平成２７年６月９日

特急スーパー白鳥３４号のモータ配線が焦損した事象の原因と対策及び避難誘導関係の課題と検討の方向性について

１．発生概況

平成２７年４月３日１７時０７分頃、津軽海峡線　知内信号場～津軽今別駅間において、函館１５時５６分発　新青森行き　特急スーパー白鳥３４号において、車掌が窓から車外に火花が出ているのを確認し、停止手配を行いました。その後、車内に煙の発生を認めたため、ご利用のお客様には列車から避難して頂きました。

２．モータ配線が焦損したフロー、原因及び対策について（資料１）

（１）モータ配線が焦損したフローについて

①「モータへの電流を制御する装置」が、「モータ回転数を検知するセンサ」が故障していないにも係わらず、故障と判断して認識できなくなった

※「モータへの電流を制御する装置」・・・・主変換装置
「モータの回転数を検知するセンサ」・・・パルスセンサ

⇩

②「モータの回転数を検知するセンサ」を認識できなくなったことにより、「モータへの電流を制御する装置」が適正に電流を制御できず、モータに基準より大きな電流を流し続けた

⇩

③モータに基準より大きな電流が流れても保護動作が常時作用しない状態であった
（想定していた保護動作が作用するレベルの過電流が、特定条件でしか流れない）

⇩

④車両の加速に必要とする電流以上に、モータに大きな電流が流れ続けたことで、行き場のない電流が熱に変換され、モータが発熱した

⇩

⑤モータが発熱し、モータの冷却のための給排気の排気が高温となり、モータ配線等を焦損・溶損に至った

（２）原因について

①主変換装置の検証不足

・主変換装置は、モータ電流の制御に使用する全てのパルスセンサを故障と判断した場合、通常より大きい電流がモータに流れる状況となっていました。

・主変換装置は、通常より大きな電流をモータに流し、過電流を検出して、モータ電流を断つ保護動作が作用することでモータを保護することを想定していました。

・しかし、保護動作が作用するレベルまではモータに電流が流れず、保護動作は作用しませんでした。

・想定していた保護動作の検証を行っていませんでした。

②車両機器を扱う訓練時の機器の復帰時期が不明確

・指導員（運転士）が、見習い運転士に対し、「前進指令スイッチ」が切れていた時の運転席の表示状況を教えるため、当該車両の「前進指令スイッチ」を「切」としました。

・訓練のため「切」として仮設した「前進指令スイッチ」を復帰した時期が、車両が入換え（移動）を開始した後であったため、主変換装置は、進む方向が違うと認識して、全てのパルスセンサを故障と判断したと推定しています。

・乗務員訓練で扱った機器の復帰時期のルールが明確でありませんでした。

（３）対策について

①同一システムの主変換装置を搭載した車両を対象に、主変換装置がモータ電流の制御に使用する全てのパルスセンサを故障と判断した場合は、強制的に主変換装置の電源を「切」とし、モータ電流を遮断するシステムに変更を行います。

【対象車両　７８９系（青函）８両、７８５系６両　平成２７年６月末施工終了予定】

※システム変更までの間、同一システムの主変換装置を搭載した車両で、「主変換装置軽故障」が発生した場合、運転士は速やかに停止し、主変換装置の電源を「切」とすることにしています。

（対象：７８９系（青函）８両、７８５系（２編成）６両）

②乗務員への指導において、車両の機器を操作する場合のルールを定めました。

３．避難誘導関係の課題と検討の方向性について（資料２）

（１）課題等について

①マニュアルに各条件ごとに取るべき選択肢は示していましたが、条件に幅がある場合の判断を支援する記述が不足

②教育訓練資料は紙面資料が中心

③乗務員によるトンネル照明点灯方法が周知されていない

④救援列車の逆線運転には手間がかかる

⑤避難所の誘導設備に改善の余地がある

⑥陸底部斜抗からの誘導に備えた避難所・非常放送設備が十分に確保されていない

⑦避難所におけるお客様の通信手段が確保されていない

⑧すべての乗務員が、迅速な避難誘導が出来るようにしなければならない

（２）検討の方向性について

①青函トンネルマニュアル（在来線）の改訂及び新幹線用マニュアルの再精査

②迅速な救援列車・救援要員の手配

③避難誘導設備・通信整備の改善の検討・要請

④避難誘導訓練の改善

特急スーパー白鳥３４号のモータ配線が焦損した事象

資料１

主変換装置がパルスセンサ※は故障していないにも係わらず、故障と判断

※パルスセンサとはモータ回転数を検出する装置

当該編成が函館運輸所から、出区する際に、指導員が見習い運転士に対し、訓練を実施

「前進指令スイッチ」が切れていた時の運転席の表示を教えるため、当該車両の「前進指令スイッチ」を、「切」とする

「前進指令スイッチ」を「切」のまま車両が入換えを開始した

「前進指令スイッチ」の復帰
（復帰時期は推定）

当該車両の主変換装置は、前進の指令が無いことから、車両は後ろ方向に進むと認識していたが、実際は前に進んだため、モータ回転数を検知するパルスセンサが全て(4個)同時に故障したと判断した

当該車両の各部品の個別調査では本事象の原因と認められる故障は認められなかった

主変換装置は、モータ電流を制御できず、基準より大きな電流を流し続ける

当該車両の主変換装置は、制御に使用する全てのパルスセンサを故障と判断した場合、通常より大きい電流がモータに流れる状況となっていた

主変換装置はモータ過電流を検出して、モータ電流を断つ保護動作が作用することで、モータを保護することを想定していた

基準より大きな電流が流れても保護動作が常時作用しない
（想定していた過電流が特定条件でしか流れない）

加速時
（力行時）

モータにノッチ指令と比較して大きな電流が流れ続ける
※通常１６０A以下→常時約２２０A

保護動作が作用するレベルまでは電流が流れず、保護動作（モータ電流遮断）は作用しない
※保護動作は約３６０Ａで動作する

加速に必要とする電流以上にモータに大きな電流が流れたことで、行き場のない電流が熱に変換され、モータが発熱し、モータの冷却のための給排気の排気が高温となった

事象発生

減速時
（ブレーキ時）

高速（55km/h以上）の場合は、加速時と同様に保護動作が作用するレベルまでは電流が流れず、保護動作（モータ電流遮断）は作用しない

低速（55km/h以下）から停止する場合は、保護動作が作用するレベルの電流が流れ、「軽故障」の表示とともに、瞬時にモータ電流が遮断される。その後、モータの電流値が検出値以下になると自動的にリセットされ、再度モータに電流を流す。この状態を繰り返すが、モータの発熱には至らない

運転席モニタに「軽故障」の表示はされるが、車両の自己診断機能で、自動的にリセットされる場合は運転継続可

乗務員訓練で扱った機器の復帰は車両の運用開始までに、終了していればいいと考えていた

乗務員への指導において、車両の機器を操作する場合のルールを定めた。

主変換装置の検証が不足していた

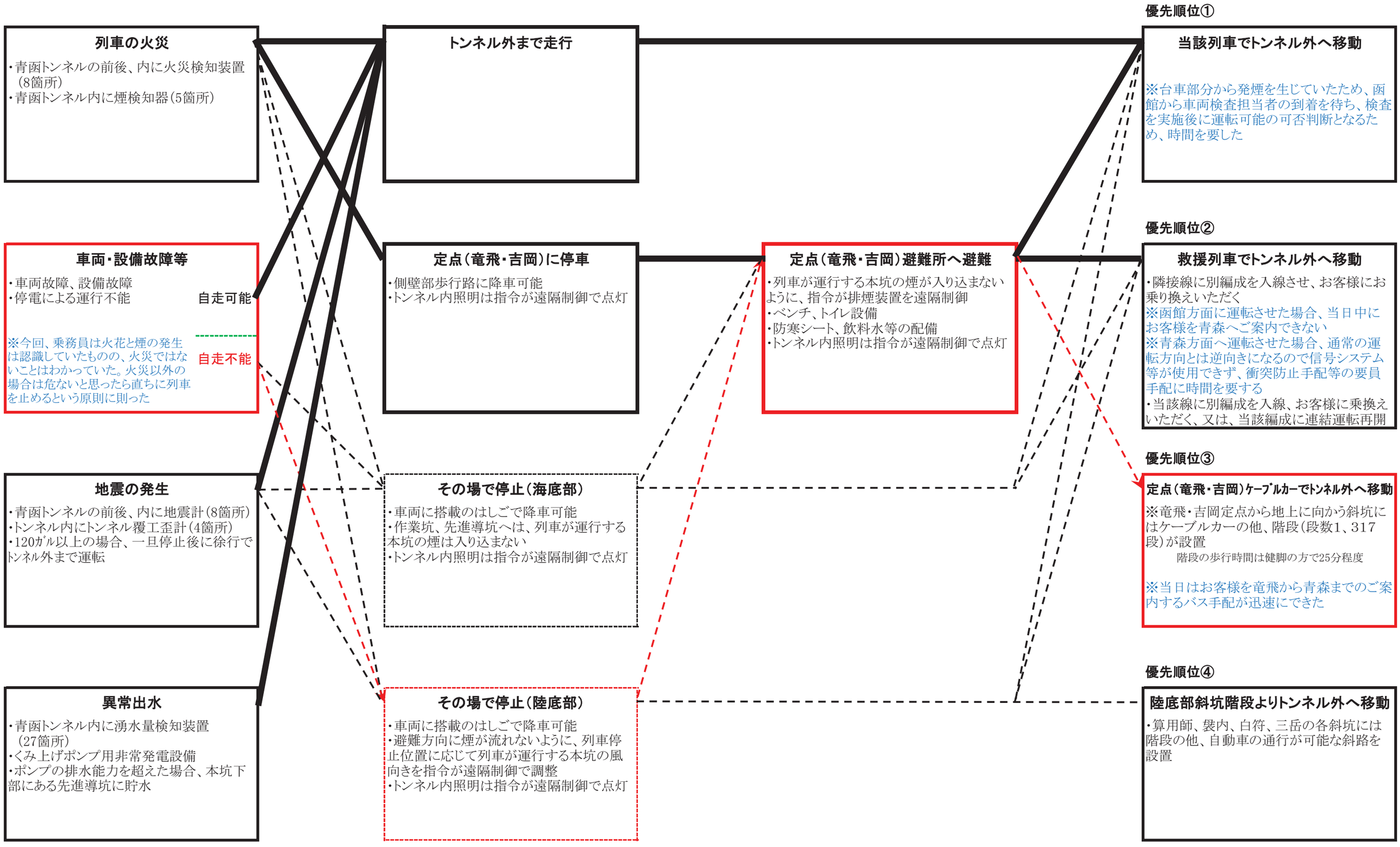
システム変更までの間、同一システムの主変換装置を搭載した車両で、「主変換装置軽故障」が発生した場合、運転士は速やかに停止し、主変換装置の電源を「切」とすることとした。

同一システムの主変換装置を搭載した車両を対象に、主変換装置が、モータ電流の制御に使用する全てのパルスセンサを故障と判断した場合は、強制的に主変換装置の電源を「切」とし、モータ電流を遮断するシステムに変更を行う。
【対象車両 789系(青函)8両、785系6両　H27年6月末施工終了予定】

4月3日4034M車両故障に伴う避難誘導関係課題・検討の方向性

4月3日の事象に基づき洗い出した課題等	検討の方向性
■ 各条件ごとに取るべき選択肢は示していたが、条件に幅がある場合の判断を支援する記述が不足していた ■ 教育訓練資料は紙面資料が中心 ■ 乗務員によるトンネル照明点灯方法が周知されていなかった ○ 指令による一斉点灯が前提となっていた	■ 青函トンネルマニュアル(在来線)の改訂及び新幹線用マニュアルの再精査 ① 乗務員、指令員の判断を更に支援できるように改訂（7月末目途） ・ 取るべき対応について、どの選択肢を選ぶか、現在の記述に、乗務員・指令員の判断を更に支援できる記述を付加する ・ 社内・社外関係者からの聞き取り、他社取組事例の調査を基に改訂内容を検討 ② 使いやすいマニュアル ・ 日常の訓練用、海峡線新任者用の教育用DVDを作成するとともに、紙ベース資料の他、使いやすい仕組みの構築 ③ 自治体・他社への連絡体制を追記（7月末目途）
■ 救援列車の逆線運転には手間がかかる 逆線運転の場合、列車の衝突防止等のシステムが使えないため、社員を手配して人間の注意力で運転保安を確保する必要がある ＜平成28年3月北海道新幹線開業に伴う変化＞ ○ ATC・無線等システムの更新 （在来線アナログATCから新幹線デジタルATC、無線ATCへの更新等）	■ 迅速な救援列車・救援要員の手配 ① 救援用車両の手配 ② 乗務員の確保（特に新青森方） ③ 無線ATCを活用した迅速な逆線運転手配
■ 避難所の誘導設備に改善の余地がある ＜平成28年3月北海道新幹線開業に伴う変化＞ ○ 列車定員の増加 ・789系6両 345名 → H5系10両 731名 ■ 陸底部斜坑からの誘導に備えた避難所・非常放送設備が十分に確保されていない ■ 避難所におけるお客様の通信手段が確保されていない	■ 避難誘導設備・通信設備の改善の検討・要請 ① 定員の増加に合わせた定点の避難所設備の増強 ② 陸底部斜坑からの誘導に備えた避難所・非常放送設備等設置 ③ 誘導サインの改善 ④ 斜坑ケーブルカーの定員のあり方 ⑤ 避難所におけるお客様の通信手段確保のあり方
■ すべての乗務員が、迅速な避難誘導が出来るようにしなければならない ○今後の避難誘導訓練に反映	■ 避難誘導訓練の改善 ① 社員の定例訓練の再構築 ② 地元消防・警察との訓練の継続 ③ 救援列車を使用した訓練の実施

青函トンネル　防災・お客様避難に関する考え方及び4月3日車両障害発生時の流れ



※ 凡例　━━━━━ 基本的な流れ　- - - - - - - - 定点・トンネル外まで運転継続できなかった場合の流れ（赤色は4月3日の流れ）

※ 青函トンネル内をお客様に移動していただく事態となった場合、お体が不自由なお客様、体調不良のお客様に対してトンネル内にある保守作業用自動車等にご乗車いただくことも検討