

鉄道重大インシデント調査報告書

I 九州旅客鉄道株式会社香椎線須恵駅～須恵中央駅間における鉄道重大インシデント

車両障害（「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」に係る鉄道重大インシデント）

II 東日本旅客鉄道株式会社磐越東線郡山駅～舞木駅間における鉄道重大インシデント

車両障害（「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」に係る鉄道重大インシデント）

本報告書は、平成26年3月28日に公表した報告書を、
平成26年4月25日に公表した正誤表により訂正したものです。

平成26年 3 月 28日

本報告書の調査は、本件鉄道重大インシデントに関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、鉄道事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 後藤 昇 弘

《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

- Ⅱ 東日本旅客鉄道株式会社磐越東線郡山駅～舞木駅間における鉄道重大インシデント
車両障害（「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」に係る鉄道重大インシデント）

鉄道重大インシデント調査報告書

鉄道事業者名：東日本旅客鉄道株式会社

インシデント種類：車両障害（鉄道事故等報告規則第4条第1項第8号の「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」に係る鉄道重大インシデント）

発生日時：平成24年6月4日 16時54分ごろ

発生場所：福島県郡山市

磐越東線ばんえつとうせん 郡山駅～舞木駅間もうぎ（単線）

いわき駅起点81k600m付近

平成26年3月10日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長 後藤昇弘

委員 松本陽（部会長）

委員 横山茂

委員 石川敏行

委員 富井規雄

委員 岡村美好

要旨

<概要>

東日本旅客鉄道株式会社の磐越東線郡山駅発おのにいまち小野新町駅行き4両編成の上り普通第738D列車は、平成24年6月4日、郡山駅を定刻16時49分に出発し、隣駅の舞木駅へ向かった。列車の運転士は、阿武隈川に架かるきょうりょう橋梁上を惰行運転し、先頭車両が阿武隈川の対岸に差し掛かった付近で、運転士知らせ灯が滅灯したことに気づき、旅客用乗降口の扉に故障が発生したものと判断して、直ちに非常ブレーキを掛けて列車を停止させた。列車が停止した後に、車掌が列車の状況を確認したところ、3両目右側の車側表示灯が点灯しており、3両目右側の前後に2箇所ある旅客用乗降口の扉のうち、後ろ（3位側）の1箇所が全開していた。

列車には、乗客約300名、運転士1名、車掌1名及び便乗運転士1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

<原因>

本重大インシデントは、列車の3両目車両のドアを開閉するための戸閉め制御回路の電気配線の被覆が破れて素線が露出して車体に接触し、さらに先頭車両において電動ミラーの電源線が車体と接地した状態となったため、車体を經由して戸開電磁弁が加圧されて、3両目車両のドアが開いたものと考えられる。

なお、電動ミラー側の電源線が車体と接地した状態となったことについては、電動ミラーの遠隔制御を行う操作スイッチの回路基板で短絡が発生し、その結果、電源線と電動ミラー側の電気配線間が電氣的につながったこと、及び電動ミラー側の電気配線の被覆が破れて露出した部分が車体に接地し短絡状態になったことによる可能性があると考えられる。

電動ミラーの操作スイッチの回路内で電氣的に遮断されている電源線と電動ミラー側の電気配線間が短絡して電気が流れたことについては、電気配線の摩耗や、経年劣化から回路基板上に汚れが付着したことにより、電源線と電動ミラー側の電気配線が電氣的につながり、電気が流れる回路が回路基板上に形成されたものと考えられる。

戸閉め制御回路の電気配線の被覆が破れて素線が露出していたことについては、電線樋と電気配線が列車の振動で擦れることが原因となり、電気配線の被覆が損傷したものと考えられる。また、電動ミラー側の電気配線の被覆が破れて素線が露出していたことについては、電動ミラーを設置する改造工事を行う際の施工不良により、電気配線の被覆が損傷した可能性があると考えられる。

目次

1	鉄道重大インシデント調査の経過	1
1.1	鉄道重大インシデントの概要	1
1.2	鉄道重大インシデント調査の概要	1
1.2.1	調査組織	1
1.2.2	調査の実施時期	1
1.2.3	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	2
2.1	運行の経過	2
2.1.1	乗務員等の口述	2
2.1.2	運転状況の記録に関する情報	5
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	6
2.3	鉄道施設に関する情報	6
2.4	車両に関する情報	6
2.4.1	車両	6
2.4.2	ドアの開閉制御に関する情報	8
2.4.2.1	戸閉め制御回路の動作の仕組み	8
2.4.2.2	戸閉め保安回路	11
2.4.2.3	車側表示灯及び運転士知らせ灯	11
2.4.2.4	戸閉め制御回路の電源と車体との関係	11
2.4.2.5	ドアスイッチ回路の配線に関する情報	11
2.4.3	室内ミラーに関する情報	12
2.4.3.1	室内ミラーの電動化工事に関する情報	12
2.4.3.2	室内ミラーの動作等に関する情報	12
2.5	乗務員に関する情報	13
2.6	気象に関する情報	13
2.7	車載機器の電気回路等に関する調査	13
2.7.1	ドアの作動状況等の調査	13
2.7.1.1	ドアの作動状況	13
2.7.1.2	ドアの開閉動作に関する調査	14
2.7.2	戸閉め制御回路の構成機器に関する調査	14
2.7.2.1	ドア表示灯	14
2.7.2.2	ドアスイッチ回路の動作と周辺状況	14
2.7.2.3	配線方法と損傷に関する調査	15

2.7.2.4	戸閉め制御回路の電気配線損傷の影響に関する調査.....	16
2.7.3	列車編成の分割・連結の影響.....	17
2.7.3.1	列車編成を分割したときのドアの動作状況.....	17
2.7.3.2	D2-D3編成及びD3-D4編成の電気配線の電圧.....	17
2.7.3.3	単編成における電気配線の電圧.....	18
2.7.3.4	D2編成の調査における分割車両の電圧及び絶縁抵抗測定.....	19
2.7.4	電動ミラーに関する調査.....	19
2.7.4.1	電動ミラーの取り外し調査.....	19
2.7.4.2	電動ミラーの操作スイッチ回路の調査.....	21
2.8	その他の情報.....	21
3	分析.....	22
3.1	本件ドアが開いた状況及び発生場所に関する分析.....	22
3.2	戸閉め制御回路に関する分析.....	22
3.2.1	ドア開閉動作に関する分析.....	22
3.2.2	ドア表示灯に関する分析.....	22
3.2.3	リレー及びリレー盤に関する分析.....	22
3.2.4	電気配線に関する分析.....	23
3.3	列車編成の分割と連結の影響に関する分析.....	24
3.3.1	D2編成とD3編成の連結による影響に関する分析.....	24
3.3.2	D3編成とD4編成の連結による影響に関する分析.....	24
3.3.3	単編成に関する分析.....	24
3.3.4	D2編成の分割に関する分析.....	24
3.4	電動ミラーに関する分析.....	24
3.4.1	電動ミラーの有無について.....	24
3.4.2	電動ミラー改造工事における施工について.....	25
3.4.3	操作スイッチについて.....	25
3.5	電気配線の損傷とドアが開いたメカニズムに関する分析.....	25
4	結論.....	27
4.1	分析の要約.....	27
4.2	原因.....	28
5	再発防止策.....	29
5.1	今後必要とされる再発防止策.....	29
5.1.1	直接的な防止対策.....	29
5.1.2	気動車における制御電源と車体との関係に関して望まれる対応.....	29
5.2	事業者等により講じられた措置.....	30

添付資料

付図 1	磐越東線の路線図.....	31
付図 2	重大インシデント発生現場付近の地形図.....	31
付図 3	戸閉め制御回路の配線略図抜粋.....	32
付図 4	運転台の操作スイッチと電動ミラーの設置位置.....	33
付図 5	室内ミラーの改造.....	34
付図 6	電動ミラーと操作スイッチの配線図.....	35
付図 7	半自動戸開りレーとリレー盤.....	35
付図 8	戸閉め制御回路の電気配線の損傷状況.....	36
付図 9	正常時と本重大インシデント発生時にドアが開いたときの通電経路の比較	37
付図 10	ドアスイッチ回路におけるドアが開く現象が発生する仕組み.....	38
付図 11	電動ミラーを分解した状況.....	39
付図 12	電動ミラー側の電気配線と 1 a 線の損傷状況.....	40
付図 13	操作スイッチの分解状況.....	41

1 鉄道重大インシデント調査の経過

1.1 鉄道重大インシデントの概要

東日本旅客鉄道株式会社の磐越東線郡山駅発^{おのにいまち}小野新町駅行き4両編成の上り普通第738D列車は、平成24年6月4日(月)、郡山駅を定刻16時49分に出発し、隣駅の舞木駅へ向かった。列車の運転士は、阿武隈川に架かる^{きょうりょう}橋梁上を惰行運転し、先頭車両が阿武隈川の対岸に差し掛かった付近で、運転士知らせ灯が滅灯したことに気付き、旅客用乗降口の扉に故障が発生したものと判断して、直ちに非常ブレーキを掛けて列車を停止させた。列車が停止した後に、車掌が列車の状況を確認したところ、3両目右側(車両は前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。)の車側表示灯が点灯しており、3両目右側の前後に2箇所ある旅客用乗降口の扉のうち、後ろ(3位側)の1箇所が全開していた。

列車には、乗客約300名、運転士1名、車掌1名及び便乗運転士1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

1.2 鉄道重大インシデント調査の概要

1.2.1 調査組織

本件インシデントは、列車の走行中に旅客用乗降口の扉が開いた事態であり、鉄道事故等報告規則第4条第1項第8号の「車両の走行装置、ブレーキ装置、電気装置、連結装置、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破壊等が生じた事態」(車両障害)に該当し、かつ、運輸安全委員会設置法施行規則第2条第6号に定める「特に異例と認められるもの」であるため、重大インシデントとして調査対象とした。

運輸安全委員会は、平成24年6月4日、本重大インシデントの調査を担当する主管調査官ほか2名の鉄道事故調査官を指名した。

東北運輸局は、本重大インシデントの調査を支援するため、職員を現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成24年6月5日～8日	車両調査、口述聴取及び現場調査
平成24年6月29日	車両調査

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 運行の経過

2.1.1 乗務員等の口述

本重大インシデントに至るまでの経過は、東日本旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の磐越東線上り普通第738D列車（以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）、本件列車の車掌（以下「本件車掌」という。）、本件列車の便乗運転士（以下「便乗運転士」という。）、本件列車に使用されている車両の検修を担当する職員（以下「本件車両担当」という。）及び開いた旅客用乗降口の扉付近に乗車していた乗客（以下「本件目撃者」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

本件運転士は、本件列車の出区前に同社の郡山総合車両センター郡山派出構内の検修庫において、本件列車のエンジンを掛けて、ドアの開閉動作確認を含む出区点検を実施したが、列車に異常は認められなかった。本件列車の出区時刻になったため、郡山派出構内の検修庫を出発して、郡山駅6番線に入線した。

その後、本件列車は、郡山駅（いわき駅起点85k520m、以下「いわき駅起点」は省略。）発の小野新町駅行き列車として、郡山駅から隣駅の舞木駅へ向けて定刻（16時49分）に出発した。約90km/hまで力行運転を行い、その後、約85km/hの速度で惰行運転をしていた。阿武隈川橋梁上を渡り、川の対岸を「本件列車の先頭車両」（以下「先頭車両」という。）が走り始めた直後に、運転台の上にある運転士知らせ灯*1が滅灯するのを確認したため、ドアに故障が発生したものと判断し、直ちに非常ブレーキを掛けて列車を停止させた。運転士知らせ灯は、本件列車停止後も滅灯した状態であった。その後、本件車掌に連絡し、車両の状態がどうなっているか確認するよう依頼した。

運輸指令に列車無線で連絡したところ、車両確認の指示があったため、車輪に手歯止めを装着し、本件車掌からの報告により車側表示灯*2が点灯している「本件列車の3両目車両」（以下「本件車両」という。）に向かった。本件車両で、本件車掌と便乗運転士がお客様の安全確認を行っていた。運輸指

*1 「運転士知らせ灯」とは、運転士が列車のドアの開閉状態を確認することを目的として運転室内の運転台の計器盤上に設置されている表示灯で、編成内の全てのドアが閉まっているときのみ白色のランプが点灯する。別名、パイロットランプともいう。

*2 「車側表示灯」とは、車両の外側の両側面に各1個設けられている赤色のランプで、設けられた側の複数のドアの1箇所でも開いているとランプが点灯し、ドアが全て閉まると滅灯する。

令から携帯電話で、故障した車両のお客様を他の車両に移動させ、各貫通ドアを鎖錠^{*3}し、さらに、便乗運転士をその車両の監視員にする準備ができたから、連絡するように指示された。運転室に戻り、発車の準備ができたことを運輸指令に連絡した。本件車掌とブレーキ試験を行った後に、手歯止めを取り外し、本件車掌にお客様へ出発の連絡をアナウンスするように依頼した。その後、本件車掌から出発合図を受け、本件列車は現地から舞木駅へ向けて出発した。

(2) 本件車掌

本件車掌は、本件列車が郡山駅6番線に入線したので列車最後尾の車掌室に乗り、「半自動」扱いにしてプラットホーム側（左側）のドアを開け、その後、本件列車の出発前にドアを閉めた。このとき、ドアの動作に異常はなかった。

本件列車は、郡山駅を定刻に出発し、阿武隈川の橋梁上を通過して、先頭が橋梁を渡り終えた直後に非常ブレーキが掛かり停止した。停止した後に、本件運転士から運転士知らせ灯が滅灯しているのので、ドアの開閉状態を確認するように連絡があった。車掌室のドアの窓から顔を出し、車外の車側表示灯を目視により確認したところ、本件車両の右側の車側表示灯の点灯を認めた。

本件運転士に本件車両の右側の車側表示灯が点灯していることを報告した後、本件車両へ向かったところ、右側後方の旅客用乗降口の扉（以下「本件ドア」という。）が開いているのを確認した。転落した人及びけが人がいないことを確認した後、乗客の安全を確保するためにドア付近に居た乗客2名を本件ドアから遠ざけた。その乗客2名のそばに座っていた女性の乗客から、ドアは「ガタガタ」と音がして、「ピンポンピンポン」とチャイムが鳴り、その後にドアが開いたという証言を得た。その後、車掌室へ戻り、本件運転士に状況を報告するとともに、走行中にドアが開いたので本件列車が緊急停止したことを車内放送で乗客に説明した。

(3) 便乗運転士

便乗運転士は、本件運転士と一緒に先頭車両の運転室に同乗していた。走行中に非常ブレーキが急に掛かったが、運転室の助手席側に座っていたため、本件運転士が本件列車を停止させた理由が分からなかった。人の飛び出し及び異音の発生が確認できなかったため、不思議に思っていた。本件列車停止後に、本件運転士から運転台の運転士知らせ灯が滅灯したので非常ブレーキ

^{*3} 「鎖錠」とは、ドアに鍵を掛けることをいう。

を掛けたと聞いた。本件運転士が本件車掌から車側表示灯の点灯を確認したという連絡を受けたと聞いたので、運転室横のドアの窓から右側の車側表示灯の状態を目視したが、西日が強く車側表示灯が点灯しているかどうか確認できなかった。

運転室から車外に降りて、車側表示灯が点灯している本件車両に向かって、本件列車の右側を歩いて行った。現場に到着し、本件ドアが開いていることを確認して、開いていた本件ドアから車内へ乗車した。車内の本件ドアのドアスイッチ箱^{*4}の「閉」ボタンを押したが閉まらず、非常ドアコックのコックの設定位置を確認したが異常は見付からなかった。

本件ドア付近の乗客から、「ピンポンピンポン」と音が鳴ってから本件ドアが開いたと証言を得た。乗客の安全を確保するため、本件車両の乗客全員を2両目と4両目の車両へ移動させた。その後、検車係員が救援のため現地に駆けつけた。

(4) 本件車両担当

本件車両担当は、本件列車が舞木駅の手前で走行中にドアが開く故障が発生したとの連絡が社内の一斉放送であったので、現場へ出動した。現地へ到着した後、本件列車の停止位置を確認したところ、橋梁を渡った対岸の川沿いに歩道があり、そこから5 mくらい舞木駅寄りが列車の最後尾であった。運転室へ行き、本件運転士に状況を聞いたところ、検車係員が既に到着しており、本件車両の乗客の安全を確保するために乗客を他の車両へ移動させたと説明を受けた。開いている本件ドアを閉めるため非常ドアコックを扱い、手動で本件ドアを閉めて鎖錠した。

その後、しばらくの間、本件列車が発車しなかったので本件ドアの鎖錠を解いて非常ドアコックを元に戻したところ、ドアが開く現象が再現された。本件ドアが開いた状態で、ドア開閉用の半自動戸開りレーをリレー盤から取り外したところ、本件ドアは閉まり車側表示灯が滅灯した。運輸指令からドアが開いた元の状態に戻すように指示があったため、取り外していた半自動戸開りレーをリレー盤に取り付けてドアを開け、非常ドアコックを扱った後に手動でドアを閉めて鎖錠した。

本件列車を発車させる前に非常ブレーキが掛かったと思われる位置から列車停止位置までの線路上の状況を調査するように、運輸指令から指示を受けたため、応援に来ていた社員とともに橋梁付近まで戻り、この区間の線路上

^{*4} 「ドアスイッチ箱」とは、乗客が旅客用乗降口から自由に出入りできるようにドアの開閉を行う装置で、各ドアの横に設けられている。また、1箇所ドアには車外と車内に1つずつドアスイッチ箱がある。

を確認したが異常はなかった。

(5) 本件目撃者

本件目撃者は、郡山駅から本件列車に乗車して本件ドアの近くに立っていた。本件車両の全席に乗客が座っており、立っている乗客は15名ほどで本件ドア付近に立っていた乗客は6名ほどであった。本件列車が川を渡り切った地点で本件ドアが「ガタガタ」と音を立て、「ピンポンピンポン」というチャイムが鳴った後に15cmほど開いてから、また閉じた。これと同じ動作が3回ほど続き、4回目に全開した。ドアが1回目の少し開いた状態から4回目の全開した状態になるまでに要した時間は、1分間ほどもなかった。本件目撃者と本件ドア付近に居た複数の乗客がこのドアが開閉する場面を目撃しているとのことであった。

本件目撃者は本件ドアが全開したのに驚き、ドアの近くに置いていた荷物を持ち上げてドアから離れた。このとき、車外から物が飛んで来たり、車内の荷物が本件ドアから転落することはなかった。本件列車が停止したとき、本件ドアは全開の状態であった。しばらくすると、本件車掌から「列車のドアが急に開いたため、緊急停止しました」という内容の車内アナウンスが流れた。本件列車が停止して約25分経過してから、本件車両の乗客は、別の車両へ全員移動するように案内があった。

(付図1 磐越東線の路線図、付図2 重大インシデント発生現場付近の地形図参照)

2.1.2 運転状況の記録に関する情報

本件列車には、自動列車停止装置（ATS-Ps）が装備されており、同装置は、走行中に非常ブレーキが作動した場合、その前後一定時間における当該列車の時刻、速度、非常ブレーキ等の情報を記録する機能を有している。

その記録によれば、本重大インシデント発生時の本件列車の運転状況は概略次のとおりであった。

本件列車は、郡山駅のプラットホームの停車位置から定刻（16時49分）に発車した。同駅を出発してから約5分後に阿武隈川橋梁に差し掛かり、橋梁を渡り終えた直後の81k572m付近において、速度約78.5km/hで惰行運転中、16時54分11秒に非常ブレーキが作動し、18秒後の16時54分29秒に停止（81k371m付近）した。

なお、本重大インシデントの発生時刻は、16時54分ごろであった。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

2.3 鉄道施設に関する情報

同社の磐越東線は、いわき駅から郡山駅を結ぶ営業キロ85.6kmの単線、非電化路線であり、軌間は1,067mmである。

本重大インシデントが発生した地点は平坦な直線となっており、付近には阿武隈川が流れている。また、この川には鉄道専用の阿武隈川橋梁が架けられている。

2.4 車両に関する情報

2.4.1 車両

(1) 車両の概要

所 属	郡山総合車両センター
車 種	内燃動車（ディーゼルカー）
編成両数	4両
編成定員	534名（座席定員240名）
記号番号	



本件列車は、上図の列車編成図に示すようにキハ112-102とキハ111-102から構成される編成（D2編成）と、キハ112-103（本件車両）とキハ111-103から構成される編成（D3編成）を連結した4両編成（以下「D2-D3編成」という。）である。

(2) 検査等の履歴

本重大インシデントが発生する直近の本件列車の検査等の履歴は、表1に示すとおりである。全般検査^{*5}、要部検査^{*6}、そして事故の約1ヵ月半前に交番検査^{*7}を実施しているが、これらの検査記録にドアの異常を示す記録はなかった。また、平成24年6月1日に同社の郡山総合車両センター郡山派

^{*5} 「全般検査」とは、同社における定期検査のことで、96ヵ月以内の周期ごとに検査が実施される。

^{*6} 「要部検査」とは、同社における定期検査のことで、48ヵ月又は走行50万kmのどちらかの周期に近づいたほうで周期ごとに検査が実施される。

^{*7} 「交番検査」とは、同社における定期検査のことで、90日以内の周期ごとに検査が実施される。

出構内で実施された仕業検査及び当日の出区点検においても問題となるような記録はなかった。

表 1 検査等の履歴

車両形式		検査実施日			
		新 製	全般検査	要部検査	交番検査
①	キハ 112-102	H03. 03. 04	H22. 10. 28	H22. 10. 28	H24. 04. 19
②	キハ 111-102	H03. 03. 04	H22. 10. 28	H22. 10. 28	H24. 04. 12
③	キハ 112-103	H03. 03. 04	H19. 03. 15	H23. 02. 09	H24. 05. 09
④	キハ 111-103	H03. 03. 04	H19. 03. 15	H23. 02. 09	H24. 05. 09

※検査実施箇所 新 製 : 新潟鉄工所
 全般検査 : 郡山総合車両センター
 要部検査 : 郡山総合車両センター
 交番検査 : 郡山総合車両センター 郡山派出

(3) 列車の編成に関する情報

D 2 編成と D 3 編成を連結して本件列車である D 2 - D 3 編成に組成したのは本重大インシデント発生の当日であった。

なお、2. 4. 1(2)に記述した平成 2 4 年 5 月 9 日に交番検査を実施してから、本重大インシデントが発生するまでの間に、D 2 - D 3 編成に組成した回数は合計 9 回である。

(4) 車両のドア改造工事に関する情報

郡山総合車両センターに所属する本件列車を含むキハ 1 1 0 系気動車においては、平成 3 年の車両新製から平成 2 4 年 6 月の本重大インシデント発生までの期間に、戸閉め制御回路に関連する車両改造工事を以下のとおり実施している。

平成 3 年 新製
 平成 5 年 ワンマン運転機器の改善
 戸閉め回路変更
 がわひきどひら
 側引戸開き時素変更
 平成 9 年 プラグドア機能改善
 平成 1 1 年 速度検出器 (SD 1) のノイズ対策

平成14年 車側押ボタンスイッチのリードスイッチ化

その他、平成5年から平成14年までの期間に4回、ドアスイッチ箱等に関する工事が実施されていた。

2.4.2 ドアの開閉制御に関する情報

本件列車の旅客用乗降口のドアは、それぞれのドアに対応する戸開電磁弁（DMVという名称が付けられている）を加圧して作動させることにより開くようになっている。戸閉め制御回路について、右側ドアの開閉に関する部分を抜粋した配線略図を付図3に示す。以下、同図に基づき、列車右側のドアを開閉する場合の動作等について記述する。

（付図3 戸閉め制御回路の配線略図抜粋 参照）

2.4.2.1 戸閉め制御回路の動作の仕組み

(1) ドアの開閉操作方法の種類

ドアの開閉を行う操作には2種類の方法がある。一方は車掌が車掌室の左右の乗降口付近に設置されている‘車掌スイッチ*8（CrS1）’（以下「車掌SW」という。）の押しボタンを操作することにより、操作した側の全てのドアを一斉に開閉する「自動」扱いであり、他方は、乗客が全てのドアの横に設置されているドアスイッチ箱の押しボタンを操作することにより個別にドアを開閉する「半自動」扱いである。（付図3参照）

(2) 「自動」扱いによるドア開閉

「自動」扱いでドアの開閉を行う場合、車掌が車掌SWのキースイッチ（KS1）に鍵を差し込んで、鍵を「切」の位置から「自動」位置に切り換え、車掌SWの押しボタンを操作することにより、全車両の右側のドアを一斉に開閉する。以下に「自動」扱いによるドアの開閉操作の仕組みを説明する。

① ドアを開ける場合

車掌が車掌SWの戸開押しボタン（OPB1）を押すと、全車両の右側の戸開指令線（315線）が加圧される。それと同時に戸開指令リレー（DOOR1）が励磁され接点が閉じる。これにより、戸開リレー（DOR1、3、11）が励磁されて接点が自己保持するとともに、各車両にある車掌

*8 「車掌スイッチ」とは、車掌室に設置され、旅客用乗降口のドアの開閉を操作するためのスイッチであり、車掌の操作により編成内のドアを一斉に開閉する自動扱い及び乗客が各ドアの横に設けられているドアスイッチを操作することによりドアを開閉する半自動扱いを可能にする装置である。

SWの開表示灯（OPLD1）が点灯して開指令が出ている状態を表示する。ここで、各車両の戸開リレー（DOR3）の接点により315d線の加圧が継続されるため、車掌が戸開押しボタン（OPB1）から手を離しても戸開リレー（DOR1、3、11）は励磁し続ける。そして、戸開リレー（DOR1、3）の接点により、電磁弁開指令線の315p線と315v線が加圧され、戸開電磁弁（DMV11、12、31、32）が作動することにより、全車両の1、3位側のドアが一斉に開く仕組みになっている。全車両のドアには戸閉めスイッチ*9（DS1、3）が設置されており、ドアが開くと作動して運転士知らせ灯が滅灯し、車側表示灯（DSIPLp1）は点灯する。

② ドアを閉める場合

車掌が車掌SWの戸閉め押しボタン（CPB1）を押すと、全車両に引き通されている戸閉め指令線（325線）が加圧されて、各車両の戸閉め指令リレー（DCOR1）が励磁され、その接点が開く。その結果、戸開リレー（DOR1、3、11）は電源が断たれるので自己保持が解かれて、その接点（DOR1、3）が開放されることにより315p線と315v線が無加圧となるため戸開電磁弁（DMV11、12、31、32）へ供給されていた電気が遮断され、1、3位側の戸開電磁弁が作動しなくなり、各車両の開いていたドアは一斉に閉まる。このように全車両のドアが閉まると、戸閉めスイッチ（DS1、3）が作動して内蔵する接点が切り換わり、運転士知らせ灯が点灯して、車側表示灯（DSIPLp1）は滅灯する。

(3) 「半自動」扱いによるドア開閉

「半自動」扱いでドアの開閉を行う場合、最初に、車掌が車掌SWのキースイッチを「半自動」位置に切り換える。次に、乗客が各ドアの横に設置されているドアスイッチ箱の押しボタンを操作すると、操作したドアを個別に開閉することができる。

ドアの設定を「半自動」扱いに切り換える操作を含む一連のドアの開閉操作とその仕組みは次のとおりである。

① ドアを開ける場合

列車が駅のプラットホームに停車中で全車両のドアが閉じているものとする。最初に、キースイッチを「半自動」位置にすると、戸閉め切換リレー

*9 「戸閉めスイッチ」とは、側引戸の鴨居内部に取り付けられているドアの開閉に連動して接点が動くスイッチである。

(DSAR 1、3) が励磁されて、その接点が閉じると同時に戸開指令線(3141線)が加圧され、接点(DSAR 1、DSAR 3)が自己保持する。この状態で車掌SWの戸開押しボタン(OPB 1)を押すと、全車両に引き通されている315線が加圧されて、戸開リレー(DOR 1、3、11)は励磁され、その接点が自己保持する。これらの接点により全てのドアスイッチ箱に電源が供給される。これと同時に接点(DOR 1)により運転士知らせ灯が滅灯し、さらに接点(DSAR 3)と接点(DOR 11)により車側表示灯が点灯する。これで全車両の全てのドアを個別に開閉する「半自動」扱いの設定が終了する。

次に、3位側のドアを開ける場合、乗客が3位側のドアの横の車内ドアスイッチ箱(DSB 3)の戸開押しボタン(OPB 3)あるいは車外ドアスイッチ箱(DSB 13)の戸開押しボタン(OPB 13)のどちらかを押す。このとき半自動戸開リレー(DHOR 3)が励磁され、その接点が閉じて自己保持する。接点(DHOR 3)により、315v線が加圧され、3位側のドアの戸開電磁弁(DMV 31、32)が作動するためドアが開く。このように、「半自動」扱いによりドアを開ける操作では、乗客がドアスイッチ箱の押しボタンの操作を行った3位側のドアのみが単独で開く仕組みになっている。

② ドアを閉める場合

列車が駅のプラットホームに停車中で1箇所以上のドアが開いているものとする。運転士知らせ灯は滅灯し、車側表示灯は点灯している。ここでは、3位側のドアが開いており、このドアを閉めるものとして説明する。ドアの横に設置されている車内ドアスイッチ箱(DSB 3)の戸閉め押しボタン(CPB 3)を押すと、半自動戸開リレー(DHOR 3)が消磁され、その接点が開く。このとき、315v線が無加圧となり戸開電磁弁(DMV 31、32)へ供給される電気が遮断されるため、戸開電磁弁は作動しなくなり、3位側のドアが閉じる。このように、「半自動」扱いにおいて車内ドアスイッチ箱の押しボタンを操作することによりドアを閉める場合には、乗客が操作した車内ドアスイッチ箱の横のドアのみを単独で閉めることができる仕組みになっている。

車掌が戸閉め切換スイッチによる「半自動」扱いの切り換えと戸開押しボタンを押す設定を行った後に、乗客がドアスイッチ箱の押しボタンを操作してドアを閉めても、車側表示灯は点灯したままであるが、車掌が車掌SWの戸閉め押しボタンを押すことにより、全てのドアが閉まり、戸開リレー(DOR 1、3、11)が消磁して車側表示灯は滅灯する。

(付図3 戸閉め制御回路の配線略図抜粋 参照)

2.4.2.2 戸閉め保安回路

戸閉め制御回路には戸閉め保安回路が組み込まれており、列車の速度が5 km/h以上になると速度検出リレー（SDOR 2）が作動し、ドアが開かない仕組みになっている。なお、この速度検出リレーの接点は、1 a 線から車掌スイッチ回路へ流れる電気を遮断することにより、走行中に車掌SW及びドアスイッチ箱の戸開押しボタンが操作された場合でも、戸開電磁弁に電気が流れないように1 a 線と車掌スイッチ回路との間に取り付けられている。

2.4.2.3 車側表示灯及び運転士知らせ灯

2.4.2.1 に記述した車側表示灯と運転士知らせ灯は、列車のドアの開閉動作に連動して点灯あるいは滅灯する表示灯で、ドアの開閉状態を列車の乗務員や駅員に知らせるための装置である。客室内のドアの上部にある鴨居^{かもい}の内部にはドアの開閉状態を検出する戸閉めスイッチ（DS 1、3）が設けられている。

2.4.2.4 戸閉め制御回路の電源と車体との関係

本件列車の戸閉め制御回路は、本件列車の床下にあるバッテリーから供給されるDC 24Vの電源（以下「制御電源」という。）を使用している。なお、制御電源の正極側の1 a 線と負極側の1 0 0 線は、いずれも車体に接地しない回路構成となっている。この制御電源は主として駆動制御で使用しているだけでなく、ドアの戸閉め制御回路のほか、2.4.3 に記述する電動ミラーが動作するための駆動用の電源としても使用されている。

なお、バッテリーの定格電圧は24Vであるが、車両のエンジンを掛けると、通常は充電モードとなるため、バッテリー電圧は約28Vになる。

2.4.2.5 ドアスイッチ回路の配線に関する情報

本件列車のドアスイッチ回路と電動ミラーに使用されている電気配線には、車両用ビニル絶縁電線（塩化ビニル電線）を用いている。ドアスイッチ回路で使用されている電線は、同社が保有する他の車両にも多く使用されている。一方、電動ミラーは4輪の大型トラックなどで使用されているものである。これら2つに使用されている電線の概略仕様を表2に示す。

表2 ドアスイッチ回路及び電動ミラーに使用されている電線の概略仕様

使用箇所	ドアスイッチ回路	電動ミラー
材質	塩化ビニル	
導体の公称断面積	1.25 mm ²	0.56 mm ²
素線数／素線径	50／0.18 mm	7／0.32 mm
導体の外径	1.5 mm	1.0 mm
配線被覆の厚さ	0.8 mm	0.5 mm
仕上がり外径	3.1 mm	2.0 mm

2.4.3 室内ミラーに関する情報

2.4.3.1 室内ミラーの電動化工事に関する情報

本件列車を含む磐越東線を走行する同社のワンマン運転の気動車には、通常、客室内の状況を確認するために、運転室右横の貫通路上部に室内ミラーが設置されているが、以前は、ミラーの向きを手動で調整する室内ミラー（以下「手動ミラー」という。）であった。

同社によると、運転士の体格や運転中の姿勢などに個人差があるため、乗務の度にミラーの位置を調整しており、列車が折り返しをする際には運転士が準備作業としてミラーの調整作業をする必要があり、手動ミラーでは時間が掛かり、列車運行に支障を来すおそれがあること、また、乗客が室内ミラーを動かす事例が過去にあったことから、室内ミラーの電動化の要望が運転士から出されていた。

これを受けて、平成8年に電動ミラーに交換する改造工事が行われている。

(付図4 運転台の操作スイッチと電動ミラーの設置位置、付図5 室内ミラーの改造 参照)

2.4.3.2 室内ミラーの動作等に関する情報

(1) 電動ミラーの操作方法

運転士が列車を運転するときと同じ姿勢で運転席に座り、運転台の右側に設けられている電動ミラーを遠隔操作する操作スイッチの電源スイッチを投入する。そして、この操作レバーを操作すると電動ミラーに映る範囲を上下及び左右の方向へ自由に動かすことができる。電動ミラーに映る範囲が運転士の見界とずれている場合、運転士は列車の運転をする前に操作レバーを用いて電動ミラーの方向を微調整しながら最適な向きへ設定する。

(2) 電動ミラーの電気回路

電動ミラーは上下用と左右用の二つの直流モータにより鏡面の向きを変え

るものである。左右方向用モータの端子はG 1 線とL G 1 線に接続され、また、上下方向用モータの端子はB 1 線とL G 1 線（左右用モータと共用）に接続されている。電動ミラーの回路を駆動させる電源は、戸閉め制御回路の制御電源（正極側の1 a 線と負極側の1 0 0 a 線）に操作スイッチを介して接続されている。電動ミラーの電源スイッチを「切」にした場合、電源側の1 a 線及び1 0 0 線と電動ミラー側の各電気配線は電氣的につながっていない状態になる。電動ミラーの電源スイッチを「入」にして操作レバーを操作すると、その動きに応じて操作スイッチ内回路基板のパターン上を接点が移動して、操作方向に応じたモータの端子に電源電圧が印加されて、ミラーが動く。操作レバーが中立位置に戻ると、電動ミラー側の各電線と電源側の各電線とは切り離される。

(3) 電動ミラーを搭載している列車

本件列車と同じ形式の電動ミラーを搭載している列車は、磐越東線を走行する同社の郡山総合車両センター所属のキハ110系気動車のみである。

(付図6 電動ミラーと操作スイッチの配線図 参照)

2.5 乗務員に関する情報

本件運転士 男性 54歳

甲種内燃車運転免許 昭和62年6月1日

便乗運転士 男性 56歳

甲種内燃車運転免許 昭和62年6月1日

本件車掌 男性 52歳

2.6 気象に関する情報

本重大インシデント発生時の現場付近の天気は曇りであった。

2.7 車載機器の電気回路等に関する調査

ドアが開く原因を調査するために、本件車両のドアスイッチ回路に係る電気配線の電圧調査及び外観調査を実施し、さらに、原因箇所を絞り込むために列車編成の分割・連結状態に対応した調査を実施した。

2.7.1 ドアの作動状況等の調査

2.7.1.1 ドアの作動状況

本重大インシデント後の調査において、検修庫に留置されていた本件列車の本件車両のドアの鎖錠を解除してから、非常ドアロックを扱ったところ、本重大インシ

デント当時と同様に閉まっていた本件ドアが開く現象が再現した。

2.7.1.2 ドアの開閉動作に関する調査

戸閉め制御回路の電源を一旦オフにして電気回路をリセットした後、再び電源をオンにした場合でも、本件ドアが開く現象が再現するかどうか調査した。なお、調査では本件列車のエンジンの始動と停止及び制御電源を入切して、ドアの動作状態を確認した。

その結果、戸閉め制御回路の1 a 線と1 0 0 線が制御電源に接続されている状態でエンジンを始動したところ、その瞬間に本件ドアが開き、次にエンジンを停止させたところ、直ちに開いていたドアが閉じた。エンジンを始動すると本件ドアが開くという現象が再現したことから、半自動戸開リレーが一時的に励磁されてドアが開くというような一過性の現象ではないことが確認された。

2.7.2 戸閉め制御回路の構成機器に関する調査

2.7.2.1 ドア表示灯

ドアの横にあるドアスイッチ箱に取り付けられているドア表示灯の点灯状態と戸閉め押しボタンを操作したときのドアの開閉動作について調査を行った。本件ドアの車外のドア表示灯は通常よりも少し暗く点灯しており、車内のドア表示灯はうっすらと点灯していた。車内ドアスイッチ箱の戸閉め押しボタンを操作したところ、本件ドアの車外及び車内の表示灯はともに滅灯したが本件ドアは閉まらなかった。

2.7.2.2 ドアスイッチ回路の動作と周辺の状態

2.4.2.1(3)に記述したように、「半自動」扱いでドアを開く場合には、通常、乗客がドアスイッチ箱の戸開押しボタンを押すと、半自動戸開リレー（DHOR 3）に戸開指令が送られ、戸開電磁弁（DMV 3 1、3 2）が作動してドアが開く仕組みになっている。しかし、本件ドアは戸開指令を出す操作がなされていないにもかかわらず、ドアが開く現象が発生している。そのため、戸閉め制御回路を構成する半自動戸開リレーの動作と周辺の状態を調査した。

(1) 半自動戸開リレーと関連装置

半自動戸開リレーは、付図7に示すように、本件車両の貫通路上の化粧板の内側にあるリレー盤に設置されている。このリレー盤から半自動戸開リレーを取り外したところ、開いていた本件ドアが閉まった。一方、取り外した半自動戸開リレーを再びリレー盤に取り付けたところ、閉まっていた本件ドアが開く現象が再現した。

次に、半自動戸開リレーとリレー盤の一式を、本件列車の別の車両に取り

付けられているものと交換して、本件ドアの開閉動作を調査したところ、同じように閉じていた本件ドアが開く現象が再現した。

(2) リレー盤周辺の状況

本件車両のリレー盤及びその取付状況を調査したが異常は見られなかった。なお、リレー盤を取り外して、その裏側を調査したところ、動物に噛まれたものと思われる剥がれた断熱材の一部と動物の排泄物と思われるものが見付かった。

(3) ドアスイッチ回路の電気配線

2.7.2.1 に記述したように、本件ドアの車外及び車内ドアスイッチ箱のドア表示灯がうっすらと点灯していたため、ドアスイッチ箱のカバーを取り外してドアスイッチ回路の基板につながっている電気配線の315 i 線及び315 k 線のそれぞれと制御電源の負極側配線の一つである100 b 7 線間の電圧を測定した。(付図3参照)

車外ドアスイッチ回路の315 i 線及び315 k 線の各電圧は7.4 Vであった。一方、車内ドアスイッチ回路の315 i 線、315 j 線及び315 k 線の各電圧は6.5 Vであった。半自動戸開リレーをリレー盤から取り外して、315 k 線と100 b 7 線間の電圧を測定したところ、約28 Vであった。

(付図7 半自動戸開リレーとリレー盤 参照)

2.7.2.3 配線方法と損傷に関する調査

(1) ドアスイッチ回路周辺

2.7.2.2(3)に記述したもののほか、本件車両の車外及び車内ドアスイッチ回路の各電気配線に掛かる電圧を測定したところ、その他の電気配線においては電圧が正常であった。また、車外及び車内ドアスイッチ回路周辺の電気配線の被覆の状態を調査したところ、特に問題となるものは確認されなかった。さらに、リレー盤とつながるスパイラルチューブで束ねられている電気配線の被覆の状態を調査したが、損傷などは特に確認されなかった。

(2) 戸閉め制御回路全体の電気配線

本件車両において、2.7.2.3(1)で調査した場所以外の戸閉め制御回路の電気配線の状態を調査するために、客室内の天井板や側面の内壁材を取り外して調査を行った。車外ドアスイッチ回路から半自動戸開リレーにつながる電気配線を調査したところ、天井の列車進行方向右側と左側に二つある鉄製の電線樋上を横切る形で渡っている二本の電気配線に損傷(付図8参照)が見られた。電線樋と電気配線が接触している部分を詳しく調査したところ、電

電線樋に接触していたと思われる電気配線の被覆部分が破れて配線内部の素線（導線）が露出していた。

この損傷した電気配線の中の本は315 i 線で、もう一本は315 k 線であった。

また、天井の列車進行方向右側の電線樋には電気配線を保護するためのプラスチックのカバーが被されており、この電線樋と接触している315 i 線と315 k 線の部分に損傷は見られなかった。一方、左側の電線樋にはカバーが被されておらず、この電線樋と接触している315 i 線と315 k 線の部分に損傷が見られた。

さらに、電線樋を横切る他の電気配線についても調査を行ったところ、電線樋にプラスチックのカバーが被されている箇所と被されていない箇所が確認された。

(付図8 戸閉め制御回路の電気配線の損傷状況 参照)

2.7.2.4 戸閉め制御回路の電気配線損傷の影響に関する調査

2.7.2.3 に記述した二本の電気配線の被覆が破れた部分が電線樋に接触した場合に、戸閉め制御にどのような影響が起り得るか調査した。まず、先頭車両に電動ミラーが取り付けられている状態で、本件車両の315 k 線の素線露出部を電線樋に押し付けたが、本件ドアは閉まったままであった。この状態で電動ミラーの操作スイッチの電源を入れて、電動ミラーを動かしたところ、閉まっていた本件ドアが開く現象が再現した。

次に、本重大インシデント発生時と同様に電動ミラーの電源を切った状態にして、操作スイッチとつながっている1 a 線を車体へ接地したところ、本件ドアが開いた。このときのドアスイッチ回路の315 k 線と制御電源の負極側配線の一つである100 a 7 線間の電圧を測定したところ、電圧は25～27 Vで、車外及び車内ドアスイッチ箱のドア表示灯が点灯する現象も再現した。

このとき、電線樋に固定していた315 k 線を電線樋から離すと、再び本件ドアは閉まった。さらに、本件車両の315 k 線及び先頭車両の1 a 線の両方を同時に車体へ接地させると、本件ドアが開き、どちらか一方を車体から離すと本件ドアが閉じた。

(付図9 正常時と本重大インシデント発生時にドアが開いたときの通電経路の比較、付図10 ドアスイッチ回路におけるドアが開く現象が発生する仕組み 参照)

2.7.3 列車編成の分割・連結の影響

電気配線等の不具合箇所を特定するために、列車編成を種々変更して、エンジンの状態（運転あるいは停止）と本件ドアの開閉動作との関係を確認するとともに、戸閉め制御回路の各線（正極側電源線である1 a線、「半自動」扱い時の正極側電源線である3 1 5 k線及び負極側電源線である1 0 0線）間の電圧、これらの線と車体間の電圧などを測定した。この調査では、既存のD 2編成及びD 3編成に加えて、各編成と比較するためにD 4編成（キハ1 1 2－1 0 4とキハ1 1 1－1 0 4を連結した編成）も使用した。さらに、D 2－D 3編成、D 3－D 4編成の組合せにおいて調査を行った。

2.7.3.1 列車編成を分割したときのドアの動作状況

2.7.1.2 に記述したように、D 2－D 3編成では、エンジンが停止すると本件ドアが閉まり、エンジンが掛かると本件ドアが開く現象が再現した。そのため、D 2－D 3編成の連結器と引き通し線の接続を解放して編成を分割し、単編成となったD 3編成のときの本件ドアの開閉動作を調査した。D 3編成において、エンジンが停止した状態からエンジンを掛けたが、本件ドアは開かなかった。このときに3 1 5 k線と1 0 0線間の電圧を測定したところ、約1 0 0 mVで正常であった。分割したD 2編成とD 3編成の両方のエンジンを運転した状態で両編成の連結を行い、D 2－D 3編成に再編成したところ、閉まっていた本件ドアが開く現象が再現した。

2.7.3.2 D 2－D 3編成及びD 3－D 4編成の電気配線の電圧

D 2－D 3編成及びD 3－D 4編成の各車両において、車両のエンジンを掛けて本件ドアが開いた状態における1 a線と1 0 0線間及び1 0 0線と車体間の電圧をそれぞれ調査した。この結果を表3に示す。

同社の規定によれば、1 0 0線と車体間の電圧は1 5 V以下のとき正常と判定している。

D 2－D 3編成の各車両における1 a線と1 0 0線間の電圧測定結果は約2 8 Vとなり、正常であった。1 0 0線と車体間の電圧は規定を超える約2 8 Vで、異常が認められた。

D 3－D 4編成においては、各車両の1 a線と1 0 0線間及び1 0 0線と車体間の電圧を測定した結果、正常であった。また、各車両における1 0 0線と車体間の電圧は7. 2～7. 5 Vで、正常であり、本件ドアは開かなかった。

表3 D2-D3編成及びD3-D4編成における電線間の電圧

D2-D3編成	キハ112-102 (先頭車両)	キハ111-102	キハ112-103 (本件車両)	キハ111-103
①1a線～100線間の電圧 (V)	28.5	28.4	28.4	28.4
②100線～車体間の電圧 (V)	27.9	27.9	27.9	27.7
D3-D4編成	キハ112-103 (本件車両)	キハ111-103	キハ112-104	キハ111-104
①1a線～100線間の電圧 (V)	28.5	28.4	28.8	28.6
②100線～車体間の電圧 (V)	7.3	7.2	7.5	7.4

※表中①は、電圧が約28Vのとき正常である。

※表中②は、電圧が15V以下のとき正常である。

2.7.3.3 単編成における電気配線の電圧

D2-D3編成をエンジンが掛かった状態で分割したD2編成とD3編成及びD4編成において、1a線と100線間及び100線と車体間の電圧をそれぞれ調査した。この結果を表4に示す。

表4 単編成における電気配線の電圧

編成	D2編成		D3編成		D4編成	
	112-102 (先頭車両)	111-102	112-103 (本件車両)	111-103	112-104	111-104
①1a線～100線間の電圧 (V)	28.4	28.2	28.4	28.4	28.7	28.6
②100線～車体間の電圧 (V)	28.4	28.3	7.6	7.6	2.2	2.2

※表中①は、電圧が約28Vのとき正常である。

※表中②は、電圧が15V以下のとき正常である。

D2編成、D3編成及びD4編成における1a線と100線間の電圧は正常であった。D2編成における100線と車体間の電圧は約28Vであり、異常が認められた。D3編成とD4編成における100線と車体間の電圧は7.6Vと2.2Vであり、正常であった。

2.7.3.2に記述したように、D2-D3編成の場合には、100線と車体間の電圧に異常が認められており、ドアが開く現象が発生している。しかし、単編成のD3編成の場合には、100線と車体間の電圧が正常であり、本件ドアは開かなかった。

2.7.3.4 D2編成の調査における分割車両の電圧及び絶縁抵抗測定

2.7.3.3 に記述したように、単編成のD2編成で異常が認められたことから、異常箇所を特定するためにエンジンを掛けた状態でD2編成を2両に分割して、各車両における100線及び1a線と車体間の電圧と絶縁抵抗をそれぞれ調査した。その結果を表5に示す。キハ111-102（2両目車両）の100線と車体間の電圧は12Vで正常であり、1a線と車体間の電圧は21Vで正常であった。

一方、先頭車両では、100線と車体間の電圧が24.8Vで異常が認められ、また、1a線と車体間の電圧は0Vで異常が認められた。1a線と車体の間の絶縁抵抗は、抵抗値が0Ωで異常が認められた。この結果から、先頭車両では、正極側電源線である1a線が車体と短絡しているなど、電気回路に問題があることが確認された。

表5 D2編成の分割車両における電気配線の電圧測定及び絶縁抵抗測定

車両形式	キハ112-102 (先頭車両)	キハ111-102
①100線～車体間 (V)	24.8	12.0
②1a線～車体間 (V)	0	21.0
③1a線～車体間 (MΩ)	0	0.45

※表中①は、電圧が15V以下のとき正常である。

※表中②は、電圧が0Vより大きければ正常である。

※表中③は、抵抗が0.05MΩ以上のとき正常である。

2.7.4 電動ミラーに関する調査

2.7.3.4 に記述したように、本件列車の先頭車両における絶縁抵抗の調査では、抵抗値が0Ωとなる異常が認められ、電気回路に問題があることが確認された。本件列車は、新造以来、ドアに関する改造工事や室内ミラーの電動化工事等が行われている。そのため、先頭車両のキハ112-102において、これらの工事に関係する調査項目の中の一つである運転室横の貫通路の上部に設置されている電動ミラーの調査を実施した。以下に、この調査の概略について説明する。

2.7.4.1 電動ミラーの取り外し調査

(1) D2編成における電気配線の電圧測定

2.7.3.3 に記述したように、電動ミラーが設置されている先頭車両では、負極側電源線である100線と車体間の電圧が28.4Vで異常が認められた。この車両から電動ミラーと操作スイッチを取り外して、同じ100線と

車体間の電圧を測定したところ4.0～5.0Vで正常であった。

(2) D2-D3編成における電気配線の電圧測定

2.7.3.2 に記述したD2-D3編成で、電動ミラー有りの場合と電動ミラーと操作スイッチを取り外した場合について、100線と車体間の電圧を測定した。

電動ミラー有りのときには、100線と車体間の電圧は27.9Vで異常が認められた。電動ミラー無しの際の電圧は1.0Vになり正常であった。

D2編成及びD2-D3編成において電圧を測定した結果を表6に示す。

表6 電動ミラーの有無による電気配線の測定

	電動ミラー			
	有り		無し	
	D2編成	D2-D3編成	D2編成	D2-D3編成
100線～車体間 (V)	28.4	27.9	4.0～5.0	1.0

※表中の100線～車体間は、電圧が15V以下のとき正常である。

(3) 電気配線の外観調査

先頭車両から電動ミラーと操作スイッチを取り外したところ、付図11に示すように、電気配線が電動ミラーの固定用ボルトに巻き付けられていた。また、付図12に示すように、電動ミラーの配線の被覆表面に損傷のある二本の配線が見付かった。その中の一本(G1線)は、被覆表面に刃物で切られたような鋭い切り込み傷があり内部の素線が露出していた。もう一本(LG1線)は、車両と電動ミラーを結合するための取り付け金具(ブラケット)に挟まれて潰された状態になっており、被覆が破れて素線が露出していた。赤色の配線は1a線で、二本の1a線がギボシ端子^{*10}で接続されており、1a線は外部から力が加えられてギボシ端子から電気配線が少し引き抜かれた状態で、配線内部の素線が露出していた。この1a線は結束バンドに縛られた状態で運転席横のリレー盤に取り付けられていたが、配線被覆に損傷の痕跡は見付からなかった。ギボシ端子はリレー盤のフレームと接地しない離れた場所に取り付けられていた。

(付図11 電動ミラーを分解した状況、付図12 電動ミラー側の電気配線と1a線の損傷状況 参照)

^{*10} 「ギボシ端子」とは、二本の電気配線を接続するときに使用する端子で、オスとメスの2種類があり、端子同士の着脱が容易に行える。

2.7.4.2 電動ミラーの操作スイッチ回路の調査

運転台に設置されている電動ミラーの操作スイッチを運転台から取り外してから操作スイッチの分解を行い、その内部から取り出した回路基板を観察したところ、基板上に油脂のような薄黒い汚れが付着しており、その一部が固まった状態であった。この油脂のような物質には、金属と思われるきらきら光る成分が混入していた。そのため、回路基板上に付着した物質の成分を調べるために、蛍光X線分析装置による元素分析及び走査型電子顕微鏡（SEM）による表面解析を行った。分析を行った結果、付着した物質は油脂以外の成分として銅とアルミニウムで構成されている物質が含まれていることが確認された。しかし、観察を行った箇所には摩耗粉や回路パターン（付図13参照）の破片と思われるような明確な痕跡を発見することができなかった。

（付図13 操作スイッチの分解状況 参照）

2.8 その他の情報

平成20年11月25日、九州旅客鉄道株式会社日豊線において発生した、列車の旅客乗降口のドアが開いたという重大インシデントについて、当委員会は、平成21年12月18日に調査報告書を公表しており、この重大インシデントの原因は、以下としている。

「本重大インシデントは、先頭車両に設置されている旅客用便所のファンモーター内部で車体への接地が発生し、列車の車体が制御回路の負極側の配線に対して正の電圧に加圧されていたこと、及び後部車両の戸閉め回路の配線被覆が損傷し、内部の素線（導線）が露出したことにより車体と導通する状況となり、右側ドアの開き指令線が正の電圧に瞬間的に加圧されたことにより、宮崎神宮駅を発車した直後に、列車の右側のドアが瞬間的に開いたものと推定される。

ファンモーター内部で車体に接地していたことについては、軸受と整流子の間に取り付ける間座が取り付けられていなかったこと、及び同社がファンモーターの検査修繕を委託した関連会社及び請負業者に対し、間座の取付についての適切な指導がなされていなかったことが関与したものと考えられる。

戸閉め回路の配線被覆が損傷し、内部の素線（導線）が露出したことについては、本重大インシデントの約1年前に実施されたワンマンドアスイッチの改造工事において新たに敷設した配線に、配線被覆が薄い配線材料を用いたこと、及び車体との接触を防ぐ養生処置が十分ではなかったことが関与したものと考えられる。」

3 分析

3.1 本件ドアが開いた状況及び発生場所に関する分析

本重大インシデントは、2.1.1(1)に記述したように、本件運転士が運転士知らせ灯の滅灯に気付き、すぐに非常ブレーキを掛けたと口述していること、2.1.1(5)に記述したように、本件目撃者が走行中に本件ドアが「ガタガタ」と音を立て、「ピンポンピンポン」というチャイムが鳴った後に、開くのを目撃したと口述していること、並びに2.1.2に記述した自動列車停止装置（ATS-Ps）の運転記録において、阿武隈川橋梁を速度約78.5km/hで本件列車が通過して、橋梁を渡った対岸の81k572m付近で列車の非常ブレーキ信号が入力されていることなどから、列車の先頭が阿武隈川橋梁の対岸に到達する付近で本件ドアが開いたものと推定される。

3.2 戸閉め制御回路に関する分析

3.2.1 ドア開閉動作に関する分析

2.7.1.2に記述したように、本件列車のエンジンの始動及び停止、また、制御電源の入切の操作を行ったときの本件ドアの開閉動作の調査では、制御電源の入切とは関係なく、エンジンの始動と停止に対応してドアが開閉した。この調査では、戸閉め制御回路の電源を一旦オフにして電気回路をリセットすることを行っている。

このようなりセット操作を行ったにもかかわらず、本件ドアが開いたことから、半自動戸開りレーが一時的に励磁されてドアが開くというような、一過性の現象ではないと考えられる。

3.2.2 ドア表示灯に関する分析

2.7.2.1に記述したように、ドアスイッチ箱に取り付けられている本件ドアの車外のドア表示灯は通常よりも少し暗く点灯しており、車内のドア表示灯はうっすらと点灯していた。このことについては、ドアスイッチ回路内において、通常の経路とは異なる別の機器とつながる経路を経由してからLED素子に電気が流れたため、LED素子の端子間電圧（正極側の315i線と負極側の100b7線間の電圧）が定格電圧よりも低くなった可能性が考えられる。

3.2.3 リレー及びリレー盤に関する分析

2.7.2.2(1)及び(2)に記述したように、半自動戸開りレーとそれを取り付けるリレー盤の調査を行い、半自動戸開りレーの抜き差し及び半自動戸開りレーとリレー盤の一式を本件列車の別の車両のものに交換して動作確認を行ったが、リレーは正常に動作していたことから、半自動戸開りレーに異常は認められなかった。また、

リレー盤が取り付けられている化粧板の裏側周辺の調査では、動物に噛まれたものと思われる断熱材の剥がれ及び排泄物らしきものはあったが特に問題はなかったものと考えられる。

3.2.4 電気配線に関する分析

(1) ドアが開いたD3編成の本件車両（キハ112-103）

① ドアスイッチ回路の基板周辺

2.7.2.2(3)に記述したように、車外及び車内のドアスイッチ回路の315 i 線、315 j 線及び315 k 線のそれぞれと100 b 7 線間を測定したときの電圧は、6.5～7.4 Vであった。通常、この線間の電圧は加圧されないことから、ドアスイッチ回路の配線の一部に異常があった可能性が考えられる。

② 戸閉め制御回路全体

2.7.2.3(2)に記述したように、315 i 線と315 k 線の電気配線の外観調査では、この二本の電気配線にそれぞれ被覆が破れて内部の素線が露出した部分を確認された。これらの電気配線は二つの電線樋の上を横切る形で渡っており、電気配線が損傷した原因は、電線樋と接触していた電気配線の被覆部分が本件列車の振動により擦れることで、徐々に被覆表面の摩耗が進行し、被覆が破れて内部の素線が露出したものと考えられる。これらの電気配線の素線の露出部分が、車体の電線樋に接地した可能性があると考えられる。

(2) 電動ミラーが設置されている先頭車両（キハ112-102）

2.7.3.4 に記述したように、制御回路の正極側電源線1 a 線と車体間の絶縁抵抗が0 Ωであり、短絡状態にあることから、先頭車両では1 a 線が直接ないし間接的に車体に接地した状態にあったと考えられる。

また、2.7.4.1(3)に記述したように、先頭車両の電動ミラー及び操作スイッチの調査では、G 1 線に刃物で切られたような傷、L G 1 線に電動ミラーのブラケットで潰された素線の露出、そして1 a 線のギボシ端子に素線の露出が確認された。G 1 線の素線露出部を車体側へ押し付けたが、電氣的に車体と接地することはなかった。L G 1 線は、電動ミラーの固定用ボルトに巻き付いた状態になっており、車体と接地していた可能性があると考えられる。1 a 線は、配線を何度も折り返して束にした状態で車体側のリレー盤のフレームに結束バンドにより取り付けられていたが、配線の外観には損傷がなかったことから、車体に直接は接地していないものと推定される。また、ギボシ端子はリレー盤のフレームと離れた場所に取り付けられていたことか

ら、車体とは接地していないものと考えられる。

3.3 列車編成の分割と連結の影響に関する分析

3.3.1 D2編成とD3編成の連結による影響に関する分析

2.7.3.1 に記述したように、D3編成においてエンジンの始動及び停止時におけるドアの開閉動作を調査したところ、本件ドアは開かなかった。D2-D3編成では本件ドアが開いたが、D3編成では本件ドアが開かなかったことから、本件ドアが開く現象にはD3編成だけではなく、D2編成も関与していた可能性が考えられる。

2.7.3.2 に記述したように、D2-D3編成においてドアが開いた状態で各車両の100線と車体間の電圧を調査したところ、4両全ての車両で同社が定めた規定（電圧が15V以下のときに正常）を上回る約28Vとなり、電気回路内に異常が認められた。

3.3.2 D3編成とD4編成の連結による影響に関する分析

2.7.3.2 に記述したように、D3-D4編成において100線と車体間の電圧を測定したところ、電圧は正常で、本件ドアは開かなかった。このことから、D2編成はドアが開く原因に関与しており、D2-D3編成とした場合にドアが開く現象が発生する可能性が考えられる。

3.3.3 単編成に関する分析

2.7.3.3 に記述したように、D2編成、D3編成及びD4編成の100線と車体間の電圧を調査したところ、D2編成において約28Vで異常が認められた。このことから、D2編成がドアが開く現象に関与しているものと推定される。

3.3.4 D2編成の分割に関する分析

2.7.3.4 に記述したように、D2編成を二つの車両に分割して電圧及び絶縁抵抗を調査したところ、先頭車両の100線及び1a線と車体間の電圧及び1a線と車体間の絶縁抵抗の全ての測定値に異常が認められた。

また、先頭車両において、1a線と車体間の絶縁抵抗が0Ωであることから、1a線が車体と接地している状態であると認められる。

3.4 電動ミラーに関する分析

3.4.1 電動ミラーの有無について

2.7.4.1(1)及び(2)に記述したように、D2編成及びD2-D3編成で電動ミ

ラー有り及び無しの際に、100線と車体間の電圧をそれぞれ調査した。電動ミラー有りの際の電圧は28.4V及び27.9Vで異常が認められた。また、電動ミラー無しの際の電圧は4.0～5.0V及び1.0Vとなり正常であった。この結果から、電動ミラー有り無しについては、D2編成を含む編成で電動ミラー有りの際に異常があることが認められた。

3.4.2 電動ミラー改造工事における施工について

2.7.4.1(3)に記載したように、電動ミラー側の電気配線のG1線とLG1線に損傷が認められた。損傷したLG1線については、損傷部分が電動ミラーのブラケットと車体の間に挟まれた状態で取り付けられていたことから、LG1線は車体と接地していた可能性があると考えられる。LG1線は、電動ミラーを取り付けてから事故が起こるまでの間、取り外されていないことから、電動ミラーを設置する際の施工不良により損傷したものと考えられる。さらに、操作スイッチとつながっている1a線の外観を調査したが配線被覆の損傷は認められず、1a線が車体と接地した可能性は低いものと考えられる。

なお、これらの電気配線の被覆の損傷は、電動ミラーが改造工事により後付けされており、工事を施工する際に配線の取扱いを適切に行っていなかったことが原因と考えられる。

3.4.3 操作スイッチについて

2.7.4.2に記載したように、電動ミラーを動かすための操作スイッチを分解して、内部の電気回路の基板を調査したところ、表面には薄黒い油のような汚れがあり、きらきら光るものが付着していたため、蛍光X線と走査型電子顕微鏡により分析を行ったが、摩耗粉や破片等は発見されなかった。しかしながら、回路基板上に汚れが付着していたことが原因で回路基板に短絡が発生した結果、電氣的につながっていなかった1a線とLG1線の間で電気が流れる回路が形成されて、電気配線が加圧された可能性があると考えられる。

3.5 電気配線の損傷とドアが開いたメカニズムに関する分析

2.7.2.4に記載したように、本件車両の315k線の素線が露出している部分を車体に押し付けてから、先頭車両の電動ミラーの操作スイッチ回路とつながっている1a線を車体に接地するようにしたところ、ドアが開く現象が再現されて車外及び車内ドアスイッチ箱のドア表示灯も点灯した。

また、2.7.3.4に記載したように、先頭車両では、制御回路の正極側電源線1a線と車体間の絶縁抵抗が0Ωで短絡状態にあり、2.7.4.1に記載したように電動ミラー

と操作スイッチを取り外した場合には異常が見られないことから、電動ミラーの周辺で電源線と車体が接地していたと考えられる。

一方、2.7.4.1(3)に記述したように、電動ミラーとつながる電気配線の外観調査では、1 a 線の被覆に損傷は見付からなかった。この1 a 線は運転席横のリレー盤のフレームに束ねられた状態で取り付けられていたが、被覆に損傷がないことから車体とは接地していないものと考えられる。

この結果から、ドアが開いたメカニズムが、1 a 線が直接車体に接地したことで起こったものではないと考えられる。

また、1 a 線の素線が露出していたギボン端子は、リレー盤から離れた場所に取り付けられており、車体と接地していないと考えられる。このことから、1 a 線が直接車体に接地したことが原因でドアが開いたものではないものと推定される。

電動ミラー側の電気配線には素線が露出した配線が二本見付かっている。このうちLG 1 線はブラケットを介して車体に接地した可能性があるものと考えられる。

2.7.4.2 に記述したように、操作スイッチ回路の調査において、電気回路の基板上に汚れの付着が見付かっている。1 a 線とLG 1 線は操作スイッチ回路を介してつながっているが、本件ドアが開く現象が発生したときには、操作スイッチの電源は切られており、それぞれの電気配線は電氣的に遮断されている状態であった。通常、操作スイッチの電源が切れた状態では、1 a 線とLG 1 線間に電気は流れないため、LG 1 線は加圧されない。

しかし、操作スイッチの回路基板に汚れの付着があったことから、回路基板で短絡が発生して、電氣的につながっていなかった1 a 線とLG 1 線の間には電気が流れる回路が形成されて、電動ミラー側の電気配線が加圧された可能性があると考えられる。

これらの分析結果から、

- (1) 本件車両の3 1 5 k 線の素線の露出部分が車体に接地したこと、
- (2) 先頭車両の電動ミラー周辺で正極側電源線1 a 線が間接的に車体に接地したこと

から、車体を經由して本件車両の半自動戸開リレー線の指令線3 1 5 k 線が加圧され、半自動戸開リレーDHOR 3が動作したため、戸開電磁弁DMV 3 1及びDMV 3 2が作動することになり、本件ドアが開く現象が発生したのと考えられる。

なお、電動ミラーの周辺で1 a 線が間接的に車体に接地したことについては、

- (1) 先頭車両の電動ミラーのLG 1 線の素線の露出部分が車体に接地したこと、
- (2) 先頭車両の操作スイッチの回路基板において短絡が発生し、1 a 線とLG 1 線間に電気が流れる回路が形成された可能性があること

から、起きた可能性があると考えられる。

4 結 論

4.1 分析の要約

本事故における分析結果をまとめると、以下のとおりである。

(1) 電気配線

① ドアスイッチ回路（本件車両）

a 電気配線の電圧測定

車外及び車内ドアスイッチ回路の315 i 線、315 j 線及び315 k 線は、通常、停車中に加圧されないことから、ドアスイッチ回路の配線の一部に異常があった可能性が考えられる。

b 電気配線の接地

315 i 線と315 k 線には、配線の被覆が破れて素線が露出した部分を確認されており、電気配線が列車の振動を受けて電線樋と擦れ、素線が露出し、車体（電線樋）に接地した可能性があると考えられる。

② 電動ミラー（先頭車両）

電動ミラーの正極側電源線である1 a 線は、ギボシ端子との接続部で素線の露出が認められており、操作スイッチより電動ミラー側の配線であるG1 線には刃物で切られたような傷、さらに、LG1 線には配線の被覆が破れて素線の露出した部分が認められる。1 a 線は車体と接地しない場所に取り付けられていたことから車体と接地しておらず、LG1 線の素線が露出した部分が車体と接地していた可能性があると考えられる。(3.2.4) ^{*11}

(2) ドアの開閉と列車編成の関係

本件車両と先頭車両を含むD2、D3編成等を分割、連結して電圧及び絶縁抵抗を測定したところ、D2編成を二つの車両に分割したときの先頭車両の負極電源線100線及び正極電源線1 a 線と車体間の電圧値が異常であったこと及び1 a 線と車体間の絶縁抵抗が0Ωであったことから、この車両において1 a 線が車体と接地していることが判明した。(3.3.4)

(3) ドアの開閉と電動ミラー等との関係

① 電動ミラーの有無

先頭車両において、電動ミラー有り及び無しの際の負極側電源線100線と車体間の電圧を測定したところ、電動ミラー有りのときの電圧に異常が認められた。(3.4.1)

^{*11} 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関連する「3 分析」の主な項番号を示す。

② 改造工事における施工

LG1線の損傷は、電動ミラーを車両に取り付けてから事故が起こるまでの期間において一度も取り外されていないことから、電動ミラーを設置する際の施工不良によるものと考えられる。(3.4.2)

③ 操作スイッチの回路基板

操作スイッチ回路の基板の表面の分析を行ったところ、摩耗粉や破片等は認められなかったが、回路基板上の汚れが原因で操作スイッチ回路に短絡する経路が形成されることにより、1a線とLG1線が電気的につながり、電気配線が加圧された可能性があると考えられる。(3.4.3)

(4) 電気配線の損傷とドアが開いたメカニズム

① 本件車両の半自動戸開りレーの指令線315k線の素線の露出部分が車体に接地したこと、

② 先頭車両の電動ミラー周辺で正極側電源線1a線が間接的に車体に接地したこと

から、車体を經由して本件車両の315k線が加圧され、半自動戸開りレーが動作したため、戸開電磁弁が作動することになり、本件ドアが開く事象が発生したものと考えられる。

なお、電動ミラーの周辺で1a線が間接的に車体に接地したことについては、電動ミラーのLG1線の素線の露出部分が車体に接地したこと及び操作スイッチの回路基板において短絡が発生し、1a線とLG1線間に電気が流れる回路が形成されたことにより起こった可能性があると考えられる。(3.5)

4.2 原因

本重大インシデントは、列車の本件車両のドアを開閉するための戸閉め制御回路の電気配線の被覆が破れて素線が露出して車体に接触し、さらに先頭車両において電動ミラーの電源線が車体と接地した状態となったため、車体を經由して戸開電磁弁が加圧されて、本件車両のドアが開いたものと考えられる。

なお、電動ミラー側の電源線が車体と接地した状態となったことについては、電動ミラーの遠隔制御を行う操作スイッチの回路基板で短絡が発生し、その結果、電源線と電動ミラー側の電気配線間が電気的につながったこと、及び電動ミラー側の電気配線の被覆が破れて露出した部分が車体に接地し短絡状態になったことによる可能性があると考えられる。

電動ミラーの操作スイッチの回路内で電気的に遮断されている電源線と電動ミラー側の電気配線間が短絡して電気が流れたことについては、電気配線の摩耗や、経年劣化から回路基板上に汚れが付着したことにより、電源線と電動ミラー側の電気配線が

電氣的につながり、電気が流れる回路が回路基板上に形成されたものと考えられる。

戸閉め制御回路の電気配線の被覆が破れて素線が露出していたことについては、電線樋と電気配線が本件列車の振動で擦れることが原因となり、電気配線の被覆が損傷したものと考えられる。また、電動ミラー側の電気配線の被覆が破れて素線が露出していたことについては、電動ミラーを設置する改造工事を行う際の施工不良により、電気配線の被覆が損傷した可能性があると考えられる。

5 再発防止策

5.1 今後必要とされる再発防止策

5.1.1 直接的な防止対策

同社及び車両メーカーの戸閉め制御回路に関する電気配線を扱う改造工事等においては、車体等との接触等を避けるため、可能な限り尖塔形状部位上を通る配線を行わないなど配線の経路を適切にして、必要な余長の確保に努め、配線被覆に損傷を受けることがないよう養生処理を徹底する必要がある。

今回、電動ミラーの固定用ボルトの軸に工事の際に余分となった長い配線を巻き付けて残すような処理を行っており、このようなことを行った場合、配線被覆の損傷を招く可能性があることから、このような処理方法を取らないことが重要である。

また、新規に電気部品等を車両に設置する場合には、電気配線が設置物との間に挟まることが原因で配線の被覆が損傷して車体に短絡することがないように、電気配線の取扱いには十分に注意を払い、設置作業を行うように徹底する必要がある。

本重大インシデントと類似した事例が過去にも起きているため、これまで以上に電気配線の取扱いには注意する必要がある。

5.1.2 気動車における制御電源と車体との関係に関して望まれる対応

2.8に記述した過去の事例と、本重大インシデントは、気動車において、ドア開電磁弁回路の正極側配線が車体と短絡状態になり、一方、他車両において他の機器を制御する回路の正極側配線が車体と短絡状態となって、これらの車両を連結したことによりドア開電磁弁が車体を介して加圧されて走行中にドアが開いたという点で共通である。

この主な原因は、車両に敷設されている既存の配線の取扱いについて十分に注意が払われておらず配線被覆が破れる損傷が発生したことと、新規に取り付けた電気機器に対して配線の取扱いに注意が払われていなかったことによるものと考えられることから、今まで以上に配線の取扱いに注意する必要がある。

制御電源の負極側を車体から電氣的に浮かしてあるような気動車においては、制御回路の正極側配線において接地が発生しても、その回路が遮断されないことから、同様な事態が再発する可能性がある。よって、そのような事態の発生を防止するために、制御回路の配線が車体に短絡しないように特に注意を払うべきである。また、この種の車両では制御回路と車体との短絡が一過性の場合には把握することが現状では難しいと考えられるが、そうした車体への一過性の短絡履歴を検出して記録することができれば同様な事態の再発防止に有効であると考えられる。

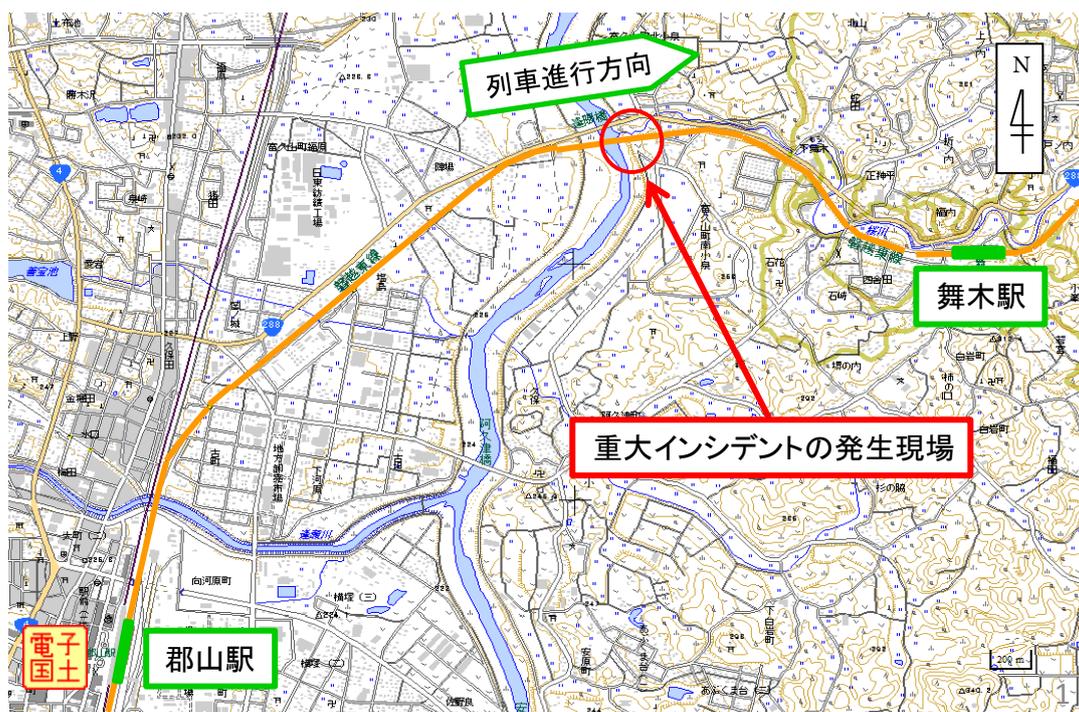
5.2 事業者等により講じられた措置

- (1) 電動ミラーを設置していた全ての列車の交番検査において、電気配線の100線と車体間の電圧及び絶縁抵抗を測定する点検を実施し、問題がないことを確認した。
- (2) 本件列車の電動ミラーと同類のミラーを使用している車両から、ミラーを全て撤去して、従来から使用していた手動でミラーの向きを変える非電動式の手動ミラーに交換した。
- (3) 従来、車掌スイッチ回路とつながっている正極側電源である1a線に速度検出リレーの接点を設けていたが、さらに電磁弁作動回路の100a7線にも速度検出リレーの接点を設けることとした。
- (4) 配線作業員に対して、改造工事における配線処理の適切な対応等を再徹底した。
- (5) 定期検査において、電気配線の車体と100線間の電圧等を測定し、測定結果を記録することとした。(平成24年6月以降実施)

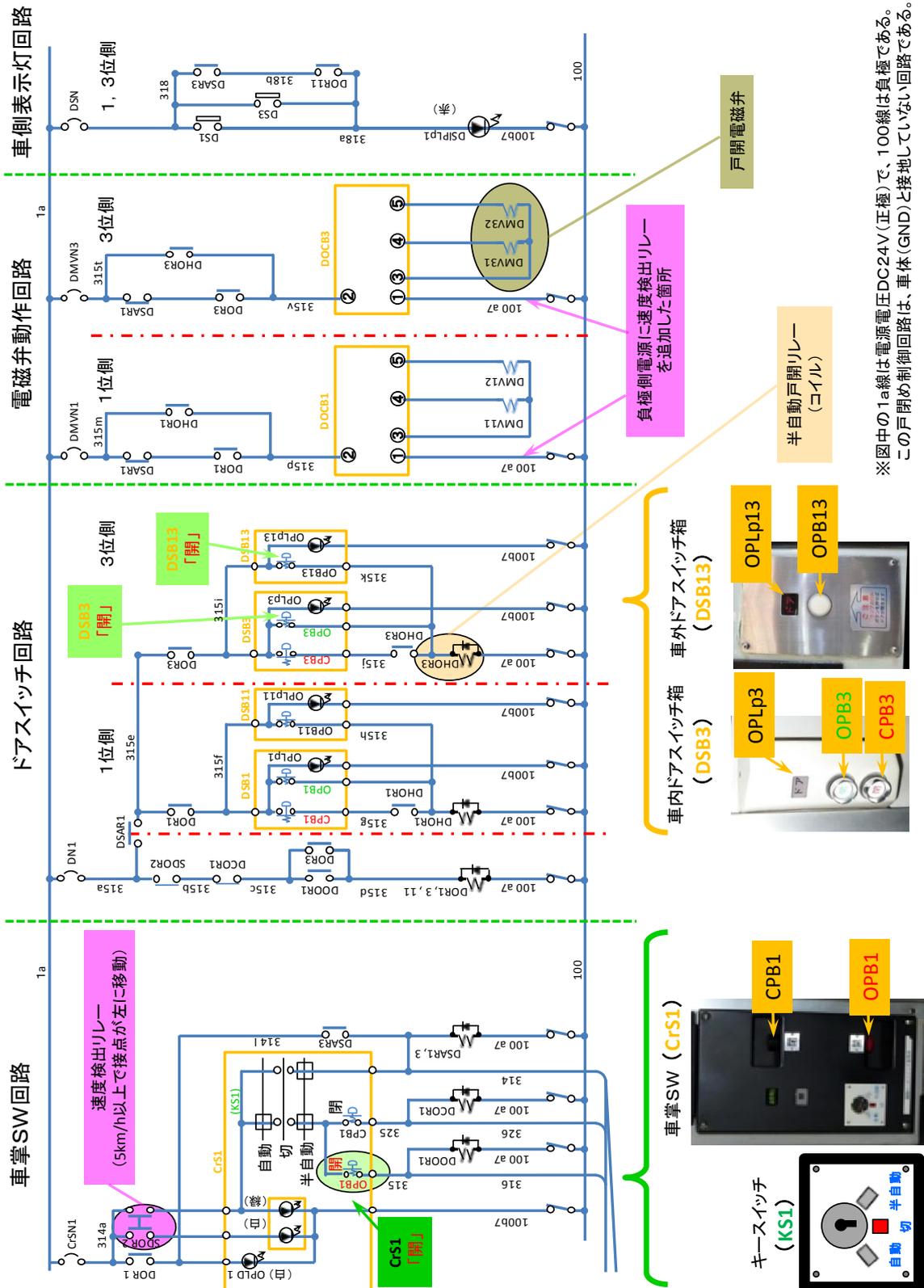
付図1 磐越東線の路線図



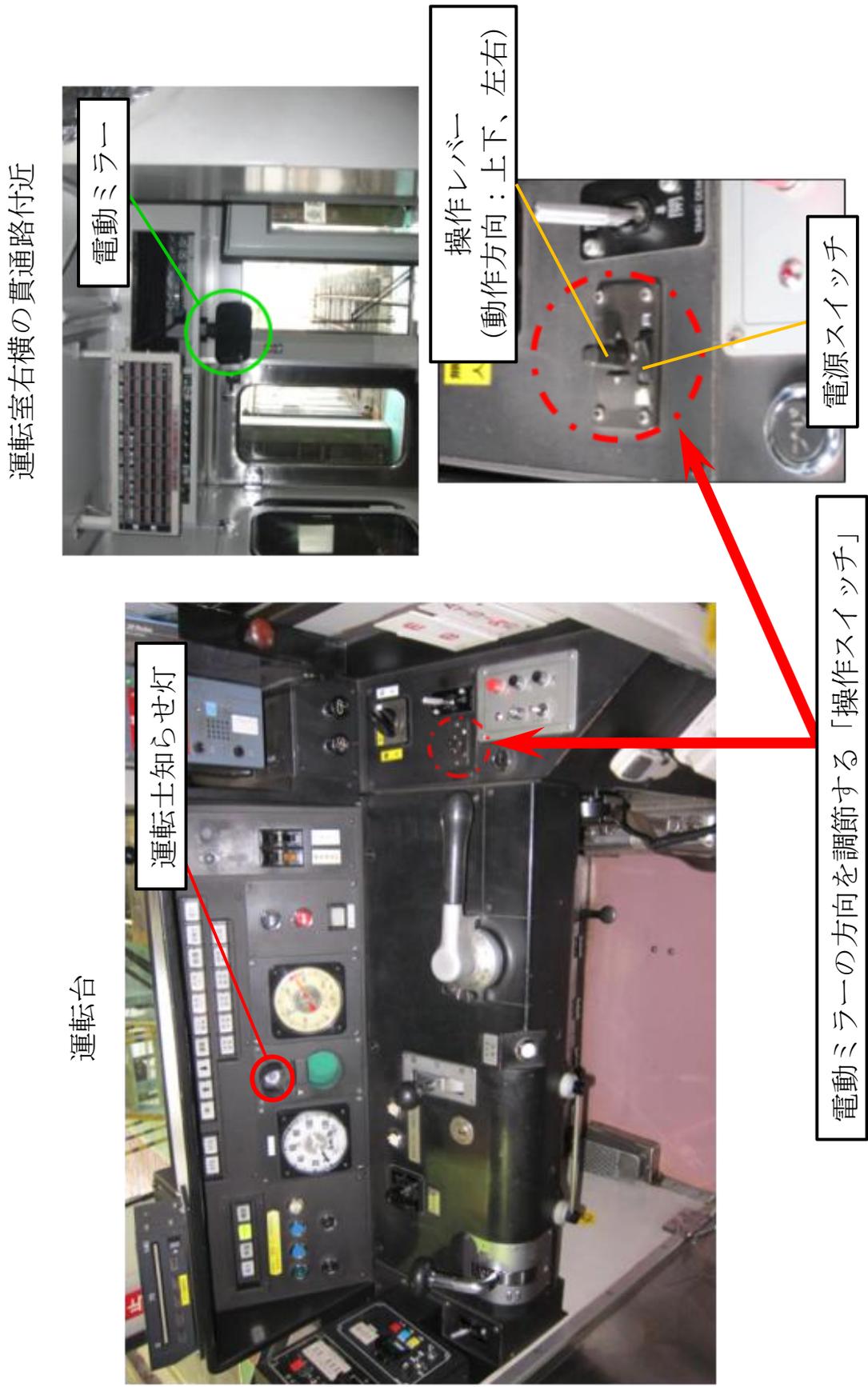
付図2 重大インシデント発生現場付近の地形図



付図3 戸閉め制御回路の配線略図抜粋



付図4 運転台の操作スイッチと電動ミラーの設置位置



付図5 室内ミラーの改造

電動ミラー



交換



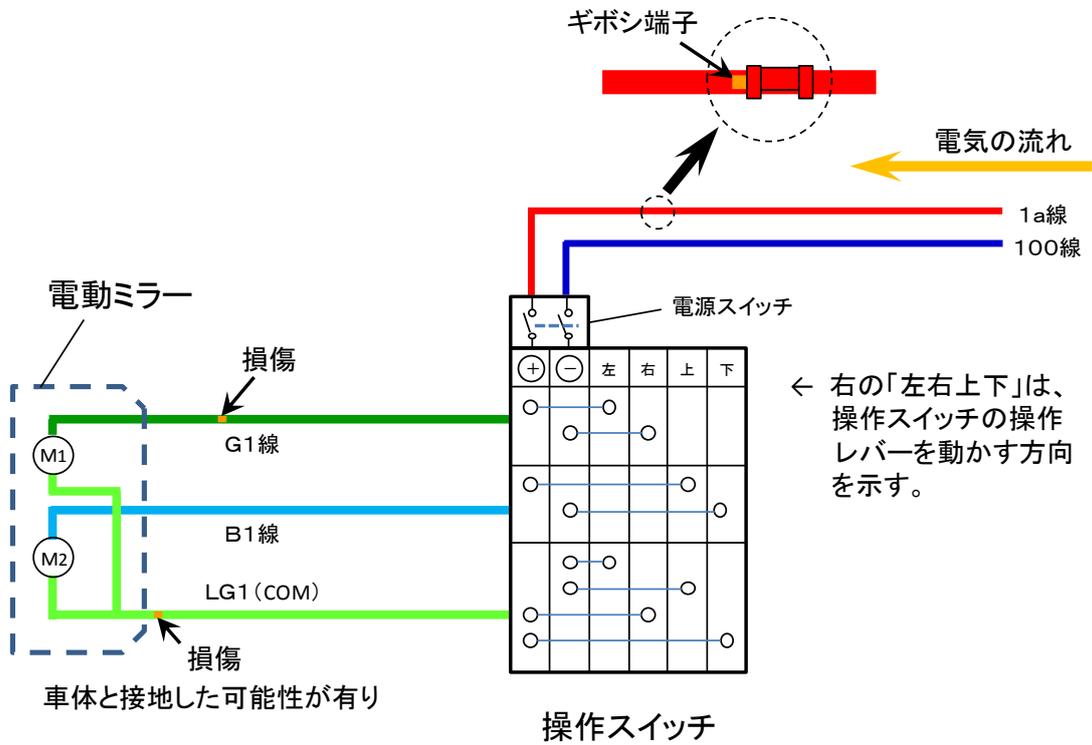
手動ミラー



- 平成 5 年 新 製 (本件列車)
- 平成 8 年 室内ミラーの電動化
- 平成 2 4 年 6 月 4 日 : ドア故障事故発生
- 平成 2 4 年 7 月 3 1 日 ~ 8 月 1 0 日 : 電動ミラーから手動ミラーへ交換
- 車両形式 (車両数) : 磐越東線郡山総合車両センター郡山派出所属

キハ110系 (20両)

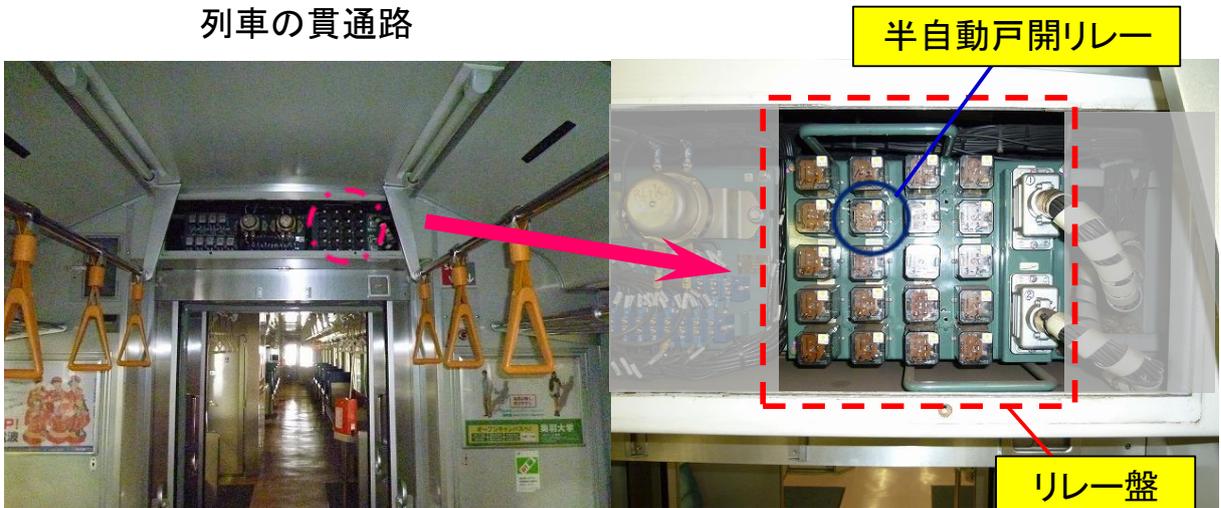
付図6 電動ミラーと操作スイッチの配線図



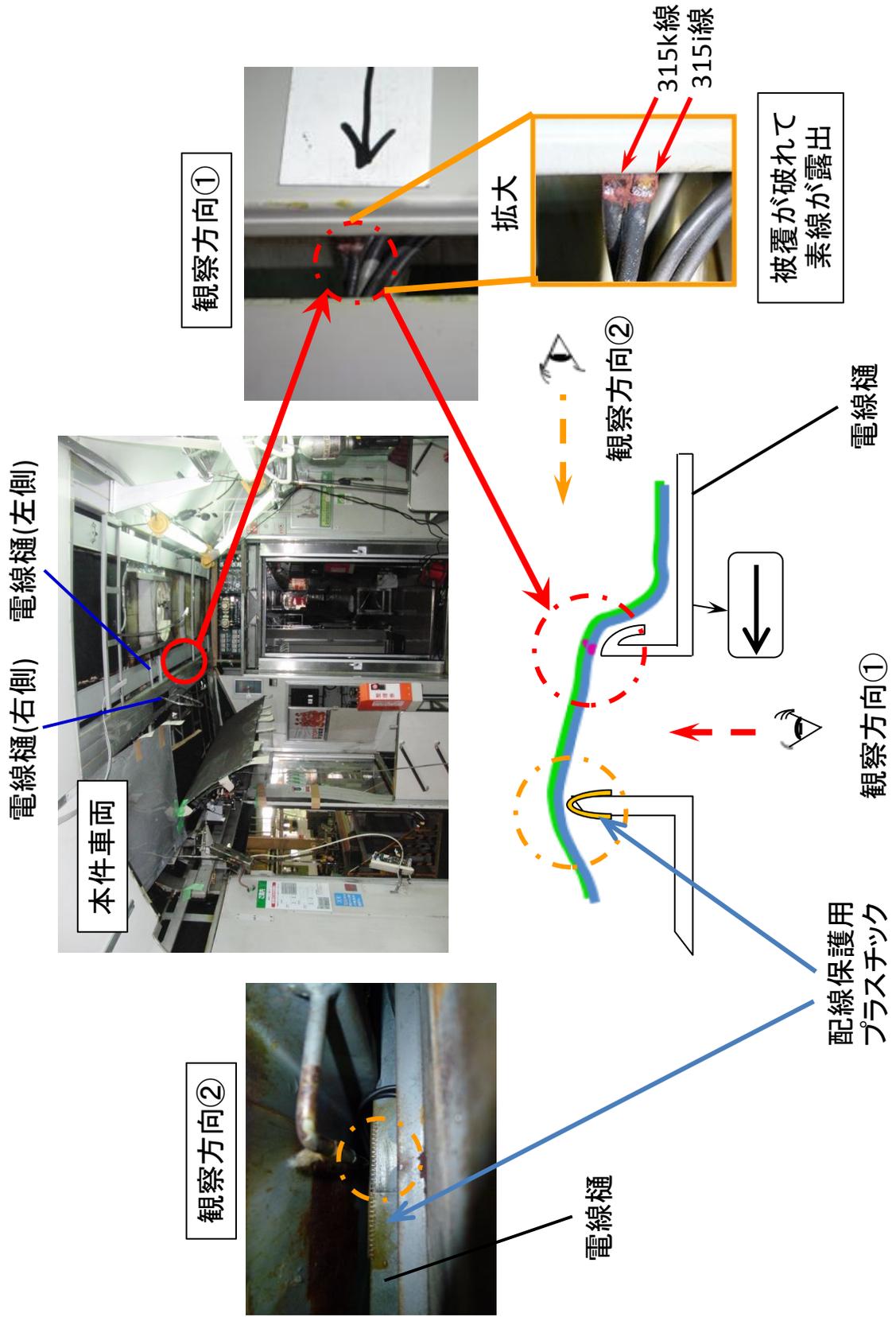
※① 正極側電源線である1a線及び負極側電源線である100線と、②電動ミラーの電気配線(G1線、B1線、LG1線)は、操作スイッチを介してつながっている。しかし、操作スイッチの電源が「入」の状態でも操作スイッチのレバーを操作した場合を除き、電氣的に切り離されているので①から②へ電気が流れることはない。

付図7 半自動戸開リレーとリレー盤

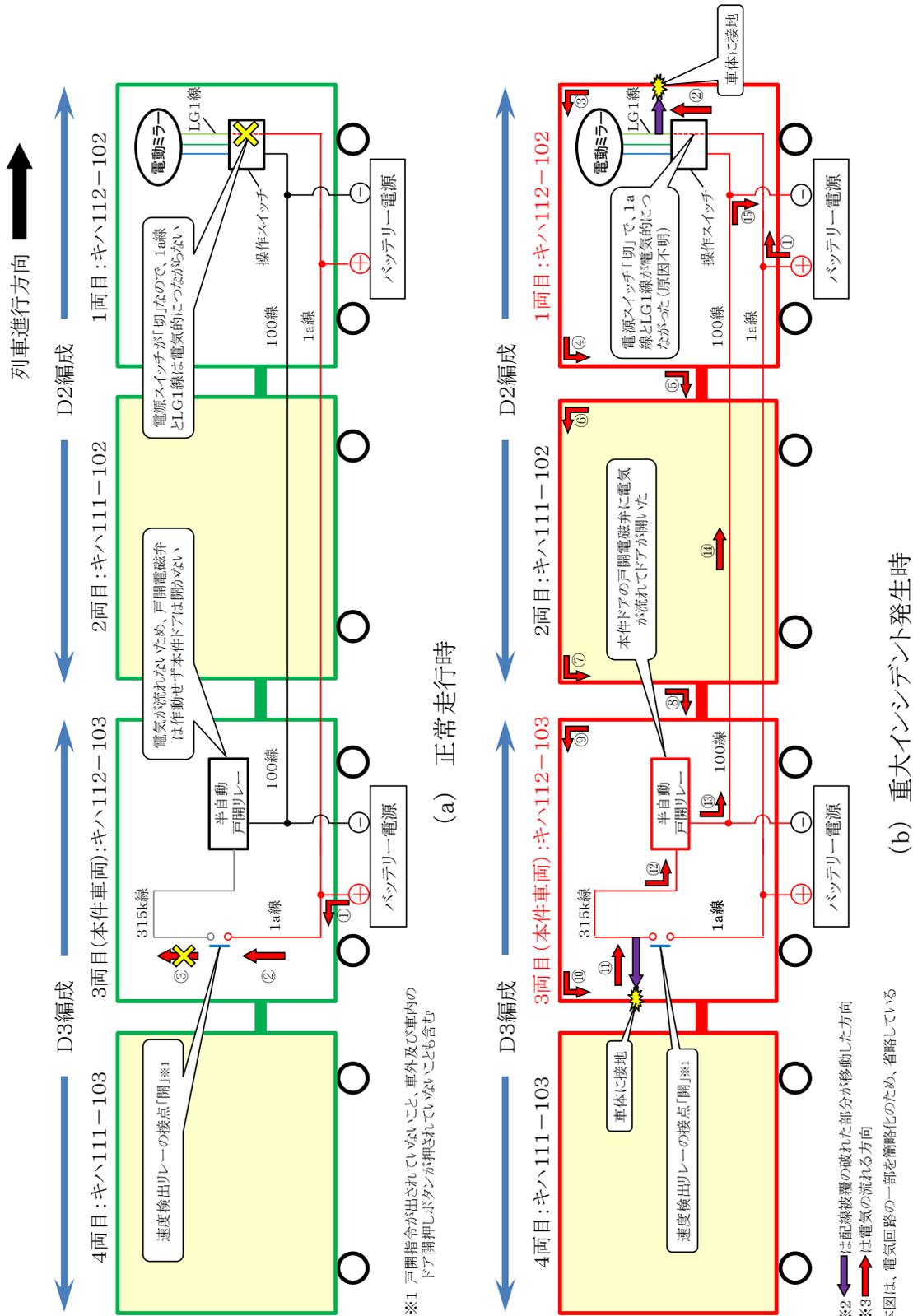
列車の貫通路



付図8 戸閉め制御回路の電気配線の損傷状況



付図9 正常時と本重大インシデント発生時にドアが開いたときの通電経路の比較



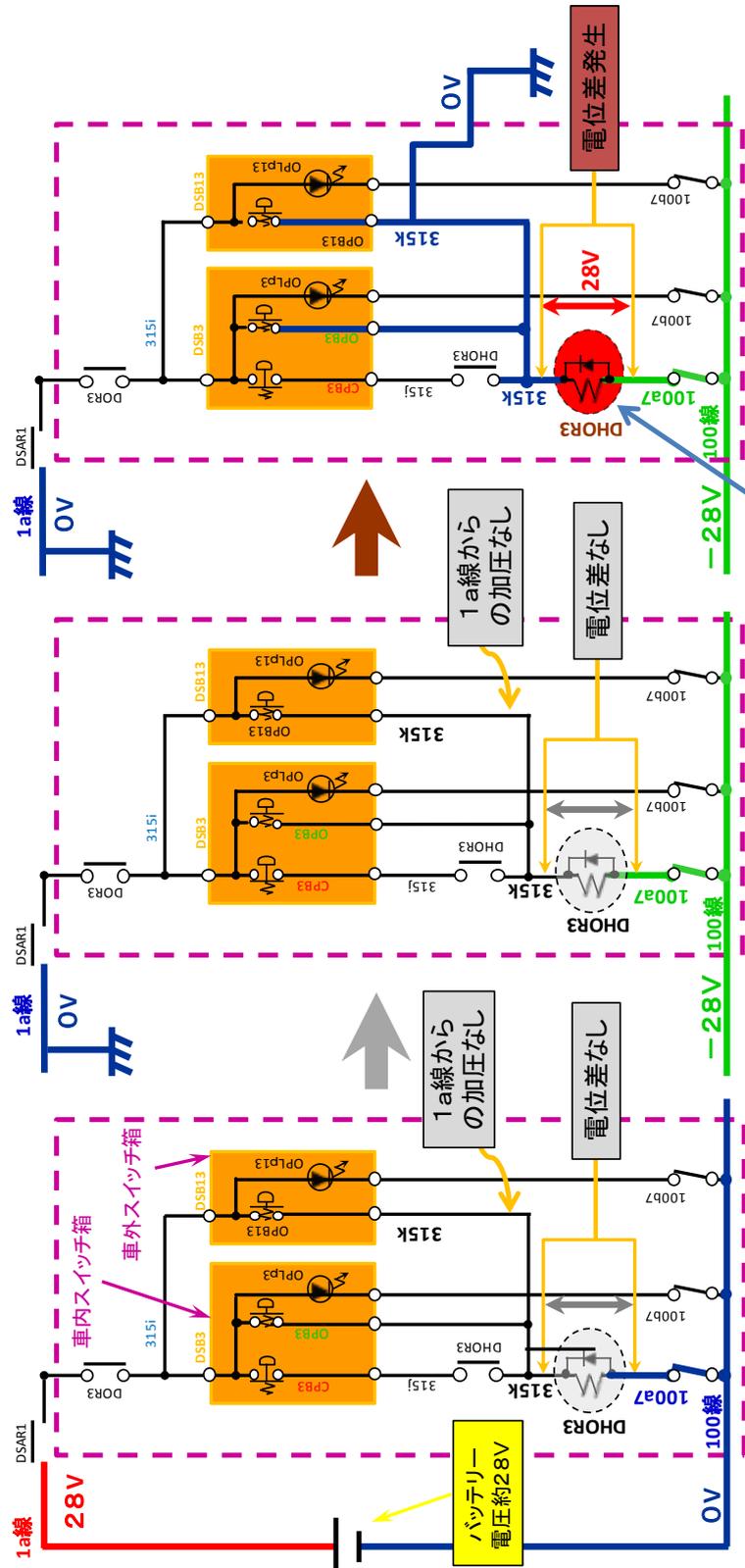
付図10 ドアスイッチ回路におけるドアが開く現象が発生する仕組み

電磁弁が作動する(ドアが開く)のは、315k線と100線の間に電位差が生じるとき

③本件車両:
 315k線が車体に接地
 ・315k線の電位:約0V
 ・100線の電位:約-28V } 電位差28V

②先頭車両
 電動ミラーのLG1線が車体に接地
 ・1a線の電位:約0V
 ・100線の電位:約-28V } 電位差28V

①本件車両
 (車両走行中:異常なし)
 ・1a線と100線間の電位差は約28V



315k線と100線間の電位差が約28Vとなり、電磁弁が作動してドアが開いた

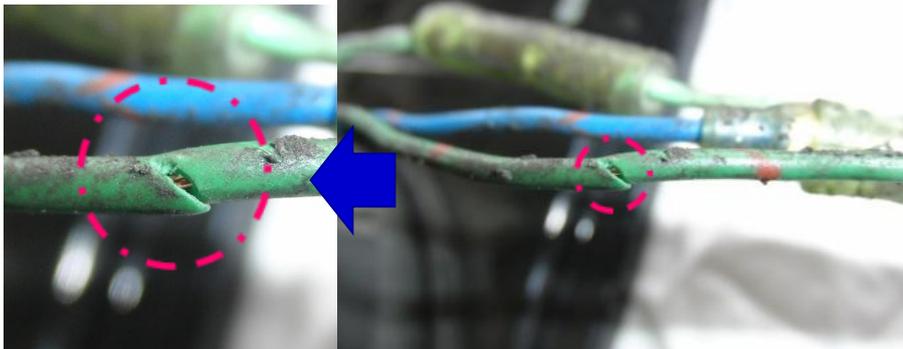
※DHOR3: 半自動戸開リレー

付図 1 1 電動ミラーを分解した状況

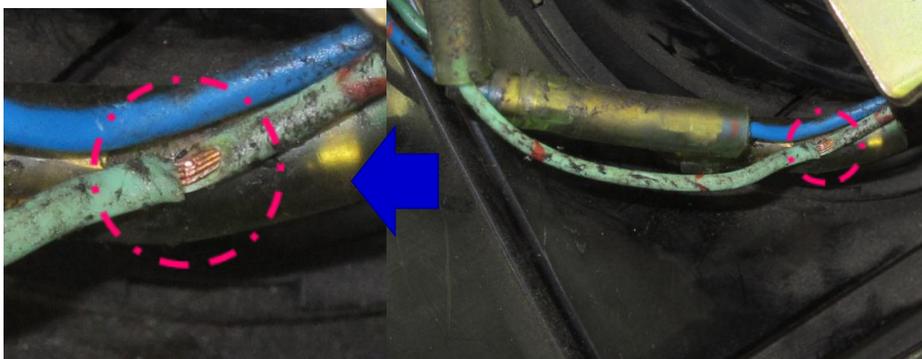


付図 1 2 電動ミラー側の電気配線と 1 a 線の損傷状況

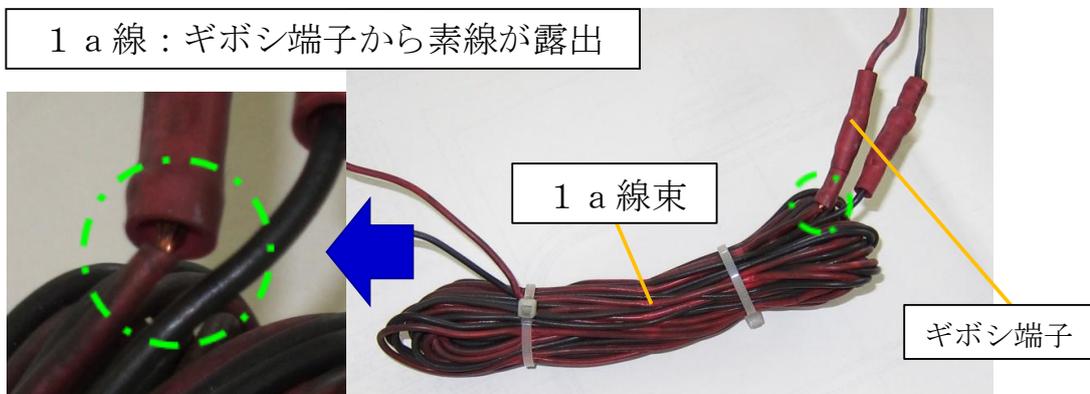
G 1 線 : 鋭い切り口の傷



L G 1 線 : 電動ミラーのブラケットで潰れて素線が露出



1 a 線 : ギボシ端子から素線が露出



付図 1 3 操作スイッチの分解状況

