

# 動的環境における広域カメラトラッキングのための 自然特徴点データベースの更新手法

---

～発表の流れ～

- ・研究背景と目的
- ・提案手法
- ・実験と考査
- ・まとめと予定

京都大学大学院  
エネルギー科学研究科  
エネルギー社会・環境科学専攻  
エネルギー情報学分野  
顧穎成 石井裕剛 下田宏

# 研究背景と目的

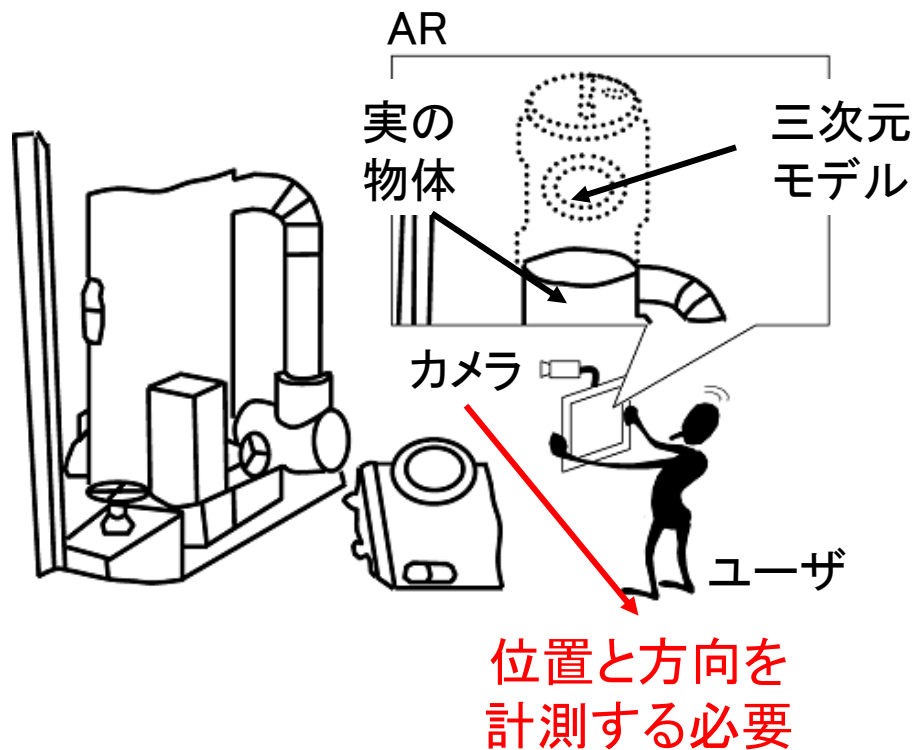
提案手法

実験と考査

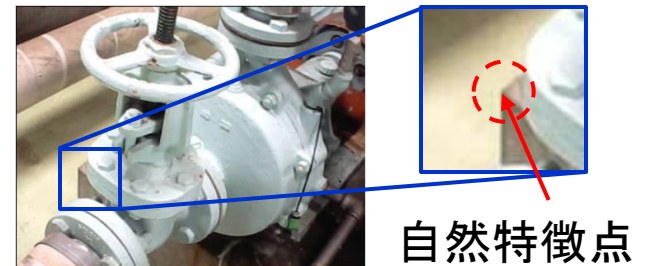
まとめと予定

# 研究背景

- プラントの保守・解体作業等を拡張現実感 (AR) を用いて支援することにより、作業の効率、安全性および利便性を高めることができると期待されている



プラントで

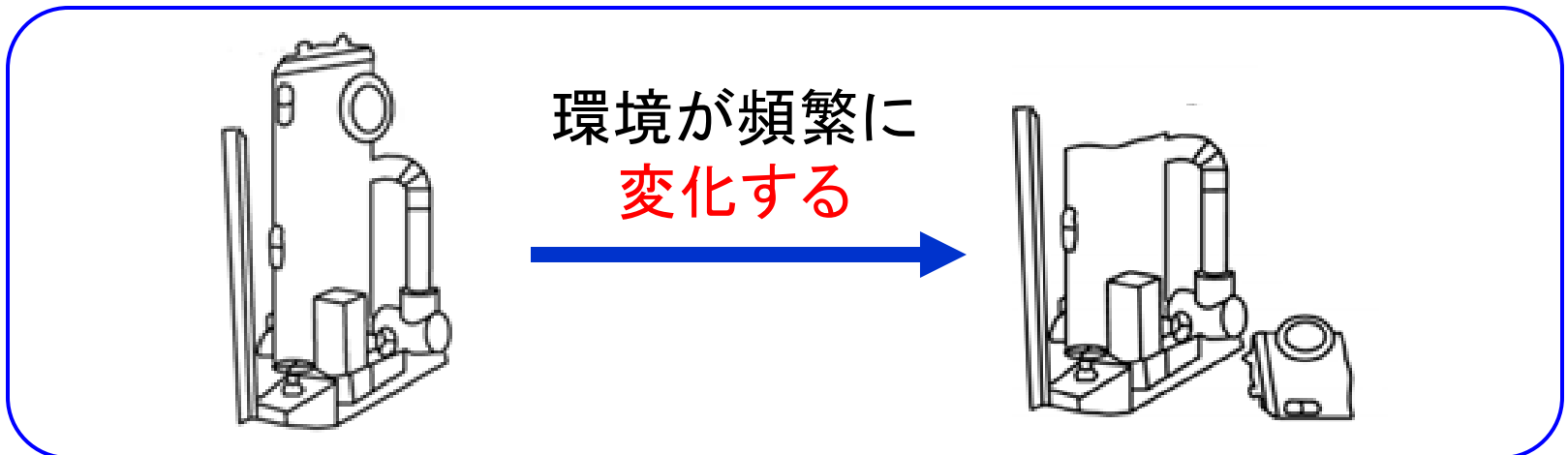
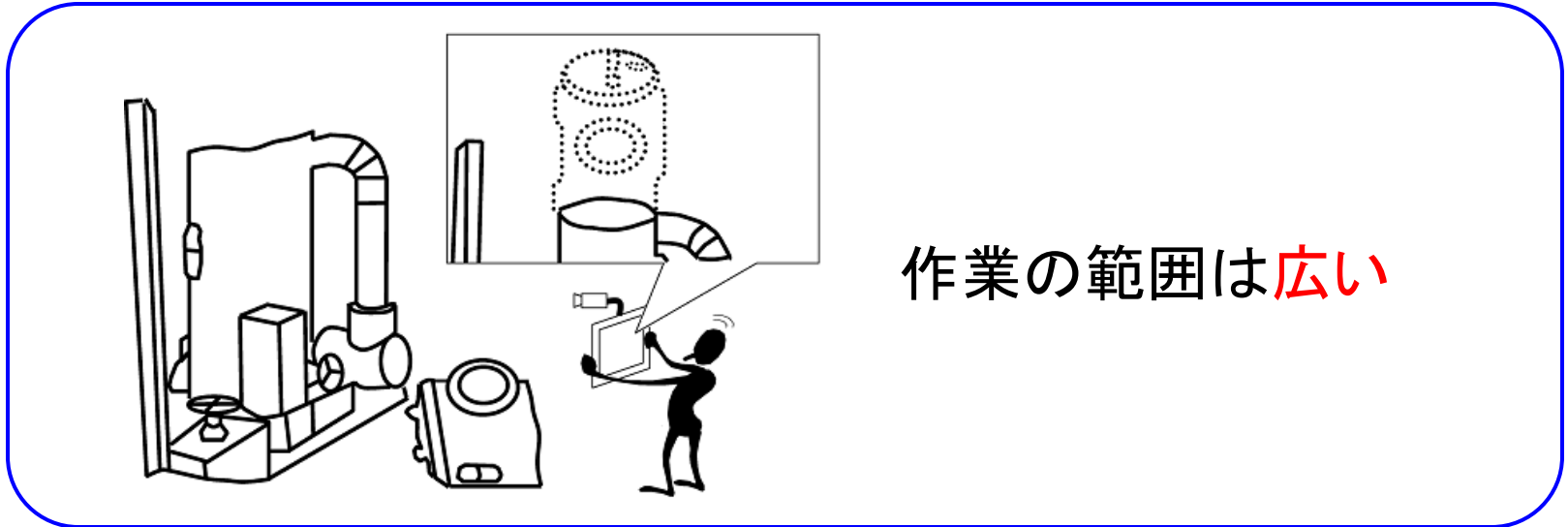


実現



# 研究背景

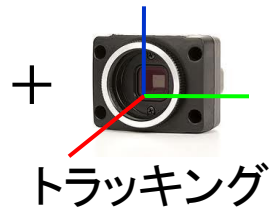
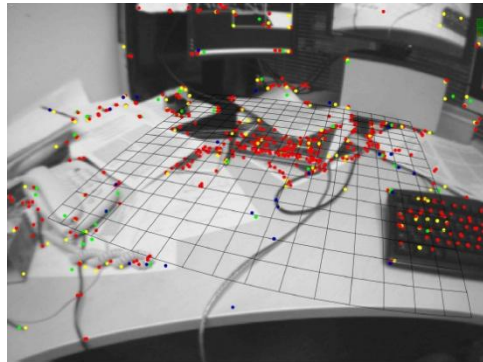
- 保守・解体作業現場



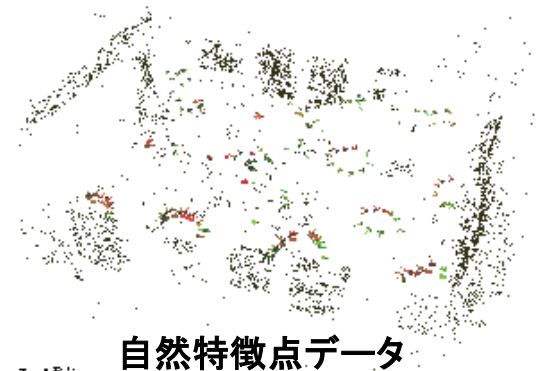
# 研究背景と目的

## 既存の自然特徴点を用いたカメラトラッキングを実現する手法

Simultaneous localization and mapping



事前にSFM/LRFで自然特徴点データを計測



自然特徴点データ

広範囲で利用することは難しい

環境が変化した場合に  
データの更新に時間がかかる

## 研究目的

プラントの保守・解体作業現場のような**動的に変化する**  
**広い環境**でも自然特徴点を用いたカメラトラッキングを  
安定して**長時間利用**可能にする



研究背景と目的

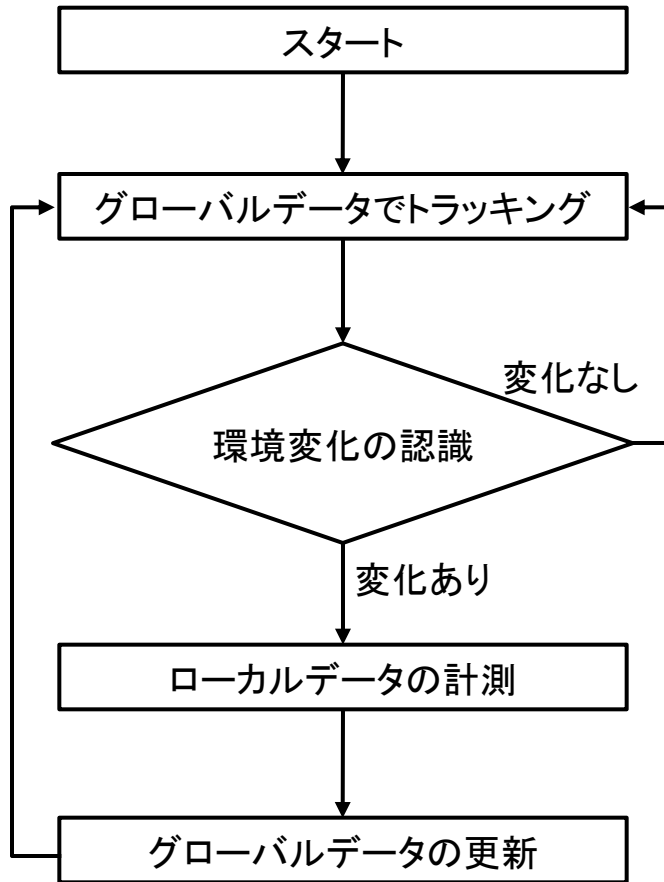
提案手法

実験と考査

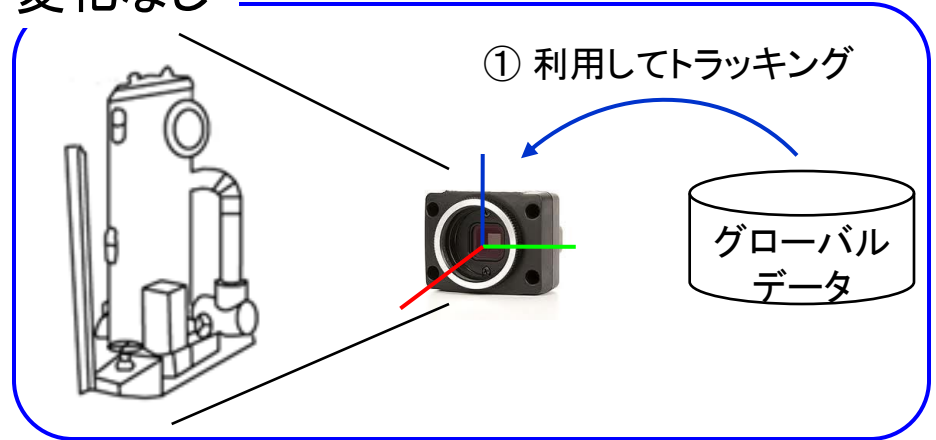
まとめと予定

# 提案手法

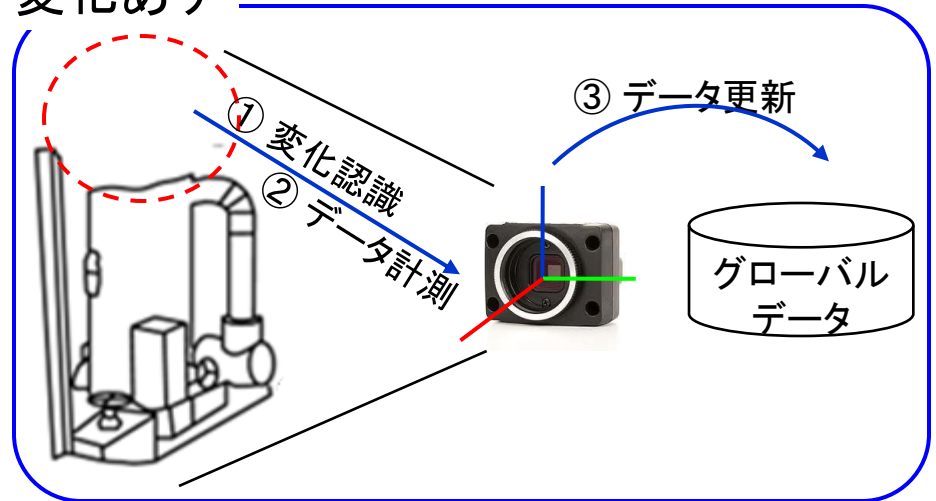
## 処理の流れ



変化なし

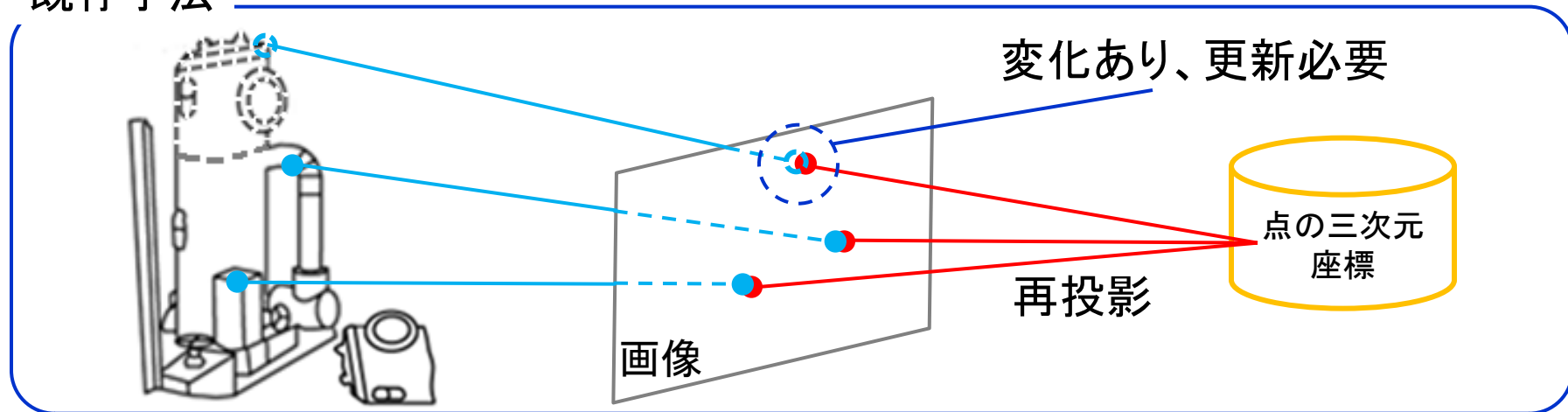


変化あり

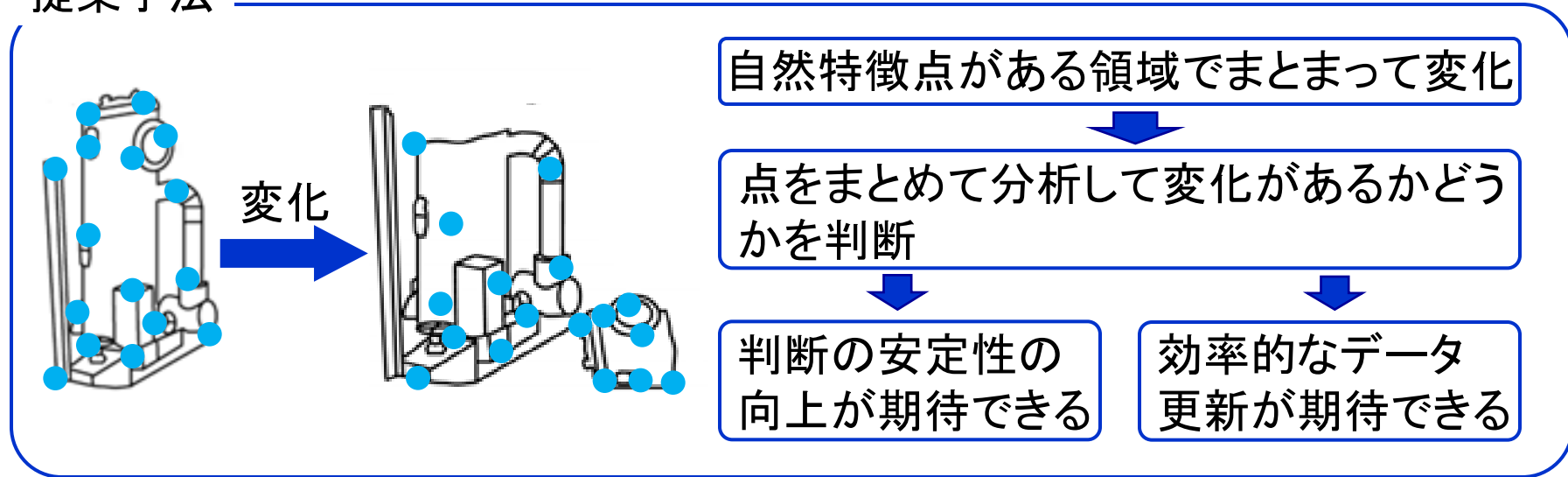


# 環境変化の認識

## 既存手法



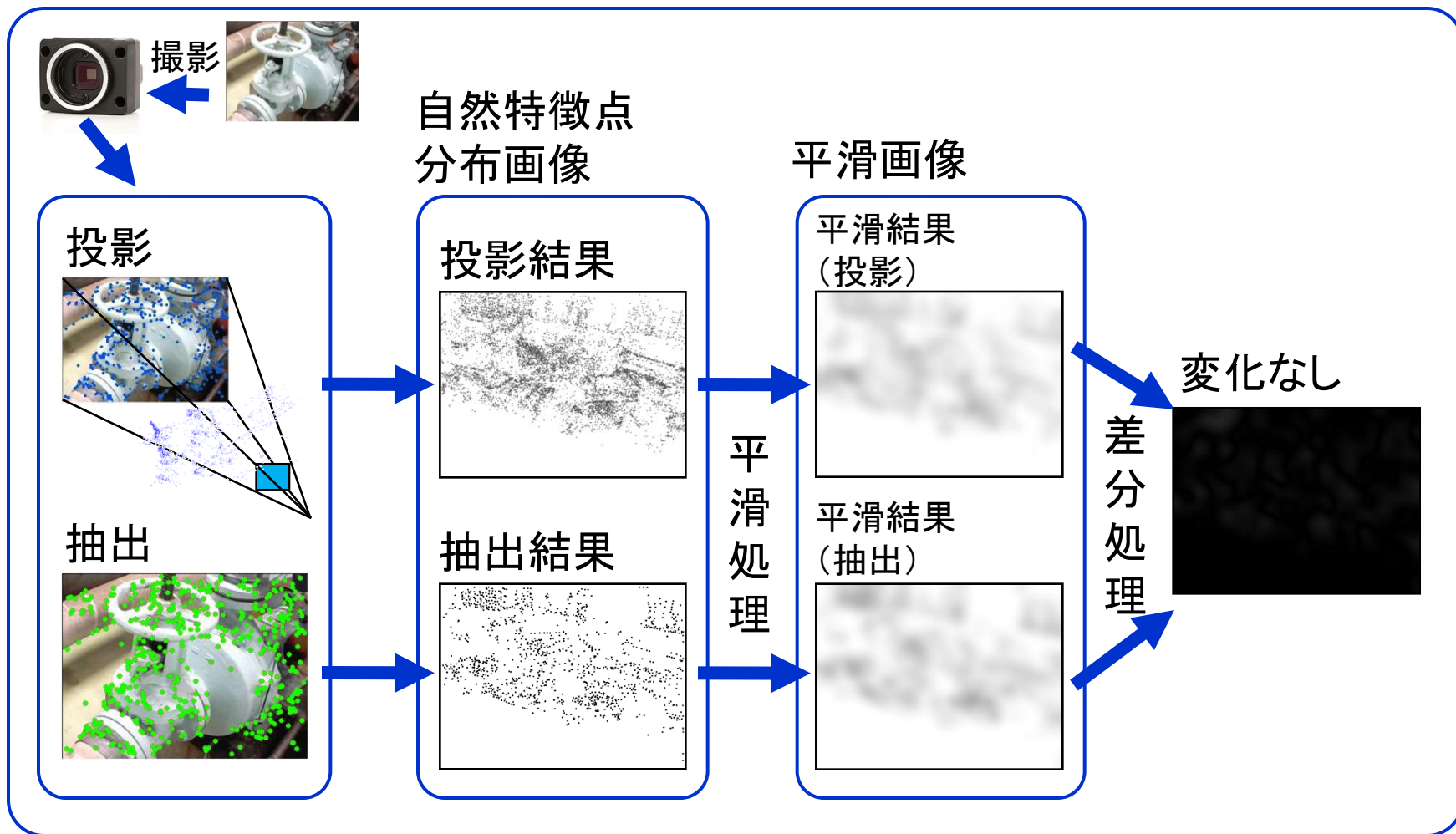
## 提案手法





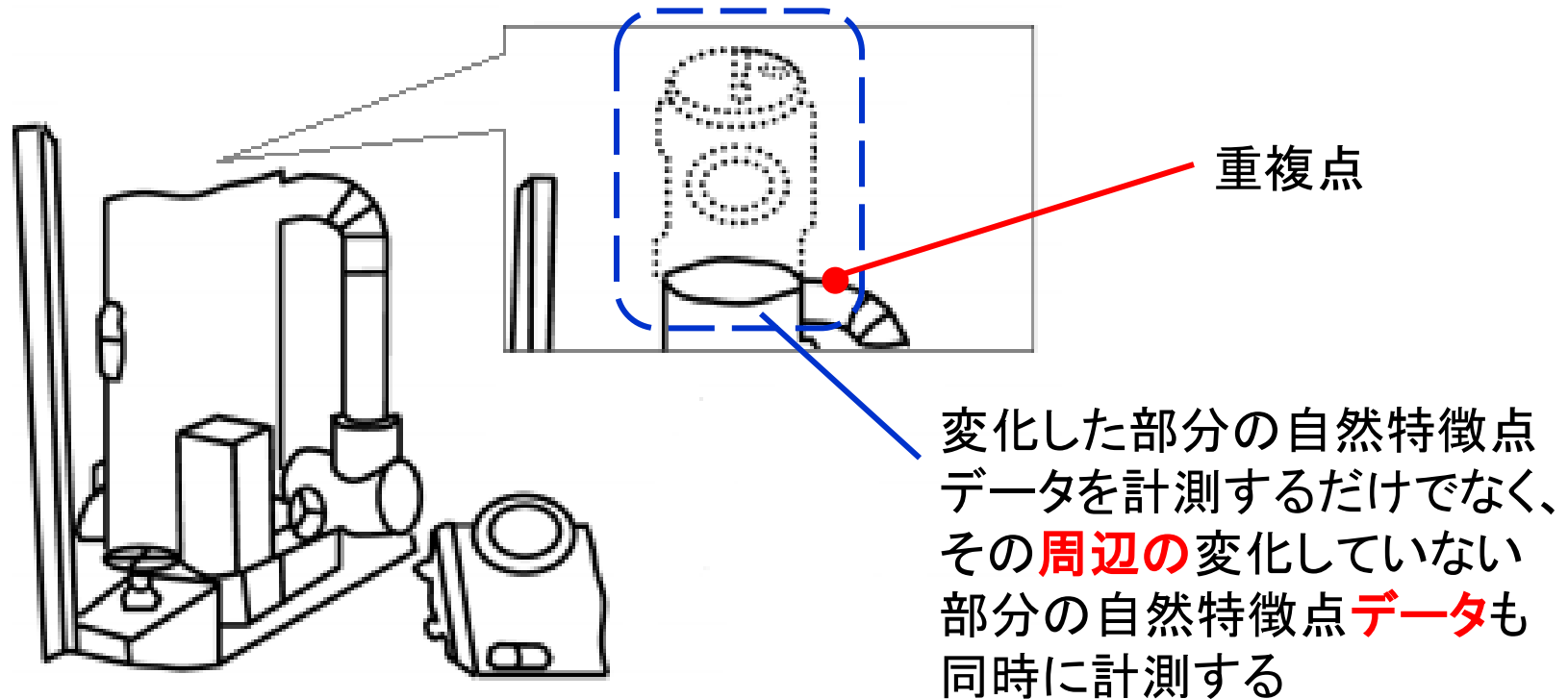
# 環境変化の認識

- 自然特徴点分布の変化で環境変化を認識



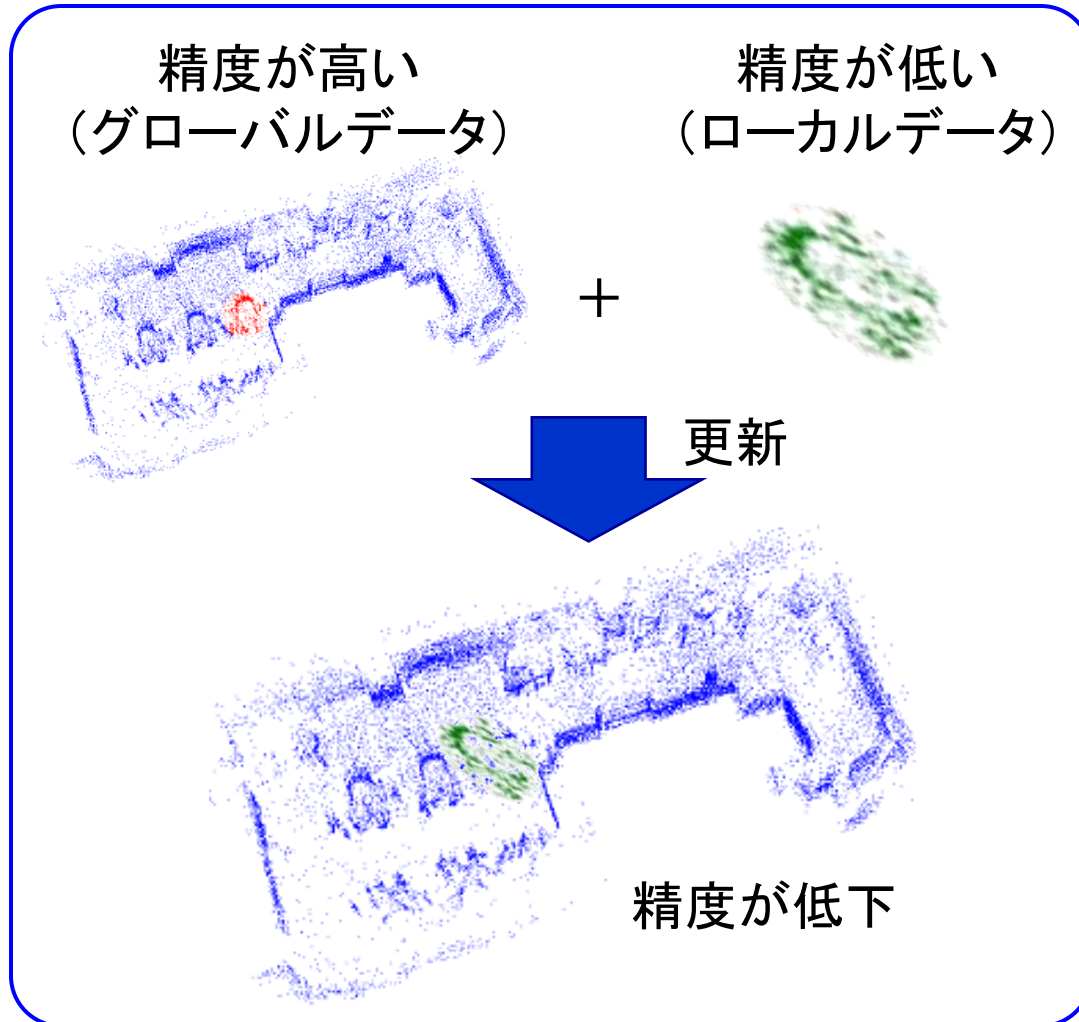
# ローカルデータの計測

Kleinらが提案した手法\*をもとに、トラッキングとローカルデータの計測を同時に行う



\*Klein, G, Murray, D.: Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces, ISMAR 2007, pp. 225-234, 2007.

# グローバルデータの更新

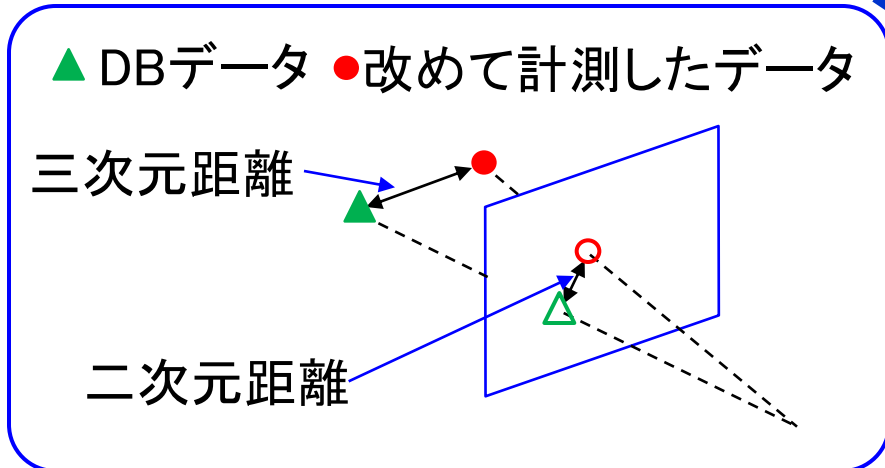
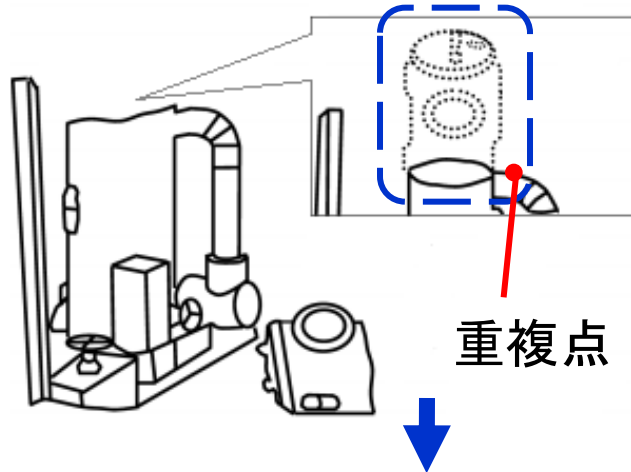


重複点および重み付き  
Bundle Adjustmentを利用し、  
ローカルデータを修正する

修正されたローカルデータ  
を利用し、グローバル  
データを更新する

# グローバルデータの更新

- 重複点の検出



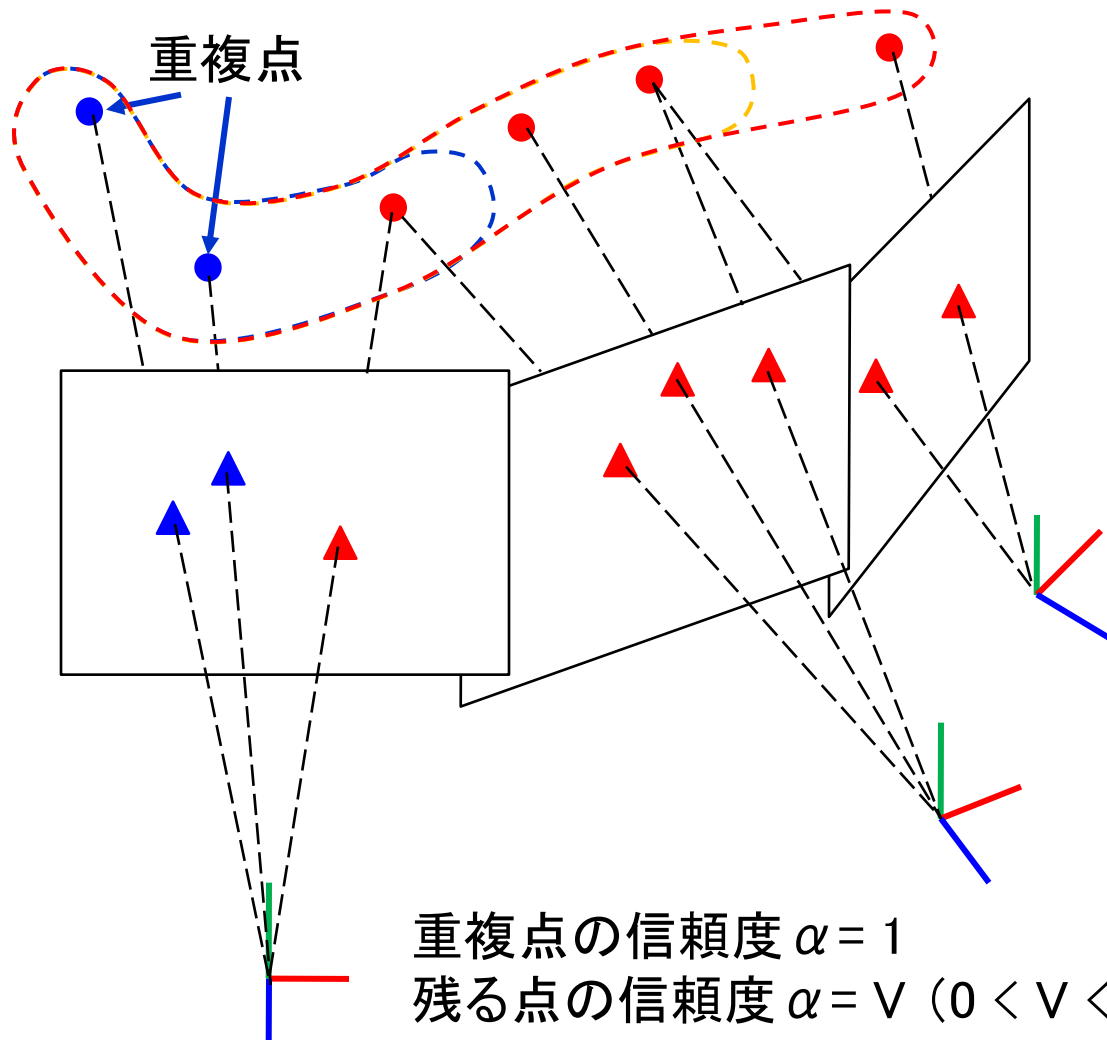
- 仮定する重複点

Two diagrams showing the analysis of assumed duplicate points. The top diagram shows a cluster of blue points with a red 'X' indicating an outlier. The bottom diagram shows a similar cluster with a green checkmark indicating a valid point. A yellow shaded area with a dashed circle represents the assumed duplicate point distribution.

周りの仮定する重複点の分布を分析し、外れ値を除く

# グローバルデータの更新

- データ修正 (重み付きBundle Adjustment)





研究背景と目的

提案手法

**実験と考査**

まとめと予定

# 実験と考査(環境変化の認識)

ノードパソコン: Intel(R) Core(TM) i5 CPU (M 560, 2.67GHz), 4GB メモリ

カメラ: Firefly MV FMVU-03MTC (解像度640 × 480)、3.5mm レンズ

## 実験環境



## 環境変化認識結果

### 変化ない場合

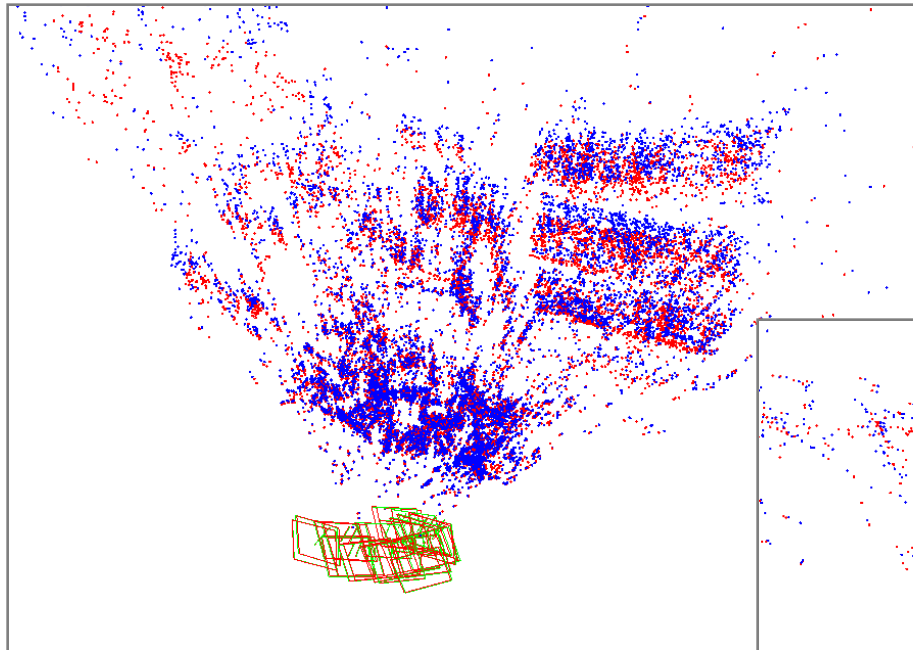


### 変化ある場合(机の上の物体を一部に撤去)

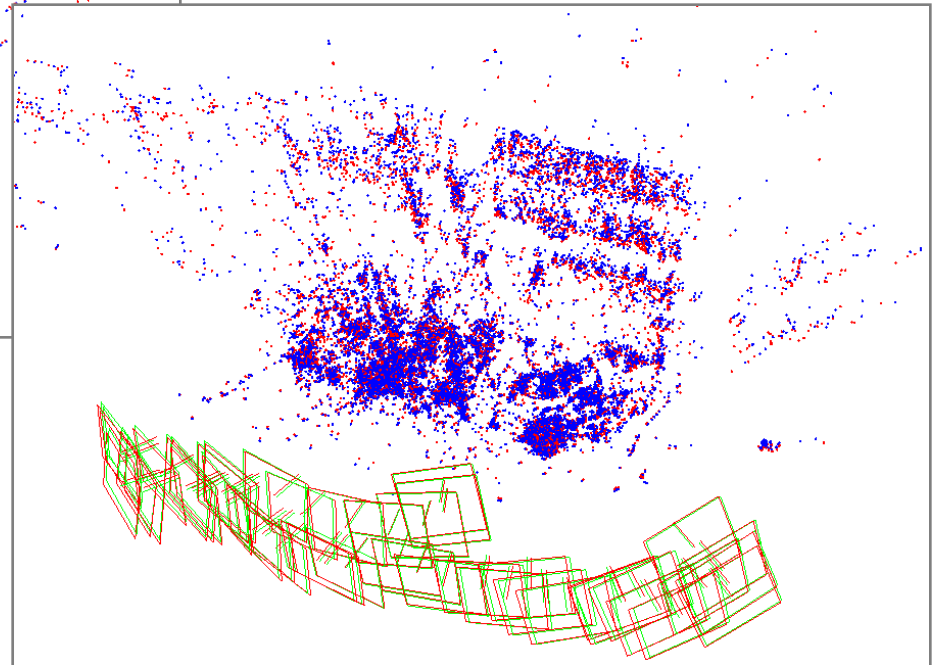


# 実験と考査(ローカルデータの修正)

- ローカルデータの修正



青い点: 修正前の自然特徴点  
赤い点: 修正後の自然特徴点



データ修正する時  
信頼度の変化:  
0.1→0.9→1.0





研究背景と目的

提案手法

実験と考査

まとめと予定

# まとめと予定

- まとめ

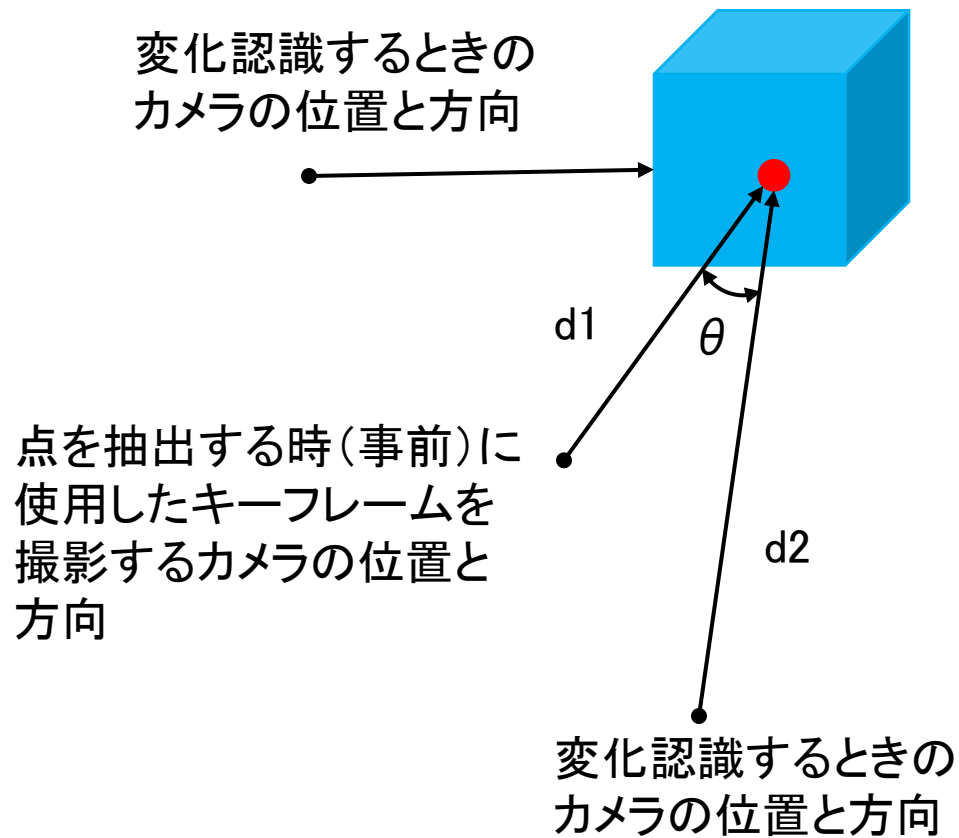
- 環境が変化した場合、提案手法で自然特徴点データベースを自動的に更新できる
- 自然特徴点分布の分析を通じて環境変化を認識することができる
- 重複点と重み付きBundle Adjustmentを利用する修正手法がローカルデータの修正に使える

- 今後の予定

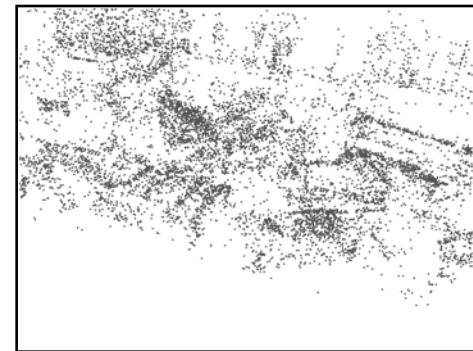
- ローカルデータを用いたデータベースの更新手法の有効性を評価する実験を実施する予定である
- プラント解体現場で手法の実用性などを評価する予定である

# 付録一

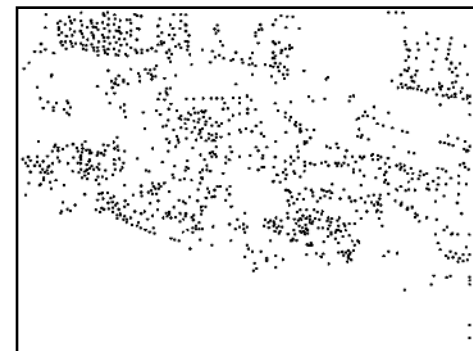
- 投影で特徴点分布画像を生成



投影結果



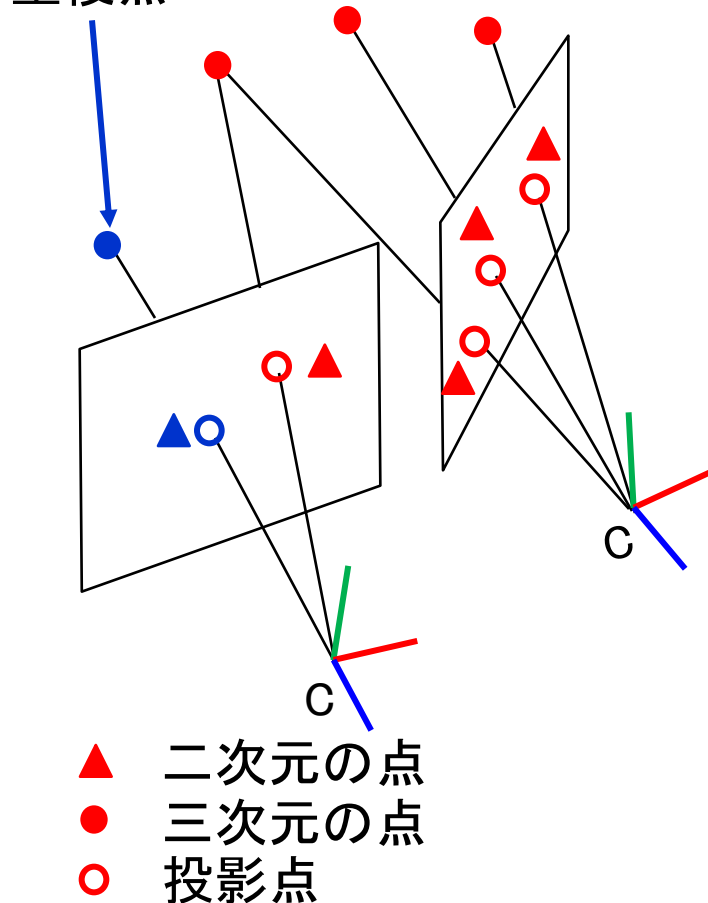
抽出結果



# 付録二

## • 信頼度の利用方法

重複点



重複点の信頼度  $\alpha = 1$

残る点の信頼度  $\alpha = V$  ( $0 < V < 1$ )

再投影誤差の計算  $E = \sum \Delta X_i$



再投影誤差の計算  $E = \sum \alpha_i \cdot \Delta X_i$

E 再投影誤差の和

$\alpha_i$  点の信頼度 (0~1、誤差が小さいほど信頼度が高く値が大きい)

$\Delta X_i$  一つの点の再投影誤差

# 付録三

## データ修正の流れ

	重複点			画像				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
P1	1	0	1	0	0	0	0	0
P2	0	1	1	0	0	0	0	0
P3	1	0	1	0	0	0	0	0
P4	0	0	1	1	0	0	0	0
P5	0	1	0	0	1	0	0	0
P6	0	0	0	1	1	1	0	0
P7	0	0	0	0	1	1	0	1
P8	0	0	0	0	1	0	1	1
P9	0	0	0	0	0	0	1	0
P10	0	0	0	0	0	1	1	0

自然特徴点

0: 点が画像に映っていない  
1: 点が画像に映っている

信頼度 ( $0 < V_1 < V_2 < 1$ )

1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	↓	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	↓	1.0	1.0	1.0	1.0
V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0	1.0	1.0
V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0	↓
V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0
V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0
V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0
V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0
V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	↓	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	↓	1.0