



第4種踏切安全通行支援システム に関する取組 (旧第4種踏切支援装置)

山口 大助
交通システム研究部

本日の講演内容

- 取組の背景及び目的

 - 第4種踏切の現状・課題, 第4種踏切に対する国の取組方針

- 第4種踏切安全通行支援システム

 - コンセプト, 仕組み, 特長

- 現地での動作確認試験

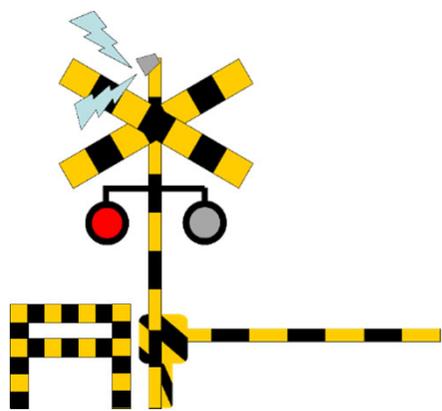
 - 試験の概要, 地上/車上の報知の様子

- 長期試験

 - 試験の概要

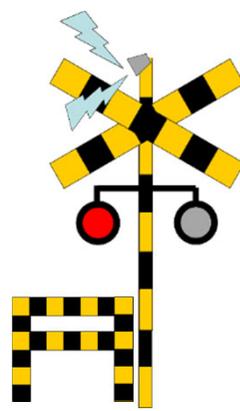
- まとめ

踏切の種別及び令和5年度末時点の箇所数★



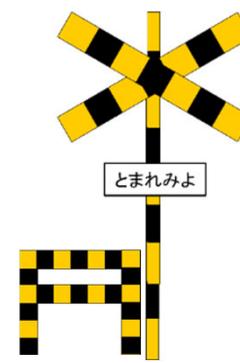
第1種踏切

〈警報機有・遮断機有〉
29,442箇所(91%)



第3種踏切

〈警報機有・遮断機無〉
592箇所(2%)



第4種踏切

〈警報機無・遮断機無〉
2,408箇所(7%)

うち
中小民鉄+
路面電車では

6,293箇所(82%)

211箇所(3%)

1,192箇所(15%)

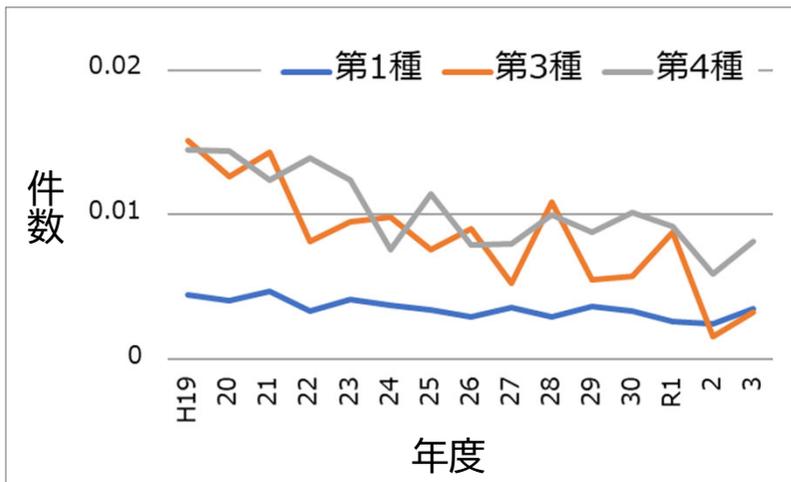
※第2種踏切(一部時間のみ人手による警報機・遮断機操作)は
現在国内に存在せず

第3種, 第4種踏切は減少傾向

第4種踏切の現状

踏切事故の半数以上の原因は
列車接近時の直前横断

1踏切あたり直前横断事故件数★



4種 > 3種 > 1種の傾向

第4種踏切では痛ましい事故がたびたび発生…

- 「電動車いす男性、列車にはねられ死亡 遮断機や警報器ない踏切 京都・舞鶴」(2023年4月10日付け 京都新聞記事)
- 「イヤホンつけてランニング中か 遮断機無い“第4種踏切”で男性が列車にはねられ死亡【佐賀県】」(2023年7月3日付け 佐賀テレビ記事)
- 「電車にはねられ女児死亡 飼い犬追って踏切進入か 警報機、遮断機なし 群馬・高崎市」(2024年4月7日付け 上毛新聞記事)
- 「熊本電鉄の踏切で衝突事故、4日に続き6日も発生…警報機と遮断機のない「第4種」」(2025年1月6日付け 読売新聞記事)

第4種踏切に対する国の取組方針

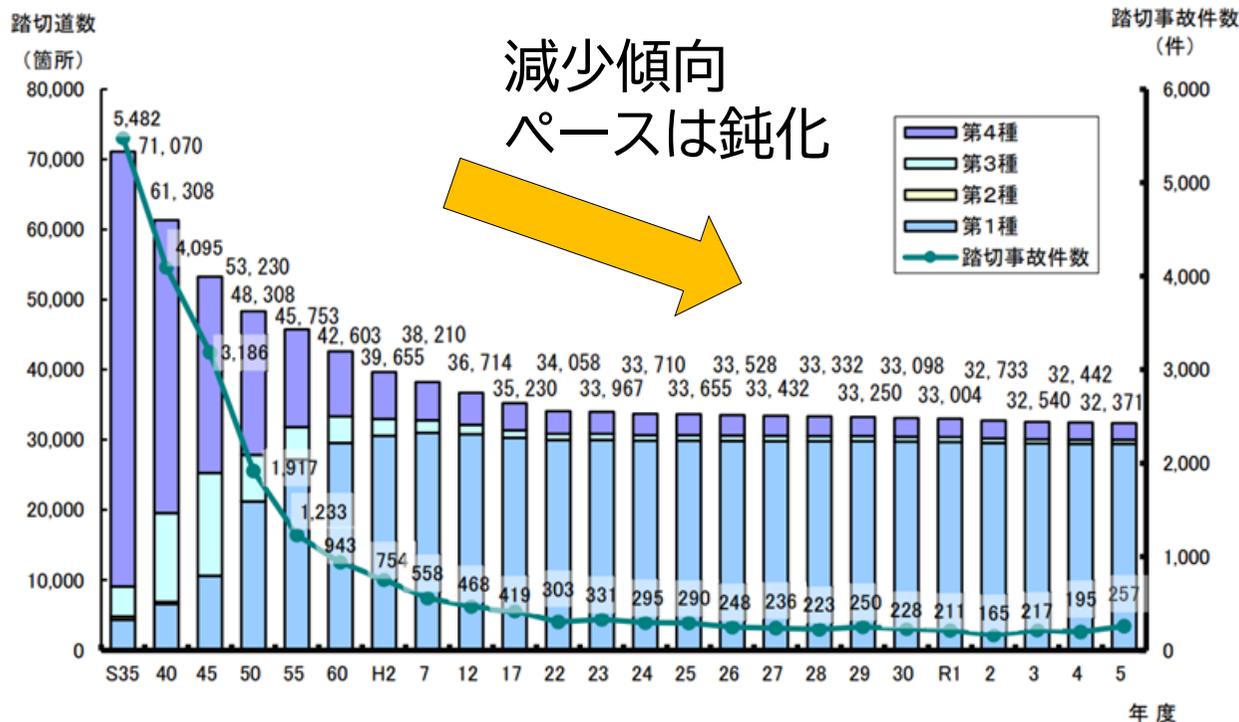
第4種踏切の廃止または第1種化の促進

- 踏切道改良促進法による指定
踏切道改良促進法施行規則第二条六
- 鉄道施設総合安全対策事業費補助
一定の条件のもと整備費用の一部を補助
- 地方踏切道改良協議会合同会議の
都道府県への設置



これらの施策等によって
第4種踏切の箇所数は減るも、
特に地方の鉄道では多く残存

踏切の箇所数★



第4種踏切における課題

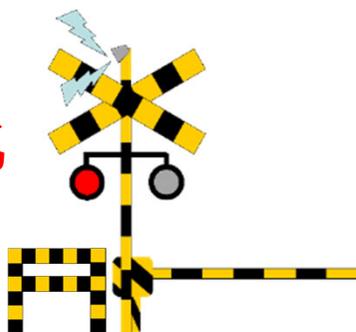
第4種踏切は原則…

廃止

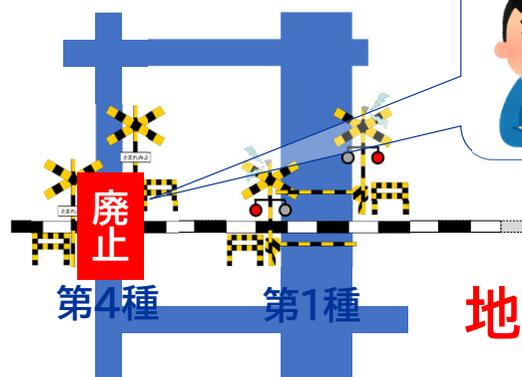


または

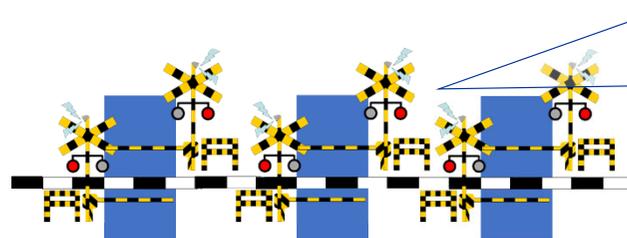
第1種化



現状は…



地元との調整が難航…



設置や維持の費用と人手不足が問題…

第4種踏切における課題

廃止や第1種化に至るまで第4種踏切は存在し、その間の安全性の向上が課題

↓これまでに多くの取り組みが実行★

先行事例：第4種踏切安全性向上の様々な取組

踏切道内標示

踏切の存在を通行者に提示

看板・柵・ポール等

通行者の一時停止・

左右確認の促進



簡易ゲート

手動で開閉

直前横断の物理的対策



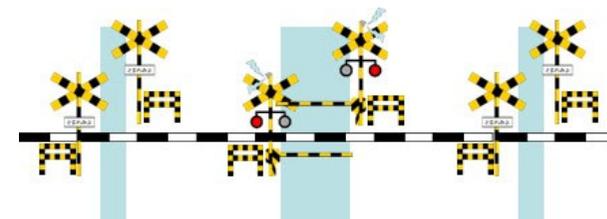
列車接近表示・警報機

列車接近を通行者に

知らせる対策



踏切通行者に対する支援



これらの方策に加えて…

交通安全環境研究所は
当面の安全性向上策として
踏切通行者と列車運転士を
支援するシステムが
有効ではないかと考案

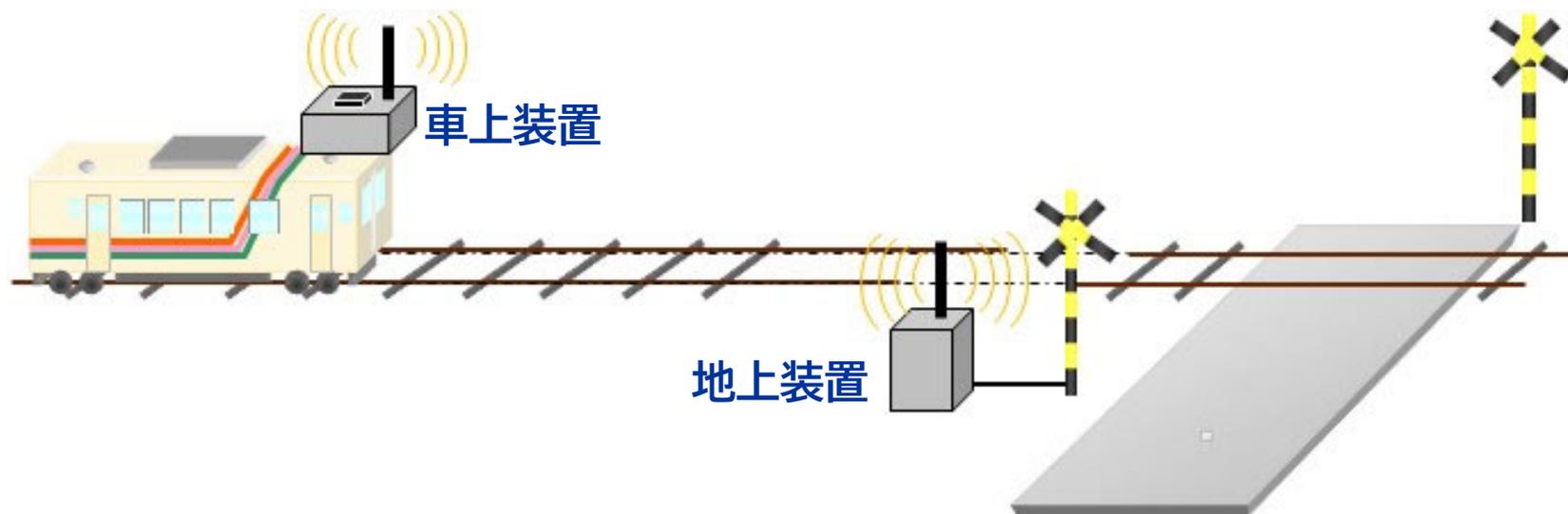


第4種踏切安全通行支援システム

踏切通行者が横断前に安全確認を行うことを前提に、

- 踏切通行者への列車接近の情報提供による支援
- 列車運転士への本システム動作状態の情報提供による支援

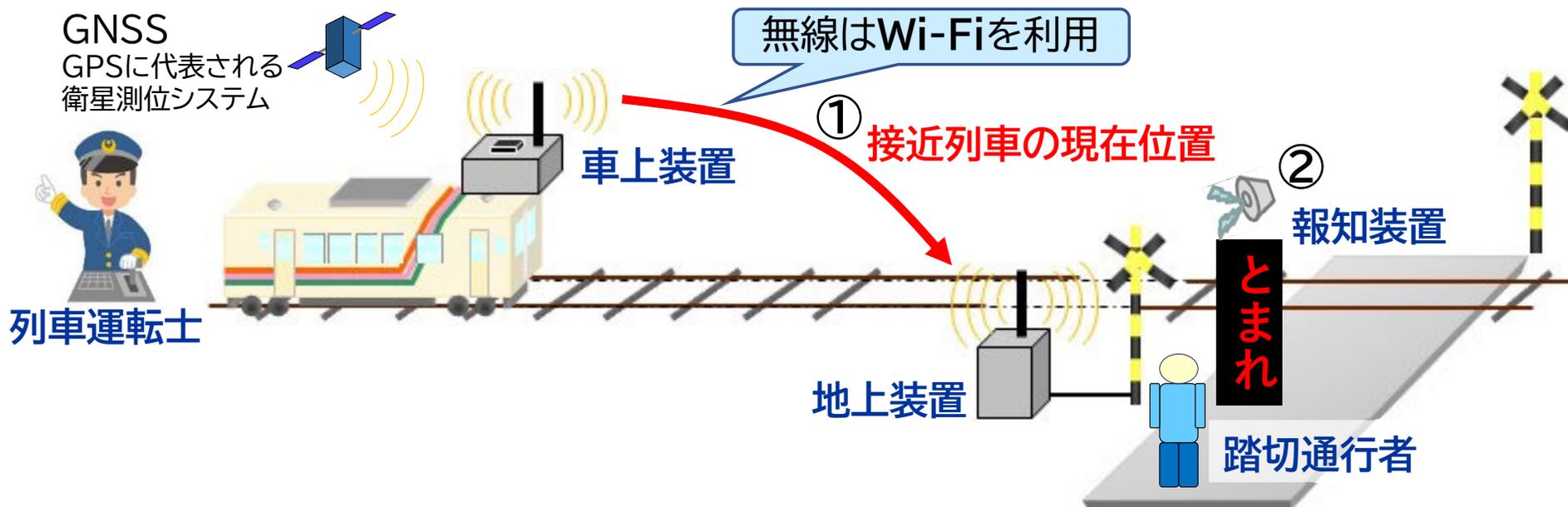
を通じて第4種踏切の安全性を向上



第4種踏切安全通行支援システムの基本構成は「車上装置」と「地上装置」

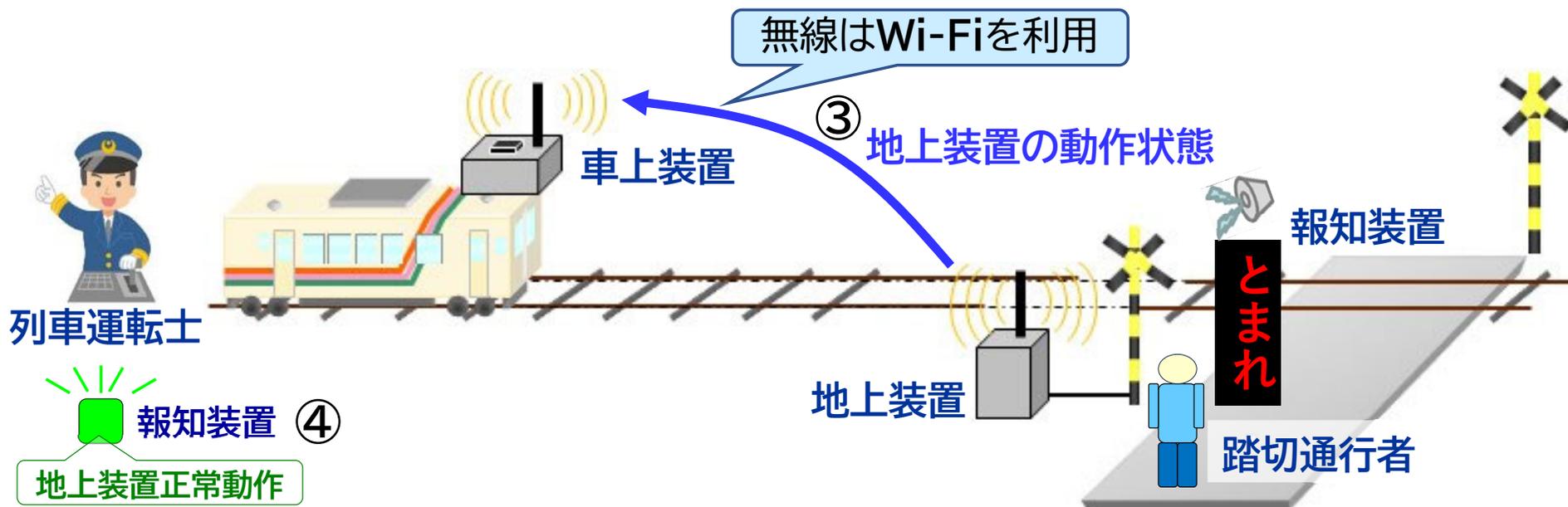
第4種踏切安全通行支援システムの仕組み

- ① GNSS(衛星測位システム)を使って列車の現在位置を測定し、その**位置情報を無線通信で車上装置から地上装置へ送信**
- ② 列車が一定の距離内に近づくと、**踏切通行者に表示や音声で列車接近を知らせる(報知)** → 報知を参考にしつつ、通行者自身も安全を確認してから踏切を通行



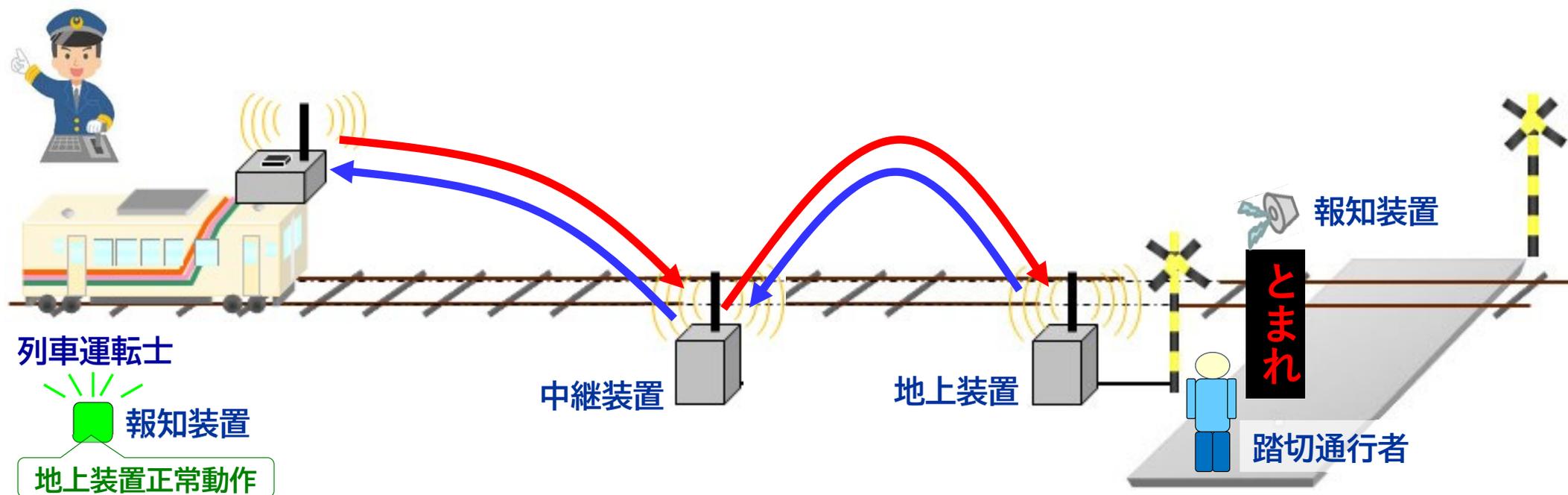
第4種踏切安全通行支援システムの仕組み

- ③ 地上装置の動作状態を無線通信で地上装置から車上装置へ送信
- ④ 地上装置の動作状態を列車運転士へ報知し, 正常に動作していれば通常速度で踏切に進入, 正常に動作していなければ減速や手前で停止などの運転操作を実行
→列車運転士への支援



第4種踏切安全通行支援システムの仕組み

車上～地上間の直接通信が困難な場合や通信距離を延長するために中継装置を設置する場合もあり



第4種踏切安全通行支援システムの仕組み

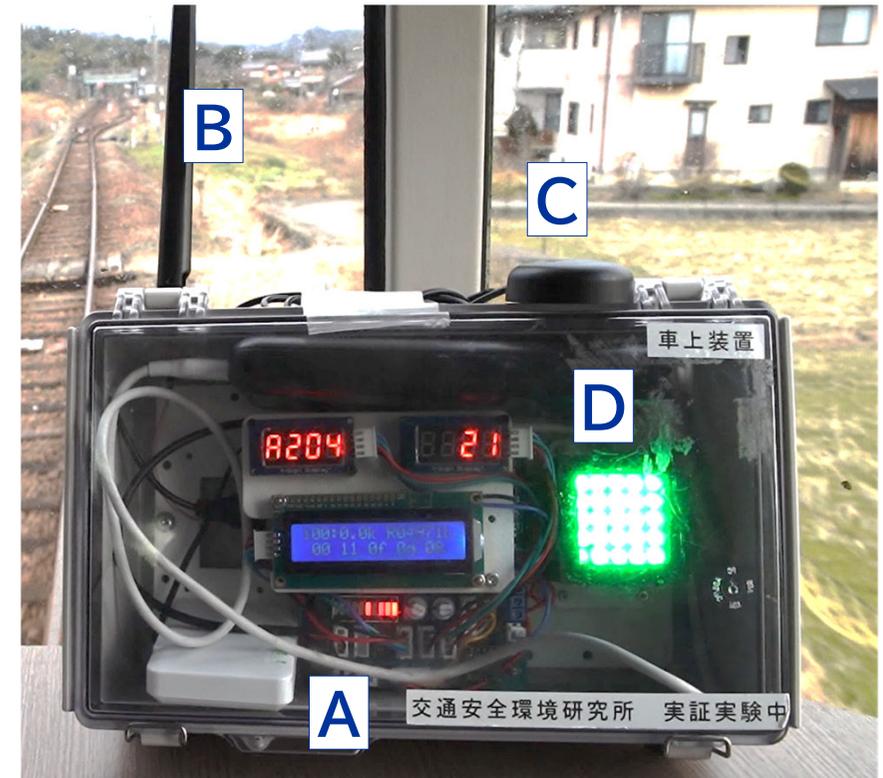
車上装置

- A) IoTデバイス(Raspberry-Pi)
- B) Wi-Fiアンテナ(2.4GHz)
- C) GNSSアンテナ・受信機
- D) 車上用報知装置

★装置の作動には電源の確保が必要

車上用報知装置

- 報知開始点から離れた地点を走行中は消灯
- 一定の距離内に近づき、地上装置が…
- 正常動作している場合は緑色に点灯
- 正常動作していない場合は緑色以外に点灯

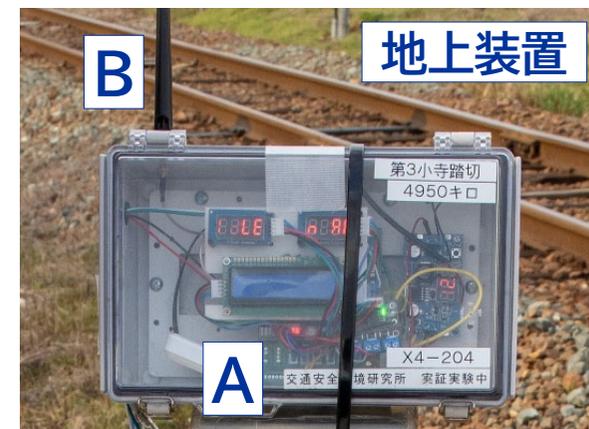
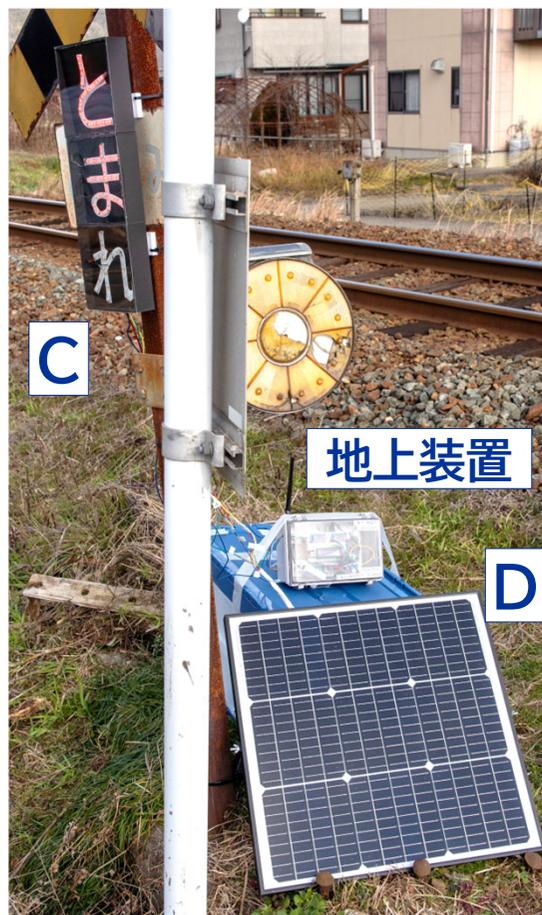


第4種踏切安全通行支援システムの仕組み

地上装置

- A) IoTデバイス(Raspberry-Pi)
- B) Wi-Fiアンテナ(2.4GHz)
- C) 地上用報知装置
- D) ソーラーパネル(別途蓄電池に接続)

外部からの電源供給が困難と予想される第4種踏切において、装置動作に必要な電源の確保にソーラーパネルと蓄電池を使用



第4種踏切安全通行支援システムの特長

車上装置, 地上装置, 中継装置の
基本構成は同一

★プログラムの書き換えにより
装置切り替え可能



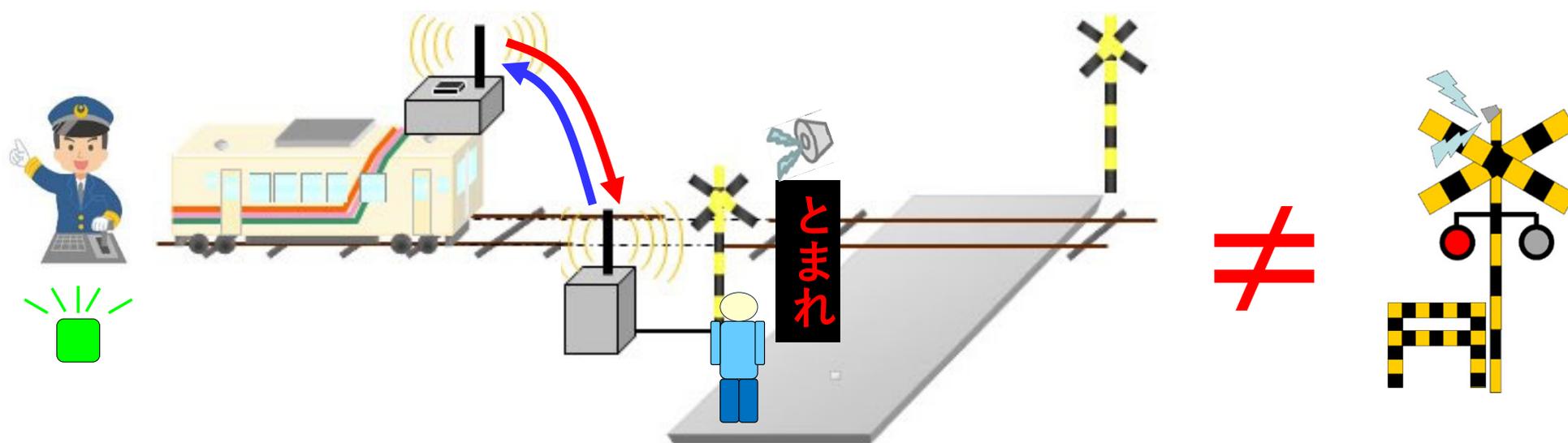
踏切の安全な通行を「**支援する**」との位置付けによって、**汎用技術の組み合わせによる装置費用の低減化と維持の省力化**を図ることが特長

- 第1種化に2～3千万円程度を要するところ、**第4種踏切安全通行支援システムは工事費を含め数十万円**で製作可能
- **故障した場合は装置ごと交換**する方式により維持・管理の容易化

第4種踏切安全通行支援システムの位置付け

本システムは汎用技術を利用して低コスト化を図ることによって誤作動や不作動の可能性があることを前提とした仕組み

- 本システムは第3種踏切と同様に見えるが、踏切保安装置とは異なる位置付け
- 支援と位置付けて導入しやすくすることで、第4種踏切の安全性向上の早期実現を促進



第4種踏切安全通行支援システムの動作確認試験

本システムの無線通信機能, 中継機能, 報知機能の動作確認を目的とした試験を京都丹後鉄道(北近畿タンゴ鉄道, WILLER TRAINS)様のご協力を得て実施(2025年1月)

- 第三小寺踏切(第4種踏切)に地上装置と地上用報知装置を設置



第三小寺踏切

第4種踏切安全通行支援システムの動作確認試験

丹後由良方面(右図の上から下へ)

- 報知開始点:踏切手前300m(栗田駅出発後すぐに到達)
- 中継装置はなし



第4種踏切安全通行支援システムの動作確認試験

宮津方面(右図の下から上へ)

- 報知開始点:踏切手前600m
- 3か所に中継装置を設置
- 中継装置IとIIの間は直線, IIとIIIの間の曲線のインカーブに敷



動作確認試験 地上側の報知の様子(丹後由良方面)



動画

動作確認試験 車上側と地上側の報知の様子(宮津方面)

車上装置



地上装置



動画

動作確認試験から長期試験へ

動作確認試験のまとめ

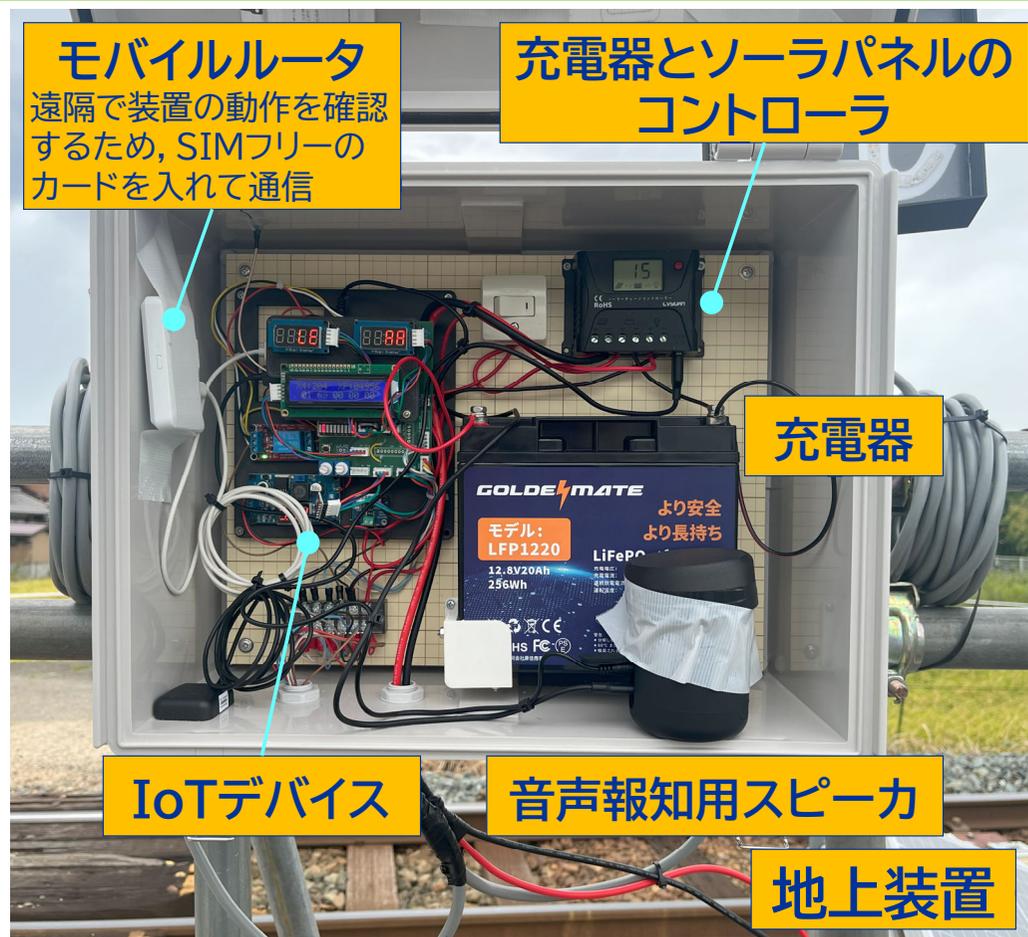
- 車上～地上間の無線通信機能と中継機能, 列車接近及び地上装置動作状況の報知機能が問題なく動作することを確認
- 設定した報知開始点よりも踏切寄りで報知を開始
- 中継装置IIとIIIの間は藪の影響で電波が到達せず通信不成立
- 実用時には, 中継機能を確実にするための中継装置の配置, 報知タイミングを適切にするための報知開始点の設定について要調整



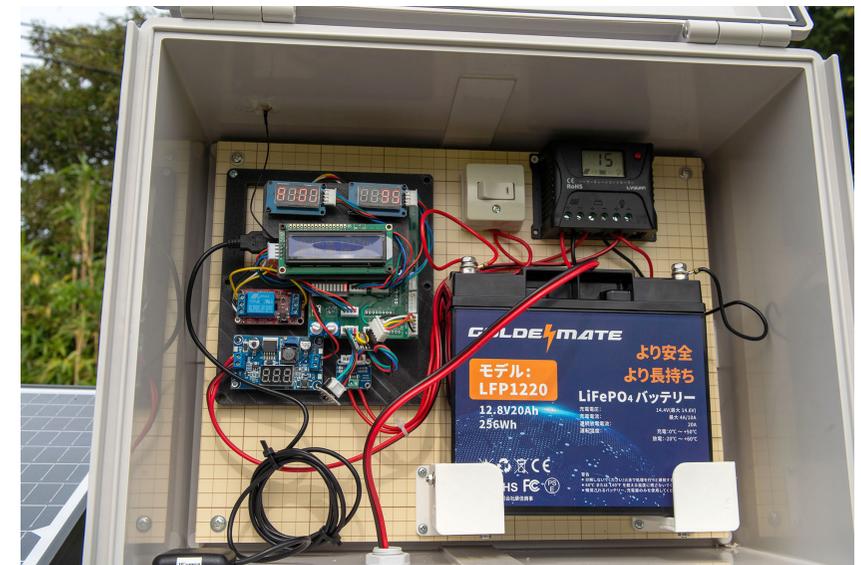
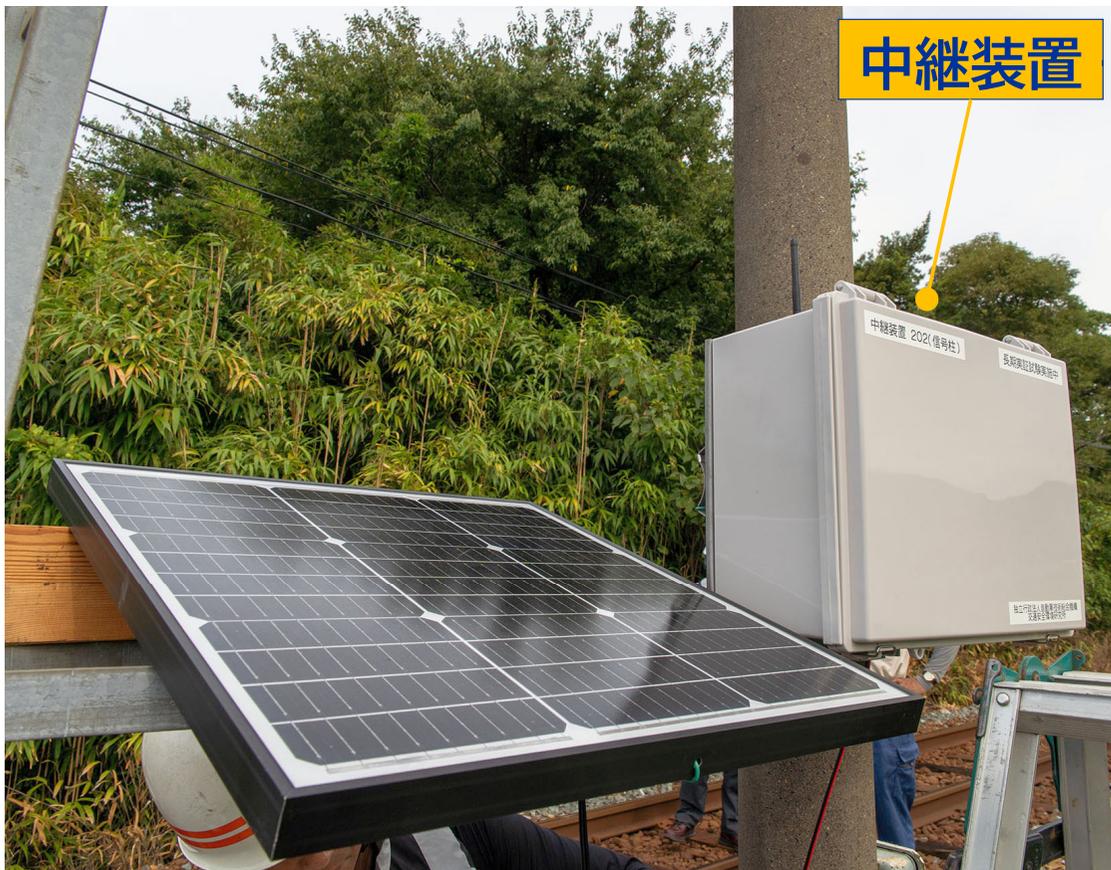
動作確認試験を踏まえた長期試験の実施

長期試験

京都丹後鉄道(北近畿タンゴ鉄道, WILLER TRAINS)様のご協力を得て実施(2025年9月~)

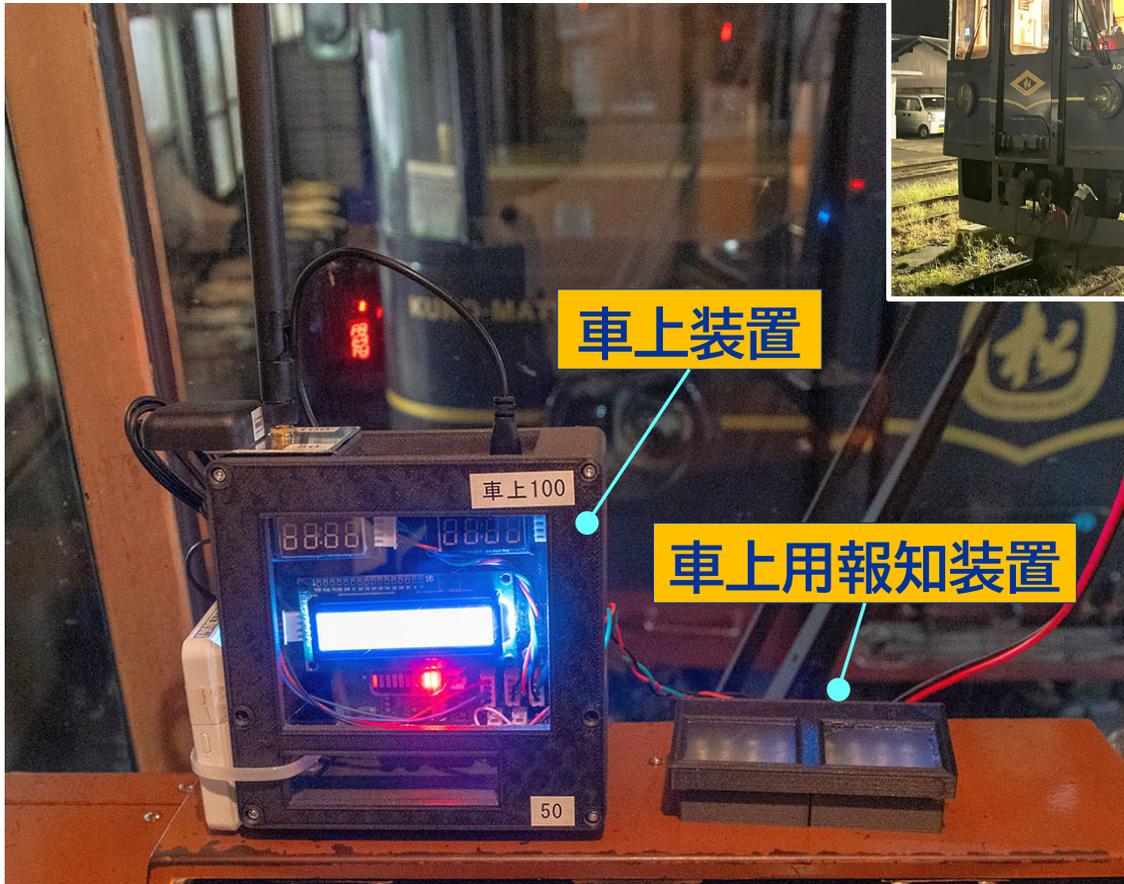


長期試験



長期試験では、丹後由良方面の
2か所に中継装置を設置(I, II)

長期試験



長期試験

踏切での報知の様子

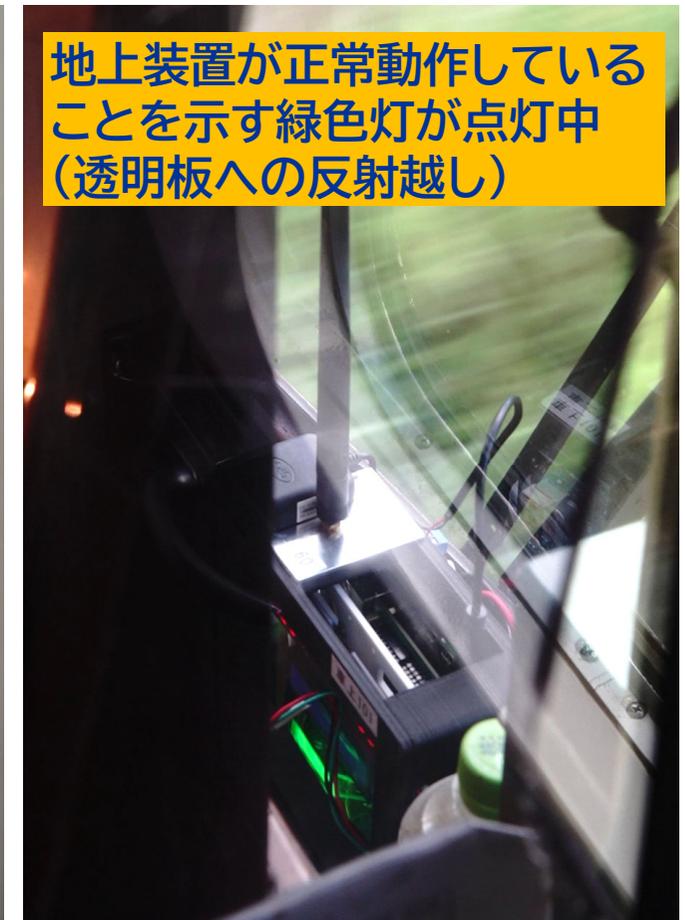


車上装置を搭載した1編成通過時のみ報知することから(1日4回), 踏切通行者の混乱を招かないよう, 通常は表示部を目隠し

長期試験

車上での報知の様子

車上装置の搭載が1編成のみであるため、運転士の混乱を招かないよう、通常は報知が見えないように設置



まとめ

- 踏切通行者が横断前に安全確認を行うことを前提に、「踏切通行者への列車接近の情報提供による支援」、「列車運転士へのシステム動作状態の情報提供による支援」を通じて第4種踏切の安全性の向上を図る第4種踏切安全通行支援システムを提案
- 現地での動作確認試験の結果、車上～地上間の無線通信機能と中継機能、列車接近及び地上装置動作状況の報知機能が問題なく動作することを確認
- 動作確認試験の結果を踏まえて長期試験を実施しているところ
- 鉄道事業者との連携を通じて、導入地域に即したものとなるよう技術仕様の検討を継続
- 本システムの社会実装に向けて研究開発を推進

ご清聴ありがとうございました

動作確認試験及び長期試験にご協力いただいております
北近畿タンゴ鉄道株式会社様, WILLER TRAINS株式会社様に謝意を表します