

## 「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」中間とりまとめ

令和元年7月19日

令和元年6月1日、横浜シーサイドライン新杉田駅において、無人の自動運転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ました。

国土交通省においては、当該事故を踏まえ、無人の自動運転を行う鉄軌道の安全確保の徹底を図るため、令和元年6月14日、有識者、研究機関、無人（添乗員のみ乗務するものも含む）の自動運転を行う鉄軌道事業者等からなる検討会を立ち上げ、同種事故の防止に向けて、関係者間で情報共有や再発防止対策の検討等を行ってきたところです。

これまでに計3回の検討会を開催し、下記事項について確認がなされました。

### 1. 当該事故の推定原因等について

- 運輸安全委員会及び横浜シーサイドラインから調査状況の説明を受け、推定原因（断線による逆走）について確認した。また、この推定原因に対する他事業者の安全性の検証を行った結果、断線が発生した場合、列車は走行しないシステムとなっていることを確認した。

### 2. 横浜シーサイドラインにおける再発防止対策について

- 横浜シーサイドラインの実施する再発防止対策について、本検討会として、以下の観点から今回の事故の再発防止に有効であることを確認した。
  - ✓ 公益財団法人鉄道総合技術研究所による調査の結果、有効との評価が得られたこと
  - ✓ 他事業者において既に同様の対策を講じているなど実績のある対策であること

#### 【再発防止対策の概要】（詳細は別紙1）

対策（1）：モーター制御装置に進行方向を伝える指令線（F線／R線）が断線等により無加圧となった場合に、列車が出発しないようにするとともに、地上側のATO（自動列車運転装置）で、断線等を検知できるよう回路を変更

対策（2）：モーター制御装置について、F線又はR線の加圧入力があるときのみ、力行制御等を行うようソフトを変更

対策（3）：ATC（自動列車制御装置）について、F線又はR線が断線等により、共に無加圧となった場合に非常ブレーキが動作するようソフトを変更

対策（4）：停止位置後方修正リレー<sup>※</sup>の誤作動による逆走のリスクを解消するため、当該リレーを撤去（駅での過走時には手動で位置修正）

※ 自動運転において、車両が駅本来の停止位置を過走して停止した場合に、車両の停止位置を修正するためモーター制御装置を後方に切り替えるリレー

- 横浜シーサイドラインは、これらの再発防止対策を適切に講じ、安全確認を行った後、自動運転の再開について判断する予定。

### 3. その他の鉄軌道事業者における逆走防止等の措置について

- その他の無人で自動運転を行う鉄軌道事業者は、断線及びそれ以外の要因による列車の逆走を防止又は逆走しても列車を停止できるシステムとなっていることを確認した。  
(別紙2)(別紙3)

#### 【事故概要】

- 発生日時： 令和元年6月1日(土) 20時15分頃
- 場 所： 新杉田駅構内(神奈川県横浜市)
- 列 車： 新杉田駅発 並木中央駅行き 第2009B列車(5両編成)
- 負 傷 者： 乗客 14名(神奈川県警の発表による)
- 概 況：
 

当該列車は、始発駅の新杉田駅を発車後、本来の進行方向と反対方向に進行し、線路終端部の車止めに時速25kmで衝突し停止した。[横浜シーサイドラインからの報告による]
- 原 因：
 

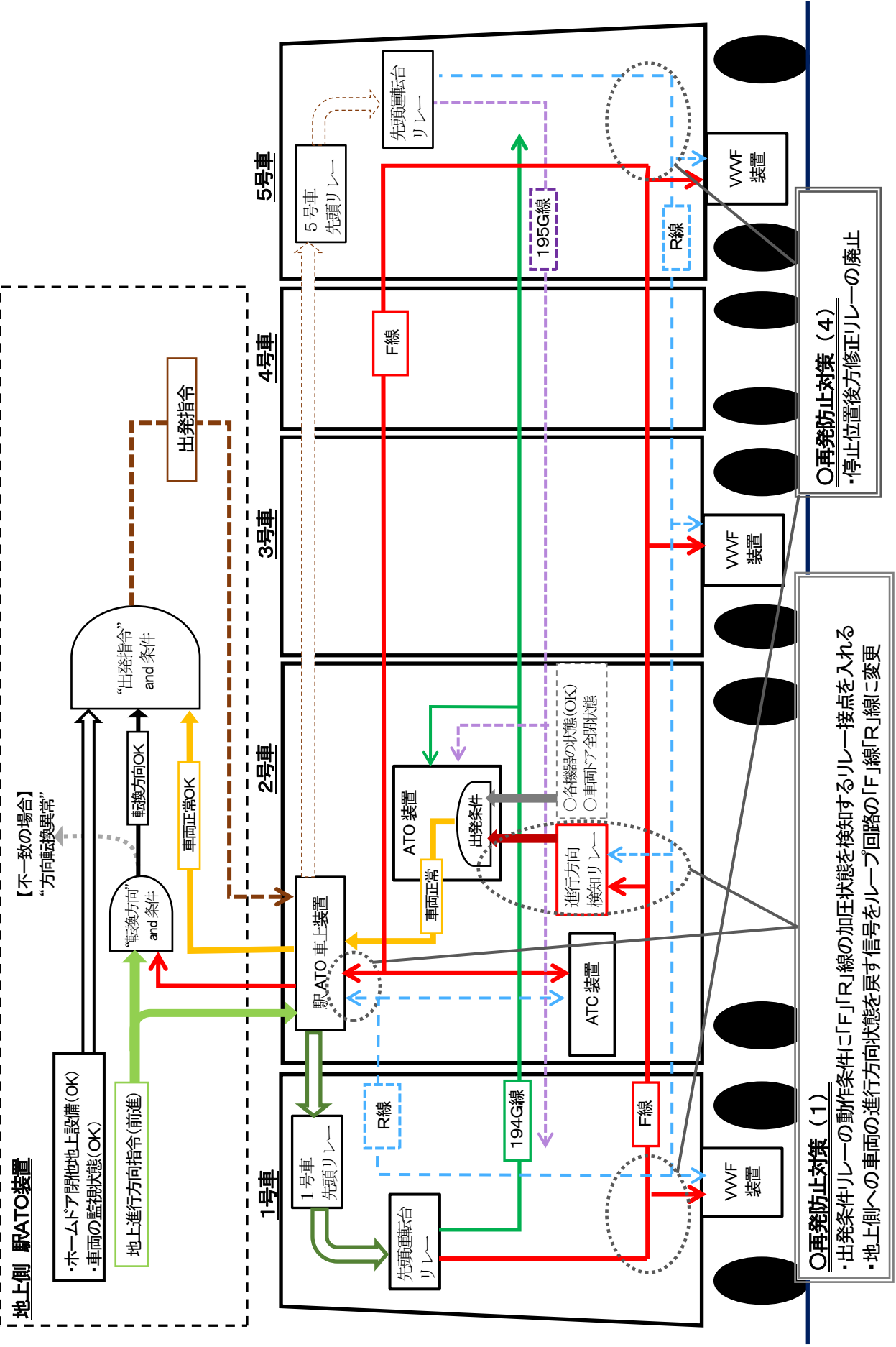
運輸安全委員会等によれば、ATO(自動列車運転装置)の地上装置・車上装置間では進行方向切替えに係る情報は伝達されていたが、車両の進行方向を伝える回路(F線)に断線があり、モーター制御装置には伝わらなかったこと、この場合、モーター制御装置は直前の進行方向を維持する仕様となっていたこと等が判明。現在、運輸安全委員会等が詳細な調査を実施中。

#### 【検討会の開催経緯】

	開催日	主な議題	
第1回	令和元年6月14日	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 事故原因の調査状況について</li> <li>▪ 断線による逆走の可能性について</li> <li>▪ 横浜シーサイドラインの再発防止対策について</li> </ul>	(参考1)
第2回	6月27日	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 断線以外の逆走の要因について</li> <li>▪ 横浜シーサイドラインの再発防止対策について</li> </ul>	(参考2)
第3回	7月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 逆走防止等の措置について</li> <li>▪ 横浜シーサイドラインの再発防止対策の確認について</li> <li>▪ 無人で自動運転を行う鉄軌道の安全性評価手法について</li> </ul>	(参考3)

以上

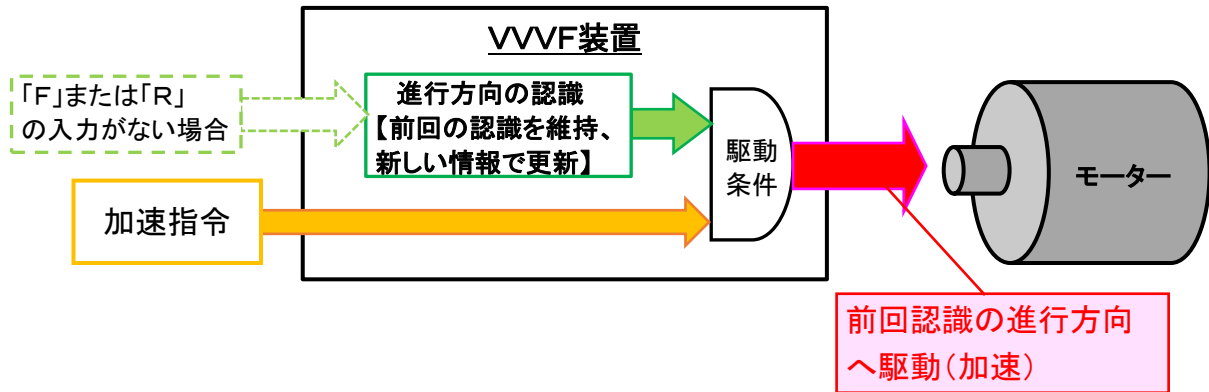
○再発防止対策実施後の回路概略図 (車両の進行方向が下りの状態を示す)



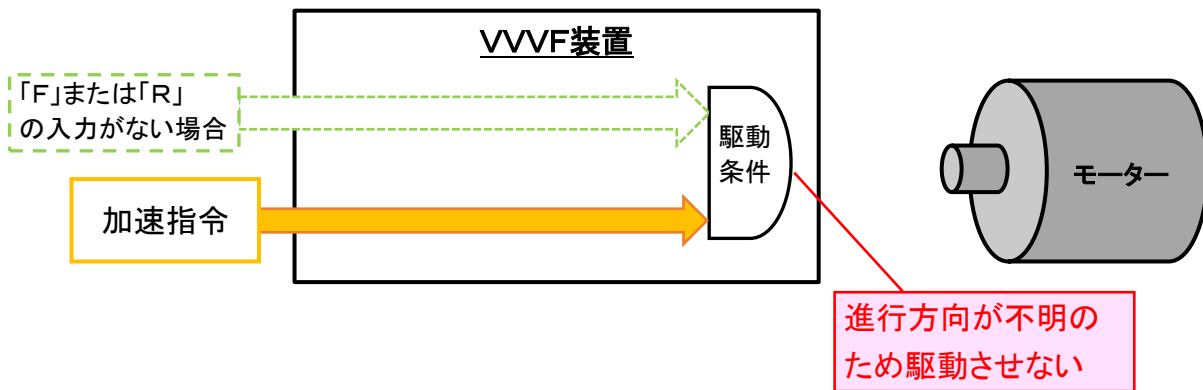
### ○再発防止対策（2）

VVVF装置の力行制御等に進行方向「F」「R」線の入力があることを条件に追加

#### ○従来の機能



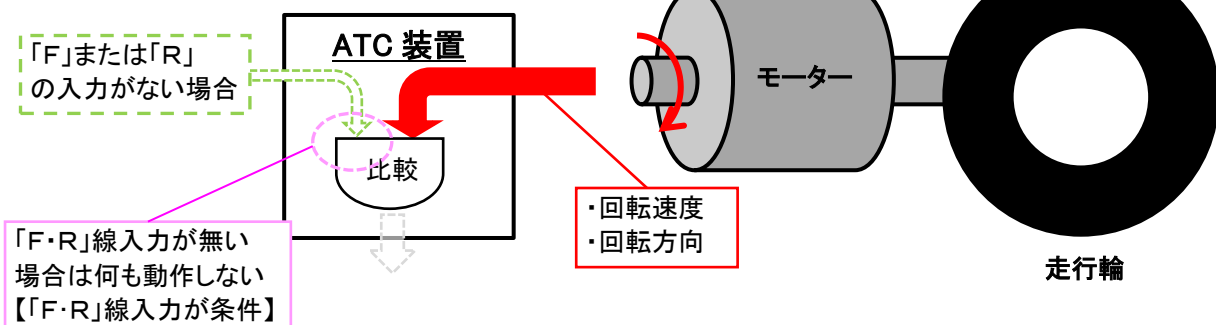
#### ○機能の変更後



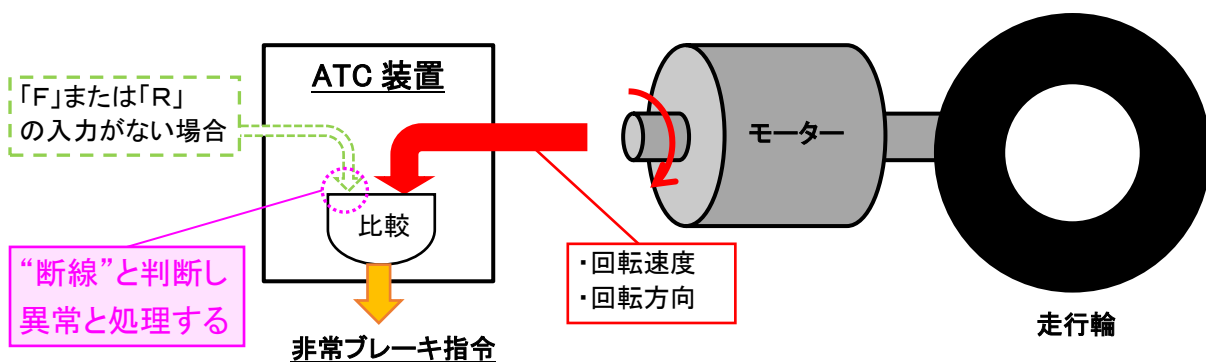
### ○再発防止対策（3）

ATC制御装置のソフト変更(進行方向「F」「R」線が断線の時に非常ブレーキが作用)

#### ○現在(F・R線の断線検知機能なし)



#### ○ソフト変更内容(従来に追加)



事業者名	モーター制御装置の動作			断線した場合の モーター起動の有無
	進行方向の信号		進行方向等	
	F線	R線		
(株)横浜シーサイドライン (金沢シーサイドライン)	無加圧	無加圧	直前の状態を維持【対策前】 ↓ 力行しない【対策後】	あり【対策前】 → なし【対策後】
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
(株)ゆりかもめ (東京臨海新交通臨海線)	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
東京都 (日暮里・舎人ライナー)	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
(株)舞浜リゾートライン (ディズニールゾートライン) ※ 添乗員が乗車	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
愛知高速交通(株) (東部丘陵線)	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
大阪市高速電気軌道(株) (南港ポートタウン)	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	
神戸新交通(株) (ポートアイランド線、 六甲アイランド線)	無加圧	無加圧	力行しない	なし
	加圧	無加圧	前進	
	無加圧	加圧	後進	
	加圧	加圧	力行しない	

# 各社における逆走を防止するシステム等の状況(まとめ)

- 横浜シーサイドライン以外の各事業者ともに、列車出発時に、地上・車上の装置等における進行方向に係る情報※を複数系統で照合し、これらのいずれかが一致しない場合走行しないなど、フェールセーフを考慮したシステムとなっている。  
※ 地上からの進行方向指令(①)、モーター制御装置の方向(②)、ATC(自動列車制御装置)の認識方向(③)
- 横浜シーサイドラインにおいても、今回の事故を踏まえた再発防止対策の実施により、逆走に対する同等の安全性が確保される予定。

事業者	概要
(株)横浜シーサイドライン (金沢シーサイドライン) <b>【再発防止対策実施後】</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 駅ATO(自動列車運転装置)地上装置で①と②を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATC/ATO車上装置で②と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
(株)ゆりかもめ (東京臨海新交通臨海線)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 駅ATO地上装置で①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ 車上の車両統合管理システムで①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
東京都 (日暮里・舎人ライナー)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 駅ATO地上装置で①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATO車上装置で②と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
(株)舞浜リゾートライン (デイズニールリゾートライン) ※ 添乗員が乗車、環状運転	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 地上運輸管理装置で①と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATO車上装置で②と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
愛知高速交通(株) (東部丘陵線)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 折り返し駅では、駅ATO地上装置で①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATO車上装置で①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
大阪市高速電気軌道(株) (南港ポートタウン線)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 駅ATO地上装置で①と②を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATO車上装置で②と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>
神戸新交通(株) (ポートアイランド線、 六甲アイランド線)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 運行管理システムで①と②・③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li><li>・ ATO車上装置で②と③を照合し、不一致の場合、走行しない。</li></ul>

※ 通常想定されるケースではないが、何らかの要因により、①を受信できない環境となる駅間停車時に、②及び③が同時に本来の進行方向と逆転する現象が発生した場合であっても、各社ともに、閉塞区間のATC信号を地上から受信することにより、非常ブレーキが作動し停止するシステムとなっている。

(参考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（第1回）  
概要

1. 日 時： 令和元年6月14日(金) 13:00～15:00

2. 場 所： 中央合同庁舎3号館10階共用会議室

3. 委 員： (別紙のとおり)

4. 結果概要：

- 運輸安全委員会及び横浜シーサイドラインから調査状況の説明があり、推定原因（断線による逆走）について確認した。
- この推定原因に対する他事業者の安全性の検証を行った結果、断線が発生した場合、列車は走行しないシステムとなっていることを確認するとともに、他事業者は警戒態勢の縮小が可能であることを確認した。（始発駅ホームの監視員の配置等を解除）
- また、断線以外の逆走の要因について、次回会合までに、各委員においてその有無について検証することとした。
- この検証が終了するまでは、念のため指令による始発駅の出発監視の強化等を継続することを確認した。
- さらに、横浜シーサイドラインから当面の対策案の説明があり、同対策案について、次回会合までに各委員において検討することとした。

以上

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（第2回）  
概要

1. 日 時： 令和元年6月27日(木) 15:30～17:30
2. 場 所： 経済産業省別館302各省庁共用会議室  
(東京都千代田区霞ヶ関1-3-1)
3. 委 員： (別紙のとおり)
4. 結果概要：

【議事（1）（断線以外の逆走の要因について）関係】

- 断線以外の逆走の要因として、横浜シーサイドライン及び交通安全環境研究所から、何らかの要因により回路の一部の継電器（リレー）が誤動作するなど、F線及びR線が入れ替わる事象が発生した場合に列車が逆走する可能性がある旨の報告があった。次回会合までに、各委員において逆走防止及びそれによる危険の防護について確認することとした。
- この確認が終了するまでは、引き続き、念のため指令による始発駅の出発監視の強化等を継続することを確認した。

【議事（2）（横浜シーサイドラインの再発防止対策案について）関係】

- 横浜シーサイドラインから、再発防止対策案について説明があった。
- これについて、他委員から、同様の対策を講じている等の観点から有効であるとの発言があった。
- また、横浜シーサイドラインから、これらの対策案について、併せて公益財団法人鉄道総合技術研究所による評価を実施中である旨の報告があった。

【議事（3）（その他）関係】

- 今回の事故以外のリスクに関し、次回会合において、リスク分析に関する専門家を交えた議論を行うこととした。

以上



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（第3回）

概要

1. 日 時： 令和元年7月19日(金) 9:30～11:30
2. 場 所： 合同庁舎2号館低層棟共用会議室3A・3B  
(東京都千代田区霞ヶ関2-1-3)
3. 委 員： (別紙のとおり)
4. 結果概要：

【議事（1）（逆走防止等の措置について）関係】

- 横浜シーサイドライン以外の事業者は、何らかの要因により回路の一部が誤動作しても、逆走を防止又は逆走による危険を防護できるシステムとなっていることを確認した。
- これを踏まえ、これらの他の事業者は、警戒態勢（指令による始発駅の出発監視の強化等）の解除が可能であることを確認した。

【議事（2）（横浜シーサイドラインの再発防止対策の確認について）関係】

- 横浜シーサイドラインの実施する再発防止対策について、本検討会として、以下の観点から今回の事故の再発防止に有効であることを確認した。
  - ✓ 公益財団法人鉄道総合技術研究所による調査の結果、有効との評価が得られたこと
  - ✓ 他事業者において既に同様の対策を講じているなど実績のある対策であること

※ 横浜シーサイドラインは、これらの再発防止対策を適切に講じ、安全確認を行った後、自動運転の再開について判断する予定。

○ 以上について、本検討会の「中間とりまとめ」として確認。【議事（4）関係】

【議事（3）（無人で自動運転を行う鉄軌道の安全性評価手法について）関係】

- リスク分析に関する専門家から、安全性評価手法として、FMEA<sup>※1</sup>及びFTA<sup>※2</sup>について情報提供があった。
- 本検討会として、安全性評価手法の参考とすべく、逆走以外の重大なリスクのひとつである「ブレーキ不作動」を想定したFMEAやFTAによるリスク分析に関する意見交換を行うこととした。

※1 FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)

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。

※2 FTA(Fault Tree Analysis)

信頼性や安全性の観点から好ましくない事象を最初に挙げて(頂上事象)、そのような事象に至る要因等を解析する手法。

以上

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  
名簿

	会社名	役職等
座長	東京大学大学院	工学研究科電気系工学専攻 教授 古関 隆章
委員	(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 佐藤 安弘
委員	(公財)鉄道総合技術研究所	研究開発推進部次長 平栗 滋人 車両制御技術研究部長 山本 貴光
委員	横浜シーサイドライン	常務取締役技術部長 田中 耕
委員	東京都交通局	車両電気部長 奥津 佳之
委員	ゆりかもめ	執行役員技術部長 菅野 正平
委員	舞浜リゾートライン	取締役安全マネジメント推進担当部長 トランジット部長 渡邊 貴志
委員	愛知高速交通	常務取締役運輸技術部長 加藤 寿
委員	大阪市高速電気軌道	取締役鉄道事業本部長 中村 和浩
委員	神戸新交通	取締役運輸技術部長 吉田 雅好
委員	国土交通省鉄道局	技術審議官 江口 秀二 技術企画課長 岸谷 克己 安全監理官 佐々木 純

※第3回には、以下の有識者がリスク分析に関する専門家として参加  
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 水間 毅