

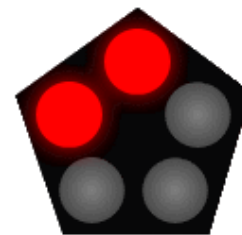
特殊信号発光機の明滅方法に関する 誘目性評価手法

人間科学研究部 人間工学研究室
主任研究員 榎並 祥太

特殊信号発光機(特発)とは？

- 踏切支障時等に、列車に対して停止信号を現示する信号
- 通常滅灯しており、異常時にのみ明滅発光
- 運転士は800m先の特発を見つける必要あり

→ より誘目性の高い明滅発光が求められる



誘目性とは？

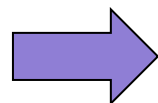
- 気づきやすさ
- 注意の引きやすさ
- 目立ちやすさ

明滅発光の違いによる特発の誘目性の差を比較したい

- 走行試験や定置試験などによる800m先の特発の誘目性比較は負担が大きい
- 800m先の特発の誘目性を室内で簡便に比較できると便利

研究目的

対策検討のための簡易的な比較実験手法の提案



- 運転士の特発認知が遅れる要因の分析
- 簡易に実施できる誘目性の比較評価手法の構築

本日の発表

- 特発を見逃しやすくなる要因分析のためのアンケート調査
 - 運転士が800m先の特発動作をイメージできるか
 - 運転士が特発動作に気づきにくい状況
- 特発の誘目性を妨げる要因と対策案
- 特発の実機と模型の明るさ比較試験
- 誘目性評価手法の検討
 - 誘目性比較評価法と装置
 - ケーススタディ
- 特発見え方提示装置の開発
- まとめと成果の活用

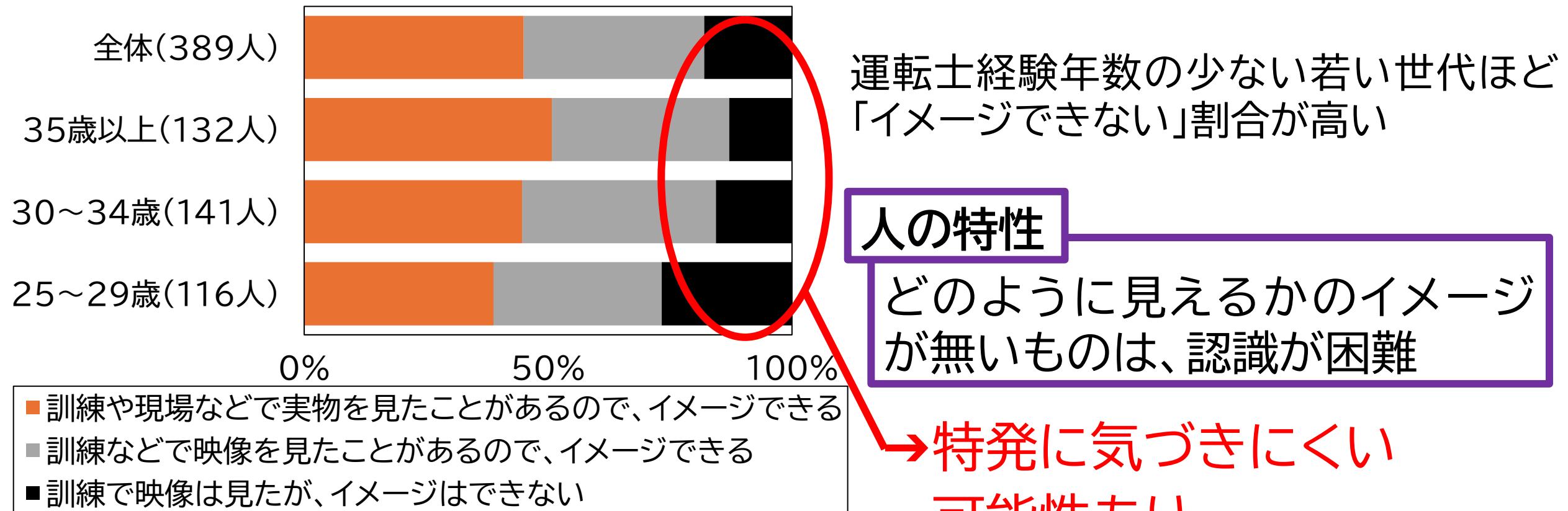
特発認知が遅れる要因分析のためのアンケート調査

Railway Technical Research Institute

目的：特発の誘目性を妨げる要因を明らかにすること

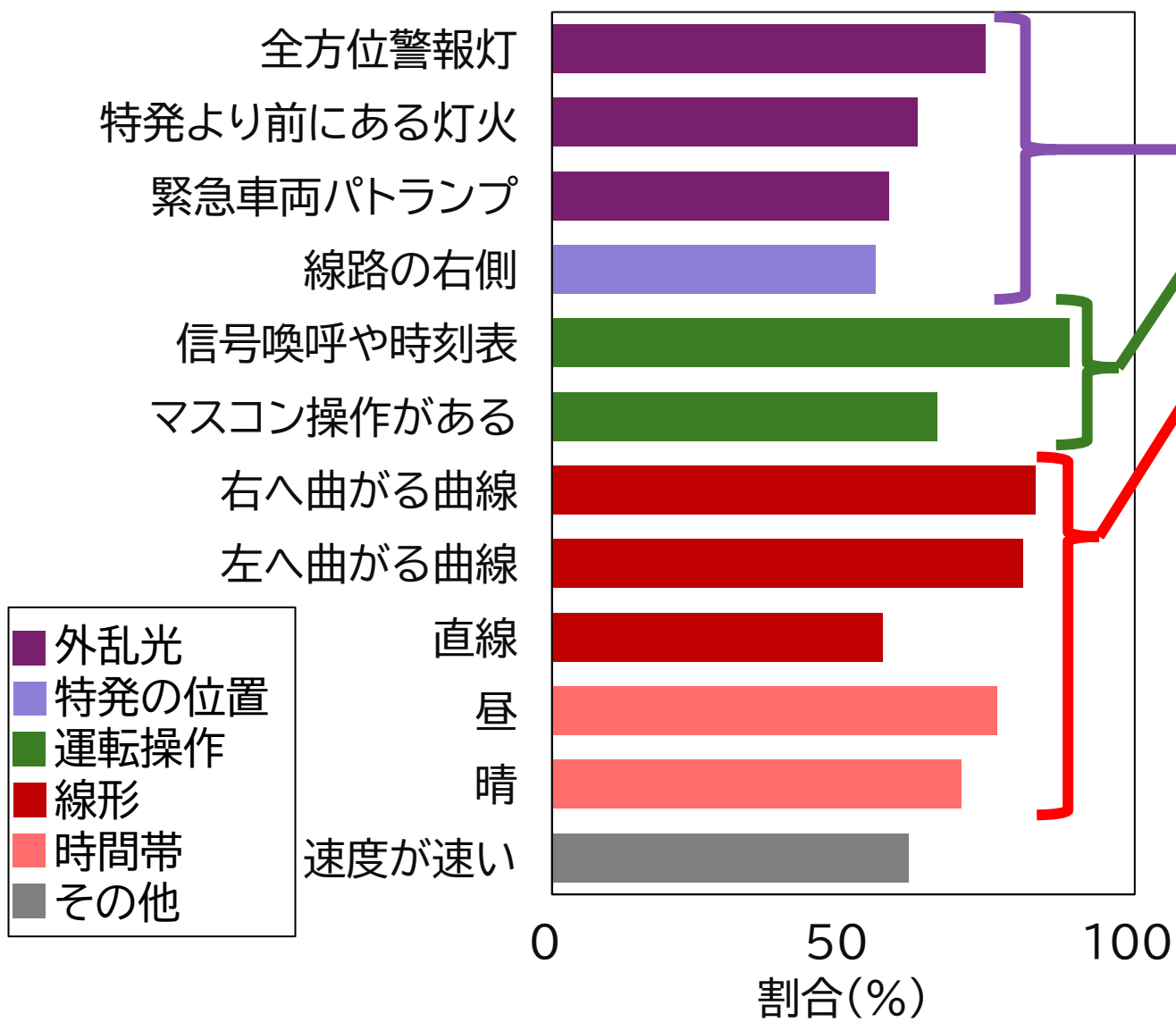
対象：10箇所の運転区所の389人

調査項目：経験頻度、気づきにくい状況、動作の見え方イメージ、動作の気づき方、など



800m先の特発動作をイメージできるか

特発の動作に気づきにくい状況



特発の気づきにくい状況(50%以上抜粋)

特発に気づきにくい要因

- ・特発側：外乱光、特発の位置
- ・運転士側：運転操作
- ・環境側：線形、時間帯

→特発認知遅れが発生する可能性



- ・特発側：外乱光への対策
特発の位置の検討

・運転士側：運転操作に関する教育
→二方面からの対策が必要

特発の誘目性を妨げる要因と対策案

Railway Technical Research Institute

アンケート調査結果、人の視覚情報の認知過程、特発の見逃し事例の知見より整理

誘目性を妨げる要因	対策案
注意や視線が他へ向けられる	・同時に視認できる位置に設置
特発のイメージ不足	・遠方からの見え方の学習
出現頻度が低い	・模型で経験頻度を上げる
類似の刺激	・紛らわしい状況の見え方の教育 ・発光パターン変更
物理的な遮蔽・気象条件	・背景板の設置

※ 特発側の対策、運転士側の対策

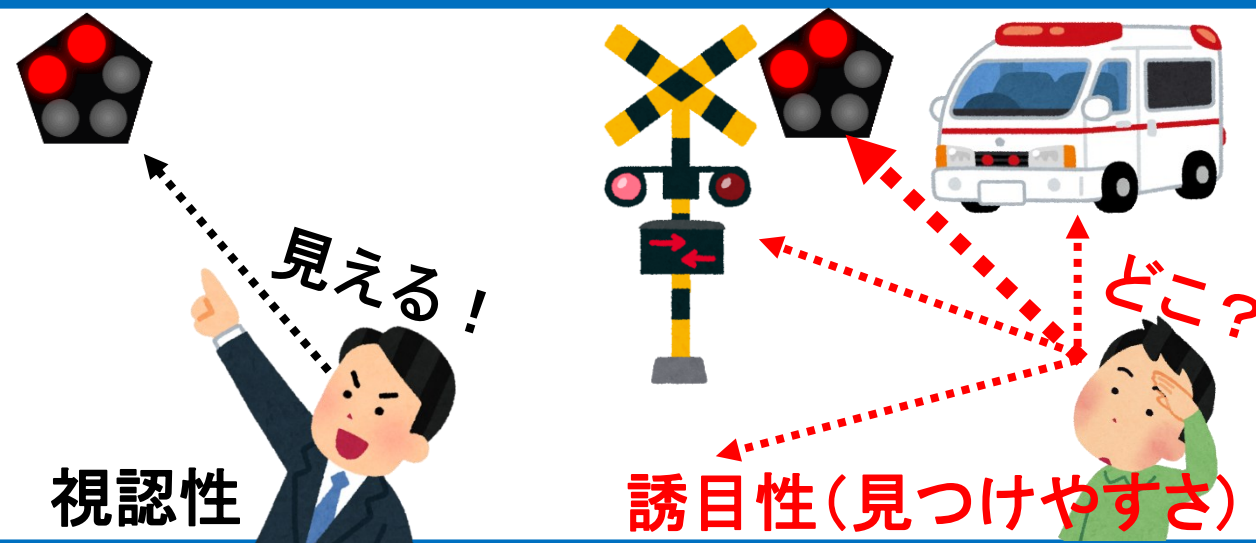
特発の誘目性を評価するための課題

Railway Technical Research Institute

課題①：視認性ではなく誘目性

- ・誘目性は対象に注視していない
 - ▶特発から視線を逸らせる
- ・周囲環境が誘目性に影響を与える
 - ▶誘目性を妨げる要因の再現が必要

→ 新たな比較評価法の検討



課題②：簡易に実施可能

実施可能性のある評価方法

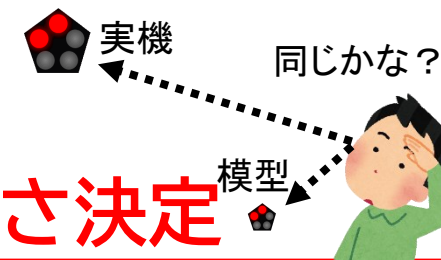
- ▶走行試験：再現性が高いがコストも高い
- ▶定置試験：試験場所・被験者確保が困難
- ▶**モデル：ある程度の再現性があり、低コスト**
- ▶映像：再現性に難がある

実機の見え方をモデルで再現

→計算によるモデルの明るさ決定が困難

- ▶小さい発光面の測定
- ▶光の減衰や散乱

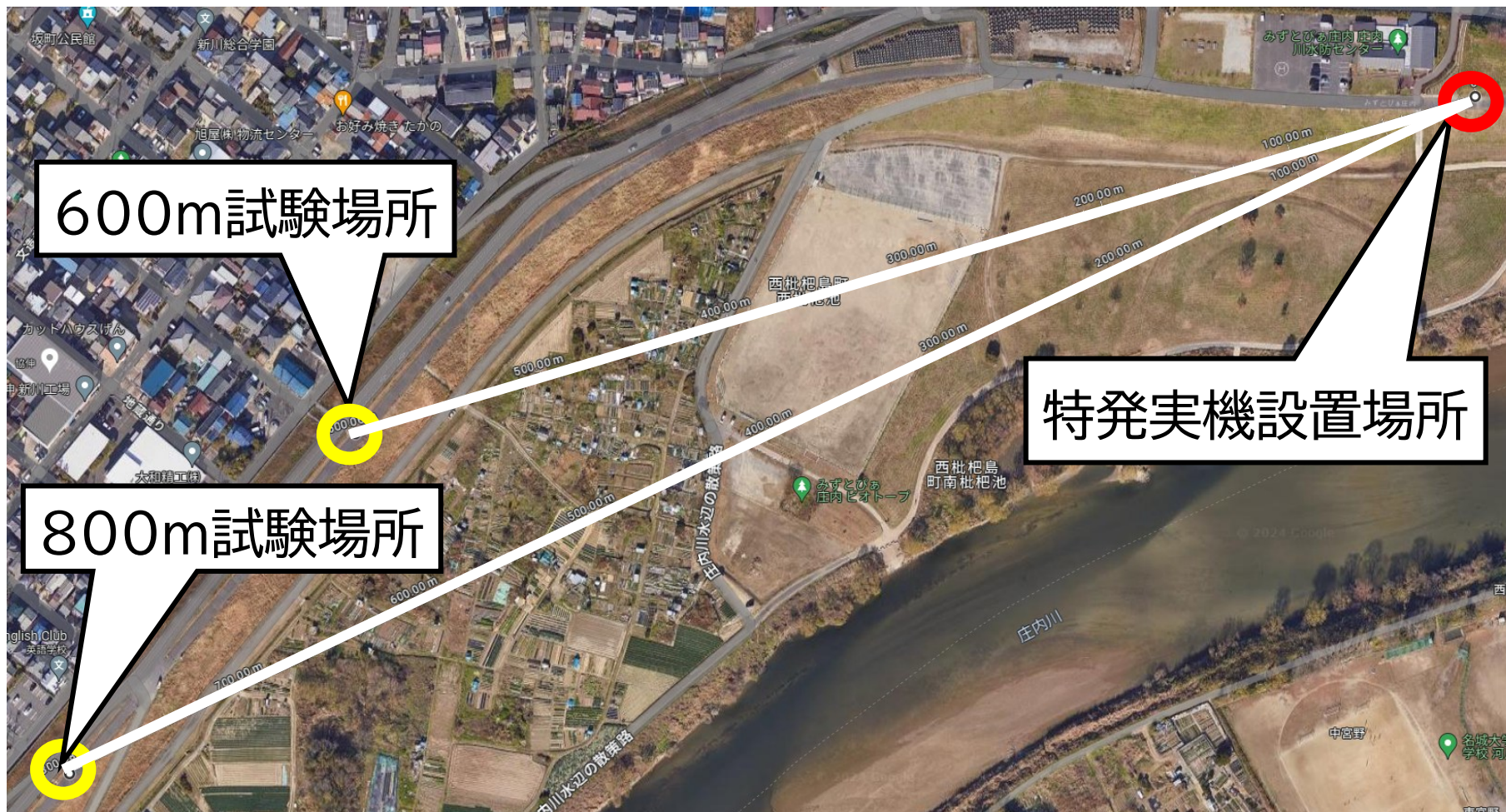
→ 試験でモデルの明るさ決定



特発の実機と模型が同様に見える明るさ

Railway Technical Research Institute

特発の実機と模型を左右に並べて明るさなどを比較



特発の実機と模型が同様に見える明るさ

Railway Technical Research Institute



特発の実機と模型を左右に並べて明るさなどを比較

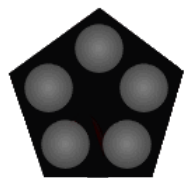
- ・視認距離: 600m(模型は8m)・800m(模型は10.7m)
- ・運転士人数: 現役18名・経験者25名
- ・実施時間帯: 日中(10:00~17:00)・夜間(20:00以降)
- ・試験場所: 河川敷遊歩道



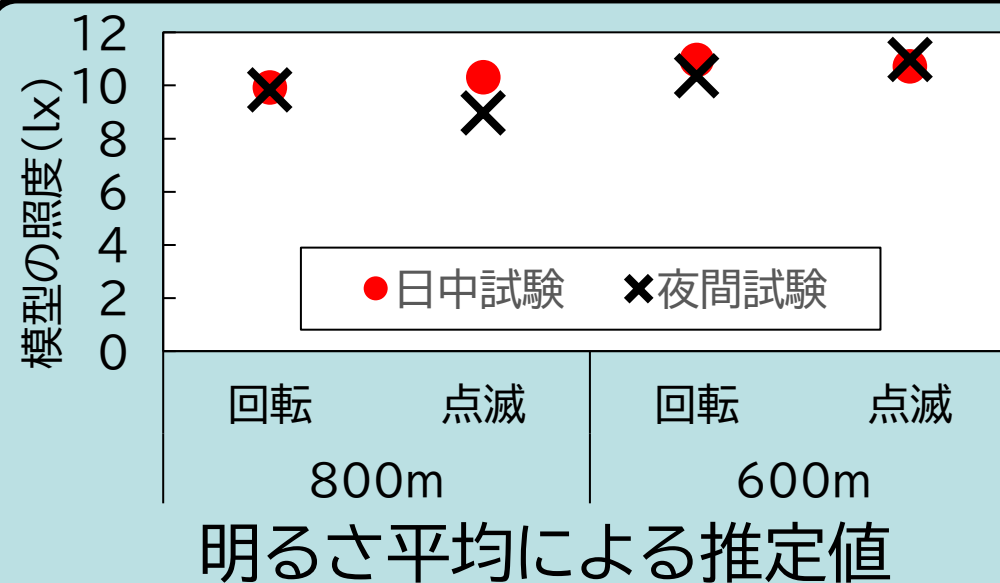
特発発光方法



回転



点滅



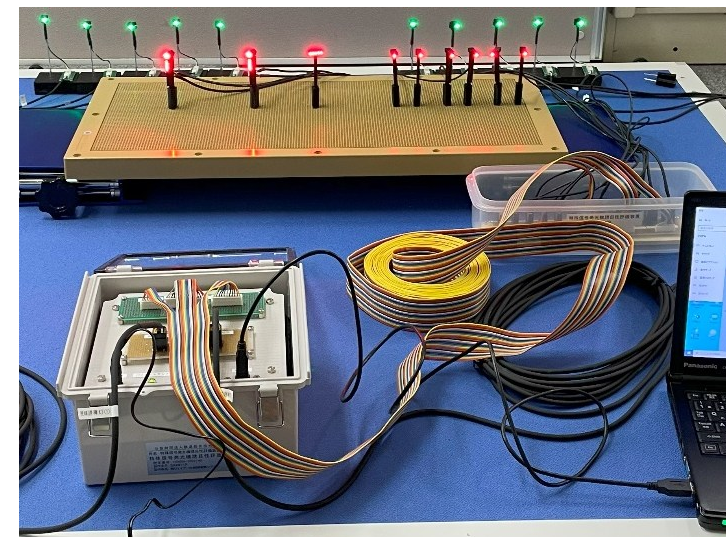
特発の実機と
模型が同様に
見える**明るさ**
の推奨値
10.3 lx

特発の誘目性を評価する手法の検討

Railway Technical Research Institute

新たな比較評価法の構築に必要な要素

- 特発の注視を妨げる方法
 - 特発以外の対象を目で追う中で特発を見付ける
 - 特発発光箇所を複数用意して注視を妨げる
- アンケートの結果から得られた特発に気付きにくい状況(周囲の光・運転操作)の再現
 - 周囲の光：特発と類似度の高い踏切警報灯とパトランプを模型で再現
 - 運転操作：試験条件に停通確認を追加
- 評価尺度の検討
 - アンケートによる主観評価
 - 押しボタンによる特発検知の評価



誘目性比較評価法の開発

提案する模型を用いた誘目性比較評価法

Railway Technical Research Institute

- ・ 特発発光に気づき次第、手元のボタンを押す
- ・ 特発に気づく**反応時間**、**見逃し回数**、**主観評価**を用いて誘目性を評価する

特発2基

- ▶どちらか片方が発光して**注視を抑制**

外乱光

- ▶連続踏切、パトランプ(**類似の刺激**)

視線誘導灯10基

- ▶ランダム発光を目で追う
- 適度に**視線が模型から逸れる**

注意リソース

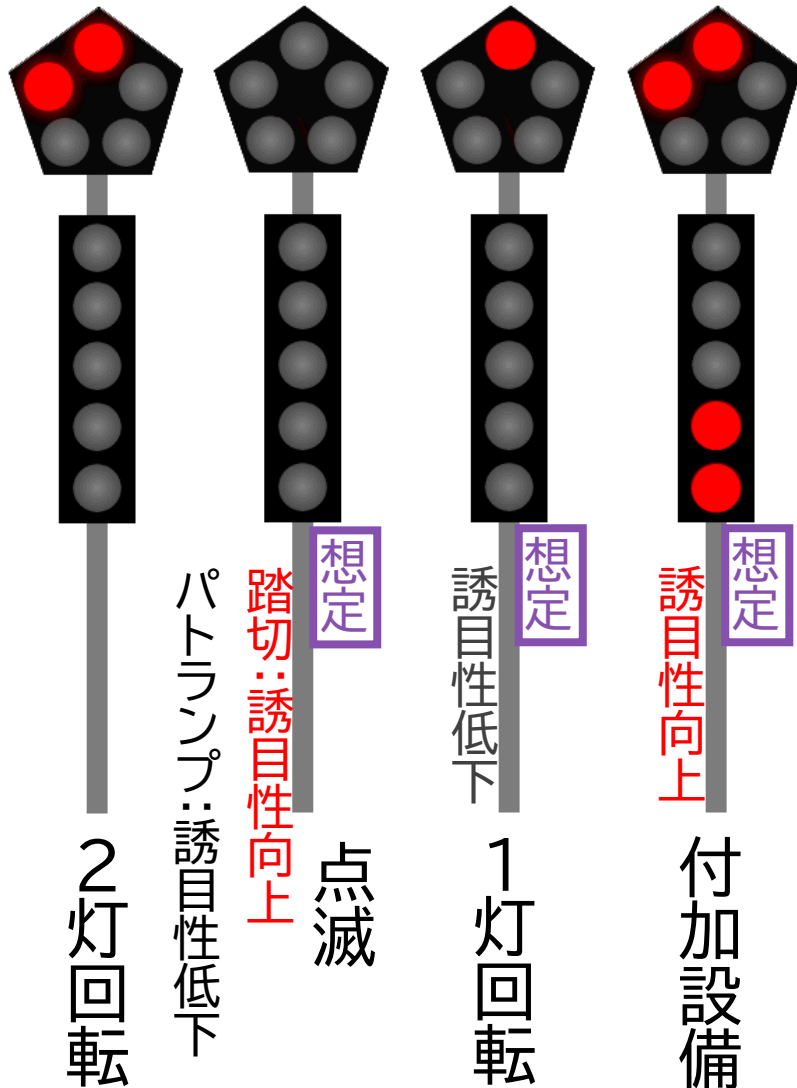
- ▶時刻表の停通確認
(**注意や視線が他へ向けられる**)

全灯の点灯例
(試験条件ではない)

模型との距離:10.7m

ケーススタディの実施

試験目的: 模型による簡易的な比較評価法のケーススタディとして発光パターンの評価



- ・運転士人数：2つの運輸区で合計40人
- ・視認距離：800m相当の10.7m
- ・特発発光パターン：現行、点滅、1灯回転、付加設備
- ・特発観察状況：単体、踏切警報灯発光中、パトランプ発光中、停通確認中

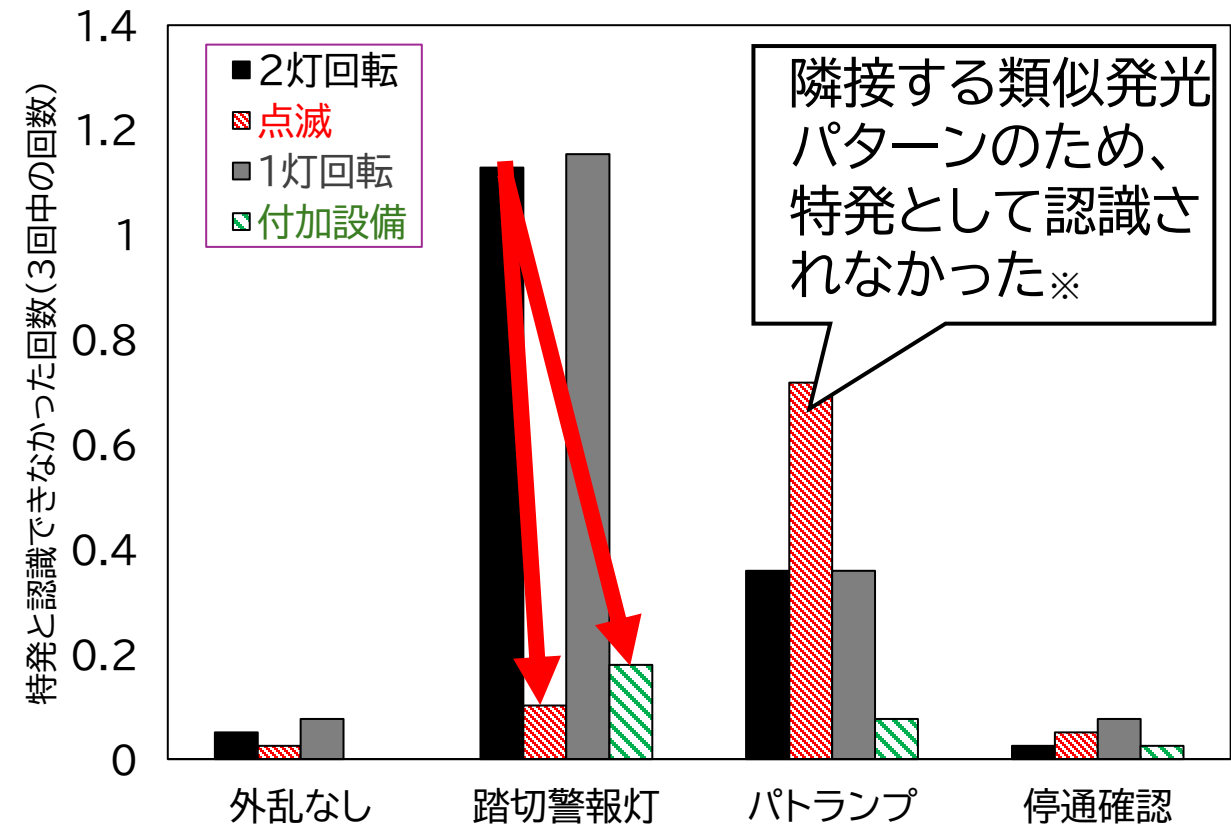
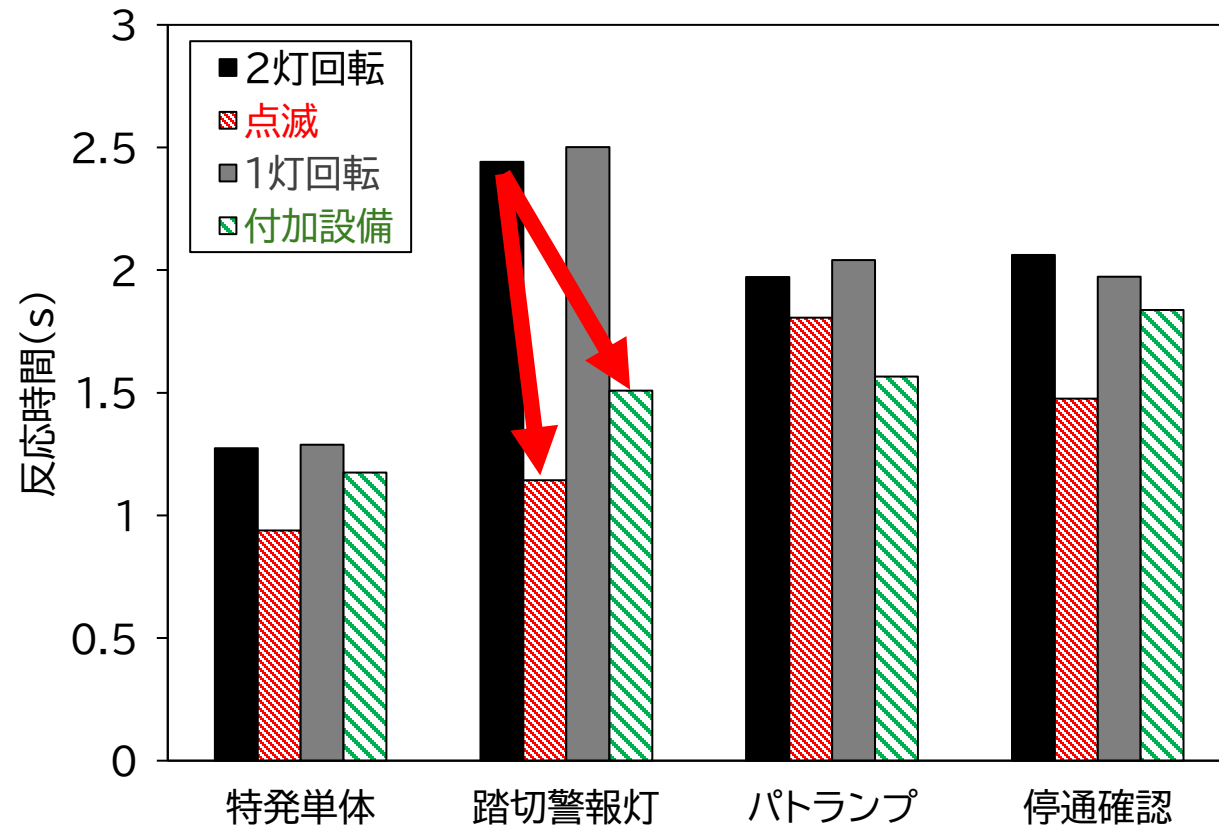


パトランプ発光中



踏切警報灯発光中

反応時間と見逃し回数



※鉄道現場では特発の疑いのある発光を発見した場合、速度を緩め、支障位置までに停車可能としている

想定通りの評価となることを確認

- ・踏切警報灯と同時に点灯する状況で、点滅・付加設備の評価が高い
- ・アンケートによる気づきやすさの主観評価で1灯回転は評価低

見逃し回数・反応時間で**定量的な**相対評価可能

→**発光パターン差の評価可能を確認**



模型を用いた誘目性比較評価手法を提案

→ 検討可能な対策案

- ・特発発光パターン
- ・補助光の使用
- ・外乱要素などへの対策
- ・特発建植位置
- ・特発の形状

→ 評価法適用範囲外

- ・雨天や霧などの気象要因
- ・逆光など

→ 今後の拡張可能性

- ・走行模擬

特発に対する気づきやすさ向上のための特発見え方提示装置の開発

Railway Technical Research Institute

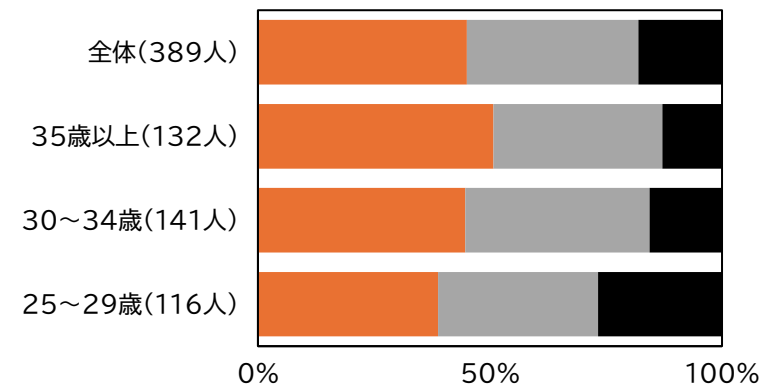
●アンケート結果

- ・800m先の特発がイメージできない割合が高い

●試験時の運転士の反応

- ・800m先の回転発光は思っていたよりも見えにくい
- ・回転に見えない

→800m先の特発のイメージと現実が乖離している可能性



■ 訓練や現場などで実物を見たことがあるので、イメージできる
■ 訓練などで映像を見たことがあるので、イメージできる
■ 訓練で映像は見たが、イメージはできない

▶▶▶ 模型を使用した教育による気づきやすさの向上が見込める

特発見え方提示装置

800m先の特発の見え方を室内で精緻に再現可能

→見慣れることで800m先の特発をより正確にイメージ可能となり、特発に対する**気づきやすさの向上が期待**できる



成果のまとめ

研究成果①：特発を見逃しやすくなる要因を解明・対策案を整理

要因	対策
注意や視線が他へ向けられる	・同時に視認できる位置に設置
特発のイメージや予想不足	・遠方からの見え方の学習 ←教材作成
出現頻度が低い	・模型で経験頻度を上げる ←教材作成
類似の刺激	・紛らわしい状況の見え方の教育 ←教材作成 ・発光パターン変更 ←評価法提案
物理的な遮蔽・気象条件	・背景板の設置

研究成果②：模型による簡易的な比較評価法を提案

- ・実機と同等に見えることを確認した特発模型等からなる誘目性比較評価装置とマニュアルの製作
- ・発光パターンを比較評価するケーススタディを実施し、主観評価や反応時間、見逃し回数で比較評価ができることを確認
- ・製作した装置を教育にも活用



- 誘目性比較評価装置を貸出し
 - 評価用途：現行と比較した発光パターンや、
その他対策による誘目性の違いの評価
 - 教育用途：踏切警報灯などがある中での
特発の見え方の運転士教育
- 特発見え方提示装置を貸出し
 - 教育用途：800m先の特発の見え方の運転士教育

- 榎並祥太 他：特殊信号発光機の模型の明るさ評価，
日本人間工学会関東支部第54回大会発表論文集，2024
- 榎並祥太 他：模型を用いた特殊信号発光機の誘目性簡便比較法，
日本人間工学会第66回大会発表論文集，2025