

卒業論文題目 固有モード法によるアンテナ特性解析に関する研究
学籍番号 1364175 氏名 西川結宇
指導教官 新井宏之 教授
論文提出日 平成 29 年 3 月 15 日

今日では、無線通信がなくてはならない存在であるが、その通信システムから電磁波を放射・受信するためにアンテナは必要不可欠である。アンテナは、1866年にHertzによって確立されたものであり、数十年後にMarconiがそれによる無線通信を確立して以来、より重要なデバイスとなっている。

現在は様々なデバイス、用途に応じて多様なアンテナが要求されるため、それぞれの用途にふさわしいインピーダンス、放射パターン、偏波、効率、大きさを満たす最適な形状を作る必要がある。その際、電磁波は目に見えないため、アンテナの形状や大きさによってこれらの振る舞いがどのように変化するかシミュレーションを行わなければならない。現在はコンピュータによってアンテナの振る舞いを解析することができる。モーメント法(MoM)や有限要素法(FEM)、時間領域差分法(FDTD)などの数値解析に基づいたソフトウェアを利用して計算し、アンテナの形状や大きさ、給電を変化させてその振る舞いを見ることが出来る。

しかしこの利便性により、どのような要素が計算結果に反映されているのかがわかりにくく、電磁波やアンテナの知識が浅くてもシミュレーションを行うことができてしまう。このためアンテナの仕組みについての理解を深めることは難しく、体系的、効率的にシミュレーションを行うことが困難になってしまう。

そこで、アンテナの物理的な理解を与える解析が重要である。この解決策のひとつとして、固有モード法という解析方法が挙げられる。物体はそれぞれに固有モードをもっており、そのモードは導体の形状、大きさに依存することを利用し、アンテナの形状から励振しているモードをみることで、共振周波数等の情報が得られ、効率的にアンテナの最適化を行うことができる。ただし固有モードを求めるには複雑な計算が必要であり、様々な近似法が用いられている。

本論文では、インピーダンス行列を使った固有モード法について、3つの近似法を比較した。インピーダンス行列に虚数要素 $e^{i\alpha}$ を加えて位相要素を計算しやすくする方法、固有値方程式を解くことで求める方法、またインピーダンス行列を周波数の関数とみなして、この行列式が最小になるときの周波数から共振を求める方法を検討した。

それぞれ確立された、有用な解析方法であるとされているが、それぞれ異なる近似要素によりずれを生じていることを確認し、物理的な解ではなく、あくまで数学的な解に過ぎないことを明らかにした。