

埼玉新都市交通株式会社 伊奈線 列車脱線事故 (平成31年1月16日発生)

鉄道事故調査報告書 説明資料

運輸安全委員会
令和2年10月

事故の概要

1. 事業者名： 埼玉新都市交通株式会社

2. 事故種別： 列車脱線事故

[鉄道事故等報告規則第3条第1項第2号に規定する「列車脱線事故」に該当し、かつ、航空法施行規則及び運輸安全委員会設置法施行規則の一部を改正する省令第2条の規定による改正前の運輸安全委員会設置法施行規則第2条第1項に規定するもの]

3. 発生日時： 平成31年1月16日(水) 11時03分ごろ (天気：晴れ)

4. 発生場所： 伊奈線 かものみや 加茂宮駅～鉄道博物館駅間(埼玉県さいたま市)

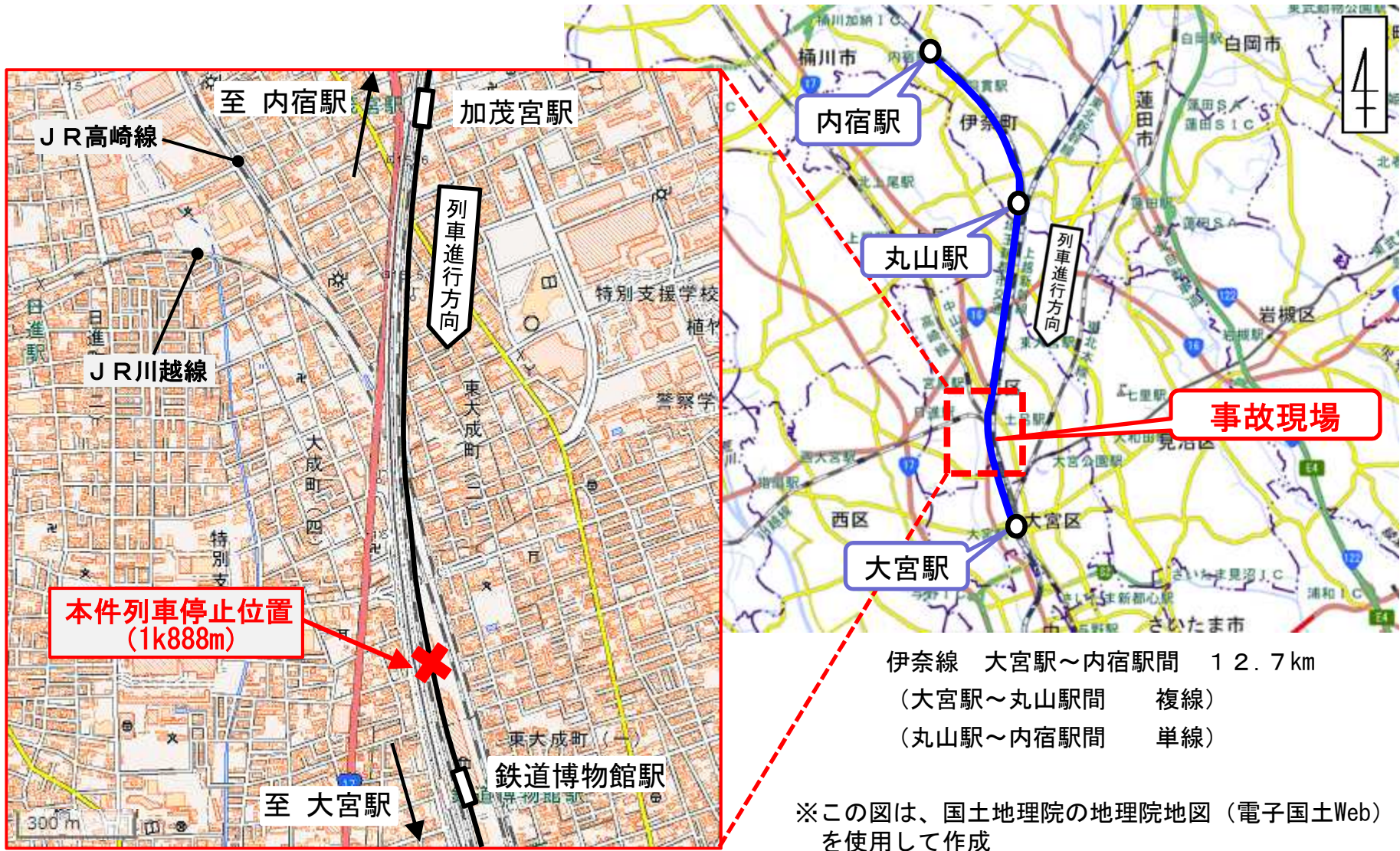
5. 関係列車： 上り 第1052A列車 うちじゆく (内宿駅発大宮駅行 6両編成・ワンマン)

6. 乗車人員： 本務運転士1名、乗客100名

7. 死傷者： なし

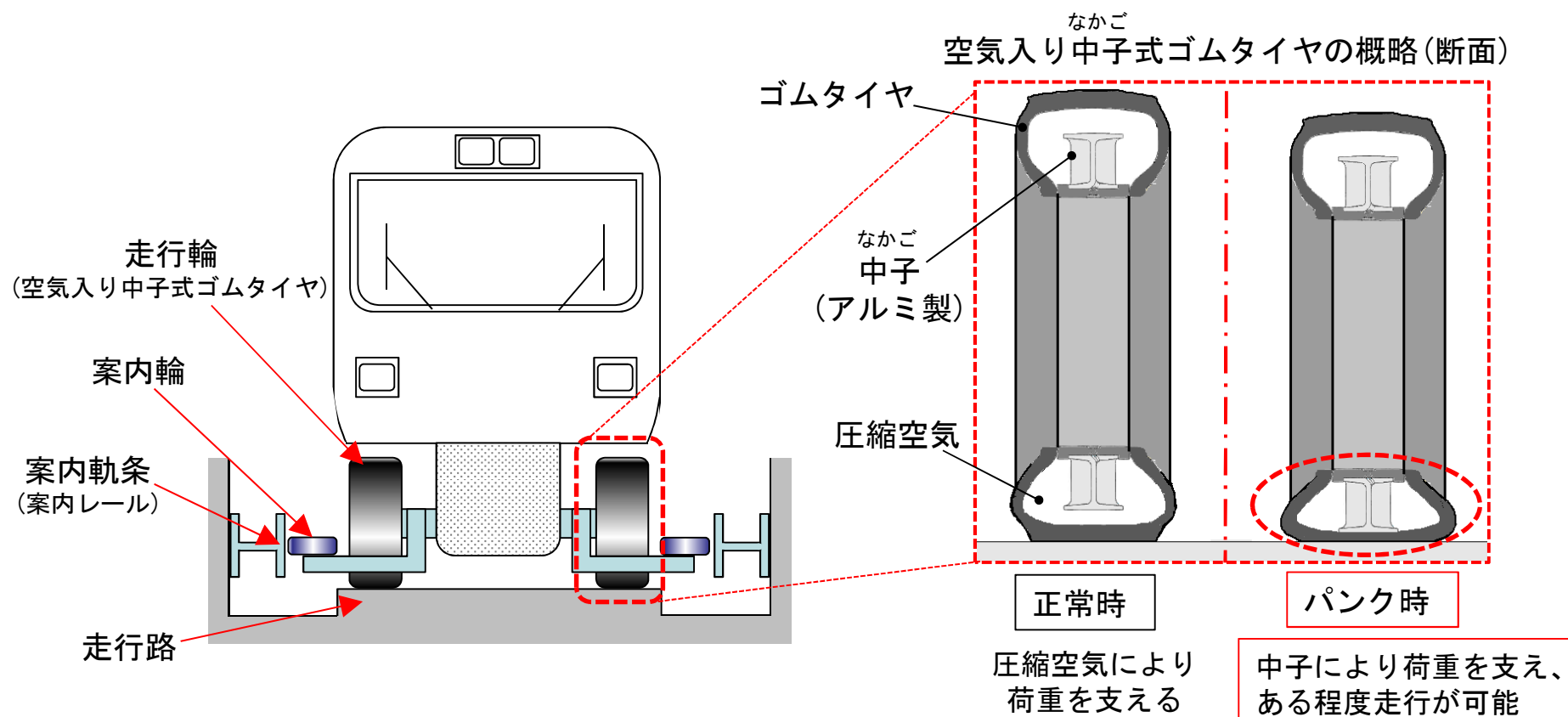
8. 概要： 内宿駅発大宮駅行きの上り第1052A列車の運転士は、速度約30km/hで走行中、後方から「ボン」という異音が聞こえたのち、ブレーキを使用した。確認すると、6両目の車体前部が左へ約50cmずれ、同車両第1軸左のタイヤ(No.2)が損壊した状態で走行路から逸脱していた。また、同軸右のタイヤ(No.1)も破損していた。

事故現場付近の地形図

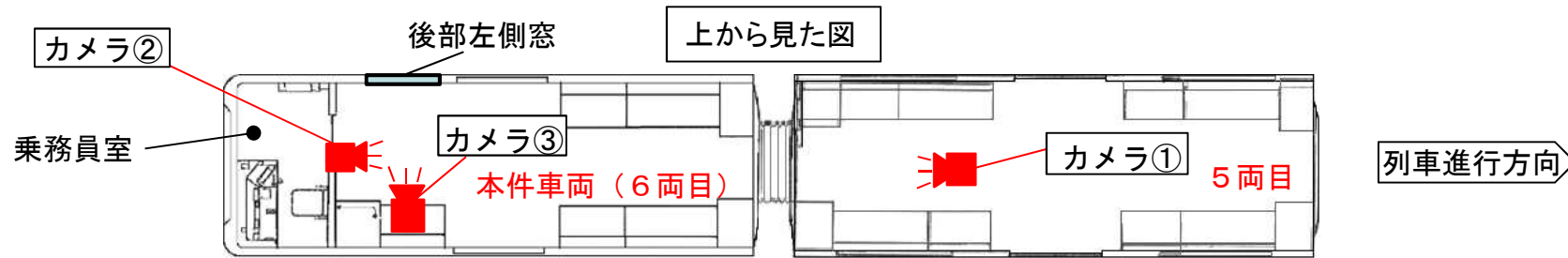


新交通システム（側方案内軌条式鉄道）の概略（伊奈線）

- 本事故は、ゴムタイヤで走行路上を走行し、走行路の両側に設けられた案内軌条（案内レール）が左右の案内輪をガイドする仕組みの鉄道で発生した。
- 側面に設けられた案内軌条に車両の案内輪がガイドされながら走行する。

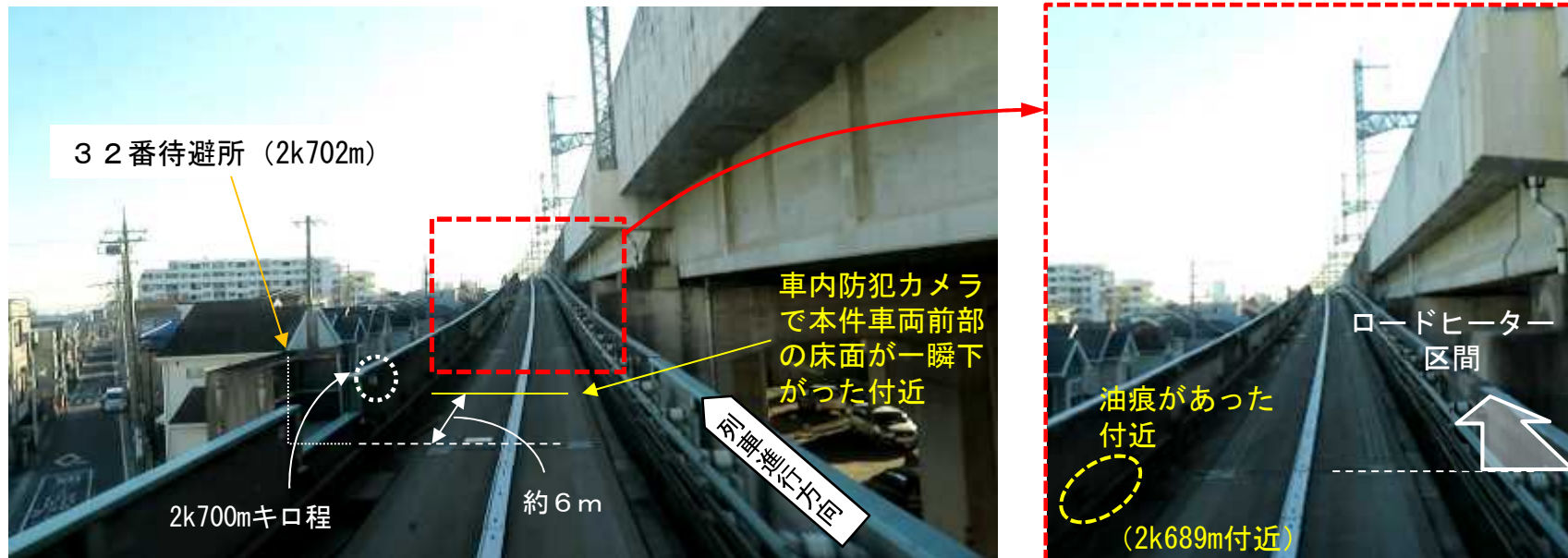


本事故発生前後の防犯カメラの映像（主なもの）



時刻	5両目の防犯カメラ映像（カメラ①）	本件車両の防犯カメラ映像（カメラ②）
11:02:48	<ul style="list-style-type: none"> 本件車両の貫通路付近の客室床面が一瞬で少し下がる。 複数の乗客がほぼ同時に後方を振り向く。 	<ul style="list-style-type: none"> 左側を映すカメラ（カメラ③）に、<u>3 2 番待避所（2k702m）</u>が映った直後（約0.13秒後）、<u>前方を映すカメラ（カメラ②）</u>に一瞬縦揺れが発生する様子が映っている。
11:03:07	<ul style="list-style-type: none"> 本件車両の揺れが徐々に大きくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦揺れが徐々に大きくなる。
11:03:25	<ul style="list-style-type: none"> 本件車両の揺れが激しくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦揺れが激しくなる。
11:03:34 ～ 11:03:35	<ul style="list-style-type: none"> 5両目と本件車両間の貫通路の幌が5両目からみて貫通路の左半分程度をふさぐ。 	<ul style="list-style-type: none"> 大きな横揺れが発生する。 <div style="border: 2px dashed red; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>脱線発生時刻と推定</p> </div>
11:03:47	<ul style="list-style-type: none"> 本件列車が停止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 本件列車が停止する。

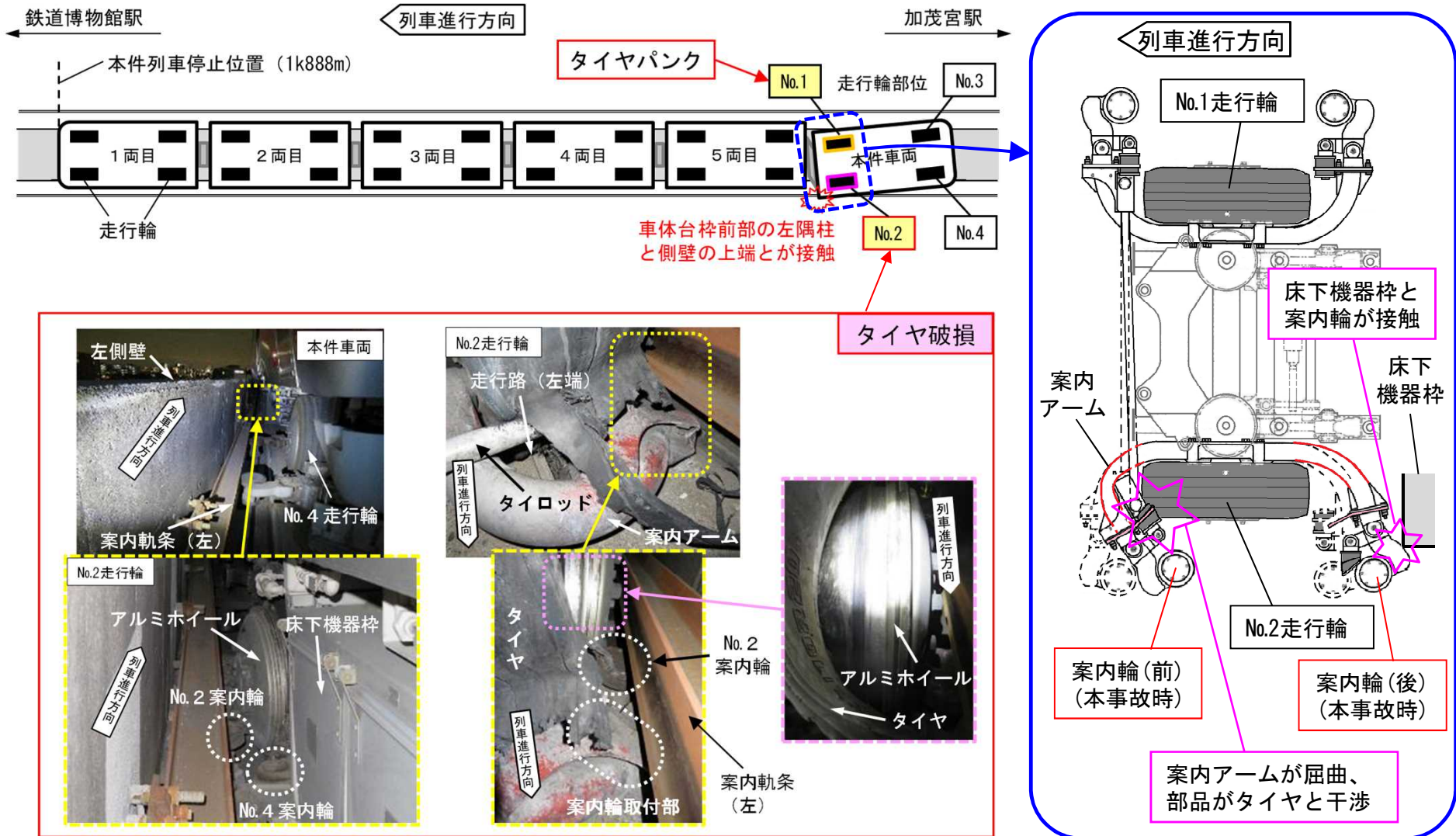
本件車両No. 2 タイヤが破損した付近の軌道の状況



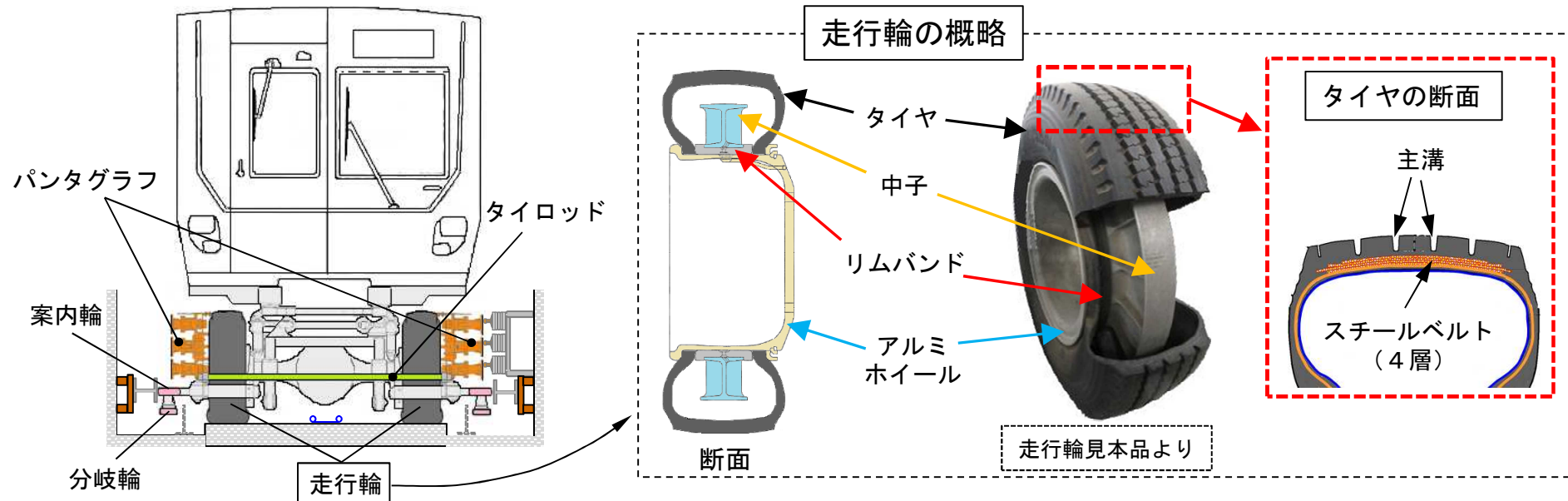
(前述の防犯カメラ映像より)

No. 2 タイヤは、一瞬縦揺れが発生する様子が映った3 2 番待避所を過ぎ、ロードヒーター区間の直前付近で破損したと考えられる。

事故発生時の車両の損傷状況（主なもの）

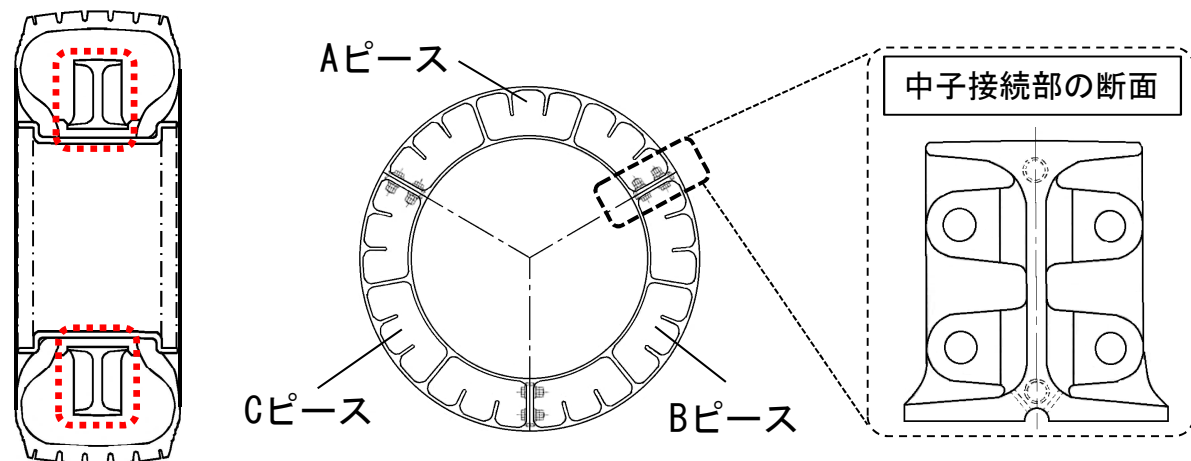


本件車両及び走行輪の概要

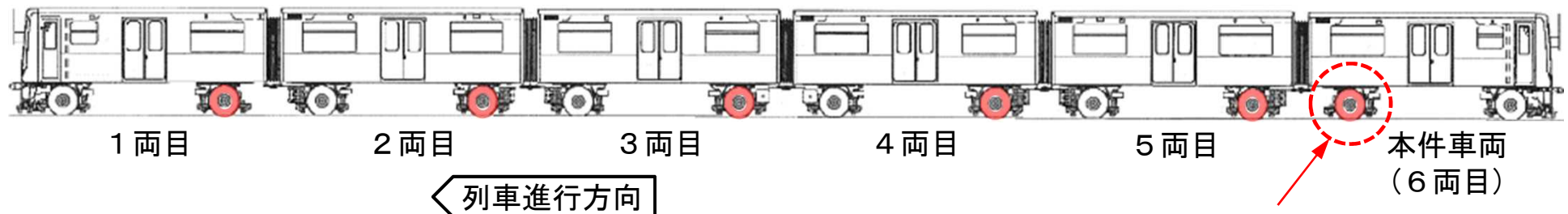


本件車両の中子の構造 (3ピースでタイヤ1組)

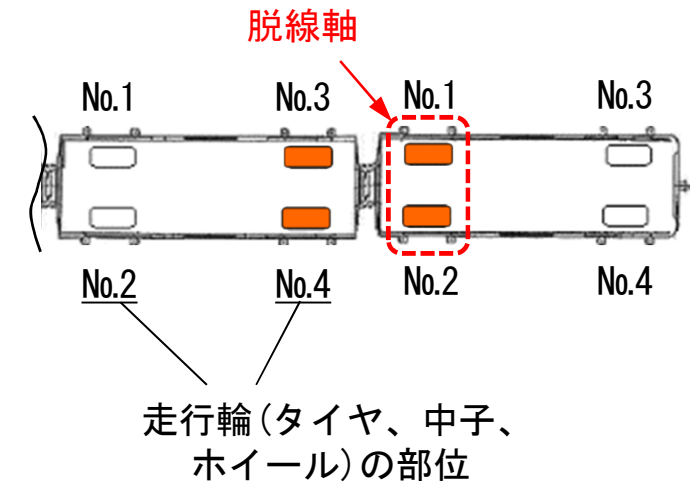
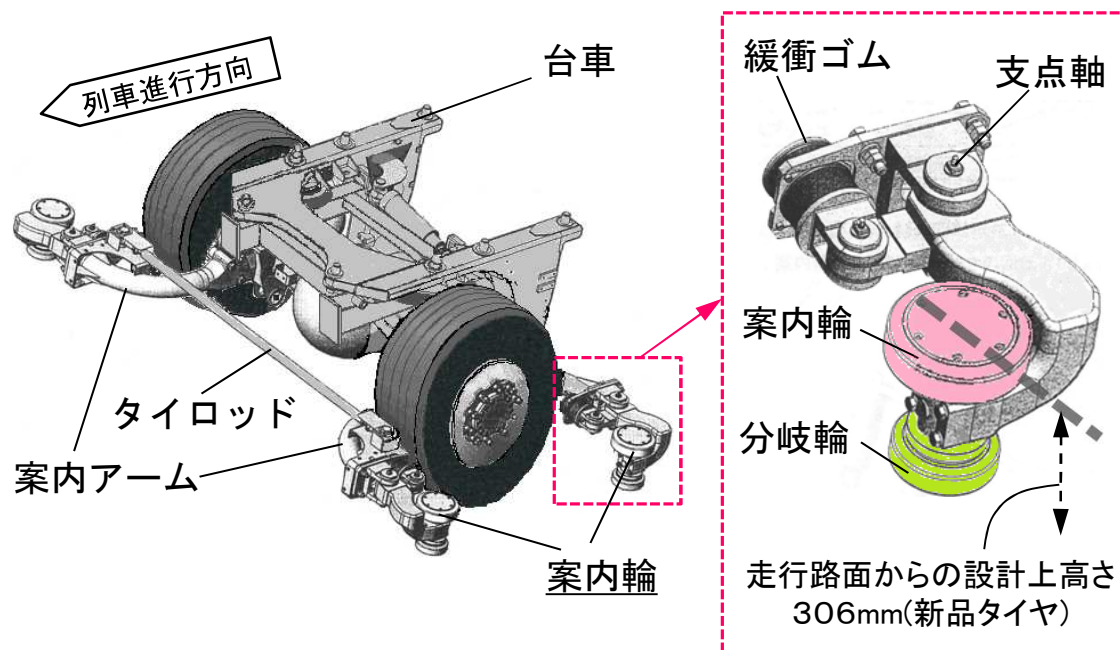
中子の材質は
「アルミニウム合金鋳物」



本件列車の動軸・従軸

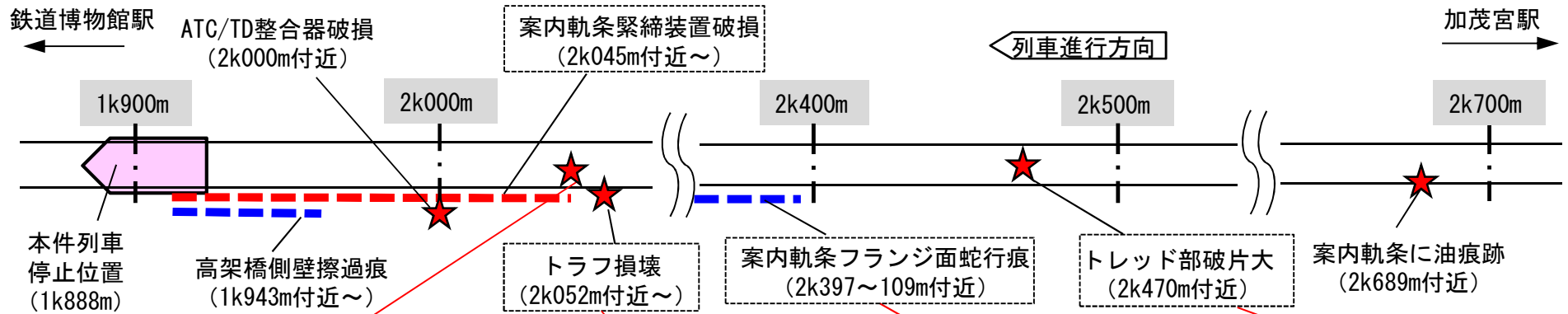


本件列車の走行装置の概略 (動軸)



● : 動軸 (動輪) ○ : 従軸 (遊輪)

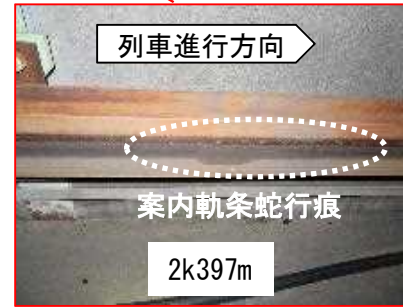
事故発生場所付近の軌道の損傷状況（主なもの）



2k045m付近（走行路逸脱痕）



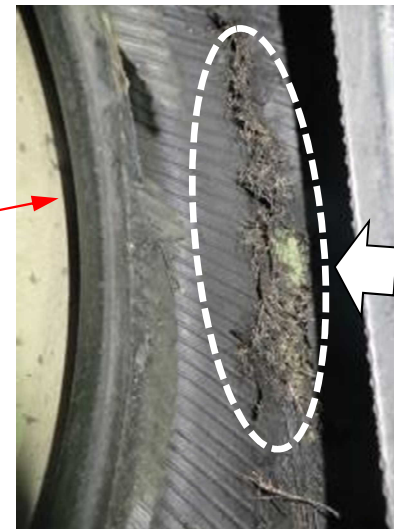
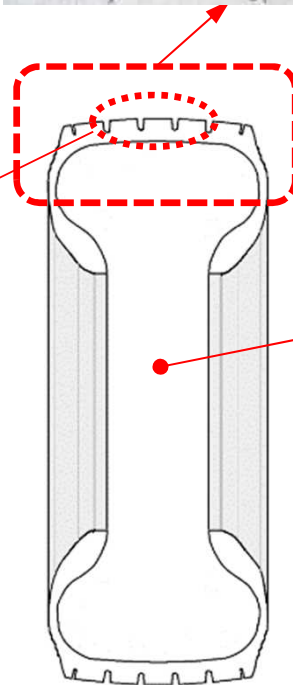
走行路の左側走行輪接地部に、走行路の左端方向（側溝方向）へ逸脱するように寄っていく、黒い線状の痕跡があった。



案内軌条緊締装置の破損



本件車両No. 2 タイヤの損傷状況（主なもの）



本件車両No. 2 中子の損傷状況



回収したNo. 2 走行輪の中子破片



各ピースを固定していたボルト・ナットは
規定トルクで締付けられていた

- トレッド部がめくれて中子の一部が露出し、中子が走行路面を接する状態で走行して直接走行路から衝撃を受けることで欠損したものと考えられる。
- 400m以上の間、中子が走行路と接するような状態で走行し、コンクリート路面から直接衝撃を受け、欠損し易い状態であったものと考えられる。

本件車両No. 1 タイヤ及び中子の損傷状況（主なもの）

タイヤの損傷



深い貫通傷が1箇所あった



内面の傷（貫通傷部付近）

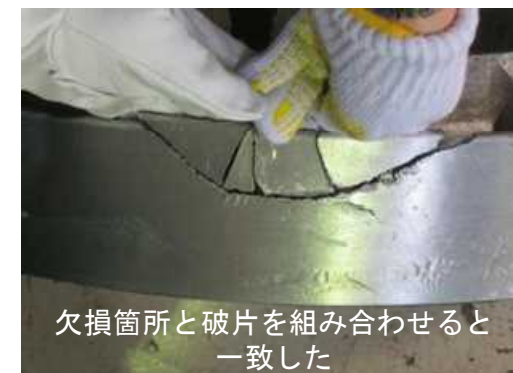


空気を込めると貫通傷から漏洩があり、それ以外に漏洩なし

中子の損傷



タイヤ内部にあった中子の破片



日本自動車タイヤ協会（JATMA）への調査委託（1 / 2）

本件車両のNo. 2 タイヤの破損及びNo. 1 タイヤのパンクの発生要因を推定するため、
‘一般社団法人 日本自動車タイヤ協会（JATMA）’へ委託調査を依頼した。

破損したNo. 2 タイヤを調査委託した見解（主なもの）

判定：外的要因によるひきずり（パンク又は極端な空気圧不足状態で走行したことによって生じた損傷）

- カーカスコードの破断、トレッド部の剥離等が発生。
- 損傷はサイド部よりもトレッド部の方が顕著、内面はほぼ全周にわたり損傷。
- トレッド部は摩耗によるスチールベルト露出箇所あり。
- 目視検査では本損傷の原因と成り得る製造上の不具合は見られない。



- 内面がほぼ全周にわたって損傷している事から、何らかの原因によりパンク又は極端な空気圧不足状態で走行したと考えられる。
- スチールベルトの露出箇所が見られる事から、この部分でバラけたスチールベルトがタイヤ内面に達し、空気漏れに至った可能性も考えられる。

パンク又は極端な空気圧不足となった後、しばらく中子に支えられた状態で走行し、最終的に中子の損壊に至ったと推察

日本自動車タイヤ協会（JATMA）への調査委託（2 / 2）

パンクしたNo. 1 タイヤを調査委託した見解（主なもの）

判定：障害物との接触によるトレッド部の外傷（タイヤを貫通したもの）

○ トレッド部にタイヤ内面に達する損傷が発生、損傷部のゴム層断面に線条痕(※)が見られる。

○ 中子の一部が半楕円状に破損し、タイヤ内面に半楕円状の傷が見られ、傷の形状はほぼ一致。

○ 目視検査では本損傷の原因と成り得る製造上の不具合は見られない。

※ 線条痕とは、タイヤが外傷を受けたときに見られる ゴム層の破断面の痕跡をいう

○ タイヤ内面に達する損傷は、破断面に線条痕が見られることから障害物が接触・貫通し、そこからタイヤの空気が漏れたものと考えられる。

○ 中子の破損形状とタイヤ内面の傷形状が類似する事から、接触した障害物がタイヤを貫通、中子に接触等し、中子の一部が破損、そこにタイヤ内面が強く押し付けられたと考えられる。

内面には、貫通傷及びその周辺の半楕円状の傷以外に目立った損傷がない事から、パンク（中子で支えられている）状態での走行距離は、比較的短いと推察。

No. 1 タイヤは、先に破損したNo. 2 タイヤの損壊した中子の破片等を踏み付けた事により、貫通傷が生じてパンクしたものと考えられる。

本件列車のタイヤ以外の損傷状況等（主なもの）

○ 中子の機械的性質（材質）に問題がないか以下の材料調査を実施

（全損壊したNo.2、一部損壊したNo.1、及び未破損（1両目）の中子の3点）

- ① 化学成分
- ② 引張試験（引張強さ、伸び）
- ③ 硬度測定（ブリネル硬さ）
- ④ マクロ観察（大きな鑄巣の有無）
- ⑤ ミクロ組織観察

全損壊品であるNo.2中子は、何れのJISの規定値、推奨値を満たしており、観察に異常はみられなかった。

- ・ JIS H 5202(2010)「アルミニウム合金鑄物」
- ・ JIS H 0321(1973)「非鉄金属の検査通則」

○ 本件車両の他の損傷状況等

- ・ No.2 アルミホイールに損傷があった。
- ・ No.2 タイヤ側操向装置の案内輪に損傷があった。
- ・ 破損したタイヤ側の台車枠及び台車部品の一部に傷や歪み等があった。
- ・ 車体台枠の一部に凹み等があった。

本事故により生じたものと考えられる。

本件車両No. 1、No. 2以外の本件列車のタイヤの状況

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

外側から1本目

外観上は主溝が見える

1 両目

2 両目

3 両目

4 両目

5 両目

本件車両

列車進行方向

1層目

2層目

3層目

鋼鉄ベルトの3層目まで露出

外側から4本目

外側から4本目

外側から4本目

傷状(割れ)の損傷

20mm

! : 完摩箇所があった主溝
 X : 傷があった主溝

走行輪の管理等に関して（1 / 3）

車両の検査歴及びトレッド部の管理

本件車両の検査履歴

新製	平成25年12月3日
重要部検査	平成29年9月27日
月検査	平成30年11月20日
列車検査	平成31年1月14日

検査記録に
異常なし

本件車両のタイヤ、中子の新製

No.1タイヤ	平成29年1月8日
No.2タイヤ	平成29年1月9日
No.1中子	平成23年製
No.2中子	平成23年製

経年に
問題なし

○ 同社のタイヤトレッド部の管理

タイヤは、月検査、重要部検査、全般検査、タイヤローテーション（動軸と従軸のタイヤ入替え）時、空気圧の冬季・夏季切替え時及び必要により臨時検査時、トレッド部主溝の深さ、内圧の測定を実施。

同社のトレッド部の主溝の測定及びタイヤ交換の判断基準

- ① トレッド部の全4本の主溝のうち、車体外側から2本目の主溝で最も浅い部分の深さを測定し、5mm以下のものはタイヤを交換。（中央の溝の摩耗速度はバラつきが最も少なく安定しているとの認識により、車体外側から2本目の主溝を測定）
- ② 全4本の主溝に完摩箇所が1箇所でもある場合は交換。その他、必要により臨時検査時に交換。

○ 本件編成のタイヤトレッド部の検査履歴

- ・平成29年6月14日 全てのタイヤを本件タイヤメーカー製の新品に交換
- ・平成30年5月9日 タイヤローテーション（各車両『従軸』 ↔ 『動軸』を振替）
- ・平成30年11月20日 月検査時に溝の深さを測定（直近の測定）
- ・平成31年1月7日（本事故の9日前）異音申告による臨時検査でタイヤを確認

走行輪の管理等に関して（2 / 3）

- 本事故の9日前（H31.1.7）異音申告によりタイヤを確認した臨時検査時

本件編成にはスチールベルトの露出したタイヤが4本有り、そのタイヤのみ交換

問題点

他のタイヤについては主溝深さを測定しておらず、目視によりスチールベルトの露出したタイヤのみ交換した。

背後要因として

約1カ月後にタイヤ全数の新品交換を予定しており、本件タイヤメーカー製のタイヤの在庫に余裕がなかった。

ベルトの露出したタイヤのみ交換することで問題ないと判断したことに関与。

タイヤが原因である異状の申告があった際には、編成の全てのタイヤについて、内圧の確認を行うなど、月検査に準じた検査を行うことが望ましい。

走行輪の管理等に関して（3 / 3）

トレッド部の摩耗に関する分析

- 本件列車のトレッド部検査時における摩耗量の推移
 - ・ 従軸より動軸は摩耗量が大きく、また、摩耗量は部位によりばらつきがあった。
 - ・ 8日毎実施の列車検査でトレッド部を確認しないため、摩耗が進んでも気付かない。

トレッド部の状態を確認する検査周期の間に走行する距離が長いと摩耗量が大きくなり、その間に状態を確認する機会がないと摩耗が進んで完摩しても気付かない。

走行距離及び摩耗量の状況に応じて点検周期を見直すことが望ましい。

- 同社のトレッド部の主溝深さの測定箇所
 - ・ 4本の溝のうち、測定箇所としている主溝とは別の主溝の摩耗が大きい傾向にあった。

主溝の測定は、4本ある主溝で最も摩耗量の多い溝を測定する必要あり。新たな摩耗量データを基に交換する基準値を再検討することが望ましい。

過去に発生した同社のタイヤ不具合に関する情報

	発生日	編成	部位	事象	不具合内容
①	2011. 11. 23	15	4両目従軸左	パンク	ブレーキキャリパー取付ボルトが落下し、タイヤエアバルブを破損させパンクした。
②	2012. 12. 1	02	2両目従軸右	パンク	ハブベアリングの固着によりタイヤがロックしてパンクした。
③	2013. 8. 23	05	5両目従軸右	パンク	タイヤメーカーのエアバルブ用Oリング異種取付によるエア漏れによりパンクした。
④	2014. 2. 9	51	1両目従軸右	釘刺さり	異物（走行路の継目に使用されていた釘）が刺さっており、パンクする恐れがあった。
⑤	2014. 2. 28	04	6両目動軸右	パンク	異物（走行路の継目に使用されていた釘）を踏みパンクした。
⑥	2014. 3. 7	51	6両目従軸左	パンク	異物（走行路の継目に使用されていた釘）を踏みパンクした。

※ ①～⑥の事象は、何れも脱線には至らなかった。

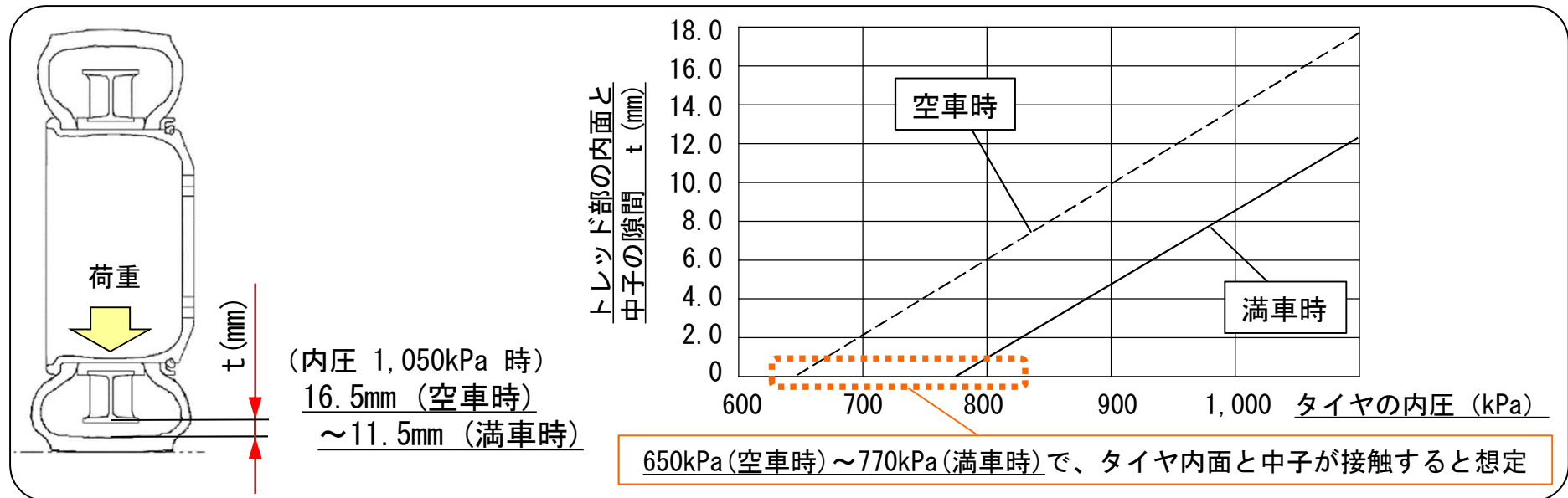
③、⑤、⑥は、空気圧が極端に低かったが、発生日の直近（3ヶ月以内）での主溝深さの測定記録では、何れの寸法も12mm以上あり、交換基準としている5mmを大きく上回っていた。



溝が十分にある正常なタイヤであれば、荷重が中子に支えられた状態となっても同様の破損が発生するまでに更に走行距離を要した可能性が高いと考えられる。

本件車両のタイヤ内面と中子との隙間（1 / 2）

同社の内規に交換する内圧の基準値は定めておらず、車両メーカーの台車取扱説明書に記載されている「内圧690kPa以下で使用されたもの」を交換する際の参考としていた。



内圧が690kPaよりも高ければ、770kPa以下であっても空気圧不足と判断されない可能性有。

仕様や特性に応じた適切な‘タイヤを交換する内圧の基準値’を定める必要がある。

本件車両のタイヤ内面と中子との隙間（2 / 2）

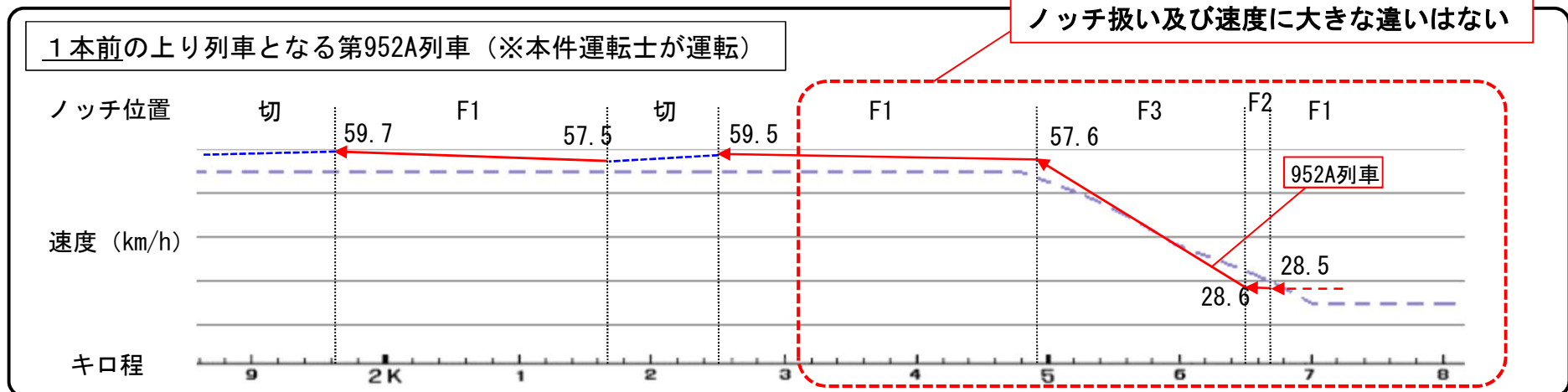
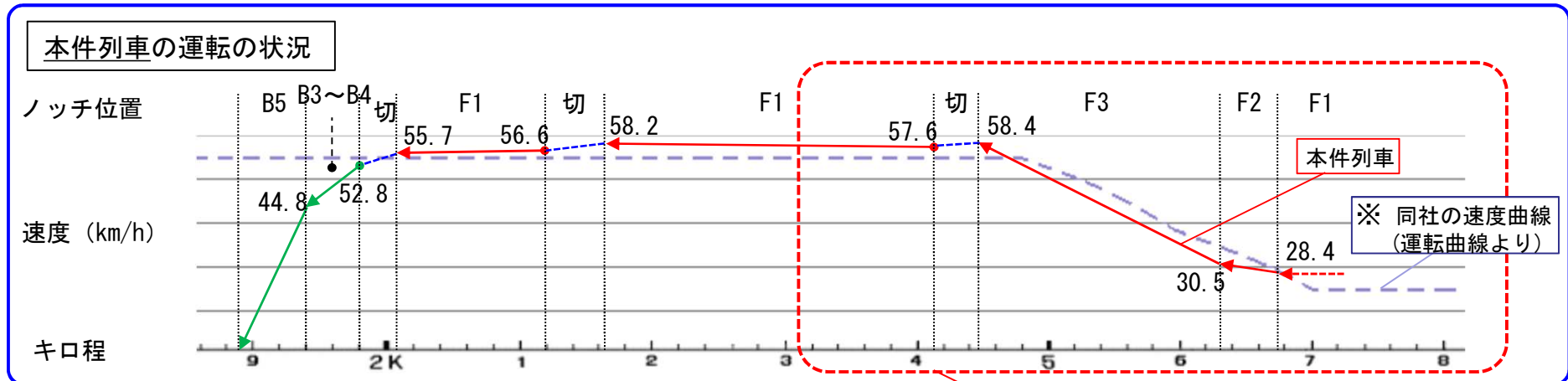


- 通常時とパンク時のタイヤの外観上は目視による明確な判別が困難な場合もあると考えられる。
- 脱線には至っていないが、過去に内圧が極端に低いことが月検査時まで分からなかった事例あり。

空気圧低下の早期の把握は難しく、本事故と同様の結果が起き得た可能性が考えられる。

タイヤのパンクを早期に把握できるよう、パンクを検知する装置、あるいはタイヤの内圧を監視する装置を導入することが望ましい。

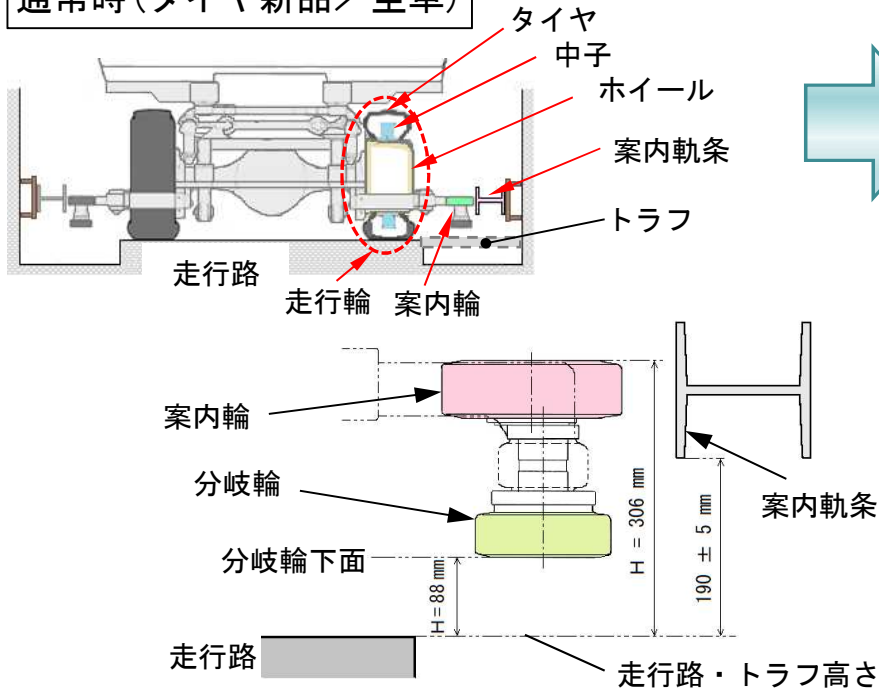
事故現場付近の本件編成の運転状況



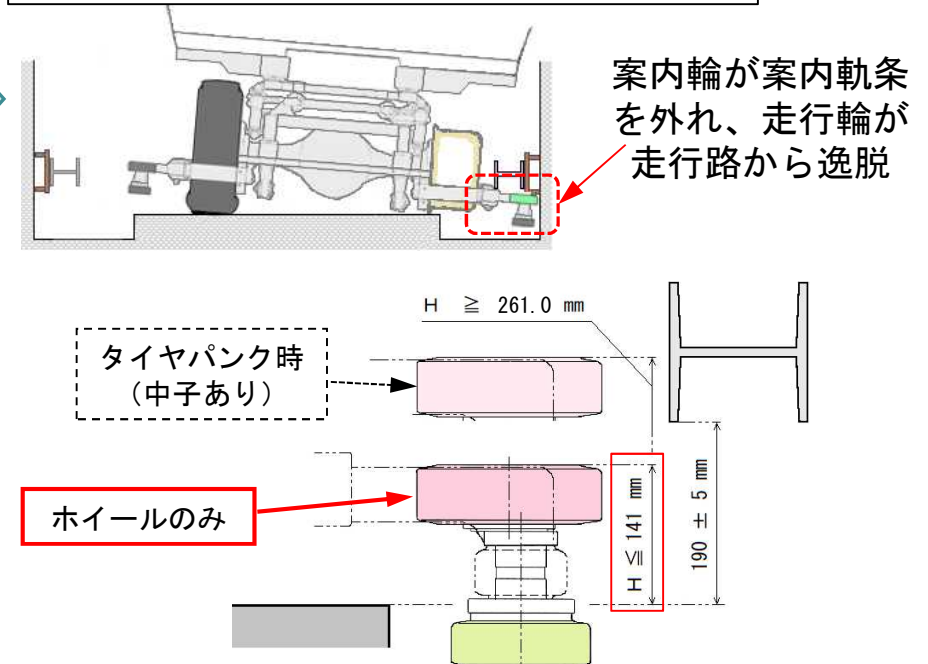
運転操作と加減速の状況を比較して大きな違いはなく、本件運転士は本件車両のNo. 2タイヤの破損に気付かなかったと考えられる。

案内輪上端の高さの変化と案内軌条下端との関係

通常時(タイヤ新品/空車)



本事故後(タイヤ・中子なし) (イメージ)



- ホイールが走行路面と直接接地する状況となった場合、案内輪の上端高さは141mm。
- 案内輪が案内軌条から外れたのは、No.2タイヤが破損し、中子が損壊したことにより、案内輪上端の高さが案内軌条の下端より低くなったことによるものと推定。

案内輪が案内軌条から外れ、前軸の走行輪が走行路から逸脱したものと推定。

本件車両No.2 タイヤの破損に関する分析（1 / 2）

考えられる
可能性

- ① タイヤの内面のカーカスコードが破断した
- ② タイヤがパンク又は極端な空気圧不足となった

- ③ 中子に問題があり中子から損傷した
- ④ ホイール及びリムバルブが損傷した

大きな音がしたため残圧があった可能性

③、④は本事故により生じた（前述）

① タイヤの内面のカーカスコードが破断

○ タイヤ内面の損傷

全周にわたって損傷し、中子と接触しながら走行したとみられる。

タイヤ内圧の低下で内面が中子と接触しながら走行した可能性あり。

○ タイヤの強度の限界に達した

タイヤが極端な空気圧不足状態で走行したことにより生じたひきずり。

極端な空気圧不足で走行し続けることでタイヤが過度に変形、ショルダー部に負荷が掛かり、中子がトレッド部を踏むことでスチールベルト及びカーカスコードが損傷した可能性。溝が正常であれば、同様の破損が発生するまでに更に走行距離を要した可能性が高い。

スチールベルトが露出・素線切れがあることによりトレッド部のタイヤ強度が下がり、正常なタイヤと比較して破損しやすい状況にあったものと考えられる。

本件車両No.2 タイヤの破損に関する分析（2 / 2）

② タイヤがパンク又は極端な空気圧不足となった

○ トレッド部に外的物体が接触し、貫通傷が発生



本件車両よりも先に通過した1両目～5両目の車両のタイヤに異物が接触したような痕跡はなく、本事故発生付近まで走行した走行路を点検した結果、異常なし。

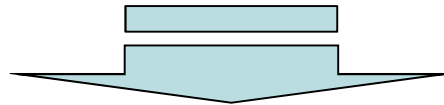
外的物体が接触して貫通傷が発生する可能性は低いものと考えられる。

○ タイヤのトレッド部のスチールベルトが露出

- ・ 異音申告による臨時検査において、交換したタイヤ以外は溝寸法を測定しなかった。
- ・ No.1タイヤが先にパンクして影響する可能性もあるが、No.2タイヤの破損が先と考えられる。



スチールベルトの露出は、主溝がなくなるまで摩耗した状態で使用して生じた可能性。



①、②より、タイヤが極端な空気圧不足となったことについては、露出したスチールベルトの素線がタイヤ内面に達したことで空気が漏洩した可能性。

スチールベルトが露出している箇所があったことについては、トレッド部の主溝が完摩しているような著しい摩耗箇所があったことによる可能性。

原因

本事故は、本件車両の前軸左タイヤの破損によって空気圧が急激に低下し、タイヤが破損したまま走行したことにより中子が損壊し、案内輪が案内軌条の下方に外れて走行輪が走行路から逸脱したため脱線したものと推定される。

タイヤが破損したことについては、タイヤの極端な空気圧不足によってタイヤ内面と中子が接触した状態で走行したことにより、スチールベルトの素線が切れたものと推定される。

タイヤの極端な空気圧不足となったことについては、トレッド部の摩耗によりスチールベルトが露出した状態で走行したため、ベルトの素線が切れ、素線の一部がタイヤの内面にまで達することにより空気漏れが発生したためと考えられる。

タイヤのトレッド部の摩耗によりスチールベルトの露出した状態で走行したことについては、臨時検査時に主溝の深さを測定しなかったことや、列車検査時にタイヤの摩耗状態について確認することとなっていなかったため、トレッド部の主溝が摩耗により無くなっている状況を十分に確認しないまま、運用し続けたことが要因として考えられる。

必要と考えられる再発防止策

(1) タイヤの主溝の管理

タイヤのトレッド部がスチールベルト露出状態で走行すると、ベルトが減線しタイヤの強度が低下することから、タイヤは走行距離と摩耗量を把握し、主溝の残り溝がなくなる前に交換する必要がある。そのため、トレッド部は周期の短い列車検査時など目視により確認する、若しくは、定期検査時において全ての主溝のうち最も摩耗した溝を測定することが望ましい。また、交換計画を流動的に見直すなど、走行距離を考慮した管理を行うことが望ましい。

(2) タイヤの内圧の管理

本事故におけるタイヤの破損は、極端に空気圧が低い状態でタイヤの内面と中子が接触してしばらく走行し、タイヤ内面が損傷したことが原因と推定される。タイヤの内圧を測定する検査では、タイヤの荷重による特性を考慮してタイヤ交換の基準となる最低空気圧をあらかじめ具体的に定め、基準に満たない場合はタイヤを交換することが望ましい。

(3) タイヤのパンクを検知する装置の導入

タイヤがパンクした場合、目視によって状況を把握できない場合が考えられるため、早期に把握するにはパンクの検知装置を導入することが望ましい。また、本事故のように破損した場合は直ちに列車を止める必要があるため、車上検知によるタイヤの内圧を監視する装置を導入することが望ましい。

事故後に事業者が講じた措置（主なもの）

(1) 緊急対策（事故発生後、速やかに実施した対策）

- 乗務中に異音等、いつもと違うと感じた時には直ちに列車を停めることを周知。
- 列車検査時（8日毎）におけるタイヤ摩耗状態を確認する。
 - ・ 検査現場に変状のサンプル写真を掲示して判断の容易化
 - ・ トレッド面の主溝の摩耗状況を目視により確認する方法について指導
- 列車検査時において偏摩耗等のタイヤの異常を認められた時は、速やかにタイヤを交換。

(2) 車両の検査時における対策

定期検査時におけるタイヤトレッド面の主溝の深さの測定位置を変更し、4本の主溝全てを測定して、最も浅い溝と2番目に浅い溝の数値を記録することとした。

(3) タイヤ交換時期の見直し

これまで検査修繕を委託している協力会社が交換時期のみを承認していたものを、対策後は主溝の深さ、走行距離なども併せて交換時期を承認することとした。

(4) タイヤ内圧を監視（パンクを検知）する装置の導入

車上検知によりタイヤの内圧と温度を監視する装置を設置することとし、令和2年度中に全編成で使用を開始する。（予定）

以 上