

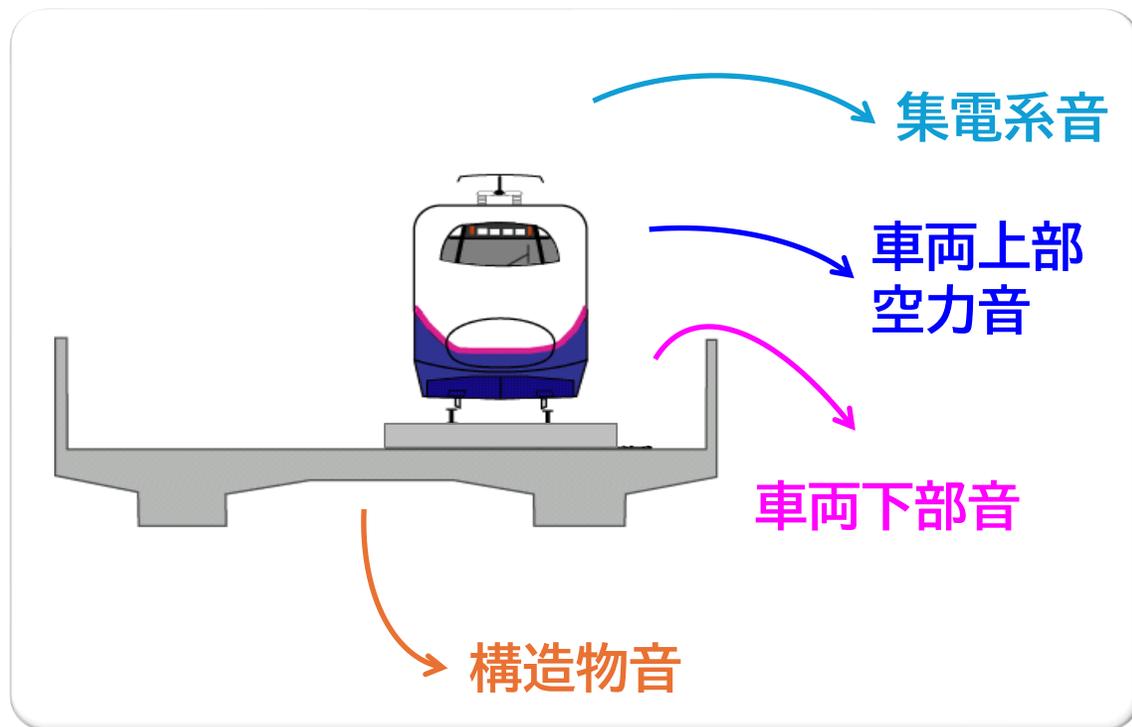
軌道検測車の車両床下騒音を用いた 新幹線の沿線騒音予測手法

環境工学研究部 騒音解析研究室
主任研究員 川口 二俊

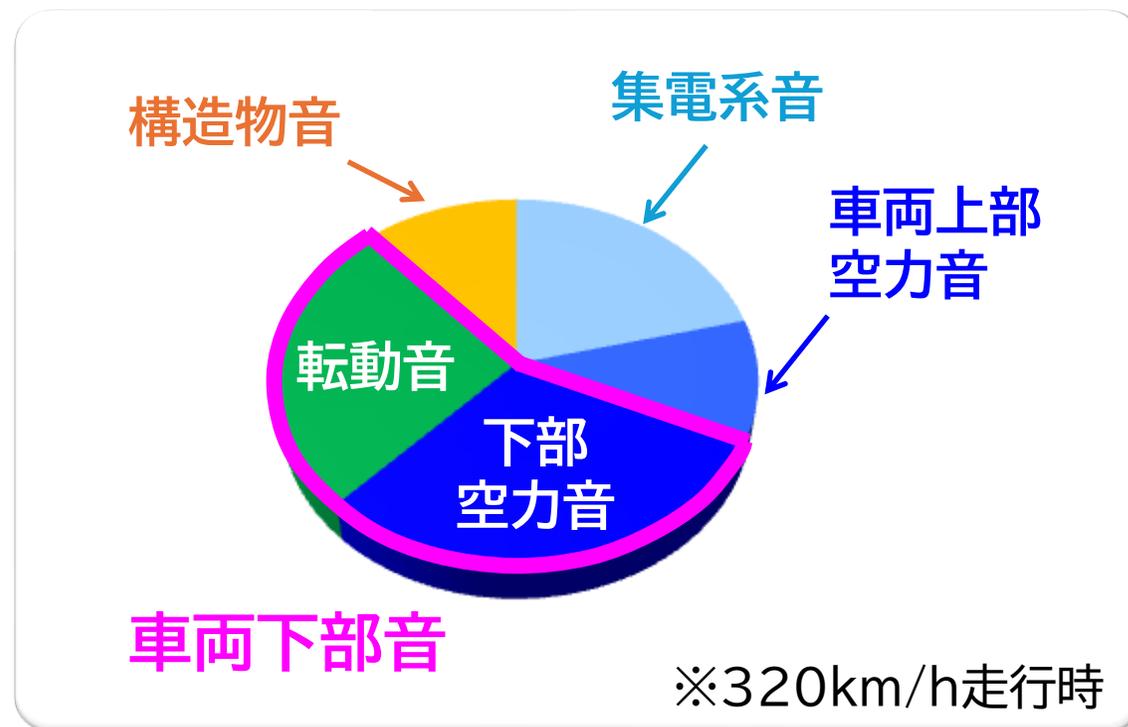
■新幹線の沿線騒音の低減は重要課題のひとつ

環境基準の遵守

新幹線騒音の音源



地上25m点騒音の音源別寄与度

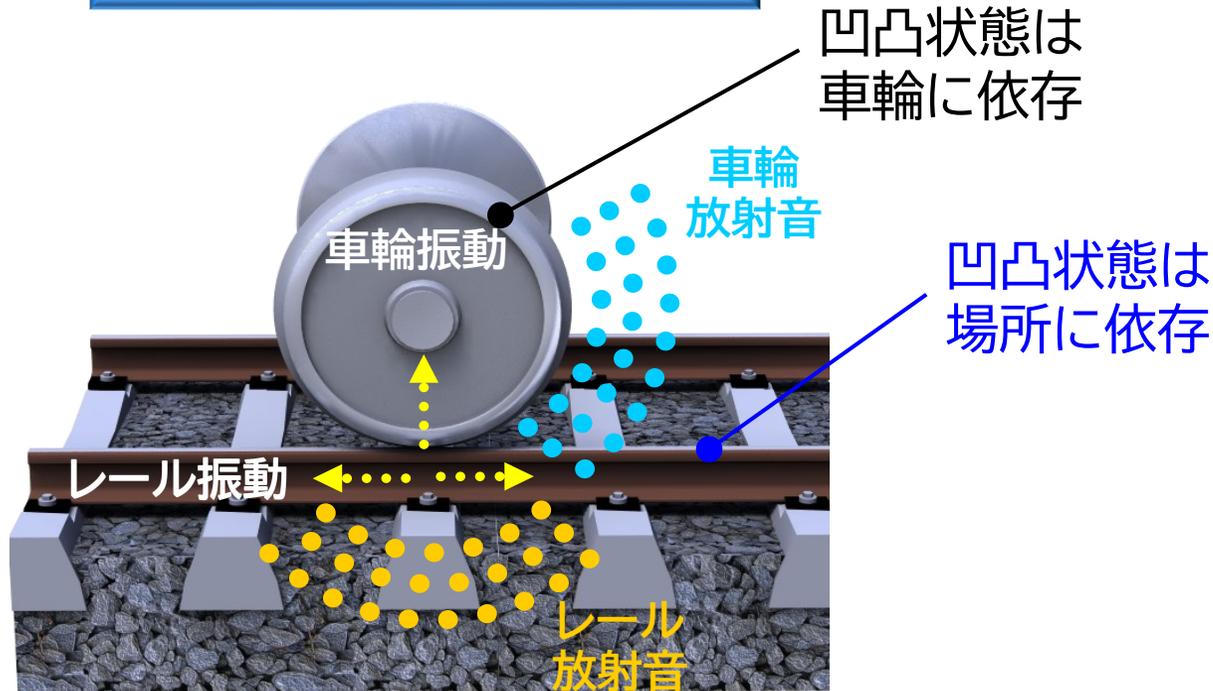


- 高速走行時(300km/h程度)の沿線騒音は、**車両下部音の寄与が大きい**
- 車両下部音のうち、**転動音**は走行地点や時期によって発生状況が異なる

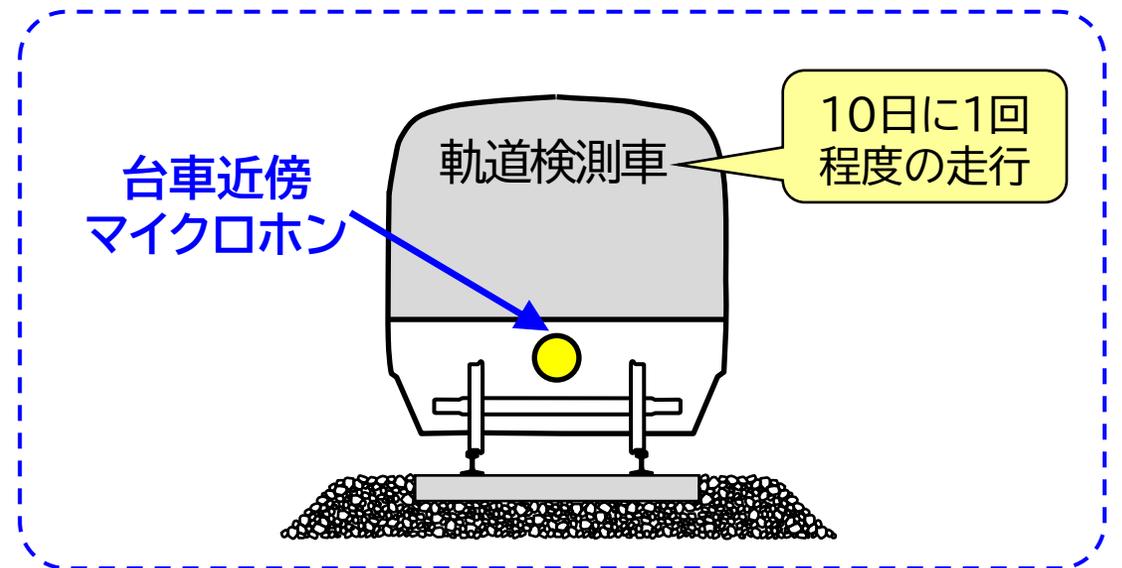
背景・目的

■ 転動音は車輪・レール接触面の凹凸状態により変化 ➡ 地上25m点騒音も変化

転動音の発生メカニズム



床下騒音の活用により、走行地点や時期によるレール凹凸状態を反映した沿線騒音予測に拡張



目的

軌道検測車の台車部近傍騒音を用いた沿線騒音予測手法の開発

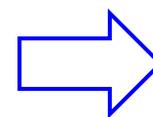
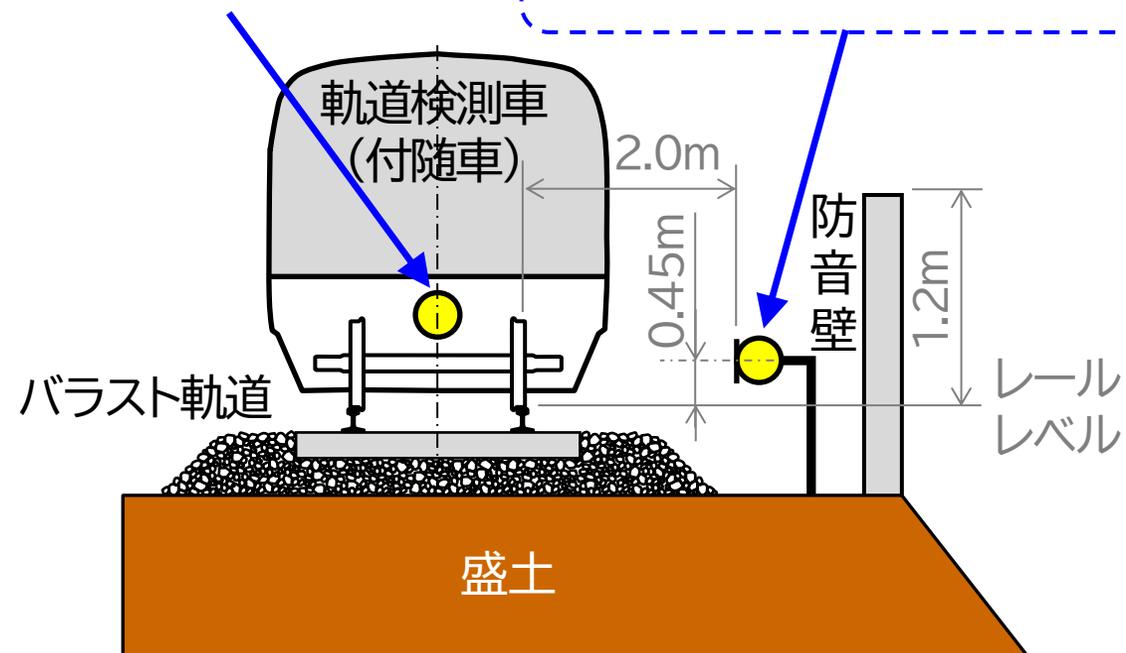
1. 研究の背景・目的
2. 床下騒音を用いた沿線騒音の予測方法
3. 現地試験データの分析方法
4. 試験結果
5. 予測結果
6. まとめ

床下騒音を用いた沿線騒音の予測方法

現地試験の実施状況

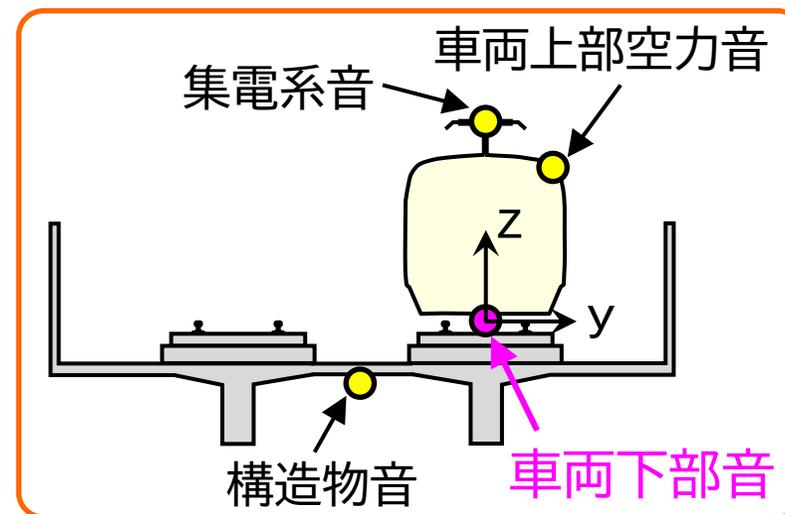
台車近傍マイクロホン
(各台車1点, SL, SF)

レール近傍マイクロホン
(100m範囲に等間隔5点)



既存予測手法に適用する
車両下部音パワーレベルの同定

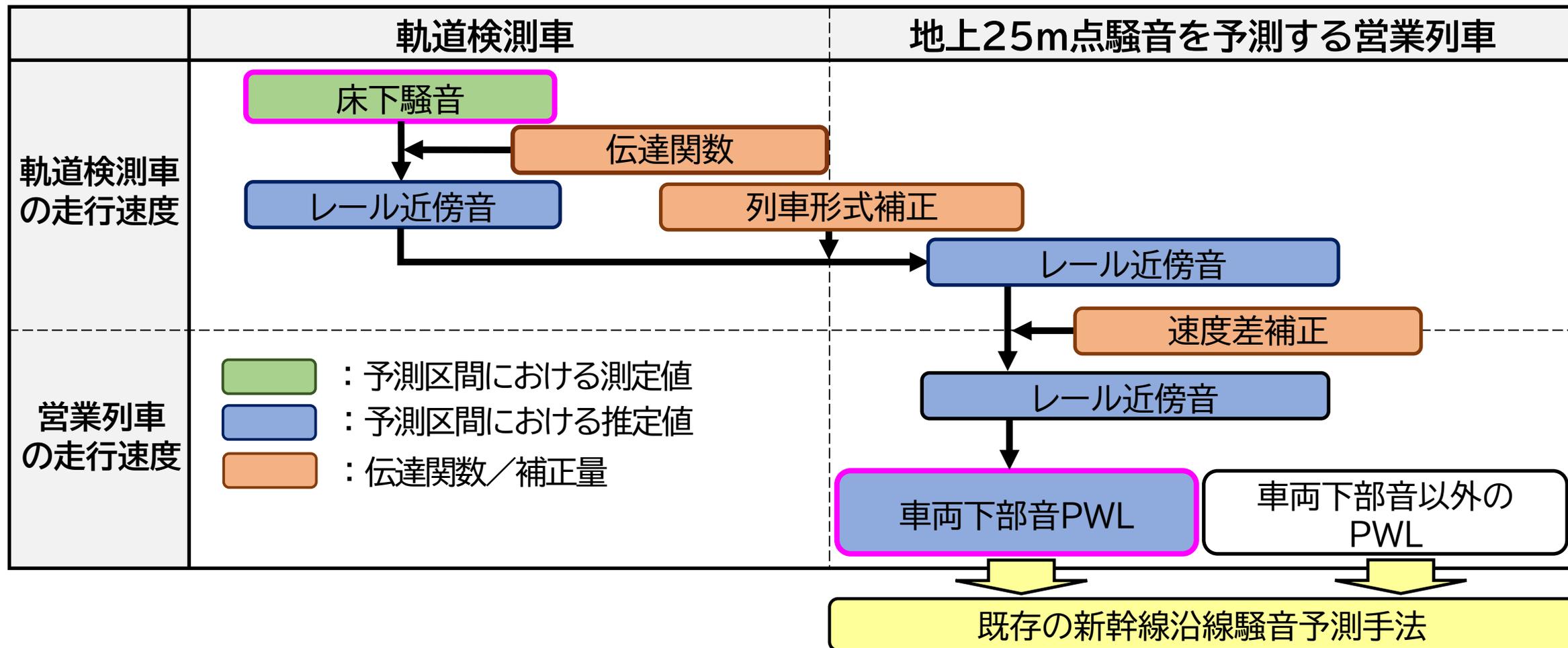
既存予測手法の音源モデル



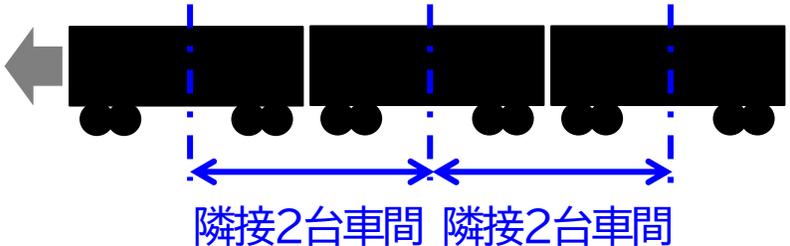
車上・地上同時測定により、床下騒音とレール近傍音の関係性などを把握

床下騒音を用いた沿線騒音の予測方法

床下騒音の測定により、場所ごとの営業列車の車両下部音パワーレベル(PWL)を決定



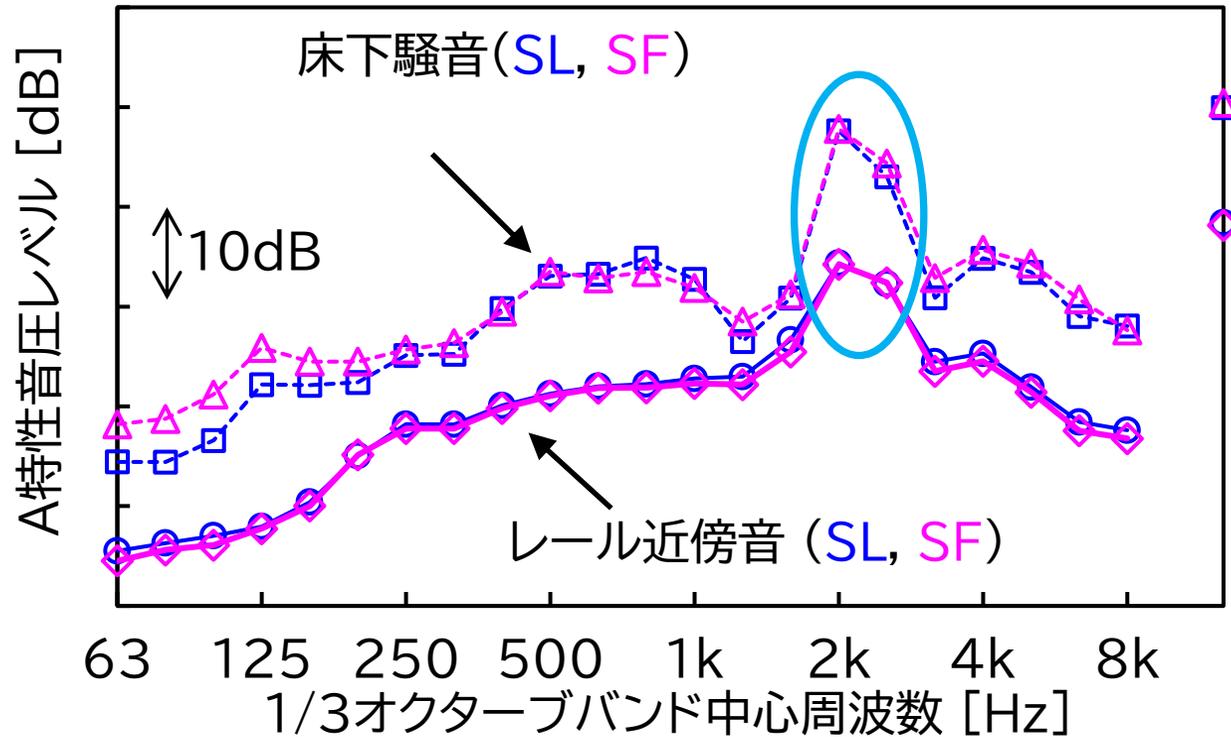
現地試験データの分析方法

	軌道検測車 ※床下マイク搭載	営業列車 ※地上25m点騒音の予測対象
走行速度	260km/h	260~283km/h
床下騒音	L_{Aeq}	
レール近傍音	L_{Aeq} , $L_{A,Fmax}$	$L_{A,Fmax}$
評価時間	 <p>隣接2台車間 隣接2台車間</p>	 <p>隣接2台車間 隣接2台車間</p>

- ※ L_{Aeq} : 等価騒音レベル
- ※ $L_{A,Fmax}$: 時間重み付け特性Fでの最大騒音レベル

試験結果

軌道検測車走行時の周波数特性



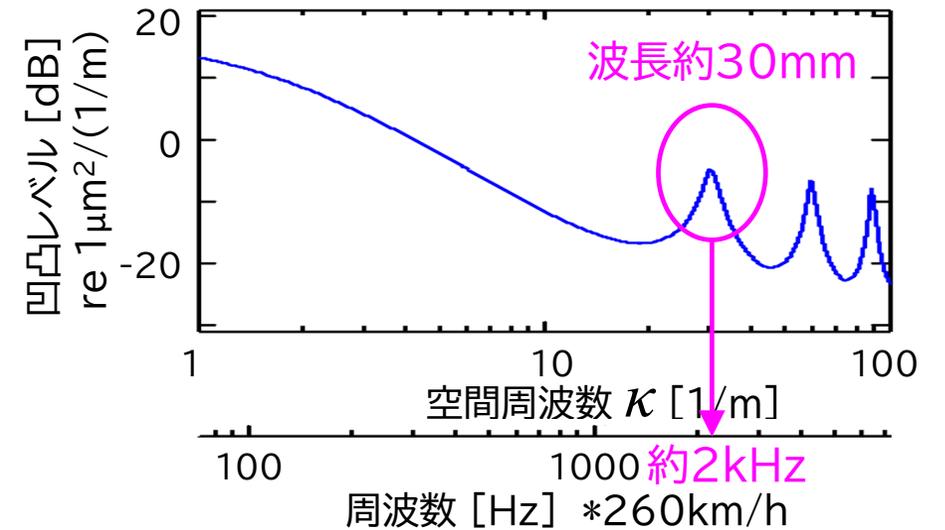
※260km/h、5回走行の L_{Aeq} の算術平均

地上測定点のレール凹凸分布

レール頭頂面粗さ測定器



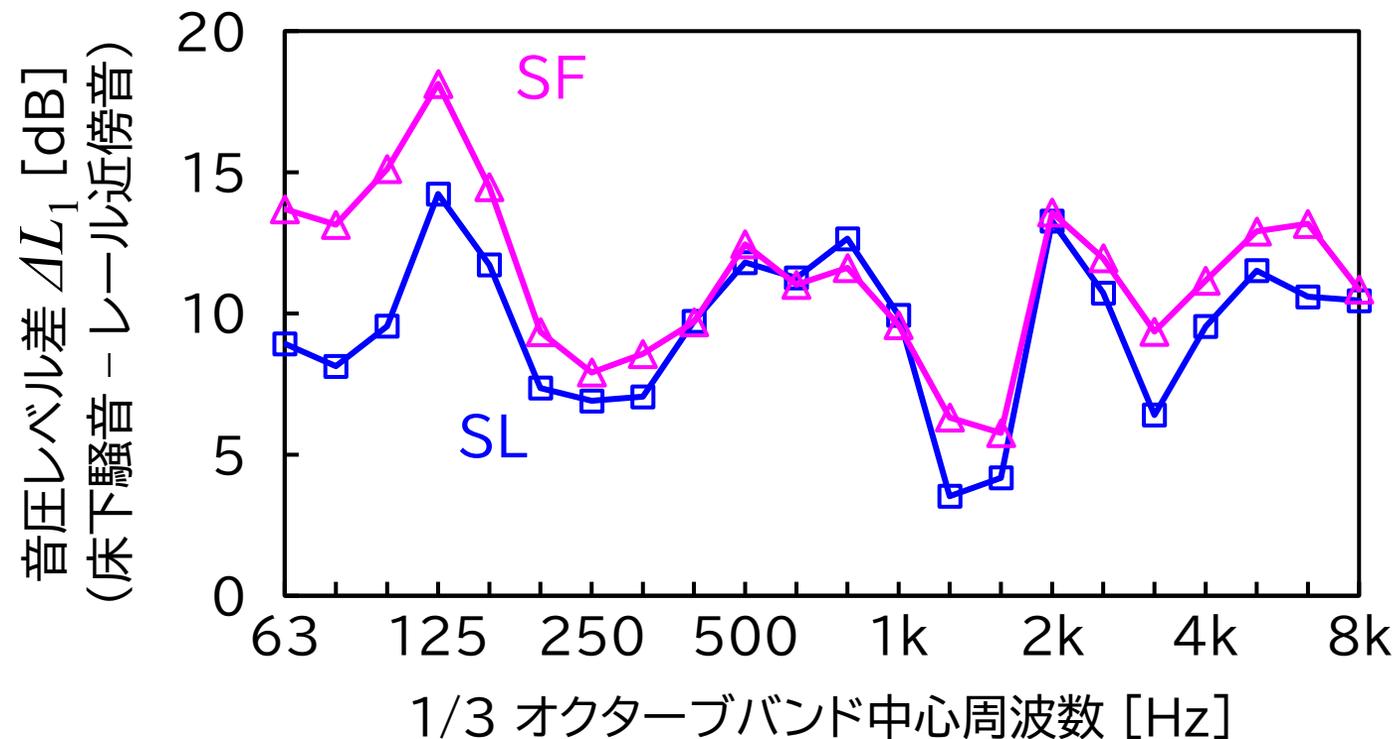
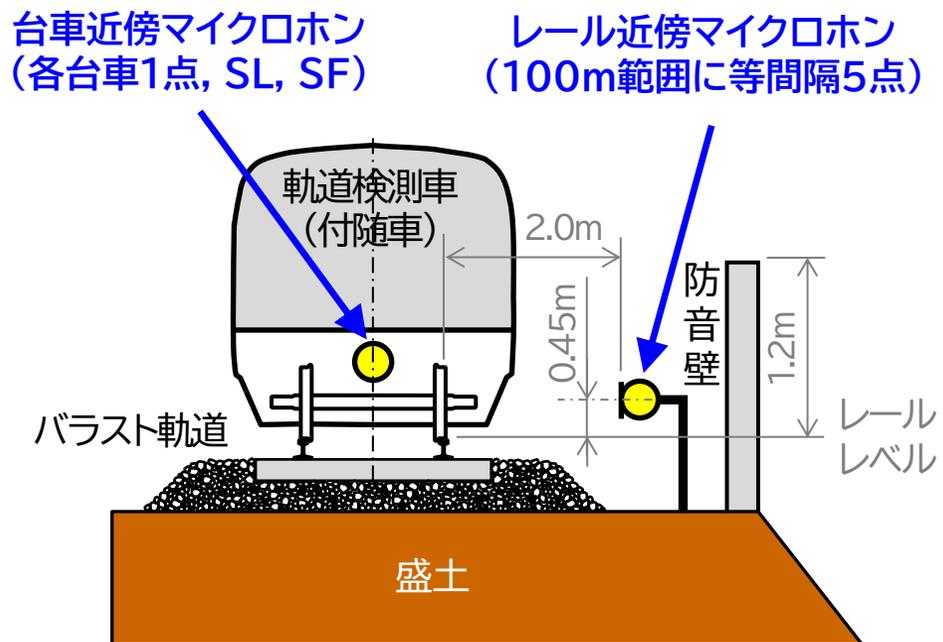
測定長: 1m
サンプリング周期: 1mm



床下騒音、レール近傍音にレール削正痕に起因する周波数ピーク(2kHz~2.5kHz帯)が発生
➡ 床下騒音にレール凹凸状態に起因する転動音の影響が含まれる

床下騒音とレール近傍音の関係性

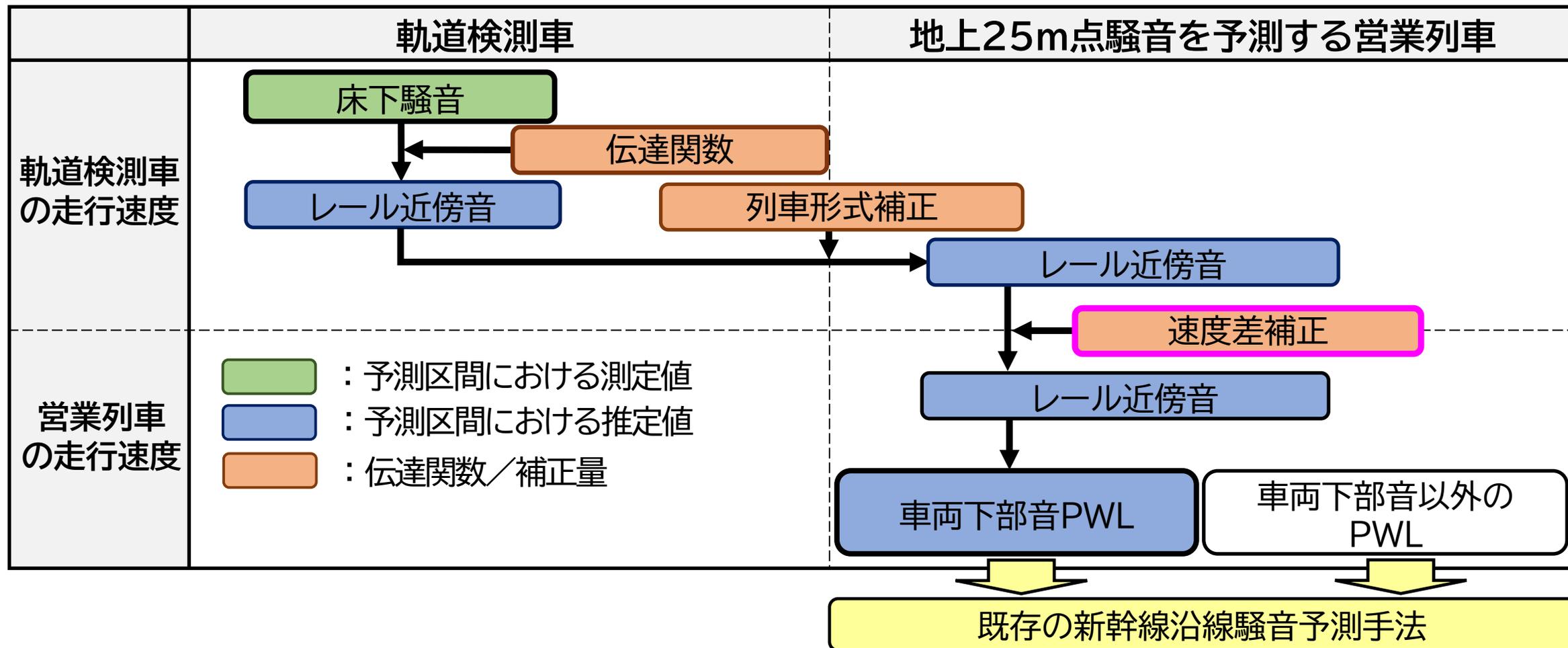
軌道検測車走行時の結果



ΔL_1 には、床下マイクロホンの設置位置(台車設置)で異なる空力音(~250Hz帯)の影響が現れる
→ 床下マイクロホンの設置位置ごとに ΔL_1 を定義
(他試験での知見から ΔL_1 は列車速度に依らず一定と考える)

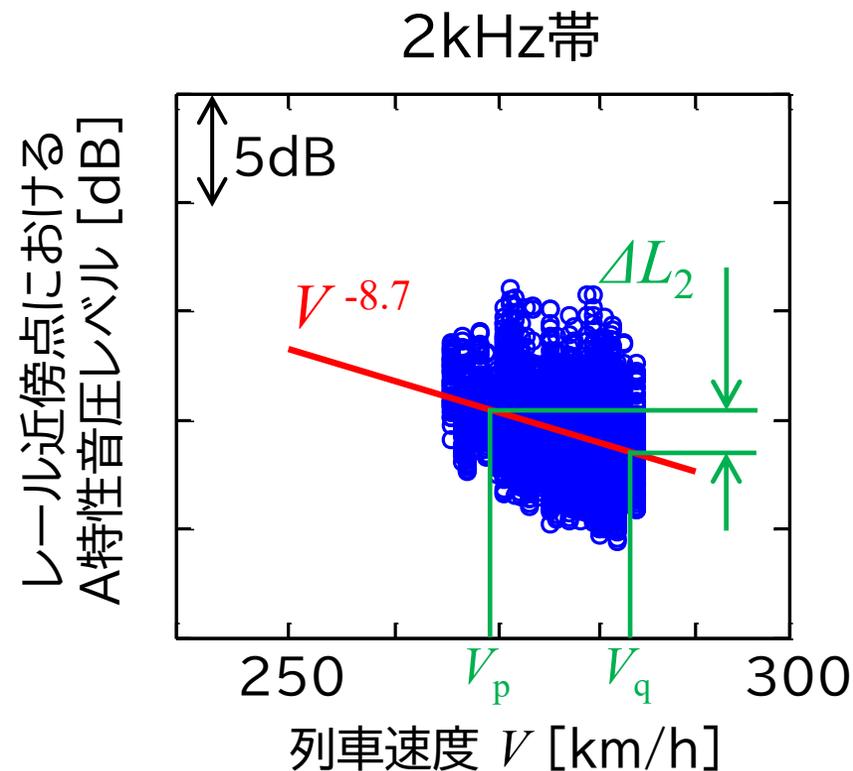
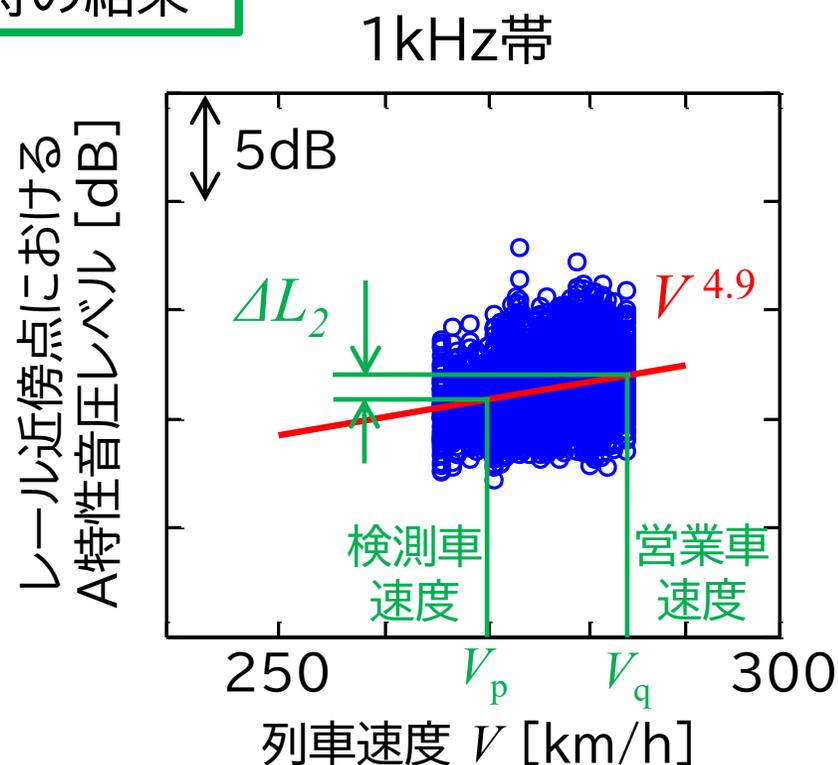
床下騒音を用いた沿線騒音の予測方法

床下騒音の測定により、場所ごとの営業列車の車両下部音パワーレベル(PWL)を決定



レール近傍音の速度依存性と速度差補正量

営業車走行時の結果



- 1kHz帯成分の速度依存性($V^{4.9}$)は、転動音の速度依存性(一般的に $V^2 \sim V^3$ 程度)よりも強い
➔ 車両下部音は転動音と空力音で構成
- 2kHz帯成分は、速度が高いほど小さくなる傾向
➔ レール凹凸(波長30mm付近)のスペクトルが示す傾向に一致
- 速度差補正量 ΔL_2 は、周波数帯によって異なる速度依存性を考慮

車両下部音パワーレベルの予測

予測区間の 構造物・列車条件

≪構造物≫

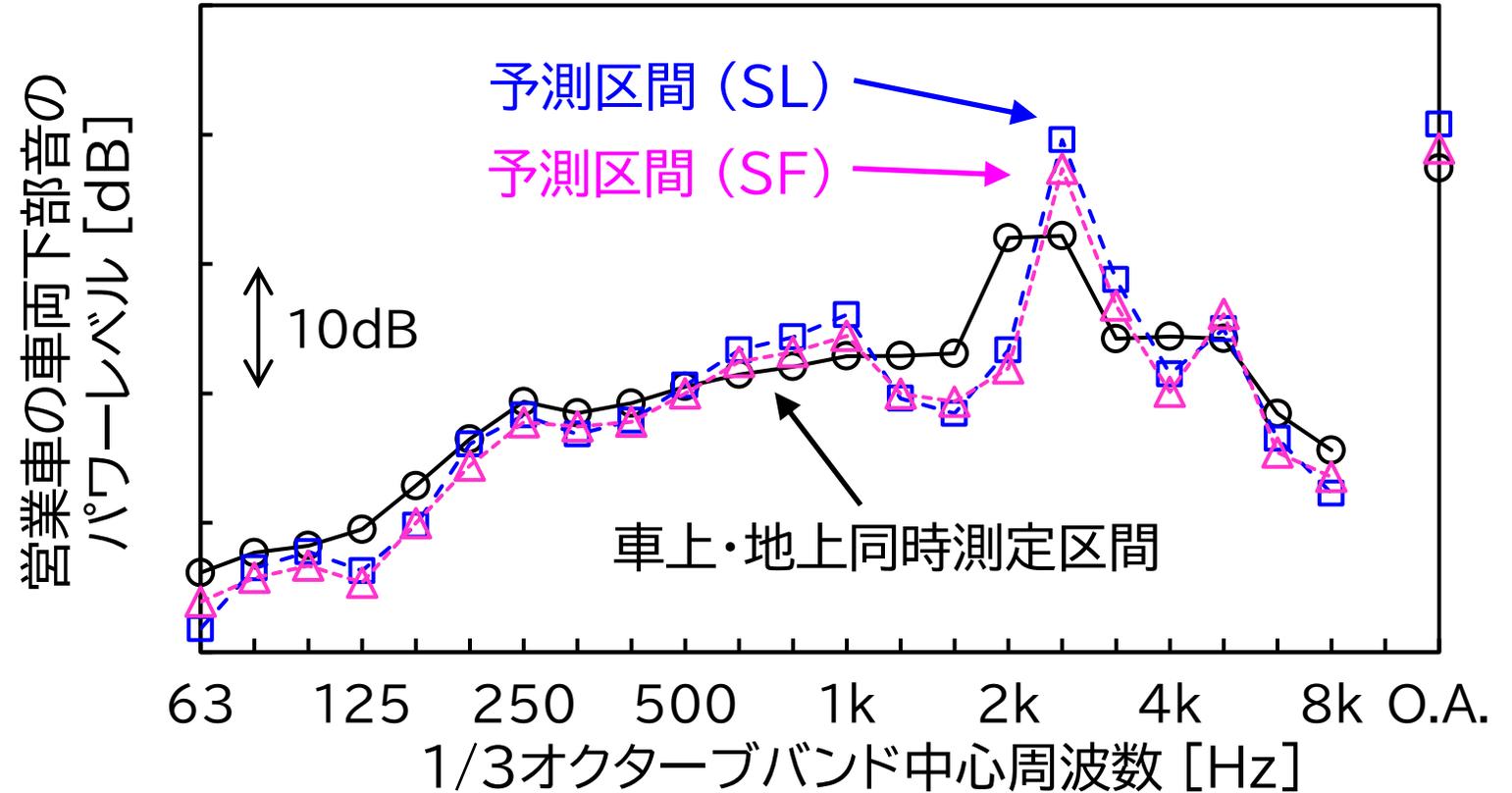
- 盛土・バラスト軌道
- 防音壁高さ R.L.+1.3m
(吸音板なし)

≪営業車≫

- 16両編成
- 280km/h
- 近接線走行

予測区間における 床下騒音の測定・分析条件

- 予測地点±50m通過時間
における等価騒音レベル
- 216~261km/h
- 近接線走行(5回)



- 【予測区間のパワーレベル】 予測に用いた床下騒音データのマイクロホン位置(SL、SF)に依らず同様な結果
- 【車上・地上同時測定区間との比較】 レール凹凸状態の違いを反映

地上25m点騒音の予測と既存手法との比較

予測区間の 構造物・列車条件

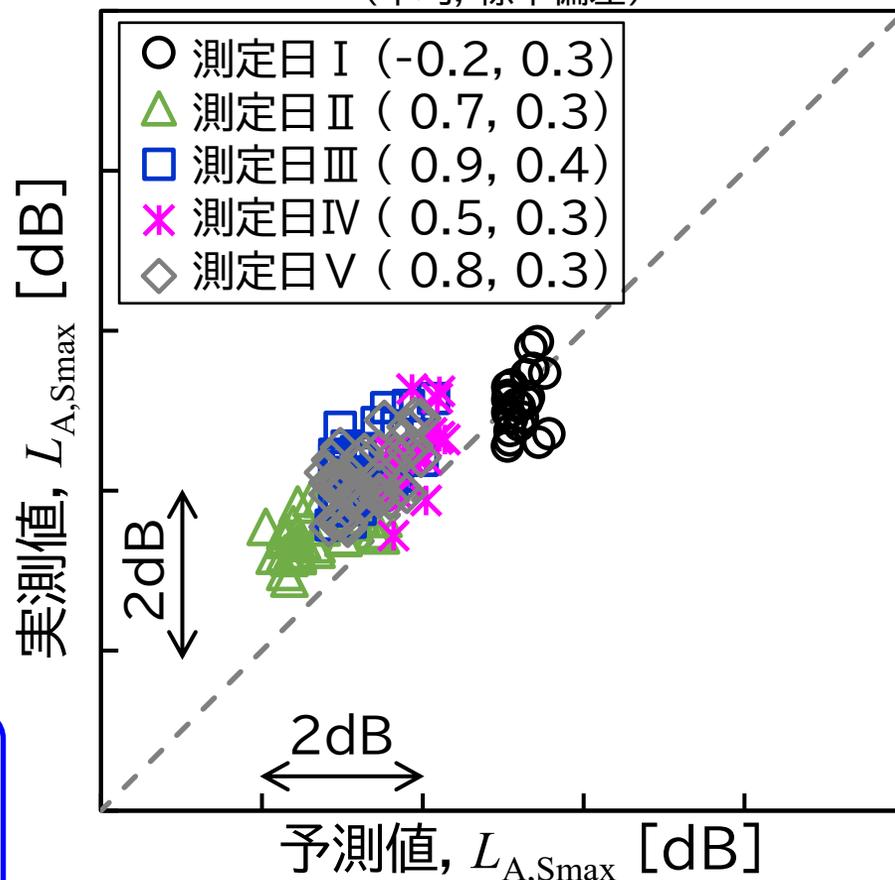
- 《構造物》
 - 盛土・バラスト軌道
 - 防音壁高さ R.L.+1.3m (吸音板なし)
- 《営業車》
 - 16両編成
 - 260~283km/h
 - 近接線走行

予測区間における 床下騒音の測定・分析条件

- 予測地点±50m通過時間における等価騒音レベル
- 216~261km/h
- 近接線走行(5回)
- 後方側マイクロホン(SF)

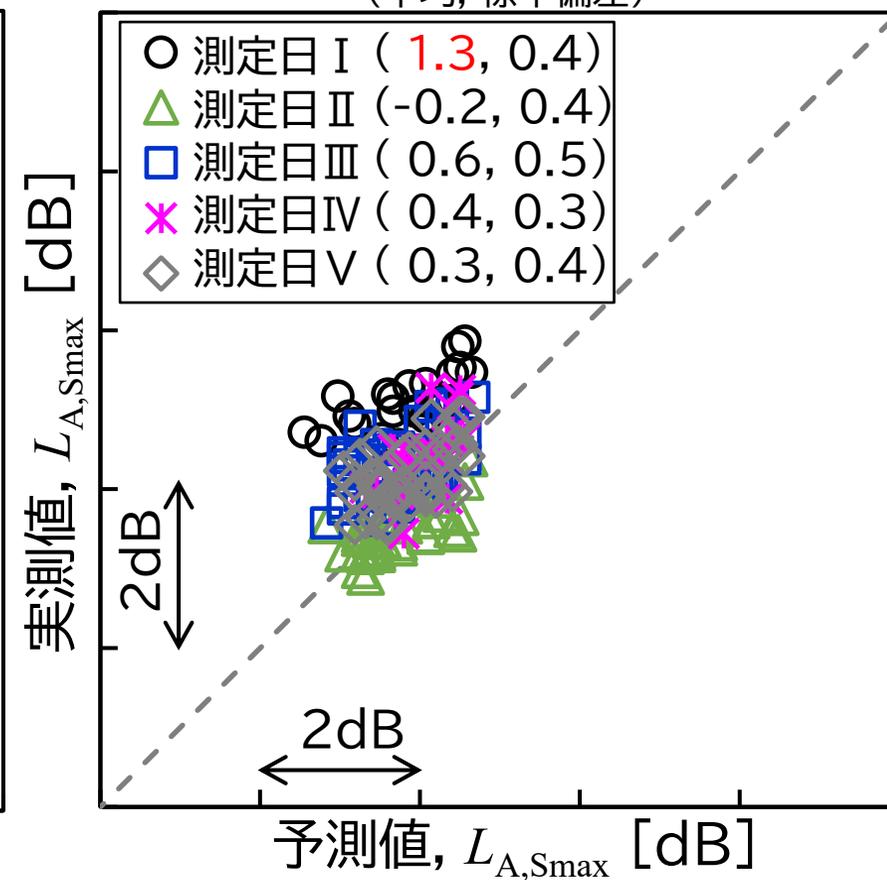
提案予測手法

【実測値-予測値[dB]】の
(平均, 標準偏差)



既存予測手法

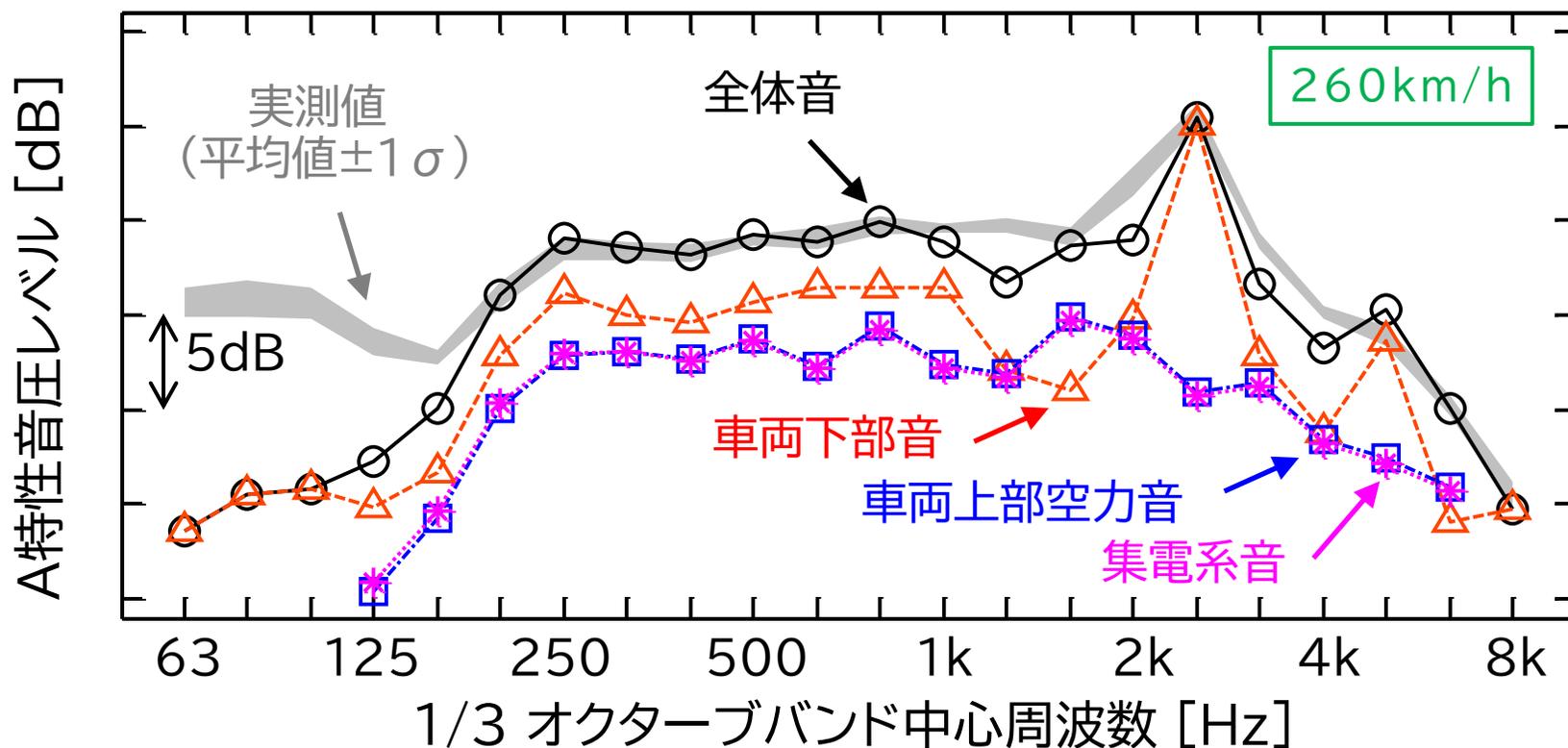
【実測値-予測値[dB]】の
(平均, 標準偏差)



- 地上25m点騒音の全体音を概ね1dB程度の精度で予測可能
- 提案手法による予測値は、時期による転動音の変動を的確に反映

地上25m点騒音の周波数スペクトルの予測(1/2)

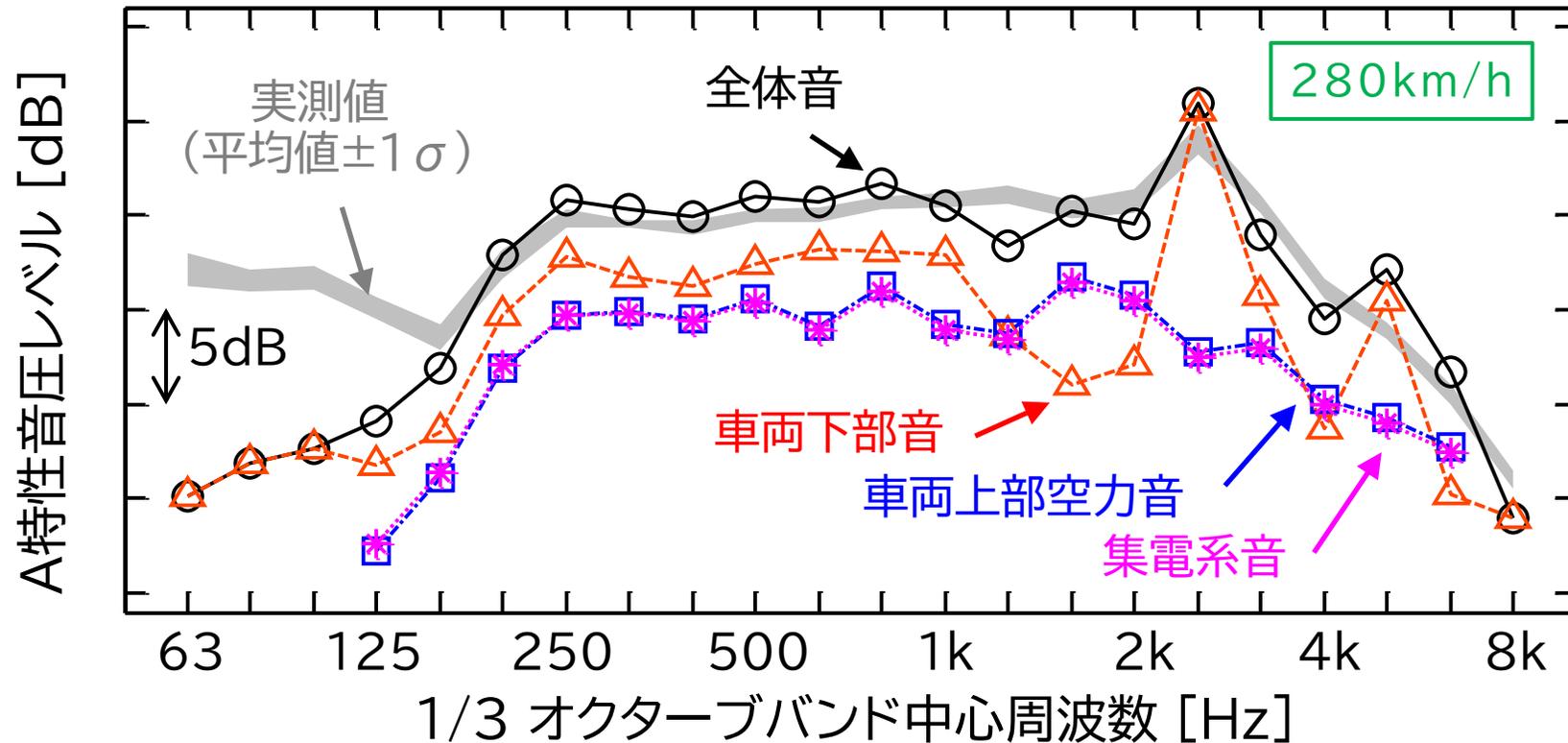
営業車通過時の最大騒音レベルの周波数特性



- 全体音の予測結果は、160Hz帯以上の周波数域で実測結果とほぼ一致
- 全体音に対して最大の寄与をもつレール凹凸に起因するピークも一致

地上25m点騒音の周波数スペクトルの予測(2/2)

営業車通過時の最大騒音レベルの周波数特性



- 全体音の予測結果は、160Hz帯以上の周波数域で実測結果とほぼ一致
- 全体音に対して最大の寄与をもつレール凹凸に起因するピークも一致

軌道検測車の床下騒音から同定した、営業車対応の車両下部音パワーレベルを既存の沿線騒音予測手法に適用し、走行地点や走行時期によって異なるレール凹凸状態を反映した営業車対応の沿線騒音予測を可能とした。得られた知見は以下の通りである。

- 軌道検測車走行時の床下騒音とレール近傍音の同時測定を行い、床下騒音とレール近傍音間の音圧レベル差を伝達関数として整理した。この伝達関数をもとに推定した営業車対応の車両下部音パワーレベルには、走行地点ごとの転動音の影響が含まれることを確認した。
- 上記パワーレベルを既存の新幹線沿線騒音予測手法に適用したところ、営業車通過時の地上25m点騒音の予測値は、概ね1dB程度の精度で実測値と整合すること、160Hz帯以上の周波数域において実測による周波数スペクトルと概ね一致することを確認した。

- 本提案手法による継続的な予測により、地上測定省力化、騒音対策が必要な箇所や施工時期の的確な把握などに寄与
 - 予測手法構築に用いる床下騒音・レール近傍音間伝達関数などのパラメータは実測結果に基づいて同定するため、車両や地上構造物の特情※に応じた予測手法のご提案が可能
- ※車両構造、走行速度、軌道構造、防音壁吸音性能、・・・

- 1) [長倉清、善田康雄：新幹線沿線騒音予測手法、鉄道総研報告、Vol.14、No. 9 \(2000\)、pp. 5-10.](#)
- 2) 佐原孝紀、川口二俊、中川隼：高速鉄道の車両床下における車両下部音の特性評価、第32回環境工学総合シンポジウム2022、No.1105-11-01、2022.
- 3) 川口二俊、佐原孝紀、中川隼、小方幸恵：高速鉄道の車両床下騒音を用いた沿線騒音予測に関する検討、第32回環境工学総合シンポジウム2022、No.1105-11-02、2022.
- 4) 佐原孝紀、川口二俊、中川隼：高速鉄道の車両床下における車両下部音の速度特性評価、第29回鉄道技術連合シンポジウム(J-RAIL2022)、No.S3-3-2、2022.
- 5) 川口二俊、中川隼、佐原孝紀、小方幸恵：高速鉄道の車両床下騒音を用いた沿線騒音予測手法、第29回鉄道技術連合シンポジウム(J-RAIL2022)、No.S3-3-3、2022.
- 6) T. Sawara, T. Kawaguchi, H. Nakagawa, Y. Ogata, Y. Yamane: Prediction model of wayside noise based on under-floor noise and axle-box acceleration of high-speed train, International Workshop on Environmental Engineering 2023 (IWEE2023), No. E106, 2023.