

修士論文題目 Characteristic Mode 法を用いたアンテナ設計に関する研究  
学籍番号 18NC517 氏名 神山 一貴  
指導教官 新井宏之 教授  
論文提出日 令和2年3月13日

近年、携帯端末による移動体通信をはじめ、様々な電子機器への通信機能の搭載をはじめとした高機能化とそれに伴う送受信アンテナやその周辺回路の小型化への要求が高まっている。そのため、内部構造の更なる複雑化は避けられない。

一般的な数値解析では、その対象が大規模かつ複雑であるほど計算に時間がかかる折、電磁界解析では境界条件と共振条件から電流分布を直接求める。今回検討する CM 法 (Characteristic Mode) 法は、共振条件を固有値問題に帰着させ、解析形状への直交する固有モードの重ねあわせによって給電時の状態を表現する近似手法である。

本論文では、効率的かつ簡潔な電磁界解析を目的として、各形状 (2 素子モノポール、導体板、3 次元筐体) において CM 法によるアンテナ設計に関する検討を行う。

初めに、カージオイド型指向性を目標に、2 素子モノポールアンテナに CM 法を適用させて各固有モードについて調べ、指向性形成に寄与する 2 モードを求める。その後、アンテナ形状を変化させて良好なカージオイド型指向性を実現し、その際の最適なモード共振度合いの比率 (MS 比) について検討する。F/B 比が大きくなるようパラメータを調整した結果、2 モード (mode1 と mode5) の MS 比が、おおよそ 1:1 の割合で、F/B 比が 30 [dB] 近くのカージオイド型指向性を形成できる。

次に、所望モードの選択的励振のため、導体板に各固有モード電流の振幅・位相から適切な様々な結合素子を配置し、CM 法の各評価指標 (固有値  $\lambda_n$ 、重み係数  $w_n$  など) や入力特性から、励振方法の有用性を検討する。誘導結合素子 (ICE) による励振は、非共振であるため低抵抗・高リアクタンス値により整合がとりづらく、整合回路が必要となる。一方、容量結合素子 (CCE) による励振は、スペースを必要とするものの、結合素子の大きさを変化させることで所望モードの励振と比較的容易な整合を実現できる。

最後に、開口を有する方形筐体に微小ループ構造を持つ給電プローブを用いて、所望モードの選択的励振と整合の両方を検討する。固有電流分布の結果から、筐体の基本モード電流の最大値・位相に合わせて逆 F アンテナ (IFA) を配置して、重み係数が大きくなるようにその位置を調整した結果、所望モードの放射パターンに近い結果と十分な反射特性が得られる。その一方で、給電部共振によって固有電流・実電流分布が乱れるため、重み係数だけでなく固有モードの放射パターンとの相関による評価も必要である。