

鉄道重大インシデント調査報告書

九州旅客鉄道株式会社日豊線宮崎神宮駅構内における鉄道重大インシデント
（「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）

平成21年12月18日

運輸安全委員会

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」

九州旅客鉄道株式会社日豊線宮崎神宮駅構内における
鉄道重大インシデント

(「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：九州旅客鉄道株式会社

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20年11月25日 7時44分ごろ

発生場所：宮崎県宮崎市
日豊線宮崎神宮駅構内

平成21年11月16日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	楠木行雄
委員	松本陽（部会長）
委員	中川聡子
委員	宮本昌幸
委員	富井規雄

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

九州旅客鉄道株式会社の日豊線高鍋駅たかなべ発南宮崎駅みなみやざき行き2両編成の下り普通第6753D列車は、平成20年11月25日（火）宮崎神宮駅を定刻（7時43分）よりも約1分遅れて出発したところ、発車した直後に右側（前後左右は列車進行方向を基準とする。）の旅客用乗降扉（プラットホーム側）が瞬間的に開いてすぐに閉まった。同列車は、宮崎神宮駅の一つ手前の蓮ヶ池駅はすがいけにおいて、車掌スイッチを押しても右側の旅客用乗降扉が閉まらない事象が発生していたことから、運転士はこの旨を指令に報告した。同列車の車両は、南宮崎駅に到着後、日南線青島行き列車あおしまとなり、指令より出動指示を受けた社員が添乗し、旅客用乗降扉を監視することで運行を続けたが、終点の青島駅でそれ以降の運行を取りやめた。列車には、乗客約150名

及び乗務員が乗車していたが、旅客用乗降扉が開いたことによる乗客の転落及び死傷者はなかった。

1.2 鉄道重大インシデント調査の概要

1.2.1 調査組織

本件は、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、列車の走行中に客室の旅客用乗降扉が開いたものであり、運輸安全委員会設置法施行規則第2条第6号の定める特に異例と認められるものとして調査対象となった。

運輸安全委員会は、平成20年11月25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1名の鉄道事故調査官を指名し、平成21年4月1日、1名の鉄道事故調査官を追加指名した。

九州運輸局は、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20年11月25日～27日	車両調査、口述聴取及び現場調査
平成21年2月5日～6日	車両調査及び口述聴取

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

本重大インシデントに至るまでの経過は、九州旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り普通第6753D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。）、指令より出動指示を受けた宮崎総合鉄道事業部の運輸助役（以下「運輸助役」という。）及び日南線の運行管理を担当する運輸指令の助役（以下、本報告書においては「日南線指令」という。）の口述並びに同社が本件列車に乗車していた乗客に対して実施した聞き取り調査によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

本件列車は、高鍋駅を定刻（7時12分）に出発し、途中の日向住吉駅^{ひゅうがすみよし}までは車両に異常はなかった。蓮ヶ池駅に停車中、本件車掌から‘先頭車両前方乗務員室の右側の車掌スイッチ’（以下「先頭車両前右車掌SW」という。）を扱っても旅客用乗降扉（以下「ドア」という。）が閉まらないという連絡があったため、自分もその車掌スイッチを扱ってみたがドアが閉まらなかった。本件車掌が‘後部車両前方乗務員室の右側の車掌スイッチ’（以下「後部車両前右車掌SW」という。）を扱ったところドアは閉まったが、このとき戸閉め表示灯¹が点灯した直後に、瞬間的に滅灯する現象が2回あった。その後、本件車掌より‘ブザーによる出発合図’（以下「出発合図」という。）を受け、蓮ヶ池駅を約1分遅れて出発した。

次の宮崎神宮駅では2番線に停車し、本件車掌が右側のドアを開けたが旅客の乗降中に異常はなかった。ドアが閉まった後、出発合図を受けて列車を出発させた直後、不意に戸閉め表示灯が消えたため、直ちにノッチオフしてブレーキをかけようとしたが、その直後に再び戸閉め表示灯が点灯するのを認めた。ドアが開いたという感覚はなかったため、戸閉め表示灯に注意しながら運転を続け、列車の運転中に所持していた自分の携帯電話機により日南線指令に電話をかけ、蓮ヶ池駅において車掌スイッチ（以下「車掌SW」という。）を扱ってもドアが閉まらなかったことなど、ドアに不具合が発生したことを伝え、車両検修社員の出勤を要請した。

本件列車の車両（以下「本件車両」という。）は、南宮崎駅に到着後、日南線青島駅行き普通第1927D列車（ワンマン運転）として運行し、日南線指令の出勤指示を受けて駆けつけた3名の社員が添乗してドアの状態を監視したが、途中各駅でのドア開閉扱い及び列車の走行中の異常はなかった。青島駅に到着後、日南線指令より本件車両で運行される折り返し普通第1928D列車は運休とする指示があった。

なお、携帯電話機を使用したことについては、本来ならば列車無線機を使用して日豊線の運行管理を担当している輸送指令（以下、本報告書においては「日豊線指令」という。）に報告すべきであったが、第1927D列車は引き続き自分が乗務を担当することになっていたため、日南線指令に早く連絡した方が良かったためである。

¹ 「戸閉め表示灯」は、運転台の計器盤上部に「戸」と表示されたランプで、列車の全てのドアが閉まっているときに点灯し、ドアが1箇所でも開いているときは滅灯する。

(2) 本件車掌

本件列車は、途中の日向住吉駅までは車両に異常はなかった。

蓮ヶ池駅（小倉駅起点 3 3 4 k 0 9 0 m、以下「小倉駅起点」は省略。）では、先頭車両前右車掌 SW を扱いドアを開け、旅客の乗降終了後、同車掌 SW の閉ボタンを押してもドアが閉まらなかった。鍵²が横にずれているかもしれないと思い、鍵を入れ直して再度、閉ボタンを押したがドアが閉まらなかったのもので、本件運転士にこの旨を話して後方に移動し、‘先頭車両後部乗務員室の右側の車掌 SW’（以下「先頭車両後右車掌 SW」という。）で再度、閉ボタンを押したがドアが閉まらなかった。その後、後部車両前右車掌 SW の閉ボタンを押しているうちにドアが閉まったので、先頭車両前方乗務員室に戻り、本件運転士に出発合図を送った。出発後、先頭車両前方乗務員室右側の落とし窓から後方監視を行ったところ異常はなかったが、^{むらすみ}村角第二踏切道（3 3 4 k 5 1 3 m）付近で、ふと運転台を見たところ、戸閉め表示灯が「パカッ・パカッ」という感じで 2 回ほど点滅するのが見えた。

宮崎神宮駅では、先頭車両前右車掌 SW を扱ったが、ドアの開閉に異常はなかった。本件運転士に出発合図を送り、落とし窓から後方を監視して本件列車が発車した直後、ドアブザー³が「プー」と鳴って、自分のすぐ後ろのドア（先頭車両の前方右側のドア）が開くのが見えた。「えっ」と思った直後に、再び「プー」と鳴ってドアが閉まるのが見えた。そのとき私は右手を上にあげ、左手は落とし窓にあったので、自分が車掌 SW を扱ったわけでもないのに、なぜドアが開くのだろうと思った。本件列車が宮崎神宮駅のプラットフォーム（以下「ホーム」という。）を離れた後もしばらく後方監視を続け、本件運転士がドアに不具合が発生したことについて日南線指令に報告するというので、自分はドアに挟まれた乗客がいないか確認するため車内を巡回したところ、異常はなかった。

(3) 運輸助役

7 時 4 5 分すぎ、日南線指令が電話で話しているのを脇で聞くと、本件列車が蓮ヶ池駅に停車中、車掌 SW を扱ってもドアが閉まらなかったという情報を聞いた。日南線指令より「直ちに南宮崎駅のホームに出動してくれ」という指示を受け、間もなく本件列車が南宮崎駅に到着するので、急いでホームに向かった。本件列車が南宮崎駅に到着後、本件車掌に蓮ヶ池駅でドアが閉まら

² ここでいう「鍵」とは、列車の乗務員等が所持する車両用の鍵で、本件車両の車掌 SW は、鍵を差し込んで右に回転させるとキースイッチが「入」となり、ドアの開閉操作ができる仕組みとなっている。

³ 「ドアブザー」とは、本件車両の各ドアの脇に設置されているブザーで、ドアが開閉する前に鳴動して、乗客に注意を促すものである。

なかったときの状況を聞いたところ、ドアが開いたというようなことも話していたので少し気になったが、このことは蓮ヶ池駅における不具合対応中の出来事と思った。その後間もなく第1927D列車は南宮崎駅を出発し、自分のほか日南線指令より出動指示を受けて駆けつけた車両検修社員等2名とともに列車に添乗し、蓮ヶ池駅と同様にドアが閉まらない事象が発生しないか、ドアの状態を監視したが、終点の青島駅まで異常はなかった。途中、本件運転士にドアが閉まらなかったときの状況について聞いたところ、宮崎神宮駅を出発した直後に戸閉め表示灯が滅灯して再び点灯したということと話していたので、もしかしたらと思い、青島駅に到着する前に携帯電話機により日南線指令にこの旨を伝えた。

(4) 日南線指令

7時45分すぎ、本件運転士より、本件列車が蓮ヶ池駅に停車中、車掌SWを扱ってもドアが閉まらなかった、南宮崎駅で車両検修社員の出動を願いたいという電話があった。近くにいた運輸助役に、直ちに南宮崎駅のホームに出動するよう指示し、宮崎運輸センターの車両検修担当にも出動を指示した。その後、日南線指令所内に設置されている運行管理表示盤が、第1927D列車は南宮崎駅を定刻（7時57分）に出発したことを表示したため、ドアの修理は済んだのだろうと思った。第1927D列車が間もなく青島駅に到着するころになったとき、出動を指示した運輸助役より電話があり、本件列車は宮崎神宮駅を出発した直後に右側のドアが開いたようだ、ということ報告してきたため、直ちに自分の上司である宮崎運輸センター長に報告するとともに、宮崎車掌センターの当直に電話をかけ、本件車掌に対して状況を確認するよう要請した。本件車両で運行される第1928D列車は運休とすることとし、青島駅に設置されている直通電話(テレスピ)により本件運転士に運休の旨を通告した。

(5) 本件列車に乗車していた乗客に対する聞き取り調査

本重大インシデントが発生した翌日、同社は、本件列車に乗車していた乗客に対して聞き取り調査を行った。これによると、本件列車が宮崎神宮駅を出発した直後に、先頭車両及び後部車両の右側のドアが15cmほど開いてすぐに閉まるのを複数の乗客が見ていたほか、蓮ヶ池駅においても本件列車が出発した直後に、右側のドアが開いてすぐに閉まるのを複数の乗客が見ていたとのことであった。(2.3.1の図及び表1参照)

なお、本重大インシデント（宮崎神宮駅を出発した直後に本件列車の右側のドアが開いた事態）の発生時刻は、7時44分ごろであった。

(付図1 日豊線等の路線図、付図2 重大インシデント発生現場付近の地形図、

付図3 本件編成の運行図、付図4 蓮ヶ池駅から宮崎神宮駅間の線路平面図、付図5 運転台の状況 参照)

2.2 鉄道施設に関する情報

本重大インシデントが発生した宮崎神宮駅は、付図4に示すように、島式ホームの1面2線の駅で、下り列車が2番線に停車のときは右側がホームとなり、ホーム部分は直線となっている。

なお、ドアが閉まらない事象が発生した蓮ヶ池駅は、単線上の1面1線の駅で、下り列車では右側がホームになる。

2.3 車両に関する情報

2.3.1 車両

(1) 車両の概要

車 種	内燃動車（ディーゼルカー）
編成両数	2両
定 員	192名（座席定員132名）
記号番号	

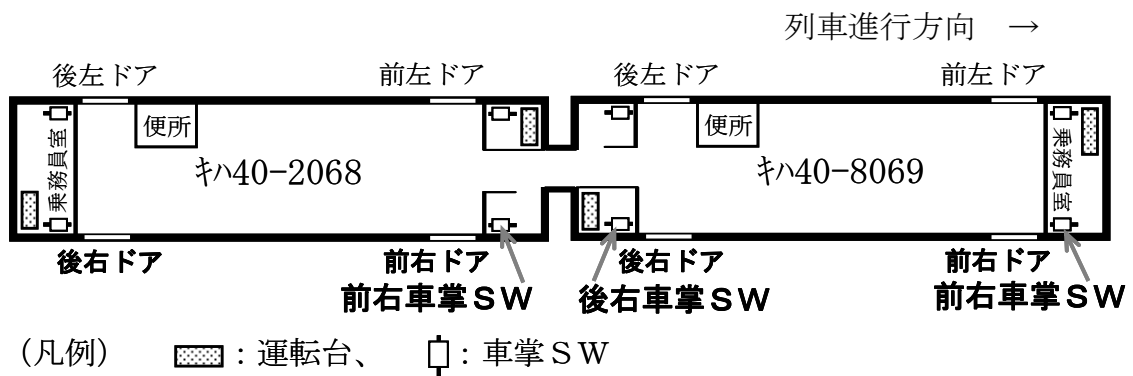


表1 開扉が確認されたドア

車 号	部 位	開扉が確認された状況
先頭車両 (キハ40-8069)	前右ドア	本件車掌及び複数の乗客が開扉を認めた
	後右ドア	複数の乗客が開扉を認めた
後部車両 (キハ40-2068)	前右ドア	開扉の有無についての情報は得られなかった
	後右ドア	複数の乗客が開扉を認めた

(2) 検査等の履歴

本重大インシデント発生直近の検査等の履歴は表2に示すとおりであり、これらの検査記録にドアの異常を示す記録はなかった。

表2 検査等の履歴

検査等の種類	後部車両（キハ40-2068）		先頭車両（キハ40-8069）	
	実施日	実施箇所	実施日	実施箇所
新製	S55. 6. 27	———	S55. 6. 27	———
全般検査	H14. 1. 11	鹿児島総合車両所	H16. 9. 24	鹿児島総合車両所
重要部検査	H18. 10. 17	鹿児島総合車両所	H18. 9. 26	鹿児島総合車両所
交番検査	H20. 9. 20	鹿児島総合車両所	H20. 11. 22	鹿児島総合車両所
仕業検査	H20. 11. 20	鹿児島総合車両所		

(3) 車両の組成、修繕及び改造に関する情報

本件列車の先頭車両であるキハ40-8069（以下「8069号」という。）は、上記(2)の表2に記述した平成20年11月22日に実施された交番検査において、2.3.5に後述する‘旅客用便所の換気扇用電動機’（以下「ファンモーター」という。）の取替えが実施され、後部車両であるキハ40-2068（以下「2068号」という。）は、平成19年10月、2.6に後述するワンマンドアスイッチの改造工事が実施されていた。

なお、8069号と2068号は平成20年11月23日に組成され、本重大インシデントが発生するまでに543.3km走行していた。

2.3.2 ドア開閉機構の仕組み

車掌SWにより右側のドアを開閉する場合は、概略以下のように作動する仕組みとなっている。なお、本件車両の戸閉め回路の配線略図を付図6に示す。

(1) ドアを開ける場合

車掌SWに鍵を差し込んでキースイッチを入れ、開ボタンを押すと、戸開指令リレーが作動し、戸開接触器の接点が閉じて右側ドアの戸開指令線（以下「315線」という。）が加圧される。このとき、車掌SWの開ボタンから手を離しても電氣的に戸開指令リレーの作動が保持される自己保持機能が働く。速度検出リレーが作動していないときは、戸閉め補助制御装置に接続されている315q線（付図6参照）が加圧され、同装置内に設けられている戸閉め補助制御リレー（以下「DORYリレー」という。）が作動して0.8秒間

ドアブザーを鳴動させた後、戸閉め補助リレーが作動し、ドア開き用電磁弁及びドア閉め用電磁弁が作動することによりドアが開く仕組みとなっている。

なお、列車の速度が設定値⁴以上のときは速度検出リレーが作動し、車掌SWへの電源供給の回路を遮断するとともに、315線と315q線との間を遮断し、走行中に何らかの理由により315線が加圧されてもドアが開かない仕組みとなっている。

(2) ドアを閉める場合

車掌SWの閉ボタンを押すと、戸閉指令線（325線）が加圧され、戸閉指令リレーが作動して戸開指令リレーの自己保持が解かれ、戸開接触器の接点が開放することにより315線の加圧が断たれる。これによりDORYリレーの接点が開放し、ドアブザーを0.8秒間鳴動させた後、戸閉め補助リレーが開放してドアが閉まる仕組みとなっている。

(3) 戸閉め表示灯の点灯

ドアが閉まると各ドアの上部に設けられている戸閉めスイッチの接点が開じて戸閉め表示灯の引き通し線（317線）が加圧され、運転台の戸閉め表示灯が点灯する。戸閉め表示灯は列車のドアが1箇所でも開いている場合や、戸閉め補助リレーが作動している場合は滅灯する仕組みとなっている。

2.3.3 制御回路等に関する情報

本件車両の制御回路の電源は、蓄電池から供給される直流24V（以下「制御電源」という。）であり、制御回路のプラス側及びマイナス側の配線は、いずれも車体に接地させない回路となっている。

なお、この制御電源はドアの開閉制御を行う戸閉め回路のほか、旅客用便所の汚物処理装置や2.3.5に後述するファンモーターにも供給されている。

2.3.4 接地検知装置に関する情報

2.3.3に記述したように、本件車両の制御回路の配線は、いずれも車体に接地させない回路となっている。制御回路の配線は、同時に2箇所以上で車体に接地してしまうと、機器が誤作動するおそれがあるため、本件車両には1箇所でも接地した場合、車両検査時等において早期に検出できるように、制御回路が車体に接地したことを検知する接地検知装置が設置されている。以下にこの装置の概略について記述する。

⁴ ここでいう「設定値」とは、同社では目標値を3km/h、限度値を5km/hに設定している。

(1) 制御回路のプラス側の配線が車体に接地した場合の検知の仕組み

付図7(a)に示すように、車体に接続した配線(E T線)は、接地検知装置の内部においてダイオードD 1を介して2kΩの抵抗R 1に接続され、‘制御回路のマイナス側の配線である1 0 0線’(以下「1 0 0線」という。)に接続されている。‘制御回路のプラス側の配線である1 a線’(以下「1 a線」という。)が車体に接地した場合、1 a線から車体を經由して抵抗R 1に電流が流れる。このとき、抵抗R 1にかかる電圧が2 0 V以上のときは接地とみなし、プラス側が接地していることを示すランプ(以下「プラス接地L p」という。)が点灯する。

(2) 1 0 0線が車体に接地した場合の検知の仕組み

付図7(b)に示すように、1 a線に接続されている2kΩの抵抗R 2は、ダイオードD 2を介して車体に接続されている。1 0 0線が車体に接地した場合、車体を經由して抵抗R 2に電流が流れる。このとき、抵抗R 2にかかる電圧が2 0 V以上のときは接地とみなし、マイナス側が接地していることを示すランプ(以下「マイナス接地L p」という。)が点灯する。

(付図7 接地検知装置の配線略図と検知のしくみ 参照)

2.3.5 ファンモーターに関する情報

ファンモーターは、付図8に示すように、本件車両の旅客用便所の換気用として便所の下部に設置されている。

(1) ファンモーターの構造

ファンモーターは、直流2 4 Vで作動する直流電動機で、回転子の主軸には電機子及び整流子を取り付けられ、整流子と反対側(以下「反整流子側」という。)の主軸には羽根車を取り付けられている。軸受が取り付けられる部分の主軸の外径寸法及び軸受内輪の内径寸法はいずれも8. 0 mmであり、両者のはめあい⁵は中間ばめにより取り付けられ、主軸と軸受は適度な摩擦力によって固定されている。反整流子側の軸受には波形ワッシャー⁶が取り付けられ、整流子側の軸受と整流子端部との間に適切な間隔(付図8参照)を確保することにより軸受に軸方向の与圧を与える構造となっている。なお、整流子と主軸(軸受を含む。)は絶縁されている。

⁵ 「はめあい」とは、軸と軸受の内輪、ハウジングと軸受の外輪がはめ合わされる時の固さの度合をいい、「すきまばめ」とは、はめあいがゆるい状態、「しまりばめ」とは、はめあいがきつい状態、「中間ばめ」とは、「すきまばめ」と「しまりばめ」の中間の状態をいう。

⁶ ここでいう「波形ワッシャー」とは、軸受に軸方向の力(予圧)を与えるばねである。

(2) ファンモーターの作動条件

ファンモーターは、車内灯が点灯しているときに作動する仕組みとなっている。

2.4 車両に関する調査

2.4.1 鹿児島総合車両所までの回送列車における状況

同社は、本重大インシデントが発生した後、本件車両を青島駅から鹿児島総合車両所へ回送した。回送列車の組成や南宮崎駅から鹿児島総合車両所までの進行方向は、本件列車と同一である。このとき、2068号右側のドアブザーが、列車走行中に「プッ」、「プッ」と瞬間的に鳴動するのを同社の複数の社員が認めたとのことであった。走行中にドアブザーが瞬間的に鳴動したのは2068号の右側のみで、列車の速度が60km/h程度のときに合計30回程度であり、戸閉め表示灯の滅灯については確認されなかったとのことであった。

2.4.2 接地検知装置の状況確認

鹿児島総合車両所に到着後、2.3.4に記述した接地検知装置を確認したところ、下記のとおりであった。(付図7参照)

(1) 本件車両を連結した状態での確認

本件車両を連結した状態（以下、この状態を「本件編成」という。）においては、

① 車内灯が消灯しているとき

8069号 マイナス接地Lpが点灯していた。

2068号 マイナス接地Lpが点灯していた。

② 車内灯が点灯しているとき

8069号 プラス接地Lp及びマイナス接地Lpが点灯していた。

2068号 プラス接地Lp及びマイナス接地Lpが点灯していた。

(2) 本件車両を分割した状態での確認

8069号と2068号の間に接続されているジャンパ連結器⁷を取り外した状態においては、

① 車内灯が消灯しているとき

8069号 マイナス接地Lpが点灯していた。

2068号 いずれのランプも消灯していた。

⁷ 「ジャンパ連結器」とは、連結のとき車両と車両の電気系統をつなぐ配線である。

② 車内灯が点灯しているとき

8069号 プラス接地L p及びマイナス接地L pが点灯していた。

2068号 いずれのランプも消灯していた。

2.4.3 8069号の調査

(1) 2.4.2 に記述したように、8069号に搭載されている接地検知装置は、車内灯が消灯しているときにはマイナス接地L pが点灯し、車内灯が点灯しているときにはプラス及びマイナス接地L pが点灯していること、

(2) 2.3.5(2)に記述したように、ファンモーターは、車内灯が点灯しているときに作動する仕組みとなっていること

から、8069号に設置されているファンモーターの配線について調査したところ、このファンモーターのマイナス側の配線(100線に接続されている。)が車体に接地していることが確認された。

このことから、‘8069号のファンモーター’(以下「本件ファンモーター」という。)の内部で車体への接地が発生し、その作動中に100線に対して車体がプラスに加圧されているものと推測して、本件ファンモーターが作動中に100線に対する車体の電圧を測定したところ、直流分としては約21Vに加圧されていることが認められた。

2.4.4 2068号の調査

(1) 2.4.3 に記述したように、8069号の車体は100線に対して直流約21Vに加圧されていること、

(2) 2.4.2(1)に記述したように、本件編成においては、2068号の接地検知装置も8069号と同様に接地を検知していること

から、連結器を通じて2068号の車体もプラスに加圧されているものと考え、100線に対する車体の電圧を測定したところ、直流約21Vに加圧されていることが認められた。

一方、2.4.1 に記述したように、2068号は回送列車として走行中に右側のドアブザーが瞬間的に鳴動したことから、列車走行時の振動等によって2068号の戸閉め回路の配線が車体に接触している可能性があると考え、ゴムハンマー等により戸閉め回路に関連する機器の周辺に振動を加える試験を実施した。その結果、2068号の前方乗務員室の右側に設置されている機器室の‘通気のため穴があいた金属製のカバー’(以下「通気口」という。付図9参照)に打撃を加えたときに、本件編成右側の全てのドアブザーが「プッ」、「プッ」と瞬間的に鳴動する現象が認められた。このことから、通気口を取り外して内部の配線を確認したところ、通気

口の取付ビスの先端に複数の配線が接触し、配線被覆が損傷している状況が認められた。最も損傷していたのは、2.3.2(1)に記述した315q線で、同線の損傷部分を電子顕微鏡により観察したところ、内部の素線（導線）の露出が認められた。

（付図9 戸閉め回路の配線被覆の損傷状況 参照）

2.4.5 速度検出リレーの調査

8069号と2068号を分割し、それぞれの車両について構内試運転を行ったところ、速度検出リレーは以下に示すとおり、2.3.2(1)に記述した設定値以内で作動することが確認された。

(1) 8069号

起動後、速度4.75km/hで速度検出リレーが作動した。

(2) 2068号

起動後、速度4.28km/hで速度検出リレーが作動した。

2.4.6 車掌SWによるドアの開閉確認

蓮ヶ池駅においてドアが閉まらなかった際に扱った8069号の前右車掌SW及び後右車掌SW、並びに2068号の前右車掌SWによりドアの開閉確認を繰り返して実施したが、いずれも異常は認められなかった。

2.4.7 DORYリレーの調査

2.3.2(1)に記述したDORYリレーについて、8069号及び2068号の右側のドアに関係するリレーは、いずれも動作電圧⁸については9.0～10.2V（常温で実施）、復帰電圧⁹については3.9～4.2Vの範囲にあり、リレーのメーカーの定める範囲内であることが確認された。

2.5 ファンモーターに関する調査

2.5.1 本件ファンモーターの分解調査

2.4.3に記述したように、本件ファンモーター内部で車体に接地していることが確認されたため、同社は本件ファンモーターの分解調査を実施したところ、次のことが認められた。

(1) 本件ファンモーターから回転子を取り外したところ、整流子側の軸受と整流子端部との間に、2.3.5(1)に記述した適切な間隔が確保されず、整流子端

⁸ ここでいう「動作電圧」とは、リレーに加える電圧を徐々に上げていき、接点が転換したときの電圧をいう。

⁹ ここでいう「復帰電圧」とは、作動しているリレーの電圧を徐々に下げていき、作動前の状態に接点に戻るときの電圧をいう。

部に軸受が接触していた。この状態において、整流子と軸受の間の絶縁抵抗値を測定したところ、0 MΩ（異常）であった。

- (2) 上記(1)に記述した軸受を主軸から取り外すときの引き抜く力は、いつもの（正常品の）分解作業時と変わらなかった。
- (3) 上記(2)において、整流子端部から軸受がやや離れたときに回転子を持ち、軽く揺すったところ、黒い粉末が落下した。
- (4) 上記(3)の後、整流子と軸受の間の絶縁抵抗値を測定したところ、∞Ω（良好）であった。
- (5) 上記(3)に記述した黒い粉末について、成分を分析したところ、ファンモーターに取り付けられているカーボンブラシの成分と同一であることが確認された。
- (6) 軸受が取り付けられていた部分の主軸の外径寸法は、整流子側、反整流子側ともに8.0mm、軸受内輪の内径寸法も8.0mmであり、はめあいについては、2.3.5(1)に記述した中間ばめであることが確認された。

（付図10 本件ファンモーターの状況 参照）

2.5.2 本件ファンモーターの直近の修繕に関する情報

同社から提出された資料によると、本件ファンモーターは、平成20年11月17日に8069号とは別の車両から臨時修繕のため取り外され、2.5.3(3)に後述する担当者による修繕が行われ、2.3.1(3)に記述したように、平成20年11月22日に実施された交番検査において8069号に取り付けられていた。同修繕では、軸受とカーボンブラシが取り替えられ、出荷検査時における絶縁抵抗値は良好であり、回転試験においても異常のないことが記録されている。

2.5.3 ファンモーターの修繕担当者の口述

同社によると、旅客用便所の汚物処理装置等の検査修繕は、平成元年以降、同社の関連会社であるA社に業務を委託し、さらに本重大インシデントの約2年前に、A社は請負業者であるB社に業務を委託した。ファンモーターの検査修繕について、A社の担当者E並びにB社の担当者F及び担当者Gは、概略次のとおり口述している。

(1) A社の担当者E

汚物処理装置等の検査修繕作業は、平成元年より請負業務として行っており、自分もその作業に従事してきたが、平成18年4月よりB社に業務を移管した。

汚物処理装置の検査修繕は、車両が全般検査で入場したときは、汚物処理

装置及びファンモーターを車体から取り外して分解検査を行い、本件ファンモーターと同形式のファンモーターの軸受は新品に取り替える。重要部検査のときは在姿状態で検査を行い、不具合が確認された場合は修繕を行う。営業運転中などに不具合が発生した場合は臨時修繕として作業を行う。

業務移管に伴うB社の担当者に対する実務教育は自分が担当し、ファンモーターの検査修繕作業についてB社の担当者Fに対し、次の要点を伝えた。

- ① 分解、清掃、組立、回転試験の手順の流れ
- ② 部品の紛失に注意し、組立は分解とは逆の手順で行うこと。
- ③ 軸受は反整流子側を先に取り付け、整流子側は整流子と軸受の間に間座（長さ4mm、黄銅製）を取り付ける。（付図8参照）
- ④ まれに間座の取り付けられていないファンモーターがある。このような場合は、修繕不能で廃棄されるファンモーターなどから間座を流用して取り付けること。

自分が実務教育を担当したのは1回だったと記憶しているが、B社の担当者に対しては、作業中に分からないことがあったらいつでも相談に来るように、と話しておいた。

(2) B社の担当者F

自分は平成18年4月から汚物処理装置の検査修繕を担当しており、業務移管の際に一連の作業の流れを教わる機会が一度あった。整流子と軸受の間には間座を取り付けるが、ファンモーターを分解したときに間座が取り付けられていないものが幾つかあった。

間座を流用できるファンモーターがなかったときは、主軸端部と軸受端部を一致させるようにして組み立て、出荷した。間座が取り付けられているファンモーターと間座が取り付けられていないファンモーターが混在する理由については、よく分からなかった。組立後の回転試験は、直流30Vを加圧してファンモーターを回転させ、異音や振動がないかを確認する。

平成20年4月からは新人のGが入ってきたため、彼に対する実務教育を自分が担当した。

(3) B社の担当者G

自分は平成20年4月からこの仕事の見習いにつき、10月ごろから一人で作業をするようになった。軸受を取り付ける際は反整流子側から行い、軸受の内輪を治具によりゴムハンマー等で叩いて取り付け、主軸の肩の部分に接触したところで叩くのをやめる。

整流子側の軸受は、間座がある場合は軸受の取付位置が決まるが、間座がない場合は主軸端部と軸受端部を一致させるようにして組み立てる。過去に

ファンモーターを分解した際、軸受の取付位置が整流子の方に若干ずれているのを見たことがあった。

2.5.4 ファンモーターに間座が取り付けられた経緯について

2.5.3(1)～(3)に記述した担当者からの口述聴取の後、同社は、ファンモーターに間座が取り付けられた経緯について調査したところ、次のとおりであった。

- (1) 旅客用便所等のメーカーによれば、このファンモーターは、昭和44年から平成11年にかけて製造され、ファンモーターのメーカーにおいては、間座を取り付けるものとはしていなかった。
- (2) 同社によれば、間座は、旧国鉄時代を含め、過去に何らかの理由により取り付けられたと思われるが、同社には、間座を取り付けることとした経緯や理由を記録した資料は残されていなかった。

2.5.5 ファンモーターの臨時修繕実績

本重大インシデント発生後、同社は、平成20年4月から平成21年1月末までにB社で行ったファンモーターの修繕実績について整理したところ、全般検査においては8台、臨時修繕においては31台の実績があった。臨時修繕を実施した31台のファンモーターの修繕履歴について確認したところ、約半数の15台のファンモーターは、前回の修繕等から180日以内に不具合が発生していた。

なお、臨時修繕を行ったファンモーターの間座の取付有無についての記録はなかった。

(付図11 ファンモーター修繕後の不具合発生状況 参照)

2.6 ワンマンドアスイッチの改造工事について

2.6.1 改造工事の背景

同社によると、昭和63年3月から車掌が乗務しないワンマン運転を行うため、運転台にドアの開閉操作を行うワンマンドアスイッチを設置する改造を実施したが、スイッチの取付位置や向きなどの仕様が線区ごとに異なるほか、当時のワンマンドアスイッチに使用したタンブラースイッチ¹⁰は、誤操作などのおそれがあった。また、車両の配置区所を変更する際にも対応しにくいため、スイッチの取付位置や仕様を同社内において統一する必要性が生じた。このため、ワンマンドアスイッチの仕様を統一する改造工事（以下「ワンマンドアSW改造」という。）を平成19年1月より実施した。

¹⁰ ここでいう「タンブラースイッチ」とは、ツマミを倒して「入」、「切」するスイッチである。

2.6.2 ワンマンドアSW改造の主な概要

同社から提出された資料によれば、ワンマンドアSW改造の主な概要は次のとおりである。

- (1) ワンマンドアスイッチを、個別のドアを任意に開閉できるロータリー式のセレクトアスイッチに取替
- (2) 戸閉め補助制御装置及びドアブザーの新設
- (3) 運転室継電器盤及びワンマン継電器盤の配線変更
- (4) 運転室継電器盤の上部に‘新たな端子台’（以下「新設端子台」という。）の設置及び配線の敷設（運転室継電器盤から新設端子台に敷設する315q線を含む。）

2.6.3 配線材料に関する情報

同社によれば、ワンマンドアSW改造に必要な材料は、同社の本社で材料を指定し、現場において必要な数量を調達した。配線材料の選定にあたっては、戸閉め回路のため配線数が多くなり、天井などに艸装する際は断面積の小さな配線覆いに収める必要があったため、外径や重量を従来使用していた‘車両用ビニル絶縁電線’（以下「ビニル電線」という。）よりも‘3割程度小形軽量化した車両用難燃架橋ポリエチレン電線’（以下「軽量化電線」という。）を、改造工事としては今回初めて採用したとのことであった。両者の配線材料についての概略は、表3のとおりである。

表3 配線材料についての情報

項目	ビニル電線	軽量化電線
導体の公称断面積	1.25mm ²	1.25mm ²
素線数/素線径	50本/0.18mm	50本/0.18mm
導体の外径	1.5mm	約1.4mm
配線被覆の厚さ	0.8mm	0.4mm
仕上り外径	3.1mm	2.2mm
概算質量	20kg/km	14.1kg/km

(付図12 ワンマンドアSW改造において使用された配線材料 参照)

2.6.4 ワンマンドアSW改造に従事した担当者の口述

- (1) 同社の本社車両課の担当者H

ワンマンドアSW改造については平成18年3月ごろから検討がスタート

し、自分は同年7月に車両課に赴任して前任者からの引き継ぎを受けた。これまで設置されていたタンブラースイッチを4個のセレクトースイッチに統一するもので、設計については本社車両課で基本仕様を提示し、A社の車両設計部で図面を作成して、その図面について本社で確認するという流れで進めていった。

ワンマンドアSW改造を実施する小倉工場、鹿児島総合車両所、関連会社のA社、及び戸閉め補助制御装置の製作を委託した請負業者のC社の担当者を集めた検討会議を定期的に行い、車両基地での現車検討会や担当者との調整を行った。平成18年12月下旬に担当者を集めた会議を開催し、その際に作業指示図とともに作業要領書を提示して読み合わせを行い、作業上の留意点について確認した。

(2) 同社の鹿児島総合車両所の担当者 I

ワンマンドアSW改造の概要について自分が最初に聞いたのは、確か平成18年2月ごろだったと思う。本社は平成18年度から工事をスタートさせたいようだったが、具体的な検討を始めたところ、現場としては非常にもめた。

20年前に行われた気動車のワンマン改造は、指宿、直方、唐津、豊肥、^{いぶすき のおがた からつ ほうひ}久大線^{きゅうだい}などで仕様が異なり、図面が3とおりか4とおりあったのと、実際に車両を調べてみると図面とは微妙に違うところもあり、当時の改造経緯を知っている人を探し尋ねなければならなかった。また、従来は直轄で行われていた設計業務がA社に移管されたばかりだったので、図面の整理についても手間と時間がかかった。

(3) A社の担当者 J

ワンマンドアSW改造については、平成18年12月の会議に出席し、概要説明を受けた。平成19年1月から3月にかけて行った最初の7両は、自分が所属するA社で施工したが、平成19年4月からは請負業者のD社に工事を委託した。そのとき、D社の社員4名が私のところに来て実務教育を行うことになった。

4人とも、鉄道車両の改造工事は初めての経験のようなので、入線表や配線図の読み方など基本的なところから教え、作業要領書などを基に机上講習を行い、作業所で3日間の実技指導を行った。D社による改造工事がスタートした後も、順調に作業ができるようになるまでは現場に立ち会い、実技指導を続けた。

ワンマンドアSW改造においては、315q線は他の配線5本とともに‘運転室継電器盤に接続されているコネクタNo. 3’（以下「ConR3」とい

う。付図9参照)から新設端子台に敷設する配線であり、この配線の敷設作業は、既存の配線(ビニル電線)は取り外さず、先にConR3に新たな配線(軽量化電線)を接続し、既存の配線に沿わせるようにして行い、最後に適度な余長を持たせて圧着端子を取り付け、新設端子台に接続する。

軽量化電線を用いることについては、平成18年12月に行われた会議の際、この電線を用いることの説明がなされ、圧着端子を取り付けるときは従来の配線よりも配線外径が細いので圧着不良に注意すること、配線の折り曲がりやキンク¹¹に注意するよう指示があった。これらを基に、D社の4名の社員には、ワンマンドアSW改造の配線工事で特に養生処置¹²すべき箇所について教えたが、私が手掛けた最初の7両は、通気口の取付ビスに配線が接近していたものはなく、養生処置の必要はなかった。

なお、ワンマンドアSW改造の竣工は、JRの検査員が実施する落成検査において良判定を得た後、最後に通気口を取り付けることとなっている。

(4) D社の担当者K

自分は今回初めて鉄道車両の改造工事に従事したが、事前にA社の担当者Jより実務教育を受けた。鉄道車両は振動があるので、配線の敷設や養生処置は特に気を付けなければならないことを教わり、今回使用した配線(軽量化電線)は被覆が薄く折り曲げたりするとキンクしたり、内部の素線が断線するおそれがあるため、細心の注意を払って取り扱った。

キハ40形気動車の戸閉め回路の仕組みについては、机上講習のときにA社の担当者Jより詳しく教えていただいたが、最初は鉄道車両に馴染みがなかったので難しく感じた。作業終了後にJRの検査員が行う落成検査に自分も立ち会い、不具合が発見された場合は作業員全員で共有して再発防止に努めた。鉄道車両の改造工事に従事して2年が経過したが、戸閉め回路の図面を繰り返し眺めているうちに、ドアブザーが鳴ってからドアが開く仕組みなどが次第に分かるようになってきた。

2.7 乗務員に関する情報

本件運転士 男性 50歳

甲種内燃車運転免許

昭和62年6月15日

本件車掌 男性 54歳

¹¹ 「キンク」とは、形くずれの一種でロープ(配線)がねじりとゆるみを同時に受け、そのためつれと塑性変形を起こした状態をいう。ロープを解いているとき、又は引き伸ばし中に撚りが入ったまま伸ばしてしまったときなどにできる極端な捻りが入った部分。

¹² ここでいう「養生処置」とは、金属片等との接触により配線被覆が損傷するのを防ぐため、薄い板ゴム等により配線を保護する処置をいう。

2.8 列車の運行管理と乗務員の携帯電話の使用についての情報

同社によれば、本重大インシデントが発生した日豊線の運行管理は、日豊線指令において行われており、同線を走行する列車の乗務員と指令員との交信は、列車無線機を用いることを基本としている。一方、日南線の運行管理は、日豊線指令とは離れた場所にある日南線指令において行われており、日南線指令と日南線を走行する列車の乗務員との交信は、駅に設置されている直通電話（テレスピ）又は沿線電話を用い、状況に応じ、同社が乗務員に貸与している業務用携帯電話機により行うこととなっている。

また、同社によると、乗務員が所持する私物の携帯電話機については、業務用携帯電話機と同様に乗務員鞆に収納しておくことを基本とし、電源「入」のまま（ただし、マナーモードとする。）でもさしつかえないとしているが、列車走行中など運転取扱い中には使用しないことと定めている。

2.9 気象に関する情報

当日の現場付近の天気 晴れ

2.10 事実を認定するための試験

本重大インシデントは、2.4.3 に記述したように、8069号に設置されていた本件ファンモーターの内部で車体への接地が発生し、100線に対して車体がプラスの電圧に加圧されたことと、2.4.4 に記述したように、2068号の315q線が車体に接触し、プラスの電圧に加圧されたことにより発生したものと考え、同社は、これらを検証するための試験を実施した。その結果を表4、表5及び表6に示す。

表4 本件編成による検証

No.	速度条件	実施内容	発生した現象
1	停止	ゴムハンマー等により通気口に打撃を与えた	315線、315q線に瞬時に電圧が観測され、ドアブザーが「プッ」、「プッ」と、瞬時に鳴動した
2		315q線を車体に接触させた	右側のドアブザーが鳴動した後に本件編成右側全てのドアが開いた
3	速度5km/h以上で走行	315q線を車体に接触させた	8069号のドアブザーは鳴動せず、ドア閉のままであり、2068号は右側のドアブザーが鳴動した後、ドアが開いた

実施内容は、2068号において実施した。

表5 2068号単独による検証

No.	速度条件	実施内容	発生した現象
1	停止	315q線を車体に接触させた	ドアブザーは鳴動せず、ドア閉のまま
2	速度5km/h以上で走行	315q線を車体に接触させた	ドアブザーは鳴動せず、ドア閉のまま

表6 8069号単独による検証

No.	速度条件	実施内容	発生した現象
1	停止	315q線を車体に接触させた	右側のドアブザーが鳴動した後にドアが開いた
2	速度5km/h以上で走行	315q線を車体に接触させた	右側のドアブザーが鳴動した後にドアが開いた

(付図13 車体がプラスに加圧された状況と戸閉め回路の関係 参照)

3 分析

3.1 出発直後にドアが開いた状況に関する分析

- (1) 2.1(1)に記述したように、本件運転士は、宮崎神宮駅において列車を出発させた直後、不意に戸閉め表示灯が消えたため、直ちにノッチオフしてブレーキをかけようとしたが、その直後に再び戸閉め表示灯が点灯するのを認めたと口述していること、
- (2) 2.1(2)に記述したように、本件車掌は、宮崎神宮駅を発車した直後に、ドアブザーが「プー」と鳴って、自分のすぐ後ろのドア(8069号の前右ドア)が開くのが見え、その後再び「プー」と鳴ってドアが閉まるのが見えたと言述していること、
- (3) 2.1(5)に記述したように、同社が本件列車の乗客に対して実施した聞き取り調査によると、本件列車が宮崎神宮駅を発車した直後に、8069号及び2068号の右側のドアが15cmほど開いてすぐに閉まるのを複数の乗客が見ていたこと

から、本件列車は、宮崎神宮駅を発車した直後、8069号及び2068号の右側のドアが瞬間的に開いてすぐに閉まったものと推定される。

3.2 戸閉め回路等の本重大インシデントとの関連についての分析

3.2.1 速度検出リレーの作動に関する分析

2.4.5 に記述したように、8069号及び2068号の速度検出リレーは、構内試運転において、いずれも設定値以内の速度で作動していることから、本重大インシデント発生時においても速度検出リレーは、設定値以内の速度で正常に作動したものと推定される。

3.2.2 車掌SWによるドア開閉機構の作動に関する分析

2.4.6 に記述したように、蓮ヶ池駅においてドアが閉まらなかった際に扱った車掌SWによりドアの開閉確認を繰り返し実施したが、いずれの車掌SWにおいてもドアの開閉に異常は認められなかったことから、2.3.2 に記述した、車掌SWによるドア開閉機構の仕組みには、本重大インシデントの要因となるような異常はなかったものと推定される。

3.3 本件ファンモーターが車体に接地していたことに関する分析

(1) 2.5.1(1)に記述したように、8069号に設置されていた本件ファンモーターは、整流子端部に軸受が接触し、この状態における整流子と軸受の間の絶縁抵抗値は0M Ω （異常）であったこと、

(2) 2.5.1(3)に記述したように、整流子側の軸受を主軸から取り外す際、黒い粉末が落下し、2.5.1(4)に記述したように、黒い粉末が落下した後の整流子と軸受の間の絶縁抵抗値は $\infty\Omega$ （良好）であったこと

から、本件ファンモーターは、整流子端部と軸受の間に黒い粉末が介在したことにより整流子と軸受が導通状態となり、車体に接地したものと推定される。なお、2.5.1(5)に記述したように、黒い粉末はカーボンブラシの成分と同一であったことから、本件ファンモーターのカーボンブラシの摩耗粉と考えられる。

3.4 100線に対して車体がプラスに加圧されたことについての分析

(1) 2.4.3 に記述したように、本件ファンモーターが作動中においては、8069号の車体は100線に対して直流約21Vに加圧されていたこと、

(2) 2.4.4 に記述したように、本件ファンモーターが作動中、本件編成においては、2068号の車体も100線に対して直流約21Vに加圧されていたことから、本重大インシデント発生時においても、本件編成の車体は100線に対して直流約21Vに加圧されていたものと推定される。なお、車体がプラスに加圧されたのは、3.3に記述したように、本件ファンモーターが車体に接地していたことによるものと推定される。

3.5 2068号の315q線が車体と導通する状態となったことについての分析

2.4.4に記述したように、2068号においては、

- (1) 通気口の取付ビスの先端に複数の配線が接触し、配線被覆が損傷していたこと、
- (2) 上記(1)に記述した配線のうち、最も損傷していた315q線は、内部の素線（導線）が露出していたこと

から、315q線は、通気口の取付ビスとの接触による摩擦により配線被覆が損傷し、内部の素線（導線）が露出したものと考えられる。

また、

- (1) 3.4に記述したように、本件編成の車体は、100線に対して直流約21Vに加圧されていたこと、
- (2) 2.4.7に記述したように、DORYリレーの動作電圧は、いずれも9.0～10.2Vの範囲にあることが確認されたこと、
- (3) 2.4.4に記述したように、通気口に打撃を加えると、本件編成右側のドアブザーが「プッ」、「プッ」と瞬間的に鳴動したこと

から、2068号の315q線の素線が露出した部分は、通気口に加えた打撃による振動により通気口の取付ビスの先端に瞬間的に接触する状況となり、315q線がプラスに加圧され、2.3.2(1)に記述した戸閉め補助制御装置内に設けられているDORYリレーが作動したことにより、ドアブザーが瞬間的に鳴動したものと推定される。これらのことから、2068号の315q線は、列車走行時の振動等により車体と導通する状態となっていたものと推定される。

3.6 宮崎神宮駅を出発した直後に本件編成右側のドアが開いたことに関する分析

- (1) 3.4に記述したように、本件編成の車体は100線に対して直流約21Vに加圧されていたこと、
- (2) 3.5に記述したように、2068号の315q線は、列車走行時の振動等により、車体と電氣的に導通する状態となっていたこと

から、本件列車は宮崎神宮駅を出発した直後においても同様な状況となり、2068号の315q線は直流約21Vに加圧され、DORYリレーが作動し、2.3.2(1)に記述した仕組みにより2068号右側のドアが開いたものと推定される。このとき、3.1に記述したように、8069号右側のドアも瞬間的に開いたものと推定されることから、8069号の315q線も加圧されたものと推定される。このことから、2.3.2(1)に記述した315線が加圧され、宮崎神宮駅を出発した直後にドアが開いたときの本件列車の速度は、速度検出リレーが作動しない5km/h以下であったものと推定される。

(付図13の(a)参照)

3.7 蓮ヶ池駅においてドアが閉まらなかったことに関する分析

- (1) 2.1(2)に記述したように、本件車掌は、蓮ヶ池駅において車掌SWの閉ボタンを押してもドアが閉まらなかったと口述していること、
- (2) 2.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件車掌より右側のドアが閉まらないという連絡があったため、自分もその車掌SWを扱ったがドアが閉まらなかったと口述していること

から、本件列車は同駅において、戸閉め回路に何らかの異常が発生していたものと考えられる。

3.2.2に記述したように、蓮ヶ池駅においてドアが閉まらなかった際に扱った車掌SWによるドアの開閉確認には、異常は認められなかったことから、本件列車は同駅においても車掌SWは正常に作動し、2.3.2(2)に記述したように、戸開指令リレーの自己保持は解かれ、戸開接触器の接点は開放したものと考えられる。

一方、3.5に記述したように、2068号の315q線は、列車走行時の振動等により車体と導通し、プラスに加圧されたものと推定されることから、本件列車は蓮ヶ池駅においても同様な状況となり、315q線がプラスに継続して加圧されたものと推定される。このとき本件列車は停車中のため速度検出リレーは作動せず、315線もプラスに加圧されていたと推定されることから、戸開指令リレーの自己保持が解かれても、本件編成右側全てのドアが閉まらなかったものと推定される。

なお、本件車掌が2068号の前右車掌SWの閉ボタンを押しているときにドアが閉まったのは、‘2068号の315q線が、通気口の取付ビスに接触し、プラスに加圧される状況’となっていたものが、このときに解消したことによるものと考えられる。

(付図13の(a)参照)

3.8 村角第二踏切道付近を走行中に戸閉め表示灯が点滅したことに関する分析

2.1(2)に記述したように、本件車掌は、村角第二踏切道付近において運転台の戸閉め表示灯が2回ほど点滅するのが見えたと言述していることから、本件列車はこの付近において戸閉め表示灯が瞬時的に滅灯したものと考えられる。

2.3.2(3)に記述したように、戸閉め表示灯は、列車のドアが1箇所でも開いている場合や、戸閉め補助リレーが作動している場合は滅灯する仕組みとなっていることから、本件列車はこの付近においてドアが瞬時的に開いたか、戸閉め補助リレーが瞬時的に作動したものと考えられる。

3.5に記述したように、2068号の315q線は、列車走行時の振動等により通気口の取付ビスの先端に接触し、車体と導通する状態となっていたこと、及び3.4に記述したように、本件編成の車体は100線に対して直流約21Vに加圧されていた

と推定されることから、本件列車は村角第二踏切道を通過したときにおいても同様な状況となり、2068号の315q線は瞬間的に加圧されたものと考えられる。これによりDORYリレーが作動し、ドアブザーが0.8秒間鳴動した後、戸閉め補助リレーが作動したことにより、戸閉め表示灯が瞬間的に滅灯したものと考えられる。

もし、このとき、3.7に記述したように2068号の315q線が継続して加圧される状況となった場合は、2.3.2(1)に記述した速度検出リレーにより8069号のドアは開かないものの、2068号の右側のドアは開いたまま走行するおそれがあったと考えられる。付図4に示すように、蓮ヶ池駅(334k090m)と村角第二踏切道(334k513m)は約400m離れていることから、この付近における本件列車の速度は40～50km/h程度に達していた可能性があると考えられる。

本件車両の315q線以降の戸閉め補助制御装置側に敷設されている配線は、速度検出リレーによる保護機能が及ばない極めて重要な配線であり、配線被覆の損傷等により誤ってプラスに加圧されることのないように徹底する必要がある。

(付図13の(b)参照)

3.9 ファンモーターの検査修繕に関する分析

3.9.1 整流子端部に軸受が接触していたことに関する分析

3.3に記述したように、本件ファンモーターは、整流子端部に軸受が接触し、カーボンブラシの摩耗粉が整流子端部と軸受の間に介在したことにより車体に接地したものと推定される。

2.5.2に記述したように、本件ファンモーターは平成20年11月17日に臨時修繕が行われ、出荷検査時に実施された絶縁抵抗測定は良好であることが記録されていることから、本件ファンモーターには、このとき接地は発生していなかったものと考えられる。

一方、

- (1) 2.3.5(1)に記述したように、ファンモーターの軸受は、主軸に対して中間ばめで取り付けられ、主軸と軸受は適度な摩擦力によって固定されていること、
- (2) 2.5.1(2)に記述したように、本件ファンモーターは、主軸から軸受を取り外すときの引き抜き力は正常品の分解作業時と変わらなかったこと、
- (3) 2.5.1(6)に記述したように、本件ファンモーターは、軸受が取り付けられていた部分の主軸の外径寸法は整流子側、反整流子側ともに8.0mm、軸受内輪の内径寸法も8.0mmであり、はめあいについては、2.3.5(1)に記述した中間ばめであることが確認されたこと

から、本件ファンモーターは、8069号に取り付けられた平成20年11月

22日から本重大インシデントが発生するまでの4日間の作動中に整流子側の軸受の取付位置がずれ、整流子端部に接触した可能性は低いと考えられる。このことから、本件ファンモーターは、平成20年11月17日の出荷時点において、既に整流子側の軸受が整流子端部に接触していた可能性があると考えられる。

なお、3.3に記述したカーボンブラシの摩耗粉は、上記の4日間の作動中に生じたものと考えられる。

3.9.2 間座の取付に関する分析

(1) 2.5.4(1)に記述したように、旅客用便所等のメーカーによれば、ファンモーターは、昭和44年から平成11年にかけて製造され、ファンモーターのメーカーにおいては、間座を取り付けるものとはしていなかったこと、

(2) 2.5.4(2)に記述したように、同社によれば、間座は、旧国鉄時代を含め、過去に何らかの理由により取り付けられたと思われること

から、この間座は同社等において取り付けられたものと考えられる。

一方、

(1) 2.5.3(1)に記述したように、A社の担当者Eは、汚物処理装置等の検査修繕業務の移管に伴い、B社の担当者Fに対する実務教育の際、まれに間座の取り付けられていないファンモーターがあり、このような場合は、修繕不能で廃棄されるファンモーターなどから流用して取り付けると伝えたこと、

(2) 2.5.3(2)に記述したように、B社の担当者Fは、間座を流用できるファンモーターがなかったときは、主軸端部と軸受端部を一致させるようにして組み立て出荷したと口述していること、

(3) 2.5.3(3)に記述したように、本件ファンモーターの修繕を担当したB社の担当者Gも、上記(2)と同様に口述していること

から、A社の担当者Eが、B社の担当者に対して実務教育を行った際、部品の調達について適切な指導がなされていなかった可能性があると考えられる。このことから、ファンモーターの修繕を行ったB社の担当者F及びGは、間座を流用できるファンモーターが見当たらなかったときは、主軸端部と軸受端部を一致させるようにして組立を行えば、間座を取り付けずに出荷してもよいと判断した可能性があると考えられるが、本件ファンモーターに間座を取り付けて出荷していたならば、整流子端部と軸受が接触し、カーボン粉の介在により電氣的に導通することはなく、本件ファンモーターにおける車体への接地は、避けることができたものと考えられる。

なお、2.5.4(2)に記述したように、同社には、間座を取り付けることとした経緯

や理由を記録した資料は残されていなかった。このような資料は、業務の移管や新人への教育等において活用されることが望ましく、同社のほかA社及びB社にも共有され、継承すべきである。また、この間座は車体への接地を防ぐ重要なものであり、今後、このような資料や情報は、他の鉄道事業者や旅客用便所等のメーカーにも共有されることが望ましいと考えられる。

3.9.3 ファンモーターの臨時修繕に関する分析

2.5.5 に記述したように、平成20年4月から平成21年1月末までにB社が行ったファンモーターの修繕実績は、臨時修繕を実施した31台のうち約半数の15台が、前回の修繕等から180日以内に不具合が発生していた。このように、高い不具合発生率を有する装置の品質についての情報が、A社及び同社において十分に共有されていたならば、本件ファンモーターのように間座が取り付けられていないことなどにも気付き、その後の適切な対応につなげることができた可能性が考えられる。

加えて、2.3.3 に記述したように、本件車両の制御電源は、ドアの開閉制御を行う戸閉め回路のほか、旅客用便所の汚物処理装置にも供給されていることから、汚物処理装置の電気系統において車体への接地が発生した場合は、100線に対して車体がプラスに加圧され、他の配線等が車体に接地した場合には本重大インシデントのように、走行中にドアが開くおそれや、列車の走行の安全に関わる重要な装置が誤作動を起こすおそれがある。

したがって、同様な車両を有する鉄道事業者は、このような車両の特性を十分に認識し、関連会社等に業務を委託する場合にあっても、作業を行う者に対して十分な知識を修得させるとともに、日々発生する不具合についての情報などを担当者間で共有し、品質管理活動に取り組む必要があると考えられる。

3.10 ワンマンドアSW改造において敷設された315q線についての分析

3.10.1 配線被覆が損傷し内部の素線が露出していたことについての分析

2.4.4 に記述したように、2068号の315q線は、通気口の取付ビスに接触し、配線被覆が損傷して内部の素線が露出していた。このことは、

(1) 2.3.1(3)に記述したように、2068号は、平成19年10月にワンマンドアSW改造が実施され、2.6.2(4)に記述したように、315q線は、この改造工事において敷設されていたこと、

(2) 上記(1)においては、2.6.3に記述したように軽量化電線が使用され、その配線被覆の厚さはビニル電線に比べ半分の0.4mmであったこと

から、2068号の315q線はワンマンドアSW改造において通気口の取付ビス

に接近し又は接触する状況で敷設され、本重大インシデントが発生するまでの約1年間に於ける車両の振動等によるビスとの摩擦により、徐々に配線被覆が損傷し、内部の素線の露出に至ったものと考えられる。

2.6.4(3)に記述したように、A社の担当者Jが、「ワンマンドアSW改造における315q線（他の配線5本を含む）は、既存の配線（ビニル電線）は取り外さず、新たな配線（軽量化電線）を既存の配線に沿わせるようにして敷設する」と口述していることから、2068号の運転室継電器盤のConR3から敷設されていた既存の配線は、平成19年10月に実施されたワンマンドアSW改造の以前から、通気口の取付ビスに接近し又は接触する状況で敷設されていた可能性があると考えられる。このことから、軽量化電線を金属片等と接近し又は接触する状況で敷設した場合は、配線被覆が薄いため、損傷すると内部の素線が露出するおそれがあるものと考えられる。

3.10.2 軽量化電線の使用と配線作業の実務教育についての分析

2.6.3に記述したように、同社によれば、

(1) ワンマンドアSW改造に必要な材料は、同社の本社で材料を指定し、現場において必要な数量を調達したこと、

(2) 軽量化電線は、改造工事としては今回始めて採用したこと

から、ワンマンドアSW改造において軽量化電線を採用することの判断は、同社の本社において行われたものと考えられる。

軽量化電線の採用にあたっては、2.6.4(3)に記述したように、A社の担当者Jによれば、平成18年12月に行われた会議の際、同社の本社より軽量化電線を採用することの説明がなされ、配線の取扱いについて注意するよう指示があったと口述していることから、軽量化電線の採用を判断した同社の本社は、ワンマンドアSW改造工事を施工する現場に対し、軽量化電線についての情報を提供したのものと考えられる。

2.6.4(3)に記述したように、A社の担当者Jは、平成19年4月より工事を委託したD社の4名に対し、入線表や配線図の読み方など基本的なところから教え、作業要領書などを基に机上講習を行い、作業所で3日間の実技指導を行った。D社による改造工事がスタートした後も、作業が順調に移行するまでは現場に立会い、実技指導を継続したと口述していることから、配線作業の実務教育についても問題なく行われたものと考えられる。

3.10.1に記述したように、軽量化電線の配線被覆の厚さは、ビニル電線に比べ半分の0.4mmであり、金属片等に接近し又は接触した状況で敷設すると、車両の振動等による摩擦により配線被覆が損傷し、車体に接地するおそれがある。

したがって、同様な工事を行う事業者等は、車両に使用する配線材料の選定に当たり、振動など使用環境に対して十分に配慮するとともに、軽量化電線を使用する場合においては、金属片等との接近又は接触を避けるような配線経路や適切な余長の確保に努め、配線被覆に損傷を与えることのないような養生処置を徹底する必要がある。

3.1.1 指令所への報告等についての分析

2.1(4)に記述したように、日南線指令は、第1927D列車が青島駅に到着するころ、出動を指示した運輸助役より、本件列車は宮崎神宮駅を出発した直後に右側のドアが開いたようだ、という報告を受け、本件車両で運行される第1928D列車は運休とすることとしたと口述していることから、本重大インシデントが発生したことを日南線指令が認識したのは、運輸助役からの報告によるものと考えられる。

2.1(1)に記述したように、本件運転士は、宮崎神宮駅を出発した直後に戸閉め表示灯が滅灯し、その直後に再び点灯するのを認めたが、ドアが開いたという感覚はなかったと口述していることから、本件運転士はこのとき、ドアが開いたことは認識していなかったものと考えられる。

もし、運輸助役が本件車掌からドアが開いたことを聞いた後、その状況について本件運転士に確認しなかったならば、指令所における本重大インシデントの認識はさらに遅れ、その後に本件編成で運行される列車において、315q線が車体と導通する状況となった場合は、3.8に記述したように、2068号の右側のドアは走行中に開くおそれがあったものと考えられる。

したがって、本件運転士は、宮崎神宮駅を出発した直後に戸閉め表示灯の滅灯を認めたとき、本件車掌にドアの開扉の状況について確認し、指令所に報告する際には、宮崎神宮駅を出発した直後に発生した事象についても伝えるべきであったと考えられる。

なお、2.8に記述したように、本重大インシデントが発生した日豊線の運行管理は日豊線指令において行われており、同線を走行する列車の乗務員と指令員との交信は列車無線機を用いることが基本となっていることから、本件運転士は列車無線機により、まず日豊線指令に状況を報告すべきであったと考えられる。

4 原因

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、本件列車の車体が制御回路のマイナス側の配線に対して

プラス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プラス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、本件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。

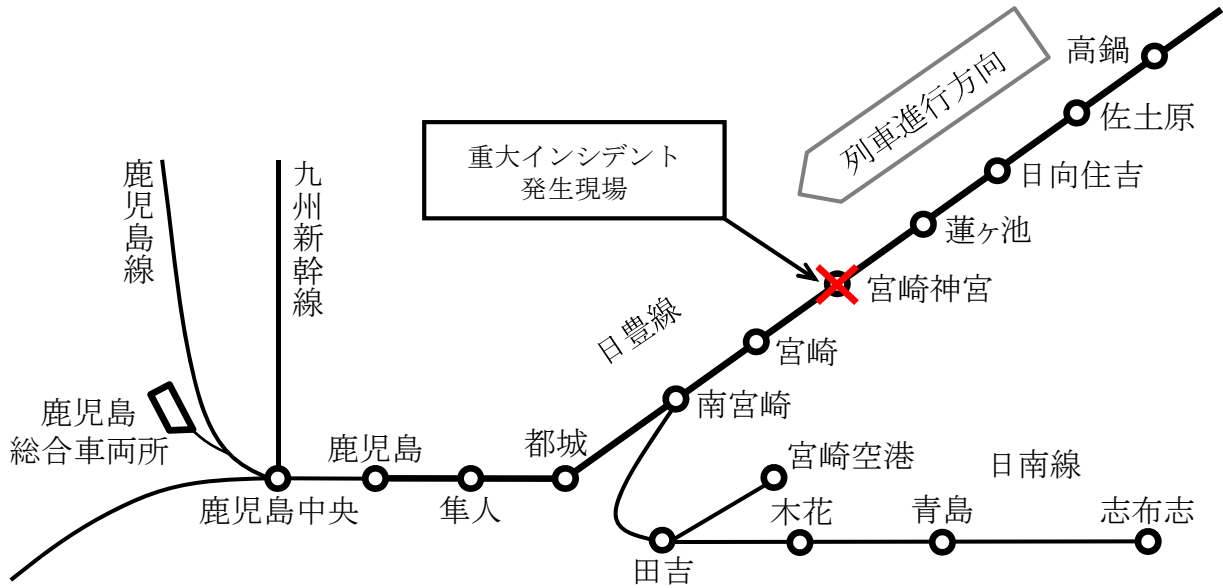
5 参考事項

本重大インシデント発生後、同社は以下の再発防止策を講じた。

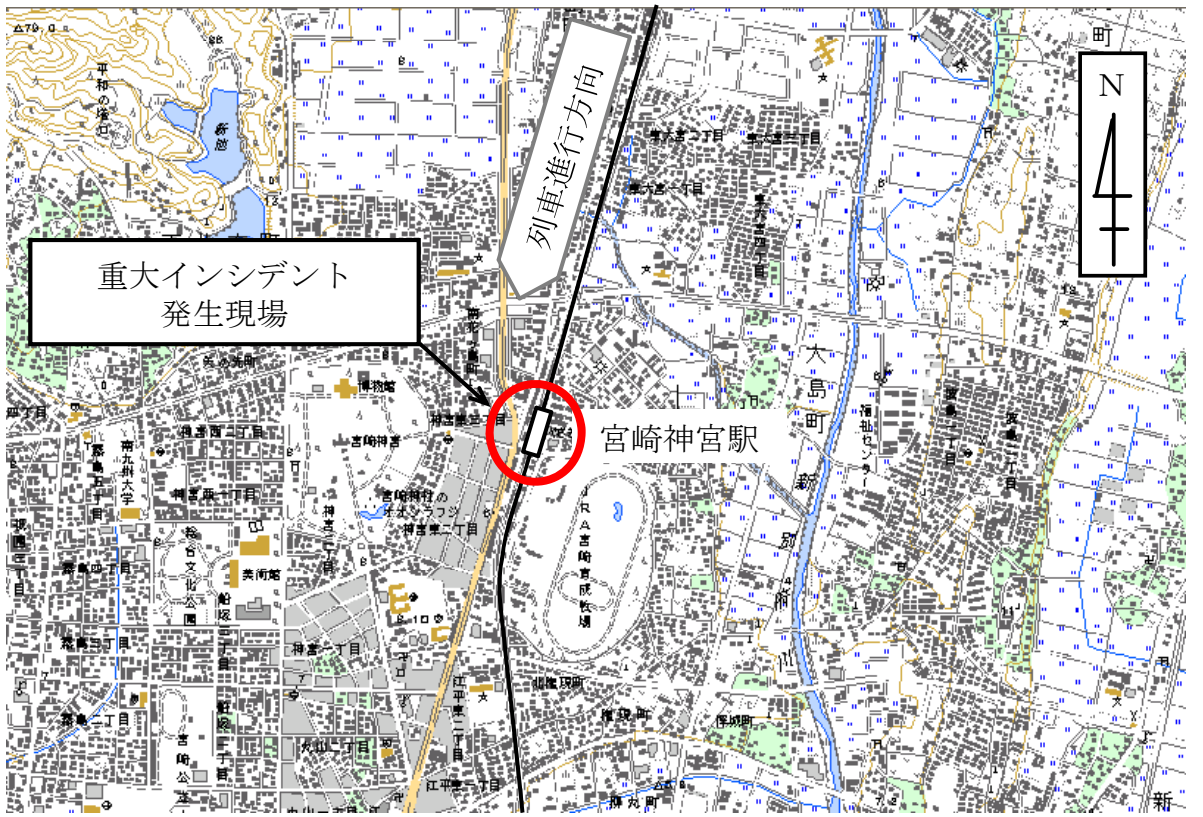
- (1) ワンマンドアSW改造を実施し、本件車両と同様の構造となっているキハ40、キハ47形等（計121両）について、戸閉め回路の配線の通気口取付ビスとの接触状況の点検を行い、接触等が認められた3両の車両（配線被覆に損傷は見られなかった。）について養生処置を実施した。なお、同様な改造工事を実施したキハ40、キハ47形以外の車両についても、同箇所に異常のないことを確認した。
- (2) 接地検知装置が搭載されている気動車について、接地の検知に関する一斉点検を行い、異常のないことを確認した。また、定期検査等における接地検知装置の点検を再徹底することとした。
- (3) 旅客用便所に設置されているファンモーターについて、整流子とブラシのないブラシレスのファンモーターに全て交換した。
- (4) 走行中にドアが開く事態が発生した場合、列車の乗務員は、直ちに列車を停止させることの指導を再徹底することとした。

付図1 日豊線等の路線図

日豊線 小倉駅～鹿児島駅間 462.6km (単・複線)



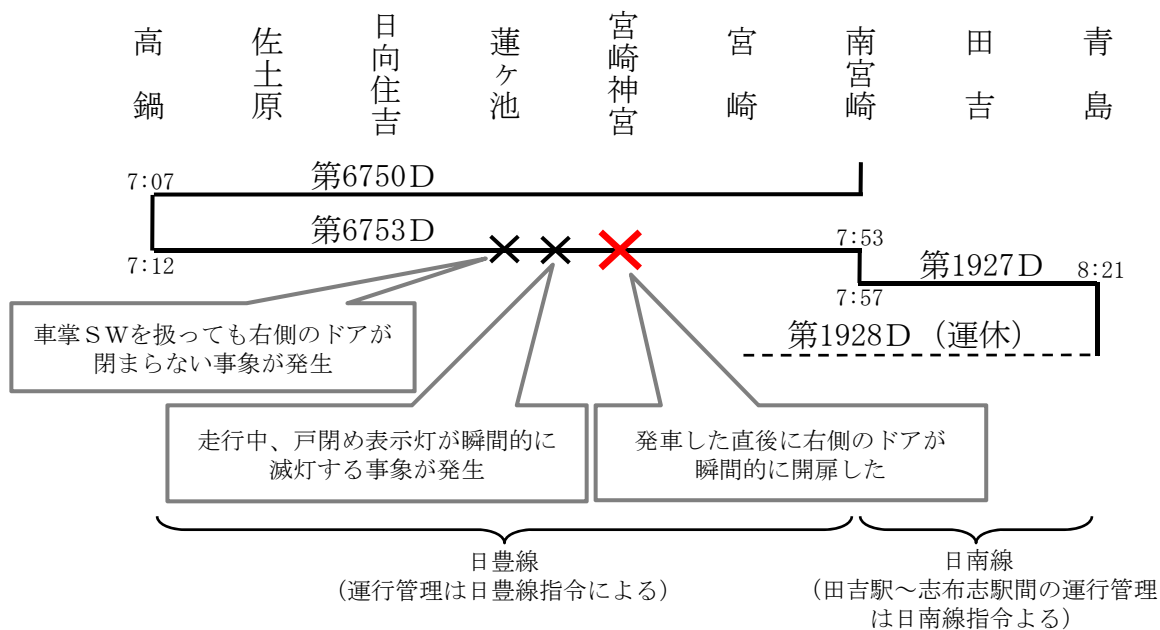
付図2 重大インシデント発生現場付近の地形図



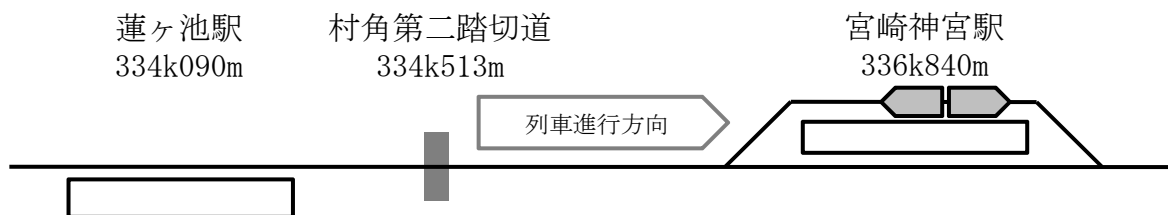
1:25,000 宮崎北部[宮崎]
500m 0 500 1000 1500

国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

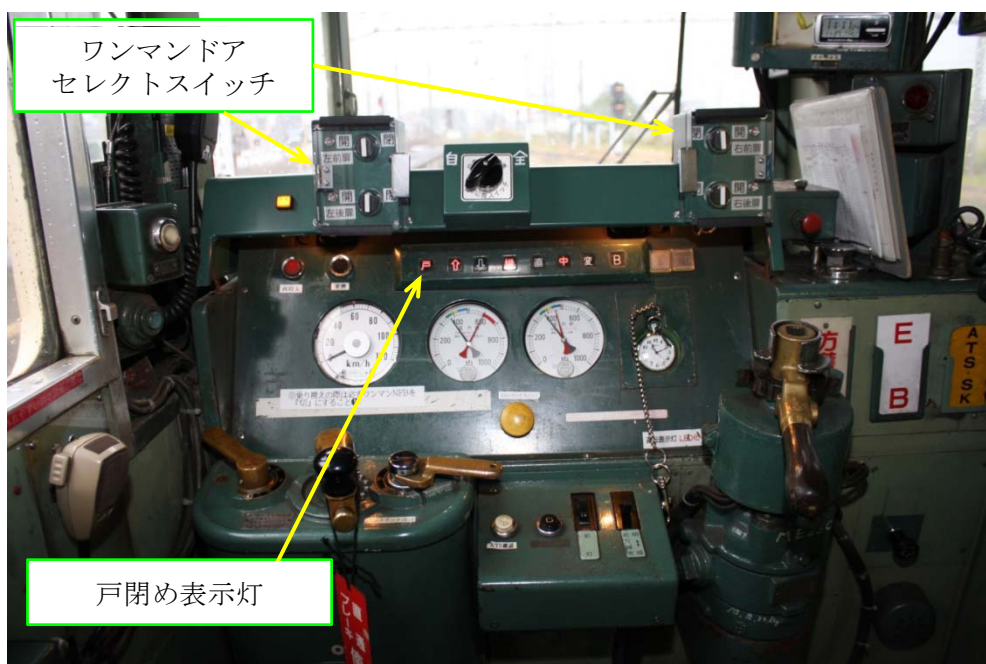
付図3 本件編成の運行図



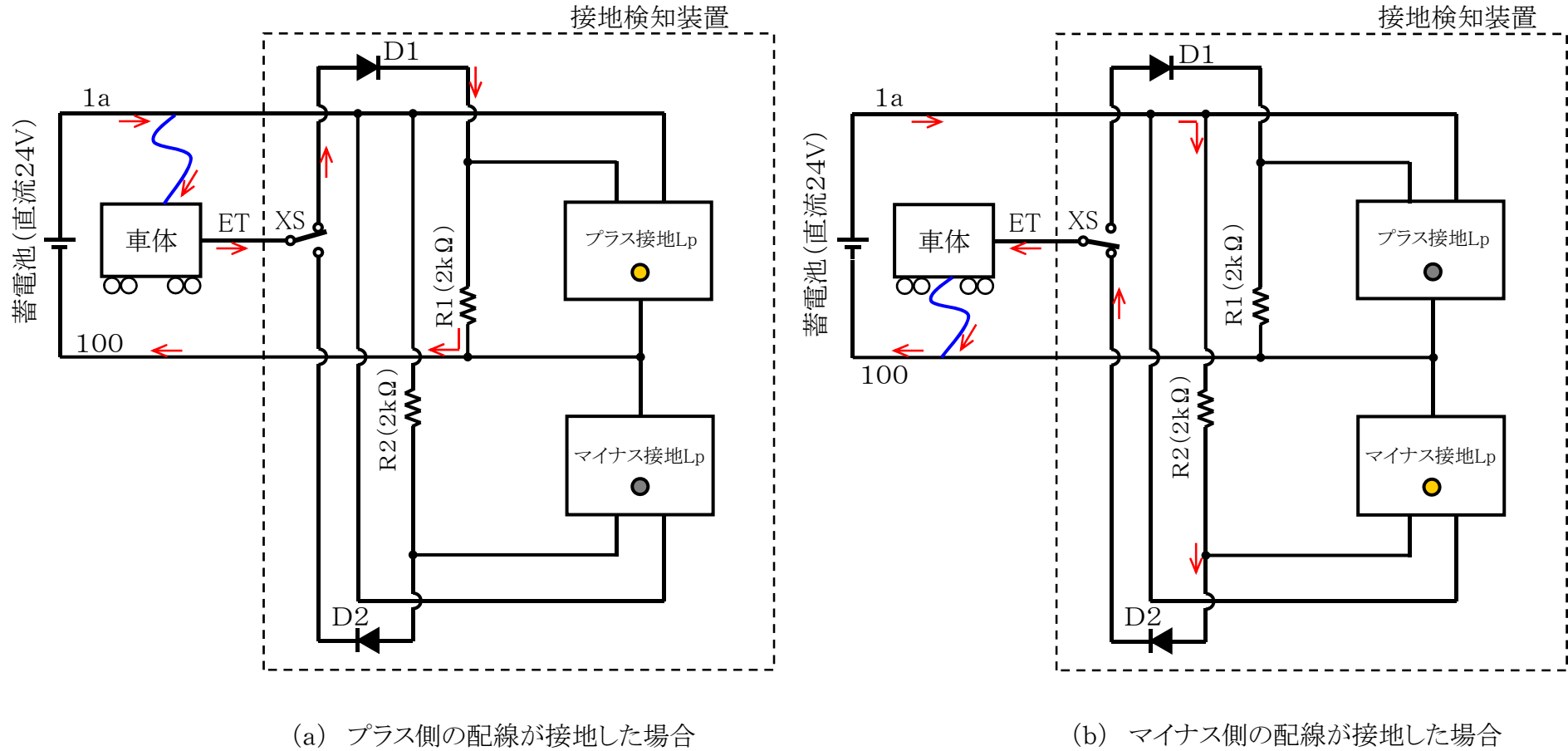
付図4 蓮ヶ池駅から宮崎神宮駅間の線路平面図



付図5 運転台の状況



付図7 接地検知装置の配線略図と検知のしくみ

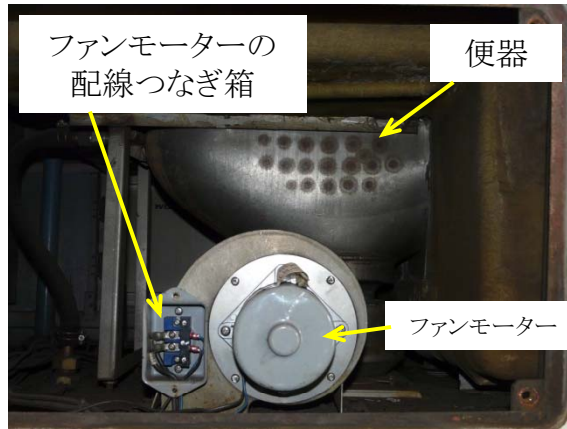


- ※ プラス接地Lp及びマイナス接地Lpは、R1、R2にかかる電圧がそれぞれ20V以上のときに点灯する。
- ※ XSを交互に切り換えることにより、時分割で検知を行っている。

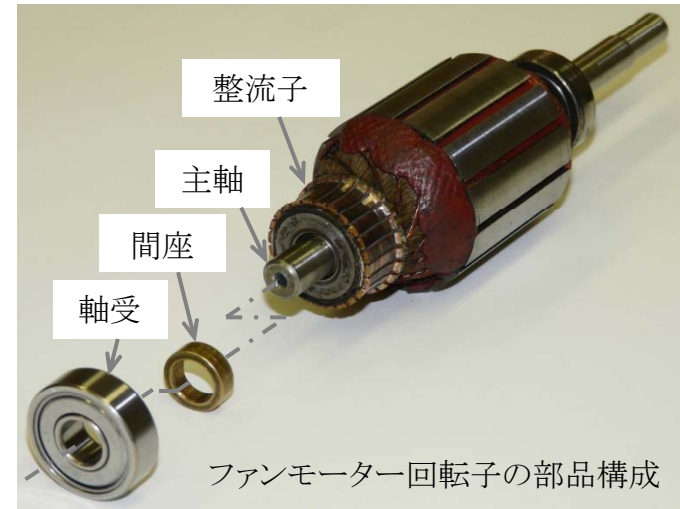
付図8 ファンモーターの概要と内部の概略図



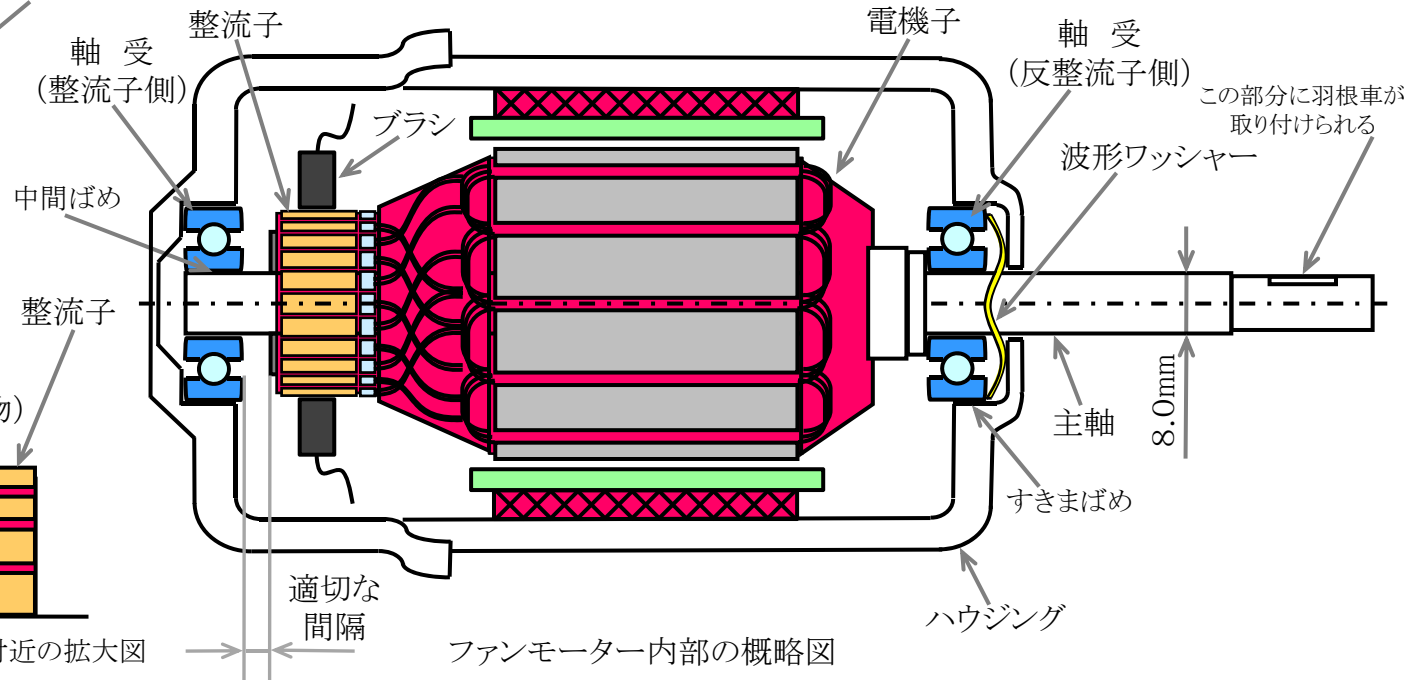
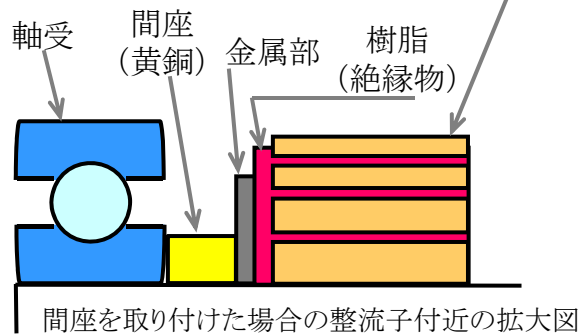
キハ40形車両の旅客用便所付近の状況



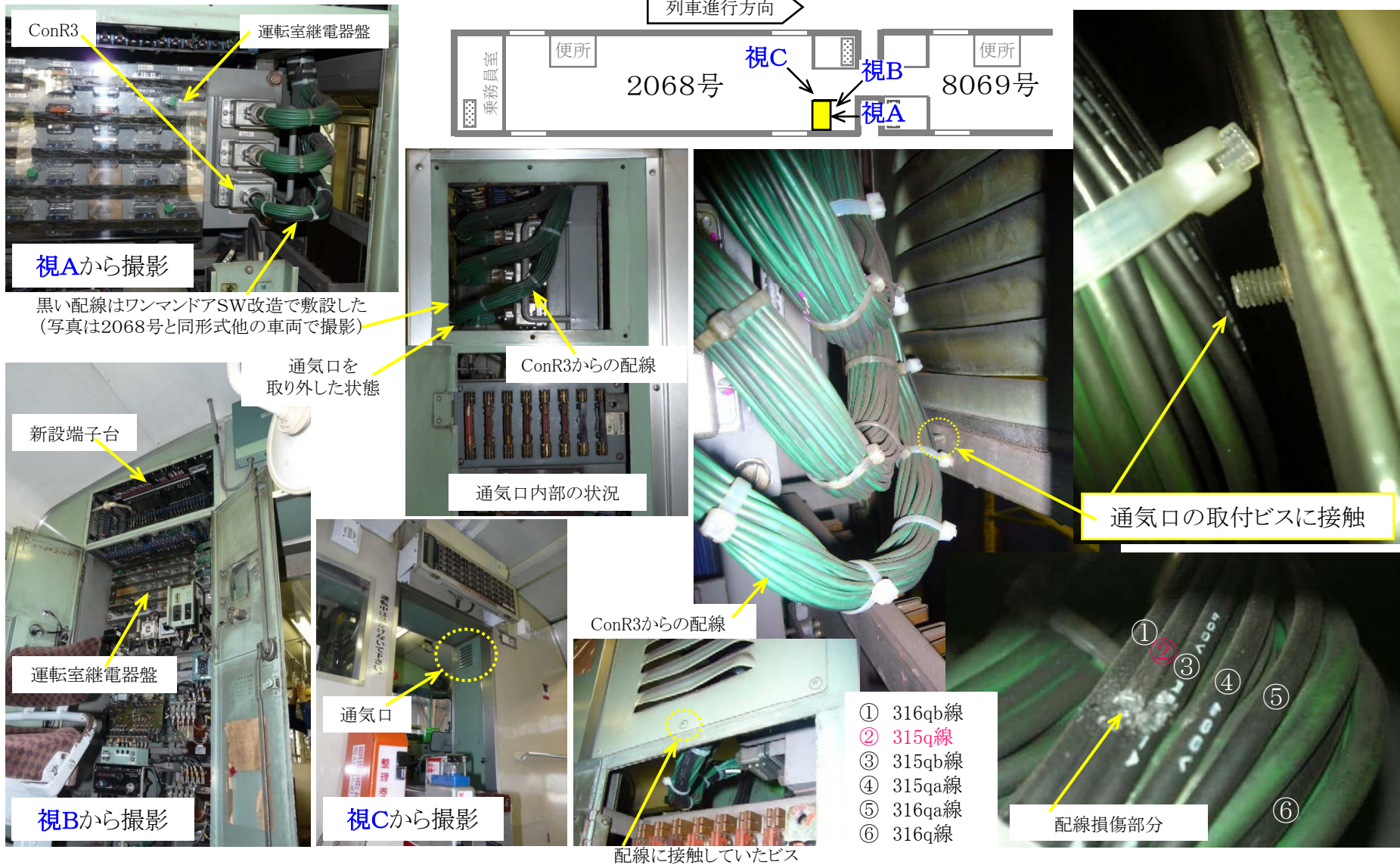
ファンモーターの状況
(点検口フタを取り外して撮影)



ファンモーターの外観



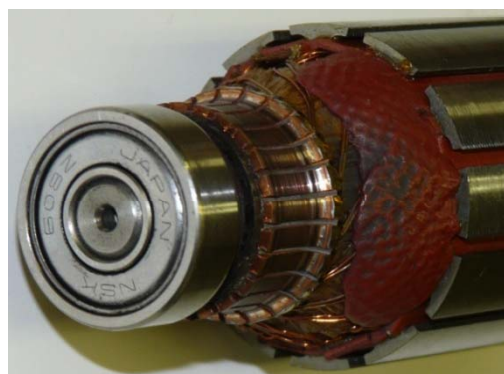
付図9 戸閉め回路の配線被覆の損傷状況



付図10 本件ファンモーターの状況



整流子側の軸受の状況



軸受端部と主軸端部を一致させるようにして
組み立てた状態



軽く揺すったところ、
カーボン粉が落した



軸受取り外し治具

軸受を取り外すときの引き抜く力は
正常品の分解作業時と変わらなかった

付図 1 1 ファンモーター修繕後の不具合発生状況

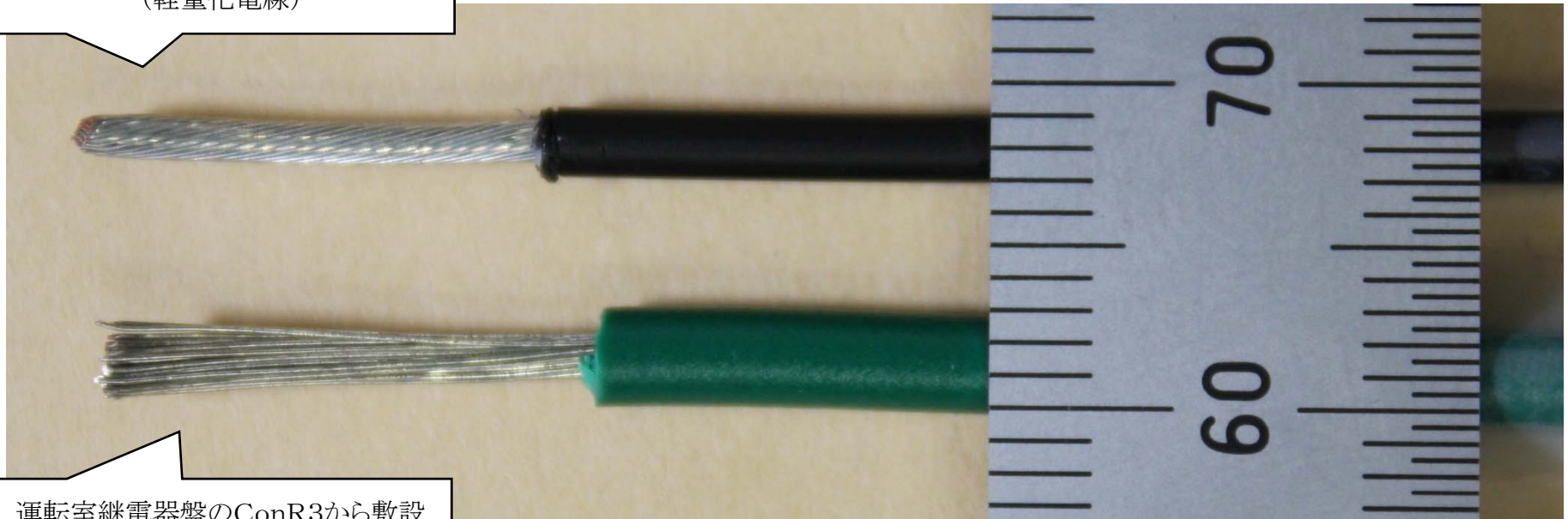
※黄色の網掛け(ゴシック体)は、前回の修繕等から180日以内に不具合が発生したものを示す。

No.	車両の番号	前回の修繕等			平成20年4月から平成21年1月末までにB社が行ったファンモーターの臨時修繕						
		修繕日	種別	不具合内容	修繕日	種別	経過日数	不具合内容	入場時の絶縁	状況等	取り替えた部品
1	8038号	H12.9.22	全般検査	—	H20.4.17	臨時修繕	2,764	不明	∞Ω	不明	ブラシ2個、軸受2個
2	5126号	H19.11.15	臨時修繕	回転不良	H20.4.18	臨時修繕	155	回転不良	25MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
3	8100号	H19.11.2	臨時修繕	回転不良	H20.4.24	臨時修繕	174	回転不良	15MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
4	2062号	H19.7.25	臨時修繕	不明	H20.4.27	臨時修繕	277	絶縁不良	0MΩ	カーボン粉	ブラシ2個、軸受2個
5	8119号	H19.6.12	臨時修繕	回転不良	H20.5.12	臨時修繕	335	絶縁不良	0MΩ	カーボン粉	ブラシ2個、軸受2個
6	8038号	H20.4.17	臨時修繕	不明	H20.5.14	臨時修繕	27	不明	180MΩ	不明	ブラシ2個、軸受2個
7	8069号	H20.3.5	臨時修繕	絶縁不良	H20.5.29	臨時修繕	85	回転不良	∞Ω	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
8	8123号	H19.12.12	臨時修繕	不明	H20.6.13	臨時修繕	184	絶縁不良	0MΩ	カーボン粉	ブラシ2個、軸受2個
9	5126号	H20.4.18	臨時修繕	回転不良	H20.7.16	臨時修繕	89	回転不良	30MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
10	8063号	H19.11.7	臨時修繕	異音	H20.7.24	臨時修繕	260	回転不良	∞Ω	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
11	2062号	H20.4.27	臨時修繕	絶縁不良	H20.8.6	臨時修繕	101	回転不良	50MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
12	2067号	H20.3.4	臨時修繕	回転不良	H20.8.28	臨時修繕	177	回転不良	0MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
13	8056号	H20.3.24	臨時修繕	不明	H20.8.28	臨時修繕	157	異音	∞Ω	羽根不良	羽根・ブラシ2個、軸受2個
14	7052号	H19.6.18	臨時修繕	不明	H20.9.3	臨時修繕	443	回転不良	50MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
15	8056号	H20.8.28	臨時修繕	異音	H20.9.11	臨時修繕	14	回転不良	50MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
16	8128号	H19.10.5	臨時修繕	不明	H20.9.26	臨時修繕	357	回転不良	∞Ω	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
17	8051号	H19.10.5	臨時修繕	不明	H20.9.28	臨時修繕	359	回転不良	0MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
18	105号	H20.1.21	臨時修繕	不明	H20.10.2	臨時修繕	255	回転不良	420MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
19	5126号	H20.7.16	臨時修繕	回転不良	H20.10.10	臨時修繕	86	回転不良	∞Ω	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
20	8125号	H13.4.6	全般検査	—	H20.11.5	臨時修繕	2,770	異音	120MΩ	軸受不良	ブラシ2個、軸受2個
21	131号	H20.3.25	臨時修繕	回転不良	H20.11.11	臨時修繕	231	回転不良	240MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
22	8065号	H19.7.5	臨時修繕	絶縁不良	H20.11.17	臨時修繕	501	回転不良	450MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
23	8069号	H20.5.29	臨時修繕	回転不良	H20.11.22	臨時修繕	177	回転不良	450MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
24	2067号	H20.8.28	臨時修繕	回転不良	H20.11.26	臨時修繕	90	絶縁不良	0MΩ	カーボン粉	ブラシ2個、軸受2個
25	183号	H20.3.10	臨時修繕	不明	H20.12.3	臨時修繕	268	回転不良	35MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
26	8123号	H20.6.13	臨時修繕	絶縁不良	H20.12.8	臨時修繕	178	回転不良	15MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
27	8098号	H20.3.28	全般検査	—	H20.12.15	臨時修繕	262	不明	0MΩ	不明	ブラシ2個、軸受2個
28	105号	H20.10.2	臨時修繕	回転不良	H20.12.27	臨時修繕	86	絶縁不良	0MΩ	カーボン粉	ブラシ2個、軸受2個
29	106号	H20.1.9	臨時修繕	回転不良	H21.1.5	臨時修繕	362	回転不良	∞Ω	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個
30	8051号	H20.9.28	臨時修繕	回転不良	H21.1.14	臨時修繕	108	回転不良	0MΩ	内部配線断線	修理不能
31	2061号	H20.3.12	臨時修繕	絶縁不良	H21.1.22	臨時修繕	316	回転不良	0MΩ	ブラシ摩耗	ブラシ2個、軸受2個

注) (No. 1とNo. 6)、(No. 2とNo. 9及びNo. 19)、(No. 4とNo. 11)、(No. 7とNo. 23)、(No. 8とNo. 26)、
(No. 12とNo. 24)、(No. 13とNo. 15)、(No. 18とNo. 28)は、同一の車両である。なお、No. 17とNo. 30は、別の車両である。

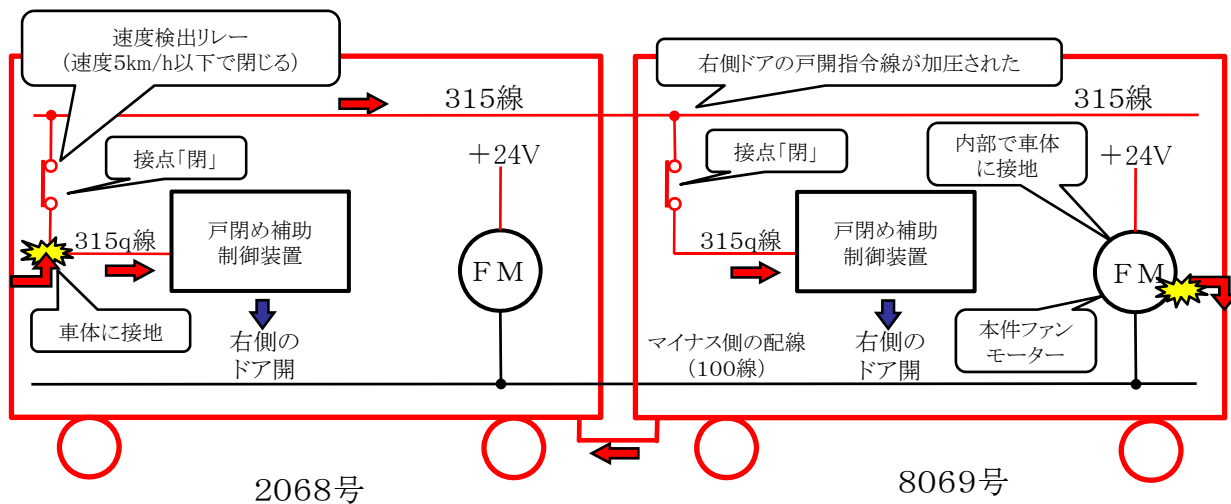
付図12 ワンマンドアSW改造において使用された配線材料

ワンマンドアSW改造において
使用された配線材料
(軽量化電線)

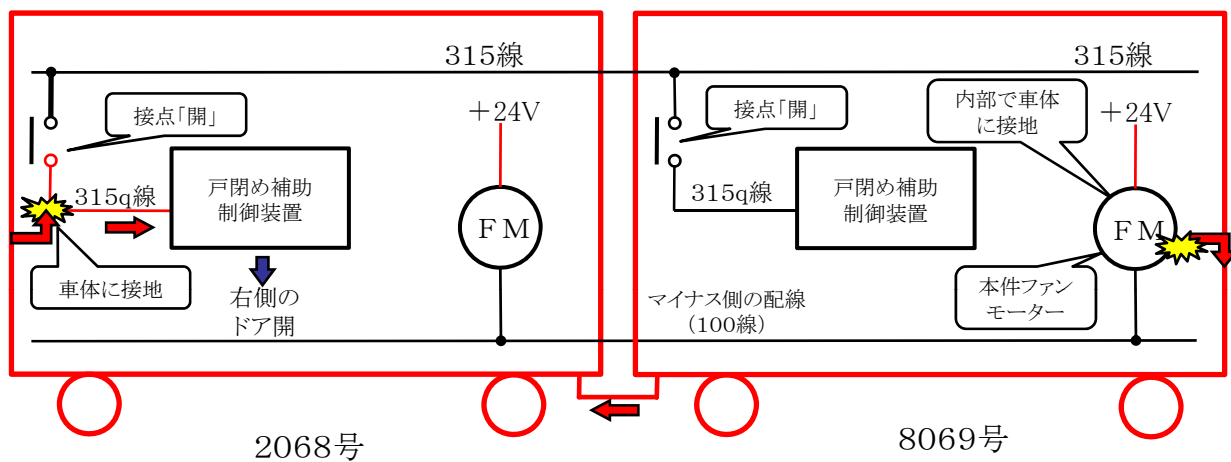


運転室継電器盤のConR3から敷設
されていた既存の配線
(ビニル電線)

付図 1 3 車体がプラスに加圧された状況と戸閉め回路の関係



(a) 速度が5km/hより低いとき(宮崎神宮駅出発直後及び蓮ヶ池駅に停車中の状態)



(b) 速度が5km/h以上のとき(村角第二踏切道付近を走行中の状態)