

人体の影響を含めたUWB伝送路モデルによる UWB-MIMOアンテナシステムの設計・評価

浅沼 健一

本論文では、人体の影響を低減するUWBアンテナの設計法と、人体を含めたUWB伝送特性評価のための伝送路モデルの構築・評価手法について段階的に論じている。第一章では、本研究の背景と目的について述べ、第二章では、人体を含めたUWBアンテナの動作メカニズム解析のために、送信系・受信系に分けて定式化し、人体のモデル化のための形状と電気定数の選定基準について指針を与えている。

第三章では、従来不明瞭とされていた人体を含めた3次元UWB伝送メカニズムについて、時間・周波数領域の両側面から検討し、人体が近接することにより、特定角度で伝送特性が急激に劣化するデッドスポットが生じることを明らかにしている。

第四章と第五章では、より詳細に人体を含めた伝送特性を評価するため、送受信アンテナ間の対向関係と位置関係をキーパラメータとして効率的に解析可能なUWB伝送路モデルを、MR-FDTD法を用いた近傍界モデルと、アンテナ伝達関数と人体胸腹部の反射係数を用いた遠方界モデルに分離してそれぞれ定式化している。計算と実験結果より、人体胸腹部を介した反射パスが伝送チャネルの第2固有値分布特性を決定付けることを示し、この反射パスがMIMOチャネル容量を増大させる鍵となる可能性を示している。

第六章では、人体を考慮したGCPW給電非対称UWBアンテナの設計理論について述べ、アンテナ小型化と放射特性改善を同時に実現する独自の構造を提案している。その結果、提案構成により、指接触状態における放射効率劣化を従来方式に対して最大38%改善し、かつ、放射効率が50%以上となる動作帯域幅を2.2GHzから7.3GHzへと拡大できることを示している。

第七章では、提案アンテナの伝送特性評価のため、人体を含めたUWB伝送路モデルを用いてチャネル容量を指標に検討し、人体胸腹部の反射波と放射効率改善の相乗効果により、従来方式に比べて提案方式が最大51%伝送効率を改善できることを示している。

以上、本研究成果は、人体を含めたUWBアンテナの設計理論、及び、伝送特性評価のための人体を含めたUWB伝送路モデルの構築手法の有用性を示した点である。これらの研究成果が、未来のUWBアンテナシステムの発展と進歩につながるものと期待される。