

# 室内を全周囲映像空間に変える 映像提示技術の研究開発

電気通信大学

大学院情報理工学研究科

橋本直己

naoki@cs.uec.ac.jp



# 没入型映像による高臨場感体験



作業シミュレーション



等身大可視化

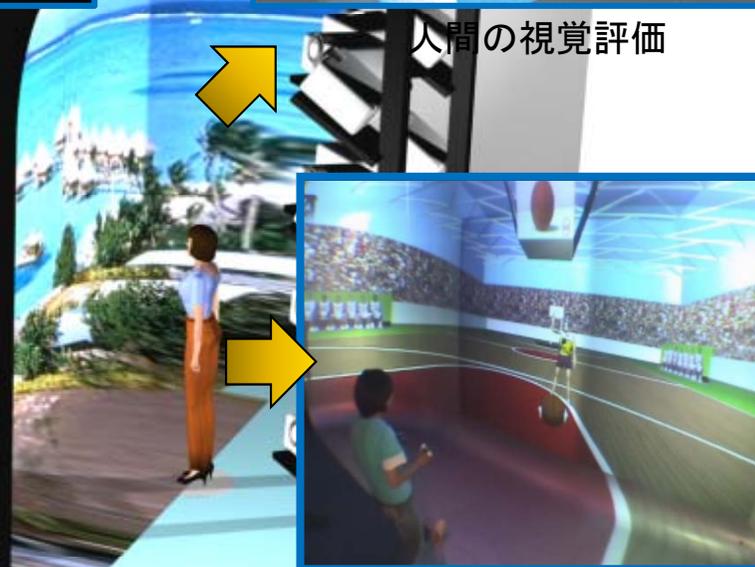


人間の視覚評価



アミューズメント応用

(東工大: D-vision)



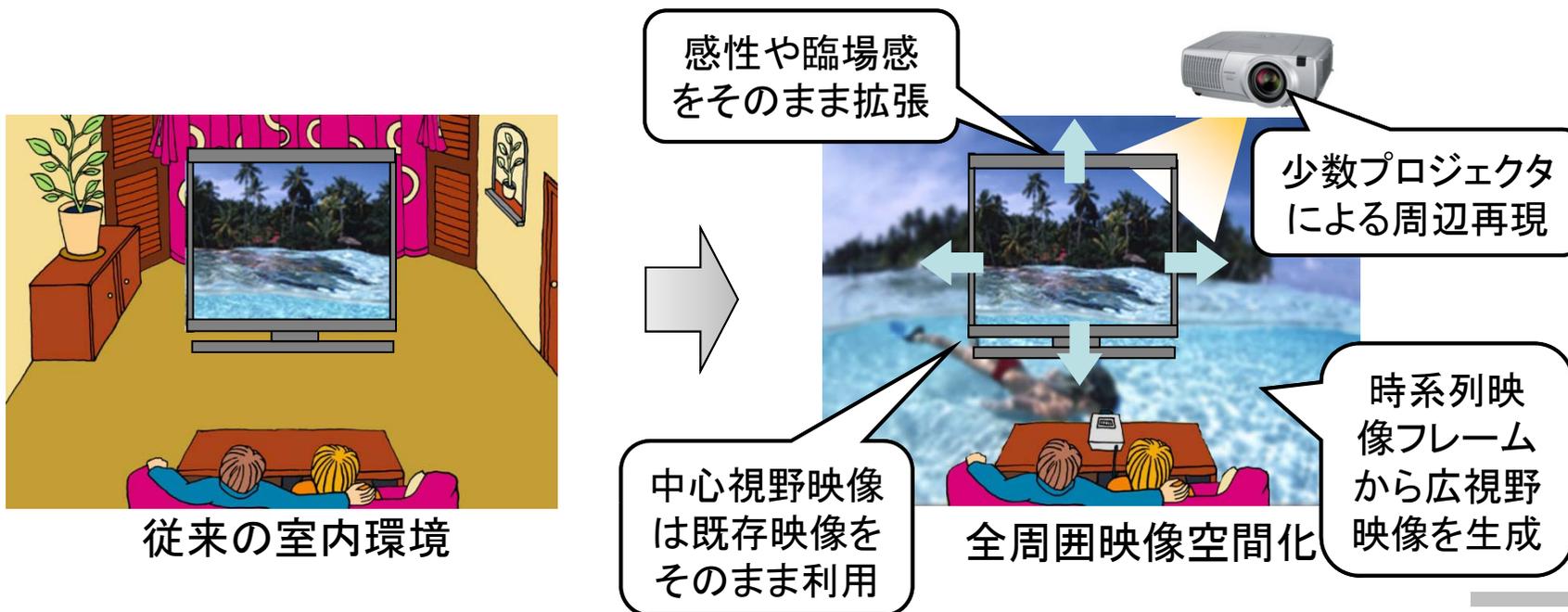
プロジェクタ群スポーツトレーニング

没入型ディスプレイ (Immersive Projection Display)



# 研究の目的

- 映像世界に没入できる環境を身近に実現
  - “いつでも・誰でも・どこでも”
  - ハードウェア技術とソフトウェア技術





# 本研究の取り組み

## 広視野映像 生成技術

- 既存映像からの  
広視野映像生成

## 広視野映像 提示技術

- 凸面鏡を用いた  
広視野映像投影  
システム
- 映像補正 & 制御  
技術

## 感性情報に基づいた 映像生成と評価

- 臨場感および没  
入感に関する感  
性評価



# 具体的な検討事項

## 【広視野映像生成技術】

- 既存映像からのリアルタイム疑似広視野化

## 【広視野映像提示技術】

- 凸面鏡を用いた広視野映像投影システム
- 斜めからの映像投影における高精度・高速レンダリング手法
- 間接反射光を考慮した幾何補正手法
- デジタルカメラを使った輝度補正手法
- 反射特性の動的変化に対応した輝度補正
- 影を生じさせない前面投影システム
- 複数台プロジェクタによるHDR投影システム

## 【感性情報に基づいた映像生成と評価】

- 室内を模した評価環境の構築
- 感性情報に基づいた広視野映像評価



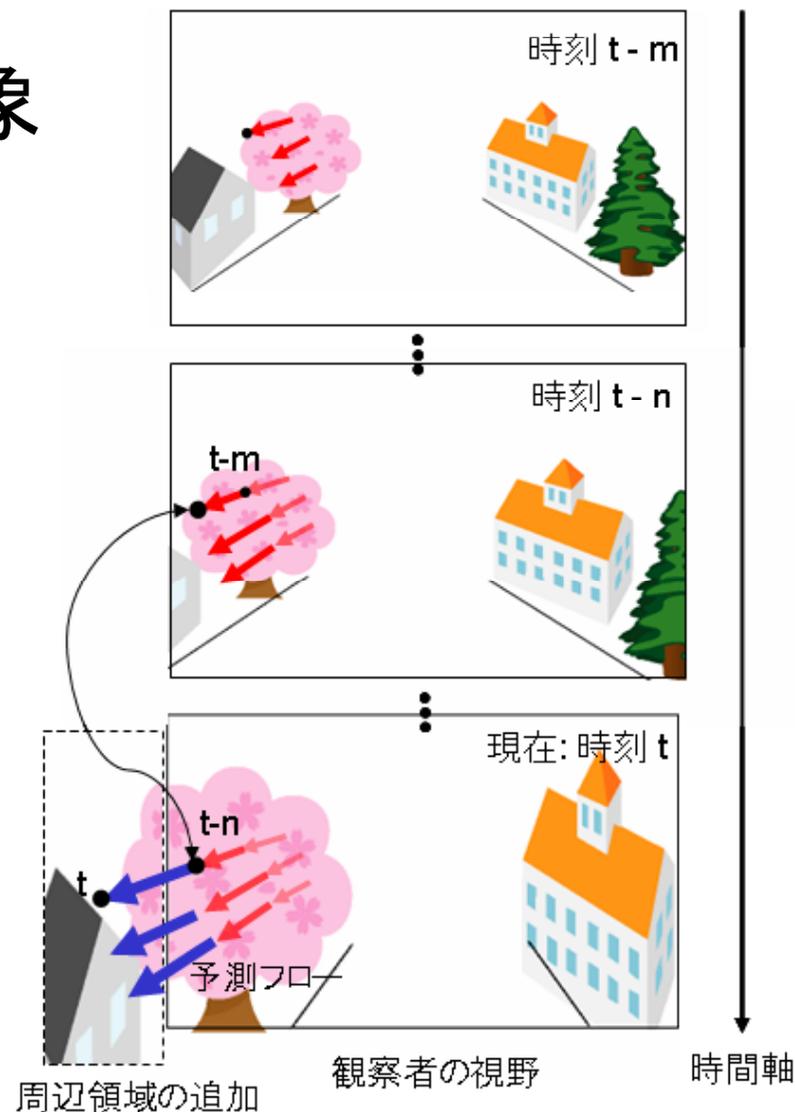
---

# 既存映像からの リアルタイム疑似広視野化



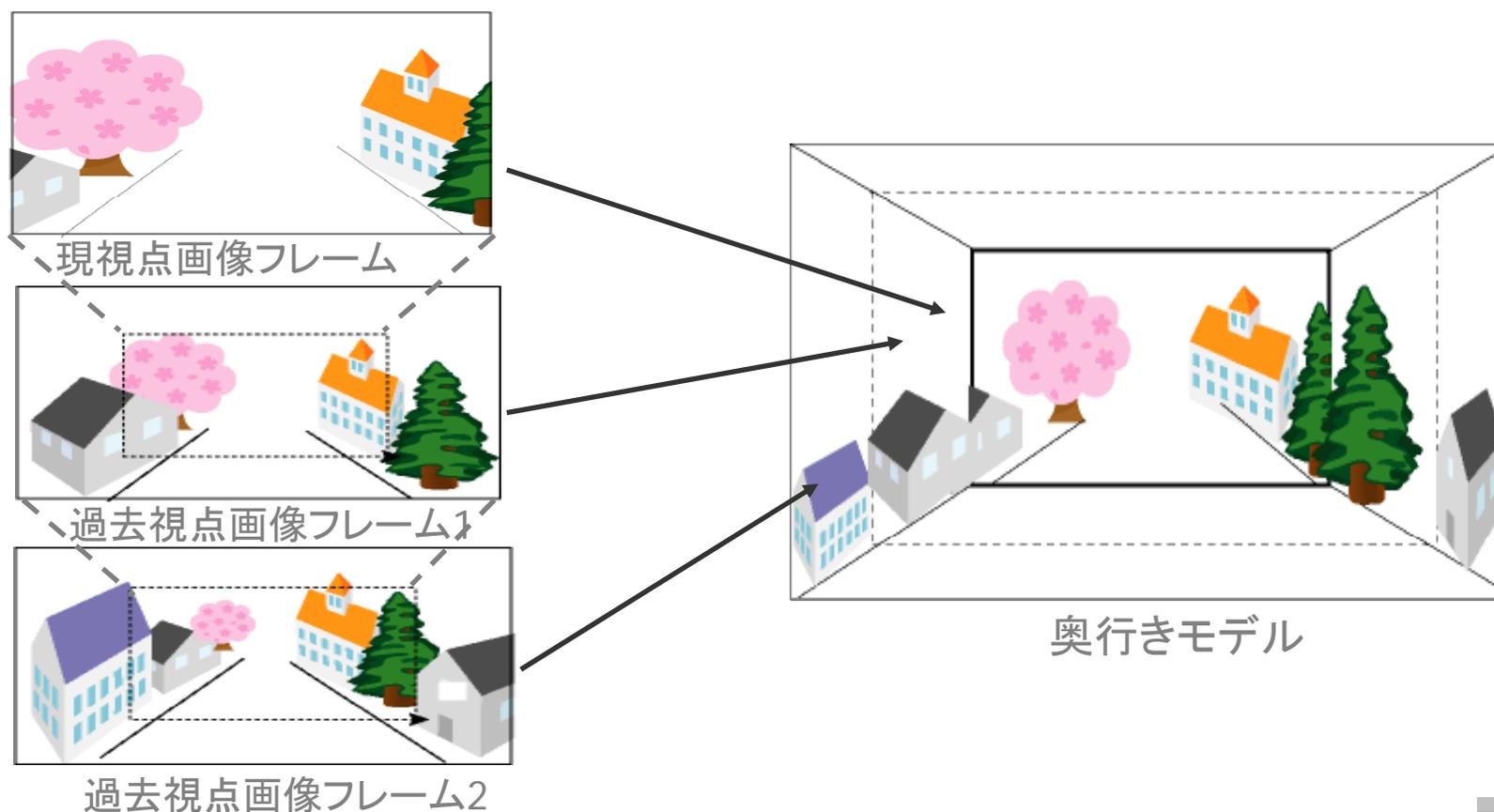
# 疑似広視野化とは？

- 前進する時系列映像を対象
- 現在フレームアウトした周辺映像は、過去フレーム画像に含まれる
- OpticalFlowを用いた対応点探索
- 奥行きモデルの導入と最適化



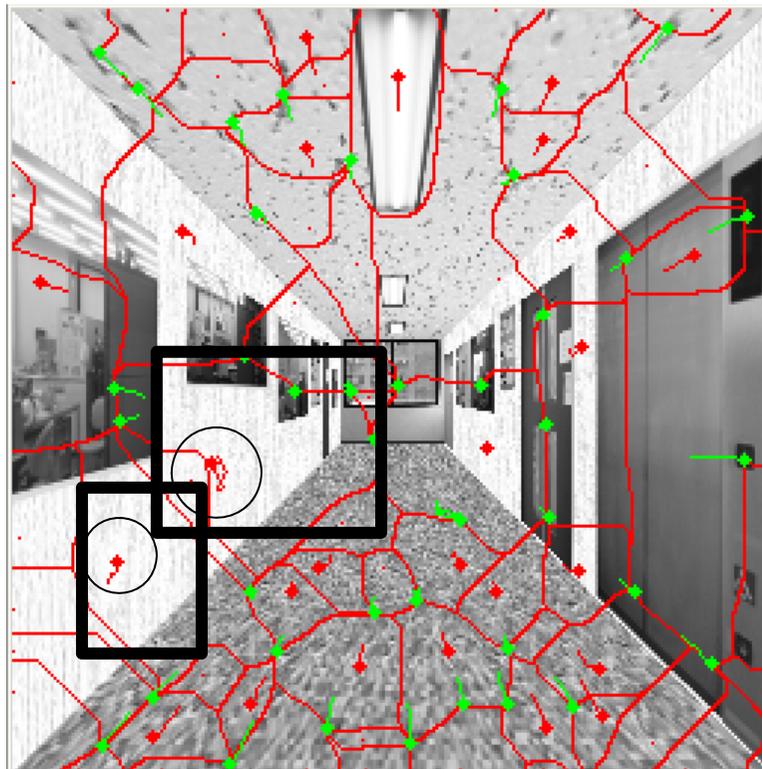
# 周辺視野領域の再構成

- 奥行きモデルを用いた周辺情報抽出

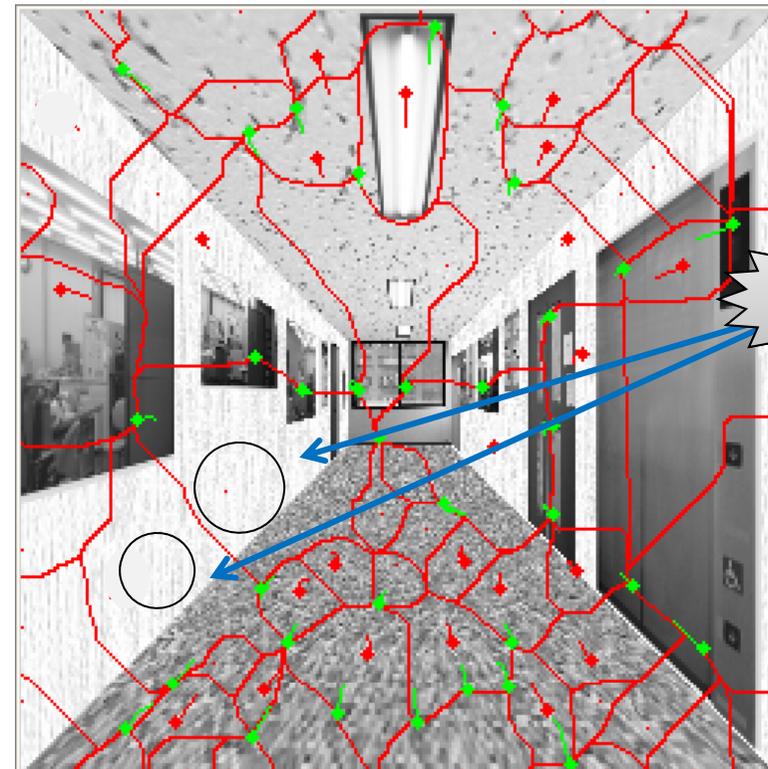


# 高精度なOpticalFlow推定

- Watershedアルゴリズムによる高速なOpticalFlow算出
- 極大・極小点での輝度値に応じた高精度化



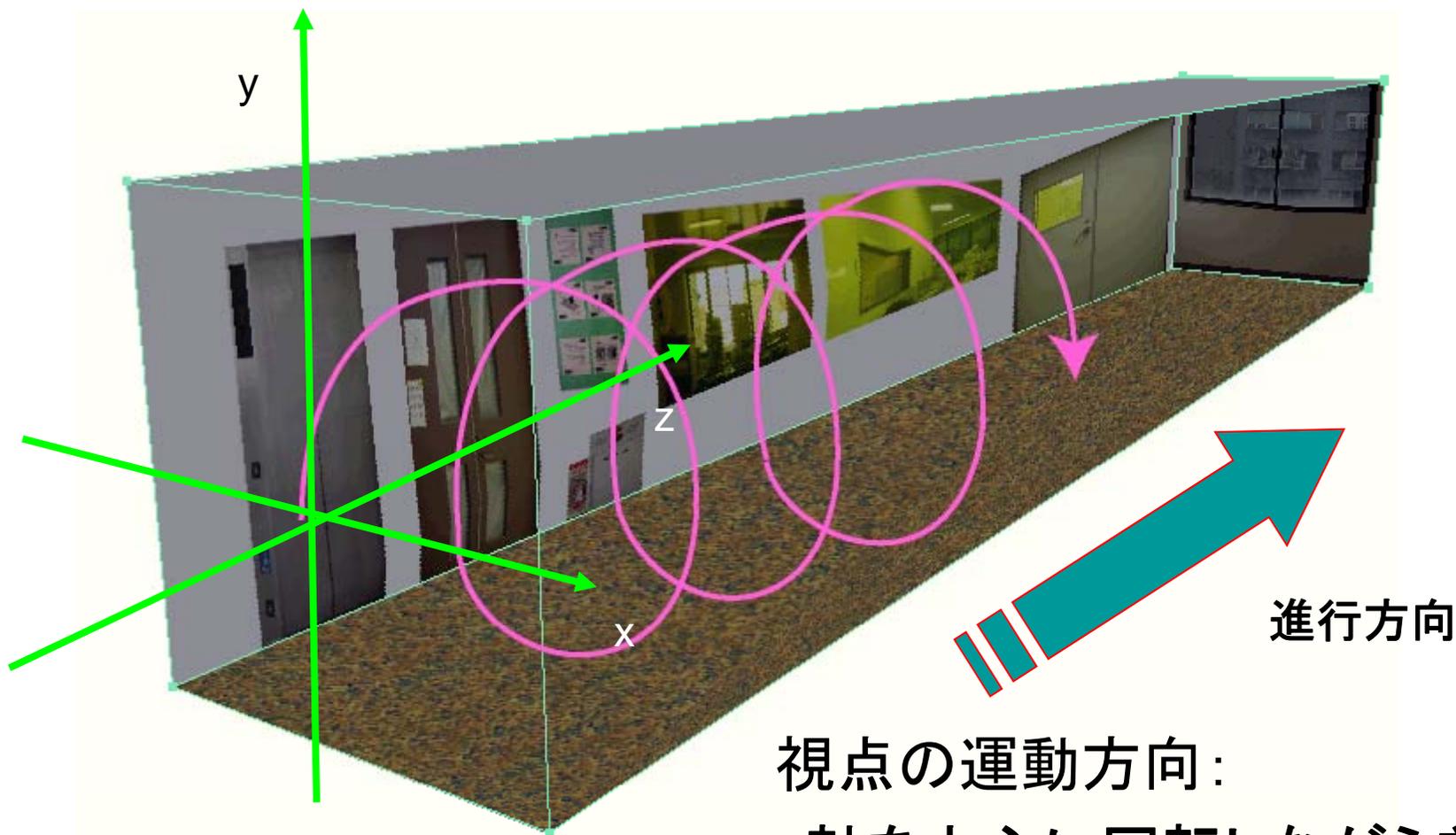
OpticalFlow導出結果



高精度化後のOpticalFlow

除去

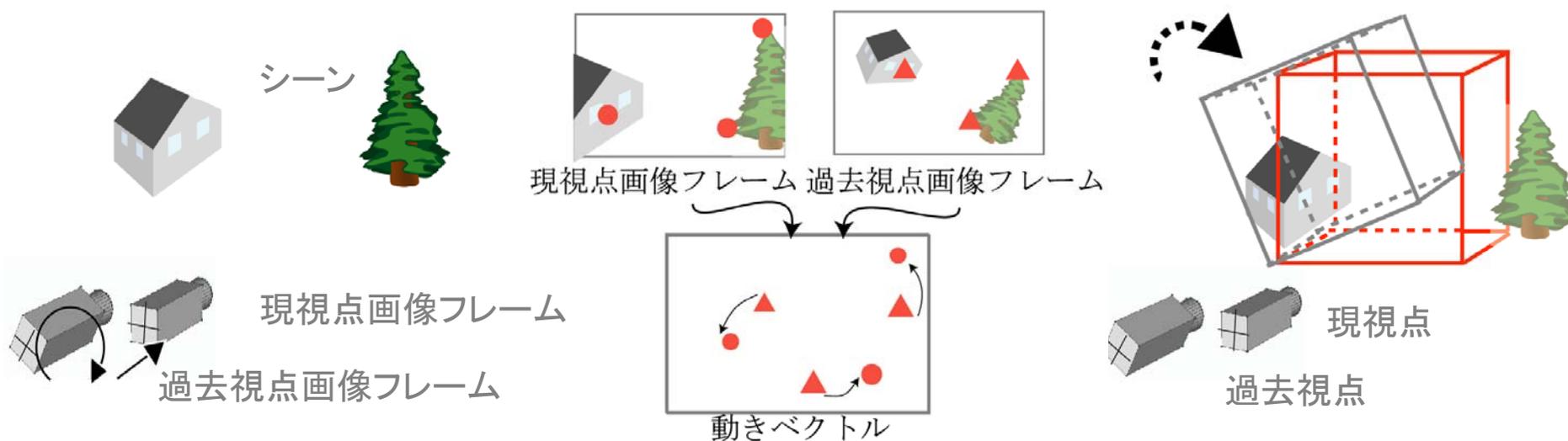
# 視点(カメラ)運動の推定



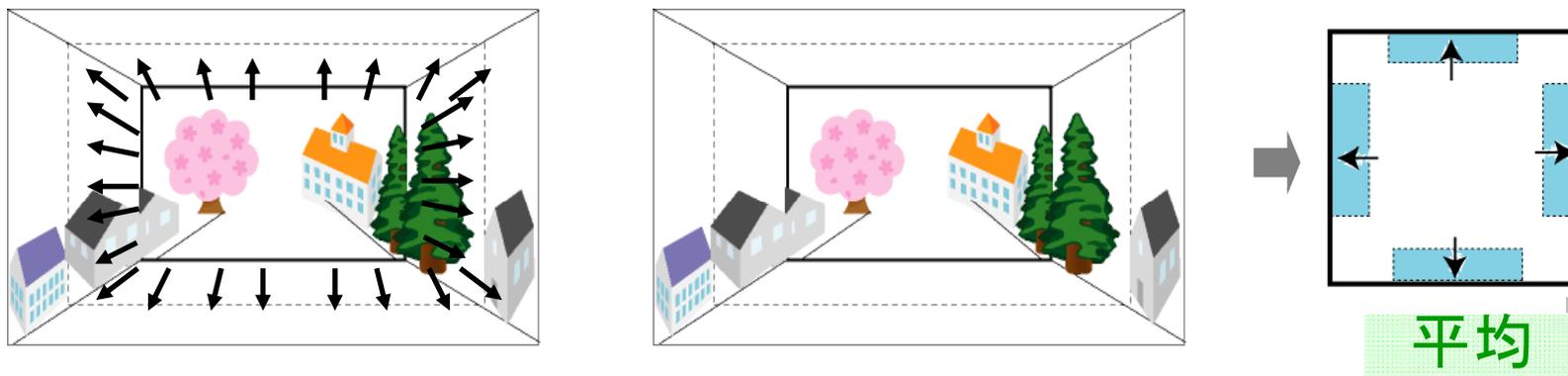
視点の運動方向：  
z軸を中心に回転しながら前進

# 視点運動推定と奥行きモデルの最適化

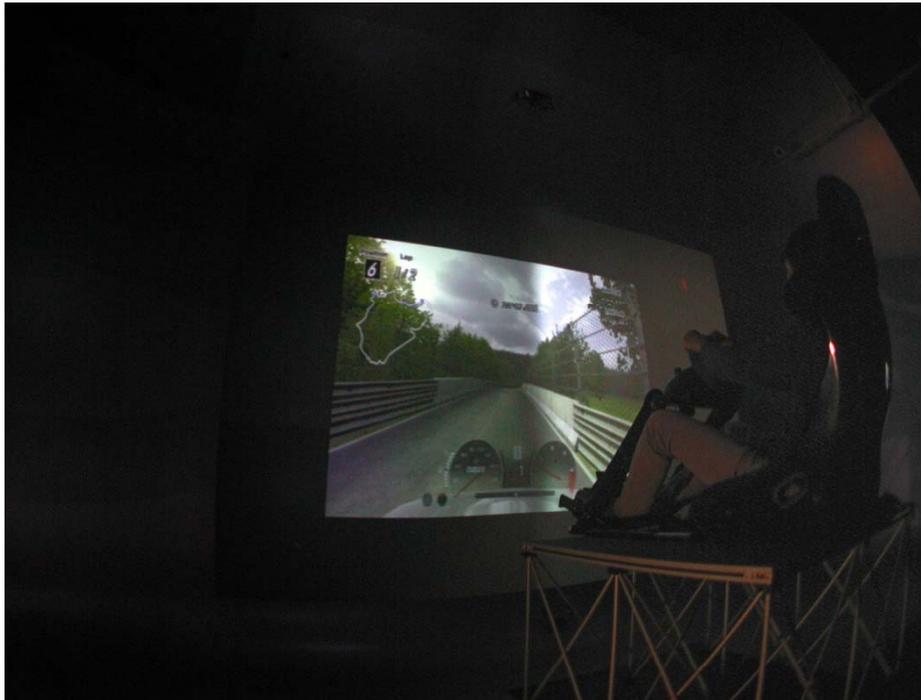
## 奥行きモデルの6自由度姿勢推定



## 奥行きモデルの動的な形状推定



# 疑似広視野化の結果



通常の映像



広視野化後の映像



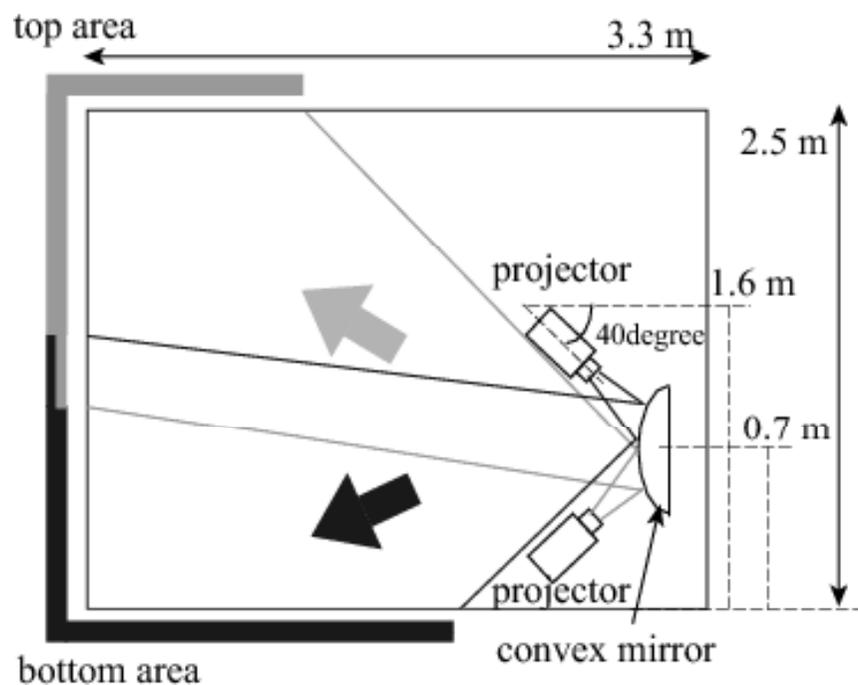
---

# 凸面鏡を用いた 広視野映像投影システム

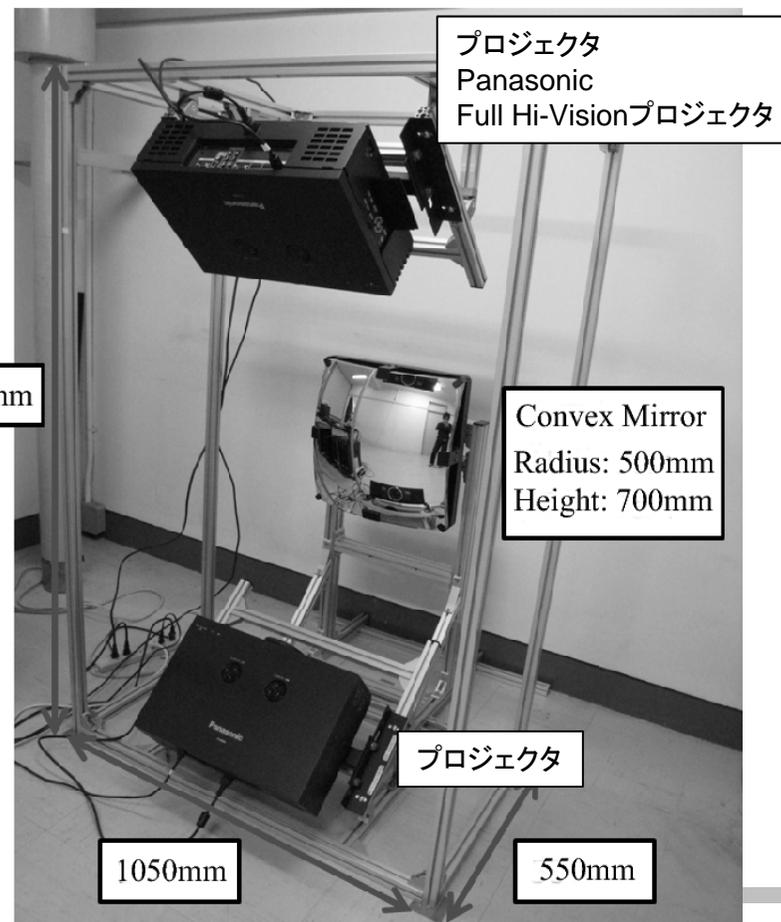


# 凸面鏡を用いた広視野映像投影システム

- 凸面鏡とプロジェクタ2台による投影ユニット  
- 投影領域を上下に分割

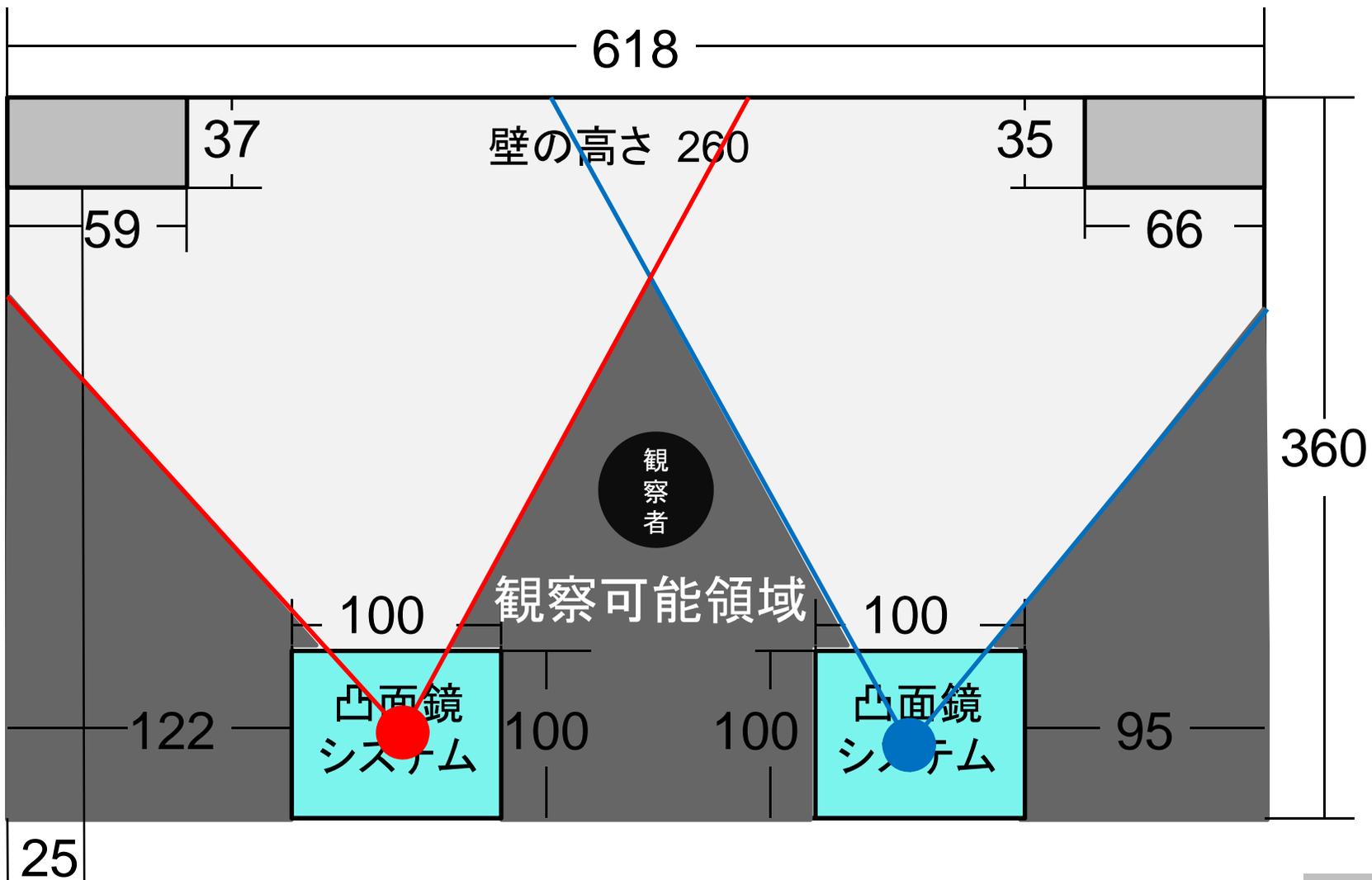


プロジェクタからの投影光



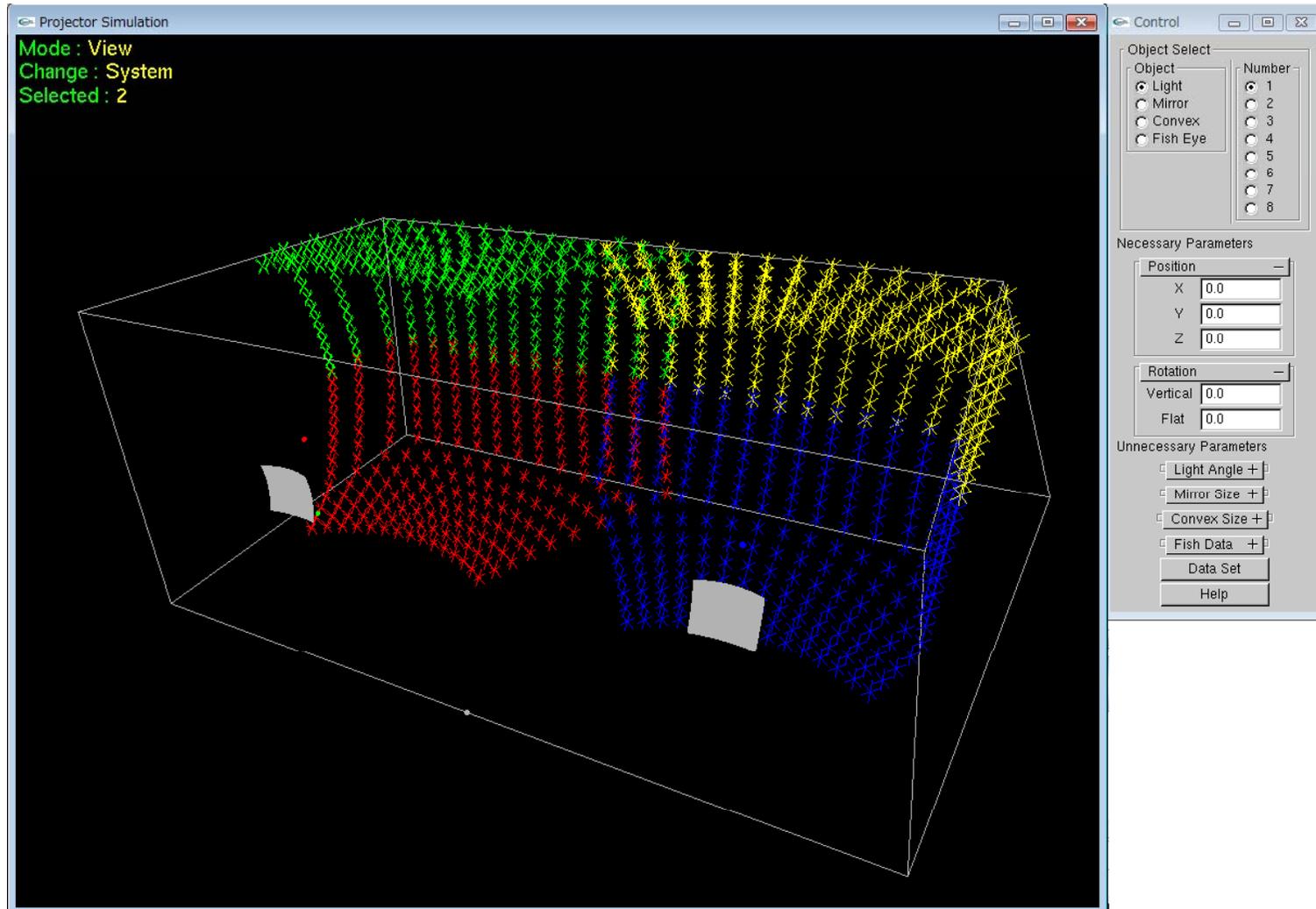


# 投影ユニットの配置





# 凸面鏡サイズの検討





# 実際の投影システムの様子





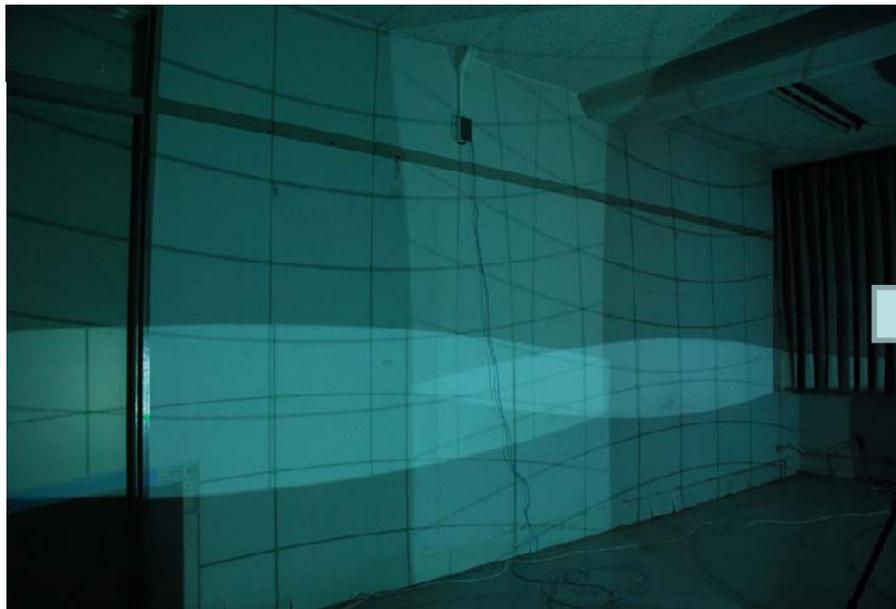
---

# 間接反射光を考慮した 幾何補正手法

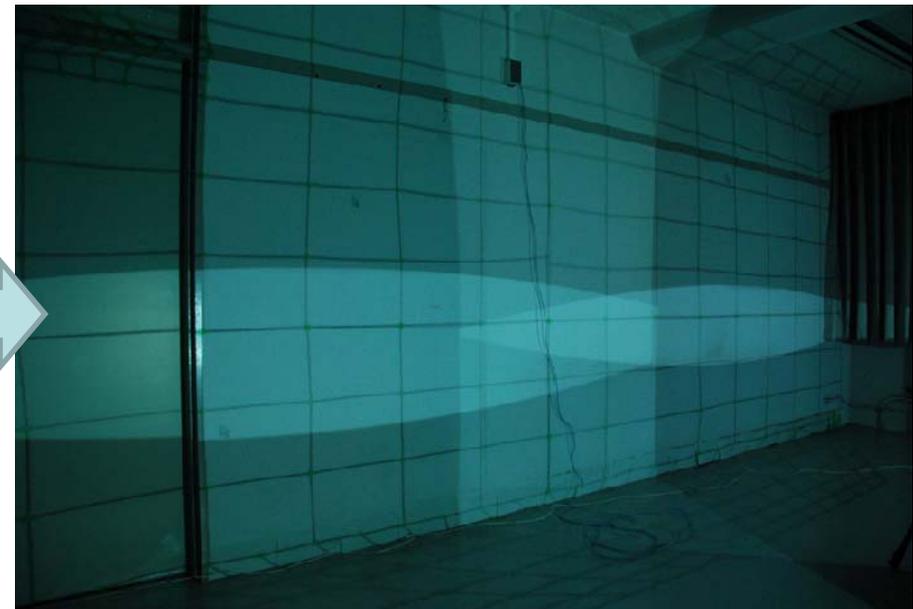


# 間接反射光を考慮した幾何補正手法

- 凸面鏡による歪みと壁面形状による歪み
- 構造化パターン光の投影による幾何補正



補正前



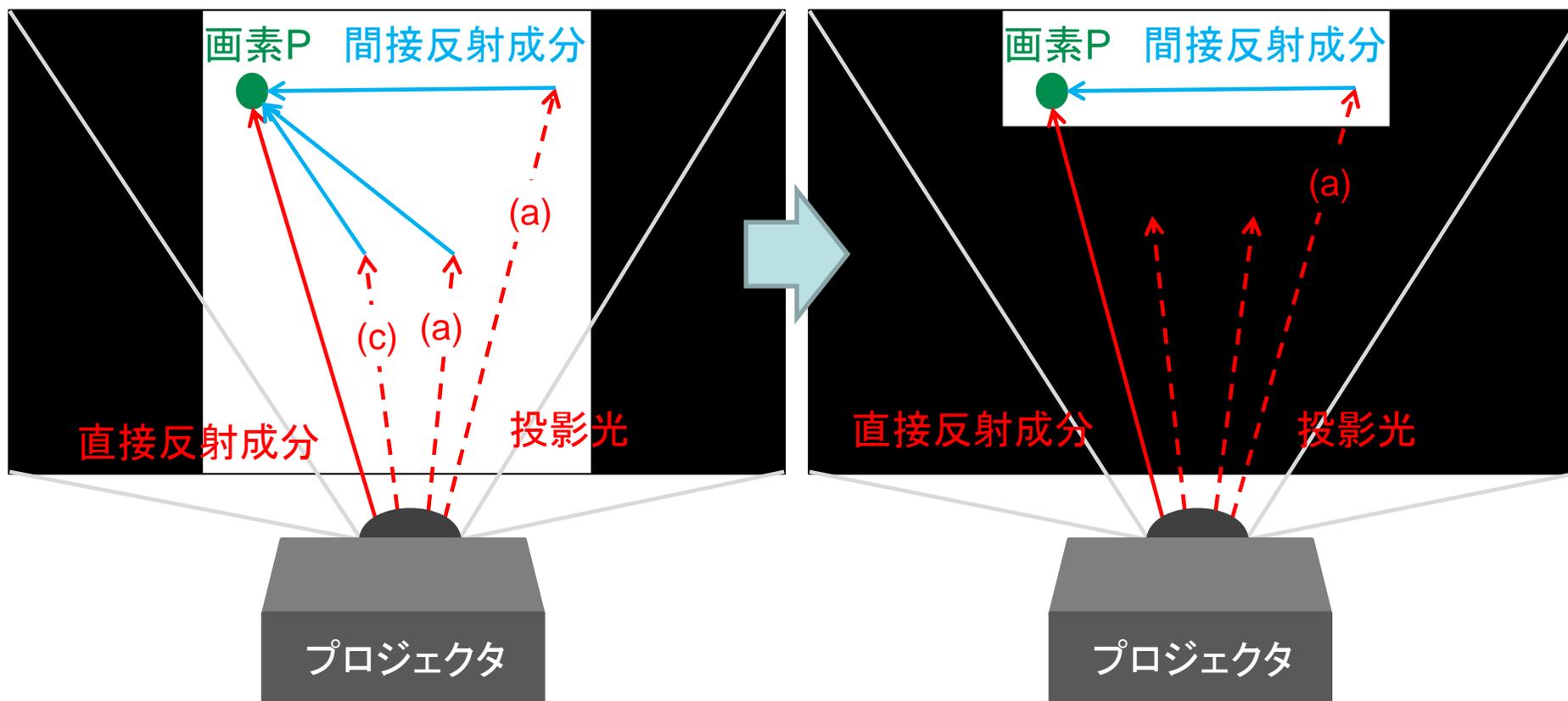
補正後



# コードパターンの分割投影

分割前

分割後



画素Pに到達する光:  
直接反射光 + 関節反射光(a)+(b)+(c)

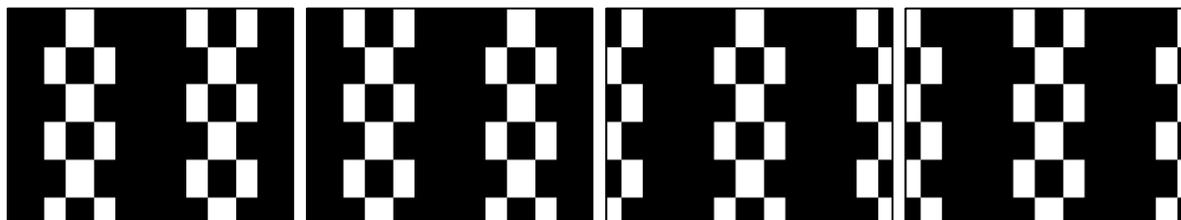
画素Pに到達する光:  
直接反射光 + 関節反射光(a)

※ 間接反射光の影響が低減される



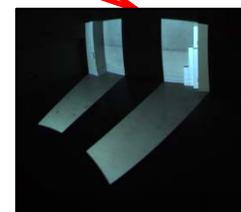
# 提案手法

コードの分割投影



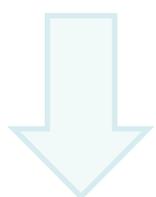
間接反射光の一部を低減

相補パターン処理



ポジ

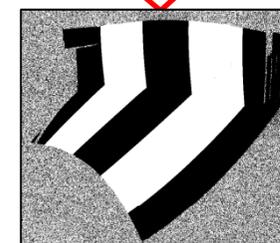
ネガ



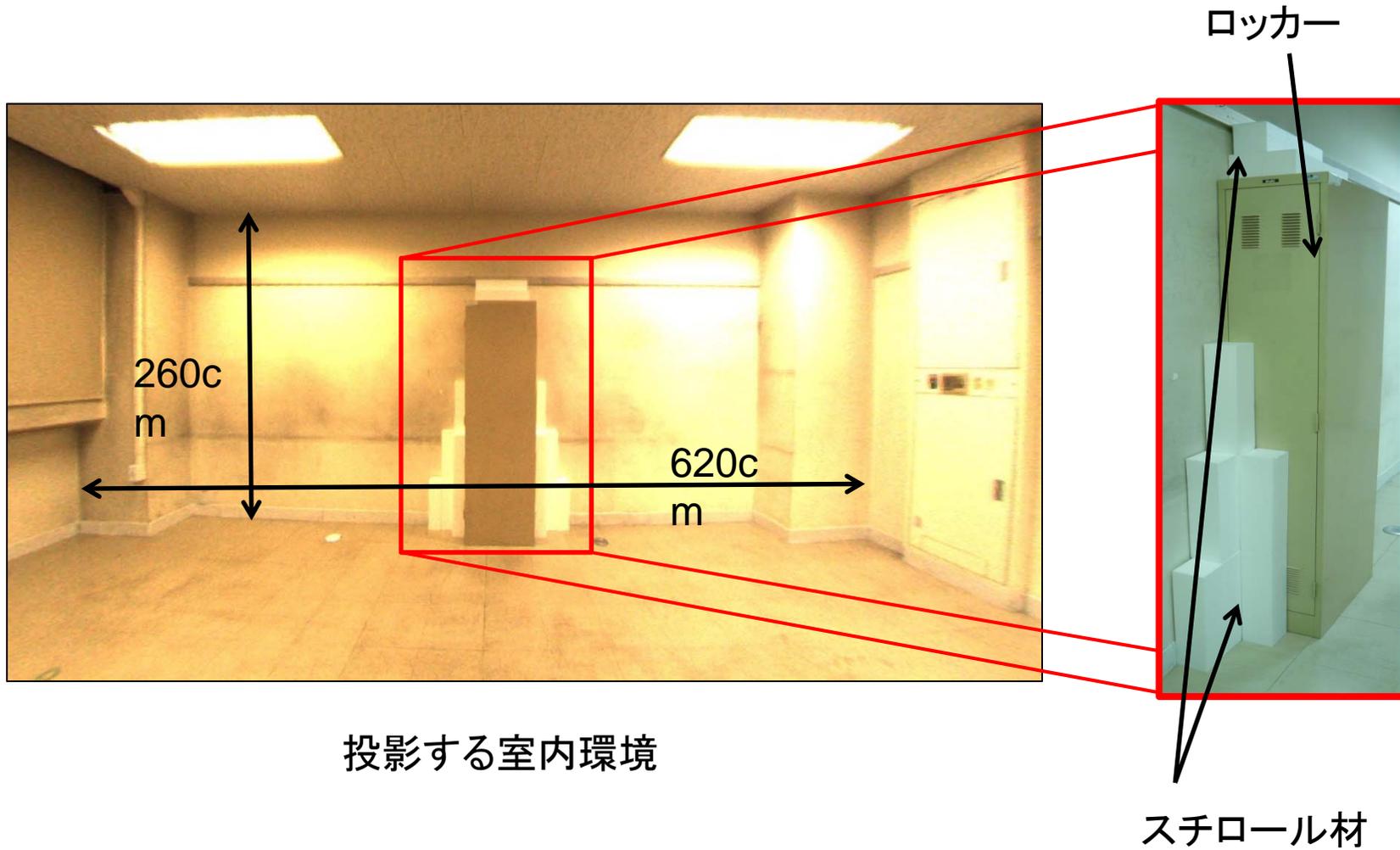
反射の局所性を考慮した二値化処理

コードの取得

間接反射光の影響の無いコードを取得



# 実験環境

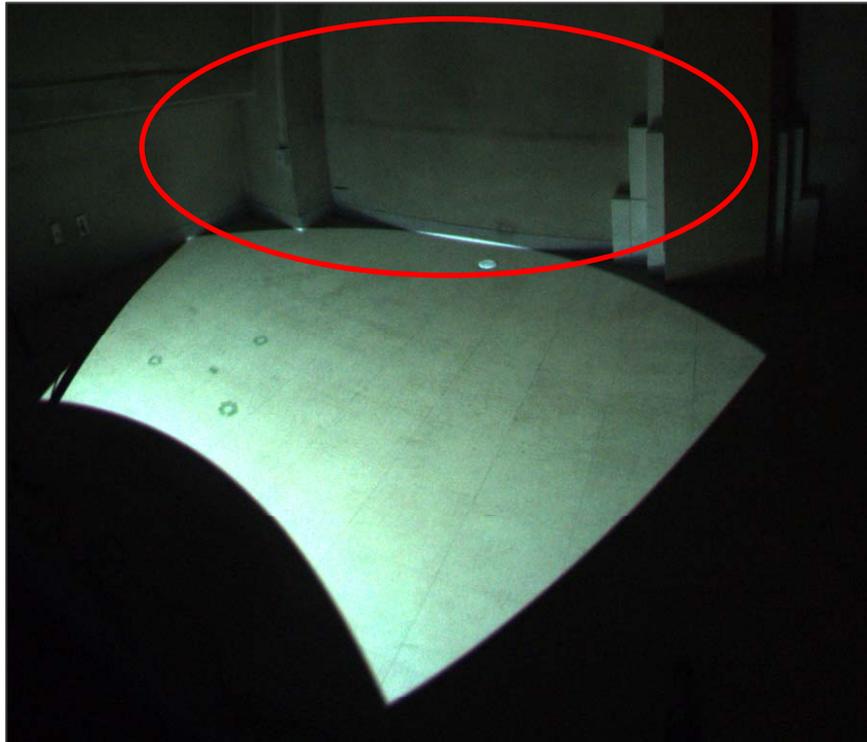


投影する室内環境

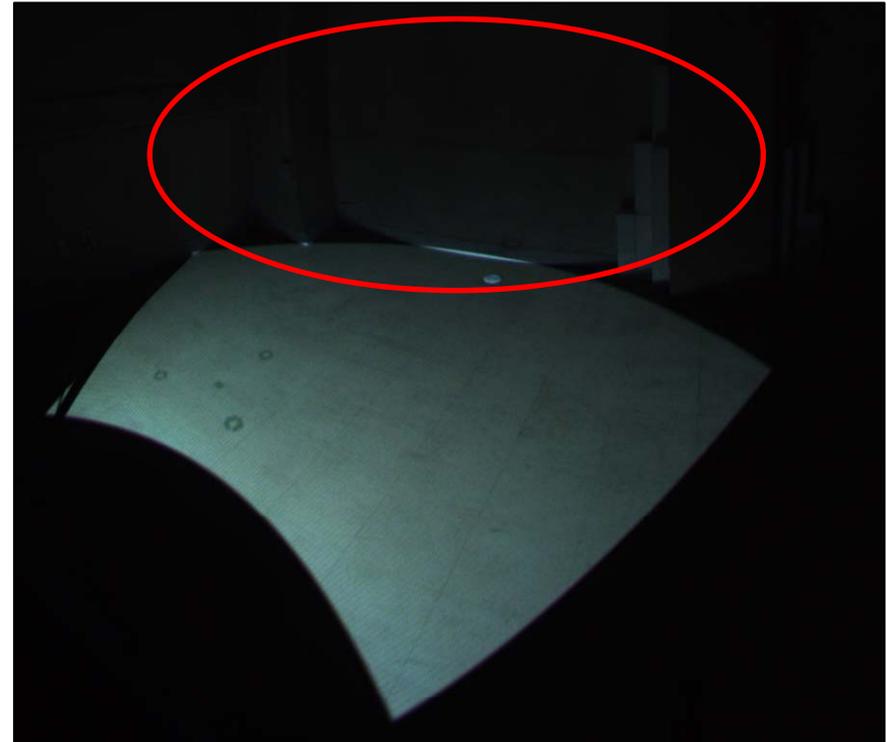
スチロール材



# 間接反射光の低減(1/2)



提案手法適応前



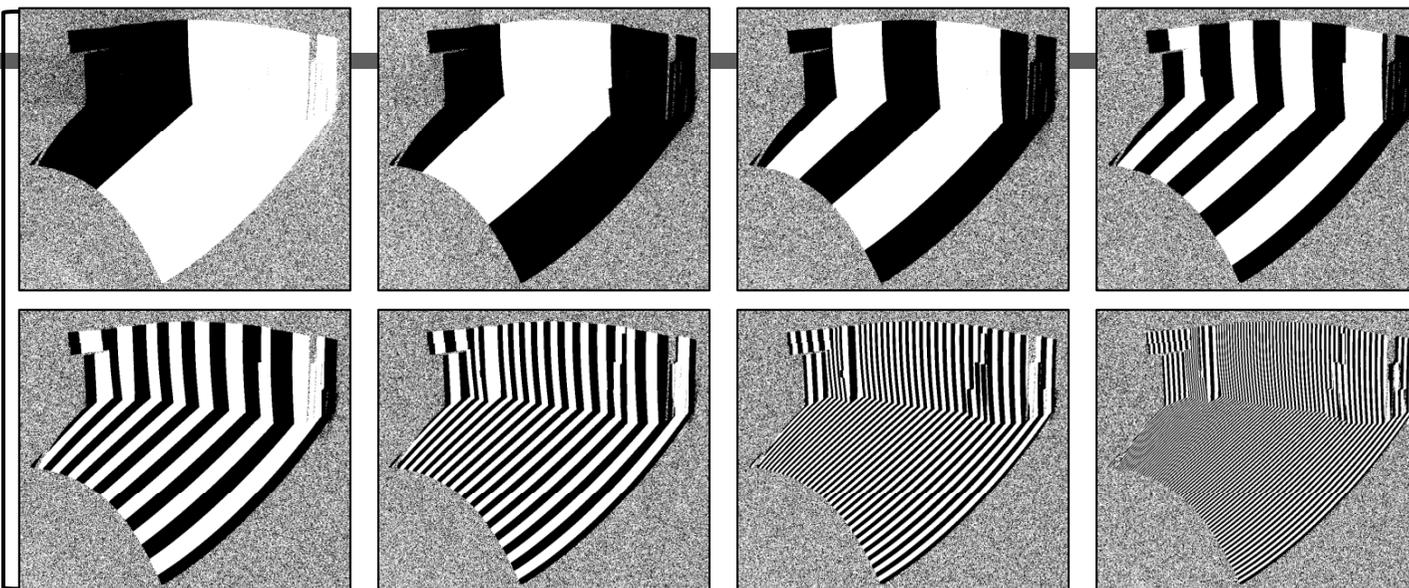
提案手法適応後



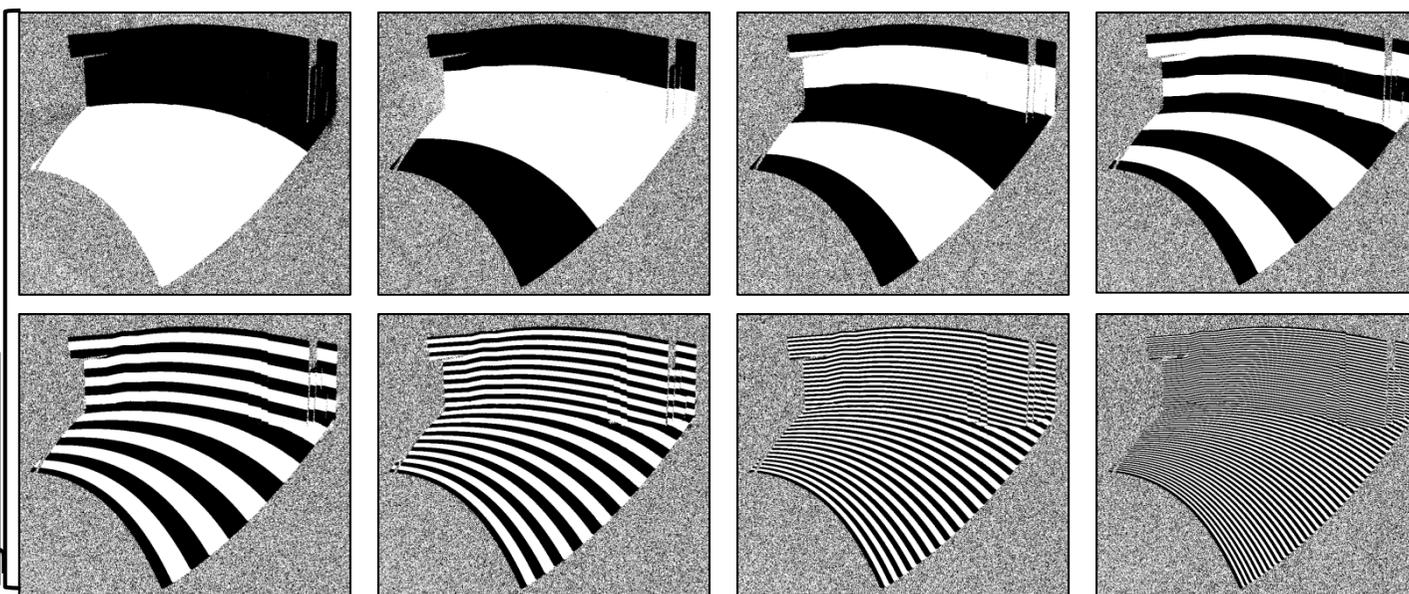


# 幾何対応取得用コード投影結果

縦コード



横コード

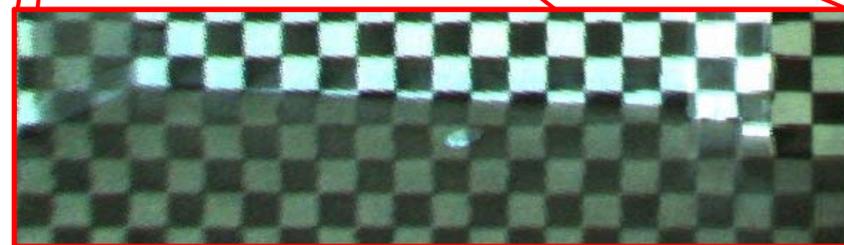
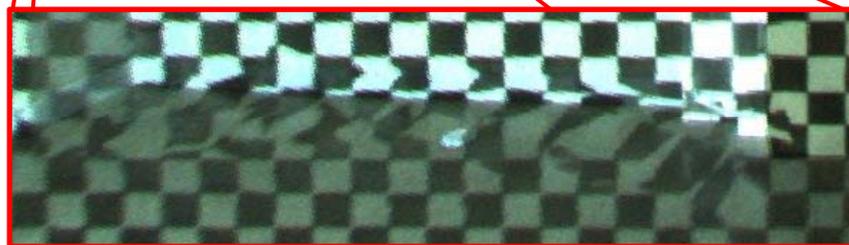


画角  
縦方向:49度  
横方向:60度  
投影範囲:4.0×3.2m

# 幾何補正結果

手法適応前

手法適応後



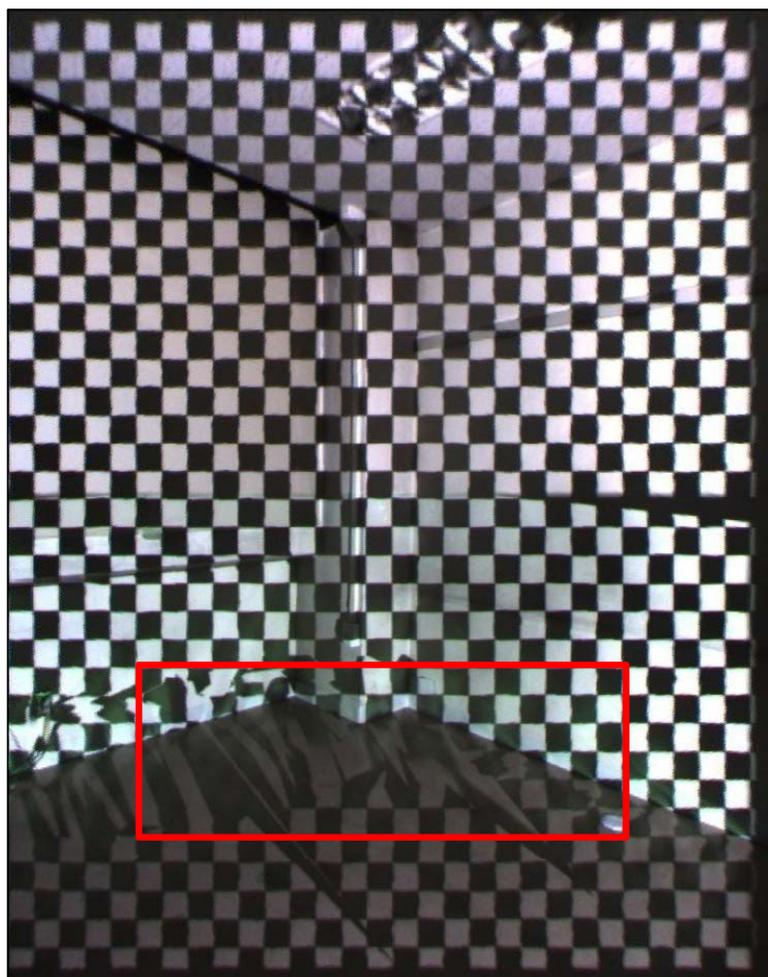
間接反射光による  
幾何補正の失敗

間接反射光低減による  
正しい幾何補正の獲得

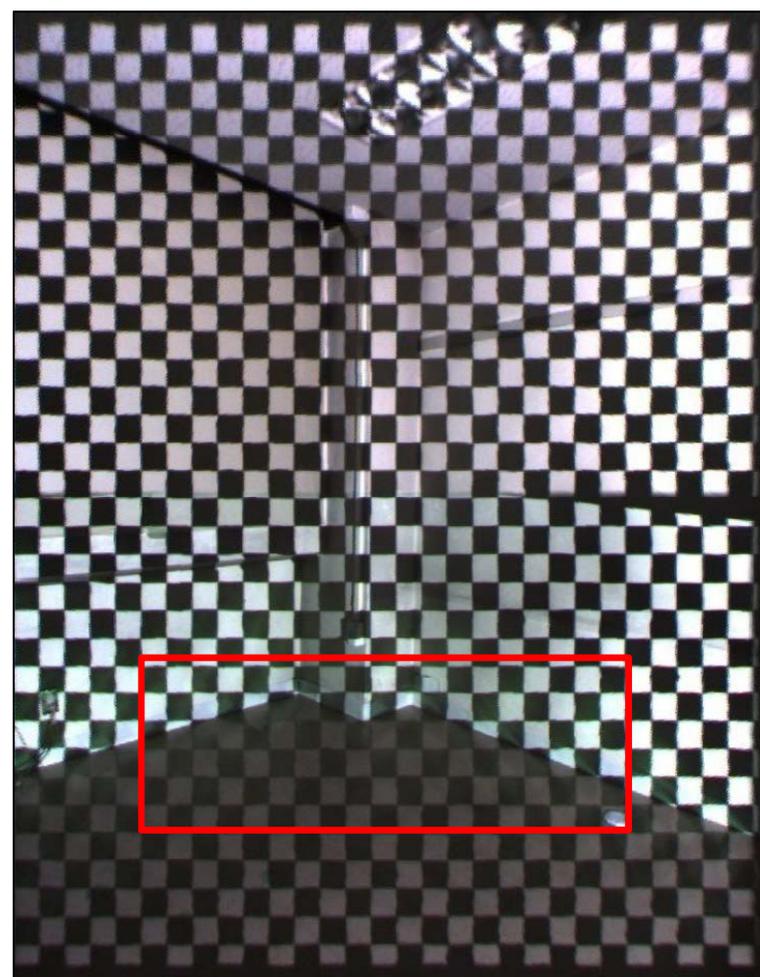


# 幾何補正結果

手法適応前



手法適応後





# 映像投影



映像投影前





# 映像投影



手法適応前

映像投影前

手法適応後





---

# 反射特性の動的変化に 対応した輝度補正



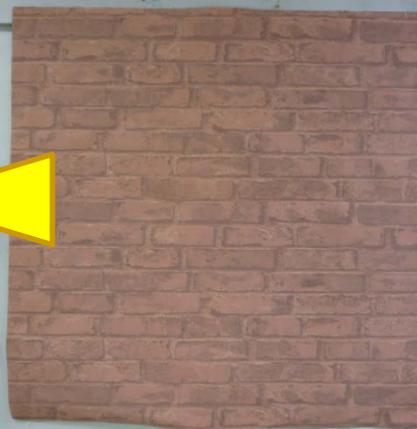
# 反射特性の動的変化に対応した輝度補正



投影



輝度の偏り



レンガ模様の壁紙



輝度の均一な投影



補正した画像



# 従来輝度補正手法の問題点

- 関連研究の問題点：応答関数の事前計測が必要
  - － 複数回の計測が必要
    - 応答関数は非線形
  - － 再計測の必要性
- 提案する輝度補正手法の目標

環境変化に対応

事前計測が不要

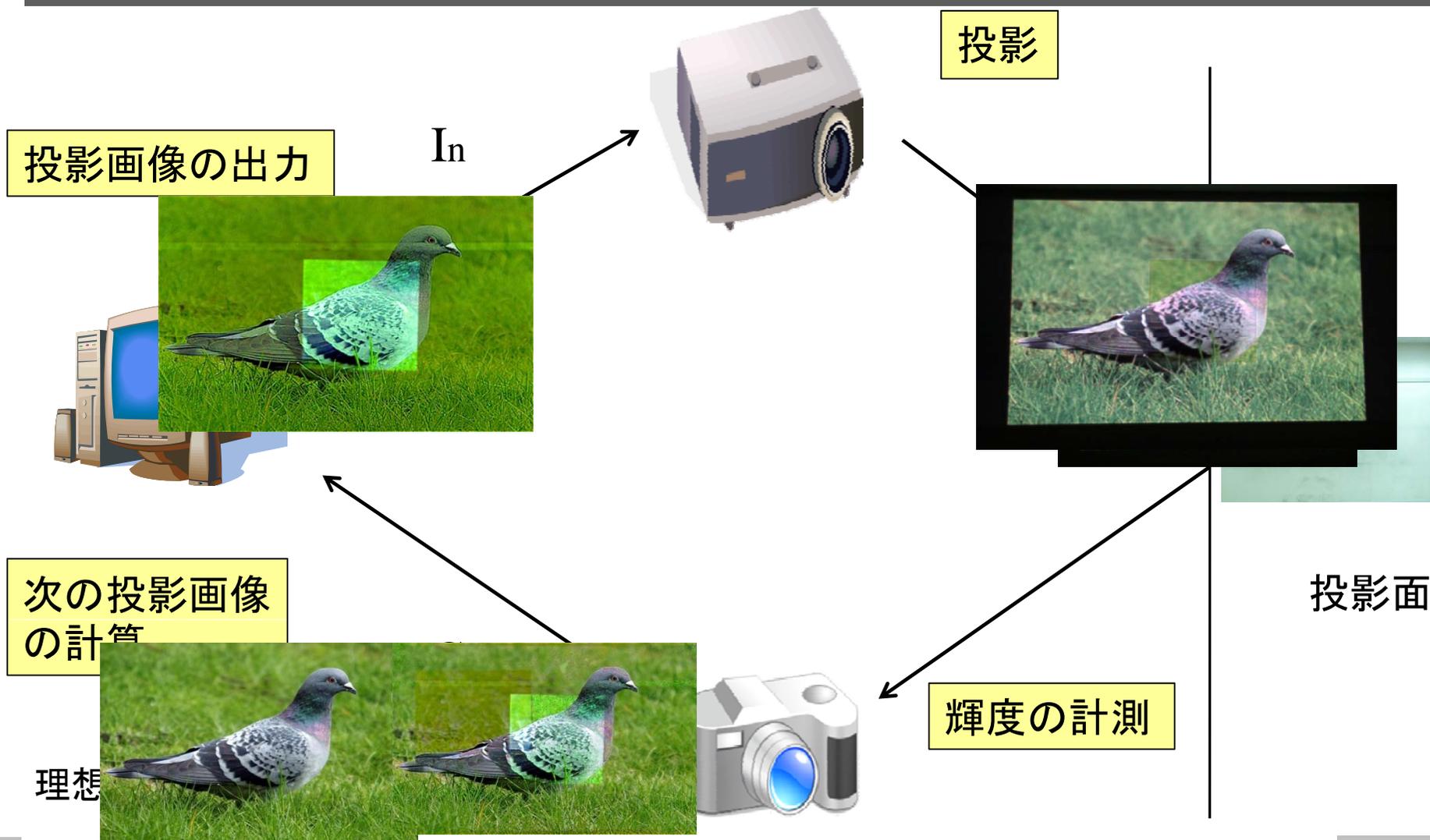
補正精度が高い

事前に計測した結果ではなく、  
現在の投影結果から輝度補正を行う





# 環境の動的変化に応じた輝度補正

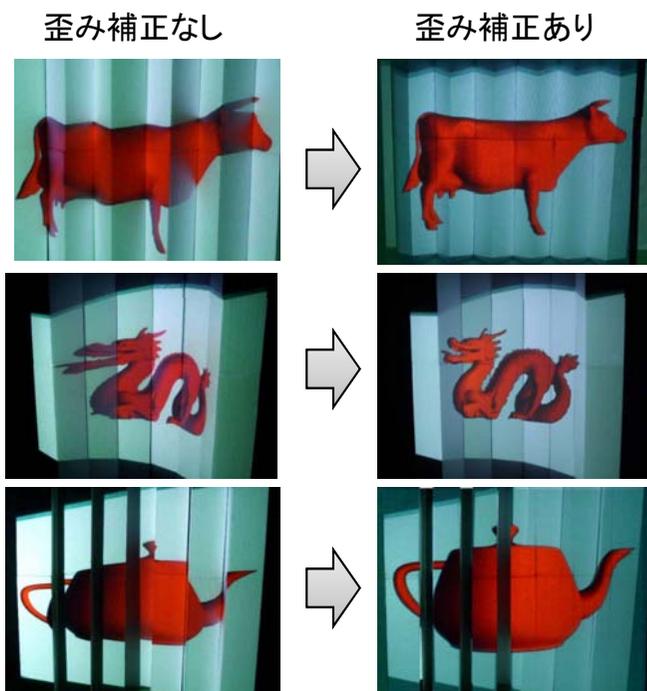




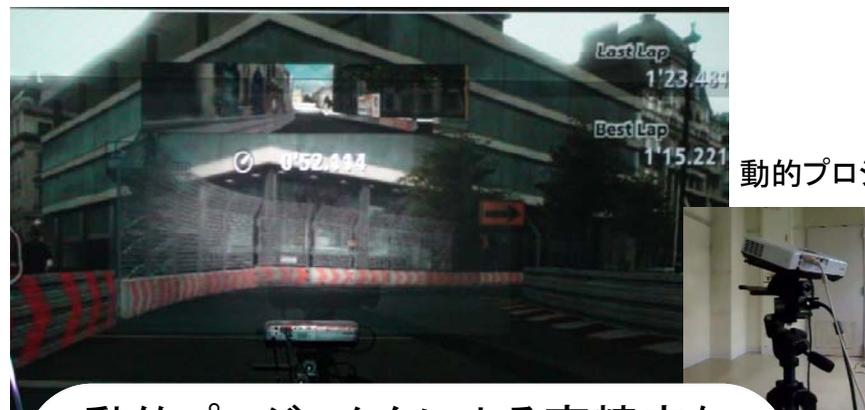
# 輝度補正結果



# その他の研究成果(1)

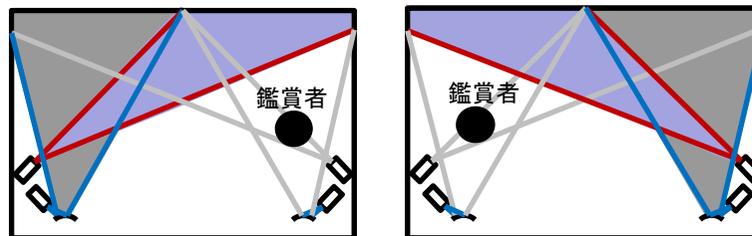
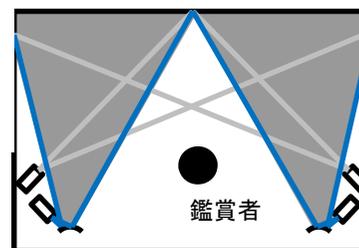


任意形状面への高速・高精度なレンダリング



動的プロジェクタ

動的プロジェクタによる高精度な中心視映像提示



多重投影による影除去手法



# その他の研究成果(2)

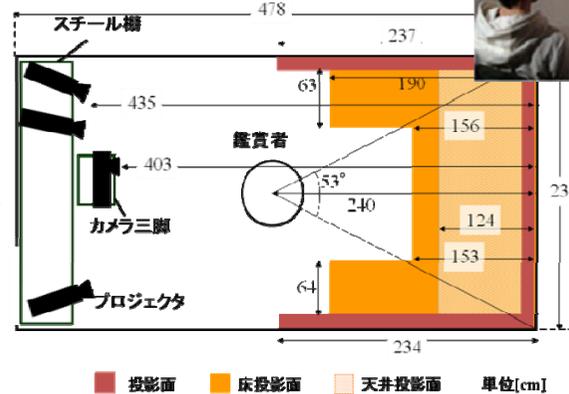
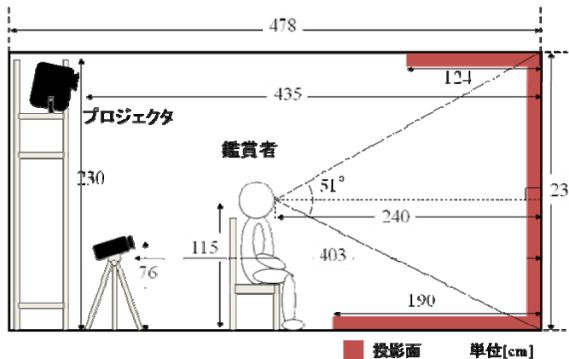


実験環境



実験風景

多重投影によるHDR投影環境の構築



正面のみに投影



5面に投影

実際に室内を模した広視野映像評価環境の構築と感性を用いた評価



# まとめ

---

- 室内を全周囲映像空間に変える技術開発
  - ソフトウェア技術（疑似広視野化，映像補正）
  - ハードウェア技術（広視野投影システム）
  - 感性情報に基づいた評価
- 今後の展望
  - 技術の統合と実用性の向上
  - 実環境への導入

