

# 海上における QZSS の位置測位と LTE/3G の電波強度の調査

学生会員○肥田 琢弥 (弓削商船高等専門学校) 学生会員 瀬尾 敦生 (弓削商船高等専門学校)  
 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)

## 要旨

毎年 2,000 件以上発生している船舶事故のうち 70%以上を小型船舶が占める。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位置情報を利用し、船舶間の衝突防止、事故発生時の緊急通報の機能を持つ。小型船舶は沿岸部を航行することが大半であり、既存の通信可能エリアで十分対応可能と推測されるが、通信事業者から正確なエリアは公開されておらず、詳細な受信状態の調査が必要である。また、高精度な位置測位ができる QZSS (準天頂衛星システム) も今後普及が予想される。

本報告では、瀬戸内地域沿岸部における LTE/3G 回線の電場強度と、GPS/QZSS の位置測位精度の比較のため、スマートフォンによる計測システムを開発し、予備実験を行った。計測システムの概要と予備実験の結果、今後の計画について説明する

キーワード：電波航法・通信、スマートフォン、GPS、QZSS、電波強度

## 1. 問題背景

海上保安庁の調査<sup>(1)</sup>によると、平成 27 年に発生した船舶事故は 2,137 隻であり、そのうち小型船舶は 75%を占める。小型船舶の主な事故原因は衝突であり、浅瀬などの危険箇所への接近や他船の動静を把握することで安全性を向上することが期待される。船舶事故対策として、大型船には AIS (Automatic Identification System: 自動船舶識別装置) が導入されているが、小型船舶には導入義務がなく、コスト、免許申請などのためほとんど普及していない。

我々は小型船舶の安全な航行を支援するため、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<sup>(2)</sup>。システム構成図を図 1 に示す。

ユーザは本システムのアプリがインストールされているスマートフォンを持って航行をおこなう。

スマートフォンの画面上には、自身の位置、周辺船舶の位置情報、水深地図、気象情報といった航行上必要な情報を表示する。航行中には、周辺船舶に対してメッセージを個別送信、一斉送信することができる。

本システムは緊急時の対策として、サーバと定期的に通信して安否確認する機能、船舶間の衝突の危険性をユーザに警告する危険検知機能がある。

安否確認の機能はスマートフォンとサーバ間で定期的に通信できるか、否かをサーバで判断する。通信切断時は、周辺船舶に切断した船舶の情報を緊急事態として送信する。

危険検知機能は自船の位置とサーバから取得した周辺船舶の位置を使って、衝突の危険性を判断する。衝突危険時には、アラームや画面上で警告する。

ユーザは手持ちのスマートフォンにアプリをインストールするだけで良いため、負担も少ない。国土交通省が提唱しているスマートフォンを用いた船舶事故防止の構想<sup>(3)</sup>にも対応したものである。

本システムはスマートフォンの機能 (GPS、インターネット接続によるデータ通信) を利用するため、ネットワーク接続の可否が重要となる。通信事業者 (NTT ドコモ、au) からは通信可能エリア<sup>(4)(5)</sup>が定期的に公表されているが、海上での通信を保証するものではなく、正確な通信可能エリアは不明である。大島ら<sup>(6)</sup>は東京湾における航路上の 3G 電波強度に関する調査を行っている。

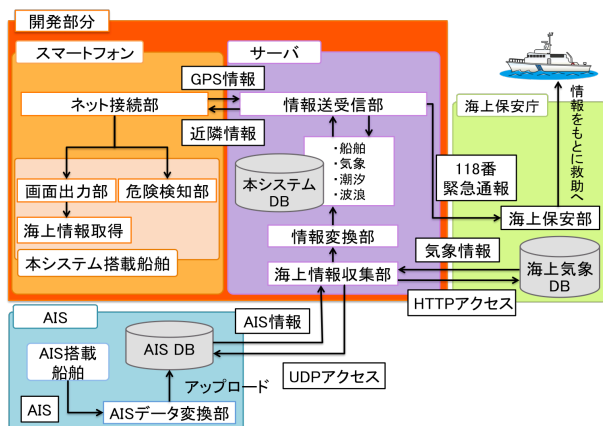


図 1 システム構成図

また、スマートフォンには GPS が搭載されているが、高精度な位置測位ができる QZSS(準天頂衛星システム)も今後普及が期待される。川崎ら<sup>(7)</sup>は富山湾において DGPS, QZSS の精度比較を行っている。

瀬戸内海は多数の船舶が航行する海域であり、88,335 隻(25%)の小型船舶が在籍し、東京湾(32,372 隻,9%)よりも多い<sup>(8)</sup>。スマートフォンの利用の可否が安全に大きく影響するため、通信可能エリアの継続的な確認が必要である。

## 2. 計測システムの設計

本研究では、AIS 代替システムの普及と安全性を確認するため、瀬戸内海地域におけるスマートフォンの電波受信状況および GPS, QZSS の測位精度の調査が行えるシステムの開発を行った。

AIS 代替システムでの利用を想定するため、通常のスマートフォンのみで実装を行った。ただし、QZSS は対応受信機(QZPOD、ソニー製)を Bluetooth 接続して、位置情報をスマートフォンに送信する。計測装置は予備バッテリーを含めて 400g 程度である。図2に計測システムを示す。



図2 計測システム

システムを起動すると、時間、電波強度、GPS、QZSS を1秒ごとに取得し、CSV形式で本体に保存する。保存されたデータは、iPhoneをPCに接続して回収し、PC上で解析、地図上に簡易表示し比較をおこなった。

## 3. 予備実験の実施

本校実習船(はまかぜ)を利用し、弓削-新居浜間(4/28)、弓削-大崎上島間(6/18)を往復し、計測実験を行った。両日も快晴で海上は穏やかであった。利用した iPhone は NTT ドコモ対応である。

## 3.1 GPS/QZSS の比較

弓削-新居浜の航路履歴を図3(GPS)、図4(QZSS)に、弓削-大崎上島の航路履歴を図5(GPS)、図6(QZSS)に示す。いずれもほぼ同様の軌跡を示しており、海上でも正常に受信できることが確認できる。図6の開始位置が大きくずれているが、QZPODの初期化が正常にできなかったためであると考えられる。

今回、地上局でのGPS取得を行っていなかったため、詳細な測位誤差については検討していない。

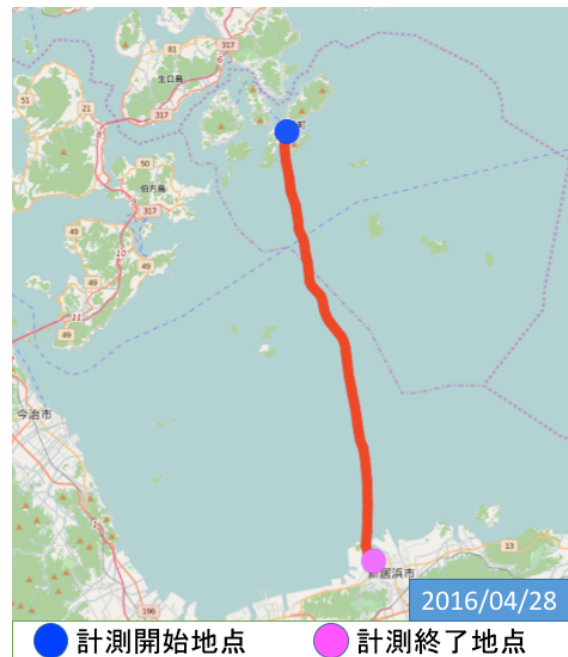


図3 弓削-新居浜(GPS:iPhone)

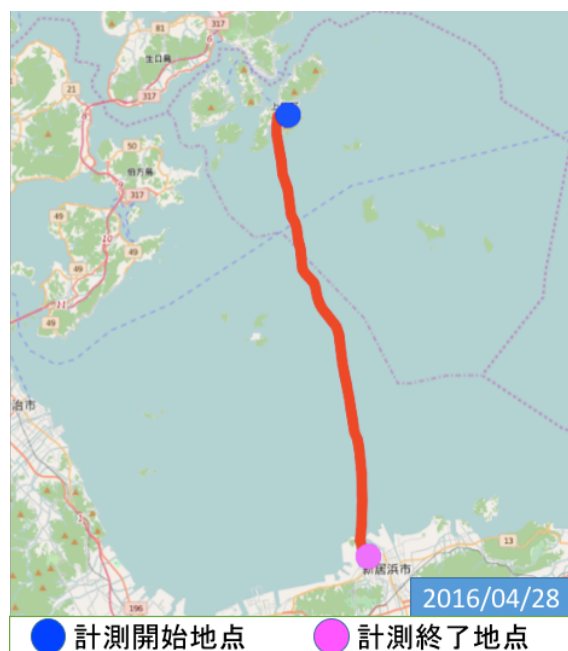


図4 弓削-新居浜(QZSS:QZPOD)



図5 弓削-大崎上島 (GPS:iPhone)

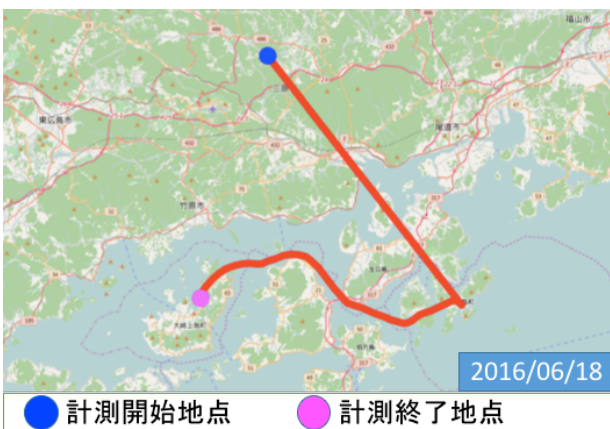


図6 弓削-大崎上島 (QZSS:QZPOD)

### 3.2 電波強度の比較

弓削-新居浜の電波強度を図7、弓削-大崎上島の電波強度を図8に示す。電波強度はアンテナ数と電波強度の関係を示す図9<sup>(9)</sup>に基づいて6段階に色分けした。

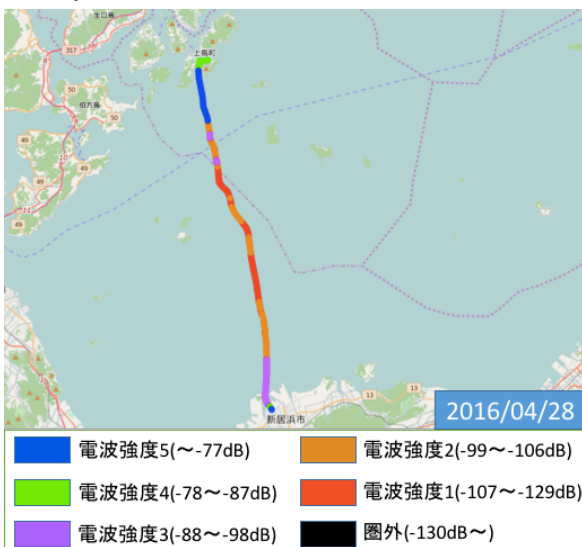


図7 弓削-新居浜の電波強度

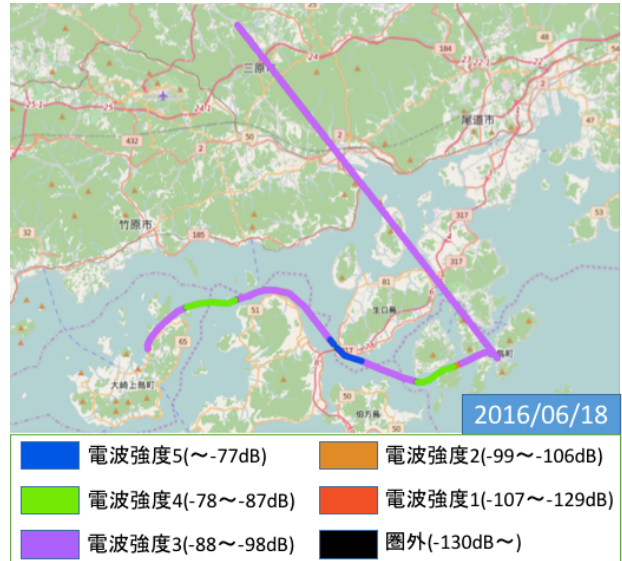


図8 弓削-大崎上島の電波強度

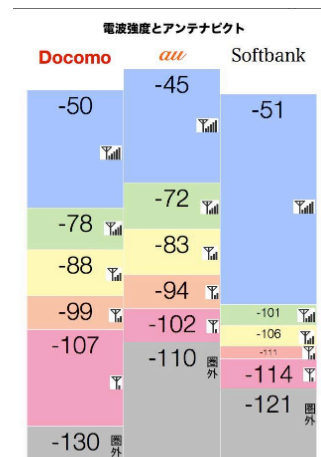


図9 電波強度とアンテナ数の関係

島から離れるにつれ、電波が弱くなることが確認されたが、圏外となることはなかった。

### 4. 考察

本予備実験では、開発した計測システムを用いて、弓削島近海において2回の海上測定実験を行った。計測システムが正常に機能していることを確認した。

電波強度の計測では、島から離れることにより、電波状態が悪くなるが、圏外にはならなかった。GPS、QZSSについては、すべての地点でデータ受信ができ、位置取得ができることが確認された。

今後の課題として、以下のことに取り組む予定である。

#### (1) QZPODの初期化

QZSSは位置測位開始時に衛星を取得するための時間が長くかかる傾向がある。計測開始時の誤

差回避のため、初期化の手順について検討を行う。

- (2) 海上における波浪の影響比較  
錨泊した状態での測定を行い、波の影響に関する測定を行う。
- (3) DGPS による測位精度の測定  
今回の予備実験で、位置情報を安定して取得できることを確認した。GPS 基準局の設置により、正確な位置情報を取得し、より詳細な測位誤差の測定を行う。
- (4) 通信事業者ごとの電波強度の測定  
NTT ドコモ、au などの代表的なキャリアによる電波強度の測定を行う。
- (5) 瀬戸内海中央部の測定  
測定エリアを広げ、通信エリアマップの作成を行う。

## 5. おわりに

本研究では、スマートフォンを用いた AIS 代替システムの安定利用のため、通信可能エリアと位置測位の精度に関する計測システムを開発した。予備実験では、航行中に QZSS 対応の QZPOD の位置情報を取得・記録できることを確認した。LTE/3G の電波強度は、海上で電波強度の取得・記録ができて、データを集められる段階にいたった。

本システムをアプリとして公開できれば、フィールド実験をより容易に行うことができる。現状では、アプリの検証に合格できないため、ソースレベルでの公開を検討したい。

本実験を通して、瀬戸内海エリアの受信状況を明らかにし、船舶事故を未然に防ぐ仕組みを開発・研究をおこなっていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (C) (No. 16K00437) の助成による。また QZPOD は一般財団法人衛星測位利用推進センターからの貸与を受けた。

## 参考文献

- (1) 海上保安庁交通部：海難状況等について，  
<http://www.mlit.go.jp/common/001120977.pdf>，  
2016. 2.
- (2) 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，Vol. 4 No. 1，p. 70-73，2016. 4. 20.

- (3) 国土交通省：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の方向性，  
<http://www.mlit.go.jp/common/001141272.pdf>，  
2016. 8. 11.
- (4) NTT ドコモ：iPhone・iPad サービスエリア，  
<http://servicearea.nttdocomo.co.jp/inet/GoRegcorpServlet?rgcd=07&cmcd=LTE&scale=250000&lat=34.393317&lot=132.462144>
- (5) au：au サービスエリアマップ，  
<http://www13.info-mapping.com/au/map/index.aspx?maptype=lte&code=38>
- (6) 大島浩太・古谷雅理・竹本孝弘・庄司るり：東京湾・浦賀水道海上の航路における 3G 電波強度調査，日本航海学会論文集，Vol132，p. 78-85，2015.
- (7) 川崎雄飛・河合雅司・坂井丈泰・中谷俊彦：富山における QZSS L1-SAIF DGPS 測位の精度，日本航海学会論文集，Vol130，p. 99-104，2014.
- (8) 日本小型船舶検査機構：都道府県別・用途別在籍 (平成 27 年度)，  
[http://www.jci.go.jp/jci/pdf/toukei/year\\_zaiseki\\_h27.pdf](http://www.jci.go.jp/jci/pdf/toukei/year_zaiseki_h27.pdf)，2016. 3.
- (9) 電波強度とアンテナピクト，  
<https://twitter.com/iPhoneWaza/status/759593093549006848>