

視線計測を用いた博物館見学者の展示閲覧行動調査： 特別展示「足跡化石から探る太古の世界」の例

横須賀市自然・人文博物館 柴田健一郎

Abstract

The viewing behaviors of museum visitors were investigated using eye tracking. Data was collected from a total of 21 participants, including 13 children and 8 adults, during their visit to the special exhibit “Fossil footprints: Key to the Ancient World” at the Yokosuka City Museum. The result indicates that both children and adults spent more time observing hands-on exhibitions compared to traditional exhibits that consist of specimens, replicas, and explanation panels. These hands-on exhibits are interpreted to be effective to fascinate the visitors. In addition, some hands-on exhibits promoted inquiry-based learning, such as identifying the track makers and measuring fossil tracks. Children, in particular, show less interest in reading the explanation panels than adults. The use of exhibit characters and simplified explanations may enhance children’s understanding of the exhibit contents.

はじめに

博物館の展示は、見学者のニーズを明らかにして展示の質を向上させるために、見学者が何に注目し、どのように閲覧したかを明らかにすることが重要である。このような展示の評価には、見学者の行動を目視によって記録する「観察法」、見学者に直接聞き取り調査を行う「面接法」、いわゆるアンケート調査である「質問用紙法」などの調査法が用いられる（日本展示学会, 2010）。近年、被験者の視線の動きを記録・分析する視線計測（アイトラッキング）が装置の低価格化や信頼性の向上、スクリーンベース型の装置に加えてウェアラブル型の装置の普及により、マーケティング研究（田川ほか, 2014; 里村, 2017; 金子ほか, 2018）や学校教育における授業研究（永井・大森, 2020）などさまざまな分野で活用されるようになってきた。視線計測は被験者の視線を客観的に記録・分析し、被験者の注視する場所や視線の移動を明らかにすることができる。この手法は博物館展示の評価や来館者の行動調査にも広く活用が期待されるが、博物館展示物に対する視線計測の実践例は少ない（山田ほか, 2016; 近藤, 2019; 江草ほか, 2022）。

横須賀市自然・人文博物館（以下、横須賀市博）は、2021年7月24日（土）から2022年1月10日

（月・祝）まで、特別展示「足跡化石から探る太古の世界」を開催した。横須賀市博がこれまでに収集した足跡化石資料128点を一堂に展示し、各地質時代の足跡化石とそれらを残した動物、足跡化石からわかる過去の動物の行動や生態を紹介することを目的とした（柴田, 2021, 2022）。特別展示の平面図を図1に示す。この展示の開催にあたり、展示資料と解説パネル（図2A-C）に加え、見学者が探究的に学習できることをねらいとしたハンズオン展示を5点开発した（図2D-I）。しかし、展示解説者がいない展示室では、展示物に基づいて見学者に学習を促すことは困難であると考えられる。筆者は、見学者がどの展示に注視して閲覧したか、ハンズオン展示によって見学者が探究的に学習できたか、を明らかにする目的で、視線計測を用いて見学者の展示閲覧行動を調査した。本稿ではその調査結果と、結果から考察される見学者が好む展示手法、子供と大人の展示閲覧様式の特徴、開発したハンズオン展示の有効性について述べる。

ハンズオン展示

タブレット端末iPadで閲覧できるハンズオン展示を2点开発した。タブレット端末は高さ80 cmの木製台上に固定した。「3Dモデルで足跡化石を観

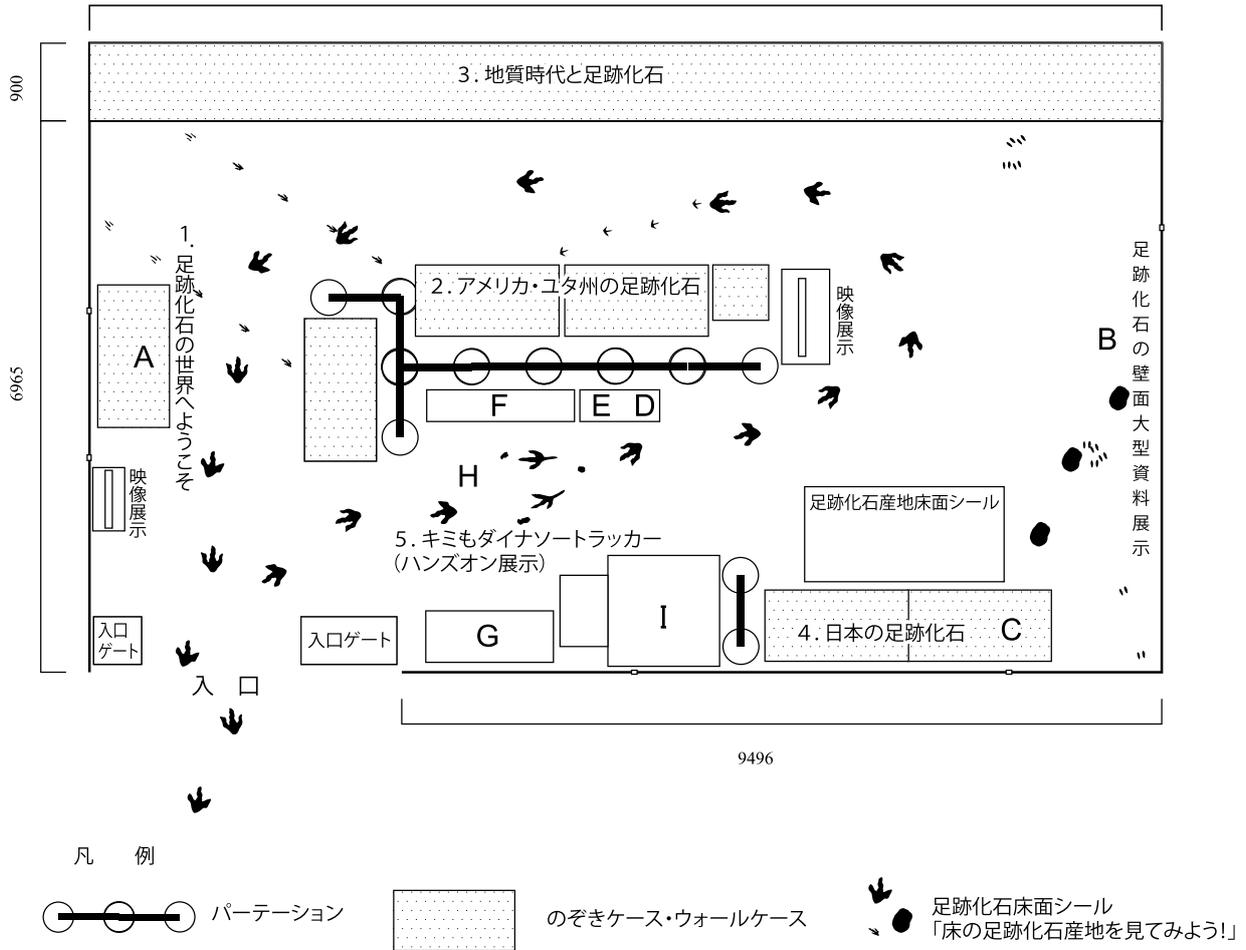


図1. 展示室平面図. A～Hは視線計測で分析した展示物. A:「足跡化石の世界へようこそ」. B: 足跡化石の壁面大型資料展示. C:「日本の恐竜足跡化石」. D:「3Dモデルで足跡化石を観察しよう！」. E:「360° 画像で足跡化石産地をみよう！」. F:「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう！」. G:「足跡化石を発掘しよう！」. H:「床の足跡化石産地をみよう！」. I:「巨大な足跡化石に入ってみよう！」.

察しよう！」(図2D, E)は、複数視点から撮影された写真を基に撮影物の三次元的な形状を復元する手法であるSfM 多視点ステレオフォトグラメトリーによって足跡化石の3Dモデルを生成し(柴田ほか, 2021)、それらをタブレット端末iPadで閲覧できるようにした。3Dビューワーのアプリ上で、10個の3Dモデルをサムネイルから選択し、自由に3Dモデルを拡大縮小、回転できるよう工夫した。これにより、通常の資料展示では観察できない視点から標本を観察できる。

「360° 画像で足跡化石産地をみよう！」(図2D, F)は、全天球カメラRICOH THETAで撮影した足跡化石産地の画像をタブレット端末で閲覧できるようにしたものである。画面をスクロールさせることにより全方位を自由に閲覧でき、実際に足跡化石産地を訪れた様子を体験できる。

「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう！」(図2G)は、足跡化石産地を再現した12ピースと20ピースの木製ジグソーパズル(40 cm×30 cm×3 cm)を作成した。12ピースのパズルは新生代の足跡化石産地をモデルとし、長鼻類、偶蹄類、鳥類の足跡を下に凸なモールドとして再現した。20ピースのパズルは中生代の足跡化石産地をモデルとし、肉食恐竜と植物食恐竜の足跡を上凸のナチュラルキャストとして復元した。肉食恐竜が両手両足をそろえてしゃがんだ跡や、植物食恐竜が群れで並んで歩いたことを示す歩行跡を再現した。足跡化石の凹凸は木材の重ね合わせによって表現した。野外で採集した足跡化石産地の石版を室内で組み合わせて復元する過程を見学者に体験させるとともに、完成したパズルから足跡を残した動物の種類や個体数、動物の行動を考察できる

ようにした。

「床の足跡化石産地を見てみよう！」(図2H)は、展示室床面に足跡化石の輪郭を切り抜いたシールを貼り、足跡化石産地を再現した。大小の肉食恐竜と植物食恐竜の足跡からなる中生代の足跡化石産地と、長鼻類と偶蹄類の足跡からなる新生代の足跡化石産地を制作した。大きな肉食恐竜が歩く、走る、しゃがむ、植物食恐竜を捕食する、小さな肉食恐竜が群れで並んで歩き、水中に入って泳ぐ、偶蹄類がジャンプする、といった動物の行動を考察できるようにした。

「足跡化石を発掘しよう！」(図2I)は、肉食恐竜の2つの足跡からなる歩行跡のFRP製レプリカ

(125 cm×29 cm×3 cm) を木箱の中に固定し、レプリカの上に細礫を敷きつめたものである。スコップや刷毛に加えてメジャーを備え付け、発掘と化石の計測が体験できるようにした。特別展示室内には歩幅と足跡化石の長さの計測から、動物の歩行速度が計算できることを説明したパネルを展示した。すなわち、足跡を残した動物の推定に加え、歩行跡の計測から動物の歩行速度を自分で計算する応用的な探究活動もできるようにした。

今回開発した展示物ではないが、ハンズオン展示として「巨大な足跡化石に入ってみよう！」(図2J)を展示した。この展示物は植物食恐竜である竜脚類のFRP製足跡化石レプリカ(140 cm×120



図2. A: 特別展示風景. B: 「足跡化石の世界へようこそ」. C: 足跡化石の壁面大型資料展示. D: タブレット端末展示外観. E: 「3Dモデルで足跡化石を観察しよう！」の端末画面. F: 「360° 画像で足跡化石産地を見てみよう！」の端末画面. G: 「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう！」. H: 「床の足跡化石産地を見てみよう！」. I: 「足跡化石を発掘しよう！」. J: 「巨大な足跡化石に入ってみよう！」. K: 特別展示キャラクターによる吹き出しの例.



図3. A: アイトラッカーを装着した被験者. B: アイトラッカーが記録した映像と被験者の視線の停留点(丸印). C: 足跡化石の壁面大型資料展示における被験者の視線の停留点(丸印). BとCはTobii Pro Lab – Analyzer editionの画面をキャプチャーしたもの.

cm×70 cm)で、階段を使って足跡化石の中に入ることができる。1992年の福島県立博物館企画展「恐竜のあるいた道」、2014年の佐久市子ども未来館夏の特別企画展「大発掘！世界の恐竜足跡化石展」などでも用いられた。

また、展示の工夫として、解説パネルには子供が理解しやすいように特別展示キャラクターの吹き出しによって平易な説明を記述した(図2K)。

方 法

特別展示見学者の閲覧行動を視線計測(アイトラッキング)によって調査した。調査日は2021年10月30日(土)、11月21日(日)、11月23日(火・祝)である。特別展示室入口で閲覧行動を調査中であることを説明し、調査協力を承諾いただいた見学者にウェアラブルアイトラッカーを装着させ(図3A)、キャリブレーションを行ったのち、被験者として特別展示室内を自由に見学させて視線データを記録した。アイトラッカーはトビー・テクノロジー株式会社のTobii Pro Glasses 2(50Hz)を使用した。子供には口頭で年齢または学年を聞き取った。

特定の場所に視点が固定されている状態を停留(Fixation)、視点が別の点に移動することサッケード(Saccade)と呼ぶ。サッケード中は外界を知覚することができず、停留点の視覚情報が脳に送られると考えられている(大野, 2002)。ここでは視線データをソフトウェアTobii Pro Lab – Analyzer editionで分析し、停留点を自動または手動で展示物の静止画面上にマッピングしたのち(図3B, C)、停留点の個数に基づいたヒートマップ(Heat map)とゲイズプロット(Gaze plot)を作成

した。ヒートマップは視線計測データを可視化するために最もよく用いられる手法で(Nielsen and Pernice, 2010; Bergstrom and Schall, 2014)、静止画面上に示された緑、黄、赤のエリアは順に被験者の視線の停留回数または停留時間が多かったことを示す。ゲイズプロットはスキャンパス(Scan path)とも呼ばれ、特定の被験者の停留点の移動軌跡を示す(Holmqvist et al., 2011)。

結 果

子供13人と大人8人の視線計測データを取得した。子供は5歳から小学校5年生までの年齢幅があり、いずれも保護者同伴での見学だった。大人は4人が子供連れ、3人は大人のグループ、1人は大人単独での見学だった。最も長かった見学時間は大人で23分4秒、最も短かった見学時間は5歳の3分22秒だった。

視線計測データを分析した展示物は、レプリカ資料、実物資料、解説パネル、映像展示を組み合わせた「足跡化石の世界へようこそ」(図2B)、レプリカ資料と解説パネル、床面の足跡化石産地写真シート(250 cm×120 cm)からなる「日本の足跡化石」、足跡化石の壁面大型資料展示(図2C)、ハンズオン展示である「3Dモデルで足跡化石を観察しよう！」(図2D, E)、「360°画像で足跡化石産地を見てみよう！」(図2D, F)、「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう！」(図2G)、「床の足跡産地を見てみよう」(図2H)、「足跡化石を発掘しよう！」(図2I)、「巨大な足跡化石に入ってみよう！」(図2J)である。それらの計測結果に基づき、展示物のヒートマップとゲイズプロットが作成された(図4～図7)。

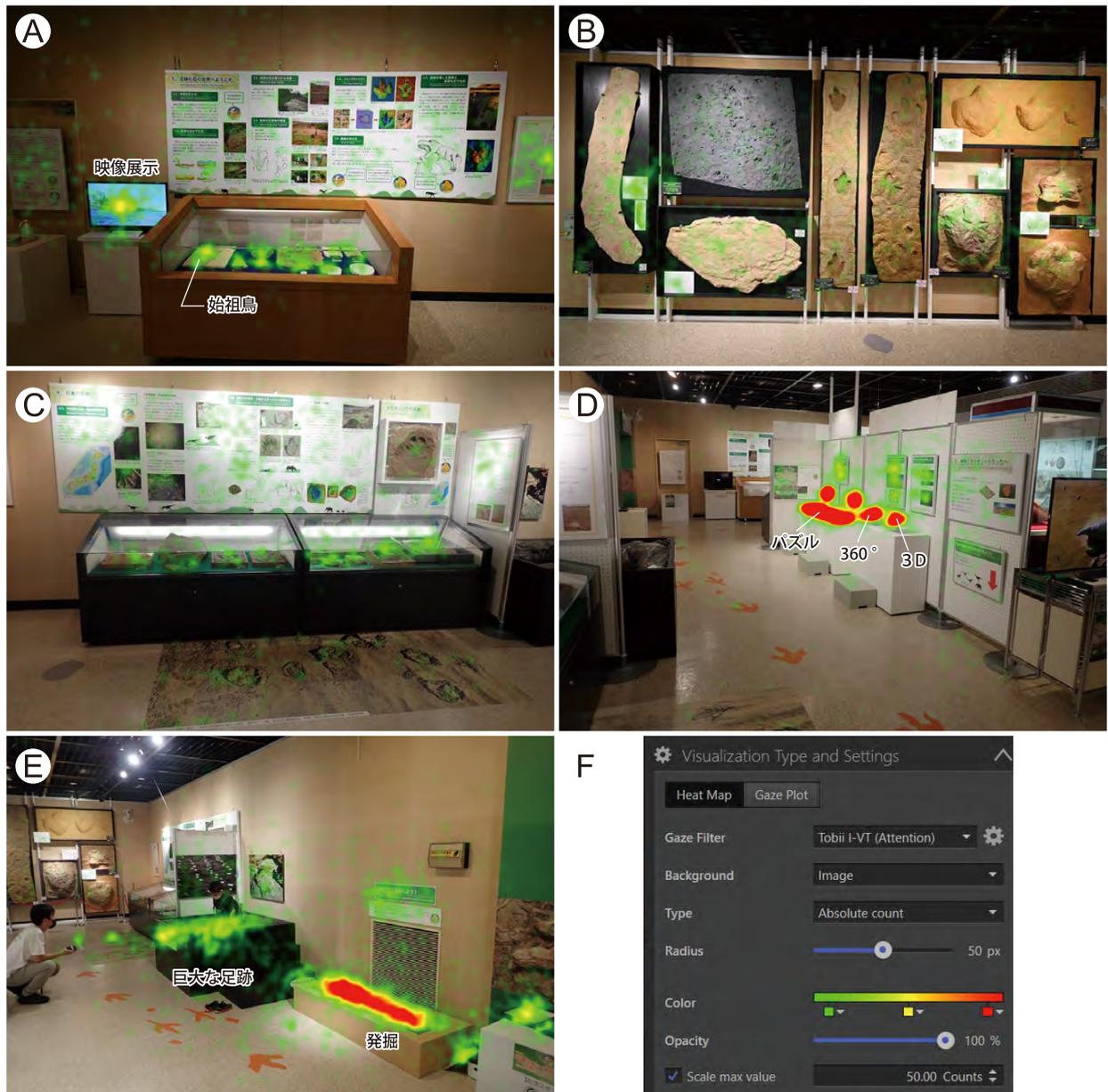


図4. アイトラッキングによる全被験者 (21人) のヒートマップ。A: 「足跡化石の世界へようこそ」。B: 足跡化石の壁面大型資料展示。C: 「日本の足跡化石」。D: 「360° 画像で足跡化石産地を見てみよう!」、「3Dモデルで足跡化石を観察しよう!」、「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう!」、「床の足跡産地を見てみよう」。E: 「足跡化石を発掘しよう!」、「巨大な足跡化石に入ってみよう!」、「床の足跡産地を見てみよう」。F: ヒートマップの可視化セッティング。

見学者の展示閲覧行動

作成したヒートマップは、被験者の視線の停留個数の多寡を表す。停留個数の多い展示物は、被験者がその展示物を見ていた時間が多かったとみなせるため、停留個数の多い展示物は被験者への魅了度 (坪山・佐藤, 1998; 柴田, 2023) が高かったと解釈できる。今回検討対象とした展示のうち、ヒートマップに基づき被験者の閲覧時間が長く、最も魅了度が高かったと考えられるものは、「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう!」、「360° 画

像で足跡化石産地を見てみよう!」、「3Dモデルで足跡化石を観察しよう!」(図4D)、「足跡化石を発掘しよう!」(図4E)であった。これらの展示物の説明パネルも被験者の閲覧時間が長かった。続いて「巨大な足跡化石に入ってみよう!」(図4E)、「足跡化石の世界へようこそ」の映像展示(図4A)、実物・レプリカの展示資料(図4A~C)の魅了度が高く、解説パネル(図4A, C)と「床の足跡産地を見てみよう」(図4D, E)の魅了度は最も低かったと考えられる。この傾向は、単独またはグルー

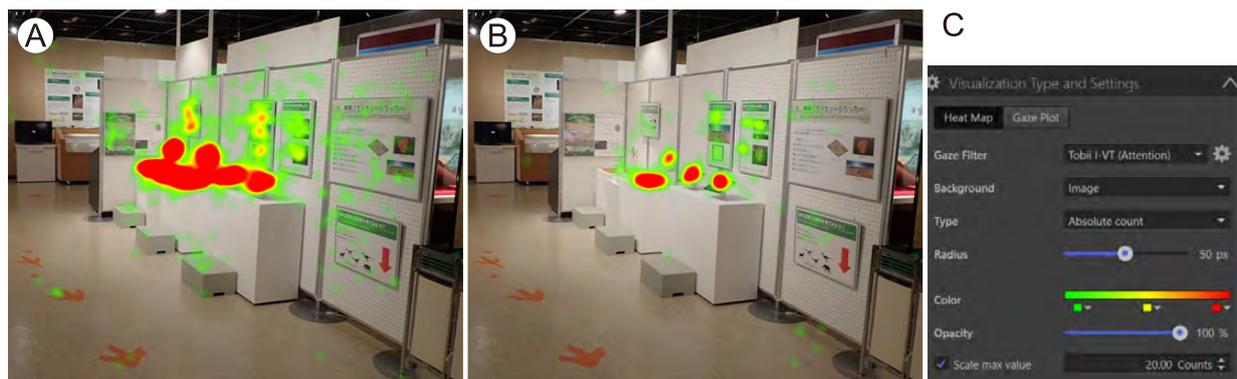


図5. 「360° 画像で足跡化石産地をしてみよう!」、「3Dモデルで足跡化石を観察しよう!」、「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう!」のヒートマップ. A: 子供または子供と見学している保護者 (17人). B: 単独または大人のグループで見学している大人 (4人). C: ヒートマップの可視化セッティング.



図6. A: 壁面大型資料展示のアイトラッキングによる全被験者 (21人) のヒートマップ. B: ヒートマップの可視化セッティング.

プで来場している大人と、子供または子供と一緒に来場している保護者の間で大きな違いは認められなかった (図5)。以上の結果から、年齢に関係なく、ハンズオン展示の魅了度が高いことが理解される。すなわち、ハンズオン展示は、見学者に長く展示を閲覧させることができ、うまく活用すれば展示のメッセージを伝えやすくと考えられる。

これまでの視線計測を用いた展示物の研究からは、見学者は図や写真、動画から多くの情報を得ること (山田ほか, 2016)、展示資料よりも解説パネルを中心にしている傾向があること (近藤, 2019) が指摘されている。今回、「足跡化石の世界へようこそ」の映像展示は、展示資料に比べて魅了度がやや高かった (図4A)。この映像展示では肉食恐竜が足跡を残している様子をCGで紹介した。さら

に、足跡化石の壁面大型資料展示でも、展示資料に比較して足跡化石を残した古生物の復元画の魅了度が大きかった (図6)。足跡化石の展示では、展示資料とラベル、解説文から見学者が足跡を残した動物を想像することは難しいと考えられる。今回の結果は、展示資料に加えて足跡を残した動物の復元画や映像を展示することが重要であることを示している。一方、復元画や写真、映像と同程度の魅了度を持つと考えられる展示資料も認められた。例えば、「足跡化石の世界へようこそ」で体化石の例として展示した始祖鳥のレプリカ (図4A) や、壁面大型資料展示の「狩りを示す足跡」 (図6) の魅了度は他の展示資料よりも高い。始祖鳥は教科書や書籍によく掲載される有名な化石資料であること、「狩りを示す足跡」は大きな足跡を残した動物が小さな足跡を残した動物を捕食した

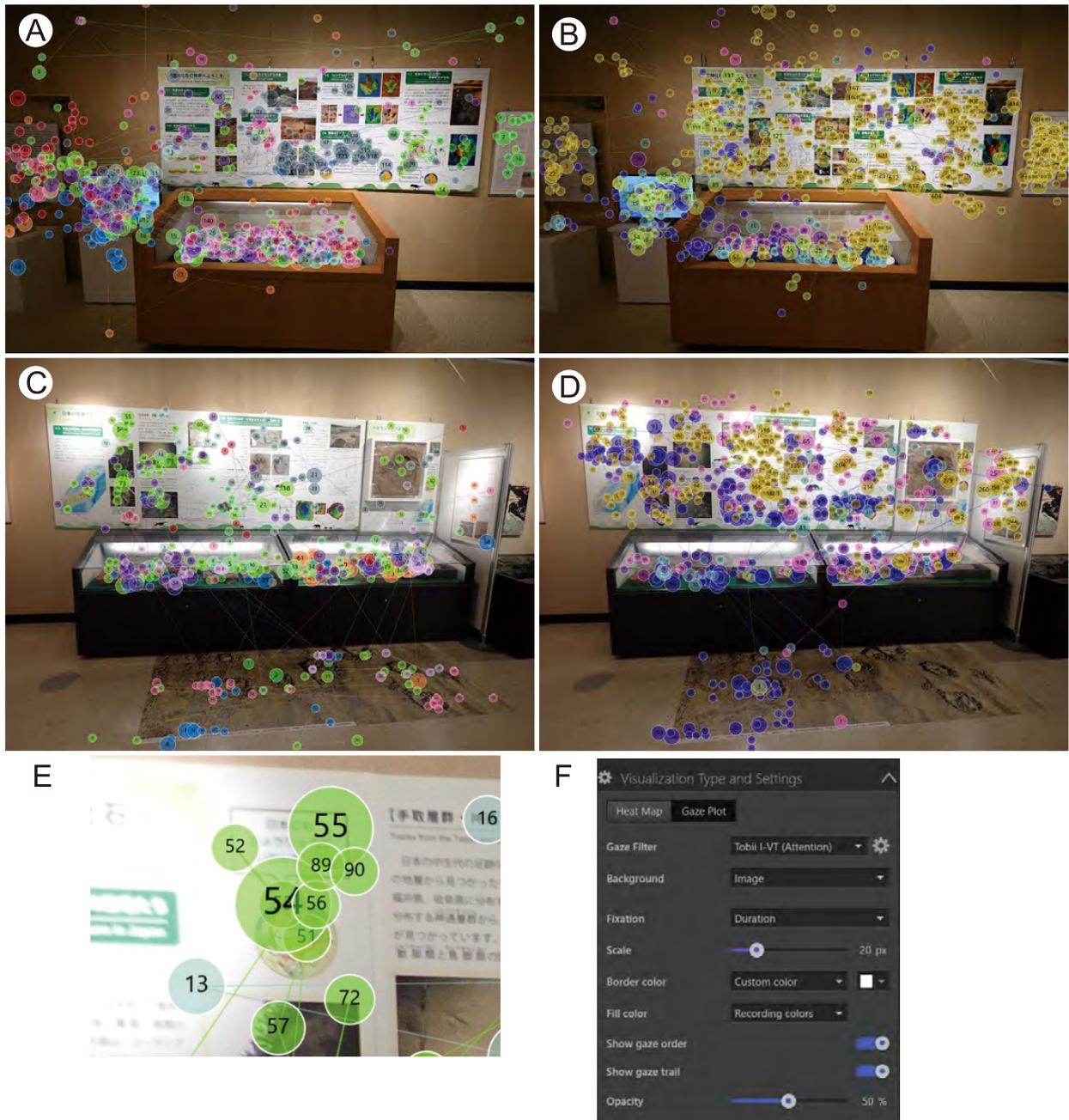


図7. 子供 (13人) と大人 (8人) のゲイズプロット. A: 「足跡化石の世界へようこそ」, 子供. B: 同左, 大人. C: 「日本の足跡化石」, 子供. D: 同左, 大人. E: Cの展示キャラクター吹き出しの拡大. F: ゲイズプロットの可視化セッティング.

と考えられる2つの歩行跡からなり、過去の動物の行動を推測できるという探究的な面白さを持つことから、それらの魅力が高かったと解釈できる。展示資料によっては、見学者が資料そのものに注目して閲覧する場合もあることを示している。

ゲイズプロット (図7) からは、大人と子供の展示閲覧様式が異なることが解釈される。「足跡化石の世界へようこそ」と「日本の足跡化石」において、子供は主に展示資料や映像展示、解説パ

ネルの写真や画像を注視し、特に図や写真は解説パネルの低い位置にあるものを優先的に見学していた (図7A, C)。一方、大人の被験者は子供よりもパネルの解説を長く読む傾向が認められた (図7B, D)。この結果は、子供に展示の内容を文字や文章で伝えることが困難であることを示唆している。一方、解説パネルには特別展示キャラクターの吹き出しによる平易な説明を付したが (図2K)、子供13人のうち1人はキャラクターの吹き出しに

注目した様子が伺えた(図7E)。親しみやすいキャラクターを用い、低い位置に子供でも理解しやすい説明文を示すことで、子供にも展示内容を理解させやすくできる可能性が考えられる。

開発したハンズオン展示の評価

今回開発したハンズオン展示5点は、一般的に被験者への魅了度が高く(図4, 5)、見学者が興味を持ちやすい展示物であったと考えられる。しかし、「床の足跡産地を見てみよう」は被験者からほとんど注目されず(図4D, E)、この展示から歩く、走る、しゃがむ、泳ぐ、捕食するといった動物の行動を考察した被験者は、21人中1人も認められなかった。一方、「日本の足跡化石」では床面に足跡化石産地の写真を展示したが、この床面写真には注目する被験者がやや多かった(図4C, 図7C, D)。「床の足跡産地を見てみよう」は足跡の輪郭を示したシールからなる展示物であり、展示室の装飾として捉えられやすく、被験者を誘引することができなかった可能性がある。見学者から注目してもらえるような工夫が必要だったと考えられる。

「足跡化石ジグソーパズルに挑戦しよう!」では、完成したジグソーパズルから足跡を残した動物を推定しようと試みた被験者が、21人中1人の子供で認められた。パズルから動物の行動を推定したと考えられる被験者はいなかった。「足跡化石を発掘しよう!」では、足跡化石レプリカを発掘したのち、備え付けのメジャーで足跡化石の歩幅を計測した被験者が21人中1人、同じく子供で認められた。ただし足跡化石の長さから動物の歩行速度を計算した様子は見られなかった。これら被験者の閲覧行動に基づくと、展示解説者がいなくても、ハンズオン展示を用いて見学者に学習させることは可能であると考えられる。今回のハンズオン展示では、学習を促す解説パネルを展示物に付した。より多くの見学者が自ら学習できるように、解説パネルのデザインを工夫する、クイズ形式のようなワークシートを配布するなどの工夫が有効であるかもしれない。

まとめ

特別展示「足跡化石から探る太古の世界」において、見学者21人の閲覧行動を視線計測(アイトラッキング)によって調査した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 子供でも大人でも、ハンズオン展示の閲覧時間が長かった。ハンズオン展示は見学者に長く展示を閲覧させるために効果的だと考えられる。
- (2) 見学者は展示資料よりも映像展示や写真、復元画を中心に見る傾向があるが、著名な展示資料や探究的な面白さを持つ資料の場合は、展示資料そのものに注目して閲覧する場合もある。
- (3) 子供は大人に比べて解説パネルの文章を読まない傾向がある。親しみやすいキャラクターなどを用いることにより、子供にも展示内容を伝えることが容易になる可能性がある。
- (4) 今回開発した足跡化石を素材としたハンズオン展示について、見学者が足跡化石から足跡を残した動物を推定する、足跡化石を計測する、といった様子が記録された。解説パネルの改良やワークシートの配布により、より多くの見学者に学習を促すことができると考えられる。

謝辞

神奈川県博物館協会会報編集委員の皆様には原稿を読んでコメントをいただき、原稿が改善されました。感謝申し上げます。本研究はJSPS科研費17K12968、21K01010の助成を受けたものです。

引用文献

- Bergstrom, J. R. and Schall A. J. 2014. Eye tracking: In user experience design. 374pp. Elsevier, Amsterdam.
- 江草遼平・向山翔希・楠 房子・稲垣成哲 2022. 科学系博物館におけるキャラクターを導入した展示解説支援4コママンガ: 視線計測データに基づいた分析. 日本科学教育学会研究会研究報告, 37: 107-112.
- Holmqvist K., Nyström M., Andersson R., Dewhurst R., Jarodzka H. and van de Wiejer J. 2011. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. 537pp. Oxford University Press, Oxford.
- 金子雄太・石橋 健・矢田勝俊 2018. 視線追跡データを用いた消費者の店舗内購買行動の分析. PACIS2018主催記念特別全国研究発表大会予稿原稿: 103-106.
- 近藤智嗣 2019. 展示評価. 展示論講座—博物館の展示—2019 講義資料集: 20. 日本展示学会.
- 永井大円・大森理聡 2020. アイトラッカーを活用した授業リフレクションの効果について. デジタル教科書研究, 7: 1-19.
- Nielsen J. and Pernice K. 2010. Eyetracking web usability. 437pp. New Riders, Berkeley.

- 日本展示学会 2010. 展示論—博物館の展示をつくる—. 226pp. 雄山閣, 東京.
- 大野健彦 2002. 視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明. 認知科学, 9: 565–579.
- 里村卓也 2017. 視線計測による消費者行動の理解. 経営の科学 62: 775–781.
- 柴田健一郎 2021. 足跡化石から探る太古の世界—恐竜からナウマンゾウまで—. 特別展示解説書17. 54pp. 横須賀市自然・人文博物館.
- 柴田健一郎 2022. 足跡化石から探る太古の世界—恐竜からナウマンゾウまで—. 横須賀市博物館報, (69): 3–10.
- 柴田健一郎 2023. 米国カリフォルニア科学アカデミーの展示の特徴と来館者の展示閲覧行動. 神奈川県博物館協会会報, (94): 15–21.
- 柴田健一郎・松川正樹・マーチン G. ロックレイ・アンドリュース R. C. ミルナー 2021. SfM多視点ステレオフォトグラメトリーによる恐竜足跡化石の三次元的な記録. 横須賀市博物館研究報告 (自然科学), (68): 1–13.
- 田川遼介・加藤俊一・数藤恭子・谷口行信 2014. 視線計測を用いた注視時間に基づく商品の購買決定要因の推定. 情報処理学会研究報告, 2014-HCI-157: 1–4.
- 坪山幸王・佐藤信治 1998. 水族館の観覧空間における展示水槽・展示物に対する入館者の観覧行動に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, (511): 107–114.
- 山田航平・中平勝子・北島宗雄 2016. 科学館体験における満足度評価の枠組みとそれに基づく展示法. FIT2016 (第15回情報科学技術フォーラム) 講演論文集, 第3分冊: 381–384.