

# 琉球大学学術リポジトリ

## OFDM技術を用いた水中音響通信ネットワーク構築に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2018-06-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 大作, Suzuki, Taisaku メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/41487">http://hdl.handle.net/20.500.12000/41487</a>

平成 30年 2月 16日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員  
主査 氏 名 和田 知久  
副査 氏 名 玉城 史朗  
副査 氏 名 名嘉村 盛和



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

#### 記

申請者	専攻名：総合知能工学専攻 氏名：鈴木 大作 学籍番号：[REDACTED]	
指導教員名	和田 知久	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	OFDM技術を用いた水中音響通信ネットワーク構築に関する研究 Research on Underwater Acoustic OFDM Communication Network System	
審査要旨（2000字以内） <p>周囲を海に囲まれた日本の発展にとって、海洋開発が果たす役割はますます大きくなってきている。我が国の200海里排他的経済水域の面積は、451万km<sup>2</sup>と陸部の実に10倍近くも広く、我が国は世界6位の海洋大国である。近年、沖縄近海の海域では、平成24年から継続して実施している地形調査や海底観察、サンプリング等により、沖縄本島北西沖の伊平屋小海嶺周辺に海底熱水鉱床が発見されている。また、遠隔操作無人探査機（ROV）による地形調査等により有望な海底熱水鉱床が存在するが確認されている。</p>		

(次頁へ続く)

海洋開発においては、海洋環境のモニタリング、海洋生物の活動調査等が必要であり、現在、潜水士による調査活動や、AUV/ROV等の水中ロボット等による調査が行われている。これらの水中で使用する機器間や海上との間は通信ケーブルを介して通信を行うことが多く、これら機器の設置場所や、水中ロボットの場合はその行動範囲、機器のメンテナンス等において制約が大きい。また、海洋開発だけでなく、レジャーダイビング産業などのマリンスポーツの分野においても、ダイバーの事故が増加傾向にあり、インストラクターとの円滑なコミュニケーションの実現や、安全管理システムの開発などが重要であると考えられる。

水中通信を行う手段として、光や電波などの電磁波による通信が挙げられるが、これらは水中や固体中へは空気中とは異なり透過しにくい物質的特性を持っている。一方、音波は、水の液体・気体・固体などの状態を問わず非常に良好な透過性を持っている。特に海洋においては、そのほとんどの領域においては光や電磁波が全く届かない世界であり、音響技術の利用が不可欠の世界であると言える。

本研究では、これらの海洋開発やマリンスポーツなどでの用途を想定し、現在地上波デジタル放送やIEEE 802.11の無線LAN関連規格、LTEやWiMAXなどの無線通信規格などで広く採用されているOFDM【Orthogonal Frequency Division Multiplexing】（直交周波数分割多重方式）技術を用いた水中音響通信ネットワークの構築について検討を行っている。具体的には、OFDM変調方式とダイバーシチ技術による水中音響通信による広帯域伝送方式の実用性を定量的に確認すると共に、水中の送受波器が波や潮流などの影響により位置変動する際に生じるドップラー補償と、TDD【Time Division Duplex】方式による双方向通信の実現に関する研究を行っている。

まず、送波器や受波器の位置が波や潮流などの影響により変動する状況下においては、その移動によって発生するドップラー効果により通信性能が大きく劣化するという問題があった。特に、OFDM方式を採用した通信では、多数のサブキャリアを用いたパラレル伝送を行うため、ドップラー効果による各サブキャリア間干渉が生じて著しく性能が劣化しやすい。これらの問題に対し、送受波器の位置変動による時間的な伸び縮みの割合を検知し、その検知割合により受波信号のサンプリング周波数を変換し、同時にそのサンプリング周波数変換により生じた周波数のずれの補正を行う技術を提案している。更に同技術を実装しQPSK/16QAM/64QAMによる通信を行うシステムを企業との共同研究で開発し、沖縄県内漁港や、企業所有の関連施設並びに海洋試験を通して検証し有効性を明らかにしている。

また、次なる新たな課題として双方向通信による水中音響通信ネットワークの構築に関する研究に取り組んでいる。主に、探査船（基地局）とAUV/ROV等の水中ロボット（端末）間や、海上のポート（基地局）と潜水士などの海中ユーザ（端末）間で、ダウンリンクDLとアップリンクULの双方向通信および、複数ユーザをサポートする海中無線通信エリアの構築に関する研究開発を行っている。具体的には、母船からロボット等へのダウンリンク通信に対する各端末の海中での同期、複数端末からの母船へのアップリンク通信の時分割多重TDD方式の実現性について、市販のFPGAボードを活用したシステムを構築し、実際の海洋での性能評価を静岡県に関連企業所有のダム湖バージ実験施設にて検証を行い、移動局が上下動する環境においても、堅牢なTDDフレーム同期を実現できることが確認されている。

以上説明したように、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し学位論文の審査を合格とする。また、平成30年2月7日論文発表会における発表並びに質疑応答において、申請者は専門分野及び関連分野の十分な知識並びに十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。