

# AIS ネットワーク構築のための小型受信機の開発と性能評価

正会員 ○長尾 和彦 (弓削商船高等専門学校) 非会員 瀬尾 敦生 (ヤフー株式会社)

## 要旨

船舶事故は減少傾向にあるものの、毎年 2,000 件以上発生しており、その 7 割以上が小型船舶によるものである。船舶事故を防止する方法として、船舶自動識別装置(AIS:Automatic Identification System)があるが、小型船舶には普及が進んでいない。我々は、近年普及が進んでいるスマートフォンを活用した AIS 代替システムの開発を行っている。本システムはスマートフォンの GPS 情報を利用し、位置情報を共有することで、船舶間の衝突防止の警告や、事故発生時の緊急通報の機能を持つ。本システムを実用化するためには、広範囲の AIS 船舶情報をリアルタイムに収集し、データを共有するために、ネットワークを構築する必要がある。

本研究では、Raspberrypi と USB ドングルを用いて作成した小型 AIS 受信機の作成を行い、受信実験を行った。電波シミュレーションと比較することで、標高の高い沿岸部に設置することで、広範囲の受信ができることが確認された。

キーワード：情報処理、 AIS、 スマートフォン、 ネットワーク、 IoT

## 1. はじめに

四方を海に囲まれた海洋国家である我が国において、海上輸送は重要なインフラであり、船舶の安全航行が求められている。2017 年における船舶事故隻数は 1977 隻で減少傾向にあるものの、多くの事故が発生している<sup>(1)</sup>。そのうち、小型船舶(漁船、遊漁船およびプレジャーボート)が関わる事故は全体の約 8 割を占めており、早急な対策が求められている。船舶事故を未然に防ぐための対策として、自動船舶識別装置(AIS:Automatic Identification System)がある。AIS は船舶の識別符号、種類、位置、進路、速力、航行状態などを VHF 帯電波で送受信し、船舶間で情報交換を行うシステムである。AIS の設置が義務付けられている船舶では、設置の義務化後に事故が減少しており、一定の効果が見られる。一方、小型船舶には搭載義務がなく、費用負担、免許取得が必要などの理由から普及が進んでいない。

我々はスマートフォンを用いた AIS 代替システムを提案・開発を行なっている<sup>(2)</sup>。国土交通省によるスマートフォンを用いた航行支援に対するガイドライン<sup>(3)</sup>の策定のための実証実験にも参加し、有用であることを確認している。既存の AIS 情報は本校の屋上の受信機から収集しているが、半径約 50km 圏内の AIS 搭載船舶の位置情報しか取得できていない。SmartAIS の実用化を考える場合、AIS を含めた広範囲の船舶の位置情報を収集する必要がある。広範囲の AIS 情報を収集し公開している類似のシステムに

Marine Traffic<sup>(4)</sup>や shipfinder<sup>(5)</sup>などがあるが、これらは数 100 秒間隔の更新のため、リアルタイムな航行支援に用いることができない。リアルタイムな航行支援を行うシステムを広範囲で利用できるようにするためには、受信機を各地に設置し、広範囲の AIS 情報を収集するネットワークを独自で構築する必要がある。

本研究では、SmartAIS と連携できる安価で量産が可能な小型の AIS 受信機を作成した。作成した受信機の受信性能や実用性に関する検証、シミュレーションとの比較について報告する。

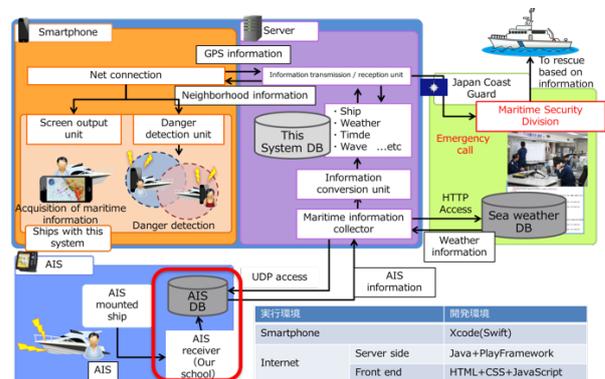


図 1 smartAIS システム構成図

## 2. AIS 受信機の作成

本研究では、小型の AIS 受信機を作成した。作成した受信機についての説明を行う。

### 2.1 受信機の作成

AISはVHF帯の電波による通信を行なっているた

め、一般的なデジタルチューナーで受信が可能である。最大消費電力が 7W の RaspberryPi3MoudleB+ と Realtek の USB チューナー、アンテナを用いて、小型受信機を作成した。チューナーは温度補償型水晶発振子（以下、TCXO）搭載の TV28Tv2DVB-T（以下、ドングル）、TCXO 非搭載のドングルを用いた。アンテナは TCXO 非搭載のドングル付属の約 15cm の小型ポールアンテナ（以下、小型アンテナ）と、140cm、アンテナ利得が 3dBm の AIS 用の VHF アンテナ（以下 AIS アンテナ）を使用した。

## 2.2 受信実験

作成した受信機の性能の評価と広範囲の AIS 情報を収集するための条件を調査するため、ドングルとアンテナの組み合わせを変更し、本校付近の標高約 25m の高台（フェスパ）で受信実験を行なった。ドングルは TCXO 搭載・非搭載のものを使用し、アンテナは AIS アンテナ、小型アンテナを使用した。TCXO 非搭載のドングルを使用した場合、本実験中では受信が確認されなかった。実験結果を表 1 に示す。小型アンテナより AIS アンテナを使用した方が広範囲の AIS 情報の取得が可能であることが分かった（図 2,3）。TCXO 搭載のドングル、AIS アンテナを使用して、標高約 264m の亀老山展望台で受信実験を行なった（図 4）。図 2,3,4 から、広範囲の AIS 情報を収集するためには、見通しが良く、標高の高い場所に受信機を設置すると良いことが分かった。

表 1 予備実験結果

ドングル	アンテナ	標高	最大受信距離
TCXO なし	小型	25m フェスパ	受信不可
	AIS		
TCXO	小型	25m フェスパ	約 17km (図 2)
	AIS		約 58km (図 3)
TCXO	AIS	264m 亀老山	約 1380km (図 4)

## 3. 動作検証

### 3.1 長期運用試験

作成した小型 AIS 受信機は屋外に長期間設置することを検討している。屋外に設置した際の天候や気温の変化に対する問題点や耐久性を検証するため、2018 年 1 月 17 日～2 月 20 日の約一ヶ月間、作成した受信機やデータ通信に用いるポケット Wi-Fi を筐

体に収納し、標高約 3m の弓削港の屋外に設置することで、耐久などに関する運用試験を行った。運用試験の結果から一ヶ月間問題なく連続稼働することが分かった。設置機器を図 5 に示す。また、運用試験中に 353,787 件の AIS 情報の収集ができ、最大受信距離は約 41km だった。運用試験中に受信された AIS 情報の日付別グラフを図 6 に示す。

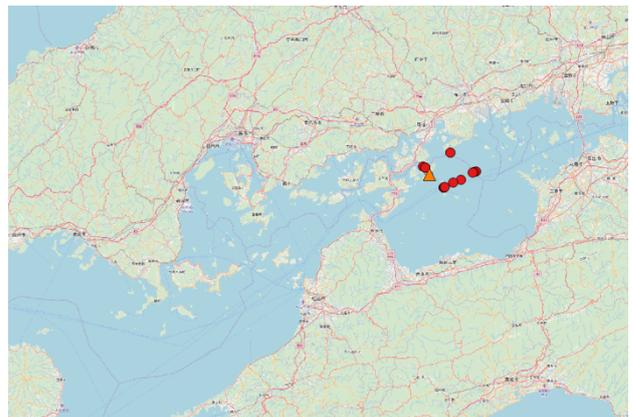


図 2 実験結果(フェスパ：2017/12/17 15:33-43)  
(TCXO+小型アンテナ)



図 3 実験結果(フェスパ：2017/12/17 15:33-43)  
(TCXO+AIS アンテナ)

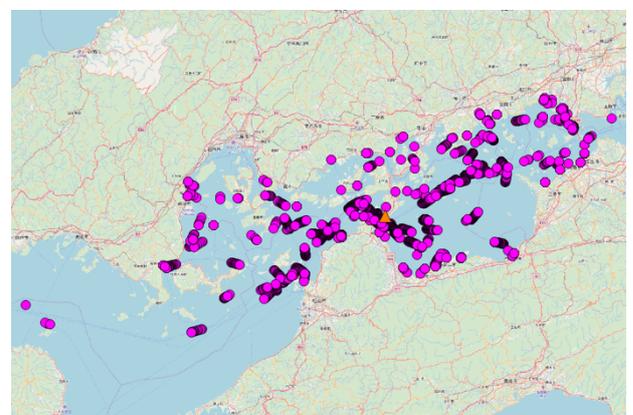


図 4 実験結果(亀老山：2017/12/22 11:57-12:07)  
(TCXO+AIS アンテナ)



図5 連続稼働実験機器(2018/1~2)

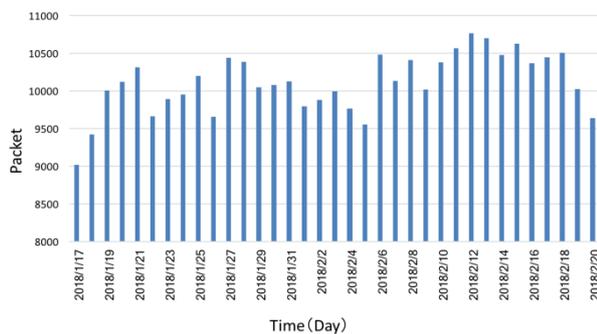


図6 受信パケット数(2018/1~2)

### 3.2 電源対策

標高の高い場所に設置する場合、電源の確保が課題になるため、バッテリーについての検証を行った。十分充電した 12V 6,600mAh のリチウムバッテリーのみ使用して運用した場合、3 時間の連続稼働が確認できた。次に、18V 5W で出力電圧 18.0V、通常電圧 278mA のソーラーパネルを併用して運用実験を行なった場合、6 時間の連続稼働が確認できた。夜間や雨天などを考えると、外部電源または大容量の電池が必要と考えられる。

## 4. 電波シミュレーション

### 4.1 実験場所の検討

受信機を設置するために広範囲の AIS 情報が収集できる場所を事前に検討する必要がある。そこで、地形や距離による電波の減衰による影響を考慮するためシミュレーションを行った。シミュレーションには電波の伝搬に関するシミュレーションソフトである Radio mobile<sup>6)</sup>を使用した。RadioMobile は送受信のパラメータの設定が可能である。送信側は、周波数を 161.975MHz~162.025MHz、空中線電力を 33dBm にした。受信側は、受信しきい値を -107dBm、アンテナ利得を 3dBi とした。これらのパラメータで

AIS の受信が可能な範囲をシミュレーションした。

### 4.2 受信実験

2018 年 8 月 28 日から 8 月 31 日にかけてシミュレーションを行った久司山、亀老山、三坂峠、石鎚山展望台で受信実験を行った。受信実験から得られた最大受信距離の結果を表 2 に示す。受信実験の結果から、標高の高い場所に設置した方が、広範囲の AIS 情報を収集できることが分かった。シミュレーションと受信実験の結果を比較したものを図 7,8,9,10 に示す。シミュレーションの結果と受信実験で収集できた船舶の位置情報がほとんど一致している。これらの結果から、作成した受信機には十分な受信性能があること、シミュレーションを利用することで、地形や距離による電波の減衰による影響が予想できること、AIS 情報が収集できる範囲を広げるには、標高の低い港湾に設置するよりも、標高の高い山に設置した方が良いことが分かった (図 11)。

## 4. まとめ

本研究では SmartAIS を全国で利用するために必要な AIS ネットワークを構築するために、安価な機器を用いて、小型 AIS 受信機を作成した。受信実験の結果から、実用性を確認した。

表 2 受信実験(2018/8/28~31)

測定場所	標高 (m)	最大受信距離	測定日
久司山	140m	144km (図.7)	2018/08/28
亀老山展望台	370m	160km (図.8)	2018/08/30
三坂峠	670m	133km (図.9)	2018/08/30
石鎚山展望台	1440m	201km (図.10)	2018/08/31

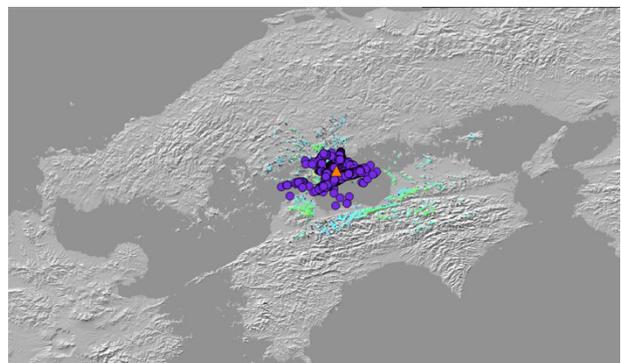


図7 電波シミュレーションと受信結果  
久司山(2018/08/28)

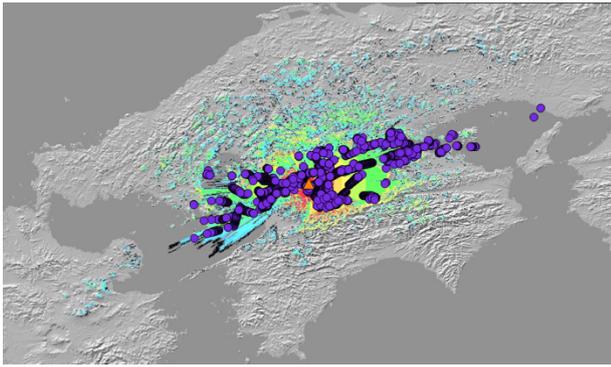


図8 電波シミュレーションと受信結果  
亀老山(2018/08/30)

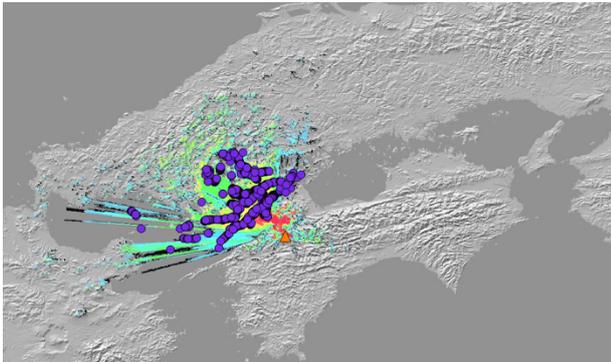


図9 電波シミュレーションと受信結果  
三坂峠(2018/08/30)

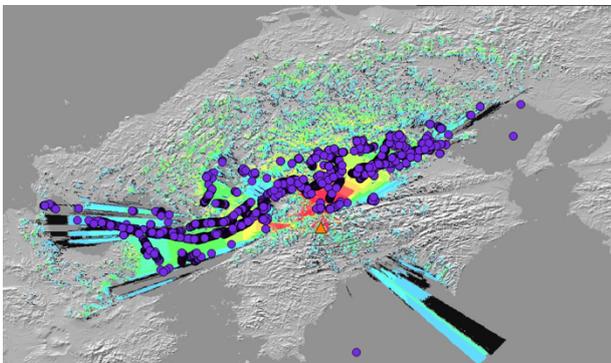


図10 電波シミュレーションと受信結果  
石鎚山展望台(2018/08/31)

次に、シミュレーションにより、AISの受信可能範囲を確認した。シミュレーション結果と受信実験の結果はほぼ一致している。このことから受信機の性能が十分であること、受信機の設置場所を検討するためにシミュレータが利用できることがわかった。AISネットワークを構築するためには、データを集約するサーバが必要となる。国土交通省のガイドライン<sup>(3)</sup>では安全な回避行動のため、5秒に一回の受信間隔が推奨されている。サーバのデータベース構成、負荷分散のためのサーバの通信要件、サービスエリアの検討(管区ごと)など、検討すべき課題が

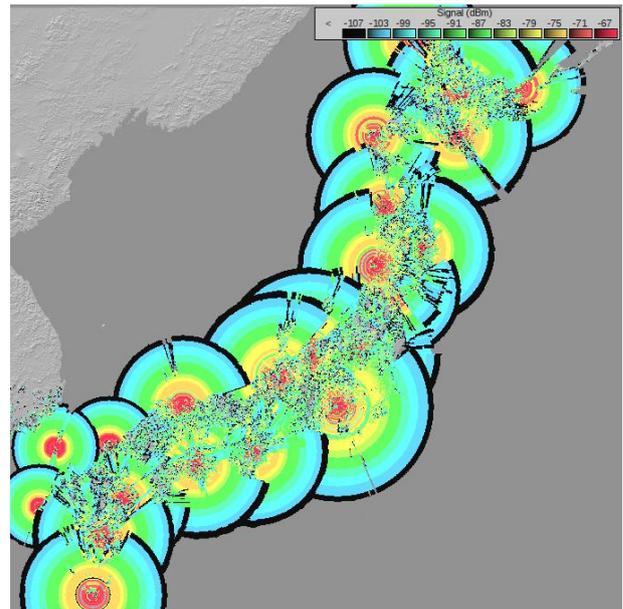


図11 シミュレーションによる設置例(22箇所)

残されている。

2019年度に計画されている「島嶼部住民と小型船舶のための瀬戸内海IoTプラットフォームに関する研究」では、smartAISの実証実験が予定されており、石鎚山等にAISアンテナを設置する予定である。本研究の成果が瀬戸内海や日本沿岸の航行安全に寄与すれば幸いである。

## 謝辞

本研究の一部は高専ワイヤレスIoT技術実証コンテスト、科学研究費補助金基盤研究(C)(No.16K00437)の助成による。

## 参考文献

- (1) 海上保安庁:平成29年における海難発生状況  
<https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/h30/k20180314/k180314-1.pdf>, 2018.3.
- (2) 長尾他:スマートフォンで動作するAISと連携した小型船舶向け事故防止システム, 日本航海学会論文集 135 巻,pp.11-18,2017.12.
- (3) 国土交通省:スマートフォンを活用した小型船舶の事故防止, [http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_tk6\\_000019.html](http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk6_000019.html), 2019.4.13.
- (4) MarineTraffic: Global Ship Tracking Intelligence, <https://www.marinetraffic.com/>, 2019.4.13.
- (5) shipfinder: <http://jp.shipfinder.com/>, 2019.4.13.
- (6) RadioMobile, <http://www.ve2dbe.com/english1.html>, 2019.4.13.