

改良型GPSブイ（パーブ）の開発について

及川幸四郎：第二管区海上保安本部

Development of an improved GPS buoy (PARB: Portable Almighty Rescue (Research) Buoy)

Koshiro OIKAWA: Hydrographic Oceanographic Department, 2nd R.C.G. Hqs.

Abstract

Within the 2nd Headquarters region, the number of ocean current observations by the patrol vessels is reducing because of the needs for other missions including patrolling on the nuclear power stations. This situation has resulted in poor results of trajectory prediction. Under these circumstances, in order to improve the results of trajectory prediction, we have developed an improved GPS buoy equipped with cellular phone in 2007, taking the place of real ocean current data. In this report, I summarize some technical specifications of this buoy.

1 はじめに

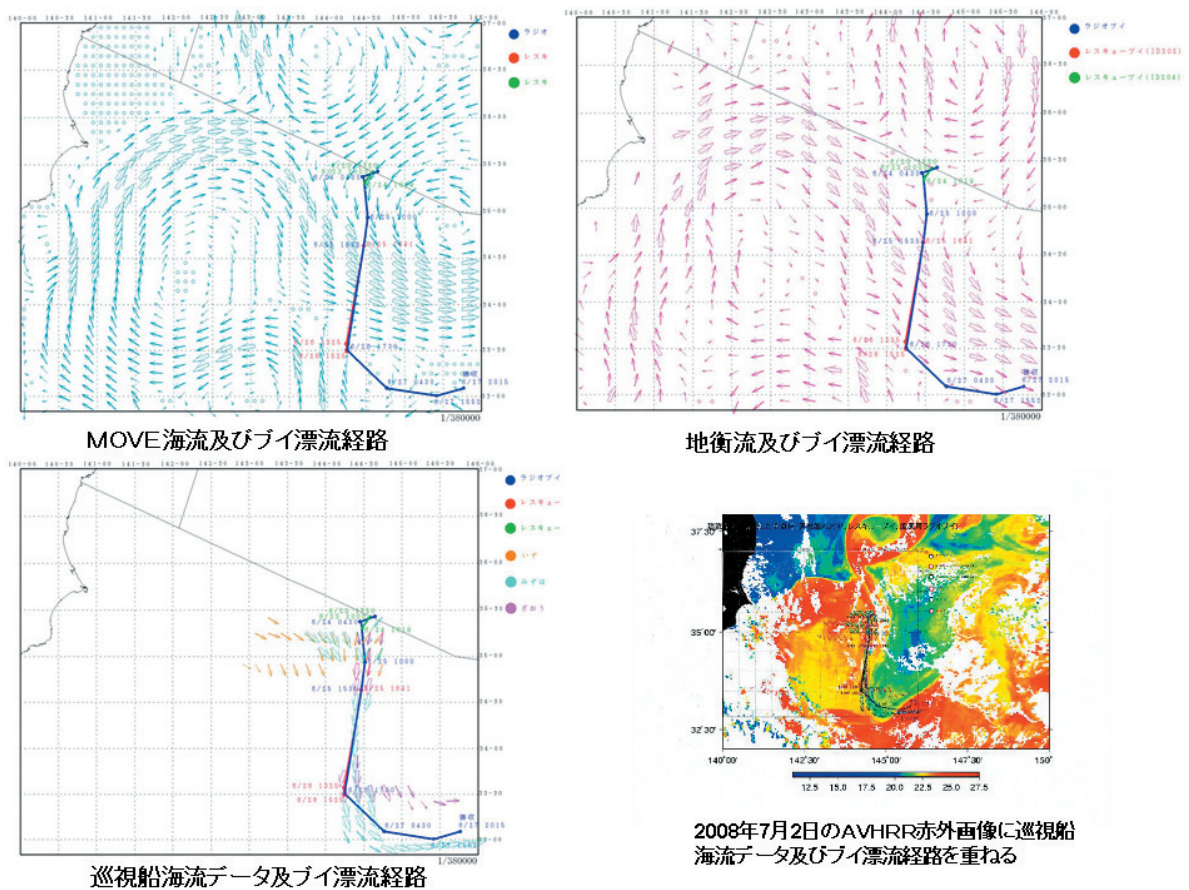
2006年を境として、海事関係者（特に漁業関係者）への救命胴衣着用の徹底が進み、海中転落等における行方不明事案が大幅に減少した。しかしながら、依然として海中転落等による捜索は存在し、これら海難発生時における捜索海面設定は海難救助での早期発見の重要な要因となっている。一方、管内では多数の原発、石油備蓄基地等の存在から、テロ・原発警戒のため巡視船による海流観測が極端に減少したため、海流実測値の不足が目立ち、間接的に求めた海流値、漂流予測担当者の主観から得られた海流値を使用した漂流予測が行われている。この海流実測値の不足は、現在も継続した状況となっており、漂流予測精度も決して高いものではない。

このため、海流実測値に代わるものとして、早期に漂流経路が特定されることを目的として、航空機投下型の捜索用ブイの開発を目指した。この結果、2007年度末にはGPS携帯端末（携帯電話）を搭載した航空機投下型の捜索用ブイが開発され、仙台

航空基地に配備し実海難での使用を行うこととなった。

こうした中起こった、2008年6月の銚子沖約190海里で発生した漁船「第58寿和丸」転覆海難（第1図）では、現場派遣の巡視船が到着するまで、海洋情報部が保有するデータ、MOVE、ジオイド地衡流等のデータ、計算結果を使用して漂流予測を行ったが、当該漁船からの各種漂流物の経路とは全く異なり、また、僚船から投下した漁業用のラジオブイ、巡視船到着後のADCP海流データを使用した漂流予測とも異なった漂流予測結果であった。

この事例から、漁業用のラジオブイの漂流経路が、当該漁船の漂流物とかなりの部分で一致し、改めて捜索用ブイの重要性が認識された。しかしながら、2007年度末に配備したGPS携帯端末搭載捜索用ブイは、沿岸海域が対象となっており、沖合でも使用可能な捜索用ブイの開発があらためて必要と認識された。



第1図 第58寿和丸転覆海難捜索時各種海流データ
 Fig. 1 Various current data for searching for overturned ship the 58 th [Suwamaru]

2 改良型GPS ブイの開発経緯 (第1表)

2006年12月に捜索ブイ検討ワーキンググループを立ち上げ、当初は沿岸、沖合海域を特定することなく、航空機から投下する位置測定用ブイとして、ブイ筐体、搭載通信端末、附属品等の選定が対象となり、個々の開発を積み上げ、各種投下実験を重ねた結果、2007年2月には最終実験として仙台湾において、航空機によるGPS携帯端末搭載の捜索用ブイの投下を実施し、併せて投下後の同ブイの位置取得も行い実験は成功した。これにより2007年4月に仙台航空基地に同ブイを配備した。

一方、2008年6月に発生した銚子沖の海難以降、沖合でも使用できるブイの必要性が重要視されたため、オープンコム通信端末搭載の改良型GPSブイの開発を翌7月に着手した。同年10月にはブイ筐体実験として航空機からのブイ筐体投下を行い、2009年6月にオープンコム通信を利用した海上における同ブイ

のGPS位置取得が可能となった。2009年11月、これまで行ってきた一連の実験の最終確認として、仙台湾での航空機による改良型GPSブイの投下及び同ブイの漂流経路のGPS測位を行った。(第2図、第3図)

3 改良型ブイに搭載した通信端末 (Q1400) について

これまで、一般に使用されてきたオープンコム通信端末松下電器産業株式会社(旧社名)製: KX-G7201 Nの製造中止に伴い、オープンコム通信に使用できる通信端末は、唯一、米国クエークグローバル社製のオープンコム通信端末Q1400のみである。以下、同端末の特徴、設定について以下記述する。

3.1 Q1400の特徴

これまで一般に使用されていた松下製通信端末は、民間企業の開発したプログラムの利用に頼っていたため、使用に当たっては、予算等の面で制限が

第1表 改良型GPSブイ開発経緯

Table 1 Background of the development of the improved GPS buoy.

| 改良型GPSブイ開発の主な経過概要 | |
|-------------------|---------------------------------|
| 平成18年(2006年) | |
| 12月 | 捜査技術向上PT-捜索用ブイ検討WG立上げ |
| 平成19年(2007年) | |
| 1月 | auKDDI GPS携帯端末業者説明 契約手続き |
| 2月 | 航空機によるGPS携帯端末搭載捜索用ブイ投下実験実施(塩釜沖) |
| 3月 | オーブコム通信端末(Q1400)購入 |
| 4月 | GPS携帯端末搭載ブイ仙台航空基地配備 |
| 4月・5月 | 宮城県山元町沖座礁船「J」号付近同ブイ投下 |
| 11月 | ドコモ通信エリア拡大により携帯端末機種変更 |
| 11月 | 本庁海洋情報部でGPS・オーブコムブイ概要説明 |
| 平成20年(2008年) | |
| 6月 | 漁船「第58寿和丸」転覆海難発生 |
| 7月 | 改良型GPSブイ開発着手 |
| 10月 | 航空機による改良型GPSブイ投下実験実施(塩釜沖) |
| 平成21年(2009年) | |
| 2月 | オーブコム通信端末(Q1400)による通信実験本格的開始 |
| 6月・7月 | 海上における通信実験成功 |
| 9月 | 継続的な通信の確保を検討 |
| 11月 | 航空機による改良型GPSブイ投下及び漂流位置測得実施(仙台湾) |



航空機から改良型GPSブイ投下直後



落下中の改良型GPSブイ

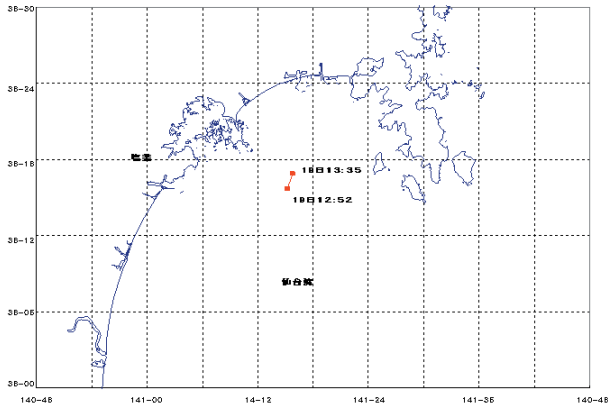


漂流位置測定中の改良型GPSブイ

第2図 航空機から投下した改良型GPSブイ及び漂流位置測定中の同ブイ
Fig. 2 The improved GPS buoy dropped from aircraft and the buoy measuring drift position.

改良型GPSブイ (パーブ) の開発について

改良型GPSブイ投下12:35 測定時間12:45-13:45



| 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | 秒 | 緯度 | 経度 | 緯度分 | 経度分 |
|------|----|----|----|----|----|-------------|-------------|-------|--------|
| 2009 | 11 | 19 | 12 | 52 | 27 | 38.25985551 | 141.2528515 | 38.15 | 141.15 |
| 2009 | 11 | 19 | 13 | 35 | 25 | 38.28104903 | 141.2828772 | 38.17 | 141.18 |

第3図 改良型GPSブイ投下後の漂流経路
Fig. 3 Drift route of the improved GPS buoy.

生じていた。これに対し、オーブコム通信端末Q 1400は、自由にプログラムの開発、通信端末の設定が可能である。また、松下製通信端末に比べ小型軽量で、大きさが制限される航空機投下用のブイには

最適である。

3.2 Q 1400の通信設定

プログラムの構成として、①イベントに対応したレスポンスを規定するアプリケーションイベントテーブル、②送信するメッセージ内容を規定するメッセージテーブル、③GPSの測位情報を管理するGPSセンサーテーブル等が存在する。

これらのテーブルが通信端末のメモリに保存され、あらかじめQ 1400通信端末に組み込まれている基本ソフトウェア（アプリケーション/イベントハンドラタスク）がこれらテーブルを読み込んで、処理実行を行う。

3.3 Q 1400の設定テーブル

3.3.1 アプリケーションイベントテーブル (第2表)

プログラム処理の骨格を規定する、基本となるプログラムである。

- ・ アプリケーションイベントテーブル 1

第2表 アプリケーションイベントテーブル
Table 2 Application Event Table.

```

=====
Application Event Table 1
=====
EVENT          RESPONSE ACTION(S)
POWER_ON       START_DL_ACQ 0
-              SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              SET_TIMER 31 [0 0 0 0]
-              SET_TIMER 32 [0 3 0 0]
-              SET_TIMER 33 [0 6 0 0]
-              SET_TIMER 34 [0 9 0 0]
-              SET_TIMER 35 [0 12 0 0]
-              SET_TIMER 36 [0 15 0 0]
-              SET_TIMER 37 [0 18 0 0]
-              SET_TIMER 38 [0 21 0 0]
-              SET_TIMER 0 [0 0 15 0]
POSITION_FIX 11 SAVE_DATA_FILE 11 [12 1]
-              SEND_MSG 11 [0]
MSG_ACK 11     SAVE_DATA_FILE 11 [13 0]
-              SET_TIMER 0 [0 0 5 0]
TIMER 0        POWER_DOWN 3 [0 0 0 0]
TIMER 21       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 31       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 32       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 33       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 34       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 35       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 36       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 37       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
TIMER 38       SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
-              GET_POSITION 11
=====
    
```

```

=====
Application Event Table 2
=====
EVENT          RESPONSE ACTION(S)
POWER_ON       START_DL_ACQ 0
-              GET_POSITION 11
-              SET_TIMER 1 [0 0 10 0]
-              SET_TIMER 21 [0 0 30 0]
POSITION_FIX 11 SET_TIMER 1 [0 0 0 0]
-              SAVE_DATA_FILE 11 [12 1]
MSG_ACK 11     SEND_MSG 11 [0]
MSG_ACK 14     SAVE_DATA_FILE 11 [13 0]
-              SET_TIMER 0 [0 0 5 0]
MSG_ACK 14     SET_TIMER 0 [0 0 5 0]
TIMER 0        POWER_DOWN 3 [0 0 0 0]
TIMER 1        SEND_MSG 14 [0]
=====
    
```

第3表 メッセージテーブル
Table 3 Message Table.

| | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| ===== Msg 11 Message Table ===== | | ===== Msg 13 Message Table ===== | |
| Message Type | MESSAGE | Message Type | MESSAGE |
| Auto-Roaming | Disabled | Auto-Roaming | Disabled |
| Report Auto-Convert | Disabled | Report Auto-Convert | Disabled |
| gwy_id | 130 | gwy_id | 130 |
| polled | Default | polled | Default |
| ack_level | | ack_level | Default |
| priority | Default | priority | Default |
| msg_body_type | Default | msg_body_type | Default |
| Recipient Qty | 1 | Recipient Qty | 1 |
| Recipient List | kaiyochosa2-m86b3@kaiho.mlit.go.jp | Recipient List | kaiyochosa2-m86b3@kaiho.mlit.go.jp |
| Subject | REPO | Subject | [NONE] |
| Parameter 1 | FILE_DATA 11 (Variable Width) | Parameter 1 | CURRENT_TIME (32 bits) |
| ===== | | ===== | |
| ===== Msg 12 Message Table ===== | | | |
| Message Type | MESSAGE | | |
| Auto-Roaming | Disabled | | |
| Report Auto-Convert | Disabled | | |
| gwy_id | 130 | | |
| polled | Default | | |
| ack_level | Default | | |
| priority | Default | | |
| msg_body_type | Default | | |
| Recipient Qty | 1 | | |
| Recipient List | kaiyochosa2-m86b3@kaiho.mlit.go.jp | | |
| Subject | [NONE] | | |
| Parameter 1 | CURRENT_TIME (32 bits) | | |
| Parameter 2 | LATITUDE (24 bits) | | |
| Parameter 3 | LONGITUDE (24 bits) | | |
| ===== | | | |

スイッチオンの30分後から30分置きにGPS位置情報を送信を行い、0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時、21時からは毎時0分と30分毎にGPS位置送信するようタイマーのセットを行い、また、通信失敗の場合は、次の送信時に前回の分を含めてGPS位置情報を送信する。特徴としては、プログラムの設定が理解しやすいが、相当長い命令文で、誤作動の発生も否定できない可能性がある。

一方、節電のため、通信失敗の場合でも、電源投入から15分後に電源がオフとなる。

・ アプリケーションイベントテーブル2

アプリケーションイベントテーブル1では、多くのウェイクアップタイマー（8個）が使われており、メーカーのプログラミングマニュアルでは、多数のウェイクアップタイマーの使用は想定外の動作を惹起する可能性があるため、正時での計測が絶対条件でない限り、この8つのタイマーは外した方が無難であるとされており、これらを考慮し作成したテーブルがアプリケーションイベントテーブル2である。また、MGS_ACK 14はGPS測位失敗を連絡するコマ

第4表 GPSセンサーテーブル
Table 4 GPS Sensor Table.

| |
|---|
| ===== GPS Sensor Table ===== |
| 「Position will be taken 10 times,at 1 sec intervals |
| Alarms reported: On completion of samples |
| Low position alarm: Off |
| High position alarm: Off |
| Low speed alarm: Off |
| High speed alarm: Off |
| Reference position: [None] |
| ===== |

ンドである。

3.3.2 メッセージテーブル（第3表）

アプリケーションイベントテーブルでメッセージの内容を処理し、そのメッセージの送信を規定するプログラムである。

このメッセージテーブルは、0から99までの100個が準備されており、今回は11、12、13の3テーブルを使用した。テーブル11は、メール配信先、メールのタイトルを定義し、テーブル12は、時刻、緯度、経度を定義し、テーブル13は、現在時刻を定義している。

3.3.3 GPSセンサーテーブル（第4表）

GPSセンサー測位の方法，特定地点を指定し結果を返すことを規定するプログラムである。

この設定では，位置測定は1秒間隔で10回実施し，位置取得で報告を行うよう定義している。

4 パラシュート開傘遅延装置の開発

平成19年（2007）年2月，仙台湾において実施した航空機からのGPS携帯端末搭載捜索用ブイにおいて，航空機の投下孔から同ブイを投下した直後短時間（約0.5秒）でパラシュートが開傘し，その距離は機体の下方数メートルであったことから，航空機運行側からパラシュートの開傘時間を遅らせる装置の搭載を求められたため，改良型ブイの開発と併せてパラシュート開傘遅延装置の製作に取りかかった。

航空機からパラシュートを使用して物体を投下する方法はいろいろあるが，多くは索の一方を機体に固定し，投下直後物体の重量（張力により）により索の反対側がパラシュートを固定している索を切断しパラシュートが開傘するものが多い。しかしながら，投下物の重量がある程度必要（数kg以上）で，改良型GPSブイの重量が（2.5 kg前後）ではこの方法は不向きであった。

このため，本装置は改良型GPSブイと連結したパラシュートを一体として投下し，落下中にパラシュートを固定している索を切離すように設計した。予算の面から高価な装置の開発は困難であり，



平成19年2月に実施した捜索用ブイ投下
（投下直後（約0.5秒後）に開傘したパラシュート）

第4図 航空機によるGPS携帯端末搭載捜索用ブイ投下

Fig. 4 Dropping buoy with GPS cellular phone from aircraft.



パラシュート開傘遅延装置内部



パラシュート開傘遅延装置のブイ筐体装着

第5図 パラシュート開傘遅延装置

Fig. 5 Delay device that opens parachute.

安価な市販品を改良して製作した。（第4図，第5図）

基本的には，容器とゼンマイ式小型玩具，S字型アーム（パラシュート遅延時間を左右する重要部品），分離リング，パラシュート固定索を組合せ，ゼンマイの反動でS字型アームと分離リングが1－2秒位で離れるよう工夫した。本装置完成後，切離し実験を数多く行ったが，高度30 m以上の高さから実施した切離しは全て成功した。（第6図）

5 改良型GPSブイの今後の課題

これまでの実験検証から現在の改良型GPSブイ（内径10 cm）では，必要電源の搭載が最大の課題である。オープンコム通信端末Q 1400の使用電圧12 Vは確保されても最大使用電流2.5 Aの確保が困難であり，更に長期使用可能なことも必要条件である。このため，様々なリチウムイオン電池を調べ使用してきたが1系列の12 V確保では持続的な2.5 Aの電流確保は現在のブイ筐体の容量ではできないとの結論となった。このため，電池の使用で危険とされる2系列以上のリチウムイオン電池の並列使用が必要とされ，今後の課題となっている。

また，現在使用しているオープンコム通信衛星は約30基となっているが，時間，場所によっては，遅延が発生し必要な位置データの入手が困難となる。オープンコム通信の最大の課題であり，平成22年度予定されている衛星の打ち上げが実施されない限り解決策はないと考えられる。

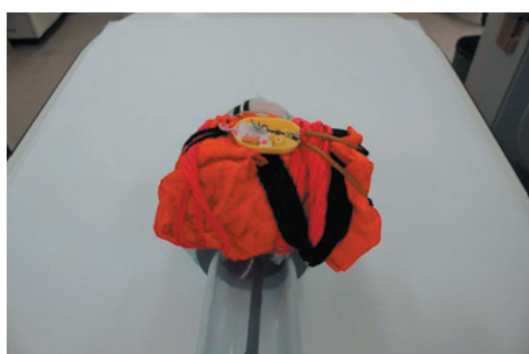
更に，使用前の通信確認は絶対条件ではあるが，より確実な位置データ入手のため航空機からの投下実験を重ね問題点を洗い出し，多くの事案に使用することも必要と考える。



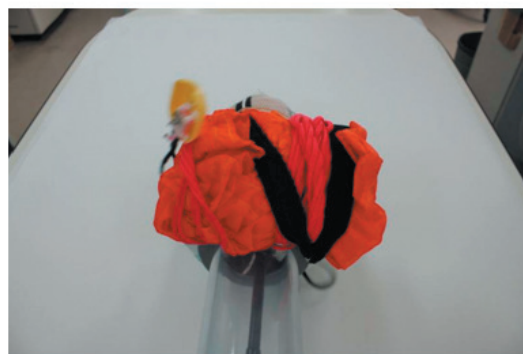
遅延装置ストッパー分離直前



遅延装置ストッパー分離直後



S字型アーム(遅延時間を左右する部品)回転



遅延装置切離し直後

第6図 パラシュート遅延装置の動作

Fig. 6 Movement of delay device that opens parachute.

6 改良型GPSブイの万能性

この改良型GPSブイは、現在、オーブコム通信端末を搭載しているが、昨年度まで使用していたGPS携帯端末のほか、イリジウム通信端末、APRS（トランシーバ）等ほとんどの小型通信端末を搭載することが可能である。船舶はもちろん固定翼機、回転翼機からの投下が繰り返し使用でき、別名小型万能型ブイ（PARB（パーブ）/Portable・Almighty・Rescue（Research）・buoy/小型万能型レスキュー（観測）ブイ）と命名した。

7 まとめ

現在漂流経路特定に使用しているオーブコムブイ、レスキューブイ等の市販ブイは1台約60万円と高価であり、既存ブイの老朽化による頻繁な修理、新たなブイの購入等予算の面も含め継続的に使用することは厳しい状況となっている。

一方、今回紹介した改良型GPSブイは、長期使用

のための電源の確保が問題となっており、現在のブイ筐体より一回り大きい内径12cmのブイ筐体使用によりリチウム電池並列搭載、鉛蓄電池の搭載可能な再改良型のGPSブイを開発する必要がある。また、前述したイリジウム通信端末の本格的搭載による、将来的なブイ構想を考える必要がある。

今後は更なる実験を重ね、海難、捜索救難訓練等できる限り使用し、実績を積み重ね、データの検証を行っていくことが重要である。

最後にこの開発で実際の投下等に携わっていただいた仙台航空基地の方々並びに関係者の皆様のご協力に感謝します。

参考文献

- 捜索用ブイ検討ワーキンググループ中間報告書（2007）：第二管区海上保安本部
- 高橋信介：観測用ブイの現状と実用に向けての検討，海洋情報部技報第26号，（2008）