

# 環境工学に関する最近の研究開発

環境工学研究部

エキスパートマネージャー 齊藤 実俊

# 環境工学研究部における研究開発

Railway Technical Research Institute

## 基本的な研究対象

- 列車の走行に伴う空気の流れ
- トンネルに関連した空気力学、熱流動
- 列車走行時の車外騒音(固体音、空力音)

## 学術分野

空気力学、流体力学、熱力学  
音響工学、振動工学

### 車両空力特性研究室

列車まわりの空気の流れ

- 横風に対する走行安全性、**列車風**
- 空力ブレーキ、空気抵抗
- 台車への着雪抑制

講演6

### 騒音解析研究室

車外騒音

- **沿線の騒音予測、伝搬**
- 高速走行時の空力騒音、低周波音
- 転動音、構造物音

講演8

### 熱・空気流動研究室

トンネルに関連した現象・対象

- 微気圧波
- トンネル内火災・換気
- **圧力変動**、風速変動

講演7



1. 環境工学研究部における研究開発
2. 鉄道車両の空気力学的特性に関する研究(車両空力特性研究室)
3. トンネル微気圧波評価・低減対策(熱・空気流動研究室)
4. 沿線騒音の予測・寄与度評価(騒音解析研究室)
5. おわりに

## 鉄道車両の空気力学的特性に関する研究



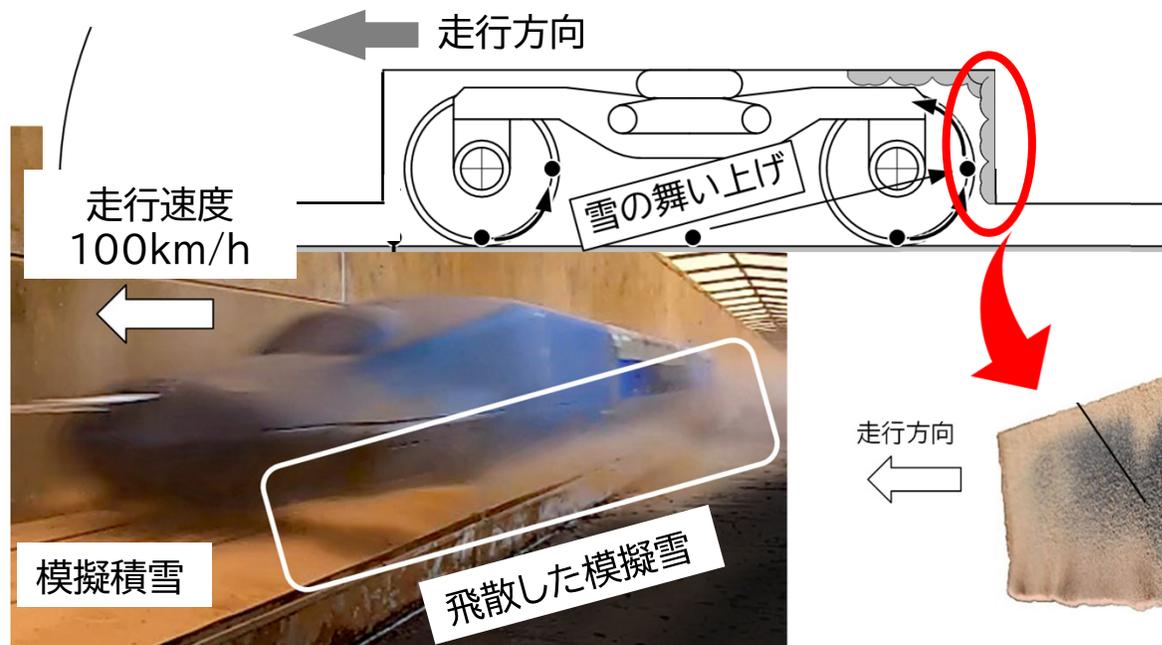
鉄道事故調査報告(2008)

# 台車部への着雪量の定量評価

## 新幹線の台車部への着雪 走行中に落雪すると地上側設備を損傷させる恐れ

### 走行装置による着雪実験

- ▶ 車両と雪の**相対運動**と**雪の飛散運動**を再現
- ▶ **模擬雪**を用いた車両模型走行装置による実験

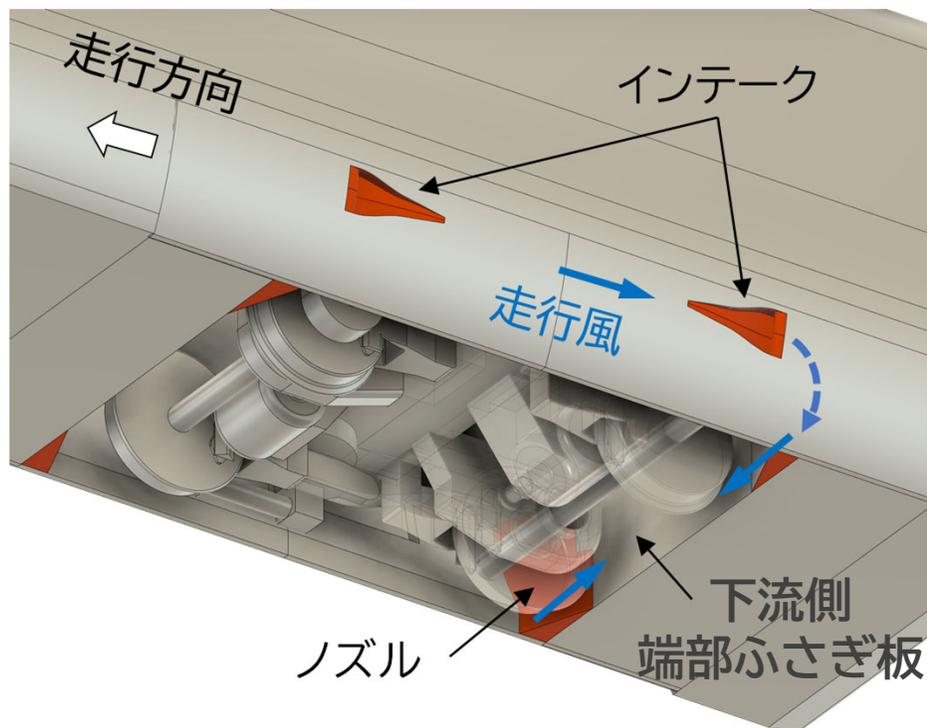


走行方向  
←

画像解析による  
着雪量の定量評価

# 列車風を活用した着雪抑制策

## インテークによる着雪抑制策

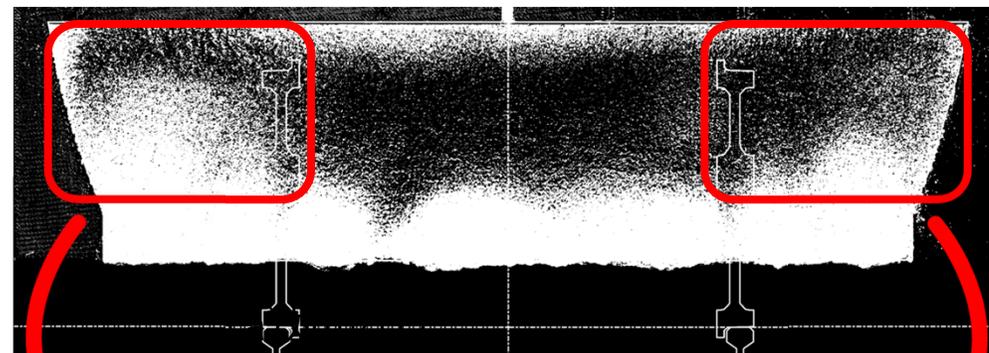


着雪量抑制策による  
低減効果を実証試験中

## 下流側端部ふさぎ板

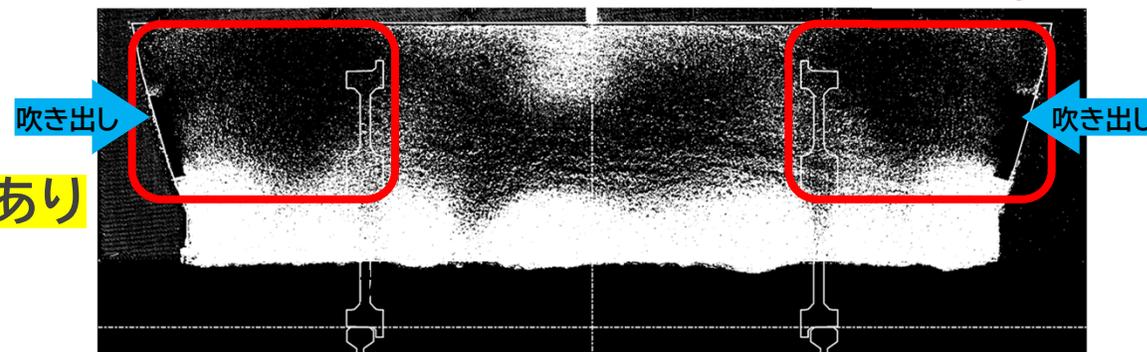
白: 模擬雪の付着量が多い  
黒: 模擬雪の付着量が少ない

対策なし



模擬雪の付着が抑制

対策あり



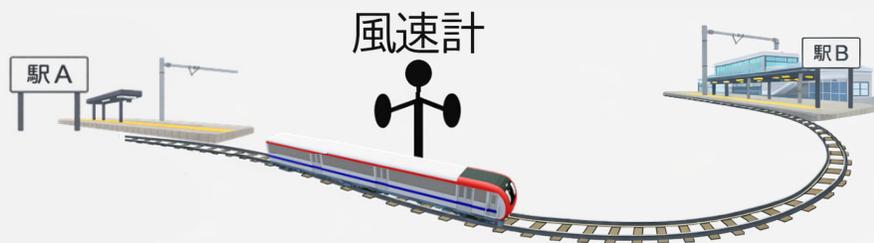
対策により着雪量が約半減

# 横風による空気力の評価—列車によるリアルタイム推定

Railway Technical Research Institute

## 現状

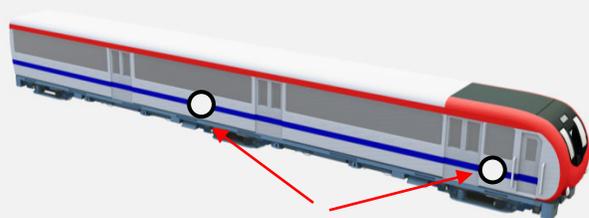
沿線の風速計で風向・風速推定



規制区間内で一律の徐行・運休

## 将来

列車側で風向・風速推定

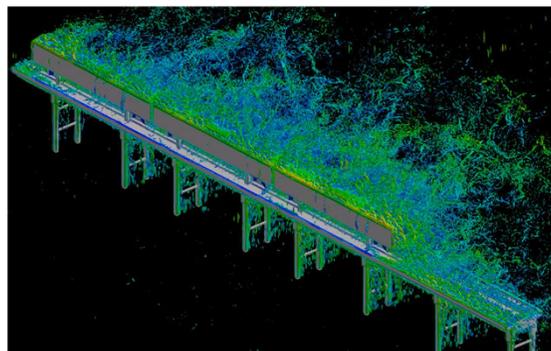


圧力センサー

列車が自律的に空気力をリアルタイム推定・リスク評価

## 車上計測による空気力推定手法の開発

### 数値シミュレーション

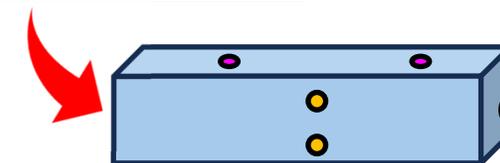
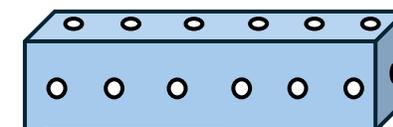


計算精度検証



風洞実験

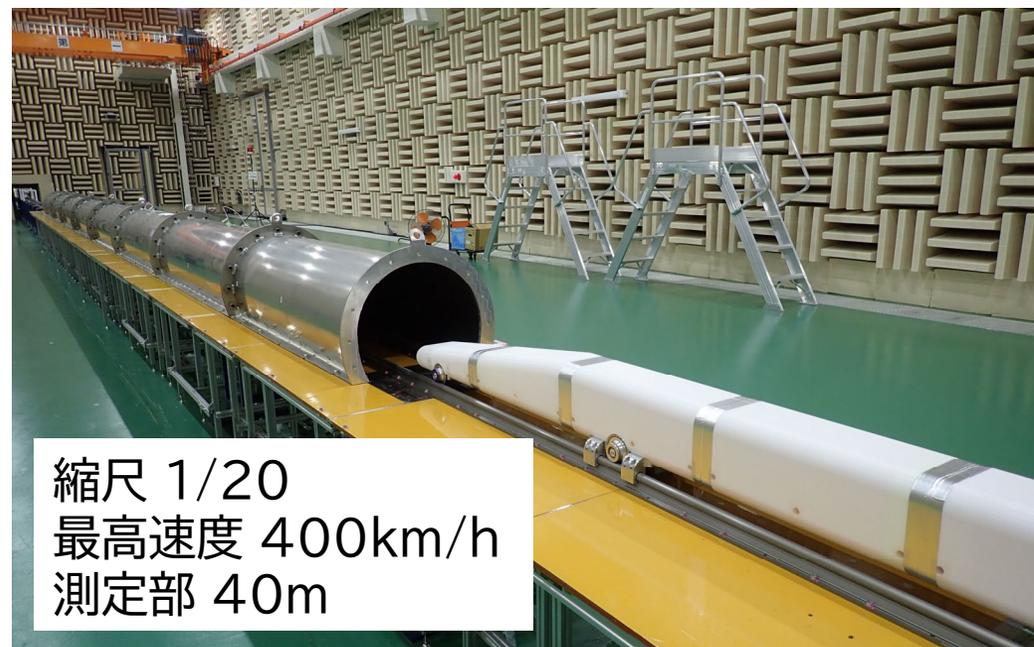
風向・風速推定に関連の  
高い圧力測定点を抽出



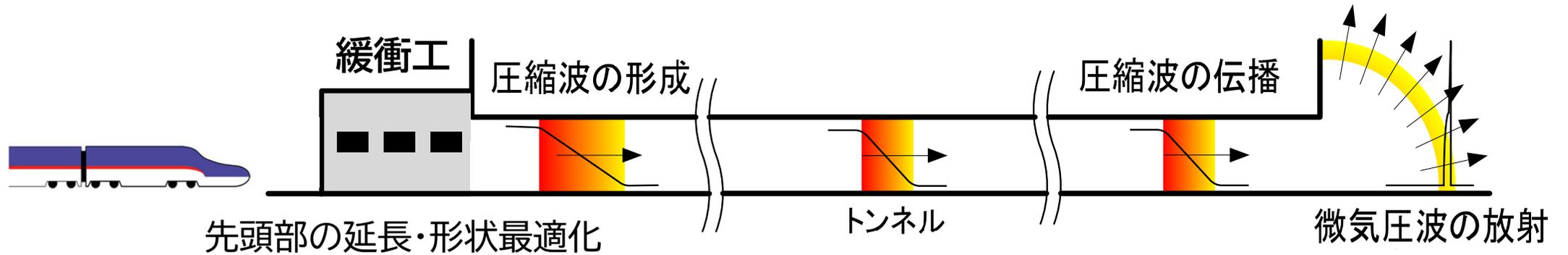
目標推定誤差

- ▶ 風向角  $\pm 15$ 度
- ▶ 風速  $\pm 2.5$ m/s

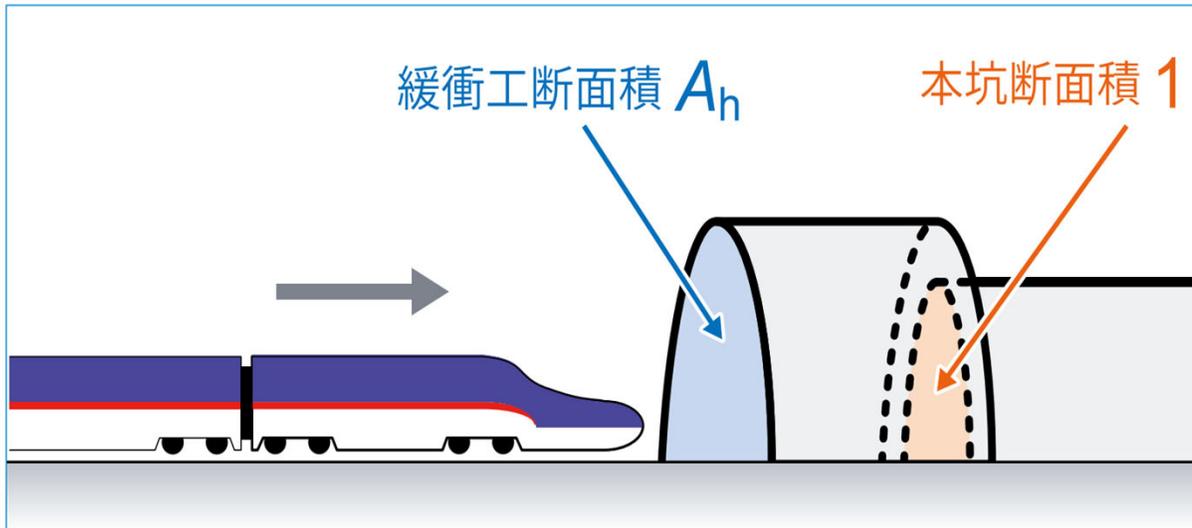
## トンネル微気圧波評価・低減対策



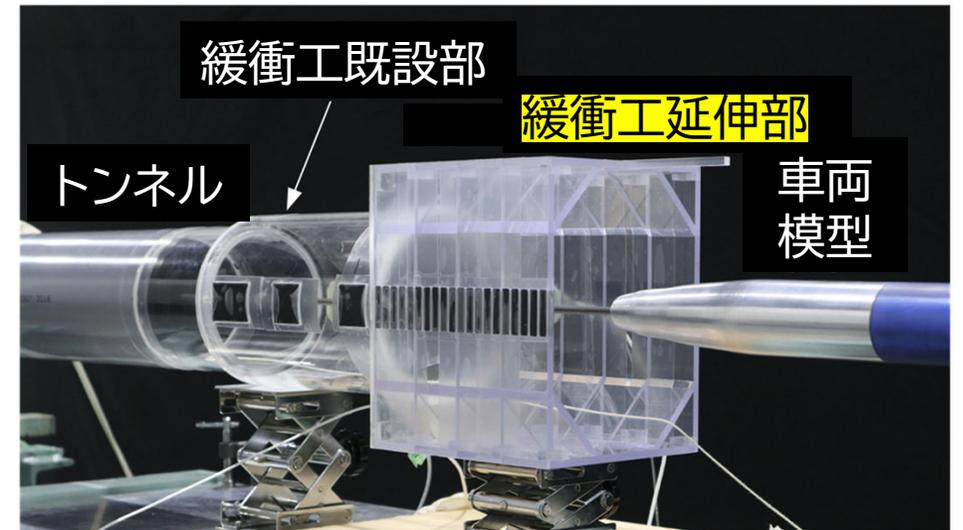
# トンネル微気圧波の評価



## 通常の緩衝工による対策

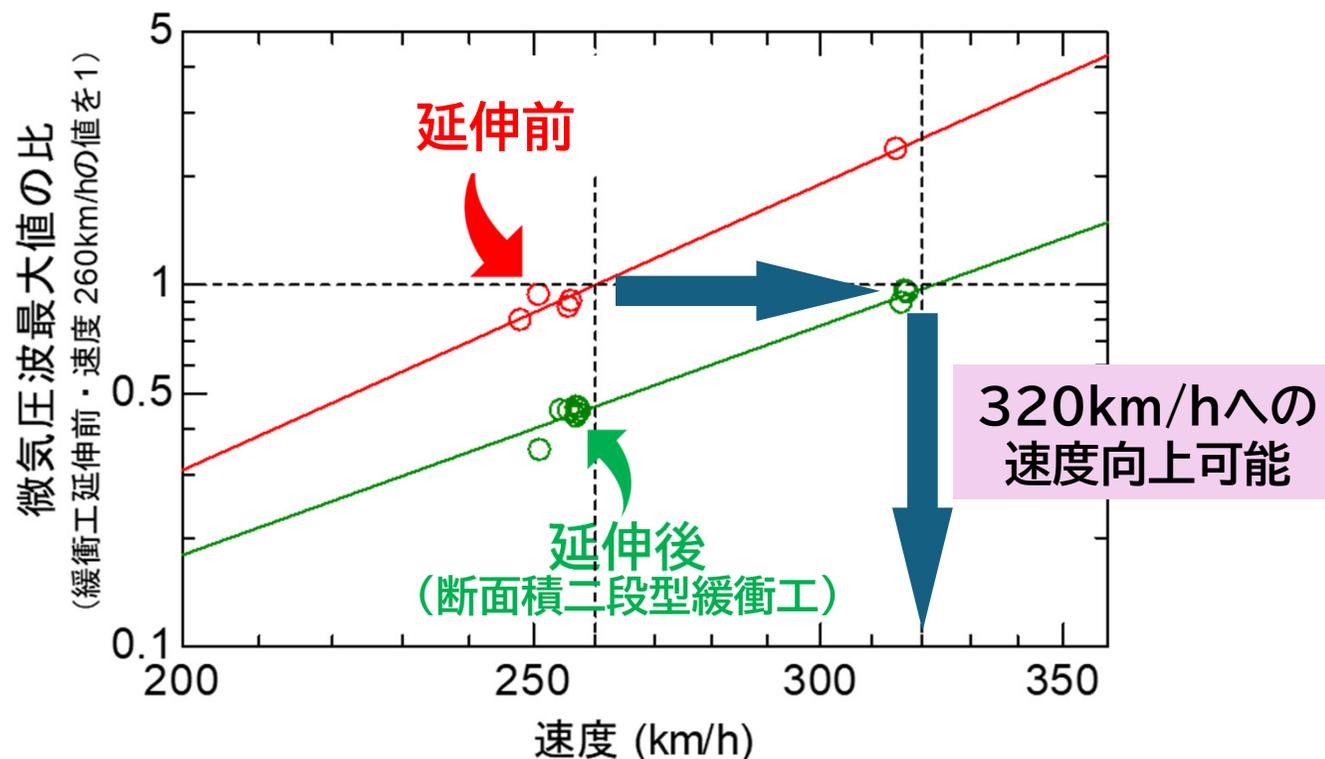


## 断面積二段型緩衝工による対策



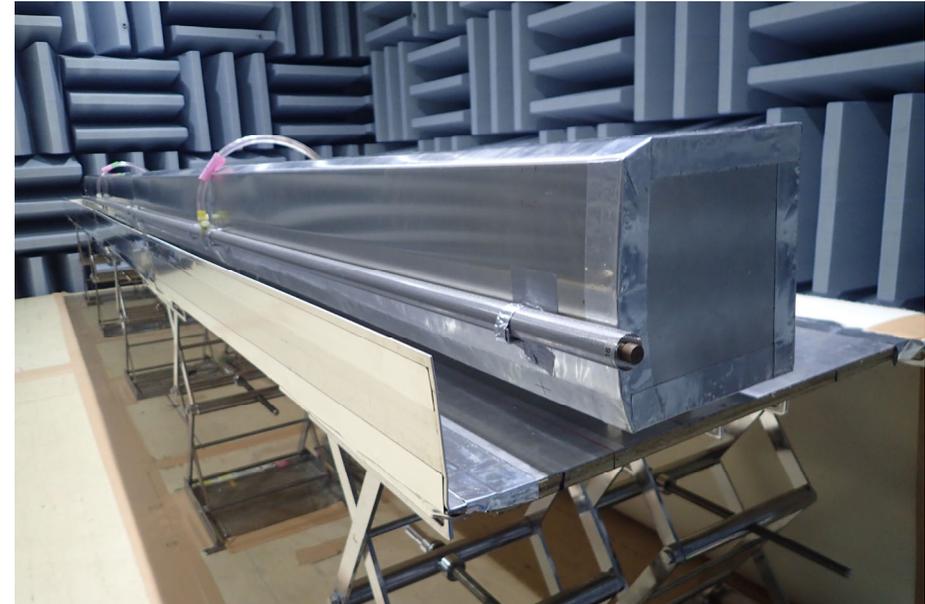
# トンネル微気圧波の低減対策の実証

## 断面積二段型緩衝工が設置されたトンネルで現地測定



速度向上前後で微気圧波が現状非悪化となることを実証

## 沿線騒音の予測・寄与度評価



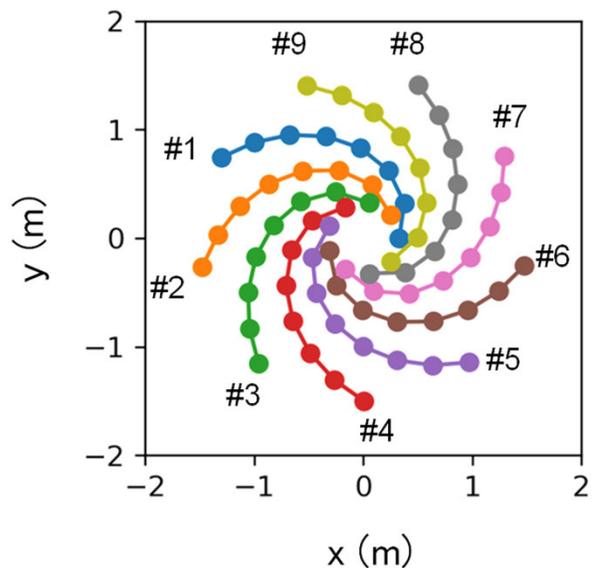
# 音源探査の高解像度化

## 環境基準の遵守

- ▶ 主要音源の把握による効果的な対策案の検討
- ▶ 沿線における騒音レベルを正確に予測

## 音源探査技術

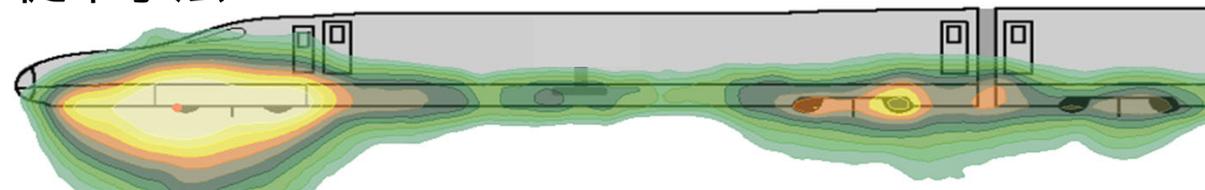
2次元マイクロホンアレイ(72本のマイクロホンを独自配列)



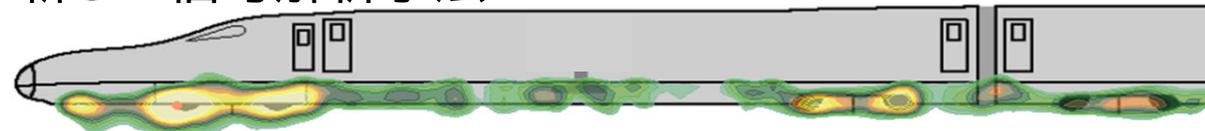
マイクロホンアレイ  
(直径3m)

## 音源の空間解像度向上

従来手法



新しい信号解析手法



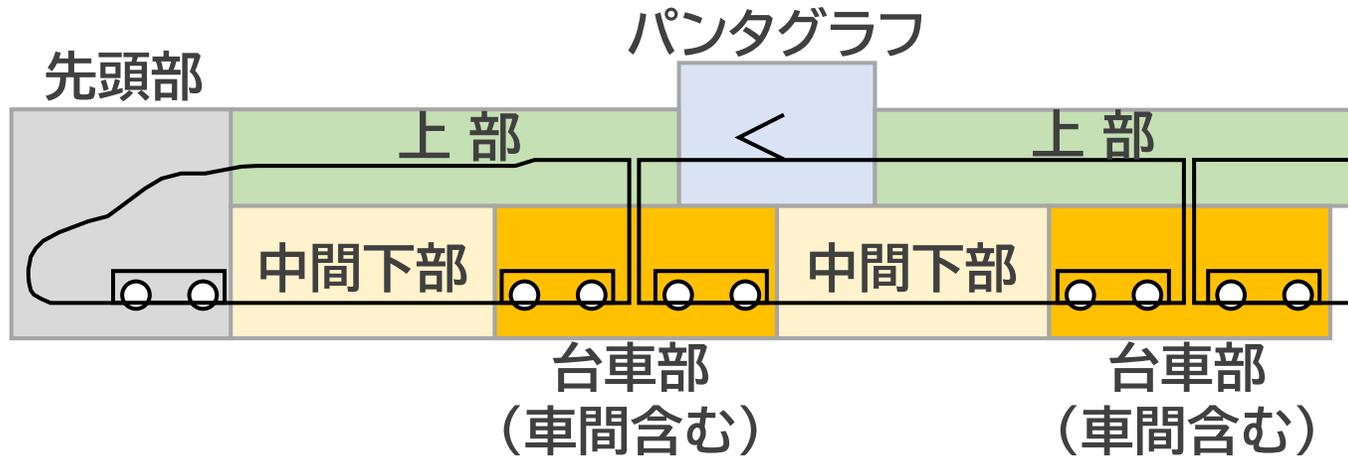
車両側に対策を取り付けた場合の効果の検証

➔ 音源位置の特定精度向上が必須

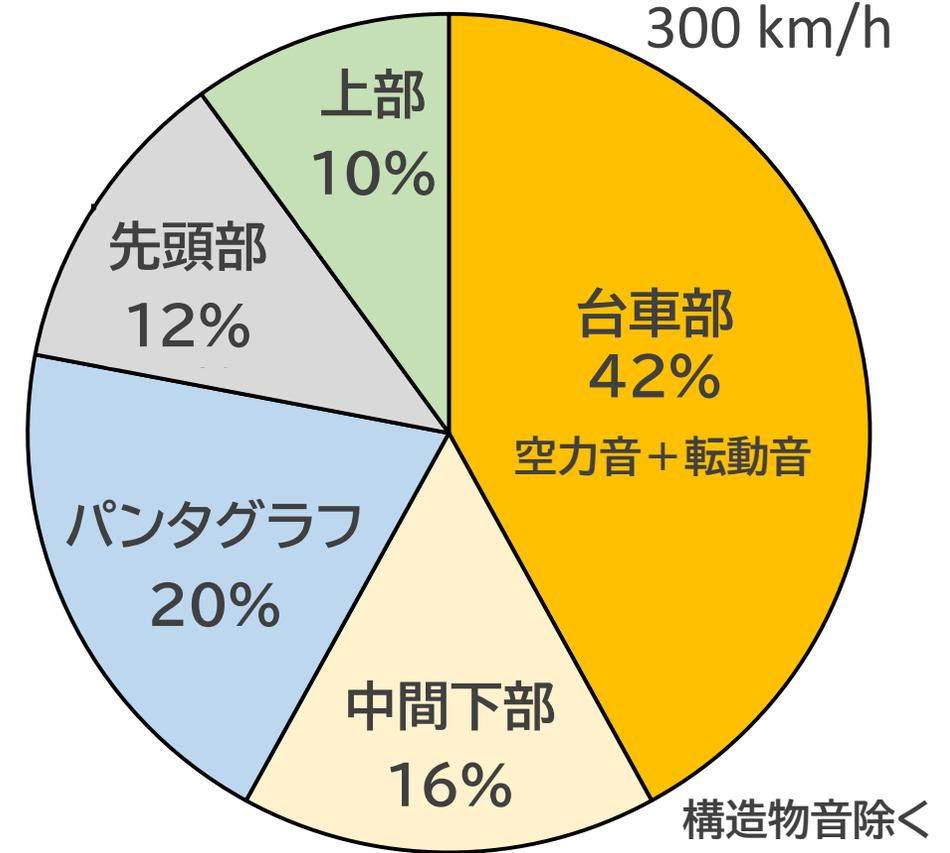
基盤技術の1つとして、今後も高精度化

# 25m点における音源別寄与

車両まわりを代表的な領域で区分



25m点騒音への音源別寄与



高架橋区間において

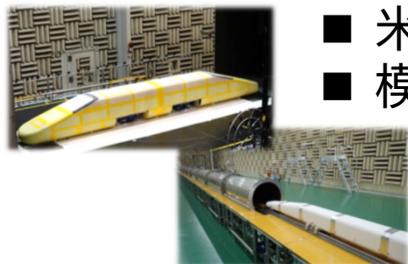
台車部音とパンタグラフ騒音が全体音に対して大きく寄与

おわりに

## 速度向上時の沿線環境の維持・保全、安全安定輸送のための空気力学的課題の解決

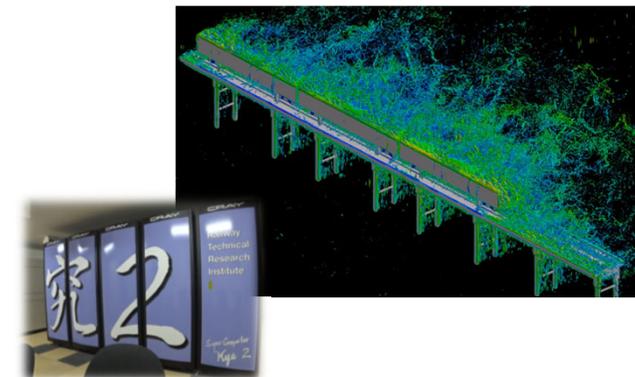
### 実験的研究

独創的な試験設備を活用



- 米原風洞、小型風洞
- 模型走行試験装置

### 数値シミュレーション



現地試験

模型実験  
数値解析

モデル化  
理論・予測

多くの鉄道事業者のご協力・ご支援



大学との共同研究

鉄道特有の現象に対して  
先端的な理論構築・メカニズム解明

さまざまな研究ツールを駆使して、  
空気力学的な現象の解明、沿線環境の維持・保全に貢献

- 1) 高見創、新木悠斗:空力を利用した車両の着雪対策、RRR、Vol.80、No.6(2023)、pp.20-25.
- 2) 福田傑、中村真也、齊藤実俊:微気圧波低減に効果的な緩衝工断面積の提案、鉄道総研報告、Vol.35、No.6(2021)、pp.11-16.
- 3) 鉄道総合技術研究所:断面積2段型緩衝工、主要な研究開発成果(2024年度)、No.3-19、2024、<https://www.rtri.or.jp/rd/seika/2024/3-19.html>
- 4) T. Uda, T. Kawaguchi: Determination of railway noise contribution based on noise source identification and acoustic transfer function, Proceedings of Inter-Noise 2023, 2023, August 20-23.