代表的展示物や施設のロゴからなる画一的なものが典型的である。一方で、現代の個人化されたミュージアム訪問において、人によって見た展示物が異なった場合に、従来の記念品は、十分に個人の事後学習を促進できるとは限らない。例えば、ある訪問者がガイド端末で検索し、自分の興味のある展示物だけを鑑賞した場合を考える。この場合、その訪問者は代表的な展示物を見ていない可能性があり、博物館自体にも興味がない可能性もある。このような場合に、従来の記念品は、「あのとき見た展示物について、より深く調べてみよう」といった事後学習行動を誘発できない。

そこで本研究では、体験そのものを物理的に持ち帰る、新しい形式の記念品として、鑑賞ログを1枚のポストカードに要約することを提案する。みんぱくガイド端末の操作ログから訪問者個人が興味を持った展示物を推定し、それらを掲載したポストカードを生成するシステムを作成した。

実際に行動ログから生成したポストカードの例を図3に示す。ポストカードには訪問者が強く興味を持ったと推測された5件の展示物の写真が掲載される。また、右上にスタンプ欄が設けてあり、訪問者はスタンプを選んで押印できる。個人の鑑賞体験そのものを要約したポストカードに、自分の手でスタンプを押して完成させることで、より愛着がわき、事後学習を促せると考えられる。具体的には、このようなポストカードがふと目に入った際に、自分が興味を持った展示物についての印象が深まり、より訪問体験が記憶に定



図3 端末の操作ログから生成されたポストカードのサンプル

Figure 3 A Sample of postcard that summarizes behavior log of the guide device.

着する効果が考えられる。加えて、「そういえば、この一番気に入った展示物の、この形状の意味は何だったのだろうか」というような疑問を思い起こさせることができれば、後からの調べものを誘発できる。

5. 1 心理効果に基づく鑑賞ログの1枚のポストカードへの要約

訪問者が現地や事前学習でみんぱくガイドを使った際に、その操作ログからその訪問者にとって印象深かった展示物を推定し、それらを1枚のポストカードにまとめるウェブアプリケーションを作成した。

人が何を印象深く感じるかどうかについて、認知科学や心理学、教育学の分野で多くの心理効果が提唱されている。本研究では、ミュージアム体験という特殊な状況下で、個人によって何が印象に残るかが異なる可能性がある。そのため、行動ログから何が印象深いかを推定するため、それぞれ異なる心理効果に基づく8種類のポストカードを作成するアルゴリズムを作成した。

ある展示物を見た**鑑賞のタイミング**が、その展示物が記憶に残るかに影響する現象が、系列位置効果 (Serial-position effect) として報告されている。系列位置効果の中でも、最初に見たものが記憶に強く残る効果は**初頭効果** (Primacy effect) と呼ばれる。この心理効果に基づく展示物ランキングとして、最初に見た順に5つの展示物をポストカードに掲載するアルゴリズムを作成した。初頭効果とは逆に、最後に見た物が強く残る現象も、**終末効果**あるいは新近性効果 (Recency effect) として報告されている。

タイミングだけでなく、ある展示物をどれだけ長時間見たかや何度見たかという、**鑑賞の頻度**も記憶に残る度合いに影響を与えることが知ら

れている。もっとも有名な例として単純接触効果 (Mere exposure effect) や Active Recall と呼ばれる心理効果が提唱されている。これらの理論を考慮するために、ある展示物の鑑賞にどれだけ時間をかけたかをモデル化した**長く見た順**のアルゴリズムと、展示物を見た回数をモデル化した**何度も見た順**のアルゴリズムを作成した。これらのアルゴリズムでは、訪問者の行動ログから、それぞれの展示物の詳細画面を見た回数や時間を抽出し、展示物をランキングした。この際、手書きメモなどのアノテーションに要した時間は差し引いて、純粋に詳細画面を見た時間をランキングに用いた。

展示物に対して訪問者がどれだけ**能動的な行動**をとったかも、その展示物が記憶に残るかに影響することが指摘されている。カメラ機能を使って写真を撮ったり、メモを書いたり、お気に入りに登録することは、訪問者の身体的な行動を伴う。自分の手を動かすことが対象の記憶への残りやすさに影響する現象は、機械的反復や Ikea 効果として心理学分野で広く知られている。これらの効果をみんぱくガイドの操作に当てはめ、**手書きメモをとった、写真を撮った、お気に入りに登録した**展示物について、順不同にポストカードに掲載するアルゴリズムを作成した。

個人の行動とは独立に、**展示物そのものの特徴**が記憶に残りやすい性質を持っている場合もある。とくに有名な心理効果として、人が抽象的なものは記憶に残しづらく、言語化しやすいものを記憶に残しやすい現象が、二重符号化理論や言語記憶化理論で説明づけられている。本研究では、展示物のタイトルがより具体的で、言葉として表しやすい方が記憶に残るという仮説を立てた。名前に**名詞が多い順**のアルゴリズムでは、訪問者が詳細画面を閲覧した展示物の中で、展示物名に名詞が多く含まれる順に展示物をランキングする。例えば「壺」とだけ名付けられた展示物と、「中国の干支を印字した壺」と名付けられた展示物では、後者の方がより具体的で、後から思いだしやすくと考えられる。

5. 2 被験者実験

訪問者個人の鑑賞体験を正しく反映し、印象深かった展示物だけを掲載したポストカードを作成するために、どの心理効果が有効かを被験者実験によって検証した。前述の8つの心理効果と、ベースラインとなる2つの手法で展示物を並び替え、上位に順位付けられた展示物が印象深かったかを被験者に聞いた。また、各手法の上位5件の展示物を掲載したポストカードを並び替えさせた。

COVID-19に関する社会的状況から、博物館現

表1 各心理効果の展示物ごとの評価結果 (4段階評価, *は $p<0.05$, **は $p<0.01$) と、ポストカードごとの評価結果 (順位は9件中での平均順位, 16名の被験者中で1位と最下位に選んだ人数)

Table 1 The result of per-exhibit and per-postcard evaluation.

心理効果	展示物単位 平均評点	ポストカード単位		
		順位	1位	最下位
初頭効果	2.83	4.69	1	1
終末効果	*3.06	3.81	2	0
長く見た順	2.95	4.88	1	0
何度も見た順	**3.30	2.94	6	1
手書きメモ	*3.86	7.44	0	5
写真を撮った	-	-	-	-
お気に入り	**3.32	4.25	2	1
名詞が多い	2.84	4.38	1	1
見ただけ	2.67	5.06	2	1
見ていない	**1.29	7.56	1	6

地での実験が行えなかったため、研究室内でみんぱくガイドを用いた下調べするというタスクで実験した。16名の被験者は「明日みんぱくを訪問するとして、今のうちに見たいものの目星をつける」というタスクを与えられた。その後、被験者は30分間、自由にiPadを操作し、展示物について調べた。次に被験者は実験と全く関係ないテレビゲームを30分間プレイした。これは、記憶や印象に関する実験において、記憶と想起の間に認知的負荷の高い作業を挟まないと、直前に見たものがワーキングメモリに残っているためである。その後、被験者は専用に作成されたウェブサイト上で、ログに含まれた各展示物がどの程度強く印象に残っているかを4段階で入力した。その後、各手法の結果を実際のハガキに印刷した8枚のポストカードを、自分の鑑賞体験をより適切に表せている順に並び替えた。

実際の実験結果を表1に表す。研究室実験だったため、写真を撮った被験者はいなかった。鑑賞ログには含まれたがどの心理効果にも該当しない見ただけをベースラインとした際に、何度も見た展示物や、手書きメモを取った展示物は、有意に記憶に残っていることが分かった。博物館体験を要約するうえでは、閲覧頻度が重要であると考えられる。また、一度も詳細画面を閲覧していない展示物と、見ただけの展示物の間にも、記憶への残りやすさに有意な差が見られた。このことから、人は見たか見てないかを、比較的明確に記憶していることが分かった。

実際に印刷したポストカードを並び替えるタスクでは、自分がお気に入りに登録した展示物からなるポストカードや自分が何度も詳細画面を見た展示物からなるポストカードが、特に自分の

博物館体験とあっていると評価された。これらのことから、iPad アプリを用いた下調べという疑似的な体験において、鑑賞の頻度に基づいて展示物を選出することで、鑑賞体験そのものをして記念品化できる可能性が示唆された。

今回の実験では、あくまでも 30 分後という短い期間での実験に留まったが、今後長期的にポストカードを目につく場所に設置した際に、実際にミュージアム体験が知識に定着するかどうかが変わるかを実験する必要がある。

6. 結論と今後の課題

みんなガイドの操作ログをもとに、事前学習と事後学習の具体的なアプリケーションをそれぞれ提案し実装した。ミュージアムの電子ガイドシステムを中心として、事前学習や事後学習を促すことによって、より真に有意義なミュージアム体験がもたらさせるものと考えている。

今後の課題として、実際にこれらの事前・事後学習支援を行うことで、個人のミュージアム体験が長期的にどう変わるかを評価することを検討している。本稿で述べた 2 つのシステム以外にも、より発展的で新しい事前・事後学習のあり方について検討していきたい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K18161, JP18H03243, JP18H03494, JP16H01756 による助成、ならびに 2020 年度国立情報学研究所共同研究「文化財のより深い利活用のための革新的モデルとアルゴリズムの提案」、博物館・美術館における次世代型展示案内システムに関する研究、「行動ログからのポストカードの自動生成による博物館体験の知識への定着促進」の助成を受けたものです。本研究の実施にあたっては、国立民族学博物館より提供いただいたデータベースを利用しました。また、HRAF Association より、OWC、OCM のデータをいただき、独自に翻訳して利用しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] John H. Falk, Lynn D. Dierking : 「Learning from Museums」, Rowman & Littlefield, 2018.
- [2] 神門 典子, 大島 裕明, 相原 健郎, 莊司 慶行, 白石 晃一, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 楊 澤華 : 「提示型検索モデルに基づくミュージアム鑑賞体験の提案」, じんもんこん 2019 論文集, pp.127-132, 2019.
- [3] 瀧平 士夫, 莊司 慶行, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 大島 裕明, 相原 健郎, 神門 典子 : 「博物館における鑑賞体験の記念品化を目的とするナビゲーション端末操作ログからの印象深い展示物推定」, 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020), 2020.
- [4] 楊 澤華, 莊司 慶行, 山本 岳洋, 山本 祐輔, 白石 晃一, 相原 健郎, 神門 典子, 大島 裕明 :

「個人の鑑賞軸獲得のためのミュージアム事前学習システム」, 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020), 2020.

[5] 東京国立博物館アプリ「トーハクナビ」について.

https://www.tnm.jp/modules/r_free_page/index.php?id=1467.

[6] Herbert Bay, Beat Fasel, and Luc Van Gool. 「Interactive museum guide」, UBICOMP Workshop on Smart Environments and Their Applications to Cultural Heritage, 2005.

[7] Taizo Yamada, Kenro Aihara, Noriko Kando, Satoko Fujisawa, Yusuke Uehara, Takayuki Baba, Shigemi Nagata, Takashi Tojo, Yuko Hiroshima, and Jun Adachi : 「Ceax's learning support system to explore cultural heritage objects without keyword search」 The fourth International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, pp.318-322, 2006.

[8] Marek Hatala and Ron Wakkary : 「Ontology-based user modeling in an augmented audio reality system for museums」, User Modeling and User-Adapted Interaction, Vol.15, No.3, pp.339-380, 2005.

[9] Willem Robert Van Hage : 「Natalia Stash, Yiwen Wang, and Lora Aroyo. Finding your way through the Rijks museum with an adaptive mobile museum guide」, In Extended Semantic Web Conference, pp.46-59, Springer, 2010.

[10] Ivo Roes, Natalia Stash, Yiwen Wang, and Lora Aroyo : 「A personalized walk through the museum: The chip interactive tour guide」, CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA'09, pp.3317-3322, 2009.

[11] 奥本素子, 加藤浩 : 「事前学習と館内鑑賞支援を連動させた博物館における展示鑑賞支援システムの開発」, 本教育工学会論文誌, Vol. 36, No. 1, pp. 1-8, 2012.

[12] Evangelos Sakkopoulos, Mersini Paschou, Yannis Panagis, Dimitris Kanellopoulos, Georgios Eftaxias, and Athanasios Tsakalidis : 「e-souvenir appification: Qos web based media delivery for museum apps」 Electronic Commerce Research, Vol.15, No.1, pp.5-24, 2015.

[13] Daniela Petrelli, Mark T Marshall, Sinead O'Brien, Patrick Mc Entaggart, and Ian Gwilt : 「Tangible data souvenirs as a bridge between a physical museum visit and online digital experience」, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.21, No.2, pp.281-295, 2017.

[14] Eva Hornecker and Matthias Stifter : 「Digital back packing in the museum with a smartcard」, the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI, pp.99-107. 2006.

[15] Elena Not, Massimo Zancanaro, Mark T Marshall, Daniela Petrelli, and Anna Pisetti : 「Writing postcards from the museum: composing personalised tangible souvenirs」, In Proceedings of the 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter, p.5. 2017.

[16] Hugh Wilkins : 「Souvenirs: What and why we buy」, Journal of Travel Research, Vol.50, No.3, pp.239-247, 2011.