

映像プロジェクションによる空間構築

野地朱真

Space construction by the video projection

SUMA Noji

Abstract

The image projection using CG, have made experiments to create a variety of visual and acoustic environment ever. In recent years, projection to the huge structure such as a building is in the spotlight. Despite the fact that, small-scale projection on to residential and office environment, to be needed. And constructing new space to give fun life is important. In this note, the beginning of the interactive video space by the projection of the floor surface using a Kinekuto, introduces the wind projection development from the inside of window, and real-time CG projection of the small three-dimensional configured with multiple cubes. Think also about the role of such video content in urban life.

CGを用いた画像プロジェクションにより、これまでに様々な視響環境を創り出す実験を行ってきた。昨今注目を浴びる大規模な映像だけでなく、日常の小規模な住居やオフィス環境を対象として、生活に刺激や楽しさを与える新しい空間の構築が今後重要になると考えている。このノートでは、キネクトを用いた床面へのプロジェクションによるインタラクティブな映像空間をはじめとし、複数のキューブで構成する小立体へのリアルタイムCGプロジェクションやビルの室内から窓へのプロジェクション開発について紹介する。またこのような映像コンテンツが都市環境で果たす役割について考える。

はじめに

大学の視響環境実験スタジオとして 2007 年に「テラリウム」を設置した[1][2]。こちらはオープンキャンパスの見学コースにもなっている。この施設は、一辺 2 m のサイコロ型 4 面マルチスクリーンへ、背面から画像をプロジェクションする「CAVE」と呼ばれる臨場感装置が中核を成しており、15 個の立体スピーカにより立体サウンドも実現している。図 1 が示すように、視野全体が映像で覆われる臨場感体験を提供するために、様々な感性情報の実験を行うことを目的として開設した。図 2 はスタジオの全貌である。また屋外での壁面プロジェクションも実験してきた (図 3、4)。4 面スクリーン用として、これまでに実写も含めて 8 タイトルのコンテンツを開発している。内覧会では概ね好評を得ているが、来場者から度々「外部へ持ってゆけないか」というリクエストを頂戴した。しかし、CAVE 型装置としては小さいものの、特注の鉄骨フレームや反射鏡、プロジェクタ、スピーカまで固定した総重量数 t に及ぶこの装置を、外部に持ち出すことは出来ない。そこで、キューブの内側、即ち左、正面、右、床面に投影していた映像を小型キューブの外側にプロジェクションすることで、持ち運びが容易な装置を製作することとなった。その他、障子窓から見える風景を

視点移動に従って遷移させることで、奥行のある窓外の景観を表示するコンテンツ「Enhanced Window」(図5、6)のシステムも[3]のように実現している。このように、身近で狭小な生活空間に新たな空間を創出する手法を、映像プロジェクションにより提案し、紹介したい。



図 1. テラリウムのマルチスクリーン装置 図 2. スタジオ全貌. 様々な表示手法を開発



図 3. 学園祭にて大学入口の天井へ投影 図 4. 西棟壁面へ CG 動画を投影実験

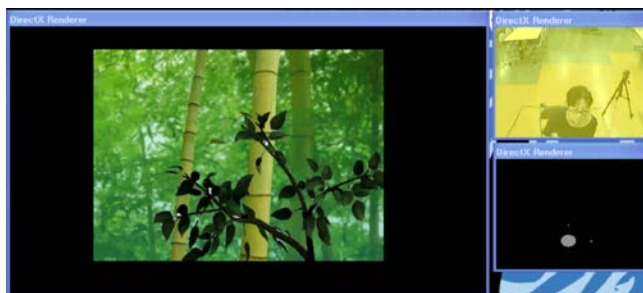
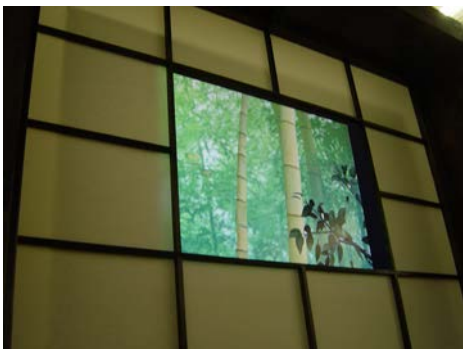


図 5. Enhanced Shoji Window

図 6.xccd カメラでの視点検出. v4 上での画面

1. 住環境に融合する映像

近年、4k、8Kなどハイビジョンの面積比4倍、16倍となる高解像度の映像を表示するディスプレイや輝度の高いプロジェクタが急速な発展を遂げている。プロジェクタ性能の高度化を背景に、従来のスクリーン以外のもの、都市のビル群やタワーなど大型の建造物や舞台の出演者のように矩形でない対象物にプロジェクションする事象も増えてきた。特に最近もてはやされるプロジェクション・マッピングに見受けられように、大規模なプロジェクションでは普段見慣れた街の景観がダイナミックに変化するため、見る側は大いに刺激を受け圧倒されることとなる。ディズニーランドのようなテーマパークでも、エンターテイメントとして人気を博する理由になっている。スクリーンに代わる対象物の巨大化は、チームラボの試みで「雲」に投影を実現するまでに至り、この先は宇宙規模での地球へのプロジェクションや成層圏で3Dオーロラホログラムに至るか、と予見される。ところで、著者は'90年前後のバブル期に、国内外の博覧会で全天周や畳40畳分と言われるIMAX 3D立体映像のCG映像制作に携わった。それ以来広視野画像がひとつの実現目標として絶えず頭の片隅を占めている。している。しかし、直径30メートルのドームスクリーン、70mmフィルムを横方向に使う巨大プロジェクタ、またCGの記録装置といえば、長さ1分の映像制作に1億円がふっ飛んでゆくような巨費が必要だった。またそのような巨大上映館も、イベントの短い季節が終わると小屋をたたみ何方かへ消えていった。設備が大きいほど設置場所は交通の不便な辺鄙な土地に立てられるのが常で。観客は鑑賞のためかなりの移動時間をかける必要があっ難しかった。どのみち、巨額の予算や目玉の飛び出る高価な装置が手に入る訳が無い、という恨みもあって、もっと普通の生活に馴染み溶け込みつつ夢見心地になれる環境でありたい、という気持ちが働いた。そこで、テラリウムの広視野用コンテンツを制作する一方で、狭小なスペースを無限に拡大し、日常の中で楽しむことの出来るコンテンツを平行して開発することを試みた。ところで実空間を利用した画像のマッピングといえば、その元祖はレオナルド・ダビンチである、と言いたい。彼の有名な「最後の晩餐」は、サンタ・マリア・デッレ・グラツィエ修道院の壁面に一点透視法で描かれている。ある特定の一点から見るとき、周囲の壁面や床のパースペクティブと合致するような構図がとられているのである。その「特定の位置」とは映像プロジェクションに置き換えれば、プロジェクタのレンズに該当する場所である。また18世紀にヨーロッパの貴族の間で流行した、「アナモルフィック画」もまたプロジェクションを用いた表現手法と見做すことが出来る。床や壁の2次元平面を、投影面と置き換えてそこに奥行きのある空間の絵を描いた。また、同じくヨーロッパでトリックアート的一种として街路に描かれる「だまし絵」も、透視図の原理によってある視点から見た場合にのみ空間が成立する点で、路面上へのマッピング、と解釈できる。意図された視点以外から見ると歪曲しているため、何が描かれているか認識することが出来ない。歩行者は歩きながら投影点を探し、自分の視点が合致した時、はじめて絵のモチーフを発見する。これらの古い視覚の遊びと生活に密着した表現の在り方に興味を持ち、その延長でテラリウムの設置に至っている。第2項以降では、視環境の実験として開発したコンテンツのうち、直近の制作3例を紹介する。

2. インタラクティブな床面プロジェクション

プロジェクションにより仮想の空間を創出する実験で、最も効果を期待しているのが床

面である。一般に映画館のスクリーンは視線の垂直方向にある。全天周では、やや斜め上で椅子の背を 30 度ほど倒して観ることになるが、基本的に視線と直行する方向となる。このような広視野映像において、しばしば演出効果として求められるのが、進行感、浮遊感、湧き出し感といった、視点移動によって引き起こされる感性である[4]。ところで我々の視覚経験からすると進行方向へ移動するような映像は比較的安定感をもって受け入れることができる。一方、床面に投影し、しかも垂直方向に視点が移動するような映像では、安定感を失い、画像のレイアウトによっては身体が揺らぐような感覚に陥ることが知られている。広視野映像の特性で、視覚のみで三半規管が影響を受けて生じる「重心動揺」である[5]。また仮想環境の映像表示では、高所に立っているような画像レイアウトの場合、特に下面の垂直方向の移動に対して感性が触発されることが[6]で述べられている。理由は、人間が重力によって地上に立ち、歩行する生物であるところに抛ると考える。鳥のように上下移動に慣れていれば、平衡感覚を喪失することは無いだろう。機会があれば鳥となってぜひ試してみたい。そこで観者に、インパクトのある新しい視覚体験を提供する目的で、床面を重視することとした。さらに従来 of 4 面スクリーン装置では実現していなかった、インタラクションを採り入れてより臨場感を生み出す下方への空間構築を試みた。人の移動の検出には Kinect 1 を使い、鑑賞者の頭頂部の位置を検出し、その 3 次元データを CG 空間での視点位置として実装した。実現にはビジュアル・プログラム言語である vvvv (以下 v4) を使い、v4 内に用意された円筒形状にタイルのテクスチャを適用して、地下のプールを作成した。図 7~10 に示す。



図 7. 「水溶日」右下が床面投影

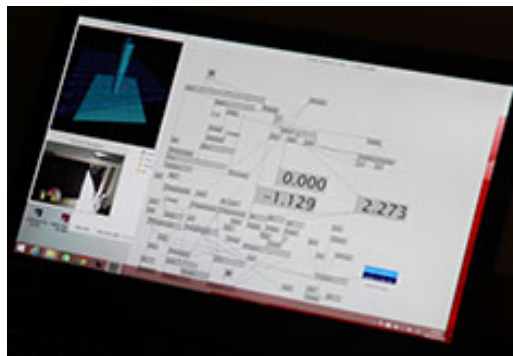


図 8. v4 による制御画面。頭頂部を検出

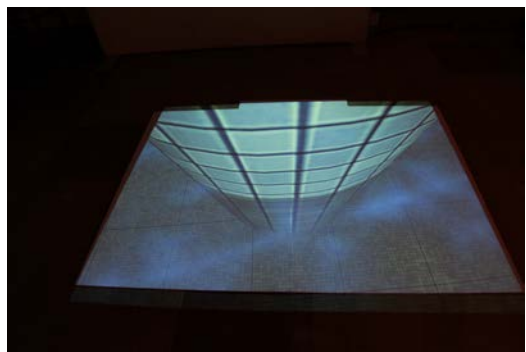


図 9. 手前から近づいた状態

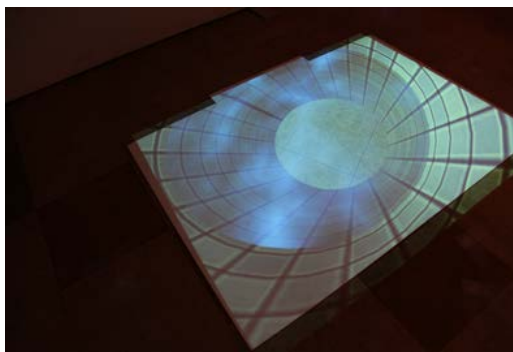


図 10. 上から覗き込んだ状態

そのコンテンツは 2015 年 7 月に川越三番町ギャラリーで行ったインスタレーション展「水

「溶日」の作品群のひとつとして展示した。観者の水平方向の移動に応じて3Dの円筒形の内側を覗くようなシステムである。単純な形状にも関わらず、下方にできた空間を覗きこむ体験は日常ではあまり無いために、予想以上に楽しんで頂けたようである。センシングにあたっては、キネクトが有する基本機能を用いている。検知可能なのは観者1名に限られ、センシング可能な範囲に複数人が入った場合は、最初に検知したターゲットを追跡し、範囲から外れると、探索可能な最寄りの別ターゲットに移行する。このコンテンツは実験の第一段階であり、今回静止した物体を表示するにとどまったが、動画の表示も可能であることがわかっており、今後はプールの形状および水面、水流の表現などで質を上げてゆきたい。またキネクト2を用いて複数の鑑賞者をセンシングすることを課題としている。尚、開発にあたってはAZlab.の東和信氏に多大な協力を頂いている。

3. 物理形状を利用した映像空間

ナイキのスニーカーのCMや映画「ザ・ツーリスト」のプロモーションで知られる、プロジェクション・マッピングは、実体のある形状に合致させて映像を投影する技術の総称とされる。映像の不要な部分を黒くマスキングしたり、対象の動きに合わせてプロジェクタ自体を移動し、投表層に適合させる手法が多く見受けられる。歴史のはじまりは国内では1968年に銀座のディスコでバルーンやテントに投影した例が商用利用初、と言われている。プロデューサーは映像作家でもある宮井陸郎、設計は早田保博である[7]。米国では1969年にドイツニーランドの「ホーンテッド・マンション」で実用化されたそうである。プロジェクタではなく、幻灯やスライドも利用された。さて、2013年1月のテラリウム内覧会において、小規模立体プロジェクションとして制作したのが「Real-time CUBE」[8]であり、2つの特徴を持っている。プロジェクションの主たる対象は80cm×80cm直角を成す2枚の板で表面にはスチールシートを貼ってある。特徴のひとつは、その上に12cm角の発砲スチロールで出来た立方体をマグネットで付着させている点である。小キューブは任意の演出プランにより、階段や門の役割を果たす舞台のデザインとなる。もうひとつの特徴は、投影する映像が実時間で創出される点である。一般に、東京駅やスカイツリーなどのプロジェクションに用いる映像はあらかじめ動画として用意されたデータファイルを用いる。一方、紹介するコンテンツでは、動画素材ではなく以下3種類の画像を用意し、それらをv4上で動画として表示している。

①CG 3D画像 ②アニメーション用の手描きシーケンス画像 ③手描き静止画像

各画像の表示位置やサイズおよびタイミングは座標変換のパラメータとして、実際に表示しながら試行錯誤した上で決定する。勿論随時変更可能である。上記に加えて、v4上で複数のボールが階段をバウンスしながら落下するシミュレーション・プログラムおよびパーティクル・ダイナミクスを実装した。創出されるのは例えばパイロットが階段をのぼるシーケンス、宇宙船が奥から飛んでくるシーケンス、主人公のパイロットが歩いて来るシーケンス、などの映像单元である。図11はマッピング位置合わせのためのグリッドを投影している様子である。図12、13はプロジェクションした状態を示す。上演時に、その時々目的とするシナリオに従ってキーボード操作により全体の構成をデザインすることが出来る。次の段階ではキューブの形状を自動認識し、小キューブを移動させると同時にその位置

と形状に合致した動画になるよう座標変換パラメータを制御する仕組みとしたい。

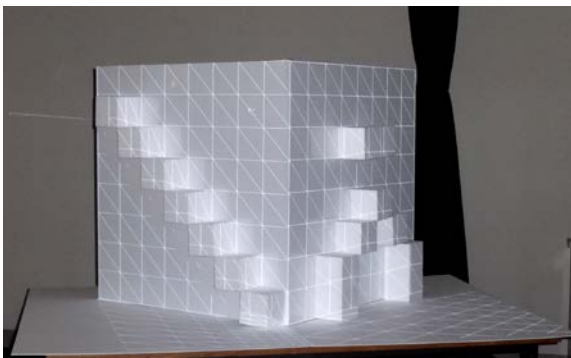


図 11. 位置合わせのための Grid を表示



図 12. キューブへのプロジェクション



図 13. 階段でバウンディングするボール



図 14. 使用した 3D 静止画と 2D 画像素材

4. 窓への投影

2013年11月、川越市の年末恒例イベントである「食と音と灯りのイベント」実行委員会からの依頼で、映像を提供することとなった。制作は私のゼミ生だけでなく、浅川ゼミの有志である橋本詩織さん、海老澤将人さん、春口ゼミの友野幸子さんが風の噂を聞きつけて自ら参加してくれた。観光課の話では、前年には200万円の予算をかけてプロダクションに発注した、とのことであった。その20分の1の予算で同様の効果を期待されるのも困ったものだが、近隣大学として最大の努力をしようと心に決めた。じっくりアイデアを練るには準備期間として半年欲しいが、結局1か月ほどという、恐ろしい短期決戦となった次第である。特に現場確認が先方の都合で中々実現せず、最終的に本番用映像での現場合合わせが出来たのは前日、という顔面蒼白のタイトスケジュールであった。イベントの中心は川越観光のメインストリート、蔵通りの約300m余りとなる。観光課の職員と上映場所探しに入ったのは本番まで残り2か月を切っていた。集客のためには、プロジェクションサイズが大きいほど、また映像は明るいほど目立つことが自明である。一般的に屋外では1万ルーメン以上の明るいプロジェクタでビルなどの建造物に投影する手段が採られる。しかし、雨天対策と人手を考慮に入れ、大学として持ち出し可能な最大限の機材を鑑みた結果、最も賑わう仲町交差点にある文化遺産、山吉ビルの2,3階を選んだ。3階は倉庫用途だが使用していない

ため利用可能ということだった。但し外壁ではなく、幅6メートル程度になる窓へ向けて室内からのプロジェクションと決定した。使用したのはCANON WUX-450 2基を3階用に、RICHIOの超短焦点距離プロジェクタ1基を2階用に使い、スピーカを3Fに設置した。2台のプロジェクタでひと続きの映像を表示する際、隙間が空くのを避けるために、通常10%程度の「ブレンディング」という映像が重なる部分を作り、そこには同じ映像が重複することになるので輝度を半分に落とす手法が適用される。また、窓枠部分に重要な映像が重ならないように図面上および下見の際のテストパターンによりチェックして映像編集を行う。

置で

CANON最低焦点距離がぎりぎりとなり、ブレンディング部分がほとんど無くなるなど、いくつか問題も生じた。その上照明は無く、床は極めて凹凸が激しい上にホコリだらけである。それでも諸々の問題をクリアし、舞い上がるホコリの中を観光課が支給してくれたカンテラを頼りに、学生たちも奮闘してくれた。開催の3日間、幸い大した雨も降らず無事にプロジェクションは終了した。またその過程で、連日見に来る観光客もいることが判明し、プログラムに変化をつける必要を感じた。そこで学生たちと話し合い、制作に参加した友野幸子さんがダンスに優れていたこともあり、2日目以降は映像とシルエットダンスのライブパフォーマンスに急遽変更した。イベントの最中に表現が進化してゆくこともライブの醍醐味である。何より、自発的に参加してくれた学生たちの不眠不休の努力、短期間での驚くばかりの成長ぶりに若い情熱の頼もしさを力強く思う次第であった。図15~17にプロジ



図15. 蔵通り「山吉ビル」窓のプロジェクション



図16. 2階室内より窓に貼った和紙へ投影



図17. プロジェクション映像を光源にしたシルエットダンス

おわりに

映像を鑑賞し体験する場として、映画館やディスプレイモニターも依然として重要な位置を占めている。だが日常の居住空間を彩る手段として考えてみたとき、スクリーン以外へのプロジェクションという手法がもたらす新しい空間構築の可能性は、大きく広がっているといえる。映像ではないが、昨今では従来平面に規定されていた絵本の世界にも「空間革命」は起きている。飛び出す仕掛けにとどまらず、懐中電灯で生じる影や鏡を用いただまし絵的空間を楽しむものまで出版された。その発意は中世のだまし絵やダビンチの絵画にも見てとれる。そうしてみると、昔から我々は次元をひとつ上げたり、下げたり、2次元と3次元の間を行き来することが好きなのではないだろうか、と思えてくる。また、現在の生活では得られない、めくるめく視覚体験とふとした場所で出会うことを、待ち望んでいるのではないだろうか。そのような観点から想起し、視覚の実験場で試みた開発をいくつか紹介した。仮想映像体験の是非は別の議論として、身近な環境でインフラや装置に制約されず、感性を刺激し、見慣れた空間に新しい価値を付与するような映像空間を開拓したいと考えている。尚、今回のコンテンツでは音環境について触れていないが、音と映像の空間実験も少しずつ進めており、別の機会に報告したい。

謝辞

ここで紹介した一連の開発に、多大な協力を頂いている須藤智先生、浅川順先生、そしてプログラムにおいて常に支援頂いているアズラボ株式会社の東和信氏に、深い感謝を表す。

参考文献

- [1]野地朱真、斉藤貴志、永田章 “広視野表示装置のための映像制作の試みーCAVE 型マルチディスプレイとCG 動画ー”, 日本映像学会 2008 年春季全国大会予稿集, 2008
- [2]Suma Noji,Takashi Saito, Akira nagata, “A STUDAY OF A METHOD FOE IMMERSIVE PROJECTION DISPLAY USING ONE PC AND CREATIG ANIMATION”, Proceedings of IWAIT2008, International Workshop for Advanced Image processing Technology,2008
- [3] Suma Noji, Kazunobu Azuma” An Enhanced Window Space Distiributed On Network “, IEEE International Conference on Software Testing,User Centrick Media Forum *proceedins* CDROM ,2010
- [4]NARITA Nagato, KANAZAWA Masaru,画面サイズと観視距離が広視野映像の心理果に及ぼす影響の検討”Tecjmocal report of IEICE.ICD vol99,No.399,pp.29-36,1999
- [5]清水俊宏, 矢野澄夫, 三橋哲雄 “立体画像観察時における画角と重心動揺の関係”,1991 年テレビジョン学会年次大会, 10-21, 1991
- [6]梅村浩之、渡邊洋、松岡克典 “没入型仮想空間表示装置内における効果的な高所提示法の基礎的研究”、電子情報処理通信学会論文誌、Vol.J87-A,No.1,pp. 1304-1502,2002
- [7]早田保博 “ゴーゴークラブ キラー・ジョーズ”, SD:Space design, 膜の構造 (特集レポート), 鹿島出版会, No.48,1968
- [8]東和信、野地朱真 “実時間プロジェクションマッピングに関する研究” EC2015 大会予稿集, 情報処理学会, 2015