

磁界を見る技術とその応用

電子制御工学科・松友 真哉

磁界は直接目で見て観察することができないため、その挙動を直感的に理解することは難解です。コンピュータシミュレーションに基づく磁界の可視化は見えない磁界を「見る」技術として有効で、電磁現象への理解が深まるだけでなく、電磁機器性能の評価等へも応用できます。磁性体を含む磁界のシミュレーション手法として、現在最も広く利用されているのは有限要素法による磁界解析です。この方法は、磁性体の非線形特性なども考慮でき、また解析領域全体の挙動を知ることができることから極めて有用な解析手法であり、その計算原理を取り入れたソフトウェアも数多く販売されています。しかしながら、有限要素法では前処理として解析領域をメッシュ状に分割する必要があり、その作業に手間と時間が掛かるのが最大の問題です。そこでメッシュ作成の手間を省ける手法として磁界解析のためのアダプティブ有限要素の提案を行っています。この提案手法を利用すれば、磁界解析の初心者でも精度の良い解析が実行できます。

また、磁界解析の応用として電磁機器の最適化設計にも取り組んでいます。これは、単にある機器の特性をコンピュータシミュレーションによって明らかにする「順問題」ではなく、求められる特性や機器の省エネ化を実現するためにはどのような設計をすればよいかを計算によって求める「逆問題」です。実際に機器の試作を繰り返すと莫大な開発コストが掛かりますが、コンピュータ内で自動的に試行錯誤を行うことで、最適な設計パラメータを特定するわけです。図1に永久磁石モータの設計例を示します。永久磁石モータは高効率モータとして飛躍的に進歩を遂げてきており、近年では冷蔵庫や洗濯機などの家電製品から電気自動車に至るまで多用されているモータです。この永久磁石モータは、モータ形状の自由度が極めて高くその設計に際しては永久磁石の形状や配置がモータ性能に大きな影響を与えます。このため、モータ設計の際に磁界シミュレーション技術を利用すれば事前に多くの検討が可能で、最適な設計パラメータを自動的に探索できる最適化手法を提案しています。このような手法を採用すれば所望の性能を満足して高効率なモータを自動で設計することが可能です。

磁界解析技術は、計算機技術の進歩と相まって大規模化、高精度化の一途を辿ってきおり、多機能なシミュレーションソフトも数多くリリースされ始めています。しかし一方で、ソフトの操作自体に専門知識が要求され、教育の現場で気軽に利用できるものではなくなってしまった面があります。そこで、電磁気学教育の初段階で活用可能な、「拡張現実感技術を利用した磁界可視化システム」を提案し開発を行っています。拡張現実感技術は、近年様々な分野に応用されている手法で、ウェブカメラ等の撮影機器で撮影された現実世界に、文字や図形などの情報を付加した拡張現実世界をユーザに提示する技術です(図2)。提案するシステムでは、モック(磁石、コイルなどの模型)をウェブカメラで撮影し、撮影対象に磁束線分布をリアルタイムで重ねて描画することで、初学者に磁界を観察させます。このシステムでは、ユーザは磁石を自由に移動・回転させることもでき、さらに磁石と線電流などの複数のソースが作る磁界が干渉する様子もリアルタイムで観察可能です。このようなシステムを小中学校の理科教育の現場に取り入れてもらえるよう活動を行っています。

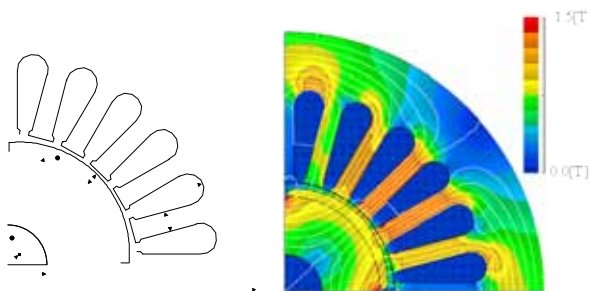


図1．永久磁石モータの最適化設計例
(設計パラメータと可視化)

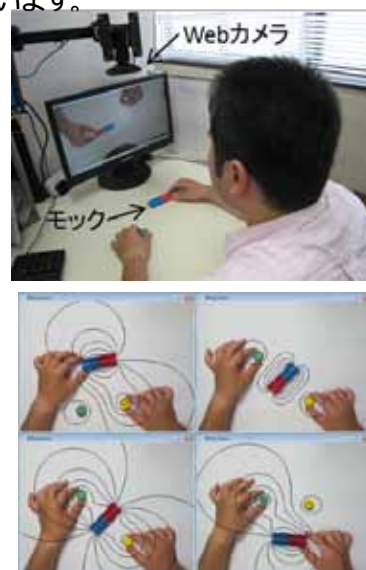


図2．拡張現実感技術を利用した磁界可視化システム