



Title	光ヘテロダイン技術を用いたミリ波帯光ファイバ無線アクセスに関する研究
Author(s)	谷口, 友宏
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1813">https://hdl.handle.net/11094/1813</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	谷 口 友 宏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 23845 号
学 位 授 与 年 月 日	平成22年3月23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	光ヘテロダイン技術を用いたミリ波帯光ファイバ無線アクセスに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小牧 省三 (副査) 教 授 北山 研一 準教授 塚本 勝俊 教 授 滝根 哲哉 教 授 馬場口 登 教 授 三瓶 政一 教 授 井上 恭 教 授 河崎善一郎 教 授 鶴尾 隆 教 授 溝口理一郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、広帯域のスペクトル利用が可能な60GHzミリ波を用いて、ギガビット級の伝送速度を達成する無線アクセスを実現することを目的に行われた。アクセスネットワークにおける高い実用性として、経済性と高品質性の両立を実現するため、光ヘテロダイン技術を用いた各種の送受信方式構成法を新たに考案し、それぞれに対し理論解析を加え装置の特性を明らかにするとともに、それを用いた設計法を確立し、実験的検討を加えその実現性を検証した成果をまとめた。本論文は、以下の6章で構成される。

第1章では、本研究の背景として、アクセスネットワークにおいて今後のキーワードになる光ファイバ通信及び無線通信、さらに、これらの特徴を組み合わせた光-無線融合通信について述べ、本研究の位置付けと研究目的を明らかにした。

第2章では、ミリ波帯光ファイバ無線方式の概要として、まず、60GHzミリ波の特徴と、光ファイバ無線方式の技術概要と研究動向を述べた。また、ミリ波帯光ファイバ無線方式の適用領域として、下り方向にのみデータを伝送する放送型アクセスネットワークと、双方向のデータ伝送を行う通信型アクセスネットワークがあることを示し、それぞれにおける技術課題とこれらの課題に対する外部研究機関の動向について述べ、本研究の位置付けを示した。

第3章は、放送型アクセスネットワークに適用する下り伝送方式に関する章である。放送型アクセスネットワークにおける重要な課題である無線端末構成の簡素化に対して、無線端末においてミリ波帯局部発振器が不要な光/電気2段ヘテロダイン方式を提案した。センタ局からの光信号の各種送信方法におけるキャリヤ対雜音電力比および波長分散耐力について、従来の、電力を供給する無線基地局に加えて、無給電基地局に提案方式を適用した場合の理論解析を行い、さらに、解析結果からアクセスにおける有効性が高い光送信方法について、具体的な光送信器の構成を提案し、1.0Gb/s伝送実験により有用性を検証した。

第4章は、通信型アクセスネットワークに適用する上り伝送方式に関する章である。上りリンクにおける重要な課題である光リンクバジェット確保に対し、本章では、経済的なシステム構成で光リンクのロスバジェットを拡大可能な、ループバック型光ヘテロダイン方式を光受信器として用いることを提案した。上り伝送において本方式の原理を述べ、1.0Gb/s伝送実験によりその有用性を検証し、無線基地局において光アンプを用いることなく、

10dB以上の光リンクバジェットを確保できることを示した。さらに、1心の光ファイバでループバック伝送を行う際の反射光の影響についても理論解析及び伝送実験で検証した。

第5章では、第4章で述べたループバック型光ヘテロダイン方式を拡張した、双方向伝送方式を提案した。上り伝送に用いる光部品を下り伝送でも共用することで、上り伝送単体とほぼ同じ構成でシンプルなシステムを実現できることを示した。上り光信号と下り光信号の間で発生するクロストークを抑圧するための波長配置設計法を導出するとともに、1.0Gb/s伝送実験により、光リンクにおいてBERが $10^{-9}$ 以下の高品質な受信特性を得ながら、10dB以上のリンクバジェットを確保できることを示した。

第6章では、以上の研究によって得られた成果を総括し、本論文の結論を述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、光ヘテロダイン技術を用いたミリ波帯光ファイバ無線アクセスに関する研究成果をまとめたものであり、以下の6章で構成されている。

第1章では、本研究の背景を述べ、その中における研究の位置付けと目的を明らかにしている。

第2章では、ミリ波帯光ファイバ無線方式の概要を述べ、下り方向にのみデータを伝送する放送型アクセสนットワークと、双方向のデータ伝送を行う通信型アクセสนットワークに分類し、それぞれにおける技術課題と研究動向を述べ、それらの中における本研究の位置付けと目的を明らかにしている。

第3章では、放送型アクセสนットワークに対し、無線端末構成の簡素化を目的に、無線端末側のミリ波帯局部発振器を不要とする光/電気2段ヘテロダイン方式を提案し、キャリヤ対雑音電力比および波長分散耐力を光信号の各種送信方式に対して理論解析による比較を行い、有効性が高い光送信方式を用いた1.0Gb/s伝送実験により有用性を検証している。

第4章では、通信型アクセสนットワークに対し、上りの光リンクバジェット確保の検討を加え、光リンクのロスバジェットを拡大可能なループバック型光ヘテロダイン方式を新しく提案している。提案方式による、1.0Gb/s伝送実験によりその有用性を検証し、無線基地局において光アンプを用いることなく、10dB以上の光リンクバジェットを確保できることを明らかにしている。さらに、1心の光ファイバでループバック伝送を行う際の反射光の影響についても理論解析及び伝送実験による検証を行っている。

第5章では、第4章で述べたループバック型光ヘテロダイン方式を拡張した双方向伝送方式に対する検討を加え、上り伝送に用いる光部品を下り伝送でも共用するシンプルな方式構成法を提案している。さらに、上り光信号と下り光信号の間で発生するクロストークを抑圧するための波長配置設計法を導出するとともに、1.0Gb/s伝送実験により、10dB以上の光リンクバジェットを確保できることを明らかにしている。

第6章では、本論文で得られた成果を総括している。

以上のように、本論文は、光ヘテロダイン技術を用いたミリ波帯光ファイバ無線アクセスに関し、広範な方式検討を行い、各種の新しい構成方法を提案するとともに、理論解析ならびに実際の実験によりその有効性を確認している。この成果は、光通信と無線通信技術の発展に大きく寄与する。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。