

令和元年6月12日現在

機関番号：56302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00437

研究課題名(和文) 小型船舶事故減少に貢献するAIS代替システムの開発

研究課題名(英文) Developing the advanced AIS system on the smartphone

研究代表者

長尾 和彦 (NAGAO, KAZUHIKO)

弓削商船高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：90217969

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：日本では年間2000件程度の船舶事故が発生しており、約7割が漁船・プレジャーボートなどの小型船舶であり、安全管理対策が急務である。大型船舶にはAIS(自動船舶識別装置：automatic identification system)が導入され、事故減少に効果を上げている。本研究では、スマートフォンを用いたAIS連携システムを提案・開発し、瀬戸内海におけるスマートフォン・AIS・LPWAの受信実験、プライバシー情報の取り扱いなどの調査を行った。開発したシステムは国土交通省の評価実験にも参加を求められ、ガイドライン策定にも貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、広く普及が進んでいるスマートフォンを用いてAIS代替システムを構築した。実証実験を通して、システムの有効性を確認することができたことから、小型船舶の事故低減が期待される。また、AISネットワーク構築のための簡易装置の開発により、国内での海上交通・海象気象ネットワーク(海洋クラウド)の構築が可能となった。しかしながら、スマートフォンに依存するため、圏外での利用制限などの課題も確認された。また、沿岸部と公海上での航行支援の相互接続についても検討を行うことが必要となる。これらについては、今後の研究課題として取り組む予定である。

研究成果の概要(英文)：There are a lot of accidents involving small ships in Japan. These accidents account for over 70% of all ship related accidents. In 2008, large ships were required to install AIS (Automatic Identification System) by Japanese law, in order to reduce accidents. After installing AIS, these accidents have dropped by about 50%. AIS is very useful in preventing marine accidents. However, a large percentage of small ship in Japan doesn't have AIS installed. AIS is too expensive and a license is required to have one installed.

In this study, authors are developing a navigation support system which uses a smartphone. This system gets the user's position, and send it to a server. This server then receives AIS ship data from a AIS station. This information is shared to all clients. By testing at coastal areas, it is confirmed that system is operated normally. From a survey conducted after testing, crews think that this system is expected to be affordable and effective in reducing accidents.

研究分野：WEB情報学

キーワード：海上交通 スマートフォン IOT LPWA AIS

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

四方を海に囲まれ、国土面積が狭く、資源の乏しい我が国において、海上輸送は社会・経済を支える生命線である。最近では釣りや遊覧を目的とした小型船舶が急激に増加しており、平成25年度海上保安庁の調査では小型船舶数は50万隻とされている。

船舶の増加に合わせて船舶事故も急激に増加している。平成20年から26年で大型船舶、小型船舶合わせて平均2400隻の事故が確認されている。そのうち50%程度が衝突・座礁となっている。特に小型船舶が関わる事故は全体の約7割であり、早急な対策が求められている。

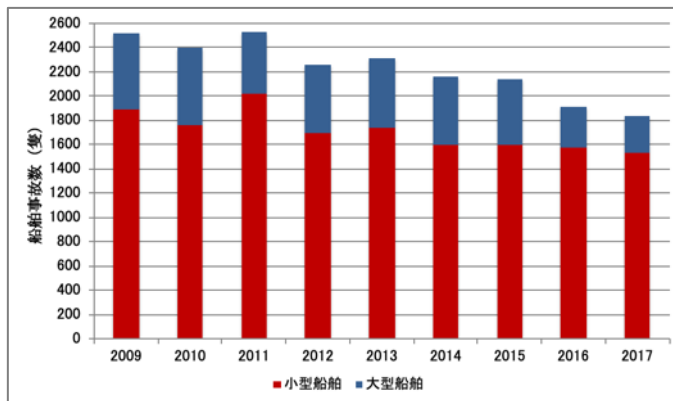


図1. 船舶事故数の推移（海上保安庁）

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、船舶間および陸上局と情報交換を行うシステムである。海上交通センターではAIS情報を利用して、航行管制業務を行なっている。

現在、AISは国際航路の船舶および国内航路の500総トン以上の船舶に搭載が義務付けられている。AIS搭載義務化前後で、年間平均27隻の大型船舶が関連する事故が13隻まで減少した。AISは航行管制に基づく事故防止に効果的であることが確認されている。一方、小型船舶においては、搭載義務がない、設備投資が負担である、免許申請が必要などの理由から搭載が進んでいない。

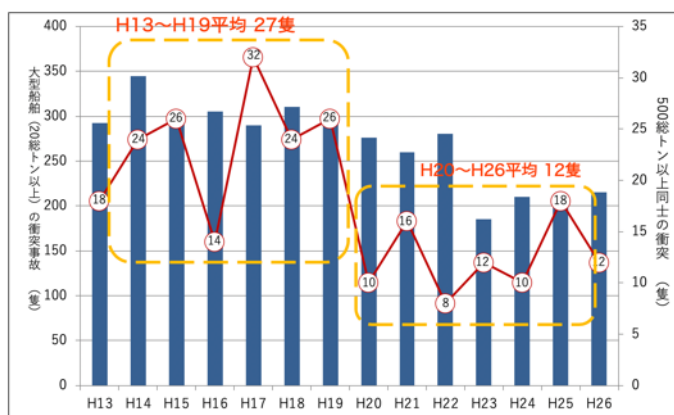


図2. AIS義務化(H20)前後の事故数推移

2. 研究の目的

本研究では、スマートフォンを用いてAISと同等の機能を実現し、小型船舶の安全性を向上することを目的とする。既存のAISとのデータ連携を行い、小型船舶・大型船舶の双方に効果的な事故防止支援を行える、汎用的な航行管制システムを実現する。

本研究では、レーダやAISの機能を安価なスマートフォンで実現することを目的とする。スマートフォンでは、GPSや地図情報を用いた地上向けナビシステムが普及しているが、航海で利用できるシステムは存在しない。

航海用ナビシステムが満たすべき要件は以下の通りである。

- (1) 海上の航路を想定したナビゲーションが行えること。
- (2) 大型船を含めた他船の移動予測が可能であり、衝突回避が可能であること。
- (3) 沿岸部の詳細地図が利用でき、座礁などの危険回避ができること。
- (4) 天候、潮汐などの情報が利用可能であること。
- (5) 海上交通センターなどの航行管制に利用可能であること。
- (6) 航行記録を保存し、事故発生時の解析等が可能であること。

3. 研究の方法

我々は、スマートフォンGPS機能とAIS情報の取得によって、他船の位置情報、海図情報を利用した小型船舶用航行支援システム「smartAIS」を開発した。これは、航海用ナビシステムの2、3、4、6に対応するものである。

本研究では、開発したシステムの有用性の調査を目的とした。調査項目は以下の通りである。

(1) 既存システムの実証実験と改良

スマートフォンを対象として開発したシステムの実証実験を瀬戸内海地域で実施する。検証項目は以下の通りである。

- ・位置同定の精度(GPS, 準天頂衛星みちびきの比較)
- ・危険予測の精度、ユーザインタフェースの妥当性の評価
- ・緊急時通報システムの精度向上

(2) 小型船舶用航行管制システムの開発

本システムの運用によって得られた小型船舶情報を用いた航行管制システムの開発を行う。また、AIS 情報の収集についても検討を行う。

- (3) AIS 情報・航行情報のオープンデータ化の推進
既存 AIS システムは VHF 波を用いるため、電波法により通信内容の利用に制限が加えられる。また個人情報保護の観点からも取り扱いに注意が必要である。データの相互利用について、利用範囲の制限により対応可能であるとの確認がされていることから、制限基準の検討を行う。また、AIS データの一般利用を進めるため、簡易型 AIS 受信機の開発、AIS ネットワーク構築を検討する。
- (4) 船舶用データ収集システムのプロトコルの策定
本システムは船舶情報として位置情報のみを取得するが、その他についても拡張可能である。これらの規格について検討を行い、次世代 AIS システムの提案を行う。

4. 研究成果

- (1) スマートフォンによる簡易 AIS システムの開発と改良

- ・ アプリケーションの開発

iPhone 用アプリケーションとして、スマートフォン用小型船舶航行支援システム「smartAIS」、電波強度モニタリングシステム「電波強度計測」を開発・公開した。



図3 開発したアプリ（左：smartAIS、右：電波強度計測）

- ・ 実証実験の実施

smartAIS の動作検証のため、本校練習船弓削丸、実習船はまかぜを用いて、航行実験を行った。乗組員を対象としたアンケートの結果、システムの有用性を確認できた。また、ユーザインタフェースについての検討を行い、腕時計などウェアラブルデバイスを用いた通知が有効であることを確認した。

国土交通省が行った「スマートフォンを用いた小型船舶の事故防止」委員会に参加し、「船舶におけるスマートフォンアプリ活用のためのガイドライン」策定に協力した。これは高速航行が可能なプレジャーボートを想定しており、AIS よりも厳しい要件となっている。

- ・ GPS 精度調査

スマートフォン搭載の GPS と準天頂衛星みちびきを用いて、測位精度比較を行った。スマートフォンの GPS では基地局の情報などを用いるため、陸上では精度が高くなることが確認された。ガイドラインでは測位誤差として 20m を追加している。

- ・ 緊急時通信システムの精度向上

本システムはスマートフォンからサーバへの送信が途絶した際に、障害発生と判断することとしているが、圏外やスマートフォンの電池切れなどが誤認識の原因となる。電波

アプリに搭載する機能	搭載する場合に求められる要件
他船接近警告	
危険判定方法	少なくとも500m以内に近づいた場合に警告
表示方法	他船は移動方向に船首を向ける形で表示 少なくとも1km先の船を表示
警告方法	大音量の音、振動、赤色強調表示
通信頻度	3秒以下
通信データ	少なくとも他船識別符号、緯度・経度、時刻（、速度・向き）
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
危険海域接近警告（危険海域：浅瀬、岩礁、漁網、障害物がある海域）	
危険判定方法	少なくとも500m以内に近づいた場合に警告
警告方法	大音量の音、振動、赤色強調表示を継続
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
注意海域進入の注意喚起（注意海域：交通量・事故が多く注意を要する海域）	
危険判定方法	注意海域に進入した場合に注意喚起
警告方法	大音量の音、振動を一度だけ／橙色強調表示を継続
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
航行支援情報提供、航海前情報提供	
波高、風向・風速、天候等の情報を地図上に重畳表示することが望ましい	
その他情報提供	
マリーナ・給油場所・観光・釣り等の情報を地図上に重畳表示することが望ましい	
発航前点検支援情報、トラブルシューティング情報を表示することが望ましい	
緊急連絡	
緊急通報	簡易な操作で118番等に通報することが望ましい
他船への任意警告	他船を任意に選択してメッセージ送信等ができること

図4. 船舶におけるスマートフォン活用の

ためのアプリガイドライン

- 状態の事前調査により、圏外による誤認識を回避するアルゴリズムを考案したが、完全ではない。圏外でも確認可能な手段の検討が必要である。
- スマートフォンの電波状況の調査
瀬戸内海地域を中心として、各キャリアの電波状態の調査を継続的に実施している。3年間の調査においても、海上での電波状態は改善されているとは判断できない。今後 5G、LPWA の普及が海上に与える影響を注視する必要がある。海上向け LPWA ネットワークの整備も働きかけが必要である。

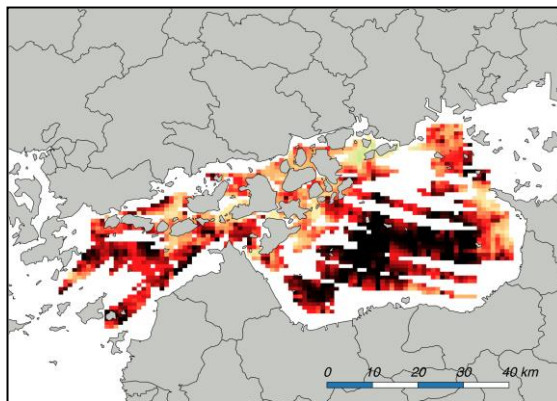


図 5. LTE 電波受信状態の調査(2016. 8)

- (2) 小型船舶用航行支援システムの検討
複数の船舶の位置が表示できるツールを Web アプリケーションとして作成した。これは smartAIS と本校に設置した AIS 受信機で取得した AIS 情報が統合されたものである。航行管制用の機能は実装されていない。
- (3) AIS 情報、航行情報のオープンデータ化
smartAIS を実用化する場合、既存の AIS システムとの統合が必要となる。AIS 対応船舶のデータを取得するためのネットワーク (AIS ネットワーク) を構築するため、簡易 AIS 受信装置を開発した。シミュレーションにより、見通しのよい沿岸部に設置することで広範囲のエリアを取得することが確認された。航行支援のためには、サーバの負荷分散も必要となる。運用面から管区ごとにサーバを分離する方式を提案した。

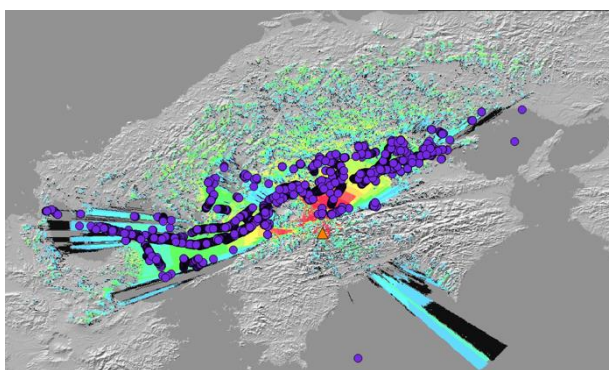


図 6. AIS 電波受信状態の調査(2018. 8)

- プライバシーに関しては、漁業従事者等から漁場の特定につながるため、位置情報が把握されるのは望ましくないとの意見がある。この点を配慮して、通常航行時には、有視界に入った (1~2 Km) 船舶のみを画面上に提示することを提案した。これは、本校乗組員やガイドラインに定められた危険検知範囲にも一致した結果である。
- (4) 船舶用データ収集システムのプロトコルの策定
現在のシステムはサーバクライアント形式であり、監視対象となる船舶データは周辺 5 Km の範囲に制限できる。これらの効率化により、通信量の削減が可能となると考えられる。さらに、十分な通信ができない LPWA 対応端末では、サーバ側で危険検知を行う場合も想定される。これらの処理はサーバへの負荷が多くなるため、実証実験において検証が必要である。また、圏外での航行支援のため、LPWA などの通信方式をいくつか検討しているが、データ容量の制限から、機能を制限する必要がある。サーバに依存しない、P2P 方式での航行支援などを検討することが求められる。

本研究で得られた知見と課題について、今後も研究を進める予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① 長尾 和彦、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、宇崎 裕太、AIS ネットワーク構築のための小型受信機の開発性能評価、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 7 No. 1, 2019, pp. 67-70
<https://j-nav.org/presentation-paper-2019-1/>
- ② 瀬尾 敦生、肥田 琢弥、西山 政明、長尾 和彦、小型船舶航行支援システムのユーザインタフェースに関する比較と評価、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 6 No. 1, 2018, pp. 1-4
<https://j-nav.org/presentation-paper/presentation-paper-2018-1/#>
- ③ 長尾 和彦、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、西山 政明、小型船舶事故防止システムにおける個人情報取り扱いについて、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 6 No. 1, 2018, pp. 76-79
<https://j-nav.org/presentation-paper/presentation-paper-2018-1/#>
- ④ 肥田 琢弥、瀬尾 敦生、西山 政明、長尾 和彦、海上における電波強度の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、査読有、Vol. 5 No. 2, 2017, pp. 133-136
<https://j-nav.org/presentation-paper/presentation-paper-2017-2/#>
- ⑤ 瀬尾 敦生、肥田 琢弥、宇崎 裕太、長尾 和彦、腕時計型ウェアラブルデバイスと AIS 代替

- システムの連携、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 4 No. 2, 2016, pp. 271-274
- ⑥ 肥田 琢弥、瀬尾 敦生、長尾 和彦、宇崎 裕太、海上における QZSS の位置測位と LTE/3G の電波強度の調査、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 4 No. 2, 2016, pp. 275-278
 - ⑦ 長尾 和彦、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、宇崎 裕太、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の開発、日本航海学会論文集、査読有、Vol.135,2016,pp.11-18, DOI: <https://doi.org/10.9749/jin.135.11>
 - ⑧ 長尾 和彦、宇崎 裕太、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、スマートフォンを用いた小型船舶向け事故防止システムと AIS の連携について、日本航海学会講演予稿集、査読有、Vol. 4 No. 1, 2016, pp. 70-73
- [学会発表] (計 11 件)
- ① 長尾 和彦、LPWA を用いた小型船舶航行支援に関する考察、情報処理学会第 81 回全国大会、2019
 - ② 西山 政明、長尾 和彦、AIS ネットワーク構築のための小型 AIS 受信機の作成と受信性能の評価、情報処理学会第 81 回全国大会、2019
 - ③ 西山 政明、長尾 和彦、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、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、情報処理学会第 80 回全国大会、2018
 - ④ 長尾 和彦、瀬尾 敦生、肥田 琢弥、西山 政明、個人情報に配慮したスマートフォンを用いた小型船舶航行支援システム、情報処理学会第 80 回全国大会、2018
 - ⑤ 肥田 琢弥、長尾 和彦、瀬戸内海地域における電波強度の計測について、情報処理学会第 79 回全国大会、2017
 - ⑥ 瀬尾 敦生、長尾 和彦、腕時計デバイスを利用した小型船舶事故防止システムの開発、情報処理学会第 79 回全国大会、2017
 - ⑦ 瀬尾 敦生、長尾 和彦、スマートフォンで動作する簡易 AIS システムの開発、情報処理学会第 78 回全国大会、2016
 - ⑧ 宇崎 裕太、長尾 和彦、AIS・MICS 情報の活用に関する考察、情報処理学会第 78 回全国大会、2016
 - ⑨ 瀬尾 敦生、宇崎 裕太、肥田 琢弥、長尾 和彦、簡易 AIS システムを用いた緊急通報システムの設計、情報処理学会第 78 回全国大会、2016
 - ⑩ 肥田 琢弥、瀬尾 敦生、長尾 和彦、海上における QZSS の位置測位と LTE/3G の電波強度の調査、電気関係学会四国支部連合大会、2016
 - ⑪ 瀬尾 敦生、肥田 琢弥、長尾 和彦、簡易 AIS システムで利用する AIS 情報の収集方法に関する考察、電気関係学会四国支部連合大会、2016

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://nagaolab.info.yuge.ac.jp>

開発アプリの公開 Appstore

6. 研究組織

(1) 研究分担者 なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：瀬尾 敦生(ヤフー株式会社)

ローマ字氏名：SEO Atsuki

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。