

## 6

# 鉄道における自動運転の検討状況を踏まえた 安全性評価の方向性について



交通システム研究部

※工藤 希

押立 貴志(客員研究員)

## 1. 概要

- 鉄道の自動運転は、新交通やモノレールで、既の実現されている。運転士の確保、養成など、係員不足が深刻な問題となっており、鉄道事業を維持するために、運転士の乗務しない自動運転の導入が求められている。
- このため、**踏切道がある等の一般的な路線を対象とし**、国土交通省において「鉄道における自動運転技術検討会」が開催され、令和4(2022)年9月13日にとりまとめが公表された。
- とりまとめの要点と、自動運転の検討にあたり必要とされる安全性評価の課題について検討した結果を報告する。

## 2. 検討会とりまとめの要点

- 自動化レベル (GoA: Grade of Automation) に、**新たにGoA2.5を追加した。**(表1)
- GoA2.5係員は、操縦することはできないが、**線路内支障物の対応は可能。**(表1、表2)
- GoA3、GoA4では、装置の性能や路線の状況を踏まえた**総合的な判断により、従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能を確保。**(表3)
- **既存の装置等の活用や、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。
- 自動運転、手動運転に関わらず、**鉄道利用者・住民等の違法行動によることが不可欠。**

表1 鉄道の運転形態と自動化レベル

	自動化レベル (AUGT規格による定義)	乗務形態 (イメージ)	国内の導入状況
士 の 運 転	GoA0 目視運転		路面電車
	GoA1 非自動運転	運転士(および車掌)	踏切道がある等一般的な路線
	GoA2 半自動運転	運転士(列車起動、手動操縦介入、扉扱い、緊急停止操作、避難誘導)	一部の地下鉄等 (有人のATO)
自 動 運 転	GoA2.5 (緊急停止操作等を行う係員付き自動運転)	列車の前頭に乗務するGoA2.5係員(緊急停止操作、避難誘導)	無し (AUGT規格に規定なし)
	GoA3 添乗員付き自動運転	列車に乗務する係員(避難誘導)	一部のモノレール
	GoA4 自動運転	無人運転(係員の乗務無し)	一部の新交通等

※IEC 62267(JIS E 3802): AUGT規格(自動運転都市内軌道旅客輸送システム)による定義

- ATO(Automatic Train Operation: 自動列車運転装置)の高機能化などにより、**地点情報伝送のパターン制御式ATS(Automatic Train Stop: 自動列車停止装置)の場合も可能。**(表2)
- 既存の**バリアフリー用ホーム可動柵が活用**でき、またホームドア・可動式ホーム柵の設置を必須要件としない。(表3)
- 鉄道は、線路用地内を立入禁止とし、鉄道事業者が施設・車両や運行全体を管理しているため、**運転士に線路内支障物を発見させる法的義務付けがない。**運転士の作業から、車上カメラ・センサの性能を正確に導くことは困難。(表3)
- 「**部内要因リスク低減**」、「**センサ類の新たな使用方法の検討**」(表3)、「**実証試験による技術確立**」(図1)、「**社会的認知の重要性**」が示された。

## 3. 今後の安全性評価等について

- RAMSなどの機能安全規格は、閉じた運用環境を前提に適用されるものであり、装置故障とは言えない安全性能の限界外の事象や、曖昧性の大きな情報などの、**開いた運用環境を対象としたリスク低減のプロセスを評価する方法の検討**が必要となる。
- 装置故障の疑いがある場合や、安全側停止の場合に、無資格のGoA2.5係員での**異常時処置は限界がある。**
- 既存のシステムは責任者である運転士が臨機に対処する前提でシステム設計されていたが、自動運転では運転士はおらず装置保安・装置運転となり、**既存システムを活用する場合には、設計の前提が異なるため、鉄道運行の現実に照らしてシステムの役割、機能分担を見直すことが必要**となる。
- 今後、自動運転の安全性評価のあり方の検討を進め、その結果を用いて自動運転を導入する鉄道事業者等のシステムの機能分担の検討や、試験、システムの最適化など新たな課題等に対して、技術検討の支援などを行いたい。

表2 GoA2.5の「制御・保安システム」のタイプと主要な対応例

自動運転への対応 (項目抜粋)	閉扉操作、 出発時の 安全確認	起動時の操作	緊急停止操作 (列車防護の 受信)
パターン制御式ATS(点送受信)と高機能ATOとで構成するシステムをベースとするもの【タイプC】 (手動運転の地方線区をGoA2.5化)	GoA2.5係員が実施し、ATOへ情報入力操作(押しボタン等)	GoA2.5係員が信号確認を行い、ATOへ情報入力操作(押しボタン等)固定ATOパターン設置	GoA2.5係員が停止現示を認めた場合に緊急停止手動操作
GoA2のシステムをベースとするもの【タイプB】 (有人ATOの地下鉄をGoA2.5化)		地上設備から車上設備に制御情報が伝達されATOが運転開始	緊急自動ブレーキ
GoA4、GoA3のシステムをベースとするもの【タイプA】 (無人の自動運転システムと同等のGoA2.5システム)	自動		

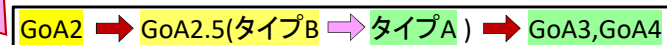


図1 段階的な実施・検証等の例

表3 GoA3、GoA4の「路線」のタイプと主要な対応例  
(線路内支障への対応関連)

自動運転への対応 (項目抜粋)	立入 防止 柵 (妨害対 策)	踏切種別、 踏切障害物検 知装置及び支 障報知ボタン	ホームド ア又は 可動式 ホーム柵	車両のカメ ラ・センサ
踏切道がある等の一般的な路線 ※想定速度:120km/h程度【路線1】	設置	第1種踏切道(支障検知装置等設置)	設置	設置 (100m程度先の自動車を検知)
新交通等自動運転システムと同様の完全立体化路線 ※想定速度:70km/h程度等【路線2】	— (立体化)	— (立体化)	設置	— (新交通等自動運転システムと同様)
道路近接がない準立体化路線(可動式ホーム柵等の設置無し) ※想定速度:70km/h程度【路線3】	設置	— (立体化)	— (駅ホーム区間での10km/h程度以下の徐行等、車両側面に30m程度)	設置 (100m程度先の自動車の大きさを検知できる性能)又は監視カメラで対応
踏切道がある等の一般的な路線(危険箇所は減速) ※想定速度:40km/h程度(路面電車同様) (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4】	—	第1,3,4種踏切道(踏切道は自動減速等)	—	設置 (100m程度先の自動車の大きさを検知できる性能)又は監視カメラで対応