

地方鉄道における営業車両を用いた 動的軌道状態把握の取組

交通システム研究部

※小野 寛典

佐藤 安弘

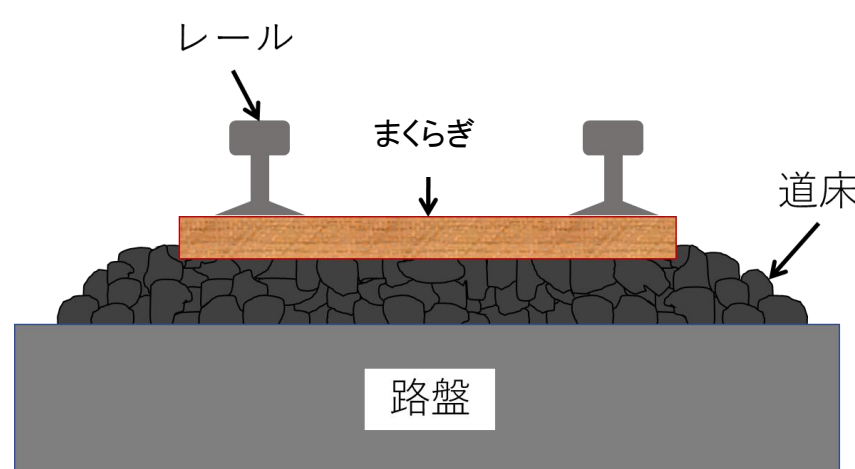
篠田 憲幸（客員研究員）

緒方 正剛（客員研究員）

研究背景

鉄道は軌道により車両を支持・案内している
→軌道の状態管理は重要

鉄道事業者は**軌道変位**を計測し、
軌道の異常箇所を発見・整備している



軌道変位とは

軌道の本来あるべき形状からのずれ量
以下の5種類の変位量で管理される

高低変位 通り変位 軌間変位 水準変位 平面性変位

軌道変位検測方法

検測方法には**動的**と**静的**の2種類がある

動的: 車両荷重が負荷された状態

静的: 車両荷重が負荷されていない状態

車両荷重により軌道が変形する

→**動的**が望ましい

幹線鉄道では**動的**軌道検測が導入されているが...

・地方の鉄道事業者では費用などの理由で**静的**軌道検測で対応

・荷重が負荷されず頻度が限られる(年1回程度)ため、軌道状態を十分に把握できない

当研究所での取組

研究のコンセプト

軌道変位を精密に計測できなくとも
安全上**注意すべき箇所**を簡易かつ**効率的に発見**する

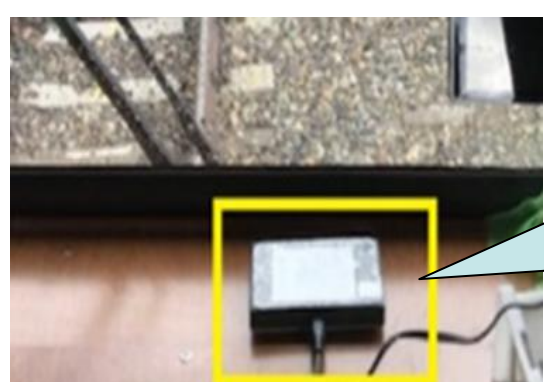


安価・小型なセンサ類を**営業車両**に設置、計測することで
動的軌道状態を高頻度に把握可能となる

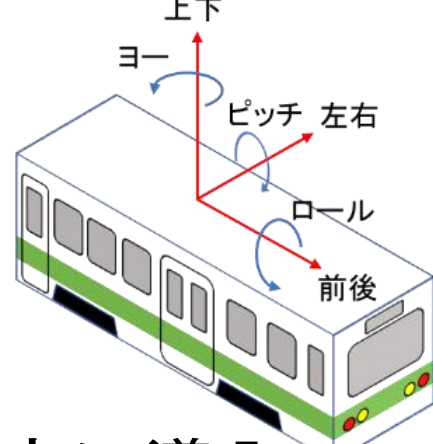
①高低変位の要注意箇所の把握

高低変位と車両の上下振動加速度には相関関係がある
→車両の上下振動加速度から高低変位の程度を推定可能

営業車両に小型端末を搭載し車両動揺をモニタリング



加速度センサ
ジャイロセンサ
GPS受信機
等を内蔵



地方鉄道においてこの管理手法を軌道保守に導入

年	高低変位超過箇所数		
	左レール	右レール	合計
2020	166	167	333
2021	101	102	203
2022	140	143	283
2023	95	85	180
2024	82	72	154

年1回の軌道検測結果

軌道状態を高頻度で把握することで
保守が計画的、効率的に実施可能となった

減少

軌道状態が良化

②通り変位の要注意箇所の把握

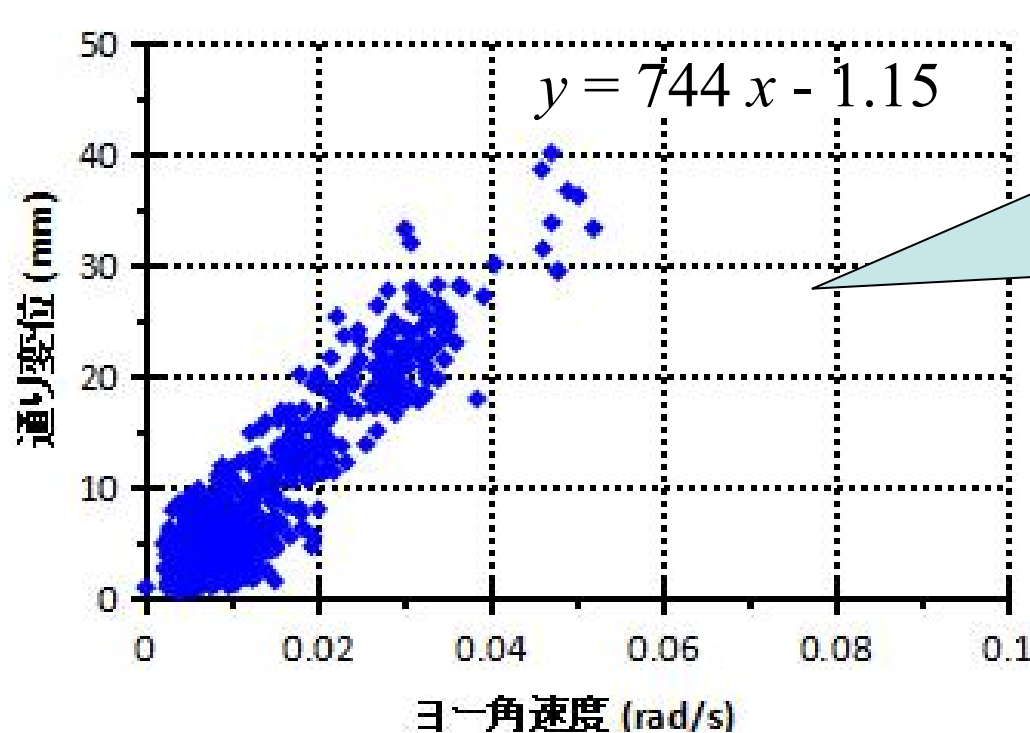
$$Y = V/R$$

$$D = 12500/R$$

Y: ヨー角速度(rad/s) V: 速度(m/s)

R: 曲線半径(m) D: 通り変位(mm)

上式より、車両のヨー角速度と通り変位には比例関係が成り立つ



①と同じく、営業車両に小型端末を搭載

車両のヨー角速度と軌道の通り変位を実測し関係性を把握

1点は10m毎の最大値

長波長の通り変位に限り、ヨー角速度から把握可能
短波長の通り変位については今後検討

まとめ

当研究所では営業車両による動的軌道状態を把握する手法についての研究に取り組んでおり、

①で紹介した高低変位に対応する手法については一部事業者を導入されつつある。

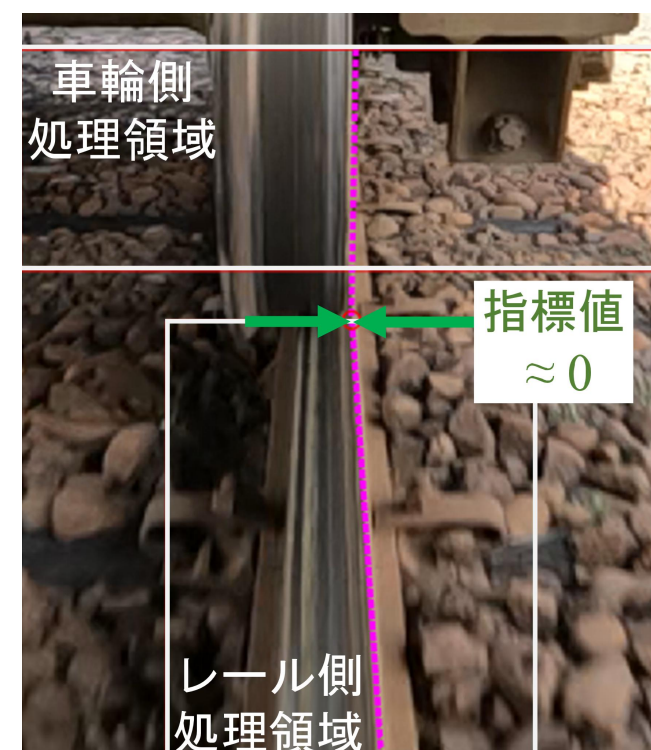
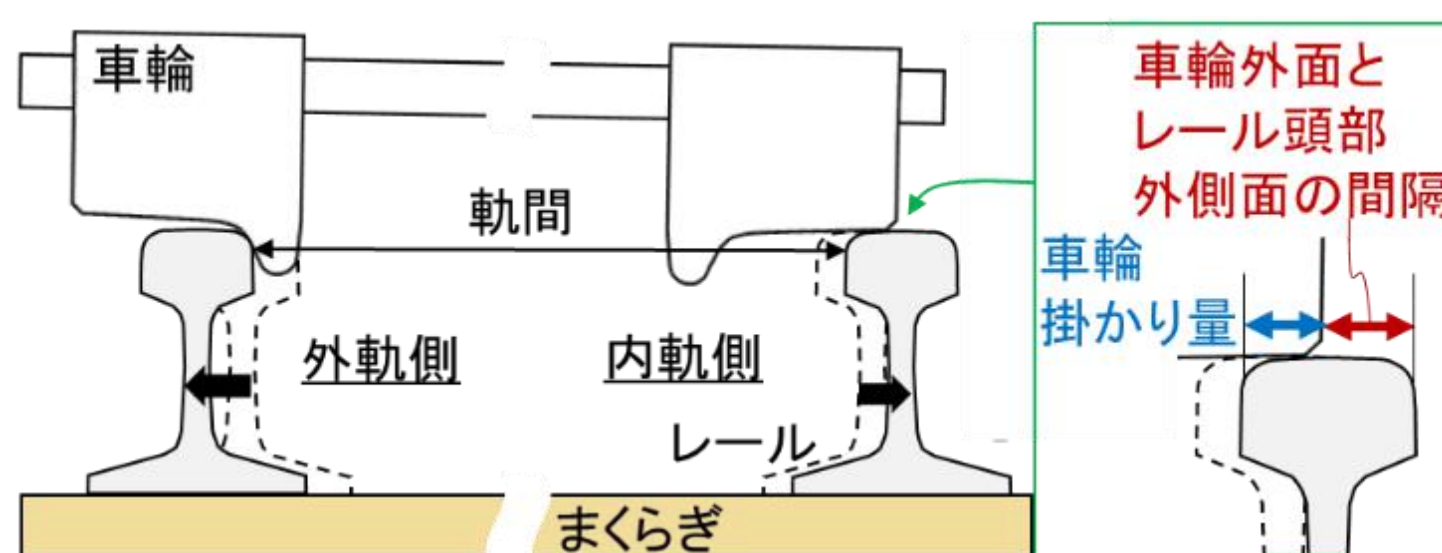
今後の取組

これら手法を地方鉄道へ導入すべく、地方鉄道事業者が容易に扱えるソフトウェアの製作等の検討を進める。

	高低変位	通り変位	軌間変位	水準変位	平面性変位
計測方法	車両動揺 (①で説明)	車両動揺 (②で説明)	車輪とレールの 掛かり量 (③で説明)	レールの高さと 車体の傾き (④で説明)	レールの高さと 車体の傾き (④で説明)
使用するセンサ	加速度センサ	加速度センサ + ジャイロ	小型カメラ	LiDARセンサ + ジャイロ	LiDARセンサ + ジャイロ

③軌間拡大の要注意箇所の把握

軌間を計測するのではなく、曲線部内軌側レールと車輪の掛かり量を
小型カメラで撮影し評価(※)



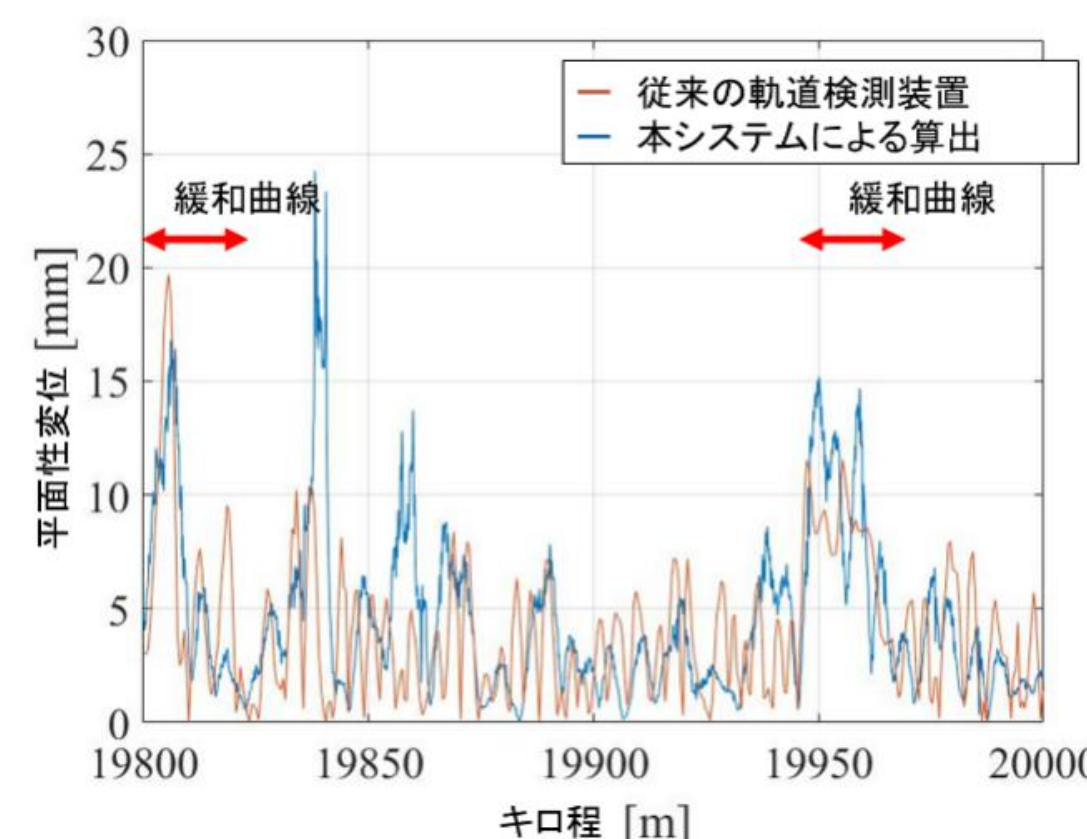
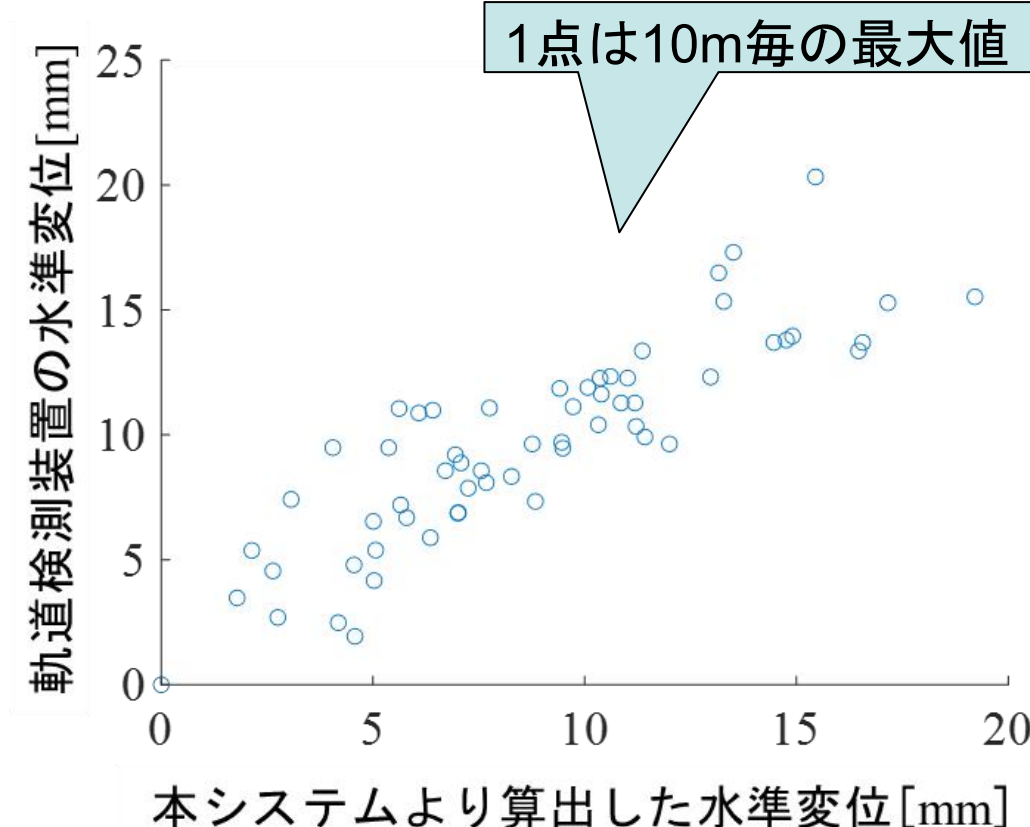
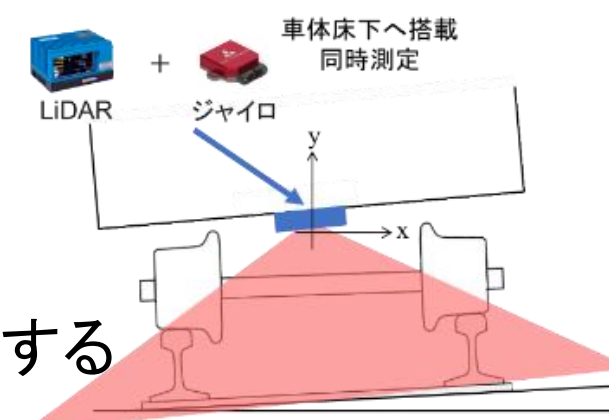
画像解析による車輪掛かり量の算出も検討しているが、
画像を見るだけでも危険な箇所を十分把握することが可能

(※)特願2024-7686

④水準変位及び平面性変位の要注意箇所の把握

計測手法

- LiDARセンサで車体から左右のレールの高さを計測
- ジャイロセンサにより車体の傾きを補正
- 左右レールの高さの差を算出し水準変位とする
- 5m隔てた2箇所の水準変位の差を算出し平面性変位とする



一部外乱等による相異があるが、水準変位の傾向を十分にとらえている
緩和曲線部の比較的大きな平面性変位を把握できる