

Title	移動通信におけるアンテナの特性解析と性能評価に関する研究
Author(s)	多賀, 登喜雄
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3064586
DOI	10.11501/3064586
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名 多 賀 登 喜 雄

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 4 5 5 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 11 月 27 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 移 動 通 信 に お け る ア ン テ ナ の 特 性 解 析 と 性 能 評 価 に 関 す る 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 山 本 錠 彦(副査)
教 授 末 田 正 教 授 小 林 哲 郎 助 教 授 岡 村 康 行

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、移動通信における移動体アンテナ、特に携帯電話用アンテナ系の実効性能を最大限に引き出すためのアンテナ設計手法の確立を目的として行った研究の成果を述べたものであり、以下に示す結論を得た。

まず、移動体アンテナの特性として重要な多重波伝搬路内における平均実効利得 (MEG) およびアンテナダイバーシチの相関係数の理論式を導出した。携帯電話用アンテナ系の場合、アンテナの放射パタンの人為的変動を考慮することが必要となるため、上記理論式の導出にあたっては交差偏波成分をも含めたアンテナパターンと到来波特性を考慮すると共に、多重波伝搬路の交差偏波特性を表現する平均交差偏波電力比 (XPR) を新たに定義・導入することにより、基地局の送信偏波によらずに移動局アンテナの特性を議論できる一般性のある理論式を導出した。更に、アジマス方向に一様分布し仰角方向にガウス分布する到来波モデルを新たに提案し、このモデルの妥当性を900MHz帯の実験により実証した。上記理論式にこの到来波モデルを適用する手法により、携帯電話用アンテナに特有の放射パターンの変動ならびに到来波特性の変動を解析できる理論的手法を完成した。

次に、上記理論解析手法を適用し、移動通信における伝搬特性測定あるいはアンテナの MEG 特性の基準アンテナとして使用されている半波長ダイポールアンテナの MEG 特性について理論的考察を行い、伝搬路特性やアンテナの傾斜角に対する MEG 変動特性を明らかにした。その結果、鉛直方向から55° 傾斜させた半波長ダイポールアンテナが MEG 測定の基準アンテナとして有効であることを示すと共に、解析結果の妥当性を900MHz帯の市街地実験により実証した。

一方、これまで明らかでなかった XPR 測定法の測定精度について理論的解析を行い、従来方法では水平偏波測定用アンテナが垂直偏波指向性を有するために測定精度が大きく劣化することを明らかにした。この解析結果に基づき、垂直偏波指向性を極めて低く抑えることのできる円筒スロットアンテナを水平偏波測定用アンテナとして用いる方法 (円筒スロットアンテナ法) を提案し、従来法に比して測定精度が大きく改善できることを示した。また、良好な特性を有する円筒スロットアンテナの構成方法を新たに開発した。

上記円筒スロットアンテナ法による XPR 測定に加え、半波長ダイポールアンテナと円筒スロットアンテナの

MEG 特性を利用した屋内伝搬環境下で到来波分布測定法を開発し、到来波分布特性を明らかにした伝搬路において移動体アンテナの実効性能を評価する簡易な屋内実験方法を実現した。

最後に、代表的なダイバーシチアンテナ構成である偏波ダイバーシチと空間ダイバーシチの相関特性と MEG 特性の理論解析を行い、それら特性と到来波特性との関係を明らかにした。偏波ダイバーシチについては、市街地実験により解析結果の妥当性を確認すると共に、XPR が約 -1.5dB のときアンテナの傾斜状態に無関係に相関特性をほとんど 0 にできることを理論的に示した。また空間ダイバーシチについては、アンテナの傾斜や到来波特性の変動によらず最適アンテナ間隔が約 0.3 波長となることを明らかにした。これら解析結果の妥当性については、900MHz 帯における上述の屋内実験方法により確認した。

以上述べてきた通り、本研究では、携帯電話用アンテナに適用できる実効特性解析手法を提案し、各種アンテナ系での特性解析と解析結果の実証を通じて本解析方法の有効性を確認し、移動体アンテナの実効特性解析法を確立した。また移動体アンテナの実効特性を屋内で簡易に評価する実験的方法を開発し、その有効性をダイバーシチアンテナ系の特性評価実験により実証した。

論文審査の結果の要旨

自動車電話や携帯電話などに代表される移動通信システムは、社会の多様化・高度化に伴い急速に発展し、個人を中心とした通信をより身近なものにしている。この移動通信において、音声などの情報をのせた電波を送受信するためのアンテナは通信装置の要であり、その高性能化は装置の小型軽量化を図る上で重要である。本論文は、移動通信において用いられる小型アンテナの設計開発の基礎となる理論的手法および測定法、実証例について述べたものである。

移動通信における伝送路は、基地局から発信された電波が建築物など種々の物体によって多重散乱を受ける多重波伝送路であり、このような伝送路においてアンテナの性能を評価する場合、理想状態とは異なり、アンテナ特性のみならず伝送路の性質（アンテナに到達する電波の角度依存性や発信電波の偏波と直交した交差偏波成分の影響など）を考慮する必要がある、また統計的な処理が要求される。著者は、まずこの種のアンテナの重要な特性パラメータである平均実効利得と交差偏波電力比について、従来の定義では不備であった点を見直し、多重波状態においても成立する一般的な理論式を新たに導出している。ついで、移動通信において受信状態を改善するために用いられるダイバーシチ方式のアンテナ構成について考察を行い、2本のアンテナ間の相関に関する理論式および特性測定のための実験構成法を示している。さらに、到達電波の角度分布として、方位角方向には統計的に一様分布し、かつ仰角方向にはガウス分布するモデルを提唱し、これらの理論式および到来波モデルの妥当性を 900MHz 帯の実験により実証している。

このようにして得られた結果を基にして、本論文ではさらに移動通信伝送路でのアンテナの評価の際に基準アンテナとして用いられる半波長ダイポールアンテナについて検討を行い、アンテナ利得がいかなる到来波条件下においても一定となる特殊な配置を見だし、この配置における受信レベルが利得測定における基準信号レベルとして利用できることを示している。そして従来考察が不十分であった交差偏波間の電力比測定のためのアンテナ構成について検討し、新たに円筒スロットアンテナを提案し、その有効性を実証している。なお、移動通信用アンテナを開発する上で、屋内において測定が行えることは、単に屋外に比べて測定が容易になるばかりでなく、性質のわかった散乱状態を考慮して測定が行える特徴を有している。著者は室内においても実際の多重散乱伝送路と同様な環境を実現できることを示し、アンテナ開発に有効であることを実験により確かめている。

以上のように、本論文は移動通信環境下におけるアンテナの特性解析と性能評価の基礎となる手法を示すと共に、実験によりそれらの有効性を確かめ、各種の移動通信システムに用いられるアンテナの設計開発を行う上で重要な指針を与えており、学位論文の価値あるものと認める。