

## 多人数ポインティングを用いたミュージアムシアターでの 観客鑑賞パターン分析

張衍義<sup>†1</sup> 柴崎美奈<sup>†1</sup> 武田港<sup>†1</sup> 小幡光一<sup>†2</sup> 吉野弘一<sup>†2</sup>  
南澤孝太<sup>†1</sup> 徳久悟<sup>†1</sup> 稲見昌彦<sup>†1</sup>

我々は集団鑑賞を前提としたミュージアムシアターで個人鑑賞を支援するための多人数ポインティングシステムを提案している。本システムにより観客はスクリーン上のコンテンツを鑑賞しながら、興味のある部分をポインティングして詳細な情報を取得できる。本稿では、本システムにおける鑑賞者の行動を分析した。この分析により、多人数ポインティングシステムが従来のミュージアムシステムにおける受動的な情報取得に加え、他の鑑賞者と解説者の間にインタラクションを形成しうることが分かった。

### Visitors' behavior Analysis in Museum Theater with Multi-user Pointing System

YEUNEU CHANG<sup>†1</sup> MINA SHIBASAKI<sup>†1</sup> MINATO TAKEDA<sup>†1</sup>  
KOICHI OBATA<sup>†2</sup> KOICHI YOSHINO<sup>†2</sup>  
KOUTA MINAMIZAWA<sup>†1</sup> SATORU TOKUHISA<sup>†1</sup> MASAHICO INAMI<sup>†1</sup>

We have developed a multi-user pointing system in museum theater. Through this system, visitors can point out their interested area on the screen to get further information. We performed an experiment in Toppan VR theater and analyzed the visitors' behaviors. Moreover, we draw a conclusion that it is possible to foster interaction between not only visitors but also visitors and docent who guides the museum screen contents by using multi-user pointing system.

#### 1. はじめに

##### 1.1 研究背景

近年、ミュージアムは来訪者の鑑賞を支援する様々なデジタル手法を導入している。その一つ、ミュージアムシアターは大型スクリーンを用いて高精細な映像コンテンツを上映する手法である。実物の展示だけでは掘みきれない文化財の実際の使われ方や背景知識などを、多人数で同時に鑑賞できる方法として注目を集めている。しかし、こうした受動的な集団鑑賞では、鑑賞者個人の興味や鑑賞スタイルをコンテンツに反映させることは難しく、より深い文化財の理解や探究に繋がりにくい。そこで、鑑賞者それぞれの関心を引き出せる、新しいミュージアムシアターシステムが求められる。

我々はミュージアムシアターにおける多人数での鑑賞の中で、個人が自分の興味を持った部分をより詳細に鑑賞できるような、パーソナルな鑑賞体験を可能にするための多人数ポインティングシステムを提案している。本システムでは各鑑賞者がそれぞれ操作出来るポインティングデバイスを持っており、スクリーン上の興味のある部分を手元の端末によってポインティングすることにより、その部分に関する詳細な情報を得ることが出来る。この各鑑賞者が

操作するポインタは、情報の取得としての手段だけではなく、同時に他の鑑賞者に対し自身の興味を暗示的に提示する方法にもなっている。他者の動向を観察、共有することで、自分では気づかなかった新たな発見につながることや、一体感形成による鑑賞の楽しさの向上も期待できる。また、コンテンツ提供者にとっては、より多くの鑑賞者の興味の傾向が確認できる手段にもなり、その傾向を反映したマルチシナリオや、より多くのポインタが集まった位置での詳細画像提示など、インタラクティブなコンテンツ展開にも活用できると考える。

本稿では、この多人数ポインティングシステムが個人の鑑賞にどのような影響を与えるか明らかにする為、本システムを導入したミュージアムシアターにおける集団鑑賞を想定した実験を行った。そして、個人の鑑賞ログを分析することで、他鑑賞者や解説内容と関連した幾つかの行動パターンを確認することが出来た。

##### 1.2 TOPPAN VR シアター

TOPPAN VR シアターとは、凸版印刷が独自で開発したバーチャルリアリティシステム「TOPPAN VR」で制作された VR コンテンツを公開している施設である。VR コンテンツは小さなオブジェから彫刻、建造物、都市規模に至るまで様々なスケールの文化財をテーマとして扱っている(図1)。

こういった文化財に関連する専門家の監修を受けたシナリオを、ナビゲータが多人数の鑑賞者を対象に説明を加

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Keio University, Graduate school of Media design  
<sup>†2</sup> 凸版印刷株式会社 総合研究所 基盤技術研究所  
Toppan Printing Co., LTD

えながら高精細な映像コンテンツを上映する。この VR シアターの特徴は実際にその場にいるかのような映像をリアルタイムで生成していることであり、ナビゲータは VR コンテンツ内のカメラを操作しその場に合わせた映像を提示することができる。また、コンテンツの解説内容や順番、見せる領域などをナビゲータの判断により自由に調整が出来る。



図 1 印刷博物館 Toppan VR シアター  
Figure 1 Toppan VR Theater

## 2. 関連研究

### 2.1 鑑賞者の行動パターンの分析

Mancas ら[1]は美術館の来訪者の鑑賞スタイルを基準に 4 つの鑑賞パターンに分けている。さらに、来訪者と絵画の間の位置や角度に合わせた画像提示システムを導入し、来訪者同士の新たな交流が生じていることも確認している。物理空間での鑑賞体験に対し、松野ら[2]はインターネット経由での動画鑑賞における視線共有のシステムを提案している。このシステムでは他者の視線が視覚的に観察できることにより、鑑賞行動に影響があることを確認している。本システムでは、個人の興味がポインタの動きに反映される。ポインタの観察は他者の興味を観察できる手段になるため、[1]や[2]のように個人の鑑賞行動に他者の存在が影響するのではないかと考えられる

### 2.2 ポインタの身体性

本システムでは多人数が同時にポインティングを行うため、それぞれの鑑賞者が、大型スクリーン上の多数のポインタのうちどれが自分のものであるのかを直感的に認識できることが必要である。渡邊ら[3]や Luca[4]らによって、動き回る多数の同一なポインタから、自分のポインタを容易に認識できることが検証されている。これは操作者の手の動きとポインタの動きが連動することにより、ポインタが自己の身体の延長線上にあるように感じられることで、容易な認識が可能となっている。これを本システムに適用することで、大型スクリーンを利用した鑑賞環境において各鑑賞者が自分のポインタの身体的に認識し、自然なポインティングを行えると考えられる。

## 3. 提案手法

VR シアター内には 30 人の座席が 3 列に並んでおり、幅 12m、高さ 4m の 3 面カーブドスクリーンが設置されている。鑑賞者は各自の席から大型スクリーン上のポインタを操作できるようにする (図 2)。

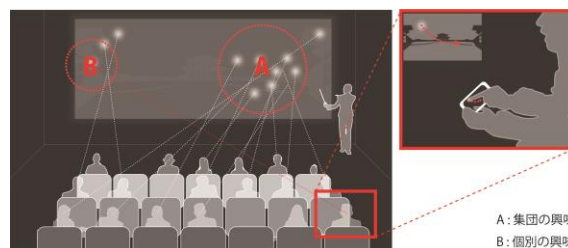
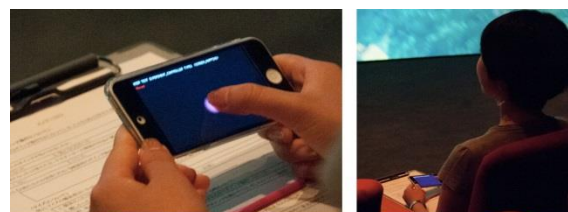


図 2 本システムのコンセプト図  
Figure 2 Concept of the system.

ポインティングデバイスは通信機能とタッチパネルを有する小型携帯端末 (iPhone4S) を利用する。タッチパネルの向きは横長の大型スクリーンに合わせ水平向きで持ち、タッチパネルをなぞる。その指の動きの相対変化量が大型スクリーン上のポインタの動きに反映される。タッチパネル上の 1cm の移動がシアタースクリーン上の約 30~50cm の移動に対応している。指の動きとポインタの動きが連動することにより身体性の拡張が起こるため、鑑賞者はデバイスを見なくても、大型スクリーンのポインタを操作しながらコンテンツを鑑賞することができる (図 3)。



VR 作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 3 ポインティングデバイス (iPhone4S)  
Figure 3 Pointing Device (iPhone4s).

ナビゲータと鑑賞者は異なる形状のポインタを操作する。ナビゲータは赤い円状で、鑑賞者は全員、半透明な白い円で統一されている。そして移動以外のインタラクションでは、タップ操作に対してポインタが一瞬、緑色に変わることによって自己のポインタを確認する。

## 4. 実験

先述した多人数ポインティングシステムを用い、実際に 20 名で VR コンテンツを鑑賞し、その行動を分析した。今回は特に協調作業や他者のポインタの追従などの行動に着目した分析とパターン分類を行った。

#### 4.1 実験の流れと被験者

実験は Toppan VR シアターで 20 人を対象におよそ 30 分にわたり行われた。実験の流れは事前操作確認、三つのコンテンツ鑑賞、そしてアンケートの順に行った。

コンテンツ鑑賞の間には、全被験者とナビゲータのポイントの座標位置とタップ等の動作、及び VR コンテンツの状態遷移に関しては、ログを取得した。また、鑑賞者の様子をビデオカメラで撮影し、ポイントには表れない表情の変化や視線の動きも取得した。

被験者の年代は 20 代~50 代、性別は 20 人の内 4 人が女性であり、そのうちスマートフォンやタブレット PC を日常使わない人は 2 人いた。そして、洛中洛外屏風を熟知している人は 3 人いた。

#### 4.2 コンテンツ

今回実験に用いた VR コンテンツは江戸時代(17 世紀前半)の京都の風景を描いた洛中洛外屏風図 - 舟木本である(図 6)。鑑賞範囲は右隻全体と左隻の第一扇から第三扇までである。コンテンツ鑑賞は作品の解説、クイズ、そして自由探索の三つから構成された。



図 4 「洛中洛外図屏風 (舟木本)」  
Figure 4 Rakuchurakugai Byoubu (Funakibon)

作品解説は通常鑑賞と同じく大型スクリーンの端に立っているナビゲータが、専用のコントローラで VR コンテンツ内のカメラを操作しながら、コンテンツの進行と口頭での解説を行った。また、ナビゲータ専用のポイントを操作することで、映像内の着目点や解説箇所を鑑賞者に正確に分かり易く提示できた。また、ナビゲータは大型スクリーン上の鑑賞者のポイントの位置や動きが確認できるので、ポイントの多く集まる箇所を拡大表示したり、それに関連するシナリオを説明したりするなどし、鑑賞者たちの興味関心に合わせた進行を行うことができた。

クイズではコンテンツに関わる内容を四つ出題した。答えは作品解説で紹介されている。清水寺の位置を問うクイズでは屏風上の当てはまる位置をポイントングしてもらった。また冬の陣年代、大仏の大きさ、滝が示す意味などコンテンツの背景知識に関する質問ではポイント表示で答えられるよう年表(図 5 の左)や三択答案画像(図 5 の右)などを別途に用意してスクリーンに出したので、それをポイントングしてもらった。クイズ終了後、ナビゲータは正解を公開しないまま、次のコンテンツに進行した。

自由探索では特定の探索ポイントに関連する詳細画像がポップアップされるようにした。探索ポイントに一つのポイントが来ると清水寺や知恩院などポイントのタイトルだけ表示され(図 6 の左)、さらに多くの鑑賞者が集まるとポップアップされる詳細画像が一つずつ増え、最大 4 つまで表示される(図 6 の右)。ナビゲータは仕組みを説明しながら、クイズの正解が最後の画像に記載されていることを伝え、協調を促がした。



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 5 クイズイベント時の答案用画面

Figure 5 Quiz Event and Adding Images as Answer Choices.



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 6 自由探索イベント時のポップアップ  
Figure 6 Exploration Event and Pop-up System.

#### 4.3 結果

取得したログを可視化し、解説の内容、コンテンツの種類、スクリーン上のコンテンツ表示など各イベントに区切り観察したところ、繰り返して行われる行動パターンを幾つか発見することが出来た。以下に、各々のポイントが別途に動き回る個人行動と、多くのポイントが同時に類似する動きを取る集団行動の二種類に分けて詳しく記述する。

##### 4.3.1 個人行動としての鑑賞パターン

コンテンツ解説時におけるポイント操作は、画面上を常に動き回っていることが多かった。主によく見られる行動としては、画面上の旋回や特定のターゲットに対してその領域を円で囲こう行動、そして数回同じ場所を上下や左右になぞる行動などが見られた。それに対しポイントを一定の位置に停止させることは少なく、止まっている際の行動はコンテンツのカメラの移動による表示内容の切り替え、特定の位置に重ねる行為などが主な要因であった。

クイズの時には、答えをポイントングし、タップや一定時間停止し答えを選択したことを表現していた。また答えとは関係なく、解説時と同じように提示された回答画像の上をなぞったり、激しく画面内を動き回ったりする鑑賞



者もいた。

自由探索の際には、探索ポイントをポインティングすることにより、詳細画像が見られるので、積極的に動き回り画像を確認する行動が見られた。ポインターつだとその探索ポイントのタイトルしか表示されず(図6)、より詳細な画像を見るためには一定数以上のポイントが集まらなくてはいけないことは鑑賞者に説明されていた。そのため、鑑賞者は探索ポイントのタイトルを表示させながら画面上を動き回ったり、自分の興味のある場所で他の鑑賞者を待ったり、そしてポップアップされている他の探索ポイントに移動したりしていた。特に、他の鑑賞者が自分の探索ポイントに集まることを待つ事例では、激しく動いたり、タップを利用して緑点滅をしたりして視覚的に目立つ行動をとっていた。

#### 4.3.2 集団行動としての鑑賞パターン

集団行動パターンは、ある鑑賞者の行為が他の鑑賞者のポイント操作に影響を与え、多数のポイントが類似した行動をとるパターンである。特定のポイントを追従する動きや、協調してポインティングする行為、そして動き方を模倣する行動が確認された。

##### (1) 特定のターゲットを追従

特定のターゲットに向かって追従する行動が確認された。ターゲットの種類に分けて事例を紹介する。

###### ● ナビゲータのポイントの追従

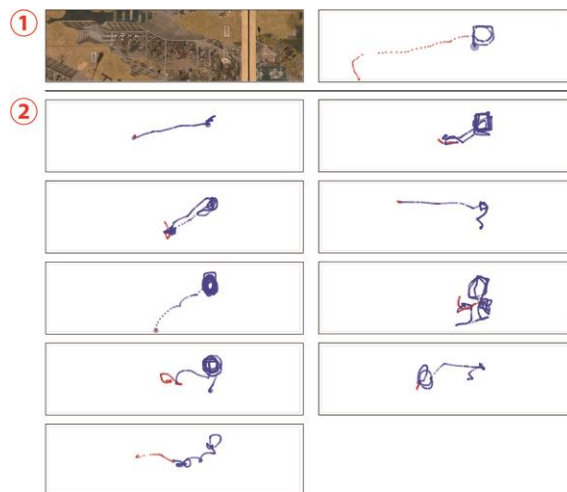
歌舞伎座に関する説明をする際、ナビゲータのポイントターゲットとして鑑賞者のポイントが追従したことが確認できる。スクリーンには歌舞伎座の舞台が表示されていた(図8の左)。ナビゲータは名札に歌舞伎座と書いてあることを解説しながら、名札の位置をポインティングするため左下から右上にポイントを移動していた(図8の右)。ナビゲータのポイントを追従する動きを見せたのは9人いた。図8の②はナビゲータのポイントが名札の位置に到達した時間を基準に前5秒間が赤色、後5秒間が青色で表示している。その他の鑑賞者は静止しているか、ナビゲータのポイントと関係ないところをポインティングしていることが確認された。

###### ● 他者のポイントの追従

クイズにおいて、自身より早く回答する鑑賞者の答えに追従する行動が見られた。クイズの「大阪冬の陣が起きた年は？」が出された際、スクリーンには1590年から1620年の年表が表示されていた。質問の答えは1614年である(図9の左)。10秒以内に、正しい答えにポインティングしていた人は8人であり、そのうち3人が、質問が出されてから1秒以内に答えに向かって移動していた(図9の右)。図9の②は20人の内、明らかに答えと違う方向に向かった後、3人の答えを追従する動きを見せた5人の動きである。赤色は最初の3人が答えをポインティングした瞬間を基準に前の動きを赤色、後の動きを青色で表示している。

## (2) 協調行動

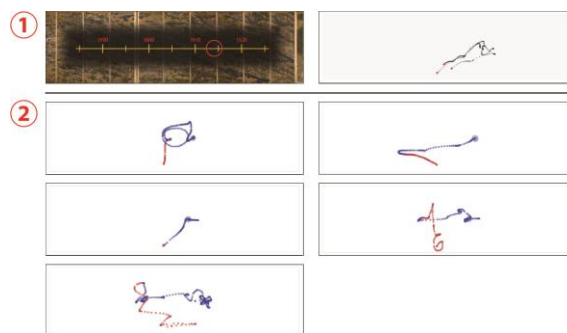
自由探索では探索ポイントに詳細画像がポップアップされるため鑑賞者の注目を引く。詳細画像が出ていない探



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図8 ナビゲータと鑑賞者のポイントの動き

Figure 8 Guide's Pointer and Visitors' Movement.



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

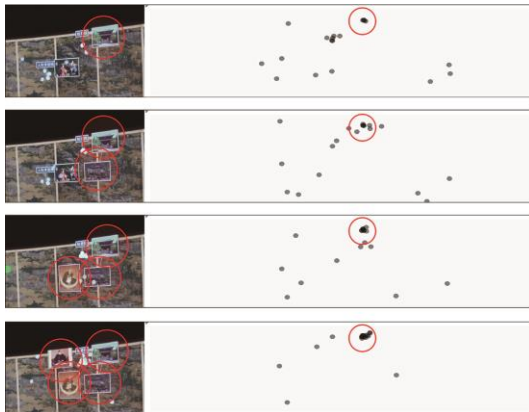
図9 クイズと鑑賞者のポイントの動き

Figure 9 Quiz and Visitors' Movement.

索ポイントにはポイントが集まりにくく、1枚以上の詳細画像がポップアップされている探索ポイントには、更に多くのポイントが集まってくる現象が繰り返し見られた。図10は探索ポイントの一つである知恩院の事例である。左側は探索ポイントでポップアップされる詳細画像の様子を、右側はスクリーン上の20人の鑑賞者のポイントの位置を上から順に2秒間隔で表示している。最初の画像が表示されてから最後の4枚目の画像が表示されるまで、約8秒間15個のポイントがこの探索ポイントに向かって集合していることが確認できる。

ポップアップ画像が表示されないにも関わらず多数が特定の場所に集まった事例もあった。「看板娘」の探索ポイントである。詳細画像は表示されないが「看板娘」と書かれたタイトルが表示されてから、ナビゲータがポップアップする詳細画像が用意されていないことを伝えるまで、16人

のポインタが集合した。詳細な情報を期待する積極的なポインティングは、その探索ポイントが多数の鑑賞者の興味を表れと判断できる好例ではあるが、期待したポップアップ画像が無いことによる失望感も感じ取れた事例である。



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 10 ポップアップの協調作業

Figure 10 Group work for pop-up images

### (3) 行為の模倣

ナビゲータや他の鑑賞者のポインタが取る動き方模倣するパターンが確認された。

#### ● ナビゲータの動き方

清水の音羽の滝の説明ではナビゲータが二種類の行動を鑑賞者に見せていた。最初は滝の出る場所を、3 回ぐらい円を描きながら説明し (図 11 の①)、その後、3 本の滝柱を上下の動きをしながら順に説明している (図 11 の②)。滝を説明している約 20 秒の間、鑑賞者 20 人の内、11 人がその動きを両方もしくは一方だけ模倣していることが確認できた。図 11 の③は、ナビゲータのポインタの二つの動きを灰色で、鑑賞者の動きは青色で表示している。ナビゲータのポインタがいる位置を追従していることだけでなく、その動き方も模倣していることが確認できる。

#### ● 他者の行為

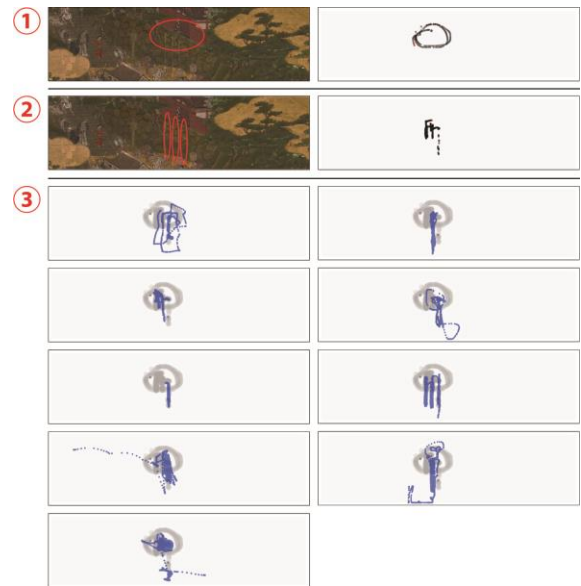
4.3.1 で示したように鑑賞中、ナビゲータの説明とは関係なく、コンテンツの絵をなぞったり、ポインタで特定の部分を隠したりする鑑賞者がいたが、これを多数の鑑賞者が模倣していた。例えば屏風内の人物の顔の上 (図 12 の①)、

名札 (図 12 の②)、文様 (図 12 の③) という屏風内の目立つ部位にポインタを重ねていた。

#### 4.4 アンケート

アンケートの質問は合計 23 問あり、主に鑑賞におけるポインタの表示の影響に関する内容を質問した。答案形式は選択式 18 問と自由記載 5 問の構成である。

鑑賞時の自己のポインタの主な操作に関しては、20 人の内 13 人が解説対象と関係なく気になる個所をポインティングしていると答えた。解説内容をポインティングしたと答えた人は 5 人であり、その他は適当に動かした、あるいは



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 11 ナビゲータと鑑賞者のポインタの動き方

Figure 11 Guide and Visitors' Pointer Movement .



VR作品『洛中洛外図屏風 舟木本』  
監修：東京国立博物館 制作：凸版印刷株式会社

図 12 他者の行動の模倣

Figure 12 Replication of others' behaviors .

は操作しなかったとの回答だった。本システムに関する全体的な感想としては“思いのほか楽しかった”、“連帯感が生まれた”、“宝探しのようだった”など鑑賞の楽しさに対するコメントが多かったが“楽しいと鬱陶しいの半々”、“ついふざけたくなる”“解説をきいてない”などの問題点も発見された。利点と問題点の主な要因は両方とも自己以外のポインタの動きの観察である。

連帯感と楽しさの要因は、アンケートから 4.3.2 (3) で示した他者の行動の模倣による“いたずら”や、4.3.2 (2) で示したポップアップコンテンツの体験にあると考えられる。ポップアップ画像の提示方法に関するコメントが多く、一人でも見られる情報をおいたり、後何人集まれば次の画像が見られると表示したり、見ている画像の達成度を表示す

るなどが提案されていた。その他、ポインティングのフィードバックとして手元のコントローラへの表示や音や振動などの情報が記載されていた。

解説時、他者のポインタが気になったと答えた人は全員だった。その内、鑑賞にまで影響を及ぼしたと答えた人は9人であり、ポインタの激しい動きや鑑賞対象の領域をふさぐ行動をとる他者が原因と考えられる。これに対する改善案として、ナビゲータによるポインタ表示と非表示の制御、ナビゲータのポインタを中心に鑑賞者のポインタが表示される領域と非表示もしくは透明度が増す領域の区分などが自由記載で提案されていた。また、同一ポインタにおいての自己認知は全員3秒内で認識できたと答えていた。しかし、自己のポインタを見失う場合もあり、その原因として他者のポインタを理由に挙げている人が6人いた。具体的には、他者と重なった後、一か所に集中して集まった後、そして他者のポインタに視線を向いた時などが上げられていた。ポインティングに対する改善案として、タップした際の色を個別化するべきという提案もあった。

#### 4.5 考察と今後の課題

本研究で3つの課題が発見された。鑑賞者と鑑賞コンテンツ、鑑賞者と他の鑑賞者、そして鑑賞者とナビゲータの間におけるインタラクションの設計である。

鑑賞者とコンテンツの間のインタラクションにおいて、ポインタ設計は重要な要因である。ポインタの操作感は直接コンテンツ内に自己を投影している感覚につながる要素であるが、今回は操作の不具合が発生したり、自己のポインタを見失ったりするなどの問題点が発見された。次の課題として動きの速さ、方向などをポインタに反映することで自己認知度を高めることと、多人数が操作しても遅延や不安定な通信環境が起らないような安定した環境を構築することが大切である。

また、今回はポップアップ表示のインタラクションだけでなく、目的も無くポインタを動かす人が多かった。興味のあるところにポインタを動かす必然性を与えたい為、ポインタの中から拡大されたコンテンツが楽しめるなど、解説を聞きながらでも、自然にコンテンツを楽しめるインタラクションの必要性を感じた。

鑑賞者と他者の間には、直接的な交流は無かったが、解説時の行為の模倣や自由探索時の協調作業から一体感が生まれ、笑ったりうなずいたりする人がいた。また、行動の模倣の対象となった人や、看板娘のタイトルを見つけた人の行為が多数の人々の新たな気付きのきっかけとなっていた。この気付きの誘導を鑑賞中の遊びや楽しい学習などに繋がられるのではないかと考えている。

今回の他者との協調作業を促すコンテンツ（ポップアップ）の設計については、一人だけでは詳細な情報が得られないため、個人の興味がうまく満たされない問題があった。そのため、ポインティング操作が単なる手遊びになってし

まったり、他者の興味に追従しなければならなかったりする場合があったとの指摘があった。この指摘により、個人の鑑賞体験を充実させた上での協調作業の設計が必要であることが分かった。

ナビゲータはカメラ操作やコンテンツの進行の制御などによりコンテンツと自由度の高いインタラクションが可能である。そのため、今回の鑑賞者のポインタ表示は解説内容や見せるコンテンツをコントロールする判断要素に繋がっていた。しかし、VRコンテンツのカメラ操作、ポインティングデバイスでの操作、そして画面上のポインタの観察など、ナビゲーター一人に対する負担が高く、鑑賞者のポインティングシステムとは違う統合されたツール開発、そして鑑賞者のポインティング操作データから興味の傾向が分かりやすく判断できる補助システムの開発などが必要である。

## 5. おわりに

本研究の目的は本多人数ポインティングシステムの導入により、従来型の情報を受動的に習得するシアター鑑賞に加え、コンテンツに能動的に関わることを可能とする新たなシアター鑑賞体験の実現を目指すことである。本稿では本提案システムにおける鑑賞者の行動パターンを発見し、同時に集団鑑賞として他者、そしてナビゲータとコンテンツの内容による鑑賞体験への影響が確認できた。

また、アンケートによると楽しかったという感想や、このシステムを利用したより多くのコンテンツを期待するなどの意見も頂いており、我々の目標としていた他者の存在による新たな気付きや楽しい集団鑑賞に実現できそうであることが分かった。

さらに、ミュージアムシアターだけではなく、映画館のような多人数での大画面共有型のエンターテインメント分野での活用にもつなげていきたい。

## 参考文献

- 1) Mancas, M. et al.: Hypersocial Museum: Addressing the Social Interaction Challenge with Museum Scenarios and Attention-Based Approaches, QPSR of the numediart research program, Vol. 2, No. 3, pp. 91-96 (2009)
- 2) 松野 祐典, 栗原 一貴, 宮下 芳明: 動画 共有サイトでの視線共有 での試み, 情報処理学会 インタラクション 2012, pp. 614-616 (2012)
- 3) K. Watanabe, F. Higuchi, M. Inami, and T. Igarashi: CursorCamouflage: multiple dummy cursors as a defense against shoulder surfing, SIGGRAPH Asia 2012 Emerging Technologies, Article No. 6 (2012)
- 4) A. D. Luca, E. von Zezschwitz, L. Pichler, H. Hussmann, "Using fake cursors to secure on-screen password entry", ACM CHI 2013, pp. 2399-2402 (2013)