

プロジェクションマッピングのコンテンツにおける 視覚的認知効果を用いた演出技法の体系化

古郡唯希^{†1} Campana Rojas Jose Maria^{†1} 小林孝浩^{†1} 平林真実^{†1}

「プロジェクションマッピング」は、建築物や立体に映像を投影し実物と映像をシンクロさせる映像手法で、実物の「質感や存在感」を変化させることで、鑑賞者の認知に働きかけ、様々な感情を喚起させることができる手法である。本稿では、我々が実際に制作したコンテンツを元に、それらを効果的に見せている要因を分類・説明し、コンテンツのための技法として明らかにし、学術的に体系化することを目的とする。

Systematization of the Representation Techniques of Contents for Projection Mapping

YUKI FURUGORI^{†1} JOSÉ MARÍA CAMPAÑA ROJAS^{†1}
TAKAHIRO KOBAYASHI^{†1} MASAMI HIRABAYASHI^{†1}

There are several ways to evoke feelings by changing the observer's perception of an object like a building or a solid body by projecting synchronized movies on them using Projection Mapping techniques. This manuscript, using as a starting point the projection mapping we made with academic purposes, is aiming to systematize and make clear the techniques of the construction of the contents, explain them and classify them by the effects that create them.

1. はじめに

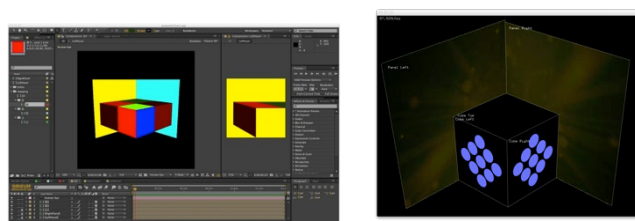
プロジェクションマッピング（以下 PM）は、立体物や凹凸面をスクリーンに見立て、キャリブレーション（位置や色合いの調整）を施した映像を投影する手法である[1]。プロジェクタの高機能化、低価格化によって、大画面投影が可能になり、大規模な屋外、建物への投影が可能となった今日、PM は各地で様々なプロモーションやイベントの目玉として注目を集めている。対象のデザインや表面のテクスチャ、あるいは歴史的背景などを利用した上で、映像による光や陰影、テクスチャを投影することによって、対象物の「質感や存在感」を変化させ、観客に様々な感情を喚起させる可能性を持つ。

筆者らも実際に PM コンテンツを作成する機会を得たが、これまでに経験のない作業のため、様々な既存の PM 作品や記述を参考に制作を始めた。しかしながら、PM 作品の多くはプロフェッショナルの映像作家やクリエイター、つまり、技法や表現に精通し経験によって体得された知識に基づいて制作されたものであり、PM コンテンツ作成のための技法、特に PM における「存在感や質感」の変化を効果的に表現するための技法を、体系的に記した文献は見受けられなかった。そのため、今回の制作で得られた知見を元にして認知心理学の見地から見つめ直すことで、PM に精通していない人に情報を共有すべく、本稿の執筆に至った。

本稿では、筆者らの制作したコンテンツと先行作品を例に挙げ、PM の「存在感や質感」の変化を効果的に表す表現・技法を体系化することが目的である。

2. 設営・準備

コンテンツは、立方体の3つの表面と、右左の壁を合わせて、合計5つの面で構成した。まず、After Effects（映像制作のためのソフトウェア）を利用して映像コンテンツ自体をそれぞれの面ごとに作成し、その後 C++ のオープンソースツールキットである openFrameworks を使用し、1つの映像に合成した。キャリブレーションの工程もこのプログラムで行う。現実にある立方体に表面を合わせるために、映像の四隅に表されているマーカーを移動させることで、歪みに沿わせる。その後、5つの映像のデータを読み込んで、同時に映すことができるプログラムとなっている。After Effects での作業の際に、PM の視点の情報をカメラ位置として入力することで構成した三次元の立方体を見ながら、指定の位置から見た際に想定通りの映像が投影されるように、対象の歪みに合わせたコンテンツを作成した。



左図 1 AfterEffects の作業画面

右図 2 openFrameworks を用いた映像の再生

^{†1} 情報科学芸術大学院大学 (IAMAS)

近距離、小規模な PM においては、視点の位置が非常に重要になるため、設営図を作成し、位置と角度のシミュレーションを行った。投影の対象は、70×70×70 の立方体である。建物のような大きなものに投影するのではなく、今回のように小さい対象に投影する場合は、鑑賞者が見上げるのではなく、見下ろすというシチュエーションになりがちである。その場合、鑑賞者の頭部が投影に干渉しないように、プロジェクタは高所に設置する必要がある。プロジェクタ～立方体間の距離は、約 400cm、角度は 45 度、高さは、約 290cm の位置に設定した。また、視点位置は、できるだけ対象と離れた方が映像の歪みを少なくできるため、視点を固定する役割と、鑑賞者が干渉しないように、座ると 140cm の高さとなるような、椅子を用意し、なるべく立方体から離れた位置に設置した。壁は 91×182cm 発泡スチロールを 4 枚を繋ぎあわせて作られたものであり、映像の投影は、およそ 140×140cm の範囲で行われる。

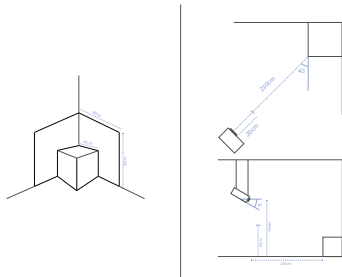


図 3 設営図



図 4 実際の設営

3. 質感・存在感

本稿で述べる「質感や存在感」とは、映像表面のテクスチャ、エフェクトによって表現されるもののことである。「質感や存在感」の変化によって、映像に対して感じる印象や認知も変化する。例えば、PM のコンテンツの場合であれば、「立体が飛び出している印象」や「立体が発光している印象」などである。「質感や存在感」を感じるのは、認知心理学の分野における「Context effect」に理由があると考えられる[3]。これは、環境に存在するものを「そこ」に現実に存在する「もの」として他との空間的・時間的・意味の関係性の中で認知する現象であり、つまり、我々が物を認識する際、物を独立的に判断するのではなく、それがおかれている周辺環境を基に判断しており、特に、人々の事前経験や周辺脈略が刺激の認知に大きく影響している。

それをふまえ、PM の「質感や存在感」を決める軸を、3 つに分類した。

一般的な平面のスクリーンに投影する場合でも効果を持つ、「視覚効果・映像技法」の軸と、もう一点、PM の場合には、「立体の認知」の軸が存在していると考えた。

3.1 視覚効果

視覚効果とは、ヒトがものを見る際、特に立体を認識する際に手がかりとしている要素の分類とする。今回は、「人間の脳内の知識処理にかかわる感覚的立体視要素」[2]に基づいて、さらに細かく分類する。

大小：小さい物は遠くに、大きい物は近くに感じる。
粗密：密集した所は遠くに、粗い所は近くに感じる。
運動：遅く動く物は遠くに、速く動く物は近くに感じる。
遮蔽：重なり隠れる物は遠くに、隠す物は近くに感じる。
明暗：暗い所は遠くに、明るい所は近くに感じる。
鮮明：霞んだ所は遠くに、鮮明な所は近くに感じる。
陰影：影（光源）の位置による距離の判断。
濃淡：淡い所は遠くに、濃い色は近くに感じる。
色相：寒色は遠くに、暖色は近くに感じる。

3.2 映像技法

主に、色やエフェクトによる素材の調整、音に合わせるなどといった、映像作家やクリエイターが感覚的・あるいは記憶や経験に基づいて行っている技法についての軸である。これらは、全て「観察による世界の再現」であるともいえる。例えば、発光している物体の表現として選択するエフェクトとして、グロー効果によって四隅をぼかし、色を落とすことによって、単に表面が発光しているのではなく、箱の内部から光が発生しているような、蛍光灯のような光の表現を得ることができる。これらは、「蛍光灯らしさ」の再現に過ぎないが、映像の質を左右する重要な技法となる。PM において、音の要素は重要だが、本稿においては、詳細は取り扱わない。

3.3 立体の認知

上記の二つとは別に、もう一点、PM において最も重要な条件である、投影する対象が立体であるという軸が加わる。先述した context effect を前提として、鑑賞者は PM と対峙し、そこに沿うことで、あるいは裏切られることで、立体が変化する様を楽しむことができる。PM では、スクリーン面とは異なる空間への映像表現がしばしば行われる。これはいわゆる、映像が飛び出たり、へこんだりする表現である。

歪みの現れ方は、スクリーンからの飛び出し距離と鑑賞者までの距離、および本来見るべき位置からのずれで表される。その際、単に 3D で作られた映像を流せばいいというわけではない。物体との結びつきが強い PM の場合、輪郭線、色、大きさ、飛び出す距離など、そこにかかわる様々な要素をもって、映像を認知することになる。

これに関する表現としては、以下のものが挙げられる。

・歪みを判りにくくする表現（境界を曖昧に／飛び出したものを動かす／提示を一瞬に留める，など）

・歪みが出ない表現（スクリーンへのドロップシャドウ／ライティングで，光源等を感じさせる，など）

また，手法として，

・対象を強調する手法（壁面への反射効果によって，立体の形状が際立つ，など）

・対象を目立たせなくする手法

（黒と彩度を下げた色でミニマルなテクスチャを描くことで別の図形を浮かび上がらせる，など）

これらの三つの軸は，独立するわけではなく，それぞれに重複する領域を持っている．映像技法が，視覚効果における概念を前提としている表現である場合や，立体の表現が，映像技法の一つとして扱われる場合もあると思われるが，筆者らは，これらの複合的な組み合わせによって PM のコンテンツに質感の変化が生まれ，鑑賞者の感覚に影響を与えるものと考えている．これがつまり，「PM らしさ」という感覚に結びつくと考えた．

PM が，各所で話題を集め多数のイベントで利用されているため，もはや一般的な事象になりつつあるということを考慮すると，鑑賞者にいわゆる「PM らしさ」という感覚が発生する可能性がある．それは多くのコンテンツにおいて見られる，「飛び出す」「光る」「崩れる」といった質感の変化によって満たされると，コンテンツに対する満足度，あるいは会場の盛り上がりは高まると感じた．鑑賞への態度は，PM へ期待するものが影響するという仮定をもって，次項で展開するコンテンツの表現中には，鑑賞者の刺激の捉え方についての実験的な表現も一部含まれることを留意願いたい．

4. コンテンツ

前項の分類に従って，作品を解説する．<http://youtu.be/0ixvWJzSIVg/> で本作品は視聴できる．

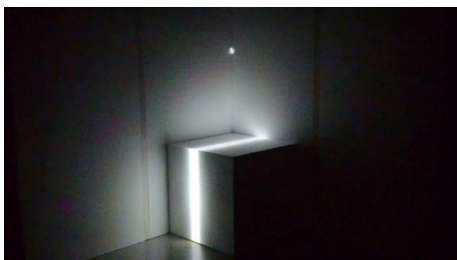


図 5 シーン 1

映像技法：グロー（ぼかし），スリット上の光の漏れ，光の強度差

立体認知：エフェクトの発生していない部分を黒で塗りつぶすことによってそこに生じる反射と，光線を沿わせることで，立方体の形を強調している．光線の表現を選択することで，歪みの影響を受けない．



図 6 シーン 2

映像技法：視点位置と水の屈折を考慮して，インクが水槽に落ち広がる表現を再現したものだが，屈折表現が不十分で，水槽としての認知にまでは至らない．

立体認知：曖昧な水のテクスチャを使用することで，歪みをわかりにくくしている．

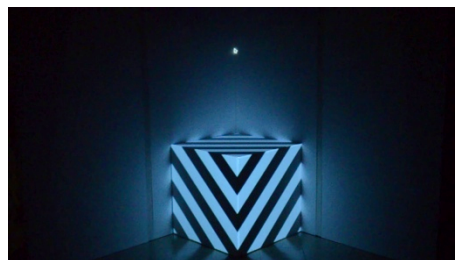


図 7 シーン 2

映像技法：ミニマルなテクスチャ

立体認知：単純な直線によって構成することで，歪みを意識させない．彩度の低い色で形成された直線のアニメーションによって生じる三角形によって立方体を目立たなくさせている．

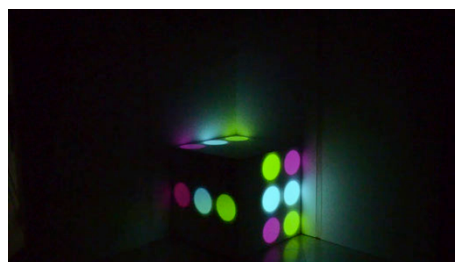


図 8 シーン 3

映像技法：反射光，スポットライト，音楽に合わせた変化

立体認知：光とその反射を利用して，立方体から LED（あるいはスポットライト）が光っているように見える．立方体のグリッドに沿った光を形成することで，対象の形状を強調している．

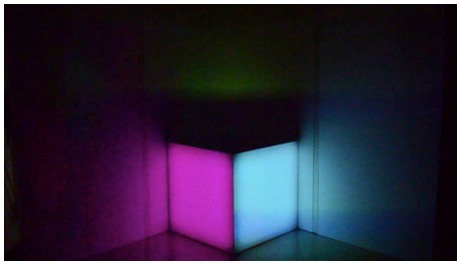


図 9 シーン 4

視覚効果：陰影

映像技法：反射，ドロップシャドウ，グロー

立体認知：立方体の四隅をぼかし，暗くすることで，立方体の中から光が漏れているように見える。

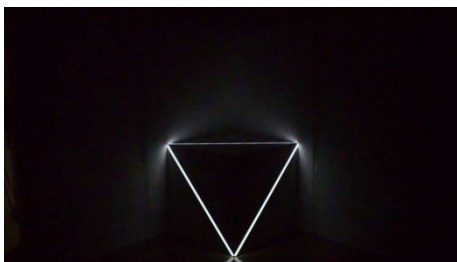


図 10 シーン 5

視覚効果：明暗

立体認知：ラインを細い白で描き，それ以外を黒く塗りつぶすことで，立方体への認知を消し，真っ暗な空間に，三角形が浮かび上がるような表現である。

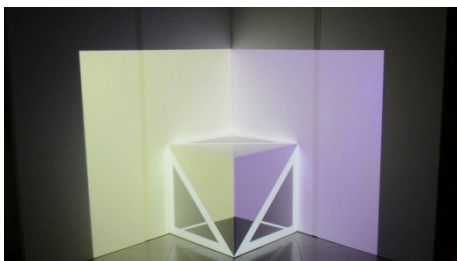


図 11 シーン 6

視覚効果：遮蔽（前後関係）

立体認知：境界線と面の色を調整して，奥行きの変化させている，立方体の中が見えるような感覚．前後関係が次々と変わる表現．立体を強調する。

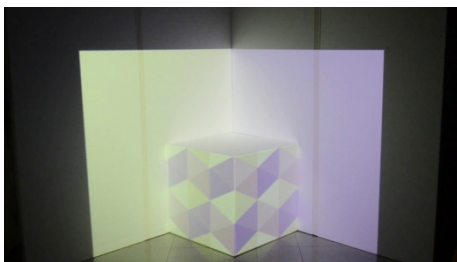


図 12 シーン 7

立体認知：立方体のテクスチャを利用して，立方体の中に

小さな立方体が見えるようにしている．歪みの影響を考慮していないため，小さな立方体は正しく認知されない。

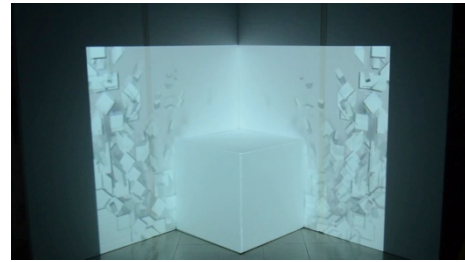


図 13 シーン 8

視覚効果：明暗，濃淡，陰影

映像技法：壁が崩れるアニメーション

立体認知：影と光を調整して，壁に映されているイメージが落下し，崩れているように見える表現．立体の歪みに依存しない，本来崩れないものが崩れることで，対象への認知を変容させる。

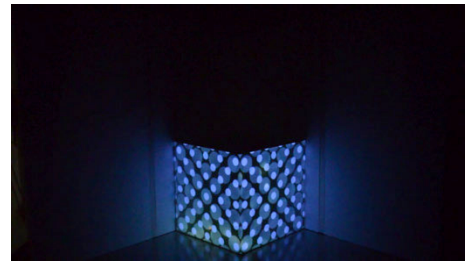


図 14 シーン 9

視覚効果：大小，遮蔽（前後関係），鮮明，色相，粗密（きめの勾配）

映像技法：グロー，曖昧なテクスチャ

立体認知：視覚効果によってドットの前後関係が変化する，テクスチャが内部にゆらめいているように見える．曖昧なテクスチャと，ドットの動きの組み合わせが，立方体の歪みを目立たせなくさせている。



図 15 シーン 10

視覚効果：明暗，陰影

立体認知：丸の中にある影（グラデーション）の方向を調節して，丸の凹凸に対する認知が変わる。

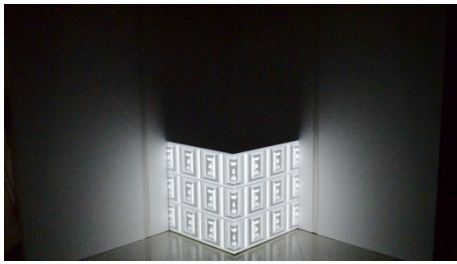


図 16 シーン 11

視覚効果：陰影，錯視（coffer illusion）

立体認知：テクスチャとして coffer illusion という錯視を用いている．丸に描かれたグラデーションと背景のグラデーションが合わさることで，四角のテクスチャであるように見える．グラデーションのパターンをかえることで，アニメーションの速度を速く設定しているので，歪みの影響をうけず，四角のテクスチャが変動し，立方体の表面が動いて見える．

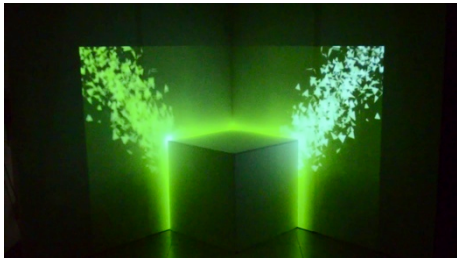


図 17 シーン 12

視覚効果：反射

映像技法：パーティクル，グロー

立体認知：光パーティクルが立方体と衝突し，壁に描かれた反射によって立方体表面が発光しているように見える表現，立方体に直接光を当てること無く，対象を強調している．

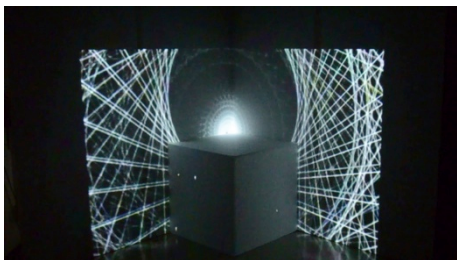


図 18 シーン 13

視覚効果：粗密（線遠近法），運動

映像技法：フレームの中心に，消失点として利用している白い光があり，その光を取り囲む線によって，奥行きを生んでいる．映像の動きは，立方体がトンネルの中を進むような没入感につながる表現である．

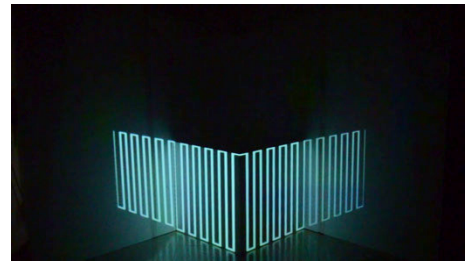


図 20 シーン 14

視覚効果：大小（透視図法）

映像技法：グロー，反射

立体認知：壁の奥に，線が広がっているように見える表現．歪みによる影響を受けやすい．

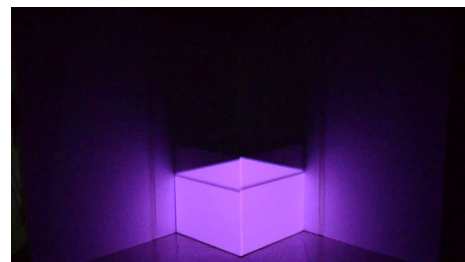


図 20 シーン 15

視覚効果：透視図法，反射

立体認知：下から立方体が徐々に現れるような表現．正しい視点から見ると，立方体の形状が変動して見える．歪みによる影響を受けやすい．

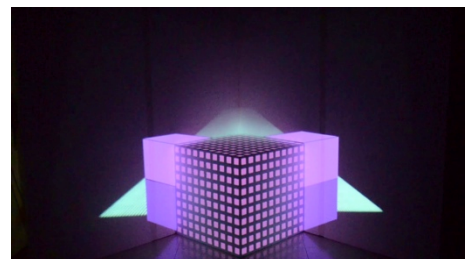


図 21 シーン 16

視覚効果：大小（透視図法），遮蔽，鮮明（大気遠近法），粗密（きめの勾配）

映像技法：反射，グロー

立体認知：立方体の表面に四角のテクスチャを描いて，立方体が存在感を増す．実在する立方体の隣に，4つの立方体が壁の奥に見える．壁面には，遠くから前にのびる平面が見える．奥行き感の近くを増すために，消失点ときめの勾配の効果を利用している．



図 22 シーン 17

視覚効果：濃淡，陰影，大小（透視図法），鮮明（大気遠近法）

映像技法：パーティクルによる演出，反射，飛び出す立方体

立体認知：白い光が壁に反射して，立方体を光るようにしている．影と視点のパースペクティブの調節を利用して，立方体から，もう一つの立方体が出てているように見える．立方体の突出は，境界線を描かず，陰影と濃淡で描くことによって自然な表現にしている．またアニメーション速度を速めることで，歪みを認知しにくくしている．

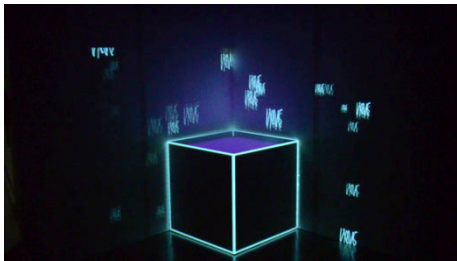


図 23 シーン 18

視覚効果：大小・鮮明（大気遠近法），遮蔽（透視図法）

映像技法：パーティクル，液体，反射

立体認知：パーティクルの大小を変化させ，さらに大気遠近法効果を利用して，背景に奥行きを生んでいる．光る線を利用して，立方体の形を強調している．さらに，輪郭線の遮蔽関係を変えることで，立方体の中から液体があふれる表現に見える．

5. おわりに

5.1 視点が限定されない場合の対処

PM のように立体に映像を投影する場合に問題とされる大きなものの一つに，「鑑賞者の視点位置」が挙げられる．キャリブレーションでは調整できない映像の歪みや，人間の視覚の補完能力が影響し，プロジェクションマッピングに初めて取り組む人々に PM が難しいと感じさせる要因になる．イベントなどの建物への PM は，大きな建物に投影するため，観客との間に十分な距離がとられる．そのぶん歪みは少なくなり，視点位置に依存しない．

三次元位置センサで計測される視点情報に追従して投影する画像を生成し直すという双対レンダリングという手法が，木島研のバーチャル人体模型[4]などに使用されている

技術として存在しているが，これは，一視点からのみの観察となる．そのため，多視点からのプロジェクションマッピングは，今後の課題の一つとなる．

5.2 「作品」としての PM

PM が人々の話題を集め，鑑賞される大きな要因の一つに，「建物の歴史的背景」がある．これは重要な context effect の一つとなり得る．これが，PM を単なる派手な映像の範疇から脱却させ，文脈を持った「作品」としての意味を与え，作家の感性によって作られた映像に，深みを与える．人はそうした物語や，文脈を好む傾向がある．例えば，東京駅「TOKYO STATION VISION」では，東京駅丸の内駅舎保存・復原工事の完成を祝う記念イベントで，創建当時の姿に生まれ変わった駅舎「時空を超えた旅」をテーマに，東京駅や鉄道をめぐる 100 年の歴史を表現している[5]．しばしば PM の説明として用いられる「実空間と仮想空間の融合」ということばが意味する，超越感，トリップ感，アートの空間の構築，没入による身体感の変動は人々に情動の変化を与えやすい．エンタテインメント性，つまり，楽しませることを意識するならば，文化的要素が質感の認知に影響を与えるということは，PM のコンテンツを制作する際の意識として重要である．

5.3 インタラクティブであるということ

映像作品である以上，鑑賞者と作品の間で投影⇔見るというインタラクションは発生しているが，映像が鑑賞者によって変動するという要素は，より鑑賞者の臨場感・没入感を高める．

このように，今回本稿で採用した分類以外にも，PM の質を向上させるための要素は存在している．またそれらは，「ありふれた PM」を変容させるヒントとなりえる．今後 PM の要素に関するさらなる体系化と分析を目指したい．

謝辞

コンテンツ制作の機会を与えてくださった岐阜大学の木島竜吾准教授と，木島研究室の学生の皆様，コンテンツ制作において貴重なアドバイスをくださった本学浅羽氏に感謝の意を表します．

参考文献

- 1) 一般財団法人プロジェクションマッピング協会，http://www.projection-mapping.jp/?page_id=948#content-top
- 2) 牧野圭一，上島豊：視覚とマンガ表現 科学とマンガのナベ《鍋?》ゲーシオン，臨川書店(2007)
- 3) 鄭熙珍：修士論文，映像を活用した空間の歪曲を感じさせるイベント空間デザイン提案，慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 (2012)，http://koara.Lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/download.php?file_id=64636
- 4) 近藤大祐，後藤敏之，河野誠 [他]，木島竜吾，高橋優三：自由曲面への投影を用いたバーチャル解剖模型，日本バーチャルリアリティ学会論文誌 10(2)，201-208(2005)
- 5) [劇的] GEKITEKI NHK エンタープライズによる体感型エンターテインメントプロジェクト，<http://www.nhk-ep.co.jp/gekiteki/>