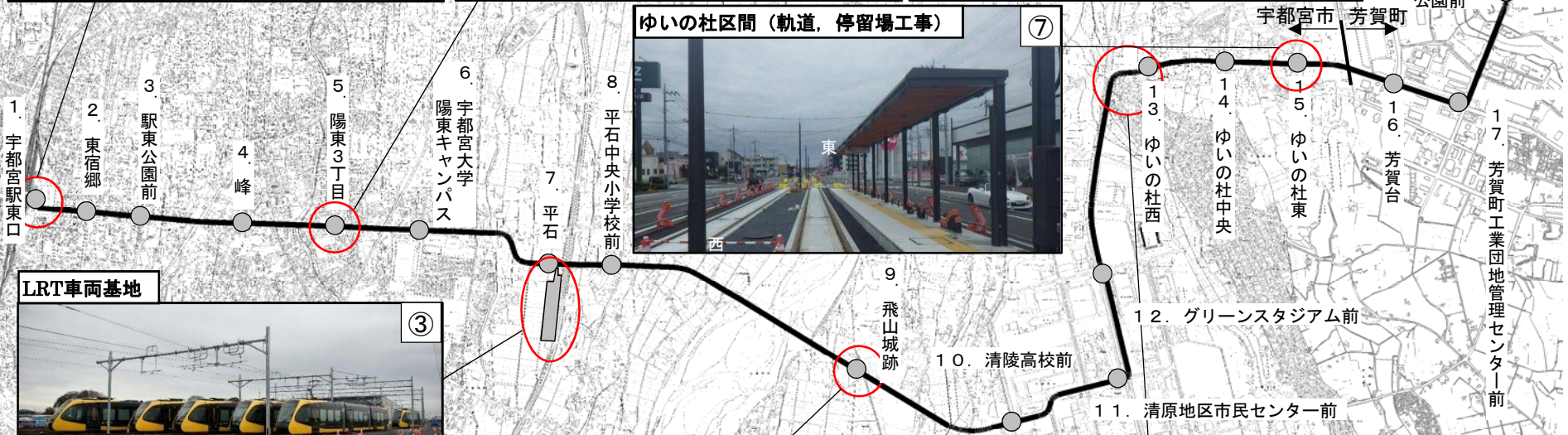
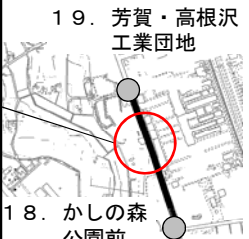


L R T 脱線事故の概要について

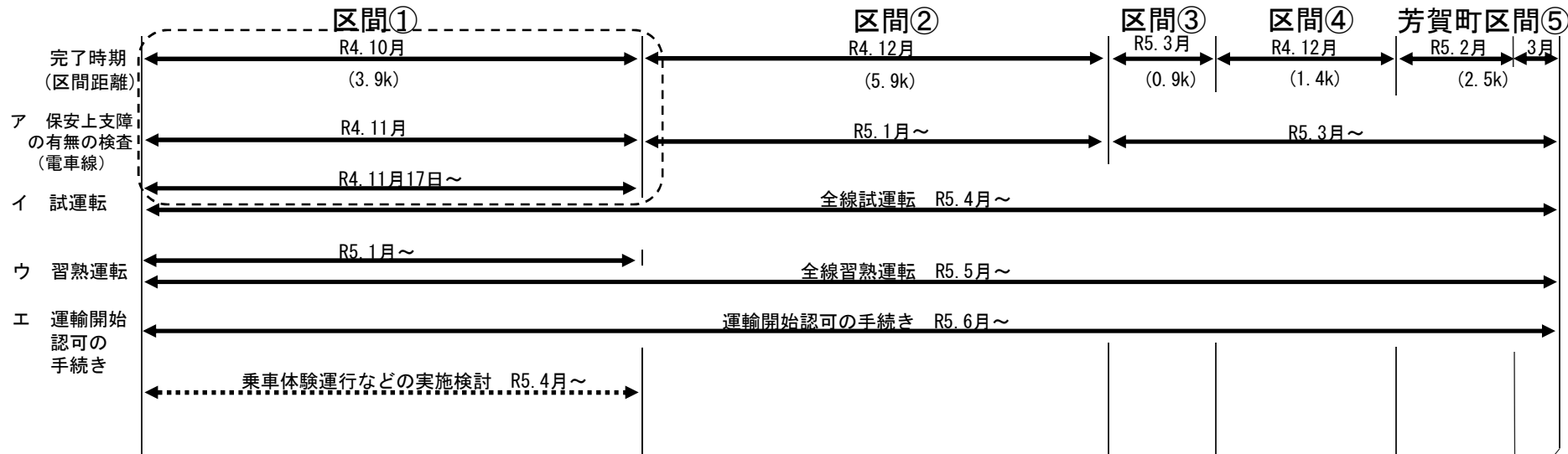
目 次

- ① 東側路線図と各地区の工事の最新状況
- ② 開業に向けたスケジュール
- ③ 脱線事故の概要について
- ④ 各種施設等に関する情報について
 - 軌道施設に関する情報
 - 車両に関する情報
 - 運行等に関する情報
 - 脱線の痕跡に関する情報
 - 気象に関する情報

①東側路線図と各地区の工事の最新状況

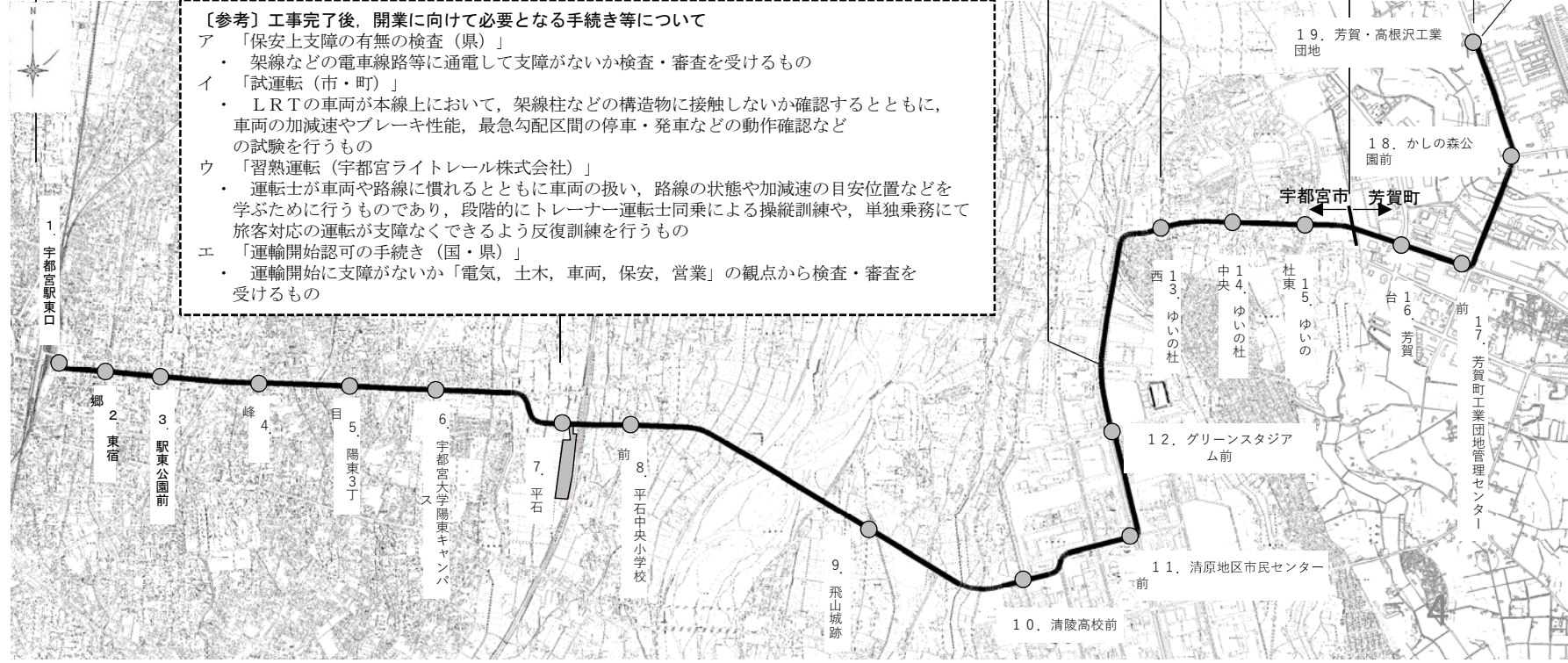


②開業に向けたスケジュール



【参考】 工事完了後、開業に向けて必要となる手続き等について

- ア 「保安上支障の有無の検査 (県)」
 - 架線などの電車線路等に通电して支障がないか検査・審査を受けるもの
- イ 「試運転 (市・町)」
 - LRTの車両が本線上において、架線柱などの構造物に接触しないか確認するとともに、車両の加減速やブレーキ性能、最急勾配区間の停車・発車などの動作確認などの試験を行うもの
- ウ 「習熟運転 (宇都宮ライトレール株式会社)」
 - 運転士が車両や路線に慣れるとともに車両の扱い、路線の状態や加減速の目安位置などを学ぶために行うものであり、段階的にトレーナー運転士同乗による操縦訓練や、単独乗務にて旅客対応の運転が支障なくできるよう反復訓練を行うもの
- エ 「運輸開始認可の手続き (国・県)」
 - 運輸開始に支障がないか「電気、土木、車両、保安、営業」の観点から検査・審査を受けるもの



③脱線事故の概要について

○ 試運転について

本線上において、試運転を通して、走行上の支障の確認や開業に向けた各施設の調整等を行うもの

○ 試運転入線試験の概要

日程	区間等	主な試験内容等
11/17(木) (午前の部) 9:00~12:30	車両基地~ 平石停留場 時速5km以下	① 停留場 ・接触しないことを確認 ② 軌道信号機等 ・軌道信号機の動作確認 ③ 電車線 ・架線柱が接触しないことを確認 ・停止し離隔距離を測定 ④ 軌道 ・分岐器通過時における車輪とレールの接触状況の確認
11/17(木)~18(金) (夜間の部) 21:00~5:00	車両基地~ 宇都宮駅東口 時速5km以下	
11/18(金)~19(土) (夜間の部) 21:00~5:00	車両基地~ 宇都宮駅東口 時速15km以下	① 停留場 ・停止し離隔距離を測定 ② 軌道信号機等 ・軌道信号機の動作確認 ③ 電車線 ・架線柱が接触しないことを確認 ④ 軌道 ・分岐器通過時における車輪とレールの接触状況の確認

○ 試運転入線試験の結果について

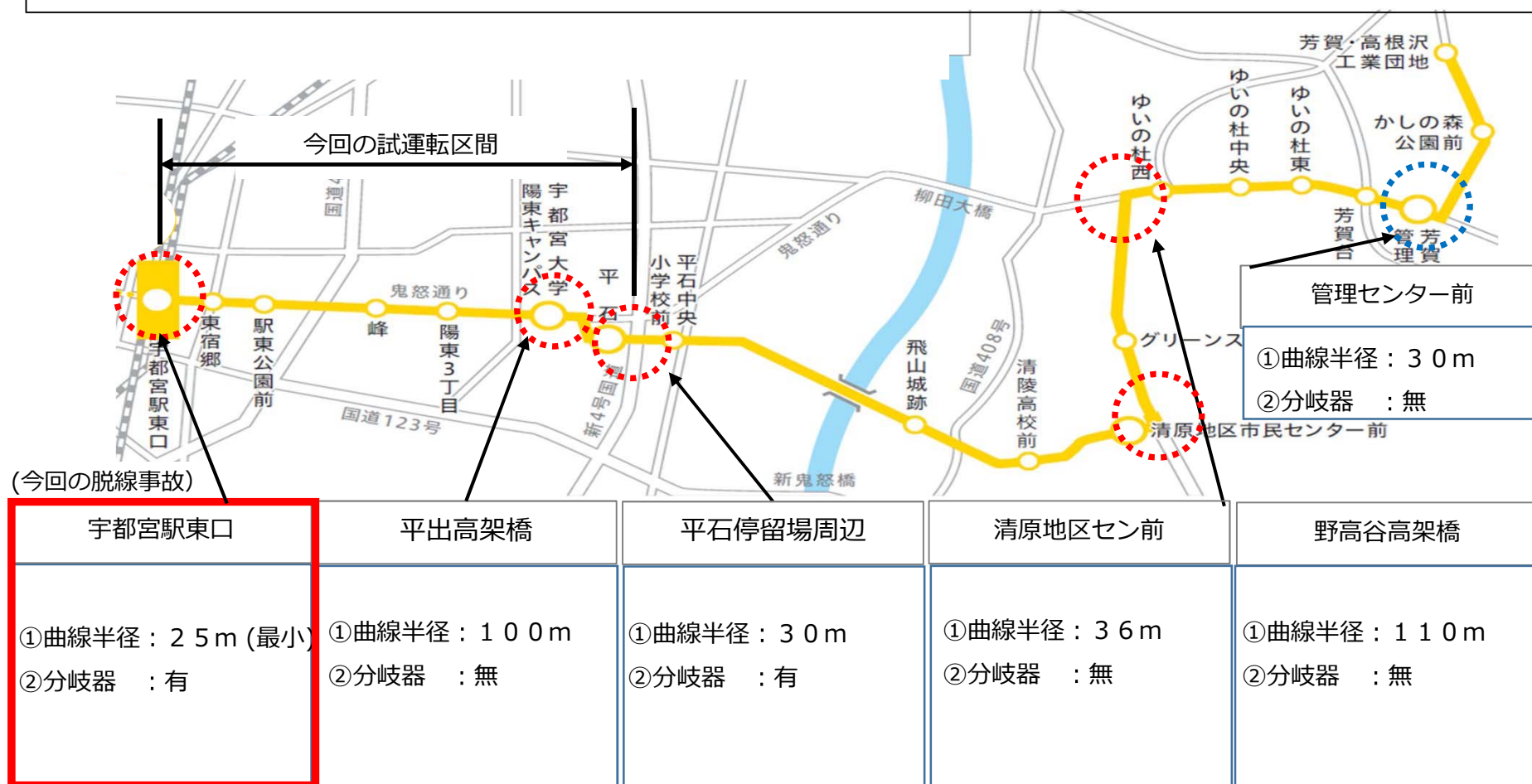
■ 主な試験結果（11月17日，18日）

確認対象		確認事項	確認結果
停留場	7か所	・車両とホームとの離隔の確認	・東宿郷，駅東公園前，峰，陽東3丁目，宇都宮大学陽東キャンパス，平石停留場は異常なし ・宇都宮駅東口停留場のみホームと車両の乗降口のステップが干渉
軌道	一般部	・支障なく走行できること	異常なし
	分岐部 曲線部	・支障なく走行できること ・分岐部走行時のレールと車輪の接触状況等	【宇都宮駅東口】 ・全8パターンを実施し，異常なし（5 km/h以下） ・全8パターンのうち，1パターンのみ異常あり（脱線）（15 km/h以下） 【平石停留場周辺】 ・全4パターンを実施し，異常なし（5 km/h以下，15 km/h以下）
信号設備（宇都宮駅東口，平石停留場周辺）		・軌道信号機等が正常に動作すること	異常なし
電車線路設備		・車両と架線柱の離隔距離 ・パンタグラフの摺動状況等	異常なし

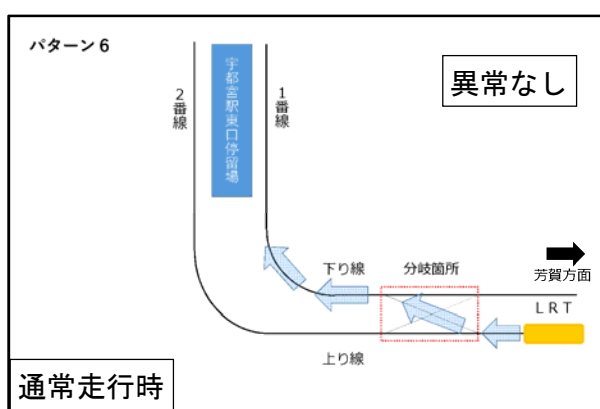
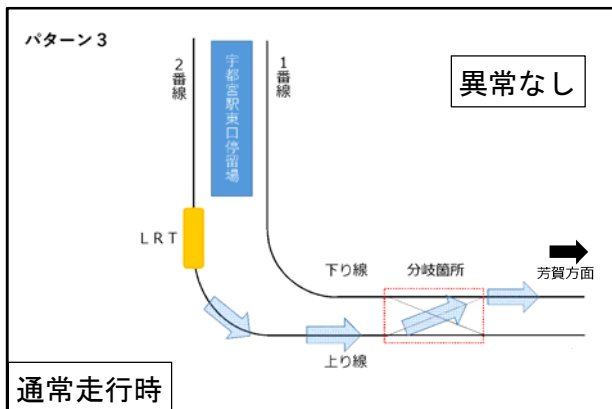
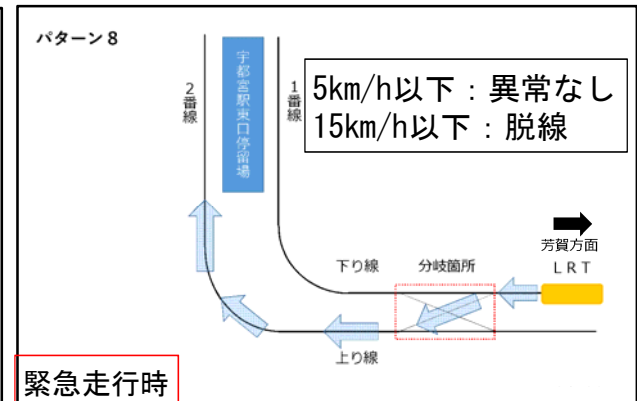
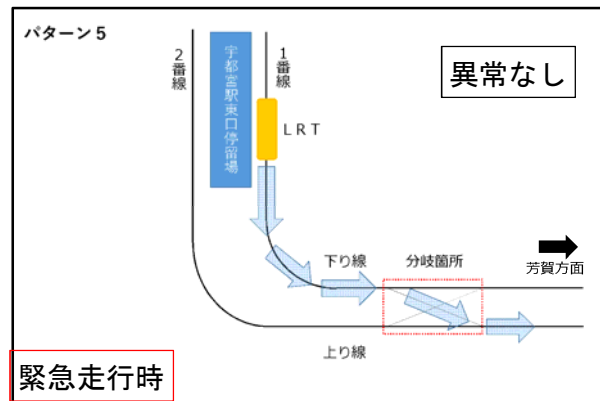
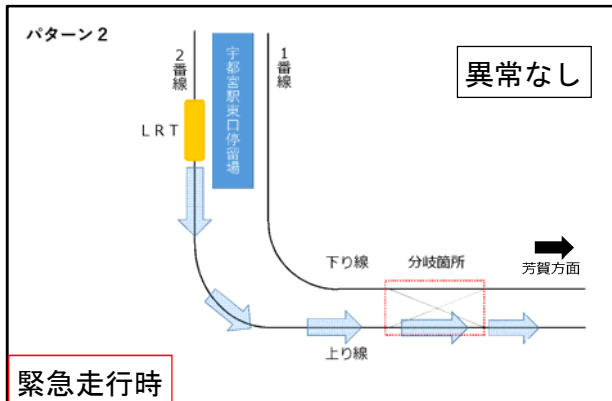
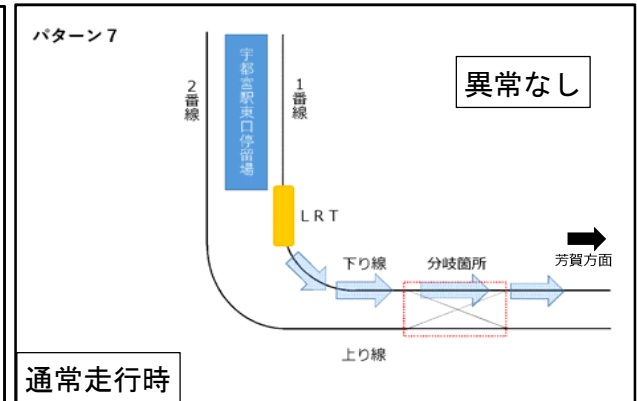
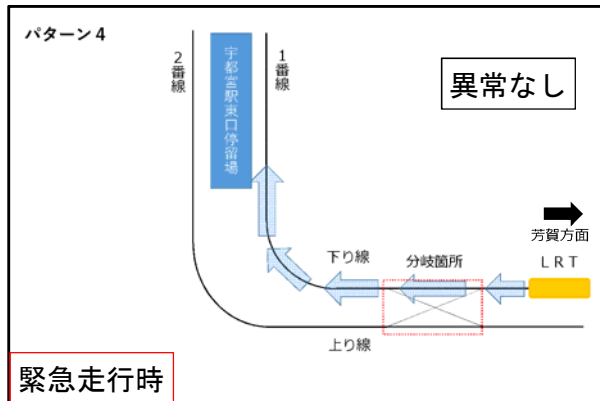
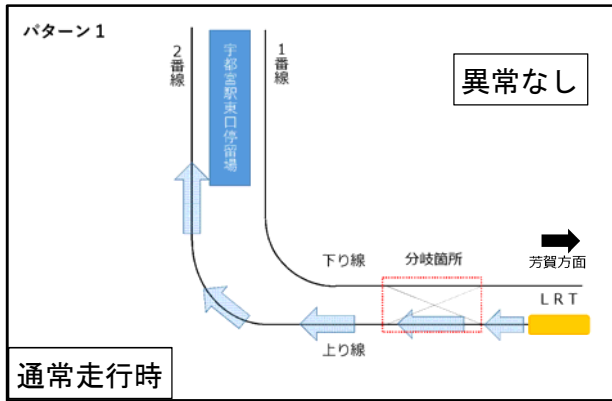
(参考) L R T 整備区間の主な曲線区間について

宇都宮駅東口の曲線については、本線上において最も曲線半径の小さい区間 ($R=25\text{m}$) であり、かつ、駅東口停留場 (始発駅) の列車運用のために分岐器が設置されている。

※ 今回の試運転実施区間における次に小さい曲線半径は、平石停留場周辺であり $R=30\text{m}$ (分岐器あり)



○ 駅東口における試運転の確認パターン（通常走行4パターン、緊急走行4パターン 計8パターン）



○ 宇都宮駅東口停留場付近の試運転結果

1 軌道（分岐部，曲線部）の結果

入線パターン	確認事項	確認結果
①上り本線から2番線方面	・急曲線区間や分岐部のレールと車輪の接触状況の確認	・異常なし (5km/h以下・15km/h以下)
②2番線から上り本線		
③2番線から下り本線		
④下り本線から1番線方面		
⑤1番線から上り本線		
⑥上り本線から1番線方面		
⑦1番線から下り本線		
⑧下り本線から2番線方面	・異常なし (5km/h以下) ・15km/h以下の走行時に下り本線から分岐器を超えた所で脱線	

2 停留場の結果

- ・ 1番線及び2番線で車両の一部がホームと干渉する箇所が発生
- ・ 1番線ホーム（東側）
ホーム手前から約10mの箇所で乗降口（1両目の1番目）のステップに干渉
- ・ 2番線ホーム（西側）
ホーム手前で乗降口（1両目の2番目）のステップに干渉



車両乗降口のステップ

⇒ 停留場ホームの調整を実施

○ 脱線事故の経過

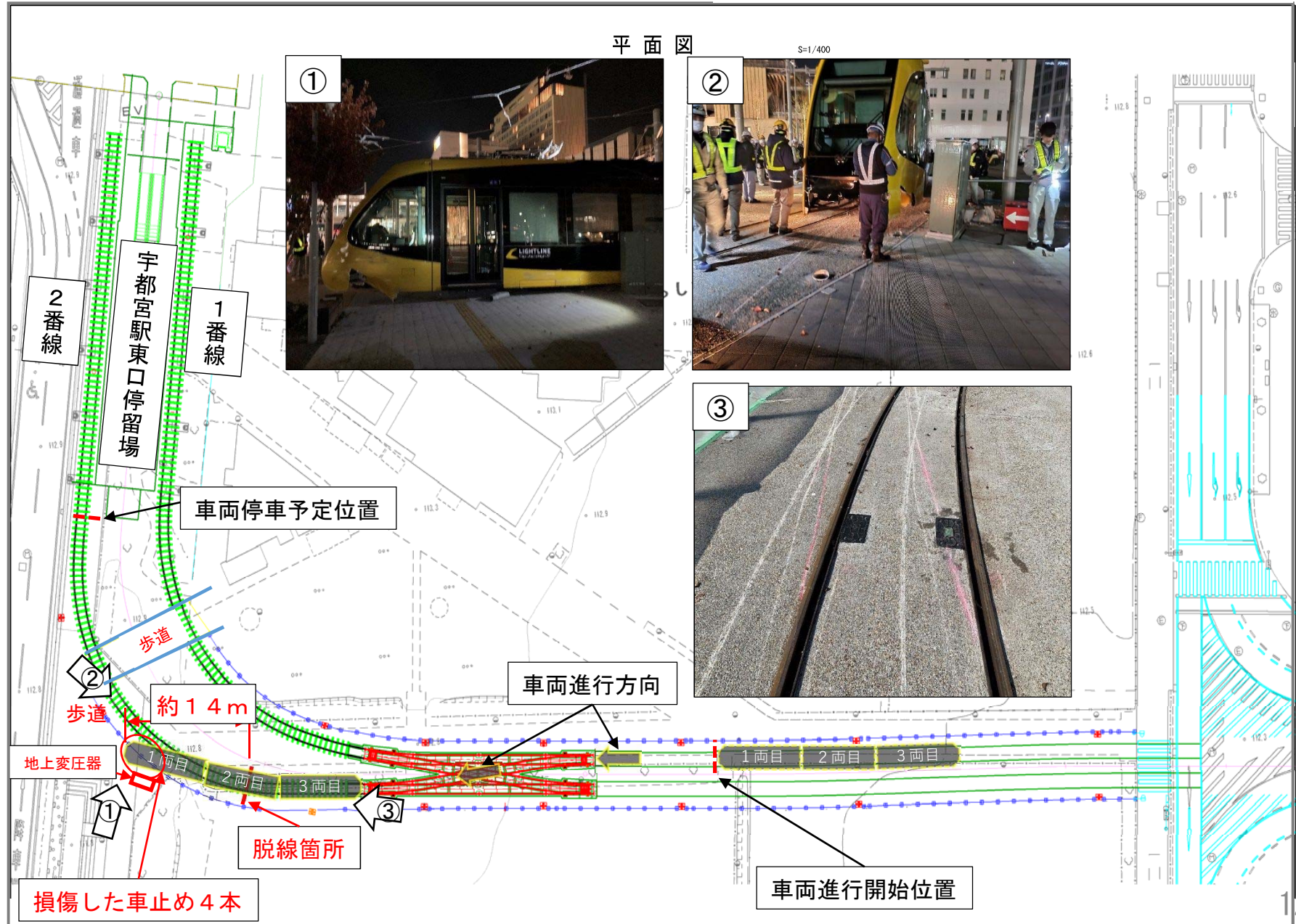
- ・ 令和4年11月18日（金）午後8時30分頃、306号車が車両基地から平石停留場に向けて出発し、平石停留場付近において、曲線部や分岐部の入線試験を実施
- ・ 午後9時頃、平石停留場から駅東口に向けて出発し、宮みらい地区に午後10時30分頃到着。その後、車両とホームの離隔の確認や分岐器通過時における車輪とレールの接触状況の確認を開始
- ・ 翌19日（土）午前0時30分頃、2番線停留場への入線試験を行った後、分岐器の入線試験を行うため、再度、「ライトキューブ宇都宮」南側交差点付近から、2番線停留場に向け、進入したところ、曲線部において先頭車両の4輪と中間車両の後方2輪が脱線
- ・ 進行方向に約10m進行し、歩道の部分に車両が進入停車
- ・ 東京電力の系統電源の安全性を確認後、午前4時12分から、脱線復旧装置を用いて復旧作業を開始
- ・ 午前9時45分頃、脱線車両が軌道に復帰し、午前10時59分頃、牽引用のLRT車両を先頭に車両基地へ回送、午後0時20分頃、車両基地到着

○ 事故後の被害状況等について

- ・ 人的被害はなし
- ・ 車両：前頭部（強化プラスチック部）の破損，
パンタグラフの破損，
車体側面の擦り傷，脱線した車輪の一部損傷，
前頭部下部の信号装置の破損
※現在，引続き確認中
台車，モーター等は今後の調査により被害状況を確認
- ・ 架線：架線柱へ電車線を固定する金具の破損
- ・ 軌道：レール，分岐器等に損傷なし
- ・ 道路：車止めの破損4本
- ・ その他：地上変圧器の外箱のゆがみ
(変圧器自体に損傷なし)

○ 脱線事故の概要 (パターン 8)

11/19 16:30 公表資料を現地調査に基づき一部修正



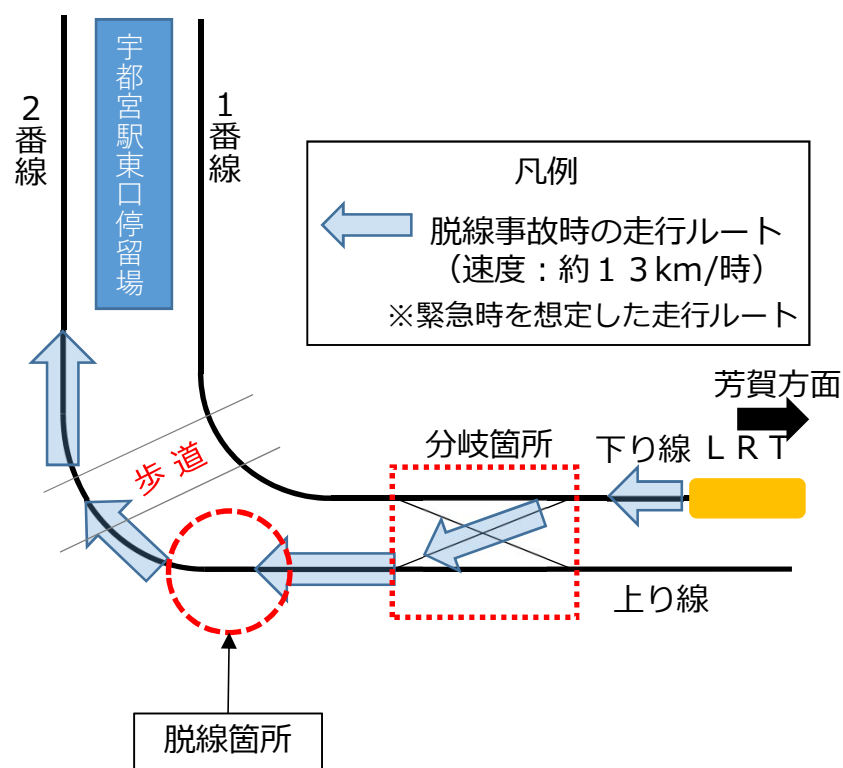
(参考) 脱線事故時の走行パターンについて

緊急時に使用する走行パターン（逆走）における分岐部のレールと車輪との接触状況を確認するため、下り線（芳賀町方面）から停留場（2番線）へ向けて速度約1.3 km/時で入線試験を実施

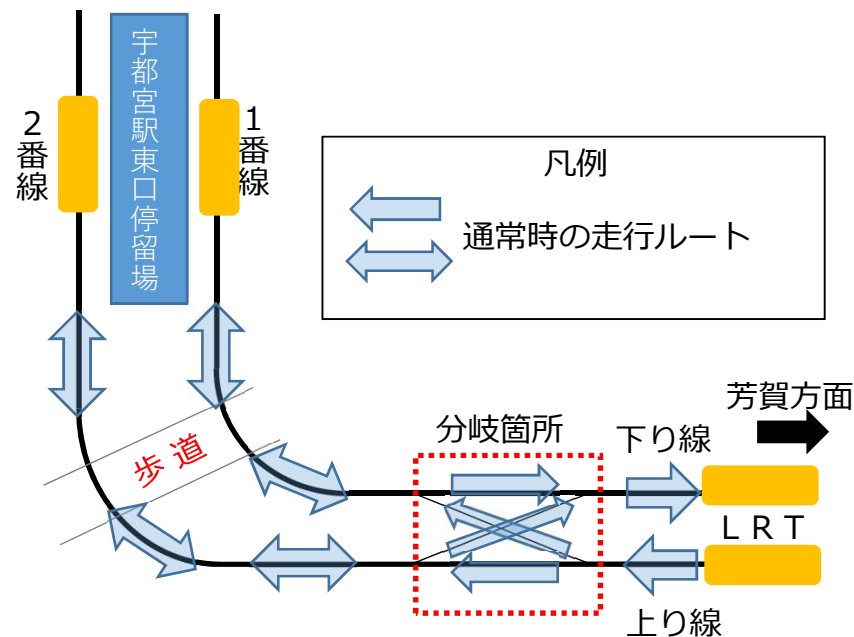
※ 通常時の走行パターン

- ・ 上り線→停留場（1，2番線）へ進入
- ・ 停留場（1，2番線）→下り線へ進入

脱線事故時の走行パターン



通常時の走行パターン



(参考) ○ 有識者による現地調査の実施内容について

○ 日 時 : 11月22日(火) 13:30~18:00

○ 有識者 : 須田 義大氏 (東京大学生産技術研究所 教授)

水間 毅氏 (元交通安全環境研究所 理事)

○ 実施内容 : 資料及び映像等による設計内容や脱線状況等の確認 (車両基地内)

脱線車両の損傷状況等の確認 (車両基地内)

施設整備状況や脱線状況等についての現地確認

(平石停留場周辺, 宇都宮駅東口停留場周辺)

(参考) ○ 現地調査を踏まえた有識者による考察

令和4年11月22日

現地調査を踏まえた考察

須田 義大

(東京大学生産技術研究所教授、LRT車両部会委員)

水間 毅

(元交通安全環境研究所理事、LRT車両部会委員)

LRT試運転中の脱線事故の発生を受け、11月22日(火)に、「宇都宮駅東口から車両基地まで」の区間において、11月17日(木)、翌18日(金)に実施した試運転入線試験の結果確認及び現地調査を実施した。

- ・ 車両には、S字カーブなどを走行時に台車と車体の姿勢を安定させるための台車の回転ストッパーが付けられているが、事故車両の確認を行った際、台車ストッパーと車体の空隙は一定の余裕幅があり、宇都宮の線形においては、空隙が妥当な数値で設計されており、過去の類似車両の脱線原因とは異なるものと考えられる。
- ・ 脱線時の状況について、1両目については、脱線後のレール上および舗装面の走行痕が残っており、先頭車輪の内軌側から脱線したことが推察される。また、2両目については、1両目の脱線後の衝撃により、脱線したことが推察される。よって、走行中に1両目内軌側車輪の輪重が抜けたことが脱線原因の大きな要因と考えられる。なお、軌道面の内側に向かって20mmのカントがついていることから、この影響については引き続き、確認を行うことが必要と考えられる。
- ・ 軌道上のカントが0mm～20mmの変化区間で車両にねじれが生じ脱線した可能性については、変化区間を通過した後、約0.7m先で脱線が生じていることから、軸距1.85mを考慮すると多少の影響があったことも考えられ、引き続きその影響を確認する必要があると考えられる。
- ・ 車輪とレールの接触状況を確認するため、現地で軌間等を測定したところ、内側レールに先に接触し、数mm摩耗した時点で内側・外側レールの両方に接触する整備状況となっており、妥当な寸法が確保されていることを確認することができた。

- ・ ドライブレコーダーの記録では、車体が進行方向に対して横に大きく振れており、車両先頭部の前方方向へのはり出しが大きいことから車体の横振れ(鉛直軸まわりの回転を含む)による慣性モーメントによる横圧への影響や、左右の輪重アンバランスへの影響、輪重抜け等による輪重への影響が関係していることが考えられる。特にカントがついている箇所やシーサス通過後については、速度に影響を与えていることが考えられるため、速度を適切に管理していくことが必要と考えられる。
- ・ 平石停留場周辺の曲線区間についても現地調査を行ったところであるが、脱線箇所の構造とは異なり、分岐器が片開きであり、単カーブの区間であることから、速度を適切に管理しながら走行することは問題がないと考えられる。また、急曲線区間や分岐区間を除いたその他の区間についても速度を適切に管理しながら走行することは特段の問題はないと考えられる。
- ・ 総じて、本日の現地調査においては、車両や軌道に構造上の大きな課題は確認されなかった。レール構造も溝付きレールを使用しており脱線防止効果も期待されるものとなっている。原因究明と再発防止策の検討に当たっては、ドライブレコーダーで確認された車両の横振れと速度影響の解析を行うことなどが必要である。
- ・ このため、試運転においては、全区間において振動加速度計を用いた走行調査を追加し、車両の振動等のデータを解析することが必要である。また、走行安全性の評価を行うためのPQ測定試験(車輪に作用する輪重Pと横圧Qの測定試験)についても併せて行うことが必要と考えられる。なお、脱線が生じた分岐器から先の2番線ホームに至る区間はPQ測定試験を除き、使用しないこととすべきである。

以上

(参考) ○ 今後の対応について

- ・ 有識者の考察を踏まえて、下記の通り原因究明及び再発防止に向けた取り組みを実施。



○ 対応の考え方

- ・ 試運転において、下記の走行調査を追加し、走行データの解析などを行いながら、引き続き、有識者の意見を伺いつつ、必要な対策について検討する。
- ・ なお、脱線が生じた分岐器から先の2番線ホームに至る区間は、原因究明のための調査を除き、使用しない。

(走行調査の概要)

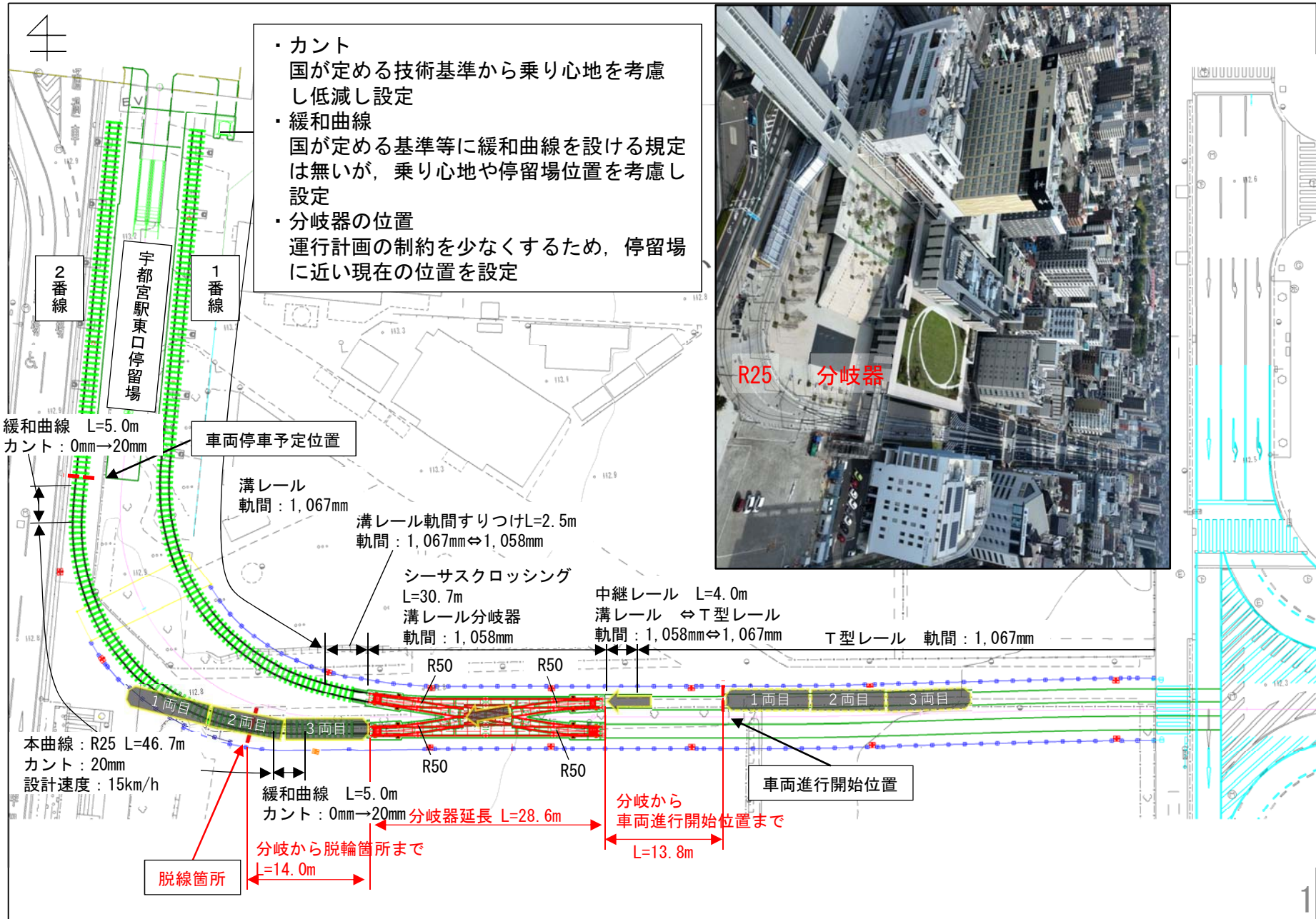
- ・ 車両の横振れと速度影響の解析を行うため、全線において、振動加速度計を用いた低速（5～10km/h）での車両の挙動測定を行う。
- ・ 低速での走行結果の検証を踏まえ、順次、段階的に一定走行下での挙動の測定を行う。
- ・ P Q測定試験※を脱線事故が生じた区間より実施し、全線で確認を行う。
※ 車輪に加わる輪重（P）と横圧（Q）の測定データ（Q/P）から、脱線発生に対する安全度を確認するもの

○ スケジュール

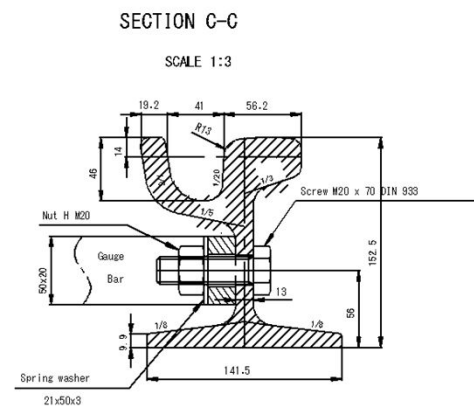
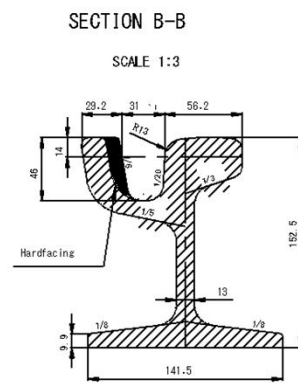
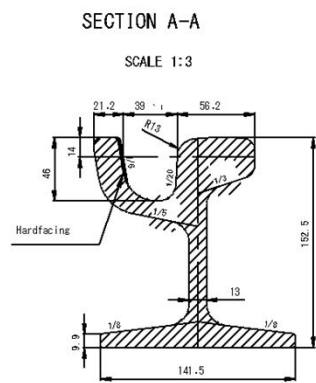
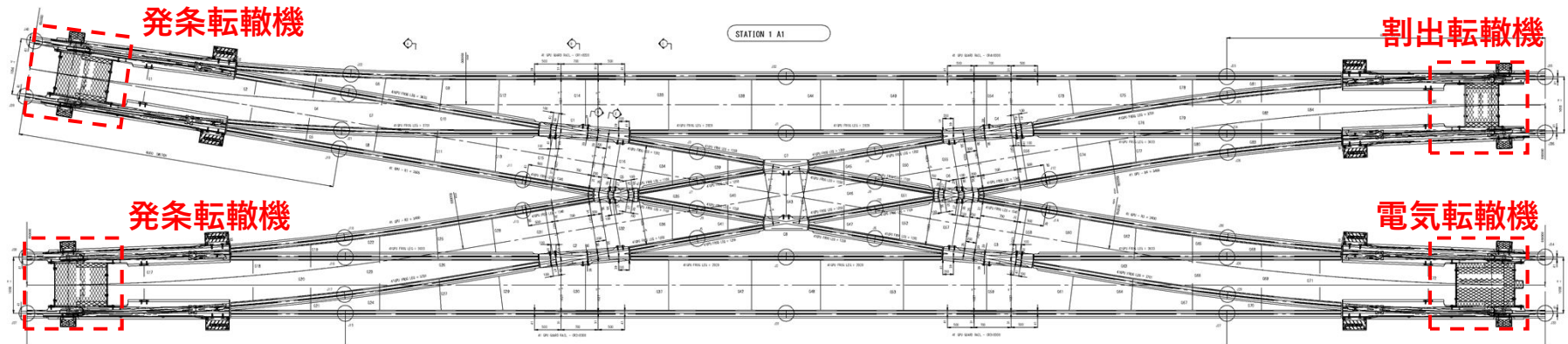
1月25日（金）～ 平石停留場周辺、及び、宇都宮駅東口停留場周辺等にて振動加速度計を用いた走行調査を実施中

④各種施設等に関する情報について

○軌道施設に関する情報（駅東口における軌道の概要（設計諸元等））

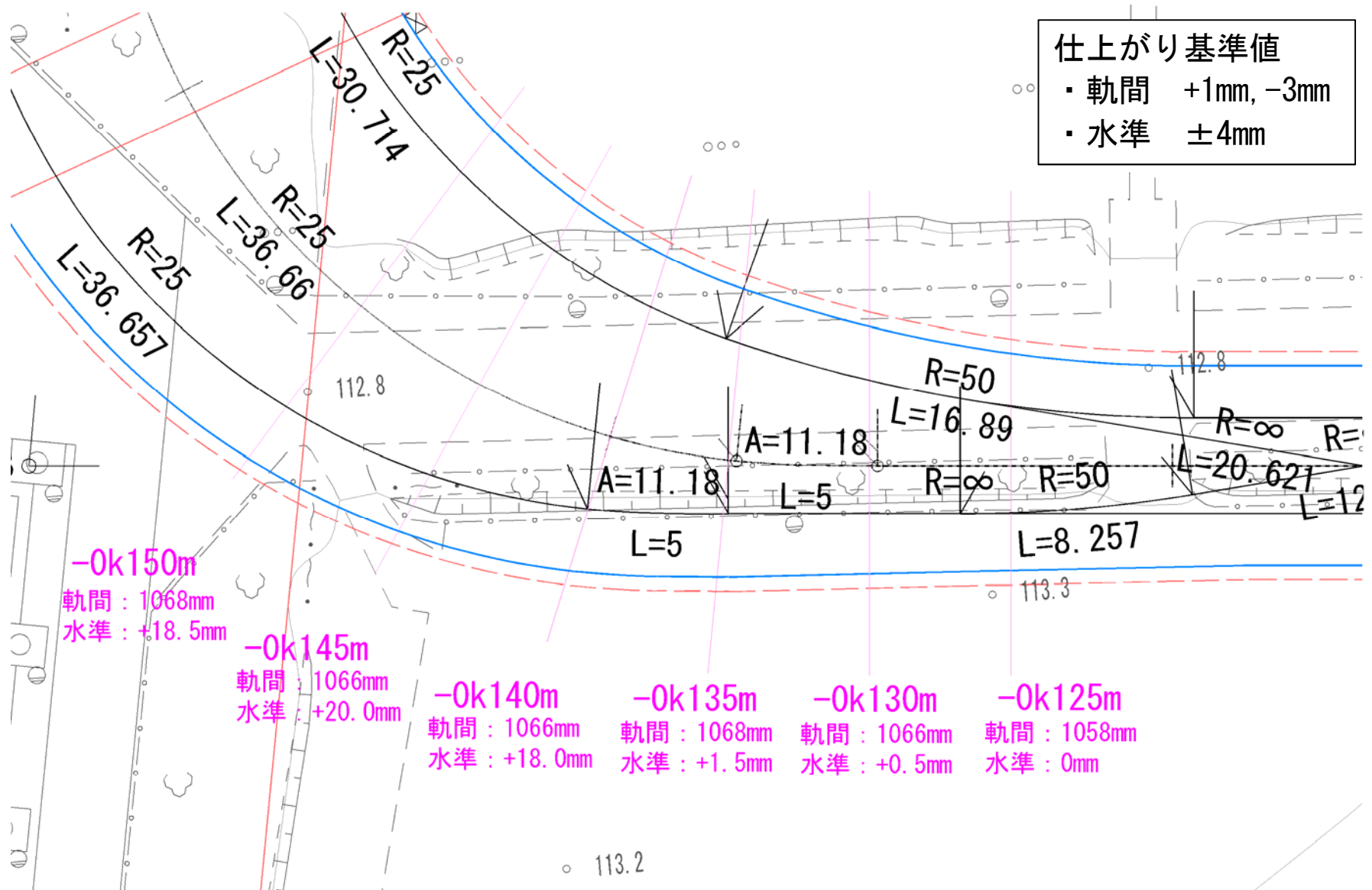


○シーサスクロッシング 溝レール分岐器の構造について



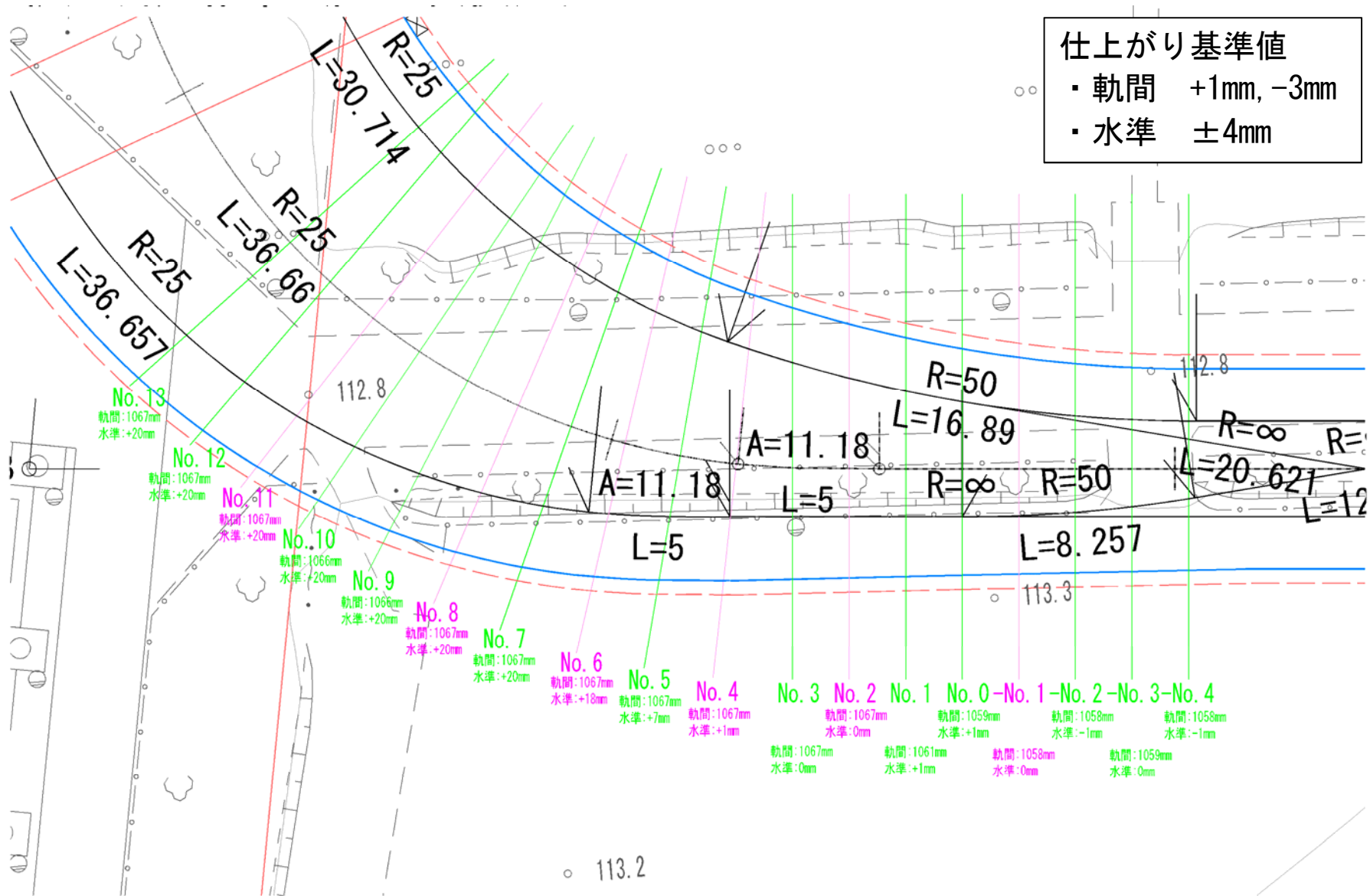
軌道の測定結果（竣工時R4. 10. 28計測）

- ・ 工事竣工時において、軌間及び水準については、仕上がり基準値内であった。



軌道の測定結果（事故後R4. 11. 19計測）

- ・脱線事故発生後においても、軌間及び水準については仕上がり基準値内であった。



○ 車両に関する情報

車両の主要諸元 1

車両高さ：3,625 mm



車両長：29.520 m



車両幅：
2,650 mm

● 車両の基本仕様

項 目		導入車両の基本仕様	
走行性能	軌 間	車 両 長	1,067 mm(狭軌)
	電 圧	車 両 幅	DC750 V
	定 員	車 両 高 さ	約160人(座席50席)
	車 両 寸 法	車 両 長	29.520 m
		車 両 幅	2,650 mm
		車 両 高 さ	3,625 mm(パンタ折りたたみ時)
	最 急 勾 配	運 転 最 高 速 度	67‰
		70 km/h	

車両の主要諸元 2

車両高さ：3,625 mm



車両長：29,520 m

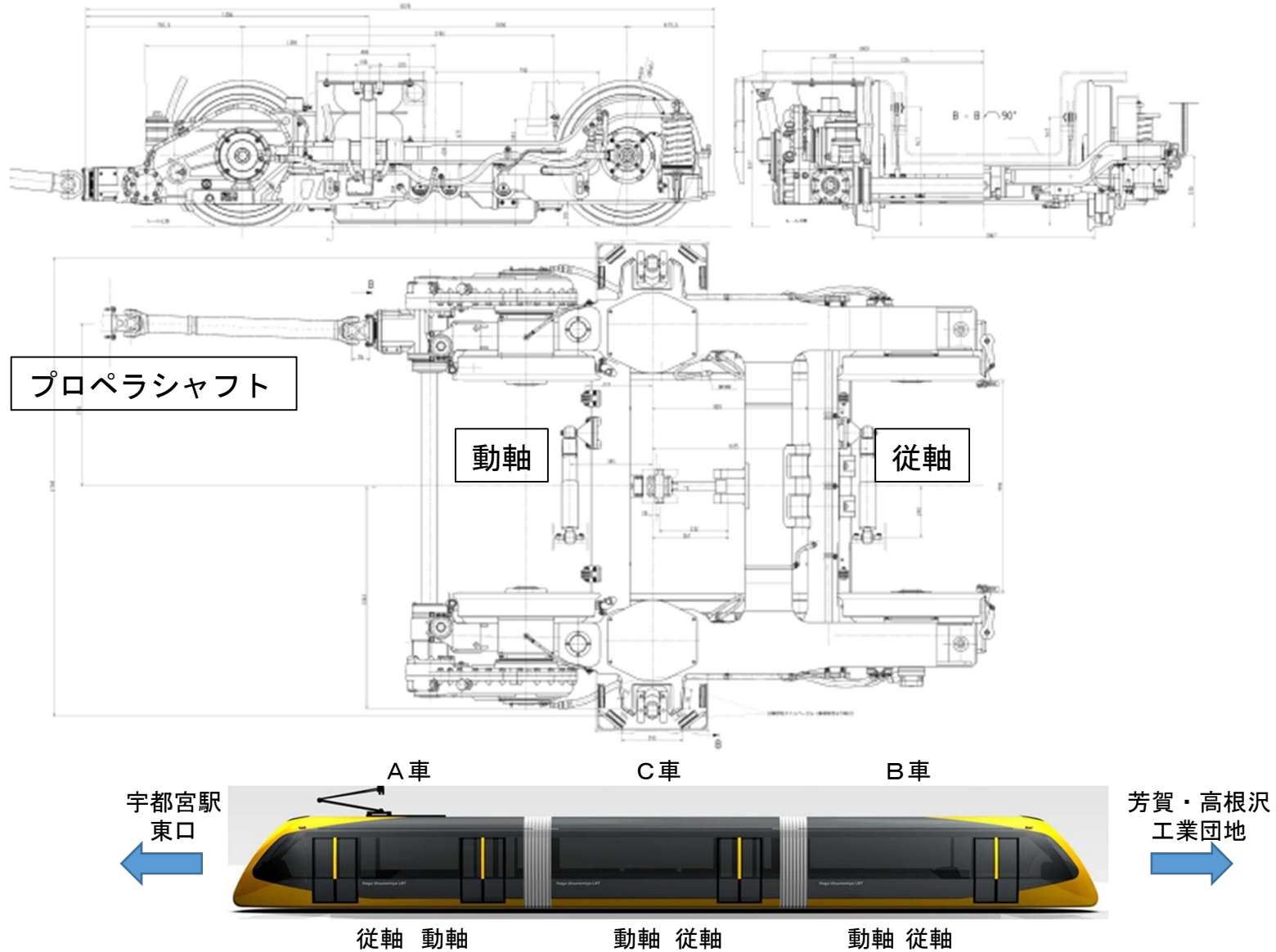


車両幅：
2,650 mm

●車両の基本仕様

項 目		導入車両の基本仕様	
基本性能	車 種	4輪ボギー連接電動客車 3両1編成	
	自 重	39.0 t	
	主要寸法	固 定 軸 距	1,850 mm
		ボ ギ ー 中 心 間 距 離	8,600 mm
		車 輪 直 径	660 mm
		車輪一对の輪鉄内側距離	994 mm
	制 動 機 の 種 類 及 び 装 置	種類 電気（回生／発電）ブレーキ バネ式ディスクブレーキ トラックブレーキ	
	駆 動 装 置 の 方 式	モータ車体装架 直角カルダン方式	
	制 御 器 の 種 類	V V V F インバータ制御装置 2台	
集 電 装 置 の 種 類	シングルアーム式 1台		

台車 (独立車輪方式)



- ・ 左右の車輪が共通の車軸を必要としない構造となっており，左右それぞれの車輪が自由に回転し，走行安定性が高い。

○ 運行等に関する情報

▪ 運転取扱心得について

宇都宮ライトレール(株)において、国に届け出 (R4.11.1) ている「軌道運転取扱心得」において、脱線事故区間における曲線および分岐器を通過するときの速度は以下のように定められている。

(曲線の制限速度)

第30条 車両が曲線を通過するときの速度は以下に定める。

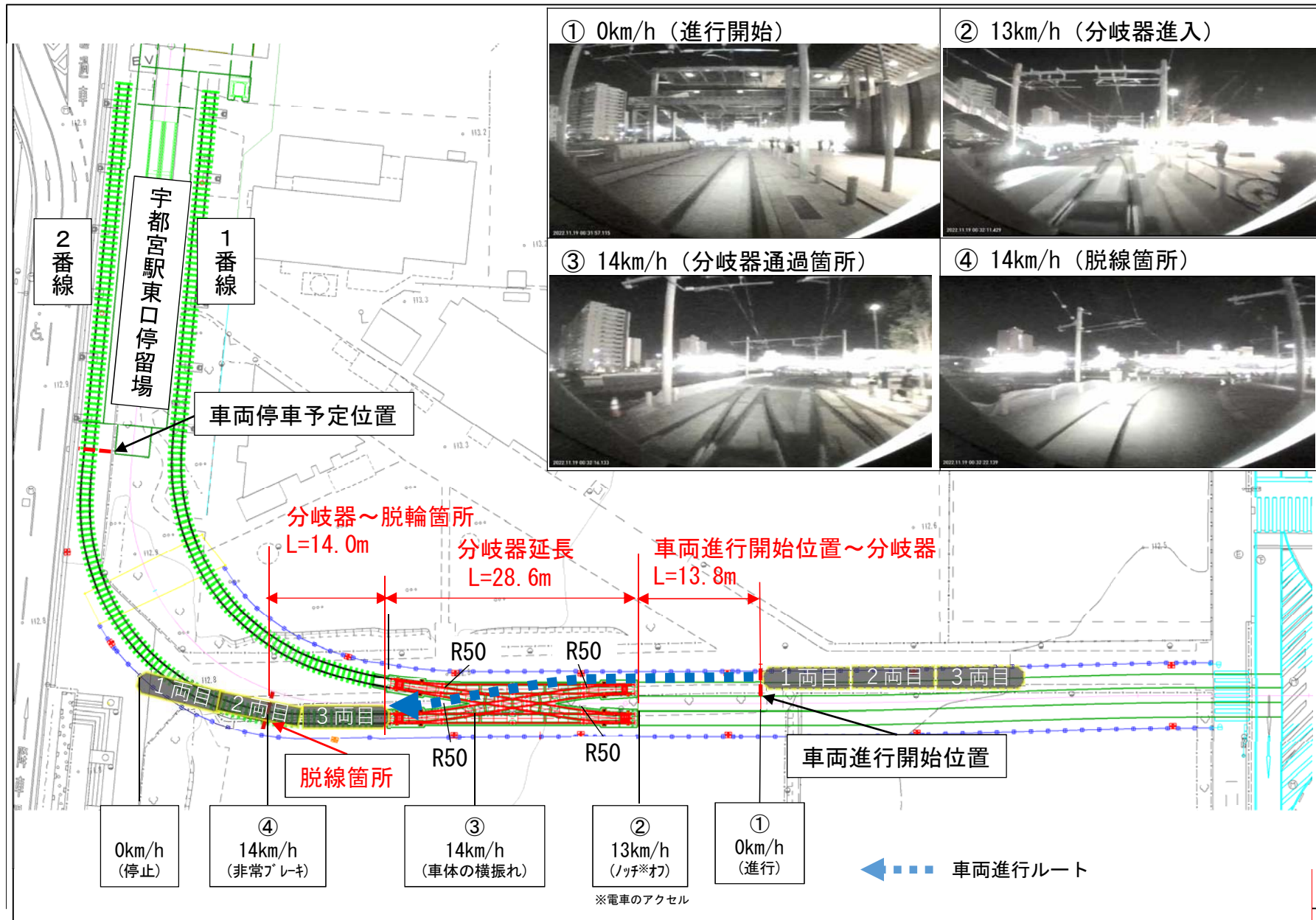
名称	場所	曲線半径	制限速度
宇都宮駅東口	宇都宮駅東口停留場内	25 m	15 km/h以下

(転てつ器を通過するときの速度)

第32条 車両が転てつ器を通過するときの速度は、対向、背向ともに15km/h以下とする。

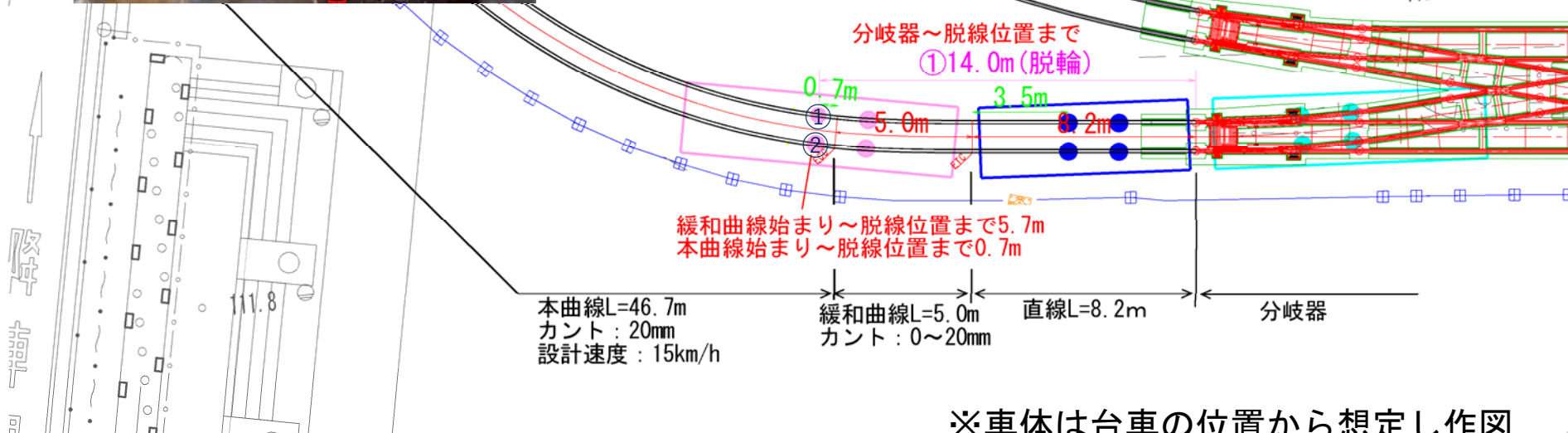
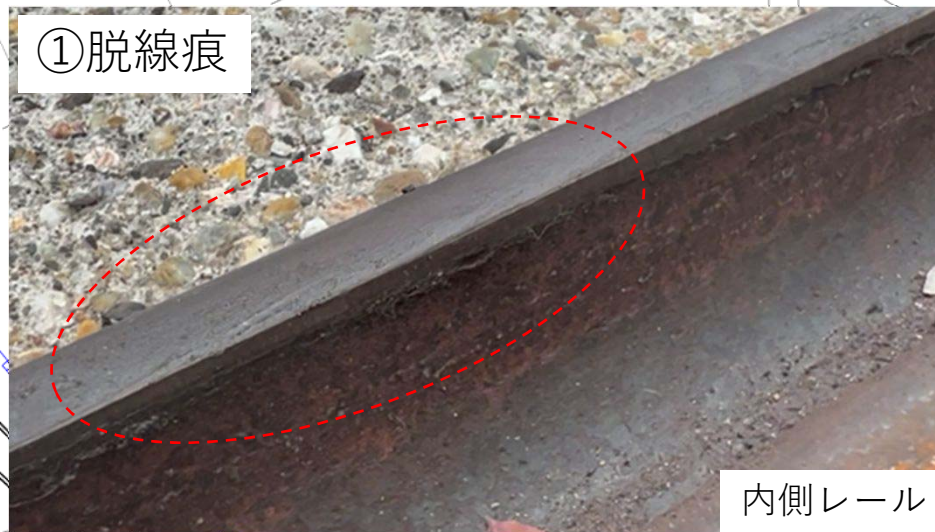
※緊急時の制限速度については、特に定めていない。

○ ドライブレコーダーによる走行確認



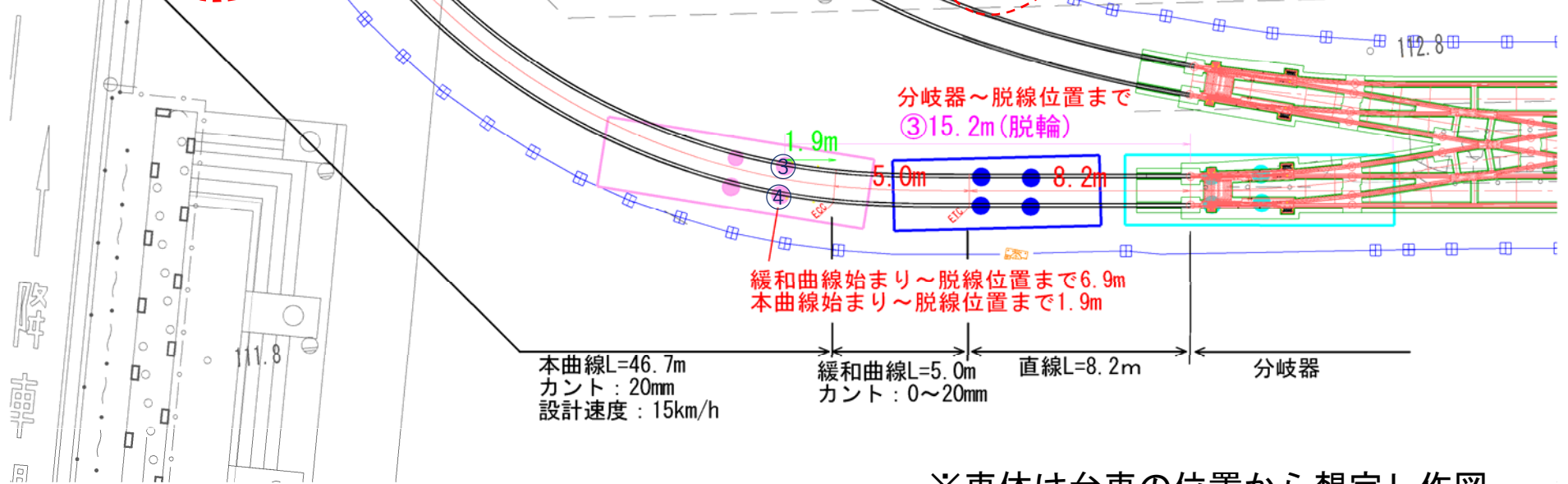
○脱線の痕跡に関する情報

1 軸目脱線時の台車の位置



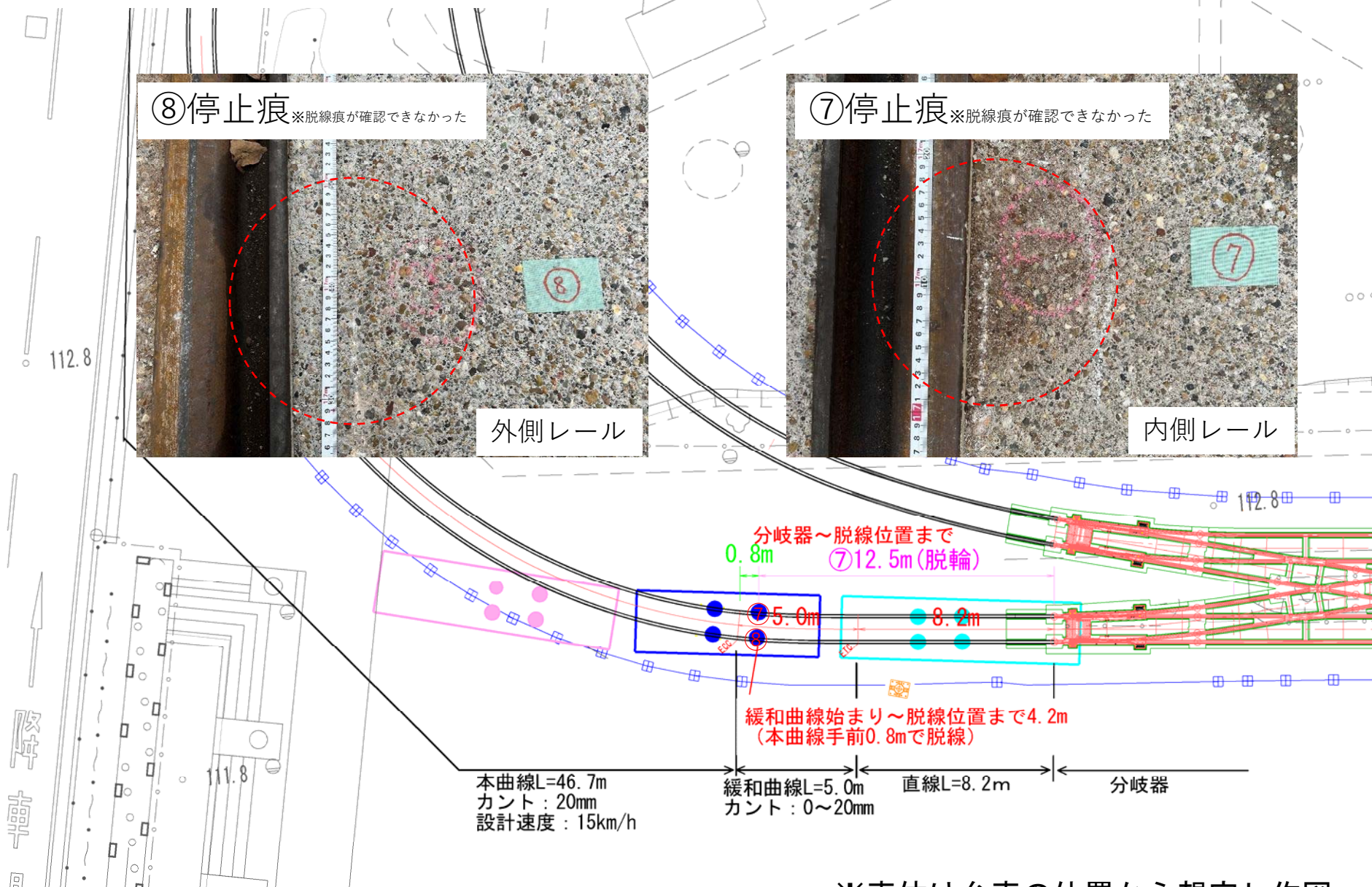
※車体は台車の位置から想定し作図

2軸目脱線時の台車の位置



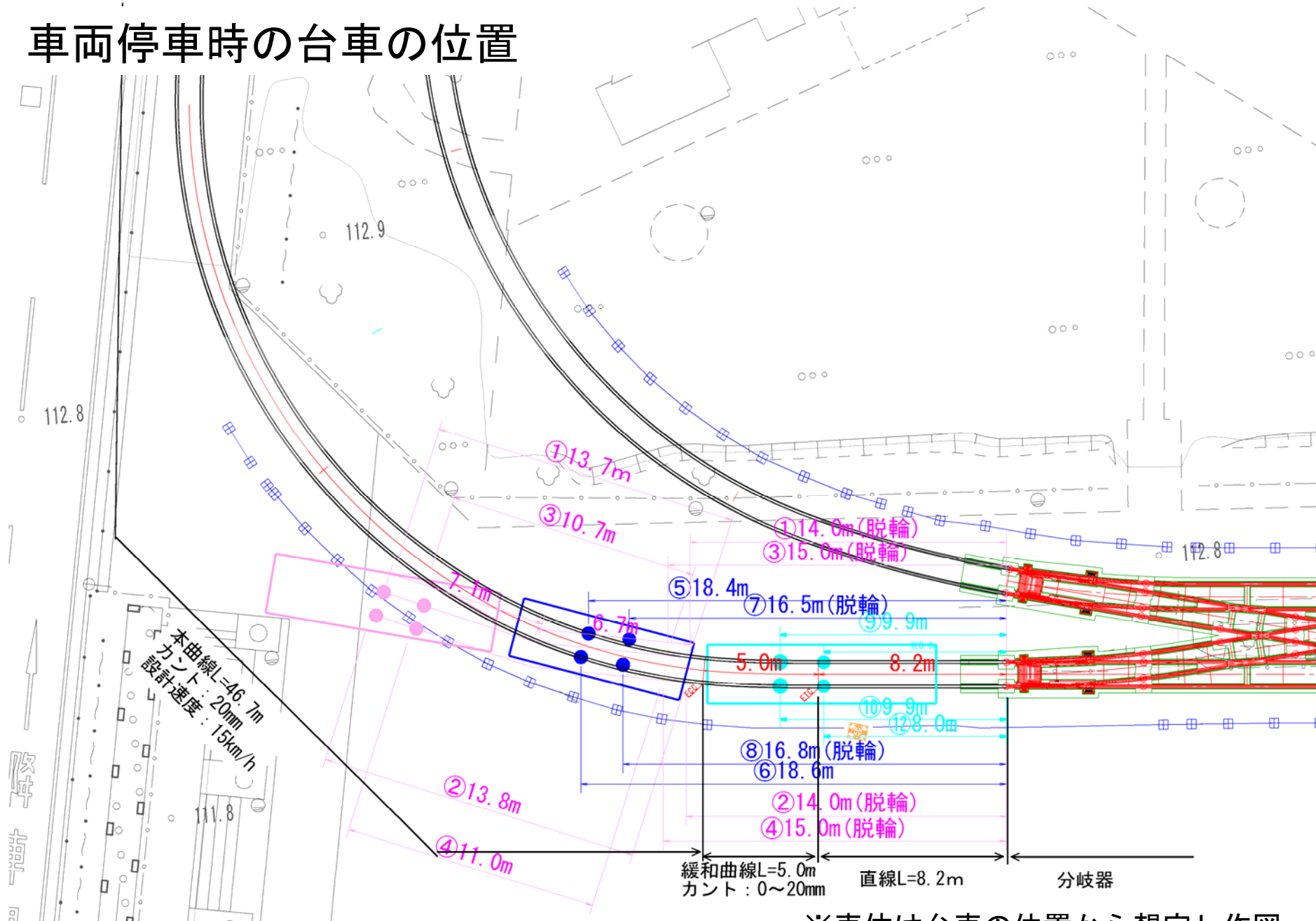
※車体は台車の位置から想定し作図

4軸目脱線時の台車の位置



※車体は台車の位置から想定し作図

車両停車時の台車の位置



※車体は台車の位置から想定し作図

○ 気象に関する情報

11月19日（土） 宇都宮気象台の情報

午前0時30分

気温：7.8℃

湿度：89%

（参考）

11月17日（木） 午前9時00分（車両基地入線試験開始時）

気温：10.7℃

湿度：67%

同日

午後9時00分（本線入線試験開始時）

気温：10.0℃

湿度：72%

11月18日（金） 午後9時00分（本線入線試験開始時）

気温：9.2℃

湿度：84%