



公益財団法人 鉄道総合技術研究所

2023年度 運輸・営業分野Webセミナー

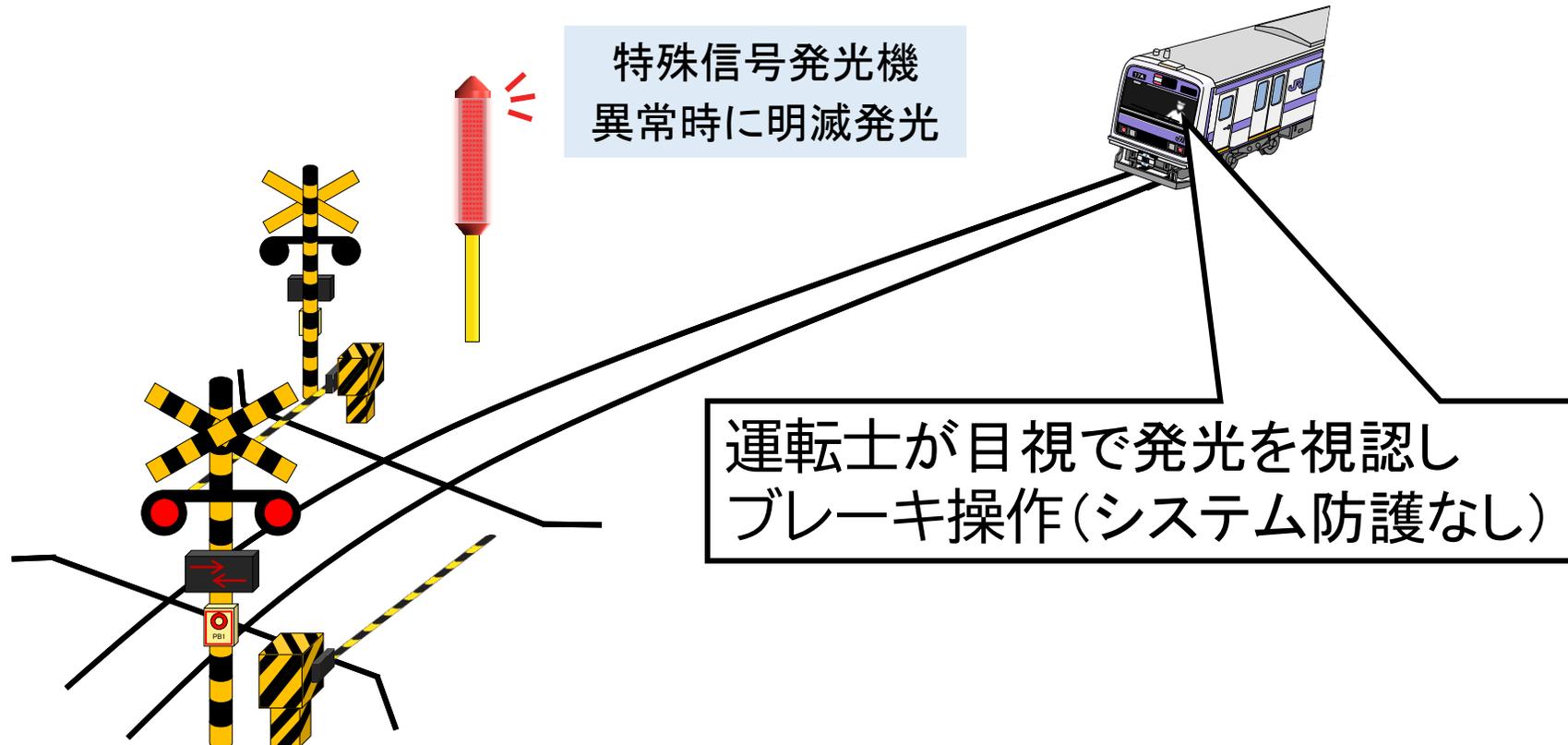
特殊信号発光機の明滅検知装置

情報通信技術研究部 画像解析研究室

副主任研究員 中曾根 隆太

研究の背景

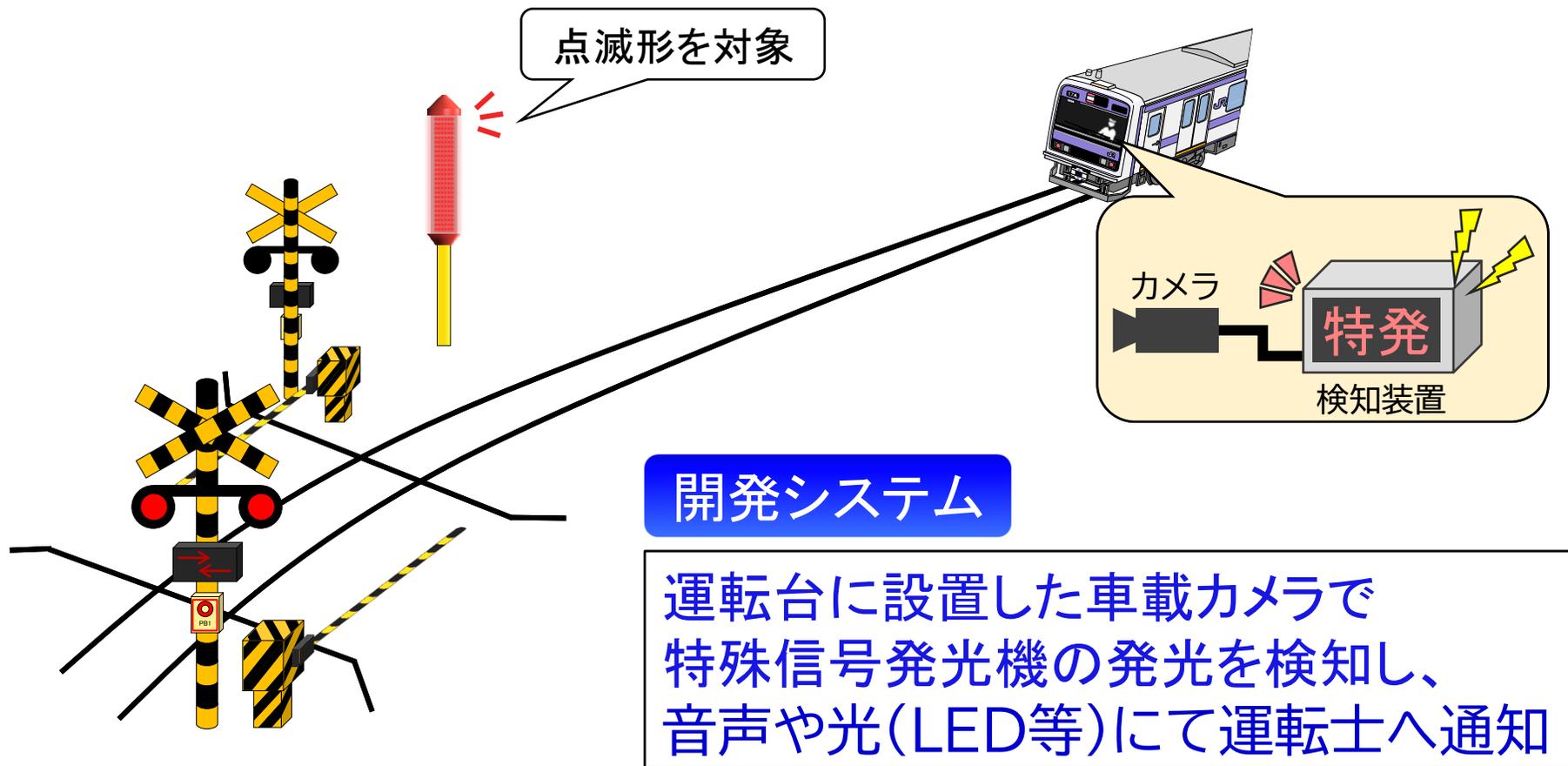
- 特殊信号発光機はシステムで防護されていない設備の一つ



列車の安全が運転士の目視のみに依存している

開発システムの概要

➡ 更なる安全のため運転士を車載カメラで支援



検知目標の設定

- 検知率が90%を超えること
 - 導入による一定の効果が見込める
- 検知出力までの時間が2秒以内で点滅を検知できること
 - 運転士に対し効果的なタイミングで支援する
- 800m先の特殊信号発光機を検知できること
 - 列車の制動距離を基準に有効な位置で検知する

効果的に800m先の特殊信号発光機を
リアルタイムに検知する

特殊信号発光機の諸元

回転形



2灯の循環点滅

点滅形



点滅発光

仕様例:

外形寸法 10cm×55cm

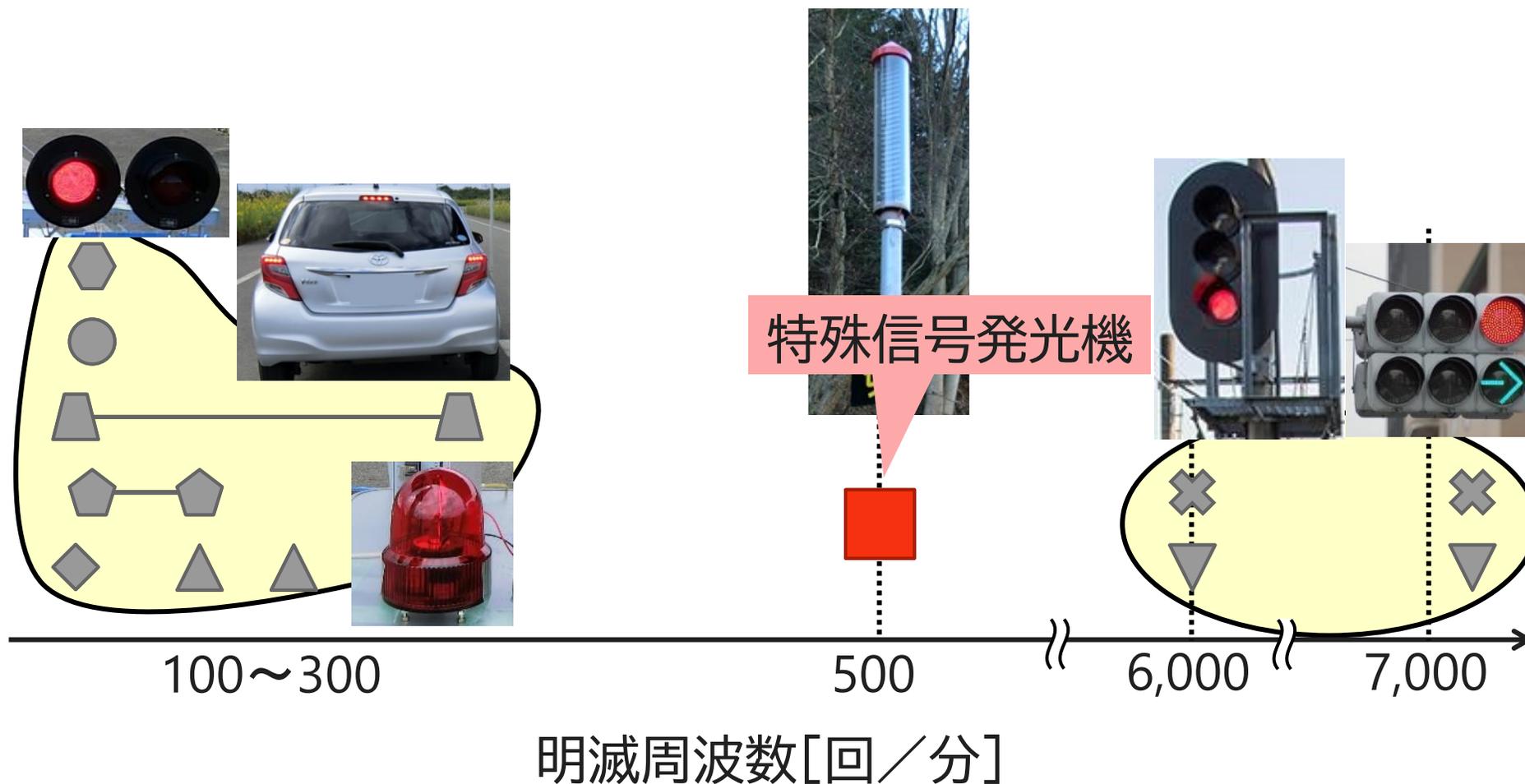
視認距離 800m以上

点滅周期 500回/分

500点滅/分 = 8.3Hz で点滅
→ 特徴的な点滅周期をもつ。

明滅周波数によって特殊信号発光機とノイズを区別可能

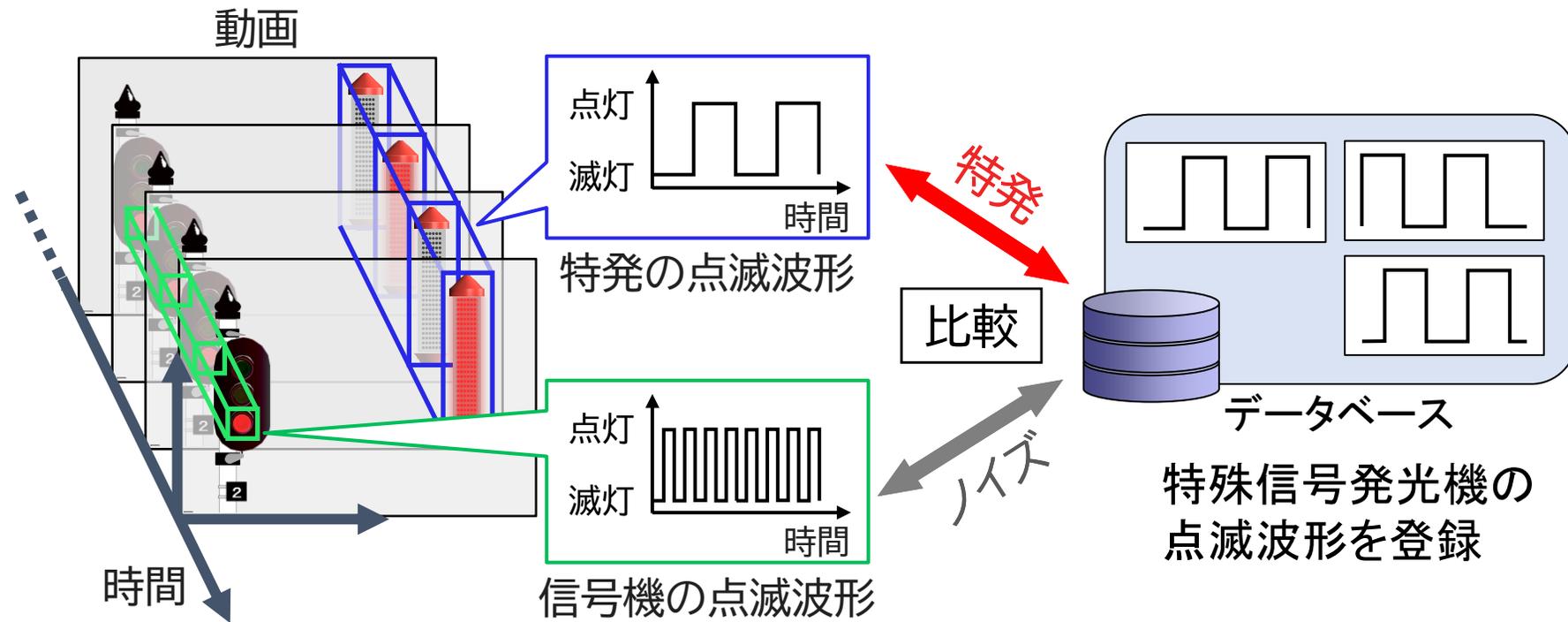
線路沿線環境のノイズ整理



点滅周波数によって特殊信号発光機とノイズを区別可能

点滅検知の考え方

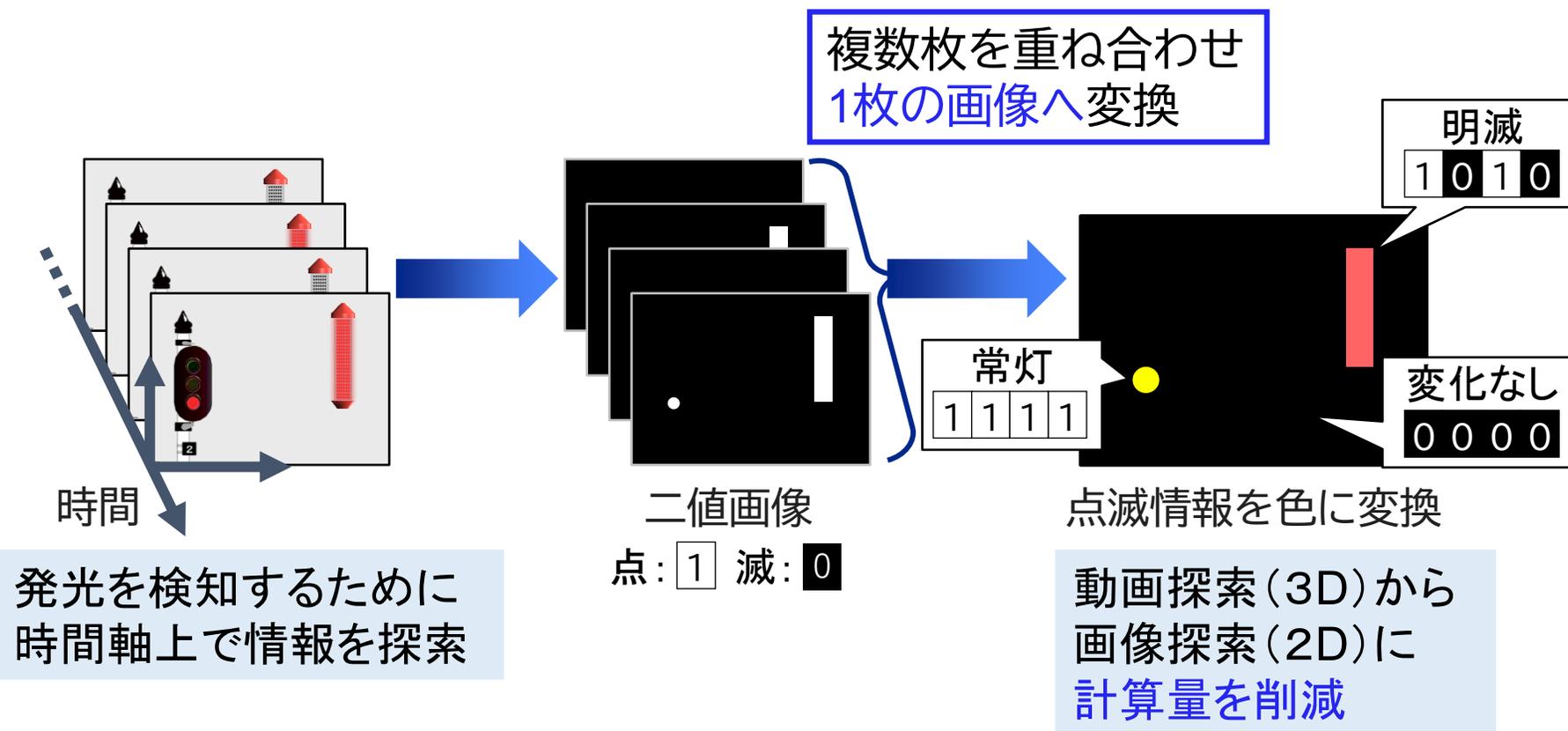
- 動画の中から特殊信号発光機の点滅を探索
 - 抽出した点滅波形とデータベースに登録された波形を比較



動画全体からの探索は計算量が膨大

点滅検知アルゴリズム

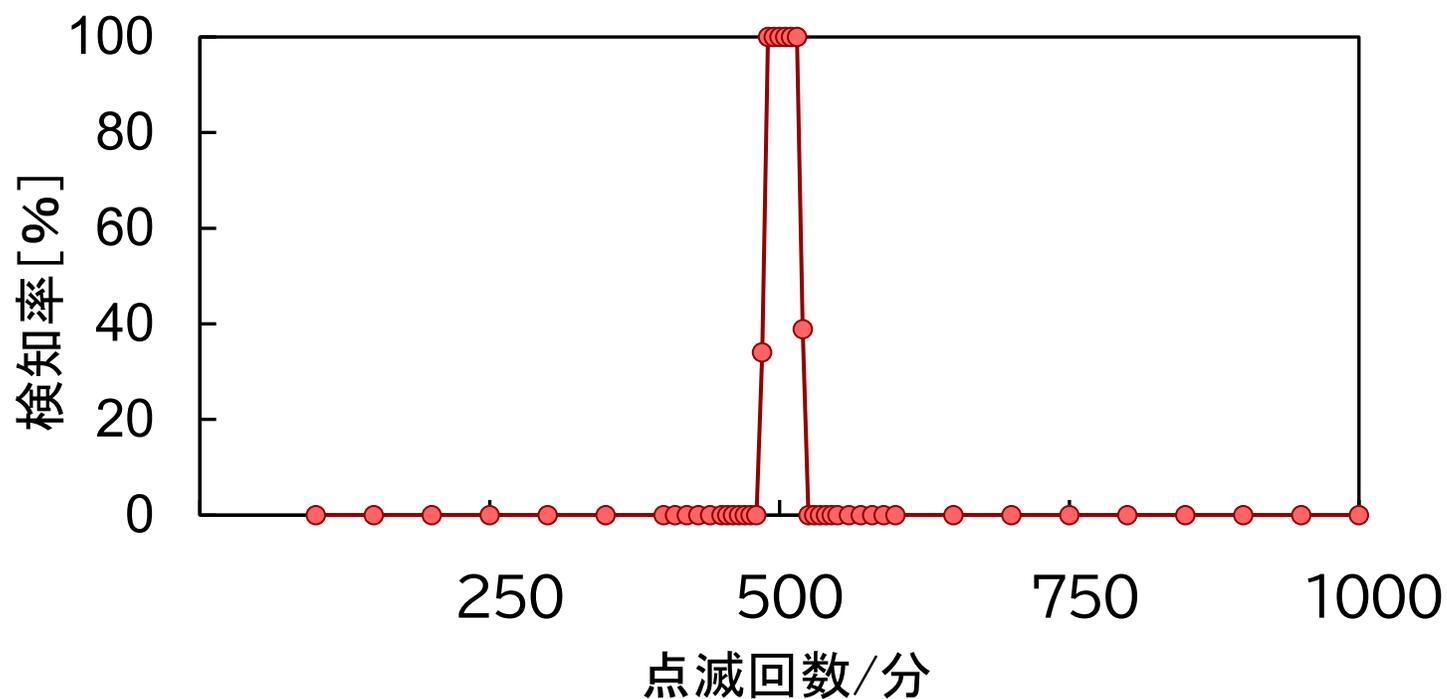
動画中から特殊信号発光機の発光を高速に探索する手法を開発



特殊信号発光機の明滅開始から1秒未満で検知が可能

点滅周波数に対する検知特性

- 明滅周波数を変化させた場合
特発の周波数(500回/分 周辺)のみで検知



特殊信号発光機以外の周波数で誤検知しない

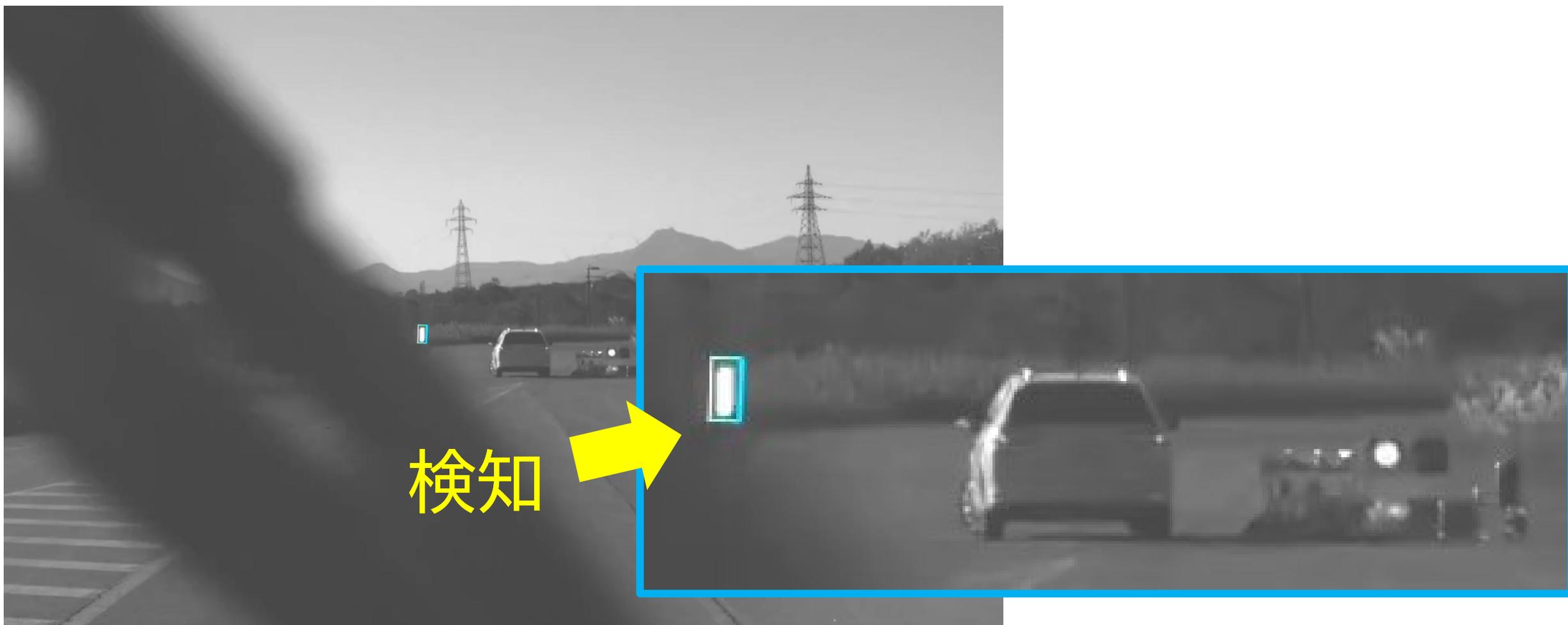
赤色発光物に対する頑健性評価

- 踏切警報灯などの様々な周波数のノイズ源に対して誤検知なし



特殊信号発光機以外の赤色発光物で誤検知しない

ワイパー動作時の点滅検知例

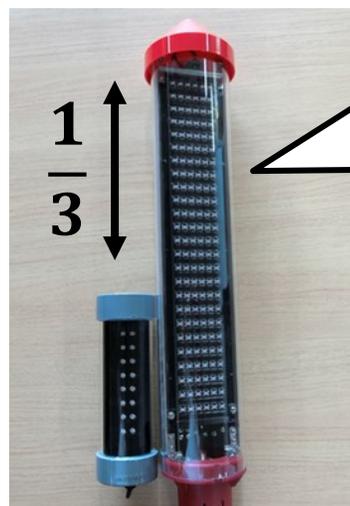


ワイパー動作中でも明滅を検知できることを確認

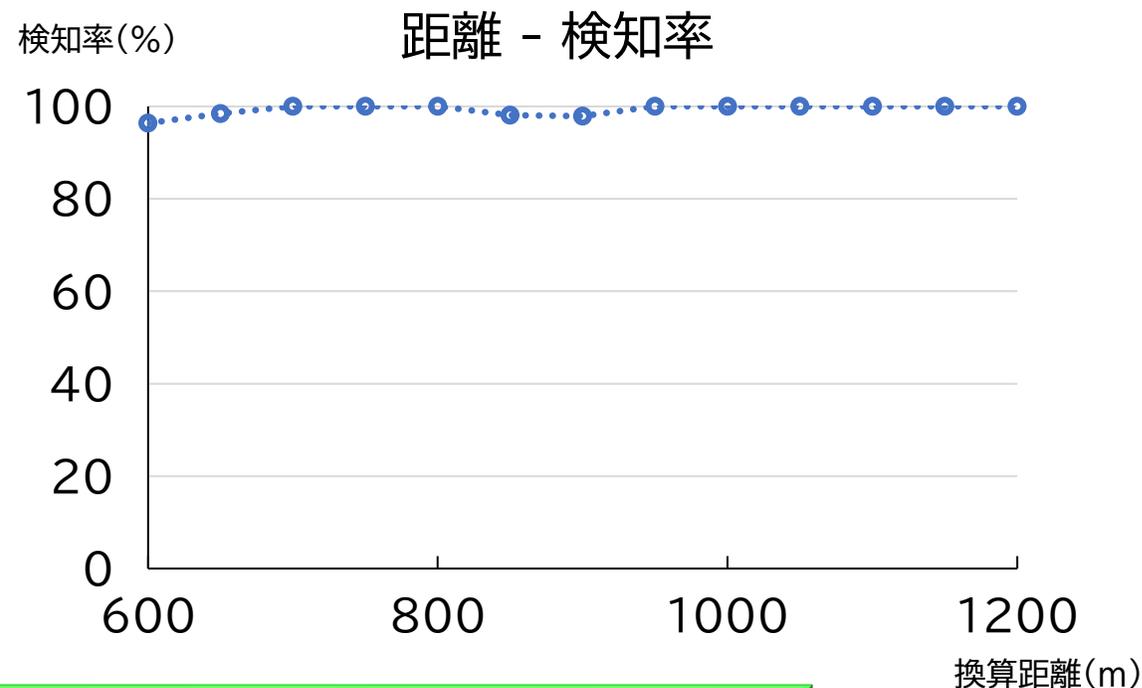
静止条件における点滅検知性能の評価

- スケールモデルを用いて換算600m～1200mまでの距離で評価
 - 各距離で静止した状態で特殊信号発光機を撮影
 - フレーム単位で評価

静止条件



3倍遠方の実物と同等になるよう光学的に設計した1/3スケールモデルを利用し距離を測定



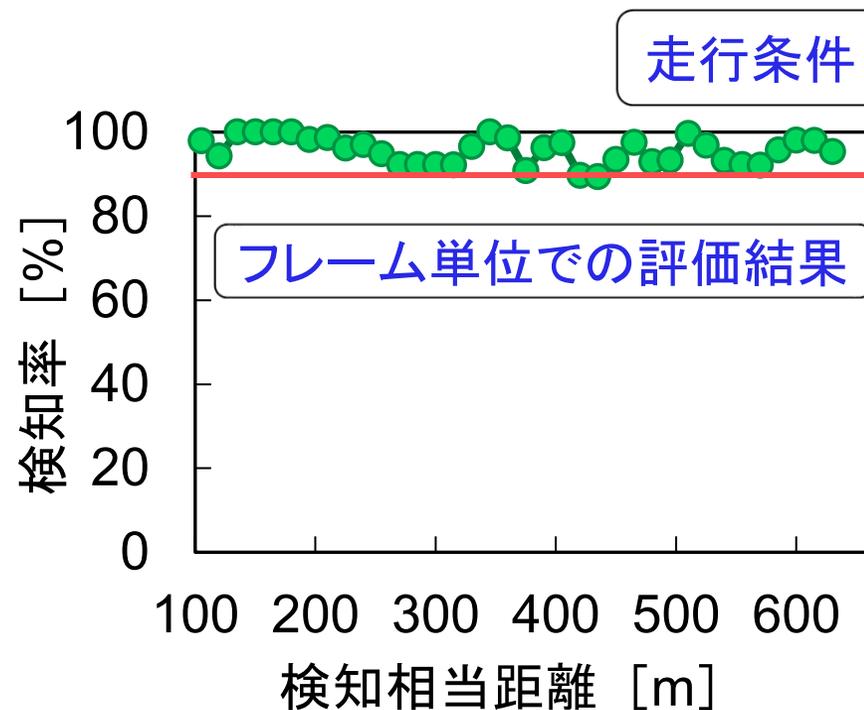
静止条件で800m遠方で検知できることを確認

走行条件における点滅検知性能の評価

- 試験線にて走行による評価を実施
 - 1/3の小型モデルで3倍の距離を模擬
 - 評価データ数: 20試番



撮像された画像が3倍遠方の
実物を写した場合と
光学的に同等になるよう設計

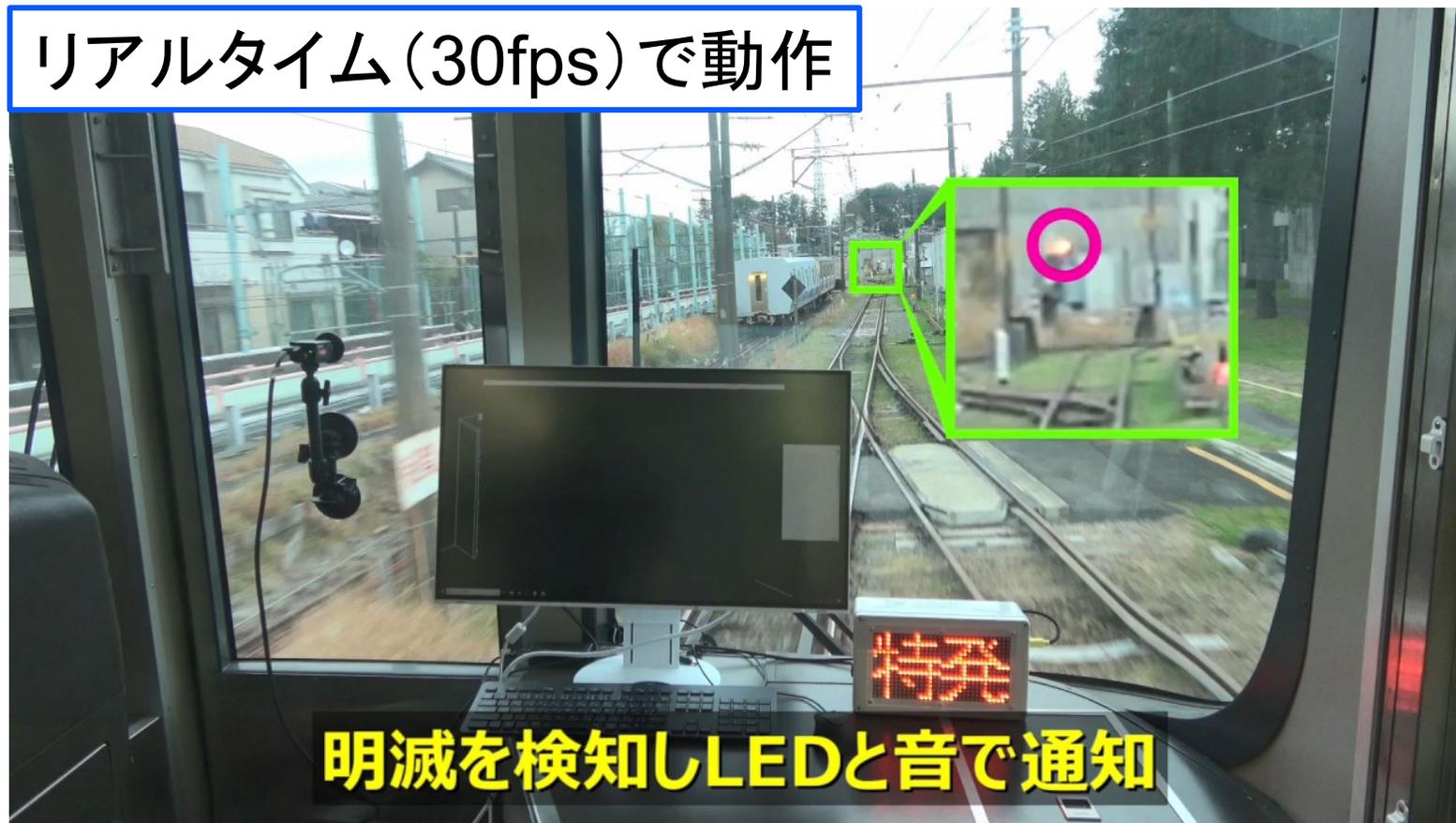


全20試番において600mより遠方で明滅を検知

明滅通知装置の試作

- 音と光で運転士へ通知する通知装置を試作

リアルタイム(30fps)で動作



試作装置がリアルタイムに動作することを確認

営業線におけるモニタラン評価

- 営業列車の対象編成でモニタラン(1運転台に仮設)
 - 2023/7/26~2023/9/20
- 対象編成の運用時はすべて撮影
- 特発の点滅が64事象:内、評価対象49事象

45件検知
(91.8%)



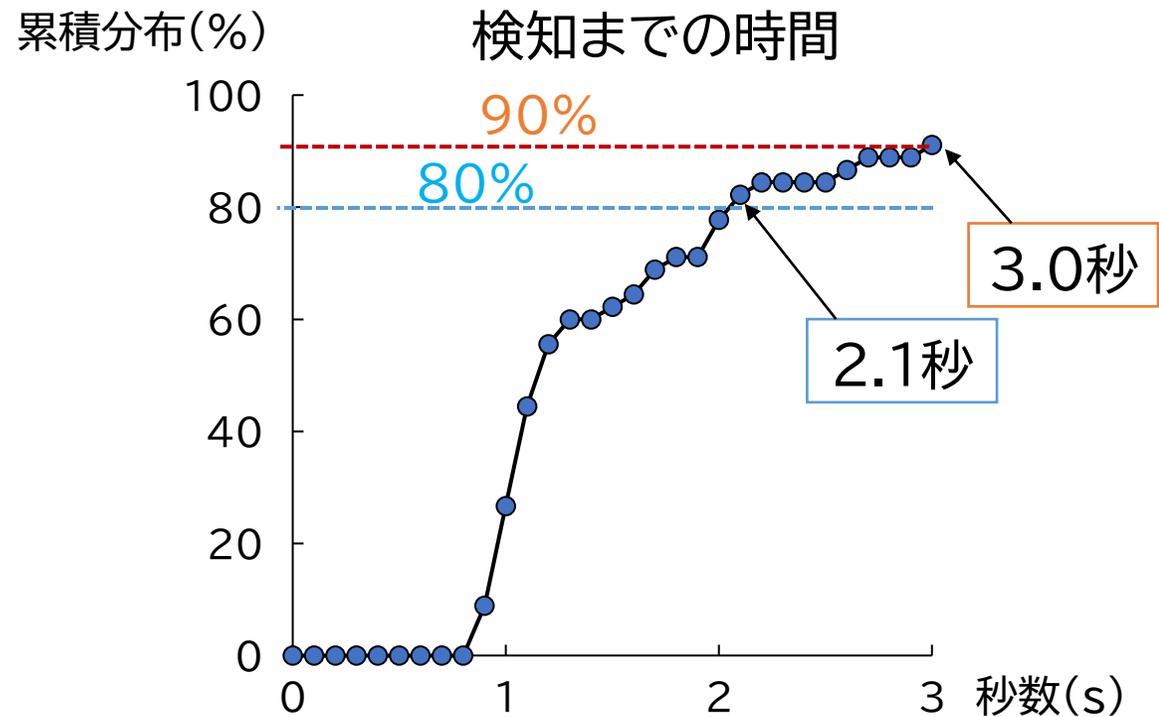
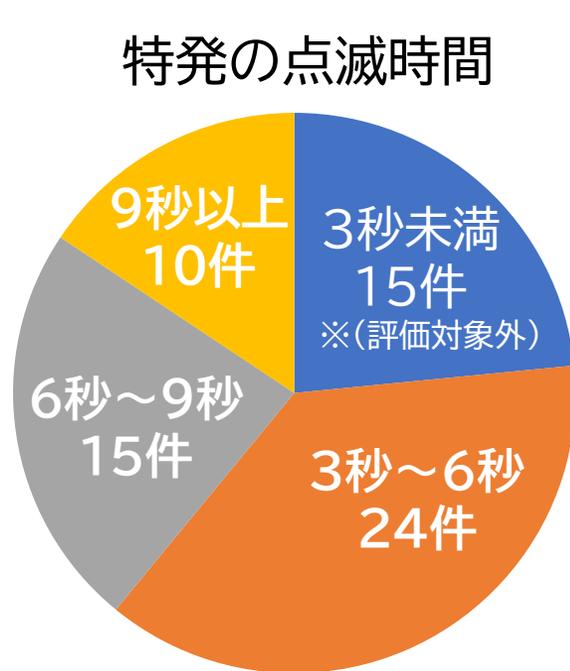
外形寸法
15cm×18cm×20cm
音声出力機能
ライブネスチェック機能

減音/消音ボタン

90%以上の点滅事象に検知出力を確認

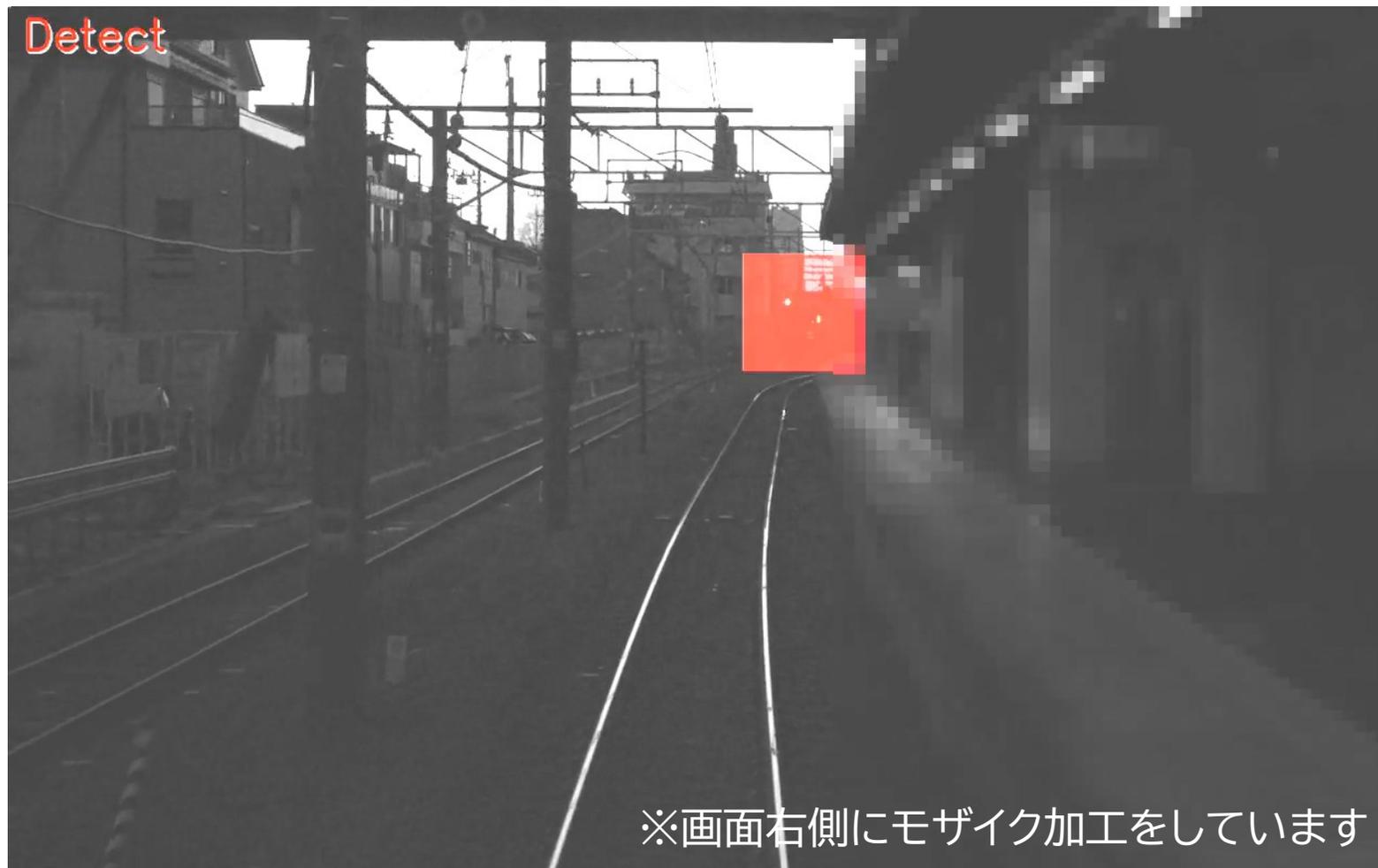
営業線におけるモニタラン評価

- 評価対象は点滅時間が3秒以上継続した**49事象**
 - 短時間の点滅事象は除外
- 点滅開始から検知までの時間差は平均値1.9秒、**中央値1.2秒**



約8割が2秒以内での検知出力を確認

営業列車における検知例



実環境において特発の発光が検知できることを確認

まとめと成果の活用

【手法の開発】

- ・特殊信号発光機の点滅周波数をリアルタイムに検知する手法を開発
- ・点滅開始から中央値1.2秒で明滅検知が可能

【評価試験】

- ・定置条件で800m以上の距離で検知
- ・営業線での撮影試験において検知率90%以上を達成
- ・点滅開始から2秒内で8割の検知が可能

【成果の活用】

- ・モニタランを継続し、量産試作品として活用

いただいたご質問に回答いたします

- ご質問は画面下側中央の「チャット」より承ります。時間内に回答ができない場合もございますのでご了承ください。
- 個別に回答をご希望される場合は、セミナー終了時のアンケートにご記載ください。