

提言に対する補足資料

鉄道の自動運転における線路内の安全確保（方針）

「鉄道における自動運転技術検討会のとりまとめ」（国土交通省 2022年9月）から抜粋

鉄道では、列車が停止するまでのブレーキ距離が数百mと長いため、運転士が先行列車や線路限界内の支障物を視認してからブレーキを操作しても衝突を回避することは困難である。このため、**運転士の視覚のみに頼って安全を確保することができない鉄道**においては、以下のような対応により、安全を確保している。

【中略】

このように、鉄道の運転は、鉄道の安全運行に係る法令等に基づくことで、線路上の支障物に対して、曲線による死角や夜間の影響により運転士の視認性が低下する場合であっても、高速で安全に運転することができるものとなっている。

一方、**運転士が運転中、線路内支障物を発見する法的義務は、鉄道法規には規定されていないものの、事故防止の観点から、万が一、運転士が確認できる範囲で線路内支障物を発見した場合は、**乗客及び公衆の安全確保や運転士の自己防衛等の観点から、気笛吹鳴や列車を停止させるブレーキ操作を行うことにより、事故防止や被害軽減に最善を尽くしている実態がある。

【中略】

以上のように、鉄道は、各種装置や管理体制等のほか、鉄道利用者、踏切道通行者、鉄道沿線住民等（以下「鉄道利用者等」という。）の遵法行動や自制的行動により運行の安全を確保するものであり、**一般的な路線での自動運転を導入する場合においても、この考え方を大きく変える必要はない。**

鉄道の自動運転における線路内の安全確保

「鉄道における自動運転技術検討会のとりまとめ」（国土交通省 2022年9月）から抜粋・要約

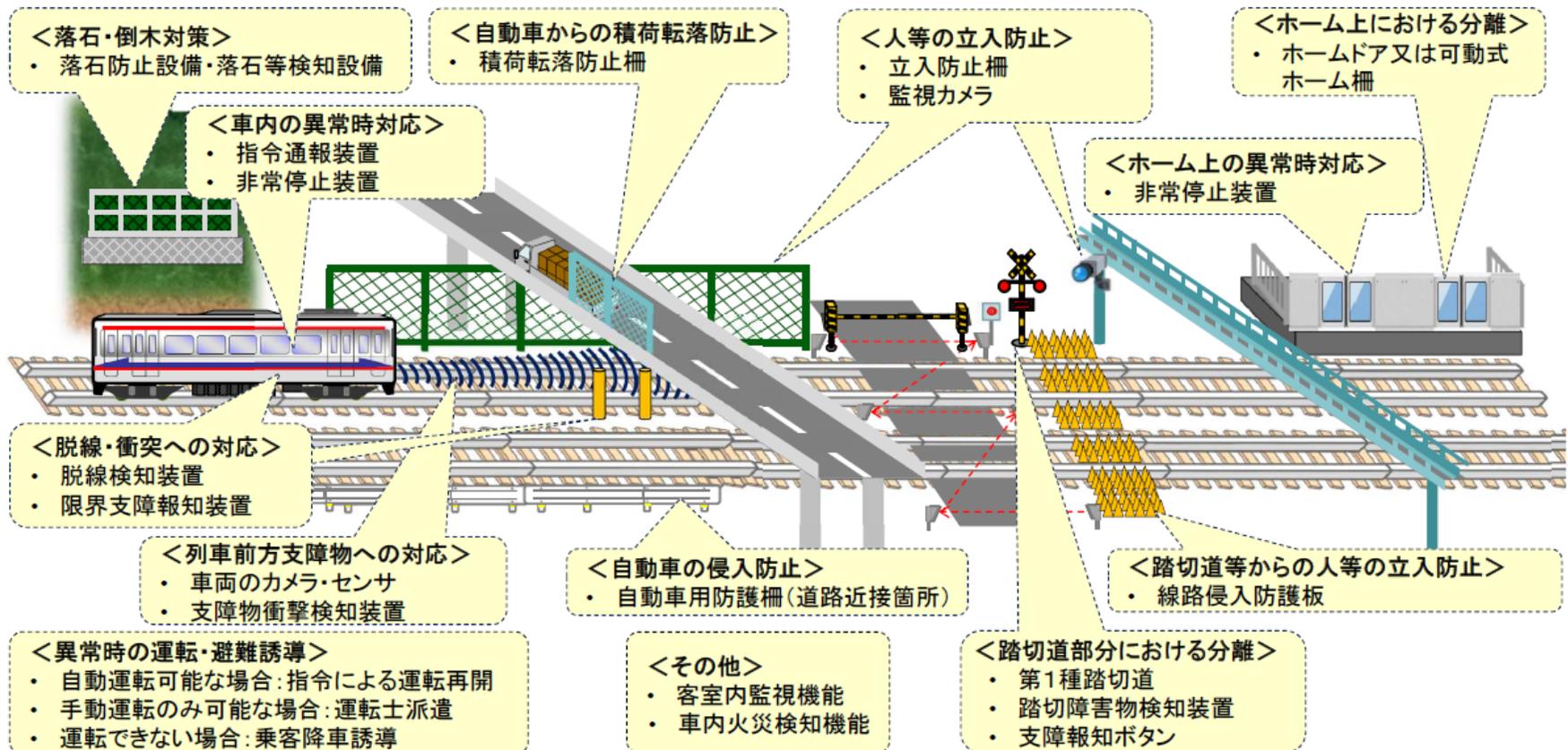
- 周辺環境との分離が前提であり、運転士に線路内支障物を発見させるような法的義務付けのない鉄道においては、**運転士による行為を客観的に評価することはできない**
- 運転士の視認能力の評価から車上カメラ・センサの性能を正確に導くことは困難
- 車上カメラ・センサについては、現状では、検知性能が周囲の環境や対象物の種類等によって一定ではなく、限界もある
- 車上カメラ・センサを導入する場合は、装置の性能や路線の状況を踏まえ、線路内支障物を検知することが可能な場合の事故回避や被害軽減のための装置等と位置付けを明確にしたうえで、立入防止柵等のその他の対策を含めて、**総合的に捉えて対応することが適切**
- 線路内への人の侵入等に関しては、コスト負担を含めて**合理的で実行可能な技術の導入を検討すべき**

ドライバレス運転・無人運転の安全確保策の例

GoA3、GoA4のタイプ例

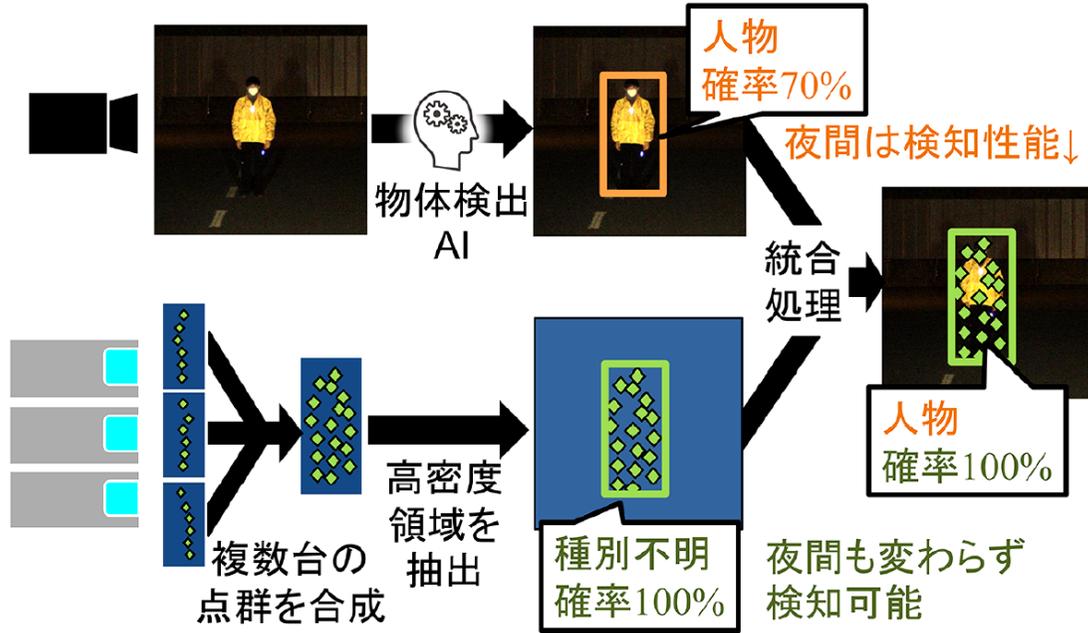
- 【路線1】 踏切道がある等の一般的な路線(最高速度120km/h程度)
- 【路線2】 新交通等自動運転システムと同様の完全立体交差路線(最高速度70km/h程度、高速走行を前提とした設備構造や運行開始前の安全確認を行う場合は当該速度以上も可能)
- 【路線3】 道路近接がない準立体交差化路線(ホームドア又は可動式ホーム柵無し、最高速度70km/h程度)
- 【路線4】 踏切道がある等の一般的な路線(最高速度40km/h程度(車両のカメラ・センサの検知距離内で停止できる速度))

【路線1のイメージ】

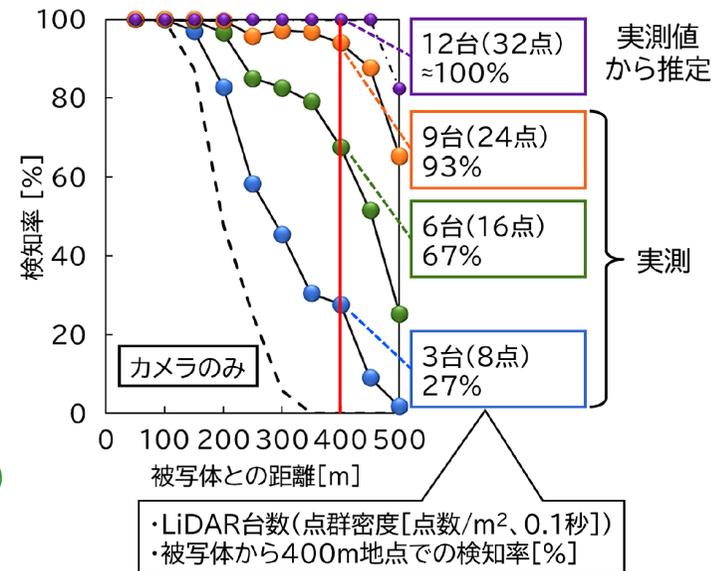


出典: 「鉄道における自動運転技術検討会のとりまとめ(概要)」(国土交通省 2022年9月)

列車前方支障物検知システムの研究開発の事例



- LiDARでカメラの弱点を補完
- 昼夜問わず400m先の人を検知可能



出典：第37回鉄道総研講演会予稿「自動運転の高度化」(2024)

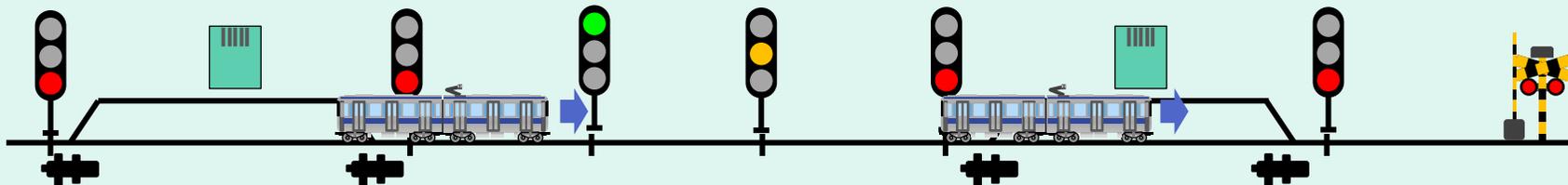
課題：合理的で実行可能な性能、装置構成の目安

鉄道における将来像と課題

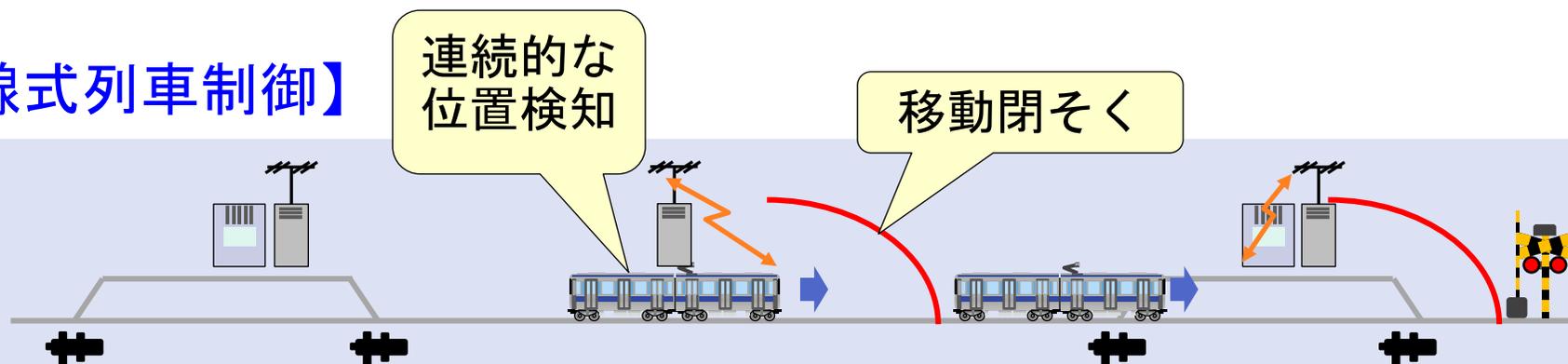
鉄道における将来像と課題

- 自動運転は手段であり、それによって何をもちたらし、何を実現すると社会、鉄道事業者がどのような恩恵を受けるのか、の視点
- 無線式列車制御とのセットで威力を発揮

【従来】



【無線式列車制御】



省地上設備（軌道回路、信号機など）

鉄道における将来像と課題

①鉄道オペレーションの省人化・省力化【特に地域鉄道で高ニーズ】

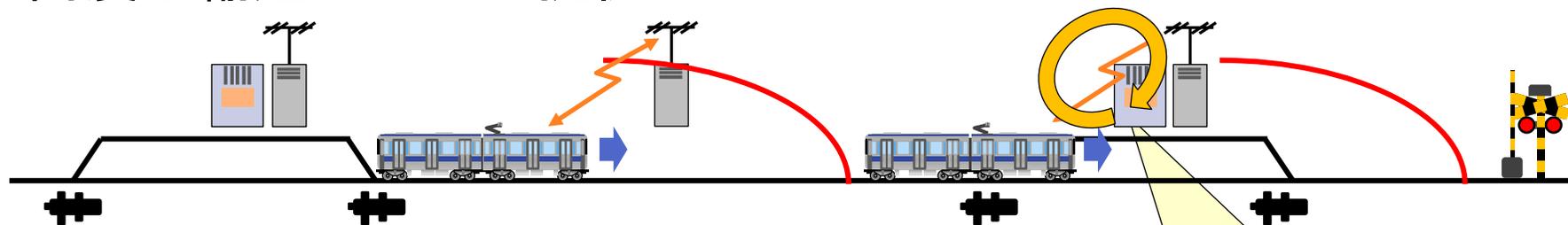
要員不足対策のみならず、地域鉄道向け無線式列車制御とのセットで地上設備※の更なる削減も可能

※地上設備の削減

- ✓ 信号機や軌道回路（付帯ケーブル類）などの削減
- ✓ 汎用通信回線の活用（まずは地域鉄道から？）

②高度で利便性の高い列車群制御【主に都市・幹線向け】

混雑による遅延などへの柔軟な対応、異常への迅速な対応など高度な輸送サービス提供



情報通信機能の積極的活用

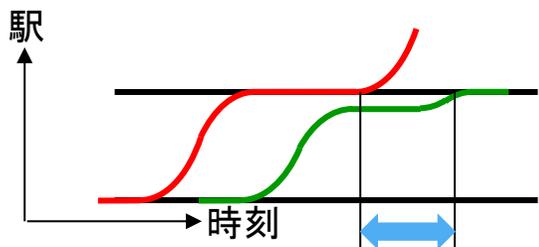
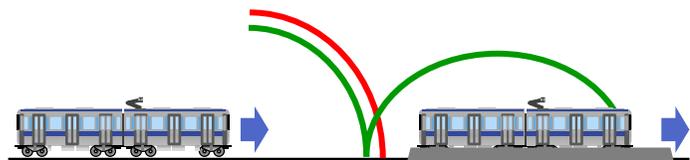
- ✓ 地上一車上双方向通信
- ✓ 列車の詳細状態の把握・提供が可能
- ✓ 各列車に対する直接制御指示が可能 など

無線通信による
閉ループ制御

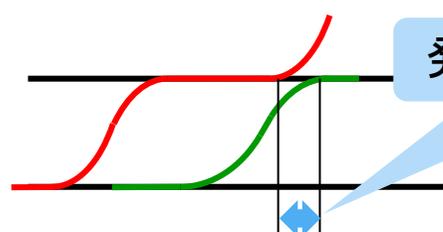
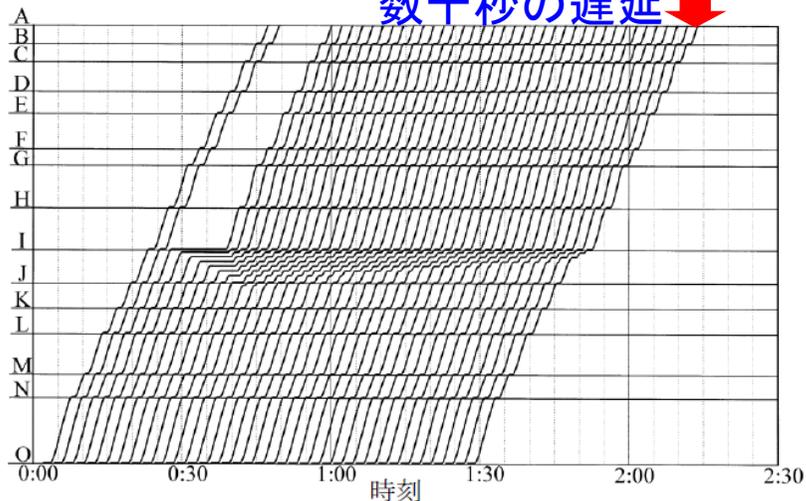
高度で利便性の高い列車群制御の一例

過去の研究事例から

- 先行列車の発時刻を予測
- 場内パターン消去から駅到着までの時間が最小になる地点・速度を通過するよう、速度を抑制

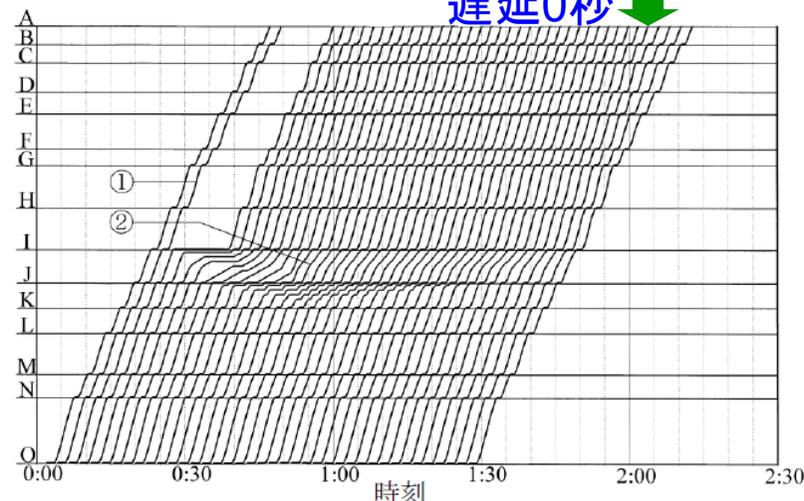


数十秒の遅延



発一着時隔の短縮

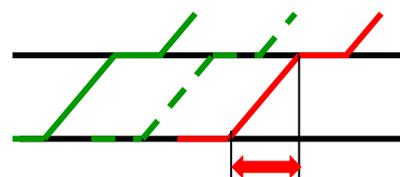
遅延0秒



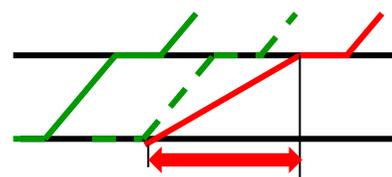
出典：鉄道総研報告, Vol.21, No.11, p.30 (2007)

高度で利便性の高い列車群制御の一例

- 列車遅延の早期回復効果に加えて、省エネ効果も見込める
- 先行列車の発時刻予測方法、刻々と変化する情報に追随するリアルタイム速度制御手法が課題
 - 運転時分を可変（ダイヤを寝かす）とする考え方が運行管理との連携（融合）において課題



現状は固定が基本



状況に応じて可変

より柔軟で積極的な
列車群制御

自動運転を前提としなければ実現が難しく、現実的な議論・検討を喚起するには至らず

無線式列車制御の実現、自動運転への関心の高まりにより、現実味をもって語るできるようになった