

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

令和2年7月3日

鉄道における自動運転技術検討会

目 次

1	検討の背景、目的	1
2	検討の方針	1
2.1	自動運転に関する鉄道の現状	1
2.2	基本的な検討方針	2
2.3	検討にあたっての留意事項等	4
3	検討内容	5
3.1	モデルケースの選定	5
3.2	都市鉄道モデルケースに関する検討	5
(1)	検討の前提	5
(2)	列車走行路上の安全確保	6
(3)	ホーム上および車内の異常時対応	7
(4)	避難誘導	7
(5)	その他の運転取扱い（想定されるリスクへ対応するために必要と考えられる設備・機能）	7
(6)	その他	8
3.3	地方鉄道モデルケースに関する検討	8
(1)	検討の前提	8
(2)	自動運転に必要な保安システム	8
(3)	列車走行路上の安全確保	9
(4)	ホーム上および車内の異常時対応	9
(5)	避難誘導	9
(6)	その他の運転取扱い	9
(7)	その他	10
4	今後の取組方針	10
	【検討会 委員名簿】	12
	【開催状況】	13

1 検討の背景、目的

鉄道は、一般的に走行抵抗が極めて小さいためエネルギー効率がよく、専用軌道のため安全性や利便性に優れ、また、人や物を一度に大量、高速に輸送することができる公共交通機関であり、国民生活に欠くことのできない交通手段となっている。

我が国の鉄道は、新橋・横浜間で開通して以来、約150年の歴史の中で多数の事故等を経験しながらも、それらの再発防止対策として、ハード・ソフト両面の技術や制度を着実に改善し、この歴史の積み重ねで発展してきており、今後も、鉄道を取り巻く社会全体で安全性を維持・向上していくことが重要であることは言うまでもない。そのような中、人口減少社会を迎え、鉄道分野においても、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となっている。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これらは重要な課題となっている。

鉄道における運転士の乗務しない自動運転（以下「自動運転」という。）は、これまで人等が容易に線路内に立ち入ることができない踏切のない高架構造であること、駅にはホームドアがあること、ATO*1が設置されていることなどの要件により建設された新交通システムなどで実現されている。一方で、踏切がある等の一般的な路線（以下「一般的な路線」という。）では、安全・安定輸送の観点から導入されていない。

鉄道事業者においては、より一層の業務の効率化・省力化が必要となっており、その一環で一般的な路線での自動運転の導入が求められている。また、自動運転化により、従来、運転業務を行っていた乗務員による乗客へのサービス提供や車内のセキュリティの向上、柔軟なダイヤ設定やダイヤ乱れ時の臨時運行等、鉄道に対する多様化・高度化するニーズにも対応することが可能となる。

本検討会では、このような一般的な路線を対象として、センサ技術やICT*2、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の検討を行うものである。

2 検討の方針

2.1 自動運転に関する鉄道の現状

(1) 従来の新交通自動運転システムと一般的な路線での自動運転との違い

これまで鉄道における自動運転は、自動運転を前提とした全線立体交差でスクリーン式ホームドアが設けられ、鉄道部外や旅客からの外乱を未然防止し、加速、減速、定位置停止の制御も比較的容易なゴムタイヤ式の中速域の新交通システムなどで実現されてきた。このような路線は、駅間も短く、1列車当たりの輸送人員も少なく、線路中央に点検通路・係員派遣通路を設け、装置故障時等の対応が比較的容易に行うことができるものとなっている。

一方、一般的な路線は、運転士が列車を操縦することを前提に建設されており、自動運転を導入する場合は、線路内への人等の立入りや踏切道による突発事故などの外乱リスクについて、現実的なリスク低減方策が必要である。特

*1 「ATO」とは、「Automatic Train Operation」（自動列車運転装置）の略である。

*2 「ICT」とは、「Information and Communication Technology」（情報通信技術）の略である。

に、駅間距離も比較的長く、大量の旅客を輸送する都市鉄道や新幹線鉄道は、故障や異常が生じにくい装置等の導入や、故障時を想定した各種異常時対策を措置し、乗客を降車させる避難誘導を極力避ける異常時対応が必要となる。

(2) 一般的な路線での安全確保の考え方

一般的な路線では、列車が停止するまでのブレーキ距離は数百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、列車間の安全確保に関しては、自動閉そく装置やATC^{*3}などの装置により事故防止を図り、外乱に関しては、線路空間の確保により危険回避を図ることとし、鉄道線路や警報中の踏切道に人等は立ち入ってはならない法的禁止措置を講じている。

このように、鉄道は、運転士の視覚のみに頼って安全確保する仕組みではなく、運転士に必ずしも全ての支障物を確認する義務を負わせることが出来ないが、運転士は、列車の前方に注意を払い、乗客の人命最優先の観点から、突発的な外乱事象であっても、危険を認知した場合には事故防止や被害軽減に最善を尽くすことが必要である。

以上のように、鉄道は、各種装置や管理体制のほか、踏切通行者等の注意義務も含めて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。

2.2 基本的な検討方針

(1) 基本的な考え方

鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成13年国土交通省令第151号）（以下「技術基準省令」という。）等やAUGT規格^{*4}に規定されている内容を踏まえ、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て、適用可能な技術、必要となる性能、技術基準の関連項目に対する課題について、設備、運転取扱いの面から検討を行う。

なお、自動運転を導入する線区は、従来の一一般的な路線での安全性と同等以上の性能を確保することを基本的な考え方とする。

(2) 検討対象とする運転形態

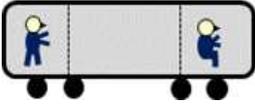
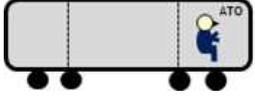
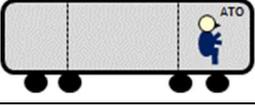
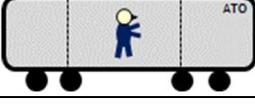
自動運転の自動化レベル（GoA^{*5}0～4）はAUGT規格で定義されているが、本検討会では、センサ技術等について十分な検証を行う必要があることや運転士の確保が困難になってきている状況などに速やかに対応するため、運転士以外の緊急停止操作等を行う係員が列車の先頭車両の運転台に乗務する形態（以下「GoA2.5^{*6}」という。）も含めて検討を行う。GoA2.5を含めた鉄道の運転形態（自動化レベル等）を次表に示す。

*3 「ATC」とは、「Automatic Train Control」（自動列車制御装置）の略である。

*4 「AUGT規格」とは、運転士の乗務しない自動運転における安全要求事項を規定する際の推奨事項を整理した規格（JIS E 3802（IEC 62267）自動運転都市内軌道旅客輸送システム（AUGTシステム）-安全要求事項）のことである。

*5 「GoA」とは、「Grades of Automation」の略で、「IEC 62267（JIS E 3802）自動運転都市内軌道旅客輸送システム」に定められている自動化レベルを指し、「GoA3」とは、係員は乗務するが緊急停止操作等は行わない形態（乗務位置の制限なし）、「GoA4」は係員が乗務しない形態（無人運転）と定義されている。

*6 「GoA2.5」は、IEC及びJISにおいて定義されていないが、本とりまとめでは、緊急停止操作等を行う係員が列車の先頭車両の運転台に乗務する形態をいう。

自動化レベル (AUGT規格 ^{*4} 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	 運転士 (および車掌)	路面電車
GoA1 非自動運転		踏切がある等の一般的な路線
GoA2 半自動運転	 運転士 [列車起動、ドア扱い、緊急停止操作、避難誘導等]	一部の地下鉄 等
GoA2.5 (緊急停止操作等を行う係員付き自動運転)	 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	 列車に乗務する係員 [避難誘導等]	一部のモノレール
GoA4 自動運転	 係員の乗務無し	一部の新交通 等

(3) 検討の進め方

一般的な路線での自動運転を実現するため、本検討会では、多様な運転業務の主体である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装置化することを検討する。そのイメージを次表に示す。

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 ^{*7} 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			GoA2.5係員	可動式ホーム柵
		ドア閉		システム又は添乗員		可動式ホーム柵
		ドア閉後の安全確認	システム	システム		可動式ホーム柵
		出発操作	システム	システム	※	ATO
	走行中	速度制御(加速・減速・停止)	システム	システム等		ATC+ATO
駅到着時		停止位置の確認			ATO	
	ドア開			システム又は添乗員	GoA2.5係員 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		・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	システム又は駅員等	システム又は駅員等	システム又は添乗員	※ 指令からの遠隔操作	
上記の対応から考えられる自動化レベル		GoA4	GoA3	GoA2.5		

*7 「GoA2.5係員」とは、列車の先頭車両の運転台に乗務し、緊急停止操作等を行う係員をいう。なお、当該係員については、地下鉄や高架構造のように踏切がなく、列車走行路上の安全が確保されている路線において、地震や火災などの突発的な事象を主体に対応する場合や、第4種踏切があり、線路内への侵入防止柵等が無い路線において、列車走行路上の安全確保を担う場合など、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する必要がある。

2.3 検討にあたっての留意事項等

(1) 検討を行うのに留意する事項

- ・線区条件に応じて、自動運転に求められる性能を整理する。
- ・求められる性能に加えて、自動運転を導入する線区の安全・安定輸送をより高めるため、必要に応じ事業者が追加の対策を実施する。
- ・運転士等の運転取扱いは、現行の取扱いを十分に検証して整理する。

(2) 現時点までに整理した留意事項等

① 自動運転に必要な装置について

自動運転に必要な装置のうち、列車の衝突防止や終端衝突防止などの列車保安に係わる装置は、安全性について十分な検証を行った信頼できる装置で構成することが必要である。

また、これまで運転士が行ってきた各種の安全確認、列車の状態監視などの鉄道部内要因に係わるリスク管理は、人の危惧感から生じる場合もあり、直ちに装置化を行うことは困難な場合も多いが、装置化が難しい領域については、そもそものリスク事象の発生を低減することが必要である。

これらのリスクを低減するための高度な電子技術の応用によるセンサ技術等は、未だ安全性・信頼性などに未解明な部分があることを考慮し、従来の保安装置とは異なり補助的な装置とするなど、新たな使用方法を検討していくことが必要である。

しかしながら、自動運転、手動運転にかかわらず、一般的な路線での線路内への人等の立ち入りを完全に防ぐことは困難なため、旅客や公衆の遵法行動や自制的行動を前提とすることで、線路内への立ち入りに対応するための極端なコスト負担増加は回避すべきである。

② 線区条件に関して

異常発生時の社会的影響が大きい都市鉄道や新幹線鉄道での自動運転においては、運転士による現場での判断ができなくなることから、指令設備機能の強化により対応することが重要なものとなる。

一方、輸送量が極めて少なく事故発生リスクの小さい路線やG o A 2.5による場合にあっては、ホーム柵や侵入防止柵の設置がなく、踏切安全対策を強化しなくとも、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するという基本的考え方に沿って、自動運転実現の可能性がある。

③ 自動運転の事故を踏まえて

令和元年6月、無人で自動運転を行う新交通システムにおいて、列車が折り返し時に本来進むべき方向とは逆の方向に走行し、車止めに衝突する事故が発生した。当該事故を踏まえ、「無人で自動運転を行う鉄軌道の事故防止に関する検討会」が、同年7月、再発防止対策等を取りまとめている。

自動運転の導入にあたっては、これに沿って、自動運転に関するリスク分析手法（FMEA^{*8}、FTA^{*9}等）を活用するなどして、安全性や信頼性の確

*8 「FMEA」とは、「Failure Modes and Effects Analysis」の略であり、部品レベルで起こる故障がシステムの出力にどのように影響するかを解析する手法である。

*9 「FTA」とは、「Fault Tree Analysis」の略であり、信頼性や安全性の観点から好ましくない事象を最初

認を十分に行う必要がある。なお、システム全体を統括管理する体制を構築して、リスク分析を行うことも重要である。

3 検討内容

3.1 モデルケースの選定

自動運転を導入するにあたっては、線区毎の様々な条件により線区毎に求められる性能が異なることが想定されるが、想定される全ケースを本検討会で検討することは困難である。現在の鉄道は、一般的には、都市圏内で旅客の大量輸送を高速で行う「都市鉄道」とこれ以外の「地方鉄道」とに大別される。都市鉄道はその特性から、地方鉄道に比べ、より高い安全性や安定性が求められ、現状の設備や取扱い（複線、ATC、可動式ホーム柵、踏切1種化等）からも地方鉄道とは異なる面が見てとれる。

このような状況から、自動運転の技術的要件の検討にあたっては、モデルケースを都市鉄道、地方鉄道に大別し、自動化のレベルについては、都市鉄道モデルケースは、G o A 3, 4 (G o A 2.5からの段階的な検討を含む。)とするが、地方鉄道モデルケースは、地方鉄道においてG o A 3, 4を実現するための設備投資は容易ではないことなどを考慮し、G o A 2.5から進めることとする。また、モデルケース以外については、上記検討の後に差分（新たに必要となる事項、変更が必要な事項など）について検討することとする。また、差分を検討する際は、効率的に検討を進めるため、都市鉄道及び地方鉄道のそれまでの検討結果を活用する。

	自動化レベル	線区条件
都市鉄道 モデルケース	G o A 3, 4 (G o A 2.5からの 段階的な検討を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・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^{*10}
地方鉄道 モデルケース	G o A 2.5	<ul style="list-style-type: none"> ・単線 ・ATS^{*11} ・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^{*9}

3.2 都市鉄道モデルケースに関する検討

(1) 検討の前提

都市鉄道モデルケースでは、最初に検討する自動化レベルを先頭車両の運転台に係員が添乗しないG o A 3, 4としている。このため、線路上の支障物への対応について検討する必要があるが、支障物は防護柵や踏切障害物検知装置、センサ技術等により対応することとして検討した。

なお、リスクを低減するためのセンサ技術等の装置化については、技術開発などに時間を要すると考えられるため、G o A 2.5からG o A 3, 4への段階的な検討も含めることとする。

自動化レベル： G o A 3, 4 (G o A 2.5からの段階的な検討を含む)

に挙げて、そのような事象に至る要因等を解析する手法である。

*10 「トンネル、橋りょうあり」をモデルケースの線区条件に示しているのは、事故や災害等により緊急的に停止した場合、このような箇所では避難誘導に支障を及ぼす可能性があるためである。

*11 「ATS」とは、国内における「Automatic Train Stop」（自動列車停止装置）の略である。

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

(2) 列車走行路上の安全確保

① 基本的な考え方

従来の一般的な路線と同等以上の事故回避・被害軽減効果を確保するなど、基本的な考え方を整理した。

(ア) 現在の都市鉄道における周辺環境との分離について

現在の都市鉄道では踏切保安設備や必要な箇所への線路防護柵等が設置されている。また、公衆側においても、鉄道営業法で立入る者に対して罰則を設け、道路交通法で踏切直前での一旦停止等を求めている。よって、鉄道側及び公衆側の双方において要件を満たすことにより、周辺環境との分離はなされていると考えられる。

(イ) G o A 3, 4 を採用する場合における対応の基本的な考え方について

都市鉄道におけるG o A 3, 4の採用にあたって、列車走行路上に関しては、従来の一般的な路線と同等以上の安全性を確保する必要がある。加えて、トラブル発生時の対応に時間を要すると社会に様々な影響を及ぼすおそれが考えられるため、トラブル発生率自体を減少させる必要がある。そのためには、例えば駅間の防護柵を強化するなどの更なる分離の措置、又はセンサ技術等を活用した列車前方支障物への対応、これらの組み合わせによる総合的な対応を実施することが考えられる。

② 更なる分離の措置

更なる分離の措置については、線路状況や分離すべき対象の相違に応じて、4つに分類して検討を進める。

(ア) ホーム・踏切部分以外における分離について

人、自動車等の侵入に対応するため、以下の柵等を必要に応じて設置したり強化することが考えられるが、今後更なる検討が必要である。

- ・侵入防止柵
- ・積荷転落防護柵^{*12}
- ・自動車用防護柵
- ・線路侵入防護板^{*13}

(イ) 踏切部分における分離

警報中の踏切への人・自動車等の侵入や、踏切保安設備の故障等に対応するため、以下の措置等が考えられるが、G o A 3, 4における各種異常検知後の取扱い、必要な機能など、今後更なる検討が必要である。

i) 道路からの視認性向上等

大型自動車が行き交う踏切には、自動車運転手からの踏切の視認性向上のために二段型遮断装置、オーバーハング型警報装置等を設置するなど、大型自動車による踏切支障を有効に防止するための措置。

ii) 踏切遮断状態と列車制御システムの連動

踏切の遮断が完了していない場合には、踏切までに列車を停止させる仕組みの導入。

*12 「積荷転落防護柵」とは、跨線橋や近接並行道路区間など、自動車からの積荷の転落の可能性が高い箇所において、線路上への積荷の転落を防止するための防護柵をいう。

*13 「線路侵入防護板」とは、人等が踏切部から踏切部以外の線路内へ侵入することなどを防止するため、踏切脇などの線路上に円錐状の突起を敷き詰めた防護板をいう。

iii) 遮断かんの異常検知

物理的な分離の手段である遮断かんの折損などの異常検知。

iv) 踏切道内の支障検知

踏切障害物検知装置を設置し、支障となる自動車を検知した場合は列車を踏切までに停止（踏切までに停止できない位置で検知した場合は速やかに停止）させる仕組みの導入。また、発炎筒をシステムの手段によって認識することは困難なことから、支障報知ボタンの設置を必須とし、現場での掲示等により支障報知ボタンの使用を徹底する等の対応。

v) 自動車等の情報通信技術等との連携

警報中の踏切への自動車の侵入防止等については、鉄道側による踏切事故防止対策に加え、自動車側や道路側の情報通信技術等と鉄道の踏切事故防止に関する技術とを連携させた対策を一般路線と併せて検討することが望まれる。

(ウ) ホーム上における分離

旅客のホームから線路内への侵入・転落や車両とホーム縁端間への転落等に対応するため、バリアフリー法関係の基準等で規定する、可動式ホーム柵や車両とホームとの隙間等に関する要件を満たす必要がある。

また、技術基準省令の解釈基準によらない場合等は、安全確保の方法等について更なる検討が必要である。

(エ) 脱線、上下線間の列車衝突への対応

列車の脱線、転覆等により隣接線を支障する重大事故が発生または発生のおそれがある時に、当該列車や周辺列車をすみやかに停止させるための設備が必要と考えられるが、脱線や上下線間の列車衝突への対応方法について、今後更なる検討が必要である。

③ センサ技術等を活用した列車前方支障物への対応について

センサ技術等により検知が必要な支障物やセンサ技術等を評価するために必要な項目を整理するなど、今後更なる検討が必要である。

(3) ホーム上および車内の異常時対応

乗客が危険を感じた時に、列車をすみやかに停止させるための設備が必要と考えられるが、ホーム上や車内での火災発生時等の対応について、今後更なる検討が必要である。

(4) 避難誘導

避難誘導の方法等について、今後検討を進める。

(5) その他の運転取扱い（想定されるリスクへ対応するために必要と考えられる設備・機能）

現在実施している指令員・乗務員・現場係員が行っている列車防護を始めとした運転取扱いや作業内容を分析し、一般的な都市鉄道でG o A 3, 4の実施時において実施が必要と考えられる新たな設備・機能(案)について検討・整理した。

具体的には、既存の都市鉄道モデルにおける想定されるリスクへ対応するた

めに必要と考えられる新たな設備・機能例の抽出を行った。

○運転取扱い等を基に抽出した実施が必要と考えられる設備・機能例

*上記(2)～(4)で検討する内容を除く

- ・ 停電や大規模な地震発生など駅・駅間で停車させる必要がある時に、危険な箇所を避けた停車を可能とする機能
- ・ 駅の到着や出発のドア開閉の時に、乗降口の安全を確保するための設備など

今後は、これまでに検討した運転取扱い等を基に抽出した実施が必要と考えられる設備・機能例に加え、技術基準省令等やAUGT規格（IEC 62267、JIS E 3802）に規定されている技術基準の関連項目を加えた検討を行う。

また、指令員とGoA3実施時における添乗係員がそれぞれ実施できる役割・業務の分担を明確にすると共に、それぞれに求められる設備・機能の安全性・信頼性レベルを検討する。

(6) その他

GoA3実施時における添乗係員に求められる資質について、前項までの検討結果を踏まえて、今後検討を進める。

3.3 地方鉄道モデルケースに関する検討

(1) 検討の前提

地方鉄道モデルケースでは、当面検討する自動化レベルを先頭車両の運転台に係員が添乗するGoA2.5としている。GoA2.5係員は、走行中の車両や施設の異常の把握、踏切や線路内立入、ホームからの転落等の危険回避や被害軽減のための措置、事故や災害等が発生した際の乗客の避難誘導を行うことが考えられる。このため、以下の条件において列車の衝突等を防止する保安システムを中心に検討することとした。

自動化レベル：GoA2.5

線区条件：・単線 ・ATS（パターン制御式ATSをベースに検討） ・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

(2) 自動運転に必要な保安システム

① パターン制御式ATS（点送受信）を活用する場合の基本的な考え方

現行の技術基準において、自動運転を行うための保安システムは、高度な安全性を有している列車間の間隔を確保する装置（いわゆるATC）の設置を条件として、保安機能を有しないATOによる自動運転が可能と整理されており、これまで新交通システムなどで実現されてきた。

一方、地方鉄道をはじめとする在来線の多くは運転士が常置信号機に従って運転し、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で速度超過しようとした場合に列車のブレーキを自動的に動作させることにより衝突や脱線等の事故を防ぐ、ATSがバックアップ装置として設けられている。一般的なATSは、信号機等の情報を地上子と車上子を介して伝達する、地点による伝送であるが、近年では、一部の路線において、停

止すべき位置までの距離情報等を車上設備に伝送し、車上設備で停止距離情報を基に作成した制御パターンに基づき、連続して速度制御を行う高機能な連続速度照査式（パターン制御式）ATSが導入されている。

これまでにATSを列車間の間隔を確保する装置として自動運転を行った事例はないが、連続速度照査機能はATCに必要な基本機能であり、これと同様の機能を有するパターン制御式ATS（点送受信）を活用して自動運転を行う場合の技術的要件を検討することとし、現在までの検討状況を以下のとおり整理した。

② 保安システムに求められる要件

G o A 2.5でパターン制御式ATS（点送受信）を活用して自動運転を行う場合、次の要件を満たす保安システムにより安全を確保する必要がある。

【要件】

(ア) システム総体での安全確保

パターン制御式ATS（点送受信）に加え、ATOに一部の保安機能を付加し高機能化するなどして、システム総体により、運転士が常置信号機に従って運転する場合やATCによる場合と同程度の列車間の安全を確保する。

(イ) 急な信号現示変化への対応

点送受信のATSでは制御情報が速やかに車上に伝わらないため、列車防護無線の活用等により、ATCによる場合と同程度の安全を確保する。

(ウ) 適切な速度制御

ATSの照査速度を運転上の最高速度や制限速度よりも高い設定のままとする場合は、ATCによる場合の設定と同様、要件(ア)により高機能化したATO側で運転上の最高速度や制限速度を超えないよう適切な制御を行う。

なお、運転取扱いの検討状況（動力車操縦者運転免許の要否等）に応じて、上記要件の再整理が必要になる場合があることに留意する必要がある。

(3) 列車走行路上の安全確保

(4) ホーム上および車内の異常時対応

(5) 避難誘導

上記(3)～(5)の3項目については、運転士が実施している作業内容をG o A 2.5係員が実施することが考えられるが、詳細は次項(6)の「その他の運転取扱い」において検討する。

(6) その他の運転取扱い

上記要件を満足するパターン制御式ATS（点送受信）を活用して自動運転を行う場合、次のような異常時の取扱いにG o A 2.5係員が関係するものと考えられる。

① 線路上の支障や車内の異常に対する措置

G o A 2.5係員が緊急の停止措置を緊急停止操作ボタンで行うことで対応可能である。この場合、支障の程度に応じた臨機応変な操作や危険な箇所を避けての停車に課題があると考えられる。また、緊急停止操作ボタン操作後に支障が解消されても、駅間等で停止した場合は速やかな通常運転への復帰

や乗客の避難に課題がある。このため、装置で保安が確保されている区間内で低速で移動させる機能（インチング機能）を付加することなども考えられる。なお、当該機能の作動にあたっては指令の介入が必要になると考えられるが、これらの課題については今後十分な検討が必要である。

② 列車防護の措置

列車の停止を必要とする障害が発生した場合に関係の列車を速やかに停止させる措置（列車防護）をG o A 2.5係員が行う場合は、従来と同様の措置（信号炎管、列車防護無線等）を行うことで、また、列車防護のための停止信号を受信した場合は、G o A 2.5係員が緊急停止操作ボタンによる緊急停止措置を行うことで対応可能である。

③ A T S動作により停止した場合の措置

A T Sが動作する理由としては、A T S故障、A T Oの危険側故障、ブレーキ装置の不具合のほか、G o A 2.5係員の不適切な取扱い等が考えられる。このため、A T Sの動作時には異常事態と捉え、運転士を派遣し対応するなどの措置が必要になると考えられる。

④ 避難誘導

G o A 2.5係員は、事故や災害等が発生した際の乗客の避難誘導を行うことが可能である。ただし、避難誘導に支障がある場所（トンネルや橋りょう等）に停止する可能性もあるため、上記①のインチングによる対応が必要になることも考えられる。

なお、上記の作業を行うG o A 2.5係員には、運転士と同等の身体的要件を満たすことが必要と考えられ、また、当該係員の作業に応じた教育・訓練を行うことが必要である。

(7) その他

上記以外にも、駅出発時などに、地上子を通過するまで制御情報が受信できないシステムの場合は、以下のような課題が考えられる。

- ・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。
- ・出発時にG o A 2.5係員が何らかの対応を行う場合の運転免許の要否。

以上、G o A 2.5によるパターン制御式A T S（点送受信）をベースとした自動運転について、現在までの検討状況を整理したが、実現にあたっては、指令の活用等も含め、今後更なる詳細な検討が必要である。

なお、本地方鉄道モデルケースについては、地方鉄道に限らず都市鉄道においても適用可能と考えられるが、G o A 2.5係員の作業によっては、障害発生後の運転再開までに時間を要する可能性があるため、速やかな乗客の救済や安定輸送の観点において従来より悪化することが考えられる。このため、適用にあたっては、運行頻度や利用者数等の路線の状況を十分に考慮する他、必要に応じて指令から遠隔で措置を行うことが可能な設備を導入する等、慎重に検討する必要がある。

4 今後の取組方針

今後は、都市鉄道モデルケースにおける列車前方支障物に対応するためのセンサ技

術等や地方鉄道モデルケースにおける指令の活用方法など、更なる検討が必要とした内容について検討を進める。

また、地方鉄道モデルケースで条件として設定したパターン制御式ATS（点送受信）は、大手事業者の一部線区で導入されている。ただし、それ以外の事業者がこの方式を活用して自動運転を実現するためにはATSの改良や置き換えに多額の費用を要するため、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。

なお、海外では、GoA4であっても異常時に速やかに対応するため運転士を一部の列車に乗務させるなどの運用を行っている場合があり、このような運用面での対応も参考に、現在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を進める。

【検討会 委員名簿】

鉄道における自動運転技術検討会 委員名簿

(敬称略、順不同)

【座長】	古関 隆章	東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
【委員】	水間 毅	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 特任教授
	押立 貴志	法政大学大学院特任研究員
	島田 信明	北海道旅客鉄道(株) 執行役員 鉄道事業本部 副本部長 兼 運輸部長
	(川戸 俊美)	(執行役員 鉄道事業本部 運輸部長)
	鈴木 均	東日本旅客鉄道(株) 執行役員 鉄道事業本部 運輸車両部長
	(得永 諭一郎)	(執行役員 鉄道事業本部 運輸車両部 担当部長)
	濱崎 恭行	東海旅客鉄道(株) 総合技術本部 技術企画部 担当部長
	三戸 尉行	西日本旅客鉄道(株) 執行役員 鉄道本部 運輸部長
	平田 成正	四国旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 運輸部長
	松尾 英典	九州旅客鉄道(株) 執行役員 鉄道事業本部 運輸部長
	(福永 嘉之)	(上席執行役員 鉄道事業本部 運輸部長)
	松尾 正博	日本貨物鉄道(株) 安全統括本部 安全推進部長
	(野村 康郎)	(執行役員 経営統括本部 技術企画部長)
	石橋 憲司	西武鉄道(株) 執行役員 鉄道本部 運輸部長
	佐藤 嘉一	東急電鉄(株) 執行役員 鉄道事業本部 運輸部 統括部長
	是澤 正人	東京地下鉄(株) 鉄道本部 運転部長
	(中澤 英樹)	
	松永 昌幸	近畿日本鉄道(株) 総合企画部長
	毛利 裕明	阪急電鉄(株) 都市交通事業本部 運輸部長
	(三田 和司)	
	黒川 雄次	小湊鉄道(株) 常務取締役 開発部長
	佐藤 安弘	(独)自動車技術総合機構 交通安全環境研究所 交通システム研究部長
	平栗 滋人	(公財)鉄道総合技術研究所 研究開発推進部 次長
	鈴木 浩明	(公財)鉄道総合技術研究所 研究開発推進部 主管研究員
	江口 秀二	国土交通省 大臣官房技術審議官
	岸谷 克己	国土交通省 鉄道局 技術企画課長
	(川口 泉)	
	酒井 浩二	国土交通省 鉄道局 安全監理官
	(佐々木 純)	

※ () 内は上記の前任者

【開催状況】

「鉄道における自動運転技術検討会」開催状況

第1回 平成30年12月3日（月）14:00～17:00

- (1) 目的とスケジュール
- (2) 検討の進め方
- (3) 検討項目と技術基準省令との関係
- (4) 線路内の安全および運転取扱いに関する検討

第2回 平成31年2月18日（月）14:00～17:00

- (1) 今後の検討の進め方
- (2) 都市鉄道モデルケースに関する検討
- (3) 地方鉄道モデルケースに関する検討

第3回 令和元年9月18日（水）14:00～17:00

- (1) 無人で自動運転を行う鉄軌道の事故防止に関する検討会（横浜シーサイドライン鉄道人身障害事故関係）の検討状況（情報提供）
- (2) 検討会の検討項目（案）
 - ① 都市鉄道モデルケースにおける検討状況
 - ・今年度の検討方針（案）
 - ② 地方鉄道モデルケースにおける検討状況
 - ・今年度の検討方針（案）
 - ・JR九州で開発中のパターン制御式ATS（ATS-DK）をベースとした自動運転の検討状況（情報提供）

第4回 令和元年12月18日（水）14:00～17:00

- (1) 中間とりまとめ素案の検討
- (2) その他

【参考】メール審議 令和2年2月28日（金）～3月3日（火）

- (1) 令和元年度とりまとめ案の検討
- (2) その他

第5回 令和2年6月24日^{*}（水）13:00～15:00

- (1) 令和元年度とりまとめ案の検討
- (2) 令和2年度の検討の進め方
- (3) その他

^{*}※コロナウイルス感染症拡大の影響により検討会の開催時期が延期となったことによるもの。