

東京湾・浦賀水道海上における 3G 電波強度調査

正会員○大島 浩太 (埼玉工業大学) 正会員 古谷 雅理 (東京海洋大学)
正会員 竹本 孝弘 (東京海洋大学) 正会員 庄司 るり (東京海洋大学)

要旨

船舶の安全な航行を支援するにあたり、海難事故の早急な発見と救助は人命救助の観点で重要である。船舶自動識別装置(AIS)は大型船舶間の防災には非常に有効であるが、搭載が義務化されていない小型船舶に係した多くの事故が発生しているのが現状である。我々は、東京湾のような陸に近い海上で 3G 通信が可能である点に着目し、小型船舶の防災・減災を目的とした海難救助システムの開発を進めている。システムの実現にあたり、海上で 3G 通信がどのように利用できるかを検討するための 3G 電波強度の調査実験を実施した。本稿では、調査実験の結果と、結果を踏まえた海難救助システムの要件定義と設計について報告する。

キーワード：事故、3G 電波強度計測、海難検知、GPS 測位

1. はじめに

海上保安庁の発表⁽¹⁾によると平成 24 年の船舶事故に伴う死者・行方不明者数は 78 人で、船舶種類別では、過去 5 年間を通じて常に漁船が最も多い。プレジャーボートや漁船等の小型船舶の事故が全体の約 7 割を占めており、これらの原因としては「気象・海象の不注意」「見張り不十分」「地理的不案内や水路情報の不足」が 6 割を占めている⁽²⁾。

船舶事故に伴う死者・行方不明者数の減少には、早急に船舶事故を通知し捜索に繋げることが重要である。海難の防止には、船舶自動識別装置(AIS)を用いて常時船舶の位置を監視し、航路の交通状況を把握する手段が有効である。しかしながら、高価であるため、搭載が義務化されていない小型船舶ではほとんど利用されていないのが現状である。電波の出力が小さく AIS に比べて安価な簡易型 AIS も存在するが、こちらも小型船舶への搭載は義務化されていない。

衛星を利用した捜索システムとして、コスパス・サータット (Cosmicheskaya Systyema Poiska Aariynyich Sudov: COSPAS Search And Rescue Satellite Aided Tracking: SARSAT)⁽³⁾が運用されており、通知装置として SOS 信号、緯度経度情報を送信する Cospas-Sarsat Beacon が提供されている。しかしながら、安価な機器が提供されていないため導入が難しい。また、海上保安庁では、海中転落者の海上における生存可能時間や当庁が救助に要する時間等を勘案し、生存状態で救助するために、海難発生から当庁が情報を入手するまでの所要時間を 2 時

間以内にすることを目標としている⁽²⁾。

このような背景を受け、漁船、プレジャーボート利用者が導入しやすく、かつ海難事故発生時の早期発見による人命救助に効果的なシステムを検討する。システム開発のために、東京湾や浦賀水道などの陸地から近い近海エリアにおいて 3G 通信が利用できる場合があることに着目し、3G 通信がどの程度利用できるのかに関する調査実験を実施した。3G 通信は AIS で利用している電波よりも通信可能距離は短いものの、双方向性を持った通信が可能である。そのため、この通信特性を活かしたこれまでは無い利便性を備えた海難事故救助システムの実現が可能になると考えられる。例えば、被災者に対して減災につながる情報を提供する、海難事故の自動検知と自動通報機能などがある。通報先はインターネットや携帯電話網に接続されている端末であれば良いので、幅広い対象を選択することができる。

本稿では、調査実験結果を通じて近海の海上の 3G 通信の特性を明らかにし、3G 通信利用型の海難事故救助システムの要件定義と設計のための調査について述べる。

2. 実験概要

2.1 実験機材

実験機材を図 1 に示す。左は、マイクロコントローラと、それに 3G 通信機能を付与する 3G シールドを用いて開発した、3G 電波強度と GPS による位置情報を SD カードに記録するシステムである。これを、アンテナを外に出せるよう加工した耐環境ボックス



図1 実験機材の外観

に格納し、浮力確保のため板に設置した。右は、3Dプリンタで出力したPLA製のケース内にAndroid携帯端末を格納したものである。携帯端末には3G電波強度の計測とGPS測位機能が備わっており、開発したAndroidアプリケーションにてそれらの計測値を記録するシステムとした。

2.2 実験詳細

2.2.1 東京湾での実験1

落水者を想定した海面を浮遊する物体の3G電波通信性能を調査するために、図1の機材を小型ボート（東京海洋大学所有、ちどり）で曳航する実験を2014年1月20日に東京湾で実施した。実験は、まず機材を小型ボートの船上に置いた状態で東京湾の沖まで移動し、海面にそれぞれの機材を投下した。投下後、機材を海面に浮かべた状態で牽引することで、移動経路の海面の3G電波強度と位置情報を測定した。測定中に機材は、水面下に全て隠れる、波をかぶる、水上に出ている状態のいずれかであった。天候は晴天であった。

2.2.2 東京湾での実験2

海上の3G電波通信性能を幅広く調査するために、図1・左の機材と、図1・右の機材の中の携帯端末を用いた計測実験を実施した。実験機材は汐路丸のコンパスデッキ（水面から10m）に設置した。実験は2014年1月21日～23日に、勝どきから館山を往復する汐路丸（東京海洋大学所有練習船）上で行った。機材は汐路丸の航行中に航海船橋甲板に設置し、錨泊中は機材を回収するという実験手順を採った。天候はいずれの日も晴天であった。

3. 実験結果

前述した小型船舶・大型船舶での実験で計測した3G電波強度と位置情報を地図にマッピングすることで実験結果の可視化を行った。3G電波強度は強さ

図2 マイクロコントローラ利用実験
(小型ボート)

に応じて表1のように色分けした。この色分けは、実験で使用した機材が通信に利用する携帯電話事業者の基準を用いた。なお、-130dBmより弱い電波は通常圏外として扱われる。

表1 3G電波強度の色分け基準

電波強度の範囲 (dBm)	色
-50～-78	青
-78～-88	緑
-88～-99	黄
-99～-107	橙
-107～-130	赤
-130～	灰

なお、GPSの測位精度については、実験機材と船舶に設置された高精度なGPSの測位結果を比較し、誤差が小さいことを確認している。

3.1 東京湾実験結果1

図2、3に、小型ボートを利用した東京湾内での3G電波強度の実験結果を示す。図中で示している箇所海面への投下と回収を行った。

実験結果から、陸に近い場所では電波強度は中程度であるが、陸から離れた場所では圏外にならない程度の弱い電波強度を観測した。マイクロコントローラと携帯端末では電波強度が異なっているが、これは、マイクロコントローラは15cm程度のアンテナを利用しており、電波の受信感度が携帯端末に比べて良いからと考えられる。さらに結果からは、同一の区分の電波強度が連続していることが分かる。



図3 携帯端末利用実験(小型ボート)

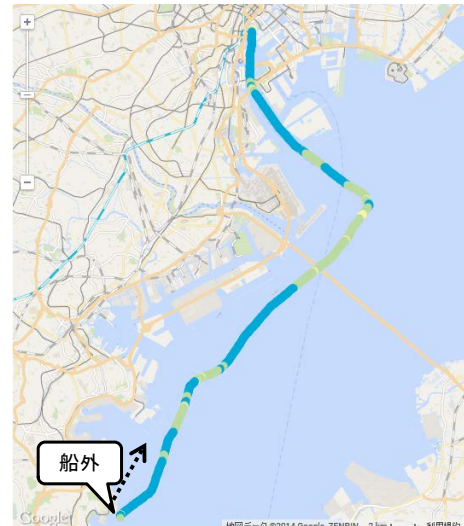


図5 マイクロコントローラ利用実験(汐路丸)
(2014年1月23日実施)

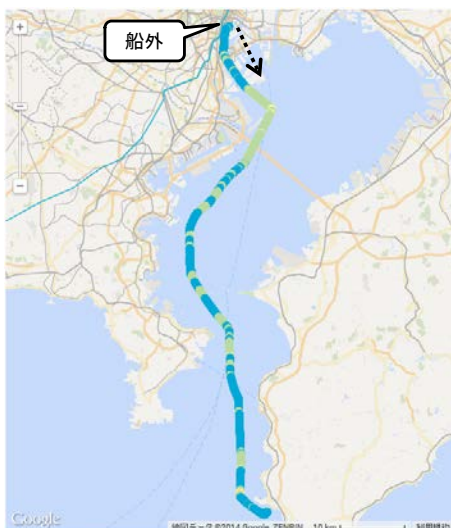


図4 マイクロコントローラ利用実験(汐路丸)
(2014年1月21日実施)

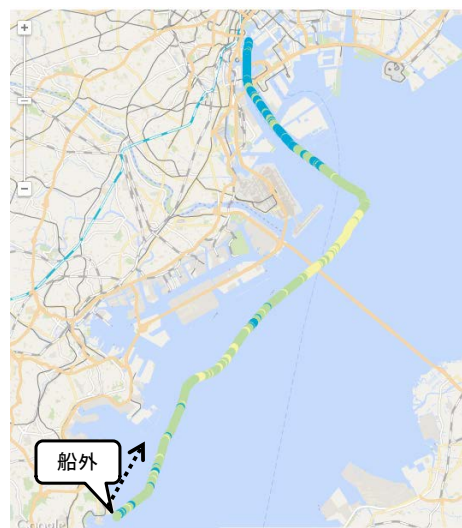


図6 携帯端末利用実験(汐路丸)
(2014年1月23日実施)

3.2 東京湾実験結果2

図4に、勝どきから館山まで航行する汐路丸のコンパスデッキに設置したマイクロコントローラによる計測結果を可視化した結果を示す。図5, 6は、横須賀から勝どきに向けて航行した際のマイクロコントローラと携帯端末での実験結果を示している。

図4から、海面より10m程度の場所では強い電波強度を計測できていることが分かる。またこの結果を図2と比較すると、海面に浮かべた状態よりも甲板に設置した状態の方が強い電波強度を計測していることが分かる。これは、海面付近で電波強度は減衰するが、高さを確保すれば品質の良い通信が可能であることを意味している。

図5, 6からは、マイクロコントローラと携帯端末では、それぞれ良い電波強度を計測している。しかしながら、図2, 3の結果で見られたように、マイクロコントローラで計測した電波強度の方が強くなっている。

3.3 実験結果からの考察

実験結果から、東京湾や浦賀水道の3G電波強度は、次のような特徴を備えていると推察できる。

- 電波強度には違いがあるものの、東京湾および浦賀水道では3G電波を受信することが可能
- -107dBmより強い電波強度を計測しているエリアが多く存在

- 海面付近で 3G 通信は可能であるが、アンテナの海面からの高さを確保すれば通信性能が向上する

4. 提案システム検討

4.1 海難救助システムの要件

小型船舶のための海難救助システムの要件定義を行うにあたり、我々は次の項目が重要であると考えている。

- 漁場秘匿などの観点から AIS のような常時位置情報を通信しなくても利用可能
- 海難時に人命救助に有効な情報を提供可能
- 被災者に対して減災につながる機能の実現
- 安価な導入・運用コスト

4.2 海難救助システム概要

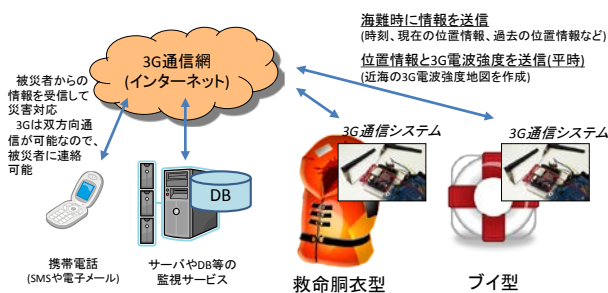


図7 提案する海難救助システム概要

3G 通信を利用することで可能になる海難救助システムの概要を図7に示す。提案システムは、人が装着する救命胴衣と船に設置するブイの2つのタイプを検討している。これらに、マイクロコントローラで開発した 3G 通信システムを備える。落水時に自動で起動し、現在と直近の過去の位置情報を 3G 通信網経由で陸上に送信する。電波強度の計測実験から、電波が弱いエリアで大容量のデータを送信することは難しいと考えられるため、電波強度に応じて送信内容を変化させる。

また、3G 通信は双方向通信が可能である。そのため、超小型モニタなどを装着しておけば、陸上から被災者に指示が可能になると考えられる。さらに、近海の 3G 電波強度地図を平時に作成しておけば、3G 通信が利用できない場所での被災者に通信可能なエリアを提示できると考えられる。他にも、LED を搭載しておけば夜間での発見可能性を高めることができると考えられる。このような恩恵は、3G が双方向通信可能であること、マイクロコントローラは様々

な電子機器を容易に接続と制御可能であることに起因している。

5. おわりに

本稿では、海難救助システムの要件定義や設計を行うにあたり、3G 通信が近海で利用できる可能性がある点に着目し、その通信性能に関する東京湾・浦賀水道における調査実験を報告した。実験からは、電波強度の弱いエリアも存在するが、3G 通信を海難救助システムに利用可能である見通しを得た。

3G 通信が海難事故の発見に利用できれば、正確な位置と履歴の発信、被災者への連絡もできる。そのため、被災者の早期発見効果が期待できる。さらに、安価に導入できる電子基板や、導入コストの低いデータ通信専用の SIM カードの登場により、3G 通信を用いる機器は安価なものにすることができると考えている。したがって、価格面での普及効果も狙えるため、安全な航行支援という面で船の世界に大きく貢献できるものと考えられる。

今後は、さらなる 3G 電波の調査実験や、設計したシステムの実現に向けさらなる研究を進めていく。システムは、3G 電波計測実験で利用したマイクロコントローラへの機能追加で容易に実現可能であるため、早急な試作の開発と性能検証を実施する予定である。

参考文献

- (1) 海上保安庁：海上保安レポート 2013, 2013. 5.
- (2) 海上保安庁：海難の現況と対策について（平成 24 年版）,
<http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/h25/k20130328/k130328-honpen.pdf>, 2012. 3.
- (3) The International Cospas-Sarsat Programme :
<https://cospas-sarsat.org/index.php>