

# SLAMについて

産業技術総合研究所  
知能システム研究部門  
スマートモビリティ研究グループ

横塚 将志

第3回全脳アーキテクチャ勉強会

# 移動ロボット

# 自律移動ロボット

- 移動支援ロボット  
(モビリティロボット)
  - 高齢者等の  
安心・安全な移動手段
  - 低炭素型電動  
パーソナルモビリティ
- 自動運転の研究開発

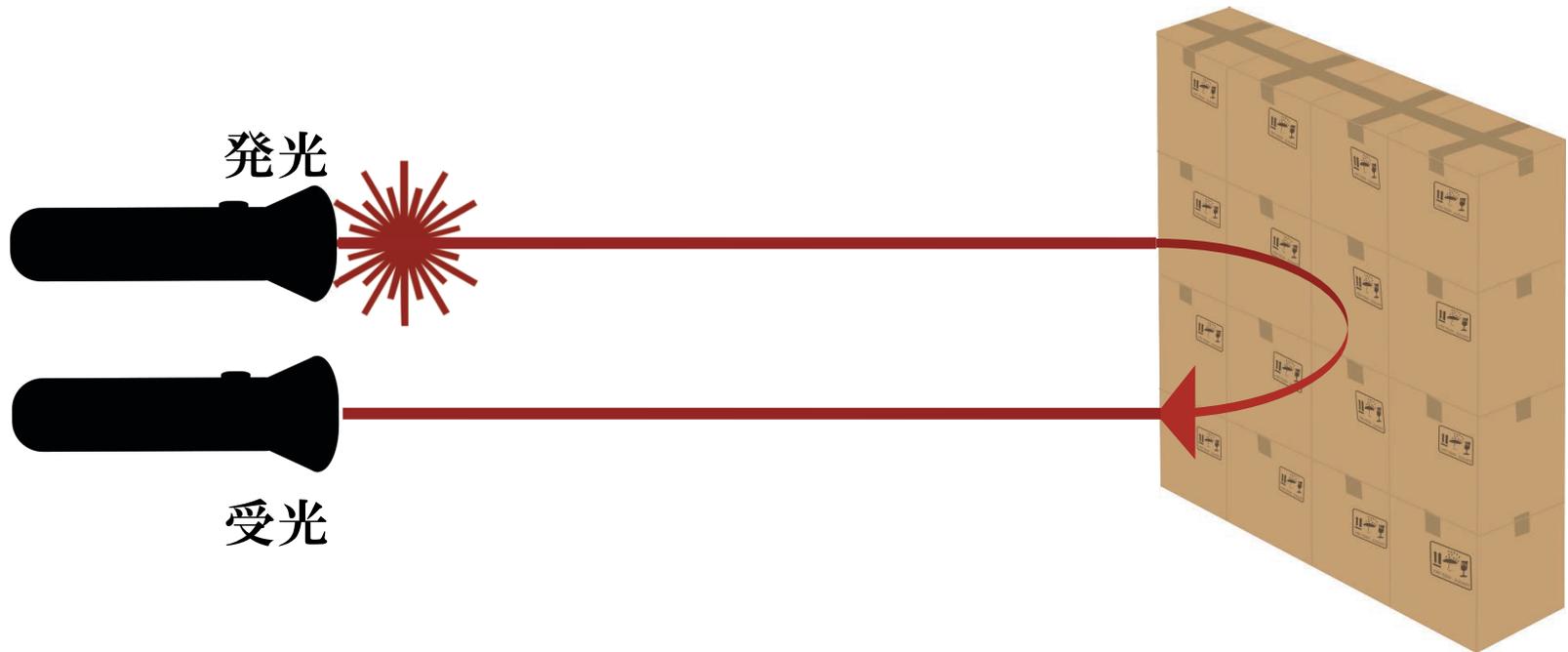


# ロボットのセンサー



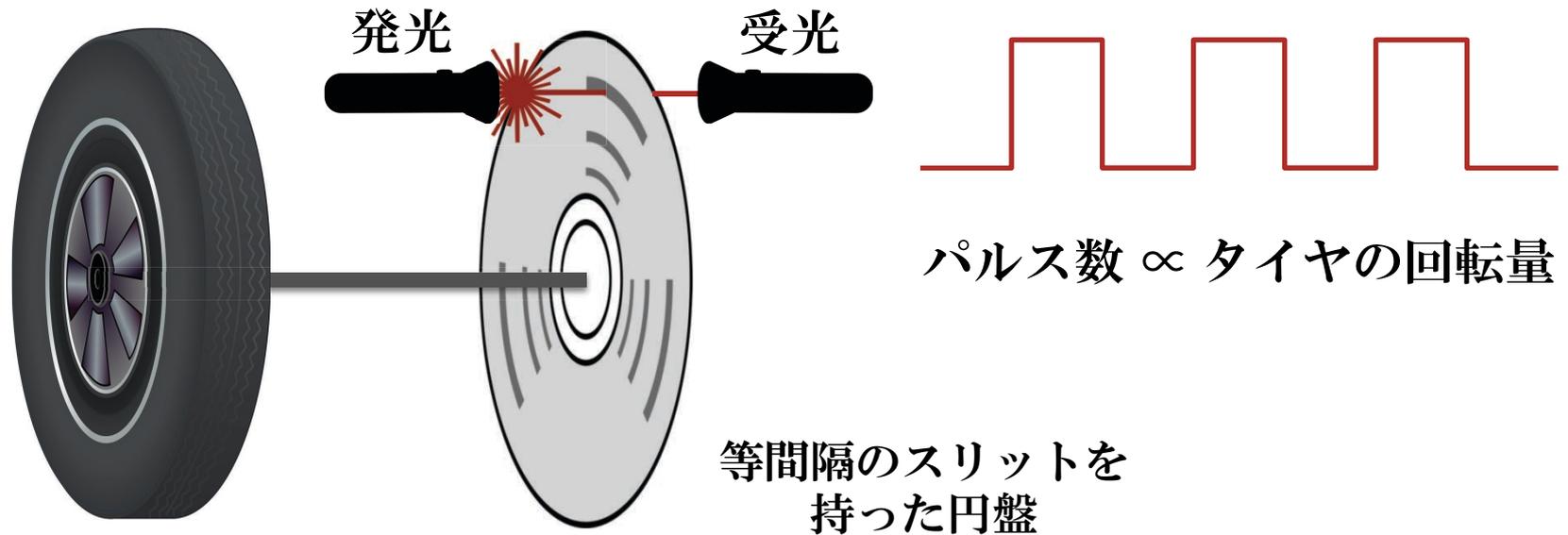
- レーザーレンジファインダ
  - LRF (Laser Range Finder)
  - LIDAR (Laser Image Detection And Ranging)
  - Laser Scanner
- 車速計
  - ホイール・エンコーダ
- RTK-GPS (精度比較用)
  - ロボットの位置計測, 地図作成, 制御には利用していない。

# レーザーレンジファインダ



- レーザーをパルス状に発光して距離計測
- 距離 = (受光時間 - 発光時間) / 光の速度
- 3次元形状計測 → レーザーを多方向に発光

# 車速計 (ホイールエンコーダ)



- パルス数をカウント
- タイヤの回転量を計測：回転量 → 移動量
- 左右輪の回転差 → 姿勢の変化量

第3回全脳アーキテクチャ勉強会

# ナビゲーション

# ロボットのナビゲーション

- 現在地→目的地まで移動
  - 目的地への経路
  - 目的地に対する自己位置

- 地図と自己位置の認識が必要

- カーナビで十分か？

- GPS + 車速計 + 地図 (Google Map など)



Google Map から取得

# カーナビで十分か？



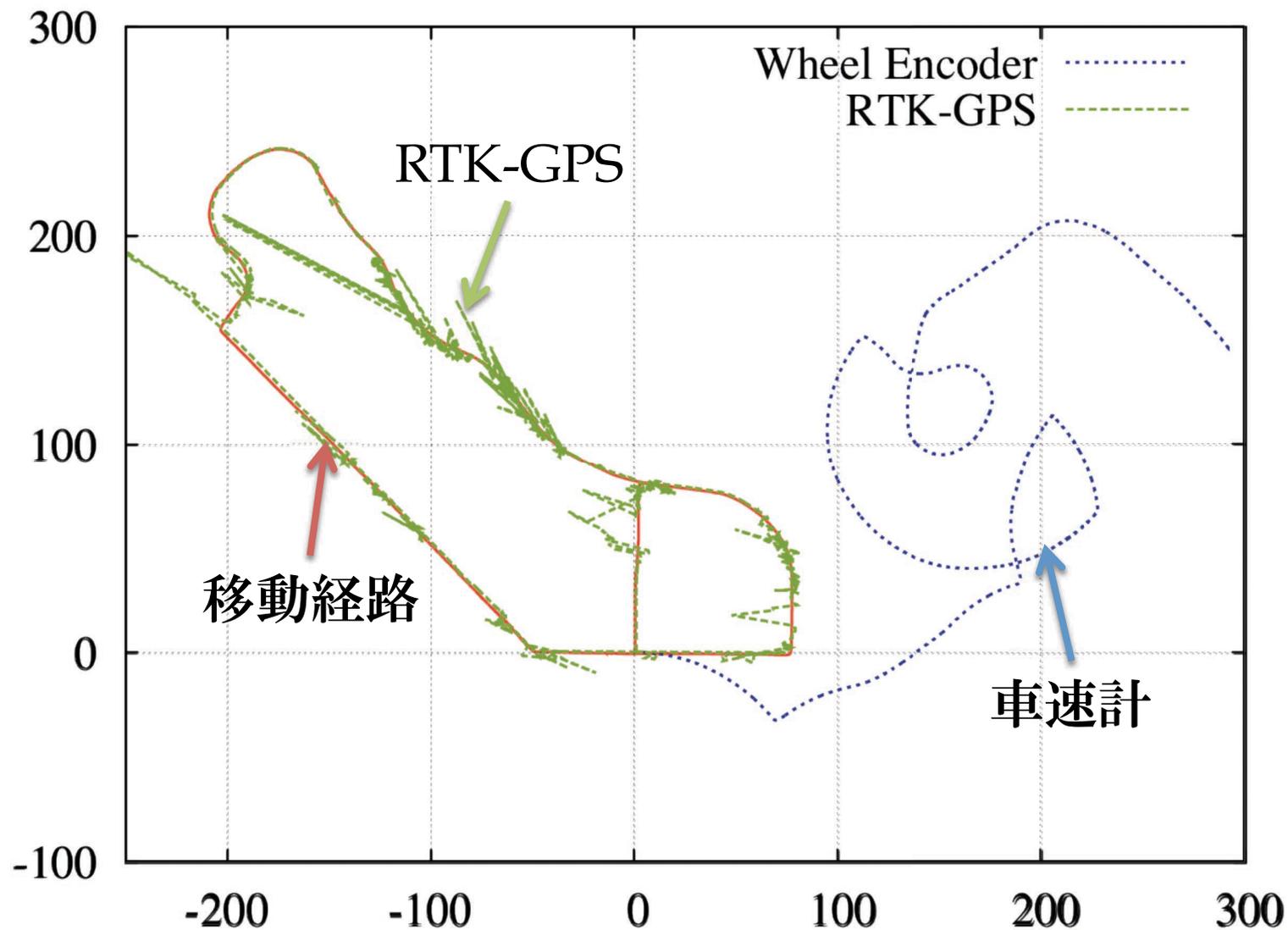
移動経路

つくば市中央公園

RTK-GPS

車速計

# カーナビで十分か？



# カーナビでは不十分な理由

- 自己位置同定の精度が悪い
  - 車速計 → 自己位置の計測には向かない
  - RTK-GPS → 場所によっては数百mの誤差
- 道路以外の地図がない
  - (場所にもよるが)公園, 歩道, 屋内などは道路ほど緻密に地図があるわけではない

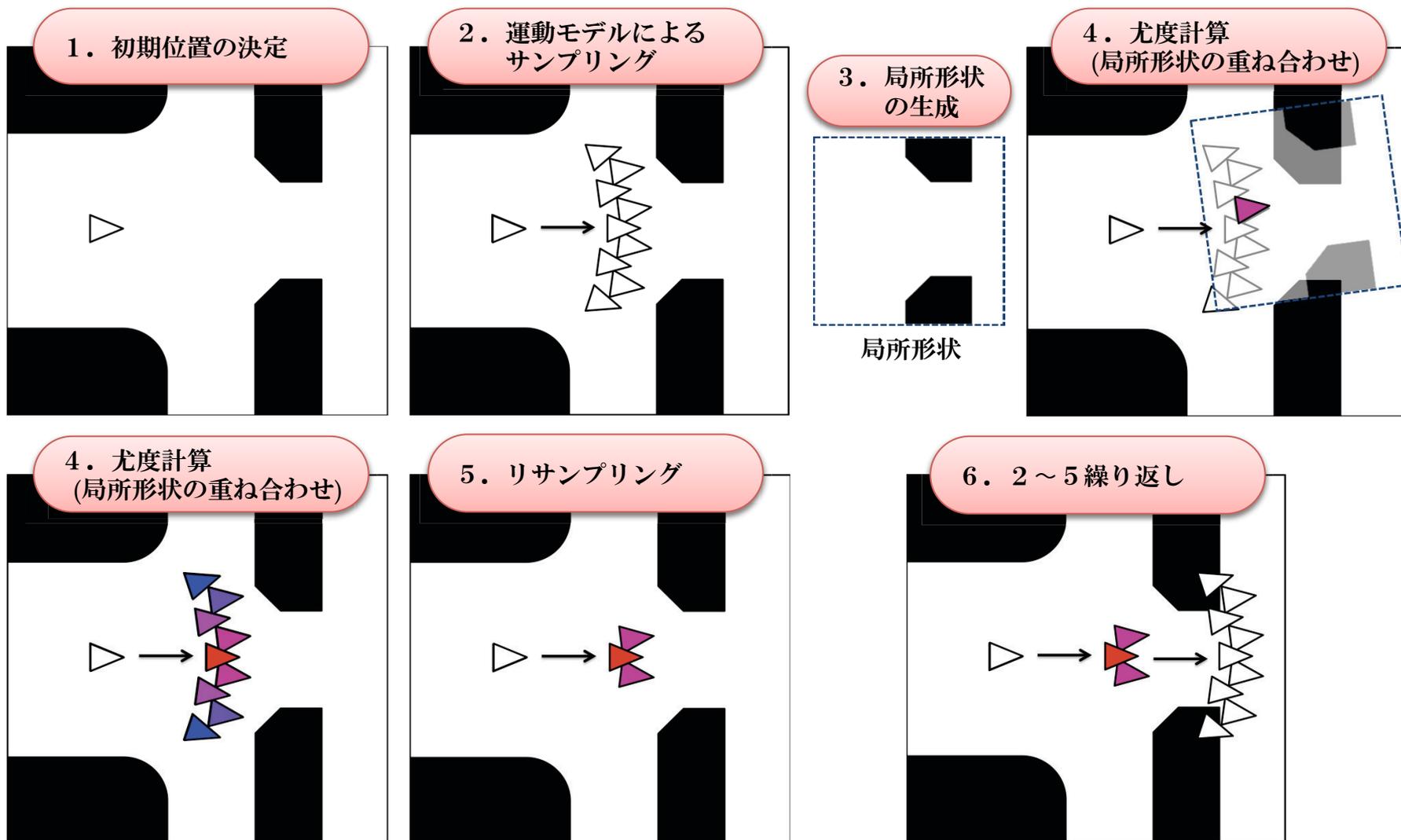
第3回全脳アーキテクチャ勉強会

# 自己位置同定

# 高精度かつ安定した自己位置同定

- 地図がない → とりあえず保留
- 地図があることを前提にする
- 地図 → 環境の形状を記録したもの
  - LRFの計測結果を利用したいため
  - LRF: レーザーで形状を計測するセンサー

# 従来手法: Monte Carlo Localization



第3回全脳アーキテクチャ勉強会

**SLAM**

# Simultaneous Localization And Mapping

- 形状の重ね合わせによる自己位置計測  
– 高精度 & 安定！
- 形状の重ね合わせ → 地図が必要
- 事前に地図がない → どうしよう？
- 地図と位置を同時に推定する

# 地図と位置の同時推定

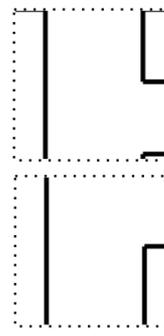
## 1. 初期位置の決定



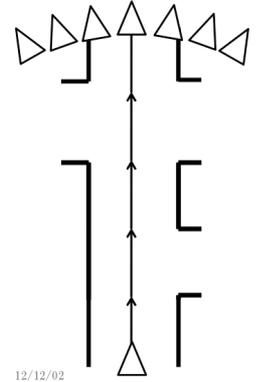
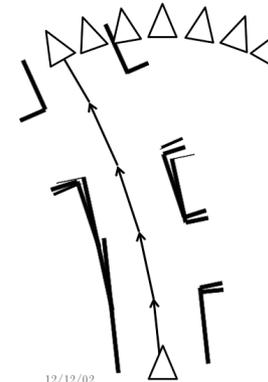
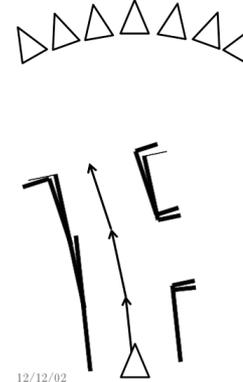
## 2. サンプリング



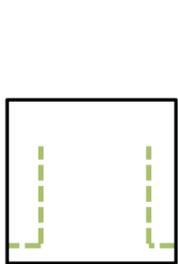
## 3. 地図作成(重ね合わせ)



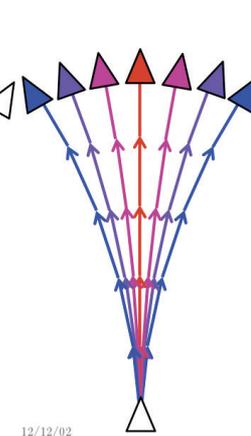
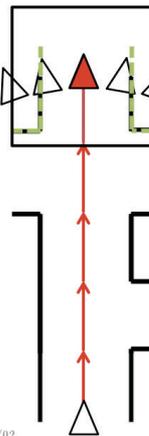
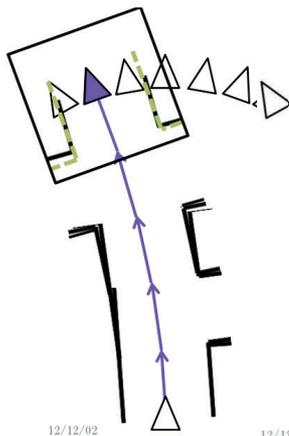
観測形状



## 4. 尤度計算(相関演算)



現在の観測形状

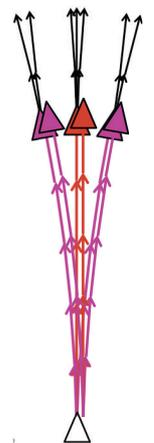


## 5. リサンプリング



地図と軌跡を  
リサンプリング(複製)する

## 6. 2~5の繰り返し



# SLAMの本質

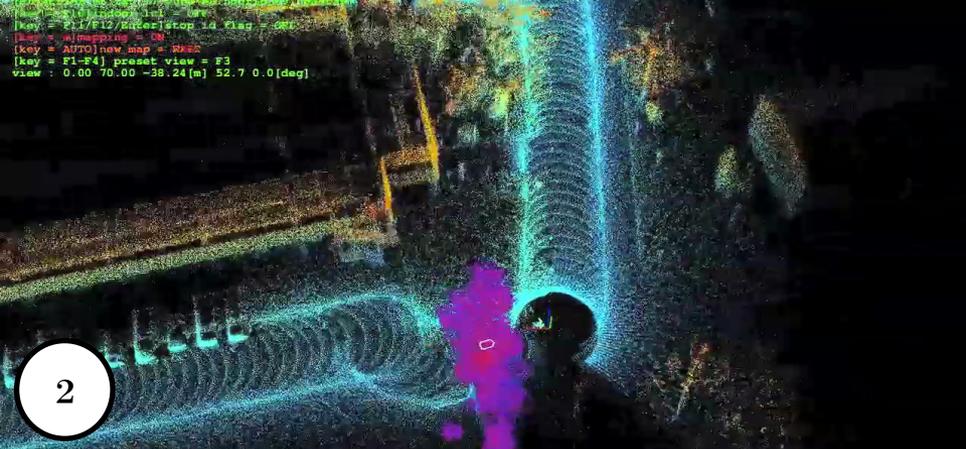
- 地図と位置の同時推定
  - 字面 → 位置計測しながら地図を描く
  - 本質ではない
- SLAMの本質 → ループを閉じること
  - 1 度来た場所は同じ座標として認識する
  - 矛盾がないように地図を描く

```
[F5:strict F6:fat F7:yuta F8:nogrid F9:noastar]
[key = F10]indoor_lcl = OFF
[key = F11/F12/Enter]stop_id_flag = OFF
[key = m]mapping = ON
[key = AUTO]new_map = WAIT
[key = F1-F4] preset view = F3
view : 0.00 70.00 -39.24[m] 52.7 0.0[deg]
```

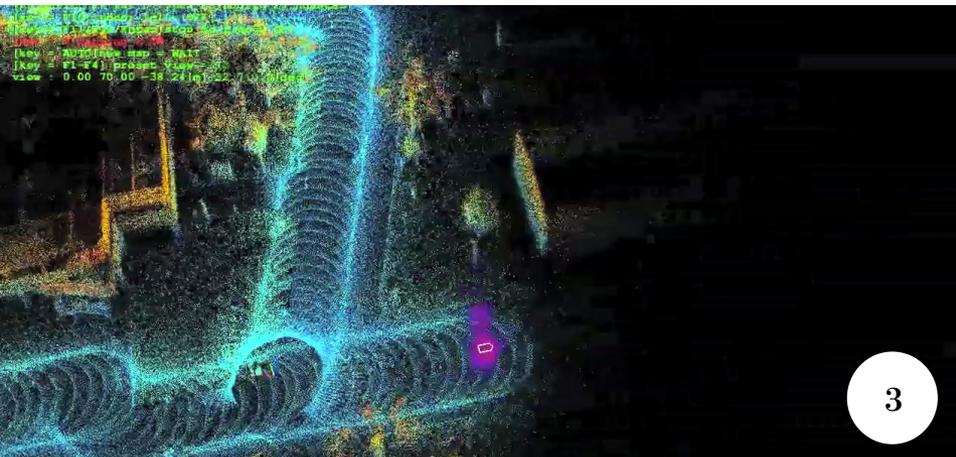
# Real-time 3D SLAM Localization Result



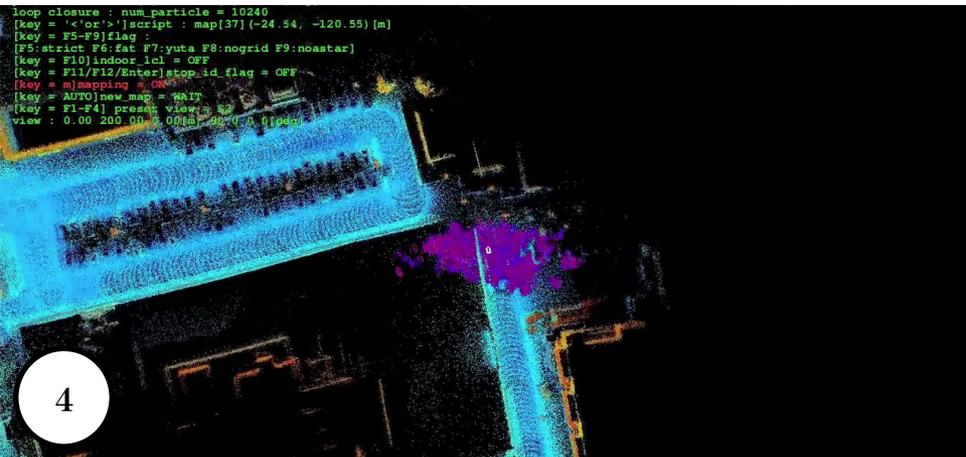
1



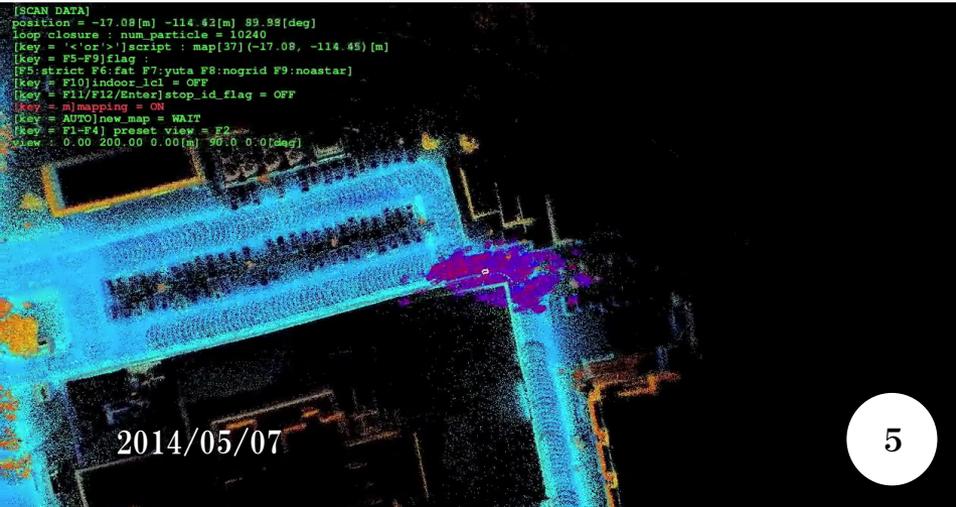
2



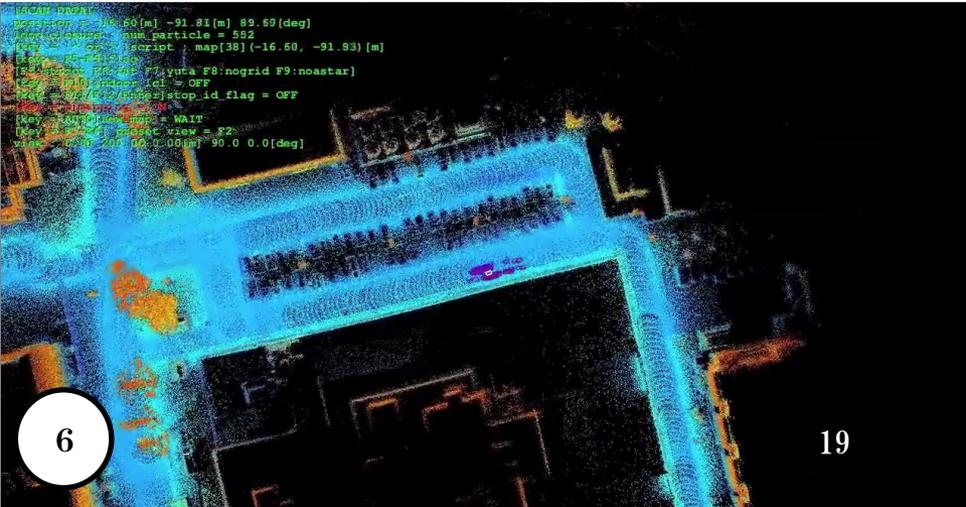
3



4



5



6

# 地図作成結果

