

博士論文題目 Characteristic modes analysis for antenna parameters optimization
(固有モード解析法を用いたアンテナのパラメータ最適化に関する研究)

学籍番号 12SD191 氏名 王 珅

指導教官 新井宏之 教授

論文提出日 平成 27 年 3 月 14 日

今後の移動体通信においては、屋内等での用途に用いるカバーエリアの小さなフェムトセル構成が注目されている。そこで、本論文では室内 MIMO(Multiple Input Multiple Output) に対応可能な小形偏波共用基地局アンテナをノッチアンテナと容量装荷型モノポールを組み合わせることで実現する複合アンテナを提案した。特に、水平偏波用アンテナは地板に近接すると周波数帯域が狭くなるため、携帯電話システムで必要とされる送信と受信周波数帯が離れていることに着目し、2 共振特性を持たせることで必要な帯域を確保した。複合アンテナの設計においては異なるアンテナが近接して配置されるため、アンテナ間の結合が生じ、その取り扱いがアンテナ設計上の問題となる。これを理論的に明らかにして解決するため、本論文ではモーメント法に基づく固有モード理論 (The theory of characteristic modes) を利用してアンテナの動作原理を明らかにした。この解析ではアンテナの構造に依存する固有の共振周波数を求め、そのモードがどのような放射に寄与するかを詳細に明らかにすることが可能となる。特に、ノッチアンテナの固有モードに着目して、使用する帯域内に、複合アンテナを構成するもう一方の容量装荷型モノポールアンテナの固有モードが入り込まないようにアンテナ形状を設計することで、2 つのアンテナをほぼ独立に動作させることを明らかにした。その結果、アンテナ間の相関を十分に小さくすることが可能となった。また、複合アンテナを構成する容量装荷型モノポールアンテナについては、地板を流れる電流によって生じるモードに着目して、交差偏波成分を低減させるアンテナ形状を設計した。さらに、ノッチアンテナにおいては、固有モード解析から、広帯域特性を持たせるための固有モードの組み合わせを見出すとともに、放射指向性を制御するための手法を検討し、水平面内指向性の変動分(リップル)を $\pm 0.5\text{dB}$ 以下とする極めて一様な指向性を実現できることを明らかにした。このアンテナは電波暗室等の校正用に用いることができる。以上の研究は複合アンテナの設計に固有モード法を適用してアンテナ設計を効率的に行うことに大きく寄与するものである。