

M-009

LPWA を用いた船舶位置同定システムに関する考察 Ship locate identification system which applied LPWA

長尾 和彦[†] 瀬尾 敦生[‡] 黒飛 達也[†] 金井 彩花[†]
Kazuhiko Nagao Atsuki Seo Tatsuya Kurotobi Sayaka Kanai

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。2018 年における船舶事故隻数は 1896 隻と減少傾向にあるものの、多くの事故が発生している^[1]。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 7 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 (Automatic Identification System: AIS) がある。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、一定の効果がみられる。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^[2]。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^[3]の策定のための実証実験に参加し、システムの有効性を確認している。しかし、海上ではスマートフォンの電波が利用できないエリアが存在しており^[4]、何らかの代替手段が求められる。

現行のシステムでは、サーバ側に付近を航行中の船舶情報を集約するため、スマートフォンよりも広いエリアをカバーする通信方式が必要となる。我々は、低速ながら長距離省電力の無線通信方式である LPWA(Low Power Wide Area)に着目した。本報告では、船舶用航行支援システムの要件、瀬戸内海における電波状態の測定、LPWA とシステムの親和性について検討を行う。

2. 船舶航行支援システムの要求定義

AIS は船舶の動静情報を得る手段として 2002 年に IMO (International Maritime Organization : 国際海事機関)で規定された航行支援の無線設備である。AIS には大型船舶用(classA)と小型船舶用(classB)の規格があり、送信出力と航行情報が異なる。一方、国土交通省のガイドラインでは、小型船舶が高速航行すること、GPS の測位誤差などを考慮して定められた。AIS (ClassA,B)、スマートフォンの比較を表 1 に示す。

3. 瀬戸内海における受信状態の調査

3.1 スマートフォンの受信状態調査

2016 年から主要キャリアについて瀬戸内海中央部の受信状態の調査を行なっている。図 1 の受信割合は約 59% で中央付近で利用できない。どのキャリアでも沿岸部から離れるにつれ、受信状態が悪くなる傾向が見られる。

[†] 弓削商船高等専門学校 National Institute of Technology, Yuge College

[‡] ヤフー株式会社 Yahoo Japan Corporation

表 1 AIS,スマートフォンの仕様比較

項目	AIS(A)		AIS(B)		スマートフォン
危険判定	指定なし		指定なし		500m 以内
表示方法	指定なし		指定なし		1Km 以内の船舶
通信頻度 (静的情報)	360(s)		360(s)		指定なし
通信頻度 (動的情報)	0~14 14~23 23~	10 6 2 (Knot) (s)	0~2 2~	180 30 (s)	3(s)
圏外警告	不要		不要		3 回分または 9 秒
緊急通報	短文のみ		短文のみ		118 に通報

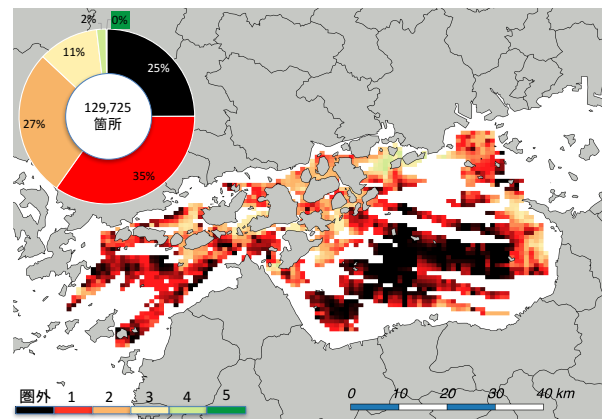


図 1 LTE 受信状態の調査(2016.8 キャリア B)

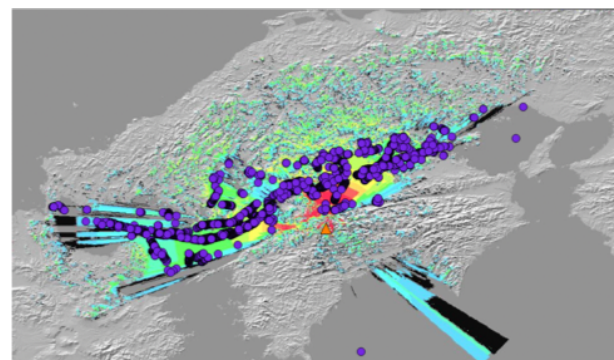


図 2 石鎚山における AIS 受信状態の調査(2018)

3.2 AIS の受信状態の調査

AIS 代替システムでは既存の AIS との連携を行うため、AIS 受信専用基地局を設置する必要がある。広範囲の AIS

情報を収集し公開しているサービス^{[5][6]}もあるが、更新間隔が長く、リアルタイムな航行支援には利用できない。

我々は RaspberryPi3 と USB デジタルチューナ、AIS アンテナを用いて、小型 AIS 受信機を開発し^[7]、亀老山、三坂峠、石鎚山で受信実験を行い、電波受信シミュレータとの比較を行った。石鎚山における実験結果を図 2 に示す。標高の高い見通しの良い場所に設置することで広範囲のエリアを受信できた。また、受信範囲が電波受信シミュレータにおける計算結果と一致している。

3.3 LPWA の受信状態

LPWA は数 Km～数 10Km 程度の長距離伝送が可能である。瀬戸内海をカバーできる有用な通信方式である。

予備実験として、石鎚山展望台(1440m)、久司山展望台(142m)に LPWA 端末(GreenHouse 社 RM92A)を設置し、一定間隔で送信、受信端末を本校実習船はまかぜに設置し、海上を航行することで送受信実験を行なった。また、伊予市秦皇山(874m)に LoRaWAN 発信機を設置し、同様の実験を行なった。いずれも、数 10Km 程度での受信ができること、シミュレータの結果に一致することが確認された。ただし、アンテナの配置状況によって、通信できない場所もあった。秦皇山の結果を図 3 に示す。

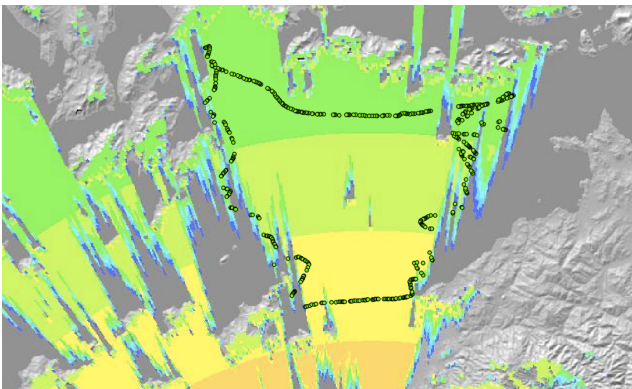


図 3 秦皇山からの LPWA 受信状態の調査 (2018)

4. LPWA の航行支援システムへの適応

4.1 LPWA の通信性能

予備実験の結果から、LPWA は瀬戸内海の全域をカバーできることを確認した。国土交通省のガイドラインでは、3秒ごとの通信頻度で 500m 以内に他船が近づいた場合に警告を発する、1Km の船舶(位置、方向、速度)を表示することが推奨されている。LPWA の代表的な規格である LoRaWAN では低データレート(SF10 で 976bps, 4.4s ごと 11byte)であり、他船の状況を全て送受信することは困難となる。通信容量の制約から、以下の仕様変更を行なった。

- ・サーバ～端末間の通信方式の変更

スマートフォンによる簡易 AIS では、サーバに船舶情報を集約し、エリアを航行中の他船舶情報を端末が LTE 経由で取得する仕組みであったが、LPWA 単独でこれらの機能を実現することは難しい。サーバ側には、数十秒ごとに位置情報を送信するのみとし、他船情報の受信は行わないこととした。サーバに定期的に送信することで、陸上の管制業務には利用が可能である。

- ・ビーコン方式による近隣船舶の取得

他船の位置情報をサーバから取得できないため、LPWA 単独で周辺船舶の位置を取得することが求められる。ビーコン方式により端末間で位置情報を送受信することで実現が可能である。

- ・地図情報のキャッシング

LTE では地図データを受信しながら、船舶をレイヤ表示することができたが、LPWA 単独の場合は、地図情報をあらかじめ保存しておく必要がある。

- ・LTE/LPWA の自動切り替え機能

海上航行中は、通信状態が変化するため、LTE/LPWA の切り替えをシームレスに行う必要がある。

4.2 LPWA 対応端末の試作

LPWA 通信モジュールを RaspberryPI に搭載した装置を試作した。本装置は GPS によって正確な時刻を取得し、近隣の船舶と位置情報を LPWA を用いて双方向で通信を行う。取得したデータは最新のデータのみを BLE(Bluetooth Low Energy)でスマートフォンに通知する。最新データを装置側で処理することで、スマートフォン側の負担を削減した。

試作機では、同時通信数に制限があるが、位置情報を取得できることを確認した。サーバへの接続は未実装である。

5. 今後の課題

本研究では、スマートフォンを用いた小型船舶航行支援システムに LPWA を利用することでスマートフォンが利用できないエリアでもサービス継続する方法と性能について検討した。LPWA の通信実験では、広い範囲で通信可能であることを確認した。石鎚山展望台の受信率が 62%と低い結果であったが、設置状況などの問題が生じていた可能性がある。また、通信速度の制約からサーバからのデータ取得が困難なため、他船の位置が同方式を採用した近隣船舶に制限されるなど、AIS 本来の使用を満たしていない。また、AIS では 700 隻程度の送受信が可能とされているが、LPWA では大幅に制限される可能性がある。

今後は、PrivateLoRaなどで、通信速度、接続数をカスタマイズして、AIS の仕様に近いよう改良を進めていく。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)(No. 19K04862)の助成による。

参考文献

- [1] 海上保安庁, “平成 30 年における海難発生状況(確定値)”, <https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/h31/k20190305/k190305-1.pdf> (2019)
- [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)
- [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 (2017)
- [4] 肥田他, “海上における電波強度収集システムと安全航行への活用について”, 日本航海学会講演予稿集 5 巻 2 号(2017)
- [5] MarineTraffic, <https://www.marinetraffic.com/>
- [6] Shipfinder, <http://jp.shipfinder.com/>
- [7] 長尾他, “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”, 日本航海学会講演予稿集 Vol7.No.1 p.73-76 (2019)