

鉄道における自動運転技術検討会  
とりまとめ

令和4年9月13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・方針等	3
(1) 検討の背景・目的	3
(2) 検討の方針	4
a) 自動運転に関する鉄道の現状	4
① 従来の新交通等自動運転システムと一般的な路線で自動運転を行う場合の違い	4
② 鉄道での安全確保の考え方	4
b) 基本的な検討方針	5
① 検討対象とする運転形態	5
② 検討の進め方	6
③ 検討項目と安全確保の考え方	7
c) 検討を進める上での留意事項	7
① 自動運転に必要な装置	7
② 線区条件に関して	8
2. G o A 2. 5について	9
(1) G o A 2. 5係員の役割の基本的考え方	9
a) 自動運転を行う前提	9
b) G o A 2. 5係員の位置付け	9
c) G o A 2. 5係員が関与できる作業	10
d) G o A 2. 5係員の確認義務	10
(2) G o A 2. 5のケース	10
(3) G o A 2. 5を導入する際の主な検討事項	11
a) G o A 2. 5係員の役割とシステムの関係の整理	11
① 起動時の操作	11
② 臨時速度制限	12
③ 停車時の位置補正	12
④ 緊急停止操作	13
⑤ 列車防護の措置（発信）	14
⑥ 列車防護の受信	14
⑦ 迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある箇所を避けた停車	14
⑧ 機器故障時の対応	14
⑨ 異常時の運転・避難誘導	15
⑩ 指令等の活用	15
⑪ ブレーキ試験・試し起動・点検	16
⑫ 身体的条件	16
⑬ 教育・訓練	16
⑭ その他	17

b) その他G o A 2. 5システムの整理 (タイプCで必要な機能等) .....	17
3. G o A 3、G o A 4について .....	18
(1) G o A 3、G o A 4における安全確保の基本的考え方.....	18
a) 総合的な判断による安全確保 .....	18
b) 列車防護等の緊急停止.....	22
c) G o A 3係員の役割の基本的考え方 .....	22
d) 導入時の検討事項への対応例 .....	22
(2) G o A 3、G o A 4を導入する際の検討事項 .....	22
①ホーム・踏切道部分以外における分離.....	22
①-1 人等の立入防止 (①-4を除く) .....	22
①-2 自動車の侵入防止.....	23
①-3 自動車からの積荷転落防止.....	24
①-4 他線路からの人等の立入防止 .....	24
①-5 落石・倒木等対策.....	25
②踏切道部分における分離.....	26
③ホーム上における分離.....	27
④列車前方支障物への対応 (車上) .....	27
⑤脱線・衝突への対応 .....	28
⑥ホーム上及び車内の異常時対応.....	28
⑦異常時の運転・避難誘導.....	28
⑧その他取り扱い.....	29
⑨簡素で低コストな自動運転システム .....	30
4. 実路線における自動運転の検討及び評価について.....	30
(1) 実路線における安全確保のためのリスク分析 .....	30
(2) その他のトラブル事象を踏まえて.....	30
(3) 実路線における自動運転の検討 .....	31
5. まとめ .....	31

## 1. 検討の背景・目的・方針等

### (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が高く、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、これまで人及び自転車（以下「人等」という。）が容易に線路内に立ち入ることができない踏切道のない構造や高架構造であること、駅にはホームドアがあること、ATO<sup>\*1</sup>が設置されていること等の要件により建設された新交通やモノレールの自動運転システム（以下「新交通等自動運転システム」という。）で実現されている。一方で、踏切道がある等の一般的な路線<sup>\*2</sup>（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<sup>\*3</sup>、無線を利用した列車制御技術等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。

---

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

\*2 「踏切道がある等の一般的な路線」とは、運転士が乗務しないことを前提として高架構造等により建設された新交通等自動運転システム以外の路線であって、運転士が乗務することを前提として建設された、踏切道や迅速な避難誘導に制約が生じる可能性があるトンネル又は橋りょうがあり、ホームドア又は可動式ホーム柵がない等の路線のことをいう。

\*3 「ICT」とは、「Information and Communication Technology」（情報通信技術）の略である。

## (2) 検討の方針

### a) 自動運転に関する鉄道の現状

#### ① 従来の新交通等自動運転システムと一般的な路線で自動運転を行う場合の違い

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、鉄道部外や鉄道利用者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による、中速域の新交通等自動運転システムで実現されてきた。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ることにより、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ち入り及び自動車の侵入（以下「人の侵入等」という。）や踏切道による突発事故等の外乱について、現実的なリスク低減方策が必要である。また、駅間距離が比較的長く、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することにより、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。

このほか、長編成の列車が存在する条件下での混雑時の閉扉操作があること、鉄車輪・鉄レールでの接触による走行はゴムタイヤを使用する場合よりも粘着性能が低いこと、線路周辺の異常監視や保全等のため巡回が必要なこと及び一部のトンネルや橋りょう等、構造上、迅速な避難誘導に制約が生じる可能性があること等、新交通等自動運転システムと一般的な路線とでは、様々な違いがあることから、新交通等自動運転システムを前提とした従来の考え方を一般的な路線に適用しようとする自動運転を導入することが難しいことを踏まえて検討することが必要である。

#### ② 鉄道での安全確保の考え方

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。

- 列車間の安全確保に関しては、自動閉そく装置やATC<sup>\*4</sup>等、線区の状況に応じた必要な信号保安設備を用いることにより事故防止を図っている。
- 外乱に関しては、線路空間を確保（鉄道専用敷地）して、線路内や警報中の踏切道に立ち入ってはならない法的措置を講じている。
- 自然災害等に際しては、運転士にあらかじめ通告等を行い、運転規制や速度制限等を行っている。
- 鉄道事業者の施設、車両の構造や保守は、法的な規制のなかで厳格に管理し、列

---

\*4 「ATC」とは、「Automatic Train Control」（自動列車制御装置）の略である。

車運行に支障がないようにすることを前提としている。

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<sup>\*5</sup>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。

これは、運転士は、運転中、運転に必要な時刻表の確認及び運転台の計器の確認等を行う必要があるため、前方の状況のすべてに連続した注意をすることは出来ないことから、可能な範囲で列車の前方に注意を払うこととしているためである。

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。

## b) 基本的な検討方針

### ① 検討対象とする運転形態

自動運転の自動化レベル（G o A<sup>\*6</sup> 0～4）はAUGT規格<sup>\*7</sup>で定義されているが、本検討会では、従来の一般的な路線への自動運転の導入に際しては、列車走行路上の安全確保について、センサ技術の活用等も含めたシステム全体として十分な検討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等に速やかに対応するため、当該規格に定義されていない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最前部の運転台（以下「列車の前頭」という。）に乗務する形態（以下「G o A 2. 5<sup>\*8</sup>」という。）を加えて検討を行った。G o A 2. 5を含めた鉄道の運

---

\*5 鉄道事業者は、列車の運転に支障する物件がないように管理する法的管理責務があるが、それは施設を保守管理する部署の者が行う必要があり、高速で走行する列車に乗務する運転士はこの管理責務を果たす役割を担っているものではない。運転士が偶然にも、この違法状態の支障物を発見した場合は、列車の前頭に乗務する運転士の衝撃への恐怖や自らの人命を守ろうとする自己防衛行為でブレーキの操作が行われる。この行為は、不可抗力や保守係員の過失による施設の管理不良に対して、運転士が感じる接触への恐怖や自らの生命の危険を回避しようとする「自己の権利を防衛する行為」であり、民法第720条にも規定がある。

・他者の物件・・・列車往来妨害・・・違法行為・・・犯罪。犯罪に巻き込まれることを避ける防衛行為。  
・人が立ち入り・・・違法立ち入り行為・・・犯罪。犯罪に巻き込まれることを避ける防衛行為。  
・動物が侵入・・・運転士自らの生命の危険を回避しようとする「自己の権利を防衛する行為」。

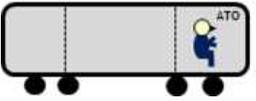
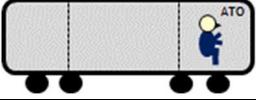
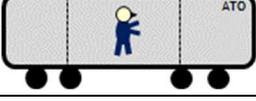
\*6 「G o A」とは「Grades of Automation」の略で、「IEC 62267 (JIS E 3802) 自動運転都市内軌道旅客輸送システム」に定められている自動化レベルを指し、「G o A 3」とは、係員は乗務するが緊急停止操作等は行わない形態（乗務位置の制限なし）、「G o A 4」は係員が乗務しない形態（無人運転）と定義されている。

\*7 「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。

\*8 「G o A 2. 5」は、AUGT規格（JIS E 3802 (IEC 62267)）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前頭に乗務する形態をいう。

転形態（自動化レベル等）を表1に示す。

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
G o A 0 目視運転	 運転士（および車掌）	路面電車
G o A 1 非自動運転		踏切道がある等の一般的な路線
G o A 2 半自動運転	 運転士（列車起動、緊急停止操作、避難誘導）	一部の地下鉄 等
G o A 2. 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G o A 2. 5 <sup>*9</sup> 係員（緊急停止操作、避難誘導）	無し
G o A 3 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
G o A 4 自動運転	 係員の乗務無し	一部の新交通 等

## ② 検討の進め方

一般的な路線での自動運転の実現には、多様な運転業務の主体である運転士の作業内容の分析等から、導入する自動化レベルに応じシステムや運転士以外の係員で代替することを検討した。そのイメージを表2に示す。

\*9 「G o A 2. 5 係員」とは、列車の前頭に乗務し、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道がなく、列車走行路上の安全が確保されている路線において、地震や火災等の突発的な事象を主体に対応する場合や、第4種踏切道があり、線路内への人等の立ち入りを防止する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等、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。

表2 検討を進める上での一般的な路線での自動運転導入時の対応と自動化レベルのイメージ

自動化レベル		新交通等での自動運転	踏切道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)				
			GoA4	GoA3	GoA2.5 ※ 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					
		閉扉			システム又は添乗員	GoA2.5係員	ホームドア又は可動式ホーム柵
		閉扉後の安全確認	システム	システム			
		出発時の操作			※	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	
		停止位置の確認				ATO	
	駅到着時	閉扉			システム又は添乗員	GoA2.5係員	ホームドア又は可動式ホーム柵
		列車走行路上の安全確保(基本、法的措置により線路内への立入禁止)	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			・駅間の立入防止等の強化 ・センサ技術による支障物検知 ・踏切保安設備の強化 ・列車防護の自動ブレーキ化
異常時	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	システム又はGoA2.5係員	指令からの遠隔操作	

GoA 3、GoA 4における列車走行路上の安全確保は、重要検討課題であり、安全確保の基本的な考え方は、「3. GoA 3、GoA 4について(1) GoA 3、GoA 4における安全確保の基本的考え方 a) 総合的な判断による安全確保」に示す。

### ③ 検討項目と安全確保の考え方

自動運転の導入にあたっては、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。)やAUGT規格に規定されている内容を踏まえ、一般的な路線の実情に沿って、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、避難誘導等に対して、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った。

加えて、自動運転を導入する線区は、一般的な路線での安全性と同等以上(自動運転を導入する線区が、既存線区である場合には当該線区の安全性、新規線区である場合には周辺環境との分離等の条件が同等の既存の線区の安全性を想定)の性能を確保することを基本的な考え方とした。

#### c) 検討を進める上での留意事項

##### ① 自動運転に必要な装置

自動運転に必要な装置のうち、列車と列車又は車両との相互の衝突防止や終端衝突

防止等の列車保安に係わる装置は、安全性について十分な評価を行った信頼できる装置で構成することが必要である。

一方、これまで運転士が行ってきた各種の安全確認、列車の状態監視等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、直ちにシステムや運転士以外の係員で代替を行うことは困難な場合も多いが、システムや運転士以外の係員で代替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・信頼性等に未解明な部分があることを考慮し、バックアップ装置としての使用、低速域での使用等、センサ性能や特性が発揮できる使用方法も積極的に検討していく必要がある。

また、一般的な路線における線路内への人の侵入等に対する安全・安定輸送の確保は、自動運転、手動運転にかかわらず、鉄道利用者等の遵法行動や自制的行動によることが一般原則となっているため、安全確保の基本的考え方として、線路内への人の侵入等は違法行為であることを念頭に整理する。このため、鉄道事業者は、鉄道専用敷地内への人の侵入等の行為や妨害行為に対しては、法的処罰が発生することを社会的に認知してもらうほか、警告等により周知徹底を行う必要がある。

鉄道の安全・安定輸送の確保は、こうした一般原則によっていることについて、鉄道利用者等の理解と協力が不可欠である。しかしながら、一般的な路線における線路内への人の侵入等による事故が後を絶たないことから、鉄道事業者においては、線路内への人等の立ち入りを防止するための柵（以下「立入防止柵」という。）や自動車の線路内への侵入を防止する柵（以下「自動車用防護柵」という。）の設置、気笛吹鳴、列車を停止させるブレーキ操作等により、事故防止や被害軽減に最善を尽くしている実態がある。

このような前提のもと、自動運転における線路内への人の侵入等への対応にあたっては、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、運転士が乗務しなくなることにより、従来、運転士が行っていた現場での判断ができなくなることから、指令システム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若しくは危険箇所を減速して運行する路線又はG o A 2. 5による場合にあっては、ホーム柵や立入防止柵及び自動車用防護柵（以下「立入防止柵等」という。）の設置がなく、踏切道の安全対策を強化しなくとも、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。

また、自動運転の検討にあたっては、導入するシステムと路線の状況に応じて、以下の事項に留意する必要がある。

- 自動運転と手動運転との混在運行（列車単位での自動運転）
- G o A 2. 5、G o A 3、G o A 4 との混在運行
- 時間帯や線区を区切った自動運転と手動運転との切替え
- 相互直通運転におけるシステムの切替え

## 2. G o A 2. 5 について

### (1) G o A 2. 5 係員の役割の基本的考え方

#### a) 自動運転を行う前提

G o A 2. 5 においては、列車の前頭に、運転士以外の緊急停止操作等を行う係員（以下「G o A 2. 5 係員」という。）が乗務する。

G o A 2. 5 係員は、動力車操縦者運転免許（以下「運転免許」という。）を有しない係員であり、操縦及び列車保安（列車衝突の防止等）に係わる判断はできないため、システムが列車間の間隔を確保する装置の基礎要件に対応して安全性を確保する必要がある。

このため、G o A 2. 5 係員には、現行の運転士が行っている操縦行為を担わせるものではない。

なお、リスクとなり得る事象の発生を低減させるため、路線の状況を踏まえた自動運転に関するシステムの信頼性（例：停止精度の向上、機器故障発生率の低減等）を十分に確保する必要がある。

#### b) G o A 2. 5 係員の位置付け

G o A 2. 5 係員は、列車の前頭に乗務し、列車前方に異常を認めた場合の緊急停止操作及び緊急時の避難誘導（降車誘導）の役割を担う。その他、システムの機能レベル等に応じ、発車時刻の確認、扉の開閉操作、出発時の安全確認、出発時の情報入力操作、特殊信号の現示、異音、異常動揺及び車両の異常を示す警音や表示等を認めた場合の緊急停止操作、指令への連絡、車両点検を行うことが考えられる。

このうち、列車前方に特殊信号の現示を認めたときの緊急停止操作などの作業を行う場合は、技術基準省令第10条に基づく列車等の操縦以外の列車等の運転に直接関係する作業を行う係員（運転関係係員）を適用することを基本とする。このため、これらの作業の実施にあたっては、導入するシステムと路線の状況に応じて、G o A 2. 5 係員の権限・責任の範囲や対応手順を定めるとともに、相応の教育を実施する必要がある。

なお、G o A 2. 5 の類似の形態として、G o A 3 係員が防犯等のため、列車の前頭に乗務させることも想定されるが、自動運転システムの機能によって、係員が列車等の運転に直接関係する作業を行う必要がない場合には、運転関係係員とする必要がない場合も考えられる。

### c) G o A 2. 5係員が関与できる作業

G o A 2. 5係員が関与できる作業については、システムで保安が確保される範囲、つまり、人がミスしても列車衝突等の事故にならない範囲とする。また、技術基準省令における運転士固有の列車起動、速度調節、定位置停止等の操縦行為等ではないもの、単純な伝達作業であって、通常は誤りが生じないもの、つまり責任を伴う判断ではない範囲とする。

G o A 2. 5係員は、運転免許等の資格を有していないことを想定するため、運転士のような責任を担わせ、難しい判断を臨機応変に行わせることはできない。例えば、列車防護信号を受信した際、高度な安全判断により支障箇所までに列車を停止させるようなブレーキ操作を行わせることは不適當である。このため、列車を停止させる必要のある緊急時には、G o A 2. 5係員のブレーキ操作に頼ることなく自動的に列車のブレーキが作動する自動化を行う必要がある。

しかし、鉄道係員一般であっても、誤りなく行うことができる手信号中継等、単純な中継行為を行っていることから、列車を緊急に停止させる列車防護においては、分かりやすい音響等の信号に従い、判断することなく、緊急停止のための単純なスイッチ操作をG o A 2. 5係員に行わせることが可能である。これは、列車防護による列車を停止させる判断を行っているものではなく、単純な中継行為である点が、運転士の重要な業務である列車防護信号を認めた場合の列車停止措置の判断業務とは異なる。また、判断を行わないG o A 2. 5係員が誤りなく、即座に緊急停止できるように、そのための情報伝達は、分かりやすい音響警報等である必要がある。

ただし、指令員等が関与することにより、上記以外の作業、例えば、臨時速度制限の設定について指令員等の指示に従って、G o A 2. 5係員がトリガー入力することによって行うこと等が可能になる場合もある。この場合には、指令員等の指示に基づいた入力の結果を、指令員等が履行確認を行うことを基本とする。

### d) G o A 2. 5係員の確認義務

システムの機能レベルに応じて、速度計等の運転台機器の表示や各種警報の確認を行う場合には、G o A 2. 5係員は現行運転士と同等に各種表示や警報に応じて対応を行う必要がある。

細部については事業者のマニュアル等で、この趣旨内容を明確にする必要がある。

システムの機能レベルに応じて信号現示を行う場合は、G o A 2. 5係員は現行運転士と同等の信号確認を行う必要がある。

## (2) G o A 2. 5のケース

G o A 2. 5を実現するシステムケースとして、現時点においては以下の3つのタイプに大別されると考えられる。

### 【タイプA】

G o A 3、G o A 4 を実施できるATCとATOとで構成するシステムをベースとする。(出発時の情報入力操作無。列車防護は自動ブレーキ。)

### 【タイプB】

G o A 2 を実施できるATCとATOとで構成するシステムをベースとする。(出発時の情報入力操作有。列車防護は自動ブレーキ。)

### 【タイプC】

G o A 1 を実施できるシステムのうち、パターン制御式ATS (点送受信による連続制御) と高機能ATO\*10とで構成するシステムをベースとする。(従来のATCとは異なる列車間の間隔を確保する装置。出発時の情報入力操作有。列車防護はG o A 2. 5係員による停止信号現示を認めた場合の緊急停止操作。)

ただし、G o A 2. 5係員の役割については、ベースとなるタイプや指令員等が関与する内容等により異なってくるため、それらを踏まえて検討する必要がある。

タイプCのシステムは、タイプAやタイプBのようなATCによる連続制御ではないことから、パターン制御式ATSに加え、ATOに一部の保安機能を付加し高機能化する等して、システムの総体により、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ことを基本とする。この場合のシステム総体には、G o A 2. 5係員は含まれるものではなく、また、この安全を担うものではない。

また、今後、これ以外にも、例えば、運転免許の可否に関する検討が必要であるが、異常時のみG o A 2. 5係員が限定的な操作を行う方式や、列車防護を自動化しない方式等、様々なタイプが提案、開発されることも想定されるため、自動運転の導入にあたっては導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

G o A 2. 5の自動運転を導入するにあたって、タイプA～タイプCごとに次項(3) a) に述べる①～⑭及び(3) b) の項目への対応例を付表1及び付表2に示す。なお、付表2は、対応例を示したものであるため、対応の内容については、導入する路線の状況に応じて個別に検討が必要となる。

## (3) G o A 2. 5を導入する際の主な検討事項

### a) G o A 2. 5係員の役割とシステムの関係の整理

#### ① 起動時の操作

駅出発時のATOの自動出発制御は、駅停車時等に列車間の間隔を確保する装置の地上設備から車上設備に制御情報が伝達され、ATOは、その制御情報に基づき運転を開始するシステムを基本とする。その際、G o A 2. 5係員が行う発車時刻の確認、

---

\*10 「高機能ATO」とは、従来のATO装置に、ATCの絶対停止機能や制限速度に基づく自動的なブレーキ制御機能、フェイルセーフ処理装置等を採用したものを示す。

閉扉操作や列車出発時の安全確認等の情報を入力するための操作（押しボタン押下等）は操縦作業には含まない。なお、都市部の列車本数や旅客数の多い箇所で閉扉を自動で実施する場合は、旅客の戸挟み防止について、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

係員が確実に乗車したことが確認された後でなければ列車を起動できないようにするため、例えば、列車出発時の安全確認等の情報を入力するための操作（押しボタン押下等）を活用することも考えられる。

また、G o A 2. 5 係員が、上記の確認等に加えて、閉扉後の確認行為として信号確認等を A T O へ情報入力するための操作等、指示の中継・システム動作のトリガーとなる簡易で補助的な操作（本章「(1) G o A 2. 5 係員の役割の基本的考え方 c) G o A 2. 5 係員が関与できる作業」を参照）を行うシステムとすることも可能である。この場合、G o A 2. 5 のタイプ A 及びタイプ B においては、地上設備からの制御情報により、列車が停止信号で防護されている内方区間に誤って進入することのないシステムとする必要がある。

一方、タイプ C における駅停車時等に列車間の間隔を確保する装置の地上設備から車上設備に制御情報が伝達されないシステムの場合は、列車間の間隔を確保する装置が正常に稼動している前提で、G o A 2. 5 係員が進路の開通を示す出発信号機等の進行現示等、あるいは指令員や駅長等からの指示による合図等を確認して、システム動作のトリガーとなる A T O への情報入力の操作を行い、A T O はその情報に基づき運転を開始するシステムとすることも可能である。なお、この場合、万が一、G o A 2. 5 係員が情報伝達の実行ミスをした場合であっても、列車間の間隔を確保する装置等により安全が確保されるシステムとする必要がある。この方法として、例えば、制御情報を受信する地上設備までの間、A T O によりわずかな距離を走行する際の列車間の安全を確保するため、出発信号機等の外方で停止できる固定的な A T O パターンを用いること等が考えられる。

なお、駅停車列車の出発時は、G o A 2. 5 係員による信号現示や合図等の確認は、車掌等の取扱いと同等と位置付けられる。

## ② 臨時速度制限

臨時速度制限を行う場合は、停車場係員による停車場の臨時速度制限装置又は指令員等による中央臨時速度制限装置の入力操作によることを基本とする。

当該装置がない場合は、指令員等の指示・確認により、G o A 2. 5 係員が車上の臨時速度制限装置の設定入力操作によることができる。この場合、設定・解除操作は、列車停止中にのみ可能で、指令員等の指示のもと厳格に行うものとする。

## ③ 停車時の位置補正

駅停車時に停止位置の外方に停車した場合の停止位置修正（フォワードインチング）は、安全が確保されている前提での自動インチング機能若しくは指令員等による遠隔

停止位置修正又は運転士派遣により停止位置修正を行うことを基本とする。ただし、指令員等による遠隔操作機能がない場合において、運転士派遣では運行への影響が懸念されるときは、安全が確保されている前提で指令員等の指示によるG o A 2. 5係員の情報入力操作により、ATOがフォワードインチングを行うことも可能である。

また、駅停車時に停止位置の内方に停車（オーバーラン）した場合の停止位置修正（バックインチング）は、安全が確保されている前提での自動インチング機能又は運転士派遣により行うことを基本とする。ただし、列車本数が多い箇所等、速やかな位置修正を行わないと運行への影響が大きくなることが想定されるため、やむを得ずG o A 2. 5係員の操作によるバックインチングを行う場合は、確実に安全が確保できる方法について、指令等の活用を含め、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

なお、オーバーラン時は車両にブレーキ装置の故障等の異常が発生していることも考えられるため、オーバーランの規模が大きい場合の運転打ち切りの判断基準の設定について、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。また、オーバーラン自体を起きにくくする方法（停止精度の向上、列車本数が多くない箇所等での列車の進入速度抑制等）についても、検討を行う必要がある。

#### ④ 緊急停止操作

##### （ア）列車前方支障物への対応

G o A 2. 5係員は、列車前方支障物（自動車の運転手が扱う発炎筒等を含む。以下同じ。）を認めた場合には、緊急停止操作ボタンの押下等により、緊急停止操作を行う。

この作業は迅速性等が求められるため、G o A 2. 5係員には、この作業を行うのに必要な運転士と同等の身体的な能力を要することを基本とする。また、G o A 2. 5係員が、道路通行者等に対して注意を促す必要がある場合等には、運転士と同様に気笛吹鳴を行うことも必要である。

これらに対応するG o A 2. 5係員には、運転免許は要しない。

なお、G o A 2. 5係員は、危険回避のための注意運転や減速運転のための作業を行うことはできず、非常停止操作のみ実施できることから、列車運行の定時性が損なわれるおそれがある。このため、列車前方支障物が生じにくくするために、周辺環境との分離の精度をより高めて、リスク低減を図ることが重要である。また、G o A 2. 5係員が非常停止操作をためらうおそれもあることから、教育・訓練を十分に行う必要がある。

##### （イ）列車防護の受信

列車防護の受信に対しては、G o A 2. 5係員の能力・責務や鉄道輸送の安全確保を考慮し、自動列車停止機能を持つシステムによることを基本とする。ただし、発報信号の導入等によって、その現示を認めたG o A 2. 5係員が緊急停止操作を行うこ

とにより、自動列車停止機能を持つシステムによる場合と同程度以上の対応ができる場合はこの限りでない。また、路線の状況に応じて、G o A 2. 5 係員が運転士と同様に、一斉停止手配や軌道短絡器の使用等による停止信号の信号現示を確認した場合や、臨時手信号又は特殊信号等の停止現示を認めた場合に緊急停止操作を行うとすることも可能である。いずれの場合も、原則として停止すべき位置の外方に列車を停止させることとする。ただし、停止すべき位置までに停止することができない距離で停止を指示する信号の現示があったときは、速やかに停止させる。

G o A 2. 5 係員が突発的な特殊信号の現示や、急な信号現示の変化があった場合に緊急停止操作を行う路線は、高速の列車走行、迅速な列車防護のためのブレーキ操作等を考慮し、G o A 2. 5 係員には運転士と同等の身体的な能力及び信号現示を確認する能力を要することを基本とする。

これら列車防護に対応する行為は、操縦行為にあたらなため、運転免許は要しないが、緊急停止操作を行うという作業の重要性に鑑みれば、別途、G o A 2. 5 係員の管理の方法を検討する必要があると考えられる。

#### ⑤ 列車防護の措置（発信）

列車防護の措置（発信）は、G o A 2. 5 係員の能力・責務や鉄道輸送の安全確保を考慮し、列車脱線を線間支障報知装置や脱線検知装置等により自動で検知したり、係員による保護接地スイッチや軌道短絡の扱い等により、システムによって自動的に発信することを基本とする。

ただし、自動的に発信できない場合や不測の事態に備えるため、G o A 2. 5 係員が運転士と同様の列車防護の措置（発信）を行うこともできる。

#### ⑥ 列車防護の受信

（本項「④緊急停止操作」（イ）列車防護の受信」を参照）

#### ⑦ 迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある箇所を避けた停車

G o A 2. 5 係員による緊急停止操作等により、列車が停止した箇所が、一部のトンネルや橋りょう等、構造上、迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある場所であった場合、指令員等の指示によるG o A 2. 5 係員の情報入力操作により、ATOにより列車が再起動し、移動することで当該箇所を避けて停止させることも可能である。なお、列車脱線等、列車が起動すると危険な場合もあるため、指令員等は、現場の状況を詳細に把握（聞き取りや映像の活用等）し、起動可能かどうか適切に判断する必要がある。

#### ⑧ 機器故障時の対応

車両の故障等の異常は、システムによる自動検知によることを基本とする。なお、各事業者の実施基準等において車両故障発生後の対応手順（大過走発生時の運転打ち

切りの判断基準、扉故障時等)を定める必要がある。

計器類の表示等を行う場合は、G o A 2. 5係員もその確認等を行い、異常を認めた場合は緊急停止操作を行うとともに、指令員等の指示を仰ぐものとする。

緊急停止後、G o A 2. 5係員が指令員等の指示によって行う点検等は、教育・訓練を受けた作業に限る。

G o A 2. 5係員は、万が一、緊急停止操作のボタンが機能しない等により、列車が正常に減速しないことを認めた場合には、保安ブレーキの操作を行う等、事故防止に最善を尽くす必要がある。

### ⑨ 異常時の運転・避難誘導

設備故障や車両故障による輸送障害、降雨、強風、積雪等の自然災害による運転規制による停車等が生じた場合、G o A 2. 5係員は状況を確認して、指令員等に報告し、その指示に従うことを基本とする。なお、導入するシステムと路線の状況に応じて、G o A 2. 5係員の権限・責任の範囲や、避難の実施・完了に至るプロセス、乗客への情報提供等の対応手順を定めるとともに、相応の教育(本項「⑬教育・訓練」を参照)を実施する必要がある。

何らかの異常を認めて緊急停止した後、システムに支障がないことが確認できた場合、要件を満たすことができれば、指令員等の指示に従い、G o A 2. 5係員の情報入力操作等により運転を再開することも可能である。

システムに支障が発生し、列車が停止した場合は、運転士や検修係員の派遣又は乗客を降車させての避難誘導等を基本とする。

地上側の運転保安設備のみの故障等、システムの一部機能が支障したときであって、機能制限がありながらも走行可能である場合、乗客の早期救済のため、ATOの一部機能を活用して安全を確保した上で低速移動を行う(いわゆる縮退モード等)ことや、指令員等による遠隔インチャージを行うこと等が対応手段として考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

また、大規模地震、警戒を要する自然災害、列車脱線等の運転事故等で、対策本部等が設置された場合には、対策本部等の判断あるいは、対策本部等での承認された指令員等の判断に従うものとする。なお、緊急の場合、現地で避難が必要と判断したが、通信途絶等で指令員等との連絡ができない場合には、現地の判断で実施してもよい。

### ⑩ 指令等の活用

G o A 2. 5係員の各種役割については、自動運転に関するシステムの健全性が確保されている前提で、その予定した健全性の範囲において整理されている。具体的な予定した健全性を設定するにあたっては、指令等の活用も検討する必要がある。

指令等の活用は、これまでに述べたように、列車出発時の合図、現場の状況を詳細に確認した上での迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある箇所を避けた停車指示、地震発生時等における列車への緊急停止の指示、支障物の発見・列車防護の受信・

機器故障・自然災害等により、列車が停止した場合の対応の指示、遠隔停止位置修正（インチャージ）、臨時速度制限の設定と解除の厳格な確認、車両点検（GoA 2.5 係員が教育・訓練を受けた作業に限定）の指示、自動的なブレーキ試験や起動試験の指示等が考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

#### ⑪ ブレーキ試験・試し起動・点検

GoA 2.5 係員はマスコンハンドルを操作することはできないことから、指令員等の指示により、GoA 2.5 係員がシステムによる自動的なブレーキ試験装置や起動試験装置を起動し、その結果を指令員等に報告することを基本とする。

その他、マスコンハンドル操作以外については、教育・訓練を受けることにより対応可能な作業（軽微な機器の点検等）があるが、指令員等の関与のあり方を含め、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

#### ⑫ 身体的条件

GoA 2.5 係員の身体的な条件については、導入するシステムと路線の状況を十分に検討し、状況に応じて定める必要がある。

GoA 2.5 係員が列車前方支障物を認めた場合又は突発的な特殊信号の現示若しくは急な信号現示の変化があった場合等に緊急停止操作を行う路線は、高速の列車走行、迅速な列車防護のブレーキ操作等を考慮すれば、GoA 2.5 係員には、運転士と同等の身体的な能力及び信号現示を確認する能力（動力車操縦者運転免許に関する省令第8条の2及び第8条の3に相当）を要することを基本とする（本項「④緊急停止操作（ア）列車前方支障物への対応、（イ）列車防護の受信」を参照）。

なお、運転士と同等の身体的な能力を有しない車掌等をGoA 2.5 係員とする場合は、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

#### ⑬ 教育・訓練

GoA 2.5 係員の教育・訓練は、その役割に応じて実施要領を定め、適切に実施する必要がある。その際、GoA 2.5 のベースとなるシステムのタイプや指令員等の関与等により、GoA 2.5 係員の役割が異なるため、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

GoA 2.5 係員に想定される役割から必要な教育・訓練として、列車前方に異常を認めた場合の緊急停止操作、緊急時の避難誘導（降車誘導）、扉の開閉操作、出発時の安全確認、出発時の情報入力操作、特殊信号・異音・異常動揺・車両の異常（警音・表示）を認めた場合の緊急停止操作、列車が正常に減速しないことを認めた場合の保安ブレーキ等の操作、車両点検等が考えられる。

#### ⑭ その他

G o A 2. 5 係員の役割とシステムの関係について、本項①～⑬に該当するもの以外に以下の事項等が考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

- 加速、惰行、減速、定位置停止の走行制御は、A T Oによる連続する速度照査パターンの情報により列車制御を行う。なお、列車停止（0 k m / h）は、必要に応じて、他の対策（極低速時の時素による強制ブレーキ措置等）を組み合わせることにより確実に列車を停止させる。
- 線路終端部は、A T Oの速度照査パターン及びA T C若しくはA T Sの速度照査パターン制御又はその他の点情報伝送装置等により確実な防護を行う。
- 逆進・退行は、A T O及びA T C又はA T Sの装置により検知し、防止する。
- 停止状態の保持（転動防止）は、列車の停止検知後には必要なブレーキが出力され、G o A 2. 5 係員による情報入力操作等が行われないとブレーキは緩解しないシステムとする。
- 入換え、代用閉そくによる運転、退行運転、推進運転は、確実に安全が確保できる場合を除いて行わないことを基本とする。
- G o A 2. 5 係員はマスコンハンドルを操作することはできないことから、自動運転時はマスコンハンドルによる手動介入ができないシステムとしたり、手動運転用の鍵（マスコンキー）を持たせない等により対応する。
- G o A 2. 5 係員には自動運転用の鍵を持たせる等により、G o A 2. 5 係員の乗務中以外には自動運転装置が起動しないシステムとする。
- ワンマン列車の技術基準と同様に、自動運転装置により運転する地下式構造、高架式構造の区間を除き、G o A 2. 5 係員が作業不能（緊急停止操作が不能）となった場合に列車を自動的に停止させることができる装置（デッドマン装置、E B装置等）を設ける。
- その他、技術基準省令第86条（ワンマン列車等の車両設備）に定める設備等を設けることを基本とする。

#### b) その他G o A 2. 5 システムの整理（タイプCで必要な機能等）

タイプC（本章「(2) G o A 2. 5 のケース」を参照）については、本項a) ①～⑭に示すほか、以下のようなシステム等とすることが考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

- パターン制御式A T Sと高機能A T Oのシステム総体として、列車間の間隔を確保する機能を「列車間の間隔を確保する装置」と整理する。
- 高機能A T Oの一例を以下に示す。
  - ✓ パターン制御式A T Sは、10 k m / h以下等の極低速域の速度照査パターンを発生しない場合があることから、A T Oが列車停止（0 k m / h）までの速度照査パターンを生成し、絶対停止機能を持つ。

- ✓ 運転上の目標速度に基づく、従来のATO制御である自動的な加減速制御に加え、従来はATCの機能であった運転取扱い上の制限速度に基づく自動的なブレーキ制御機能を追加する。
- ✓ これにより、ATSの非常停止ブレーキ照査速度は、運転取扱上の制限速度の+10km/h程度のままとすることも可能である。
- ✓ 非常ブレーキパターンの発生や、フェイルセーフ処理装置を採用する。
- 駅出発時等に、地上子等を通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においてもATOが保安機能等を有し、かつATOが列車の起動の可否を判断できる機能、例えば固定的なATOパターンによる制御等（本項「a）GoA2.5係員の役割とシステムの関係の整理 ①起動時の操作」を参照）を追加する等の対応を行う必要がある。
- イメージとしては、上記の機能を組み込んだATOを運転士相当とし、万が一、ATOが誤動作した場合にはATSで防護する。このATSによる防護は、速度照査パターン制御、点制御の如何を問わないが、ATOの誤動作が発生しても、あらゆる箇所において列車間の安全が確保できるようなシステムとする必要がある。

なお、上記のようなシステムは、従来のATCとは異なる「列車間の間隔を確保する装置」であることから、安全性の評価を行う必要がある。特にATOによる停止位置精度（ブレーキ制御、粘着、空転、滑走、回生失効を含む）の向上が保安の要となるため、十分な安全性の評価が必要である。

### 3. GoA3、GoA4について

#### (1) GoA3、GoA4における安全確保の基本的考え方

##### a) 総合的な判断による安全確保

「1. 検討の背景・目的・方針等 (2) 検討の方針 a) 自動運転に関する鉄道の現状 ② 鉄道での安全確保の考え方」で述べたように、鉄道は、各種装置や管理体制等のほか、鉄道利用者等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る。

このように、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ため、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である。また、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。したがって、GoA3、GoA4の自動運転にあたって、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である（以下「総合的な判断に

よる安全確保<sup>\*11</sup>」という。)

総合的な判断による安全確保を実施するためには、例えば駅間の立入防止柵等を強化する等の更なる分離の措置やセンサ技術等を活用した列車前方支障物への対応等、また、これらの組み合わせによる対応と評価を実施することが考えられる。また、リスク事象の発生を低減させるため、路線の状況を踏まえた自動運転に関するシステムの信頼性（例：停止精度の向上、機器故障発生率の低減等）を十分に確保する必要がある。

なお、踏切道は、警報・遮断中以外は開放状態となり、また、警報・遮断中であっても容易に踏切通行者が踏切道内に侵入等できるため、路線の状況を十分に検討し、必要な場合は、踏切道からの線路内への侵入等についても別途検討する必要がある。

線路内への人の侵入等に関しては、「1. 検討の背景・目的・方針等（2）検討の方針 c）検討を進める上での留意事項①自動運転に必要な装置」に記載したとおり、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である。

特に重要な乗客や乗務員の安全を確保する観点からは、列車事故に至るような線路上の支障物を主な対象として検討することが適切である。

一方で、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あるため、トラブル発生率自体を減少させる観点からの検討も必要である。

このほか、列車直前の支障物を検知もしくは支障物と衝突したことを検知し、列車を停止させることができる機能を設ける必要がある。ただし、路線の状況を十分に検討し、必要がない場合は、この限りでない。

これらの検討にあたっては各路線の線形、列車速度、周辺環境等により、必要な対応は異なると考えられることから、鉄道事業者においては、各路線の実情を十分に評価し、従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能が確保できるように、安全に関する総合的な対策の視点により線路上の支障物への対応を行うことが適切であるとする。なお、万が一、支障物等と衝突したときに備えて、乗客の人命の保護という観点から、支障物衝撃吸収構造（クラッシュブル）や客室内座席の衝撃緩和構造等を採用することにより、乗客の更なる安全性は向上すると考えられる。

線路上の支障物について以下のような対応等が考えられる。

#### ア) ハード対応

##### i 地上設備

- 警告柵
- 立入防止柵
- 自動車用防護柵
- 監視カメラ
- 第1種踏切道

---

\*11 「総合的な判断による安全確保」とは、一般的な路線における自動運転の導入において、物理的に分離するための立入防止柵等や車上カメラ・センサの組み合わせ等により、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することを指す。

- 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（以下「可動式ホーム柵等」という。）

ii 車上設備

- 支障物検知用カメラ・センサ
- 支障物衝撃検知装置
- 支障物衝撃吸収構造
- 客室内座席の衝撃緩和構造
- 支障物排障構造
- 列車の支障物排障性能を考慮した列車組成（列車編成全体での衝撃吸収、車体の強度向上による客室防護 等）

イ) ソフト対応

- 保守係員等乗務（始発、適宜運行時帯等）

以下、線路上の支障物への対応について、4つの路線形態における具体例を示す。  
（路線1）踏切道がある等の一般的な路線で、最高速度は概ね120km/h程度を想定

- 立入防止柵（妨害行為の抑止に適切な高さ）
- 道路近接箇所に自動車用防護柵
- 妨害を受けるおそれのある跨線橋等付近に監視カメラ
- 第1種踏切道
- 踏切障害物検知装置及び支障報知ボタン
- 可動式ホーム柵等
- 始発列車の前頭に保守係員等が添乗
- 車両にカメラ・センサ（100m程度先の自動車程度の大きさを検知できる性能）
- 車両に支障物衝撃検知装置
- 支障物衝撃吸収構造の車体
- 支障物排障構造の車体
- 列車の支障物排障性能を考慮した列車組成（列車編成全体での衝撃吸収、車体の強度向上による客室防護 等）

（路線2）新交通等自動運転システムと同様の完全立体化路線（妨害行為を受けるおそれのある跨線橋等がない路線）で、最高速度は概ね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等によっては、70km/hを超える高速走行も可能）を想定

- 可動式ホーム柵等
- 始発列車の前頭に保守係員等が添乗
- 車両に支障物衝撃検知装置
- 客室内座席の衝撃緩和構造（最高速度を120km/h程度以上とする場合の更

なる安全性向上策)

- 支障物排障構造の車体（法面からの転落物等）
- 列車の支障物排障性能を考慮した列車組成（列車編成全体での衝撃吸収、車体の強度向上による客室防護 等）

（路線3）道路近接がない準立体化路線（可動式ホーム柵等を設置しないで自動運転を導入しようとする路線）で、最高速度は概ね70 km/h程度を想定

- 立入防止柵（妨害行為の抑止に適当な高さ）
- 妨害を受けるおそれのある跨線橋等付近に監視カメラ（又は車両のカメラ・センサで対応）
- 可動式ホーム柵等に代わる措置（駅ホーム区間での徐行（10 km/h程度以下）及びホーム区間に地上側転落物検知センサ（又は、車両側に30 m程度先の転落した人程度の大きさを検知できる性能のセンサ等））
- 始発列車の前頭に保守係員等が添乗
- 車両にカメラ・センサ（100 m程度先の自動車程度の大きさを検知できる性能）又は監視カメラで対応
- 車両に支障物衝撃検知装置
- 支障物排障構造の車体
- 列車の支障物排障性能を考慮した列車組成（列車編成全体での衝撃吸収、車体の強度向上による客室防護 等）

（路線4）踏切道がある等の一般的な路線で、最高速度は概ね40 km/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）を想定

- 道路近接箇所に自動車用防護柵
- 自動車が頻繁に通行する踏切道や妨害を受ける可能性のある箇所の自動減速運転
- 第4種踏切道通過時の警報として、列車前頭の警告灯及び警告音
- 可動式ホーム柵等に代わる措置（駅ホーム区間での徐行（10 km/h程度以下）及びホーム区間に地上側転落物検知センサ（又は、車両側に30 m程度先の転落した人程度の大きさを検知できる性能のセンサ等））
- 始発列車の前頭に保守係員等が添乗
- 車上にカメラ・センサ（100 m程度先の自動車程度の大きさを検知できる性能）
- 車両に支障物衝撃検知装置
- 支障物衝撃吸収構造の車体（大型自動車・落石衝突性能等）
- 支障物排障構造の車体（自動車・落石排障性能等）
- 列車の支障物排障性能を考慮した列車組成（列車編成全体での衝撃吸収、車体の強度向上による客室防護 等）

## **b) 列車防護等の緊急停止**

また、G o A 4等においては、列車の緊急停止は列車に乗務する者に依存しない方法とする必要がある。信号は、列車に乗務する係員に対して行われるものであるため、列車防護等の緊急停止は、信号以外の方法で、かつ、自動的に列車の非常ブレーキが作動するシステムで行う必要がある。従来は、新交通等自動運転システムでは無人運転の実施にあたり、A T Cを設備することを絶対的要件としていたが、これは、列車を緊急停止させる情報伝達の方法として連続情報伝送のA T Cが適していたためである。今後、パターン制御式A T S（点送受信）＋高機能A T Oや、地点情報伝送型の列車間の間隔を確保する装置の導入によりG o A 3、G o A 4を実施する場合には、列車緊急停止の情報伝達を、A T C系統以外の確実な情報伝達系を設けることにより実現できる。この列車緊急停止の連続情報伝達系は、信号ではないため、従来の特殊信号や停止信号の概念とは異なったもので実現するものとなる。

## **c) G o A 3係員の役割の基本的考え方**

G o A 3係員には、乗客の避難誘導、列車状態（異音、異常動揺等）の監視等の役割が考えられる。

G o A 3係員にこれら以外に、起動時の操作や、出発時の安全確認等の対応を行わせる場合は、G o A 2. 5係員の対応方法（「2. G o A 2. 5について」を参照）に準ずるものとする。

## **d) 導入時の検討事項への対応例**

G o A 3、G o A 4の自動運転の導入を検討する場合における参考として、a) に示した（路線1）～（路線4）に対して、次項（2）に述べる①～⑨の各項目への対応例を付表1及び付表3に示す。なお、付表3は、対応例を示したものであるため、対応の内容については、導入する路線の状況に応じて個別に検討が必要となる。

## **(2) G o A 3、G o A 4を導入する際の検討事項**

### **①ホーム・踏切道部分以外における分離**

#### **①-1 人等の立入防止（①-4を除く）**

##### **(ア) 自動運転において求められる安全対策**

ホーム・踏切道部分以外における線路内への人等の立ち入りへの対応は、列車事故に至るような妨害行為の抑止及びトラブル発生率自体を減少させるため過失による線路内への人等の立ち入りに起因する列車と人等との衝突防止を目的とする。このため、線路内へ人等が立ち入る可能性が高い箇所には立入防止柵を設置する等により対応する必要がある。

立入防止柵の構造等については、妨害行為が抑止できる高さとするほか、足が掛からない大きさのメッシュのフェンスとすることや、忍び返し（有刺鉄線含む）を設置する等、導入する路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

## **(イ) 総合的な判断による安全確保**

現状、立入防止柵が設置されている場合であっても、稀に運転士等が線路内への人等の立ち入りを発見する場合もあることから、必要に応じ、線路内へ人等が立ち入る可能性が高い箇所への監視カメラの設置や保守係員の添乗で線路内への人等の立ち入りの発見に努めること等による、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されていると整理することもできる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮し、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

車上支障物検知カメラ・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、限界があることを踏まえたうえで、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上で、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である。

### **①-2 自動車の侵入防止**

#### **(ア) 自動運転において求められる安全対策**

ホーム・踏切道部分以外における線路内への自動車の侵入への対応は、突発して発生することを踏まえ、列車と自動車との衝突時の被害軽減を目的とする。このため、跨線橋や近接並行道路区間等の自動車の侵入の可能性が高い場所には、自動車用防護柵を設置する等により対応する必要がある。設置は、道路管理者等が行うべきものであるが、鉄道事業者が必要と認める場合は道路管理者等と協議を行い、道路管理者等に自動車用防護柵の設置を求める必要があると考えられる。

自動車用防護柵の構造等については、従来の鉄道や一般道路等での事例を踏まえた高さや必要な強度を持った構造のガードレールとする等、導入する路線の状況に応じて十分な検討を行うことを求める必要がある。自動車用防護柵については、沿線環境の変化により新たに設置の必要性が生じる場合もあることから、事業者自らもその把握に努める必要がある。

## **(イ) 総合的な判断による安全確保**

道路管理者等の関係者との協議の結果、自動車用防護柵の設置が困難な場合も考えられることから、必要に応じ、線路内への自動車の侵入の可能性が高い場所への監視カメラの設置により自動車の発見に努めること等による、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が確保されていると整理することもできる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

車上支障物検知カメラ・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、限界があることを踏まえたうえで、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上で、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である。

### ①-3 自動車からの積荷転落防止

#### (ア) 自動運転において求められる安全対策

ホーム・踏切道部分以外における自動車から転落する積荷への対応は、突発して発生することを踏まえ、列車と転落した積荷との衝突時の被害軽減を目的とする。このため、跨線橋や近接並行道路区間等において自動車から転落した積荷が線路を支障する可能性が高い箇所には、積荷転落防止柵を設置する等により対応する必要がある。

設置は、道路管理者が行うべきものであるが、鉄道事業者が必要と認める場合は道路管理者と協議を行い、道路管理者に積荷転落防止柵の設置を求める必要があると考えられる。積荷転落防止柵の構造等については、従来の鉄道や高速道路等での事例を踏まえた高さや必要な強度を持った構造のパンチングメタルやフェンスとする等、導入する路線の状況に応じて十分な検討を行うことを求める必要がある。

#### (イ) 総合的な判断による安全確保

道路管理者との協議の結果、積荷転落防止柵の設置が困難な場合も考えられることから、必要に応じ、線路を支障する可能性が高い箇所への監視カメラの設置により積荷の発見に努めること等による、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が確保されていると整理することもできる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

車上支障物検知カメラ・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、限界があることを踏まえたうえで、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上で、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である。

### ①-4 他線路からの人等の立入防止

#### (ア) 自動運転において求められる安全対策

自動運転を行っていない他線路等から自動運転を行っている線路内への人等の立ち入りへの対応は、列車事故に至るような妨害行為の抑止及びトラブル発生率自体を減少させるため過失による線路内への人等の立ち入りに起因する列車と人等との衝突防止を目的とする。このため、車両基地や他線路等立入防止柵を設備していない路線等の接続部や踏切道部への線路侵入防護板の設置等により対応する必要がある。線路侵入防護板については、容易に線路内へ人等が立ち入ることができない構造とする等、導入する路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

なお、同様に自動車の侵入防止については、路線の状況に応じて踏切道と同等の対応（本項「②踏切道部分における分離」を参照）が必要である。

#### **（イ）総合的な判断による安全確保**

線路侵入防護板が十分でない場合も考えられることから、必要に応じ、線路内へ人等が立ち入る可能性が高い箇所への監視カメラの設置や保守係員の添乗により線路内への人等の立ち入りの発見に努めること等による、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されていると整理することもできる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

車上支障物検知カメラ・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、限界があることを踏まえたうえで、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上で、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である。

### **①－5 落石・倒木等対策**

#### **（ア）自動運転において求められる安全対策**

落石・倒木等への対応は、突発して発生することを踏まえ、列車と落石・倒木等との衝突防止又は衝突による被害軽減を目的とする。

落石等に関しては、技術基準省令第 27 条に基づき、線路に支障を及ぼすおそれのある切取区間、トンネル口等には、線路の支障を防ぐための設備又は落石等を検知するための設備を設ける必要がある。なお、落石等を検知するための設備を設ける場合は、列車を自動的に減速・停止させる仕組みを導入する必要がある。

倒木等に関しては、点検し事前に伐採することや、暴風雨等により列車に危難の生ずるおそれがあるときは運転の一時中止等を行い、再開前に路線の状況を確認する必要がある。

なお、事業者が建築限界や線路内に支障してくるおそれがある物件の管理を十分に行い、他者の物件の場合においても、事業者自らが管理状況の把握に努め、管理が適切でない場合は、運転を中止する必要がある。

#### **（イ）総合的な判断による安全確保**

上記（ア）の対策を講じている場合であっても、稀に運転士等が落石・倒木等による線路の支障を発見する場合もあることから、必要に応じ、線路に支障を及ぼすおそれのある箇所への監視カメラの設置により落石・倒木等の発見に努めること等による、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されていると整理することもできる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生によ

る社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

車上支障物検知カメラ・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、限界があることを踏まえたうえで、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上で、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である。

## ② 踏切道部分における分離

### (ア) 自動運転において求められる安全対策

踏切道においては、踏切遮断機（警報装置含む）、踏切支障報知装置（支障報知ボタン、踏切障害物検知装置）を設置することを基本とする。

踏切道内の支障について、踏切通行者による発炎筒等の使用をシステム的な手段によって認識することは困難なことから、支障報知ボタンを設置し、列車を自動的に減速・停止等させる仕組みを導入する必要がある。なお、本仕組みの運用にあたっては、踏切通行者に適切に関与してもらえよう、現場での掲示等により周知する等の対応も行う必要があると考える。また、自動車の通行する踏切道では、列車と自動車との衝突防止又は衝突による被害軽減を目的に踏切障害物検知装置を設置し、列車を自動的に減速・停止等させる仕組みを導入する必要がある。

その他、路線の状況を十分に検討し、必要な場合は、以下のような措置等により、列車と自動車との衝突防止又は衝突による被害軽減を図ることが適切であると考えられる。

- 大型自動車が通行する踏切道における道路からの視認性向上（二段型遮断装置、オーバーハング型警報装置等）。
- 踏切遮断状態と列車制御システムの連動（踏切道の遮断未完了の場合は列車停止等。ただし、遮断かん折損を除く。）。
- 自動車が踏切道内から線路内へ侵入したことを検知し、列車を自動的に減速・停止等させる仕組み。
- 自動車の情報通信技術等と鉄道の踏切障害事故防止に関する技術の連携。

現状、遮断かんの折損については、自動車による損壊等外乱による突発的なものであり、折損時に事業者が認知することは極めて困難であることから、踏切通行者等の外部から通報（踏切道に事業者の連絡先を明示）があったときや保守係員や運転士等が発見したときに対処することとなっているため、G o A 3、G o A 4の導入にあっても鉄道事業者は監視カメラや保守係員の添乗等により遮断かん折損の発見に努めることが適切である。

### (イ) 総合的な判断による安全確保

踏切道は、警報・遮断中以外は通行可能な状態であり、また、警報・遮断中であっ

ても容易に踏切通行者が踏切道内に侵入することができる。このため、このような状態や遮断かんが折損している場合であっても、上記（ア）の安全対策の組み合わせ等による、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が確保されていると整理することが適切であると考ええる。なお、総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

### ③ ホーム上における分離

ホーム上の分離については、新交通等自動運転システムではスクリーン式ホームドアが採用されている。一方、一般的な路線で採用されている可動式ホーム柵は、交通弱者のホームからの転落防止を目的としており、転落を防止するための設備として非常に効果が高く、その整備を強力に推進してきたことから、社会的にも受け入れられており、また、鉄道利用者の遵法行動や自制的行動を前提として、安全が確保できる範囲での通常の使用も浸透してきている。このため、自動運転における可動式ホーム柵の構造等についても、一般的な路線で導入される可動式ホーム柵に関する技術基準やバリアフリー法関係の基準等に適用する可動式ホーム柵と同等とすることを基本とする。

なお、可動式ホーム柵設置に関する法令上の適用を受けない場合は、導入する路線の状況に応じ、係員をホームに配置することや、鉄道利用者の自制的行動等を促す注意を喚起すること等について十分な検討を行う必要がある。

鉄道利用者の触車防止については、鉄道事業者において、路線の状況を十分に検討し、必要な場合は、鉄道利用者への警告等を行うことや、ホーム係員の配置、可動式ホーム柵をより高くする又はホーム上への列車停止ボタンの設置等の措置を講ずることで、総合的な判断により、鉄道利用者の自制的行動等を前提とした範囲において、従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能が確保されていると整理することもできる。

総合的な判断にあたっては、トラブル発生による社会的影響を踏まえ、トラブル発生率自体を減少させることも考慮して、リスク分析と多角的な評価をすることが適切である。

### ④ 列車前方支障物への対応（車上）

#### （ア）車上カメラ・センサ

鉄道は、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はなく、運転士による行為を客観的に評価することはできないため、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である。また、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。

したがって、自動運転にあたって、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である。

#### (イ) その他の設備等

その他、列車前方支障物の対応として、支障物衝撃検知装置、支障物衝撃吸収構造、列車速度等の状況に応じた客室内衝撃吸収構造、支障物排障構造、列車の支障物排障性能を考慮した列車組成、始発列車や適宜定めた列車への保守係員の乗務による線路内の監視等が考えられるが、導入する路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

#### ⑤ 脱線・衝突への対応

脱線、転覆等の発生の防止については、従来の鉄道にも求められる事項であるため、自動運転を行うために特段検討する必要はない。

列車が載線している状況においては、自列車の進路を逸走しない限り隣接線を支障することはない。隣接線を支障する要因は、列車が載線していない、つまり脱線・転覆していることと考えられる。隣接線を支障する要因が発生した場合は、速やかに関係列車にその情報を伝達し停止させるため、隣接線支障を検知し、その情報を確実に関係列車に伝達する方法として、限界支障報知装置（検知ポール等）や、脱線検知装置等を使用したシステムを導入する必要がある。

なお、G o A 3においては、G o A 3係員の適切な対応により、関係列車にその情報を伝達することも可能である。

#### ⑥ ホーム上及び車内の異常時対応

車内の異常時対応として、乗客が危険を感じた時の指令への通報装置や列車を速やかに停止させるための設備（車内の非常停止装置）等を導入することを基本とする。なお、技術基準においては、サードレール等の区間では、車内の非常停止装置を設置しないことや地下鉄の列車火災発生時は、原則、次の停車場等まで走行することとしていること等を踏まえ、導入する路線の状況に応じて十分に検討する必要がある。

ホーム上の異常時対応として、ホーム上の非常停止装置やホーム火災時における駅通過機能等が考えられるが、導入する路線の状況に応じて十分に検討する必要がある。なお、車両火災のリスクを低減させるため、G o A 4の一般旅客車は、地下鉄等旅客車及び新幹線旅客車と同様の火災対策とすることが適切である。ただし、G o A 3の場合は、導入する路線の状況に応じて、必要により措置することによりよいと考えられる。

#### ⑦ 異常時の運転・避難誘導

異常時の運転・避難誘導の検討にあたっては、周辺環境との分離の精度向上や、自動運転に関するシステム（ATC、ATO等）の信頼性を上げることでトラブル発生

率自体を減少させることが重要である。また、トラブル発生時の社会的影響の大きさにより、異常時における縮退モード（「2. G o A 2. 5 について (3) G o A 2. 5 を導入する際の主な検討事項 a) G o A 2. 5 係員の役割とシステムの関係の整理 ⑨異常時の運転・避難誘導」を参照）による乗客救済運転等、装置の稼働を確保することも重要である。

G o A 4 においては、係員が乗務していないため以下の対応が基本となる。

- 自動運転が可能である場合：指令において安全を確認後、運転再開操作。
- 手動運転のみが可能である場合：運転士を派遣し、次駅まで運転して避難。
- 列車の運転ができない場合：係員（駅係員等）を派遣し、乗客を降車させて避難。

G o A 3 においては、G o A 3 係員が車両の異常に対して点検等を行うことも可能である。この場合、G o A 2. 5 係員の異常時対応に準ずるものとする（「2. G o A 2. 5 について (3) G o A 2. 5 を導入する際の主な検討事項 a) G o A 2. 5 係員の役割とシステムの関係の整理 ⑨異常時の運転・避難誘導」を参照）。

その他、地上側の運転保安設備のみの故障等、システムの一部機能が支障したときであって機能制限がありながらも走行可能である場合、乗客の早期救済のため、A T O の一部機能を活用して安全を確保した上で低速移動を行う（いわゆる縮退モード等）ことや、指令員等による遠隔インチャージを行うこと等が対応手段として考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

## ⑧ その他取り扱い

その他、以下の運転取り扱いや設備・機能が考えられるが、導入するシステムと路線の状況に応じて十分な検討を行う必要がある。

- 指令と客室間の通話機能。
- 客室内の監視機能。
- 車内の火災検知機能（煙検知、熱検知、赤外線等）。
- 乗降するホームと乗降する車両の扉側が一致していることを確認する機能。
- G o A 3 係員が確実に乗車したことが確認された後でなければ起動できない機能。
- 停車時の位置補正（インチャージ）及び臨時速度制限の機能及び取り扱い（G o A 3 係員が行う場合は、G o A 2. 5 係員に準ずる）
- 車両のブレーキ装置は、常用ブレーキ装置が故障したことを検知し、自動的に保安ブレーキ装置により列車が停止できる機能。
- 迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある区間を、あらかじめ列車間の間隔を確保する装置やA T O に登録しておき、自動的に当該個所を避けて停止する機能（ただし、列車脱線や車両自体に走行を継続することが困難な支障が発生している場合等、直ちに緊急停止が必要な場合も考えられることから、脱線検知装置を設置する等、十分な検討が必要）。

## ⑨ 簡素で低コストな自動運転システム

経営環境の厳しい中小事業者において自動運転を行うには、地上設備を極力削減する等して、更なる低コストなシステムが望まれる。

具体的には、線区を1列車に占有させて安全を確保する方法(エンジンプロック型)により、車上カメラ・センサによる列車前方の支障物検知、その性能等に応じた速度(路面電車程度)による運転、踏切接近・ホーム進入時の極低速運転、4種踏切道通過時の警報として列車前頭に警告灯及び警告音装置の設置、車両に衝撃吸収構造を持たせること等をベースとすることで、GoA4を実施することが考えられる。

いずれの場合も、導入する路線の状況や技術の進展に応じて十分な検討を行う必要がある。

## 4. 実路線における自動運転の検討及び評価について

### (1) 実路線における安全確保のためのリスク分析

実路線における自動運転の検討にあたっては、自動運転を導入する路線のリスク分析から、導入する各装置等の性能や費用対効果等を踏まえ、安全に関する総合的な対策の視点により、従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能が確保できるよう適切に対応する必要がある。リスク分析は、鉄道事業者が行う自動運転の安全性の検証であるため、施設及び車両のみならず、鉄道係員の業務や配置の状況、沿線環境、利用環境、鉄道利用者等の行動、鉄道の安全運行に係る法令の適用状況等のほか、社会的な受容性も考慮しつつ、総合的かつ多角的に評価する必要がある。なお、従来行われてきた研究所等の安全評価も配慮材料の参考に使用して差し支えない。リスク分析と多角的な評価を実施する方法として、以下の例が考えられる。

- 鉄道事業者に設けた、法律学、社会学、鉄道運轉法規、安全工学等の外部専門家からなる自動運転の安全性を評価する委員会等を設けて評価を行う。
- 鉄道運轉法規との適合性について、専門家の意見を事前に取り入れた上で、鉄道事業者の社内の法律学、社会学、安全工学等の総合的な知見を結集して、社内の検討会で安全性評価を行う。

### (2) その他のトラブル事象を踏まえて

令和元年6月、無人で自動運転を行う新交通自動運転システムにおいて、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、リスク分析手法(FMEA<sup>\*12</sup>、FTA<sup>\*13</sup>等)を活用する等して、個別システムに加えて、システム全体の分析により、安

---

\*12 「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。

\*13 「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

全性や信頼性の確認を十分に行う必要がある。なお、システム全体の分析にあたっては、システム全体を統括する体制を構築して対応することも考えられる。また、実路線での十分な安全性の評価も行う必要がある。

さらに、車内の傷害事件が度々発生しているため、自動運転の導入にあたっては、自動化のレベルや線区、車両等の状況に応じ、車内や駅構内への防犯カメラの設置、駅係員や添乗員等による警戒警備の実施等により、鉄道のセキュリティ確保に取り組むことが重要である。

### (3) 実路線における自動運転の検討

実路線における自動運転の検討にあたっては、これまでに記載した各事項について、「1. 検討の背景・目的・方針等(2) 検討の方針c) 検討を進める上での留意事項」を踏まえ、かつ本項(1)及び(2)のリスク分析の手法を活用し、安全に関する総合的な対策の視点から従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能となるように具体的な仕様を定め、評価することが必要である。

また、実路線において実証試験を実施し、その状況を詳細に分析、評価して、必要に応じ改善を図り、これを繰り返すというプロセスを経ることにより、実路線での最適な自動運転のシステムを確立していくことが適切である。

その際、自動運転においては、ATOによる停止位置精度(ブレーキ制御、粘着、空転、滑走、回生失効を含む)の向上は保安の要となるため、実証試験において十分な安全性の評価が必要である。

その他、GoA2.5については、固定的なATOパターンの機能、緊急時に躊躇なく行う緊急停止手配、列車防護のための適切な信号確認、速やかな指令との連携等の評価が必要である。

GoA3、GoA4については、立入防止柵等、可動式ホーム柵等及び車上のカメラ・センサ等により、実態として十分な効果があり、列車走行路上の安全が総合的に確保されていること等の評価が必要である。

なお、これらの実証試験にあたっては、GoA2.5についてはGoA2により、GoA3又はGoA4についてはGoA2又はGoA2.5により行うことが適切である。

## 5. まとめ

平成30年12月に第1回自動運転技術検討会(座長:東京大学大学院 古関隆章教授)を開催して以降、3年余りにわたり検討を行った。

本検討では、従来の一般的な路線において自動運転の導入を検討している事業者が少なかったため、主として各種自動運転の形態を想定しながら課題を抽出して机上検討を行った。このため、詳細な技術的要件の設定までには至っていない事項もある。

---

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。

また、検討内容には、重要検討課題である「列車走行路上の安全確保」や「パターン制御式ATSを活用した自動運転」等、これまで検討のなかった難しい新課題が含まれていたため検討に時間を要した。そこで、現時点の技術で考えられる自動運転の技術的要件について基本的な考え方のとりまとめを行った。

従来一般的な路線において自動運転の検討をする際は、本とりまとめを参考に各路線の実態を踏まえて詳細な検討を行い、従来一般的な路線での安全性と同等以上の性能が確保出来るように適切なシステム等を選定する必要がある。

今後、従来一般的な路線において自動運転の実証試験等を進める事業者が増えるに従い、また、自動運転のための各種システムの技術開発や性能向上等により、より詳細な技術的要件の検討が可能となると考えられる。このため、今後、本とりまとめの内容に基づき、必要に応じて更なる技術的要件の検討を進めることが適切であると考える。

なお、一般的な路線における自動運転の導入にあたっては、一般的な路線における周辺環境との分離は、新交通等自動運転システムのように十分に確保することができないため、鉄道専用敷地内は立ち入り禁止とする法的措置のもと、鉄道利用者等の遵法行動や自制的行動を前提とすることによって、自動運転導入時の鉄道の安全、安定輸送を確保することができることを社会的に認知してもらう必要があることを申し添える。

人口減少社会を迎え、鉄道係員の確保が困難になってきており、鉄道事業の維持等の面から係員不足は重要な課題となっている。自動運転の実現は、より一層の業務の効率化・省力化や柔軟なダイヤによる増発等、旅客サービスの飛躍的向上も期待できるため、鉄道事業の維持、発展の一環として捉えることができる。このように有用性の高い今後の自動運転の検討にあたり、本とりまとめを役立てて頂けると幸いである。

付表1 運転士の主な作業内容と踏切道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

自動化レベル		GoA4	GoA3	GoA2. 5	システムで対応する場合の具体例	
運転士の主な作業内容						
通常時	駅出発時	発車時刻の確認	システム又は 駅員、指令	同左又は 添乗員	ATO	
		信号確認	システム		ATO	
		乗降状況の確認	システム	システム又は 添乗員	システム又は GoA2. 5係員 (付表2①)	ホームドア又は 可動式ホーム柵
		閉扉				
		閉扉後の安全確認				
	出発時の操作			システム又は GoA2. 5係員 <sup>注</sup> (付表2①)	ATO	
	走行中	速度制御 (加速・減速・停止)	システム (指令からの指示の受信を含む)		(付表2②、④)	ATC+ATO
		駅到着時	停止位置の確認	システム又は 添乗員	システム又は GoA2. 5係員 (付表2③)	ATO
	開扉		ホームドア又は 可動式ホーム柵			
	異常時	列車走行路上の安全確保 (基本、法的措置により線路内への立入禁止)	総合的な判断による安全確保 (付表3①～④)		GoA2. 5係員 (付表2④～⑥)	・駅間の立入防止柵等の強化 ・センサ技術による支障物検知 ・踏切保安設備の強化 ・列車防護の自動ブレーキ化
異常時の対応・乗客の避難誘導		システム又は 駅員、指令 (付表3⑤～⑦)	同左又は 添乗員 (付表3⑤～⑦)	システム又は GoA2. 5係員、 指令 (付表2⑦～⑩)	・故障検知装置 ・脱線検知装置 ・非常停止装置 ・案内放送システム	
緊急停止後の運転取扱い					・指令からの遠隔操作(指令からの指示に従うGoA 2. 5係員の入力操作を含む)	

注) 指令・信号の指示を受けGoA2. 5係員はシステムへ情報入力操作を行う。

付表2 GoA2.5の自動運転を導入するにあたっての対応例

自動運転への対応		【タイプA】 GoA3・4 ベース(ATC+ATO)+列車防護 の自動ブレーキ化を基本	【タイプB】 GoA2 ベース(ATC+ATO)+列車防護の 自動ブレーキ化を基本	【タイプC】 GoA1 ベース(パターン制御式 ATS(点送 受信)+高機能ATO) (駅停車時等に地上設備から車上設備に制御 情報が伝達されないシステムの場合)
2. (3) a)	①起動時の操作 ・閉扉操作、出発時の安全確認	自動	GoA2.5 係員が実施し、ATOへ情報入力 操作(押しボタン等)	同左
	①起動時の操作 ・起動時	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	同左	GoA2.5 係員が信号確認等を行い、ATO へ情報入力操作(押しボタン等) 固定ATOパターンで安全を確保
	②臨時速度制限	停車場臨速装置又は中央臨速装置	同左	指令員の指示・確認によりGoA2.5 係員が 車上装置の臨速設定を操作
	③停車時の位置補正 ※フォワードインテグについて	自動インテグ又は指令員の遠隔停止位 置修正	指令員の遠隔停止位置修正、運転士派 遣又は指令員の指示によりGoA2.5 係員 が情報入力操作してATOがインテグ	運転士派遣又は指令員の指示によりGoA 2.5 係員が情報入力操作してATOがイン テグ
	④緊急停止操作 ・列車前方支障物への対応	GoA2.5 係員が緊急停止操作	同左	同左
	④緊急停止操作 ・列車防護の受信(⑥)	自動ブレーキ	同左	GoA2.5 係員が常置信号、臨時手信号、 特殊信号等の停止現示を認めた場合に 緊急停止操作
	⑤列車防護の措置(発信)	列車脱線等を自動で検知し、他列車を自 動的に停止 GoA2.5 係員が列車防護の措置	同左	GoA2.5 係員が運転士と同様の列車防護 の措置
	⑦迅速な避難誘導に制約が生じる可能性が ある箇所を避けた停車	指令員の指示によりGoA2.5 係員が情報 入力操作して、ATOが再起動し、危険箇 所を避けて停止	同左	同左
	⑧機器故障時の対応	車両故障自動検知 GoA2.5 係員による計器類の確認 列車が正常に減速しない場合の保安ブレ ーキ等操作	同左	同左
⑨異常時の運転・避難誘導	・緊急停止後、システムに支障ない場合、 指令員の指示によりGoA2.5 係員が情報 入力操作により運転再開 ・システムに支障がある場合、運転士等の 派遣又は乗客の降車誘導 ・システムの支障が一部機能であって走 行可能な場合、ATOを活用した低速移動 (縮退モード)	同左	同左	

2. (3) a)	⑩指令等の活用	以下作業時の指令員による指示 列車出発時の合図 危険箇所を避けた停止 異常停止後の対応 遠隔停止位置修正 臨速設定及び解除 車両点検 自動的なブレーキ試験や起動試験	同左	同左
	⑪ブレーキ試験・試し起動・点検	指令員の指示によりGoA2.5係員が自動的なブレーキ試験装置や起動試験装置を起動し、結果を指令員に報告	同左	同左
	⑫係員の身体的条件	緊急停止操作を行うのに必要な運転士と同等の身体的な能力を要する	同左	同左
	⑬係員の教育・訓練	緊急停止操作、降車誘導、保安ブレーキ等操作、車両点検	同左+扉の開閉操作、出発時の安全確認、出発時の情報入力操作	同左
	⑭その他	逆進・退行はシステムにより防止 停止状態の保持 GoA2.5係員乗務中以外に起動しないシステム 自動運転時は手動介入できないシステム デッドマン装置(地下式、高架式構造区間を除く)等	同左	同左
2. (3)b)列車間の間隔を確保する装置	ATC	同左	パターン制御式ATS+高機能ATO ・高機能ATO 裾閉じパターン 制限速度に基づくブレーキパターン制御 非常ブレーキパターン制御 フェイルセーフ処理装置	

付表3 G○A3、G○A4の自動運転を導入する路線のタイプと対応例

自動運転への対応		【路線1】 踏切道がある等の一般的な路線 ※列車の最高速度の想定: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化路線(妨害行為を受けるおそれのある跨線橋等がない路線) ※列車の最高速度の想定:70km/h程度(新交通等自動運転システムと同様) (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等によっては70km/hを超える高速走行も可能)	【路線3】 道路近接がない準立体化路線(可動式ホーム柵等を設置しないで自動運転を導入しようとする路線) ※列車の最高速度の想定:70km/h程度(新交通等自動運転システムと同様)	【路線4】 踏切道がある等の一般的な路線 (⑨簡素で低コストな自動運転システム) ※列車の最高速度の想定: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)
①ホーム・踏切道部分以外における分離	①-1-a人等の立入防止 立入防止柵(妨害行為の抑止に適当な高さ)	設置	-(立体化)	設置	-
	①-1-b人等の立入防止 妨害行為を受けるおそれのある跨線橋等付近に監視カメラ等	設置	-(立体化)	設置 (又は車両のカメラ・センサで対応)	車両のカメラ・センサで対応 (自動減速運転機能設置)
	①-2 自動車の侵入防止 道路近接箇所に自動車用防護柵	設置	-(立体化)	同左	設置
	①-3 自動車からの積荷転落防止 積荷転落防止柵	設置	-(立体化)	同左	設置
	①-4 他線路からの人等の立入防止 線路侵入防護板	設置	同左	同左	-
	①-5 落石・倒木等対策 落石等防止設備、落石等検知設備	設置	-(立体化)	同左	設置
②踏切道部分における分離	②-a踏切道種別	第1種踏切道	-(立体化)	同左	第1,3,4踏切道 (自動車が頻繁に通行する踏切道は自動減速運転機能設置) (4種踏切道通過時の警報として、列車前頭の警告灯及び警告音装置の設置)
	②-b踏切障害物検知装置及び支障報知ボタン	設置	-(立体化)	同左	-
③ホーム上における分離 ホームドア又は可動式ホーム柵		設置	同左	- (駅ホーム区間での徐行(10km/h程度)	同左

				度以下)及びホーム区間に地上側転落物検知センサ(又は車両側に30m程度先の転落した人程度の大きさを検知できる性能のセンサ等))	
④列車前方支障物への対応	④-a車両のカメラ・センサ	設置(100m程度先の自動車程度の大きさを検知できる性能)	-(新交通等自動運転システムと同様)	設置(100m程度先の自動車程度の大きさを検知できる性能)又は監視カメラで対応	同左
	④-b車両に支障物衝撃検知装置	設置	同左	同左	同左
	④-c支障物衝撃吸収構造の車体	対応	-(新交通等自動運転システムと同様)	同左	対応 (大型自動車、落石衝突性能等)
	④-d客室内座席の衝撃緩和構造	-(障害物検知により事前減速)	-(120km/h程度以上とする場合の更なる安全性向上策) (不測の事態において高速列車によるノーブレーキでの衝撃を緩和)	-(立体化)	-(路面電車同様)
	④-e支障物排障構造の車体	対応	同左 (法面からの転落物等)	同左	同左 (自動車、落石排障性能等)
	④-f列車の支障物排障性能を考慮した列車組成	対応	同左	同左	同左
	④-g始発列車の前頭に保守係員等が添乗	対応	同左	同左	同左
⑤脱線・衝突への対応 限界支障報知装置、脱線検知装置	設置	同左	同左	同左	
⑥ホーム上及び車内の異常時対応 車内指令通報装置、車内の非常停止装置*、ホーム上の非常停止装置 *技術基準においては、サードレール等の区間では、車内の非常停止装置を設置しないことや地下鉄の列車火災発生時は、原則、次の停車場等まで走行することとしていること等を踏まえ、導入する路線の状況に応じて十分に検討する必要がある	設置	同左	同左	同左	
⑦異常時の運転・避難誘導 自動運転可能な場合:指令による運転再開 手動運転のみ可能な場合:運転士派遣 運転できない場合:乗客降車誘導	対応	同左	同左	同左	
⑧その他	設置	同左	同左	同左	

客室内監視機能、車内火災検知機能、可動式ホーム柵等と車両扉位置検知機能、GoA3係員乗車検知機能、停止位置補正機能、常用ブレーキ故障検知時に自動的に保安ブレーキにより停止する機能、迅速な避難誘導に制約が生じる可能性がある区間での停止を回避する機能等				
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--