

# 映像に直接触れて体感できる 動的プロジェクトンマッピング

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

教授 橋本直己

2022年5月10日



# はじめに

## ・ プロジェクションマッピングの登場

- ・ 学术界では空間型AR (Spatial AR, SAR)
- ・ Ramesh Rasker et al., “[Shader Lamps: Animating Real Objects With Image-Based Illumination](#)” (2001)

## ・ 日本でもイベント・展示で普及

- ・ 東京ミチテラス2012
- ・ 東京オリンピック・パラリンピック2020



チャペルでのプロジェクションマッピング (橋本研)



東京駅赤レンガ駅舎へのプロジェクションマッピングが有名

# “動くもの”への動的プロジェクションマッピング

Dynamic Projection Mapping (DPM)

## 1. 動くものをどうやって高精度に捉えるか？

- センサ技術 / 高速ビジョン / 高速3次元計測

## 2. 投影遅延の低減

- 高速プロジェクタ (~1000fps, 遅延は数ms)
- 遅延補償技術

# 従来技術とその問題点

---

1. 特殊な専用ハードウェア(投影&センシング)が必要

2. “動的”である対象が**色々な意味で限定**される

◆ 観ているだけの“受け身”な演出が多い

◆ 多くの観客が「触れてみたい！」と思うのに…できない

# 映像に触れる動的プロジェクションマッピング

- 市販のプロジェクタとカメラを利用して実現



# 最新の結果

[国際会議IEEE VR 2022]

A hand is shown interacting with a virtual projection of a colorful, abstract object. The object has a complex, multi-colored surface with shades of orange, white, and black. The hand is positioned as if it is touching or manipulating the object. The background is dark, making the projection stand out.

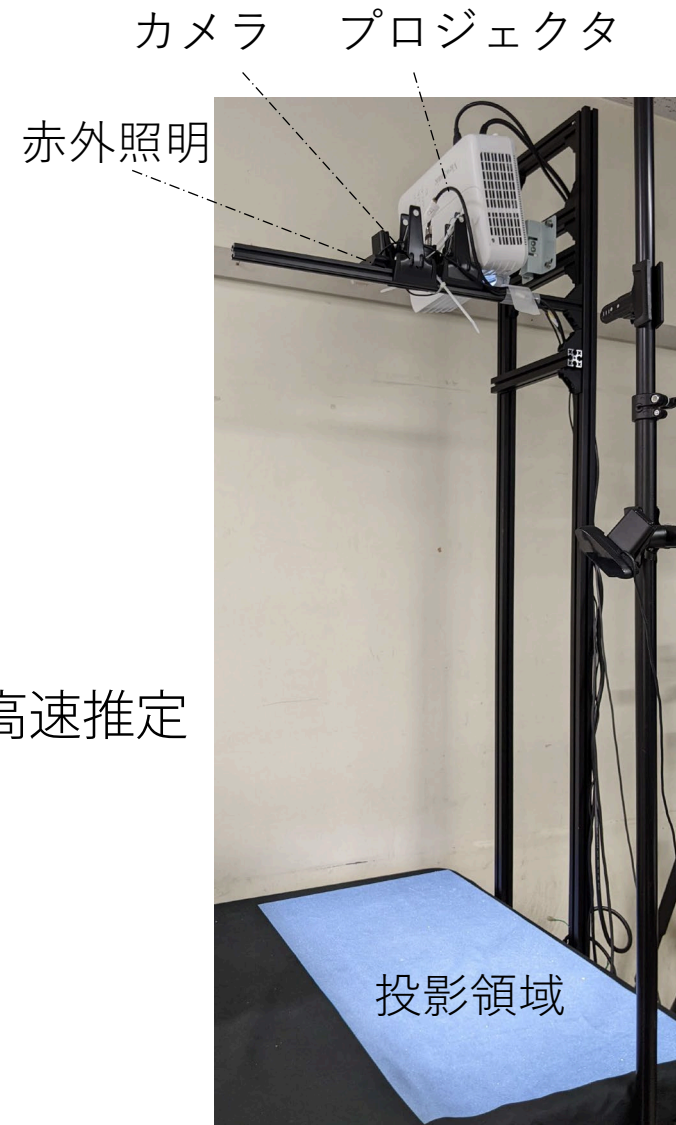
## Robust Tangible Projection Mapping with Multi-View Contour-Based Object Tracking

Yuta Halvorson, Takumi Saito, Naoki Hashimoto  
The University of Electro-Communications, Japan

# 新技術の特徴・従来技術との比較(1)

## 1. 市販のプロジェクタとカメラで実装可能

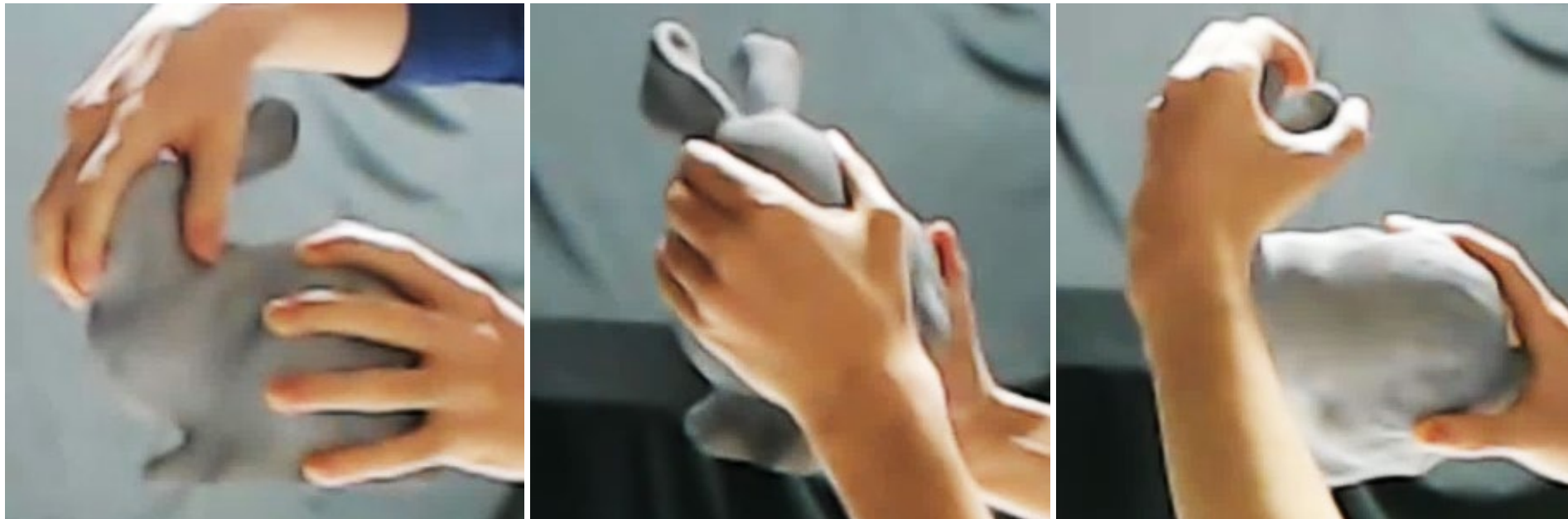
- ◆ 市販デバイスの進化に着目
  - プロジェクタ：120~240fps (一般には60fps)
  - カメラ：500~1000fps
- ◆ デバイス特性に適した**物体追跡アルゴリズム**の採用
  - 高速性を活かすために**物体輪郭のみ**を使用
  - **物体輪郭と3Dモデルを照合**することで3次元位置・姿勢を高速推定
- ◆ 不足分は**遅延補償技術**で補完



# 新技術の特徴・従来技術との比較 (2)

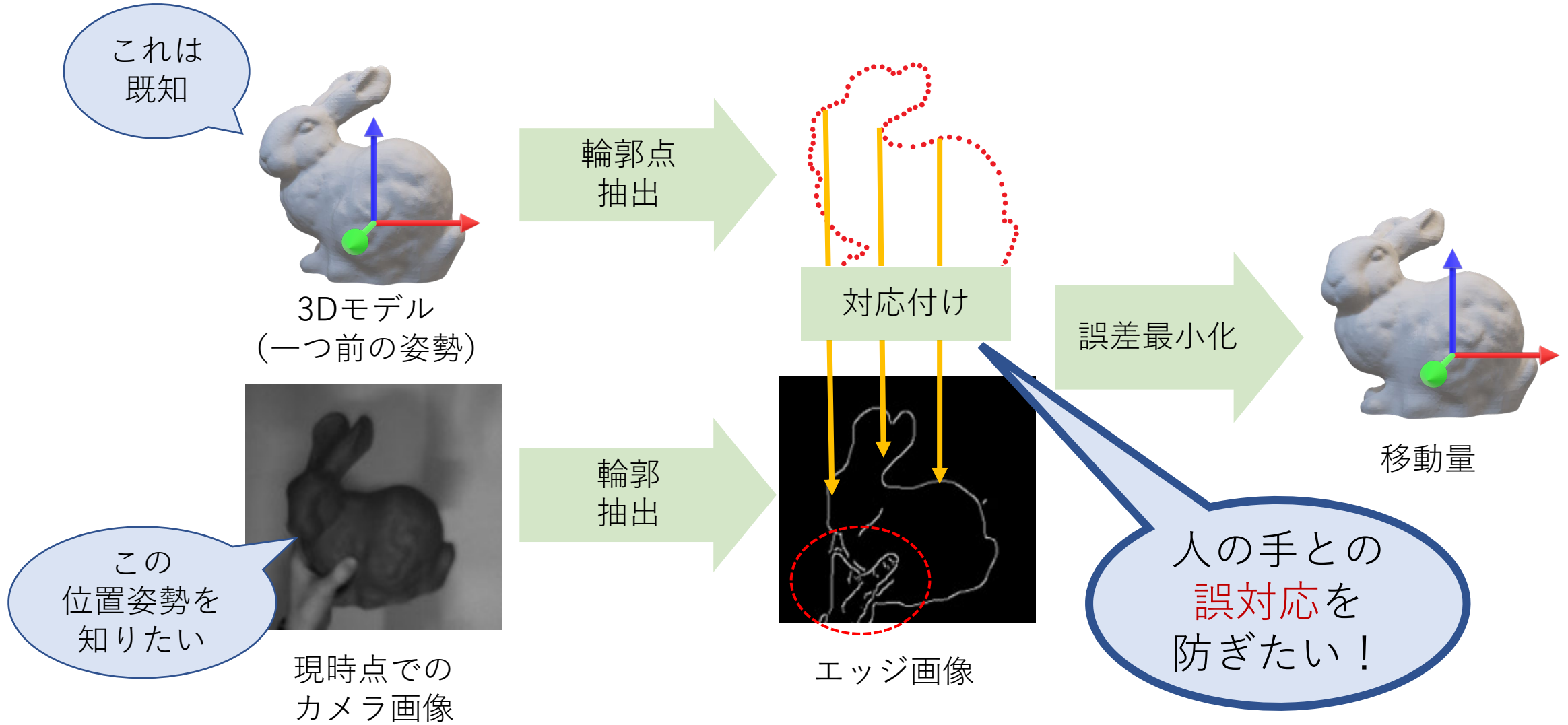
## 2. 対象に**直接接触**してインタラクション可能

- ◆ 人の手と物体を間違わないための**ロバストなアルゴリズム**の導入
- ◆ 体験者が自由に触れて動かしても正確な映像投影を継続可能

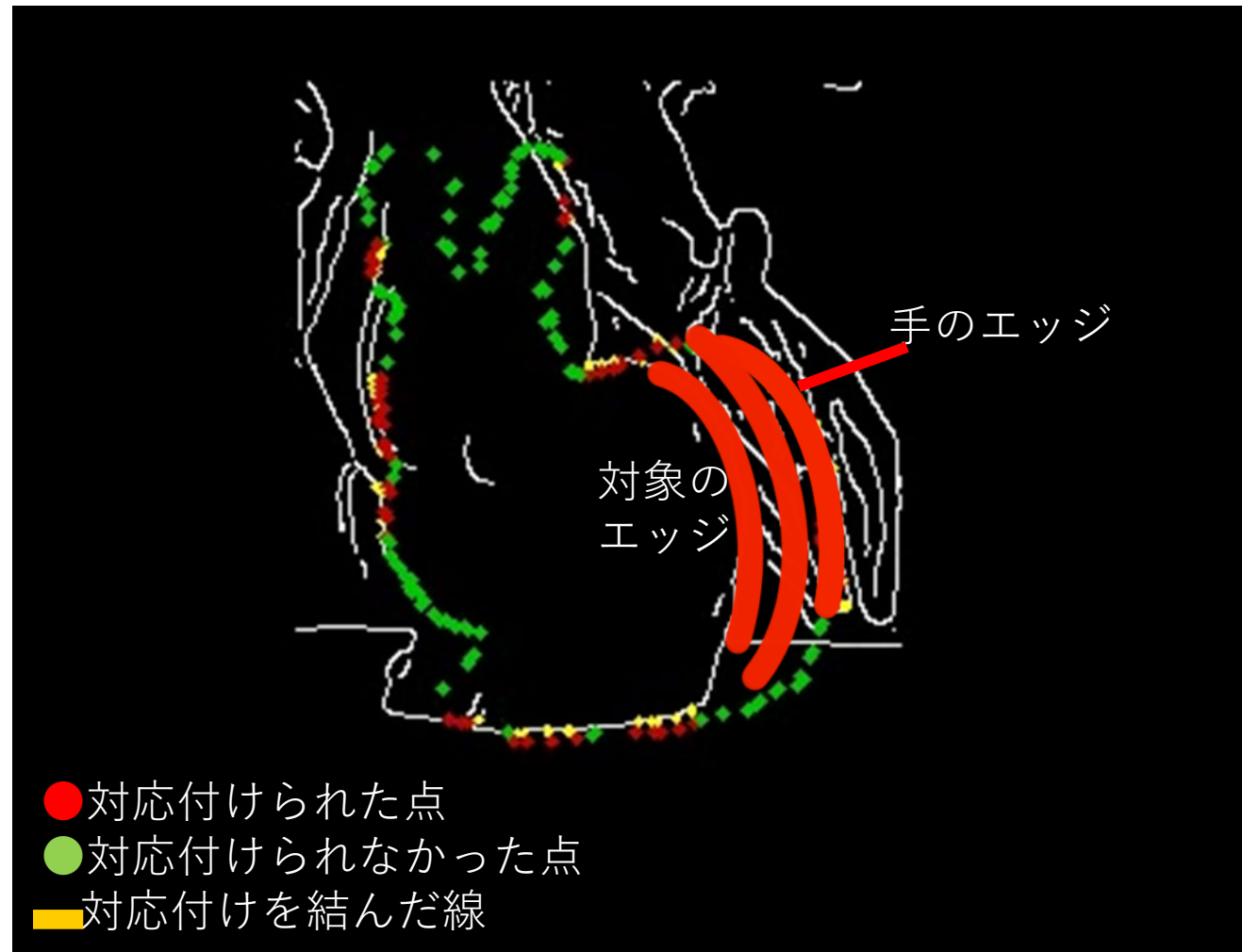




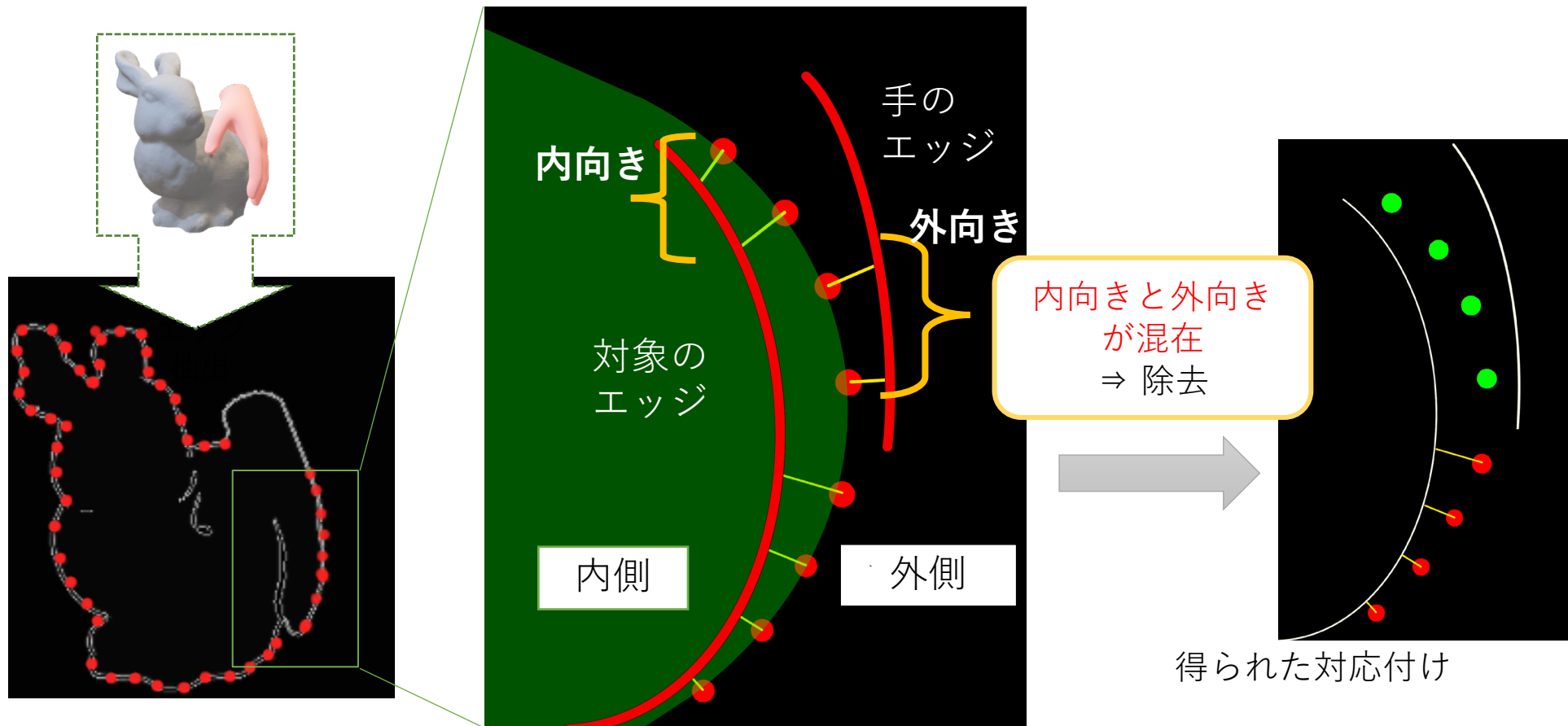
# 輪郭を用いた位置姿勢推定手法



# 例：誤対応による推定の乱れ



# ロボスト化：探索方向による誤対応の除去



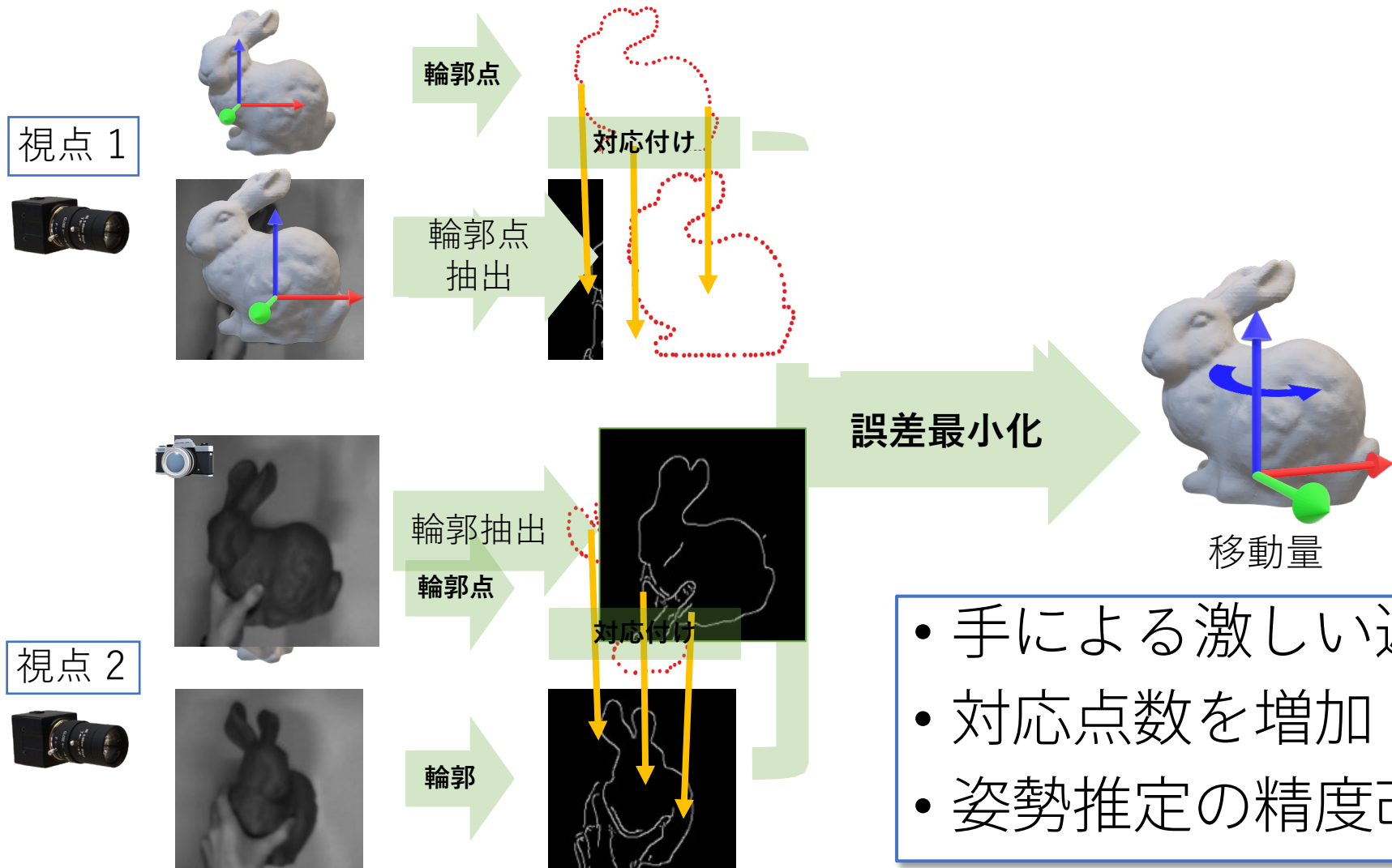
遮蔽領域での対応付けの探索方向が不揃い

● 対応付けられた点

● 対応付けられなかった点

■ 対応付けを結んだ線

# さらなるロボスタ化のための2眼カメラ対応

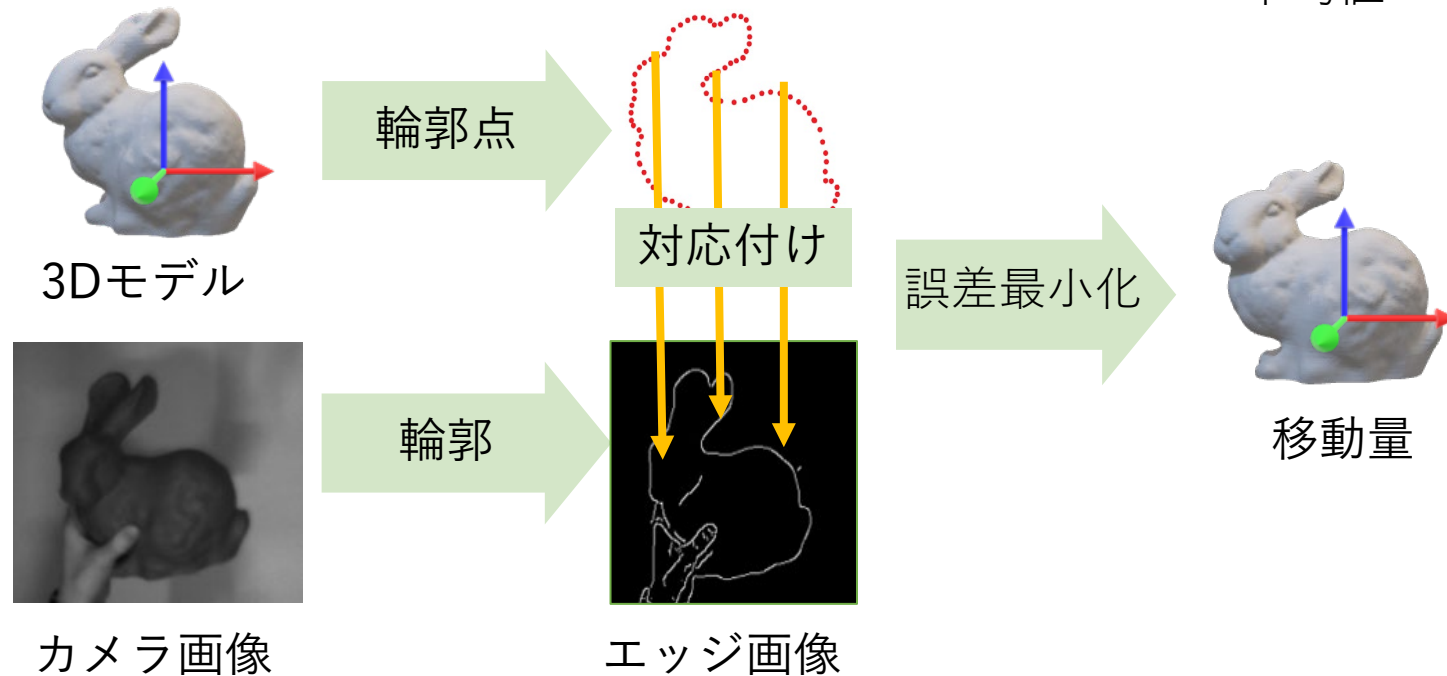


- 手による激しい遮蔽に対応
- 対応点数を増加
- 姿勢推定の精度改善

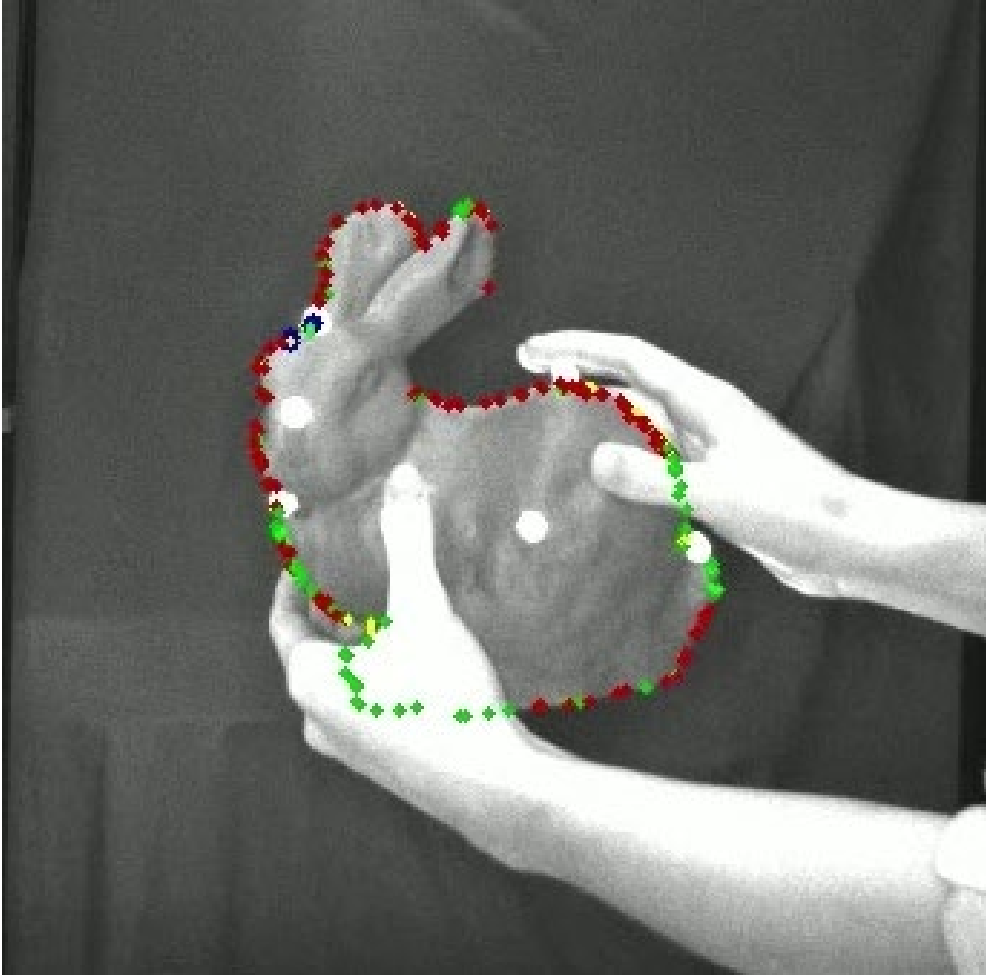
# 処理速度

	エッジ抽出	対応付け	誤差最小化	合計
提案(2眼)	4.10	0.67	0.25	5.02
提案(1眼)	2.11	0.40	0.07	2.58
色情報				17.1

平均値：単位[ms]



# 物体追跡の結果

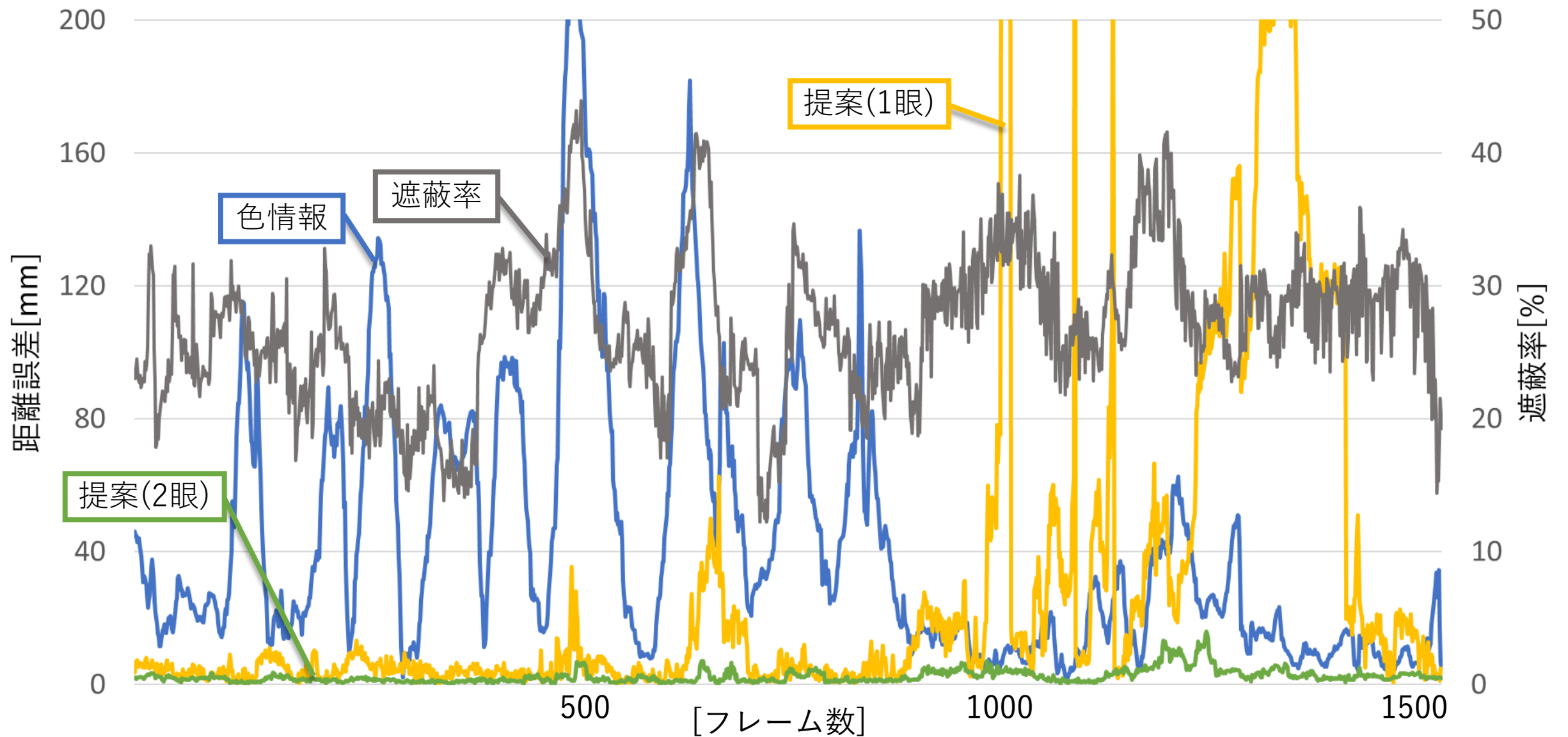


視点1



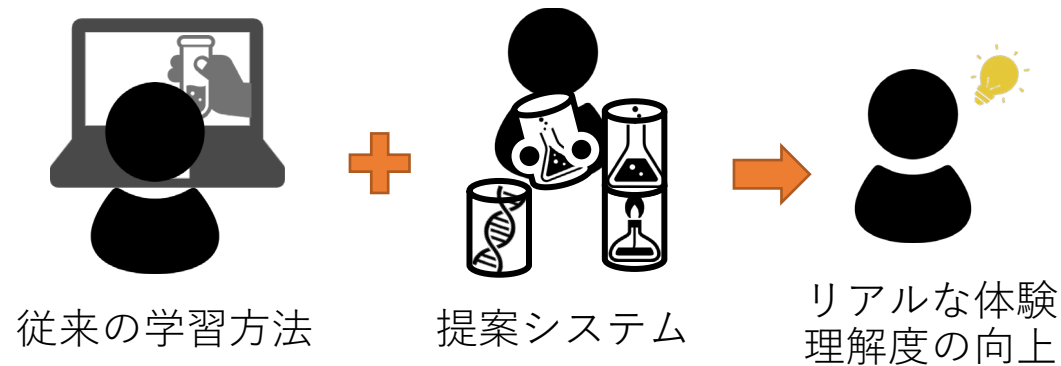
視点2

# 距離誤差と遮蔽率



# 想定される用途

- 遠隔教育や訓練におけるインタフェース  
(遠隔環境の再現)



- 空間演出やショールームでの  
インタラクティブ展示
- 体感ゲームやコスプレ等における変身効果  
(及びエンターテインメント全般)





# ■ 実用化に向けた課題

---

## ◆ 姿勢推定の安定化

- 細かな揺れの除去（輪郭の安定した取得）

## ◆ 手への投影の回避

## ◆ 体験者の（非接触）視点位置推定手法の導入

## ◆ コンテンツの充実 & 対応可能形状の追求



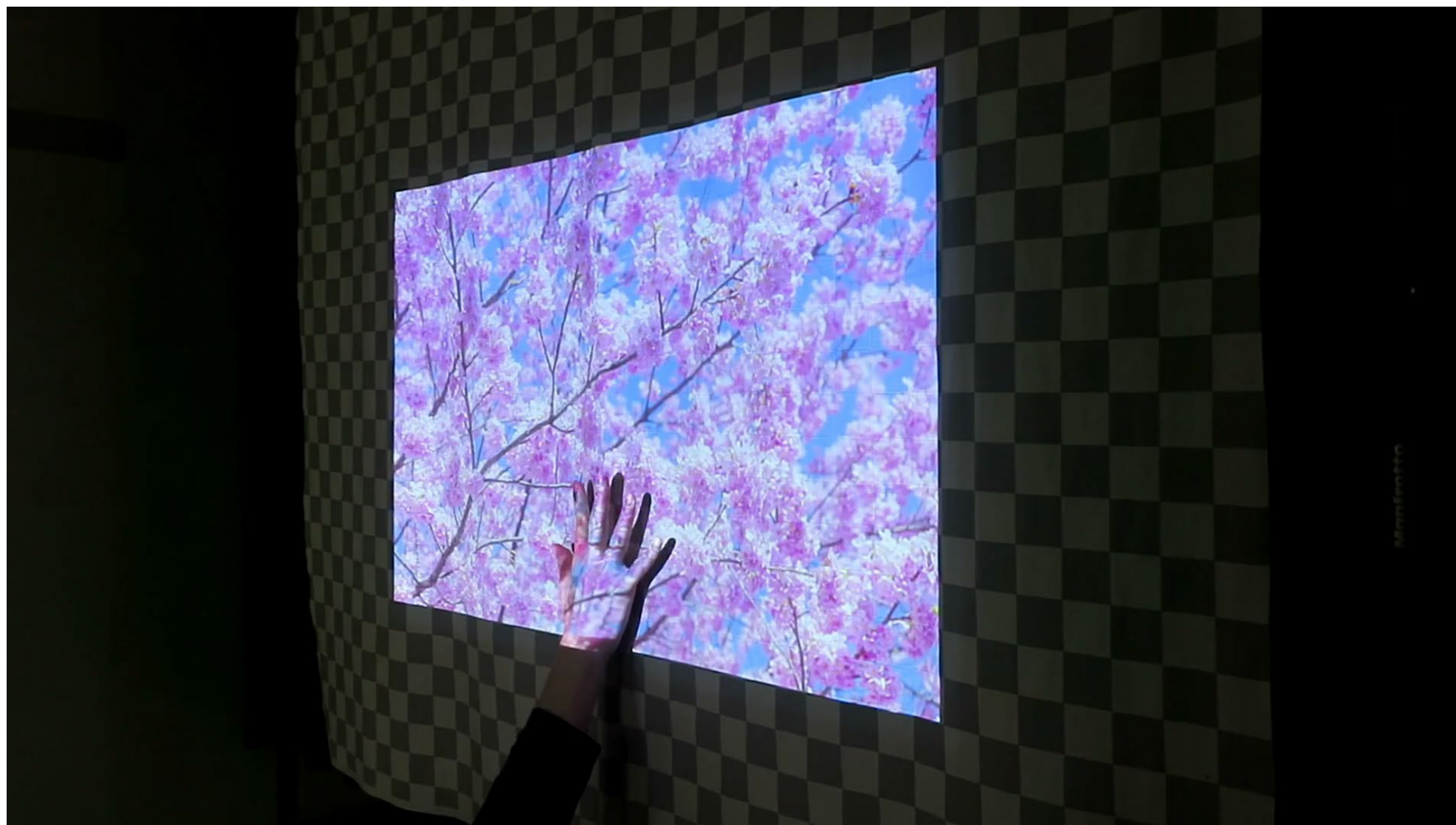
# 企業への期待

---

- ◆ 一般ユーザ向けのソフトウェア（特にインタフェース）
- ◆ コストパフォーマンスを意識した実装
- ◆ 投影対象や投影コンテンツの充実
- ◆ 技術課題に対する共同研究
  - 手への投影回避
  - 非接触で高速な視線追跡

# 関連技術①：柔らかい模様のある素材への投影

- 変形し続ける模様を打ち消しながら映像を投影する技術



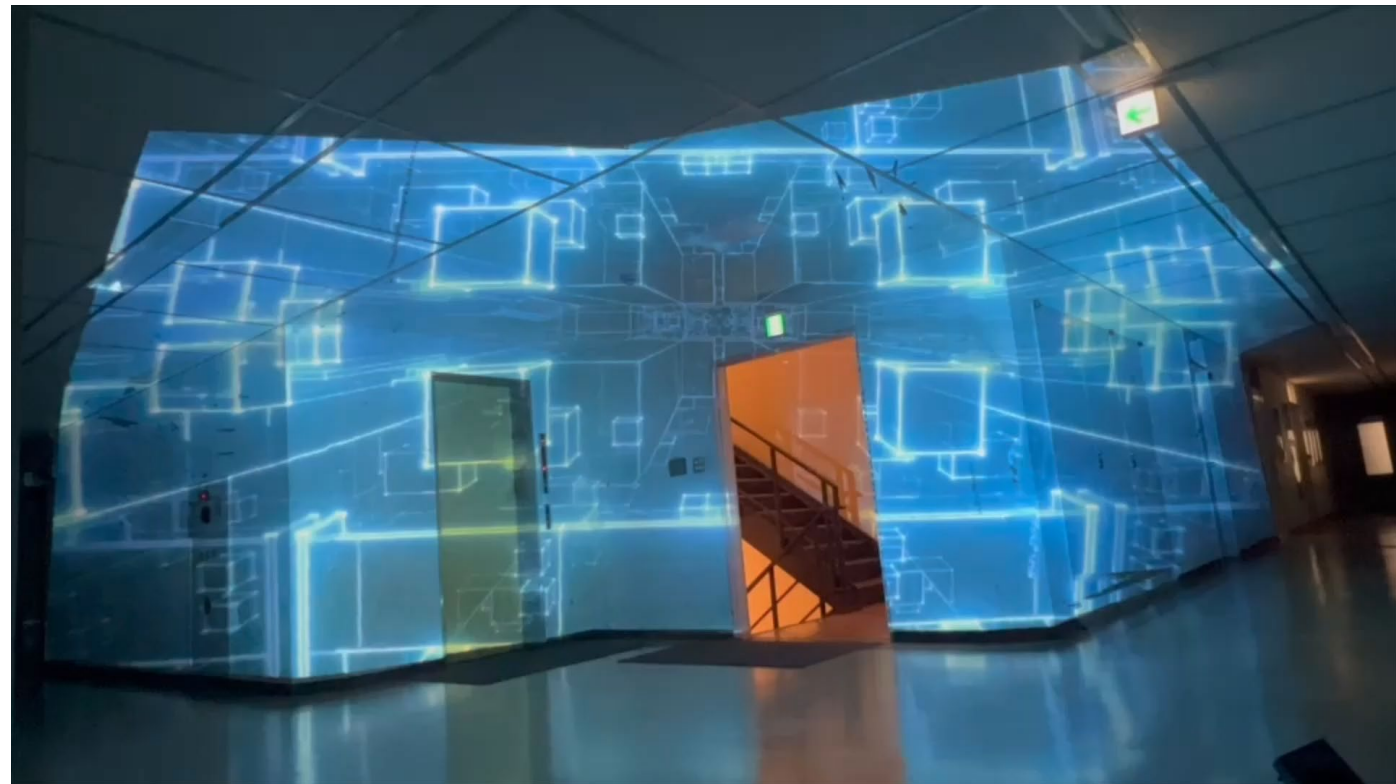
# 関連技術②: スケーラブルな広域投影技術



- 魚眼レンズを使って広い範囲の映像領域を校正する技術
- (プロジェクタ+GPU搭載マイコン) を複数配置して広大な映像投影空間を自在に作り出す



プロジェクタ6台を配置



建物内の廊下にて広域投影

# 本技術に関する知的財産権

---

- 発明の名称：物体検出装置、物体検出方法および物体検出プログラム
- 登録番号：特許第6796850号
- 出願人：電気通信大学
- 発明者：橋本直己，小林大祐

# 問い合わせ先

---

国立大学法人電気通信大学  
産学官連携センター  
産学官連携ワンストップサービス

TEL 042-443-5871

FAX 042-443-5725

E-mail [onestop@sangaku.uec.ac.jp](mailto:onestop@sangaku.uec.ac.jp)