

# シーズを探せ

群馬大学工学部から

(47)

今日、物を作る際に計算機を用いない設計は考えられなくなっている。これは、CAEなどと呼ばれ、計算機によって複雑な機器やシステムを精度良く設計できるようになり、開発に伴う設計コストの削減や開発時間の短縮といった効果ももたらされているためである。

計算機を用いる設計には4つの段階があると言える。第1段階：解析技術のみの適用。第2段階：事前処理、事後処理の充実により、計算機上でのモデルの作成、シミュレーション、結果の望ましい形で表示を行う。第3段階：モデルの解析のみならず、各種最適化手法により最適値を求める。第4段階：単一の現象でなく複数の現象の解析を統合した計算機専用システム。

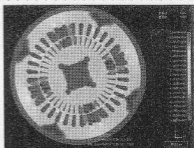
第1段階は機器内やそれを含む領域で成り立つ方程式を数値的に解くことである。ここでは、領域（あるいはその境界）をたくさん的小領域に分割してその交点での値を未知数として近似的に解く方法が用いられる。古くは、マクスウエル（イギリスの物理学者）が1870年代に正方形導体の静電容量という物理量を求めたのが、電気電子工学分野の数値解析の最初と言われている。この分野は電気電子工学の分野では、2次元の場合物質の履歴現象等を除いてほとんど可能となっている。3次元では、計算機能力のために計算時間の問題がある。CAEと呼ばれるのは普通第2段階から上のレベルである。この段階もかなり進んでおり、解析領域を小領域に分割することや数値形式で容易になり、また必要な箇所の電界、磁界、力などの物理量、損失、動作・挙動がグラフィック機能を使用して視覚的に分かり易い形で得られるようになっていった。現在、第3段階の研究が活発に行われている。そこでは、評価したい物理量の1つあるいは数個を設計目標として、数値解析と色々な最適化法を用いて検討されている。研究室でもこのテーマに取り組んでおり、

## 電気・電子機器の最適設計



群馬大学工学部  
電気電子工学科教授

石川 赴夫



モータ内部の磁束密度表示

(1) 初期値に依存しない最適設計手法の開発と実機への応用、(2) 白紙の状態から新しい装置を設計する手法の開発と応用、などを行なっている。

(1)は、通常行なわれている設計である、数値解析手法+最適化法では、初期値によって異なる値に収束する場合がある。特に、設計パラメータが多い場合には最適値が得られなかったから分らないというのが現状である。ここに本学の大先輩である田口先生の実証計画法を利用し、それに基づく応答曲面法を用いて初期値に依存しない設計手法を開発している。これをリニアモータなどの設計に適用し、設計パラメータが6個と多い場合の最適設計を行なった。

(2)は、通常の設計では機器の形がある程度決まっていて、ある評価量を最大（あるいは最小）にするように、いくつかの寸法を決定している。従って、寸法の最適値も求まるが、全く新しい形状を持った機器が設計されることはない。ここに、トポロジー最適化手法に基づく方法を用いて材質の配置を決定することで、白紙の状態から新しい機器の大きな形を設計する手法を開発し、ハイブリッド車やエアコン用駆動モータの設計を行なった。

第4段階は今後の技術であり、複合現象の解析、設計作業の統合化が進み、これらの情報を制御する技術として人工知能、ニューロといった先端の技術が盛り込まれ、設計検討の自動化が行われると思われる。その結果、こういう物が欲しいと条件のみを入力すれば、既存の物と違った新しい物が設計されることを夢見ている。

略歴 1983年東京工業大学大学院修了。同年群馬大学助手、助教を経て、現在教授。この間カナダトロント大学に10ヶ月間留学。専門分野は電気機器、パワーエレクトロニクス、電気自動車（特に計算機を用いた最適設計）。