

RA2019-1

# 鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 北海道旅客鉄道株式会社 函館線 銭函駅構内  
列車脱線事故

II 南海電気鉄道株式会社 南海本線 樽井駅～尾崎駅間  
列車脱線事故

III 東日本旅客鉄道株式会社 内房線 館山駅～九重駅間  
踏切障害事故

IV 東日本旅客鉄道株式会社 両毛線 足利駅～山前駅間  
踏切障害事故

平成31年1月31日

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、鉄道事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故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 中橋 和博

## 《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 北海道旅客鉄道株式会社 函館線  
銭函駅構内  
列車脱線事故

# 鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：北海道旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成29年12月6日 5時31分ごろ

発生場所：北海道おたる小樽市  
函館線 銭函ぜにばこ駅構内

平成30年12月10日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	中橋和博
委員	奥村文直（部会長）
委員	石田弘明
委員	石川敏行
委員	岡村美好
委員	土井美和子

## 要旨

### <概要>

北海道旅客鉄道株式会社の函館線ていね手稲駅発小樽駅行き6両編成ワンマン運転の上り第回5854M列車の運転士は、平成29年12月6日5時31分ごろ、銭函駅2番線（上下待避線）を速度約34km/hで惰行だこう運転中、異音を感知するとともに運転台モニターに異常を示す表示を認め、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

車両点検後、運転を再開したが、異常を示す表示が繰り返されたことから、列車は前途運休となり、札幌運転所に回送された。札幌運転所での車両調査により、列車の1両目前台車第1軸の車輪に脱線して走行した痕跡が発見されたため、同駅構内を調査した結果、銭函西部踏切道内において列車が脱線した痕跡が発見され、その地点から約83m小樽駅方にある11号分岐器において復線した痕跡が発見された。

同列車は回送列車であり、運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

## <原因>

本事故は、列車が運転頻度の低い上下待避線の右曲線内にある駅構内の踏切道を通過中に、1両目前台車第1軸の左車輪が左レール（外軌）に乗り上がり、左に脱線したことによるものと考えられる。

脱線したことについては、同踏切道のレール上やフランジウェイに存在した圧雪に車輪のフランジが乗り上がったことによる可能性があると考えられる。

同踏切道に圧雪が存在したことについては、0℃前後の気温が続く状況において事故前日に多くの雪が降ったこと及び1本前の列車との長い運行間隔の間に同踏切道を通過する自動車によって雪が踏み固められ続けたことによる可能性があると考えられる。また、列車通過までに除雪が行われなかったため、レール上やフランジウェイに形成された圧雪が除去されずに残った可能性があると考えられる。

なお、除雪が行われなかったことについては、冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと、目視等による簡易な踏切道の状況確認であったこと及び現地確認や除雪の判断において運行間隔を十分に考慮していなかったことが関与した可能性があると考えられる。

# 目 次

1	鉄道事故調査の経過	1
1.1	鉄道事故の概要	1
1.2	鉄道事故調査の概要	1
1.2.1	調査組織	1
1.2.2	調査の実施時期	1
1.2.3	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	1
2.1	運行の経過	1
2.1.1	運転士の口述	1
2.1.2	運転状況の記録	3
2.1.3	運行等の経過	5
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	7
2.3	鉄道施設等に関する情報	8
2.3.1	事故現場に関する情報	8
2.3.2	鉄道施設に関する情報	9
2.4	車両に関する情報	13
2.4.1	本件列車の概要	13
2.4.2	車両の整備に関する情報	14
2.4.3	車両の定期検査等に関する情報	15
2.5	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報	16
2.5.1	鉄道施設の損傷及び痕跡の状況	16
2.5.2	車両の損傷及び痕跡の状況	17
2.5.3	スノープラウ及び補助排障器の損傷等の状況	17
2.6	乗務員に関する情報	18
2.7	運転取扱い等に関する情報	18
2.7.1	銭函駅2番線の小樽駅方の線路における列車の運転状況	18
2.7.2	異音を感知した後に本件運転士が行った処置に関する情報	19
2.7.3	運転再開後の本件列車の運転状況に関する情報	20
2.8	気象に関する情報	21
2.8.1	事故現場付近の気象状況に関する情報	21
2.8.2	事故現場付近の気象に関する統計について	22
2.9	除雪に関する情報	24

2.9.1	駅構内における除雪の概要.....	24
2.9.2	除雪の判断に活用していた情報等について.....	25
2.9.3	本事故発生の前日における除雪判断について.....	26
2.9.4	銭函駅における本事故発生当日の除雪に関する状況について.....	27
3	分 析.....	28
3.1	本事故の発生状況等に関する分析.....	28
3.1.1	脱線開始地点に関する分析.....	28
3.1.2	本事故発生直後に本件列車が停止した際の状況に関する分析.....	28
3.1.3	脱線及び列車が停止するまでに復線した経緯に関する分析.....	28
3.1.4	脱線の発生時刻に関する分析.....	29
3.2	除雪に関する分析.....	29
3.2.1	事故現場付近の気象の状況に関する分析.....	29
3.2.2	本事故発生の前日及び当日の降積雪に関する分析.....	30
3.2.3	圧雪の形成に関する分析.....	30
3.2.4	除雪の判断に関する分析.....	30
3.3	軌道及び車両等に関する分析.....	31
3.3.1	軌道に関する分析.....	31
3.3.2	車両に関する分析.....	32
3.3.3	走行速度に関する分析.....	32
3.4	脱線の原因に関する分析.....	32
3.5	本件列車の運行等に関する分析.....	33
3.5.1	異音を感知した後から下回り点検までの処置に関する分析.....	33
3.5.2	事故後の車両点検に関する分析.....	33
4	結 論.....	34
4.1	分析の要約.....	34
4.2	原因.....	36
5	再発防止策.....	37
5.1	必要と考えられる再発防止策.....	37
5.2	事故後に同社が講じた措置.....	37

## 添付資料

付図1	函館線の路線略図.....	39
付図2	函館線（小樽駅～札幌駅間）沿線の地形図.....	39
付図3	事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況.....	40



付図 4	事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡.....	41
付図 5	1 2 号口分岐器付近の痕跡.....	42
付図 6	1 1 号分岐器付近の痕跡.....	43
付図 7	降雪監視カメラの設置場所及び映像記録.....	44
付図 8	本件車両前台車周辺の状況及び主な損傷箇所.....	45
付図 9	本件車両前台車の主な損傷箇所.....	46
付図 1 0	本件車両前台車の略図及び第 1 軸右端部に設置された速度発電機の 損傷箇所.....	47
付図 1 1	スノープラウの取付け状況及び緊縛状態における各位置の取付高さ...	48
付図 1 2	補助排障器及び緊縛を解いた状態におけるスノープラウ損傷箇所の 取付高さ.....	49
付図 1 3	列車脱線事故の関与要因.....	50
付表 1	各時間帯別の自動車交通量及び降雪の状況.....	51
付表 2	本事故発生当日に交換された軌道部材.....	51
付表 3	気象観測記録.....	52

# 1 鉄道事故調査の経過

## 1.1 鉄道事故の概要

北海道旅客鉄道株式会社の函館線<sup>ていね</sup>手稲駅<sup>おたる</sup>発小樽駅行き6両編成ワンマン運転の上り第回5854M列車の運転士は、平成29年12月6日（水）5時31分ごろ、銭函<sup>ぜにばこ</sup>駅2番線（上下待避線）を速度約34km/hで惰行<sup>だこう</sup>運転中、異音を感知するとともに運転台モニターに異常を示す表示を認め、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

車両点検後、運転を再開したが、異常を示す表示が繰り返されたことから、列車は前途運休となり、札幌運転所に回送された。札幌運転所での車両調査により、列車の1両目前台車第1軸（以下、車両は前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の車輪に脱線して走行した痕跡が発見されたため、同駅構内を調査した結果、銭函西部踏切道内において列車が脱線した痕跡が発見され、その地点から約83m小樽駅方にある11号分岐器において復線した痕跡が発見された。

同列車は回送列車であり、運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

## 1.2 鉄道事故調査の概要

### 1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成29年12月7日、本事故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。

北海道運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場等に派遣した。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成29年12月7日 現場調査及び車両確認

平成29年12月8日 現場調査及び口述聴取

### 1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

# 2 事実情報

## 2.1 運行の経過

### 2.1.1 運転士の口述

事故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。）の函館線手稲駅発小樽駅行き上り第回5854M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。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

平成29年12月6日（以下「本事故発生当日」という。）は4時18分ごろに札幌運転所で対面点呼を受けた後、本件列車の出区点検を行って異状がないことを確認した。この時、外は雪が時折強く降ったりやんだりする天気であった。

出区点検終了後、6両目の札幌駅方先頭車両にて出発準備を行い、札幌運転所から手稲駅へ向けて定刻に発車した。本件列車は回送列車であり、一人で乗務していた。手稲駅到着後は本件列車の進行方向が変わるため、運転台交換の操作を行ってから1両目の小樽駅方先頭車両（以下「本件車両」という。）へ移動した。

手稲駅を定刻に発車し、銭函駅2番線には定刻どおり（5時30分）に停車した。その後、定刻（5時30分30秒）に発車して速度約33km/hで半径750mの右曲線（函館駅起点268k623.7m～268k583.7m、以下「函館駅起点」は省略する。以下「本件曲線」という。）を惰行運転中、12号口分岐器（268k583.7m～268k558.7m）に差し掛かった辺りで「ガリガリ」という異音とともにふだんよりも強い横揺れを感知した。その直後、運転台モニターに‘速度信号の入力異常’（以下「速度入力異常」という。）を示す表示を認めたため、非常ブレーキを使用して本件列車を停止させ、直ちに防護無線を発報した。異音等は列車の停止まで続いたが、縦揺れや前後の衝撃は感じなかったこと及び一般的に冬場は車輪が氷や雪の塊を踏んだ際に、異音や横揺れが発生する可能性があることから、線路内に異常があるとは感じなかった。なお、札幌運転所から本件曲線までは、異状はなかった。

本件列車の停止後、異音を感知し、運転台モニターに速度入力異常が表示されたため非常停止したこと及び列車の停止位置は268k520m付近であることを輸送指令に報告するとともに、指示により防護無線を復位してから本件列車の下回り点検に向かった。

異音を感知した場所から11号分岐器（268k532.9m～268k507.9m、函館線上り本線（銭函駅1番線）との合流点）までのレールは雪に埋まって見えない状態であったが、走行中の揺れの状況や線路上に支障物はなかったこと等から総合的に判断し、分岐器通過に伴って雪や氷の塊が車輪と制輪子の間に挟まった可能性が高いと考えて、車輪及び制輪子を中心とした台車全般及び床下カバーの状態について全車両を点検した。しかし、脱線や異物介在等の異状はなかった。

点検終了後、車両に異常はなかったことを輸送指令に報告するとともに指示

により運転を再開したが、再び速度入力異常の表示を認めたため列車を停止させた。輸送指令へ状況を報告した後、指示により解着作業<sup>\*1</sup>やブレーキ受量器<sup>\*2</sup>のリセット操作等の処置を実施する度に運転を再開したが、その後も速度入力異常の表示が繰り返されたことから、本件列車は前途運休となった。なお、下回り点検後の運転再開以降、異音等の発生はなかった。

車両の検修社員が本件列車を点検した結果、本件車両の前台車にあるスノープラウ<sup>\*3</sup>に比較的大きな損傷が発見された。このため、車両移動時にスノープラウの損傷箇所が落失しないように車両の検修社員が針金を用いて緊縛した。損傷したスノープラウを見た際は「異音を感知した分岐器の周辺で何かが衝撃したのだろう」と思った。なお、下回り点検時はスノープラウの損傷に考えが及ばなかったため点検は実施しておらず、気付かなかった。

その後、本件列車を移動させるための準備を整えて6両目の運転台に移動し、駅誘導担当の指示に従って銭函駅2番線まで退行運転<sup>\*4</sup>を行った。到着後に車両の検修社員が本件列車を再点検した結果、本件車両前台車第1軸の右側にある速度発電機<sup>\*5</sup>に損傷が確認されたことから、速度入力異常の原因が判明した。最終的に、本件列車は下り第臨回9855Mとして札幌運転所まで回送運転することとなったため、輸送指令から乗務変更の指示を受けて引き続き同列車を運転した。札幌運転所までの運転中は、速度入力異常の表示以外の異状は感じなかった。本件列車が脱線していたと知ったのは、乗務終了後である本事故発生当日の夕方であった。

(付図1 函館線の路線略図、付図2 函館線(小樽駅～札幌駅間)沿線の地形図、付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況、付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡、付図5 12号口分岐器付近の痕跡、付図6 11号分岐器付近の痕跡、付図7 降雪監視カメラの設置場所及び映像記録 参照)

## 2.1.2 運転状況の記録

本件列車には、運転状況を記録する装置(以下「運転状況記録装置」という。)

- 
- \*1 「解着作業」とは、車輪と制輪子の間及びその周囲に付着した雪が凍結することにより、ブレーキを緩めても車輪と制輪子が離れず固着した状態が生じていると考えられる場合に、突棒と呼ばれる鉄製の棒を用いて制輪子をたたき、車輪から離す(固着を解く)作業をいう。
  - \*2 「ブレーキ受量器」とは、ブレーキ指令と応荷重信号などを受け、作用させるべきブレーキ力を演算し、電気ブレーキ装置と空気ブレーキ装置への指令を出力する装置をいう。各種情報をモニター装置等に送信する機能をもつものもある。
  - \*3 「スノープラウ」とは、車両限界内の軌道上の雪を排除するため、先頭車両に取り付けられている雪かき器をいう。
  - \*4 「退行運転」とは、列車が最初に進行してきた方向とは反対の方向に運転することをいう。本事故においては、小樽駅方から札幌駅方に向かって本件列車を運転すること。
  - \*5 「速度発電機」とは、回転数に応じた電圧又はパルスを発生させ、回転速度を計測するための装置をいう。

が装備されていた。また、ATS<sup>\*6</sup>車上装置（以下「保安装置」という。）には動作記録機能があった。これらの装置は、時刻、列車速度、走行距離、ブレーキノッチ操作等を記録する機能を有しており、それらの記録によれば、本事故発生時の本件列車の運転状況の概略は表1のとおりであった。

表1によると、本件車両の速度記録は5時30分54秒に34km/hから0km/hへと急変し、それ以降は常時0km/hとなっていた。3.1.4で後述するように、本件車両前台車第1軸の右端部に設置された速度発電機がこの時に損傷したと考えられる。

なお、速度及び走行距離の値は車輪径による補正及び小数点以下を四捨五入したものであり、若干の誤差が内在している。また、時刻は基準時刻により補正し、本件車両前台車第1軸の推定キロ程は2.3.1に後述する本事故発生直後の本件車両先頭部の推定停止位置を基準として、本件車両先頭部から前台車第1軸までの距離及び6両目の運転状況記録装置に記録された走行距離又は本件車両の保安装置に記録された走行距離から算出している。

---

\*6 「ATS」とは、自動列車停止装置：Automatic Train Stopの略称であり、列車が停止信号機に接近した際、地上からの制御信号により運転室内に警報ベルを鳴らして運転士に注意を喚起したり、自動的にブレーキを動作させて列車を停止信号機の手前に停止させる装置である。

表1 運転状況の概略

時刻	列車速度 (本件車両の 速度記録)	銭函駅発車後の走行距離 (本件車両第1軸 の推定キロ程)	走行距離 に用いた 記録	記事
5時30分34秒	0 km/h (0 km/h)	0 m (268k705m付近)	運 転 状 況 記 録 装 置	銭函駅2番線を発車
5時30分51秒	34 km/h (34 km/h)	81 m (268k624m付近)		本件曲線に 惰行運転で進入
5時30分52秒	35 km/h (35 km/h)	98 m (268k607m付近)		銭函西部踏切道 に進入
5時30分53秒	34 km/h (34 km/h)	105 m (268k600m付近)		脱線開始点付近を 通過
5時30分54秒	34 km/h (0 km/h)	120 m (268k585m付近)		本件車両の速度記録 が急変
5時30分55秒	34 km/h (0 km/h)	125 m (268k580m付近)		12号口分岐器 ポイント部に進入
5時30分59秒	32 km/h (0 km/h)	167 m (268k538m付近)		11号分岐器 分岐側に進入
5時31分0秒	32 km/h (0 km/h)	172 m (268k533m付近)		常用ブレーキ (B5) 操作
5時31分1秒	28 km/h (0 km/h)	186 m (268k519m付近)		常用ブレーキ (B7) 操作
5時31分4秒	14 km/h (0 km/h)	196 m (268k509m付近)		非常ブレーキ操作
5時31分8秒	0 km/h (0 km/h)	202 m (268k503m付近)		停止
5時47分2秒	0 km/h (0 km/h)	202 m (268k503m付近)	保 安 装 置	運転を再開 (1回目)
5時47分23秒	12 km/h (0 km/h)	230 m (268k475m付近)		惰行開始
5時48分14秒	0 km/h (0 km/h)	370 m (268k335m付近)		停止

※「列車速度」は、6両目の運転状況記録装置に記録された速度の小数点以下を四捨五入したものである。

※「本件車両の速度記録」は、本件車両の運転状況記録装置に記録された速度の小数点以下を四捨五入したものである。

※「銭函駅発車後の走行距離」は、銭函駅2番線の発車から最初の列車停止までは車輪の滑走に起因する誤差補正の影響が少ない6両目の運転状況記録装置に記録された走行距離から算出したものであり、運転再開から次の列車停止までは記録間隔の短い本件車両の保安装置に記録された走行距離から算出したものである。

### 2.1.3 運行等の経過

本件運転士と輸送指令の交信記録等によると、本事故発生前後の列車の運行及び列車脱線事故と判断されるまでの経過は表2のとおりであった。

なお、2.1.1に記述したとおり、本件運転士は本事故発生時に、本件列車の脱線及び復線に気付いていなかった。

表2 本事故発生前後の本件列車の運行及び列車脱線事故と判断されるまでの経過

年月日・時刻	本件列車の運行及び本事故発生の状況	
	車両	線路
平成29年12月6日 5時30分ごろ	○	本件列車は、函館線銭函駅2番線を定刻どおりに発車した
5時31分ごろ	○	本件運転士は、異音とともにふだんよりも強い横揺れを感知した。その直後、運転台モニターに速度入力異常の表示を認めたため、非常ブレーキを使用して本件列車を停止させた
5時33分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の全車両の下回りを点検した
5時44分ごろ	○	本件運転士は、輸送指令に対して、車両に異常はなかったとの点検結果を報告した
5時45分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の運転を再開した(1回目)が、再び速度入力異常の表示を認めたため、約168m走行(12km/h以下)して本件列車を停止させた
	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件車両前台車の第1軸及び第2軸に対して解着作業を実施した
6時12分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の運転を再開した(2回目)が、速度入力異常の表示を認めたため約23m走行(6km/h以下)して本件列車を停止させ、関係機器のリセット操作及び機能試験を実施した
6時19分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の運転を再開した(3回目)が、速度入力異常の表示を認めたため約138m走行(18km/h以下)して本件列車を停止させ、6両目後台車の第1軸及び第2軸に対して解着作業を実施した
6時48分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の運転を再開した(4回目)が、速度入力異常の表示を認めたため約73m走行(14km/h以下)して本件列車を停止させ、本件車両の全4軸に対して解着作業を実施した
7時6分以降	○	本件運転士は、輸送指令の指示により本件列車の運転を再開した(5回目)が、速度入力異常の表示を認めたため約121m走行(16km/h以下)して本件列車を停止させた
7時8分以降	○	輸送指令は、速度入力異常の表示が繰り返されるため本件列車を前途運休とした

7時45分以降		○	銭函駅の助役が12号口分岐器の覆い蓋の破損を発見したため、輸送指令に状況を報告し、保線社員の出勤を要請した。 出勤した保線社員及び電気社員は、銭函駅2番線における線路及び信号通信設備等の損傷箇所・交換が必要な部品等を点検し、線路の安全を確認した
8時23分以降	○		車両の検修社員は、函館線上り本線で本件列車を点検し、本件車両の損傷したスノープラウを発見し、緊縛した
10時19分ごろ	○		本件列車は、退行運転により銭函駅2番線へ収容された
10時40分以降		○	保線社員は、屈曲したフロントロッド及びボルト等(付表2参照)を交換して銭函駅2番線を補修した
	○		車両の検修社員は、銭函駅2番線で本件車両を改めて点検し、本件車両前台区車第1軸の右端部に設置された速度発電機の損傷が速度入力異常の表示の原因であると判明した
11時25分ごろ	○		本件列車は下り第臨回9855Mとして札幌運転所まで回送することとなり、本件運転士は、輸送指令からの指示により同列車を出発させた
13時20分ごろ	○		札幌運転所にて、本件列車の車両調査を開始した
14時00分ごろ	○		本件車両の車輪に脱線によって生じたとみられる痕跡を発見した
16時20分ごろ		○	函館線を走行する列車を抑止 <sup>*7</sup> して、保線社員は銭函駅2番線の点検を開始した
18時58分以降		○	地上設備に脱線及び復線によって生じたとみられる痕跡を発見したため、同社は本事故を列車脱線事故と判断した

※「本件列車の運行及び本事故発生の状況」については、「車両」と「線路」のうち、関連がある方に「○」を表示している。

(付図1 函館線の路線略図、付図2 函館線(小樽駅～札幌駅間)沿線の地形図、付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況 参照)

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

\*7 「抑止」とは、運行中の列車を特定の地点や区間へ一時的に停止させることをいう。ある区間内を走行する列車がない状況を作り、線路内で行う作業の安全を確保する手段として用いられる。



## 2.3 鉄道施設等に関する情報

### 2.3.1 事故現場に関する情報

銭函西部踏切道（以下「本件踏切」という。）は、函館線と道道小樽石狩線が平面交差する場所であり、北側を日本海に、東側を銭函川に、西側を丘陵地に囲まれた銭函駅の小樽駅方にある海沿いの平地（丘陵地の北東端付近）に位置する。本件踏切周辺の地形図を図1に示す。本件踏切には踏切監視カメラ及び降雪監視カメラが設置されており、踏切の周囲には建物及び見通しを遮るものはなかった。



※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

図1 本件踏切周辺の地形図

本事故発生当日の5時31分ごろ（以下「本事故発生直後」という。）の本件列車の停止位置を図2に示す。降雪監視カメラの記録に基づく本事故発生直後の本件車両先頭部の推定停止位置は、268k501m付近であった。銭函駅2番線は1番線と3番線の間であり、乗降ホームが設置されていない上下待避線である。なお、脱線及び復線の痕跡については、2.5.1に後述する。

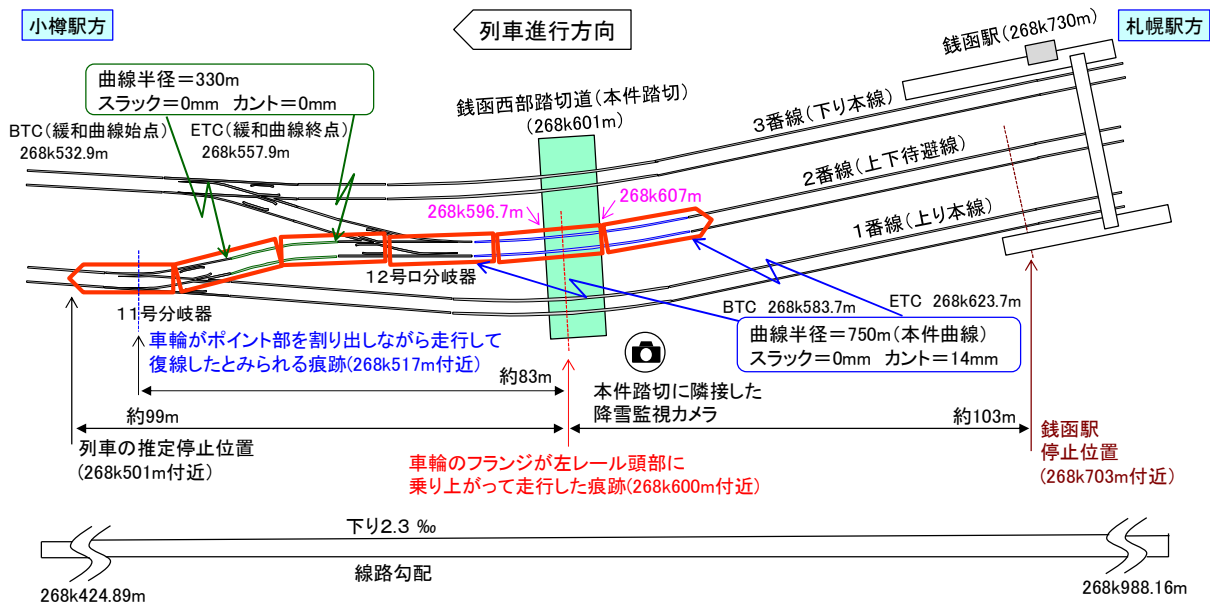


図2 本事故発生直後の本件列車の推定停止位置

(付図2 函館線(小樽駅～札幌駅間)沿線の地形図、付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況 参照)

## 2.3.2 鉄道施設に関する情報

### 2.3.2.1 路線の概要

同社の函館線は、函館駅を起点として長万部駅・小樽駅・白石駅を経て旭川駅に至る営業キロ<sup>\*8</sup>423.1kmの区間及び大沼駅から渡島砂原駅を経て森駅に至る営業キロ35.3kmの区間で構成された、軌間1,067mmの路線である。小樽駅～旭川駅間は複線電化されており、動力は電気(交流20,000V)である。

(付図1 函館線の路線略図 参照)

### 2.3.2.2 本件踏切の概要

本件踏切に関する情報は以下のとおりである。

踏切の位置：268k601m

踏切種別：第1種踏切道(踏切警報機及び踏切遮断機あり)

踏切長：15.5m(横断線数：3本)

踏切幅員：9.0m

踏切舗装：ゴム

融雪装置：なし

曲線半径：750m(2番線)

\*8 「営業キロ」とは、旅客・貨物を輸送する発着区間に対する駅間のキロ数をいう。

勾配：下り 2.3%

線路と道路の交角：86°

鉄道交通量：205本/日（1時間最大：15本）

（平成26年度の踏切道実態調査による）

銭函駅2番線を本件列車の1本前の列車が走行してから本件列車が走行するまでの時間（以下「前列車との運行間隔」という。）に本件踏切を通行した三輪以上の自動車交通量は、踏切監視カメラ及び降雪監視カメラの映像によると3,684台であった。各時間帯別の自動車交通量及び降雪の状況は付表1のとおりである。

ゴム製踏切の構造概略図を図3に示す。

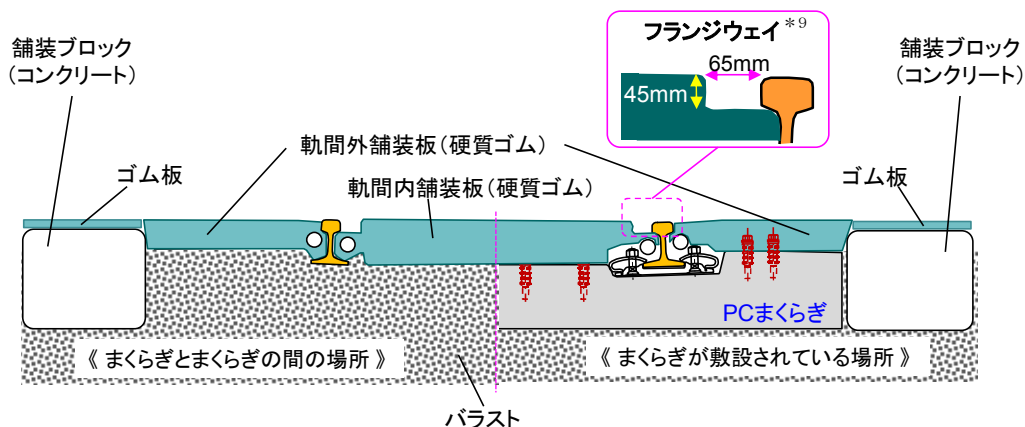


図3 ゴム製踏切の構造概略図

（付図1 函館線の路線略図、付表1 各時間帯別の自動車交通量及び降雪の状況参照）

### 2.3.2.3 銭函駅2番線の概要

銭函駅2番線に関する情報は以下のとおりである。

- (1) 銭函駅2番線内に位置する本件曲線は、半径750mの右曲線であり、268k613.7m～268k593.7mはカント14mmの円曲線、その前後の10mが緩和曲線であった。なお、この円曲線のスラックは0mmである。
- (2) 本件列車と同じ733系交流電車の函館線銭函駅～小樽駅間の最高運転速度<sup>\*10</sup>は100km/hである。なお、本件列車の進行方向に対し、銭函駅2番線を含む268k988.16m～268k424.89mは2.3%の下り勾配である。
- (3) 12号口分岐器には、列車からの持ち込み雪等による不転換を防止するた

\*9 「フランジウェイ」とは、車輪フランジが通るために確保された空間をいう。

\*10 「最高運転速度」とは、線形やブレーキ性能などを考慮した上で、列車として運転できる最高速度をいう。

めの覆い蓋<sup>\*11</sup>及び前端ゴムカバーが設置されていた。

(4) 11号分岐器には、不転換を防止するためにマットヒーター<sup>\*12</sup>が設置されていた。なお、本件列車が通過する分岐側に対する分岐器制限速度は35km/hである。

(5) 銭函駅2番線のランカーブ<sup>\*13</sup>上の運転速度は35km/hである。なお、軌道構造はバラスト軌道、レールは50kgNレール、まくらぎは本件踏切内がPCまくらぎ、それ以外は木まくらぎである。

(付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況、付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡 参照)

#### 2.3.2.4 軌道の定期検査等

軌道の整備については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が北海道運輸局長へ届け出ている実施基準（以下「届出実施基準」という。）の一部である「線路技術心得（実施基準）」で定められている。

##### (1) 軌道変位の定期検査等

駅構内の線路である銭函駅2番線は、同社が定めた「線路維持管理マニュアル（通達）」の駅構内に関する規定に基づいて管理されており、適用される静的軌道変位の整備基準値は表3のとおりである。

本事故現場付近における本事故発生前直近の軌道変位検査は、平成29年9月8日に軌道検測装置を用いて静的軌道変位<sup>\*14</sup>を測定していた。この定期検査の結果は全て整備基準値内であり、銭函駅2番線における軌道変位の記録に異常は認められなかった。

なお、「線路技術心得（実施基準）」に基づき同社が定めた「線路技術に関する実施細目（規程）」では、銭函駅2番線に適用される軌道変位検査の実施頻度は2回／年と定めている。

---

\*11 「覆い蓋」とは、分岐器の転てつ器部分にあり、転換動作時に左右に移動するスイッチアジャスターと呼ばれる部品への風雪を防ぐための木製の覆いをいう。

\*12 「マットヒーター」とは、ゴムマット等に電熱線を内蔵したもので、面状に発熱する融雪装置をいう。通路融雪などに多く用いられるほか、車両からの落雪が堆積することを防ぐため、駅構内の軌間内及びまくらぎ間に設置する箇所もある。

\*13 「ランカーブ」とは、列車の走行状況（位置、速度、時間）を示した曲線をいう。運転曲線と同義で用いられる。

\*14 「静的軌道変位」とは、人力による糸張りや軌道検測装置等により測定される、列車荷重（又はそれに準ずる荷重）を載荷しない状態における軌道変位をいう。

表3 銭函駅2番線に適用される静的軌道変位の整備基準値

軌道変位の種別	整備基準値
軌間変位 <sup>*15</sup>	+ 1 4 mm
水準変位 <sup>*16</sup>	(平面性にに基づき整備を行う。)
高低変位 <sup>*17</sup>	± 2 4 mm
通り変位 <sup>*18</sup>	± 2 4 mm
5 m平面性変位 <sup>*19</sup>	± 1 8 mm

## (2) 軌道部材の定期検査

‘線路技術に関する実施細目（規程）’では、レール、まくらぎ及びこれに付属するレール締結装置等の軌道部材について、損傷、摩耗等の保守及び材料状態の定期検査を実施すること、その周期は1年を標準にすることと定めている。

同社によれば、本件曲線付近における本事故発生前直近のレール等検査（軌道部材）を平成29年9月15日に、まくらぎ検査を平成29年9月22日に実施しており、各検査の記録に異常は認められなかった。

また、銭函駅2番線における本事故発生前直近のレール等検査（損傷、摩耗）を平成29年10月27日に実施しており、その検査記録に異常は認められなかった。

## (3) 線路の巡視

‘線路技術に関する実施細目（規程）’では、線路総合巡視を徒歩（以下「徒歩巡視」という。）、及び列車又は軌道モーターカー等（以下「列車巡視」という。）により実施すること、その頻度は徒歩巡視を1週間に1回、列車巡視を3日に1回を超えない期間で実施することとそれぞれ定めている。

本事故発生前直近の事故現場付近の巡視について、平成29年12月1日に徒歩巡視を、また平成29年12月5日（以下「本事故発生の前日」という。）に列車巡視を実施しており、それらの巡視記録に異常は認められなかった。

\*15 「軌間変位」とは、軌間内側面間の距離から左右レールの基本寸法（1,067mm）及びスラックを除いたものをいう。

\*16 「水準変位」とは、左右レールの高さの差のことをいう。また、曲線部でカントが設定されている場合にはカントを差し引いた値のことをいう。

\*17 「高低変位」とは、レール頭頂部の長さ方向での凹凸をいい、一般的には長さ10mの糸をレール頭頂面に張ったときの、その中央部における糸とレールとの垂直距離のことをいう。

\*18 「通り変位」とは、レール側面の長さ方向での凹凸をいい、一般的には長さ10mの糸をレール側の軌間内側面に張ったときの、その中央部における糸とレールとの水平距離（曲線部では半径によって生じる水平距離を差し引いた量）のことをいう。

\*19 「平面性変位」とは、レール長さ方向の2点間の水準の差をいい、平面に対する軌道のねじれ状態を表す値のことをいう。2点間の距離が5mであれば、5m平面性変位という。

### 2.3.2.5 本事故発生後の軌道の状況

本事故発生後に実施した手測りによる本事故現場付近（268k660m～268k540m）の静的軌道変位の測定結果は、全て整備基準値の範囲内であった。また、銭函駅2番線におけるレール、まくらぎ、レール締結装置等の軌道部材についても、脱線した車輪が走行した痕跡を除き、異常はなかった。

なお、この測定値は、本件列車の脱線及び復線、また付表2に示した軌道部材の交換による影響を受けている可能性がある。

（付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡、付図5 12号口分岐器付近の痕跡、付図6 11号分岐器付近の痕跡 参照）

## 2.4 車両に関する情報

### 2.4.1 本件列車の概要

本件列車は、733系交流電車の6両編成であった。本事故によって一度脱線し、その後復線したとみられる輪軸の部位を図4に示す。

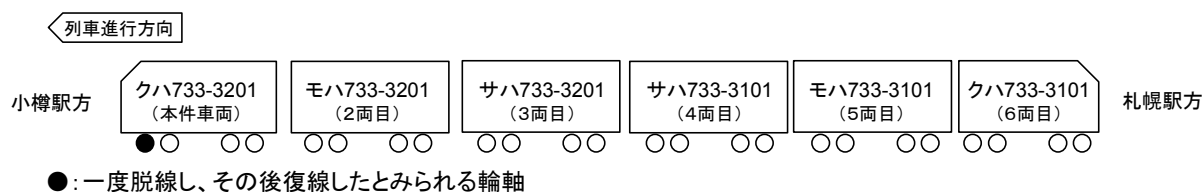


図4 本件列車の編成

また、本件車両の主要諸元は次のとおりである。

車種	交流電車（AC20,000V）
記号番号	クハ733-3201
定員	146人（座席定員47人）
空車重量	35.3 t <sup>*20</sup>
車両長	21,670mm
台車中心間距離	14,400mm
台車方式	ボルスタレス台車
軸箱支持方式	軸はり式
軸距	2,100mm
車輪踏面形状	修正円弧踏面
車輪フランジ角度 <sup>*21</sup>	65°

\*20 [単位換算] 1 t = 1,000 kg (重量)、1 kg (重量) = 1 kgf、1 kgf = 9.8 N

\*21 「車輪フランジ角度」とは、車輪のフランジ面が車軸の中心軸となす最大角度をいう。一般にフランジ角度が大きいほど脱線しにくい。

車輪径 810mm  
 製造年月日 平成26年6月24日

#### 2.4.2 車両の整備に関する情報

車両の整備については、届出実施基準の一部である‘電車整備心得（実施基準）’で定められている。車両の定期検査には、全般検査<sup>\*22</sup>、要部検査<sup>\*23</sup>、交番検査<sup>\*24</sup>等があり、検査ごとに定められた期間又は電車の走行距離によって定期的に各検査を実施している。また、車両の運行を開始した時から144時間を超えない期間ごとに仕業検査<sup>\*25</sup>を実施している。

輪軸の検査については、全般検査及び要部検査では車輪内面距離の測定及び評価を行い、また、全般検査、要部検査及び交番検査ではフランジ高さ、フランジ外側面距離<sup>\*26</sup>及び車輪径の測定及び評価を行うこととされている。各項目の使用限度値は表4のとおりである。

表4 輪軸に関する使用限度値

項目	使用限度値
車輪内面距離 [mm]	989～993
フランジ高さ [mm]	25～35
フランジ外側面距離 [mm]	520～527
車輪径 [mm]	730～

車両の静止輪重の管理については、全般検査及び要部検査時に輪重の測定及び静止輪重比の評価を行い、静止輪重比<sup>\*27</sup>が15%以内となるように管理することとされている。

運転台を有する車両の運転台側の台車にはスノープラウが取り付けられ、スノープラウには左右各1個の補助排障器が取り付けられている。‘電車整備心得（実施基準）’に基づき定められた‘電車整備基準（規程）’において、スノープラウ及び

\*22 「全般検査」とは、同社における定期検査の一つで、電車の主要部分を取り外して、電車全般について96か月を超えない期間ごとに行う検査をいう。  
 \*23 「要部検査」とは、同社における定期検査の一つで、動力発生装置、走行装置、ブレーキ装置その他の重要な装置の主要部分について、48か月又は当該電車の走行距離が60万キロメートルを超えない期間のいずれか短い期間ごとに行う検査をいう。  
 \*24 「交番検査」とは、同社における定期検査の一つで、集電装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態、作用及び機能並びに電気部分の絶縁抵抗について、90日を超えない期間ごとに行う検査をいう。  
 \*25 「仕業検査」とは、鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成13年省令第151号）に規定する列車の検査をいう。車両の使用状況に応じ、消耗品の補充取替並びに集電装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置等の状態及び作用について外部から検査を行う。  
 \*26 「フランジ外側面距離」とは、車輪一对の中心線から、車輪踏面基準点の10mm下方位置までの水平距離をいう。  
 \*27 「静止輪重比」とは、1軸の輪軸に対し、片側の車輪の輪重をその軸の平均輪重で除し、100%との差の絶対値で表す値をいう。

補助排障器の‘下面とレール面<sup>\*28</sup>の距離’（以下「取付高さ」という。）の測定及び評価を全般検査、要部検査及び交番検査で行い、さらに、仕業検査、交番検査、要部検査及び全般検査において、これらの損傷、変形及び取付状態について検査を実施することとされている。スノープラウの取付高さの限度及び補助排障器の取付高さの基準は表5のとおりである。

表5 スノープラウの取付高さの限度及び補助排障器の取付高さの基準

レール面からの距離	限度又は基準
スノープラウの下面[mm]	100～110
補助排障器の下面[mm]	56～66

#### 2.4.3 車両の定期検査等に関する情報

##### 2.4.3.1 定期検査等の実施状況

新製及び本件列車の本事故発生前直近の検査の実施状況及び検査後走行キロは、表6のとおりである。各検査の記録によると、車両及び台車の組立寸法は整備基準値内であり、各検査の記録に異常は認められなかった。

表6 新製及び本事故発生前直近の検査の実施状況及び検査後走行キロ

検査等	前回検査等日付	検査後走行キロ
新製	平成26年6月24日	757,996.4
全般検査	本事故発生前は検査を要する条件に至っていない	—
要部検査	平成28年7月22日	331,442.4
交番検査	平成29年9月22日	47,807.6
仕業検査	平成29年12月6日（本事故当日）	7.6

##### 2.4.3.2 輪軸の状況

本事故発生前直近の交番検査における本件車両の輪軸のフランジ外側面距離、車輪径、フランジ高さ及び要部検査における車輪内面距離の測定値はいずれも表4に示した使用限度値内であり、各検査の記録に異常は認められなかった。

##### 2.4.3.3 静止輪重比の状況

本事故発生前直近の要部検査における本件車両の静止輪重比の値は、いずれも管理値（15%）内であった。

\*28 「レール面」とは、左右レール上面を結ぶ平面のことをいう。



#### 2.4.3.4 スノープラウ及び補助排障器の状況

本事故発生前直近の交番検査における、本件車両の前台車に取り付けられたスノープラウ及び補助排障器の取付高さは表5に示した限度及び基準の範囲内であり、検査の記録に異常は認められなかった。

#### 2.4.3.5 本件車両の速度発電機の状況

本件車両の全4軸に設置された速度発電機の出力信号はブレーキ受量器に送信されており、本件車両の運転台の速度計は、ブレーキ受量器に送信された最大の速度が表示される仕組みであった。また、本件車両前台車第1軸の右端部に設置された速度発電機の出力信号は、運転状況記録装置及びブレーキ受量器に送信されていた。

本事故発生前直近の要部検査における本件車両の速度発電機、速度計の検査記録及び交番検査における運転状況記録装置の検査記録に異常は認められなかった。

### 2.5 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報

#### 2.5.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

鉄道施設の主な損傷等の状況は、次のとおりであった。

- (1) 半径750mの右曲線に位置する268k600m付近の左レール（外軌）の頭部に車輪のフランジが乗り上がって本件踏切内を走行した痕跡があり、本件踏切の小樽駅方の端部268k597m付近の左レールの頭部には車輪が左レールを乗り越えて脱線したとみられる痕跡があった。なお、これよりも手前（札幌駅方）には脱線に関する痕跡は確認されなかった。
- (2) 本件踏切から12号口分岐器を経て11号分岐器に至るまでの線路について、左レールの軌間外側及び右レール（内軌）の軌間内側に設置されたレール締結装置に、脱線した車輪が走行した複数の痕跡があった。
- (3) 12号口分岐器手前側の絶縁継目部のボルトが折損及び屈曲していた。
- (4) 12号口分岐器のポイント部周辺にあるフロントロッド<sup>\*29</sup>及び覆い蓋等が屈曲及び損傷していた。
- (5) 12号口分岐器のクロッシング部に、車輪が衝撃して乗り越した痕跡及びスノープラウや右側の補助排障器が接触したとみられる痕跡があった。
- (6) 11号分岐器分岐側の右側のガードレールに、車輪が衝撃したとみられる痕跡があった。
- (7) 11号分岐器のクロッシング部に、車輪が衝撃して乗り越したとみられる痕跡があった。
- (8) 11号分岐器のポイントヒール部のボルトが折損及び屈曲していた。

\*29 「フロントロッド」とは、分岐器でトングレールの先端の状態を転てつ機に伝えるために、左右のトングレールを結ぶように取り付けられる機器をいう。

(9) 268k517m～268k511mの区間にある、11号分岐器の左側のトングレール（外軌）に、車輪がポイント部を割り出し<sup>\*30</sup>ながら走行して復線したとみられる痕跡があり、それよりも前方（小樽駅方）には脱線に関する痕跡は確認されなかった。

（付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡、付図5 12号口分岐器付近の痕跡、付図6 11号分岐器付近の痕跡 参照）

## 2.5.2 車両の損傷及び痕跡の状況

本件車両の主な損傷等の状況は、次のとおりであった。なお、スノープラウ及び補助排障器については2.5.3に後述する。

(1) 本件車両前台車第1軸には、左右車輪のフランジの先端部等に多数の擦過痕及び複数の衝撃痕があり、表リム面及び裏リム面に複数の接触痕があった。

なお、本件列車において同軸以外の輪軸に脱線によって生じたとみられる痕跡はなかった。

(2) 本件車両前台車第1軸側の‘ブレーキてこつなぎ棒’には、レール頭部と接触したとみられる擦過痕があった。

(3) 本件車両前台車第1軸の右端部に設置された、速度発電機の前ぶたの外観に傷等は確認されなかったが、速度発電機の磁極部が当該前ぶたの内部で割損していた。また、車軸端部の速度検出用歯車には当該磁極部と接触したとみられる痕跡があった。

なお、本件車両に設置された他の速度発電機に損傷はなかった。

（付図8 本件車両前台車周辺の状況及び主な損傷箇所、付図9 本件車両前台車の主な損傷箇所、付図10 本件車両前台車の略図及び第1軸右端部に設置された速度発電機の損傷箇所 参照）

## 2.5.3 スノープラウ及び補助排障器の損傷等の状況

本事故発生前直近の交番検査及び本事故後に札幌運転所で実施した車両調査における、本件車両の前台車に取り付けられたスノープラウ及び補助排障器の取付高さの測定結果は、表7のとおりである。

本件車両の前台車のスノープラウが全体的に上方に移動し、スノープラウに取り付けられた二つの補助排障器も上方に移動していた。また、スノープラウの中央左側の部分が大きく損傷し、この損傷箇所を固定するための針金による緊縛を解いた状態では、スノープラウの中央左側の下面がレール面上26mmの位置まで垂れ下が

\*30 ここでいう「割り出し」とは、分岐器の背向側から、開通していない基本レールとトングレールの間に車輪のフランジが入り込んだ状態になることをいう。

り、本件車両に適用される車両限界<sup>\*31</sup>（レール面から75mm）を超え、建築限界<sup>\*32</sup>（レール面上25mm）まで1mmであった。

なお、本事故後の測定値は銭函駅2番線への退行運転開始前に実施されたスノープラウの緊縛作業、札幌運転所までの走行及びレール面からの取付高さの測定に伴う緊縛解除作業の影響を受けている可能性がある。

表7 スノープラウ及び補助排障器の取付高さの測定結果

測定時期等		スノープラウ (限度：100～110mm)									補助排障器 (基準： 56～66mm)	
		右側			中央			左側			右側	左側
写真 番号	付図1 1	①	②	③	④	⑤	⑥	-	⑦	⑧	-	-
	付図1 2	-	-	-	-	-	-	⑥'	-	-	A	B
交番検査 [mm]		109	-	-	-	-	-	-	109	-	66	66
本事故後 [mm]		150	144	146	131	<b>80</b>	<b>89</b>	<b>26</b>	147	123	111	75
移動方向		上	上	上	上	下	下	下	上	上	上	上

(付図8 本件車両前台車周辺の状況及び主な損傷箇所、付図1 1 スノープラウの取付け状況及び緊縛状態における各位置の取付高さ、付図1 2 補助排障器及び緊縛を解いた状態におけるスノープラウ損傷箇所の取付高さ 参照)

## 2.6 乗務員に関する情報

本件運転士 男性 29歳

甲種電気車運転免許

平成23年7月11日

甲種内燃車運転免許

平成24年12月5日

## 2.7 運転取扱い等に関する情報

### 2.7.1 銭函駅2番線の小樽駅方の線路における列車の運転状況

本件踏切を含む銭函駅2番線の小樽駅方の線路は、走行する列車の本数が1日2本（上下各1本）と運転頻度が低く、本事故発生の前日から本事故発生時までと同線路を走行した列車は表8のとおりであった。また、本件列車の前列車との運行間

\*31 「車両限界」とは、水平な直線軌道に静置した車両の断面形状の外郭線が超えてはならない上下、左右の限界のことをいう。この限界に車両の動揺を考慮した隙間を加えた内郭線を建築限界といい、それぞれの限界を遵守することにより、列車がどこまでも支障することなく走行できる。

\*32 「建築限界」とは、鉄道車両を安全に運行するため、車両にいかなるものも触れないよう、施設のいかなる部分も侵すことが許されないものとして、軌道上に確保された空間の境界線のことをいう。

隔は、本事故発生の前日の下り第回5127M列車の通過時刻から、約23時間であった。

表8 銭函駅2番線の小樽駅方の線路を走行した列車

年月日	列車番号	通過時刻	前列車との運行 間隔	列車種別	両数
平成29年 12月5日	上り第回5854M	5時31分ごろ	約1時間	回送列車	6両編成
	下り第回5127M	6時34分ごろ		回送列車	6両編成
平成29年 12月6日	上り第回5854M	5時31分ごろ	約23時間	回送列車	6両編成
					※本件列車

### 2.7.2 異音を感知した後に本件運転士が行った処置に関する情報

同社が定めた‘動力車乗務員 異常時運転取扱マニュアル（通達）’（以下「異常時運転取り扱いマニュアル」という。）には、乗務員が異音等を感知した場合の運転取扱いについて、以下のような記載がある。（抜粋）

（運転事故処置関係）

#### 1章 事故防止処置要領

第一段階・・・直ちに列車を停止する

第二段階・・・併発事故を防止するために列車防護を行う

（略）

第三段階・・・お客様への案内及び誘導を安全・適切に行う

（略）

第四段階・・・状況を把握して迅速に報告する

（略）

同社によると、車両の下回り点検は第四段階の処置に該当し、同点検の実施が求められる場合の運転状況等は非常に多岐にわたることから、異音等の発生状況に応じて運転士が必要と思われる箇所について、出区点検の対象箇所や点検方法に準じて実施するように指導しているとのことであった。

本事故現場付近で異音を感知した後に本件運転士は、列車の停止、列車防護の実施、状況の把握及び報告の各処置を執っていた。なお、本件運転士と輸送指令の交信記録によると、異音とともに‘ふだんより強い横揺れを感知したこと’は、輸送

指令に対する報告に含まれていなかった。

### 2.7.3 運転再開後の本件列車の運転状況に関する情報

同社によると、運転再開後（本事故発生当日の5時45分以降）の本件列車の運転状況は表9のとおりであり、前途運休と判断されるまでの間に5回の運転再開によって函館線り本線を約523m走行したが、本件列車の運転速度は全て20km/h未満であった。なお、運転再開後の運転状況は本件車両の保安装置の記録に基づくため、時刻、速度及び走行距離については、若干の誤差が内在している。

表9 運転再開後（本事故発生当日の5時45分以降）の本件列車の運転状況

時刻	列車の最高運転速度	運転再開後の累積走行距離(本件車両第1軸の推定キロ程)	走行距離	本件車両の運転状況
5時47分ごろ	12km/h	0m (268k503m付近)	168m	運転再開(1回目)
5時48分ごろ		168m (268k335m付近)		停止
6時13分ごろ	6km/h	191m (268k312m付近)	23m	運転再開(2回目)
6時14分ごろ				停止
6時21分ごろ	18km/h	329m (268k174m付近)	138m	運転再開(3回目)
6時21分ごろ				停止
6時49分ごろ	14km/h	402m (268k101m付近)	73m	運転再開(4回目)
6時50分ごろ				停止
7時7分ごろ	16km/h	523m (267k980m付近)	121m	運転再開(5回目)
7時8分ごろ				停止
10時11分ごろ	15km/h 以下			退行運転を開始
10時19分ごろ				銭函駅2番線への収容完了

※「時刻」は本件車両の保安装置に記録された時刻の秒を切捨てたもの及び本件運転士と輸送指令との交信記録に記録された時刻によるもの（退行運転の開始以降）である。

※「列車の最高運転速度」は、本件車両の保安装置に記録された速度の小数点以下を四捨五入して得たものである。

※「運転再開後の累積走行距離」は、本事故直後の本件列車（本件車両）先頭部の推定停止位置及び本件車両の保安装置に記録された走行距離から算出したものである。

また、本事故の発生から列車脱線事故と判断されるまでの間に行われた車両の調査は、本件運転士による下回り点検、車両の検修社員による2回の車両点検及び札

幌運転所における車両調査であった。なお、スノーブラウの損傷は車両の検修社員による1回目の車両点検（前途運休決定後）において発見され、速度発電機の損傷は同社員による2回目の車両点検（銭函駅2番線への収容後）において発見された。

銭函駅2番線は、本件列車の退行運転の開始前に保線社員及び電気社員による線路及び信号通信設備等の損傷箇所の調査・交換が必要な部品等の確認が行われ、列車の通過には支障がないことから本件列車の収容後に部品交換等の補修作業が行われた。本事故発生当日に交換された軌道部材は付表2のとおりである。

（付表2 本事故発生当日に交換された軌道部材 参照）

## 2.8 気象に関する情報

### 2.8.1 事故現場付近の気象状況に関する情報

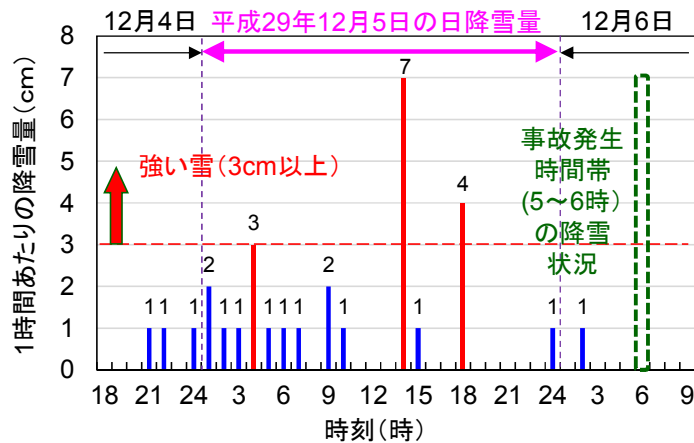
本事故発生の前日の夜から本事故発生当日の朝にかけて、北海道付近はオホーツク海に低気圧が位置する冬型の気圧配置であった。事故現場の北西約12kmに位置する気象庁の小樽特別地域気象観測所（以下「小樽観測所」という。）及び事故現場に最も近い東南東約5kmに位置する気象庁の手稲山口地域気象観測所（以下「アメダス手稲」という。）の記録によると、平成29年12月4日（以下「本事故発生の前々日」という。）18時～本事故発生当日6時の気象状況は付表3のとおりであり、降雪量の推移、積雪の深さ<sup>\*33</sup>及び気温の推移は図5のとおりであった。

小樽観測所の記録によると、本事故発生当日の5時～6時における降雪<sup>\*34</sup>は図5（a）のとおり1cm未満（降雪なしを含む）であったが、本事故発生の前日には3cm/h以上の強い雪が観測された時間帯が3回あった。また、本事故発生当日5時の積雪の深さは図5（b）のとおり33cmであり、本事故発生の前々日18時から本事故発生までの約36時間で積雪の深さは約28cm増加していた。

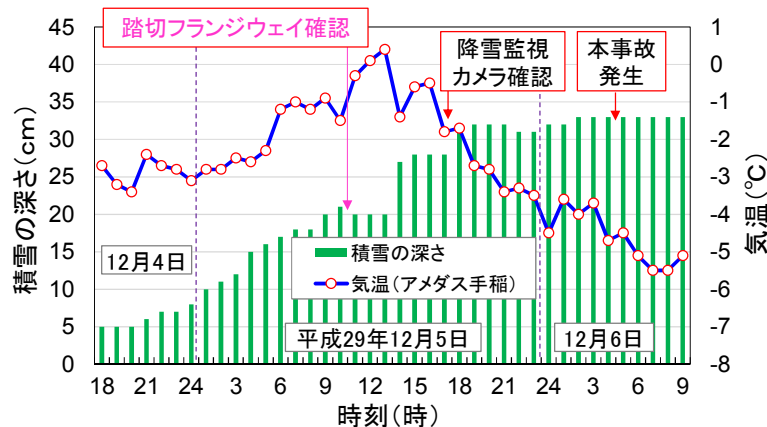
アメダス手稲の記録によると、本事故発生当日5時の気温は-4.5℃であり、気温の推移は、図5（b）のとおりであった。また、本事故発生の前々日18時から本事故発生までの時間帯は0℃前後の気温が継続していた。

\*33 「積雪の深さ」とは、“積雪深”とも呼ばれ、事前に降り積もって地面を覆っている雪などの固形降雪の深さのことである。積雪は時間とともに重みで沈んだり、解けたりするため積雪の深さと累積の降雪量には値に差がでる。6時の時点における積雪の深さは、6時の欄に記録される。

\*34 ここでの「降雪」とは、1時間あたりの降雪量のことである。例えば、“6時の1時間あたりの降雪量”は5時から6時までの1時間に降った雪の量となる。



(a) 降雪量の推移



(b) 積雪の深さ及び気温の推移

※：積雪の深さ、降雪量：小樽特別地域気象観測所（小樽市）、気温：手稲山口地域気象観測所（札幌市手稲区）

図5 事故現場付近における気象観測結果

（付図7 降雪監視カメラの設置場所及び映像記録、付表3 気象観測記録 参照）

## 2.8.2 事故現場付近の気象に関する統計について

### 2.8.2.1 小樽地域における冬季の積雪に関する情報

小樽観測所の確認可能な過去57年間の記録によると、冬季（10月1日～4月30日）における日最深積雪<sup>\*35</sup>の分布及び観測日ごとの中央値は図6のとおりであり、小樽地域における冬季の積雪には、以下のような特徴があった。

- (1) 過去の記録によると、積雪が記録された日は10月23日以降に出現し、12月17日～翌年3月16日は日最深積雪の最小値が0cmを超えており、常に積雪がある状態であった。これは、2.9.3に後述する銭函駅で設定された冬期除雪体制を整備する期間（夜間の除氷雪等を行うための冬期除雪係員を配置する、12月15日～翌年3月15日の約91日）とおおむね一致し

\*35 「日最深積雪」とは、1日の積雪深の値の中で最大の値のことである。除雪が行われない場所での値であるため、除雪が行われた場所を評価する場合は注意が必要となる。

ていた。

- (2) 11月24日以降、日最深積雪の中央値も‘積雪あり（0 cm以上）’となり、過去の記録では半分以上の割合で積雪が観測されていた。また、11月中は、日最深積雪の最大値が60 cmに至る日の記録はなかったが、12月1日以降は60 cmを超える日が記録されている一方で、同時期における日最深積雪の中央値は10 cm程度であり、12月上旬の日最深積雪は広い範囲に分布する傾向があった。

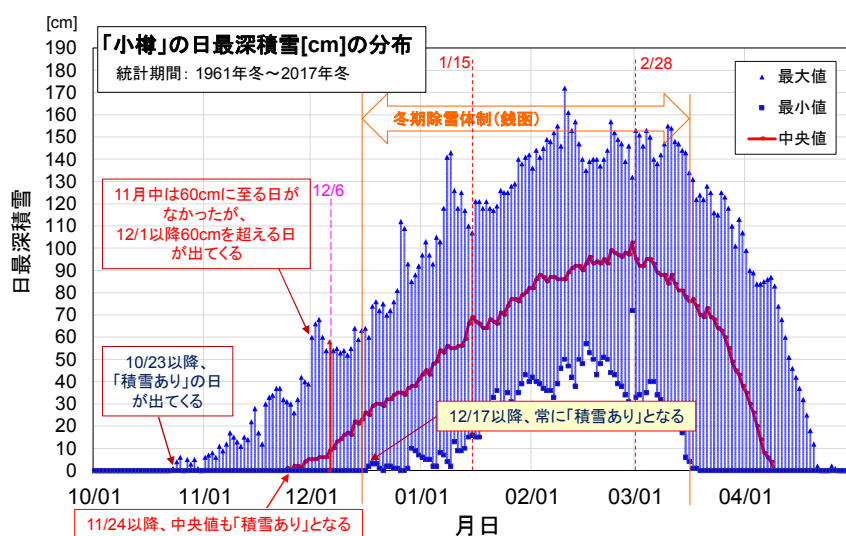


図6 小樽観測所における日最深積雪の分布及び観測日ごとの中央値

### 2.8.2.2 本事故発生の前日及び当日における雪の状況

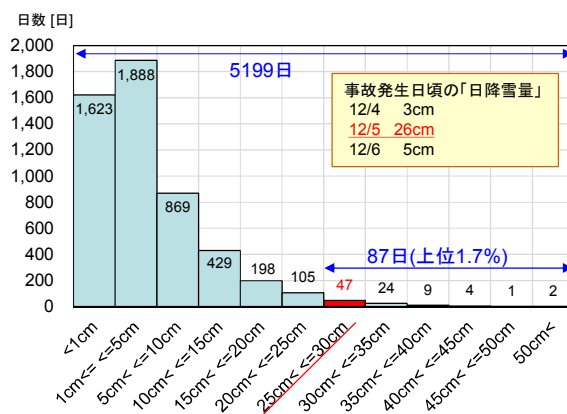
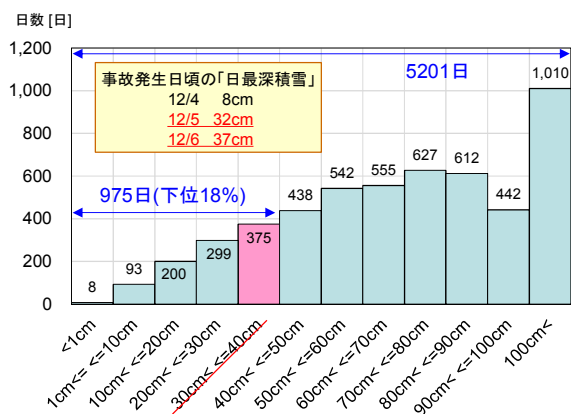
小樽観測所の過去57年間の記録によると、銭函駅で設定された冬期除雪体制を整備する期間における日最深積雪及び日降雪量<sup>\*36</sup>の発生状況は図7のとおりであった。なお、欠測日等によって、母数となる日数に差異が生じている。

本事故発生の前日及び当日の雪の状況には、以下のような特徴があった。

- (1) 本事故発生の前日及び当日の日最深積雪（32 cm及び37 cm）は、図7（a）のとおり日最深積雪が記録された日の下位18%以内であり、両日の積雪量は、銭函駅で設定された冬期除雪体制の期間における積雪量に対して多いとは言えない程度であった。
- (2) 本事故発生の前日の日降雪量（26 cm）は、図7（b）のとおり日降雪量が記録された日の上位1.7%以内であり、銭函駅で設定された冬期除雪体制の期間（約91日）あたりに1～2回程度の発生頻度に相当する多量の降雪であった。

\*36 「日降雪量」とは、当日の0時から翌日の0時までに降った雪の量の和（1時から24時までの降雪量の和）のことである。





(a) 本事故発生の前日及び当日の日最深積雪

(b) 本事故発生の前日の日降雪量

図7 冬期除雪体制を整備する期間における日最深積雪及び日降雪量の発生状況

## 2.9 除雪に関する情報

### 2.9.1 駅構内における除雪の概要

同社によると、本件踏切は、銭函駅で設定された冬期除雪体制の期間における要注意箇所の一つであり、同期間中は「銭函駅構内状況報告・記録簿」に踏切除雪の実施状況（済・未）を記録することとしていたとのことであった。

また、同社が定めた‘構内予防除雪マニュアル（通達）’には、駅構内における除雪のうち、駅長による構内管理の目的及び踏切除雪の範囲について、以下のような記載がある。（抜粋）

#### 2章 構内管理

##### 2-1 構内管理の目的

駅長は、安全・安定輸送を確保するため、運転保安設備（転てつ装置、連動装置、踏切保安設備）、指定通路など停車場内の状態を把握し、必要により処置・手配を行い管理する。

なお、冬期間における構内状況の把握については、「構内状況記録簿」を使用し、記録及び、点検を実施するとともに、除雪作業の指示と指導を行う。

##### 2-2 冬期における構内管理の着眼点

###### 2-2-1 (略)

###### 2-2-2 駅構内において特に注意が必要な箇所

(略)

###### ・使用頻度の少ない線路

列車の往来が少ないため、雪が溜まりやすく凍結してしまうため、駅長は線路状況を把握し保線所等へ除雪の要請を行う必要があります。

###### ・クロッシングや踏切のフランジウェイ部

基本レールとガードレール間は雪が堆積しやすく又、鉄で覆われており

氷結しやすいため、こまめに除去する必要があります。

・冬期間における注意事項

今後の天候状況を考慮した除雪、構内の特情を踏まえた除雪を行う。

(略)

### 3章 除雪

#### 3-1 除氷雪の範囲

(略)

##### 3-1-4 踏切除雪

(略)

踏切のフランジウェイ部は、転てつ器周辺に比べ、自動車の往来もあることから、フランジウェイ部が圧雪しやすいため、こまめにカッチャキ<sup>\*37</sup>等で除雪が必要です。また、氷雪のほか土砂等も車により持ち込まれることから、冬期前の土砂の掻き出しも重要になります。

(略)

銭函駅では、‘構内予防除雪マニュアル（通達）’をもとに駅構内の特性を考慮した、天候状況による対応方等を含む除雪作業に関して、‘銭函駅予防除雪マニュアル（作業編）’を定め、これに従って除雪場所及び除雪順序等を判断していた。

なお、銭函駅2番線の特性として、‘1日に上下各1本ずつ本線から通して着発する列車があり、降雪予報や積雪状況により人力及び機械除雪要請の判断が必要となる’と記載されていた。

#### 2.9.2 除雪の判断に活用していた情報等について

同社では、冬場に民間気象事業者から得た‘6時間ごとの予想総降雪量’（以下「予想降雪量」という。）に関する情報を、運行管理センターが1日3回（5時、10時、16時）関係箇所へ周知しており、銭函駅は本事故発生の前日に3回の予想降雪量に関する情報を受け取っていた。また、気象庁発表や民間気象事業者等の情報から、荒天が予想される場合は、同社の駅業務部から関係箇所に対して注意喚起が行われており、銭函駅は本事故発生の前日に注意喚起を受け取っていた。

さらに、銭函駅では、駅構内等の状況確認に降雪監視カメラを活用しており、本件踏切に対しては、踏切内に持ち込み雪等による雪塊や支障物がないか、踏切内を通行する自動車に大きな揺れを生じさせるような凸凹等がないか、という観点で状況確認が行われていた。

\*37 「カッチャキ」とは、長さ約1mの棒の先端部にL字型の金属が固定された除雪用具をいう。フロントロッド下部やフランジウェイなど、狭い隙間の除雪作業に用いられる。

### 2.9.3 本事故発生の前日における除雪判断について

本事故発生の前日の銭函駅における除雪判断の状況は、銭函駅長（以下「駅長」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

銭函駅では、平成29年度も例年どおり12月15日～翌年3月15日を冬期除雪体制を整備する期間として設定し、除雪体制の強化を目的として駅で雇用する期間契約社員（以下「冬期除雪係員」という。）が勤務して除雪作業に従事する計画であった。なお、冬期除雪体制を整備する期間は、気象状況を勘案して管理駅ごとに12月～翌年3月の範囲で設定しており、銭函駅における冬期除雪体制のもとでは、踏切道内の積雪状況にかかわらず、毎日、フランジウェイ確保の確認及び本件踏切の除雪（計画作業時間は3時30分～4時30分）を行う計画であった。

運行管理センターから本事故発生の前日に受け取った、10時時点における民間気象事業者による12時から翌日（本事故発生当日）6時までの予想降雪量（12～18時、18～24時、翌0～6時）は全て5～10cmであったことから、踏切除雪が必要となる多くの降雪は見込まれないと判断した。

冬場において、特に本件踏切等に積雪が認められる場合や、多くの降雪が見込まれる場合は、フランジウェイに圧雪が生じていないか、氷や硬い雪の塊がないかといった観点から雪の硬さと量等を現地（本件踏切）で確認していた。

本事故発生の前日の11時ごろに銭函駅3番線を対象として、本件踏切内の複数箇所のフランジウェイを直接触って確認した際は、全てシャーベット状の雪であり、大きな雪塊等もなく異常は感じなかった。この時、1番線・2番線のフランジウェイは目視確認のみを行った。その理由は、例年は冬期除雪体制を整備する期間の前に降雪となることは少ないこと、本事故発生の前日は冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと、駅事務所から本件踏切までの指定通路が近い3番線を選びフランジウェイを確認した際は降雪がなかったこと及び1番線・2番線のフランジウェイはともに3番線と同様の状態に見えたからである。よって、本件踏切の状況を現地で確認した時点では、踏切除雪が必要との考えはなかった。

本事故発生の前日の午後には本社（駅業務部）から降雪に伴う注意喚起があったこと及び予想降雪量に関する情報から鉄道利用者が通行する経路の除雪には相応の除雪作業量が見込まれたため、当務担当1名で駅前等の除雪を行うことは困難と判断した。そこで、臨時に小規模の除雪体制を整備することとし、14時ごろに複数の冬期除雪係員に対して連絡を行い、翌日の5時に冬期除雪係員3名が臨時出勤することになった。

その後、民間気象事業者による16時時点における予想降雪量を確認したが、10時時点と同じであった。また、18時ごろに本件踏切の状況を降雪監視カメラによって確認した際は、降雪はあるものの、除雪が必要と感じる状況は確認されなかったため、本件踏切の除雪は不要と考えて、翌日の除雪対象箇所（鉄道利用者が通行する経路、駅前及び1番線・3番線のホーム）を当務担当へ引き継いだ。

なお、本件踏切については、翌日の日中帯の降雪状況に応じて、冬期除雪係員の臨時勤務又は担当保線所に対する機械除雪の依頼を判断する計画であった。

(付図7 降雪監視カメラの設置場所及び映像記録 参照)

#### 2.9.4 銭函駅における本事故発生当日の除雪に関する状況について

銭函駅における本事故発生当日の除雪に関する状況は、次のとおりであった。

- (1) 駅長はこれまでの実績等に基づき、例年どおりの12月15日～翌年3月15日を平成29年度の冬期除雪体制を整備する期間として定め、冬期除雪係員5名を基本とした除雪体制（本事故発生時間帯は4名）を計画していたため、本事故発生の前日及び当日はこの計画期間の前であった。

なお、翌年の1月15日～2月末日は、更に1名を追加した6名体制（本事故発生時間帯は5名）とする計画であった。

- (2) 2.9.3 に記述したとおり、本事故発生の前日の午後の時点において、駅長は臨時の小規模な除雪体制の整備を決定し、当務担当1名に加えて、冬期除雪係員3名が翌日（本事故発生当日）の5時に臨時出勤するように手配した。
- (3) 2.9.3 に記述したとおり、本事故発生の前日の18時ごろに実施された当務担当に対する引継ぎにおいて、駅長は本事故発生当日の除雪作業場所として「鉄道利用者が通行する経路、駅前及び1番線・3番線のホーム」を指示しており、本件踏切は除雪対象箇所に含まれなかったため、本事故発生当日に除雪されなかった。

なお、本件踏切は冬期除雪体制における要注意箇所の一つであり、平成29年度は12月15日以降で計画されていた同期間中は毎日、フレンジウェイの確保を含めた本件踏切の夜間除雪が行われる計画であった。

- (4) 本事故発生当日の4時ごろ、当務担当は臨時に降雪監視カメラによって本件踏切の状況を確認したが、異常はなかった。また、駅前において鉄道利用者が通行する経路の除雪を行ったが、雪質（水分及び硬さ）は普通であり、積雪の深さは10cm程度であった。
- (5) 本事故発生当日の5時に臨時出勤した冬期除雪係員3名は、鉄道利用者が

通行する経路、駅前及び1番線・3番線のホームを除雪した。

## 3 分析

### 3.1 本事故の発生状況等に関する分析

#### 3.1.1 脱線開始地点に関する分析

2.5.1(1)に記述したように、半径750mの右曲線に位置する268k600m付近の左レール（外軌）の頭部に車輪のフランジが乗り上がった痕跡があった。これよりも手前（札幌駅方）には脱線に関する痕跡は確認されなかったことから、脱線開始地点は268k600m付近と推定される。

#### 3.1.2 本事故発生直後に本件列車が停止した際の状況に関する分析

2.1.1に記述したとおり、本件列車の下回り点検では脱線はなかったこと、2.5.1(9)に記述したとおり、11号分岐器から小樽駅方には脱線に関する痕跡は確認されなかったこと及び2.1.3に記述したとおり、運転再開後に札幌運転所まで走行していたことから、本事故発生直後に本件列車が停止した際、車輪は全てレールに載線していたと認められる。

#### 3.1.3 脱線及び列車が停止するまでに復線した経緯に関する分析

- (1) 2.5.1(1)に記述したように、半径750mの右曲線に位置する268k600m付近の左レールの頭部に車輪のフランジが乗り上がった痕跡があり、本件踏切の小樽駅方の端部268k597m付近の左レールの頭部に車輪が左レールを乗り越えて脱線したとみられる痕跡があり、これよりも手前（札幌駅方）には脱線に関する痕跡は確認されなかったこと、
- (2) 2.5.1(2)～(8)に記述したように、12号口分岐器を経て11号分岐器に至るまでの線路に設置されたレール締結装置、12号口分岐器のポイント部周辺及びクロッシング部、11号分岐器のクロッシング部及びポイントヒール部に、脱線した状態で走行した複数の痕跡があったこと、
- (3) 2.5.1(9)に記述したように、268k517m～268k511mの区間にある、11号分岐器の左側のトングレーールに車輪がポイント部を割り出しながら走行して復線したとみられる痕跡があり、それよりも前方（小樽駅方）には脱線に関する痕跡は確認されなかったこと、
- (4) 2.5.2(1)に記述したように、本件車両前台車第1軸の左右車輪には脱線によって生じたとみられる痕跡があり、それ以外の輪軸には脱線によって生じ

たとみられる痕跡は確認されなかったことから、本件列車は、本件車両前台車第1軸が一度脱線し、その後列車が停止するまでに復線したと推定される。

本件車両前台車第1軸に関する脱線及び列車が停止するまでに復線した経緯は、2.1.2の表1と併せて以下のとおりと考えられる。

- (a) 本件踏切内の268k600m付近で、本件車両前台車第1軸の左車輪のフランジが左レールの頭部に乗り上がり、同踏切道の小樽駅方の端部268k597m付近で左に脱線してレール締結装置やまくらぎ等の上を走行した。
- (b) 本件車両前台車第1軸は、268k517m～268k511mの区間にある11号分岐器の左側のトンゲレールを割り出しながら走行した後、268k517m付近で復線して268k503m付近で停止した。

#### 3.1.4 脱線の発生時刻に関する分析

2.1.2に記述したように、運転状況記録装置に記録された時刻及び走行距離から算出した本件車両前台車第1軸の推定キロ程から、脱線の発生時刻は5時30分53秒ごろと考えられる。

また、2.1.2に記述したように、本件車両の速度記録が約34km/hから0km/hへと急変した後に常時0km/hとなっていることから、本件車両前台車第1軸の右端部に設置された速度発電機が損傷した時刻は脱線直後の5時30分54秒ごろと考えられる。

(付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況、付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡、付図5 12号口分岐器付近の痕跡、付図6 11号分岐器付近の痕跡 参照)

### 3.2 除雪に関する分析

#### 3.2.1 事故現場付近の気象の状況に関する分析

2.8.1に記述したように、本事故発生の前日の夜から本事故発生当日の朝にかけて、北海道付近はオホーツク海に低気圧が位置する冬型の気圧配置であり、小樽観測所の記録によると本事故発生の前々日の夜から0℃前後の気温が続く状況であった。また、積雪の深さが本事故発生前の36時間で約28cm増加していたこと、本事故発生当日の5時の積雪の深さは33cmであったこと及びアメダス手稲の記録によると気温は-4.5℃であったことから、0℃前後の気温が継続する状況において降雪があったため雪が解けずに積もったものと考えられる。

### 3.2.2 本事故発生の前日及び当日の降積雪に関する分析

2.8.2 に記述したように、本事故発生の前日及び当日における積雪の深さの記録は、銭函駅で設定された冬期除雪体制を整備する期間における過去57年間の記録に比べて大きいとは言えない程度であった。一方、過去57年間の日降雪量の記録から、本事故発生の前日における日降雪量の記録は、冬期除雪体制を整備する期間（約91日）に1～2回程度の発生頻度に相当する多量の降雪であったことから、冬期除雪体制と同程度の除雪作業量が見込まれる状況であったものと考えられる。

（付図7 降雪監視カメラの設置場所及び映像記録 参照）

### 3.2.3 圧雪の形成に関する分析

3.2.1 及び 3.2.2 に記述したように、低い気温と多量の降雪がある状況において、2.3.2.2 に記述したように、本件列車の前列車との運行間隔において3,684台の三輪以上の自動車が本件踏切を通行したこと、及び2.7.1 に記述したように、本件列車が銭函駅2番線の小樽駅方の区間を走行するまでに約23時間の前列車との運行間隔があったことから、本件踏切を通行した自動車によって雪が踏み固められ続け、本件踏切の銭函駅2番線のレール上やフランジウェイに圧雪が形成された可能性があると考えられる。

### 3.2.4 除雪の判断に関する分析

2.9.1 及び 2.9.2 に記述したように、銭函駅では本件踏切の状況確認の結果及び予想降雪量等に基づき、‘銭函駅予防除雪マニュアル（作業編）’に従って除雪の必要性、除雪場所及び除雪順序等を総合的に判断していたものと考えられる。

さらに、本事故発生の前日は冬期除雪体制を整備する期間の前であったが、予想降雪量に関する情報及び同社の駅業務部から発出された構内管理に関する注意喚起から、駅長は除雪体制の強化が必要と判断し、臨時の小規模な除雪体制を整備したものと考えられる。

このような状況において、2.9.3及び2.9.4に記述したように、冬期除雪体制のもとでは要注意箇所であった本件踏切を、除雪対象箇所としなかった要因については、

- (1) 本事故発生の前日及び当日は冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと、
- (2) 本事故発生の前日の10時時点及び16時時点の予想降雪量に関する情報から、本件踏切の除雪が必要となる多くの降雪は見込まれないと判断したこと、
- (3) 本事故発生の前日に本件踏切の状況を現地で確認した際、本件踏切の銭函駅3番線の雪の状態はシャーベット状で雪塊等もなく、目視によって2番線

の状態を確認した結果、3番線と同様の状態であると判断したこと、

(4) 現地における状況確認後は、本件踏切は現地確認ではなく降雪監視カメラを使用した簡易な踏切道の状況確認であったこと、

(5) 本件踏切の状況を現地で確認した際、銭函駅2番線の‘特情’（本件列車の通過までに約23時間の前列車との運行間隔があり、他の番線と比べて前列車との運行間隔が長いこと）を十分に考慮に入れずのまま3番線のみを確認し、その確認結果に基づいて本件踏切の除雪の判断を行ったこと

が関与した可能性があると考えられる。

なお、2.9.4(3)に記述したように、本件踏切を除雪対象箇所としなかったことが、鉄道利用者が通行する経路等の除雪に対応する程度の臨時の小規模な除雪体制の整備にとどまったことに関与した可能性があると考えられる。

踏切道に関する除雪の判断は、降雪量の多い日、夜間における強い寒気の通過及びこれらに類する注意を要する気象状況等に加え、前列車との運行間隔や自動車交通量といった踏切道の環境を考慮して、適切に実施する必要がある。また、入冬前や春先については、計画段階では想定されない大雪や寒暖差等によって、限られた時間と要員で実施可能な除雪対象箇所及び除雪順序等の判断が求められる場合も想定される。

このため、除雪体制を整備する計画期間以外においても、降雪量や気温などの気象状況及び前列車との運行間隔や自動車交通量などの踏切道の環境を考慮し、降積雪の状況に応じて適切に除雪の判断を行うとともに、除雪対象箇所の優先順位や除雪に要する時間等も考慮した上で、適切な除雪体制を整備することが望ましい。また、適切な頻度で雪の状況の現地確認を行うこと等を含む除雪の判断に用いる情報の適切な把握について具体的な対応策を検討することが望ましい。

さらに、本件踏切は従前から冬期除雪体制における要注意箇所であったが、他の踏切道に対しても除雪に関する要注意箇所の抽出及び具体的な対応策について検討することが望ましい。なお、これらの検討においては、長時間列車が通らない線路の踏切道、自動車交通量の多い踏切道等、各踏切道の環境を考慮した除雪の適切な実施に向け、各踏切道の設備等に即したものとなるように配慮する必要がある。

### 3.3 軌道及び車両等に関する分析

#### 3.3.1 軌道に関する分析

2.3.2.4(1)に記述したように、脱線開始地点を含む銭函駅2番線の軌道変位に関する本事故発生前直近の定期検査の結果は、全て整備基準値以内であった。

また、2.3.2.4(2)に記述したように、レール及びまくらぎ等に関する定期検査の記録に異常は認められず、脱線して走行したことで生じたとみられる痕跡を除き、



異常はなかった。

さらに 2.3.2.5 に記述したように、本事故発生後に実施した手測りによる本事故現場付近（268k660m～268k540m）の静的軌道変位の測定結果は全て整備基準値の範囲内であったことから、軌道の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。

### 3.3.2 車両に関する分析

2.1.1に記述したように、本件運転士は札幌運転所から本件曲線までの運転中に異常はなかったと口述しており、2.4.3に記述したように、本事故発生前直近の定期検査結果においても本件車両に異常は認められなかった。

また、2.1.1及び2.1.2に記述したように、本件列車は本事故発生後に下り第臨回9855Mとして札幌運転所まで異常なく回送運転されたこと、2.5.2及び2.5.3に記述した本件車両の損傷等は、脱線した状態で走行した際に地上設備等と接触・衝撃したことによって生じたとみられることから、本件車両の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。

なお、2.5.2(3)及び3.1.4に記述した本件車両車両前台車第1軸の右端部に設置された速度発電機の損傷は、脱線後の走行時に輪軸及び軸箱部に発生した衝撃・振動によって、輪軸端部に固定された速度検出用歯車が磁極部に接触して生じたと考えられる。

### 3.3.3 走行速度に関する分析

2.1.2に記述したように、本件車両及び6両目の運転状況記録装置に残されていた脱線開始地点付近の記録から、脱線時の本件列車の走行状態は約34km/hの惰行運転であったと推定される。また、2.3.2.3(4)及び(5)に記述した銭函駅2番線の制限速度に対する速度超過はなかったものと推定されることから、本件列車の走行速度は脱線の発生に関与していないものと推定される。

## 3.4 脱線の原因に関する分析

- (1) 3.1.3(a)に記述したように、本件車両前台車第1軸は、本件踏切内の268k600m付近で左レール（外軌）の頭部に車輪のフランジが乗り上がり脱線したものと考えられる。
- (2) 3.3.1～3.3.3 に記述したように、軌道の状態、車両の状態及び本件列車の走行速度は脱線の発生に関与していないものと推定される。また 3.2.3 に記述したように、気温、降雪量、本件踏切を通過した自動車交通量及び前列車との長い運行間隔によって、本件踏切の銭函駅2番線のレール上やフランジ

ウェイに圧雪が形成された可能性があると考えられることから、乗り上がって脱線したことについては、車輪のフランジが圧雪に乗り上がった可能性があると考えられる。

- (3) 本件踏切の銭函駅2番線に圧雪が存在したことについては、3.2.3に記述したように、本件踏切の銭函駅2番線のレール上やフランジウェイに圧雪が形成された可能性があると考えられる状況において、3.2.4に記述したように、本件踏切を除雪対象箇所としなかったために除雪が行われず、圧雪が除去されずに残った可能性があると考えられる。
- (4) 本件踏切の除雪が行われなかったことについては、3.2.4に記述したように、本事故発生の前日及び当日は冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと、予想降雪量に関する情報から踏切除雪は不要と判断したこと、本件踏切の銭函駅2番線は目視等による簡易な踏切道の状況確認であったこと及び銭函駅2番線は前列車との運行間隔が長いことを十分に考慮しないまま、本件踏切の状況確認や除雪の判断を行ったことが関与した可能性があると考えられる。

(付図13 列車脱線事故の関与要因 参照)

### 3.5 本件列車の運行等に関する分析

#### 3.5.1 異音を感知した後から下回り点検までの処置に関する分析

2.1.1に記述したように、本件運転士は異音とともにふだんよりも強い横揺れを感知し、その直後に運転台モニターに速度入力異常を示す表示を認めたため、非常ブレーキを使用して本件列車を停止させ、直ちに防護無線を発報した。

また、本件列車の停止後、状況を輸送指令に報告し、指示に従って本件列車の下回り点検を行った。回送列車である本件列車では、2.7.2に記述した異常時運転取り扱いマニュアルの第三段階の処置は不要であることから、本事故現場付近で異音を感知した後に本件運転士が執った各処置はこのマニュアルに定められた手順に従ったものであったと考えられる。

なお、2.7.2に記述したように、本件運転士と輸送指令の交信記録に、異音とともに‘ふだんよりも強い横揺れを感知したこと’は含まれずに本事故発生時の状況が正しく輸送指令に伝わらなかったことが、本件車両のスノープラウが損傷した状態で本件列車の運転が再開されたことに関与した可能性があると考えられる。

#### 3.5.2 事故後の車両点検に関する分析

2.1.1及び2.7.3に記述したように、本件運転士は乗務終了後に連絡を受けるまで本件列車が脱線したことには気付いておらず、本事故後に行った本件列車の下回り点検時には既に復線していたことから、脱線の発生やスノープラウの損傷等に気付

かないまま、輸送指令に対して「異常なし」との点検結果を報告していた。その後、輸送指令の指示に従って本件列車の運転を再開し、スノープラウが損傷した状態であることに気付かないまま函館線より本線を約523m走行していた。

本事故においては、運転再開後も本件車両前台車第1軸の右端部に設置された速度発電機の損傷に起因して速度入力異常が運転台モニターに繰り返し表示されたために、本件列車は20km/h未満の低い速度で走行し、その後前途運休となった。しかし、2.5.3に記述したように、事故後に測定されたスノープラウの高さと建築限界との差は1mmであったことから、仮に速度発電機が損傷せずに通常どおりの速度で運転が再開された場合には、走行による振動等に伴って破損したスノープラウが垂れ下がり、地上設備と接触する可能性や、スノープラウが脱落して車輪が乗り上がる可能性などが考えられる。

異常時の初動対応において、乗務員による指令への状況報告及び車両の点検作業は、運行継続の可否を正しく判断し、運転を再開する場合には安全を確保する上で、非常に重要な役割を担うものである。同社は、本事故における初動対応の状況に鑑みて、異音、振動等の異常を感知して列車を非常停止させた場合は、指令と乗務員の正確な情報の共有及び車両の確実な調査・点検が行われるように改めて徹底するとともに、そのための指導・教育の充実を図ることが望まれる。

また、乗務中の運転士は脱線に気付くことが難しい場合があるため、脱線検知装置等の車両の脱線状態を把握できるシステムの開発・導入について幅広く検討することが望まれる。

## 4 結 論

### 4.1 分析の要約

3.1～3.5に記述した分析を要約すると、それぞれ概略以下のとおりである。

#### (1) 脱線の状況

本件車両前台車第1軸は、

- ① 268k600m付近で、左レール（外軌）の頭部に車輪が乗り上がり、268k597m付近で脱線し、
- ② その後、輪軸が脱線した状態で走行し、12号ロ分岐器のクロッシング部を軌間内側から車輪が乗り越し、さらに11号分岐器のクロッシング部を軌間外側から車輪が乗り越し、
- ③ 11号分岐器のトングレールやガードレール等に車輪が接触しながら走行を継続し、268k517m付近の左側のトングレール手前側から車輪

が割り出しながら走行し、268k511m付近の左側のトングレール奥側を通過する際に復線した

と考えられる。(3.1.3) \*38

(2) 脱線時の走行速度

運転状況記録装置の記録によると本事故発生時の走行速度は約34km/hの惰行運転であり速度超過はなかったものと推定されることから、本件列車の走行速度は脱線の発生に関与していないものと推定される。(3.3.3)

(3) 脱線時の時刻

本事故の発生時刻は、5時30分53秒ごろであったものと考えられる。

(3.1.4)

(4) 軌道

本事故発生前直近の定期検査において測定された脱線開始地点付近(268k600m)を含む268k660m～268k540mの軌道変位及び軌道部材の検査結果から、軌道の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。(3.3.1)

(5) 車両

本件運転士の口述及び本件列車の定期検査の結果から、車両の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。(3.3.2)

(6) 気象

0℃前後の気温が継続する状況において、冬期除雪体制の設定期間(約91日)に1～2回程度の発生頻度に相当する多量の降雪があったこと及び約23時間の前列車との運行間隔において本件踏切を通過した自動車によって雪が踏み固められ続けたことにより、本件踏切のレール上やフランジウェイに圧雪が形成された可能性があると考えられる。(3.2.2)

(7) 除雪

本事故発生の前日及び当日とも、簡易な踏切道の状況確認等を含む除雪の判断に必要な情報に基づいて、‘銭函駅予防除雪マニュアル(作業編)’に従って除雪の必要性、除雪場所及び除雪順序等を総合的に判断していたものと考えられる。また、両日とも冬期除雪体制を整備する期間の前であったが、予想降雪量に関する情報等から駅長は除雪体制の強化が必要と判断し、臨時の小規模な除雪体制を整備したものと考えられる。

しかし、本件踏切は除雪対象とならなかったため、本件列車の通過までに除雪は行われず、本件踏切のレール上やフランジウェイに形成された圧雪が除去されずに残った可能性があると考えられる。(3.2.4)

---

\*38 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」の主な項番号を示す。

#### (8) 脱線の原因

- ① 本件車両前台車第1軸は、本件踏切内の268k600m付近で左レール（外軌）の頭部に車輪のフランジが乗り上がり脱線したものと考えられる。（3.4(1)）
- ② 第1軸の輪軸が脱線したことについては、軌道及び車両の状態は脱線の発生に関与していないものと推定されることから、本件踏切内の脱線開始地点付近のレール上及びフランジウェイに存在した圧雪に車輪のフランジが乗り上がったことによる可能性があると考えられる。（3.4(2)）
- ③ 本件踏切内のレール上及びフランジウェイに圧雪が存在したことについては、0℃前後の気温が続く状況において多量の降雪があったこと及び約23時間の前列車との運行間隔の間に本件踏切を通過した自動車によって圧雪が形成されたものと考えられる。また、本件踏切を除雪対象箇所としなかったために除雪が行われず、圧雪が除去されずに残った可能性があると考えられる。（3.4(3)）
- ④ 除雪が行われなかったことについては、本事故発生の前日及び当日は冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと及び予想降雪量に関する情報から踏切除雪は不要と判断したことが関与した可能性があると考えられる。

さらに、本件踏切の銭函駅2番線に対して目視等による簡易な踏切道の状況確認が行われたこと及び銭函駅2番線の運行間隔を十分に考慮しないまま本件踏切の状況確認や除雪の判断を行ったことが関与した可能性があると考えられる。（3.4(4)）

#### (9) 運転取扱い

本事故現場付近で異音を感知した後に本件運転士が行った、列車の停止、列車防護の実施、状況の把握及び報告の各処置は、異常時運転取扱いマニュアルに定められた手順に従ったものであったと考えられる。

なお、本事故においては、本事故直後の車両点検では本件車両の脱線やスノープラウの損傷等に気付いておらず、そのまま本件列車の運転が再開されていたことから、異常時の初動対応においては、指令と乗務員の正確な情報の共有及び車両の確実な調査・点検が行われるように改めて徹底するとともに、そのための指導・教育の充実を図ることが望まれる。（3.5.2）

### 4.2 原因

本事故は、列車が運転頻度の低い上下待避線の右曲線内にある駅構内の踏切道を通過中に、1両目前台車第1軸の左車輪が左レール（外軌）に乗り上がり、左に脱線したことによるものと考えられる。

脱線したことについては、同踏切道のレール上やフランジウェイに存在した圧雪に車輪のフランジが乗り上がったことによる可能性があると考えられる。

同踏切道に圧雪が存在したことについては、0℃前後の気温が続く状況において事故前日に多くの雪が降ったこと及び1本前の列車との長い運行間隔の間に同踏切道を通る自動車によって雪が踏み固められ続けたことによる可能性があると考えられる。また、列車通過までに除雪が行われなかったため、レール上やフランジウェイに形成された圧雪が除去されずに残った可能性があると考えられる。

なお、除雪が行われなかったことについては、冬期除雪体制を整備する期間の前であったこと、目視等による簡易な踏切道の状況確認であったこと及び現地確認や除雪の判断において運行間隔を十分に考慮していなかったことが関与した可能性があると考えられる。

## 5 再発防止策

### 5.1 必要と考えられる再発防止策

#### (1) 状況に応じた適切な除雪体制及び除雪対象箇所の設定

降雪量の多い日、夜間における強い寒気の通過及びこれらに類する注意を要する気象状況等が予想される場合は、冬期除雪体制の計画期間以外においても、臨機応変に除雪人員の増強を図ることが望ましい。また、降積雪の状況に応じて、現地確認による圧雪状態の把握及び列車の運行間隔、自動車交通量等の踏切道の環境を考慮して除雪対象箇所を適切に設定する等、踏切除雪の更なる充実を図ることが望ましい。

#### (2) 踏切環境を考慮した要注意箇所の抽出

本件踏切は従前から冬期除雪体制における要注意箇所であったが、他の踏切道に対しても除雪に関する要注意箇所の抽出及び具体的な対応策について検討することが望ましい。

なお、これらの検討においては、長時間列車が通らない線路の踏切道、自動車交通量の多い踏切道等、各踏切道の環境を考慮した除雪の適切な実施に向け、各踏切道の設備等に即したものとなるように配慮する必要がある。

### 5.2 事故後に同社が講じた措置

同社による事故防止の対策は以下のとおりである。

#### (1) 冬期除雪体制の前倒し

銭函駅は、平成29年度の冬期除雪体制（夜間の除氷雪等を行うための冬期

除雪係員の配置)を平成29年12月15日から整備する計画であったが、予定を前倒しして平成29年12月9日0時から整備した。

(2) 本事故発生区間の使用中止

列車が銭函駅2番線から函館線上り本線に進出する区間及び函館線下り本線から銭函駅2番線に進入する区間を、平成29年12月7日～平成30年3月31日の期間、列車の運行に使用しないこととした。

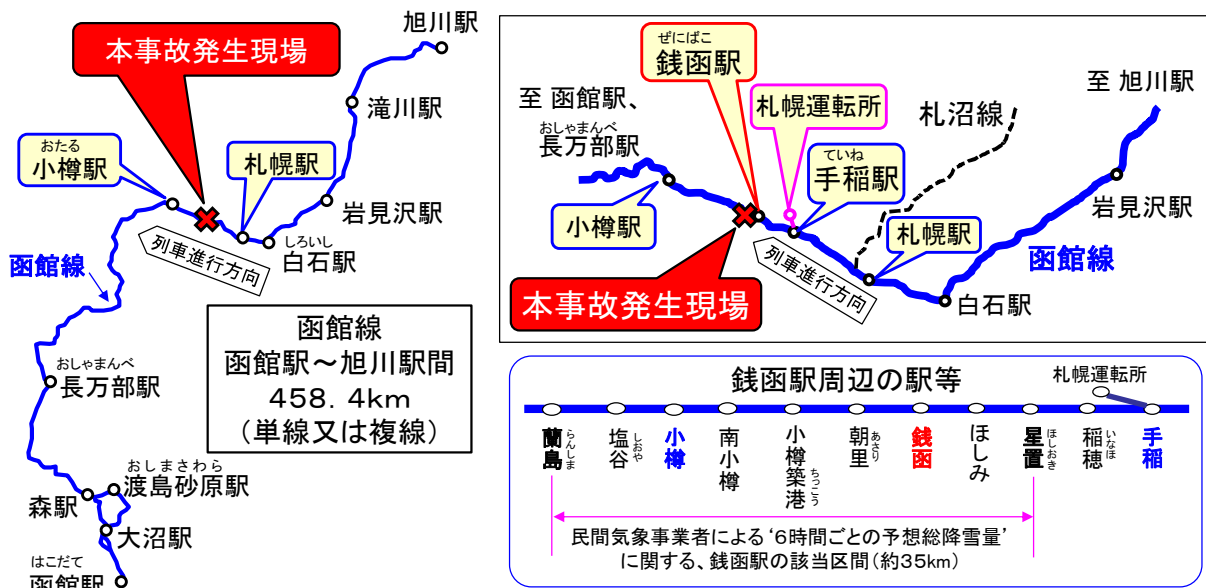
ただし、銭函駅2番線の札幌駅方を使用する折り返し列車は所定運用のままとする。

(3) 要注意箇所抽出、冬期除雪体制の前倒し、作業ダイヤの見直し等

1日に走行する列車が2本以下の線路や自動車(特にトラック)の交通量が多い踏切道など、銭函駅2番線と同じような条件である13箇所の構内踏切(11駅)を抽出し、新たに要注意箇所とした。同箇所がある駅は、冬期除雪体制を前倒しするとともに、初列車の進入前に踏切の点検が行えるよう作業ダイヤの見直し等を図った。

なお、同社はスノープラウの損傷に気付かないまま列車を運転再開したことに鑑み、更なる初動対応の充実に向けて、脱線後に復線する事象及び異常動揺があった車両の点検における注意点を乗務員に指導した。

付図1 函館線の路線略図



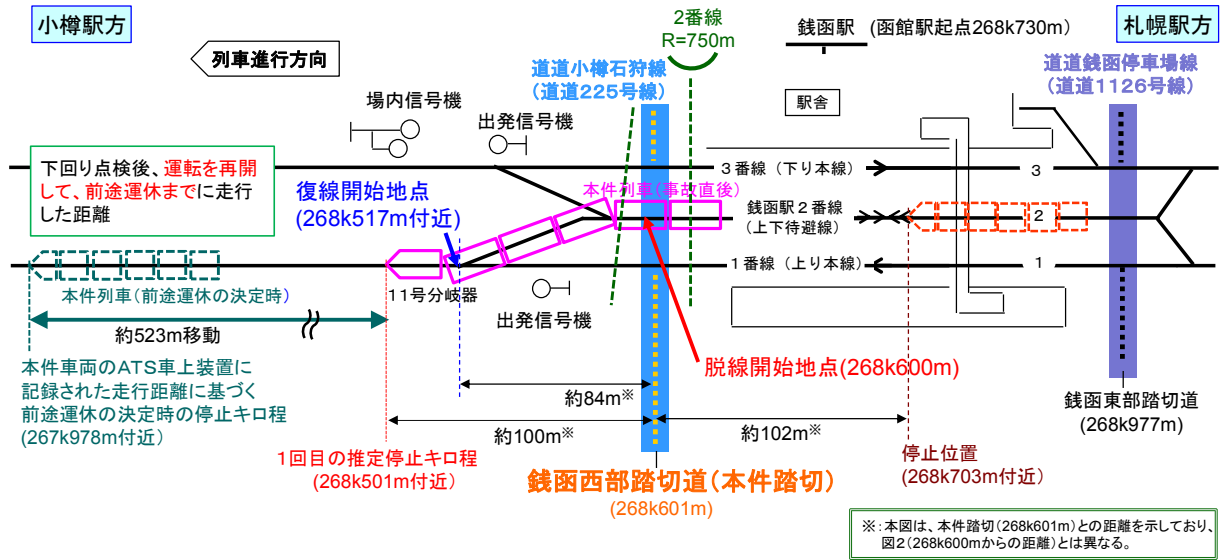
付図2 函館線（小樽駅～札幌駅間）沿線の地形図



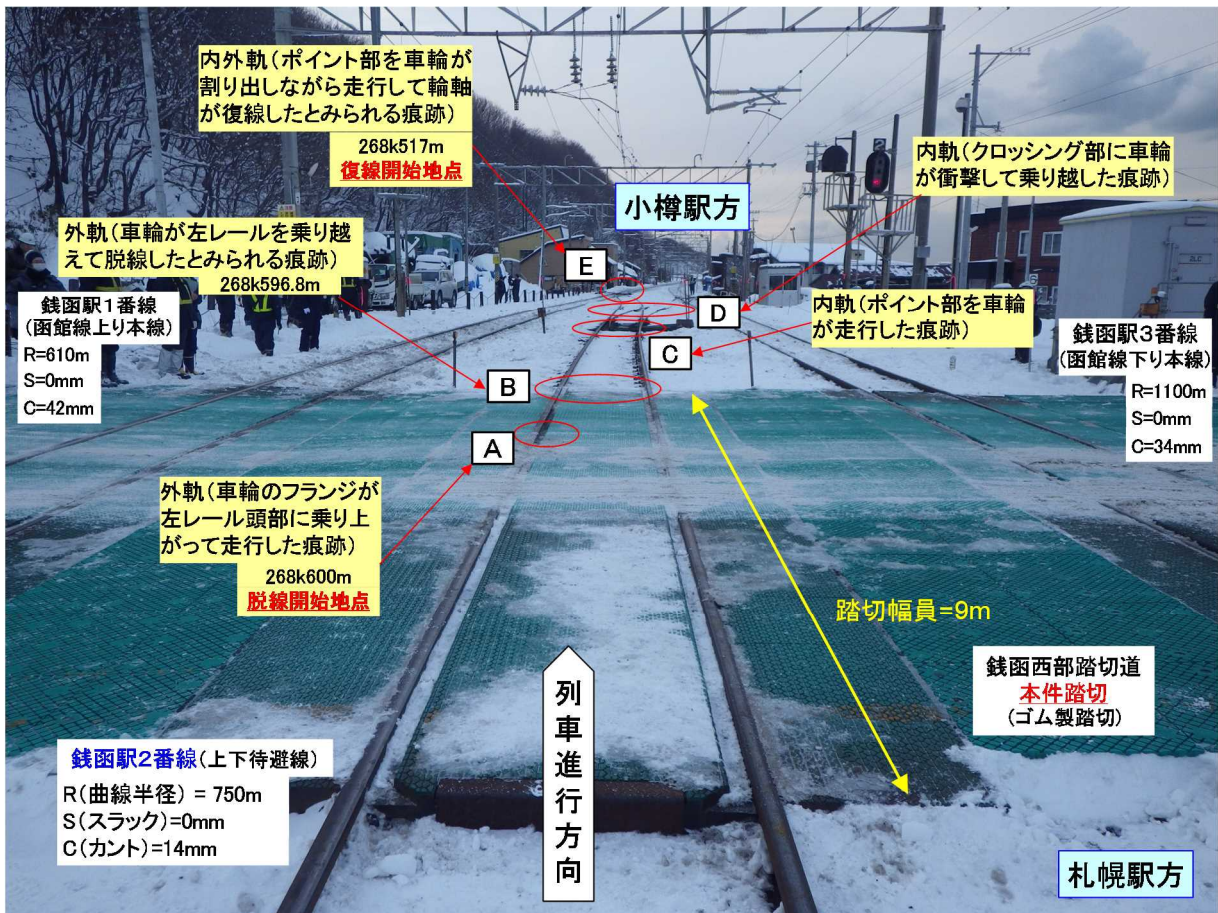
※この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成



### 付図3 事故現場周辺の略図及び本件踏切周辺の状況

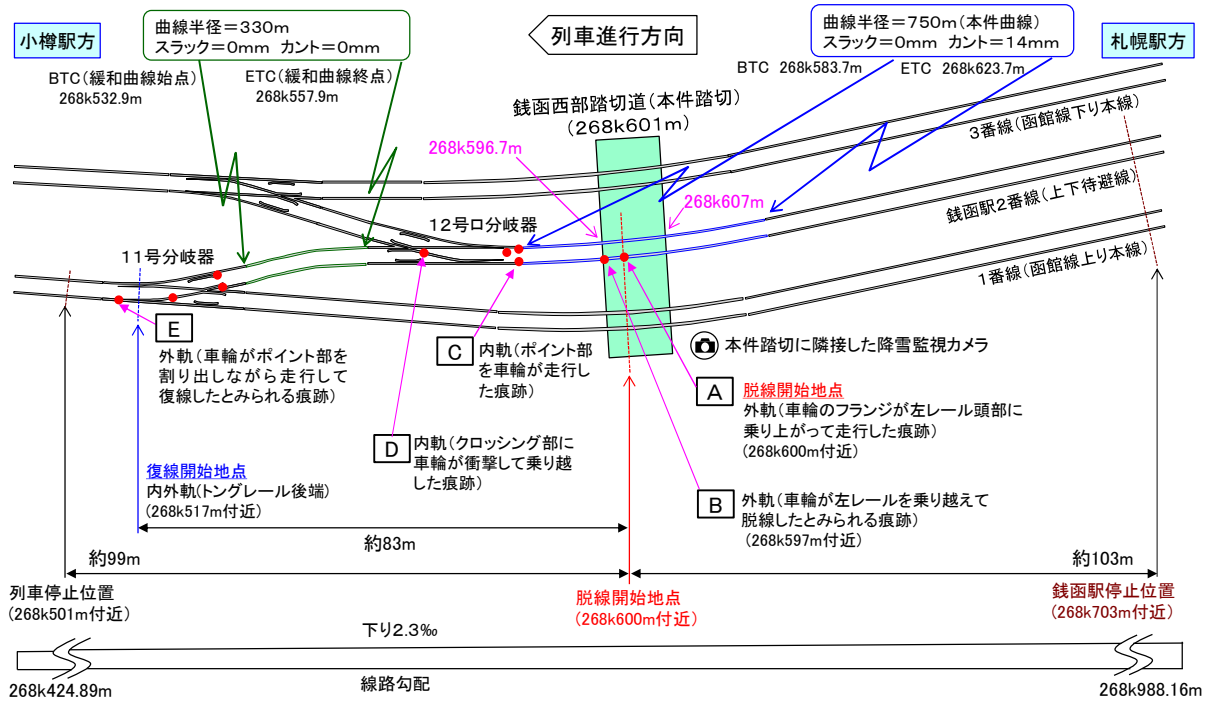


#### 本件踏切周辺の状況

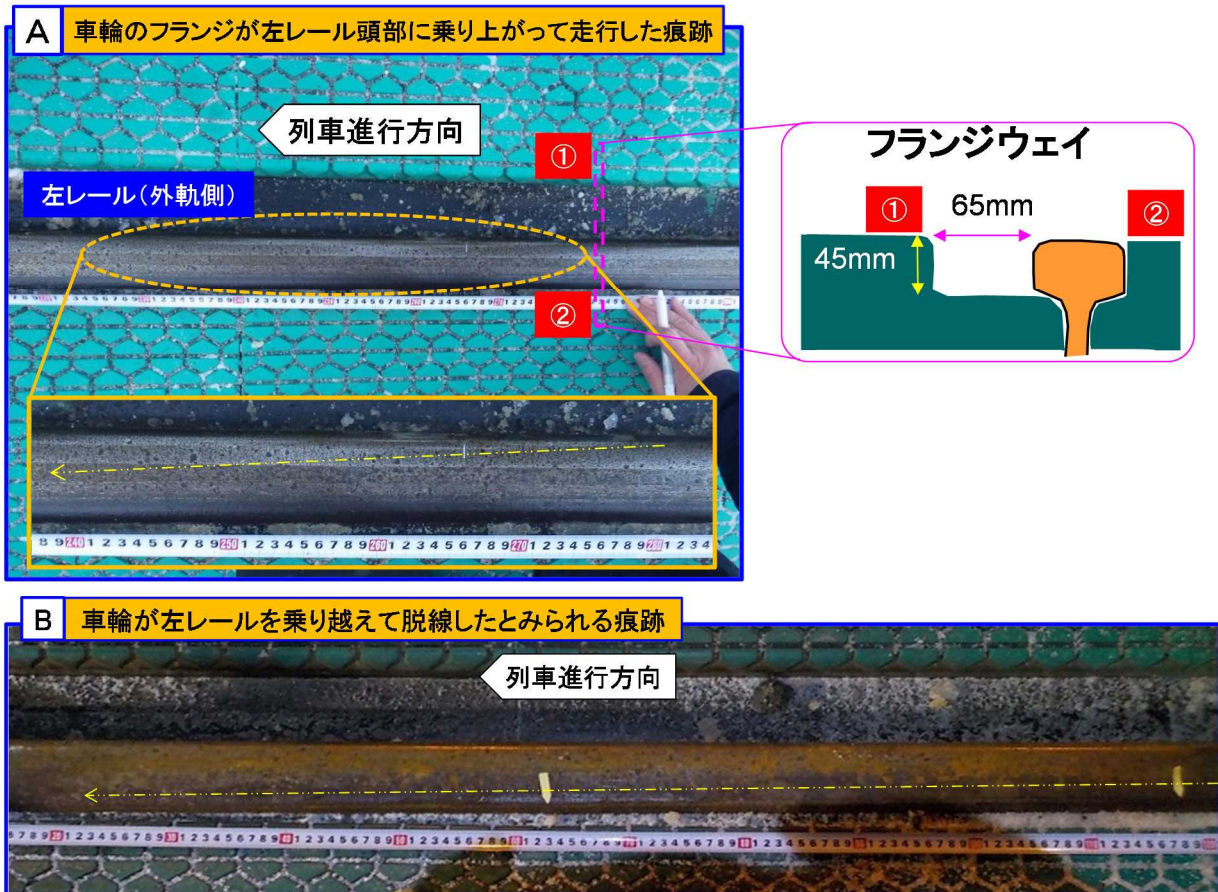


# 付図4 事故現場の略図及び本件踏切内の痕跡

## 事故現場の略図

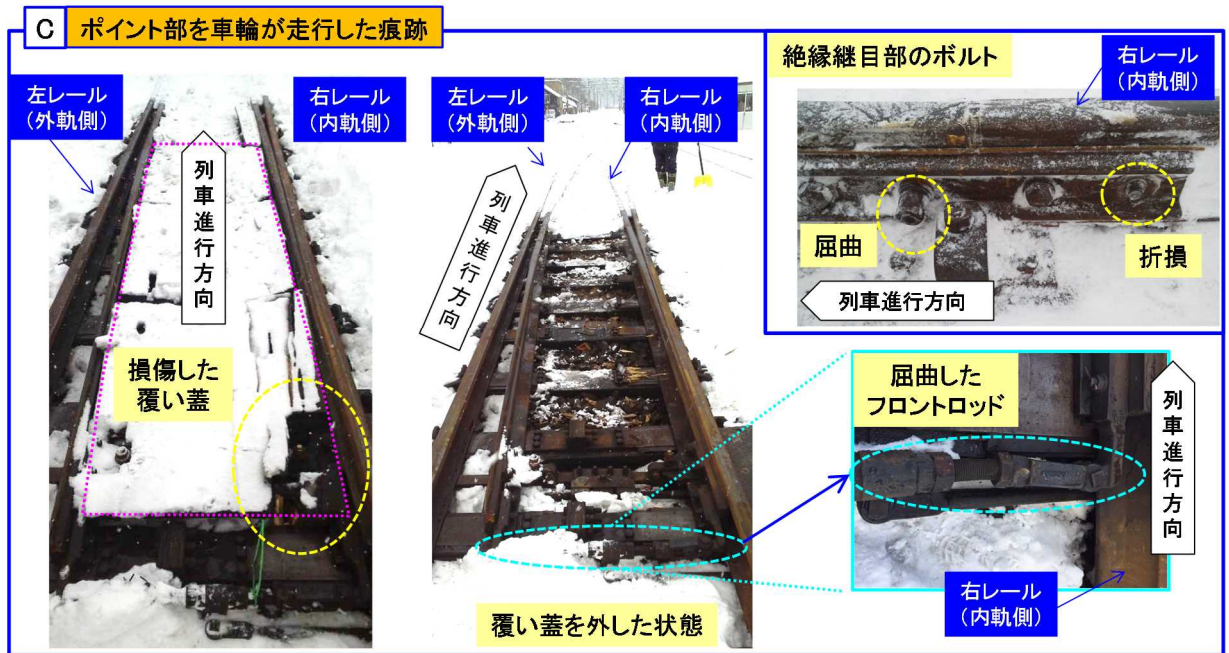
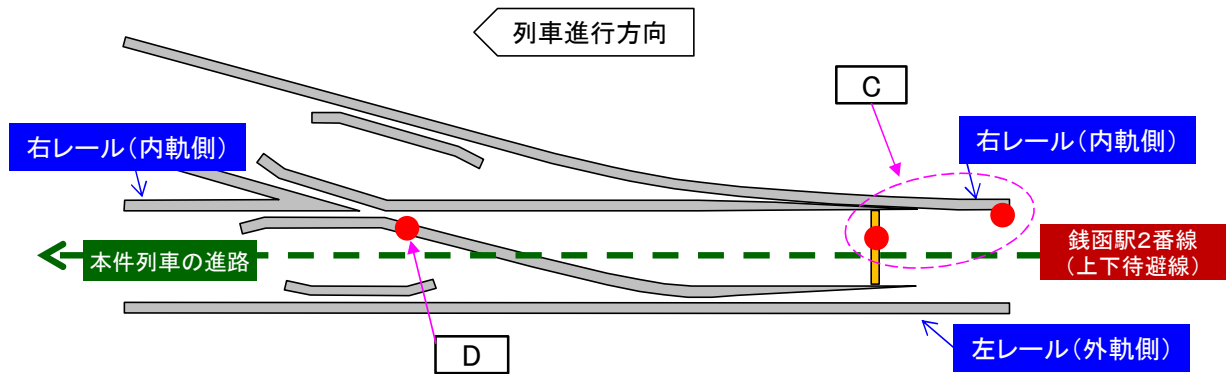


## 本件踏切内（脱線開始地点付近）の痕跡

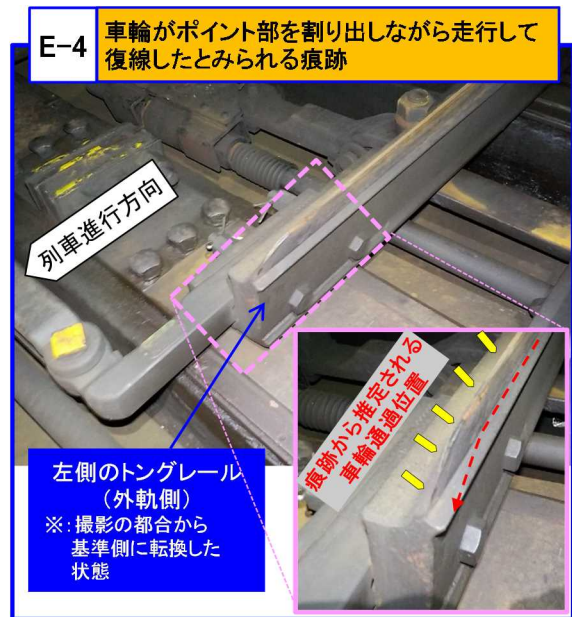
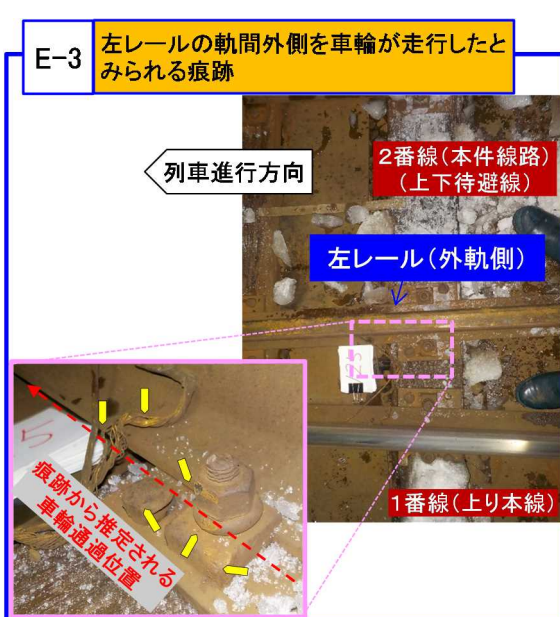
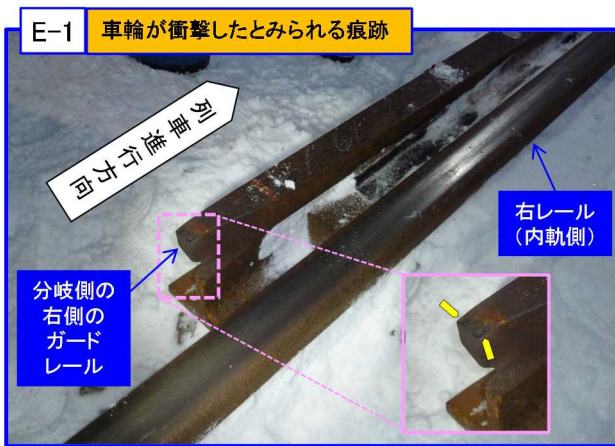
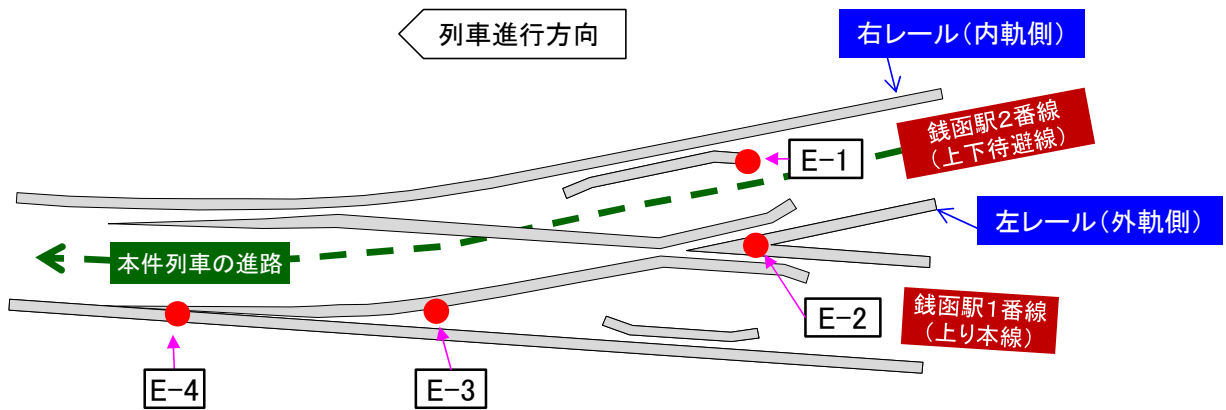




付図5 12号口分岐器付近の痕跡

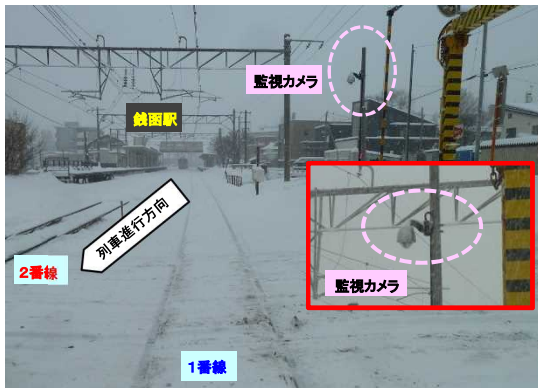


# 付図6 11号分岐器付近の痕跡





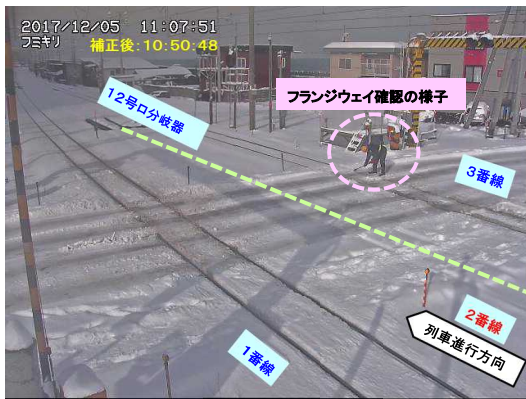
## 付図7 降雪監視カメラの設置場所及び映像記録



(a) カメラ設置場所



(b) 本事故発生の前日の7時ごろ



(c) 本事故発生の前日の11時ごろ



(d) 本事故発生の前日の18時ごろ

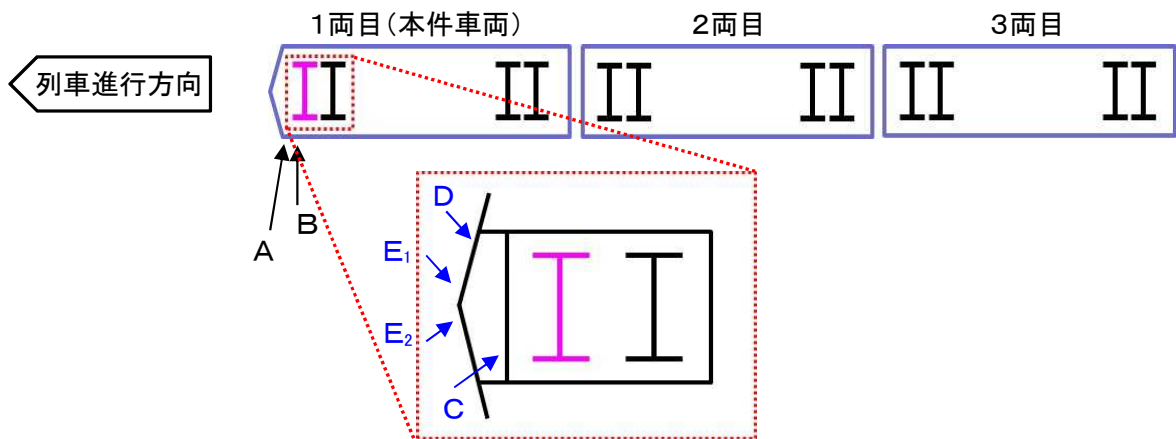


(e) 本事故発生当日の4時ごろ

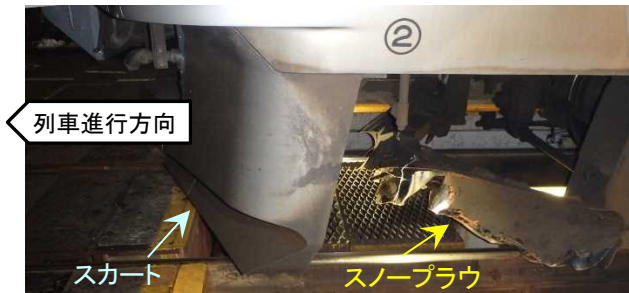


(f) 本事故発生直前

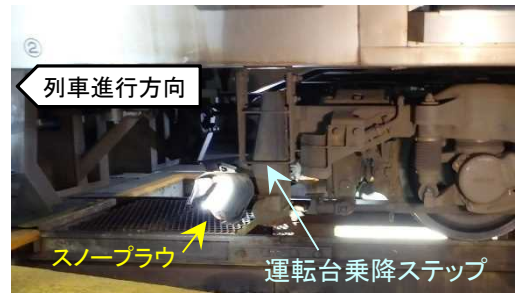
付図8 本件車両前台車周辺の状況及び主な損傷箇所



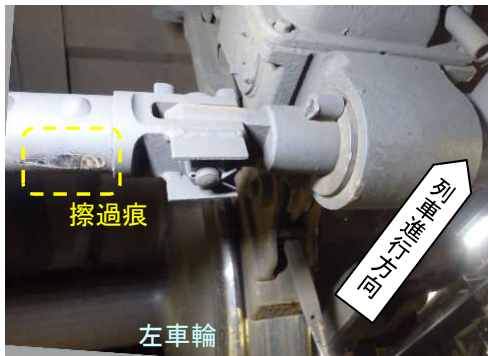
A：スカート及びスノープラウ周辺の状況



B：運転台乗降ステップ周辺の状況



C：第1軸ブレーキでこつなぎ棒



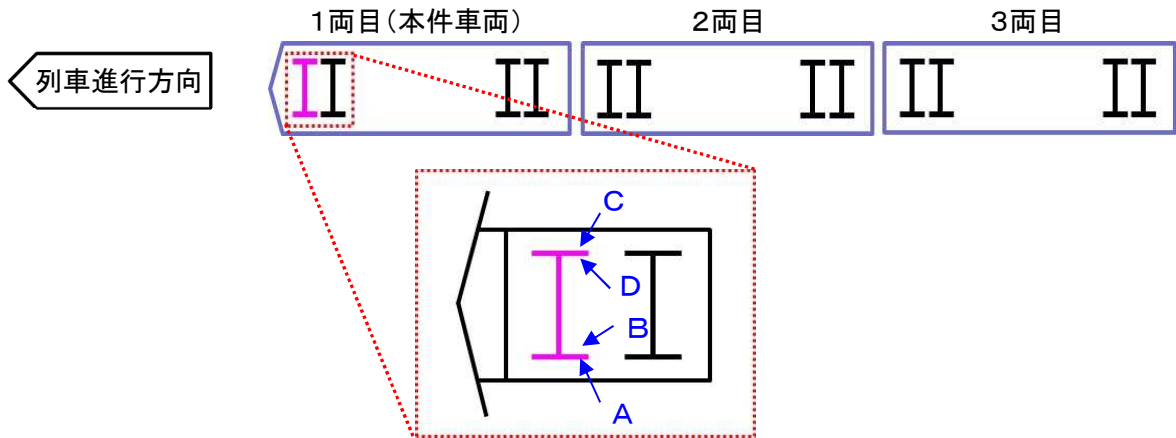
D：補助排障器（右側）



E：スノープラウ



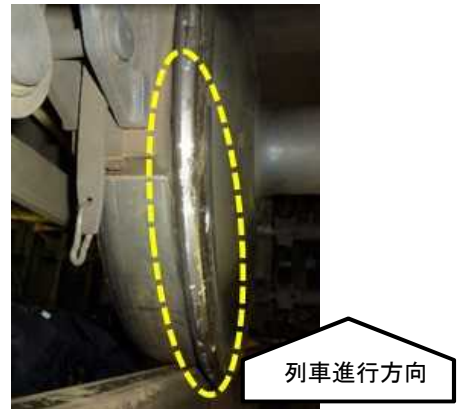
付図9 本件車両前台車の主な損傷箇所



A : 第1軸左車輪 (表リム面)



B : 第1軸左車輪 (フランジ部)



C : 第1軸右車輪 (表リム面)

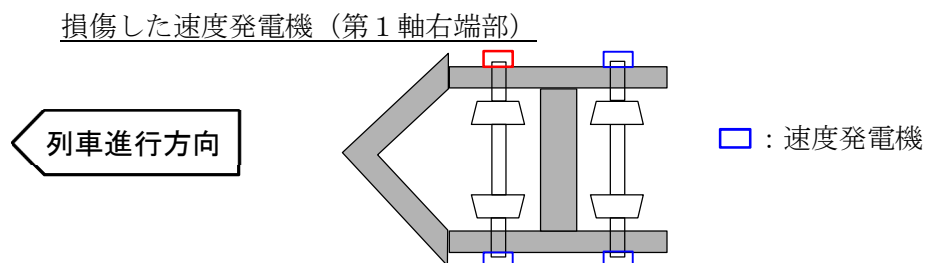


D : 第1軸右車輪 (裏リム面)



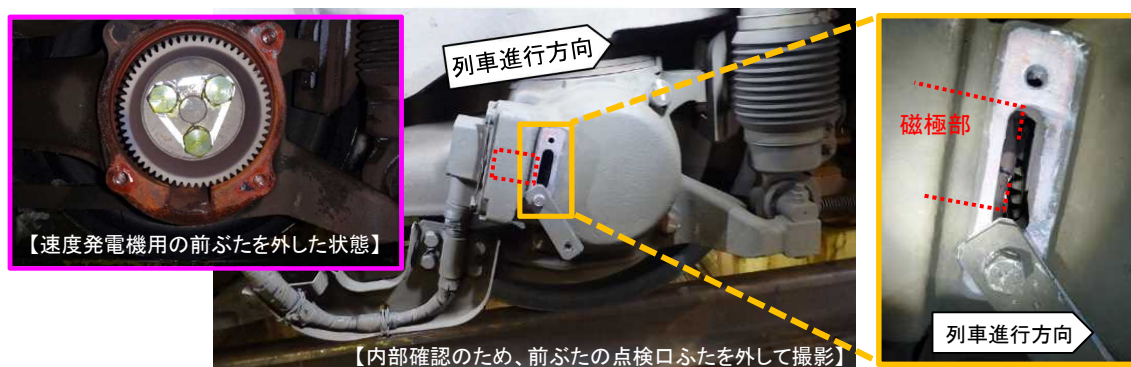


# 付図 1 0 本件車両前台車の略図及び第 1 軸右端部に設置された速度発電機の損傷箇所

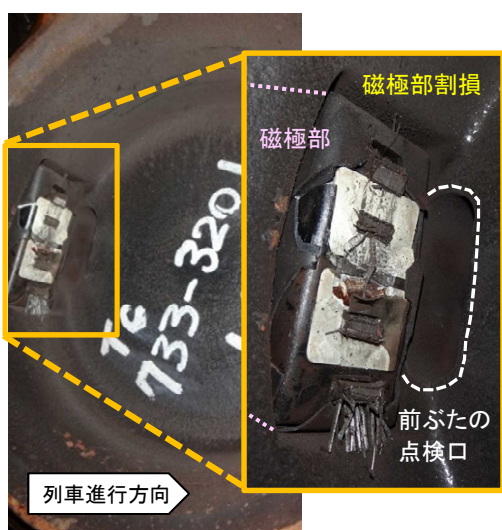


※：本件車両の前台車は、各軸の端部に速度発電機がそれぞれ設置されている。

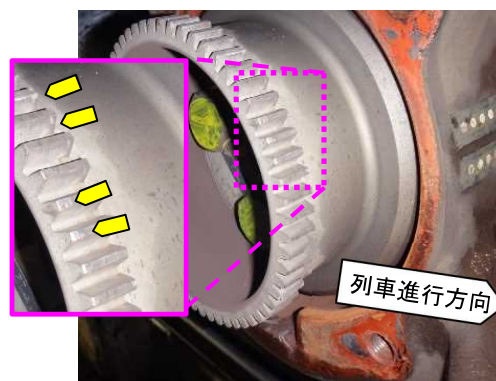
A：損傷した速度発電機（第 1 軸右端部）



B：速度発電機磁極部の割損状況



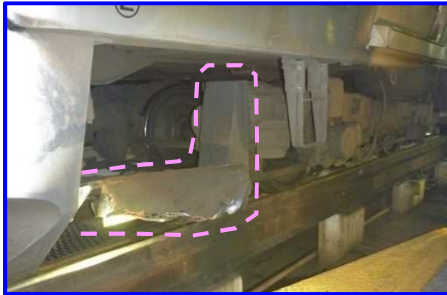
C：速度検出用歯車の擦過痕



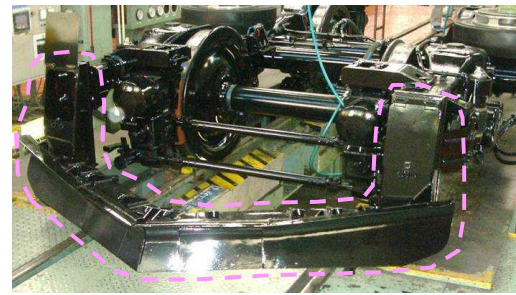


# 付図 1 1 スノープラウの取付け状況及び緊縛状態 における各位置の取付高さ

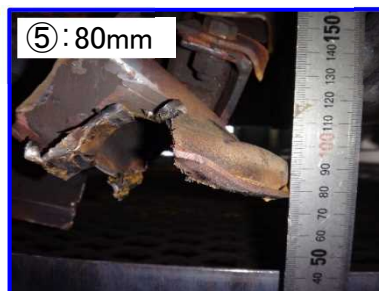
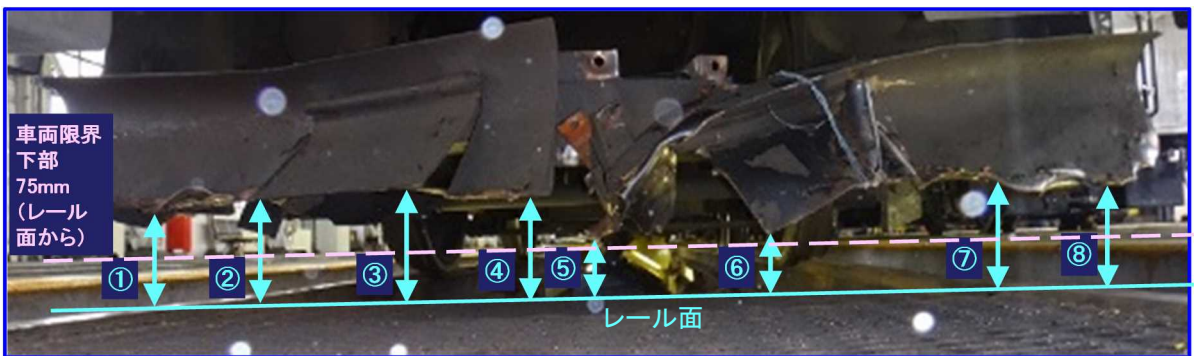
本件車両前台車のスノープラウ



参考：正常な状態のスノープラウ

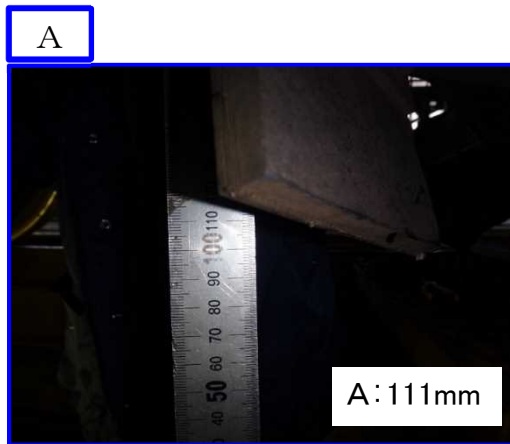


緊縛状態におけるスノープラウ各位置に関する取付高さ

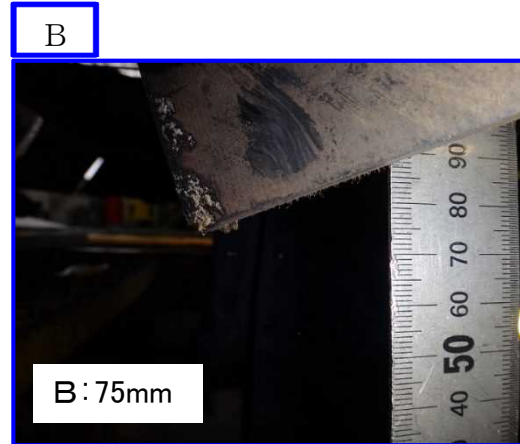


## 付図 1 2 補助排障器及び緊縛を解いた状態における スノープラウ損傷箇所の取付高さ

### 補助排障器の取付高さ

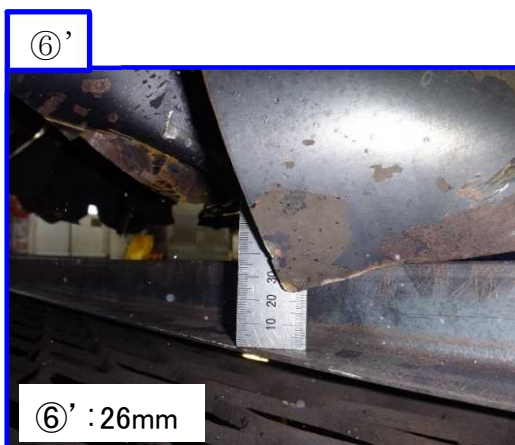


右側の補助排障器

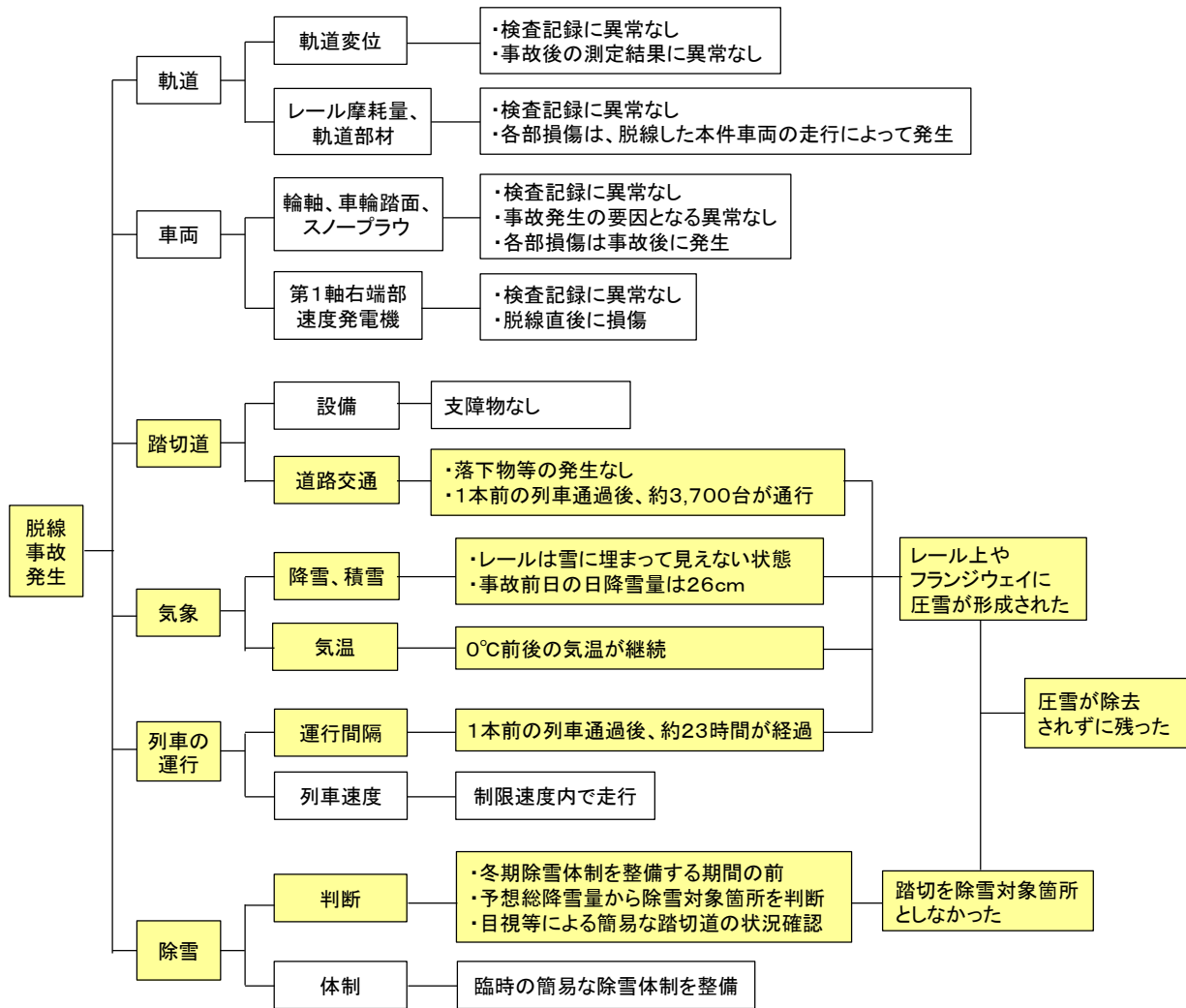


左側の補助排障器

### 緊縛を解いた状態におけるスノープラウ損傷箇所の取付高さ



# 付図 1 3 列車脱線事故の関与要因



付表1 各時間帯別の自動車交通量及び降雪の状況

	時間帯	自動車交通量 (三輪以上)	降雪の 状況
平成29年 12月 5日	1本前の列車～7時	117	+
	7時～8時	379	++
	8時～9時	277	++
	9時～10時	228	+
	10時～11時	194	+
	11時～12時	209	
	12時～13時	200	
	13時～14時	171	+
	14時～15時	159	++
	15時～16時	181	+
	16時～17時	191	+
	17時～18時	280	+
	18時～19時	304	++
	19時～20時	218	+
	20時～21時	150	+
	21時～22時	118	+
	22時～23時	92	+
	23時～24時	59	++
	6日	24時～1時	39
1時～2時		16	++
2時～3時		24	+
3時～4時		34	+
4時～5時		22	+
5時～本件列車		22	+
計		3,684	

※：降雪の状況は、降雪監視カメラの映像から評価したものであり、「++」は多量の降雪が確認できた場合を、「+」は降雪が確認できた場合を、空欄は降雪を確認できなかった場合をそれぞれ示す。

付表2 本事故発生当日に交換された軌道部材

損傷部材			損傷状態	損傷部材			損傷状態
11号 分岐器	右レール	ヒール部 第3ボルト	折損	12号 分岐器	右レール (軌間内)	手前側絶縁継目部 第4ボルト	屈曲
		ヒール部 第2ボルト	屈曲			左レール (軌間外)	手前側絶縁継目部 第4ボルト
	左レール	ヒール部 第3ボルト	折損		手前側絶縁継目部 第2ボルト		屈曲
		ヒール部 第2ボルト	屈曲		フロントロッド 他付属品		屈曲



付表3 気象観測記録

観測日	時	小樽特別地域気象観測所 (小樽観測所)							手稲山口地域気象観測所 (アメダス手稲)		
		気温 (°C)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	雪(cm)		天気	気温 (°C)	風向・風速(m/s)	
			風速	風向		降雪	積雪			風速	風向
平成 29年 12月 4日	18	-2.2	1.7	西南西		--	5	① 晴	-2.7	0.6	南西
	19	-2.7	2.6	西南西		--	5	① 晴	-3.2	0.1	静穏
	20	-2.4	2.3	南西		--	5	① 晴	-3.4	0.4	西
	21	-2.5	2.1	南西		1	6	① 晴	-2.4	1.3	南南東
	22	-1.9	1.8	南西		1	7	✕ 雪	-2.7	1.4	東南東
	23	-1.7	2	南西		--	7	✕ 雪	-2.8	1.5	東南東
	24	-1.2	0.6	南南西		1	8	✕ 雪	-3.1	1.8	南東
平成 29年 12月 5日	1	-0.8	2.4	北		2	10	☀ みぞれ	-2.8	1.8	南東
	2	-0.5	2.3	北北西		1	11	☀ みぞれ	-2.8	0.5	東
	3	-1	3.7	北北西		1	12	☀ みぞれ	-2.5	0	静穏
	4	-1.1	1.6	北北西		3	15	☀ みぞれ	-2.6	///	///
	5	-1.4	2.9	西北西		1	16	✕ 雪	-2.3	///	///
	6	-1.4	2.7	西		1	17	✕ 雪	-1.2	///	///
	7	-1.2	2.3	西	0	1	18	✕ 雪	-1	///	///
	8	-0.8	3.1	西	0	--	18	✕ 雪	-1.2	2.6	西北西
	9	-1.6	5	西南西	0	2	20	✕ 雪	-0.9	3.8	北北西
	10	-1.4	4.2	西南西	0	1	21	✕ 雪	-1.5	5.4	西北西
	11	-0.6	4.1	西南西	0.2	--	20	✕ 雪	-0.3	5	西北西
	12	-0.7	4	西	0.7	--	20	✕ 雪	0.1	4.6	西北西
	13	-0.8	4.3	西	0.8	--	20	✕ 雪	0.4	3.1	西北西
	14	-1.6	5.9	西北西	0	7	27	✕ 雪	-1.4	5.6	西
	15	-1.7	5.3	西北西	0	1	28	✕ 雪	-0.6	7.5	北西
	16	-1.5	4.4	西	0	--	28	☉ 曇	-0.5	5.8	北西
	17	-1.7	3.9	西北西		--	28	① 晴	-1.8	5.6	西北西
	18	-2.9	2	西南西		4	32	✕ 雪	-1.7	4.3	西北西
	19	-2.5	4.4	西南西		--	32	① 晴	-2.7	2.5	西
	20	-3.2	3.9	西南西		--	32	① 晴	-2.8	3.5	西
	21	-3.9	3	西南西		--	32	① 晴	-3.4	2.5	西
	22	-4	1.8	南西		--	31	① 晴	-3.3	2.6	西
	23	-4	1.7	南南西		--	31	✕ 雪	-3.5	2.7	西南西
	24	-4.1	1.8	西南西		1	32	✕ 雪	-4.5	0.9	西南西
平成 29年 12月 6日	1	-4	2.4	西南西		--	32	✕ 雪	-3.6	2.7	西北西
	2	-4.4	4.1	南西		1	33	✕ 雪	-4	2.7	西
	3	-4.2	2.6	西南西		--	33	✕ 雪	-3.7	4	西北西
	4	-4.7	4	西		--	33	① 晴	-4.7	2.1	西
	5	-4.9	3.3	西南西		--	33	☉ 曇	-4.5	3.3	西北西
	6	-5.6	4.3	西		--	33	✕ 雪	-5.1	2.1	西

※：気象庁HP 「過去の気象データ・ダウンロード」

(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) のデータを基に作成

※：「--」は降雪がなかったか1cm未満の降雪があった場合を、「///」は欠測又は観測を行っていない場合を示す。