高耐性水中音響通信技術の開発

Development of Highly Robust Underwater Acoustic Communication Technology

JMU ディフェンスシステムズ(株)　開発部　開発室

1. はじめに

当社は、極浅海域から深海まで、多様な海洋環境において無人機や海底センサの遠隔管制を実現するため、水中音響通信技術の研究開発を推進している。JMU テクニカルレビューNo.15 で紹介した独自のデジタル変復調技術は、その後も改良を重ね、通信性能の向上だけではなく、多様な海洋環境に対する耐性向上に取り組んできた。近年の海洋無人システムでは、単一の通信リンクではなく、複数の無人機を接続する水中通信ネットワークの重要性が高まっている。本稿では、高耐性モデムと音場解析を組み合わせた双方向コマンド通信による水中音響通信ネットワークの構築に向けた取り組みについて紹介する。

2.　複雑な海洋環境における課題

水中ネットワークの構築を阻害する要因として、

・移動体間で発生するドップラーシフト
・極浅海域で顕著となるマルチパス
・自然界や船舶雑音による背景雑音
・複雑な海底地形や水温変化による音場の不均一性

などがある。実際の運用環境ではこれらの要因が単独ではなく複合的に発生するため、通信機単体の性能向上だけでは安定したネットワーク構築が難しい。そのため当社では、高耐性モデムによる通信品質向上に加え、海洋環境そのものを解析して活用する技術開発を進めている。

3.　高耐性モデムの技術検証

独自の変復調アルゴリズムを搭載した高耐性モデムについて、さまざまな環境で評価を行っている。移動体間通信では、相対 30kt に相当するドップラーシフト環境において通信可能であることを確認した。また、強いマルチパス環境である礁池などの極浅海域においても通信可能であることを実証した。さらに、砕波による広帯域雑音が生ずる波打際環境においても通信可能であることを確認した。加えて、反射体に囲まれた長水槽を用いてマルチパスとドップラーシフトが同時に発生する複合環境を模擬し、16kt 相当の移動体との通信が可能であることを確認した。

4.　音場解析を活用したネットワーク構築

高耐性モデムによって通信リンクの信頼性を向上させる一方で、より広域な通信ネットワークを構築するためには海洋環境の理解が不可欠である。当社では音響伝搬解析技術を用いて、海底地形や水温構造によって変化する音場の可視化を進めている。図１は極浅海域の通信実証海域例であり、図２は音響伝搬解析と実測値の一例である。これにより、従来のように通信機同士を単純に接続するのではなく、海域ごとの音響特性を考慮したネットワーク設計が可能となる。高耐性モデムと音場解析を組み合わせることで、通信が困難であった複雑な海域においても、通信可能領域の拡大と確達性の向上を目指している。



図１：極浅海域通信実証海域例

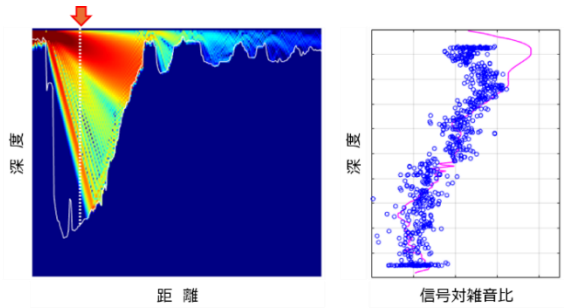


図２：音響伝搬解析例

5.　おわりに

当社は、高耐性モデムによる通信品質の向上と、音場解析による最適なネットワーク設計を融合することで、複雑な海洋環境全体を通信ネットワークとして活用する技術の実現を目指している。今後も各種海域での検証を継続し、確達性の高い双方向コマンド通信を実現する水中音響通信ネットワークの研究開発を推進していく。