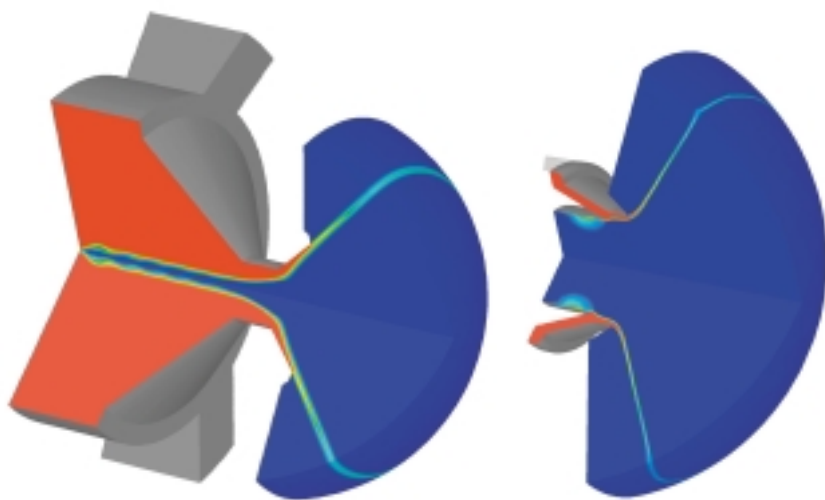


# 高性能燃料噴射器の設計

Philip Buelow, Steven Smith (アメリカ アイオワ州ウェストデモイン, Goodrich Corporation, Turbine Fuel Technologies)



シンプレックス噴霧器の120°断面。赤は液体燃料、青は空気、流れは左から右方向。

純粋なエアブラスト噴霧器の120°断面。赤は液体燃料、青は空気、流れは左から右方向。

航空機や発電ガスタービンエンジン用高性能の燃料噴射器の効果的な設計には、噴射器の空気および燃料の流れ場を明確に把握しておくことが不可欠です。Goodrich CorporationのTurbine Fuel Technologiesでは、両者の流れ場を把握するため、FLUENTを大幅に使用しました。

噴射器の寿命とエンジン性能は、燃料経路の内部や噴射器面にカーボンが堆積することで大幅に縮まることがあります。堆積物はワニスやガム、ソフトカーボン、またはハードカーボンの形をとり、常に燃料から生成します。液体燃料の内部経路では、濡れ壁の温度がある値を超えると、堆積物が生成しやすくなります。炭素堆積物が噴射器面にできる原因は通常、コンプレッサーからの空気による除去が適切でないことにあります。

そこでTurbine Fuel Technologiesでは、FLUENTによるCFDシミュレーションを中核に据え、ノズルに炭素堆積物が生成する可能性を予測しました。シミュレーションでは、熱伝達係数の予測を有効に活用し、液体燃料経路内部で濡れ壁の温度を評価することで、堆積物ができにくい噴射器の設計を推しました。その

結果、FLUENTは、従来からの炭素生成に関する流れ場の存在を予測したり、偶発事故を防止する設計変更の方針を導くなどして、有益なツールであることを証明してきました。

燃料噴射器の主な働きの1つは、燃料を噴霧して非常に小さな液滴にすることです。液滴になると、燃料が空気と十分に混合でき、燃焼プロセスに適した形になります。最近、Turbine Fuel TechnologiesはFLUENTのVOFモデルを使用し、液体燃料の薄膜の生成シミュレーションを実施しました<sup>1</sup>。薄膜は霧化の前駆現象です。

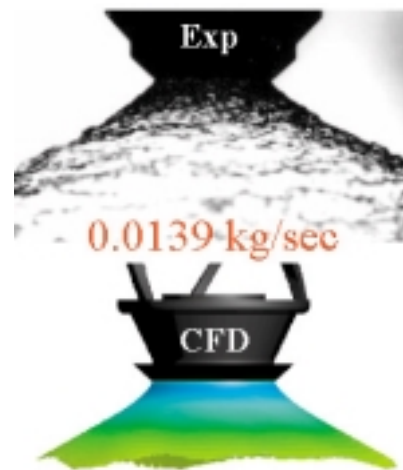
シンプレックス噴霧器の場合、燃料は斜めに配置された回転スロットから回転チャンバーに入ります。回転スロットは、強いスワールを流れに与えるものです。流れがオリフィスを通して噴霧器を出ると、円錐型のシート状に広がりますが、流れで重要なのは、噴霧器のセンターラインに沿って空気の柱が形成されるという特性です。気柱は一般に、回転チャンバーの中まで広がっており、FLUENTシミュレーションでも正しく捉えられています。他に、膜の厚さ、膜の速度、噴霧器を出る円錐シートの角度も重

要な特性です。これらの特性パラメータはFLUENTシミュレーションから取得できるので、Turbine Fuel Technologiesの内製ソフトウェアに入力することで、膜の崩壊長や液滴のザウター平均粒径(SMD)を評価しています。

シンプレックス噴霧器は、燃料経路に高圧をかけて噴霧プロセスを駆動します。これに対し、純粋なエアブラスト噴霧器は燃料の圧力が比較的低く、燃料の薄膜付近に高速の空気を流して噴霧プロセスを駆動します。最近のFLUENTシミュレーションにおいて、純粋なエアブラスト噴霧器を燃料のみ(駆動空気圧はなし)でモデリングしたところ、燃料が円錐状の膜になっているのが明確に観察されました。CFDの円錐角は実験による円錐角と妥当な一致を示し、わずか5.5%の小さかったにとどまりました。純粋なエアブラスト噴霧器のシミュレーションに関する詳しい結果は、参考文献1で述べられています。

## Reference

1. Buelow, P.E.O., Mao, C-P, Smith, S., Bretz, D., Application of Two-Phase CFD Analysis to a Prefilming Pure-Airblast Atomizer, AIAA Paper 2001-3938, July 2001.



質量流量0.0139 kg/secで動作する純粋なエアブラスト噴霧器における円錐角の比較。実験が128°に対しCFDでは121°。