

# 位置情報を用いたbingoゲームによる共通点を持つ展示物の推薦

西本 海生<sup>†</sup> 相原 健郎<sup>††,†††</sup> 神門 典子<sup>†††,††††</sup> 莊司 慶行<sup>†††††</sup> 山本 祐輔<sup>††††††</sup>  
山本 岳洋<sup>†,†††</sup> 大島 裕明<sup>†,†††</sup>

<sup>†</sup> 兵庫県立大学 情報科学研究科 〒 651-2197 兵庫県神戸市西区学園西町 8-2-1

<sup>††</sup> 東京都立大学 都市環境学部 〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

<sup>†††</sup> 国立情報学研究所 〒 100-0003 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

<sup>††††</sup> 総合研究大学院大学 〒 100-0003 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

<sup>†††††</sup> 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 5-10-1

<sup>††††††</sup> 静岡大学 情報学部 〒 432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: <sup>†</sup>{ad22m050,t.yamamoto}@gsis.u-hyogo.ac.jp, <sup>††</sup>kenro.aihara@tmu.ac.jp, <sup>†††</sup>kando@nii.ac.jp,  
<sup>††††</sup>shoji@it.aoyama.ac.jp, <sup>†††††</sup>yusuke.yamamoto@acm.org, <sup>††††††</sup>ohshima@ai.u-hyogo.ac.jp

**あらまし** 本論文では、bingoゲームをモチーフとした「曼荼羅bingo」を取り入れることによって、博物館や美術館を鑑賞する際に、鑑賞した展示物が、より訪問者の記憶に残るようなガイドシステムを提案する。大阪府にある国立民族学博物館（みんぱく）を対象とし、ガイドシステムである「みんぱくガイド」にゲーミフィケーションの手法を取り入れる。ゲーミフィケーションとは、ゲームの要素をゲーム以外の分野に取り入れることによって、ユーザを内発的に動機づけすることである。博物館の訪問者の興味の対象を、位置情報やデータベースを用いて取得することで、より適切な展示物の提案を行い、実際に使用、評価してもらう。

**キーワード** 博物館、ゲーミフィケーション、パーソナライズ、みんぱく

## 1 はじめに

私たちにとって、博物館や美術館を訪問し、新たな知見を得る行為は決して珍しいものではない。本やインターネット上に掲載されている文面や写真からは取得できる情報が限られている。そのため、実際に博物館や美術館を訪問し、自分の目で展示物を鑑賞することで、対象への理解を深めることができる。

しかし、実際に博物館や美術館を訪れてみたところ、想定より展示場が広大である場合や、訪問者に厳しい時間的制約がある場合がある。この際、一度の訪問で十分な鑑賞体験を得ることは困難である。この状況下で全ての展示物を観賞しようとすると、各展示物あたりに割くことができる鑑賞時間が極端に短くなることに加え、道中に立ち寄ることができない鑑賞エリアが生まれる。結果として、訪問者が本当に興味のある展示物を満足に鑑賞する時間がなくなることや、そもそもそれらの展示物にたどり着くことができないまま鑑賞を終えることになる。

加えて、一度の訪問で多くの展示物を鑑賞しようとすると、あまりの情報量の多さに、その日見た展示物の情報がほぼ記憶からなくなってしまう事態が想定される。より充実した鑑賞体験を提供するには、すべての展示物を鑑賞してもらうのではなく、訪問者が本当に興味のある展示物への誘導が必要である。

訪問者の展示物に対する円滑な理解には、博物館側の支援も重要である。奥本ら[10]は、博物館での鑑賞において、訪問者が新たな発見をし、ある展示物に対して自分なりの理解を促す支援の必要性を説いている。



図 1 曼荼羅bingoのプレイ画面

これらの施設では、博物館側の支援として、訪問者向けのガイドシステムが用いられることがある。ガイドシステムを用いることによって、受けられる恩恵は数多く考えられる。例として、展示場は場所的制約によって、各展示物の説明量には限りがある。しかし、ガイドシステム上ではその制約がないため、展示場に掲載されている以上の情報を取得することができる。また、テキストのみならず、音声でのガイドが行われることもあり、展示場を歩きながら解説を聞くことができる施設も存在する。その学習効果についても研究がされており、平澤ら[15]は、音声データを内蔵したPDAとiPadアプリによる学習の効果を比較検証した。

そのほか、端末の操作ログの内容から、各訪問者の興味のある展示物の傾向の取得や、前原ら[12]や安部ら[8]が調査を行ったような、特定のテーマに沿った展示ルートの生成が可能となる。

本研究では、文化人類学・民族学の研究を行っている国立民族学博物館（みんぱく）を対象とする。みんぱく内は、決まった展示経路が存在しない。そのため、訪問者自身で鑑賞する展示物の順序を検討する必要がある。みんぱく用に、2022年に莊司ら[16]がApple社のiPadOS向けに開発、更新を行ったガイドアプリ「みんぱくガイド」を基に、図1のような、展示物の推薦を行うbingoゲームを実装することで、みんぱく内で疑似的に鑑賞経路の作成を行う。

訪問者に提案する展示物は、今見ているものと類似した展示物が興味を持ってもらいやすいという仮説のもと、同じ地域で使用されているものや、同じ用途で使用されているものなど、共通した特徴を持つものとする。

鑑賞前の段階で、訪問者にアプリケーション上で興味のあるカテゴリを選択してもらい、それに応じて事前に設定した経路を提案する形式をとると、用意したカテゴリに目を引くものがない可能性がある。加えて、どのような展示物を見るのかを訪問者が自分で決定できることから、本人が認知していない興味の対象を見発する機会を損失することになる。しかし、仮に訪問者が興味のあった展示物について、鑑賞中に1つ1つガイドシステムに入力していると、鑑賞に集中すること自体が困難になる。展示物を提案する際ににおいても、展示物間の類似性のみを考慮していると、広大なみんぱく内を行ったり来たりすることになってしまうため、それらの距離関係も考慮する必要がある。加えて、訪問者の文化人類学・民族学への興味の有無にかかわらず、有意義な鑑賞体験を得るためにには「次の展示物も見たい」という意思をもってもらうことが重要である。しかし、みんぱく内は広大であるため、ただ画面上で展示物を提案されただけでは、よほど展示物の名前や見た目の印象が強くない限り、実際に足を運ぼうという気にはなり難い。

これらの問題を解決する手法として、本研究では、ゲーミフィケーションを用い、展示物の持つ特徴を鑑賞軸とするガイドシステム「曼荼羅bingo」を提案する。これによって、ただ展示物を鑑賞してもらうのではなく、訪問者本人に能動的に動いてもらう。そのうえで、鑑賞エリアを制限し、訪問者の興味がある展示物と同じ特徴を持つ展示物に誘導し、それらを訪問者の記憶に残すことを目的とする。

本研究の新規性は、博物館での鑑賞において、各展示物の鑑賞軸に着目し、そこに位置情報及び、ゲーミフィケーションを取り入れた点である。

続く2節では、関連研究について記述し、3節では、提案手法について記述する。その後、4節では、bingoで用いる展示物の取得方法について記述し、5節では、実験手法について記述する。

## 2 関連研究

### 2.1 博物館を対象とした研究

莊司ら[17]は、みんぱくにおいて、みんぱくガイドの操作ログを用いることによって、鑑賞体験を訪問者の記憶に残すことを目的とする、事前学習と事後学習を促す仕組みを提案した。事前学習支援では、訪問前にガイド端末を操作してもらう。ウェブアプリケーションで展示物を整理してもらうことで、自分の鑑賞の観点を自覚してもらう。事後学習支援では、個人の鑑賞体験を記念品としてポストカードにすることで、事後学習を促す。研究室内で行われた実験の結果、閲覧頻度が記憶の定着には重要であることや、詳細を見た展示物と見ていない展示物の間には記憶への残りやすさに有意な差が見られることが明らかになった。

前原ら[12]は、博物館のガイドシステムに導入されている、展示ルートに沿った鑑賞体験に着目した。これらの展示ルートは学芸員の専門的な知識を基に構成されているが、興味の対象は訪問者によって異なる。各展示物の解説文から得られる、展示物間の影響関係を用いることでパーソナライズを行うほか、展示物を取り巻く文化と展示に対するユーザの理解を深めてもらいたい、新たな興味を喚起することを目的としている。博物館内の展示物の解説文を解析した後に、訪問者の興味や滞在時間を入力することで、適切な個数の展示物を提案する。推薦された展示物には肯定的な評価が得られた一方で、精度の向上が課題となった。

大杉ら[13]は、動物園を対象とし、施設の学習の機会を提供する役割が薄れてきている問題の解決に取り掛かった。普段から美術館や博物館のような社会教育施設にあまり訪れない初学者にとっては、観察すべき視点が分からぬことから、自発的な観察が困難であるとしている。そこで、天王寺動物園を対象とした、園内回遊支援アプリを作成する。次に訪れるべき動物はキャッチフレーズで提示し、その動物を推測しながら移動を行う。様々な動物を候補として考え、試行錯誤する過程で、他の動物へも意識を向けさせる。実験の結果、回遊アプリによって間接的興味が喚起され、広範な回遊やクイズによる自発的な観察が確認された。

### 2.2 博物館でゲーミフィケーションを取り扱った研究

Ioannouら[3]は、10歳から11歳の小学生を対象とし、博物館におけるゲーミフィケーションが学習に与える影響を調査した。調査項目は、ゲーミフィケーションがもたらす小学生の内発的動機付けと外発的動機付けへの影響に加え、博物館で歴史的な分野を学習する際の学習効果についてである。実験はゲーミフィケーションの有無による2グループに分け行われた。ゲーム要素はシナリオという形式で取り入れられている。実験の結果、内発的動機付けに有意差は見られなかったものの、外発的動機付けにおいては、有意に効果があったことが明らかになった。これらの経時的な関係について研究の必要性を訴えている。

Jialiang ら [4] は、子どもたちを対象としたときに、今日の博物館の展示方法では情報を伝達する効率が悪いと考え、ゲーミフィケーションを用いることで娛樂性を付与した。子どもの読む能力の不足を補えるよう、家族が協力しながら進行する AR システムであり、プレイヤーが協力しながらゲームを攻略する「コラボレーションゲーム」の形式を採用した。Player 1 はアプリ内のキャラクターと会話することでヒントを収集し、Player 2 は AR アプリを通じて答えを博物館内から見つけ出す。実験の結果、親子で異なる役割を遂行するコラボレーションゲームの形式が有効であることが明らかになった。

Ceccacci ら [1] は、近年博物館において展示物の保存が優先されており、訪問者が展示物に触れる機会ができなくなっている問題を解決するために、触覚インターフェースがもたらす影響を調査した。3D プリンターを用いて複製した展示物のレプリカと、コンピュータ上で再現したデジタルモデルを比較を行った。実際に触れることで、展示物の詳細まで把握が可能な触覚インターフェースがユーザの没入感を引き立てることが明らかになった。また、併せてゲーミフィケーションの比較を行ったところ、ユーザのモチベーションの向上や、没入感に大きな効果は見られなかった。ゲームのクリアを目的としたユーザが多くのことや、ゲーム要素に乏しかったことなどが原因として考えられ、それらを検討する必要性が示唆されている。

Klopfer ら [5] は、博物館内の学習ゲームとして、「Mystery at the Museum」を提案した。博物館における展示物全体のつながりを見てもらい、訪問者が今までに見たことのない展示物の提示を行う。これによる新たな発見、議論を目的とする。ゲームは 6 人で構成されるチームで行った。チーム内で役割分担がなされたことで、個々がゲームに貢献できたという意識を持つことができ、新たな発見にもつながったという結果が得られた。

### 2.3 学習分野でゲーミフィケーションを取り扱った研究

山崎 [11] によると、ゲーミフィケーションとは、ゲームの要素をゲーム以外の分野に取り入れることによって、ユーザの動機づけを促す手法である。ここでのゲーム要素とは、以下のようなものが挙げられる。

- 直接的なフィードバック
- レベルアップ、レベルデザイン
- スコア（ポイント）やランキング
- バッジや実績
- 競争
- 視覚化

近年、このゲーミフィケーションは、学習分野での導入についても研究が進んでいる。

Stott ら [7] は、学習においてはゲーミフィケーション以下の特徴が有効であるとしている。

- Freedom to Fail
- Rapid Feedback
- Progression
- Storytelling

永田 [9] は、基礎学力の向上支援を目的とし、bingo ゲームの形式でゲーミフィケーションを取り入れた。静岡産業大学で用いられている、国語、数学、理科、社会、英語の 5 教科に対して、各 6 分野の合計 30 分野で構成される「大化けドリル」を対象とする。既存の大化けドリルにおいては、利用率の低さや利用者の実施する科目のばらつき、ゲーミフィケーションの効果が薄いなどの問題点が見受けられる。改善策として、マスが  $6 \times 6$  で構成されるbingo ゲームを取り入れた。上述の 30 分野に、各個人が苦手とする 6 分野を加えた合計 36 分野を用いて、不得意な分野がbingo の中央のような、有利なマスに移動する仕組みを取り入れた。評価実験の結果、bingo にしたいという欲求がモチベーションの向上にはつながったものの、被験者間におけるbingo 数のランキングは、あまり効果が見られなかった。

福山ら [14] は、小学生を対象とし、算数、国語、英語の学習が可能である、ゲーミフィケーションが取り入れられたアプリ「アプリゼミ」を用いて、評価を行った。ゲーム要素は、即時フィードバックや選択の自由、失敗の自由やストーリーラインなどが取り入れられている。評価は科目を算数としたうえで、アプリを使用する前後にテストを行い、平均点で比較を行ったほか、事後アンケートを実施した。結果は、学習分野によっては事後テストの点数が有意に高く、アンケートからは、アプリを用いることによるモチベーションの向上が見られた。

また、Darina ら [2] によると、ゲーミフィケーションを取り扱った先行研究の多くは学習分野での利用可能性について確認しており、より実質的な実証実験が必要であるとしている。

## 3 展示物の持つ特徴を軸とした「曼荼羅bingo」

訪問者の能動的な行動を促すゲームシステムとして、「曼荼羅bingo」を提案する。

### 3.1 曼荼羅bingoにおける鑑賞軸

提案する曼荼羅bingo で用いるデータについて記述する。

大杉らの研究 [13] では、博物館の鑑賞においては、初学者に向けた、鑑賞軸の提供が重要であるとされており、本研究でもその考えに沿って検討を行った。

みんぱくの特徴として、展示物約 80,000 点について、材料や用途、使用されている地域など、多様な情報を格納したデータベースを有していることが挙げられる。本研究では、みんぱくが有するデータベースにて、展示物に紐づけられた OCM、OWC というタグを用いる。OCM、OWC は、Human Relations Area Files (HRAF)<sup>1</sup> という国際機関が作成した、展示物の分類を表すタグである。本研究で用いているものは、それらを日本語訳したものである。OCM は、Outline of Culture Materials という分類である。例えば、「代表的な芸術作品」というタグだと「532」、「組織化された儀式」というタグだと「796」のように、3 桁の数字で表される。OWC は、Outline of World Cultures という分類である。例えば、ブラジルの「タピラペ

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



図 2 展示物の詳細画面



図 5 OCM の選択画面



図 3 ビンゴゲーム画面



図 4 中央に展示物を入れた際のビンゴゲーム画面

(Tapirapé)」というタグだと「SP22」のように、アルファベットと数字の組み合わせで表される。

そのほかにも、みんなくのデータベースには、各展示物の「製作法」や「材料」など、展示物ごとに多くの情報が紐づけられている。しかし、例として、材料が「鉄」であった際には、「材料：鉄」や「鉄製」、「鉄」など、表記が統一されておらず、

これらを統一するための前処理が必要となる。そのため、本研究ではコード化されており、扱いやすい上記の OCM、OWC の 2つを用いている。

ガイドシステムの使用開始時は画面上に  $3 \times 3$  の白紙のビンゴカードがあり、訪問者が興味のある展示物を鑑賞し、お気に入り登録を行うことによって、その展示物を好きなマスに入れることができる。展示物が持つこれらのタグを、ビンゴカードの縦、横、斜めに割り当てていき、最終的にすべてのマスを埋めることでビンゴカードを完成させることができ、訪問者が鑑賞を行なうまでの目標となる。

例として、ある訪問者が、展示されている「古代裂（シャツ）」を見ているとする。後述する、付近の展示物の一覧が表示される「近くの展示」の中から「古代裂（シャツ）」を選択することで、図 2 のような、その展示物の詳細画面に遷移する。「お気に入りに登録」ボタンを押下することで、図 3 のビンゴ画面における「お気に入り」の欄に展示物が入る。この欄内に存在する展示物を選択することによって、展示物は選択状態となる。選択状態となった展示物は、ビンゴのマスを選択することで、そのマスに入れることができる。

ビンゴは、横軸、斜め軸が OCM、縦軸が OWC と対応する。ここにおいては、図 2 における、「先史」や「織布およびその他の織物」、「通常の毛皮」が、横軸、斜め軸に当てはまる OCM である。

ここでは例として、「古代裂（シャツ）」を選択後、ビンゴの中央のマスを選択したとする。中央のマスは、2 行目と 2 つの斜めの軸、2 列目の軸の要素を持つ。この時点で、単一ではない OCM においては、どの要素を横軸、斜め軸のどこに割り当てるのかを、図 5 の画面より、訪問者が決定することができる。ここでは例として、図 4 のように、2 行目に「織布およびその他の織物」、斜めに「先史」と「通常の毛皮」を割り当てたとする。

ここで、2 列目の「南アメリカ」という縦軸のタグは、その展示物が使用されている地域を表しており、自動的に割り当たが行われている。しかし、本来の「古代裂（シャツ）」の OWC は、図 2 のように、「先史時代のペルー」として登録されてい

る。同じ「先史時代のペルー」の OWC を持つ展示物は限られており、横軸、斜め軸の OCM のことを考慮すると、9マスのビンゴカードを完成させられないケースが容易に想定される。そのため、各展示物の OWC は六大州に分類しており、「古代裂(シャツ)」においては「南アメリカ」として扱っている。

### 3.2 ビンゴゲームにより期待できる学習効果

このビンゴゲームでは、縦、横、斜めの特徴が一致する展示物のみをマスに入れることができる。例えば、図4の「古代裂(シャツ)」の左右のマスにおいては、「織布およびその他の織物」のOCMを持つ展示物のみが入る。そのため、ビンゴゲームが進行するほど、各マスにおける制約は強くなっていく。

ビンゴカードでは、中央の展示物は4つの特徴を有している。また、その展示物を中心とし、周囲の展示物が相互的に関係性を持つことから、「曼荼羅ビンゴ」という名称とした。

ここで、2つ目に鑑賞する展示物は、下記の2つの方法で選択することができる。

(1) みんぱく内で実際に展示物を探す

(2) 検索機能を使用する

1つ目は、通常の鑑賞と同様に、みんぱく内を自由に歩き回り、興味のある展示物を発見するというものである。この際、鑑賞した展示物は、みんぱくアプリ内で「お気に入りに登録」を行うことで、「古代裂(シャツ)」と同様に、ビンゴ画面の「お気に入り」の欄に展示物が追加される。

2つ目は、みんぱくアプリ内の検索機能を用い、材料や地域など、どのような展示物を見たいのか自分で入力することによって、展示物を探す方法である。ここでは、検索結果から見たい展示物を選択し、先にお気に入り登録を行う。

この時点では、ビンゴ画面の「お気に入り」の欄において、展示物にロックが掛かっている。ロックがかかっている展示物は、ビンゴの完成時には解除する必要があるものとした。ロックを解除するためには、その展示物が設置されている地点に向かい、実際に鑑賞を行ったうえで、みんぱくガイド内の撮影機能を用いて、写真を撮影する必要がある。この際、4節で記述する、対象の展示物の付近に存在するビーコンの電波を端末が検知することで、ロックが解除される。これは、お気に入り登録をするだけでは、データベース上の検索を繰り返すだけでビンゴカードが完成してしまい、「ただビンゴのマスを埋めるだけ」の作業となってしまうことで、学習効果に期待ができない恐れがあるためである。

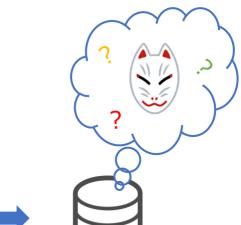
仮に上記の2つの方法で展示物を選択、鑑賞したもの、その展示物をビンゴの作成に使わなくなった際は、ビンゴのマスから展示物を削除することができる。この際、削除後も再度ビンゴ画面の「お気に入り」の欄から、同様の展示物をビンゴに用いることが可能である。これは、せっかく展示物を鑑賞したもの、その工程が無駄になることによって、ゲームを進行するモチベーションが下がり、結果として学習効率が下がる事態を回避するためである。

また、ビンゴカードの縦軸には、展示物の「地域」に関する特徴を割り当てている。これは、3つの地域でビンゴカードが



図6 エラー発生時の画面

①ビーコンから位置情報を取得



②近くの展示物が表示  
見ているものを選択

③データベースから  
類似した展示物を推薦

図7 展示物推薦の流れ

完成することによって、地域ごとに展示エリアが分かれているみんぱくにおいては、館内の不要な移動を減少させることを目的としている。加えて、ある地域では鋳物の鍋が用いられている一方で、ある地域では貝が鍋として用いられているなど、特定のカテゴリの展示物について、縦軸同士を比較することによって、地域の違いがもたらす生活様式の変化を認識できるのではないかという狙いもある。

展示物を入れるマスによっては、ビンゴカードを作成できない場合もあり、地域ごとの傾向を推測しながら次に鑑賞する展示物を選択する必要がある。この際に、各展示物の特徴について把握し、どの展示物をどのマスに入れたらビンゴが完成するのか、試行錯誤をする必要がある。その過程で、何度も展示物の特徴について確認を行うことで、記憶への定着について学習効果が期待できる。

実際に、図6は、展示物をOCMが一致していないマスに入れようとした際の画面である。「タグが一致していません」というメッセージとともに、「もう一度、展示物を確認してみましょう！」と表示することによって、訪問者本人に「どこがどうダメだったのか」を考えさせることができる。また、再度展示物の詳細画面への移動及び確認を促すことで、ある展示物に対して能動的に行動させることができる。

また、画面上部には現在のビンゴ数が「x BINGO」という形式で表示されているが、ビンゴが発生した際には、達成感



図 8 画面遷移



図 9 付近の展示物を取得している様子

を与えるために、それを利用者に知らせる工夫が必要となる。Nesbitt ら [6] によると、ゲームのインターフェースにおいては、視覚、聴覚、触覚によるフィードバックが最も好まれる傾向にあるとされている。しかし、当研究で用いる iPadOSにおいては、バイブルーション機能は搭載されていない。加えて、他の訪問者もいる中での音声の再生は困難であるため、bingo達成時にエフェクトの表示のみを行うことにした。

bingoカードを完成させるためには、bingoカードに割り振られた展示物の特徴をもとに、次に鑑賞する展示物を選択する必要があるため、必然的に鑑賞できる展示物の自由度は低くなる。しかし、かえって本来見るつもりのなかった展示物を見る機会にもつながり、その中で新たな興味を発見することができることも利点として挙げられる。

## 4 展示物の情報の取得

### 4.1 展示物を推薦する流れ

展示物を推薦する流れを図 7 に示す。

minpaku内には、minpakuガイドにおいて、ユーザの現在地点の取得に用いられるビーコンが約 300 個設置されている。こ

こでは、その情報をもとに、複数の展示物をガイドシステムの画面上に表示することによって、訪問者には実際に見ている、または検索した中で興味のある展示物を選択してもらう。

また、minpakuは、展示物約 80,000 点の情報を格納したデータベースを有している。上記の一連の流れで抽出された展示物をこのデータベース上で検索することによって、訪問者の見ている展示物の特徴の取得も可能となる。曼荼羅bingoを行うにあたっては、その際に取得した特徴と共に持つ展示物を、再度データベース上で検索してもらうことで、新たな興味の発見を促す。例として、図 7 では、ビーコンの座標情報から絞り込まれた展示物は、「鬼面」、「ウクレレ」、「石斧」である。この際、この訪問者が「鬼面」を鑑賞していたとする。「鬼面」が「お面」というタグを持っていると、bingoを完成させるには、同様のタグを持っている展示物の検索が必要となる。そこで、この訪問者は「お面」のタグで検索を行うという流れとなる。

### 4.2 訪問者が見ている展示物の取得について

付近の展示物を取得する手法について述べる。

bingoゲームを進行するにあたり、展示場内の訪問者の位置情報が重要となる。図 8 は、minpakuガイドの画面遷移を表している。ガイドの起動時は、画面上には無作為に並べられた展示物の写真がタイル状に並んでいる。「メニュー」ボタンを押し、「近くの展示」を選択することで、現在訪問者がいる付近に存在する展示物の一覧が表示される。図 9 は、実際に展示物を取得している様子である。

minpaku内には、上述した通り、ビーコンが約 300 個設置されている。これらは一定の周期で電波を発信しており、特定の閾値を超える電波を検知したビーコンを、minpakuガイド上で表示している。ビーコンには、図 10 のような、展示場を俯瞰した際ににおける設置地点をもとに X, Y 座標を割り当てる作業を行った。検知したビーコンの座標を利用者の現在地点として扱っている。

しかし、訪問者の座標情報をだけでは、周囲の展示物の情報を取得することはできない。展示物を格納している各展示棚をシェルフと呼ばれる単位に分割し、ビーコンと同様に、シェルフの設置されている座標を登録した。この際、座標はシェルフの左上と右下の 2 か所における X, Y 座標を登録している。訪問者の現在地点の座標と、シェルフの中心点とのユークリッド

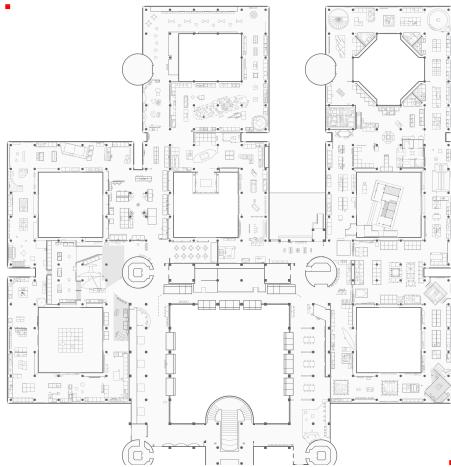


図 10 みんぱくの展示場

距離を求めるこことによって、訪問者のいる地点から、特定の半径以内に存在するシェルフの抽出を行っている。また、これに加えて、各シェルフ内に格納されている展示物の標本番号の一覧を記録したデータも作成した。

ここまで流れをまとめると、みんぱくガイドがビーコンの電波を検知することによって、ビーコンに紐づけられた座標を訪問者の現在地点として扱う。そこを中心として、シェルフ 1 つ 1 つの距離を求め、特定の範囲内のシェルフを抽出した。各シェルフ内に存在する展示物の標本番号のデータを作成し、これをもとに、みんぱくのデータベースから展示物の情報を取得することが可能となった。

しかし、図 10 のように、みんぱく内は複雑に入り組んでいたため、ただ距離のみをもとにシェルフの抽出を行うと、壁越しに存在する、本来視界に入っていないはずのシェルフも検出してしまう。これは、画面に表示されている展示物が見つからず、ユーザ体験が低下し、アプリを使用するモチベーションが低下する事態につながり得る。

しかし、現在のみんぱくガイドには、どの方角を向いているのかを検出する機能は搭載されていない。iOS に標準で搭載されている磁気センサ（方位磁石）を用いることによって、現在端末及び訪問者の向いている方向を取得する。また、シェルフが東西南北のどの方角から視認可能であるのかを表すデータを作成した。ここでは、図 10 の右方向が北である。今後は、このデータを用いて、訪問者が現在向いている方向に存在するシェルフを絞り込み、そこに格納されている展示物を優先的に表示する機能を実装する予定である。

## 5 実験と結果

実験は 8 人を対象とし、2023 年 2 月 14 日に行った。被験者には実際にみんぱくを訪問してもらい、研究で開発したみんぱくガイドを使用してもらうことで、データログの収集とアンケート、インタビューを行った。実験では、被験者本人が最も興味のあるもので構成された、より良いbingoを作成してもら

表 1 アンケート項目

評価内容	アンケート内容
被験者の属性	1 年間における博物館の訪問回数 1 日間におけるゲーム時間
アプリの評価	アプリの機能性 アプリの操作性 アプリのデザイン性
bingoの評価	bingoの機能性 bingoの操作性 bingoのデザイン性 bingoの楽しさ bingoの難易度
自由記述	アプリについて良かったところ、改善点 bingoについて良かったところ、改善点
鑑賞体験の自己評価	鑑賞体験が有意義であったか またみんぱくに来たいと思ったか

表 2 インタビュー項目

評価内容	インタビュー内容例
アプリについて	bingoの楽しさ アプリを使った感想
軸の重要性	鑑賞時の観点 印象に残っている展示物 展示物の特徴
bingoの難易度	時間があったらbingoを完成できそうか
bingoの反復性	bingoをもう一度やりたいか
今後の発展性、改善点	あったらいいと思う機能

うこと目標と/or してもらった。

実験直後に行うアンケートの項目は、表 1 の通りである。また、実験の 2 日後に、表 2 の項目について、被験者 1 人につき、約 20 分のインタビューを行った。

インタビューでは、「bingoのためにこれを見たいっていう意思がありながら見に行くので、それはやっぱ、普段と違って楽しい場面だったなと思います。」や、「サンバの時に着る特別な衣装っていうそのタグがあったと思うんですけど、それを軸に、なんか鑑賞するのはなかなか珍しいというか、初めての体験でした。」など、bingoに用いる際に必要となる、展示物のタグについて注目できた点について良い評価が得られた。加えて、「セラミック産業」というタグを目にしたことで、セラミック製品そのものに興味がわき、検索を行ったことで、印象に残ったという意見もあった。この被験者においては、セラミック産業のタグを持つ展示物を実際に目にした際の記憶が強く残っていた。展示物に関しては、「展示物を覚えるってことは、博物館の魅力の一つでもあると思う」と、記憶に残っていることそのものが、博物館における鑑賞の魅力であるという意見もあり、鑑賞体験の向上に貢献していることが確認できる。

そのほか、漠然と博物館を鑑賞するのではなく、明確な目的をもって主体的に鑑賞することができたことも、本アプリがもたらす効果として挙げられた。また、印象に残っている展示物について、「bingoで最後埋めるところだったんですよ。ちょうどその列が埋めるところの石やったんで、それで覚えてるか

も。」という発言から、bingoのきっかけとなった展示物や、そのタグが記憶に残りやすいものと考えられる。

同時に、ゲームを進行するほど難易度が上昇するといったゲームデザインや、角のマスといった、制約の強いマスに展示物が入ることによってbingoが達成された際には、bingo時のエフェクトも相まって、強い達成感が得られたという意見もあった。

しかし、その一方で、bingoに用いる展示物は、タグを多く所有している方が有利になる。自分が興味を持った展示物について調べた際に、登録されているタグが少ない場合には、ややゲームを進行するモチベーションが低下することが示唆された。この際、望んでいる展示物をうまく活用できないという悔しさがきっかけで、展示物が記憶に残っていた被験者もいた。

また、本実験では、bingoのマスをすべて埋めることができた被験者はおらず、多くの被験者が、悔いが残ってしまったことから、bingoに再度挑戦したいと発言した。しかし、仮に次回の挑戦でbingoのマスがすべて埋められたとして、その次に改めてbingoを遊びたいかという質問に対しても評価が分かれる結果となった。ここでは、ゲームクリアを一度経験してしまっていることが原因となっており、次回に異なるタグを用いるといった遊び方が可能ではあるものの、新たな演出が必要であることが示唆された。今後の研究の発展性として、被験者間でのbingoの作成時間を競うといった案も出ており、何度も遊びたくなる工夫が必要であることが明らかになった。

## 6 まとめ

国立民族学博物館を対象とし、訪問者が時間的制約によって展示物を満足に鑑賞できない問題を解決するために、「曼荼羅bingo」を提案した。訪問者がより興味のある展示物を鑑賞できるよう、位置情報やデータベースを用いることによって、現在鑑賞している展示物と共に持つ、新たな展示物へ誘導する。ガイドシステムには全ての訪問者が能動的に鑑賞を行えるよう、手法としてゲーミフィケーションを取り入れた。ゲームはbingoゲームの形式を用い、縦、横、斜めに、その展示物が使用されている用途や地域などの特徴を割り当てる。訪問者は無数の展示物の中から、bingoゲームのマスを埋めることができそうなものを鑑賞するよう働きかける。実験では、8人の被験者にみんぱくでガイドシステムを使用してもらい、アンケートとインタビューを行った。インタビューでは、目的をもって博物館の鑑賞が可能であることや、bingoに用いるタグと展示物を対応付けた記憶が可能であった。しかし、その一方で、ゲームをクリアした後に、再度遊びたくなるような仕掛けが必要であることが示唆された。

## 謝 辞

本研究はJSPS科研費JP21H03775, JP21H03774, JP21H03554, 2022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、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。

## 文 献

- [1] Silvia Ceccacci, Andrea Generosi, Alma Leopardi, Maura Mengoni, Mandorli, and Ferruccio. The role of haptic feedback and gamification in virtual museum systems. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, Vol. 14, No. 3, pp. 1–14, 2021.
- [2] Dicheva Darina, Dichev Christo, Agre Gennady, and Angelova Galia. Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 18, No. 3, pp. 75–88, 2015.
- [3] Ioanna Ioannou and Eleni A. Kyza. The role of gamification in activating primary school students' intrinsic and extrinsic motivation at a museum. In *Proceedings of the 16th World Conference on Mobile and Contextual Learning*, pp. 1–4, 2017.
- [4] Zheng Jialiang, 伊藤扶桑, 楠房子, 稲垣成哲. 歴史系博物館におけるARを用いた親子で体験できる展示手法の開発とデザイン. 情報処理学会研究報告, Vol. 2022-GN-115, pp. 1–6, 2022.
- [5] Eric Klopfer, Judy Perry, Kurt Squire, Ming-Fong Jan, and Constance Steinkuehler. Mystery at the museum: A collaborative game for museum education. In *Computer Supported Collaborative Learning 2005*, pp. 316–320, 2005.
- [6] Keith V. Nesbitt and Ian Hoskens. Multi-sensory game interface improves player satisfaction but not performance. In *Proceedings of the 9th Conference on Australasian User Interface*, pp. 13–18, 2008.
- [7] Andrew Stott and Carman Neustaedter. Analysis of gamification in education. In *Technical Report 2013-0422-01, Connections Lab, Simon Fraser University*, 2013.
- [8] 安部美希, 羽田久一, 今井正和, 砂原秀樹. 電子博物館展示における展示シナリオ自動作成システムの提案. 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 26.24, pp. 13–18, 2002.
- [9] 永田奈央美. ゲーミフィケーションを用いた基礎学力向上のための学習システムの開発. 静岡産業大学情報学部研究紀要, Vol. 20, pp. 277–284, 2018.
- [10] 奥本素子, 加藤浩. 博物館展示を理解・解釈するために必要な学習支援についての考察. 日本教育工学会論文誌, Vol. 33, No. 4, pp. 423–430, 2010.
- [11] 山崎和子. ゲーミフィケーション(Gamification). 日本知能情報ファジィ学会知能と情報, Vol. 25, No. 3, p. 93, 2013.
- [12] 前原千尋, 金大雄, 牛尾剛暉. 博物館における展示品の意味関係に基づいた展示品の推薦システム. 日本データベース学会第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2011.
- [13] 大杉隆文, 仲西渉, 多井中美咲, 井上卓也, 伊藤悠, 岩井暎太, 香川健太, 松下光範, 堀雅洋, 萩野正樹. 動物園における自発的な観察の促進を目的とした園内回遊行動のデザイン. 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 11, pp. 1765–1775, 2017.
- [14] 福山佑樹, 床鍋佳枝, 森田裕介. ゲーミフィケーションの要素を取り入れた小学校1年生向け電子教材の実践と評価. デジタルゲーム学研究, Vol. 9, No. 2, pp. 31–40, 2017.
- [15] 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.
- [16] 莊司慶行, 相原健郎, 大島裕明, 神門典子, 白石晃一, 中島悠太, 山本岳洋, 山本祐輔. 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. 情報処理学会論文誌, Vol. 63, No. 2, pp. 364–377, 2022.
- [17] 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心とした事前・事後学習支援. 情報処理学会じんもんこん2020論文集, pp. 81–88, 2020.