

特定小電力無線機を用いた GPS ブイ

GPS Buoy by Using Low-Power Transmitter

和田雅昭
Masaaki Wada

株式会社東和電機製作所
Towa Denki Seisakusho Co., Ltd.

木村暢夫
Nobuo Kimura

北海道大学大学院水産科学研究科
Hokkaido University

1. はじめに

例年 7 月の第 2 週から 10 トン未満の小型船によるサンマの流し網漁が北海道東部沖で解禁となる。中型船による棒受け網漁が始まる 8 月上旬までの短い漁期ではあるが、この時期のサンマは高値であることから 90 隻程度の漁船が操業を行っている。

通常、網の両端にはボンデンと呼ばれる旗を付けた竹竿を浮かべ目印としている。網は一晚流して翌日揚げることになるが、投入場所をプロッタに記録しておくことからボンデンを見失うことは少ない。しかしながら、荒天により出漁できない日が続くと、網は潮流により投入位置から大きく移動してしまうため、発見までに多くの時間を費やすことになる。加えて、北海道東部は有数の濃漁地帯であり、近距離であっても肉眼では発見できないこともある。

漁具の位置を検出するための高価な機器は従来より存在する。しかしながら、いずれの機器も大型であったり、無線利用のための免許が必要になるなど、気軽に利用できるものではなかった。そこで、特定小電力無線機と GPS 受信機を組み合わせた免許不要の小型 GPS ブイを開発し、実用化のための評価を行った。

2. GPS ブイと受信装置の開発

GPS ブイは、特定小電力無線機と GPS 受信機、並びに、PIC マイコンにより構成した。特定小電力無線機には技術基準適合証明を取得済みの STD-402 (株サーキットデザイン) を、GPS 受信機にはアンテナ一体型で世界最小クラスの GH-80 (古野電気株) を採用した。表 1 に STD-402 の仕様を示す。写真 1 (左) は開発した GPS ブイの基板である。GPS 受信機は特定小電力無線機のアンテナ給電部付近に取り付けをしている。また、基板の GND パターンを利用してラジアルを形成し、 $\lambda/2$ ダイポールアンテナとして機能するように設計した。これにより、電波の水平到達距離を伸ばすことが可能となる。

表 1 STD-402 の仕様

電波形式	2 値 FSK
使用周波数範囲	429.2500~429.7375MHz (40ch)
変調速度	最大 4,800bps
送信出力	9mW ± 1mW
基準感度	-117dBm 以上

PIC マイコンには USART と A/D の機能を持つ PIC16F876 を用いた。GPS 受信機により測位された位置情報はシリアルインタフェースで PIC マイコンに取り込まれる。また、バッテリー電圧を A/D 変換を用いて検出している。PIC マイコンでは、位置情報に GPS ブイを区別するための識別番号

とバッテリー電圧を付加して送信する。表 2 は送信データフォーマットを表している。マンチェスタ符号を用いて符号化していることから、伝送速度は 2,400bps である。送信はバッテリーの消費を抑えるため 15 秒毎の間欠送信とした。その結果、平均消費電流は約 12mA となり、単一アルカリ電池 4 本でサンマ流し網漁の漁期に相当する 30 日以上連続動作が可能である。

なお、GPS ブイの形状に関しては、送信部とバッテリー部を分離するセパレート型とした。セパレート型とすることにより、重量のあるバッテリー部を錘として利用することができる。写真 2 は開発した GPS ブイである。写真の左側の長い筒が送信部であり、右側の短い筒がバッテリー部である。いずれも防水対策を施している。

表 2 データフォーマット

バイト	占有数	データ内容
1	1	ヘッダ + ID
2	1	測位モード + 衛星数
3	1	バッテリー電圧
4-7	4	緯度
8-11	4	経度
12	1	チェックサム
13	1	フッタ

受信端末は、特定小電力無線機の受信機と H8 マイコンにより構成した。特定小電力無線機の受信機には高利得アンテナの接続が可能な STD-402R を採用した。H8 マイコンはフラッシュROMと、3ch の SCI を持つ H8/3067 (株ルネサステクノロジ) を用いた。そして、NMEA 入出力のためのシリアルインタフェースを設けた。受信端末では、船舶既設の GPS 受信機と接続することにより、現在位置から見た GPS ブイの相対的な位置と方位を演算し表示を行う。また、GPS ブイのバッテリー電圧と受信電力の表示も行う。さらに、外部入力可能なプロッタに接続することにより、地図上に GPS ブイの位置を表示することも可能である。写真 1 (右) は開発した受信端末である。



写真 1 開発した GPS ブイの基板 (左) と受信端末 (右)

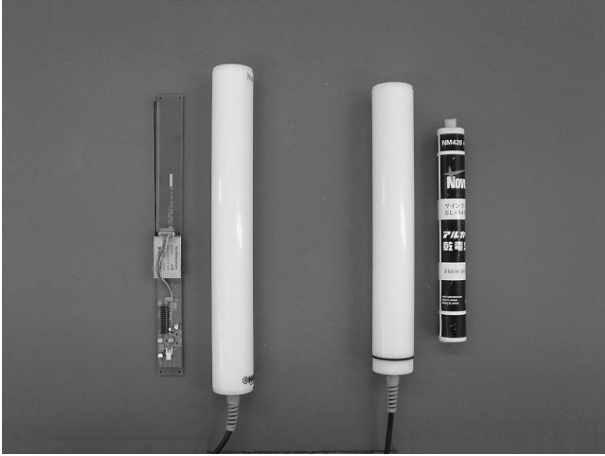


写真2 GPS ブイ

3. 実験

洋上実験はサンマ流し網漁船第38 祥成丸 (7.9 トン) の協力により実施した。GPS ブイは祥成丸が通常の操業で利用しているボンデンに取り付けを行った。また、受信アンテナとして8 段コリニアアンテナを祥成丸に設置した。実験では、GPS ブイを洋上に投入し、船舶との距離と受信端末における受信電力の変化を計測した。写真3 は祥成丸 (左) と実験の様子 (右) である。



写真3 第38 祥成丸 (左) と洋上実験 (右)

一般に、受信端末における受信電力 P_R は、送信出力 P_T 、送信アンテナの利得 G_{TA} 、受信アンテナの利得 G_{RA} 、伝搬損失 L_0 を用いて、

$$P_R = P_T + G_{TA} + G_{RA} - L_0 \quad (1)$$

で表現することができる。伝搬損失 L_0 は、送信アンテナ高を h_T 、受信アンテナ高を h_R 、通信距離を d とすると、

$$L_0 = 20 \log_{10} \left(\frac{d^2}{h_T \times h_R} \right) \quad (2)$$

で近似することができる [1][2]。ここで、特定小電力無線機の送信出力 $P_T=10\text{dBm}$ (10mW)、送受信アンテナの利得 $G_{TA}=G_{RA}=0\text{dBm}$ 、(2) 式による L_0 を代入すると、(1) 式は

$$P_R = 10 - 20 \log_{10} \left(\frac{d^2}{h_T \times h_R} \right) \quad (3)$$

となり、受信電力 P_R は h_T 、 h_R 、 d のみで表現することができる。図1 に実験の結果を示す。また、理論値は送信アンテナ高 $h_T=0.5\text{m}$ 、受信アンテナ高 $h_R=3.0\text{m}$ を代入して求めた結果である。

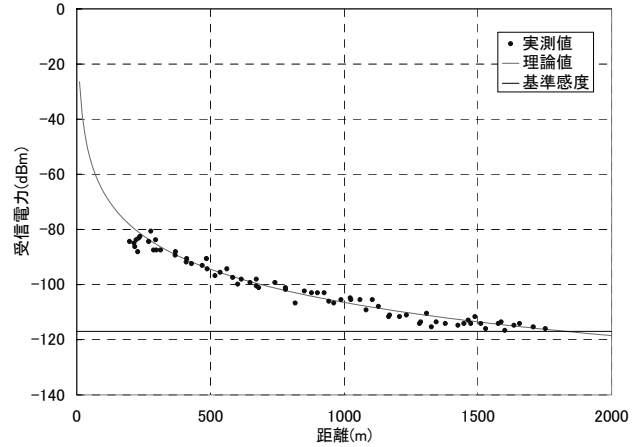


図1 距離と受信電力の関係

実験の結果、実測値は理論値で近似できることが確認できた。(3) 式によると、GPS ブイ、並びに、受信アンテナの海面からの高さをさらに上げることにより受信電力の向上とそれに伴う到達距離の拡大が期待できるものの、GPS ブイを取り付けるためのボンデンが大型化するなど実用的ではない。その結果、開発した GPS ブイの性能として、電波の到達距離の目安は約 1,800m であることを確認した。

4. おわりに

洋上実験後の第38 祥成丸の船長との談話では、GPS ブイに期待する電波の到達距離は2 海里 (1 海里=1,852m) とのことであった。しかしながら、実験の結果、開発した GPS ブイの電波の到達距離は約 1 海里とその半分であった。1,800m 地点における受信装置での受信電力が受信機の基準感度を下回っていることから、現在の電波法の下では特定小電力無線機を用いた GPS ブイの電波の到達距離は1 マイルが限界であると言える。しかしながら、船舶に搭載されている 430MHz 帯のアマチュア無線を用いることにより、約 2 マイル離れた地点において、音声として電波を捕らえることができたことから、この方法を用いることにより GPS ブイの存在の有無を確認することが可能である。

GPS ブイはサンマの流し網漁以外にも、タコのイサリ漁やカニかご漁、延縄など、ボンデンの利用される漁法において有効である。また、漁業だけではなく標識ブイの漂流監視など、多方面での応用が考えられる。

参考文献

- [1] 樹サーキットデザイン HP,
<http://www.circuitdesing.co.jp/>
- [2] アンテナ設置マニュアル, 双葉電子工業株式会社