

クイズ生成によるパーソナライズされた博物館見学テーマ設定

上田 昌輝† 橋口 友哉† 莊司 慶行†† 神門 典子†††,†††† 山本 祐輔†††††

山本 岳洋†††††† 大島 裕明†,††††††

† 兵庫県立大学 応用情報科学研究科 〒 650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-28

†† 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

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

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

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

†††††† 兵庫県立大学 社会情報科学部 〒 651-2197 神戸市西区学園西町 8-2-1

E-mail: †{aa20t502,aa19j508,ohshima}@ai.u-hyogo.ac.jp, ††shoji@it.aoyama.ac.jp, †††kando@nii.ac.jp,

††††yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp, †††††t.yamamoto@sis.u-hyogo.ac.jp

あらまし 本研究では、見学者ごとの興味を反映させた見学テーマを設定するための支援として博物館の電子ガイドアプリ上で行うクイズを生成する手法を提案する。博物館は学びの場であり、そこに来る見学者は展示物を見たり、それがどういう展示物かを考えたりすることを楽しもうとする。しかし、博物館にある展示物の膨大な情報を一度に理解するのは困難である。そのような問題に対して、我々は、博物館の見学テーマを設定することが重要であり、特に、見学者ごとにパーソナライズされた見学テーマの設定が必要であると考え。今日の博物館では、情報端末を利用した電子ガイドアプリが用いられており、一つの情報端末で様々な情報を得られることから、多くの見学者が利用している。そこで、本研究では、博物館の電子ガイドアプリにおいて、展示物の詳細な説明文書を用いたクイズを汎用言語モデル BERT を利用して自動的に生成し、クイズへの取り組みも含む電子ガイドアプリにおける様々な行動と見学者の興味や関心を分析することで、見学テーマを設定する。本研究で対象とする博物館は、国立民族学博物館（みんぱく）であり、本研究の提案手法は、これまでに我々が開発してきた電子ガイドアプリ上に実装を行う。

キーワード クイズ生成, 博物館見学テーマ, パーソナライゼーション

1 はじめに

博物館は、訪れた人々が展示物を通して文化や歴史などを考え、学ぶ場である。日本には多くの博物館があり、多くの人々が訪れているが、実際にそこでの経験がその人の学びとして定着しているだろうか。博物館を訪れるほとんどの人がそこにある展示物についてどういう意味を持ち、どういう特徴を持っているのかなどの情報を知らない状態にある。そこで、情報が欲しい見学者は、展示物の説明文を読んだり、博物館の職員や学芸員に聞いたりして情報を得ようとする。ヤノウィン [14] は、ニューヨーク現代美術館の美術館教育プログラムに参加した見学者がプログラムの内容を見学終了後に記憶していなかったという事例を挙げた。専門的な知識や情報を根付かせる基盤を持たない参加者が、自分なりに作品に関して意味を見出そうとしている最中に、学芸員による専門的な知識が紹介されたことで、情報の定着を阻害したと述べている。しかし、博物館を訪れる人は自分なりに見て考えること自体を楽しんでいることも確かである。展示物を鑑賞することに関して、「答え」として専門的な知識を与えるのではなく、展示物を見て考えている見学者に対して、自分なりの「答え」を自らの意思で見つけ出すことができるような支援が必要である。

我々は、博物館を訪れる多くの人が明確な鑑賞観点を持っていないと考えている。鑑賞観点を持たない見学者は、ただ漠然と展示物を鑑賞するだけになったり、過剰な量の展示物とそれに付随する情報に触れて方向性を見失ったりして、結果的に博物館での体験は記憶にも残らず、知識としても定着しないだろう。そこで、本研究では、見学者が展示物に対して興味や関心を持ち、自分なりの鑑賞観点を発見する手段として、展示物に関するクイズを出題する。クイズの出題は、これまでに我々が



図 1 実装したクイズ機能画面

開発した電子ガイドアプリ（みんぱくアプリ）[15][17]の機能として実装した。みんぱくアプリ上に表示されたクイズを図1に示す。

博物館見学において、クイズを用いることは、見学者の好奇心を刺激し、展示物の前で立ち止まって見ることを促す効果や展示物の説明文や電子ガイドなどを積極的に参照することに効果があることが示されている[10]。また、クイズのような見学者自らが考えることを促す手法を用いることによって、電子ガイドと併せて実際の展示物も積極的に参照することが報告されている[6]。さらに、学習の面においても、教育的コンテンツに対するモチベーションを高め、主体的に学習したり、他人との関わりにより協同的な学習に繋がったりといった効果があるとされており[16]、博物館での学びにおいても、同様に効果があると考えている。本研究におけるクイズの形式は、展示物の説明文書の一部を穴抜けにし、正解の語を3つの選択肢の中から選ぶ、穴抜け3択クイズである。また、クイズは、展示物を持つテーマキーワードごとに生成する。テーマキーワードは、展示物を持つ情報を元に作成され、それぞれの展示物に設定したキーワードである。見学者自身が興味や関心のあるテーマキーワードに関するクイズに取り組み、考え、解答することによって、自分に合った鑑賞観点を発見することができる。

また、クイズへの取り組みにより、見学者が持った興味や関心を反映した見学テーマを設定する。見学テーマは、見学によって得られる情報を根付かせる基盤になりうると考えている。見学テーマが設定されることにより、クイズに取り組んだことで得られた自分なりの鑑賞観点をより深めることができ、自分が見たい展示物を一貫した目線で見ることができる。こういった見学の仕方は、学びとしてより良い見学になると考えている。見学テーマは、テーマキーワードの集合で表されるものとする。

例えば、電子ガイドアプリを持った見学者が見学中に展示物をみながらクイズを解くことによって、「儀式」や「楽器」に興味を持ったとする。そこから、「儀式で用いられる楽器」に注目するというような、その見学者自身の鑑賞観点が得られる。見学テーマは、見学者の鑑賞観点を反映し、テーマキーワード「楽器」と「儀式」の集合として構成される。電子ガイドアプリにも設定された見学テーマの情報が入力され、見学テーマに合った展示物が推薦される。この見学テーマを設定して見学すると、カンボジアで用いられたゴングに対して、結婚式や葬式といった様々な儀礼で使われるものであるという目線で鑑賞することができる。また、ブルガリアの縦笛を同じ目線で見たときに、全く異なる地域の展示物でも同様に結婚式で用いられるという共通点を発見したり、どういう意味を持って用いられるのかを比較したりすることができる。これにより、展示物への理解を深めることに繋がる。

主たるフィールドとして国立民族学博物館（みんぱく）を設定する。みんぱくに展示された展示物の説明文書を用い、クイズを生成する。見学者は、ただ展示物を見るだけでなく、みんぱくアプリを用いて見学し、生成されたクイズに取り組むことによって自分に合った鑑賞観点を発見する。そして、獲得した鑑賞観点をもとに、その見学者にパーソナライズされた

見学テーマが設定される。こうした見学テーマを設定することにより、見学者の知識の定着を阻害することなく、自分なりの展示物に対する「答え」を見つける支援ができると考えている。

2 関連研究

本節では、博物館における体験の向上を図るため、これまでに行われてきた研究について述べる。

近年の博物館で利用されている情報端末を活用する研究がなされている[3]。この研究では、見学に際して有用であると述べられている一方で、展示物より情報端末の方に集中してしまうという問題が挙げられていた。Klopper ら[6]は、博物館教育を目的とした、情報端末を利用した謎解きゲームを実施した。参加者の展示物への関与や参加者同士のコミュニケーションの促進を目的としている。参加者は、積極的に答えとなる展示物を探していたことから、参加者と展示物との間の相互作用が見られたという結果が得られた。この結果から、謎解きゲームのようなインタラクティブな楽しみを取り入れることで、情報端末ばかりに集中することなく見学を行うことができるといえる。

博物館見学において、見学者の興味に沿ったコンテンツの提供は重要である。これまでにも、博物館コンテンツのパーソナライズに関する研究が提案されている。Bowen ら[1]は、Webサイトのサービスのパーソナライズ手法を応用して博物館学の観点から様々なアプローチを検討した。この研究により、博物館への情報やサービスの提供に見学者のニーズを考慮に入れることに明らかな利点があることが示された。Wang ら[12][13]は、見学者自身の興味や背景に合わせた情報が必要であるという考えのもと、オンライン及び博物館現地での見学を接続し、見学者の興味とコンテキスト情報からパーソナライズされた博物館見学プログラムを構築した。Dijk ら[11]は、博物館見学の開始時に、展示スペースのトピックに関するゲーム形式の質問をし、そこから見学ルートをパーソナライズした。Kuflik ら[7]は、見学者のニーズと好みを考慮し、博物館が持つ情報から関連情報を推薦するグラフ構造を用いた推薦システムを開発した。

博物館見学における問題の一つとして、情報過多に関わる問題がある。膨大な数の展示物とそこに多くの情報が含まれており、過度に展示情報を取得することで、情報の定着を阻害する原因となる。Huang ら[4]は、パーソナライズ推薦ガイドシステムを開発した。このシステムでは、協調フィルタリングとコンテンツベースフィルタリングを用い、見学者の見学行動からガイド推薦ルールを検出する。そこから、ユーザの関心に沿った展示物を予測し、推薦することによって、博物館見学における情報過多を軽減した。また、Web 検索を用いた学習を行う場合、膨大な量のコンテンツがあることから、ユーザが見た情報を記憶するのが難しいという問題が挙げられる。Qiu ら[9]は、情報のメモ書きのアフォーダンスと会話型エージェントを備えた検索インターフェースを提案した。ユーザ実験により、ユーザの知識の獲得や記憶に効果があることが示された。

本研究では、見学者が自分に合った鑑賞観点を発見するための支援として、展示物の説明文書を用いたクイズを生成する。

クイズを通して、見学者が自発的に考え、展示物との関わりを持つことを促す。見学者自身が考え、自分の興味や関心に沿った展示物を発見することにより、その見学者にパーソナライズされた見学テーマが構成される。博物館見学において、見学テーマを設定することは、展示物に関連する自分の知識を想起したり、博物館での学びに対するモチベーションを強化したりといった有効性が示されている[8]。一方で、博物館側が設定した見学プログラムのような、決定された流れで見学した場合、学びとして定着しなかったという報告もある[14]。このことから、見学者自身が持つ興味や関心に沿うパーソナライズされた見学テーマを設定することが望ましいと考える。そこで、本研究の見学テーマは、見学者が興味や関心を持った展示物のテーマキーワードをもとに設定される。見学テーマが設定されることにより、見学者が見たいと思える展示物に絞った見学を行うことが可能になり、博物館の展示物の情報過多などの問題に対して対応することができると考えている。

3 みんなくアプリのデータ

本研究では、国立民族学博物館（みんなく）より展示物の情報としてデータベースが提供いただいている。本研究で使用するみんなくアプリでは、このデータベースから取得した情報を利用している。また、クイズ生成において、提供されたデータベースに含まれる展示物の説明文書を利用した。また、みんなくアプリで操作ログデータを取得できる。このログデータは、評価実験に用いる。本節では、本研究で使用するデータについて説明する。

3.1 国立民族学博物館のデータベース

みんなくから提供いただいたデータベースは、標本資料目録データベースと標本資料詳細情報データベースの2つである。標本資料目録データベースは、みんなくが所蔵している文化財についての概要データが格納されており、285,135件のデータが格納された網羅的なデータベースである。標本資料詳細情報データベースは、72,428件の文化財に関するデータが格納されており、それぞれに詳細な情報が記載されている。データベースに記載された展示物には、それぞれ一意に決められた「標本番号」が設定されており、これは2つのデータベースともに共通である。

本研究のクイズ生成及びテーマ設定で用いるテーマキーワードの作成には、過去に我々が展示物ごとに設定したハッシュタグを利用している。ハッシュタグは、標本資料目録データベースと標本資料詳細情報データベースの両方を用い、展示物の名称や説明文書などから形態素解析ソフト MeCab 用いて名詞を抽出し、各展示物に設定したものである。ハッシュタグを用いることで、同じハッシュタグをもつ展示物に関連する展示物として簡単に発見することができる。

また、クイズ生成のために、標本資料詳細情報データベースを用いる。標本資料詳細情報データベースには、展示物の「標本名」や「地域」、「民族」といった基本的な情報に加えて、「用途

と使用法」や「製作法と材料」、「その他の情報」といった詳細な情報が記載されている。表1にデータの一例を示す。標本資料詳細情報データベースの「用途と使用法」、「製作法と材料」、「変遷と分布」、「使用状況」、「その他の情報」は文書の形で記載されている情報が多いため、今回構築するシステムでは、これらの項目の説明文書を用いる。みんなくアプリ上に表示される展示物の説明文書も同様に、標本資料詳細情報データベースに記載された説明文書を用いて作成されたものである。

3.2 みんなくアプリの操作ログ

みんなくアプリでは、様々な操作に対してログを取得することができる。表2に取得できる操作ログのリストを示す。取得できるログのうち、展示物詳細画面表示と詳細画面上の機能（動画再生、写真撮影など）より取得されるログは、表示している展示物の情報を同時に取得することができる。この操作ログは、一連の見学の情報がすべて確認できるようにアプリ終了時にまとめて出力されるログデータとなっている。

本研究では、ユーザ実験の際に、見学全体のログデータを用いて、見学者が見学中に見た展示物やその他の行動を取得し、実験の評価を行う。

4 クイズ生成手法

本研究では、博物館見学に展示物に関するクイズを用いることで、それぞれの見学者に合った鑑賞観点の発見に繋げ、博物館見学の体験を向上することを目的としている。本節では、クイズ生成に関わる問題定義をし、実際に問題を解くための手法について述べる。

4.1 問題定義

本研究では、展示物の説明文書からクイズ生成を行うシステムを作成した。まず、クイズ生成システムの入出力の形式について説明する。クイズ生成システムにおける入力には以下の通りである。

- 展示物の説明文書
- テーマキーワード

ここでは、展示物の説明文書とテーマキーワードを入力としている。テーマキーワードの作成については5節で説明する。その入力に対して、説明文書の一部を穴抜けにしたクイズ問題文と穴抜けの部分に入る正解語を含む3個の選択肢が生成される。出力は以下の通りである。

- クイズ問題文
- クイズの選択肢

クイズによる鑑賞観点の発見を実現するため、見学者が興味を持った展示物の要素を取得し、その興味に合ったクイズを出題する必要がある。また、クイズ問題文に対して生成される選択肢は、正解語の代替となるような不正解語を選択し、3択クイズとして成立する形の選択肢を生成しなければならない。本研究では、以上の2つの問題に取り組んだ。

実際にみんなくにある展示物で具体例を述べる。オセアニア地域の国で用いられる割れ目太鼓と呼ばれる展示物を見ている

表 1 標本資料詳細情報データベースの一部

標本番号	K0006979
標本名	割れ目太鼓 (ワレメダイコ)
使用者	限られた成人男性
使用地	New Hebrides 諸島 Ambrym 島 Ranon 村
収集日	1969-01-14
用途と使用法	楽器。儀礼の時など、シグナルを送る際に使われる。 地面に下部を埋め込んで直立させ、胴を木の棒（砦状）で叩く。
製作法と材料	製作法：彫刻 材料：木（パンノキ） 上部に精霊の顔が彫られている。

表 2 取得できる操作ログ

ログイン／ログアウト
詳細画面表示
動画再生
写真撮影
メモを取る
表示画像拡大
ハッシュタグ選択
お気に入り登録／解除
展示物検索
クイズに挑戦



図 2 割れ目太鼓を鑑賞する見学者

見学者がいるとする（図 2）。展示物の説明文書より、「儀礼の時など、シグナルを送る際に使われる。」、「地面に下部を埋め込んで直立させ、胴を木の棒（砦状）で叩く。」などの情報を含んでいる。それぞれ「儀式」、「楽器」などという情報を持っており、これらはこの展示物をもつテーマキーワードとして設定されている。見学者がこの展示物のテーマキーワード「儀式」に興味を持った場合、生成されるクイズは、以下のようになる。

- 儀礼の時など、[?] を送る際に使われる
 - (1) シグナル
 - (2) メッセージ
 - (3) 手紙

3つの選択肢のうち、「シグナル」が正解語である。

4.2 クイズ生成のアプローチ

クイズ生成のための問題を解決するためのアプローチについ

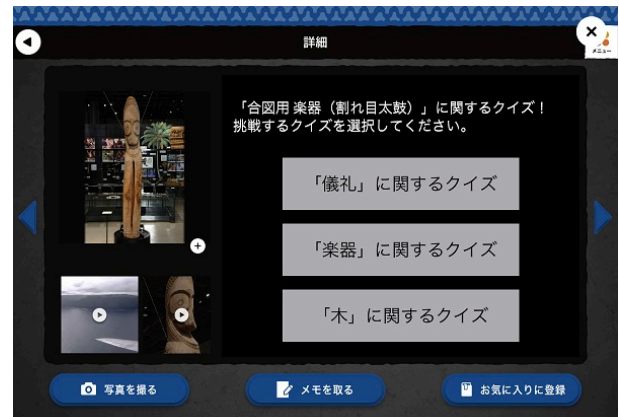


図 3 クイズ選択画面

て説明する。クイズ生成システムでは、見学者の鑑賞観点の発見に繋げるために、テーマキーワードに対してその内容を示す展示物の説明文書を取得する。みんなくアプリ上では、見学者が興味を持ったテーマキーワードの内容に関するクイズが選択できる。クイズ選択画面を図 3 に示す。テーマキーワードの内容に関するクイズを生成するため、日本語 WordNet [5] を用いた。WordNet は、単語の上位/下位関係や類義関係などにより体系付けられた類語辞典データベースである。これを用い、テーマキーワードと説明文書中の語の関連を調べることで、クイズ問題文にする展示物の説明文書を選択する。

また、クイズ生成において、生成される選択肢は、正解語と似て非なる意味を持つ語や文書の穴抜けになっている部分に入りうる語を不正解語として生成する。本研究では、2018 年に Google の Devlin らによって提案された汎用言語表現モデルである BERT [2] を利用した。BERT は、事前学習の際に文書中の一部の語を隠し、その部分に入る単語を予測するというタスクを行っている。このことから、作成した穴抜け文書を用い、BERT に予測させることによって、穴抜けの部分に入る違和感のない語を生成できると考えた。本研究では、東北大学の乾・鈴木研究室が公開している日本語の BERT 事前学習モデルを用いる。このモデルでは、日本語 Wikipedia の文書によって事前学習が行われている。本研究では、みんなくから提供されたデータベースに含まれる展示物に関する説明文書を用い、既存の日本語事前学習 BERT モデルに追加学習を行うことで、文化財関連の文書の処理を強化した BERT モデルを作成した。デー

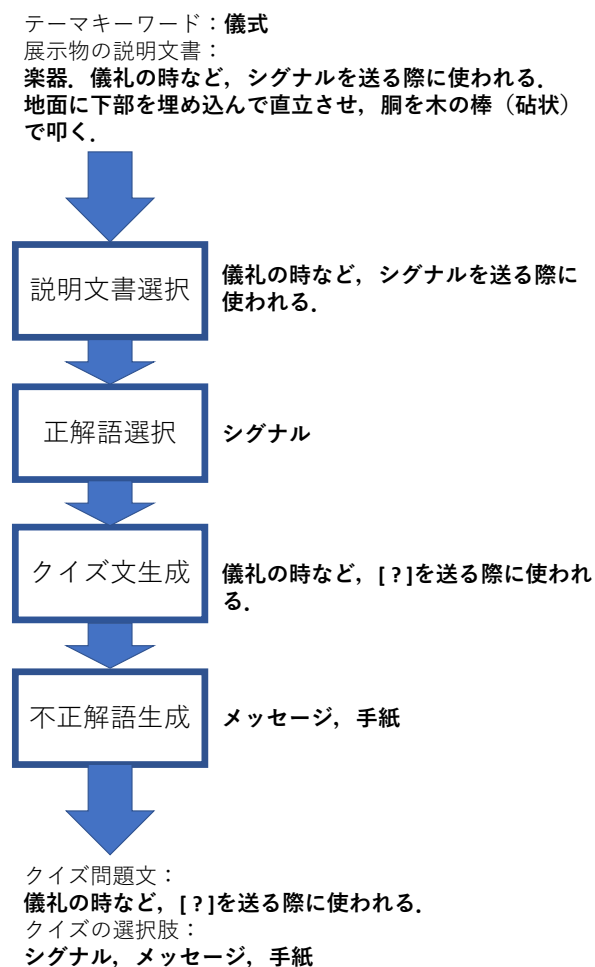


図 4 クイズ生成システムの流れ

データベースにある説明文書を BERT モデルの学習に使用できる形式に成型した学習データ¹を作成し、それを用いて追加学習を行った。

4.3 クイズ生成システム

本研究で作成したクイズ生成システムについて説明する。見学者が鑑賞している展示物が割れ目太鼓（図 2）であるときを例に、クイズ生成システムによってクイズが生成される過程を図 4 に示す。クイズ生成システムでは、展示物に関する説明文書及び展示物に割り当てられたテーマキーワードをもとに、見学テーマに関係したクイズを生成する。

最初に、展示物の説明文書から、テーマキーワードに合った文書を選択する。展示物の説明文書に対して、形態素解析ソフト MeCab と単語分かち書き用辞書 mecab-ipadic-NEologd を用いて分かち書きし、その中から、名詞及び動詞の原形を取得

する。次に、WordNet を用いて、取得した語の上位語、下位語、類義語などの関連語を全て出力する。出力した関連語の中にテーマキーワードが含まれていれば、その文書をテーマキーワードに関連する文として選択する。

次に、入力された説明文書中からクイズの正解語を抜き出す。MeCab を用いて分かち書きした際の名詞のうち一つをランダムに選択し、正解語とする。正解語は、クイズの問題文において、穴抜けになる部分となる。選択された説明文書中で正解語の部分を [?] に置き換え問題文を生成する。

正解語の決定後、正解語の代替となるような不正解語の生成を行う。正解語が「シグナル」と決まっており、他に穴抜けの位置に入って違和感のない語を不正解語として生成する。追加学習を行った BERT モデルを用い、BERT の穴抜け語予測タスクである「Masked Language Modeling」で不正解語の生成を行った。入力された展示物の説明文書に対して、正解語の部分を [MASK] トークンに置き換えた文書を作成する。その文書のマスクされた部分を BERT によって予測し、予測された語を不正解語の候補として出力する。

ここで問題となるのが、選択肢となる語の類義語や上位語、下位語が選ばれることである。意味が一致するまたは包含関係にあるような語が選択肢の中に存在すると、3 択クイズとしては不適切なものになる。この問題を解決するために、日本語 WordNet を利用する。図 4 のクイズ問題文「儀礼の時など、[?]を送る際に使われる。」、正解語「シグナル」であるクイズに対して不正解の選択肢を生成するとする。はじめに、BERT による穴抜け語予測を行い、穴抜けに入る語の候補として「贈り物、食物、信号、文、書簡、物、食べ物、物品、合図」が出力されたとする。次に、正解の語である「シグナル」について、WordNet で上位語、下位語、類義語などの関連語を出力すると「通信、シグナル、合図、信号、サイン、コミュニケーション」などが得られる。最後に、WordNet で出力された語の集合に含まれない語を BERT で出力した語の中から選択し、不正解の選択肢として「メッセージ」と「手紙」が選ばれる。このように、BERT による穴抜け語予測で出力された語の中で、WordNet で出力された語の中に含まれる語は選択しないようにすることによって、クイズとして適切な不正解の選択肢の語を生成する。

みんぱくアプリ上に表示されるクイズは、このクイズ生成システムを用いてあらかじめ生成し、アプリで読み込めるデータベースの形で作成した。データベースは、展示物の標本番号、テーマキーワード、クイズ問題文、選択肢、選択肢の正誤の情報が記載されている。アプリでは、クイズ機能呼び出した展示物の標本番号を参照し、読み込んだデータベースからクイズデータを取得する。

5 テーマキーワード作成とテーマ設定

見学テーマを設定して見学を行うことは、学びに対するモチベーションを向上する効果がある。しかし、見学者自身の興味や関心に沿った見学テーマでないと、その効果は大きくない。

1：BERT の学習データの形式の例

Sentence A: The man went to the [MASK1].

Sentence B: He bought a [MASK2] of milk.

MLM Labels: [MASK1] = store; [MASK2] = gallon

NSP Label: IsNextSentence

このことから、見学者の興味や関心に合った見学テーマの設定が必要がある。本節では、テーマキーワードの取得とテーマ設定の手法について述べる。

5.1 テーマキーワード作成

テーマキーワードは、展示物が持つ情報の内容を示したキーワードであり、各展示物に設定されている。テーマキーワードがあることにより、見学者がクイズを通して興味を持った展示物の内容を取得し、見学者それぞれにパーソナライズされた見学テーマの設定が可能となる。テーマキーワードの作成には、過去に我々が展示物ごとに設定したハッシュタグを利用した。全てのハッシュタグに対し、DBSCAN クラスタリングによってクラスタリングを行うことで、関連するハッシュタグのクラスタを作成した。ハッシュタグのクラスタリングの前処理として、日本語 WordNet を利用し、ハッシュタグと上位語、下位語、類義語などの関連語の語集合を生成した。次に、生成した語集合を Bag-of-Words でベクトル化した。ベクトル化した語集合を距離行列に変換し、クラスタリングを行った。作成されたハッシュタグのクラスタの内容を表す代表語を決定し、その語をテーマキーワードとした。各展示物へのテーマキーワードの割り当ては、これまでに展示物に割り当てられたハッシュタグから決定した。例えば、ハッシュタグの「結婚式」、「祭祀」、「儀式」などを所持する展示物に対して、テーマキーワードの「儀式」が割り当てられる。

5.2 テーマ設定

テーマ設定のための手法について説明する。本研究における見学テーマは、それぞれの展示物に割り当てられたテーマキーワードの集合である。

見学テーマの設定方法について述べる。見学テーマ設定には、みんぱくアプリの機能であるお気に入り展示物登録機能を用いる。見学者が興味や関心を持った展示物は、お気に入りの展示物に登録され、保存されていく。展示物の詳細画面上にある「お気に入りに登録」ボタンを押すことで展示物をお気に入りに登録することができる。他の方法として詳細画面上で「写真を撮る」や「メモを取る」の機能を用いた場合もその展示物がお気に入りに登録される。更に、新たに追加したクイズ機能では、クイズの解答画面で展示物をお気に入り登録することができる。クイズ機能の解答表示画面を図 5 に示す。このように、見学中に行う様々な行動によりお気に入り展示物が増えていく。

マイページ画面では、これまでにお気に入り登録した展示物を確認することができる。お気に入り登録された展示物が 5 件以上であるとき、マイページ画面上に「見学テーマ設定ボタン」が表示され、それを押すことにより見学テーマ設定機能が利用できる。見学テーマ設定機能では、お気に入り展示物に割り当てられたテーマキーワードを全て取得し、集計する。集計した結果、3 回以上登場するテーマキーワードを画面上に表示する。表示されたテーマキーワードの中から自分が興味を持ったものをタップして見学テーマを設定する。

見学テーマ設定後、みんぱくアプリのおすすめの展示画面



図 5 クイズ解答表示画面

に表示される展示物が見学テーマに沿った内容に更新される。テーマキーワードはハッシュタグの集合である。表示する展示物は、テーマキーワードのハッシュタグを用い、みんぱくアプリの検索機能を利用して、検索した結果をおすすめの展示物として表示する。例えば、テーマキーワード「儀式」が選ばれた場合、ハッシュタグ「結婚式」、「祭祀」、「儀式」などを所持する展示物が表示される。また、複数のテーマキーワードを選択している場合、その複数のテーマキーワードに沿った展示物をおすすめの展示画面の上位に表示される機能を実装した。例えば、テーマキーワード「儀式」に加えて「楽器」が選ばれたとすると、図 2 の割れ目太鼓や東南アジアにおいて儀式によく用いられるゴングなど、儀式に使われる楽器というような展示物がおすすめの展示上位に表示される。

6 ユーザ実験と考察

本節では、作成したシステムの有効性を評価するための実験とその結果について述べ、考察を行う。

6.1 実験設定

見学中にクイズを行った場合に鑑賞観点を発見し、博物館見学の体験の向上がなされたかを評価するため、みんぱくでユーザ実験を実施した。評価実験の流れを説明する。クイズシステムを実装していない従来のみんぱくアプリを用いた見学とクイズシステムを実装したみんぱくアプリを用いた見学を行う。この 2 種類の条件で見学を行い、結果の比較を行う。見学開始時に全員が一斉にみんぱくアプリによるガイドを開始する。見学中は、アプリを操作しながらではあるが、基本的に自由に見学するように指示した。見学終了後、実際の見学について及び見学で使用したアプリについてのアンケートを実施した。クイズシステムを実装していないアプリを用いた見学を行った被験者に対するアンケートは、「普段の博物館の印象について」、「アプリの使いやすさについて」、「見学中に見た展示物について」、「見学後の博物館の印象」に関する 13 個の質問項目を用意した。更に、「印象に残った展示物を挙げる」記述式の質問項目を用意した。クイズシステムを実装したみんぱくアプリを用いた見学を行った被験者に対しても同様の内容のアンケートを実施した。

表 3 現地ユーザ実験見学後アンケート

質問番号	質問項目	クイズシステムなし	クイズシステムあり
1	博物館を見学することは好きである	3.57	3.75
2	見たい展示物がある程度決まっていた	2.00	3.00
3	過去の博物館見学で印象に残っている展示物がある	2.00	3.25
4	見学を行うにあたってみんなくアプリは役に立った	3.14	4.00
5	みんなくアプリは扱いやすかった	2.29	3.25
6	展示物に関して興味を持つことができた	3.57	4.75
7	展示物のもつ情報を理解できた	2.71	4.00
8	展示物を積極的に見ようとする気持ちが高まった	3.86	4.50
9	展示物に関して知識が身についたと感じる	3.00	3.50
10	今回のみんなくの見学に満足している	4.14	4.00
11	みんなくの見学は楽しかった	4.43	4.25
12	鑑賞することに集中して見学することができた	3.43	4.00
13	また来館したいと思える体験だった	3.86	3.50

表 4 アプリログデータ解析と印象に残った展示物アンケート結果

被験者	最多テーマキーワード	印象に残った展示物	印象に残った展示物のテーマキーワード
A	被服	仮面 アステカの暦石（複製） ヨコルシャウキの巨象（複製）	被服 教科書，材料
B	入物	サゴでんぶん貯蔵用容器 アステカの暦石（複製） シングル・アウトリガー・カヌー（複製）	入物 教科書，材料 区域，車，ポート
C	家屋，区域	影絵人形芝居（wayang kulit）用人形 アステカの暦石（複製） パロンドダンス用衣装（ランダ）	働き手，区域，おもちゃ 教科書，材料 器械，被服

記述式の質問以外の項目の評価尺度を「1：まったくそう思わない，2：あまりそう思わない，3：どちらともいえない，4：ややそう思う，5：強くそう思う」の5段階リッカート尺度として作成した。また，一連の見学におけるみんなくアプリの操作ログデータを取得する。ログデータは，みんなくアプリにおいて，ガイドを終了した際に出力される。出力されるログデータの中には，見学者が登録したお気に入り展示物の情報が含まれている。ログデータの解析によって，見学者が実際に見た展示物と設定された見学テーマの関係を検証する。

6.2 実験結果と考察

クイズシステムなしアプリを用いた見学の参加者は7人，クイズシステムありアプリを用いた見学の参加者は4人である。

表3にそれぞれの実験で実施した見学後アンケートの結果を示す。アンケート結果は，それぞれの実験における各被験者が記入した評価値の平均で示している。見学後アンケートの質問項目のうち，質問番号6-9の「見学中に見た展示物について」の質問項目に着目する。それぞれの見学の評価値平均を比較すると，クイズシステムありアプリを用いた見学の方が高い値であることが分かる。特に，クイズシステムなしアプリを用いた見学では，質問番号7の「展示物のもつ情報を理解できた」の評価値が2.71と，他の項目より低い値を示した一方で，クイズシステムありアプリを用いた見学では，同じ項目の評価値が

4.00と，大幅に向上した。質問番号6の「展示物に対して興味を持つことができた」や質問番号8の「展示物を積極的に見ようとする気持ちが高まった」に関しても，クイズシステムありアプリを用いた見学の方がより高い値を示している。このことから，クイズに取り組むことによって，展示物の説明文書の内容を理解でき，その展示物に興味をもつきっかけになるなど，一定の効果があると考えられる。

次に，みんなくアプリに登録されたお気に入り展示物の情報と実験後アンケートの「印象に残った展示物を挙げる」記述式の項目に記載された展示物とを比較し，考察する。お気に入り登録した展示物の情報はみんなくアプリの操作ログデータから取得した。クイズシステムありアプリを用いた見学を行った被験者がお気に入り登録した全ての展示物の情報を取得し，テーマキーワードを集計，その中から最も多いテーマキーワードを取得した。また，実験後アンケートに記載された印象に残った展示物の情報とその展示物に設定されたテーマキーワードを取得した。取得したデータをまとめた表を表4に示す。なお，お気に入り登録数がテーマ設定の基準である5件に満たなかった1人の被験者のデータを除いたため，3人の被験者のデータのみを示している。被験者Bに注目すると，お気に入り登録した展示物のテーマキーワードで最多であったものが「入物」である。お気に入り登録された展示物の中には，クイズに取り組んでお気に入り登録した展示物も含まれている。また，印象に

残った展示物の1つにテーマキーワード「入物」を持つ「サゴでんぷん貯蔵用容器」が挙げられていた。見学中にクイズに取り組むことで鑑賞観点を獲得し、そのうえで見学を行ったことで、展示物が印象に残ったといえる。この鑑賞観点到繋がる見学テーマとして設定することで、展示物を印象に残るものにするだけでなく、その展示物について深く考え、学びに繋がるような見学ができると考えられる。

7 ま と め

本研究では、博物館を訪れた見学者を対象に、博物館の展示物に関するクイズを出題し、見学者の興味の触発や展示物の鑑賞観点的発見することを目的とした。展示物に関するクイズは、開発したクイズ生成システムを用いて生成した。見学中のクイズへの取り組みにより得られた鑑賞観点的から、その見学者にパーソナライズされた見学テーマを設定する。見学テーマによって、博物館での学びに繋がる体験の向上を目指した。

我々がこれまでに開発した電子ガイドアプリ上にクイズなどの機能を実装し、実際の博物館見学で利用するユーザ実験を実施した。結果として、博物館の見学中にクイズを用いることで、展示物に対して興味を持ったり、情報を理解したりなどといった有効性が確認された。

今後の課題として、電子ガイドアプリ内部でのクイズ生成を挙げる。本研究では、作成したクイズ生成システムであらかじめクイズを生成し、アプリが読み込めるデータベースの形で実装した。クイズ選択画面で選ばれたテーマキーワードによって、その都度クイズを生成できるようになれば、同じ展示物のクイズでも見学者ごとに異なる鑑賞観点的を得られ、よりパーソナライズされた見学テーマ設定を実現できると考えている

謝 辞

本研究の一部は JSPS 科学研究費助成事業 JP18H03494, JP18H03243, JP18K18161, JP17H00762, 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「個人の興味に合わせた文化財間コンテキストの発見」、「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。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Jonathan P. Bowen and Silvia Filippini-Fantoni. Personalization and the web from a museum perspective. In *Proceedings of the 8th International Conference on Museums and the Web 2004*, pp. 63–78, 2004.
- [2] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 17th Conference on North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language*

- Technologies*, pp. 4171–4186, 2019.
- [3] Tony Hall and Liam Bannon. Designing ubiquitous computing to enhance children's interaction in museums. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 22, No. 4, pp. 231–243, 2005.
- [4] Yong-Ming Huang, Chien-Hung Liu, Chun-Yi Lee, and Yueh-Min Huang. Designing a personalized guide recommendation system to mitigate information overload in museum learning. *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 150–166, 2012.
- [5] Hitoshi Isahara, Francis Bond, Kiyotaka Uchimoto, Masao Utiyama, and Kyoko Kanzaki. Development of the Japanese wordnet. In *Proceedings of the 6th International Conference on Language Resources and Evaluation*, pp. 2420–2423, 2008.
- [6] Eric Klopfer, Judy Perry, Kurt Squire, Ming-Fong Jan, and Constance Steinkuehler. Mystery at the museum a collaborative game for museum education. In *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, pp. 316–320, 2005.
- [7] Tsvi Kuflik, Einat Minkov, and Keren Kahanov. Graph-based recommendation in the museum. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Decision Making and Recommender Systems*, pp. 46–48, 2014.
- [8] Andrew J. Martin, Tracy L. Durksen, Derek Williamson, Julia Kiss, and Paul Ginns. The role of a museum-based science education program in promoting content knowledge and science motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 53, No. 9, pp. 1364–1384, 2016.
- [9] Sihang Qiu, Ujwal Gadiraaju, and Alessandro Bozzon. Towards memorable information retrieval. In *Proceedings of the 10th ACM SIGIR on International Conference on Theory of Information Retrieval*, pp. 69–76, 2020.
- [10] Jessica Roberts, Amartya Banerjee, Annette Hong, Steven McGee, Michael Horn, and Matt Matcuk. Digital exhibit labels in museums: Promoting visitor engagement with cultural artifacts. In *Proceedings of the 36th CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–12, 2018.
- [11] Elisabeth Van Dijk, Andreas Lingnau, and Hub Kockelkorn. Measuring enjoyment of an interactive museum experience. In *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimodal Interaction*, pp. 249–256, 2012.
- [12] Yiwen Wang, Natalia Stash, Lora Aroyo, Peter Gorgels, Lloyd Rutledge, and Guus Schreiber. Recommendations based on semantically enriched museum collections. *Journal of Web Semantics*, Vol. 6, No. 4, pp. 283–290, 2008.
- [13] Yiwen Wang, Natalia Stash, Rody Sambeek, Yuri Schuurmans, Lora Aroyo, Guus Schreiber, and Peter Gorgels. Cultivating personalized museum tours online and on-site. *Journal of Interdisciplinary Science Reviews*, Vol. 34, No. 2–3, pp. 139–153, 2009.
- [14] ヤノウィーンフィリップ. どこからそう思う? 学力をのぼす美術鑑賞: ヴィジュアル・シンキング・ストラテジーズ. 淡交社, 2015.
- [15] 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.
- [16] 長谷亜蘭. “謎解き”を取り入れた主体的・協同的な科学の学び. 日本科学教育学会研究会研究報告, pp. 1–4, 2015.
- [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核とした事前・事後学習支援. じんもんこん 2020 論文集, pp. 81–88, 2020.