



平成 30 年 4 月 5 日

報道機関 各位

東北大学流体科学研究所
株式会社 ケーヒン
(コード番号:7251 東証第一部)

「先端車輛基盤技術研究（ケーヒン）」成果 報告

東北大学流体科学研究所は、同研究所内に株式会社ケーヒンと共同で「先端車輛基盤技術研究(ケーヒン)」の共同開発部門を開設し、将来の車輛の基盤技術として期待される次世代燃料噴射装置と空調システム領域の研究を平成 27 年 4 月 1 日から共同で実施してまいりました。

本共同研究部門では、主に数値流体力学(Computational Fluid Dynamics)を用いたシミュレーション技術と実験検証の高度化と、その応用に関する研究を行ってまいりました。

この度、共同研究部門の 3 年間の研究成果を別紙資料にてご報告させていただきます。

1. 名称 「先端車輛基盤技術研究(ケーヒン)」
2. 開設場所 東北大学流体科学研究所
3. 研究概要 ①先端微粒化解析工学を用いたインジェクター噴霧予測研究(資料 1)
②高効率・低騒音送風機流れの可視化と最適化研究(資料 2)
4. 期間 平成 27 年 4 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日(3 年)
5. 代表者 流体科学研究所 教授 石本 淳
6. ウェブサイト http://www.ifs.tohoku.ac.jp/jpn/crd_fravtl.html

東北大学流体科学研究所とケーヒンは、このような次世代技術の共同研究を実施することにより、環境性能に優れた魅力ある製品開発に直結した新しい価値創出を目指しています。

【問い合わせ先】

東北大学流体科学研究所
教授 石本 淳

Tel:022-217-5271

E-mail:ishimoto@fmail.ifs.tohoku.ac.jp

株式会社 ケーヒン

経営企画室

東京都新宿区西新宿 1-26-2 新宿野村ビル

Tel:03-3345-3413 Fax:03-3345-3414

…先端微粒化解析工学を用いたインジェクター噴霧予測研究…
インジェクター内部流れから1次分裂、2次分裂解析技術の確立

【背景】

自動車用エンジンにおける吸気ポート燃料噴射(PI)と筒内直接燃料噴射(DI)において、さらなる燃費・熱効率改善が要求されており、それには燃料噴霧性能の向上・噴霧最適化に関する研究開発が必須であります。

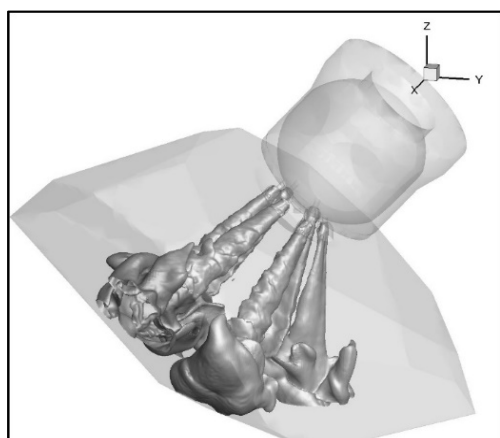
【目標】

先端微粒化解析工学を用いた吸気ポート燃料噴射および筒内直接燃料噴射用インジェクターの噴霧微粒化特性に関するスーパーコンピューティング手法を確立します。

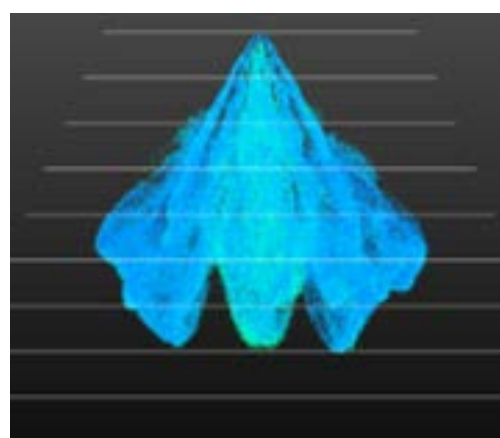
【研究のポイント、成果】

まず、吸気ポート燃料噴射および筒内直接燃料噴射用インジェクターの液体燃料微粒化プロセスを3つに分類しました。ノズル内VOF流れ解析により得た場の値(速度、乱流エネルギー等)を抽出し、ブリッジツールを用いて噴霧初期条件への変換を行った(1次分裂計算)。更にDDM(分散液滴群モデル)を用いた噴霧解析により2次分裂及び噴霧挙動を解析しました。

ポートインジェクターに関しては、内部流れから液膜微粒化に至る分裂機構を考慮したブリッジツールを開発しました。また、直噴インジェクター用高燃圧噴霧に対して、半径方向の非定常かく乱を考慮したブリッジツールを開発し、インジェクター噴霧流動改善に重要となる粒径分布、ペネトレーション等の各種噴霧流動因子の計算予測が可能となりました。



インジェクターノズル微粒化現象に関する
高精度スーパーコンピューティング



高圧噴霧拡散挙動のシミュレーション予測結果

その結果、直噴型・スワール型等各種インジェクターの噴霧噴射方向、噴霧角度が予測可能となり、液滴形成後の噴霧平均粒径、ペネトレーション(噴霧先端到達距離)の高精度予測が可能となります。

本ツールの活用により、噴霧の予測、すす対策(Tip Wetting 予測)など、顧客の要望に応えることで、次期量産モデルに活用していきます。

本共同研究により、これまで必要とされていた大量のモデル実験や高額の光学計測機器を使用した計測実験に要する時間的・人的コストを大幅に軽減化させることが可能となり、燃費・熱効率と環境性能に優れたインジェクターのデザイン・設計がスーパーコンピュータ上で実施可能となりました。

【研究メンバー】

東北大学流体研： 石本 淳 教授、落合 直哉 助教、仲野 是克 特任教授(客員)、
古川 信之 特任教授(客員)

㈱ケーヒン： 有岡 玲 主任、山口 伸彦、佐々木 譲

【用語説明】

- インジェクター :燃料噴射装置(Fuel injection system)はガソリンエンジンなどの予混合燃焼機関において、液体の燃料を吸入空気に霧状に噴射する装置
- 微粒化 :まとまった状態の液体を細かな粒にして液体の噴霧を作り出すこと
- 筒内直接燃料噴射 :燃料であるガソリンをシリンダー内に、高圧で直接噴射する方式
- 吸気ポート燃料噴射 :燃料であるガソリンを吸気バルブ直前の吸気ポートで噴射する方式
- VOF (Volume of Fluid) :流れ解析の手法。気液混相流における界面を捕える手法
- ブリッジツール :抽出データより1次分裂の計算を行い、噴霧初期条件の算出を行うツール
- DDM :ラグランジュ的な解析手法 DDM (Discrete Droplet Model) 法、噴霧粒子をいくつかのグループに代表させるパーセルという概念を用いて計算

・・・高効率・低騒音送風機流れの可視化と最適化研究・・・
性能要求に応えられる送風機の複雑形状とその物理メカニズムを解明

【背景】

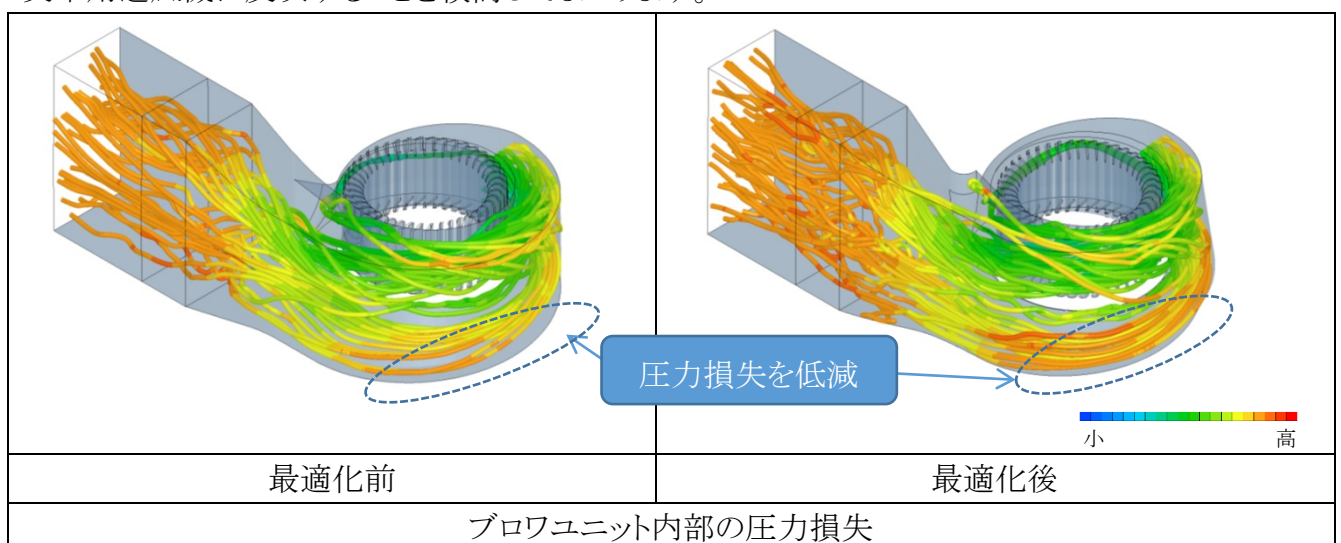
近年カーエアコン用空調ユニットは小型軽量化／快適性向上のニーズが高く、それに伴い風を送るブロウユニットでは、コンパクトなサイズと低騒音化が要請されています。特に今後の電動化車輛の増加に従い、車室内の静粛性と消費電力の削減(高効率化)に対する要求が高まっていくことが考えられ、製品化には相反する特性である「風量、騒音と小型化」を設計構想段階にて検討する必要があります。

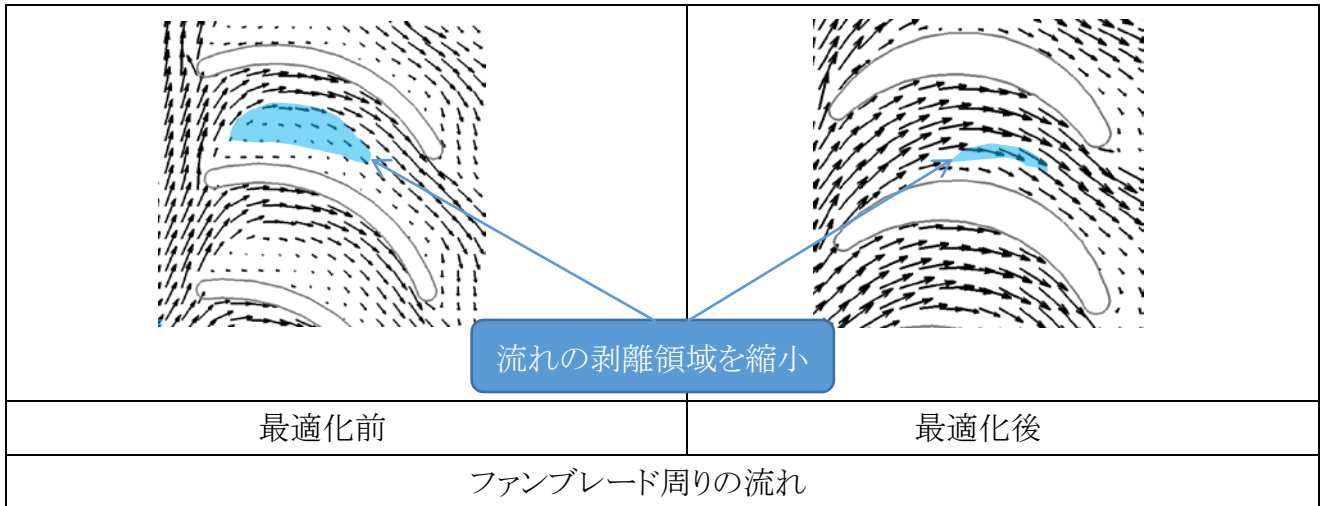
【目標】

送風機を構成するスクロールとファンブレードの各要素の複雑な形状を数学的に表現し、高効率かつ低騒音を実現できる各要素形状の組み合わせを最適化することで、送風機内部に形成される流れが送風性能と騒音に及ぼす影響の解明を行います。特に騒音に関しては、広帯域周波数騒音(OA値)と、特定の周波数で発生する騒音(NZ音)に分けて詳細に評価することにより、従来には得られなかった知見の抽出も行います。

【研究のポイント、成果】

東北大学の流体科学に関する知見と、数値流体力学(CFD)・最適化などの計算アルゴリズム、およびスーパーコンピュータの活用により、最適化を実施しました。最適化のアルゴリズムに関しては、三つの性能要求(送風性能、OA値、NZ音)の同時達成を目的とした最適化を実施するため、遺伝的アルゴリズムとKriging応答曲面モデルを併用して解探索を行いました。そのデータを解析することで、圧力損失を低減するスクロール形状を明らかにすることができました。また、ファンブレード周りの流れの剥離が性能を低下させることを明らかにし、剥離を抑える形状を考案しました。(送風効率2%向上)。加えて、従来の送風性能を維持しつつ騒音を低減させる形状を発見しました(騒音2dBA低減)。今後は、騒音低減に寄与する要因を解明するとともに、最適設計から得られた知見の一部を、実車用送風機に反映することを検討してまいります。





【研究メンバー】

東北大学流体研: 下山 幸治 准教授、大林 茂 教授、三坂 孝志 助教、
 仲野 是克 特任教授(客員)、古川 信之 特任教授(客員)、
 小西 康郁 特任准教授(客員)、鎌田 大 大学院生 (D1)
 (株)ケーヒン: 鷺足 純哉 技師、小野寺 淳 主任、佐藤 文人

【用語説明】

- ブロウユニット : 回転式の送風体
- ファンブレード : ブロウが内蔵する回転式ファンに設置された羽根
- 多翼間流れ : 複数の翼(ファンブレード、羽根)の間の流れ
- スクロール : ブロウを封入しているケース(ケーシング)
- OA 値 : 実際に耳にする、すべての周波数帯で発生する騒音の合算(積分)値
- NZ 音 : 送風機に固有する、ある周波数で発生する耳障りな騒音
- 遺伝的アルゴリズム : 生物進化(選択・交叉・突然変異などの遺伝的操作)を模擬した、
多点同時探索型の最適化アルゴリズム
- Kriging 応答曲面モデル: 限られた形状寸法に対する性能値のサンプルデータから、任意の
形状寸法に対する性能値をベイズ統計学に基づき推定する近似式