The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	陸上移動無線通信システム用スマートアンテナに関する研究
Author(s)	松岡, 秀浩
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/924
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　松（まつ）　岡（おか）　秀（ひで）　浩（ひろ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学　位　記　番　号　第　20360　号

学位授与年月日　平成18年3月24日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

工学研究科電気電子情報工学専攻

学　位　論　文　名　**陸上移動無線通信システム用スマートアンテナに関する研究**

論　文　審　査　委　員　（主査）

教　授　三瓶　政一

（副査）

教　授　小牧　省三　　助教授　宮本　伸一　　教　授　北山　研一

教　授　河﨑善一郎　　教　授　馬場口　登　　教　授　滝根　哲哉

教　授　井上　　恭　　教　授　元田　　浩　　教　授　溝口理一郎

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、著者が株式会社東芝 研究開発センター在職中および大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻在学中に行った移動通信におけるスマートアンテナに関する研究成果をまとめたものであり、以下に示す7章より構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景となる研究分野に関して現状と問題点を述べ、本研究の位置付けを明らかにした。

第2章では、陸上移動通信において考慮すべき広帯域無線伝搬路の特徴、特に高品質な情報伝送の妨げとなる現象を明らかにするとともに、広帯域無線伝搬路を経由して高品質な情報伝送を実現する手段として、複数のアンテナを用いた適応信号処理であるスマートアンテナ技術と、本論文において、スマートアンテナの具体的適用対象としている直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式を述べることで、本論文が対象とする課題の意義を明確化した。

第3章では、時分割多元接続（TDMA：Time Division Multiple Access）システムにおける周波数リソースの有効活用のために、マルチビーム型アダプティブアレーとパスダイバーシチを組み合わせた時空間等化を行う基地局用スマートアンテナを提案した。また、計算機シミュレーションにより、指向性アンテナを、その指向性パターンが互いに重複するように円形配列することで、提案方式は、性能改善と演算量低減の観点から有効であることを明らかにした。さらに、同受信機構成を利用した送信用スマートアンテナの提案を行い、提案方式が、特に、伝搬路の可逆性が成立しない周波数分割複信（FDD：Frequency Division Duplex）システム用として有効であることを明らかにした。

第4章では、第3章で提案したスマートアンテナの具体的な適用システムとして PHS（Personal Handy-phone System）を想定し、様々なアンテナパラメータ、伝搬路モデルを適用したときの伝送特性を計算機シミュレーションにより明らかにした。また、実伝搬環境での動作を確認するために、同一チャネル干渉除去型スマートアンテナ受信装置を開発し、アンテナ素子として無指向性アンテナと指向性アンテナを用いた場合の特性比較も含めて実証実験を行い、提案方式の有効性を実験的に明らかにした。

第5章では、OFDM を用いた無線アクセスシステムにおける端末局へのスマートアンテナの適用を想定し、同一チ

ャネル干渉波が存在する状況下において３種類のスマートアンテナを提案した。まず、構成の簡易さを重視する視点から、指向性アンテナを円形配置したアレーアンテナにおいて信号対干渉電力比（SIR）に基づいた pre-FFT 型選択ダイバーシチを提案し、簡易な構成で干渉波耐性の向上に有効であることを明らかにした。次に、構成の簡易さにはある程度の配慮をしつつも、受信特性をより重視する視点から、複数のサブキャリアをグループ化し、FFT 後にアレー処理を行う post-FFT 型アダプティブアレー処理方式を提案し、演算量の低減を図りつつ、同一チャネル干渉を効果的に除去できることを明らかにした。さらに、信号帯域の一部に他のシステムからの干渉が存在する場合の干渉波抑圧方式として、サブキャリア毎に異なるダイバーシチ合成アルゴリズムを適用する受信方式を提案し、その有効性を明らかにした。

第６章では、国内の地上ディジタル放送の移動受信時において受信感度を改善するための方式として、FFT 前に複数の固有ビームを形成・選択し、FFT 後に最大比合成ダイバーシチを行う方式を提案した。また計算機シミュレーションにより、干渉波が存在しないシステムにおいては、従来の post-FFT 型スマートアンテナに比べてより小規模の回路でほぼ同等の性能を達成できることを明らかにした。

第７章は結論であり、本研究で得られた結果の総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、移動通信におけるスマートアンテナに関する研究成果をまとめたものであり、以下に示す７章より構成されている。

第１章は序論であり、本研究の背景となる研究分野に関して現状と問題点を述べ、本研究の位置付けを明らかにしている。

第２章では、陸上移動通信において考慮すべき広帯域無線伝搬路の特徴、特に高品質な情報伝送の妨げとなる現象を明らかにするとともに、広帯域無線伝搬路を経由して高品質な情報伝送を実現する手段として、複数のアンテナを用いた適応信号処理であるスマートアンテナ技術と、本論文において、スマートアンテナの具体的適用対象としている直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式を述べることで、本論文が対象とする課題の意義を明確化している。

第３章では、時分割多元接続（TDMA：Time Division Multiple Access）システムにおける周波数リソースの有効活用のために、マルチビーム型アダプティブアレーとパスダイバーシチを組み合わせた時空間等化を行う基地局用スマートアンテナを提案している。また、計算機シミュレーションにより、指向性アンテナを、その指向性パターンが互いに重複するように円形配列することで、提案方式は、性能改善と演算量低減の観点から有効であることを明らかにしている。さらに、同受信機構成を利用した送信用スマートアンテナの提案を行い、提案方式が、特に、伝搬路の可逆性が成立しない周波数分割複信（FDD：Frequency Division Duplex）システム用として有効であることを明らかにしている。

第４章では、第３章で提案したスマートアンテナの具体的な適用システムとして PHS（Personal Handy-phone System）を想定し、様々なアンテナパラメータ、伝搬路モデルを適用したときの伝送特性を計算機シミュレーションにより明らかにしている。また、実伝搬環境での動作を確認するために、同一チャネル干渉除去型スマートアンテナ受信装置を開発し、アンテナ素子として無指向性アンテナと指向性アンテナを用いた場合の特性比較も含めて実証実験を行い、提案方式の有効性を実験的に明らかにしている。

第５章では、OFDM を用いた無線アクセスシステムにおける端末局へのスマートアンテナの適用を想定し、同一チャネル干渉波が存在する状況下において３種類のスマートアンテナを提案している。まず、構成の簡易さを重視する視点から、指向性アンテナを円形配置したアレーアンテナにおいて信号対干渉電力比（SIR）に基づいた pre-FFT 型選択ダイバーシチを提案し、簡易な構成で干渉波耐性の向上に有効であることを明らかにしている。次に、構成の簡易さにはある程度の配慮をしつつも、受信特性をより重視する視点から、複数のサブキャリアをグループ化し、FFT 後にアレー処理を行う post-FFT 型アダプティブアレー処理方式を提案し、演算量の低減を図りつつ、同一チャネル

干渉を効果的に除去できることを明らかにしている。さらに、信号帯域の一部に他のシステムからの干渉が存在する場合の干渉波抑圧方式として、サブキャリア毎に異なるダイバーシチ合成アルゴリズムを適用する受信方式を提案し、その有効性を明らかにしている。

第６章では、国内の地上ディジタル放送の移動受信時において受信感度を改善するための方式として、FFT 前に複数の固有ビームを形成・選択し、FFT 後に最大比合成ダイバーシチを行う方式を提案している。また計算機シミュレーションにより、干渉波が存在しないシステムにおいては、従来の post-FFT 型スマートアンテナに比べてより小規模の回路でほぼ同等の性能を達成できることを明らかにしている。

第７章は結論であり、本研究で得られた結果の総括を行っている。

本論文はこれらの結果をまとめたものであり、得られた成果は次のとおりである。

(1) 時分割多元接続（TDMA : Time Division Multiple Access）システムにおける周波数リソースの有効活用のために、マルチビーム型アダプティブアレーとパスダイバーシチを組み合わせた時空間等化を行う基地局用スマートアンテナを提案し、計算機シミュレーションにより、指向性アンテナをその指向性パターンが互いに重複するように円形配列することで、提案方式が、性能改善と演算量低減の観点から有効であることを明らかにしている。さらに、同受信機構成を利用した送信用スマートアンテナの提案を行い、提案方式が、特に、伝搬路の可逆性が成立しない周波数分割複信（FDD : Frequency Division Duplex）システム用として有効であることを明らかにしている。

(2) スマートアンテナの具体的な適用システムとして PHS（Personal Handy-phone System）を想定し、様々なアンテナパラメータ、伝搬路モデルを適用したときの伝送特性を計算機シミュレーションにより明らかにしている。また、実伝搬環境での動作を確認するために、同一チャネル干渉除去型スマートアンテナ受信装置を開発し、アンテナ素子として無指向性アンテナと指向性アンテナを用いた場合の特性比較も含めて実証実験を行い、提案方式の有効性を実験的に明らかにしている。

(3) OFDM を用いた無線アクセスシステムにおける端末局へのスマートアンテナの適用を想定し、同一チャネル干渉波が存在する状況下において３種類のスマートアンテナを提案している。まず、構成の簡易さを重視する視点から、指向性アンテナを円形配置したアレーアンテナにおいて信号対干渉電力比（SIR）に基づいた pre-FFT 型選択ダイバーシチを提案し、簡易な構成で干渉波耐性の向上に有効であることを明らかにしている。次に、構成の簡易さにはある程度の配慮をしつつも、受信特性をより重視する視点から、複数のサブキャリアをグループ化し、FFT 後にアレー処理を行う post-FFT 型アダプティブアレー処理方式を提案し、演算量の低減を図りつつ、同一チャネル干渉を効果的に除去できることを明らかにしている。さらに、信号帯域に一部に他のシステムからの干渉が存在する場合の干渉波抑圧方式として、サブキャリア毎に異なるダイバーシチ合成アルゴリズムを適用する受信方式を提案し、その有効性を明らかにしている。

(4) 国内の地上ディジタル放送の移動受信時において受信感度を改善するための方式として、FFT 前に複数の固有ビームを形成・選択し、FFT 後に最大比合成ダイバーシチを行う方式を提案している。また計算機シミュレーションにより、干渉波が存在しないシステムにおいては、従来の post-FFT 型スマートアンテナに比べてより小規模の回路でほぼ同等の性能を達成できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、陸上移動無線通信システム用スマートアンテナに関して、各種の技術的提案を行い、その結果を具体的に明らかにしている。これらの成果は、陸上移動無線通信システムの高品質化に関して多くの知見を与えており、通信工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。