

自動車や船の周りの流れ解析

～京を利用した最新成果～

東京大学教授 生産技術研究所
革新的シミュレーション研究センター長 加藤千幸



お話しする内容



1. 京に対する産業界の期待
2. 水や空気の流れと機械の性能
3. 京で初めて実現できる流れの数値計算
4. 幾つかの具体的な事例

京に対する産業界の期待

コンピュータの比較

- 京コンピュータ
 - 8万 CPU, 70万 コア

京は、通常のスパコンの数10倍から100倍以上の能力を有する！



京に期待されていること



- 大規模な計算で実験を代替える
- 多数のケースの同時計算で最適な設計を実現する
- 精緻なシミュレーションにより初めて得られる新しい知見により、新材料開発・新製品開発・既存製品の性能・信頼性の飛躍的な向上を実現する

水や空気の流れと機械の性能



水や空気の流れと機械の性能との関係



■ 空気の流れ

- 風力発電の性能
- 自動車の空気抵抗
- 飛行機の抵抗や安全性
- ジェットエンジンの性能や騒音
- 扇風機・エアコンの性能や騒音

■ 水の流れ

- ポンプの性能
- 水車の性能

空気や水の流れの予測や改善は数多くの工業製品の開発において非常に重要な課題

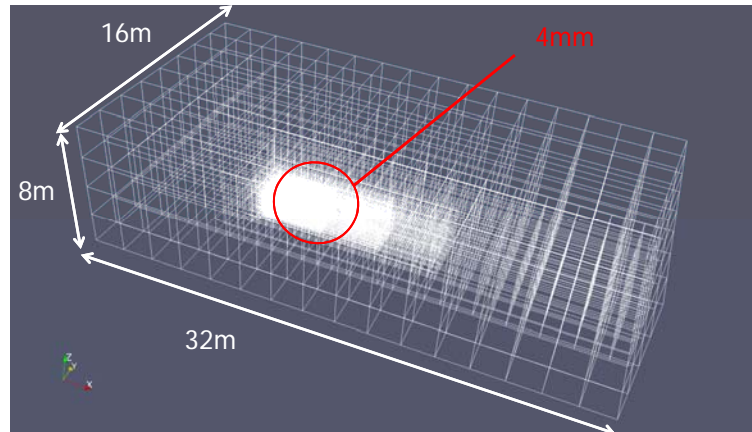


京で初めて実現できる流れの
数値計算

水や空気の流れの数値計算



- 計算メッシュといて、微小なサイコロ領域で方程式を解いて、流れの近似解を求める



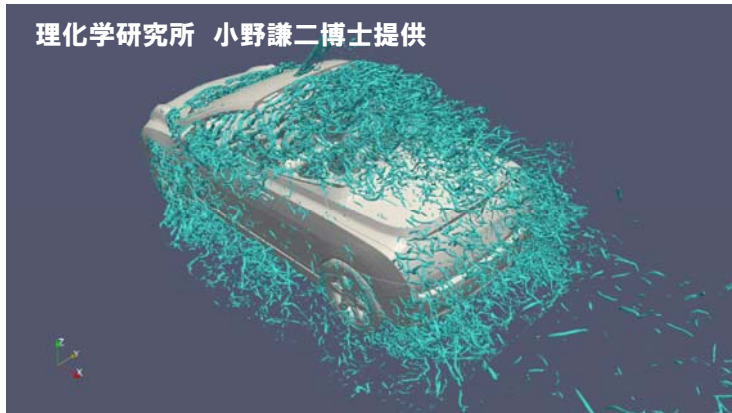
車のまわりの空気の流れを計算する計算メッシュの例

従来の流れの解析と京で始めて実現する解析



- 流れの中にはとても細かい渦が無数にあり、従来の解析ではこれらの渦は解析できなかったため、精度が悪かった。京ではこれが全部計算できる。

理化学研究所 小野謙二博士提供



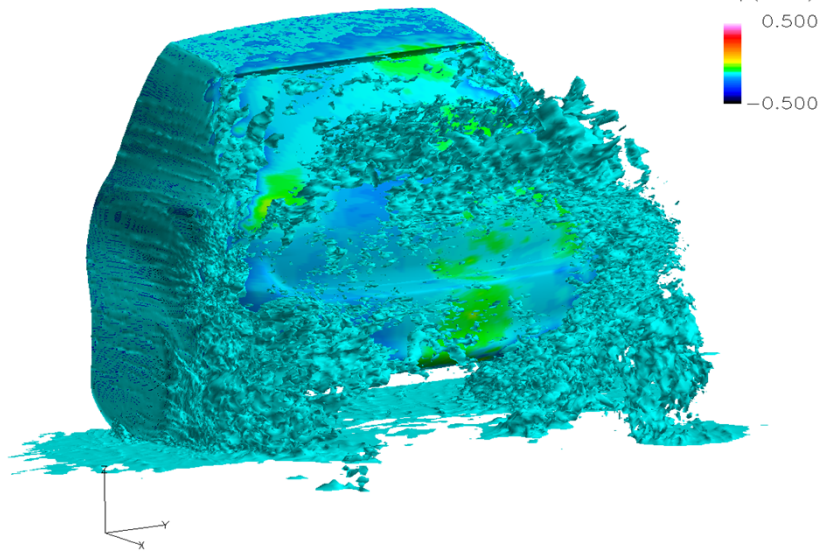
京による解析で初めて計算できた細かい渦

幾つかの具体的な事例

1. 京を利用した、自動車まわりの流れの 超精密計算

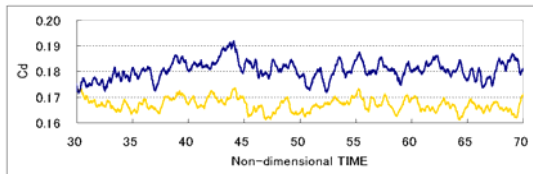
超高精度シミュレーション(続き)

■ 1ミリ・メートル以下の微小な渦まで京で再現



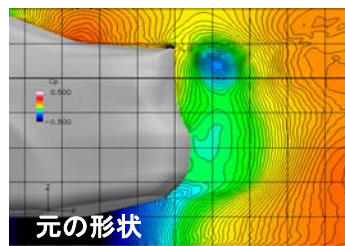
新たな知見の活用

■ 京により可視化された渦を制御して抵抗を低減

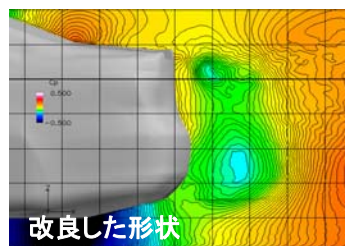


	Time average	RMS
Original shape	0.181	0.0041
Controlled shape	0.168 (-7%)	0.0031

空気抵抗係数の比較



元の形状



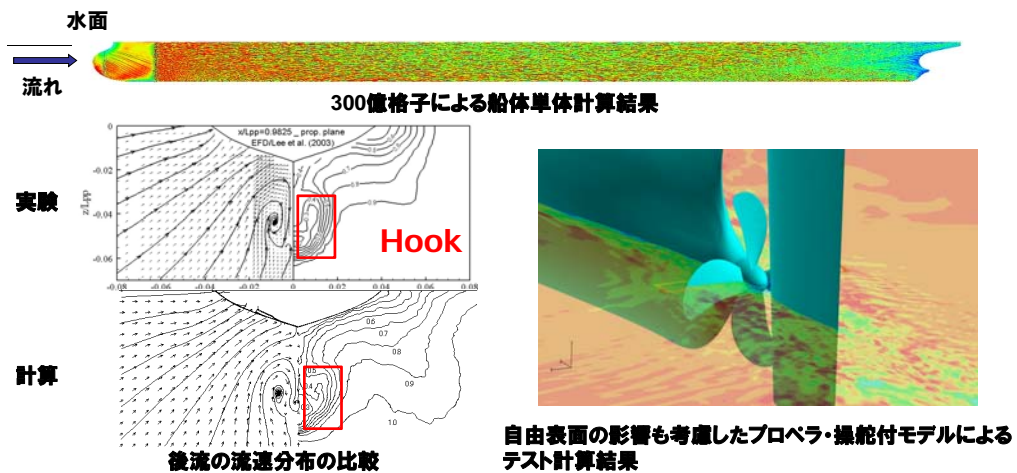
改良した形状

流れの圧力の比較

2. 京を利用して、船舶の推進抵抗試験をシミュレーションで代替する

船体の推進抵抗の予測

■ 曳航水槽試験を数値シミュレーションにより完全に代替

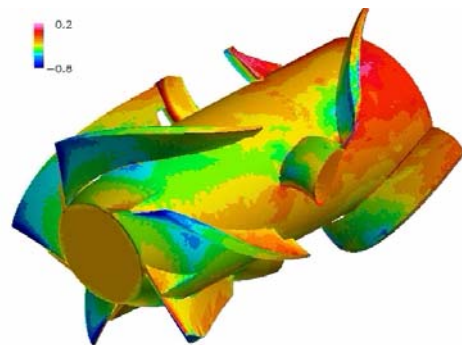
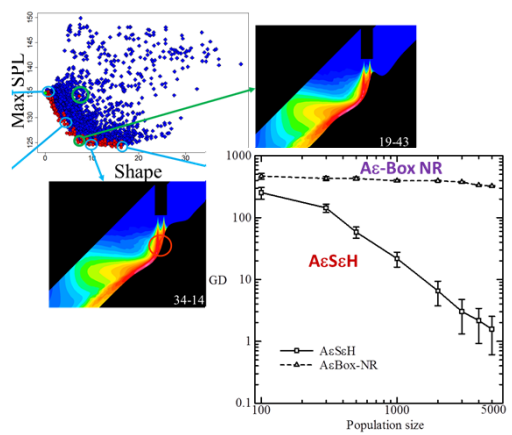


(一般財団法人 日本造船技術センター提供)

3. 京を利用して、音の小さなファンを開発する

サーバーファンの性能と騒音の最適設計

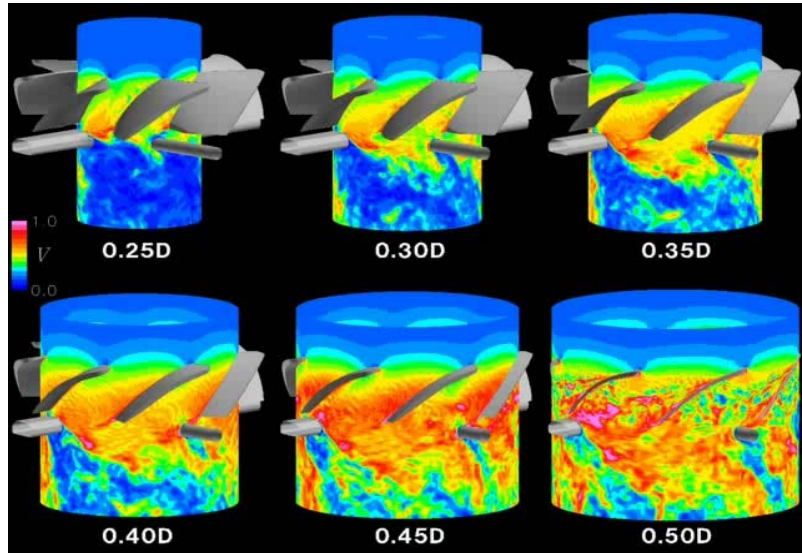
- 数1000ケースの計算を同時に実行し、性能と騒音が最適な翼の形状を見出す



最適設計解を探索するアルゴリズムの研究開発
(JAXA 大山聖准教授提供)

ファンの表面の圧力変動

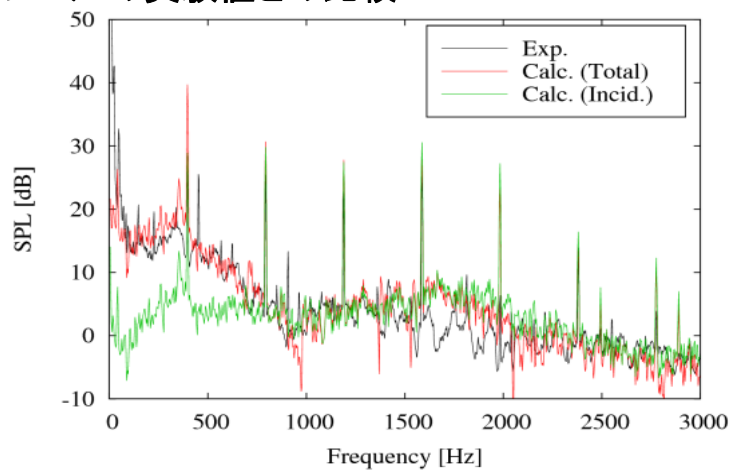
サーバーファンの性能と騒音の最適設計



京を利用すれば騒音の予測も可能



■ 騒音レベルの実験値との比較



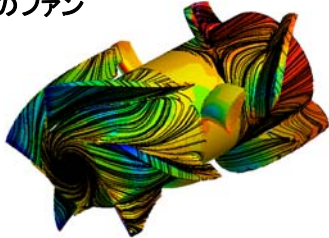
赤線: シミュレーション結果、黒線: 実験値

6dBの騒音低減を達成

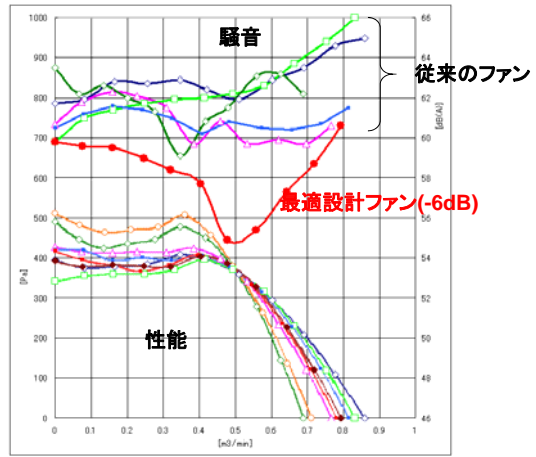
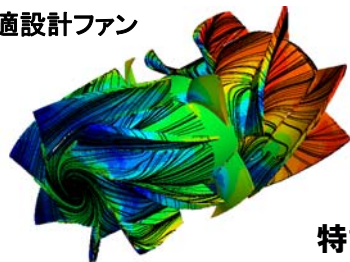


■ 最適設計の結果

元のファン



最適設計ファン



性能と騒音の比較

特許取得済み:「二重反転式軸流送風機」