

# SmartAIS

第26回全国高専プログラミングコンテスト  
自由部門09 弓削商船高等専門学校

～海内の旗幟～

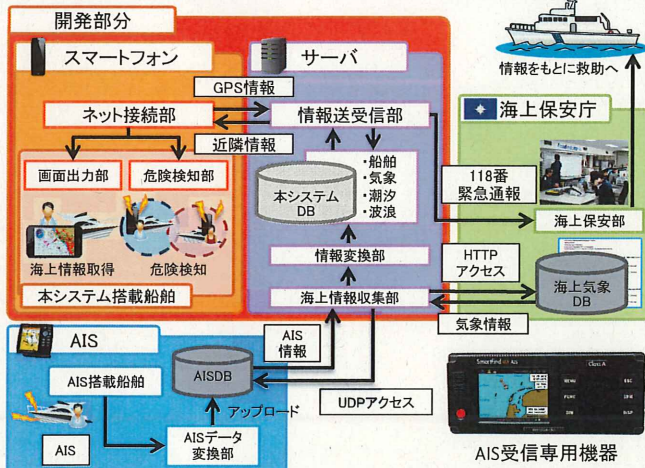
## はじめに

日本で発生する船舶事故のうち、小型船舶による事故が約7割も占めています。船舶事故対策としてAISがあり、大型船舶は搭載が義務化され、事故件数が減少しています。しかし小型船舶は搭載義務がなく、コストがかかる、申請が必要などの要因で普及が進んでいません。そこで、私たちは小型船舶が安全に航海できるシステムを提供します。



スマートフォンで  
楽しく安全な船旅

## システム構成図



## AISとは

AISは、船舶の識別符号、種類、位置、安全に関する情報などをVHF帯電波で送受信し、船舶間や陸上局と情報交換を行うシステムです。VHF電波の届く範囲(約50km程度)であれば、障害物や天候に左右されず、レーダー以上の範囲をカバーすることができます。

## 航海支援

### 海上情報図



航海中、スマートフォンはサーバから提供された現在地や他船の位置、AIS情報を読み込み、画面上の地図に表示します。

### 危険検知



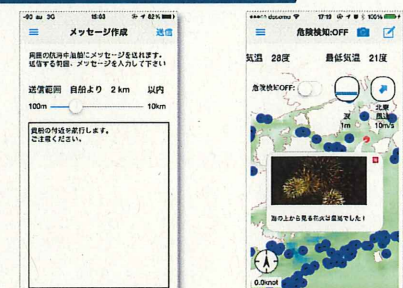
他船が警戒範囲内まで侵入した時や、浅瀬に入った時は、警告文とスマートフォンのアラーム、バイブレーションで衝突や座礁の危険を知らせます。

## 緊急対策



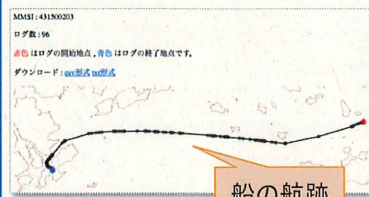
GPS情報がサーバに一定時間以上送られてこない場合、サーバはその船舶に緊急事態が発生していると判断し、周辺航海中の船舶や海上保安庁などの指定された連絡先に、緊急事態のメッセージをGPS情報付きで知らせます。

## 船舶間通信 / 航海メモ



指定した送信範囲内の船舶とメッセージでやりとりすることができます。航海中、ちょっとしたメモや写真をGPS情報付きで保存できます。

## オープンデータ



収集した船舶、気象、潮汐、波浪などの情報と水深地図は全てオープンデータ化します。これにより将来、統計から海上事故の予測をするなどの活用が期待できます。

## おわりに

私たちは、小型船舶を操縦する全ての人たちに、コストも申請の手間もなく安全に航海できるシステムを提供します。スマートフォンと船と共に、大船に乗った気持ちで、あなただけの船旅に出かけてみませんか。

Bon Voyage  
SmartAIS



# 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

正会員 長尾 和彦 (弓削商船高等専門学校) 非会員 宇崎 裕太 (弓削商船高等専門学校)  
非会員 瀬尾 敦生 (弓削商船高等専門学校) 非会員 肥田 琢弥 (弓削商船高等専門学校)

## 要旨

日本で発生する船舶事故のうち、小型船舶による事故が約 7 割を占める。貨物船やタンカーなどの大型船は、近隣船舶の間で情報交換を行う AIS の搭載が義務化され、事故件数が減少している。しかし小型船舶は搭載義務がなく、コストがかかる、申請が必要などの要因で普及が進まず、平成 20 年から減少傾向が見られない。我々はスマートフォンを利用した小型船舶向け航行支援システムを提案する。

キーワード：AIS, 小型船舶, スマートフォン

## 1. 問題の背景

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・経済を支える重要インフラである。最近ではプレジャーボートなどの小型船舶が増加しており、平成 25 年度海上保安庁の調査[1]では 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おり、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(1700 隻程度)であり、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、船舶及び陸上局と情報交換を行うシステムである [3, 4]。

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、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、申請が必要などの理由から搭載が進んでいない。

本研究では、増加する小型船舶の事故を減らすことを目的とし、スマートフォンで動作する簡易 AIS システムの開発を行った[13-15]。また、既存の AIS と連携することにより、小型船舶・大型船舶双方に効果的な事故防止支援を行うことが確認された。以下、開発したシステムの概要、AIS 情報の活用における問題点と改善案について、考察を行う。

## 2. スマートフォンによる AIS システムの実装

### 2.1 開発の目的

本システムは、スマートフォンが標準的に有する GPS 機能を用いて、船舶の位置情報を取得し、他船の相対距離や進行方向の把握、座礁等の危険検知、緊急事態の検出・対応など、小型船舶で起こりがちな事故の対策を行うものである。

図 1 にシステム構成図を示す。小型船舶の操縦者は本システムの専用アプリがインストールされたスマートフォンを持ち、航行を行う。アプリの初期設定で、AIS の静的情報である、船名、船の大きさ、連絡先などのデータをあらかじめ登録する。登録データは初回実行時にサーバに集約される。

アプリにはあらかじめ最寄りの地図(海図)データがダウンロードされ、インターネット接続が失われても、地図上で現在位置を確認することができる。

航行支援モードでは、アプリは一定時間ごとにサーバと通信を行い、受信を行う。

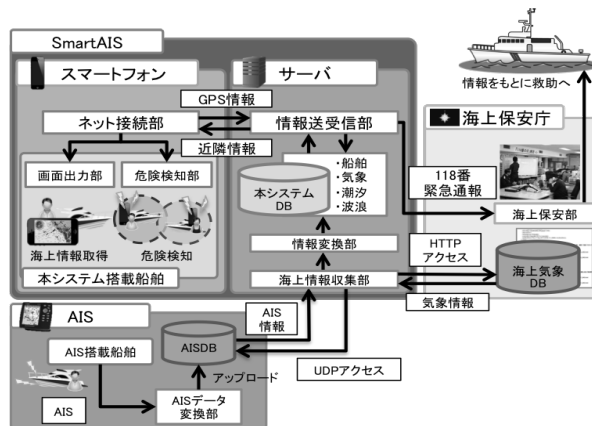


図 1 システム構成図

## 2.2 航海支援機能

サーバはスマートフォンから送られてきた船舶の位置情報と AIS 中継局から取得した AIS 搭載船舶の AIS 情報を収集する。スマートフォンは一定間隔でサーバから近隣の船舶情報を受信し、画面上に位置・進行方向・速度を表示する。他船や浅瀬に一定以上接近した場合には、警告文・アラーム等で操縦者に警告を行う。

また、海上保安庁が提供している気象情報配信システム (MICS) [2] から取得した周辺の風向きや波の高さなどの気象情報を常時表示する。



図 2 航行支援モード

## 2.3 緊急対策機能

スマートフォンから GPS 情報が一定期間送信されてこない場合、何らかの問題が発生している（海難事故、システム障害など）と判断し、サーバ管理者に警告を発する。サーバ管理者は実際の事故発生の有無の確認のため、近隣を航行中の船舶や所管の海上保安庁などの指定連絡先に通知を行う。

## 2.4 船舶間メッセージ送信

AIS で提供される船舶間メッセージ通信機能をインターネットにより代替する。船舶指定による個別送信、自船を中心として周辺海域の範囲を指定（半径 2Km）する一斉送信がある。

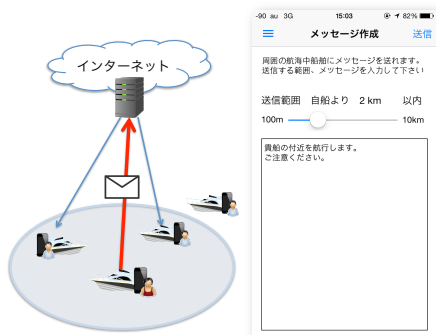


図 3 船舶間メッセージ通信

## 2.5 船舶間の衝突回避

船舶間の衝突を回避するため、自船の進路方向に自船の全長  $L$  の 12 倍、後方・左右に 4 倍の範囲にある船舶を避けることが定められている [5]。

本システムではこれに倣い、図 4 に示す矩形の範囲に他船が侵入した時に危険、周辺の矩形にあるときは注意とした。

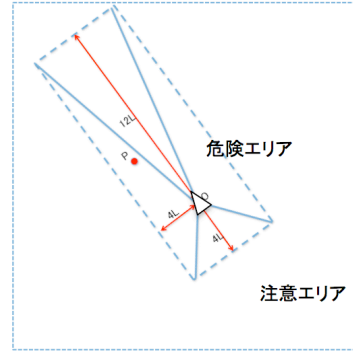


図 4 衝突回避エリア

## 2.6 座礁防止

船舶事故の主要因の一つが浅瀬や海岸への乗り上げ（座礁）である。日本海洋データセンター [6] が提供している 500m メッシュ水深データから地図（図 5）および緯度・経度・水深からなるデータベースを作成し、船舶の位置から付近の水深を算出、浅瀬接近の注意喚起を行っている。

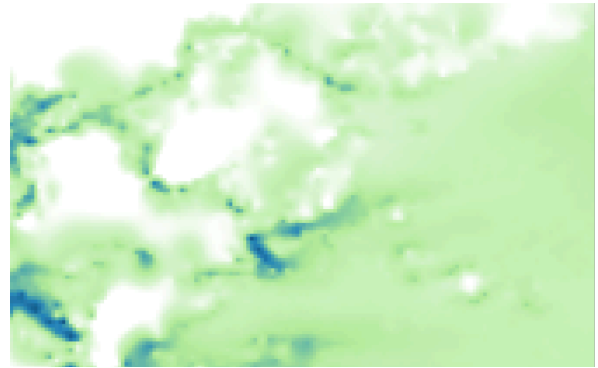


図 5 彩色した水深地図（弓削島近海）

## 4. システムの有用性の調査

### 4.1 定期航路における通信状態の調査

本システムは位置情報の送信や近隣航海情報の受信に各通信キャリアが提供する LTE/3G 通信を利用する。これらの通信エリアは陸上を中心として整備がなされており、海上での通信を保証するものではない。小型船舶は沿岸部での航行がほとんどであるため、既存の通信エリアで十分カバーできることが期待される。

実際の受信状況を確認するため、弓削島付近の定期航路および弓削丸による航海実習において調査を行った。結果を表2に示す。今治港と伯方島木浦港間でインターネット通信が不安定になる箇所があった。GPSは安定して受信が行えた。

表2 定期航路等における通信状況

| 日時        | 航路      | キャリア   | LTE/3G | GPS |
|-----------|---------|--------|--------|-----|
| 2015/6/19 | 弓削-大崎上島 | KDDI   | ○      | ○   |
| 2015/8/11 | 弓削-今治   | KDDI   | △      | ○   |
| 2015/8/12 | 弓削-因島   | KDDI   | ○      | ○   |
| 2015/8/17 | 今治-弓削   | KDDI   | △      | ○   |
| 2015/9/1  | 弓削-因島   | Docomo | ○      | ○   |
| 2015/9/7  | 因島-弓削   | Docomo | ○      | ○   |

## 4.2 サーバの運用

船舶データ等を蓄積するサーバを本校の仮想サーバ上にLinuxを用いて構成・運用を行った。運用期間は2015/10/1から12/25の86日である。サーバはAIS受信機、気象庁・MICSへの問い合わせ、スマートフォンからのリクエストへの対応を行う。表3に通信間隔、一回あたりの通信量を示す。この間サーバに蓄積されたデータはログを含め100Mバイト程度である。この間に半径50Kmの範囲から3,077隻の船舶情報を取得した(図6)。

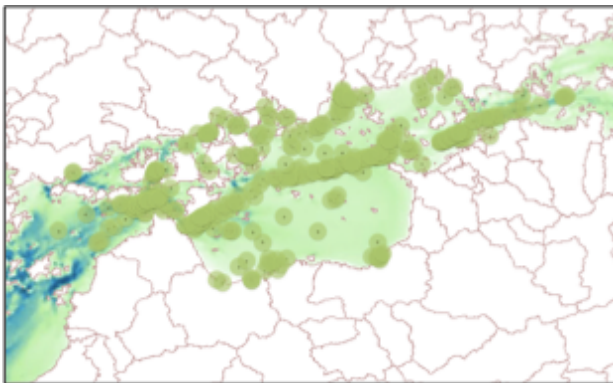


図6 取得した航跡情報(2015/10/1-10/8)

表3 サーバに対する通信負荷

| 通信先    | 通信間隔 | 対象数 | 通信量(byte/回)       |
|--------|------|-----|-------------------|
| AIS受信機 | 毎秒   | 1   | 50                |
| 気象庁    | 10分  | 47  | 50                |
| MICS   |      | 200 | 40                |
| クライアント | 30秒  | 1   | 50x 近隣船舶数 +90(気象) |

スマートフォンからのリクエストでは、地図情報の取得、近隣船舶の問い合わせが発生する。通信量

は比較的少ないため、1サーバあたり5000クライアント程度に対応できるが、データベースへの負荷が問題となる可能性が高く、高速化が必要である。

## 5. 関連研究との比較

スマートフォンの普及により、本提案と同様のシステムが提案されている[7-10]。類似システムとの比較検討を行った結果を表4に示す。

表4 類似システムとの比較

|                          | Smart phone | AIS 送信 | AIS 受信 | AIS 互換 | 気象 情報 | 危険 検知 | 緊急 通報 |
|--------------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 本システム                    | ○           | x      | ○      | ○      | ○     | ○     | ○     |
| AIS(ClassA)              | x           | ○      | ○      | ○      | x     | x     | x     |
| AIS(ClassC)              | ○           | ○      | △      | ○      | x     | x     | x     |
| JM-WEATHER<br>JM-WATCHER | ○           | x      | ○      | ○      | ○     | ○     | x     |
| MICS                     | ○           | x      | x      | x      | ○     | x     | x     |
| AiShip                   | x           | x      | ○      | ○      | x     | x     | x     |
| SaNavi                   | ○           | x      | ○      | ○      | x     | ○     | x     |

JRCのJM-WATCHER[8]、SaNavi[10]は我々と同様にスマートフォンを対象としたシステムであるが、水深には対応しない。近隣船舶との距離のみを用いて接近を判断している。

## 6. 考察と今後の課題

### 6.1 AISの課題と提案

AISは自船の情報(船名、船舶の種類、全長、全幅)を静的情報として登録する。実際に受信を行ったところ、これらの情報を登録せずに航行している船舶が12%にあたる358隻確認された。現在でも、巡視艇など職務遂行上の必要のため、AISを停波した船舶も存在するが、航行管理のためには、データを常時公開したほうが望ましい。プライバシー情報と航行管理をいかに両立するか、義務化も含めて検討が必要である。

本システムでは、既存のAIS情報を取得し、小型船舶の航行支援に利用している。これは電波の傍受とみなされ電波法59条に抵触する。AISは搭載船舶間での利用を想定した閉鎖的なシステムであり、現状に対応できない。特定の目的に対して受信情報の2次利用を認めるなどの規制緩和が必要である[11]。

本システムでは、AIS受信のみを実装しているが、AISへの送信も実現することが可能である。AISとの相互運用を実現することが、小型船舶航行支援には必要不可欠である。実証実験を進めるための特区を設置するなどの取り組みを期待する。

## 6.2 MICS／気象情報の統合

MICS や気象庁のデータは有用であるが、管区ごとに提供されるデータフォーマットが統一されていない。また、2次利用が想定されていないため、データ提供のための API などを整備する必要がある。我々の収集したデータを2次的に提供することも有益である。

## 6.3 海洋クラウドの実現

本システムを実現するためには、様々なシステムを連携させ、運用可能な形にデータを収集する必要がある。これらのデータはそれぞれクローズドなシステムであり、再利用性が低い。

ICT の分野では、オープンデータ・クラウドなどのキーワードに代表されるように、データを共有する仕組みが重要である。船舶情報、気象・海象情報、港湾設備、漁網などの障害物情報を利用可能な形で構築することが重要である。

## 6.4 システムの改善

本システムでは、衝突検知や水深データなどを利用して危険検知に用いているが、スマートフォンの場合、より簡便な機能でも十分な場合が多い。実証実験を通して、最適なアルゴリズムと効率化について、検討を行う予定である。

## 7. まとめ

本研究では、小型船舶事故の対策として、スマートフォンを用いた支援システムの構築を行った。スマートフォンと現状の通信エリアでサービスが可能であること、既存 AIS との連携が効果的であることを確認した。一方、AIS データの利用のためには、データの2次利用に関する規制緩和が必要であることも確認された。

国土交通省では、本提案と同等のシステム標準化を平成28年度から始める予定である[12]。世界有数の海洋国家である日本の安全と今後の継続的な発展のため、有益なシステムとなることを期待する。

## 参考文献

- (1) 海上保安庁:平成 26 年における海難の現況と対策について, <http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/h27/k20150318/k150318-2.pdf> (2015)
- (2) 海上保安庁:沿岸域情報提供システ

- ム, <http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/mics> (2015)
- (3) 酒出昌寿: 日本周辺主要海域の AIS データの現状 - 関門海峡及び周辺海域 -, 日本航海学会誌 NAVIGATION188 号, p22-p31 (2014)
- (4) 海上保安庁: AIS を活用した航行支援システム, [http://www.kaiho.mlit.go.jp/syoukai/soshiki/toudai/ais/ais\\_index.htm](http://www.kaiho.mlit.go.jp/syoukai/soshiki/toudai/ais/ais_index.htm) (2009)
- (5) 瀧真輝, 白井伸之介: 許容する船間距離の経験による差異について, 平成 20 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, p45-48 (2008)
- (6) 海上保安庁: 日本海洋データセンター, [http://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/info/JEGG\\_j.html](http://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/info/JEGG_j.html) (2015)
- (9) 日本無線株式会社: JM-WEATHER, <http://www.jmarinecloud.com/personal/jm-weather.html> (2015)
- (10) 日本無線株式会社: JM-WATCHER, <http://www.jmarinecloud.com/personal/jm-watcher.html> (2015)
- (11) AIS-Live Japan: 次世代船舶管理システム『AiShip - エーアイシップ』, <http://www.ais-live.jp/> (2015)
- <http://www.haiho.mlit.go.jp/info/kouhou/h27/k20150318/k150318-2.pdf>
- (12) 鳥羽商船高等専門学校: SaNaVi, <http://ezaki-lab.sakura.ne.jp/sanavi/> (2015)
- (15) 経済産業省: 産業競争力強化法の「グリーゾーン解消制度」の活用!, <http://www.meti.go.jp/press/2014/05/20140530004/20140530004.html> (2014)
- (16) 国土交通省: 平成 28 年度海事局関係予算概要, p10 (2016)
- (17) 宇崎、瀬尾、肥田、長尾: AIS・MICS 情報の活用に関する考察、情報処理学会全国大会 (2016)
- (18) 肥田、瀬尾、宇崎、長尾: 簡易 AIS システムを用いた緊急通知システムの設計、情報処理学会全国大会 (2016)
- (19) 瀬尾、宇崎、肥田、長尾: スマートフォンで動作する簡易 AIS システムの開発、情報処理学会全国大会 (2016)

(原稿作成 2016 年 3 月 5 日)