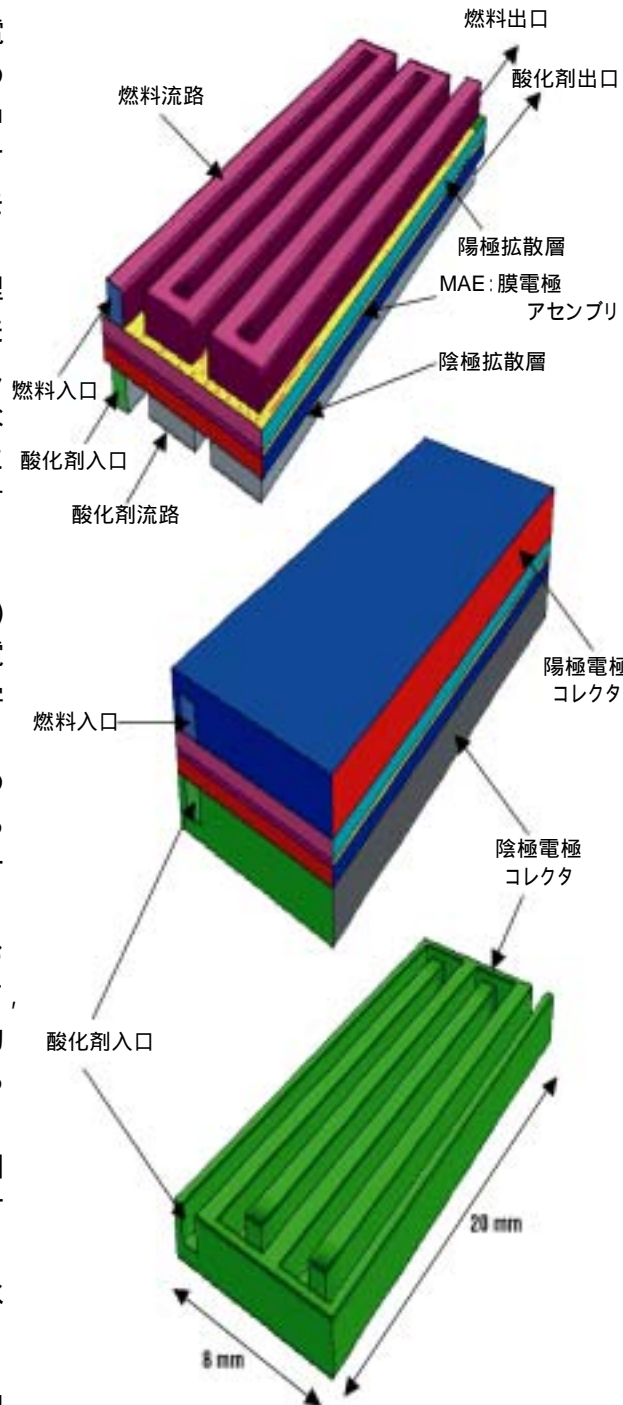


FLUENT による PEM 燃料電池のモデリング

Fluent Inc.では、高分子電解質膜燃料電池(PEMFC)のCFDによるモデルを開発中です。この新技術が定着して自動車と電力業界のニーズを満たすことを目指しています。PEM燃料電池特有の物理現象を解明する詳細なサブモデルがFLUENTに導入され、完全なPEMモデルを複雑な燃料電池の構成で検証することになっています。現在、以下のサブモデルが開発中です。

- 膜 - 電極アセンブリ(MEA)における局所電流密度と電圧を予測するPEM電気化学サブモデル
- 電気伝導性を持つすべての多孔質と固体領域における電流と電圧予測用の電気サブモデル
- 局所の温度、電流密度、および化学種濃度に基づいて、MEAの通過による電氣的損失と水分移動を予測するPEM MEAサブモデル
- 多孔質拡散層における液相の水の流れをモデリングする多孔質混相サブモデル
- ガス流路における液相の水の流れ用混相薄膜モデル

FLUENTは、燃料電池内



FLUENTのシミュレーション形状、PEMFCの曲がりくねった形状を示す。

の流れとエネルギー分布を容易に計算することができます。電気化学、電場、MEAの振る舞い、混相流を記述するPEMFCサブモデルは、FLUENTで実行される流れ、化学種、エネルギー移動の計算と完全に結合されます。このモデルの適用にあたって、MEAコンポーネント(膜、触媒領域と電極)はPEMFC計算用の一つの層に統合されています。電気化学モデリングではMEA層は薄い(1次元)と仮定されますが、FLUENTのシミュレーションでは、有限の厚さがある領域として表現されています。

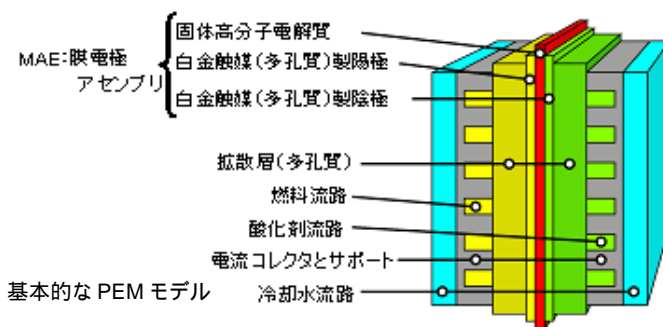
電気化学サブモデルは、燃料電池の3つの損失メカニズム(抵抗分極、拡散分極、活性化分極)を考慮します。シミュレーションを実行する際に、全電流はセルについての初期境界条件として指定されます。流体ソルバーと電気化学、電気伝導サブモデルとの間の反復計算により、収束した解からはMEA表面の局所電流密度と電圧が得られます。モデルの収束によって、指定した全出力電流と対応

するPEMセルの振る舞いが

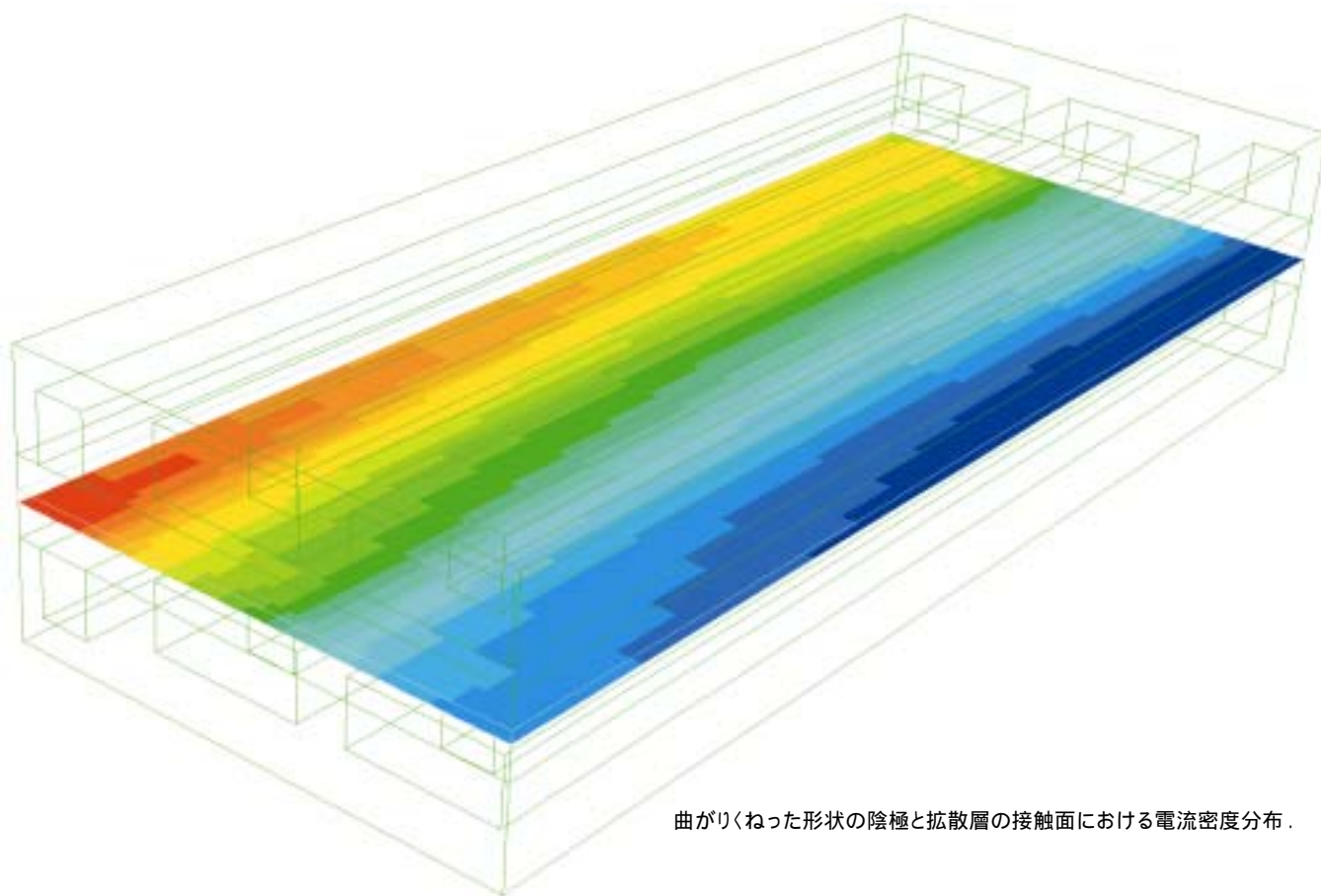
明らかになります。電流密度とセル電圧は、反復計算の間にMEA 表面での局所化学種濃度と温度に基づいて計算されます。その際、これらの条件はFLUENT によるCFD 計算に化学種と熱流束を要求します。流体ソルバーとPEMFC サブモデルの間の反復計算を繰り返すことによって、定常状態の収束解が得られます。

現在までに、電気化学サブモデルと電気サブモデルはFLUENT に完全に実装されました。曲がりくねった形状のPEMFC についての予備結果とセル形状を以下に示します。平行流型の曲がりくねった経路が陽極と陰極のそれぞれの拡散層へ燃料と酸化剤を導いています。

燃料は炭化水素燃料を改質したもので、水素、二酸化炭素と水蒸気で構成されます。酸化剤は湿った空気



で、平均セル電流密度は5000 A/m²です。陰極拡散層における電流密度分布を、電流密度勾配を強調するようなスケールで示します。PEMFCモデルの開発と検証は、2002年の第1四半期中に完了する予定です。



曲がりくねった形状の陰極と拡散層の接触面における電流密度分布。