

投影ディスプレイ環境の構築

清水 共*

The Construction of Projection Display Environments

Tomo SHIMIZU

Abstract

This paper deals with how to construct of two projection-type display environments. A spherical screen with a projector is constructed. An environment of the AMID screen that is a transparent screen with a projector is built. The net for a screen door to use by the AMID screen is estimated.

Keywords: Projection Mapping, AMID Screen, Spherical Screen, Transparent Screen

1 はじめに

近年、プロジェクションマッピング (Projection Mapping, PM) という言葉をよく耳にする。この技術は、プロジェクタを用いて CG 映像等を建物や空間などに対して映し出す技術である。2012 年に TV のニュース番組等で放映された代表的な PM 技術の実例を 2 つ挙げると、一つは世界的イベントであるロンドンオリンピックの開会式で多用された映像であり、もう一つは東京駅丸の内駅舎の保存と復元を祝うイベントとして行われたプロジェクションマッピング「TOKYO STATION VISION」が挙げられる。プロジェクタ技術を用いた身近な製品としては、2000 年前後に安価な大型テレビの代表格としてリアプロジェクションテレビが販売されている。現在は液晶やプラズマ等によって日本で販売・製造から撤退している。また近年では、家庭向けシアターシステムも安価となり一般家庭にもプロジェクタが多く普及している。

一方、本校教員としての身近な問題に昨今の学生

の学習意欲の低下が挙げられる。この学習意欲の向上を図る一つ的手段として、学生の好奇心を喚起する実験環境を整えることが重要である。また、小学生等を対象に子供の理科離れ対策や地域貢献活動の一環として、本校イベントチーム「Dreamland」が、数年に渡って活動している¹⁾。家庭電化製品（ゲームや携帯等）の発展に伴い、かなり高度な研究成果も小学生の関心を引くことは難しい昨今において、巨大なシステムはそれ自体が与えるインパクトが大きく地域のイベント活動の活性化に大きな役割を果たしている。

本研究室では学生の好奇心を喚起し学習・研究意欲を増進することを目的として、これらの需要と PM 技術のブームに肖ってプロジェクタ投影技術を用いた手軽に移動可能な巨大実験環境として二つの投影ディスプレイ環境を構築したので報告する。本環境の構築により、本研究室の学生が取り組む課題として、システムの基礎開発には画像処理や代数学等（座標変換等）の講義で学んだ内容を実際のシステム開発で体感できることが、研究以外に対しても学習意欲の向上を大きく促進すると期待される。また、

*香川高等専門学校詫間キャンパス 電子システム工学科

本システムの応用に関しては、未開拓の分野であり無限の創造性が学生の好奇心を掻くと考えられる。

今回構築した二つの投影ディスプレイ環境をそれぞれ、第2章に球体投影ディスプレイ環境、第3章にアミッド・スクリーン環境として報告する。

2 球体投影ディスプレイ環境

球体投影ディスプレイ環境の構築においては、情報通信研究機構（NICT）の見学でたまたま紹介して頂いた研究の一つであるダジック・アースを発端としている。ダジック・アースとは、齊藤昭則氏による京都大学大学院理学研究科の地球科学輻合部可視化グループが中心になって進めているダジック・プロジェクトのサブ・プロジェクトである²⁾。プロジェクタを用いて球形のスクリーンに地球や惑星を立体的に表示するプロジェクトである。

今回、球体投影ディスプレイ環境の構築にあたり重視した条件は以下の4点である。

- 安価
- 大きなディスプレイ環境
- 安全
- 構造・構築が簡単

一点目の「安価」とあるという条件は、限られた研究費を効率よく無駄なく利用するためのやりくりであり、言うなれば一身上の都合である。残りの3点に関しては、システムの開発時というよりはむしろシステム利用時の想定が大きな制約となる。実際にこの球体投影ディスプレイの利用に際しては、現在のところ本校イベントチーム「Dreamland」による地域イベント活動を想定している。そのため、二つ目の条件である「大きなディスプレイ環境」は展示の対象となる小学生に対して巨大なシステムはそれ自体が与えるインパクトが大きいという信念に基づいている。三つ目と四つ目の「安全」と「構造・構築が簡単」の条件は、利用場所が校外の小学校や地域のコミュニティセンターであり、地域のお祭りやイベント会場等であるため、老若男女の不特定多数の人々が参加するため安全性は大きな問題である。また、展示場所への運搬作業も重要な問題である。

そこで、これらの問題を解決するため既存のシステムを利用しているダジック・プロジェクトの齊藤氏から助言を頂いている。その際にダジック・アースのコンテンツデータも頂いている。今回は総合的に検討した結果として、球体投影ディスプレイとし



図 1: 球体投影ディスプレイの展示：南飯山コミュニティセンターのクリスマスイベント会場の様子

てダジック・アースで利用しているアドバルーンを採用して、直径1mと2mを導入する。図1は、イベントチーム「Dreamland」が昨年末に開催した飯山南コミュニティセンターのクリスマスイベントにおいて、実際に球体投影ディスプレイを展示した様子である。2m球のアドバルーンにダジック・アースコンテンツを利用している。写真からも、イベントに参加した多くの親子連れが興味深く展示の見学する様が見られる。

今回、研究室で構築した球体投影ディスプレイ環境をまとめる。球体ディスプレイとして、塩ビ製白色無地のアドバルーンを採用する。展示スペース等を考慮して、直径が1mと2mのアドバルーンをそれぞれ導入する。前述の環境構築条件である「安価」では、直径が2mの特注のアドバルーンが2万円程と比較的安価であり条件を十分満足する。光源であるプロジェクタはRICOHのIPSio(PJWX5150)を採用する。このプロジェクタはHDMI入力端子を持ちリアル解像度がWXGAの仕様を持つが、最大の仕様上の決め手は出力光束（明るさ）が4000lmと他社製品に比べ出力光束が高く安価ということである。出力光束の大きさは学外でのシステム利用に際して非常に重要な因子である。図1は比較的天候の良い昼間に、アドバルーン周辺の室内照明を落として周辺のカーテンを閉めた状態で展示・撮影した様子である。会場は特に暗いわけではなく、写真からもアドバルーン上の映像は十分鮮明に投影されていることが分かる。残り3つの条件に関しては、空気を詰めて利用する塩ビ製アドバルーンの特性として安全性がかなり高く、未利用時はコンパクトに収納が可能であり、利用時も小型電動エアポンプ等の使用によって簡単にセッティング可能である。この球

体投影ディスプレイ環境をイベント等で小学生の理科離れ対策として利用するメリットとして、システム全体がさほど複雑ではないため小学生でも大まかな投影原理が比較的容易に理解でき好奇心を芽生えさせることが期待できる。現在流行のPM技術の説明にも利用可能である。

3 アミッド・スクリーン環境

アミッド・スクリーン技術は、空間投影の一般化技術として青木敬士氏により開発されオープン化されている³⁾。一言で説明すると、家庭用網戸をプロジェクタ投影のスクリーンとして利用する技術である。既製品として背面投影型の透過スクリーンが販売されているが非常に高価である。そこで、非常に安価な技術として、アミッド・スクリーンが登場している。青木氏によってアミッド・スクリーンの作成方法が公開されているが、ここでは、より簡易型、すなわち、スクリーンの製作過程において極力人力を必要としない材料選びをする。アミッド・スクリーン環境を実際に製作してその性能を評価する。表1は今回製作するアミッド・スクリーンの材料一覧である。

表 1: アミッド・スクリーンの材料一覧

部品	価格 (円)	個数
塩ビパイプ 13(1m)	98	7
TS チーズ 13	38	8
TS エルボ 13	30	2
銅管継手エルボ 15A	65	6
網戸用張替ネット	300 - 1000	

今回製作したアミッド・スクリーンのフレーム価格は1500円程度であり非常に安価である。図2は表1で紹介した実際のフレーム材料である。

図3は、実際にアミッド・スクリーンのフレームを組み立てた様子である。構成パーツと組み立て写真から分かるように、フレームは運搬・保管等を考えてはめ込み式を採用する。これらのパーツは、水



図 2: アミッド・スクリーン構成パーツ一覧



図 3: アミッド・スクリーンのフレーム完成図

道管等として利用されるために比較的強固な材料で軽量である。完成したフレームは、網戸用ネットを掛けて利用するには十分な強度である。フレームサイズは、幅と高さがともに1mとなる。

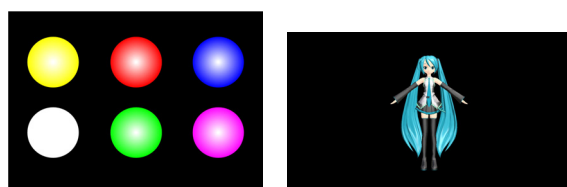
ここでは、スクリーンとして使用する網戸用ネットを3種類用意し透過型スクリーンとしての性能を評価する。表2が、今回使用する網戸用ネットである。これらはホームセンターなどで網戸張替用ネットとして販売されている。価格は寸法(幅91cm, 高さ2m)で安価な商品では数百円程度である。アミッド・スクリーンとしてネットの色が黒色である「黒ネット」と灰色である「灰ネット」と今後呼称する網戸用ネットを今回使用する。これらは一般的に普及している安価なネットである。「銀ネット」と名付けた網戸用ネットは銀色の表面と黒色の裏面をもつマジックネットという商品であり昼間に家の中が見えにくいと宣伝された商品である。網戸用ネットにはメッシュサイズに規格がある。一般的に普及している規格は16~24メッシュである。このメッシュ規格は1inchの網目の数を表している。

表 2: 網戸用ネット一覧

名称	材質	メッシュ規格
黒ネット	ポリプロピレン	24
灰ネット	ポリプロピレン	24
銀ネット	ポリエステル	20

図3のフレームに表2の網戸用ネットを掛けることでアミッド・スクリーンが構成される。ここでは、この3種類のネットに対して透過型スクリーンとして利用可能かその性能を評価をする。定量的評価を用いた客観的な評価ではなく、写真画像を用いて主観的に評価する。

図4が今回の評価に使用した2つの表示テストパ



(A) パターン BALL (B) パターン MIKU

図 4: アミッド・スクリーンの表示テストパターン

ターンである。図 4(A) の一つ目のテストパターンは、グラデーションを付加した 6 色 (青, 赤, 黄, 紫, 緑, 白) それぞれの円により構成する。プロジェクタによる透過型スクリーンを有効に利用するために背景色は黒色とする。図 4(B) は二つ目のテストパターンであり、3DCG アニメーション動画を作成するフリーのソフトウェアである MMD(Miku Miku Dance) に付属の標準モデルデータである初音ミク Ver2 を利用する。現在インターネット上のニコニコ動画や YouTube でアミッド・スクリーンの利用報告が多数なされているが、そのコンテンツのほぼすべてが MMD を用いた作品紹介である現状を踏まえて二つ目のテストパターンを MMD による 3DCG モデルとする。この 2 つのテストパターンをそれぞれ図 4 のように BALL と MIKU と呼称する。

アミッド・スクリーンを透過型ディスプレイとして利用するためのシステム構成は大きく 2 つの方式に分かれる。前述したように、アミッド・スクリーン技術はスクリーンとなる網戸用ネットへパソコンで作製・加工した映像をプロジェクタにより投影することで実現される。よって、「プロジェクタ」と「スクリーン」と「システム利用者 (スクリーン閲覧者)」の位置関係により次の 2 つに方式が分かれる。一つはリアプロジェクションテレビと同様にスクリーンの背面からプロジェクタで投影する方式であり、位置関係は、「プロジェクタ」、「スクリーン」、「システム利用者」の順に並んでいる。この方式を透過方式と名付ける。もう一方の方式は、通常のプロジェクタ利用と同様にスクリーンの前面向からプロジェクタで投影する方式であり、位置関係は、「プロジェクタ」と「システム利用者」、「スクリーン」の順に並んでいる。この方式を反射方式と名付ける。

次に、表 2 に示す 3 種類の網戸用ネットへ図 4 のテストパターンを投影してアミッド・スクリーンとしての性能を評価する。アミッド・スクリーンへの投影方法として、上述の透過方式と反射方式に対してそれぞれ評価する。



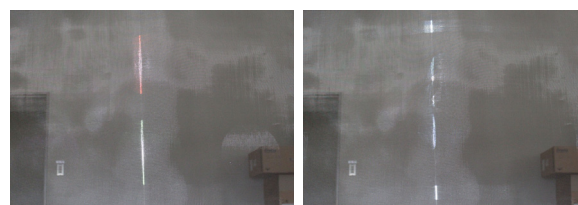
(A1) 黒ネット

(B1) 黒ネット



(A2) 灰ネット

(B2) 灰ネット



(A3) 銀ネット

(B3) 銀ネット

図 5: 透過方式アミッド・スクリーンのテストパターン表示 : (A)BALL と (B)MIKU

図 5 が、透過方式アミッド・スクリーンに対してテストパターンを実際に投影した結果である。使用したプロジェクタは前章と同じ RICHIO の IP-SiO(PJWX5150) であり、アミッド・スクリーンから 1.2m 後方に配置する。今回、網戸用ネットをフレームに洗濯ばさみで固定しているために、スクリーンにかなりの歪みが生じているが、本質的な問題ではないためスクリーンの歪みを特に補正しない。図のように、3 種類のスクリーンに対してテストパターン (A)BALL とテストパターン (B)MIKU を投影する。各画像中央に縦に筋が見られるのは、スクリーン中央部の歪みに伴い照度が高いためである。図 5 から分かるように、灰ネットは、テストパターンの発色が豊かで、かつ、スクリーン全体に渡り鮮明であり、非常にアミッド・スクリーンとして有効である。一方、材質やメッシュ規格が同じスクリーンである黒ネットはスクリーンの歪みの影響が非常に強いことが分かる。また、銀ネットは、スクリーン全体でテストパターンを視認することがほぼ不可能であり、アミッド・スクリーンとして実用化には耐えない結果を得る。

図 6 は、反射方式アミッド・スクリーンに対する

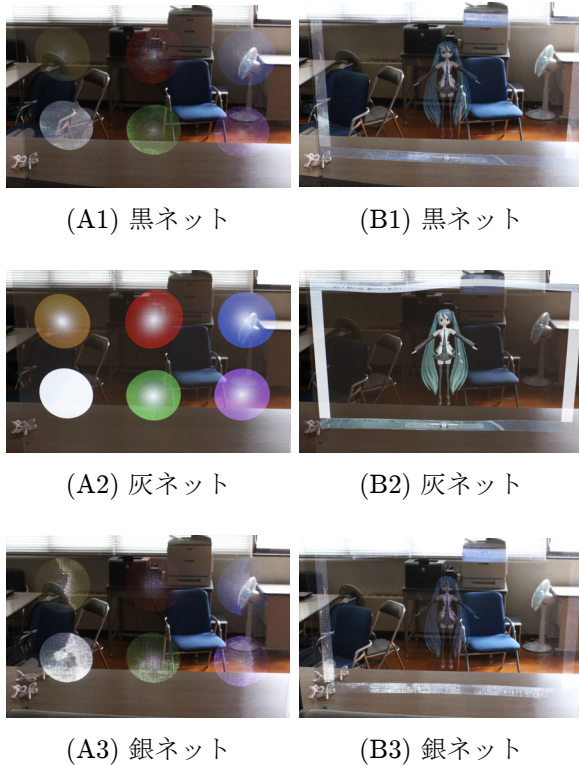


図 6: 反射方式アミッド・スクリーンのテストパターン表示：(A)BALL と (B)MIKU

テストパターン投影の結果である。スクリーンとプロジェクタは透過方式と同様に 1.2m の間隔をとる。透過方式と比較してスクリーンの歪みによる照度への影響がかなり低減されていることが分かる。評価として、灰ネットは透過方式と同様にテストパターンの発色が豊かで、かつ、スクリーン全体に渡り鮮明であり非常にアミッド・スクリーンとして有効である。黒ネットと銀ネットを比較すると、ほぼ同等の発色を得ているがメッシュ規格の差により網目が粗いため画像の鮮明度において銀ネットが劣る。透過方式と比較すれば十分アミッド・スクリーンとして活用できるレベルである。しかしながら、灰ネットの性能が非常に高いため、黒ネットと銀ネットを使用するメリットは現在見いだせない。以上の結果から、灰ネットがアミッド・スクリーンの材料として非常に優れていることが分かる。

投影方式に関しては今回のテストパターンの投影結果から次のようなデメリットが得られている。まず、透過方式に関しては、プロジェクタがスクリーン背面から投影されるためシステム利用者とプロジェクタとの位置関係によっては光源が直接目に入るためプロジェクタと利用者の位置関係を十分配慮する必要がある。一方、反射方式では直接光源が目に入



図 7: 反射方式アミッド・スクリーンとゴースト映像

るリスクは存在しないが、スクリーンへ投影された映像が、スクリーンを透過して背面の壁等へゴーストとして投影される。図 7 は、反射方式においてゴースト映像が部屋の窓側へ映り込んでいる様子をを示している。画面手前の MIKU 画像はアミッド・スクリーン上の映像である。

4 おわりに

本研究室で利用可能な 2 種類の投影ディスプレイ環境が構築されたことを報告する。球体投影ディスプレイ環境と透過型ディスプレイであるアミッド・スクリーン環境である。研究室の学生がこの二つの投影ディスプレイ環境を有効活用した研究・実験を行うことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 大畑正樹, 村上純一, 田嶋眞一, 西川和孝, 宮武明義, 徳永修一, 白石啓一, 清水共, 村上浩, 河口尚弘: "高専生が教師役として活動する理科啓蒙イベントー地域連携型イベントチーム「ドリームランド」の活動ー", 論文集「高専教育」第 33 号, pp.869-874 (2010 年 3 月)
- 2) "ダジック・アース", <http://www.dagik.net/> (参照 2013 年 3 月 28 日)
- 3) 青木敬士: "アミッドスクリーン研究室", <http://textalk.moe-nifty.com/amid/>, (参照 2013 年 3 月 28 日)