

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：56302  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2019～2023  
課題番号：19K04862  
研究課題名(和文) 海上安全に貢献する海洋クラウドとハイブリッド型AISシステムの開発

研究課題名(英文) Research of hybrid AIS network for marine traffic

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) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本では年間2000件近くの船舶事故が発生しており、その8割を漁船・プレジャーボートなどの小型船舶が占める。大型船舶にはAIS(自動船舶識別装置：automatic identification system)が導入され、事故現象に効果を挙げている。本研究では、スマートフォンによる通信が困難なエリアを対象としてLPWAによるAIS代替システムを提案・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。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、LPWA、AISの送受信が可能なモジュールを開発し、インターネット接続なしで位置情報の送受信が可能であることを確認した。AIS、LPWAともにプライバシー情報の取り扱いに問題があり、システム側で制限を加えることが必要である。3G、LTEから5Gへの移行により、会場の通信状態は以前より悪化している一方で、BLEや衛星通信などが普及している。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)：In Japan, over 2000 maritime accidents occur annually, with small vessels such as fishing boats and pleasure boats accounting for 80% of these incidents. Large vessels have adopted AIS (Automatic Identification System), which has proven effective in accident prevention. This research proposes and develops an AIS alternative system using LPWA for areas where communication via smartphones is difficult, conducting reception experiments of smartphones, AIS, and LPWA in the Seto Inland Sea, as well as surveys on the handling of privacy information.

研究分野：ウェブ情報学・サービス情報学

キーワード：海上交通 スマートフォン IOT LPWA AIS 個人情報保護 GNSS 電波強度

1. 研究開始当初の背景

日本は周囲を海に囲まれた海洋国家であり、船舶は重要な輸送手段として活用されている。平成29年度調査では大型船舶5400隻、小型船舶50万隻と非常に多くの船舶が日本国内に在籍する。日本で発生する船舶事故のうち、約8割が漁船・プレジャーボートといった小型船舶による事故となっている(図1)。

小型船舶に対する対策として、①沿岸地域情報提供システムMICS(海上保安庁)、②操縦者に対する試験・講習による遵守項目の再確認、③小型AIS装置の導入などの支援などがなされているが効果は上がっていない。

AIS(automatic identification system)は船舶の船名、船種、位置、進路などをVHF波で送受信し、船舶間、陸上間で情報交換を行うシステムである。大型船舶事故は被害が甚大となるため、外航船舶300総トン、内航船舶500総トン以上で搭載が義務付けられており、事故は減少傾向にある(図2)が、小型船舶には搭載義務がなく、免許が必要、高価であることから普及が進んでいない。

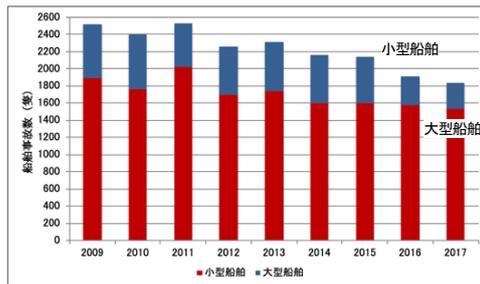


図1. 船舶事故数の推移 (海上保安庁)

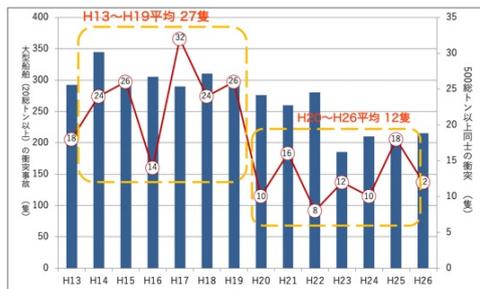


図2. AIS義務化(H20)前後の事故数推移

2. 研究の目的

本研究の目的は、瀬戸内海地域における小型船舶の安全航行をサポートするため、スマートフォンが利用できない地域にLPWAを用いたIoT実験環境を構築し、既存のAISシステムと連携可能なシステムを開発することである。

IoTの活用は、WiFiや通信規格(LTE)の利用を前提としたものがほとんどであり、海上で利用することが難しい。長距離省電力の通信方式であるLPWAを用いたハイブリッド型AIS代替システムを開発し、実用化に関する課題等の検証を行う。

3. 研究の方法

本研究の目的は、瀬戸内海地域における小型船舶の安全航行をサポートするAIS代替システムをスマートフォンが利用できない地域でも利用可能とすることである。LPWAを用いたハイブリッド型AIS代替システムを開発し、以下の項目について研究を実施する。

- ① LPWAを用いた通信モジュールの開発  
LPWAでP2P通信が可能なモジュールを開発する。スマートフォンとの接続はWiFiを用いる。
- ② LPWA通信モジュール用スマートフォンアプリの開発。
- ③ AIS代替システムの性能調査  
LPWAは長距離通信が可能であるが、通信速度が遅いため、大容量の通信には向かないことがわかっている。また複数機器の同時通信をどのように実現するか、最適な方法を実験により調査する。
- ④ 各種通信方式の比較検討  
LPWA以外にもWiFi, BLE(Bluetooth LowEnergy)などの通信方式が普及している。
- ⑤ 瀬戸内海地域における電波状態の調査  
先行研究において、スマートフォンが利用できないエリアが確認されている。練習船弓削丸などを利用し、継続調査を行う。
- ⑥ システムとプライバシー保護の検討  
AISでは自船の位置を公開するため、漁船などへの普及の障害となる。AISが検討すべきプライバシーについて検討する。

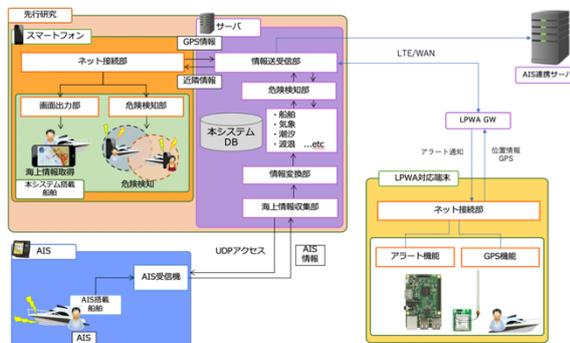


図3. システム構成図

4. 研究成果

- ① LPWA用通信モジュールの開発

RaspberryPi を用いて LPWA 通信モジュールを開発した。AIS, LPWA, GPS, BLE, WiFi が搭載され、起動後 1 ～ 2 分で利用可能となる。通信ログはモジュール上の DB に保存される。通信モジュール間相互で船舶 ID と位置情報を送受信する。スマートフォンアプリとは WiFi 接続され、API サーバとして機能する。GPS から時間取得ができない間（起動直後）についての考察を行い、実用上問題がないことを確認した。

- ② LPWA 通信モジュール用スマートフォンアプリの開発  
 先行研究で開発したアプリの更新を行なった。開発環境として Flutter を採用し、複数のスマートフォンに対応した。オフラインでの地図表示なども実装中である。

- ③ 通信方式の比較検討

研究期間中にドローンへの WiFi, BLE 等の装備、登録の義務化が行われた。これらの制度は本研究と同様の取り組みであり、法制化が最も有効であることを示している。一方で、空中と海上では応答性が異なるため、BLE では有効な距離は確保できていない。また、BLE 通信の秘匿性についても調査し、特定が可能であることを確認した。

- ④ 瀬戸内海における電波状態の調査

本研究期間中は実施できなかった。LTE から 5G への移行が進み、海上での通信はより厳しい状態になっていると想定される一方、スターリンクなど安価な衛星通信の普及が進んでおり、船舶での利用例の報告が増加している。

- ⑤ プライバシ保護の検討

開発したアプリの機能として、見通し距離 (2 Km) になるまで、地図上に表示しない機能を実装した。船舶情報を統合するシステムがあれば、すべての船舶情報の提供に同様の制限を加えることができる。LPWA, AIS においては位置情報を送信するため傍受には対応できない。法制度により規制を加えるなどの対応が必要である。



図 4. LPWA 通信モジュール

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小井川 秀斗 , 長尾 和彦
2. 発表標題 小型船舶航行支援システム用モジュールに対応したアプリの開発
3. 学会等名 令和4年度 電気・電子・情報関係学会 四国支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長尾 和彦, 小井川 秀斗
2. 発表標題 小型船舶航行支援システム用モジュールの開発と相互接続に関する考察
3. 学会等名 FIT2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長尾 和彦
2. 発表標題 小型船舶用航行支援アプリの動向に関する調査
3. 学会等名 日本航海学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長尾和彦・都築信二ほか
2. 発表標題 小型船舶航行支援システム用LPWAモジュールの開発
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤 清里菜, 小山, 祐佳, 長尾 和彦
2. 発表標題 Raspberry Pi と Elasticsearch を用いた室内環境モニタリングシステムの開発
3. 学会等名 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長尾 和彦, 小山 祐佳, 伊藤 清里菜
2. 発表標題 moodle連携可能な出席管理デバイスの設計と開発
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長尾 和彦, 小山 祐佳, 伊藤 清里菜, 松本 琴葉
2. 発表標題 集約サーバを必要としない出席確認デバイスの設計と開発
3. 学会等名 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本 琴葉, 伊藤 清里菜, 長尾 和彦
2. 発表標題 サーモセンサを用いた三密回避システムの開発
3. 学会等名 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤 清里菜, 小山 祐佳, 松本 琴葉, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE を用いた紛失物検知システムと D2D 通信のシミュレーションに関する研究
3. 学会等名 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小山 祐佳, 伊藤 清里菜, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE 端末における ID 追跡可能性とプライバシー保護に関する検討
3. 学会等名 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長尾和彦, 瀬尾敦生, 杉本大志, 都築伸二
2. 発表標題 小型船舶航行支援システム用データベースサーバの要求定義に関する考察
3. 学会等名 日本航海学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長尾 和彦, 瀬尾 敦生
2. 発表標題 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
3. 学会等名 日本航海学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒飛達也, 長尾和彦
2. 発表標題 BLE デバイスを用いた海中転落検知システムの構築
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金井彩花, 長尾和彦
2. 発表標題 360 度カメラと機械学習による海上漂流物検知に関する研究
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小山 祐佳, 伊藤 清里菜, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE 端末における ID 追跡可能性に関する検討
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長尾 和彦, 金井 彩花
2. 発表標題 小型船舶航行支援用データベースサーバの検討
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒飛 達也, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE デバイスを用いた海中転落事故検知システムの構築
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小山 祐佳, 伊藤 清里菜, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE 端末における ID 追跡可能性に関する検討
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾和彦
2. 発表標題 LPWA を用いた船舶位置同定システムに関する考察
3. 学会等名 FIT2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 清里菜, 小山 祐佳, 岸田 一希, 金谷 咲弥, 本田 溪太, 長尾 和彦
2. 発表標題 BLE 検知による紛失物発見システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------