

提示型検索モデルに基づくミュージアム電子ガイドと その利用ログを用いた事前学習・事後学習支援

莊司 慶行^{1,a)} 相原 健郎^{2,3,b)} 大島 裕明^{4,c)} 神門 典子^{2,3,d)}
白石 晃一^{5,e)} 中島 悠太^{6,f)} 山本 岳洋^{4,g)} 山本 祐輔^{7,h)}

受付日 2021年5月18日, 採録日 2021年11月2日

概要: 本研究では、提示型検索モデル (Ostensive Search Model) に基づくインタフェースによって鑑賞者個人の興味を反映したミュージアム体験を可能にする電子ガイドを提案し、そのログを分析することで実現可能になった事前学習、事後学習支援システムについても提案する。我々は、国立民族学博物館 (みんぱく) の展示物のうち 3,053 点について、展示物の解説やビデオなどの詳細情報を検索し、メモなどのアノテーションを付与できる iPad 用アプリケーションである「みんぱくガイド」を作成した。みんぱくガイドは、鑑賞者が新しい展示物に気付いたり、興味を明確化することができるように、一覧性の高い検索結果画面を中心に情報探索を繰り返せるインタフェースを持っている。このような電子ガイドの操作履歴や位置情報などのログを用いることで、個人のミュージアム体験を色濃く反映した事前・事後学習支援を可能にした。事前学習支援システムでは、ミュージアムに行く前にカードを整理しながら鑑賞計画を立てるウェブアプリケーションの利用を通じて、鑑賞者に自分が何を学びに行くかという鑑賞軸を自覚してもらった。また、事後学習を促す仕組みとして、ログから鑑賞者が興味を持った展示物を推定し、後から鑑賞体験を思い出しやすくするためのパーソナライズされたポストカードを自動生成するシステムも作成した。

キーワード: ミュージアムガイド, 電子ガイド, 鑑賞体験, 提示型検索, 事前学習, 事後学習

Ostensive Search Model-Oriented Museum Guide Application and Pre- and Post Learning Support System Using Its Log Data

YOSHIYUKI SHOJI^{1,a)} KENRO AIHARA^{2,3,b)} HIROAKI OHSHIMA^{4,c)} NORIKO KANDO^{2,3,d)}
KOICHI SHIRAISHI^{5,e)} YUTA NAKASHIMA^{6,f)} TAKEHIRO YAMAMOTO^{4,g)} YUSUKE YAMAMOTO^{7,h)}

Received: May 18, 2021, Accepted: November 2, 2021

Abstract: This paper proposes an electronic guide application that enables visitors to get a museum experience that reflects their individual interests through an interface based on an Ostensive Search Model. In addition, we propose a pre-learning and post-learning support system that can be connected to our electronic guide. The system is based on a search result screen with a high level of browsability. We propose a system that allows users to search for detailed information such as explanatory texts and videos of exhibits they are interested in and add annotations such as handwritten notes. We created the “Minpaku Guide,” an iPad application that allows users to search for detailed information such as explanatory text and videos on exhibits of interest and add annotations such as notes. We also developed pre-learning support systems connected to our guide application. As a pre-learning support system, we created a web application that allows users to manually organize cards before visiting the museum to clarify what the visitors will learn beforehand. As a post-learning support system, we implemented a system that summarizes the visitor’s operation log of the guide application into a postcard that helps to recall the viewing experience later.

Keywords: museum guide, viewing experience, ostensive search, pre-learning, post-learning

1. はじめに

博物館や美術館といったミュージアムを訪問し、展示物を鑑賞することは、人類にとって重要な知的活動の一環である。一方で、事前知識のない状態でミュージアムを訪れた場合、鑑賞者が「ミュージアム疲れ」を起こし、鑑賞した内容が知識として定着しない現象がFalkらによって報告されている [1]。ミュージアムにおける膨大な量の展示物に対して、鑑賞者が、本当に見たい展示物すべてを、1回の訪問で細部まで鑑賞することは困難である。たとえば、博物館には物理スペースの限界があり、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、鑑賞者には滞在時間の制限もあり、多く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。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。たとえば、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場合や、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場合も考えられる。

ミュージアムで得られた鑑賞体験を知識として定着させ、真に有意義なものにさせるうえで、「Free Choice Learning」と、「Context Model」における個人的文脈による学びが重要であることがFalkらによって指摘されている [2]。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従うのではなく、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とされる。そのためには、順路に従って漫然とミュージアムを鑑賞していくのではなく、鑑賞者に自分の

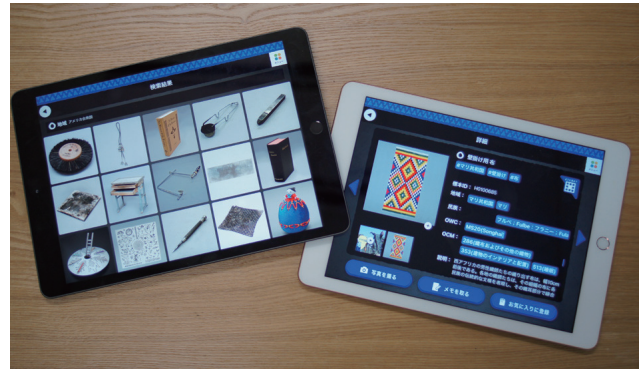


図 1 iPad上で動作するみんなくガイド（検索結果画面と展示物詳細画面）

Fig. 1 Demo of our Minpaku-Guide system running on iPads.

興味を自覚させ、能動的に鑑賞することを促す必要があると考えられる。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、ミュージアム現地での支援にとどまらず、ミュージアム体験を個人の生活と接続し、折に触れて鑑賞内容について思い返したり調べたりできる環境が必要である [3]。

そこで本研究では、これらのミュージアム鑑賞上の問題を解決するために、

- 鑑賞前に、鑑賞者に自分の興味を明確に自覚してもらおう、
- 鑑賞時に、ミュージアム現地において自発的な鑑賞を促す、
- 観賞後の日常生活の中で、鑑賞体験を思い返させ、調べものを促す

ことを目的として設定する。そして、これらの行動を1つのプラットフォームを中心に有機的に接続する方法を提案する。

これらの目的を達成するためには、実際にミュージアム現地で使える電子ガイドと、それと接続可能な事前学習システム、事後学習システムをそれぞれ必要であると考えた。そこで、はじめに、大阪府吹田市にある国立民族学博物館（みんなく）を対象に、展示物を検索したり詳細情報を閲覧できるガイド用iPadアプリである「みんなくガイド」を実装した。図1に実際にiPad上で動作する様子を示す。みんなくガイドは、実際にみんなく現地で電子ガイドとして使えるだけでなく、カタログのように調べものにも使うこともできる。

みんなくガイドは提示型検索モデル（Ostensive Search Model）[4]の考え方に基づいて、一覧性の高い検索結果画面を中心に設計されている。従来のテキスト検索では、ユーザは満足な検索結果が得られるまで、テキストスニペットを読みながらクエリの修正を繰り返す場合が多かった。一方で、提示型検索に基づく検索システムでは、タイ

¹ 青山学院大学
Aoyama Gakuin University, Sagami-hara, Kanagawa 252-5258, Japan

² 国立情報学研究所
National Institute of Informatics, Chiyoda, Tokyo 101-8430, Japan

³ 総合研究大学院大学
The Graduate University for Advanced Studies, Chiyoda, Tokyo 101-8430, Japan

⁴ 兵庫県立大学
University of Hyogo, Kobe, Hyogo 650-0047, Japan

⁵ 京都芸術大学
Kyoto University of the Arts, Kyoto 606-8271, Japan

⁶ 大阪大学
Osaka University, Suita, Osaka 565-0871, Japan

⁷ 静岡大学
Shizuoka University, Hamamatsu, Shizuoka 432-8011, Japan

a) shoji@it.aoyama.ac.jp
b) kenro.aihara@nii.ac.jp
c) ohshima@ai.u-hyogo.ac.jp
d) kando@nii.ac.jp
e) shiraishi@kua.kyoto-art.ac.jp
f) n-yuta@ids.osaka-u.ac.jp
g) t.yamamoto@sis.u-hyogo.ac.jp
h) yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp

ル状に検索結果を敷き詰めて一覧性を高めた検索結果画面において、検索者はクエリを変更する代わりに興味を持つものを選択する。そして、その興味を持ったものと関連する次の検索結果から、再び興味を持ったものを選択する行為を繰り返す。このような検索モデルの場合、知識を持たない分野において、何を探したいのか分からない状態からでも、提示されたコンテンツの中から関心のあるものを選んでいくことで、自分の興味を明確にしつつ、必要な情報を探することができる。

このような人の興味を反映しやすい情報検索モデルに基づく電子ガイドを実際に鑑賞者に使ってもらえると、その操作ログを分析することで、個人にあわせた事前学習・事後学習を支援するシステムと接続可能になる。本研究では、具体的な事前学習支援システムとして、ミュージアム訪問前の下調べ時にみんぱくガイドを用いた際に、そのログを用いてパーソナライズした鑑賞プランを作成できるようにした。ウェブアプリケーション上で、カード状に表示された展示物とタグを整理することで、鑑賞者に自分の興味を明確に自覚してもらい、自発的な鑑賞を促すことを目的としている。加えて、事後学習支援用のシステムとして、電子ガイドアプリの利用ログをもとにその鑑賞者が興味を持った展示物を推定し、個人にあわせたポストカードを自動生成するシステムを作成した。このシステムでは、個人の体験を色濃く反映した記念品を渡すことで、日常生活の中でそれが目に入った際に鑑賞体験を思い返させ、調べものを誘発することを期待している。

本論文は、人文科学とコンピュータシンポジウム「じんもんこん」において2019年[5]と2020年[6]に発表した研究内容を発展させた成果を報告するものである。

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ミュージアム電子ガイドと、それを用いた事前学習や事後学習の支援を行っている。本章では、それぞれに関する研究について紹介し、論じる。

2.1 電子ガイドによる自発的な鑑賞支援

電子ガイドによって個人の興味にあわせた鑑賞を促し、自発的なミュージアム鑑賞を可能にする研究が行われている。特に、ミュージアム電子ガイドのインタラクティブ性を向上させ、個人にあわせたナビゲーションを行う研究は、ミュージアムの現場でも学術研究の場でもさかんである。ミュージアムで実用化されている電子ガイドの例として、東京国立博物館では、「トーハクナビ」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いる[7]。トーハクナビでは、鑑賞者は自分の興味や滞在時間をもとに、いくつかのコースから自分にあったナビゲーションを選択

することができる。タブレット端末を用いた電子ガイドに関する学術研究の例として、平澤らはiPadを使って展示物の詳細情報を見たり、クイズを解いたりできるシステムを提案している[8]。また、鑑賞者の振舞いや展示物のメタデータから鑑賞経路を推薦する[9]など、個人の興味に沿った鑑賞を可能にする研究もまたさかんである。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[10]。本研究で提案するみんぱくガイドは、これらの鑑賞経路や展示物の推薦とは異なるアプローチとして、提示型検索モデルに基づくインタフェースで関連する展示物を次々に閲覧することで興味のある展示物を発見可能にする。

ミュージアム現地で気になったものについて詳細情報を獲得する困難性を解消することで、自発的な情報収集を可能にする研究もさかんである。たとえばカメラ情報から現在位置を推定して展示物の詳細を表示する手法[11]や、ビーコンを用いて鑑賞者の現在見ている展示物を推定する手法[12]、非接触タグ(RFID)を用いて詳細を見たい展示物を入力する方法[13]などが提案されている。また、画像類似度や観点抽出による高度な検索機能によって、関連する展示物を検索可能な電子ガイドも提案されている[14]。これらの研究では、主に電子ガイドの検索機能や現在位置推定機能を改善することで、従来の音声ガイドの延長として、ミュージアム現地で気になった展示物の詳細を快適に知ることを助けている。一方で本研究では、現地での快適な情報アクセスにとどまらず、鑑賞前や鑑賞後の知識獲得に結び付くような電子ガイドを目指している。

2.2 事前学習を通じた個人の興味の抽出と明確化

本研究における事前学習支援システムは、鑑賞者個人がどのような展示物に興味を持つかを推定し、鑑賞経路を設計させることで、興味を自覚させるものである。電子ガイドの操作ログを分析することで個人の興味を推定する例として、Kangらは[15]モバイル用のミュージアムガイドのログから、個人のプロフィールが満足度にどう影響するかを分析している。訪問前の予習を現地での鑑賞と接続させる研究として、奥本らは事前学習の内容に連動して鑑賞経路を推薦するガイドシステムを提案している[16]。鑑賞者自身の手で経路を整理することで目的を明確化させる先行研究として、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[17]などがある。本研究は、これらの研究で行われているログ分析と事前学習を、電子ガイドを中核とすることで、博物館現地と接続可能にするものである。

2.3 ミュージアム訪問後の事後学習の促進

本研究では個人の鑑賞体験そのものを要約した記念品を自動生成することで、それが目に入った際に自発的な調べものを促す事後学習支援システムを提案している。ミュー

ジウムにおける個人の興味を反映した記念品に関する研究は多数行われている。たとえば Sakkopoulos らは後から見返せる電子的な記念品として、解説と訪問記録からなる「e-souvenir」を提案している [18]。Petrelli らは博物館で鑑賞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 [19]。ほかに、Hornecker らによる博物館での鑑賞経路を記録する Digital Backpacking [20]、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 [21] などが行われている。これらの研究の多くは後から自分が何を購したかや、どの展示物を選択したかを見返すことを可能にしたり、記念品の満足度を上げることを目的としている。本研究の新規性の1つは、パーソナライズにとどまらず、展示物画像そのものをポストカードに掲載して、博物館体験そのものを記念品化する点である。これは、本研究における事後学習支援が、思わず博物館現地で自分が気になった展示物について調べたくさせるといふ、調べものの誘発を狙ったものであるからである。加えて、検索機能に長けた電子ガイドと接続することによって、不随意的な検索閲覧行動まで汲みとれる点も新規性が高い。これにより、事前学習と、博物館現地で体験を、生活中的事後学習へとつなげることが可能になる。

3. 提示型検索に基づくミュージアムガイドアプリ

本章では、提示型検索モデルに基づいたインタラクティブな探索閲覧ガイドのプロトタイプである「みんなくガイド」について説明する。みんなくガイドはミュージアム現地でも、調べものときのカatalogとしても使えるように、検索機能と詳細表示機能を中心として、アノテーションやナビゲーションなどの、様々な機能を有する。

3.1 システムの概要

実際みんなくガイドの画面遷移例を図 2 に示す。本ガイドアプリは、提示型検索モデルに基づく一覧性の高い検索結果ページを中心に、展示物の詳細情報を閲覧する機能と、個人の鑑賞体験を記録できるアノテーション機能、メニューを中心とするナビゲーション機能からなる。具体的な機能として、

- ランダムな展示物推薦 (おすすめの展示物)、
- キーワード検索 (メニュー内「調べる」)、
- 近くの展示物の表示 (メニュー内「近くの展示」)、
- 展示物の詳細画面表示、
- マップの表示 (メニュー内「みんなくマップ」)、
- お気に入りの表示 (メニュー内「マイページ」)、
- 写真の撮影、
- 手書きメモの作成

がある。

みんなくガイド起動時には、「おすすめの展示物」という画面が表示される。この画面では、アプリを起動するたびに異なる順序で、展示物がタイル状に敷き詰められた状態で表示される。指で画面を上下にスワイプし、スクロールさせることで展示物を次々と見ていくことができる。展示物の写真をタップすると、展示物の詳細についての画面が表示される。詳細画面では、解説文や音声ガイドなどの展示物に関する情報や、タグなどのメタデータ、高精度の拡大画像や解説ビデオを閲覧できる。展示物の詳細画面からは、それぞれの展示物の写真を撮ったり、手書きでメモをとるなどのアノテーション機能が利用できる。詳細画面で表示されたハッシュタグや地域名などのタグをタップすると、タグ検索結果画面に遷移する。一般的な使い方として、検索結果画面から展示物を選び、その詳細画面からタグを選択して、関連する展示物の一覧を表示し、またその中から興味のある展示物を選ぶという行為を繰り返すことを想定している。

すべての機能は、ミュージアムで鑑賞しながら立ったまま使用できるよう、タップやフリックなどの単純な操作でアクセスできるようになっている。いちいちキーワードを文字入力しなくてもタグやメタデータをクリックすることで検索結果画面に遷移できるほか、詳細画面で左右にスワイプすることで検索結果内の次の展示物の詳細画面に移動できる。加えて、タッチペンにも対応しており、手書きメモをとる際などに利用できる。みんなくの一部のエリアには、iBeacon と呼ばれる位置情報を発信するビーコンが設置されている。みんなくガイドでは、ビーコン情報から位置推定を行い、鑑賞者の現在位置に基づく展示物の推薦機能が利用できる。

現在のシステムでは、みんなくの展示物のうち 3,053 点を対象として、メタデータ、画像、展示位置、解説、ショートビデオを収録している。実装上はみんなくの全標本 (33 万件以上) を対象にできるが、現在の展示物データベースには展示位置の情報に欠落がある。そのため実験用のシステムでは、収録対象を iBeacon が設置されている「日本の文化」エリアのすべての展示物と、それ以外のエリアの位置情報付きの展示物に限った。

3.2 提示型検索モデルに基づく情報探索インタフェース

みんなくガイドは提示型検索モデルに基づく情報探索インタフェースを中心に設計されている。具体的には、図 2 の中央にあるように、展示物の写真のみをタイル状に敷き詰めて表示する情報探索インタフェースを採用した。これは、大量の展示物を探索しながら、自分の興味を徐々に明確化したり発散させたりすることを容易にするためである。このインタフェースは、

- アプリケーション起動時の「おすすめ」、

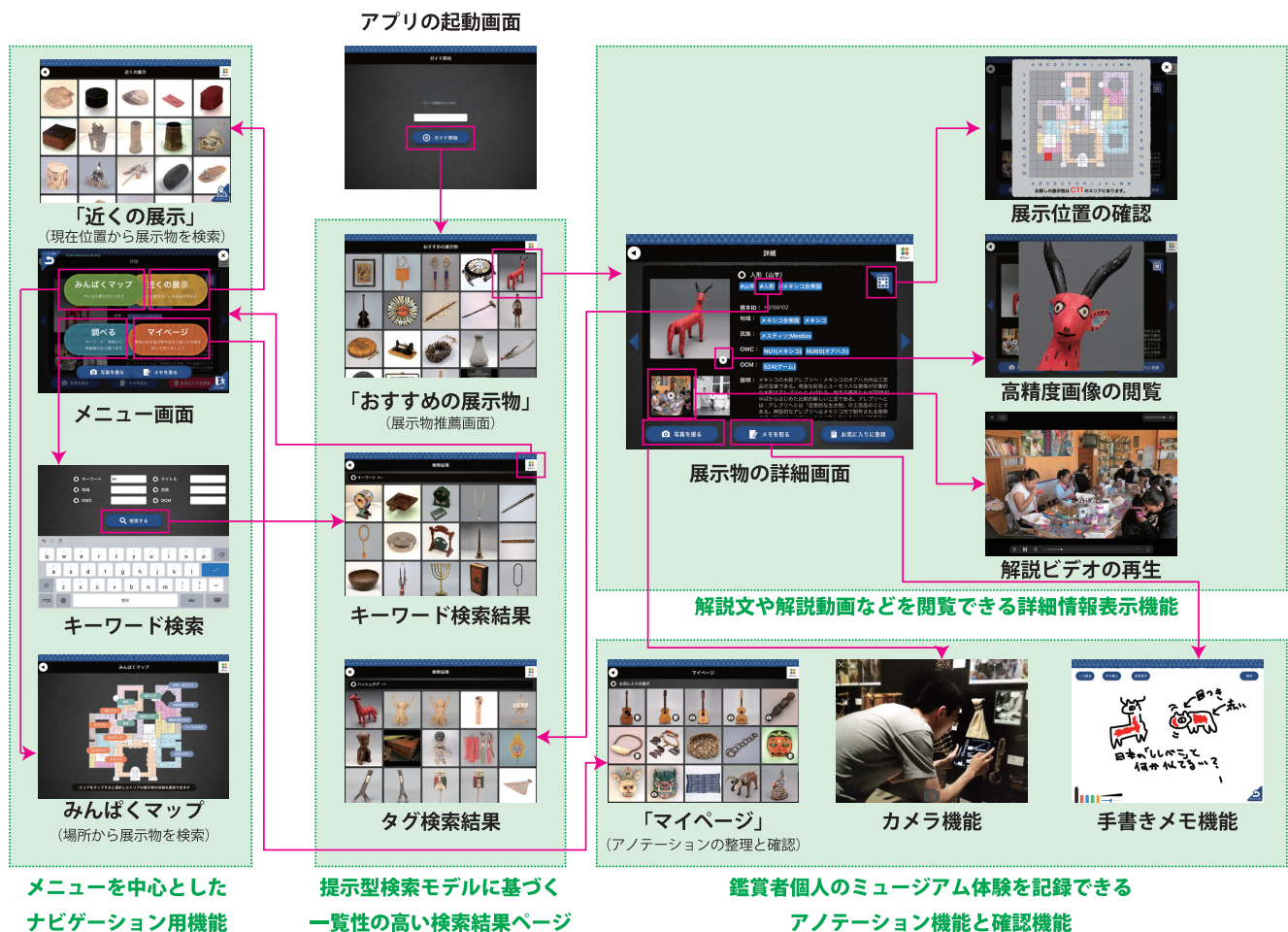


図 2 「みんなばくガイド」を起動してからの実際の画面遷移の例。提示型検索モデルに基づく検索結果画面を中心に、ナビゲーション、詳細情報の閲覧、アノテーション機能をそれぞれ使用可能である

Fig. 2 Example of the screen transition of Minpaku-Guide app. Users can use detailed information viewer, annotation functions, and navigation functions through the ostensive search interface.

- 詳細画面中のタグによる検索結果,
- クエリによるキーワード検索結果,
- 「近くの展示」による展示物の一覧,
- 「みんなばくのマップ」でのあるエリアの展示物の一覧

などの多くの場面で共通して用いられる。

鑑賞者は、従来のテキスト検索のようにキーワードクエリを逐次追加しながら検索結果を絞っていくというよりは、タイル状に表示された展示物の写真から興味を持った展示物を気軽に選んで詳細画面に遷移する。そして、詳細画面から、タグや同じ展示場所にある他の展示物を探すために、タグや地域名をタップしてまた次の検索結果画面へと遷移する。このように、同じ検索結果画面を見続けるというよりは、タグや場所などで検索クエリを切り替え、興味の赴くままに次々に検索結果を閲覧していく。このような情報探索様式は、ミュージアムの展示物という数多くの未知の検索対象に対して、自分が何に興味を持ち、何を鑑賞したいかを決定する助けになると考えられる。

3.3 展示物の詳細情報の表示

一覧表示において、いずれかの展示物の写真がタップされると、図 2 の右側に表されるように、その展示物に関する詳細情報が表示される。詳細情報画面では、展示物の説明文が読めるほか、マルチメディアコンテンツも閲覧できる。高精度な詳細画像や、別の角度から撮影された写真をピンチ操作で拡大縮小しながら見ることができる。また一部のコンテンツには解説ビデオが付与されており、詳細画面内で再生することができる。

展示物の詳細画面の右上のボタンを押すと、「展示位置」画面で、現在位置と合わせて、展示物がどこに展示されているかを地図上で確認できる。これは、興味のある展示物を検索し、その展示場所に行くという、従来型の順路に基づく鑑賞とは異なるミュージアム体験を可能にするためである。

詳細画面の右側上部には、展示物を特徴づけるキーワードであるハッシュタグと、地域、民族、OWC、OWM と

いったメタデータが表示される。これらの項目は、青いボタンとして描画されており、タップすることでタグ検索結果画面に移動することができる。ここで、OWCとOCMは、Human Relations Area Files (HRAF)^{*1}というイェール大学を中心とする人類学に関する国際機関の作成した地域人間関係資料データベースにおける、展示物の分類を表すタグである。OWCは、Outline of World Culturesという分類方法であり、世界の地域を表す分類コードである。具体的には、「AB38」のような4桁のコードで表され、「日本の兵庫県」などの地域を特定できる。これにより、民族学博物館において「違う分野のものでも、同じ地域のものを知りたい」というような鑑賞を可能にしている。OCMは人間の様々な活動の分類方法であり、3桁の数字で表される。具体的には、「532」は「表象アート」を、「778」は「神器と神聖な場所」を表すように、展示物の扱う主題を表現している。OCMを使うことで、「いろいろな国の宗教について知りたい」というように、様々な民族を横断して類似する展示物を検索できる。

展示物を特徴づけるキーワードであるハッシュタグは、みんぱくの展示物での解説文などから、頻出する名詞を抽出したものである。みんぱくは展示物に対して、標本名、地域、民族、用途、製作法、解説といったテキストデータを付与している。これらに含まれる名詞のうち、20回以上登場した名詞のみをハッシュタグの候補とした。これは、抽出したハッシュタグに関連する展示物が少ないと、そのタグをタップしても検索結果が少なくなるためである。名詞の抽出にはMeCabを用いた。ストップワードを除去したうえで、すべての頻出語をハッシュタグとして用いた。

詳細画面では、左右へのフリック操作を行うか、画面の左右の端に表示されている矢印をタップすることで、一覧表示画面における前後の展示物の詳細情報画面に直接遷移できる。そのため、あるタグやキーワードと適合する展示物を、次々に見ていくということが容易に可能である。また、詳細画面には戻るボタンも設置されているため、検索結果画面や直前に見た展示物にいつでも戻ることが可能である。

3.4 展示物に関するアノテーション機能

鑑賞者個人個人が、自分自身の鑑賞体験をアプリ内に記録するための機能として、気になった展示物を一覧として管理するお気に入り機能、メモやスケッチを残せる手書きメモ機能、展示物の写真を撮れるカメラ機能がある。これらのアノテーション機能は、展示物の詳細画面の下部にあるボタンを押すことで利用できる。

「お気に入りに登録」ボタンをタップすると、その展示物を後から見返せるよう、お気に入りに追加できる。これは、

検索結果画面と詳細画面を頻繁に行き来する提示型検索インタフェースにおける情報探索行動の中で、興味のある展示物を記録しておくために使える。

図2の右下に示される手書きメモ機能では、鑑賞者は気になった展示物について、指やタッチペンで絵や文字を書いて展示物と紐づけて保存できる。実際の手書きメモ画面では、ペンの色や太さを変えてフリーハンドで線を引いたり、書いたものを消しゴムで消したりできる。エディタの機能として元に戻す、やり直しという編集機能を持つほか、全部消してやり直すこともできる。作製したメモは保存するか破棄することができる。保存されたメモは、その展示物の詳細画面から、マイページ（詳細は次節で説明する）からいつでも見返すことができる。

カメラ機能では、公式の展示物画像とは違う角度から自分だけの写真を撮って、アプリ内に保存できる。みんぱくでは展示物の写真を撮影することが許可されているため、鑑賞者は展示物の写真を撮影できる。気になった展示物について、好きな枚数の写真を撮影し、展示物と紐づけて保存可能である。撮影した画像は、マイページからいつでも見返すことができる。

3.5 メニュー画面を中心とするナビゲーション機能

すべての画面上で、右上にあるメニューボタンをタップすると、メニュー画面に移動できる。メニュー画面からは、フィールドごとに自分でキーワードを入力可能な検索画面と、現在位置を利用した「近くの展示」、展示場所から展示物を検索可能な「みんぱくマップ」、アノテーション結果を閲覧し整理できる「マイページ」の機能をそれぞれ使うことができる。

「近くの展示」機能では、ビーコン情報を用いて鑑賞者の現在位置を推定し、鑑賞者の近くに展示されている展示物を網羅的に表示する。みんぱくの「日本の文化」エリアには、iBeaconと呼ばれるビーコンが多数設置されている。iBeaconは、Bluetoothの信号を出し続ける機器であり、タブレット端末でその信号を受信することで鑑賞者の位置を推定できる。位置情報を使うことで、今いる場所の近くに何が展示されているかを、タグやキーワードによる検索結果と同様のインタフェース上で、一覧表示として見ることができる。ここで推定された位置情報は、みんぱくマップ機能（図2左下）や、各展示物の展示位置の確認（図2右上）でも使われる。端末がビーコンの設置されたエリアにあり、位置が推定できた場合には、地図上に現在位置が表示される。注意事項として、iBeaconの電波は、人や展示物、壁などの影響を強く受ける。現在のシステムでは、iBeaconの電波を受信したかどうかという2値情報だけを用いて、反応しているビーコンの位置を現在位置として用いている。

「マイページ」機能を使うと、お気に入りに登録した展示

*1 Human Relations Area Files: <https://hraf.yale.edu/>

物や、手書きメモを付与した展示物や、撮影した写真を確認し、管理できる(図2中央下)。マイページ画面でも、ほかの検索結果と同様に、自分がアノテーションを付与した展示物がタイル状に敷き詰められて表示される。これらの展示物のパネルをタップすると、その展示物の詳細画面に移動できる。また、一部の展示物には、パネルの左下と右下に、それぞれカメラアイコンとメモアイコンが表示されている。これは、鑑賞者がその展示物に対して付与したアノテーションの種類を表しており、アイコンをタップすることで写真やメモを確認することができる。このように、鑑賞時に鑑賞者自身が関心を持った展示物をリスト化することで、後から自分の鑑賞体験を思い出すことができる。また、事前学習時に、訪問時に見たい展示物をあらかじめリスト化しておくといった使い方も可能である。

3.6 利用ログの収集

鑑賞者が明示的に作成できるマイページとは別に、システム内部ではすべての操作が記録され、探索閲覧履歴が作成されている。すなわち、いつ、どの画面からどの画面に遷移したかや、どの機能を利用したかといった情報が記録される。たとえば、ハッシュタグがタップされた場合には検索が行われるが、そのクエリについても記録される。お気に入り登録や、写真撮影、メモなどのアノテーション情報も記録される。これらの情報は、鑑賞者がどのような展示物に興味があるか、展示物のどのような観点に関心があるかといったことを推測する手掛かりになる。

検索結果やタグのタップやクエリの入力、アノテーションなどの明示的な操作に加えて、不随意的な操作ログも同様に収集される。iBeaconの受信履歴からは、ユーザがみんぱく内で物理的に移動した経路が、ある程度推測可能である。詳細画面を閲覧した時間の長さなどの無意識下の行動は、ユーザの興味を推定するうえで大きな手掛かりとなる。これらのログを用いることで、訪問前の下調べ時の振舞いから個人にあわせたルートを推薦したり、個人の行動にあわせて振り返りに役立つ資料の自動生成することなどが可能になる。将来的には、検索結果を個人の興味にあわせてパーソナライズしたり、ミュージアム現地での行動に応じた事後学習を促す仕組みなどに応用できると考えられる。

4. 事前学習支援としての鑑賞の軸を明確化する鑑賞計画作成システム

本章では、下調べ時のログを鑑賞者が人手で整理しながら鑑賞経路を作成する、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。このシステムでは、作業をとおして、鑑賞者に自分独自の鑑賞テーマ、すなわち鑑賞軸を獲得してもらうことを目的としている。

4.1 下調べによる鑑賞の軸の獲得

ここでいう鑑賞の軸とは、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。たとえば、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、展示物は歴史の年代順で並べ替えることができ、「地域」という鑑賞軸では展示物を地域ごとに並べ替えることができる。鑑賞軸は、ミュージアムにおいて、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、個人に合わせた鑑賞軸をそれぞれの鑑賞者に自覚してもらうことで、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。

4.2 カード整理を通じた鑑賞の軸を明確化する鑑賞経路作成システム

みんぱくガイドを用いて下調べを行った後に、その結果を手で整理させることで、訪問前に自分独自の鑑賞テーマを持ってもらうための、事前学習支援用のウェブアプリケーションを作成した。図3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。

はじめに鑑賞者は、みんぱく訪問前に、みんぱ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操作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3の「カード整理インターフェース」)。ここで鑑賞者は、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ぱくガイドのログを分析し、その鑑賞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。鑑賞者が1つの展示物をタップすると、その展示物に関連する観点を整理できる画面が表示される(図3の「観点整理画面」)。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。このような操作を行うことで、鑑賞者がその展示物をどのような点に注目して鑑賞したいかを自覚する手助けをする。

次に、自分で整理したタグを見ながら、展示物の並べ替えを行い、どのような順序で鑑賞を行うかを考える(図3の「カード整理インターフェース」)。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べ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、その鑑賞者にとっての鑑賞軸となりうる可能性が高い。この際、任意の単語をクリックす



図 3 下調べ時のログをもとに、カード状に表示された展示物を整理して、鑑賞計画を作成する事前学習システムの画面遷移例

Fig. 3 Example of a screen transition of our pre-learning system that allows users to create a museum viewing plan by manually organizing the exhibits cards.

ると、解説やタグとしてこれらの語を含む別の展示物が表示される (図 3 の「観点からの展示物推薦画面」)。このように、観点を整理して、その観点に関連する展示物を新たに発見しながら、自分なりの鑑賞テーマに沿った鑑賞計画を立てることができる。

カード整理インターフェースの右上には、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。

5. 事後学習支援としての個人の鑑賞体験を反映したポストカードの自動生成

本章では、事後学習を誘発する仕組みとして、見返した際に思わず調べものがしたくなるような記念品を作成する方法について提案する。そのために、ミュージアム電子ガイドの操作ログから、個人の鑑賞体験そのものを 1 枚のポストカードに集約する方法について述べる。

5.1 記念品による振り返り支援

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ともない、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、人によって異なる順路で異なる展示物を鑑賞することが、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 [22]。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。たとえば、ある鑑賞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、その鑑賞者は代表的な展示物を見ていない可能性があり、ミュージアム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り、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。みんなくガイド端末の利用ログから鑑賞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 4 に示す。ポストカードには鑑賞者が強く興味を持ったと推測



図 4 実際に鑑賞者の行動ログから生成されたポストカードの例。強く印象に残ったと推定された上位 5 件の展示物の画像と、訪問日時を含むテキスト、右上の記念スタンプ押印欄からなる

Fig. 4 Postcards made from the visitor's behavior log. They consist of the five photos, visiting date, and a space to put the memorial stamp.

された上位 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、鑑賞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、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、訪問体験が記憶に定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。

5.2 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

鑑賞者が現地や事前学習でみんぱくガイドを使った際に、そのログを分析することで、その鑑賞者個人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。本研究で目的としている記念品を見返すことによる事後学習支援を実現するためには、前提条件として、鑑賞者本人が思わず後から調べたくなるような、印象深い展示物を正しく推定する必要がある。人がどのような条件で鑑賞したものを印象深く感じるかについて、認知科学や心理学、教育学の分野において、多くの心理効果が提唱されている。そこで、行動ログを分析し、8 種類の異なる心理効果に基づいて、個人の印象に残ったであろう 5 件の展示物を掲載した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 [23]。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。これについても同様に、最後に見た順の 5 件を掲載するアルゴリズムも作成した。

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。最も有名な例として単純接触効果 (Mere exposure effect) [24] や Active Recall [25] 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、鑑賞者の行動ログから、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、展示物を順位付けした。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。

展示物に対して鑑賞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、鑑賞者の身体的な行動をとる。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、機械的の反復 (Maintenance rehearsal, Rote memorization) [26] や Ikea 効果 (Ikea effect) [27] 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あてはめ、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。特に有名な心理効果として、人が抽象的なものを記憶に残しづらく、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 (Dual-coding theory) [28] や言語記憶化理論 (Verbal memory) [26] で説明づけられている。本研究では、展示物のタイトルが具体的で、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、鑑賞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。たとえば「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、後者の方が具体的で、後から思いだしやすくと考えられる。

みんぱくガイドでは、アプリをミュージアム現地での電

子ガイドとして使った場合も、事前学習、事後学習のためのカタログとして用いた場合にも、同様のログが生成される。このログは任意の時点で開始、終了可能なセッションごとに生成される。この実装されたウェブアプリケーションでは、任意のセッションのログをファイルとしてアップロードすることで、上記の8種類のポストカードを同時に生成する。

6. 評価実験

提案する事前学習、事後学習支援システムについて、それぞれ有用性を確かめるための被験者実験を行った。本研究の最終目的は、事前学習と現地での鑑賞、事後学習をガイドアプリを中核として有機的に接続することである。しかし、COVID-19に関する社会的状況から、みんなく現地での複数回の訪問と長期間にわたる大規模な評価実験が困難であった。そのため、本論文では、事前学習支援システムと電子ガイドの接続によるミュージアム現地での鑑賞体験の変化に関する実験と、電子ガイドの操作ログからの印象深い展示物の推定について、それぞれ独立に実験を行った。

6.1 事前学習システムの被験者評価

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。被験者の人数は3名で、みんなく訪問経験のある、平均28歳の大学関係者である。実験は2019年内に行われた。被験者は電子ガイドと事前学習支援システムの操作説明を受け、15分間みんなくガイドで自由に調べものをした。事前学習支援システムの説明の際には、鑑賞の軸がどのようなものかの説明を行い、軸を持った鑑賞コースを作るよう指示した。その後10分間にわたりシステムを操作し、鑑賞コースを作成し、事前学習システムの使い勝手などに関するアンケートに回答した。アンケート項目は、

- お気に入り登録しなかった展示物はあったか、
- お気に入り登録した展示物の展示場所が把握できたか、
- 事前学習によって自分の鑑賞行動が変わると思うか、
- みんなくガイドを事前学習に使って、利点があると感じたか、
- 事前学習支援システムを使って、利点があると感じたか

の5項目である。これらの作業はみんなく現地で行われ、作業後しばらく休憩時間を設けた。その後、作成したコースを参考にしながら、自由に展示物を鑑賞し、最後にミュージアム体験に関するアンケートとヒアリングを行った。被験者は、ミュージアム体験に関するアンケート項目として、

- 提案システムを使うことで鑑賞軸を発見できたか、
- 提案システムを使わない鑑賞体験と比較して、楽しく充実した鑑賞が行えたか、

表 1 記憶に関する心理効果に基づく各ランキングが、被験者の記憶度合いと合致するかの評価結果 (*はベースラインである 見ただけとの間の統計的有意差: p 値 * <0.05, ** <0.01)

Table 1 List of ranking models based on psychological effects and their average ratings evaluated by subjects.

ランキングモデル	展示物単位 平均評点	ポストカード単位		
		順位	1位	最下位
最初に見た順	2.83	4.69	1	1
最後に見た順	*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	-	-	-	-
お気に入り	**3.32	4.25	2	1
名詞が多い順	2.84	4.38	1	1
見ていない	**1.29	7.56	1	6
見ただけ	2.67	5.06	2	1

- 行えた場合、その理由は何か、
 - 展示物への興味を喚起できたか、
 - 展示物への探求心が高まったか、
 - 鑑賞軸に関連する展示物について記憶に残ったものがあったか、
 - 提案システムの改善すべき点はあるか
- についてそれぞれ自由記述で回答した。

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したことで、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。

6.2 事後学習支援システムの被験者評価

見返した際に、思わず調べものをしたくなるようなポストカードを作成するためには、少なくとも、そのポストカードが正しく個人の鑑賞体験を要約したものである必要がある。そこで、個人にとって印象深かった展示物を電子ガイドの操作ログから推定するうえで、どの心理効果が有効かを被験者実験によって検証した。前述の心理効果に基づく8つのランキングモデルと、比較対象として、詳細画面を閲覧したがどの条件にもあてはまらない見ただけの展示物を無作為に並べるランキングモデルと、一度も詳細画面を見ていない展示物からなるランキングをそれぞれ作成した(表 1)。展示物単位での評価として、これら10個の手法で展示物を並べ替え、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、ポストカード単

位での評価として、各手法の上位 5 件の展示物を掲載したポストカードを渡し、自分の印象に残っている度合いと合致する順に並べ替えさせた。

COVID-19 に関する社会的状況から、博物館現地での実験が行えなかったため、研究室内でみんなくガイドを用いて下調べを行うというタスクで実験した。16 名の被験者は「明日みんな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まった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、被験者は専用で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 9 枚のポストカードを、自分の鑑賞体験を適切に表せている順に並べ替えた。

実際の実験結果を表 1 に表す。研究室内での実験だったため、写真を撮った被験者はいなかった。展示物単位の平均評点は、それぞれのランキングの上位から最大 10 件の展示物に対して被験者が 1 から 4 で評価した値を、ランキングモデルごとに集計し平均をとったものである（この際手書きメモなどの機能は、被験者によっては使用回数が 10 回未満であった）。見ただけの展示物群に比べて、何度も見た展示物や、手書きメモをとった展示物は、ベースラインである見ただけの展示物と比較して、Student の t 検定において有意に評点が高かった。このことから、博物館体験を要約するうえでは、鑑賞時に積極的にメモをとった場合はメモをとったという情報が、一般的には閲覧頻度が重要であると考えられる。一方で閲覧頻度と同様に単純接触効果に基づく長く見た展示物は、ベースラインである見ただけのものと評点が変わらなかった。これは展示物のタップという随意的な行動と比べて、長く閲覧するというのが付随的な行為であり、閲覧時間は解説文の長さなどの展示物の特徴に依存するためだと考えられる。加えて、実験上の要因として、詳細ページを開きながら別の考え事をした時間などが含まれる可能性も考えられる。また、一度も詳細画面を見ていない展示物と、見ただけの展示物の間にも、評点に有意な差が見られた。このことから、人は自分が何を鑑賞したかを、30 分後の時点で区別できることが分かった。

ポストカード単位での評価では、被験者は各ランキングモデルの上位の展示物を最大 5 件を掲載したポストカードを、鑑賞体験を適切に表していると思う順に並べ替えた。この際、被験者がそのランキングモデルで作成されたポストカードを何位に順位づけたかの平均（1 位から 9 位）と、16 人の被験者のうち何人がそのポストカードを 1 位と

9 位に順位づけたかを、それぞれ集計した。順位の平均値でも、そのポストカードを 1 位とした被験者の人数でも、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、自分が何度も見た展示物からなるポストカードが、特に自分の鑑賞体験とあっていると評価された。展示物単位で評価した際に個人の印象を表すとされた手書きメモは、ポストカード単位では評価が低かった。これは、一部のユーザは手書きメモ機能を使用した展示物が 5 件未満であったため、ポストカードに掲載された展示物が減ったためである。このように、高負荷な行動に関するログは、高精度に個人の興味や印象を推定できたとしても、今回のような目的には適さない可能性がある。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、関与の度合いや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、COVID-19 に関する社会状況から、現地での実験と、長期的な評価が行えなかった。そのため、実際のミュージアム現地での利用ログからポストカードを生成し、日常生活の中で見返してもらうことで、観賞後の日常生活の中で調べものを促せたかという目的のものに関する評価が行えなかった。一方で、実際にポストカードに何を掲載するべきかという、前提として必要となる実験結果が得られた。今回はあくまでも 30 分後という短い期間での実験にとどまったが、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の知識に定着する度合いが変化するかを、長期的なスパンで実験する必要がある。

7. まとめと今後の展望

本研究の学術的貢献点は、

- 実際に現地での鑑賞や下調べに利用でき、そのログを事前、事後学習システムと有機的に接続可能なミュージアム電子ガイドである「みんなくガイド」を実装したこと、
- 事前学習システムを通じて、鑑賞の軸を明確化して、個人の興味を反映したミュージアム体験が可能になる可能性を示したこと、
- 下調べに電子ガイドを用いた際に、その操作ログから鑑賞者が実際に印象深いと感じた展示物を推定する手法を比較検討し、その傾向を示したこと

の 3 点に要約できる。

みんなくガイドでは、実際に国立民族学博物館の 3,053 点の展示物に対して、一覧性の高い検索結果画面を次々と遷移しつつ情報を探索可能な提示型検索インタフェースを使いながら、詳細情報を検索可能である。加えて、アノテーション機能の利用履歴や、検索やタグの選択、閲覧時間などのログを収集することで、ミュージアム現地での鑑

賞体験と接続された事前学習支援と事後学習支援を可能にしている。事前学習支援システムでは、カードを並べ替えながら観点を整理することで、鑑賞者にあらかじめ鑑賞テーマを持ってもらえるようにした。被験者実験から、事前学習によって自分が何を見たいか明確化することで、ふだんだったら見過ごす情報に注目できたなどの意見が得られた。事後学習支援システムでは、下調べ時の行動ログから、その人が興味を持ったものだけを掲載したポストカードを自動生成した。被験者実験から、鑑賞者は自分が見た展示物と見なかった展示物を明確に区別しており、何度も詳細を閲覧した展示物が特に印象に残っていることが明らかになった。

本研究で作成したみんぱくガイドは、ミュージアム体験を研究するうえでのプラットフォームとして活用可能である。実際に、個人が興味を持った展示物と関連する場所に行くときスマートフォン上に通知が送信される研究 [29] や、電子ガイドに特化した通信の最適化技術の研究 [30]、訪問中にクイズを動的に生成して主体的な鑑賞体験を促す研究 [31] などの、発展的な研究が進行中である。

今後の研究の展望としては、まず、今後、大規模なユーザ実験をしたいと考えている。現時点では COVID-19 の状況にあわせて、限られた規模での評価実験を行っている。現地で大規模調査を行うことで初めて可能になるような、長期的な評価を行いたい。加えて、パーソナライズという観点から、ミュージアムのコンテンツが持つテキスト、画像、映像と、システムの操作ログやミュージアムでの行動ログなどを統合し、マルチモーダルでより高度な検索モデルのパーソナライズ手法を検討したい。さらに、提案システムを国立民族学博物館ばかりではなく、様々な美術館や博物館でも利用することを検討したい。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP21H03775, JP21H03554, JP21H03774, JP18K18161, JP18H03243, JP18H03494, JP16H01756, 2020 年度国立情報学研究所公募型共同研究 (20S1001, 20AD03, 20AD04), 2021 年度国立情報学研究所公募型共同研究 (21S1001, 21S1002) の助成を受けたものです。本研究の実施にあたっては、共同研究を通じて国立民族学博物館より提供いただいた展示物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] Falk, J.H. and Dierking, L.D.: *The museum experience revisited*, Routledge (2016).
 [2] Falk, J.H. and Dierking, L.D.: *Learning from museums*, Rowman & Littlefield (2018).
 [3] Anderson, D., Storksdieck, M. and Spock, M.: Understanding the long-term impacts of museum experiences, *In Principle, in Practice: Museums as Learning Insti-*

tutions, pp.197-215 (2007).
 [4] Campbell, I. and van Rijsbergen, C.J.: The ostensive model of developing information needs, *Proc. 3rd International Conference on Conceptions of Library and Information Science*, pp.251-268 (1996).
 [5] 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*, Vol.2019, pp.127-132 (2019).
 [6] 莊司慶行, 大島裕明, 神門典子, 相原健郎, 白石晃一, 瀧平士夫, 中島悠太, 山本岳洋, 山本祐輔, 楊 澤華: 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, *じんもんこん 2020 論文集*, Vol.2020, pp.81-88 (2020).
 [7] 東京国立博物館公式サイト: 東京国立博物館—アプリ「トローハクナビ」, 入手先 (https://www.tnm.jp/modules/r.free_page/index.php?id=2010).
 [8] 平澤泰文, 松川 節, 川田隆雄, 小南昌信: iPad 博物館ガイドシステムの構築と評価, *日本教育工学会論文誌*, Vol.36, No.Suppl., pp.89-92 (2012).
 [9] Van Hage, W.R., Stash, N., Wang, Y. and Aroyo, L.: Finding Your Way through the Rijksmuseum with an Adaptive Mobile Museum Guide, *Extended Semantic Web Conference*, pp.46-59 (2010).
 [10] Hatala, M. and Wakkary, R.: 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).
 [11] Bay, H., Fasel, B. and Van Gool, L.: Interactive Museum Guide, *Proc. 7th International Conference on Ubiquitous Computing, Workshop on Smart Environments and Their Applications to Cultural Heritage* (2005).
 [12] Lanir, J., Kuflik, T., Dim, E., Wecker, A.J. and Stock, O.: The Influence of a Location-aware Mobile Guide on Museum Visitors' Behavior, *Interacting with Computers*, Vol.25, No.6, pp.443-460 (2013).
 [13] 佐藤一郎: 博物館向けコンテキスト依存サービスにおける M-Spaces 空間モデルの実証実験, *情報処理学会論文誌*, Vol.49, No.2, pp.797-807 (2008).
 [14] Yamada, T., Aihara, K., Kando, N., Fujisawa, S., Uehara, Y., Baba, T., Nagata, S., Tojo, T., Hiroshima, Y. and Adachi, J.: CEAX's Learning Support System to Explore Cultural Heritage Objects without Keyword Search, *Proc. 4th International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education*, pp.318-322 (2006).
 [15] Kang, J., Jang, J. and Jeong, C.: Understanding museum visitor satisfaction and revisit intentions through mobile guide system: Moderating role of age in museum mobile guide adoption, *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, Vol.23, No.2, pp.95-108 (2018).
 [16] 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, *日本教育工学会論文誌*, Vol.36, No.1, pp.1-8 (2012).
 [17] Roes, I., Stash, N., Wang, Y. and Aroyo, L.: A Personalized Walk through the Museum: The CHIP Interactive Tour Guide, *Proc. CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.3317-3322 (2009).
 [18] Sakkopoulos, E., Paschou, M., Panagis, Y., Kanellopoulos, D., Eftaxias, G. and Tsakalidis, A.: e-souvenir appification: QoS web based media delivery for museum apps, *Electronic Commerce Research*, Vol.15, No.1, pp.5-24 (2015).
 [19] Petrelli, D., Marshall, M.T., O'Brien, S., McEntagart,

- P. and Gwilt, I.: 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).
- [20] Hornecker, E. and Stifter, M.: Digital backpacking in the museum with a SmartCard, *Proc. 7th ACM SIGCHI New Zealand Chapter's International Conference on Computer-human Interaction: Design Centered HCI*, pp.99–107 (2006).
- [21] Not, E., Zancanaro, M., Marshall, M.T., Petrelli, D. and Pisetti, A.: Writing postcards from the museum: composing personalised tangible souvenirs, *Proc. 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter*, p.5, ACM (2017).
- [22] Wilkins, H.: Souvenirs: What and why we buy, *Journal of Travel Research*, Vol.50, No.3, pp.239–247 (2011).
- [23] Feigenbaum, E.A. and Simon, H.A.: A theory of the serial position effect, *British Journal of Psychology*, Vol.53, No.3, pp.307–320 (1962).
- [24] Zajonc, R.B.: Attitudinal effects of mere exposure, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.9, No.2, p.1 (1968).
- [25] Postman, L., Jenkins, W.O. and Postman, D.L.: An experimental comparison of active recall and recognition, *The American Journal of Psychology*, Vol.61, No.4, pp.511–519 (1948).
- [26] 太田信夫：記憶の心理学，放送大学教育振興会 (2008).
- [27] Norton, M.I., Mochon, D. and Ariely, D.: The IKEA effect: When labor leads to love, *Journal of consumer psychology*, Vol.22, No.3, pp.453–460 (2012).
- [28] Paivio, A.: *Imagery and verbal processes*, Holt, Rinehart & Winston (1971).
- [29] Shoji, Y., Aihara, K., Dürst, M.J., Kando, N., Nakaya, T., Ohshima, H., Yamamoto, T. and Yamamoto, Y.: Location-based Reminder for Memorizing What Visitors Learn at a Museum, *Proc. 3rd Workshop on Evaluation of Personalisation in Information Retrieval*, pp.79–87 (2021).
- [30] 于 津松， 莊司慶行， 山本岳洋， 山本祐輔， 神門典子， 大島裕明：ミュージアムガイドにおける先読みダウンロードのための次にアクセスされる展示物の推定，第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2021) 会議録，F21-3 (2021).
- [31] Ueta, M., Hashiguchi, T., Pham, H.-L., Shoji, Y., Kando, N., Yamamoto, Y., Yamamoto, T. and Ohshima, H.: Quiz Generation on the Electronic Guide Application for Improving Learning Experience in the Museum, *Proc. 3rd Workshop on Evaluation of Personalisation in Information Retrieval*, pp.96–104 (2021).



莊司 慶行 (正会員)

2015年京都大学情報学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。現在，青山学院大学理工学部助教。主に情報検索，ソーシャルメディア分析の研究に従事。日本データベース学会会員。



相原 健郎 (正会員)

行動変容等の研究に従事。

1997年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。1997年文部省学術情報センター助手。2000年国立情報学研究所助手。2004年同助教授・准教授。コンテキストウェア，サイバーフィジカルシステム，行



大島 裕明 (正会員)

報通信学会，ACM，日本データベース学会各会員。

2007年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。現在，兵庫県立大学大学院情報科学研究科/社会情報科学部准教授。主に情報検索，ソーシャルコンピューティング，デザイン学の研究に従事。電子情



神門 典子 (正会員)

ACL, ASIS&T 各会員。

1994年慶應義塾大学大学院文学研究科後期博士課程修了。博士(図書館・情報学)。現在，国立情報学研究所教授。主に情報検索の研究に従事。ACM SIGIR Academy。言語処理学会，人工知能学会，電子情報通信学会，ACM，



白石 晃一

2006年長岡造形大学大学院造形学研究科修士課程修了。修士(造形学)。現在，京都芸術大学芸術学部准教授。主にデジタルファブリケーション，プロトタイピング，デザイン学の研究に従事。



中島 悠太 (正会員)

2006年大阪大学工学部電子情報エネルギー工学科卒業。2008年、2012年にそれぞれ同大学工学研究科博士前期課程、博士後期課程修了。現在、大阪大学データリティフロンティア機構准教授。コンピュータビジョンと

パターン認識の研究に従事。電子情報通信学会、IEEE、IEEE-CS、ACM各会員。



山本 岳洋 (正会員)

2011年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。現在、兵庫県立大学大学院情報科学研究科/社会情報科学部准教授。主に情報検索におけるユーザインタラクションやユーザ理解に関する研究に従事。

日本データベース学会、ACM、電子情報通信学会各会員。



山本 祐輔 (正会員)

2011年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。現在、静岡大学情報学部准教授。情報の信憑性、態度・行動変容のインタラクションに関する研究に従事。ACM、人工知能学会、日本データベース学

会、日本デザイン学会各会員。