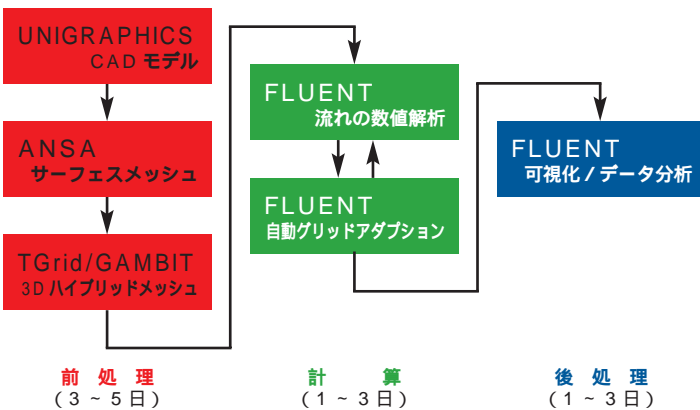


# Opel, CFDを車体設計に応用

資料提供 : Opel AG

2000年のFluent Germany ユーザー会議で、Opel AG 国際技術開発センター Andreas Kleber 氏から、車体空力のCFD設計プロセスに関する論文が発表されました。ヨーロッパカーペの中でも人気のあるOpel Astraが実例として取りあげられ、Astraのシミュレーション概要が説明されました。通常、1回の処理にはSGI Origin 2000が8プロセッサ使用されます。OpelのCFDエンジニアグループは、計算中に何度かグリッドアダプションを実施しつつ、グリッドサイズによる制約を受けずに最短時間で高精度な予測結果を得るために、車体の空力シミュレーションに使用するUNIGRAPHICS, ANSA, GAMBIT, TGrid, FLUENTなどのソフトウェア製品の連携を最適化しました。



車体周りの複雑な形状や、その結果発生する流れ場の物理現象および境界層の影響などの解析には、通常300万を超えるセルからなるメッシュが使用されます。Opelでは、すべての部品がCAD形式で格納されたCAEデータベースを使用しています。このデータベースから基本シャシーを取り出し、ミラーからリアウィングにいたるまで様々な部品を追加していくことができます。シミュレーションプロセスは、最適な非構造ハイブリッドメッシュがシミュレーションごとに生成できるところまで改善されました。

前処理にはANSAを使用して均一な三角形表面メッシュを生成します。メッシュ生成を高度に自動化するために、ポリウムメッシュの生成には、プリズム要素や4面体要素によるハイブリッドメッシュを使用します。プリズムレイヤーは、車前方の接地面から成長し、ボディのスタイリング面を覆うことで、境界層の粘性流について良好な分解能を実現します。TGrid, GAMBITの6面体メッシュ生成ツールCooper,そして不連続インターフェイスを組み合わせることで、ミラー、ボディ下面、サイドウィンドウの段差などの複雑な形状についても、4面体やプリズムブロックにより効果的なメッシュ生成が可能です。地面やボディ上のプリズムレイヤーの高さは、良好な初期 $y^+$ セル分布を保ちつつ、外部流体領域の4面



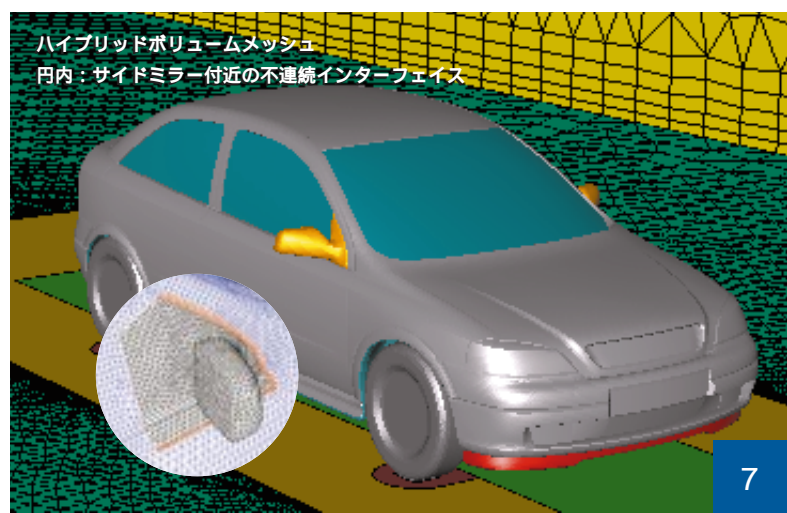
Opel Astra,  
車体まわりの圧力分布と流れ線

体メッシュへスムーズに移行できるような比率で大きくすることができます。Opelでは、CFDメッシュ内におけるセルの歪みが0.8を超えないようにしています。

最適な3次元メッシュの生成後、ソルバーのFLUENTで、Realizable k- $\epsilon$  乱流モデル、非平衡壁関数、2次精度風上スキームを使用します。計算過程では、通常 $y^+$ と静圧勾配の両方の基準を組み合わせせたグリッドアダプション(ハンギングノード)を合計5回実施します。それぞれのアダプションにおいて、全セルの1~2%がマークされます。揚力係数と抵抗係数の変動が $\pm 0.001$ 未満になると、シミュレーションが最終的に収束したと判断します。

計算によって得られた流れ場のデータを可視化すると、特定の空気学的な量の評価が容易になります。得られた揚力係数と抵抗係数の絶対値を改善することもできますが、これらの値を使用することで、開発プロセスの初期段階といった実機形状が用意されていない場合でも、様々な設計例を比較することができます。CFDシミュレーションから得られるもう一つ重要なものが、ボディの各部(たとえばフロントドアフレーム)に作用する力です。これはFEMによる構造解析に役立ちます。

今後は、複雑なモデルへの対応と空力シミュレーションの精度についてさらに改善していく予定です。OpelでのCFDに関する新たな動向としては、空力騒音や水の取り扱いに関する機能の開発などがあります。



ハイブリッドポリウムメッシュ  
円内：サイドミラー付近の不連続インターフェイス