

鉄道における自動運転技術検討会
令和元年度とりまとめ
(概要)

令和2年7月3日
鉄道における自動運転技術検討会

鉄道における運転士の乗務しない自動運転技術の検討

課題

・人口減少社会を迎え、運転士や保守作業員等の確保、養成が困難となっており、特に地方鉄道においては、係員不足が深刻な問題。

⇒ 鉄道事業の維持等の面から、運転士の乗務しない自動運転の導入が求められている

これまでの自動運転

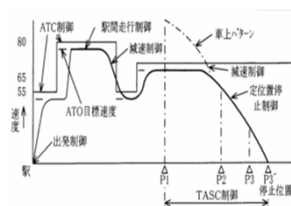
・人等が容易に線路内に立ち入ることができないよう高架構造とするなど、自動運転を前提に建設された新交通システム等で実現。



高架構造



ホームドア



ATC+ATO



一般的な路線での自動運転

・運転士の乗務を前提に建設された踏切がある等の一般的な路線では、安全・安定輸送の観点から自動運転の導入が困難。

・特に地方鉄道では、自動運転のための大規模な設備投資は困難。

⇒ 一般的な路線で自動運転する際の技術的要件の検討が必要



地平(非高架構造)



踏切あり



ホームドアなし

鉄道における自動運転技術検討会

・踏切がある等の一般的な路線を対象として、センサ技術やICT、無線を利用した列車制御技術などの最新技術も利活用し、鉄道分野における生産性革命にも資する自動運転の導入について、安全性や利便性の維持・向上を図るための技術的要件を検討。

【構成】 座長 古関 隆章(東京大学大学院教授)
 委員 学識経験者、JR、大手民鉄、中小民鉄、研究機関、鉄道局

【開催状況】 2018年12月3日に第1回検討会を開催し、これまでに5回開催



「自動運転技術検討会」令和元年度とりまとめ

1 検討の背景・目的等

- 人口減少社会を迎え、運転士や保守作業員等の鉄道係員の確保、養成が困難になってきており、特に経営環境の厳しい地方鉄道においては、係員不足が深刻な問題。これらの問題は、国民生活に多大な影響を与える鉄道にとって、鉄道事業の維持等の面からも重要な課題。
- より一層の業務の効率化・省力化が必要となっており、その一環で踏切がある等の一般的な路線での自動運転導入が求められている中、「自動運転技術検討会」では、安全性や利便性の維持・向上を図るための技術的要件の検討を行うこととしており、今般、これまでの検討状況について「令和元年度とりまとめ」として公表。

2 検討の方針

- 鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の内容を踏まえ、列車走行路上の安全確保やホーム上及び車内の異常時対応、避難誘導などに対し、従来の安全性と同等以上の性能を確保することを基本とし、設備、運転取扱いの面から検討。（運転士の作業内容の分析などから、導入する自動化レベルに応じた装置化を検討：別紙1参照）
- 当面の検討対象モデルケースを、都市鉄道と地方鉄道に大別。

	自動化レベル	線区条件
都市鉄道	GoA3,4(GoA2.5からの段階的な検討を含む)	複線、ATC、ATO、可動式ホーム柵あり、踏切道あり(1種)、トンネル・橋りょうあり
地方鉄道	GoA2.5	単線、ATS、ATO、ホームドア・可動式ホーム柵なし、踏切道あり(1種、3種、4種)、トンネル・橋りょうあり

3 検討内容

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 都市鉄道モデルケースの検討
⇒ これまでの検討結果：別紙2参照 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 地方鉄道モデルケースの検討
⇒ これまでの検討結果：別紙3参照 |
|---|---|

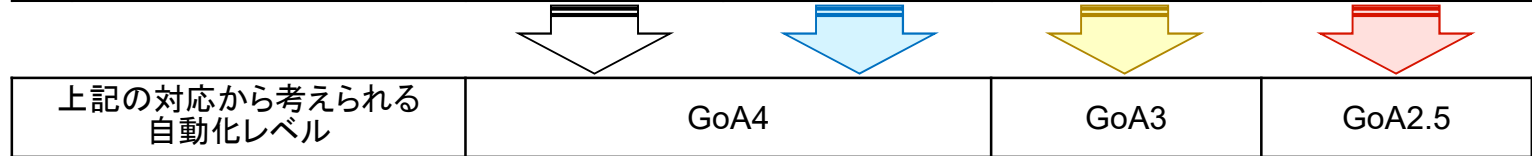
4 今後の取組方針

- 各モデルケースにおいて更なる検討が必要とした内容について、引き続き検討。
- 経営環境の厳しい中小事業者向けにさらに低コストで実現可能な、例えば新たな無線式制御システムを活用したシステムの検討が望まれる。
- 海外では、GoA4であっても異常時のために運転士が一部列車に乗務する等の対応もあるため、これも参考に、検討を進めているモデルケースやこれ以外のケースについても、優先順位を考慮したうえで検討。

運転士の主な作業内容と踏切がある等の一般的な路線での自動運転導入時における対応イメージ

別紙1

運転士の主な作業内容		新交通等での自動運転	踏切がある等の一般的な路線での自動運転導入時における対応(イメージ)				
			※ GoA2.5係員の対応について検討を要するもの		システムで対応する場合の具体例		
通常時	駅出発時	発車時刻の確認			※	ATO	
		信号確認			※	ATC	
		乗降状況の確認			システム又は添乗員	GoA2.5係員	可動式ホーム柵
		ドア閉					可動式ホーム柵
		ドア閉後の安全確認	システム	システム等			可動式ホーム柵
		出発操作				※	ATO
	走行中 速度制御(加速・減速・停止)					ATC+ATO	
	駅到着時	停止位置の確認			システム又は添乗員	GoA2.5係員	ATO
		ドア開					可動式ホーム柵
異常時	列車走行路上の安全確保	人等が容易に線路内に立ち入ることができない構造(高架)	重要検討課題			<ul style="list-style-type: none"> ・駅間の防護柵の強化 ・センサ技術による支障物検知 ・踏切保安設備の強化 ・列車防護 	
	乗客の避難誘導	システム又は駅員等	システム又は駅員等	添乗員	GoA2.5係員	案内放送システム	
	緊急停止後の運転取扱い			システム又は添乗員	※	指令からの遠隔操作	



注) GoA2.5係員は、線区条件やシステムに応じて役割が様々であることに留意 3

モデルケースの前提条件

自動化レベル：GoA3,4*

線区条件：複線、ATC、ATO、可動式ホーム柵あり、踏切道あり(1種)、トンネル・橋りょうあり

※ 先頭車両の運転台に係員が乗務しない。先頭車両の運転台にGoA2. 5係員が乗務する段階的な検討を含む。

主な検討結果

先頭車両の運転台に係員が添乗しない(GoA3,4)

⇒ 線路上の支障物に対して、以下等により総合的に対応

<ホーム・踏切部以外>

- 駅間の防護柵の強化
(人、自動車、積荷等の侵入防止)

<センサ技術等>

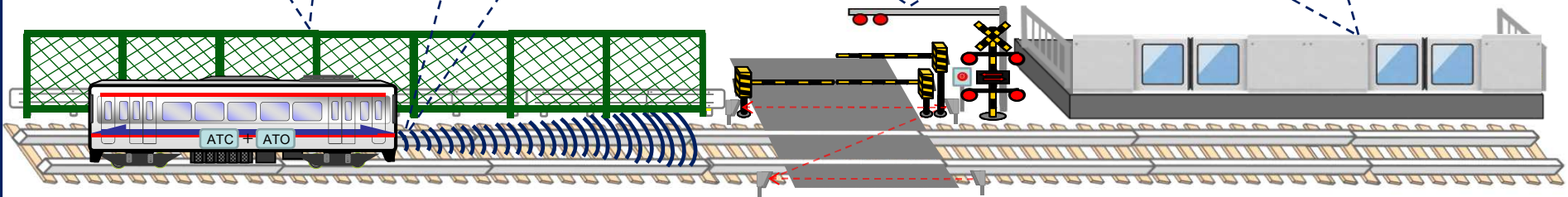
- 車両に設置したセンサ等により
列車前方の支障物を検知して
対応

<踏切部>

- 自動車からの視認性向上
- 遮断かん異常検知
- 障害物検知装置
- 支障報知押しボタン
- 異常発生時の列車停止機能

<ホーム部>

- 線路側ホーム端の可動式
ホーム柵
- 線路側以外のホーム端から
の転落防止柵
- 車両・ホーム間への転落防
止措置



今後の課題及び取組方針

以下について、今後更なる検討が必要

- 防護柵に求められる要件(高さ、構造 等)
- センサ技術等を活用した列車前方支障物検知装置に求められる要件
(検知が必要な支障物の大きさ、検知距離 等)
- 踏切部における異常検知後の取扱い・必要な機能
- 脱線や上下線間の列車衝突への対応方法

- ホーム上や車内での火災発生時等の対応
- 避難誘導の方法
- 指令員と添乗係員との役割・業務の分担
- 添乗係員に求められる資質

等

モデルケースの前提条件

自動化レベル：GoA2.5※1

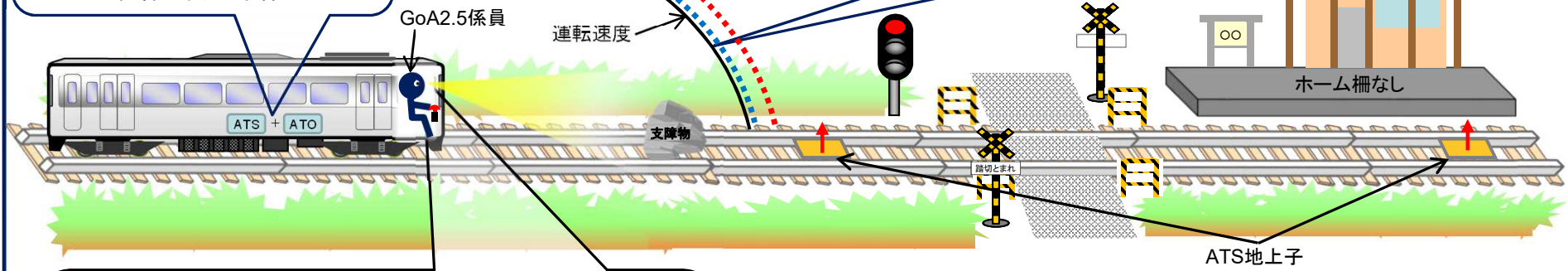
線区条件：単線、ATS※2、ATO、ホームドア・可動式ホーム柵なし、踏切道あり(1種、3種、4種)、トンネル・橋りょうあり

※1 先頭車両の運転台に緊急停止操作や避難誘導等を行う係員が乗務。

※2 ATCに必要な基本機能である連続速度照査機能と同様の機能を有する「パターン制御式ATS(点送受信)」をベース。

主な検討結果

【システムに求められる要件①】
パターン制御式ATSに加え、ATOに保安機能を付加し高機能化してシステム総体で安全確保



【システムに求められる要件②】
高機能化したATOで最高速度や制限速度を超えないよう適切に制御

【GoA2.5係員による異常時の措置】

- ・線路上(踏切、ホーム含む)の支障を発見した場合
⇒ GoA2.5係員が緊急停止操作ボタンを操作し緊急停止
- ・列車の停止を必要とする障害(列車脱線等)が発生した場合
⇒ GoA2.5係員が信号炎管、列車防護無線等を使用し、関係の列車を速やかに停止させる
- ・事故や災害等が発生した際の乗客の避難誘導
⇒ GoA2.5係員が対応

・ATS(自動列車停止装置): 列車が停止信号を越えて進行しようとした場合や曲線等の速度制限箇所等で速度超過しようとした場合に自動的に列車のブレーキを動作させるバックアップ装置(地上からの信号情報等は地上子(地点)によるものが一般的)

・ATC(自動列車制御装置): 地上からの信号や速度情報を連続的に車上に送信し、車上側で常に列車速度を照査して、自動的にブレーキを動作させたり、制限速度以下になるとブレーキを緩めたりする、より高い安全性を有する装置

・ATO(自動列車運転装置): 列車の発車・加速・減速・定位置停止制御などを自動的に行う装置

今後の課題及び取組方針

- GoA2.5係員が行う作業について、運転免許の要否や指令の活用等の詳細検討
- 避難誘導に支障がある場所で停止した場合等に、低速で移動させる機能(インテグ機能)による対応の検討
- 駅出発時等、最初の地上子を通り過ぎるまで制御情報が受信できないシステムの場合は、制御情報を受信するまでの間のシステムによる安全担保の方策の検討

鉄道の乗務形態による分類(自動化のレベル)

自動化レベル (IEC(JIS)による定義※)	乗務形態のイメージ ([]内は係員の主な作業)	国内の導入状況
GoA0 目視運転 TOS	 運転士(および車掌)	路面電車
GoA1 非自動運転 NTO		踏切がある等の一般的な路線
GoA2 半自動運転 STO	 運転士[列車起動、ドア扱い、緊急停止操作、避難誘導等]	東京地下鉄(丸ノ内線、南北線 等) 首都圏新都市鉄道(TX) 等
GoA2.5 (緊急停止操作等を行う係員付き自動運転) ⇒IEC及びJISには定義されていない	 先頭車両の運転台に乗務する係員[緊急停止操作、避難誘導等]	無し
GoA3 添乗員付き自動運転 DTO	 列車に乗務する係員[避難誘導等]	舞浜リゾートライン <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p><技術的要件> ①踏切が無い ②人等が容易に立ち入れない構造(高架等) ③ホームドア有り等</p> </div>
GoA4 自動運転 UTO	 係員の乗務無し	ゆりかもめ 神戸新交通等

今回の検討対象

①～③のいずれかの要件等を満たさない一般的な路線への導入について技術的要件を検討

<検討を要する項目>

- ・線路内の監視 (センシング技術の活用)
- ・異常検知(火災(煙)の検知等)
- ・異常時の避難誘導 等

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

GoA: Grade of Automation

TOS: On Sight Train Operation,

STO: Semi-automated Train Operation,

NTO: Non-automated Train Operation,

DTO: Driverless Train Operation,

UTO: Unattended Train Operation