

鐵道事故調查報告書

I 日本貨物鐵道株式会社 東北線 長町駅構内 列車脱線事故

II 東日本旅客鐵道株式会社 磐越西線 徳沢駅構内 列車脱線事故

III 日本貨物鐵道株式会社 成田線 久住駅～滑河駅間 列車脱線事故

平成24年6月29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」

I 日本貨物鉄道株式会社 東北線 長町駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：日本貨物鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成23年3月11日 14時48分ごろ

発生場所：宮城県仙台市

東北線 長町^{ながまち}駅構内

平成24年5月14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>

日本貨物鉄道株式会社の北旭川駅発隅田川駅行き21両編成の上り高速貨第3052列車は、平成23年3月11日、宮城野駅を定刻に出発した。

列車の運転士は、速度約45km/hで長町駅を通過中、防護無線及び緊急停止の無線を受けると同時に揺れを感じたので常用ブレーキを使用して列車を停止させた。

その後、指令の指示で列車の状態を点検したところ14両目の貨車の前台車第2軸が右へ脱線していた。

列車には運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

<原因>

本事故は、運転士が防護無線及び緊急停止の無線を受けると同時に揺れを感じて長町駅構内に列車を停止させた直後に、左右方向の水平方向成分を含む大きい地震動を受けたため、14両目の貨車が左右に大きく動揺し、車両の揺れと曲線部のカントの

影響により前台車第2軸内軌側車輪が内軌に乗り上がり、第2軸が右に脱線したことにより発生したものと考えられる。

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

日本貨物鉄道株式会社の北旭川駅発隅田川駅行き21両編成の上り高速貨第3052列車は、平成23年3月11日（金）、宮城野駅を定刻（14時42分）に出発した。

列車の運転士は、速度約45km/hで長町駅を通過中、防護無線及び緊急停止の無線を受けると同時に揺れを感じたので常用ブレーキを使用して列車を停止させた。

その後、指令の指示で列車の状態を点検したところ14両目の貨車（車両は、機関車を含んで前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の前台車第2軸が右へ脱線していた。

列車には運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成23年3月30日、本事故を当委員会の調査の対象とし、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。

東北運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成23年3月31日～4月1日	口述聴取
5月26日～27日	現場調査及び車両調査

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

事故に至るまでの経過は、日本貨物鉄道株式会社（以下「JR貨物」という。）の上り高速貨第3052列車（貨物列車、以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

当日は、仙台総合鉄道部に出勤した。

本件列車は、東仙台信号場で引き継ぎ、同信号場を定刻（14時5分）に出

発した。

途中、特に異常はなく、宮城野駅に定刻に到着し、同駅で貨車の付け替えを行い、同駅を定刻（14時42分）に出発した。

その後、長町駅を速度約58km/hの惰行で通過しているときに、長町駅ホームの終端付近で防護無線及び緊急停止の無線を受けた（速度については、2.3.3.3参照）。

ブレーキは、最初4ノッチに入れ、その時に揺れを感じ始めたので、非常ブレーキよりもそのままの方がよいと思い、徐々にノッチを上げていき7ノッチまで使用した。

ブレーキを使用したときに、今まで感じたことのないような激しい揺れを感じた。

揺れは、うねるような感じで、機関車がひっくり返るのではないかと思った。

列車は、その後、東京駅起点347k400m（以下「東京駅起点」は省略。）のキロポスト^{*1}手前付近に停止した。

停止後指令に連絡したところ、指令から列車の状態を確認するよう指示を受けたので、機関車から降りて点検を行っているときに14両目の貨車（以下「本件貨車」という。）が脱線しているのを発見した。

点検後、脱線していることを指令及び仙台総合鉄道部に報告して、待機していた。

その後、21時ごろに仙台総合鉄道部に戻るよう他の貨物列車の運転士から連絡が来たので、その運転士と共にタクシーで仙台総合鉄道部に戻った。

なお、本事故の発生時刻は、後述する3.3.4に記述するように本件列車の停止直後の14時48分ごろであった。

（付図1 現場付近の路線図、付図2 現場付近の地形図、付図3 現場付近の略図参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷 なし

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) JR貨物及び東日本旅客鉄道株式会社（以下「JR東日本」という。）によると、本件列車の脱線状況は以下のとおりであった。

^{*1} 「キロポスト」とは、キロ程を表示するために線路横に建植される標識をいう。

- ① 本件列車は、機関車の先頭が長町駅上り線出発信号機（347k570m）を越えた347k403.9m付近に停止していた。
- ② 本件貨車は、コキ103-46号車のテナ車で、前台車第2軸が347k675.79m付近で、右に約160mm脱線して停止していた。
なお、第1軸は脱線することなくレール上に停止していた。
- ③ 本件貨車の前台車左台車枠が347k675.53m付近で右曲線の外軌（左）に載った状態で接触していた。

(2) 長町駅は、北側に広瀬川、南側に名取川となる自然堤防の中にあり、周辺の地層は沖積層である。

(付図2 現場付近の地形図、付図3 現場付近の略図、付図4 レール等の主な痕跡の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

JR東日本の東北線は、東京駅～盛岡駅間535.3km、長町駅～東仙台駅間（貨物線）6.6km、日暮里駅～赤羽駅間7.6km及び赤羽駅～大宮駅間18.0kmの複線並びに岩切駅～利府駅間4.2kmの単線で、軌間は1,067mm、直流1,500V・交流20,000Vの電化区間である。なお、脱線箇所は、交流20,000Vの電化区間であった。

JR貨物は第二種鉄道事業者^{*2}として、東北線を使用して貨物列車の運行を行っている。

(付図1 現場付近の路線図 参照)

2.3.2.2 事故現場付近の鉄道施設に関する情報

- (1) 本件貨車が脱線した箇所は、市道長町八木山線に架かる架道橋（347k650.95m～347k705.95m）上である。同架道橋は、コンクリート製の単純桁であり、前後はコンクリートラーメン構造の高架橋となっている（東京駅方の高架橋は「長町駅南高架橋」、盛岡駅方の高架橋は「長町駅高架橋」である。）。

架道橋等脱線箇所付近の鉄道施設に関する主な情報は以下のとおりである。

- ① 架道橋の名称は、「長町駅南橋りょう」（以下「長町駅南BV」という。「BV」は架道橋を表す記号である。）である。
- ② 長町駅南BVの桁長は、55mである。

^{*2} 「第二種鉄道事業者」とは、自らが敷設する鉄道線路以外の鉄道線路を使用して鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業者をいう。

- ③ 長町駅南BVの橋桁は、プレストレストコンクリート製コンクリートボックス桁である。
- ④ 長町駅南BVの橋脚構造形式は、RCラーメン橋脚である。
- ⑤ 道床は、弾性バラスト軌道であり、路盤はコンクリートである。
- ⑥ まくらぎは、レール25m当たり33本使用されており、PCまくらぎが敷設され、60kgレールが線ばねのレール締結装置でまくらぎに締結されている。
- ⑦ 軌道の右側には、長町駅上り線ホーム（347k612.2m～347k802.5m）が設けられている。

(2) 線形に関する情報

347k547.195mから347k750.666mまでは右曲線となっている。このうち、347k622.195m～347k675.666mは半径1,800mの右円曲線であり、その前後は緩和曲線^{*3}となっている。なお、円曲線のカント^{*4}は55mmに設定されている。

(3) こう配に関する情報

前記(2)の曲線中のこう配は、0‰（平坦）となっている。

(付図3 現場付近の略図 参照)

2.3.2.3 軌道の定期検査に関する情報

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、JR東日本が東北運輸局に届け出ている軌道施設実施基準では、線路設備の定期検査における軌道状態検査として、軌道変位検査、列車動揺検査を実施することとされている。

本事故前直近の軌道変位検査は、平成23年3月8日に軌道検測車により実施されており、各検査記録に異常を示すものは見られなかった。なお、列車動揺検査は、平成23年3月9日に実施されており、整備値を超過する箇所がなかったことから、個々の記録は残っていないということである。

2.3.3 車両等に関する情報

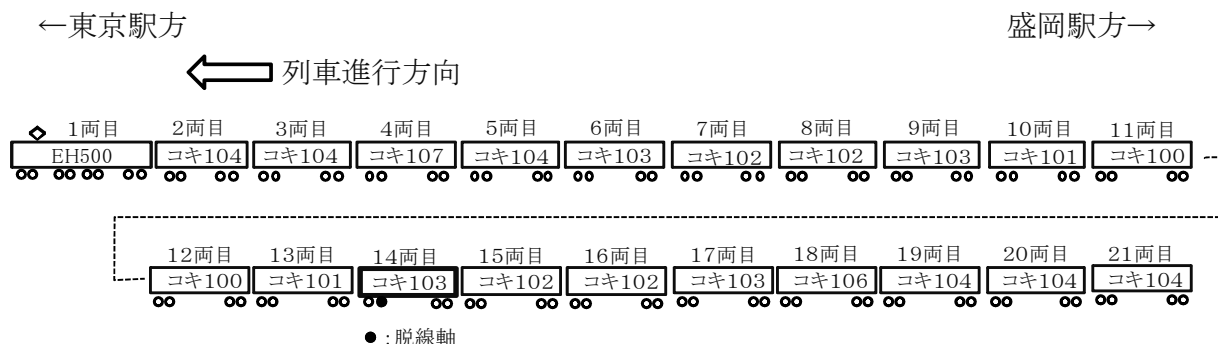
2.3.3.1 車両の概要

本件列車は、交直流電気機関車（EH500-56、以下「本件機関車」という。）が貨車（コキ100形、コキ101形、コキ102形、コキ103形、コキ104形、コキ106形、コキ107形）20両をけん引しており、編成は次のと

^{*3} 「緩和曲線」とは、鉄道車両の走行を円滑にするために直線と円曲線、又は二つの曲線の間に設けられる線形のことをいい、緩和曲線中では曲率とカントが連続的に変化する。

^{*4} 「カント」とは、曲線を走行する際の遠心力が走行安全性及び乗り心地に対して影響することを低減するように設定された、曲線外側のレールと内側のレールとの高低差をいう。

おりであった。



脱線した本件貨車は、14両目のコキ103-46号車であり、その主要諸元は次のとおりである。なお、本件貨車以外の貨車の主要諸元は、本件貨車とほぼ同様である。

空車質量	18.7 t
最大積載量	40.5 t
車両長	20.4 m
台車中心間距離	14.2 m
台車	2軸ボギー台車（揺れ枕方式）
軸箱支持方式	軸ゴム支持方式
軸距	1,900 mm
車輪踏面形状	修正円弧踏面
車輪フランジ角度	65°
車輪内面距離	990 mm
車輪直径	860 mm
製造年月日	平成元年7月11日

本件機関車の質量は134.4 t、平均軸重は16.8 tである。

貨車の主な積載荷物の状況は次のとおりである。

No.	貨車記号番号	積空	主な積載荷物	積載コンテナ個数
1	コキ 104-373	空	—————	0 個
2	コキ 104-21	積	米、他	12ft×4 個
3	コキ 107-26	積	米、他	12ft×5 個
4	コキ 104-166	積	米、他	12ft×5 個
5	コキ 103-140	積	脱脂粉乳	12ft×4 個
6	コキ 102-140	積	アルミ屑、他	12ft×2 個

7	コキ 102-139	積	タマネギ	12ft×5 個
8	コキ 103-139	積	米、他	12ft×5 個
9	コキ 101-56	積	米、他	12ft×5 個
10	コキ 100-56	積	脱脂粉乳、他	12ft×5 個
11	コキ 100-55	積	新聞巻取紙、他	12ft×5 個
12	コキ 101-55	積	タマネギ、他	12ft×5 個
13	コキ 103-46	積	タマネギ	12ft×5 個
14	コキ 102-46	積	タマネギ、他	12ft×5 個
15	コキ 102-45	積	タマネギ	12ft×5 個
16	コキ 103-45	積	タマネギ	12ft×5 個
17	コキ 106-987	積	脱脂粉乳、他	12ft×2 個 30ft×1 個
18	コキ 104-561	積	ビール	12ft×2 個
19	コキ 104-1383	積	印刷紙、他	12ft×5 個
20	コキ 104-415	積	印刷紙、他	12ft×5 個

※No. 13 : 本件貨車

2.3.3.2 車両の状況

(1) 定期検査の状況

本件貨車に対する本事故前直近の定期検査の実施状況は、次のとおりであり、各検査記録に異常を示すものは見られなかった。

全般検査	平成19年 5 月 19 日
交番検査（指定取替） ^{*5}	平成21年 7 月 5 日
交番検査 ^{*6}	平成23年 1 月 4 日
仕業検査	平成23年 3 月 9 日

(2) 車輪、踏面形状等

本事故直近の交番検査（平成23年1月4日）における、本件貨車の輪軸各部の測定結果によれば、車輪直径、フランジ高さ、フランジ外側面距離^{*7}及び車輪内面距離^{*8}のいずれも、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、「JR貨物が東北運輸局に届け出ている貨車整備実施基準」（以

^{*5} 「交番検査（指定取替）」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「重要部検査」に該当する。

^{*6} 「交番検査」とは、告示の「状態・機能検査」に該当する。

^{*7} 「フランジ外側面距離」とは、左右の車輪のフランジ外側面間の距離の半分をいう。

^{*8} 「車輪内面距離」とは、左右車輪の内面間の距離をいう。

下「貨車整備実施基準」という。)、及びJR貨物の社内規程である貨車整備実施基準細則に定められた使用限度値(車輪直径774mm、フランジ高さ25~35mm、フランジ外側面距離519~527mm、車輪内面距離989~993mm)内であった。

本事故後に測定した本件貨車の輪軸各部の寸法も限度値内であった。

なお、脱線した本件貨車の前台車第2軸の右側車輪のフランジ高さは、脱線後の測定で27mmであった。

(3) 静止輪重比

本事故後に測定された本件貨車の前台車の静止輪重比^{*9}は第1軸が約1.07、第2軸が約1.04であった。

なお、貨車整備実施基準において、本件貨車は静止輪重比の管理を行う対象になっていないものの、一般的な車両に対する静止輪重比の管理値(10%以内)と比較して小さい値であった。

2.3.3.3 本件機関車の記録装置に関する情報

本件機関車には、時間、速度、位置、制御装置の操作状況、ブレーキ装置の操作状況などを0.2秒ごとに記録することができる記録装置(以下「運転状況記録装置」という。)が搭載されている。

運転状況記録装置の主な記録状況及び本件列車の状況については次のとおりである。

時刻	記録状況				本件列車の状況
	速度	走行距離	力行ノッチ	自弁ハンドル	
14時47分40秒53	45	0.40	切り	運転	長町駅ホーム始端付近を通過した時刻
14時47分55秒52	45	0.21	切り	運転	長町駅ホーム終端付近を通過した時刻
14時48分01秒52	45	0.14	切り	2N	常用ブレーキを操作した時刻
14時48分20秒73	0	0	切り	7N	本件列車が停止したと考えられる時刻

記録状況凡例

- ・速度(km/h) 車軸に取り付けられた速度発電機から算出した速度
- ・走行距離(km) 車軸に取り付けられた速度発電機から算出した距離を停止位置から逆算した距離
- ・力行ノッチ 力行ハンドルの位置
- ・自弁ハンドル ブレーキハンドルの位置

^{*9} 「静止輪重比」とは、片側の車輪の輪重をその軸の平均輪重で除した値をいう。

また、本件列車が停止したと考えられる14時48分20秒73以後に次の記録が残されていた。

時刻	速度	走行距離	力行ノッチ	自弁ハンドル
14時48分20秒73 ～ 14時48分53秒33	0	0	切り	7 N
14時48分53秒53	1	0	切り	7 N
14時48分53秒72	3	0	切り	7 N
14時48分53秒92	4	0	切り	7 N
14時48分54秒12	2	0	切り	7 N
14時48分54秒32	1	0	切り	7 N
14時48分54秒53	0	0	切り	7 N
14時48分54秒73	0	0	切り	7 N
14時48分54秒92	1	0	切り	7 N
14時48分55秒12	1	0	切り	7 N
14時48分55秒33	2	0	切り	7 N
14時48分55秒52	2	0	切り	7 N
14時48分55秒72	1	0	切り	7 N
14時48分55秒93	0	0	切り	7 N
14時48分56秒12	0	0	切り	7 N

停止後に速度が検出されていることについてJR貨物は、地震による揺れにより、速度発電機を装着している台車がローリングしたことなどで、速度発電機に揺れが伝達され、速度発電機の歯車が動いたことにより、速度を検出したものと考えられるとしている。

2.4 鉄道施設及び車両等の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

(1) 事故現場付近の損傷及び痕跡の状況

① 曲線の外軌（左）に、車輪によるものと見られる打痕及び線状の痕跡があった。この痕跡は347k676.02m付近の頭頂面に打痕があり、少し距離をおいて線状の痕跡が線路方向に始まり、347k675.94m付近で直角に軌間内側へ続いていた。また、その先の同外軌の頭頂面には、347k675.53m付近から約335mmの間で前台車左側台車枠との接触による複数の痕跡があった。

② 曲線の内軌（右）に、車輪によるものと見られる線状の痕跡があった。

この痕跡は347k675.98m付近の頭頂面に軌間内側から軌間外側へ斜め方向に、347k675.93m付近に軌間内側から軌間外側へほぼ直角に残されていた。さらに、この2つの痕跡の間のゲージコーナーにも線状の痕跡があった。

- ③ 347k675.79mのまくらぎの内軌（右）軌間外側に車輪による痕跡があった。
- ④ 長町駅の上り線ホーム縁端部に、本件貨車の緊締装置（コンテナを貨車に固定する装置）と接触したと見られる青色の塗料片が付いた痕跡（中心部347k674.20m付近）があった。
- ⑤ 長町駅南BV及び長町駅南BV上の軌道には、2.9に後述する地震による損傷はなかった。

(2) その他の軌道の痕跡の状況

脱線した14両目前台車第2軸付近以外の左レール頭頂面にも車輪によるものと見られる(1)①のような打痕があった。

(付図4 レール等の主な痕跡の状況 参照)

2.4.2 本件貨車の痕跡及び損傷の状況

- (1) 前台車第2軸右車輪にまくらぎに接触したものと見られる痕跡があった。
- (2) 前台車左側台車枠後方下部にレール頭頂面に接触したものと見られる痕跡があった。
- (3) 本件貨車に設置されている緊締装置のうち右側最前部に設けられていた12ftコンテナ用緊締装置にホームと接触したと見られる痕跡があった。
- (4) 前台車第1軸右車輪付近の車体に設置されている空気の支え及び車体の三角補強板に同車輪が接触したものと見られる損傷があった。

(付図5 本件貨車の主な痕跡等 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 51歳

甲種電気車運転免許

昭和62年6月1日

(運転経験年数は23年11か月)

2.6 在来線の地震発生時の緊急停止情報伝達システムに関する情報

事故現場付近の路線を管轄するJR東日本仙台支社においては、支社運行エリア内

に設置されている地震計で40カイン^{*10}以上の揺れを感知した場合、列車無線による「緊急停止」、「止まれ」等の自動音声の送信、及び防護無線発報装置から防護無線を自動発信することにより、地震を運転士に知らせて列車を停止させるシステム（以下「列車無線緊急停止情報伝達システム」という。）を導入している。なお、同システムの本事故当日の発報時間は14時47分であった。

2.7 運転取扱い等に関する情報

地震時の運転取扱いについては、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、JR貨物が東北運輸局に届け出ている「運転取扱実施基準」、同社の内規である「災害時運転規制等手続（規程）」に次のとおり定められている。

(1) 運転取扱実施基準

（気象異常等の場合の警戒）

第317条 列車若しくは車両の運転又は線路の保守に従事する係員は、降雨、降雪、地震等により災害が発生するおそれがある場合又は気象通報を受領した場合は、列車又は車両の運転に特段の注意をし、嚴重な警戒をしなければならない。

2 降雨、降雪、地震等の場合の線路の警戒又は巡回、運転速度の規制方法等については、別に定めるものによる。

（「災害時運転規制等手続」参照）

(2) 災害時運転規制等手続（規程）

（地震時における運転士の取扱い）

第8条 運転士は、列車の運転中に地震を感知したときは列車を直ちに停止させること。この場合、列車の停止した位置が築堤、切り取り、橋りょう上等等となるときは、状況を判断して安全と認められる箇所へ移動すること。

また、2.6に記述した列車無線緊急停止情報伝達システムの無線を列車運転中に受信した場合の運転士の取扱いについては、社内マニュアル「異常時運転取扱手引き（運転士編）」には、「非常ブレーキで停止する」と定められている。

2.8 気象に関する情報

当時の事故現場付近の天気 曇り

^{*10} 「カイン」とは、主に地震の分野で用いられる速度の単位で、1カインは1cm/sである。

2.9 地震に関する情報

2.9.1 概要

気象庁が発表した資料によれば、平成23年3月11日14時46分18.1秒にマグニチュード^{*11}9.0、最大震度7の「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」が発生した。震央は、北緯38°6.2′、東経142°51.6′であり、震源の深さは24kmであった。

また、事故現場から震央までの距離は約173kmである。

2.9.2 地震動

本事故発生地点に近いJR東日本東北新幹線新長町補助き電区分所（以下「新長町補助き電区分所」という。）の地震観測点の最大加速度及び震央距離は、次のとおりである。

観測点	事故現場からの位置	最大加速度 (ガル ^{*12} :Gal)			震央距離
		南北	東西	上下	
新長町補助き電区分所	北約1.5km	483	468	292	約173km

新長町補助き電区分所の観測点における、2.3.3.3に記述した「本件列車が停止したと考えられる時刻」14時48分20秒73の前後約10秒間の14時48分10秒ごろから14時48分30秒ごろの地震波形を基に描いた水平面上の変位の軌跡等は、東西、南北の方向に10cmを越える変位が発生していた（列車進行方向に対して、西はほぼ右、東はほぼ左にあたる。）。また、2.3.3.3に記述した、本件列車停止後の本件機関車の速度発電機が動作した時刻の前後の14時48分50秒ごろから14時49分00秒ごろの地震波形を基に描いた水平面上の変位の軌跡等は、南北、北西－南東の方向に5cmを越える変位が発生していた。

（付図2 現場付近の地形図、付図6 地震波形例等 参照）

3 分析

3.1 車両に関する分析

2.1に記述した本件運転士の口述及び2.3.3.2に記述した検査記録から、本事故発生前には本件貨車に異常はなかったものと推定される。

^{*11} 「マグニチュード」とは、地震の規模を表し、地震が発散したエネルギーに対応している。

^{*12} 「ガル」とは、主に地震の分野で用いられる加速度の単位で、1Galは1cm/s²である。

3.2 鉄道施設に関する分析

2.3.2.3に記述したように、鉄道施設については、直近の検査記録や本事故後の点検においても異常は認められなかったこと、また、2.4.1(1)⑤に記述したように地震による損傷もなかったことから、本事故発生前にも鉄道施設に異常はなかったものと推定される。

3.3 脱線の発生に関する分析

3.3.1 レールの痕跡に関する分析

2.4.1に記述したレールの痕跡から、本件貨車前台車第2軸内軌（右）側車輪がレール頭頂面に乗り上がったと見られる347k675.93m付近から脱線位置（347k675.79m付近）までは約140mmだったことから、本件貨車は、レール頭頂面に乗り上がった後から脱線までの移動距離は僅かであったものと考えられる。

3.3.2 本件貨車の脱線位置に関する分析

2.3.1及び2.3.2.2(2)に記述したように、本件貨車は長町駅南BV上のカント55mmの円曲線に接続する入り口側の緩和曲線上にあり、前台車の第1軸は円曲線部に、第2軸（脱線軸）は円曲線直前の緩和曲線部の軌道上にあったと考えられることから、脱線した軸を含むこれらの軸にはカントの影響により内軌（右）側に荷重がかかっていたと考えられる。

3.3.3 脱線が発生した要因に関する分析

(1) 2.9.2に記述したように、本事故発生地点に近い新長町補助き電区分所に設置されている地震計が前後、左右方向の水平方向成分が大きい地震動を観測していること、

(2) 2.4.1及び2.9.2に記述したように、レールに車輪による打痕ができていること、また、停止していた本件機関車の速度発電機が動作していることから、車輪に激しい動揺があったと考えられること

から、本件貨車は大きな地震動を受けていた可能性があると考えられる。

3.3.4 本件貨車の脱線に関する分析

本件貨車は、

(1) 3.3.1に記述したように、レール頭頂面に乗り上がった後から脱線まで移動した距離が短いこと、

(2) 3.3.2に記述したように、停止したのが軌道の構造的ねじれのある緩和曲

線上であり、前台車の停止位置はカントが曲線中で最大となる付近であったこと、

(3) 3.3.3に記述したように、大きな地震動を受けていた可能性があると考えられること

から、停止直後に起きた左右方向の水平方向成分を含む地震動により、激しく揺すられ、左に揺れた際に前台車第2軸内軌（右）側車輪が浮き上がり、ゲージコーナーに接触しながら内軌（右）に乗り上がり、その後の車両の揺れとカントの影響により第2軸が右に脱線した可能性があると考えられる。

なお、本件貨車のみが脱線したことについては、2.3.2.2に記述したように前後の高架橋と異なる構造の架道橋（長町駅南BV）上であったことも関与している可能性があると考えられるが、その態様について明らかにすることはできなかった。

3.4 車両の接触痕に関する分析

2.4.2(3)及び(4)に記述したように本件貨車の緊締装置の接触痕、車体の損傷等については、脱線時の動揺や地震動により車両が揺れたことから接触、損傷した可能性があると考えられる。

3.5 本件列車運転士の列車停止措置に関する分析

本件列車の運転士は、2.1に記述したように列車無線緊急停止情報伝達システムの受信によりブレーキ操作を行ったものと推定される。

なお、本件運転士の最初のブレーキ使用位置は、2.1に記述したように4ノッチを使用したと口述しているが、2.3.3.3に記述したように2ノッチを使用したものと考えられる。

3.6 本件列車の速度に関する分析

2.1に記述したように本件運転士は速度約5.8km/hの惰行で長町駅を通過していたと口述しているが、本件列車が列車無線緊急停止情報伝達システムの無線を受けた時の速度は、2.3.3.3に記述した本件機関車の運転状況記録装置の記録によれば約4.5km/hであったものと考えられる。

4 原因

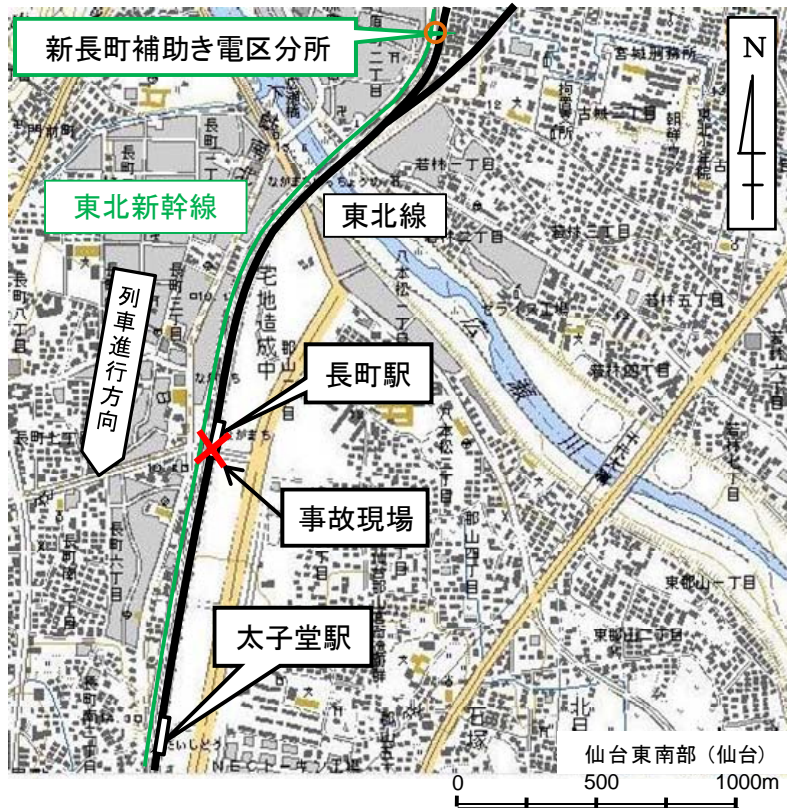
本事故は、本件運転士が防護無線及び緊急停止の無線を受けると同時に揺れを感じて長町駅構内に本件列車を停止させた直後に、左右方向の水平方向成分を含む大きい

地震動を受けたため、14両目の貨車が左右に大きく動揺し、車両の揺れと曲線部のカントの影響により前台車第2軸内軌（右）側車輪が内軌（右レール）に乗り上がり、第2軸が右に脱線したことにより発生したものと考えられる。

付図1 現場付近の路線図



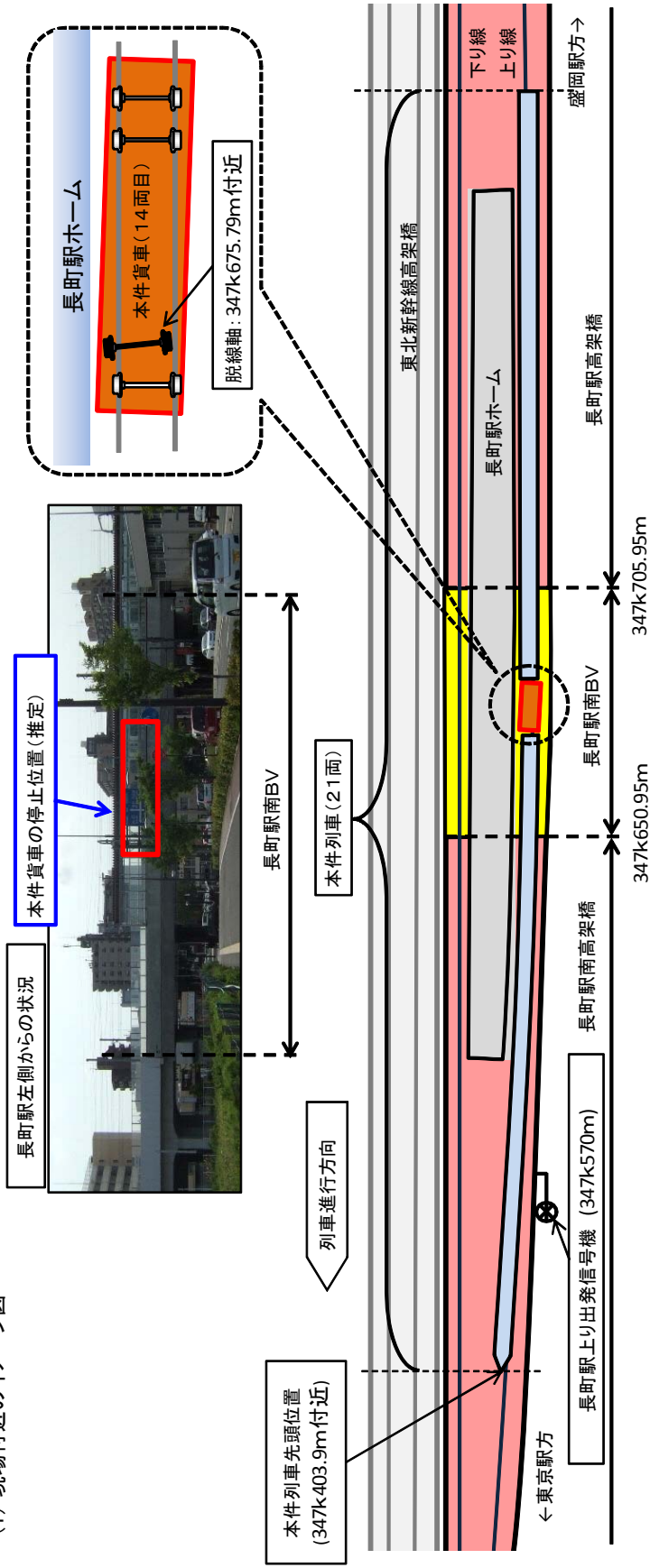
付図2 現場付近の地形図



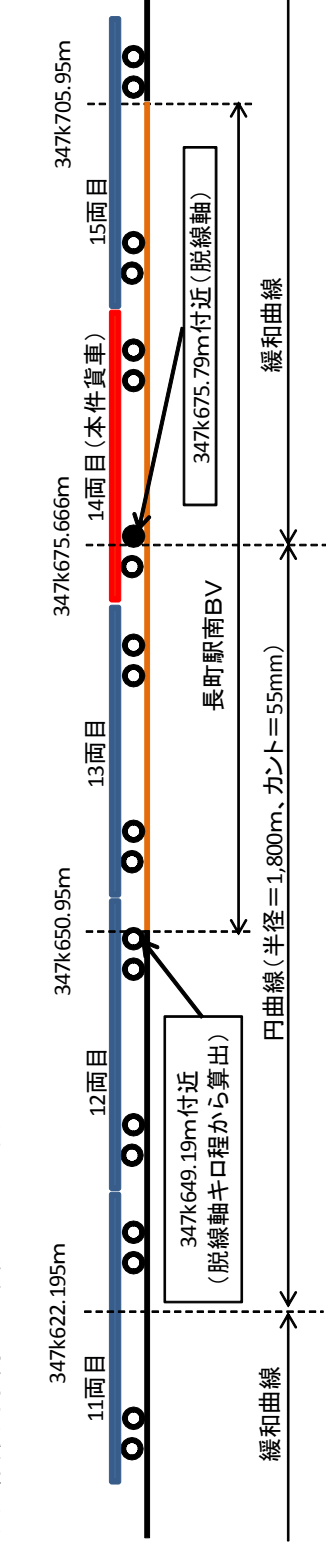
国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

付図3 現場付近の略図

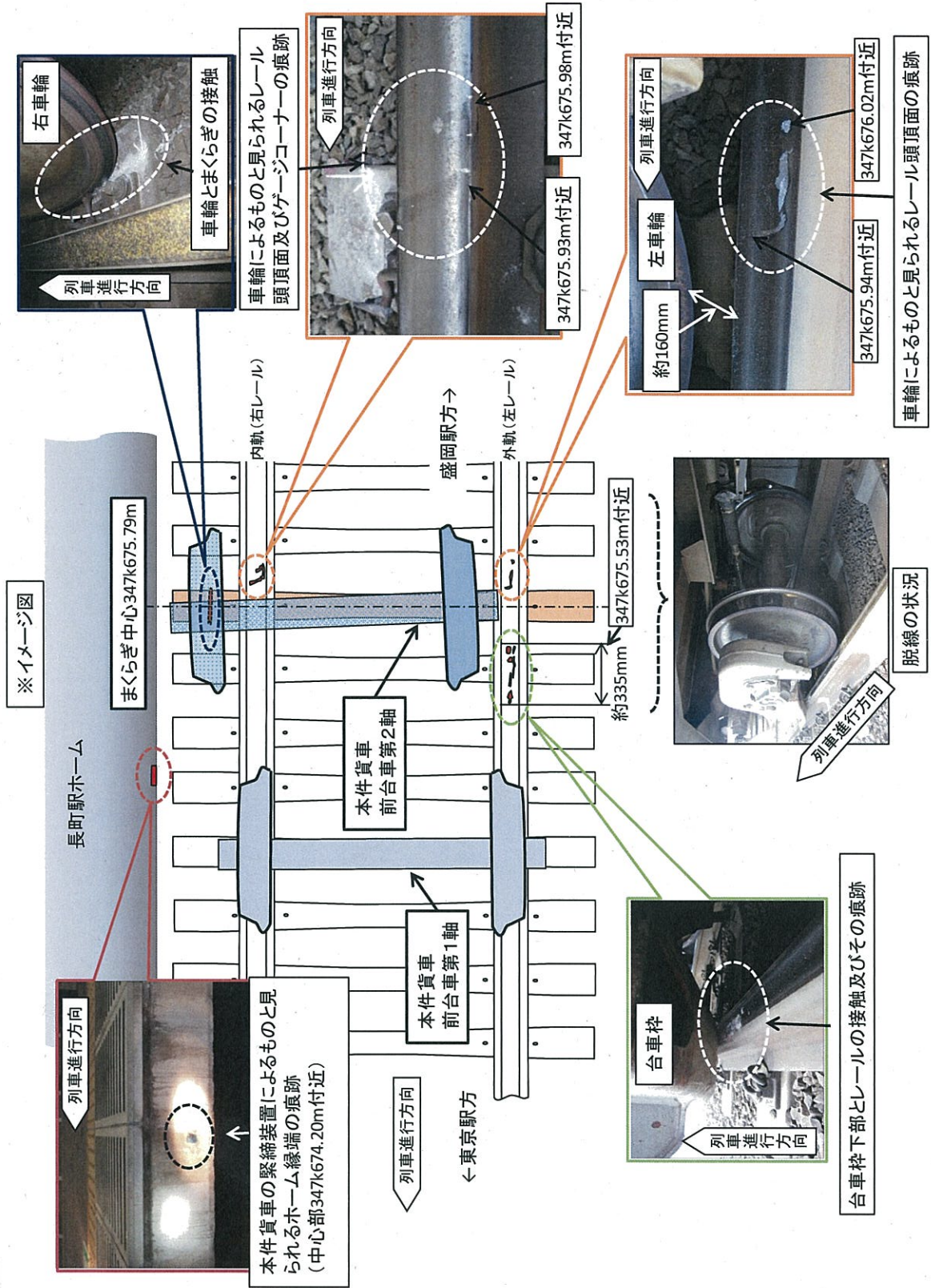
(1) 現場付近のイメージ図



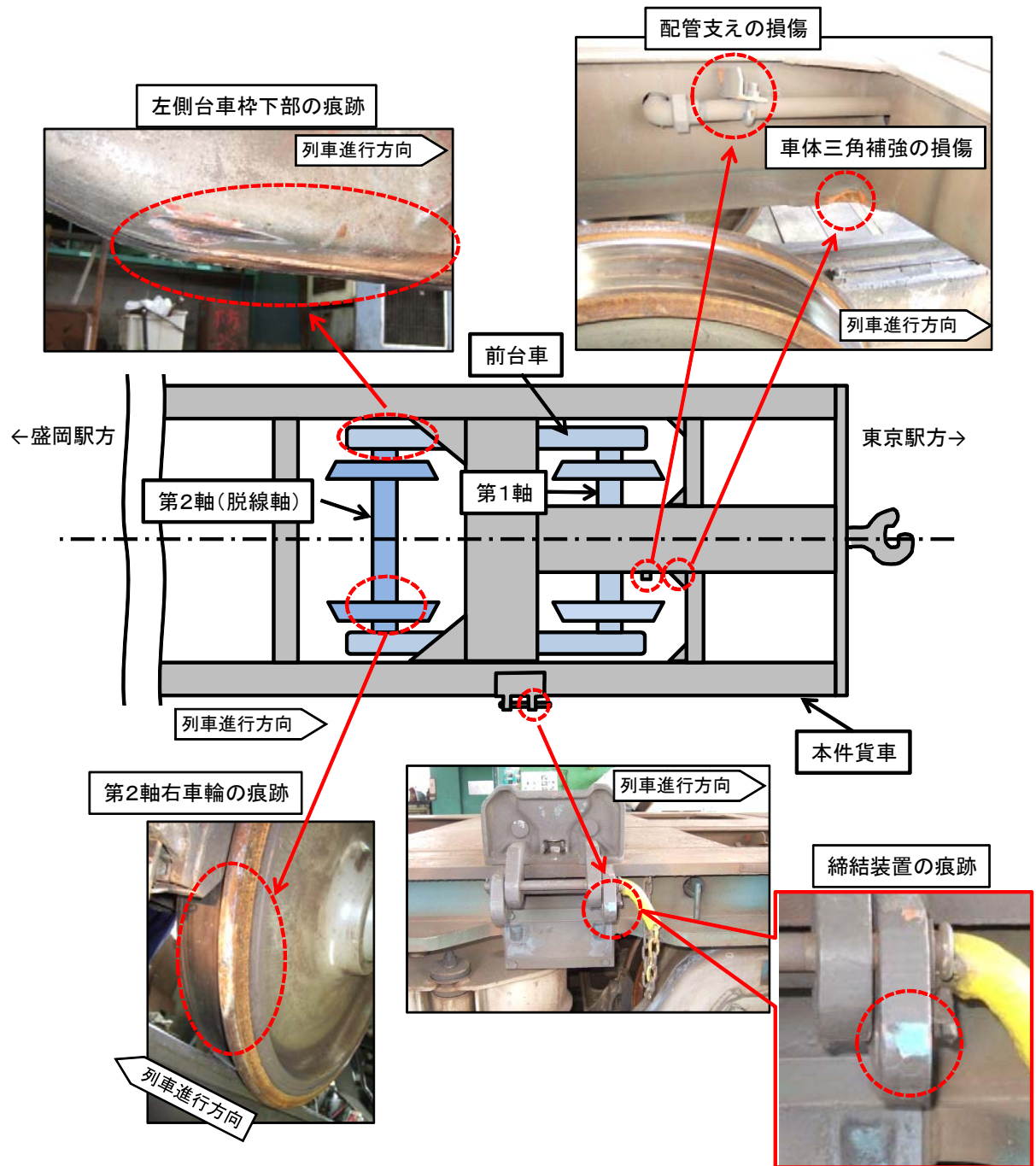
(2) 曲線、長町駅南BVと車軸のイメージ図



付図4 レール等の主な痕跡の状況

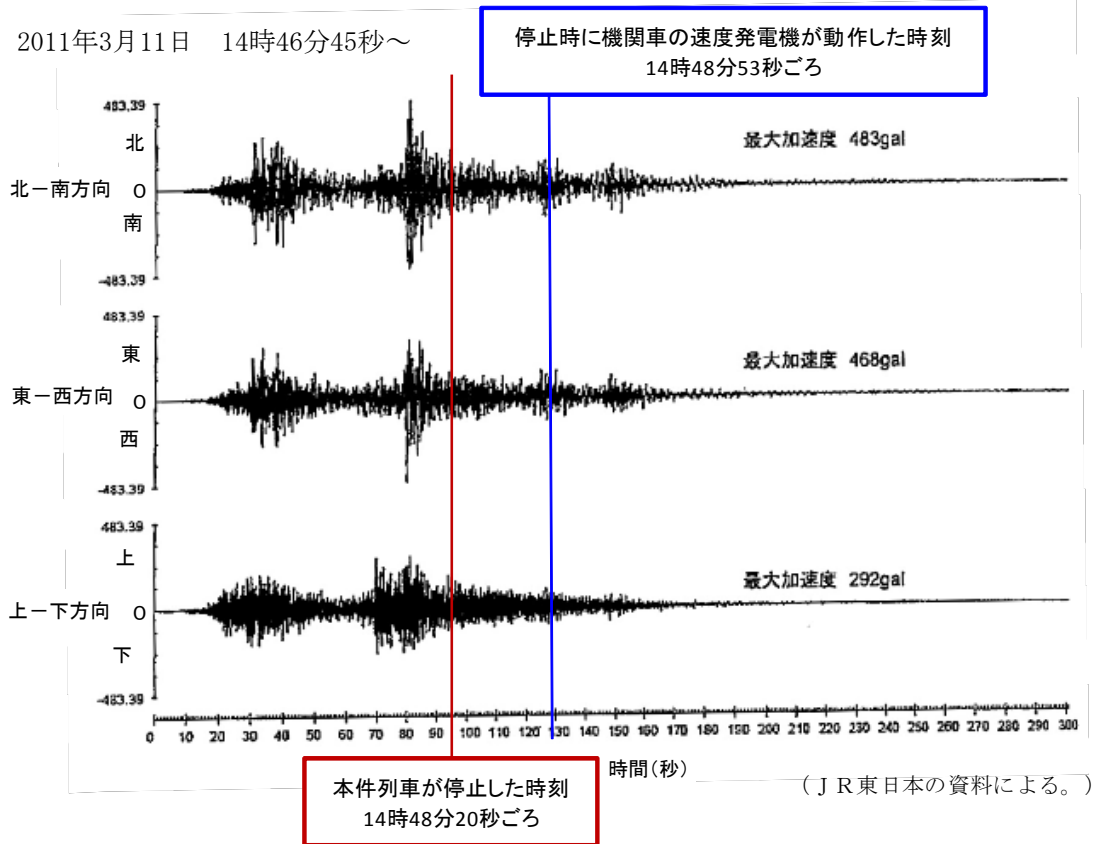


付図5 本件貨車の主な痕跡等



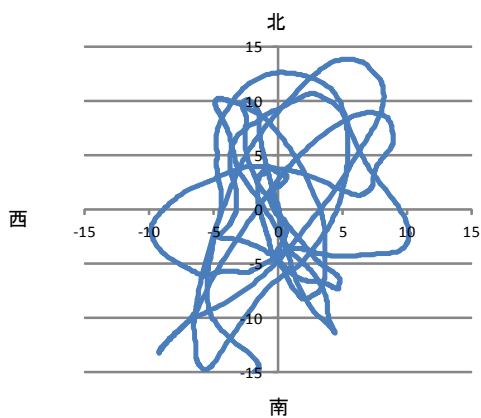
付図6 地震波形例等 (その1)

(1) 振動加速度波形 (新長町補助き電区分所)



(2) 変位軌跡 (新長町補助き電区分所)

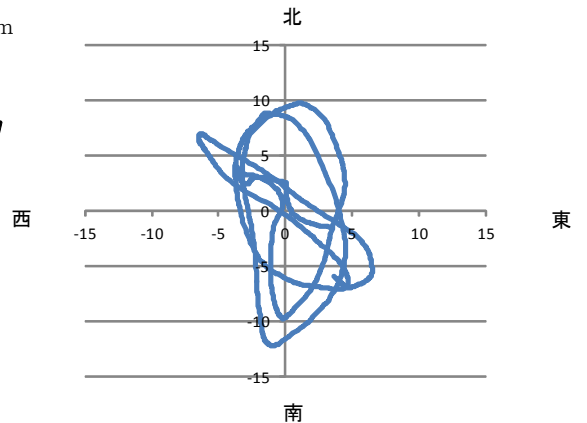
① 14時48分10秒ごろ～14時48分30秒ごろ



単位: c m



② 14時48分50秒ごろ～14時49分00秒ごろ



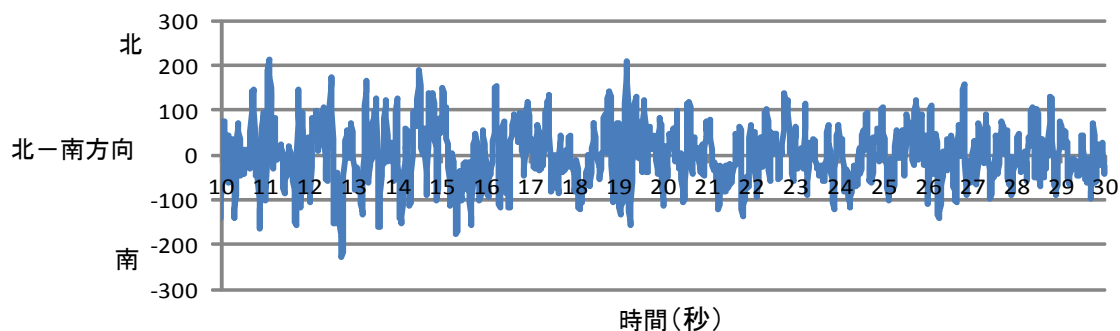
(JR東日本の資料により作成した。)

付図6 地震波形例等 (その2)

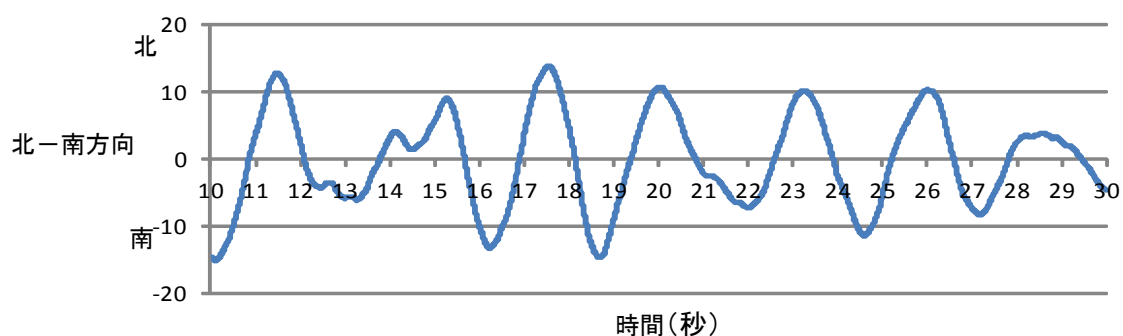
(3) 加速度・変位波形 (新長町補助き電区分所)

① 14時48分10秒ごろ～14時48分30秒ごろ

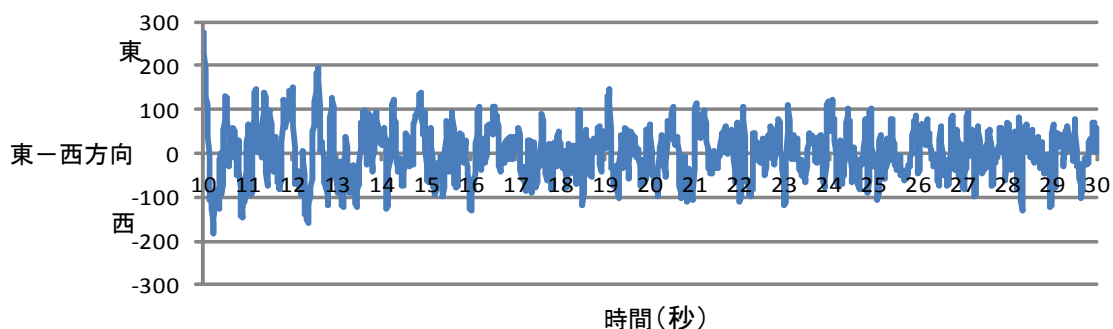
①-1 南北方向加速度 (単位: gal)



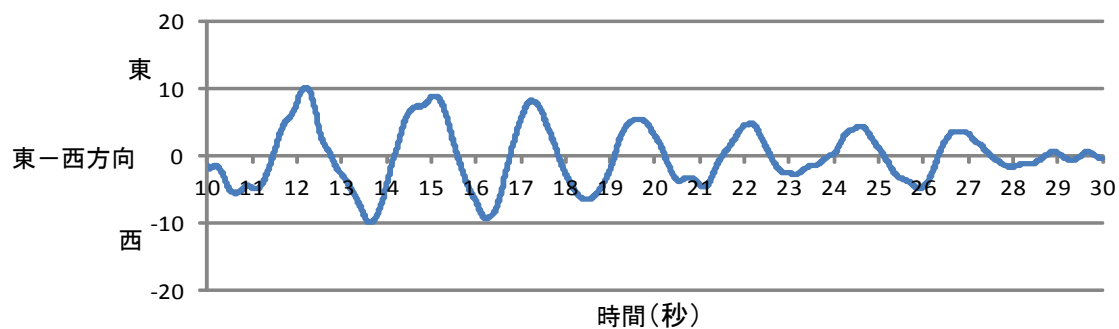
①-2 南北方向変位 (単位: cm)



①-3 東西方向加速度 (単位: gal)



①-4 東西方向変位 (単位: cm)

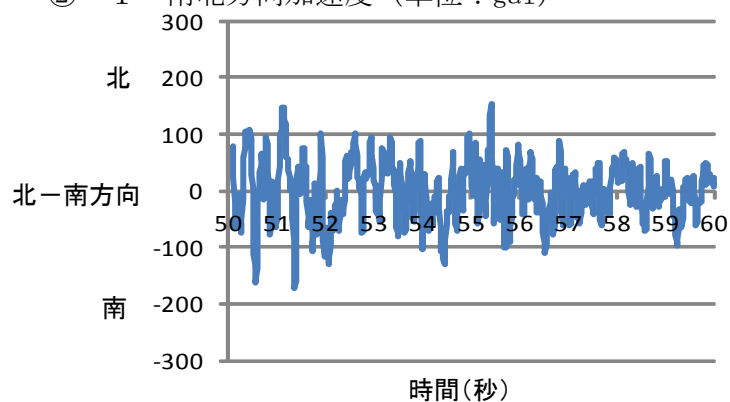


(JR東日本の資料により作成した。)

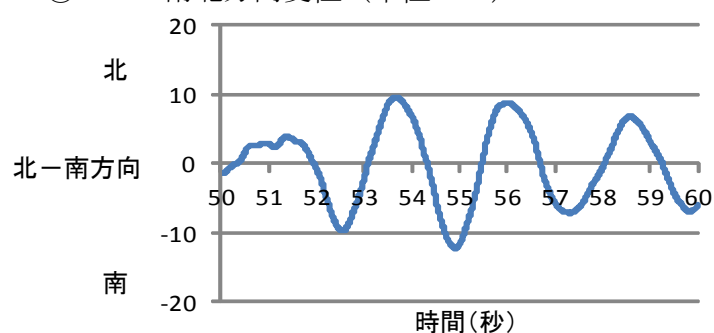
付図6 地震波形例等 (その3)

② 14時48分50秒ごろ～14時49(48)分00(60)秒ごろ

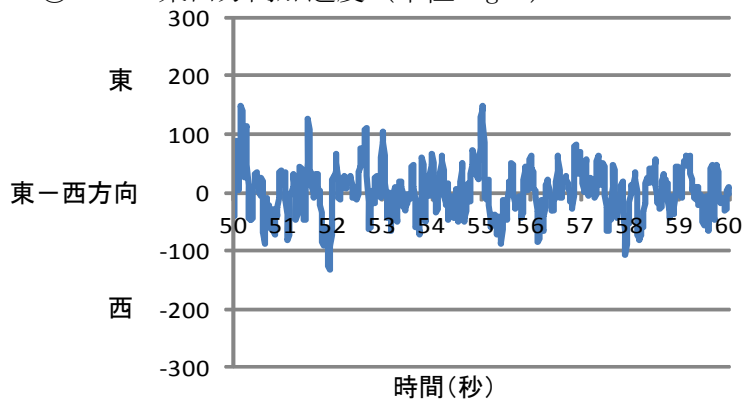
②-1 南北方向加速度 (単位: gal)



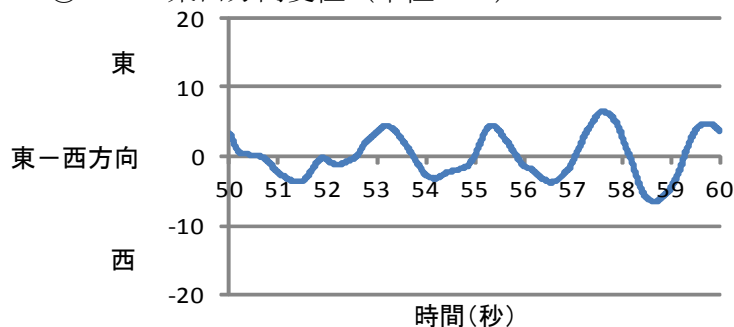
②-2 南北方向変位 (単位: cm)



②-3 東西方向加速度 (単位: gal)



②-4 東西方向変位 (単位: cm)



(JR東日本の資料により作成した。)