

鉄道重大インシデント調査報告書

北海道旅客鉄道株式会社函館線稲積公園駅～手稲駅間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23年6月24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」

北海道旅客鉄道株式会社函館線稲積公園駅～手稲駅間
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：北海道旅客鉄道株式会社

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22年5月29日 8時27分ごろ

発生場所：北海道札幌市

函館線 いなづまこうえん 稲積公園駅～ていね 手稲駅間（複線）

函館駅起点277k100m付近

平成23年6月13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 小豆澤 照 男

委員 石川 敏 行

委員 富井 規 雄

委員 岡村 美 好

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	2
2	事実情報	2
2.1	運行の経過	2
2.2	鉄道施設に関する情報	8
2.3	車両に関する情報	8
2.3.1	車両	8
2.3.2	ドアに関する情報	9
2.3.3	ドア制御回路に関する情報	9
2.3.4	ドアを開閉するための空気経路に関する情報	12
2.3.5	戸閉め機械装置に関する情報	12
2.4	乗務員等に関する情報	13
2.4.1	性別、年齢等	13
2.4.2	健康状態等	14
2.5	気象等に関する情報	14
2.6	走行中にドアが開いた場合の処置に関する情報	14
2.6.1	運転士の取扱い	14
2.6.2	車掌の取扱い	14
2.6.3	指令の取扱い	15
2.7	調査及び試験	15
2.7.1	本件編成のドアの開閉状況に関する調査	15
2.7.2	モニタ装置の記録に関する情報	15
2.7.3	ドアの開閉状態に関する調査	16
2.7.4	ドア制御回路及び力行回路に関する調査	17
2.7.5	ドア制御回路の構成機器に関する調査	18
2.7.6	ドアを開閉するための空気経路に関する調査	20
2.8	インシデントの周知に関する教育の情報	21
2.9	走行中にドアが開くという類似の事象に関する調査	21

3	分析	21
3.1	本重大インシデントの発生状況の分析	21
3.2	ドア制御回路（戸閉め保安回路を含む）等に関する分析	22
3.2.1	ドア制御回路の配線の異常によってドアが開いた可能性	22
3.2.2	車掌スイッチ又は手動開スイッチの異常によってドアが開いた可能性	23
3.2.3	戸閉め連動回路及び戸閉めスイッチに異常が発生した可能性	23
3.3	ドアを開閉するための空気経路に関する分析	24
3.3.1	空気配管に異常が発生した可能性	24
3.3.2	戸閉め機械装置の異常によってドアが開いた可能性	24
3.4	本重大インシデントの発生要因に関する分析のまとめ	25
3.5	本重大インシデントにおける状況の推移に関する分析	26
3.5.1	稲積公園駅における本件列車の状況	26
3.5.2	本重大インシデントが発生した時点における本件列車の状況	27
3.5.3	手稲駅に到着するまでの間の本件列車の状況	27
3.5.4	手稲駅の停車前後の状況	28
3.6	走行中にドアが開いた場合の処置に関する分析	28
3.6.1	モニタ装置がドア開を検知した直後の処置内容	28
3.6.2	異常発生時の関係箇所への通報状況及び通報内容	28
3.6.3	異常発生時の処置内容	30
3.7	再発防止に関する分析	30
3.7.1	モニタ装置のアラームについて	30
3.7.2	戸閉めスイッチの確認	31
3.7.3	教育・指導の充実について	31
4	結論	31
4.1	分析の要約	31
4.1.1	走行中にドア開を検知した点	31
4.1.2	1位ドアが完全に閉まらなかった点	32
4.1.3	1位ドアが完全に閉まらない状態で力行できた可能性	32
4.1.4	1位戸閉めスイッチが一時的に誤った閉検知状態になった可能性	33
4.1.5	本重大インシデント発生後の処置	33
4.2	原因	33
5	参考事項	34

添付資料

付図1	函館線路線図	35
付図2	現場付近の地形図	35
付図3	本件列車（G102編成）の当日の運行	36
付図4	本件目撃者及び開いていたドアの停車時の位置	36
付図5	運転台の関係機器	37
付図6	戸閉め表示灯の取付け位置	37
付図7	戸閉め機械装置の取付け状態	38
付図8	押さえ車の取付け状態	38
付図9	フェルトの取付け状態	39
付図10	車掌スイッチ	39
付図11	ドア制御回路（左側ドア制御部分抜粋）	40
付図12	制御回路（力行回路部分抜粋）	41
付図13	戸閉め機械装置の構造と動作原理	42
付図14	DS1の案内板開口部の接触痕	43
付図15	戸閉めスイッチの構造と検知範囲	44
付属資料	本重大インシデント発生要因の分析概要図	45

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

北海道旅客鉄道株式会社の室蘭線とまこまい苫小牧駅発函館線手稲駅行き6両編成の下り第2731M列車の運転士は、平成22年5月29日(土)、稲積公園駅を出発した後、手稲駅手前の分岐器を通過中に運転席のモニタに旅客用乗降口の扉の異常が表示されていることに気が付いたが、そのまま運転を続けた。さらに、手稲駅のプラットホームが迫ってきたときに運転士知らせ灯が滅灯していることに気が付いたが、その後も通常どおりの運転を続け、手稲駅の所定の位置に列車を停止させた。同列車が手稲駅に停止した直後に、プラットホームで同列車の到着を待っていた旅客から同列車の車掌に対し、同列車最後部の左側(車両は前から数え、前後左右は列車進行方向を基準とする。)の旅客用乗降口の扉が20cmくらい開いていたとの申告があった。

なお、同列車には約30名の旅客が乗車していたが、旅客用乗降口の扉が開いていたことによる乗客の転落はなく、負傷者はなかった。

その後、同車掌及び検修担当者が点検を行い、同扉に鍵を掛けた状態で同編成の運転を継続したが、同日の午後に車両基地において部品を交換した後は、5月31日の第2734M列車まで、同扉の鍵を外した状態で運転を行った。5月31日の8時09分ごろ、本社検修担当からの指示により同編成の同扉は再度鍵を掛けた状態とされ、札幌運転所に11時09分ごろ入区した後に運転を打ち切った。

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、列車の走行中に旅客用乗降口の扉が開いた事態で、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として、平成22年5月31日に通報を受け、調査対象となった。

運輸安全委員会は、同日、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。

北海道運輸局は、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22年 6 月 1 日

現場調査、口述聴取

6月2日	車両調査
6月26日～27日	本線走行試験
12月6日～7日	戸閉め電磁弁各ポートの動作圧力調査
12月21日	戸閉め電磁弁等の非分解調査
平成23年1月7日	戸閉め電磁弁等の分解調査
2月22日	戸閉めスイッチの分解調査

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

本重大インシデントに至るまでの経過は、北海道旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り第2731M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。）、同車掌（以下「本件車掌」という。）、指令員2名（以下「本件指令員A」及び「本件指令員B」という。）、検修助役（以下「本件助役」という。）、車両技術主任（以下「本件主任」という。）、並びに手稲駅で旅客用乗降口の扉（以下「ドア」という。）が開いていることを発見した旅客（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

本件列車には苫小牧駅から乗務したが、稲積公園駅までに異常はなかった。稲積公園駅を定刻に出発して、普通どおりに加速していった。途中、モニタ装置のアラーム（警報音）が鳴動したが、ブレーキ扱いや速度に注意していたので、どの時点で鳴動したか記憶がない。アラームの鳴動は気にはするが、ドアに限らず空調異常などでも鳴動することがあるので、なんだろうなというイメージだった。鳴動した直後にはモニタ装置を確認していないと思う。手稲駅の手前にある分岐器（以下「ポイント」という。）には大体40～50km/hを目安に入っていくが、ポイントを渡るときにモニタ装置を確認したところ、記憶が定かではないが、側開き戸異常か側引き戸異常というような表示が出ていた。その際に運転士知らせ灯^{*1}は確認していない。今まで問題なく走ってきて

^{*1} 「運転士知らせ灯」とは、運転士が客室内のドアの開閉状態を確認できるようにする目的で乗務員室内に設けられるものであり、編成内の全てのドアが閉まっている場合のみ点灯する表示灯である。パイロットランプともいう。

いるので、いきなりドアが故障するということはその時点では思わなかった。過去に乗客がドアをいたずらして、車掌にやめるように放送してもらったことが何度かあったため、先入観だが、今回も誰かがいたずらしているのではないかと思った。モニタ装置を見た後は、駅が近かったので再力行せず惰行で行った。プラットホーム（以下「ホーム」という。）が迫ってきたとき、運転士知らせ灯が視界に入り、運転士知らせ灯が滅灯していることに気付いたが、本件列車を所定の位置に停止させることに意識を集中していたと思う。走行中は車掌と会話はしていない。ポイント通過から停止するまでは、15秒か30秒あるかないかぐらいだったと思う。

手稲駅に到着した後、別の列車に乗って札幌運転所へ帰るために、本件列車の最後尾の車両（以下「本件車両」という。）に向かってホームを歩いていったところ、本件車掌がドアの点検のようなことをしていた。本件車掌に、モニタ装置の表示がついたことを伝えたところ、本件車掌から、ドアが10cmくらい開いた状態で入線してきた旨、本件目撃者から申告があったと言われた。別の列車にすぐに乗らなければならなかったのに、指令に報告は行わず、帰ってから報告してもよいかなどと思い、札幌運転所へ帰ってから運転助役に報告した。なお、運転士知らせ灯が滅灯したときはすぐに停止することという指導は受けていた。

(2) 本件車掌

当日は、苫小牧駅から本件運転士と一緒に乗務したが、乗務中に本件運転士から連絡はなかった。手稲駅に到着するまで列車に異常はなく、本件運転士の運転操作も普通だった。手稲駅の手前の稲積公園駅では、ドアを開いたときには戸閉め表示灯^{*2}は点灯し、ドアを閉めたときには滅灯した。手稲駅ではホームを見ながら到着し、停止位置が合っていたので自動扱いでドアを開いた。ホームを注意して見ていたので、ドアを開ける前の戸閉め表示灯の状態は気が付かなかった。

ドアを開いたら、ホームで本件列車の到着を待っていた本件目撃者に、「一番後ろのドアが10cmくらい開いたままで入ってきましたよ」、と言われた。そこで本件車両の1位のドア（以下「本件ドア」という。）の試験をするために、車掌スイッチ^{*3}のキースイッチを半自動位置にし、車内から閉め操作を

^{*2} ここでいう「戸閉め表示灯」とは、車両の外側の両側面に各1個設けられる赤色の表示灯であり、設けられた側の複数のドアが全て閉まった場合に滅灯状態となり、それ以外の場合には点灯状態となる。車側灯ともいう。

^{*3} ここでいう「車掌スイッチ」とは、乗務員室や車掌室に設置され、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、編成内のドアを一括して開閉する自動扱い及びドアを手動で開いて車掌スイッチで閉じる半自動扱いが可能な装置である。

行ったところ、ドアは途中で止まり、完全には閉まらなかった。次に、ドアの空気経路を制御する機器であるDコックを切って本件ドアの空気経路を遮断し、手で3回くらい開け閉めをした後、Dコックを戻して戸閉めをしてみたところ、ドアは正常に動いた。その作業を最後まで見ていた本件目撃者は、2両目に移っていった。本件目撃者が移動した後、本件ドアを引っ張ってみたが、固くて開くような状態ではなかったので大丈夫かなと思った。また、本件列車の本件車両には旅客が1名乗車していたが、車両の中央付近に座っていたので、本件ドアが開いていても気付かなかったのではないかと思う。

本件列車は手稲駅で折り返して1742M列車として使用されるが、この列車にも乗務するので、本来であれば一番後ろまで行くのだが、時間がなかったので3両目の運転室に乗車した。本件運転士とはホームを歩いているときにすれ違い、「モニタ装置の引き戸異常が出たが、誰かがいたずらしている感じはなかったか」と言われた。いたずらは今はあまりないが、以前はよくあった。

折り返しの1742M列車で手稲駅を出発した後、稲積公園までは短く、列車無線で連絡することができなかったので、稲積公園駅を出てすぐ、指令に連絡した。そこで、本件目撃者から聞いた事象や私の行った処置を話し、「今現在は何でもないと思います。右側のドアが開く琴似駅で、もう一度確認します」と伝えた。指令からはほとんど何も指示がなく、「分かりました、この先気を付けて行ってください」と言われた。当然本件運転士が報告していると思ったので、指令にはアラームの話はしていない。琴似駅でドアの開閉を行ったが、開閉状態に異常はなく、戸閉め表示灯の状態も正常だった。札幌駅に到着後、本件車両の調査を行っていた列車検査の担当者のところに行ってみたところ、特に何も異常はないとのことだったので、「アラーム異常が出ていたので、モニタ画面を見たら分かるはずですよ」と伝えた。列車検査の担当者がモニタ装置を確認したところ、異常の項目が挙がっていた。

(3) 本件指令員A

8時39分ごろ本件車掌から無線がきて、それを受けた別の指令員から、本件ドアが開いた状態で手稲駅に進入してきたという話があった。その後、本件列車の折返し列車である1742M列車に乗務していた本件車掌に無線をかけて、状況を確認したところ、本件目撃者から本件ドアが開いた状態でホームに進入したという申告があったこと、手稲駅到着場面で半自動扱いで数回開閉試験を行った結果、1回だけだが10cmほど残してドアが閉まり切らなかったこと、Dコックを切って何度か開閉させた後にDコックを戻したところ、その後は異常がなかったことなどの話があった。現在の本件ドアの状態を確認したところ、異常なしとのことだった。8時50分ぐらいに札幌駅の検修と連絡

をとり、状況を説明して検査を要請した。検査の結果については9時ごろに電話で連絡があり、引っ掛かりや動きに異常はないとのことだったが、本件ドアを締め切るように指示を行った。札幌の列車検査から鎖錠^{*4}したという連絡を受けた後、翌日の担当者である本件指令員Bに引継ぎを行った。

(4) 本件指令員B

5月29日の朝、前日の担当者である本件指令員Aから引継ぎを受けたが、その場面では手稲駅で本件車掌が半自動扱いで試験を行ったことについて詳しい話は聞いていなかった。札幌駅における列車検査による調査の手配を行ったというところで、引き継いだ。札幌駅での調査結果は、指令に直接電話がかかってきた。その内容は、本件ドアの開閉状態を見たが異常なしとのことだった。この段階では前日の担当者である本件指令員Aもおり、指令長に相談していた。原因が不明であったため、その後の扱いについては検修区所に入区するまで本件ドアを締切り扱い^{*5}とし、調査して異常がないのであれば使うということになった。本件列車のG102編成（以下「本件編成」という。）が同日の14時36分に1771M列車として札幌運転所に入区する前に、本件助役が千歳折り返しで対応したことについては、自分は知らなかった。

本件編成が1771M列車として入区した後に行った検査の結果について、同日の16時ごろ、札幌運転所の折り返し検修の担当者から電話連絡を受けた。内容は、「本件ドアの状態には異常箇所が見当たらないが、念のため原因と見られるような引戸押エ車^{*6}（以下「押さえ車」という。）を交換した。本件ドアは締切りせずに所定使用で出区させる」とのことだった。その後、本件車両は、江別、小樽と運転する行路だったので、車掌と運転士に「モニタや本件ドアの状態も見て確認してください」と伝えたが、次の日（5月30日）は乗務員区に対し注意するようにとの指示は流していない。本社運輸部には30日の10時30分ごろ連絡を取って事象の報告を行ったが、分かりましたということだけで特に指示はなかった。

(5) 本件助役

5月29日は休日だったが、車両の修繕があるとのことで10時ごろ出勤した。その車両を直しているところに行ったところ、本件主任がそこにおいて、他にもドアが閉まらない車両（本件車両）があると聞かされた。車掌がいろいろと対応したという話は、全く聞いていない。本件車両が今どうしているのかを

^{*4} 「鎖錠」とは、ドアに鍵を掛けることをいう。

^{*5} ここでいう「締切り扱い」とは、ドア上部にある鍵を鎖錠する扱いである。

^{*6} 「引戸押エ車」とは、ドアが車体の内側や外側へ過度に移動してドアが開閉不良となることを防止する目的で、ドアの内側及び外側に設けられる機器である。

尋ねたところ、「鎖錠して走っており、14時過ぎに入区するからそのときに直す」とのことだった。本件車両が千歳駅からこちらに戻ってくる途中であると聞いたので、札幌駅に行って様子を見ることにした。

札幌駅では本件ドアを解錠して半自動扱いにし、ドアが完全に開いてから閉めてみたが、ドアは途中で止まってしまった。ただし、もう一度開閉を行った時は正常に動作し、事象は再現しなかった。これはまずいなと思い、車掌に「私がここに立っているのですが、手稲までこのドアを使用させてください。何かあれば私に対応します」と言って、通常使用させてもらった。手稲駅まで本件ドアが開く機会は4回あったが、普通に開閉した。ただ、閉まるときに若干遅いかなという気がし、ドアの緩衝がある部分で引っ掛かるように見えた。

添乗した列車が手稲駅で折り返すときに降車したが、降りるに当たって、怪しいので再度鎖錠し、車掌にその旨伝えた。その後、11時半過ぎに札幌運転所に戻り、本件主任に、「ちょっと閉まりが遅い気がするのですが、入区したときに見てください」と伝えた。本件主任から本件ドアが8時半に開いたことを聞いたのは戻ってきた後だったので、添乗中にはドアが閉まるところだけしか見ていなかった。13時ごろに会社を出て帰宅したが、その後連絡がなかったのので、入区してうまく直ったのだなと思っていた。

(6) 本件主任

当日は仕業検査の技術主任として泊まり勤務に当たっていた。本重大インシデントの話聞いたのは、5月29日の9時20分ごろで、前日の泊まりの主任からメモと口頭で引継ぎを受けた。その内容は、手稲駅で本件ドアが10cmくらい閉まり切らない閉不良が発生したため、1742M列車の札幌到着時に本件ドアを指令の指示で締め切ったことと、モニタ装置の記録を検索した結果、8時27分に稲積公園駅から0.6kmの地点を走行中にドア開き異常の記録があったという2点だったと記憶している。事象が発生したのは2731M列車であると気が付いたのは、10時半ごろ、業務日誌をつけている時だった。

1771M列車が入区してきたので、本件ドアの点検蓋を開けて手動で5～6回開閉試験を行ったが、本件助役から聞いていた20cmくらいの所で閉まらなかったという事象は再現しなかった。また、本件助役が「ドアが閉まるときにちょっと遅いような気がする」と言っていたので、戸閉め電磁弁の動きを確認したが異常がなかった。さらに、本件ドアの下部レール、押さえ車、帯金及び側出入口風止メ^{*7}（以下「フェルト」という。）などを調査したところ、ドア外側下部の押さえ車が摩耗しており、フェルトの戸先から150mmから

^{*7} 「側出入口風止メ」とは、車体開口部の上部に設けられ、ドアの上部と車体との密着を促進させることにより客室内への風雪の侵入を防止するためのものである。

200mm ぐらいの所に、かなり擦れた痕跡があった。また、フェルトには油かグリスがついて光っていた。結局、本件ドアの外側下部の押さえ車とフェルトを交換し、押さえ車の押し付け力を調整した。交換した押さえ車及びフェルトの損品は、交換後に廃棄してしまった。フェルトの下側の板が同じ位置で幾分高くなっていたことについても修繕が必要と思ったが、このときは時間がなく、後日改めて修繕するつもりだったので、そのための書類を書いた。

押さえ車とフェルトを交換した後、ドアの開閉試験を数回行っても大丈夫だったので、閉まり不良は起こらないだろうと判断して、本件ドアを鎖錠しない状態で出区させた。ドアが閉まらなかったことに関する調査は行ったが、開いてしまったことに関する調査はしていない。

検査及び修繕をした後、調査した結果を指令又は運転の担当者のどちらかに話していたと思うが、どちらであったかは記憶がない。また、今までに走行中にドアが1枚だけ開いたという経験はない。

(7) 本件目撃者

当日は、手稲駅1・2番線ホームの札幌駅寄りの端で、本件列車の到着を待っていた。本件列車は手稲駅で折り返しとなり、その列車に乗車する予定だった。稲積公園駅の方の線路を見ていたところ本件列車が接近し、ホームに進入してきたが、そのときの速度はいつもどおりだった。特に気にも留めず列車の先頭から眺めていたところ、一番後ろの車両の一番後ろのドア（本件ドア）が、約20cm くらい開いたままで入ってきた。そのときの速度は止まる寸前だった。どの辺りから開いていたのかは分からないが、ホームの端の5m くらい手前で気が付いた。そのときに戸閉め表示灯が点灯していなかったことは間違いない。他のドアについては、開いていたかどうかははっきりとは記憶していない。

列車が停車し、車掌がドアを開いた後、目の前に車掌がいたので、「これが入ってくる時、止まる前に本件ドアが20cm くらい開いてました」と伝えた。そしてお客様が降りきった後、車掌が本件ドアのところに行って、手でドアを閉めているのを見ていた。すると、やはり20cm ぐらい完全には閉まらないような感じだった。車掌が強めにドアを押したら、ドアは閉まった。

その後、隣の車両に移動して目的地に向かった。途中、琴似駅で同じ側のドアが開いたが、車掌が見に来て「正常に動作しています」と話しかけられたので、本件ドアには異常がなかったのだと思う。

なお、本重大インシデントが発生したことが最初に記録されていたのは、モニタ装置が異常を検知した時点であるが、その時刻は、8時27分ごろであった。

(付図1 函館線路線図、付図2 現場付近の地形図、付図3 本件列車(G102編成)の当日の運行、付図4 本件目撃者及び開いていたドアの停車時の位置、付図5 運転台の関係機器、付図6 戸閉め表示灯の取付け位置 参照)

2.2 鉄道施設に関する情報

同社の函館線は、函館駅から旭川駅を結ぶ営業キロ423.1kmの路線であり、小樽駅から旭川駅までの170.6kmの区間は複線の電化区間、動力は電気(交流20,000V)、軌間は1,067mmである。

本重大インシデントが発生した稲積公園駅(函館駅起点277k650m、以下「函館駅起点」は省略する。)と手稲駅(276k270m)の間はほぼ直線で、稲積公園から約10‰の下り勾配の後277k370mから6‰の上り勾配となっている。

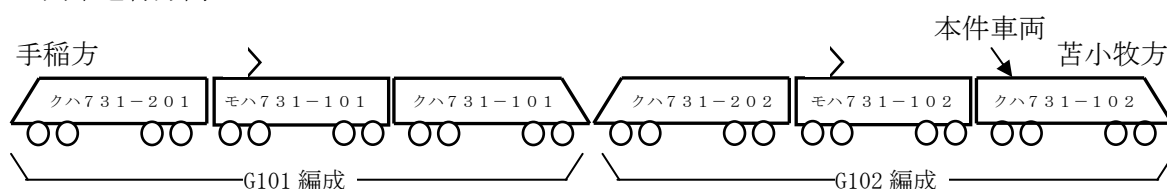
2.3 車両に関する情報

2.3.1 車両

(1) 諸元の概要

車種	731系 交流電車(20,000V、50Hz)
編成両数	6両
編成定員	870名(座席定員304名)
記号番号	

← 列車進行方向



(2) 検査履歴等

本重大インシデントが発生する直近における本件車両の検査履歴は表1に、また車歴は表2に示すとおりである。これらの検査において、自動戸閉め装置^{*8}の各機器には機能、電気的特性及び空気圧に関する異常の記録はなかった。

^{*8} 「自動戸閉め装置」とは、旅客車のドアを開閉するための装置、またこれに関する付属装置の総称であり、ドアを駆動する戸閉め機械、これを操作する車掌スイッチ、これらに連動する戸閉めスイッチなどから構成される。

表 1 検査履歴

検査等の種類	検査周期	実施日（出場日）
全般検査	9 6 箇月	平成 1 5 年 9 月 2 9 日
要部検査	4 8 箇月又は走行距離 6 0 万 km	平成 1 9 年 3 月 1 日
交番検査	9 0 日	平成 2 2 年 3 月 2 9 日
仕業検査	1 4 4 時間	平成 2 2 年 5 月 2 8 日

表 2 車歴

年 月	内 容
平成 8 年 1 2 月	新製
平成 8 年 1 2 月	改造（冬季の侵雪防止のためB10圧力調整弁の制御圧力を増圧）

2.3.2 ドアに関する情報

本件列車の車両で使用されているドアは、図 1 に示すように本件編成および G 1 0 1 編成の各車両の左右の側面に 3 箇所ずつ設けられており、引き戸式の 1 枚扉である。各ドアは後述する戸閉め機械装置に個別に接続されており、車両から供給される圧縮空気によって開閉される。

また、車体開口部の上部には、フェルトが 1 本、さらにドアの内側及び外側には、押さえ車が各 2 個設けられている。

（付図 7 戸閉め機械装置の取付け状態、付図 8 押さえ車の取付け状態、付図 9 フェルトの取付け状態 参照）

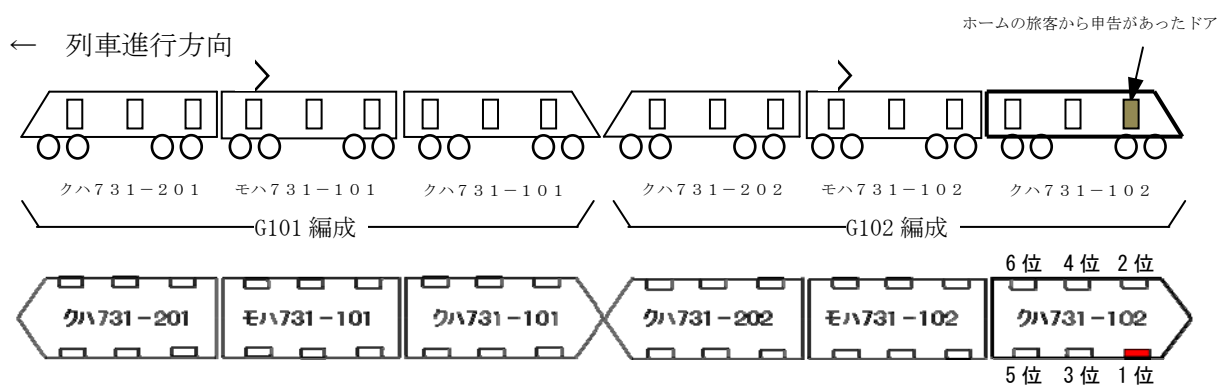


図 1 本件車両の本件ドアの部位

2.3.3 ドア制御回路に関する情報

本件車両に設けられている車掌スイッチを付図 1 0 に、また、本件編成のドア制御回路から、左側ドアの制御に関する部分を抜粋したものを付図 1 1 に示す。

以下にドアを開閉操作する際の各機器の動作について、付図 1 1 を使って説明する。なお、スイッチ類や線記号については、同図の当該部分を示すものとし、山

側^{*9}及び海側の双方にあるものについては、記述がない場合は山側とする。

(1) 本件列車の左側（山側）のドアを開く場合の機器の動作順序について

車掌スイッチには、自動扱いと半自動扱いの場合があるが、自動扱いの場合には、車掌スイッチ（以下「CrS1」という。）の開ボタンを操作することにより、戸閉め「開指令」継電器（以下「DMOR1」という。）が動作状態になり、戸開指令線（333線）に直流100Vが印加される。したがって、DMOR1は自己保持状態になる。続いて戸閉め「開指令」補助継電器（以下「DMOAR1」という。）が動作するため、山側のドアを開閉するための1位戸閉め電磁弁（以下「DMV1」という。）、3位戸閉め電磁弁及び5位戸閉め電磁弁が動作状態となり、1、3、5位のドアが開く。

一方、半自動扱いの場合には、CrS1の開ボタンを操作することにより、戸閉め半自動「開」継電器（以下「DHOR1」という。）が動作状態になり、半自動指令線（328線）に直流100Vが印加され、続いて戸閉め半自動「開指令」補助継電器-1（以下「DHMOAR1」という。）が動作する。DHMOAR1が動作すると、328b線と328a線が導通状態となるためDMOR1が動作状態となり333線を介してDMOR1が自己保持状態となる。しかし、DHMOAR1が動作しているためDMOAR1は動作しない。一方、DHMOAR1が動作すると、戸閉め半自動「開指令」継電器-1（以下「DHMOR11」という。）が動作して自己保持回路を構成する。DHMOR11が動作すると、239b線に直流100Vが印加されるため、各ドアの車内及び車外にあるドア開ボタンを操作することにより各ドアを手動で開くことができる。

(2) 本件列車の左側（山側）のドアを閉める場合の機器の動作順序について

自動扱い、半自動扱いにかかわらず、CrS1の閉ボタンを操作することにより、戸閉指令線（444線）に直流100Vを印加して戸閉め「閉指令」継電器（以下「DMCR1」という。）を動作させ、DMOR1の自己保持回路を解く。その結果、333線は無加圧状態となりDMOAR1を非動作状態とするため、333線側のドアは全て閉まる。

一方、半自動扱いの場合には、個別にドアを閉めることが可能である。この場合は、各ドアの車内にある手動閉ボタンを操作することにより、例えば1位ドアであれば239f線は無加圧状態にして1位戸閉め半自動「開」補助継電器（以下「DHOAR1」という。）の自己保持回路を解く。その結

^{*9} 「山側」とは、列車の進行方向によって左右が入れ換わらないようにするために、一部の事業者において使用されている表現であり、本件列車の場合には左側（333線側）をいう。一方、「海側」とは、本件列車の場合には右側をいう。

果、333 h線と333 k線の間は非導通状態になることから、DMV 1が非動作状態となり、1位ドアが閉まる。

(3) 戸閉め保安について

何らかの原因により、走行中に333線に直流100Vが印加されても、1、3、5位の戸閉め電磁弁の正極側である333 g線と333 h線の間には速度検出器補助継電器-1（以下「SRDAR 1」という。）のb接点が挿入されているため、戸閉め電磁弁が動作することはない。さらに、上述したDMOR 1の自己保持回路の電源が断たれるように333 a線と333 c c線の間や、C r S 1の開ボタンを押しても333 d線に100Vが印加されないように、SRDAR 1のb接点が挿入されている。

また、何らかの原因により、走行中に328線に直流100Vが加圧された場合でも、328 g線と328 h線の間及び239線と239 a線の間には速度検出器補助継電器-3（以下「SRDAR 3」という。）のb接点が挿入されているため、戸閉め電磁弁が動作することはない。SRDAR 1及びSRDAR 3が動作する条件は走行速度が5 km/h 以上となった場合であり、その際には本件列車の前から1、3、4、6両目に設けられた列車の速度を検出する機能を有するブレーキ受量器から442線に直流100Vが印加され、上述した各車両の速度検出器継電器（5 km/h）（以下「SRDR 1」という。）が動作する。その結果、戸閉め保安制御線（441線）に直流100Vが印加され、上述した各車両のSRDAR 1及びSRDAR 3が動作状態になる。

(4) 戸閉め連動回路について

戸閉め連動回路は、列車内の旅客用ドアが全て閉まらなると運転士が力行ノッチを投入しても列車が力行しないようにする目的で設けられるものである。当該車両の左側にある1、3、5位の各ドアには、1位戸閉めスイッチ^{*10}（以下「DS 1」という。）、3位戸閉めスイッチ、5位戸閉めスイッチが設けられており、この3つの戸閉めスイッチが全て接点を構成した場合のみ山側の戸閉めスイッチ継電器（以下「DSR 1」という。）が動作して、334 q線と334 a線が導通状態となる。同様に当該車両の右側にある3つの戸閉めスイッチが全て接点を構成すると、海側の戸閉めスイッチ継電器（以下「DSR 2」という。）が動作して334 a線と334 b線が導通状態となる。編成内の全ての車両で同様の回路が構成されると、戸閉め連動線

^{*10} 「戸閉めスイッチ」とは、戸閉め表示灯や戸閉め連動回路の機器を動作させるために、ドアの開閉状態を検知するスイッチである。本件車両で使用している戸閉めスイッチは、ドアが閉まったときに接点が構成されるa接点を1個と、ドアが開いたときに接点が構成されるb接点を2個有する1a2bタイプであり、戸閉め連動回路関係においてはa接点を使用している。

(334線)を介して、編成内の戸閉め切換スイッチ(以下「DCgS」という。)を前位置に設定した車両の戸閉め連動継電器(以下「DIR」という。)が動作するため、列車は力行回路を構成するが、列車内のドアが1箇所でも開いていると、DIRが動作しないため、列車は力行回路を構成できない。

力行回路は、付図12に示す制御回路の中に組み込まれており、力行状態とは、主幹制御器^{*11}の前後進ハンドルを前進位置又は後進位置とし、ノッチハンドルを力行1ノッチ以上に操作することにより、前進指令線(4線)又は後進指令線(5線)に直流100Vが印加されている状態をいう。なお、力行回路の中に組み込まれているEB補助継電器3-1(以下「EBAR3-1」という。)は、乗務員が意識を失うなどの異常事態が発生して主幹制御器や気笛などを操作しない状態が1分以上継続しない限り動作しない。また、非常気圧継電器(以下「EBAPR」という。)は元空気圧力が正常に込められていれば動作しており、併結確認完了継電器(以下「201HR」という。)は201系気動車との動力協調運転^{*12}を行うとき以外は動作しない。したがって、この3つの継電器の各接点は閉じた状態であることから、DIRが動作すれば力行回路が構成される。

(付図10 車掌スイッチ、付図11 ドア制御回路(左側ドア制御部分抜粋)、付図12 制御回路(力行回路部分抜粋) 参照)

2.3.4 ドアを開閉するための空気経路に関する情報

戸閉め機械装置を動作させるための圧縮空気は、元空気の圧縮空気を圧力調整弁により減圧して蓄える制御空気タンクから供給され、その圧力は 590 ± 10 kPaである。元空気の圧縮空気から圧力調整弁までの間には締切りコックやチリコシが、圧力調整弁から制御空気タンクまでの間には逆止弁^{*13}が、制御空気タンクから各ドアの戸閉め機械装置までの間には締切りコックやチリコシが設けられている。

2.3.5 戸閉め機械装置に関する情報

戸閉め機械装置は、排気消音器及び管座がついた戸閉め電磁弁、戸閉め機械及び戸閉めスイッチなどで構成されている。

^{*11} 「主幹制御器」とは、制御車の運転台にあり、編成内に力行ノッチ指令を出力する機器であり、ワンハンドル車の場合にはブレーキ指令も同様に出力している。出力は、引通し線や伝送線によって、各車の制御機器に与えられる。

^{*12} 「動力協調運転」とは、制御方法の異なる車両を連結した編成において、乗務員の総括運転により、ともに動力源を駆動して走行することをいう。

^{*13} 「逆止弁」とは、弁体が流体の背圧によって逆流を防止するように作用する弁の総称である。

以下に、戸閉め機械装置の構造と動作原理について付図 1 3 を使って、また、戸閉めスイッチの構造と検知範囲について付図 1 5 を使って説明する。なお、記号については、各図の当該部分を示すものとする。

戸閉め電磁弁は、最低動作電圧値（6 0 V）以上の電圧が印加されることにより動作状態になり、釈放電圧^{*14}以下になると非動作状態になる。戸閉め電磁弁が非動作状態のときには、制御空気タンクからの圧縮空気は P ポート及び B ポートを介して戸閉め機械の閉側シリンダーに供給されるとともに、戸閉め機械の開側シリンダーに込められていた圧縮空気を A ポート及び R ポートを介して大気中に排出するため、戸閉め機械のピストン棒が引き込まれてドアが閉まる。一方、戸閉め電磁弁が動作状態のときには、制御空気タンクからの圧縮空気は P ポート及び A ポートを介して戸閉め機械の開側シリンダーに供給されるとともに、戸閉め機械の閉側シリンダーに込められていた圧縮空気を B ポート及び S ポートを介して大気中に排出するため、戸閉め機械のピストン棒が押し出されてドアが開く仕組みになっている。戸閉め機械のピストン棒のストロークは規格では 1 1 6 5 mm（+ 5 mm、0 mm）である。

戸閉めスイッチは、スイッチ外箱の外部に出ている押しボタンが、ドア上部に設けられてドアの動きに連動する押し棒で押されることにより、入り切りされる。戸閉めスイッチの a 接点は、戸閉めスイッチの押しボタンのストロークが基準値である 2 . 4 5 mm（+ 0 . 7 mm、- 0 . 6 mm）を境にドアの開状態と閉状態（2 . 4 5 mm より小さい場合は開状態、2 . 4 5 mm より大きい場合は閉状態）を検知しており、閉状態から開状態に変わる場合と開状態から閉状態に変わる場合の値に違いはない。

なお、戸閉めスイッチの b 接点は、戸閉めスイッチの押しボタンのストロークが基準値である 3 . 7 5 mm（+ 0 . 6 mm、- 0 . 5 mm）を境にドアの開状態と閉状態（3 . 7 5 mm より小さい場合は開状態、3 . 7 5 mm より大きい場合は閉状態）を検知しており、a 接点と同様に、閉状態から開状態に変わる場合と開状態から閉状態に変わる場合の値に違いはない。

（付図 1 3 戸閉め機械装置の構造と動作原理、付図 1 5 戸閉めスイッチの構造と検知範囲 参照）

2. 4 乗務員等に関する情報

2. 4. 1 性別、年齢等

本件運転士 男性 4 6 歳

^{*14} 「釈放電圧」とは、動作状態の電磁接触器などのコイル印加電圧を徐々に下げていき、非動作状態に変化する瞬間のコイル印加電圧をいう。

甲種電気車運転免許
甲種内燃車運転免許
本件車掌 男性 61歳

平成 4 年 8 月 17 日
平成 7 年 12 月 12 日
(現職の経験年数は 33 年 4 か月)

2.4.2 健康状態等

同社によると、本件運転士及び本件車掌の当日の健康状態は良好で、健康診断における病歴はない。乗務前のアルコールチェックにおいても、アルコールは検出されなかった。

2.5 気象等に関する情報

本重大インシデント発生当日の札幌市の気象（アメダス観測）データは晴れであり、本事故発生時刻の約 30 分前である 8 時の気温は 13.3℃で、湿度は 39%であった。

2.6 走行中にドアが開いた場合の処置に関する情報

同社によると、走行中に列車のドアが開いた場合の処置については、以下に示すような指導・教育を行っているとのことであった。

2.6.1 運転士の取扱い

同社の社内規定である、異常時運転取扱手順書（動力車乗務員編）（以下「乗務員手順書」という。）の「運転中、運転士知らせ灯が滅灯したときの取扱い」の中に示されている手順の概略は、以下のとおりである。

運転士は、運転中に運転士知らせ灯が滅灯したときは、直ちに列車を停止させ、車掌に車内放送を行うように連絡する。次に指令又は駅長に連絡をした後に、戸閉め表示灯の状態を確認して車両の点検を行う。点検の結果、戸閉め表示灯が滅灯している場合にはドアの状態を確認して原因を調査し、原因が判明しても不明であっても指令又は駅長に連絡をし、指示を受けて運転を再開する。一方、点検の結果、戸閉め表示灯が点灯している場合には、乗客の安全確認を行ってからドアの開閉状態を調査する。そこでドアの開閉状態が不良の場合には当該ドアを鎖錠した後で、また、たとえ開閉状態が良好の場合であっても指令又は駅長に連絡をして、指示を受けて運転を再開する。

2.6.2 車掌の取扱い

異常時運転取扱いマニュアル（車掌編）（以下「車掌手順書」という。）の「運転途中で開扉した場合」の中で、概略以下のように定められている。

車掌は、開扉若しくは戸閉め表示灯の点灯を発見した場合又は乗客から開扉した

ことの申告があった場合には、直ちに停止手配を行う。乗客に異常がない場合には運転士に連絡し、さらに駅長又は指令に連絡した後、原因を調査する。原因が判明した場合には処置を行って運転を継続するが、原因が不明の場合には指令の指示により最寄り駅まで注意運転を行う。

2.6.3 指令の取扱い

手順書は特に定められておらず、運転士が使用している乗務員手順書の「運転中、運転士知らせ灯が滅灯したときの取扱い」により判断を行っている。

指令は、車両不具合発生の際は、本社運輸部及び運転区所等の検修現場へ、書面や口頭で調査依頼等の連絡を行う。また、検修現場の調査結果の連絡を受けた本社運輸部から報告書を指令が受ける。ただし、休日の場合などは、検修現場から指令に口頭で連絡する場合もある。

2.7 調査及び試験

本重大インシデントの発生要因を分析するため、ドアの開閉に係る電気回路や機器などについて調査を行った。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

2.7.1 本件編成のドアの開閉状況に関する調査

同社によると、本件列車が本重大インシデント発生当日の苫小牧駅7時01分発2731M列車として営業運転に入ってから、本重大インシデントが発生するまでの間に、ドアの異常に関する報告は指令にはなかったとのことであった。また、本件編成は、本重大インシデント発生当日の1742M列車の札幌駅出発時から締切り扱いとして運転され、1771M列車の運用後に所属区所においてフェルト及び押さえ車を交換し、同日の233M列車から通常のドア扱いで営業運転に入った。その後の運転においては、翌々日の5月31日の8時09分ごろ、本社運輸部からの指示によりドアを鎖錠するまでの間に、本重大インシデントと同様の事象は発生していない。

2.7.2 モニタ装置の記録に関する情報

本件編成に搭載されているモニタ装置の記録を調査した結果を表3に示す。このモニタ装置は異常発生の前後、約1分間のデータを2秒ごとに記録する。表3によると、8時27分08秒に「戸開1、3、5位(開)」にドアが開いたことが記録されており、これは1、3、5位のドアのうち少なくとも1箇所が8時27分06秒～同08秒の間に開いたことを表しているが、ドアの位置が1、3、5位のいずれ

れであるかについては特定できない。また、モニタ装置の異常時トリガ記録によると、走行中にドアが開くという異常は8時27分06秒頃に発生していた。

異常が発生した時点から約1分後までの間に異常は解消せず、速度は30km/h程度まで低下している。走行中にドアが開くという異常の検知条件は、走行速度が5km/h以上かつドア開状態が5秒以上継続した場合であり、解除条件は走行速度が5km/h未満又はドア閉状態となった場合である。したがって、走行中にドアが開いても5秒以上継続しなければ記録は残らない。なお、異常が発生した場合にはアラームが鳴動するが、たとえば「走行中にドアが開くという異常」の場合と、「空調異常」の場合の鳴動音は同じである。

表3 モニタ装置の記録

日付	時刻	BC圧力 (kPa)	制御圧力 (kPa)	MR圧力 (kPa)	速度 (km/h)	前駅からの走行距離 (km)	ノッチ	制御電圧 (V)	INV電圧 (V)	戸開1,3,5位 (開)	戸開2,4,6位 (開)
5月29日	8:26:12	70	610	800	0	0.0	B1	100	100	○	—
	8:26:22	70	580	780	0	0.0	P1	100	100	—	—
	8:26:24	60	590	780	1	0.0	P3	100	100	—	—
	8:26:26	0	590	780	6	0.0	P6	100	100	—	—
	8:26:38	0	600	790	35	0.1	P6	100	100	—	—
	8:26:46	0	600	810	54	0.2	P6	100	100	—	—
	8:26:48	0	600	830	59	0.2	N	99	100	—	—
	8:26:52	0	600	840	60	0.3	N	100	100	—	—
	8:26:58	0	590	850	60	0.4	N	100	100	—	—
	8:27:04	0	590	860	62	0.5	N	100	100	—	—
	8:27:06	0	590	860	62	0.5	B2	100	100	—	—
	8:27:08	80	590	860	59	0.5	B2	100	100	○	—
	8:27:10	80	590	860	54	0.6	B2	100	100	○	—
	8:27:12	50	590	870	50	0.6	B1	100	100	○	—
	8:27:14	50	590	870	46	0.6	N	100	100	○	—
	8:27:16	0	590	870	45	0.7	N	100	100	○	—
	8:27:24	0	590	890	43	0.8	N	100	100	○	—
	8:27:34	0	590	880	40	0.9	N	100	100	○	—
	8:27:42	0	590	880	37	1.0	N	100	100	○	—
	8:27:52	0	590	880	34	1.1	N	100	100	○	—
8:28:04	0	590	880	31	1.2	N	100	100	○	—	
8:28:10	0	590	880	30	1.2	N	100	100	○	—	

2.7.3 ドアの開閉状態に関する調査

本件列車のドアの開閉状態について調査を行った結果は、以下のとおりである。

(1) ドアの開閉時間

333線（戸開指令線）に直流100Vが印加されてから、DSR1（戸閉めスイッチ継電器）が非動作状態となり、戸閉め表示灯指令線である308a線に100Vが印加されるまでの時間は、約0.2秒で本件列車内で車両間のバラツキはなかった。また、本件車両の1、3、5位ドアの開閉時間も、表4に示すとおり標準時間内の値でありドアの開閉機能には問題がなかった。

ただし、この調査を行った際の車体に取り付けられていたフェルトは、本重大インシデント発生時のものとは異なるものであった。

表4 ドアの開閉時間（在姿状態*15）

本件車両のドア	開閉時間(秒)		
	1位	3位	5位
開時間(標準時間:2~4秒)	3.0	2.5	2.7
閉時間(標準時間:3~5秒)	4.0	3.4	3.7

(2) ドアが開又は閉検知状態となる場合のドア開き幅

本件車両の1、3、5位のドアのDコックを順番に切り状態とし、閉まっているドアを手動で開いた場合に、先頭車両のD I R（戸閉め連動継電器）が非動作状態になった時のドア開き幅と、開いているドアを閉めた場合に先頭車両のD I Rが動作状態になった時のドア開き幅を測定した。その結果は表5に示すとおり、いずれのドアも7~8mm以下であり、同社の電車整備標準に参考値として規定されているD I RのON動作値（10mm~30mm）より小さく、1、3、5位における差もほとんどなかった。

表5 ドアが開又は閉検知状態となる場合のドア開き幅（在姿状態）

ドア部位	ド ア 開 き 幅 (mm)							
	閉状態→開状態				開状態→閉状態			
	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均
1位	7.8	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0
3位	7.3	7.3	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5
5位	8.3	8.3	8.3	8.3	8.6	8.6	8.8	8.7

2.7.4 ドア制御回路及び力行回路に関する調査

(1) ドア制御回路と100V加圧線との間の線間絶縁

本重大インシデントは、2.7.2に記述した表3のモニタ装置記録によると、8時27分06秒~同08秒の間に発生しており、その時期は本件運転士がブレーキ操作を行った際とほぼ同時であることから、ドア制御回路とブレーキ指令線との間の線間絶縁を調査したが、いずれも100MΩであり、絶縁状態は良好であった。また、その他の引通し線及び車内配線との間の絶縁状態も100MΩと良好であった。

なお、本件編成のジャンパー線栓受けを調査したが、栓受け内部に腐食の発生はなく、雨水の浸入した痕跡も認められなかった。

(2) 戸閉め連動回路と100V加圧線との間の線間絶縁

2.3.3(4)に記述したように、戸閉め連動回路が構成されてD I Rが動作しないと、本件列車は力行状態にならない。そこで、334r線と引通し線と

*15 「在姿状態」とは、車両の各部品を取り外さず、運転に供されるままの状態をいう。

の間の線間絶縁を調査したが、いずれも100MΩであり、絶縁状態は良好であった。

(3) 各車の速度検出状態

2.3.3(3)に記述したように、本件列車の前から1、3、4、6両目のブレーキ受量器では、列車の速度を検出している。各車の速度検出状態を調査したところ、表6に示すように、いずれの車両でも速度の検出はほぼ基準値を満たしており、問題がなかった。

表6 本件列車内の速度検出状態

編成	車号	車輪径 (mm)	試験 (回目)	周波数(Hz)		速度換算値(km/h)		速度基準値(km/h)	
				SRD動作	SRD非動作	SRD動作	SRD非動作	SRD動作	SRD非動作
G101	Tc-201	785	1	33.5	20.1	4.96	2.97	5	3
			2	33.4	20.1	4.94	2.97		
	Tc-101	756	1	34.9	20.4	4.97	2.91		
			2	34.7	20.9	4.94	2.98		
G102	Tc-202	804	1	32.7	19.5	4.96	2.96		
			2	32.6	19.5	4.94	2.96		
	Tc-102	796	1	33.1	20.0	4.97	3.00		
			2	33.0	19.9	4.95	2.99		

(4) 力行回路と引通し線との間の線間絶縁

力行回路の電源線となる331e線と引通し線との間の線間絶縁を調査したが、いずれも100MΩであり、絶縁状態は良好であった。

(5) 本線走行試験

ドア制御回路の配線において列車走行時の動揺及び振動等によって断線や混触が発生した可能性を検証するため、本件車両の上述した配線の中の一部の配線の状態を本線走行試験において調査したが、断線や混触は発生しなかった。

(付図11 ドア制御回路(左側ドア制御部分抜粋)、付図12 制御回路(力行回路部分抜粋) 参照)

2.7.5 ドア制御回路の構成機器に関する調査

(1) 自動扱い時に関係する機器

DMOR1、DMOAR1、DSR1、DMCR1のコイル抵抗、接点の状態及び接触抵抗値、最小動作電圧等について調査した結果、全て基準を満たしており、正常であった。

(2) 手動扱い時に関係する機器

DHOAR1のコイル抵抗、接点の状態及び接触抵抗値、最小動作電圧等について調査した結果、全て基準を満たしており、正常であった。

(3) 戸閉めスイッチ

本件車両の1、3、5位のドアにおいて、戸閉めスイッチの1つのa接点及び2つのb接点が切り換わる時の戸閉めスイッチの押しボタンのストロークを調査したところ、表7に示すように、全て基準値を満たしていた。

表7 戸閉めスイッチの押しボタンのストロークと接点の切り換え位置

ドア部位	a接点(mm)		b接点(mm)	
	測定値	基準値	測定値	基準値
1位	2.17	2.45 (+0.7,-0.6)	3.80	3.75 (+0.6,-0.5)
3位	2.04		3.73	
5位	2.04		3.67	

さらに、DS1（1位戸閉めスイッチ）の押しボタン及び接点部分の固渋^{*16}や接点の間隙、接点の接触抵抗値、バネ力に問題はなかった。

ただし、DS1の外箱に付いている案内板の開口部に、異物又は押しボタンが接触した可能性が考えられる痕跡があったが、外箱の内部から異物は発見されず、押しボタンの動きも滑らかであった。

(付図14 DS1の案内板開口部の接触痕、付図15 戸閉めスイッチの構造と検知範囲 参照)

(4) 1位戸閉め電磁弁

1位戸閉め電磁弁の最低動作電圧などの電気特性を調査したところ、約55.6Vであり、規格を満たしていた。また、動作状態にも問題はなかった。

(5) 速度検出用の継電器類

SRDAR1及びSRDAR3並びにSRDR1のコイル抵抗、接点の状態及び接触抵抗値、最小動作電圧、動作状態などについて調査した結果、全て基準を満たしており、正常であった。

(6) 車掌スイッチ

車掌スイッチの蓋を開いて内部を確認したが、異物の混入及び操作時のせり^{*17}などはなく動作は良好であった。また、開ボタンの接点間の絶縁抵抗値及び車掌スイッチ内部の状態は正常であった。

(7) 手動開ボタン（車内及び車外）

本件ドアの車内及び車外の手動開ボタンを操作した場合の動作状態はせり

^{*16} 「固渋」とは、しゅう動部分、リンク機構、ボルトとナットのような機械構造物中の可動部分が固着し、その滑らかな動きが妨げられた状態のこと。

^{*17} ここでいう「せり」とは、摩耗などにより部品が変形した結果、滑らかな動きができなくなった状態を示す。

などもなく良好であった。また、手動開ボタンの接点間の絶縁抵抗値及び手動開ボタン内部の状態は正常であった。

2.7.6 ドアを開閉するための空気経路に関する調査

(1) 戸閉め機械装置の動作状態

本重大インシデントが発生した1位ドアを在姿状態で、戸閉め電磁弁内部の各部の圧力を調査した。調査は、事故時に使用していた戸閉め電磁弁、それと同等の経年のもの及び未使用のもの3種類について行ったが、いずれも空気圧に変化は生じず、各部位の圧力値や動作状態には差がほとんどなかった。さらに、戸閉め機械装置を現車から取り外し、メーカーの試験設備を使用して出荷時試験と同等の試験を行ったが、漏気^{*18}の量、ドアの開閉時間、ドアのストローク量、手動抵抗など全て出荷時の規格値を満たしており、機能的にも問題はなかった。

(2) 戸閉め電磁弁

戸閉め電磁弁の内部状態を非分解で調査したが、本重大インシデントの原因となる可能性があるような異物は見付からなかった。さらに、戸閉め電磁弁を分解し、気密を低下させる可能性のあるスピンドルのOリング及びシール並びにパッキン等に損傷や異物を咬み込んだ痕跡はなかった。また、戸閉めシリンダーから進入したと考えられるグリースを調査したが、異物の混入はなかった。さらに、部品ごとの寸法を測定した結果、仕様どおりに製作されており、せりが発生した痕跡も見付からなかった。

(3) 管座

空気配管と戸閉め電磁弁の各ポート及び排気口を接続する管座の内部状態を、目視及び非分解で調査したところ、電磁弁のPポートに接続される位置から、銅配管のものと思われる破片（約3mm×約1mm）が1個見付かった。

(4) 排気消音器

排気消音器の内部の状態を目視及び非分解で調査したところ、内部の詰め物に細かい微量の異物が付着していた。

(5) 戸閉め機械

戸閉め機械を分解して内部を調査したが、異物は見付からなかった。また、グリースは黒色に変色していたが、異物の混入はなかった。

(6) その他

制御空気タンクと戸閉め電磁弁の間にあるチリコシの目詰まりはなかった。

^{*18} 「漏気」とは、空気管や機器の本体又は接続部分から圧縮空気が漏れることをいう。

2.8 インシデントの周知に関する教育の情報

同社によると、以下に示すようにインシデント教育を実施していたとのことである。

(1) 札幌運転所

全管理者に対し、以下の資料を使用して指導しており、国土交通省鉄道局作成のインシデント事例集は管理者のみ閲覧できる環境であった。また、運転士及び検修担当者に対しては、同インシデント事例集は配布していないが、同社で発生したインシデントについてそれぞれが関係する事例を周知している。異常を認めた場合は直ちに報告するよう指導しているが、インシデントかどうか判断させる指導は行っていない。

平成13年10月 インシデント事例集

平成18年9月 同改訂版

平成21年1月 報道されたインシデントの資料

(2) 札幌車掌所

対象は管理者を含めた全社員であり、以下の資料を使用して指導している。

平成21年2月 インシデント事例集

平成21年3月 指導情報（重大インシデント等の事例より作成）

(3) 指令

対象は全輸送指令員であり、年に1回、インシデント事例集や運転事故報告手続きについて指導訓練を行っており、直近では平成21年10月に実施している。

2.9 走行中にドアが開くという類似の事象に関する調査

同社によると、乗客のいたずらによって運転士知らせ灯が滅灯したことは過去にあったが、ドアが実際に開いたことはないとのことであった。

3 分析

3.1 本重大インシデントの発生状況の分析

本重大インシデントは、2.7.2 に記述した表3のモニタ装置の記録によると、本件列車が稲積公園駅を出発後の8時27分06秒～同08秒の間に、稲積公園駅から550～600m付近でブレーキ操作を行った直後に、本件車両の左側のドアが走行中にもかかわらず開いているという異常を検知し、その後少なくとも1分間、稲積公園駅から1.2km付近まではその状態を継続したというものである。その記録内容は、アラームの直後には行わなかったモニタ装置の確認をポイントの通過時に行ったとこ

ろ、異常が表示されていたという本件運転士の口述内容と整合している。

また、2.7.2 に記述したように、開いていたドアの部位はモニタ装置の記録からは判別できないが、開いていたのは本件ドアで、3位及び5位のドアについては不明であると本件目撃者が2.1(7)において口述していることから、1位ドアが開いたことは特定できるが、3位及び5位のドアについては特定できない。

さらに、稲積公園駅を出発する以前及び手稲駅到着後に、同じような事象は再現していないことから、同事象は一過性のものであったと考えられる。

しかし、2.1(2)において本件車掌が、また、2.1(5)において本件助役が口述しているように、本件ドアを一度開いてから閉める操作を行った際に、10cm くらい開いた状態でドアが止まってしまう事象が発生していることから、ドアが完全には閉まらないことに関しては、再現性があったと考えられる。

2.1(6)において本件主任が口述しているように、本件ドアのフェルト及び押さえ車は、当日の午後に検修区所で交換しており、本件車掌及び本件助役が確認を行ったのがフェルト及び押さえ車の交換前であったことから、それらの交換前はドアとフェルトとの間の摩擦抵抗や押さえ車の押し付け力が大きく、ドアが完全には閉まらない状態が発生した可能性があると考えられる。

さらに、2.1(7)に記述したように、本件目撃者はドアが20cm ほど開いていたにもかかわらず戸閉め表示灯は点灯していなかったと口述していることから、本件ドアの開閉状態とDS1（1位戸閉めスイッチ）のa接点の検知状態に相違が生じていた可能性が考えられる。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

3.2 ドア制御回路（戸閉め保安回路を含む）等に関する分析

3.2.1 ドア制御回路の配線の異常によってドアが開いた可能性

2.7.2 に記述した表3のモニタ装置の記録によると、本重大インシデントは、本件列車が稲積公園駅を出発後の8時27分06秒～同08秒の間に、本件車両の左側のドアが走行中にもかかわらず開いているという異常を検知し、その後少なくとも1分間その状態を継続したというものであり、その他の車両には異常が記録されていない。異常が発生した時の速度は約60km/h であり、仮に333線（戸開指令線）に100Vが印加されても戸閉め保安が有効に機能していればドアが開くことはないため、本件車両の戸閉め保安関係の回路である441線が無加圧状態となりSRDAR1及びSRDAR3が非動作状態であった可能性も考えられる。しかし、2.3.3(3)に記述したように、1、3、4、6両目に設けられているブレーキ受量器が速度5km/h 以上を検出すれば、各車両のSRDR1が動作し、引通し線である441線が加圧状態になることから、各車両のうち1箇所でも正確に速度を検

出しSRDR1が動作すれば、441線は加圧状態となる。一方、2.7.4(3)に記述したように、いずれの車両でも速度検出状態は良好であったことから、本重大インシデントが発生したときに441線が無加圧状態であった可能性は低いと考えられる。

2.5に記述したように、当日の札幌市のアメダス観測データは晴れであったこと、2.7.4(1)に記述したようにジャンパー線栓受けに雨水が浸入した痕跡がないこと、さらに本重大インシデントの前後にドア開異常が発生していないことから、雨水の侵入によって絶縁が低下して、異常なドア開指令が出力された可能性は低いと考えられる。

また、2.7.4(1)、2.7.4(5)及び2.7.5に記述したように、ドア制御回路関係の各配線の状態やドア制御回路を構成する機器に異常は認められないこと、本重大インシデント発生時のみ複数の異常が同時に発生したとは考えにくいことから、本件車両の1、3、5位のドアが同時に開いた可能性は低いと考えられる。

次に、本件ドアのみ開いたと仮定すると、239g線に100V加圧線が混触した状態で本件車両の戸閉め保安関係の回路に異常があった場合と、333k線に100V加圧線が混触した場合が考えられるが、2.7.4(1)及び2.7.4(5)に記述したように、239g線及び333k線の絶縁状態に異常がないことから、本件車両のDMV1（1位戸閉め電磁弁）のみ100Vが印加され、1位ドアのみ開いた可能性は低いと考えられる。

3.2.2 車掌スイッチ又は手動開スイッチの異常によってドアが開いた可能性

2.7.5(6)に記述したように、車掌スイッチについては、車掌スイッチ箱の内部には異物はなく、開ボタンの接点の溶着や荒れがなかったこと及び接点間の絶縁状態も良好であったことから、本重大インシデント発生時に、同車掌スイッチを介して333線が100V加圧された可能性は低いと考えられる。

2.7.5(7)に記述したように、本件ドアの内側及び外側の手動開スイッチについては、接点の溶着や荒れがなかったこと及び接点間の絶縁状態も良好であったことから、本重大インシデント発生時に、同スイッチを介して239g線が100V加圧された可能性は低いと考えられる。

3.2.3 戸閉め連動回路及び戸閉めスイッチに異常が発生した可能性

2.7.4(2)、2.7.5(1)及び2.7.5(3)に記述したように、戸閉め連動回路に関係する配線及び継電器には異常がなかったこと、2.7.2に記述した表3のモニタ装置記録によると、制御電源の電圧は本重大インシデント発生時にも正常に100Vであったことから、DSR1（戸閉めスイッチ継電器）及びDS1などは電氣的には

問題がなかったと考えられる。

一方、戸閉めスイッチについては、2.1(7)に記述したように、本件目撃者は本件ドアが20cmくらい開いているにもかかわらず、戸閉め表示灯は滅灯していたと口述していることから、DS1のa接点は本重大インシデントの発生した前後に、何らかの原因によりドアが開いたことを一時的に検知できない状態になっていた可能性が考えられる。

また、2.7.5(3)に記述したDS1の外箱に付いている案内板の開口部にあった痕跡から、案内板と押しボタンの間に異物が挟まったこと又は案内板と押しボタンが接触したことにより、DS1の押しボタンが固渋していた可能性があると考えられるが、異物等は発見されなかったため、固渋の原因を明らかにすることはできなかった。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

3.3 ドアを開閉するための空気経路に関する分析

3.3.1 空気配管に異常が発生した可能性

2.7.2に記述した表3のモニタ装置記録によると、制御空気タンクの空気圧は580～610kPaであり、また、2.7.6(6)に記述したように、制御空気タンクと戸閉め機械装置の間にあるチリコシの目詰まりもないことから、戸閉め機械装置には正常に圧縮空気が供給されていたものと考えられる。

3.3.2 戸閉め機械装置の異常によってドアが開いた可能性

2.7.6(1)に記述したように、ドア開状態及びドア閉状態のどちらの場合も空気圧は低下しなかったことから、戸閉め機械装置からの空気漏れはなかったものと考えられる。

また、2.7.6(2)に記述したように、本件車両の1位戸閉め電磁弁内部のスピンドルのOリング及びシール並びにパッキン等に損傷や異物を咬み込んだ痕跡はないことから、本重大インシデント発生時に同戸閉め電磁弁の内部で意図しない空気の流路が構成された可能性も低いと考えられる。

本件車両の1位戸閉め電磁弁、排気消音器、管座の各機器の内部を非分解で調査した結果、2.7.6(3)及び2.7.6(4)に記述したように、管座内に銅配管のものと思われる破片及び排気消音器内に異物と思われる物質が見付かった。しかし、管座内で発見された破片は、戸閉め電磁弁に圧縮空気を供給するPポートの接続位置で見付かっているため、戸閉め電磁弁内に意図しない流路を構成させた可能性は低いと考えられる。また、排気消音器内の物質も、その大きさ及び密度から、戸閉め機械の開側シリンダーの圧縮空気が戸閉め電磁弁を介して大気中に放出されることを妨

げるようなものではなかったと考えられる。

以上のことより、空気配管及び戸閉め機械装置に異常が発生した可能性は低いと考えられることから、ドアの空気経路には問題がなかった可能性が高いと考えられる。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

3.4 本重大インシデントの発生要因に関する分析のまとめ

上記3.1～3.3の分析結果等から、本重大インシデントの発生要因を以下のように分析する。

- (1) 3.1に記述したように、本件ドアを閉めても10cmくらい開いた状態で止まってしまう事象は、本重大インシデントの発生後にも複数回再現していることから、本重大インシデントの前後にも同様の事象が発生していた可能性があると考えられる。
- (2) 3.1に記述したように、1位ドアの開閉状態とDS1のa接点の検知状態に相違が生じていた可能性が考えられることから、走行中に1位ドアが開いた状態が検知されたことについては、本重大インシデントが発生した時点で、ドア制御回路又はドア空気経路に何らかの一時的な異常が発生して1位ドアが開いたために開状態を検知した可能性に加え、稲積公園駅を出発時に1位ドアが完全に閉まりきらなかったにもかかわらず閉状態を検知したDS1のa接点が、本重大インシデントが発生した時点に開状態を検知した可能性があると考えられる。
- (3) 3.2に記述したように、戸閉め保安回路を含むドア制御回路に電気的な異常がなかったことから、走行中にドア開指令線が100V加圧されて本件ドアが開いた可能性は低いものと考えられる。また、3.3に記述したように、空気配管及び戸閉め機械に問題がなかったことから、意図しない空気の流路が構成されたことによって本件ドアが開いた可能性は低いと考えられる。したがって、駅間走行中にドアが開いた可能性は低いと考えられる。
- (4) 2.1(1)に記述したように、本件運転士は稲積公園駅を正常に出発したと口述していることから、その時点ではDS1のa接点は閉じて力行回路が構成されていたものと考えられるが、本重大インシデントが発生した時点に何らかの原因で同a接点が開き、その後、本件運転士がホームに進入する前に運転士知らせ灯の滅灯を確認していることから、運転士知らせ灯の滅灯を確認するまでは同a接点は開いた状態を保持していたものと考えられる。しかし、手稲駅において本件目撃者が戸閉め表示灯は滅灯していたと口述していることから、本

件運転士が運転士知らせ灯を確認した以降に、同 a 接点が再度閉じたものと考えられる。

(5) 正常な状態では、戸閉めスイッチはドアの動きに連動する押し棒によって押しボタンが押されないと、戸閉めスイッチ内部のバネによって a 接点は開いた状態になる。したがって、ドアが 10 cm くらい開いた位置で止まった状態でホームまで走行したのであれば、上記の押し棒と押しボタンは離れた状態であり、ドアが閉まらない限り開いていた a 接点がバネを押し再度閉じることはないと考えられる。

(6) 2.3.5 に記述したように、戸閉めスイッチの a 接点が開状態の検知から閉状態の検知に変わる場合と、閉状態の検知から開状態の検知に変わる場合の戸閉めスイッチの押しボタンのストロークに違いはなく、その実測値は 2.7.5(3) に記述したように 2.17 mm であった。したがって、ストロークが 2.17 mm 付近で戸閉めスイッチが一時的に固渋して戸閉めスイッチ内部のバネが有効に機能しない場合には、走行中の振動や衝撃などによって、戸閉めスイッチの a 接点の検知状態が安定しない状態となる可能性があると考えられる。したがって、上記(4)に記述したように、閉じていた a 接点が開いた後、再度閉じたという状況が発生したと考えられることから、戸閉めスイッチが一時的に固渋していた可能性があると考えられる。

(7) 2.7.5(3)に記述したように、本件車両のDS1の a 接点がドア開状態を検知するのは同DS1の押しボタンのストロークが約 2.17 mm の位置であることから、本件ドアが 10 cm くらい開いた状態で止まると、ドアの動きに連動する押し棒とDS1の押しボタンとは離れた状態のままとなり、DS1に固渋などの異常が発生していても固渋を解消することができない。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

3.5 本重大インシデントにおける状況の推移に関する分析

3.5.1 稲積公園駅における本件列車の状況

本件列車が稲積公園駅に到着後、本件車掌は山側の車掌スイッチ (CrS1) 開ボタンを操作して本件列車の左側のドアを開いており、このときの状態は以下の2つのケースが考えられる。

ケース1は、本件ドアが開いて、ドアの動きに連動する押し棒が、DS1の押しボタンから離れたにもかかわらず、DS1の a 接点が閉じた、閉検知状態のままであった可能性が考えられる。そして、本件車両のDS1の a 接点の開検知状態と閉検知状態の境界は2.7.5(3)に記述したように 2.17 mm 前後であることから、このときにDS1の押しボタンがストローク 2.17 mm 前後の位置で固渋した可能性が

考えられる。次に、本件車掌は、旅客の乗降が終了した後に車掌スイッチ閉ボタンを操作して本件列車の左側のドアを閉めているが、その際に本件ドアが完全には閉まらない状態となった可能性が考えられ、ドアの動きに連動する押し棒がDS1の押しボタンから離れたままの状態となり、DS1のa接点が閉検知状態のままであった可能性が考えられる。

一方、ケース2は、本件ドア及びDS1は正常に動作した場合である。

ケース1、ケース2のいずれの場合であっても、DS1のa接点は閉じていることから、戸閉め連動回路が正常に構成されるため、本件列車は通常どおり稲積公園駅を出発できたものと考えられる。

3.5.2 本重大インシデントが発生した時点における本件列車の状況

本重大インシデントがモニタ装置によって検知されたのは、2.7.2に記述した表3のモニタ装置記録によると、本件運転士がB2ノッチのブレーキ操作を行った直後であり、この時点で以下に示すような状態の変化があったものと考えられる。

ケース1の場合、本件ドアは稲積公園駅の出発時点で既に開いており変化はなかったが、走行中の振動などによりDS1のa接点が閉検知状態から開検知状態に変化した可能性が考えられる。

一方、ケース2の場合は、何らかの異常が発生したことにより本件ドアが開き、DS1の押しボタンはストロークが2.17mm前後の位置で固渋して、DS1のa接点が閉検知状態から開検知状態に変化した可能性が考えられる。その後、何らかの異常が消滅して本件ドアは再度閉まりかけたが、完全には閉まらない状態となったことから、ドアの動きに連動する押し棒がDS1の押しボタンから離れたままの状態となり、DS1のa接点が開検知状態のままであった可能性が考えられる。ただし、この時の走行速度は約59km/hであることから、仮に100V加圧線が混触しても戸閉め保安回路によって本件列車の左側ドアが全て開くことはなかったものと考えられる。

これ以降は、ケース1の場合及びケース2の場合とも本件ドアは完全には閉まらない状態を保持していた可能性があると考えられる。

3.5.3 手稲駅に到着するまでの間の本件列車の状況

2.1(1)に記述したように、本件運転士は、ポイント通過時にモニタ装置を確認したところ、記憶が定かではないが、側開き戸異常か側引き戸異常が出ていた、さらに、手稲駅のホームが迫ってきたときに、運転士知らせ灯が滅灯していたと口述していること、また、2.7.2に記述した表3のモニタ装置記録によると、本重大インシデントの発生後の約1分後である8時28分10秒ごろまで1、3、5位ドア

が開いている状態は解消されていないことから、本件列車が手稲駅のホーム付近に至るまで、本重大インシデント発生時点の状態を保持していた可能性が考えられる。

3.5.4 手稲駅の停車前後の状況

2.1(7)に記述したように、本件目撃者は、本件ドアが20cm くらい開いているにもかかわらず戸閉め表示灯は滅灯していたと口述していることから、本件運転士が運転士知らせ灯の滅灯を確認した後、本件列車が手稲駅に進入して本件目撃者が本件ドアが開いている状態を発見するまでの間のいずれかの時点で、本件車両のDS1のa接点が閉じて閉検知状態になった可能性があると考えられる。

2.1(2)に記述したように、本件列車が手稲駅に停車後、本件車掌は車掌スイッチ開ボタンを操作してドアを開いた後に、本件目撃者から本件ドアの異常の申告があったため、調査のために本件ドアを半自動で閉めている。そして、その際に本件ドアが完全に閉まらない状況が再現したため、Dコックを切って手動で本件ドアを開閉している。その結果、本件ドアが完全に閉まる際に、本件ドアの動きに連動する押し棒がDS1の押しボタンに当たって同押しボタンを押し込んだ状態になり、DS1の固渋が解消された可能性があると考えられる。

稲積公園駅と手稲駅の間で本重大インシデントが発生した前後の状況については上記のように分析するが、本重大インシデントがケース1、ケース2いずれであったかについては明らかにすることができなかった。

3.6 走行中にドアが開いた場合の処置に関する分析

3.6.1 モニタ装置がドア開を検知した直後の処置内容

2.1(1)に記述したように、本件運転士は、モニタ装置のアラームが鳴動しているにもかかわらず、ポイント通過時までモニタ装置を確認せず、手稲駅のホームが迫ってくるまで運転士知らせ灯も確認していなかった。乗客のいたずらであるとの先入観があり、駅が近かったので列車を停止せずにそのまま運転したとのことであるが、この時点で乗客が転落している可能性もあり、この処置は適切ではなかったと考えられる。

3.6.2 異常発生時の関係箇所への通報状況及び通報内容

2.1(1)に記述したように、本件運転士は、別の列車に乗り込むまでの時間が限られていたことから、帰ってから報告すればよいと判断し、指令に報告を行っていなかった。この処置は2.6.1に記述した乗務員手順書に従ったものでなく、適切なものではなかったと考えられるが、2.8(1)に記述したように、同社は運転士に対

し十分なインシデント教育は行っていなかったと考えられることから、ドアが開いたことが重大インシデントに該当するとの認識が十分でなかった可能性があると考えられる。

本件ドアの異常に関する指令への報告は、2.1(2)に記述したように、折り返しの1742M列車にも乗務した本件車掌が、手稲駅の次の駅である稲積公園駅を出発してから行っているが、2.6.2に記述した車掌手順書では、原因調査の前に運転士、さらに駅長又は指令に連絡するように定められているので、本件車掌は、遅くとも1742M列車が出発する前に指令に報告すべきであったと考えられる。しかし、本件車掌は、指令には当然本件運転士が報告しているものと思っていたことと、自分で行った調査の結果、大丈夫と思ったことから、緊急に報告する必要があるとは認識していなかった可能性があると考えられる。

本件車掌からの報告を受けた指令は、鉄道事業法第19条の2において、遅滞なく国土交通大臣に届け出なければならないと定められている鉄道事故等報告規則第4条第1項第8号に該当する事態が発生しているにもかかわらず、直ちに、本社運輸部又は本社安全推進部に連絡をせず、同社が北海道運輸局に報告を行ったのは発生から2日後であった。

また、2.1(6)に記述したように、本件主任は、本件編成の所属区所において本件編成の調査を行い、その結果を指令又は運転に伝えたとのことであるが、2.1(4)に記述した本件指令員Bの口述によると、その内容は、「ドアの状態には異常箇所が見当たらないが、念のため原因と見られるような押さえ車を交換した。本件ドアは締切りせずに所定使用で出区させる」というものであった。しかし、本件主任は「時間がなく、後日改めて修繕するつもりだった」とも口述しているにもかかわらず、本件指令員Bに対して完全に修繕が完了した訳ではないことを伝えていない。さらに本件主任は、引継ぎ事項としては、ドア閉不良があったこととモニタ装置にドア開き異常の記録があったことの2点だったと記憶しているが、入区した際の調査において本件ドアが開いたことに関する調査はしていないと口述している。これには、本件主任から「ドアが閉まらない車両がある」ことを聞き、札幌駅、その後手稲駅まで添乗して調査を行った本件助役が、調査の結果を、「ドアが閉まるときにちょっと遅いような気がする」と本件主任に伝えたこと、修繕の時間が限られていたことなどが関与した可能性があると考えられるが、本件主任は引継ぎ事項の項目に対応した調査及びその結果報告を行うべきであったと考えられる。

以上のことから、本重大インシデント発生後の関係箇所間の連絡が、迅速かつ正確に行われていなかった可能性があると考えられる。

3.6.3 異常発生時の処置内容

2.1(2)及び2.1(3)に記述したように、本件指令員Aは、本件車掌から本件ドアに異常が発生した連絡を受けた後、本件車掌に「気を付けて行ってください」と伝え、1742M列車が札幌駅に到着する時点で検査を行う手配をした。検査の結果、本件ドアは札幌駅を出発する時点から鎖錠されたが、結果として、手稲駅から札幌駅までの間は鎖錠されない状態で使用されていた。

札幌運転所での修繕の後、3.6.2に記述したように、完全に修繕が完了しておらず、さらに本件ドアが開いたことに関する調査が行われていないにもかかわらず、本件主任から本件指令員Bに対して、ドアは所定使用で出区させるという報告が行われたことから、本件ドアは2日後まで鎖錠されない状態で使用されることになったと考えられる。しかし、実際にはこの間も、本重大インシデントの原因が特定できていない状態であったと考えられることから、本件ドアの鎖錠などの処置が採られなかったことは、運転中に同様の事象が発生する可能性もあり、不適切であったと考えられる。

2.1(2)に記述したように、本件車掌は、本件目撃者からの申告を受けて本件ドアの調査を行った際に、本件ドアが完全には閉まらない事象が発生したが、その後解消し、本件ドアを引っ張っても開かなかったため、「大丈夫と思った」ものと考えられる。また、2.1(5)に記述したように、本件助役は、札幌駅で調査した際に本件ドアが閉まらない事象が再現し、手稲駅までの添乗の後、本件主任に「ちょっと閉まりが遅い気がする」と伝えたと口述している。これらのことから、本件車掌や本件主任は、本件ドアの調査の際に閉まらない事象や閉まりが遅い事象が発生したため、本件ドアに発生した異常を、ドアが‘閉まらなかった’こととのみ認識し、閉まらない事象が解消されたことで、本件ドアの異常が解消されたと認識した可能性があると考えられる。この結果、‘走行中にドアが開いた’又は‘ドアが開いていたにもかかわらず力行できた’ことに対する調査が行われず、本件ドアはそのまま使用されることになった可能性があると考えられる。

3.7 再発防止に関する分析

3.7.1 モニタ装置のアラームについて

2.7.2に記述したように、「戸開1、3、5位（開）」の場合のアラームと空調異常の場合のアラームは音色が同じである。また、2.1(1)に記述したように、アラームの鳴動を聞いた本件運転士は、空調異常などでもアラームは鳴動するので、なんだろうなというイメージだったと口述しており、モニタ装置を直ちに確認していない。これらのことから、運転士の迅速な対応が必要である本件のような場合は、運転士が緊急時であることを瞬時に認識し、モニタ装置の確認を促すようなアラーム

ムであることが好ましいと考えられる。

さらに、緊急時のアラームを聞いた場合の処置については、確実に実行されるように運転士に対する教育・指導の徹底が必要であることは言うまでもない。

なお、モニタ装置の確認を促すようなアラームであるためには、緊急時のアラームと緊急時でないアラームの鳴動音に違いを持たせることなどが考えられる。

3.7.2 戸閉めスイッチの確認

戸閉めスイッチの検知結果は、ドアの開閉状態を把握することに加え、力行回路にも影響を与える重要なものであるため、開扉状態を正確かつ確実に反映している必要がある。本重大インシデント発生時において、戸閉めスイッチの押しボタンが一時的に固渋した可能性が考えられることから、同社が使用している同じタイプの戸閉めスイッチを早急に調査し、本件と同様な痕跡の有無を確認することが望ましいと考えられる。

その調査の結果、痕跡が多数認められる場合には、原因を調査して対策を施すことが、再発防止のために重要であると考えられる。

3.7.3 教育・指導の充実について

3.6.2 及び 3.6.3 に記述したように、本重大インシデントが発生した後、本件運転士及び本件車掌はすぐに指令に報告をせず、本件車掌から報告を受けた指令もすぐに適切な処置を指示できていなかった。また、2.1(6)に記述したように、本件主任は交換した押さえ車及びフェルトを廃棄しており、原因究明のために重要な保全を行っていなかった。これらのことは、本件が重大インシデントであるという認識が十分でなかった結果であると考えられるが、その要因としては、関係者に対してインシデント教育が十分に行われていなかったことが影響していた可能性があると考えられる。したがって、重大インシデントが発生した場合に、的確な処置や迅速で正確な情報伝達を、列車乗務員、検修係員、指令員の各自が、より高い安全意識を持って確実に対処できるように、教育・指導の充実が必要であると考えられる。

4 結 論

4.1 分析の要約

4.1.1 走行中にドア開を検知した点

モニタの記録及び目撃者の口述内容から、本重大インシデントにおいて、1位ドアが開いたことは特定できるが、3位及び5位のドアについては特定が困難である。

本件編成は、本重大インシデント発生の2日後まで一部の列車を除きドアを鎖錠しないで運行していたが、同様の事象は再現していないことから、異常は一時的なものであったと考えられる。その場合、ドア制御回路において混触による異常なドア開指令が一時的に出力されたことや戸閉め機械装置において異常な空気流路が一時的に構成されたことによって、稲積公園駅～手稲駅間を走行中に閉まっていたドアが開いた可能性と、稲積公園駅出発時にドアが閉まっていない状態でありながら閉検知状態であった戸閉めスイッチが、稲積公園駅～手稲駅間を走行中に一時的に開検知状態になった可能性の双方が考えられる。しかし、上記双方の可能性はあるものの、ドアの開閉に関する電気回路や機器については異常が認められなかったことから、駅間を走行中に閉まっていたドアが開いた可能性は低いと考えられる。

4.1.2 1位ドアが完全に閉まらなかった点

1位ドアが完全には閉まらなかったことについては、本重大インシデントの発生後に、本件車掌及び本件助役が行った調査中に同様の事象が2回再現しており、再現性があったものと考えられる。検修区所において、フェルト及び押さえ車を交換する前のドアの動作状態は少し引っ掛かるような状態であったこと、フェルト及び押さえ車を交換した後は本重大インシデントと同様の事象は再現していないことから、フェルト及び押さえ車の状態は、1位ドアが完全には閉まらなかったことに影響を与えていた可能性があると考えられる。本重大インシデントにおいて、1位ドアが完全には閉まらない状態が発生した時点としては、駅間走行中にドアが開いたとき、又は稲積公園駅の出発時の双方の可能性が考えられる。しかし、上記双方の可能性はあるものの、4.1.1に記述したように駅間走行中にドアが開いた可能性は低いと考えられることから、駅間を走行中に閉まっていたドアが開き、その後、完全には閉まらない状態が発生した可能性は低いと考えられる。

4.1.3 1位ドアが完全に閉まらない状態で力行できた可能性

4.1.2において、稲積公園駅の出発時に1位ドアが完全には閉まらなかった状態であれば、戸閉め連動回路は構成されないために本件列車は力行することができない。本件列車が通常どおりに力行できた理由については、戸閉め連動回路に異常がないこと、本件列車が手稲駅に到着した際に1位ドアが開いていたにもかかわらず戸閉め表示灯が滅灯していたと本件目撃者が口述していることから、戸閉めスイッチに異常が発生して、1位ドアが完全には閉まらなかったにもかかわらず、閉検知状態になっていたためである可能性があると考えられる。

4.1.4 1位戸閉めスイッチが一時的に誤った閉検知状態になった可能性

2.7.5 に記述したように、本件編成の戸閉め連動関係回路に組み込まれている1位戸閉めスイッチの a 接点は、同スイッチの押しボタンのストロークが2.17mmで開検知状態と閉検知状態が切り換わり、2.17mmより小さい場合は開状態、2.17mmより大きい場合は閉状態を検知する。閉状態から開状態に変わる場合と開状態から閉状態に変わる場合の値に違いはないため、何らかの原因で2.17mm付近でスイッチが固渋すれば、列車の動揺や振動などによって検知状態は不安定になる可能性があると考えられる。

本件列車が手稲駅に到着する際に、ドアが10～20cm開いているにもかかわらず、戸閉め表示灯が滅灯していたとの目撃者の口述があること、正常であればドアの開き幅が7～8mm以下にならないとドア閉検知状態とならないことから、戸閉めスイッチの検知状態に、何らかの異常があった可能性があると考えられる。

4.1.5 本重大インシデント発生後の処置

2.1(3)に記述したように、本件指令員Aは、1位ドアが開いた状態で手稲駅のホームに進入してきたという申告がホームにいた旅客からあったという報告を本件車掌から受けているが、札幌駅で検査を行うまでは鎖錠などの処置は採られなかった。また、2.1(6)に記述したように、本件主任は、前日の担当者からの引継ぎ事項の中に、モニタ装置の記録にドア開き異常があったと記憶しているが、ドアが開いたことに関する調査はしていないと口述している。しかし、十分な原因調査及び対策が行われていないにもかかわらず、一部の列車を除き当該ドアを鎖錠しない状態で営業運転を継続したことは、同じ事象が発生する可能性もあるため、不適切であったと考えられる。

一方、このような判断を行ったことについては、関係者間の連絡や報告において事実が迅速かつ正確に伝わっていなかったことが関係しているものと考えられる。

(付属資料 本重大インシデント発生要因の分析概要図 参照)

4.2 原因

本重大インシデントは、本件車両の1位戸閉めスイッチが、本件列車が稲積公園駅でドアを開いたときに、何らかの原因により閉検知状態のままとなり、本件列車が稲積公園駅を出発する際に本件車両の1位ドアが完全には閉まらない状態が発生したときにも閉検知状態を保持し、そのまま本件列車が出発できたために発生した可能性があると考えられる。その後、駅間走行中に列車の走行振動等により同スイッチが開検知状態に変化したためにモニタ装置が異常を検知した可能性が考えられる。

本件車両の1位ドアが完全には閉まらなかったにもかかわらず1位戸閉めスイッチ

が一時的に閉検知状態となった原因については、同スイッチの押しボタンが固渋した可能性が考えられるが、固渋の原因を明らかにすることはできなかった。

また、本件車両の1位ドアが完全には閉まらない状態が発生した原因については、同ドアのフェルト及び押さえ車の状態が影響を与えた可能性があると考えられる。

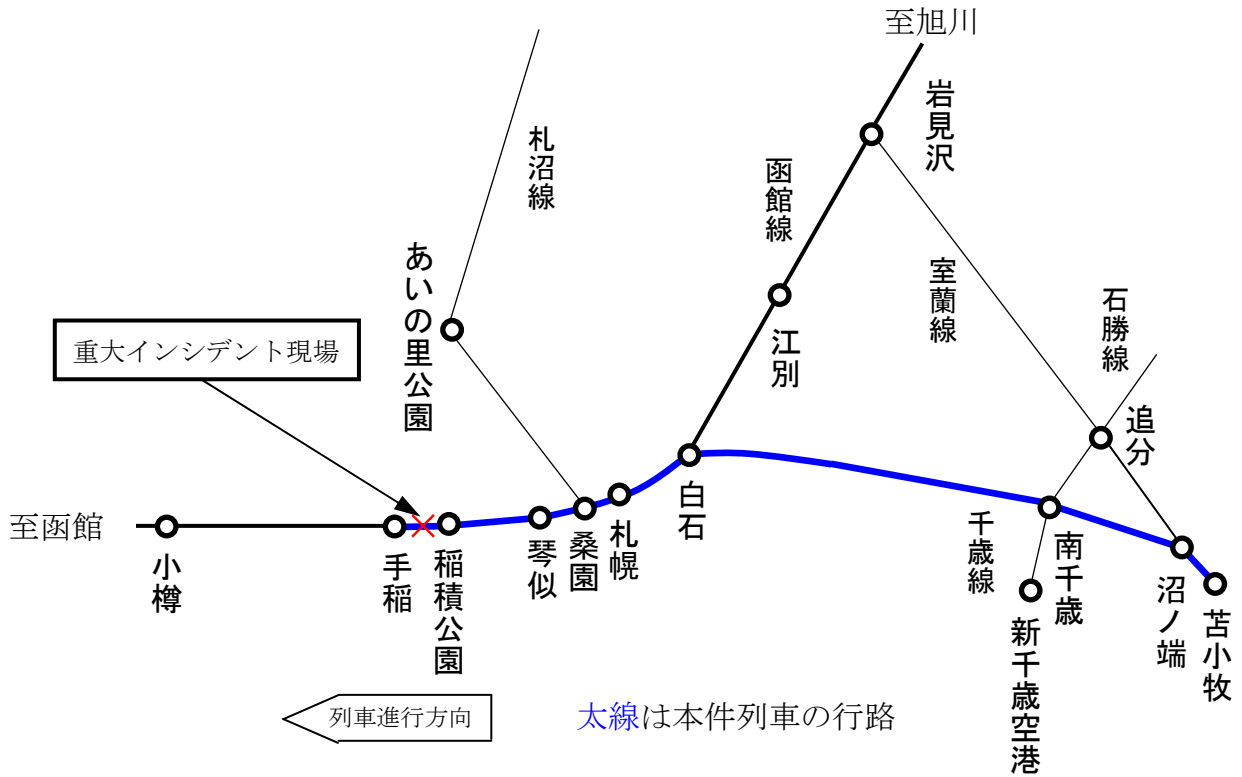
5 参考事項

同社では、本重大インシデントの発生後、以下の処置を行った。

- (1) 平成22年6月2日にインシデント事例集を指令室内に6箇所掲示した。
- (2) 平成22年6月3日～6月5日及び6月14日～6月17日に指令において勉強会を開催し、再指導を行った。
- (3) 指令に対し、インシデントに対する習熟度の試験を行った。
- (4) 指令に対し、インシデントに係る定期的教育を、現行の年1回から2回に見直した。
- (5) 従来、インシデント教育を行っていなかった本社運輸部において、インシデント教育を行った。
- (6) 運転士に対し、定例訓練においてインシデント事例検討を実施することとし、また、運転士知らせ灯が滅灯したときは、直ちに列車を停止させるよう指導を強化した。

付図1 函館線路線図

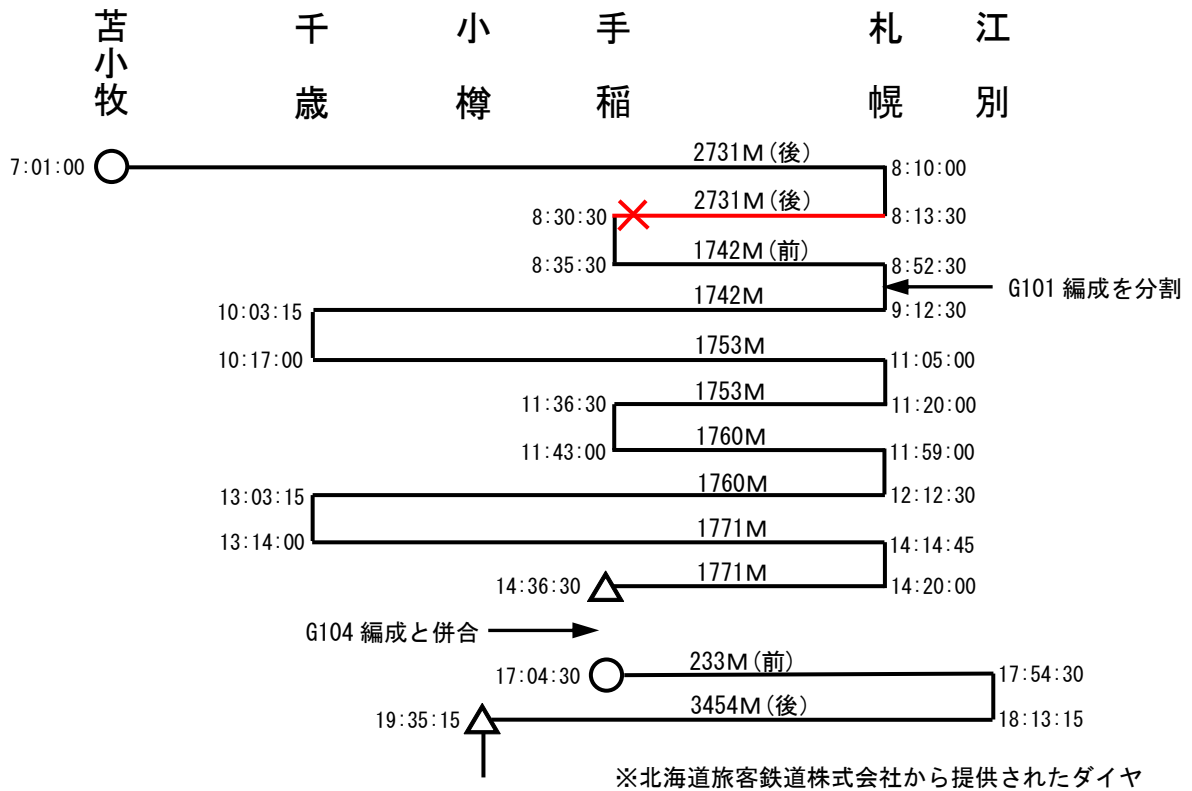
函館線 函館駅～旭川駅間 423.1km (単・複線)



付図2 現場付近の地形図



付図3 本件列車（G102編成）の当日の運行



付図4 本件目撃者及び開いていたドアの停車時の位置



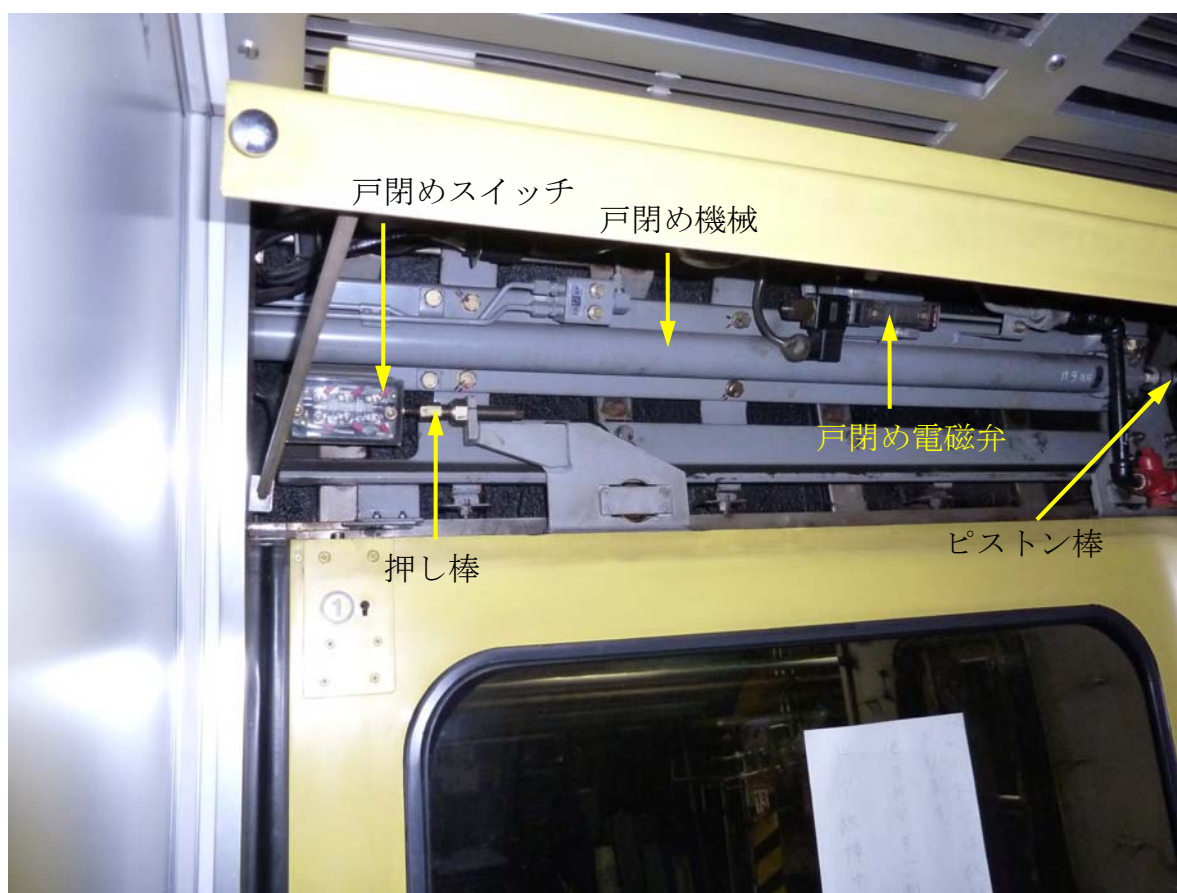
付図5 運転台の関係機器



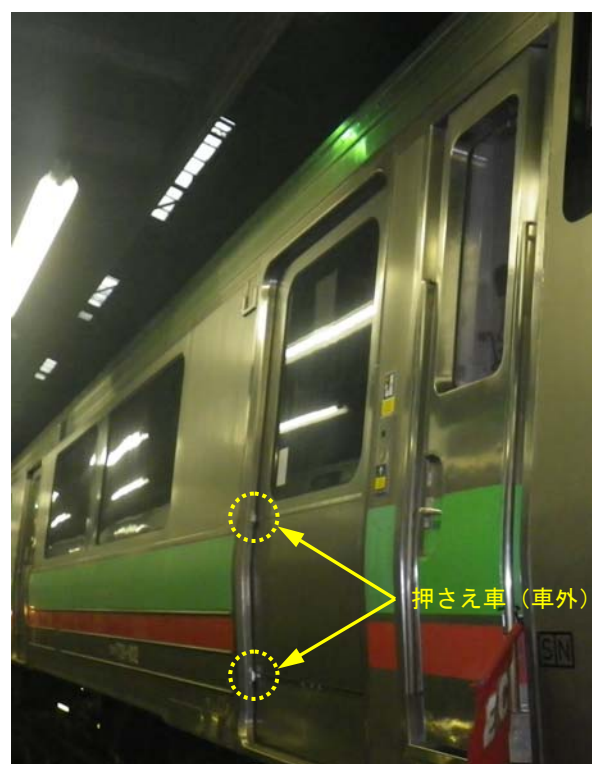
付図6 戸閉め表示灯の取付け位置



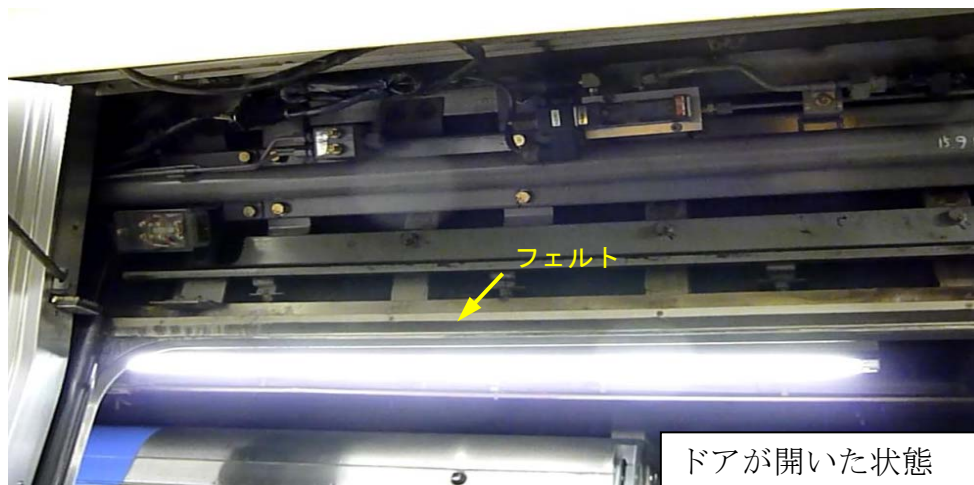
付図7 戸閉め機械装置の取付け状態



付図8 押さえ車の取付け状態



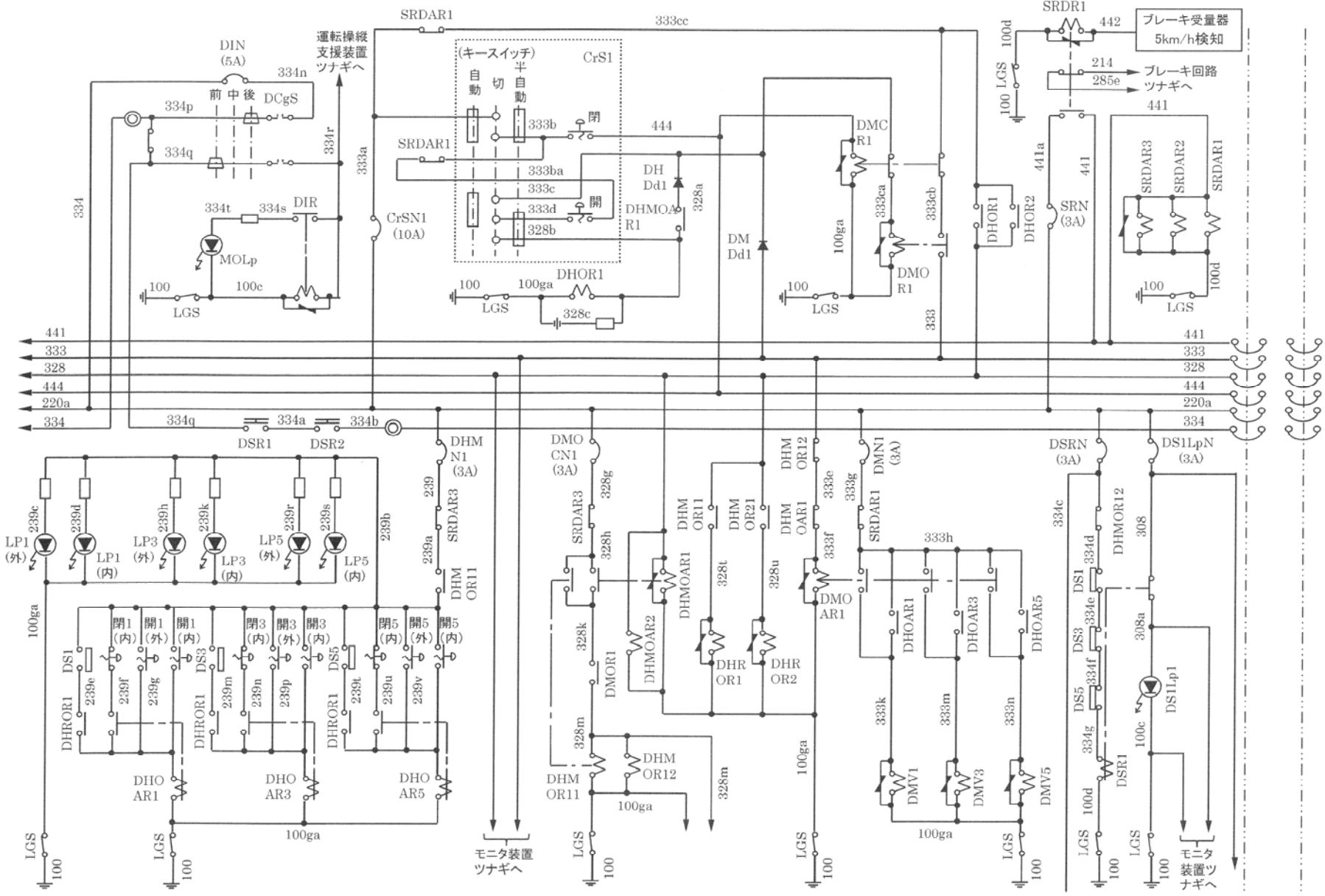
付図9 フェルトの取付け状態



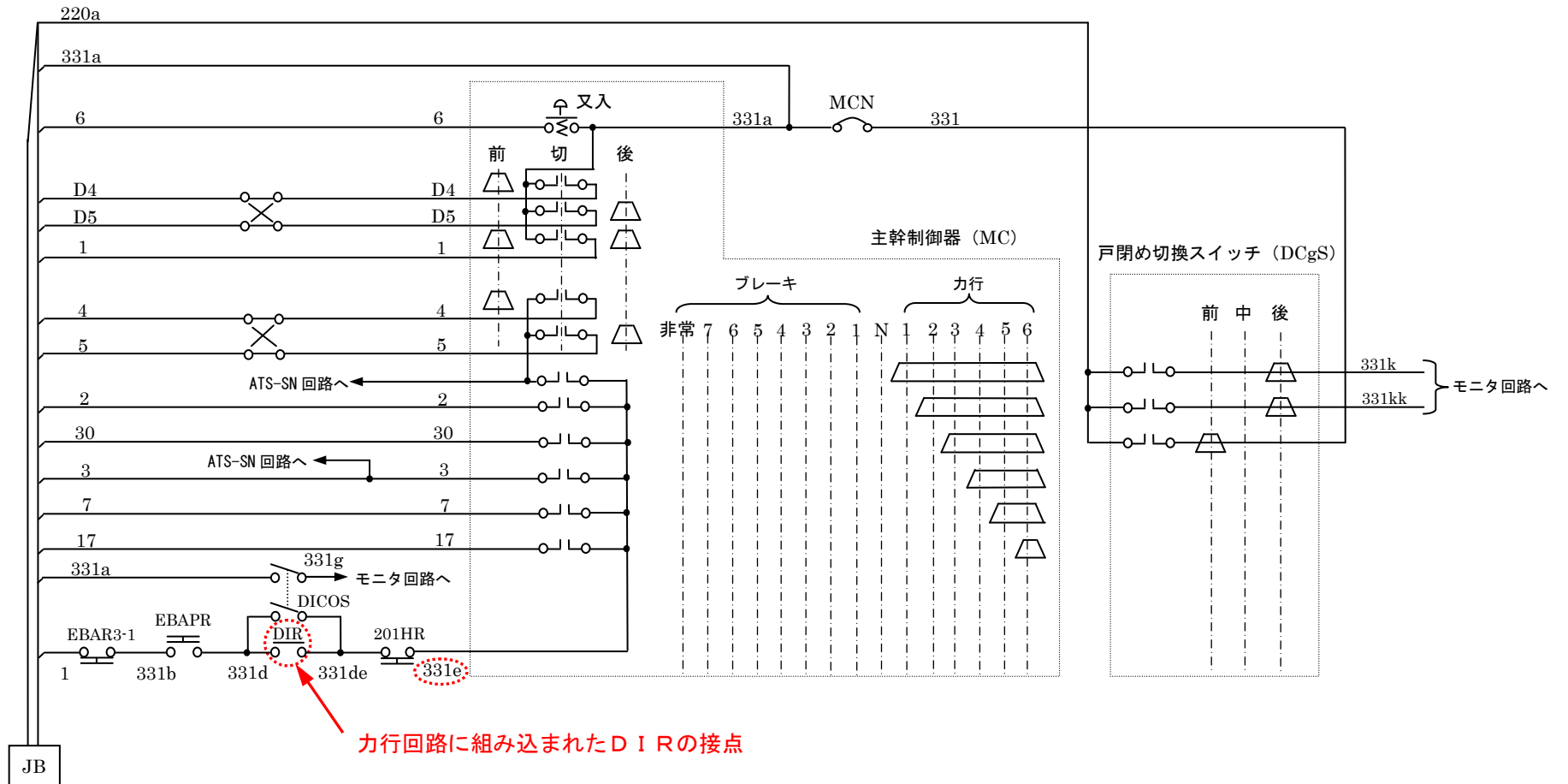
付図10 車掌スイッチ



付図 1 1 ドア制御回路 (左側ドア制御部分抜粋)

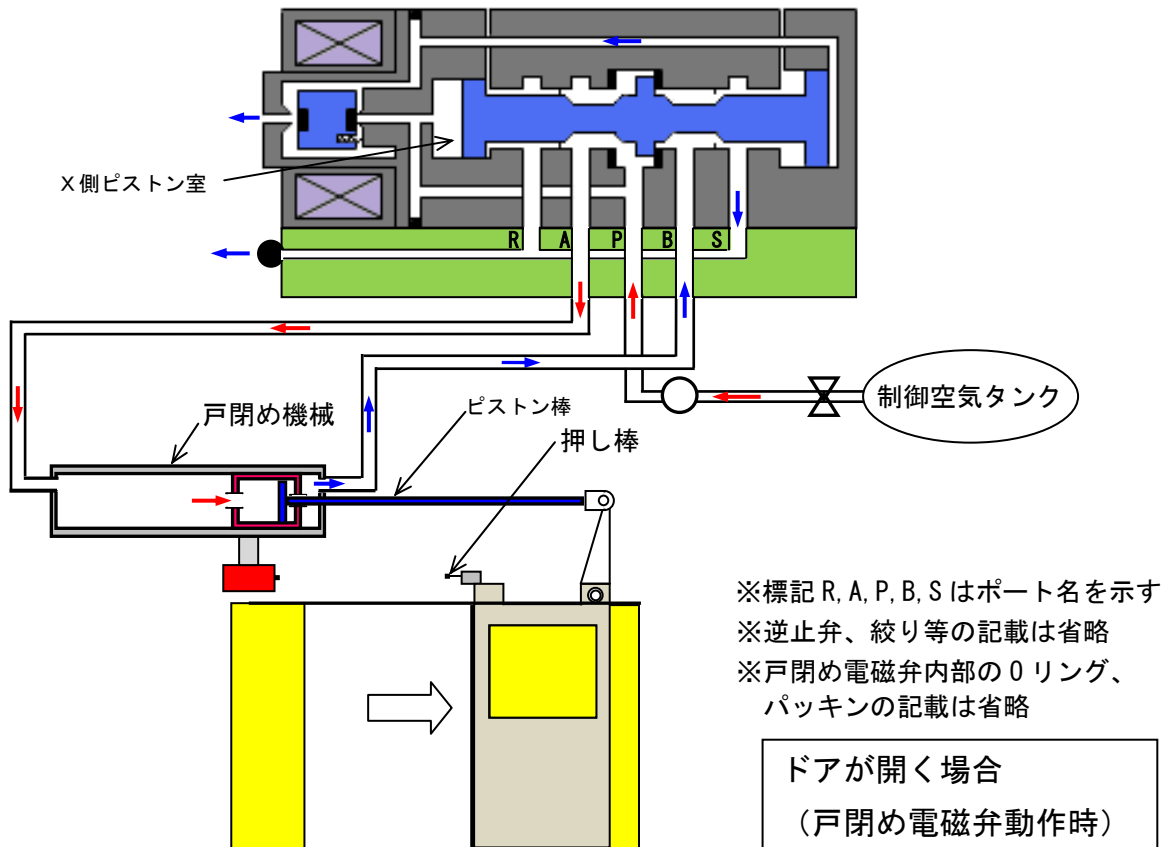
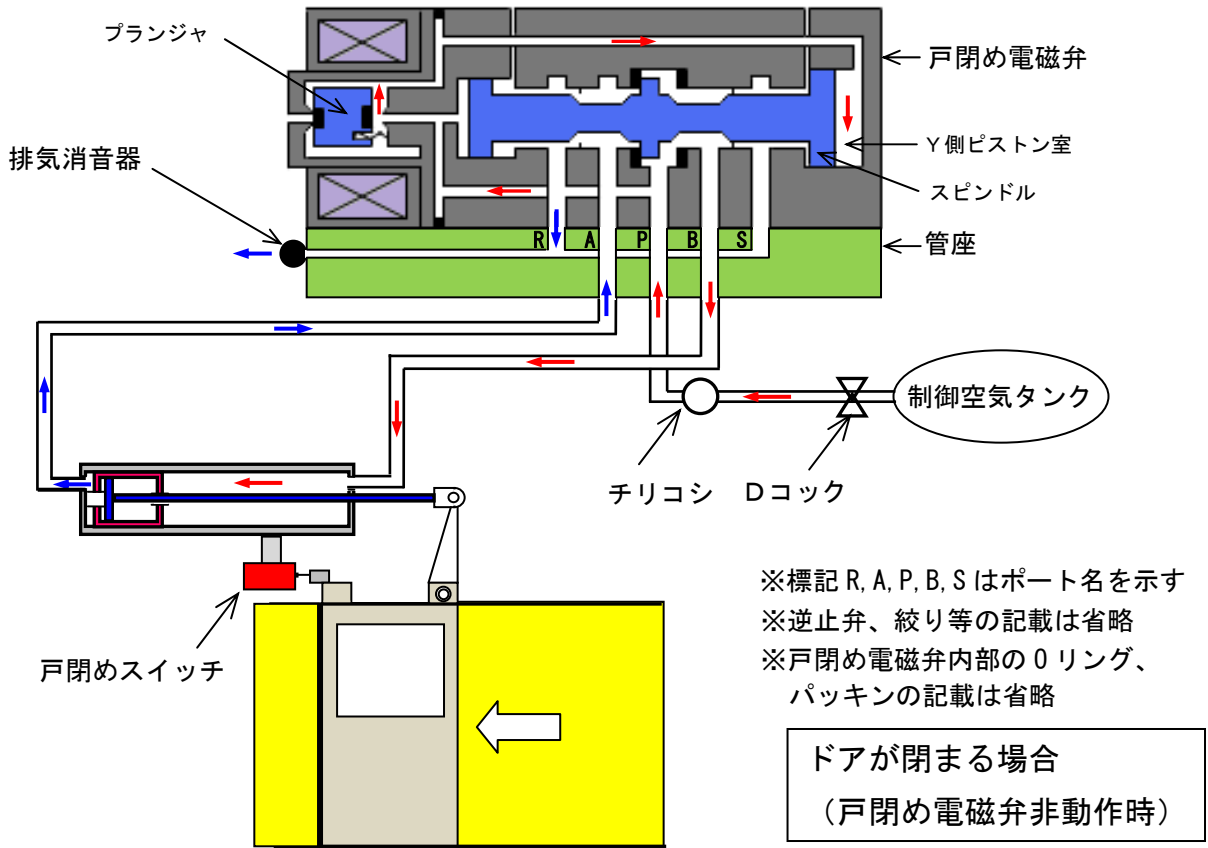


付図 1 2 制御回路 (力行回路部分抜粋)

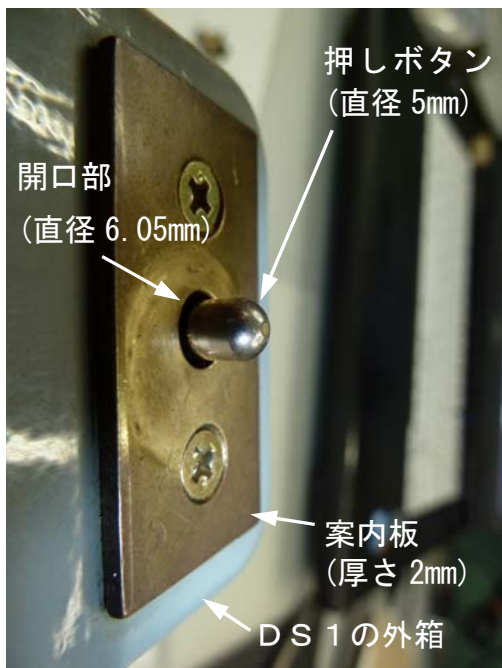
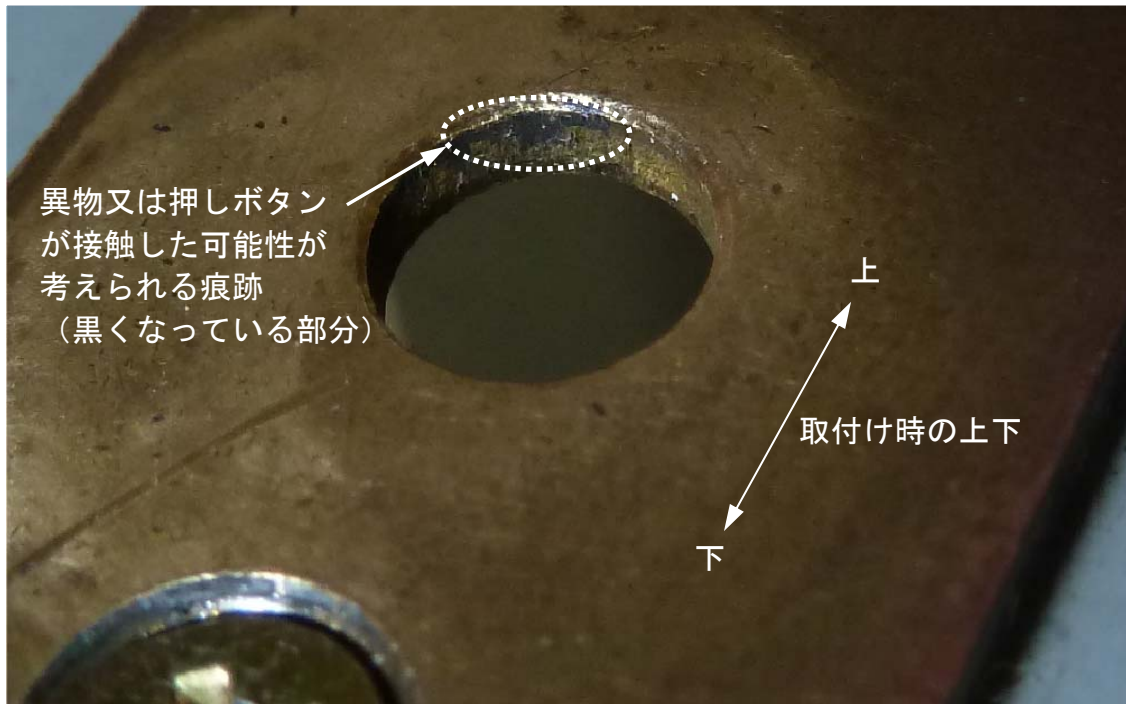


力行回路に組み込まれたDIRの接点

付図 1 3 戸閉め機械装置の構造と動作原理



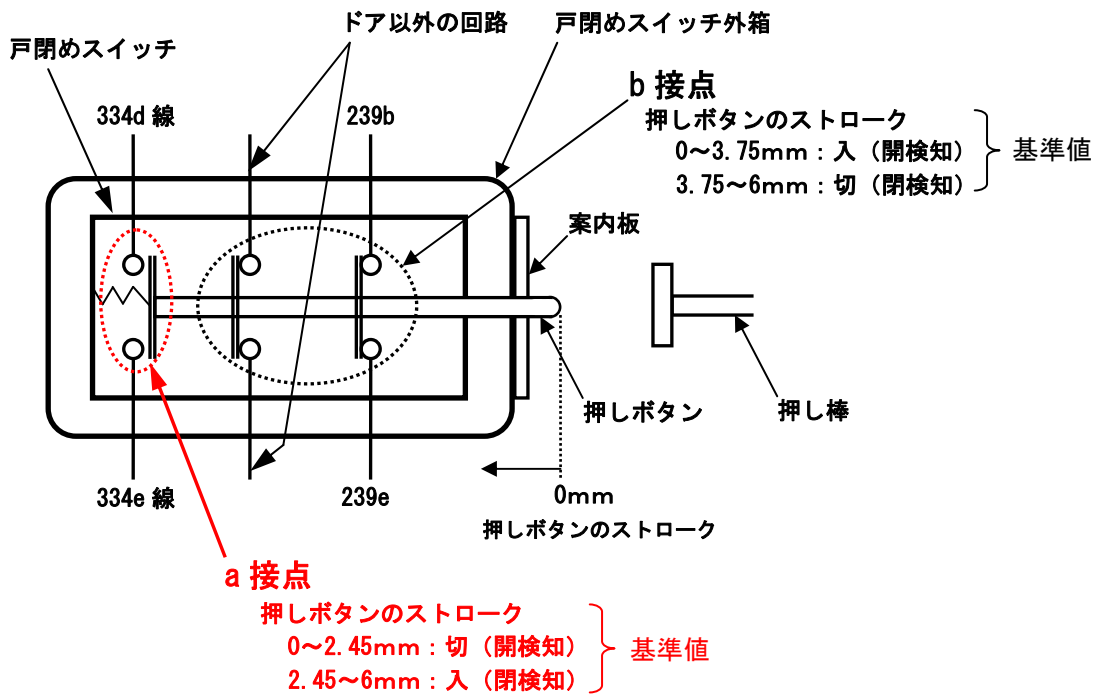
付図 1 4 DS 1 の案内板開口部の接触痕



付図 1 5 戸閉めスイッチの構造と検知範囲



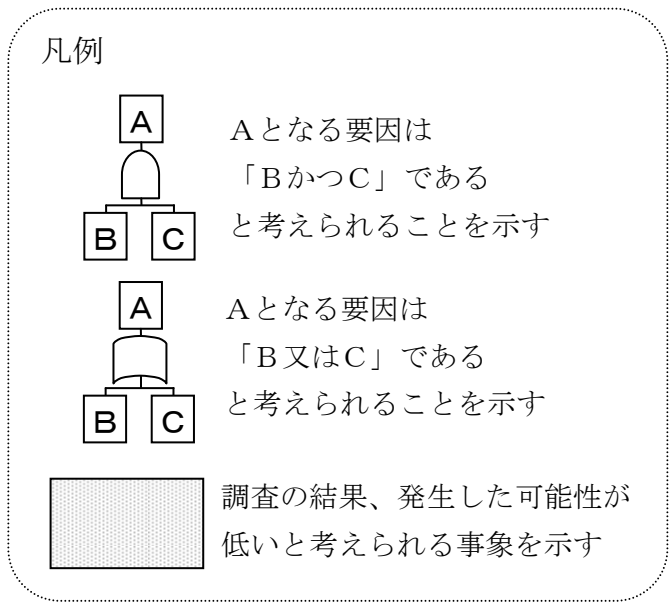
※押しボタンは押し込まれた状態



※線番号は本件ドアの場合を示す

本重大インシデント発生要因の分析概要図

(FTA*における「フォールトの木」を参考に作成) *FTA : Fault Tree Analysis



本重大インシデントで発生した事象
 駅間走行中(約 60km/h)に、車掌スイッチを扱っていないのに、モニタ装置のアラーム音が鳴動してドア開異常(どのドアかは不明)を表示、ドア閉を示す運転士知らせ灯が滅灯、ホーム進入時に少なくとも最後尾車両左側(1位)のドアが開いていたが、ドア開を示す戸閉め表示灯は滅灯

