

RA2013-4

# 鐵道事故調查報告書

北海道旅客鐵道株式会社 石勝線 清風山信号場構内 列車脱線事故

平成25年 5月31日



本報告書の調査は、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 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 石勝線 清風山信号場構内  
列車脱線事故

鉄道事故等調査報告書の訂正について

標記について、下記正誤表のとおり訂正します。

記

鉄道事故調査報告書（RA2013-4）（公表年月日：平成25年5月31日）

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23年5月27日 21時55分ごろ

発生場所：北海道ゆうふつ勇払郡しむかっぶ占冠村

石勝線 せいふうざん清風山信号場構内

正 誤 表		
訂正箇所	誤	正
11頁 2.3.4.3項 本文13行目	吊りピンの材質はクロムモリブデン鋼（SNC631H）であり、締結部はM36×4（外径36mm、ピッチ4mm）のねじが切っている。	吊りピンの材質はニッケルクロム鋼（SNC631H）であり、締結部はM36×4（外径36mm、ピッチ4mm）のねじが切っている。
43頁 16行目	2.3.4.3に記述したように、本件列車の吊りピンはクロムモリブデン鋼製で、M36×4のねじが切られていることから、ねじ部の変形のみで軸力を負担させた場合、溝付き六角ナットの溝ピッチに対応する回転角ピッチでは軸力変動が大きい値となると推定される。	2.3.4.3に記述したように、本件列車の吊りピンはニッケルクロム鋼製で、M36×4のねじが切られていることから、ねじ部の変形のみで軸力を負担させた場合、溝付き六角ナットの溝ピッチに対応する回転角ピッチでは軸力変動が大きい値となると推定される。

# 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23年5月27日 21時55分ごろ

発生場所：北海道ゆうふつ勇払郡しむかつぶ占冠村

石勝線 せいふうざん清風山信号場構内

平成25年 5 月20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

## 要 旨

### <概要>

北海道旅客鉄道株式会社の釧路駅発札幌駅行き6両編成の上り特急気第4014D列車（スーパーおおぞら14号）は、平成23年5月27日、トマム駅を定刻より約2分遅れて出発した。

列車が清風山信号場に向かって走行中、4両目の車掌室にいた車掌が異音を聞くとともに振動を感じ、その旨を運転士に連絡した。運転士はそれを受けて直ちに停止手配を執り、列車は同信号場内の第1ニニウトンネル内に停止した。

その後、列車から発生した火災の煙が列車内に流入した。運転士は、トンネル内に停止した列車をトンネル外へ移動させようとしたが、列車は起動しなかった。

列車には、乗客248名、運転士1名、車掌1名及び客室乗務員2名が乗車していたが、全員が徒歩でトンネルの外に避難した。このうち、乗客78名及び車掌が負傷した。

列車は、5両目後台車第1軸が左へ脱線していた。列車は4両目後部の動力伝達装

置が損壊しており、列車の停止位置の約2km手前から、脱落した動力伝達装置等の部品が軌道上に点在していた。また、火災により全6両が焼損した。

#### <原因>

本事故は、列車の4両目後部の減速機を支える吊りピンが脱落したため、次のような経過により4両目の後台車全2軸及び5両目の後台車第1軸が脱線したものと考えられる。

- (1) 減速機が車軸を中心として前方に回転するように垂下し、推進軸も垂下したことから、自在継手が破損し両者が分離した。
- (2) 分離後、減速機が更に回転して、減速機の吊り部が清風山信号場構内の12口分岐器のリードレールに接触したことにより、4両目の後台車が同レールに沿って左へ押されて同台車の第1軸が脱線した後に第2軸が脱線し、その後、11イ分岐器において2軸とも復線した。
- (3) 垂下した減速機からかさ歯車が脱落して軌間内に落下し、5両目の後台車がこのかさ歯車に接触したことにより、同台車が押し上げられて第1軸が脱線した。

減速機を支える吊りピンが脱落したことについては、次のような経過であったものと考えられる。また、このような経過に至ったことについては、4両目の後台車第1軸の左車輪の円周形状不整に伴う著大な振動を受けたことが関与したものと考えられる。

- (1) 減速機を支える吊りピンの溝付き六角ナットの割りピン及び同吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンに、他部材との接触により局部的な摩耗が生じた。
- (2) 溝付き六角ナットが緩み、同ナットの割りピンが、緩んだ同ナットからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (3) 溝付き六角ナットが更に緩み回転して脱落した。
- (4) 減速機を支える吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンが、同吊りピンからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (5) これらの溝付き六角ナット及び割りピンが脱落した後、減速機を支える吊りピンが減速機支え棒から抜けて脱落した。

また、本事故において、列車が焼損したことについては、脱落した減速機かさ歯車によって6両目前部の燃料タンクが破損したため、漏出した軽油がその付近の木まくらぎ周辺に飛散し、発電機若しくはエンジン後端部上面付近で出火した火が延焼拡大したことによるものと考えられる。

なお、火災による被害を特に強く受けている床下機器、運転中に高温になる機器等

を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられることから、詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。

< 勧告等 >

○ 勧告

運輸安全委員会は、本事故の調査結果を踏まえ、輸送の安全を確保するため、北海道旅客鉄道株式会社に対し、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、以下のとおり勧告する。

北海道旅客鉄道株式会社は、踏面擦傷、剥離の長さの範囲が使用限度を超えたとして扱うべき車輪を使用することがないように、車輪踏面の状況を把握するための適切な検査時期及び検査手法を確立し、車輪踏面状態の管理を徹底すること。



# 目 次

1	鉄道事故調査の経緯.....	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	鉄道事故調査組織の概要.....	1
1.2.2	調査の実施時期.....	1
1.2.3	経過報告.....	2
1.2.4	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
2.1.1	乗務員等の口述.....	2
2.1.2	運転状況の記録.....	7
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷.....	7
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報.....	7
2.3.1	事故現場に関する情報.....	7
2.3.2	鉄道施設に関する情報.....	8
2.3.3	事故現場付近の電気設備に関する情報.....	9
2.3.4	車両に関する情報.....	9
2.4	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する情報.....	14
2.4.1	鉄道施設の損傷及び痕跡の状況.....	14
2.4.2	車両の状況.....	16
2.5	鉄道施設及び車両の焼損状況.....	20
2.5.1	鉄道施設の焼損状況.....	20
2.5.2	車両の焼損状況.....	20
2.6	乗務員等に関する情報.....	22
2.7	運転取扱いに関する情報.....	23
2.7.1	事故現場付近の制限速度.....	23
2.7.2	本件列車の運転状況.....	23
2.7.3	列車無線の交信記録.....	23
2.7.4	車両の転動防止に関する取扱い.....	25
2.8	本件列車の乗客の口述.....	26
2.8.1	乗客として乗車していた同社社員.....	26
2.8.2	乗客.....	29

2.9	避難及び救護に関する情報.....	32
2.9.1	異常時における処置.....	32
2.9.2	列車火災発生時の取扱い.....	33
2.9.3	車外への避難誘導に関する取扱い.....	35
2.9.4	救急救助機関等の対応.....	36
2.10	気象に関する情報.....	36
2.11	事実を認定するための試験等.....	36
2.11.1	4両目後部推進軸の自在継手（十字軸）の破面状態.....	36
2.11.2	減速機の垂下実験.....	37
2.11.3	エンジン周辺の温度分布の調査.....	37
2.11.4	車載の可燃性物質の引火点等.....	38
2.11.5	軌道上の油痕の成分分析.....	38
2.11.6	可燃性物質の飛散状況確認実験.....	38
3	分析.....	41
3.1	軌道に関する分析.....	41
3.2	車両に関する分析.....	41
3.2.1	車両.....	41
3.2.2	4両目後台車の減速機支え装置に関する分析.....	41
3.2.3	踏面剥離のある車輪による走行中の振動.....	43
3.2.4	自在継手（十字軸）の破損.....	45
3.2.5	動力伝達装置の損傷の過程.....	45
3.2.6	車輪及び減速機支え装置の状態確認.....	45
3.3	運転取扱いに関する分析.....	46
3.4	脱線状況に関する分析.....	46
3.4.1	脱線車両.....	46
3.4.2	4両目の脱線.....	46
3.4.3	5両目の脱線.....	47
3.5	火災の発生に関する分析.....	48
3.5.1	火災に関する口述.....	48
3.5.2	最初の出火箇所・出火原因.....	49
3.5.3	延焼拡大の経過に関する分析.....	50
3.5.4	動力伝達装置の破損と火災の関係.....	52
3.6	車両の火災検知に関する分析.....	52
3.7	乗客の避難及び救護に関する分析.....	52
3.7.1	避難の状況.....	52

3.7.2	本件列車が起動しなかったことに関する分析.....	53
3.7.3	乗務員等による避難誘導に関する分析.....	54
3.7.4	トンネル内の避難誘導.....	56
3.7.5	避難誘導等の体制.....	56
3.7.6	避難誘導に関する取扱い.....	56
4	結 論.....	57
4.1	分析の要約.....	57
4.2	原因.....	59
5	再発防止策.....	60
5.1	必要と考えられる再発防止策.....	60
5.2	事故後に同社が講じた措置.....	61
5.3	事故後に国土交通省が講じた措置.....	63
5.4	その他関連して望まれる対応.....	63
6	勸 告.....	64

## 添 付 資 料

付図 1	石勝線路線図.....	65
付図 2	事故現場付近の地形図.....	65
付図 3	事故現場略図.....	66
付図 4	脱線の状況.....	67
付図 5	まくらぎの損傷状況及び脱落した主な部品の発見地点.....	68
付図 6	清風山信号場構内 分岐器付近の損傷状況（その 1）.....	69
付図 6	清風山信号場構内 分岐器付近の損傷状況（その 2）.....	70
付図 7	事故現場付近の電気設備の損傷状況.....	71
付図 8	動力伝達装置の構成.....	72
付図 9	動力伝達装置等の損傷状況（4 両目後部）.....	73
付図 1 0	床下機器の損傷状況.....	74
付図 1 1	吊りピン等の損傷状況（その 1）.....	75
付図 1 1	吊りピン等の損傷状況（その 2）.....	75
付図 1 2	減速機支え棒の凹みの状況.....	76
付図 1 3	真円度測定結果.....	77
付図 1 4	踏面剥離の状況（その 1）.....	78
付図 1 4	踏面剥離の状況（その 2）.....	79
付図 1 5	本件列車の新得駅～追分駅間のダイヤグラム.....	80
付図 1 6	本件列車の走行状況.....	81
付図 1 7	脱線の過程（推定）.....	82
付図 1 8	列車停止箇所付近のトンネル覆工の焼損状況.....	83
付図 1 9	第 1 ニニウトンネル坑内の焼損状況.....	84
付図 2 0	6 両目前部エンジン周辺の軌道の焼損状況.....	85
付図 2 1	6 両目の焼損状況（その 1 車体側部）.....	86
付図 2 1	6 両目の焼損状況（その 2 前部エンジン周辺）.....	87
付図 2 2	車体側部及び窓部の構造.....	88
付図 2 3	6 両目の車体側部及び窓部の焼損状況.....	88
付図 2 4	床構造及び床の焼損状況.....	89
付図 2 5	車両に装備された消火器の位置.....	89
付図 2 6	火災検知回路の温度ヒューズの状況（その 1）.....	90
付図 2 6	火災検知回路の温度ヒューズの状況（その 2）.....	90
付図 2 7	6 両目焼損部位の主な分解箇所.....	91

付図 2 8	エンジン周辺の温度分布（その 1）	92
付図 2 8	エンジン周辺の温度分布（その 2）	93
付図 2 9	6 両目前部燃料タンクの漏水実験	94
付図 3 0	5 両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験	94
付図 3 1	6 両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（その 1）	95
付図 3 1	6 両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（その 2）	95
付図 3 2	6 両目前部油圧タンクの作動油の飛散状況確認実験	96
付図 3 3	火災に関する口述の整理	97
付図 3 4	出火から車体延焼までの経過（推定）（その 1）	97
付図 3 4	出火から車体延焼までの経過（推定）（その 2）	98
付図 3 5	事故発生直後の主な経過（推定）	99
写真 1	自在継手の十字軸の破面状態	100
写真 2	ロックウェル硬さ測定結果	101
写真 3	減速機垂下実験の状況	102
写真 4	車両の焼損状況（1）	103
写真 5	車両の焼損状況（2）	104
写真 6	車内の焼損状況（1 両目）	105
写真 7	車内の焼損状況（2 両目）	105
写真 8	車内の焼損状況（3 両目）	106
写真 9	車内の焼損状況（4 両目）	106
写真 1 0	車内の焼損状況（5 両目）	107
写真 1 1	車内の焼損状況（6 両目）	107
写真 1 2	エンジン周辺の焼損状況（6 両目）	108
写真 1 3	吸排気システムの概要	108
写真 1 4	吸排気系部品の焼損状況（6 両目）（1）	109
写真 1 5	吸排気系部品の焼損状況（6 両目）（2）	109
写真 1 6	発電機及びセルモータの焼損状況（6 両目）	110
写真 1 7	燃料タンク及び油圧タンクの焼損状況（6 両目）	110
写真 1 8	エンジン上部の配線の焼損状況（6 両目）	111

# 1 鉄道事故調査の経緯

## 1.1 鉄道事故の概要

北海道旅客鉄道株式会社の釧路駅発札幌駅行き6両編成の上り特急気第4014D列車（スーパーおおぞら14号）は、平成23年5月27日（金）、トマム駅を定刻（21時36分）より約2分遅れて出発した。

列車が清風山信号場に向かって走行中、4両目の車掌室にいた車掌が異音を聞くとともに振動を感じ、その旨を運転士に連絡した。運転士はそれを受けて直ちに停止手配を執り、列車は同信号場内の第1ニニウトンネル内に停止した。

その後、列車から発生した火災の煙が列車内に流入した。運転士は、トンネル内に停止した列車をトンネル外へ移動させようとしたが、列車は起動しなかった。

列車には、乗客248名、運転士1名、車掌1名及び客室乗務員2名が乗車していたが、全員が徒歩でトンネルの外に避難した。このうち、乗客78名及び車掌が負傷した。

列車は、5両目後台車第1軸が左（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。）へ脱線していた。列車は4両目後部の動力伝達装置が損壊しており、列車の停止位置の約2km手前から、脱落した動力伝達装置等の部品が軌道上に点在していた。また、火災により全6両が焼損した。

## 1.2 鉄道事故調査の概要

### 1.2.1 鉄道事故調査組織の概要

運輸安全委員会は、平成23年5月28日、本事故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。その後、平成24年4月1日に3名の鉄道事故調査官を追加指名した。

平成24年6月26日、本事故の調査に従事する専門委員として、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻消防防災科学技術寄付講座特任教授山田 常圭を任命し、調査すべき分野として「火災」を指定した。

また、委員、専門委員及び鉄道事故調査官を現場等に派遣した。

北海道運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

本調査に関し、破損した動力伝達装置の部品の損傷状況調査について、北海道大学大学院工学研究院機械宇宙工学部門材料機能工学研究室教授中村 孝に委託した。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成23年5月28日、29日 現場調査、車両調査及び口述聴取

平成23年6月1日、20日、21日、7月10日～15日、9月4日～7日、

平成24年3月15日、16日、5月18日、19日、7月3日～6日

車両調査

平成23年6月7日～12月2日 口述聴取

平成23年9月27日、平成24年5月17日

現地調査

平成23年9月27日、28日、平成24年5月16日

燃料飛散試験及び車両走行試験

平成24年5月24日、25日、7月2日、7月26日

燃料飛散試験

### 1.2.3 経過報告

平成24年7月27日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行った。

### 1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

## 2 事実情報

### 2.1 運行の経過

#### 2.1.1 乗務員等の口述

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。）の釧路駅発札幌駅行き6両編成の上り特急気第4014D列車（スーパーおおぞら14号、以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）、車掌（以下「本件車掌」という。）、車内販売等を担当している客室乗務員2名及び輸送指令長の口述によれば、概略次のとおりであった。

#### (1) 本件運転士

本件列車には帯広駅から乗務し、同駅での乗降交代では異常なしとの報告を受け本件列車を引き継いだ。

本件列車は、トマム駅を定刻（21時36分）より約2分遅れて出発して、途中の信号場に停車することなく運転を継続し占冠駅を通過した。その後、清風山信号場手前の第3ニニウトンネル<sup>\*1</sup>付近を速度約120km/hで

<sup>\*1</sup> 正式な名称は「第三ニニウトンネル」であるが、本報告書では「第3ニニウトンネル」と表記する。また、「第一ニニウトンネル」及び「第二ニニウトンネル」についても同様に「第1ニニウトンネル」及び「第2ニニウトンネル」と表記する。

通過し、同信号場の場内信号機の信号現示を確認した。

同場内信号機の付近で、運転室のモニタ画面に4両目の「変速機不調」が表示されアラームが鳴ったため、指令に連絡しようと思い無線で呼び掛け、指令からも返答があったが、そのとき本件車掌から車内電話を取るようブザー合図があった。無線連絡を中断して車内電話を取ったところ、本件車掌から4両目にひどい揺れがあるので列車を止めてくれとの要請を受け、直ちに停止手配を執り本件列車は第1ニニウトンネル内で停止した。本件車掌との通話中、1両目の運転室内は多少の揺れを感じる程度であった。

本件列車が停止後、再度指令に連絡し、モニタ画面に表示された異常を伝えようとしたが、色々な異常が「ダダダダッ」と次々に表示され、その表示を確認し切れなかったため、指令に全部は伝え切れなかった。このとき、モニタ画面には、5両目と6両目の「機関停止」や「機関水温高」、「逆転機<sup>\*2</sup>不調」など色々な情報が表示された。

指令からの指示により、本件車掌と打合せを行って本件列車をトンネルの外へ移動させようとしたが、逆転機表示灯が消灯しており力行できなかった。このため、逆転ハンドルを一度中立に戻してから前進にしたが、表示灯は消灯したままであり逆転機を投入できなかった。再度、逆転ハンドルを中立とし、運転室切換スイッチを後位置にしてから前位置に戻した上で、逆転ハンドルを前進にしても表示灯は点灯せず、力行できなかった。

煙が出ていることは本件車掌と指令とのやり取りで聞いており、運転席からもトンネル内に煙が少しずつ充満してきていることが分かった。そのことを指令に伝えたところ、全てのエンジンを止めるよう指示があり、機関停止ボタンを押してエンジンを停止させた。本件列車は、エンジンが止まり、室内灯が全て消え、運転室の照明のみが点いている状態となった。

この頃、乗客として乗り合わせていた同社社員の数人が、異常に気付いて運転室に集まってきた。

エンジンの停止後、指令から1両目のエンジンを床下で始動するよう指示があった。このため、懐中電灯、無線機と応急処置標準を持って、同社社員と一緒に運転室右の側扉から降車し、列車先頭から左側の床下に向かったが、煙で視界が悪く床下の状況は分からなかった。そのまま、火が出ているのか確認するため列車の後方へ行こうとしたが、充満した煙でせ

---

<sup>\*2</sup> 「逆転機」とは、車両の進行方向を切り換える装置をいい、本件列車の車両では、変速機内に組み込まれている。運転台から逆転ハンドルの操作により逆転機の歯車を前進、後進、中立位置に切り換える。



き込んで呼吸が苦しくなり、3両目の途中で引き返して運転室に戻った。このとき、本件列車の脱線状況も確認することはできなかった。

運転室に戻ってから無線機で指令に連絡したところ、相手の声は聞こえるが、送信ができなくなっており、指令との連絡がつかない状況となった。この頃、火災表示灯が点いたり消えたりして警報音が鳴っていたが、無線が繋がらなかつたため指令への連絡はできなかった。

また、本件車掌は、トンネル出口までの距離や周辺の状況を確認するため、無線機を持ってトンネル出口に向かった。その際に、出口に着いたら連絡するので、指令の許可を受けて乗客を降車させるよう依頼された。

しばらくすると、本件車掌から、10分ぐらいでトンネル出口に着くので、指令から許可を受け乗客を降車させて避難誘導を始めるように無線連絡があった。このときは、本件車掌との無線連絡は受信しかできず、本件運転士から送信することはできなかった。また、指令への無線連絡もできない状態であった。

その後、客室乗務員及び同社社員と協力して先頭車両前方の右扉から乗客を降車させ始め、続いて、左扉も開けてそこからも乗客を降車させた。乗客から自分が最後である旨の申告があり、その乗客が降車してから、懐中電灯を持って1両目の中程まで行って、誰か残っていないか声を掛け、誰も残っていないことを確認した後、降車してトンネル出口に向かった。

## (2) 本件車掌

トナム駅を出発してすぐに、1両目から6両目までの車内を巡回し、占冠駅を通過したときには4両目の車掌室に戻っていた。車掌室の座席に座っていると、「ドーン」と突き上げるような衝撃音がして、立て続けに「ドン、ドン」という感じの揺れがあったため、車内電話で本件運転士に4両目に異常があるのですぐに本件列車を止めるよう連絡した。

本件列車が停止後、けがをされたりジュース等をこぼして服を汚されたお客様は、車掌、客室乗務員に連絡するよう車内放送をしたが、これに対して申告はなかった。

車掌室にいと、後方の車両から移動してきた乗客から6両目に煙が入ってきているようだと申告があったため、車掌室の窓から右後方を確認したところ、トンネル内に煙が溜まっていた。

列車無線で指令に6両目に煙が入っていることを報告すると、4～6両目の乗客を1～3両目に移動させるよう指示があり、その旨を車内放送で2回ほど案内した。その後、降車して避難したほうがよい旨を指令に連絡したところ、ドアを開けると外から煙が入ることが考えられるのでドアを

開けるのを待つよう指示があった。

5、6両目には行っていないが、客室乗務員から5、6両目に乗客はいない旨の報告を受け、列車無線で4～6両目までに乗客はいない旨を指令に報告した。

その後、トンネル出口までの距離やトンネル外の状況が分からないことから、それらの状況を確認するため、無線機、合図灯と業務用携帯電話を持って1両目の運転室に向かった。途中、2両目まで行くと車内の照明が消えて真っ暗になった。運転室に到着し、本件運転士にトンネル出口周辺の状況を確認してくる旨を伝えて、22時20分ごろ降車した。

22時30分ごろ、トンネル出口に到着し、無線で本件運転士にトンネルを出るまで約10分だと連絡したが、本件運転士からの応答はなかった。

本件列車まで戻る途中、避難してくる大勢の乗客がトンネル内をこちらに向かって歩いてきていたので、あと数分ですから頑張ってくださいと声を掛けた。また、本件運転士とも出会い、自分が最後だと申告があったため、一緒に出口に向かった。事故当時、トンネル内の照明は点いておらず、スイッチの場所も分からなかった。

火が出ていたことはトンネル外に避難してから聞いたが、それまでは、火が出ているとの認識はなかった。

### (3) 客室乗務員A

6両目でワゴンサービスを行っていたところ、「ガン」という音とともに車両が跳ね上がって本件列車が急停止した。

停止後、車内の後方にワゴンを置いたとき、進行方向右側の後ろ座席3列目付近の車外に窓の3分の1程度の高さまで炎が見えた。このとき、乗客は避難準備をして5両目へ移動し始めていた。

乗客がいなかったことを確認しながら、4両目後方のデッキまで移動したところ、乗客から水はどこにあるかを聞かれ、4両目の車販室まで水、緑茶やおしぼりを取りに行き、それを乗客に配付した。その後、1両目の運転室に向かったところ、3両目に移動したときに車内の照明が消えた。

運転室に到着すると、本件運転士と数人の同社社員がいて、指令からの指示を待っている状況だったため、1両目のデッキで待機していたところ、デッキにいた同社社員が、2両目か3両目からは乗客が既に降車していると言っていた。

その後、同社社員が右扉を開けて、乗客を降車させ始めた。続いて、左扉も開け、そこからも乗客を降車させ、トンネルの側壁伝いに歩くよう誘導した。このときは、5、6名の同社社員が手伝っており、乗客も落ち着

いていたためスムーズに避難できていた。

最後の乗客が降車した後に降車し、壁伝いに歩いてトンネル外に出た。

#### (4) 客室乗務員B

本件列車が急停止したときは、2両目を巡回中だったが異常な揺れや音はなかった。停止後、3両目に入ったときにけがをされた方や飲み物をこぼした方は乗務員に申し付けるよう車掌の車内放送があったので、先頭の1両目から順に乗客に声を掛けて回った。巡回の途中の3両目で、4～6両目の乗客は列車の前方の車両に移るよう車内放送があり、後方の車両から多くの乗客が移動してきた。

その後、4両目まで行くと車販室で客室乗務員Aと乗客の2人が飲料を袋に入れており、その乗客からは飲み物を配った方がよいと言われた。そのとき、4両目には既に他の乗客はいなかった。3両目に戻ってしばらくすると、車内の照明が消え、また、煙がひどく苦しい状況になり、せき込む乗客が増えてきた。

3両目では、誰かが声を掛けることもなく、車両の前方から乗客が降車し始め、乗客の後に続いて3両目前方の左扉から最後に降車した。また、降車するとき、扉の下では段差がある旨の声掛けをする乗客がいて、その人と歩いてトンネル外に出た。

#### (5) 輸送指令長

列車停止直後の22時ごろ、石勝線の指令員と本件列車の乗務員とが無線で交信しているのを知り、そのやり取りを注視していた。

本件列車はトンネル内に停止し、煙が床下から4～6両目の車内に入り、立ち込めているとの情報だったので、乗客を煙のない1～3両目に移動させるとともに、本件列車を一刻も早くトンネルの外に移動させることが安全と考え、その対応を取っていた。また、発生した煙は、エンジンからの排気は何らかの形で車内に入ってきたのではないかと思い、本件列車が起動できない状態のときは、煙を抑えるため、一旦エンジンを止める処置もした。

当時、本件列車からの連絡では、火は出ていないと聞いていたので、指令では火災との認識はなかった。

本件列車との無線交信ができなくなった頃、関係社員の現地への出動手配と、警察、消防への通報等を行った。

(付図1 石勝線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場略図参照)

## 2.1.2 運転状況の記録

本件列車の運転室には、運転状況を記録する機能を有するモニタ表示装置が設備されているが、事故直後に発生した車両の火災により焼失したため、記録された情報は残っていなかった。

なお、3.4.2に後述するように、本事故の発生時刻は21時55分ごろであった。

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

同社から提出のあった資料によれば、負傷者は乗客78名及び本件車掌の計79名であり、いずれの負傷者も軽傷であった。また、車両ごとの乗客の負傷者数は表1のとおりである。

表1 車両ごとの乗客数及び負傷者数

(名)

	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	6両目	乗車車両不明	合計
乗客数	34	35	39	13	47	34	46	248
負傷者数	12	13	14	5	17	11	6	78

※ 負傷者数は乗客数の内数である。

乗客の主な負傷は、咽頭炎、喉頭炎、気管支炎、呼吸困難等の呼吸器系の傷病であった。

## 2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

### 2.3.1 事故現場に関する情報

- (1) 事故現場は夕張山地南部に位置し、周辺は比較的急峻な山地地形を呈している。
- (2) 事故現場付近は、トンネル及び橋りょうが連続する区間となっており、第1ニニウトンネル（南千歳駅起点66k344m～67k029m、延長685m、以下「南千歳駅起点」は省略。）から釧路駅方へ順に、スノーシェルター（延長163m）、スノーシェルター（延長159m）、第2ニニウトンネル（68k016m～278m、延長262m）及びパンケニニウ川橋りょう（69k366m、延長約121m）等の複数の橋りょう等の構造物がある。また、この付近は占冠村中心地から10km以上離れており、携帯電話の使用が困難なエリアである。

- (3) 本件列車は、第1 ニニウトンネルの釧路駅方の坑口から約201 mの地点(66 k 8 2 8 m) を先頭として全車両が同トンネル内に停止し、5両目の後台車第1軸が左に約25 cm脱線していた。

(付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場略図、付図4 脱線の状況参照)

## 2.3.2 鉄道施設に関する情報

### 2.3.2.1 路線の概要

同社の石勝線は、南千歳駅から新得駅に至る延長132.4 km、及び新夕張駅から夕張駅に至る延長16.1 km、の計148.5 kmの単線、非電化の線区であり、軌間は1,067 mmである。

(付図1 石勝線路線図 参照)

### 2.3.2.2 軌道

- (1) 軌道が最初に損傷を受けたと見られる69 k 2 2 4 m付近から事故現場付近に至る区間は、半径800 mの曲線と直線が交互に連続する線形となっており、本件列車の停止位置(66 k 8 2 8 m付近)を含む67 k 0 0 2 m付近から66 k 0 4 3 m付近までは半径800 mの右曲線となっている。

- (2) 本件列車の進行方向を基準とした勾配は、68 k 1 9 1 m付近から67 k 0 4 7 m付近までは7%の下り勾配で、そこから本件列車の停止位置(66 k 8 2 8 m付近)を含む66 k 1 5 9 m付近までは4%の上り勾配となっている。

- (3) 事故現場付近は、50 kg Nレール及びPCまくらぎが使用されたバラスト軌道である。なお、レール継目及び分岐器部には木まくらぎが使用されている。

- (4) 清風山信号場構内の釧路駅方及び札幌駅方には、それぞれ2基の分岐器(釧路駅方から順に、16番片開き分岐器(12イ)、8番乗越分岐器(12ロ)、及び12番片開き分岐器(21)、16番片開き分岐器(11イ))が設置されている。

- (5) 本事故発生前直近の軌道変位検査は平成23年5月12日に行われており、その結果に異常は認められなかった。

(付図3 事故現場略図 参照)

### 2.3.2.3 第1 ニニウトンネル

- (1) 第1 ニニウトンネルは、延長685 m、高さ約6 m、幅約5.1 mの馬蹄

形断面のトンネルである。

- (2) トンネル内面はコンクリートで覆工されており、待避所が30m間隔で右側に設置されている。なお、トンネル坑壁には、漏水防止工やコンクリート剝落防止工が施された箇所がある。
- (3) トンネル側壁には、保守作業のための照明設備（蛍光灯、常時「切」）が約15m間隔で設置されており、そのスイッチは両坑口に設置されている。
- (4) トンネル右側壁のスプリングライン<sup>\*3</sup>（SL）付近には、上から順に、高圧絶縁電線（2本）、低圧絶縁電線（4本）、漏洩同軸ケーブル（LCX、1本）、光ケーブル（1本）が敷設されている。このうち、漏洩同軸ケーブルは空間波無線のアンテナの役割をしている。
- (5) 軌道の左右の路盤にトラフが設置されており、右側のトラフ内には信号・通信ケーブルが、左側のトラフ内には高圧ケーブルが敷設されている。

（付図3 事故現場略図 参照）

### 2.3.3 事故現場付近の電気設備に関する情報

事故現場付近には、自動閉そく式の閉そく装置<sup>\*4</sup>及び自動列車停止装置（ATS）が設備されている。また、保安通信設備として、列車無線及び沿線電話機（有線）が設備されており、無線感度は、事故前の電気検測車による検査（平成22年6月8日）で異常は認められなかった。

列車の運行管理は、列車集中制御装置<sup>\*5</sup>（CTC）の遠隔制御によって行われている。

### 2.3.4 車両に関する情報

#### 2.3.4.1 車両の概要

車種	内燃動車（ディーゼルカー）
編成両数	6両
編成定員	293名（座席定員293名）
編成長	127.8m
編成の空車質量	256.4t

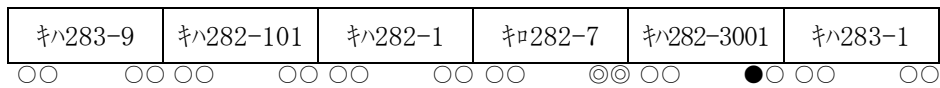
<sup>\*3</sup> 「スプリングライン」とは、トンネル内空断面において、上部半断面の下端の線をいう。第1ニニウトンネルにおいては、レールレベルから2,730mmの高さに位置する。

<sup>\*4</sup> 「閉そく装置」とは、1つの区間を1つの列車だけの運転に占有させ、他の列車を同時に運転させないために施行する運転の方式を採る装置をいう。

<sup>\*5</sup> 「列車集中制御装置」とは、線区内の列車の運行を監視し、信号機や転てつ器等の制御を一箇所集中して行うための装置をいう。

## 記号番号

←列車進行方向 ●：脱線軸 ◎：脱線後に復線したと見られる軸



## 台車

方式 空気ばね付軽量ボルスタ台車（制御付き自然振子式、リンク式操舵付き）

車輪径 φ 8 1 0 mm

## ブレーキ装置

方式 電気指令式空気ブレーキ

制御方式 各軸滑走再粘着制御

基礎ブレーキ ユニットブレーキ踏面両抱き式隙間調整付き

### 2.3.4.2 車体の構造

本件列車の車体は、軽量ステンレス（SUS301L、一部SUS304）構体であり、運転室のある先頭部のみ、鋼製（SS材、板厚3.2mm）となっている。

車体長は21.3m、車体幅は2.84mであり、車体高さは3.375m（運転室のない車両の場合）、及び床高さは1.15mである。

乗降用扉は、先頭車が左右に2箇所ずつ（有効幅670mm）、中間車が左右に1か所ずつ（同900mm）あり、プラグドアが取り付けられている。客室とデッキの間の扉は全て電気式自動引戸となっており、材質はアルミニウムである。また、車両間の扉（以下「貫通扉」という。）は5両目の釧路駅方は開き戸であるが、それ以外は電気式自動引戸となっており、材質はステンレスである。

客室内張はメラミン樹脂化粧板が用いられているが、蛍光灯カバー、反射板及び荷物棚等には塗装したアルミ板が用いられている。客室内の腰掛け、荷棚、内張等に使用されている材料は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に則した不燃性、若しくは難燃性のものであった。

客室の窓は縦80cm、横152cmの固定窓で、複層ガラス（強化ガラス：厚さ4mm、中間の空気層：厚さ6mm）が使用されている。また、このガラスの外側には、厚さ8mmのポリカーボネート板が取り付けられている。

床構造は、床上面までの厚さが45mmあり、キーストンプレート（SUS304、板厚1mm）の上に根太（SPCC、板厚1.2mm及び2mm）が設置され、その上に床板（A500P、板厚4mm）が貼られ、更にその上に、普通車では塩化ビニル樹脂床敷物（厚さ3mm）、グリーン車ではシート部に絨毯（厚さ16mm）及び通路部にアンダークッションとカーペットが敷かれている。キーストンプレートの上面に

は防音床詰物材（厚さ20mm、電線ダクト部を除く）を流し込み、グラスウール（厚さ25mm）を詰めてある。また、エンジン・台車上部の防音床詰物の上面には、軟質遮音シート（厚さ1mm）が貼られ、エンジン上部のキーストンプレートの下面には、防音材としてグラスウール（厚さ25mm）を詰めてある。これらの床を構成する主な部材の燃焼性は付図24に示すとおりである。

連結部のホロは、ホロ布にクロロスルフォン化ゴム（難燃性）、ホロ骨にFRP（φ8）及びステンレス（φ10）を組み合わせて使用した、全周ホロである。

（付図22 車体側部及び窓部の構造、付図24 床構造及び床の焼損状況 参照）

#### 2.3.4.3 駆動装置の構造

本件列車は、全車両が動力車であり、1両当たり2軸（各台車の車体中央側の輪軸）が動軸となっている。各車両には2基のディーゼルエンジンが搭載され、エンジン1基が動軸1軸を駆動しており、エンジンからの動力は、変速機、推進軸及び減速機を介して動軸（動輪）に伝達される。動軸の車軸中央付近に取り付けられた減速機は、車軸（車輪）を駆動する際に発生する反力を受けるため、減速機支え装置によって台車枠に支持されている。

減速機と減速機支え装置とは球面軸受けの特殊ピン（以下「吊りピン」という。）で結合されており、減速機支え装置の減速機支え棒の二叉部に減速機本体から出た角状の吊り部が入り、これらを吊りピンと特殊座金、溝付き六角ナットを用いて結合している。また、溝付き六角ナット部には割りピンが取り付けられ、吊りピンの頭部側（吊りピンが抜け落ちる側）にも割りピン（以下「脱出防止割りピン」という。）が取り付けられている。

吊りピンの材質はクロムモリブデン鋼（SNC631H）であり、締結部はM36×4（外径36mm、ピッチ4mm）のねじが切ってある。

溝付き六角ナットは、M36の2種高形溝付き六角ナット（JIS B 1170、強度区分4T）であり、「JIS B 1170 溝付き六角ナット」によれば、溝の数 6、割りピン寸法（参考）6.3×71とされている。

吊りピンの組立図面には、溝付き六角ナットの締め付けトルクは指定されていない。

（付図8 動力伝達装置の構成 参照）

#### 2.3.4.4 非常時の設備

##### (1) 火災検知回路

本件列車の各車両には、動力ユニット上部に温度ヒューズがそれぞれ3個設置されている。温度ヒューズは熱による溶断式で、溶断温度は



132℃以上である。

これらの温度ヒューズのうち、いずれかが溶断すると、変速機を中立としてエンジンを停止させ、また、運転室の火災表示灯が点灯するとともに非常ブザーが鳴動する仕組みとなっている。

## (2) 消火設備

本件列車には、消火設備として消火器が装備されている。

各車両の床下には前後の動力ユニットの消音器近傍に各1個の計12個、車内には1両目と6両目の前後のデッキに各1個及び2～5両目のデッキに各1個の計8個の消火器が設置されている。

なお、消火器は、車内が強化液（ABC）消火器、床下が粉末（ABC）消火器である。

## (3) 非常通報装置

本件列車には非常通報装置が設置されており、各車両の客室内には、一方の客室扉の上部付近に非常通報装置の押しボタンが設置されている。

押しボタンが押されると、運転室及び車掌室のブザーが鳴り、モニタ装置に非常通報装置が扱われたことが表示される。

## (4) 予備灯

各車両の客室には予備灯が設けられている。車両に搭載された2基のエンジンの両方が停止したときに、客室の照明の一部が予備灯として点灯状態を維持する。

## (5) 換気口

各車両には換気口が設けられている。これらの換気口は、トンネル等が連続する区間では、通常は閉じられているが、電気の供給が断たれた場合には自動的に開放される。

(付図25 車両に装備された消火器の位置、付図26 火災検知回路の温度ヒューズの状況(その1)、付図26 火災検知回路の温度ヒューズの状況(その2) 参照)

### 2.3.4.5 車両の検査

本件列車の車両に係る定期検査の実施日は表2のとおりであり、これらの検査記録に異常等に関する記載はなかった。

表2 本件列車の車両の製造及び検査履歴

記号番号	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	6両目
	キハ283-9	キハ282-101	キハ282-1	キハ282-7	キハ282-3001	キハ283-1
製造	H10. 2. 26	H 8. 10. 5	H 8. 12. 25	H13. 6. 20	H10. 2. 26	H 8. 10. 4
全般検査 <sup>*6</sup>	H17. 10. 7 1,638,641.3	H23. 3. 9 75,030.5	H16. 2. 2 2,370,184.5	H21. 6. 26 612,511.5	H17. 12. 21 1,867,134.3	H16. 7. 6 2,023,184.9
要部検査 <sup>*7</sup>	H22. 11. 1 164,345.7	(H23. 3. 9)	H21. 12. 25 483,621.1	H22. 12. 17 137,846.9	H22. 1. 29 443,221.7	H23. 2. 24 83,513.3
交番検査 <sup>*8</sup>	H23. 4. 20 30,455.0	(H23. 3. 9)	H23. 4. 22 32,781.0	H23. 3. 15 67,693.6	H23. 4. 8 50,132.6	H23. 5. 25 2,101.6
仕業検査 <sup>*9</sup>	H23. 5. 25 2,101.6	H23. 5. 25 2,101.6	H23. 5. 25 2,101.6	H23. 5. 25 2,101.6	H23. 5. 25 2,101.6	(H23. 5. 25)

※上段は検査日（「H」は、元号（平成）を表す。以下同じ。）、下段は検査から事故までの走行距離（単位はkm）を示す。

同社の「気動車整備標準」によれば、減速機支え装置については、全般検査及び要部検査において取り外し、各部の損傷、摩耗及び劣化に関する検査を行い、支え棒については磁粉探傷試験を、吊りピンについては寸法確認を実施することとされている。また、交番検査における検査内容は「給脂」、仕業検査における検査内容は「取付状態」とされ、適用欄には「給脂は交番検査時に行う。但し、交番検査周期が概ね3万kmを超える場合、交番検査周期の中間を目途に給脂を行う。」と記載されている。

車輪及び車軸については、全般検査及び要部検査において取り外し、磁粉探傷試験、超音波探傷試験、車輪径・踏面の状態、フランジ高さ・厚さ及びバックゲージに関する検査を実施することとされている。また、交番検査における車輪の検査内容は「踏面擦傷及び剝離」及び「車輪寸法測定」、仕業検査における車輪の検査内容は「状態」とされ、適用欄には「車輪の踏面に擦傷、剝離が見つかった場合は、速やかに車輪削正計画を立て、削正すること及び「踏面擦傷、剝離の長さの使用限度<sup>\*10</sup>」は、「50mm以上75mm未満のものが、2箇所」若しくは「75mm以上の

\*6 「全般検査」とは、「施設及び車両の定期検査に関する告示」（平成13年12月25日国土交通省告示第1786号）（以下「告示」という。）の「全般検査」に該当し、96か月を超えない期間ごとに実施される。

\*7 「要部検査」とは、告示の「重要部検査」に該当し、48か月又は走行距離が50万kmを超えない期間のいずれか短い期間ごとに実施される。

\*8 「交番検査」とは、告示の「状態・機能検査」に該当し、90日を超えない期間ごとに実施される。

\*9 「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12月25日国土交通省令第151号）の「列車の検査」に該当し、鉄道事業者が検査時期及び内容を定めて実施される。

\*10 「使用限度」とは、同社の「気動車整備基準（規程）」において、一定の限度に達した場合、以後の使用を禁止する限度値とされている。

ものが1箇所」と記載されている。

交番検査の記録は、装置ごとに検査、交換といった処置内容のマークを記録する形のチェックシートとなっている。ただし、減速機支え装置については「減速機及び配管・推進軸・減速機」、車輪踏面については「台車走り装置」に包括されており、個別の記入欄は設けられていなかった。これらについて、異常や不良等が発見された場合は、「不良箇所」欄等に別記することとされているが、当該箇所については記載がなかった。

仕業検査の記録は、検査の実施箇所、実施日及び走行距離等のみが記載されており、検査の実施内容に関する記載はなかった。

本件列車の車輪の直近の修繕（取替又は削正）状況は表3のとおりであった。

なお、同社によれば、キハ283系の車輪踏面の計画削正周期は、夏期は10～11万kmごと、冬期は9～10万kmごととのことであった。なお、（台車の分解を伴わない）在姿での車輪削正は、本件列車の車両が所属する釧路運輸車両所ではなく、在姿車輪旋盤が設置された札幌運転所で実施されている。

表3 本件列車の車輪の修繕記録

記号番号	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	6両目
	キハ283-9	キハ282-101	キハ282-1	キハ282-7	キハ282-3001	キハ283-1
内容	削正	取替	削正	取替	削正	取替
実施理由	熱亀裂	計画取替	計画削正	計画取替	計画削正	計画取替
日付	H23. 5. 6	H23. 3. 9 (全般検査)	H23. 1. 11	H22. 12. 17 (要部検査)	H23. 3. 1	H23. 2. 24 (要部検査)
削正後の 車輪径	797.5	—(新品)	773.0	—(新品)	770.0	—(新品)
走行距離 (修繕～事故)	19,555.7	10,230.5	123,031.7	137,846.9	79,766.5	83,513.3

## 2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する情報

### 2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

#### 2.4.1.1 軌道

確認された軌道の主な損傷の状況は、以下のとおりである。

- (1) 69k239m付近及び69k235m付近の道床上及びレール内側に油が付着していた。

- (2) 69k224m付近から67k065m付近までの間に、打撃によると見られる損傷を受けたPCまくらぎが数多く認められ、このうち、69k217m付近の3本のPCまくらぎが著しく損傷していた。
- (3) 69k200m付近から67k920m付近にかけて、軌間中央のやや右に油によると見られる汚れがほぼ連続して付着していた。
- (4) 清風山信号場釧路駅方の12イ分岐器(67k875m～912m)のフロントロッド、控え棒等が曲損していた。
- (5) 同12口分岐器(67k819m～835m)の左リードレール頭部側面に擦過痕があり、同レールが右に変位していた。また、67k822m付近から67k829m付近までの左基本レール頭頂面に車輪フランジによると見られる線状の傷が認められ、67k822m付近から21分岐器付近にかけては、左レール軌間外側及び右レール軌間内側のレール締結装置の損傷が連続して認められた。
- (6) 67k820m付近から清風山信号場札幌駅方の21分岐器(67k130m～160m)のリード部までの間には、PCまくらぎ及び木まくらぎ上の左レールの軌間外側と右レールの軌間内側に車輪フランジによると見られる線状の傷が連続して認められた。
- (7) 21分岐器の左リードレール頭部側面に擦過痕があり、同レールは右へ変位していた。
- (8) 21分岐器のリード部から11イ分岐器(67k069m～106m)のクロッシング部までの間には、木まくらぎ上の左レールの軌間外側と右レールの軌間内側に2条の車輪フランジによると見られる線状の傷が断続して認められ、11イ分岐器のクロッシング部からポイント部にかけての線状の傷は1条であった。
- (9) 11イ分岐器のクロッシング(ノーズレール頭部側面)及び左基本レール頭部側面に擦過痕が、右のガードレールには打痕が認められた。また、右リードレールは左に傾倒していた。さらに、締結装置や止め金具、フロントロッドが損傷していた。
- (10) 67k071m付近及び67k077m付近の木まくらぎの軌間内には、著しくささくれだった打痕が認められた。
- (11) 67k065m付近から67k067m付近までの左レール頭頂面に車輪フランジによると見られる線状の傷が認められた。
- (12) 67k065m付近から5両目の後台車第1軸の停止位置までの間には、左レールの軌間外側及び右レールの軌間内側のPCまくらぎ上に車輪フランジによると見られる線状の傷が連続して認められた。

(付図5 まくらぎの損傷状況及び脱落した主な部品の発見地点、付図6 清風山信号場構内 分岐器付近の損傷状況(その1)、付図6 清風山信号場構内 分岐器付近の損傷状況(その2) 参照)

#### 2.4.1.2 電気設備

69k153mに設置されたATS地上子に接触痕があり、67k722m及び67k262mに設置されたATS地上子は損傷していた。また、清風山信号場構内で本件列車の進路上にあったレールボンド等、軌道回路の一部が損傷していた。

(付図7 事故現場付近の電気設備の損傷状況 参照)

#### 2.4.2 車両の状況

##### 2.4.2.1 車両の損傷及び痕跡の状況

4両目の後部減速機から6両目までの床下機器が損傷していた。各車両の損傷状況は以下のとおりであった。

###### (1) 4両目(キロ282-7)

後台車の動力伝達装置は損壊して推進軸と減速機が分離していた。垂下した減速機の吊り部に打痕が認められ、推進軸(スプライン軸)は曲損していた。また、吊りピン、推進軸の一部(自在継手等)、減速機かさ歯車等が脱落しており、脱落したこれらの部品は、本件列車停止位置の約2km手前から軌道上に点在していた。このうち、推進軸側ヨーク(自在継手)は、十字軸が破断していた。

台車端にあるブレーキつなぎ棒、車体台枠に取り付けられた推進軸保護枠が曲損し、台車枠横ばり下面には打痕や引っ掛かれたような傷があった。また、後部連結器の一部に変形が認められた。

後台車では、前台車の車輪に比べて4輪とも車輪フランジに傷が著しく多く、打痕も認められたほか、第2軸のブレーキ制輪子が脱落していた。また、第1軸左車輪には踏面の剝離が認められた。

###### (2) 5両目(キハ282-3001)

ブレーキつなぎ棒の曲損や台車枠横ばり、変速機、静止形電源装置、エンジン等の下面に打痕や擦過痕が多く認められた。これらのうちの幾つかには、減速機かさ歯車の歯の間隔とおおむね同様な幅約30mm間隔で平行な線状の傷が認められた。さらに、2個ある燃料タンクの下面に穴が開いており、いずれも燃料は残っていなかった。また、後台車第1軸の車輪フランジは他の車輪に比べて傷が著しく多かった。

(3) 6両目（キハ283-1）

5両目と同様にブレーキつなぎ棒の曲損や台車枠横ばり、変速機、静止形電源装置、エンジン等の下面に打痕や擦過痕が多く認められた。これらのうちの幾つかには、減速機かさ歯車の歯の間隔とおおむね同様な幅約30mm間隔で平行な線状の傷が認められた。さらに、前部の燃料タンクの下面に穴が開いており、同燃料タンクには燃料が残っていなかった。また、油圧タンクには作動油が漏出するような損傷はなかった。

(4) 4～6両目の燃料等の残量

床下機器が損傷した4～6両目の、本事故後における燃料（軽油）、機関潤滑油、変速機潤滑油等の残量は表4のとおりであった。

表4 4～6両目の燃料等のタンク内残量

数値は概数（単位：L）

動力ユニット	タンク容量	タンク内残量					
		4両目		5両目		6両目	
		前部	後部	前部	後部	前部	後部
機関潤滑油	42	37	36	8	2	1	0
機関冷却水	50	49	84	0	0	0	50
変速機潤滑油	50	54	54	8	1	0	1
減速機潤滑油	13	11	0	11	11	11	11
油圧機器(補機)作動油	98	114	98	118	91	10	98
燃料(軽油)※	580×2	760		0		0	

※ 燃料（軽油）タンク内残量：前部と後部の燃料タンクはつながっているため、表中の数値は前部と後部タンクの合計値である。

(付図4 脱線の状況、付図5 まくらぎの損傷状況及び脱落した主な部品の発見地点、付図9 動力伝達装置等の損傷状況（4両目後部）、付図10 床下機器の損傷状況 参照)

#### 2.4.2.2 脱落した動力伝達装置の主な部品の発見地点

4両目後台車から脱落した動力伝達装置の主な部品の発見地点は、表5のとおりであった。

なお、吊りピンに取り付ける溝付き六角ナットとその割りピン、特殊座金、軸受押さえ及び脱出防止割りピンは発見することができなかった。

表5 主な部品の発見地点

部品名称	発見地点
自在継手の軸受	6 9 k 1 4 8 m付近及び 6 9 k 1 9 1 m付近
吊りピン	6 8 k 8 7 5 m付近
推進軸側ヨーク	6 8 k 4 8 6 m付近
推進軸の外筒	6 8 k 4 6 1 m付近
減速機かさ歯車 (減速機側ヨークを含む)	6 7 k 0 2 0 m付近

(付図3 事故現場略図、付図5 まくらぎの損傷状況及び脱落した主な部品の発見地点 参照)

#### 2.4.2.3 4両目後台車の吊りピン等の損傷状況

脱落した4両目後台車の吊りピンには、付図11に示すように多数の打痕及び擦過痕があり、ねじ部の先端近くの180度向かい合った位置の両側に、それぞれ幅25～28mm、深さ3～4mm程度の凹みがあった。減速機支え棒の二叉部の両側には、吊りピンを受ける穴の縁に約30mmの直線上の凹みがあった。また、脱出防止割りピンを取り付ける耳金が大きく曲がっていた。

これらの凹み及び耳金の曲がり、吊りピンを減速機支え棒から抜ける側に移動させたときの減速機支え棒、球面軸受け及び吊りピンが互いに干渉する位置と一致していた。

(付図11 吊りピン等の損傷状況(その1)、付図11 吊りピン等の損傷状況(その2) 参照)

#### 2.4.2.4 減速機支え棒と吊りピンの締結状況

本件列車の4両目後台車以外の台車について、吊りピン部10か所の調査を行った。その結果は、次のとおりであった。

- (1) 溝付き六角ナットは、10か所のうちの1か所が手で緩む状態となっていた。
- (2) 複数の溝付き六角ナットの割りピンには、同ナットと接触する頭部側及び

先端側の部分にそれぞれ摩耗が生じていた。

- (3) 特殊座金は、全10か所で設計図面と異なる外径80mm（設計図面では85mm）のものが使用されていた。同社によれば、平成6年に281系振り子式特急気動車用の座金として、外径80mmの座金を200枚購入した実績があり、それらが、本件列車の車両にも使用された可能性があるとのことであった。
- (4) 複数の脱出防止割りピンには、耳金と接触する頭部側及び先端側の部分にそれぞれ摩耗が生じていた。

また、脱落した吊りピンが固定されていた減速機支え棒は、特殊座金との接触面がリング状に凹んでおり、その直径は特殊座金の外径とほぼ一致していた。このため、本件列車の4両目後台車及び2両目前台車並びに本件列車以外の2台車の計4台車の減速機支え棒について、特殊座金との接触面の凹み深さを測定した。その結果、4両目後台車の減速機支え棒の凹み深さは、他の減速機支え棒に比較して大きな値であった。

（付図12 減速機支え棒の凹みの状況 参照）

#### 2.4.2.5 4両目後台車の車輪踏面剥離状況

4両目の後台車第1軸の車輪踏面に剥離が認められたことから、本事故後に車輪踏面の詳細な調査を実施した。

4両目の後台車第1軸（当該車両の前から3軸目）の左車輪（以下「3L車輪」という。）には、広範囲に<sup>うろこ</sup>鱗状の剥離が認められ、その範囲は付図13に示す真円度測定における計測点の⑰～⑳（以下「付図13に示す真円度測定における計測点」は省略。）であった。

鱗状の剥離は、⑰と⑱の間を谷底として、段丘状に積み重なるように配向しており、この箇所では鱗状の方向が反転している。この箇所の周辺にはスポット的な剥離が認められ、⑳付近ではスポット的な剥離部の断面が山脈状を呈しており、⑱付近では鱗状に剥離した薄片の辺縁部にスポット的な剥離が連なり、溪谷状を呈していた。

これに対し、同じ軸の右車輪（以下「3R車輪」という。）では、⑰付近及び⑰と⑱の間にスポット的な剥離が認められたが、3L車輪のような広範囲な剥離は発生していなかった。

車輪の真円度測定の結果によれば、3L車輪では⑰～㉓（円周方向長さ600mm）の間で踏面が凹んで車輪の形状が不整（以下「円周形状不整」という。）となっており、深さは⑰で3.46mmであった。なお、⑱付近にある溪谷状の剥離箇所の谷底の深さは4.50mmであった。また、3R車輪では⑰～⑳の間が僅かに凹んでお



り、その深さは①で0.33mm、②では0.34mmであった。

(付図13 真円度測定結果、付図14 踏面剥離の状況(その1)、付図14 踏面剥離の状況(その2) 参照)

## 2.5 鉄道施設及び車両の焼損状況

### 2.5.1 鉄道施設の焼損状況

第1ニニウトンネル内で確認された主な焼損の状況を以下に示す。

- (1) 本件列車5両目の停止位置付近である66k930m付近から66k818m付近にかけて、天端付近が赤褐色から淡赤褐色に変色していた。
  - (2) 66k500m付近から66k944m付近にかけての覆工コンクリートには、表面に黒色から濃灰色の煤が付着し、その両坑口側にもやや不明瞭であるが煤の付着が認められた。
  - (3) 66k830m付近から66k950m付近にかけての覆工コンクリートには、爆裂<sup>\*11</sup>によると見られるコンクリート表面の剥離が認められた。
  - (4) 停止した6両目の前部エンジンの下方に位置する66k944m付近の木まくらぎ(レール継目部)が著しく焼損し、その前後の各3m程度の範囲の道床バラストの表面が赤褐色に変化していた。
  - (5) 本件列車が停止した箇所付近では、漏水防止工やコンクリート剥離防止工、並びに右側側壁に敷設されていた電力絶縁電線及び漏洩同軸ケーブルが66k800m付近から66k970m付近にかけて焼損していた。さらに、照明設備が66k680m付近から66k960m付近にかけて焼損していた。
  - (6) 66k874m付近にあるATS地上子の配線が焼損していた。
- (付図18 列車停止箇所付近のトンネル覆工の焼損状況、付図19 第1ニニウトンネル坑内の焼損状況、付図20 6両目前部エンジン周辺の軌道の焼損状況 参照)

### 2.5.2 車両の焼損状況

車体及び車内設備は、6両とも焼損しており、また、本事故後に確認した際には、車両間の貫通扉は戸袋内に収まっている等、全て開いた状態であった。いずれの車体も下方向へ撓<sup>たわ</sup>んでおり、その程度は1両目ほど大きかった。6両目を除く車両の車体側面の焼損は、窓枠の上方でその程度が強くなっていた。6両目については、左側面では機関制御箱付近の側体、特に窓の下側が強くと焼損していた。右側面は発

\*11 「爆裂」とは、コンクリートやモルタルなどが外部より火熱を受けた際に、それらの内部で発生する水蒸気圧や熱応力によって表面が剥離することをいう。

電機の直上並びに前から2つ目の窓の上方が他に比べて強く焼損していた。(付図21)

本件列車の窓には、外側にポリカーボネート板(厚さ8mm)が取り付けられており、先に述べた6両目左側の機関制御箱の上方の窓に取り付けられたポリカーボネート板は、車内側に向かって垂れていたが、この窓以外は車体の外側に向かって垂れていた。(付図22、23)

床下機器は、全車両のうち6両目の前部エンジン周辺のみが焼損しており、外観上では、特に発電機、過給機及び油圧コントロールバルブから左側の台枠下面が白～濃褐色に変色し、火災による被害を強く受けていたことを示していた。また、6両目前部エンジン周辺の車体では右側に比べて、左側の断熱材が著しく焼損していた。また、エンジンは相対的に後端部側ほど激しく焼損していた。さらに、エンジン周辺の配管に使用されているホース類は完全に焼失し、また電線類も著しく焼損していた。(付図21)

火源を確認するために、火災による被害を特に強く受けている床下機器、通常の運転中に高温になる機器等を分解調査した。(付図27)

その結果は次のとおりである。

(1) エンジン

シリンダーヘッド及びフィルター類は後方のものほど火災による被害を強く受けていた。

シリンダー内部は煤が均質に薄く付着しており、爆発痕や異常な燃焼が生じた痕跡は認められなかった。

(写真12 エンジン周辺の焼損状況(6両目) 参照)

(2) 吸排気系

空気清浄器内の濾紙(紙製)はほとんど燃え尽きていたが、爆発痕、異常な燃焼を示すと見られる痕跡は認められなかった。

また、排気管内部、排気管カバー内(底部)、過給機内部、排気ブレーキ管内部及び消音器内部には、ほぼ均一に煤が付着していたが、爆発痕、異常な燃焼を示すと見られる痕跡は認められなかった。

(写真13 吸排気系統の概要、写真14 吸排気系部品の焼損状況(6両目)(1)、写真15 吸排気系部品の焼損状況(6両目)(2) 参照)

(3) 発電機

整流器(シリコン製)が焼損し、冷却ファン(アルミ鋳物)やファンモータ回転子のコイル部分が溶損していた。また、ファン回転子に擦過痕、アーク痕は認められなかった。

(写真16 発電機及びセルモータの焼損状況(6両目) 参照)

(4) セルモータ

ブラシの取付け位置、取付け状態に異常は認められなかった。また、整流子及びブラシに擦過痕やアーク痕は認められなかった。分解調査時には整流子及びブラシに煤が付着していたが、錆は認められなかった。また、ピニオンの取付け状態に異常は認められず、欠損も認められなかった。

(写真16 発電機及びセルモータの焼損状況(6両目) 参照)

(5) 燃料タンク及び油圧タンク

各タンクとも、外板は焦げて煤等が付着していたが、仕切り板などの内部の部材に変形、焼損は認められなかった。

(写真17 燃料タンク及び油圧タンクの焼損状況(6両目) 参照)

(6) エンジン上部の配線等

アーク痕等の出火を示す痕跡は認められなかった。

また、本件列車の各エンジン付近には、運転席のモニタに火災を知らせるための温度ヒューズ(溶断温度は132℃以上)が台枠下面にそれぞれ3か所、取り付けられており、この温度ヒューズは6両目前部エンジン付近の3か所のみが溶断していた。

(付図26 火災検知回路の温度ヒューズの状況(その1)、付図26 火災検知回路の温度ヒューズの状況(その2)、写真18 エンジン上部の配線の焼損状況(6両目) 参照)

(付図21 6両目の焼損状況(その1 車体側部)、付図21 6両目の焼損状況(その2 前部エンジン周辺)、付図22 車体側部及び窓部の構造、付図23 6両目の車体側部及び窓部の焼損状況、付図24 床構造及び床の焼損状況、付図27 6両目焼損部位の主な分解箇所、写真4 車両の焼損状況(1)、写真5 車両の焼損状況(2)、写真6 車内の焼損状況(1両目)、写真7 車内の焼損状況(2両目)、写真8 車内の焼損状況(3両目)、写真9 車内の焼損状況(4両目)、写真10 車内の焼損状況(5両目)、写真11 車内の焼損状況(6両目) 参照)

## 2.6 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 26歳

甲種内燃車運転免許

平成22年6月29日

本件車掌 男性 60歳

客室乗務員A 女性 25歳

客室乗務員B 女性 21歳

## 2.7 運転取扱いに関する情報

### 2.7.1 事故現場付近の制限速度

同社の「運転取扱心得（実施基準）」及び「列車運転速度表」によれば、事故現場付近における本件列車の制限速度は以下のとおりである。

- (1) 駅間の最高運転速度は130 km/h
- (2) 15%以下の下り勾配に対しては120 km/h、10%以下の下り勾配に対しては125 km/h

### 2.7.2 本件列車の運転状況

事故当時、清風山信号場における軌道回路<sup>\*12</sup>リレーの動作記録は表6のとおりであった。

表6 軌道回路リレーの動作記録

時刻	軌道回路名	軌道回路	軌道回路リレーの動作
		キロ程	
21時54分35秒5	12イT	67k853m～68k290m	列車の進入
21時54分49秒0	12ロT	67k742m～67k853m	列車の進入
21時54分52秒5	2RT	67k242m～67k742m	列車の進入
21時54分56秒5	12ロT	67k742m～67k853m	列車の進出
21時55分08秒9	11イT	66k128m～67k242m	列車の進入
21時55分13秒7	2RT	67k242m～67k742m	列車の進出

これによれば、本件列車の運転状況は、以下のとおり試算される。

- (1) 21時55分ごろ、同信号場下り出発信号機（67k742m）付近を速度約112 km/hで通過した。
  - (2) ブレーキが操作された後、同信号場上り出発信号機（67k242m）付近を速度90～95 km/hで通過した。
  - (3) 21時55分35～40秒ごろ、66k828m地点に停止した。
- (付図15 本件列車の新得駅～追分駅間のダイヤグラム、付図16 本件列車の走行状況 参照)

### 2.7.3 列車無線の交信記録

本事故発生直後の列車無線の交信記録によれば、本件列車の乗務員等と指令員と

<sup>\*12</sup> 「軌道回路」とは、レールを電気回路の一部として利用し、列車の有無を検知したり制御のための情報を伝達する装置をいう。

の主な交信内容等は、概略表7のとおりであった。

表7 列車無線の交信記録

時刻	発信者	内容
21時56分ごろ	本件運転士	5、6両目の機関停止、逆転機不調等の異常を確認したため、緊急停止した旨を報告
22時00分ごろ	本件車掌	4～6両目にかなりの量の煙が入ってきている旨を連絡
	指令員	本件列車の停止位置を確認
22時01分ごろ	本件運転士	トンネル内に停止している旨を報告
	指令員	直ちに運転再開し、トンネル外まで移動するよう指示
22時03分ごろ	指令員	4～6両目に煙が充満しているようであれば、乗客を1～3両目に案内するよう指示
	本件車掌	車内放送により移動してもらっている旨を報告
22時04分ごろ	指令員	停止位置が第1ニニウトンネル内であるか確認
	本件運転士	第1ニニウトンネル内だと思いと報告
22時05分ごろ	本件車掌	本件運転士が、逆転機が入らないため力行できないと言っている旨を報告
22時06分ごろ	本件車掌	3両目も煙がひどい状況である旨を報告
	指令員	大至急、車内放送により乗客に4両目より前に移動するよう案内し、4～6両目に乗客がいないことを確認するよう指示
22時07分ごろ	本件車掌	前から降車してトンネルを避難した方が良い旨連絡
	指令員	トンネル内のため乗降ドアを開けたとしても、更に煙が立ち込めることも考えられるので、ドアを開けるのを待つよう指示
22時09分ごろ	指令員	4～6両目に乗客が残っていないか確認するよう指示
22時10分ごろ	本件車掌	4～6両目に乗客はいない旨及びすごい煙で息もできない旨を報告
	指令員	機関全停止ボタンを扱うよう指示
22時11分ごろ	指令員	乗客を先頭車の方へ全員避難させるよう指示
	本件車掌	避難させている旨を報告
	本件運転士	機関全停止ボタンを扱った旨を報告
22時13分ごろ	指令員	先頭車周辺の煙の状況を確認
	本件運転士	煙がひどい状況である旨を報告
	指令員	先頭車のエンジンを床下にて手動で始動するよう指示
この間、指令員が乗務員に呼び掛けても応答なし		

22時29分ごろ	同社社員	トンネル内に煙が充満しており、車内にかなりの量の煙が入っている旨を報告
22時30分ごろ	指令員	全乗客の誘導は終わっているか確認
	同社社員	前の車両に誘導しているが、煙が充満して苦しい状況である旨及び火災は発生していない旨を報告
	指令員	トンネル内の停止位置を確認
22時31分ごろ	同社社員	中央部だと思いと報告
22時34分ごろ	同社社員	乗客が降車している旨を報告
これ以降、指令員が乗務員に呼び掛けても応答なし		

#### 2.7.4 車両の転動防止に関する取扱い

車両の転動防止については、同社の「運転取扱心得（実施基準）」及び「動力車乗務員作業標準」において、次のように定められている。これらによれば、本事故時においては、車両に手歯止めを装着することが必要となるが、本事故後の本件列車の車両に手歯止めは装着されていなかった。

##### 運転取扱心得（実施基準）

###### （車両の転動防止）

第63条 本線に車両を留置するときは、相互に連結してブレーキを緊締したうえ、必要に応じ、手歯止めをしなければならない。側線に留置した車両が本線に逸走するか又は転動して本線を支障するおそれがある場合についても同様とする。

2 （略）

##### 動力車乗務員作業標準

###### 第42 転動防止

車両を留置する場合の取扱いは、次による。

(1)～(3) （略）

(4) 事故その他の処置を行うために運転室を離れる場合は、非常ブレーキを扱った後、次に掲げる割合以上に手ブレーキ又は留置ブレーキ若しくはサイドブレーキを緊締し、手歯止めを装着すること。

以下 （略）

(5) （略）

## 2.8 本件列車の乗客の口述

### 2.8.1 乗客として乗車していた同社社員

本件列車が停止してからトンネル外に避難するまでの状況は、本件列車に乗客として乗車していた同社社員の口述によれば、概略次のとおりであった。

#### (1) 同社社員A（1両目乗車）

1両目の前方左側の座席に座っていた。本件列車が停止後、しばらくして後方3両の乗客は前方3両に移動するよう車内放送が入った。その頃、他の社員が運転室に入っていきのを見て、それに続いて運転室に入った。また、この他にも、数人の社員が運転室に駆けつけてきた。

その後、本件運転士と社員が車両点検のために降車していたとき、何のブザーか分からないが運転室でブザーが鳴っていた。

運転室に戻ってきた本件運転士から外は煙がひどい、と聞き、また、その頃、デッキの方から「もう、外は人が歩いているぞ」という声が上がった。無線が一時回復したときに、それらを指令に連絡した。

その後、無線が全く通じなくなったため、トンネルの外に出て指令に連絡する旨を本件運転士に伝えて降車した。また、デッキにいた他の社員とは、もう乗客を降車させないといけない旨の話しをした。

トンネル内では既に何人かが歩いていたが、辺りは煙で真っ白で手探りの状態であった。トンネル外に出ると、既に他の社員が沿線電話で指令に連絡していたため、再度本件列車まで戻って乗客を誘導することとした。トンネル内を本件列車に向かって歩いていると、本件運転士、本件車掌、客室乗務員と乗客2名が避難してきたため、その乗客を背負ってトンネルの外まで歩いた。

#### (2) 同社社員B（1両目乗車）

1両目の中間付近の座席に座っていた。本件列車が停止後、「急ブレーキを掛けましたので、おけがをされた方、飲料をこぼされた方はお知らせください」との車掌の放送案内があった。何かあったのかと思い、4両目の車掌室へ様子を聞きに行くと、異音を感じたため本件運転士にブレーキを掛けるよう車内電話で連絡したとのことであった。その頃、後方車両の大勢の乗客が煙いと言って移動してきたため、本件車掌はその旨を指令に連絡していた。また、本件運転士と指令との無線交信で、逆転機が入らないことを聞き、1両目の運転室へ向かった。

運転室に入ると、本件運転士は指令の指示を受けてエンジン停止の処置を行っていた。次に、下回りでエンジンを始動するよう指示があったので、本件運転士と一緒に右扉から降車して、本件列車の左側に行ったが、煙が

ひどくエンジンを始動できなかった。そのまま、トンネル内を3両目まで進んだが、煙で前も見えない状態であったため、一旦運転室に戻って指令へ状況を報告することとした。本件運転士に続いて右扉から車内に入るとき、車外から足音が聞こえてきたので、既に乗客が降車し始めていると思った。

指令に無線連絡しようとしたが、既に通信できない状態だったため、降車して沿線電話を探そうとトンネルの外まで行った。トンネル出口に向かっていくときに既に歩いている人にぶつかった。トンネル外で沿線電話を見付け、指令に乗客が降車し始めて収拾がつかない状況であること、トンネル外に誘導することを連絡した。連絡が終わり本件列車に戻ろうとしたところ、乗客が次々にトンネルから出て来ていたため、再度沿線電話で指令に状況を報告した。

### (3) 同社社員C（1両目乗車）

1両目の中間付近の右側座席に座っていた。本件列車が停止後、2度ほど後方の車両の乗客は前方の車両に移動するよう車内放送があった。そのとき、何となく臭いを感じたため2両目の方に向かったところ、1両目と2両目の連結部辺りで異臭がした。

運転室に行くと既に社員が2人おり、何か協力できることはないかと声を掛けた。本件運転士と社員の2人が床下へ向かったので、その後を続けて降車したが、煙で前が見えない状態であったため車内に戻り待機していた。

2人が戻ってきた頃、「後ろの車両ではもう降車している」との乗客の声が聞こえた。この頃、車内は真っ暗で逼迫した状況だったため、他の社員と、もう乗客を降車させなければ駄目だと話をしていた。

誰が最終判断をしたのかは分からないが、乗客の降車が始まった。後方車両の様子を見に行くため2両目に行くと、この先には誰もいないと声を掛けられたため、1両目に戻った。1両目前方は乗客が集中していたため、開いていた2両目の左扉から降車するよう誘導した。

### (4) 同社社員D（1両目乗車）

1両目の後方の左窓側の座席に座っていた。本件列車が停止後、しばらくして、後ろの車両の乗客は前3両に移るよう車内放送があった。その後、乗客の移動により通路の扉が開いたため、車内に少し白煙が入ってきて臭いが立ち込め、その臭いが段々強くなり、煙も濃くなってきた。煙は、最初のうち白っぽかったが次第に灰色になり、その後何分かすると黒くなってきた。風は、後ろの車両から先頭車両の方向に吹いていたと思う。また、



エンジンが止まると、その数秒後には予備灯を含めて照明が全て消えた。

(5) 同社社員E（2両目乗車）

2両目の一番前の左窓側の座席に座っていた。本件列車は、車両が上下に揺れた後、ブレーキが掛かり停止した。本件列車が停止後、しばらくして「原因を調べているので少々お待ちください」との車内放送が流れた。その数分後、エンジンが止まり電気が切れて車内は真っ暗になった。この頃から、煙がだんだんとひどくなってきた。また、後方車両の乗客は停電する前に移動してきた。

前方から同社社員か公務員の方はいないかとの声が聞こえたため、1両目の運転室前まで行って同社社員である旨を申告したところ、乗客の誘導の手伝いを依頼された。このとき、1両目からの降車は始まっていなかったが、車外から線路上を歩く音がしていた。

1両目からの降車が始めると、先に降車して乗客の足を車両のステップに誘導して降車させ、トンネルの側壁に手を添えて出口まで歩くよう伝えた。

(6) 同社社員F（2両目乗車）

2両目の中間付近右窓側の座席に座っていた。本件列車が停止後、しばらくして運転室へ様子を見に行き、力行できないのか聞いたところ、できないとのことだった。また、誰か床下の点検に行っているのか聞いたところ、行っていないとのことだったため、本件運転士に点検に行く旨を伝え、懐中電灯を持って右扉から降車した。降車したときには、煙はそれほどひどいことはなく、体を屈めれば前に行ける状況だった。また、そのときは、エンジンが止まり車内は真っ暗だった。

車両の右側を通過して後方へ歩いて行くと、煙はあるが前が見えないというほどではなかった。臭いがあったので、エンジンや発電機の周辺を1両目から順に5両目まで確認していった。5両目後部に着いたところで、6両目の発電機付近とエンジン付近の2か所から炎が真っすぐに40～50cm上がっており、エンジン側のトンネル側壁上部の黒いケーブルからも10cmくらいの炎が出ていた。また、懐中電灯で6両目の床下を照らしていたが、他の炎は見えなかった。なお、脱線の状況については見る余裕が全くなかった。

状況を報告するため、1両目に向かったが、5両目を過ぎた辺りから懐中電灯の明かりが利く状態ではなく、足下も見えなかったため、トンネル側壁や車体を伝って歩いた。1両目に着いて、開いていた右扉から懐中電灯をかざして車内を見ると、人の気配がなく既に避難した状況だったため、

トンネル側壁伝いに出口へ向かいトンネル外に避難した。

事故現場は携帯電話も通じず連絡手段がなかったため、火災の情報は報告できなかった。

(7) 同社社員G（2両目乗車）

2両目の後方の右窓側の座席に座っていた。本件列車のブレーキに気付いて目が覚めたが、異音には気付かなかった。

本件列車が停止後、「緊急停止したのでその場に待機してください」、しばらくして「4～6両目の乗客は1～3両目に移動してください」との車内放送があった。車内は煙というか、段々と白いもやが掛かるような感じであった。停電する前は十分できていた呼吸が、停電した後には排気ガスが充満するような感じとなり息苦しくなった。また、停電後に、客室乗務員が水とハンカチを持ち、「必要な方はいますか」と声掛けをしていた。

前方に移動を始めた周りの乗客に続いて1両目に移動して、前方左扉から降車した。降車したときに、同社社員が「足下に注意してください、壁に手を添えて歩いてください」と案内していた。

## 2.8.2 乗客

本件列車が停止後、トンネル外に避難するまでの状況は、乗客の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 乗客A（1両目乗車）

1両目の前寄りの右窓側座席に座っていた。本件列車が停止直後に、エンジンのトラブルで停止、現在調査中である旨の車内放送があり、しばらくして、後方3両の乗客は前方3両に移動するよう車内放送があった。

後方から乗客が移動してきて、すぐに通路が人で一杯になった。そのうち、車内の照明が消えて、段々と車内が煙くなった。

その後、周囲の人から「別の車両では、既に脱出が始まっている、約800m、10分ほど歩けばトンネルから出られるようだ」との話があり、1両目からの避難が始まった。1両目の前方右扉から降車して真っ暗なトンネルを壁伝いに歩いて避難した。

(2) 乗客B（2両目乗車）

2両目の中間付近の左窓側座席に座っていた。本件列車が停止後しばらくは、排気ガスの臭いがしたものの車内に煙が立ち込めることはなかった。乗客が前方3両に移動し始めて間もなく、エンジンが停止し、その数秒後に全ての照明が消えた。

停電後しばらくして、窓の外に幾つかの光が煙の中を移動するのが見え、

その光が次第に多くなってきた。2両目の乗客は、後ろの車両の乗客が既に避難していることに気付き、2両目前方の左扉から自主的に降車し始めた。車外に出ると、手の届く範囲や足下も見えないほど視界が悪かった。

(3) 乗客C（3両目乗車）

3両目の中間付近の右通路側座席に座っていた。本件列車が停止後、後方の車両の乗客が前3両に移動し始めてからしばらくして車内が停電した。停電後、車内の煙が次第に濃くなり、乗客は乗務員の誘導を待っている状況だった。そのうち、前方から「外に出ます」というような声が上がったので、一斉に立ち上がって3両目前方の左扉から降車し始めた。降車したとき、車外には手助けや声掛けをしている人がいた。

降車した後、口元にウエットティッシュを当てながら歩いてトンネルの外に避難した。トンネル内は明かりがなく何処に出口があるのか分からない状況であった。

(4) 乗客D（4両目乗車）

4両目の中間付近の右窓側座席に座っていた。本件列車が停止後、5、6両目の乗客が荷物を持って4両目にどんどん移動してきて、避難してきているような状況だったため、4両目の乗客も荷物をまとめて前方の車両へ移動した。

エンジンが停止し車内が停電した後は、車両を動かすこともできない、もう逃げるしかないという雰囲気になった。その頃、後方では車外に出ている人がいたが、前方では「まだ、動かないでください」と言っていた。そのうち、1両目前方からの避難が始まった。

(5) 乗客E（5両目乗車）

5両目の後ろ寄りの右窓側座席に座っていた。本件列車が停止して車内が煙たくなってきた頃、6両目の乗客が大勢移動してきて、5両目の乗客も前方に移動し始めた。

室内が停電した後、煙がドンドン入ってくるが、扉は開かない状況であった。乗務員からは状況の説明がなく、乗客同士が話し合っ出てましようということになり、何人かが3両目の扉を開けて降車し始めた。

(6) 乗客F（6両目乗車）

6両目の中間付近の右通路側座席に座っていた。占冠駅を通過してからしばらくして、「バチバチバチ」という石や<sup>ひょう</sup>雹が当たるような音が車内に響いた。ブレーキが掛かって本件列車が停止したとき、目の横で炎が「フワッ」と、車両の左右から窓の半分ぐらいの高さまで上がり、そして見えなくなった。そのとき車内は少し煙の臭いがした。

本件列車が停止した時点で、周りの乗客と「今、火が見えたよね」、「この車両に居てはまずいのではないか」との話になり、前方の車両へ移動した。

1 両目前方のデッキに着いてしばらくすると、トンネルの外に車両を出すという車内放送が流れたが、列車は動かなかった。当初、危ないので外に出ないようにとのことであったが、危ないからといって車中にいてもらちが明かないと、乗客同士で話し合っていたときに、車外から「ザッザッ」と人の歩く音が聞こえてきた。そのため、もう避難し始めようという状況となり降車した。

トンネル内は無風に近く、避難する人は側壁やレールを伝って歩いていた。

(7) 乗客G（6 両目乗車）

6 両目の後方左側の座席に座っていた。ブレーキが掛かる前から、「コンコン」と雹が降るような、金属が何かにぶつかるような音がしばらく聞こえており、乗客は変だなと顔を見合わせ、辺りはざわついていて、すると急に、「ドカーン」と下から衝撃があり、その瞬間、左右の窓の上まで覆うように炎が上がり、「フッ」と消えた。

車内に煙が徐々に入ってきて、乗客は列車の前方の車両に移り始めた。その後、3 両目の左扉から降車した。

(8) 乗客H（6 両目乗車）

6 両目の前寄りの左通路側座席に座っていた。「ガタン」という音がして、窓を見ると白いものが舞い上がっており、それが車体に「ガタガタ」当たっていた。本件列車が止まる頃、後ろを振り向くと、右側の窓の外に火柱が上がった。火の上がった付近の座席の人と数人の乗客が話をし、6 両目の乗客が声を掛け合って、自主的に前方の車両に移動し始めた。停車後は、火が出ていたかは分からないが、きなくさい臭いがした。

3 両目に移動した後、車内が停電して真っ暗になったため、非常灯を取りに後方の車両に向かった。車内は非常にくすぶっていて、非常灯を見付けることができなかつたため、ジャケットを口に当て6 両目に向かった。6 両目の車内は煙で真っ白だったが、火は入っていなかった。後方デッキから非常灯を取り出して3 両目に戻った。

1 両目の運転室まで移動して同社社員に協力を申し出た後、後ろの車両の乗客が降車し始めていることが伝わり、同社社員により1 両目からの降車が始まった。

## 2.9 避難及び救護に関する情報

### 2.9.1 異常時における処置

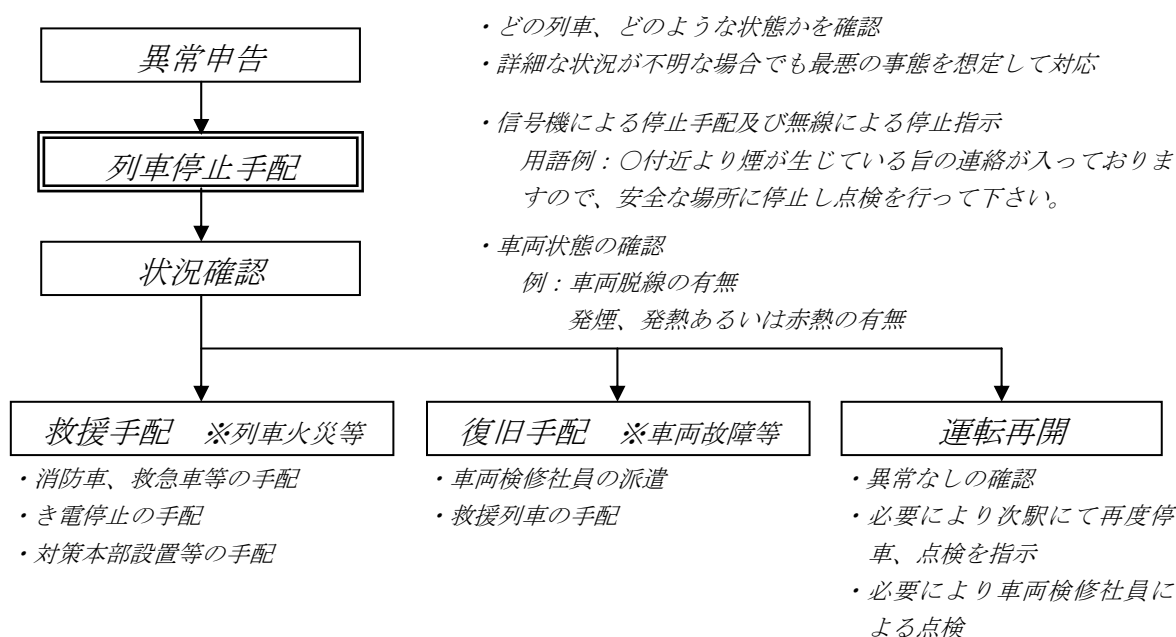
運転士が乗務中に車両の異常を発見した場合の取扱いについては、同社の「動力車乗務員作業標準」に次のように定められている。

#### 第16 故障の場合の措置

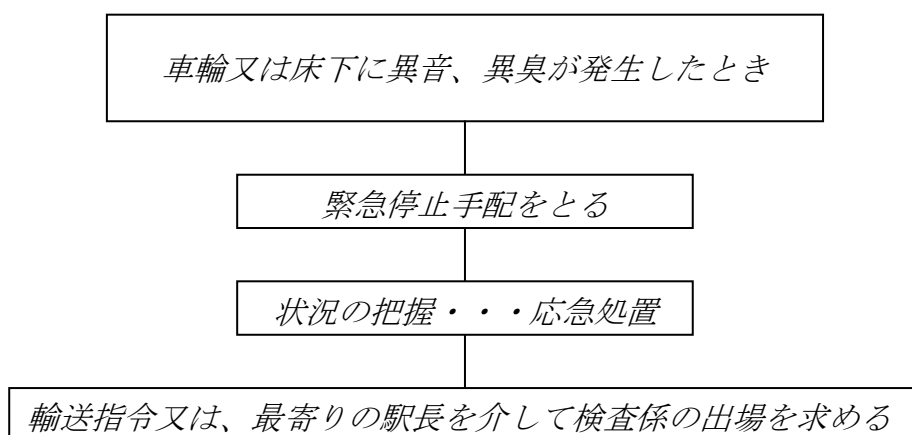
乗務員は、乗務中動力車に異常を発見した場合は、直ちに駅所長又は指令に状況を報告するとともに検修担当者の出動、車両交換の措置等が必要と認められた場合は、その要請をすること。又、車両点検に向かう場合は、無線機等を使用できるときは携帯し、指令等との連絡を密にすること。

また、指令員が車両に関する異常の申告を受けた場合の取扱いについては、「異常時運転取扱手順表」に次のように定められている。

#### 異常申告を受けた場合のフロー（車両に関する異常申告の場合）



また、車輪又は床下に異音、異臭が発生したときの車掌の取扱いについては、同社の「異常時運転取扱マニュアル（車掌編）」に次のように定められている。



## 2.9.2 列車火災発生時の取扱い

同社における列車火災発生時の取扱いについては、「運転取扱心得（実施基準）」に次のように定められている。

*（列車に火災が発生した場合の処置）*

第290条 列車に火災が発生したことを認めたときは、直ちに関係列車を停止させるものとする。

2 前項の場合、火災が発生した列車を停止させる箇所がトンネル内又は橋りょう上となるときは、これらの箇所を避けて停止させる手配をとるものとする。ただし、火災が発生した列車を停止させる箇所を別に指定したときは、その箇所に停止させる手配をとるものとする。

また、同社の「動力車乗務員作業標準」には、トンネル内で火災が発生したときの取扱いが次のように定められている。

### 第38 トンネル内で火災が発生したときの取扱い

運転士は、トンネル内で火災が発生したときは、火勢、部位にかかわらず、トンネル外（トンネル外停止標が設置してあるときはその箇所）若しくは次駅（青函トンネルは定点）まで運転を継続し、すみやかに車掌及び指令に報告を行うこと。

2 非常ブザーの鳴動又は非常ブレーキ表示灯の点灯により列車を停止させた後、その原因が火災と判明したときは、車掌と連携して直ちにトンネル

外（トンネル外停止標が設置してあるときはその箇所）若しくは次駅まで運転を継続し、停止後指令に報告すること。

- 3 前項1又は2の場合で、運転再開が不可能な場合はその旨を指令に報告し、旅客の避難誘導を行うこと。車掌等の乗務列車においては互いに連携して旅客の避難誘導を行うこと。

4及び5（略）

さらに、その具体的な取扱いについては、運転士、車掌及び輸送指令の別にそれぞれ次のマニュアル等に定められている。

- (1) 運転士  
異常時運転取扱手順書（動力車乗務員編）
- (2) 車掌  
異常時運転取扱マニュアル（車掌編）
- (3) 輸送指令  
異常時運転取扱手順表

この他に「トンネル内における列車火災時の処置手順（乗務員編）」において、トンネル内における列車火災時の基本的な取扱い方や具体的な取扱い手順として運転士、車掌及び輸送指令の相互の取扱い手順等が定められており、このうち、列車火災時の基本的な取扱い方は次のように定められている。

## 2 列車火災時の基本的な取扱い方

### (1) 火災を発見又は通報を受けた場合

関係乗務員相互間で連絡をとり、輸送指令に報告するとともに、初期の段階で消火することが最も有効である。

### (2) 運転の継続

トンネル内で火災を発見、通報を受けた場合は、速やかに輸送指令に報告し、火勢、部位にかかわらず運転を継続しトンネル外に脱出すること（トンネル外停止標設置箇所まで）

### (3) 列車走行中の避難、誘導

ア 車掌は火災が発生した場合、旅客の安全を最優先し、火元から旅客を避難させる。

イ 状況により、火災車両から他の車両へ旅客を避難させるときは、前位の車両に誘導するか、やむをえず、火災車両の後位に誘導するときには、2両目以降にするなど、可能な限り離れた車両に誘導すること。

#### (4) 消火作業

- ア 車内での消火作業は、旅客を避難させ安全を確認したうえで行うこと。
- イ 消火作業は、初期消火に限る。(火源が確認でき、火が天井にとどいていない範囲)
- ウ 消火が困難と判断した場合は、直ちに消火作業を打ち切り、火災車両の密閉化をおこなうこと。(貫通扉、窓、換気口を閉じる。)

#### (5) 停車後の避難誘導

- ア 車掌は車内放送等で旅客に避難方法を案内、周知すること。
- イ 降車させるときは、隣接線路の反対方向のドアを開扉し、安全な場所に誘導すること。

また、旅客への情報提供、駅間列車からの乗客の降車手配等について、「異常時におけるお客様対応マニュアル（運転士編、車掌編及び輸送指令編）」及び「異常時のお客様対応マニュアル（旅客支援者編）」が定められている。

なお、新千歳空港アクセス及び青函トンネルについては、別途、それぞれの異常時取扱いマニュアルにおいて列車火災が発生したときの取扱いが定められている。

### 2.9.3 車外への避難誘導に関する取扱い

異常時等における車外への避難誘導の取扱いについては、複数のマニュアル等に次のように定められており、それらの手順に差異が見られた。

- (1) 「動力車乗務員作業標準 第38 トンネル内で火災が発生したときの取扱い」においては、運転再開が不可能な場合はその旨を指令に報告し、旅客の避難誘導を行う旨が記載されている。
- (2) 「異常時運転取扱手順書（動力車操縦者編）22 列車火災時の取扱い」においては、車掌と協力して乗客の避難誘導を行い、指令に報告する旨が記載されている。また、「35 停車場間の途中で長時間の抑止が予想される時列車の乗客対策の取扱い」においては、指令に連絡し指示を受ける旨が記載されている。
- (3) 「異常時運転取扱マニュアル（車掌編）5 列車に火災が発生した場合」においては、運転士と打ち合わせて避難誘導を行う旨が記載されている。
- (4) 「トンネル内における列車火災時の処置手順（乗務員編）」においては、トンネル内に停止して運転が継続できないときに車外へ避難誘導する場合は、指令へ状況連絡し、旅客を降車させる旨が記載されている。
- (5) 「異常時におけるお客様対応マニュアル（車掌編）」においては、長時間の抑止が予想され、かつ、降車手段の条件が整ったときに限り、輸送指令員



又は接客支援責任者の指示により緊急避難的な対応として降車の取扱いを行う旨が記載されている。

## 2.9.4 救急救助機関等の対応

### 2.9.4.1 事故の通報と初動体制

本事故当日の22時42分ごろ、同社輸送指令からの通報を受けた富良野消防署占冠支署は、直ちに現場への出動経路の情報収集等を開始するとともに、富良野広域連合消防本部及び近隣市町村へ応援出動を要請した。

事故現場までの最短経路は通行止め区間であったため、大型車両は迂回ルートを経路として、消防隊が出動し、翌28日0時07分ごろ事故現場に到着した。

### 2.9.4.2 救急救助活動等の概要

翌28日0時07分ごろ、事故現場に到着した消防隊は、第1ニニウトンネル札幌駅方坑口付近や線路内などの広範囲に避難していた乗客の状況を確認し安全な場所へ移動させた。また、火災は、7時36分ごろには鎮火した。

消防隊と本件列車に乗車していた医療関係者が協力して、負傷者に対するトリアージ<sup>\*13</sup>等を実施し、0時47分ごろから負傷者の医療機関への搬送が開始された。乗客37名及び乗務員2名が近隣の医療機関に、その他の乗客らは一時避難場所の占冠村施設へそれぞれ搬送された。

## 2.10 気象に関する情報

当時の事故現場付近の天気 晴れ

事故現場から北東約9kmに位置する気象庁の占冠地域気象観測所（アメダス）の記録によれば、事故当時、気温は約11℃で、風向風速は南東の風、平均風速1m/s以下であった。

## 2.11 事実を認定するための試験等

### 2.11.1 4両目後部推進軸の自在継手（十字軸）の破面状態

脱落した自在継手の十字軸の破断状態を確認するため、目視及び電子顕微鏡による破面観察並びに硬さ測定を行った。

#### (1) 破面観察

破面観察は、十字軸の破断面及び破断面の中心付近から直角方向に発生した亀裂に対して行った。

---

<sup>\*13</sup> 「トリアージ」とは、病気やけがの緊急度や重傷度を判定して治療や後方搬送の優先順位を決めることをいう。

十字軸の破断面は、一方の表面から亀裂が進展し破壊に至ったと見られる、一方の表面から他方の表面に向かう筋状の様子が観察された。また、破断面及び破断面から直角方向に発生した亀裂による破面とも、主として粒界割れやへき開が観察され、疲労の痕跡は観察されなかった。

(写真1 自在継手の十字軸の破面状態 参照)

## (2) 硬さ測定

自在継手の十字軸から作製した試料に対して、ロックウェル硬さ測定(Cスケール)を行った。

写真2に示す試料面上28点の測定を行った結果、表面の硬化層の測定点(19)及び(24)～(28)を除いた測定点でのロックウェル硬さの平均値は31.9となった。この値を引張強さに換算すると約988MPaとなり、十字軸の材料(SMC420)の引張強さの指標である931MPa以上の値である。

(写真2 ロックウェル硬さ測定結果 参照)

### 2.11.2 減速機の垂下実験

吊りピンが抜けた際の減速機と推進軸の関係、減速機の垂下状況、減速機と台車枠やPCまくらぎとの接触状態などを確認することを目的として、3両目後台車の減速機付き輪軸、推進軸及び変速機を用いて減速機の垂下実験を行った。

その結果、推進軸と減速機が分離して減速機が車軸を中心として回転した場合、減速機側ヨーク部とPCまくらぎが接触すること、及び更に回転して同ヨーク部が台車枠下面に接触したときに、減速機の吊り部がレール頭頂面より低い位置となることを確認した。

(写真3 減速機垂下実験の状況 参照)

### 2.11.3 エンジン周辺の温度分布の調査

種々の走行条件におけるエンジン周辺の床下機器類の温度を、実車にて熱赤外線画像若しくは熱電対ねつでんついにより測定した。測定条件及び測定方法並びに測定結果を表8に示す。

表 8 エンジン周辺の温度

(単位：℃)

測定条件及び測定方法	測定日及び測定場所	シリンダーヘッドカバー	排気管カバー	過給機排気入口	過給機排気出口	オイルパン底面	発電機(外面)	発電機(固定子)
燃料飛散実験後 (走行状態) (熱赤外線画像)	H24. 7. 26 苗穂工場	70～80	60～80	—	120～	60～70	40～50	62. 8
営業運転前 (出区点検時) (熱電対)	H23. 9. 27 札幌運転所	79. 4	68. 7	160	130	70. 2	47. 1	—
営業運転後 (入区時) (熱電対)	H23. 9. 28 札幌運転所	79. 1	75. 2	198	160	62. 8	29. 3	—

(付図 2 8 エンジン周辺の温度分布 (その 1)、付図 2 8 エンジン周辺の温度分布 (その 2) 参照)

#### 2. 11. 4 車載の可燃性物質の引火点等

エンジン周辺の床下機器に車載されている可燃性物質とその引火点については、メーカーカタログ等によれば、表 9 のとおりである。

表 9 車載の可燃性物質の引火点

	機関潤滑油	機関冷却水	変速機潤滑油	減速機潤滑油	油圧機器(補機)作動油	燃料(軽油)
引火点(℃)	234	—	198	226	228	45

#### 2. 11. 5 軌道上の油痕の成分分析

2. 4. 1. 1(3)に記述した軌道上の油痕について、6 7 k 9 4 0 m 付近の碎石に付着した油痕をガスクロマトグラフ/質量分析法により分析した結果、本件列車に使用されている減速機潤滑油と機関冷却水が混合したと推定できる成分が検出された。

#### 2. 11. 6 可燃性物質の飛散状況確認実験

##### 2. 11. 6. 1 実験の概要

2. 4. 2. 1 に記述した本件列車の床下機器等の損傷状況、事故後に測定した 4 両目～6 両目の燃料タンク及び油圧タンクの残量、並びに 2. 11. 5 に記述した軌道上の油痕の成分分析結果から、火災に至る可燃性物質として、5 両目前部及び後部の燃料タンク並びに 6 両目前部の燃料タンクから漏出した燃料 (J I S 1 号軽油 (夏

用)) 及び油圧機器作動油が考えられた。

そこで、各タンクの損傷を模擬し、それらの可燃性物質の6両目エンジン周辺への付着状況を確認することを目的として、表10に示す燃料タンク等から漏出した軽油等の飛散状況確認実験を実施した。

表10 可燃性物質の飛散状況確認実験一覧

No.	実施日	実験内容	目的	車両の 状態	試験 場所
1	平成23年 9月5日	6両目前部燃料タンクからの漏出時間測定	① 本件列車停止時の燃料の飛散範囲の確認	停止	同社苗穂工場
			② 燃料の漏出時間		
2	平成24年 5月16日	5両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認	かさ歯車落下時の推定速度における燃料の飛散状況の確認	走行 及び 停止	同社苗穂工場
3	平成24年 5月25日	6両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認	① トンネル環境が冷却装置からの風の風速に与える影響	停止	同社札幌運転所
			② 高温部及び強く焼損した機器類への燃料の付着状況の確認		
4	平成24年 5月25日	6両目前部油圧タンクからの油圧機器作動油の飛散状況確認	高温部及び強く焼損した機器類への燃料の付着状況の確認	停止	同社札幌運転所
5	平成24年 7月26日	6両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認	事故時の推定速度における燃料の飛散状況の確認	走行 及び 停止	同社苗穂工場

## 2.11.6.2 実験方法と結果

### (1) 6両目前部燃料タンクからの燃料漏出時間と飛散範囲（停止状態）

損傷した6両目前部燃料タンクに、推定される事故時の油量（約300L）に相当する水（タンク内の水位換算で約320mm）を入れ、燃料タンク底面の高さを実際の軌道面からの高さにして漏出時間の測定を行った。

実験の結果、タンク内の計測水位が0mmになったのは約21分、完全に漏水が停止したのは約25分後であった。漏水が飛散した方向は、実際の車両でいうと発電機の方で、漏出箇所から約1mの範囲内に飛散した。

（付図29 6両目前部燃料タンクの漏水実験 参照）

### (2) 5両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（走行及び停止状態）

5両目前部及び後部燃料タンクとかさ歯車が衝撃した際に生じた開口部を模擬した装置を製作した。これらを、床下機器の配置が本件列車5両目

と比較的近い、キハ201—203号に取り付けた上で、走行時並びに停止時に着色水（食紅、約0.1wt%）を、上述した装置から散水した。

実験は2両編成（本実験の先頭車両が本件列車の5両目に相当）で行い、エンジン周辺の高温部及び強く焼損した機器類に高分子吸収材を貼り付け、付着量の測定を試みた。

実験の結果、本実験先頭車から散水した着色水は、漏出箇所後方に飛散し、その周辺の床下機器類の下面及び進行方向に向いた面に付着した。しかし、本実験2両目（本件列車の6両目に相当する車両）のエンジン周辺には、ほとんど付着しなかった。

（付図30 5両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験 参照）

### (3) 6両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（停止状態）

#### ① トンネル環境が冷却装置からの風に与える影響

事故現場がトンネル坑内であることから、冷却装置からの風が実験場所と異なる可能性が考えられた。そこで、冷却装置の側面に坑壁を模擬した壁を設けた場合と、設けない場合の冷却装置周辺床下での風速を4か所で測定した。なお、測定時の天候は晴れ、気温は22.6℃、風速は2.7m/sで、風向はおおむね車両の長手方向であった。

実験に用いた車両はキハ283—16号で、エンジンは850rpm（Hiアイドル）で運転し、冷却装置のファン回転数を400rpm、1,800rpm、2,400rpmと変化させた。

実験の結果、いずれの測定箇所でも、冷却装置のファン回転数をあげると風速が大きくなる傾向が認められたが、坑壁を模擬した壁の有無による風速に顕著な差は認められなかった。

#### ② 高温部及び強く焼損した機器類への燃料の付着状況の確認

上記(3)①と同様の条件下で、着色水（食紅、約0.1wt%）をそれぞれの冷却装置のファン回転数を2,400rpmとし、60秒間散水した。開口部は実際の破損状況を模擬した装置を作成し、実験車両に取り付けた。

実験の結果、着色水の車両への付着は認められなかった。

### (4) 6両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（走行及び停止状態）

6両目前部燃料タンクとかさ歯車が衝撃した際に生じた開口部を模擬した装置を作成した。これらを、キハ283—901号に取り付けた上で、走行時並びに停止時に着色水（食紅、約0.1wt%）を上述した装置から散水した。

実験時にはエンジン周辺の高温部及び強く焼損した機器類に高分子吸収

材を貼り付け、付着量の測定を試みた。

実験の結果、散水した着色水は漏水箇所後方に飛散し、その周辺の床下機器類の下面及び進行方向に向いた面に漏水が付着した。しかし、エンジン周辺には、走行時並びに停止時ともに、ほとんど付着しなかった。

(付図 3 1 6 両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験 (その 1)、付図 3 1 6 両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験 (その 2) 参照)

(5) 6 両目前部油圧タンクの油圧機器作動油の飛散状況確認実験

上記(3)と同様の実験条件で、6 両目前部油圧タンクからの油圧機器作動油の飛散状況の確認実験を行った。2.4.2.1(3)及び 2.5.2(5)に記述したように、同油圧タンクには作動油が漏出するような損傷は認められなかったため、油圧タンクと油圧ポンプをつなぐゴム製の配管の一部が何らかの飛散物により裂けたと仮定し、付図 3 2 に示すような開口部を、配管を模擬したホースに取り付けた。

実験の結果、着色水の車両への付着は認められなかった。

(付図 3 2 6 両目前部油圧タンクの作動油の飛散状況確認実験 参照)

## 3 分析

### 3.1 軌道に関する分析

2.3.2.2(5)に記述したように、軌道変位検査の結果に異常は認められなかったことから、本事故発生前の軌道に脱線の要因となるような異常はなかったものと考えられる。

### 3.2 車両に関する分析

#### 3.2.1 車両

2.3.4.5に記述したように、本件列車の車両の検査記録に異常は認められなかったことから、3.2.2及び3.2.3に後述する車輪踏面及び減速機支え装置を除く装置に脱線等の要因となるような異常はなかったものと考えられる。

#### 3.2.2 4 両目後台車の減速機支え装置に関する分析

##### 3.2.2.1 吊りピンの損傷

2.4.2.3の記述から、吊りピンのねじ部及び減速機支え棒の損傷は、吊りピンの脱落過程で減速機支え棒、球面軸受け及び吊りピンが、互いに干渉したことにより

生じたものと考えられる。また、68k875m付近で発見された吊りピンは折損していなかった。これらのことから、吊りピンの脱落前に、吊りピン及び減速機支え棒に変形、折損等の損傷はなかったものと考えられる。

2.3.4.3に記述したように、減速機は減速機支え装置に、吊りピンと特殊座金、溝付き六角ナット及び割りピンを用いて結合する構造となっており、また、吊りピンの頭部側には脱出防止割りピンが取り付けられていることから、吊りピンが脱落したときには、これらの溝付き六角ナットや割りピンが既に脱落していたと考えられる。また、上述したように、吊りピンのねじ部の損傷は吊りピンの脱落過程に生じたものと考えられることから、健全なねじ部に締め付けられていたと考えられる溝付き六角ナットは、緩んで回転したことにより脱落したと考えられる。

### 3.2.2.2 吊りピンの脱落

吊りピンの溝付き六角ナットが緩んで脱落したことは、走行時の振動が繰り返し作用したため発生したものと考えられる。

また、2.4.2.2に記述したように、脱落した溝付き六角ナットの割りピン及び脱出防止割りピンを発見することができなかったことから、これらの割りピンの破損状況を検証することはできなかった。しかしながら、これらの割りピンについては、2.4.2.4(2)及び(4)に記述した他の台車の割りピンのように、局所的な摩耗が生じていた可能性があると考えられること及び走行時に振動が繰り返し作用することから、次のように脱落したものと考えられる。

- (1) 溝付き六角ナットに取り付けられた割りピンについては、他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、緩んだ同ナットからの繰返し荷重を受けて破損し、脱落した。
- (2) 吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンについては、他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、溝付き六角ナットの緩みが進行すると、吊りピン本体が左右に移動して脱出防止割りピンと接触するようになることから、吊りピンから繰返し荷重を受けて破損し、脱落した。

このように、溝付き六角ナットとその割りピン及び脱出防止割りピンが脱落した後、吊りピンが減速機支え棒から抜けて脱落したものと考えられる。

これらの割りピンは、通常の走行条件下では、破損するまでにある程度の時間が掛かるため、吊りピンが脱落する前に検査で異常が検出できるよう、脱落までの時間的余裕を作る役割も果たしているものと考えられるが、本事故の場合においては、検査周期内で割りピンが破損して吊りピンの脱落に至った可能性があると考えられる。

2.4.2.4に記述したように、本件列車における4両目後台車以外の台車の同一部位において、手で緩む状態の溝付き六角ナットがあり、また、設計図面と異なる外径の特殊座金を使用されていたが、これらと4両目後台車の吊りピンの脱落との関係は明らかにすることはできなかった。

2.4.2.4に記述したように、減速機支え棒のリング状の凹みは特殊座金の外径とほぼ一致することから、この凹みは特殊座金との接触によって生じたものと推定される。このため、この凹みは、減速機支え棒に吊りピンを組み付けたときの潰れ、又は車両走行中の特殊座金による摩耗、若しくはそれらの両方に起因して生じたものと推定される。このうち、潰れについては、過大な締め付け軸力によるものと考えられ、摩耗については、締め付け軸力の過不足による溝付き六角ナットの緩みが関与している可能性があると考えられる。

溝付き六角ナットは、雄ねじ（吊りピン）側に開けられた割りピン穴と、溝付き六角ナットに刻まれた溝のピッチを合わせて割りピンを挿入するため、溝付き六角ナットの締め付け角度は割りピン穴との位置関係で離散的に決まり、締め付けトルクや軸力もこれに応じた値となる。2.3.4.3に記述したように、本件列車の吊りピンはクロムモリブデン鋼製で、M36×4のねじが切られていることから、ねじ部の変形のみで軸力を負担させた場合、溝付き六角ナットの溝ピッチに対応する回転角ピッチでは軸力変動が大きい値となると推定される。

また、吊りピンのねじ側の段付き部と、特殊座金との間に隙間が設けられていること、溝付き六角ナット座面径が穴径よりも小さいことから、溝付き六角ナットを締め付けた場合に、特殊座金が撓んで溝付き六角ナットの軸方向変位を吸収できる構造となっているものと考えられる。この場合、ねじ部の変形のみで軸力を負担する場合よりも、溝付き六角ナットの溝ピッチ当たりの軸力変動は小さい値となると考えられる。しかし、特殊座金の変形や、座面の摩耗等により、締め付け時に吊りピンとの隙間が無くなる状態となった場合には、前述のとおり、大きな軸力が発生する可能性があると考えられる。

これらのことから、トルク管理により緩み防止を図る場合は、締結時に生じる軸力範囲が、その締結箇所の使用条件下で緩みが生じない軸力範囲内に入っているかどうかについて、十分な検証が必要であると考えられる。

また、設計図面と異なる外径の特殊座金を使用されていたことについては、部品の発注や納品検査など、部品の管理について見直すことが必要である。

### 3.2.3 踏面剥離のある車輪による走行中の振動

2.4.2.5に記述したように、3L車輪には円周形状不整を伴う広範囲な剥離が発生していた。円周形状不整による凹みの深さの最大値は⑱で測定された3.46mm



であったが、鱗状の剥離の向き及び配置から、最深部は⑱と⑳の間であり、剥離はここを中心として円周方向に進展していったものと推定される。また、左右の車輪で同位相の位置（⑱と⑳の間）にスポット的な剥離及びそれを中心とした踏面の凹みが認められたことから、これらは、滑走フラットに起因するフラット剥離<sup>\*14</sup>であると考えられる。フラット剥離は滑走フラットが発生した車輪を、引き続き使用し続けた場合に発生するものであることから、3 L車輪に発生した踏面剥離は、脱線に起因するものではなく、本事故より前から発生していたものと考えられる。

これらの鱗状の剥離の発生範囲は円周方向に長さが約400mmに及んでおり、この範囲で踏面が連続的に凹んで円周形状不整を生じていることから、これらの剥離は一つの踏面擦傷・剥離として扱う必要があると考えられる。この場合、2.3.4.5に記述したように、車両の検査における踏面擦傷・剥離の長さに関する使用限度は75mm以上のものが1か所と規定されていることから、3 L車輪に生じていた剥離は限度を超過しているとして扱うべきものと考えられる。

4両目の車両は要部検査時に車輪取替を行った後、約13万8千kmを走行しており、この間、踏面の削正は行われていない。直近の交番検査（以後の走行距離は約6万8千km）及び仕業検査（以後の走行距離は約2千km）において、踏面の剥離に関する記録はないことから、検査時に剥離を発見できなかった、又は使用限度を超過する剥離として扱っていなかった、若しくは検査後に剥離が急速に拡大したものと考えられる。

円周形状不整の発生した車輪で走行した場合、形状不整部がレールを衝撃し、輪軸等のばね下の機器類には大きな上下振動が発生する。過去に実施されたフラット試験<sup>\*15</sup>の結果によると、フラットがある場合の振動加速度は、フラットがない場合に比べ、フラットの長さが50mmで2～5倍、70mm及び90mmで5～10倍、110mmでは10～20倍となって最大値は100G（980m/s<sup>2</sup>）を超えるとされている。4両目後台車では、形状不整部の長さが600mmに及ぶ3 L車輪の回転に伴い、走行時にはばね下機器類が著大な振動を受けていたものと推定される。ばね下機器類の設計時には、同社によれば、一般的に50G程度を見込んでいたことであり、このことから、円周形状不整に伴う著大な振動が繰り返し作用した

---

\*14 車輪がレール上を滑走した際に、車輪踏面が局部的に摩耗して生じた平らな部分を「フラット」という。フラットを生じた車輪を引き続き使用すると剥離損傷を生じることがあり、これを「フラット剥離」という。通常、フラットは左右の車輪で同位相に発生するが、条件によっては片輪のみに顕著なフラットが発生する場合もある。

フラットには、滑走による摩擦発熱で表層部が焼き入れられ、白色層と呼ばれる組織が生じる場合があり、剥離を生じさせる亀裂が白色層内部で発生した場合には、表面にほぼ平行な深さ数mmの表層部がスポット的に剥離する片状剥離（スポーリング）となり、亀裂がフラット縁部の白色層及び母材部で発生した場合には、フラット縁部で発生する衝撃荷重の繰り返しによって鱗状剥離（シェリング）に類似した損傷となる。

\*15 関口、平沢、齋藤、「東海道新幹線タイヤフラット試験」、鉄道技術研究所速報、p. 2、1964年3月

場合、各種取付ボルトの緩み、脱落を誘発すると考えられ、更には、機器や部材の疲労破壊も発生する可能性があると考えられる。

### 3.2.4 自在継手（十字軸）の破損

2.11.1に記述した十字軸の破面状態の観察において、金属疲労の痕跡は認められなかったこと、及びロックウェル硬さ測定の結果で破断する要因となるような異常は認められなかったことから、十字軸は衝撃による負荷によって破損したと考えられる。

### 3.2.5 動力伝達装置の損傷の過程

4両目後部の動力伝達装置が損傷した過程は、2.3.4.3、2.11.1及び2.11.2の記述から、次のようであったと考えられる。

- (1) 4両目後部の減速機を支える吊りピンの脱落により、減速機は車軸を中心として前方に回転するように垂下した。同時に、推進軸も下方に傾いて推進軸と減速機とを接続する自在継手がブレーキつなぎ棒に接触した。
- (2) 回転しながら接触する自在継手からの繰返し荷重によって、ブレーキつなぎ棒が変形して自在継手が更に垂下した。
- (3) 減速機と推進軸が垂下したことにより、自在継手の減速機側ヨークと推進軸側ヨークが接触し始め、減速機側ヨークが回転しながら、更に垂下したことにより自在継手がロックし十字軸が破損した。
- (4) 自在継手が破損したことにより、減速機と推進軸が分離して、減速機側ヨーク部は下がる側へ前方に回転し、推進軸は推進軸保護枠に乗り掛かった。また、自在継手がロックしてから破断に至るまでの過程でスプライン軸が曲損した。
- (5) 減速機と推進軸が分離したことにより、推進軸外筒、継ぎ手等が脱落し、減速機から潤滑油が飛散した。
- (6) 前方に回転して下方を向いた減速機側ヨーク部がまくらぎと衝突し始め、断続的に衝突し続けたことにより、減速機箱が破損して減速機かさ歯車が脱落した。

(付図17 脱線の過程（推定） 参照)

### 3.2.6 車輪及び減速機支え装置の状態確認

3.2.2.2及び3.2.3に記述したように、車輪の円周形状不整による著大な振動が繰返し作用したことより、吊りピンが脱落したものと考えられ、さらに、3.4に後述するように、このことが契機となり、本件列車が脱線にまで至ったものと考え

られる。

車輪及び減速機支え装置については、2.3.4.5に記述したように、交番検査において、車輪については擦傷・剥離の検査及び寸法測定を実施し、減速機支え装置については取付け状態確認と給脂を実施すること、また、仕業検査においては、車輪の状態確認と、減速機支え装置の取付け状態を確認することが規定されている。

しかしながら、踏面擦傷・剥離の使用限度を除いて、具体的な検査方法及び評価基準は定められていないことから、これらについては各検修現場や作業者の裁量に基づき実施されているものと考えられる。また、交番検査の記録は、車輪踏面については「台車走り装置」、減速機支え装置については「減速機及び配管・推進軸・減速機」に包括され、個別の記入欄は設けられておらず、仕業検査の記録には、検査の実施内容に関する記載がなかった。なお、交番検査において、これらの異常や不良等が発見された場合は、「不良箇所」欄等に別記することとされているが、当該箇所については記載がなかった。

本事故の状況を踏まえれば、車輪及び減速機支え装置については、交番検査及び仕業検査における検査を、より確実に行うことが望まれ、そのためには、具体的な検査方法と評価基準を定めた上で、その状態に気を配るよう意識付けを行うことが有効であると考えられる。

### 3.3 運転取扱いに関する分析

2.1.1(1)に記述した本件運転士の口述、並びに2.7.1に記述した事故現場付近の制限速度、及び2.7.2に記述した本件列車の運転状況から、本事故発生前の運転取扱いに脱線の要因となるような問題はなかったものと考えられる。

### 3.4 脱線状況に関する分析

#### 3.4.1 脱線車両

2.3.1(3)に記述したように、トンネル内で停止した本件列車は5両目の後台車第1軸のみが脱線していたが、2.4.2.1(1)に記述したように、4両目後台車の車輪は同前台車の車輪に比べて4輪とも車輪フランジに傷が著しく多く打痕も認められたこと、及び2.4.1.1(5)及び(6)に記述したように、清風山信号場構内の軌道に車輪フランジによるものと見られる痕跡があったことから、5両目の後台車第1軸による脱線の他にも4両目後台車は2軸とも脱線していたものと考えられる。

#### 3.4.2 4両目の脱線

2.11.2に記述したように、減速機が車軸を中心として回転した場合、減速機の吊り部がレール頭頂面より低い位置となること、2.4.1.1(5)に記述したように、12

ロ分岐器の左リードレール頭部側面に擦過痕があり、同レールが右に変位していたこと、及び2.4.2.1(1)に記述したように、4両目後部の減速機の吊り部に打痕が認められたことから、4両目後台車が12ロ分岐器を通過する際に、車軸を中心に前方へ回転して下側となっていた減速機の吊り部が左リードレールに接触したものと考えられる。

また、67k822m付近から67k829m付近までの左基本レール頭頂面に車輪フランジによると見られる線状の傷が認められ、67k822m付近の前方は、左レール軌間外側及び右レール軌間内側のレール締結装置が損傷していた。

これらのことから、4両目後台車は、12ロ分岐器を通過する際に減速機の吊り部が左リードレールにぶつかったことにより、同レールに沿って左へ押されたため、垂下した減速機が取り付けられた第1軸の左車輪が67k822m付近で左へ脱線したものと考えられる。

2.4.1.1(7)及び(8)に記述したように、21分岐器の左リードレール頭部側面に擦過痕があり、同レールは右へ変位していたこと、及び21分岐器のリード部から前方は、木まくらぎ上の左レールの軌間外側と右レールの軌間内側の車輪フランジによると見られる線状の傷が2条になっていたことから、4両目の後台車第1軸に続き、第2軸もこの付近で左に脱線したものと考えられる。

2.4.1.1(8)及び(9)に記述したように、11イ分岐器クロッシング部までは2条であった線状の傷がリード部では1条であったこと、及び11イ分岐器の右リードレールは左に傾倒していたことから、脱線した4両目の後台車は、11イ分岐器のクロッシング部及びリード部で右に押され、クロッシング部(67k104m付近)でどちらかの1軸が復線し、ポイント部(67k081m付近)でもう一方の輪軸が復線したものと考えられる。

なお、2.7.2に記述したように、本件列車の12ロT軌道回路(67k742m～853m)への進入及び進出の時刻は、それぞれ21時54分49秒0及び同56秒5であったことから、4両目の脱線が発生した時刻は21時55分ごろであったと推定される。

### 3.4.3 5両目の脱線

2.4.1.1(11)及び(12)に記述したように、67k065m付近から67k067m付近までの左レール頭頂面に車輪フランジによると見られる線状の傷が認められ、67k065m付近から5両目の後台車第1軸の停止位置までの間には、左レールの軌間外側及び右レールの軌間内側のPCまくらぎ上に車輪フランジによると見られる線状の傷が連続して認められた。

2.4.1.1(10)に記述したように、67k071m付近及び67k077m付近の

木まくらぎの軌間内に著しくささくれだつた打痕があったことから、本件列車はこの付近から脱落した減速機かさ歯車の上を通過したと考えられる。また、2.4.2.1(2)に記述した床下機器の下面に多く認められた打痕は、脱落した減速機かさ歯車によると考えられる。

これらのことから、5両目の後台車は、脱落した減速機かさ歯車に接触したことにより、同台車が押し上げられて、67k065m付近で第1軸が左へ脱線したものと考えられる。

なお、2.7.2に記述したように、本件列車が66k828mに停止した時刻は21時55分35～40秒であったことから、5両目の脱線が発生した時刻は21時55分ごろであったと推定される。

(付図17 脱線の過程(推定) 参照)

### 3.5 火災の発生に関する分析

#### 3.5.1 火災に関する口述

2.1.1(3)、2.7.3 及び 2.8.2(6)～(8)に記述したように、本件列車の6両目にいた複数の乗客等が、本件列車が停止(21時56分ごろ)する前後に窓の外に火炎を目撃していること、また、2.8.2(6)～(8)に記述したように、火炎が目撃された直後に、6両目車内へ煙が流入していることから、火災は本件列車が停止する前後に発生した可能性があると考えられる。口述を総合すると、火炎は6両目の車両中ほどの左右から立ち上がった可能性が考えられる。また、この火炎の高さは、2.8.2(6)～(8)によれば、火災発生時点では、最大で窓の上端程度であったが、一定していなかったものであった可能性が考えられる。

6両目床下から火炎が発生した時点では、2.8.2(5)に記述したように、5両目から前方の車両には煙は流入していなかったと考えられる。その後、2.8.1(4)に記述したように、本件列車後側の車両に乗車していた乗客が、前側の車両に移動する際に貫通扉が開放されたことにより、6両目車内の煙が、徐々に前側の車両に流入していったと考えられる。一方、2.7.3 及び 2.1.1(2)に記述した本件車掌の口述によれば、本件車掌が車掌室の窓からトンネル内を確認した21時59分ごろには、本件列車の後部付近のトンネル坑内に煙が充満してきていたと考えられる。

さらに、2.7.3、2.8.1(5)、(7)及び 2.8.2(1)に記述したように、機関全停止に伴う停電(22時10分ごろ)後に、各車両内へ異臭とともに急激に煙が流入した。これは、停電により各車両の換気口が自動的に開いたため、トンネル内の煙が車内に流入してきたものと考えられる。

最初に出火した箇所については、6両目の乗客等の口述を総合すると、6両目の中ほどの左右から火炎が立ち上がった可能性があると考えられること、また、やや

時間はずれが、2.8.1(6)に記述したように、同社社員が状況確認のために降車した際、6両目前部の発電機付近及びエンジン付近から火炎が上がっているのを目撃していることから、車両のほぼ中央付近に位置する6両目の前部動力ユニットの発電機若しくはエンジン後方付近から出火した可能性があると考えられる。また、2.8.1(6)に記述したように、出火してから少なくとも15分程度経過した頃には、側壁に敷設された電線などに延焼していたと考えられる。

2.1.1(1)、2.8.2(2)及び(6)に記述した口述から、出火後15分程度が経過した後には6両目の床下付近は煙が充満し、更に出火後40分程度が経過した後には本件列車が停止した位置のトンネル坑内は、煙が充満していたと考えられる。

(付図33 火災に関する口述の整理 参照)

### 3.5.2 最初の出火箇所・出火原因

出火の時期は、3.5.1に記述した口述の分析から、本件列車が停止する前後であった可能性があると考えられる(付図33)。火災は、まず、床下機器から火炎を伴い発生し、このときから継続して煙が発生していた可能性があると考えられる。このときの出火箇所については、2.5.2に記述したように、発電機及びエンジンの右側後端部上面付近の焼損が最も激しく、この付近が長時間火炎にさらされていたと考えられること、さらに、3.5.1の分析の結果から、発電機若しくはエンジン後端部上面付近で出火した可能性があると考えられる。なお、最初に出火した火炎により運転室の火災表示灯が点灯しなかったのは、この付近に2.3.4.4(1)に記述した温度ヒューズが設置されていなかったことによる可能性があると考えられる(付図26)。

2.11.3及び2.11.4に記述したエンジン周辺の温度分布(表8及び付図28)及び車両に搭載されている可燃性物質の引火点(表9)から、本事故の火災に関与した可燃性物質は燃料タンクから漏出した軽油と考えられる。しかし、この軽油は、2.11.6に記述した可燃性物質の飛散状況確認実験の結果からは、発電機若しくはエンジン後端部上面付近に火炎を継続させるほど十分な量は付着しなかった(付図31)。そのため、この付近で最初に出火した火炎のみでは車両を焼損させるには至らなかったと考えられる。

なお、2.5.2に記述したように、火災による被害を特に強く受けている床下機器、運転中に高温になる機器等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられることから、詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。

(付図21 6両目の焼損状況(その2 前部エンジン周辺)、付図26 火災検知回路の温度ヒューズの状況(その1)、付図28 エンジン周辺の温度分布

(その1)、付図28 エンジン周辺の温度分布(その2)、付図31 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験(その1)、付図31 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験(その2)、付図33 火災に関する口述の整理、写真12 エンジン周辺の焼損状況(6両目)、写真13 吸排気システムの概要、写真14 吸排気系部品の焼損状況(6両目)(1)、写真15 吸排気系部品の焼損状況(6両目)(2)、写真16 発電機及びセルモータの焼損状況(6両目)、写真17 燃料タンク及び油圧タンクの焼損状況(6両目)、写真18 エンジン上部の配線の焼損状況(6両目) 参照)

### 3.5.3 延焼拡大の経過に関する分析

#### 3.5.3.1 車両を焼損させた火災

2.5.1(4)に記述したように、停止した6両目の前部発電機の下方に位置していた木まくらぎが著しく焼損しており、また、その前後の区間の道床バラストの表面は赤褐色に変色していたことから、それらの表面が高温にさらされていた可能性があると考えられる(付図20)。また、2.11.6.2(1)で記述した燃料飛散状況実験では、6両目前部燃料タンクから漏出した水は、上述した本件列車の6両目前部の発電機下方に位置する木まくらぎ付近を含む距離1mの範囲内に飛散する結果を得た(付図29)。

これらのことから、6両目前部燃料タンクから漏出した軽油が発電機の下の木まくらぎ付近に飛散し、そこに何らかの原因で発電機若しくはエンジン後端部上面付近で出火した火が延焼したことにより、木まくらぎが炎上した可能性があると考えられる。

(付図20 6両目前部エンジン周辺の軌道の焼損状況、付図29 6両目前部燃料タンクの漏水実験、付図31 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験(その1)、付図31 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験(その2) 参照)

#### 3.5.3.2 床下機器から車体への延焼の過程

2.5.2に記述したように、床下機器類から出火した痕跡が確認できなかったこと、及び2.11.6に記述したように、本事故において可燃性物質となりえる燃料(軽油)は直接床下機器に付着しないことから、床下機器から出火した火が継続して火力を保つことは困難と推定される。

2.11.6.2(1)に記述したように、燃料タンクからの軽油の漏出は2.5分程度続いたと推定されることから、最も焼損の程度が強かった6両目前部の発電機からエンジン後端部の下に位置していた木まくらぎには、継続して可燃性物質である軽油が

供給され、その結果火炎も継続していたと考えられる（付図29）。この木まくらぎからの火炎が、後述するように、6両目の車内に入ったものと考えられる（付図34）。

2.5.2 に記述したように、焼損したエンジン付近（機関制御箱付近）の左側側体の窓下方の焼損程度が右側の発電機付近の窓下方のそれに比べて強いことから、車両の側体は左側ほど長時間、床下機器からの火炎による高温にさらされていたと考えられる（付図21）。さらに、機関制御箱上方（左側中ほど）の窓のポリカーボネートが完全に熔融している（付図21、23）。これらの車体の焼損状況から、床下機器の右側から左側へ火炎が広がり、左側窓から6両目の車内に火が入ったものと考えられる（付図34）。

また、2.5.2 で記述したように、車体は6両とも全焼しているが、床下機器のうち焼損していたのは6両目前部エンジン周辺のみであった。6両目の車内に入った火によって1両目までの全車両の車体が焼損した原因としては、本事故後に確認した際に、車両間の貫通扉は全て開いた状態であったことから、6両目の車内に入った火が貫通扉を通り、6両目から1両目へと延焼していったためと推定される。

なお、2.3.4.2 に記述したように、客室内の腰掛け、荷棚、内張等に使用された材料は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に則した不燃性若しくは難燃性のものであり、延焼を拡大させるような材料はなかったと考えられる（付図24）。また、全ての貫通扉が事故後に開いた状態になっていたことについては、その理由を明らかにすることはできなかった。

6両目から1両目に向かって順次延焼した原因としては、2.5.1 に記述したトンネル坑内の煤の付着状況から、火災発生時のトンネル坑内の気流の流れは釧路駅方から札幌駅方に向かっていたと考えられる（付図18）。これは、札幌駅方に向かってトンネルが登り勾配（4%）であったことも影響していると考えられる。また、トンネル覆工コンクリートの火炎による変色の程度から、トンネル上部ほど高い温度であったと推定される（付図18、19）。この火炎による熱は狭隘な空間であるトンネル内部に蓄熱され、そこからの放射熱によって車体の更なる燃焼が促進されたと考えられる。

なお、車体が6両とも全焼しているにもかかわらず、6両目前部エンジン付近以外の床下機器は焼損していないことについては、熱容量の観点から車体に比べて床下機器類が燃えにくいこと、トンネル下部ほど温度が低かったことなどの要因の他に、6両目の前部エンジン付近以外の温度ヒューズが溶断していないことや極難燃性の床詰物が完全に焼損していないなどのことから、床が一定の断熱効果を発揮したためと考えられる。

（付図18 列車停止箇所付近のトンネル覆工の焼損状況、付図19 第1ニニウ



トンネル坑内の焼損状況、付図 2 1 6 両目の焼損状況（その 1 車体側部）、付図 2 1 6 両目の焼損状況（その 2 前部エンジン周辺）、付図 2 3 6 両目の車体側部及び窓部の焼損状況、付図 2 4 床構造及び床の焼損状況、付図 2 9 6 両目前部燃料タンクの漏水実験、付図 3 4 出火から車体延焼までの経過（推定）（その 1）、付図 3 4 出火から車体延焼までの経過（推定）（その 2） 参照）

#### 3.5.4 動力伝達装置の破損と火災の関係

本事故における火災は、破損した 6 両目前部の燃料タンクから漏出した軽油が飛散する位置に燃焼可能な木まくらぎがあり、その木まくらぎに発電機若しくはエンジン後端上面付近で出火した火が延焼拡大したと考えられる。

3.5.2 で記述したように、出火箇所と出火原因場所を特定することはできなかったが、同燃料タンクが破損して燃料の軽油が漏出した原因は、動力伝達装置の破損により、減速機かさ歯車が脱落して燃料タンクに衝撃したことによると考えられるため、本事故における火災による被害の拡大（延焼の拡大）には、動力伝達装置が破損したことが関与したと推定される。

（付図 1 0 床下機器の損傷状況、付図 3 4 出火から車体延焼までの経過（推定）（その 1）、付図 3 4 出火から車体延焼までの経過（推定）（その 2） 参照）

### 3.6 車両の火災検知に関する分析

2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、指令の指示により 1 両目のエンジンを始動するために降車した後、運転室に戻ってから火災表示灯が点いたり消えたりして警報音が鳴っていたことを口述している。2.7.3に記述した無線の交信記録から、本件運転士がエンジンを始動するために降車した時刻は 2 2 時 1 3 分以降であったと考えられ、本件運転士が運転室に戻って警報音を聞いたのはそれ以降の時刻である。

これらのことから、火災検知回路が火災を検知した可能性があるのは、少なくとも本件列車が停止してから 1 7 分後の 2 2 時 1 3 分以降であったと考えられる。

### 3.7 乗客の避難及び救護に関する分析

#### 3.7.1 避難の状況

本事故発生後、乗客がトンネル外に避難するまでの経過は、2.1.1、2.7.3及び 2.8 の記述から、次のようであったと考えられる。

- (1) 本件車掌は、本件列車の走行中に 4 両目の車掌室で異音を聞くとともに異常な振動を感じて、本件運転士に車内電話でその旨を連絡した。連絡を受けた本件運転士は、直ちに本件列車を停止させて指令に報告した。（2 1 時

56分ごろ)

- (2) 本件列車の停止後、後方の車内に煙が流入してきたため、6両目の乗客は列車前方に移動を始めた。その後、本件車掌は指令の指示を受けて後方3両の乗客に前方3両の車両に移動するよう車内放送で案内した。
  - (3) 指令は、車内に煙が流入している旨の報告を受け、本件列車をトンネル外に移動させるよう本件運転士に指示した。
  - (4) 本件運転士は、本件列車を第1ニニウトンネルの外へ移動させようと試みたが、列車は起動しなかった。(22時05分ごろ)
  - (5) 本件車掌は、指令に乗客のトンネル外への避難について問い合わせたところ、乗降扉の開扉は待つよう指示があった。(22時07分ごろ)
  - (6) 煙は引き続き車内に流入し、間もなくして車内は停電した。停電後、一部の乗客は自らの判断で降車し、第1ニニウトンネルの札幌駅方坑口に向かって自力で避難を始めた。
  - (7) その頃、本件車掌は避難準備のために降車して、同トンネルの札幌駅方坑口の状況を確認し、本件運転士へ乗客の避難を開始するよう連絡した後、列車に引き返した。
  - (8) 本件車掌からの連絡を受けた本件運転士は、乗客として乗車していた同社社員と協力して、乗降扉を開け、そこから乗客を降車させ、札幌駅方のトンネル外に誘導した。(22時34分以降)
  - (9) 事故発生の約1時間30分後までには、乗客と乗務員等の全員がトンネル外に避難した。(23時25分前後)
- (付図35 事故発生直後の主な経過(推定) 参照)

### 3.7.2 本件列車が起動しなかったことに関する分析

本件列車が起動しなかったことについては、次の可能性が考えられる。

- (1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は逆転機表示灯が消灯しており力行できなかつた旨を口述していることから、本件列車は全車両の逆転機が正転に投入できなくなつたため起動できなかつた。
- (2) 次のことから、本件列車は通常より少ない動力で、かつ、脱線した車軸に大きな抵抗が生じていたため、起動できなかつた。
  - ① 2.1.1(1)に記述したように、モニタ画面に5両目及び6両目の機関停止が表示された旨を口述していることから、本件列車が緊急停止したときには5両目及び6両目のエンジンが停止していた可能性があると考えられること。
  - ② 2.4.2.1(1)に記述したように、4両目後方の推進軸と減速機が分離して

おり、4両目後台車の動軸にエンジンの動力が伝達されない状態であったこと。

- ③ 2.3.1(3)に記述したように、本件列車の5両目後台車第1軸が脱線していたことから、本件列車をトンネル外に移動させようとしたときに、脱線した輪軸に大きな抵抗が生じたと考えられること。

しかし、車両の焼損により事故当時の状況が不明なため、本件列車が起動できなかった原因を特定することはできなかった。

### 3.7.3 乗務員等による避難誘導に関する分析

#### 3.7.3.1 異常箇所の状況確認

2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は火が出ているのか確認するため列車の後方へ行こうとしたが、充満した煙でせき込んで呼吸が苦しくなり、3両目の途中で引き返して運転室に戻ったこと、及び脱線の状況も確認することはできなかったことを口述していることから、異常箇所等の状況確認は行われなかったと考えられる。

また、本件車掌は本件列車が停止後、乗客から6両目に煙が入ってきているとの申告を受け、窓から煙がトンネル内に溜まっているのを確認して指令に車内に煙が流入している旨を連絡したことを口述していることから、トンネル内に煙が溜まっているのは確認したが、指令員との無線交信等を行っていたことにより、このときには後方の車両の状況確認はできなかった可能性があると考えられる。

これらのことから、本件列車は車両の異常な振動等によって緊急停止し、また、車内に煙が流入していたものの、脱線及び火災の発生が本件運転士及び本件車掌に認知されなかったものと推定される。

火災が発生したことを素早く正確に把握して、その後の対応を適切に行えば被害はより少なかったと考えられることから、火災の早期認知は非常に重要である。

なお、2.1.1(3)及び2.8.2に記述したように、6両目にいた複数の乗客等が本件列車の緊急停止直後に車外に火炎を目撃しているが、本件運転士又は本件車掌へ通報されることはなかった。このような場合には、速やかに運転士又は車掌へ通報することが火災を早期に認知する上で重要である。そのためには、非常通報装置を使用することを含めて、火災の発生を速やかに通報することの必要性を乗客等に周知することが望まれる。

#### 3.7.3.2 乗客の避難誘導

本事故発生後に、火災が発生したことは本件運転士、本件車掌及び指令員に認知されていなかったが、3.5.1に記述したように、本件列車の停止直後から車内に煙

が流入していたことから、2.9.2に記述した「トンネル内における列車火災時の処置手順（乗務員編）」におおむね沿った処置が行われていたと考えられる。

しかし、3.7.3.1に記述したように、本件列車の脱線が本件運転士及び指令員に認知されていなかったと推定されることから、本件列車を起動することができない可能性が高かったにもかかわらず、本件列車をトンネル外に移動させようと時間を費やしたと考えられる。

また、2.7.3に記述したように、本件列車の起動を試みた後、本件車掌が指令へ乗客のトンネル外への避難を問い合わせたが、乗降扉の開扉を待つよう指示があった。これについても、本件列車の脱線が本件運転士、本件車掌及び指令員に認知されていなかったため、列車の移動を優先させたことによるものと考えられる。併せて、本件運転士及び本件車掌が火災の発生を認知していなかったことから、指令員には車内の急迫した状況が伝わっていなかった可能性が考えられる。

これらのことから、乗客のトンネル外への避難開始までに必要以上の時間を要したものと考えられる。

本事故においては、車両の異常振動等により停止させたものの、発煙のため異常箇所の状況確認を行うことができなかった。異常時においては、あらゆる状況を想定して、その状況に合った対応をとることが重要である。

3.7.1に記述したように、本件運転士等の誘導による避難は22時34分以降に開始されたが、一部の乗客は、この誘導の開始前に自主的に降車し避難し始めていたものと考えられる。

トンネル内で火災が発生した場合には、乗客を安全な車両へ避難させた上で、可能な限り初期消火を行うとともに、列車をトンネル外へ移動させることが重要であるが、列車の脱線が疑われる場合など、停止後、列車を再起動するまでに時間を要すると推測される場合は、関係列車の停止手配、関係者との打合せを緊密に行った上で、迅速に乗客を安全な場所へ避難させることが必要となる。

また、本事故のように、火災が認知されていない場合は、指令も火災を把握する術がなく車内の急迫した状況も伝わりづらいため、的確な指示は困難であると考えられる。このような状況において、情報収集のいとまもないような場合には、乗務員の判断を優先して列車外への避難を行うことも必要であると考えられる。

なお、2.3.4.4(4)に記述したように、各車両の客室には、2基のエンジンが停止したときでも点灯状態を維持する予備灯が設けられているが、2.1.1(1)及び2.8に記述したように、本件運転士及び複数の乗客は、エンジンが停止した後、全ての照明が消灯したと口述している。客室の照明はエンジンを停止させたため消灯したと考えられるが、予備灯が点灯状態を維持しなかったことについては、車体や配線が激しく焼損しているため明らかにすることはできなかった。

### 3.7.4 トンネル内の避難誘導

2.8.2(1)及び(3)に記述したように、真っ暗なトンネルを壁伝いに歩いて避難したこと、及び何処に出口があるのか分からない状況であったことを乗客が口述していること、並びに2.3.2.3(3)に記述したように、第1ニニウトンネルの照明設備のスイッチは両坑口に設置されていることから、トンネル内は照明が点いていない状況で煙が充満して非常に視界が悪い状況であったと考えられる。また、多くの乗客は、トンネル出口までの距離も分からずに避難していたと考えられる。

このため、より迅速に避難できるよう、トンネル内の適切な場所に照明設備のスイッチを設けること及びトンネル出口までの距離を明示した案内板等を視認性を考慮して設置することが望ましい。

### 3.7.5 避難誘導等の体制

2.8.1に記述したように、本件列車が第1ニニウトンネル内に緊急停止後、複数の同社社員が1両目の運転室に駆けつけて運転士に協力し、各自が車両点検、指令への連絡、乗客の誘導等の対応を行っていた。

一般に、事故等が発生した場合における乗客の避難誘導については、乗務員と指令員とが連絡をとって行うこととなるが、本事故のような避難に一刻を争うような状況下においては、より迅速かつ効率的な誘導を行うことが求められる。

そのため、列車に社員が乗車している場合には、協同して避難誘導に対処することが極めて有用であると考えられ、それを効果的かつ体系的に行うには、日頃から社員の協力方法や指揮命令体制について教育、訓練を行うことが重要である。

また、2.9.4.2に記述したように、消防隊及び本件列車に乗客として乗車していた医療関係者により、トリアージや負傷者の救護活動が行われており、迅速な救護及び搬送が行われたものと考えられる。本事故のような火災発生時には、乗客の避難誘導や負傷者の救護に際して、乗客の協力が必要であると考えられるため、乗務員等から乗客へ協力要請を行うことが望ましい。

### 3.7.6 避難誘導に関する取扱い

2.9.3に記述したように、異常時等における車外への避難誘導の取扱いについては、複数のマニュアル等に定められていたが、その対応方法に差異が見られ、避難誘導が誰の判断で行われるのかが不明確な状況であった。

異常時においては迅速に避難誘導を行う必要があるため、各々が適切に対応できるようマニュアル等の共通又は関連する部分について整合を図る必要がある。

## 4 結 論

### 4.1 分析の要約

本事故における分析結果をまとめると、以下のとおりである。

#### (1) 減速機支え装置

##### ① 減速機を支える吊りピンの損傷

減速機を支える吊りピンの脱落前に、同吊りピン及び減速機支え棒に変形、折損等の損傷はなかったものと考えられる。また、同吊りピンが脱落した際には、溝付き六角ナット、割りピン及び脱出防止割りピンが既に脱落していたと考えられる。(3.2.2.1) <sup>\*16</sup>

##### ② 減速機を支える吊りピンの脱落

減速機を支える吊りピンの溝付き六角ナットが緩んで脱落したことは、走行時の振動が繰り返し作用したため発生したものと考えられる。また、同ナットの割りピンは、他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、緩んだ同ナットから繰り返し荷重を受けて破損し、脱落したのと考えられる。

減速機を支える吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンについては、他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、同吊りピンから繰り返し荷重を受けて破損し、脱落したのと考えられる。これらの溝付き六角ナット及び割りピンが脱落した後、減速機を支える吊りピンが減速機支え棒から抜けて脱落したのと考えられる。(3.2.2.2)

#### (2) 踏面剥離のある車輪による走行中の振動

本件列車の4両目後台車第1軸の左車輪に発生していた円周形状不整を伴う広範囲な剥離は、滑走フラットに起因するフラット剥離であると考えられる。円周形状不整の発生した車輪で走行した場合、形状不整部がレールを衝撃し、輪軸等のばね下の機器類には大きな上下振動が作用する。4両目の後台車第1軸の左車輪では形状不整部の円周方向長さが600mmに及ぶことから、走行時には著大な振動が発生していたものと推定される。また、このような著大な振動が繰り返し作用した場合、各種取付ボルトの緩み、脱落を誘発すると思われる。(3.2.3)

#### (3) 動力伝達装置の損傷の過程

4両目後部の動力伝達装置が損傷した過程は、次のようであったと考えられる。

---

<sup>\*16</sup> 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関連する「3 分析」の主な項番号を示す。

減速機を支える吊りピンの脱落により、減速機が車軸を中心として前方に回転するように垂下し、推進軸も垂下した。減速機と推進軸が垂下したことにより自在継手がロックし十字軸が破損して両者が分離した。その後、減速機側ヨーク部が下がるように回転したことにより、まくらぎと衝突し始め、減速機箱が破損して減速機かさ歯車が脱落した。(3.2.5)

#### (4) 脱線

##### ① 脱線車両

トンネル内で停止した本件列車は5両目の後台車第1軸のみが脱線していたが、4両目後台車全2軸も脱線していたものと考えられる。(3.4.1)

##### ② 4両目の脱線

4両目の後台車は、減速機が車軸を中心に前方へ回転して下側となっていた減速機の吊り部が12号分岐器の左リードレールに接触したことにより、同レールに沿って左へ押され、第1軸左車輪が左へ脱線し、続いて第2軸も脱線したものと考えられる。その後、脱線した同台車全2軸は、11号分岐器のクロッシング部及びポイント部で復線したものと考えられる。(3.4.2)

##### ③ 5両目の脱線

5両目の後台車は、脱落した減速機かさ歯車に接触したことにより、同台車が押し上げられて、第1軸が左へ脱線したものと考えられる。(3.4.3)

#### (5) 火災

##### ① 最初の出火

最初の出火は、本件列車が停止する前後に、6両目の発電機若しくはエンジン後端部上面付近から発生した可能性があると考えられる。また、この出火による火炎のみでは車両を焼損させるには至らなかったと考えられる。なお、火災による被害を特に強く受けている床下機器、運転中に高温となる機器等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられることから、詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。(3.5.2)

##### ② 延焼拡大の経過

6両目前部燃料タンクから漏出した軽油は発電機下方の木まくらぎ付近に飛散し、発電機若しくはエンジン後端部上面付近から出火した火が延焼し、木まくらぎが炎上した可能性があると考えられる。この火炎が6両目の左側窓から車内に入ったものと考えられる。火は車内を通過して6両目から1両目に向かって行き、車両が順に延焼していったものと考えられる。

また、トンネル内は上部ほど高い温度であったと推定され、火炎による

熱が狭隘な空間であるトンネル内部に蓄熱され、そこからの放射熱によって車体の燃焼が促進されたものと考えられる。(3.5.3)

#### (6) 避難誘導

本事故発生後、乗客がトンネル外に避難するまでの経過は、次のようであったと考えられる。

本件列車が21時56分ごろ緊急停止した後、後方の車両に煙が流入してきたため、6両目の乗客は前方の車両に移動を始めた。本件車掌は後方3両の乗客に前方3両の車両に移動するよう車内放送で案内した。

本件運転士が本件列車を第1ニニウトンネルの外へ移動させようと試みたが、列車は起動しなかった。煙は引き続き車内に流入し、間もなくして車内は停電したため、一部の乗客は自らの判断で降車し、第1ニニウトンネルの札幌駅方坑口に向かって自力で避難を始めた。

同トンネルの札幌駅方坑口の状況を確認に行った本件車掌からの連絡を受けて、本件運転士は同社社員と協力して乗客を札幌駅方のトンネル外に誘導した。事故発生の1時間30分後ごろまでには、乗客と乗務員等は全員トンネル外に避難した。(3.7.1)

## 4.2 原因

本事故は、本件列車の4両目後部の減速機を支える吊りピンが脱落したため、次のような経過により4両目の後台車全2軸及び5両目の後台車第1軸が脱線したのと考えられる。

- (1) 減速機が車軸を中心として前方に回転するように垂下し、推進軸も垂下したことから、自在継手が破損し両者が分離した。
- (2) 分離後、減速機が更に回転して、減速機の吊り部が清風山信号場構内の12ロ分岐器のリードレールに接触したことにより、4両目の後台車が同レールに沿って左へ押されて同台車の第1軸が脱線した後に第2軸が脱線し、その後、11イ分岐器において2軸とも復線した。
- (3) 垂下した減速機からかさ歯車が脱落して軌間内に落下し、5両目の後台車がこのかさ歯車に接触したことにより、同台車が押し上げられて第1軸が脱線した。

減速機を支える吊りピンが脱落したことについては、次のような経過であったものと考えられる。また、このような経過に至ったことについては、4両目の後台車第1軸の左車輪の円周形状不整に伴う著大な振動を受けたことが関与したものと考えられる。

- (1) 減速機を支える吊りピンの溝付き六角ナットの割りピン及び同吊りピンの頭



部側に取り付けられた脱出防止割りピンに、他部材との接触により局部的な摩耗が生じた。

- (2) 溝付き六角ナットが緩み、同ナットの割りピンが、緩んだ同ナットからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (3) 溝付き六角ナットが更に緩み回転して脱落した。
- (4) 減速機を支える吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンが、同吊りピンからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (5) これらの溝付き六角ナット及び割りピンが脱落した後、減速機を支える吊りピンが減速機支え棒から抜けて脱落した。

また、本事故において、本件列車が焼損したことについては、脱落した減速機かさ歯車によって6両目前部の燃料タンクが破損したため、漏出した軽油がその付近の木まくらぎ周辺に飛散し、発電機若しくはエンジン後端部上面付近で出火した火が延焼拡大したことによるものと考えられる。

なお、火災による被害を特に強く受けている床下機器、運転中に高温になる機器等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられることから、詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。

## 5 再発防止策

### 5.1 必要と考えられる再発防止策

- (1) 本件列車では、踏面擦傷、剥離の長さの範囲が使用限度を超えたとして扱うべき車輪を使用していたことから、同社は、車輪踏面の状況を把握するための適切な検査時期及び検査手法を確立し、車輪踏面状態の管理を徹底することが必要である。
- (2) 本件列車では、吊りピンの脱落を契機に脱線にまで至ったものと考えられることから、同社は、交番検査及び仕業検査における減速機支え装置の検査について、具体的な検査方法と評価基準を定めた上で、検査結果を写真により明示的に記録するなど、その状態に気を配るよう意識付けを行い、より確実な検査とすることが望まれる。
- (3) 本件列車等の台車における減速機支え棒の特殊座金との接触面に生じていたリング状の凹みは、締め付け軸力の過不足に起因する可能性があると考えられることから、同社は、溝付き六角ナットの締め付け力の設定根拠を検証し、必要に応じて見直すことが望まれる。
- (4) 火災に迅速かつ適切に対処して被害を最小限とするには、乗務員が火災の発

生を早期に認知することが極めて重要である。同社においては、乗客に対して、非常通報装置を使用することも含めて、火災の発生を速やかに乗務員へ通報することの必要性を周知することが望まれる。また、客室乗務員からも適切な情報を運転士又は車掌へ通報することが重要であるため、客室乗務員に対して確実な教育訓練を行うことが必要である。

- (5) 異常時に乗客の避難誘導を行う場合、列車に社員が乗車しているときは、乗務員と社員とが協同して対処することによって、より迅速に避難誘導することができると考えられることから、同社は、乗務員及び社員に対して非常時の行動について教育、訓練を行うことが望まれる。

## 5.2 事故後に同社が講じた措置

同社は、国土交通省から事業改善の命令及び特別保安監査に基づく改善指示を受け、次の措置を講じた。

### (1) 車両の品質管理体制の強化

#### ① 吊りピン取付ナットの締め付け力の管理

吊りピン取付ナットの取付状態の緊急点検を実施するとともに、吊りピン取付ナットの締め付け力管理を全車実施した。

#### ② 推進軸等の探傷検査の確実な実施

推進軸等の検査において、外部委託会社の実作業と推進軸修繕工事個別示方書の整合等を確認しなかったことから、探傷検査及び十字継手寸法測定が一部未実施となっていたため、定期的に示方書と実作業との整合の確認及び改廃をしていくこととした。

#### ③ 吊りピン脱出防止割りピンの異常摩耗に伴う当該部位の構造・検査方法の改善

吊りピンの脱出防止割りピンを交番検査ごとの取替えとし、併せて、仕業検査においては、吊りピン取付ナットの打音検査を追加した。

#### ④ 車両保守管理システムと外部委託作業の情報の活用

故障防止検討会の車両保守管理システム内のデータ検索・分析の活用による充実を図るとともに、外注担当者会議を定期的で開催し、本社、現場及び外部委託会社間の情報の共有化を図り、リスク管理を適切に行っていくこととした。

### (2) 迅速かつ適切な避難誘導を行うための改善点

#### ① 「トンネル内における列車火災時の処置手順」の見直しと充実

マニュアルについて、火災の判断を明確化するとともに、火災の程度と初期消火の限界などを明記した。また、取扱いの要点等をマニュアルに記

載し、教育訓練に活用することとした。併せて、トンネル内に設置した設備等を理解しやすくするため、写真やデータを掲載した別冊の諸元表を作成した。

② 「緊急時のお客様避難誘導マニュアル」を新たに策定

旅客の生命身体に危険が及ぶ緊急事態が発生した場合に、関係する社員が共通な認識のもとに旅客の避難誘導が行えることを目的に、運転士、車掌、指令員など系統、職種間で統一した新たなマニュアルとして「緊急時のお客様避難誘導マニュアル」を策定した。また、社員が列車に乗り合わせた際に積極的に乗務員に対して協力支援できるように、避難誘導時等に使用する救護ワッペン（社員識別シール）を作成し、全社員に配布した。

③ 異常時の対応マニュアル等の見直し

異常時のマニュアルについて、不整合や齟齬を見直し、今後は、系統間で齟齬が生じないように、各部門間で内容の見直し等を図るとともに、必要な改定を適時実施することとした。

④ 避難誘導に関する設備等の充実

トンネル出入り口の照明の追加やトンネル内照明の自動点灯化など避難誘導に関するトンネル設備及び非常灯や避難用はしごなど避難誘導に関する列車内設備を整備した。また、避難した旅客の救護活動がより迅速に行われるよう、警察、消防など関係機関に、一般道からトンネルまでの経路図の情報提供を行った。

(3) 教育訓練の実施

① 現場における訓練

「緊急時のお客様避難誘導マニュアル」を基に、運転士、車掌、指令、客室乗務員に対して、現車を使用した教育訓練を実施した。

② 社員研修センターにおける集合教育等

社員研修センターにおける集合教育で、石勝線事故を題材にした事故事例カリキュラムを取り入れるとともに、安全研修室の展示資料に今回の事故概要等のパネル資料を加えた。

③ 列車事故総合訓練

石勝線新夕張駅構内第1紅葉山トンネル内、室蘭線新栗山トンネル内、石勝線第1ニニウトンネル内などで、列車脱線火災を想定し、旅客の避難誘導を行う現車訓練を実施した。

(4) 今後の教育訓練等

① 避難誘導に関する教育訓練体系の見直し

避難誘導に関する教育訓練の体系を見直し、トンネルを使用した列車事

故総合訓練を毎年定期的に、及び運転士、車掌、指令、客室乗務員に対して定期的に現車を使用した教育訓練を実施することとした。

## ② 安全意識の高揚

「お客様の安全を何よりも最優先に取り組む」意識を定着させるため、以下の取組みを実施することとした。

- ・焼損車両を保存展示して事故の風化防止を図る。
- ・「救護ワッペン」及び「事故遭遇時社員必携」を全社員に携帯させ、安全意識の向上と緊急時の心構えに役立てる。
- ・「お客様の安全」啓発セミナーを毎年実施する。
- ・社員研修センターにおける集合教育で、石勝線事故を題材にした安全教育を実施する。

## (5) 安全監理体制の徹底的な見直し

安全性向上のための基本的な考え方を定めた「安全性向上のための行動計画」を部外有識者の意見を反映し、策定した。

## 5.3 事故後に国土交通省が講じた措置

- (1) 国土交通省北海道運輸局は、平成23年5月28日付けで同社に対して、事故の原因を究明し再発防止対策を講じるよう警告した。
- (2) 国土交通省は、平成23年6月18日付けで同社に対して、迅速かつ適切な避難誘導等ができるよう事業改善の命令及び特別保安監査に基づく文書による改善指示を行った。
- (3) 国土交通省は、全国の鉄軌道事業者に対して、次の行政指導を行った。
  - ① 内燃動車等の動力伝達装置の推進軸等の緊急点検について（平成23年5月29日）
  - ② 列車事故の対応マニュアルの点検等について（平成23年6月3日）
  - ③ 内燃動車等の車両整備の実施状況に係る緊急点検について（平成23年6月18日）
- (4) 国土交通省は、同種事故の再発防止を図るため、「石勝線事故再発防止対策協議会」を開催し、事故の調査及び再発防止策の検討を行った。

## 5.4 その他関連して望まれる対応

本件列車の車両のように、車体にエンジンなどの動力源を搭載して、台車へ機械的に動力を伝達する方式の車両の場合、動力伝達装置が破損して落下すると、脱線などの事故につながる可能性もあると考えられる。

動力伝達装置は車両形式ごとに詳細は異なるが、基本構造はおおむね同様であるた

め、関連する事業者、メーカー等にあつては、これらの不具合等に関して情報を共有し、個々の車両の性能や使用線区等の条件を考慮しつつ、必要に応じて、より信頼性を高める保守方法や構造等の検討をすることが望まれる。

## 6 勸告

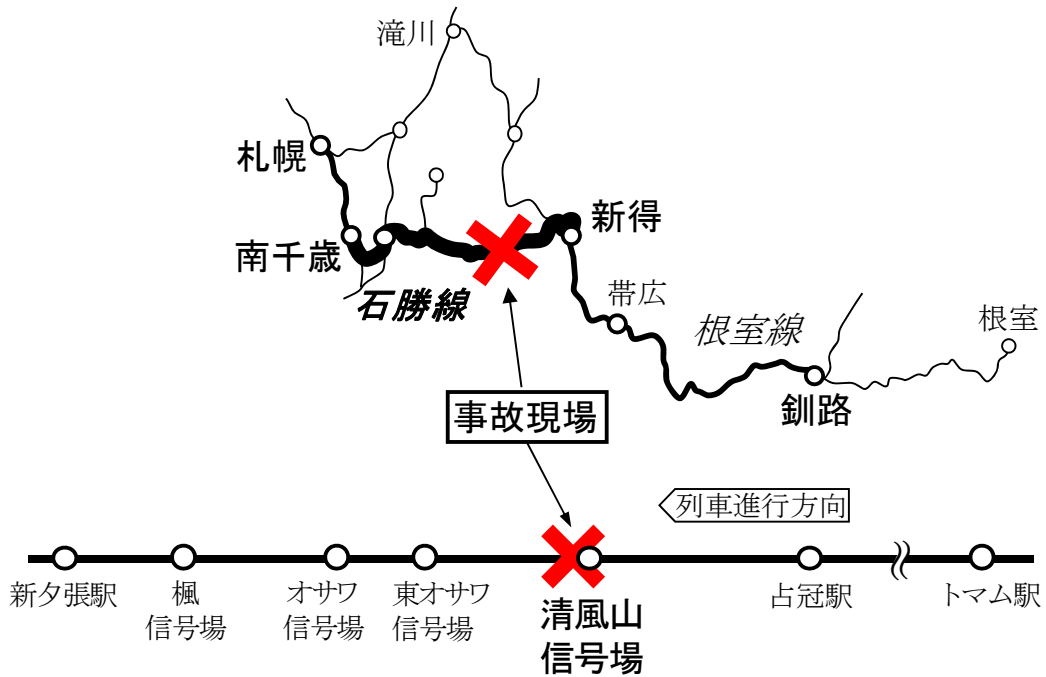
本事故は、本件列車の4両目後部の減速機を支える吊りピンが脱落したため、本件列車が脱線に至ったものと考えられる。また、同吊りピンが脱落したことについては、車輪踏面の擦傷、剝離が進行して車輪踏面の円周形状が不整となり走行時の著大な振動が、同吊りピンを留める溝付き六角ナットの緩みや脱落に関与したものと考えられる。

運輸安全委員会は、本事故の調査結果を踏まえ、輸送の安全を確保するため、同社に対し、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、以下のとおり勧告する。

同社は、踏面擦傷、剝離の長さの範囲が使用限度を超えたとして扱うべき車輪を使用することがないように、車輪踏面の状況を把握するための適切な検査時期及び検査手法を確立し、車輪踏面状態の管理を徹底すること。

# 付図1 石勝線路線図

南千歳駅～新得駅間 132.4 km (単線) ほか 計148.5 km



# 付図2 事故現場付近の地形図



1:25,000 ニニウ (夕張岳)

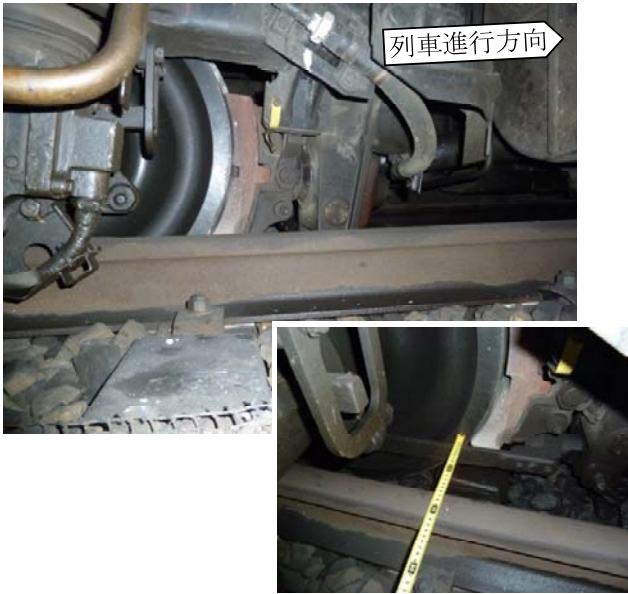
250m 0 250 500 750

国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

### 付図3 事故現場略図



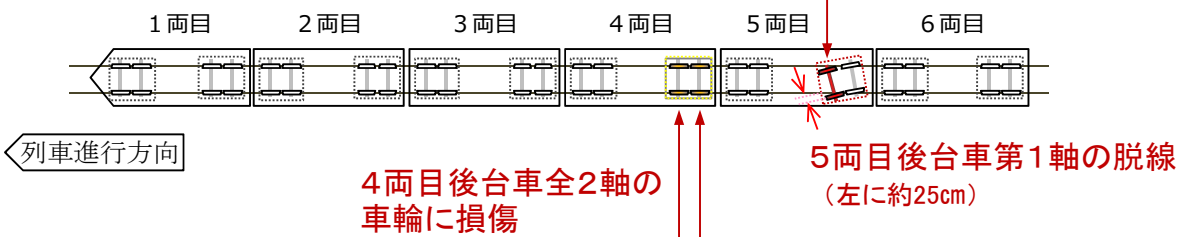
# 付図4 脱線の状況



(5両目後台車第1軸 右車輪)



(5両目後台車第1軸 左車輪)



(4両目後台車第1軸 左車輪)

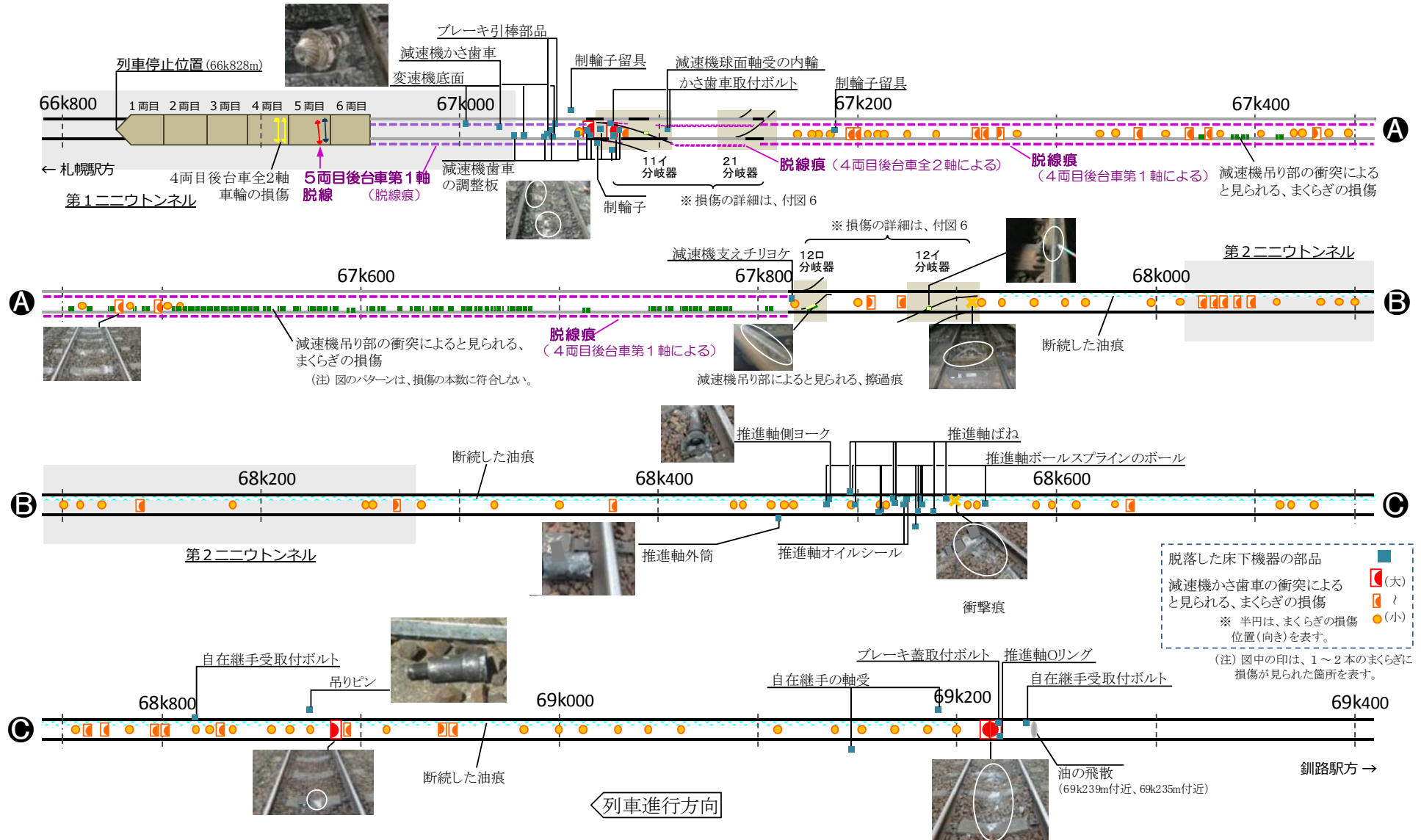


(4両目後台車第2軸 左車輪)

※ ← は、傷又は打痕を示す。



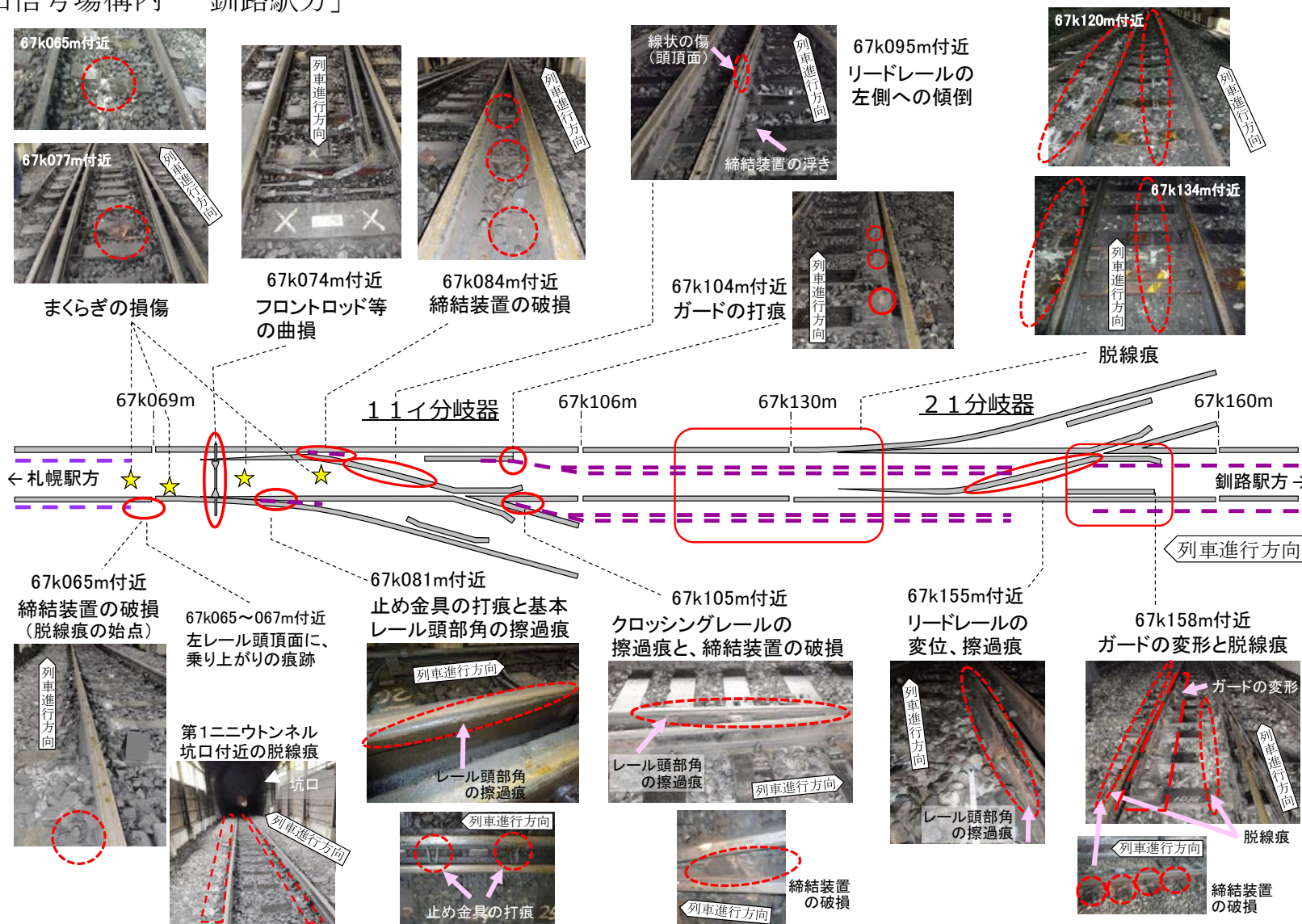
付図5 まくらぎの損傷状況及び脱落した主な部品の発見地点





## 付図6 清風山信号場構内 分岐器付近の損傷状況 (その2)

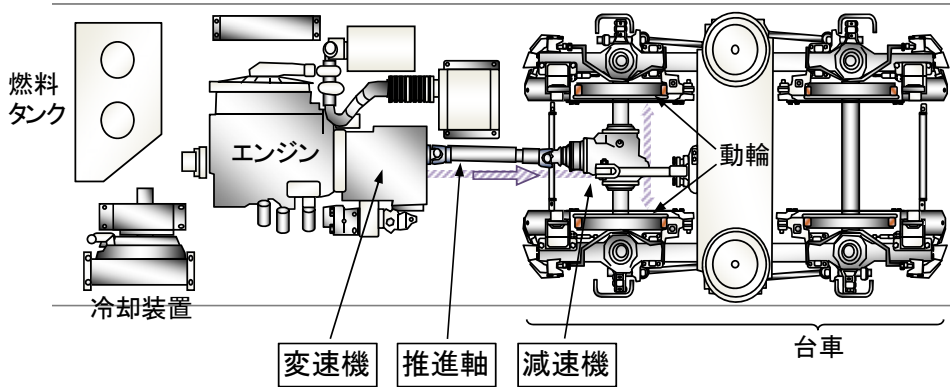
[清風山信号場構内 釧路駅方]



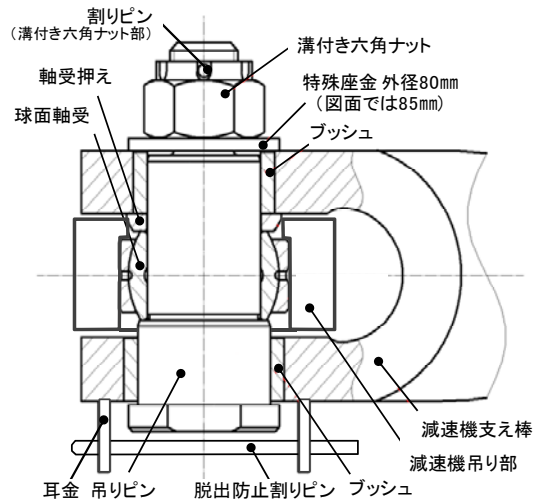
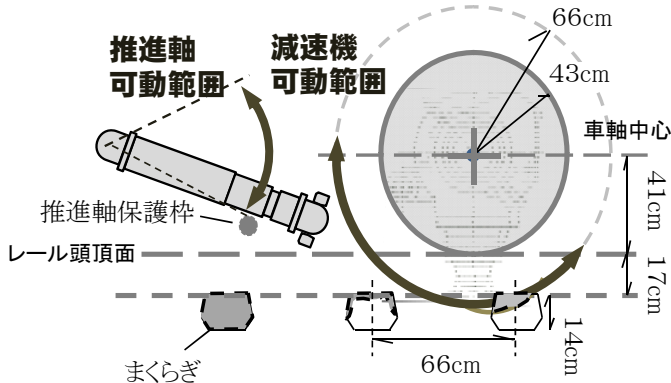
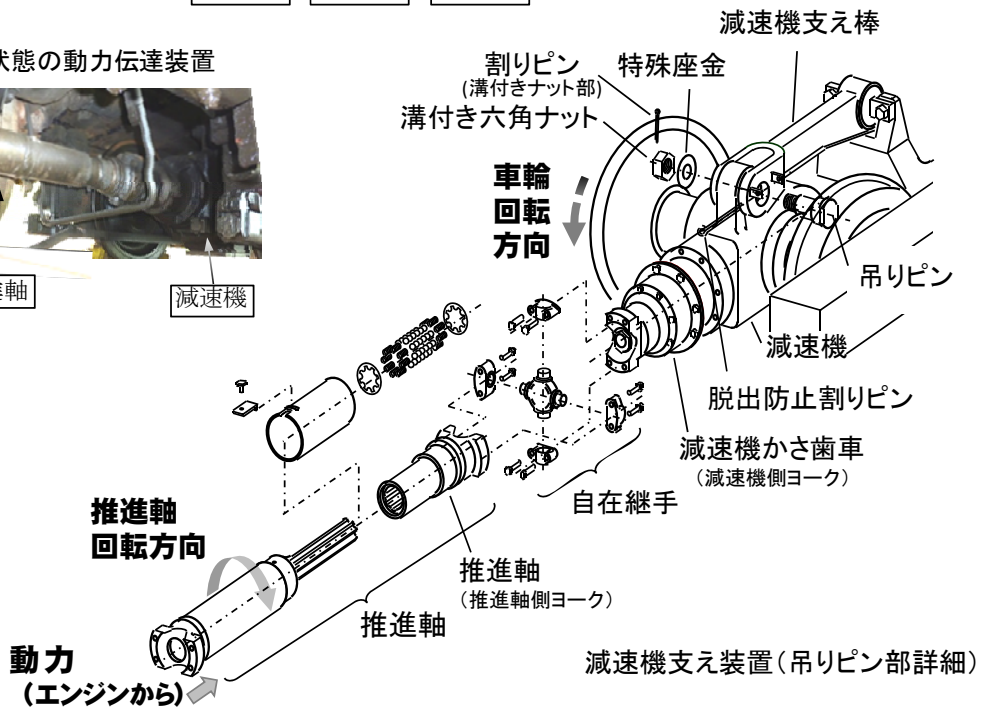


## 付図8 動力伝達装置の構成

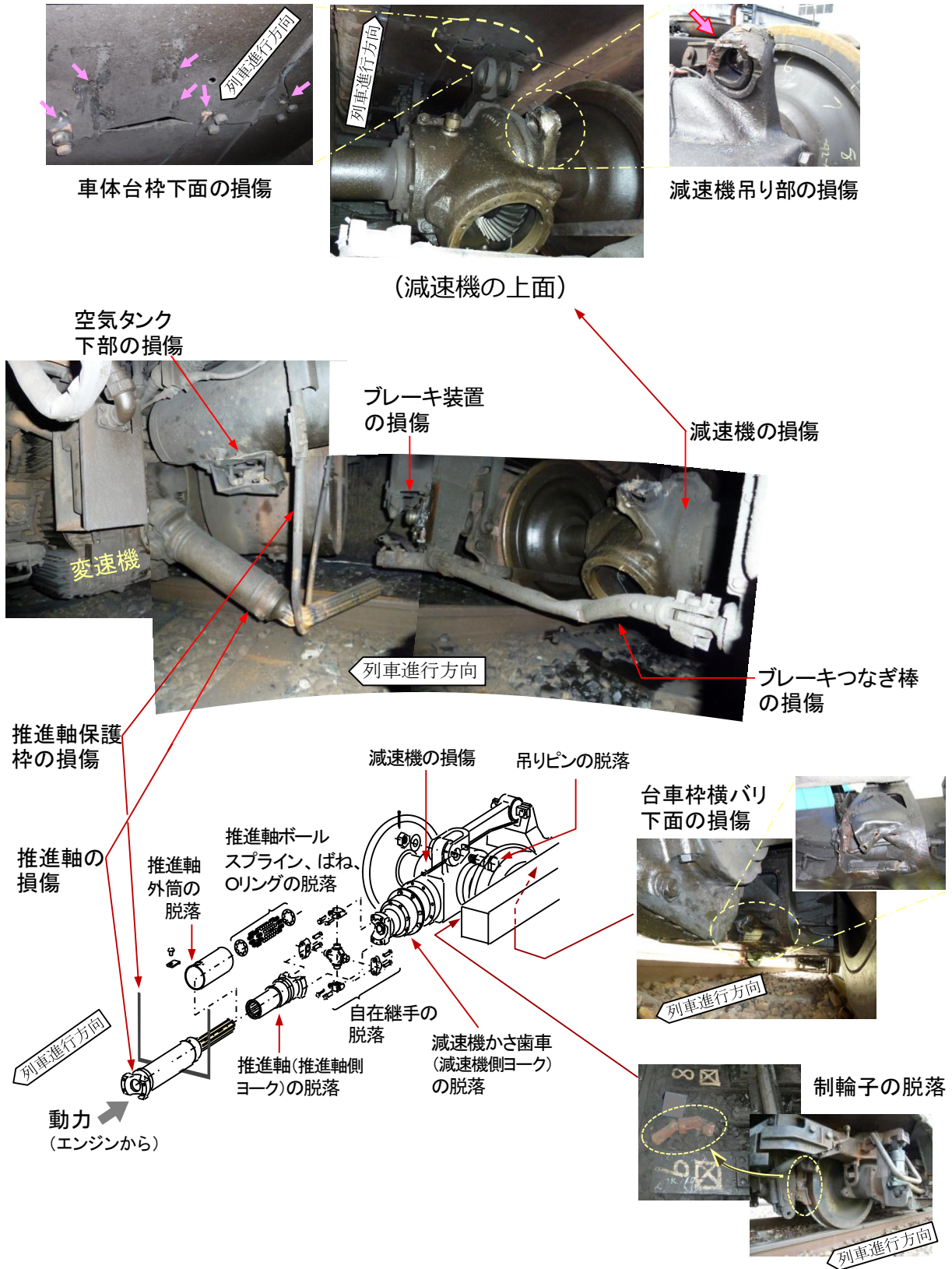
エンジンの動力は、動力伝達装置(変速機、推進軸及び減速機)を介して動輪に伝達



健全な状態の動力伝達装置

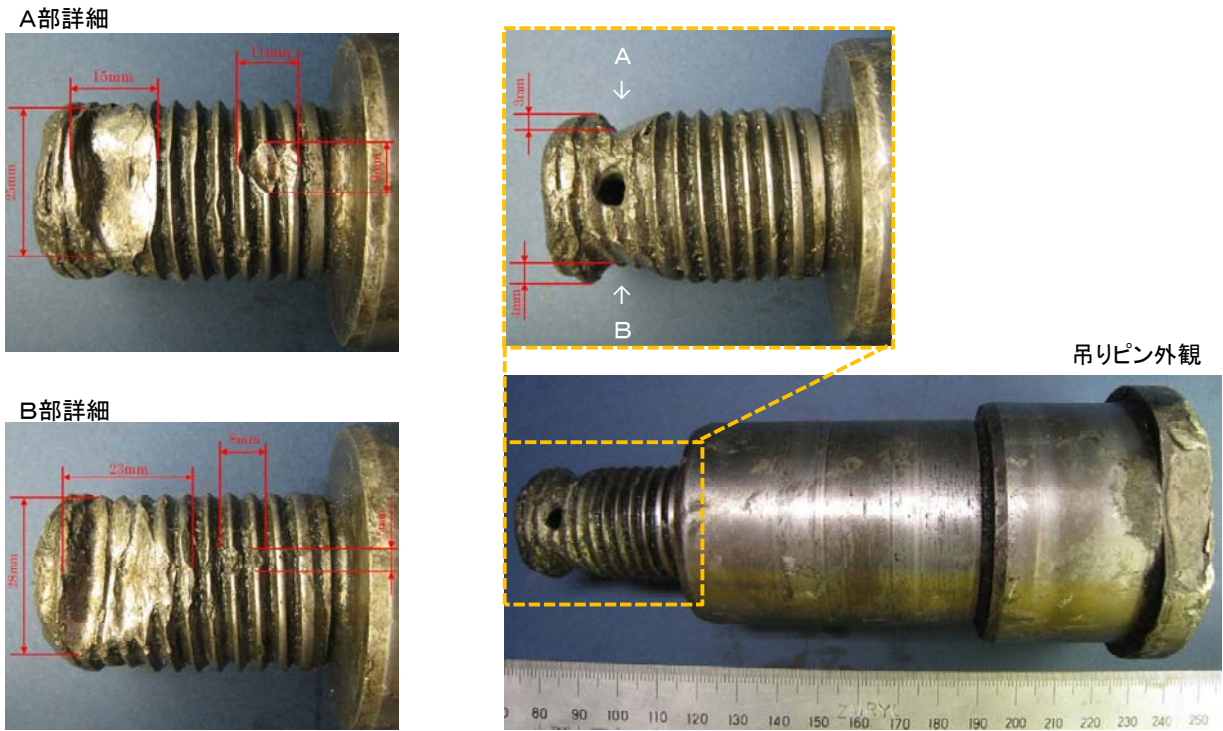


付図9 動力伝達装置等の損傷状況（4両目後部）

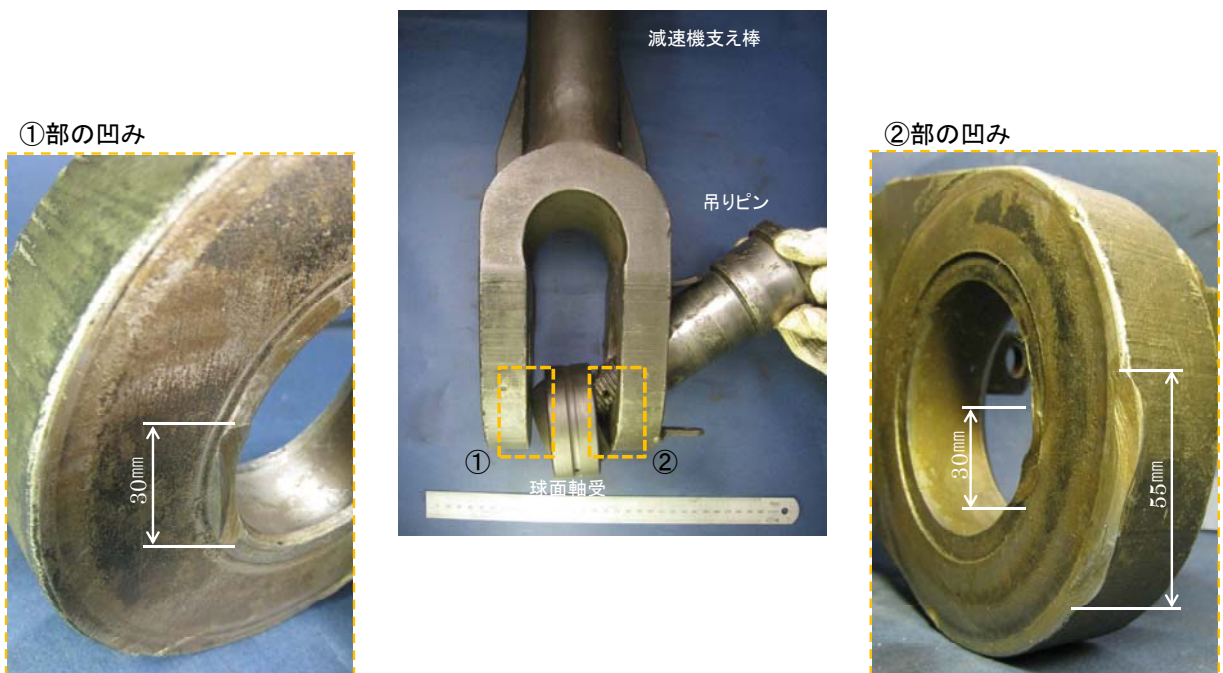




付図 1 1 吊りピン等の損傷状況（その 1）

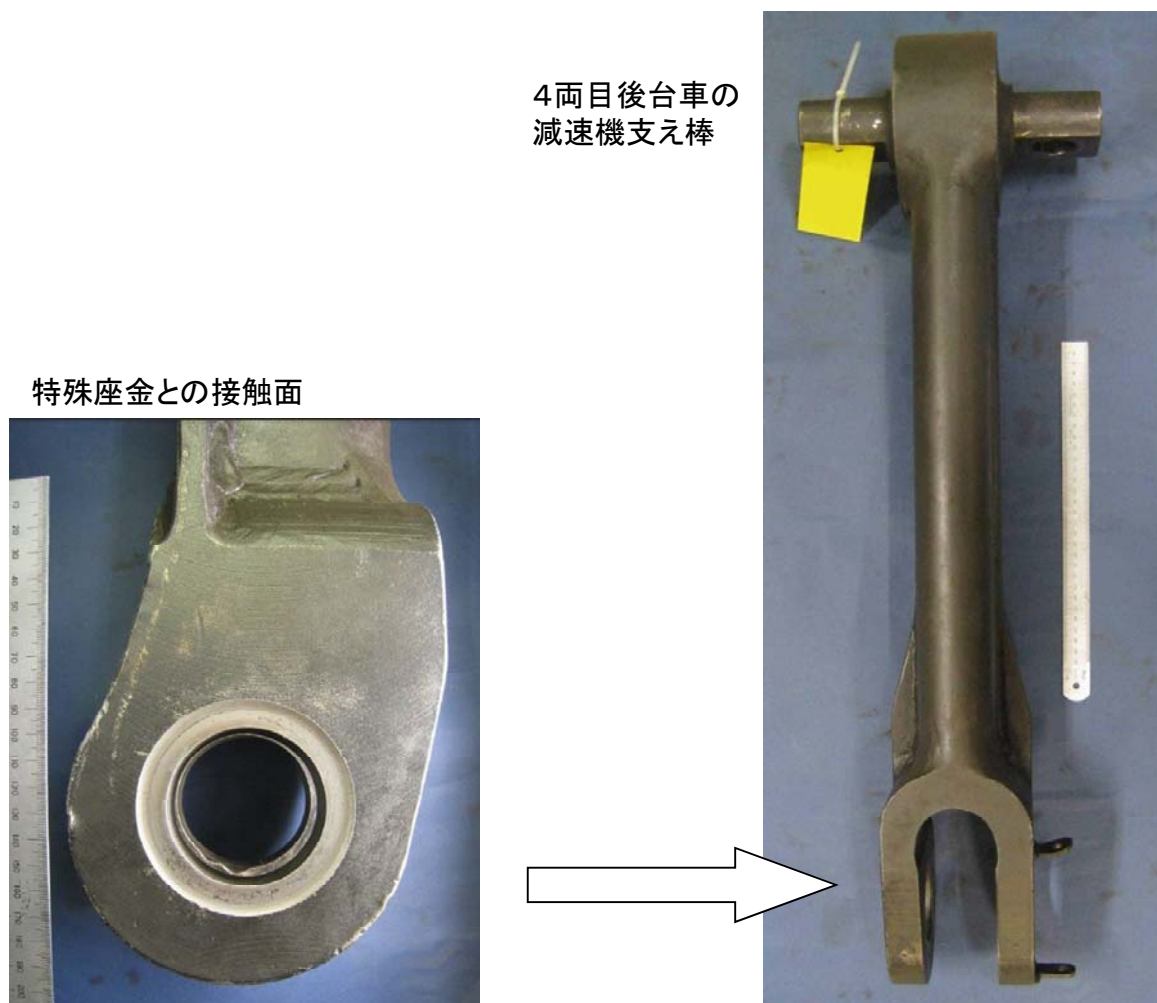


付図 1 1 吊りピン等の損傷状況（その 2）

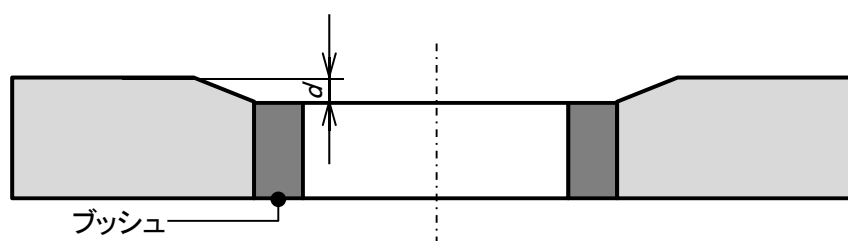




## 付図 1 2 減速機支え棒の凹みの状況



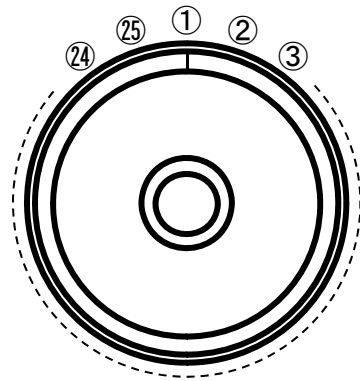
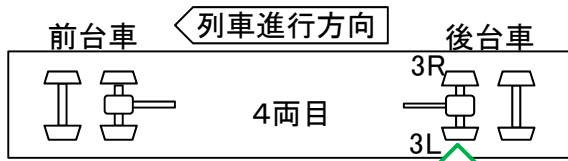
特殊座金との接触面の凹み深さ  $d$  の測定結果



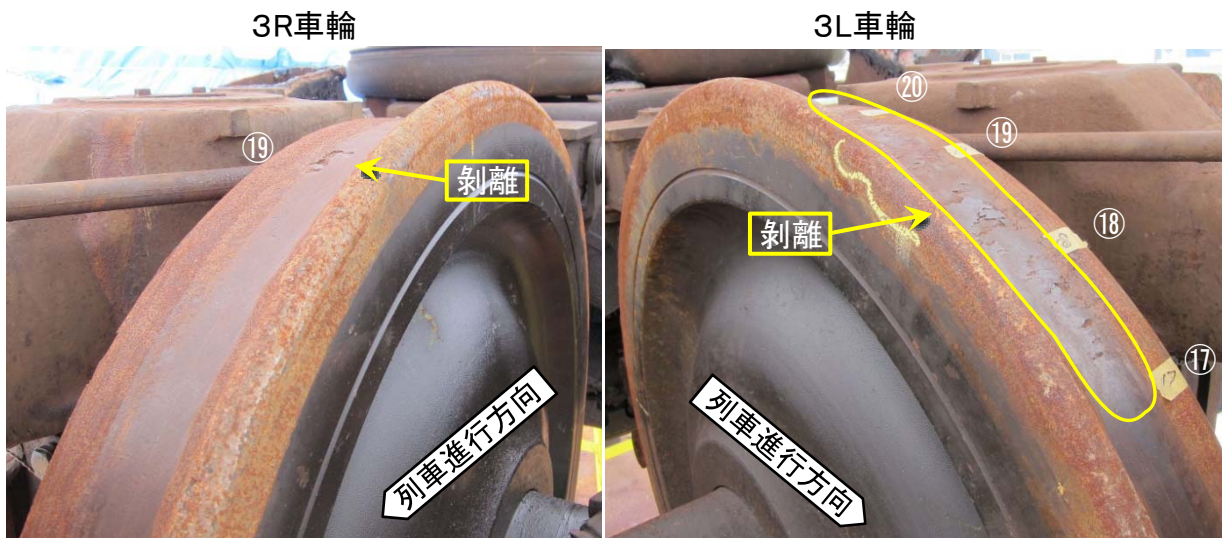
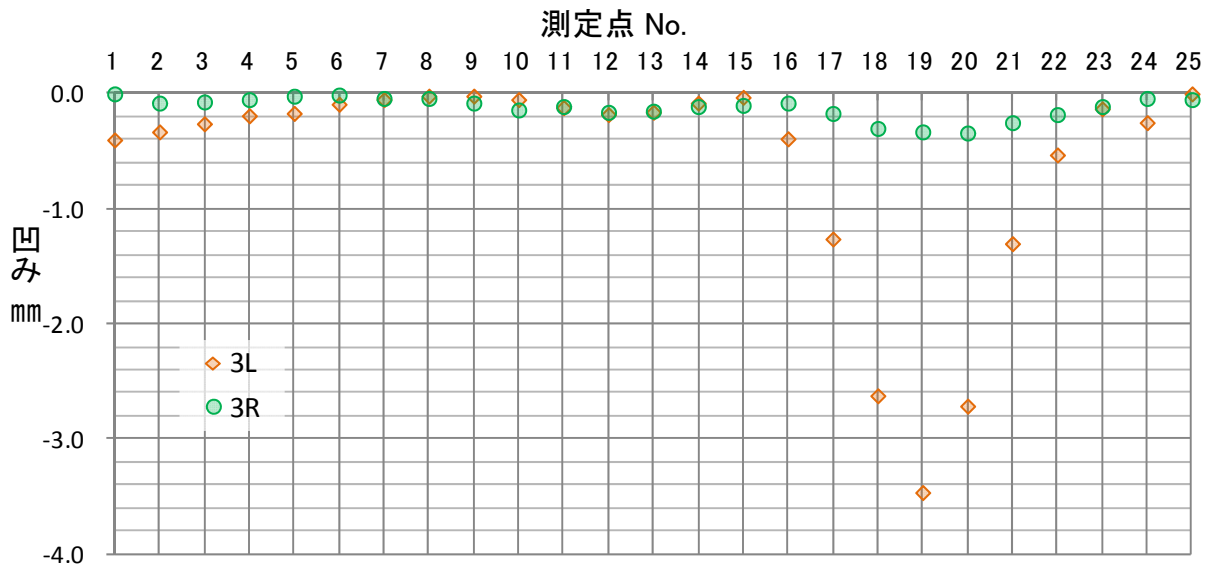
(単位: mm)

	本件列車の台車		本件列車以外の台車	
	4両目後台車	2両目前台車	A	B
1回目計測	0.95	0.80	0.75	0.75
2回目計測	1.00	0.80	0.80	0.80
3回目計測	0.95	0.85	0.75	0.75
平均	0.97	0.82	0.77	0.77

# 付図 1 3 真円度測定結果



測定点は、3L車輪を左から見て時計回りに①～②⑤まで、円周方向に100mm置きに設定した。  
 (①は3L車輪のアンバランスマーク位置とした)



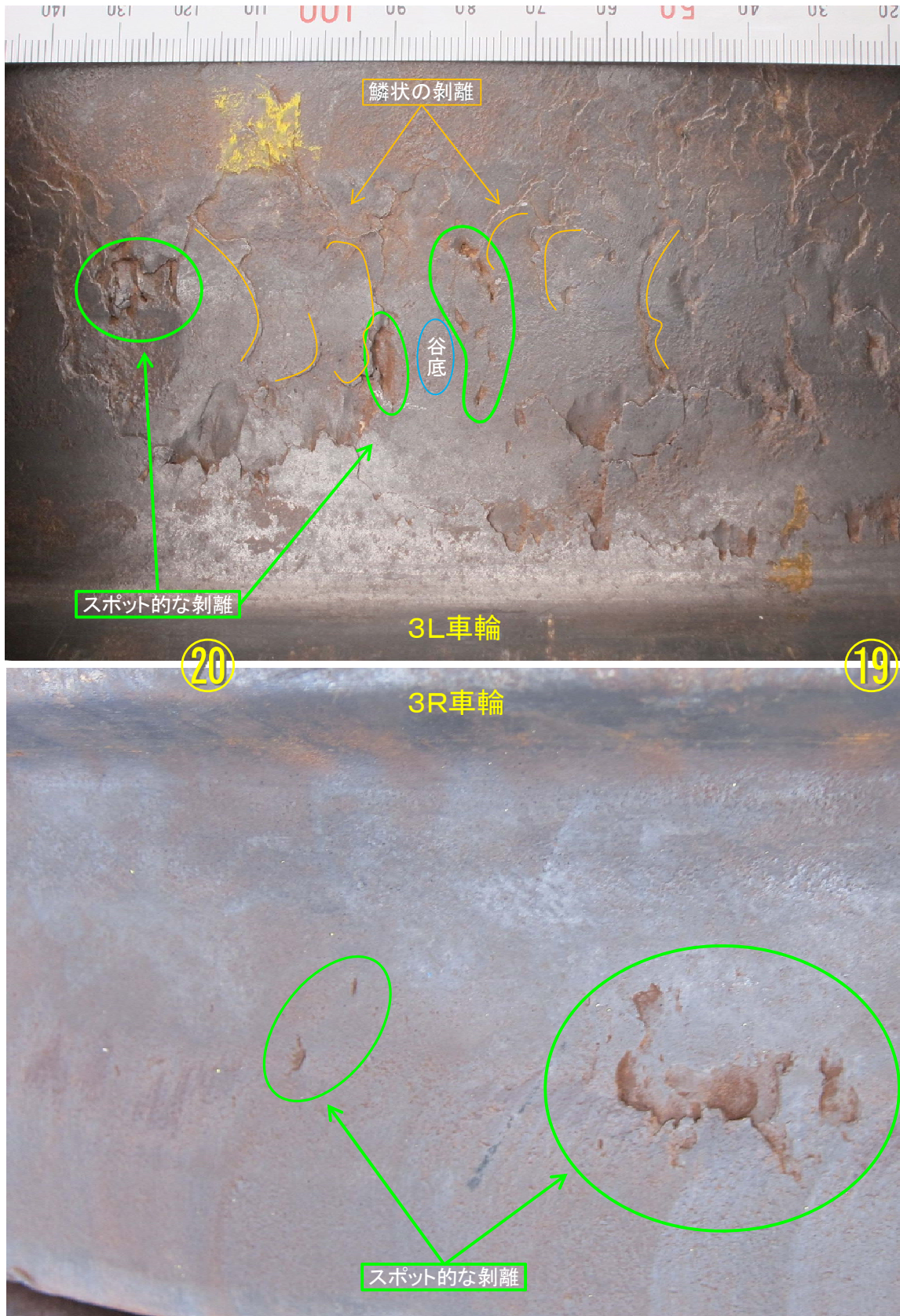
## 付図 1 4 踏面剥離の状況（その 1）

[ 3 L 車輪の剥離状況 ]

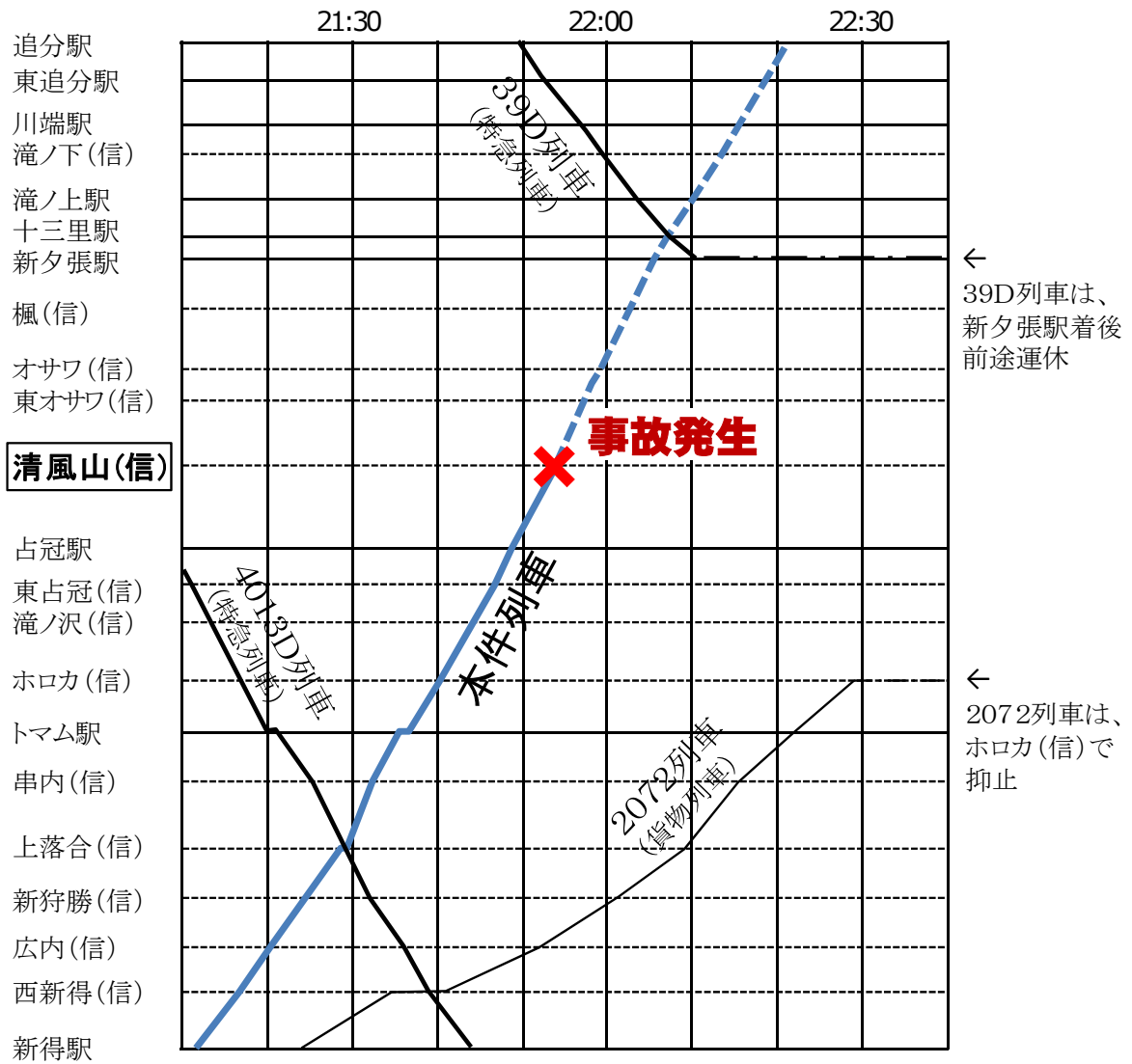


# 付図 1 4 踏面剥離の状況 (その 2)

[測定点⑱～㉔の剥離状況]

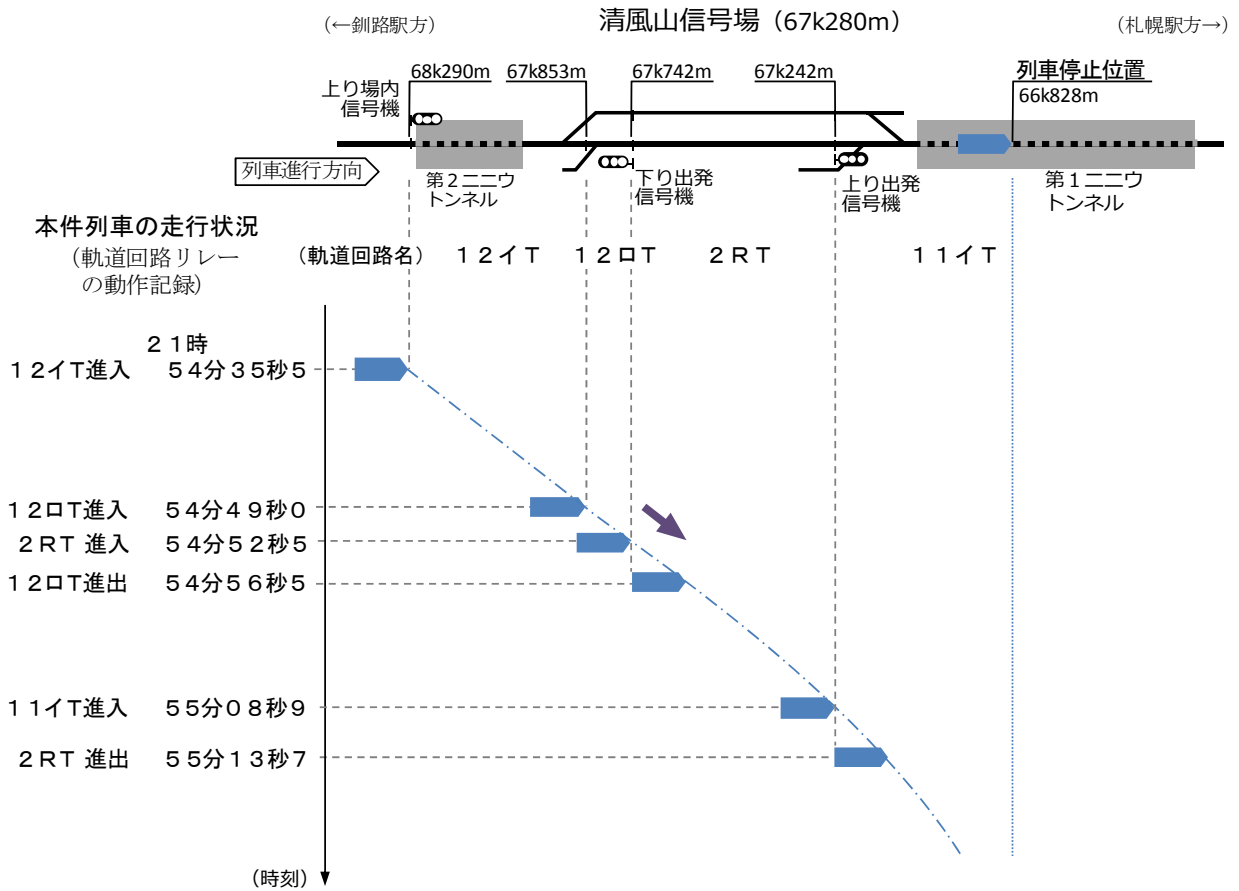


付図 1 5 本件列車の新得駅～追分駅間のダイヤグラム



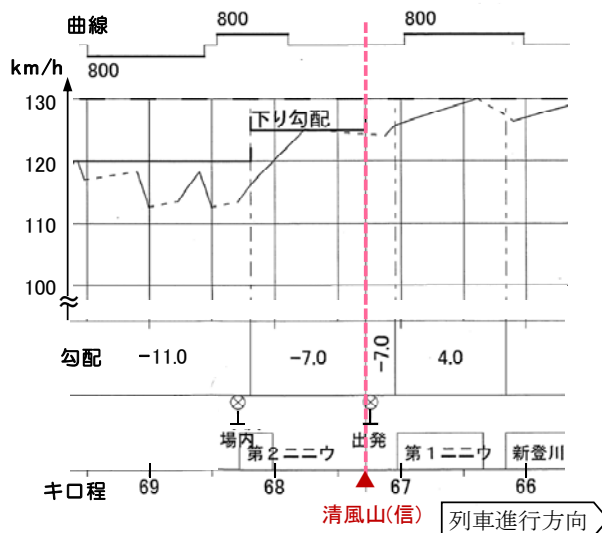
(注) 本件列車及びその後続と、行き違いの列車を記す。  
また「(信)」とは、信号場を表す。

# 付図 1 6 本件列車の走行状況



【参考】

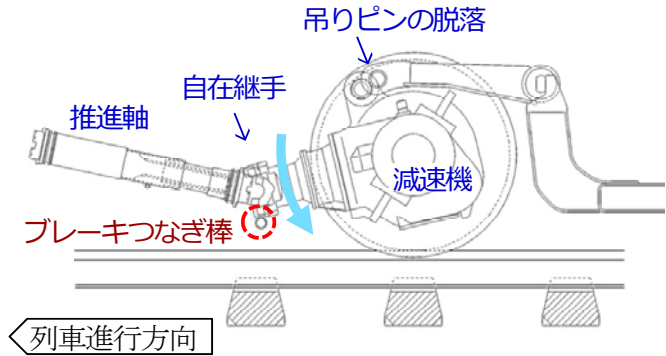
283系車両の  
運転曲線図  
(速度曲線)



## 付図 1 7 脱線の過程 (推定)

### (1) 動力伝達装置の垂下

- ① 4両目後部の減速機を支える吊りピンの脱落により、減速機が前方に回転するように垂下し、推進軸も下方に傾いて自在継手がブレーキつなぎ棒に接触



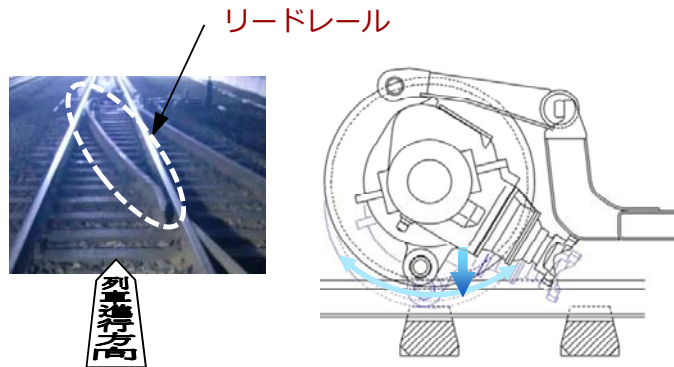
- ② 回転しながら接触する自在継手によってブレーキつなぎ棒が破損し、自在継手が更に下方へ垂下して破損

- ③ 減速機と推進軸が分離し、更に垂下した減速機がまくらぎに衝突



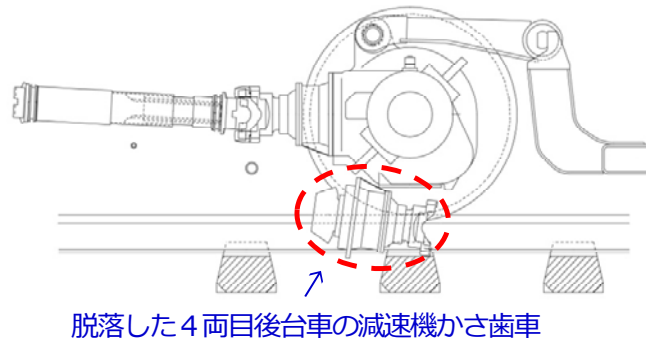
### (2) 4両目後台車の脱線

垂下した減速機の吊り部はレール面より低く、分岐器のリードレールに接触、押し出され、4両目後台車の車輪がレールに乗り上げて脱線

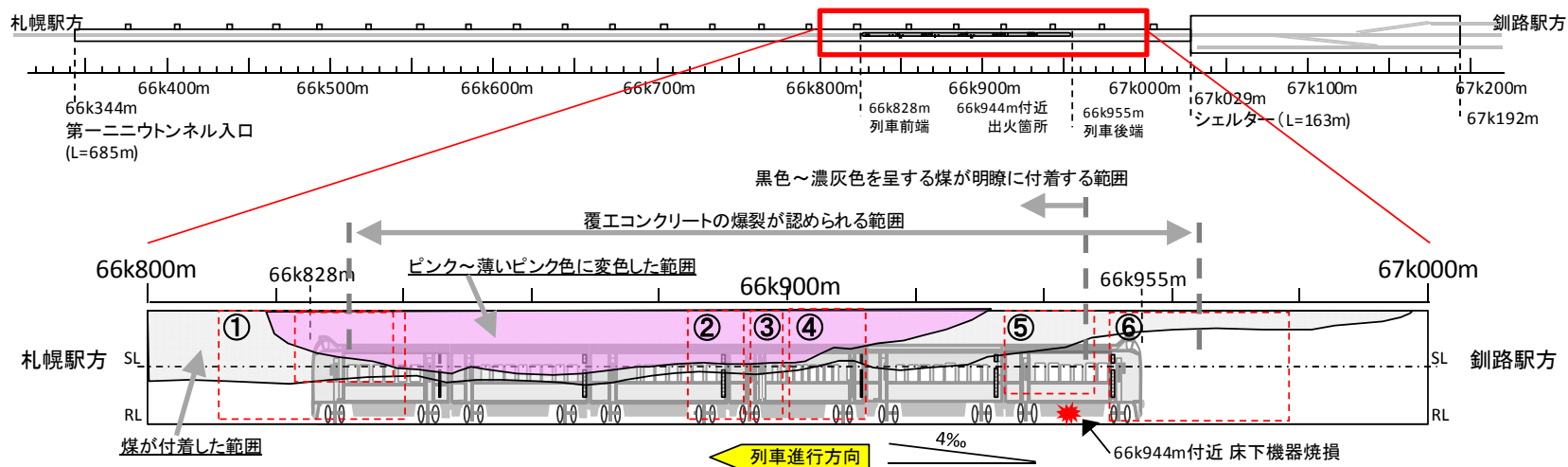


### (3) 5両目後台車の脱線

4両目後台車の減速機が軌道に衝突し続け、減速機かさ歯車が脱落  
脱落した減速機かさ歯車が5両目後台車に衝突して同台車第1軸が脱線



# 付図 1 8 列車停止箇所付近のトンネル覆工の焼損状況



本付図の写真の撮影日:平成23年9月27日



# 付図19 第1ニニウトンネル坑内の焼損状況

見掛け上、側壁には車両火災の影響は乏しく、肩の部分に煤が付着し、天端は淡褐色を呈する。



見掛け上、ケーブル類は燃焼しているが、側壁には車両火災の影響は乏しい。肩の部分に煤が付着し、天端は淡褐色を呈する。また、肩付近には亀甲状にクラックらしきものが認められる。



6両目の燃焼したエンジン付近の側壁部分には煤が広範囲に付着している。



66k828m

66k914m

66k944m

木まくらぎ

66k955m

6両目の燃焼した機関部分の道床以外は煤が付着しやや暗灰色を呈する。



見掛け上、側壁には車両火災の影響は乏しく、肩の部分に煤が付着し、天端は淡褐色を呈する。



天端は淡褐色を呈する。

肩付近には連続して煤が付いている。

燃焼したケーブル類

覆エコンクリートの剝離箇所が点在

\*5両目付近から起点方向

肩付近には煤が付着

覆エコンクリートの剝離

付図20 参照

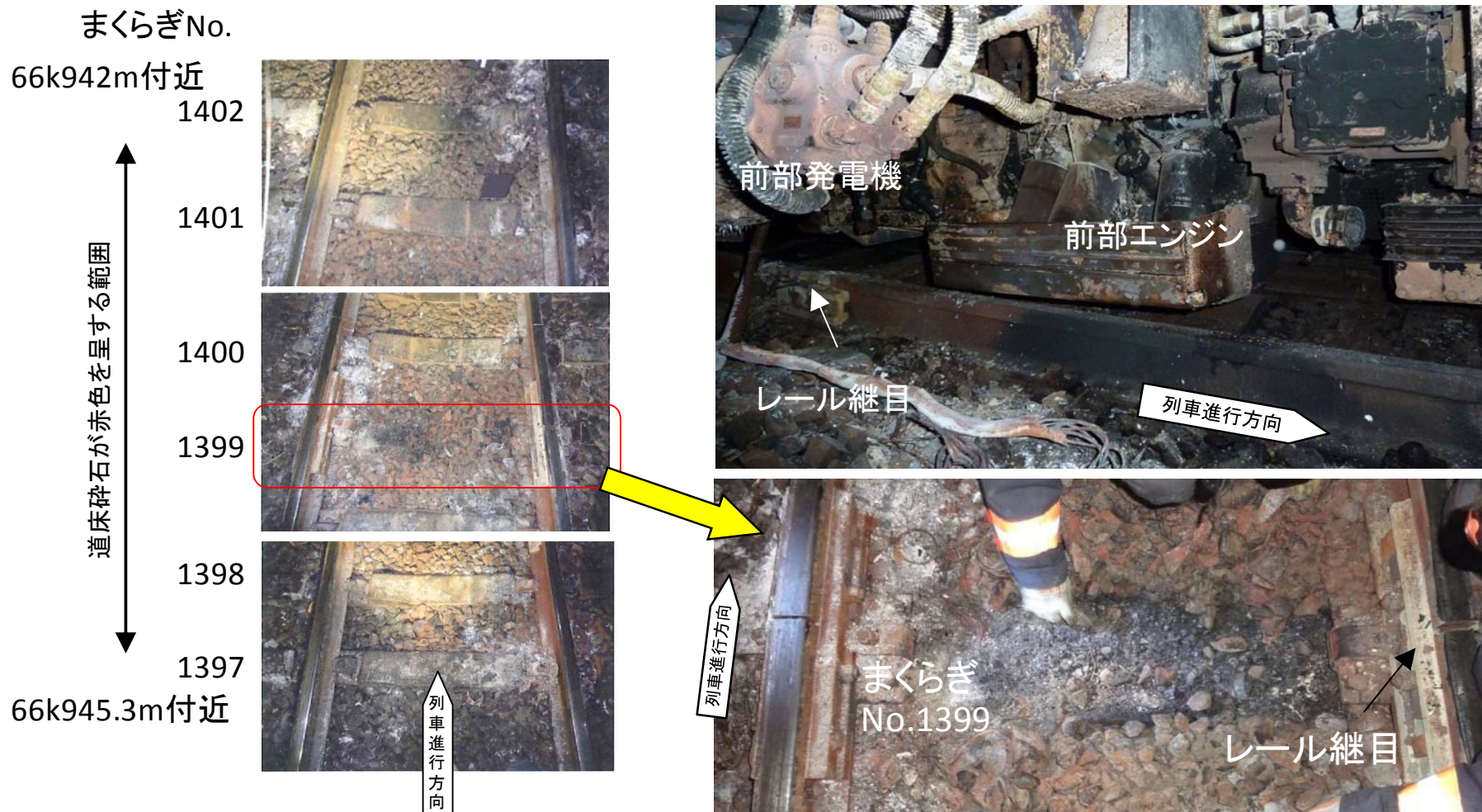
66k820m

66k850m

66k900m

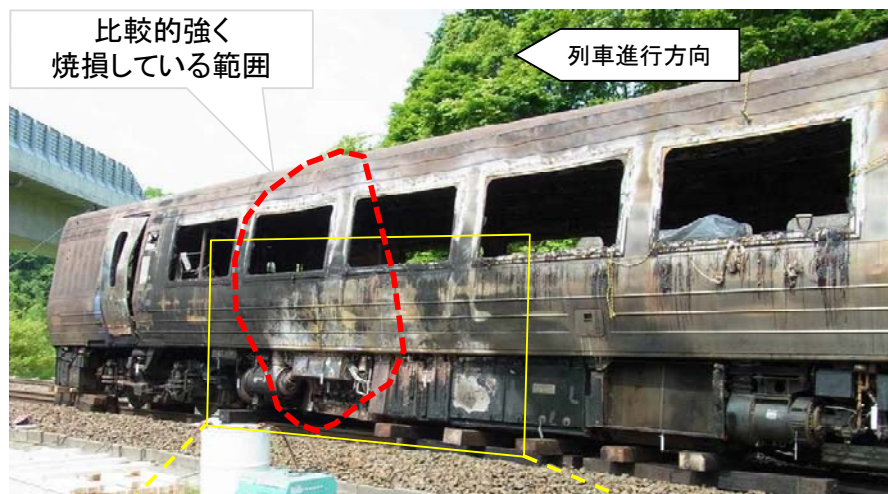
66k950m

付図20 6両目前部エンジン周辺の軌道の焼損状況

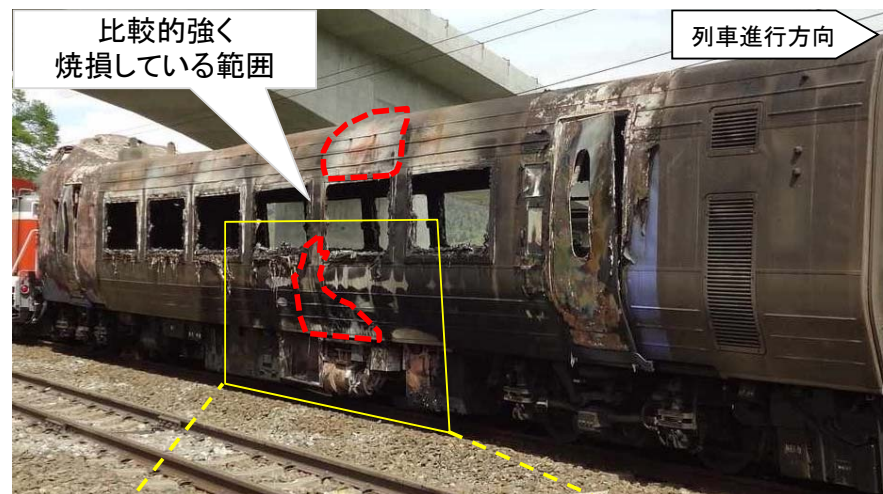


付図 2 1 6両目の焼損状況（その1 車体側部）

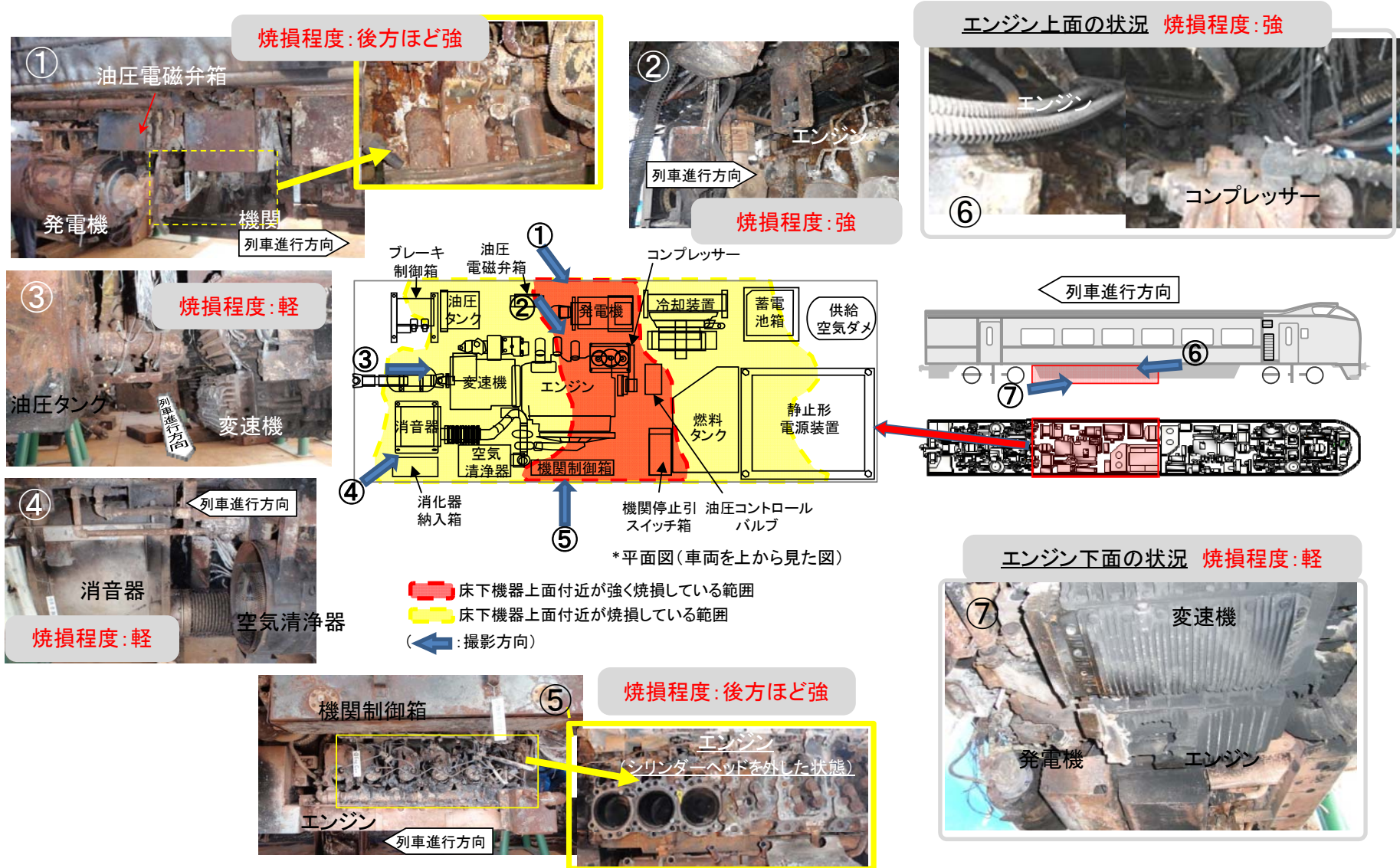
左側面



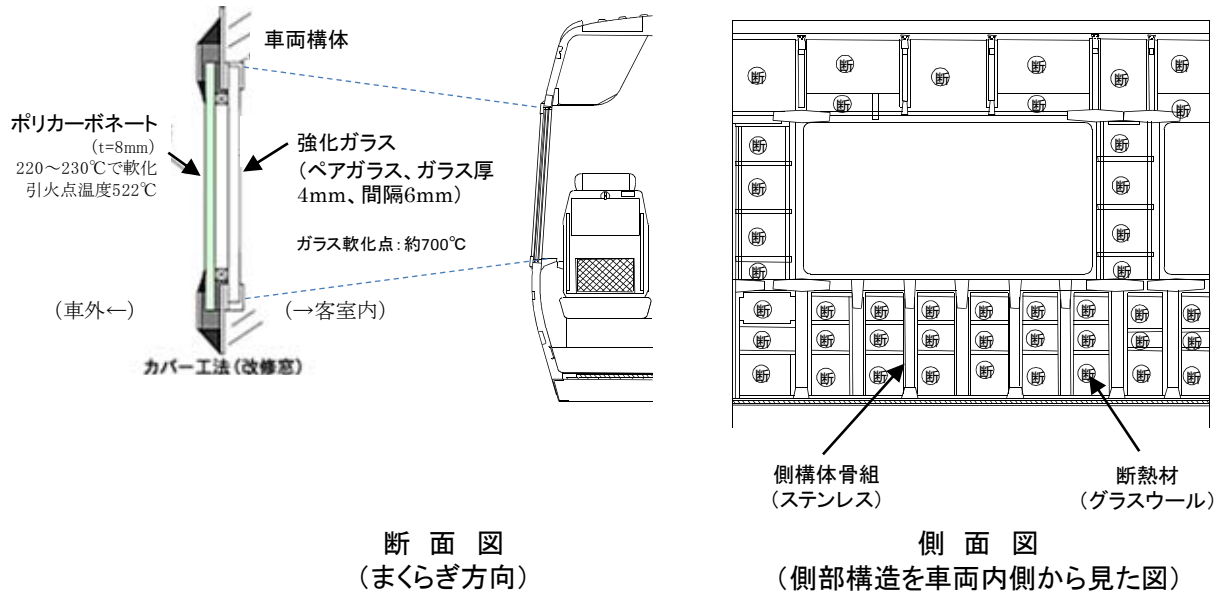
右側面



付図 2 1 6両目の焼損状況 (その2 前部エンジン周辺)



## 付図 2 2 車体側部及び窓部の構造

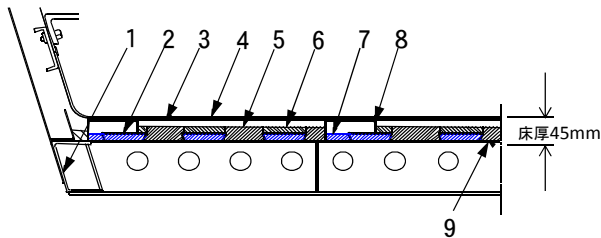
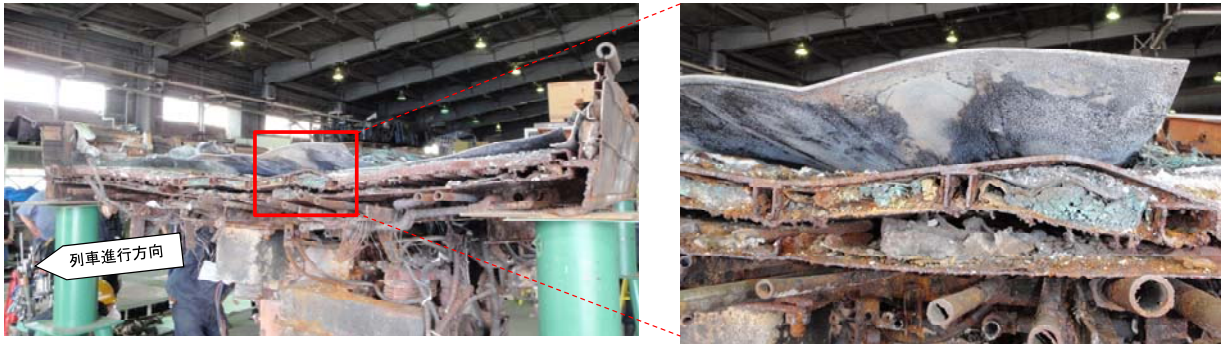


## 付図 2 3 6両目の車体側部及び窓部の焼損状況



## 付図 2 4 床構造及び床の焼損状況

6両目前部エンジン付近上部



名 称	厚さ	材 料 名	燃焼性
1 台枠	4.5	SUS301	不燃性
2 キーストンプレートの	1	SUS304	不燃性
3 床	4	耐蝕アルミニウム合金板	不燃性
4 上敷物	3	塩化ビニル樹脂	難燃性
5 床詰物	20	・合成ゴム、セメント	
6 床詰物	7.6	・鋳物質骨材	極難燃性
7 床詰物	7.6	・I&K樹脂	
8 床根太	1.2	SPHC	不燃性
9 平板	2	SPHC	不燃性

## 付図 2 5 車両に装備された消火器の位置

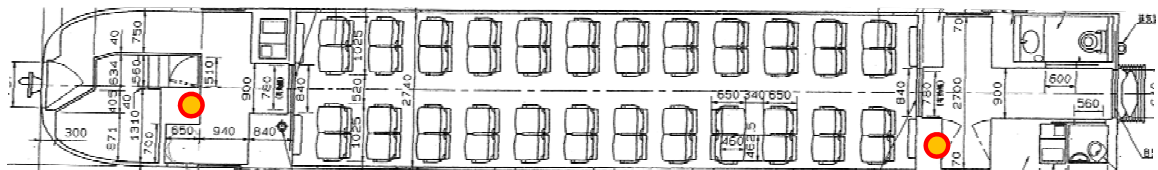
車外：消音器付近に1個（1車両に2個）



※写真は本件列車の車両と同形式の車両

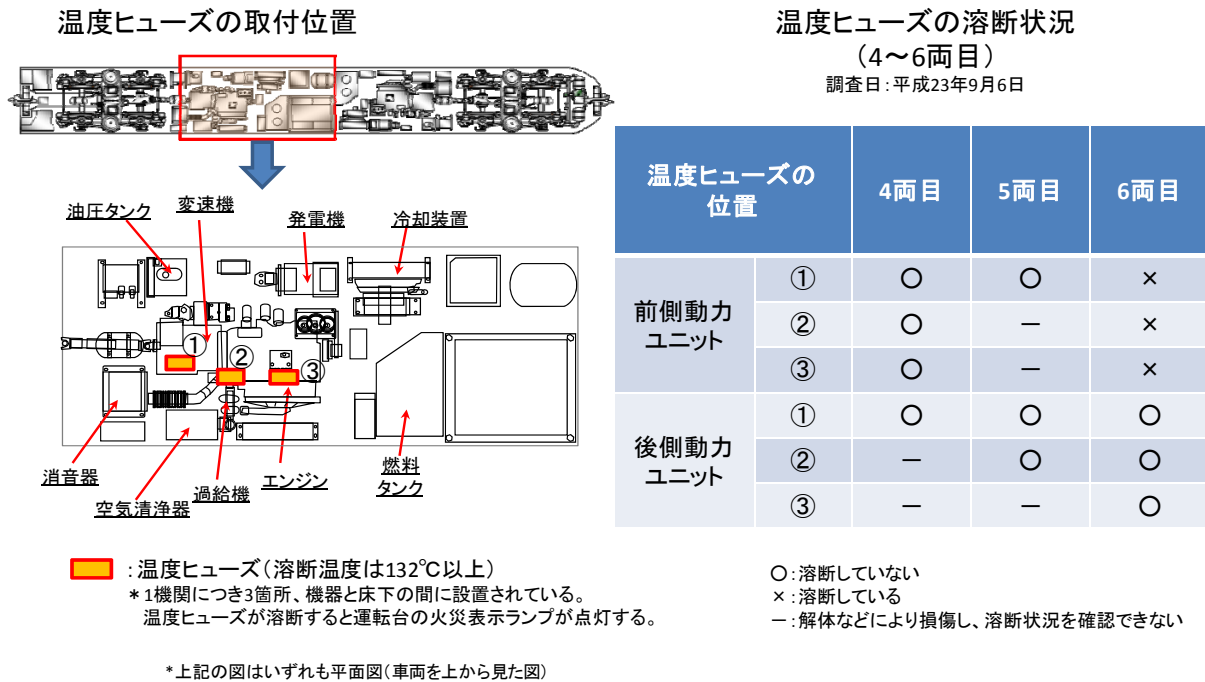
車内：1両目、6両目 前後のデッキに各1個  
2～5両目 デッキに1個（1車両に1個）

（1両目、6両目の例）

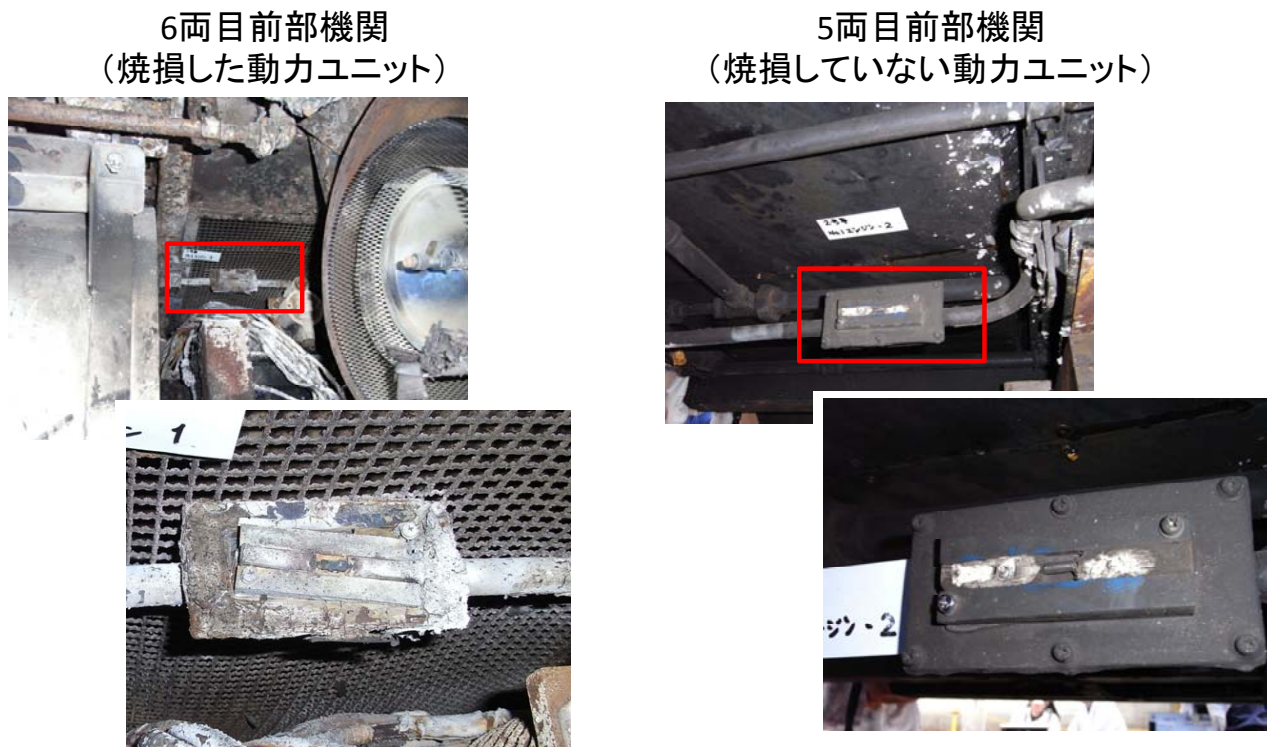


●：消火器

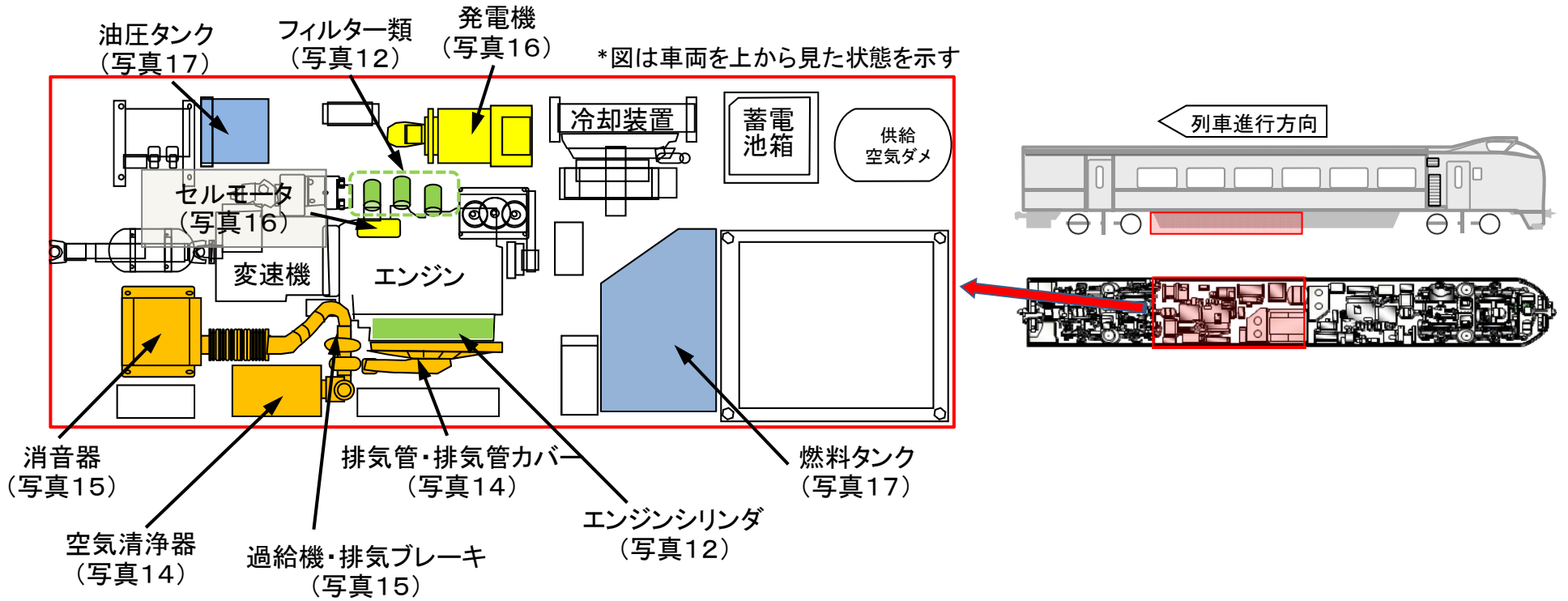
## 付図 2 6 火災検知回路の温度ヒューズの状況 (その 1)



## 付図 2 6 火災検知回路の温度ヒューズの状況 (その 2)



付図 2 7 6両目焼損部位の主な分解箇所

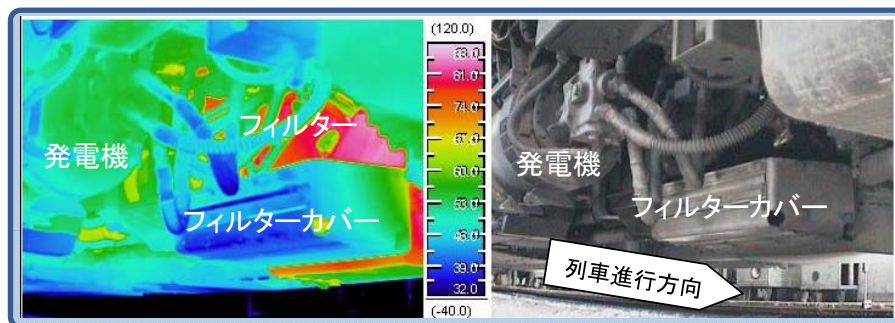




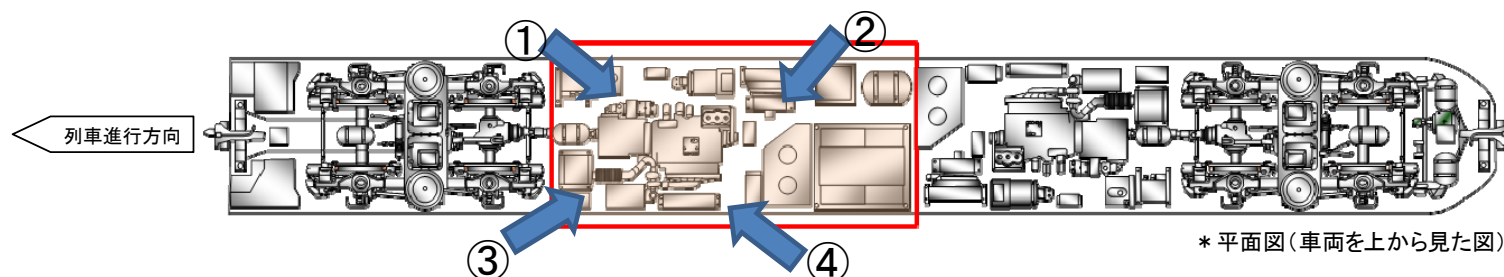
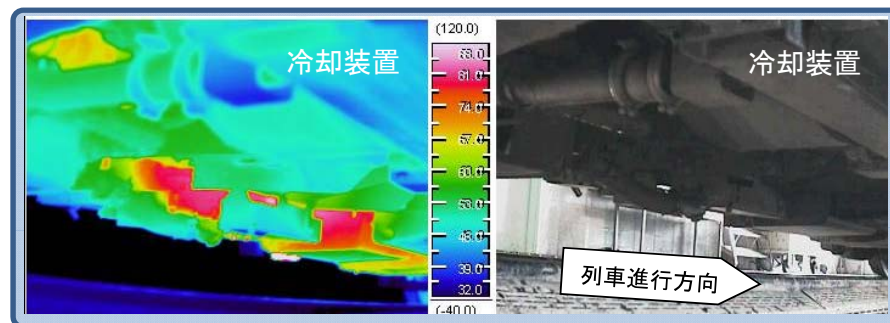
付図 2 8 エンジン周辺の温度分布 (その 1)

試験運転(エンジン回転数850rpm)後の熱赤外線画像

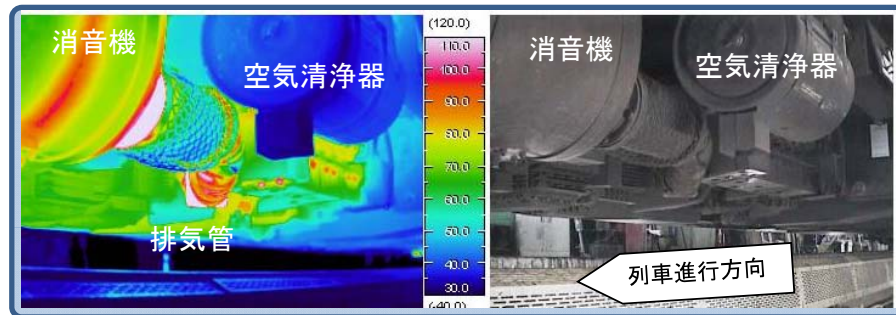
①右側前方から見る



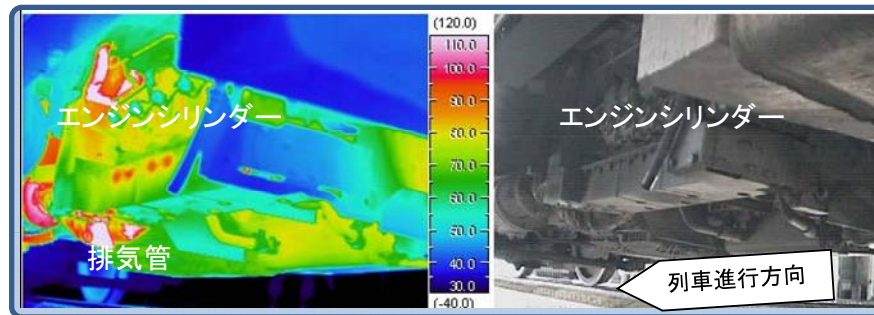
②右側後方から見る



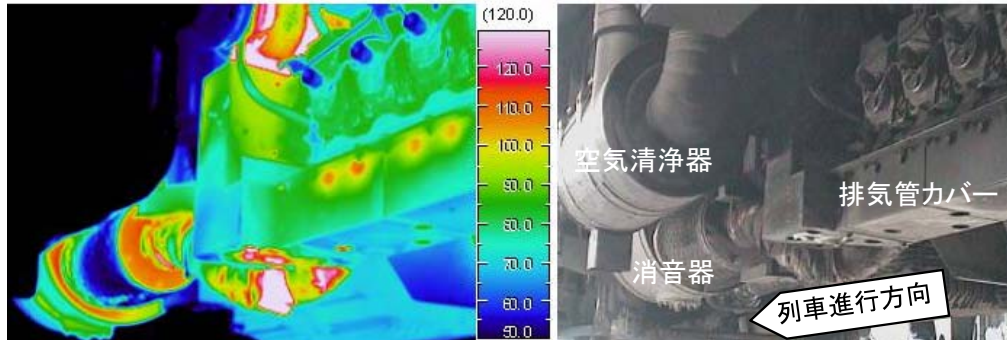
③左側前方から見る



④左側後方から見る

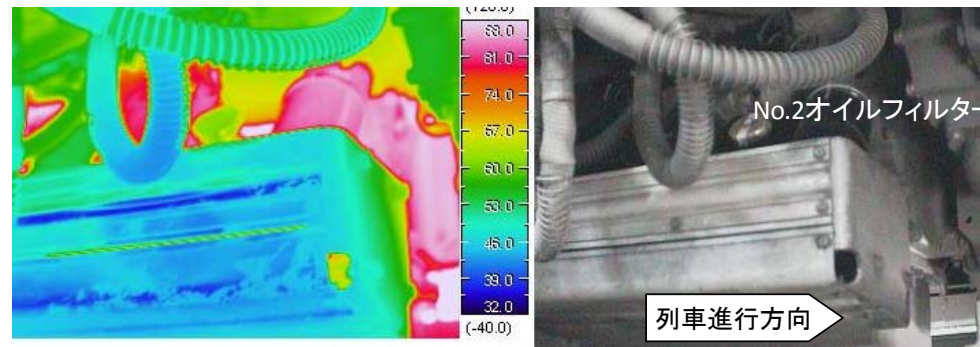


付図28 エンジン周辺の温度分布（その2）

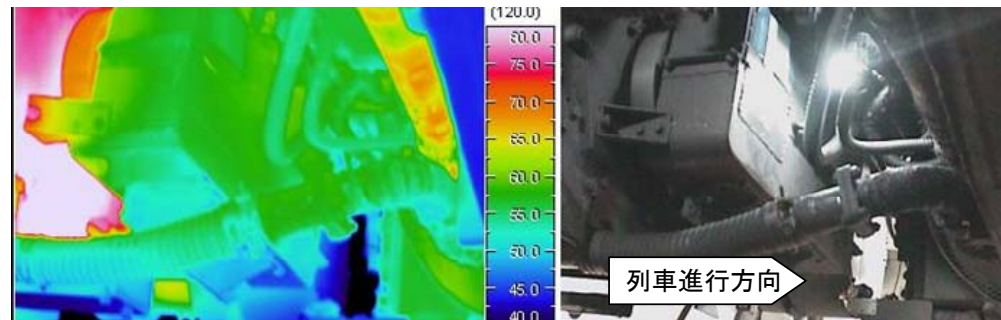


過給機付近

潤滑油フィルター付近

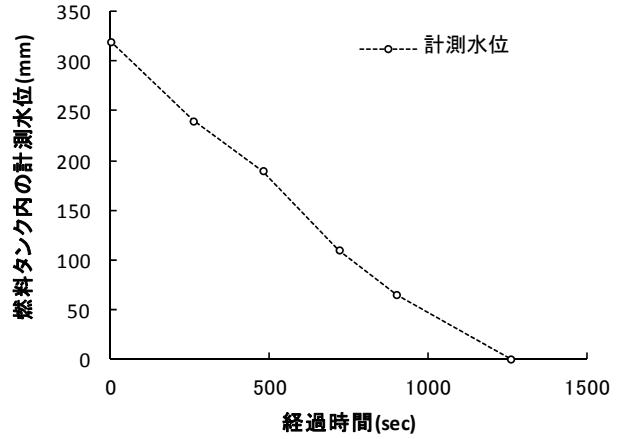
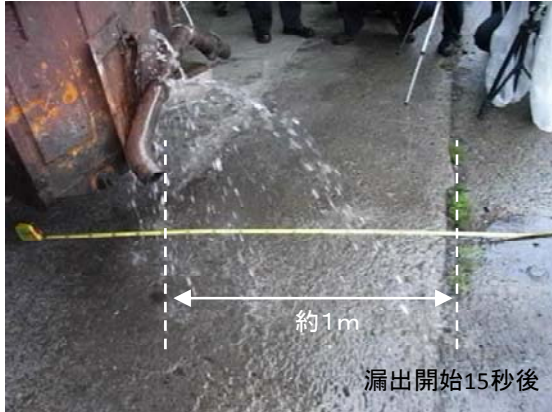


エンジン前端部付近



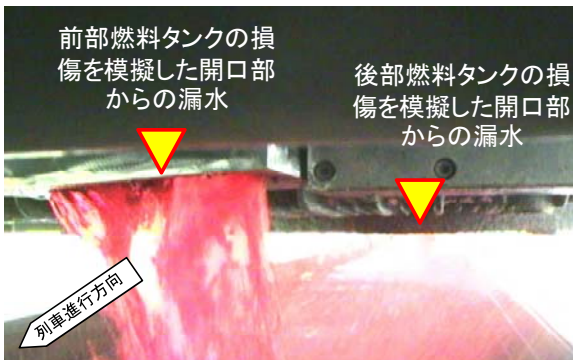
## 付図 2 9 6 両目前部燃料タンクの漏水実験

実験結果:



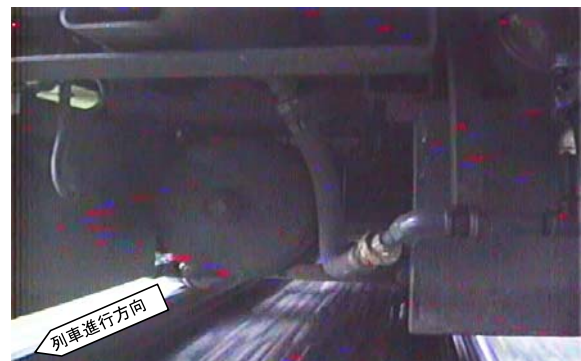
## 付図 3 0 5 両目前部燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験

5両目燃料タンクからの漏水状況



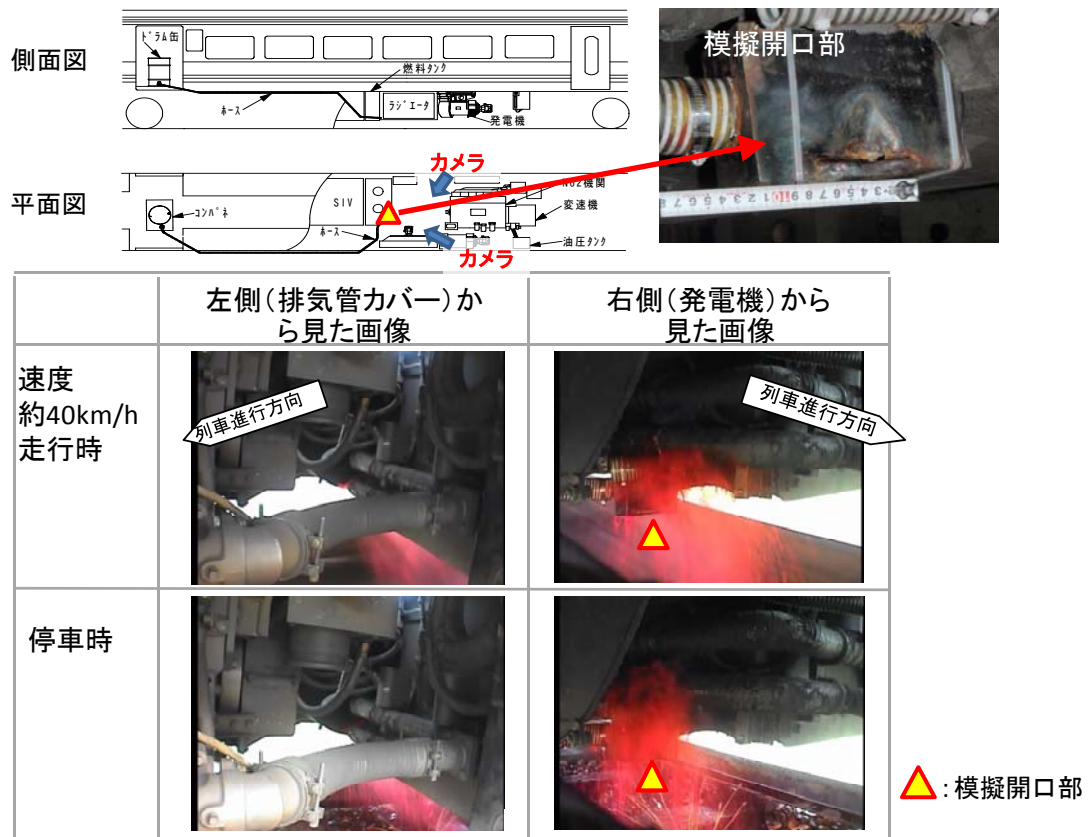
・後方に飛散し、床下機器類の下面及び進行方向に向いた面に付着した。

漏水時の6両目前台車付近の床下



・ほとんど付着しなかった。  
(床下機器の進行方向に向いた面にわずかに付着)  
・車両後方へは飛散していない。

付図 3 1 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（その1）

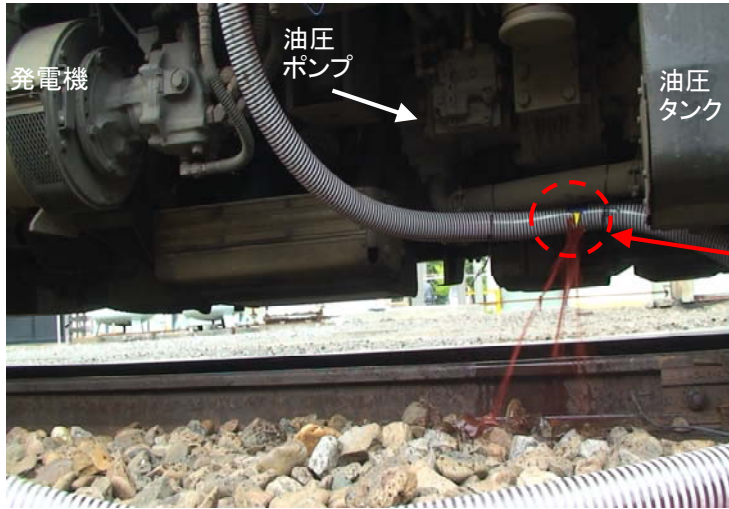


付図 3 1 6両目燃料タンクからの燃料飛散状況確認実験（その2）

停車時の状況



付図 3 2 6両目前部油圧タンクの作動油の飛散  
状況確認実験



◀: 模擬開口部

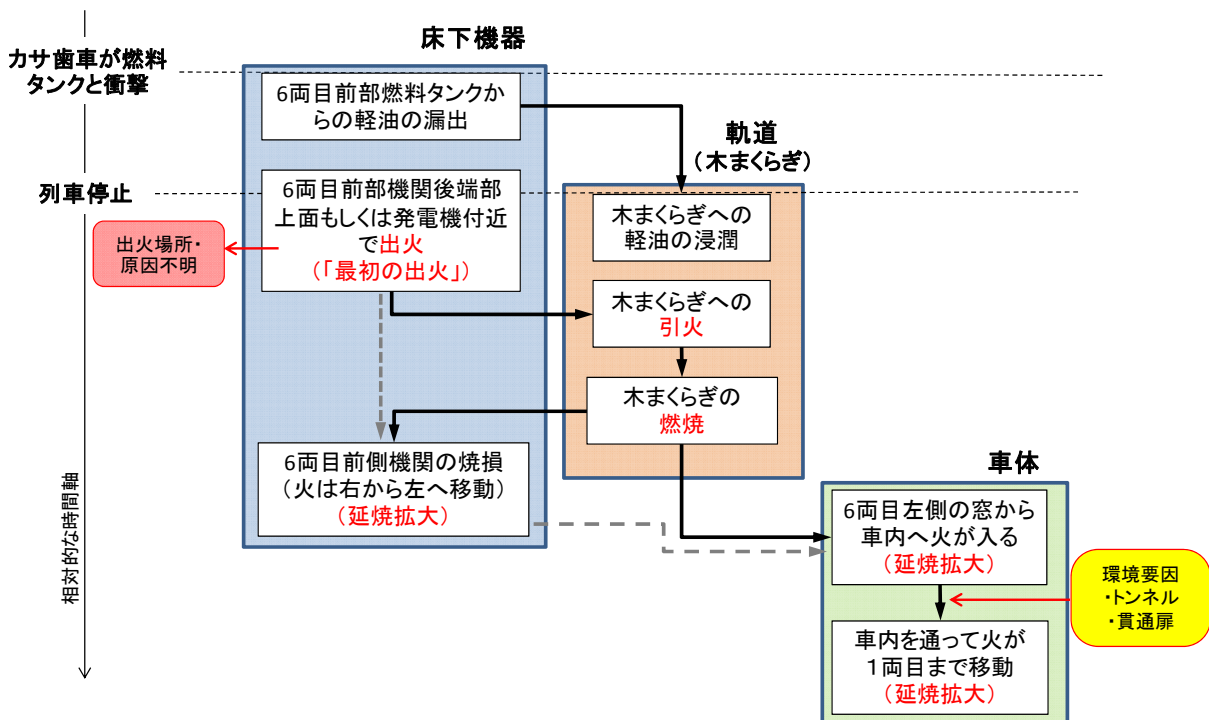
送風ファン回転数: 2,400rpm

### 付図 3 3 火災に関する口述の整理

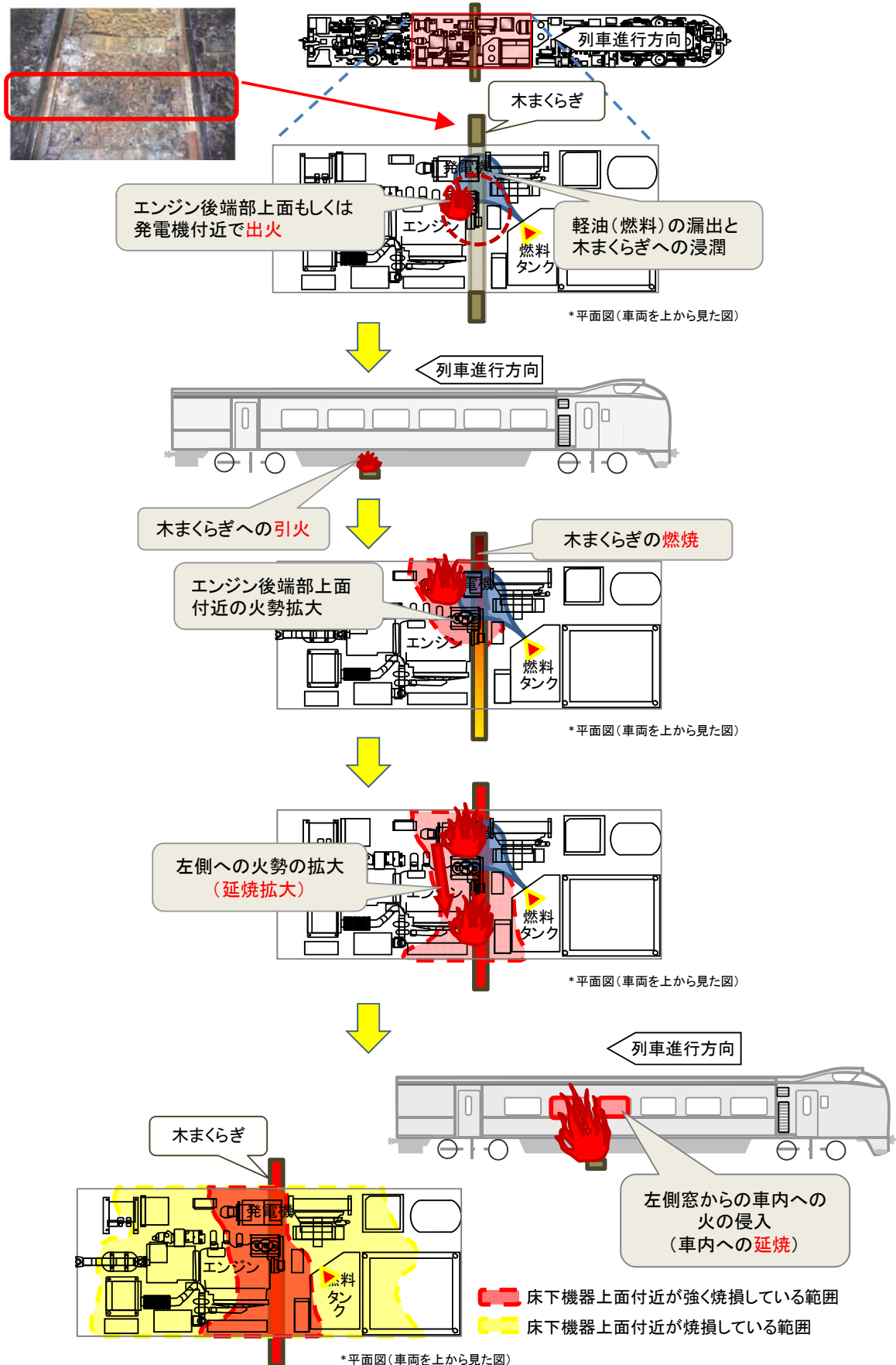
時刻	車両に生じた状況	口述を総合した内容*	推定される事象
	<ul style="list-style-type: none"> <li>変速機不調の表示</li> <li>車掌が異音を感知</li> </ul>		
21:56頃	<ul style="list-style-type: none"> <li>列車緊急停止 (5、6両目の機関停止、逆転機不調などの異常が表示される)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>列車停止前後から列車の左右で火炎が発生 (6両目中ほど付近で、火炎の高さは窓の上の方まで)</li> </ul>	列車停止前後で <b>火炎が発生</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>列車が停止後、徐々に6両目に煙が流入</li> </ul>	列車停止後、比較的短時間で <b>煙が発生</b>
21:59頃		<ul style="list-style-type: none"> <li>車掌が車掌室から顔を出し、釧路駅方から煙が坑内に充満してきているのを確認</li> </ul>	
	6両目非常灯点灯	(乗客の移動に伴い)煙が4両目車内まで流入	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>力行不能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4~6両目に煙が充満(車内への立入が不可能)</li> <li>1両目に煙が流入し始める</li> <li>1両目のトンネル天端が煙で充満</li> </ul>	
22:10頃	<ul style="list-style-type: none"> <li>機関全停止</li> <li>車内照明消灯(車内停電)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機関停止後、車内への煙の流入が激しくなる</li> </ul>	外気吸入口の自動開放により車外の煙が各車両に流入
	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災表示灯が不規則に点滅</li> <li>列車無線不調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6両目の発電機付近とエンジンおよび燃料タンク付近から火炎を確認(右側から)</li> <li>坑壁のケーブルから火炎</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>車両左側床下付近は煙により視界不良</li> </ul>	
22:35頃	<ul style="list-style-type: none"> <li>列車無線不通</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>車両右側床下付近は煙により視界不良</li> </ul>	車両付近のトンネル坑内が煙で完全に充満される

\* 乗務員、乗客(一般、同社社員)、列車無線記録を総合した内容。

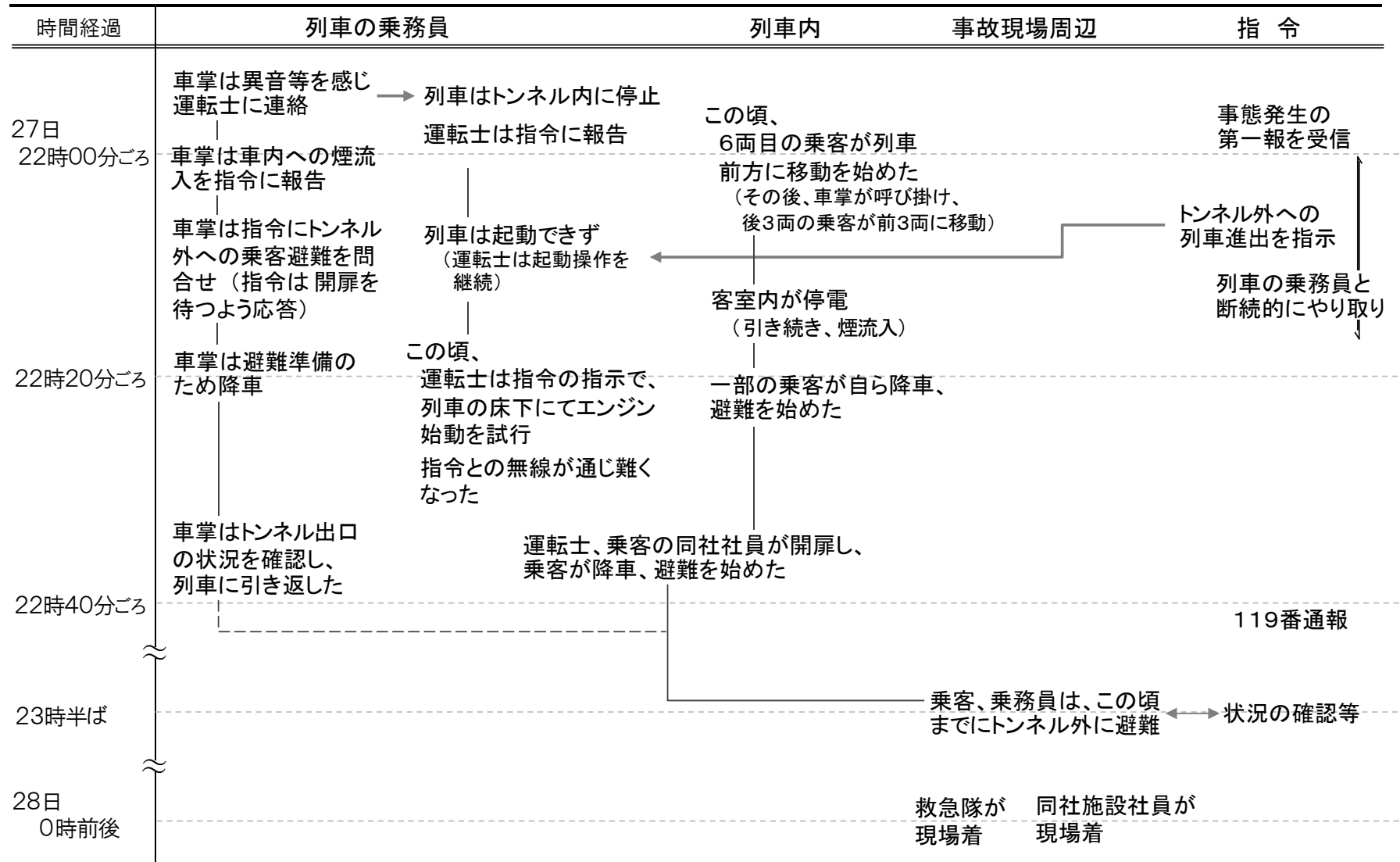
### 付図 3 4 出火から車体延焼までの経過 (推定) (その1)



付図3 4 出火から車体延焼までの経過 (推定) (その2)



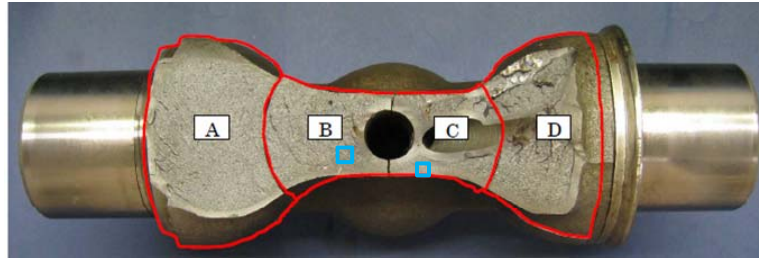
付図35 事故発生直後の主な経過（推定）



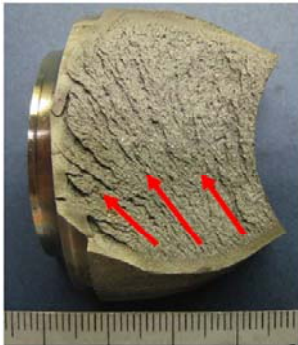


# 写真1 自在継手の十字軸の破面状態

十字軸の外観(破面)



試料 A



試料 B



試料 C

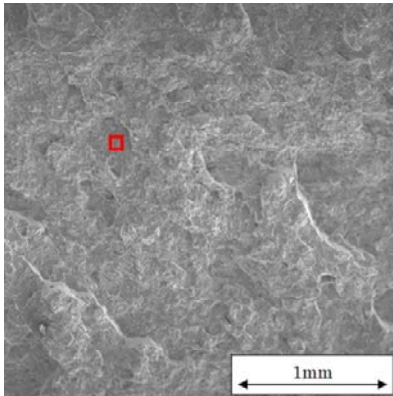


試料 D

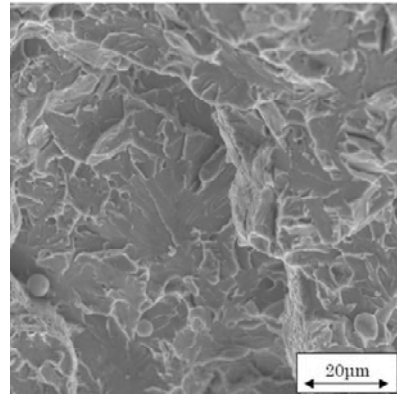


下方から上方に伸びる筋状の模様

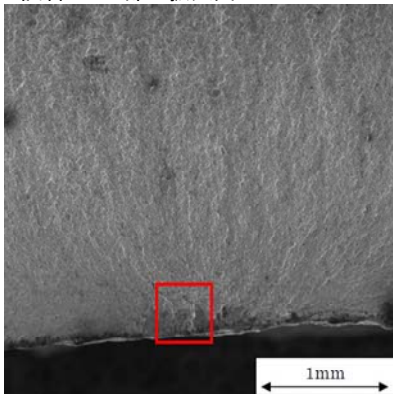
試料 B □部の拡大図



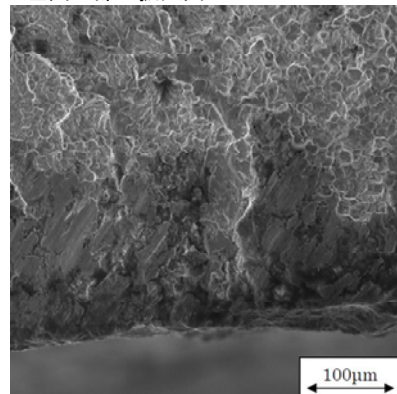
左図□部の拡大図



試料 C □部の拡大図



左図□部の拡大図





### 写真3 減速機垂下実験の状況



実験開始前の状態



自在継手がブレーキつなぎ棒に接触した状態



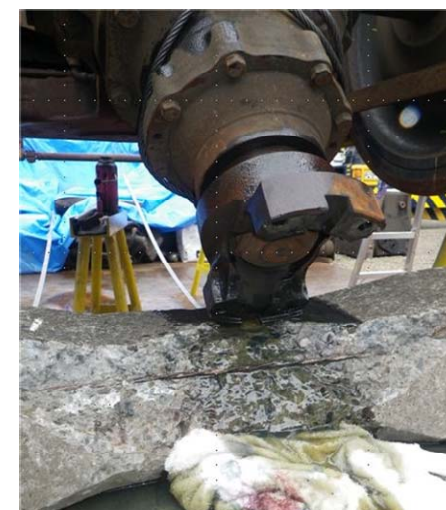
推進軸が推進軸保護枠に接触した状態



人力での回転が不能になった状態



減速機側ヨークが台車枠下面に接触した状態



減速機側ヨークがPCまくらぎに接触した状態

写真4 車両の焼損状況（1）



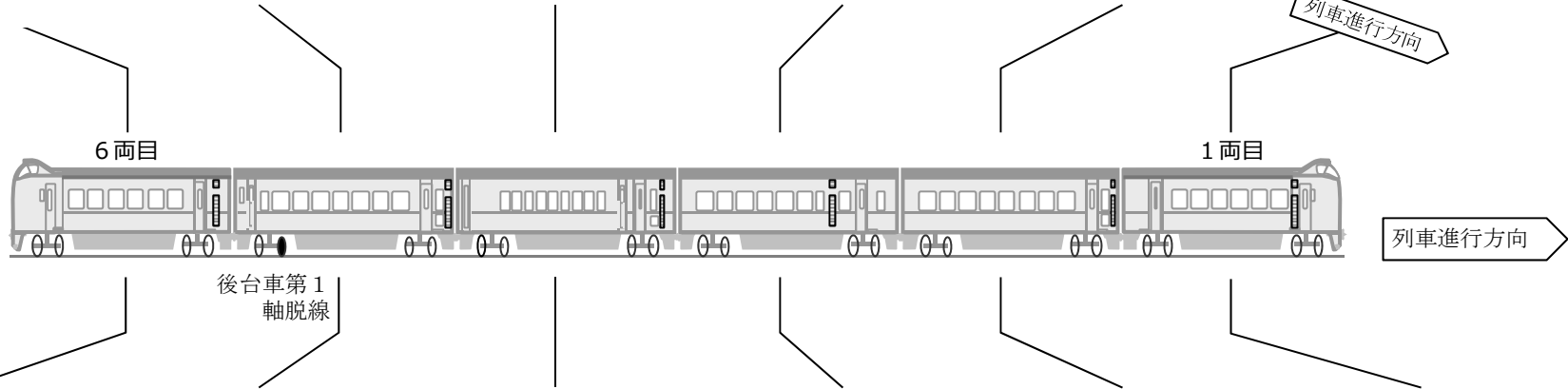
釧路駅方から見た状況



札幌駅方から見た状況

# 写真5 車両の焼損状況（2）

（車両側面）



（客室内）

## 写真6 車内の焼損状況（1両目）

運転台



客室内



配電盤(釧路方右側)



化粧室



## 写真7 車内の焼損状況（2両目）

配電盤(札幌方左側)



客室内



側体(右側)



側体(左側)



## 写真8 車内の焼損状況（3両目）



## 写真9 車内の焼損状況（4両目）



## 写真10 車内の焼損状況（5両目）

札幌方デッキ付近



客室内



## 写真11 車内の焼損状況（6両目）

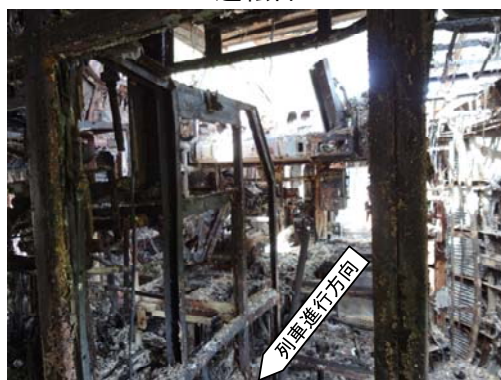
札幌方デッキ



客室内



運転台



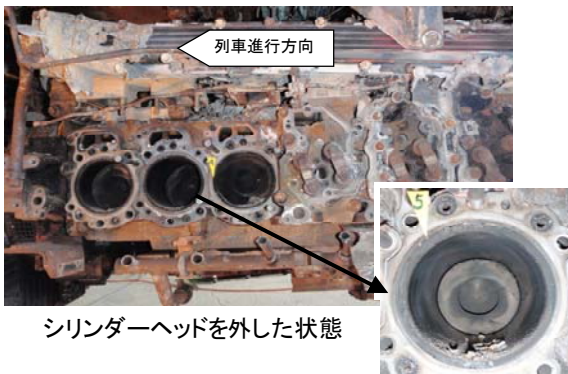


## 写真12 エンジン周辺の焼損状況（6両目）

エンジン周辺(シリンダー)



シリンダーヘッドを外した状態  
(下面より見る.)



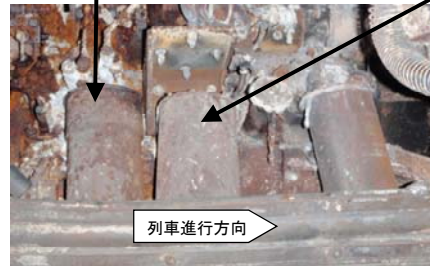
シリンダーヘッドを外した状態

エンジン周辺(フィルター類)



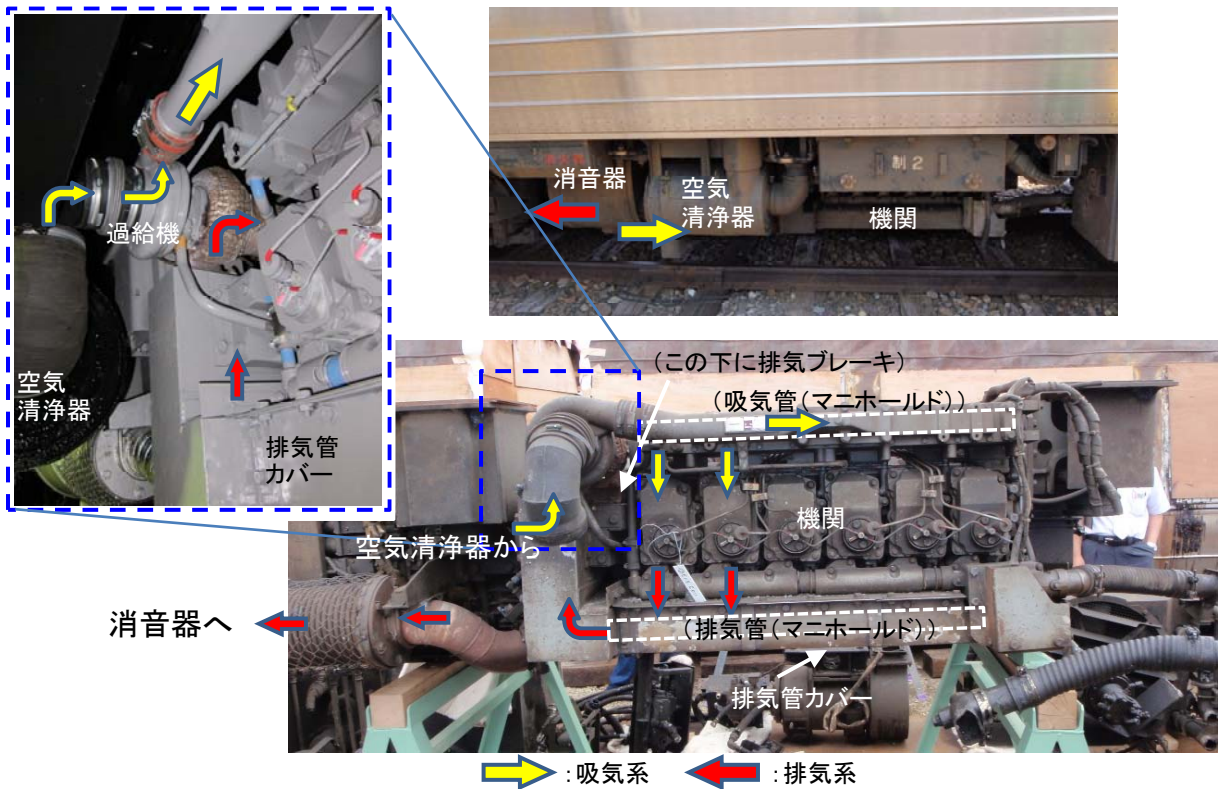
燃料フィルター

オイルフィルター

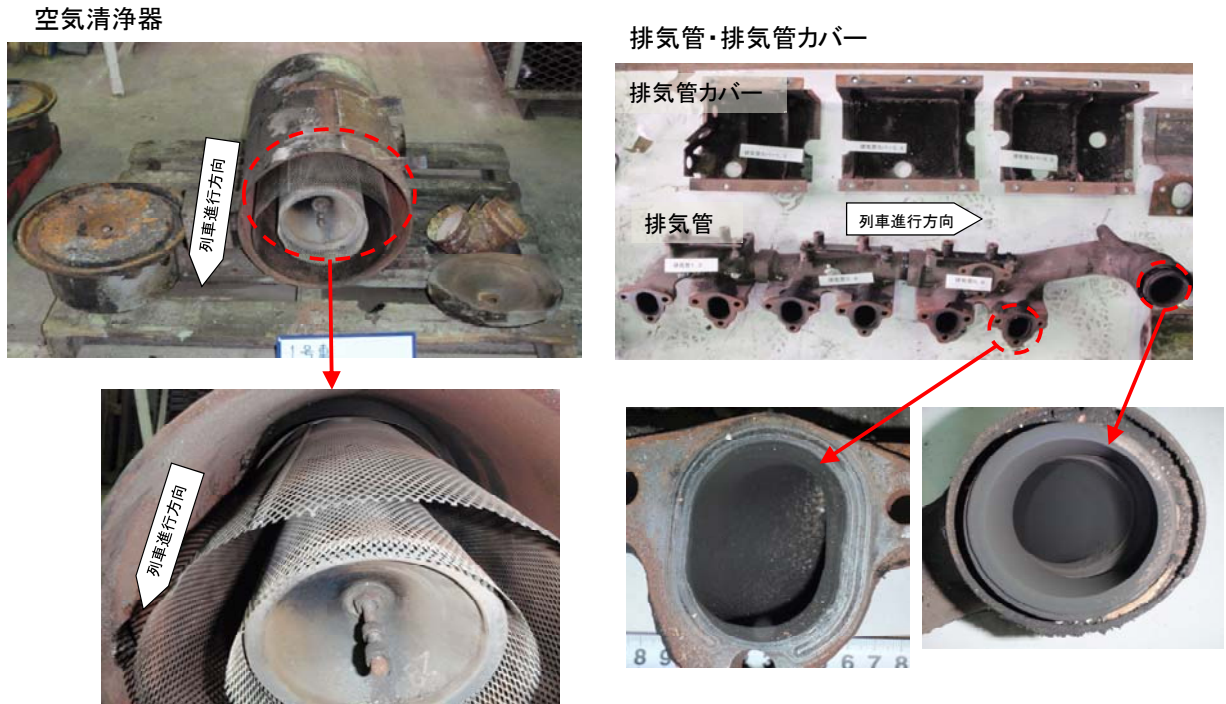


フィルター取り外し前の状態

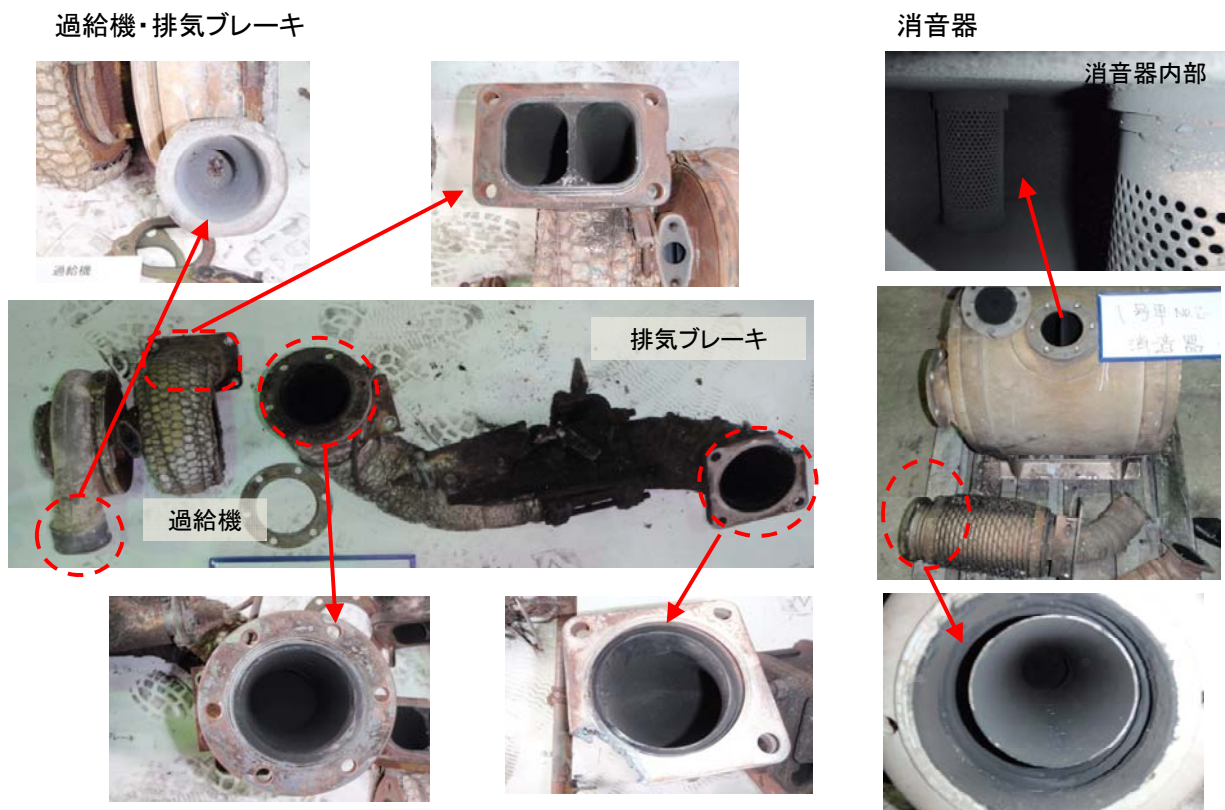
## 写真13 吸排気システムの概要



# 写真 1 4 吸排気系部品の焼損状況 (6両目) (1)



# 写真 1 5 吸排気系部品の焼損状況 (6両目) (2)



## 写真 1 6 発電機及びセルモータの焼損状況（6両目）

### 発電機



軸受シールドを  
取り外した状態



排風カバー、軸受を  
取り外した状態



外筒



回転子

### セルモータ



列車進行方向



整流子・ブラシ部分



ピニオン部分

## 写真 1 7 燃料タンク及び油圧タンクの焼損状況（6両目）

### 燃料タンク内部



### 油圧タンク内部



写真18 エンジン上部の配線の焼損状況（6両目）

