

空調・給湯ヒートポンプ 室外機用の高性能ファン

従来とは全く異なるコンセプトによるファン設計(軸流多翼ファン・翼端渦の制御・静圧回復による性能向上)により、軸動力削減と風量増加を達成する、省エネ・省スペースに適した高性能ファンを提供します。

日本大学

理工学部 機械工学科
教授 助手

鈴木康方 三木悠也

東京大学

生産技術研究所
教授

鹿園 直毅



近年、ファンの設計最適化の取り組みが試行されていますが、パラメータの探索範囲が従来ファン設計の範疇にとどまっており、設計最適化の範囲が限定されていることが課題となっています。改良ファンは形状の最適化は未実施であるものの、現時点の予測では現行ファンの性能を上回る結果を得ており、概念設計の有効性を確認することができたと考えております。

ポイント

- 従来の設計パラメータの範囲を超えた設計により、同一回転数におけるファン風量の増加、風量を維持した場合は回転数の低下が可能
- 羽根車の多翼化、リングファンで翼端流れを改善しつつ、薄型化を実現
- 薄型化で空いた空間にディフューザを設置し、静圧を回収

こんな開発ニーズに

- 空気調和機の室外機及び室内機の高効率化, 高静圧化
- 狭小スペースにおける換気や冷却
- 高効率なヒートポンプの開発による熱需要の電化の促進

空調・給湯ヒートポンプ室外機用の高性能ファン

日本大学 理工学部 機械工学科 教授 鈴木 康方, 助手 三木 悠也

東京大学生産技術研究所 持続型エネルギー・材料統合センター センター長・教授 鹿園 直毅

研究背景と課題, 目的

- 従来の空気熱源ヒートポンプや空調機は、伝熱面積と風量の増加が主たる省エネ技術となっており、大型化に伴うコスト増加と設置上の制約が課題である。また、ファン動力と騒音の増大も課題である。
- 室外機に用いられる代表的なファン（プロペラファン）は、長年にわたる改良の積み重ねにより、性能は少しずつ向上したが、ピーク静圧効率は50%程度にとどまり、一般的な軸流送風機のピーク静圧効率（70%から85%程度）と比較して非常に低い。また、羽根車外周部の翼弦が長く、筐体内での実装自由度が小さい。また、低温条件で熱交換器に霜が成長すると風量が急激に低下する課題がある。
- 従来設計パラメータの探索によるファンの設計最適化が試みられているが、大幅な改善は難しい。

そこで、本研究では従来は検討されていない広範な設計パラメータを探索することにより、従来の性能を大幅に凌駕するプロペラファンを開発することを目的とする。

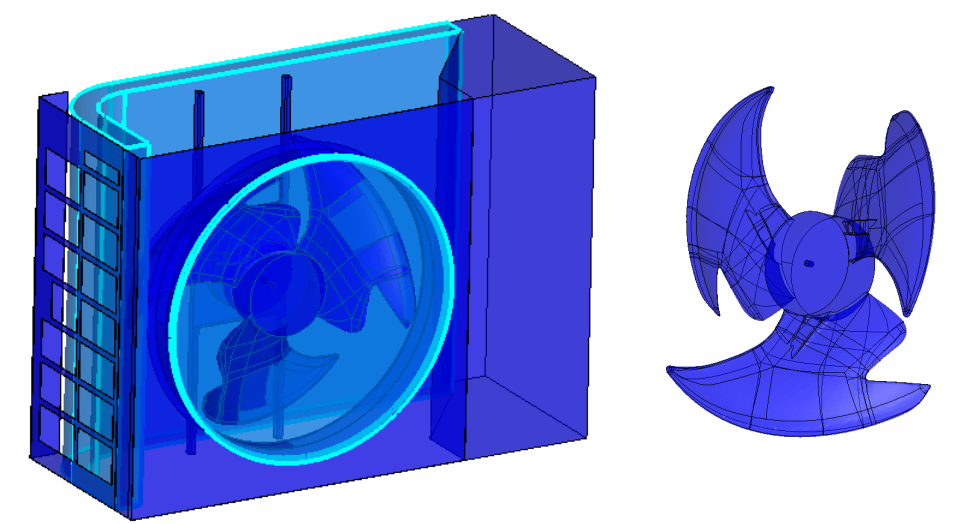
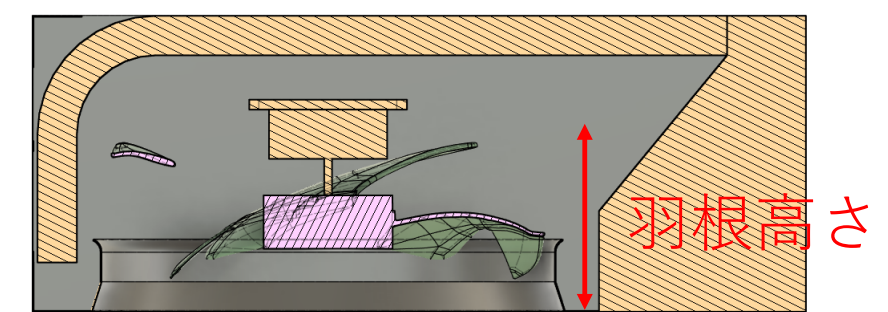


図1 空調用室外機

研究方法(設計パラメータ範囲の拡大)

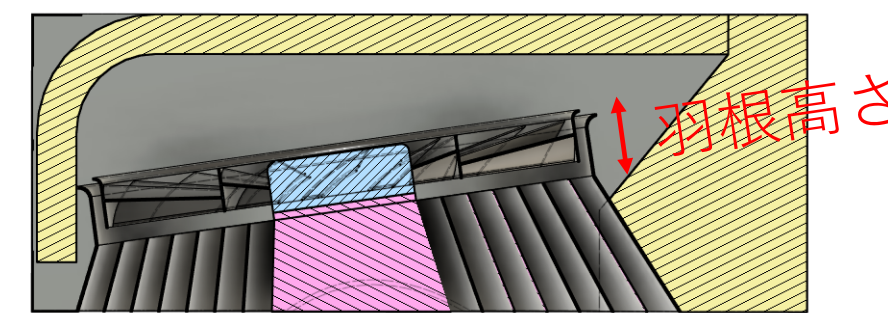
- 羽根車を多翼化し、リングファンで翼端流れを改善しつつ、大幅な薄型化を実現
→翼弦長を短くし、翼端部に沿って流れる流線を短くすることで、翼端からの漏れ流れや流れの3次元性の影響を抑制
- 薄型化により捻出したスペースにディフューザを配置し、静圧回収
筐体設計：従来はファン軸方向高さ（羽根高さ）が大きく、設計自由度が小さく、ファンガードが全体圧損の20～30%程度。
→ファンを斜めに配置し、羽根車直径を拡大。
ファンガード+ディフューザの一体設計で、ファン出口からファンガードまで静圧回復

現行ファン



羽根高さ

改良ファン
(斜め配置)
羽根車直径1.1倍



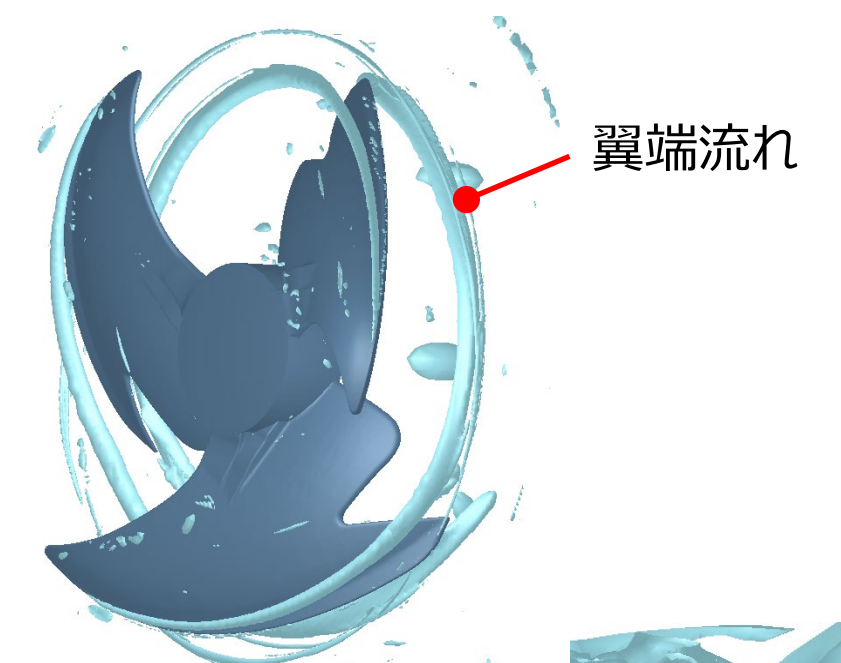
羽根高さ

図2 空調用室外機実装状態の外観

効果・まとめ

- 軸流ファンの下流側に位置するディフューザが、空気の運動エネルギーを静圧に変換するため、軸流ファンの下流側に通風抵抗となる部材が設置されても、その抵抗を抑制して高効率化を実現できる。
- 軸方向に長い軸流ファンを用いる必要はなく、効率が高い薄型の軸流ファンを用いることができるため、高効率化を実現できる。（羽根高さ：0.38D → 0.11D（ディフューザを含むと0.34D， Dは羽根車直径））

現行ファン



翼端流れ

翼端付近の流れが改善

改良ファン

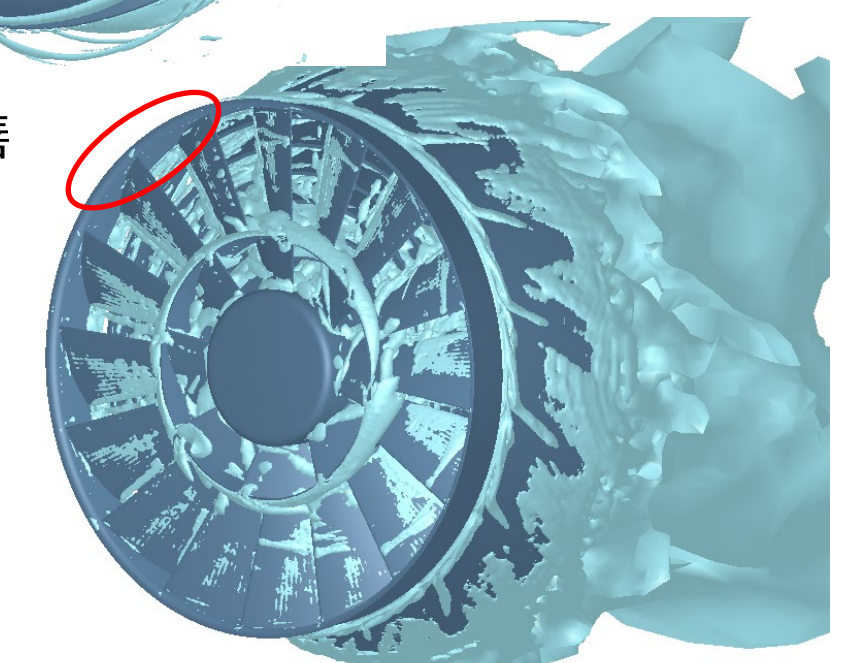


図3 羽根車まわりの流れ場予測結果

応用分野・用途・今後の展開

- 主要な設計パラメータの整理、大規模数値解析と機械学習を用いたファン形状の最適化
- 空気調和機の室外機及び室内機への適用
⇒高効率なヒートポンプの開発による熱需要の電化の促進

本研究・技術開発の一部は、文部科学省スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム（次世代超高速電子計算機システム利用の成果促進）「AIの活用によるHPCの産業応用の飛躍的な拡大と次世代計算基盤の構築」の補助を受けて実施されている。（課題番号：hp230210及びhp240221）