

携帯情報端末による 高頻度車上計測データを活用した 軌道状態管理

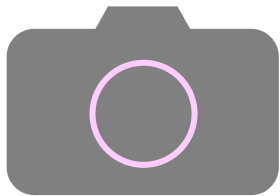
軌道技術研究部 軌道管理研究室長
田中博文

列車巡視の脱技能化・高度化のために携帯情報端末を活用した手法を提案

- 鉄道構造物等維持管理標準(軌道編)に定められた列車巡視の位置付けを満足
- 地域鉄道事業者やJR・大手鉄道事業者ローカル線での導入を目指し、低コストな構成

目視による確認項目

- 多岐にわたる線路状況
- 画像(カメラ)



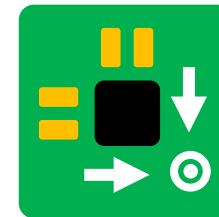
位置情報

- GNSS(GPS等)



体感による確認項目

- 列車動揺
- 加速度センサ



汎用の携帯情報端末(スマートフォン)の活用

- ハードウェアの開発は不要

専用アプリが必要

開発した列車巡視支援アプリ(Train Patroller)の概要



- 携帯情報端末(スマートフォン/iPhone)上で動作
- 簡易な操作性を追求し, 鉄道従事員が計測開始・終了の操作を実施
- スマートフォンの各種センサを駆使し, 様々な項目を計測可能



センサ	計測項目	計測モード		
		振動	振動 &動画	動画
GPS レシーバ	移動速度	○	○	○
	緯度・経度	○	○	○
モーション センサ	3軸加速度	○	○	—
	3軸角速度	○	○	—
背面カメラ	動画	—	○	○

携帯情報端末で高頻度に車上計測したデータを活用した軌道状態管理を検討

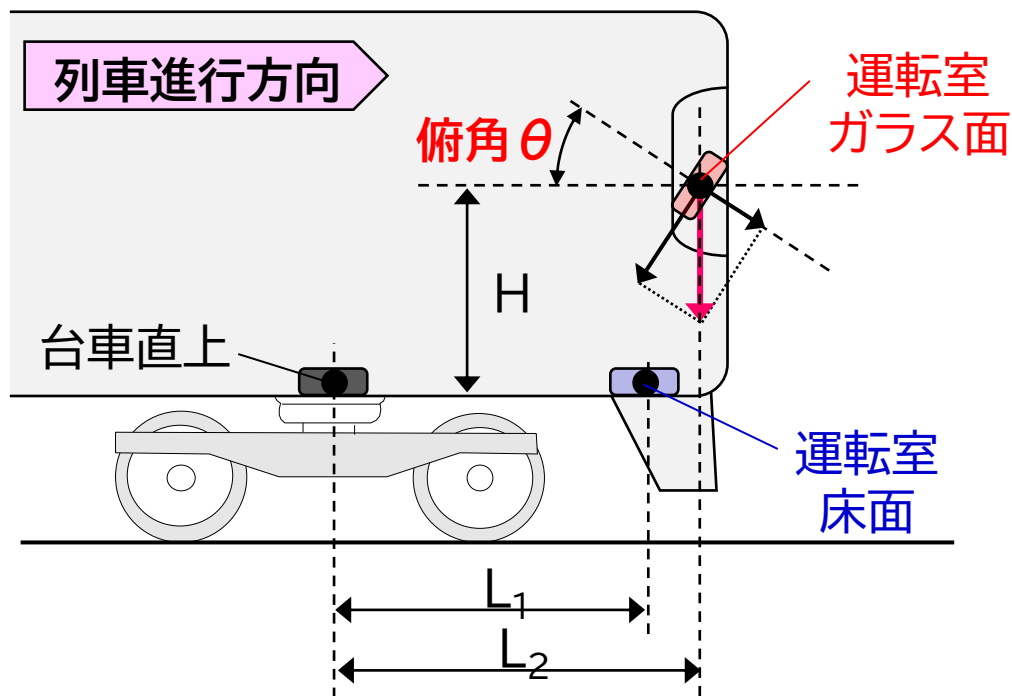
1. 背景・目的
2. 営業車両における計測方法の検討
3. 地域鉄道における高頻度計測の例
4. 都市鉄道における高頻度計測の例
5. まとめと成果の活用

2. 営業車両における計測方法の検討

計測位置における振動加速度の違いの影響

- 軌道状態や車両条件が異なる複数の路線・車両形式において、検証試験を実施

スマートフォンの設置箇所



計測路線・車両の条件の例

路線・車両形式	A・a	B・b	C・c
路線区分	都市鉄道	地域鉄道	地域鉄道
線区最高速	100 km/h	65 km/h	65 km/h
車両種別	電車	気動車	気動車
L_1 [m]	2.8	2.6	2.8
L_2 [m]	3.0	2.8	3.0
H [m]	1.0	1.2	1.4
θ [deg]	30	10	25

2. 営業車両における計測方法の検討

計測位置における振動加速度の違いの影響

- 軌道状態や車両条件が異なる複数の路線・車両形式において、検証試験を実施

スマートフォンの設置状況の例

- 列車前頭の例



市販の剛な吸盤治具

列車動揺の分析方法

- 台車直上に対する列車前頭(2箇所)の振動を比較
- 分析指標/
 - (i)周波数特性(パワースペクトル密度:PSD)
 - (ii)振幅値(特定周波数帯域のパワー合計:POA値)

$$(\text{振幅比}_{\text{POA}}) = \sqrt{\frac{\text{列車前頭のPOA値}}{\text{台車直上のPOA値}}}$$

※全振幅値の増幅率と等価な指標

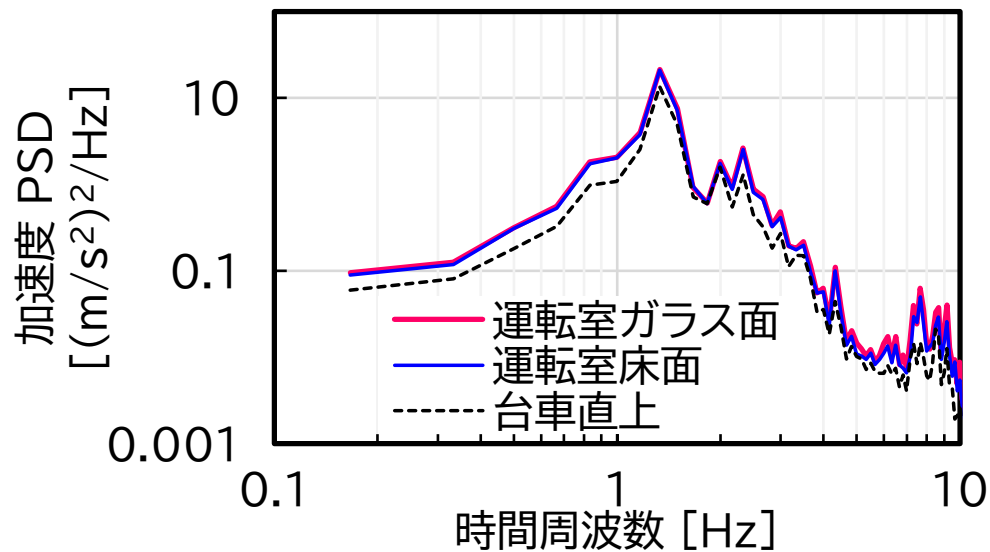
2. 営業車両における計測方法の検討

計測位置における振動加速度の違いの影響

- 路線A・車両形式a (都市鉄道・通勤形電車)の例

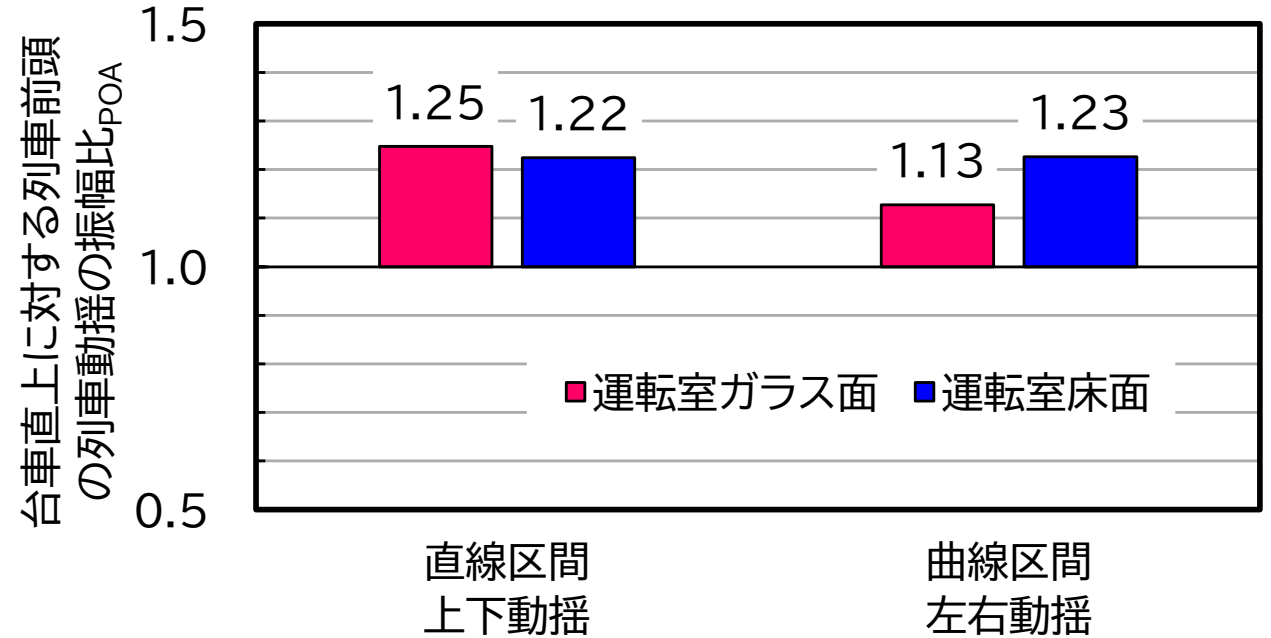
周波数特性(PSD)

※直線区間・上下動の例



振幅比_{POA}

※ PSDの0.5~8Hzの値(POA値)

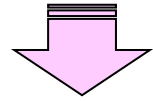


台車直上と比較して、列車前頭で計測した列車動揺の振幅比は大きくなる傾向

2. 営業車両における計測方法の検討

計測位置における振動加速度の違いの影響

軌道状態や走行速度の影響もあるが、路線・車両形式によるばらつきは大きい



- 携帯情報端末で高頻度計測したデータを軌道状態管理に活用するには、
① 計測位置・方法 ② 計測車両
を揃えることが重要



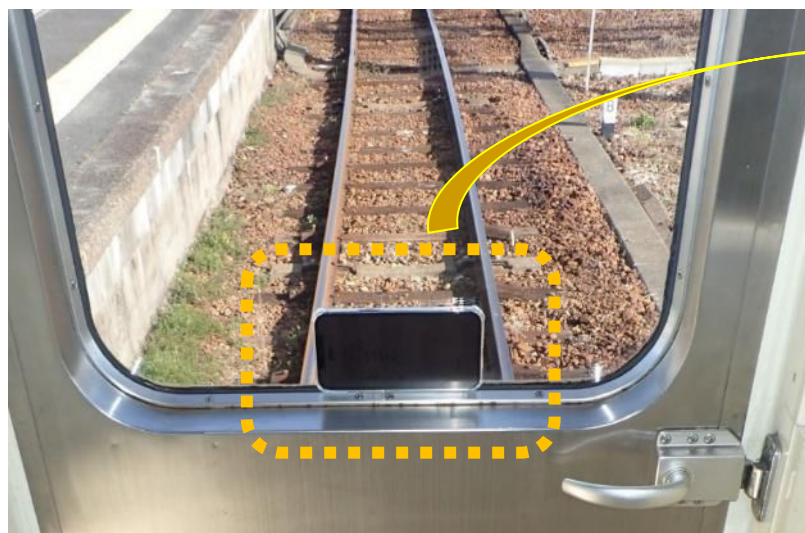
- 運転台で計測した振動加速度を列車動揺管理に活用するには、
 - 安全側の結果になるのでそのままの値を使用する
 - 関係を正確に把握するために、事前のキャリブレーション測定を推奨

1. 背景・目的
2. 営業車両における計測方法の検討
3. 地域鉄道における高頻度計測の例
4. 都市鉄道における高頻度計測の例
5. まとめと成果の活用

3. 地域鉄道における高頻度計測の例

地域鉄道における試験計測の概要

- 測定路線：延長約70km，最高運転速度80km/h，
列車巡視は週に1回 ※ 軌道検測車が年に2回運行
- 設置場所：営業車両・前頭の貫通扉
- 使用端末：iPhone 14 ×1台（吸盤治具で固定）



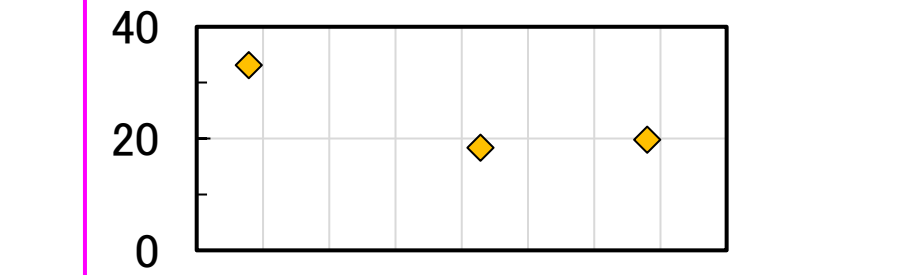
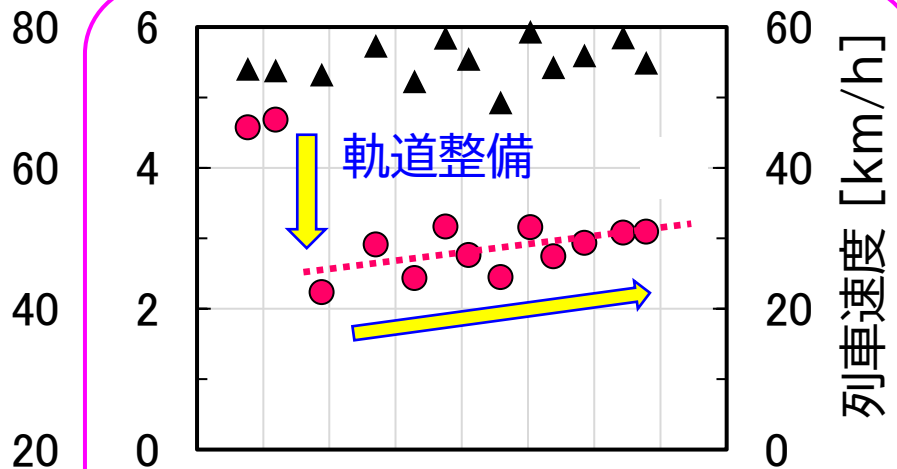
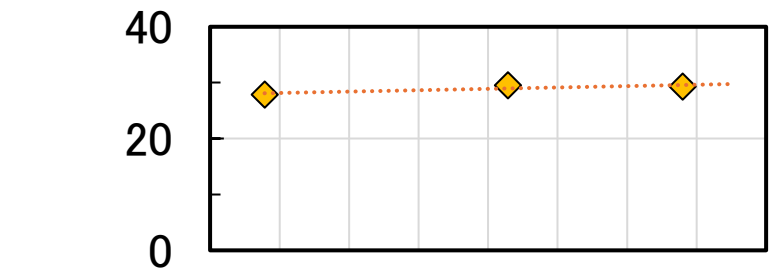
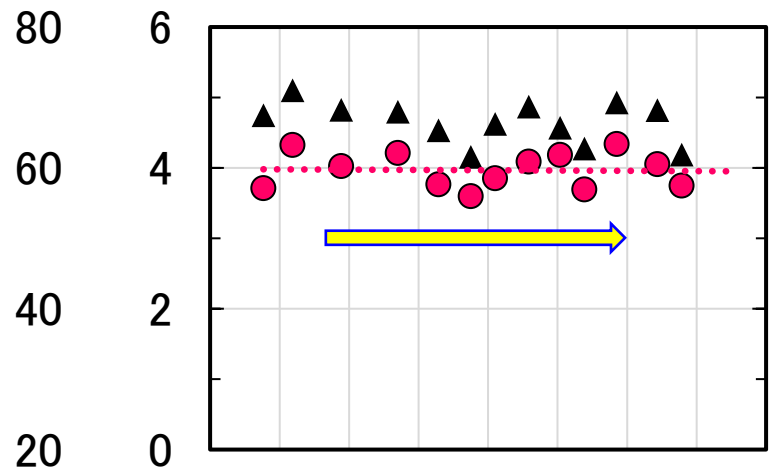
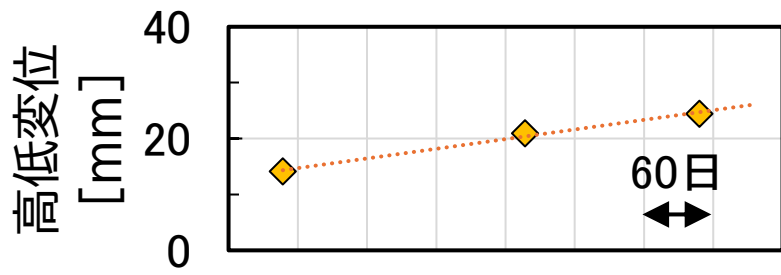
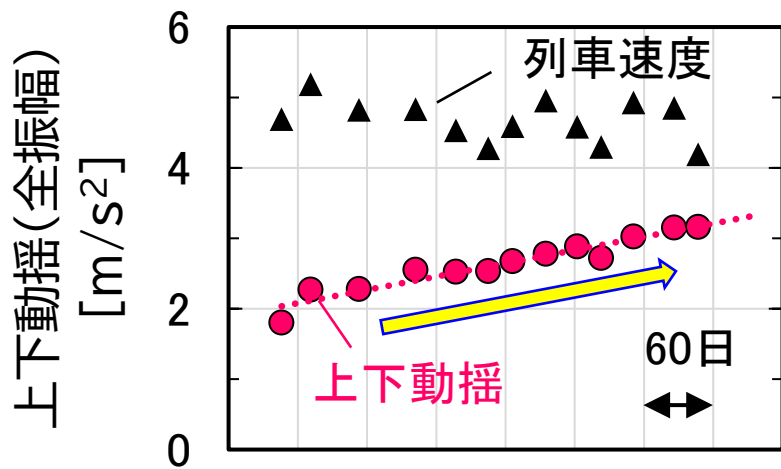
市販の剛な吸盤治具
／俯角10°

列車巡視の際に、1か月に1～2回の頻度で、2年以上にわたって継続して計測を実施

3. 地域鉄道における高頻度計測の例

上下動揺と高低変位の推移

・ 列車巡視時に月1回の頻度で計測されたデータを分析



列車動揺の推移から、動的な軌道状態の変化を確認可能

次のスライドで
列車前方画像を確認

3. 地域鉄道における高頻度計測の例

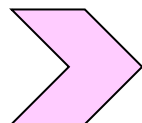
着目箇所列車前方画像の例

- 前スライドの右端の箇所

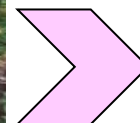
- 俯角10°の画像



軌道整備前



軌道整備後



1年後

着目箇所前方画像を確認することで、
列車動揺の発生原因の確認や軌道整備方法の検討などが可能

1. 背景・目的
2. 営業車両における計測方法の検討
3. 地域鉄道における高頻度計測の例
4. 都市鉄道における高頻度計測の例
5. まとめと成果の活用

4. 都市鉄道における高頻度計測の例

都市鉄道における試験計測の概要

- 測定路線：延長約80km，最高運転速度110km/h，
- 設置場所：営業車両・前頭の運転台上(振動のみ計測)
- 使用端末：iPhone 15Pro ×1台（両面テープで固定）



常設計測のため，
外部電源にて給電を実施

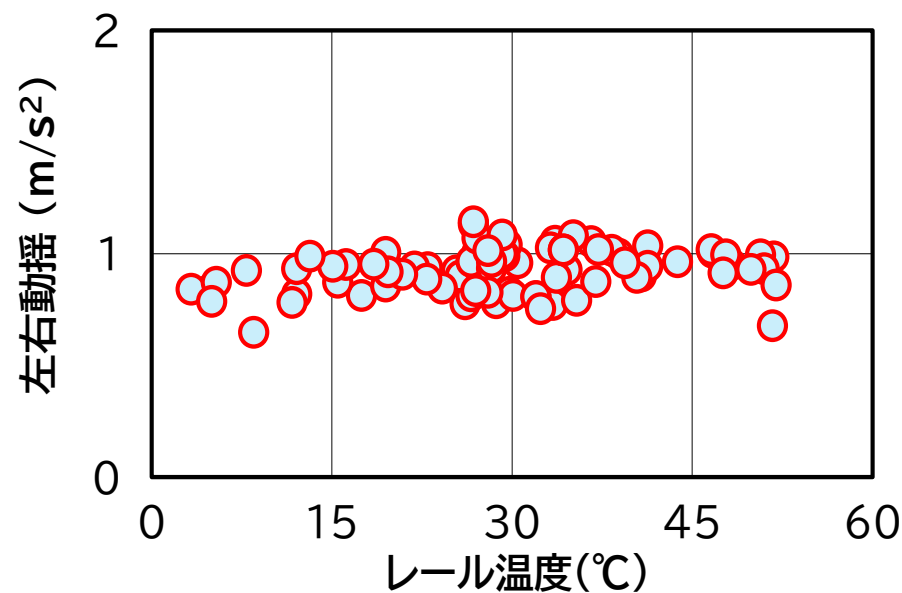
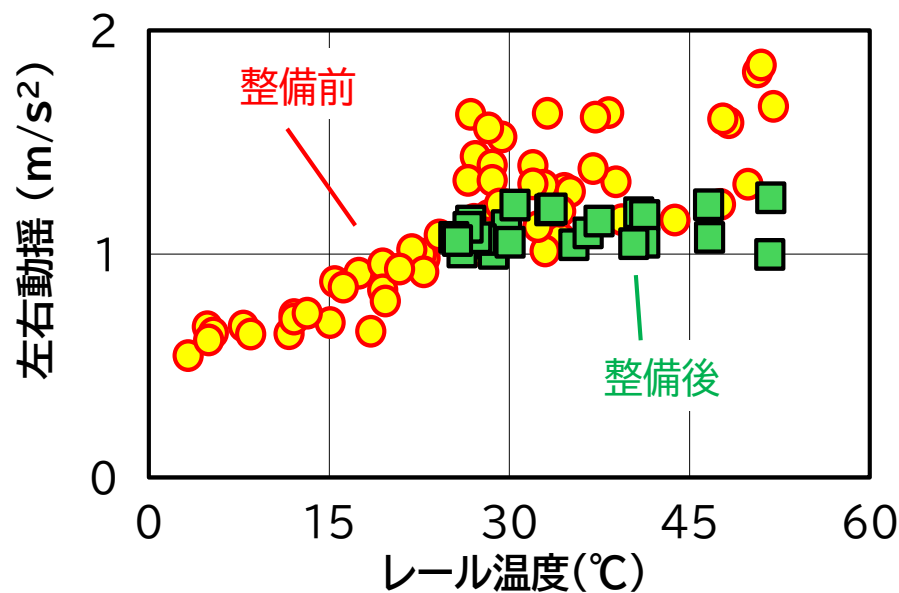
計測データの転送のため，
SIMカードを搭載

営業車に携帯情報端末を常設し，1日に2～3回の頻度で，
春から夏の半年以上にわたって継続して計測を実施

4. 都市鉄道における高頻度計測の例

夏季のレール温度上昇に伴う通り変位増大の予兆把握事例

- 半径750mのバラスト軌道の緩曲線にて、列車巡視時に左右動揺を確認(動揺申告)
- その後の現地確認により、通り変位+15mmを確認



レール温度と左右動揺に強い相関を確認

同一曲線内の別の箇所の関係

レール温度と左右動揺の関係を分析することで、夏季の通り変位増大の予兆把握の可能性あり

1. 背景・目的
2. 営業車両における計測方法の検討
3. 地域鉄道における高頻度計測の例
4. 都市鉄道における高頻度計測の例
5. まとめと成果の活用

5. まとめと成果の活用

まとめ

- 営業車両で高頻度計測する場合は、
計測条件(計測車両形式, 設置位置)を揃えることが重要
- 地域鉄道における高頻度計測(月に1回程度)によって、
動的な軌道状態の推移を定量的に把握可能なことを確認
- 都市鉄道における高頻度計測(日に1回程度以上)によって、
夏季の通り変位増大の予兆把握の可能性を確認

成果の活用

- 地域鉄道・都市鉄道における列車巡視の低コストなデジタル化
- 夏季のレール温度上昇時の列車巡視の省人化

※ 本研究の一部は、国土交通省鉄道技術開発費補助金を受けて進めています。

1. 田中博文, 趙博宇, 蘇迪, 長山智則: 携帯情報端末を活用した低コストな列車巡視支援方法の開発, 鉄道総研報告, Vol.39, No.1, pp.21-27, 2025
2. 田中博文: 携帯情報端末を活用した高頻度車上計測による軌道管理, 日本鉄道施設協会誌, 第63巻, 第10号, pp.821-824, 2025
3. 田中博文, 梶原和博: 列車巡視のために列車前頭で計測した振動加速度の列車動揺管理への活用, IV-1421, 土木学会第80回年次学術講演会, 2025
4. 田中博文: 列車巡視時に列車前頭で計測した振動加速度を用いた列車動揺管理, 第32回鉄道技術連合シンポジウム(J-RAIL2025), pp.205-208, S2-6-2, 2025