

# 衛星測位による列車位置検知の 地上の定点を基準とする測位精度評価手法の検討

交通システム研究部 ※山口 大助 工藤 希 竹内 俊裕 長谷川 智紀

## はじめに

- GPS等の衛星測位システム(GNSS)の鉄道分野への利活用にあたっては測位精度の事前評価が必要
- 本発表では、列車上で得た衛星測位結果が地上に対してどの程度の誤差を生じているかを評価する手法を提案

## 本発表で提案する手法(提案手法)

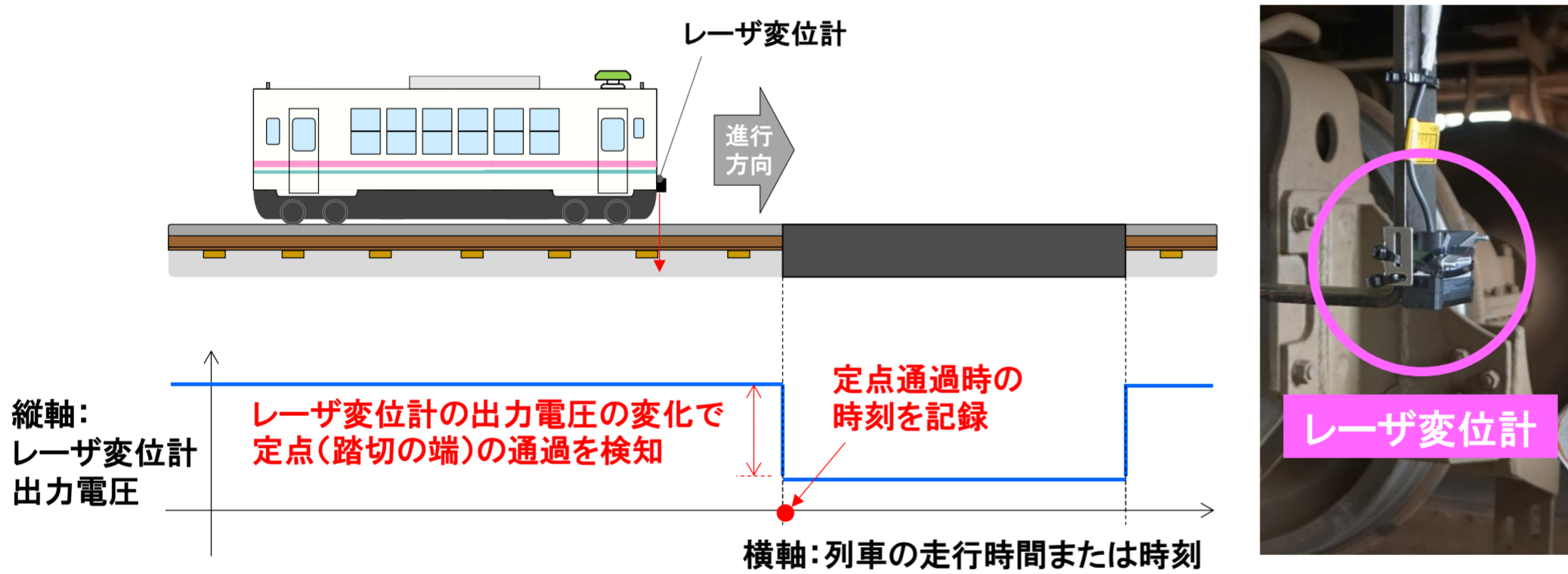
- 提案手法では下記の①～④を行う
  - ① 定点の設定及び定点での高精度測位の実施
  - ② 定点通過の検知
  - ③ 車上で衛星測位による列車走行位置の測定
  - ④ 時刻同期と測位誤差の算出

### ① 定点の設定及び定点での高精度測位の実施

- 地上側で絶対位置を確実に測定できる箇所を定点として設定
- 定点(踏切の端を設定)において高精度測位を行い、定点の絶対位置を示す緯度と経度を事前に取得し、精度評価の基準とする

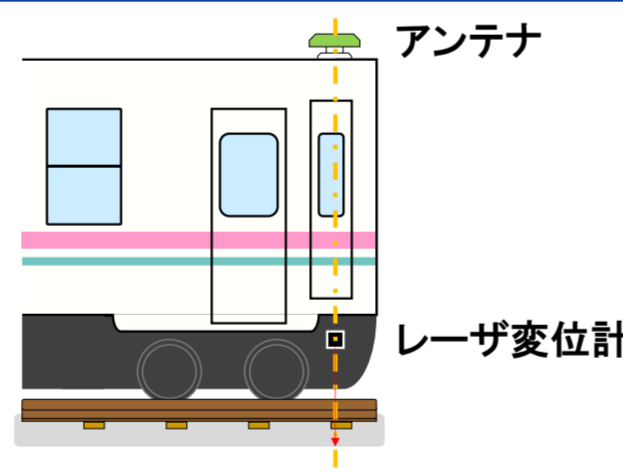
### ② 定点通過の検知

- 列車が定点を通過した瞬間を記録するため、レーザ変位計を走行中の車両～まくらぎ間の高さが測定できるように車両側に設置
- 踏切通過中は車両～道路面間の変位を測定することになるため、変位の変化がレーザ変位計の出力の変化となって出現し、定点(踏切の端)の通過を検知



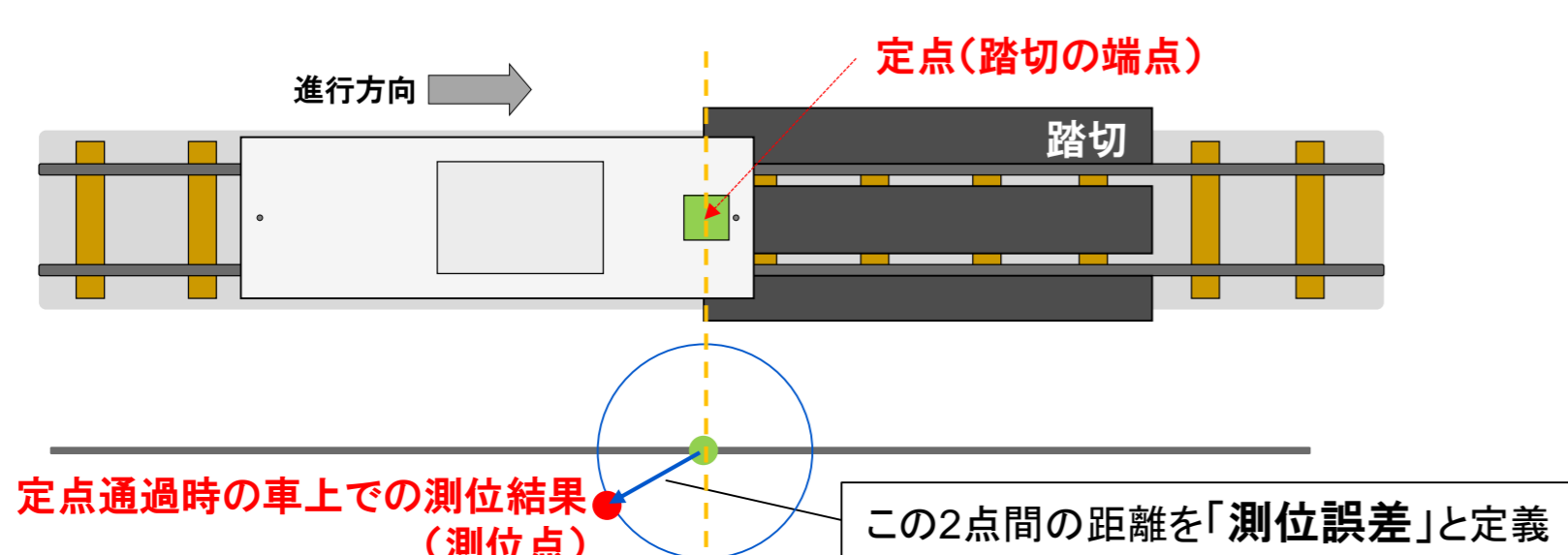
### ③ 車上で衛星測位による列車走行位置の測定

- 電波を受信するアンテナを屋根上に設置
- 測位精度の的確な評価のためにはレーザ変位計とアンテナの取付位置は線路長手方向において一致していることが理想



### ④ 時刻同期と測位誤差の算出

- 測位誤差算出のために列車の定点通過時の時刻の記録が必要
- レーザ変位計の出力と同時にUTC(協定世界時)の時刻も記録
- 車上で衛星測位の結果にもUTCの時刻を記録
- 両者の時刻の照合によって定点通過時点の車上側の測位結果(測位点)を抽出し、測位点と定点の間の距離を「測位誤差」と定義して得られた測位誤差の大きさによって地上に対する車上側の衛星測位の精度を評価
- レーザ変位計とアンテナの取付位置の離隔が大きい場合は、この離隔分を測位誤差に加算して評価することが妥当(測位誤差を大きめに見積もると安全側になると考えられるため)



## 提案手法の妥当性を検証する実車走行実験

- 車上で衛星測位は二つの条件を設定し、異なる受信機を使用
  - 条件I: GPS, QZSSのほか、GLONASS(ロシア), Galileo(EU)の衛星からの電波を利用した衛星測位(「マルチGNSS」)
  - 条件II: ネットワーク型RTK測位

## 測位誤差の算出結果

- 提案手法により測位誤差を算出できていることを確認
- 2往復目の方が測位誤差は大きい傾向が見られ、衛星配置の違いが測位誤差の傾向の違いに現れたか

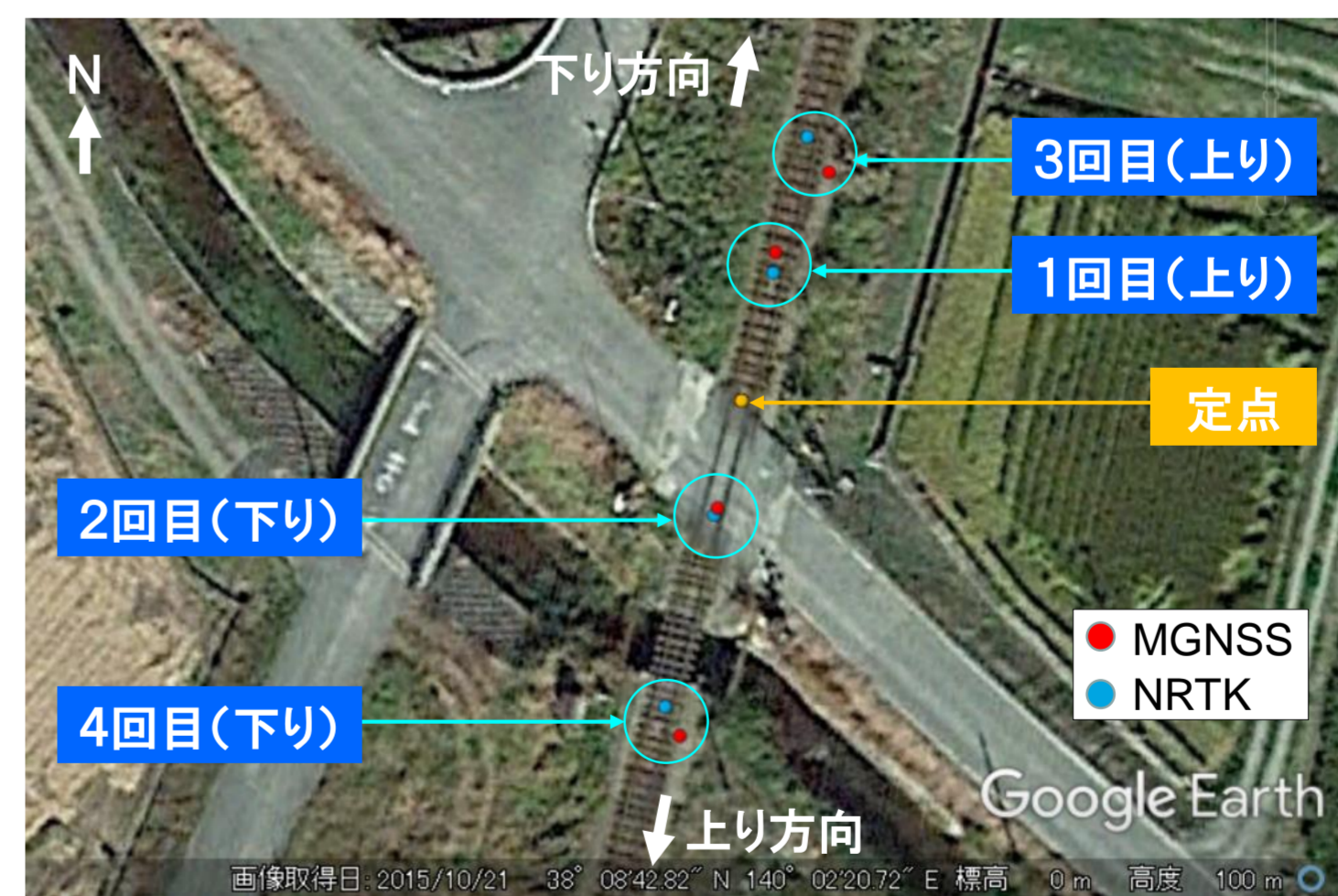
踏切A	緯度			経度			測位誤差 [m]	速度 [km/h]	
	度	分	秒	度	分	秒			
高精度測位	38	8	42.06592	140	2	22.22527	—	—	
1往復目	MGNSS	38	8	42.3177	140	2	22.299	7.968	58.5
		NRTK	38	8	42.28302	140	2	22.29387	
2往復目	MGNSS	38	8	41.8836	140	2	22.1733	5.762	55.7
		NRTK	38	8	41.87212	140	2	22.16617	
3往復目	MGNSS	38	8	42.4536	140	2	22.4148	12.814	59.5
		NRTK	38	8	42.51352	140	2	22.36747	
4往復目	MGNSS	38	8	41.5497	140	2	22.0464	17.851	62.3
		NRTK	38	8	41.54662	140	2	22.06026	

MGNSS:条件I NRTK:条件II 衛星測位情報から得られた定点通過時の値

- 受信機の測位結果出力周期(サンプリング周波数)と列車速度に応じて測位精度の分解能に変化が生じることに注意が必要
- 60km/hではレーザ変位計とアンテナの離隔が分解能より小さいため、レーザ変位計とアンテナの取付位置は同一と見なして測位誤差を算出(今回の実験では離隔は0.8m, 分解能は60km/hで条件I: サンプリング周波数5Hzで3.33m, 条件II: 同10Hzで1.67m)

## 測位結果のGoogle Earth上へのプロット

- 車上で衛星測位の結果は列車の進行方向に対して定点よりも後方の位置を示しており、列車走行中の衛星測位の結果は実際の走行位置よりも後方の位置を示す可能性あり
- その理由として、イ)過去の測位結果等も活用して現在位置を算出する手法、ロ)受信機とサーバの間の携帯電話回線等における通信遅延(条件IIのネットワーク型RTK測位)、ハ)測定機器の時刻同期の遅れやデータ分析時の読み取りのズレ が考えられる



### 踏切A

★講演概要(冊子版)の図6に誤りがありました。訂正しお詫びいたします。WEB公開版は正のものを掲載しております

## おわりに

- 実列車の走行による実験を実施したところ、提案手法に基づいて測位誤差が算出されていること、列車走行時間帯によって測位誤差の傾向に違いが見られることを確認
- 実験結果から、列車走行中の衛星測位の結果は実際の走行位置よりも後方の位置を示す可能性があることを示唆
- 提案手法についての引き続きの検討、高速域における提案手法の妥当性の検証のほか、鉄道分野への衛星測位の利活用に向けての衛星の健全性や信頼性に関する評価についても今後検討を進めていきたい

(謝辞)列車走行実験は山形鉄道株式会社のご協力を得て実施しました。ここに謝意を表します。