

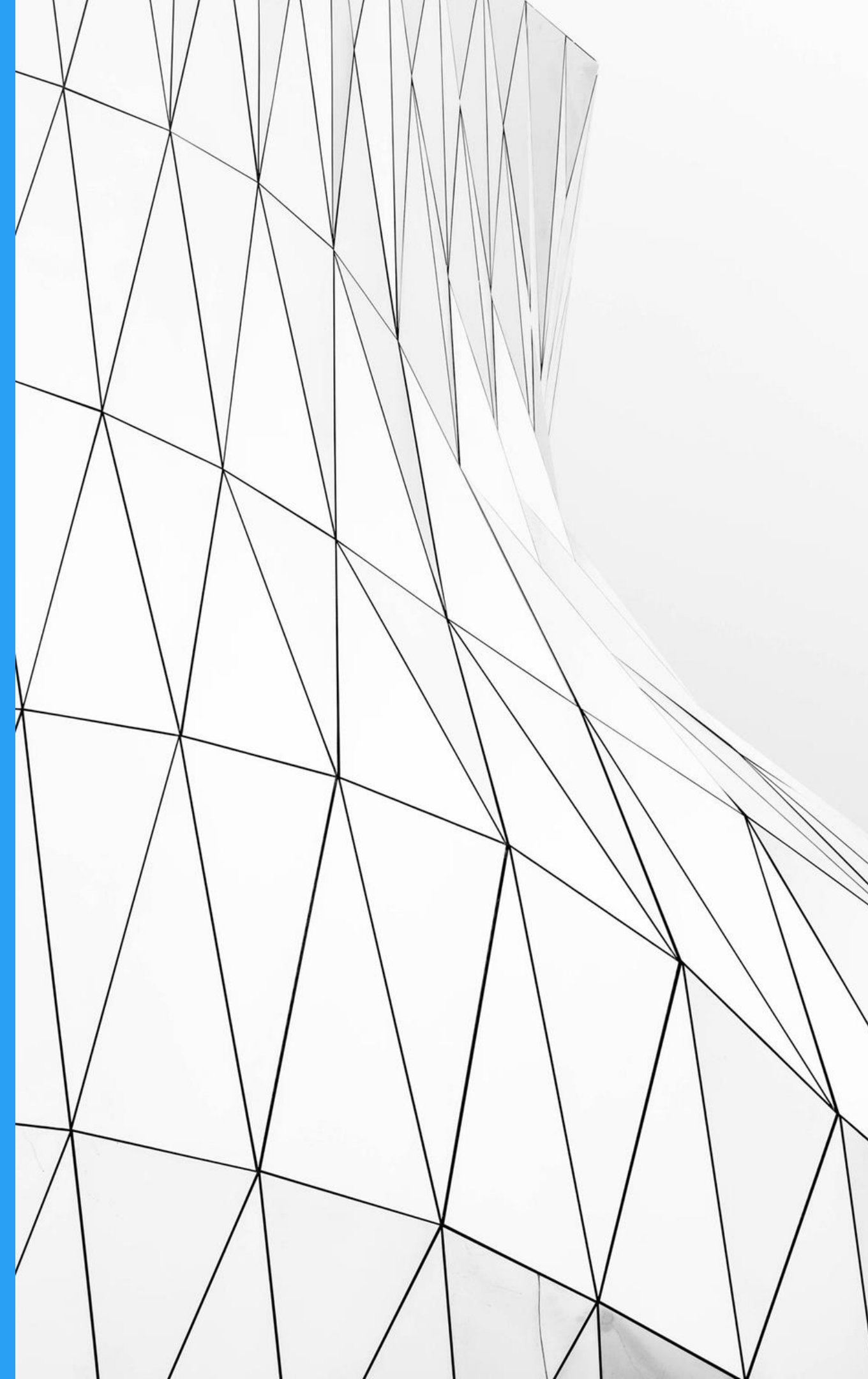


# AprilTagを利用してARで 物体を画像中に表示してみた

2023/08/16

【信州オンライン】XRミーティング #XRMTG

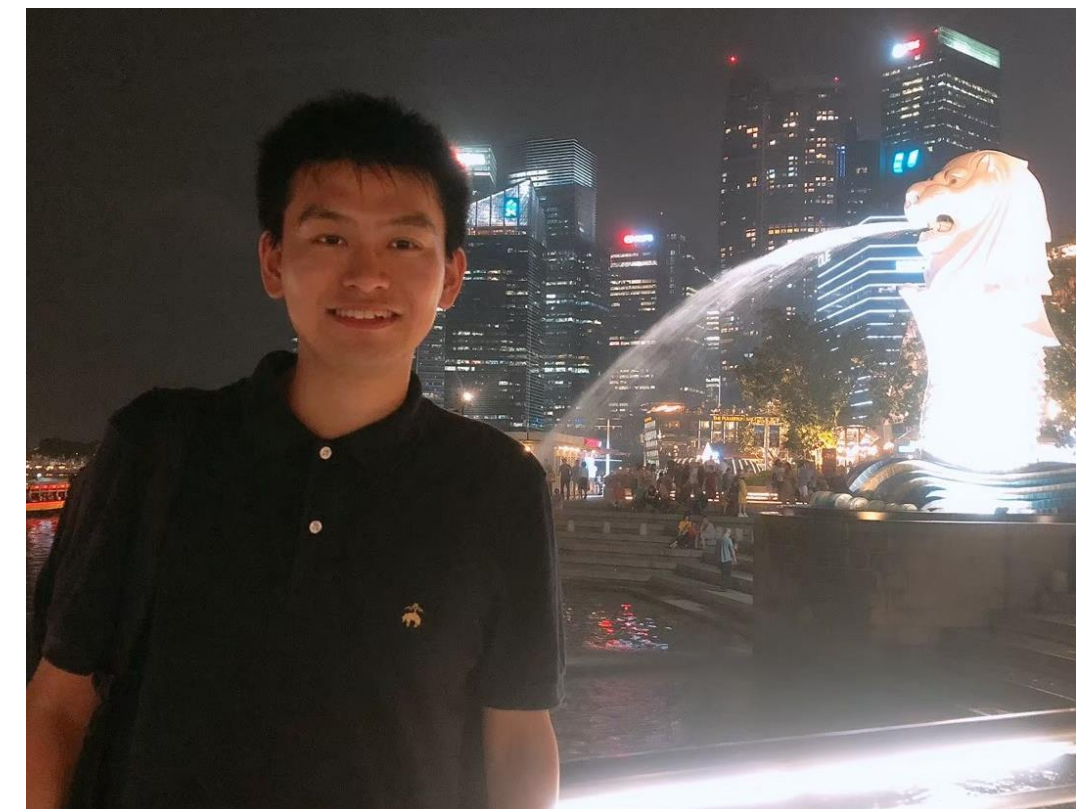
Kenta Itakura



# 自己紹介: 板倉健太

- 大阪府八尾市出身
- 3次元点群処理や画像処理を普段の業務で行っています
- 業務ではXR関連には触れていませんが、画像処理に関連する技術を用いて、ARのようなデモを作ってみました
- 本内容の詳細は以下のブログ記事にて説明しています

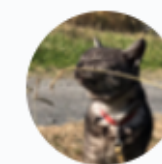
<https://kentapt.hatenablog.com/>



2023-08-15

AprilTagを利用した仮想物体の画像表示  
(Augmented Reality)

ブログについて



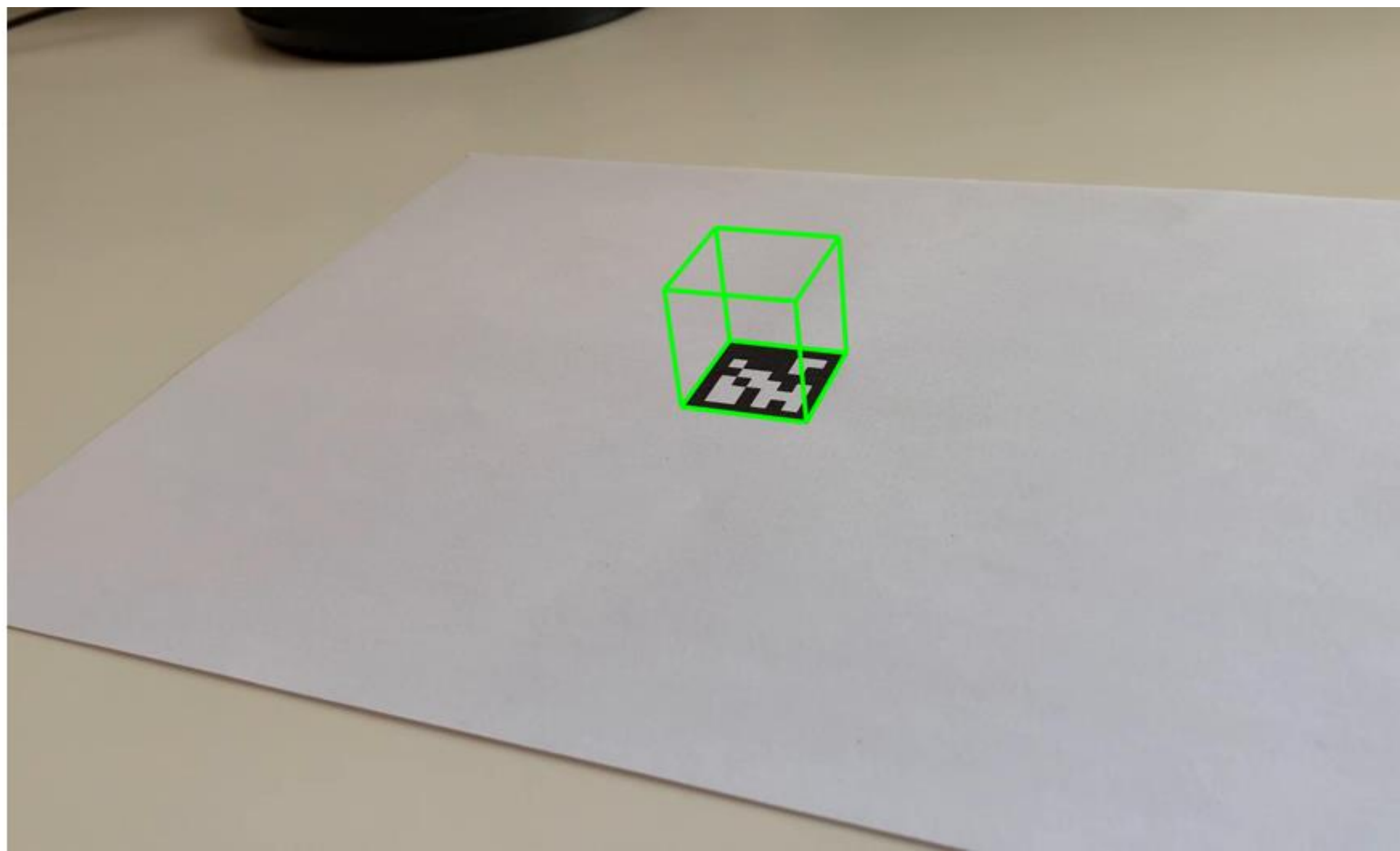
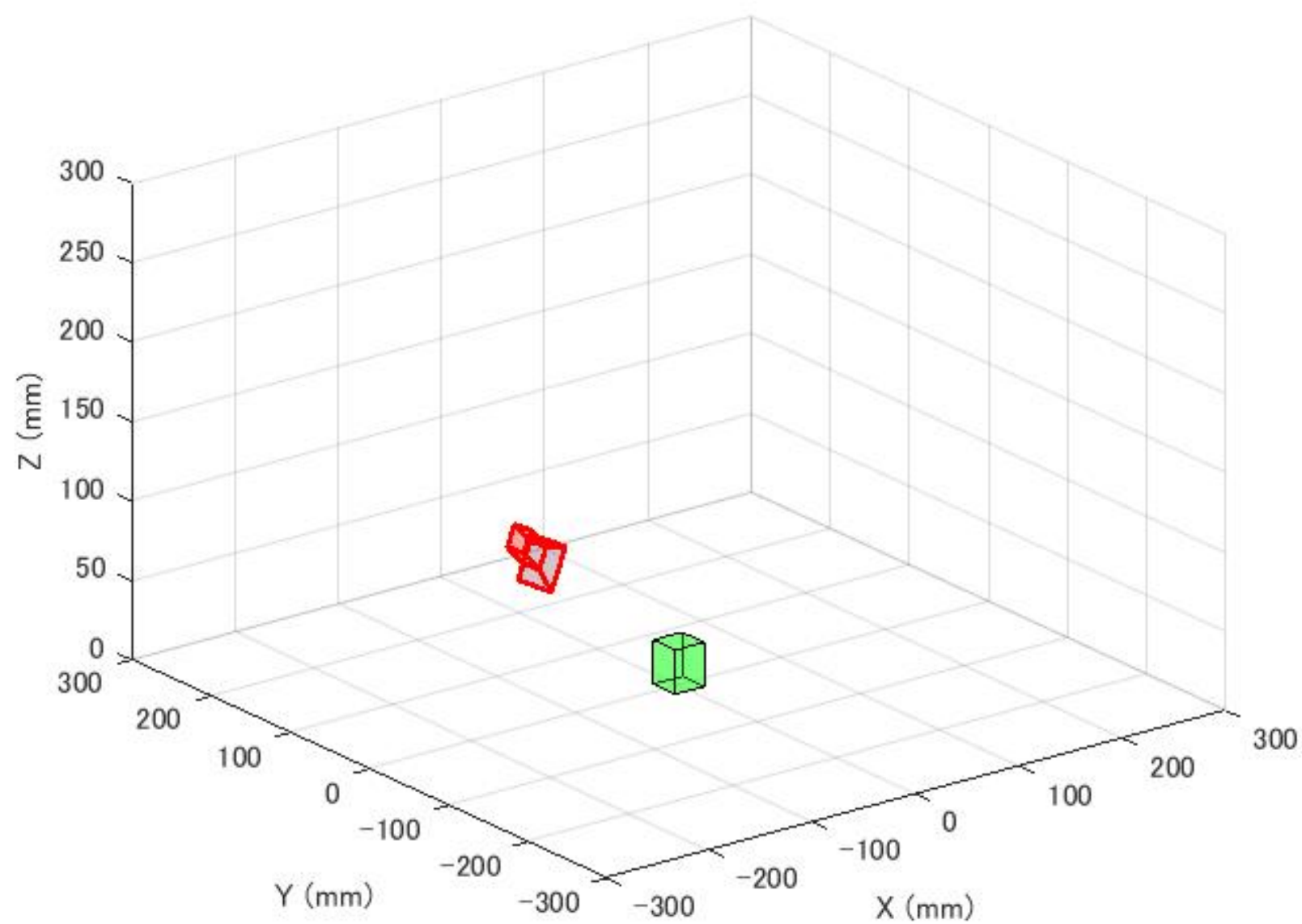
kentaPt

ブログトップ:

<https://kentapt.hatenablog.com/entry/2021/12/22/164539>

# デモ

- マーカー (AprilTag) を自動的に検出し、カメラの位置や向きを推定⇒緑の立方体を生成
- これらの処理を実装したので、大まかな流れについて発表

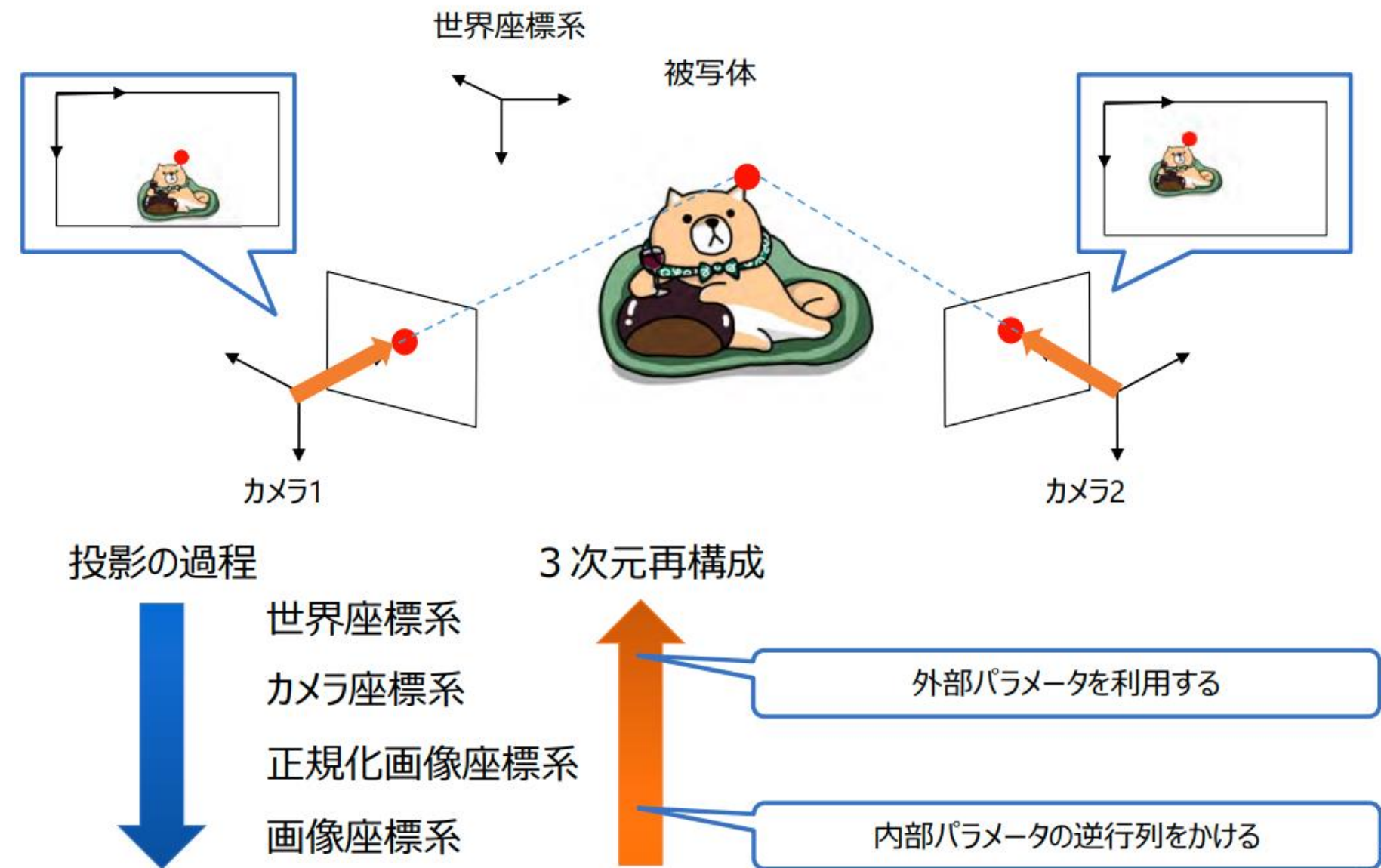




# はじめに: 世界(ワールド)座標系とカメラ座標系について

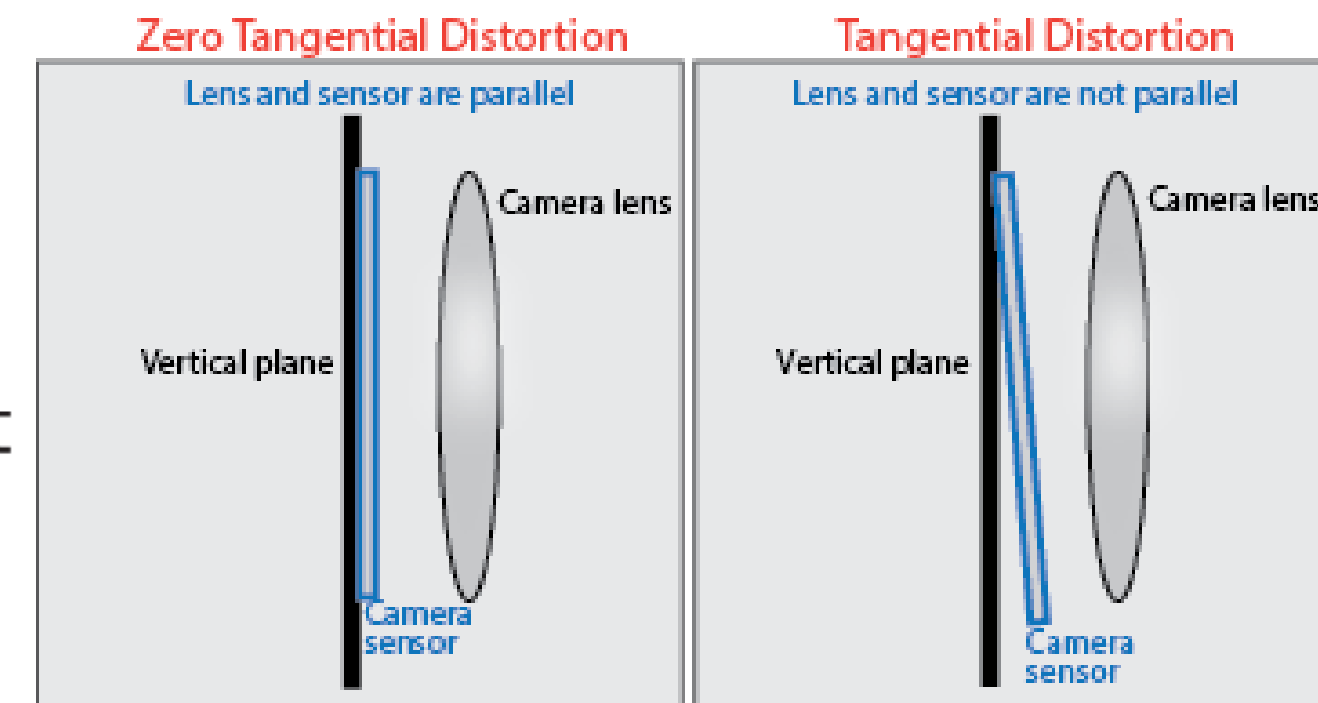
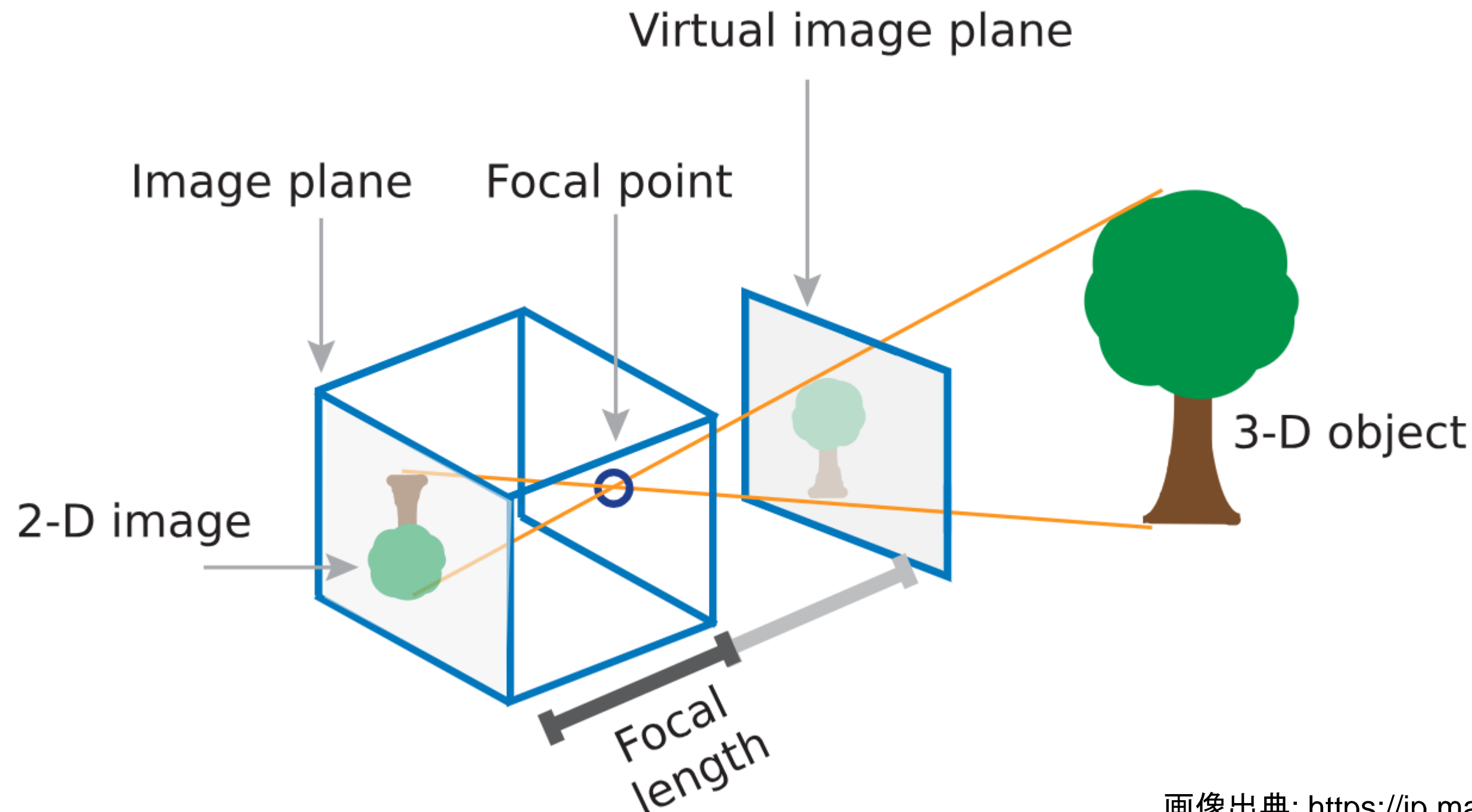
- 世界(ワールド)座標系: 被写体の存在する座標系
- カメラ座標系: カメラの光学中心を原点とした座標系

➡ 本日のデモの作成のためには世界座標系上の被写体をカメラの画像平面に投影する必要性



# Step1: カメラの内部パラメータを用意

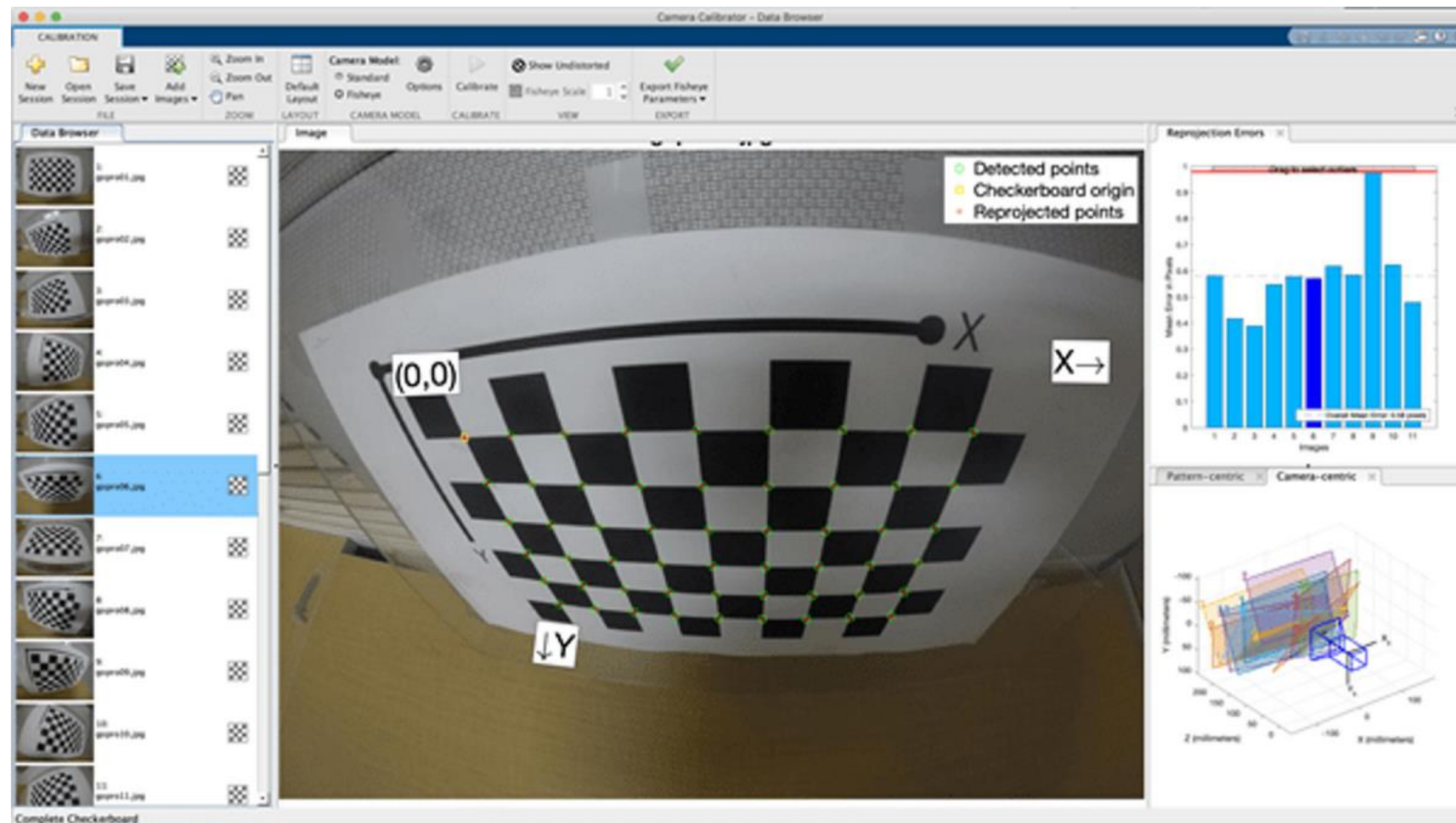
- カメラの焦点距離や歪みの情報など（内部パラメータ）を求めておく
- チェッカーボードを利用した方法が有名



レンズの歪みについて

# Step1: カメラの内部パラメータを用意

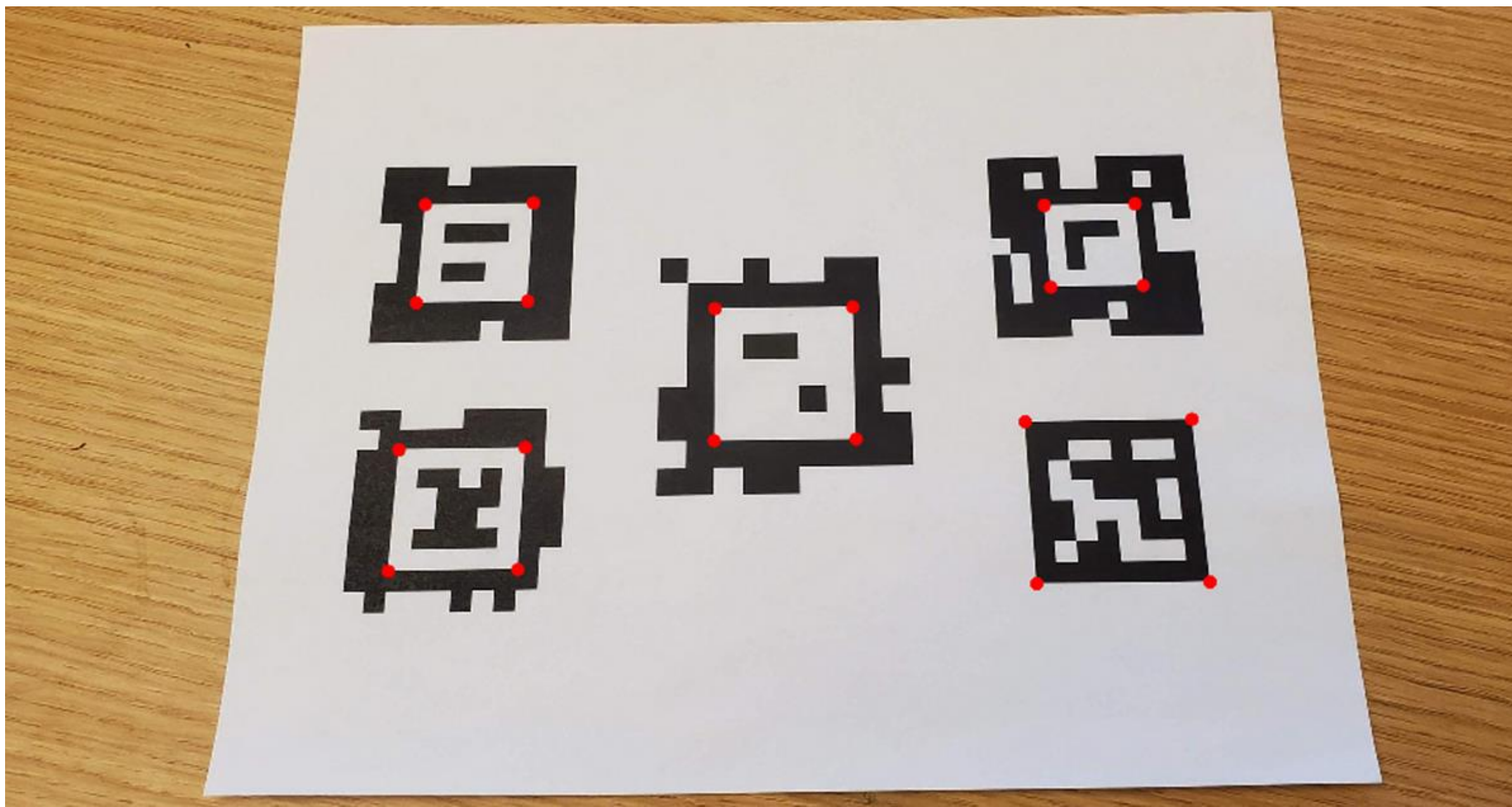
- カメラの焦点距離や歪みの情報など（内部パラメータ）を求めておく
- チェッカーボードを利用した方法が有名





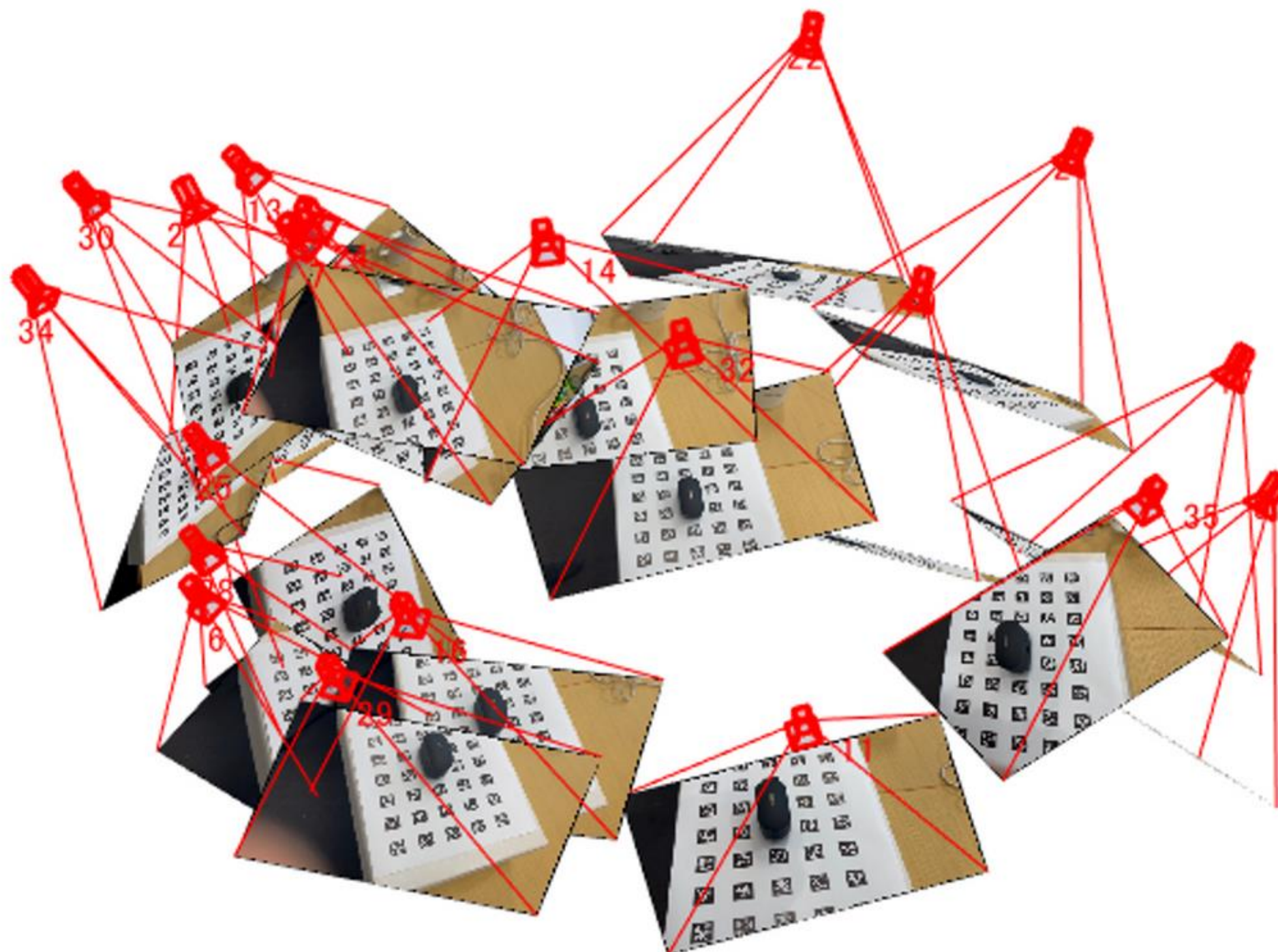
## Step2: AprilTagの検出

- AprilTagの一辺の長さをあらかじめ指定しておく（例: 3cm）
- 画像処理の技術を利用して自動的に検出
- 以下の赤点のXY座標（ $Z=0$ ）などを求めることができる



## Step3: カメラの位置や向きの推定

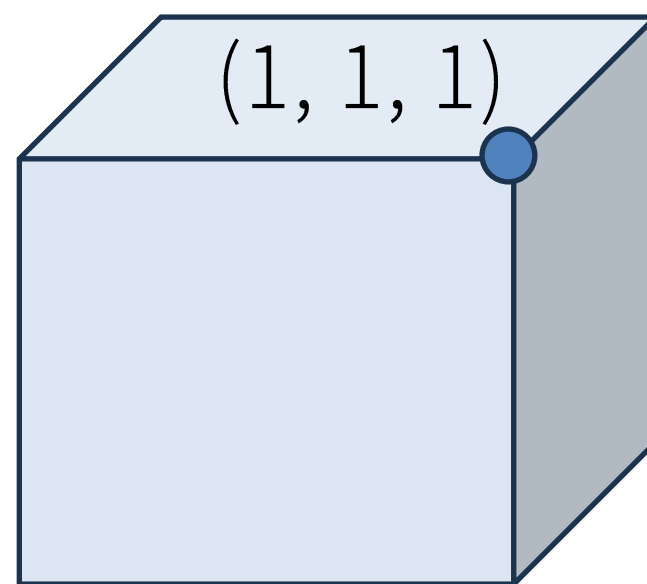
- AprilTagの位置からカメラの位置や向き(外部パラメータ)を求める
- 下図は、対象をあらゆる角度から撮影した場合の、推定したカメラの位置と向きを示す





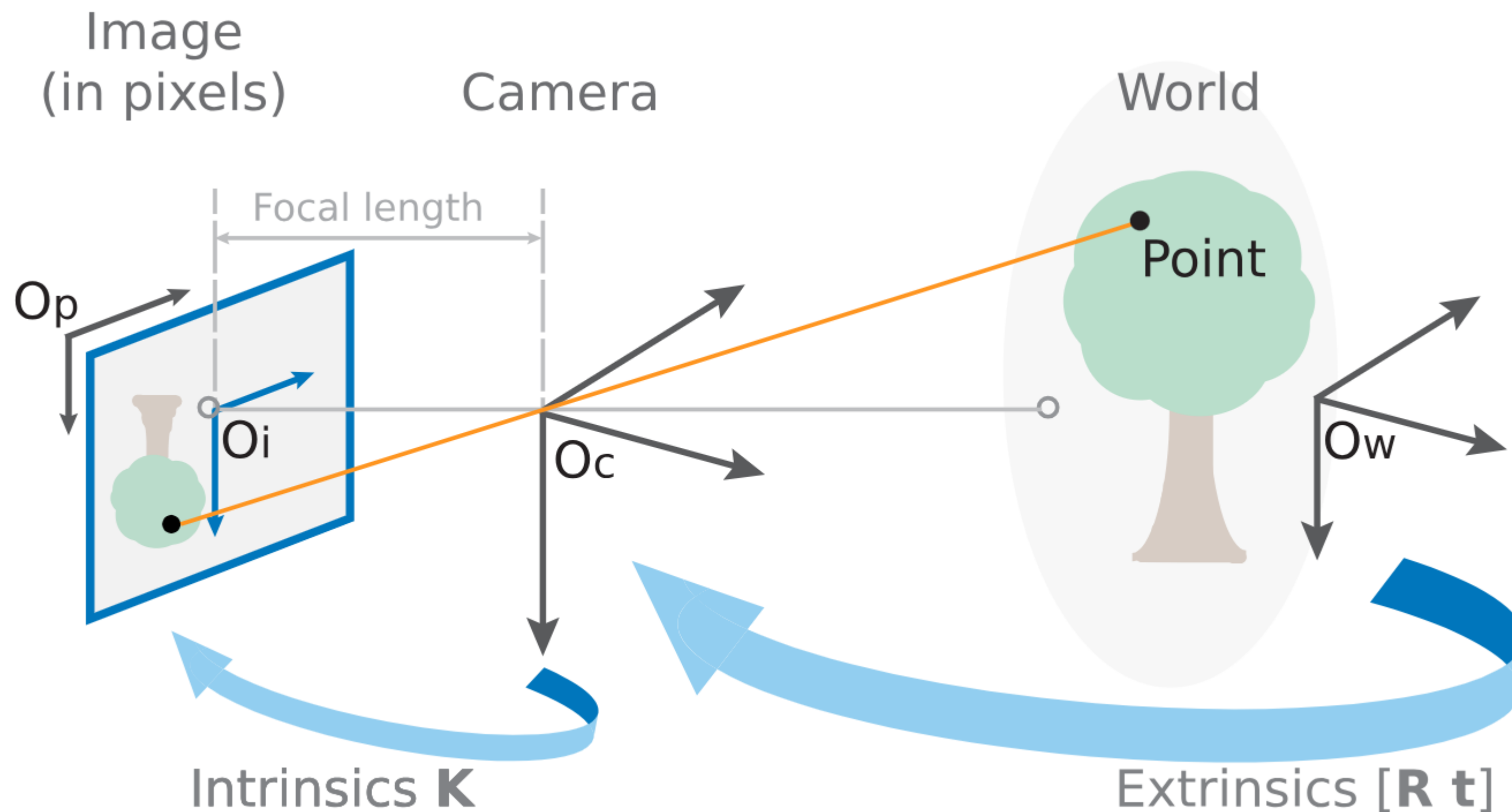
## Step4: 立方体の各頂点の座標を用意

- 今回のデモでは立方体の各頂点の座標を8つ用意した
- 世界座標系の座標⇒カメラ座標系⇒画像座標へと変換する
- 立方体以外の物体の座標でもよい



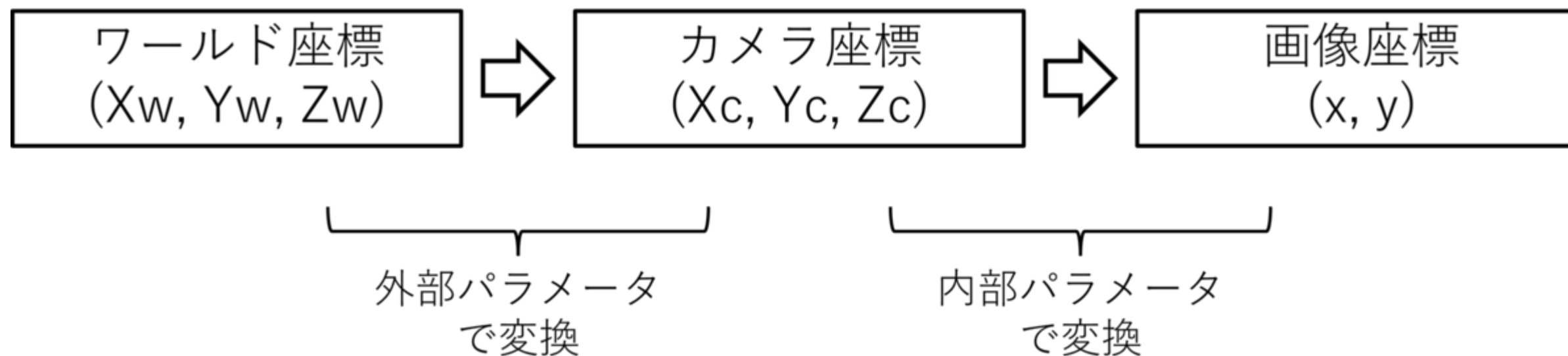
## Step5: 世界座標系の点を画像平面へ投影

- 内部パラメータと外部パラメータがあれば画像平面へ投影することができる
- Step4で用意した立方体の頂点の座標を変換する



## Step5: 世界座標系の点を画像平面へ投影

- 内部パラメータと外部パラメータがあれば画像平面へ投影することができる
- Step4で用意した立方体の頂点の座標を変換する

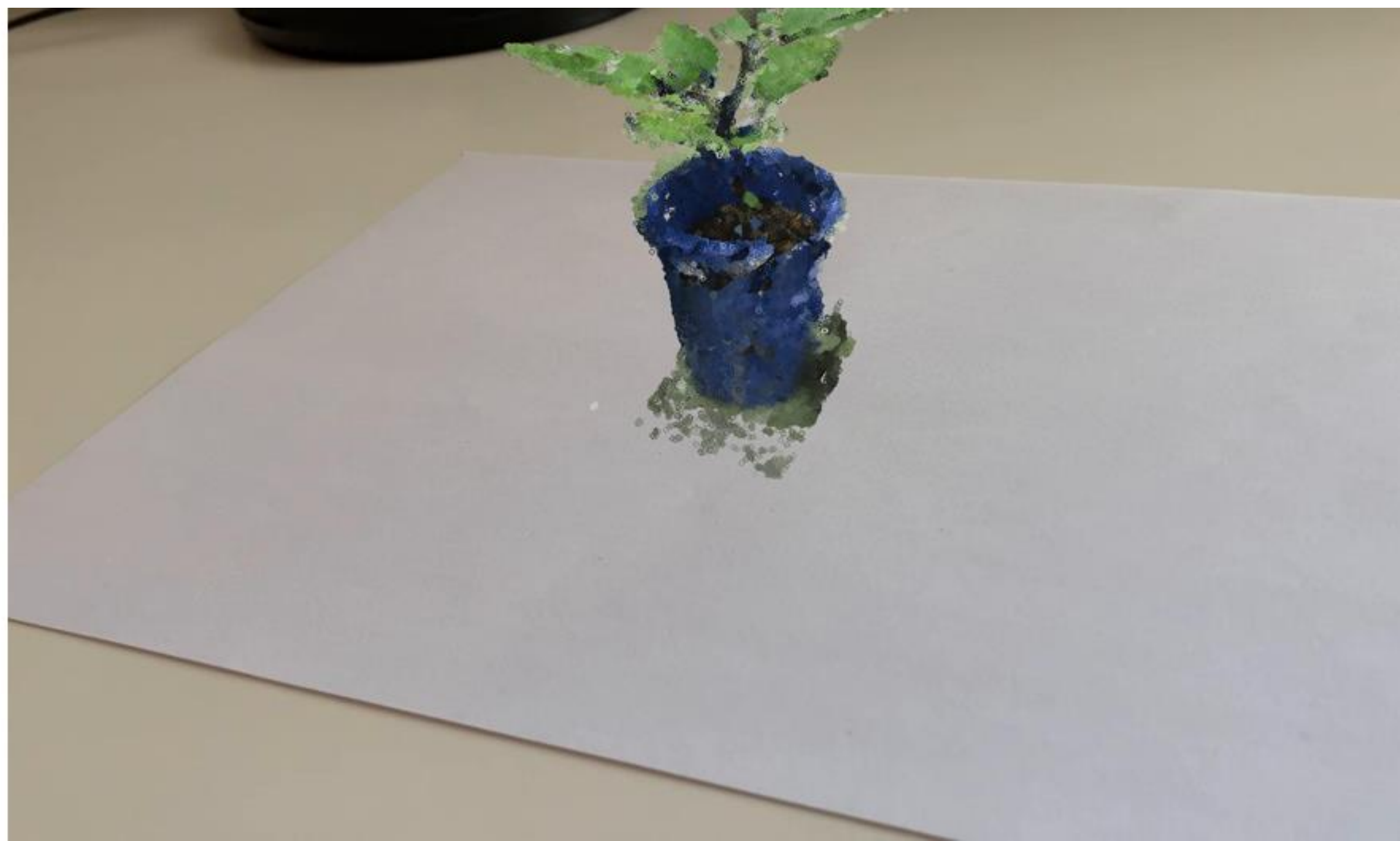
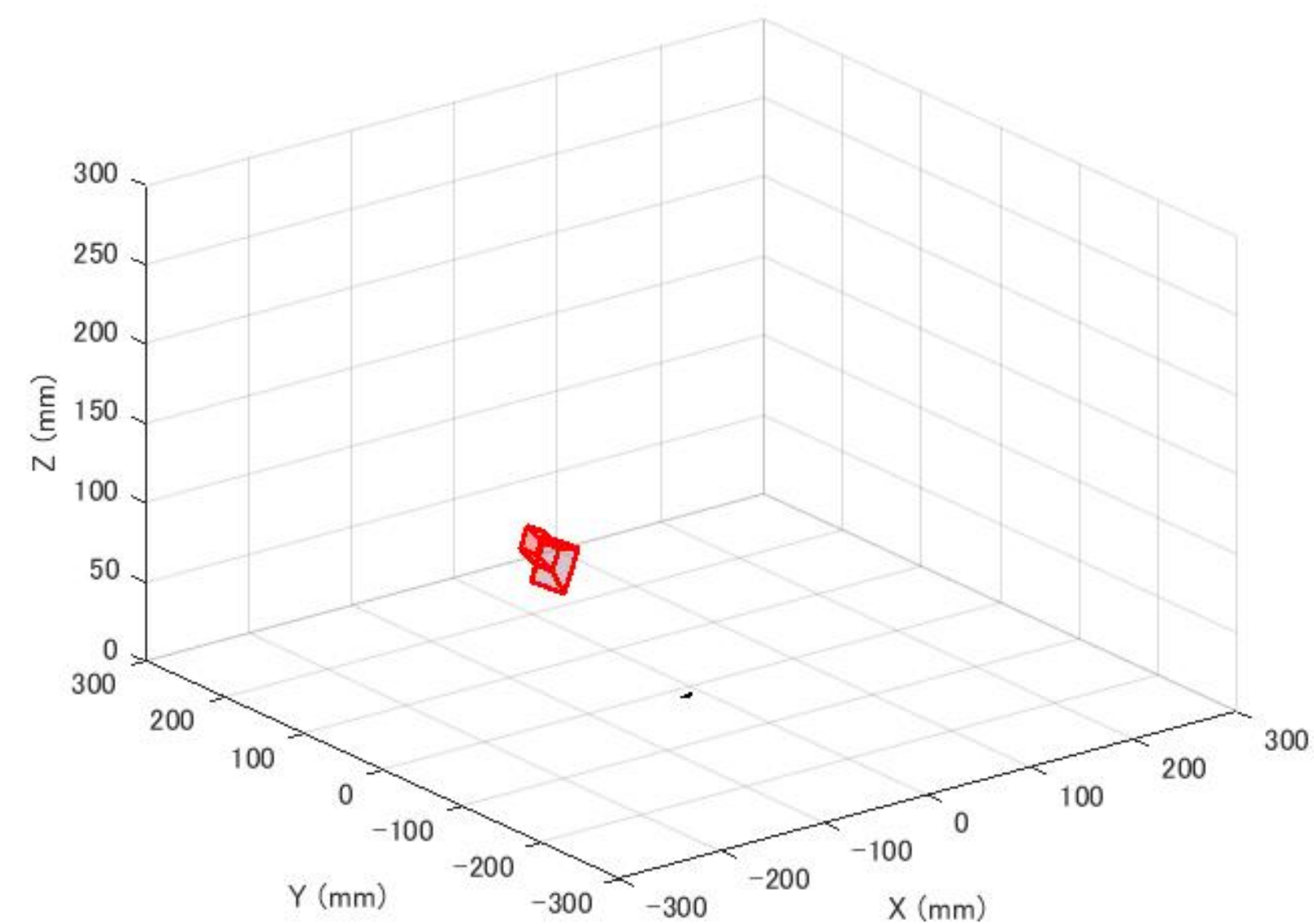


$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{内部パラメータ}} \underbrace{\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix}}_{\text{外部パラメータ}} \underbrace{\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}}_{\text{対象点 (世界座標系)}}$$



# デモ: ナスの3次元点群の可視化

- 立方体の頂点ではなく、ナスの各XYZの点を外部パラメータ・内部パラメータにて処理
- 3次元点群でも同様にAR表示ができる



## デモ補足: ナスの3次元点群の生成方法

- Structure-from-Motion + Multiple- View Stereo (SfM-MVS)と呼ばれる方法で生成した
- 対象物の周辺から画像撮影をすることで対象の3次元点群を生成可能
- ここでもカメラの内部パラメータや外部パラメータを利用する

