

# 大型低騒音風洞を模擬する数値風洞の開発

鉄道力学研究部 計算力学研究室長

中出 孝次



# 本日の発表

1. 研究の背景と目的
2. 数値風洞の構築
  - ①風洞気流の把握(風洞実験)
  - ②風洞気流の再現(数値計算)
  - ③実験供試体の形状モデリング
3. 数値風洞の適用例
4. まとめと成果の活用

# 研究の背景

鉄道総研における空気力学に関する研究開発では、米原大型低騒音風洞が重要な研究開発ツールとなっており、毎年200日以上、様々な風洞実験を実施している。



大型低騒音風洞（滋賀県米原市）

## 風洞実験の例

- ・ 車両の横風空力特性
- ・ パンタグラフの揚力・騒音測定
- ・ 車両の空気抵抗
- ・ 車両周りの空気流
- ・ 車両の空力騒音

# 研究の目的

課題：風洞実験を適切に効率よく実施することは簡単ではない



車両床下の流速測定

測定方法・測定位置

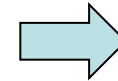


横風下の車両空力特性

実験条件の優先順位(風速・風向・車両・構造物)

現状

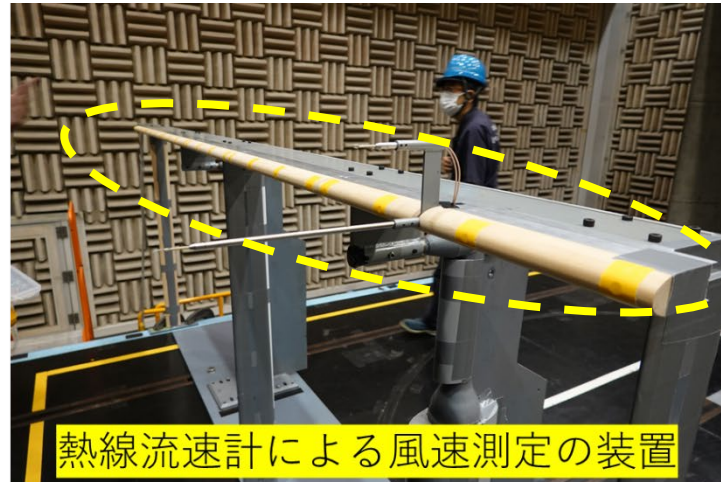
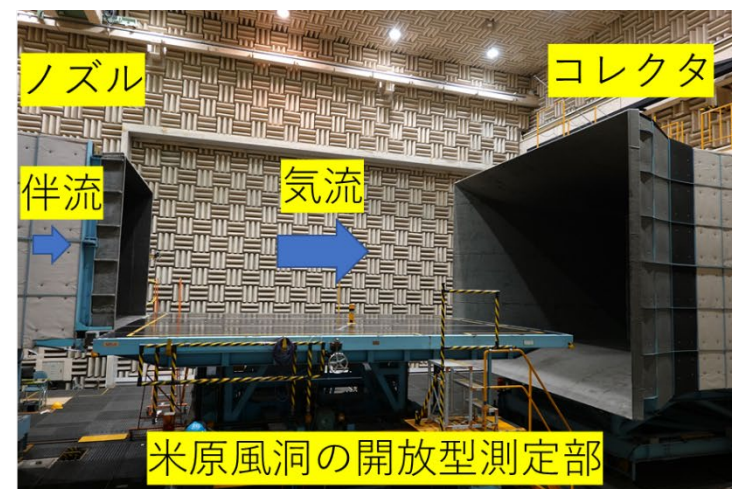
経験を頼りに、  
(実験中の試行錯誤を経て、)  
適切な風洞実験を実現



風洞実験の効率化に  
数値シミュレーションを活用  
風洞を模擬する数値風洞の開発

# 数値風洞の構築： 風洞気流の把握

風洞実験により米原風洞気流を把握



流速の水平方向分布を測定



流速の鉛直方向分布を測定

- ・伴流の流速分布
- ・ノズルーコレクタ間の流速分布  
(支持台車上の境界層・混合層)

米原風洞気流のすべてを詳細に把握

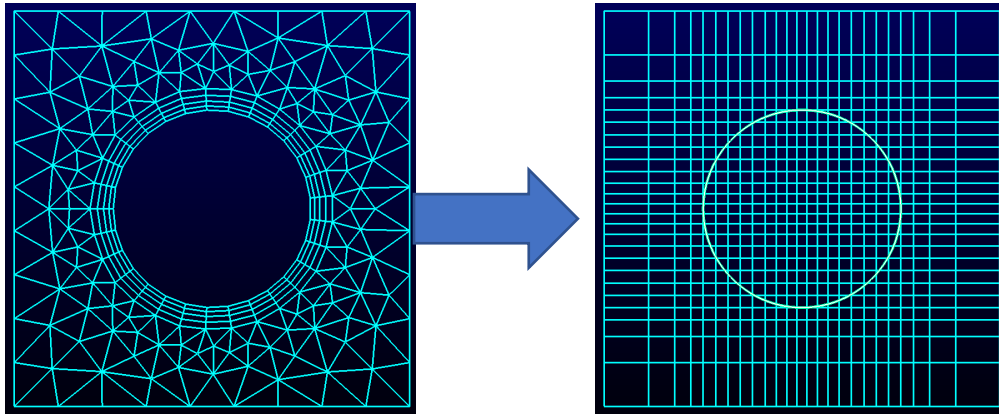
(測定結果は計算検証のスライドに記載)

# 数値風洞の構築： 風洞気流の再現

数値風洞の流体解析： 空気流シミュレータ

検証計算例： 円柱の抗力

特徴： 直交格子法



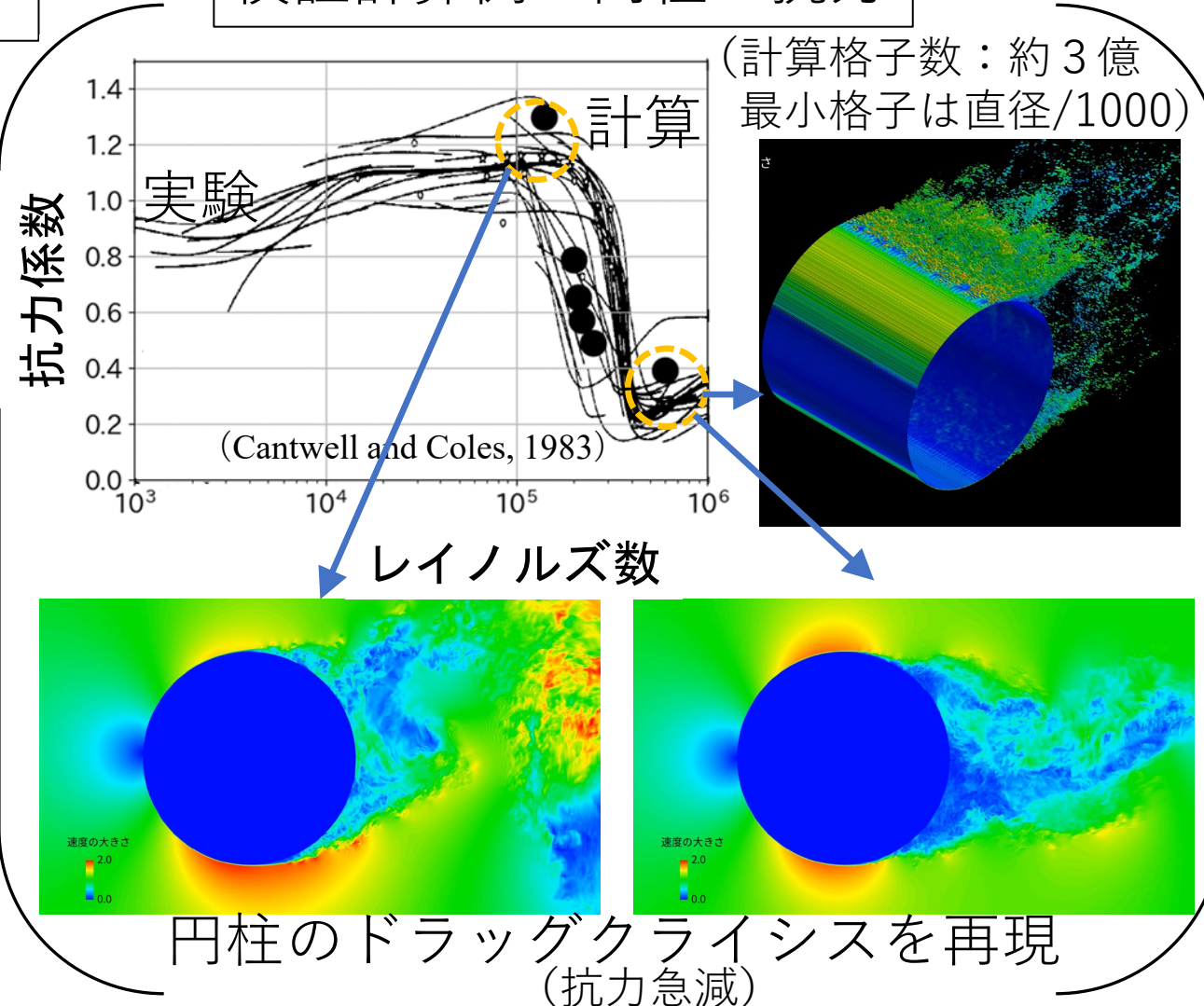
通常の流体計算

直交格子法

計算格子作成は難

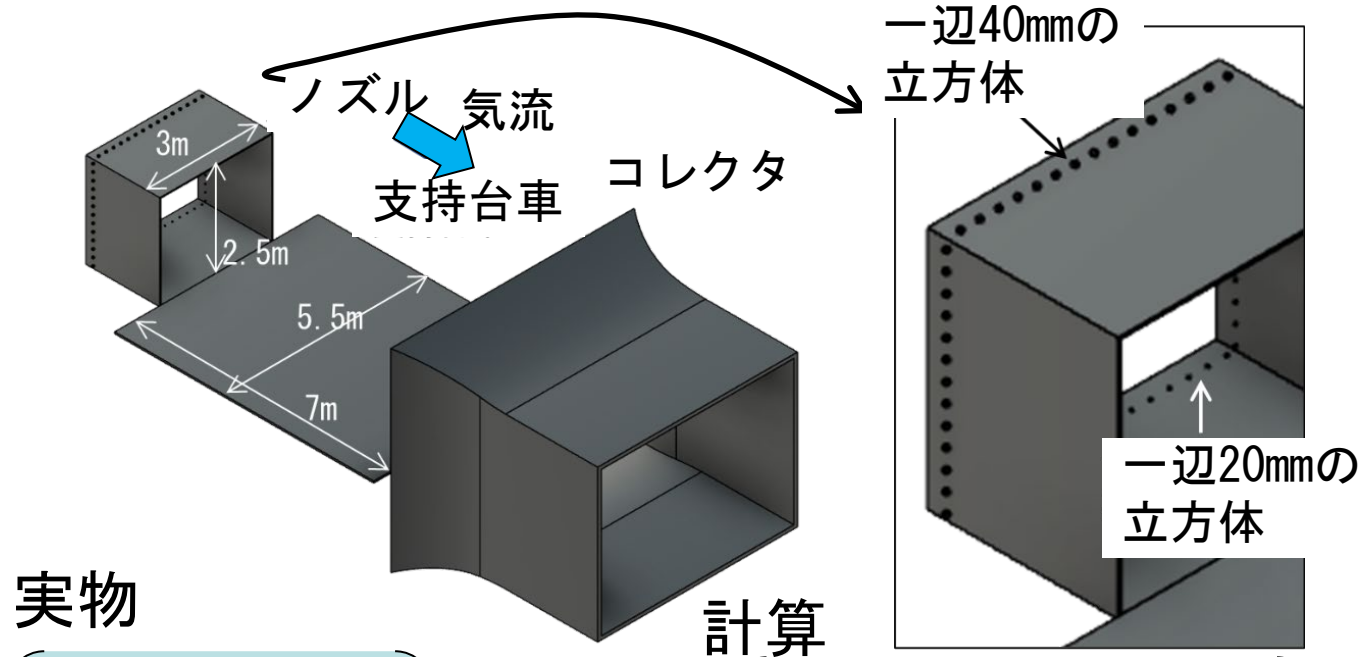
計算格子作成は簡単

スパコンを用いた  
大規模並列解析に対応



# 数値風洞の構築： 風洞気流の再現

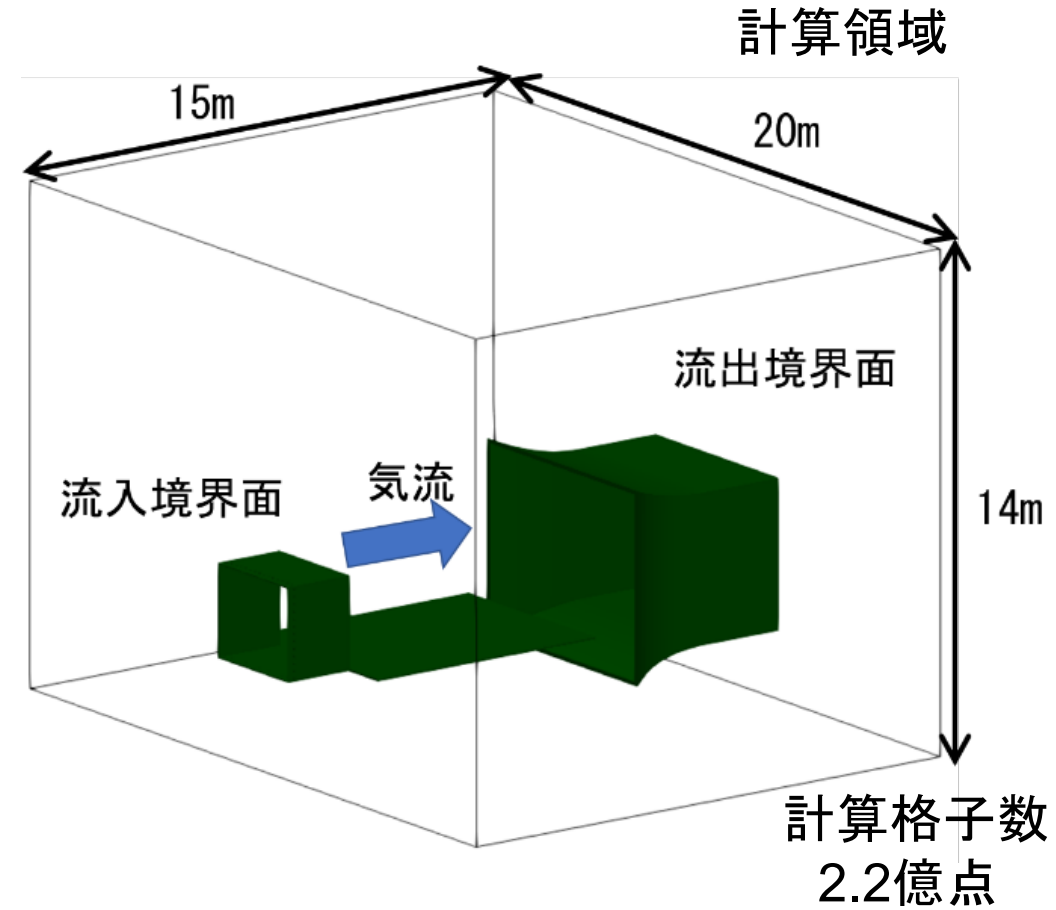
米原風洞の流入気流モデルを開発



- ・絞りノズル
- ・表面はムートン
- ・ノズル外に伴流

モデル化

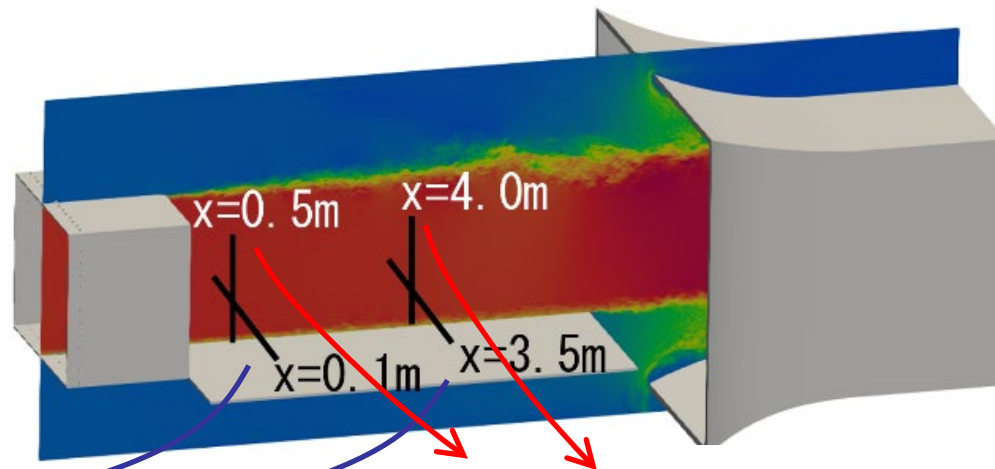
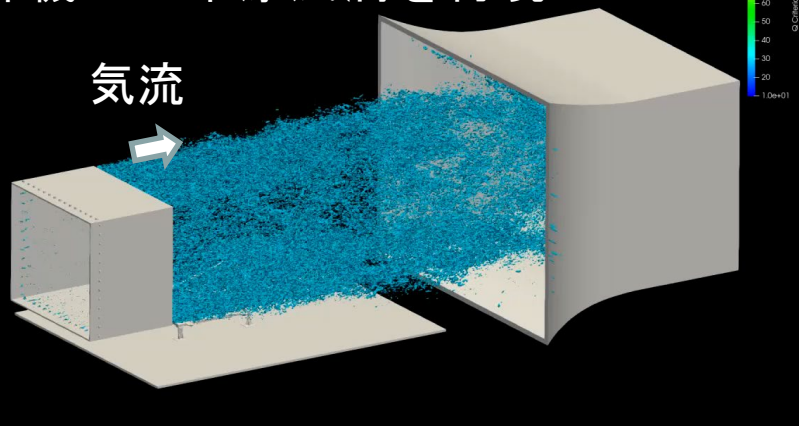
- ・ストレートノズル
- ・ノズル内外にブロック列
- ・流入部に境界層設定



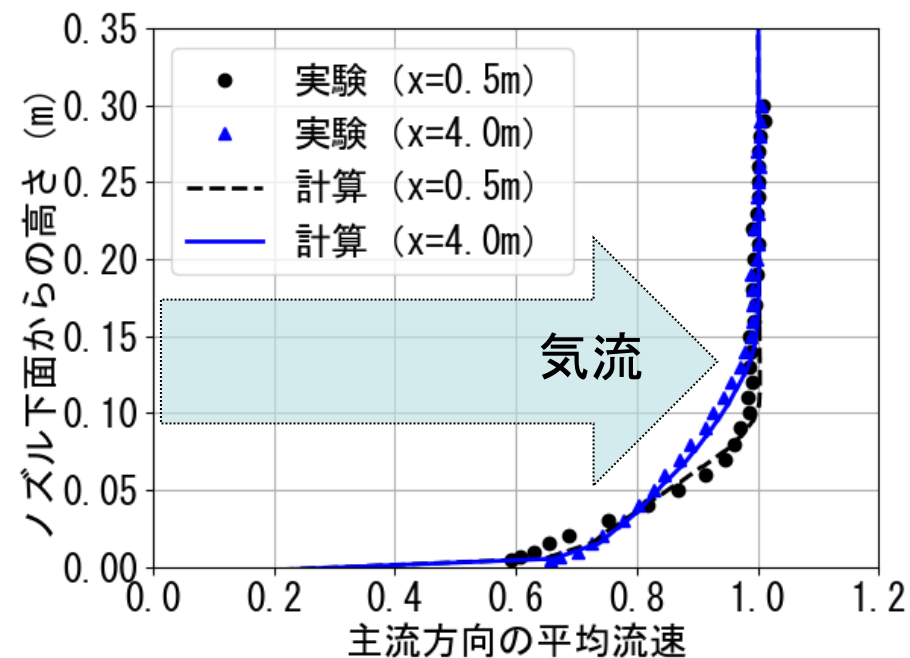
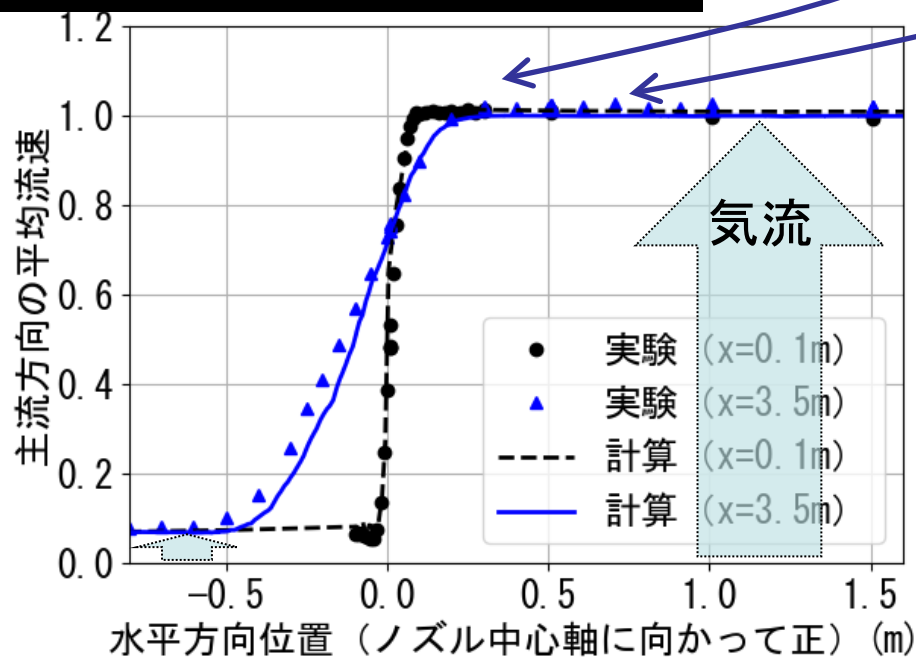
# 数値風洞の構築： 風洞気流の再現

計算機上に米原風洞を再現

気流



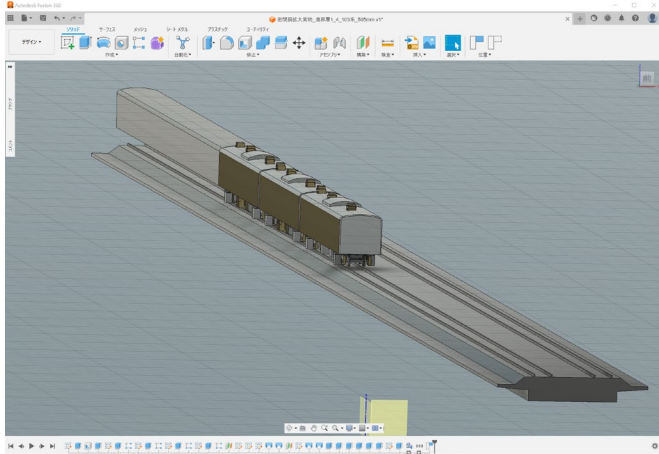
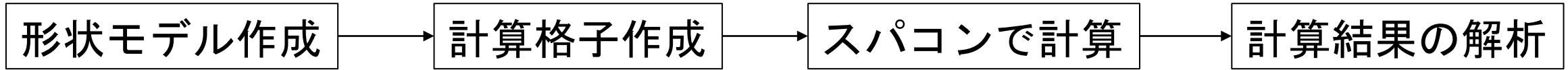
実験と計算は  
良好に一致



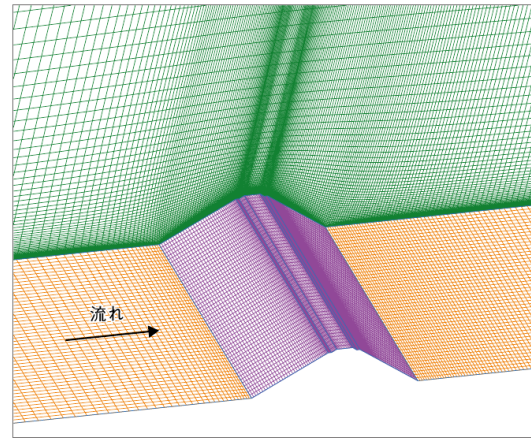


# 数値風洞の構築： 供試体形状モデリング

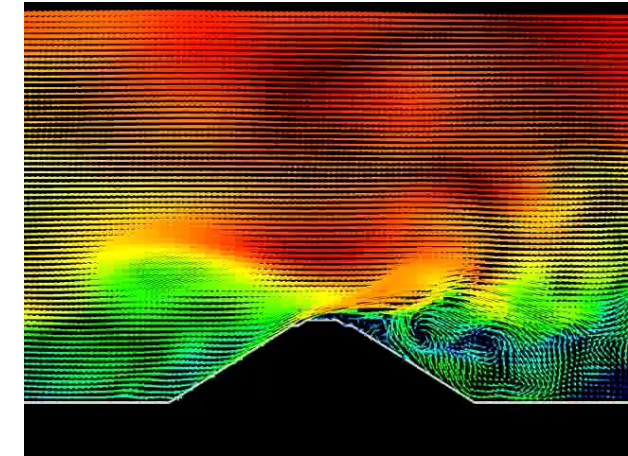
流れの数値シミュレーションの一般的な手順



3次元CADで作成



専用ソフトで作成



レーザーキャナーを導入

直交格子でほぼ自動化（空気流シミュレータ）

供試体の形状定義から計算実行までを一貫して実施できるシステムを構築

# 数値風洞の構築： 供試体形状モデリング

レーザースキャナによる形状モデリング

パンタグラフ



← スキャナ

直轄 (約 3 時間)

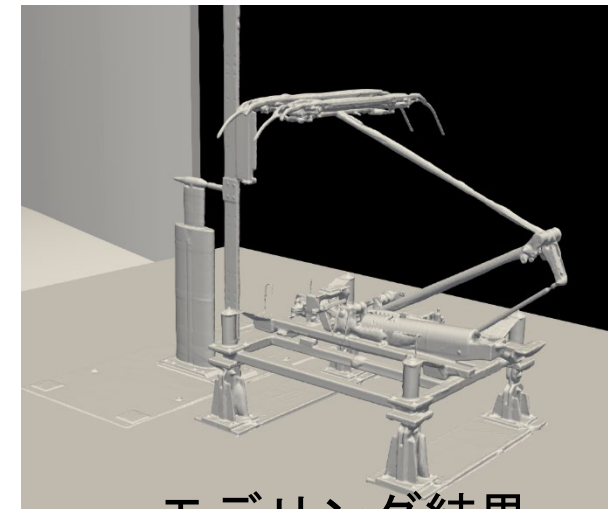
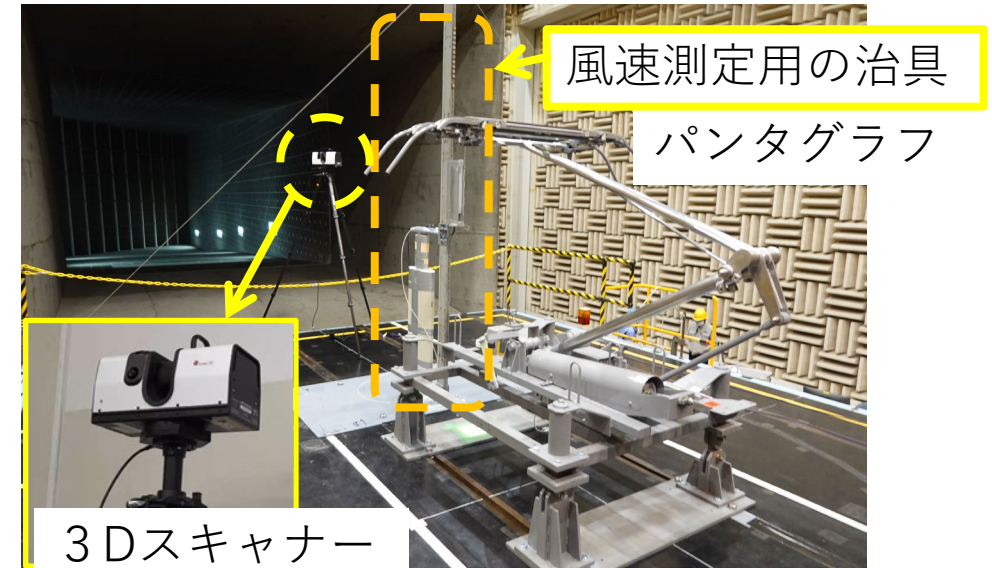
スキャナの動作 (8倍速)



据え置き型



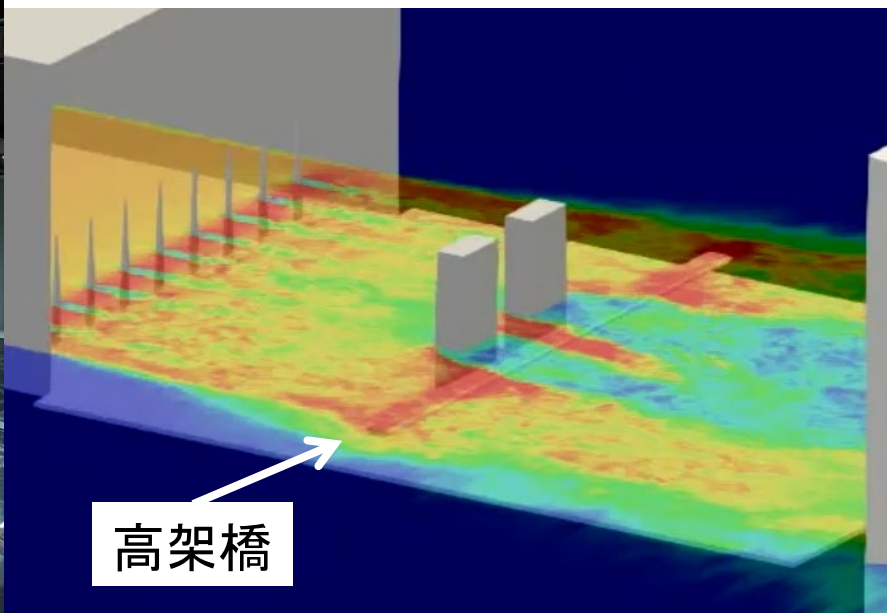
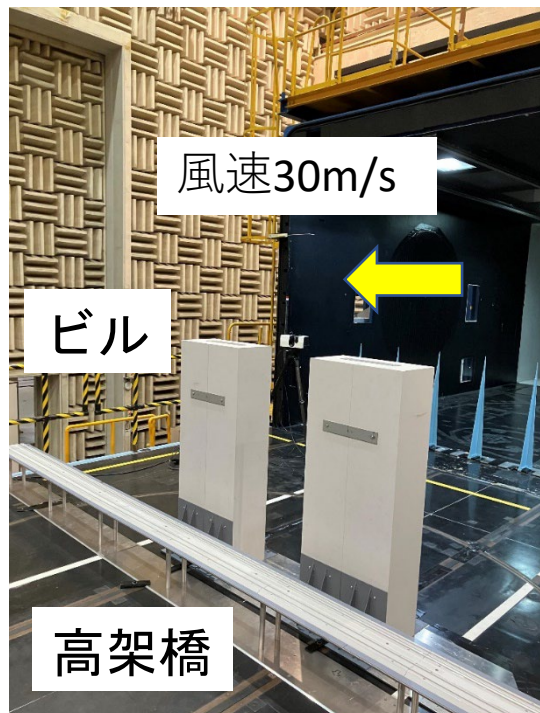
ハンディ型



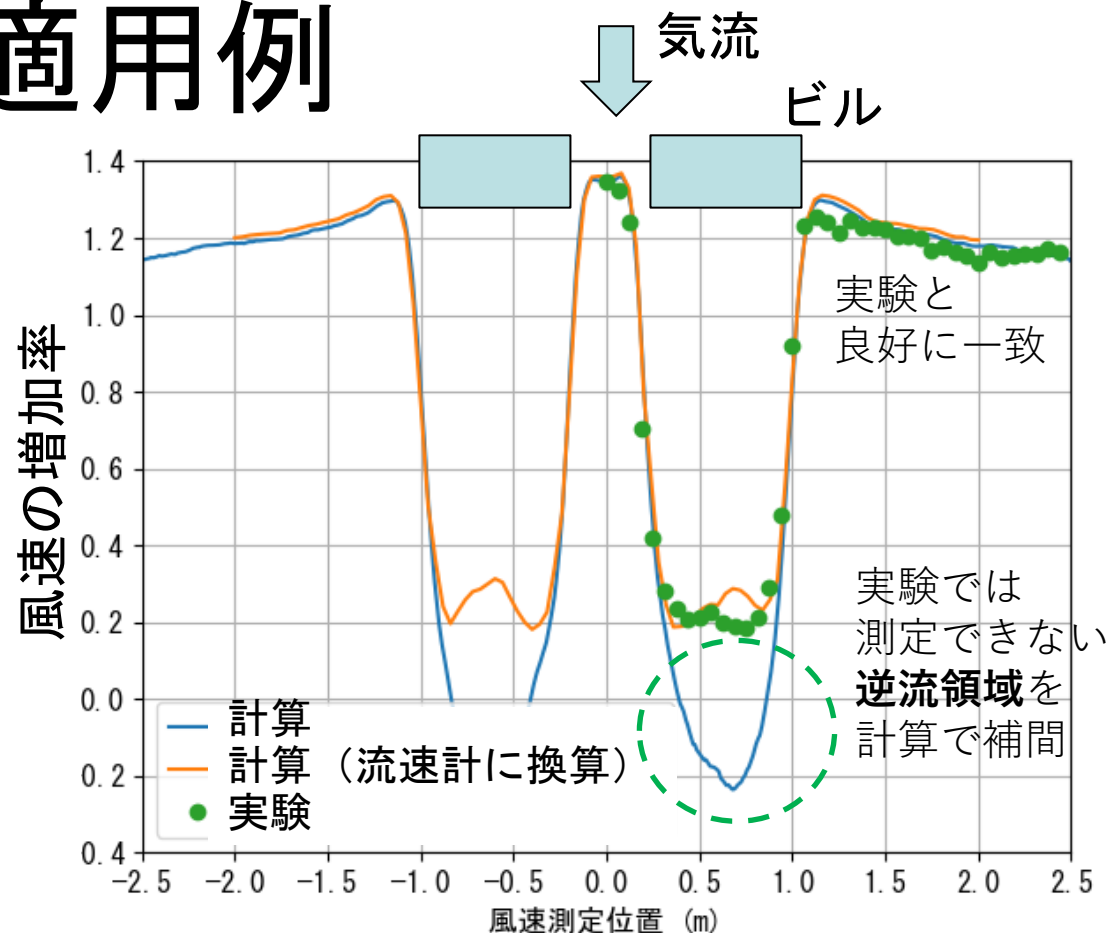
モデリング結果

測定法の影響  
(治具の影響)  
を検討可能

# 数値風洞の適用例



複線高架橋上の流速分布



ビルによる増速効果を良好に再現

## ビル風の風洞試験

複線高架橋上の  
ビル風の風速測定  
(一次元熱線流速計)

- ① 実験で数値風洞を検証
- ② 数値風洞で風速測定を補完 (測定できない値を提供)

# 数値風洞の適用例

風速の大きさのコンター  
(赤：高速、青：低速)

数値風洞で実験を代替

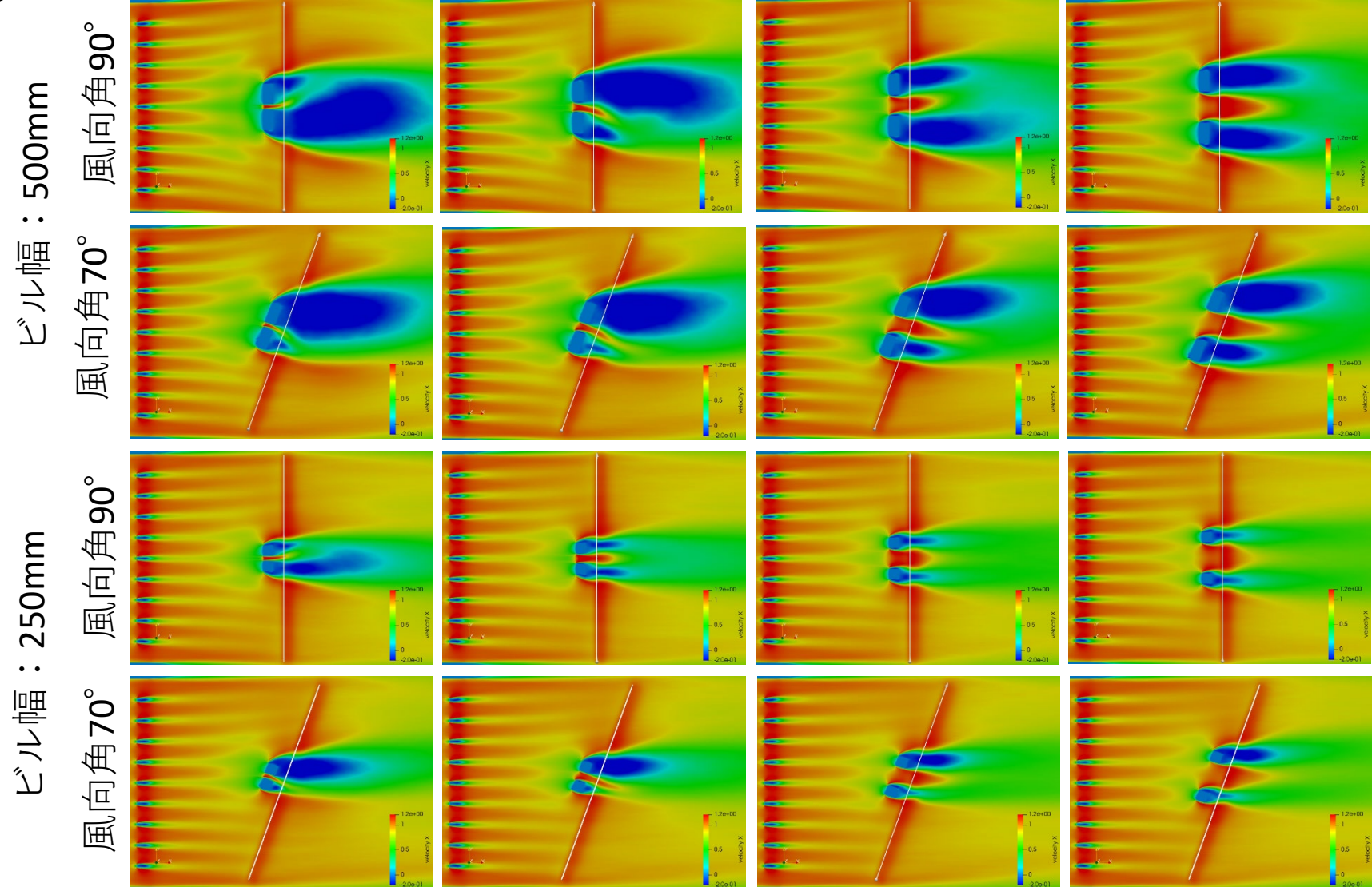
実験：4条件

数値風洞：16条件

パラメータ

- ・ビル幅
- ・ビル間隔
- ・風向角

風洞実験の効率化を実現



ビル間隔：125mm ビル間隔：250mm ビル間隔：500mm ビル間隔：750mm

# まとめと成果の活用

## まとめ

- ・ 大型低騒音風洞の気流を数値的に再現する数値風洞を開発した。
- ・ 供試体の形状定義から計算までを一貫して実施できるシステムを構築した。

## 成果の活用

数値風洞と風洞実験を組み合わせることにより、実験の効率的な実施が可能となり、鉄道事業者等のニーズに合致した成果を早期に得ることができる。

