The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on Secure M-ary Optical Code Division Multiplexing Using a Single Multi-port Encoder/Decoder
Author(s)	Kodama, Takahiro
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1187
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【135】

氏　　名	小　玉　崇　宏（こ だま たか ひろ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工学）
学　位　記　番　号	第　２５５２６　号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 22 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	Studies on Secure M-ary Optical Code Division Multiplexing Using a Single Multi-port Encoder/Decoder **（多ポート光符号／復号器を用いた高秘匿Ｍアレイ光符号分割多重技術に関する研究）**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　北山　研一 （副査） 教　授　馬場口　登　　准教授　丸田　章博

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は，筆者が大阪大学大学院工学研究科（電気電子情報工学専攻）在学中に行なった多ポート光符号/復号器を用いた高秘匿Mアレイ光符号分割多重技術に関する研究成果をまとめたものであり，以下のように構成されている．

第一章は序論であり，現在のインターネットで用いられている暗号化技術について紹介した後，秘匿の脆弱性について言及した．その上で，次世代の高秘匿フォトニックネットワークに適した物理層での暗号化技術を紹介した後，現状の時分割多重アクセス受動型光ネットワーク（TDMA-PON）システムの秘匿における脆弱性について述べた．また，次世代の光アクセス系ネットワークシステムの一つとして考えられている光符号分割多重アクセス受動型光ネットワーク（OCDMA-PON）システムの特徴を言及し，研究の位置付けと目的を明確にした．

第二章では，光符号分割多重（OCDM）技術の概要を述べた後，従来型の方式であるビット暗号OCDM方式やブロック暗号（Mアレイ）OCDM方式の秘匿性に関する定量的な評価手法について説明した．また，MアレイOCDM方式に適した多ポート光符号/復号器の構成について言及した．

第三章では，多ポート光符号/復号器を用いた16アレイOCDMシステムの提案及び実証実験結果について述べた．また，暗号強度の向上を目的として，暗号ブロック連鎖（CBC）モードを適用した16アレイOCDMシステムの実証実験の結果について言及した．さらに，本実験ではアクセス系ネットワークを考慮した50km伝送実験を行い，その環境下におけるシステムの有効性を検証した．

第四章では，偏波多重技術を用いた256アレイOCDMシステムの提案及び実証実験の結果について述べる．従来のMアレイOCDM方式では，各光符号を各ビットブロックに割り当てているため，使用可能な光符号数と同じアレイ数のシステムしか構築できないといった問題が生じていた．本方式を用いることで，アレイ数の向上と同時に偏波特性に起因する物理的な秘匿性を向上させた．また本章では，偏波多重を用いたMアレイOCDM方式が持つ秘匿性に関する定量的評価を行った．

第五章では，多次元多値PSK光符号を用いたMアレイOCDM方式を提案する．多次元多値PSK光符号とは，多ポート光符号/復号器により生成されるPSK光符号の組み合わせにより生成される符号のことであり，本符号を用いることで従来のMアレイOCDM方式と比較してより実用化に近いアレイ数を持つシステムの構築が可能となった．さらに本章では，4096アレイOCDMシステムの原理確認実験により提案手法の有効性の確認並びに，本システムに対する数値シミュレーション及び秘匿性に関する定量的評価を行った．最後に，本システムを光アクセス系ネットワークに適用した4096アレイOCDMAシステムにおいて，システムの劣化要因となる多重干渉雑音を考慮した数値シミュレーションを行い，ユーザの拡張性を言及した．

第六章は結論であり，本研究で得られた成果について総括を行った．

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

現在，情報通信技術を利用したアプリケーションやサービスの多様化に伴い，医療データやトランザクション等を扱う特定のネットワークでは，秘匿性の高い通信路の需要が高まる傾向にある．しかし，現在の光アクセス系ネットワークでは一本の光ファイバを複数ユーザで共有するのに適した受動型光ネットワーク（PON）の構成をしているため，秘匿性が脆弱であることが問題視されている．PON の形態を有しながら高秘匿な光アクセス系ネットワークを構築する上で，有望な技術の一つとしてブロック暗号Ｍアレイ光符号分割多重（OCDM）システム技術がある．

本論文では，Ｍアレイ OCDM システムに関して得られた 3 つの研究成果についてまとめている．

(1) ブロック暗号モードとして暗号ブロック連鎖（CBC）モードを適用したＭアレイ OCDM 方式を提案し，16 アレイ OCDM システムの実証実験の結果について述べている．さらに，本実験では光アクセス系ネットワークを考慮した 50km 伝送実験を行い，その環境下におけるシステムの有効性を実証している．

(2) 偏波多重技術をＭアレイ OCDM 方式に適用することでアレイ数を増加させる技術について提案している．従来のＭアレイ OCDM 方式では，各光符号を各ビットブロックに割り当てているため，使用可能な光符号数と同じアレイ数のシステムしか構築できないといった問題があった．そこで，本方式を用いることによって，アレイ数の向上と同時に偏波特性に起因する物理的な秘匿性を向上させている．256 アレイ OCDM システム実験により，システムの有効性を実証している．また，偏波多重を用いたＭアレイ OCDM 方式が持つ秘匿性について定量的に検証している．

(3) 多次元多値PSK光符号をＭアレイ OCDM方式に適用することでアレイ数を増加させる技術について提案している．多次元多値PSK光符号とは，多ポート光符号/復号器により生成されるPSK光符号の組み合わせにより生成される符号のことであり，本符号を用いることで従来のＭアレイ OCDM 方式と比較してより実用化に近いアレイ数を持つシステムの構築が可能となる．そこで，4096アレイ OCDMシステムの原理確認実験により提案手法の有効性の確認並びに，本システムに対する数値シミュレーション及び秘匿性について検証している．また，本システムを光アクセス系ネットワークに適用した4096アレイ光符号分割多重アクセス（OCDMA）システムにおいて，システムの劣化要因となる多重干渉雑音を考慮した数値シミュレーションを行い，ユーザの拡張性を示唆している．

以上のように、本論文はブロック暗号方式改善及びアレイ数向上の技術を導入したＭアレイ OCDM システムが，次世代の高秘匿光アクセス系ネットワークに寄与できることを示している．また，数値シミュレーション及び実証実験における提案方式の結果から，工学的な見地から見て非常に評価の高い成果といえる．よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．