

東京農工大学スマートモビリティ研究拠点シンポジウム2023

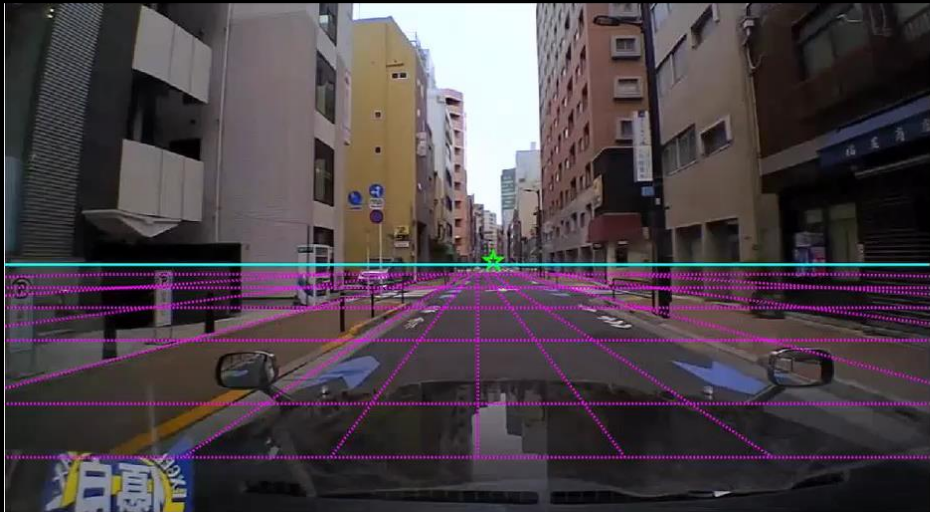
安全性評価指標策定のための 映像処理技術

伊神 大貴

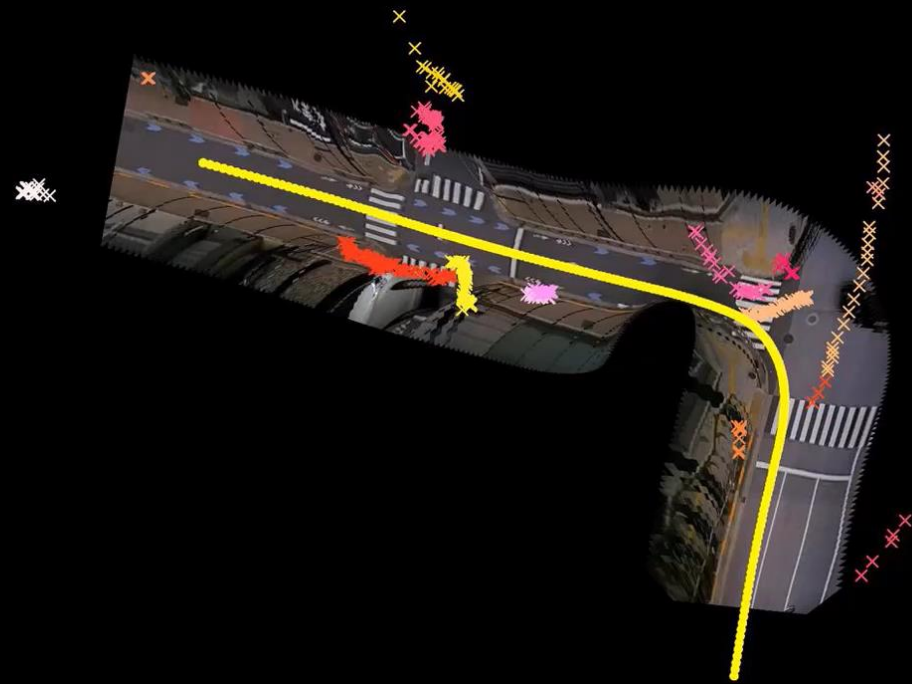
(東京農工大学 毛利研究室)

目的

映像からの自車・他車軌跡推定とその可視化



入力：ドラレコ映像



出力：自車・他車軌跡

背景

農工大スマートモビリティ拠点のヒヤリハットデータベースには200,000万件以上のデータが存在する

- ☺豊富な交通シナリオでの実際の走行シーン
- ☹安全性評価に必要な軌跡情報（速度、加速度）の欠落



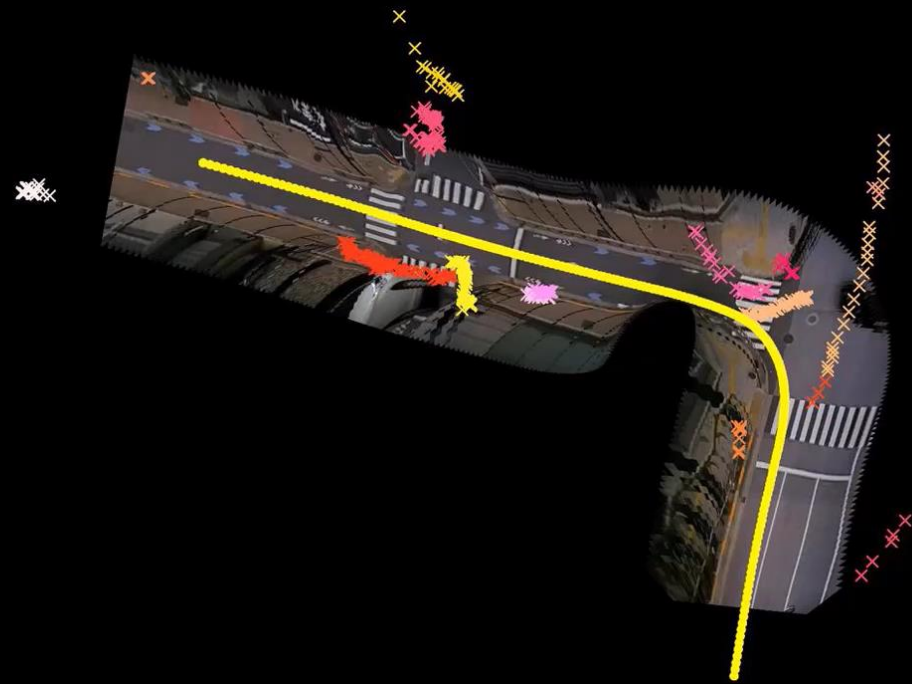
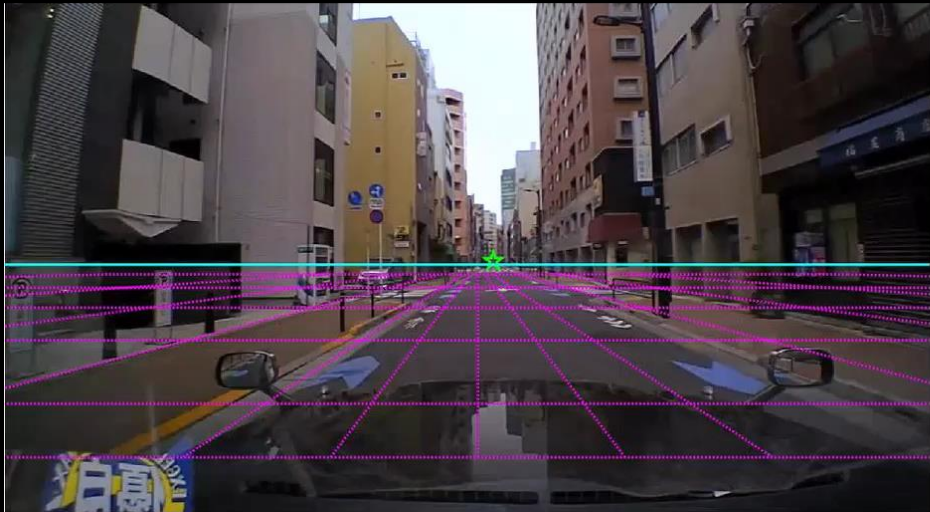
ヒヤリハットデータベース

- ドラレコ映像
- センサーデータ (GPS, ...)
- アノテーション (事故原因, ...)
- **軌跡**



目的

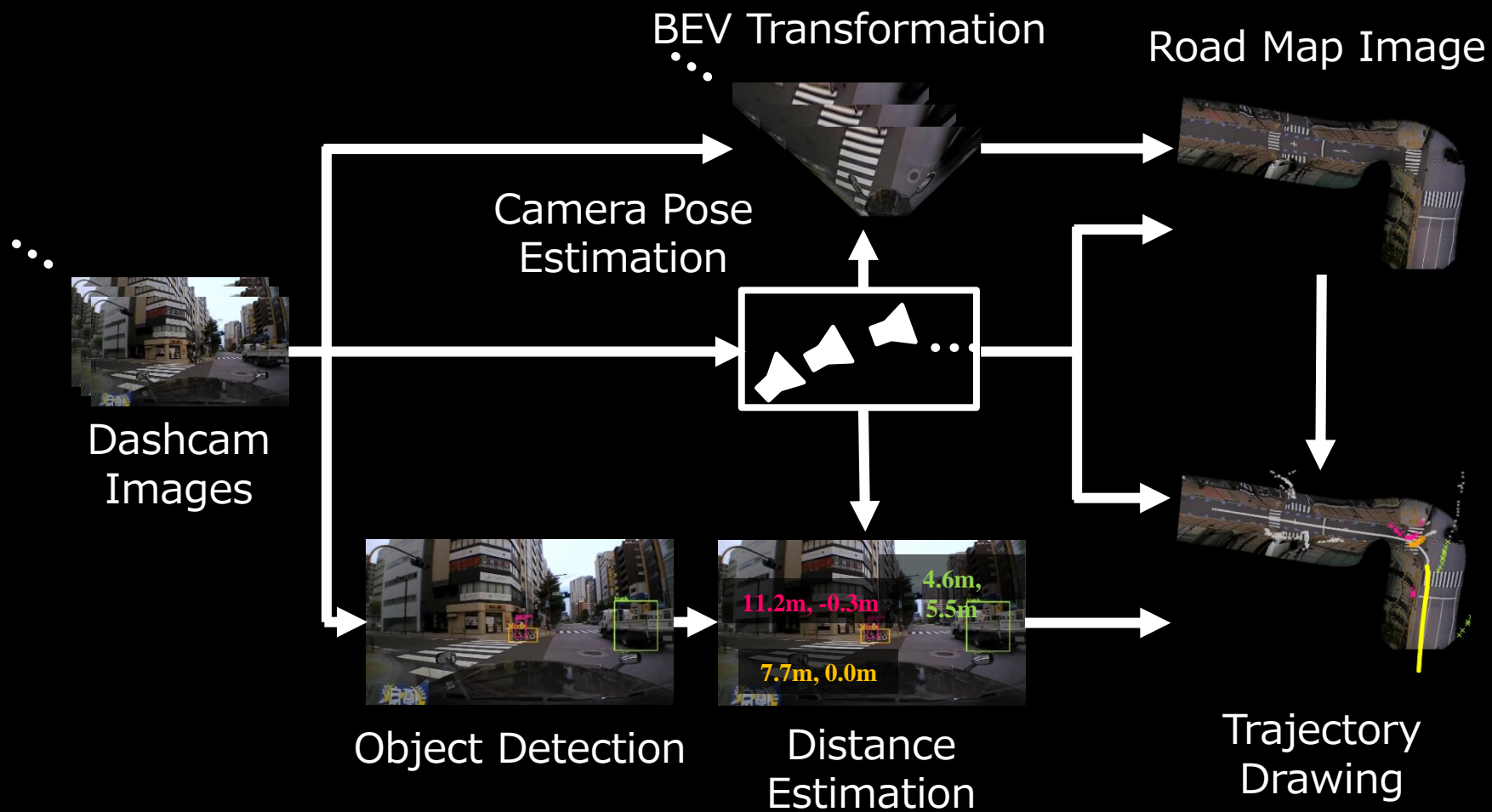
映像からの自車・他車軌跡推定とその可視化



入力：ドラレコ映像

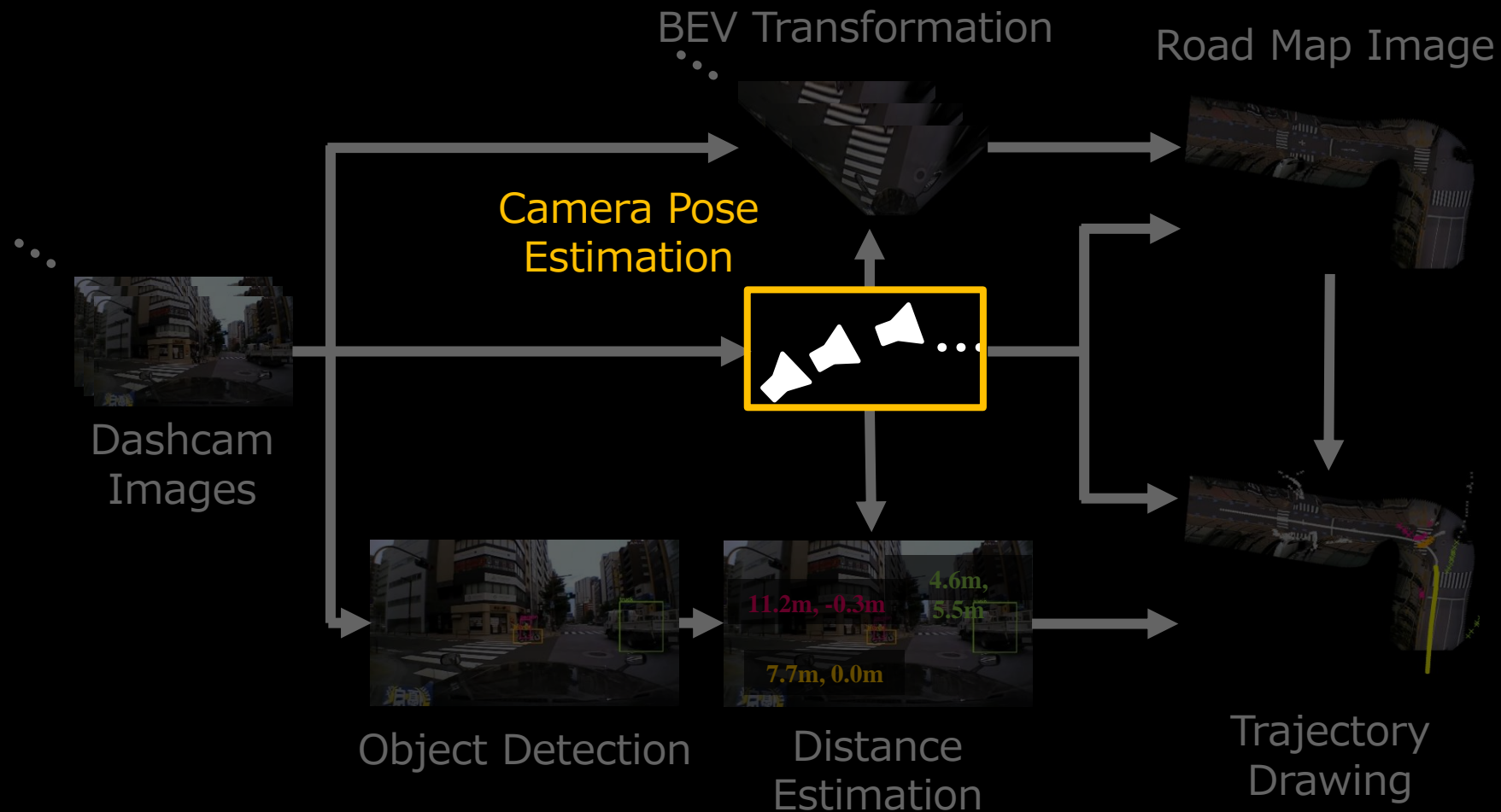
出力：自車・他車軌跡

フレームワーク



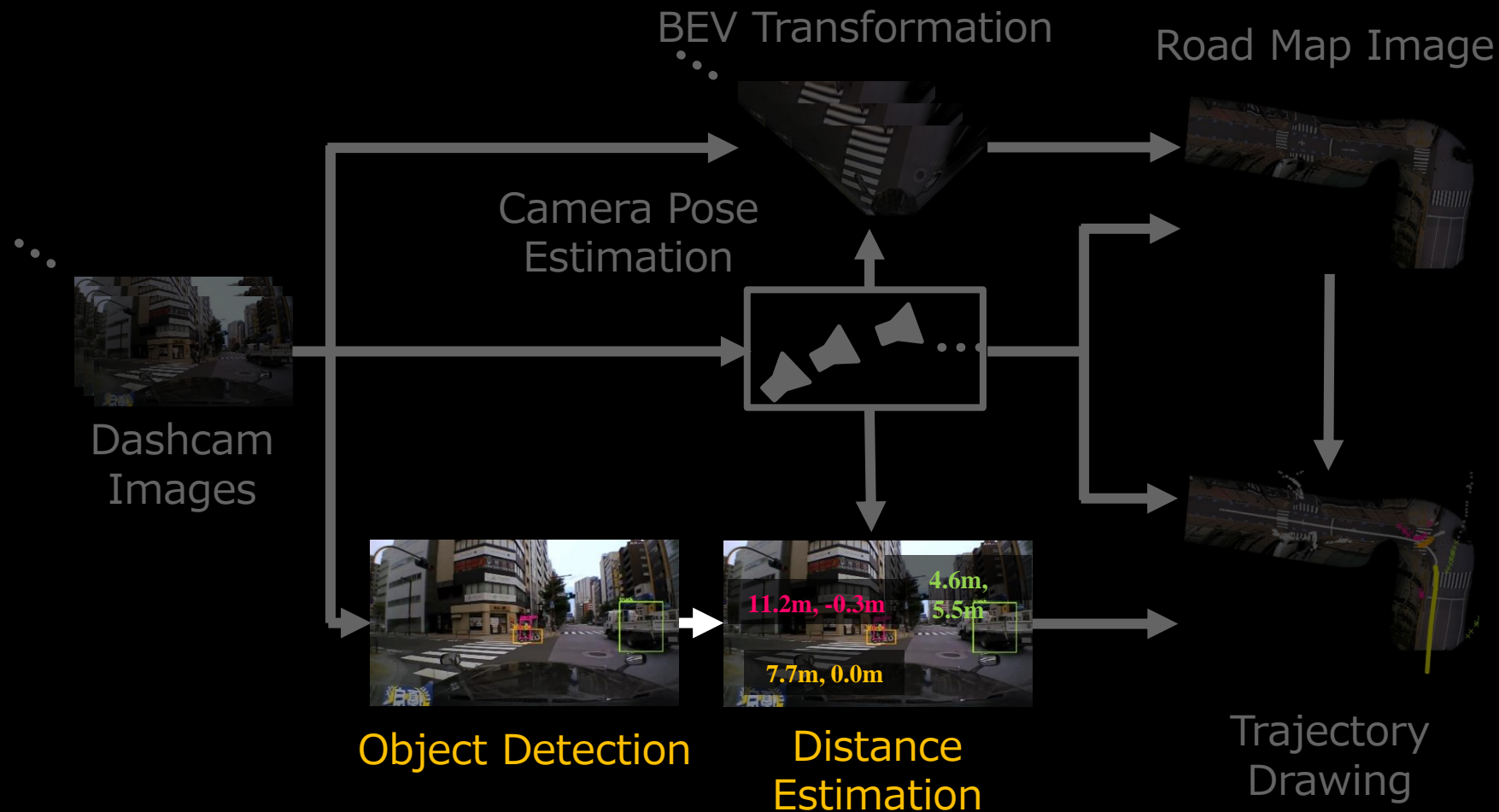
フレームワーク

1. カメラ位置姿勢推定



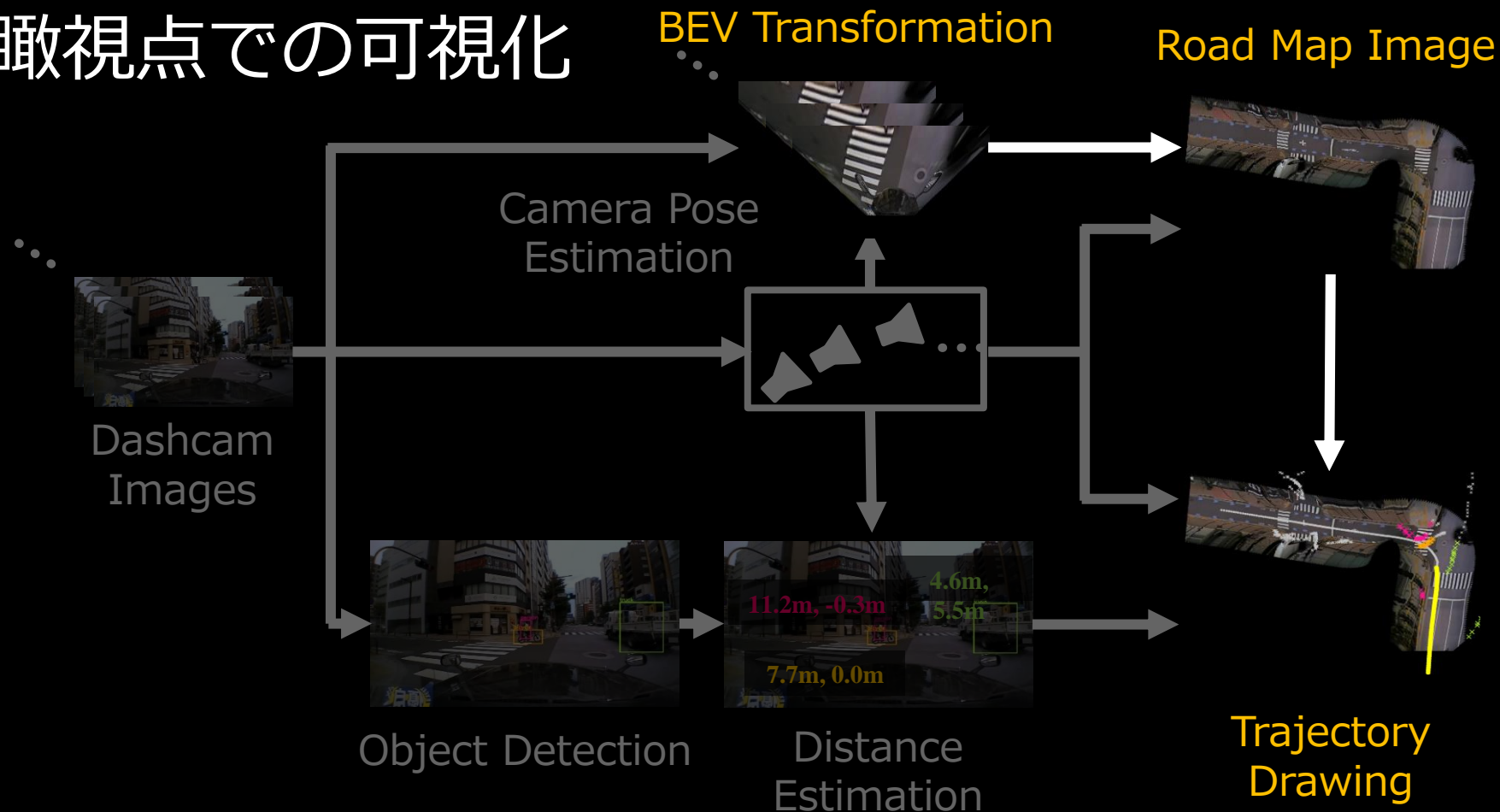
フレームワーク

1. カメラ位置姿勢推定
2. 自車から他車への相対距離推定



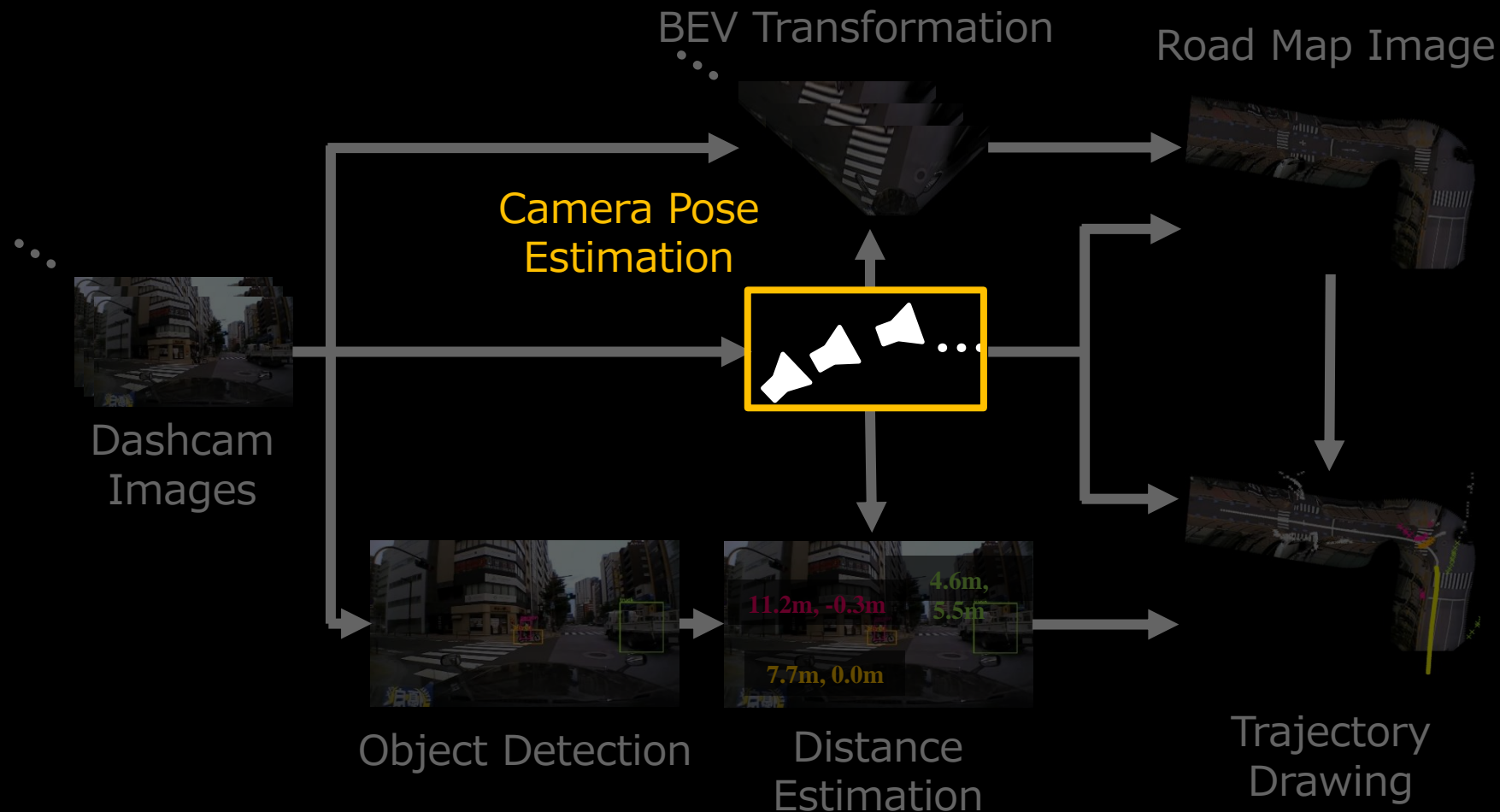
フレームワーク

1. カメラ位置姿勢推定
2. 自車から他車への相対距離推定
3. 俯瞰視点での可視化



フレームワーク

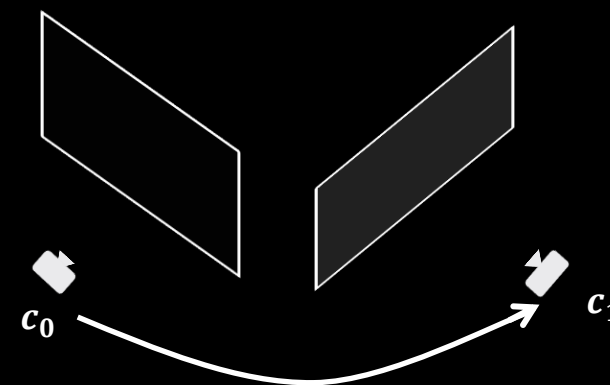
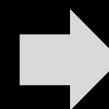
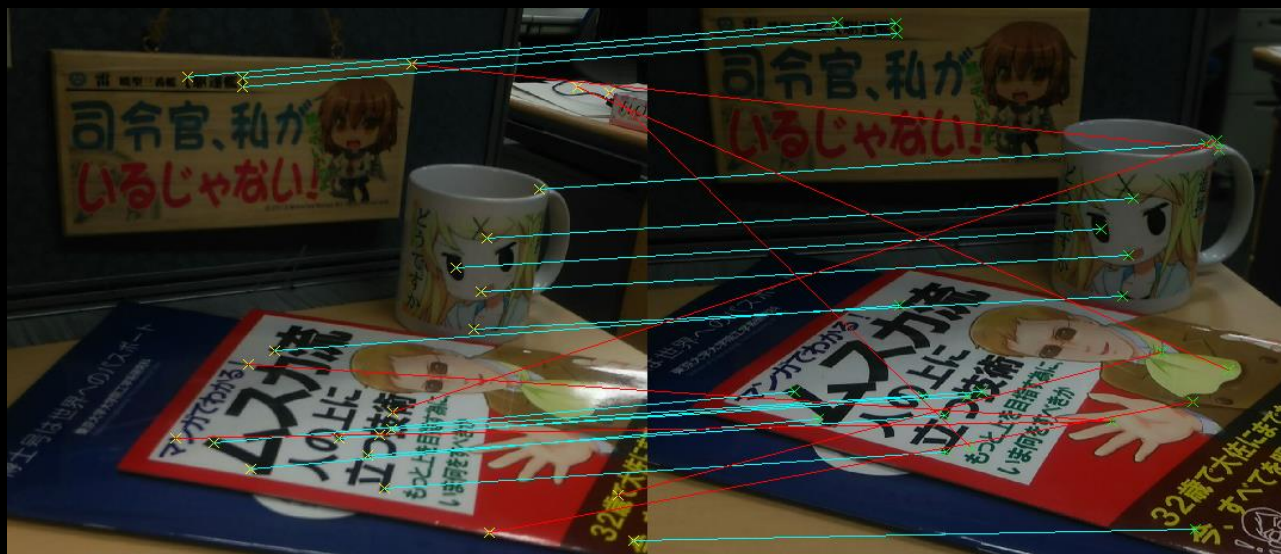
Structure from Motion (SfM) と消失点推定によるカメラ位置姿勢推定



SfMによるカメラ位置姿勢推定

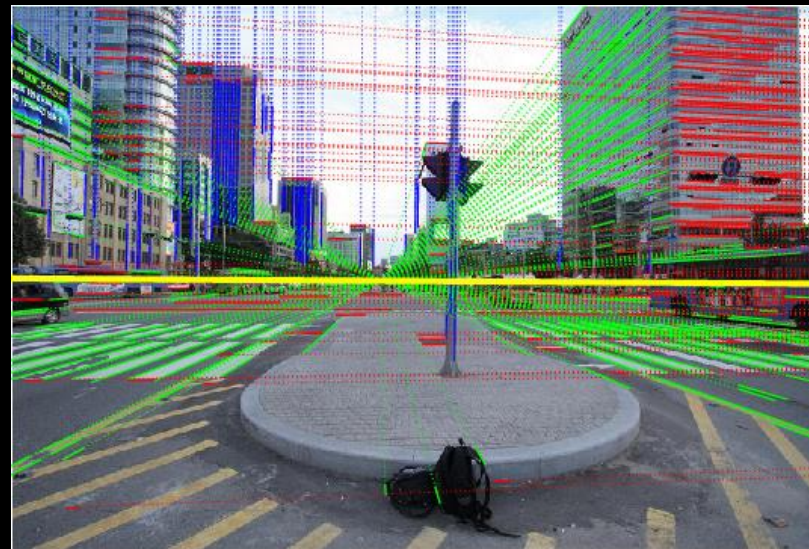
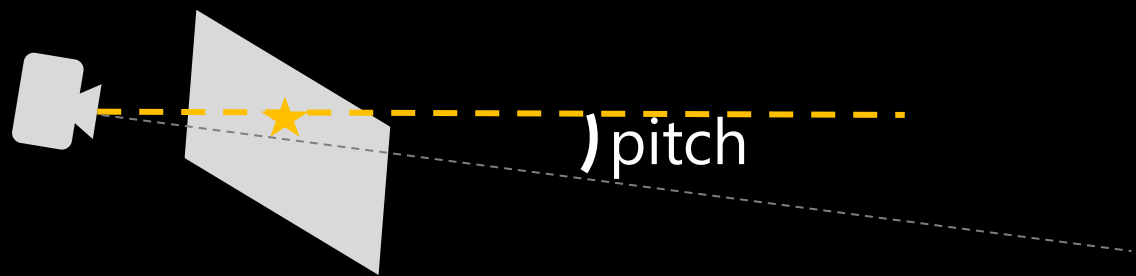
Structure from Motion (SfM)

異なる視点での画像群から、相対的なカメラ位置姿勢の変化を推定する手法



消失点推定によるピッチ補正

消失点のy軸方向位置から
ピッチ角を推定できる



補正後のピッチ角 \mathbf{y}^* を以下の最適化問題を解くことで得る

$$\mathbf{y}^* = \underset{\mathbf{y}}{\operatorname{argmin}} \|\mathbf{D}\mathbf{y}_{\text{sfM}} - \mathbf{D}\mathbf{y}\|_2^2 + \lambda \|\mathbf{y}_{\text{VPD}} - \mathbf{y}\|_c^2$$

sfMで得られる
ピッチ角 消失点より得られる
ピッチ角

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & & & & \\ & -1 & 1 & & & \\ & & & \ddots & & \\ & & & & \ddots & \\ & & & & & -1 & 1 \end{bmatrix}$$
$$\|\mathbf{x}\|_c^2 = \sum_i \min(x_i^2, c)$$

ピッチ推定結果

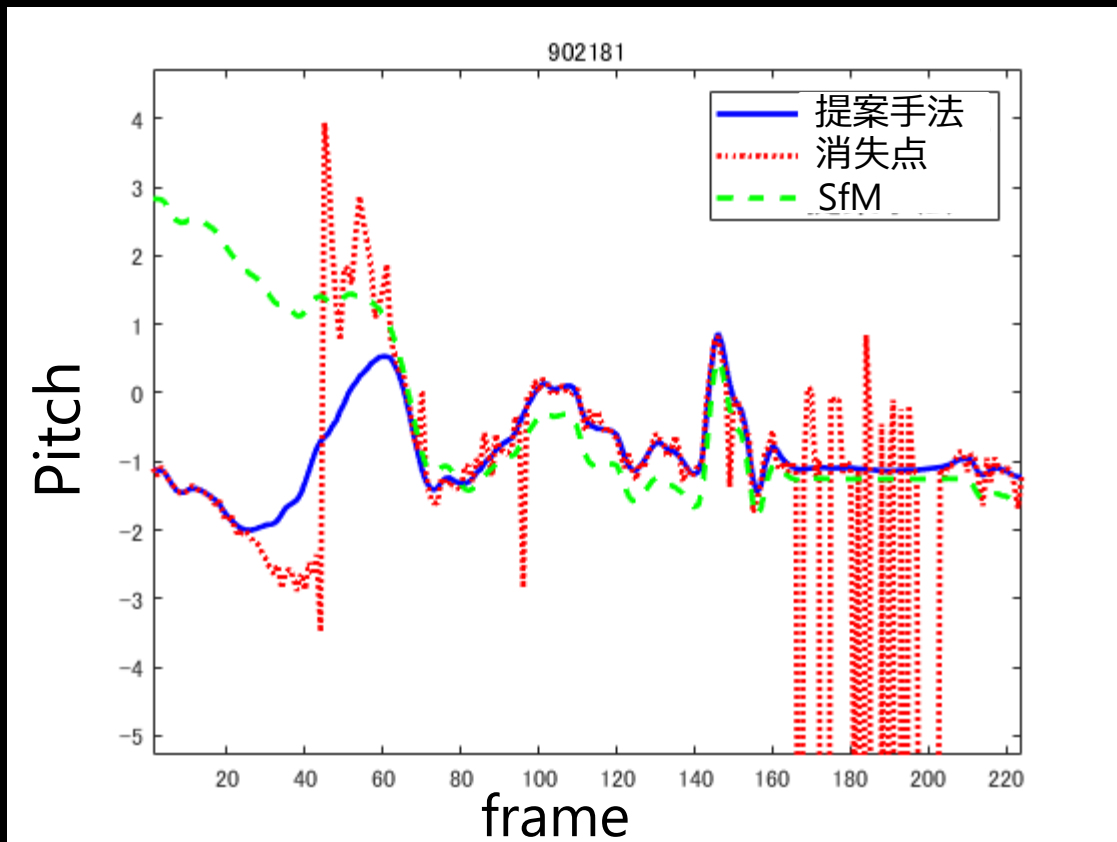


Green: 消失点推定

Blue: Structure from Motion (SfM)

Purple: 提案手法

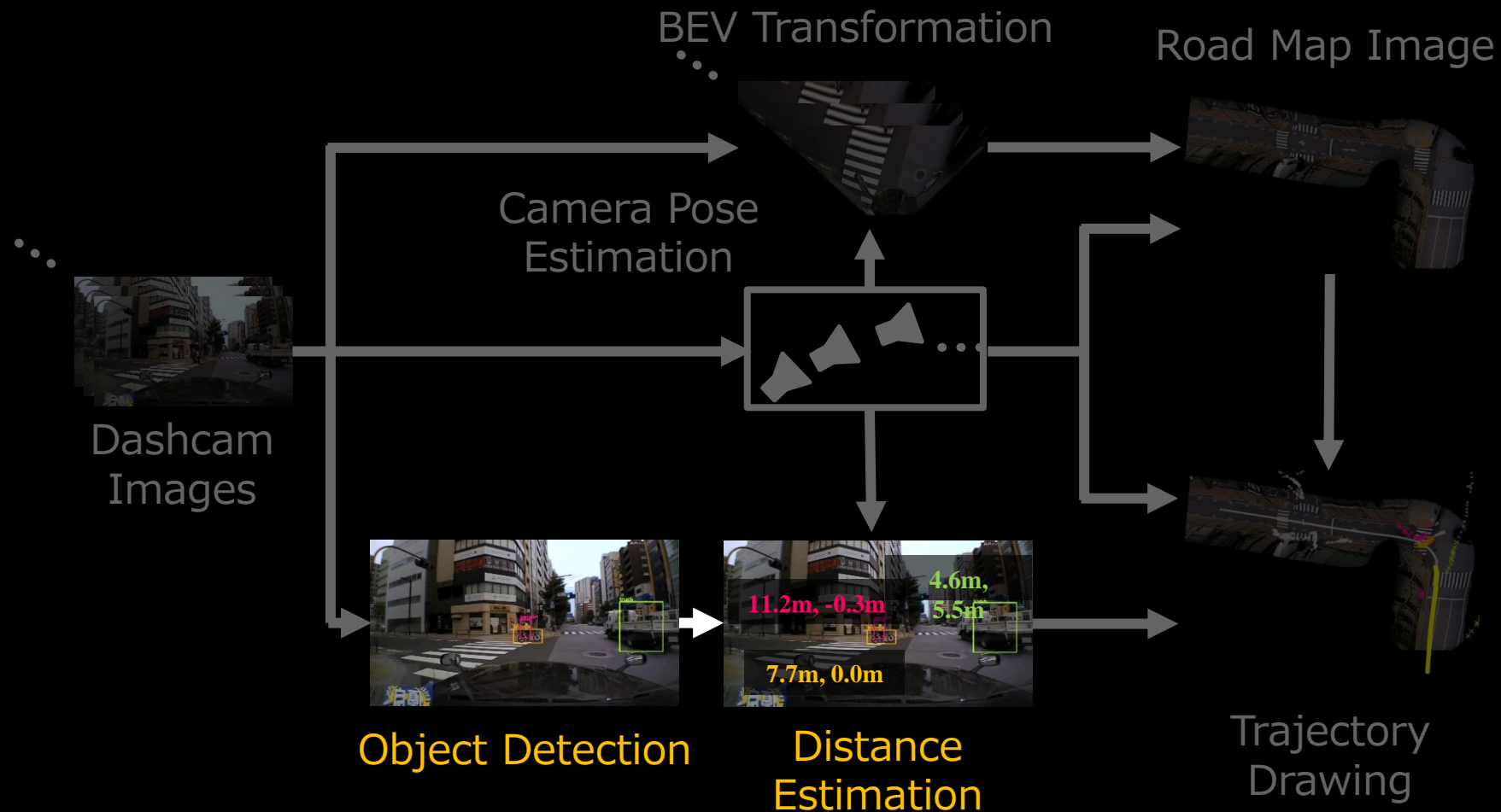
ピッチ推定結果



SfMはカーブ時の推定に失敗しエラーが蓄積している
→SfMと消失点推定を組み合わせるとより良い推定結果を得た

フレームワーク

ピッチ角と接地点に基づく距離推定



相対距離推定

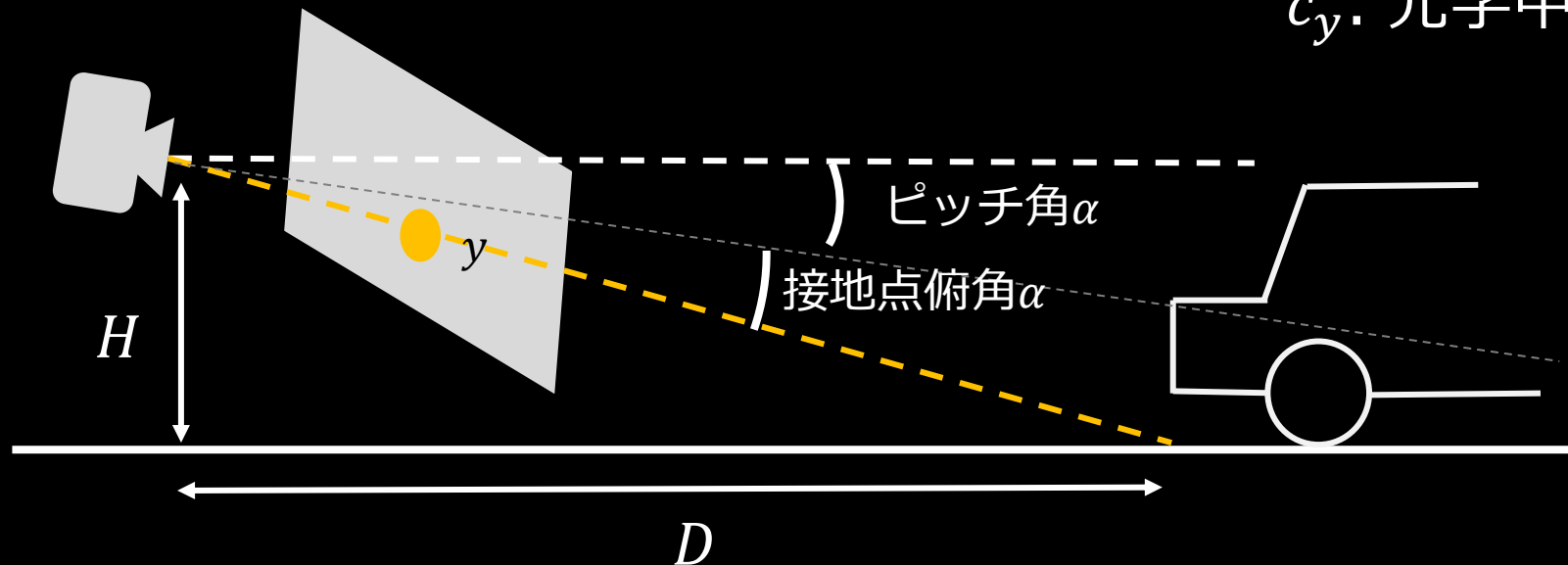
画像中の車と道路の接地点から、対象までの距離 D を
ピッチ角に基づき推定する

$$D = \frac{H}{\tan(\alpha + \beta)}, \tan \alpha = \frac{y - c_y}{f}$$

y : 画像上のY軸方向座標

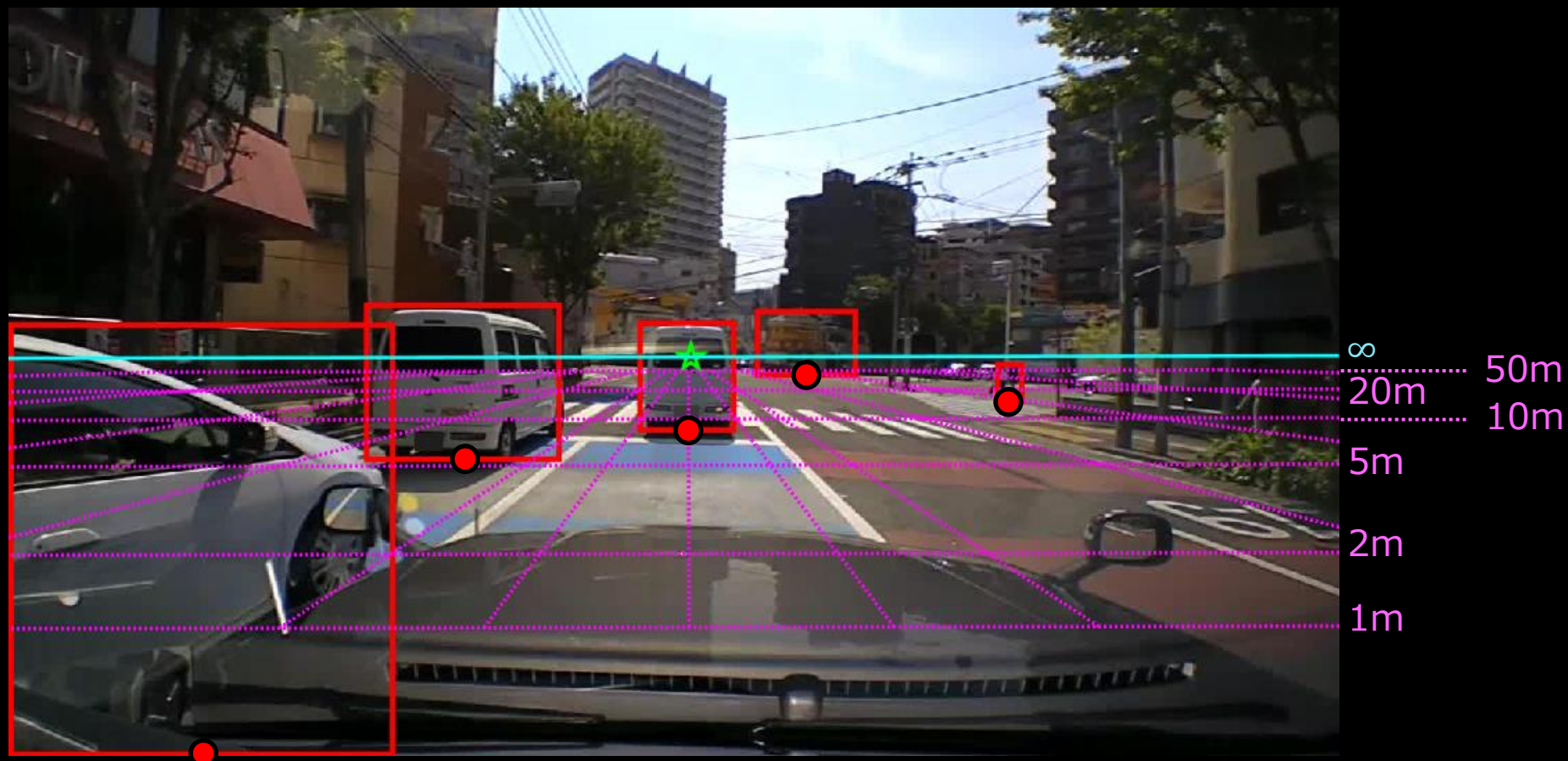
f : 焦点距離

c_y : 光学中心



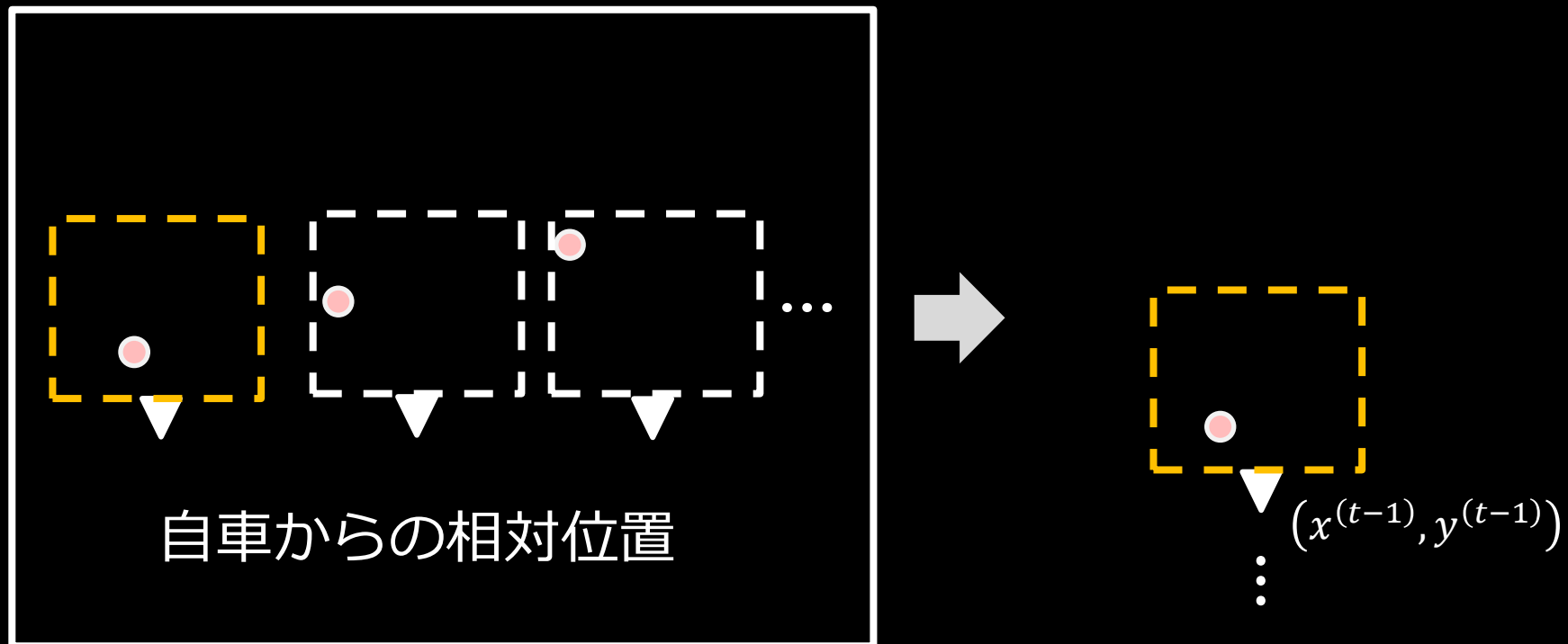
相対距離推定

車と道路の接地点を物体検出により得られたバウンディングボックスの下辺中点として距離推定をする



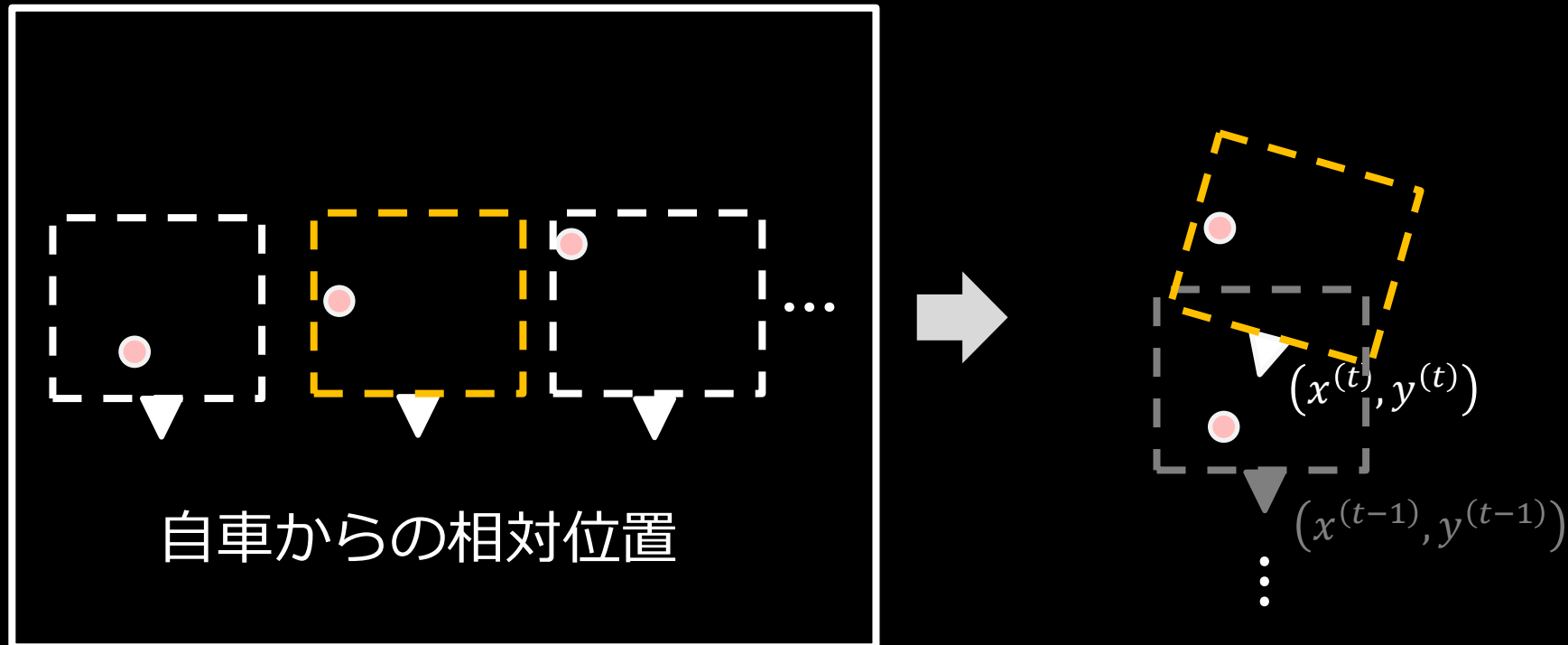
軌跡推定

相対位置とカメラの位置姿勢から絶対位置推定を行う



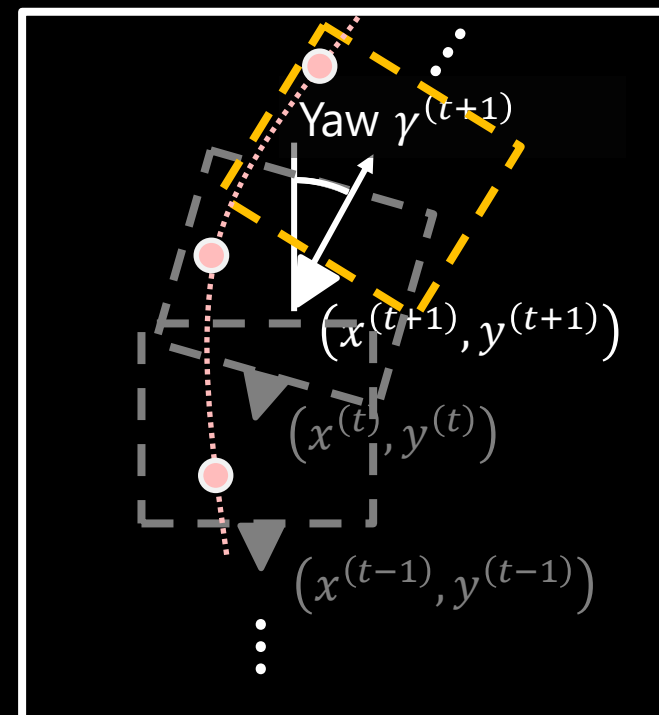
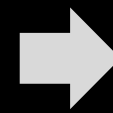
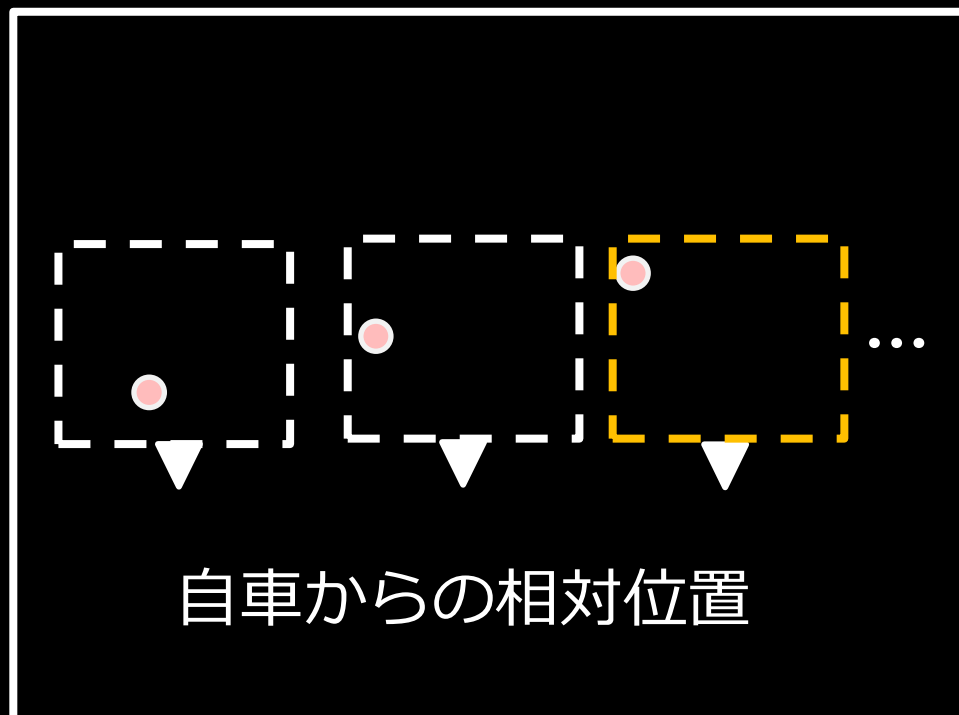
軌跡推定

相対位置とカメラの位置姿勢から絶対位置推定を行う

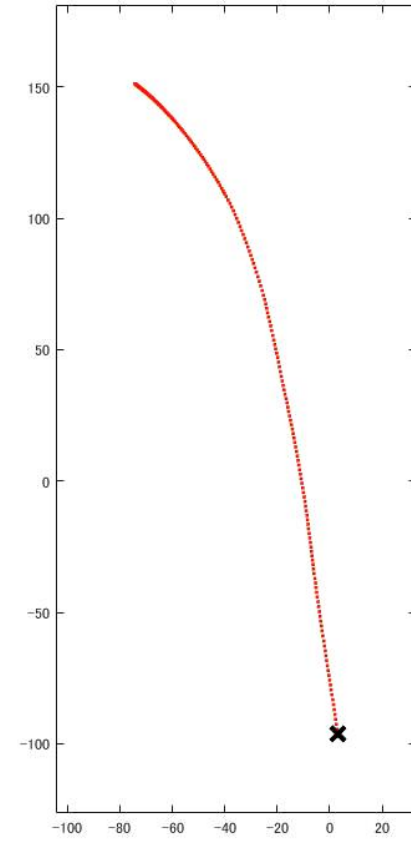
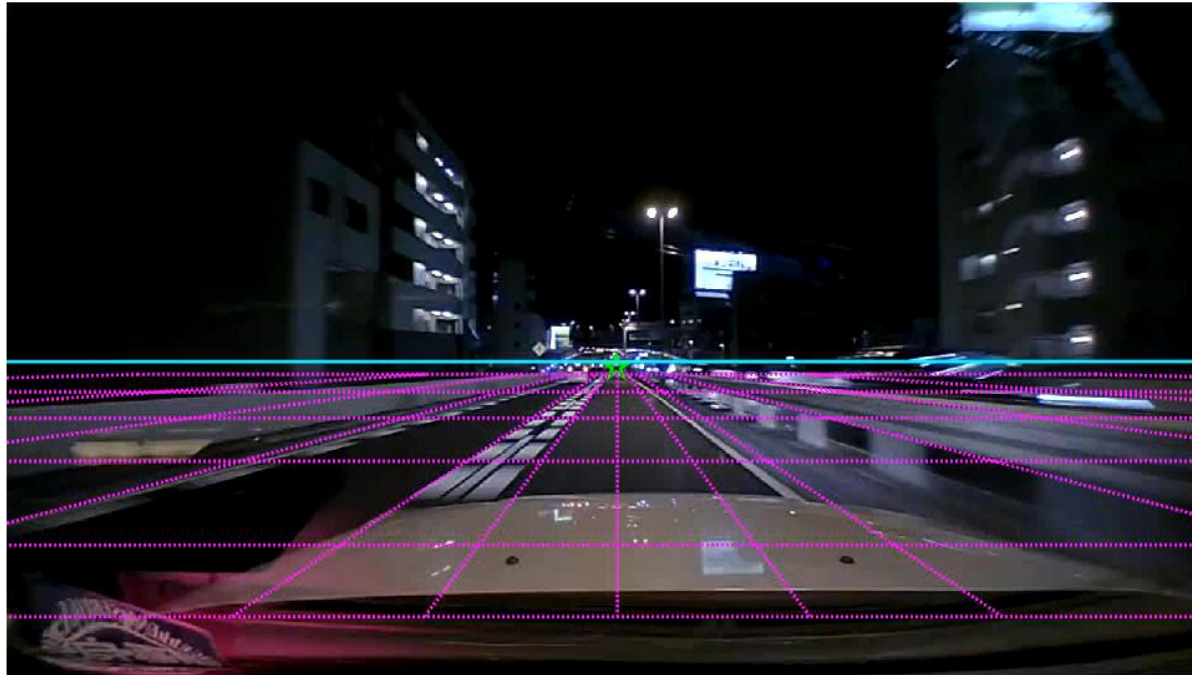


軌跡推定

相対位置とカメラの位置姿勢から絶対位置推定を行う

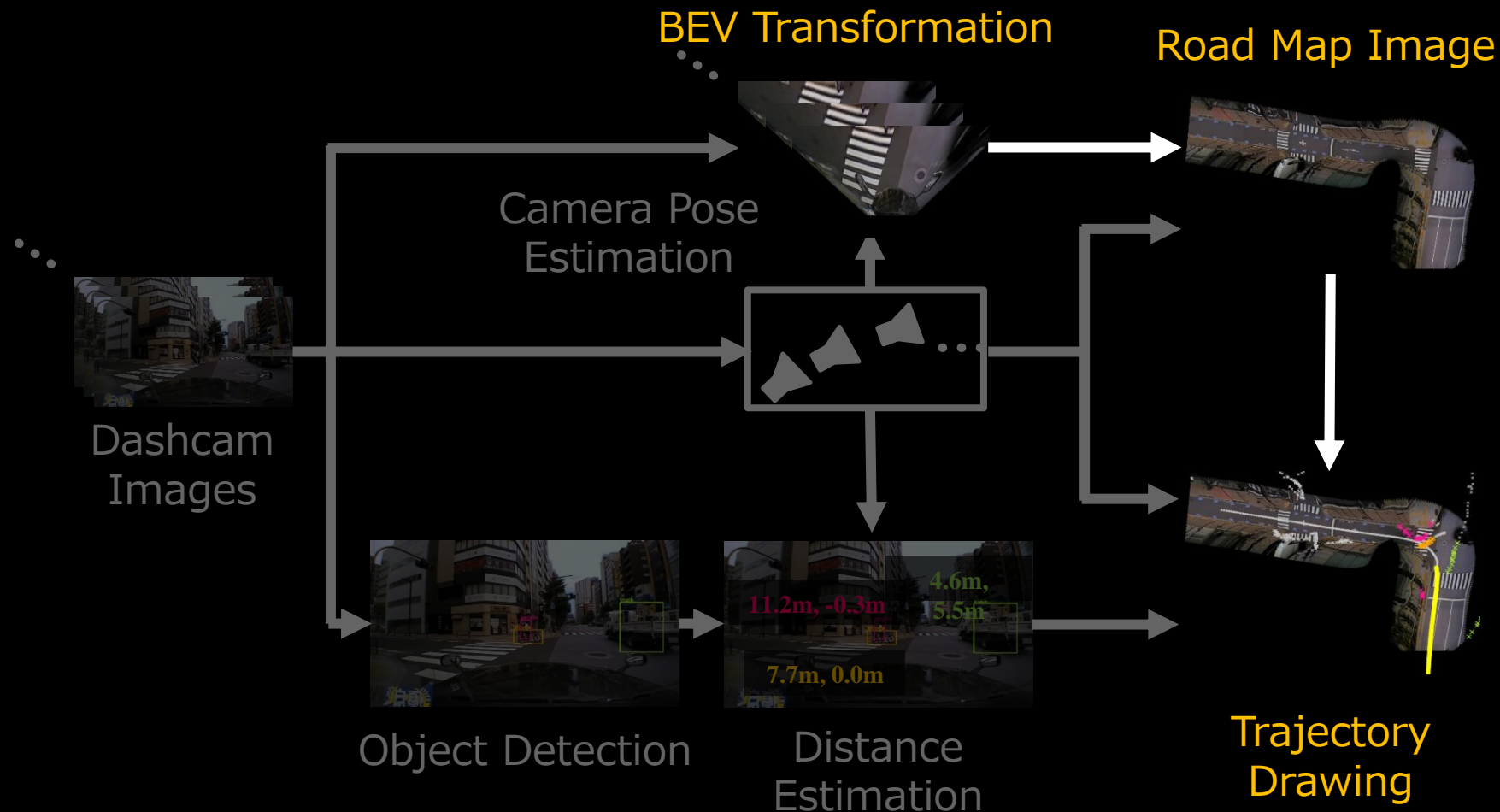


軌跡推定結果



フレームワーク

- 道路地図画像の作成と軌跡の可視化

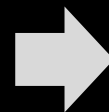


鳥観図変換

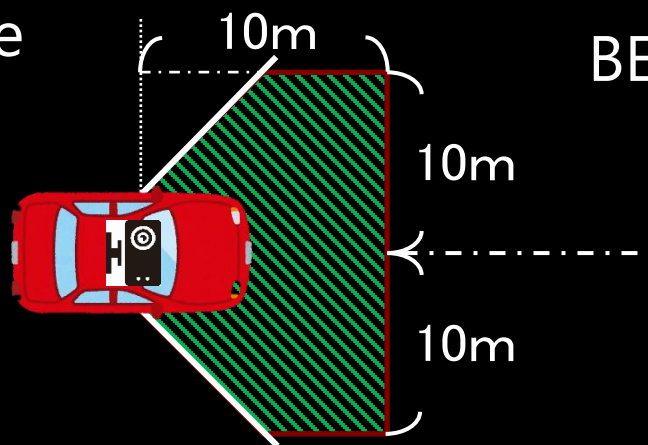
ドラレコ映像を鳥観図変換することで俯瞰視点映像を得る



Dashcam Image

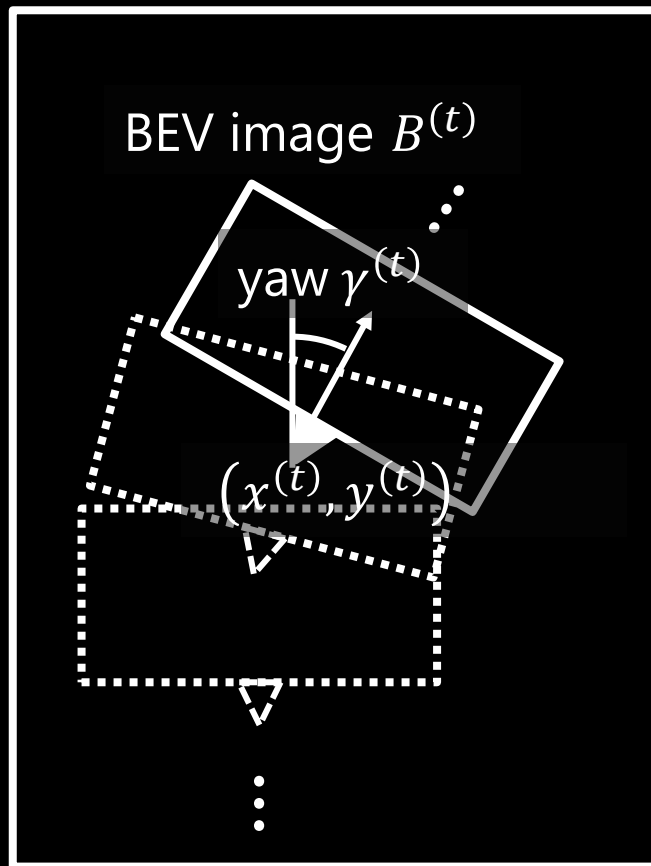


BEV Image

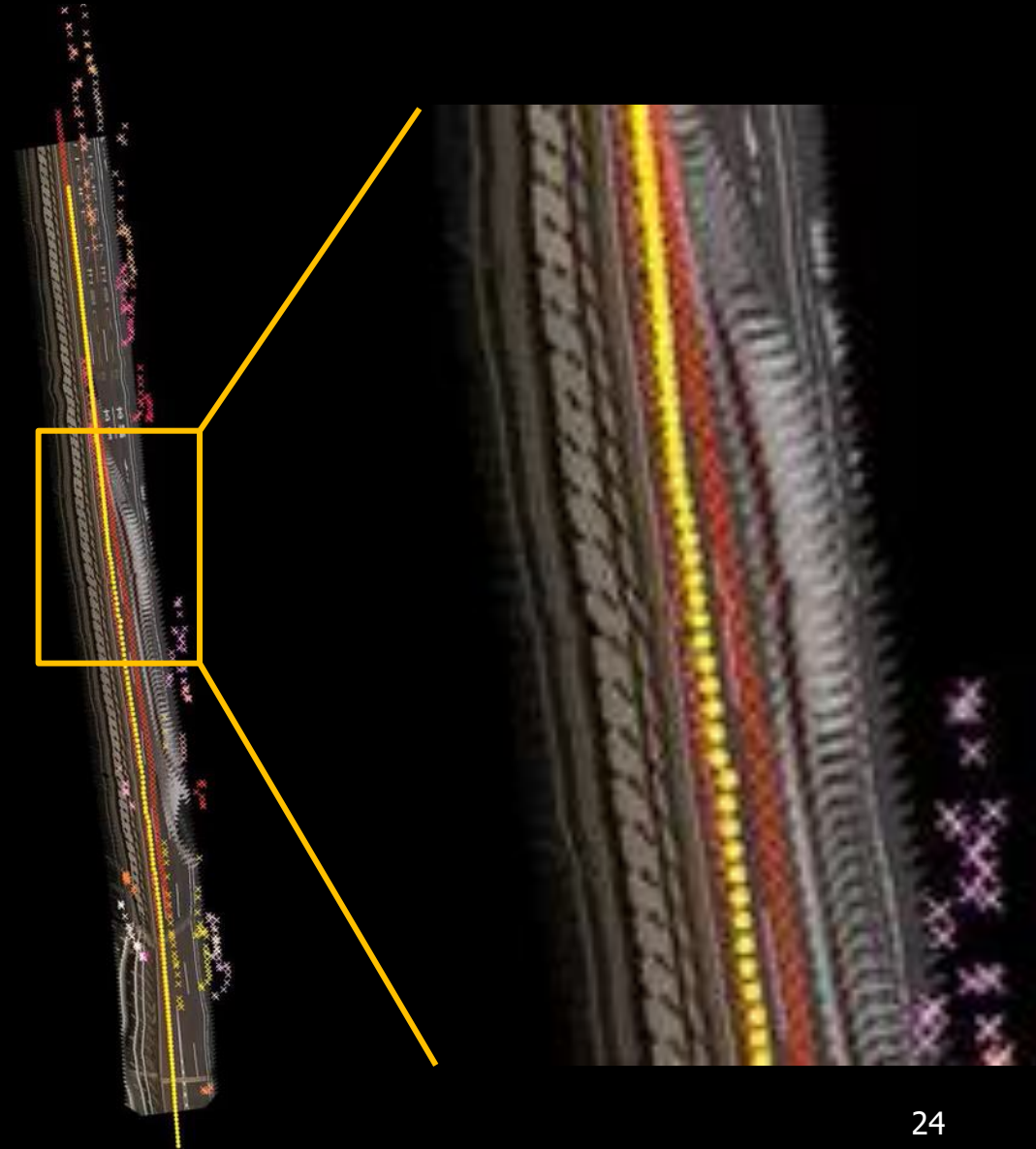
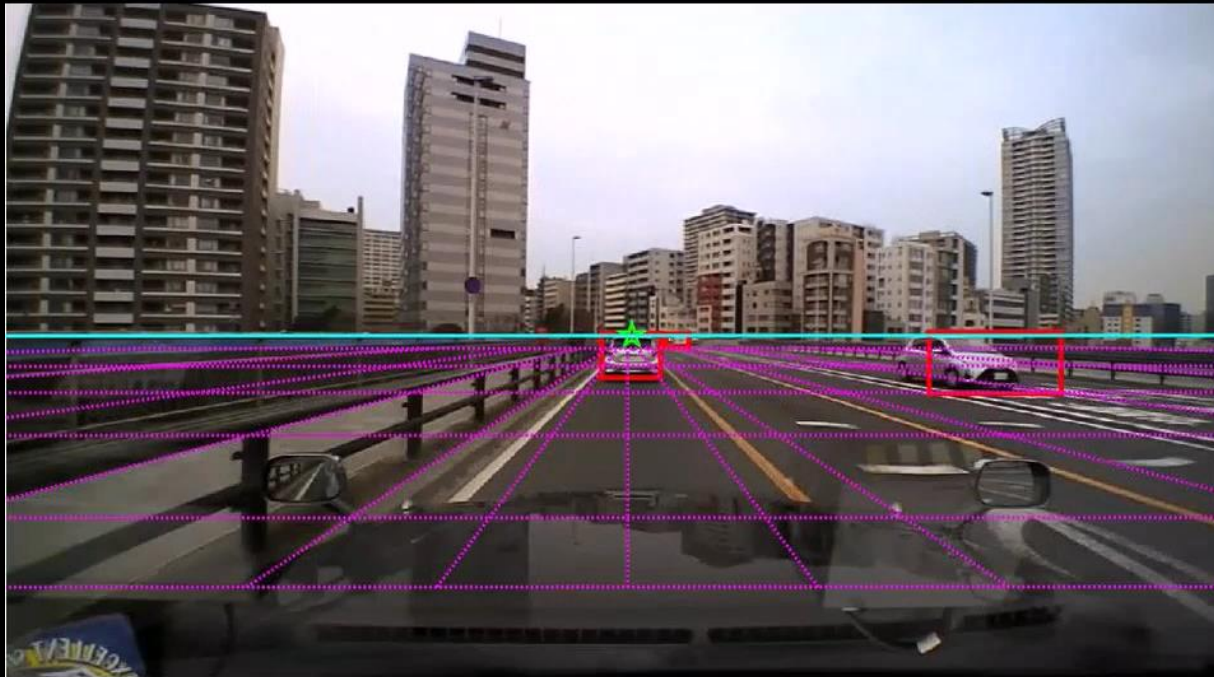


道路地図画像生成

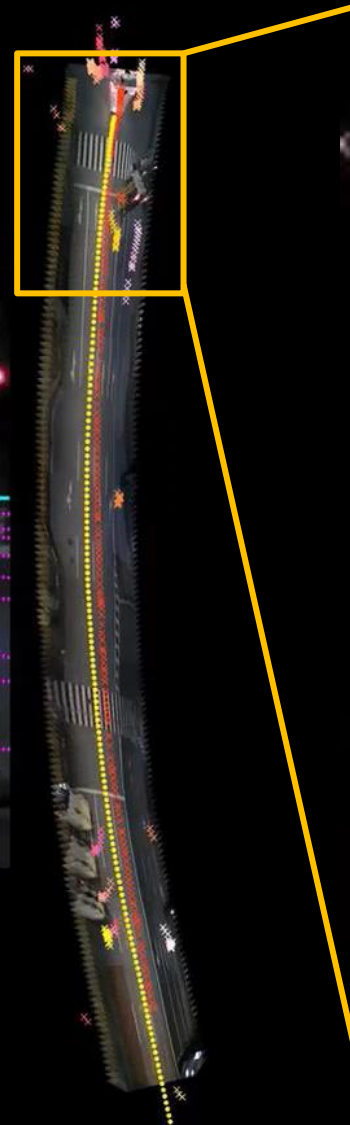
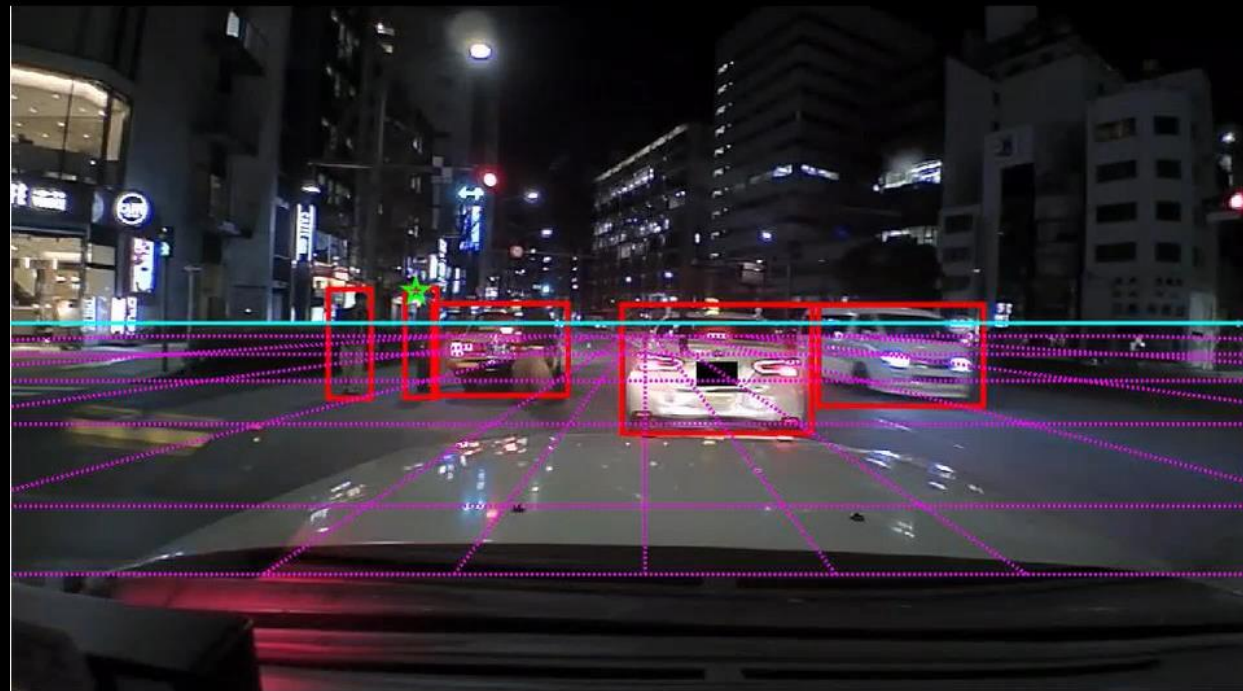
鳥観図変換により得られた画像を繋ぎ合わせることで、一枚の俯瞰視点画像である道路地図画像を得る



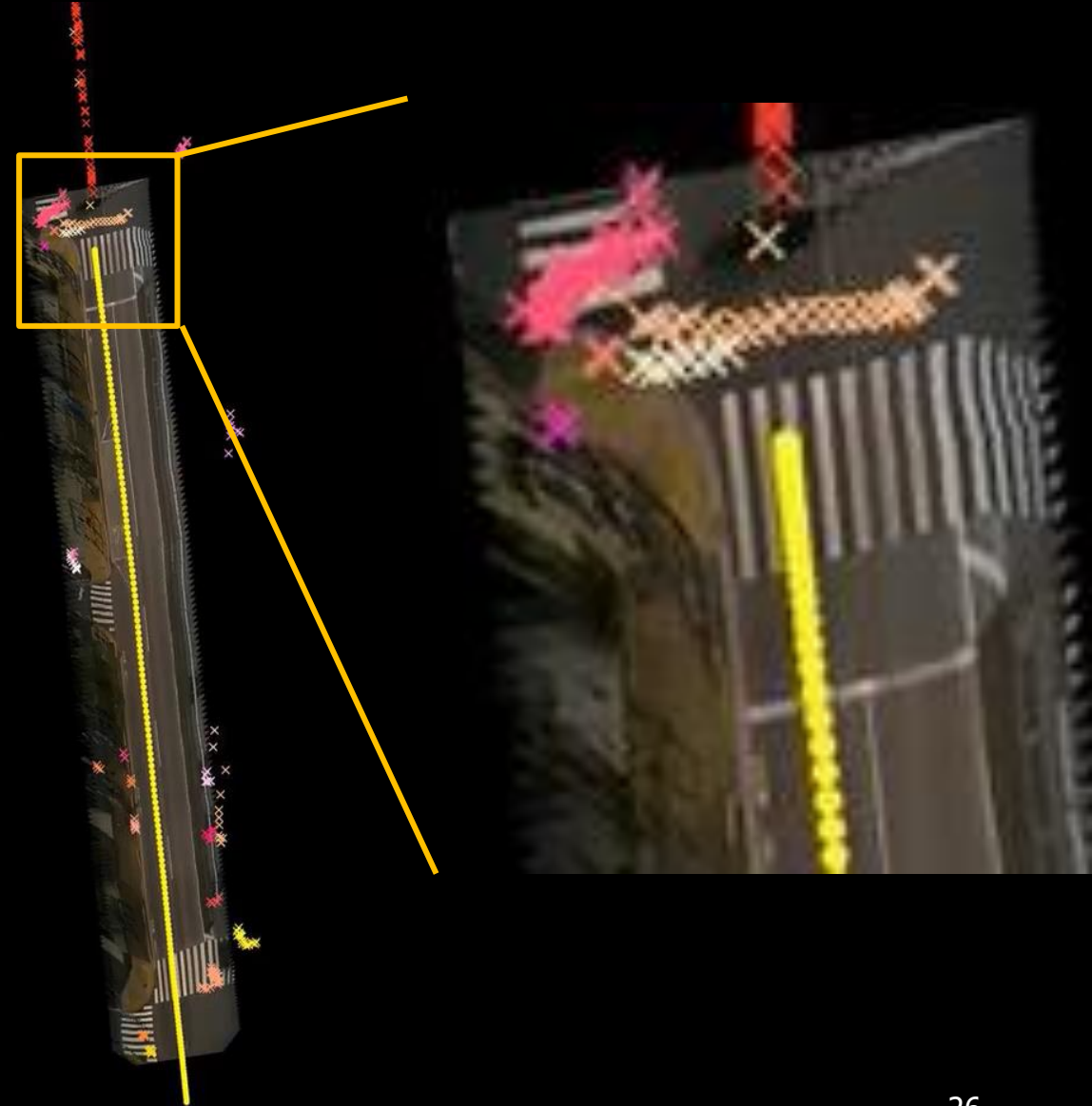
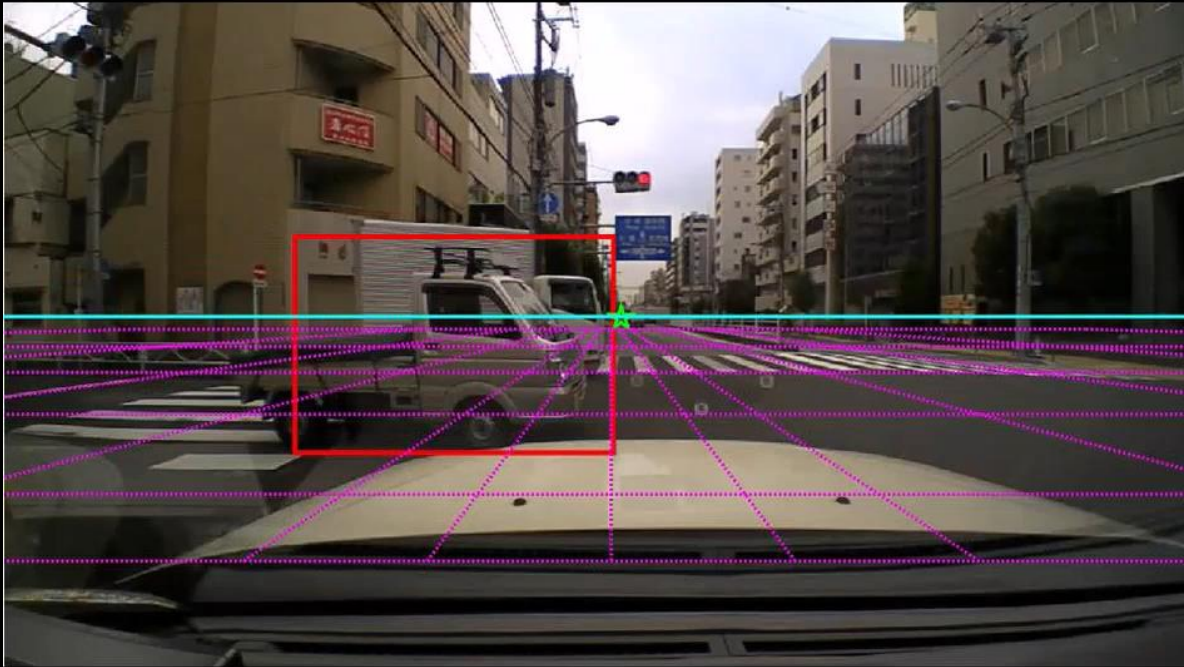
結果



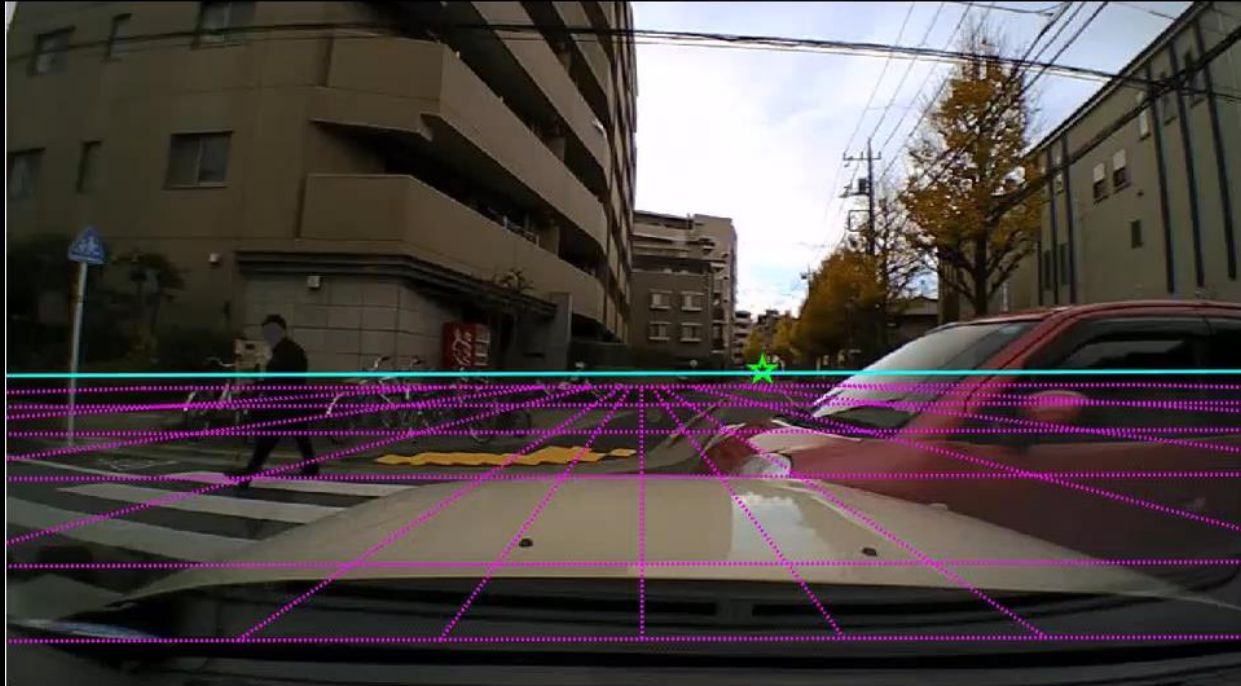
結果



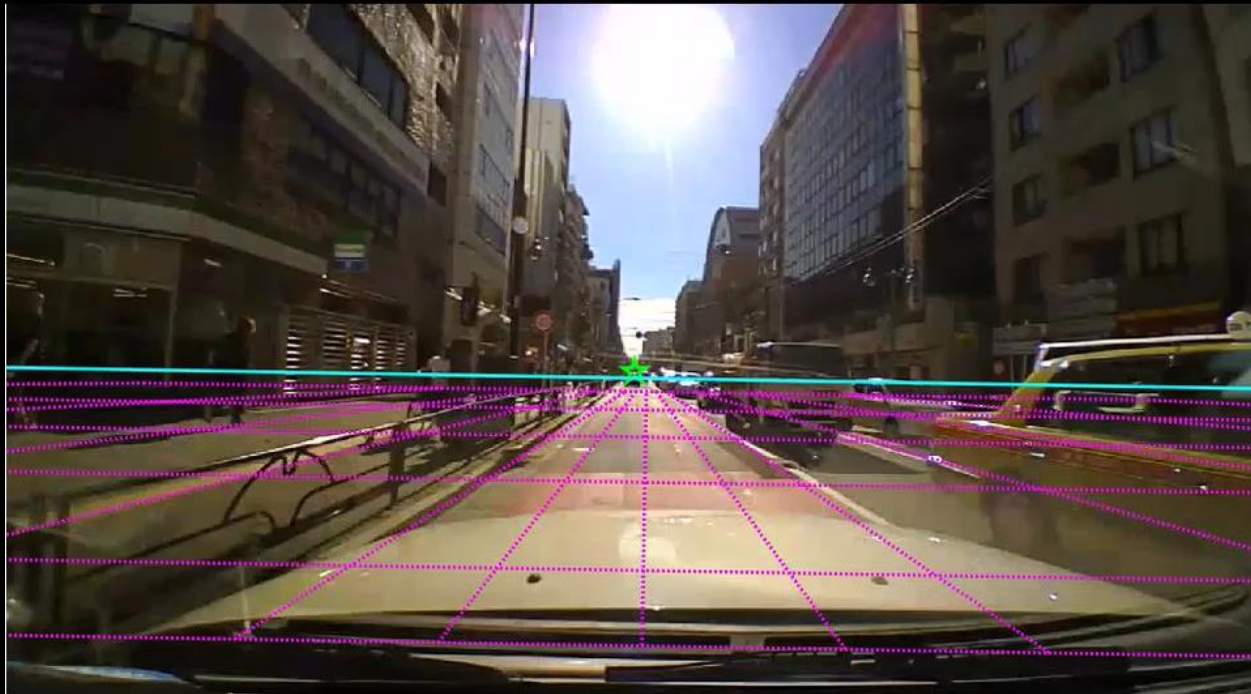
結果



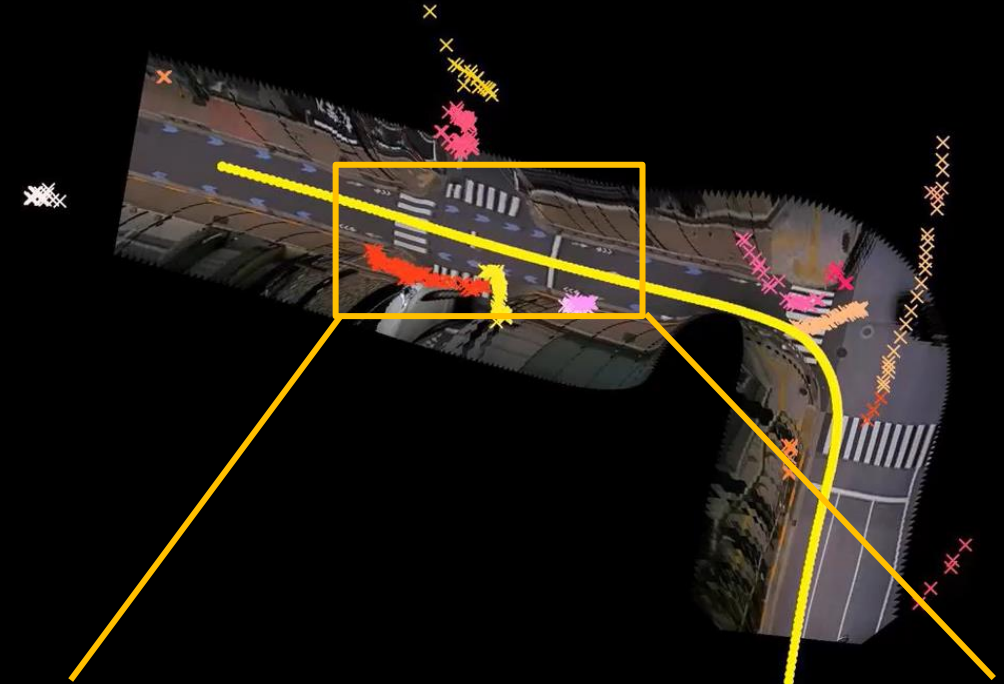
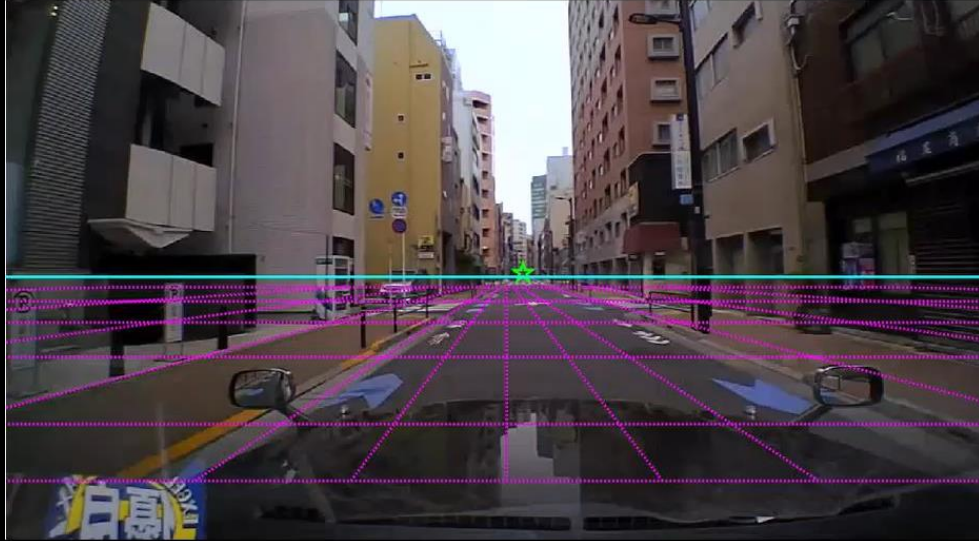
結果



結果



結果



結論

ドラレコ映像から自車・他車軌跡推定とその可視化を実現

To do :

精度検証&改善、ACA等の安全性評価指標の計算、...

