

2023年度 運輸・営業分野Webセミナー

# カメラとLiDARによる列車前方支障物検知手法の開発

情報通信技術研究部 画像解析研究室

研究員 影山 椋

# 本日の発表

---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用

# 本日の発表

---

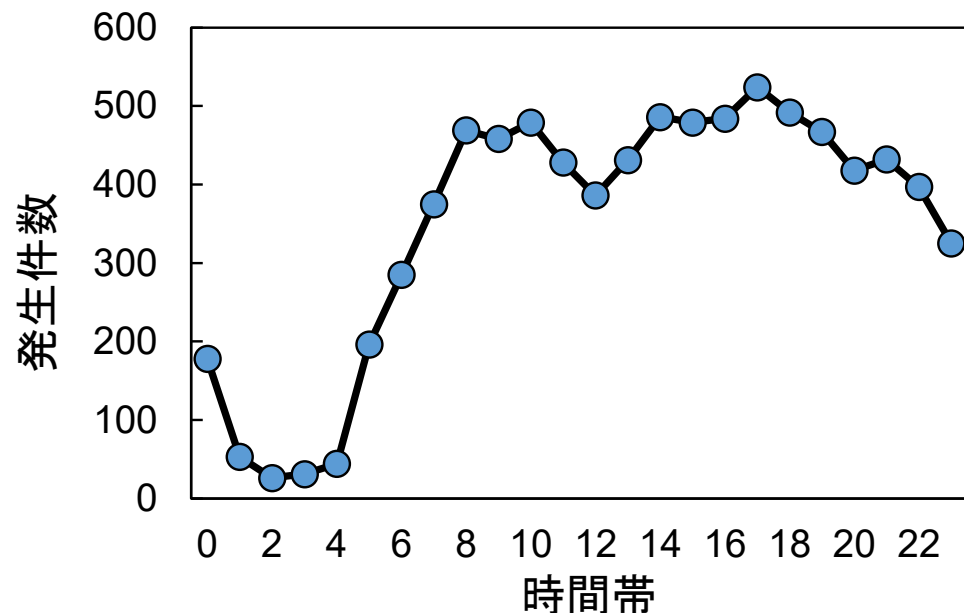
- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓画像からの検知エリア設定
  - ✓カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用

# 背景

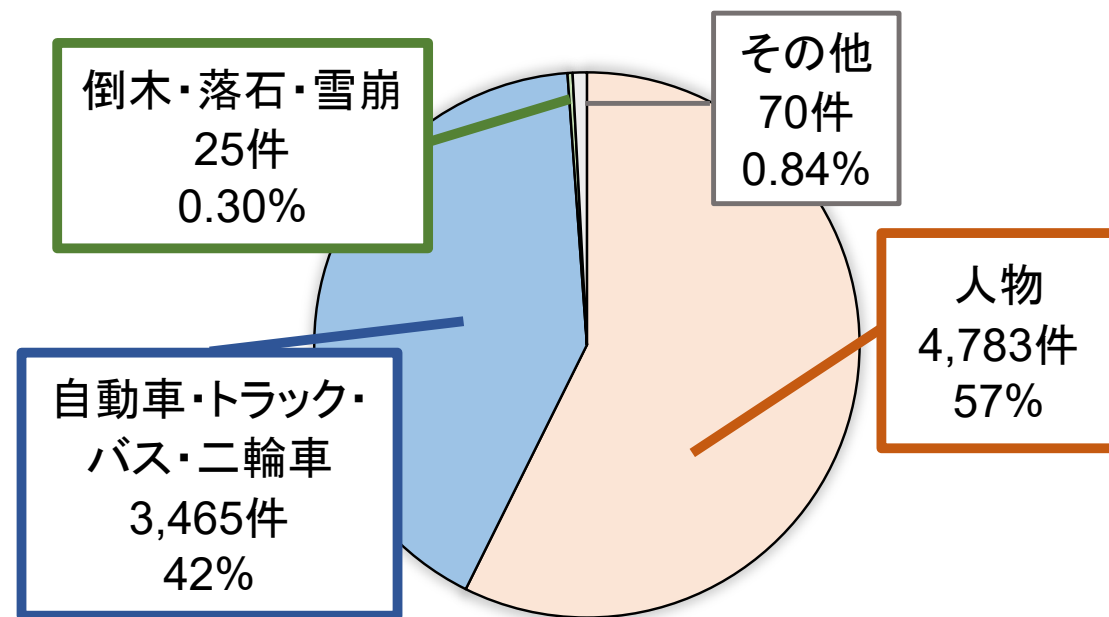
## ■ 列車と線路内支障物の接触事故に関する調査結果

「鉄道安全データベース」より過去20年分の列車と支障物の接触事故事例(計8,343件)を集計

時刻別の発生件数



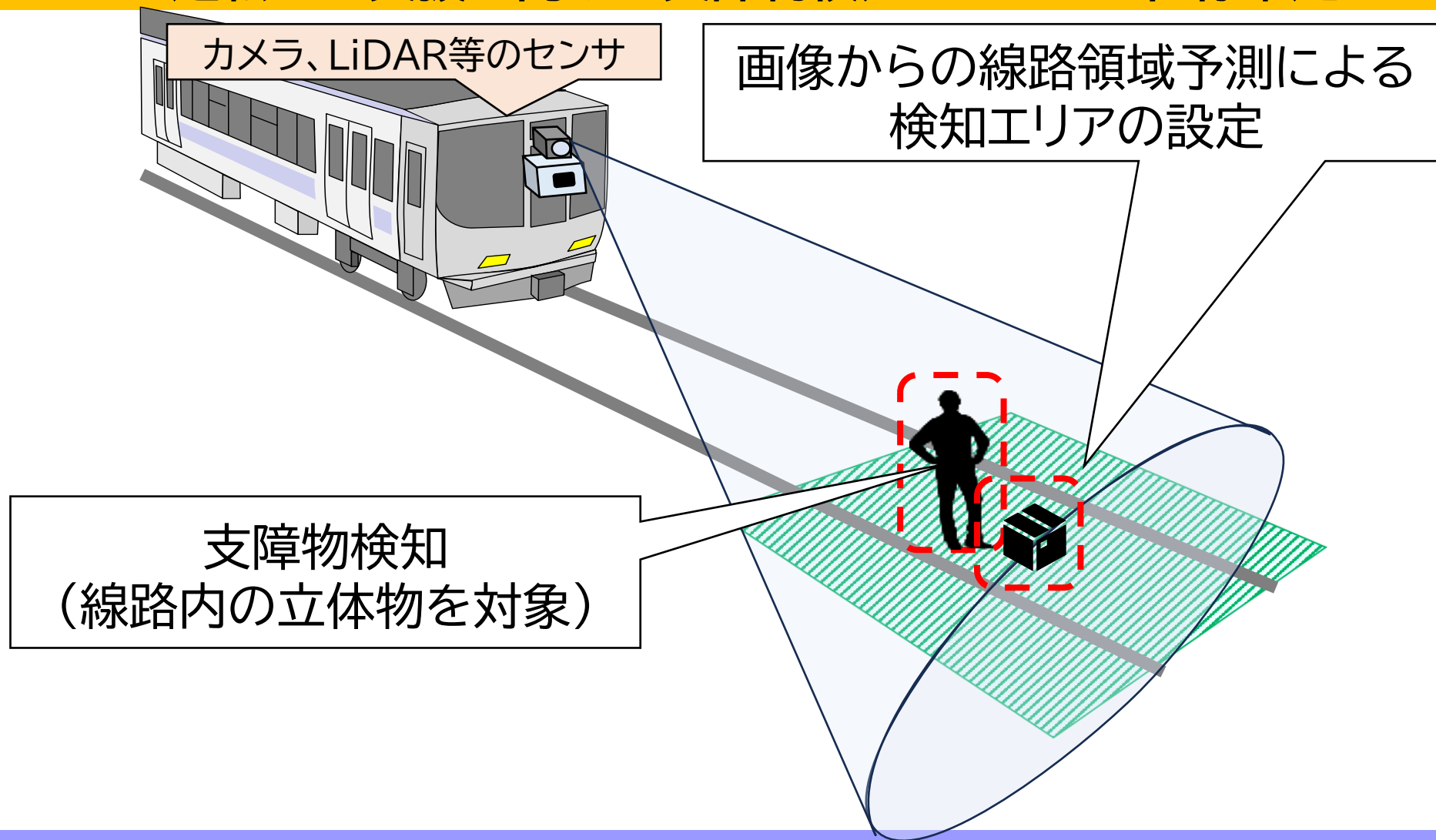
接触対象の内訳



昼夜を問わず、主に人物や自動車との接触事故が発生している

# 目的

## 運転士の支援に向けた支障物検知システムの仕様策定



# 本日の発表

---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用

# 支障物検知に適したセンサ構成の検討

線区などの特性に合わせた  
センサ構成のノウハウ提供可(受託)

## ■ 検知対象の特徴



## ■ 代表的なセンサの性能

センサ	設置性	基本性能			検知性能	
		遠方	夜間	耐天候	認識	3D検知
カメラ	○	○	△	△	○	×
ステレオカメラ	○	○	△	△	×	○
LiDAR	△	△(複数○)	○	△	△	○

車外に設置可能な場合



カメラ LiDAR

カメラで認識  
LiDARで立体物として検知

車外に設置できない場合



ステレオカメラ  
(カメラ×2)

片方のカメラで認識  
ステレオカメラで立体物として検知

検知したいものや、設置位置によって適切なセンサ構成が決まる

# 本日の発表

---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用



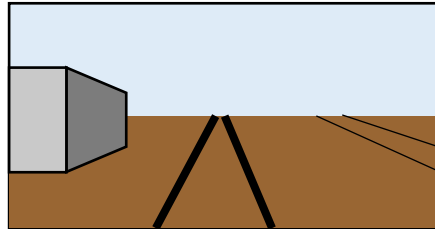
# 画像からの検知エリア設定

## ■ 検知エリア設定アルゴリズム

### Step.1

画像からの  
線路領域予測

列車前方画像



線路領域予測結果

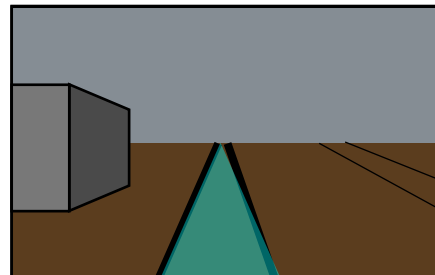
- 線路以外の領域
- 隣接する線路領域  
など



### Step.2

領域予測結果  
の後処理

検知エリア設定結果



## ■ 検知エリア設定結果



線形や環境条件に拠らず検知エリアを適切に設定可能  
要件に応じて検知エリアの幅を建築限界内にも拡張可能

# 本日の発表

---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用

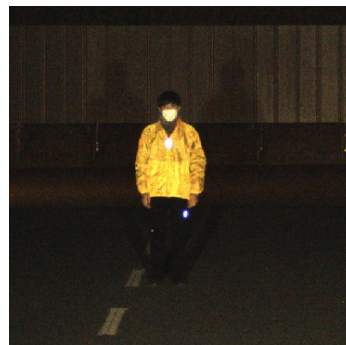
# カメラと複数LiDARによる支障物検知

カメラとLiDARによる支障物検知のノウハウ提供可(受託)

カメラの画像を用いたAIによる高精度な物体識別



3次元LiDARの高密度点群を用いた物体検知

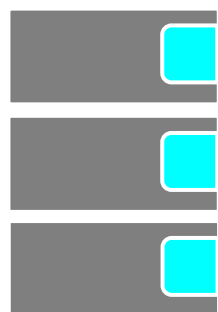


物体検出AI

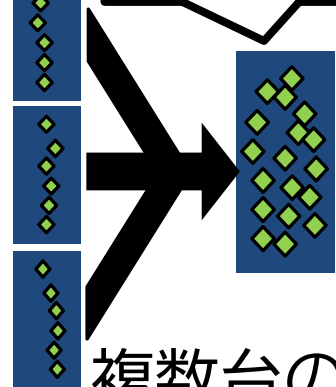


人物  
確率70%

夜間は検知性能↓

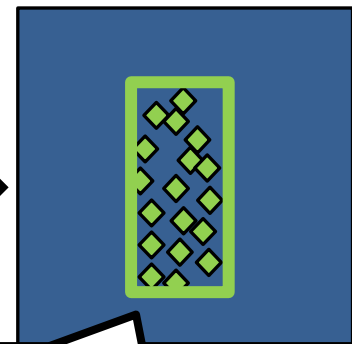


遠方の点群密度↑



高密度領域を抽出

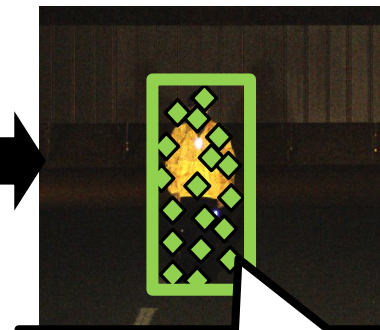
複数台の点群を合成



種別不明  
確率100%

統合処理

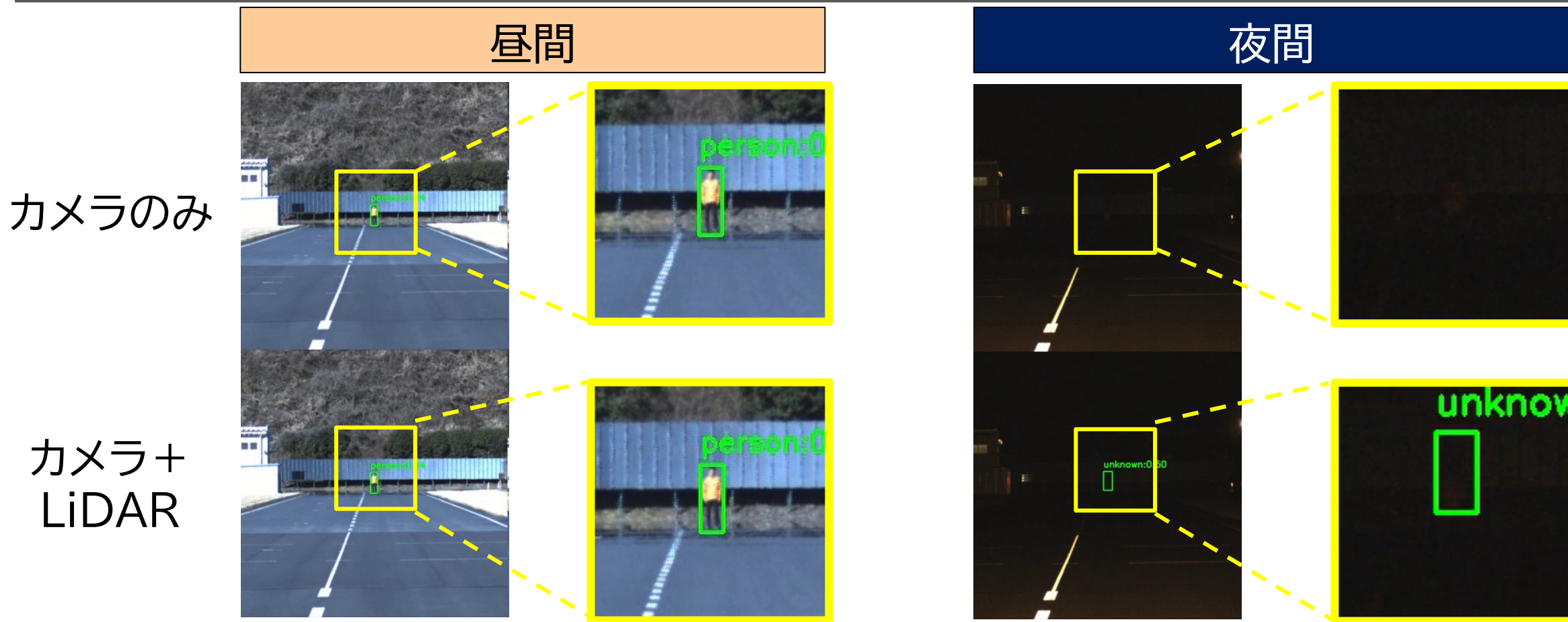
夜間も変わらず  
検知可能



人物  
確率100%

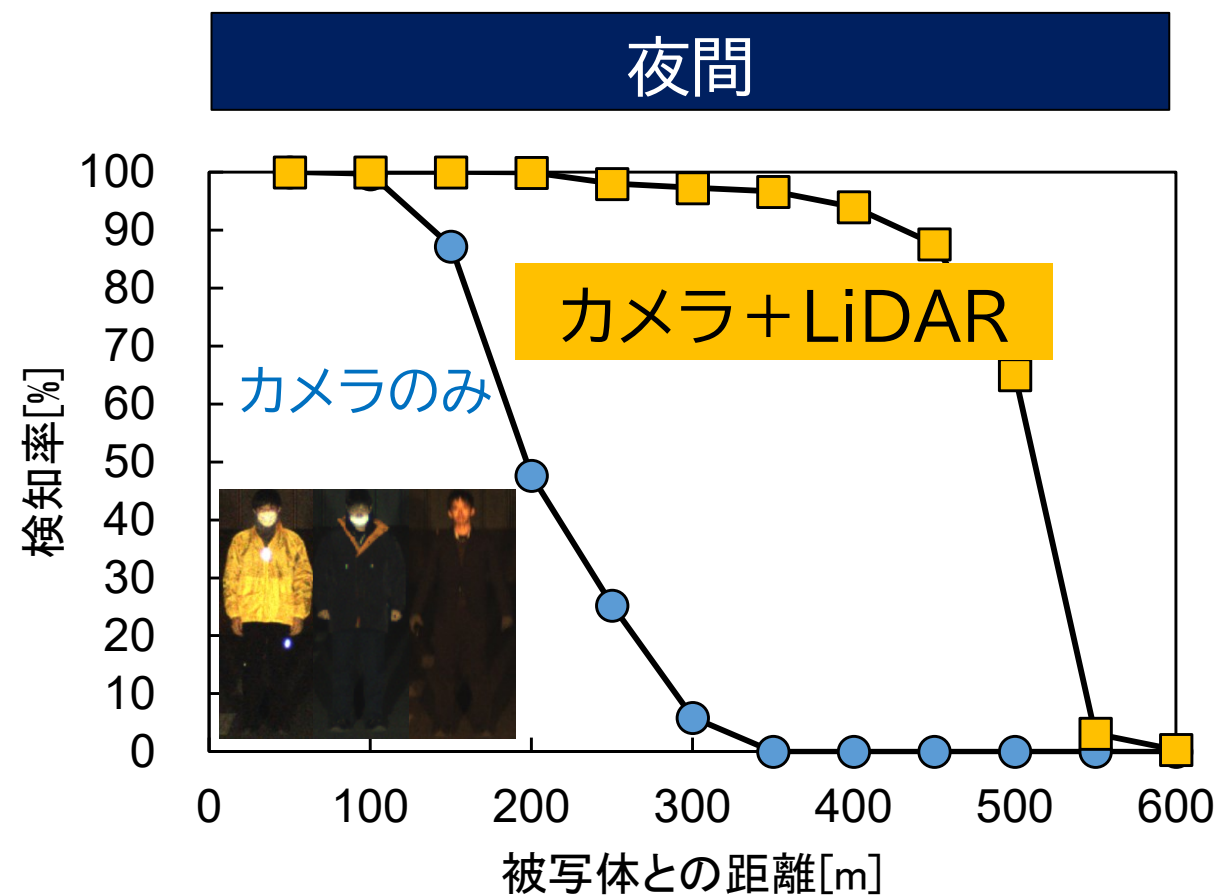
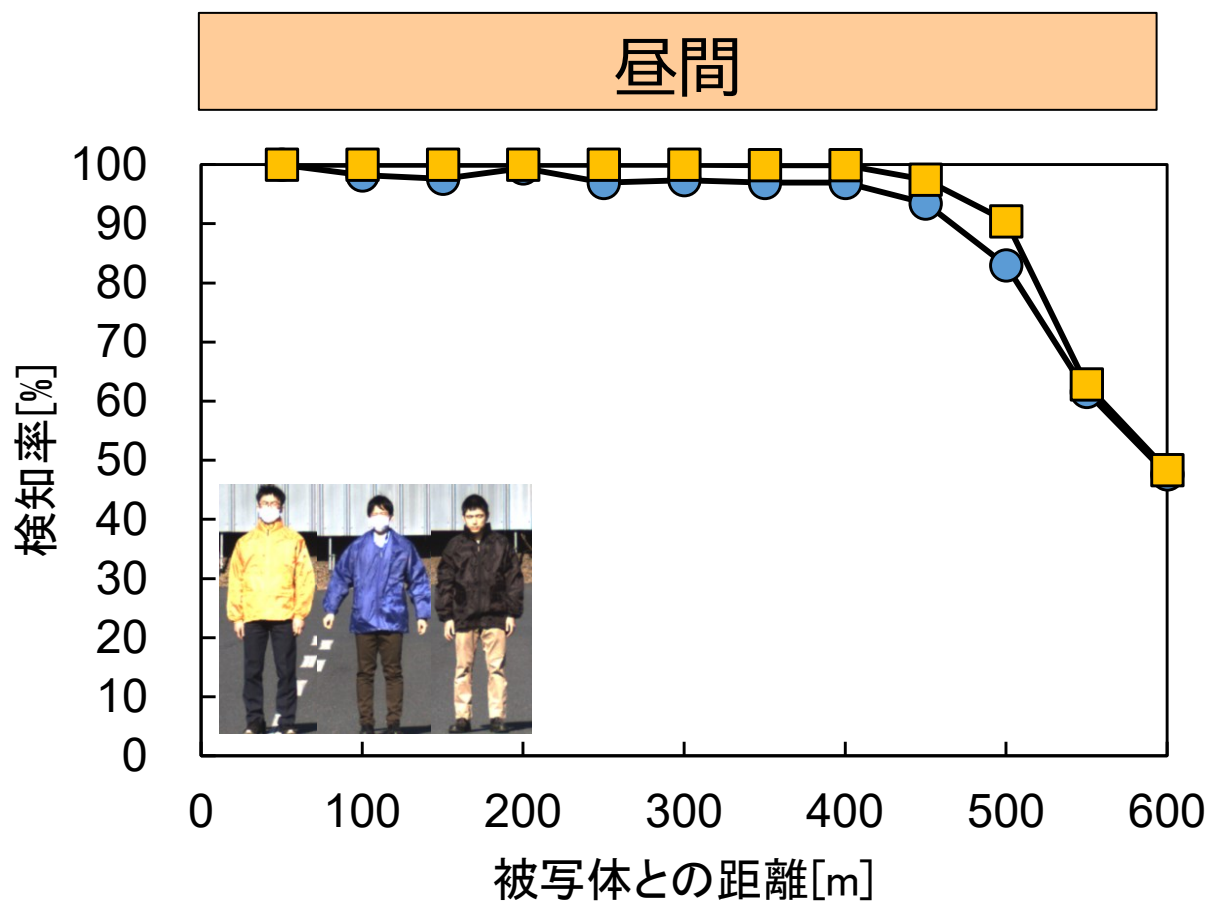
夜間におけるカメラ側の性能低下を、LiDARの高密度点群で補完

# 夜間の人物検知結果の例(400m先)



カメラ+LiDARの場合夜間でも人物を検知

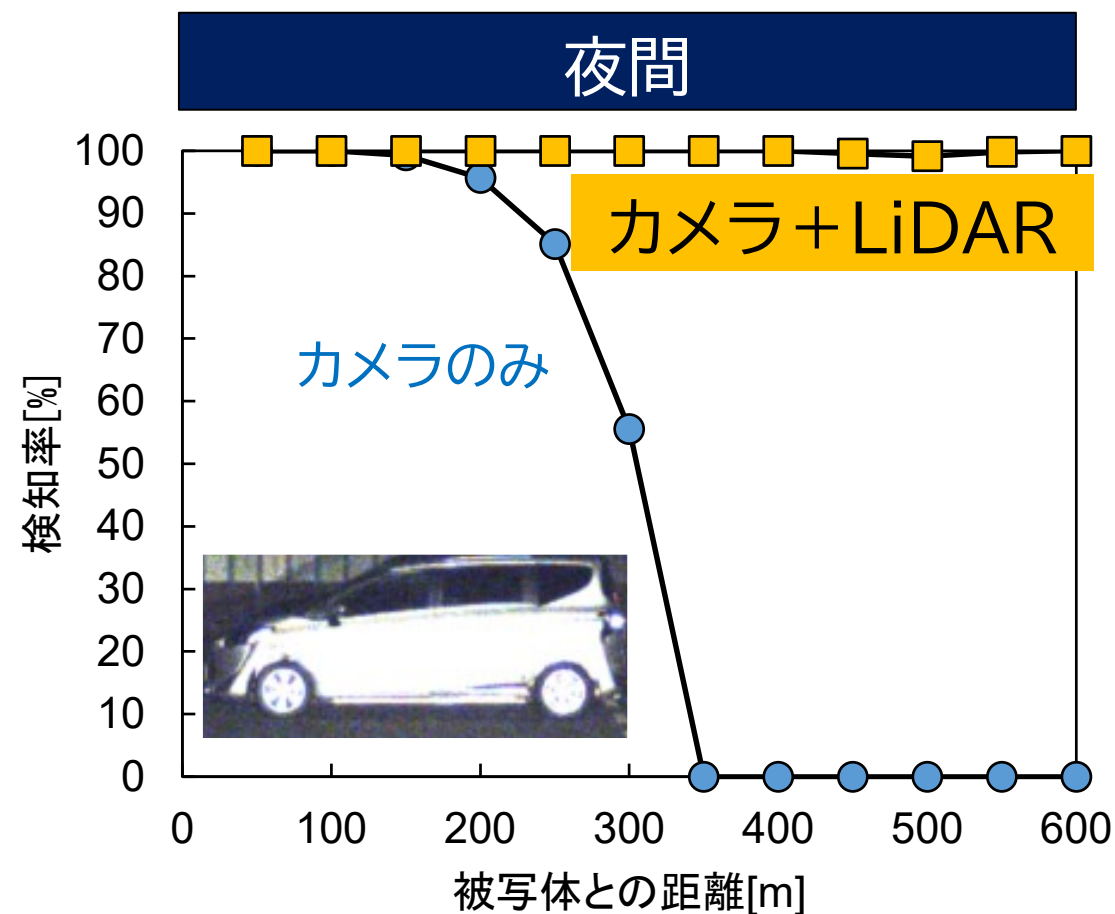
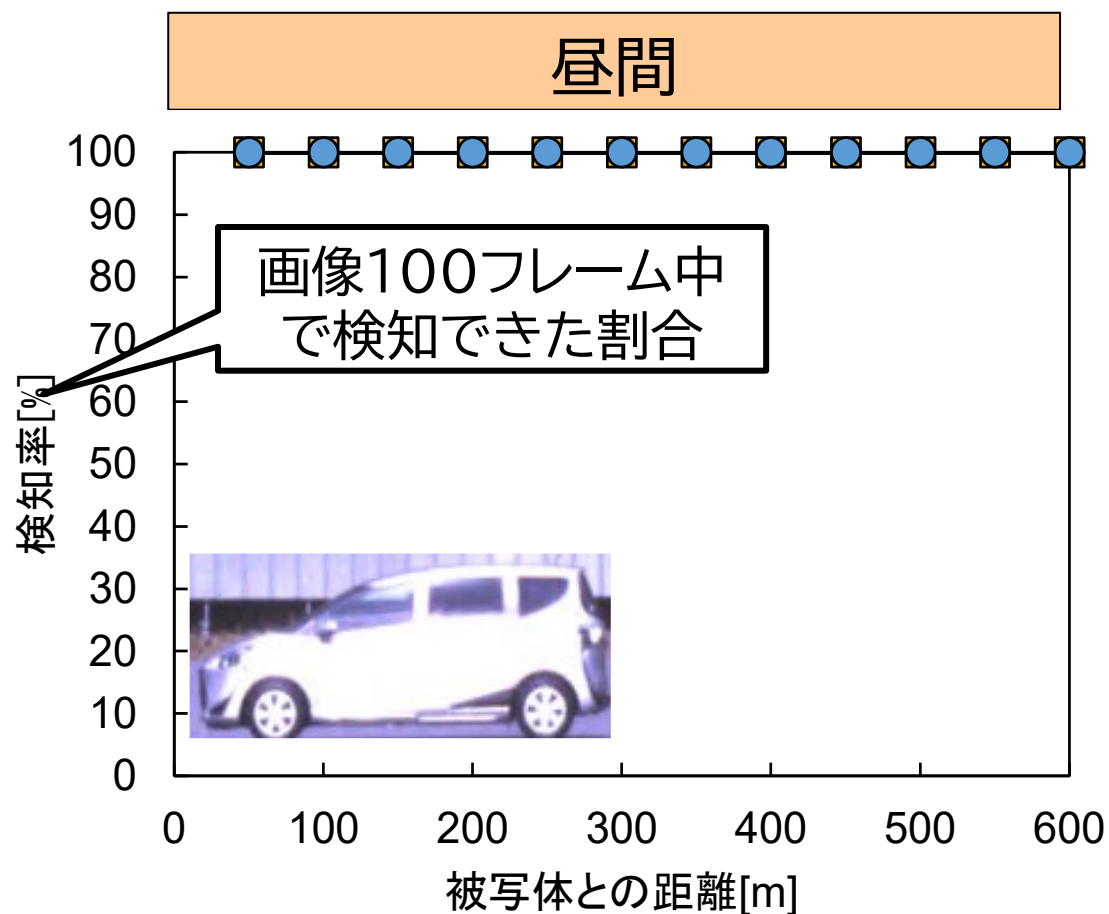
# 人物の検知性能



昼夜を問わず400m先の人物を90%以上検知

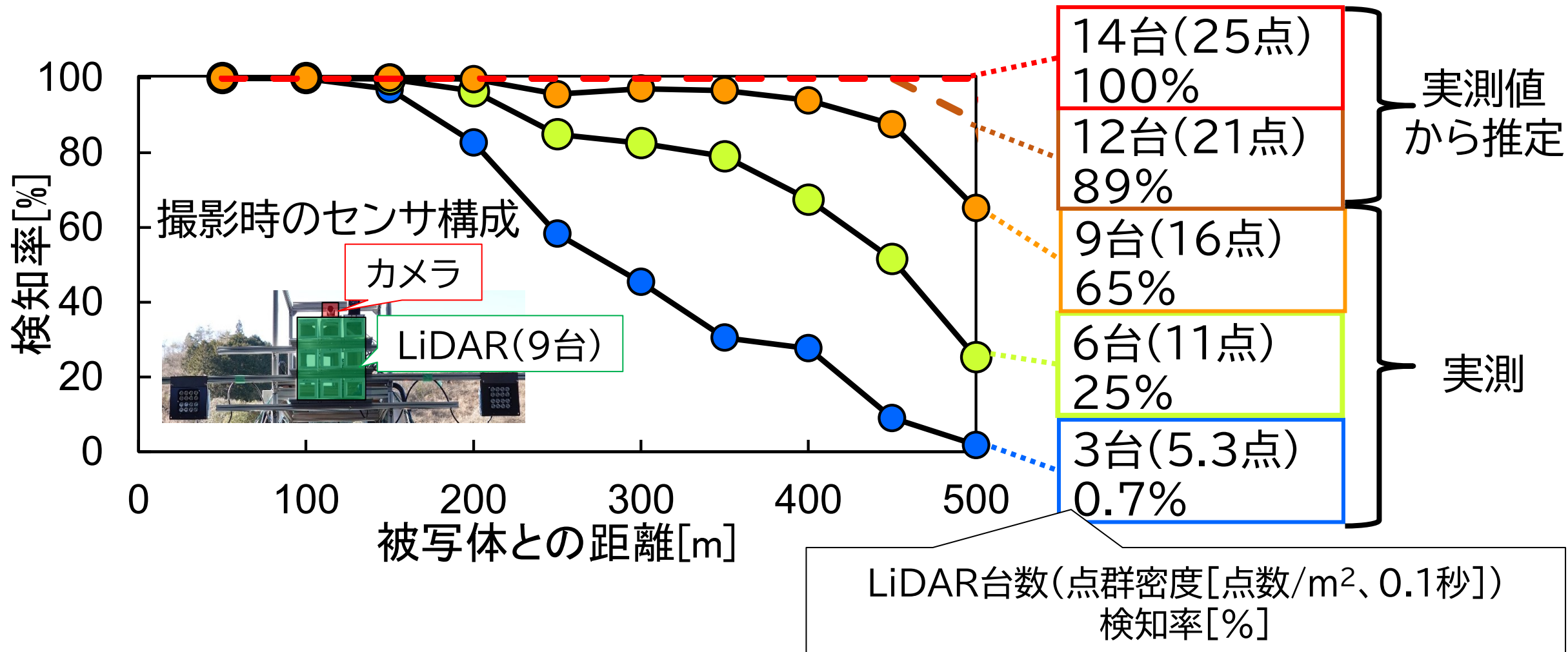


# 自動車の検知性能



本試験の条件下では昼夜を問わず600m先の自動車をほぼ100%検知

# LiDARの台数と検知性能の関係



LiDAR14台分のレーザー一点が確保できれば500m先まで人物を十分に検知可能

# 本日の発表

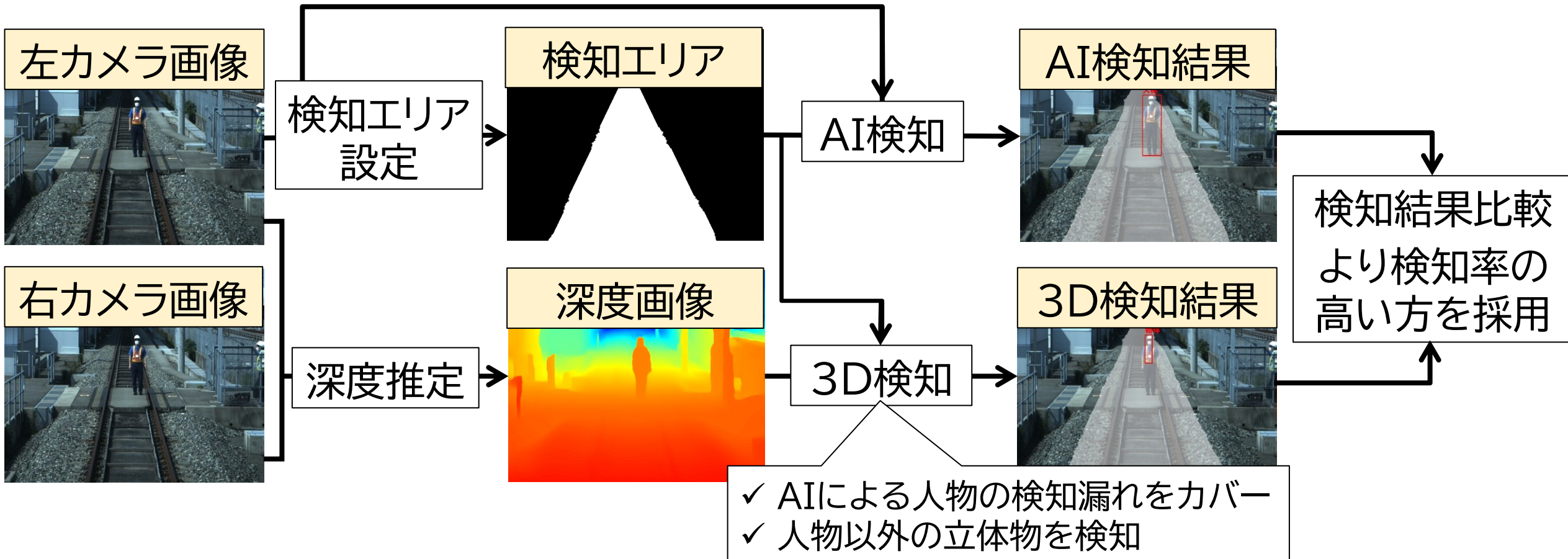
---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用



# ステレオカメラによる車両基地構内の支障物検知

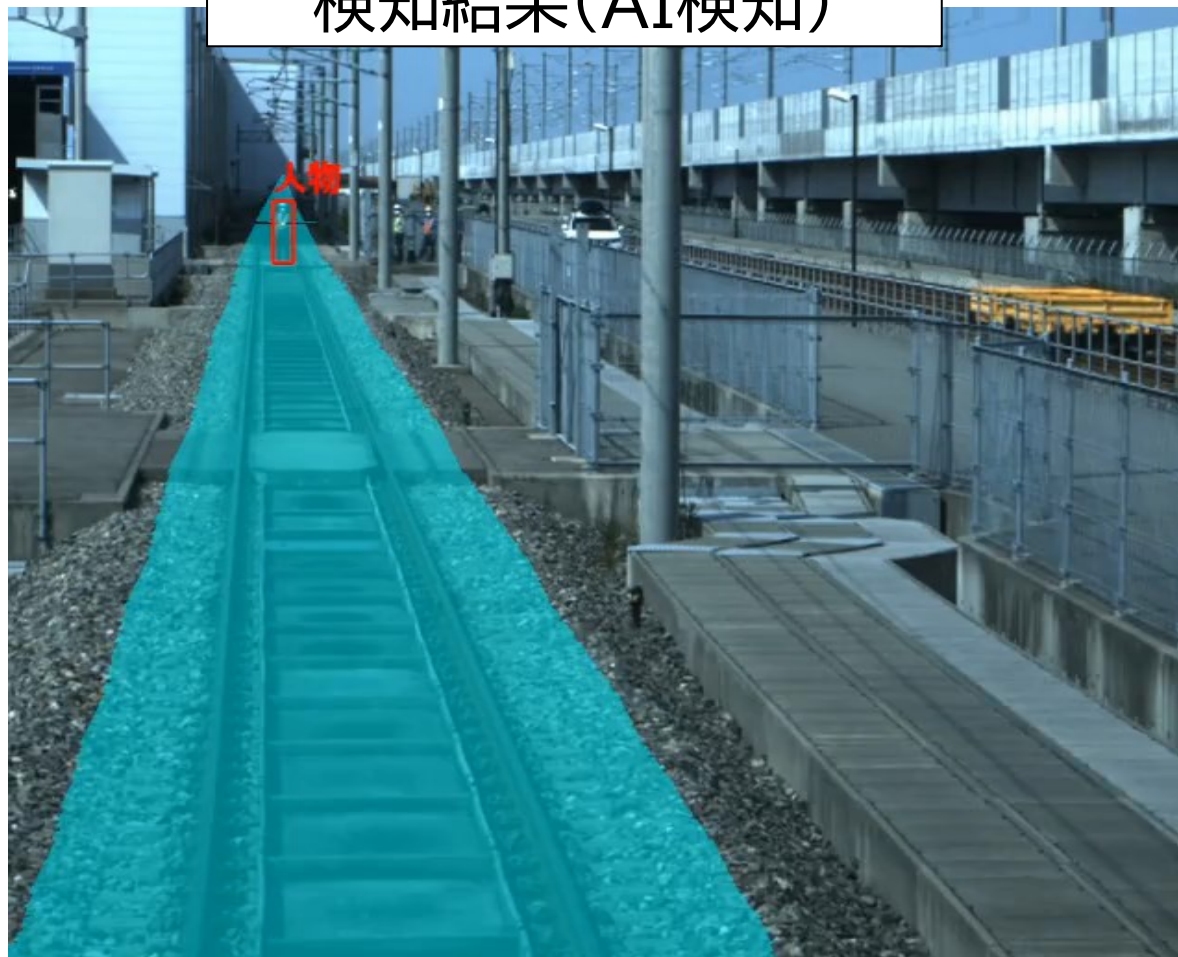
ステレオカメラによる支障物検知のノウハウ提供可(受託)



片方のカメラからのAIによる識別とステレオカメラによる立体物検知を組み合わせる

# 車両基地構内における人物検知結果の例

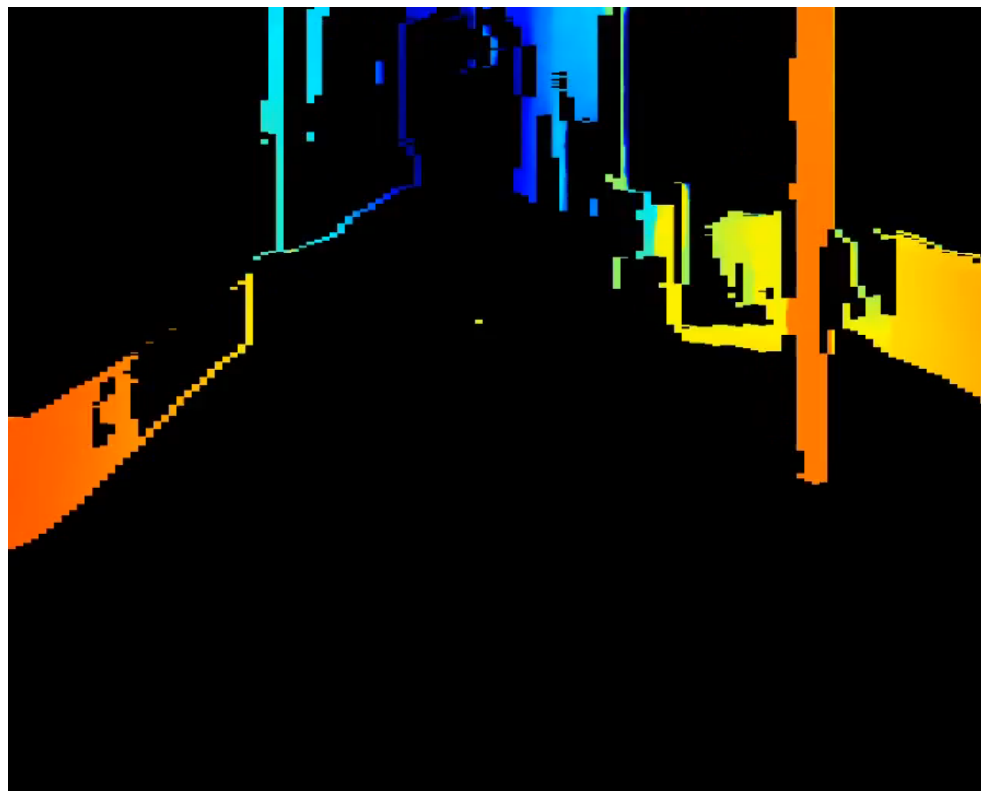
検知結果(AI検知)



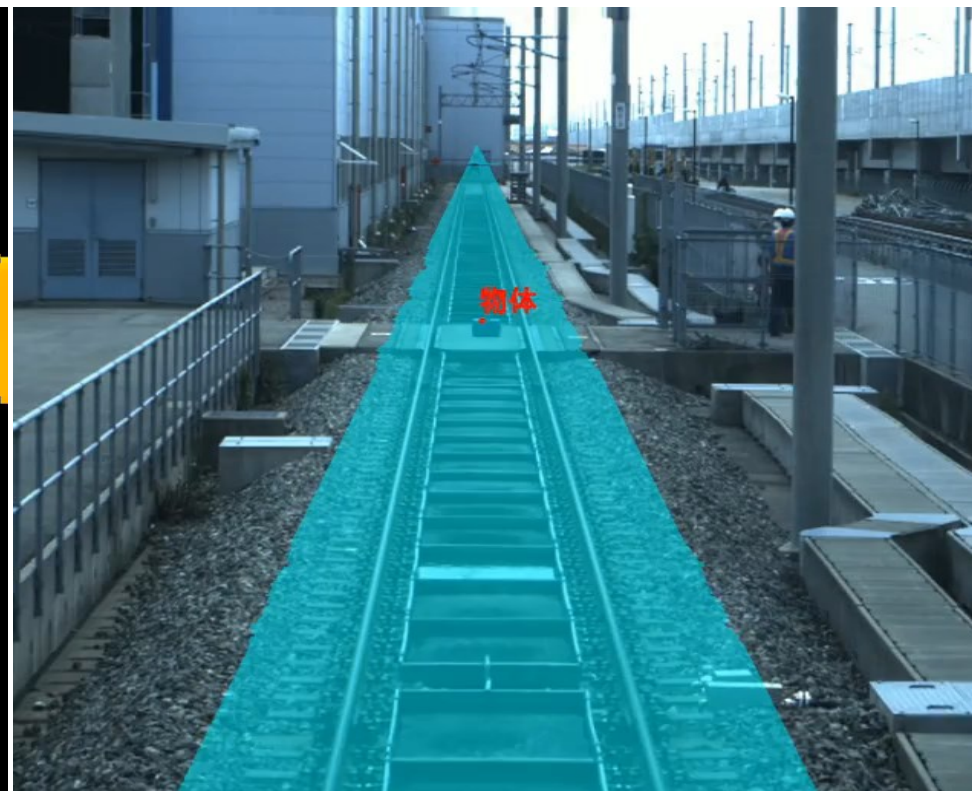
AIにより約100m遠方の人物を検知

# 車両基地構内における工具箱検知結果の例

立体物抽出結果



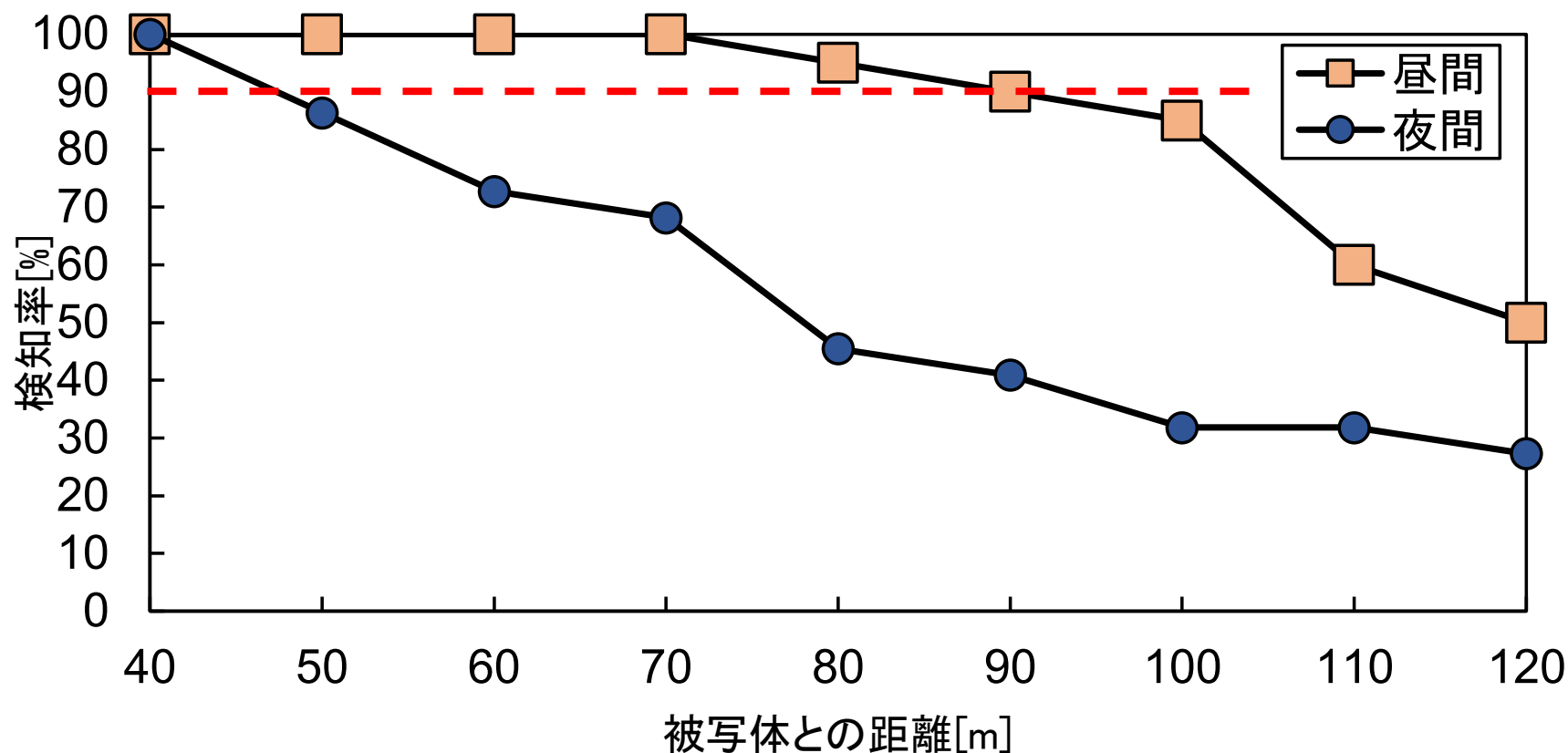
検知結果(3D検知)



人物より検知できる距離は短いですが、線路内の立体物として工具箱のような小物体も検知

# 車両基地構内における人物の検知性能(昼間)

※AI検知と3D検知のmax



90m先で90%以上検知

※複数処理のリアルタイム動作を見据えているため解像度1Kのカメラを使用

# 本日の発表

---

- 研究背景・目標
- センサ構成の検討
- 開発手法
  - ✓ 画像からの検知エリア設定
  - ✓ カメラと複数LiDARによる支障物検知手法
  - ✓ ステレオカメラによる支障物検知手法
- まとめと成果の活用

## まとめと成果の活用

### 運転士の支援に向けた支障物検知システムの仕様策定

- ✓ 自動車や人物など、主な線路内支障物の検知に有効なセンサ構成を整理
- ✓ カメラとLiDARにより昼夜共に自動車を600m、人物を400m先まで90%以上検知
- ✓ ステレオカメラにより車両基地構内で昼間に人物を90m先まで90%以上検知

運転支援のためにカメラやセンサを用いた列車前方支障物検知システムを導入する際に、技術仕様として提供

#### 【今後の方針】

- ✓ 検知対象の拡張(線路陥没、架線飛来物など)
- ✓ 検知精度の向上(カメラ・センサの改良、AIモデルの改良)
- ✓ 実車でのリアルタイム動作