

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

瀧平 士夫[†] 庄司 慶行[†] 山本 岳洋^{††} 山本 祐輔^{†††} 大島 裕明^{††††,††}
相原 健郎^{†††††,†††††} 神門 典子^{†††††,†††††}

[†] 青山学院大学 理工学部 〒252-5258 神奈川県 相模原市 中央区 淵野辺

^{††} 兵庫県立大学 社会情報科学部 〒651-2197 兵庫県 神戸市 西区 学園西町

^{†††} 静岡大学 情報学部 〒432-8011 静岡県 浜松市 中区 城北

^{††††} 兵庫県立大学大学院 応用情報科学研究科 〒650-0047 兵庫県 神戸市 中央区 港島南町

^{†††††} 国立情報学研究所 〒101-8430 東京都 千代田区 一ツ橋

^{††††††} 総合研究大学院大学 〒101-8430 東京都 千代田区 一ツ橋

E-mail: [†]takidaira@sw.it.aoyama.ac.jp, ^{††}shoji@it.aoyama.ac.jp, ^{†††}t.yamamoto@sis.u-hyogo.ac.jp,

^{††††}yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp, ^{†††††}ohshima@ai.u-hyogo.ac.jp, ^{††††††}{kenro.aihara,kando}@nii.ac.jp

あらまし 本稿では、博物館内でのナビゲーションを行う iPad アプリケーションのログを分析することで、鑑賞体験そのものを記念品化したようなポストカードを生成するアルゴリズムを提案する。博物館や美術館において、インタラクティブなナビゲーション端末の登場に伴い、順路や見た展示物などの鑑賞体験が人によって異なる場合が増加している。現地の体験を思い出させ、記憶に定着させるきっかけのひとつに記念品があるが、ロゴや代表的展示物をあしらった従来の記念品では、このような個人化した鑑賞に対して十分な効果を発揮できない。そこで、ナビゲーション端末の操作ログを、印象や記憶に関する心理効果に基づいて分析することで、訪問者がどの展示物に強い印象を抱いたかを推定する。訪問者個人の印象に残った展示物を掲載したポストカードを記念品として配布することで、見返した際に鑑賞体験を強く思い返させ、印象をより深めさせたり、事後学習を促進できると考えられる。検証のため、国立民族学博物館の展示物データを用いて独自に開発したナビゲーション用 iPad アプリケーションである「みんぱくアプリ」のログから、実際にポストカードを生成する被験者実験を行った。「みんぱくに行く前日に下調べをする」というタスクにおける操作ログから、複数の検索モデルに基づくランキングを作成し、実際に記憶に残っているかをラベル付けした。これにより、博物館における印象深い展示物の推定に適したランキングモデルと、鑑賞体験を思い起こさせるのに有効な提示方法を明らかにした。

キーワード 行動ログ分析, 画像要約, 博物館, 記憶, 印象, ポストカード

1 はじめに

博物館には、様々な目的で、様々な人たちが足を運ぶ。調べものや資料探し、趣味や娯楽や時間つぶし、学校の課題で単位のためなど、モチベーションも様々であるし、訪問者の属性も、学生から社会人まで、老若男女様々である。一方で従来の博物館では、これらの多様な訪問者は、一律して同じコースを回る場合が多かった。地理的な制約により定められた順路に従い、同じ展示物を見るため、訪問者はたちは似通った鑑賞体験を得る。このような状況下で、博物館ナビゲーションシステムも、順路に沿った鑑賞に最適化されて進化してきた。多くの博物館で、音声ガイドシステムによるナビゲーションが一般的に用いられている。音声ガイドを使った鑑賞では、訪問者は順路通りに博物館を鑑賞し、気になる展示物があった際に展示物に添えられた番号を端末に入力する。ガイドシステムは、その番号に対応する音声や映像を流すことで、展示物のより詳しい情報を訪問者に与える。

近年、スマートフォンや小型端末の性能向上に伴い、順路に従った従来の音声ガイドと異なる、新しいナビゲーションシステムが登場しつつある。新しいナビゲーションシステムの多くはインタラクティブなインタフェースを有しており、ナビゲーション端末側で興味のあるアイテムを選択し、その展示位置を探するような使い方ができる。たとえば、東京国立博物館では、「トーハクナビ¹」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。「トーハクナビ」では、訪問者はあらかじめ設定されたいくつかの順路のうち、自分の鑑賞時間と興味にあった順路を選択可能である。また京都嵐山に2006年から2011年にかけて存在した「小倉百人一首殿堂 時雨殿」では、ニンテンドーDSをもとに開発されたナビゲーションシステム「時雨殿なび」が用いられていた。「時雨殿なび」では、無線通信で推定した位置情報からその場に合わせた解説を聞けるだけでなく、端末を操作することで逆に展示物がそれに合わせて

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

変化するなど、訪問者は自分の興味に合わせた博物館鑑賞が可能であった（なお、「時雨殿なび」の運用は終了したが、その成果は一般向けアプリケーション「じぶんでつくるニンテンドーDSガイド」として公開されている²⁾。ほかに、「ポケット学芸員³⁾」など、スマートフォンを用いたインタラクティブなミュージアム鑑賞体験を提供するスマートフォン用アプリケーションが、実際に普及し始めている。

学術研究の領域でも、こういったインタラクティブなナビゲーションシステムの研究が進んできている。例えば、訪問者の現在見ている展示物を位置情報 [1] やカメラ情報から [2] 推定したり、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 [3] など、個人の興味に沿った鑑賞を可能にする研究が盛んである [4, 5]。

これらのナビゲーションシステムは、多様な目的を持つ個別の訪問者に、より個人化したミュージアム体験を与えつつある。例として、検索機能を有するナビゲーションを使用すると、先に端末で興味のある展示物がどこに展示されているかを調べ、順路を無視して直接そこへ向かうことができる。そのため、興味の異なる訪問者はそれぞれ独自の観点に基づき、お互いに異なる順路で異なる展示物を閲覧するようになりつつある。

博物館は、これまで知らなかった展示物と出会い、展示物の存在感を実感する上では極めて重要な学びの場である。しかし、博物館の現地においては、展示スペースの制限や想定滞在時間の制限があり、すべての展示物に十分な説明を併記することは困難である。そのため、博物館の現地である展示物を見て、そのまま帰って何もしなければ、「見たということ覚えてる」だけの状態になりがちである。ある展示物に対して深い知識を得て、実生活上での推論や創造的活動に活用できる状態にするためには、家に帰った後でインターネットや本で調べるなどの、振り返りによる事後学習が必要である。

記念品は、このような振り返りを促し、見たものを記憶に定着させるきっかけのひとつとして機能してきた。過去に行われた大規模な調査 [6] において、記念品を購入する大きな目的のひとつが「記憶のため」であるという報告があり、このような心理は Strategic Memory Protection 理論 [7] で説明づけられている。記念品による記憶の強化の例として、博物館を訪問してから数日後に、記念品として購入したレプリカを見た場合を考える。後日にレプリカが目に入った際に、自分の鑑賞体験と照らし合わせて「そういえば、あの展示物のこの形状には、どのような意味があったのだろうか」などという疑問が浮かぶことがある。このような疑問は、訪問者の自発的な事後学習を誘発し、より深い理解や記憶への定着を促すと考えられる。また、何度もレプリカを見ることで、その展示物が長期的に印象に残り、発想の助けになる場合も考えられる。

従来の博物館において、代表的な展示物のレプリカであったり、カタログ、施設のロゴをあしらったグッズが多く用いられてきた。一方で、インタラクティブな端末の普及により、人に

展示物の写真 5 点

訪問者押印欄



図 1 実際に作成するポストカードのサンプル。5 枚の展示物の写真、訪問日時、訪問者本人が記念にスタンプを押せる空欄（右上セル）からなる。

よって見たものや印象に残ったものが異なるようになると、従来の画一的な記念品では個人の振り返りを十分に誘発できない。例えば、ある明確な目的を持った訪問者が、ナビゲーション端末で目的から展示物を検索し、目的に沿った単事物だけを鑑賞した場合を考える。訪問者は、その博物館の代表的な展示には目もくれない可能性があり、博物館のロゴにも興味がない可能性もある。そのため、後から代表的展示物やロゴからなる記念品を見返しても、「あのとき見た展示物について、より深く調べてみよう」といった意欲が湧かない。このような状況下で、個人個人に合わせた振り返りや事後学習を誘発し、記憶の定着や印象を強めるためには、個人化された体験そのものを物理的に持ち帰る、新しい形式の記念品が必要だと考えられる。

このような条件を満たす記念品の事例のひとつとして、本研究では、展示物の画像を複数並べたポストカードを提案する。訪問者個人の博物館でのふるまいを反映したポストカードは、博物館体験の印象や理解をより深く、博物館への再訪問を促すなどの効果が見込まれる。具体的には、ある訪問者にとって強く印象に残った展示物だけを集めたポストカードは、あとから見返した際に「そういえば、いちばん気に入ったこの展示物のここの模様は、どういう意味だったんだろう」などの疑問を思い返させ、事後学習行動を誘発する可能性がある。

個人にとって何が印象深く、記憶に残りやすいかについて、心理学分野や教育分野、認知科学の分野において、様々な理論と心理効果が提唱されている。そこで、印象深い展示物を集めたポストカードを作成するため、インタラクティブな博物館ナビゲーション端末のログデータから、訪問者が何に関心を持ったかを推定し、印象に残った展示物のランキングを行う。

実際に、どのような行動ログが博物館訪問者の印象深さに関連するかの検証のために、大阪府 国立民族学博物館における「みんぱくアプリ [8]」の操作ログを用いて実験を行った。「みんぱくアプリ」は国立民族学博物館の展示物データを用いて、提示型検索 (Ostensive Search) モデルを基盤として我々が独自に開発したナビゲーション用 iPad アプリケーションである。国

2 : <https://www.nintendo.co.jp/ds/dsiware/kg3j/index.html>

3 : <https://welcome.mapps.ne.jp/pocket/>

立民族学博物館は、各エリアが地域に対応した展示レイアウトをとっており、エリア間の移動の自由度が比較的高い。「みんなばくアプリ」では、キーワード入力による展示物検索や、興味のある展示物からのタグによる芋づる的なナビゲーション、おすすめ展示物の推薦が可能である。そのため、「みんなばくアプリ」のログデータは、訪問者個人の興味に基づく行動履歴を反映している。

実際にログデータから作成したポストカードのサンプルを、図1に示す。このポストカードでは、ある訪問者のログから、その訪問者にとって印象深いであろう展示物の写真5件を、タイル状に敷き詰めて掲載している。また、訪問者の当事者意識を強めるために、自身の手でスタンプを選んで押印させるとともに、実際の行動を反映して訪問日時を記載してある。このような個人の体験を強く反映した記念品は、後日、ふとポストカードが目に入った際に、鑑賞体験を強く思い起こさせ、同時に興味を持った展示物への調べものを誘発できると考えられる。

このようなポストカードについて、個人個人の博物館での行動ログから自動生成するアルゴリズムを複数作成した。実際に国立民族学博物館で訪問者にポストカードを配布する実験で、どのアルゴリズムが最適かを、被験者実験によって検証した。

以下に、本論文の構成について述べる。本章では、研究の背景と目的について説明した。第2章では、目的や使用技術の類似した研究分野として、ミュージアム体験、画像と印象の関係、画像要約についてそれぞれ紹介して論じる。第3章では本研究で提案する手法を述べる。第4章では評価のためのオンラインアプリケーションの実装と、実際のログからポストカードを生成する実験とその結果について述べる。第5章で実験を通して得られた結果に関して考察を行い、第6章でまとめと今後の展望について述べる。

2 関連研究

本研究では、記念品によるミュージアム体験の改善を目的とし、行動ログから印象深い画像を推定する。また、本研究は時系列に沿った多くの画像の要約とみなすこともできる。そのためこれらの観点から既存の関連研究を説明し、本研究の位置づけを示す。

2.1 情報技術によるミュージアム体験の改善

情報技術によって博物館や美術館における鑑賞体験をより意義深いものにする研究はこれまでに多数行われてきている。ナビゲーションシステムのログを用いた研究として、展示物にNFCタグをつけることによるログ収集の高精度化[9]や、訪問者の満足度と再訪行動の分析[10]などが行われている。

こういったナビゲーション端末を用いた研究の中で、記念品に注目した研究もすでに存在する。Sakkopoulosら[11]は博物館や観光地におけるガイド端末から、ゲームの有料コンテンツをかうように、その地物の解説と訪問記録からなる「e-souvenir」を購入する仕組みを提案している。ほかに、Horneckerら[12]は、気に入った展示物にスマートカードをかざすことで、後から自

分が何を見たか参照できるようにする「Digital Backpacking」を提案している。

本研究と同様に、ポストカードを出力の一部とする研究も行われている。例として、Petrelliら[13]は博物館においてデジタルガジェットを持ち歩き、展示物に近づけることで行動ログを蓄積するシステムを提案している。このシステムでは、行動ログをもとに、閲覧した展示物をWeb上で確認できるシリアルコードを記載したポストカードを出力している。ほかに、Notら[14]の研究では、博物館での移動ログから訪問者の行動を文章にし、ポストカードの裏面に掲載している。これらの研究では、博物館のその場での満足度の向上や、事後学習の補助に重点を置いており、体験そのものを記念品にすることを目的としていない。例えばシリアルコードは、後から自分が何を見たかを確認するうえでは有効だが、コード単体を見ても、体験を想起させない。本研究では、記念品を通じて、訪問者の事後学習行動を誘発したり、印象を深めることを目的としている。そのため、目に入りやすいポストカードという形式で、体験の要約そのものを記念品化する。

2.2 印象深い画像の推定

印象や知識として定着する画像の判定について、コンピュータビジョンの分野などで、画像のどの特徴が人間の印象や記憶への残りやすさに影響するかについて研究されている。例としてIsolaら[15]は機械学習を用いて被写体と画像特徴から記憶に残る画像を推定している。分類に寄与した特徴を分析することで、被写体が人間であるかが記憶に影響することや、被写体の種類によって記憶に残るかの推定が困難になることなどを明らかにしている。本研究でも行動を誘発するポストカードを生成するうえで、人に強い印象を与え、記憶に残る展示物の画像を推定する必要がある。

またDubeyら[16]はある画像の被写体が記憶や印象に残るかどうかの度合いを、見たシチュエーションも加味して推定している。これらのコンピュータビジョンに関する研究では、主に画像の内在的な特徴に注目しているが、本研究では画像よりも展示物のメタデータや、訪問者の行動ログから印象深さを推定する。画像の外部情報に注目した例として、Khoslaら[17]によるウェブ上で最終的に人気を集める画像を、撮影者のプロフィールや閲覧数などの社会的キューから推定する研究などがある。本研究の目的はこれらとは異なり、それぞれの画像の普遍的な印象深さや人気度ではなく、ある訪問者にとって事後学習行動を誘発可能な画像を推定することである。

2.3 画像ストリームの要約

ライフログ要約の分野において、随意・不随意に収集した日常生活の写真について、複数の画像からなるストリームからひとつのカラーージュに要約する研究などが一般的に行われている。本研究では同様に、訪問者が博物館で見た、あるいはナビゲーションシステムで検索した展示物からなる画像ストリームを、要約してひとつの画像にまとめる。そのため、博物館体験という短いスパンでのライフログ要約の一種だと言える。

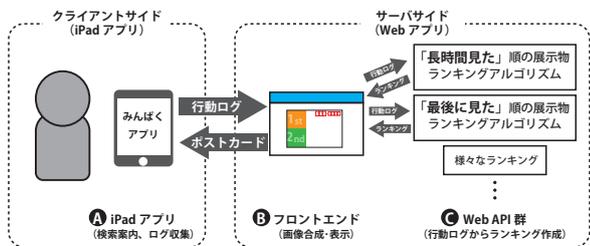


図2 ナビゲーション端末のログファイルからポストカードを生成するオンラインサービスの概要

ほとんどのライフログ要約の研究では、ある期間の出来事を正しく要約することを目的としている。そのため主要な課題は、ストリーム中に含まれるあるイベントについて、そのイベントの代表的な画像を発見することであったり [18], 要約に含まれる画像を多様化することで対象の期間をより正しく網羅的に要約する [19] ことなどである。博物館は、従来の日常と比べて情報密度が高く、展示物は複雑な背景を持つ。加えて、展示物同士の関係や、高度なメタデータを考慮する必要があり、そのため、これらの手法をそのまま適用できない。

本研究と類似したモチベーションを持つ研究として、ライフログの見返しによる記憶の強化が行える可能性が、Agroudyら [20] によって指摘されている。本研究は、ミュージアム体験という限られたシチュエーションにおいて、同様の効果を期待している。

3 提案手法

体験そのものを記念品化するために、はじめに、ログファイルからポストカードを生成するウェブアプリケーション全体を作成した。アプリケーション全体の概要を図2に示す。提案システムはフロントエンドアプリケーションと Web API 群からなる。フロントエンドは、受け取ったログを整形し、ランキングモジュールに渡す。ランキングモジュールは、ログを分析し、展示物のランキングを返す。展示物のランキングが与えられると、フロントエンドは、展示物の画像を複数枚結合し、1枚のポストカードとして印刷できる画像を生成する。記憶と印象に関する様々な心理効果に基づくモデルを検証するため、複数のランキングモジュールを API として実装した。本章では、全体の設計と、各ランキングモジュールについて述べる。

3.1 みんなばくアプリの操作ログの収集と整形

博物館ナビゲーションソフトである「みんなばくアプリ」から、利用者の行動ログを収集する(図2中のA)。みんなばくアプリは独自に開発した、国立民族学博物館の展示物を収録したナビゲーション用 iPad アプリケーションである。開始画面である「おすすめ」画面では、図3に表すように、自分の興味のある展示物を画像から選択して、展示物の詳細画面に移行できる。詳細画面では、その展示物に関するより高解像度の画像、説明文、タグや動画を閲覧することができる。ここで、ユーザは閲覧中

表1 注目した心理効果と提案する8つのランキングモデル

注目する心理効果	実際の行動	評価時の提示数
鑑賞のタイミング	最初に見た	7
	最後に見た	7
鑑賞の頻度	詳細画面を見た回数	7
	詳細画面を見た時間	7
能動的な行動	メモをとった	最大7
	写真を撮った	最大7
	お気に入りに登録した	最大7
展示物の覚えやすさ	名前と説明に名詞が多い	7
ベースライン	上記に該当しないが見た	20
	見ていない	24
合計		100

の展示物に対して、その展示物をお気に入りに追加したり、写真を撮ったり、手書きのメモを残すことができる。また、展示物の詳細画面からは、その展示物と関連する別の展示物にタグを使って移動できる。タグには、「オセアニア」などのその展示物の属す地域や、「衣類」や「農耕」などのカテゴリ、民族学博物館内での展示場所などがある。すべての画面から、メニュー画面に遷移して、キーワードクエリによる展示物の検索や、これまでに自分がお気に入りに保存した展示物への移動が行える。タグやキーワードによる検索結果の検索結果画面も、図4に示される通り、タイル状にサムネイル画像を敷き詰めた、提示型検索モデルに基づく形式になっている。

次に、収集したログを整形し、ランキング作成に用いるために、クレンジングする(図2中のB)。「みんなばくアプリ」内での詳細表示や検索などの操作は、ユーザの操作単位でログに記録される。これを展示物単位に整形し、(展示物 id, 行動, 日時) という形式に一般化する。例えば、あるユーザがある展示物 i_n の詳細を閲覧した場合には、(i_n , view-detail, 20200101-15:00:00) のように表せる。同様に、検索結果などの一覧表示に表れたアイテムについても、(i_n , appeared-in-keyword(“キーワード”), 20200101-15:00:00) のように、アイテム単位で整理できる。この場合、同じ時刻を持つ展示物が、検索結果の件数だけログに並ぶ。

このような形式で展示物に対するユーザの行動を一元的に扱えるようにしたうえで、あるアイテムに対してユーザが実際に閲覧した度合いとして、1秒以上その展示物に接した場合のログだけを分析の対象とする。時系列順にこのような3つ組に並べた際に、次のログまでの間が1秒以上空いたものに対して、実際の行動ログとして用いる。

3.2 記憶と印象に残った展示物のランキング

行動ログから、どの展示物が印象に残ったかを推定し、展示物をランキングする(図2中のC)。心理学や認知科学の分野では、記憶と印象に関する様々な心理効果が提唱されている。そこで、本研究では、それぞれ異なる心理効果に注目した表1に表す8つの検索モデルを作成した。

開始画面 (おすすめの展示物)

展示物を選んでタップすると「詳細」画面へ

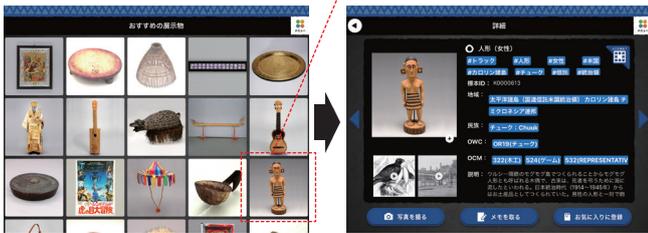


図3 開始画面の「おすすめの展示物」から「詳細」への画面遷移例

検索画面の「地域」のフィールドに「パプアニューギニア」と入力

検索結果はタイル状に表示

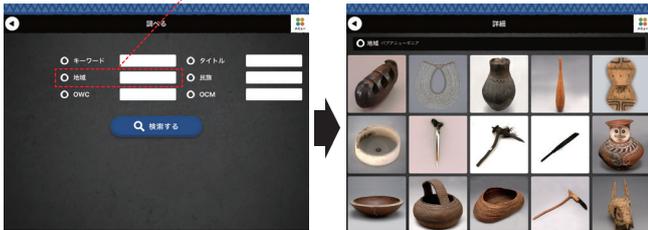


図4 クエリ入力やタグをタップすることによる検索結果画面の例

3.2.1 鑑賞のタイミングに注目したランキング

訪問者が鑑賞行為を開始してから終了するまでのどの時点でその展示物を鑑賞したか、その時周りがどんな環境だったかが、記憶や印象に影響を与える現象が知られている。人が時系列などの順序をもつ対象を順次鑑賞していった際に、記憶や印象に残るかどうかは系列中での位置の影響を受けることを系列位置効果 (Serial-position effect) という。この中でも特に有名な心理効果として、人が事物をあとから思い出した際に、始めの印象だけ強く残る現象を初頭効果 (Primacy effect) と呼ぶ。このような心理効果を反映したランキングモデルとして、展示物のログから、詳細画面を表示した展示物を、最初に見た順 (すなわち、日時の若い順) で順位付けした。初頭効果とは逆に、終わりの印象だけ強く残る現象を、終末効果あるいは新近性効果 (Recency effect) という。また、関連する心理効果として、ピークエンドの法則 (Peak-end rule) がある [21]。これは、人間がある一連の体験に対し、一番盛り上がった時点 (ピーク) と最後 (エンド) の印象が全体の印象に強く影響することを指す。この効果は、直感的には、日本のことわざでいう「終わり良ければすべてよし」に近い。これらの心理効果に基づくランキングとして、詳細画面を表示した展示物を最後に見た順で順位付けした。

3.2.2 鑑賞の頻度に基づくランキング

対象物をどれだけ頻度で見たか、どれだけ長時間見たかが、印象や記憶への残り方に影響を与えることが知られている。中でも有名な効果として、単純接触効果が挙げられる。何度も見たものが記憶に定着しやすく、良い印象を抱かれやすい現象を単純接触効果 (Mere exposure effect) といい、理論をまとめた Zajonc [22] の名前からザイアンスの法則とも呼ばれる。

同様の効果をもたらす別の心理効果に、Active Recall があ

る。これは、対象物を直接見返さなくても、何度も思い出したものは記憶に定着する効果を指す。この効果は主に短期記憶から長期記憶への移行に関わる。本研究においては、印象深い展示物を目に入る形で記念品化するというアイデア自体が、この理論を参考にしている。

これらの心理効果に注目するために、2つのランキングを作成した。ひとつは、ある展示物の詳細画面を見た回数に注目するモデルである。単純接触原理では、接触した時間よりも、何度接触したかが印象の形成に強く影響すると言われている。そこで、時間を考慮せず、ある展示物を何度見たかを表す詳細画面を見た回数順のランキングを作成した。

もうひとつは、ある展示物を見た時間の長さ注目するモデルである。展示物の詳細画面について、1度に長時間閲覧した場合や、短時間の閲覧を複数回行った場合に、それぞれの閲覧時間を合算した。みんなくアプリでは詳細画面の中で、任意の展示物に対して写真を撮ったり手書きメモを残せるが、これらの作業に要した時間は閲覧時間から差し引いた。

3.2.3 展示物への能動的な行動に基づくランキング

身体的な行動、例えば書く、声に出すといったような繰り返しを行うことで記憶の定着が可能であることが知られている。本研究では、みんなくアプリの機能としてメモ機能、写真撮影機能が提供されており、同じ展示物や、類似した展示物へのこれらの行動の回数が、記憶に影響することが考えられる。

家具を自分で組み立てるなど、自身の手を動かした場合に対象に愛着がわいたり印象が深まる効果を、家具量販店の Ikea からとって Ikea 効果と呼ぶ。本研究の目的である個人の体験を反映したポストカード生成そのものが、画一的な従来の記念品と比べて愛着が湧くという Ikea 効果に基づく。また同時に、展示物に対してメモをとったり、写真を撮るなどの動作を伴う行為のログは、その展示物への愛着を表し、記憶や印象に残る展示物の推定に利用可能だと考えられる。

同様の心理効果として、機械的の反復と呼ばれる効果が挙げられる。これは、漢字の学習時に書いて覚えるように、自身の手を動かすことによって、対象を長期的に記憶可能にすることを指す。

これらの心理効果と関連し、ユーザが展示物に対して能動的なふるまいを実現するみんなくアプリの機能として、手書きメモ機能、写真撮影機能、お気に入り機能がある。ここで、メモをとった場合、写真を撮った場合、お気に入りに登録したをそれぞれランキングとして用いる。この際、ほかの指標とは異なり、あるアイテムに対してメモを取ったかどうかなどの行動は、その行動をとったかとならなかったかの2値である。そのため、順位付けは行わず、該当するものすべてを出力対象とし、上位数件を取る必要がある際には無作為に抽出したものをを用いる。

3.2.4 展示物の覚えやすさに基づくランキング

訪問者のふるまいとは独立に、展示物そのものが記憶に残る性質を有している場合がある。一部の展示物は、訪問者がそれをどのように閲覧したかと無関係に、ただ見ただけで強く印象に残る可能性がある。

抽象的なものよりも具体的なもの、つまり、言語とイメージ

が一致するものの方が記憶に残りやすい現象は、心理学分野で二重符号化と呼ばれる理論で説明される。人間は何かを記憶する際に抽象化されたイメージと、それを想起するための意味的な索引を組にして覚えており、索引となるキーワードが適切でなかったり、複雑な場合は記憶に残りづらい。

同様に、非言語的情報の言語記憶化による記憶への影響も知られている。抽象的で名前のないものはそのままでは覚えられないが、言語化すると覚えやすい現象を言語記憶化と呼ぶ。具体的な事例として、踊りの振り付けという非言語的な情報に対して、曲に動作と関連するような歌詞を暫定的に与えることで、踊りの学習効率が上がる現象などが報告されている。二重符号化と同様に、展示物の名称が、記憶への定着に影響すると考えられる。

これらの心理効果に基づくランキングモデルとして、展示物を名前でも言い表しやすいかに注目する。ある展示物の詳細ページの言語化しやすさとして、名前と説明に名詞が多い順のランキングを作成した。このモデルでは、被験者によって一度でも詳細ページが閲覧された展示物を、展示物の名前と説明文に含まれる名詞の数によって順位付けする。具体的な処理として、名前と説明文 MeCab で形態素解析し、品詞情報が一般名詞と固有名詞であるものの数を用いた。

3.3 ポストカードの生成

任意の1つのランキングを入力すると、そのランキングの上位5つの展示物の画像を配置したポストカードを生成する。ポストカードのレイアウトは図1に示したとおりだが、この際、大きい展示物画像1枚、その4分の1サイズの画像を1枚、16分の1サイズの画像を3枚を渦巻き状に配置している。

現在の手法では、訪問者は展示物に対して、強く印象に残ったものからあまり印象に残らなかったものまで、段階的に印象深さが変化するという仮定に基づいている。一方で、現実のミュージアム訪問行動では、人によって印象の強さのモデルそのものが異なる場合が考えられる。つまり、複数の展示物を同程度の印象深さで記憶する訪問者もいれば、たかだか1つか2つだけの展示物だけを記憶に残し、ほかの展示物は一切覚えていない訪問者もいるかもしれない。そのような場合には、ログにあわせてポストカードのレイアウト自体を変える必要がある。

ポストカードには、訪問者の行動と記念品を強く紐づけるために、訪問日時が記載される。また、右上の空白セルには、記念スタンプの押印欄がある。これは、訪問者自信がスタンプを選び、自分の手で押印することにより、記念品自体に愛着を持たせることを目的としている。

展示物の写真が正方形でなかった場合は、画像の中央部分から画像をトリミングした。幅148mm、高さ100mmの葉書に対して、それぞれの画像のサイズは96mm角、48mm角、24mm角である。システム上ではそれぞれのランキングに対して1枚のPNG画像が生成される。

4 評価実験

行動ログからの印象深い展示物の推定と、それをを用いたポス

トカード生成について検証するために、被験者実験を行った。被験者実験では、端末の操作ログから、第3章で述べた8つのモデルと、2つのベースライン手法でそれぞれランキングを作成した。これらのランキングに登場した展示物について、評価システムを用いた記憶に残っている度合いのラベル付けと、実際にはがきに印刷されたポストカードの並べ替えタスクをそれぞれ行った。

4.1 実験設定

現地に行かずにナビゲーション端末を単体で使った場合に、ログから記憶に残ったものを正しく推定できるかを評価した。そのために、8名の被験者にiPad上で「みんぱくアプリ」を操作させ、ログを収集した。1回の実験セッションは被験者4名ごとに行われ、所要時間は2時間である。

4.2 実験手順

はじめに、各被験者に対して、国立民族学博物館に関する概要と、みんぱくアプリの基本的な操作方法について説明した。次に、被験者に「明日、駆け足で民族学博物館を訪問するとして、見たい展示物にあらかじめ目星をつけておく」というタスクを与え、30分間「みんぱくアプリ」で自由に展示物を検索・閲覧させた。この際、民族学博物館の現地ではなく大学内の個室で実験を行ったため、被験者はカメラ機能を使っても実際の展示物を撮影出来ない状態であった。そのため、機能として説明したが、使用した被験者はいなかった。

その後、博物館とは全く関係ない、認知的負荷の高い作業を30分間行わせた。これは、端末操作直後にラベル付け作業を行うと、あとに見た展示物はまだ脳内のワーキングメモリに残っており、正しく記憶の検証ができないためである。そのため今回の実験では、実験と関係ないことに一時的に熱中させるため、対戦型レースゲームで競わせた。

次に、提案した8つのランキングモデルが、それぞれ被験者の記憶に残った展示物を推定できたか、ラベル付けさせた。そのために、被験者が端末上で閲覧した展示物と、閲覧しなかった展示物を織り交ぜて一覧表示する評価システムを作成した。評価システムのスクリーンショットを図5に示す。この評価システムでは、1名の被験者による30分間ぶんの操作ログを入力すると、表1に表される10個のランキングモデルの結果を無作為な順序で並び替えた、評価用フォームを自動生成する。評価用フォームには、展示物の画像と、印象に残ったかどうかを4段階で評価可能なラジオボタンと、展示物に対するコメントを入力可能なテキストボックスが最大で100個含まれる。この際、写真を撮った被験者がいなかったため、写真を撮ったのランキングは除いた。

最後に、各被験者の操作ログから、それぞれ9枚ずつポストカードを生成し、実際に葉書に印刷して印象を評価した。9枚の絵葉書を各被験者に配布し、「自分のみんぱくアプリでの閲覧体験を最もよく再現している順」で並び替えさせた。絵葉書の評価の際も、写真を撮ったのランキングは除いた。

表 2 印象に残ったかどうかの展示物ごとのラベル付けの結果（4段階評価）。

ランキングモデル	平均評点
お気に入り登録した	3.50
詳細画面を見た回数	3.28
最後に見た	2.97
詳細画面を見た時間	2.92
メモをとった	2.88
上記に該当しないが見た	2.47
最初に見た	2.46
名前と説明に名詞が多い	1.48
見ていない	1.17

4.3 実験結果

各モデルのランキング上位に含まれた各展示物への、4段階評価の平均について表2に示す。この実験では、最も被験者の印象と一致したランキングを作成したのはお気に入り登録した数によるモデルであった。次いで、詳細画面を見た回数によるランキングの評点が高かった。

次に、ポストカード作成タスクにおける、各モデルの被験者による評価結果を表3に示す。この評価結果では、詳細画面を見た回数に基づくポストカードが、最も多くの被験者に支持された。逆に、このタスクにおいても、一度も詳細画面を開いていない見ていない展示物からなるポストカードは、評価が低かった。

5 考察

実験結果から、行動ログから印象に残る展示物を推定できたモデルについて考察する。はじめに、実験結果の見ていないモデルとそれ以外の結果から、被験者は自分が詳細画面を開いた展示物とそうでない展示物について、閲覧後も記憶していることが分かった。最も被験者による平均評点の高かったお気に入り登録したのモデルについて、被験者は今回の実験のタスク設定から、実際に見てみたいと思った展示物をお気に入り登録したが多かった。これは、被験者が手を動かしたことによる印象強化ではなく、お気に入り登録する行為が今回の実験設定とかみ合ったためだと考えられる。それぞれの心理効果に注目すると、詳細画面を見た回数、詳細画面を見た時間などの頻度に関する心理効果に基づくモデルの評点が相対的に高かった。一方で、展示物そのものの覚えやすさに基づく名前と説明に名詞が多いモデルは、ベースラインの上記に該当しないが見たモデルよりも評点が低かった。これは、民族学博物館という特殊なフィールドにおいて、登場する名詞があまりに一般的だったり、なじみが薄く覚えづらい国名などであったことが原因のひとつと考えられる。

ポストカードの並べ替えのタスクにおいて、被験者によって有効なモデルが異なる傾向が見られた。何を印象深く感じるかのモデルは人によって異なり、全員に対して適したモデルは存在しない可能性がある。ポストカードを配布しての実験では、詳細画面を見た回数の多い展示物を集めたポストカードの評価



図 5 評価システムのスクリーンショット。操作ログを入力すると、展示物ごとに印象に残ったかを入力できるフォームが表示される。

表 3 ポストカードの並べ替えタスクにおける各ランキングの被験者評価結果（被験者 8 名）。

ランキングモデル	平均順位	順位づけた人数	
		1位	最下位
最初に見た	4.0	1	0
最後に見た	4.0	0	0
詳細画面を見た回数	2.1	3	0
詳細画面を見た時間	5.5	0	0
メモをとった	7.8	0	2
お気に入り登録した	2.9	2	1
名前と説明に名詞が多い	4.3	1	0
上記に該当しないが見た	6.0	1	0
見ていない	8.5	0	5

が高かった。これは、単に詳細画面を見たから強く印象に残っているという考え方もできるが、そもそもこれらの展示物が写真映えする外見を有していた可能性も考えられる。派手な外見の展示物は、タイル状の提示型検索インターフェース上で目立つため何度もタップされやすく、ポストカードに印刷した場合でも、被験者の目を強く引いた可能性がある。

6 まとめと今後の課題

本稿では、「みんなくアプリ」のログを分析することで、印象深い展示物を掲載したポストカードを生成するアルゴリズムを提案した。実際に動作する Web アプリケーションを実装し、アプリケーション内で動作する複数のランキングモジュールを作成した。それぞれ異なる心理効果に注目した複数のランキングについて、「みんなくアプリ」内を探索する被験者実験で、印象を正しく推定できるモデルかどうか評価した。実験から、お気に入り登録した展示物や、詳細情報画面を何度も見た展示物が印象に残ることが示唆された。

今後の課題として、第一に、博物館現地での評価実験が必要である。今回の実験では、ナビゲーションアプリを用いた事前学習時のログから印象深さを推定した。実際に博物館で見たものを記念品化するためには、現地での評価実験が不可欠である。

また、今回の実験では、被験者数が十分でなく、統計的な差を見いだせなかった。今後、より大規模な実験を行う。

発展的な課題として、より実践的なポストカードの活用が考えられる。本研究では、ポストカードに掲載する展示物は、あくまでも個人の印象に残ったであろう展示物に限定した。一方で、印象に残ったものよりも、むしろその場ではあまり印象に残らなかった展示物や、本当は鑑賞したかったが今回の訪問では見られなかった展示物をポストカードに掲載すれば、新しい興味を引き出したり、再訪問を促すことができる。加えて、ポストカードを使ったミュージアム訪問行動のゲーミフィケーションも考えられる。例として、ポストカードに「あと何個でこのカテゴリの展示物を全部見たことになる」というような収集意欲を掻き立てる仕組みを組み込む。実際のミュージアム体験を、記念品を通してより意義深いものにするため、さらなる応用を今後研究する予定である。

謝 辞

本研究の一部は JSPS 科学研究費助成事業 18K18161, JP18H03243, JP16H02906, JP18H03494, JP16H01756 による助成を受けたものです。また、本研究は、国立情報学研究所公募型共同研究「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」において、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。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Joel Lanir, Tsvi Kuflik, Eyal Dim, Alan J Wecker, and Oliviero Stock. The influence of a location-aware mobile guide on museum visitors' behavior. *Interacting with Computers*, Vol. 25, No. 6, pp. 443–460, 2013.
- [2] Herbert Bay, Beat Fasel, and Luc Van Gool. Interactive museum guide: Fast and robust recognition of museum objects. In *Proceedings of the first international workshop on mobile vision*, 2006.
- [3] Willem Robert Van Hage, Natalia Stash, Yiwen Wang, and Lora Aroyo. Finding your way through the rijksmuseum with an adaptive mobile museum guide. In *Extended Semantic Web Conference*, pp. 46–59. Springer, 2010.
- [4] 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, p. 3317–3322, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.
- [5] Herbert Bay, Beat Fasel, and Luc Van Gool. Interactive museum guide. In *The Seventh International Conference on Ubiquitous Computing UBIComp, Workshop on Smart Environments and Their Applications to Cultural Heritage*, 2005.
- [6] Hugh Wilkins. Souvenirs: What and why we buy. *Journal of Travel Research*, Vol. 50, No. 3, pp. 239–247, 2011.
- [7] Gal Zauberman, Rebecca K Ratner, and B Kyu Kim. Memories as assets: Strategic memory protection in choice over time. *Journal of Consumer Research*, Vol. 35, No. 5, pp. 715–728, 2008.
- [8] 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, 第 2019 巻, pp. 127–132, dec 2019.
- [9] Magdalena Blöckner, Svetlana Danti, Jennifer Forrai, Gregor Broll, and Alexander De Luca. Please touch the exhibits! using nfc-based interaction for exploring a museum. In *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '09*, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.
- [10] JH Kang, JC Jang, and Chul Jeong. 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.
- [11] Evangelos Sakkopoulos, Mersini Paschou, Yannis Panagis, Dimitris Kanellopoulos, Georgios Eftaxias, and Athanasios Tsakalidis. e-souvenir application: Qos web based media delivery for museum apps. *Electronic Commerce Research*, Vol. 15, No. 1, pp. 5–24, 2015.
- [12] Eva Hornecker and Matthias Stifter. Digital backpacking in the museum with a smartcard. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI*, pp. 99–107. ACM, 2006.
- [13] Daniela Petrelli, Mark T Marshall, Sinéad O'brien, Patrick McEntaggart, 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] 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. ACM, 2017.
- [15] Phillip Isola, Jianxiong Xiao, Antonio Torralba, and Aude Oliva. What makes an image memorable? In *CVPR 2011*, pp. 145–152. IEEE, 2011.
- [16] Rachit Dubey, Joshua Peterson, Aditya Khosla, Ming-Hsuan Yang, and Bernard Ghanem. What makes an object memorable? In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pp. 1089–1097, 2015.
- [17] Aditya Khosla, Atish Das Sarma, and Raffay Hamid. What makes an image popular? In *Proceedings of the 23rd international conference on World wide web*, pp. 867–876. ACM, 2014.
- [18] Aiden R Doherty, Daragh Byrne, Alan F Smeaton, Gareth JF Jones, and Mark Hughes. Investigating keyframe selection methods in the novel domain of passively captured visual lifelogs. In *Proceedings of the 2008 international conference on Content-based image and video retrieval*, pp. 259–268. ACM, 2008.
- [19] Aniol Lidon, Marc Bolaños, Mariella Dimiccoli, Petia Radeva, Maite Garolera, and Xavier Giro-i Nieto. Semantic summarization of egocentric photo stream events. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Lifelogging Tools and Applications*, pp. 3–11. ACM, 2017.
- [20] Passant El Agroudy, Tonja Machulla, Rufat Rzayev, Tilman Dingler, Markus Funk, Albrecht Schmidt, Geoff Ward, and Sarah Clinch. Impact of reviewing lifelogging photos on recalling episodic memories. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*, pp. 1014–1019. ACM, 2016.
- [21] Daniel Kahneman, et al. Objective happiness. *Well-being: The foundations of hedonic psychology*, Vol. 3, No. 25, pp. 1–23, 1999.
- [22] Robert B Zajonc. Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 9, No. 2p2, p. 1, 1968.