

# 地方鉄道を対象とした 自動運転技術活用に関する基礎検討

交通システム研究部 主席研究員 竹内 俊裕

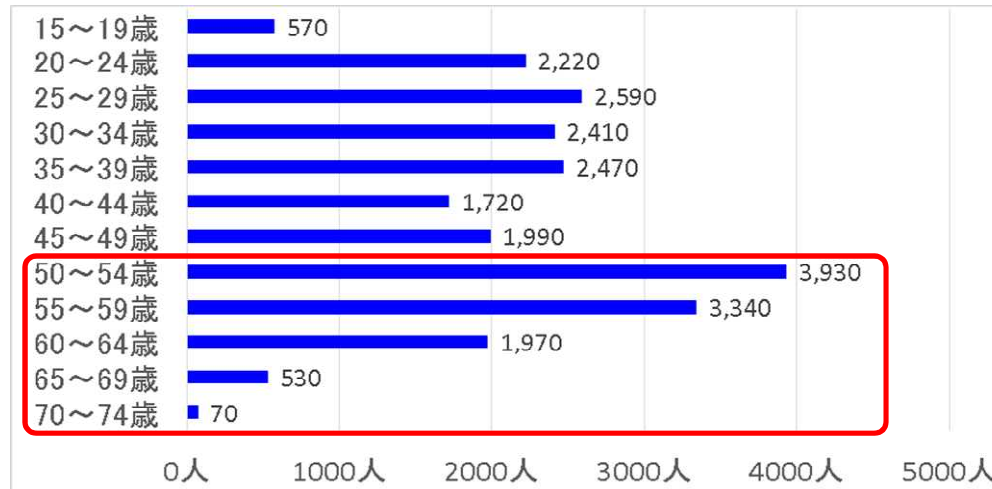
# 講演内容

1. 背景
2. センサの比較
3. LiDARセンサの仕様
4. 性能確認実験
5. 実験結果
6. 今後の予定
7. まとめ

# 背景

## 地方鉄道

- 人口減少に伴う要員の減少
- 運転士の高齢化
- 鉄道分野における従事者の大量退職の影響



鉄道線路工事従事者数(出展:平成22年国勢調査)

➡ 自動車の自動運転技術の活用  
運転支援によるヒューマンエラーの防止

# 背景

## 鉄道における自動運転の現状

前方監視を運転士が行い加減速制御のみを自動制御  
無人自動運転

➡ 新交通システムを中心に長年の実績



➡ そのまま適用することは困難な面が多い

# 背景

## 自動車の自動運転

### 障害物を検知するセンサ

#### ◆ 画像センサ

(ステレオカメラにより、測定対象との距離を測定)

#### ◆ ミリ波レーダ

(ミリ波が対象物に反射して戻る波の位相差を利用して距離を測定)

#### ◆ LiDARセンサ (Light Detection and Ranging)

(投影したレーザが対象物に反射して戻るまでの時間から距離を測定)

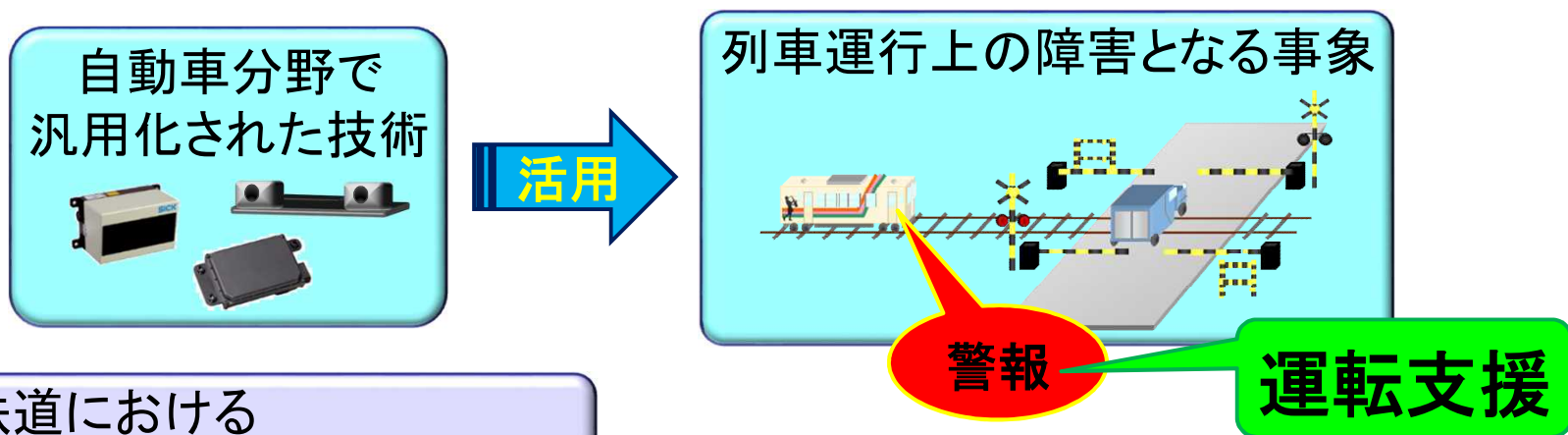


- 単独または組み合わせて幅広く活用
- 高性能化や低価格化を目標として技術開発

# 背景

## 自動車の技術の鉄道分野への活用例

- 線路内障害物監視システムへのミリ波レーダの採用  
(公益財団法人鉄道総合技術研究所)
- 踏切障害物検知装置へのLiDARセンサの採用  
(株式会社IHI)



地方鉄道における  
列車運行に係る安全性の向上

- 自動車の自動運転で採用されているセンサを地方鉄道へ活用
- 安全性の観点から技術評価を行うためには試験法等の確立が必要

基礎検討を開始

# センサの比較

	画像センサ	ミリ波レーダ センサ	LiDARセンサ
検出距離	○	◎	◎
物体検出	◎	○	◎
検出精度	○	△	◎
物体識別	◎	△	○
天候影響	△	◎	△
周囲環境 (逆光、夜間)	△	◎	◎
コスト	○	○	△

凡例 ◎最適 ○適 △可

# センサの比較

- 画像センサ

測定距離が100m程度で物体の識別は可能であるが、逆光や夜間等周辺環境や天候の影響を受けやすい

- ミリ波レーダ

周辺環境や天候に左右されずに長距離の測定が可能であるが、検出時の分解能が他のセンサと比較して劣るため物体の識別は難しい

- LiDARセンサ

ミリ波レーダでは検出できない物体の検出が可能であり、周囲の環境に左右されずに対象物との距離を測定することが可能であるが、悪天候時に検出性能が低下する

↳ 将来的には低価格化及び小型化に期待

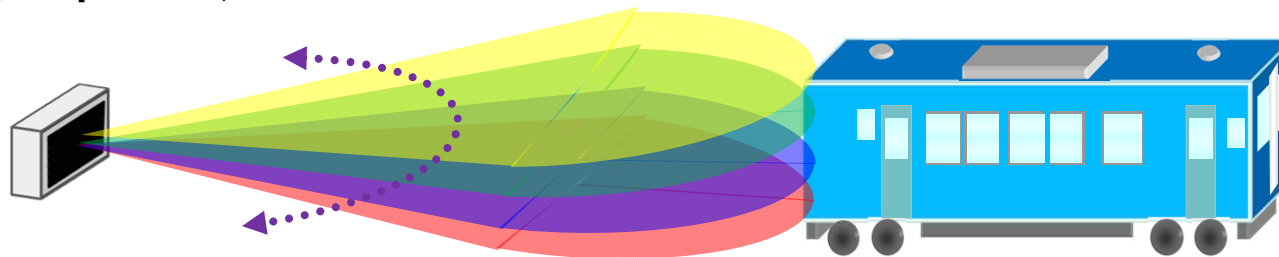


# LiDARセンサの仕様

## ◆センサスペック

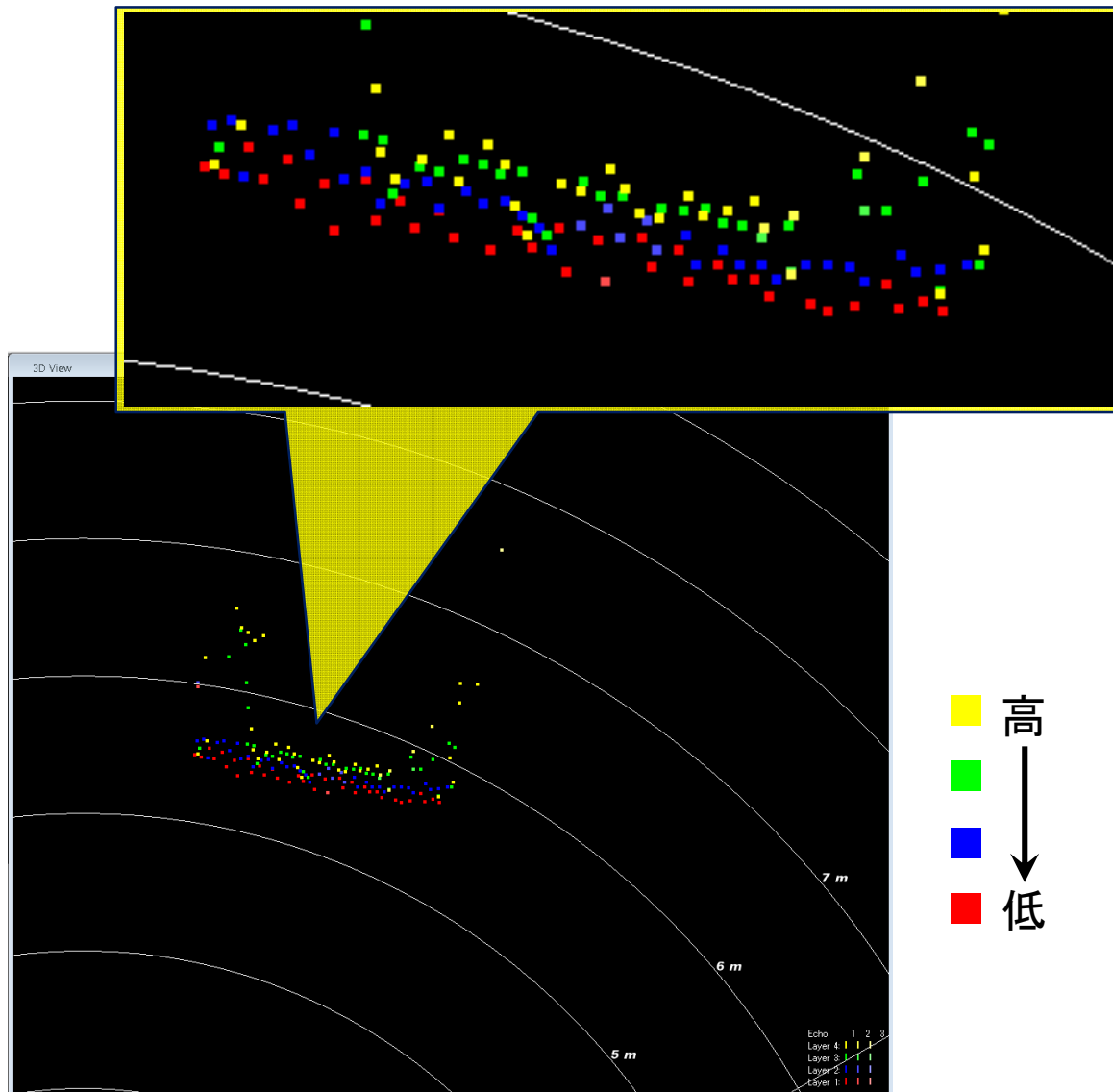
	仕様
レーザ波長	905nm
レーザクラス	クラス1 (IEC 60825-1:2014)
開口角	85°
垂直操作角度	3.2°
スキャン周期	12.5~50Hz
角度分解能	0.125° ,0.25° ,0.5°
検出可能距離	0.5m~300m
反射率10%での検出距離	50m

## ◆スキャンイメージ



# LiDARセンサの仕様

## ◆スキャン結果



# 性能確認実験

## LiDARセンサを 鉄道に活用

列車運行上の障害となる事象の検知が期待

- 踏切で停滞している自動車や歩行者等
- 線路沿線からの侵入物や飛来物
- プラットフォームからの転落

➡ できる限り早期に検知し、走行中の列車を停止

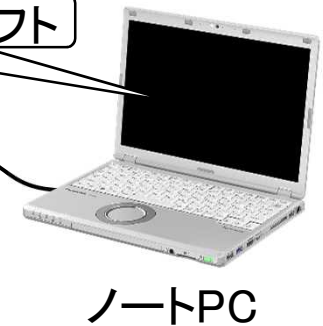
豊橋鉄道市内線(赤岩口電停～駅前電停間)での実験



試験車両の前方を走行、横断する自動車や歩行者などを障害物と見立てて、その検知状況や検出距離について確認

専用アプリケーションソフト

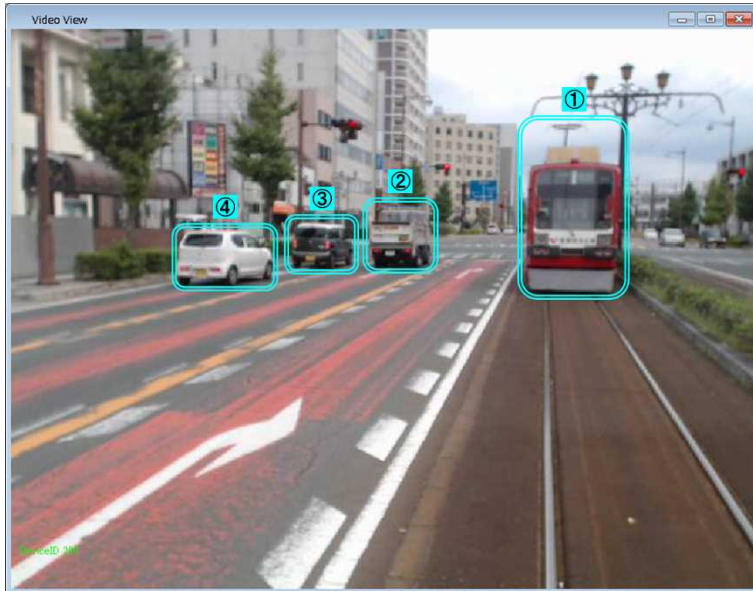
LiDARセンサ



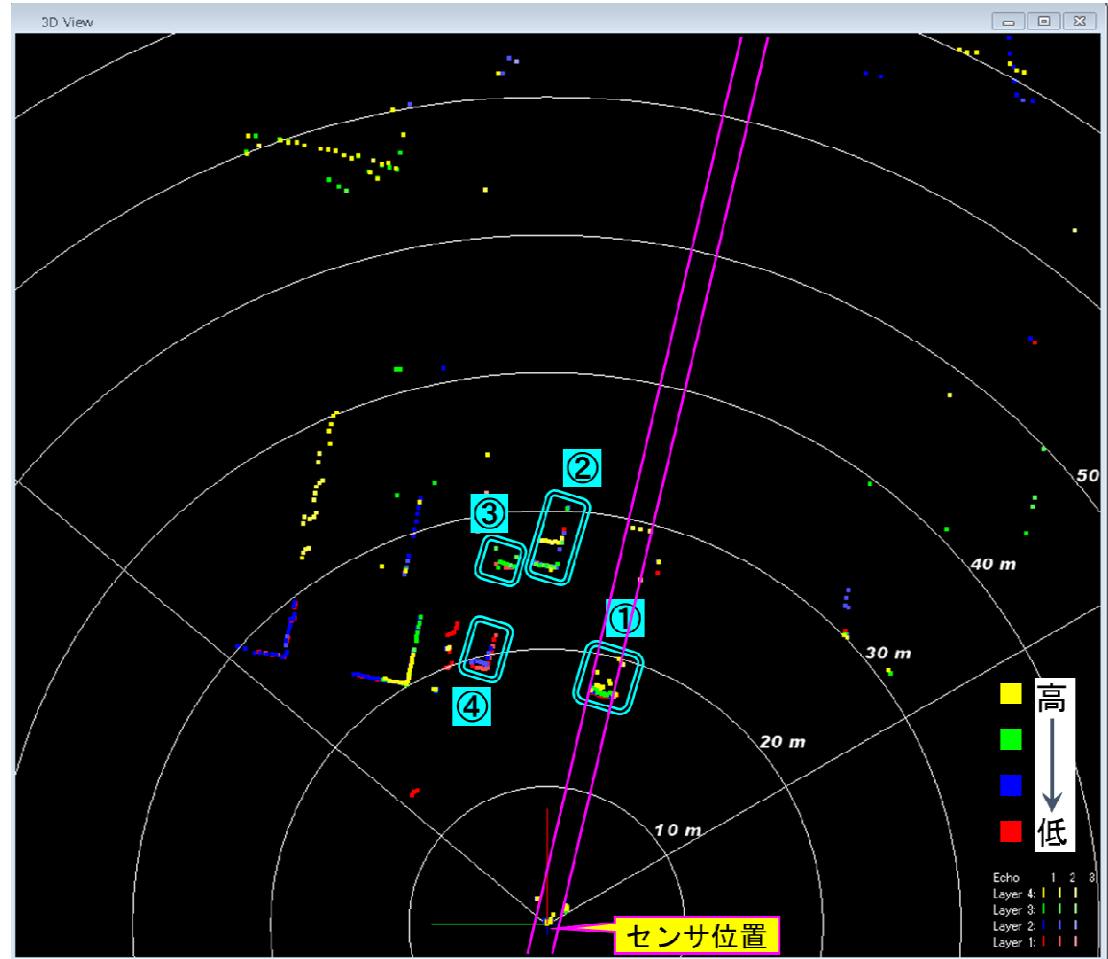
ノートPC

# 実験結果

## 停止物体検知

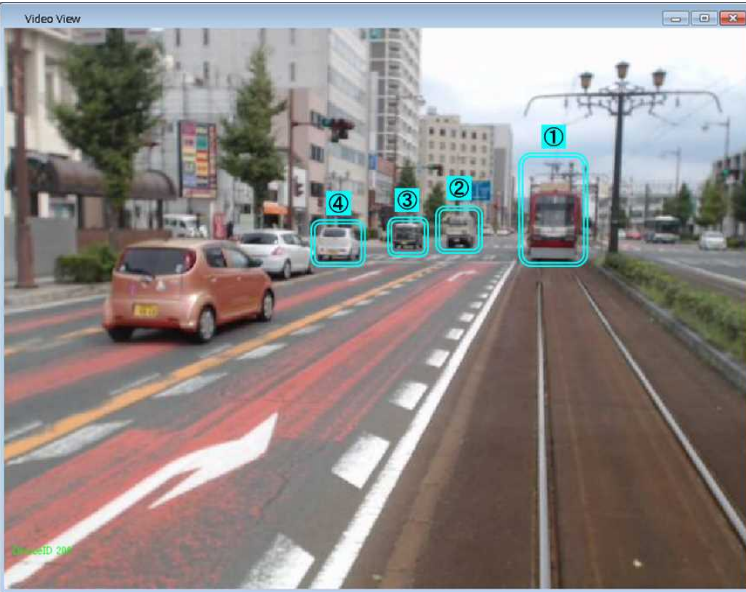


路面電車1両(①)と自動車3台(②~④)を検知できることを確認

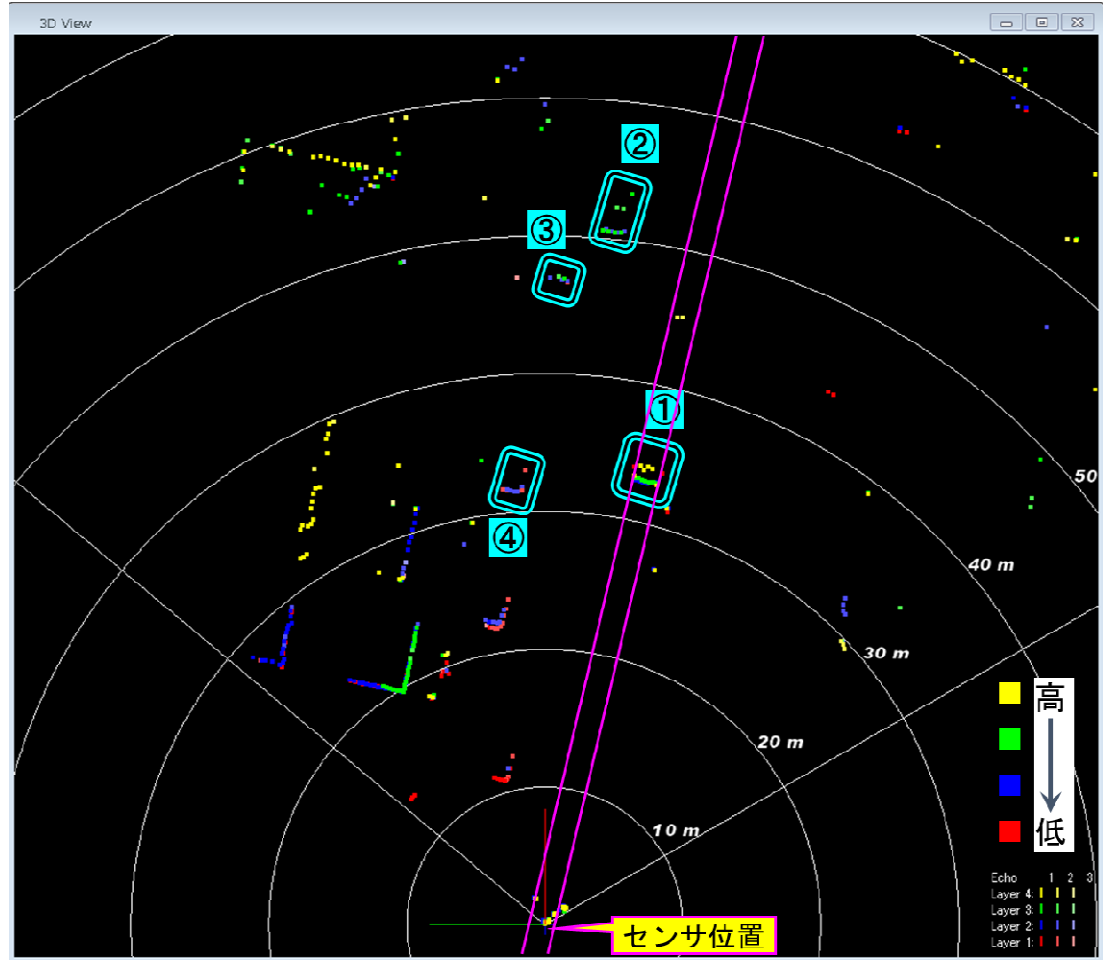


# 実験結果

## 追従検知



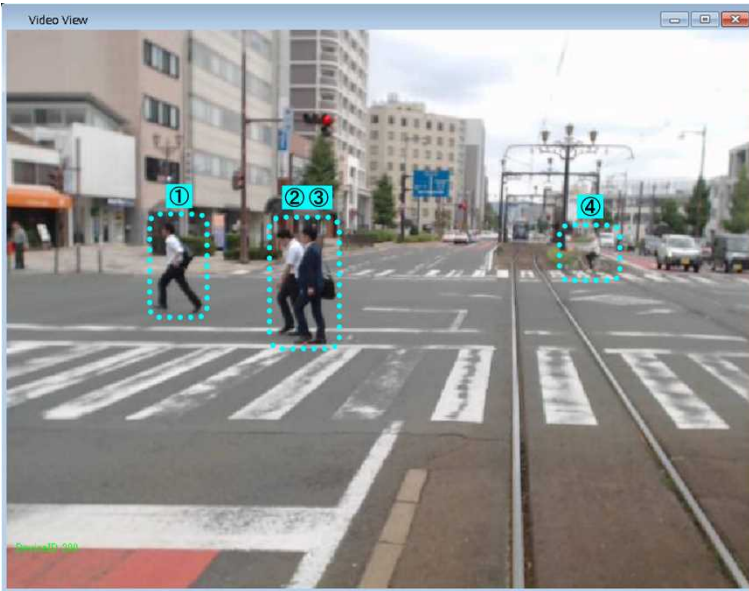
動き出した路面電車(①)や自動車(②~④)を追従検知できることを確認



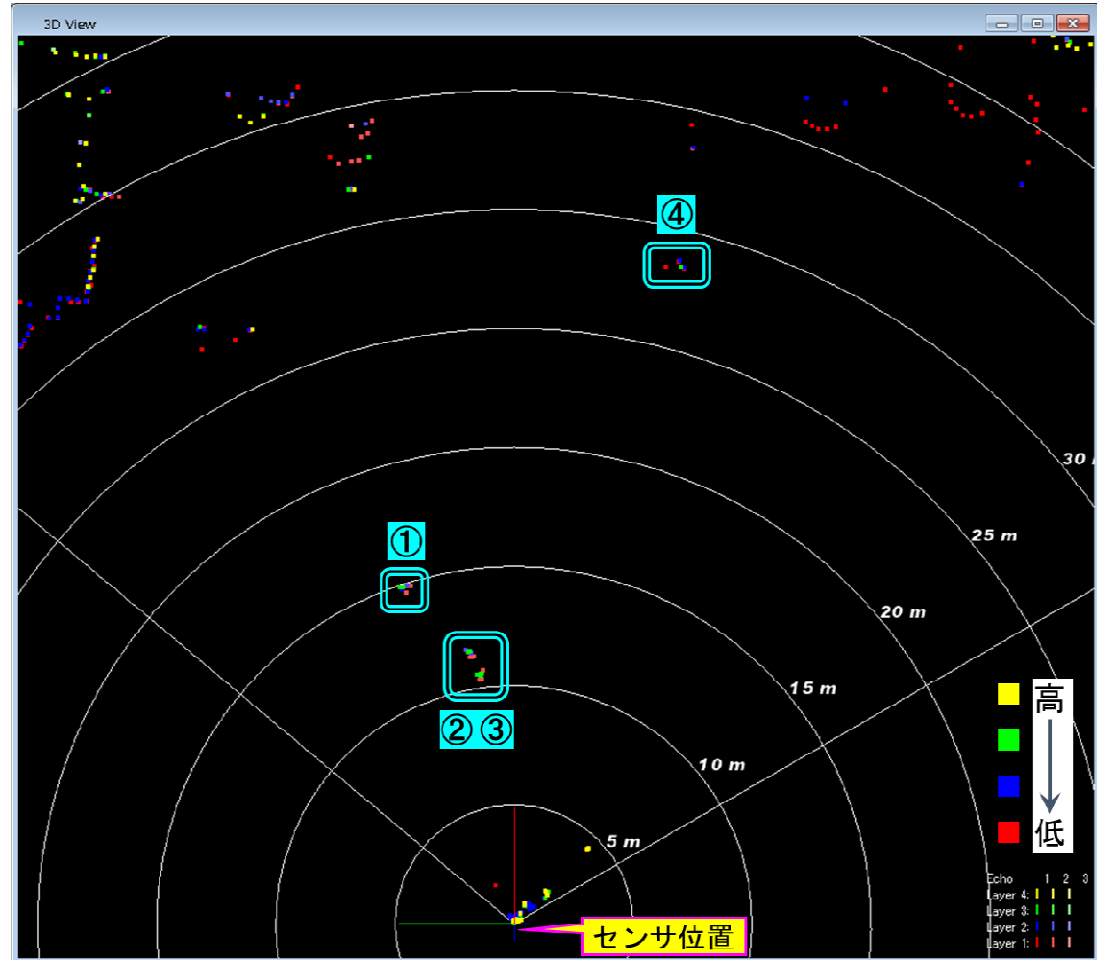


# 実験結果

## 歩行者検知

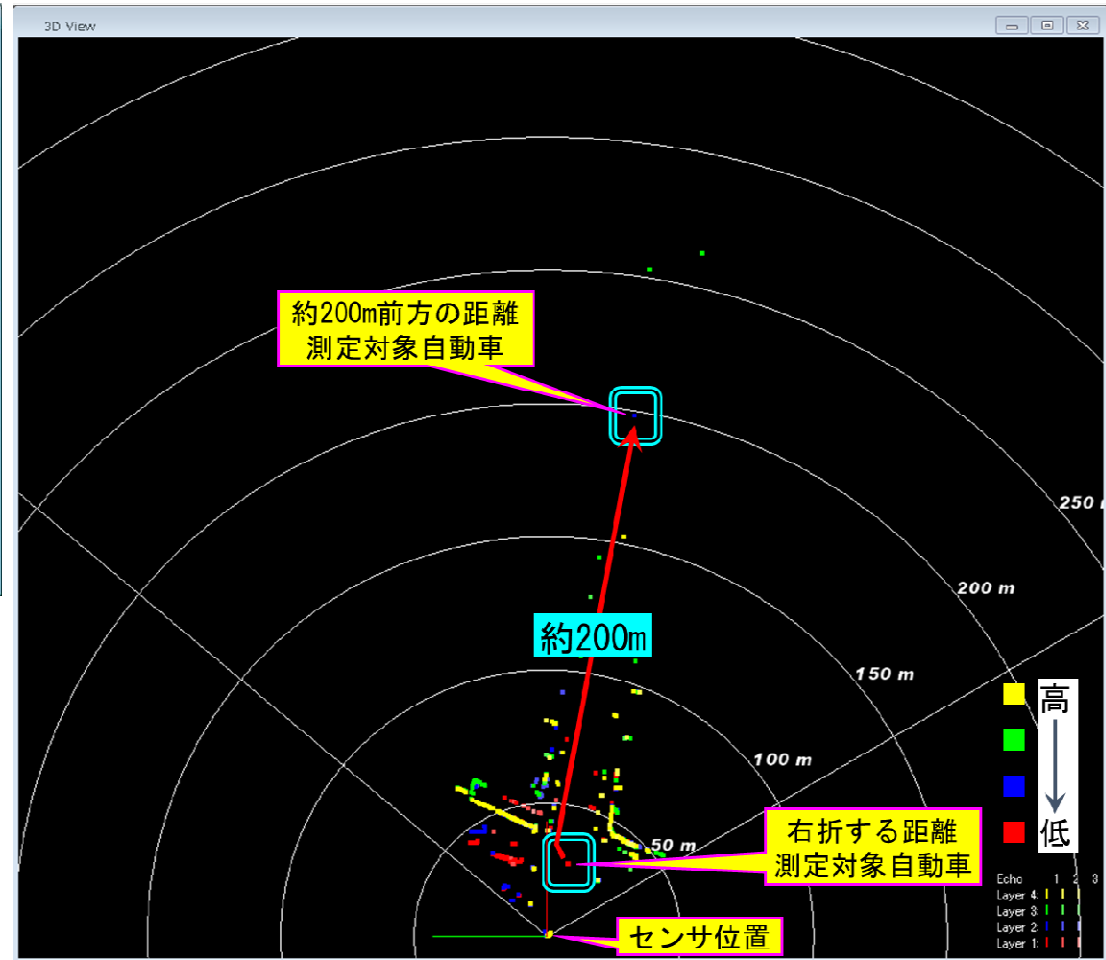


前方を横断する歩行者(①~③)や自転車(④)を検知できることを確認  
特に、複数名が重なっているような状況でも個別に検知(②、③)できることを確認



# 実験結果

## 検知距離測定



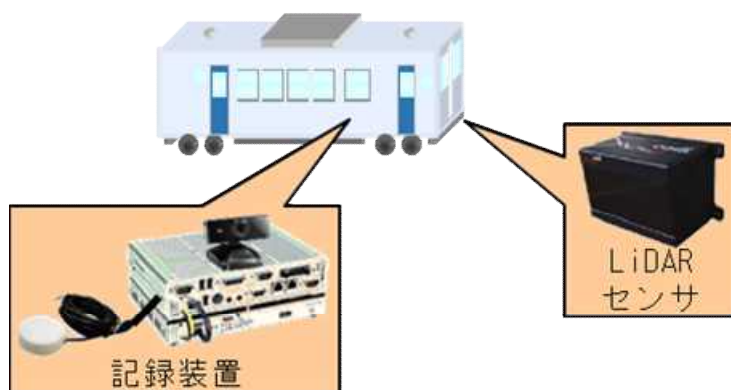
試験車両の進行方向に遠ざかっていく自動車を、200m程度まで追従検知できることを確認



- 車両のフロントガラスの影響
- 設置方法の影響

# 今後の予定

- ◆ 識別機能の確認
- ◆ 検出距離精度の確認
- ◆ 天候や時間帯による影響の確認
- 車両に長期間設置してデータを取得可能な装置を製作



- 長期的なモニターランで多種多様なデータを取得
- 列車運行上の障害となる事象の抽出
- 検知状況について解析



# まとめ

- 自動車の自動運転で採用されているセンサを地方鉄道へ活用するための基礎検討を開始
- センサの比較検討を行い、LiDARセンサを選定し、性能確認実験を実施
- ✓ 障害物と見立てた自動車や歩行者等の検知が可能
- ✓ 距離が200m程度離れても検知が可能
- ◆ LiDARセンサを車両に設置して走行中のデータの取得・解析
- ◆ 自動車の自動運転で採用されている新技術を地方鉄道等に導入する際に、安全性の観点から技術評価を行うための標準的な試験法を提案