

鉄道における自動運転技術検討会

(第1回)

資 料

目的

- ・ 我が国は、現在、人口減少社会を迎えており、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いる。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。
- ・ このため、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、その一環で運転士の乗務しない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が乗客へのサービス提供や車内のセキュリティの向上等、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。
- ・ 鉄道における自動運転は、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新交通で実現されており、踏切のない高架構造等であること、駅にはホームドアがあること、自動列車運転装置が設置されていることなどの要件が技術基準等で定められている。一方で、踏切等のある一般的な路線では、安全・安定輸送の観点から導入されていない。
- ・ 本検討会では、このような一般的な路線を対象として、センシング技術や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の検討を行うものである。



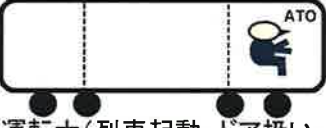
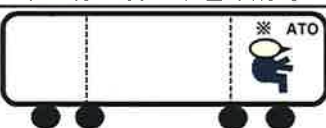
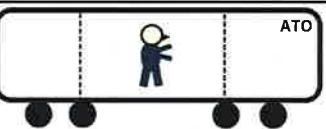
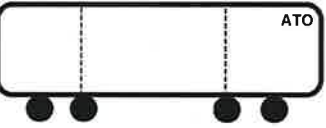
検討会の構成

- 座長 古関 隆章 東京大学 大学院 工学系研究科 教授
- 委員 水間 毅 東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 特任教授
- 押立 貴志 法政大学 大学院 公共政策研究科 特任研究員
- JR北海道・JR東日本・JR東海・JR西日本・JR四国・JR九州・JR貨物
- 西武鉄道・東急電鉄・東京メトロ・近畿日本鉄道・阪急電鉄・小湊鉄道
- 鉄道総合技術研究所・交通安全環境研究所・国土交通省

検討スケジュール

- 2019年度中に中間とりまとめを行う予定
- ・第1回検討会：2018年12月3日(月)

自動運転の乗務形態による分類

自動化レベル (IEC(JIS)による定義)	乗務形態	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	 運転士(および車掌)	踏切等のある一般的な路線
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)	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 (添乗員付き自動運転) ⇒IEC及びJISIには定義されていない	 前頭に運転士以外※の係員 (緊急停止操作、避難誘導)	無し
GoA3 添乗員付き自動運転 DTO	 前頭以外に乗務する係員 (避難誘導)	舞浜リゾートライン 等
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,

NTO: Non-automated Train Operation,

STO: Semi-automated Train Operation,

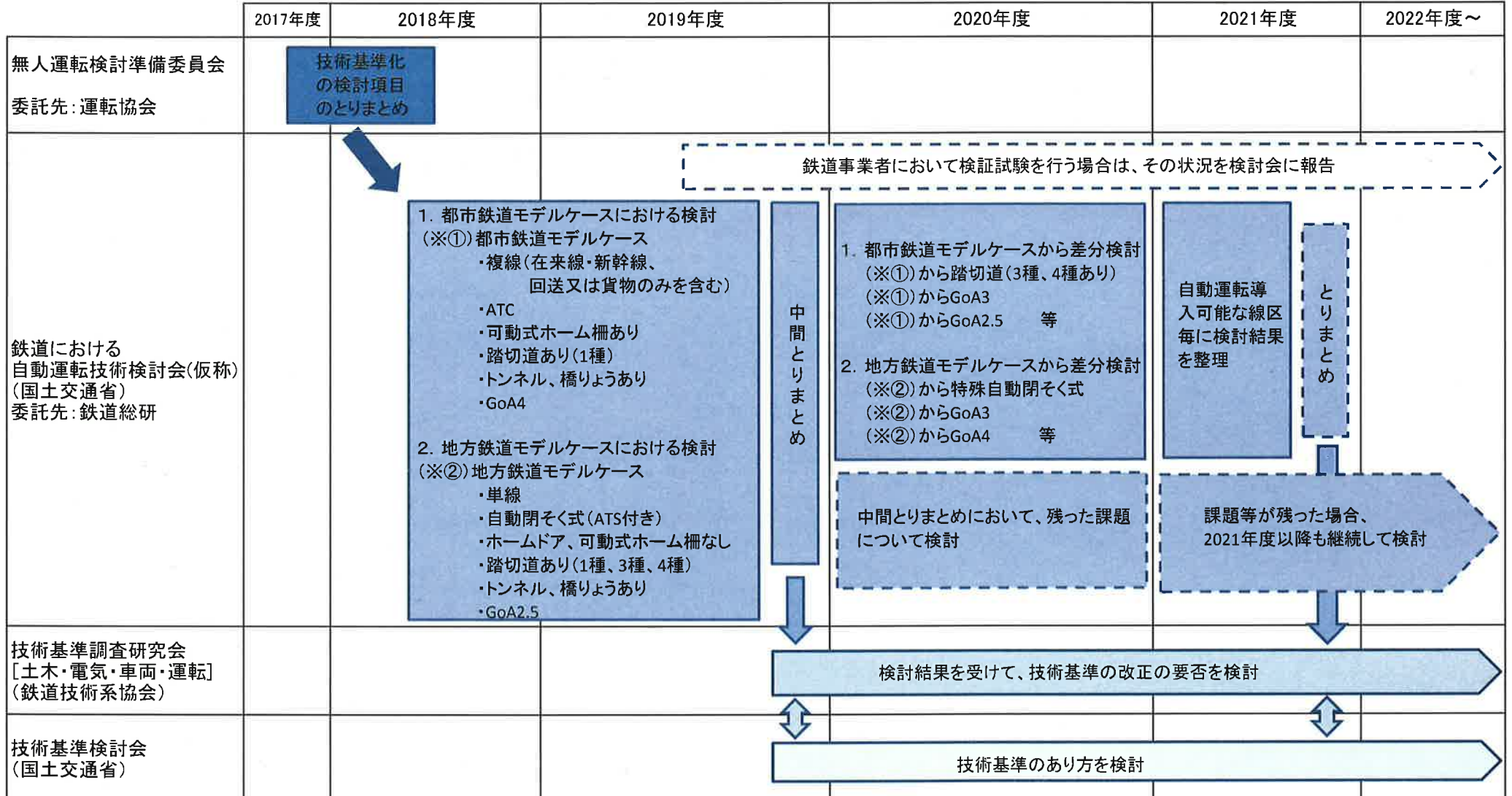
DTO: Driverless Train Operation,

UTO: Unattended Train Operation

鉄道における自動運転の技術検討スケジュール(案)

1-3-1

(注) 今後の検討状況により変更となる場合もある。



GoA2.5: 添乗員付き自動運転(緊急停止操作を行う) GoA3: 添乗員付き自動運転 GoA4: 自動運転(係員の乗務無し)

本検討会での検討内容について

1. 基本的な方針

平成30年3月から9月に実施された「無人運転検討準備委員会」（以下、「準備委員会」と称する）において、自動運転を実施する際の技術基準に関する検討項目の抽出・整理が行われている（別紙1を参照）。本検討会では、ここで示された検討項目に対して、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、運転の面から検討を行う。

検討に着手するにあたって、準備委員会で整理された項目は多岐にわたっていることから、検討項目を分類した上で、課題の検討順序を整理して進めていきたい。

2. 検討を進める上での留意事項と前提

(1) 留意事項

自動運転を導入する線区で、従来の運転士等の運転取扱いによる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。

その他の留意事項は以下のとおり。

- ・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。
- ・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) 前提

自動運転の既設路線での実施にあたっては様々な条件が想定されるが、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についてはGoA4、地方鉄道モデルケースについては緊急停止操作係員付き自動運転（いわゆるGoA2.5）とする。その他の条件も様々な組み合わせがあり得るが、当面の検討では資料「1-3-1」に示す、以下の条件に限定する（別紙2を参照）。

【都市鉄道モデルケース】

- ・複線 ・ATC ・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 ・GoA4

【地方鉄道モデルケース】

- ・単線 ・ATS ・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 ・GoA2.5

なお、都市鉄道における GoA3 以下や踏切道（3 種、4 種あり）等、地方鉄道における GoA3 以上や特殊自動閉そく等については、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）について検討する予定である。

上記のとおり、都市鉄道については GoA4 を前提として検討に着手するが、中間とりまとめの段階では検討の進捗に応じて、GoA4 の実施には課題がある事項について GoA2.5 あるいは GoA3 であれば実施が可能である旨を記載するなどの整理を行う。

3. 検討の進め方及び留意点

準備委員会で整理された検討項目（別紙 1）を以下に示す 7 種類に分類し、下線を付した①-1、①-2、および④の一部（別紙 1 の「検討項目との対応」欄に色を付けた項目）から検討を始めることとしたい。また、それぞれの検討にあたって留意すべき主な事項について、以下留意点のとおり考えている。

なお、地方鉄道モデルケースの④運転取扱いに関することにも記載のとおり、GoA2.5 に関しては緊急停止操作係員の役割等を検討する必要がある、都市鉄道において GoA2.5 を実施する場合にも同様に検討する必要がある。

①-1 列車走行路上の安全確保に関すること（周辺環境との分離）

例) 線路内監視、踏切道からの進入防止等に関する検討

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース（GoA4、踏切道あり（1 種））
分離のための防護する範囲、対策に関する検討が必要
- 地方鉄道モデルケース（GoA2.5、踏切道あり（1 種、3 種、4 種））
緊急停止操作係員が実施

①-2 列車走行路上の安全確保に関すること（ホームドアおよびホーム安全設備）

例) ホーム上の旅客と列車との分離、車両とホーム縁端の間における乗降客転落防止に関する検討

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース（GoA4、可動式ホーム柵あり）
可動式ホーム柵に関する要件の検討が必要
- 地方鉄道モデルケース（GoA2.5、ホームドア・可動式ホーム柵なし）
緊急停止操作係員が実施

①-3 列車走行路上の安全確保に関すること（脱線、上下線間の列車衝突への対応）

例) 脱線検知機能、隣接線路との物理的分離に関する検討

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース (GoA4、複線)
隣接線の安全確保の方法・考え方に関する検討が必要
- 地方鉄道モデルケース (GoA2.5、単線)
緊急停止操作係員が実施

② **ホーム上および車内の異常時対応に関すること**

例) ホーム上の係員や旅客等による異常時対応が可能な設備、客室内及び積載貨物の火災検知設備・消火設備等に関する検討

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース (GoA4)
乗務員がいない場合の安全確保の方法に関する検討が必要
- 地方鉄道モデルケース (GoA2.5)
緊急停止操作係員が実施

③ **避難誘導に関すること**

例) 乗客自らが避難することを前提とした避難誘導方法、避難誘導設備等に関する検討

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース (GoA4)
乗務員がいない場合の安全確保の方法に関する検討が必要
- 地方鉄道モデルケース (GoA2.5)
緊急停止操作係員が実施

④ **運転取扱いに関すること**

例) 列車防護のあり方、運転指令員からの遠隔停止及び停車後の安全な遠隔再出発等に関する検討

※列車防護のあり方など、別紙1の「検討項目との対応」欄に色を付けた項目について優先的に検討を進める。

<留意点>

- 都市鉄道モデルケース (GoA4)
関係列車等の安全な停止、安全な遠隔再出発のための確認項目、指令の役割等に関する検討が必要
- 地方鉄道モデルケース (GoA2.5)
緊急停止操作係員の役割、当該係員と指令との役割分担等に関する検討が必要

⑤ **その他**

以下については、関連する他項目の検討結果を受けて検討することが効

率的であるため、次の段階で検討する。

- ・ 既存のホーム安全設備やホーム上の係員や添乗員等の安全確認による実現可能性に関すること
- ・ 添乗員等が対応可能な作業内容と資質に関すること

上記において、優先的に検討を始めることとした項目（下線を付した項目）の選定理由は以下のとおりである。

- ・ ①－1および①－2は、防護する範囲、分離のための対策に関する検討に長期間要すると考えられることから、早期の検討開始が必要と考える。
- ・ ④のうち、列車防護と運転指令の役割に関する項目は、運転取り扱いにおいて従来とは大きく異なる事項であるため、早期の検討開始が必要と考える。

なお、①－1および①－2に関して、関連する技術の動向に関する調査結果を資料「1－7」に、④に関する検討方針を資料「1－8」に示す。

自動運転の実施形態と当面の検討対象

自動化のレベルと 列車乗務員に関する条件				モデルケース									
				都市鉄道					地方鉄道				
自動化のレベル	乗務形態	乗務員による列車前方の監視	乗務員による異常時対応	単線/複線	信号システム	ホームドア/可動式ホーム柵	踏切	トンネル・橋りょう	単線/複線	信号システム	ホームドア/可動式ホーム柵	踏切	トンネル・橋りょう
GoA2	運転士	○	○			—					—		
GoA2.5	前頭に運転士以外の係員	○	○			—			単線	ATS	なし	第1種、第3種、第4種	あり
GoA3	前頭以外に乗務する係員	×	○			—					—		
GoA4	係員の乗務なし	×	×		複線	ATC	あり	第1種	あり		—		

当面の検討対象モデルケース

検討項目と技術基準省令との関係

資料「1-5 別紙2」に示す検討項目一覧に関連する技術基準省令の抜粋を以下に示す。

検討項目	内容	関連する技術基準省令
周辺環境との分離に関する技術基準	GoA3 以上における、線路内監視制御機能(車上・地上)に関する性能と技術基準検討	<p>【省令第11条(動力車を操縦する係員の乗務等)】</p> <p>列車には、動力車を操縦する係員を乗務させなければならない。ただし、施設及び車両の構造等により、当該係員を乗務させなくても列車の安全な運転に支障がない場合は、この限りではない。</p> <p>【解釈基準】</p>
	GoA3 以上*における、脱線検知機能に関する性能と技術基準検討	<p>1 第1項のただし書き中「施設及び車両の構造等により、当該係員を乗務させなくても列車の安全な運転に支障がない場合」は、次の各号を満たす場合であり、かつ、第36条第3号【プラットフォーム】、第58条【自動運転をするための装置】、第86条第2項【動力車を操縦する係員が単独で乗務する列車等の車両設備】に規定する基準に適合するものであること。</p>
	GoA3 以上における、隣接線路(当該線の上下線間、当該線に隣接した自社および他社線)との物理的分離に関する技術基準検討	<p>(1) 人等が容易に線路内に立ち入ることができない構造であり、かつ、列車の進路を支障する落石などの事態が発生するおそれのない鉄道の場合。ただし、<u>線路上に列車運行上の障害となる事象が発生したことを検知し、自動的に列車を停止できる装置を備える場合</u>その他列車の安全な運転に支障を及ぼすおそれのない措置を講じた場合は、この限りでない。</p>
	GoA3 以上における、踏切道上の支障物(人・モノ)による事故防止に関する技術基準検討	<p>(2) 隣接線路に対する列車防護を必要としない構造又は形態の鉄道である場合。ただし、列車防護に当たる係員を乗務させる場合、又は<u>隣接線路に支障を及ぼす事象を検知し自動的に列車を停止できる装置を備える場合</u>は、この限りでない。</p> <p>(3) 緊急時に旅客が容易に避難できる鉄道である場合。</p>
	GoA3 以上における、夜間保守作業後の支障物確認や初列車沿線環境状態確認の必要性、およびシステムでの検知が難しい線路・架線異常の早期発見方法に関する技術基準検討	<p>【省令第31条(線路内への立ち入り防止)】</p> <p>人が線路に立ち入るおそれのある場所には、必要に応じ、<u>相当の防護設備を設け、又は危険である旨の表示をしなければならない。</u></p> <p>【解説】</p> <p>・・・(略)・・・立ち入り防止のための防護設備とは、さくまたは立ち入り禁止等の危険標示等であるが、・・・(略)・・・</p>
鉄道敷地外からの分離	GoA3 以上における、線路および道路(沿線や上空)との物理的分離に関する技術基準検討	<p>【省令第40条(踏切道)】</p> <p>【解釈基準】</p> <p>普通鉄道(新幹線を除く)、無軌条電車及び鋼索鉄道の踏切道は、次の基準に適合するものであること。</p> <p>(1)～(4) 略</p>
	GoA3 以上における、踏切道からの侵入防止(人・モノ)に関する技術基準検討	<p>(5) 列車が極めて高い速度(130km/hを超え160km/h以下)で通過する踏切道は、踏切遮断機、障害物検知装置(自動車が通行する踏切道に限る。)が設けられていること。また、この場合において、自動車が通行する踏切道は大型自動車が通行しないものであること。ただし、やむを得ず大型自動車が通行する踏切道には、二段型遮断装置、大型遮断装置、オーバーハング型警報装置等、踏切の視認性を高める等の大型自動車の踏切支障を有効に防止するための措置を行うこと。</p>

検討項目	内容	関連する技術基準省令
ホーム上 旅客との分離	GoA3 以上における、ホーム上の旅客と列車の分離確保に関する技術基準検討	<p>【省令第36条（プラットフォーム）】</p> <p>三 列車の速度、運転本数、運行形態等に応じ、プラットフォーム上の旅客の安全を確保するための措置を講じたものであること。</p> <p>【解釈基準】</p> <p>(5) 列車の速度、運転本数、運行形態等に応じ、プラットフォーム上の旅客の安全を確保するため、次のとおりとする。</p> <p>① 第7条〔移動円滑化のために講ずべき措置〕の規定のうち、一般の旅客に対しても、安全上の観点から必要なものとして、次によることを標準とする。</p> <p>(ア) 略</p> <p>(イ) <u>プラットフォームの縁端と旅客車の床面又は踏み段の縁端との間隔は、車両の走行に支障を及ぼすおそれのない範囲において、できる限り小さくすること。ただし、構造上の理由によりやむを得ず当該間隔が大きい場合は、旅客に対しこれを警告するため設備を設けること。</u></p> <p>(ウ)～(オ) 略</p> <p>③ 普通鉄道のプラットフォームにおいて、130km/h を超える速度で通過する列車がある場合には、通過する列車の速度、車両形状に応じて、次のいずれかの措置を講ずること。</p> <p>(ア) 可動式ホーム柵を設ける。</p> <p>(イ) 列車が通過する際には、旅客がホーム上に出ないような措置を講ずる。</p> <p>(ウ) ホーム係員による旅客への注意喚起等により旅客の安全を確保する。</p> <p>⑤ <u>動力車を操縦する係員が乗務しない鉄道のプラットフォームには、ホームドア又は可動式ホーム柵を設けること。</u></p>
	GoA3 以上における、車両とホーム縁端の隙間における乗降客転落防止に関する技術基準検討	
	GoA3 以上における、既存のホーム安全設備や、ホーム上の係員や添乗員等の安全確認による実現可能性に関する技術基準検討	
	GoA3 以上における、線路内前方支障物接触検知制御機能（車上）に関する性能と技術基準検討	

検討項目	内容	関連する技術基準省令
ホーム上における異常時対応に関する技術基準	GoA3 以上における、ホーム上の係員や旅客等による異常時対応が可能な設備に関する技術基準検討	【省令第 86 条（動力車を操縦する係員が単独で乗務する列車等の車両設備）】 2 動力車を操縦する係員が乗務しない列車は、第 64 条から前条までの規定によるほか、客室において旅客が運転指令所と相互に連絡ができる装置の設置その他の非常時に旅客の安全を確保するための措置を講じなければならない。ただし、係員が乗務することにより非常時に旅客の安全を確保することができる場合には、この限りではない。
車内における異常時対応に関する技術基準	GoA4 における、客室内および積載貨物の火災（煙）検知設備、消火設備に関する必要性検討	【解釈基準】 (2) <u>動力車を操縦する係員が乗務しない列車は、次の基準に適合するものであること。</u>
	GoA4 における、客室内での犯罪・テロ行為発生時に求められる設備に関する技術基準検討	① 客室において運転指令所と送信及び受信ができる通話装置の車上設備を設けたものであること。 ② 地下式構造の鉄道及び線路を避難誘導路として使用できない鉄道以外にあっては、走行中に旅客が列車の乗降扉等を開けようとしたときに、自動的に当該列車を停止させるものであること。
	GoA3 以上における、客室内の係員や旅客等による非常停止要求が可能な設備に関する技術基準検討	③ 地下式構造の地下式構造の鉄道及び線路を避難誘導路として使用できない鉄道にあっては、旅客が列車の乗降扉等を容易に開閉できないものであること。 ④ 地下式構造の鉄道及び線路を避難誘導路として使用できない鉄道にあっては、運転指令所から車両を停止できるものであること。
避難誘導設備に関する技術基準	GoA3 以上*における、避難誘導方法に関する技術基準検討	⑤ 車両の異常を運転指令所において確認できるものであること。 ⑥ 電車線の架線方式がサードレール式等の避難誘導の際に感電のおそれのある場合にあっては、駅間において列車の乗降扉等が開いたときは、避難誘導に必要な区間のき電を停止できるものであること。この場合、第 81 条〔車両の附属装置〕関係の解釈基準〔基本項目〕6(4)に関わらず、非常停止装置を設けることができる。
	GoA3 以上*における、避難誘導設備に関する技術基準検討	【省令第 32 条（避難用設備等）】 線路は、事故が発生した場合その他の緊急の場合に避難しようとする旅客が安全に歩行することが可能なものでなければならない。ただし、施設の状況に応じ、相当の避難設備を設けた場合は、この限りでない。

検討項目	内容	関連する技術基準省令
自動運転に関する技術基準	GoA3 以上*における、列車防護のあり方に関する技術基準検討	<p>【省令第 58 条（自動運転をするための装置）】</p> <p>動力車を操縦する係員が乗務しない鉄道に設ける<u>自動運転をするための装置は、次の基準に適合するものでなければならない。</u></p> <p>(1) 乗降する旅客の安全が確認された後でなければ列車を発車させることができないものであること。</p> <p>(2) 列車間の間隔を確保する装置〔第 54 条 2 項〕からの制御情報が指示する運転速度以下に目標速度を設定し、円滑に列車の速度を制御する等運転保安上必要な機能を有するものであること。</p> <p>(3) 旅客の乗降に支障を及ぼさない位置に円滑に列車を停止させるものであること。</p>
	GoA3 以上*における、運転指令員からの遠隔停止および停車後の安全な遠隔再発車や小移動操作に関する技術基準検討	<p>【解釈基準】</p> <p>1 自動運転をするための装置（以下、「自動列車運転装置」という。）は、<u>自動列車制御装置を設けた鉄道に設けること。</u></p> <p>2 <u>自動列車運転装置は、次の基準に適合するものであること。</u></p> <p>(1) 車両の乗降扉等が閉扉し、乗降する旅客の安全が確認された後でなければ列車を発車させることができないものであること。</p> <p>(2) 自動列車制御装置の制御情報が指示する運転速度以下に目標速度を設定し、円滑に列車の速度を制御するものであること。</p> <p>(3) 列車の停止位置に円滑に列車を停止させるものであること。</p> <p>(4) ブレーキ装置の操作が行われた場合には、自動運転状態が解除されるものであること。</p>
	GoA3 以上における、自動開閉扉に関する技術基準検討	
	GoA3 以上*における、乗務員等の気づきにより事故防止を図っている内容に関する技術基準検討	
	GoA3 以上における、運転指令所が確認・把握すべき車両・地上・ホームドア設備の状態監視に関する技術基準検討	

検討項目	内容	関連する技術基準省令
添乗員等の役割と資質に関する技術基準	GoA3 における、添乗員等が対応可能な作業内容と資質に関する技術基準検討	<p>【省令第 10 条（係員の教育及び訓練等）】</p> <p>鉄道事業者は、列車等の運転に直接関係する作業を行う係員並びに施設及び車両の保守その他これに類する作業を行う係員に対し、作業を行うのに必要な知識及び技能を保有するよう、教育及び訓練を行わなければならない。</p> <p>2 鉄道事業者は、列車等の運転に直接関係する作業を行う係員が作業を行うのに必要な適性、知識及び技能を保有していることを確かめた後でなければその作業を行わせてはならない。</p> <p>3 鉄道事業者は、列車等の運転に直接関係する作業を行う係員が知識及び技能を十分に発揮できない状態にあると認めるときは、その作業を行わせてはならない。</p> <p>【解釈基準】</p> <p>1 「列車等の運転に直接関係する作業を行う係員」は、次のとおりとすること。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 列車等を操縦する係員 (2) 列車の運転順序変更、行き違い変更、運転の取消し等の運転整理を行う係員 (3) 列車防護、ブレーキの操作又は運転上必要な合図を行うために列車に乗務する係員 (4) 列車等の進路制御、閉そく、鉄道信号の取扱い又は転てつ器の操作をする係員 (5) 線路、電車線路又は運転保安設備の保守、工事等で列車の運転に直接関係があるものを単独で行い、又は指揮監督する作業を行う係員 (6) 踏切保安設備を操作する係員