

新幹線車両の騒音シミュレーション

新幹線の車両連結間隙部（車間部）から発生する空力騒音発生メカニズム解析

研究・開発機関：東日本旅客鉄道（株）
 利用施設：（独）海洋研究開発機構 地球シミュレータ
 計算規模：計算速度 3.4 Tflops（53ノード）
 利用ソフトウェア：FrontFlow/Blue*

Before

- これまでは風洞実験により、車間部に流入する空気の流れや、発生する騒音を評価してきました。しかし、実験では音の測定はできますが、空力音の発生メカニズムとなる流体現象の把握は困難でした。
- 乱流から発生する騒音の解析は不可能でした。

After

- スーパーコンピュータを利用した大規模シミュレーションを行うことで、従来は解析困難であった空力音（特に乱流が流入する流れ場から発生する空力騒音）の数値解析が実現可能になり、騒音発生メカニズムを解明することができるようになりました。

背景と目的

空力騒音は、鉄道・航空・自動車などの輸送機械や、ファンなどの流体機械など様々な産業分野で問題となっています。空力音のパワーは速度の約6乗に比例して増大するため、高速化のためには騒音の低減が不可欠です。新幹線の騒音は環境基準が定められており、高速化を実現する上で、騒音の低減が、最も難しい課題として立ちふさがっています。

これまで、走行実験による騒音の測定や低騒音風洞を用いた風洞実験などにより低騒音化を行ってきましたが、これらの手法では、音の測定はできますが、流体中の音源そのものの解明は困難でした。騒音低減のための更なるブレイクスルーのためには、騒音の発生メカニズムそのものを突き止め、解決する必要があります。

新幹線の車両連結間隙部（車間部）は、主要な空力騒音の音源の一つです。車間部から発生する空力騒音の発生メカニズムを解明するためには、スーパーコンピュータによる非定常乱流の大規模数値シミュレーションを行う必要があります。



写真 1. 新幹線高速試験電車 FASTECH 360S

利用成果

新幹線の車間部から発生する空力騒音の発生メカニズムを解明するために、Large Eddy Simulation (LES) を用いて、乱流境界層中の微小な渦構造まで解像できる1億5000万格子点の非定常乱流の大規模数値シミュレーションを行い、細かい渦から発生する乱流騒音の数値解析を行うことができました。

3次元の車両形状を対象として渦音源を用いて空力音を定量的に予測するためには、音響計算も流体計算と同程度の音源解像度が必要であることがわかってきました。より複雑な製品形状の解析や、騒音の定量予測を実現するには、ソフトウェアとハードウェアのさらなる発展が必要です。

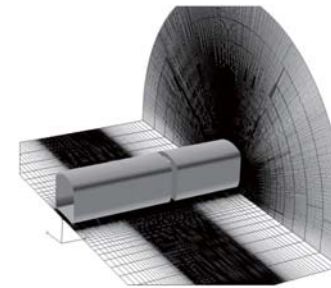


図1. 車間部の空力音解析のためのメッシュ

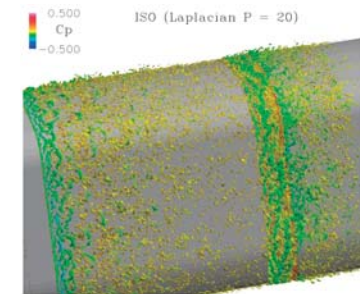


図2. 車間部周りの流れの渦構造

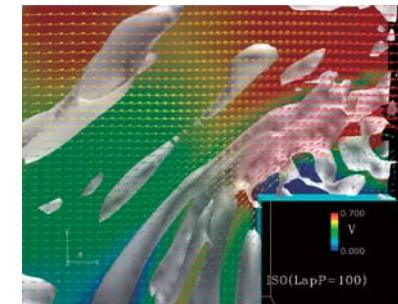
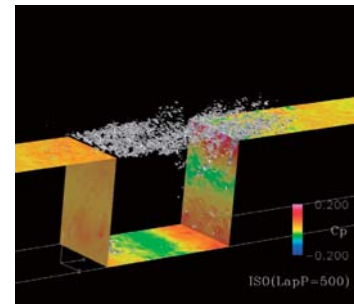


図3. キャビティ形状周りの瞬時の流れ場（渦の様子）と圧力分布

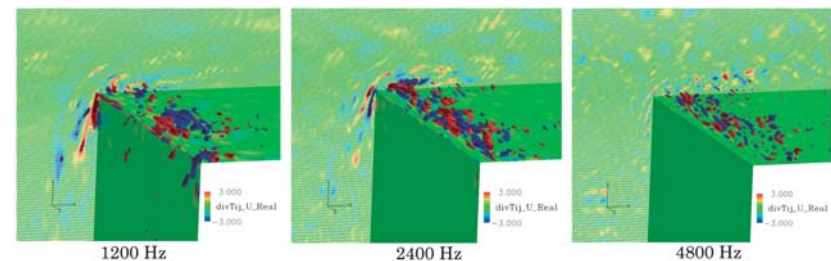


図4. 周波数ごとの渦音源分布