

船間無線 LAN 通信による 海上リアルタイムハザードマップの構築

正会員○丹羽 康之 (海上技術安全研究所) 正会員 本木 久也 (大島商船高等専門学校)
正会員 西崎ちひろ (海上技術安全研究所) 正会員 浦上美佐子 (大島商船高等専門学校)
正会員 南 真紀子 (運輸安全委員会、研究当時 海上技術安全研究所)
正会員 小林 充 (海上技術安全研究所) 非会員 瀬田 剛広 (海上技術安全研究所)

1. はじめに

科学研究費の助成を受け、基盤研究(C) (No. 22560801)「船間無線 LAN 通信による海上リアルタイムハザードマップの構築(研究代表者:丹羽康之)」を2010~2012年度に実施した。今回、日本航海学会航法システム研究会の場を借りて、成果発表を行うものである。

研究の目標、方法については次の通りである。船舶に無線 LAN 通信システムを搭載させ、行会い船が無線 LAN によりお互いがこれまでの航行で蓄積した危険(ハザード)情報(漁船多数、流木、沈没船、油流出、鯨、流氷、不審船、海賊船)や気象海象情報を交換し合い、交換した情報(画像等)を地図上にマッピングし、これから航行する海域のハザードマップを作成し、航行の安全に寄与するシステムを構築する。無線 LAN 通信能力は、通信距離 3~5km、実効スループット 1Mbps の実現を目指す。

2. 船間無線 LAN 通信

大島商船高等専門学校練習船「大島丸(228 トン、図 1)」と実習船「すばる(14 トン、図 2)」に免許・申請等が不要の 2.4GHz 帯の無線 LAN 機器を搭載し通信実験を行った。従来の実験では、水平面無指向アンテナを用いていた⁽¹⁾が、長距離高速通信の実現が難しいと考え、船首方位に指向性アンテナを搭載し、行会いの状況であれば、目標値が実現できると考えた。

初年度の実験では、大島丸は停泊とし、すばるが大島丸船首方位ラインを往復運動することにより、無線 LAN の基本特性の把握に努めた⁽²⁾。2 年目及び 3 年目の実験では、両船を実海域で運航し、正船首の行会いの他に 0.5NM(900m)の航過距離を設定し、より実際の運航に近い状態でも行った⁽³⁾。

通信の最終的な評価項目は実効スループットであるが、無線 LAN 間の受信信号強度(RSSI)の測定



図 1 大島丸



図 2 すばる

により、基本特性として利用できることを確認した。

今回指向性のアンテナを採用することにより、行会いの見合い関係で目標とする 5km、1Mbps を実現した。また、両船が徐々に近づくことにより、実効スループットは上昇し 3~5Mbps を計測することもあった。実効スループットによる通信量は船速に依存するが、行会いで 50~100MB 以上を通信できることを確認した。また、3 年目の実験では、実際に FTP により、大島丸のレーダ画面である 1MB のファイルを 100 枚以上送信することができた。

実験を通して以下の点が問題となり、対策を考えた。

通信能力が、アンテナの高さに依存する。一般にアンテナ高さが高いほど通信距離は延びる。本実験でも顕著に現れた。初期は、アンテナ高さを大島丸 6.5m、すばる 3m としたが、目標 5km の通信は遠く及ばず、アンテナ高さをそれぞれ 10m、6.5m にあげるにより目標を達成した。

指向性アンテナの選択において利得と半値角が重要である。相手船の方位角に加え、船体の動揺影響についても検討する必要がある。八木アンテナの場合、利得が強く、長距離高速通信が期待できるが、船舶が船首方位から少しでも外れると通信ができなくなる。一方、カージオイドアンテナのような通信範囲が広い場合、利得が小さいため目標を満足する通信ができなかった。結果として表 1 の 2 種類のパッチ平面アンテナを採用したところ、実海域実験で目標を達成することができた。

表 1 アンテナ特性

Type	利得 [dBi]	半値角 [deg.]	
		E 面	H 面
パッチ平面 (大)	13	40	40
パッチ平面 (小)	9	63	77

海面反射の影響がある。陸上の通信でもビル等によるマルチパスの影響があるが、海上の場合 2 波モデルとして図 3 の様に顕著に現れた。この対策としては、高さの異なるアンテナを用いるダイバーシティ構成により解決となる。実際に同時に 2 本のアンテナは利用しなかったが、アンテナ高さを変えることにより、海面反射のおきるヌル点の位置が変わることを確認した。また、一般的な無線 LAN のアンテナの偏波は直線偏波であるが、円偏波のアンテナを採用することにより、海面反射の緩和や通信距離が延びる期待があり、実際に試した。

その他、2 船間に他船が横切ることにより、通信が弱まったり、途切れたりすることがある。これは、2 船間のフレネルゾーンと呼ばれるエリアに他船が進入することによる現象であることを確認した。

再現性がない。同条件で同じ実験ができない。同時に複数の計測ができない。この点については、解決策はないため、なるべく実験パラメータを精査し、同じパラメータの実験は複数回実施する様努めた。

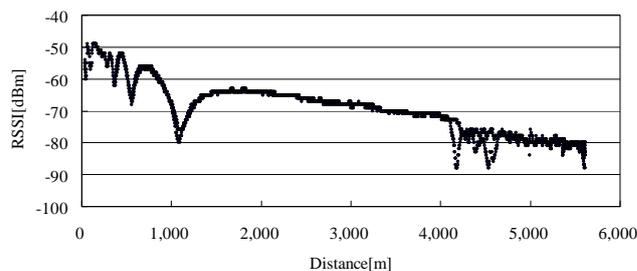


図 3 海面反射影響による 2 波モデルの例
船間距離と RSSI の関係

3. 海上リアルタイムハザードマップ

近年、船陸間通信の発達により、船舶は海上の安全情報の入手が容易さとなりつつあるが、急激な変化あるいは局所的な海域情報の提供には限界がある。そこで、短時間に变化する海域情報が入手できれば、より一層安全航海に資すると考える。前章の実験結果に基づき船間無線 LAN の通信の可能性が確認できた。そこで、情報交換データとしてハザード画像に GPS 情報（緯度、経度、時刻）を加えたファイルを双方向通信で提供、取得し、GPS 情報を基に地図上に表示するハザードマップを作成した。最近のデジタルカメラでは、GPS 機能付きがあり、また、地図上への表示は、web ブラウザの地図アプリケーションでは、GPS 情報のある画像ファイルをドラッグ・アンド・ドロップするだけで、地図上に表示することが可能である。なお、本研究では、船陸間通信を対象にしておらず、船間通信を対象としているため、インターネット接続を考慮せず、コンピュータのローカルディスクに地図データを持つ状況を考え、市販の地図ソフト、及び、国土地理院の数値地図を取り込めるフリーソフトを対象として検討を行った。

図 4 にハザードマップの一例を示す。大島丸が関門航路を航行した時のデジタルカメラで撮影した GPS データ付きの写真ファイルを地図上に表示したものである。また、地図上の画像をクリックすることにより、ポップアップで拡大表示される。この際は、多数の漁船が航路内で漁をしており、写真からもその多さがわかる。図 4 に示す画像ファイルを今から関門航路を通航する行会い船に無線 LAN を通して送信することにより、ハザードマップが表示され、航路通航時の安全航海に役立てばと考えている。

なおこのような行会い時の情報交換内容のニーズとして、航海士への聞き取り調査をしたところ、行会い船のこれまでのレーダ画面を見れば、ある程度海域の状況がわかり、今後の安全航海に役立てら

れる可能性がある意見を得ている。そのため前章の通信実験でも実際にキャプチャしたレーダ画面に GPS 情報を加えて通信実験を行ったところである。

なお、表題にリアルタイムとあるが、1 分や 1 秒という単位ではなく、海域状況の変化に応じて変わってくる。関門航路の様な海域では、1 時間も過ぎればリアルタイム性はないが、太平洋の大洋航海中の情報交換であれば、24 時間前の情報でも内容によってはリアルタイムと考えてもよい。

4. まとめ

船舶に無線 LAN 通信システムを搭載させ、行会い船が無線 LAN によりお互いがこれまでの航行で蓄積した情報を交換し合い、地図上にマッピングし、航行の安全に寄与するシステムの検討を行った。無線 LAN 通信能力は、通信距離 3~5km、実効スループット 1Mbps の実現を目指し、実現した。また GPS 情報付き写真やレーダ画面を地図上に表示するハザードマップ構築を検討した。

謝辞

実験を行うにあたり、大島丸藤井敬治船長（当時）をはじめとし、多数の方々にご協力をいただいた。この場を借りて謝意を表す。

参考文献

- (1) 浦上美佐子・丹羽康之・本木久也・松野浩嗣：船間無線 LAN を用いた小型船舶対象の安心ネットワーク構築，日本航海学会論文集，Vol. 119，pp. 67-74，2008. 9.
- (2) 丹羽康之・本木久也・西崎ちひろ・瀬田剛広：指向性アンテナを用いた船間無線 LAN 通信実験，日本航海学会論文集，Vol. 126，pp. 283-288，2012. 3.
- (3) 丹羽康之・本木久也・西崎ちひろ・瀬田剛広：指向性アンテナを用いた船間無線 LAN 通信実験 -II. -行会い状態における実海域実験-，日本航海学会論文集，Vol. 127，pp. 149-155，2012. 9.

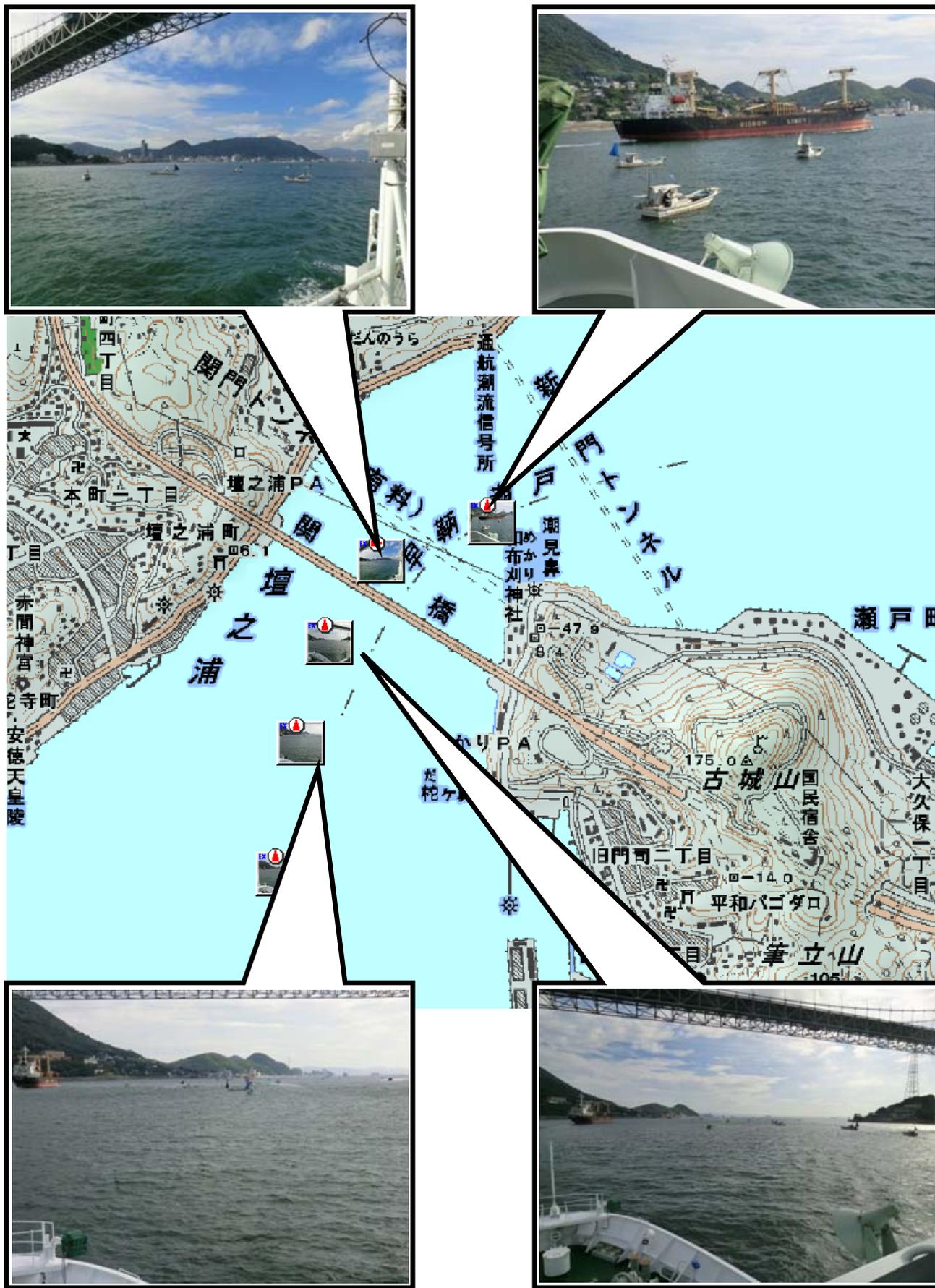


図 4 ハザードマップの例（関門航路の漁船出現）
この地図は国土地理院の数値地図 25000（地図画像）を使用したものである。