



Title	Photonic Time Division Multiple Access Systems for Fiber-Optic Radio Access Networks
Author(s)	Shoji, Yozo
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3155404">https://doi.org/10.11501/3155404</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	庄 司 洋 三
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 6 5 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科通信工学専攻
学 位 論 文 名	Photonic Time Division Multiple Access Systems for Fiber-Optic Radio Access Networks (光時間分割多元接続方式を用いた無線アクセスネットワークに関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小牧 省三
	(副査) 教 授 池田 博昌 教 授 森永 規彦 教 授 前田 肇 教 授 元田 浩 教 授 塩澤 俊之 講 師 戸田 裕之

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光ファイバ内に電波を閉じ込めて伝送する光電波アクセスネットワークに対し帯域標本化を用いる光時分割多重方式に関する研究を行い、成果をまとめたものであり、以下の 8 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、本論文に関連する研究分野について述べ、本研究の背景と目的を明らかにしている。

第 2 章では、光帯域サンプリングを用いた光時分割ファイバ無線アクセスネットワークの原理と優れた特徴を明らかにするとともに、光時分割バスリンクシステムを実現するために必要となる検討課題について論じた。

第 3 章では、単一の光源を共用して基地局間の時間同期を実現する自己同期型光時分割バスリンクを提案するとともに、制御局で再生される各基地局からの無線信号の受信信号対雑音電力比（受信 CN 比）を最適化する光電力分岐比を明らかにした。また受信 CN 比について理論解析を行うとともに、光増幅器による受信 CN 比特性の改善効果を示し、提案方式の性能を評価している。

第 4 章では、基地局間の時間同期を必要としない非同期光時分割バスリンクの提案を行い、光リンク内で発生する光パルス間の衝突による無線バースト損失について検討するとともに、無線バースト損失率と制御局において再生された無線信号の受信 CN 比に関する理論解析を行い提案方式の有効性を明らかにしている。

第 5 章では、複数の無線サービスで無線基地局を共用し、光ネットワーク内においてサービスの分離・交換を可能にするチャーブ多重変換／光強度変調／直接検波システムを提案し、無線チャネル間干渉及びシンボル間干渉の発生原理を明らかにしている。次にこれらの干渉と光源の非線形性に起因する相互変調歪を考慮した総合受信 CN 比について理論解析を行い、提案方式により十分な特性を得ることが可能であることを明らかにしている。

第 6 章では、チャーブ多重変換を用いた非同期時分割バスリンクを提案しており、無線信号を光パルス信号に変換することにより無線信号が光ファイバネットワークにランダムにアクセスすることを実現している。提案方式に対し、サービスエリア内におけるトラヒック分布を考慮した非同期光時間パルスの衝突による光パルス損失率と呼損率に関する理論解析を行い、システムのスループット特性を明らかにしている。

第 7 章では光帯域標本化を用いた光ファイバ無線伝送に関する基本実験を行い、光帯域標本化による伝送が可能であることを実験により確認し、受信 CN 比特性及びレーザの非線形性による受信信号対ひずみ信号雑音比特性を明らかにしている。

第 8 章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、現在、急速に進展している携帯電話をはじめとする移動通信において問題となっている無線スペクトルの逼迫を解決するマイクロセル方式に対し、光ファイバ内に電波を閉じ込めて伝送する光電波アクセスネットワークを適用することを目的として研究を行ったものである。本研究では、帯域標本化を用いる光時分割多重方式を新たに提案し、光スイッチのみを使用して電波の行き先を自由に変化する方式を提案し理論的検討を加え、十分な特性を得ることが可能であることを明らかにしている。

本論文により得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 光時間多重バスリンクにおいては、バスに接続されている各基地局間の時間同期を確立することが必要となる。時間同期を実現する方法として、単一のパルス光源を共用して基地局間の同期を行う自己同期型光時分割バスリンクを提案しており、この特性に対し各種解析を加え、制御局で再生される無線信号の受信 CN 比を最適化する光電力分岐比を明らかにしている。
- (2) 構成を簡易化する手法として、各基地局間の時間同期を取らない非同期光時分割バスリンクに対し、光リンク内で発生する光パルス間の衝突による無線バースト損失による劣化を検討するとともに、無線バースト損失率と制御局において再生された無線信号の受信 CN 比に関する理論解析を行い、完全同期を行うものに比較し、特性は若干劣化するものの、衝突防止等の機能を付加することにより、十分な受信特性を実現可能であることを明らかにしている。
- (3) 無線基地局内において無線基地局を共用し、光ネットワーク内においてそれらのサービスを分離・交換し、サービスごとに異なった制御局に転送可能とする方式について検討を加え、新しくチャープ多重変換方式を提案し、この一方式であるチャープ多重変換／光強度変調／直接検波システムについて、無線チャネル間干渉及びシンボル間干渉の発生原理を明らかにし、理論解析により十分な特性を得ることが可能であることを明らかにしている。さらに、チャープ多重変換を用いた非同期時分割バスリンクの構成を用いた方式に対し、サービスエリア内におけるトラヒック分布を考慮した非同期光時間パルスの衝突による光パルス損失率と呼損率に関する理論解析を行い、システムのスループット特性を明らかにしている。
- (4) 光帯域標本化を用いた光ファイバ無線伝送に関する基本実験を行い、光帯域標本化による伝送が可能であることを実験により確認し、受信 CN 比特性及びレーザの非線形性による受信信号対ひずみ信号雑音比特性を明らかにしている。

以上のように本論文は、光ファイバ内に電波を閉じ込めて伝送する光電波アクセスネットワークに対し、帯域標本化を用いる光時分割多重方式に関する研究を行い、自己同期型、非同期型、チャープ多重変換型等の各種構成法を新たに提案し、その特性を理論解析し、いずれも実用に対し、十分な特性を有していることを明らかにしている。また、帯域標本化の基本実験により、電波を閉じ込めた状況のまでの時間多重が可能であることを確認している。以上のことから一本の光ファイババスリンクを使用するだけで複数の基地局で発生している各種の電波を柔軟に分岐・交換できることを明らかにしている。これらの成果は、今後の移動通信の発展に寄与するところが大であるばかりでなく、周波数の有効利用に対しても極めて効果の高い技術となる。以上に示したように本論文で得られた成果は、通信工学の発展に寄与するところが極めて大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。