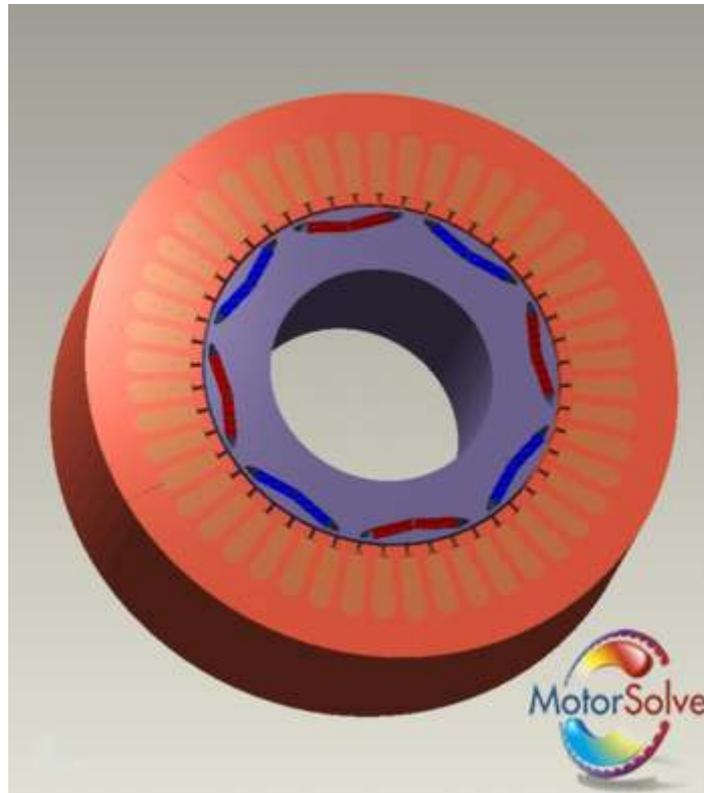


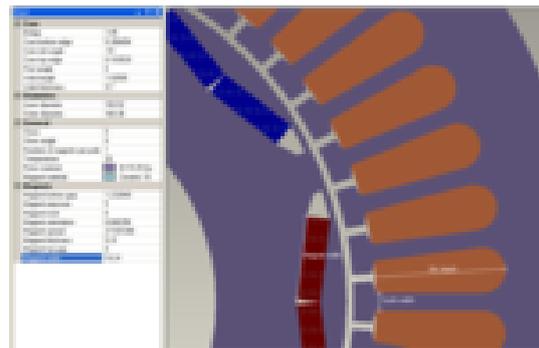
ハイブリッド用モータ



ブラシレス DC モータ、特に IPM は、ハイブリッドおよび電気車両に頻繁に使用されます。IPM は、広範囲におよぶ運用速度以上の性能を高出力・高トルクにより発揮し、過度のギャリングを必要としない、広範囲におよぶ速度での動作には、磁場の変動や一定の出力を確保する事がキーポイントになります。速度により磁場が変動することで、利用可能な供給電圧を超過しないよう、進み角を制御する必要になってきます。

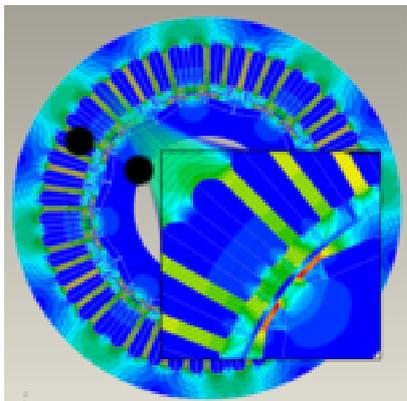
MotorSolve は、これらの複雑な特性を解析し有用な結果を提供することができます。MotorSolve の FEA ソルバーは非線形材料を考慮することができます、PWM 駆動回路類、また単純な指示により複雑な形状を作成可能なテンプレートが用意されています。

結果出力



上図は 8 極 48 スロットの IPM です。テンプレートを適用し、磁石の厚み等部分的に数値を入力し複雑な形状を作成します。ロータにネオジウム磁石を使用する事で広範囲の動作速度を可能にする出力を得られます。

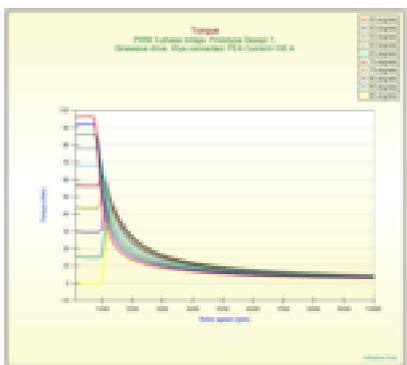
磁束密度分布



内部の永久磁石は、材料の非線形性による電磁鋼板の磁気飽和に影響します。

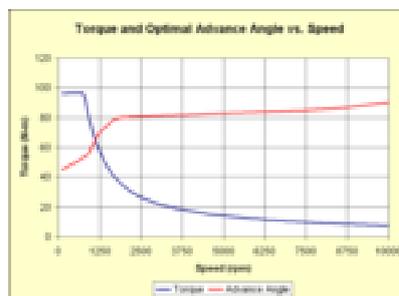
上図のプロット（磁束密度）はロータブリッジが飽和している事を示しています、そしてこの結果により設計者はこの部分の形状を最適化する必要がある事を理解出来ます。

トルク VS スピード曲線（進み角毎）



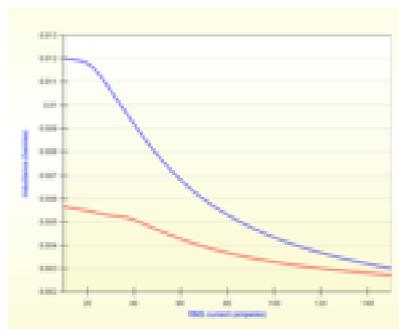
上グラフのようにトルク VS スピード曲線を解析する事は、各速度における進み角の最適化を行う上で重要な要素になります。MotorSolve は複数のスピードと進み角のトルクを、いくつかの簡単な設定を行うことで出力可能です。それらの曲線からはトルク、速度だけでなく最適な進み角を得ることが出来、モータの使用速度範囲が把握出来ます。

トルク VS スピード曲線（最適進み角）



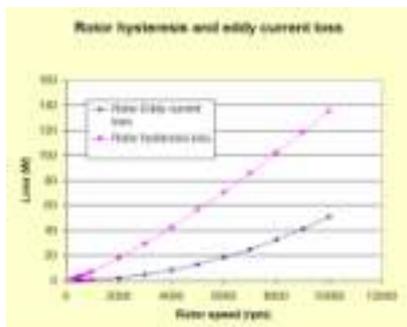
このグラフでは、最適な進み角における各速度のピークトルクを示します。モータが 875rpm で一定のトルクを保てなくなっており、磁場の力が弱い事が分かります。

dq 軸インダクタンス



IPM の広い使用速度範囲は、その高い比率（d 軸インダクタンスと q 軸インダクタンス）の効果によるものです。磁気飽和による、インダクタンスの非線形的な影響は MotorSolve で正確に解析可能です。このグラフでは L_d と L_q の変動を示します。

スピード VS 鉄損 (渦流損・ヒステリシス損)



鉄損はモータの様々な損失の中でも大きな割合を占めます、MotorSolve における高精度な損失計算はロータステータ毎に渦電流損及びヒステリシス損を見積もる事が可能です。上の図では速度毎のロータにおける渦電流損とヒステリシス損を示します。

ヒステリシス損はほぼ線形に渦電流損は指数的に増加している事が分かります。