

年齢がパブリックディスプレイ利用に与える影響： ミュージアムにおけるフィールドスタディ

市野 順子^{1,a)} 磯田 和生² 上田 哲也² 佐藤 玲美²

受付日 2016年4月28日, 採録日 2016年11月1日

概要: 既存のパブリックディスプレイは、どのユーザにも一様なインタラクションを提供する。本稿では、ユーザの年齢層に適したパブリックディスプレイを設計するために、年齢がパブリックディスプレイを利用する際の行動に及ぼす影響を探る。約3カ月間にわたるフィールドスタディを実施して収集した、10～70歳以上までをカバーする7つの年齢層からなる合計700人以上のデータを分析した。分析の結果、年齢が以下のような影響を及ぼすことが明らかになった：(1) パブリックディスプレイへの積極的なアプローチの程度は40代前後を頂点とする逆U字型曲線を描く。(2) パブリックディスプレイ上の異なるコンテンツへのアクセスの程度は20代を頂点とする逆U字型曲線を描く。(3) 10代は他の年齢層よりも知人と一緒にパブリックディスプレイと関わる傾向にある。(4) パブリックディスプレイ利用時の精神的作業負荷の程度は、30～40代を頂点とする逆U字型曲線を描く。これらの知見は、ミュージアムはじめ公共の場に設置されたパブリックディスプレイのインタラクションを、年齢に応じて設計する際に有用である。

キーワード: パブリックディスプレイ, 年齢, アンビエントインタフェース, ミュージアム, フィールドスタディ

Age-related Behavior in Using a Public Display: A Field Study at a Museum

JUNKO ICHINO^{1,a)} KAZUO ISODA² TETSUYA UEDA² REIMI SATOH²

Received: April 28, 2016, Accepted: November 1, 2016

Abstract: Existing public displays typically provide a uniform interaction for every user. In order to design public display that is suitable to its users' age group, this paper investigates age-related user behavior in using a public display. We conducted a field study over a period of approximately three months, collected data from a total of more than 700 users in 7 age groups between the ages of 10 and over 70 and analyzed the obtained data. Our analysis showed the following age-related user behavior in using a public display: (1) Degree of actively approaching the public display forms a reversed U-shaped curve with a peak at users in their around 40s, when it is depicted as a graph for different age groups. (2) Degree of accessing different contents on a public display forms a reversed U-shaped curve with a peak at users in their 20s. (3) Users in their 10s are more likely to be with acquaintances in a space around a public display. (4) Degree of mental workload associated with interacting with a public display forms a reversed U-shaped curve with the peak at users in their 30s and 40s. Our findings are useful when considering the age of users and designing a public display and user interactions with the public display in public spaces such as museums.

Keywords: public display, age, ambient user interface, museum, field study

1. はじめに

周囲の環境に埋め込まれたセンサを用いてユーザ属性を

収集し、そのユーザに適したデジタル環境を提供するアンビエントインタフェースは、我々の日常生活に徐々に浸透しつつある。しかし、既存のアンビエント技術は、そのユーザに適した情報（テキスト・音声・画像等のコンテンツ）を提供しているものの、ユーザに適したインタラクションを未だ十分には提供できていない。ユーザの特徴を表すユーザ属性には、年齢、性別、人種、居住地、職業、健康状態などがある。その中で本研究は年齢に着目する。

¹ 香川大学
Kagawa University, Takamatsu, Kagawa 761-0396, Japan
² 大日本印刷株式会社
Dai Nippon Printing Co., Ltd., Shinjuku, Tokyo 162-8001, Japan
^{a)} ichino@eng.kagawa-u.ac.jp

人は年齢によって身体機能、認知機能、精神心理機能が大きく変化する [1]。これら機能が異なれば、最適なインタラクションも当然変わるであろう。それゆえ、アンビエントインタフェースを検討する際、年齢は重要なユーザ属性の1つと考えられる。

年齢に応じたインタラクションを提供するためには、情報端末との接し方に関する年齢の違いを理解することが重要となる。年齢の要因を考慮した HCI 研究は増えつつある [2]。しかし、それらのほとんどは、人口構成の世界的な高齢化に伴って高年齢層に着目している。若年齢層から高年齢層に至るまでの各年齢層のデータを網羅的に収集し調査した研究はほとんどない。また、それらが扱っている情報端末は、スマートフォンやラップトップなど、スクリーンが小型あるいは中型のデバイスが主流で、スクリーンが大型のデバイスを扱った研究は少ない。

本研究では、大型の情報端末、中でも、近年加速度的に増加しているパブリックディスプレイ——公共の空間に設置された不特定多数の人が利用するディスプレイ——に着目する。現代社会では、自己表現や他者との交流の場が都市空間からデジタル空間（例えば、Facebook や Twitter）に移行し、ネット上でのいじめや社会不適応などの新しい問題が生じている。そのような状況の中で、パブリックディスプレイは、対話的・社会的な体験の場を都市空間に再び呼び戻すための有望な手段である [3]。パブリックディスプレイは、小型・中型の情報端末と異なり、ユーザが固定されていないため、それぞれのユーザに適したデジタル環境を動的に提供することが今後望まれると考えられる。様々なパブリックディスプレイ（例えば文献 [4], [5]）が開発されている中で、本研究は、タッチ操作形式のパブリックディスプレイに焦点を合わせる。その理由は2つある。第1に、ディスプレイやタッチパネルの技術の進化と低コスト化に伴い、今後さらに増加することが予想されるタッチ操作形式のパブリックディスプレイと、ユーザはどう接するかを理解することは重要な課題である。第2に、タッチ操作形式のインタフェースは、ソフトウェアレベルで実現できる範囲が広いから、アンビエントインタフェースとしての実用可能性が高い。

以上より、本研究の目的は、タッチ操作形式のパブリックディスプレイを利用する際のユーザの心理的・身体的な行動に関して、広範でかつ細かく分類された年齢層別の違いを検証することである。本研究は、ミュージアムで開催された企画展に導入された標準的なインタラクティブ展示のディスプレイを利用し、約3カ月間のフィールドスタディを実施した。企画展に来場した各年齢層——10代・20代・30代・40代・50代・60代・70歳以上——の合計700人以上の一般の人の量的（インタラクションログ、来場者アンケート）データを収集した。収集したデータを解析し、各年齢層のユーザのパブリックディスプレイとの関わり方（ディス

プレイとのインタラクションに至るまでの状況、ディスプレイとのインタラクションの状況、ディスプレイと複数ユーザの関わり方の状況）に関してどのような特徴を持っていたかを明らかにする。また、各年齢層の特徴をふまえたパブリックディスプレイの設計のための示唆についても議論する。

本研究から得られる知見は、特定の年齢層に特化したパブリックディスプレイの設計、提供するインタラクションを年齢層に応じて動的に切り替えるアンビエントなパブリックディスプレイの設計、及び、さらなる HCI と年齢の関係を解明する調査研究やパブリックディスプレイの研究にとって有用である。

2. 関連研究

2.1 年齢ごとのインタラクション評価

HCI、アクセシビリティ（例えば文献 [6], [7]）、ハンディキャップ（例えば文献 [8], [9]）、人間工学（例えば文献 [10], [11]）の領域で、年齢の要因を考慮した研究の大半は、高年齢層に焦点を合わせている。そのため、これらの研究が扱う年齢層は、大抵の場合、高年齢層単体か、高年齢層とその比較対象としての若年齢層の2グループ、のいずれかである。また高年齢層・若年齢層と一口に言っても、研究によって指している年齢帯は様々である——高年齢層は50~90代の範囲のいずれか、若年齢層は10~30代の範囲のいずれか、また、被験者数は数名から数十名のケースが多い。

特定の年齢層（主に、高年齢層と若年齢層の2グループ）に注目し、情報端末とのインタラクションを評価した研究は多数ある。初期の頃は、マウス（例えば文献 [12], [13]）やスタイラスペン（例えば文献 [14]）を使って入力する間接操作を評価した研究が主流であった。その後、タッチスクリーン技術の普及とともに、スクリーンに指で触れて操作する直接操作を評価した研究が増加する。また、複数のインタラクション手法を比較した研究も存在する（例えば文献 [11], [15], [16], [17]）。

本段落では、これらのうちの、タッチスクリーンとの直接操作を、特定の年齢層に注目して評価した研究について詳述する。携帯電話やスマートフォン等スクリーンサイズが小型のデバイス（例えば文献 [6], [17], [18], [19]）や、タブレット・ラップトップ等スクリーンサイズが中型のデバイス（例えば文献 [17], [18], [20]）を扱った研究が多い。一方、テーブルトップディスプレイや壁型ディスプレイ等の大型スクリーンを扱った研究（例えば文献 [21], [22], [23], [24]）は少ない。特に、近年普及が進んでいる公共の空間に設置された大型のスクリーンに着目したものはほとんど見当たらない。また、年齢に注目しタッチスクリーンとのインタラクションを評価した既存研究が採用した評価タスクは、ターゲット選択、文字・数字入力、シングル/マルチタッチジェスチャ（例えばタップ、ドラッグ、ピンチ、回転など）が主流である [25]。これらの多くの研究から、高年齢者は一

一般的に、タッチインタラクションから恩恵を受け、タッチインタラクションを好む一方で、視覚的インタフェース(ターゲットのサイズや位置、ターゲット間の間隔、フォントサイズなど)が不適切だとタッチ操作が困難になることが示唆されている [25].

2.2 パブリックディスプレイ

不特定多数の通行人が存在する公共の場での利用を前提としたパブリックディスプレイの研究は、恐らく提示情報量の多さ、耐久性の高さ、価格の低さといった要因から、ディスプレイパネルやリアプロジェクションスクリーンを活用したものが主流である。これらの研究では、パネルやスクリーン自体の形状(例えば文献 [5], [26], [27])やサイズ(例えば文献 [28])を工夫して新たなパブリックディスプレイを提案した研究や、複数の平面のパネルの配置を工夫することで新たな形状やサイズのパブリックディスプレイを提案した研究(例えば文献 [4])がある。また、パブリックディスプレイに適したインタラクション手法を探求した研究(例えば文献 [28], [29], [30])も活発に行われている。

前の段落で挙げた研究の多くは、提案手法がユーザにどのような効果を及ぼすかを調べるためにユーザスタディを実施している。しかしその際、複数のユーザグループに分けて、その効果を検証した研究はほとんどない。また、これらのユーザスタディは、ラボではなく「現場 (*in the wild* [31])」、つまり長期間に渡る日常の利用の中で実施されることが増えてきた(例えば文献 [5], [32], [33], [34])。背景として次の2点が考えられる。第1に、ディスプレイが設置された公共の空間では、人々は出たり入ったりする傾向が強い。このような状況をラボ実験によって再現することは容易でない。第2に、ラボ実験では、参加者は「良い参加者でなければならない」と感じ、研究者の期待に沿うように行動や回答を調整する [35], [36] 傾向がある。特に見知らぬ人がいるときの社会的行動の再現が困難であることが指摘されている [36]。これらの知見は、パブリックディスプレイの評価は現場で実施されることが重要であることを示唆するものである。

以降では、一般的なコンピュータシステムとは異なり、パブリックディスプレイを設計・評価する際に考慮すべき2つの視点について関連研究を交えて概説する。

1つ目の視点は、「パブリックディスプレイが通行人の注意を引かれるか [37]」である。一般的なコンピュータシステムの場合、ユーザが初めからコンピュータに気付いていることを前提にしているが、パブリックディスプレイの場合、それを前提にできない。パブリックディスプレイは、外界のあらゆる刺激(例えば、標識や歩行者)と、通行人の注意を奪い合う状況に置かれている [37]。つまり、まず通行人の注意を引き付けられるかどうかパブリックディスプレイにとっては重要となる。例えば、この概念と関連して、ハニーポット効果 [38]——すでにディスプレイの近く

にいる人によって、新しく来た人がディスプレイに引き付けられる社会的効果——が検討されている [4], [29], [34].

2つ目の視点は、「パブリックディスプレイが複数ユーザを支援できるか」である。パブリックディスプレイは、一般的なコンピュータシステムとは異なり、パブリックディスプレイを取り巻く空間に複数の人がいることが前提である。そのため、パブリックディスプレイは、たとえ1人の人がインタラクションするシステムであっても、複数ユーザを支援することが重要となる [29]。特に、家族・友人・同僚等の知人同士のグループは、互いが物理的に近い距離にいる状態を保ったままパブリックディスプレイと関わることを望む傾向がある [39]。研究 [40] はこれに対して、グループの結び付きを保ちつつパブリックディスプレイとの関わりを管理する手法を提案している。

以上 2.1 および 2.2 節からわかるように、特定の年齢層に注目し、大型のディスプレイとのインタラクションを評価した研究は少ない。中でもパブリックディスプレイを取り上げ、現場で評価した研究は見当たらない。また、既存研究が対象とした年齢層は、高年齢層単体か、高年齢層と若年齢層の2グループのいずれかであり、広範にわたる年齢の年齢層ごとの特性は明らかになっていない。これらの理由から、本研究は広範な幅の年齢を対象とした、年齢とパブリックディスプレイインタラクションとの関係を調査するフィールドスタディを行う。

3. 仮説

2.2 節の後半で述べたように、一般的なコンピュータシステムとは異なり、パブリックディスプレイは、通行人の注意を引き付けることや複数ユーザを支援することが重要となる。そこで、本研究は、ユーザがパブリックディスプレイとどのようにインタラクションするか (H2, H3) だけでなく、通行人(来場者)がパブリックディスプレイにどう接近するか (H1)、複数ユーザがパブリックディスプレイをどのように共有するか (H4) にも着目し、4つの仮説を設定した。ここで言う接近とはパブリックディスプレイに気付き、その前まで移動することを指す。

H1: パブリックディスプレイに遭遇したとき、20代は他の年齢層よりも、パブリックディスプレイに積極的にアプローチする(20代を頂点とする逆U字型曲線を描く)。人は加齢に伴い、諸感覚の感受性が鈍くなる [41]。そして、刺激を受容しその刺激に対して運動を開始するまでの時間が反応時間と呼ばれ、これは10代から20代にかけて短くなり、20代を底にして、加齢に伴い長くなる [42]。また一般的に、人は年とともに「知ったつもり」が増え、何を見ても反応しなくなる傾向がある。これらに基づき、ディスプレイに遭遇したとき、20代が最もよく反応すると仮定した。

H2: パブリックディスプレイへの関与の量は、年齢層間

で差はない。ラボベースのユーザスタディを行った Ichino 等の研究では、大型のスクリーンの前での滞在時間やタッチ頻度は、young (15–29)・young middle age (30–44)・old middle age (45–60) で差がないことが示唆された [23]。この知見に基づき、滞在時間やタッチ頻度といったディスプレイへの関与は、年齢によって変わらないと仮定した。

H3：20代は他の年齢層よりも、パブリックディスプレイ上の異なるコンテンツにアクセスする（20代を頂点とする逆U字型曲線を描く）。本研究が扱うコンテンツは、複雑な操作を伴わない（4.2節）ため、我々は、ユーザがディスプレイに提示された複数のコンテンツを処理する能力は、ユーザのコンテンツを操作する能力ではなく、コンテンツ自体を探求する能力と関連すると考えた。本コンテンツは、美術作品について、ユーザが新しい知識を得たり理解を深めたりしてもらうことを目的にしたものである。心理学の領域では、知能は流動性知能と結晶性知能の2つに分けられる [43], [44]。流動性知能は、新しいことの学習や新しい環境に適応するために必要な能力である。結晶性知能は、蓄積した学習や経験を生かす能力である。流動性知能は幼年期から青年期まで上昇し25歳頃をピークとして加齢とともに下降するのに対し、結晶性知能は加齢とともに緩やかに上昇する [45]。これをふまえて、我々は、ディスプレイに提示された複数のコンテンツを処理する能力は、流動性知能と関連すると仮定した。

H4：10代は他の年齢層よりも、知人と一緒にパブリックディスプレイと関わる。ミュージアムを訪問する際、大抵の人は家族・友人・同僚等の知人同士のグループと訪問する。彼らは、強い社会的関係を既に形成している場合が多く、グループとしての結束は強いことが予想される [40]。この結束の強さは、ミュージアムの体験を設計するデザイナーにとって大きな挑戦である。なぜなら、デザイナーは、結束したグループに、グループのメンバとではなく自分が設計したコンテンツと関与してもらうことを目指すからである [40]。特に、青年期（凡そ10代の前半から20歳頃まで）の人にとって重要な対人関係は仲間であり [46]、彼らは仲間と一緒に行動することを好む [47], [48]。これらの発達心理学的知見に基づき、仮説を構築した。

4. フィールドスタディ

本研究は、パリ・ルーヴル美術館とDNP大日本印刷による共同プロジェクト「ルーヴル—DNPミュージアムラボ [49]」の第10回展『古代ギリシアの名作をめぐって』 [50] の協力を得て実施された。第10回展は2013年に約7カ月間に渡って開催された（会期中の開館時間は週末のみである）。本研究はこのうちの約3カ月間を使って実施された。

4.1 調査環境

本研究は、第10回展に導入されたインタラクティブ展示



図1 体験スペースとインタラクティブ展示Cの概観

Fig. 1 Overview of the participation space.

の1つを利用して行われた。第10回展は、オフィスビルのエントランスホールの一角で行われており、3つの空間——展示室（ルーヴル美術館所蔵の美術作品を鑑賞する空間）、シアタ（美術作品に関する映像を鑑賞する空間）、体験スペース（美術作品に関するインタラクションシステムを体験する空間）——で構成される。体験スペースは4つのインタラクティブ展示で構成される（図1）。来場者は、入口（A）から入り、最初のインタラクティブ展示（B）を通過した後、残り3つのインタラクティブ展示（C, D, E）のあるスペースに移動し、出口（F）から退出する。誰でも参加できるため、多種多様な人が来場した。730人の来場者の基本属性（年齢層、性別、職業、言語）は表1の通りであった。これら属性は入口（A）で来場者自身にタッチパネルから入力してもらい、RFIDタグと紐付けられた。また期間中、特定の場所や特定のインタラクティブ展示にだけ人が集中するような状況は発生しなかったため、会場係が体験スペース内で来場者を誘導・整理する等のユーザの行動統制に関わることは行われなかった。

本研究が扱うディスプレイは、4つのインタラクティブ展示のうちの1つ『ギリシアの神々や英雄を見分ける（以降、Gods & Heroes）』（図1, C）のディスプレイを利用した。Gods & Heroesは、現在ルーヴル美術館内のアルコーブ（壁面の一部を後退させて作ったくぼみ状の空間）に設置されている。それにできるだけ近い環境としてこの空間が選ばれた。Gods & Heroesでは、1台のテーブルの上に2台のディスプレイが隣り合わせに設置されている（図2）。2台のディスプレイは、いずれもシングルタッチパネル一体型の40インチ液晶ディスプレイ（SAMSUNG 400TS-3）である。ディスプレイの解像度は1,920 × 1,080である。

来場者の行動を追跡するために、Gods & Heroesの周囲に、2台のアクティブRFIDタグ（MATRIX POWERTAG [51]）

表 1 ユーザの属性 (左)

Table 1 Characteristic of the visitors (left).

	n	%
年齢層		
10-19	100	13.7
20-29	137	18.8
30-39	103	14.1
40-49	161	22.1
50-59	90	12.3
60-69	85	11.6
70+	54	7.4
性別		
男性	306	41.9
女性	424	58.1
職業		
美術関係	56	7.7
会社員	191	26.2
学生	137	18.8
専業主婦	93	12.7
教員	19	2.6
公務員	27	3.7
自営業	25	3.4
定年退職	38	5.2
その他	144	19.7
言語		
日本語	676	92.6
フランス語	29	4.0
英語	26	3.6



図 2 水平・斜め・垂直に設置されたディスプレイ (右)

Fig. 2 Displays with 0°, 45°, 90° angles (right).

のアンテナを設置した。RFID タグアンテナは、2 台のディスプレイの各々の前に設置した。来場者は受付で RFID タグが貼り付けられたカードを受け取り、体験中首から吊り下げる。

4.2 コンテンツ

本研究のコンテンツは、Gods & Heroes で提供されたコンテンツをそのまま利用した (図 3)。コンテンツは、古代ギリシアの主な神々や英雄たちの特徴と見分け方について解説している。我々は、これを、特定の年齢層だけが関心を高くもつようなテーマ (例えば 10 代前半の関心の高い「恐竜」や、高年層の関心の高い「リタイア」) ではなく、どの年齢層でも楽しめるテーマであると想定する。ユーザに画面をタッチして情報を引き出してもらうタイプの、ミュージアムにおける標準的なインタラクティブ展示である。メニューは 2 階層の木構造で、操作に必要なタッチインタラクションはタップとドラッグの 2 種類のみであるため、インタラクションとしては比較的シンプルである。左右 2 つのディスプレイ (図 2) では、完全に同一のコンテンツが提供される。

ユーザが Gods & Heroes のディスプレイの前に立つ (RFID タグイン, 4.4.1 項) と、画面中央に「画面に触れて操作してください」というインストラクションが、ユーザが入場時に選択した言語 (4.1 節) で 3 秒間表示された後、トップページが表示される。トップページには、18 の神や英雄の画像がメニューボタンとして表示されている。各メニューボタンへのアテンションを促すために、各画像は常時ゆっくりと滑らかに拡大したり縮小したりする。拡大・

トップページ



「画像を一枚触ってみてください」

コンテンツページ例



ルーベ 「画像に触れてルーベを動かしてみよう」

その他のコンテンツページ例



図 3 使用されたコンテンツの画面例
Fig. 3 Examples of a content screen.

縮小のタイミングは画像ごとに異なるため、ある瞬間の各画像のサイズは大小様々である (図 3)。ユーザがメニューボタン画像をタップすると、タップした神や英雄のコンテンツページに遷移する。コンテンツページでは、タップした神や英雄に関連した画像が複数表示される。ユーザが任意の画像をタップするとルーベが現れ、このルーベをドラッグすることで画像の細部を鑑賞できる。コンテンツページに表示される説明文の量は、いずれのコンテンツページも図 3 に示されるように 20~100 文字程度であり、それほど多くはない。企画展主催者が想定する、本コンテンツの鑑賞時間は 15 分間である。

4.3 調査条件

2 つの変数——年齢層 (Age Group : 10 代 vs. 20 代 vs. 30 代 vs. 40 代 vs. 50 代 vs. 60 代 vs. 70 歳以上) とディスプレイ角度 (Display Angle : 水平 (0°) vs. 斜め (45°) vs.

垂直 (90°) (図 2) —— が操作された。ディスプレイ角度を操作した理由は、本研究とは別に、第 10 回展においてディスプレイ角度の要因がユーザに与える影響を調べることも目的としていた [34] ためである。各角度 2~3 週間ずつ、期間を変えて設置された。ディスプレイに表示されるコンテンツはいずれの角度条件も同じであった。

テーブル上の 2 台のディスプレイの設置高さ (床からディスプレイ下部までの高さ) は、水平と斜め条件のときは 2 台とも 800 mm、垂直条件のときのみ 1 台は 800 mm でもう 1 台は 1,050 mm とした。これら 2 つの高さは、健常者と車椅子利用者の両方が操作できる高さとして、多くの日本のミュージアムで標準的に用いられている高さである。

ここで、若年者や高齢者の平均身長は、中年者の平均身長と比較してやや低いという事実をふまえて、ディスプレイの高さが本研究結果に影響を与える可能性について考察する。本研究が採用した 800 mm という高さは、車椅子利用者が操作できる高さであるため、中年層のユーザよりも、10 代や高齢層のユーザの方が操作しやすい可能性が考えられる。もしそれが結果に影響を与えたとしたら、本研究が扱ったディスプレイ到達率・滞在時間・タップ頻度・ドラッグ頻度は、中年層よりも 10 代や高齢層の方が高くなると考えられる。しかし得られた結果はこれと一致しなかった (5.1 節, 5.2 節)。以上より、本研究のディスプレイの設置高さが結果に与えた影響は小さいと考えられる。

次に、垂直条件のときのみ 2 台のディスプレイの高さが異なることが、本研究結果に影響を与える可能性についても述べる。調査計画時に検討した結果、我々は次の 2 つの理由によりこの条件を選択した。1 つ目は、ユーザの利便性を無視して 2 つとも同じ高さにすると、本研究が目指す「現場」の状況とはかけ離れてしまう。2 つ目は、2 つのディスプレイに表示されるコンテンツは同一である (4.2 節) ため、来場者はどちらか 1 つにアクセスする可能性が高く、その意味では垂直もその他の角度も同じである。故に、垂直のときのみ 2 台のディスプレイの高さが違っていることによる影響は小さいと予想される。

4.4 データの収集および解析

合計で、122 時間 730 人分のインタラクションログと、472 人分の来場者アンケートを解析対象とした。

4.4.1 インタラクションログ

インタラクションログに含まれるデータは、日時、ユーザ ID、RFID タグイン、RFID タグアウト、コンテンツタップ、コンテンツドラッグである。インタラクションログは、以下に示す手順によって、RFID アクセスログとコンテンツアクセスログの 2 つを統合して生成される。

RFID アクセスログについては、以下のようにしてデータを収集した。ディスプレイ前面の床を中心とした半径約 750 mm の検知エリアに、ユーザが首から下げたアクティ

ブ RFID タグが進入/退出すると、タグは受信機に電波を送る。すると、受信機は、データ蓄積用 PC にタグ情報をリアルタイムで送る。PC は、RFID タグインおよび RFID タグアウトのログを、ユーザ ID と併せて記録する。

コンテンツアクセスログについては、コンテンツに埋め込まれたプログラムが、データ蓄積用 PC に、タッチおよびドラッグの操作のログをリアルタイムで送る。このログデータにユーザ ID は含まれていない。

データ蓄積用 PC は、リアルタイムに上記 2 つのログデータの同期をとる。この同期処理により、コンテンツアクセスログのユーザが特定される。しかし、この特定が可能なのは同時に RFID タグインしているユーザ数が 1 人の場合に限られる。2 人以上の場合は特定不可能である。これは本手法の限界である。そこで本研究では、滞在開始 (RFID タグイン) から終了 (RFID タグアウト) まで完全に 1 人だった場合のデータのみを解析対象とした [52]。

4.4.2 来場者アンケート

来場者アンケートの質問は、Gods & Heroes での体験に関する項目——ユーザの興味や態度といった情意に関する項目 (5.5 節) とユーザの行動に関する項目 (5.4 節) ——で構成された。アンケートへの回答は任意であった。

本段落では、我々がユーザの行動に関する項目 (5.4 節) をユーザにアンケートで尋ねるといった例外的な方法を採用した理由を述べる。来場者にタッチパネルから基本属性を入力してもらう (4.1 節) 際、「第 10 回展に一緒に来場した人が誰か」も併せて入力してもらえれば、インタラクションログを用いた集団行動の分析が可能になる。しかし、来場者同士の紐付けを行おうとすると、タッチパネル操作が複雑になり、来場者および会場係双方にかかる負担が大きくなる。第 10 回展を主催する企業の立場から見て、これは適切でないと考えられるため、実施には至らなかった。

4.4.3 統計的処理

パラメトリックデータについては、F 分布を利用した 7 (Age Group) × 3 (Display Angle) の 2 要因分散分析を行った。Age Group の主効果が有意であった場合には、下位検定として Age Group 間で Tukey の多重比較検定を行った。

カテゴリカルデータ (対象とした各カテゴリの度数の割合) については、まず逆正弦変換を行ってから、 χ^2 分布を利用した 6 または 7 (Age Group) × 3 (Display Angle) の 2 要因分散分析を行った。Age Group の主効果が有意であった場合には、下位検定として Age Group 間で Ryan の多重比較検定を行った。

ここで Age Group の水準数について注記する。来場者に体験スペースの入口で年齢層を入力してもらう (4.1 節) 際は、「10 代・20 代・30 代・40 代・50 代・60 代・70 歳以上」の 7 つから選択してもらった。一方、アンケートでは、調査計画時の不備により「10 代・20 代・30 代・40 代・50 代・60 歳以上」としてしまった。そのため、Age Group の

水準数は、インタラクションログに関わる結果は7つ、アンケートの回答に関わる結果は6つと異なる。

5章の各図中の*印は当該検定における5%有意を、**印は1%有意を表す。

5. 結果

5.1 パブリックディスプレイへのアプローチ

H1を調べるために、ディスプレイ到達率と初動秒数を求めた。

5.1.1 ディスプレイ到達率

ディスプレイ到達率は、体験スペースに入場したすべての来場者のうち、Gods & Heroesのディスプレイの前に一度でも立った(RFIDタグインした)来場者の度数の比率を表す。分散分析を行った結果、Age Group ($\chi^2(6) = 23.083$, $p < .001$), Display Angle ($\chi^2(2) = 15.733$, $p < .001$)の各主効果が有意であった、Age Group \times Display Angleの交互作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図4に示すAge Groupの条件間で有意差が見られた。グラフは、40代を頂点とする逆U字型曲線を描く。

5.1.2 初動秒数

初動秒数は、来場者が体験スペースに入場後、最初にGods & HeroesにRFIDタグインしてからディスプレイに初めて触れるまでの時間を表す。分散分析の結果、Age Groupの主効果が有意であった ($F(6, 439) = 2.419$, $p = .026$)。Display Angleの主効果および交互作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図4に示すAge Groupの条件間で有意差が見られた。グラフは、30~50代を底とするU字型曲線を描く。

5.2 パブリックディスプレイへの関与

H2を調べるために、滞在時間、タップ頻度、ドラッグ頻度を求めた。

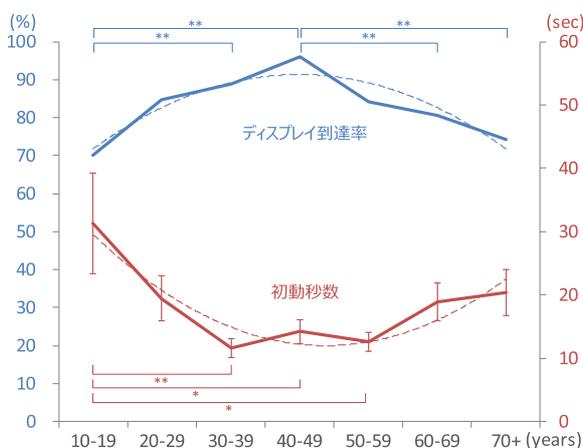


図4 ディスプレイ到達率と初動秒数(破線は2次の多項式の近似曲線を表す。以降のグラフも同様)

Fig. 4 Ratio of visitors' approaching the display and time until user's initial display operation.

5.2.1 滞在時間

滞在時間は、ユーザがGods & Heroesのディスプレイの前に滞在していた時間(RFIDタグインしてからRFIDタグアウトするまでの時間)の総時間を表す。各年齢層の平均滞在時間は、10代(4.3分)、20代(5.2分)、30代(5.2分)、40代(4.4分)、50代(5.3分)、60代(5.0分)、70歳以上(5.1分)であった。分散分析の結果、各主効果、交互作用効果、いずれも有意でなかった。

5.2.2 タップ頻度

タップ頻度は、ユーザがディスプレイに表示されたコンテンツをタップした総頻度を表す。各年齢層の平均タップ頻度は、10代(23.2回)、20代(19.1回)、30代(17.7回)、40代(17.0回)、50代(21.3回)、60代(13.2回)、70歳以上(12.4回)であった。分散分析の結果、Display Angleの主効果が有意であった ($F(2, 572) = 4.863$, $p = .008$)。Age Groupの主効果、交互作用効果は有意でなかった。

5.2.3 ドラッグ頻度

ドラッグ頻度は、ユーザがディスプレイに表示されたコンテンツをドラッグした総頻度を表す。各年齢層の平均ドラッグ頻度は、10代(18.2回)、20代(17.4回)、30代(16.3回)、40代(18.2回)、50代(18.4回)、60代(19.1回)、70歳以上(18.4回)であった。分散分析の結果、Display Angleの主効果が有意であった ($F(2, 572) = 6.502$, $p = .0012$)。Age Groupの主効果、交互作用効果は有意でなかった。

5.3 パブリックディスプレイ上のコンテンツへのアクセス

H3を調べるために、コンテンツページ間のアクセスの均等度を求めた。さらに、アクセスするエリアに偏りがあるかを見るために、コンテンツページアクセス割合を可視化した。

5.3.1 コンテンツページ間のアクセスの均等度

コンテンツページ間のアクセスの均等度は、18個のコンテンツページに対して、ユーザがどの程度均等にアクセスしたかを表す。本研究では、これを求めるためにジニ係数を用いた。ジニ係数は、所得や資産の分布の不平等度を表す指標で、経済学や社会学の研究で歴史的に使われている。そして、参加の均等性の測定のためにCSCW研究でも近年応用されている(例えば文献[53], [54])。ジニ係数によって、18個のコンテンツページがどの程度均等にアクセスされたかを定量化できる。ジニ係数は0から1までの値を取り、完全に平等なとき0になり、不平等度が大きいほど1に近づく。

まず、ユーザが18個のコンテンツページ各々を閲覧した(トップページの各メニューをタップしてコンテンツページに遷移した)頻度を用いてジニ係数を求めた。次に、1からジニ係数を引き、この値をコンテンツページ間のアクセスの均等度とした。分散分析の結果、Age Group ($F(6, 439) = 2.483$, $p = .023$), Display Angle ($F(2, 439) = 3.464$, $p = .032$)の主効果が有意であった。

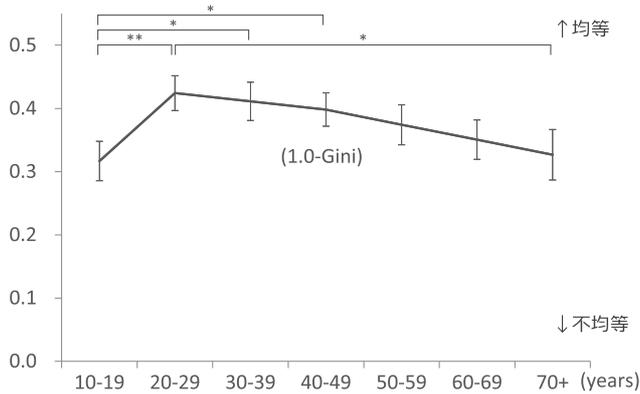


図 5 コンテンツページ間のアクセスの均等度

Fig. 5 Equality of user access among content pages.

交互作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図 5 に示す Age Group の条件間で有意差が見られた。グラフは、20代を頂点とする逆 U 字型曲線を描く。

5.3.2 コンテンツページアクセス割合

コンテンツページアクセス割合は、すべてのユーザが 18 個のコンテンツページを閲覧した（トップページの各メニューをタップしてコンテンツページに遷移した）総頻度に対する、各コンテンツページの相対度数である。図 6 に、各年齢層のコンテンツページアクセス割合をトップページ上に円で可視化する。各円は、トップページ上のメニューボタンの遷移先のコンテンツページのアクセス割合を表す。円の直径はアクセス割合に比例する。18 個の各コンテンツページに対して完全に均等にアクセスしたときのアクセス割合は $1/18 \approx 5.6\%$ となる。赤色の円はこの値よりも大きく、青色の円はこの値よりも小さいことを表す。

図より、まず、すべての年齢層において、ディスプレイの中心に位置するメニュー（god-hero ID: 2）へのアクセス割合が突出して高いことがわかる（god-hero ID 2 に対する全年齢層の平均値：24.7%）。特に 10代はその傾向が顕著である（god-hero ID 2 に対する 10 代の平均値：48.9%）。

次に、18 個の円の大きさを比較すると、すべての年齢層で、中央より左側にあるメニューへのアクセス割合の方が高いことがわかる。また、右上の 4 つのメニュー（god-hero ID: 17, 12, 18, 13）へのアクセス割合が低い（god-hero ID 17 に対する全年齢層の平均値：2.5%，12: 2.6%，18: 3.3%，13: 3.4%）ことがわかる。

5.4 集団行動

H4 を調べるために、ユーザに、Gods & Heroes 体験中の集団行動に関する 3 つの質問をした。

まず、Gods & Heroes を体験したユーザに対して、Gods & Heroes を誰かと一緒に/1 人のどちらで体験したかを尋ねた。「誰かと一緒に」と回答した比率を図 7 に示す。分散分析の結果、Age Group ($\chi^2(5) = 13.42, p < .05$)、Display Angle ($\chi^2(2) = 9.38, p < .01$) の主効果が有意であった。交互

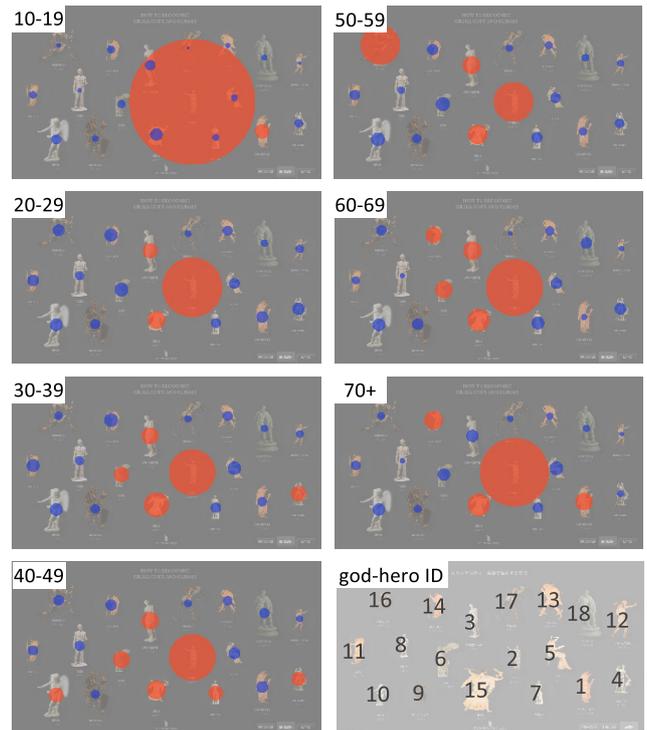


図 6 コンテンツページアクセス割合

Fig. 6 Access ratios of a content pages.

- Q:「Gods and Heroes を誰かと一緒に/1 人のどちらで体験しましたか？」
- Q:「Gods and Heroes を誰と体験しましたか？」
- Q:「Gods and Heroes を一緒に体験した人たちと顔を見合わせましたか？」

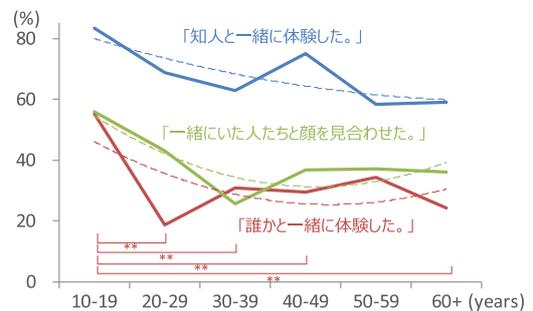


図 7 集団行動

Fig. 7 Group behavior.

作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図 7 に示す Age Group の条件間で有意差が見られた。グラフから、10代が最も高いことがわかる。

次に、Gods & Heroes を誰かと一緒にに体験したユーザに対して、誰と一緒に体験したかを尋ねた。「知人（家族、友達、同僚など）」と回答した比率を図 7 に示す。分散分析の結果、Age Group ($\chi^2(5) = 14.43, p < .05$)、Display Angle ($\chi^2(2) = 8.76, p < .05$) の主効果が有意であった。交互作用効果は有意でなかった。しかし、下位検定の結果、Age Group の条件間の有意差はなかった。グラフから、若年層ほど他人よりも知人と一緒にに体験する傾向が見られる。

さらに、Gods & Heroes を誰かと一緒にに体験したユーザに対して、一緒にいた人たちと顔を見合わせたかを尋ねた。ユーザは四者択一（頻繁にした、たまにした、あまりしな

Q:「Gods and Heroes をタッチ操作しているとき身体は疲れましたか？」
 Q:「Gods and Heroes の文字や写真を見ているとき身体は疲れましたか？」

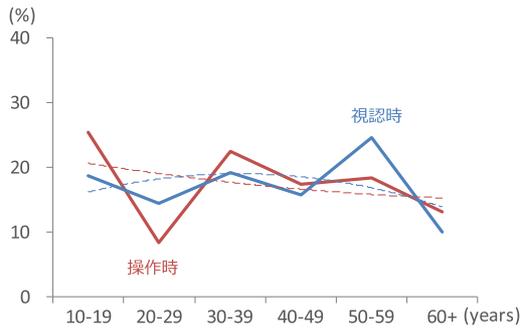


図 8 主観的な身体的作業負荷

Fig. 8 Subjective physical workload.

かった、まったくしなかった)で回答した。「頻繁に」または「たまに」を選択した群の度数の比率を求めた(図7)。分散分析の結果、各主効果、交互作用効果、いずれも有意でなかったものの、グラフから、上2つの結果と同様に、若年層ほど周囲の人と顔を見合わせる傾向が見られる。

5.5 主観的な楽しみと作業負荷

ユーザに、Gods & Heroes を体験した際の楽しみと、Gods & Heroes 体験中の4つの作業負荷(操作時・視認時の身体的・精神的作業負荷)に関する合計5つの質問に対して、四者択一(とてもそう思う、少しそう思う、あまり思わない、まったく思わない)で回答してもらった。各質問に対して、「とてもそう思う」または「少しそう思う」と回答した群の度数の比率を求めた。

楽しみに関しては、ユーザに「内容に惹きこまれて楽しめましたか?」と尋ねた。「とてもそう思う」または「少しそう思う」と回答した比率は、10代(93.9%)、20代(95.2%)、30代(88.9%)、40代(84.2%)、50代(86.9%)、60歳以上(89.9%)であった。分散分析の結果、各主効果、交互作用効果、いずれも有意でなかった。

身体的作業負荷を問う質問については、操作時及び視認時に分けて尋ねた。両質問とも、分散分析の結果、各主効果、交互作用効果、いずれも有意でなかった(図8)。

精神的作業負荷を問う質問についても同様に、操作時及び視認時に分けて尋ねた。両質問とも年齢層間で違いが見られた。操作時の精神的作業負荷については、分散分析の結果、Age Group ($\chi^2(5) = 28.324, p < .0001$), Display Angle ($\chi^2(2) = 7.425, p < .05$)の主効果が有意であった。交互作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図9に示すAge Groupの条件間で有意差が見られた。グラフは、30~40代を頂点とする逆U字型曲線を描く。一方、視認時の精神的作業負荷についても、分散分析の結果、Age Group ($\chi^2(5) = 13.194, p < .05$)の主効果が有意であった。Display Angleの主効果、交互作用効果は有意でなかった。下位検定の結果、図9に示すAge Groupの条件間で

Q:「Gods and Heroes をタッチ操作しているときストレスを感じましたか？」
 Q:「Gods and Heroes の文字や写真を見ているときストレスを感じましたか？」

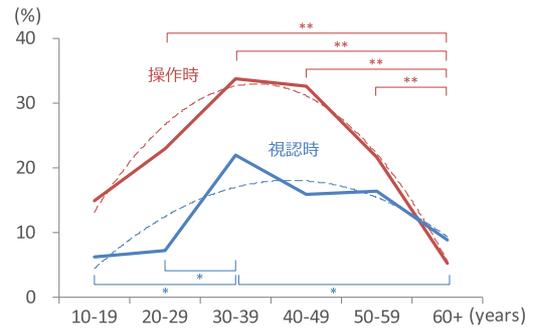


図 9 主観的な精神的作業負荷

Fig. 9 Subjective mental workload.

有意差が見られた。グラフは、30~40代を頂点とする逆U字型曲線を描く。

6. 議論

本研究によって、パブリックディスプレイを利用するユーザの行動が、年齢層間で有意差があることが明らかになった。本研究で得られた知見は、ミュージアムのみならず、アミューズメント施設、ホテル、コンサートホール、ショッピングモール、展示場、映画館、図書館、学校、病院等のその他多くの公共の場におけるパブリックディスプレイの設計に応用できると期待される。一方で、本研究結果の応用には限界がある：(1)本研究は回遊する人が大多数を占めるコンテキストを評価したに過ぎない。したがって本研究の知見は、駅や空港など、明確な目的に向かって急いで移動している人が大多数を占めるコンテキストには適用できない可能性がある。(2)本研究の知見は、タッチ操作形式のパブリックディスプレイに対するものであり、ジェスチャベースのパブリックディスプレイにはそのまま適用できないであろう。今後の課題として、この先さらに増加するであろうジェスチャベースのインタラクションと年齢の関係を調査することが挙げられる。(3)本研究は、10~19歳の来場者を一括りに扱った。来場者に年齢層(10歳ごとに区切ったグループ)を尋ねたため、来場者の正確な年齢を把握していない。しかし、10代は、身体的にも精神的にも変化が著しく、社会的スキルも大きく発展するため、10歳と19歳では、パブリックディスプレイを利用する際の行動は大きく異なる可能性がある。例えば、10代の初動秒数の標準誤差は他の年齢層よりも大きかった(図4)。年齢に関する調査を行う場合は、10代のグループの粒度を慎重に検討する必要がある。

以降で、本研究の主な知見をまとめ、議論する。

6.1 パブリックディスプレイへのアプローチ

パブリックディスプレイへの積極的なアプローチの程度は40代前後を頂点とする逆U字型曲線を描く。仮説H1

では、曲線の極地を、20代と予想していたが40代前後の中年層であった。体験スペースに入場した40代の来場者の96%が、Gods & Heroesのディスプレイの前に立ち、その後平均14秒でディスプレイに触れた。これとは対照的に、最も消極的だった10代は、これらの値はそれぞれ、70%、31秒(40代の凡そ2倍)であった。次いで、高年齢層も消極的で、70歳以上のこれらの値はそれぞれ、74%、20秒であった。高年齢層以上に10代が消極的だったことは興味深い発見である。

我々は、人間の個別的特徴に着目し仮説H1を構築した。本段落では、10代が最も消極的であったという結果に対して、2つの観点から考察する。1つ目は、情報技術に対する世代間の差という観点である。2010年前後に、指によるタッチ操作形式の、タブレットPCやパブリックディスプレイが急速に普及した。10代(1994~2003年生まれ——本調査は2013年に実施された)にとって、タッチ操作形式のディスプレイ端末はあまりに身近な存在であるがゆえに「知ったつもり(3章)」でパブリックディスプレイに接近・接触しなかった可能性が考えられる。2つ目は、社会に属する個人としての特徴に関する発達心理学的観点である。10代は、自意識過剰であったり他者評価に過敏であったりする[5]。そのため、不特定多数の人がいるパブリックディスプレイを取り巻く空間では、羞恥心が先行し、パブリックディスプレイに接近・接触しなかったことが考えられる。

6.2 パブリックディスプレイへの関与

パブリックディスプレイへの関与の量は年齢層間で差がない。仮説H2は支持された。この結果は、主観的な楽しみと身体的作業負荷の結果(図8)と一致した。

ここで、本研究が用いたコンテンツが本結果に与えた影響について考察する。ディスプレイ利用の年齢層による違いを調べるためには、コンテンツはどの年齢層にとっても等しく魅力的であることが望ましい。H2では、ディスプレイとの関与の程度(滞在時間、タップ頻度、ドラッグ頻度)を調べた。もしコンテンツが特定の年齢層だけに魅力的なものだったら、これらの指標に現れると予想される。しかし、いずれの指標も年齢層間で差がなかった。加えて、主観的な楽しみの結果も差がなかった(5.5節)。これらをふまえると、本研究のコンテンツの関心レベルは年齢には関連しておらず、コンテンツが本研究の結果に与えた影響は小さかったと推測される。

6.3 パブリックディスプレイ上のコンテンツへのアクセス

パブリックディスプレイ上の異なるコンテンツへのアクセスの程度は、20代を頂点とする逆U字型曲線を描く。仮説H3は支持された。コンテンツへのアクセスの量は年齢層間で差がなかった(6.2節)が、アクセスの偏りは差があった(a)——20代が各コンテンツページへのアクセスの偏りが最も小さかった。アクセスされた位置を詳細に見る

と、すべての年齢層のユーザが、ディスプレイの中心に位置するメニューを入り口とするコンテンツページに最もアクセスした(b)。特に10代はその傾向が顕著で、次いで70歳以上だった(図6)。また、すべての年齢層のユーザが、ディスプレイの中心より左側に位置するメニューを入り口とするコンテンツページによりアクセスした(c)。以降で(a)~(c)それぞれの結果について考察する。

(a) **アクセスの偏り** 我々は、各コンテンツへのアクセスの偏りは、コンテンツを操作する能力ではなく、コンテンツ自体を探求する能力としての流動性知能と関連すると考え仮説を立てた。もしコンテンツ操作能力とより強く関連していた場合、デジタルネイティブ世代と言われている10代が、偏りが最も小さくなる可能性が考えられる。しかし結果はそうではなかった。本結果から、各コンテンツへのアクセスの偏りが、コンテンツ操作能力と関連している可能性は低いと考えられる。しかしこれは、各コンテンツへのアクセスの偏りが流動性知能と関連していることを保証するものではない。この関連の妥当性を検証するためにはさらなる調査が必要である。

(b) **中心に位置するメニューへのアクセス** 中心に位置するメニュー(god-hero ID: 2)は、「アテナ(ミネルヴァ)」という神である。ギリシア神話に登場する神々のうち、一般的にアテナの知名度は低くはない。しかし18個のコンテンツの中には、アテナより知名度が高いと考えられるゼウス(god-hero ID: 15)ヘラクレス(god-hero ID: 18)も含まれている。また、各メニューボタン画像はランダムに拡大・縮小を繰り返している(4.2節)ため、ユーザの視覚的注意に与える影響は、18個のメニュー間で概ね同一と考えられる。以上をふまえると、すべての年齢層のユーザがgod-hero ID 2のメニューに最もアクセスしたという結果は、メニューボタン画像が表す神の知名度の高さや、画像の視覚的注意の強さではなく、メニューがディスプレイの中心に位置していたことが要因ではないかと推察される。

(c) **中心より左側に位置するメニューへのアクセス** 横書きの文書を読むことを日常的に行っているユーザが、均等・均質に分布された情報を見るとき視線の動きにはパターンがあることがわかっている。例えば、グーテンベルク・ダイヤグラム(左上から右下へ流れる)[56]、チラシや雑誌などの紙媒体の広告を見るときのZの法則(左上→右上→左下→右下)[57]、ウェブサイトを見るときのFの法則[58]などがある。いずれの法則からも、ユーザの視線は左側に停留しやすいことがわかる。本研究の、年齢層に関わらず中央より左側に位置するメニューへのアクセスの割合が高かったという結果は、これらの知見を追認するものと考えられる。

6.4 集団行動

10代は他の年齢層よりも知人と一緒にパブリックディス

プレイと関わる傾向にある。仮説 H4 は支持された。Gods & Heroes を体験した 10 代のユーザのうちの 55% が 1 人ではなく誰かと一緒に体験し、その「誰か」の 83% が知人であった。彼らが周囲の人と顔を見合わせる頻度が高いことから、グループとしての結束が強い様子が伺える。20 代～70 歳以上は、どの年齢層でも大きな差はなく、Gods & Heroes を体験したユーザのおよそ 20～30% が（10 代の凡そ半分）誰かと一緒に体験した。

6.5 主観的な精神的作業負荷

パブリックディスプレイ利用時の精神的作業負荷の程度は、30～40 代を頂点とする逆 U 字型曲線を描く。精神的作業負荷を強く感じた 30～40 代の割合は、10 代や 60 歳以上と比較して、平均して 2 倍以上あった（図 9）。この結果は、ディスプレイへのアプローチ（図 4）の結果と類似した傾向が見られる。一般的に熱心な人ほどストレスを感じやすいと言われており、両者の相関はこれによって説明される可能性が考えられる。あるいは、*中年の危機* [59]——中年層は、体力の低下、健康面の不安、社会的責任の増大、家庭での役割の増加等によって日常的に心理的ストレスを抱えている——によって説明される可能性も考えられる。本結果を理解するにはさらなる調査が必要である。

7. デザイン指針

前章までに明らかにされた、10 代から 70 歳以上にわたる各年齢層の特性をふまえたパブリックディスプレイを設計するための指針を導出する。

ハニーポット効果のトリガ役として中年層を利用する

30～40 代の中年層は、パブリックディスプレイに最も積極的にアプローチし、かつ、ディスプレイに最も主導的に関与する。すなわち、彼らをハニーポット効果（2 章）のトリガ役として利用できる。パブリックディスプレイの周囲の環境に埋め込まれたセンサがユーザの不在を検出したら、まず中年層の通行人の注意を引くように、ディスプレイを設計すべきである。これが、ユーザ不在の状況を容易に打破し、消極的な 10 代や高年層をも引き付けることが期待される。

一方で、彼らは他のどの年齢層よりも精神的作業負荷が高い。そのため、鎮静的なリラクゼーション効果をもたらすように、ディスプレイを設計すれば、彼らのより快適なディスプレイ体験を促進するであろう。

10 代と高年層に対しては、手厚くサポートする

10 代と高年層（特に 10 代）は、パブリックディスプレイへのアプローチに消極的である（図 4）。センサが 10 代や高年層の通行人を検出したら、ディスプレイの利用に対するより強い動機づけを提供すべきである。加えて、彼らはディスプレイ上の一部のコンテンツにのみアクセスする傾向がある（図 5, 図 6）。彼らがディスプレイの前に立っ

た後も、ディスプレイの縁に配置されたコンテンツへの注意を促したり（例えば、アイコンを大きくする）、別の画面や別の機能への注意を促したりするとよい。

10 代に対しては、知人と一緒に体験できるインタラクショ

ンを提供する

10 代は、パブリックディスプレイを他者と一緒に体験することを好む（図 7）。センサが何人かの 10 代の通行人を検出した場合や、10 代をターゲットとしたパブリックディスプレイを設計する場合は、複数のユーザによる同時利用を支援するようにディスプレイを設計すべきである。1 人による体験が前提のディスプレイの場合は、彼らがディスプレイと関与している間も、彼らが一緒に訪問した知人に関するアウェアネス（例えば、現在知人は美術館内のどこにいるか、現在知人は体験中のディスプレイを既に体験したかどうか、など）を支援するとよい。

8. おわりに

本研究では、タッチ操作形式のパブリックディスプレイをミュージアムという現場に配置し、年齢がパブリックディスプレイを利用する際の心理的・身体的な行動に及ぼす影響を検証した。先行研究は、特定の年齢（多くは高年層）に注目し、小型（例えばスマートフォン）や中型（例えばタブレット）のディスプレイに対するシングルユーザの行動に貢献したが、本研究は、広範な幅の年齢を対象とし、公共の空間に設置された大型のディスプレイに着目し、複数のユーザの行動をラボではなく現場で探った。その結果いくつかの年齢層による違いが明らかになった——恐らく年齢層差が出にくいであろう状況（本研究がユーザに提供したインタラクションは比較的シンプルであり、かつ、本研究が対象とした高年者はミュージアムを訪問できる程度に健康である）にもかかわらず、全般的に、30～40 代のユーザはパブリックディスプレイに対して積極的な姿勢を示したのに対して、10 代や高年層のユーザは消極的だった。アンビエントなパブリックディスプレイを設計する場合は、これらを考慮すべきである。

謝辞 本フィールドスタディは、ルーヴル美術館と大日本印刷株式会社との共同プロジェクト〈ルーヴル—DNP ミュージアムラボ〉の協力により実施された。本研究の一部は（公財）電気通信普及財団「平成 27・28 年度研究調査助成」の助成により行われた。ここに謝意を表する。

参考文献

- [1] Cattell, R.B.: *Abilities: Their structure, growth, and action*, Houghton Mifflin, New York (1971).
- [2] Vines, J., Pritchard, G., Wright, P., Olivier, P. and Brittain, K.: An Age Old Problem: Examining the Discourses of Ageing in HCI and Strategies for Future Research, *TOCHI*, Vol.22, No.1, ACM (2015).
- [3] Kuikkaniemi, K., Jacucci, G., Turpeinen, M., Hoggan,

- E.E. and Müller, J.: From Space to Stage: How Interactive Screens Will Change Urban Life, *IEEE Computer*, Vol.44, No.6, pp.40–47, IEEE (2011).
- [4] Koppel, M.T., Bailly, G., Müller, J. and Walter, R.: Chained displays: Configurations of public displays can be used to influence actor-, audience-, and passer-by behavior, *Proc. CHI 2012*, pp.317–326, ACM (2012).
- [5] Beyer, G., Köttner, F., Schiewe, M., Haulsen, I. and Butz, A.: Squaring the Circle: How Framing Influences User Behavior around a Seamless Cylindrical Display, *Proc. CHI2013*, pp.1729–1738, ACM (2013).
- [6] Tsai, W.-C. and Lee, C.-F.: A Study on the Icon Feedback Types of Small Touch Screen for the Elderly, *Proc. UAHCI 2009*, LNCS, 5615, pp.422–431 (2009).
- [7] Vandi, C., Rico-Duarte, L., Thibault, T., Rougeaux, M. and Tijus, C.: Seniors et Tablettes Interactives, *Livre Blanc de la Délégation aux Usages de l'Internet* (2011).
- [8] Moffatt, K.A. and McGrenere, J.: Slipping and drifting: Using older users to uncover pen-based target acquisition difficulties, *Proc. ASSETS 2007*, pp.11–18, ACM (2007).
- [9] Nicolau, H. and Jorge, J.: Elderly text-entry performance on touchscreens, *Proc. ASSETS 2012*, pp.127–134, ACM (2012).
- [10] Chung, M.K., Kim, D., Na, S. and Lee, D.: Usability evaluation of numeric entry tasks on keypad type and age, *Intl. Journal of Ergonomics*, Vol.40, pp.97–105 (2010).
- [11] Schneider, N., Wilkes, J., Grandt, M. and Schlick, C.M.: Investigation of input devices for the age-differentiated design of human-computer interaction, *Proc. HFES 2008*, pp.144–148 (2008).
- [12] Sharit, J., Hernández, M.A., Czaja, S.J. and Pirolli, P.: Investigating the Roles of Knowledge and Cognitive Abilities in Older Adult Information Seeking on the Web, *TOCHI*, Vol.15, No.1, pp.1–25, ACM (2008).
- [13] Hwang, F., Hollinworth, N. and Williams, N.: Effects of Target Expansion on Selection Performance in Older Computer Users, *TACCESS*, Vol.5, No.1, pp.1–26, ACM (2013).
- [14] Fezzani, K., Albinet, C., Thon, B. and Marquie, J.-C.: The effect of motor difficulty on the acquisition of a computer task: A comparison between young and older adults, *Behaviour & Information Technology*, Vol.29, No.2, pp.115–124 (2010).
- [15] Wood, E., Willoughby, T., Rushing, A., Bechtel, L. and Gilbert, J.: Use of computer Input Devices by Older Adults, *Jour. Applied Gerontology*, Vol.24, No.5, pp.419–438 (2005).
- [16] Findlater, L., Froehlich, J.E., Fattal, K., Wobbrock, J.O. and Dastyar, T.: Age-related differences in performance with touchscreens compared to traditional mouse input, *Proc. CHI 2013*, pp.343–346, ACM (2013).
- [17] Motti, L.G., Vigouroux, N. and Gorce, P.: Drag-and-drop for older adults using touchscreen devices: Effects of screen sizes and interaction techniques on accuracy, *Proc. IHM 2014*, pp.139–146, ACM (2014).
- [18] Kobayashi, M., Hiyama, A., Miura, T., Asakawa, C., Hirose, M. and Ifukube, T.: Elderly User Evaluation of Mobile Touchscreen Interactions, *Proc. INTERACT 2011*, pp.83–99 (2011).
- [19] Hwangbo, H., Yoon, S.H., Jin, B.S., Han, Y.S. and Ji, Y.G.: A Study of Pointing Performance of Elderly Users on Smartphones, *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.29, No.9, pp.604–618 (2013).
- [20] Stöbel, C. and Blessing, L.: Mobile Device Interaction Gestures for Older Users, *Proc. NordiCHI 2010*, pp.793–796, ACM (2010).
- [21] Apted, T., Kay, J. and Quigley, A.: Tabletop sharing of digital photographs for the elderly, *Proc. CHI 2006*, pp.781–790, ACM (2006).
- [22] Piper, A.M., Campbell, R. and Hollan, J.D.: Exploring the accessibility and appeal of surface computing for older adult health care support, *Proc. CHI 2010*, pp.907–916, ACM (2010).
- [23] Ichino, J., Isoda, K., Hanai, A. and Ueda, T.: Effects of the Display Angle in Museums on User's Cognition, Behavior, and Subjective Responses, *Proc. CHI 2013*, pp.2979–2988, ACM (2013).
- [24] Mihajlov, M., Law, E.L.-C. and Springett, M.: Intuitive learnability of touch gestures for technology-naïve older adults, *Interacting with Computers*, Vol.27, No.3, pp.344–356 (2015).
- [25] Motti, L.G., Vigouroux, N. and Gorce, P.: Interaction techniques for older adults using touchscreen devices: A literature review, *Proc. IHM 2013*, pp.125–134, ACM (2013).
- [26] Beyer, G., Alt, F., Müller, J., Schmidt, A., Isakovic, K., Klose, S., Schiewe, M. and Haulsen, I.: Audience Behavior around Large Interactive Cylindrical Screens, *Proc. CHI 2011*, pp.1021–1030, ACM (2011).
- [27] Bolton, J., Kim, K. and Vertegaal, R.: A comparison of competitive and cooperative task performance using spherical and flat displays, *Proc. CSCW 2012*, pp.529–538, ACM (2012).
- [28] Schmidt, C., Müller, J. and Bailly, G.: Screenfinity: Extending the Perception Area of Content on Very Large Public Displays, *Proc. CHI 2013*, pp.1719–1728, ACM (2013).
- [29] Müller, J., Walter, R., Bailly, G., Nischt, M. and Alt, F.: Looking Glass: A Field Study on Noticing Interactivity of a Shop Window, *Proc. CHI2012*, pp.297–306, ACM (2012).
- [30] Müller, J., Eberle, D. and Tollmar, K.: Communiplay: A Field Study of a Public Display Media Space, *Proc. CHI 2014*, pp.1415–1424, ACM (2014).
- [31] Rogers, Y.: Interaction design gone wild: Striving for wild theory, *Interactions*, Vol.18, No.4, pp.58–62 (2011).
- [32] Marshall, P., Morris, R., Rogers, Y., Kreitmayer, S. and Davies, M.: Rethinking 'multi-user': an in-the-wild study of how groups approach a walk-up-and-use tabletop interface, *Proc. CHI 2011*, pp.3033–3042, ACM (2011).
- [33] Johnson, R., Rogers, Y., van der Linden, J. and Bianchi-Berthouze, N.: Being in the thick of in-the-wild studies: The challenges and insights of researcher participation, *Proc. CHI 2012*, pp.1125–1144, ACM (2012).
- [34] Ichino, J., Isoda, K., Ueda, T. and Satoh, R.: Effects of the Display Angle on Social Behaviors of the People around the Display: A Field Study at a Museum, *Proc. CSCW 2016*, pp.26–37, ACM (2016).
- [35] Brown, B., Reeves, S. and Sherwood, S.: Into the wild: Challenges and opportunities for field trial methods, *Proc. CHI 2011*, pp.1657–1666, ACM (2011).
- [36] Hornecker, E. and Nicol, E.: What Do Lab-based User Studies Tell Us About In-the-Wild Behavior? Insights from a Study of Museum Interactives, *Proc. DIS 2012*, pp.358–367, ACM (2012).
- [37] Müller, J., Alt, F., Schmidt, A. and Michelis, D.: Re-

- quirements and design space for interactive public displays, *Proc. MM 2010*, pp.1285-1294, ACM (2010).
- [38] Brignull, H. and Rogers, Y.: Enticing people to interact with large public displays in public spaces, *Proc. INTERACT 2003*, pp.17-24, IOS Press (2003).
- [39] Tolmie, P., Benford, S., Greenhalgh, C., Rodden, T. and Reeves, S.: Supporting Group Interactions in Museum Visiting, *Proc. CSCW 2014*, pp.1049-1059, ACM (2014)
- [40] Fosh, L., Benford, S. and Koleva, B.: Supporting Group Coherence in a Museum Visit, *Proc. CSCW 2016*, pp.1-12, ACM (2016).
- [41] Schiffman, S.: Food recognition by the elderly, *Journal of Gerontology*, Vol.32, pp.586-592 (1977).
- [42] Hodgkins, J.: Influence of age on the speed of reaction and movement in females, *Journal of Gerontology*, Vol.17, pp.385-389 (1962).
- [43] Cattell, R.B.: Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment, *Journal of Educational Psychology*, Vol.54, pp.1-22 (1963).
- [44] Horn, J.L.: Organization of abilities and the development of intelligence, *Psychological Review*, Vol.72, pp.242-259 (1968).
- [45] Baltes, P.B.: Theoretical propositions of lifespan developmental psychology: On the dynamics between growth and decline, *Developmental Psychology*, Vol.23, pp.611-626 (1987).
- [46] Erikson, E.H.: *Identity and the Life Cycle*, W.W. Norton & Co., New York (1980, Originally published in 1959).
- [47] Papalia, D.E., Olds, S.W., Feldman, R.D. and Kruk, R.: *A Child's World: Infancy through Adolescence*, McGraw-Hill Ryerson Ltd (2004).
- [48] Larson, R. and Richards, M.: Daily companionship in late childhood and early adolescence: Changing developmental contexts, *Child Development*, Vol.62, No.2, pp.284-300 (1991).
- [49] available from (<http://www.museumlab.eu/>).
- [50] available from (<http://www.museumlab.eu/exhibition/10/>).
- [51] available from (<http://www.matrix-inc.co.jp/>).
- [52] 市野順子, 磯田和生, 上田哲也, 佐藤玲美: インタラクティブディスプレイの角度がソーシャルインタラクションに与える影響: ミュージアムにおけるフィールドスタディ, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.4, pp.1162-1173 (2015).
- [53] Lopes, G.R., da Silva, R. and de Oliveira, J.P.M.: Applying gini coefficient to quantify scientific collaboration in researchers network, *Proc. WIMS 2011*, pp.68:1-68:6, ACM (2011).
- [54] Wallace, J.R., Scott, S.D. and MacGregor, C.G.: Collaborative sensemaking on a digital tabletop and personal tablets: Prioritization, comparisons, and tableaux, *Proc. CHI 2013*, pp.3345-3354, ACM (2013).
- [55] Elkind, D.: Egocentrism in adolescence, *Child Development*, Vol.38, pp.1025-1034 (1967).
- [56] Lidwell, W., Holden, K. and Butler, J.: *Universal Principles of Design*, Rockport Publishers (2003).
- [57] Bradley, S.: 3 Design Layouts: Gutenberg Diagram, Z-Pattern, And F-Pattern, available from (<http://vanseo.design.com/web-design/3-design-layouts/>).
- [58] Nielsen, J. and Pernice, K.: *Eyetracking Web Usability*, New Riders Press (2009).
- [59] Peck, R.C.: Psychological developments in the second half of life, *Middle age and aging*, Neugarten, B.L. (Ed.), pp.88-92, University of Chicago Press (1968).



市野 順子 (正会員)

1998年電気通信大学大学院情報システム学研究科博士前期課程修了。1998～2001年大日本印刷(株)。2001～2006年TIS(株)。2003～2006年(独)情報通信研究機構けいはんな情報通信融合研究センター自然言語グループ特別研究員。2007年神戸大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。2007～2014年電気通信大学大学院情報システム学研究科助教。2010～2011年カルガリー大学コンピュータサイエンス学部客員研究員。2014年より香川大学工学部電子情報工学科准教授。協調活動・感性的活動の支援、ユーザの認知・行動特性の理解に関する研究に従事。電子情報通信学会, ACM各会員, 博士(工学)。



磯田 和生

1996年九州芸術工科大学大学院博士前期課程修了。現在, 大日本印刷(株) ABセンターコミュニケーション開発本部所属。ルーヴル美術館やフランス国立図書館との共同プロジェクト, DNPミュージアムラボ等にて, ヒューマンコンピュータインタラクションを応用した, 空間メディアの企画および研究開発に従事。



上田 哲也

2002年新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程修了。現在, 大日本印刷(株)にて, ヒューマンコンピュータインタラクションを応用した, インタラクティブシステムの研究・事業開発に従事。書籍『次世代ヒューマンインタフェース開発最前線』に応用開発事例として『パンフレットを利用した情報案内システムの研究開発』を執筆。



佐藤 玲美

2009年東京電機大学大学院工学研究科修士課程修了。現在, 大日本印刷(株)にてモバイルアプリケーションの企画, 開発およびシステム運用に従事。