

# インタラクティブプロジェクションマッピングの 実践事例報告

小笠航<sup>1,a)</sup> 片寄 晴弘<sup>1</sup>

**概要:** 昨年 12 月, 関西学院大学 125 周年の関連イベントとして, 同大学でプロジェクションマッピングイベントが開催された. このイベントは「共にクリスマスを祝う」をテーマとして, 計 3 日間開催され, 累計 1 万人近くの集客があった. 本稿では, このイベントに出品された, 鑑賞者が映像の内容やエフェクトに関与可能なコンテンツのデザインと, イベントでの実施事例について報告する.

## 1. はじめに

ここ数年, プロジェクションマッピングの社会的認知が高まりつつある. プロジェクションマッピングとは, 建物や物体, あるいは空間などの実物に対して, コンピュータで作成した CG 映像をプロジェクターなどで映写する映像手法を指す. 投射対象に映像による光や陰影を与えることで, 対象に新たな情報を付加することを可能とし, 鑑賞者に創造的かつ, 新鮮な表現や感動を与えることを可能としている. そのため, エンタテインメントの分野と親和性が非常に高いといえる.

このプロジェクションマッピングに対し, 様々なセンシング技術を融合させることで, よりエンタテインメント性を高めることができる. 故に, プロジェクションマッピングを使って観客が参加したり体験したりできる, インタラクティブな演出を行なったパフォーマンスやメディアアートに注目が集まっている. これを”インタラクティブプロジェクションマッピング”と呼び, 本稿で考察を述べる.

インタラクティブプロジェクションマッピングでは, 鑑賞者が参加者としてコンテンツに能動的に関与することで, コンテンツとユーザ間のインタラクションが実現できる. これにより, 既存のプロジェクションマッピングにおける懸念である, 鑑賞者のコンテンツへの没入感に欠ける点を克服できると考えられている.

インタラクティブプロジェクションマッピングを効果的に活用した例として本稿で述べるのは, 「関西学院創立 125 周年記念 クリスマスプログラム 時計台×プロジェクションマッピング [1]」のインタラクティブパート (以下, 125

周年記念 PM) である. このイベントにインタラクティブプロジェクションマッピングを取り入れた演出を取り入れることで, 掲げているテーマの実現を図った. 参加者の映像に対するリアルタイムな操作と, 参加者が共に映像を作り上げる演出を組み合わせることで, 演出に対する没入感と, 会場の一体感を高めることに成功した. 加えて, このイベントでは数千人単位での集客が見込まれていたため, 多くの観客が楽しめ, かつ, 不測の事態に対処するための設計を行っている. 本稿では 125 周年記念 PM の概要, デザイン, イベントを通じての考察について報告する.

## 2. 125 周年記念 PM

### 2.1 概要

本イベントは 2014 年 12 月 19 日から 21 日の 3 日間にわたって行われた. 図 1 はこのイベントのフライヤーである. 「クリスマスと共に祝う」というテーマのもと関西学院大学のシンボルである時計台にプロジェクションマッピングを実施. 通常のプロジェクションマッピングの上映の途中に, インタラクティブパートとして観客が映像に干渉することができる部分を挟むというプログラムが企画された. 筆者はそのインタラクティブパートを担当し, 演出とシステムのデザインを行った.

担当パートにおけるイベントのテーマの実現のため, 2 つの感覚に重点を置いた. 一つは観客がイベントに参加しているという感覚, もう一つは参加者が共にイベントを作り上げているという感覚である. 映像だけの表現では, これらの感覚を表現することは難しい. そこで, 映像とは別にインタラクティブな操作を取り入れることで, これらの感覚を実現し, 会場の一体感と参加者の映像に対する没入感を高め, その場にいる人が共にクリスマスを祝っている

<sup>1</sup> 関西学院大学 Kwansai Gakuin University  
Sanda, Hyogo, Japan

<sup>a)</sup> chb27560@kwansai.ac.jp



図 1 125 周年記念 PM フライヤー



図 2 オモイをおくろう！

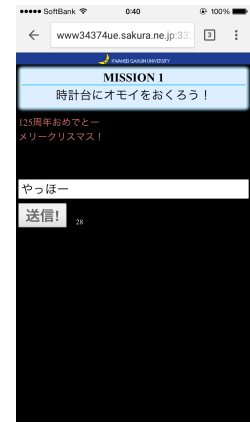


図 3 図 2 中の  
スマートフォンの画面

雰囲気を楽しむことができると考えた。以下に示すのは、この 2 つの感覚の実現のために使用した演出とシステムを具体的に述べたものである。

## 2.2 演出デザイン

今回はインタラクティブパート中に、以下に示す A, B の 2 つの演出を設けた。各演出の冒頭には、それぞれの演出の操作説明が簡単に上映された。

### A 「オモイをおくろう！」

この演出では、イベントに自分が参加している感覚を得ることを目的としている。参加者は接続したページ内にあるフォームにメッセージを入れ送信する。すると、時計台上にメッセージが右から左に向かって流れ、その流れる様子を楽しむことができるという演出である。この時、操作に関する説明を敢えて詳しく行わないことで、操作に対する手探り感を楽しんでもらうデザインとした。

### B 「オモイをトケイダイにとどけよう！」

参加者が一体となって一つのコンテンツを作り上げたような感覚を得るために用意された演出である。この演出が始まると、図 5 に示されるボタンのみが表示されたページへと遷移する。ボタンを参加者がタッチすると、時計台に表示されたゲージが貯まってゆく。ゲージが一定以上に達すると美しいエフェクトが現れる。

以上の演出と間に挟まれる映像により、イベントのテーマである「クリスマスとともに祝う」に必要な感覚を表現した。

本パートの場面構成は以下のようにになっている。

- (1) 「オモイをおくろう！」の操作説明
- (2) 「オモイをおくろう！」
- (3) 送ったメッセージがエネルギーとして貯まる映像
- (4) 「オモイをトケイダイにとどけよう！」の操作説明
- (5) 「オモイをトケイダイにとどけよう！」



図 4 オモイをトケイダイにとどけよう！



図 5 図 3 中の  
スマートフォンの画面

- (6) 連打によってエネルギーが時計台に届く映像
- (7) 時計台に届き、クリスマスを祝う演出

## 2.3 システムデザイン

125 周年記念 PM は、映像出力用 PC、鑑賞者の持つスマートフォン、スマートフォンと映像出力用 PC 間の通信を行うサーバー、プロジェクターにより構成される。

具体的なシステム構成は図 6 に示す。

この 125 周年記念 PM の特徴として、広い場所で大きな建物に投影するため、たくさんの人が参加、視聴することができるという点がある。この点を考慮し、以下に挙げるシステムデザインを行った。

### ● ブラウザ上での参加

参加率の上昇を図るため、参加者が利用するのは web ブラウザ上で動くアプリケーションとした。

当日、上映前にスタッフがビラを来場者に配布し、各自のスマートフォンを用いて、ビラに記載された QR コードの読み取りを指示した。読み取ることで得られる URL へブラウザで接続することで、参加者はインタラクティブプロジェクションマッピングに参加した。すなわち、参加者は QR コードでサイトにアクセスす

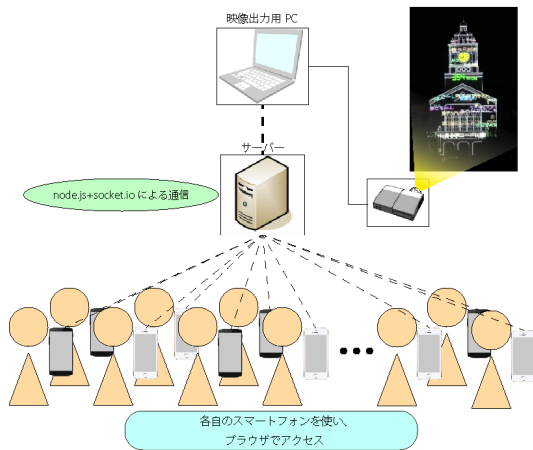


図 6 125 周年記念 PM のシステム構成

るのみで 125 周年記念 PM に参加することが可能であった。

● リアルタイム性

参加者のコンテンツへの没入感を高めるためには、リアルタイムな動作が必要である。この実現のために、node.js と socket.io を用いたサーバー処理を使って通信を行っている。ただ、一度に数千人規模の接続が予想されたので、アクセスを分散するための処理を実装している。例えば、「オモイをトケイダイにとどけよう！」の演出の場合、参加者が見るスマートフォン上で、タッチした演出は表示されるが、実際は数秒に 1 度しか送信の処理を行っていない。つまり、ユーザはボタン連打によってイベントに参加している感覚を得られるが、サーバには負荷がかかりにくい設計となっている。

● フェイルセーフ設計

大勢の人が参加するため、サーバーが落ちてしまい、参加者からの通信が途絶える、もしくは、予想以上に参加者からの接続が少ないなどの事態が考えられる。これらのことが起きた場合でも、演出は続行しなくてはならない。そこで、映像出力用 PC 上の入力で、ダミーの接続をローカルで行うことができるようにした。これにより、サーバーからの通信がない、もしくは少ない時でも演出の続行は可能となる。また、映像出力用 PC が落ちてしまった場合のために、ダミーの映像も準備し、いざという時に切り替えることができるようにした。これらの対策により、万が一の障害への対応を可能とした。

### 3. 実施結果と考察

#### 3.1 実施結果

125 周年記念 PM では、期間中に毎日約 3000 人の人が集まり、そのうち約半数以上の人々がインタラクティブプロジェクションマッピングに参加した。3 日間、4 回に渡る

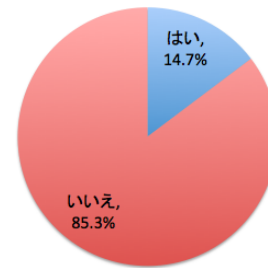


図 7 今回のようなスマートフォンで映像を操作できるような演出があるプロジェクションマッピングを見たことがありますか？

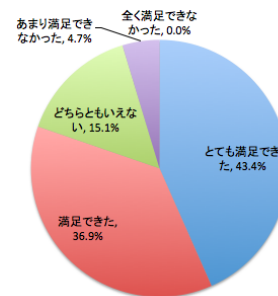


図 8 スマートフォンで操作する演出には満足して頂けましたか？

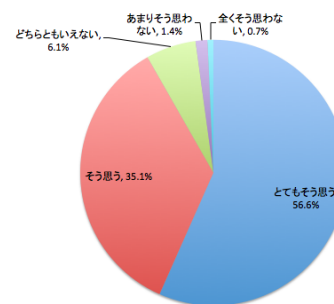


図 9 スマートフォンで映像を操作するような演出にもう一度参加してみたいと思いますか？

上映であったが、大きな障害もなくスムーズに進行することができ、イベントは成功に終わった。

また、イベントの満足度、インタラクティブプロジェクションマッピングに対する評価を問うために、開催と同時に参加者にアンケートを実施した。このアンケートは、スマートフォン上で行われ、「オモイをトケイダイにとどけよう！」後の画面遷移でアンケートページへアクセスできる設計とした。回答数は 279 であった。

図 7 に示した、「今回のようなスマートフォンで映像を操作できるような演出があるプロジェクションマッピングを見たことがありますか？」という質問に対しては、「はい」という回答は 2 割を切っていた。

図 8 に示した、「スマートフォンで操作する演出には満足して頂けましたか？」という質問に対しては、「とても満足できた」、「満足できた」という回答が 8 割であった。また、「全く満足できなかった」と回答した人は一人もいなかった。

図 9 に示した、「スマートフォンで映像を操作するよう

な演出にもう一度参加してみたいと思いますか？」という質問に対しては、「とても満足できた」、「満足できた」という回答が9割を超えていた。

また、アンケートには自由記述欄を設け、様々な意見を募った。「楽しかった」、「感動した」、「来年も実施してほしい」、「小学生の息子でもスマホの操作で楽しめた」などの好意的な記述がほとんどであった。

### 3.2 アンケートに対する考察

人間の動きを取得し、メディアアートとして楽しむ技術として、様々なものが開発されている。

例えば、EffecTV[2]は、リアルタイムで動作するビデオエフェクターとして、視聴者が参加することで様々なエフェクトを映像に反映させるシステムである。人の動きから、実際にはあり得ないような映像を作り出すことで、ユーザに今までにない新たな感覚を与えることに成功している。また、携帯電話を用いてリアルタイムビデオ合成に参加可能となるアーキテクチャにより、よりエンタテインメント性の高い空間を作り上げる試みも行われている[3]。両者ともに10年以上も前の技術であり、この発表以降もインタラクティブなメディアアートについては様々な手法が考案されているため、この分野に対する新鮮さは失われつつある。ところが、図7にあるように、インタラクティブプロジェクトマッピングの認知度は低く、参加者に今までにない新たな体験を与えていた。これは、取得した人間の情報や動きをフィードバックする手段として、プロジェクトマッピングを使用することが、より新鮮な感動や体験に繋がったのではないかと考えられる。この新鮮さと、映像に対するアート作品としての参加者の評価が高かった点が相まって、図8に示した、インタラクティブプロジェクトマッピングに対して、好意的な印象を持った人が多いという結果に繋がった。

図9より、インタラクティブプロジェクトマッピングに対する、更なる技術の向上への期待が高いということを示している。また、図8の結果も合わせると、人々の自分で映像を操作するということに対する抵抗は薄いといえる。これらのことより、これからインタラクティブプロジェクトマッピングの事例は増えるものだと予想される。実際、インタラクティブプロジェクトマッピングを行った例もいくつか存在している。EIRUN[4]では、立体物をキャンバスとして、入力用のペンタブレットで描かれた絵をプロジェクターでその立体物に投影することで、ぬり絵を行うことを可能としたシステムである。筆者が以前開発したTPPM[5]は、タブレット端末を用い、多人数の鑑賞者がプロジェクトマッピングされた映像の内容やエフェクトに、リアルタイムに関与することを可能とするアプリケーションである。TeamLabが行った、Interactive Projection Mapping at Saga Castle! Hop,

Step Jump! teamLabTrampolineCannon ! / チームラボ ☆トランポリン大砲で、ぴよんぴよん飛んで、いろいろぶっ放せ!の巻[6]では、トランポリン型デバイスの上で参加者が跳ねることにより、大砲が発射され、佐賀城の姿をインタラクティブに変化させることができる。

これらの例と今回の事例に共通して、インタラクティブプロジェクトマッピングでは、参加者のコンテンツに対する没入感を高める点、加えて、人々の動作から取得した情報の提示方法をこれまでのメディアアートとは違った形にすることで、新たな感覚を参加者に与えることができる点が示されている。また、今回の事例で、システム面を工夫することで数千人規模の大人数での参加も可能であることが分かった。新たなインタラクティブアートの提示の方法として、様々な楽しみ方を今後提案していきたい。

### 3.3 自由記述欄に対する考察

自由記述欄には、非常に興味深い意見が見受けられた。これらについて考察とともに記述する。

**QRコードについて:** 前述した通り、QRコードはチラシで配っていたのだが、実施されたのは夜であったため、読み取りづらいという意見が多々あった。応急処置として、係員が灯りを持ち手元を照らす、また、係員がタブレットPCを持ち、表示されたQRコードを読み取らせる、といった方法で対応した。これは当日になって発覚したことであったので、十分な対策がとれなかったが、時間が取れば様々な対策がとれると考える。例えば、入り口付近にQRコードを読み取るための場所を用意し、その部分は常に明るくする、もしくは、QRコード自体をプロジェクトマッピングして投影する、などが挙げられる。いずれにしても、QRコードを使用する際に注意しなければならない点として、会場の明るさは重要な点であるといえる。

**メッセージを流す演出について:** 自分の送ったメッセージを見つけることができた人と、できなかった人でこの演出に対する評価が大きく変わっていたように思う。メッセージの流れるスピードの調整を行うことで、最後の上映が近づくとつれ、見つけることができなかったという意見が減っていった。また、不特定多数の人が参加するため、多種多様なメッセージが流れてきていた。すると、当然下劣なメッセージも生まれてしまう。あまりに下劣なメッセージに関してはフィルターをかけて排除したのだが、それでも幼稚なメッセージは流れてきてしまっていた。文字の持つイメージにより、イベント全体の格が激しく下がる可能性があるため、対策もしくは演出の変更が必要であると思われる。その際、メッセージを流す演出で重視していた、大人数の人が参加する中で、自分もその一員として参加しているような感覚を得られるような演出の開発を検討したい。

**スマートフォンの使用について:** 125周年記念PMで映

像に干渉するために使用したスマートフォンのような、スマートデバイスを用いてインタラクティブアートを行った作品は多種多様なものがある。ThermoPainter[7]では、熱画像を用いたタブレット型入力装置に対し、オブジェクトが接触した際の温度変化領域を接触領域として検出する入力装置を構築している。これにより、画材や、体温を持つ手指・呼吸を用いて描画することを可能としている。ステージパフォーマンスとしては、1994年より平沢進氏が「インタラクティブ・ライブ [8]」を行なっている。Plastikman がツアー用にリリースした iPhone アプリケーション SYNK[9] を使用し、観客はアプリを通じて、音やステージ上の LED をコントロールできるような演出を行った。DROW[10] は、観客が iPhone の画面上で描いた絵をステージ上のスクリーンに投影することできるアプリケーションである。rhizomatiks 社 [11] は、スマートフォンを用いた様々なメディアアート演出を行い、携帯キャリアの CM[12] として提供している。NxPC.Lab[13] では、iPhone による観客と VJ のセッションシステム [14] として、主にクラブ空間をターゲットにイベントの UStream 配信、インタラクティブなシステムの開発を行っている。これらの事例から分かるように、スマートデバイスは入力の多様性、通信の即時性などにおいて、極めて有用なデバイスである。125 周年 PM でも、スマートフォンを使用し、演出に参加するというシステムを採用した。ところが、一方でプロジェクションマッピングの映像を見ながら、スマートフォンで動画や写真を撮りたいので参加するか悩んだという意見が挙げられた。これに対し、リアルタイム性は失われるが、事前に送るメッセージを募り、当日の演出では自分の送ったメッセージを探す、といった演出や、撮った写真や動画を使用するなど、自分が送った情報を保存でき、後で見返すことができるようなシステムも検討していきたい。

#### 4. おわりに

125 周年記念 PM を通して、通常のプロジェクションマッピングの公演中に、インタラクティブなパートを設けることに対する人々の抵抗は薄く、積極的に参加、楽しむ人が多いことが分かった。また、システム面でも数千を超えるアクセスに対する対策を練ることで、リアルタイムな処理でも問題なく公演を進行させることが可能であることもわかった。

ただ、演出面に関しては賛否両論が多い。賞賛の声が多い一方で、不満の声もいくつか上がっているのも事実である。今後、映像にインタラクティブに干渉できることで得られる利点を活かしながら、参加する人、また、それを鑑賞する人全員が楽しめるような演出の検討を行いたい。

また、今回数千人単位で人が参加するイベントの運営を通して、大規模イベントであるからこそ起きうる事態を経験することができた。多数の観客が参加できるように認識

技術を取り入れた試みは今後も増加していくことが予想される。我々も 125 周年記念 PM を通して得た知見を基に、認識技術やインタラクティブな映像表現をうまく取り入れつつ、エンタテインメントの活性化を図っていきたいと考えている。

**謝辞** 「関西学院創立 125 周年記念 クリスマスプログラム 時計台×プロジェクションマッピング」は、関西学院大学と株式会社タケナカ社、阪急阪神ホールディングス社、Panasonic 社の協力によって実現された。また、インタラクティブパートの実現には当日スタッフの協力がなくてはならないものであった。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] 関西学院大学: 時計台で初のプロジェクションマッピングを実施, 入手先 (<http://www.kwansei.ac.jp/news/2014/news.20141219.010189.html>) (2014.12.19).
- [2] EffectTV: a real-time software video effect processor for entertainment”: Kentaro Fukuchi, Sam Mertens, Ed Tannenbaum: Entertainment Computing - ICEC 2004 (LNCS 3166) pp.602-605, 2004.9
- [3] Haruhiro Katayose, Tsuyoshi Miyamichi and Naruki Mitsuda: Collaborative Visual Jockey using Mobile Phones, Human-Computer Interaction Theory and Practice (Part II), pp.113-117 (2003.7)
- [4] 熊谷賢二, 向田茂, 隼田尚彦, 斎藤一, 安田光孝: 参加型プロジェクションマッピングによる塗り絵コンテンツの提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集, p.249 - 250, 2013
- [5] 小笠航, 片寄晴弘: TPPM (Take Part in Projection Mapping): タブレット端末を用いた多人数参加型プロジェクションマッピングアプリケーション, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2014 論文集, p.77-79, 2014
- [6] Interactive Projection Mapping at Saga Castle! Hop, Step Jump! teamLab Trampoline Cannon! / チームラボ☆トランポリン大砲で、ぴょんぴょん飛んで、いろいろぶっ放せ! の巻 : [http://www.teamlab.net/all/other/trampoline\\_saga.html](http://www.teamlab.net/all/other/trampoline_saga.html) (2015.01 確認)
- [7] 岩井大輔, 金谷一郎, 日浦慎作, 井口征士, 佐藤宏介: 熱画像を用いたタブレット型入力装置とそのインタラクティブ描画システム, 情報処理学会論文誌 46(7), 1582-1593, 2005.07
- [8] 平沢進: インタラクティブ・ライブ, 入手先 (<http://noroom.susumuhirasawa.com/modules/artist/interactive-live.html>) (2015.01 確認)
- [9] SYNK: <http://hexler.net/software/synk> (2015.01 確認)
- [10] DROW: <http://drow.jp/> (2015.01 確認)
- [11] rhizomatiks works: <http://rhizomatiks.com/works> (2015.01 確認)
- [12] いいな CM au 4G LTE 「FULL CONTROL / Xmas」 篇: <https://www.youtube.com/watch?v=uuuAXX2Nc8U> (2015.01 確認)
- [13] NxPC.Lab: <http://nxpclab.info/> (2015.01 確認)
- [14] 白井大地, 白鳥啓, 岡村綾子, 平林真実: iPhone による観客と VJ のセッションシステム, 情報処理学会 インタラクティブ予稿集 2011 (ISCL-7), 2011.03