慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	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の提案
Sub Title	Space distortion of event space through the use of video projection
Author	鄭, 熙珍(Jung, Heejin) 太田, 直久(Ota, Naohisa)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2011
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	本研究の目的は、空間に配置された映像を用いることにより空間の歪曲を実現させるイベント空間デザインの提案である。空間の歪曲を感じさせるための関連研究の分析からすると、空間の歪曲を図るアプローチとして窓、リアルタイム映像、窓をインタフェースにするインタラクション、の三つの要素が人の心理を利用した空間歪曲に有効であったため研究に採用した。二回の予備実験を通じシステムを検討した結果、最終的には仮想空間と実空間がお互い影響を与える再帰的なイベント空間をデザインした。空間の中に模型を設置し、模型の窓と実空間の窓をインタフェースにして実空間と模型の映像やインタラクションを連動させることで、人々に連続した空間の連鎖を感じさせた。イベントで本システムを検証した結果、参加者は空間の歪曲を感じ、非日常的な空間経験ができたと判断される。
Notes	修士学位論文. 2011年度メディアデザイン学 第179号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002011-0179

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2012 年度　　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の提案

KEIO MEDIA DESIGN

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

鄭熙珍

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士 (メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

鄭熙珍

指導教員：

太田 直久 教授　（主指導教員）

徳久 悟 講師　（副指導教員）

審査委員：

太田 直久 教授　（主査）

徳久 悟 教授　（副査）

大川 恵子 教授　（副査）

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の提案

内容梗概

本研究の目的は、空間に配置された映像を用いることにより空間の歪曲を実現させるイベント空間デザインの提案である。空間の歪曲を感じさせるための関連研究の分析からすると、空間の歪曲を図るアプローチとして窓、リアルタイム映像、窓をインタフェースにするインタラクション、の三つの要素が人の心理を利用した空間歪曲に有効であったため研究に採用した。二回の予備実験を通じシステムを検討した結果、最終的には仮想空間と実空間がお互い影響を与える再帰的なイベント空間をデザインした。空間の中に模型を設置し、模型の窓と実空間の窓をインタフェースにして実空間と模型の映像やインタラクションを連動させることで、人々に連続した空間の連鎖を感じさせた。イベントで本システムを検証した結果、参加者は空間の歪曲を感じ、非日常的な空間経験ができたと判断される。

キーワード

空間デザイン、空間歪曲, プロジェクションマッピング、巨人、マッドマッパー、レゾリューム

慶應義塾大学大学院　メディアデザイン研究科

鄭熙珍

Space distortion of event space through the use of video projection

Abstract

The purpose of this research is to suggest an event space design which fulfills space distortion by using images installed in a space. Based on the related works on space distortion, a window interaction and live feed from a video camera was installed for an event as the most effective way to derive context effect in the space distortion. Two preliminary tests were conducted. Based from those results, the system design was revised to a recursive interaction of reciprocation between virtual space and real space for final testing. A model window was placed and used as a life-size window as the interface. As the real space and model space operate simultaneously, participants can experience sequential space through the coordinated image and interaction operation of the model window and the real space window. The results of the designed system proved that the proposed space distortion enabled participants to have an unique experience.

Keywords:

Space design, space warp, projection mapping, giant,Madmapper,Resolume

Graduate School of Media Design, Keio University

Heejin Jung

目　　次

第 1 章　序論 **1**
1.1. 背景 1
1.2. 本研究の目的 5

第 2 章　関連研究 **6**
2.1. 空間の歪曲を感じさせるための技術 6
2.1.1　関連技術紹介 6
2.1.2　関連技術分析 8
2.2. 空間の歪曲を感じさせる空間デザインの事例 9
2.2.1　関連事例紹介 9
2.2.2　関連事例分析 17
2.3. 関連研究のアプローチ分析 20

第 3 章　仮説と研究方法 **25**
3.1. 仮説 25
3.2. 研究方法 27
3.2.1　検証項目 27
3.2.2　実験方法 28
3.2.3　システム構成・実装 28
3.2.4　実験結果分析・評価 28

第 4 章　システム設計と予備実験 **29**
4.1. 基本システム構成 29
4.2. 予備実験 1 31
4.2.1　コンセプトと評価項目 31

4.2.2 実験内容 33
4.2.3 システム構成 35
4.2.4 実験結果 39
4.2.5 結果分析・評価 41
4.3. 予備実験２ 42
4.3.1 コンセプトと検証項目 42
4.3.2 実験内容 45
4.3.3 システム構成 47
4.3.4 実験結果 51
4.3.5 結果分析・評価 59

第５章　最終システムの検証と評価 63
5.1. 最終仮説 63
5.2. コンセプトと検証項目 64
5.2.1 コンセプト 64
5.2.2 アプローチ 65
5.2.3 検証項目 67
5.3. 実験内容 68
5.4. システム構造 71
5.5. 実験結果 78
5.5.1 アンケート概要 78
5.5.2 選択式アンケート項目結果 79
5.5.3 自由技術式アンケート結果 82
5.6. 結果分析・評価 84
5.6.1 結果分析 84
5.6.2 検証項目評価 87
5.6.3 考察 88

第６章　結論と今後の展望 90
6.1. 結論 90

6.2. 今後の展望 91
6.3. まとめ 91

付録 A　予備実験 2 データ **95**

付録 B　最終実験データ **112**

図　目　次

1.1 Digital signage 2
1.2 Mediafasade 3
1.3 mapping project on frank gehry's IAC[1] 4

2.1 CAVE system[2] 7
2.2 Living Room[3] 9
2.3 Polygon Playground[18] 10
2.4 Charlie's Tree[4] 11
2.5 Doll house the whole view[5] 12
2.6 Doll house window[6] 13
2.7 Transparent walls[7] 14
2.8 BoxedEGO exhibition space[8] 15
2.9 BoxedEGO:sight in the box[8] 15
2.10 不思議な家 [9] 16

3.1 研究プロセス 27

4.1 基本システム構成 30
4.2 コンセプト (予備実験 1) 32
4.3 実験空間平面図 (予備実験 1) 34
4.4 システム構成 (予備実験 1) 35
4.5 模型設計図 (予備実験 1) 36
4.6 模型写真 (予備実験 1) 36
4.7 映像処理プロセス (予備実験 1) 37
4.8 コンセプト (予備実験 2) 43

4.9 実験風景写真 (予備実験 2) 45
4.10 実験空間平面図 (予備実験 2) 46
4.11 システム構成 (予備実験 2) 47
4.12 窓写真 (予備実験 2) 48
4.13 模型設計図 (予備実験 2) 49
4.14 模型写真 (予備実験 2) 49
4.15 行動観察結果 1(予備実験 2) 52
4.16 行動観察結果 2(予備実験 2) 53
4.17 実験参加者基本情報 1(予備実験 2) 55
4.18 実験参加者基本情報 2(予備実験 2) 55
4.19 アンケート結果 1(予備実験 2) 56
4.20 アンケート結果 2(予備実験 2) 56
4.21 予備実験 2 の問題点 61
4.22 問題点解決案 62

5.1 コンセプト (最終実験) 64
5.2 アプローチ (最終実験) 66
5.3 実験風景写真 (最終実験) 69
5.4 空間平面図 (最終実験) 70
5.5 システム構成 (最終実験) 71
5.6 システム配線 (最終実験) 72
5.7 窓 (最終実験) 73
5.8 模型設計図 (最終実験) 74
5.9 模型写真 (最終実験) 75
5.10 実験参加者基本情報 (最終実験) 79
5.11 アンケート結果:システム理解 1(最終実験) 80
5.12 アンケート結果:システム理解 2(最終実験) 81
5.13 アンケート結果:システム理解 3(最終実験) 81

表　目　次

2.1　関連事例特徴分析 17
2.2　関連研究アプローチ分析 21

4.1　アプローチ (予備実験 1) 32
4.2　機材リスト (予備実験 1) 38
4.3　アプローチ (予備実験 2) 44
4.4　機材リスト (予備実験 2) 51

5.1　アプローチ (最終実験) 66
5.2　機材リスト (最終実験) 77
5.3　アンケート結果分析 1(最終実験) 85
5.4　アンケート結果分析 2(最終実験) 86

A.1　予備実験 2 質問 96
A.2　予備実験 2 結果 97
A.3　予備実験 2 結果 98
A.4　予備実験 2 結果 99
A.5　予備実験 2 結果 100
A.6　予備実験 2 結果 101
A.7　予備実験 2 結果 102
A.8　予備実験 2 結果 103
A.9　予備実験 2 結果 104
A.10 予備実験 2 結果 105
A.11 予備実験 2 結果 106
A.12 予備実験 2 結果 107

A.13 予備実験 2 結果 108
A.14 予備実験 2 結果 109
A.15 予備実験 2 結果 110
A.16 予備実験 2 結果 111

B.1 最終実験質問 (韓国語) 113
B.2 最終実験質問 (日本語翻訳) 114
B.3 最終実験結果 115
B.4 最終実験結果 116
B.5 最終実験結果 117
B.6 最終実験結果 118
B.7 最終実験結果 119
B.8 最終実験結果 120
B.9 最終実験結果 121
B.10 最終実験結果 122
B.11 最終実験結果 123

第1章
序　　論

本章では研究の背景を紹介する。背景から得られた研究のモチベーションを述べることで、本研究がどのような目的を持っているのかを明らかにする。

1.1. 背景

空間の中に入り込んで来た映像

従来は映像と接しようとする際にはモニターやスクリーンなどのインタフェースが必要であった。しかし、いつの間にか我々の日常空間に映像が入り込んでいる。これはインタフェースを認識せずに映像と接する機会が多くなったことを意味する。このような現象は単なる映像を提示する媒体が変わったことをいうわけではない。映像が空間に入り込んできたことにより物理的な条件に縛られていた既存空間が周辺環境や人々とコミュニケーションを取るようになったのだ。空間はどんどん立体的に進化している。

その基本的な形としてデジタルサイネージ（Digital Signage）が挙げられる。中村伊知哉・石戸奈々子の著書『デジタルサイネージ戦略』によるとデジタルサイネージとは「ネットワークに繋がることにより、即時性を備え、状況に応じて内容が変化する看板（サイン）」を意味する [10]。デジタルサイネージは空港、ホテル、病院などのパブリックスペースに設置され、状況によりコンテンツを変えることでその広告効果を最大化させるために使われた。しかし、最近では様々な形で空間と結合するようになり、その使い道も広告だけではなく多様となっている。「図 1.1at3 touch table top」はテーブルトップに埋め込まれたデジタルサ

(a) t3 touch table top[12]　　(b) Bloomberg ICE[13]

図 1.1　Digital signage

イネージである。このテーブルトップを利用し、ゲームのプレーからクレジットカードの支払いまでの幅広いことができる。お店で毎日接するテーブルから映像が提示され、人々は自然な形で映像と接するようになる。インタラクティブ壁面ディスプレイも我々の生活空間に配置されたデジタルサイネージの一つである。Bloomberg 社のロンドン支店に設置された Light Surgeons プロジェクト《ICE》は 2002 年末から東京丸の内にある本部の 1 階専用空間に設置され話題を呼んだ。「図 1.1bBloomberg ICE」がその様子である。双方向のコミュニケーション経験を活かして制作された ICE は複雑な都市空間に設置されたスマートな情報空間である。ICE は大きい鍾乳石や氷柱のように天井からぶら下げたガラスでで作られている。社員や訪問客は本作品を通して、データを現実的かつ経験な方法で処理することや遊ぶことができる [11]。このように最近では人々が日常生活の中で、意識せずに一日何回もデジタルサイネージに接する機会が増えつつある。デジタルサイネージが建物の外皮全体に利用された「メディアファサード (mediafacade)」も建物から良く見られるようになった。メディアファサードという言葉は建物の外面の一番中心を称する「ファサード (Facade)」と「メディア (Media)」の合成語である。一般的なメディアファサードは建物の外壁に LED 照明を設置しメディア機能を具現したものである。メディアファサードは情報を伝達するメディア機能を持っていると同時に都市の中での美的な機能も果たしているため、新しいコミュニケーションの手法として人気を得ている [?]。建物の外皮に電子メディアを適用

(a) Kinetic Light Sculpture[14]　　(b) Body Network[15]

図 1.2　Mediafasade

した最初の事例は 1992 年フランクフルトの中心部に設置された Chistian Moeller の《KINETIC LIGHT SCULPTURE》だ [11]。この建物は気温や風の方向を感知し、外皮映像の色や動きに変化を与える。加えて周辺の音をオシロスコープのように揺れ動く白い線で表現する。「図 1.2aKinetic Light Sculpture」は周辺環境に反応している建物の外皮の写真である。メディアファサードはその時間が経つと共にその表現の幅が豊かになり、最近では「図 1.2bBody Network」のようにより精密な表現も可能となっている。

メディアファサードの大半は数多くのセンサーで知能化されている。建物が知能的に進化し、周辺環境とコミュニケーションを取っていることを意味する。人々はメディアファサードを既存の映像と同じものとして受容するのではなく、都市というコンテキストの中での一つのダイナミズムとして受け取る。

メディアファサードの最も最新の傾向として、建物や空間にプロジェクターで映像を投写させるプロジェクションマッピング手法が流行っている。このような手法は空間に直接に映像を投影させるため、自由な映像の表現ができる。精密に計算された高画質の映像を建物に投影することで、建物の材質や形が変わるような新鮮な経験を提供することができる。「図 1.3 mapping project on frank gehry's IAC」はプロジェクションマッピング手法で建物を紙のような材質で表現し、視覚的な新しさを与える。プロジェクションマッピングは既存の LED 照明を利用したメディアファサードのように通常設置しておくことは不可能であるが、強い

印象で場の雰囲気を盛り上げるため、バイラルマーケティングを狙ったプロモーションイベントやフェスティバルに良く使われている。

このように空間に入り込んだ映像は様々な目的を持って役割を果たしている。スクリーンから脱出した結果、映像の使い道はさらに多様になったのである。認知度を上げるための広告やメディアへの接近性を高めた家具に埋め込まれるメディアインターフェース、環境とコミュニケーションを図る都市景観、場の雰囲気を盛り上げさせるためのイベントコンテンツなど様々な役割を果たしているのである。本研究では特に場の雰囲気を盛り上げるというその特徴に焦点を当て、映像を活用したイベント空間デザインの手法を探っていく。

図 1.3 mapping project on frank gehry's IAC[1]

映像による空間の歪曲

プロジェクションマッピング手法を使ったイベント現場の映像を見ると人々の歓声が続き、現場が盛り上がっていることが見てとれる。普段は静的なものである空間が動的に変化することで人々に新たな感覚を提供しているため、プロジェクションマッピング手法を使ったコンテンツは場の雰囲気を盛り上げる。この新たな感覚は物理的な空間の条件と視覚的な認知の間にずれが存在する際、そのギャップから産まれることである。

本研究ではこのように「物理的な空間の条件と視覚的な認知の間にずれが存在する状態」を「空間の歪曲」だと定義する。

映像により歪曲された空間は長い期間人々が学習や体験を通じて体得してきた認識に違反することになる。人々は非日常的な経験ができ、わくわくする感覚を受け、結果的にはその場の雰囲気が盛り上がることにつながる。

背景に対する本研究のモチベーション

映像が空間の中に入り込んでいる今の時代、場の雰囲気を盛り上げさせるための一つの手段として映像が使われている事例を多数目にするようになった。本人はこのような背景に対し、映像を利用したイベント空間デザインが今の時代の流れに相応しい魅力的な手段であると判断し、映像を用いるイベント空間デザインの研究を始めるようになった。

1.2. 本研究の目的

本研究の目的は、空間に配置された映像を用いることにより空間の歪曲を感じさせ、イベントを盛り上げる空間デザインを実現することである。

一般的なイベントにはカンファレンス・祭り・パーティー・コンサートなどの様々な種類がある。しかし本研究の対象になるイベントは人が日常から脱皮し、楽しむために行われる行事に限定する。従い、本論文でのイベント空間はクラブ会場やホテルのラウンジなどの場所になる。

背景で述べたように、映像を空間の中に配置することにより空間を歪曲させ、場の雰囲気を盛り上げさせる事例が存在している。本研究では空間の歪曲の観点から事例を分析、もっとも効果の高いアプローチを選択することでイベント空間に相応しい空間の歪曲を実現させる。空間を歪曲させることで人々に新鮮な体験を提供し、ひとりひとりをわくわくさせ、イベントを盛り上げさせるイベント空間デザインを提案する。

第2章
関 連 研 究

本章では映像を用いる空間の歪曲を図った関連研究を紹介・分析する。本章で取り上げる関連研究は映像技術からインスタレーションアート作品まで様々であるが、空間の歪曲を図った意味では同じである。関連研究の分析で、空間の歪曲にはどのような特徴があるかを考察し、空間の歪曲に効果の高い構成要素を探りだす。さらに映像やその他の要素がどのようなアプローチで使われ、各要素はどのような関連性を持っているのかを明らかにする。

2.1. 空間の歪曲を感じさせるための技術

より臨場感のある映像を提示するために映像技術は進歩してきた。観客にスクリーンを意識させないような技術は、実世界とバーチャル世界の境界をなくしてくれた。ここではその対表例として IMAX と CAVE を紹介し、二つの技術を比較、分析する。

2.1.1 関連技術紹介

IMAX

IMAX とは Eye Maximum を略した言葉であり、人間が見る視野角の限界まですべてを映像で覆うという意味である。臨場感のある映像を見せるため、スクリーンは観客の方に 5 度くらい斜めになるように設計されている。なおかつ、既存の 35mm の映画フィルムの 10 倍の解像度をもった 70mm のフィルムを使用し、画

質がより鮮明である。音響システムは6チャンネルに構成され、既存のサウンドシステムより優れている [16]。

既存の映画館のスクリーンでは視野のすべてを覆うことができないため、映像と現実世界の境目であるスクリーンのフレームが目に入る状態で映画を鑑賞したのである。映像に没頭するとスクリーンのフレームは気にならなくなると一般的に言われているが、実際に人は無意識的にこのフレームの外側で行われるすべて出来事を経験として認識している。映像に没頭することが妨害される状態に置かれてしまう。しかし、IMAX では人の視野すべてを映像で覆うことで観客の目にはフレームが見えなくなり、完全に映像の世界の中に入り込むようになる。何の妨害の要素もなく映像の中に没頭できるのだ。従い、IMAX は空間感覚の歪曲を生じさせる。観客が座っているところは映画館であるが、人は視覚を利用し空間を認識するため、映像と現実世界の境目であるフレームがなくなった状態では映像空間を現実空間に認識するようになる。すなわち、現実空間が完全に封鎖された状態で空間認識は映像コンテンツに完全に依存することを意味する。

CAVE

図 2.1 CAVE system[2]

CAVE は、1922 年にイリノイ大学が SIGGRAPH ’92 で発表した体系バーチャ

ルリアリティシステムである。本システムは３メトール四方の体系スクリーンで体験者の周囲を囲み、これからのスクリーンおよび床面に高精細の立体映像を表示させることにより、高いレベルの臨場感を生成する [17]。人々は複数の大画面が造り出した空間の全面から提示される映像を見ることで、実空間と映像が作り出すバーチュアル世界が融合されたような空間の歪曲を感じるようになる。ただ観客の目の前にあるスクリーンを見て空間を認識するわけではなく、人々は自由に行動することができ、視線をどこに向けても全方向から映像が提示される。完璧に映像にコントロールされる空間の中に置かれるようになるのだ。映像により、人々はどんな空間にも行ける状態になる。

2.1.2 関連技術分析

IMAX と CAVE の一番大きい差は空間歪曲の具現が２次元上で行われるか３次元上で行われるかにある。IMAX は観客を席に座らせることで観客の正面だけをコントロールし、空間の歪曲を図る。映画館では正面を見るという暗黙的な約束があり、人の行動が限定されている。しかし CAVE での体験者は自由に動くことが可能で、どこに目を向けてもすべての空間が映像でコントロールされているため、よりバーチャル世界に没頭されやすい。CAVE は実世界の自分自身を忘れる通常のバーチャルリアリティシステムとは違い、体験者が空間の中で自分自身を意識することが可能である。このような特徴を持つ理由は CAVE が作り出した空間がリアルな空間として存在しているからである。この特徴で２次元の画面に提示される映像を３次元の空間に認識させる IMAX との大きい差が付けられる。

IMAX と CAVE はこのように異なる性格を持っている技術だが、空間の歪曲を感じさせるためにスクリーンに焦点を当てていることは一致している。スクリーンの形や構造を変えることで人々の視野をコントロールしている。しかし、実際の空間で行われる空間デザインの事例では、人の動きや視線を統制することが不可能であり、より多様な工夫が見られている。次の章では空間の歪曲を生じさせる空間デザインの事例ではどのような工夫がされているかを調べてみる。

2.2. 空間の歪曲を感じさせる空間デザインの事例

実空間で空間の歪曲を図る空間デザインの事例では人の動きや視線を統制することが不可能であり、空間歪曲のための多様な工夫が見られる。空間の中にはスクリーンの枠が存在しないため、自然に映像を投影する空間構造に集中するようになる。空間構造に合わせ、適切な映像を投影させることで空間の歪曲を図っている。本章では空間の歪曲を生じさせる空間デザインの事例を紹介し、その歪曲効果の特徴に焦点を当て分析を行う。

2.2.1 関連事例紹介

Living Room

図 2.2 Living Room[3]

ドイツのプロジェクションマッピング専門グループ Mr.beam は 2011 年、360 度立体プロジェクションマッピング新技術をテスティング形式で発表した。本テスト映像《Living Room》は室内に設置された家具や、カーペット、壁の素材や模様が時間が経過するに連れ変わるように演出されている。2 台のプロジェクター

だけで本プロジェクションマッピングを具現させたのがこの技術の見せところである [3]。

Living Room は従来盛んに行われている建物の表面に映像を当てる方式のプロジェクションマッピングと違い、家具という小さい立体物に集中している。人々が建物のプロジェクションマッピングを眺める際には建物の大きさのせいで、その全体的な立体感を感じづらいが、ここでは一つ一つの家具が全体的に目に入るサイズであり、より立体感を感じるようになる。人々は日常生活で接している家具のテクスチャーが変わることでリビングのインテリアがどんどん変わって行く空間の歪曲を感じる。テクスチャーを変化させることはプロジェクションマッピング手法で良く使われる一番基本的な形である。

Polygon Playground

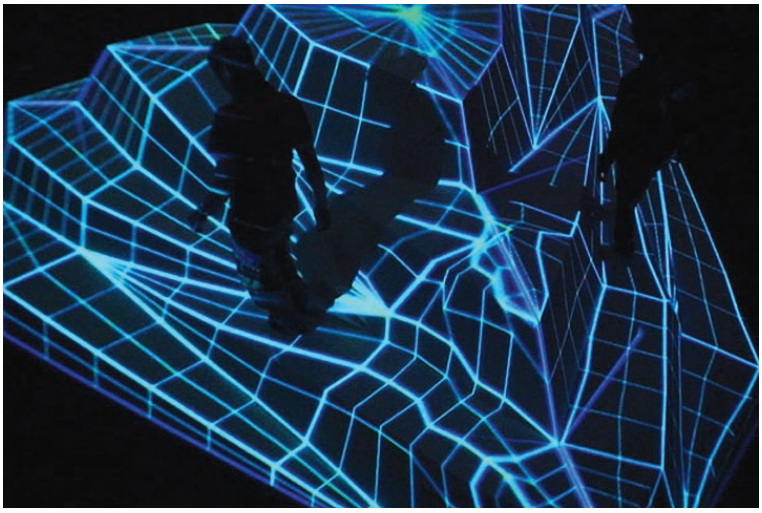


図 2.3 Polygon Playground[18]

《Polygon Playground》は 2011 年、デンマークの音楽フェスティバル SMUKfest で「大規模コミュニケーション形ラウンジ」を依頼して WHITE void で製作したインタラクティブビデオインスタレーションである。WHAITE void のウェブページの作品説明によると、同時に 40 名が利用できる巨大な規模の多角形の構造物を 360 度プロジェクションマッピングで立体的に光らせた。さらに距離セン

サーや近接センサーを活用し、人の動きに生き物のように反応させている [18]。構造体に直接に人が触れるところからインタラクションが起きるため、人は空間と無言の会話を行っているような感覚を受ける。映像が投影されていなければ、普通のラウンジと変わらない構造体が人とコミュニケーションを図る空間に転換される。人々はこのラウンジで楽しむことで、自分が直接に空間をデザインを行うようになる。人の反応により空間が変化されていく空間の歪曲である。

Charlie ’s Tree

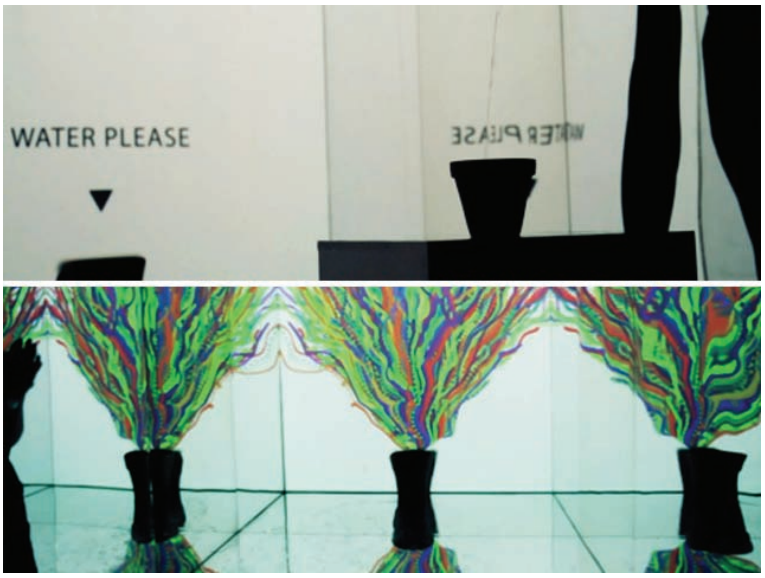


図 2.4 Charlie’s Tree[4]

《Chariloe ’s Tree》はビジュアルアーティストの LUMPENS と Octamin の 2010 年、韓国のソウルで展示されたインスタレーションビジュアルアート作品だ。写真「図 2.4charlie’s tree」のように観客が植木鉢に水をやると空の植木鉢からグラフィックの植物が成長する。実際にグラフィックの植物がプロジェクションされるところは植木鉢の後ろ側にある壁だけだが、その壁を囲んだ 4 面に鏡を張りつけ、植物が無限の空間に拡張していく効果を出した。鏡を利用し空間全体が万華鏡になったような効果を生み出す。人々は無限に拡張された空間の歪曲をサイケ

デリックなムードの中で味わうようになる。このような空間の歪曲はインタラクションの効果を極大化させる。

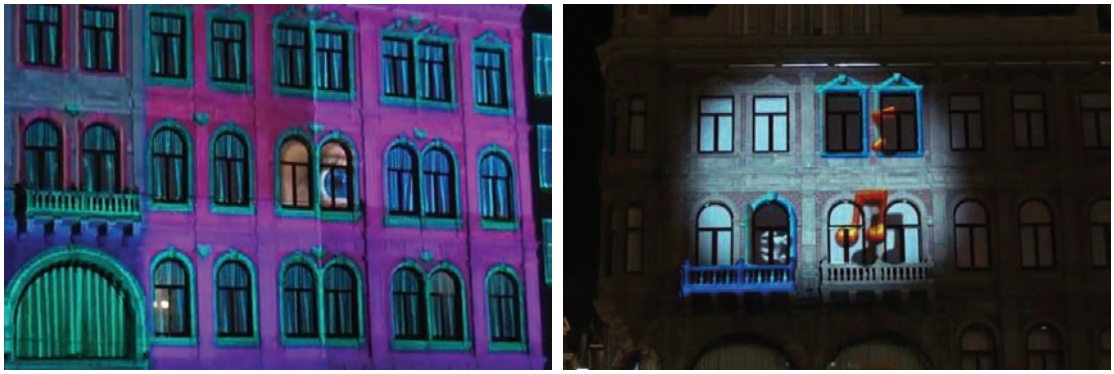
本作品のインタラクションは現実と仮想の業界をなくしてくれる。人が水をやる植木鉢は空間に実存しているものであるが、そこから産まれるグラフィックの植物は仮想のものである。その形も実際の植物と似てないにも関わらず、人々は色とりどりのグラフィックの線を植木鉢から伸びた植物として認識する。本作品は人々の事前知識が作品の解釈に影響を及ぶ事例である。

Doll house

図 2.5 Doll house the whole view[5]

《Dollhouse》は 2010 年、ファッションブランド H&M のアムステルダムフラッグシップ・ストアのオープニングをしらせるプロモーションプロジェクションマッピングショーでブランディング会社 MUSE が製作した [19]。

Dollhouse はオープニングショーに相応しく、建物が生まれ変わることをビジュアルで感覚的に表現した。本プロジェクションマッピングの特徴は写真 2.6 のように建物の全面にある窓をうまく活用したことである。Dollhouse の物語は窓から始まる。窓の中からオルゴールが登場し、音楽が始まる。オルゴールから産まれた音符は浮かび上がり、窓の外側に出てきて他の窓に点灯する。各窓には Dollhouse



(a) (b)

図 2.6 Doll house window[6]

を連想させる踊っている人形やおもちゃの一部が見えたり、多様な彩りのライトが点滅する。まるで建物の中に人形達のパーティーが行われているような感覚を与える。窓を利用してその神秘感を効果的に表現している。建物の外側は窓を通じ、その中を覗き込んでいるような感覚を受ける。途中からは音楽が止まり、カーテンの後ろ側から大きい人形の目が出てくる。実際には人々が建物を見ているのに、この目の登場で建物の中にある人形が人々を覗き込んでいるような感覚を受ける。このように Dollhouse は内部と外部を繋げるインタフェースとしての窓の特性を活かし、人々に想像力を刺激し期待感を高める空間の歪曲をさせた事例である。

Transparent walls

Mercedes bentz は 2011 年、precrash システムをドイツのハンブルクの道の角にビデオインスタレーション《Transparent wall》の形態で具現化した [7]。本システムは角の向こう側にカメラを設置し、角の反対側の壁にその映像を投影させる。そうすることで角の壁が透けているように見せ、まるで角がなくなったような空間の歪曲を図っている。本インスタレーションにより、人々は角の向こう側から突然出てくる人や車を事前に認識することができ、事故を予防することが可能となる。

図 2.7 Transparent walls[7]

transparent walls では多くの事例がグラフィックを利用していることに対し、カメラを通じた実写映像を利用することで、人々に違和感なく実際の風景とプロジェクションされた風景を繋がったように見せ空間の歪曲を図っている。

BoxedEGO

《BoxedEGO》は東京大学 Ishikawa-komuro Lab の Alvaro Cassinelli の 2008 年の作品だ。本作品は体験者がボックスに空いている二つの穴を通じて中を覗いて見るとそれを覗いている自分の後ろ姿がボックスの中から浮かび上がる作品だ。ボックスの中で浮かぶ映像様子は「図 2.9BoxedEGO:sught in the box」のようである。2 台のステレオカメラと LCD 基盤のステレオペアーと特殊レンズを使い、1/10 になった自分の姿を立体的に感じさせる仕組みになっている [8]。本作品は展示スペースの横、立て、奥行きの軸が会う地点とボックスの横、立て、奥行きの軸が会う地点を一致させると同時に人々が覗く二つの穴と 2 台のカメラの設置場所を一致させるとで実空間と仮想の空間への視点が一致するようにさせた。結局、展示スペースに設置されてあるボックスは、実際の展示スペースと相似性を持った模型であることを意味する。このような視線の一致は仮想の空間の中に実空間が実現される連鎖空間を造り出し、空間の歪曲を図っている。前の事例で見

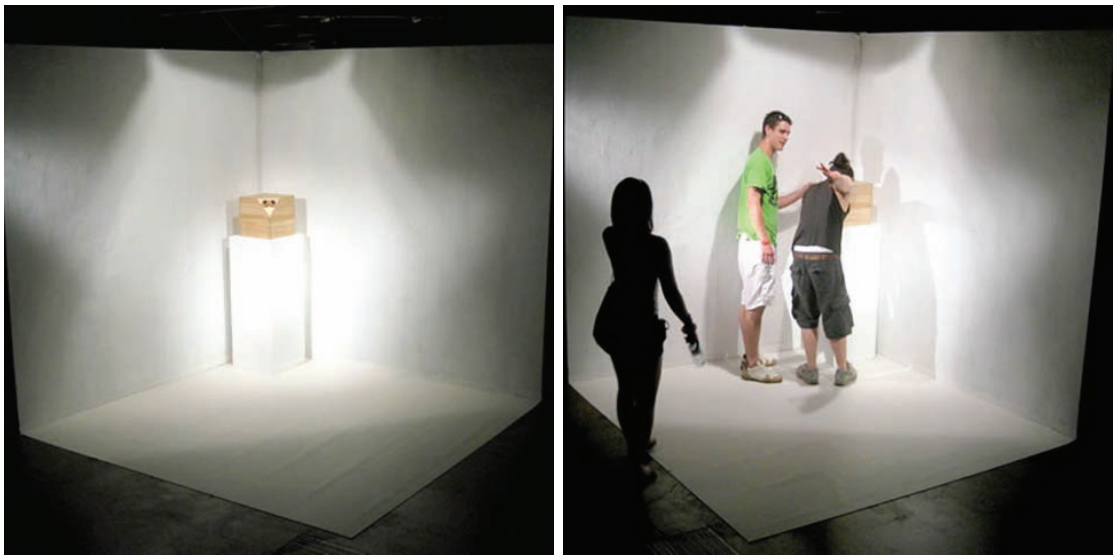


図 2.8 BoxedEGO exhibition space[8]

図 2.9 BoxedEGO:sight in the box[8]

れる実空間に映像をプロジェクションする手法とは異なるアプローチを取っているが、映像と空間構造であるボックスを使い、空間の歪曲を図った意味では他の事例と脈略を一緒にしている。

不思議な家

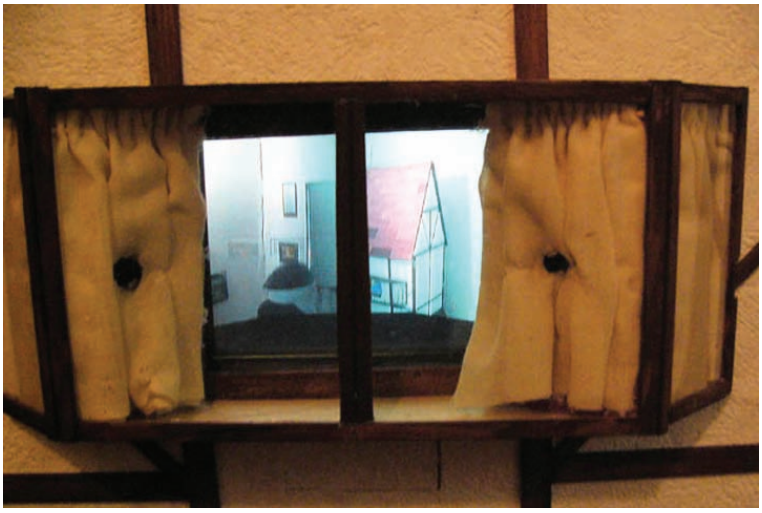


図 2.10 不思議な家 [9]

《不思議な家》は第 12 回国際学生対抗手作りバーチャルリアリティコンテスト (International collegiate Virtual Reality Contest, IVRC 2004) に電気通信大学の [森の民] チームが出品した作品である。展示スペースにおいてある大きい家の中に小さい家が設置されていて、体験者が大きい家に入って小さい家の窓を覗くと窓のディスプレーからはさらに小さい家が映っていて、小さい家を覗いている自分の後ろ姿をリアルタイムで見れる作品である。本作品では大きい家にセンサーを入れ込み、振動や音などで小さい家と大きい家の連動をさせ、二つの空間の連鎖を図っている [9]。本作品の特徴は大きい空間と相似性を持った模型を設置し、窓というインタフェースを利用することで、小さい家で代弁されるバーチャルと実空間の連動でその業界をなくした空間の歪曲を図っている。

2.2.2 関連事例分析

空間歪曲を生じさせる空間デザインの事例では空間構造を適切に活用している。本章で上げた関連事例はスクリーンを通じて臨場感のある映像を提示することで空間の歪曲を図っている方法とは根本的に接近法が異なる。空間構造や映像を上手く活用することで人々の心理を利用、空間の歪曲を生じさせる。紹介した七つの事例を三つの特徴を基に考察する。その三つの特徴はビ「visual impact」と「context effect」、「仮想と現実の混在」である。この三つの特徴を基に各事例を分析したのが「表 2.1 関連事例特徴分析」である。事例を紹介しながら三つの特徴を詳しく説明する。

表 2.1 関連事例特徴分析

	visual impact	context effect	仮想と現実の混在
Living Room	○		
Polygon Playground	○		
Charlie's tree		○	
Dollhouse	○	○	
transparent walls		○	○
BoxedEGO		○	○
Wonder House		○	○

visual impact

《Living Room》、《Polygon Playground》ではテクスチャーを変えることで空間の歪曲を図るプロジェクションマッピングの一番基本的な効果を狙っている。この二つの事例は「変化しないものが変化する」、または「動かないものが動く」ことで視覚的にインパクトを与えることがポイントである。

Living Room の場合は人々が日常生活で毎日接している家具を利用し、「インテリアが変わる」効果を出している。普段では自由に変えられない家具のテクスチャーが自由に変化し、人々は視覚的な驚きを感じるようになる。Polygon Playground

ではラウンジに使われる構造物が人々の反応によりテクスチャーを変化させることで空間の歪曲を図っている。Polygon Playground はその形が抽象的であり、Living Room で使われた家具とは差がある。抽象的な形には本来示している使い道がないため、人々が空間構造を認識する際に固定観念が介入しない。このような理由で普段見慣れている家具が変化するケースより驚きを感じないかもしれないが、この抽象的な形の構造物がラウンジに使われることで人々は一般的なラウンジと明確に差がある Polygon Playground からビジュアルインパクトを感じる。人がその表面に触れる自然なインタラクションのインプットがされ、空間は生き物のように動き、結果的には人が空間とコミュニケーションを取れるようになる。この二つの事例は映像により、空間構造のテクスチャーを変化させることでビジュアルインパクトを与え空間の歪曲を図った。

context effect

中小谷津孝明・星薫編著著書の『認知心理学』によると、我々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・意味的関係性の中で認知する [20]。これは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、それが置かれている周辺環境を基に判断する事を意味する。特に、人々の事前経験や周辺脈略により刺激に対する認知が異なる現像を認知心理学では「context effect」という [20]。

《Charlie ’s tree》と《Dollhouse》では context effect を上手く利用している。単に空間表面のテクスチャーを映像で変化させ、ビジュアルインパクトを与える一次的な効果を狙った事例とは差があり、人の心理をより積極的に利用し、空間の歪曲を図っている。

Charlie ’s tree は映像が投影される正面の壁を鏡で囲み、無限に拡張する空間の歪曲を図っている。本作品で context effect を利用した意味として注目するべきのところはインタラクションである。展示スペースに置いてある植木鉢に水をやるとグラフィックの植物が育てられる。厳密に言うと、グラフィックの植物というより色とりどりのグラフィックの線が壁に伸びる。人々はこの抽象的な線を植物として認識する。グラフィックの線が植物と似てないにも関わらず、植物と

して認識されるのは植木鉢や水をやる行動に対する人々の事前知識や経験を基に状況を理解するようになり、context effect が作用した結果である。本作品でのインタラクションは Polygon Playground での抽象的で感覚的なインタラクションとは異なる。インプットとアウットプットの間隙を人々の解釈が埋めるようになるのだ。

Dollhouse は窓をうまく活用し conntext effect を形成、空間の歪曲を図った。窓は室内と室外を繋げるため、建築的に重要な意味を持ったインタフェースである。我々は室内から窓を通じて外を見るし、室外では窓を通じて内部を把握する。このように窓は断絶された二つの世界を繋げてくれる通路である。つまり、窓から提示される画像は、単なる画像に認識されるのではなく、窓の向こう側にある世界を代弁することになる。Dollhouse では窓の特徴を利用し、人々が窓を通じて建物の中を覗き込むような感覚を催す。窓から見える人形やおもちゃの一部は建物のなかで行われている人形達のパーティーを想像させ、ショップのオープニングに対する期待感をあげる。

Charlie ’s tree でのグラフィック植物、Dollhouse での窓を通じて見える人形はそれが提示される方法や置かれた状況により、人々に目に見える現像以上のことを考えさせる。この二つの作品は空間構造と映像、インタラクションのアプローチが context effect を出せるように設計された事例である。

仮想と現実の混在

《Tansparent walls》や《BoxedEGO》、《不思議な家》ではカメラを通じたライブ映像を利用し、context effect を効果的に作り出し、仮想の世界と実世界の境界をなくした空間の歪曲を図った。他の事例で利用されたプロジェクションマッピング手法で使われている映像コンテンツの大半はグラフィック映像である。しかしグラフィック映像を使う手法はそのグラフィックのスキルにより、空間の歪曲をリアルに感じさせる程度が変わってくる。さらに、グラフィック映像はどこまで映像のスキルをあげても、実写映像に比べると仮想らしくみえてしまう。カメラを通じたライブ映像は現実世界で行われることをリアルタイムでそのまま見せるため、空間の歪曲がより安易になる。この三つの事例はカメラを通じたライ

ブ映像を利用することで現実が反映された仮想の空間を形成させて空間の歪曲を図る。

Transparent wallsでは仮想の世界と現実の世界が並列的に繋がっている。映像から見える人や車が角を境目に実物に転換されることで、仮想の世界と実世界が繋がるようになる。BoxedEGOと不思議な家では仮想の世界が実世界と立体的にリンクしている。実空間と相似性を持った模型を空間の中に設置し、模型に実世界のカメラ映像を投影させることで二つの世界が同時に混在するようになる。この二つの事例ではユーザーが模型を通じ自分の姿を見ることを可能にさせ、実空間と仮想の空間のリンクをユーザーが感じるように設計されている。その二つの世界がリンクされるその接点はBoxedEGOでは覗き込む二つの穴で、不思議な家では窓である。この接点は空間歪曲の重要なインタフェースになる。実空間に現在存在している自分自身がインタフェースにより仮想の世界である模型に反映されることで空間の連鎖が可能となる。この二つの事例ではユーザー自身の存在が空間の歪曲を図る装置として機能している。

このようにカメラを通じたライブ映像、特に見る側と表示される側が一致する映像は、実空間と仮想空間の境界なくした空間歪曲を体験させる。

2.3. 関連研究のアプローチ分析

前の章では空間歪曲の関連技術や関連事例を紹介し、分析を行った。各研究の分析で技術や事例の特徴を明らかにした。本研究は実装を通じた空間デザインをを目的としているため、各研究の特徴はどのようなアプローチで作られるかを考察する必要がある。映像を用いる空間の歪曲は空間の物理的な条件は変えずに、人の目に入るイメージを変化させることが核心である。結局、空間の歪曲が起こる原因は人が外部刺激を認知する方法や心理的な要因にある。本章の分析では関連技術や関連事例でどのようなアプローチを使い、効果の高い空間の歪曲を実現させたのかその要素の構成を考察する。

ここで議論している関連研究は、一見複雑な要素が混ざっているように見えるが、各構成要素を分析してみると映像のアプローチ、空間構造のアプローチ, イ

ンタラクションのアプローチという三つのアプローチで分類される。本研究のアプローチを決めるために各関連研究のアプローチを要素別に分けて考察する必要がある。関連研究のアプローチを表にしたのが「表 2.2 関連研究アプローチ分析」である。

表 2.2 関連研究アプローチ分析

		映像				空間構造		user interaction
		固定コンテンツ		変化コンテンツ		surface	structure	
		CG	実写	CG	実写			
技術	IMAX	コンテンツによる	コンテンツによる			スクリーン		
技術	CAVE	コンテンツによる	コンテンツによる			スクリーン		
事例	Living Room	インテリアテクスチャー					家具	
事例	Polygon Playground			表面テクスチャー			ラウンジ	表面のテクスチャー
事例	Charlie's tree			仮想植物		壁		植物の生長
事例	Dollhouse	人形の形				窓		
事例	transparent walls				角の向こう側のライブ映像	壁		
事例	Boxed EGO				体験者のライブ映像		ボックス	ボックス内部映像
事例	Wonder house				体験者のライブ映像	模型の窓	模型	窓の映像振動、光

表に使われた言葉の定義

- **固定コンテンツ**

  ファイルを読み込みする映像コンテンツを固定コンテンツと定義する。固定コンテンツはグラフィック映像 (CG=ComputerGraphic) と実写映像に分けられる。

- **変化コンテンツ**

  リアルタイムでレンダリングされる映像コンテンツを変化コンテンツと定義する。変化コンテンツはグラフィック映像 (CG) と実写映像に分けられる。

- **surface**

  空間構造のなかで構造体が大きいため、人に平面として認識される空間構造は surface と定義する。

- **structure**

  空間構造のなかでその構造が把握できるサイズであり、人に立体として認識される構造体を structure と定義する。

関連技術のアプローチ要素

IMAX や CAVE は既存のスクリーンを利用しているが、臨場感のある映像を提供するために工夫されてあり、仮想の空間を現実空間に近い感覚で認識させる技術である。スクリーンのサイズで人々の視野を覆う IMAX、スクリーンの組み合わせで人々の視野を覆う CAVE はスクリーンを活用した具体的な道は異なるが、人々の視野を覆い、実空間の画像が目に入らないようにした意味では一致している。IMAX や CAVE ではスクリーンの本機能より、その形やサイズが重要な要素である。これはスクリーン自体が空間の中の構造物として活用され、その物理的な条件が空間の歪曲を図る重要な要素になっていることを意味する。ここでのスクリーンは空間構造の役割を果たしていて表**??**の surface に該当する。

関連事例のアプローチ要素

空間歪曲を図った事例をみると、物理的にスクリーンで環境を統制した技術とは異なり、人々の心理的な要素を利用するため空間構造を活かしたことが分かる。

表面のテクスチャーの変化に焦点を当て、ビジュアルインパクトを狙った《Living Room》と《Polygon Playground》をみると、Living Room では家具が、 Polygon Playground ではその物自体が空間構造の structure であり、その表面が変わることで空間の歪曲を図っている。Living Room ではすでに家具の構造に合わせてレンダリングされているグラフィック映像を使っている。Polygon Playground では人々の行動にインタラクションがある映像を提示しているため、リアルタイムでレンダリングされるグラフィック映像を使っていることが分かる。

《Charlie ’s tree》と《Dollhouse》では普段スタティックな物である空間構造が変化している意味ではテクスチャーの変化も基本的に含めているが、人々の心理に関わる context effect を利用している。Charlie ’s tree ではグラフィックの植物が伸びる壁や鏡が張ってある壁が空間構造の surface に該当する。Dollhouse では建物の表面を構成する一つの要素である窓は空間構造の surface である。Charlie ’s tree ではリアルタイムでレンダリングされるグラフィック映像を使いインタラクションの映像を提示している。Dollhouse では建物の形に合わせてすでにレンダリングされている映像を使用している。

《Tansparent walls》や《BoxedEGO》、《不思議な家》ではカメラを通じたライブ映像を利用、仮想世界と現実の混在を狙っている。特に BoxedEGO と不思議な家で設置された実空間と相似性を持ったボックスと模型は空間歪曲のために空間の中に意図的に設置した structure である。不思議な家での窓はその structure の一部である surface に該当する。

まとめ

そのアプローチは様々であるが、基本的には、空間構造の適切なところに構造に相応しい映像を提示することで空間の歪曲が実現され、その歪曲を強化させるためにユーザーインタラクションが加われた事例もある。アプローチとして選択した物の本来の使い道や周囲環境により context effect が生じ、人々に心理的な

作用が行われ、新たな意味を持っている空間への転換を図るケースもある。本研究ではこのような事例の分析を基に空間の歪曲を図るイベント空間デザインを提案する。

第3章
仮説と研究方法

本章では先行事例を踏まえた上で仮説を立て、仮説をどのような方法で検証していくかを述べる。

3.1. 仮説

第二章の先行事例の分析からすると空間歪曲を構成する条件として映像、空間構造、ユーザーインタラクションの三つのアプローチの要素が相互的な関係を持ち、組み合わせられている。従来では静的であった空間構造が映像により自由に変化するようになり、空間の歪曲が実現され、さらにインタラクションが加われてその効果が高められる。空間構造や映像のアプローチをうまく設計することで、context effect による人々の心理的な空間歪曲もできる。さらにカメラを通じたライブ映像を使うことでユーザー自身が空間歪曲を認識させる一つの装置として利用することができ、仮想空間と実空間が混在する効果の高い空間の歪曲が実現される。

空間歪曲を図るイベント空間デザインを行うためには空間構造と映像、インタラクションのアプローチを決める必要がある。本研究では関連研究の分析から最も効果の高いアプローチをピックアップして組み合わせることで空間歪曲を図る空間デザインを行う。

空間構造のアプローチとして先行事例の《Dollhouse》や《不思議な家》で活用された窓に注目する。第二章で述べたように窓は二つの世界を繋げる重要なインタフェースである。窓から見える画像が窓の向こうの世界を代弁するため、窓を利用すると人々の心理を利用することが容易になる。人々の心理を利用すると映

像自体のスキルに頼らなくても効果的な空間歪曲ができる。このような理由で本研究では空間構造としての窓をアプローチにする。

本研究では映像のアプローチとして《Tansparent walls》や《BoxedEGO》、《不思議な家》利用されたカメラを通じたライブ映像を採用する。窓に映像を表示する際にはグラフィック映像よりカメラを通じたライブ映像が適切であると判断した。我々は普段窓を通じて窓の外側にある実世界を見ているため、窓にグラフィックが提示された際、どうしても違和感を感じてしまうからである。カメラを通じたライブ映像を使うことにより、グラフィック表現力に頼る既存の方式から脱皮し、窓に当てる画像をより現実らしく見せる。さらにイベント空間という場所を前提としているため、ユーザーの参加という意味から考えた際にもイベントに参加している人々の映像を用いるのが適切である思われる。窓にカメラを通じた人々のライブ映像を投影すると、イベント参加者からすぐフィードバックがあると期待される。映像のライブ性はイベント参加者のインタラクティブな参加を呼ぶ。さらに、人々イベントに参加している自分という存在を空間の歪曲を図る装置として機能させることでより面白い空間の歪曲ができると期待される。

本研究ではインタラクションのアプローチとして窓をインタフェースにするインタラクションを採用する。《BoxedEGO》や《不思議な家》の事例からすると窓や覗き込む穴を利用、映像インタラクションのインプットとアウットプットの視線を一致させることで空間歪曲の効果を高めている。そして本研究では空間構造のアプローチで採用した窓をそのままインタラクションのインタフェースに利用することで、context effect がより強化されると期待する。context effect が強化されると空間の歪曲の実現が安易になる。

すなわち、本研究では「イベント空間において、参加者のライブ映像、空間構造の窓、窓をインタフェースとするインタラクションを組み合わせることで、context effect による空間の歪曲を参加者に感じさせることができる」という仮説を立て、それを検証する。

ここで立てた仮説は第二章の分析から導かれた初期仮説である。研究の進め方は実験を繰り返し、システムを修正して行く形になるため、各実験から得られた結果を基に必要に応じて仮説の修正を行う。本研究では 2 回の予備実験の後、最

終仮説を立て直し最終検証を行った。実験のプロセスに関しては次の章で述べる。

3.2. 研究方法

窓、カメラを通じたライブ映像、窓をインタフェースにするインタラクションの要素を利用し、効果の高いシステムを設計するためには実験の繰り返しが必要である。実験の流れは「図??研究プロセス」のようである。窓、カメラを通じたライブ映像、窓をインタフェースにするインタラクションの三つを要素にするアプローチの詳細を変えながら実験を繰り返し、欠点を少なくしたシステムを構築する。各実験では小仮説があり、その小仮説は検証項目で具体化させる。検証項目に対してどのような実験方法を使うかを決め、それに適したシステム構成をする。そのシステムで実験を行い、最終的には検証項目を分析・評価する。検証項目の評価で明らかになった問題点を改善し、次のステップの実験に進む。このように実証を繰り返していくことで仮説を証明していく。

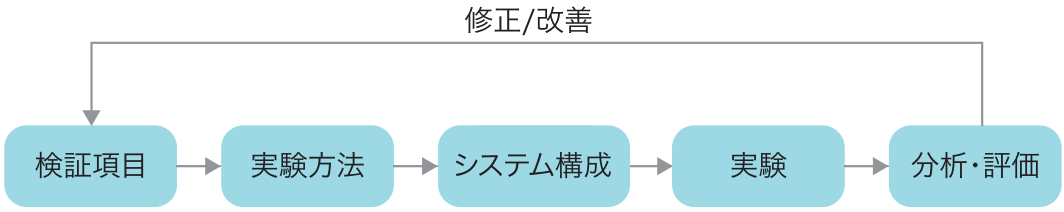


図 3.1 研究プロセス

3.2.1 検証項目

各実験では仮説の検証に向けてどのようなことを明らかにしたいのかを決め、その判断の基準となる検証項目を挙げる。検証項目を決めると同時にその検証項目をどのように評価するか方法を決める。二回目の実験からは前段階の実験での問題点を踏まえた上で検証項目を決め、システムを改善して行くことに焦点を当てる。

3.2.2 実験方法

本研究はイベント空間を前提としているため、イベント空間に直接適用するのが理想的である。しかし、予備実験では検証項目をより客観的に評価するため環境がコントロールされた状況でユーザーテストを行う方法を利用する。各段階の検証項目、評価方法、現実条件などに合わせて実験方法を決めた。

3.2.3 システム構成・実装

実験方法により、システム構成が決まってくる。実際のイベントかユーザーテストかにより、実装の規模や形が変わってくるのである。実験を行う空間の条件や参加人数による変数が作用する。本段階は実装のために細かいところを決める段階である。プロジェクターやソフトウェーア、カメラなどの選択や設置構成を決めるなど、システムを現実化させる。実装・評価を最優先とした効率の高いシステムを作り上げ、実験を行う。

3.2.4 実験結果分析・評価

検証項目を決める段階で評価方法を決めると言及した。本実験ではイベントかユーザーテストかその実験方法により、アンケートやインタビュー、行動観察を適切に採用する。場合によっては二つ、または三つの方法を合わせて使う。実験から得られた結果を検証項目に合わせて分析し評価する。各実験からは次のステップに繋がる結論を導出する。

第4章
システム設計と予備実験

空間歪曲を図るシステムの構築のために2回の予備実験を行った。各予備実験では検証項目を取り上げ、前回の改善点を踏まえ、最終システムに向かい、システムを改善して行った。

4.1. 基本システム構成

本研究では2回の予備実験と1回の本実験、合計3回の実験で二つのソフトウェーアを同じ方法で使っている。ここでは実験で共通的に利用した基本システム構成とソフトウェーアを説明する。

システムの基本構成は「図4.1基本システム構成」のようになっている。まず、人々のライブ映像を取るカメラがあり、そのカメラの映像はリアルタイムでパソコンに取り込まれる。カメラの映像はVJソフトウェーアであるResolume Avenue(以下Resolume)からリアルタイムで処理することができる。Resoluメにインプットされたカメラ映像はResoluメで様々なエフェクターを掛けたり、映像のサイズを修正し、プロジェクションマッピングソフトウェーアのMadmapperインプット映像としてリアルタイムで使うことができる。「図4.1基本システム構成」を見るとResoluメのアウトプット映像がMadmapperのインプット映像になっていることが分かる。Madmapperでは空間の形に合わせ映像を変形する作業を行い、最終的にはプロジェクターに変形された映像を出力する。本システムで主に使われているResoluメとMadmapperを詳しく説明する。

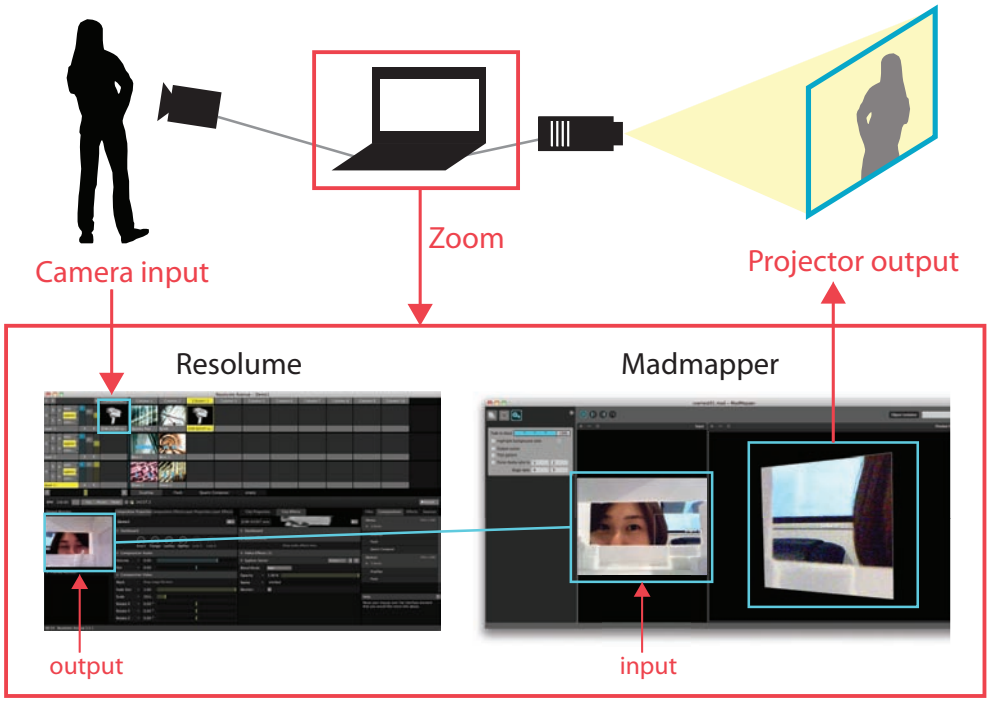


図 4.1　基本システム構成

MadMapper

MadMapper はプロジェクションマッピングのためのソフトウェアである。このソフトウェーアはアプリケーションの間でビデオコンテンツを共有するという考え方を中心に構築されている。それを実現するために Syphon と呼ばれる Mac OS X を基盤にしたフレームワークを利用している [21]。MadMapper はプロジェクターを繋げた状態で現場で構造物を見ながら作業を行うソフトウェアである。３Ｄレンダリングを必要とする一般的なプロジェクションマッピングのプロセスに比べるとより手軽く細かいことが調節できるため本ソフトウェアに選択した。MadMapper では映像の変形が手軽くできて位置や方向を変える事も簡単である。さらに変形された映像を複製し、同時に複数の映像を出力することもできる。

Resolume

Resolum はライブオーディオ／ビジュアルパフォーマンスインストルメントである。テンポに合わせ、エフェクトを適用させることができる [22]。エフェクトを掛けるだけではなく、映像のサイズを調節したり、数個の映像を繋げたり、カメラからのライブ映像とファイルで読み込む方式の映像を同時に出力することができる。Resolume で修正した映像のアウトプットをダイレクトに MadMapper のインプットに使うことが可能である。VJing software のなかで Resolum を選択した理由はプロジェクションマッピングソフトウェーアの MadMapper との互換性と input 映像フォーマットの自由度である。エフェクトのかかった映像アウトプットが MadMapper に直接にインプットされる software の数は限定されている。その中でも様々な映像フォーマットの認識ができ、特にカメラからのライブ映像の処理がリアルタイムで可能である Resolum を選択した。

4.2. 予備実験 1

4.2.1 コンセプトと評価項目

コンセプト

本実験は「図 4.2 コンセプト」のように室外にあるイベント空間を想定している。人々は外でパーティーを楽しみながら、このイベント空間から見える建物の中でもパーティーが行われているような感覚を受ける。イベント空間の一部を建物の中に切り取って移動させてあるような空間の歪曲を感じさせるのが本研究のコンセプトである。

アプローチ

本実験では「表 4.1 アプローチ」に書いてあるアプローチでコンセプトを実現させる。イベント空間から見える建物の正面にある窓にイベント参加者の様子をプロジェクションすることで空間の歪曲を図る。建物の正面にある窓の数だけのカ

図 4.2　コンセプト (予備実験 1)

表 4.1　アプローチ (予備実験 1)

	映像	空間構造	User interaction
予備実験1	**カメラを通じたライブ映像** ランダムに設置されたカメラを通じたライブ映像	**窓** イベント会場から見える建物の窓 →本実験では模型の窓	なし

メラがイベント会場内にランダムに設置され、その映像は各窓に投影させる。その他のところはグラフィック映像を投影させ、空間の歪曲を強化する。イベント会場内で離れている人々は、窓に映った自分や他人の姿を見ることで、本当に隣の部屋にいるような距離感覚の歪曲を感じると期待する。本実験ではまず映像と空間構造の組み合わせで実験を行い、その効果を検証するため、窓をインタフェースにするユーザーインタラクションは入れないことにする。

検証項目

窓とライブ映像を利用したアプローチで context effect が産まれ、会場の人々やカメラに映る本人は窓に映る人物が建物の中にいるように感じられると期待する。さらにカメラに映っている人々はイベント会場では離れている人が隣の窓に写されることにより、本当に隣の部屋にいるような距離感覚の歪曲を感じると期待する。このような二つの現象が起こると本実験での空間の歪曲は実現されたと判断する。従い、検証項目は以下の通りである。

(1) 窓に人が映ることで人が建物の中にいるように感じられるか。
(2) 実空間では離れている人が窓を通じ、隣にいるように感じられるか。

4.2.2 実験内容

実際にイベントに本システムが有効であるかを確かめるために、建物の模型を作りユーザーテストの形式で検証を行った。ユーザーテストを行った日にちは 2011 年 8 月 27 日で個人作業室で進行した。小さい建物の模型を作り、模型の窓のところにカメラのライブ映像を投影させた。模型には四つの窓があったが、模型の 2 階にある二つの窓だけにカメラを通じたライブ映像を投影させることにした。職種が異なる 3 人を実験対象と選び、本システムを 2 分ずつ体験させた。実験対象はカメラの前に立ち、2 分間ダンス音楽を流した状態で自由に行動をした。実験対象以外のカメラには研究スタッフが入り、実験を補助した。その様子は「図 4.3 実験空間平面図」のようである。

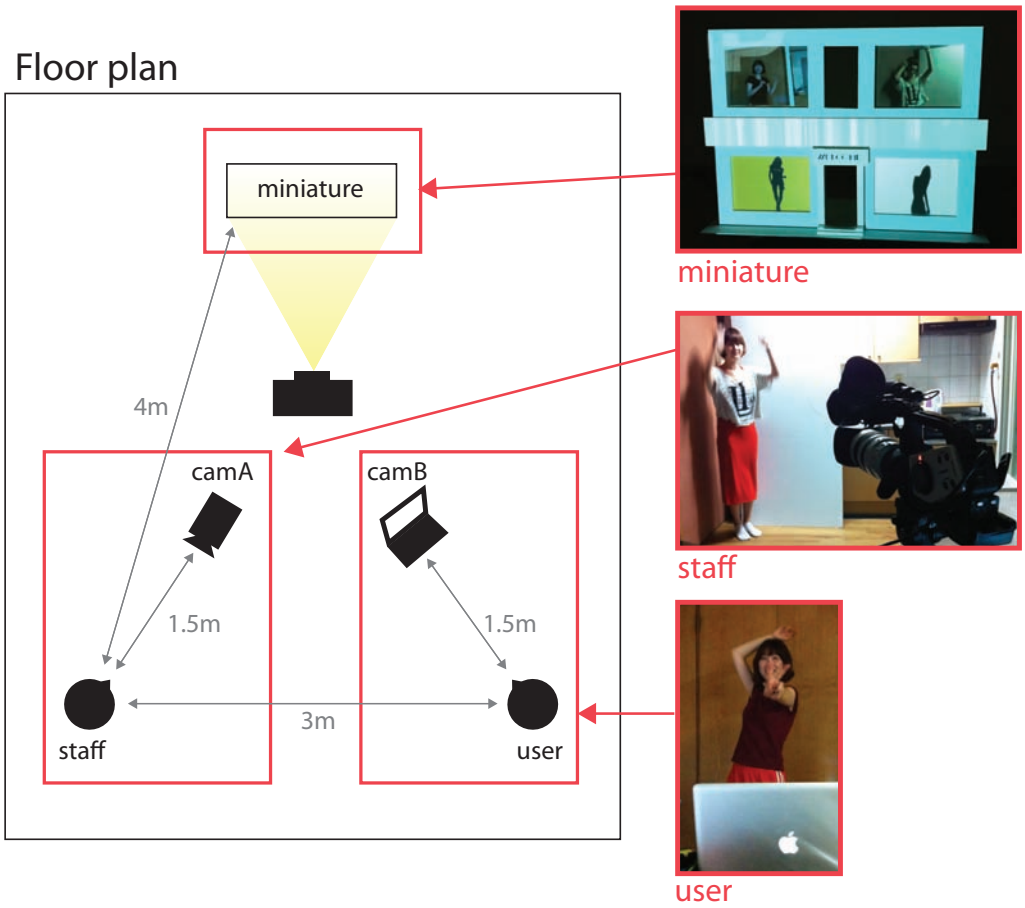


図 4.3　実験空間平面図 (予備実験 1)

4.2.3 システム構成

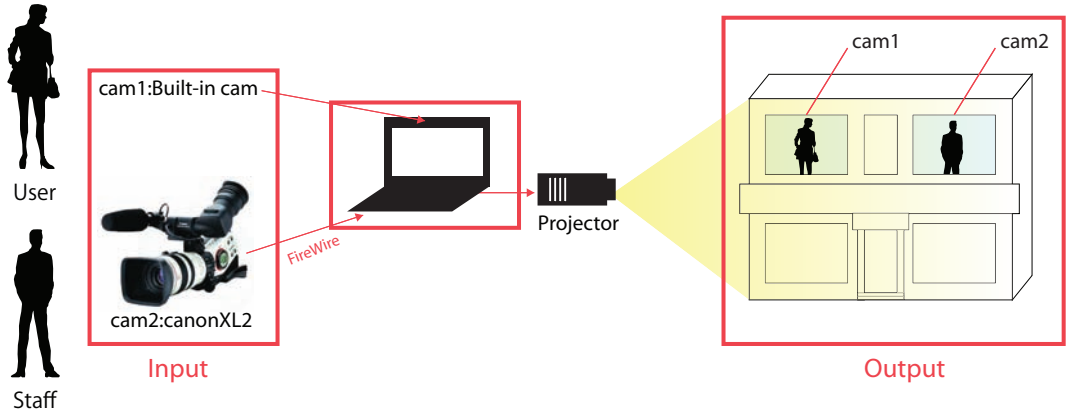


図 4.4 システム構成 (予備実験 1)

本実験の全体システムは「図 4.4 システム構成」のようになっている。本実験では 2 台のカメラの前に実験対象が立ち、自由に行動を取る。カメラを通じた人のライブ映像はパソコンに取り込まれ、Resolume と Madmapper を通じリアルタイムで処理される。パソコンで映像の変形や位置設定などの処理が終わると、最終的な映像アウトプットはプロジェクターを通じて模型に投影される。

窓 (空間構造)

本来であれば、建物の表面を使うため、立体物を作る作業は必要でないが、今回は室内で簡略化したシステムでユーザーテストを行ったためにスチレンボードで、建物の模型を作った。本実験での模型は建物の代わりで使われたため、検証要素としては本当の建物の空間構造である窓を意味する。実際の建物と同じ比率で窓のサイズを決めると窓がほぼ見えないくらい小さくなるため、窓を大きめく設計し、映像で自分の姿を確認できるようにした。模型には四つの窓があるが、カメラを通じたライブ映像は模型の 2 階にある二つの窓に投影した。模型の 1 階にある二つの窓には踊っている人のシルエットをしたグラフィック映像を投影させた。「図 4.5 模型設計図」は実験に使った模型の実際のサイズで、「図 4.6 模型写真」は実際に作った模型の様子である。

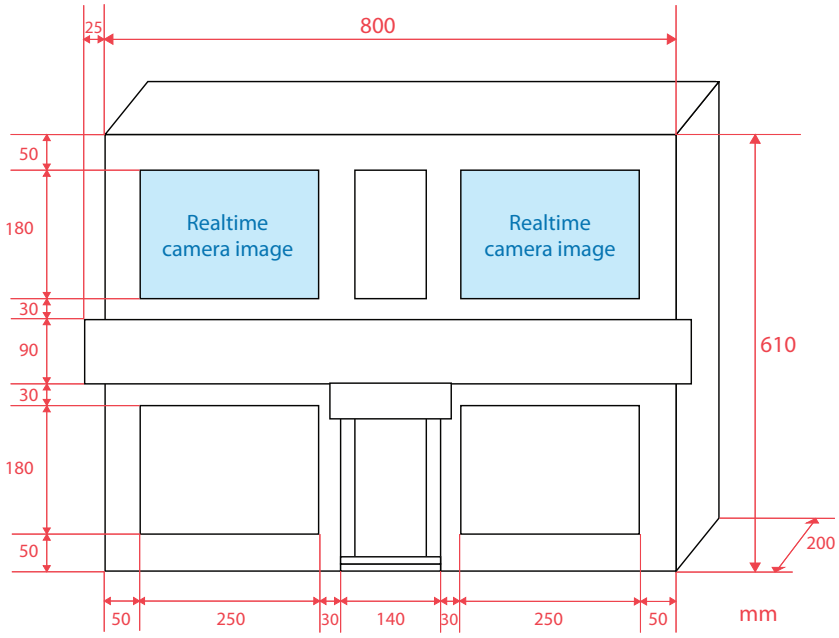


図 4.5　模型設計図 (予備実験 1)

図 4.6　模型写真 (予備実験 1)

カメラ

今回の実験では2つの窓を利用するため、二つのカメラが必要であった。第1カメラは MacBookpro に内蔵されたカメラを使い、第2カメラは Canon の XL2 を FireWire ポートに繋げて利用した。Resolume に外部カメラの映像を入力する方式はいろいろあるが、その画質を考慮し FireWire を使うように決め、それに対応できる XL 2 を選択した。カメラを通じた映像にはディレーが発生した。MacBookpro の内蔵カメラからの映像は 1/4 秒、XL 2 からの映像は 1/3 秒のディレーがあった。

パソコン内部プロセス

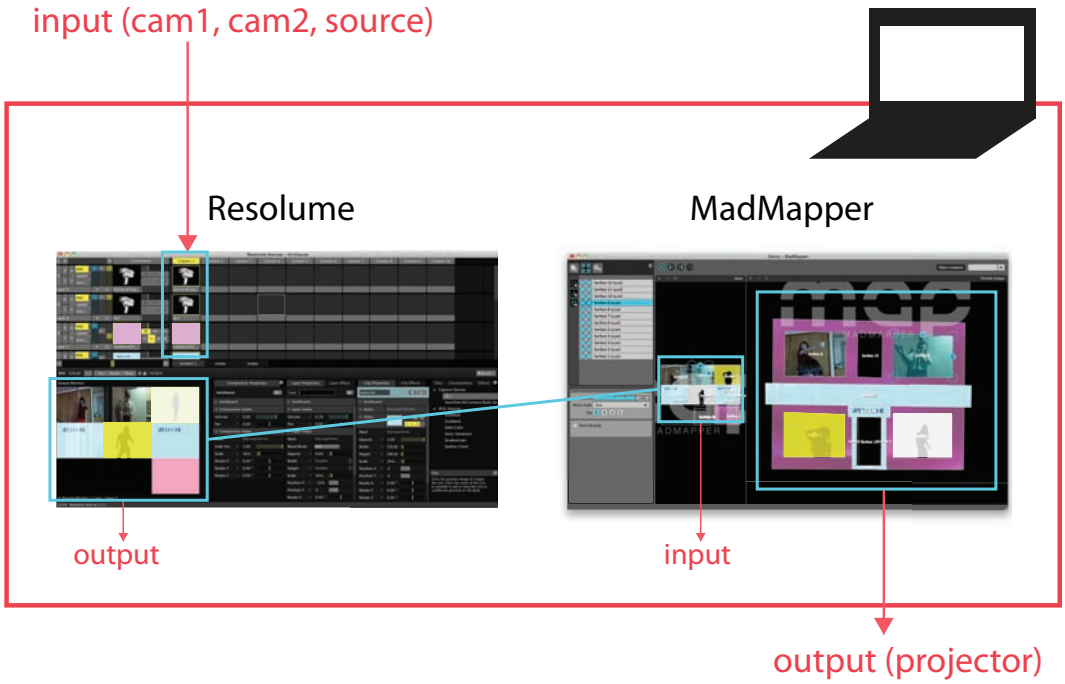


図 4.7 映像処理プロセス (予備実験 1)

本実験では2種類の映像を同時に使った。カメラを通じたライブ映像と mov フォーマットのグラフィック映像である。カメラを通じたライブ映像は窓に投影させる映像で、グラフィックの映像は窓の以外のところに投影させる映像であ

る。２種類の映像は各 320 × 240 のサイズでアウトプットした。２台のカメラから入力された映像の処理プロセスは「図 4.7 映像処理プロセス」のようである。パソコンに入力された映像は Resolume のソースの Capture devices のところに自動的に認識され、クリップとして使うことができる。本実験で Resolume の役割は MadMapper でソースとして使う多様な映像を一つにまとめることだった。MadMapper は一つの映像ソースにしか対応できないからである。 模型の各部分に異なる映像をプロジェクションするため、その役割が重要となる。 Resolume で必要なソースのすべてを一つの映像にまとめ、Madmapper にインプットすると Madmapper では一つにまとまって入力されたソースを切り取り、自由に変形させて使う。MadMapper で窓の形に変形されたカメラのライブ映像は模型の２階の二つの窓にプロジェクションされる。窓以外の建物の表面の形に変形されたグラフィック映像は窓を除いたほかの表面にプロジェクションされる。

機材リスト

本実験で使用した機材の仕様は「表 4.2 機材リスト」のようだ。

表 4.2 機材リスト (予備実験 1)

	Model	Specification	Number
Camera	Macbook Pro built in camera	Built in camera	2
	CANON XL2	FireWire output	
Software	Resolume	ver.3.3.1	
	Madmapper	demo	
Projector	Ben-Q MP515P	2500lm	1
Computer	Macbookpro	Processor 2.2Ghz Intel Core i7 Memory 4GB 1333 MHz DDR3	1

4.2.4 実験結果

職種が異なる3人を選び、ユーザーテストを行った。ユーザーテストは2分ずつ体験してもらった。実験場所には2台カメラに映る実験対象と研究スタッフの二人と行動を観察する研究スタッフで3人がいた。体験の時間には行動を観察し、体験後にはインタビューを行った。実験対象で選んだ3人は以下の通りである。

A さん 27歳、男性、大学4年生、映像先攻
B さん 25歳、女性、メークアップアーティスト(メディアアート作家活動)
C さん 28歳、男性、建築事務所勤務

このような人々を実験対象にした理由は、映像を扱っている人から映像を認識する観点(Aさん)、空間を扱っている人から空間を認識する観点(Cさん)、メディアを扱っている人からの本システムを認識する観点(Bさん)からの意見を得られたいと思ったからである。この3人の人からバランスよく様々な観点からの意見が得られると判断した。

行動観察結果

2分間の体験時間にユーザーが見せた行動を記録したものである。

A さん

隣の窓に投影される人(スタフ)の方を向いて挨拶をする。
相手のダンスを真似する。

B さん

隣の窓に投影される人(スタフ)に挨拶をする。
隣の人とハイタッチをするようなポーズをする。
カメラに近づいて顔が大きく投影されるようにする。

C さん

隣の窓の人(スタフ)の行動を観察する。
プロジェクションされる自分の様子を見てカメラから少し離れる。

インタビュー内容

行動観察後インタビューを行い、感じたことや本システムの改善点に関して意見を聞いた。

A さん

自分が出ることは面白い。しかし、建物の模型が立体構造ではなく普通のスクリーンに感じられる。実際の建物に実験してみるとクスリーンに感じられないかもしれないが今のままではスクリーンと変わらない。人の後ろの背景のせいで本当に建物の中にいるような感じがしないし空間が繋がったようにも見えない。実際の空間でイベントを行った時、背景に多くの人が映ると空間の歪曲は実現されないと思う。カメラの位置と窓の関係に意味があって欲しい。

B さん

私やスタッフが窓に映る事で、人形の家の中に人がいる感覚はあったが、スケール感覚のせいか違和感はある。 隣の窓に人が映ることで何となく他の人を真似したくなる。多くの窓で多くの人と実験するとより楽しいと思う。窓に多数の人が写り、全員同じダンスを踊ると面白いではないか。しかし映像を見るだけだともの足りない。隣の窓に映っている人と実際のインタラクションがあると本当に隣にいるように感じられると思う。もしくは、窓と設置されたカメラの位置が実際の空間でもマッチングしたらどうか。

C さん

自分の様子が窓から出ることが少し恥ずかしい。テレビに映っているような感じがした。しかし他の人を見ることは楽しい。窓を利用する考え方はとても面白い。建物の中にいる人を観察するような気持ちだった。窓の中に実際の映像があることに対し、窓以外の面の映像もグラフィックより実写を投影した方がより現実らしく見えると思う。たとえばブリックや木のテクスチャーを使った方がよいと思う。どうせなら建物の４面すべてを実現した方がもっと面白いと思う。

4.2.5 結果分析・評価

行動観察やインタビューの中で検証項目と関連のあるコメントや行動をピックアップし分析を行う。この分析を基に検証項目を評価すると同時にどのような改善点があるかを考察する。

(1) 窓に人が映ることで人が建物の中にいるように感じられるか。本検証項目に対した人々のコメントを挙げると以下のものがある。

- 普通のスクリーンに感じられる。(A さん)
- テレビに映っているような感じがした。(C さん)
- 私やスタッフが窓に映る事で、人形の家の中に人がいる感覚はあったが、スケール感覚のせいか、違和感はある。(B さん)
- カメラの位置と窓の関係に意味があって欲しい (A さん)
- 窓と設置されたカメラの位置が実際の空間でもマッチングしたらどうか。(B さん)
- 窓以外の面の映像もグラフィックより実写を投影した方がより現実らしく見えると思う。(C さん)

このようなコメントから考えると窓が本来持っているその意味により、建物の中に人がいるようには見えるが、建物自体がスクリーンに見えてしまう傾向がある。逆に言うと、このような感覚はスクリーンでも十分満たされる感覚だと思われる。さらに背景や映る人のサイズなどの要素により空間の歪曲に集中することが妨害される。本システムの最も問題だと思われるところはカメラの位置と窓の位置の蓋然性がないため、ただ空間に設置されたカメラ映像をスクリーンから出力することと差別化ができないところである。他の意見としては窓の以外のところに写したグラフィックの映像が現実らしくなかったというのもリアリティーをなくした問題点として考えられる。

(2) 実空間では離れている人が窓を通じ、隣にいるように感じられるか。本検証項目に関わるコメントを紹介すると以下のものがある。

- インタラクションがあると本当に隣にいるような感じられると思う。(B さん)

- 空間が繋がったようにも見えない。(A さん)
- カメラの位置と窓の関係に意味があって欲しい (A さん)
- 窓と設置されたカメラの位置が実際の空間でもマッチングしたらどうか。(B さん)

隣の人を真似した A さんや B さんの行動から実空間では離れている人が隣にいるように感じているように思われたが、隣の人を真似する行動もりスクリーンで映像を提示する際にもあり得る行動だと判断される。ただ映像が提示されるだけだと隣の人と一緒の画面に映っているように見えるだけだと判断される。二人を繋げてくれるインタラクションなどがあったほうがより体験的に隣の人を感じる事ができると思われる。本検証項目に対しても、カメラの位置と窓の蓋然性が足りないことが空間歪曲の実現を妨害する要素だと思われる。

4.3. 予備実験 2

4.3.1 コンセプトと検証項目

コンセプト

本実験では室内のイベント空間を想定している。イベント空間の中には空間と相似性を持った模型が設置され、ユーザーが模型の窓を通じて中を覗き込むと空間の外側から巨人が登場し、実空間の中を覗き込む。模型に行われたユーザーの行動が実空間へ影響を与えることになる。模型と実空間をマッチングさせることでユーザーは自分が覗き込む空間が模型であると同時に実空間になる。このように仮想の空間と実空間の境界をなくした空間の歪曲が本実験のコンセプトである。

本コンセプトは前回の実験で得られた結果を踏まえて、窓とカメラの蓋然性を作るための結果である。第二章の関連研究の《BoxedEGO》や《不思議の家》で見られるように実空間と相似性を持った模型の設置し、実空間と連携性を持たせる手法は人々に仮想の世界と実世界の境目のない空間の連鎖を経験するようにさせる。先行事例では模型の中に実空間を反映することで空間の歪曲を図ったが、本実験では模型に行われた行動が実空間に影響力を与えることで空間の歪曲を図る。

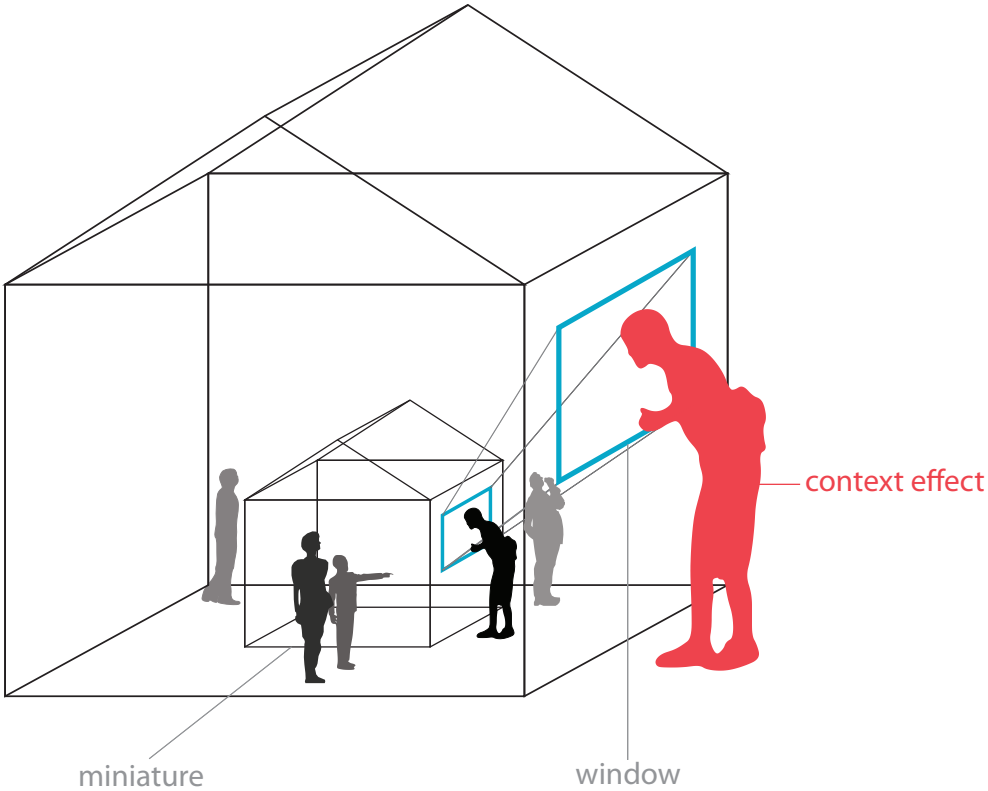


図 4.8　コンセプト (予備実験 2)

アプローチ

このようなコンセプトを実現させるために本実験では「表 4.3 アプローチ」に書いてあるアプローチを採用する。模型の中にカメラを設置、ユーザーが模型の窓を覗き込む際にその様子を実空間の窓にプロジェクションさせる。模型と実空間の窓がマッチングすることで空間内にいる人々は窓に大きくプロジェクションされる映像にリアリティーを感じることが可能となり、窓に提示される映像は人々の心の中に窓の外側に立っている巨人を描かせる。

本アプローチは前回の問題点を踏まえて向で設計されている。前回の実験からの問題であった、スクリーンでも実現できるレベルの空間の歪曲であるという結論に対して、空間構造をより立体的に活かせるアプローチが必要であった。「窓」利用するだけでは context effect を効果的に生み出すことができないと判断、空間構造を立体的に活用して人々の頭に目に見える以上のことが考えられるような空

表 4.3 アプローチ (予備実験 2)

	映像	空間構造	user interaction
予備実験２	**カメラを通じたライブ映像** 模型の中に設置されたカメラを通じたライブ顔映像	**窓** ① 実空間の窓 ② 模型の窓	**窓をインタフェースにするインタラクション** 窓に映るユーザーの様子

間デザインを行うと、その歪曲は単なるスクリーンの歪曲と差別ができると思ったのが本実験のモチベーションである。

本実験では前回の実験では試してなかった窓をインタフェースにするユーザーインタラクションが可能である。予備実験 1 ではランダムに設置されたカメラからの映像がただ窓に映るアプローチで、窓をインタフェースにするインタラクションがあると言えなかったが、今回はインタラクションのインプットが模型の窓であり、そのアウトプットも実空間の窓であることで窓をインタフェースにしたインタラクションを実現させた。

本実験が前回の実験と変わった他のところは窓だけにプロジェクションを行うことである。窓だけに仮想のイメージ、ここでは大きくなった人の顔を提示することで仮想がよりリアルに見えると思ったのである。窓以外のところにグラフィック映像が入り込むことで人々が実空間を仮想空間に認識する恐れがあると判断したからである。本来の窓が外の世界をみせるため、実空間にはあえて仮想のイメージを提示させずに窓だけに仮想のイメージをあてることで、違和感なく仮想空間をリアルに感じさせることができると判断したのである。

検証項目

このようなアプローチで空間内にいる人々は巨人、または小人になる感覚を味わうと期待される。ユーザーがこのような感覚を受けると、本実験の空間の歪曲は実現されたと判断する。従い、検証項目は以下の通りである。

(1) 自分が巨人、または小人になるような体験ができたのか。

本実験の肝心なところは単なる視覚的な空間の歪曲ではなく、窓に人が大きく映ることで、窓の外側にまた新たな世界が存在するような感覚の歪曲である。本実験での空間の歪曲をはこのような感覚を受けたのかを基準に判断する。

(2) 空間の歪曲が模型と実空間の窓をインタフェースにするライブ映像の連動性により体験されたか。

本検証項目は、空間の歪曲が感じられる原因やそのプロセスが外部の要因ではなく本実験で意図した通りに行われているのかを確認するための項目である。空間の歪曲を感じた人々が本システムを正しく理解しているのかを確かめることで本ススステムの問題点を探り出す。

4.3.2 実験内容

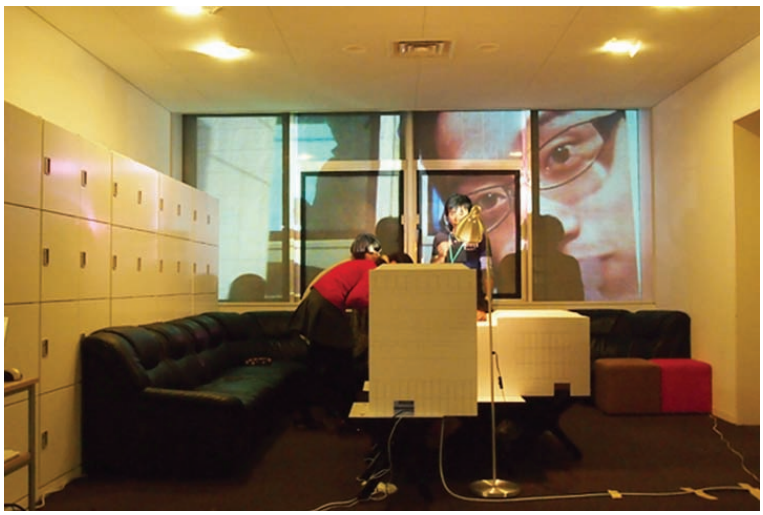


図 4.9 実験風景写真 (予備実験 2)

本システムが実際のイベントに有効であるかを確かめるために、パーティーの雰囲気を演出した上で、ユーザーテストを行った。ユーザーテストの場所は慶應大学協生館の 3 階のスタジオの隣のラウンジで、壁とスタジオの間にある大きい窓を本実験の空間構造の要素として使った。空間の利用は「図 4.10 実験空間平面

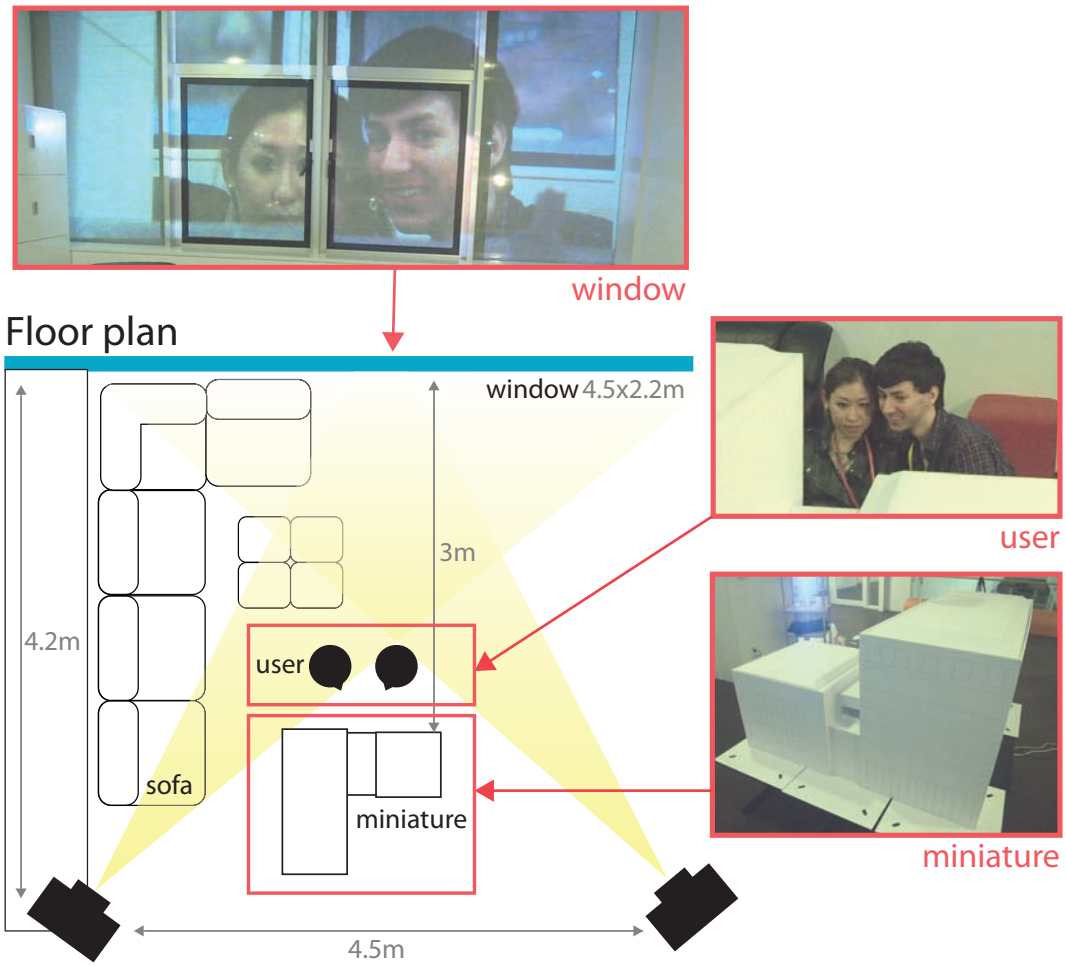


図 4.10　実験空間平面図 (予備実験 2)

図」で確認できる。日にちは 2011 年 10 月 19 日、20 日両日に渡って行った。実験対象は慶應大学や大学院の学生で、2 人組 8 チーム、4 人組 8 チームで合計 36 人が実験対象になった。音楽や飲み物を使いパーティーラウンジを演出し、ラウンジの真ん中にはた協生館の模型を設置した状態で実験を行った。本来のイベント空間には知らない人同士と知り合い同士が混ざっているため、似たような状況を演出するために、知らない人同士二人の 8 組、知り合いと知らない同士が混ざっている 8 組で検証を行った。同じ組の人でも 2 分ずつ時間差を入れパーティー空間に登場させ、各組には 4 分ずつ体験をさせた。2 人組の場合一人が先に入場し、一人が 2 分後に登場、4 人組の場合、知り合いの二人が先に登場し、その二人と

は知らない知り合い同士二人が登場する。本実験の評価はビデオ観察で行い、体験後ユーザーテストに参加した全員にアンケートやインタビューを取った。ユーザーテスト際の様子は「図 4.9 実験風景写真」である。

4.3.3 システム構成

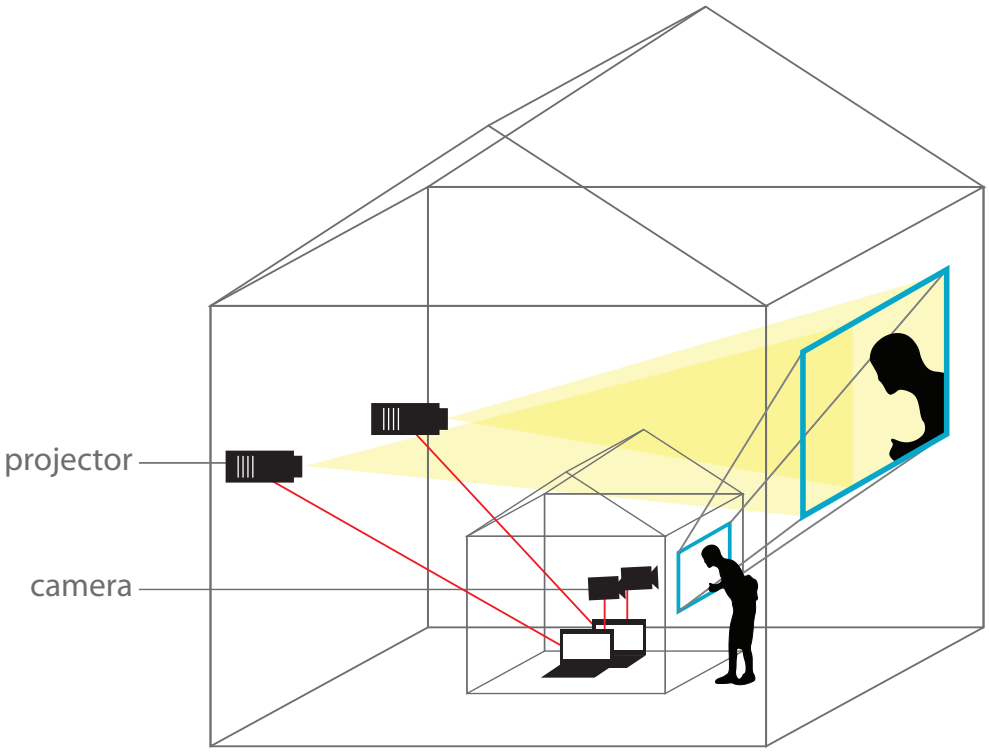


図 4.11 システム構成 (予備実験 2)

本実験の全体システムは「図 4.11 システム構成」のようになっている。空間の中に空間と相似生を持った模型を設置し、模型の窓の正面には 2 台のカメラを設置する。その 2 台のカメラはそれぞれ 2 台のパソコンに繋げる。本実験ではパソコンも模型の中に隠した。この 2 台のパソコンはまたそれぞれ 2 台のプロジェクターに繋げ、最終的には 2 台のプロジェクターから出力される映像を合わせ、一つの巨大な映像を作り、窓にプロジェクションする。

窓 (空間構造)

図 4.12 窓写真 (予備実験 2)

協生館 3 階スタジオの隣にあるラウンジの窓を使うことにした。本窓は協生館の建物の中でも中央に位置し窓が大きいため、模型を作った際にもその位置が把握できると思い、本窓を利用することにした。透明な窓に映像を投影させるためにガラスに映像の投影ができるように適切に処置する必要があった。本実験では本来の窓の誠実を活かせ、外側が見えた方がよりリアリティーがあると判断、半透明で後ろが透けて見える薄い布を窓の形に合わせて張った。窓のサイズは合計横 4m10cm、縦 2 m13cm であった。

模型 (空間構造)

模型の窓を通じ人々が空間の中を覗き込む行為により、実際の窓に人々の顔が写されるため、空間歪曲の肝心な要素だと言える。この模型は空間歪曲のしかけである。本実験での模型は協生館の 1/50 のサイズでスチレンボードで作られた。「図 4.13 模型設計図」のように作られている。模型のサイズは中に設置されるカメラやパソコンのサイズを考慮して決めた。模型の中にはウェブカメラ 2 台が設置され、カメラは各々 2 台のパソコンに繋げられる。この 2 台のパソコンも模型ー

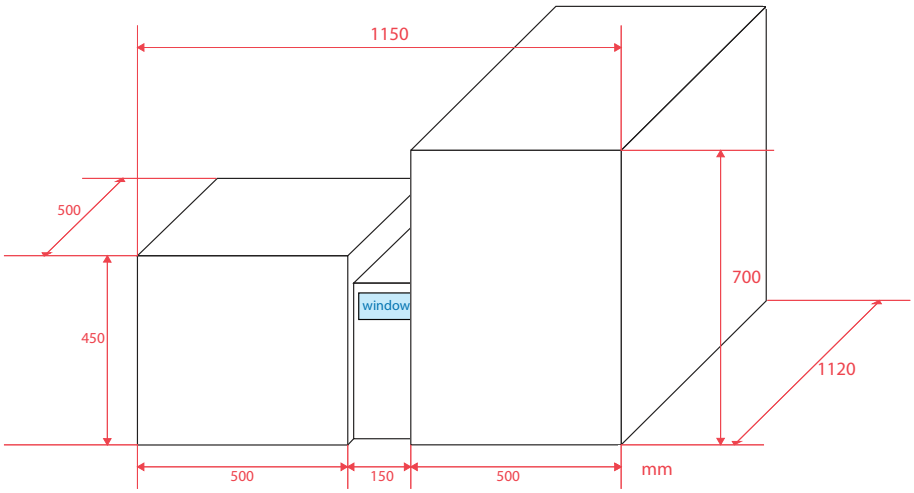


図 4.13　模型設計図 (予備実験 2)

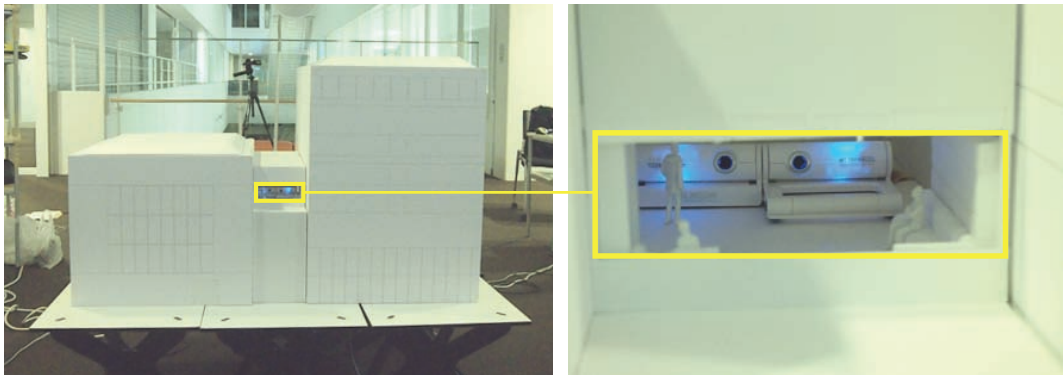


図 4.14　模型写真 (予備実験 2)

の中に入れ、隠されるようにした。パソコンを人々に見せない方が空間の歪曲に没頭させると判断したからである。模型の中に設置されているカメラの様子は「図 4.14 模型写真」で確認出来る。

カメラ

今回使ったカメラは ELECOM 社の小型のウェブカメラである。前回の実験では大型である XL ２を使ったが、今回ではサイズが小さく、外観的に目立たない機種を優先に選択した。さらにそのなかでディレーが少ないものを選んだ。XL2 の映像は FireWire ポートでインプットされたが、今回は usb ポートを通じて映像がインプットされる。映像のディレーは 1/3 秒であった。

映像処理プロセス

出力した映像は 640 × 480 のカメラからのライブ映像である。前回は 1 台のパソコンに２台のカメラ映像を処理し一つの映像にまとめプロジェクターに出力したが、今回は１台のカメラには１台のパソコンを使い、各パソコンは各々プロジェクターに繋げ、２台のプロジェクターから映像を出力した。各パソコンに入力されたウェブカメラからの映像は Resolume から読み取り、MadMapper に入力させた。本実験では２台のプロジェクターと２台のカメラからの映像を繋げて使うため、各プロジェクターがカバーする位置を決め、その境目の映像が繋がるように精密な調節が必要であった。その微調節を MadMapper で行った。

機材リスト

本実験で使用した機材の仕様は「表 4.4 機材リスト」のようである。

表 4.4 機材リスト (予備実験 2)

	Model	Specification	number
Camera	ELECOM―UCAM-DLE300TWH	usb port	2
Software	Resolume	ver.3.3.1	
	Madmapper	ver.1.0.2	
Projector	EPSON―EMP1810	3500lm	2
	EPSON―EB 1915	4000lm	
Computer	Macbookpro 1	Processor 2.2Ghz Intel Core i7 Memory 4GB 1333 MHz DDR3	2
	Macbookpro2	Processor 2.3Ghz Intel Core i5 Memory 4GB 1333 MHz DDR3	

4.3.4 実験結果

実験場所に音楽を流し、飲み物や食べ物を用意することで実際のパーティー状況を演出した。実験は 2 人組６チーム、４人組６チームで総 32 人を対象にユーザーテストを行った。各チームは４分ずつ体験させ、ビデオを利用し、行動を記録した。体験後には全員からインタビューを取り、本システムに対し、感じたことや問題点など、自由に意見を述べてもらった。行動観察ではユーザーの行動を観察することで人々の興味度やシステムの理解時間などを把握する。アンケートとインタビューでは本システムにより空間の歪曲が実現されたのかを把握すると同時にユーザーの意見から問題点を探り出す。行動観察やインタビューの生データは本論文の付録に添付する。

行動観察結果

行動観察で本システムが実際のパーティーの状況で有効な空間デザインであるかを確かめる。先に、人々がパーティーの空間という状況の中でどのくらいの時間内で本システムの仕組みに気づくかを観察する。そして、システムに気づいた後、どのくらいの時間に本システムに興味を持つのかを確認した。

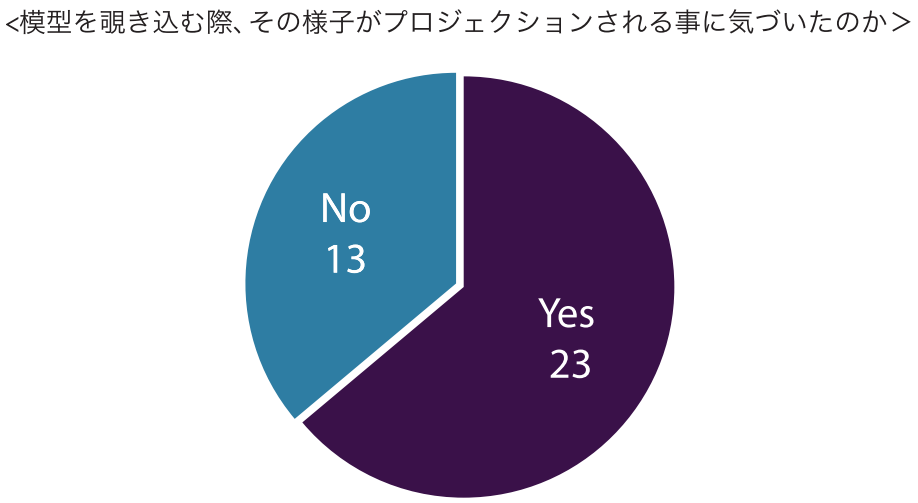


図 4.15　行動観察結果 1(予備実験 2)

「図 4.20 行動観察結果 1」は模型の中を覗き込むとその様子が窓に投影されることに実験体験時間の間気づいた人と気づいてない人の人数を表す。4 分の体験時間内で気づいた人は 23 人で、気づいてない人は 13 人であった。窓のプロジェクションに気づいた 23 人の人がそれに気づくまでの時間をグラフにしたのが「図 4.16 行動観察結果 2」である。このグラフを見ると 23 人の人の中で 20 人以上が 2 分内にプロジェクションに気づいた。本体験は同じグループであっても時間差を置いて実験場所に入場させたため、2 人組の場合だと最初の 2 分間は一人が本システムを体験することになる。一人では後ろの窓に映る自分の姿を見ることができないため、この仕組みに気づかないケースが多かった。しかし他のメンバーが登場することで窓に映るお互いの姿を見ることができ、模型を覗き込むと実際の窓に人が映ることに気づくようになる。

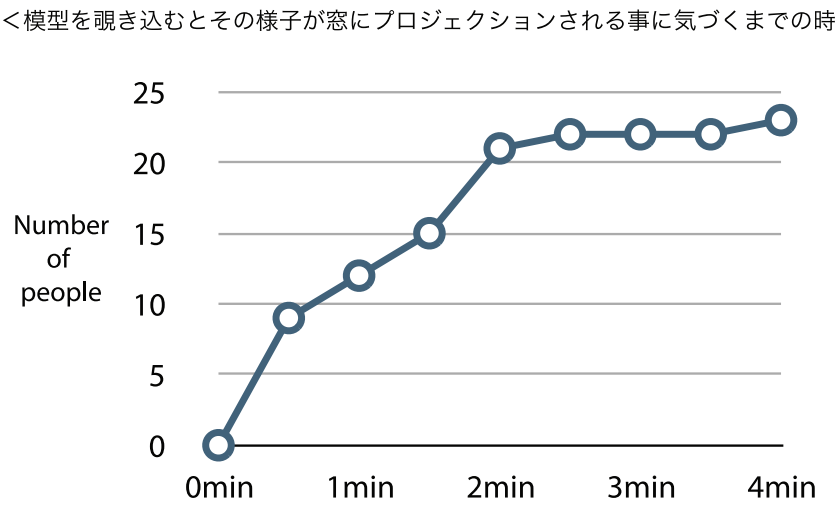


図 4.16 行動観察結果 2(予備実験 2)

各組の行動をまとめると三つのパターンに分けられる。窓に自分の映像が映ることに気づき、最初はメンバー全員が模型を囲んで盛り上がるが、時間が立つと興味をなくすパタンがその一つ目である。二番目のパタンは、時間が終わるまでずっと盛り上がっているグループで、このようなパタンは 2 人グループより 4 人グループで多くみられる。最後まで盛り上がっているグループはメンバのなかで一人が模型の窓を利用し、他のメンバーに面白い顔やポーズを見せるケースが多い。巨人になった姿をお互いに撮ってあげる行動も観察された。最後のパターンは最初からソファーに座り、本システムにはいっさい興味を表してないパターンである。

個人行動のなかで一番多かった行動は窓に映る自分の姿を見るために模型の前に立ち、何回も後ろを振り返る行動だった。次に多かった行動は模型を何回も歩き回りながら観察する行動であった。その他ではカメラの位置を把握するために模型のなかを観察する行動などがあった。

アンケート結果

アンケートでは本実験に参加したユーザーの基本情報と本システムの理解のパラメータになる要素を理解したのかを聞いた。

本実験は空間のマッチングを重要な要素として使っているため、ユーザーの基本情報として日常的に協生館を利用しているかを含めて聞いた。

本実験システム理解度を把握するために二つの要素をパラメーターとして使う。この二つの要素を把握したかをアンケートで聞いた。理解度のパラメーターは以下の通りである。

(A) 空間に置いてある模型が協生館の模型であることに気づいたのか
(B) 模型に空いてある窓の位置と空間の後ろにある窓の位置がマッチングしていることに気づいたのか (本質問は (A) を理解した人に限定する)

「(A) 空間に置いてある模型が協生館の模型であることに気づいたのか」の項目は仮想の空間である模型が実際の空間と相似性を持つ模型で、実空間を反映している縮小版であるという意味を理解するために前提される項目だと思い、システム理解度の尺度として採用した。

「(B) 模型に空いてある窓の位置と空間の後ろにある窓の位置がマッチングしていることに気づいたのか」に関しては模型が協生館の模型であることに気づいても、その位置のマッチングに気づいてないと空間の歪曲を感じられないと思い、システム理解度の尺度として採用した。この質問は模型が協生館の模型であることに気づかないと成立されないため、(A) で「はい」と答えた人に限定した。アンケート結果は以下の通りである。

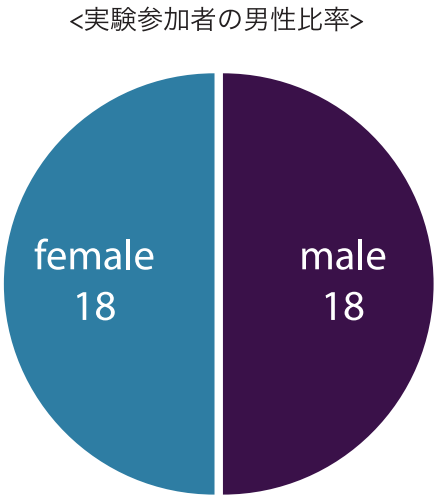


図 4.17　実験参加者基本情報 1(予備実験 2)

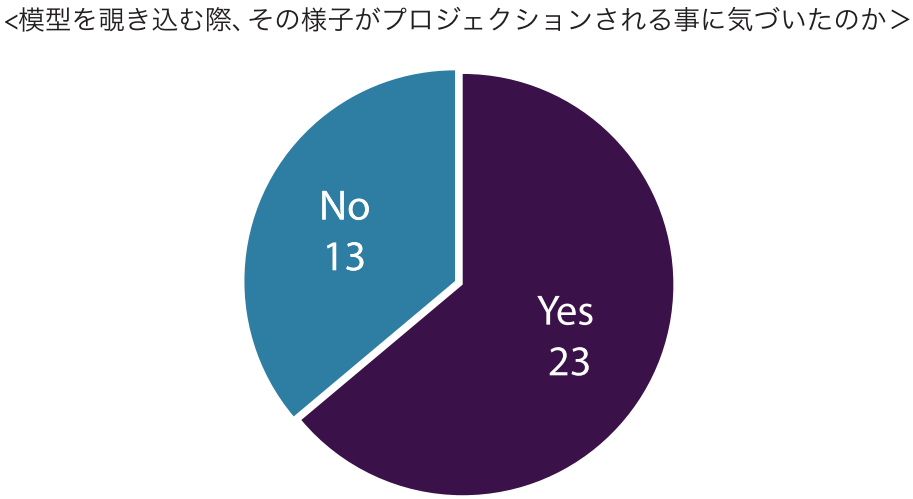


図 4.18　実験参加者基本情報 2(予備実験 2)

＜模型が協生館であることに気づいたか＞

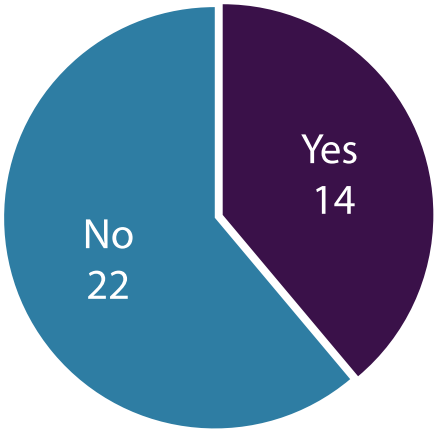


図 4.19　アンケート結果 1(予備実験 2)

＜模型と実空間の窓のマッチングに気づいたか＞

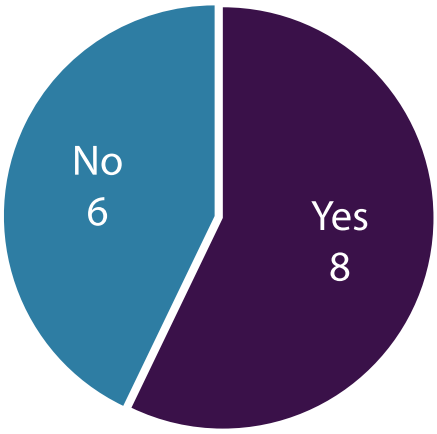


図 4.20　アンケート結果 2(予備実験 2)

インタビュー結果

インタビューでは本システムを体験した後、どのような感覚を受けたのかを聞いた。「空間の歪曲」を感じた人のコメントや、問題点を挙げた人のコメントを本文で紹介する。

インタビューで本システムにより自分が巨人、または小人になったような空間の歪曲を感じたとコメントした人は 2 人いた。他意見の大半は問題を指摘したコメントである。改善点として挙げられた意見の中で一番多かった意見は模型のディテールの問題であった。9 人の人が模型の問題点に対するコメントを言及した。その次に多かった意見としてはプロジェクションされる自分の様子を見たいという意見で 8 人の人が言及した。行動観察からすると模型やプロジェクション自体に興味を持ってなかった人やすぐ飽きてしまった人も多かった。これに関した意見は 6 人の人から得られた。窓に映る映像自体の問題を挙げた人も 7 人いた。しかし窓に自分や他のユーザーの顔が映る事に関しては 11 人が「面白い」と言及、肯定的な反応を見せた。またインタビュー中本システムの目的や意図を説明するとこのようなコンンセプとは面白いという反応は多かった。これから実験参加者からもらった意見を紹介する。

＜空間歪曲＞

- 巨人になったと同時に小人になった気がした。哲学的な空間である。
- 自分がミニチュアの中にいて覗かれているような感覚になった。
- 自分が見ている私がいる感じが面白い。

＜模型の問題点＞

- 模型が何なのか分からなかった。
- 模型がもっと実物と似てほしい。
- 模型の意味は説明してくれたら良いかもしれない。
- ソファーに座り、除く角度が斜めだったから協生館だと思わなかった。
- 模型のディテールの問題で意図を分かりづらい。
- 一発で協生館だと分かるようにディテールを細かくすれば良いと思う。

- 模型のディテールが良くない。
- 模型に見えないし建物にも見えない。協生館だったのはアンケートを見て分かった。

＜プロジェクションされる自分の様子見えない問題点＞

- ディレーがあったら良いと思う。(2 人)
- 自分が見えた方が良い。
- 写真取り機能があればもっと良いと思う。
- スクリーンを背中にしているのでプロジェクションに気づきづらい。
- 鏡を置いてプロジェクションされる自分の様子を見たい。
- 逆方向だったから分からない。プロジェクションされる私の顔が見たい。
- 模型の中側にも実空間の様子をプロジェクションして欲しい

＜システムを体験する切っ掛け・継続する動機が足りない問題点＞

- ただ映っているだけだと飽きてしまう。
- 切っ掛けになりうるようなものを作ってほしい。
- 盛り上がる要素がなかったからすぐ模型に集中するのをやめた。
- 本システムにあまり興味が湧かない。
- 模型の中に注意を引くような物があると覗くと思う。
- (プロジェクションに) 気づく切っ掛けが欲しい。

＜映像の問題点＞

- 画質が荒いから顔を認識しづらい (5 人)。
- 窓のプレームと画像のプレームが一致しないのが気になる (2 人)。

4.3.5 結果分析・評価

結果分析

インタビューの中で本システムで意図した「巨人、または小人になるような空間の歪曲を感じた」人は3人であった。この3人を除いた33人の人は本システムで空間の歪曲を感じてない。その原因として考えられるのは、模型のディテールの問題や動機付与の問題、画質の問題などが考えられる。

アンケートとインタビューによると本実験の一番肝心な要素である「模型の窓と実空間の窓がマッチングしていること」に気づいた人は8人で28人はこの連動性に気づいてない。二つの窓のマッチングを理解する為にはまず模型が協生館であることが認識出来ないと行けない。しかし「図4.19アンケート結果1」で分かるように36人のユーザーの中で模型が協生館であることに気づいた人は14人である。22人の人が模型の意味を分からなかった。これは全体の60%を超える数値である。さらにその14人の中でも6人の人は模型の窓と実空間の窓が位置的にマッチングしていることに気づいてなかった。

本実験対象になった36人の中で34人が協生館を普段利用している学生で協生館の形には見慣れているはずであったが、インタビューからするとこのように認知度が低い事は模型の完成度が低かったことが一番の原因として考えられる。模型のディテールが良くなかったため、模型が協生館に認識できなかったことや、プロジェクションされる窓の位置と模型の窓の位置が一致しているように見えなかったことがその主な理由である。

インタビューによると模型の窓と実空間の窓のマッチングに気づいてない二つ目の原因は自分がプロジェクションされる様子が見えないから理解しづらいということである。インタビューで「プロジェクションされる自分が見えてほしい」という意見が多かったことや、行動観察の中で何回も後ろを振り向く行動を考えると多くの人が自分が見えないことに不満を感じてると解釈される。自分の行動が空間には影響を与えているのに自分にフィードバックがない状況がこのような不満の原因である。そして「ディレーがあってほしい」や「鏡も設置してほしい」などの意見が得られたと判断される。他のユーザーが窓にプロジェクションされることを見て、システムを把握することはできるが、模型を覗き込んでいる際に

は自分がプロジェクションされる様子を見ることはできないため、自分で体験しながら空間の歪曲を感じる仕組みよりは理解しづらいと解釈される。

その以外にも空間に設置された模型を覗き込むような動機やそれを継続する魅力的な要素がないことも主な問題点として考えられる。行動観察の結果からすると実際に最初は興味を見せていたが、仕組みを理解してからすぐ飽きてしまう行動が観察された。一般的なイベント状況の中で人々の自然な参加を継続的に呼ぶためにはこの模型を覗き込むような魅力的なコンテンツが必要である。

模型の窓と実空間の窓のマッチングを正しく認識して、窓のプロジェクションも理解した人は 8 人であった。しかしこの中で空間の歪曲を感じた人は 3 人である。8 人のなかでも 6 人はこのシステムによる空間の歪曲を感じてない。実験対象の大半がインタビューの途中本実験の意図に気づき、説明なしにはどのような意図でこのような空間がデザインされているか分からなかった。空間構造も映像もマッチングしていることにも関わらず空間の歪曲を感じてないのはその画像がリアルに見えなかったからだと判断される。画質や映像のリアリティーを言及したコメントからすると、窓のプロジェクションがよりリアルになる必要があると思われる。

しかし窓に自分や他のユーザーの顔が映る事に関しては 11 人が「面白い」と言及し、インタビューの際、本システムの目的や意図を説明するとこのようなコンンセプとは面白いという反応からすると本システムのコンセプト自体には興味を催すと考えられる。

検証項目評価

(1) 自分が巨人、または小人になるような体験ができたのか。

本システムにより巨人、または小人になるような体験ができた人は 36 人中 3 人である。大変少ない人数であり、本システムを理解する段階から問題が発生したと判断される。その主な原因としては模型の精密さが低いことや、自分がプロジェクションされる様子が見えないことが考えられる。二つの原因以外でも、模型を覗き込む切っ掛けや覗き込む行動を持続させるインタラクションが必要だと判断される。

(2) 空間の歪曲が模型と実空間の窓をインタフェースにするライブ映像の連動性により体験されたか。

空間の歪曲を感じたと答えた 3 人の人は模型と実空間のライブ映像の連動性により、空間の歪曲を感じた。しかし本システムの仕組みを把握しているにも関わらず空間の歪曲を感じてない人が多い。本システムで考えられる問題点については次の考察で詳しく述べる。

考察

模型の精密さはシステム上の問題ではないためすぐに対応できる問題である。しかし自分が見えないことやインタラクションが欲しいなどの意見は本システムを改善するために考察するべきの重要な問題点である。インタビューや行動観察を総合して考えると、本システムの一番大きい問題は空間からユーザーへのフィードバックの欠如である。

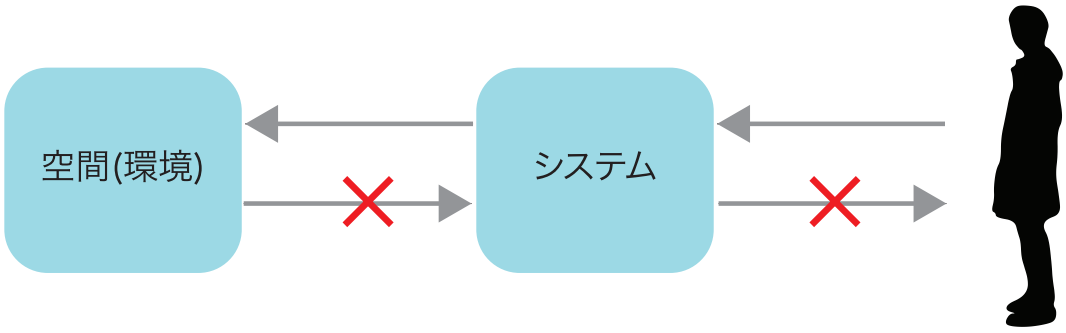


図 4.21　予備実験 2 の問題点

「図 4.21 予備実験 2 の問題点」を見ると人が働きかけたことに対して空間へのフィードバックはあるが、そのフィードバックがまた人に戻ってこないため問題が発生している。人々にそのフィードバックが戻ってくるようにシステムを改善することでフィードバックのループが形成され、空間は再帰的で連鎖している空間に転換されると期待できる。次のステップでは人へのフィードバックを作り、「図 4.22 問題点解決案」に変える必要がある。このような人へのフィードバック

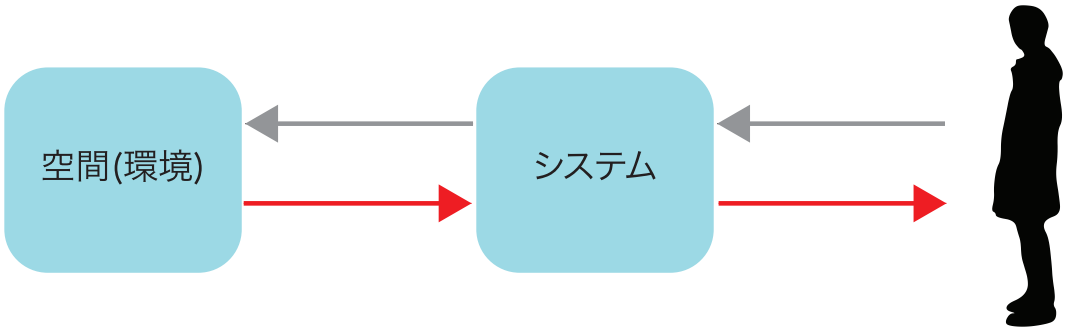


図 4.22　問題点解決案

のルーツを作ることで、人々は自分のプロジェクションされる様子が見たいという欲簿が解消されると思われる。

第5章
最終システムの検証と評価

本章では二回の予備実験の結果に基づいて、初期仮説を補修した最終仮説を立て、検証を行う。最終仮説を検証するために行った最終実験の詳細や評価を述べる。

5.1. 最終仮説

予備実験1と予備実験2の考察で本研究の初期仮説を修正する必要があると考えられた。第三章に書かれてある本研究の初期仮説は「イベント空間において、参加者のライブ映像、空間構造の窓、窓をインタフェースとするインタラクションを組み合わせることで、context effect による空間の歪曲を参加者に感じさせることができる」である。しかし、初期仮説には書かれてなかった空間と相似性を持った模型や人へのフィードバックが空間歪曲の重要な条件として考えられ、より絞られた形の最終仮説を立てる。

本研究では「イベント空間において、窓をインタフェースにした参加者のライブ映像、空間と相似性を持つ模型の設置、窓をインタフェースにするインタラクションが合わせられることで空間への働きかけに対するユーザへの直接的なフィードバックを通じて，空間の歪曲を参加者に感じさせる事ができる」という最終仮説を立て、最終実験で検証を行う。

5.2. コンセプトと検証項目

5.2.1 コンセプト

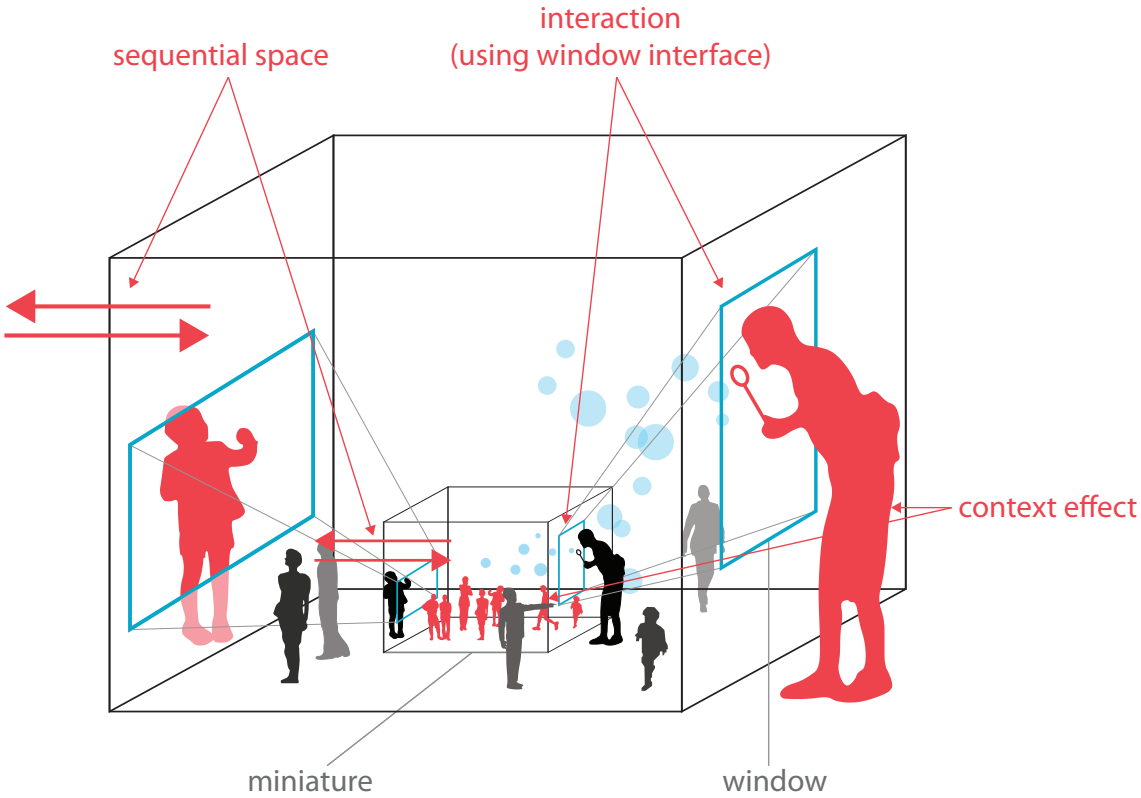


図 5.1 コンセプト (最終実験)

空間に空間と相似生を持った模型を設置、模型と実空間をリンクさせるというコンセプトは予備実験 2 と変わらない。しかし最終実験では予備実験 2 の考察で明らかになった問題点を改善した。予備実験 2 の考察で環境から人へのフィードバックを作り、フィードバックのループを作ることで再帰的で連続性を持っている空間への変換が可能になると記述した。従い、最終実験のコンセプトは、模型に行われた行動が実空間に影響を与えることに加え、実空間で行われることも模型に影響を与える空間を提案する。「図 5.1 コンセプト」に空間の歪曲を図る様々な要素が書かれてある。まず、窓をインタフェースとして窓に提示される映像に

より context effect が形成、イベント参加者に空間の外側に巨人が現れているように感じさせる。この巨人は実空間のユーザーが模型に行われた行動の結果であり、窓をインタフェースにする映像インタラクションである。しかし本コンセプトではこのような基本コンセプトに加え、映像を見なくても窓を通じて体験的に模型と実空間のリンンクを分かるようなインタラクションを追加する。さらに、模型の中にも実空間が反映される空間を設計し、ユーザーが模型を覗き込む際にも自分が行う行動に対したフィードバックを受けるようにする。本コンセプトにより「模型の中」、「実空間」、「実空間の外側」の世界が緊密に連動していることをユーザーが認識するようになり、結果的にはユーザーの行動でお互いの世界が影響を与え、再帰的な空間を造り出す。

第二章の《BoxedEGO》や《不思議の家》で実空間の様子を空間と相似性を持った模型の中で確認できるような効果を出し、空間の歪曲を図った。本実験ではこのような手法がユーザーへのフィードバック効果が高いと思い採用した。しかし、本システムは BoxedEGO や不思議の家とはコンセプトが異なる。二つの事例は模型の中に実空間を反映し、ユーザー一人だけが空間の歪曲を感じるシステムである。しかし本システムは実空間の窓にもユーザーの覗き込む顔を大きく提示することや、実空間から認識できる体験的なインタラクションを追加することで、仮想の空間である模型に働きかけた行動が環境へ影響を与えるようにして、イベント空間にいる多数の人が本システムを楽しむようになる。二つの事例が自分へのフィードバックを中心に設計されていることと比べ、本システムはユーザーの行動で空間がデザインされるという意味で一番大きい差がある。

5.2.2 アプローチ

本コンセプトに対し、最終実験では「表 5.1 アプローチ」に書いてあるアプローチを採用する。このアプローチを図にしたのが「図 5.2 アプローチ」である。

空間に設置された空間と相似性を持つ模型の窓を覗き込むとユーザーの顔が実空間の模型とマッチングしている窓に大きく映るという窓と映像を利用したアプローチは予備実験 2 と同じである。しかし最終実験では環境から人へ戻ってくるフィードバックとして二つの装置を追加する。

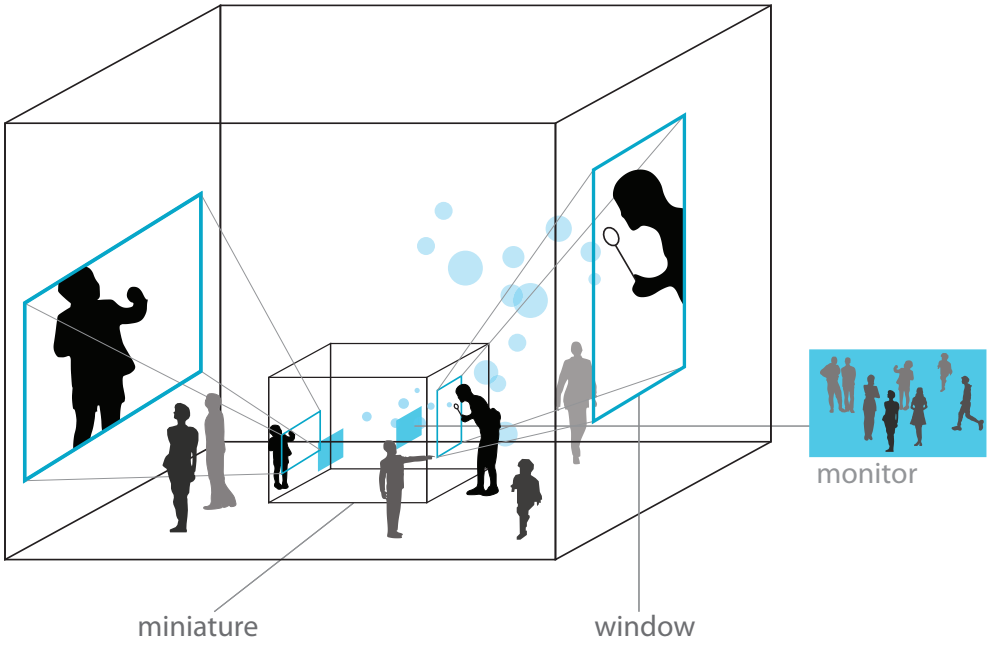


図 5.2　アプローチ (最終実験)

表 5.1　アプローチ (最終実験)

	映像	空間構造	user interaction
最終実験	**カメラを通じたライブ映像** ① 実空間の窓にプロジェクションされる模型を覗き込んでいる人の顔映像 ② 模型の中のディスプレーを通じて表示される実空間の映像	**窓** ① 実空間の窓 ② 模型の窓	**窓をインタフェースにするインタラクション** ①映像 窓に映るユーザーの様子 ②シャボン玉 模型の窓に吹き出されたシャボン玉が実空間から散り舞う

まず、模型の中に実空間を反映させるため、模型の中にモニターを設置する。ユーザーが模型の中を覗き込んだ際、模型の中に現実空間の様子を提示するためである。モニターに提示される映像はユーザーが大きくプロジェクションされる実空間の窓の位置にカメラを設置し、そのカメラからの映像をリアルタイムで提示する。このモニターは参加者が実空間の窓から室内を見下ろすような効果を出し、参加者を本当に巨人になった気持ちにさせる。さらに窓にプロジェクションされる自分の様子を見ている実空間の人々の反応を分かるようになると同時に窓を覗き込んでいる自分の後ろ姿がモニターから確認できる。

その二つ目のフィードバックとして、窓をインタフェースとするユーザーインタラクションを映像以外にも追加する。本実験ではシャボン玉をアプローチとして採用した。参加者が模型の窓を通じて模型の中にシャボン玉を吹き出した場合、実空間の窓から大量のシャボン玉が散り舞う。ユーザーは模型の中にシャボン玉を吹き出すとほぼ同時に実空間で散り舞うシャボン玉を認識することができ、自分が模型に働きかけた行動に対し、フィードバックを受けるようになる。そして窓にプロジェクションされる映像には現実感が与えると期待される。

この二つのフィードバック以外にも、向かい合う二つの窓を利用し、ユーザーが模型を覗き込んでいる際、向こう側のプロジェクションが見えるように設計した。この設計でユーザーは自分の姿は直接に見れなくても、向こうのユーザーのプロジェクションを見ることで、自分の行動が空間にどのような影響を与えているかを分かるようになる。さらに、向かい合う二つの窓を使うことで空間をより立体的利用することが可能である。

5.2.3 検証項目

本コンセプトで期待する効果は仮想の世界である模型の中に実空間が存在しているように感じられ、実空間のにある窓の向こうにはまた仮想の世界が存在するように感じることである。実世界と仮想の世界はお互いに影響を与えながら緊密に連携し、再帰的なサイクルを形成する。従い、検証項目は以下の通りである。

(1) 実空間と仮想の空間の境目がなくなった空間の歪曲が感じられたのか。

① 自分が巨人になったような体験ができたのか。

② 参加者が模型と実空間の連続性を感じたのか。

参加者が「巨人になったような体験ができたのか」と「模型と実空間の連続性を感じたのか」の二つの観点から空間の歪曲を評価する。プロジェクションやシャボン玉インタラクションで自分の行動が現実空間に影響力を与えることでユーザーを巨人になった気持ちにさせる。さらに模型と実空間の二つの空間の再帰的なループを感じさせ、空間の歪曲を図る。このような条件が満たされると本実験での空間の歪曲が実現できたと判断する。

(2) 空間の歪曲は模型と実空間の窓をインタフェースにするライブ映像やシャボン玉インタラクションが合わされて実現されたのか。

本検証項目は実験で取ったアプローチが正しいかを判断する項目である。このアプローチを全部理解した上で空間の歪曲を感じたのか、もしくは本実験で取ったアプローチによるすべてのシステムを理解してない状況でも空間の歪曲が感じられるかを確認し、システムの有効性を確かめる。

5.3. 実験内容

最終実験は韓国ソウルの KUNSTHALLE で行われた「The NOLJA」(もっと遊ぼう) イベントで実現した。本イベントは韓国のソウルにある「PLATOONKUNSTHALLE」(以下 Platoon) で 2011 年 11 月 12 日に開催された。Platoon はアーティストの共同オフィスであり、様々なメディアアートの展示やイベントが行われるイベント場所である。「THE NOLJA PLAY 2011」は遊び文化の新しい可能性を開くフェスティバルである。遊びながらゲームをする創造的な学習文化を導く「NOLGONG 発電所」の「THE NOLJA PLAY 2011」はニューヨークとサンフランシスコから始まった COMOUT and PLAY FESTIVAL を韓国の実情に合わせて変化させたものである。

本イベントは DAY と NIGHT の 2 部に別れて進行された。12 時から 18 時までの DAY イベントは学生、会社員、家族など新しい遊び文化を経験したいすべて

図 5.3 実験風景写真 (最終実験)

年代に向けたフェスティバルである。19 時から 22 時までの NIGHT イベントは新しい遊びとパーティー文化を経験したい積極的な大人のための遊び場で企画された。

本システムは 19 時から 22 時までの NIGHT イベントで検証を行った。ただ、シャボン玉インタラクションは 20 時から 22 時までの 2 時間だけ動いた。イベント参加人数は一日合計約 300 名であった。「図 5.4 空間平面図」で実験場所であるイベント空間の構造が確認できる。空間の中で一番大きい二つの窓を利用、プロジェクションを行った。この二つの窓の真ん中に模型を設置、イベント参加者が両方で自由に体験出来るように設置しておいた。シャボン玉のインタラクションは縦長い窓だけで体験できた。詳しいシステムに関しては次の章で説明する。

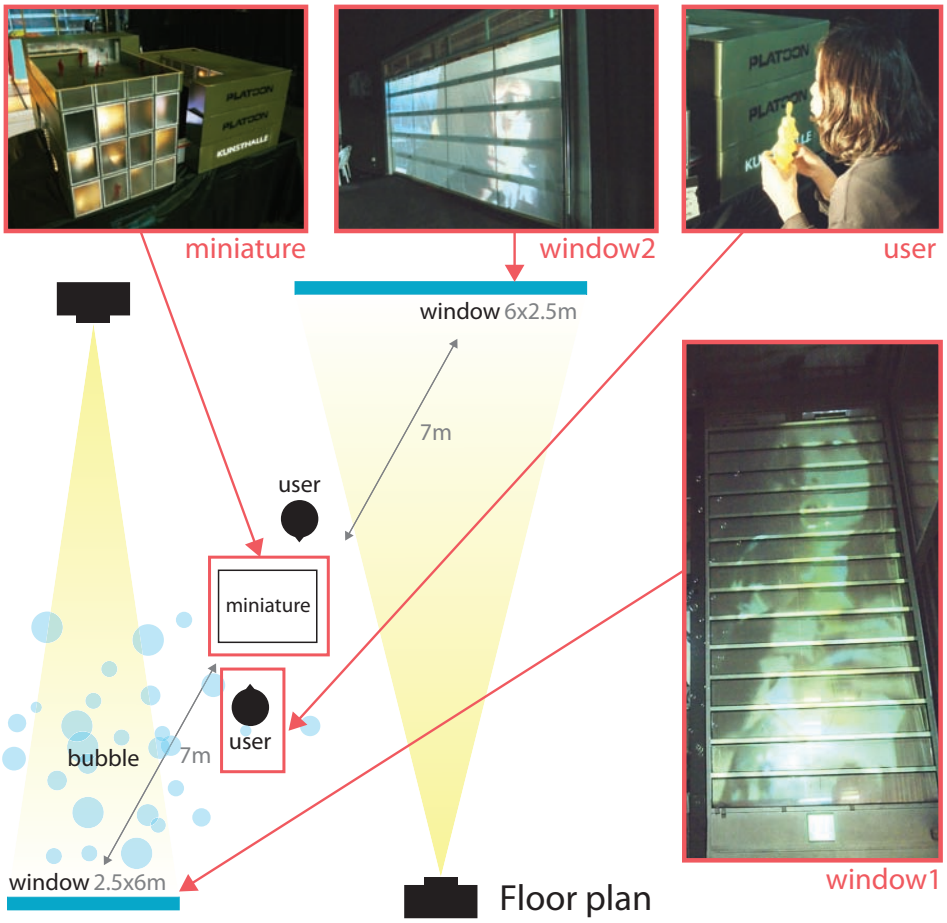


図 5.4 空間平面図 (最終実験)

5.4. システム構造

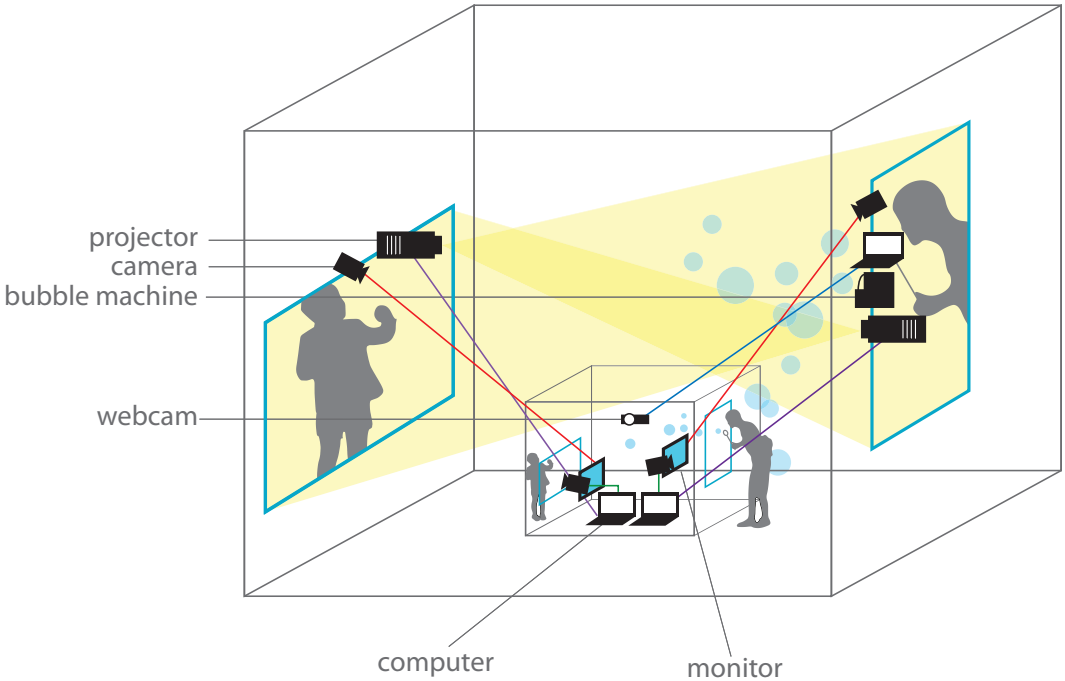


図 5.5 システム構成 (最終実験)

模型の中には様々な機材が埋め込まれるようになる。まず、模型の窓を覗き込む人の顔を取るためのカメラが設置される。本実験では二つの窓を使ったため 2 台のカメラが設置された。各カメラは各々2 台のパソコンに繋げられ、カメラから入力された映像は Resolume と Madmapper でリアルタイムに処理される。パソコンで処理された映像は各窓の向こう側に設置されたプロジェクターに繋げられ、最終的に窓にプロジェクションされる。模型の中に設置されたモニターは実空間の様子を流す。モニターに提示される映像は人々が大きくプロジェクションされる実空間の窓設置されたカメラの映像である。本カメラは実空間から見下ろす感覚を出せるように 45 度くらい斜めに下を向いて設置された。模型の中にはシャボン玉のインタラクションを実現するためにモニター用の小さいウェブカメラも設置された。各システムに関してはこれから詳しく説明する。

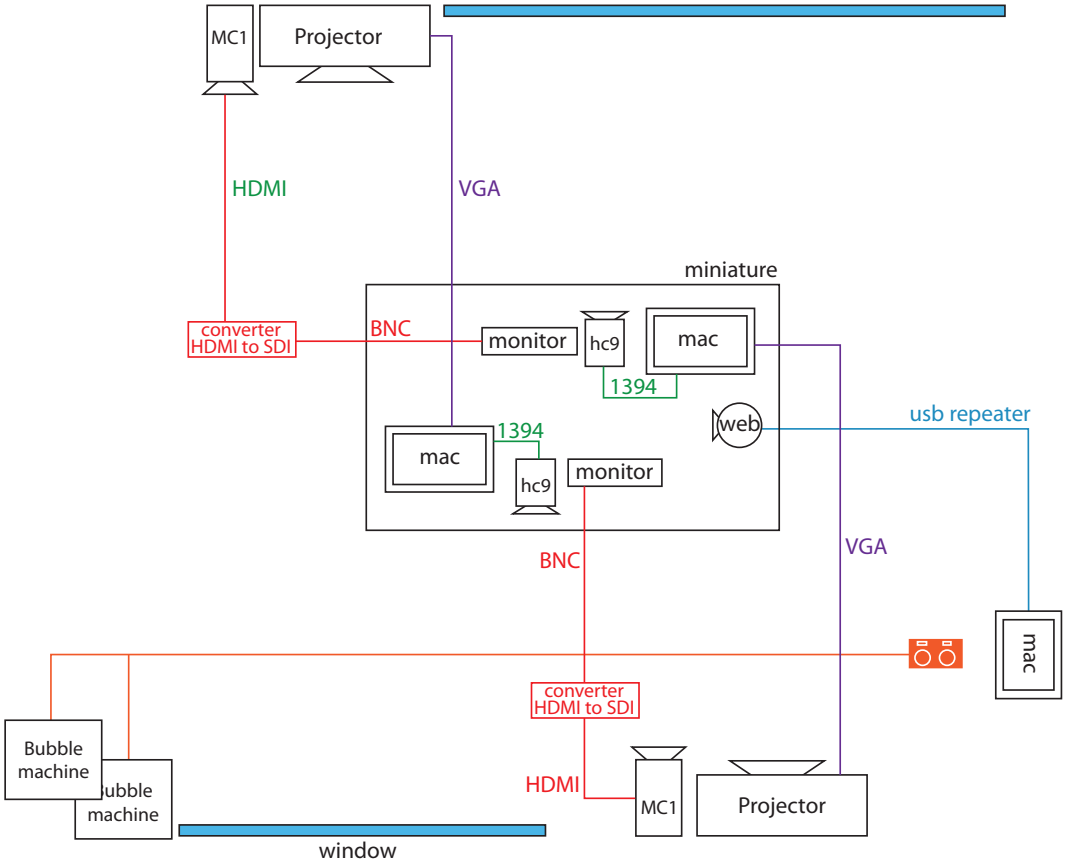


図 5.6 システム配線 (最終実験)

窓

図 5.7 窓 (最終実験)

コンテナの組合で造られた建物「PLATOON」は数多い窓がその特徴である。本実験ではこの多数の窓の中でも一番大きく最も人の目につきやすい、二つの窓を検証対象の窓として選択した。向かい合っている二つの窓を使うことで、一つの窓を利用するより立体感が生じ、空間の歪曲を図る効果がより高まると期待した。

二つの窓の外側にシャー布を固定させ、映像が投影されるようにした。本イベントは昼の 12 時から行われ、午前から窓のセッティングがされてあったがシャー布を使ったため窓の外が良く見えた。

一つの窓は入り口上に位置し、入り口の上から天井まで縦長い形である。この窓は横 2m45cm、立て 6m10cm である。この窓と向かい合っている窓は横長い形で横 5m75cm、縦 2m60cm である。

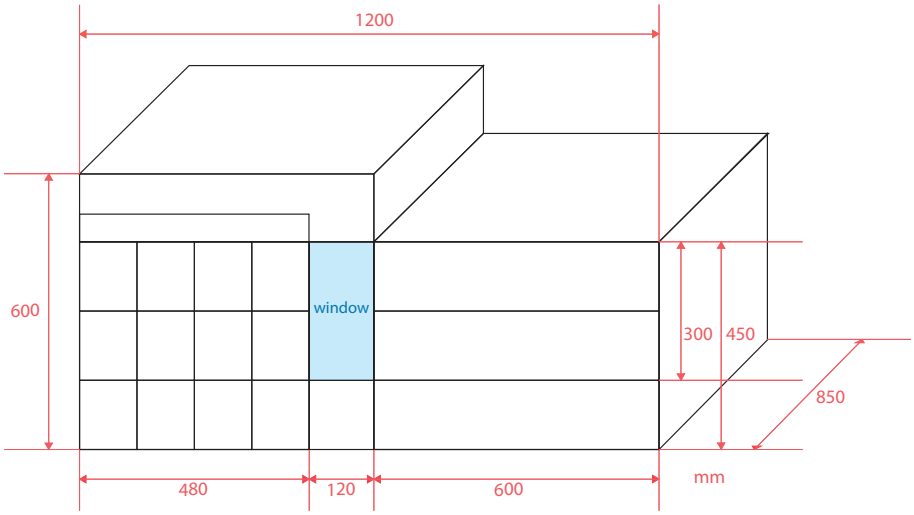


図 5.8　模型設計図 (最終実験)

模型

PLATOON の模型は空間内の structure に該当する。この模型は現実空間と連動される仮想の空間である。人々が模型の中を覗き込むインプットに対し、実空間の窓に顔が写されるため空間歪曲の肝心な要素である。この模型はスチレンボードと PVC パネルを利用、PLATOON の 1/20 のサイズで作られた。模型のサイズは横 1m20cm、縦 85cm、高さ 60cm であった。ユーザーテストで指摘された模型の精密さを上げるため、なるべく似たような素材を使い、色や質感を合わせることで、より実空間に近い模型を実現させた。サイズは前回より大きく、その中には 3 台のカメラ、2 台のモニターを入れた。3 台のカメラの中で 2 台は各窓にプロジェクションされる人々の顔を写す用で、1 台のカメラはシャボン玉のインタラクションを実現させるためのモニタリング用である。2 台のモニターは 7 インチの TVLOGIC のモニターを使った。各モニターは模型の窓の前に設置され、窓から模型のなかを覗き込むと実際の窓から見るような室内空間を一目で見ることができる。模型の中にシャボン玉を吹き込むインタラクションがあるため、すべての機材は PVC 盤で囲んで影響を受けないようにした。

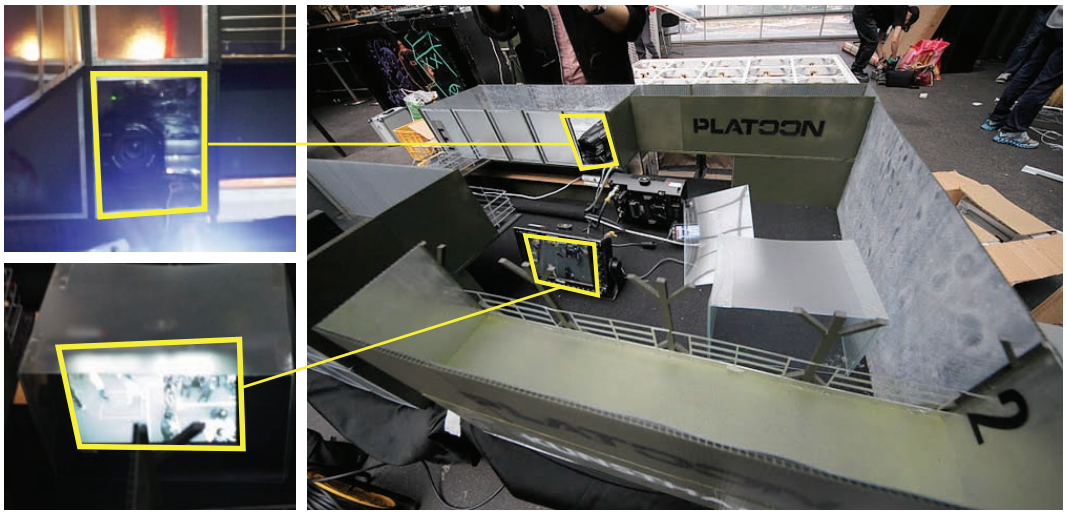


図 5.9 模型写真 (最終実験)

シャボン玉インタラクション

本検証でのインタラクションは、模型の中にシャボン玉を吹き出すと実際の空間にシャボン玉が散り舞うことである。本来は二つの窓にインタラクションを実現させる計画であったが、現場の制限により縦長い窓だけにインタラクションを具現させることにした。シャボン玉の機械は 2 階のキャットウォークの窓の近くに設置され、巨人になった人の顔の口あたりからシャボン玉が散り舞うように設置した。インタラクションは自動化させずに模型の中をモニタリングして、人がシャボン玉機械を作動するようにした。ウェブカメラを模型に設置しその映像を有線で出力して、シャボン玉機械の近くにあるパソコンで確認できるようにした。ウェブカメラの映像をシャボン玉機械とパソコンがある 2 階まで持ってくるために USB repeater を 2 台繋げて使った。

プロジェクションされる映像

模型の中に設置された 2 台のカメラから取り込まれるライブ映像は FireWire ボードを通じ、パソコンに入力される。映像はディレーを考慮し、640 × 480 の多少小さいサイズで出力した。パソコンに入力された映像は Resolume のソースとし

て読み込まれ、そのアウトプットは再び MadMapper に入力される。MadMapper では窓の形やサイズに合わせる作業が行われる。

模型の中に設置した２台のカメラ SONY 社の HC ９を選択した。ユーザーテストで使ったウェブカメラの画質やディレーの問題で、多少大型であっても FireWire ポートからの映像出力ができるカメラにした。このカメラを繋げることでユーザーテストの時には 1/3 で秒だったディレーが 1/５秒になったのである。このカメラは模型の中にある各々のモニターの隣に設置され人々が模型の中にあるモニターを見ると、実際の空間にいる人を見てるように見させるため、目線を合わせたのである。

前回のユーザーテストでは２台のプロジェクターで一つの窓をカバーした。しかし、その微調節には時間がかかるため、本実験では円滑な進行のために本実験のプロジェクターは１台がひとつの窓をカバーするよう出力画面が大きいものを選択した。まさらに、まだ明るい午前中からセッティングが行われたため、明るい環境でも画像が見えるよう、明るいプロジェクターを使う必要があった。そして明るさが 7000lm である SONY 社の VLP － FX500L を使った。各プロジェクターは窓の位置や高さに合わせ、横ながい窓をプロジェクションするプロジェクターは２階、縦長い窓をプロジェクションするプロジェクターは３階に設置された。

モニターに出力される映像

模型の中には２台のモニターが設置された。実験の対象になる窓にカメラを設置し、その映像をモニターにアウトプットさせたため、模型を覗き込むことで実空間の窓から建物を覗き込むような感じを演出した。カメラは SONY 社の HXR － MC1 を選択した。このカメラはダイナミックな室外映像を取るためのもので小型でありどこにも手軽くつけられる。このカメラは各窓の近くに張られた。HXR － MC1 からの映像は HDMI ケーブルで出力し、HDMI to SDI converter で変換させ、BNC ケーブルでモニターに入力した。

機材リスト

本実験で使用した機材の仕様は「表 5.2 機材リスト」のようだ。

表 5.2 機材リスト (最終実験)

	Model	Specification	number
Camera for projection	SONY−HC９	FireWire port	2
Camera for monitor	SONY−のHXR−MC1	HDMI port	2
Camera for interaction	ELECOM一UCAM −DLE300TWH	usb port	2
Monitor	TVLOGIC	7inch	2
Software	Resolume	ver.3.3.1	
	Madmapper	ver.1.0.2	
Projector	SONY−VLP−FX500	7000lm	2
Computer	Macbookpro１	Processor 2.2Ghz Intel Core i7 Memory 4GB 1333 MHz DDR3	2
	Macbookpro2	Processor 2.3Ghz Intel Core i5 Memory 4GB 1333 MHz DDR3	

5.5. 実験結果

「The Nolja」イベントの NIGHT 部に参加した人を対象で 51 人からアンケートを書いてもらった。51 人のアンケートの生データは本論文の付録として添付する。

5.5.1 アンケート概要

アンケートは選択式項目と自由技術式項目に構成されている。選択式項目では人々の基本情報や本実験システムに対して理解した要素を把握する。本実験のシステム理解度を把握するために三つの要素をパラメーターとして使う。この三つの要素を把握したかをアンケートで聞いた。三つのパラメーターは以下の通りである。

(A) 空間に置いてある模型が PLATOON の模型であることに気づいたのか。
(B) 模型の前に立つと実空間の窓にプロジェクションされる事に気づいたのか。
(C) 模型の中にシャボン玉を吹き出すと実際の空間でシャボン玉が散り舞うインタラクションに気づいたのか。

「(A) 空間に置いてある模型が PLATOON の模型であることに気づいたのか」の項目は仮想の空間である模型が実際の空間と相似性を持つ模型で、実空間を反映している縮小版であるという意味を理解するために前提される項目だと思い、システム理解度の尺度として採用する。

「(B) 模型の前に立つと実空間の窓にプロジェクションされる事に気づいたのか」に関しては模型に働きかけたことが映像に転換され、環境に影響を与えていることに気づいたのかを聞いている項目であり、システム理解度の尺度として採用する。本イベント場所が前回のユーザーテストより広い、他の設置物も多かったため、プロジェクションの映像が目に入らない可能性も高い状況であった。

「(C) 模型の中にシャボン玉を吹き出すと実際の空間でシャボン玉が散り舞うインタラクションに気づいたのか」はシャボン玉インタラクションが人が環境に影響を与えることに関して自分に戻ってくるフィードバックであり、本システム

を理解するための重要な要素だと思い理解度の尺度として採用する。映像のシステムが動いた３時間より短い２時間しか動いてなかったため、体験できなかった人もいる可能性がある。

自由技術式項目では本システムに対して感じたことや改善点などを自由に書いてもらった。自由記述式項目では本システムによる空間を人々がどのように感じたかを明らかにして空間歪曲が実現出来たのかを判断する。それと同時にシステムの問題点を探る。この二つの結果を合わせることで、システムによる空間の歪曲が実現されたかを把握し、空間の歪曲を感じてない場合はどのような問題があったのかを探り出す。

5.5.2 選択式アンケート項目結果

51 人のアンケートの応答者の基本情報は以下の通りである。

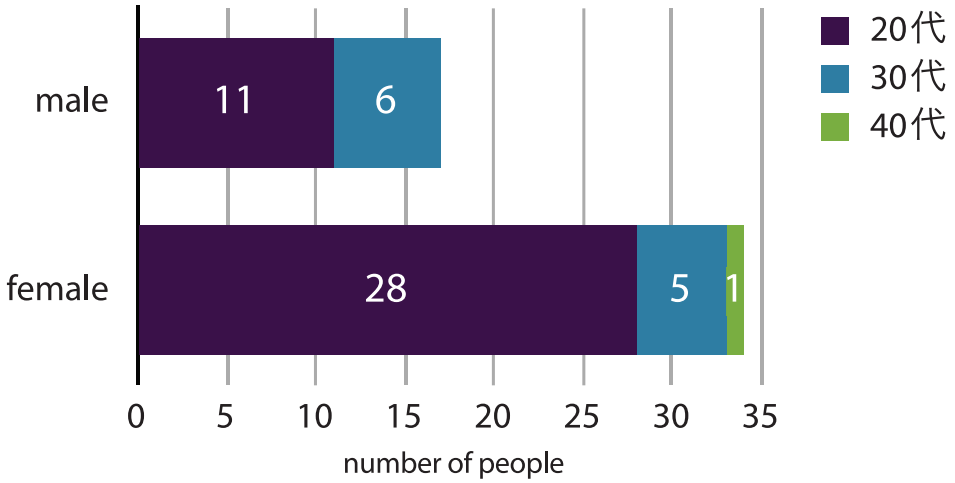


図 5.10 実験参加者基本情報 (最終実験)

本実験システム理解度を把握するために三つの要素をパラメーターとして使うと説明した。この三つの要素を把握したかをアンケートで聞いた。

(A) 空間に置いてある模型が PLATOON の模型であることに気づいたのか
(B) 模型の前に立つと実空間の窓にプロジェクションされる事に気づいたのか
(C) 模型の中にシャボン玉を吹き出すと実際の空間でシャボン玉が散り舞うインタラクションに気づいたのか

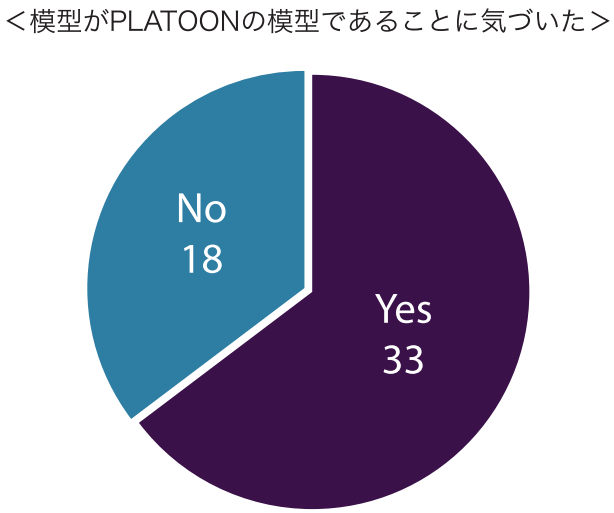


図 5.11 アンケート結果:システム理解 1(最終実験)

<模型を覗き込む際、その様子がプロジェクションされる事に気づいたのか>

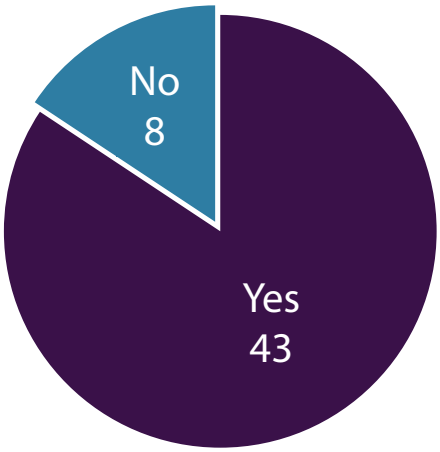


図 5.12　アンケート結果:システム理解 2(最終実験)

＜シャボン玉のインタラクションに気づいたのか＞

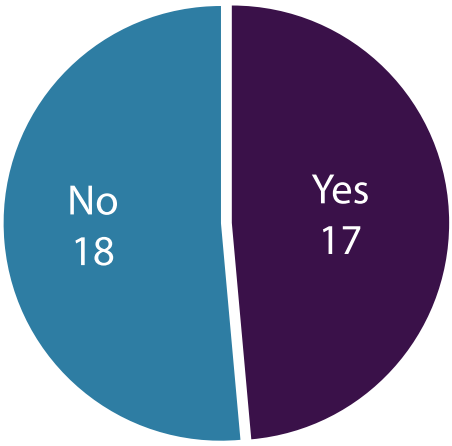


図 5.13　アンケート結果:システム理解 3(最終実験)

5.5.3 自由技術式アンケート結果

ここではアンケートで得られたコメントの中で、評価と直結するコメントを抽出して紹介する。先に空間の歪曲に繋がるキーワードを出した意見を紹介する。巨人、小人、空間の複製、空間の中の空間、鏡などのキーワードを含めているコメントや、空間の歪曲を感じたと解釈できるコメントを出した人が 20 人いた。この 20 人の人のコメントを紹介する。次にはシステム理解の側面から門団点として考えられるコメントを紹介する。問題点に関するコメントは映像提示の問題点、切っ掛けや動機付与観点からの問題点、シャボン玉インタラクションのフィードバックの問題点で分けることができた。この三つの要素に整理したコメントを紹介する。

＜空間歪曲＞

- 空間を切り取って複製した感じがした。
- 私の行動の影響が実空間に及ぶから私が大きく感じられる。権威的な位置にいる気がした。
- 模型が実空間を反映しているのに模型も実空間も PLATOON の中で一緒に存在しているから空間の中の新たな空間にいる感じがした。
- モニターを見下ろす感じが新鮮だった。巨人の観点がとても面白かった。
- 私が窓を通じて空間内の他のところにも存在するようになり目新しく新鮮な感じがした。
- 模型と実空間があまりにも似ていて巨人になったような感じがした。
- 相対的に私が大きく見えるから人を操っている感じがした。/模型に行われた頃が実空間に実現されるから現実感が沸いて目新しかったです。
- 小人の国を操っている気分だった。
- (模型に出したシャボン玉が実空間で散り舞うことが) 奇跡だと思った。
- 私が巨人になった感じだった/シャボン玉インタラクションがプロジェクション映像に現実感覚を与えてくれた。
- 空間と似たような模型の中でまた私の様子が見えて空間の複製を感じた。
- 私が吹いた息がどうやって実物の窓まで伝達されたのか気になる面白い空

間である。

- 立体的に繋がっている空間が (シャボン玉により) 体験的に感じられた。
- 模型に (シャボン玉を) 吹いたのに実際の空間から出てくるから空間の複製を感じる。
- (映像) プロジェクションもシャボン玉も私の行動が実際の空間に反映されてまた空間の一部になることが楽しい経験だった。
- 建物の外から建物の中にいる巨人を見てびっくりした。
- 空間の中の空間を感じ、奥深い感じがする。
- 鏡のなかの鏡のような感じがする。
- 模型の中の画面を見て後ろを見たら実際の空間からもシャボン玉が出て来た。空間が複製された気分だった。
- 少し (シャボン玉を) 吹いたのにものすごい量のシャボン玉が実際の空間に出て来て私が巨人になったような気分になった。

＜映像提示の問題点＞

- イメージが鮮明ではなく説明もなかったから私の顔がプロジェクションされることを分からなかった。
- もう少し整理された構造で奇麗なスクリーンで体験できればずっと良くなると思う。
- 画面が奇麗だったらより良くなったと思う。
- モニターがより良く見えてほしい。
- 面白かったがもっと鮮明に映ってほしかった。映っている人が誰なのか良く分からなかった。

＜切っ掛け、動機付与に関する問題点＞

- シャボン玉 (インタラクション) は知らなかった。説明などがあった方がより良いと思う。
- これが一つの装置で、どのような参加をすれば良いのかが良く分からなかった。

- 最初は何をする装置か全然分からなかったが一回体験してからはずっと他の人のプレーを見るようになった。

＜シャボン玉インタラクションの問題点＞

- シャボン玉 (機械) の性能が高くてシャボン玉を吹いている人まで届いたらよいインタラクションになれると思う。
- 実空間にシャボン玉が出てくるのが目の前で見えたらより良かったと思う。人々の後ろ皮にインタラクションがあったのが少し残念だった。
- シャボン玉が後ろから出てくるからインタラクションを直接に分かりづらかった。

5.6. 結果分析・評価

5.6.1 結果分析

空間歪曲の側面からの分析

51 人のアンケートの応答者の中で本システムをどのように感じたのかに関する質問に自由に記述した項目で 20 人が直接に「巨人」、「空間の複製」などのキーワードをアンケート用紙に書いた。この 20 人がどのような項目を理解した上で空間の歪曲を感じたかを試すために、人々が理解したシステムを要素別に分けて、コメントを整理してみる。まず、システムの理解度を把握するために利用したそこ三つのパラメータを基に 20 人の理解度を把握する。

(A) 空間に置いてある模型が PLATOON の模型であることに気づいたのか
(B) 模型の前に立つと実空間の窓にプロジェクションされる事に気づいたのか
(C) 模型の中にシャボン玉を吹き出すと実際の空間でシャボン玉が散り舞うインタラクションに気づいたのか

空間の歪曲を感じた 20 人の人が三つの要素の中でどのような要素をいくつ理解したかを確かめる必要がある。5.3 を見ると理解の尺度として挙げた三つの条件

表 5.3 アンケート結果分析 1(最終実験)

分類	(A)	(B)	(C)	人数
A	○	○	○	7
B	○	○	×	4
C	○	×	○	3
D	×	○	○	4
E	○	×	×	0
F	×	○	×	1
G	×	×	○	1
H	×	×	×	0
合計				20

を全部理解した上で空間の歪曲を感じた人が７人、(A) と (B) を理解した上で空間の歪曲を感じた人が 4 人、(A) と (C) を理解た上で空間の歪曲を感じた人が３人、(B) と (C) を理解した上で空間の歪曲を感じた人が４人、(B) だけを理解して空間の歪曲を感じた人が１人、(C) だけを理解して空間の歪曲を感じた人が１人いることが分かる。結果から見られるように空間の歪曲を感じた人々の中では三つの条件すべて理解した人が多いが、二つや一つの条件を理解した状況でも空間の歪曲を感じることが可能だと考えられる。空間の歪曲を感じた 20 人は 5.3 で分かるようにその理解の範囲が様々異なるため、コメントの傾向も変わってくる。どのような要素を理解した人がどのようなコメントをしたのかを紹介する。

「表 5.4 結果分析 2」を見ると理解度を判断するパラメーターの三つの要素をすべて理解した A グループが視覚的な側面と体験的な側面から総合的に空間の歪曲を感じたことが分かる。しかし、二つや一つを理解したグループ B、C、D、F、G、のコメントでを見ると、人によりシステムの全体を理解しなくても本システムによる空間の歪曲を感じることができると判断される。

表 5.4 アンケート結果分析 2(最終実験)

分類	コメント
A	- 窓のプロジェクション映像にインタラクションが現実感を与えた - プロジェクションは視覚的に、シャボン玉は体験的に空間の拡張を感じさせた - 鏡の中の鏡を見るような気持ちにさせた/哲学的で興味深い空間
B	- モニターを見下ろす感じが新鮮で巨人の観点から空間を眺めることが面白かった。 - 模型が実空間を反映しているのに模型も実空間もPLATOONの中で一緒に存在している。
C	- 立体的に繋がっている空間が(シャボン玉により)体験的に感じられた。 - 私の行動の影響が空間に及ぶから私が大きく感じられる。
D	- 私の行動が実際の空間に反映されて空間の一部になることが楽しい経験 - 鏡の中の鏡を見ているような感じがする
E	なし
F	- 空間の中の空間が感じられた
G	- 体験的に空間の連動を感じ、別世界を味わった
H	なし

システム問題点の側面からの分析

しかし上で得られた結果は空間の歪曲を感じた 20 人の理解度であり、アンケートに答えた 51 人の全般的な理解度確かめ、問題点を探り出す必要がある。

「(A) 空間に置いてある模型が PLATOON の模型であることに気づいたのか」に対する全体の結果??をみると今回の模型のレベルがかなり高かったにも関わらず、PLATOON の模型であることに気づいてない人が 18 人いる。この 18 人の大半は PLATOON に初めて訪ねた人で、PLATOON 建物の形自体を覚えてない人が多かった。イベント場所は頻繁に通うところではないため、この問題を解決する必要がある。

「(B) 模型の窓を覗き込むとその様子が実空間の窓にプロジェクションされることに気づいたのか」の結果 5.12 では全体の 51 人の中で 8 人が気づいてないと

答えた。窓のプロジェクションに気づいてない原因としては模型と実際の窓が離れていたことや画質の問題が挙げられた。さらに、模型を覗き込む動機が足りないため、覗き込もうとしてないと答えた意見もあった。

「(C) 模型の窓の中にシャボン玉を吹き出すと実空間の窓からシャボン玉が散り舞うインタラクションに気づいたのか」のアンケート結果5.13を見ると半分以上の人がこのインタラクションに気づいてないと答えた。この質問で「No」と答えた人にはシャボン玉システムが動いてない１時間の間本システムを体験した人も含まれているので数値として結果を判断をすることはできない。しかし、実際に模型にシャボン玉を吹き出してみた人がインタラクションに気づいてないケースも3人存在した。本来の意図は模型の位置まで実空間で散り舞うのシャボン玉が届き、人々がそのインタラクションからフィードバックを受けることであったが、実装に使用したシャボン玉機械の性能が良くなかったため、シャボン玉が出てくる範囲が狭くなったことが原因として考えられる。模型の中にシャボン玉を吹きながらモニターを見てないケースである。実際に、自分がシャボン玉インタラクションを体験し、理解した人の大半はモニターや後ろ側の人々の反応でインタラクションに気づいた。

5.6.2 検証項目評価

(1) 実空間と仮想の空間の境目がなくなった空間の歪曲が感じられたのか。

① 自分が巨人になったような体験ができたのか。

本検証項目に関しては直接に「巨人になったようだった」というコメントや「権威的な位置」、「小人の国を操っている感じ」などのコメントがあり、自分が巨人になったような体験ができたと判断される。

② 参加者が模型と実空間の連続性を感じたのか。

本検証項目に繋がるコメントとしては「空間の中に空間」、「鏡」、「空間の複製」などのコメントがあり、再帰的な空間の歪曲を感じたと判断される。

参加者は本システムにより、自分が巨人になったような体験ができ、模型と実空間の連続性を感じて空間の歪曲が実現されたと判断できる。

このようにアンケートに空間歪曲のキーワードを出してくれた人は 51 人のうちに 20 人がいた。本数値は一見低い数値に見えるかもしれないが、本コメントがシステムに関して感じたことを自由に記述した点を勘案すると、少なくない人が本システムから空間の歪曲を感じたと判断される。

(2) 空間の歪曲は模型と実空間の窓をインタフェースにするライブ映像やシャボン玉インタラクションが合わされて実現されたのか。

結果分析の表 5.3 で分かるように、本システムで空間の歪曲を感じた人の 20 人のうちに 7 人が本システムのポイントである三つの要素を理解した上で空間の歪曲を感じたことが確認できる。しかし、三つの要素のうち二つや一つだけを理解した人も空間の歪曲を感じる場合がある。このケースでは自分が理解した条件内で空間の連続性を感じるようになる。人々のコメントを確かめてみると三つの条件をすべて理解した人が一番総合的な観点から空間の歪曲を感じたと判断される。しかし、根本的な問題として本システムを理解してない人も多数存在し、その問題点に関しては次の考察で詳しく書く。

5.6.3 考察

本システムは空間の歪曲に相応しいシステムであるということは検証できたが、空間の歪曲を感じさせるためシステムを理解させることが円滑にできてないところが根本的な問題として残っている。本システムを体験してもシステムの理解が前提されてないと空間の歪曲は生じない。まず、模型が空間と相似性を持った模型であることに気づいてない人が多い。人々はイベント空間に頻繁に通わないことを念頭にいれ、より分かりやすい模型を作る必要がある。人々が認知しやすい目印になるような空間構造をさらにディテールに表現するなどの努力が必要だ。プロジェクションされる映像にも課題は残っている。最終実験では映像のディレーを気にしてプロジェクションされる映像を 640 × 480 のコンパクトなサイズで出

力した。しかしこのようなコンパクトなサイズは結果的に大きい窓に低画質の映像をプロジェクションすることになり、人々が顔を認識しづらくなる。ディレーもなく画質も良い映像を提示し、人々がプロジェクションされる映像からよりリアリティーを感じるようにする必要がある。模型の中にもよりリアルに実空間を具現させるために今回採用したモニターで映像を出力する方法よりホログラムなどの立体映像に変える必要がある。そうすることで模型と実空間のリンクを感じやすくなると思われる。インタラクションは今回はシャボン玉インタラクションを採用したが、実装の問題でそのフィードバックが弱かった。しかしこのような体験的なインタラクションは空間の歪曲に効果が高いと判断される。体験的なインタラクションの数を増やすことで、人々に再帰的な空間を感じさせやすくなると思われる。

第6章
結論と今後の展望

本章では研究を通じて導かれた結論と今後の展望について述べる。

6.1. 結論

第五章で立てた研究の最終仮説は「イベント空間において、窓をインタフェースにした参加者のライブ映像、空間と相似性を持つ模型の設置、窓をインタフェースにするインタラクションが合わせられることで空間への働きかけに対するユーザへの直接的なフィードバックを通じて，空間の歪曲を参加者に感じさせる事ができる」である。最終実験による評価でで仮説が有効であることを示すことができた。

最終実験で試したアプローチの詳細は空間の中に空間と相似性を持った模型を設置し、人々が模型を覗き込んでいる際に人のライブ映像が実空間の窓からプロジェクションされる映像を空間デザインの要素として使うと同時に模型の中のディスプレーには実空間のライブ映像を提示することであった。さらに、模型の窓にシャボン玉を吹き出すと実空間の窓の位置からシャボン玉が散り舞うことで窓をインタフェースにしたインタラクションを加えた。このようなアプローチで実空間と仮想の空間がお互いに影響を与えるようになり、二つの世界が混在する空間の歪曲が実現された。特に窓をインタフェースにする環境から人へ戻ってくるフィードバックとして設置された模型の中のモニターやシャボン玉インタラクションは空間の歪曲の主体になっている人々へ影響を与え、人々に再帰的な空間の歪曲を感じさせる。ここではインタラクションだけでも空間の歪曲を感じた人が存在し、人々は視覚だけではなく体験的な経験だけでも空間の歪曲を感じるこ

とが可能であることが新しく明らかになった。

しかし、実イベントでこのようなシステム構成は人々に様々な理解を要求するため、問題点も多く残っている。実イベントには様々な制約があり、模型が実空間の相似性を持った模型に見えない場合やインタラクションが空間で影響力を発揮しない場合が生じる可能性も少なくない。本システムで効果の高い結果を得るためにはその状況により、更なる工夫が必要である。

このように問題が残ってるにも関わらず本システムが空間の歪曲に有効であることは明らかである。本システムによるイベント空間デザインは、イベント空間を新たな空間に転換させ、人々にわくわくする経験を提供することができる。

6.2. 今後の展望

本研究で得られた空間の歪曲に効果のある空間デザインはイベント空間に止まらず様々な空間に適用できると期待される。特に教育分野にへの拡張が可能であると思われる。本研究の最終実験結果はアンケートを利用したため、評価対象には子供が入ってない。しかしイベントでの子供の参加は少なくなかった。子供達は大人よりもシステムに興味を持ち、インタラクションや映像を観察しながら模型の空間と実空間の連携性を能動的に学習した。このような現像からすると空間や映像を利用したワークショップに本システムを利用し子供に体験的な教育を行うことができると期待される。

6.3. まとめ

空間は環境と共に変化するものであり、どこからでも映像コンテンツが提示されるようになった今の時代ではその柔軟性がより求められている。本研究はイベント空間という特殊な空間に限定して実験を行ったが、我々はすでに実空間と仮想空間が共存している環境で生活をおくっている。映像はこれからも我々の生活空間により深く関わってくると思われる。映像は無限な可能性を持っているため、より積極的に空間に映像を取り入れ、生活を豊にしていく努力が必要である。

謝　　辞

本研究の指導教員であり、懇切なご指導を賜りました慶應大学大学院メディアデザイン研究科の太田直久教授に心から感謝を申し上げます。長い研究期間、研究のご指導だけではなく、大きな愛情で精神的な支えになって頂き、充実した留学生活を送ることができました。研究活動や論文の執筆において多くのご助言、ご助力をいただき、その深い知見から隅々にわたるご指導を賜りました、慶應大学大学院メディアデザイン研究科の徳久悟教授に心より感謝を申し上げます。また、研究において助言や指導、励ましの言葉をいただきました、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の大川恵子教授に心から感謝を申し上げます。研究活動にあたり温かく助言をいただきました、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の加藤朗教授に心から感謝を申し上げます。研究活動をのご協力や支援していただいた Peter Lee さんと Nolgong 関係者の皆様、心から感謝いたします。日本での研究活動だけでなく、韓国での活動にも研究にも大変なご協力を頂きました、稲木萌さん、木村隆さんに感謝いたします。同じ MotionSpace プロジェクトのメンバーである韓国と日本に渡った研究に大変なご協力をいただきました、山之内淡さんに心から感謝いたします。慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 Power of MotionPicture の皆様に心から感謝致します。特に、1 年間苦楽を共にした本研究の共同研究者であり、良友である李シャロンさんに心から感謝いたします。

最後に、長い研究活動を心身ともにご支援をいただきました家族に心から感謝いたします。皆様、本当にありがとうございました。

参 考 文 献

[1] Designboom. http://www.designboom.com/weblog/cat/10/view/11901/seeper-architectural-projection-mapping.html, February 2012.

[2] howstuffworks. http://www.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality.htm, February 2012.

[3] Mr.beam. http://www.mr-beam.nl/project/1, February 2012.

[4] Lumpens. http://www.lumpens.com/works.html, February 2012.

[5] Costin m. http://www.costinm.com/2011/02/3d-projection-mapping-one-of-best-uses.html, February 2012.

[6] vimeo by mr.beam. http://vimeo.com/18213879, February 2012.

[7] the inspiration room. http://theinspirationroom.com/daily/2011/mercedes-benz-transparent-walls, February 2012.

[8] Ishikawa oku laboratory. http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/boxedEgo, February 2012.

[9] Pc watch impress. http://pc.watch.impress.co.jp/docs/2004/0903/kyokai28.htm, February 2012.

[10] 中村伊知哉・石戸奈々子. デジタサイネージ戦略. アスキー・メディアワークス：角川グループパブリッシング, 2010.

[11] L. Bullivant. *Responsive environments: architecture, art and design.* Victoria & Albert Museum, 2006.

[12] Design buzz. http://www.designbuzz.com/entry/10-touchscreen-tables-multimedia-professionals, February 2012.

[13] Klein dytham architecture. http://klein-dytham.com/other/bloomberg-ice, February 2012.

[14] Interactive architecture. http://www.interactivearchitecture.org/kinetic-light-sculpture-of-the-zeilgalerie.html, February 2012.

[15] cnbnews. http://weekly2.cnbnews.com/category/read.html?bcode = 7531, February 2012.

[16] naver. http://terms.naver.com/entry.nhn?docId = 20464, February 2012.

[17] 松浦重朝. 映像情報メディア学会誌. 現実世界のリアリティを目指す高臨場感ディスプレイ, Vol. 52, No. 7, pp. 925–928, 1998.

[18] Whitevoid. http://www.whitevoid.com/category/architecture-and-spaces, February 2012.

[19] Mr.beam. http://www.mr-beam.nl/project/2, February 2012.

[20] 小谷津孝明・星薫. 認知心理学. 放送大学教育振興会, 1996.

[21] Madmapper. http://www.madmapper.com, February 2012.

[22] Resolume. http://www.resolume.com, February 2012.

[23] Polygon playground. http://www.polygon-playground.com, February 2012.

[24] J. Čikić-Tovarović, N. Šekularac, and J. Ivanović-Šekularac. Specific problems of media facade design. *Facta universitatis-series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 9, No. 1, pp. 193–203, 2011.

付録A
予備実験2データ

表 A.1 予備実験 2 質問

	質問	選択肢
1	性別	M/F
2	模型が協生館であることに気づきましたか？	Y/N
3	模型の窓と実際の窓がマッティングしていることに気づきましたか？	Y/N
4	自分の顔や他人の顔が映っていることにたいしてどう思いましたか。	自由記述式
5	相手の顔が映っていることに対してどう思いましたか	自由記述式
6	この実験に対して意見がありましたらご自由に書いて下さい。	自由記述式
7	映像プロジェクションのインタラクションに気づくまでの時間	
8	行動観察記録	
9	インタビュー内容	

表 A.2 予備実験 2 結果

G	user	sex	1	2	3	4	5
1	1	男	Y	Y	N	おもしろい。	おもしろい。
	2	男	Y	N	N	楽しい。 でも、自分でも見えた方が良い。	凄い！
	3	女	Y	Y	Y	おもしろい。 ちょっと恥ずかしい。	自分でもやってみたいと思った。
	4	女	Y	N	N	自分では見えないので 他の人が反応してくれないと分からない。	おもしろい。みんなの顔がそれぞれ 違うからおもしろい。
2	5	女	Y	Y	N		
	6	男	Y	Y	Y		No
3	7	女	Y	Y	N	おもしろい	変な顔をしてくれて面白かった
	8	女	Y	N	N	外からも見えると聞いて少し 恥ずかしかった	面白いと思った
	9	男	Y	N	N	うける	ウケる
	10	男	Y	N	N	自分の顔を認識できた	あまり映っていなかった
4	11	女	Y	N	N	恥ずかしいけど、面白い。自分の顔が見えないから気になる	
	12	女	Y	N	N		
	13	女	Y	N	N		
	14	女	N	N	N	後ろに移っているので見えなかった	面白い

表 A.3 予備実験 2 結果

G	user	sex	1	2	3	4	5
5	15	男	Y	Y	Y	あ〜カメラなんだ	特に何も思わなかった。あ〜映っていると言思った
	16	女	Y	N	N	顔までは見ていなかった	顔までは見ていなかった
6	17	男	Y	Y	Y	覗くと窓が見えない。窓を見ると顔が映らない。振り返るようになる。	自分がミニチュアの中にいて覗かれているような感覚になった
	18	男	Y	Y	Y	よく見えなかった	気付かなかった
	19	男	N	N	N	別に気にしていなかった	別に気にしていなかった
	20	男	Y	N	N	おもしろいです	おもしろいです
7	21	男	Y	N	N		
	22	男	Y	N	N		
	23	女	Y	N	N		
	24	女	N	Y	N		
8	25	男	Y	N	N	少し画質が粗い	少し分かりにくいかも
	26	男	Y	N	N	映っていなかった	映っていなかった
	27	女	Y	N	N		
	28	女	Y	Y	N	陰になっていて顔がどうか分からなかった	影になっていた
9	29	女	Y	Y	N		
	30	男	Y	N	N	自分の顔を見れなかった	私はただ彼女の手しか見ていない

表 A.4 予備実験 2 結果

G	user	sex	1	2	3	4	5
10	31	女	Y	N	N	びっくりした。相手に教える	カメラを探した。自分が撮られているかもと思って
	32	女	Y	N	N	後ろに何かあるとは思いましたが、自分だとは思っていなかったです。	映っていることは知らなかったです。お話で夢中でした。
11	33	男	Y	Y	Y	不思議な感覚	特に何も思わなかった
	34	女	Y	Y	Y	自分は見えなかった	それは、面白かったです
12	35	男	Y	Y	Y	何のためか分からなかった	映っていなかった
	36	男	Y	N	N	映っていない	ゆっくり動かして面白い

表 A.5 予備実験 2 結果

G	user	6
1	1	画質がもっと良い方が良い。
	2	ただ、映っているだけだとあきてしまうのでランダムに変化が起きたら良い。
	3	顔だけではなく、 全身で映してみたい。
	4	写真を撮ってくれる機能が欲しい
2	5	カメラを覗いているときに、スクリーンを背にしているので、気付きにくかった スクリーン自体の存在が気になっていてカメラを探したが、見つからなかった
	6	鏡をおいて自分の映っている姿がみたい ディレーをかけても面白いと思う 自分が可愛く映ってほしい これで笑いがとれたらナンパ出来るかも
3	7	面白かったです
	8	
	9	楽しかった
	10	最初は分からなかったが、人に聞いて分かった 陰がないようにするといいと思う
4	11	ソファーは要らなかったかも。 動きがないとカメラが撮りにくい
	12	映っていることに気付けなかったです。 模型は気になりましたが、何のためにあるか分かりませんでした。
	13 14	照明だと思って、映っているとは気付きませんでした。模型は何の建物か気になりました。 頑張って！
5	15	狙いも何も分からないので、何のコメントもありません。
	16	さぐりさぐりだったので、ドキドキしました。

表 A.6 予備実験 2 結果

G	user	6
6	17	もうちょっと、機材の場所とかを分かりにくくした方が良いかも
	18	
	19	なんか面白かったです
	20	面白い実験だったと思います
7	21	どこまで自由にしたら良いか分からなかった
	22	趣旨が分からなかった
	23	
	24	
8	25	
	26	画質の感じが好きです
	27	
	28	良く分からなかった
9	29	穴のポジションを一致させるべき。 ずれていると意図が変わってしまうのでは
	30	ビデオにディレーをかけて自分の顔も見たい。 模型が大きい過ぎるとおもう。 実際のパーティーの時はもうちょっと小さくないと誰も使わないと思う
10	31	知らない相手、知らない所、初めて来たので、ちょっと緊張していて、周囲のことをあまり気付かなかった。
	32	もうちょっと大きくて暗い場所だったら気付きやすいと思います。
11	33	最初は協生館と分からなかった。映像が何を表しているのか分からなかった。
	34	もっとディテールにこだわった方が面白いし、リアル感が出ると思う

表 A.7 予備実験 2 結果

G	user	6
12	35	窓に映っている感じがもっと分かると良い。 模型、映像のリアルさ
	36	部屋ぽくてよかった

表 A.8 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
1	1	男	すぐ	男達、はしゃぎながら入る。映像を見ただけですぐカメラに指をさす。手を動きながら遊ぶ。顔をカメラに近づける。凄いと言う。	模型に穴が開いていたので、気になって覗いてみた 画質がもっと良い方が良い
	2	男	すぐ		最初なんだろうと思った。機材に気付いて後ろの映像を探していると邪魔になると思ってよけた だから最初は気付かなかった 他の人が教えてくれて分かった コンセプトが面白い 相手の顔が出ると面白かった ただ映っているだけだと飽きてしまう。ランダムに加工とか変化が起きたら良いと思う
	3	女	すぐ		他の人がカメラの前に顔を出しているのを見て自分も映してみたいと思った。 ちょっと恥ずかしかったけど、それが面白い また、相手の顔が出ているのも面白い 私が巨人になると同時に小人になった気がした。とても哲学的な空間である。 顔だけではなく全身映してみたかったが、場所が狭くて出来なかった
	4	女	すぐ		他の人が映っていて覗くと映るのが分かった。 他の人の反応がないと分からない みんなの顔が違うから面白い 写真機能があったらいいと思う 自分の顔が見たいから

表 A.9 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
2	5	女	すぐ	女/まずは模型を気にする。あちこち見る。 模型の中の人を見て楽しんでいる。一旦、ソファーに座って、また立ってあちこち見る。 その後、全部回った後にまた気まずそうな感じで歩き回る 男性はいる。すぐ二人はソファーに座って話し合った	カメラを覗いている時に、スクリーンを背にしているので、気づきにくかった スクリーン自体の存在は気になっていて、カメラを探したのだが、見つからなかった
	6	男	すぐ		鏡を置いて自分の様子を見たい ディレーを掛けても面白いと思う 自分が映っていることが面白い これで笑いが取れたら、ナンパできると思う
3	7	女	00:33	女先/何か映っていることに気づく→中の覗く 自由に飲んで座る ポーズを取ってみる 男入る→すごい！と言う どうなっているかという話をする 男性一人が見て、女の子1人が映ってる！と言った 2人　見ても人が映っていることは分からなかった。	模型はいったい何だろうと思った 協生館とリンクしていることが分かりにくい 模型の問題
	8	女	00:33		窓に映ったきっかけで話が弾んだ 箱にカメラがある事を気付いて自分が映っていると思った。 コンセプトが面白い 相手が変な顔をしていて面白かった
	9	男	1:22		分からなかった 逆方向だから分からない 自分の顔が見たい
	10	男	1:22		パーティーが行われていると感じる 待たされるのがワクワク 楽しかった プロジェクションのカメラでこれはなんだろう？と思った クラブだと気付く人がいないかも パーティーの邪魔にならないくらい、きっかけになりうるようなものを作ってほしい

表 A.10　予備実験２結果

G	user	性別	7	8	9
4	11	女	1:33	1組/とりあえず模型を気にする ソファーに座る、しゃべりながらうろうろする。 窓を気にする 一人中のぞく→もう一人が気づく（ユーザー１１）→マッピングされた写真撮る（ユーザー１２撮られる） 2組目/飲み物持ってソファーに4人座る 意味分からない顔しながら、座って友達同士で話す 2組目の子が入った後2分後、１１が声をかけるお話始まる。	窓に映ってる映像が気になって窓をずっと見た 動いてる時に陰が映っているのを見て気付いた 友達が窓に映ったから分かった 他の人が入った時、誰だろうと思った どうすれば良いか分からない しかしとりあえず話をかけた
	12	女	1:33		パーティーなのに人がいなかった 模型が気になってうろうろした 模型が何なのか分からなかった 気になって覗く 知らない人が入ってきたから座った方がいいかなと思い座った
	13	女	N		座った方が良いかなと思ってとりあえず座った 模型が気になった 映ってることに気付かなかった
	14	女	N		最初の二人が座っていたからとりあえず座った 窓に映像が映っていたから何だろうと思った 静止画だったからカメラからの映像だとは思ってなかった 話をかけられたかった

表 A.11　予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
5	15	男	00:19	男うろうろする。食べる。 飲み物注ぎながる窓を見る。 女の子入る→入って1秒で男は挨拶してする紹介する女の子が咲きに中を覗く。 二人立って話し合う。 うろうろして、また座る。	模型に目がいく 何でパーティーにこんなのがあるのか分からない 光で投影してるのが分かった 次に入った人が隣に座ったから話をかけた 覗いた時の相手の反応はあまりなかった(見てなかったと思う)
	16	女	1:52		一番気になったのは窓だった 誰がいるか知らなかったから待つ時気になった 座る直前に自分の体が映ったから何か映るのは分かった 見てもあまり盛り上がる要素がなかったからすぐ模型に集中するのをやめた
6	17	男	00:19	入ってすぐうろうろ。 カメラの位置探して顔をだしてみる。 研究をし始める。座る。飲み物をカメラの前に写したりする。 他の2人がはぃって話し合う。先座っていた人が声をかける。 最初の一人がカメラの前で手を振ってから後の二人が気にする。	どこから映像を出しているのか気になった 映像の事から話が始まった 映っている陰(模型の中に設置されていた人の模型がカメラに撮られてできた蔭)が気になった
	18	男	00:19		全体的な意味が分からない まぶしい ビールが欲しい
	19	男	1:53		窓の映像で映っていると分かった 何の映像か分からなかった 私が映っていることは他の人の行動を見て分かった

表 A.12 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
	20	男	1:53		見ているだけ (カメラからの映像だとは思わずに)ただプロジェクターから映像コンテンツを出していると思った あまり興味が湧かない 建物がもっと実物と似てほしい 目に入る映像が格好良くなるべき 映像が良く見えない しかし画質はあまり気にならない 何か映っているとは思った
7	21	男	N	男先/気になるけど、あんまり模型を見ようとはしない。ソファーに座って普通におしゃべり。 模型を見てうろうろ。すぐ話す。のみながら話し合う。	皆に見ていたから模型をみた 実験の趣旨は分からなかった パーティーみたいな感じがした 模型を意識的に無視した 普通は模型などがないはずだから無視した パーティーにあったら見るかどうか分からない 気になり過ぎてみちゃ行けないと思った
	22	男	N		覗いていいんだと分かってから見た 最初は模型を見てはいけないと思った 何か注意を引くようなものがあると覗くと思う アイディアは面白い 自分が覗いたときに分からない点が残念だ ディレーがあったら良いかも
	23	女	N		人が目に入った 模型が見終わってから座った
	24	女	N		普通のパーティーにこのような装置が置いてあったら気付きずらい 気付く切っ掛けが欲しい 実験の時間が短かった

表 A.13 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
8	25	男	N	入ってすぐ食べる。座っている。踊っている。 2分経ってもう一人入る。 挨拶する。 ずっと立っておしゃべり。	模型が一番気になった 話を先にかけた カメラが近いから映る映像が大きすぎる もう少し小さい方がいい
	26	男	N		最初入ってうろうろした どうしたら良いか分からなかったから 映像の中で何か動いてるなーとは思った
	27	女	N		パーティーは立って楽しむものだから座らなかった 座っちゃうと人としゃべるきっかけがなくなるから あんまり知らない人だった よく分からなかった ずっと人と会話をして見る機会がなかった お尻とかは見えたけど顔がプロジェクションされる様子は見てない 自分が映されたら恥ずかしいかもしれない 真っ正面はいやだ 模型の意味は説明してくれたら良いかも
	28	女	N		パーティーは微妙 見て何なのかよく分からなかった 前の人の影響はない 実験の目的を言って貰えると良かったかも 面白い 模型の中に色がついたら面白い

表 A.14 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
9	29	女	2:14	女性入ってすぐ座る。 自由に見てといわれてから動く→うろうろ 自分が映っていることに気づく。→手を振ってみる 男は入ってすぐ飲む→男声かける 女の子が手を振りながら教えると →覗く	パーティーだって言われたからいつも通りにはじっこに座っていた 実際にこのようなシステムがセッティングされている状況のパーティーはない 装置があったら覗くかもしれない 窓が映像とずれたから気になった
	30	男	1:22		プロジェクターのライトがまぶしい 面白い 手を映して何か映ってるのは分かった 今分かった!!(インタビュー中) けど自分が見ている時は分からない ディレーがあって欲しい
10	31	女	N	入ってすぐ食べる。座っている。踊っている。 2分経ってもう一人入る。 挨拶する。 ずっとおしゃべり。	覗く角度が斜めだったから協生館だと思わなかった 誰もいなかったから気付かなかった(一人では分からない) ローソンとかもう少しディテールにこだわると分かると思う 模型の正確さが重要だ
	32	女	N		ソファーの位置で模型の意味はすぐ分かった(ソファーの位置により模型の形が理解しやすい場所であった) 自然に見る機会がなかった 人がいたから隣に座った いなかったら周りをみたかも

表 A.15　予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
11	33	男	3:27	男先/とりあえず食べながら座る。飲み物。じっと座っている。 女性入る。女性は色々見てみる、(2:35)気づく真ん中に座る。 女性が先に話をかける。女性が映っているのを見てから男動く。(3:27)男模型を覗く。	建物が目に入ったがすぐ座った 何がプロジェクションされているか 相手が見て気付いた カメラの視野が狭い もっと広げたら良い 大きすぎる プレームが邪魔 見られてる感じにはなってない 模型のディーテール問題
	34	女	00:35		何を窓に出してるのかな〜気になる 模型の中がかわいい 後で模型が協生館であることが分かった 模型のディテールがかわいいと思った ディテール細かくすれば？一発で分かるように 真っ正面から見ると協生館に見える すごくリアルにつくると良いと思う プロジェクション自体ももう少しリアルにしてほしい

表 A.16 予備実験 2 結果

G	user	性別	7	8	9
12	35	男	1:55	男ふらふらする。(10:00) 席を移動したりする。 ちらちらマッピングされているとこを見る。構造物に興味を持つ。覗く(1:55) 一人で遊ぶ。 2番目の人が話しかける。 質問。二人しゃべる。2番目の人はあんまり興味ない。	中が気になって これなんだろう オブジェクトが気になって 後になって気付いた 画質が良くない 動きのカクカクさがないと良いかな(映像のディレー)
	36	男	N		とりあえず座って場の空気を作ろうかなと思った 人にしか興味がない 模型にも見えないし建物に見えない 協生館だったのはアンケートを見て分かった 模型のディテールの問題 顔が映るのは面白い ランドマークなど模型を作ったら一発で分かるかも 自分が見ている私がいる感じが面白い 実際の映像を模型にプロジェクションしたら面白いと思う

付録B
最終実験データ

表 B.1 最終実験質問 (韓国語)

	질문	선택지
1-1	성별	M/F
1-2	연령대	10대/20대/30대/40대/기타
2	오늘 이벤트에 참가하시기 이전에 플래툰에 오신적이 있습니까?	Y/N
3	모형이 플래툰인것을 알고 계셨습니까?	Y/N
4	모형의 앞에 서면 자신의 모습이 실제 창문에 프로젝션 되는 사실을 알고 계셨습니까?	Y/N
4-1	3번 질문에서 예라고 대답하신분께 질문드리겠습니다. 사람들(혹은 본인)이 실제로 프로젝션 되는 것에 어떠한 느낌을 받았습니까?	주관식
4-2	왜 그런 느낌을 받으셨습니까?	주관식
5	모형안에 비눗방울을 불어넣어 보셨습니까?	Y/N
6	모형에 비눗방울을 불면 실제 공간에 비눗방울이 날리는 것을 알고 계셨습니까?	Y/N
6-1	예라고 대답하신 분께 여쭙겠습니다. 비눗방울 인터렉션에서 어떤 느낌을 받았습니까?	주관식
6-2	그 이유는 무엇입니까?	주관식
7	마지막으로 창문 프로젝션,비눗방울 인터렉션에 대한 의견을 자유롭게 써주세요.	주관식

表 B.2 最終実験質問 (日本語翻訳)

	質問	選択肢
1-1	性別	M/F
1-2	.年齢	10代 20代 30代 40代 その他
2	今日のイベントに参加する前にPLATOON KUNSTHALLE(以下PLATOON）にいらっしゃったことがありますか？	Y/N
3	模型がPLATOONであることをお分かりましたか？	Y/N
4	模型PLATOONの前に立つと、自分の様子が実際の窓にプロジェクションされることをお分かりましたか？	Y/N
4–1	4番の質問で「はい」と答えた方にご質問します。人々(又は本人)が実際の窓にプロジェクションされている様子を見てどのように感じましたか？	自由記述式
4–2	なぜそのような感じましたか？	自由記述式
5	模型の中にシャボン玉を吹きましたか？	Y/N
6	模型の中にシャボン玉を吹くと実際の空間にシャボン玉が舞うことを分かりましたか？	Y/N
6-1	６番の質問で「はい」と答えた方にご質問です。実際の空間にシャボン玉が舞うことに対してどう思いましたか？	自由記述式
6-2	なぜそう思いましたか？	自由記述式
7	最後に、システム全体に対してのご意見をお書き下さい。	自由記述式

表 B.3 最終実験結果

	性別	年齢	2	3	4	4-1	4-2
1	男	20代	Y	Y	N		
2	男	20代	N	Y	Y	目新しく新鮮だった	私が窓を通じて空間内の他のところにも存在するようになり目新しく新鮮な感じがした
3	男	30代	Y	Y	Y	巨人になったような	模型と実空間があまりにも似ていた
4	男	30代	N	Y	Y	面白い/目新しい	大きい画面から人の顔が出る
5	男	20代	Y	Y	Y	驚いた	気のせいか
6	男	20代	Y	Y	Y	モニターを見下ろす感じが新鮮	
7	男	20代	Y	Y	N		
8	男	30代	N	Y	N		
9	男	30代	N	Y	Y	目新しかった	顔が大きく映る
10	男	20代	Y	N	Y		
11	男	20代	N	N	Y	目新しかった	プロジェクションはまあまあだったが、シャボン玉インタラクションが色々考えさせた
12	男	20代	N	Y	Y	どうやって作ったか気になる/目新しい	プロジェクターを当てると普段影がでるが、ここでは私の姿が映るから
13	男	20代	N	Y	Y	人を操っている感じ	相対的に私が大きく見えるから
14	男	30代	N	Y	Y	目新しい	センサーで動いてるようだったから
15	男	20代	N	Y	Y	面白かったが、映像がもっと鮮明に映ってほしかった	映っている人が誰なのか良く分からなかった
16	男	20代	N	Y	N		
17	男	30代	Y	Y	Y	admiration, very smart	Good

表 B.4 最終実験結果

	性別	年齢	2	3	4	4-1	4-2
18	女	20代	Y	Y	Y	面白い	空間を切り取って複製した感じがした
19	女	40代	Y	Y	Y		
20	女	20代	Y	Y	Y	インタラクションが強い 一番テクノロジー的なゲームだった	リアルタイムで私が出るから
21	女	20代	Y	Y	N		
22	女	20代	Y	Y	Y	私が巨人になった感じがした	
23	女	30代	N	N	Y	目新しい	リアルタイムで人々が映るから
24	女	30代	Y	Y	Y	面白いアイディアだと思った 空間のなかの新たな空間にいる感じ	模型が実空間を反映しているのに、模型も実空間もPLATOONの中で一緒に存在しているから
25	女	30代	N	N	Y		
26	女	20代	N	N	Y		
27	女	20代	N	Y	Y	実は誰かよく見分けできなかったです(形態の認識ができない)	良く見えないから
28	女	20代	N	N	N		
29	女	20代	N	Y	Y		
30	女	20代	Y	Y	N		
31	女	20代	N	N	Y		
32	女	20代	Y	N	Y		
33	女	20代	Y	Y	Y	恥ずかしい	私がどのように出ているのかよくわからないから
34	女	30代	N	N	Y		

表 B.5 最終実験結果

	性別	年齢	2	3	4	4-1	4-2
35	女	20代	N	Y	Y		
36	女	20代	N	N	Y		
37	女	20代	N	N	Y	これは何？	私が他のところにも存在し、驚いた
38	女	20代	N	N	Y	目新しい！	
39	女	20代	N	Y	N		
40	女	30代	N	N	Y		
41	女	20代	Y	Y	Y	恥ずかしい	私の顔がせきららに見えるから
42	女	20代	N	Y	Y		
43	女	20代	N	N	Y	奥深い気がする	空間の中の空間
44	女	20代	N	N	Y	芸能人になった気分でした	スクリーンに大きく映るから
45	女	20代	N	N	Y	面白いです	鏡のなかの鏡のような感じがします
46	女	30代	Y	Y	Y	わっ！私だ！とびっくりしました	空間と似たような模型の中でまた私の様子が見えて空間の複製を感じました
47	女	20代	N	Y	Y		
48	女	30代	Y	Y	Y	良かったです	人情味がありました
49	女	20代	N	N	Y	格好よかったと思います	実際の人と窓の人が同時に動いている
50	女	20代	Y	Y	Y	目新しいです	大きく映っている姿が目新しかったです
51	女	20代	N	N	Y		

表 B.6 最終実験結果

	5	6	6–1	6–2
1	Y	Y	技術的な力で空間が感性的に豊富になった感じで	立体的に繋がっている空間が体験的に感じられた。
2	N	N		
3	Y	N		
4	N	N		
5	N	N		
6	Y	N		
7	Y	N		
8	N	N		
9	N	N		
10	N	N		
11	N	Y	目新しかった	
12	N	N		
13	Y	Y	目新しかったです	模型に行われたことが実空間に実現されるから現実感が沸いた
14	Y	N		
15	Y	Y	面白い	小人の国を操っている気分
16	N	N		
17	Y	Y	奇跡だと思いました /体で空間の複製を感じました。	経験デザインとして優れている
18	Y	Y	目新しい	空間が複製されたような気がして
19	N	Y		

表 B.7 最終実験結果

	5	6	6–1	6–2
20	N	Y	童話てきで奇麗で す	シャボン玉に関する思いでが浮かびます
21	Y	Y	雰囲気が幻影的だった 権威的な位置にいる気分がした	小さいPLATOON模型<大きい私 私の行動の影響が空間に及ぶから私が大きく感じられる シャボン玉が散らばる雰囲気が幻想的
22	Y	Y	目新しく面白い	プロジェクション映像に現実感覚を与えるから
23	Y	N		
24	N	N		
25	Y	Y		
26	Y	Y	友達がやっている様子を見てい た	
27	Y	N		
28	Y	Y	模型の中の画面(スクリーン)を見て、子供達の歓声で(後で分かった)	最初は誰もシャボン玉を吹いてなくて分からなかった。
29	Y	Y	周りの歓声を聞いて振り向いてみたら奇麗なシャボン玉 が	
30	Y	Y		他の人がやっている様子を見て
31	N	N		
32	N	N		
33	N	N		
34	N	N		
35	Y	Y	やってから気づいた 目新しい	
36	Y	N		

表 B.8 最終実験結果

	5	6	6–1	6–2
37	Y	Y	子供達がシャボン玉だ！と叫んで後ろを振り向くとシャボン玉が散り舞っていた	子供の越えでびっくりして後ろを見た
38	Y	Y	吹きながら後ろを返り向いた	気になるから
39	Y	Y	奇麗で目新しい	模型に吹いたのに実際の空間からシャボン玉が出てくるから空間の複製を感じる
40	Y	Y	目新しい	初めて見た
41	N	N		
42	N	N		
43	Y	N		
44	Y	Y	友達が教えてくれて	色々ガイドしてもらって
45	Y	Y	前のユーザーの姿をみて分かった	
46	Y	Y	ここはどこ！	３D映像の中にいるような気分
47	N	Y	目新しい	間に散り舞うシャボン玉がプロジェクションされる人が吹いて出るように思われるから
48	Y	Y	良いと思います	童話的です/人々が喜んでいるから
49	Y	Y	私が巨人になった気分になりました	少し吹いたのに、ものすごい量のシャボン玉が出て来て
50	N	Y	目新しかったです	実空間のシャボン玉が出るのが目新しかった。私が吹いた息がどうやって窓まで伝達したのか？のような面白い感じがした/面白い空間だ！
51	Y	Y	既に知っている状態でゲームに参加	

表 B.9 最終実験結果

	7
1	自分の顔が実際のPLATOONにプロジェクションされる発想がとても面白い/しかしイメージが鮮明ではなかったし、説明もなかったからか私の顔がプロジェクションされる事を分からなかった/模型が精密で感覚的にすばらしくて雰囲気がとても良かったと思う おつかれさまです
2	より広い空間でやってみたい
3	大きく映るところが窓だから面白い
4	モニターがより良く見えてほしい/モニターがより良く見えたら指示でより円滑に小人を動かせてさらに面白くなると思う
5	
6	巨人の観点がとても面白かった
7	So cool
8	
9	少し改善点は見られた/滑らかな司会と参加者の集中が必要である
10	とても新鮮で面白いゲームに見えた
11	
12	シャボン玉は知らなかったがやってみます/説明などがあった方がより良いと思う
13	
14	
15	新鮮だった
16	もう少し整理された構造で奇麗なスクリーンからのプレーができればずっとよくなると思います/おしいところはあったがプレーはとても楽しかった/ご苦労様です
17	画面が奇麗だったらより良くなったと思います/シャボン玉の性能が高くてシャボン玉を吹いている人まで届いたらより良いインタラクションになれると思います/小人があまりやることがなかったと思いますしかしアイディアは良かったです
18	よかった
19	いつも３階までの空間(PLATOON)に物が詰めてある場面を見たが、このような面白いインタラクションが入るとずっと興味深い空間になった/シャボン玉が散り舞うから子供達が走り回ってよかった/面白いことで満たされている空間になった

表 B.10 最終実験結果

	7
20	
21	
22	
23	窓にプロジェクションしたのがよかった
24	
25	プロジェクションもシャボン玉も私の行動が実際の空間に反映されて空間の一部になることが楽しい経験だった
26	とてもクリエーティブで独特だった/特に矢本玉のインタラクションは興味深かった
27	
28	最初は模型がPLATOONの模型ということに気づいてなかった/だれかがシャボン玉のインタラクションができる模型の窓をふさがっていた/これが一つの装置でどのような参加をすれば良いのかが良く分からなかった/模型の周りが少し煩雑だった気がした/窓に映る顔が拡大されすぎて誰の顔なのか分かりづらいと思う/ゲームは面白かったが巨人の言葉が良く聞こえなくて混乱した
29	
30	
31	参加してなくて申し訳ないですまだ来てばかりなので
32	目新しくて面白い
33	楽しかったです 本日の最後のゲームでした 自分の顔がどのように出ているのかが分からなくて少し残念です しかしGooood!
34	もう少しやればより上手く出来ると思ったのに/もう少し長くやってほしかった/とても揮発なゲーム
35	最初は何をする装置か全然分からなかったが一回体験してからはずっと他の人のプレーを見るようになりました/シャボン玉が出て来て皆が微笑む姿がとても良かったと思います/かわいいアイディアですね/PLATOONの模型も本当にすごいです
36	目新しいです
37	建物の外から建物の中にいる巨人を見てびっくりした！/とても楽しかった

表 B.11 最終実験結果

	7
38	新鮮だった！
39	goood
40	このようなイベントに来たのが初めてだがすべてが新しく感じられる/面白かった/またこのようなイベントが会ったら参加したい
41	
42	
43	
44	面白いです 興味深い空間の利用だと思います
45	
46	新鮮な遊び場/ずっと発展して新たな文化創出を導いてほしいです
47	面白いです/このようなプロジェクションがもっと多くあってほしいです
48	後ろにあって気づきづらかった
49	格好良くて面白い/実空間にシャボン玉が出てくるのが目の前でみえたらより良かったと思います/人々の後ろ側にインタラクションがあったのがすこし残念だった
50	
51	面白いアイディアだ/しかしシャボン玉が後ろから出てくるからインタラクションを直接的に分かりづらかった/ゲームの場合は室内がすこし静かで参加する人がもっと多ければ良いと思う/面白い