

未来の新幹線づくり —静かな新幹線車両をめざして—

fastech360
The Frontier Spirit of JR East



JR東日本研究開発センター
先端鉄道システム開発センター

栗田 健

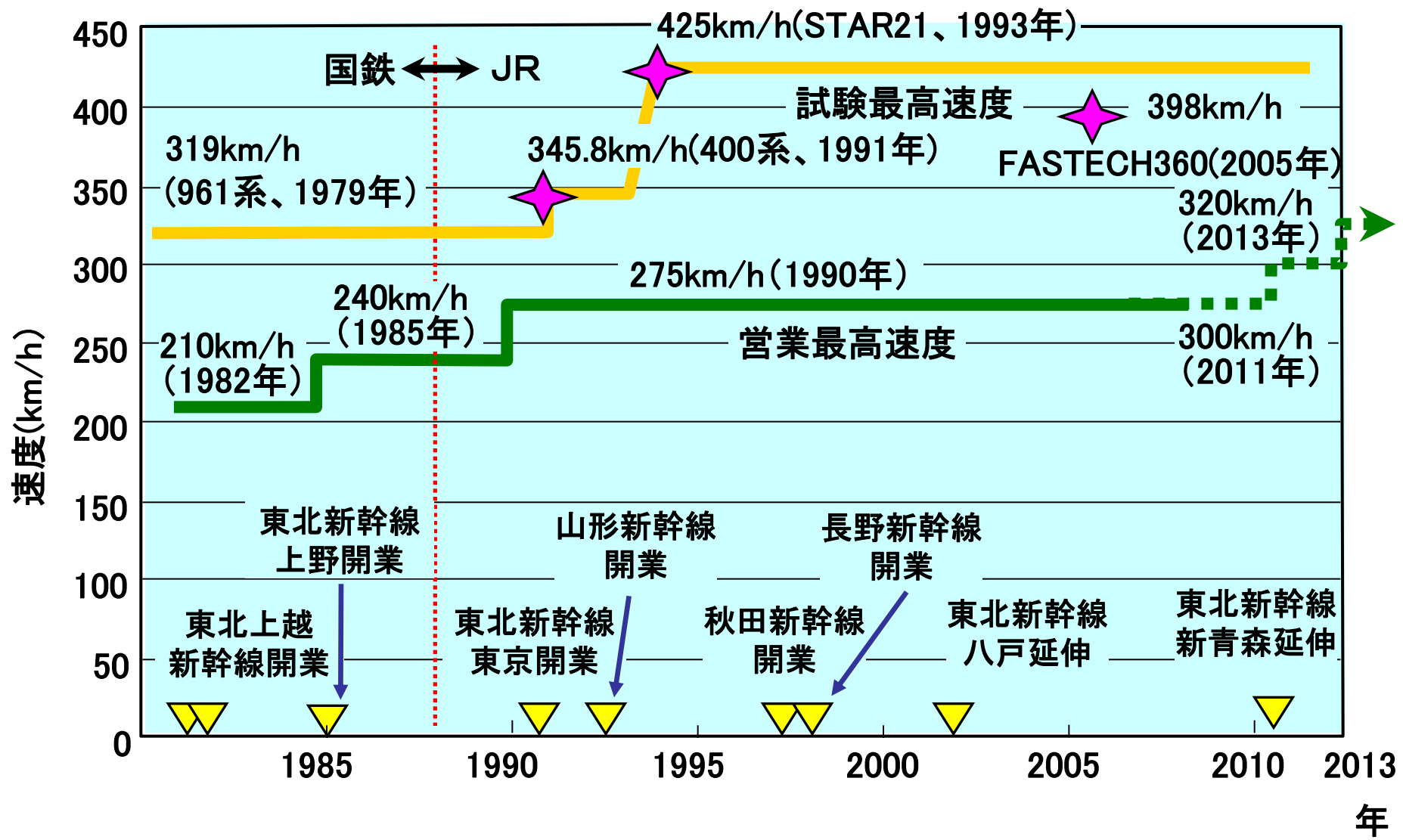


JR東日本の新幹線ネットワーク



現在	営業キロ	1052.9 km + 275.9 km
		新在直通タイプ
将来	営業キロ	1194.4 km + 275.9 km
		新在直通タイプ

JR東日本における高速化の歩み



新幹線高速化の技術的課題

走行速度の向上

駆動システム

粘 着

集電系システム など

信頼性の確保

台車及び台車部品

ブレーキシステム

自然災害に対する安全性

構造物強度 など

騒音の低減

トンネル微気圧波の低減

地盤振動の低減 など

左右・上下振動の低減

曲線通過時の乗心地向上

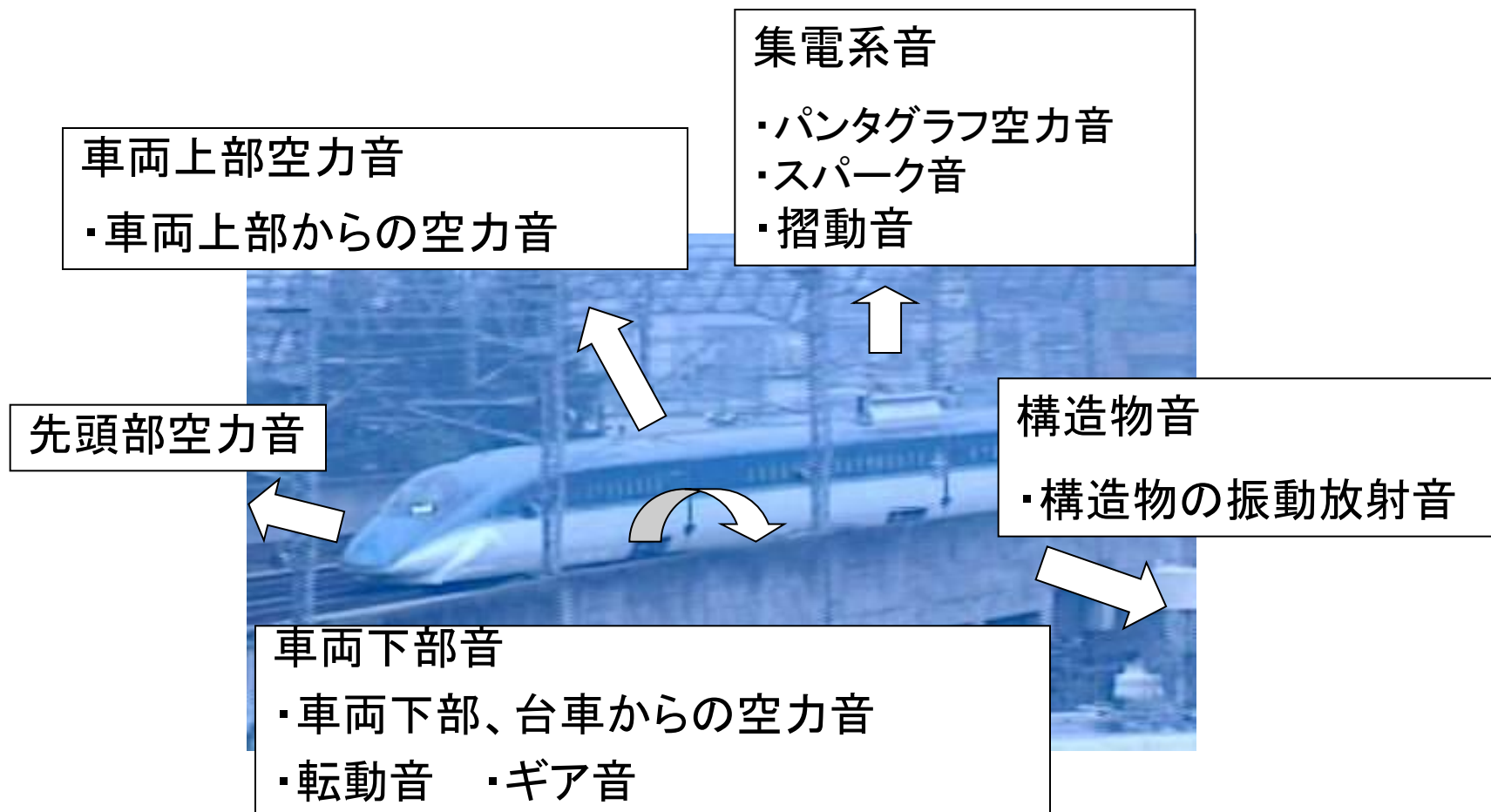
車内静粛性の向上

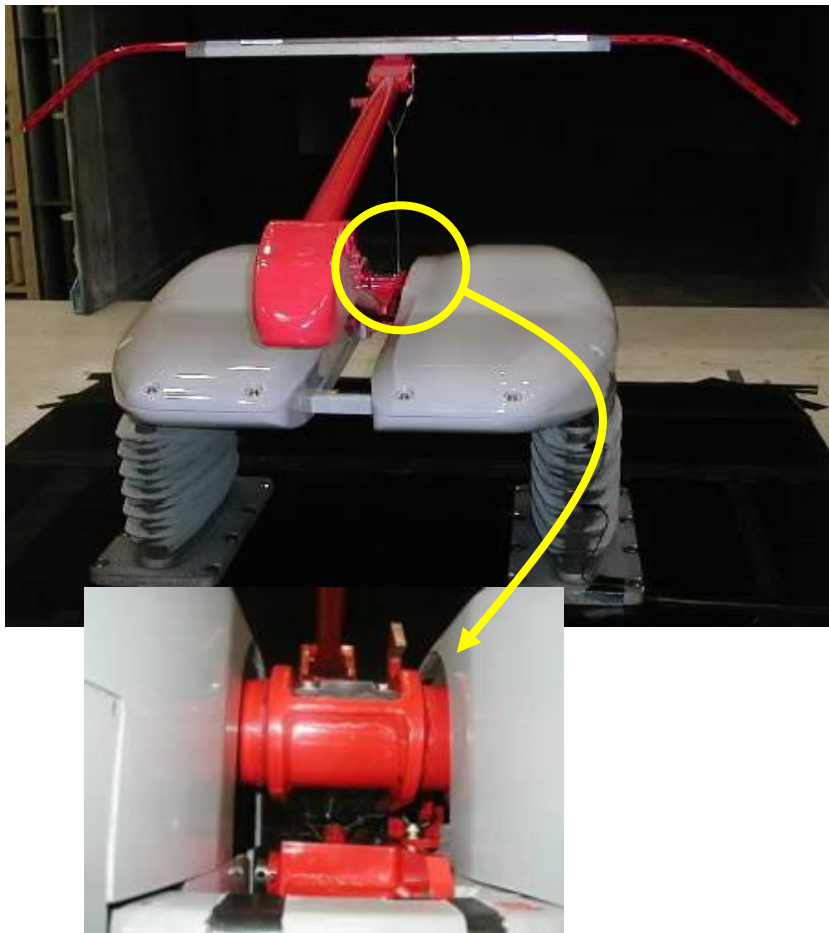
アメニティーの高い室内 など

環境との調和

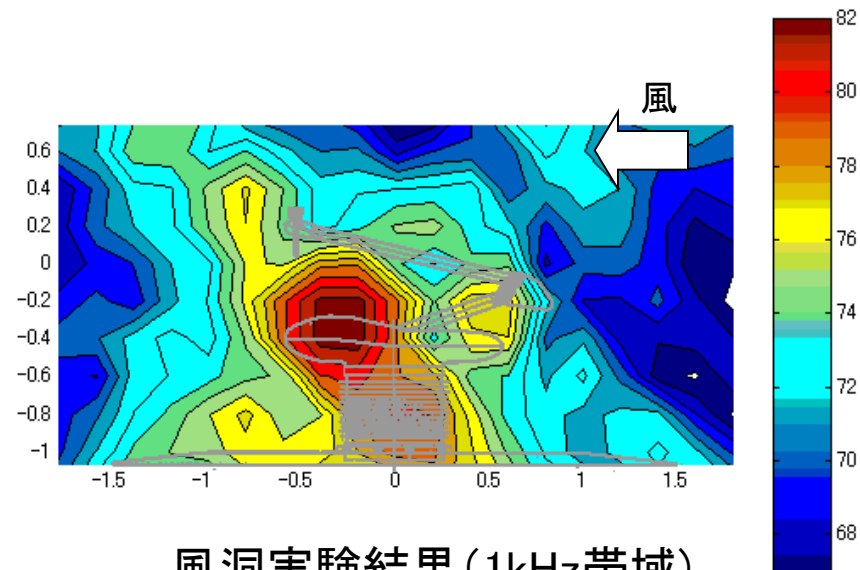
快適性の向上

騒音の低減





PS207型パンタグラフ



風洞実験結果(1kHz帯域)

- 台枠中央の部材集中を解消
→主枠の片持ち支持(「くの字」主枠型パンタグラフ)
- さらに中間ヒンジ省略
→見かけ上、一本の主枠に(「一本」主枠型パンタグラフ)

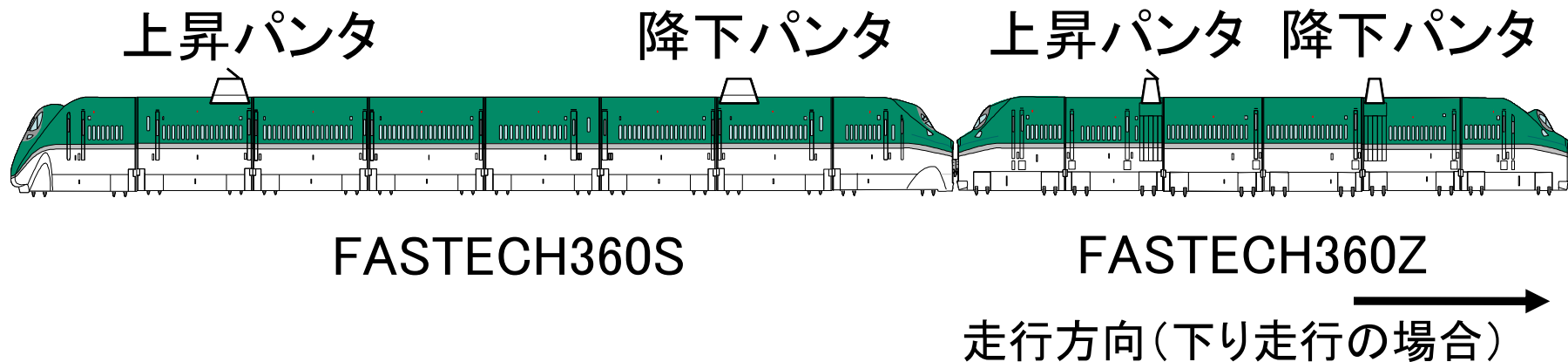


(a)「くの字」主枠型
(PS9037)



(b)「一本」主枠型
(PS9038)

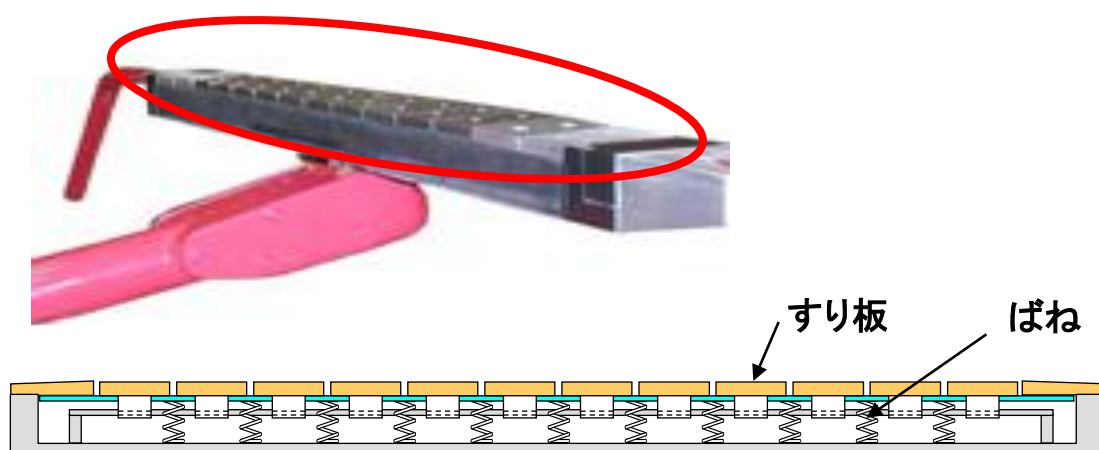
■ パンタグラフ配置・使用方法



■ パンタグラフ遮音板



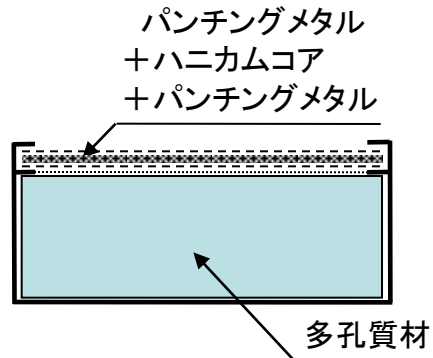
■ 多分割すり板



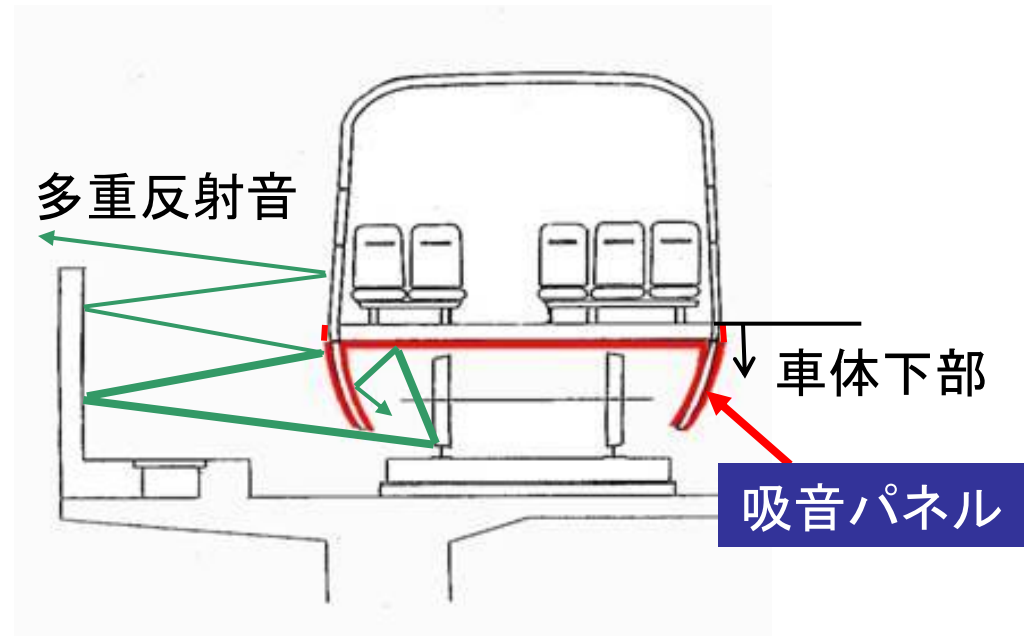
車両下部音の低減



車体下部に吸音パネル
を取り付け吸音する



吸音パネルの構造



側スカート部

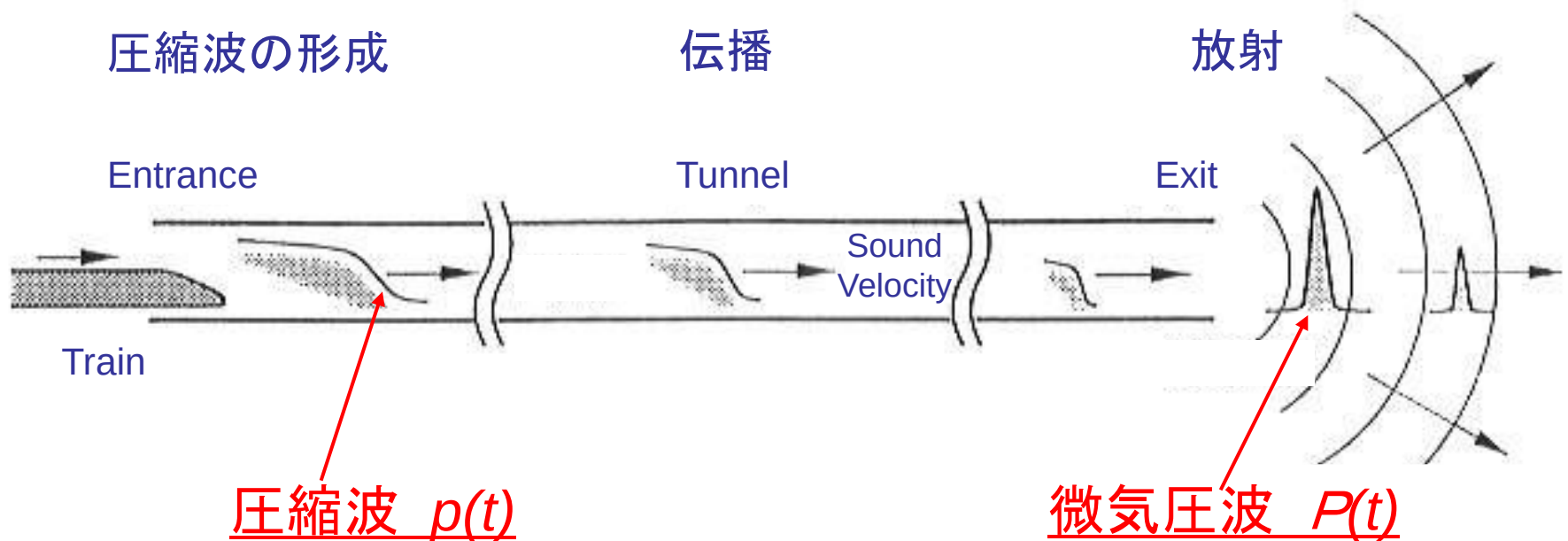


床下フサギ板

車両への吸音パネルの取り付け状況

トンネル微気圧波の低減

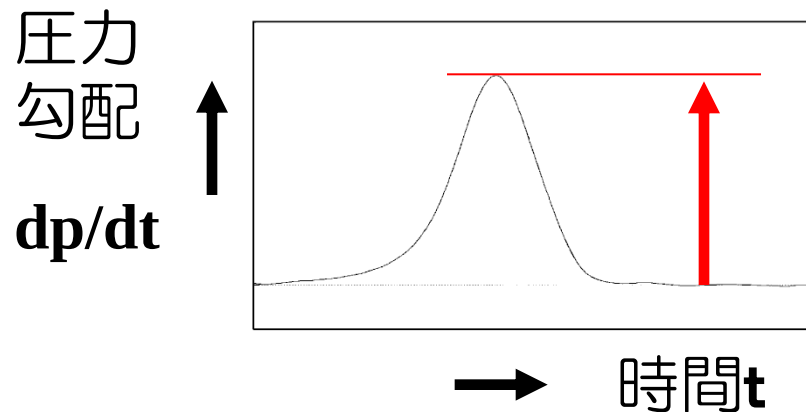
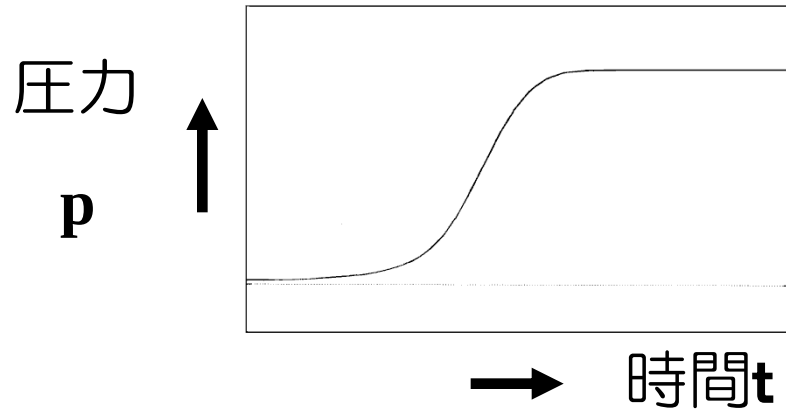
トンネル微気圧波とは



微気圧波の発生メカニズム

トンネル微気圧波とは

トンネル内圧力と圧力勾配



トンネル微気圧波 P の大きさは
トンネル出口の圧力勾配 dp/dt
(圧力の時間変化率)の最大値
に比例する

$$P \propto (dp/dt)_{\max}$$

トンネル微気圧波低減の考え方

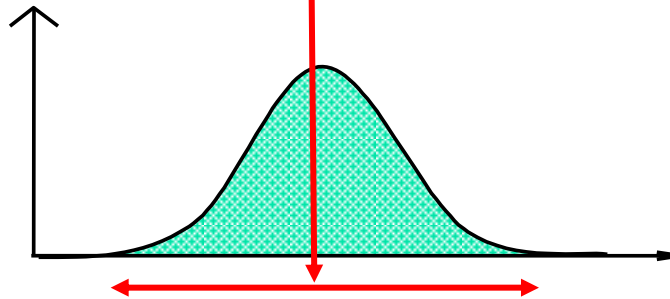
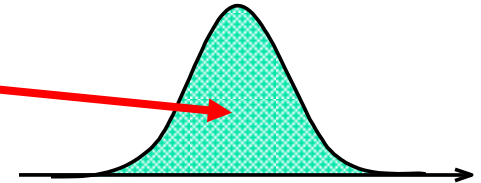
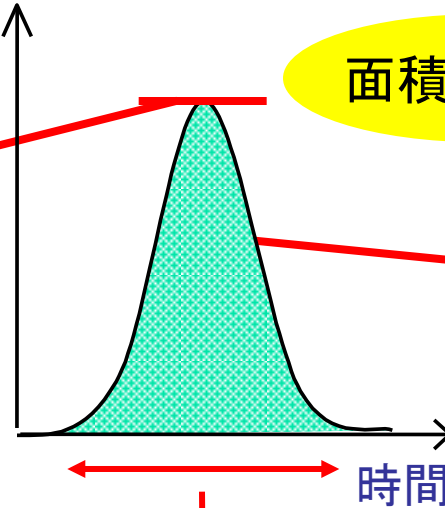
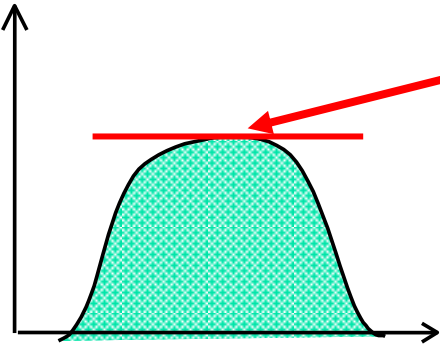
ピークを
平坦にする

車両先頭部形状、
緩衝工の最適化

圧力勾配

面積を減らす

車体断面積
の縮小



時間幅を拡大する

先頭車両のロングノーズ化、
緩衝工の設置・延伸



営業車両の先頭形状比較

	車体断面積 (m ²)	先頭部長さ (m)
200系	12.2	4.7
E2系	11.2	9.1

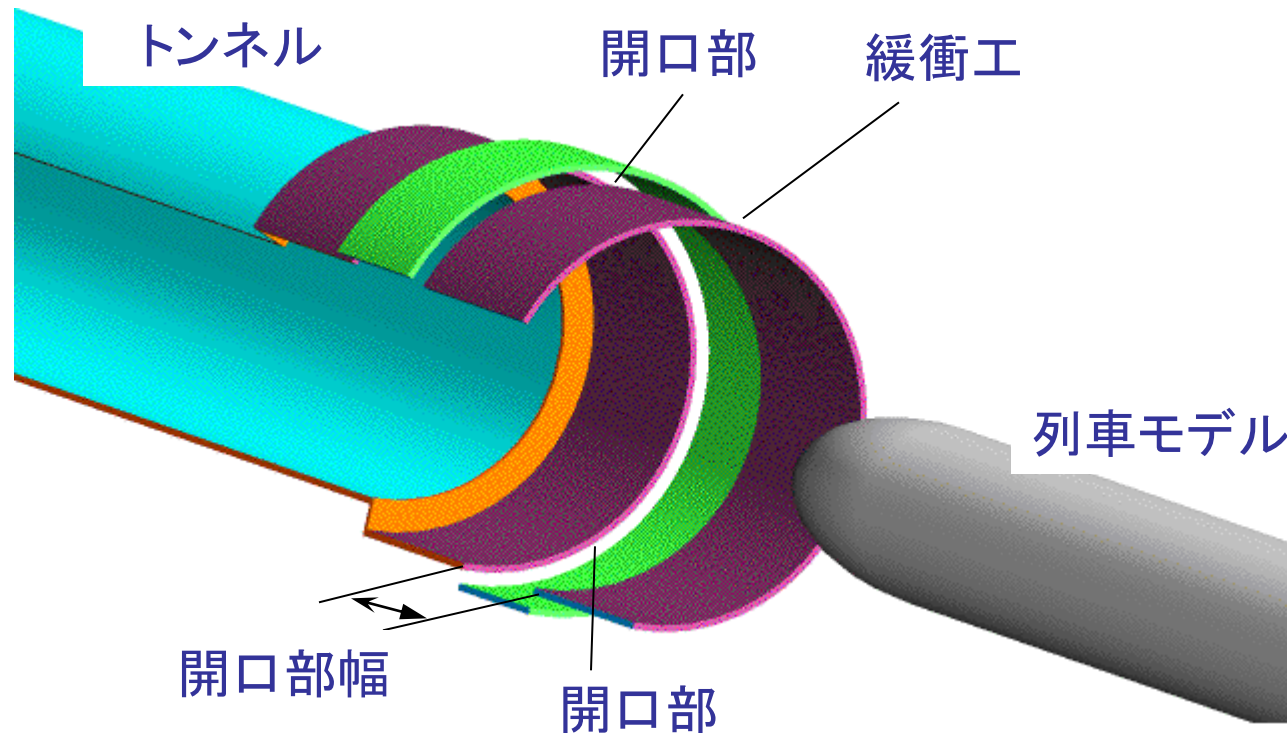


200系: 最高速度240km/h
(1982～)



E2系: 最高速度275km/h
(JR東日本の最新営業車両)

軸対称CFDによる先頭形状の最適化



CFDとは

Computational Fluid Dynamics の略で、流体支配方程式をコンピュータを使って、数值的に解くこと。

軸対称CFDによる先頭形状の最適化結果



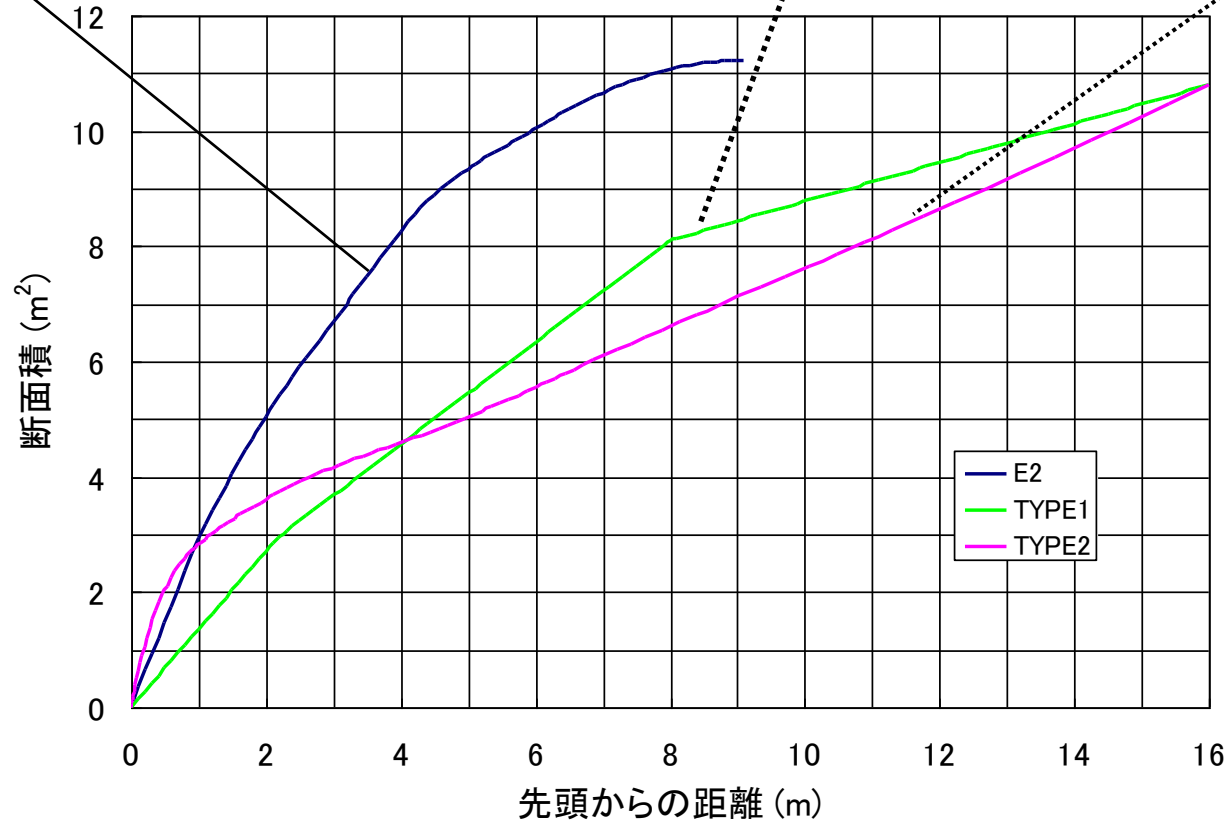
E2系



FASTECH360S
(Stream-line)



FASTECH360S
(Arrow-line)

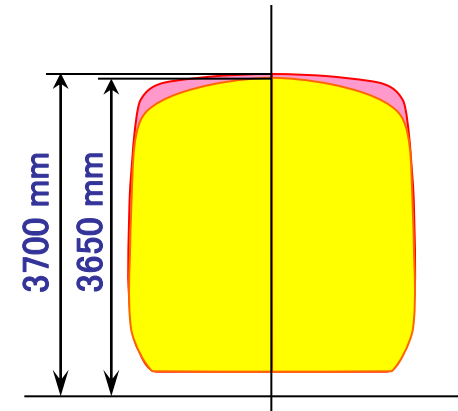


FASTECH360Sのトンネル微気圧波対策

車両断面積の縮小
(客室スペースの確保)

E2系
11.2 m²

FASTECH360S
10.8 m²



ロングノーズ化

- ・先頭部長さ 16m
- ・2つの先頭形状
Arrow-line & Stream-line

先頭部長さ: 16 m



1号車
Stream-line

8号車
Arrow-line



※E2系の先頭部長さ : 9.1 m

E5系量産先行車 (FASTECH技術の主な反映項目)



E954形式アローライン先頭形状



パンタグラフ



パンタグラフ遮音板



全周ホロ



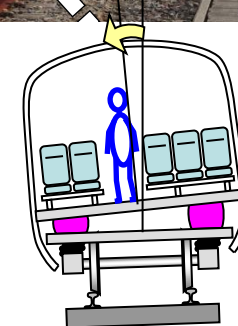
スノープラウ形状



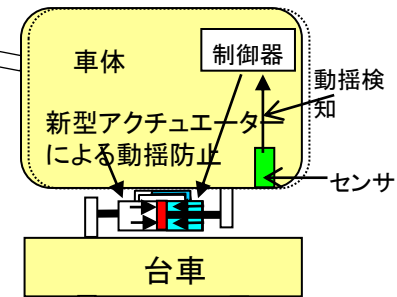
ブレーキ装置



車体側スカート吸音パネル

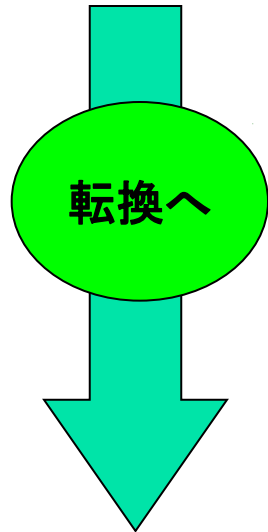


車体傾斜装置

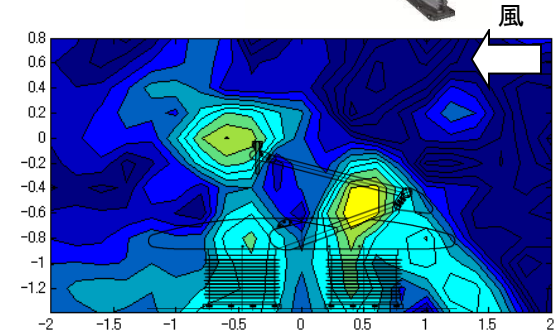
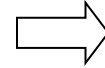
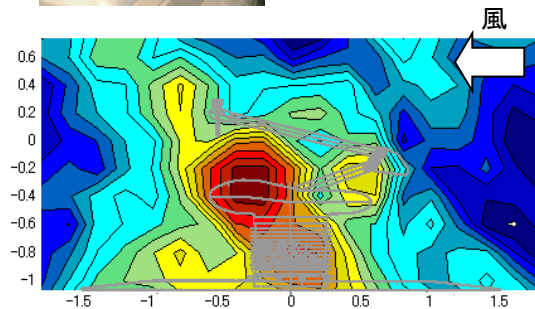


動揺防止制御装置 (電気式)

音源探査 → 知識と経験に基づく複数の対策案
→ 風洞実験(トライ&エラー) → 現車試験



これまで目立っていた音源は対策済み



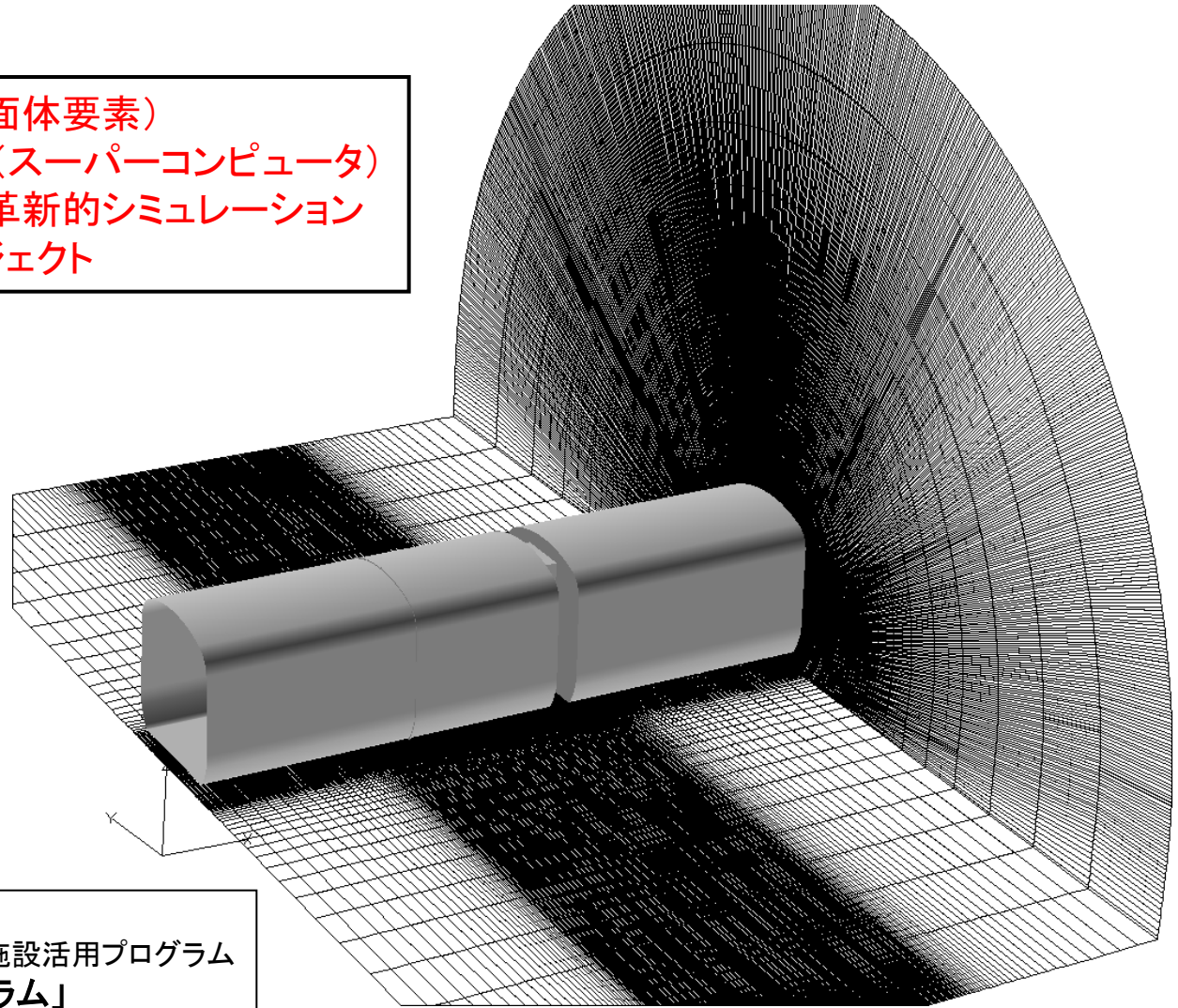
空力騒音発生メカニズムの解明およびそれに基づく対策策定

1. 音源となる流体现象把握
→ 実験では困難、CFDによる流れ場の空間情報把握
2. 発生メカニズムに基づく対策案策定
CFD → (風洞実験) → 現車試験

スーパーコンピュータを使った 解析事例1

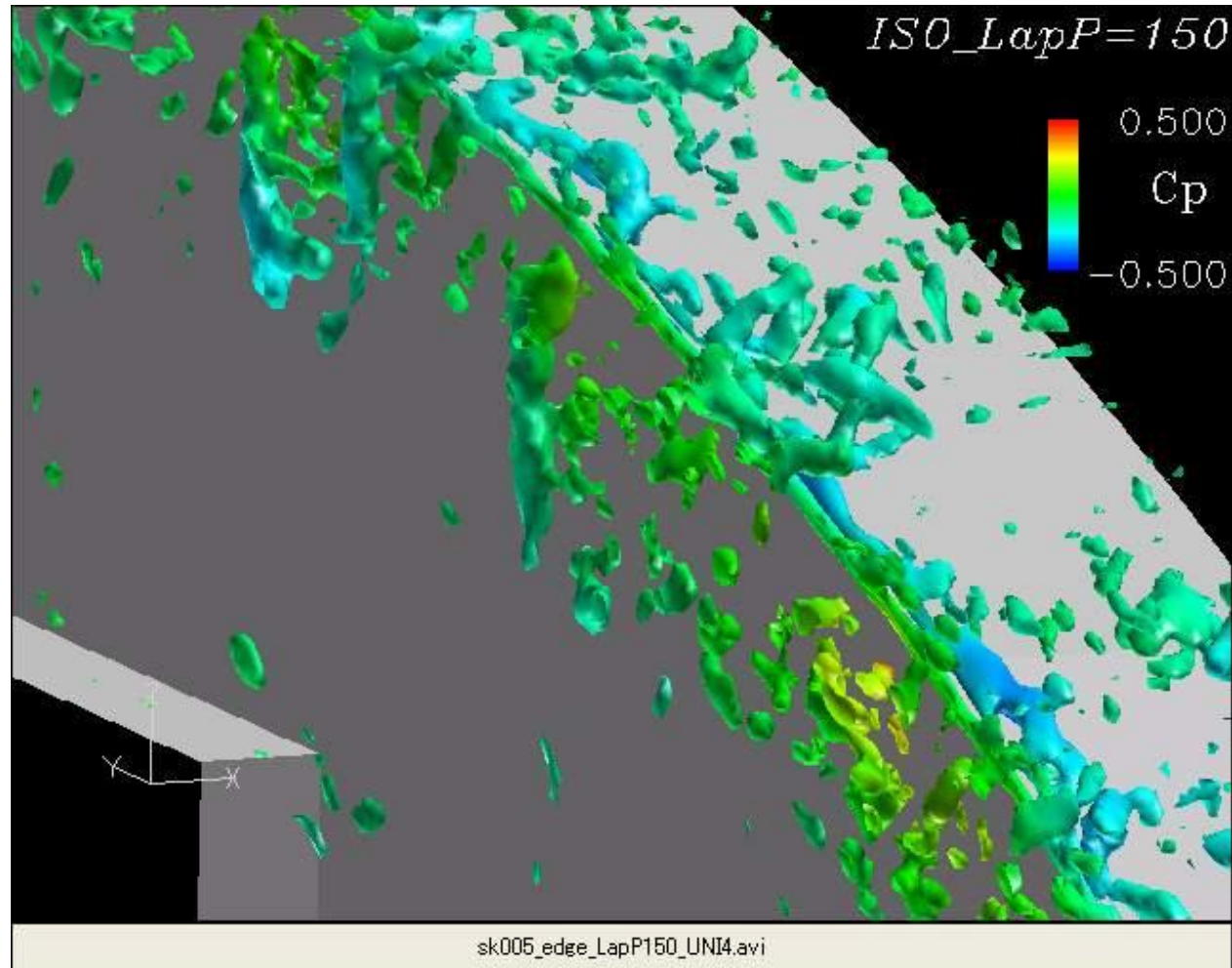
車間部(車両連結部)空力騒音シミュレーション

メッシュ数: 1億5000万要素(6面体要素)
コンピュータ: 地球シミュレータ(スーパーコンピュータ)
計算コード: FrontFlow/blue(「革新的シミュレーション
ソフトウェアの研究開発」プロジェクト)



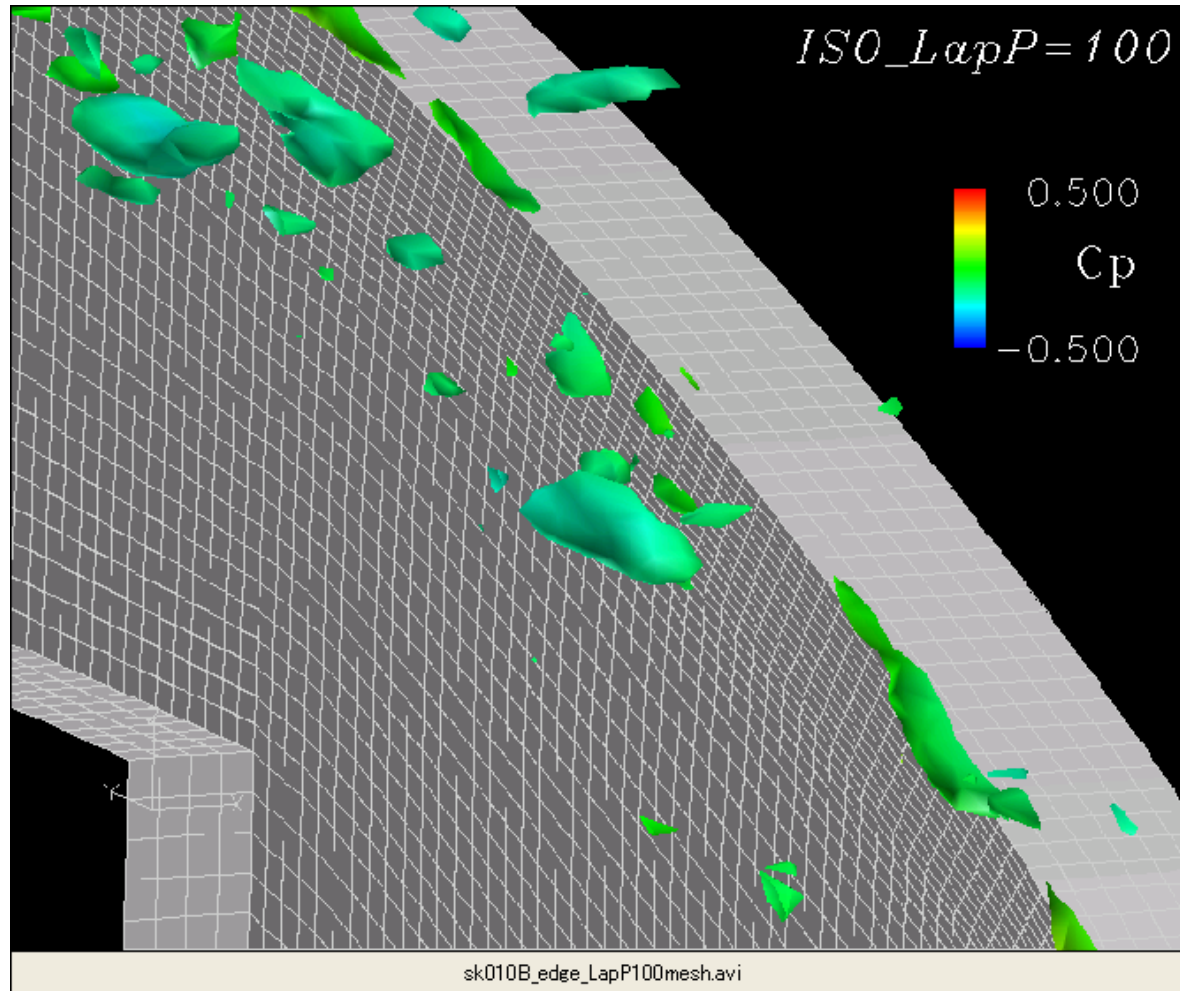
このシミュレーションは
文部科学省平成18年度先端大型研究施設活用プログラム
「地球シミュレータ戦略活用プログラム」
の一環として実施した

シミュレーション結果(1億5000万点要素)

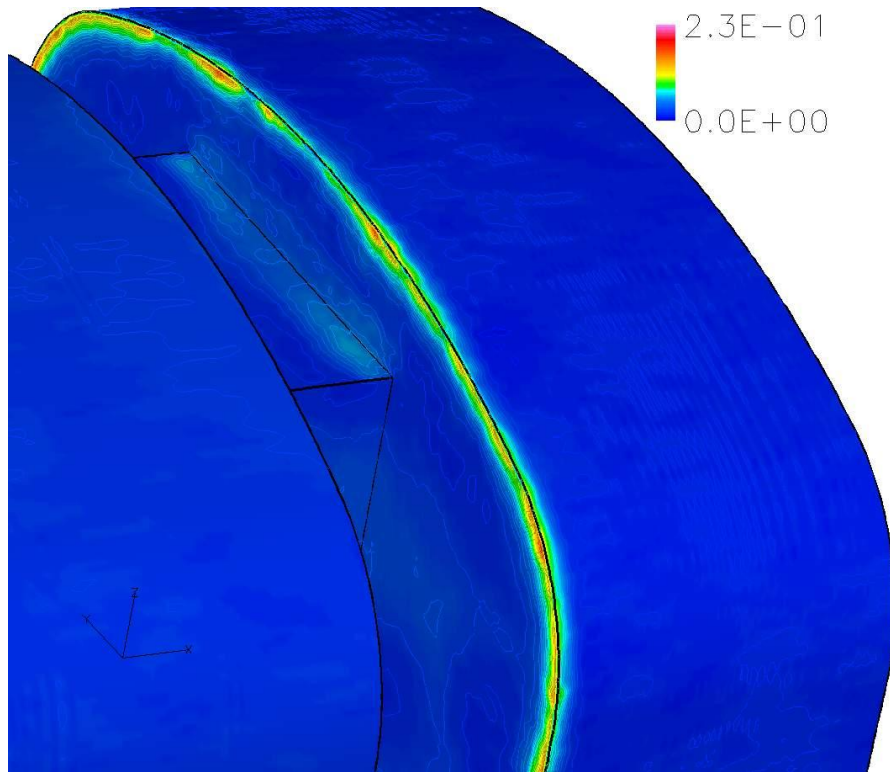


このシミュレーションは
文部科学省平成18年度先端大型研究施設活用プログラム
「地球シミュレータ戦略活用プログラム」
の一環として実施した

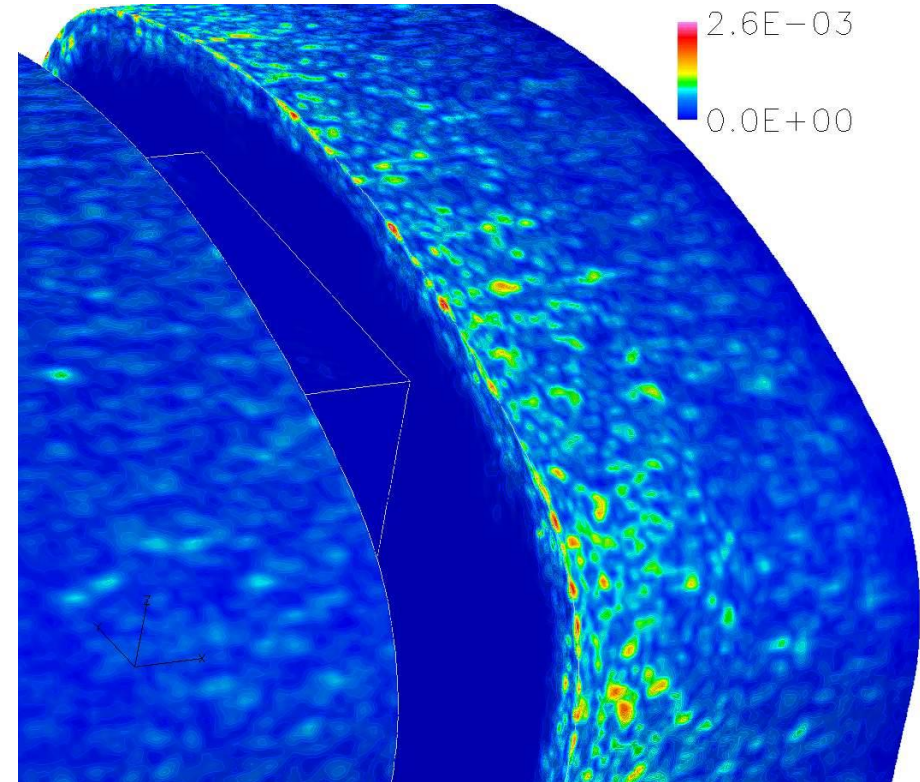
シミュレーション結果(2500万点要素)



このシミュレーションは
文部科学省平成18年度先端大型研究施設活用プログラム
「地球シミュレータ戦略活用プログラム」
の一環として実施した



低周波域

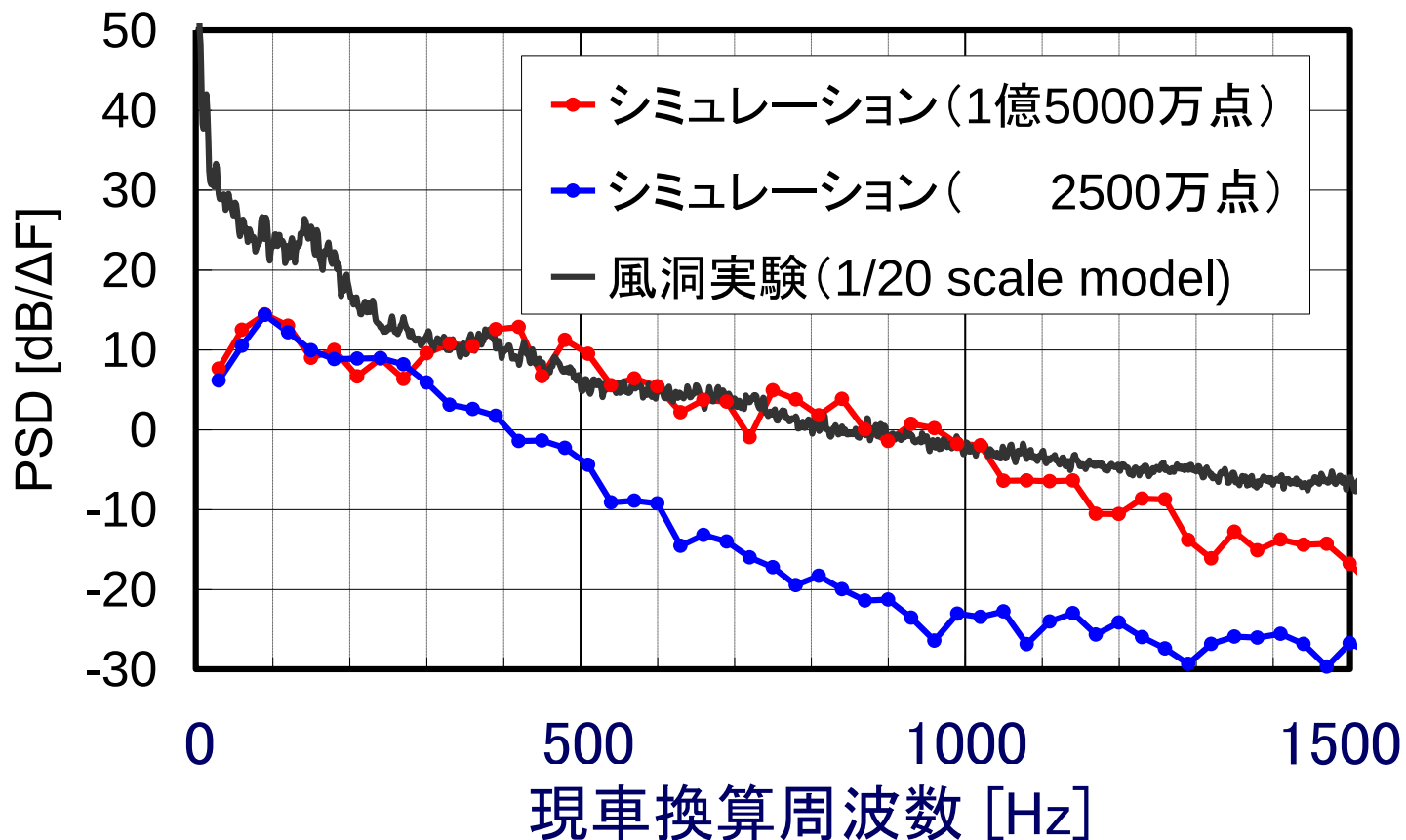


高周波域

このシミュレーションは
文部科学省平成18年度先端大型研究施設活用プログラム
「地球シミュレータ戦略活用プログラム」
の一環として実施した

⇒ 騒音予測

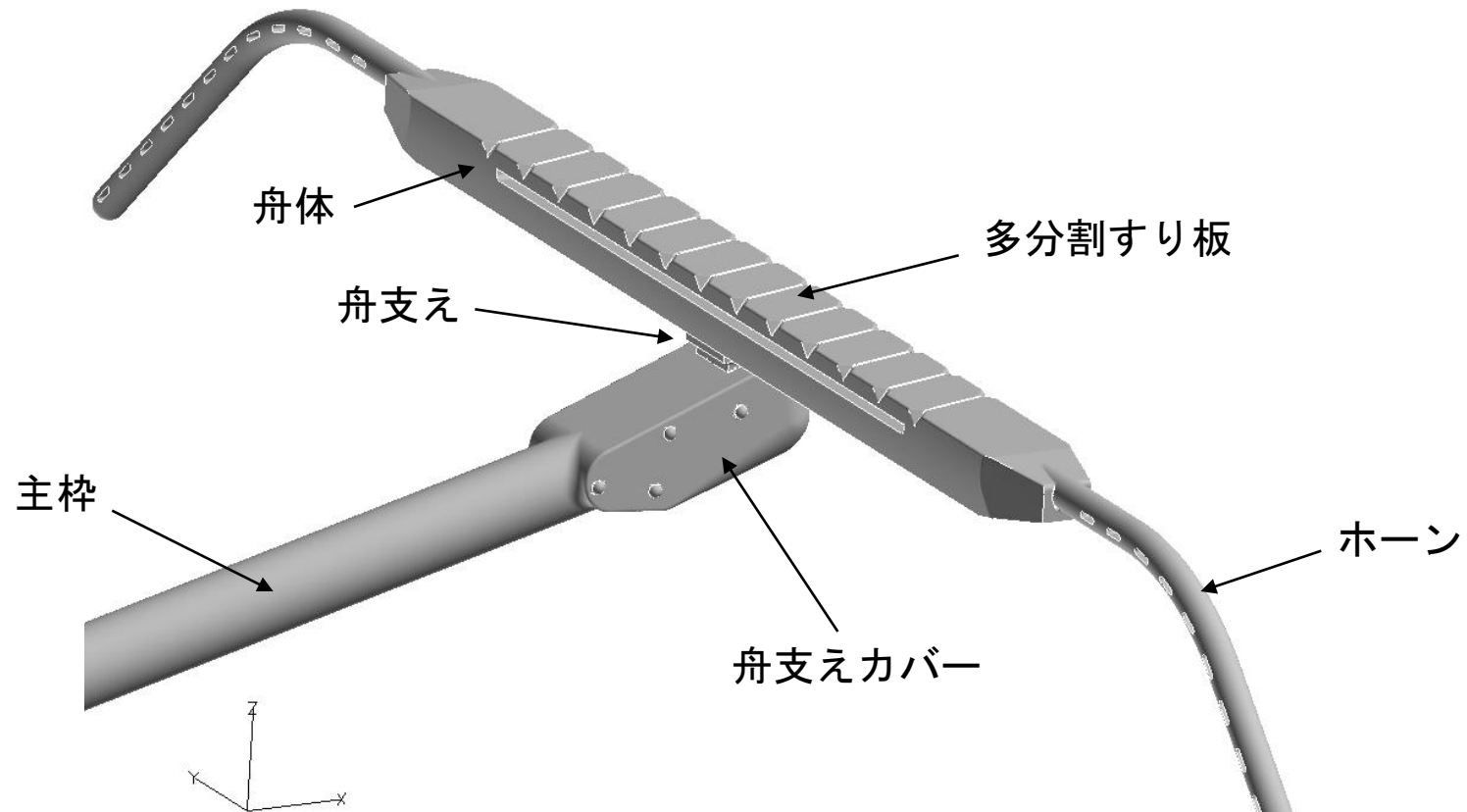
空力騒音のスペクトル(風洞実験との比較)



- 高周波音まで定量予測するためにはスーパーコンピュータが必要である
- シミュレーションの産業利用の可能性を示すことができた

スーパーコンピュータを使った 解析事例2

パンタグラフ舟体周りの解析

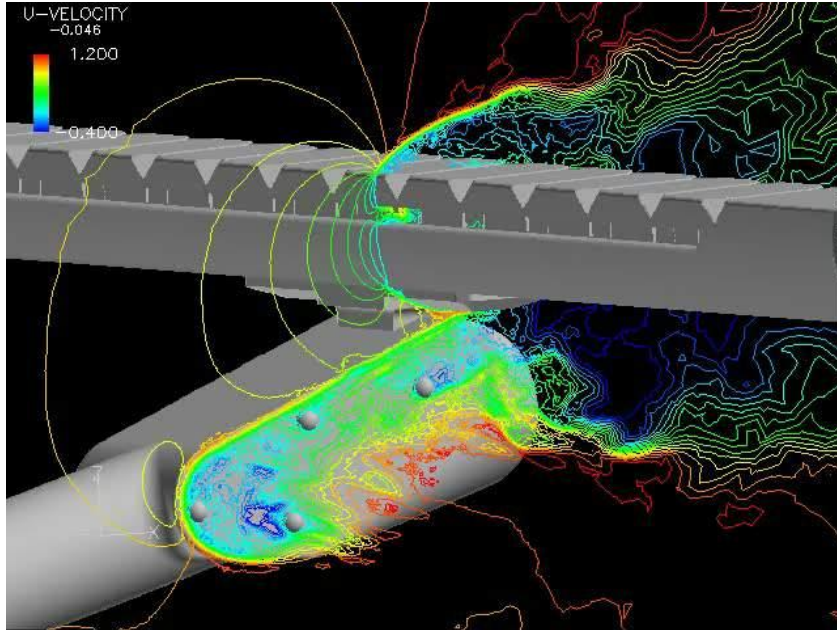


メッシュ数: 約7000万要素(4面体要素)

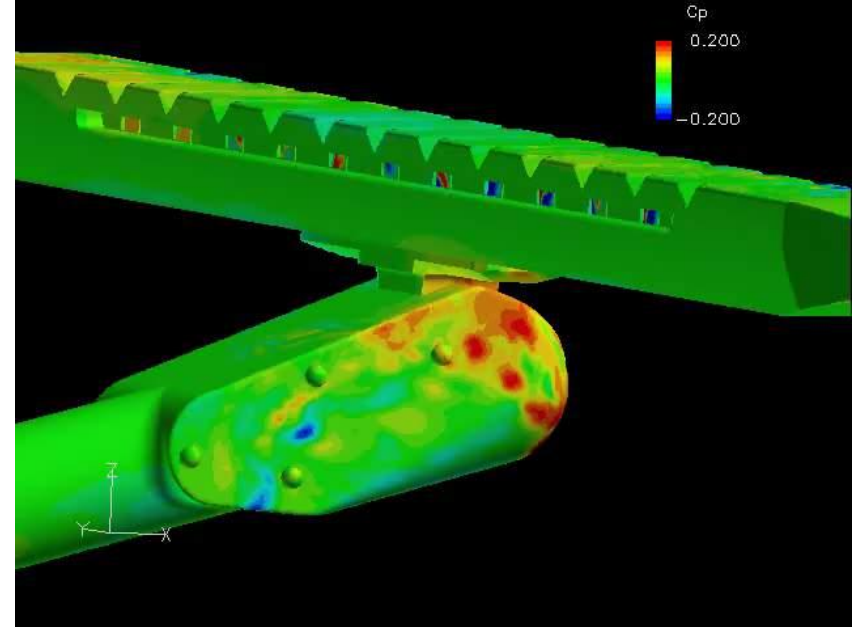
コンピュータ: 地球シミュレータ(スーパーコンピュータ)

計算コード: FrontFlow/blue(「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクト)

パンタグラフ舟体周りの流速変動と圧力変動



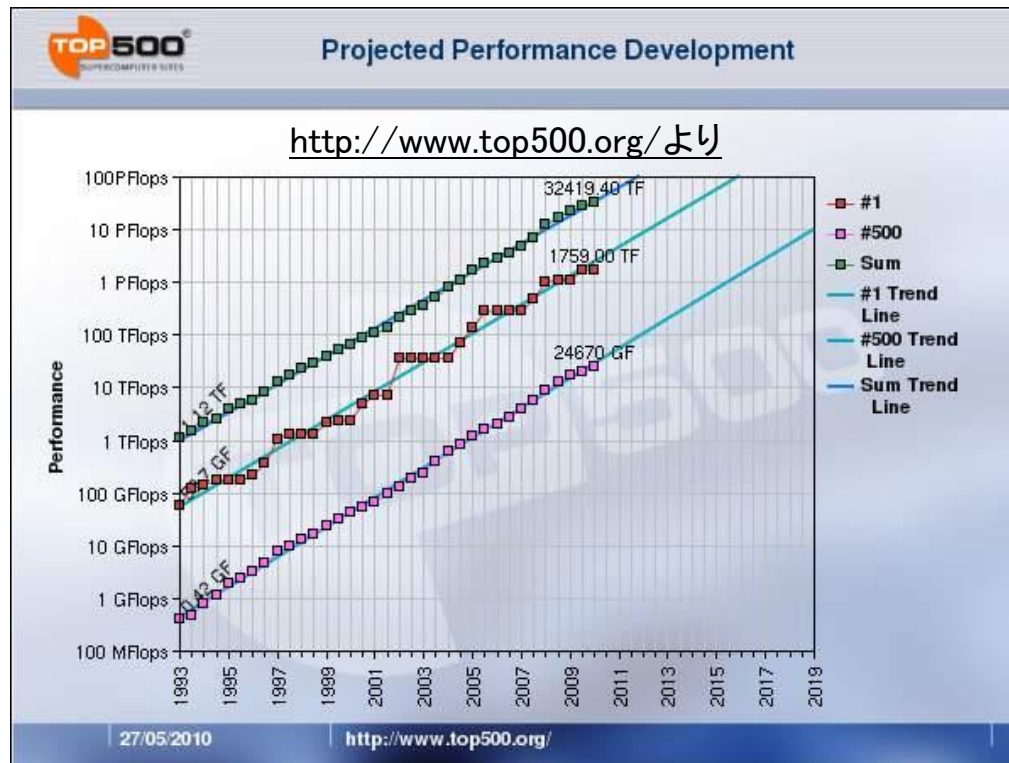
流速変動



圧力変動

このシミュレーションは
文部科学省平成20年度先端大型研究施設戦略活用プログラム
「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」
の一環として実施した

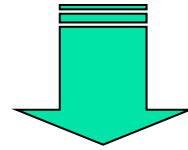
スーパーコンピューティングへの期待



10年で1000倍
処理能力向上

- 1000倍詳細な計算ができる(複雑形状の計算ができる)
→ まるごとシミュレーション
- 1/1000の時間で計算できる(多ケースの計算ができる)
→ 最適設計

シミュレーションと最適化



未来の新幹線車両づくりへ

