

RA2015-5

# 鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 九州旅客鉄道株式会社 指宿枕崎線 薩摩今和泉駅～生見駅間  
列車脱線事故

II 東日本旅客鉄道株式会社 中央線 相模湖駅構内 列車脱線事故

平成27年7月30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 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」

II 東日本旅客鉄道株式会社 中央線 相模湖駅構内  
列車脱線事故

# 鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：東日本旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成25年9月17日 10時24分ごろ

発生場所：神奈川県相模原市

中央線 相模湖駅構内

平成27年7月13日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	松本陽（部会長）
委員	横山茂
委員	石川敏行
委員	富井規雄
委員	岡村美好

## 要旨

### <概要>

平成25年9月17日、東日本旅客鉄道株式会社の中央線東京駅発大月駅行き10両編成の下り第831M列車は、相模湖駅停車のため常用ブレーキで減速していたところ、運転士は停止直前に防護無線の受信とともに運転台モニター画面の警告表示を認め、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

停止後、車掌から最後部の車両が下り線のホームと接触していると連絡があったので、同車両を点検したところ、前の台車の全2軸が左に脱線して、車体が下り線ホームと接触していた。

列車には乗客約100名、運転士1名及び車掌2名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

## <原因>

本事故は、左右の輪重が著しく不均衡となっていた最後部車両の前台車が、右複心曲線の曲線半径300m、カント105mmから曲線半径500m、カント55mmへ変わる中間緩和曲線中のレール継目付近を走行した際、(前台車)左車輪(全軸)のフランジが外軌に乗り上がり、脱線防止ガードによって(前台車)右車輪の軌間内への脱輪が抑えられた状態で走行し続けた後に、当該脱線防止ガードの終端を過ぎたところで線路左側へ脱線したことにより発生したものと考えられる。

最後部車両の前台車の輪重が著しく不均衡となっていたことについては、後台車左側の空気ばねの自動高さ調整装置の自動高さ調整弁調整棒の受け金具が傾斜して同調整棒が押し上げられていたことから、後台車左側の車体が押し上げられて、対角線上の前台車右車輪の輪重が増加し、それに伴い反対側の前台車左車輪の輪重が減少したことによる可能性があると考えられる。

また、受け金具が傾斜していたのは、取付けボルトが欠損していたためで、それには本事故前に発生した鉄道人身障害事故が関与した可能性があると考えられる。

# 1 鉄道事故調査の経過

## 1.1 鉄道事故の概要

平成25年9月17日（火）、東日本旅客鉄道株式会社の中央線東京駅発大月駅行き10両編成の下り第831M列車は、相模湖駅停車のため常用ブレーキで減速していたところ、運転士は停止直前に防護無線の受信とともに運転台モニター画面の警告表示を認め、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

停止後、車掌から最後部の車両が下り線のホームと接触していると連絡があったので、同車両を点検したところ、前（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の台車の全2軸が左に脱線して、車体が下り線ホームと接触していた。

列車には乗客約100名、運転士1名及び車掌2名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

## 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25年9月17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。

関東運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成25年 9 月17日	現場調査、車両調査及び口述聴取
平成25年 9 月18日、19日、25日及び27日	車両調査

### 1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

# 2 事実情報

## 2.1 運行の経過

### 2.1.1 乗務員等の口述

事故に至るまでの経過は、東日本旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の東京駅発大月駅行きの下り第831M列車（以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）及び車掌（以下「本件車掌」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

本件列車には、豊田駅から交代して乗務した。交代の際に異常があるという引継ぎはなく、乗務してからも異常はなかった。

本件列車は、高尾駅で列車番号が「第831T」から「第831M」に変わって、高尾駅を定時の10時16分15秒に出発した。

相模湖駅に進入の際は、線路に異常はなかったので、前方を見ながら常用ブレーキを使用していた。

所定の停止位置（東京駅起点62k777m、以下「東京駅起点」は省略する。）に停止する2mくらい手前で、速度は2～3km/hくらいだったと思うが、防護無線の受信とともに、運転台モニター画面に防護無線自動発報装置<sup>\*1</sup>（以下「自動発報装置」という。）による「自動発報装置動作」という表示が出たので、非常ブレーキを使用して、停止した。

停止後、すぐに本件車掌から下り線ホーム（以下「ホーム」という。62k545.5km～62k786.3m）と1号車（最後部車両、以下「本件車両」という。）が接触しているという連絡がきたので、その旨を指令に連絡した。

その後、停止位置などを確認し、抑止手配を（指令に）連絡して、現場の確認のため乗務員室からホームに降りて、本件車両へ向かった。

ホームと本件車両の接触状況を確認したときに脱線も見受けられたので、抑止手配を完了してから（脱線を）確認しようと思い、本件車両の乗務員室で指令に連絡した。

指令から自動発報装置を復位するように言われたので、本件車両の自動発報装置を復位後、先頭車両に戻って自動発報装置を復位して指令に連絡した。

指令から抑止手配が完了したと確認が取れたので、ホームと反対側の乗務員室出入口から線路に降りて下回りの点検を先頭車両から見ていき、本件車両の脱線を確認し、指令に報告した。

指令からは、車両の点検、漏気がないかを確認するよう指示されたが空気の漏れなどは見当たらなかったもので、その旨、指令に連絡した。

その後は、車両の状況などを再度確認して、待機した。

脱線が見つかった段階で、乗客を列車から降車させるよう車掌に指示した。

(2) 本件車掌

本件列車には、豊田駅から乗務した。交代の際に異常があるという引継ぎ

<sup>\*1</sup> 「防護無線自動発報装置」とは、同社における名称で、車両の振動を測定・演算して、所定の条件に適合すると列車事故（衝突・脱線・転覆）が発生したものと判定し、防護無線の自動発報及び乗務員への通報を行うものである。同装置を搭載している編成については、運転台のある車両に設備されている。

はなかった。

高尾駅を定時に発車して相模湖駅まで特に異状はなかった。

相模湖駅手前のトンネルを抜けてから、状態監視のため、ホーム側である左側から外を見ていた。駅進入時、ふだんと違うような異状は特に感じなかった。

ホーム到着直前、車掌確認用の停止位置目標が見えたので、そちらを見ていたところ、所定の停止位置の10m手前くらいで急に地震のような縦揺れとともに、自動発報装置及び防護無線が鳴った。前を見ると本件車両とホームが擦れて白煙が上がっていたので、非常ブレーキの非常引きスイッチを使用した。列車は、所定の停止位置の約2m手前で停止した。

その後、本件運転士に列車とホームが接触していると報告して、乗客にこれから確認を行うことを車内放送した。

また、乗務員室から脱線しているのが見えたので、前から来た本件運転士と確認した。

乗客は、100名くらいで、本件運転士が戻った後、改札を行う車掌（改札車掌）が便乗していたので、乗客にけが人がいないか確認を依頼して、乗務員室で適宜、車内放送を行っていた。

改札車掌から乗客にけが人はいないということを確認して、10時38分ごろに、指令に乗客の降車の指示を仰ぎ、改札車掌と駅の係員とともに、乗客の誘導を行い、10時45分ごろに全ての乗客の降車が完了した。

10時47分ごろに全てのドアを閉扉して、指令に連絡後、乗務員室で待機していた。

ホームと接触したときの時刻は、10時25分ごろで、列車が止まったのは、ほぼ一緒くらいだった。

## 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。）が装備されている。同装置は、時刻、走行距離、列車速度、非常ブレーキノッチ動作等を記録する機能を有しており、その記録によれば、本事故発生時付近の本件列車の運転状況の概略は、表1のとおりであった。

なお、時刻及び速度については、実測試験等を実施して補正したものではないため、若干の誤差が内在している可能性がある。

表 1 運転状況記録装置の記録

時刻	速度	備考
10時24分22秒	43km/h	常用ブレーキ2段操作
10時24分28秒	33km/h	常用ブレーキ1段操作
10時24分38秒	20km/h	常用ブレーキ2段操作
10時24分44秒	10km/h	非常ブレーキ操作
10時24分48秒	0km/h	列車停止

なお、本事故の発生時刻は、表1に示したように運転状況記録装置の記録から非常ブレーキを操作した10時24分ごろであった。

(付図1 中央線路線略図、付図2 事故現場付近の地形図、  
付図3 事故現場付近の略図、付図4 本件車両の脱線状況等 参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷  
なし。

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

本件列車の最前部は、停止位置目標（62k777m）の約3m手前の62k774m付近で停止していた。

脱線した本件車両の前台車の前軸（第1軸）の車輪は、62k593.6m付近で、また、後軸（第2軸）は、62k591.5m付近で、それぞれレールから約50mm、約120mm左の位置にあった。

本件車両が停止した場所は、‘曲線半径300mの右曲線から中間緩和曲線を挟んで曲線半径500mの右曲線とからなる曲線’（以下「本件複心曲線」という。）の曲線半径500mの円曲線中であつた。

また、本件車両が停止した左側にはホームがあり、本件車両の車体左側前端が62k593.8m付近でホームと接触していた。

(付図3 事故現場付近の略図、付図4 本件車両の脱線状況等、  
付図5 事故現場付近の線形の状況等、付図6 レール上の痕跡等 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

同社の中央線高尾駅～相模湖駅間は複線で、軌間は1,067mmである。また、

動力は電気（直流1,500V）である。

（付図1 中央線路線略図 参照）

### 2.3.2.2 線路に関する情報

- (1) 事故現場付近は、バラスト軌道に50kgNレールが使用されている。まくらぎは、PCまくらぎが使用されている。また、レール締結装置は、板ばねが使用されている。
- (2) 事故現場付近の勾配は、0‰（62k470.0m～62k627.1m）となっている。
- (3) 本件複心曲線は、曲線半径300mの右曲線（カント105mm、スラック10mm、曲線始点62k386.5m～円曲線始点62k446.5m～円曲線終点62k545.5m）に曲率とカントが連続的に変化していく中間緩和曲線（62k545.5m～62k572.5m）を挟んで曲線半径500mの右曲線（カント55mm、スラック0mm、円曲線始点62k572.5m～円曲線終点62k596.5m～曲線終点62k646.5m）となっている。
- (4) 本件複心曲線の中間緩和曲線中の62k557.3mにレールの継目（以下「本件継目」という。）がある。
- (5) 本件複心曲線には、脱線防止ガード（以下「脱防ガード」という。）が62k382.9m～62k576.0mの内軌の左側に敷設されていた。

脱防ガードは、本件複心曲線の曲線半径300mの曲線の出口側中間緩和曲線が同社のサハ205において推定脱線係数比<sup>\*2</sup>が1.2を下回る0.9になることから敷設されていた。

なお、本件車両であるE233系における前述の場所の推定脱線係数比は1.27である。また、同場所は、同社によれば、E233系が同社管内で運行する区間としては推定脱線係数比が一番小さい場所であるとのことである。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令に基づき、同社が関東運輸局長に届け出ている実施基準（以下「届出実施基準」という。）の一部である軌道施設実施基準において、脱防ガードの敷設については、次のとおり規定されている。なお、脱防ガードに係する箇所には下線を付す。

<sup>\*2</sup> 「推定脱線係数比」とは、急曲線低速走行時の乗り上がり脱線防止対策として、脱線防止ガード等の設置を検討する際に用いられる乗り上がりに対する余裕に関する評価指標であり、限界脱線係数を推定脱線係数で除して算定し、1.2を下回る曲線には脱線防止ガード等を設けることとされている。

(脱線防止レール及び脱線防止ガード)

第44条 本線で、次の各号のいずれかに該当する箇所には、脱線防止レール又は脱線防止ガードを敷設するものとする。ただし、次に規定する安全レールを敷設した場合は、これによらないことができる。

(1) 推定脱線係数比の計算結果が1.2を下回った箇所

(2)～(4) (略)

2 脱線防止レールの敷設方法は、次の各号に定めるところによるものとする。

(1) 前項第1号に該当する箇所は、当該箇所の前後5mを含めて曲線外軌側への脱線を防護する側に設けることとし、前項第2号から第4号に該当する箇所は、危険の大きな側の反対側レールに設けること。

(2)～(5) (略)

3 脱線防止ガードの敷設方法は、次の各号に定めるところによるものとする。

(1) 前項第1号により設けること。

(2) 本線レールに対して、85mmの間隔で敷設すること。

脱防ガードの敷設範囲は、前述の基準では、推定脱線係数比の計算結果が1.2を下回った箇所の前後5mに敷設することとなっており、本来であれば、本件複心曲線の間緩曲線終点(62k572.5m)から前方5mの62k577.5mまで敷設されなければならないが、事故現場に敷設された脱防ガードの終端は62k576.0mで基準値より1.5m短く、前述の基準を満たしていなかった。

同社によると、脱防ガードの敷設範囲が基準を満たしていなかったことについては、平成21年12月に行った保線作業の際に中間緩曲線が台帳より現場の方が長かったことから、現場の諸元に合わせて台帳の修正を行ったが、その際に実際の脱防ガードの敷設範囲について、確認を失念したためとしている。なお、脱防ガードの敷設範囲は、修正前の台帳上の中間緩曲線の諸元においては基準を満たしていたということであった。

また、本事故後の復旧に際しては、脱防ガードを約84m延伸し、本件複心曲線終点(62k646.5m)の先まで敷設した。

(付図5 事故現場付近の線形の状況等、付図6 レール上の痕跡等 参照)

### 2.3.2.3 線路の整備に関する情報

線路の整備については、軌道施設実施基準で定められている。

軌道変位については、軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位\*<sup>3</sup>及び平面性変位\*<sup>4</sup>の検査を1年周期で行うこととされ、一般軌道では、これらの軌道変位が整備基準値に達した場合、早急に整備を行うこととされている。

一般軌道の整備基準値は表2のとおりである。

表2 一般軌道の整備基準値

(単位：mm)

変位の種別	整備基準値	
	最高速度120km/h以上の線区	急曲線における緩和曲線区間
軌間	半径200m以上600mまでの曲線 +25(+19)	電化区間及び軽量気動車運転線区で、半径400m以下、カント量80mm以上の曲線で列車進行に対して出口側の緩和曲線（緩和曲線の前後10mを含む）については、以下によるものとする。 ・軌間+10(+6) ・通り14(8)
水準	(平面性に基つき整備を行う。)	
高低	23(15)	
通り	23(15)	
平面性	23(18) (カントのてい減量を含む。)	

(備考) ① 数値は、高速軌道検測車による動的値を示す。ただし、かっこ内の数値は、静的値を示す。

- (略)
- 平面性は、5m当りの水準変化量を示す。
- 曲線部におけるスラック、カント及び正矢量（縦曲線を含む。）は含まない。
- (略)

軌道部材については、レール、道床・路盤、まくらぎ、レール締結装置及び脱防ガード等の検査があり、各軌道部材の損傷、摩耗等の状態について、1年周期で行うこととされている。

このうち、本線のレールについては、レール摩耗高が摩耗限度値に達した場合に、レール交換することとされている。

レールの摩耗限度値は、50kgNレールで15mm（2級線）である。

\*<sup>3</sup> ここでいう「通り変位」とは、レール側面の長さ方向への凹凸をいい、一般的には長さ10mの糸をレール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距離（通り正矢）で表す。また、曲線部については、曲線半径による正矢量を差し引いた値で表す。列車進行方向に対して左に変位しているものは+で表す。

\*<sup>4</sup> ここでいう「平面性変位」とは、レールの長さ方向の2点間の水準の差をいい、平面性に対する軌道のねじれ状態を表す。2点間の距離が2mであれば、2m平面性変位という。左前方が下がっている場合を+で表す。

#### 2.3.2.4 軌道変位に関する情報

事故現場付近における本事故前直近の軌道変位検査は、一般軌道については、平成25年9月9日に、軌道検測車により実施されており、本件継目付近の主な結果を表3に示す。いずれの軌道変位も整備基準値内であった。

表3 9月9日の本件継目付近の定期検査の主な結果  
(単位：mm)

キロ程	高低変位		通り変位	
	外軌	内軌	外軌	内軌
62k557m	3.6	-2.7	6.6	6.4
62k558m	2.5	-2.9	7.1	5.9

また、本事故直後に可搬式軌道変位計測装置により軌道変位の測定を行った。

その結果、事故現場付近の軌道変位は次のとおりであった。なお、この軌道変位には、本事故の影響を受けている可能性がある。

- (1) 高低変位は、整備基準値内ではあったが、本件継目付近において、内軌で-5.6mmと低く変位していた（継目落ち<sup>\*5</sup>）。
- (2) 内外軌の通り変位は、本件継目付近でそれぞれ最大で11.9mm、8.8mm、左に変位しており、整備基準値（8mm）を超えていた。
- (3) 平面性変位は、2m平面性において本件継目付近から軌道面が左前方に下がる傾向にあり、変位の最大は62k561m付近で約7.5mmであった。  
(付図7 事故現場付近の軌道変位（事故後の測定） 参照）

#### 2.3.2.5 軌道部材に関する情報

本事故前直近の主な軌道部材の定期検査の実施状況は、次のとおりであり、各検査の記録及び検査結果に、異常を示すものは見られなかった。

レール摩耗検査	平成25年5月18日
道床・路盤検査	平成25年5月15日
まくらぎ・締結装置検査	平成25年8月28日
脱防ガード検査	平成25年9月13日

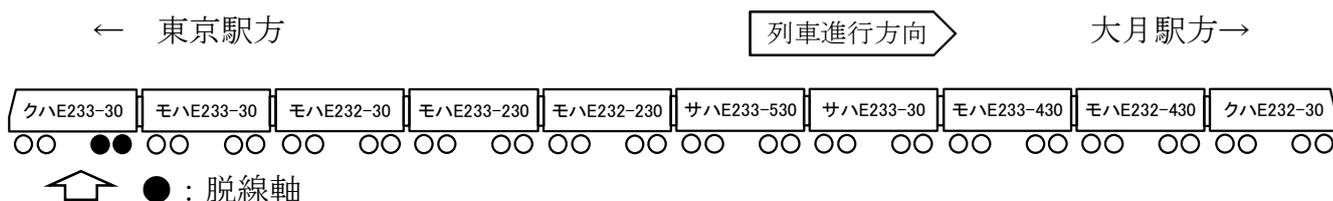
なお、事故現場付近の、まくらぎ、道床・路盤及びレール締結装置等の軌道部材についても、異常は見られなかった。

\*5 「継目落ち」とは、継目部のレール頭頂面の落ち込みをいう。

## 2.4 車両に関する情報

### 2.4.1 車両の概要

車種	直流電車（1,500V）
車両形式	E233系
編成両数	10両
編成定員	1,564名（内座席定員510名）
記号番号	



本件車両

台車方式	ボルスタレス方式
軸箱支持方式	軸はり方式
軸距	2,100mm
台車中心間距離	13,800mm
連結器間距離	20,000mm
車輪踏面形状	修正円弧踏面
車輪フランジ角度	65度
空車重量*6	31.6t（本件車両）
製造年	平成19年
自動発報装置	

本件車両（クハE233-30号車）及び先頭車（クハE232-30号車）の乗務員室には、脱線などの列車事故の発生を判定して通報する自動発報装置（2ページ脚注参照）が設備されており、本事故時、本件車両の同装置が動作した。

### 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実施基準及び同社の社内規定である電車整備標準（規定）で定められている。車両の検査の種類は、仕業検査\*7、機能保全（月）\*8、機能保全（年）\*9及び装置保全\*10等があり、検査ご

\*6 [単位換算] 1t = 1,000kg（重量）、1kg（重量）：1kgf、1kgf：9.8N

\*7 「仕業検査」とは、当社における列車の検査のことで、10日を超えない期間で行う検査をいう。

\*8 「機能保全（月）」とは、当社における定期検査のことで、90日を超えない期間で行う検査をいう。

\*9 「機能保全（年）」とは、当社における定期検査のことで、360日を超えない期間で行う検査をいう。

\*10 「装置保全」とは、当社における定期検査のことで、120万kmを超えない期間で行う検査をいう。

とに定められた期間又は車両の走行距離によって定期的に行われている。

輪軸については、装置保全で、車輪径、車輪内面距離、フランジ外側面距離及びフランジ高さの検査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。

また、車両の静止輪重の管理については、装置保全で輪重の測定を行い、その軸の平均輪重との差（以下「静止輪重比」という。）を15%以内となるように管理することとされている。

表4 輪軸に関する使用限度値

項目	使用限度値
車輪径	774mm以上
車輪内面距離	989～993mm
フランジ外側面距離	520～527mm
フランジ高さ	25～35mm

#### 2.4.3 車両に関する情報

##### 2.4.3.1 検査の実施状況

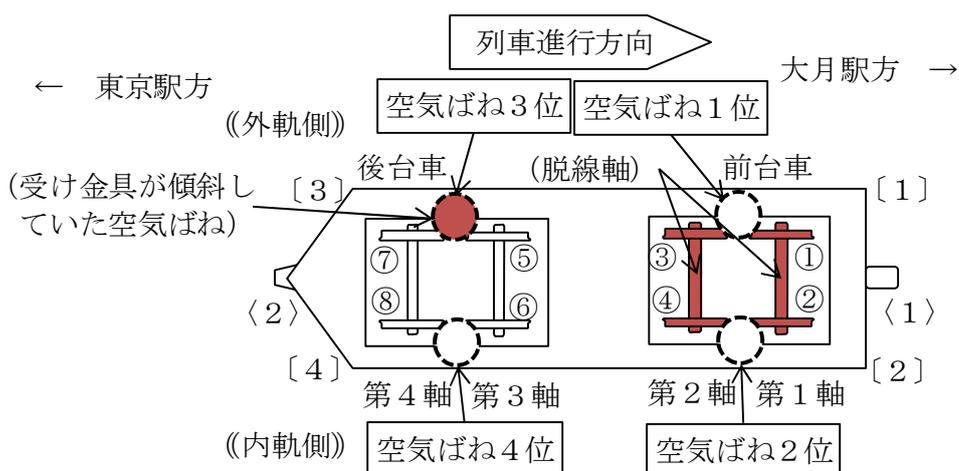
本件車両の本事故前直近の検査の実施状況は、次のとおりであり、各検査の記録に異常を示すものは見られなかった。

装置保全	平成24年11月8日（東京総合車両センター）
機能保全（年）	平成25年2月4日（豊田車両センター）
機能保全（月）	平成25年7月30日（豊田車両センター）
仕業検査	平成25年9月9日（豊田車両センター留置線（屋外）） 平成25年9月15日（豊田車両センター留置線（屋外））

##### 2.4.3.2 輪軸の状況

本件車両の輪軸については、装置保全時（平成24年11月8日）に新品に交換されていた。なお、その後、車輪削正は行われていない。装置保全時の輪軸の検査結果は表5のとおりであり、車輪径、車輪内面距離、フランジ外側面距離、フランジ高さは、いずれも表4に示す使用限度値内であり、異常は見られなかった。

なお、本報告書では、本件車両の各部の位置の名称は、図1のとおりとする。



※ 丸数字は車輪位置を、〔 〕は車体高さ位置を、〈 〉は連結器高さ位置を示す。

図1 本件車両の各部位置の名称

表5 装置保全時の輪軸の検査結果

(単位：mm)

輪軸	後台車				前台車			
	第4軸		第3軸		第2軸		第1軸	
車輪位置	⑦	⑧	⑤	⑥	③	④	①	②
車輪径	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0
車輪内面距離	990.4		990.1		989.6		990.0	
フランジ外側面距離	524.0	524.0	524.0	524.0	524.0	524.0	524.0	524.0
フランジ高さ	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0

※ 輪軸、車輪位置等については、図1参照（以下同じ）。

また、本事故後に本件車両の前台車については、定期検査で行われている輪軸各部の寸法測定に加えて、車輪の断面形状の測定を行った。輪軸各部の寸法測定の結果を表6に示す。

輪軸各部の寸法測定結果については、車輪径、車輪内面距離、フランジ外側面距離、フランジ高さは、いずれも表4に示す使用限度値内であり、異常は見られなかった。なお、車輪の断面形状については、同社の車輪踏面形状と大きな違いは見られなかった。

表6 本事故後の前台車の輪軸等の測定結果

(単位：mm)

輪 軸	前台車			
	第2軸		第1軸	
車輪位置	③	④	①	②
車輪径	859	859	859	859
車輪内面距離	989.6		989.6	
フランジ外側面距離	523.4	522.5	523.1	522.3
フランジ高さ	28.6	28.6	28.8	28.6

#### 2.4.3.3 車体及び台車の状況

本件車両の車体及び台車の各部については、本事故前直近の装置保全の結果に異常は見られなかった。また、本事故後に脱線した前台車の各部の寸法測定を実施したが、その結果に異常は見られなかった。

一方、本事故後に本件車両の後台車を確認したところ、空気ばね3位（外軌側）の自動高さ調整装置（2.4.3.4参照）の‘自動高さ調整弁調整棒（以下「LV棒」という。）を支持している受け金具（以下「受け金具」という。）が、受け金具を台車に取り付けているボルト（以下「受け金具取付ボルト」という。）上下2本のうち、上部の受け金具取付ボルトを中心に、列車進行方向に約43度傾斜していた’（以下「受け金具傾斜状態」という。）。また、下部の受け金具取付ボルトは、破断して台車側に先端部が残存していたが、頭部及び座金はなく、事故現場付近では見つからなかった（2.4.3.12参照）。なお、受け金具に損傷やぐらつきは見られなかった。

受け金具取付ボルトの規格は、M16×40である。なお、受け金具取付ボルトの座金の厚さは約4mm、受け金具のボルト取付け部の厚さは約12mmである。

（付図8 空気ばねの自動高さ調整装置 参照）

#### 2.4.3.4 空気ばねの自動高さ調整装置

本件車両には、車体を支えるとともに車体の高さを一定に保つために空気ばねが台車の左右2箇所には設けられている。

空気ばねの高さ調整は、圧縮空気の給排気を行って車体の高さを一定に保っており、自動高さ調整装置により自動的に行っている。

自動高さ調整装置は、車体に取り付けられて空気ばねの圧縮空気の給排気を行う自動高さ調整弁（以下「LV」という。）、台車に取り付けられている受け金具及びLVと受け金具をつなぐLV棒からなっている。

自動高さ調整装置の機能は、荷重の変動で空気ばねが圧縮されて縮むことにより車体が下がった場合に車体に取り付けられたLVも下がり、LVのてこがLV棒に押されて、LVの吸気弁を開いて圧縮空気を空気ばねへ供給して空気ばねを元の状態へ戻す。また、空気ばねの膨張により車体が上がった場合には、車体とともにLVが上がり、LVのてこがLV棒に引かれて、LVの排気弁を開いて空気ばねの空気を外気に排気して空気ばねを元の状態へ戻す。

本事故後の確認では、2.4.3.3に記述した受け金具傾斜状態において、LV棒はLVのてこを押し上げた状態であった。

(付図8 空気ばねの自動高さ調整装置 参照)

#### 2.4.3.5 仕業検査のLVの確認について

本件車両の仕業検査は、同社の関連会社であるA社が実施しており、A社の仕業検査の作業マニュアルには、LVの状態に異常がないことを目視で確認することとなっている。平成25年9月9日(14時ごろ)及び15日(11時ごろ)に行われた仕業検査の記録にLVの異常については記載されていなかった。

#### 2.4.3.6 静止輪重及び静止輪重比の状況

本事故前直近の装置保全における、本件車両の静止輪重の測定結果は表7のとおりであり、静止輪重比は管理値(15%以内)内の値であった。

また、本事故後に、受け金具の傾斜を通常の状態に戻した状態(以下「通常時受け金具状態」という。)で、本件車両の静止輪重を測定(平成25年9月25日)した結果を表8に示す。

通常時受け金具状態の静止輪重比は、管理値内に収まっているものの、受け金具傾斜状態の静止輪重比は、管理値を大きく超過した。

受け金具傾斜状態の静止輪重は、前台車については外軌側の輪重(①、③)が内軌側の輪重(②、④)に比べて半分以下であった。後台車については内軌側の輪重(⑥、⑧)が外軌側の輪重(⑤、⑦)の約半分程度であった。

表7 装置保全時における静止輪重及び静止輪重比

輪軸	後台車				前台車			
	第4軸		第3軸		第2軸		第1軸	
車輪位置	⑦ (外軌側)	⑧ (内軌側)	⑤ (外軌側)	⑥ (内軌側)	③ (外軌側)	④ (内軌側)	① (外軌側)	② (内軌側)
輪重(k N)	40.3	40.6	40.5	39.7	33.4	35.8	34.1	35.6
静止輪重比	0.4%		1.0%		3.5%		2.2%	

表8 本事故後の静止輪重及び静止輪重比

	輪軸	後台車				前台車			
		第4軸		第3軸		第2軸		第1軸	
		⑦ (外軌側)	⑧ (内軌側)	⑤ (外軌側)	⑥ (内軌側)	③ (外軌側)	④ (内軌側)	① (外軌側)	② (内軌側)
受け金具傾斜状態	輪重(k N)	52.2	30.2	53.9	26.9	21.9	47.2	19.3	50.2
	静止輪重比	26.7%		33.4%		36.6%		44.5%	
通常時受け金具状態	輪重(k N)	41.4	41.1	42.3	38.6	35.1	34.4	32.1	37.3
	静止輪重比	0.4%		4.6%		1.0%		7.5%	

2.4.3.7 本事故後の車体高さ等の状況

本事故後に、本件車両の車体高さ及び連結器高さについて、受け金具傾斜状態及び通常時受け金具状態で測定（平成25年9月25日）した結果を管理値と合わせて表9に示す。

通常時受け金具状態では、全て管理値内に収まっていたが、受け金具傾斜状態では、車体高さは、後端左側の〔3〕及び後端右側の〔4〕の2箇所の車体高さが管理値を超えており、4箇所の中では〔3〕が一番高く、前端右側である〔2〕が一番低くなった。また、後方の連結器高さが管理値を超えていた。

表9 本事故後の車体高さ及び連結器高さ

	車体高さ (mm)				連結器高さ (mm)	
	[3] (外軌側)	[4] (内軌側)	[1] (外軌側)	[2] (内軌側)	<2>	<1>
受け金具傾斜状態	994	978	962	947	906	848
通常時受け金具状態	951	955	962	962	877	850
管理値	E233系車体高さ : 955 (+10、-15) mm					
	密着連結器高さ <2> : 880 (+10、-15) mm					
	棒連結器高さ <1> : 845 (+10、-15) mm					

※ 車体高さは、レール面から車体端部までの高さ

※ 連結器高さは、レール面から連結器中心までの高さ

#### 2.4.3.8 本事故後の空気ばね圧力等の状況

本事故後に、本件車両の空気ばね圧力及び空気ばね高さを受け金具傾斜状態、受け金具の傾斜を事故時の約半分（約20度）にした状態及び通常時受け金具状態で測定した結果を表10に示す。

空気ばね圧力は、通常時受け金具状態から受け金具の傾斜を大きくしていくと空気ばね3位（後台車の外軌側）及び空気ばね2位（前台車の内軌側）が増加し、空気ばね4位（後台車の内軌側）及び空気ばね1位（前台車の外軌側）は減少する傾向にあった。また、受け金具傾斜状態での空気ばね圧力は、空気ばね3位（後台車の外軌側）が最大で、1位（前台車の外軌側）が最小であった。

空気ばね高さは、通常時受け金具状態から見た受け金具傾斜状態、受け金具の傾斜を本事故時の約半分（約20度）の状態は、3位、4位及び1位が高くなり、2位は低くなった。

表10 本事故後の空気ばね圧力及び空気ばね高さ

	空気ばね圧力 (kPa)				空気ばね高さ (mm)			
	後台車		前台車		後台車		前台車	
	3位 (外軌側)	4位 (内軌側)	1位 (外軌側)	2位 (内軌側)	3位 (外軌側)	4位 (内軌側)	1位 (外軌側)	2位 (内軌側)
受け金具傾斜状態	320	200	140	250	318	285	277	273
受け金具の傾斜を本事故時の約半分(20度)にした状態	250	240	180	200	296	287	280	269
通常時受け金具状態	200	270	220	170	275	273	274	275

※ 空気ばね高さは、台車と車体間の距離を示す。

#### 2.4.3.9 本件車両の滑走時の空気ばね圧力の記録に関する情報

本件車両のブレーキ制御器には、車輪が滑走すると滑走発生時の-5秒～+2秒の間の滑走軸、空気ばね圧力及び速度等を記録する機能を有しており、本件車両にも記録が残されていた。主なものを表11に示す。なお、時刻及び速度については、実測試験等を実施して補正したものではないため、若干の誤差が内在している可能性がある。

表11から、滑走軸は全て本事故時の位置で前台車である。空気ばね圧力は、全ての日時において、前台車は1位(事故時の外軌側)の空気ばね圧力が空気ばね2位(同内軌側)の約半分以下であり、後台車は空気ばね4位(同内軌側)の圧力が空気ばね3位(同外軌側)の圧力よりも小さくなっていた。また、空気ばね3位(同外軌側)の空気ばね圧力が最大で、空気ばね1位(同外軌側)の空気ばね圧力が最小であった。

表 1 1 本件車両のブレーキ制御器の空気ばね圧力等の記録

日 時	空気ばね圧力 (kPa)				滑走軸 <sup>※1</sup> 及び滑走時の列車速度	場 所
	後台車		前台車			
	3位 <sup>※1</sup>	4位 <sup>※1</sup>	1位 <sup>※1</sup>	2位 <sup>※1</sup>		
H25. 9. 8 23:45:36	334. 8	170. 2	108. 9	266. 7	第 1 軸 1 4 km/h	河辺駅構内 (直線) <sup>※2</sup>
H25. 9. 8 23:45:56	330. 6	174. 4	109. 5	267. 3	第 1 軸、第 2 軸 5 km/h	河辺駅構内 (直線) <sup>※2</sup>
H25. 9. 10 23:53:35	360. 5	187. 0	123. 8	299. 1	第 2 軸 7 5 km/h	東小金井駅構内 (直線) <sup>※2</sup>
H25. 9. 17 10:24:40	300. 1	215. 2	94. 5	301. 5	第 2 軸 1 4 km/h	本事故現場付近

※ 1 本事故時の位置を示す。

※ 2 9月8日及び10日の「場所」は、当該記録にはキロ程の情報がないことから、同社において、通常運行を条件として日時から推定した場所である。なお、17日の「場所」については、日時から本事故現場付近と考えられる。

#### 2. 4. 3. 10 本件列車による走行試験に関する情報

同社は、本事故後の平成25年10月22日～24日、事故現場付近の線形が本事故の発生に与えた影響を確認するために、本件車両の前台車の車輪を輪重・横圧が測定できる車輪に替えて、受け金具は通常の状態です事故現場付近を低速走行して、脱線係数（横圧／輪重比）及び輪重減少率を測定（車上測定）する走行試験を実施した。また、同時に事故現場付近のレールに輪重・横圧を測定する歪<sup>ひずみ</sup>ゲージを貼付けして、脱線係数（横圧／輪重比）等を測定（地上測定）した。走行試験の主な車上測定の結果を表12に示す。

走行試験の結果は、車上測定及び地上測定ともに目安値以内であった。また、空気ばね圧力も顕著な左右差及び変動は見られなかった。

表 1 2 走行試験の主な車上測定の結果

試験日	試験回数	キロ程	速度 (km/h)	第 1 軸			空気ばね圧力 (kpa)			
				外軌 の輪 重 (kN)	外軌の 脱線係 数	輪重 減少 率 (%)	3位	4位	1位	2位
10月22日	1	62k545.5m ～ 62k572.5m	19.4	25.6	0.43	24.2	205	287	186	205
	2		18.2	24.9	0.72	26.2	200	281	185	209
10月23日	1		20.6	24.7	0.35	27.4	204	281	180	207
	2		17.7	23.5	0.87	30.9	204	278	179	208
10月24日	1		17.3	24.8	1.07	27.3	204	282	179	209
	2		16.7	24.6	0.98	27.9	202	285	183	205

※ 評価目安 ① 脱線係数が0.95以下であること

② ①を超えた場合、輪重減少率が60%以下であること

#### 2.4.3.11 破断した受け金具取付ボルトの頭部及び座金について

2.4.3.3に記述した、事故現場付近で見つからなかった破断した受け金具取付ボルトの頭部及び座金の搜索を同社に依頼していたところ、平成25年12月4日に中央線高円寺駅中央快速上り線のホーム付近で同社により発見された。ボルト頭部は16k154m付近の軌間外左側の線路上に、座金は16k155m付近のホーム下にあった。

同社において、発見されたボルトと台車に残存していた先端部を調べたところ、受け金具取付ボルトの規格(M16×40)と酷似しており、お互いの破断面の状況からも本件車両の破断した受け金具取付ボルトと見られるということであった。

なお、発見されたボルトのねじ部の長さは、同社の測定により約16.8mmであった。(付図9 高円寺駅で発見されたボルト、付図10 本件車両の高円寺駅での鉄道人身障害事故と発見されたボルト等について 参照)

#### 2.4.3.12 本件車両の本事故発生前の事故について

同社によると、本事故発生前の平成25年9月6日、23時08分ごろ、本件車両を高尾駅発東京駅行き普電第2216T列車(特別快速)(本事故と同一の編成であるが、進行方向は逆で、本件車両は先頭の位置)として運用中、高円寺駅進入時に、線路の進行右側にあるホームから線路内に転落した旅客と衝撃したと見られる鉄道

人身障害事故が発生している。その時の負傷者の位置及び2.4.3.11に記述した、発見されたボルト頭部及び座金の位置について、同社によると、鉄道人身障害事故では前から2両目の前部付近の軌間外の進行右側にボルト頭部及び座金があり、そこから約5m大月駅方の軌間外の進行右側に負傷した旅客がいたとのことであった。

また、同社によると、鉄道人身障害事故後、列車を豊田車両センターで臨時の車両点検を実施し、本件車両の下回りの点検を実施しているが、その際に、受け金具の異常は報告されていない。

(付図9 高円寺駅で発見されたボルト、付図10 本件車両の高円寺駅での鉄道人身障害事故と発見されたボルト等について 参照)

#### 2.4.3.13 本件車両の鉄道人身障害事故から本事故までの車両運用について

2.4.3.12に記述した、鉄道人身障害事故から本事故までの主な車両運用は、次のとおりであった。

9月6日 23時08分ごろ鉄道人身障害事故発生

9月7日 東京駅～高尾駅間

9月8日 東京駅～高尾駅・青梅駅間

9月9日 東京駅～高尾駅・青梅駅間

9月10日 東京駅～高尾駅・青梅駅間

9月11日 東京駅～高尾駅・青梅駅間

9月12日 東京駅～高尾駅・大月駅間

相模湖駅には、本事故時と同様の進路を通過して停車（6時9分ごろ着）している。

9月13日 東京駅～高尾駅間

9月14日 東京駅～高尾駅間

9月15日 予備日 豊田車両センター屋外に留置（車両の移動なし）

台風18号接近（気象庁のアメダス観測所（八王子）の気象データで1日の降水量180mm）

9月16日 予備日 豊田車両センター屋外に留置（車両の移動なし）

台風18号通過（気象庁のアメダス観測所（八王子）の気象データで1日の降水量77mm、最大風速21.1m/s）

9月17日 豊田車両センターを出区して事故発生

## 2.5 鉄道施設及び車両の損傷状況等に関する情報

### 2.5.1 鉄道施設の損傷及び痕跡等の状況

鉄道施設の主な損傷及び痕跡等の状況は次のとおりであった。

- (1) 本件複心曲線の中間緩和曲線中にある本件継目（6 2 k 5 5 7. 3 m）付近から外軌の頭頂面に車輪フランジが走行したことによると見られる薄い痕跡があった。
- (2) 本件複心曲線の曲線半径5 0 0 m中の6 2 k 5 7 8. 4 m付近の外軌左側のまくらぎの締結装置に車輪フランジによると見られる痕跡があり、その痕跡は脱線した前台車第1軸及び第2軸の左車輪の停止位置付近まで続いていた。また、この痕跡の後方の外軌頭頂面には、車輪フランジが走行したと見られる2筋の痕跡があった。
- (3) 本件複心曲線の間接緩和曲線に敷設されていた脱防ガードの右側面に車輪が接触したと見られる痕跡が6 2 k 5 6 4. 0 m付近から脱防ガード終端（6 2 k 5 7 6. 0 m）付近まであった。
- (4) 本件複心曲線の曲線半径5 0 0 m中の6 2 k 5 7 7. 8 m付近から内軌左側のまくらぎ上に車輪が走行したと見られる痕跡があり、その痕跡は脱線した前台車第1軸及び第2軸の右車輪の停止位置付近まで続いていた。
- (5) 下りホームの6 2 k 5 9 3. 8 m付近のホーム縁端に本件車両の車体左側前方下部が接触していた。また、ホーム縁端には、6 2 k 5 8 6. 1 m付近から前述の接触地点まで本件車両の車体と接触したと見られる痕跡が続いていた。

(付図4 本件車両の脱線状況等、付図6 レール上の痕跡等 参照)

## 2.5.2 車両の損傷及び痕跡等の状況

本件車両の主な損傷等の状況は次のとおりであった。

- (1) 前台車第1軸右車輪には、内側面に擦傷痕、フランジの円周上に多数の打痕があった。
- (2) 前台車第1軸左車輪には、内側面に擦傷痕、フランジの円周上に多数の打痕があった。
- (3) 前台車第2軸右車輪には、内側面に擦傷痕、フランジの円周上に多数の打痕があった。
- (4) 前台車第2軸左車輪には、フランジの円周上に多数の打痕があった。
- (5) 車体前方左側下部にホームと接触したことによる損傷があった。

(付図11 本件車両の主な損傷状況 参照)

## 2.6 乗務員等に関する情報

本件運転士 女性 31歳

甲種電気車運転免許

平成21年9月30日

(運転経験年数は3年11か月)

本件車掌 男性 24歳

## 2.7 気象に関する情報

事故発生当時の事故現場付近の天気は、晴れであった。

# 3 分析

## 3.1 脱線地点等に関する分析

2.5.1に記述したように、本件複心曲線の間緩曲線中にある本件継目(62k557.3m)付近の外軌の頭頂面に車輪フランジが走行したとみられる痕跡が見られたことから、この付近から本件車両前台車の左車輪が乗り上がっていったと考えられる。乗り上がった左車輪は、脱防ガードで右車輪の脱輪が抑えられていたと考えられることから、脱線には至らず外軌の頭頂面を車輪フランジで走行して、脱防ガードが途切れた脱防ガードの終端(62k576.0m)の先62k578.4m付近で外軌左側へ脱線したと考えられる。

一方、右車輪は、内軌の左側に敷設されている脱防ガードに62k564.0m付近から接触したと考えられ、脱防ガード終端で脱防ガードから外れて、62k577.8m付近の軌間内に脱線したと考えられる。

脱線時の速度は、2.1.2に記述したように、運転状況記録装置に残されていた非常ブレーキを操作したときの記録から約10km/hであったと考えられる。

## 3.2 車両に関する分析

### 3.2.1 本件車両の車体及び台車

本件車両については、2.4.3に記述したように、本事故前直近に実施された検査の結果、車体、台車及び輪軸の寸法は、同社の社内規程で定められた使用限度値内の値であり、異常は見られなかった。

一方、本事故後に車体及び台車の確認を行ったところ、2.4.3.3に記述したように、後台車の外軌側空気ばねのLV棒の受け金具が列車進行方向へ約43度傾斜していた(受け金具傾斜状態)。なお、前台車については、本事故後に車体、台車及び

輪軸の寸法を測定した結果、同社の社内規程で定められた使用限度値内の値であり、異常は見られなかった。

### 3.2.2 受け金具傾斜状態の本件車両の空気ばね圧力及び静止輪重比について

3.2.1 に記述したように、本件車両の脱線した前台車ではない、後台車において、外軌側空気ばねの自動高さ調整装置が受け金具傾斜状態になっていたことから、2.4.3.6～2.4.3.8 に記述したように、本事故後に、受け金具傾斜状態、通常時の受け金具状態等の条件で本件車両の空気ばね圧力、車体高さ及び静止輪重比等を測定したところ、次のことが確認された。

(1) 受け金具傾斜状態の空気ばね圧力は、通常時の受け金具状態と比較して、後台車の外軌側空気ばね（3位）と前台車の内軌側空気ばね（2位）は高い値を示しており、後台車の内軌側空気ばね（4位）と前台車の外軌側空気ばね（1位）は低い値を示していた。

(2) 受け金具傾斜状態における静止輪重比は、管理値内（15%以内）にあった通常時の受け金具状態と比較すると、前台車は外軌側の輪重が減少し、内軌側の輪重が増加した。これにより、静止輪重比は、第1軸が7.5%から44.5%に、第2軸が1.0%から36.6%になり、管理値を大きく超えて輪重の不均衡（以下「輪重アンバランス」という。）が拡大していた。

一方、後台車は、内軌側の輪重が減少し、外軌側の輪重が増加した。これにより、第3軸が4.6%から33.4%に、第4軸が0.4%から26.7%になり、管理値を大きく超えて輪重アンバランスが拡大していた。

なお、前台車外軌側の輪重は、内軌側の輪重に比べて半分以下であった。

(3) 受け金具傾斜状態の空気ばね高さは、通常時の受け金具状態と比較して、後台車では内外軌とも上昇し、更に外軌側が内軌側より高くなっていた。前台車では大きな変化は見られなかった。

また、車体高さは、通常時の受け金具状態と比較して、車両後端が上がり、後端でも外軌側の端部が内軌側端部より高くなっていた。前端は外軌側に変化は見られないが内軌側は低くなった。

よって、本件車両は、受け金具傾斜状態により、前台車に管理値を超える輪重アンバランスの拡大が起きていたと考えられ、前台車左車輪の輪重が著しく減少して脱線係数（横圧／輪重）が上昇する傾向にあり、前台車は左側に脱線しやすい状態であったと考えられる。

### 3.2.3 受け金具傾斜と輪重アンバランス拡大の推定

本件車両の後台車の外軌側空気ばねの自動高さ調整装置が受け金具傾斜状態であったため車両の輪重アンバランスが拡大したことについては、3.2.2 から次のことが考えられる。

- (1) 自動高さ調整装置が受け金具傾斜状態の時、2.4.3.4に記述したようにLV棒がLVのてこを押し上げていたことから、LVは、車体が下がっていないにもかかわらず、外軌側の空気ばね（3位）に空気を供給する状態になっていた。
- (2) 外軌側の空気ばねに空気が供給されると、空気ばねの内圧が上昇するとともに空気ばねが膨張する。
- (3) 空気ばねの内圧の上昇で後台車外軌側の輪重が増加して、内軌側の輪重は減少する。
- (4) 後台車の外軌側の空気ばねの膨張により、車体の後部が持ち上げられ、対角線上の前台車の内軌側の空気ばねが圧縮され内軌側の輪重が増加し、反対側の外軌側の輪重が減少する。

(付図8 空気ばねの自動高さ調整装置、付図12 輪重アンバランス拡大の推定 参照)

### 3.2.4 受け金具の傾斜した経緯について

本件車両の後台車にある空気ばね3位の自動高さ調整装置が受け金具傾斜状態になったのは、

- (1) 2.4.3.12 に記述したように、平成25年9月6日に高円寺駅で発生した鉄道人身障害事故時に本件車両の本事故時の後台車は進行方向の先頭にあり、破断した受け金具取付ボルト頭部及び座金並びに衝撃したとみられる旅客は本件車両の本事故時の左側に相当する位置で発見されたこと、
- (2) 2.4.3.11 に記述したように、高円寺駅で発見したボルト頭部及び座金は、本件車両に残存していた受け金具取付ボルトの規格と同一と考えられ、欠損部分と寸法が一致すること、
- (3) 2.4.3.8 に記述したように、受け金具傾斜状態での本件車両の空気ばね圧力の差違が、2.4.3.9 に記述した本事故直近の平成25年9月8日以降に滑走したときに記録された本件車両の空気ばね圧力の差違と同様の傾向となっていることから、平成25年9月8日には受け金具傾斜状態になっていた可能性が高いと考えられること

から、9月6日の鉄道人身障害事故時に発生した可能性があり、本事故時まで同様の状態であった可能性があると考えられる。

よって、鉄道人身障害事故後の点検を十分行っていれば、受け金具の異常（傾斜）を発見できていた可能性があることから、事故等において機器の損傷が考えられる場合には、事故後の点検について特段の注意を払って行う必要があると考えられる。

また、2.4.3.5 に記述したように、鉄道人身障害事故以降、LVを目視で確認する仕業検査が2回行われており、この際にも自動高さ調整装置の異常を発見できたと考えられることから、同社においては、仕業検査時における、同装置の異常の有無について注意が払われるようにする必要がある。

### 3.3 軌道に関する分析

(1) 前台車の外軌側の車輪が乗り上がった箇所は、2.3.2.2に記述したように本件複心曲線の間緩曲線中で曲率とカントが連続的に変化する区間で、カントは105mmから55mmに減少していく箇所で構造的な平面性変位を有する区間である。

(2) 乗り上がり箇所付近に本件継目があり、2.3.2.4 に記述したように、本事故の影響を受けている可能性はあるが、事故後、軌道変位を測定したところ、内軌の継目落ちによる高低変位や内外軌の曲線半径が局所的に小さくなる通り変位が見られた。なお、本事故前直近の軌道検測車での定期検査においても、本件継目付近は、整備基準値内であるが、内軌が低い高低変位や内外軌の曲線半径が局所的に小さくなる通り変位が見られる。

また、平面性変位は、2m平面性変位において、本件継目を過ぎてから軌道面の左前方が下がる変位が続き最大で約7.5mmの平面性変位が確認されている。これにより、本件継目を過ぎた辺りから第1軸左車輪の輪重が減少していく状態であったと考えられる。

(3) 2.3.2.2(5)に記述したように、本事故が発生した本件複心曲線の間緩曲線は、本件車両においては推定脱線係数比が1.2を超えているものの、本件車両が走行する線区の中では推定脱線係数比が一番小さい場所であることから、当該場所で本事故が発生した要因の一つである可能性がある。

### 3.4 脱線に至った経過について

(1) 本件車両の前台車は、3.2.2 に記述したように、本事故時、後台車の受け金具傾斜状態により、管理値を超える輪重アンバランスの拡大が起きていたと考えられ、前台車左車輪の輪重が著しく減少して脱線係数が上昇する傾向にあり、左側に脱線しやすい状態であったと考えられる。

(2) 本件車両は、(1)の状態ですべて3.3に記述したように、本件複心曲線のカントが連続的に減少していく中間緩曲線に進入し、内軌の継目落ちや内外軌の曲線

半径が局所的に小さくなる通り変位のあった本件継目付近で、本件車両前台車の左車輪が外軌に乗り上がり始めて、その先の平面性変位も左車輪の輪重が減少する変位があったことから、左車輪のフランジは外軌に乗り上がった可能性がある。

- (3) 外軌に乗り上がった本件車両前台車の左車輪は、脱防ガードが敷設された箇所であったことから、脱防ガードで右車輪の脱輪が抑えられていたため、外軌頭頂面を車輪フランジで走行した後、脱防ガードの終端を過ぎた付近で右車輪の抑えがなくなり、外軌の左側へ脱線し、右車輪は軌間内に脱線した可能性があると考えられる。
- (4) 最初に第1軸が乗り上がり、第2軸は、第1軸と同様に外軌頭頂面上を走行した後に、脱防ガードの終端を過ぎた付近で右車輪の抑えがなくなるとともに、第1軸に引きずられて、線路の左側へ脱線した可能性があると考えられる。
- (5) 本件車両は、左側へ脱線したことから、左側にあった下り線ホームと接触したと考えられる。

### 3.5 脱防ガードについて

2.3.2.2(5)に記述したように、本件複心曲線には脱防ガードが敷設されていたが、敷設の長さが同社の基準値より1.5m短かった。基準を満たしていなかったことについて、同社によると、保線作業の際に本件複心曲線の間緩曲線が台帳より現場の方が長かったことから、台帳を現場の諸元に合わせて修正を行った際に、修正した台帳上では基準値から外れることとなった脱防ガードの敷設範囲について確認を失念したとしている。

同社は、曲線の諸元の管理において台帳と現場の整合を図った場合には、走行安全上必要な脱防ガードの諸元についても確認を失念することのないようにする必要があると考えられる。

さらに、通常の単曲線において出口側緩和曲線から直線に車輪が進行する場合、仮に緩和曲線内で外軌頭頂面に乗り上がっていても直線に入れば元に戻ると考えられるが、本件のような複心曲線の場合は、緩和曲線から次の円曲線に進入しても、曲率があるため状況によっては車輪が戻りきらずに、基準に適合した敷設範囲の脱防ガードがあった場合でもその先で軌間外に脱線する可能性も否定できない。したがって、列車の走行安全性を更に向上させるために本件のような複心曲線に敷設する脱防ガードについては、複心曲線の終点まで敷設することが望ましい。

なお、同社は、本事故後の復旧において、脱防ガードを約84m延伸し、本件複心曲線終点の先まで敷設した。

## 4 原因

本事故は、左右の輪重が著しく不均衡となっていた最後部車両の前台車が、右複心曲線の曲線半径300m、カント105mmから曲線半径500m、カント55mmへ変わる中間緩和曲線中のレール継目付近を走行した際、(前台車)左車輪(全軸)のフランジが外軌に乗り上がり、脱線防止ガードによって(前台車)右車輪の軌間内への脱輪が抑えられた状態で走行し続けた後に、当該脱線防止ガードの終端を過ぎたところで線路左側へ脱線したことにより発生したものと考えられる。

最後部車両の前台車の輪重が著しく不均衡となっていたことについては、後台車左側の空気ばねの自動高さ調整装置の自動高さ調整弁調整棒の受け金具が傾斜して同調整棒が押し上げられていたことから、後台車左側の車体が押し上げられて、対角線上の前台車右車輪の輪重が増加し、それに伴い反対側の前台車左車輪の輪重が減少したことによる可能性があると考えられる。

また、受け金具が傾斜していたのは、取付けボルトが欠損していたため、それには本事故前に発生した鉄道人身障害事故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 必要と考えられる事故防止策

自動高さ調整装置の受け金具が通常の状態と異なる状態となったのは、本事故前に発生した鉄道人身障害事故時であった可能性が考えられることから、当該事故後に車両点検を十分行っていれば、発見できた可能性がある。

このため、同社においては、事故等において機器の損傷が考えられる場合には、事故後の車両点検について特段の注意を払って行う必要があると考えられる。

また、鉄道人身障害事故から本事故発生までには、LVを目視で確認する仕業検査が2回行われており、この際にも自動高さ調整装置の異常について発見できた可能性がある。同社においては、仕業検査時における同装置の異常の有無についても注意が払われるようにする必要があると考えられる。

なお、今般、空気ばねの自動高さ調整装置の異常により、輪重アンバランスの拡大が生じることが確認されたことから、空気ばねの自動高さ調整装置の状態については、改めて十分留意する必要があると考えられる。

## 5.2 同社により講じられた措置

本事故後に同社が講じた措置は、次のとおりである。

### 5.2.1 車両の対策

#### (1) ソフト対策

- ① 仕業検査において、受け金具取付ボルトの有無について目視により重点的に確認を実施する。
- ② 受け金具取付ボルト頭部に黄色ペイントを塗布する。
- ③ 人身事故、踏切事故、動物等の衝撃物により停車し床下点検する際は、運転士が確認できる範囲において受け金具の取付状態を確認する。その結果、受け金具の取付状態に曲がりや外れが発見された際には、検修社員が仮処置し、適宜車両交換又は回送扱いとする。なお、人身事故、踏切事故、動物等の衝撃物により停車した場合は、直近の車両センター等に入区後、確実に点検する。

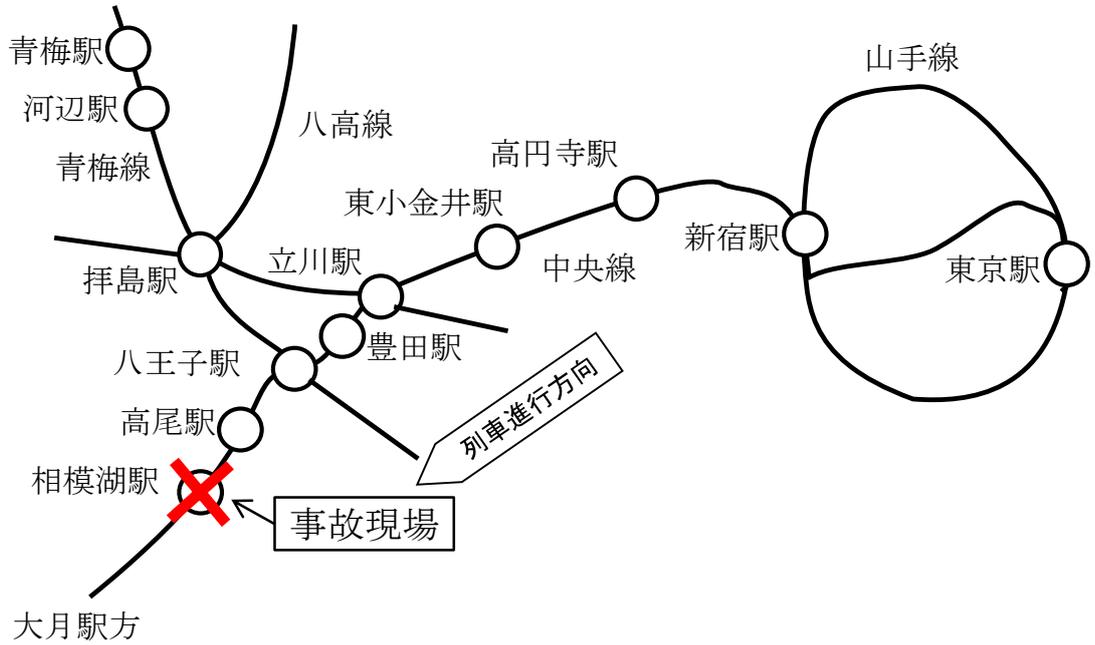
#### (2) ハード対策

- ① 同形式の車両の受け金具取付ボルトを、よりせん断耐力の高いものに交換した。
- ② 現在走行しているE235系に空気ばね内圧モニタリングを搭載したほか、今後導入する在来線の新型車両について、空気ばね内圧モニタリングを搭載することとした。

### 5.2.2 地上設備側の対策

複心曲線で推定脱線係数比「1.2未満」のため敷設している脱線防止ガードのうち、曲線終点まで設置されていない1箇所（中央本線御茶ノ水駅構内下り線）について、分岐器内を除き脱線防止ガード等の延長敷設を行った。

付図1 中央線路線略図

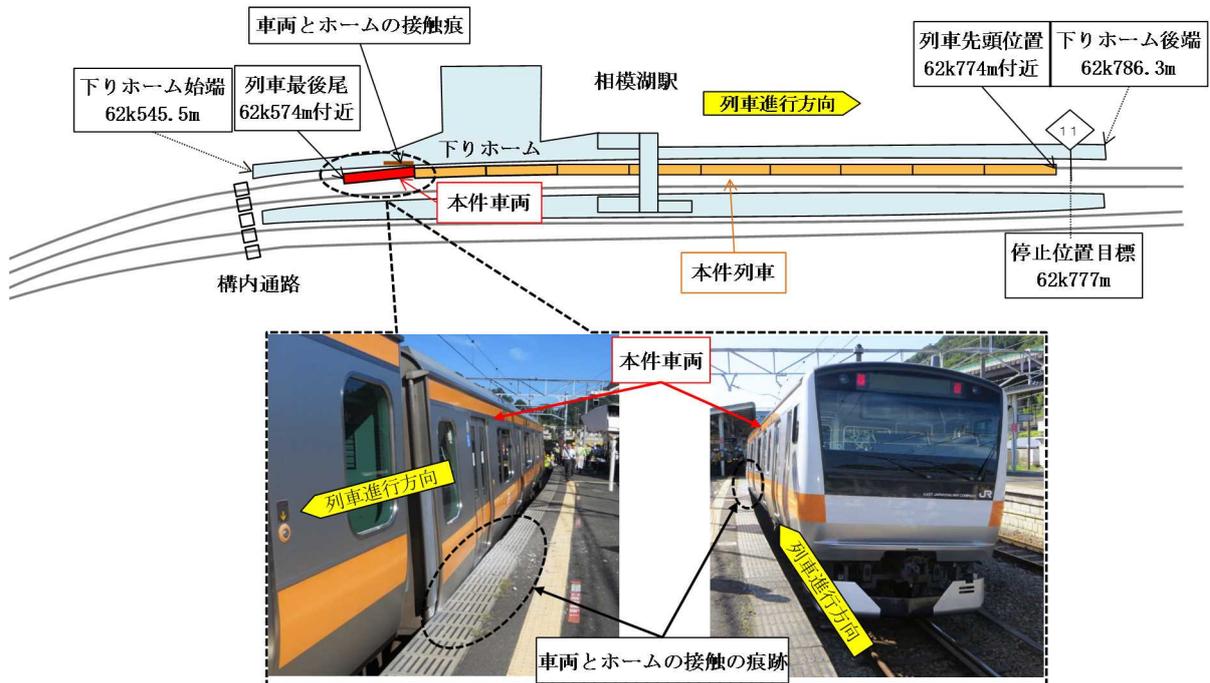


付図2 事故現場付近の地形図

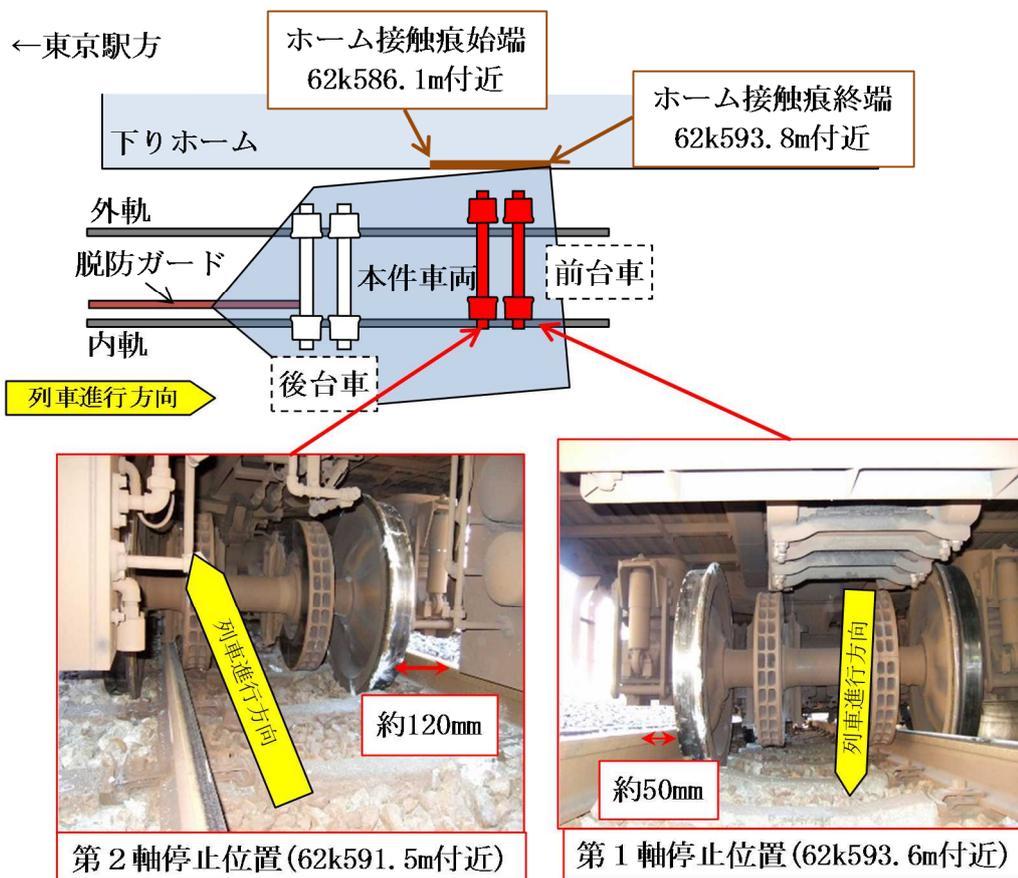


この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成

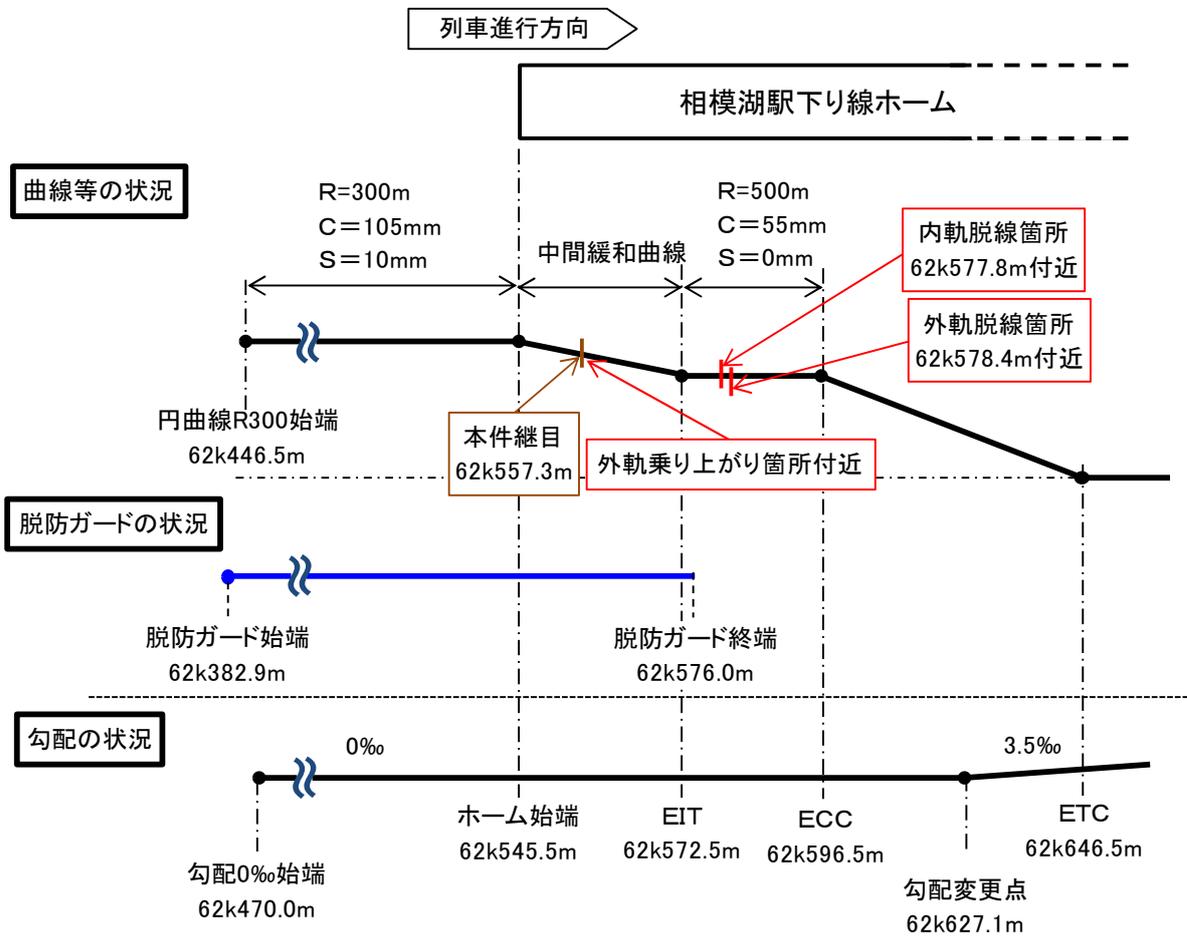
付図3 事故現場付近の略図



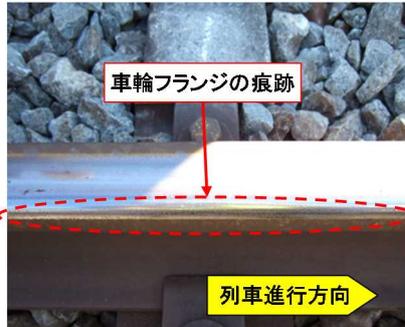
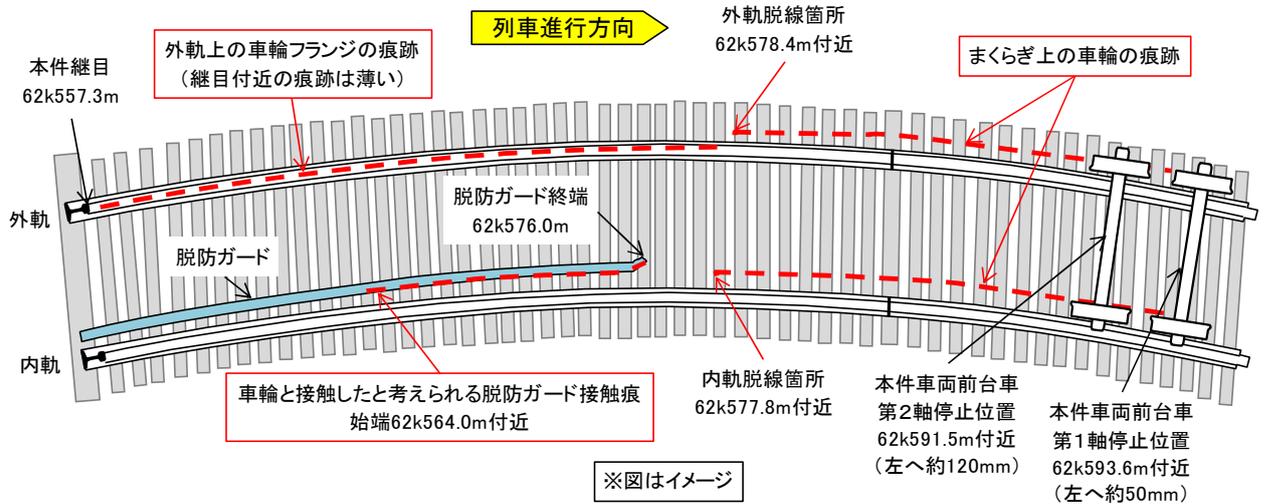
付図4 本件車両の脱線状況等



付図5 事故現場付近の線形の状況等



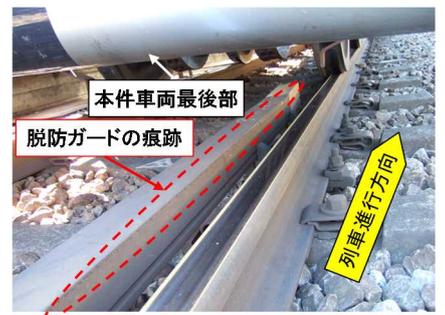
# 付図6 レール上の痕跡等



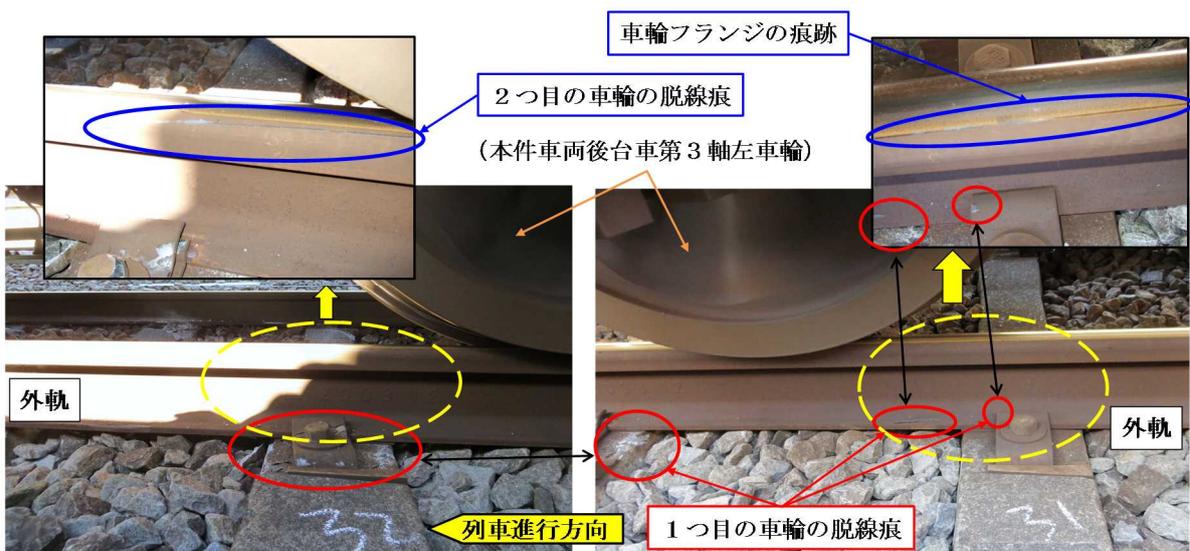
① 本件継目直後のまくらぎ付近の外軌の痕跡



② 本件車両後方の外軌の痕跡

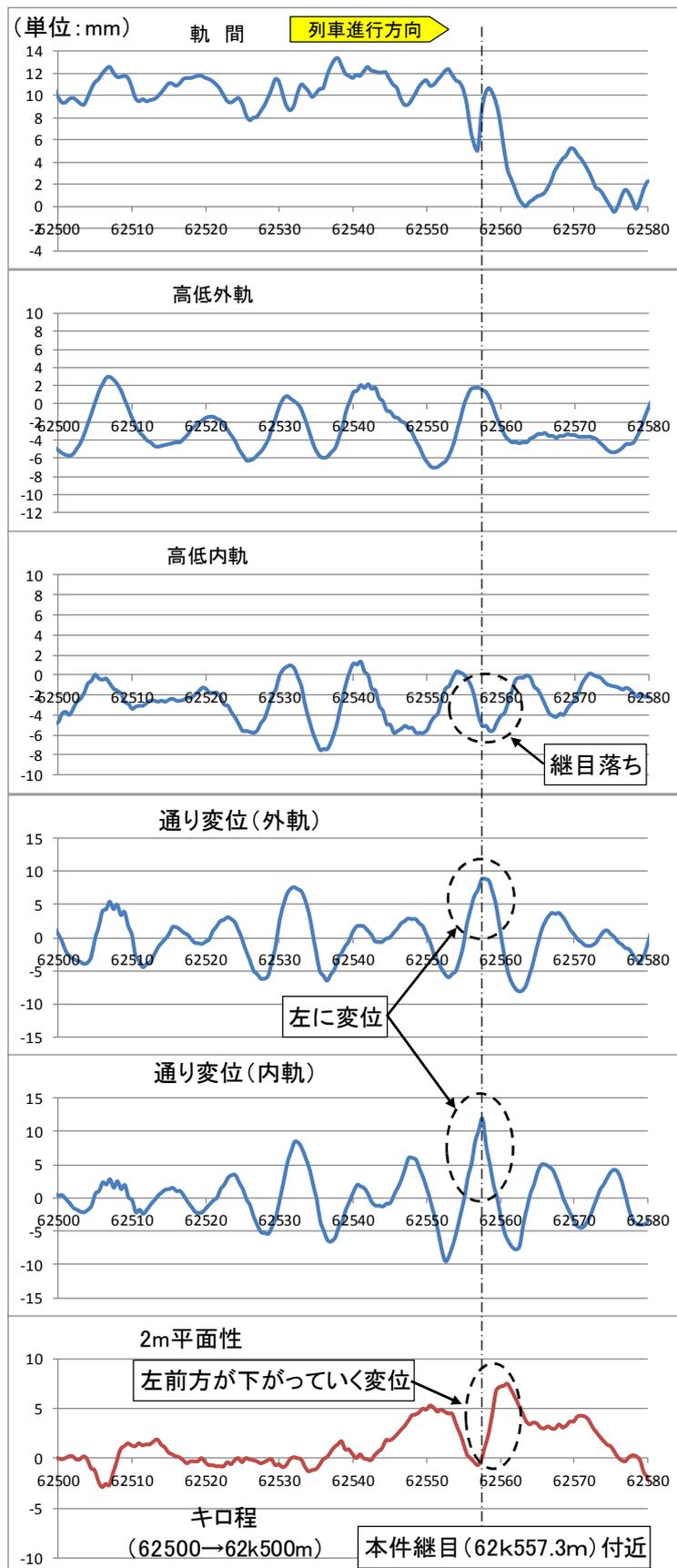


③ 脱防ガードの痕跡



④ 外軌の脱線箇所痕跡 (62k576.4m付近)

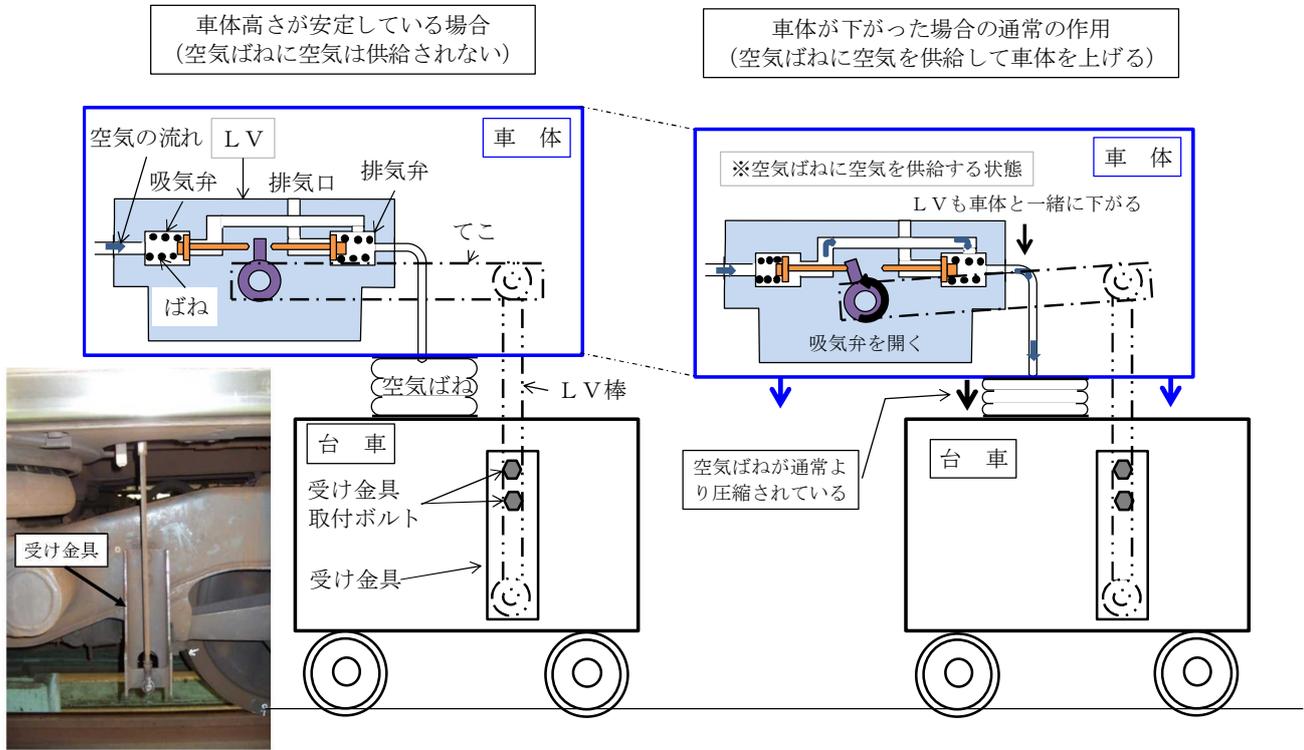
付図7 事故現場付近の軌道変位 (事故後の測定)



# 付図8 空気ばねの自動高さ調整装置

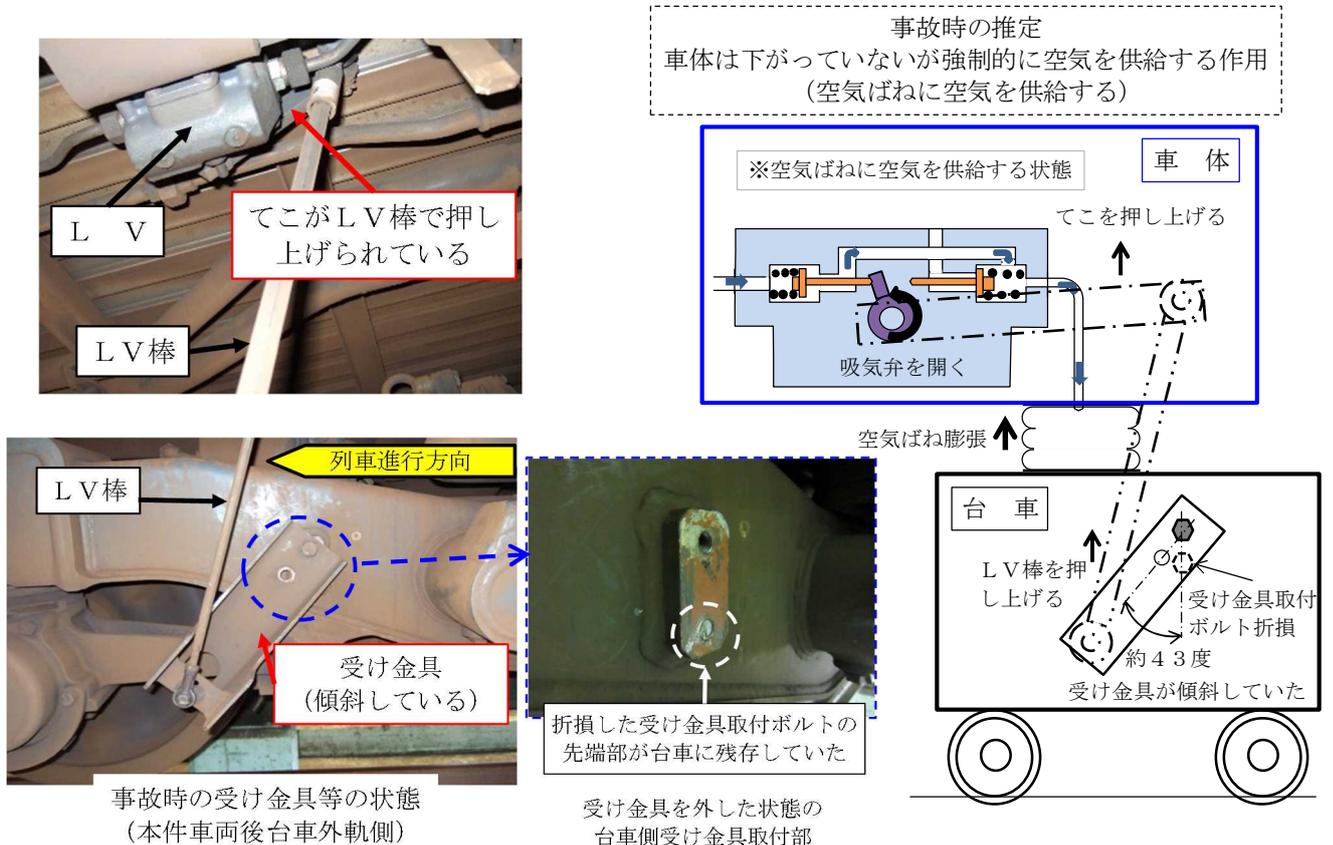
(※ イメージ図)

## (1) 通常時の動作



参考：通常時の受け金具の状態

## (2) 事故時の推定 (受け金具傾斜状態)

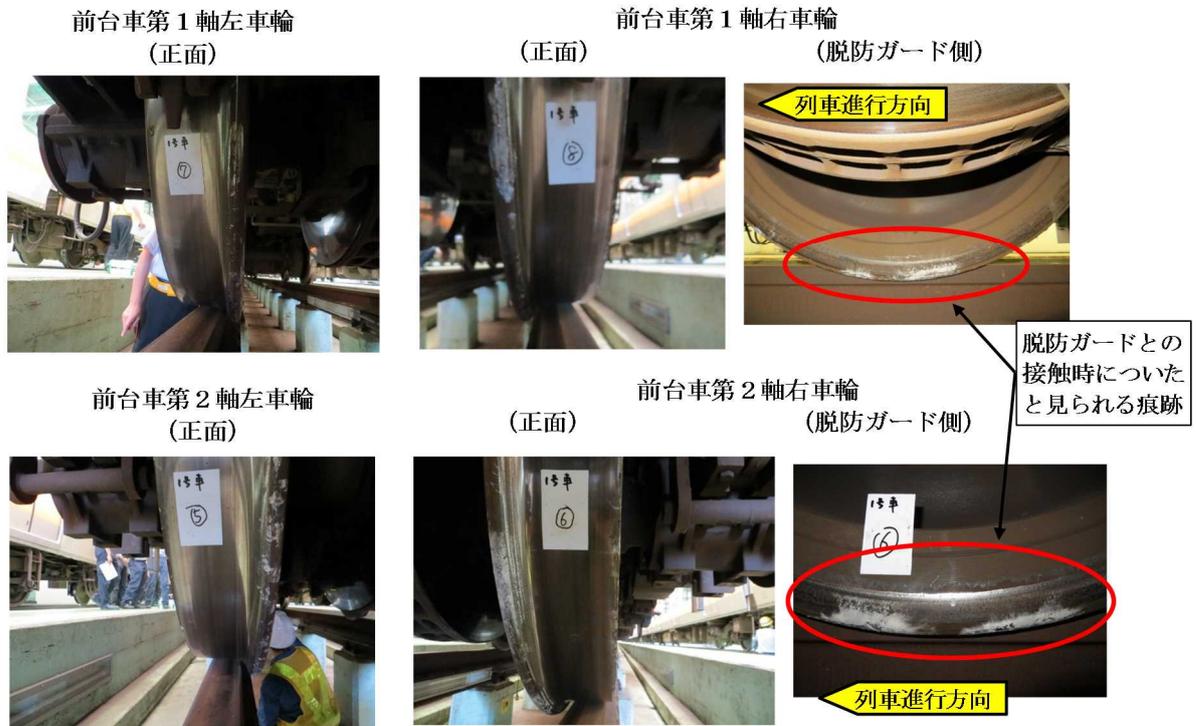


事故時の受け金具等の状態 (本件車両後台車外軌側)

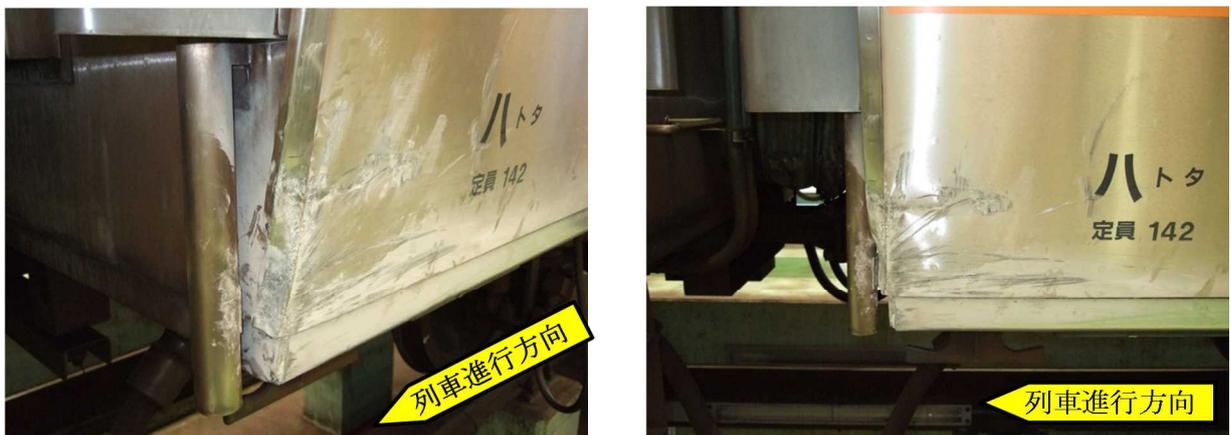


# 付図 1 1 本件車両の主な損傷状況

## (1) 車輪の状況



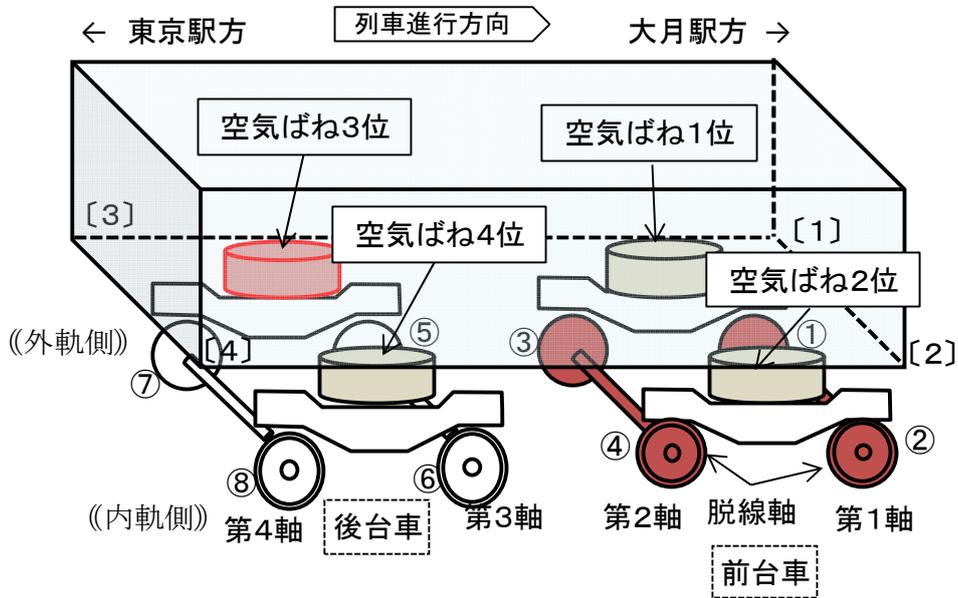
## (2) 車体の状況



ホームとの接触の痕跡  
(本件車両前端左側付近)

# 付図 1 2 輪重アンバランス拡大の推定

(※ イメージ図)



(輪重アンバランス拡大の推定)

