運動体と身体情報を用いた擬似ホログラムによる演出手法の提案

清川 真純[*1]　伊藤 沙恵[*1]　土屋 輝恵[*1]　川合 康央[*1]

Proposal of a Method of Directing by Pseudo-hologram Using Motion Body and Body Information

Masumi Kiyokawa [*1], Sae Itoh [*1], Kie Tsuchiya [*1] and Yasuo Kawai[*1]

Abstract - In recent years, the performance of displays and projectors has improved, and digital contents are drawing attention again. However, there are many passive exhibits in the past, and it is considered important to have interactive nature in the future. The purpose of this research is to propose a demonstration method exhibition or promotion. This uses an aquarium type device manufactured as an interface. With a method that does not use a wearable interface such as a head mounted type display, the user can easily experience and has the advantage of being able to target a plurality of people at a time. In addition to this, a method of superimposing real objects and spaces and virtual visual information as mentioned in augmented reality and projection mapping has also been widely used as part of exhibitions and promotions. This research projects images to underwater motion bodies. We propose multiple interactivity to this. The first is to detect objects moving on the spot with a camera, to create and project a movie with the effect applied in real time from the image, and the second is to make a connection based on physical information to the user and the contents It is to have it. By combining these, it is possible to realize a new dynamic presentation.

Keywords: Projection Mapping, Face, Motion, Pseudo Hologram and Production

1.　研究の目的と背景

近年，ディスプレイやプロジェクタの高解像化が進んだことにより，ディジタルコンテンツの画質が向上し，再び注目を集めている．その一例としてプロジェクションマッピングがある．しかしながら，これまでのものには「参加感」が少なく，受け身に経験することしかできなかった[1]. その解決策として，事前に用意したものを表示するだけではなく，インタラクティブ性を持たせることが重要だと考えられる．

本研究は水中の運動体へ映像を投影するものである．これに複数のインタラクティブ性を提案する．一つ目はその場で動く物体をカメラで検出し，映像からリアルタイムでエフェクトをかけた動画を製作し投影すること，二つ目はユーザとコンテンツに身体的な情報をもとにした繋がりを持たせることである．これらを組み合わせることで動的で新しい演出を実現することができる．

インターフェースには製作した水槽型の装置を用いる．このような頭部搭載型ディスプレイ（Head Mounted Display，HMD）などの装着型インターフェースを使用しない方法では，ユーザが気軽に体験することが可能となり，一度に複数人を対象者とすることができるという強みをもつ．

これに加え，拡張現実（Augmented Reality，AR）やプロジェクションマッピングに挙げられるような実在する物体や空間と仮想的な視覚情報を重ね合わせる手法も展示やプロモーションなどの一環として広く使われるようになった．本研究の目的は，上記の展示やプロモーションといった用途として使用が可能となる演出手法の提案をするものである．

これまでも水中に映像を投影する試みは行われてきた．これらの多くは大型のプロジェクタが使われており小型の展示には導入されていなかった．また，水面への投影は多くなされているが，水中への投影はなされていない．

リアルタイムにホログラムを生成する手法については過去に泰間らが工学ホログラムと電子ホログラムを組み合わせ，演算時間を短縮させた[2]. そして近年では，ホログラフィを用いた演出はメディア・アートとして利用されている．これについては，三田村がホログラフィを用いた芸術表現について作例を挙げている[3]. さらに，使用する機材をより入手しやすいタブレット型端末やスマートフォンなどの液晶画面と透明フィルムを用いた 3 次元表示技術が一般に知られるようになった．本稿ではこれを疑似ホログラムと呼ぶ．

また，運動体へのプロジェクションマッピングはこれまでにも行われている．これについては，西尾らによる Kinect と iclone5 を用いた人体へのリアルタイムプロジェクションマッピング [5]，奥村らによる高速光軸制御を用いたもの[6]，酒巻らによる動的なプロジェクションマッピングにおける遅延補償手法[7]などがある．

今回は水槽内に透明フィルムを設置することで，水中への疑似ホログラムを用いた投影を可能にする．さらに合わせて水中内の運動体へ干渉をもつ映像の投影をすることで新しい演出が可能になる．

疑似ホログラム用の液晶画面として今回はインカメラ

*1: 文教大学 情報学部 情報システム学科
*1: Department of Information Systems, Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

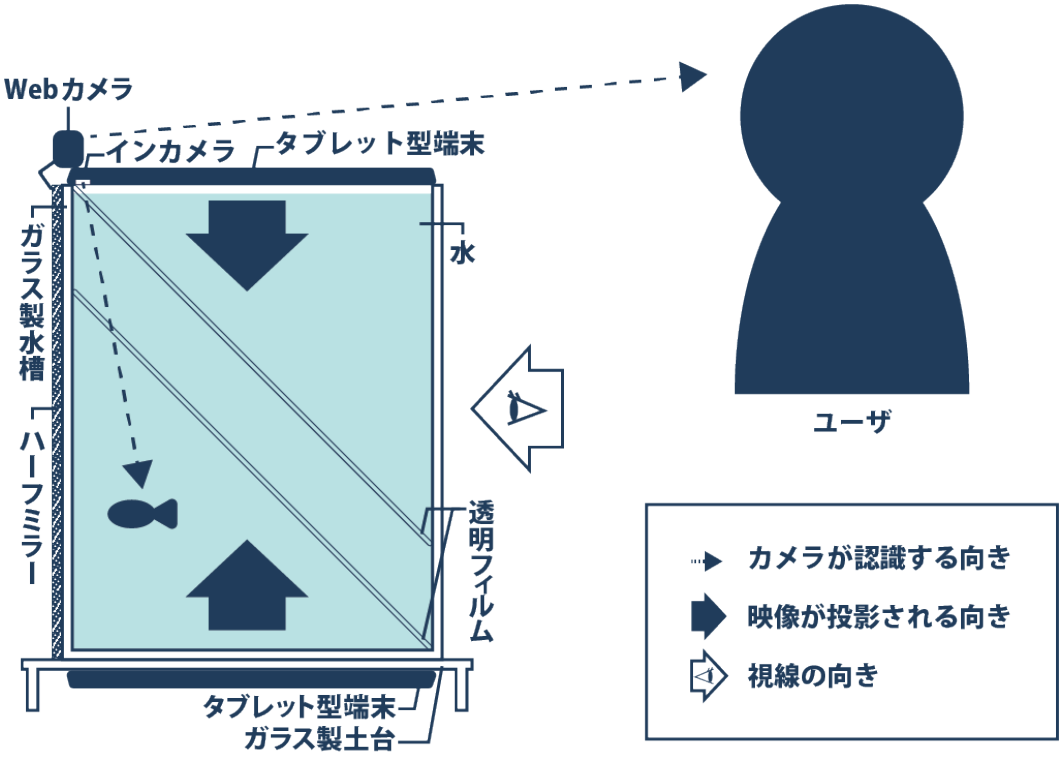

図 1　水槽型装置

Fig.1 Aquarium Type Device

を備えたタブレット型端末のディスプレイを用いる．これにより機材が水中の演出の障害となる問題を軽減する．また，複数の方向から複数のフィルムへ投影するとこで空間の奥行きを感じさせ，鑑賞物としての興味深さを作り出す．

開発環境にはゲームエンジン，Unity を用いた．タブレット型端末のインカメラから取得した画像へリアルタイムにエフェクトをかける．これを動画として画面に表示し，直接水槽内部に向けて投影する．さらに，別途取り付けたカメラによりユーザの顔などの身体情報を検出し，効果音や映像として出力する．

2.　システムの構成

2.1　水槽型装置

本研究において水槽型装置を制作した（図 1）．水槽上下にはタブレット型端末を水中へ画面を向けて取り付けた．また，正面奥の面にはミラーを取り付けた．この装置の形状に類似するものとして小型の箱上面にスマートフォンを置いたものが先行事例として挙げられる．これは一方向から画像を投影するものであるが，今回は上下 2 方向から映像を投影することで空間に奥行きを感じさせる演出を行うことが可能である．また，2 レイヤーの疑似ホログラムを出現させる技術として高田による「Kirari!」[7] が類似のものとして挙げられる．これは一画面を二分割して使用し反射させることで 2 レイヤーを表現するものである．本研究では投影対象を運動体の移

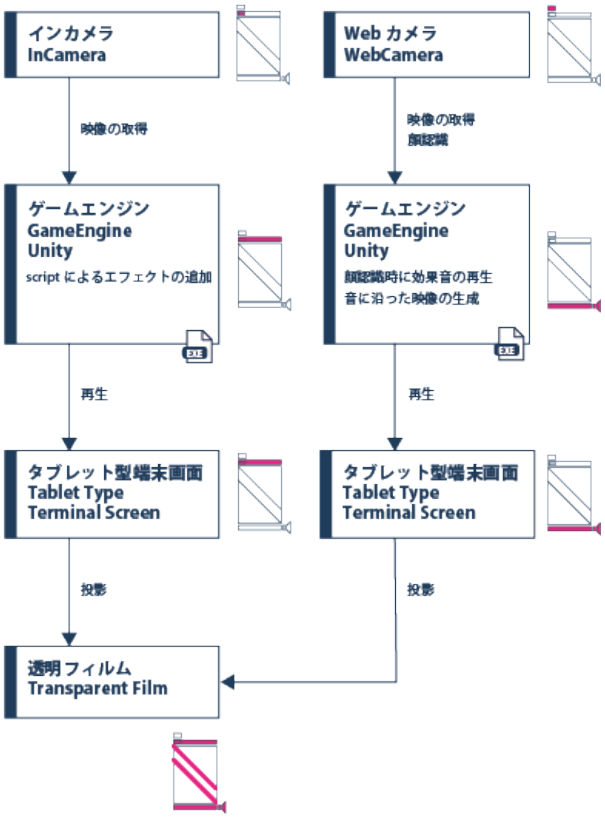

図 2　システムの構成図

Fig.2 System Configuration Diagram

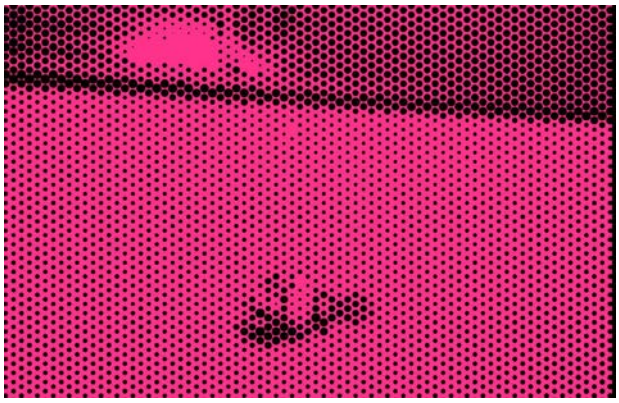

図 3　運動体検出による生成動画

Fig.3　Aquarium Type Device

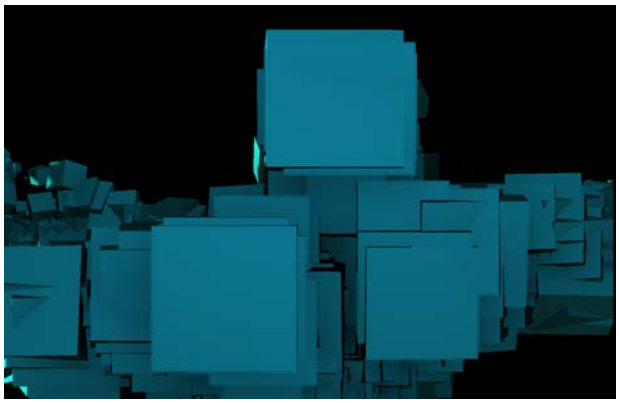

図 4　身体情報の検出を利用した動画

Fig.4 Aquarium Type Device

動範囲とするため 1 レイヤーが広い範囲へ画面が面して採用した．

2.2　運動体と投影映像

今回は水槽内の演出対象となる生物として，疑似的に魚型のロボットを用いる．この魚型ロボットをタブレット端末のインカメラで検知する．

画像の取得，エフェクトの追加は Unity 内でスクリプトを用意して行った．インカメラの画像を取得，平面へ表示した． Main Camera にはエフェクト用のスクリプトを割り当て，色や効果の大きさを任意に設定した．これを exe として書き出し，再生する（図 3）．

さらに，映像と運動体の検出がどの程度リンクしているのかを表す指標として表示されているカメラ内の画像から 4 点を選択し，動きを追従，表示するものを用意した．これには Asset の OpenCV For Unity を用いた．

2.3　顔認識による演出制御

顔認識にはタブレット端末とは別の Web カメラを使用する．水槽型装置に取り付けた web カメラで人の顔を認識する（図 5）と音などの効果を付与した映像を Unity 内で生成， exe として書き出して水中へ投影する（図 4）．顔の認識には Face Tracker Example を用いた．

音を効果として用いることで，ユーザに対し本装置へ

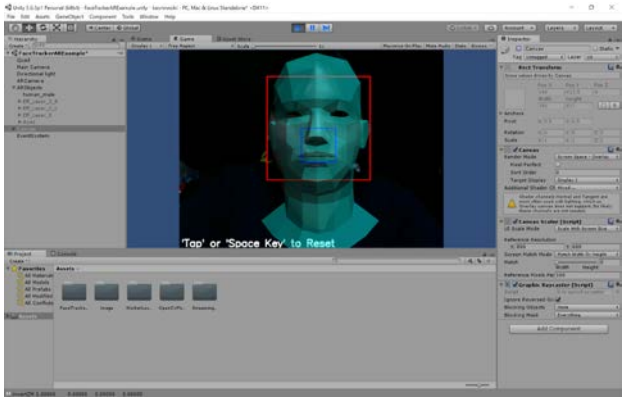

図 5　顔の検出

Fig.5 Face Detection

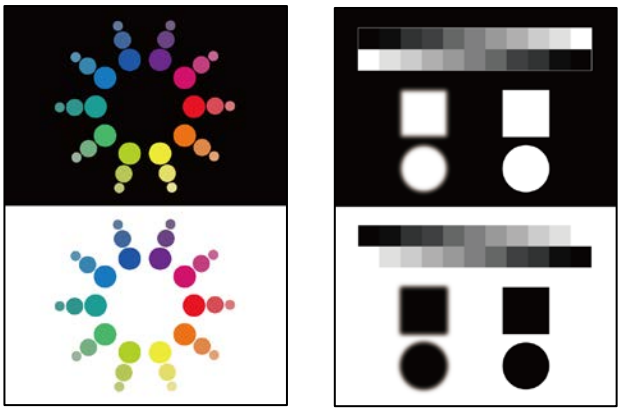

図 6　色の違いによる比較用画像

Fig.6 Comparative Image Due to Color Difference

の注視を促すことが出来ると考えられる．本装置への注視は，展示やプロモーションなどの用途としての演出手法を提案する本研究では重要となる．

3.　実験

3.1　方法

実験は投影方向、運動体の検出に関して行った．さらに投影する映像に関して見え方の違いがある可能性が浮上し、映像に関する実験も実施した．

実験 1－1

投影する向きに関するものは，水槽に対し任意の位置に設置することで行った．方向は上部からのみ，下部からのみ，上下 2 方向からの 3 種を設定した．

この投影する向きに関する実験を行うなかで，投影される元の映像により疑似ホログラムとしての見え方が異なることに気づき，次のような映像に関する実験の必要性が生じた．

実験 1－2

色相，明度，輪郭の明瞭さが異なる画像（図 6）を用意し，水槽の下部から投影する．色相，明度の指標としてマンセル表色系の主要色相 10 種, 明度 11 段階を用いた．マンセル表色系はＪＩＳ標準色として工業分野で利用さ

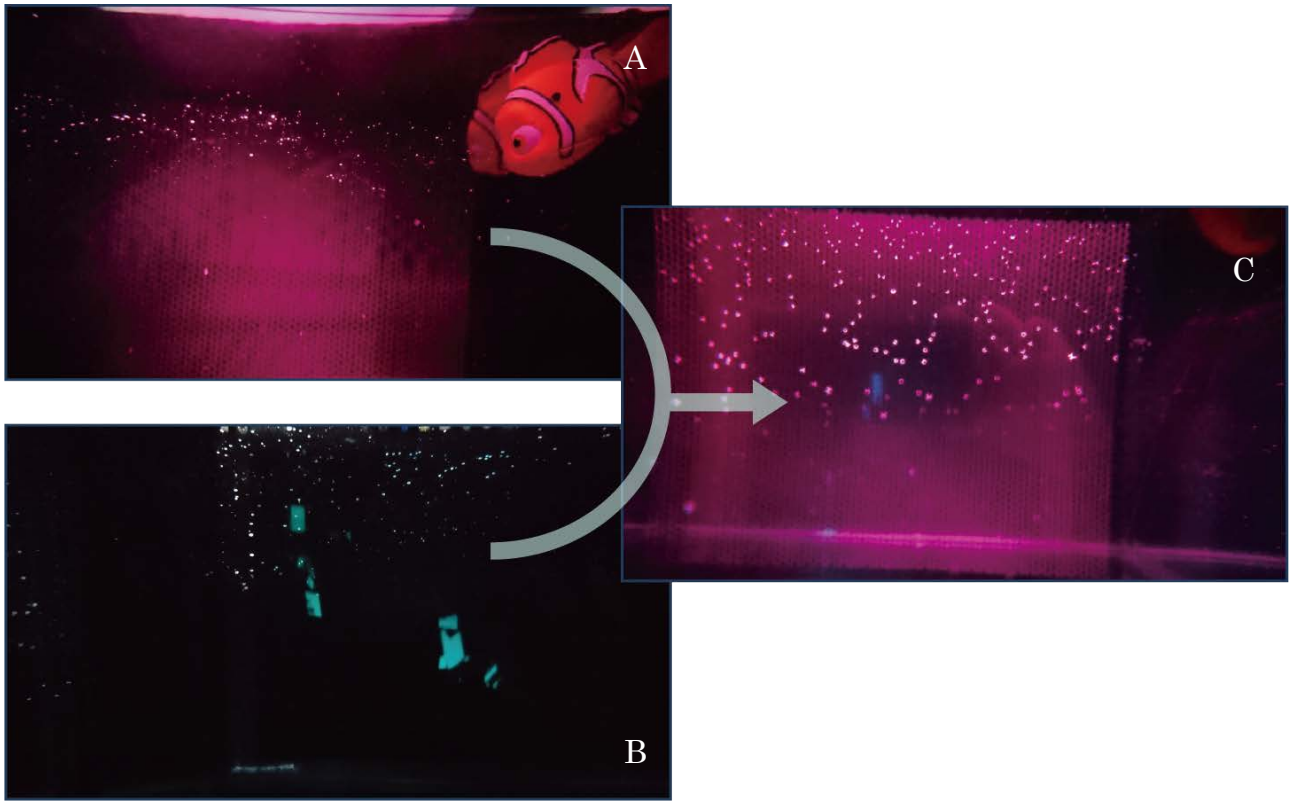

図 7　3 種の投影する向きによる水中の疑似ホログラム（A：上から，B：下から，C：上下から）

Fig.7 Pseudo Hologram in Three Kinds of Projection Directions

(A: Upper, B: Lower, C: Upper and Lower)

れている．また，画像の背景には黒地と白地の二種類を用意した．これらの見え方の違いを観測し，疑似ホログラムの演出に用いるのに相応しい図柄を検討することとした．輪郭の明瞭さには通常の図と輪郭にぼかしを与えた図の 2 種を比較した．

実験 2

運動体の検出に関しては，インカメラから取得した画像をもとに生成した動画が実際の運動体の動きとどのように連動しているのかを観測した，水槽内の運動体が特定の位置を通る時に表示されている画面と運動体を 4 点で検出した画面を比較し，これらの関係性から新たなエフェクトの追加や演出手法の検討をする．

3.2　結果

実験 1－1

3 種類の投影する向きにより生成された水中の疑似ホログラムの様子を示す（図 7）．この様子から水中でも，先行事例と類似した投影方法で疑似ホログラムが表示されたと言える．さらに，上下 2 方向からの投影方法で 2 レイヤーでの表示が可能であった．しかしながら，観測のしやすさは周囲の明るさ，モニタの明るさに大きく依存し，現状の方法では暗い場所で展示する必要があった．また，投影する映像によって見え方が異なっていたため、実験 1－2 を行う必要が生じた．

実験 1－2

疑似ホログラムの演出に用いるのに相応しい図柄の検討にあたり，比較した結果は表 1 のようになった．有彩色の比較では，白地の方が色を判別しやすく特に赤，青系統の色を認識しやすいといえる．また，黒地の時でも黄緑のように明度が高いものは判別可能であった．

表 1 色相ごとの認識のしやすさ

Table 1　Ease of Recognition Per Hue

	黒地	白地
赤, 5R	○	◎
黄赤, 5YR	○	○
黄, 5Y	○	○
黄緑, 5GY	◎	△
緑, 5G	○	△
青緑, 5BG	△	○
青, 10B	△	◎
青紫, 5PB	×	○
紫, 5P	×	○
赤紫, 5RP	○	◎

マンセル表色系では無彩色の明度を 0-10 の 11 段階で表し，0 が最も暗く 10 が最も明るくなる．無彩色での比較では，白地，黒地同様に隣接する明度差が 2 以上のとき色の違いが観測できた．なお，黒地では明度 V の値が 0-3 のとき疑似ホログラム上で図形を確認することが出来なかった．

さらに，輪郭の明瞭さによる比較では輪郭が明瞭である方が認識しやすいが大きな違いは見られなかった．

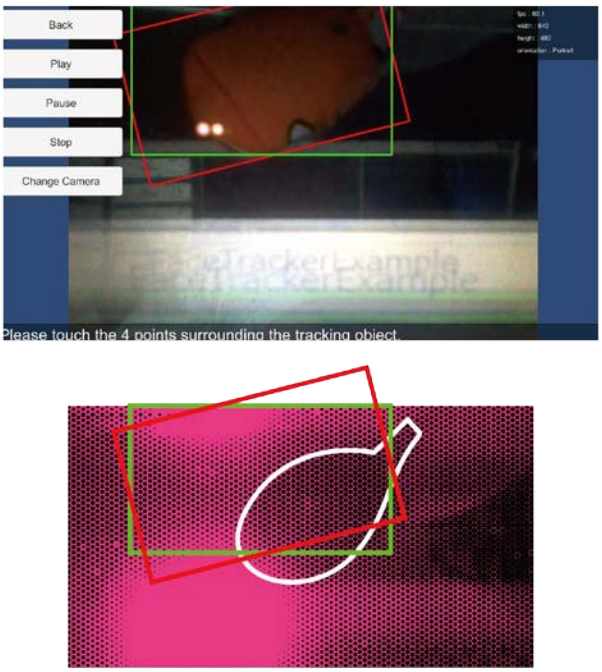

図 8　生成した動画と運動体の検出位置の比較

Fig.8 Comparison of Detection Position of Generated Moving Image and Moving Object

実験 2

生成した動画と運動体を 4 点で検出した画面では認識されている位置の比較では前者が多少右側に寄っているものの，大きなずれは見られなかった（図 8）.

3.3　考察

実験 1－1 より展示環境として次の 3 つが必要となる.

1. 可能な限り暗室に近づける.
2. 装置外部を暗幕等で覆い，周囲の光を遮る.
3. 光度が高いタブレット型端末を利用する.

実験 1－2 より色相は黒地で黄緑, 白地で赤, 青, 赤紫, 隣接する色の明度差は 2 以上，黒地では明度 4 以上を用い，輪郭は明瞭であるものが今回の演出手法に適していると考えられる．運動体と連動させている映像には特に明度差をつけたものを使用する．これにより連動している様子を観測しやすくなる.

実験③より魚型ロボットの大きさ分ほどのズレが生じても違和感のないエフェクトを用いる必要がある．検出した座標と同じ位置に図を表示させてしまうと，本来の意図に反して運動体に沿った演出が出来なくなってしまう恐れがある.

4.　まとめと今後の課題

本研究は一般的な動画編集ソフトではなくゲームエンジンを用いることで，運動体や身体情報を用いた映像を生成，それを水中へ投影する技術を提案することが出来たのではないかと考えられる．また，装置の前に立つ人の顔を認識して効果音を再生することで注視を促がすことができ, 展示やプロモーションなど人を引き付けるための演出として使用できる.

さらに，一般的な水中への投影，ライティングにはプロジェクタやライトを用いるが今回はタブレット型端末の画面を用いた．これにより，小型の展示や複雑な図案の投影をこれまで以上に容易に行うことができた．しかし，水槽内へ透明フィルムを設置したり，運動体を入れたりすることにより気泡が発生しやすくなってしまう．これにより目視では認識できても水槽内部の撮影が困難となり改善する必要がある.

今回行った実験により投影に最適な映像の検討を行うことが出来た．今後はこの方針に沿った映像の制作，ユーザによる評価実験を行うことを計画している.

参考文献

[1] 齋藤: 「インタラクティブプロジェクションマッピング」の可能性，映像情報メディア学会誌，Vol. 68, No.2, pp. 136-140 (2014).

[2] 泰間，高橋，志水: 光学ホログラムとの合成により画質改善したリアルタイム電子ホログラフィ， テレビジョン学会誌， Vol. 48, No. 10, pp. 1245-1252 (1994).

[3] 三田村: 芸術表現-メディア・アートとしてのホログラフィー， 日本写真学会誌， Vol.65, No.1, pp. 44-48 (2002).

[4] 西尾，伊藤，菊池: Kinect を用いた人体へのダイナミクス・プロジェクションマッピング; 映像情報メディア学会技術報告， Vol. 37, No.17, AIT2013- 80 (2013).

[5] 奥村，奥，石川: 高速光軸制御を用いた動的物体への投影型拡張現実感; 映像情報メディア学会誌，Vol. 67, No.7, pp. J204-J211 (2013).

[6] 酒巻，橋本: 動的なプロジェクションマッピングにおける遅延補償手法; 映像情報メディア学会誌，Vol. 69, No. 9, pp. J278-J284 (2015).

[7] 高田，イマーシブテレプレゼンス技術"Kirari!"，日本画像学会誌， Vol.56, No.4, pp.366-373 (2017).