

# ダイレクトモデリングを推進

## 高度な CAE モデル処理により、ペレットストーブの設計と最適化の効率向上を実現

Andrea Tezza (イタリア ヴィンチェンツァ, Extraflame 技術部門 La Nordica-Extraflam, 機械工学部門)



Extraflame Rosy™ペレットストーブ(公称熱出力 2.5 ~ 5.0kW, 総合熱効率 87% 超, 1時間当たりのペレット燃料消費量 0.6 ~ 1.2kg/時)

Extraflame 社は、研究開発に多額の資金を投入して、顧客の好みとエネルギー効率に関する国際規制に対応しつつ、ペレットストーブ、薪ストーブ、暖炉、ボイラーを 35 年間にわたって製造し、暖房器具業界をリードしてきました。同社が製造しているペレットストーブや薪ストーブは、化石燃料の価格が高騰していることもあり、ここ数年で人気を集めています。また、これらのストーブの燃料となる木と木材ペレットはいずれも、カーボンニュートラルなものであり、不燃木材の生分解によって発生する炭酸ガスに比べたら、木や木材ペレットの燃焼によって放出される炭酸ガスの量はごくわずかです。なお、2.3kg の乾燥材は、ディーゼル油や天然ガスに比べ価格が最大 50% 安いものの、1 リットルのディーゼル油または 1 立方メートルの天然ガスに相当する発熱量を持っています。

これらのストーブでペレットや木が燃やされると、大半のストーブに内蔵されている平板熱交換器の排気流の温度が上昇すると同時に、この熱交換器によって高温になった空気や水分が居住空間を循環することになります。

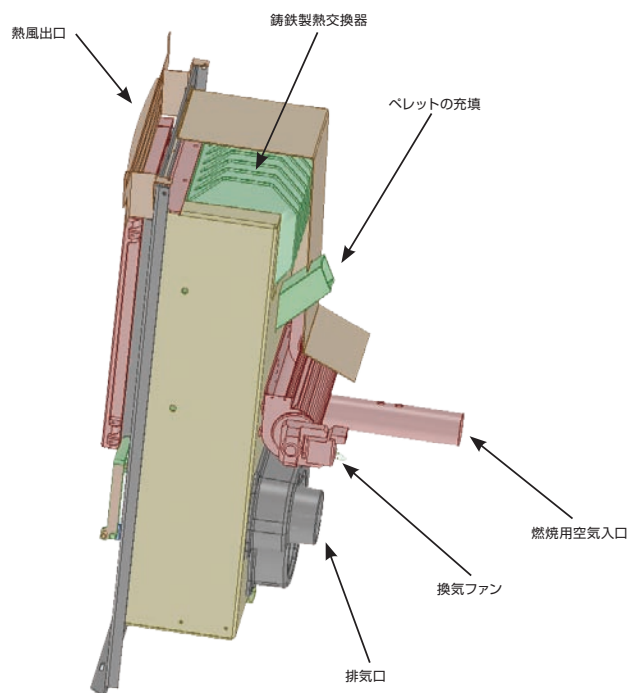
Extraflame 社は 2009 年以降、ANSYS 社の流体解析ソフトウェアを利用して、木や木材ペレットを主要な燃料源とするストーブの研究に取り組んでおり、熱交換器を最適化してユニット効率を高め、燃料消費量の削減と熱の均一化を図るなど、部品の詳細な流体解析を行っています。ただ、形状モデルの処理がシミュレーション主導の製品開発のボトルネックになっていました。

Extraflame 社の大半の解析担当者は、従来の CAD システムにある程度精通していますが、問題のある形状モデルのデフィーチャリングを従来の CAD システムで行うと、大変な手間がかかる可能性があります。こうしたシステムを利用できないことがあります。同社の CAD 部門では、解析担当者がデフィーチャリングを適切に行える環境を整えて、このプロセスを効率化するため、ANSYS DesignModeler と ANSYS SpaceClaim Direct Modeler の両方を導入することにしました(後者は 2010 年に導入)。

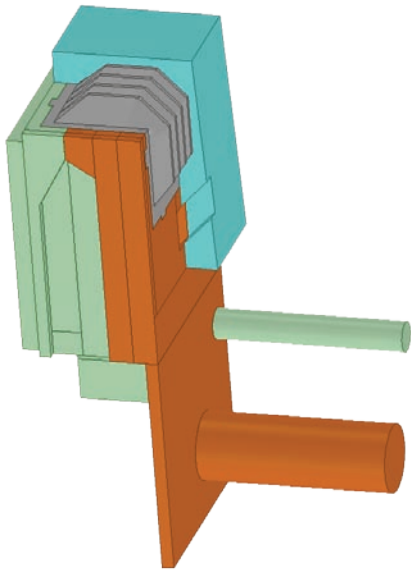
Extraflame 社の CAD 部門では、既存のモデルを更新するか新しいユニットを最初から設計するかに関わらず、詳細な解析用形状モ

デルを作成しています。こうした形状データは、CAD ネイティブフォーマットで共有することがありますが、STEP ファイルで転送することもよくあります。このため、解析担当者が使用する形状ツールは、様々な形状フォーマットをインポートできるものでなければなりません。また、ダイレクトモデリングツールは ANSYS Workbench と互換性があった方がよいでしょう。これは、CAD 部門で詳細な設計モデルを作成させる前に、解析担当者が形状を最初から作成してコンセプト研究を効率的に進めることが可能になるからです。

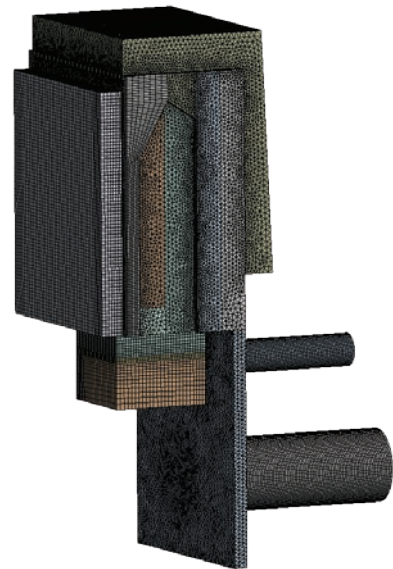
なお、Extraflame 社の CAD 部門が詳細な設計モデルを作成した後は、解析担当者がこのモデルのデフィーチャリング、クリーンアップ、ヒーリングを行ってから、ソリッド形状の流体ボリュームを生成します(この形状は最適化プロセスで調整および制御することがあります)。次に、解析用の形状を作成してから、連携用インター



熱出力 4kW の住宅用ペレットストーブの詳細な CAD モデル



木や木材ペレットを燃料源とする住宅用・商用ストーブの流体 / 最適化解析を行うには、各ストーブを、空気や水分を居住空間に循環させる流体回路と、燃焼用空気の出入口を構成する燃焼回路の2つの流体ボリュームに分解する必要がある。平板熱交換器は、この流体回路に高温排気流の熱エネルギーを伝える役割を果たす。



ANSYS Workbench 環境で ANSYS Meshing を使用し、分解後の流体ボリュームにハイブリッドメッシュを適用

フェースによってこの形状を ANSYS Workbench 環境に渡し、メッシュ生成、解析、ポスト処理をすべて行います。

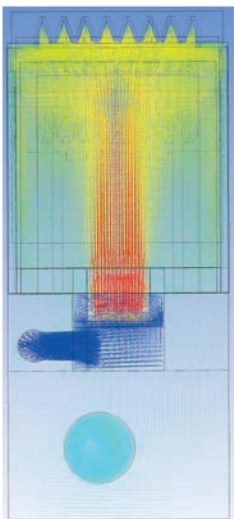
上記の ANSYS SpaceClaim Direct Modeler を使用すれば、ペレットストーブの内部流体ボリュームを簡単に生成することができます。具体的に言うと、このモデラーの Fill コマンドで複数のパイプを塞いでから、マウスと Pull コマンドを利用して、これらのパイプをパイプ軸に沿ってドラッグするだけで、複数の流体ボリュームを自動的に生成することができます。また、パイプのフェースを反対方向にドラッグして、元の領域から離れるようにしながら、パイプのボリュームを拡張すれば、流入境界の助走区間を簡単に作成することができます。大きく複雑なモデルの形状データに問題がある場合は、[repair] タブの下に表示されている Gaps コマンドと Missing Faces コマンドを利用して、このデータのヒーリングを

簡単に行うことができます。こうした GUI に組み込まれている人工知能は、標準的な CAD プロセスにかかる手間を大幅に軽減します。

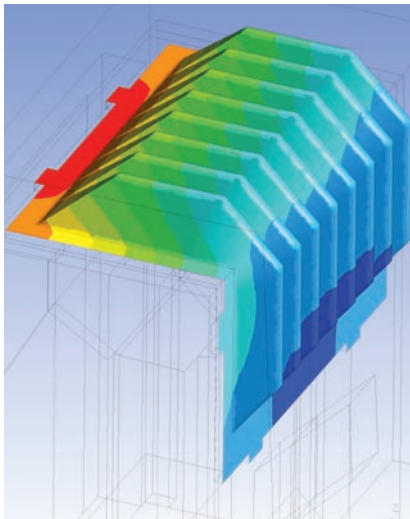
ANSYS SpaceClaim Direct Modeler の Split Edges コマンドは、STEP 形状を処理したときによく存在する不要な重複エッジを除去したい場合に威力を発揮します。また、上記の Fill コマンドでは、CAD プロセスで塞がなければならないボルト孔などの小さな穴を自動的に検出して塞ぐこともできます。なお、不要な部分を削除して STEP 形状を簡略化すれば、排気ガス流と熱媒体流（ユニットによって水分または空気）の各流体ボリュームを簡単に生成することができます。これらの2つの流体ボリュームは、高温の排気ガス流と熱媒体流間のエネルギー交換をスムーズにする平板熱交換器で交差するように生成します。多くの場合、Extraflame 社の解析チームは、こうした解析用形状を数時間で作成することができます。

同社の解析チームは、ANSYS Workbench プラットフォーム専用のインターフェースを使用しているため、形状の作成から解析への移行、形状の継続的な更新、ケースの再起動を手直しなしでスムーズに行うことができます。最適化が完了した後は、設計の変更点を CAD 部門に戻し、量産型をアップデートすることもできます。また、レポートの作成に備えて最終的な寸法を記録したいときには、ANSYS SpaceClaim Direct Modeler の注釈ユーティリティを使用しています。さらに、この解析チームは、STEP（またはその他のニュートラルフォーマット）形式を用いて ANSYS SpaceClaim Direct Modeler から最終的な形状を書き出し、設計担当者がこの CAD ツールを使用して設計変更案と詳細な初期モデルを直接比較できるようにしています。

Extraflame 社では、ANSYS SpaceClaim Direct Modeler と流体解析ソフトウェア ANSYS CFX の両方を導入したことで、製品開発の効率を大幅に向上させることができました。たとえば、設計時間を平均で半分に短縮できたほか、一般的なプロジェクトで作成する試作品を1つに減らし、物理試験に対する依存度を大幅に低減することもできました。現在、Extraflame 社は、熱流体シミュレーションを推進し、CAD 設計業務と製品の最終設計の連携を図っています。■



ストーブの平板熱交換器を通過している高温の排気ガス流



平板熱交換器の表面上の温度勾配