

日立製作所 研究開発グループ(デジタルテクノロジー分野)
一次フィールドマッチング (2018/04/06)

コンピューターショナルフォトグラフィに基づく 3次元計測による物体認識手法

東京大学大学院 工学系研究科

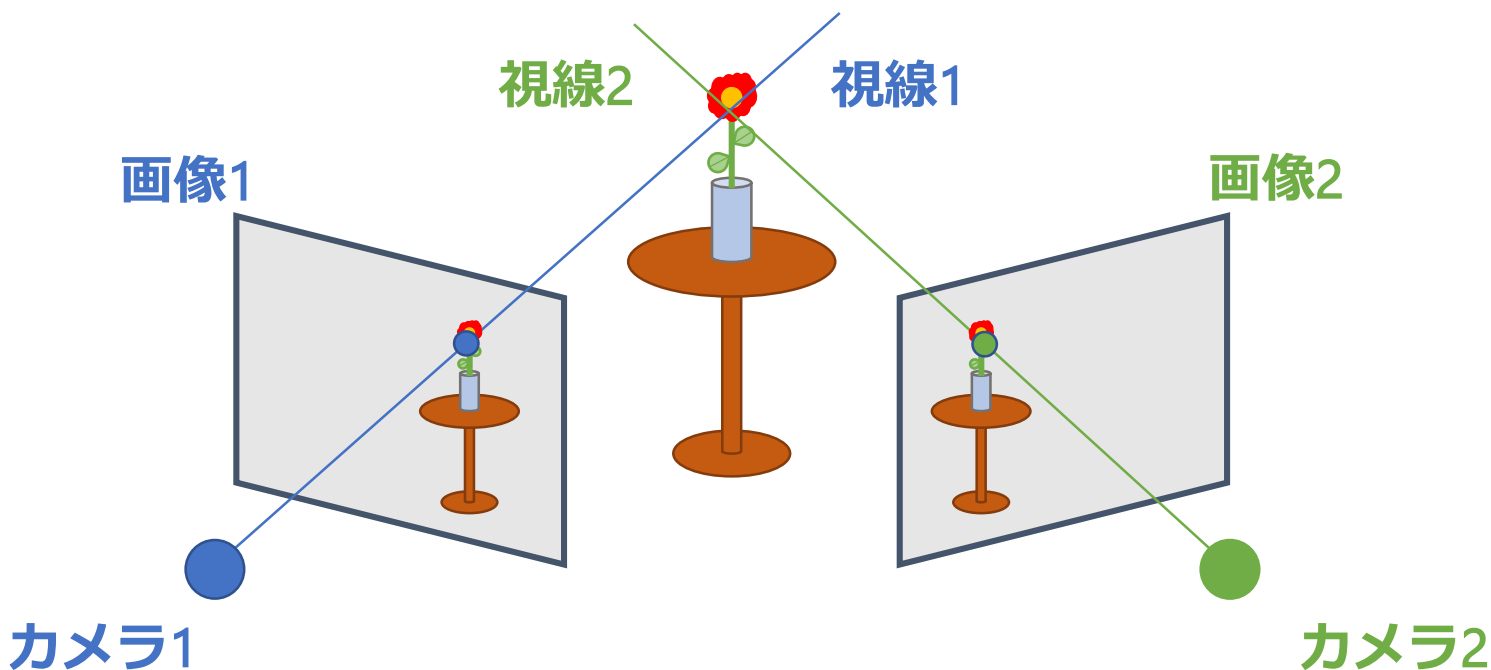
社会基盤学専攻

地域／情報研究室 修士2年

梶原裕希

■ 受動ステレオ法

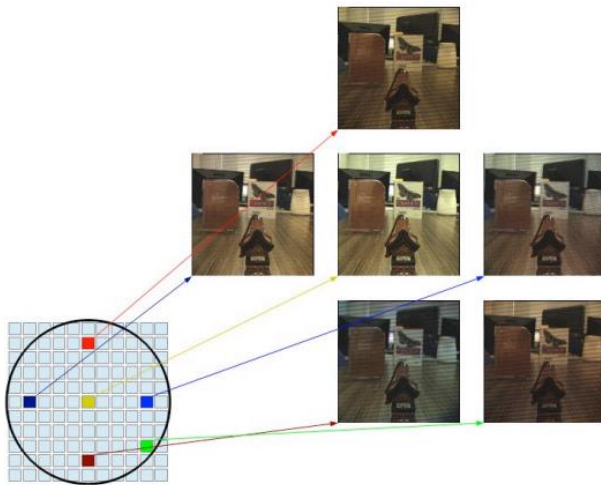
- ✓ 原理：複数台のカメラから得られた画像の視差により、三角測量に基づき物体の三次元位置を計測
- ✓ 特徴：計測に必要な画像を得るために**複数回の撮影**が必要



■ 概要

- ✓ 歴史：1990年代に出現、この数十年で急速に発展してきた分野
- ✓ 目的：従来の写真技術の制限をなくし、これまでのカメラからは得られなかった視覚情報を取得して画像生成を行う
- ✓ 特徴：**一回の撮影**で視点やピントの異なる複数の画像の取得が可能
画像処理、コンピュータービジョン、CG分野で注目

多視点画像



全焦点画像



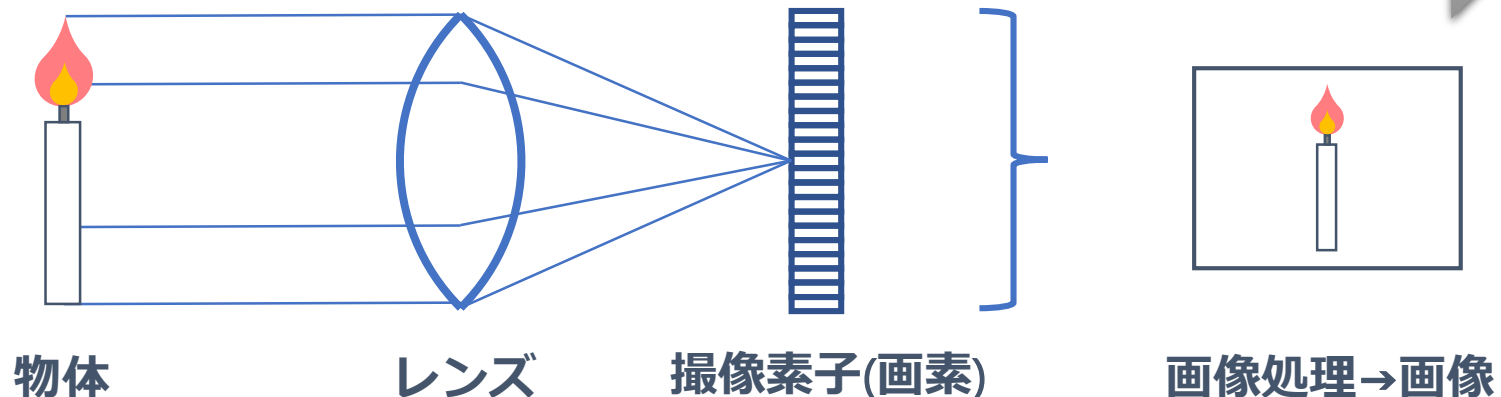
■ 従来の写真技術との比較

- ✓ 使われるカメラ：(フィルムカメラ、) デジタルカメラ
- ✓ 画像取得までの流れ
 - ・ 光情報の取得：物体→レンズ→撮像素子(画素)
 - ・ 画像の取得：撮像素子に映った像を高精度に記録
- ✓ 利点：三次元空間の全ての光情報 (ライトフィールド) を取得

再定義

コンピューターショナルフォトグラフィのカバー範囲

従来の写真技術のカバー範囲



■ 従来の写真技術との比較

- ✓ 使われるカメラ：(フィルムカメラ、) デジタルカメラ
- ✓ 画像取得までの流れ
 - ・ 光情報の取得：物体→レンズ→撮像素子(画素)
 - ・ 画像の取得：撮像素子に映った像を高精度に記録
- ✓ 利点：**三次元空間の全ての光情報 (ライトフィールド) を取得**



再定義

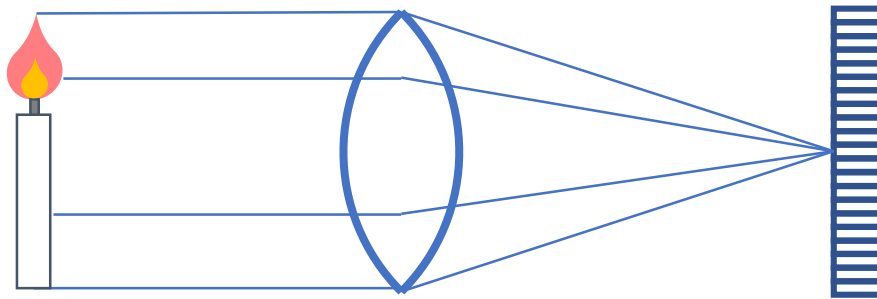


本研究の目的

空間の全光線情報を一回で記録できるライトフィールドカメラを用い、
三次元計測と物体認識を行う

■ 構造

- ✓ 従来のカメラ (再掲)



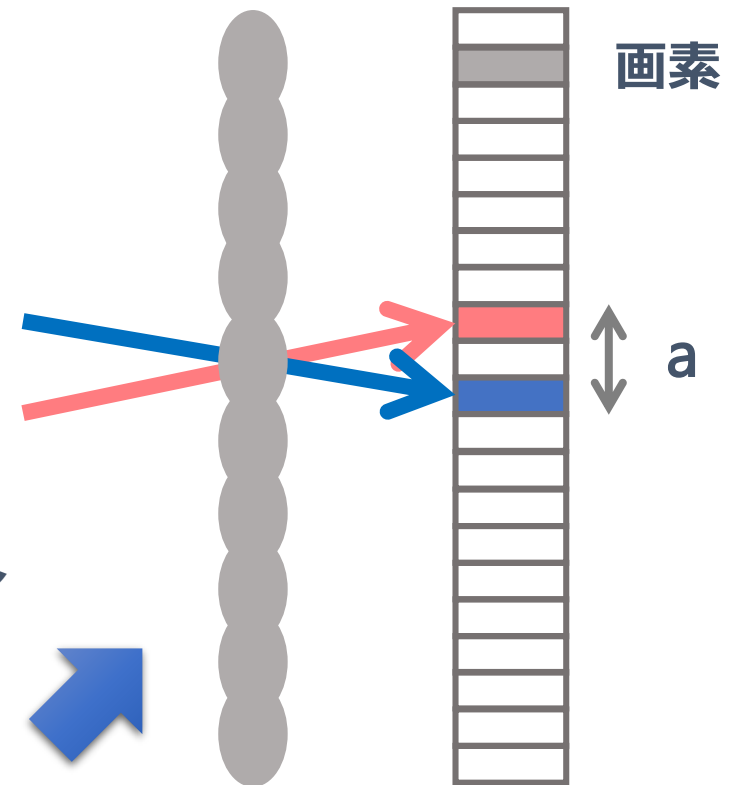
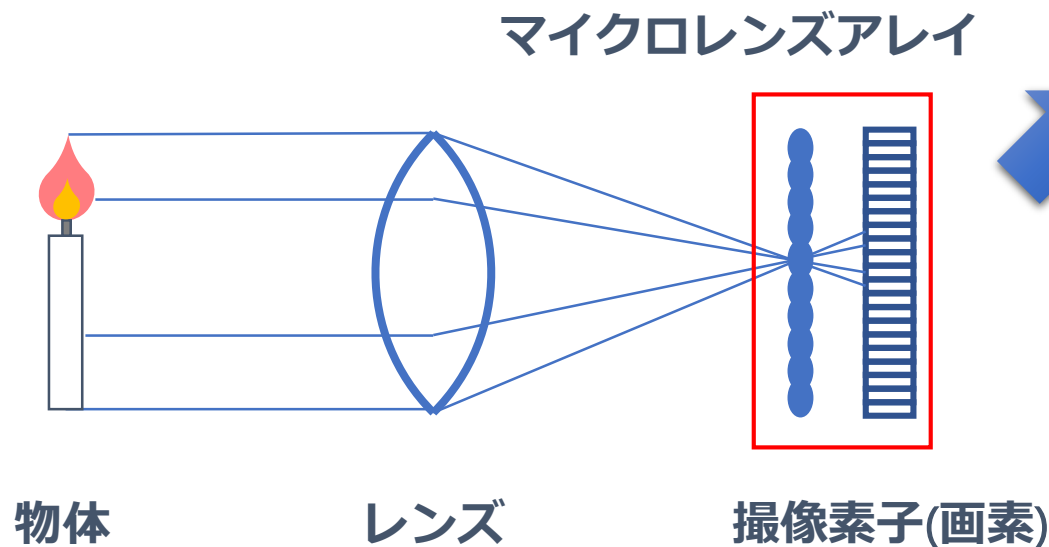
物体

レンズ

撮像素子(画素)

■ 構造

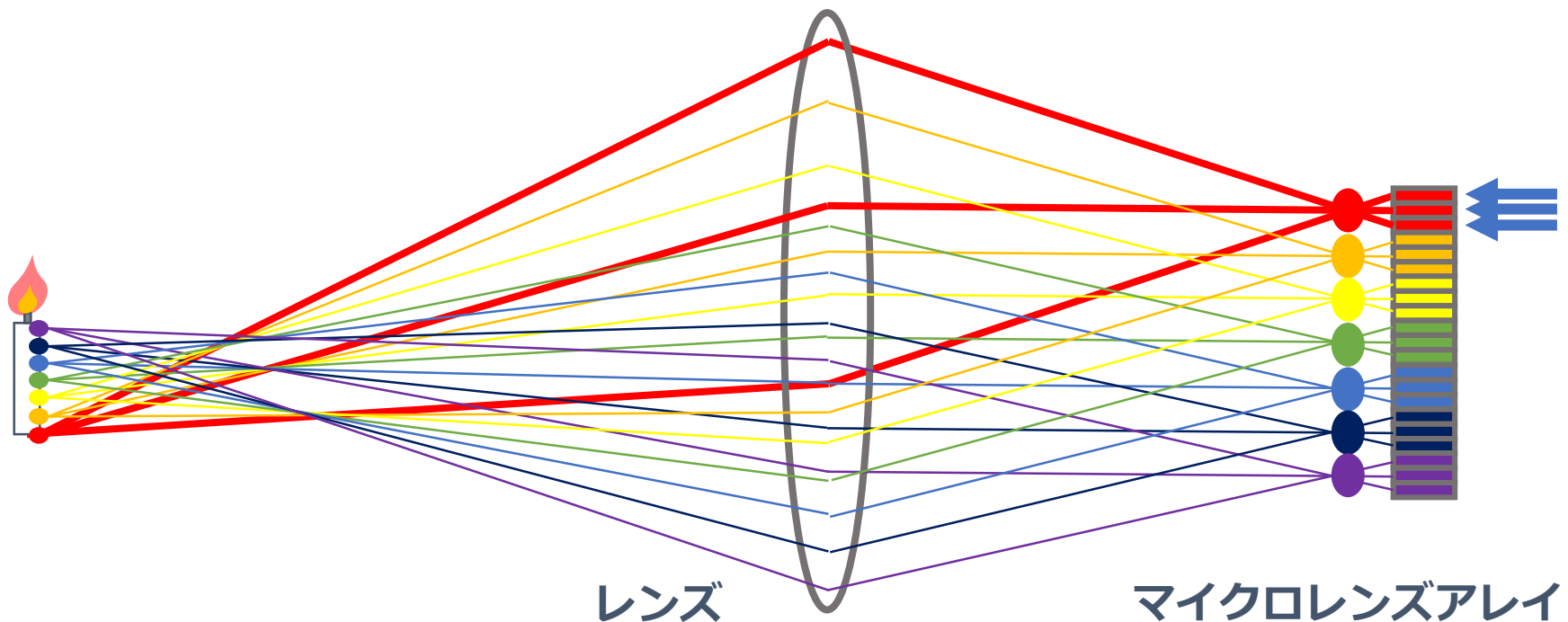
- ✓ ライトフィールドカメラ
 - ・ レンズと撮像素子の間にマイクロレンズアレイを配置
 - ・ マイクロレンズアレイで結像した像を光線へ分解し撮像素子に記録



a: マイクロレンズが
カバーする画素の範囲

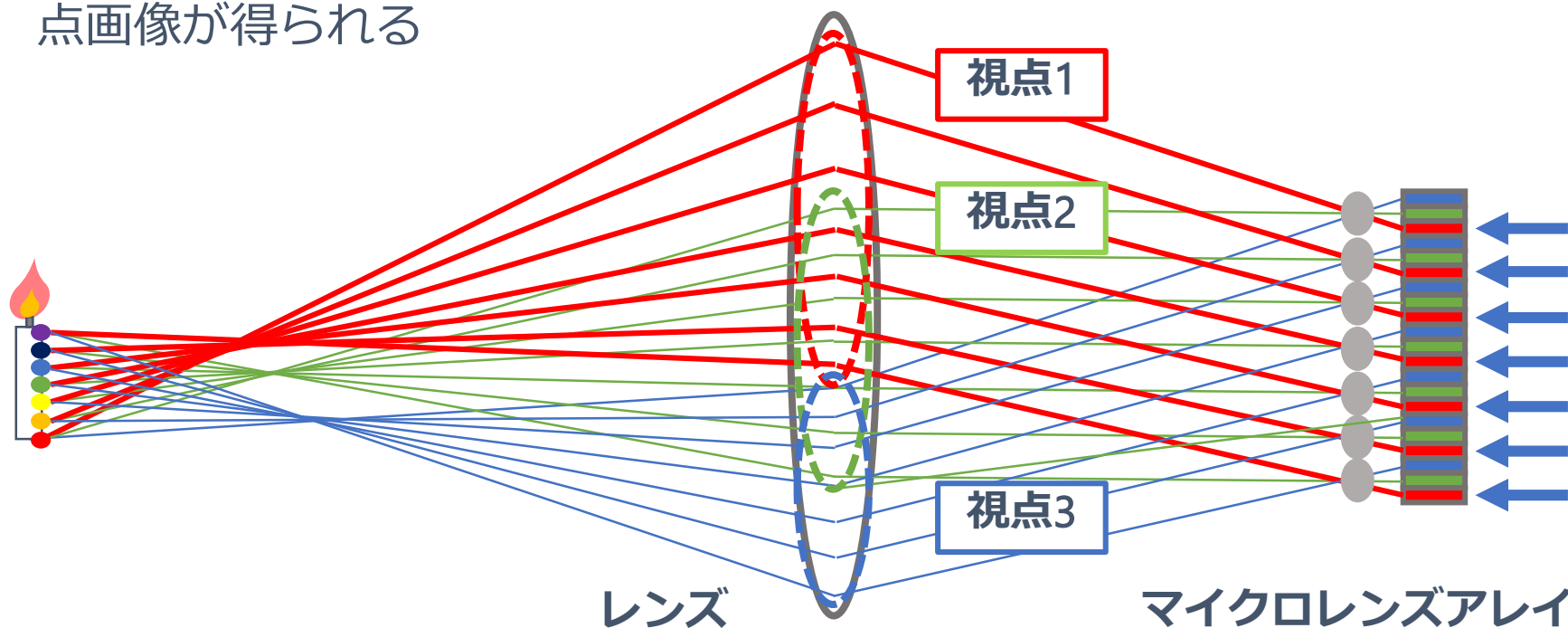
■ 画像の生成

- ✓ 物体の各点から発する光線は、マイクロレンズがカバーするいずれかの画素に記録される
- ✓ マイクロレンズごとにカバーする画素の値を平均し、物体に焦点を合わせた画像を生成



■ 多視点画像取得の原理

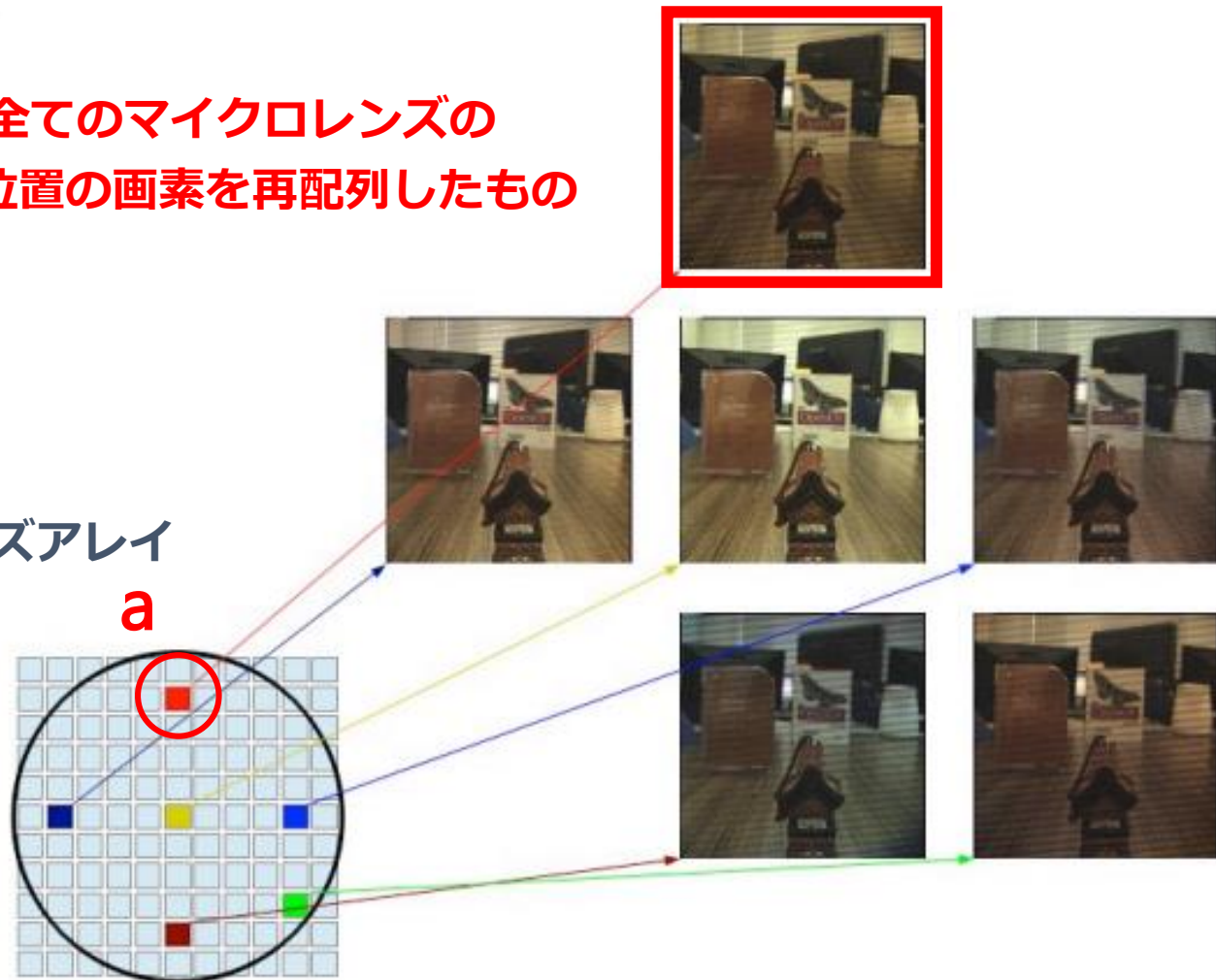
- ✓ 一度の撮影で少しずつ視点の違った複数の画像を取得可能
- ✓ マイクロレンズに対して同じ位置の画素を再配列した画像は、レンズの一部から被写体を観察したサブアパチャー画像になる
- ✓ マイクロレンズ当たりの画素数を N とすると、視差を持つ N 組の多視点画像が得られる



■ 多視点画像の例

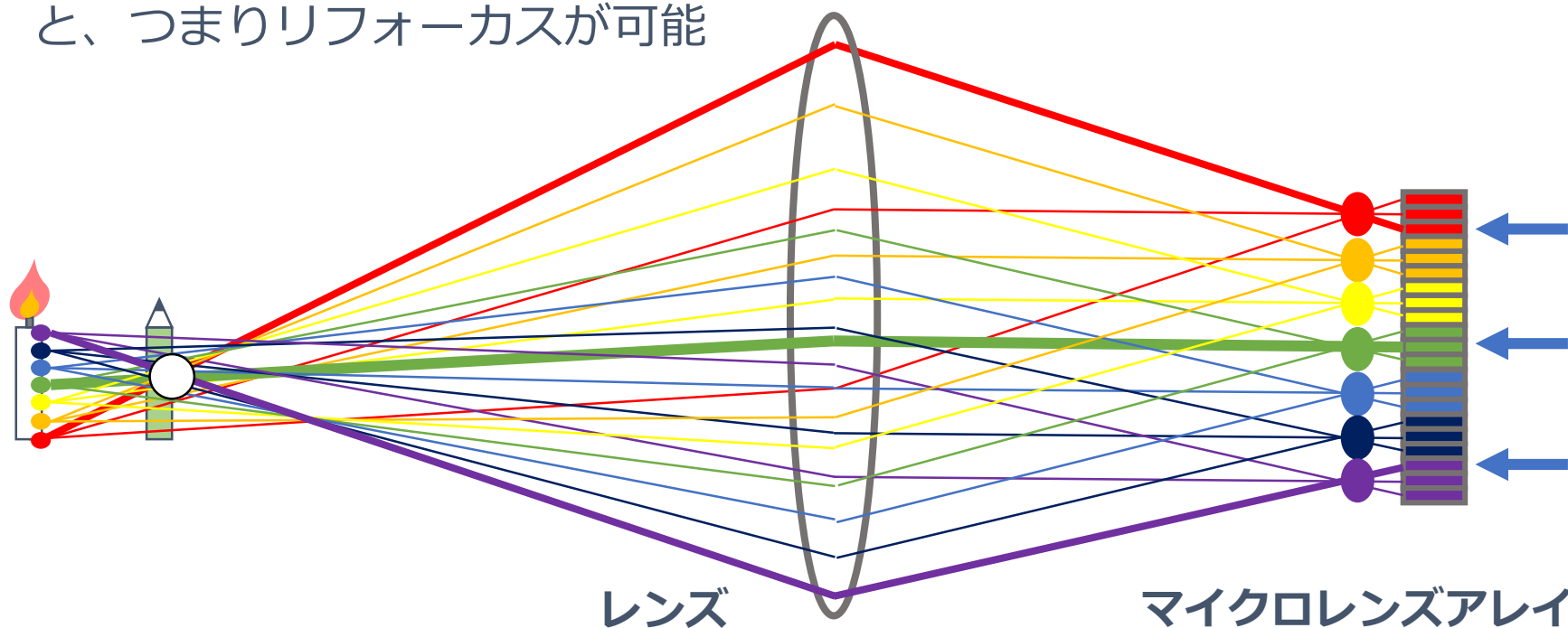
全てのマイクロレンズの
aの位置の画素を再配列したもの

マイクロレンズアレイ



■ リフォーカスの原理

- ✓ 一度の撮影でピントの異なる複数の画像を生成可能
- ✓ 図の鉛筆を通過する光線は、異なったマイクロレンズがカバーする画素に記録される
- ✓ それらの画素値を加算平均することで、鉛筆にピントを合わせること、つまりリフォーカスが可能



■ 全焦点画像の例



.....

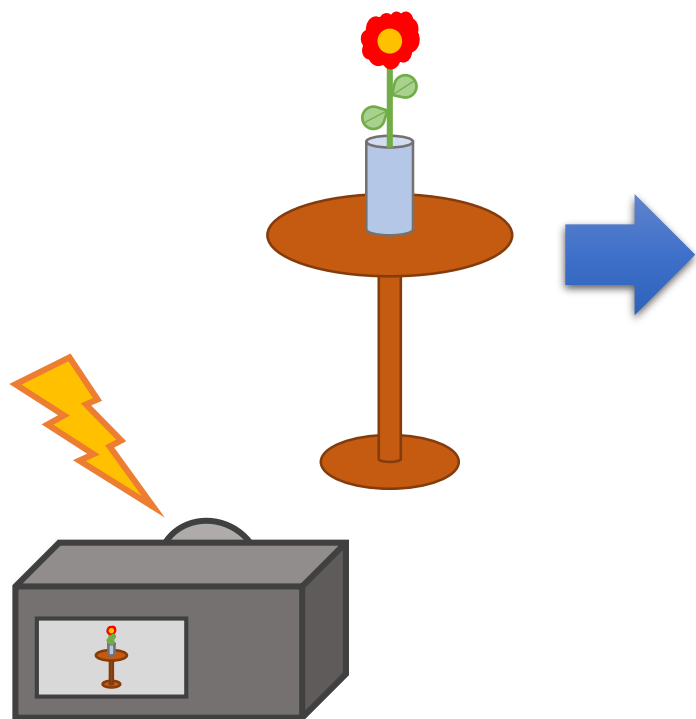


ピントが異なる全ての画像から各画素にピントを合わせた画像を生成

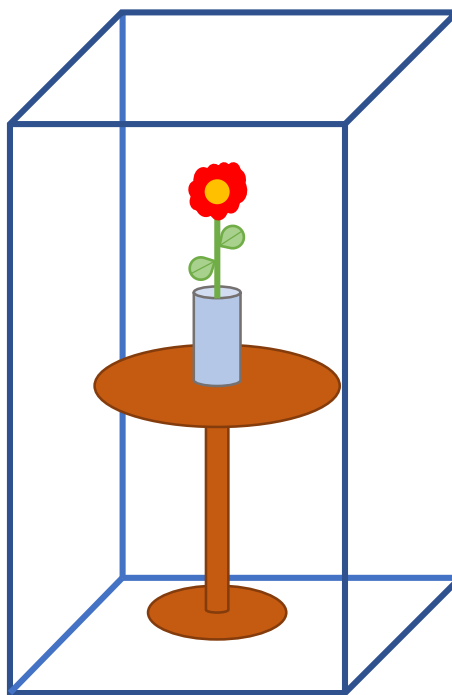


■ 研究の3ステップ

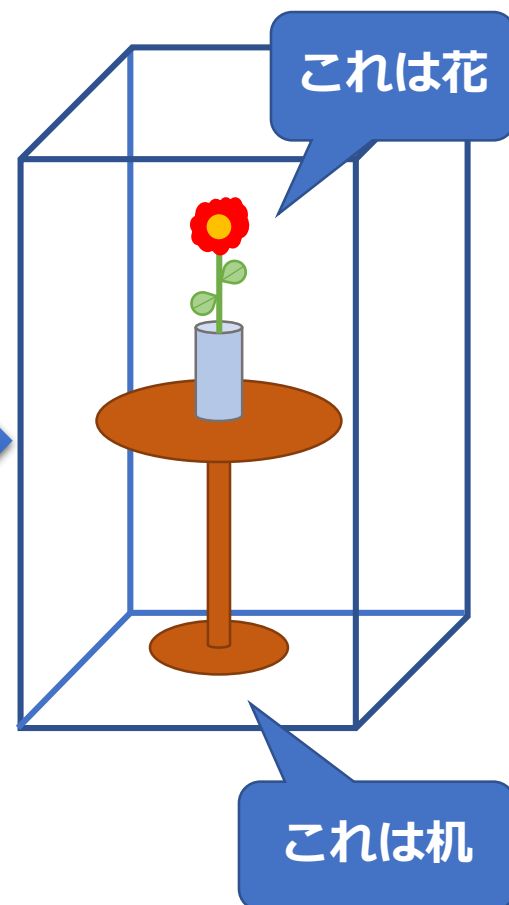
① ライトフィールドの取得



② 三次元計測

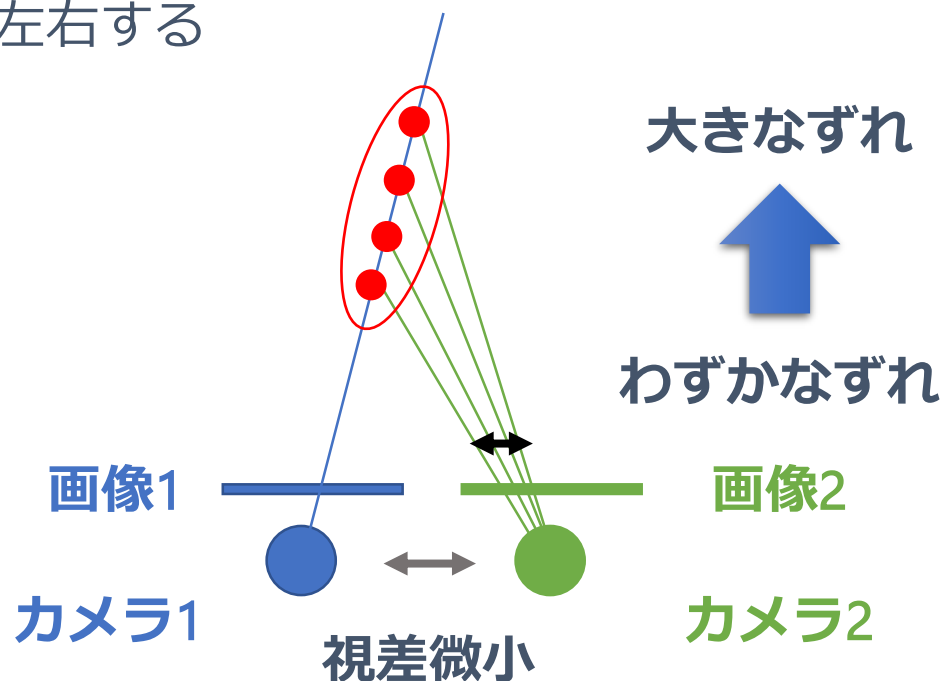


③ 物体認識



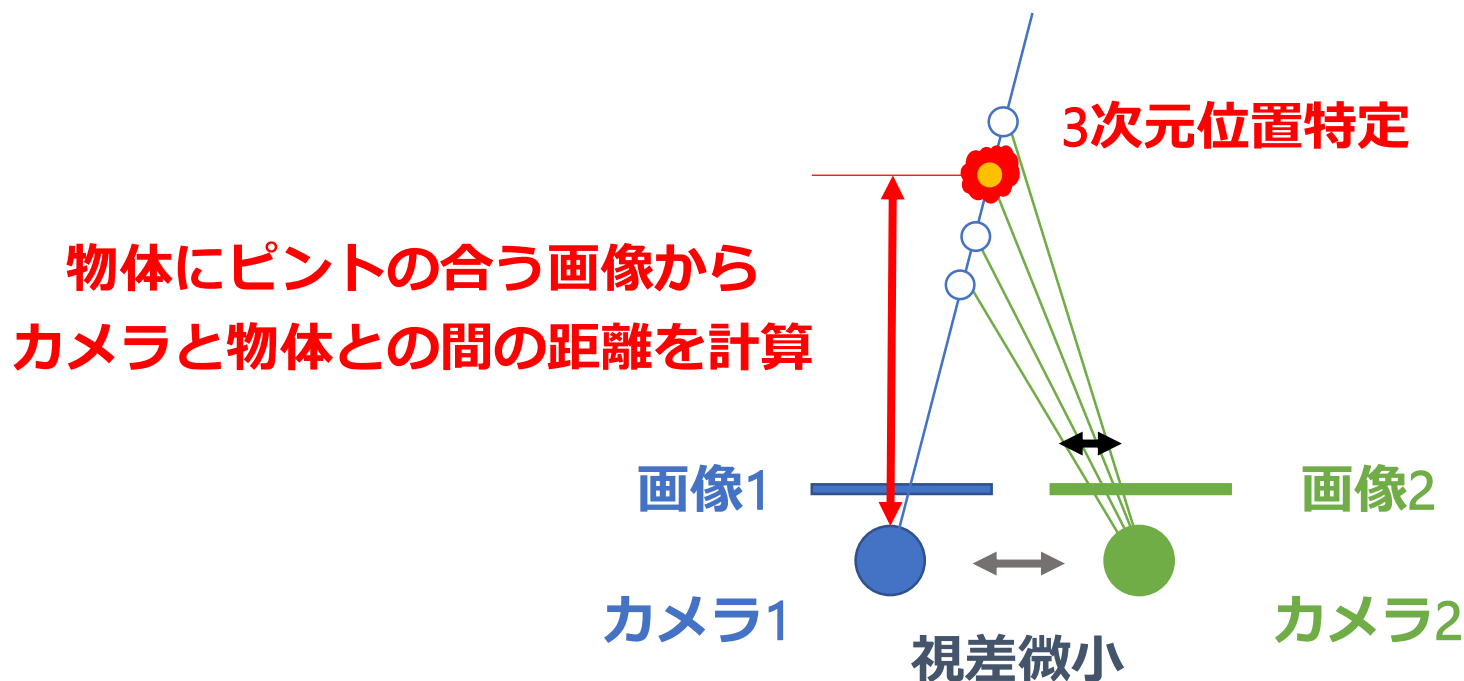
■ 本研究で用いる三次元計測手法

- ✓ ライトフィールドカメラから得られる画像
 - ・ 多視点画像：視差の計算に利用
- ✓ 多視点画像のみを用いることの問題点
 - ・ 視差が微小なため、画像上の物体の座標のわずかなずれが三次元位置を大きく左右する



■ 本研究で用いる三次元計測手法

- ✓ ライトフィールドカメラから得られる画像
 - ・ 多視点画像：視差の計算に利用
 - ・ ピントの異なる画像：カメラと物体の間の距離の計算に利用
- ✓ 受動ステレオ法 + 物体とカメラの間の距離を考慮 → より正確な計測



■ 関連論文のレビュー

- ✓ ライトフィールドカメラの画像処理を行っている先行研究

■ 前準備

- ✓ 画像処理環境の構築

■ 3次元計測

- ✓ ライトフィールドカメラによる撮影
- ✓ 多視点画像、全焦点画像の作成
- ✓ 3次元計測手法の適用・精度評価

■ 物体認識

- ✓ 機械学習を用いた3次元物体認識手法の適用・精度評価

■ プレノプティック関数

✓ 三次元空間全体の光線状況を表す関数

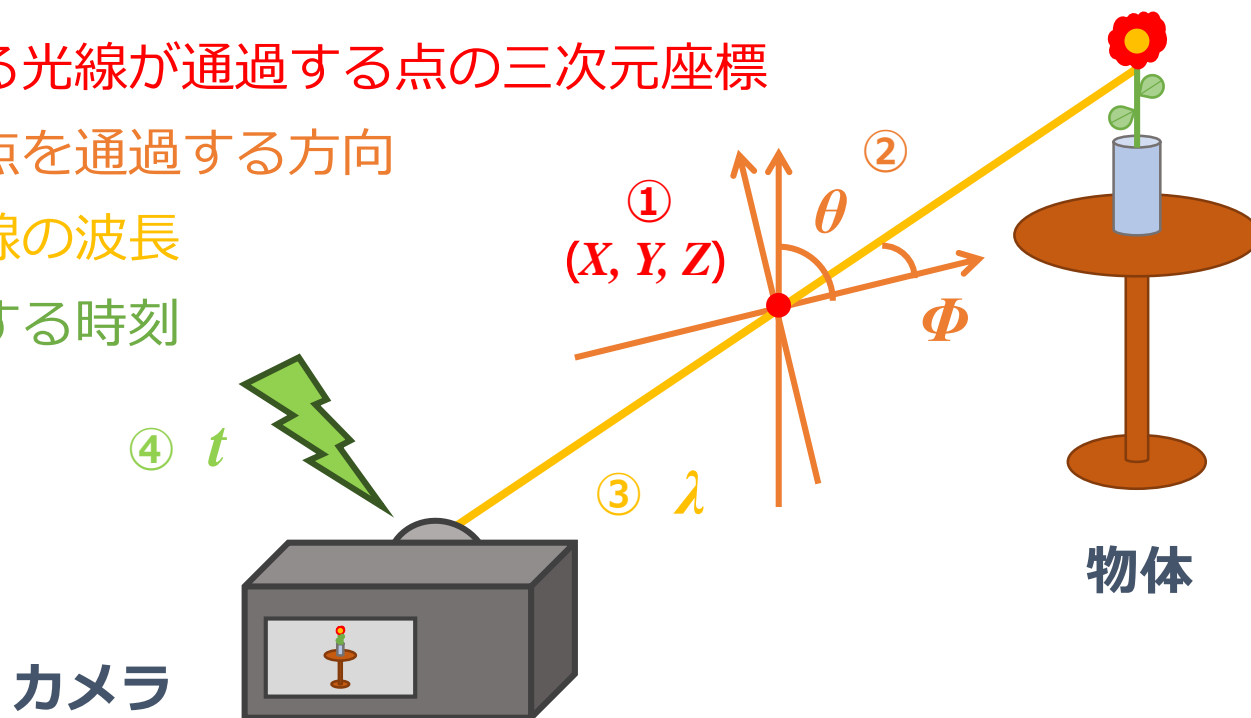
$$I = P(\overset{\textcircled{1}}{X, Y, Z}, \overset{\textcircled{2}}{\theta, \Phi}, \overset{\textcircled{3}}{\lambda}, \overset{\textcircled{4}}{t})$$

① 物体の発する光線が通過する点の三次元座標

② 光線がその点を通過する方向

③ 通過する光線の波長

④ 光線が通過する時刻



■ デジタルカメラ、距離画像カメラとの比較

カメラの種類	ライトフィールドカメラ	デジタルカメラ	距離画像カメラ
画像の例			
色情報	○	○	×
距離情報	○	△	○
ワンショットでの複数画像	○	×	×