

鉄道事故調査報告書

株式会社ゆりかもめ 東京臨海新交通臨海線船の科学館駅構内 列車脱線事故

東日本旅客鉄道株式会社 川越線指扇駅～日進駅間 列車火災事故
(踏切障害に伴うもの)

東日本旅客鉄道株式会社 川越線日進駅～指扇駅間 列車脱線事故

弘南鉄道株式会社 弘南線平賀駅構内 列車脱線事故

平成20年2月29日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、航空・鉄道事故調査委員会設置法に基づき、航空・鉄道事故調査委員会により、鉄道事故の原因を究明し、事故の防止に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

航空・鉄道事故調査委員会

委員長 後藤 昇 弘

Ⅲ 東日本旅客鉄道株式会社川越線日進駅～指扇駅間 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19年1月21日 13時01分ごろ

発生場所：埼玉県さいたま市西区

川越線 日進^{にっしん}駅～指扇^{さしおうぎ}駅間

大宮駅起点4k872m付近

平成20年 2月14日

航空・鉄道事故調査委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	楠木行雄（部会長）
委員	中川聡子
委員	松本陽
委員	宮本昌幸
委員	富井規雄

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

東日本旅客鉄道株式会社の川越線において、平成19年1月21日（日）8時08分ごろ、日進第一踏切道付近で発生した列車火災事故（踏切障害に伴うもの）により、自力運転が不可能となった上り普電第708F列車（10両編成）を救援するため、指扇駅発列車火災事故発生現場（日進第一踏切道付近）行きの上り救9002K列車（10両編成）は、列車火災発生現場付近に到着した後、上り普電第708F列車と併結した。

その後、併結された両列車は、12時52分ごろ、列車火災事故発生現場発指扇駅行きの下り救9001K列車（20両編成）として、日進第一踏切道付近を発車した。

下り救9001K列車は、宮前第一踏切道手前、下り第3閉そく信号機手前及び宮

前第三踏切道手前で一旦停止した後、速度約15km/hで惰行運転中、ATS-P形自動列車停止装置の常用最大ブレーキが作動して停止し、10両目（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。）後台車の前後軸が、進行方向左側にそれぞれ約30cm、約20cm脱線した。

列車には、運転士、車掌及び列車の状態確認等を行うために乗車していた社員が24名乗車していたが、負傷者はなかった。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成19年1月22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。

また、関東運輸局は、調査を支援するため、平成19年1月22日に職員を事故現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成19年 1月22日 現場調査及び口述聴取

平成19年12月20日 口述聴取

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 認定した事実

2.1 運行の経過

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。）の下り救9001K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。）、車掌（以下「本件車掌」という。）、列車火災事故列車（上り普電第708F列車）の運転士、輸送指令長（E電方面担当¹）、運用指令長（総括）、川越車両センター所長及び川越車両センター副所長の口述によれば、概略次のとおりであった。

なお、輸送指令長（E電方面担当）及び運用指令長（総括）は、いずれも東京総合指令室に所属しており、輸送指令は、日々の運行管理と列車が遅延したときの運転整

¹「E電方面担当」は、山手線、東海道線（東京・横浜間）及び川越線等のエリアを担当している。

理を行い、運用指令は、運転士、車掌及び車両の運用を行う。運転士に対するスイッチ類の操作に関する指示等については、運用指令が行うことになっている。

(1) 本件運転士

川越車両センターから指扇駅まで、救援のための列車を回送した後、伝令法²により、指扇駅から列車火災事故発生現場（日進第一踏切道付近）まで上り救9002K列車（10両編成）を運転し、そこで、列車火災事故（踏切障害に伴うもの）により自力運転が不可能となっていた上り普電第708F列車（10両編成）と併結した。

併結後、進行方向を下りに変えて、伝令法により、本件列車（20両編成）として列車火災事故発生現場を発車後、制限速度15km/h以下で走行し、弱いブレーキノッチを使用して、宮前第一踏切道手前、下り第3閉そく信号機手前及び宮前第三踏切道手前で、それぞれ一旦停止した。下り第3閉そく信号機手前で一旦停止した際には、指令の指示を受けて、ATS-P形自動列車停止装置（以下「ATS-P」という。）によるブレーキ指令を60秒間停止させる押しボタンスイッチ（以下「Pブレーキ開放押しスイッチ」という。）を操作した。

その後、走行中にATS-Pのパターン接近による単打ベルが鳴動し、パターン接近表示灯が点灯した。通常ではパターンに接近するようなことが考えられない場所であったため、なぜパターン接近表示灯の点灯等が生じたかについて考えているうちに、ATS-Pによる常用最大ブレーキ（以下「P最大ブレーキ」という。）が作動し、本件列車が停止した。

P最大ブレーキが作動したとき、大きな衝撃を感じ、停止した後、車掌から脱線しているとの報告を受け、そのことを指令に報告した。

なお、本件列車を運転するにあたって、ATS-Pのすべての機能を停止させるATS-P開放スイッチ（以下「P開放スイッチ」という。）については思いつかず、自分から指令に確認しなかったし、指令からの指示等もなかったため、P開放スイッチを操作しなかった。

(2) 本件車掌

川越車両センターから指扇駅までの回送列車及び指扇駅から列車火災事故発生現場（日進第一踏切道付近）までの救援列車（上り救9002K列車）に乗務し、列車火災事故により自力運転が不可能となっていた上り普電第708F列車と併結して進行方向を下りに変えた後、本件列車（20両編成）

²「伝令法」とは、列車がすでに存在する閉そく区間に、さらに救援列車などを運転する必要がある場合に適用される運転取扱い方法のひとつをいい、伝令法を施行する区間に1名の伝令者を指定し、伝令者が列車に同乗することなどが定められている。

の10両目に乗務した。

本件列車出発後、宮前第一踏切道手前、下り第3閉そく信号機手前及び宮前第三踏切道手前で、それぞれ一旦停止し、4回目に停止する際に、車両が緩やかに「フワー」という感じで浮き上がって、そのまま進行方向に動いていくような感じがした後、「ガタン」という音がして「ガタガタッ」という横揺れが2～3回繰り返して停止した。

列車火災事故列車であった本件列車11～20両目（以下「被救援列車」という。）に何かが発生したのかと最初は思ったが、乗務員室の窓から顔を出して確認すると、自分が乗っている車両（10両目）が脱線しているのを認めたため、運転士に脱線していることを報告した。

(3) 列車火災事故列車（上り普電第708F列車）の運転士

上り普電第708F列車（10両編成）は、指扇駅を定刻（8時04分）で出発後、速度約70km/hで走行中、日進第一踏切道を通ようとした直前に、進行方向左側から小型乗用車（以下「乗用車」という。）が線路内に進入して来るのを認めたため、非常ブレーキを使用した。乗用車と衝突して停止した。

列車の状態について、列車が乗用車と衝突してから停止するまでの間に、圧縮空気の漏れる音がし、列車停止後に運転台の圧力計で元空気タンク圧力を確認すると、ほとんど0kPaであったため、指令に自力運転は不可能であると報告した。

(4) 輸送指令長（E電方面担当）

本事故発生当日の9時前に出勤したところ、上り708F列車で踏切障害に伴う列車火災事故が発生したことを知った。

当該列車は自力運転が不可能であったことから、伝令法を施行し、救援回送することになったため、伝令者の同乗を指示するなど、必要な手配を行い、本件運転士に対して伝令法を施行すること等について通告した。

このとき、信号等設備に設定された運転方向（以下「設定運転方向」という。）と本件列車の進行方向が逆の状態を列車を運転（以下「逆線運転」という。）することについて認識していたが、ATS-Pに関して逆線運転をした場合に発生する可能性のある事象（以下「逆線事象」という。）については認識していなかった。

(5) 運用指令長（総括）

列車火災事故（当初は踏切障害事故）発生連絡を受けて、10時頃に東京総合指令室に到着した後、列車火災事故発生からの経過を確認した。そして、上り708F列車の損傷状況等について情報を収集し、東京総合指令室

内に設置された対策本部において、列車の損傷状況等について報告した。その後、伝令法を施行し、指扇駅側にある川越車両センターから救援するための列車を出発させて併結し、折り返して川越車両センターまで救援回送することとなった。

使用可能な保安装置は使用することが基本的な考え方となっていることから、本件列車が（下り第3）閉そく信号機手前で一旦停止し、本件運転士がPブレーキ開放押しスイッチを操作したとき以外には、保安装置の取扱いについて本件運転士に指示をしていなかった。

なお、逆線事象については認識していなかったため、設定運転方向と本件列車の進行方向がどうなっているかについて、特に意識していなかった。

(6) 川越車両センター所長

列車火災事故（当初は踏切障害事故）発生の連絡を受けて、11時ごろに現場に到着した後、既に到着していた川越車両センター副所長から、列車火災事故列車の損傷状況について報告を受け、列車の左側面を中心に車両の損傷状況を確認した。

その後、列車火災事故発生に伴い設置された現地対策本部で、上り救9002K列車と併結する準備が完了していることを報告した。

併結後、列車分離が発生するのを避けるため、上り救9002K列車と列車火災事故列車（上り普電第708F列車）の間の連結器の緊縛を行うとともに、現地対策本部からの指示によって、川越車両センター社員等に対し、本件列車に乗車して走行中の各緊縛箇所の状況等を監視するように指示した。

(7) 川越車両センター副所長

列車火災事故（当初は踏切障害事故）発生の連絡を受けて、9時30分ごろ現地に到着し、列車火災事故列車の損傷状況等について、上り普電第708F列車1両目を主体に確認したほか、既に到着していた川越車両センター助役から報告を受けた。

主な車両の損傷状況として、上り普電第708F列車1両目（本件列車20両目）には前面スカート、元空気タンク管用コックの破損などが見られ、同2両目（19両目）には主回路用配線の破損など、同3両目（18両目）には供給空気タンク管の破損など、そして同4両目（17両目）には直通予備ブレーキ管の破損などが見られた。また、同7両目（14両目）には左側面外板、床下機器及び床下配線等の焼損が見られた。

したがって、力行するための電氣的な回路が構成できないこと及び空気圧縮機等を稼働させるための補助電源装置を作動させることができず、ブレー

キを作動させるための圧縮空気を作り出すことができないことから、自力運転は不可能であると判断し、その旨を現地対策本部で報告した。

なお、空気ばねの状況については確認していなかった。

その後、本件列車として救援回送することになったことを聞き、救援回送中に列車分離が発生するのを避けるため、上り救9002K列車の到着を待っている間に、被救援列車（上り普電第708F列車）の車両間の連結器を緊縛するように川越車両センター社員等に指示した。

また、現地対策本部からの指示により、被救援列車（10両）をブレーキ非貫通（貫通ブレーキ³が使用できない状態）とするため、ブレーキシリンダ用コックを操作して、すべてのブレーキがかからないようにするよう川越車両センター社員等に指示した。

その後、11時ごろ、現場に到着した川越車両センター所長に、車両の損傷状況等について報告した。

なお、本事故の発生時刻は13時01分ごろであった。

（付図1、2、3、4及び写真参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

本件列車	本件運転士、本件車掌	なし
	列車の状態確認等のため乗車していた社員	なし

2.3 鉄道施設及び車両の損傷に関する情報

2.3.1 鉄道施設の損傷状況

本事故現場（以下、単に「事故現場」という。大宮駅起点4k872m。以下「大宮駅起点」を省略。）付近のまくら木（以下「No.1まくら木」といい、このまくら木から高麗川駅方にまくら木を数える。）を含む連続する3本のまくら木（No.1～3まくら木）及びNo.3～7まくら木の左右双方のレールの左側に、それぞれ一对の車輪が走行したことによると見られる断続的な痕跡が見られた。

さらに、No.1まくら木中心から約80cm大宮駅方の左レールのゲージコーナ一部（レール頭部の軌間内側の部分）に逆ハの字型の痕跡が見られた。

（付図4参照）

2.3.2 車両の損傷状況

³「貫通ブレーキ」とは、複数の車両で構成される列車において、1ヶ所の運転台でブレーキ指令を発したとき、全車両にブレーキが作用する機能を有するブレーキ方式のことをいう。

10両目の前面スカート、連結器受及びATS-P車上子吊り等が損傷した。
(写真参照)

2.4 乗務員等に関する情報

- (1) 本件運転士 男性 27歳
甲種電気車運転免許 平成17年 8月24日
- (2) 本件車掌 男性 52歳

2.5 鉄道施設及び車両等に関する情報

2.5.1 鉄道施設

- (1) 川越線の事故現場（4k872m）付近の区間は単線であり、事故現場付近の進行方向後方約252mから前方約74mまでは4.6%、その前方約84mは1.1%の上り勾配の直線であり、さらにその前方は9.0%の下り勾配の直線である。
- (2) 事故現場付近の進行方向前方約50mには、第1種踏切道（踏切遮断機及び踏切警報機が設置されている踏切道）で、幅員は2.8m、全遮断（道路の幅員全体を遮断する方式）の宮前第三踏切道がある。
- (3) 列車火災事故発生現場付近の日進第一踏切道から事故現場付近の宮前第三踏切道までの区間には、次表に示すATS-P用の地上子（以下「地上子」という。）が設置されている。

上下	信号機名称 及び設置位置	地上子名称	キロ程
上り	上り場内信号機 (11L) 4k015m	11L-3 (T-180)	4k195m
		11L-4 (T-600)	4k615m
	上り第1閉そく 信号機(上1) 4k717m	上1-1 (T-30)	4k747m
		上1-2 (T-180)	4k897m
下り	下り第3閉そく 信号機(下3) 4k717m	下3-2 (T-180)	4k537m
		下3-1 (T-30)	4k687m

※ 地上子名称中のT-30、T-180及びT-600は、それぞれ、信

号機の外方⁴に30m、180m、600m離れた位置に設置された地上子であることを表す。

- (4) 川越線は、東京総合指令室にある中央装置により集中的に運行管理されており、単線区間の駅間においては、設定運転方向を設定した後、列車を運転させるようになっている。なお、駅間に列車が存在する場合は、設定運転方向を切り替えることはできない。
- (5) 川越線のATS-Pシステムにおいて、車両に設置されているATS-P車上装置（以下「P車上装置」という。）が受信する情報は、設定運転方向の地上子のみから発信され、設定運転方向と逆方向の地上子からは発信されないようになっている。

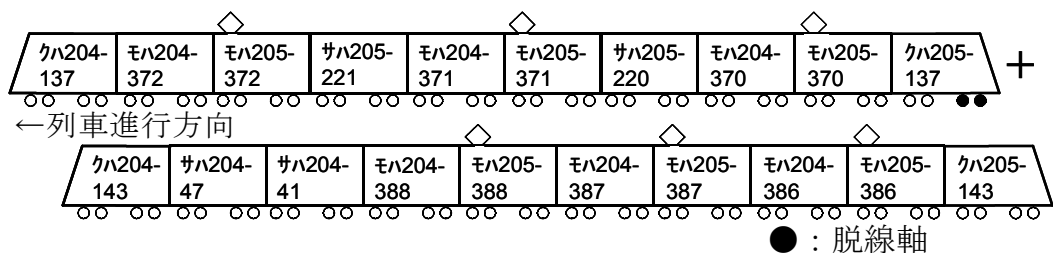
(付図3参照)

2.5.2 車両

(1) 概要

車種	直流電車（DC1,500V）
車両形式	205系
編成両数	20両
編成定員	2,868名（座席定員1,008名）

ただし、サハ204-41及び47について、折り畳み式の座席を使用したときの定員であり、使用しないときは、編成定員2,874名（座席定員948名）となる。



- (2) 本件列車には、P車上装置が設置されている。
- (3) 本件列車のP車上装置は、地上子から受信した情報により発生させた照査パターンと列車の速度等を比較して、列車が照査パターンに接近（列車速度と照査パターンの速度との差が5km/h（または10km/h）以内になった場合、あるいは列車速度が変わらないとして走行する距離と照査パターンにあたるまでの距離の差が50m以内になった場合）すると、照査パターンに接近し

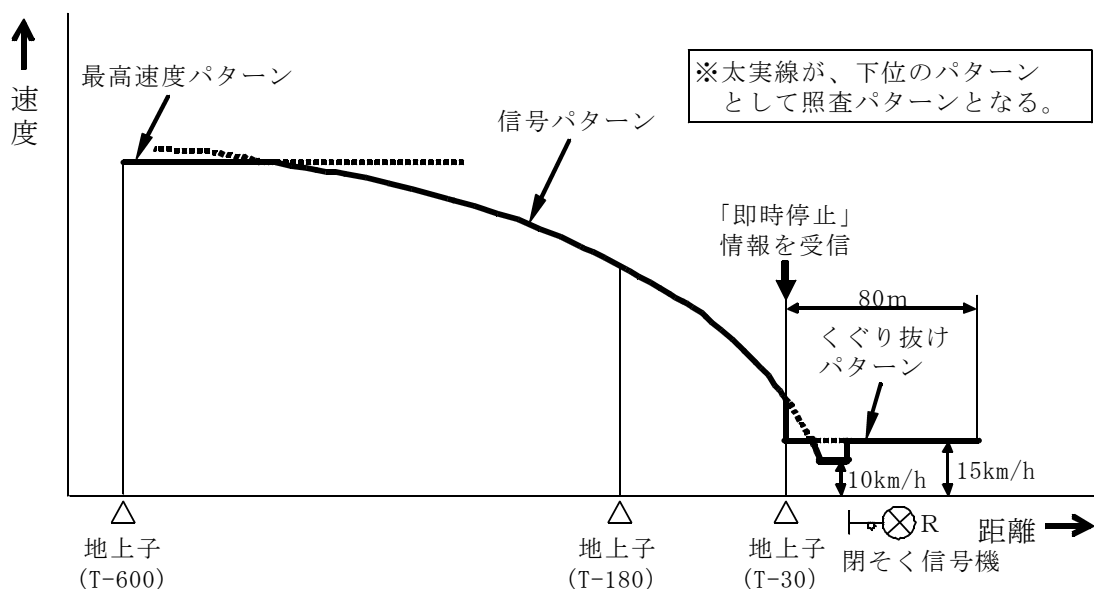
⁴「外方」とは、信号機により防護されている区間の手前をいう。

たことを警報するための単打ベルが鳴動してパターン接近表示灯が点灯し、照査パターンにあたると、単打ベルが鳴動してブレーキ指令を出力し、本件列車に常用最大ブレーキを作動させる。

また、閉そく信号機に対する信号パターンの最低照査速度は10 km/hとなっており、「即時停止」情報を受信した場合は、80 mの間、15 km/hの一定速度パターン（以下「くぐり抜けパターン」という。）を発生するほか、本件列車の最高速度（100 km/h）に対する最高速度パターンを常に保持している。

なお、地上子からの情報種別（「停止信号現示」、「即時停止」、「速度制限」等の種別）が同じ場合は、新たに受信した情報に更新され、複数のパターンが重複する場合は、速度が最も低い下位のパターンが照査パターンとなる。

閉そく信号機に対するパターン形状例について、下図に示す。



- (4) 本件列車のP車上装置は、P最大ブレーキの作動などをトリガとして、そのトリガ発生前後一定時間の時刻及び速度等の運転状況記録（以下「P記録」という。）を記録する機能を有している。
- (5) 本件列車の台車はボルスタレス方式であり、車体支持装置として空気ばねが使用されている。
- (6) 本件列車は、ブレーキの種類として、常用ブレーキ、非常ブレーキ、直通予備ブレーキの3系統を有している。
- (7) 本件列車の緩衝器として、基本編成（10両）の先頭部及び電動車間にはRD16形、それ以外にはRD016形のゴム緩衝器が使用されている。
- (8) 本件列車は、空車質量が315.3 tである基本編成（10両）を2編成併結した列車である。

2.5.3 本事故発生前に発生した列車火災事故（踏切障害に伴うもの）による列車の損傷状況

本事故発生前に日進第一踏切道付近で発生した列車火災事故（踏切障害に伴うもの）によって、本件列車11～20両目（列車火災事故発生時は、上り普電第708F列車）となった車両のうち、14及び18～20両目は、主回路用配線、元空気タンク管及びブレーキ用空気配管等が損傷し、他の車両に損傷等はなかった。

2.6 同社の運転取扱い方法に関する情報

2.6.1 保安装置の取り扱い

保安装置の取り扱いについて、同社の「運転取扱実施基準（以下「実施基準」という。）、第5編 保安装置、第1章 A T S、第392条（A T S等の使用）」において、A T C又はA T Sを使用しないとされている入換車両を運転する場合あるいはA T C又はA T Sを使用することができない場合を除き、A T C又はA T Sを使用するものと定められている。

さらに、同社の「運転士作業標準（以下「作業標準」という。）、Ⅱ 保安装置等の取扱い、1 A T S－Pの取扱い、(5) A T S－P開放スイッチを扱うケース」において、P開放スイッチを扱うケースとして、A T S－P制御区間（以下「P制御区間」という。）で伝令法を施行する場合（信号機が使用できる区間を除く）が定められており、また、P開放スイッチは指令の指示を受けて操作することと定められている。

同社によると、本件列車の場合は、P制御区間で伝令法を施行しており、逆線運転により信号機が正常に使用できないことから、信号機が使用できる区間に該当しないと考えられるため、作業標準に定められている「指令の指示を受けてP開放スイッチを扱うケース」に該当するものであった。

2.6.2 ブレーキ非貫通の場合のブレーキ制限

同社によると、ブレーキ非貫通車両を編成中に含んでいる列車を運転する場合、ブレーキを使用したときに列車が座屈する可能性があるため、ブレーキ非貫通車両数によってブレーキノッチの制限を行うこととしている。

具体的な内容としては、ブレーキ非貫通車両数が、4両以下の場合は常用ブレーキについて制限はないが、5～7両の場合は常用ブレーキ6ノッチに、8両以上の場合は常用ブレーキ4ノッチに、それぞれ制限することとなっている。

2.6.3 併結して救援回送することとした経緯等

同社によると、列車火災事故（当初は踏切障害事故）発生に伴い現場付近に設置された現地対策本部が、車両の損傷状況等の情報により自力運転が不可能と判断したことから、大宮支社内に設置された支社対策本部は、川越線等の運行を統括している東京総合指令室と打ち合わせを行い、併結して救援回送することとした。

また、同社によると、過去にP制御区間において逆線運転をしたことはなく、本事故が初めてであった。

2.7 気象に関する情報

当時の事故現場付近の天気 曇り

2.8 事故現場に関する情報

- (1) 本件列車は、先頭位置が5 k 0 7 2 m付近で停止した。
- (2) 事故現場（4 k 8 7 2 m）付近のN o. 3とN o. 4まくら木の間、1 0 両目後台車後軸が停止し、N o. 6とN o. 7まくら木の間、1 0 両目後台車前軸が停止していた。
- (3) 宮前第三踏切道には踏切保安設備の作動状況を記録する装置（以下「踏切記録装置」という。）が設置されており、1 3 時 0 1 分 4 8 秒（補正後の時刻）に障害物検知装置が作動したことを示す記録が残っていた。

なお、同社によると、本件踏切の自列車検知時素タイマーは3 5 秒、支障検知開始時素タイマーは4 秒及び支障検知時素タイマーは2 秒に設定されていた。

- (4) P車上装置のP記録には、P最大ブレーキが作動したことをトリガとする次の記録が残されていた。

時刻(※1)	本件列車の先頭位置(※2)	本件列車の停止位置からの距離(※2)	本件列車の速度	装置の作動状況等
13時01分38.8秒	5 k 009m	63m	15km/h	パターン接近警報開始 (ベル鳴動、表示灯点灯)
13時01分39.7秒	5 k 013m	59m	16km/h	力行オフ(※3)
13時01分50.5秒	5 k 059m	13m	15km/h	P最大ブレーキ作動
13時01分56秒	5 k 072m	0m	0km/h	列車停止 (速度 0 km/h)

※1：時刻補正後の踏切記録装置の記録及びP車上装置のP記録等から推定した時刻であり、1 0 秒程度の誤差を含む可能性がある。ただし、それぞれの記録された時刻の相対的な時間の差は、P記録のとおりである。

※2：P車上装置のP記録から算出した数値である。

※3：P最大ブレーキ作動をトリガとするP記録において、力行をオフとするまでは力行を使用していた記録が残っていた。

(5) 2.5.1(3)に記述した「上1-2 (T-180)」地上子と今回のP最大ブレーキ作動をトリガとするP記録として残っていた直近の地上子との情報は同一の内容であった。

なお、P記録として残っていた直近の地上子の情報は、「勾配=5‰、R現示、第1閉そく、停止進行距離=12m、次地上子距離=160m」であった。

(6) ATS-Pの機能に異常等はなかった。

(付図3、4参照)

3 事実を認定した理由

3.1 P最大ブレーキに関する解析

3.1.1 ATS-Pの取扱いに関する解析

2.6.1に記述したように、本件列車の場合は、P制御区間で伝令法を施行しており、逆線運転により信号機が正常に使用できないことから、信号機が使用できる区間に該当しないと考えられ、P開放スイッチを扱うケースに該当するため、本件運転士は指令の指示を受けてP開放スイッチを操作し、ATS-Pのすべての機能を停止させるべきであったものと考えられる。

しかし、2.1(1)に記述したように、本件運転士は、P開放スイッチについて思いつかず、指令から指示等もなかったと口述していること、並びに2.1(4)及び(5)に記述したように、指令関係者は、逆線事象について認識しておらず、P開放スイッチを操作するように指示していなかったことから、P開放スイッチは操作されることなく、本件列車は運転されたものと考えられる。

3.1.2 逆線事象及びその認識に関する解析

2.5.1(4)に記述したように、駅間に列車が存在する場合は、設定運転方向を切り替えることはできないことから、本件列車は逆線運転となったものと推定され、その場合、2.5.1(5)に記述したように、設定運転方向の地上子のみから情報が発信されることから、本件列車は、進行方向（下り方向）とは逆方向（上り方向）の地上子から情報を受信し、P最大ブレーキが作動したものと推定される。

本件列車が逆線運転となったことにより、信号機は正常に使用できない状態であったにもかかわらず、2.1(1)に記述したように、本件運転士がP開放スイッチを操作することについて思いつかなかったのは、指令からの指示により閉そく信号機手前でPブレーキ開放押しスイッチを操作していたことによるものと考えられるほか、逆線事象について、本件運転士が認識していなかったことによるものと考えられる。

また、2.1(4)及び(5)に記述したように、逆線事象について、指令関係者が認識していなかったのは、保安装置が作動して列車が停止することは、列車の保安度を確保する観点からは安全側であると、一般的に考えられていること、及び2.6.3に記述したように、過去にP制御区間で逆線運転をしたことがなかったことから、逆線事象について考慮しておらず、その影響について認識していなかったことによるものと考えられ、前述の本件運転士が認識していなかったことについても、同様の理由による可能性が考えられる。

3.1.3 P最大ブレーキが作動したことに関する解析

2.1(1)に記述したように、ATS-Pのパターン接近による単打ベルが鳴動しパターン接近表示灯が点灯したこと、3.1.1に記述したように、本件列車が逆線運転となり、本件列車は下り方向に運転したにもかかわらず、上り地上子から情報を受信したと推定されること、及び2.8(5)に記述したように、P記録にP最大ブレーキの作動をトリガとする記録が残っており、その直近の地上子からの情報が、上り地上子である「上1-2(T-180)」のものと一致することから、本件列車は列車進行方向とは逆方向のために設置されていた「上1-2(T-180)」地上子からの情報により発生した照査パターンにあたって、P最大ブレーキが作動したものと推定される。

このとき、2.5.2(3)に記述したように、閉そく信号機に対する照査パターンの最低速度が10km/hであることから、列車速度が10km/h以上であれば照査パターンにあたることとなっており、2.8(4)に記述したように、P最大ブレーキが作動したときの本件列車の速度は約15km/hであったため、「上1-2(T-180)」地上子からの情報により発生した照査パターンにあたったものと推定される。

また、3.1.1に記述したように、逆線運転をした場合、列車進行方向とは逆方向の地上子から情報を受信することについて、本件列車運転時に指令関係者は認識しておらず、本件運転士も同様に認識していなかったことから、逆線事象について認識できないまま、通常では考えられない場所で照査パターンにあたり、P最大ブレーキが作動したものと推定される。

(付図5参照)

3.1.4 P最大ブレーキが作動するまでの経緯に関する解析

2.8(4)に記述したように、P最大ブレーキ作動をトリガとするP記録から、P最大ブレーキ作動の約11.7秒前、本件列車が停止した位置から約63m手前を速度約15km/hで力行中に、パターン接近による単打ベルが鳴動してパターン接近表示灯が点灯し、その約0.9秒後、約4m進んだところで力行をオフとしたが、ブレーキを使用することはなかったため、さらに約10.8秒後、約46m進んで速度約15km/hで走行中、照査パターンにあたってP最大ブレーキが作動し、その約5.5秒後、約13m進んで停止したものと推定される。

3.1.5 P最大ブレーキが作動しなかった地上子に関する解析

3.1.3に記述したように、本件列車は、列車進行方向とは逆方向の「上1-2 (T-180)」地上子からの情報によって発生した照査パターンにあたり、P最大ブレーキが作動したものと推定されるが、P最大ブレーキが作動する前に本件列車が受信した地上子からの情報としては、この地上子からの情報のほかに、2.5.1(3)に記述したように、本件列車の進行方向とは逆方向のために設置されていた「11L-4 (T-600)」地上子(4k615m)及び「上1-1 (T-30)」地上子(4k747m)からの情報があったものと考えられる。

これら本件列車の進行方向とは逆方向のために設置された地上子からの情報によって、P最大ブレーキが作動しなかった理由は、それぞれ次によるものと考えられる。

(1) 「11L-4 (T-600)」地上子

「11L-4 (T-600)」地上子は、2.5.1(3)に記述したように、上り場内信号機(4k015m)用として600m下り側(4k615m)に設置された地上子であるが、逆線運転となったため、「11L-4 (T-600)」地上子の設置位置(4k615m)から列車進行方向と同じ下り側に600m離れた位置(5k215m)に、実在しない信号機があたかも存在するかのようになり、照査パターンを発生させたものと考えられる。

しかし、この照査パターンに本件列車があたる前に、下記(2)に記述する「上1-1 (T-30)」地上子からの情報により発生させたパターンをくぐり抜け、その後、情報種別が同じ「停止信号現示」で今回P最大ブレーキを作動させた「上1-2 (T-180)」地上子(4k897m)からの情報を新たに受信したため、2.5.2(3)に記述したように、本件列車が地上子から受信した情報が更新されたものと考えられる。

(2) 「上1-1 (T-30)」地上子

「上1-1 (T-30)」地上子は、2.5.1(3)に記述したように、上り第一閉そく信号機(4k717m)用として30m下り側(4k747m)に設置された地上子であるが、逆線運転となったため、上り第一閉そく信号機は本件列車自身によって停止信号を現示し、本件列車はこの地上子から「即時停止」情報を受信したと考えられることから、2.5.2(3)に記述したように、本件列車は、この地上子から80mの間、15km/hのくぐり抜けパターンを発生させていたものと考えられる。

これに対して、本件列車は、2.1(1)に記述したように、下り第3閉そく信号機の手前で一旦停止した後、緩やかに加速し制限速度15km/h以下で走行したため、くぐり抜けパターンにあたらずに通過したものと考えられる。

(付図5参照)

3.2 脱線の要因に関する解析

3.2.1 本件列車運転時における各車両の状況に関する解析

2.1(3)及び2.5.3に記述したように、被救援列車(本件列車11~20両目)の一部車両の主回路用配線及びブレーキ用空気配管等が損傷したことによって、自力運転が不可能となり、ブレーキを作動させるための圧縮空気が漏れて不足していたため、被救援列車をブレーキ非貫通の状態にして本件列車は運転された。

したがって、本件列車にブレーキを作動させた場合、被救援列車にはブレーキがかからないため、救援列車(本件列車1~10両目)は、被救援列車10両分の慣性力を列車進行方向に受けながら停止することになっていたものと考えられる。

また、強いブレーキが作動した場合、ブレーキがかかる救援列車の各車両は、前部が下がって後部が上がり、救援列車の最後部(本件列車10両目の後部)の方が被救援列車の最前部(本件列車11両目の前部)よりも連結面高さが高くなる可能性が考えられる。

3.2.2 脱線の状況に関する解析

3.2.1に記述したように、本件列車にP最大ブレーキが作動した際、救援列車と被救援列車の連結部に、ブレーキがかからない被救援列車10両分の慣性力が列車進行方向に働き、かつ救援列車の最後部(本件列車10両目の後部)の方が被救援列車の最前部(本件列車11両目の前部)よりも連結面高さが高くなった可能性が考えられることから、救援列車と被救援列車の連結部に、下から上へ押し上げるように大きな力(後述するように、約240kN以上の力)が作用し、2.1(2)に記述したように、救援列車の最後部(本件列車10両目)が緩やかに浮き上がるように

持ち上げられて、列車の座屈による脱線が生じたものと考えられる。

なお、救援列車と被救援列車がそれぞれひとつの剛体で、その連結部にP最大ブレーキが作動してから停止するまでの間に働いた力を一定と仮定し、2.8(4)に記述したP最大ブレーキ作動をトリガとした記録及び2.5.2(8)に記述した被救援列車10両の空車質量(315.3t)から、両列車の連結部に働いた力を概算すると約240kNとなることから、停止直前などにおいては、これ以上の力が両列車の連結部に働いたものと考えられる。

また、救援列車の最後部が浮き上がる際、10両目後台車後軸左車輪のフランジ部が左レールのゲージコーナー部に接触し、2.3.1に記述した逆ハの字型の痕跡が生じた可能性が考えられ、その後、後台車後軸が事故現場(4k872m)付近で左側に脱線し、2.8(2)に記述したように、10両目後台車の前軸がNo.6とNo.7まくら木の間で停止し、後軸がNo.3とNo.4まくら木の間で停止したものと考えられる。

3.3 ブレーキ非貫通車両数の減少に関する解析

2.6.2に記述したように、ブレーキ非貫通車両を含む列車を運転する場合、ブレーキを使用したときに列車が座屈する可能性があるため、同社がブレーキ非貫通車両数によってブレーキノッチを制限していたとおり、ブレーキ非貫通車両数が多いほど、連結部に働く慣性力が大きくなり、列車が座屈しやすくなると考えられることから、ブレーキ非貫通車両数を減少させることは、列車の座屈によって脱線する可能性を軽減させるのに有効であるものと考えられ、そのためには、被救援列車の中で貫通ブレーキが使用できる車両を増やすことあるいは被救援列車を分割して救援回送することが考えられる。

今回の救援回送については、2.5.3に記述したように、被救援列車の救援列車側3両(本件列車11～13両目)には損傷等がなかったことから、11～13両目の貫通ブレーキを使用できる状態にすることができたものと考えられるが、2.1(4)及び(5)に記述したように、指令関係者が逆線事象について認識していなかったことなどから、ブレーキ非貫通車両数を減少させることについて、救援回送時には思い至らず、2.1(7)に記述したように、ブレーキシリンダ用コックを操作して、被救援列車(10両)をブレーキ非貫通の状態にしたものと考えられ、3.2.1に記述したように、本件列車にブレーキが作動した際、救援列車と被救援列車の連結部に、ブレーキがかからない被救援列車10両分の慣性力が列車進行方向に働いたものと考えられる。

なお、2.1(6)及び(7)に記述した連結器の緊縛は、列車分離の発生を避けることに有効である可能性が考えられるが、貫通ブレーキを使用できる措置を行うこ

とにより、万一、救援列車と被救援列車との間で列車分離が発生した場合、被救援列車に非常ブレーキがかかることとなるため、列車分離に対する安全性はさらに向上するものと考えられる。

3.4 再発防止に関する事項

3.4.1 P最大ブレーキの作動防止

2.6.1に記述したように、P制御区間で伝令法を施行する場合（信号機が使用できる区間を除く）にP開放スイッチを操作することが、作業標準に定められていたが、3.1.2に記述したように、逆線事象について、指令関係者等は考慮しておらず、その影響について認識していなかったものと考えられ、そのため、3.1.3に記述したように、通常では考えられない場所でP最大ブレーキが作動したものと考えられる。

したがって、作業標準等に定められている内容については、施設や車両の状況等により特別な運転取扱いが必要な場合などを含め、指令関係者等に確実に周知するべきであり、必要により、その内容が定められている理由等についても、同様に周知し理解させるようにするべきである。

3.4.2 列車の座屈による脱線の防止

3.4.1に記述したP最大ブレーキの作動防止を講じたとしても、運転士が異常を発見した場合や防護無線を受信した場合など、非常ブレーキ等の強いブレーキを使用しなければ危険を回避できない可能性が考えられることから、仮に強いブレーキを使用した場合においても、列車の座屈による脱線が生じることのないように配慮することが必要である。

特に、車体支持装置として空気ばねを使用している車両をブレーキ非貫通の状態で開催回送する場合においては、列車の座屈に対する抵抗力が低くなっている可能性が考えられることから、すべての車両の空気ばねの圧縮空気を抜いて、列車の座屈に対する抵抗力を増すことが、列車の座屈による脱線を防止するのに有効であると考えられる。

また、ブレーキ非貫通車両数が多い場合においては、3.3に記述したように、可能な限り、貫通ブレーキが使用できる車両数を増やしたり、被救援列車を分割して救援回送するなどの措置を講じることによって、ブレーキ非貫通車両数を減少させ、ブレーキ時に被救援列車から受ける慣性力を軽減させて衝撃力を緩和するようにすることが、列車の座屈による脱線を防止することに有効であると考えられる。

4 原因

本事故は、踏切障害に伴う列車火災事故により自力運転が不可能となった列車（被救援列車）を、貫通ブレーキがかからない状態（ブレーキ非貫通）にして救援列車と併結し、本件列車として救援回送している際に、自動列車停止装置（ATS-P）による常用最大ブレーキが作動したため、強いブレーキ力がかかった前方の救援列車とブレーキがかからない後方の被救援列車の連結部に作用した大きな力により、救援列車の最後部車両が持ち上げられて脱線したものと推定される。

ATS-Pによる常用最大ブレーキが作動したのは、単線区間において、本件列車の進行方向と信号等設備に設定された運転方向が逆方向（逆線運転）になったことから、列車進行方向と逆方向の地上子からの情報を受信することになったが、ATS-Pに関して逆線運転をした場合に発生する可能性のある事象について、指令関係者等が認識しておらず、作業標準等に定められているATS-Pのすべての機能を停止させる運転取扱いを行わなかったことによるものと考えられる。

5 所見

同社は、指令関係者等に対して、施設や車両の状況等による特別な運転取扱いなどを含め、作業標準等に定められている内容について確実に周知するべきであり、必要により、その内容が定められている理由等についても、理解させるようにするべきである。

また、車体支持装置として空気ばねを使用している車両をブレーキ非貫通の状態でも救援回送する場合においては、強いブレーキにより列車が座屈して脱線することを防止するため、空気ばねの圧縮空気を抜いて列車の座屈に対する抵抗力を高めたり、ブレーキ非貫通車両数を減少させるなどの措置を可能な限り講じるようにするべきである。

6 参考事項

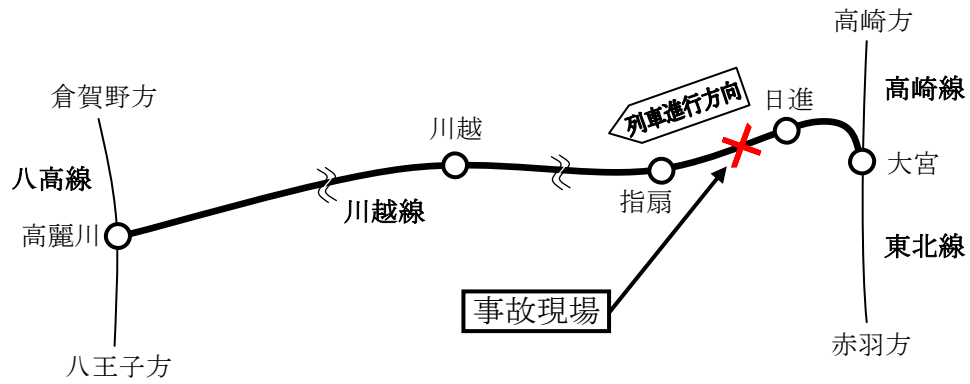
同社では、本事故発生後、ブレーキ非貫通の状態でも救援回送する場合に、列車の座屈による脱線防止を図るため、次の再発防止対策について、平成20年1月9日付け

で社内に周知し、マニュアルの整備及び関係者への教育を実施することとした。

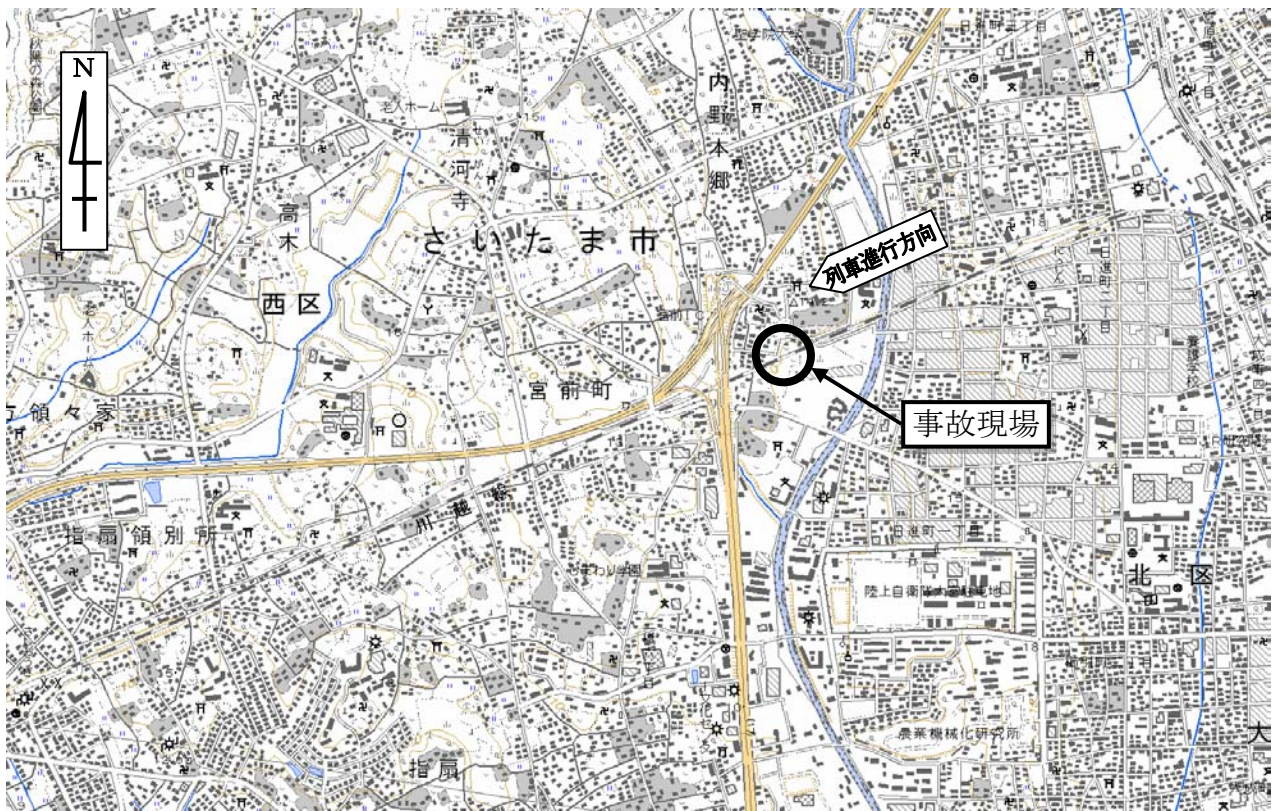
- (1) 空気ばねを搭載している車両については、被救援車両及び救援車両ともに、空気ばねの空気を抜く。
- (2) 車種及び救援車両数毎に、一度に救援できる車両数を制限する。
- (3) 貫通ブレーキが使用できる車両数を可能な限り増やす処置を行う。
- (4) 保安装置の取扱いについて、P制御区間において、伝令法を施行する場合、信号機が使用できない区間においては、ATS-P開放スイッチを扱う。

付図1 川越線路線図

川越線 大宮駅～高麗川駅間 30.6 km (単複線)



付図2 事故現場付近の地形図

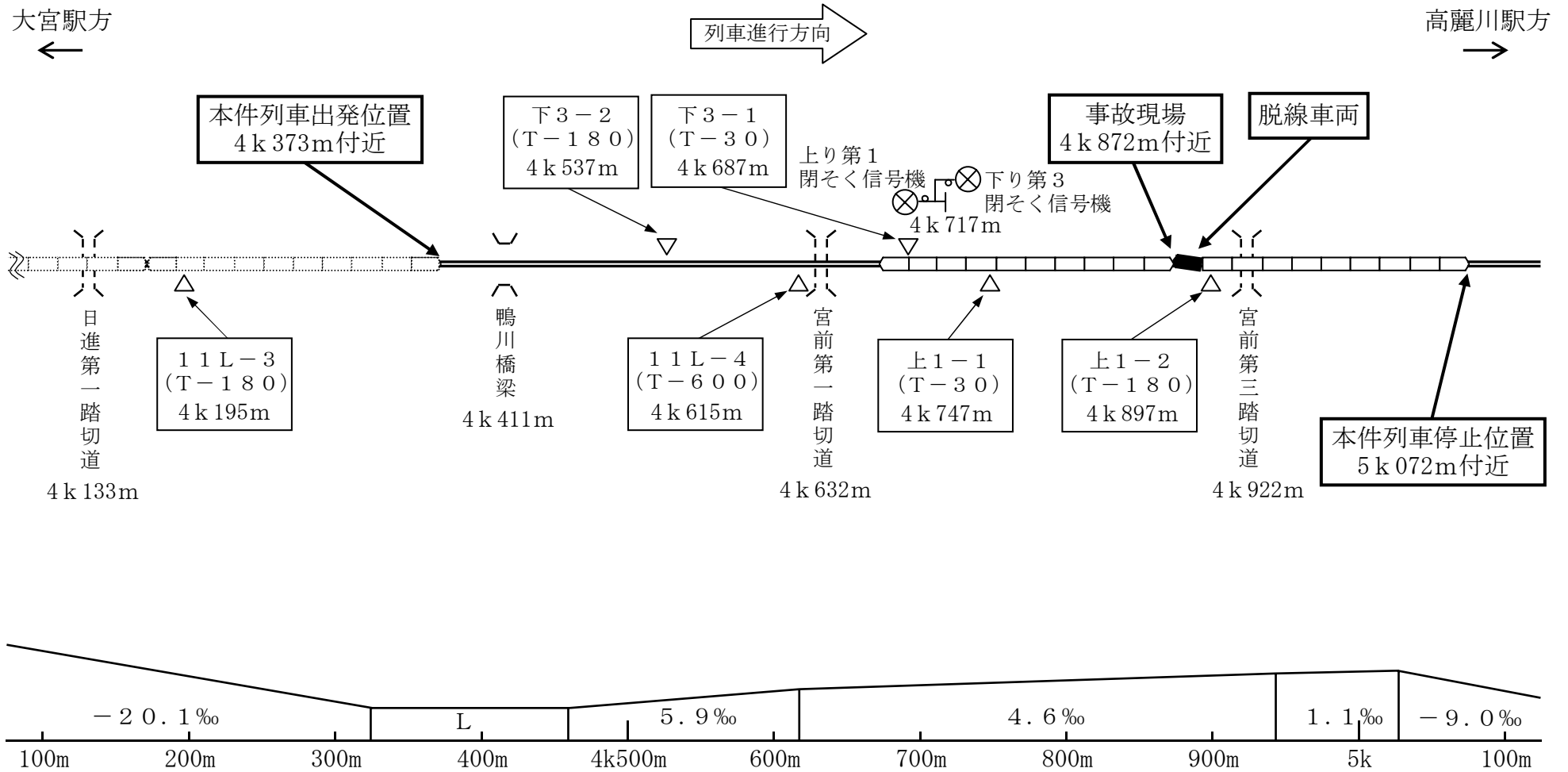


1:25,000 上尾 [南東]

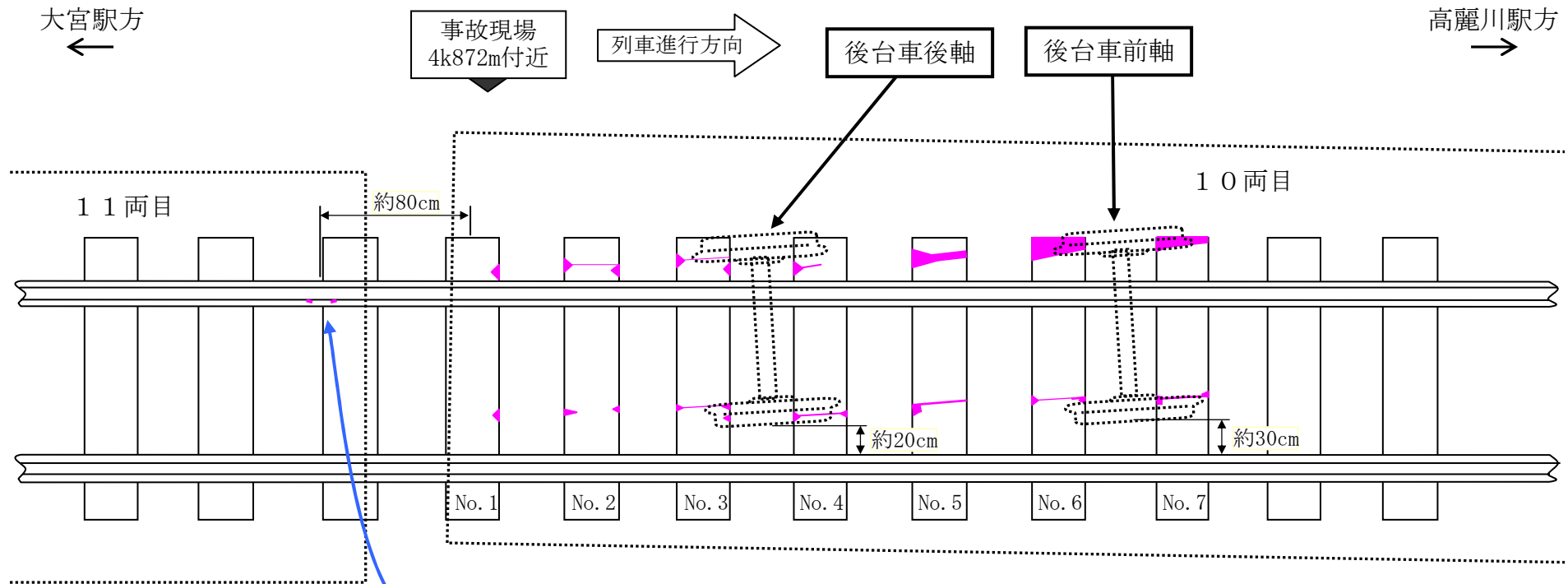
500 0 500 1000 1500

国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

付図3 事故現場付近の概略図



付図4 事故現場付近の脱線状況及び痕跡



■ : 軌道の痕跡を表す。



左レールのゲージコーナー部に見られた逆ハの字型の痕跡

付図5 本件列車が発生したパターンの概略

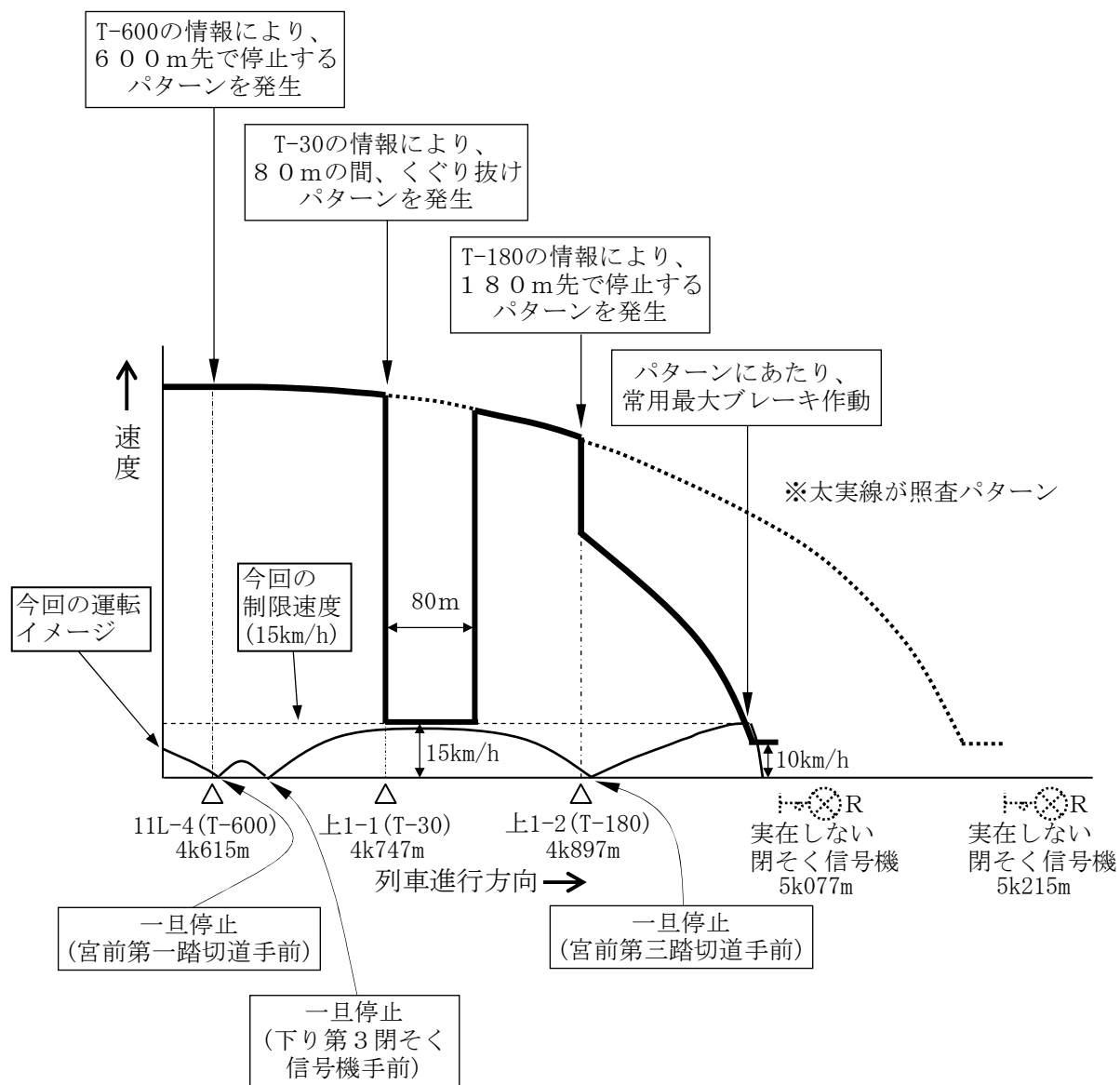


写真 脱線の状況



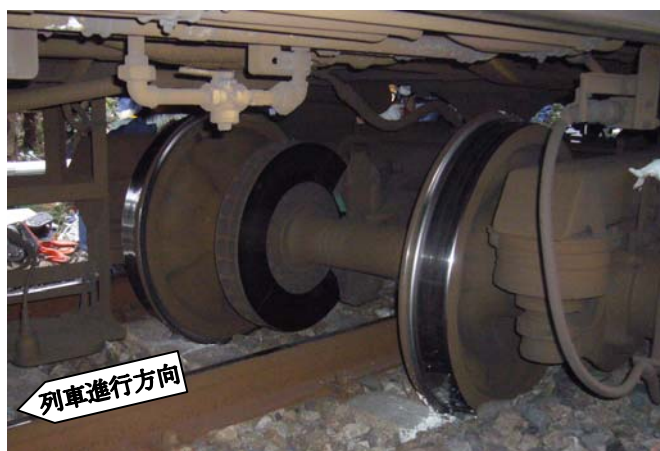
車体の変位状況



10両目後台車前軸右車輪



10両目後台車後軸右車輪



10両目後台車前軸



10両目後部 (前面スカートを取り外した状態)

《参 考》

本報告書本文中に用いる解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 事実を認定した理由」に用いる解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」