

# 簡易没入型ディスプレイ CC Room の開発と映像生成手法

小木 哲朗<sup>\*1,\*2</sup> 林 正紘<sup>\*1</sup> 藤瀬 哲朗<sup>\*3</sup>

## Development of CC Room and Non-distorted Image Projection Method

Tetsuro Ogi<sup>\*1,\*2</sup>, Masahiro Hayashi<sup>\*1</sup> and Tetsuro Fujise<sup>\*3</sup>

**Abstract** – Though the immersive projection display provides a high quality of presence, it needs large space and a lot of cost to equip the facility. This paper proposes a room-size immersive projection display system named CC Room (Curved Corner Room). In this system, the corner walls of the ordinary room are used for the screen, and the projectors equipped with the fish-eye lenses are used to project wide angle images. By using this system, the immersive virtual environment that covers the user's view can be generated using one PC and one projector system in the corner of the ordinary room. This paper describes the system configuration of the CC Room, the distortion correction method to render the interactive 3D images projected onto the curved screen using the fish-eye projector and the results of some evaluation experiments.

**Keywords** : Immersive projection display, Fish-eye projector, distortion correction, CC Room

### 1. はじめに

近年、CAVE (イリノイ大学) [1]やCABIN (東大) [2]に代表される没入型ディスプレイが広く利用されるようになってきた。没入型ディスプレイは、人間の視界を広視野の立体映像で覆うことにより、臨場感の高いインタラクティブな仮想世界を提示することができる。最近では、可視化環境として単独で利用されるだけでなく、ネットワーク化することで遠隔地の人々と仮想空間を共有するコミュニケーション手段としても注目されている[3][4]。

しかし、臨場感の高い没入型ディスプレイを構築するために、現状ではいくつかの問題点が存在する。

まず、スクリーンの設置面積として広い空間を必要とする点である。CAVE 等の没入型ディスプレイでは、利用者がスクリーン上の映像とのインタラクションを行う際に自分の影が写り込むことがないように、背面投射が行われることが多いが、この場合ディスプレイの後方に映像を投影するための空間を確保することが必要になる。

また次の問題としては、高額な設備が必要になるという点が挙げられる。CAVE のような複数枚のスクリーンで構成されるディスプレイでは、各スクリ

ーンに対して、それぞれ立体映像を提示する必要があるため、大型あるいは複数台の計算機やプロジェクタが必要になる。本研究では、没入型ディスプレイのこのような問題点をふまえ、省スペースかつ、低コストでありながら CAVE 型ディスプレイと同等な臨場感を持つインタラクティブなディスプレイ環境を構築することを目指し、簡易没入型ディスプレイ CC Room (Curved Corner Room) の開発を行った。このディスプレイは、スクリーンとして通常の部屋の壁面を利用し、魚眼レンズを用いて投影映像の広角化を行っていること等を特徴としている。

小型省スペースの没入型ディスプレイとしては、CyberDome1800 (松下電工) [5]、Ensphered Vision (筑波大学) [6]、Vision Station [7]等のディスプレイ装置が開発されているが、これらのシステムは球面スクリーンを用いているため床面スペースの関係から利用者の視点は中央に固定して利用され、身体を利用したインタラクションは制限されてしまう。本研究で開発を行った CC Room では、省スペースでありながら利用者の視点移動を含むインタラクションを可能にしている。

以下の章では、CC Room の構成方法と、本システムに歪みのないインタラクティブな立体映像を提示するための映像の生成方法について論じる。

### 2. CC Room の構成

省スペース低コストの没入型ディスプレイを構築する際、スクリーンの設計は重要な問題である。

\*1: 筑波大学

\*2: 情報通信研究機構 つくば JGNII リサーチセンター

\*3: 三菱総合研究所

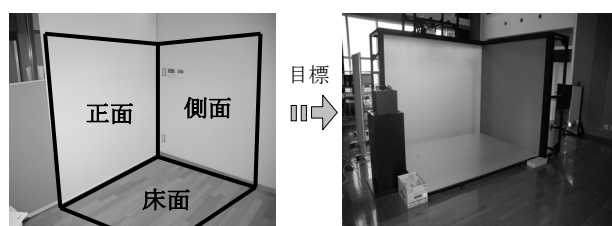
\*1: University of Tsukuba

\*2: Tsukuba JGNII Research Center, NICT

\*3: Mitsubishi Research Institute

本研究では通常の部屋に設置可能な没入型ディスプレイを構築することを目的としたため、CAVE や CABIN のような大型のスクリーンに背面投影する方法は困難であり、設備費、設置容積の点から好ましくない。スクリーンサイズを小さくすれば設置は可能であるが、その場合臨場感は損なわれ、利用者のインタラクションも制限される。

そこで、本研究ではスクリーンとして、通常の部屋のコーナー部分を利用したディスプレイを構築した。このディスプレイでは、コーナー部分を3面（正面、側面、床面）のスクリーンとみなすことにより、3面CAVEに相当する視野を実現する。（図1）



通常の部屋の角

図1 部屋の角を利用した3面スクリーン

Fig.1 Three-wall screen using the corner of a room

部屋の壁面をスクリーンに利用したディスプレイ装置としては Office of the future (ノースカロライナ大) [8]、凸面鏡を用いた可搬型没入ディスプレイ (大阪工大) [9] 等があげられるが、この場合反射係数が高いスクリーン素材には映像がうまく映らない、壁面の拡散係数にばらつきがあると輝度分布に影響を与える、壁面の模様によって見え方が変わる等の問題がある。そのため壁面をそのまま利用するのではなく、部屋のコーナー部分に発泡スチロール材を埋め合わせることで簡易スクリーンを構築した(図2)。図3はスクリーンの構成を示したものであるが、この際 1/8 球体面、1/4 円柱面、平板の発泡スチロール材を組み合わせることで曲面スクリーンを構成している。

スクリーンの材質として発泡スチロールを使用することにより、安価で任意形状のスクリーンを構築することができる。また、壁のコーナー部分を曲面にすることで、面と面の継ぎ目部分における映像の不連続性を防ぐことができる[10]。特に後述する歪み補正を行った映像を1台のPCで提示する場合、角を持ったスクリーン形状は補正映像に折れ曲がった部分を作るため、投影映像にズレがあるとコーナー部分で大きな違和感が生じてしまう。その点、曲面スクリーンでは投影映像に多少のズレがあっても、あまり違和感を感じないという利点がある。

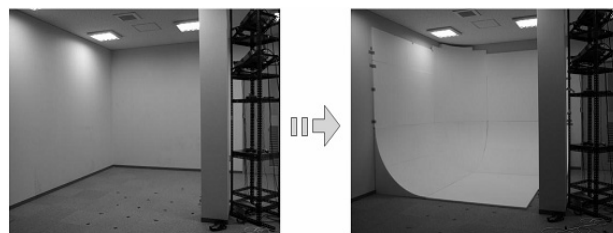


図2 CC Room の曲面スクリーン

Fig.2 Curved screen of CC Room

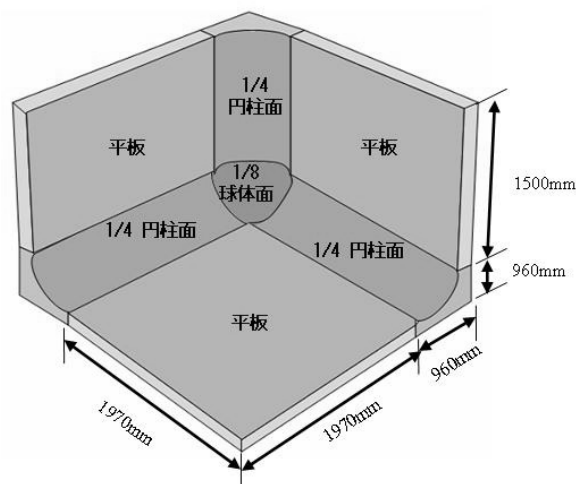


図3 曲面スクリーンの構成図

Fig.3 Construction of curved screen

また、発泡スチロール材にそのまま映像を投影すると、スクリーン表面で入射した光の拡散反射が強いため、映像のコントラストは極端に低下する。そのため、スクリーン表面に塗料 (アサヒペンのクリエイティブカラーズプレー90番) を塗布することで、拡散光を軽減させている。

プロジェクタの投影方法に関しては、壁面をスクリーンとして用いることからプロジェクタの映像は前面投影を用いている。省スペース低コストの観点から使用するプロジェクタは一台としたが、この場合スクリーン全体に映像を提示するため、映像の広角化が必要になる。映像を広角化するには、臨場館 (五藤光学研究所) [11] や Enosphered Vision のように凸面鏡や魚眼レンズを用いる方法があるが、ここではプロジェクタ光源に対角魚眼レンズ RAYNOX DCR-FE180PRO を取り付けることで、スクリーン全体への映像の投影を実現した。また、この映像の広角化により光源とスクリーンの距離を短縮することができるので、ディスプレイの省スペース化にもつながる (図4)。以上の方法により、スクリーンサイズを保ったままディスプレイ装置全体の省スペース化を実現している。

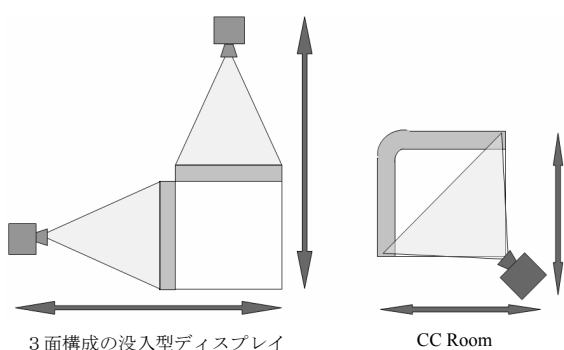


図4 CC Room の設置容積比較

Fig.4 Comparison of the display space between CAVE and CC Room

CC Room では1台のプロジェクタの映像を、非対称な曲面スクリーン全体に投影するため、スクリーン上では映像が様々な方向に反射し、投影映像が偏光を保つ保障がない。そのため、ここでは時分割方式による立体視映像の投影を行っている。プロジェクタとしては短焦点レンズを備えた2台の液晶プロジェクタ NEC VT770J を用い、プロジェクタ前面に液晶シャッターフィルタ（日商エレクトロニクス）を配置することで時分割映像の提示を実現している。図5は魚眼プロジェクタの投影系を表したものである。

映像生成用の計算機としては、1台のPC (intel Xeon 3.2G, NVIDIA Quadro FX3000G RedHat Linux) を使用し、デュアルディスプレイ出力に左右の視点映像を同時に出力している。利用者は液晶シャッターメガネ StereoGraphics CrystalEyes を使用することで時分割の立体視映像を見る。磁気センサとしては Polhemus LIBERTY を用い、体験者の視点位置を計測しながら視点に応じた立体映像を投影することでインタラクティブな仮想空間の生成を実現している。図6はCC Roomの構成図を表したものである。

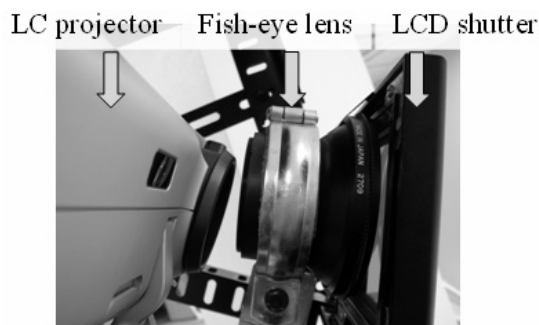


図5 魚眼プロジェクタの投影系

Fig.5 Configuration of fish-eye lens and LCD shutter

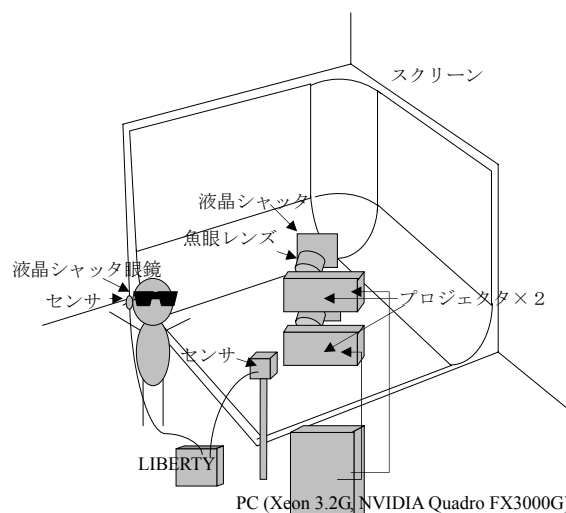


図6 CC Room の構成

Fig.6 System configuration of CC Room

### 3. 歪み補正の方法

前章の方法により、ハードウェアとして省スペース低コストの没入型ディスプレイは構築することができるが、投影映像には魚眼レンズやスクリーン形状による複雑な歪みが生じてしまう。この映像の歪みは利用者の視点の移動に応じて変化するため、リアルタイムにこれを補正することが必要である。一般に球面歪み等のモデル化ができる要因の歪みに対しては、ソフトウェアによるリアルタイムでの補正が可能である。しかし不確定な要因を含みモデル化ができない場合は、出力結果を見ながら補正パラメータを調整する等の試行錯誤的な方法が必要であり、これを自動化することは困難である。カメラ映像によって出力結果をフィードバックさせることでキャリブレーションを行う等の方法も提案されているが[9]、視点移動に追従するためには、メガネにカメラを装着させなくてはならない。

本研究では、映像に含まれる歪み要因を魚眼レンズによる歪みと、曲面スクリーンによる歪みの2種類に分類し、それぞれの歪み要素に対して適する補正処理を施すことにより、視点移動に追従して歪みのない立体映像をリアルタイムに生成する方法を構築した。

本システムに含まれる一つ目の歪み要因は魚眼レンズによる歪みである。これは、プロジェクタの光源位置と魚眼レンズの設置位置によって歪みのパラメータが決まるため、利用者の視点移動に関わらず一意に歪み量を決めることができる。しかし、今回はカメラ用の魚眼レンズを図5に示すようにプロジェクタ前方に取り付けて使用しているため、工作上的精度からプロジェクタの光軸と魚眼レンズの中心軸を厳密にそろえることができない。その

ため、魚眼レンズの光学系による歪み量をモデル化することは困難であり、ソフトウェアによる歪み補正ができないため、出力結果をフィードバックしながら補正パラメータの決定を行うことにした。

二つ目の歪みの要因は曲面スクリーンによる映像歪みである。これはプロジェクタの光源位置、スクリーン形状、利用者の視点位置に依存して歪み量が決まる。本システムでは、利用者の任意視点に対応したインタラクティブなシステムを目的とするため、リアルタイムで利用者の視点位置を計測し、その視点に応じた歪み補正を行うことが必要である。スクリーン形状はモデル化が可能であること、実時間処理が必要であることから、この曲面スクリーンの歪みは、テクスチャマッピングを利用した2重レンダリングによる補正方法[12][13]を用いることにした。

### 3.1 魚眼レンズ歪みの補正

魚眼レンズのような、体験者の視点位置には依存しないモデル化が困難な歪み補正には、出力結果をみながらフィードバック処理を用いることが必要である。ここではプロジェクタのもつ幾何学歪補正機能 Geometric Correction Tool により歪み補正を行うことにした。この Geometric Correction Tool は 4 次曲線まで使って補正することができるため魚眼の歪みにも対応することが可能である。格子状に配置された基準点を平面に投影し、投影された点が等間隔に並ぶように補正処理を行った。プロジェクタの光源に対角魚眼レンズを取り付けて映像を投影すると図 7 (上) のような歪みが発生するが、これに対し、歪み補正を施した結果が図 7 (下) である。この図より、対角魚眼レンズによる歪みの影響は正しく補正されているのがわかる。補正された魚眼プロジェクタの画角は垂直方向 54 度、水平方向 90 度であった。

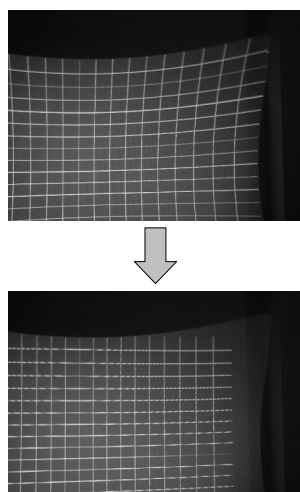


図 7 歪み補正前後の映像

Fig.7 Distortion correction for the fish-eye lens

### 3.2 曲面スクリーン歪みの補正

次にスクリーン形状に依存する歪みに関してはモデル化を行うことが可能なため 2 重レンダリングによる方法を用いた。曲面スクリーンに歪まない映像を投影するためには、あらかじめソフトウェアによって歪みの逆補正を施した映像を投影すればよい。本研究で用いたテクスチャマッピングを利用した 2 重レンダリングによる歪み補正の手順は以下の通りである (図 8)。

- ①ディスプレイに表示させる仮想世界のモデルを構築する。
- ②利用者の視点位置を計測し、視点位置から見た仮想世界の映像を透視投影によりレンダリングし、レンダリング結果をテクスチャとして取り込む。
- ③実際のスクリーンと同一形状の仮想スクリーンを構築する。
- ④仮想スクリーンに②で生成したテクスチャを利用者の視点位置から投影マッピングを行う。
- ⑤プロジェクタの配置位置に視点を置きなおし、その視点から見た仮想スクリーンを透視投影により再びレンダリングする。
- ⑥レンダリングされた映像をプロジェクタから実際のスクリーンに対して投影する。

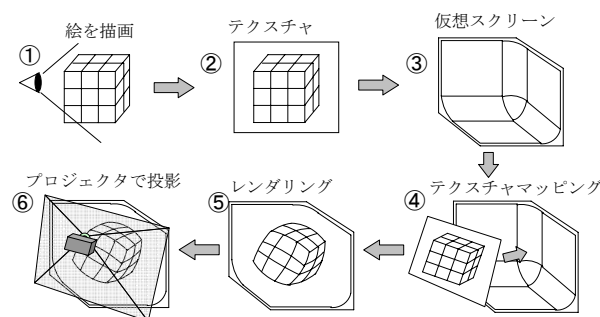


図 8 曲面スクリーン歪みの補正方法

Fig.8 Image correction method for the curved screen distortion

以上のような処理を施すことで、曲面スクリーンの歪みの考慮された映像が生成されるため、投影映像を利用者の視点位置から見た映像は歪まないものになっている。歪み補正を施してレンダリングした映像が図 9 (左) であり、この映像を曲面ディスプレイに投影した後、利用者の視点位置から見た映像が図 9 (右) である。この図からスクリーン形状による歪みが補正されていることが確認できる。この映像補正を右目、左目のそれぞれの視点映像に対して施すことで、最終的に利用者は歪みのない立体映像を体験することが可能になる。

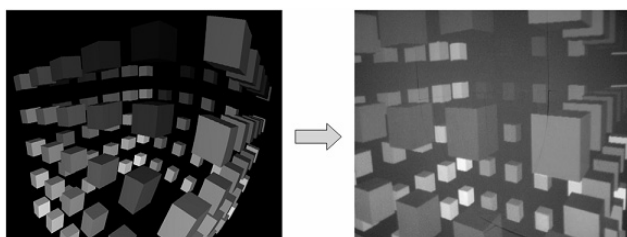


図9 曲面スクリーン上における映像

Fig.9 Pre-distorted Image and scene of the projected image

#### 4. 評価実験

本研究で開発を行った簡易没入型ディスプレイ CC Room の性能について、利用者の知覚特性とディスプレイの物理特性の両面から以下の評価実験を行った。

##### 4.1 歪みの評価

第3章で説明した歪み補正が正確に行われれば、理論上は歪みのない映像になっているはずである。そこで、視点位置に対応した歪み補正映像をスクリーンに投影し、被験者に補正が正しく知覚されているか主観評価を行ってもらった。評価は、歪みがないと感じたら1、歪みがあると感じたら3、激しい歪みがあると感じたら5とする5段階評価とした。ディスプレイ座標系で  $(-2.0, -2.0, 1.2)$  (図10の(i))に視点があると仮定した映像を観測者が  $(-2.0, -2.0, 1.2)$  から見たときの映像を歪みなし、 $(-2.4, -1.6, 1.2)$  (図10の(ii))から見たときの映像を歪みあり、 $(-2.8, -1.2, 1.2)$  (図10の(iii))から見たときの映像を激しい歪みありとして参照映像に使用した。観測者には、図10に示されている合計15箇所の観測点においてイスに着座した状態で、スクリーンに投影した映像を評価してもらった。それぞれの観測点はx軸方向に0.4m、y軸方向に0.4mの間隔で離れている。

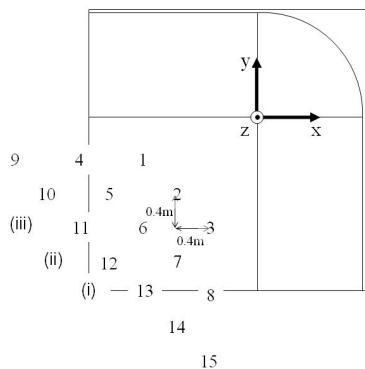


図10 被験者の観測点

Fig.10 Viewpoints of the subjects

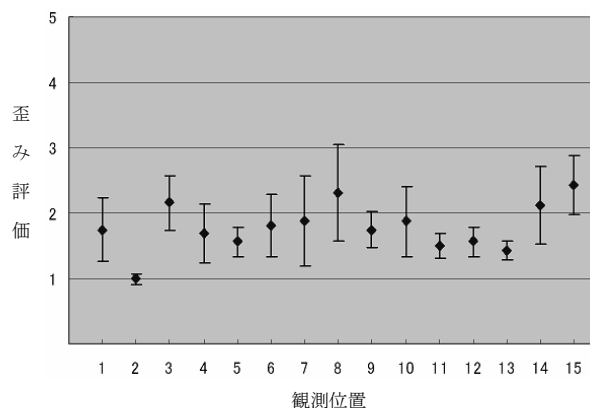


図11 歪み評価の平均と標準偏差

Fig.11 Average and the standard deviation of the evaluation

被験者は大学生4人とし、図12のような格子画像を提示した。4人の評価の平均値と標準偏差を図11に示す。図中の四角の点が被験者4人の平均値を、平均値の上下のバーが被験者間の標準偏差を表している。観測点3、8、14、15以外の点ではひずみの平均値が2以下になっており、ほとんど歪みは知覚されていないことがわかる。プロジェクタ映像ではスクリーン面を極端に斜めから見る場合に、奥行き知覚に誤差が生じることが知られている[14]が、観測点3、8、15の評価が悪いのは、被験者が湾曲したスクリーンの片端に近づき視野の両端でスクリーンまでの距離や視野方向が大きく異なっていることが原因として考えられる。

また、図12は理想の画像とスクリーン映像とを比較したもので、図13は図12の画像を重ね合わせたものである。これを見ると中心部分ではほとんど映像は一致しているが、周辺部分では映像のズレが多少残っており、このことも原因の一つと考えられる。この映像のズレの原因として、魚眼レンズとディスプレイ形状の歪み補正誤差や利用者の視点位置の計測誤差の累積が影響しているものと考えられる。

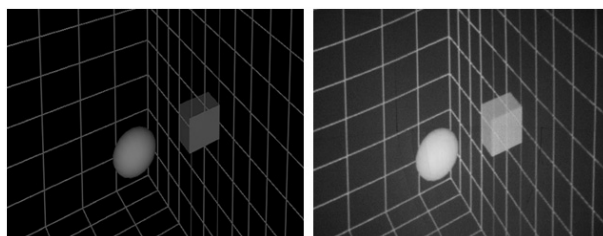


図12 理想の画像(左)とスクリーン映像(右)

Fig.12 Generated corrected image and user's view of the corrected projection image

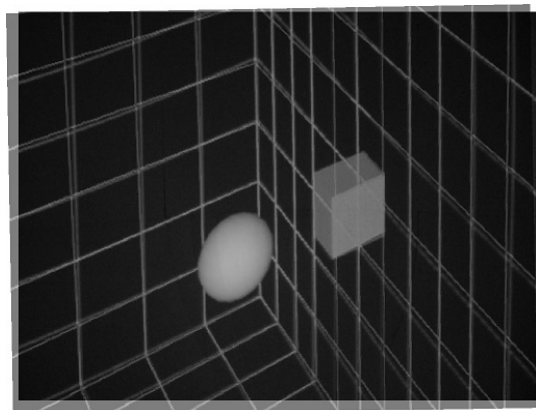


図 13 図 12 の画像比較

Fig.13 Comparison of generated corrected image and User's view of the corrected projection image

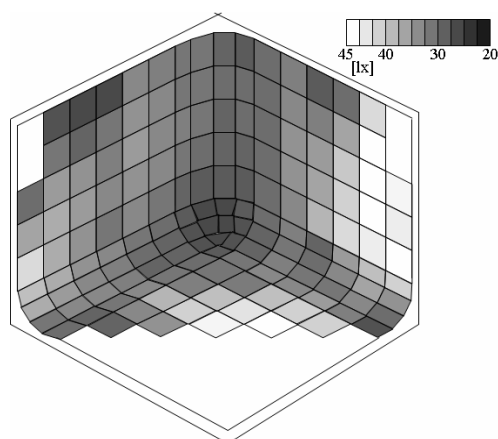


図 14 スクリーン上の照度分布

Fig.14 Distribution of luminance

#### 4.2 照度分布

本システムでは魚眼レンズによって映像の広角化を行っているため、スクリーン上での照度低下が懸念される。そこで、CC Room の物理的性能を評価するため、魚眼レンズと液晶シャッタを通して1台のプロジェクタで投影されたスクリーン上での照度分布の測定を行った。使用した映像は背景色を黒とし、スクリーン上の各測定点に 10×10cm の白い正方形を投影する。その白い点上に照度計 (MK Scientific LUX 103) のセンサが光線に対して垂直になるように置き、照度の値を測定した。図 14 はその測定結果である。

魚眼レンズによる歪みのためスクリーン周辺部分での照度の低下が心配されたが、この結果からは逆に周辺部では 40~45[1x]と高くなっている。これはスクリーンがプロジェクタ方向に湾曲しているためであると考えられる。反対に中心部分は光源からの距離が遠く、照度は 25~30[1x]であった。スクリーン全体では照度の値は 20~45[1x]の範囲に分布していた。使用したプロジェクタの輝度は 3000 ルーメンであるため、スクリーン上の照度は全体的に低下しているが、これは魚眼レンズと液晶シャッタによる減衰のためと思われる。実際のスクリーンにおける映像のコントラストから、この照度値は実用の範囲内であると判断した。

#### 4.3 魚眼レンズによる解像度低下

魚眼レンズによる広角化の際、スクリーンの中心部分と周辺部分において解像度のばらつきが発生する。魚眼レンズによる解像度の低下を調べるため以下のような測定を行った。画面に格子状に点を描画し、単位格子が魚眼レンズを経て平面スクリーンに結像する時の、単位格子の位置を求め、4点によって構成される四角形の面積を計算する。

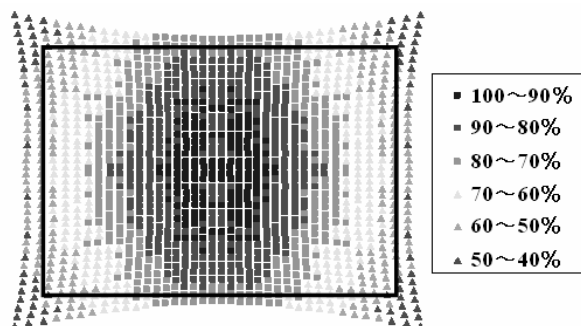


図 15 中心部分と周辺部分の解像度比較

Fig.15 Resolution of projected image through the fish-eye lens

四角形内に含まれる pixel 数は一定なので、中心部分と周辺部分の面積比を計算することで、解像度の低下が求められる。それによって求められた結果が図 15 である。この図を見ると、映像の角部分では解像度が 40~50%になっているが、プロジェクタの補正機能によって補正された映像が実際に使用する領域は、図中の長方形の枠内だけであるため、解像度が最も低下している角部分は使用されない。そのため周辺部分と中央部分との解像度の差は小さくなり、実際の投影映像上は、解像度低下による違和感はなかった。

#### 4.4 描画速度

CC Room では 2 重レンダリングによる歪み補正を行っているため、1 フレームの描画に 2 回のレンダリングと 1 回の投影マッピング処理を必要とし、レンダリング速度の低下が予想される。表 1 は、サンプルプログラムの実行時のフレームレートを、歪み補正をおこなったもの (CC Room) と、行わなかったもの (比較) とで比較した表である。サンプルプログラム中では glutSolidSphere() によって緯度、経度方向に 30 分割した球を描画しており、球体の数を変化させることでレンダリング負荷を調整した。表中の歪み補正なしのレンダリングでは、1280×1024 の

サイズのデュアルウィンドウを開き、両眼の映像の描画を行っている。

表1 フレームレートの比較

Table1 Rendering performance

球体の数	歪み補正なしのレンダリング	CC Room (歪み補正あり)
1	738.92Hz	105.28Hz
10	158.79Hz	79.31Hz
50	35.29Hz	30.97Hz

この表から 2 重レンダリングによって描画のフレームレートは低下しているが、実行するプログラムの負荷が高くなるに従いフレームレートの低下率は小さくなっていることがわかる。これは、1 度目のレンダリングはコンテンツの負荷に影響を受けるが 2 度目の投影マッピングによるレンダリングはコンテンツによらず一定の負荷であるためと考えられる。今後の PC の性能向上により、描画速度の問題はさらに改善されることが期待される。



図 16 CC Room を体験している様子  
Fig.16 Overview of CC Room in use

## 5. おわりに

今回の研究では没入型ディスプレイを省スペース、低コストで実現することを目的に壁面を利用した没入型曲面ディスプレイ CC Room の開発を行った。また CC Room 上での歪みの無いインタラクティブな立体映像を提示するための映像生成手法の構築を行った。この方法では映像の歪みの要因を、モデル化してソフトウェア処理が可能なものと、試行錯誤的なフィードバック調整が必要なものとに分類することで、リアルタイムでの歪み補正を実現した。図 16 は CC Room を用いて仮想世界を体験している様子を示したものである。本研究の成果により没入型ディスプレイの導入が容易になり、高臨場感の映像投影技術の更なる普及が期待される。

また、本システムの実用化を考える際の問題とし

ては、設置時における 2 台のプロジェクタによる補正映像の位置合わせに関する困難さがあげられる。この問題に関しては、今後時分割方式の立体視が可能な 1 チップの DLP プロジェクタの利用による、調整手順の簡略化が期待できる。

今後の研究では今回開発したディスプレイに適した操作インターフェースの開発、本システムを利用した遠隔地コミュニケーション等への応用等を予定している。

**謝辞** 本研究はNICTつくばJGNIIリサーチセンターの補助を受けた。ここに深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Carolina Cruz-Neira, Daniel Sandin, Thomas DeFanti : Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE, Computer Graphics, Proc. ACM SIGGRAPH'93, p. 135-142 (1993)
- [2] 廣瀬 通孝, 小木 哲朗, 石綿 昌平, 山田 俊郎: 多面型全天周ディスプレイ (CABIN) の開発とその特性評価: 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J81-D-II, No. 5, pp. 888-896 (1998)
- [3] T. Ogi, T. Yamada, M. Kano, M. Hirose : Video Avator Communication for the Multimedia Virtual Laboratory, Proc. of IEEE-PCM 2000, pp90-93 (2000)
- [4] J. Leigh, T. DeFanti, A. Johnson, M. Brown, D. Sandin : Global Tele-Immersion : Better Than Being There , In ICAT' 97 , pp10-17 , (1997)
- [5] 柴野 伸之, 柏木 正徳, 澤田 一哉 : 半球ドーム型 VR システム「CyberDome」、松下電工技報(2003)
- [6] 橋本 渉, 岩田 洋夫 : 凸面鏡を用いた球面没入型ディスプレイ: Ensphered Vision、日本バーチャルリアリティ学会論文誌 , Vol.4, No3, pp. 479-486 (1999)
- [7] <http://elumens.com/>
- [8] Ramesh Raskar, Greg Welch, Matt Cutts, Adam Lake, Lev Stesin, Henry Fuchs : " The Office of the Future: A Unified Approach to Image-Based Modeling and Spatially Immersive Displays" , Computer Graphics Proceedings, Vol. 32, pp. 179-188 (1998)
- [9] 橋本 渉, 吉田 恭平: 壁面と凸面鏡を用いた可搬型没入ディスプレイ環境、TVRSJ, Vol.10, No. 2, pp. 183-190 (2005)
- [10] 橋本 直己, 長谷川 晶一, 佐藤 誠: マルチプロジェクションディスプレイ D-vision の開発、映像情報メディア学会誌, 58, 3, 409-417 (2004)

- [11] <http://www.goto.co.jp/company/company.html>
- [12] 近藤大祐、木島竜吾：双対レンダリングを用いた自由曲面ディスプレイ、日本バーチャルリアリティ学会代7回大会論文集, pp. 465-468 (2002)
- [13] Ramesh Raskar, Matt Cutts, Gerg Welch, Wolfgang Sturzlinger：Efficient Image Generation for Multiprojector and Multisurface Displays, 9<sup>th</sup> Eurographics Workshop on Rendering, pp. 139-144 (1998)
- [14] 小木哲朗：没入型ディスプレイの特性と応用の展開、ヒューマンインターフェース学会論文誌, 1, 4, pp. 43-49 (1999)

(2006年4月1日受付)

[著者紹介]

小木 哲朗 (正会員)



1986年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年(株)三菱総合研究所入社。1994年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1996年東京大学IML助教授。1999年通信放送機構研究員。2004年より筑波大学大学院システム情報工学研究科助教授。没入型ディスプレイ技術、臨場感通信等の研究に従事。博士(工学)

林 正紘



2006年筑波大学情報学類卒業、同年筑波大学大学院システム情報工学研究科博士課程入学、現在に至る。広視野ディスプレイに関する研究に従事。

藤瀬 哲朗



1984年電気通信大学大学院情報数理工学専攻修了。同年(株)三菱総合研究所入社。1992年より1995年(財)新世代コンピュータ技術開発機構出向。現在、(株)三菱総合研究所情報通信技術研究本部主任研究員。並列記号処理アルゴリズム、並列言語処理系、並列化コンパイラ技術、並列応用技術、ドーム映像および高精細映像技術の研究に従事。