

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）

日 時：令和元年 6月27日（木） 15：30～17：30

場 所：経済産業省別館 302各省庁共用会議室

一 議 事 次 第 一

1. 開 会

2. 議 事

- （1）断線以外の逆走の要因について
- （2）横浜シーサイドラインの当面の対策案について
- （3）その他

3. 閉 会

《配布資料》

資料1 断線以外の要因による逆走の可能性の検証結果について

資料2 金沢シーサイドライン 新杉田駅構内で発生した鉄道人身障害事故について
（調査状況続報）

資料3 鉄道人身障害事故の暫定対策に対する（公財）鉄道総合技術研究所による評価の概要
【中間報告】 および追加対策の検証について

参考 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

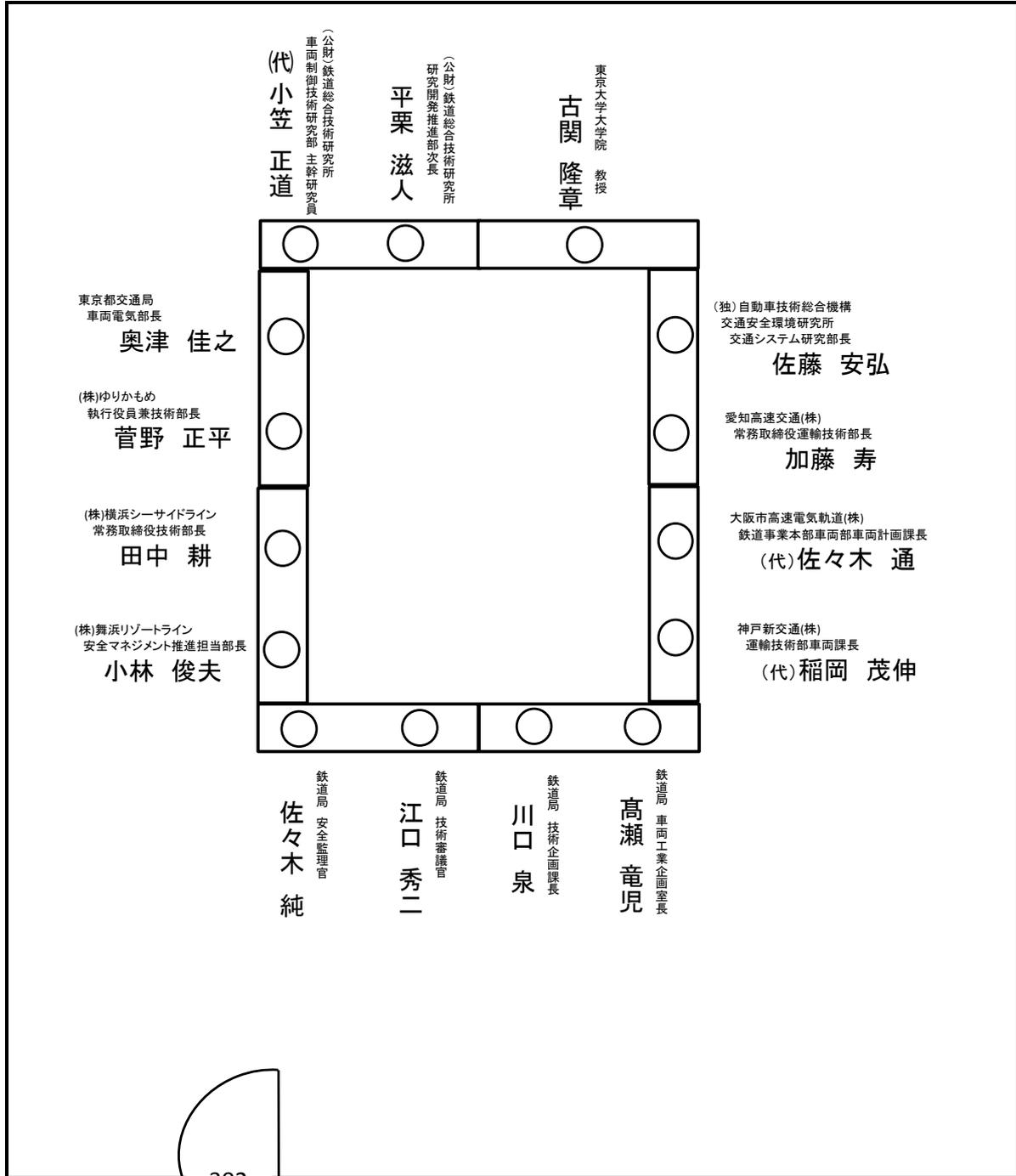
無人で自動運転を行う鉄軌道の事故防止に関する検討会
名簿

	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	安全マネジメント推進担当部長 小林 俊夫
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 川口 泉 安全監理官 佐々木 純

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)

日時: 令和元年6月27日(木) 15:30~17:30

場所: 経済産業省別館 302各省庁共用会議室



断線以外の要因による逆走の可能性の検証結果について

令和元年6月1日に発生いたしました、鉄道人身障害事故の再発防止対策を検討する中で、原因として考えられている“断線”以外の要因による逆走の可能性を検証したところ、以下のとおり、非常に稀な条件が成立した状態で一つのリレーが誤動作した場合に、逆走現象が発生する可能性があると考えられます。

1. 想定される内容

自動運転において、車両が駅本来の停止位置をオーバーランして停止した場合に車両の停止位置修正を行う「停止位置後方修正リレー」が、何らかの要因により誤動作した場合にF線・R線の加圧状態が逆転し、列車が逆走してしまう可能性があると考えられます。

なお、このリレーの誤動作による逆走については、現状”断線”に伴い検討している対策案を実施すれば、駅停車時や駅間走行中に発生した場合は、制御装置が故障となり車両が停止するため発生はいたしません。一方、”駅間停止”が発生し、そのタイミングで何らかの要因により誤動作した場合に、F線・R線の加圧状態が逆転してしまう可能性があると考えられます。

また、当該リレーは通常運行では動作しているものではない（OFF状態）ため、突然誤動作（ON状態）することは、当社ではこれまでも経験がないことから、発生する可能性は極めて少ないものと考えており、万一、同現象が発生した場合でも、手前の信号区間へ進行した段階でATC装置による非常ブレーキが動作するため、衝突する可能性は御座いません。

2. 対策案

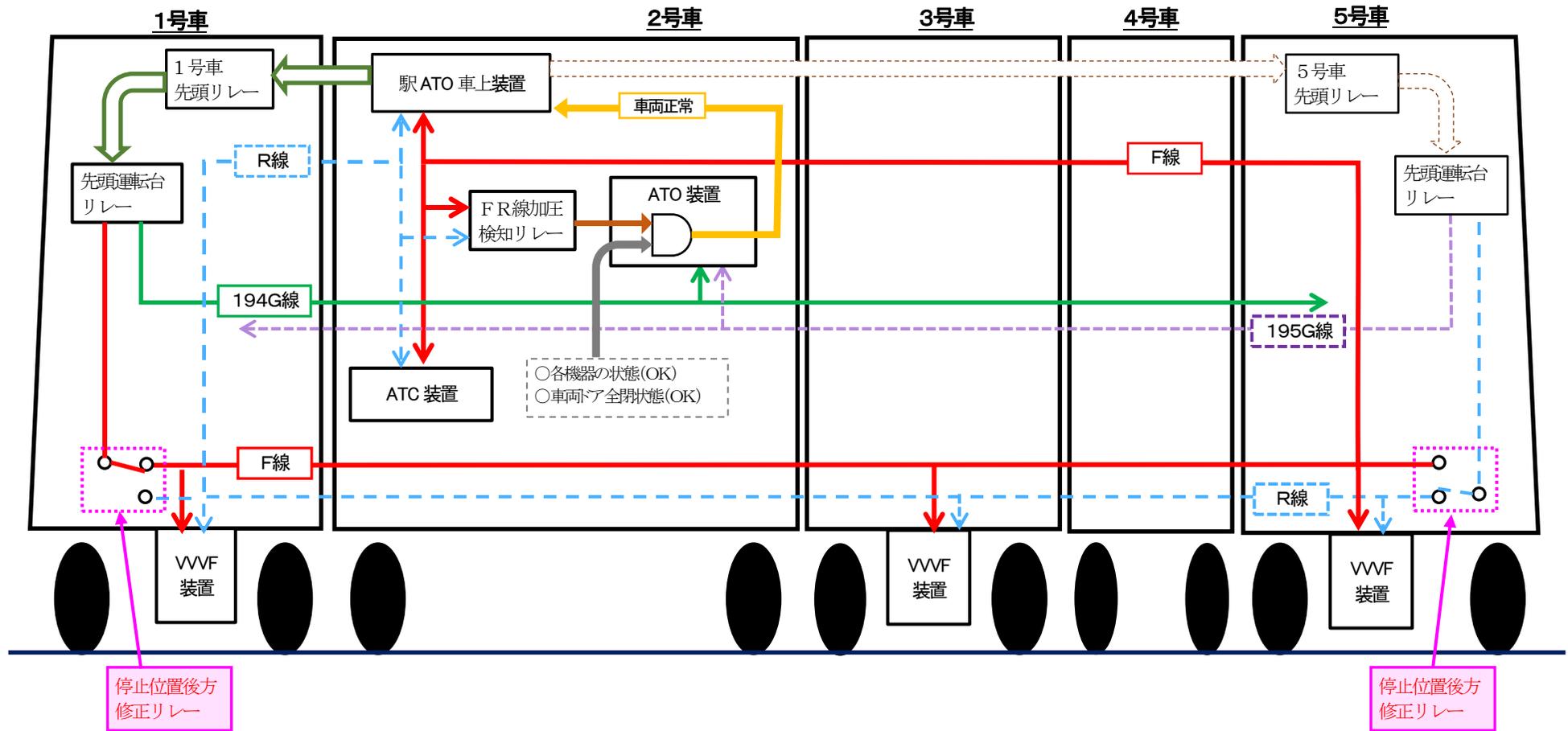
検討中

3. 手動運転の安全性の影響につきまして

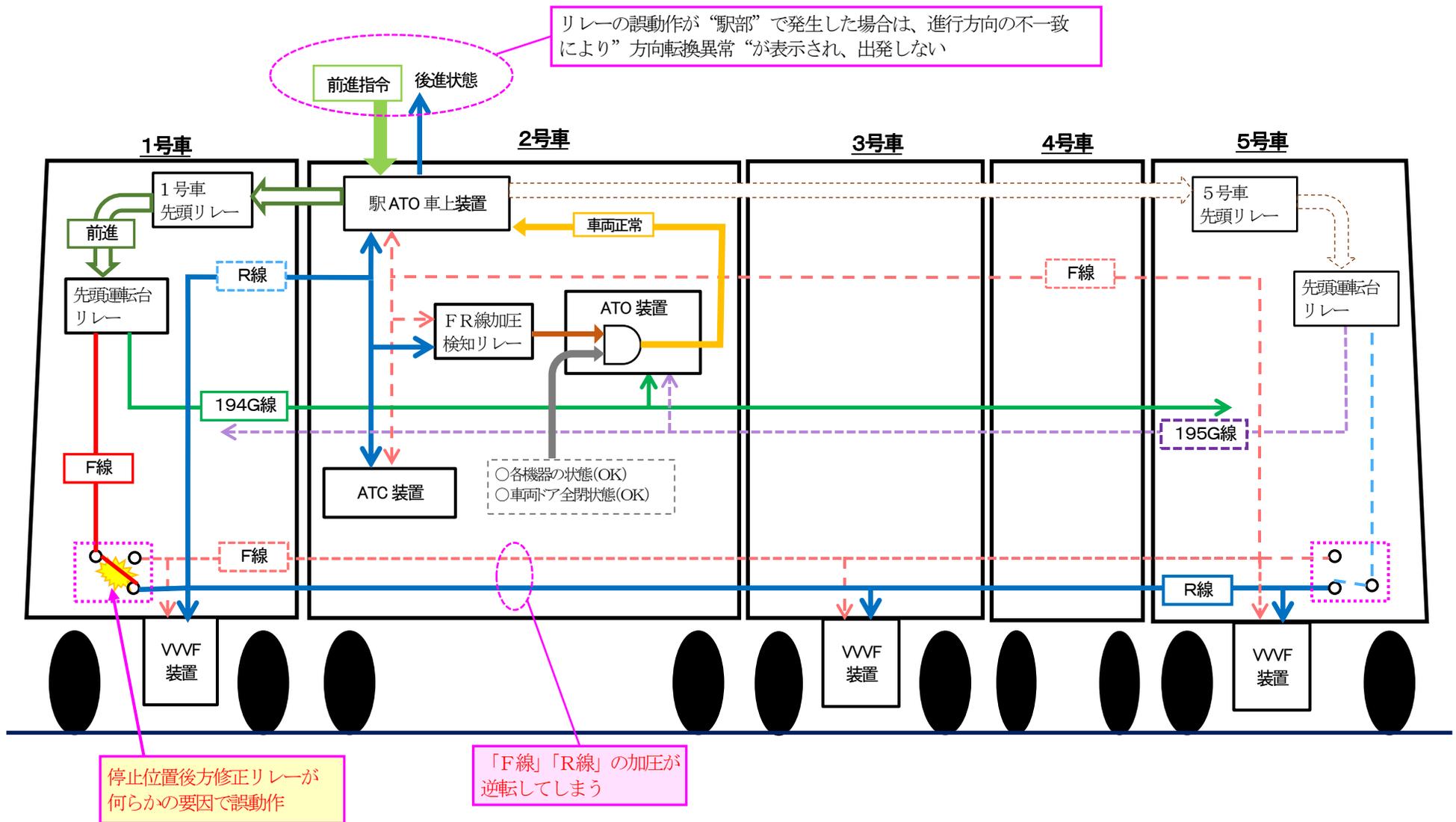
今回確認された当該リレーは、手動運転中は使用されないもので、誤動作による影響はないため、手動運転における安全性には問題はありません。

以上

○現状の「停止位置後方修正リレー」の回路概略図（“断線”の対策施工後を想定）

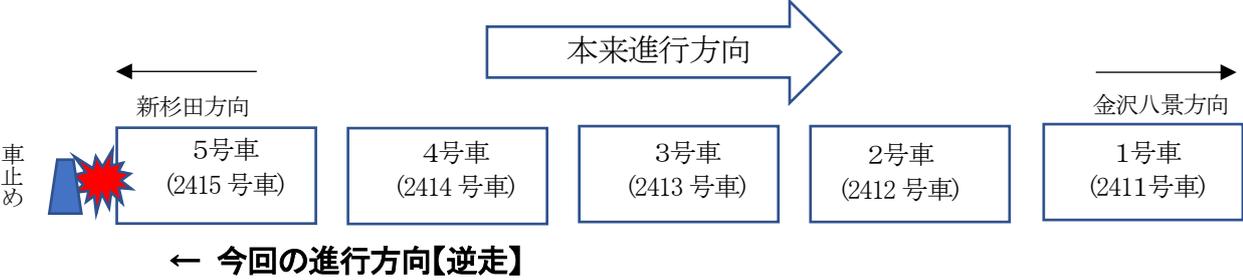


○「停止位置後方修正リレー」が誤動作した時の概略図



金沢シーサイドライン 新杉田駅構内で発生した鉄道人身障害事故について（調査状況続報）

- 1. 発生日時： 令和元年6月1日（土） 20時15分
- 2. 発生場所： 新杉田駅1番線
- 3. 発生列車： 新杉田駅発 並木中央行下り第2009B列車（5両編成）



- 4. 概況：
20時15分、並木中央駅行き第2009B列車の第41編成が始発である新杉田駅折り返し時、出発時間になり車両の扉閉、ホームドア閉動作が終了後、本来、車両進行方向が金沢八景駅側に起動するところ、逆方向の車止め側に起動を開始し、約24m進行して車止めに衝突し停止した。
なお、衝突に伴う衝撃により複数の旅客が負傷した。

- 5. 負傷者：
：16名（重傷者 1名 軽傷者 15名）

- 6. 調査：
以下の調査を実施した。

- 衝突直後の現車状況確認
 - (1) 前照灯の点灯状態確認。1号車側が「点灯」
 - (2) 尾灯の点灯状態確認。5号車側が「点灯」
 - (3) 1号車運転台の車内信号現示「01信号」表示確認。
 - (4) 車両連結間の寸法測定。
- 各種記録データを読み出し【衝突時までの状況確認】
 - (5) 1号車搭載の運転状況記録装置の記録データを抽出、読み出しを実施し、以下のデータが記録されているのを確認した。
 - ① 車両は、力行最大ノッチ(14ノッチ)で加速を開始し、約7.5秒後速度25km/hに達した時点から急激に減速し、約1秒後に停止している。
 - ② 速度25km/hより急減速開始約0.4秒後に非常ブレーキが動作。
 - ③ 衝突時、車両の運転台設定は1号車「入」、5号車「切」を確認。しかし、「F」または「R」線の加圧はどちらも無い状態であった。

- ④ 起動開始時のATC信号は「40信号」、車両が停止（衝突により）とほぼ同時に「ORP20信号」を受信している。
- ⑤ 当該編成の発車16秒前に、進行方向切換信号を受信し先頭運転台認識が「5号車→1号車」に、進行方向認識が「R線→切り」を受信していた。
- (6) ATC/O制御装置の走行データについても採取。
- (7) 地上側駅ATO装置の信号送受信記録を確認するも、特に異常な信号送受信は確認できず。

○この状況より、「F」線の加圧がないことが何らかの要因であるものと推測し、ぎ装配線の調査を実施。

- (8) 衝突した車両の状態、1号車～5号車までの「F」線の加圧状態を測定したところ、全車無加圧「0V」の状態であることを確認。~~【測定箇所：1・2・3・4・5号車】~~
- (9) 同じく、1号車～5号車の「R」線の加圧状態を測定し、全車無加圧（0V）を確認。~~【測定箇所：1・2・3・4・5号車】~~
- (10) 1号車の前後進切換回路に係わるリレーの目視点検 ⇒異常なし
- (11) 確認されている現象より、車両の前後進回路等において、先頭運転台の設定は正常であるもFR線等が無加圧となった場合の挙動について、各機器の動作条件等を再確認した。

その結果、VVVF制御装置のソフトが、FR線の入力がいずれもない場合、直前の進行方向の認識が保持されることとなっているのがわかり、その状態で力行指令が入力されると、認識している直前の進行方向に走行してしまうことが判明。

- (12) 前後進回路のうち「F」線の加圧条件となる以下の箇所のリレー等の確認。
 - ①5号車 継電器盤リレー調査
 - ア. リレーの動作状態を目視確認 ⇒異常は確認できず
 - イ. リレーのコイル加圧回路の接点等の導通確認を実施 ⇒異常確認できず
 - ウ. F1線—F線間のリレーの接点の導通状態確認 ⇒異常は確認できず
 - ②1号車 継電器盤リレー調査
 - ア. リレーの動作状態を目視確認 ⇒異常は確認できず
 - イ. リレーのコイル加圧回路の接点等の導通確認を実施 ⇒異常確認できず
 - ウ. F1線—F線間のリレーの接点の導通状態確認 ⇒異常は確認できず
 - ③1号車、継電器盤から連結端部側端子台までの間「F」線の導通状態をテスターで確認 ⇒ 導通なし【異常確認】
 - ④測定方法の検証をするため、同様の手法で「R」線の導通状態を確認したところ問題はなかった。【導通あり】
- (13) F線の加圧が無くなった箇所を特定するため、運転状況記録装置のデータを詳細に確認したところ、事故発生の一往復前の幸浦→産業振興センター駅間で加圧が切れているのを確認した。

○「F」線の1号車ぎ装配線調査

- (14) 1号車、継電器盤から端子台間のF線をぎ装コネクタに振動を与えながら導通確認 ⇒不具合箇所確認できず
- (15) 継電器盤のコネクタを分解、内部配線確認 ⇒異常なし
- (16) 端子部のF線の確認 ⇒異常なし

- (17) 床下配線のツナギ箱を開けF線の配線状態を確認。
- ① 継電器盤直下のツナギ箱付近の配線状態は異常なし。
 - ② 転線箱にて配線状態を確認するため、F線を引っ張ったところ破断した状態で抜けてしまったのを確認。
- (18) 断線箇所を特定するため、1号車4位側の機器箱、端子台、元空気タンク、近傍の座席シートを取外し、ツナギ箱配線立ち上がり部の配線状態を確認。
⇒F線が妻構体の最下部付近の内骨に接触し、断線しているのを発見した。

7. 原因について（推定）

(1) 逆走運転

逆走については、以下の状況により発生したものと推定する。

- ① 新杉田駅折り返し下り発車時、車両の先頭運転台の設定が5号車から1号車へ切換るも、進行方向指令「F」は加圧されず、「R」と共に無加圧となった。
- ② VVVV制御装置は、進行方向の入力「F」が無いため、ソフト処理で直前の進行方向の認識「R」を継続した。
- ③ 先頭運転台設定の切換えは問題なく行われたため、司令には特に異常表示上がらず。
(地上側は前後切換が正常に行われた認識)
- ④ 地上側は車両から異常等の情報が上がらなかったため、そのまま次駅南部市場駅への出発指令を車両に向けて送信。
- ⑤ 車両は出発指令を受信したため、ATO制御装置より力行指令を出力した。VVVV装置は力行指令を受けるも、進行方向信号（F線）の入力がないため、直前まで運行していた上り方向に制御を開始してしまった。

(2) 「F」線の断線について（調査中）

現時点では推定ではあるが、F線が妻構体内骨と長期にわたり接触したことにより、電線が損傷して断線に至ったものと考えられる。

8. 検査履歴 【第41編成：()内は本事象発生までの走行距離】

- | | | |
|-----------|----------------|-----------------|
| (1) 新製 | ： 平成25年3月2日 | (522,067.65 km) |
| (2) 重要部検査 | ： 平成29年3月30日出場 | (190,139.27 km) |
| (3) 月検査 | ： 令和元年 5月21日 | (2,887.80 km) |
| (4) 列車検査 | ： 令和元年 5月30日 | (951.00 km) |

9. 緊急点検

当該編成を除く全編成を対象に以下の点検を実施した。

- (1) 車両前後進回路の電気的特性（絶縁測定、導通確認等）の緊急点検を実施。
- (2) ATC受信器、ATC/O制御装置、ブレーキ装置の機能及び手動運転車両走行、過走防護機能の安全性の確認試験を実施。
- (3) ツナギ箱配線立ち上がり部の配線処置不良の有無について緊急点検を実施。

10. 今後の対策案

現時点での推定原因を踏まえ、万一、進行方向「F」または「R」線に断線等の発生に

より、指令を各機器に伝達できなくなった場合においても、車両が異常な走行開始等しないよう様々な改修案の検討を進めた結果、以下の内容について再発防止案として今後具体的な検証をしていきたい。

- (1) 自動列車運転装置機器の出発条件リレーの動作条件に、「F」線、「R」線加圧状態を検知するリレーの接点を入れる回路変更をする。

この出発条件リレーは、駅ATO車上装置経由で地上側へ送信する“車両正常”信号の送信条件であるため、これにより地上側から自動運転での“出発指令”を送信しないようにする。

また、地上側において車両の進行方向の認識を正確に把握するため、駅ATO車上装置を介して地上側へ進行方向状態を戻す信号線を、これまでの先頭車両を認識する信号線（194G, 195G）から、「F」線、「R」線に変更するとともに、その「F」線、「R」線も編成中のループ回路として、その情報を末端側から取得するようにする。

これにより、万一断線等の理由により、編成中に正確な進行方向情報が伝わらなかった場合において、その情報を地上で検知し警報として表示させるようにする。

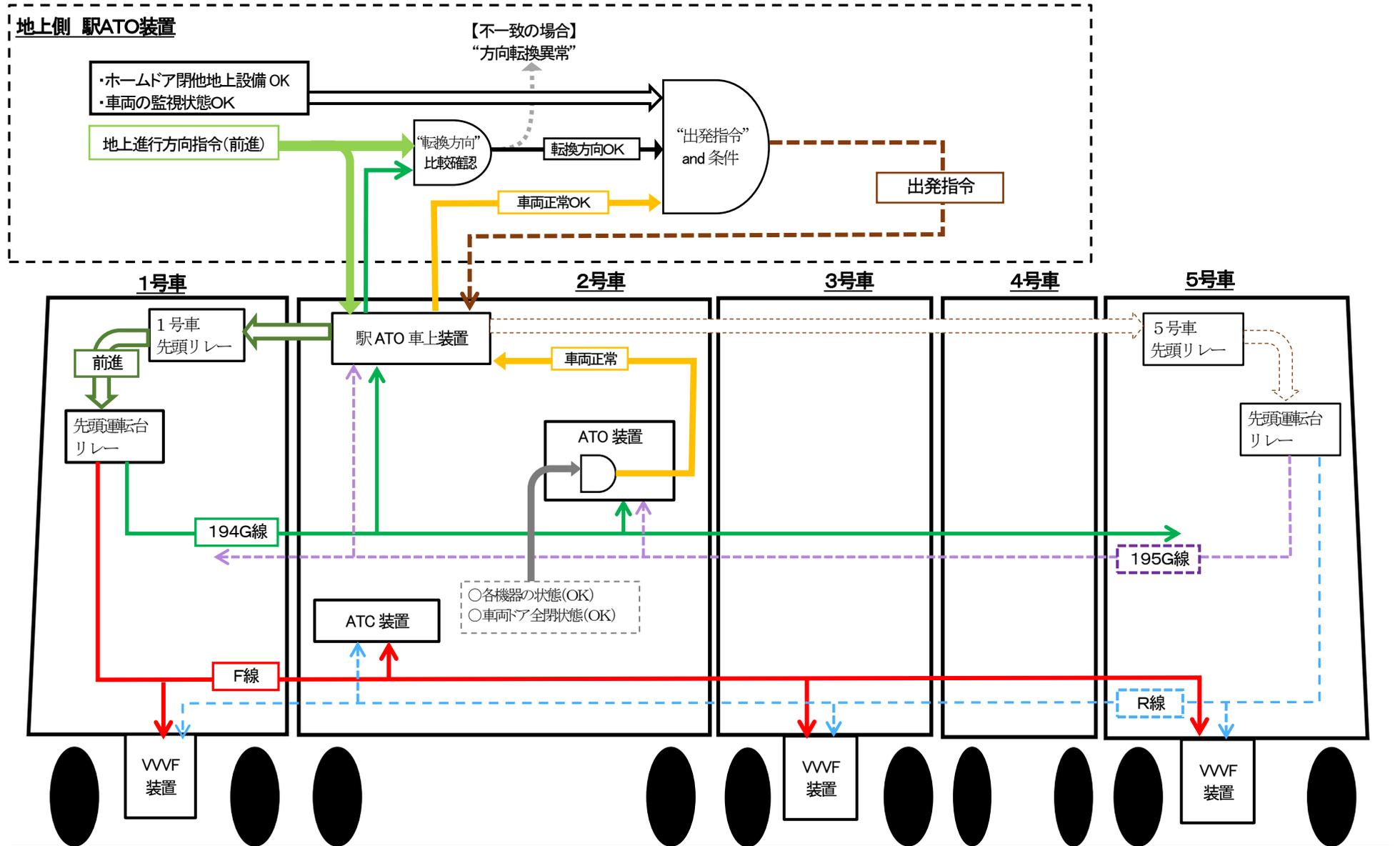
○更なるバックアップ対策として、以下の機器の機能の変更及び、追加をする。

- (2) VVVVF制御装置について、「F」または「R」線の加圧入力があるときのみ、力行および回生ブレーキ制御を行うソフトに変更する。
- (3) ATC制御装置について、進行方向を検知している「F」線、「R」線が断線等により、共に無加圧となった状態で車両の走行を検知したとき、非常ブレーキが動作するようソフトを変更する。
- (4) 今後、新たな事実が判明した場合は、追加で対策を実施する。

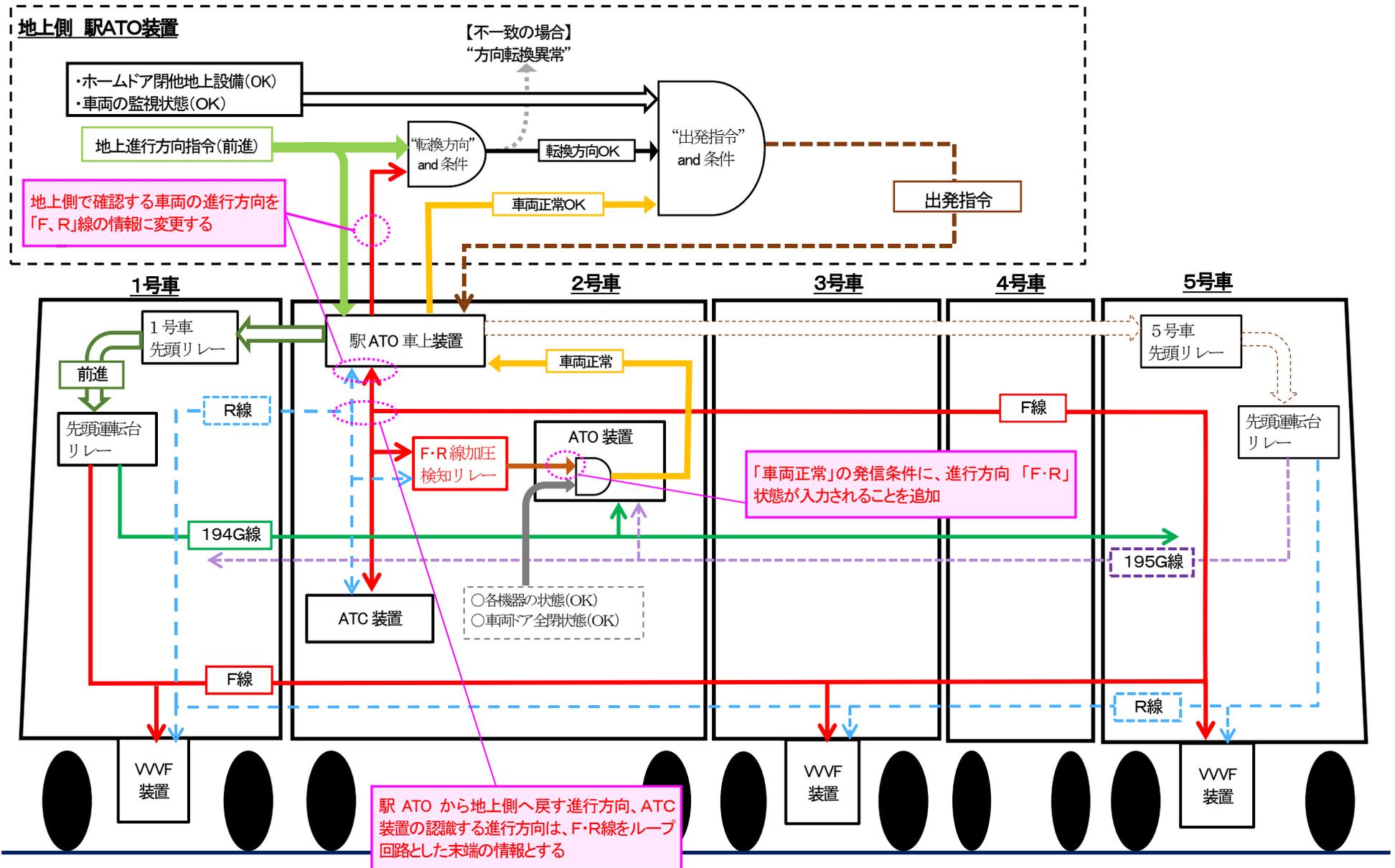
以上

対策案（1） 地上側への“車両正常”信号の送信条件変更及び地上側への車両の進行方向状態の信号線の変更案

・現状の回路概略図（前進【下り】方向の状態を示す）

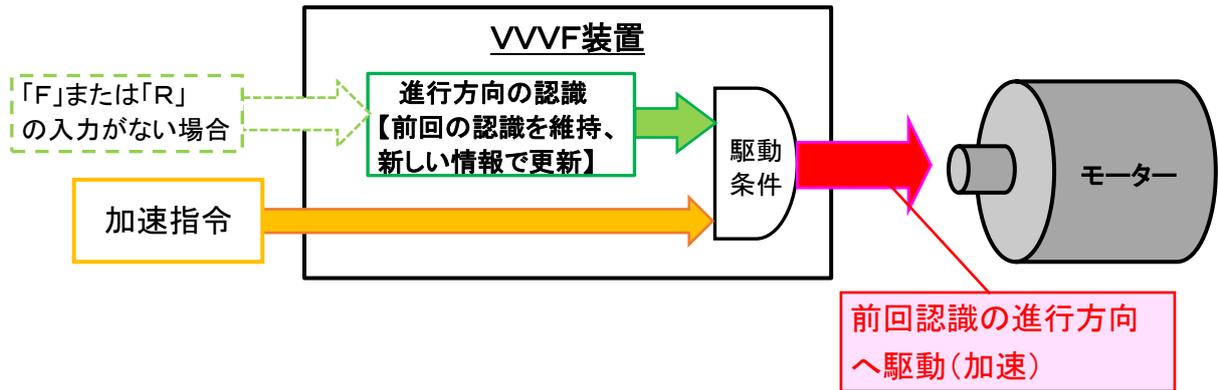


・変更後の回路概略図（前進【下り】方向の状態を示す）

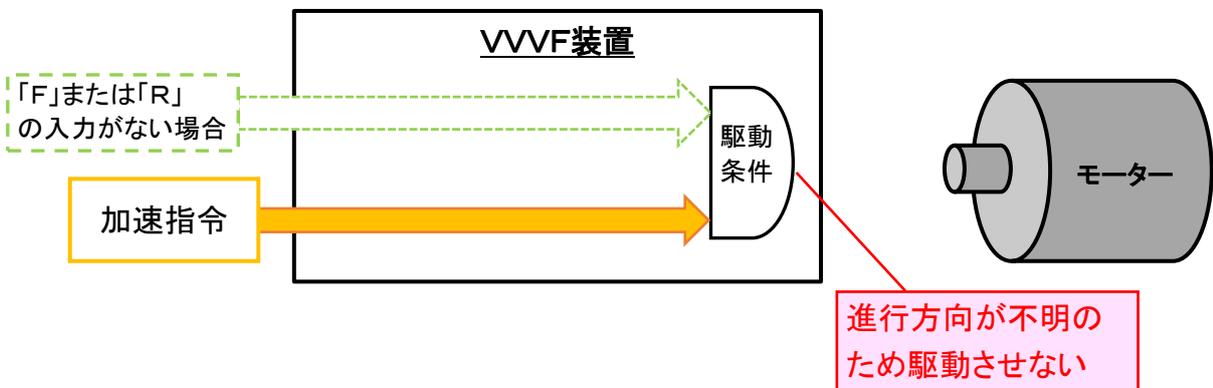


対策案(2) VVVF装置の力行制御等に進行方向「F」「R」線の入力があることを条件に追加

○従来の機能

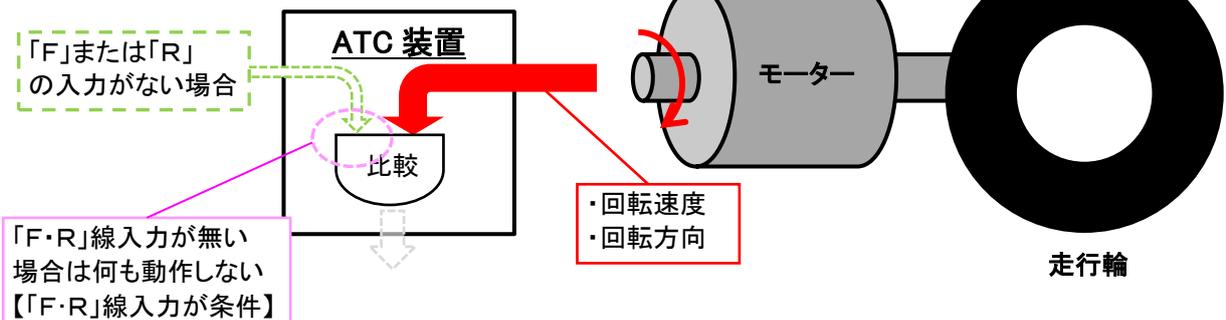


○機能の変更後

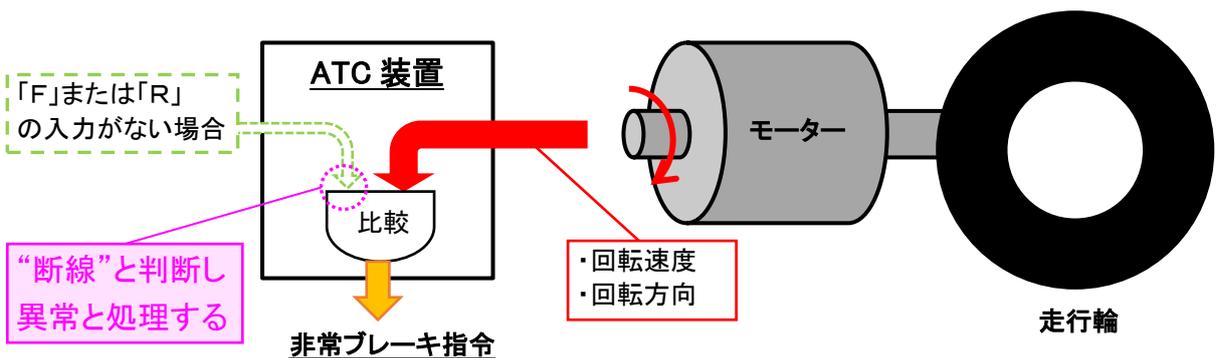


対策案(3) ATC制御装置のソフト変更(進行方向「F」「R」線が断線の時に非常ブレーキが作用)

○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)



鉄道人身障害事故の暫定対策案に対する（公財）鉄道総合技術研究所による
評価の概要【中間報告】および追加対策の検証について

1. 背景

令和元年6月1日に発生した、金沢シーサイドライン新杉田駅にて発生した鉄道人身障害事故に伴い、「横浜シーサイドライン新杉田駅逆走事故に関する評価及び指導」について公益財団法人鉄道総合技術研究所へ委託し、この度、暫定対策として現在検討している3案の有効性、図面及び資料に示される他機能への影響の有無について、以下のとおり、評価の中間報告を受けました。

2. 鉄道総研による評価（中間報告）

(1) 評価を受けた暫定対策案の内容

- ・対策1：自動列車運転装置機器の出発条件リレーの動作条件に、「F」線、「R」線加圧状態を検知するリレーの接点を入れる回路変更をする。
- ・対策2：VVVF制御装置について、「F」または「R」線の加圧入力があるときのみ、力行および回生ブレーキ制御を行うソフトに変更する。
- ・対策3：ATC制御装置について、進行方向を検知している「F」線、「R」線が断線等により、共に無加圧となった状態で車両の走行を検知したとき、非常ブレーキが動作するようソフトを変更する。

(2) 暫定対策案に関する調査事項について

①事象発生メカニズムに関する調査

【調査では“「F」線の断線”についての評価は対象外とした】

②対策案の有効性に関する調査

③対策案の他への影響調査

(3) 評価内容

今回発生した事象に関して、各種図面及び資料を元に調査して頂いた現時点での結果は以下のとおりであった。

- ①対策1は「F」線の断線発生時に出発を妨害することから逆走防止対策として有効であると評価できる。
- ②対策2は車両として安全側動作であり有効であると評価できる。
- ③対策3はF線、R線とも無加圧となった場合において万が一車両が力行したときに停止させるための対策として有効であると評価できる。
- ④各対策案1から3が車両およびATC/ATO装置の正常動作に対して悪影響を及ぼさないことも確認された。

3. 追加対策

上記のほか、地上側へ進行方向状態を戻す信号線を、これまでの194G線、195G線から「F」線、「R」線に変更する対策および、非常に可能性としては低いですが、断線以外で逆走の可能性があると考えられる「停止位置修正リレー」の誤動作に対する対策について、引き続き検証を進めます。

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