

音響技術を利用した水中音響モデムの特性と海洋への応用

山口 毅・小田秀夫（日本海洋株式会社 計測機器事業部）

1. 水中における無線通信

陸上においては、携帯電話や無線 LAN に代表されるように無線通信に電波が広く用いられている。

一方、水中では、電波に比べて著しく減衰が少なく、遠くまで伝搬する性質を利用し、超音波が水中無線器をはじめとする通信装置に用いられている。

無線通信には、空中、水中を問わず、高速化、大容量化、長距離化、信頼性の向上など、安定で効率的な通信の成立が求められるが、超音波を用いて水中で無線通信を行う場合、伝搬する音の反射、吸収、屈折、散乱および、ドップラー効果などの性質や、実海域で不規則に変動する自然雑音、人工雑音などの影響を避けることは出来ない。このため、様々な音響通信技術が用いられている。

ここでは、近年のデジタル通信技術の発展とともにない、研究開発と実用化の進む水中音響モデムの特性と海洋における応用事例を紹介する。

2. スペクトラム拡散通信方式

スペクトラム拡散 (Spread Spectrum) とは、デジタル信号を拡散符号と呼ばれる信号によって、元の信号より広帯域に拡散した上で送信し、受信側で同じ拡散符号を用いて元のデジタル信号を復元する通信技術である。この技術を用いた通信方式は、データを少ない電力で、高速かつ長距離伝送可能であるため、現在のデジタル無線通信技術の主流となっている。

基本原理を図 1 に示す。

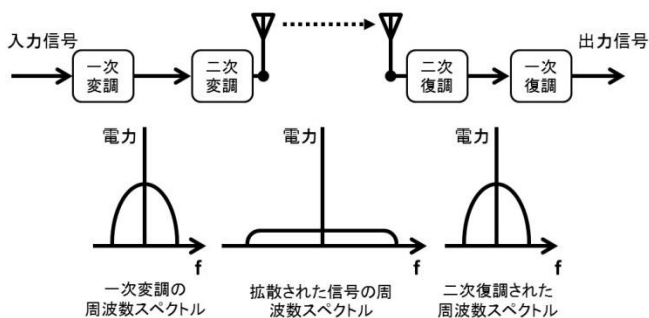


図 1. スペクトラム拡散通信方式の基本原則

データとなる入力信号を一次変調した上、二次変調 (拡散変調) によって、信号成分を広帯域に拡散した

状態で送信する。伝搬中には雑音等が混入するが、受信側で、二次復調 (逆拡散) によって信号成分を狭帯域に戻すとともに、雑音等を広帯域に拡散し、その上で一次復調してデータを受信する。雑音等の影響を大幅に軽減した状態で受信することが可能であることから、耐干渉性と耐雑音性 (雑音に強い、マルチパスやフェージングに強い) のほか、秘匿性が高いなどの優れた特長を持っている。

3. 水中音響モデムの実際

ここでは、S2C (Sweep Spread Carrier) と呼ばれる位相変調 (PSK : Phase Shift Keying) とスペクトラム拡散通信を組み合わせた独自の技術を有するドイツ Evologics 社の水中音響モデムを例に、無線通信にとって重要であるデータ転送速度、有効な周波数範囲、帯域利用率、およびチャンネル維持の信頼性の実際を、海域で行われた実証試験の結果を用いて示す (図 2)。

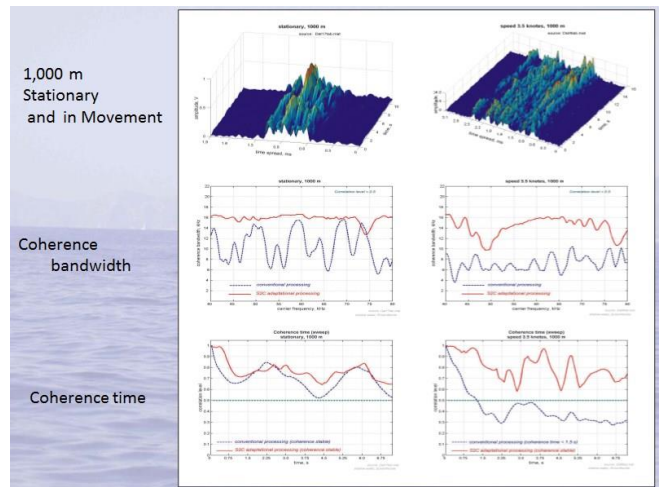


図 2. 実海域におけるコヒーレンス帯域幅およびコヒーレンス時間による実証試験の結果例

(提供 : ドイツ Evologics 社)

4. 海洋における活用

水中音響モデムは、海底や海中に設置された観測装置との通信や、ROV (Remotely operated vehicle : 遠隔操作無人潜水機)、AUV (Autonomous Underwater Vehicle : 自律型水中無人探査機) など、既に海洋においても幅広く利用されている。それらの具体的な応用事例を紹介する。