

RI2024-1

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 豊肥線
豊後萩駅～玉来駅間
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）

令和6年2月29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 武田 展雄

《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」

- I 九州旅客鉄道株式会社 豊肥線
豊後萩駅～玉来駅間
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）

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：令和4年10月17日 6時29分ごろ

発生場所：大分県^{たけた}竹田市
豊肥線^{ほうひ} 豊後萩駅^{ぶんごおぎ}～玉来駅間^{たまらい}（単線）
熊本駅起点 84k043m付近

令和6年1月29日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	武田展雄
委員	奥村文直（部会長）
委員	石田弘明
委員	早田久子
委員	鈴木美緒
委員	新妻実保子

要旨

<概要>

九州旅客鉄道株式会社の豊肥線^{ほうひ}豊後萩駅^{ぶんごおぎ}発豊後竹田駅^{ぶんごたけた}行き1両編成、下り普通第4427D列車は、令和4年10月17日（月）、豊後萩駅を定刻（6時21分）に出発して14分後に豊後竹田駅に到着した。豊後竹田駅に到着後、運転士は、乗客の一人から「走行中にドアの1か所が開いた」との申告を受けた。

列車の運転状況記録装置には、走行中に右側の旅客用乗降口のドアを開く指令線が加圧されていたことが記録されており、いずれかの旅客用乗降口のドアが開くと滅灯する戸閉め表示灯の滅灯も記録されていた。

列車には乗客19名と運転士1名が乗車していたが、転落等による負傷者はいな

かった。

<原因>

本重大インシデントは、列車の右側のドア開指令線である315線が走行中に意図せず加圧されてもドアが開かないようにする戸閉め保安回路が正常に機能しない状態において、315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたため、列車の走行中に右側後方のドアが開いたことにより発生したものと考えられる。

315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたことについては、ジャンパー連結器のケーブルが裂傷しており、制御電源の正極側である1線が損傷していたことから、同ケーブルの裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生したことによるものと考えられる。また、同ケーブルの裂傷は、本重大インシデント発生前直近の交番検査以降から本重大インシデント発生前日までの間に動物と衝突した際に生じた可能性が考えられる。

九州旅客鉄道株式会社が同ケーブルの裂傷を見付けることができなかったことについては、本重大インシデント発生前直近の交番検査以降に列車に使用された車両を運転した運転士が動物と衝突したことに気付かなかったこと、又は動物と衝突したこと、若しくは衝突した際の異音を感じたことを申告しなかったことにより、車両所等で同ケーブルの点検を行わなかったことが関与した可能性が考えられる。

同戸閉め保安回路が正常に機能しない状態になっていたことについては、同戸閉め保安回路を構成する速度検出補助継電器の電源線が誤結線されていたことによるものと認められる。

同継電器の電源線は、株式会社新潟鐵工所が車両を製造したときに誤結線したと考えられ、新潟鐵工所は、

- (1) 作業者に対して結線作業後に図面どおりに結線されているか確認することを徹底させていなかった可能性が考えられること、
- (2) 同継電器の電源線の配線導通検査を実施していなかったと考えられること、
- (3) 同戸閉め保安回路の機能検査を実施していなかったと考えられること

から、誤結線が生じる可能性を予見できておらず、車両を製造したときに誤結線を見付けることができなかった可能性が考えられる。

九州旅客鉄道株式会社は、全般検査及び要部検査において同継電器の動作確認を車両に取り付けた状態で実施していなかったため、同継電器が誤結線によって動作しないことを本重大インシデント発生前に見付けることができなかったと推定される。

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	2
1.2.3	事実情報の提供	2
1.2.4	経過報告	2
1.2.5	原因関係者からの意見聴取	2
2	事実情報	2
2.1	本重大インシデント発生の経過	2
2.1.1	乗務員等の口述	2
2.1.2	運転状況の記録	4
2.1.3	本重大インシデント発生前の運用計画	6
2.1.4	本重大インシデント発生後に同社が執った措置	6
2.1.5	乗客からの聴き取り結果	6
2.2	鉄道施設に関する情報	7
2.2.1	路線の概要	7
2.2.2	線形に関する情報	7
2.3	車両に関する情報	7
2.3.1	車両の概要	7
2.3.2	車両の電源に関する情報	8
2.3.3	ドアの開閉制御に関する情報	8
2.3.4	継電器に関する情報	15
2.3.5	ジャンパー連結器のケーブルに関する情報	17
2.4	車両機器等の調査結果に関する情報	19
2.4.1	本件車両の調査結果に関する情報	19
2.4.2	本件車両と同形式の車両に関する調査結果に関する情報	22
2.4.3	ジャンパー線のX線CT及び分解調査等の結果に関する情報	24
2.4.4	異物の調査結果に関する情報	29
2.5	車両の整備等に関する情報	30
2.5.1	車両の整備に関する情報	30
2.5.2	車両の改造に関する情報	33
2.6	車両メーカーに関する情報	33

2.6.1	車両の設計に関する情報	33
2.6.2	車両の製造に関する情報	33
2.6.3	車両の完成検査に関する情報	35
2.6.4	線番記号及び端子符号リングマークに関する情報	36
2.7	乗務員に関する情報	37
2.8	動物との衝突に関する情報	37
2.8.1	動物と衝突した場合等の運転取扱いに関する情報	37
2.8.2	動物と衝突した記録等に関する情報	37
2.9	気象に関する情報	38
3	分析	39
3.1	本重大インシデントの発生状況に関する分析	39
3.1.1	本重大インシデントの発生状況及び発生時刻に関する分析	39
3.1.2	本重大インシデント発生場所に関する分析	39
3.2	本件ドアが走行中に開いたことに関する分析	40
3.2.1	315線が加圧されたことに関する分析	40
3.2.2	1線と315線の混触に関する分析	41
3.2.3	本件車両の戸閉め保安回路に関する分析	43
3.2.4	本件列車の走行中に本件ドアが開いたことに関する分析	44
3.2.5	本件列車の右側前方のドアが開かなかったことに関する分析	45
3.3	ジャンパー線の裂傷に関する分析	46
3.3.1	裂傷した状況に関する分析	46
3.3.2	裂傷した時期に関する分析	46
3.3.3	同社が裂傷を見付けることができなかったことに関する分析	46
3.4	車両メーカーに関する分析	48
3.4.1	ぎ装束線の誤結線に関する分析	48
3.4.2	端子符号リングマークに関する分析	49
3.4.3	完成検査に関する分析	50
3.5	同社の戸閉め保安回路の機能検査に関する分析	51
4	結論	52
4.1	分析の要約	52
4.2	原因	55
5	再発防止策	56
5.1	必要と考えられる再発防止策	56
5.1.1	同社が講ずべき措置	56
5.1.2	新潟トランス株式会社講ずべき措置	57

5.2	本重大インシデント後に同社が講じた措置	57
5.3	本重大インシデント後に新潟トランスが講じた措置	58
5.4	本重大インシデント後に国土交通省が講じた措置	58

添付資料

付図1	豊肥線の路線図	59
付図2	現場付近の地形図	60
付図3	駅の概略図	60
付図4	戸閉め制御回路1	61
付図5	戸閉め制御回路2	62
付図6	戸閉め制御回路3	63
付図7	同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋1	64
付図8	同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋2	65

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豊肥線豊後萩駅^{ほうひ ぶんごおぎ}発豊後竹田駅行き1両編成、下り普通第4427D列車は、令和4年10月17日（月）、豊後萩駅を定刻（6時21分）に出発して14分後に豊後竹田駅に到着した。豊後竹田駅に到着後、運転士は、乗客の一人から「走行中にドアの1か所が開いた」との申告を受けた。

列車の運転状況記録装置には、走行中に右側（以下、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の旅客用乗降口のドアを開く指令線^{*1}が加圧^{*2}されていたことが記録されており、いずれかの旅客用乗降口のドアが開くと滅灯する戸閉め表示灯の滅灯も記録されていた。

列車には乗客19名と運転士1名が乗車していたが、転落等による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

本重大インシデントは、列車の走行中に客室の旅客用乗降口のドアが開いたもので、鉄道事故等報告規則（昭和62年運輸省令第8号）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、乗客を降車させるなどの安全な措置を講じることなく走行したものであることから、航空法施行規則等の一部を改正する省令（令和4年国土交通省令第56号）第2条の規定による改正前の運輸安全委員会設置法施行規則（平成13年国土交通省令第124号）第3条第6号に定める「特に異例と認められるもの」として、調査対象とした。

運輸安全委員会は、令和4年10月17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た。

九州運輸局は、本重大インシデント調査の支援のため、職員を現場等に派遣した。

本重大インシデントの調査に関し、公益財団法人鉄道総合技術研究所にジャンパー連結器^{*3}のケーブルのX線CT^{*4}及び分解調査を委託した。また、株式会社分析センターにジャンパー連結器のケーブルの分解調査において見付かった異物の分析

*1 「指令線」とは、力行、ブレーキ、ドア開閉等の乗務員の操作に関する指令を車両に搭載されている機器に伝えるための電線のことをいう。

*2 ここでいう「加圧」とは、電線に電圧が印加されるこという。

*3 「ジャンパー連結器」とは、編成中の補助回路機器及び制御回路機器を動作させるために各車両に設けられている引通し線を車両間で接続する役割をもつ装置のことをいう。

*4 ここでいう「CT」とは、Computed Tomography（コンピュータ断層撮影）の略語である。

を委託した。

1.2.2 調査の実施時期

令和4年10月18日～20日 現場調査、口述聴取及び車両調査

令和4年11月7日～9日、令和5年1月31日、3月6日、6月14日～15日 車両調査

1.2.3 事実情報の提供

令和4年11月4日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通省鉄道局に対して、本重大インシデントが発生した車両を含む複数の車両において、戸閉め保安回路の一部を構成している継電器が電線の誤結線によって動作しないことが判明した旨、事実情報の提供を行った。

1.2.4 経過報告

令和5年9月28日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行い公表した。

1.2.5 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 本重大インシデント発生の経過

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、九州旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の豊肥線豊後萩駅発豊後竹田駅行き下り普通第4427D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。）及び豊後竹田駅で本件運転士に対して走行中に旅客用乗降口のドア（以下「ドア」という。）が開いたと申告した乗客（以下「乗客A」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

本重大インシデント発生前日は、本件列車に使用された車両（以下「本件車両」という。）を豊後竹田駅（熊本駅起点88k030m、以下「熊本駅起点」は省略する。）の3番線に留置し、豊後竹田駅の乗務員宿泊所に宿泊した。

本重大インシデント発生当日は、豊後竹田駅の3番線に前日からそのまま

留置されていた本件車両の出区点検を行い、同駅から豊後萩駅（75 k 190 m）まで回第4427D列車として回送運転した。

豊後萩駅到着後、折り返し運転するため熊本駅方の運転台から大分駅方の運転台に移動した。豊後萩駅で本件列車に10人くらい旅客が乗り、定刻（6時21分）に出発した。出発後、速度約65 km/hまで力行し、その後は下り勾配が続くため制限速度を超えないようにブレーキを操作しながら運転した。早朝だったので周囲が少し暗く、ふだんから鹿等の動物が頻繁に出てくる区間なので前方を注視しながら玉来駅（84 k 930 m）まで運転した。

玉来駅でも本件列車に10人くらい旅客が乗り、定刻（6時31分）に出発した。速度約50 km/hまで力行した後、ノッチオフして下り勾配のため速度約70 km/hまで加速した。その後は、前方を注視しながら制限速度を超えないように終点の豊後竹田駅まで運転した。

豊後竹田駅に到着後、乗客Aから「走行中にドアが開いた」と申告があり、乗客Aにどこのドアが開いたかを尋ねたところ、本件列車の右側後方のドア（以下「本件ドア」という。）を指差して「あのドアが何回かほぼ全開した」とのことであった。乗客Aが降車した後すぐに、列車無線で輸送指令（以下「指令」という。）に乗客から本件ドアが走行中に開いたという申告があったことを報告した。指令から乗客を降車させてドアを閉めるよう指示を受けたため、乗車していた旅客1名に対して事情を説明し、同旅客を降車させた後、右側（プラットホーム側）のドアを閉めた。その後、本件ドアのドアコック*5が定位にあることを確認し、本件ドアを片手で引っ張って開かないことを確認し、指令に列車無線で本件ドアに異常はないと報告した。

(2) 乗客A

本重大インシデント発生当日は、豊後萩駅から本件列車に乗車した。本件ドアに一番近い右側後方のロングシートに座っていたところ、豊後萩駅から玉来駅間を走行中、いつもドアが開くときに鳴るブザーが鳴り、本件ドアが3回くらい開閉動作を繰り返した後に5秒くらい開いた。その後、本件ドアは閉まった。玉来駅を出発した少し後にも同ブザーが鳴り、数回開閉動作を繰り返した後に5秒くらい開いて本件ドアは閉まった。

豊後竹田駅に到着後、本件運転士にドアが走行中に開いたと申告し、本件運転士に本件ドアの近くまで来てもらい「このドアが何回か開いた」と伝えた。

*5 「ドアコック」とは、圧縮空気を抜いてドアを手動で開閉するためのコックで、ここでは、各ドアを個別に開閉させるために乗降口付近に設けられたものをいう。通常（定位）はコックが開いており、閉じると圧縮空気が抜け、ドアを手で動かせるようになる。

(付図1 豊肥線の路線図、付図2 現場付近の地形図及び付図3 駅の概略図参照)

2.1.2 運転状況の記録

本件列車には、運転状況記録装置が設置されており、時刻、速度、距離、力行指令、常用ブレーキ指令、戸閉め表示灯の点灯状態、ドア開指令の有無等の情報を0.2秒ごとに記録している。本件列車が豊後萩駅を出発して玉来駅に到着するまでの主な記録を表1に、本件列車が玉来駅を出発して豊後竹田駅に到着するまでの主な記録を表2に示す。

豊後萩駅～玉来駅間については、表1に示すとおり、右側のドア開指令線である315線が加圧されたことを示す「1」が3回記録されており、6時29分36.2秒～6時29分53.0秒までの約16.8秒間、「戸閉め表示灯」にいずれかのドアが開いたことを示す「0」が記録されていた。

玉来駅～豊後竹田駅間については、表2に示すとおり、315線が加圧されたことを示す「1」が3回記録されており、6時32分44.4秒～6時32分54.8秒までの約10.4秒間、「戸閉め表示灯」にいずれかのドアが開いたことを示す「0」が記録されていた。

表1 運転状況記録装置の記録（豊後萩駅～玉来駅間の抜粋）

時刻 (時:分:秒)	速度 (km/h)	距離 (m)	力行 指令	常用 ブレーキ 指令	戸閉め 表示灯	ドア開指令		記事
						1,3位 (右側)	2,4位 (左側)	
6:21:06.8	0	0	1ノッチ	0	1	0	0	豊後萩駅出発
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
6:29:11.2	69	8350	オフ	1	1	0	0	
6:29:11.4	68	8360	オフ	1	1	1	0	ドア開指令 1回目
6:29:11.6	69	8360	オフ	1	1	0	0	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
6:29:35.0	69	8810	オフ	1	1	0	0	
6:29:35.2	69	8810	オフ	1	1	1	0	ドア開指令 2回目
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
6:29:35.6	68	8820	オフ	1	1	1	0	
6:29:35.8	69	8830	オフ	1	1	1	0	
6:29:36.0	69	8830	オフ	1	1	1	0	
6:29:36.2	69	0	オフ	1	0	1	0	ドア開検知

∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:29:38.2	69	0	0	1	0	1	0	
6:29:38.4	69	0	0	1	0	0	0	
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:29:41.4	68	0	0	1	0	0	0	
6:29:41.6	69	0	0	1	0	1	0	ドア開指令 3回目
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:29:48.8	69	0	0	1	0	1	0	
6:29:49.0	69	0	0	1	0	0	0	
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:29:53.0	67	0	0	1	0	0	0	
6:29:53.2	67	0	0	1	1	0	0	ドア閉検知
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:31:01.0	0	630	0	1	1	0	0	玉来駅到着

表2 運転状況記録装置の記録（玉来駅～豊後竹田駅間の抜粋）

時刻 (時:分:秒)	速度 (km/h)	距離 (m)	力行 指令	常用 ブレーキ 指令	戸閉め 表示灯	ドア開指令		記事
						1,3位 (右)側	2,4位 (左)側	
6:31:37.2	0	0	1ノッチ	0	1	0	0	玉来駅出発
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:32:43.2	68	780	0	1	1	0	0	
6:32:43.4	68	780	0	1	1	1	0	ドア開指令 4回目
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:32:44.0	68	790	0	1	1	1	0	
6:32:44.2	68	800	0	1	1	1	0	
6:32:44.4	68	0	0	1	0	1	0	ドア開検知
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:32:49.4	69	0	0	1	0	1	0	
6:32:49.6	68	0	0	1	0	0	0	
6:32:49.8	69	0	0	1	0	1	0	ドア開指令 5回目
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:32:51.0	68	0	0	1	0	1	0	
6:32:51.2	69	0	0	1	0	0	0	
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
6:32:54.8	69	0	0	1	0	0	0	

6:32:55.0	68	0	㊦	1	1	0	0	ドア閉検知
⋮	⋮	⋮	ㄱ	⋮	ㄱ	ㄱ	ㄱ	
6:33:20.6	63	480	㊦	0	1	0	0	
6:33:20.8	63	480	㊦	0	1	1	0	ドア開指令 6回目
6:33:21.0	63	480	㊦	0	1	1	0	
6:33:21.2	63	490	㊦	0	1	1	0	
6:33:21.4	63	490	㊦	0	1	0	0	
⋮	⋮	⋮	ㄱ	⋮	ㄱ	ㄱ	ㄱ	
6:35:34.0	0	2030	㊦	1	1	0	0	豊後竹田駅 到着

※「時刻」は、標準時の時刻に補正している。

※「速度」と「距離」は、若干の誤差が内在している可能性がある。

※「距離」は、戸閉め表示灯の「1」を検知しているときに10m単位で加算され、戸閉め表示灯の「0」を検知するとゼロにリセットされる。

※「常用ブレーキ」は、常用ブレーキが作用している場合に「1」が記録される。

※「戸閉め表示灯」は、列車内の全てのドアが閉まったことを検知した場合に「1」が記録され、このときは前位運転台の戸閉め表示灯が点灯している。また、いずれかのドアが開いたことを検知した場合に「0」が記録され、このときは戸閉め表示灯が滅灯している。

※「ドア開指令」は、右側のドア開指令線である315線が加圧されると「1,3位(右側)」に「1」が記録され、左側のドア開指令線である316線が加圧されると「2,4位(左側)」に「1」が記録される。

※「…」は、記録されている値が変化していることを示し、「～」は、前後の記録と同じ値が記録されていることを示す。

※表中の赤字は、走行中に戸閉め表示灯が滅灯する、又は走行中にドア開指令線が加圧される等の異常な記録を示す。

2.1.3 本重大インシデント発生前の運用計画

本件車両は、本重大インシデント発生前日の21時01分ごろから本重大インシデント発生当日の5時45分ごろまで豊後竹田駅の屋根が設置されていない3番線に留置することが行路表^{*6}に定められており、その後、2.1.1(1)に記述したとおり、同駅から豊後萩駅まで回4427D列車として運転することになっていた。

2.1.4 本重大インシデント発生後に同社が執った措置

同社は、本重大インシデント発生後に豊後萩駅～豊後竹田駅間の列車を運休させ、同社の社員が同区間に転落した乗客がいないことを確認した。

2.1.5 乗客からの聴き取り結果

本重大インシデントが発生した翌日、同社の社員が本件列車と同じ下り普通第4427D列車の乗客へ聴き取りを行った結果、乗客Aを含む15名が本件列車に乗車していたと回答し、そのうち乗客Aほか3名が走行中に本件ドアが開くのを見たとのことであった。

^{*6} 「行路表」とは、列車ダイヤを略図で表したものに、駅又は基地での車両の折り返しや行路番号等を加えて車両の運用状態を表した図表のことをいう。

2.2 鉄道施設に関する情報

2.2.1 路線の概要

同社の豊肥線は、熊本駅から大分駅に至る148.0km、軌間1,067mmの全線単線の路線であり、このうち、熊本駅～肥後大津^{ひごおおつ}駅間(22k550m)及び下郡^{しもごおり}信号場～大分駅間は交流20,000Vの電化区間で、それ以外は非電化区間である。

(付図1 豊肥線の路線図 参照)

2.2.2 線形に関する情報

3.1.2に後述する本重大インシデントが発生した地点付近の線形は、83k768m～84k195mが半径300mの右曲線区間、75k557m～84k671mが25‰の下り勾配である。

(付図2 現場付近の地形図 参照)

2.3 車両に関する情報

2.3.1 車両の概要

本件列車の概要を図1に示す。本件車両の主な諸元等は、次のとおりである。また、図1に示すように、本件車両には片側2か所ずつ計4か所にドアが設けられており、各ドアは片開きの引戸構造である。

車種	内燃動車(ディーゼルカー)
記号番号	キハ125-21
車体長	18,000mm
定員	108名(うち、座席定員49名)
所属	大分車両センター
製造年月	平成5年12月

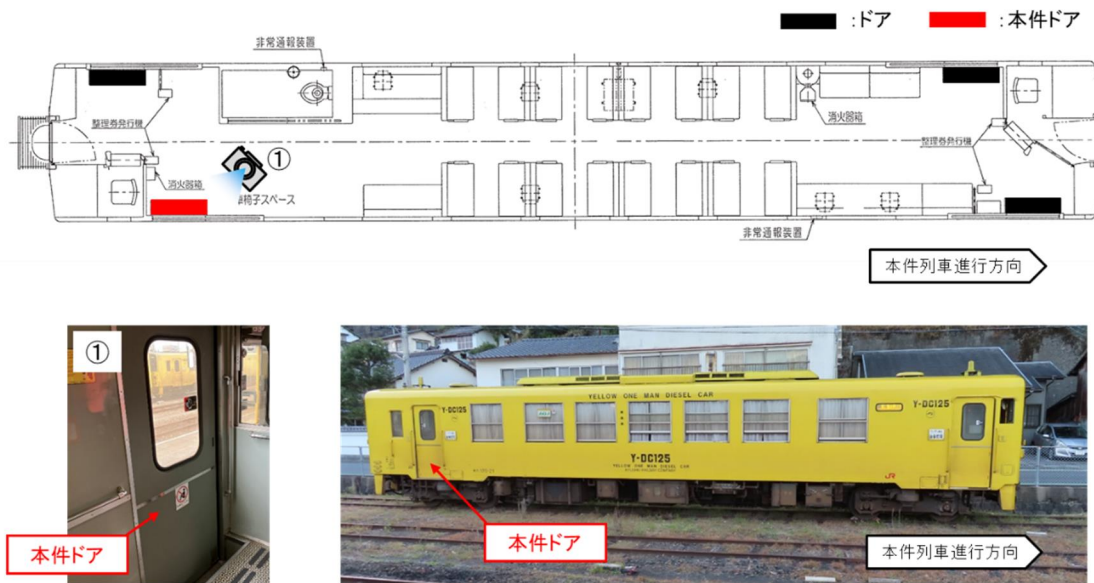


図1 本件列車の編成及び本件ドアの外観

2.3.2 車両の電源に関する情報

本件車両は、ドアの開閉等の制御回路に直流24Vの電源（以下「制御電源」という。）を利用している。制御電源は、車両に搭載されている蓄電池（B a t）又は充電調整装置（C h R g）から出力される。制御電源の引通し線として、制御電源の正極側には1 a 線、負極側には1 0 0 線がある。また、他の車両と連結した際に制御電源を相互に供給するための1 線があり、1 線と1 a 線は、ヒューズを介して接続されており制御電源が投入されているときは常時加圧されている。

（付図4 戸閉め制御回路1 参照）

2.3.3 ドアの開閉制御に関する情報

本件車両の戸閉め制御回路について、右側のドアの開閉に関する部分を抜粋した戸閉め制御回路を付図4～6に示す。以下、同図に基づき、本件車両の右側のドアの開閉動作等について記述する。

（付図4 戸閉め制御回路1、付図5 戸閉め制御回路2及び付図6 戸閉め制御回路3 参照）

2.3.3.1 ドアの開閉に関する情報

本件車両のドアは、それぞれの旅客用乗降口の上部に取り付けられている戸閉め電磁弁（以下「DMV」という。）に制御電源を加圧することにより、圧縮空気を給排気させて開く仕組みになっている。DMV 1及びDMV 1 1が加圧されると本件車両の右側前方のドアが開き、DMV 3及びDMV 3 1が加圧されると本件ドアが開く。本件車両のドアを開閉する方法としては、運転台に設置されているワンマン

戸閉めスイッチを操作する方法及び側窓付近に設置されている車掌スイッチを操作する方法の2種類がある。

これらのスイッチの操作によりドアが開閉する仕組みの詳細は、次のとおりであるが、いずれの場合も、スイッチを「開」位置に操作することで右側のドア開指令線である315線が加圧され、315線に接続された継電器を介して、最終的にDMV1、DMV11、DMV3及びDMV31が励磁し、ドアが開くようになっている。

(1) ワンマン戸閉めスイッチによるドアの開閉

図2に示すとおり、ワンマン戸閉めスイッチには、右側前方ドア用のワンマン戸閉めスイッチ（以下「ODS1-1」という。）と右側後方ドア用のワンマン戸閉めスイッチ（以下「ODS3-1」という。）がある。運転台に設置されているワンマン戸閉め切換スイッチ1（OMDCS1、以下「切換スイッチ1」という。）を個別にドアを開くための「自車」位置にしてODS1-1で「開」位置にすると右側前方ドアのみが開き、ODS3-1で「開」位置にすると右側後方ドアのみが開く。また、切換スイッチ1を片側全てのドアを開くための「全車」位置にしてODS1-1又はODS3-1のどちらかで「開」位置にすると右側前後両方のドアが開く。

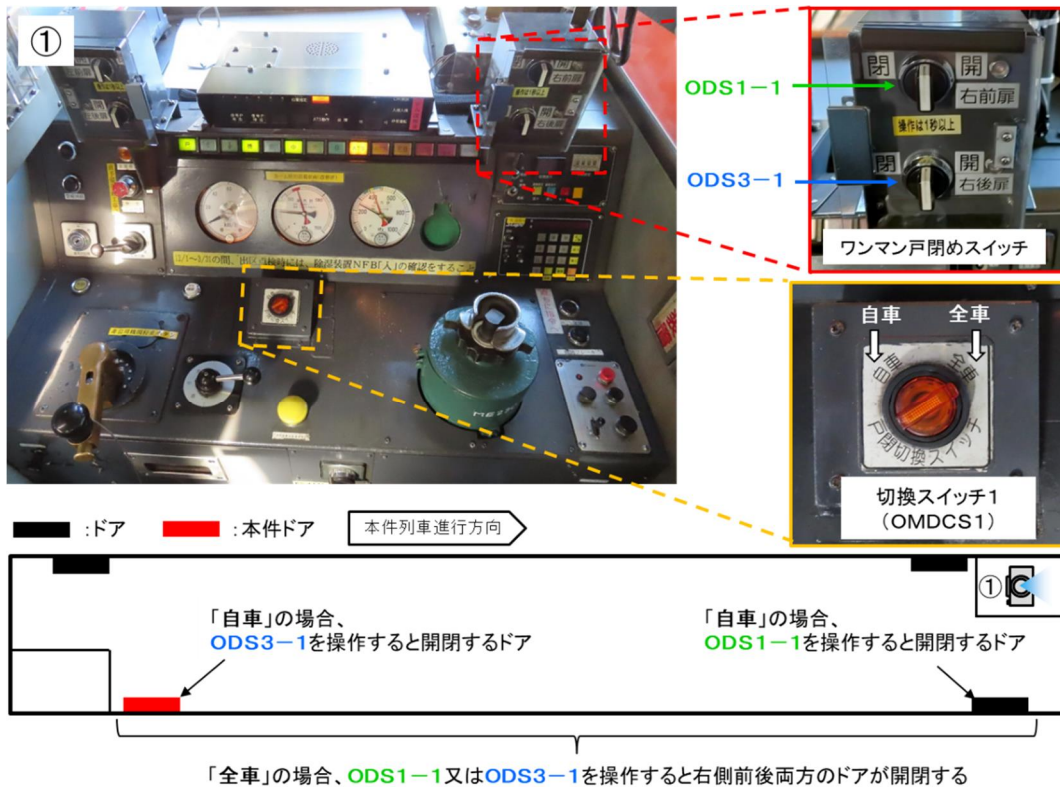


図2 ワンマン戸閉めスイッチの操作により開閉するドアの位置

ドアを閉じる際には、ドアを開ける際と同様に切換スイッチ1を「自車」位置にしてODS 1-1又はODS 3-1の「閉」位置にすると連動するドアのみが閉まり、切換スイッチ1を「全車」位置にしてODS 1-1又はODS 3-1のどちらかで「閉」位置にすると右側前後両方のドアが閉まる。

図3にワンマン戸閉めスイッチに関わる戸閉め制御回路の概略図を示す。切換スイッチ1を「全車」位置にしてワンマン戸閉めスイッチの開操作によって右側のドアが開く回路の仕組みは、次のとおりである。

- ① ODS 1-1（又はODS 3-1）で開操作をするとワンマン戸閉め補助継電器（以下「ODAR」という。）01のコイルが励磁する。
- ② ODAR 01のa接点*7が閉じることにより、ODAR 01は自己保持*8する。
- ③ ODAR 01が自己保持することにより、右側のドア開指令線である315線が加圧されて戸閉め指令継電器（以下「DOOR」という。）1及びDOOR 3のコイルが励磁する。
- ④ DOOR 1及びDOOR 3のa接点が閉じることにより、戸閉め継電器（以下「DORY」という。）1-1及びDORY 3-1のコイルが励磁する。
- ⑤ DORY 1-1及びDORY 3-1のa接点が閉じることにより、戸閉め現時継電器（以下「DMTR」という。）1及びDMTR 3のコイルが励磁する。
- ⑥ DMTR 1及びDMTR 3のa接点が閉じることにより、DMV 1、DMV 11、DMV 3及びDMV 31が励磁し、右側前後両方のドアが開く。

*7 「a接点」とは、継電器のコイルが消磁しているときは開いており、継電器のコイルが励磁したときに閉じる接点のことをいう。

*8 「自己保持」とは、継電器が持っている自己の接点を利用して、継電器のコイルの励磁状態を保持することをいう。

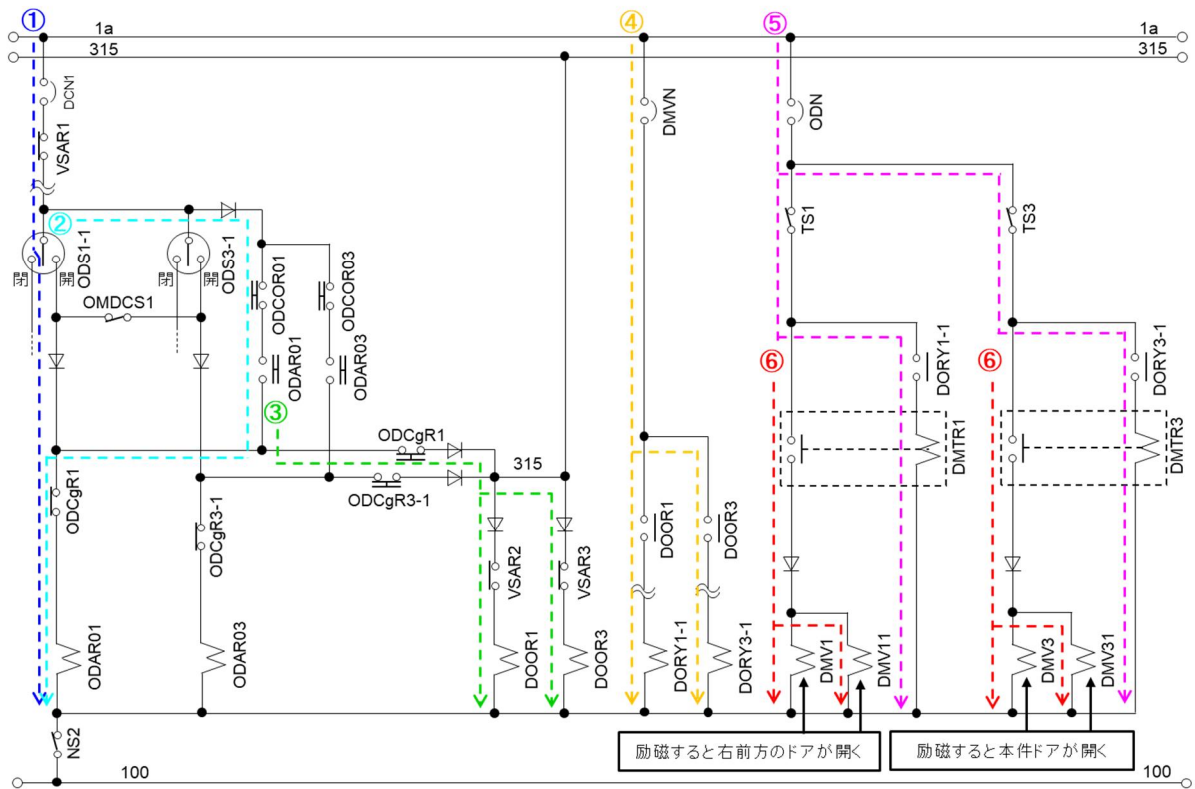


図3 ワンマン戸閉めスイッチに関わる戸閉め制御回路の概略図

(2) 車掌スイッチ等によるドアの開閉

図4に示すとおり、車掌スイッチ1が設置されている付近にはキースイッチ(KS)1及びこの戸閉スイッチ1(DOCS1)が設置されている。キースイッチ1に専用の鍵を差し込み、「入」の位置に回すことにより、車掌スイッチの戸開押ボタン(OPB)1及び戸閉押ボタン1(CPB1)が有効になり、戸開押ボタン1を押すと右側前後両方のドアが開く。

ドアを閉じる際には、キースイッチ1が「入」の状態ですべての戸閉押ボタン1を押すことにより、右側後方のドアだけが閉まる。右側前方のドアは、この戸閉スイッチ1を押すことによって閉まる。

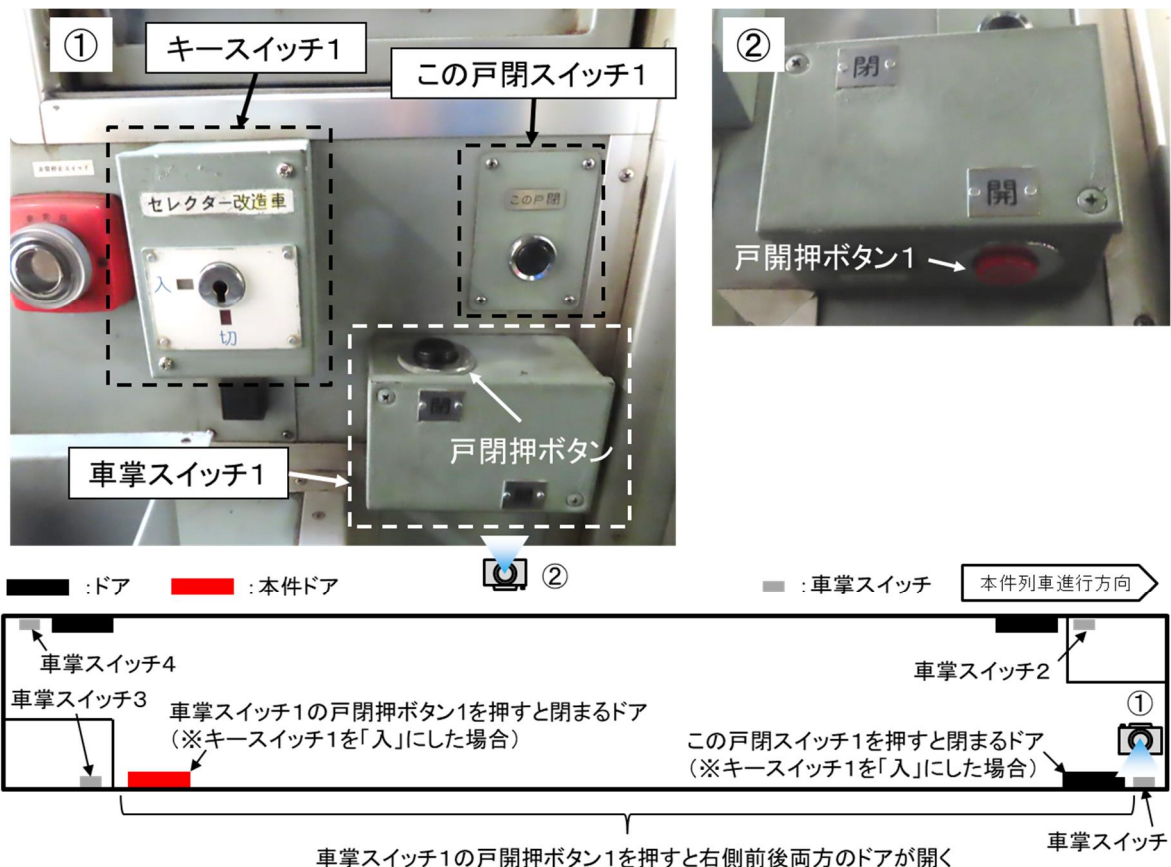


図4 車掌スイッチ等の操作により開閉するドアの位置

図5に車掌スイッチに関わる戸閉め制御回路の概略図を示す。車掌スイッチ1の戸開押ボタン1を押すことによって右側前後両方のドアが開く回路の仕組みは、次のとおりである。

- ① キースイッチ1を「入」にして戸開押ボタン1を押すことにより、戸閉め指令補助継電器（以下「DOAR」という。）1のコイルが励磁する。
- ② DOAR1のa接点が閉じることにより、DOAR1は自己保持する。
- ③ DOAR1が自己保持することにより、DOAR11のコイルが励磁する。
- ④ DOAR11のa接点が閉じることにより、右側のドア開指令線である315線が加圧されてDOOR1及びDOOR3のコイルが励磁する。
- ⑤ DOOR1及びDOOR3のa接点が閉じることにより、DORY1-1及びDORY3-1のコイルが励磁する。
- ⑥ DORY1-1及びDORY3-1のa接点が閉じることにより、DMTR1及びDMTR3のコイルが励磁する。
- ⑦ DMTR1及びDMTR3のa接点が閉じることにより、DMV1、DMV11、DMV3及びDMV31が励磁し、右側前後両方のドアが開く。

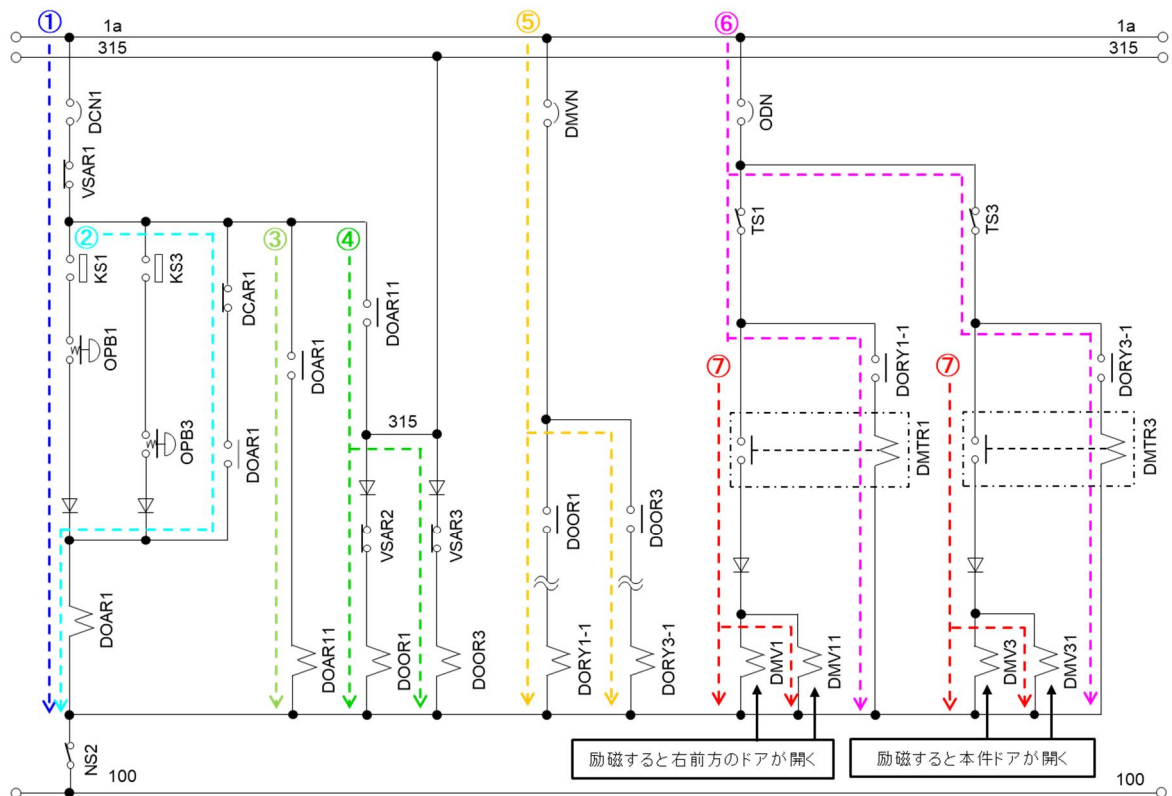


図5 車掌スイッチに関わる戸閉め制御回路の概略図

2.3.3.2 戸閉め保安回路に関する情報

本件車両の戸閉め制御回路には、走行中にドアが開かないようにするための戸閉め保安回路が組み込まれている。本件車両の戸閉め保安回路は、‘走行中に誤ってワンマン戸閉めスイッチ又は車掌スイッチで開操作をした場合においてもドアが開かないようにする戸閉め保安回路’（以下「誤操作に対する戸閉め保安回路」という。）と‘ドアの開指令線が混触^{*9}等によって意図せず加圧された場合においてもドアが開かないようにする戸閉め保安回路’（以下「ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路」という。）の2種類がある。

(1) 誤操作に対する戸閉め保安回路

図6に誤操作に対する戸閉め保安回路の概略図を示す。速度が約5 km/h以上になると、速度補助検出継電器（以下「VSAR」という。）1が励磁する。VSAR1のb接点^{*10}が開いてODS1-1及びキースイッチ1の正極側で回路を遮断することにより、走行中に誤ってワンマン戸閉めスイッチ又は車掌スイッチで開操作をしたとしてもDMVに制御電源は加圧されず、ドアが開かない回路になっている。

*9 「混触」とは、電気回路において、心線が他の心線と接触する現象のことをいう。

*10 「b接点」とは、継電器のコイルが消磁しているときは閉じており、継電器のコイルが励磁したときに開く接点のことをいう。

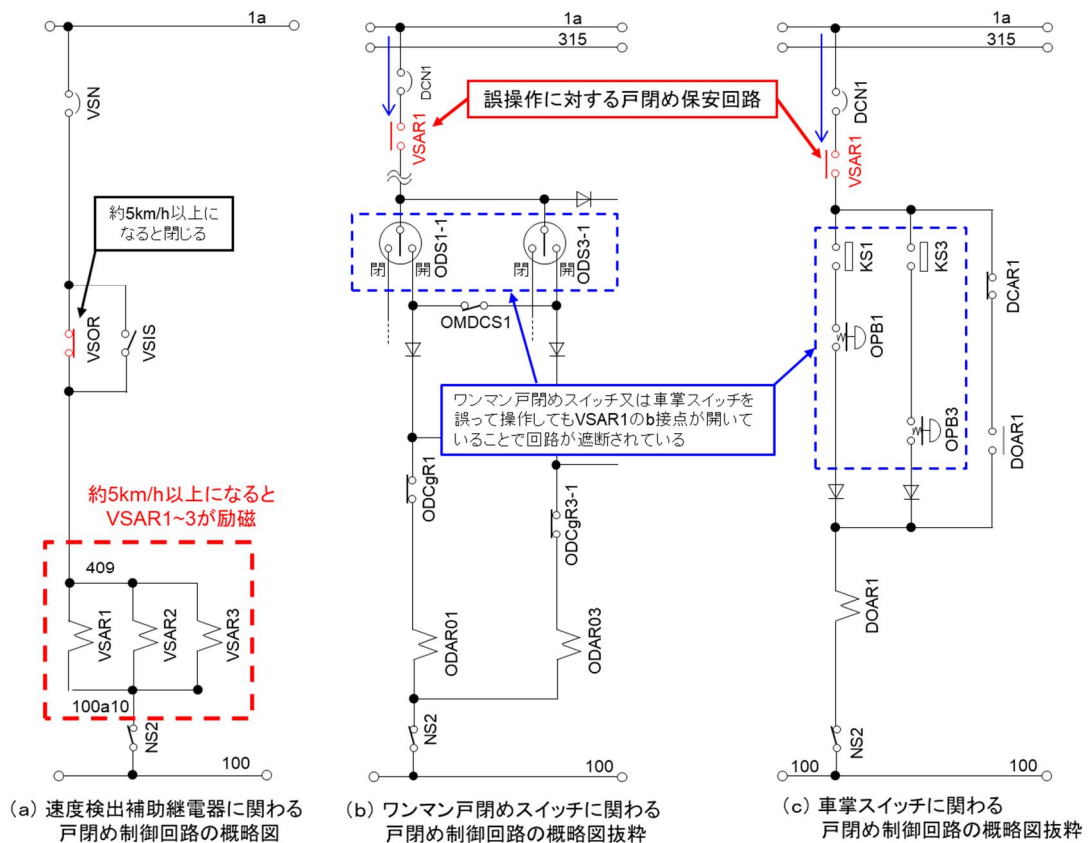


図6 誤操作に対する戸閉め保安回路の概略図

(2) ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路

図7に戸閉め保安回路に関わる戸閉め制御回路の概略図を示す。速度が約5 km/h以上になると、VSAR 2及びVSAR 3が励磁する。VSAR 2及びVSAR 3のb接点が開いてDOOR 1及びDOOR 3の正極側の回路を遮断することにより、右側のドア開指令線である315線が走行中に何らかの理由で意図せず加圧されたとしてもDMVに制御電源は加圧されず、ドアが開かない回路になっている。

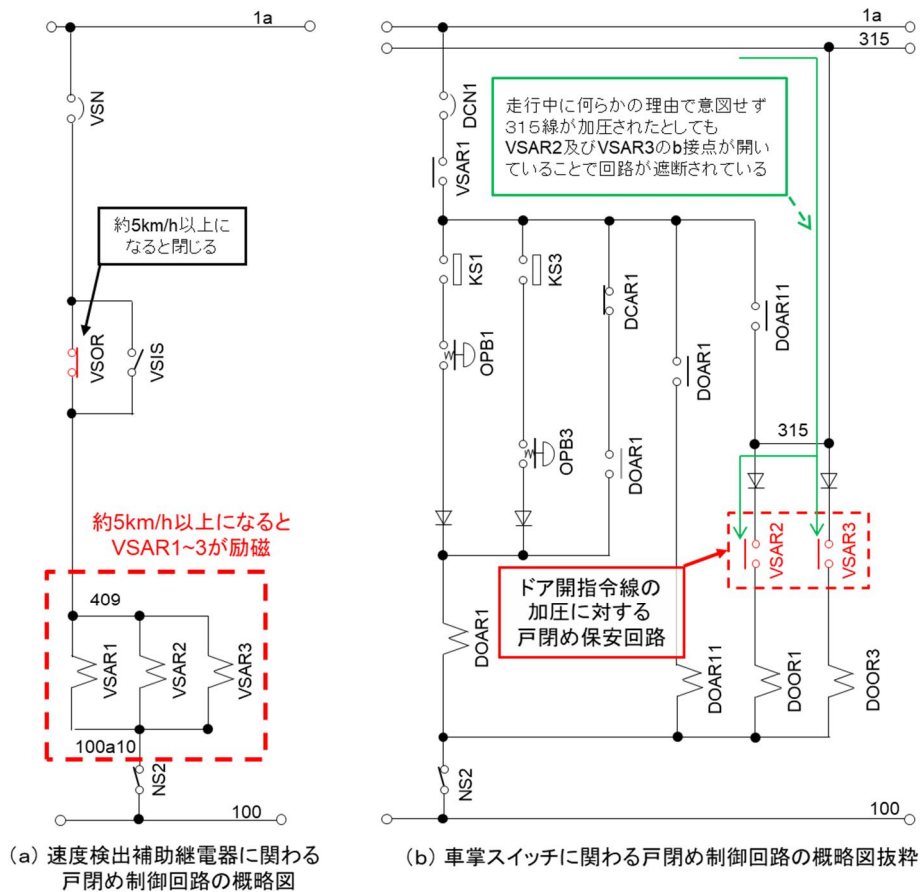


図7 ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路に関わる概略図

2.3.3.3 戸閉め予告ブザーに関する情報

本件車両の各旅客用乗降口の上部には戸閉め予告ブザー（DBz）が取り付けられている。戸閉め予告ブザーは、ドアが開閉する前に乗客に対して注意を促すため約1秒間鳴動する。なお、2.3.3.1に記述したいずれの開閉方法においても戸閉め予告ブザーは鳴動する。

2.3.4 継電器に関する情報

2.3.3に記述した戸閉め制御回路の多くの継電器には、型式がHH23PW-FLJという継電器が使用されており、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路を構成しているVSAR2及びVSAR3にも同形式の継電器が使用されている。主な仕様は、次のとおりである。

型式	: HH23PW-FLJ
コイル定格電圧	: 直流24V
接点種別	: 金めっきの双子接点
接点構成	: c接点 ^{*11} 3極

*11 「c接点」とは、a接点及びb接点の両方を持つ接点構成のことをいう。

付属品 : サージ吸収用ダイオード及び動作表示ランプ付き

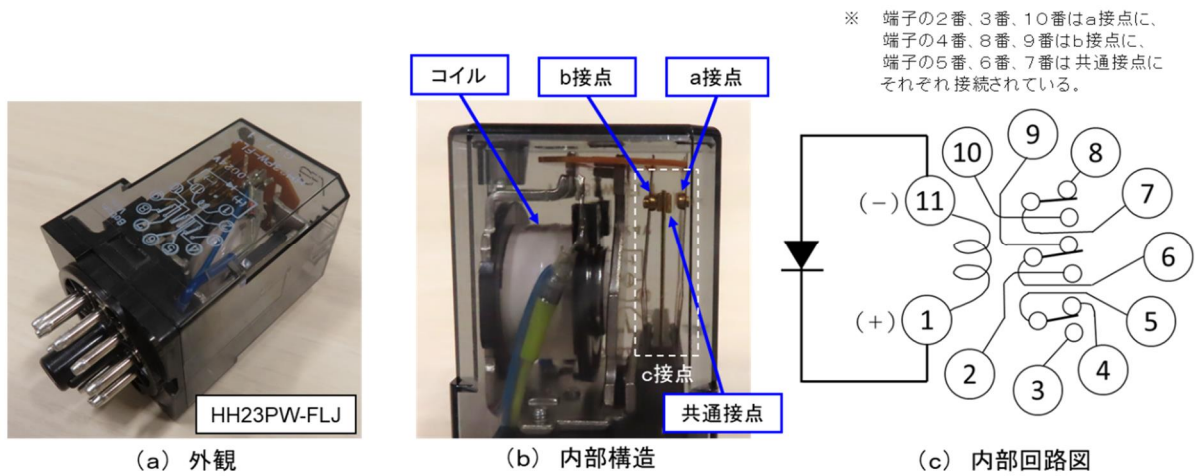


図8 継電器の構造

HH23PW-FLJは主にコイルと3極のc接点で構成されており、図8(c)に示したとおり、端子の1番と11番に電源線を接続して電圧を印加するとコイルが励磁するとともに動作表示ランプが点灯し、接点が動作する仕組みになっている。c接点は、図9に示すとおり、コイルが消磁しているときはb接点と共通接点が導通し、コイルが励磁するとb接点と共通接点は遮断されてa接点と共通接点が導通する構造になっている。

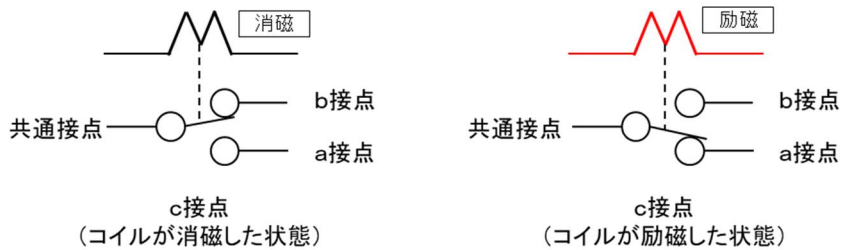


図9 c接点の動作概要

VSAR2及びVSAR3に使用されている継電器は、図10(a)に示すように、‘継電器を固定するとともに電線と電気的につなぐためのソケット’（以下「ソケット」という。）に挿した状態で車両に取り付けられている。図10(b)に示すように、ソケットにはぎ装束線*12を結線する端子台があり、ソケットの端子台には端子台番号が記載されている。

*12 「ぎ装束線」とは、電気機器内部を除いて車両に取り付けられている電線のことをいう。

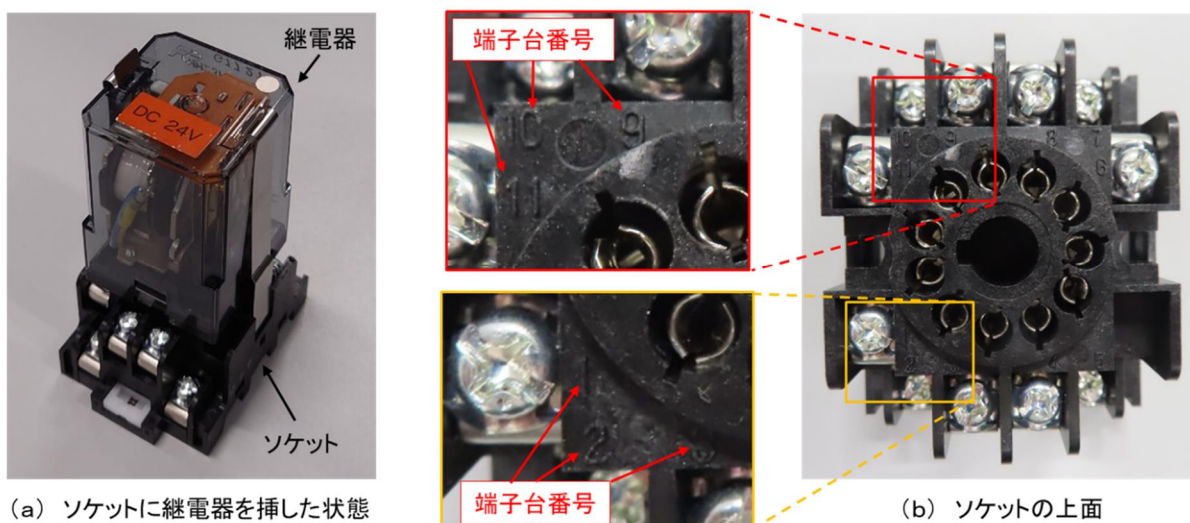


図 1 0 ソケットに継電器を挿した状態及びソケット上面の端子台番号

2.3.5 ジャンパー連結器のケーブルに関する情報

図 1 1 に示すとおり、本件車両の前面右側にキハ 1 2 5 形と連結する際に使用するジャンパー連結器（以下「本件ジャンパー連結器」という。）、本件車両の前面左側に他形式車両と連結する際に使用するジャンパー連結器が搭載されている。

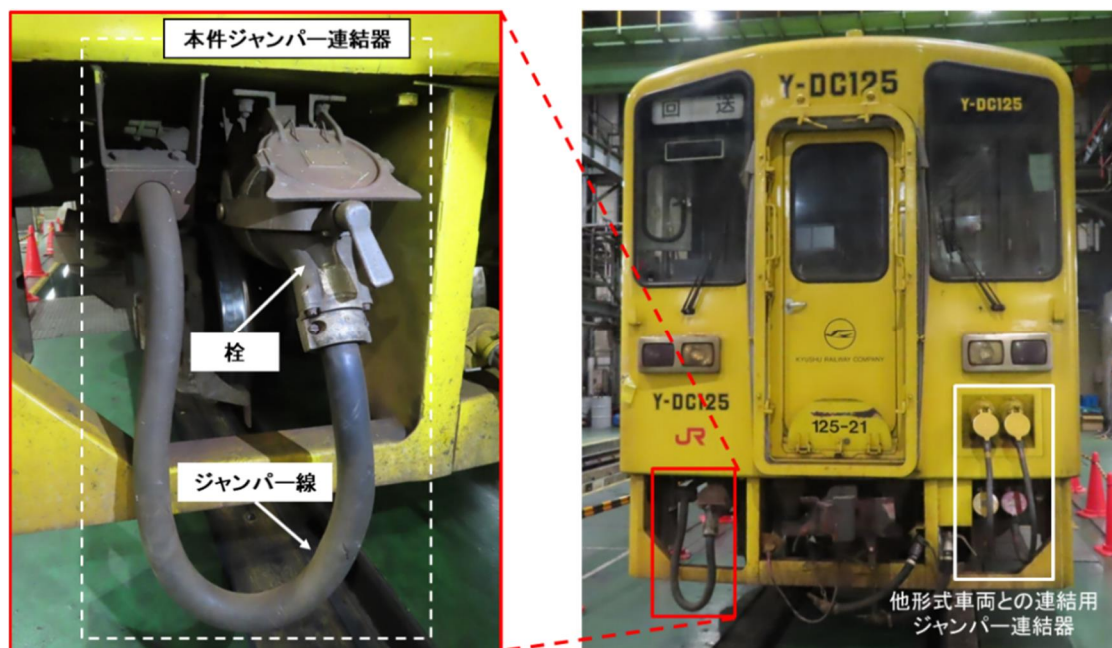


図 1 1 本件車両前面のジャンパー連結器

本件ジャンパー連結器のケーブルに使用されている「車両用 600V EP^{*13}ゴム絶縁クロロプレンシースジャンパー線」（以下「ジャンパー線」という。）は、図

*13 ここでいう「EP」とは、Ethylene Propyleneの略語である。

1 2に示すとおり、表面部分がクロロプレキシースで覆われており、その内部は線心が3層構造になっている。1層目は線心が15本、2層目は21本、3層目は27本で合計63本の線心から構成されている。

線心は、表面が黒、白、赤の3種類のゴム引布テープで覆われている。また、導体部分を紙テープで覆っており、ゴム引布テープと紙テープの間に絶縁体であるEPゴムが存在する。(以下、ゴム引布テープ、EPゴム及び紙テープをまとめて「被覆」という。) 導体部分は、直径0.32mmのすずめっき銅線が3本及び直径0.26mmのすずめっき軟銅線が37本で構成されている。(以下、すずめっき銅線及びすずめっき軟銅線のことを「銅線」といい、銅線を束ねたものを「銅線束」という。)

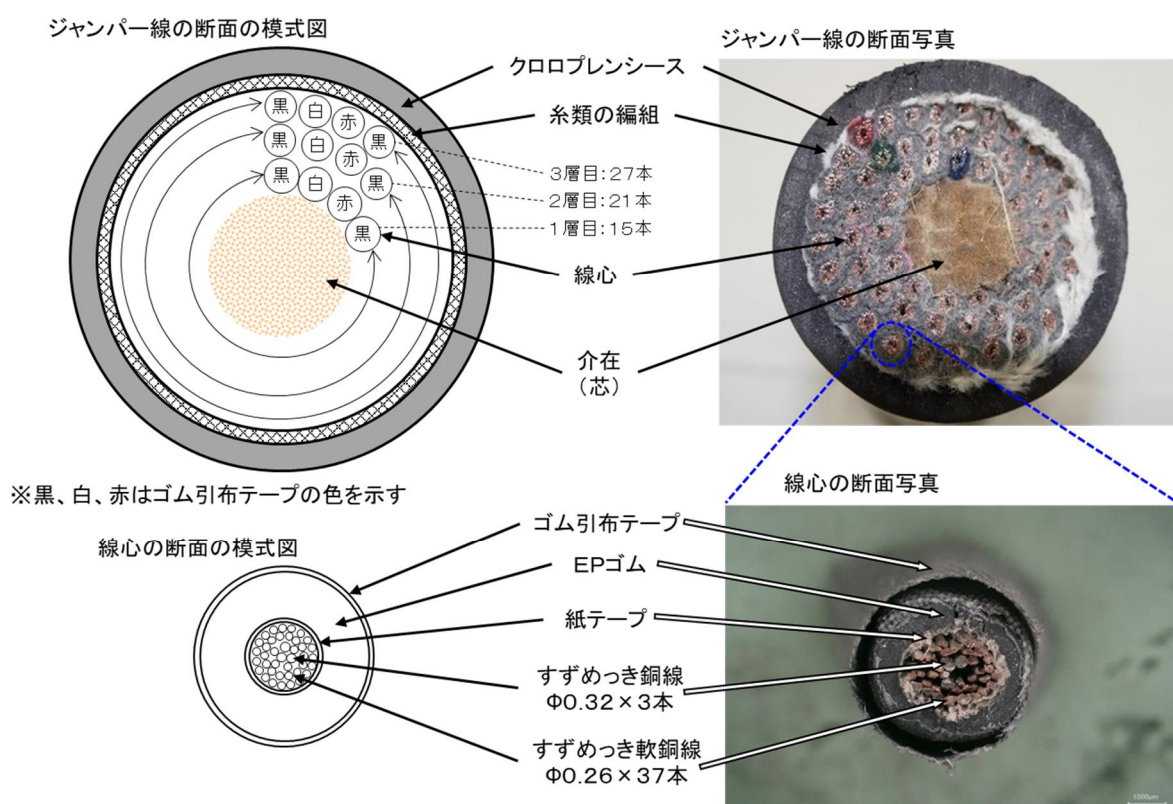


図 1 2 ジャンパー線の断面図

本件車両は、63本の線心のうち61本の線心が本件ジャンパー連結器の栓のピンに結線され、61本の線心にはそれぞれ線番記号が割り当てられている。図13(a)に本件ジャンパー連結器の栓のピン配列表を示す。2.3.2に記述した1線は、A1～A5及びB3～B5に、100線はH1～H3及びK1～K5に結線されている。また、2.3.3.1に記述した右側のドア開指令線である315線はE1に結線されている。

ピン番号	線番号	ピン番号	線番号	ピン番号	線番号	ピン番号	線番号
A1	1	C5	18	E5	631	G4	7
A2	1	C6	19	E6	632	G5	8
A3	1	C7	20	E7	633	G6	9
A4	1	D1	26	E8	634	G7	10
A5	1	D2	306	F1	658	H1	100
B1	1890	D3	37	F2	659	H2	100
B2	1891	D4	78	F3	660	H3	100
B3	1	D5	80	F4	652	H4	48
B4	1	D6	202	F5	653	H5	49
B5	1	D7	302	F6	407	H6	100g21
B6	606	D8	303	F7	408	K1	100
C1	12	E1	315	F8	409	K2	100
C2	14	E2	316	G1	4	K3	100
C3	15	E3	317	G2	5	K4	100
C4	17	E4	325	G3	6	K5	100
						L	326



(a) ジャンパー連結器の栓のピン配列表

(b) ジャンパー連結器の栓の勘合面

図 1 3 本件ジャンパー連結器の栓のピン配列

2. 4 車両機器等の調査結果に関する情報

2. 4. 1 本件車両の調査結果に関する情報

当委員会及び同社は、本件ドアが走行中に開いた原因を調査するため、本件車両のドアの開閉機能及び本件車両のドアの開閉に関係する機器の動作確認等の調査を実施した。

2. 4. 1. 1 ドアの開閉機能等に関する調査

次の調査をしたが、ドアの開閉機能等に異常は認められなかった。

- (1) ワンマン戸閉めスイッチ及び車掌スイッチによるドアの開閉機能の確認
- (2) ドアの開閉速度
- (3) 車側灯及び戸閉め表示灯の点灯及び滅灯の確認
- (4) 戸閉め機械^{*14}のボルト取付状態及び空気漏れの有無

2. 4. 1. 2 継電器の動作確認

車両が正常な状態であれば、3 1 5 線が走行中に加圧されることはないが、2. 1. 2 の表 1 及び表 2 に示したように、本件車両に設置されている運転状況記録装置には、走行中に 3 1 5 線の加圧が記録されていた。そこで、3 1 5 線の加圧に関する継電器の動作確認をするため、速度検出点検スイッチ^{*15} (V S I S) を ON にしたところ、本来はドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路を構成する V S A R 2 及び V S A R 3 が動作すべきであるが、V S A R 2 のみが動作し、V S A R 3 は動作

*14 「戸閉め機械」とは、圧縮空気によりドアを開閉する機械をいう。

*15 「速度検出点検スイッチ」とは、速度検出継電器 (V S O R) の a 接点を短絡するスイッチのことをいう。主に車両の保守などにおいて、模擬的に走行している状態を作り出して V S A R 1 ~ 3 が動作することの確認等を行うために使用される。

しなかった。なお、V S A R 2は、V S A R 3が取り付けられている運転室とは反対側に位置する前位側の運転室に取り付けられている。(速度検出点検スイッチの回路図は図 6 及び図 7 を参照)

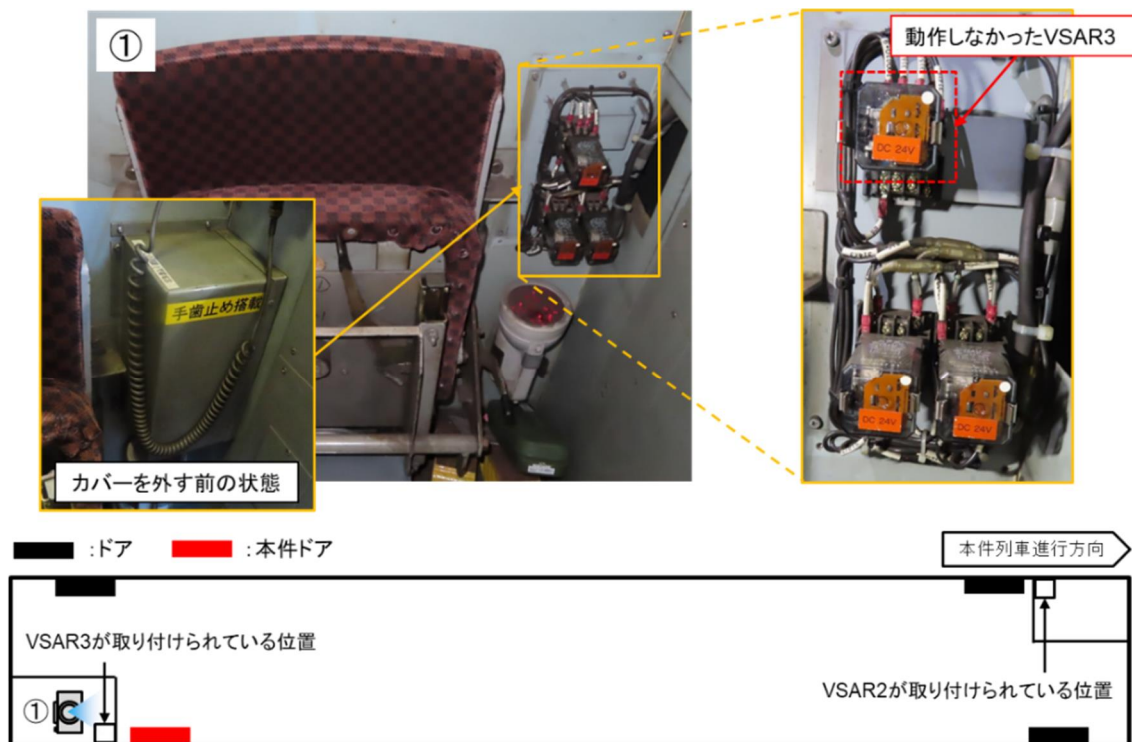


図 1 4 V S A R 3 の搭載位置

V S A R 3 が動作しない原因を調査したところ、次のとおり、電源線がV S A R 3 のソケットの端子台に図面の指示どおりには結線されていなかったことが判明した。

すなわち、2.6.1に後述するように、キハ125形の図面では、V S A R 2 及びV S A R 3 のソケットの端子台において、コイルの正極側の電源線である409線を端子台の1番に、負極側の電源線である100a10線を端子台の11番に結線するよう指示されている。しかし、本件車両のV S A R 2 のソケットの端子台では同指示のとおりには結線されていたものの、V S A R 3 のソケットの端子台では、図15に示すとおり、409線は端子台の2番に、100a10線は端子台の10番に結線されていた。試みに409線をV S A R 3 のソケットの端子台の1番に、100a10線を11番に結線し直して速度検出点検スイッチをONにしたところ、V S A R 3 が動作した。また、2.5.1.3(2)に後述する性能検査を実施したところ、V S A R 3 の継電器の性能検査の結果に異常は見られなかった。

なお、V S A R 2 及びV S A R 3 のソケットの端子台に結線されていたぎ装配線

には、線番記号リングマーク*16は取り付けられていたが、端子符号リングマーク*17は取り付けられていなかった。

(付図6 戸閉め制御回路3 参照)

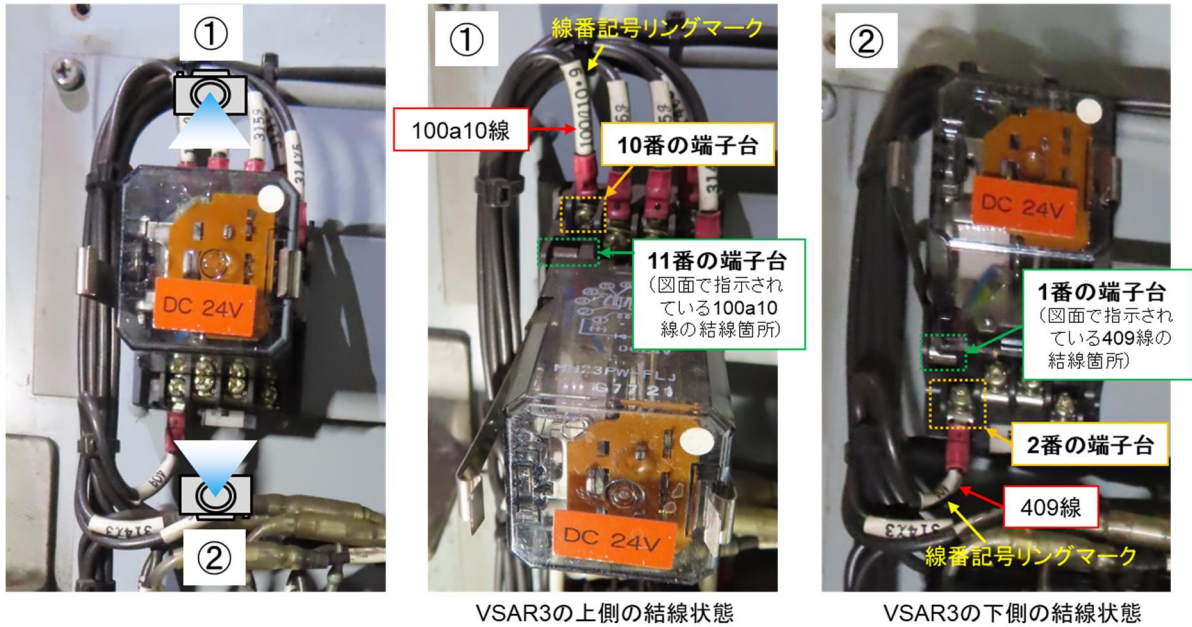


図15 VSAR3の結線状態

2.4.1.3 ジャンパー線の外観調査及び絶縁抵抗測定

(1) ジャンパー線の外観調査

本件ジャンパー連結器の外観調査を実施したところ、図16に示すとおり、ジャンパー線に約40mmの裂傷が認められた。ジャンパー線の裂傷部は、表面のクロロプレンシースが裂け、内部の線心が露出している状態であった。また、ジャンパー線の背面にあるスカートの前部の汚れが取れて車体の黄色い塗料が明瞭になっている部分が確認された。

*16 「線番記号リングマーク」とは、回路の線番記号をビニールチューブ等に印字し、ぎ装配線等に取り付けたものをいう。

*17 「端子符号リングマーク」とは、端子台等の番号や記号をビニールチューブ等に印字し、ぎ装配線等に取り付けたものをいう。

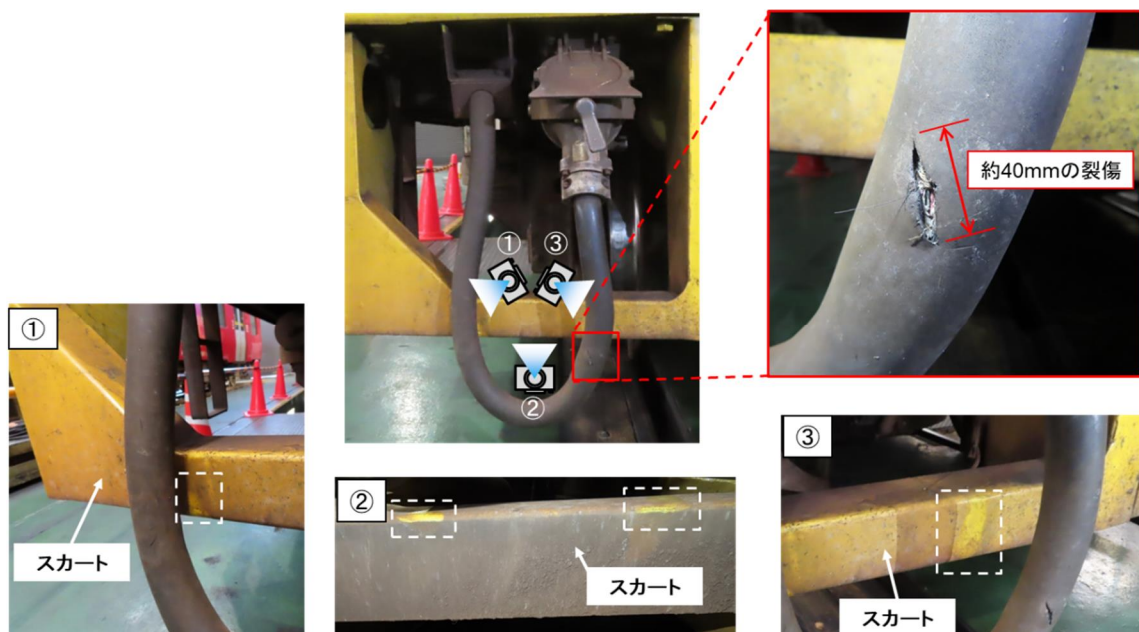


図 1 6 ジャンパー線の裂傷及びジャンパー線が接触したとみられる痕跡

(2) 線間絶縁抵抗の測定

ジャンパー線の315線の線心と他の線心間の線間絶縁抵抗を直流500Vの絶縁抵抗計^{*18}（以下「500Vメガー」という。）で測定したところ、100MΩ以上であり、異常は認められなかった。

しかし、2.9に後述するとおり、本重大インシデント発生前に雨が降っていたことから、ジャンパー線の裂傷部に霧吹きで水を吹きかけてジャンパー線の315線の線心と他の線心間の線間絶縁抵抗を500Vメガーで測定したところ、ジャンパー線の315線の線心と本件ジャンパー連結器の栓のピン番号「A4」（図13参照）に結線されている1線の線心間の線間絶縁抵抗が約0Ωとなった。

2.4.2 本件車両と同形式の車両に関する調査結果に関する情報

表3に示すとおり、同社が本件車両を除くキハ125形のVSAR1～3（キハ125-401及び402はVSAR）の動作確認及び結線状態の確認を行ったところ、26両中8両のVSAR2又はVSAR3において、本件車両のVSAR3と同様に、409線が端子台の2番に、100a10線が端子台の10番に結線されていた。なお、平成5年1月に同社に納入されたキハ125形1次車は、409線及び100a10線が図面どおりに結線されていたが、平成5年12月及び平成6年2月に同社に納入されたキハ125形2次車のうち、平成5年12月に納入さ

*18 「絶縁抵抗計」とは、電気回路の絶縁特性に関する検査に使われる保守点検用電気計測器のことをいう。回路の対地間や線間の絶縁が保たれているかどうか、直流電圧を印加して測定する。

れた8両は、409線及び100a10線が図面とは異なる端子台に結線されていた。

表3 本件車両を除くキハ125形のVSAR2,3の結線状態

記号番号	結線状態		納入年月	製作次	記事
	VSAR2	VSAR3			
キハ125-1	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-2	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-3	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-4	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-5	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-6	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-7	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-8	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-9	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-10	○	○	平成5年1月	1次車	
キハ125-111	○	○	平成5年1月	1次車	※3
キハ125-12	×	×	平成5年12月	2次車	
キハ125-113	×	○	平成5年12月	2次車	※3
キハ125-114	×	○	平成5年12月	2次車	※3
キハ125-15	×	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-16	○	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-17	×	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-18	×	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-19	×	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-20	×	○	平成5年12月	2次車	
キハ125-122	○	○	平成6年2月	2次車	※3
キハ125-23	○	○	平成6年2月	2次車	
キハ125-24	○	○	平成6年2月	2次車	
キハ125-25	○	○	平成6年2月	2次車	
キハ125-401	—	—	平成21年9月		※4
キハ125-402	—	—	平成21年9月		※4

※1：結線状態の「○」は、VSAR2及びVSAR3のソケットの端子台において、409線が1番に、100a10線が11番に図面どおり結線されていたこと示す。

※2：結線状態の「×」は、VSAR2及びVSAR3のソケットの端子台において、409線が2番に、100a10線が10番の図面とは異なる端子台に結線されていたことを示す。

※3：平成26年度に座席の一部を撤去する改造を実施したことにより、記号番号の連番の百の

位に1を付け加えている。

※4：同社が高千穂鉄道株式会社からTR-400形を購入して改造したものを平成21年9月にキハ125形へ編入させ、キハ125-401及びキハ125-402としている。キハ125-401及びキハ125-402は、VSAR1～3はなくVSARのみであるが、同社がVSARの動作すること及びぎ装配線が図面どおり結線されていることを確認している。

図17(a)に示すとおり、図面どおり端子台に結線されている車両は、409線がソケットの端子台の1番に、100a10線がソケットの端子台の11番に結線されている。図17(b)に示すとおり、図面とは異なる端子台に結線されている車両は、409線がソケットの端子台の2番に、100a10線が10番に結線されている。

なお、キハ125形1次車は、VSAR2及びVSAR3を継電器盤から2.4.1.2の図14に示した位置に移設する改造を同社が行い、本件車両を含むキハ125形2次車は、株式会社新潟鐵工所（以下「旧車両メーカー」という。）が製造時にVSAR2及びVSAR3を2.4.1.2の図14に示した位置に取り付け、ぎ装配線の結線を行った。

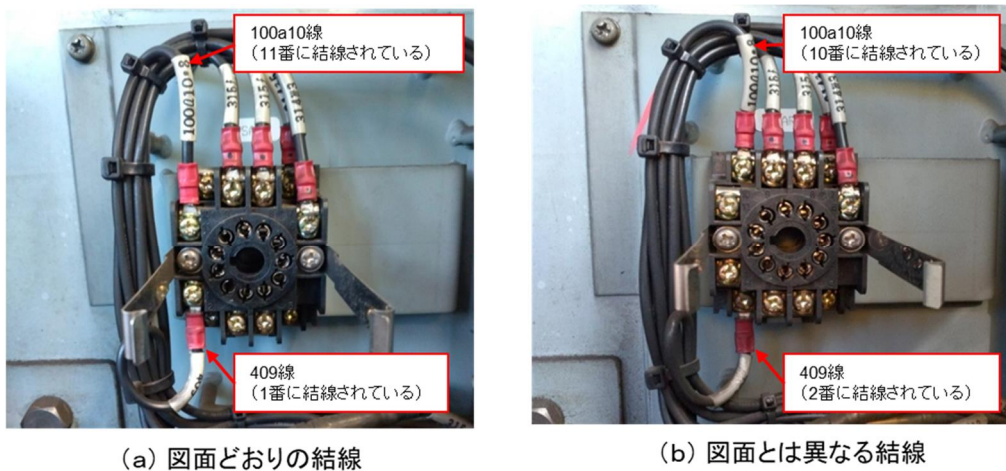


図17 図面どおりの結線と図面とは異なる結線の状態

2.4.3 ジャンパー線のX線CT及び分解調査等の結果に関する情報

2.4.1.3(1)に記述したように、ジャンパー線に裂傷が認められたことから、当委員会は、公益財団法人鉄道総合技術研究所にジャンパー線の損傷状態を詳細に調査するためX線CT及び分解調査を委託した。その結果を2.4.3.1及び2.4.3.2に記述する。

2.4.3.1 X線CT

図18に示すとおり、X線CTを行うためジャンパー線の裂傷部を切り出し、切

り出したジャンパー線の裂傷部を中心に約85mmの範囲のX線CTを行った。

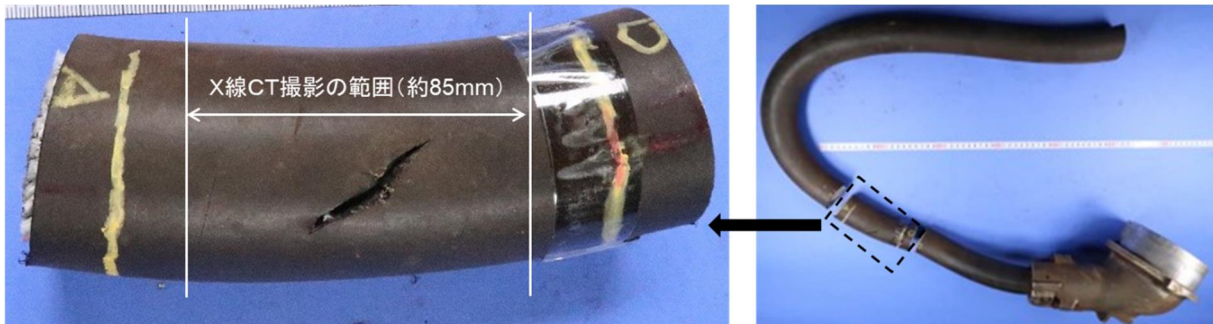
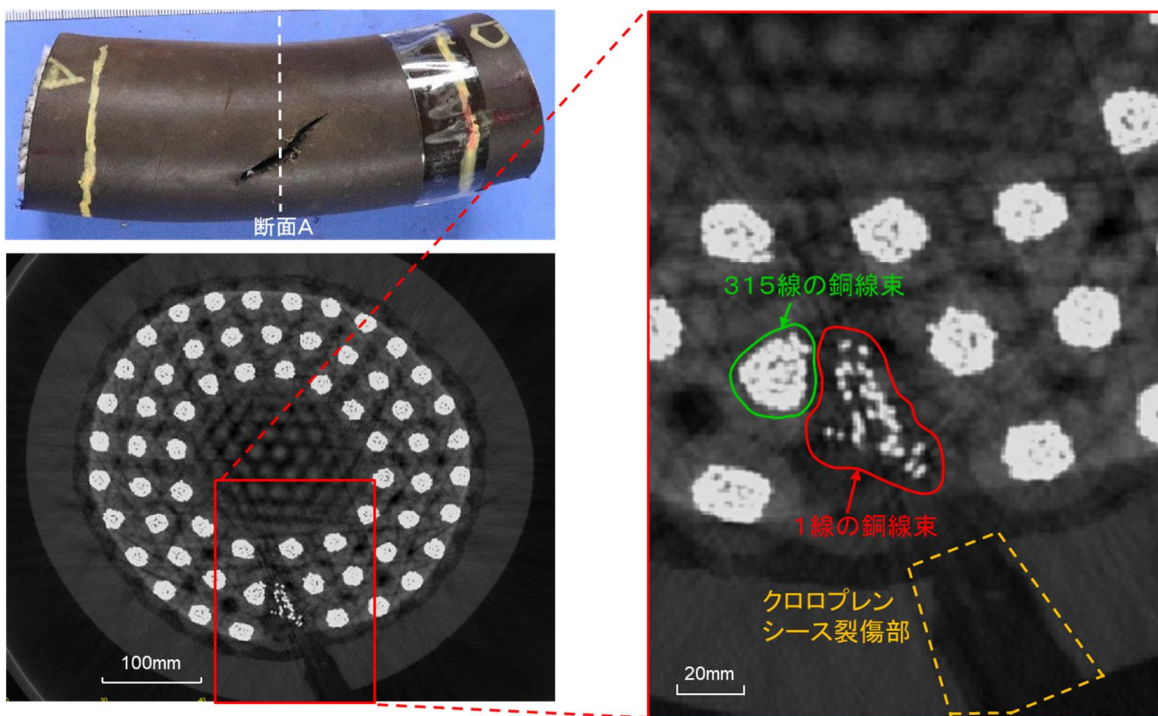


図18 X線CTの範囲

(1) ジャンパー線の裂傷部の断面画像

図19に裂傷部の断面AのX線CT画像を示す。クロロプレキシスの裂傷部からジャンパー線の中心に向かう直線上に位置する1線の銅線束の形が崩れてまばらになっていることが確認された。



断面AのX線CT画像

図19 裂傷部(断面A)のX線CT画像

(2) 1線の銅線束の損傷状態

X線CT画像から1線の銅線束の領域を抽出して色付けした画像を図20に示す。1線の銅線束は、3本の銅線だけがつながっており、他の銅線が断線して大きく損傷している状態であった。

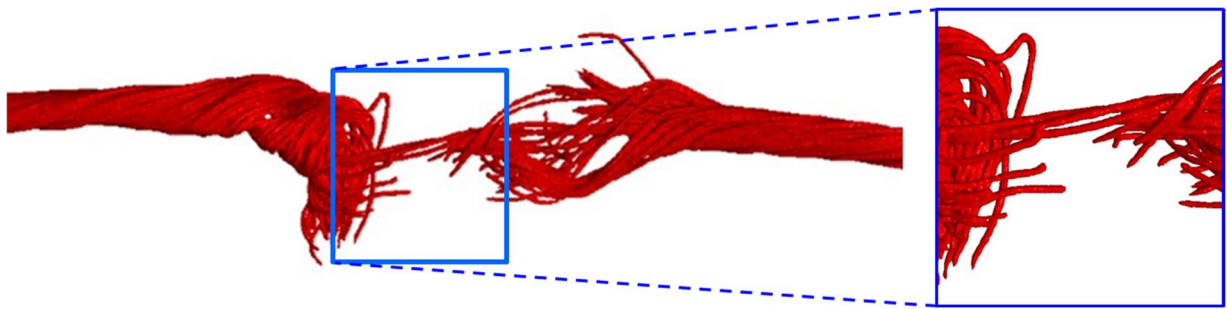
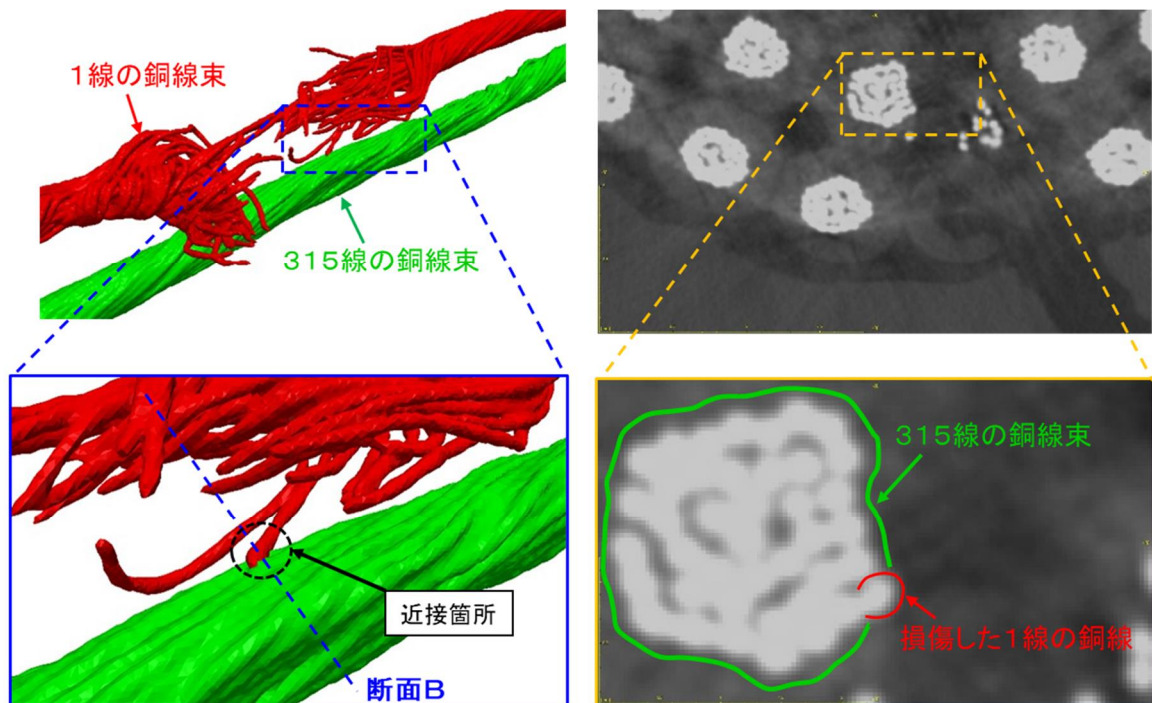


図 20 X線CT画像から抽出した1線の銅線束

(3) 1線と315線の銅線束の近接箇所

X線CT画像から1線と315線の銅線束の領域を抽出した画像を図21 (a)に示す。同図において、損傷した1線の銅線が315線の銅線束に近接している箇所が確認された。また、損傷した1線の銅線と315線の銅線束が最も近接している断面BのX線CT画像を図21 (b)に示す。CT画像上において、損傷した1線の銅線と315線の銅線束の間は、銅線を写している白い領域が連続していた。



(a) X線CT画像から抽出した1線と315線の銅線束

(b) 断面BのX線CT画像

図 21 損傷した1線の銅線と315線の銅線束の近接箇所のX線CT画像

X線CT画像から1線と315線の銅線束とみられる領域を抽出した画像

を別の角度から見ると、図22(a)に示すとおり、315線の銅線束に近接している損傷した1線の銅線は、1線の銅線束と切り離されていた。‘1線の銅線束から切り離された銅線’（以下「切り離された銅線」という。）と1線の銅線束が最も近接している断面CのX線CT画像において、図22(b)に示すとおり、切り離された銅線と1線の銅線束との間には、空隙とみられる灰色の領域が確認された。なお、X線CT画像で測定した切り離された銅線の長さは、約5.4mmであった。

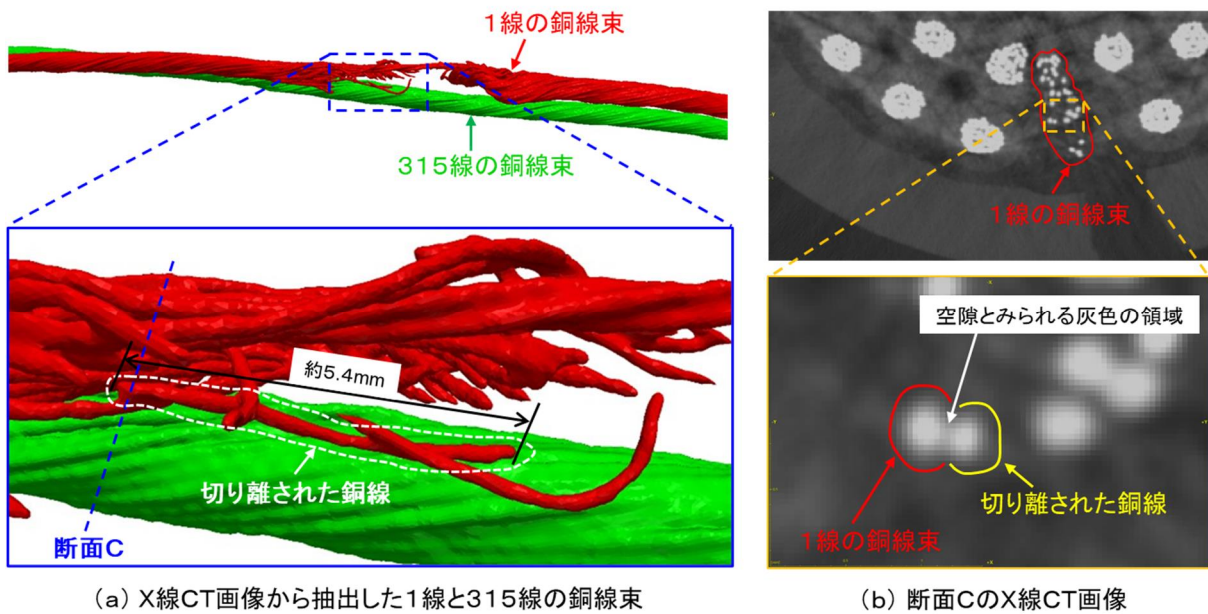


図22 1線の銅線束と切り離された銅線のX線CT画像

2.4.3.2 分解調査

2.4.3.1に記述したX線CTの後、切り出したジャンパー線の分解調査を行った。まず、クロロプレキシース及び糸類の編組を除去し、1線の線心の表面の状態を確認した。図23に示すとおり、1線の線心は、被覆が破れて銅線束が露出している状態であった。

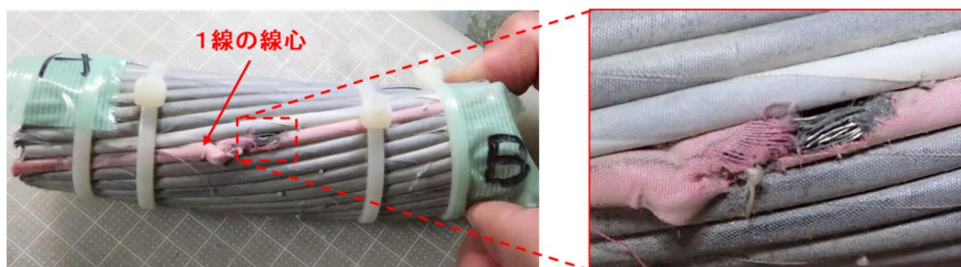


図23 クロロプレキシース及び糸類の編組を除去したジャンパー線

次に、図24(a)に示すとおり、切り出したジャンパー線から1線の線心を取り外し、1線の線心の損傷状態と315線の線心の表面の状態を確認した。図25(a)に示すとおり、1線の線心は、被覆及び銅線束が激しく損傷しており、損傷している1線の線心の内部から2.3.5に記述したジャンパー線の構成材料とは異なる異物(以下「異物1」という。)が見付かった。また、図24(b)に示すとおり、315線の線心の被覆は破れており、315線の線心の被覆から銅線が飛び出している状態であった。

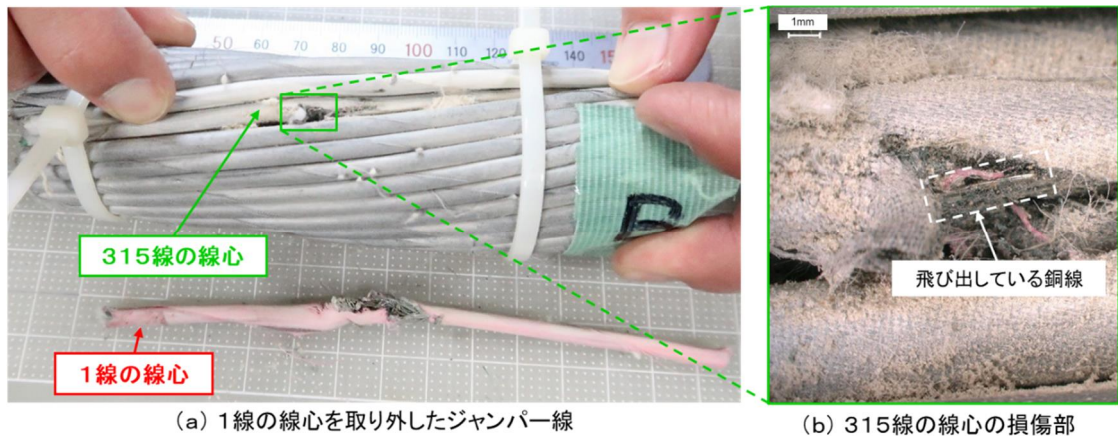


図24 1線の線心を取り外した状態のジャンパー線

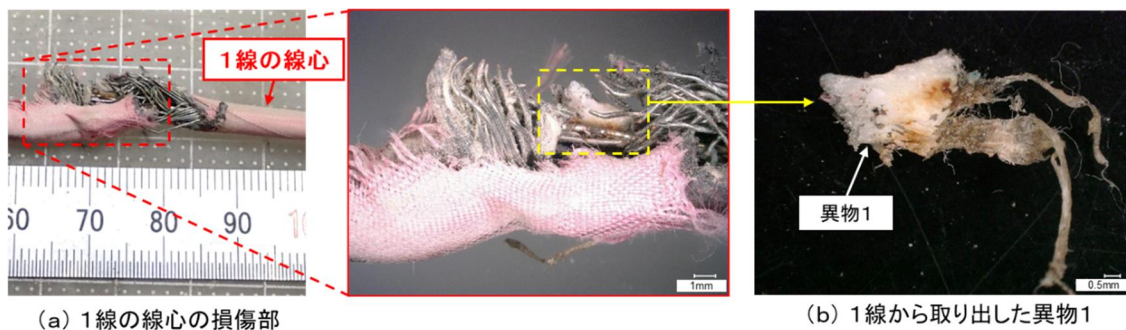


図25 1線の線心の損傷部から取り出した異物1

その後、315線の線心も切り出したジャンパー線から取り外し、315線の線心から飛び出している銅線を取り外したところ、図26(c)に示すとおり、約6mmの長さで銅線の両端が切断された状態であった。また、図26(d)に示すとおり、315線の線心の被覆を除去し、銅線束の状態を確認したところ、銅線の断線は認められなかった。

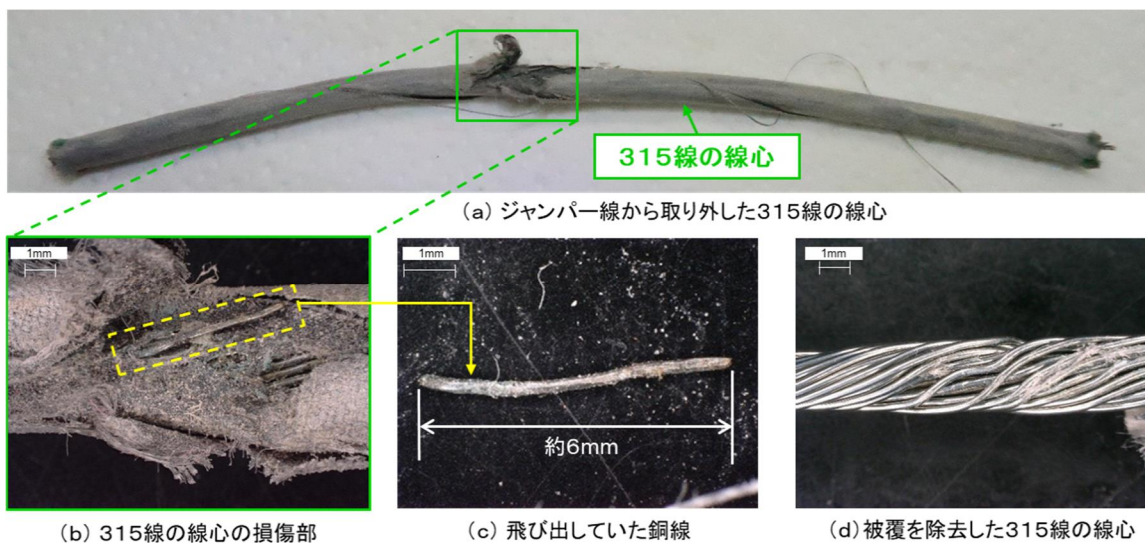


図 2 6 3 1 5 線の線心を分解した状態

最後に、除去したクロロプレキシスの裂傷部を観察したところ、図 2 7 (b)、(c) に示すとおり、2.3.5に記述したジャンパー線の構成材料とは異なる毛状の異物（以下「異物 2」という。）及び繊維状の異物（以下「異物 3」という。）が見つかった。

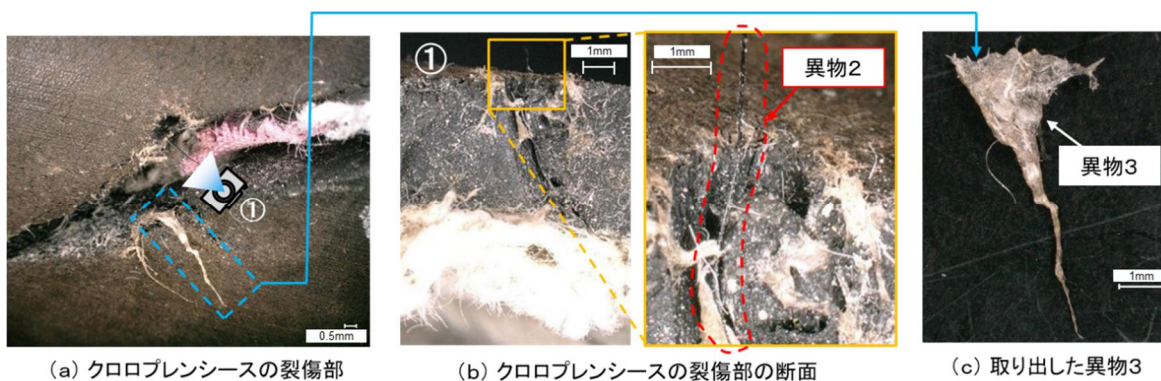


図 2 7 クロロプレキシスの裂傷部の観察結果

2.4.4 異物の調査結果に関する情報

当委員会は、2.4.3.2に記述したジャンパー線の分解調査で見付かった異物 1、異物 2 及び異物 3 について、株式会社分析センターに‘赤外分光法^{*19}による成分分析’（以下「I R分析」という。）を委託した。

I R分析等の結果において、

*19 「赤外分光法」とは、波長を連続的に変化させた赤外線を試料に照射し、吸収された赤外スペクトルを測定することによって物質の解析を行う手法のことをいう。赤外分光法は、物質の分子構造における官能基（原子団）の種類によって吸収される赤外線の波長が異なることを利用しており、主に有機物の種別判定に有効である。

- (1) 異物1は、主成分が天然ポリアミド^{*20}であることが分かり、この他の成分としてリン酸カルシウムが存在すると推定されたこと、
 - (2) 異物2の主成分は、天然ポリアミドであることが分かったこと、
 - (3) 異物3の主成分は、天然ポリアミドであることが分かったこと
- から、株式会社分析センターの分析結果によれば、異物1、異物2及び異物3は、樹木由来を除く生物由来の物質の可能性が高いと考えられるとのことであった。

2.5 車両の整備等に関する情報

2.5.1 車両の整備に関する情報

車両の整備については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成13年国土交通省令第151号）」に基づき、同社が九州運輸局長に届け出ている実施基準の一部である「内燃動車整備実施基準」に定められている。車両の主な検査には、全般検査^{*21}、要部検査^{*22}、交番検査^{*23}及び仕業検査^{*24}があり、検査の種類ごとに定められた期間又は車両の走行距離によって定期的に行われている。本件車両の本重大インシデント発生前直近の検査の実施日は、表4のとおりである。

表4 本件車両の検査実施日

検査の種類	実施日
全般検査	令和 4年 5月11日
交番検査	令和 4年 7月29日
仕業検査	令和 4年10月15日

2.5.1.1 ドアの開閉試験

本件車両の本重大インシデント発生前直近の全般検査、交番検査及び仕業検査におけるドアの開閉試験の検査結果に異常は見られなかった。

*20 「天然ポリアミド」とは、アミド結合を有する天然の高分子化合物に対する総称であり、動植物やカビ類等の菌類の代謝物に含まれるたんぱく質の構成成分となる生体関連物質のことをいう。

*21 「全般検査」とは、同社における内燃動車の検査の一つで、内燃動車の使用状態に応じ、主要部分を取り外して全般について行う検査をいう。この検査は8年を超えない期間ごとに行うものと定められている。また、全般検査は要部検査と同等以上の検査を実施していることから、全般検査を実施した内燃動車は、要部検査を実施したとすることができる。

*22 「要部検査」とは、同社における内燃動車の検査の一つで、内燃動車の使用状態に応じ、重要な装置の主要部分について行う検査をいう。この検査は、4年又は当該内燃動車の走行距離が50万km（一部の車両形式は25万kmであるが、キハ125形は50万kmである。）を超えない期間のいずれか短い期間ごとに行うものと定められている。

*23 「交番検査」とは、同社における内燃動車の検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じ、動力発生装置、動力伝達装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態、作用及び機能について在姿状態で行う検査のことをいう。この検査は、90日を超えない期間ごとに行うものと定められている。

*24 「仕業検査」とは、同社における内燃動車の検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じ、消耗品の補充取替並びに動力発生装置、動力伝達装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態及び作用について行う検査のことをいう。この検査は、7日を超えない期間ごとに行うものと定められている。

2.5.1.2 戸閉め保安回路の機能検査

全般検査及び要部検査において、戸閉め保安回路の機能検査を実施することが定められている。キハ125形の戸閉め保安回路の機能検査は、同社の小倉総合車両センター構内における走行試験で行われ、検査方法は次のとおりである。

(1) ワンマン戸閉めスイッチによる戸閉め保安回路の機能検査方法

- ① 5 km/h以上まで加速する。
- ② 全てのワンマン戸閉めスイッチで開操作をして、ドアが開かないことを確認する。

(2) 車掌スイッチによる戸閉め保安回路の機能検査方法

次の①～③を左右両側で実施する。

- ① 5 km/h以上まで加速する。
- ② 左右片側のキースwitchに専用の鍵を挿して「入」の位置に回し、戸開押ボタンを押してドアが開かないことを確認する。
- ③ ②の状態でも5 km/h以下まで減速し、ドアが開くことを確認する。

本件車両の本重大インシデント発生前直近の全般検査における戸閉め保安回路の機能検査結果に異常は見られなかった。なお、同社は、キハ125形の戸閉め保安回路の機能検査において、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施しておらず、目視によるV S A R 1～3の動作確認も行うことにはなっていないとのことであった。

2.5.1.3 継電器の保守

同社における継電器の保守の方法は、在姿検査、性能検査及び取替の3種類がある。なお、性能検査及び取替において車両からV S A R 2及びV S A R 3を取り外すときは、ソケットから継電器を抜いて取り外すだけであり、ソケットの端子台に結線されている^ぎ配線は外さない。

(1) 在姿検査

在姿検査は、車両に継電器を取り付けた状態で継電器のコイルや接点に異常がないかを確認する。なお、車両の電源を切り、継電器が動作していない状態で検査される。

(2) 性能検査

性能検査は、車両から継電器を取り外して継電器専用の試験機で継電器の動作確認、コイルの動作電圧、コイルの積放電圧^{*25}及び接点の接触抵抗に異常がないかを確認する。

*25 「積放電圧」とは、動作状態の継電器のコイル印加電圧を徐々に下げていき、接点が開く（回路が切れる）瞬間のコイル電圧のことをいう。

(3) 取替

取替は、継電器の状態にかかわらず新しい継電器に交換する。

全般検査、要部検査及び交番検査において、継電器の在姿検査、性能検査及び取替を表5に示すとおり実施していた。

表5 各検査における継電器の保守

検査の種類	令和3年5月31日まで	令和3年6月1日以降
交番検査	在姿検査	在姿検査
要部検査	取替	在姿検査
全般検査	取替	性能検査

※ 新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響によって輸送収入が減り、保守費用を削減するため、令和3年6月1日から一時的に継電器の保守の方法を変更している。令和6年4月からは、継電器の保守方法を令和3年5月31日以前の保守方法に戻すことを予定している。

本件車両の本重大インシデント発生前直近の定期検査において、全般検査の結果には、V S A R 2 及び V S A R 3 が性能検査を実施した継電器に交換されたことを示すレ点記録されていた。また、交番検査における在姿検査の結果に異常は見られなかった。

2.5.1.4 ジャンパー連結器の点検等

全般検査、要部検査及び交番検査において、目視でジャンパー連結器の取付状態及び損傷等の有無を点検することが定められている。

本件車両の本重大インシデント発生前直近の定期検査において、全般検査のジャンパー線の点検結果には、ジャンパー線の汚損が確認されたため清掃を行ったことが記録されていたが、その他の異常は見られなかった。また、交番検査におけるジャンパー線の点検結果に異常は見られなかった。

同社によれば、仕業検査でもジャンパー線に損傷がないか点検しているとのことであった。しかし、内燃動車の仕業検査の結果を記録する「気動車仕業検査記録簿」にジャンパー線の損傷に関する点検項目の記載はなく、ジャンパー線の損傷に関して記録を残す仕組みにはなっていなかったため、点検結果を確認することはできなかった。なお、乗務員から列車が動物等と接触したとの申告があった場合には、車両所等でジャンパー線に損傷がないか点検を行っている。

また、交番検査において洗浄水を用いてスカートの前部を洗浄している。

2.5.2 車両の改造に関する情報

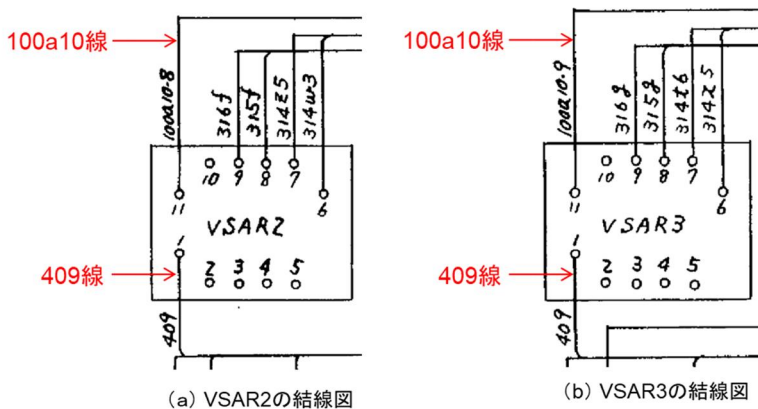
本件車両が平成5年12月に2次車として同社に納入されてから本重大インシデント発生当日までの本件車両の改造工事の図面において、2.4.1.2に記述した409線と100a10線の結線を外す作業は認められなかった。

2.6 車両メーカーに関する情報

キハ125形は、旧車両メーカーによって製造され、2.4.2の表3に示したように、平成5年1月から平成6年2月にかけて同社に納入されている。平成15年2月に旧車両メーカーと富士重工業株式会社の鉄道車両部門等を統合して新潟トランス株式会社（以下「現車両メーカー」という。）が設立された。現車両メーカーの車両の製造及び完成検査の方法は、旧車両メーカーの方法を踏襲しており、変更しているところはあるものの大きく変わってはいない。

2.6.1 車両の設計に関する情報

旧車両メーカーが作成したキハ125形2次車の図面では、図28に示すように、VSAR2及びVSAR3のソケットの端子台において、409線を1番に、100a10線を11番に結線するように指示されていた。



(継電器箱内部配線「図面番号：3156127600-C」を基に作成)

図28 VSAR2及びVSAR3の結線の図面

2.6.2 車両の製造に関する情報

(1) 旧車両メーカーのキハ125形の製造に関する情報

旧車両メーカーのキハ125形製造当時の配線作業マニュアルは、廃棄されており確認することができなかった。現車両メーカーに旧車両メーカー時代から所属する作業者によれば、キハ125形製造当時の旧車両メーカーの結線作業の概略は、次のとおりであった。

については定められていなかった。しかし、結線の後確認は、旧車両メーカーと同様に作業者が自主的に行っており、その方法は、単に作業した箇所と図面と見比べる方法や結線後のレ点チェック等、作業者によって違っていた。また、結線の後確認の記録を残す仕組みにはなっていない。

2.6.3 車両の完成検査に関する情報

(1) 旧車両メーカーのキハ125形の完成検査に関する情報

本件車両の完成検査の結果を記録した「検査試験成績表」には、電気配線つなぎ及び戸閉め装置の機能検査の結果が「良」と記録されていたが、電気配線つなぎ及び戸閉め装置の機能検査において何を実施したか詳細な内容は記録されていない。

(2) 現車両メーカーの車両の完成検査に関する情報

現車両メーカーの車両の機能に関わる完成検査は、図29に示すように、ぎ装束線が図面どおりに正しく接続されているか確認する導通検査(以下「配線導通検査」という。)、ぎ装束線に所定の絶縁性能があるか確認する絶縁・耐圧試験、車両に搭載されている全ての電気機器の機能が正常に動作するか確認する機能検査及び現車両メーカーの工場内で車両を走らせる構内走行試験の順に行われる。

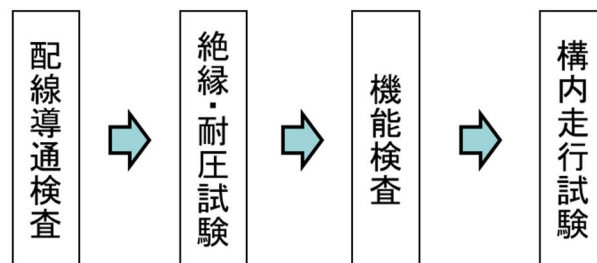


図29 車両の機能に関わる完成検査の流れ

配線導通検査は、引通し線や主要な電気機器間のぎ装束線に対して行っており、全てのぎ装束線1本1本に対して行っているわけではない。また、キハ125形と同様の1両編成の内燃動車で現車両メーカーが製造した速度検出回路を有する車両の配線導通検査の検査記録を確認したが、409線及び100a10線は、同検査記録に記載された検査項目には含まれていなかった。

戸閉め保安回路の機能検査は、構内走行試験において5km/h以上で走行中にドアの開操作を行い、ドアが開かないことを確認している。

2.6.4 線番記号及び端子符号リングマークに関する情報

(1) 車両メーカーにおける線番記号及び端子符号リングマークの取付けに関する情報

現車両メーカーは、設計部門から指示のない限り、全てのぎ・配線の両端に線番記号リングマークを取り付けている。また、設計部門がどのぎ・配線に端子符号リングマークを入れるか図面に指示し、製造部門が図面に指示がある場合のみ端子符号リングマークを取り付けている。また、同設計部門は、端子符号リングマークを

① 鉄道事業者が定期検査等できり配線を取り外す可能性がある箇所

② 電気機器側の端子台等に線番記号の記載がない箇所

の両方に当てはまり、ぎ・配線を外した場合に図面を見ないと元の端子台に結線できないおそれがある箇所に取り付ける指示をしている。なお、旧車両メーカーは、キハ125形を製造するよりも以前からこの設計指針にのっとり端子符号リングマークの取付け箇所の指示を出していたとのことであった。

(2) 端子符号リングマークの取付け方に関する情報

端子符号リングマークの取付け方は、‘日本鉄道車輛工業会規格 J R I S R 0 3 0 4 (2 0 0 6) 「鉄道車両—配線ぎ装標準」’ (以下「J R I S R 0 3 0 4」という。) に次のとおり、記述されている。

7.3 リングマークの付け方

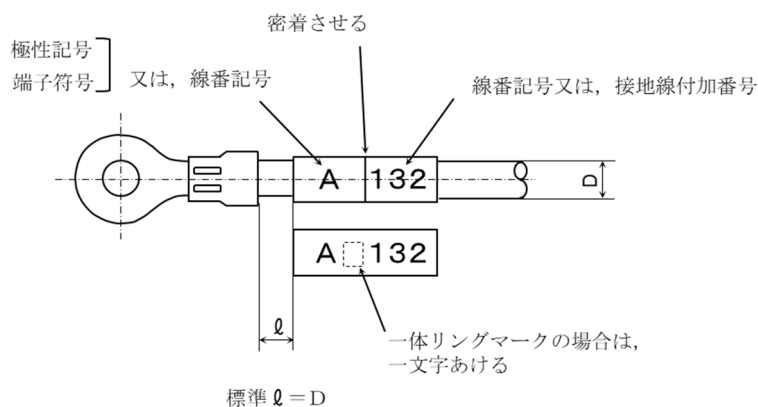
7.3.1 (略)

7.3.2 (略)

7.3.3 (略)

7.3.4 極性記号, 端子符号等を必要とする場合

線番記号の他に極性記号又は端子符号を付ける。この場合, 線番記号と符号のマークは, 2個の独立したものとする。極性記号, 端子符号は端子寄に付ける。



(JRIS R 0304の図52を基に作成)

図30 極性記号、端子符号、接地線付加番号の取付方法

2.7 乗務員に関する情報

本件運転士 32歳

甲種電気車運転免許 平成28年 3月16日

甲種内燃車運転免許 令和 元年10月 9日

2.8 動物との衝突に関する情報

2.8.1 動物と衝突した場合等の運転取扱いに関する情報

列車が動物と衝突した場合の取扱いは、付図7に示すとおり、同社の「異常時取扱いマニュアル」に動物と衝突したことが明らかな場合に列車を停止させて指令又は駅長に連絡することと定められている。

また、異音を感知した場合の取扱いは、付図8に示すとおり、同社の「異常時取扱いマニュアル」に列車を停止させて指令に連絡することと定められている。

(付図7 同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋1及び付図8 同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋2 参照)

2.8.2 動物と衝突した記録等に関する情報

記録が残っている平成26年4月1日から本重大インシデント発生当日までに、本件ジャンパー連結器側を先頭で走行し、動物等と衝突したと乗務員から申告があった記録は、表6のとおりである。

表6 乗務員からの申告の記録

申告年月日	申告内容
平成31年 3月31日	鹿と衝突した
令和 元年 8月17日	猪と衝突した
令和 2年10月31日	鹿と衝突した

2.9 気象に関する情報

本重大インシデント発生場所に最も近い気象庁竹田地域気象観測所の記録によれば、図31に示すとおり、本重大インシデント発生前日の18時から本重大インシデント発生当日の6時までの12時間降水量は17.5mmであった。また、本重大インシデント発生当日の6時から6時30分までの降水量、気温、湿度は、表7のとおりであった。

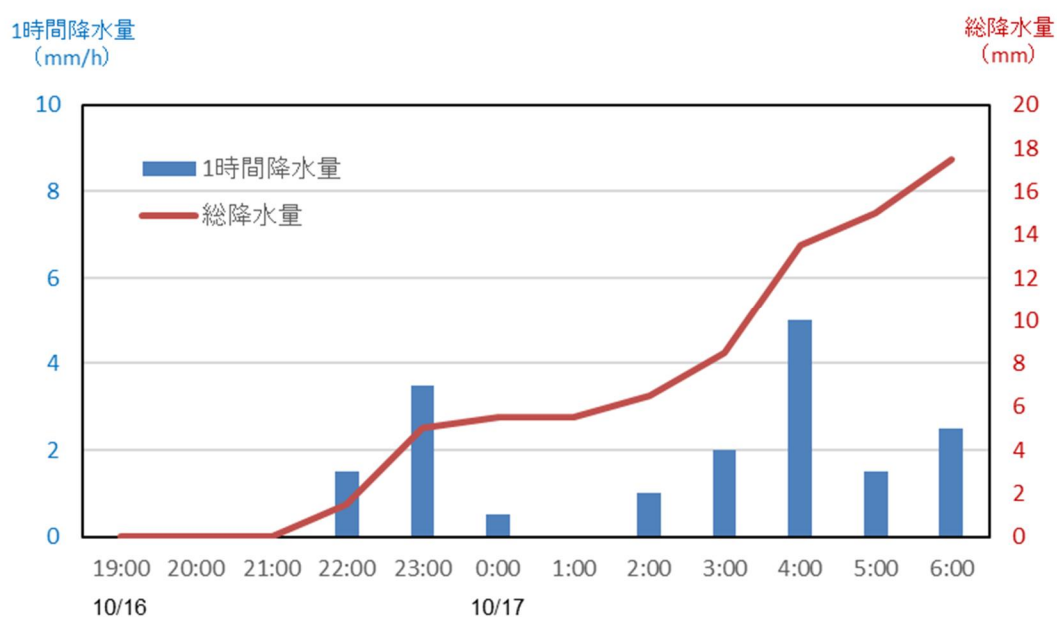


図31 本重大インシデント発生前の降水量

表7 令和4年10月17日6時00分から6時30分の気象データ

日時		降水量 (mm)	気温 (℃)	湿度 (%)
10月17日	6時00分	0.0	17.7	100
	6時10分	0.5	17.8	100
	6時20分	0.0	17.7	100
	6時30分	0.0	17.7	100

3 分析

3.1 本重大インシデントの発生状況に関する分析

3.1.1 本重大インシデントの発生状況及び発生時刻に関する分析

本重大インシデント発生時の状況については、

(1) 2.1.2の表1に示したように、運転状況記録装置には、

① 6時29分35.2秒～6時29分38.2秒及び6時29分41.6秒～6時29分48.8秒の間、「ドア開指令1,3位(右)側」に315線が加圧されたことを示す「1」が記録されていたこと、

② 6時29分36.2秒～6時29分53.0秒までの間、「戸閉め表示灯」にいずれかのドアが開き、戸閉め表示灯が滅灯したことを示す「0」が記録されていたこと、

(2) 2.1.1(2)に記述したように、乗客Aが、本件列車が豊後萩駅～玉来駅間を走行中、本件ドアが数回開閉動作を繰り返した後に5秒くらい開いたと口述していること

から、315線が加圧されたことで本件列車が豊後萩駅～玉来駅間を走行中の6時29分36秒ごろに本件ドアが開いたと推定され、走行中にドアが開いた本重大インシデント発生時刻は6時29分ごろであったと推定される。また、本重大インシデント発生後に、

(1) 2.1.2の表2に示したように、運転状況記録装置には、

① 6時32分43.4秒～6時32分49.4秒及び6時32分49.8秒～6時32分51.0秒の間、「ドア開指令1,3位(右)側」に315線が加圧されたことを示す「1」が記録されていたこと、

② 6時32分44.4秒～6時32分54.8秒まで「戸閉め表示灯」にいずれかのドアが開き、戸閉め表示灯が滅灯したことを示す「0」が記録されていたこと、

(2) 2.1.1(2)に記述したように、乗客Aが、本件列車が玉来駅を出発した少し後にも豊後萩駅～玉来駅間と同じように本件ドアが開閉したと口述していること

から、本件列車が玉来駅～豊後竹田駅間を走行中の6時32分ごろにも、本重大インシデント発生時と同様に315線が加圧されたことで本件ドアが開いたと推定される。

3.1.2 本重大インシデント発生場所に関する分析

付図3に示したように、豊後萩駅の1両編成の下り列車の停止位置は、75k

206 mであること、及び2.1.2の表1に示したように、運転状況記録装置には、

- (1) 本件列車が豊後萩駅を出発してから6時29分35.8秒まで走行した距離が8,830 mと記録されていたこと、
- (2) 6時29分35.8秒～6時29分36.2秒までの間、本件列車が約69 km/hで走行したと記録されていたこと、
- (3) 6時29分36.2秒に「戸閉め表示灯」には、いずれかのドアが開き、戸閉め表示灯が滅灯したことを示す「0」が記録されていたこと

から、6時29分35.8秒時点で本件列車が走行していたキロ程は、84k036 m付近であると考えられ、その後、約69 km/hで0.4秒間走行すると約7 m進行するため、本重大インシデントの発生場所は、84k043 m付近であったと考えられる。

また、付図3に示したように、玉来駅の1両編成の下り列車の停止位置は、84k986 mであること、及び2.1.2の表2に示したように、運転状況記録装置には、

- (1) 本件列車が玉来駅を出発してから6時32分44.2秒まで走行した距離が800 mと記録されていたこと、
- (2) 6時32分44.4秒に「戸閉め表示灯」には、いずれかのドアが開き、戸閉め表示灯が滅灯したことを示す「0」が記録されていたこと、
- (3) 6時32分44.2秒～6時32分44.4秒までの間、本件列車が約68 km/hで走行したと記録されていたこと

から、6時32分44.2秒時点で本件列車が走行していたキロ程は、85k786 m付近であったと考えられ、その後、約68 km/hで0.2秒間走行すると約3 m進行するため、3.1.1に記述した本件列車が玉来駅～豊後竹田駅間を走行中に本件ドアが開いたと推定される場所は、85k789 m付近であったと考えられる。

(付図2 現場付近の地形図及び付図3 駅の概略図 参照)

3.2 本件ドアが走行中に開いたことに関する分析

3.2.1 315線が加圧されたことに関する分析

本件車両は、

- (1) 2.4.1.3(1)に記述したように、ジャンパー線の裂傷部は、表面のクロロブレンシースが裂け、内部の線心が露出している状態であったこと、
- (2) 2.4.1.3(2)に記述したように、ジャンパー線の315線の線心と他の線心間の線間絶縁抵抗を500 Vメガーで測定したところ100 MΩ以上であり、異常は認められなかったが、ジャンパー線の裂傷部に霧吹きで水を吹きかけて500 Vメガーで線間絶縁抵抗を測定したところ、315線の線心と1線の線心間の線間絶縁抵抗が約0 Ωとなったこと

から、ジャンパー線の裂傷部に水が浸入することによって1線と315線に混触が発生する状態になっていたと考えられる。さらに、

- (1) 2.9に記述したように、本重大インシデント発生場所に最も近い気象庁竹田地域気象観測所の記録によれば、本重大インシデント発生前日の18時から本重大インシデント発生当日の6時までの12時間降水量は17.5mmであったこと、
- (2) 2.1.3に記述したように、本件車両は、本重大インシデント発生前日の21時01分ごろから本重大インシデント発生当日の5時45分ごろまで豊後竹田駅の屋根が設置されていない3番線に留置することが行路表に定められていたこと、
- (3) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士が、本重大インシデント発生前日に本件車両を豊後竹田駅の3番線に留置し、本重大インシデント発生当日に同駅の3番線に前日からそのまま留置されていた本件車両の出区点検を行ったと口述していること

から、本件車両は、本重大インシデント発生前日から雨が降る中、豊後竹田駅の屋根が設置されていない3番線に留置されていたことにより、ジャンパー線の裂傷部から内部に雨水が浸入したと考えられる。

以上のことから、2.1.2の表1に示した運転状況記録装置の「ドア開指令1,3位(右)側」に315線が加圧されたことを示す「1」が本件列車の走行中に記録されていたことについては、ジャンパー線の裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生したことで、本件列車の走行中に315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたためと考えられる。

3.2.2 1線と315線の混触に関する分析

- (1) 315線の銅線束と切り離された銅線の導通について

- ① 2.4.3.1(3)の図21に示したように、315線の銅線束と損傷した1線の銅線が最も近接しているX線CT画像の断面Bにおいて、315線の銅線束と損傷した銅線との間は、銅線を写している白い領域が連続していたこと、

- ② 2.4.3.1(3)に記述したように、315線の銅線束に近接している損傷した1線の銅線は、切り離された銅線であること

から、315線の銅線束と切り離された銅線は、常に導通していたと考えられる。

- (2) 切り離された銅線と1線の銅線束の導通について

- ① 2.4.3.1(3)の図22(b)に示したとおり、切り離された銅線と1線の

銅線束が最も近接している断面CのX線CT画像において、切り離された銅線と1線の銅線束との間には、空隙とみられる灰色の領域が確認されたこと、

- ② 2.4.1.3(2)に記述したように、ジャンパー線の315線の線心と他の線心間の線間絶縁抵抗が100MΩ以上であり、異常は認められなかったが、ジャンパー線の裂傷部に霧吹きで水を吹きかけて線間絶縁抵抗を測定したところ、315線の線心と1線の線心間の線間絶縁抵抗が約0Ωとなったこと

から、切り離された銅線と1線の銅線束は、常には導通しておらず、空隙とみられる灰色の領域に水が介在したときに導通したと考えられる。

(3) 切り離された銅線について

- ① 2.4.3.1(3)に記述したように、X線CT画像で測定した切り離された銅線の長さは、約5.4mmであったこと、

- ② 2.4.3.2に記述したように、315線の線心から飛び出している銅線は、約6mmの長さで銅線の両端が切断された状態であったこと

から、切り離された銅線が315線の被覆に刺さり、315線の線心から飛び出している状態になっていたと考えられる。

以上のことから、1線の銅線束が損傷した際、切り離された銅線が315線の被覆に刺さって315線の銅線束と導通する状態となり、切り離された銅線と1線の銅線束との間の空隙に雨水が介在したときに1線と315線に混触が発生した可能性が考えられる。

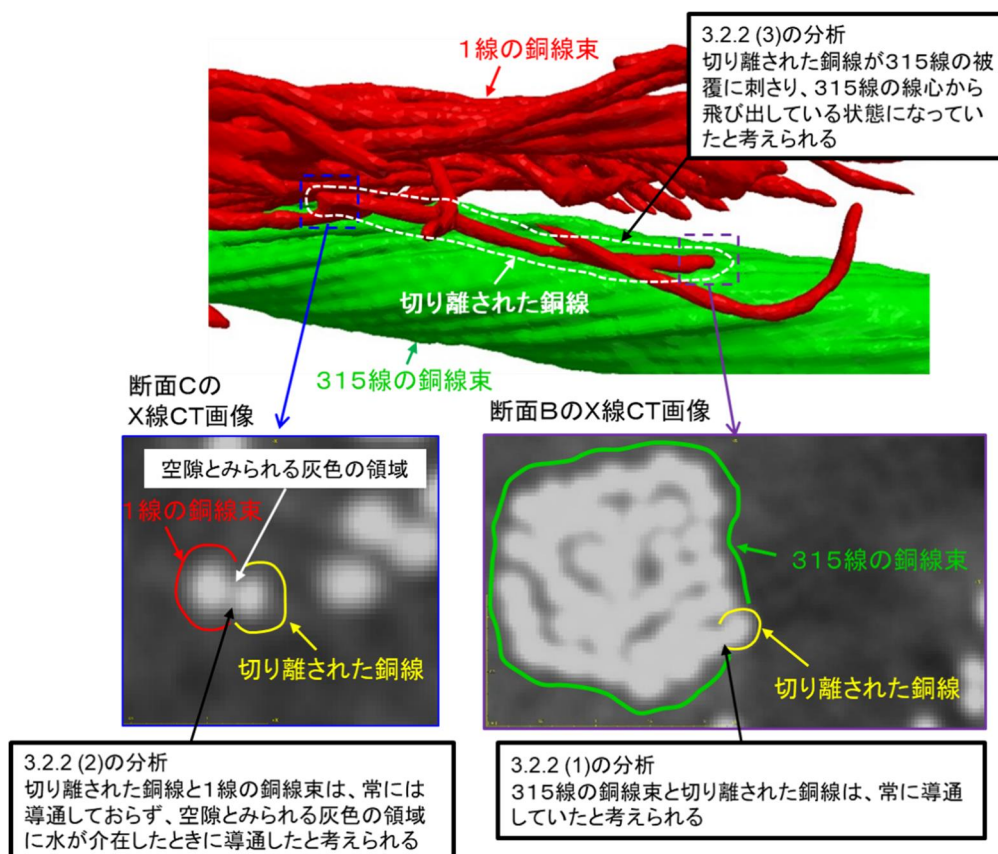


図 3 2 1 線と 3 1 5 線の混触に関する分析

3.2.3 本件車両の戸閉め保安回路に関する分析

本件車両のVSAR3については、

- (1) 2.3.4に記述したように、VSAR3に使用されている継電器は、端子の1番と11番に電圧を印加するとコイルが励磁し、接点が動作する仕組みになっていること、
- (2) 2.6.1に記述したように、キハ125形の図面では、VSAR3のソケットの端子台において409線を1番に、100a10線を11番に結線するように指示されていたこと

から、キハ125形の図面では、409線及び100a10線を正しい番号の端子台に結線するよう指示されていたと認められる。しかし、2.4.1.2に記述したように、本件車両は、VSAR3のソケットの端子台において409線が2番に、100a10線が10番に結線されていたことから、VSAR3のソケットの端子台において409線及び100a10線が図面の指示とは異なる番号の端子台に誤結線されていたと認められる。

一方で、2.4.1.2に記述したように、409線をVSAR3のソケットの端子台の1番に、100a10線を11番に結線し直して速度検出点検スイッチをONにし

たところ、V S A R 3が動作したこと及びV S A R 3の継電器の性能検査の結果に異常は見られなかったことから、V S A R 3に使用されていた継電器に異常はなかったと推定される。

したがって、2.4.1.2に記述した本件車両の速度検出点検スイッチをONにしたところ本来は動作すべきV S A R 3が動作しなかったことについては、V S A R 3のソケットの端子台において409線が2番に、100a10線が10番に誤結線されており、2.3.4の図8(c)に示したように、V S A R 3に使用されている継電器の2番及び10番の端子は、a接点に接続されておりコイルには接続されていないことから、V S A R 3のコイルが励磁されず、V S A R 3が動作しなかったと推定される。

V S A R 3が動作しない場合は、

- (1) 2.3.4に記述したように、V S A R 3に使用されている継電器のコイルが消磁しているときはb接点と共通接点が導通すること、
- (2) 2.3.3.2(2)に記述したように、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路は、V S A R 3が励磁し、V S A R 3のb接点が開いてD O O R 3の正極側の回路を遮断することにより、走行中に315線が何らかの理由で意図せず加圧されたとしてもDMVに制御電源が加圧されず、ドアは開かない回路になっていること

から、本件車両は、V S A R 3のコイルが消磁してb接点が開いたままになり、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路が正常に機能せず、走行中であっても315線が加圧されると本件ドアが開く状態になると認められる。

以上のことから、本件車両は、V S A R 3のコイルの電源線である409線と100a10線が誤結線されていたことでV S A R 3が動作しない状態になっていたため、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路が正常に機能しておらず、走行中であっても315線が加圧されると本件ドアが開く状態になっていたと推定される。

3.2.4 本件列車の走行中に本件ドアが開いたことに関する分析

2.3.3.2(2)に記述したように、315線が走行中に何らかの理由で意図せず加圧されたとしても、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路によってDMVに制御電源は加圧されず、ドアが開かない回路になっている。しかし、3.2.3に記述したように、本件車両は、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路が正常に機能していなかったことから、走行中であっても315線が加圧されると本件ドアが開く状態になっていたと推定される。その状態において、3.2.1に記述したように、ジャンパー線の裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生し

たことで本件列車の走行中に315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたため、本件列車は、走行中に本件ドアが開いたと考えられる。

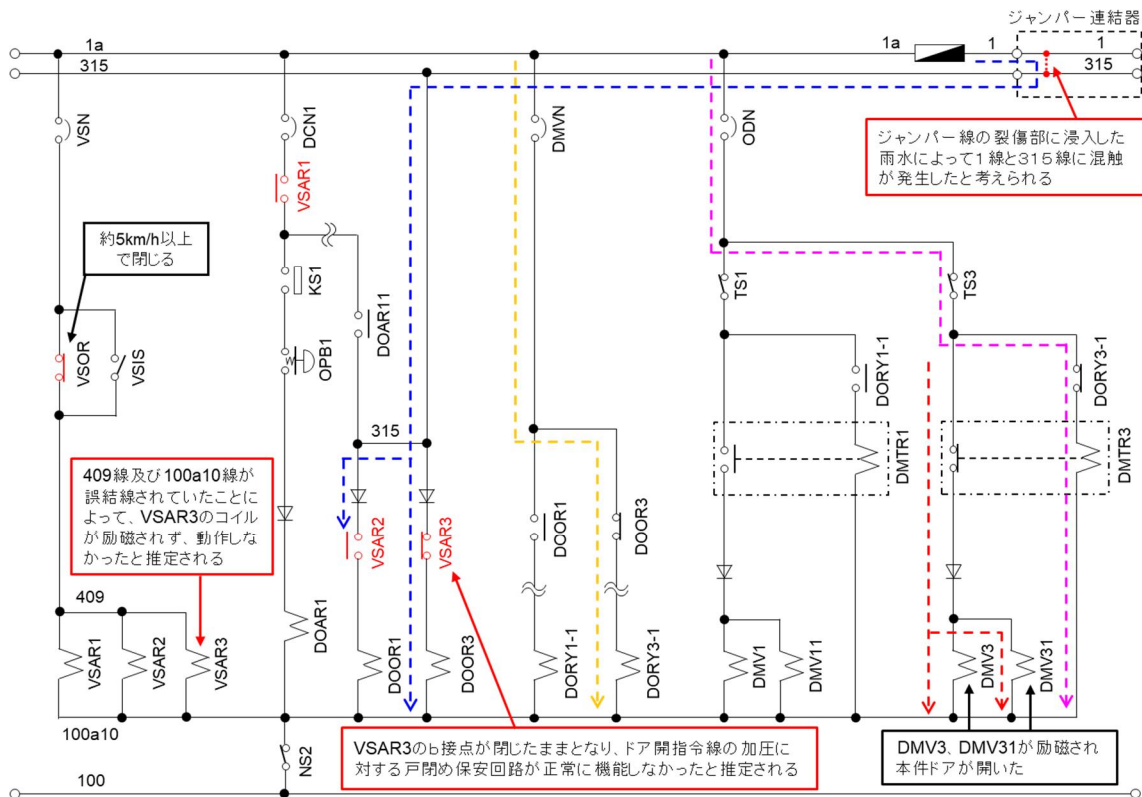


図 3 3 本件列車の走行中に本件ドアが開いたことに関する分析

3. 2. 5 本件列車の右側前方のドアが開かなかったことに関する分析

2. 1. 2の表 1 に示したように、運転状況記録装置には本件列車の走行中に「ドア開指令 1, 3 位 (右) 側」に 3 1 5 線が加圧されたことを示す「1」が記録されていたが、本件列車の右側前方のドアが開かなかったことについては、

- (1) 2. 1. 2の表 1 に示したように、運転状況記録装置の「ドア開指令 1, 3 位 (右) 側」に 3 1 5 線が加圧されたことを意味する「1」が記録されていたときの
本件列車の速度は 5 km/h 以上であること、
- (2) 2. 3. 3. 1 に記述したように、DMV 1 及び DMV 1 1 に制御電源が加圧されると
本件車両の右側前方のドアが開くこと、
- (3) 2. 3. 3. 2 (2) に記述したように、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路
として、速度が約 5 km/h 以上になると、VSAR 2 が励磁し、VSAR 2 の b 接点
が開いて DOOR 1 の正極側の回路を遮断することにより、走行中に右側の
ドア開指令線である 3 1 5 線が何らかの理由で意図せず加圧されたとしても
DMV に制御電源は加圧されず、ドアが開かない回路になっていること、

(4) 2.4.1.2に記述したように、速度検出点検スイッチをONにしたところV S A R 2が動作したこと、及びV S A R 2のソケットの端子台において、409線は1番に、100a10線は11番に結線されていたことから、V S A R 2のソケットの端子台において409線及び100a10線が正しく結線されていたため、本件列車の走行中に315線が加圧されたときはV S A R 2が正常に動作し、V S A R 2のb接点が開いたことでDMV 1及びDMV 11が励磁しなかったことによるものと推定される。

3.3 ジャンパー線の裂傷に関する分析

3.3.1 裂傷した状況に関する分析

2.4.4に記述したように、株式会社分析センターの分析結果によれば、異物1、異物2及び異物3は、樹木由来を除く生物由来の物質の可能性が高いと考えられることから、2.4.3.2のジャンパー線の分解調査で見付かった異物1、異物2及び異物3は、動物由来の物質と考えられる。また、2.4.1.3(1)に記述したスカートの前面の汚れが取れて車体の黄色い塗料が明瞭になっている部分が確認されたことから、2.4.1.3(1)の図16に示したジャンパー線の裂傷については、本件車両が動物と衝突した際に生じたものと考えられる。

3.3.2 裂傷した時期に関する分析

2.5.1.4に記述したように、

- (1) 同社は、交番検査において洗浄水を用いてスカートの前面を洗浄していること、
- (2) 本重大インシデント発生前直近の交番検査におけるジャンパー線の点検結果に異常は見られなかったこと

から、本件車両は、同交番検査以降に動物と衝突した際にジャンパー線が裂傷した可能性が考えられる。

一方で、3.2.1に記述したように、本重大インシデント発生前日から降った雨の影響によって1線と315線に混触が発生したと考えられることから、ジャンパー線は、本重大インシデント発生前日以前に裂傷したと考えられる。

これらのことから、ジャンパー線は、同交番検査から本重大インシデント発生前日までの間に裂傷した可能性が考えられる。

3.3.3 同社が裂傷を見付けることができなかったことに関する分析

3.3.2に記述したように、ジャンパー線は、本重大インシデント発生前直近の交番検査から本重大インシデント発生前日までの間に裂傷した可能性が考えられること、

及び同社では、

- (1) 2.8.1に記述したように、「異常時取扱いマニュアル」に
 - ① 列車が動物と衝突した場合の取扱いは、動物と衝突したことが明らかな場合に列車を停止させて指令又は駅長に連絡することが定められていること、
 - ② 異音を感知した場合の取扱いは、列車を停止させて指令に連絡することが定められていること、
- (2) 2.5.1.4に記述したように、乗務員から列車が動物等と衝突したとの申告があった場合には、車両所等でジャンパー線に損傷がないか点検を行っていること

から、同交番検査以降に本件車両を運転した運転士が動物等と衝突したこと又は衝突した際の異音を感じて指令又は駅長に連絡していれば、その後の点検で本件車両のジャンパー線の裂傷を見付けることができた可能性が考えられる。しかし、2.8.2の表6に示したように、令和2年10月31日に鹿と衝突したという乗務員からの申告以降、本件ジャンパー連結器側を先頭で走行し、動物等と衝突したという申告はなかったことから、同交番検査以降に本件車両を運転した運転士が動物と衝突したことに気付かなかった可能性、又は同運転士が動物と衝突したこと、若しくは衝突した際の異音を感じたことを申告しなかった可能性があると考えられる。その結果、車両所等でジャンパー線に損傷がないか点検を行うことができず、ジャンパー線の裂傷を見付けることができなかった可能性が考えられる。

同社は、本重大インシデント発生前に本件車両のジャンパー線の裂傷を見付けることができなかったことから、列車が動物と衝突した又は列車に異音を感じた際には、同社の「異常時取扱いマニュアル」に定められているとおり、指令又は駅長に連絡させることを運転士に周知徹底する必要がある。

なお、同交番検査から本重大インシデント発生前直近の仕業検査までに本件車両のジャンパー線が裂傷していた場合、2.5.1.4に記述したように、同社は、仕業検査でもジャンパー線に損傷がないか点検していたものの、本件車両のジャンパー線の裂傷を見付けることができなかった可能性が考えられるため、仕業検査においてジャンパー線に損傷がないか入念に点検することが望ましい。また、2.5.1.4に記述したように、ジャンパー線の損傷に関して記録を残す仕組みにはなっていなかったことから、ジャンパー線の損傷に関する検査結果を記録することが望ましい。

3.4 車両メーカーに関する分析

3.4.1 ぎ装配線の誤結線に関する分析

3.2.3に記述したV S A R 3のソケットの端子台において4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線が図面の指示とは異なる番号の端子台に誤結線されていたと認められることについて、

- (1) 2.4.2に記述したように、本件車両を含むキハ1 2 5形2次車は、旧車両メーカーが製造時にV S A R 2及びV S A R 3のぎ装配線の結線を行っていること、
- (2) 2.5.1.3に記述したように、同社は、性能検査及び取替において車両からV S A R 3を取り外すときはソケットの端子台に結線されているぎ装配線を外さないこと、
- (3) 2.5.2に記述したように、本件車両の改造工事の図面において、4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線の結線を外す作業は認められなかったこと、
- (4) 2.5.2に記述したように、本件車両は、平成5年1 2月に2次車として同社に納入されていること、
- (5) 2.4.2の表3に示したように、本件車両を除くキハ1 2 5形において4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線が図面とは異なる端子台に結線されていた8両は、平成5年1 2月に2次車として同社に納入されていること

から、4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線は、本件車両を含むキハ1 2 5形2次車が旧車両メーカーによって製造されたときに誤結線されたと考えられる。

2.6.1の図2 8に示したように、V S A R 3の結線の図面には、4 0 9線をソケットの端子台の1番に、1 0 0 a 1 0線を1 1番に結線することが指示されており、2.3.4の図1 0に示したように、ソケットの端子台には端子台番号が記載されていることから、図面を確認しながら作業すれば正しく結線することができると考えられ、結線の後確認を行っていれば誤結線していたとしても気付くことができたと考えられる。したがって、平成5年1 2月に同社に納入されたキハ1 2 5形2次車を旧車両メーカーが製造したときに、運転室を担当した一部の作業者が図面をよく確認せずに作業したことで誤結線した可能性が考えられる。

さらに、2.6.2(1)に記述したように、現車両メーカーに旧車両メーカー時代から所属する作業者によれば、キハ1 2 5形製造当時の旧車両メーカーは、配線作業マニュアルに結線の後確認を行うことを定めていなかったことから、旧車両メーカーは、作業者に対して結線の後確認を行わせることを徹底させていなかった可能性が考えられる。また、上述したように、結線の後確認を行っていれば誤結線していたとしても気付くことができたと考えられることから、平成5年1 2月に同社に納入されたキハ1 2 5形2次車を旧車両メーカーが製造したときに、運転室の結線を担

当した一部の作業者が結線の後確認を行わなかったことによって、誤結線に気付くことができなかった可能性が考えられる。

一方で、本重大インシデント発生当時においても現車両メーカーは、2.6.2(2)に記述したように、

- (1) 配線作業マニュアルである「配線処理作業基準-I」に、配線に当たっては確実に接続すること及び誤配線防止のため線番記号の確認を入念に行うことは定められているが、結線の後確認については定められていなかったこと、
- (2) 結線の後確認は、旧車両メーカーと同様に作業者が自主的に行っており、その方法は、単に作業した箇所と図面を見比べる方法や結線後のレ点チェック等、作業者によって違っていたこと

から、作業者が誤結線していたとしても作業者自身で誤結線に気付かせるために結線の後確認を行うことを配線作業マニュアル等に定め、定めた内容について作業者に周知徹底する必要がある。

3.4.2 端子符号リングマークに関する分析

2.4.1.2の図15に示したように、線番記号リングマークは、当該ぎ装束線の線番記号を印字したものであり、同配線を結線する端子台番号等は印字されていないことから、線番記号リングマークだけでは誤結線防止につながるものではなく、2.6.4(2)の図30に示したように、端子符号を印字する、又は端子符号リングマークを取り付けることによって誤結線防止につながると考えられる。

2.4.1.2に記述したように、VSAR2及びVSAR3のソケットの端子台に結線されていたぎ装束線に端子符号リングマークが取り付けられていなかったことについては、2.6.4(1)に記述したように、

- (1) 現車両メーカーは、設計部門がどのぎ装束線に端子符号リングマークを入れるか図面に指示し、製造部門が図面に指示がある場合のみ端子符号リングマークを取り付けていること、
- (2) 現車両メーカーの設計部門は、
 - ① 鉄道事業者が定期検査等でぎ装束線を取り外す可能性がある箇所
 - ② 電気機器側の端子台等に線番記号の記載がない箇所の両方に当てはまり、ぎ装束線を外した場合に図面を見ないと元の端子台に結線できないおそれがある箇所に取り付ける指示をしていること、
- (3) 旧車両メーカーがキハ125形を製造するよりも以前からこの設計指針にのっとり端子符号リングマークの取付箇所の指示を出していたこと

から、旧車両メーカーは、キハ125形2次車を製造したときに現車両メーカーと同様の考え方で端子符号リングマークを取り付けていたと考えられ、VSAR2及

びV S A R 3のソケットの端子台に結線されているぎ装Ⓕ配線を同社が定期検査で外さないと推測して、4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線に端子符号リングマークを取り付けなかったと考えられる。しかし、2.3.4に記述したように、V S A R 3のソケットの端子台には端子台番号が記載されていることから、4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線に端子符号リングマークを取り付けていれば、本件車両の運転室の結線を担当した作業者が誤結線しなかった又は誤結線したことに気付くことができた可能性が考えられる。

一方で、本重大インシデント後においても現車両メーカーは、上述したようにリングマークを取り付けていることから、鉄道事業者が定期検査等でぎ装Ⓕ配線を外すかどうかにかかわらず、端子台に端子台番号等がある場合は、端子符号リングマークを取り付けることが望ましい。

3.4.3 完成検査に関する分析

3.4.3.1 配線導通検査に関する分析

2.6.3(2)に記述したように、配線導通検査はぎ装Ⓕ配線が図面どおりに正しく接続されているか確認するために行われることから、旧車両メーカーが4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線の配線導通検査を実施していれば誤結線に気付くことができたと考えられる。しかし、

- (1) 2.6.3(1)に記述したように、本件車両の完成検査の結果を記録した「検査試験成績表」には、電気配線つなぎの結果が「良」と記録されていたが、電気配線つなぎにおいて何を実施したか詳細な内容は記録されていなかったこと、
- (2) 2.6.3(2)に記述したように、
 - ① 現車両メーカーが実施している配線導通検査は、引通し線や主要な電気機器間のぎ装Ⓕ配線に対して行っており、全てのぎ装Ⓕ配線1本1本に対して行っているわけではないこと、
 - ② キハ125形と同様の1両編成の内燃動車で現車両メーカーが過去に製造した速度検出回路を有する車両の配線導通検査の検査結果において4 0 9線及び1 0 0 a 1 0線は、同検査記録に記載された検査項目には含まれていなかったこと、
- (3) 2.6に記述したように、現車両メーカーの車両の完成検査の方法は、旧車両メーカーの方法を踏襲しており、変更しているところはあるものの大きく変わってはいないこと

から、旧車両メーカーは、キハ125形の完成検査において4 0 9線がV S A R 3のソケットの端子台の1番及び1 0 0 a 1 0線が同端子台の11番に接続されてい

ることを確認する配線導通検査を実施していなかったと考えられる。

戸閉め保安回路だけでなくATSやブレーキ回路等のぎ装配線が誤結線されていると列車の運転の安全に支障を及ぼす可能性があるため、現車両メーカーは、車両のぎ装配線が図面どおりに接続されていることを完成検査で確認する必要がある。

3.4.3.2 戸閉め保安回路の機能検査に関する分析

2.6.3(1)に記述したように、本件車両の完成検査の結果を記録した「検査試験成績表」には、戸閉め装置の機能検査の結果が「良」と記録されていたが、戸閉め装置の機能検査において何を実施したか詳細な内容は記録されていなかったことから、本件車両の戸閉め保安回路の機能検査をどのように実施したか確認することはできなかった。もっとも、2.3.3.2(2)に記述したように、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路は、VSAR2及びVSAR3が励磁することによって315線が走行中に加圧されたとしてもドアが開かない回路になっていることから、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施していれば、409線及び100a10線の誤結線に気付くことができたと考えられる。しかし、

- (1) 2.6.3(2)に記述したように、現車両メーカーが実施している戸閉め保安回路の機能検査は、構内走行試験において5km/h以上で走行中にドアの開操作をして、ドアが開かないことを確認していること、
- (2) 2.6に記述したように、現車両メーカーの車両完成検査の方法は、旧車両メーカーの方法を踏襲しており、変更しているところはあるものの大きく変わっていないこと

から、旧車両メーカーは、キハ125形の完成検査において、誤操作に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施していたものの、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査は実施していなかったと考えられ、そのため409線及び100a10線の誤結線を見付けることができなかったと考えられる。

現車両メーカーは、ジャンパー連結器の水密不良による混触や電線の絶縁不良等によって走行中に意図せずドア開指令線が加圧される事象が起り得ることを認識し、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施する必要がある。

3.5 同社の戸閉め保安回路の機能検査に関する分析

2.5.1.2に記述したように、同社の全般検査及び要部検査において走行中にドアの開操作をして5km/h以上でドアが開かないことを確認していたことから、同社は、誤操作に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施していたことでVSAR1が動作することは確認できていたと認められる。しかし、2.5.1.2に記述したように、キハ125形の戸閉め保安回路の機能検査において同社は、

(1) ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施していなかったこと、

(2) 目視によるV S A R 1～3の動作確認も行うことにはなっていないことから、同社は、全般検査及び要部検査においてV S A R 2及びV S A R 3の動作確認を実施していなかったと推定され、その結果、409線及び100 a 10線の誤結線によってV S A R 3が動作しないことを本重大インシデント発生前に定期検査で見付けることができなかったと推定される。

このことから、同社は、全般検査及び要部検査においてドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施する、又は走行中にV S A R 2及びV S A R 3が動作することを目視で確認する等により、戸閉め保安回路に使用されている継電器が車両に取り付けられている状態で動作することを確認する必要がある。

4 結 論

4.1 分析の要約

本重大インシデントにおける分析の概要をまとめると、以下のとおりである。(本重大インシデント発生時にドアが開いたフローチャートは図34を参照)

(1) 本重大インシデントの発生状況に関する分析

① 発生時刻

315線が加圧されたことで本件列車が豊後萩駅～玉来駅間を走行中の6時29分36秒ごろに本件ドアが開いたと推定され、走行中にドアが開いた本重大インシデント発生時刻は6時29分ごろであったと推定される。

(3.1.1) ^{*26}

② 発生場所

本重大インシデントの発生場所は、84k043m付近であったと考えられる。(3.1.2)

(2) 本件ドアが走行中に開いたことに関する分析

① 315線が加圧されたことについて

2.1.2の表1に示した運転状況記録装置の「ドア開指令1,3位(右)側」に315線が加圧されたことを示す「1」が本件列車の走行中に記録されていたことについては、ジャンパー線の裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生したことで、本件列車の走行中に315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたためと考えられる。(3.2.1)

*26 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関する「3 分析」の項目番号を示す。

② 1線と315線に混触が発生したことについて

1線の銅線束が損傷した際、切り離された銅線が315線の被覆に刺さって315線の銅線束と導通する状態となり、切り離された銅線と1線の銅線束との間の空隙に雨水が介在したときに1線と315線に混触が発生した可能性が考えられる。(3.2.2)

③ 本件車両の戸閉め保安回路について

2.4.1.2に記述したように、本件車両は、VSAR3のソケットの端子台において409線が2番に、100a10線が10番に結線されていたことから、VSAR3のソケットの端子台において409線及び100a10線が図面の指示とは異なる番号の端子台に誤結線されていたと認められる。

本件車両は、VSAR3のコイルの電源線である409線と100a10線が誤結線されていたことでVSAR3が動作しない状態になっていたため、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路が正常に機能しておらず、走行中であっても315線が加圧されると本件ドアが開く状態になっていたと推定される。(3.2.3)

④ 本件列車の走行中に本件ドアが開いたことについて

2.3.3.2(2)に記述したように、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路によって315線が走行中に何らかの理由で意図せず加圧されたとしてもDMVに制御電源は加圧されず、ドアが開かない回路になっている。しかし、3.2.3に記述したように、本件車両は、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路が正常に機能していなかったことから、走行中であっても315線が加圧されると本件ドアが開く状態になっていたと推定される。その状態において、3.2.1に記述したように、ジャンパー線の裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生したことで本件列車の走行中に315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたため、本件列車は、走行中に本件ドアが開いたと考えられる。(3.2.4)

⑤ 本件列車の右側前方のドアが開かなかったことについて

VSAR2のソケットの端子台において409線及び100a10線が正しく結線されていたため、本件列車の走行中に315線が加圧されたときはVSAR2が正常に動作し、VSAR2のb接点が開いたことでDMV1及びDMV11が励磁しなかったことによるものと推定される。(3.2.5)

(3) ジャンパー線の裂傷に関する分析

① 裂傷した状況について

2.4.1.3(1)の図16に示したジャンパー線の裂傷については、本件車両が動物と衝突した際に生じたものと考えられる。(3.3.1)

② 裂傷した時期について

ジャンパー線は、本重大インシデント発生前直近の交番検査から本重大インシデント発生前日までの間に裂傷した可能性が考えられる。(3.3.2)

③ 同社が裂傷を見付けることができなかったことについて

本重大インシデント発生前直近の交番検査以降に本件車両を運転した運転士が動物と衝突したことに気付かなかった可能性、又は同運転士が動物と衝突したこと、若しくは衝突した際の異音を感じたことを申告しなかった可能性があると考えられる。その結果、車両所等でジャンパー線に損傷がないか点検を行うことができず、ジャンパー線の裂傷を見付けることができなかった可能性が考えられる。(3.3.3)

(4) 車両メーカーに関する分析

① ぎ装束線の誤結線について

409線及び100a10線は、本件車両を含むキハ125形2次車が旧車両メーカーによって製造されたときに誤結線されたと考えられ、運転室を担当した一部の作業者が図面をよく確認せずに作業したことで誤結線した可能性が考えられる。

さらに、旧車両メーカーは、作業者に対して結線の後確認を行わせることを徹底させていなかった可能性が考えられ、運転室の結線を担当した一部の作業者が結線の後確認を行わなかったことにより誤結線に気付くことができなかった可能性が考えられる。(3.4.1)

② 端子符号リングマークについて

旧車両メーカーは、VSAR2及びVSAR3のソケットの端子台に結線されているぎ装束線を同社が定期検査で外さないと推測して、409線及び100a10線に端子符号リングマークを取り付けなかったと考えられる。しかし、2.3.4に記述したように、VSAR3のソケットの端子台には端子台番号が記載されていることから、409線及び100a10線に端子符号リングマークを取り付けていれば、本件車両の運転室の結線を担当した作業者が誤結線しなかった又は誤結線したことに気付くことができた可能性が考えられる。(3.4.2)

③ 完成検査について

旧車両メーカーは、キハ125形の完成検査において409線がVSAR3のソケットの端子台の1番及び100a10線が同端子台の11番に接続されていることを確認する配線導通検査を実施していなかったと考えられる。(3.4.3.1)

また、旧車両メーカーは、キハ125形の完成検査において、誤操作に対

する戸閉め保安回路の機能検査を実施していたものの、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査は実施していなかったと考えられ、そのため409線及び100a10線の誤結線に気付くことができなかったと考えられる。(3.4.3.2)

(5) 同社の戸閉め保安回路の機能検査に関する分析

同社は、全般検査及び要部検査においてVSAR2及びVSAR3の動作確認を実施していなかったと推定され、その結果、409線及び100a10線の誤結線によってVSAR3が動作しないことを本重大インシデント発生前に定期検査で見付けることができなかったと推定される。(3.5)

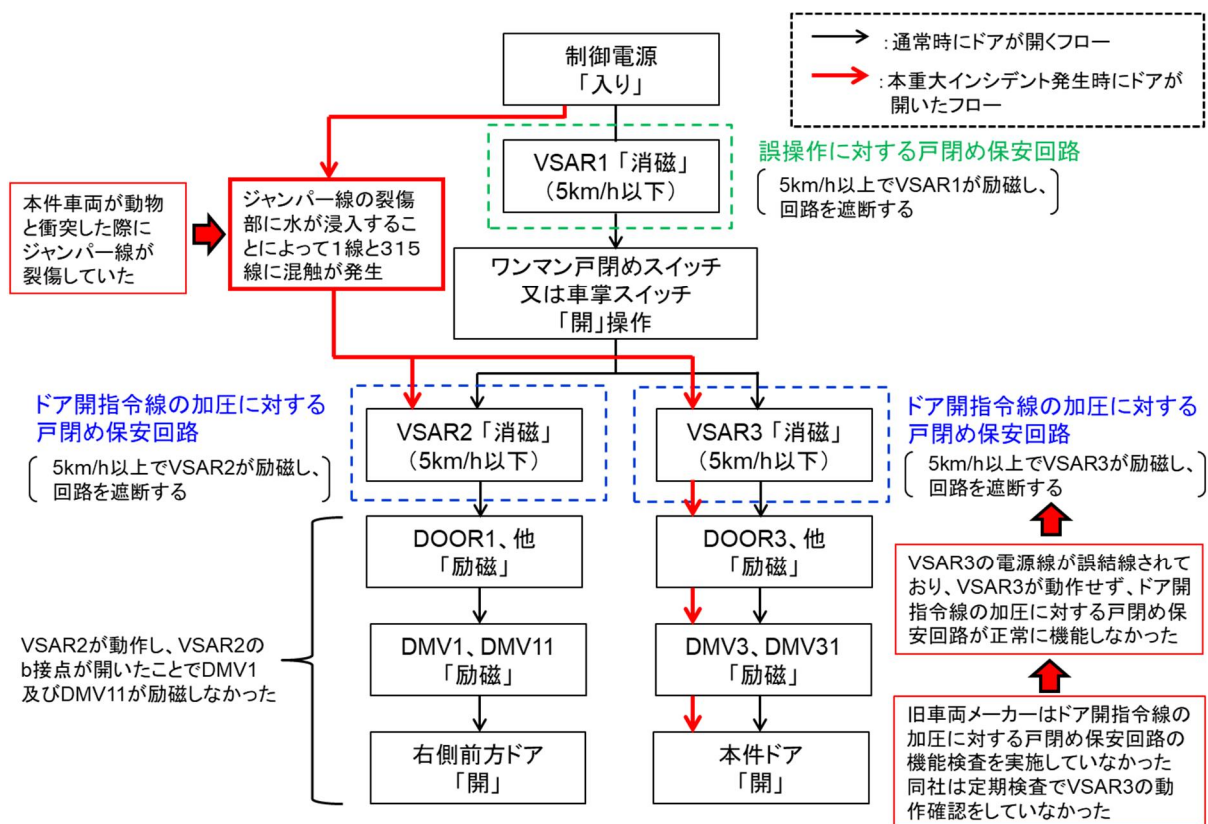


図3.4 本重大インシデント発生時にドアが開いたフローチャート

4.2 原因

本重大インシデントは、列車の右側のドア開指令線である315線が走行中に意図せず加圧されてもドアが開かないようにする戸閉め保安回路が正常に機能しない状態において、315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたため、列車の走行中に右側後方のドアが開いたことにより発生したものと考えられる。

315線に制御電源の電圧が一時的に印加されたことについては、ジャンパー連結器のケーブルが裂傷しており、制御電源の正極側である1線が損傷していたことから、

同ケーブルの裂傷部から内部に浸入した雨水によって1線と315線に混触が発生したことによるものと考えられる。また、同ケーブルの裂傷は、本重大インシデント発生前直近の交番検査以降から本重大インシデント発生前日までの間に動物と衝突した際に生じた可能性が考えられる。

九州旅客鉄道株式会社が同ケーブルの裂傷を見付けることができなかったことについては、本重大インシデント発生前直近の交番検査以降に列車に使用された車両を運転した運転士が動物と衝突したことに気付かなかったこと、又は動物と衝突したこと、若しくは衝突した際の異音を感じたことを申告しなかったことにより、車両所等で同ケーブルの点検を行わなかったことが関与した可能性が考えられる。

同戸閉め保安回路が正常に機能しない状態になっていたことについては、同戸閉め保安回路を構成する速度検出補助継電器の電源線が誤結線されていたことによるものと認められる。

同継電器の電源線は、株式会社新潟鐵工所が車両を製造したときに誤結線したと考えられ、新潟鐵工所は、

- (1) 作業者に対して結線作業後に図面どおりに結線されているか確認することを徹底させていなかった可能性が考えられること、
- (2) 同継電器の電源線の配線導通検査を実施していなかったと考えられること、
- (3) 同戸閉め保安回路の機能検査を実施していなかったと考えられること

から、誤結線が生じる可能性を予見できておらず、車両を製造したときに誤結線を見付けることができなかった可能性が考えられる。

九州旅客鉄道株式会社は、全般検査及び要部検査において同継電器の動作確認を車両に取り付けた状態で実施していなかったため、同継電器が誤結線によって動作しないことを本重大インシデント発生前に見付けることができなかったと推定される。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本重大インシデントの再発を防止するためには、以下の措置を講ずる必要がある。

5.1.1 同社が講ずべき措置

- (1) 同社は、定期検査でV S A R 3が誤結線によって動作しないことを見付けることができなかったことから、全般検査及び要部検査においてドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を行う、又は走行中にV S A R 2及びV S A R 3が動作することを目視で確認する等により、戸閉め保安回路に使用されている継電器が車両に取り付けられている状態で動作すること

を確認する必要がある。

- (2) 本重大インシデント発生前直近の交番検査以降に本件車両を運転した運転士が動物と衝突したことに気付かなかった可能性、又は同運転士が動物と衝突したこと、若しくは衝突した際の異音を感じたことを申告しなかった可能性があると考えられる。これによって同社は、本重大インシデント発生前に本件車両のジャンパー線の裂傷を見付けることができなかつたことから、列車が動物と衝突した又は列車に異音を感じた際には、同社の「異常時取扱いマニュアル」に定められているとおり、指令又は駅長に連絡させることを運転士に周知徹底する必要がある。

5.1.2 新潟トランス株式会社講ずべき措置

- (1) キハ125形2次車を新潟鐵工所が製造したときに運転室を担当した一部の作業者が409線及び100a10線を誤結線した可能性が考えられることから、新潟トランスは、作業者が誤結線していたとしても作業者自身で誤結線に気付かせるために結線の後確認を行うことを配線作業マニュアル等に定め、定めた内容について作業者に周知徹底する必要がある。
- (2) 新潟鐵工所は、409線がV S A R 3のソケットの端子台の1番及び100a10線が同端子台の11番に接続されていることを確認する配線導通検査を実施していなかったと考えられるが、戸閉め保安回路だけでなくA T Sやブレーキ回路等のぎ装・配線が誤結線されていると列車の運転の安全に支障を及ぼす可能性があるため、新潟トランスは、ぎ装・配線が図面どおりに接続されていることを完成検査で確認する必要がある。
- (3) 新潟鐵工所は、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施していなかったと考えられることから、新潟トランスは、ジャンパー連結器の水密不良による混触や電線の絶縁不良等によって走行中に意図せずドア開指令線が加圧される事象が起こり得ることを認識し、ドア開指令線の加圧に対する戸閉め保安回路の機能検査を実施する必要がある。

5.2 本重大インシデント後に同社が講じた措置

本重大インシデント発生後に同社が講じた措置は、次のとおりである。

- (1) 令和4年10月20日に一斉点検として、同社が所有する車両（新幹線を除く）について、次のことを確認した。
 - ① 速度検出装置を動作させて全ての速度検出継電器が動作すること。
 - ② ジャンパー線に亀裂等の損傷がないこと。（ジャンパー線が車両前面に搭載されている車両に限る。）

- (2) 全般検査及び要部検査において、同社が所有する車両（新幹線を除く）の戸閉め保安回路に関わる全ての速度検出補助継電器の動作を確認することとした。
- (3) 同車両の新製時及び戸閉め回路の変更を伴う改造工事を行ったときは、戸閉め保安回路に関わる全ての速度検出補助継電器の動作を確認することとした。
- (4) 同車両の全般検査、要部検査、交番検査及び仕業検査において、目視だけでなく触手にてジャンパー線に損傷がないか入念に確認するようにした。また、同仕業検査におけるジャンパー線の損傷に関する点検結果の記録を残すこととした。
- (5) 乗務員から衝突、異音の申告があった場合は、臨時検査において、目視だけでなく触手にてジャンパー線の状態を入念に点検して接触痕の有無を確認することとした。

5.3 本重大インシデント後に新潟トランスが講じた措置

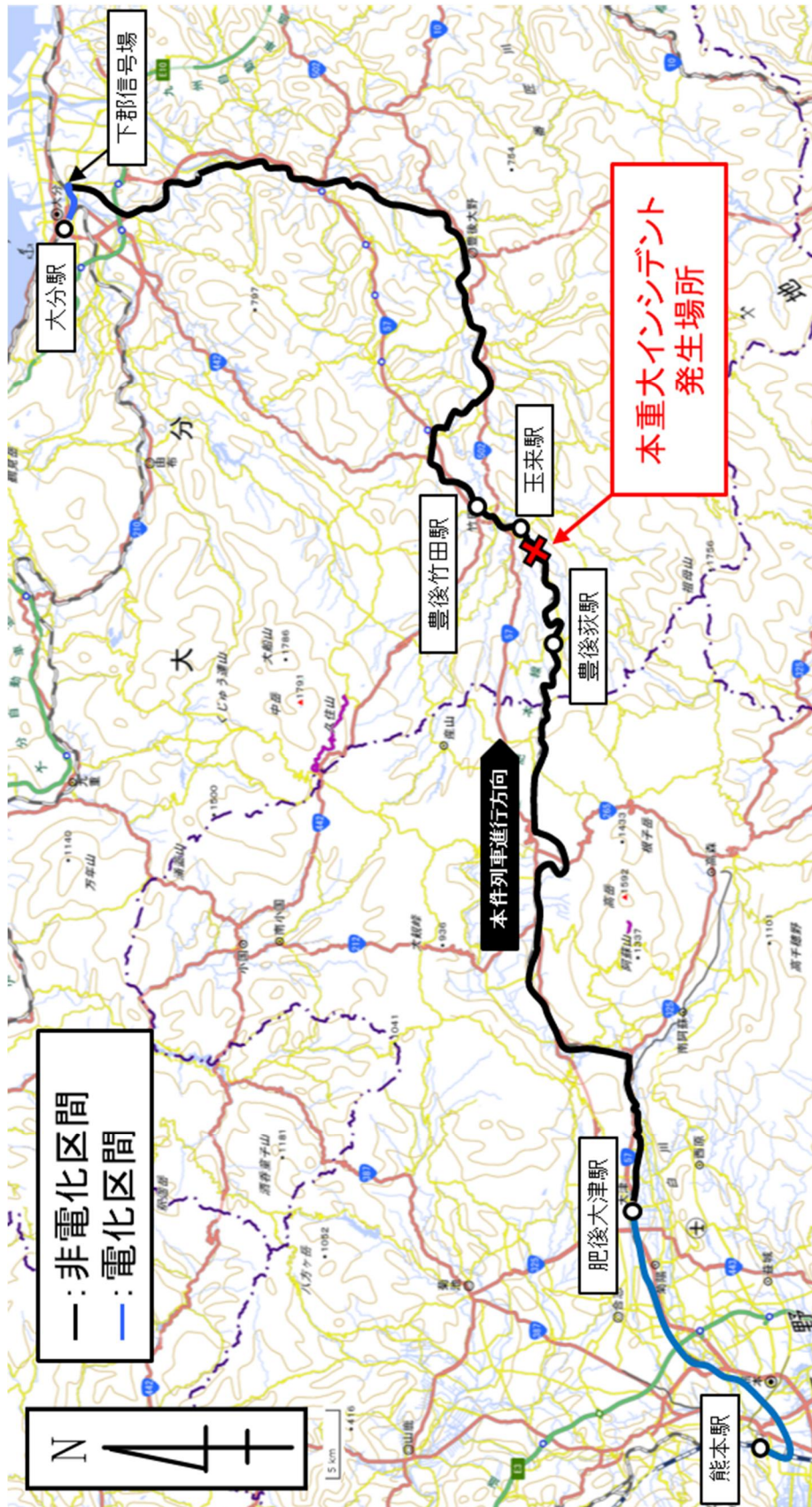
本重大インシデント発生後に新潟トランスが講じた措置は、次のとおりである。

- (1) 新潟鐵工所が平成5年度に製造した内燃動車を納入した鉄道事業者と同内燃動車の速度検出継電器の動作確認を依頼し、同速度検出継電器が動作することを確認した。
- (2) 結線後のレ点チェックを作業員に行うよう徹底させ、レ点チェックした図面を作業記録として残すこととした。
- (3) 継電器のソケットの端子台にぎ装束線を結線する場合は、作業員が結線した後に配線導通検査を行い、図面どおりに結線されていることを確認することとした。
- (4) 戸閉め保安回路の機能検査において、5 km/h以上で走行中にドア開指令線を強制的に加圧してドアが開かないことを確認することとした。

5.4 本重大インシデント後に国土交通省が講じた措置

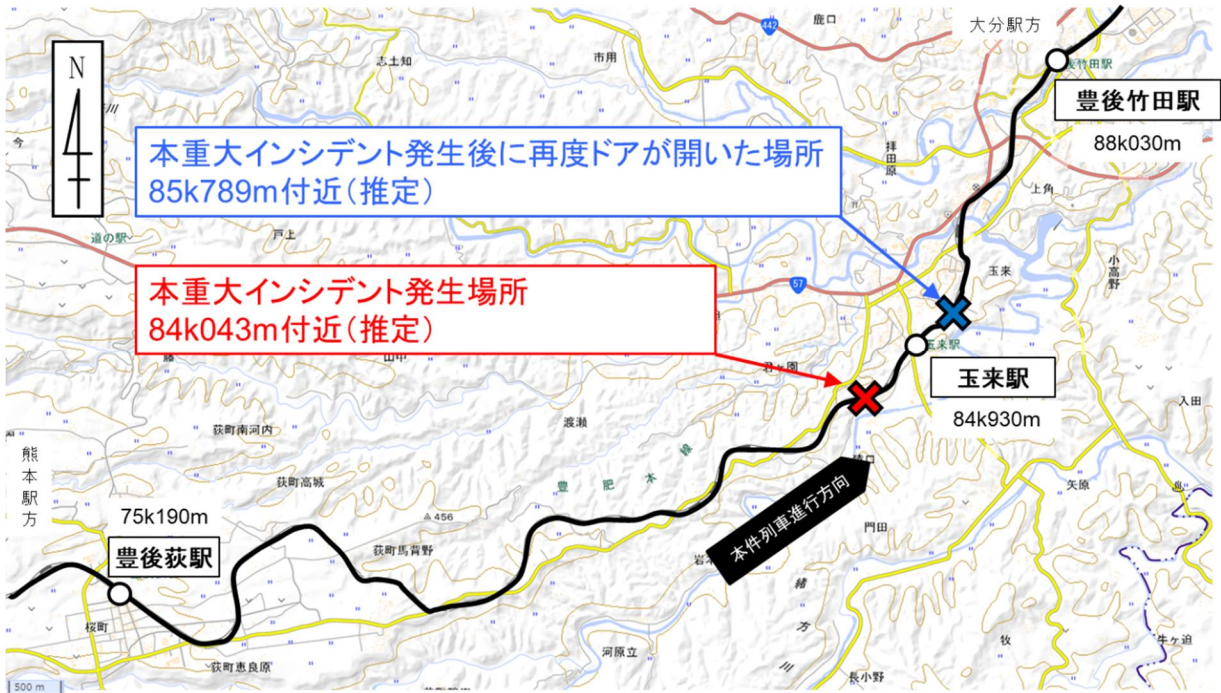
国土交通省は、令和4年11月4日、本重大インシデントの概要及び運輸安全委員会による鉄道事故等に係る事実調査で得られた情報を全国の鉄軌道事業者に対して周知した。

付図1 豊肥線の路線図



この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成

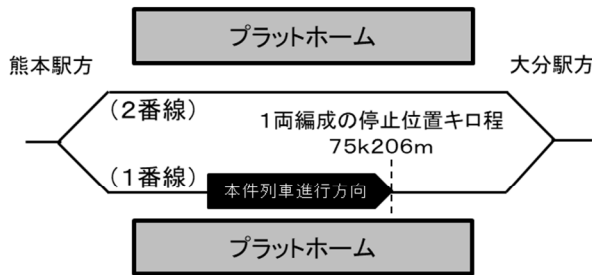
付図2 現場付近の地形図



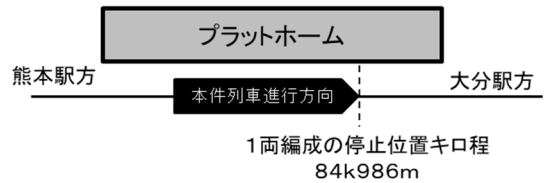
この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成

付図3 駅の概略図

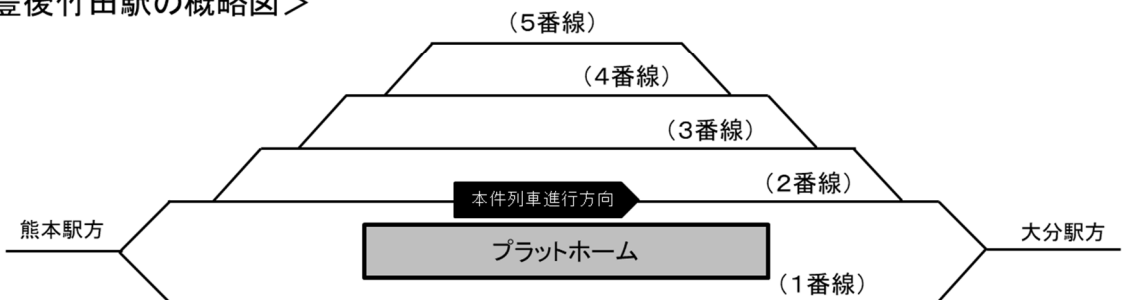
<豊後萩駅の概略図>



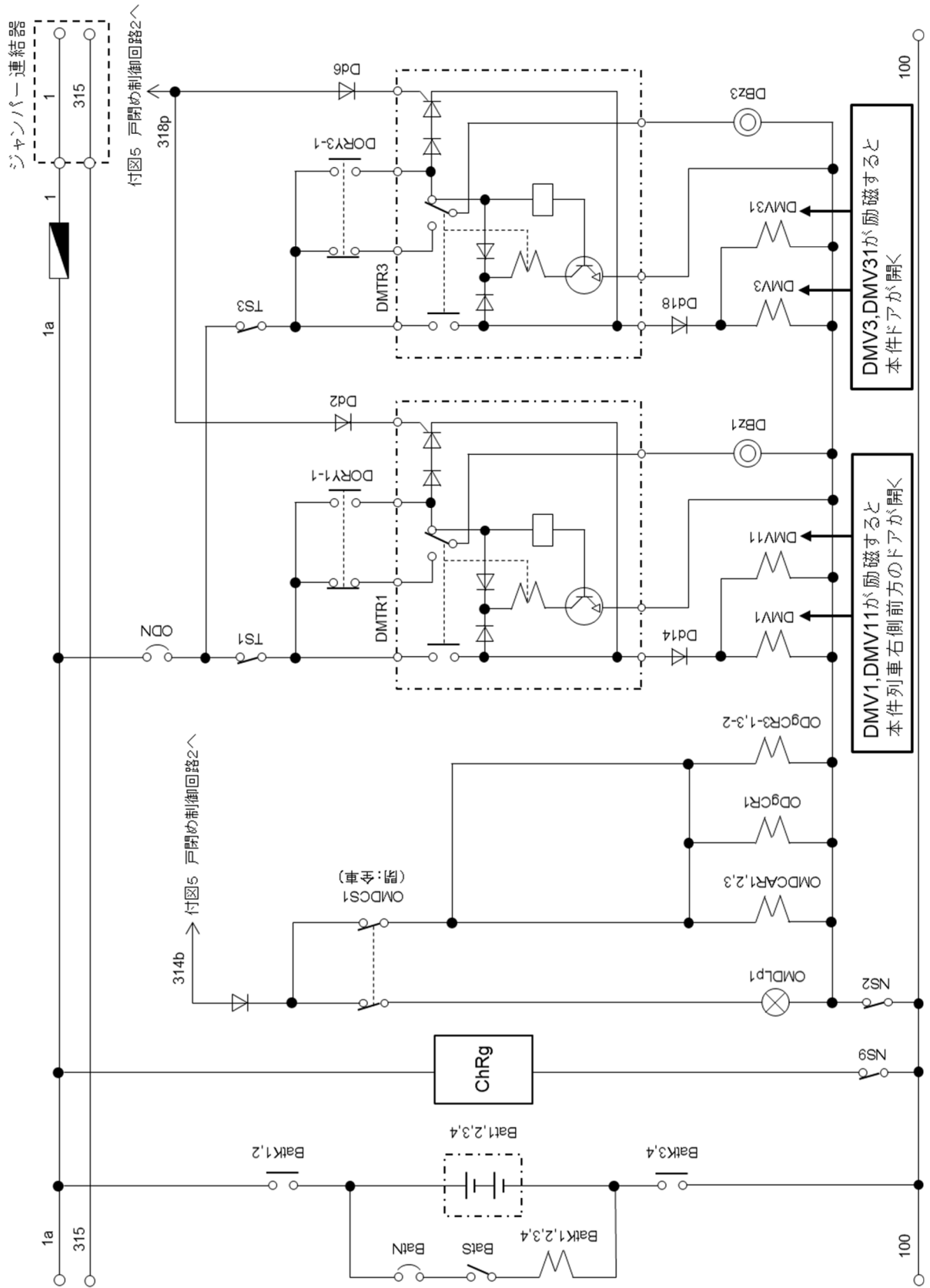
<玉来駅の概略図>



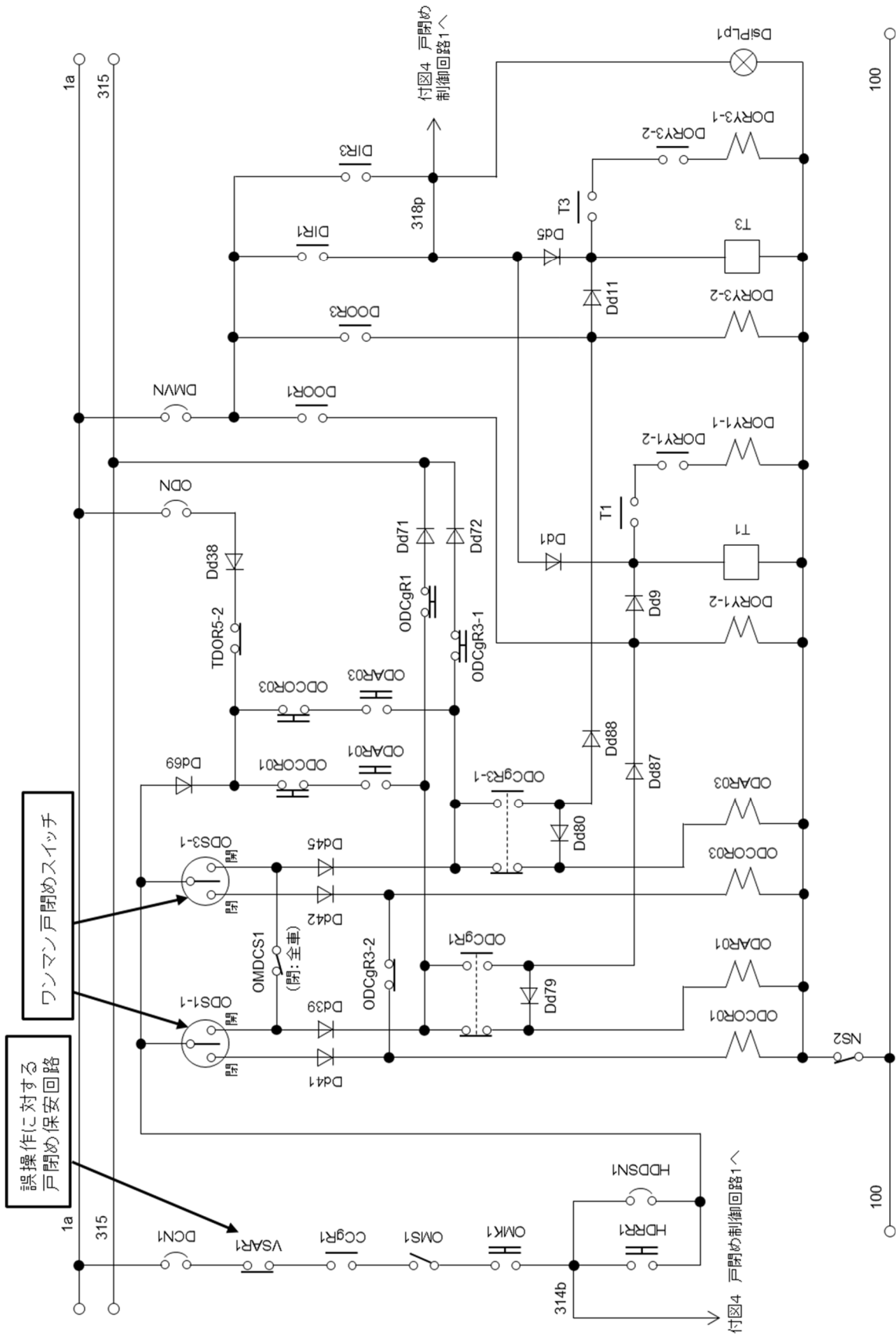
<豊後竹田駅の概略図>



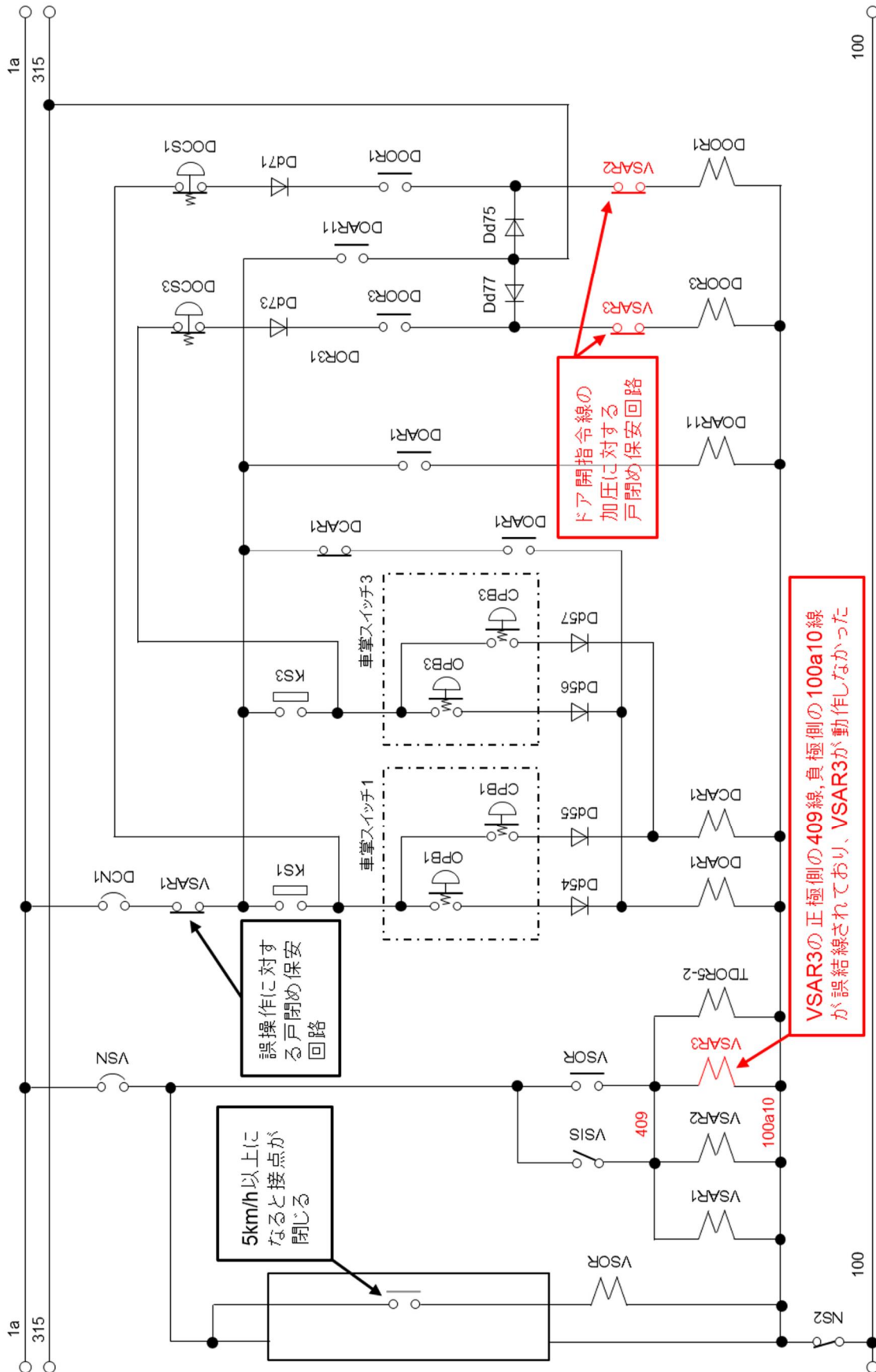
付図4 戸閉め制御回路1



付図5 戸閉め制御回路2

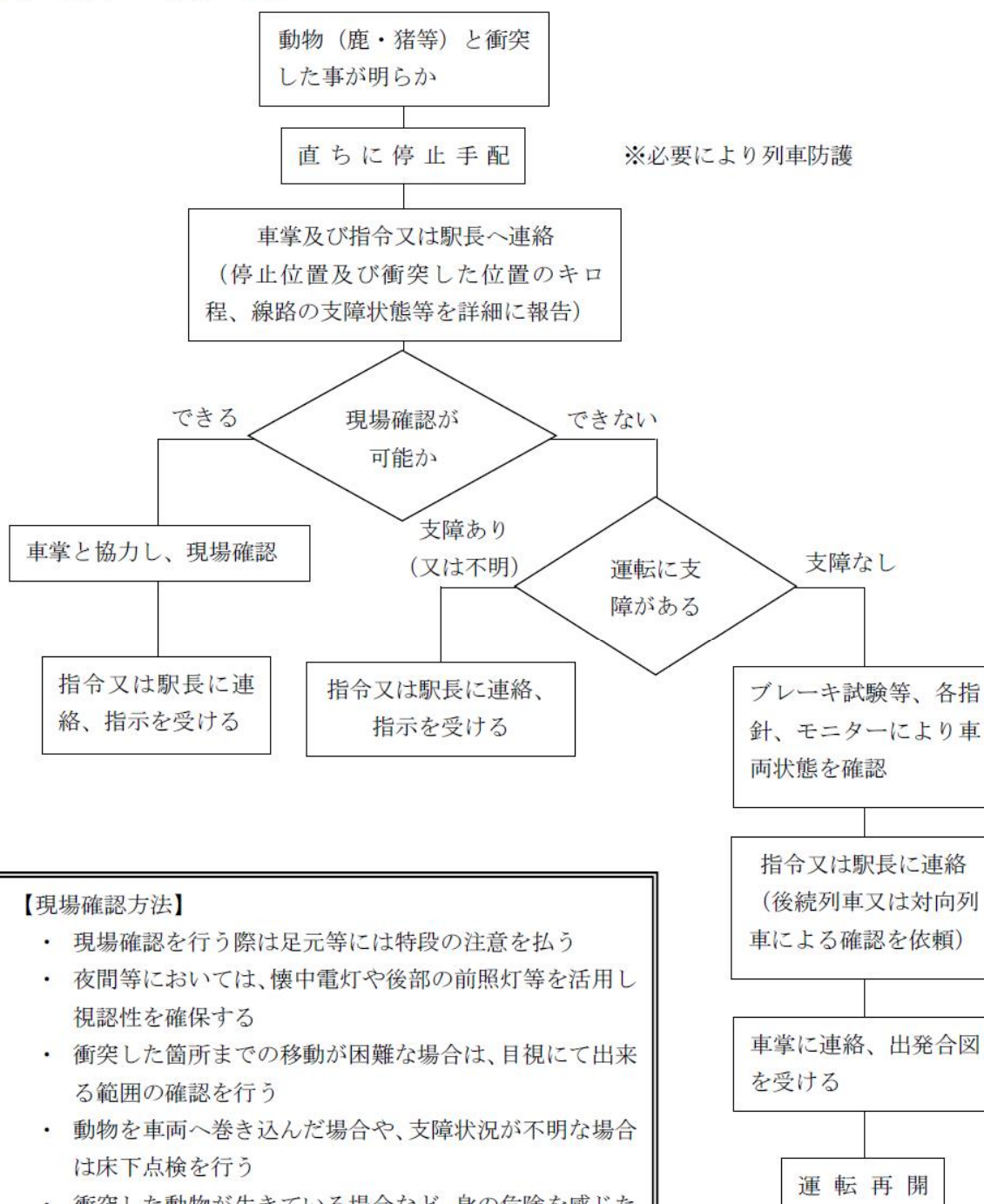


付図6 戸閉め制御回路3



付図7 同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋1

動物と衝突した場合の取扱い



【現場確認方法】

- ・ 現場確認を行う際は足元等には特段の注意を払う
- ・ 夜間等においては、懐中電灯や後部の前照灯等を活用し視認性を確保する
- ・ 衝突した箇所までの移動が困難な場合は、目視にて出来る範囲の確認を行う
- ・ 動物を車両へ巻き込んだ場合や、支障状況が不明な場合は床下点検を行う
- ・ 衝突した動物が生きている場合など、身の危険を感じた時は、近づかず、指令に連絡する

付図8 同社の「異常時取扱いマニュアル」抜粋2

異音感知・異常動揺があった場合

