

海上における位置情報共有のための モバイル通信性能評価

杉山智大[†] 辻本達也^{††} 新浩一[†] 西正博[†] 吉田彰顕[†]

概要: 近年、スマートフォン等の携帯端末の進歩に伴い、位置情報を共有し活用したシステムが急速に普及している。現在これらは市街地や居住区など陸上で主に使われており、今後海上での利用も高まると予想される。実際に海上において通信を行うにあたっては、その特性の理解が重要である。そこで本研究では、瀬戸内海海上(周防大島周辺)にて通信品質の測定、評価を行った。3G 通信機能を持つ Android 端末を船舶前方、後方に設置し、電波受信信号強度(RSSI)を測定した。同時に、広島市立大学に設置したサーバと位置情報等の通信を行い RTT を測定した。実測結果より、陸上からの距離や島影等の影響による RSSI, RTT の変動を確認した。また、ダイバーシチ受信を行うことにより、RTT の低下が改善されることを確認した。

Evaluation on Mobile Communication Quality for Boats and Ships Location Sharing

TOMOHIRO SUGIYAMA[†] TATSUYA TSUJIMOTO^{††}
KOICHI SHIN[†] MASAHIRO NISHI[†] TERUAKI YOSHIDA[†]

Abstract: Recently, various applications for location sharing are used due to technological progress of mobile devices. In the near future, these will increase the use in the sea. Thus, it is important to understand the characteristic of communication quality in the sea. In this study, we evaluated the communication quality around Suo-Oshima in Seto Inland Sea. Measurement devices by Android and PC were set at the front and the back on Oshima-maru, a ship belonging to Oshima National College of Maritime Technology. They measured received signal strength indicators (RSSIs) and round trip times (RTTs) of communication with the server in Hiroshima City University. As a result of evaluation, it was confirmed that RSSIs increased and RTTs decreased due to increasing in distance from a base station to the ship and due to obstructions such as an island between the base station and the ship. Further, it was confirmed that RTTs of each measurement device set at the front and the back on the ship were different. We clarified that a diversity reception improved the RTTs performance.

1. はじめに

近年、スマートフォンを始めとした携帯端末の進歩に伴い、位置情報を共有し活用したシステムが急速に普及している。現在これらは市街地や居住区など陸上で主に使われており、今後、海上での利用も高まると予想される。実際に海上保安庁では携帯電話向けに航行情報の提供が行われており¹⁾、近年では漁業に IT 化が推進され、海洋資源の保護、費用対効果の算出による生産コストの削減など様々な用途で位置情報及び無線通信が用いられている。

さらにこのような海上通信は年 2500 隻に発生する船舶の海難事故²⁾などへの対応など、安全面に対しても重要となる。船舶の位置情報を利用した衝突防止システムにはすでに AIS があるが、小型船舶には法的拘束力がないため普及には不十分である^{3,4)}。そこで一般に利用されている 3G などの携帯端末が有効と考えられる。

しかしながら、海上では通信端末が島影に存在するため伝搬経路が遮断されることや、見通しが良いために発生する複数基地局からの混信など、地理的特性による通信上の問題が考えられる。そこで我々は、船舶の位置情報共有を目的とした、3G 携帯端末を利用した海上におけるモバイル通信性能評価を行った。

本研究では海上におけるモバイル通信性能評価のために、大島商船高等専門学校ご協力の下、瀬戸内海域の大島—松山間にて実験を行った。時刻情報、受信信号強度(RSSI)、緯度、経度を観測するアプリケーションを Android 端末に実装し、船舶の前方・後方の 2ヶ所に設置することで測定を行った。また、3G 携帯電話網を利用することで端末から自身の位置情報をサーバへ送信し、その情報を再度サーバから受け取る位置情報共有システムを構築し、通信時の Round-Trip-Time (RTT) 及びパケットロスの測定し、モバイル通信性能について評価・検討を行った。

2. 測定装置

本研究では、3G 通信機能を持つ Android 端末を用いて、RSSI および同端末に内蔵の GPS から位置情報を記録するアプリケーションを実装した。内部処理において、Android では電波受信信号強度として、GSM でも用いられる asu (active set update)が得られるため、以下の式を用いて RSSI を求めた⁵⁾。

$$\text{RSSI [dBm]} = 2 \times \text{asu} - 113. \quad (1)$$

同時に、端末の位置情報等を陸上の携帯電話網およびサーバとインターネットを介

[†] 広島市立大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

^{††} 広島市立大学 情報科学部
Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

して送受信する機能を PC に実装した⁶⁾。この PC を用いることで、端末—サーバ間のデータ通信を行い、RTT を測定した。このとき通信には上記の Android 端末を利用した。また携帯電話回線には NTT ドコモの FOMA を用いた。図 1 に実験構成図を示す。また、表 1 に測定に用いたシステムの諸元を示す。サーバは広島市立大学内に設置し、船舶の情報を受信すると共に直ちに情報を送り返す。通信プロトコルには再送要求が無く、リアルタイム性を実現しやすい UDP を用いた。また、サーバへの位置情報送信間隔は 3 秒とした。

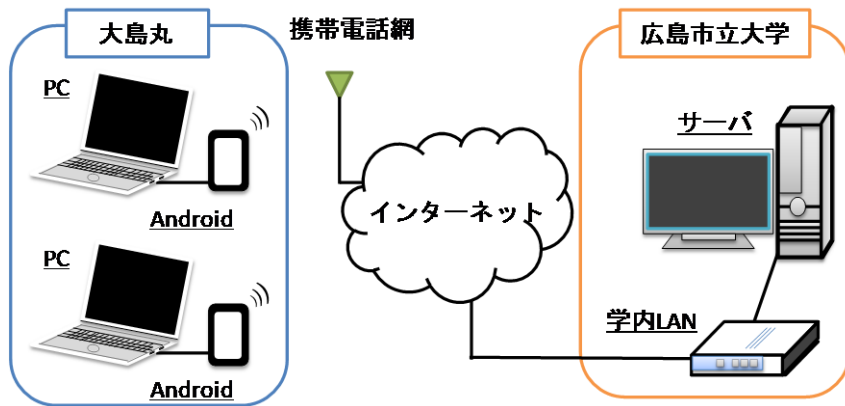


図 1 実験構成図

表 1 測定機器の諸元

	クライアント	端末1	サーバ
OS	Windows Vista Business	Android	Windows XP Professional
CPU	Intel Core2Duo U7600	Qualcomm MSM7227 600MHz	Intel Core2Duo E8400
通信回線	テザリング	無線(携帯電話)	有線

3. 海上での通信品質評価

3.1 実験内容

モバイル通信性能評価を行うにあたって、瀬戸内海域の周防大島周辺（小松港—松山港）において実験を行った。本実験には大島商船高等専門学校の協力の下、同校の実習船大島丸に本システムを搭載させていただいた。測定を行った海域を図 2 に示す。

本実験では RSSI、位置情報、RTT、パケットロスの測定を 2 日にかけて行った。1 日目は小松港から松山港へ進む航路、2 日目に松山港から小松港へ進む航路を通った。また、通信時の RSSI 及び RTT の変化を調べるため、かつ複数端末による通信性能の改善効果を調べるために船舶前方・後方に PC 及び Android 端末を 1 台ずつ合計 2 セット設置した。船舶上の測定装置の設置位置を図 3 に示す。船舶前方に設置した端末は船体の上部に位置し、非常に見通しが良い場所である。船舶後方に設置した端末は船尾に近い場所に位置し、基地局との通信状態によっては船体自体が障害物になる可能性がある。

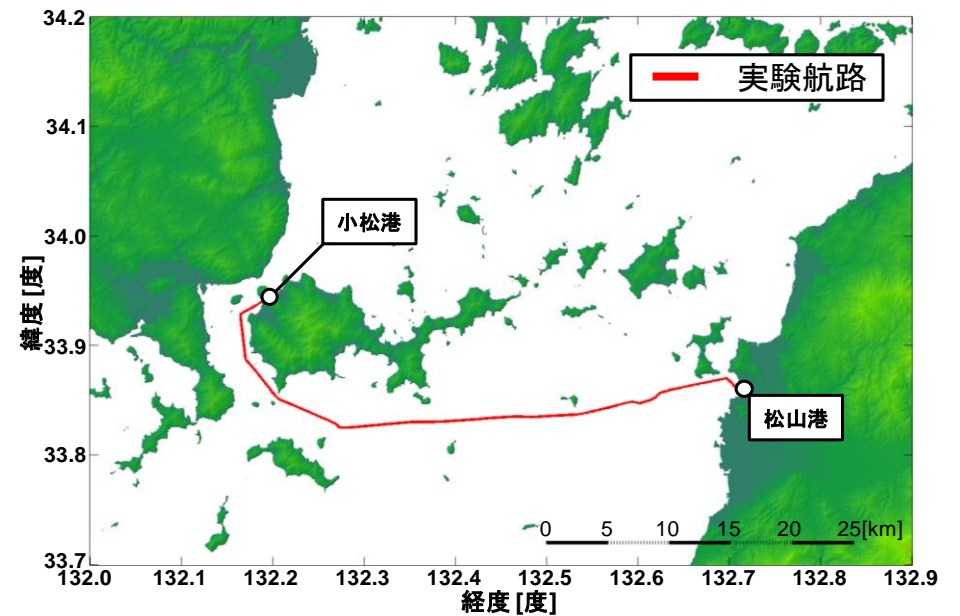


図 2 実験航路

3.2 RSSI 及び RTT の測定結果

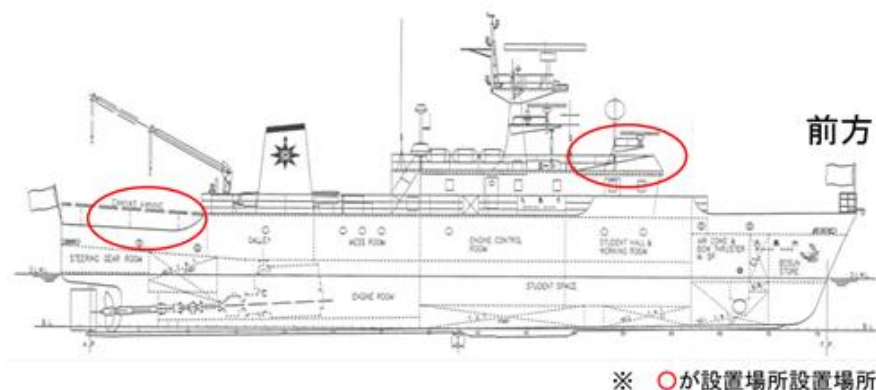
図 4, 図 5 にそれぞれ 1 日目の RSSI 測定結果ならびに RTT 測定結果を示す. また同様に図 6, 図 7 に 2 日目の RSSI 測定結果, RTT 測定結果を示す. 図中の上部は船舶前方, 下部は船舶後方に設置した端末の測定結果である. 1 日目, 2 日目ともに RSSI が低い値をとっている箇所については, RTT の値も大きくなっていることが確認できた. 1 日目の RSSI の一部空白箇所は Android 端末の停止によるものである. また 2 日目の測定途中, サーバが停止してしたために RTT が一部空白となっている.

1 日目においては, 前方, 後方ともに大島近傍で安定した通信を行っていた. また, 船舶が大島を離れるにしたがって徐々に RSSI が低下していったことが確認できる. これは, 陸上に設置されている携帯基地局からの距離が徐々に離れるためと考えられる. さらに, 船舶が松山港近傍に移動した段階で, 陸上に近いためと考えられる RSSI の上昇が確認できた. また, 陸上から十分に離れた海域である緯度 132.5 度から緯度 132.65 度, 経度 33.83 度から経度 33.86 度の海域に注目すると, 前方に対して後方の RSSI が低かったことがわかる. このとき RTT と照らし合わせると, 後方において RTT の増加が確認できた. これは後方の見通しが悪いために RSSI の低下とともに通信劣化が発生したものと考えられる.

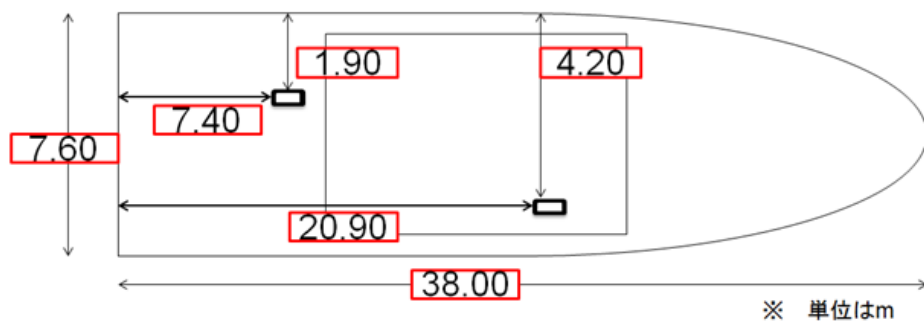
また 2 日目においては, 前方は比較的变化に乏しいが, これは前方は見通しが良いために基地局との通信品質が良好であり, ハンドオーバーがほとんど行われなかったものと考えられる. 後方は実験開始直後, 松山に近い基地局と通信していると考えられる. このため RSSI は徐々に低下し, 途中でハンドオーバーが行われ周防大島に近い基地局と通信したと考えられる. 後方では実験途中, RTT が非常に大きな値を取る箇所が頻繁に発生しているのがわかる. この箇所を RSSI と照らし合わせてみると, 受信レベルが上下していることがわかる. このことから, この箇所では通信している基地局が頻繁に切り替わり, その結果 RTT が増加したと考えられる.

4. 通信品質の改善

前節に示した実験結果より, 設置した端末それぞれの RSSI 及び RTT の値に差異が確認できた. この差を利用し, 通信品質を改善するためにダイバーシチ技術⁷⁾を用いた. ここではダイバーシチとして選択合成の手法を適用した. 図 8, 図 9 にそれぞれ 1 日目, 2 日目の RTT のダイバーシチ合成結果を示す. 図中の茶のプロットは船舶前方に設置した端末の RTT を, 青のプロットは船舶後方に設置した端末の RTT をそれぞれ示している. 緑のプロットは船舶前方・後方の RTT を比較し, ダイバーシチ合成により良い値を出力したものである.



※ ○が設置場所設置場所



※ 単位はm

図 3 船舶上の測定機器の配置
 上段: 側面図, 下段: 断面図

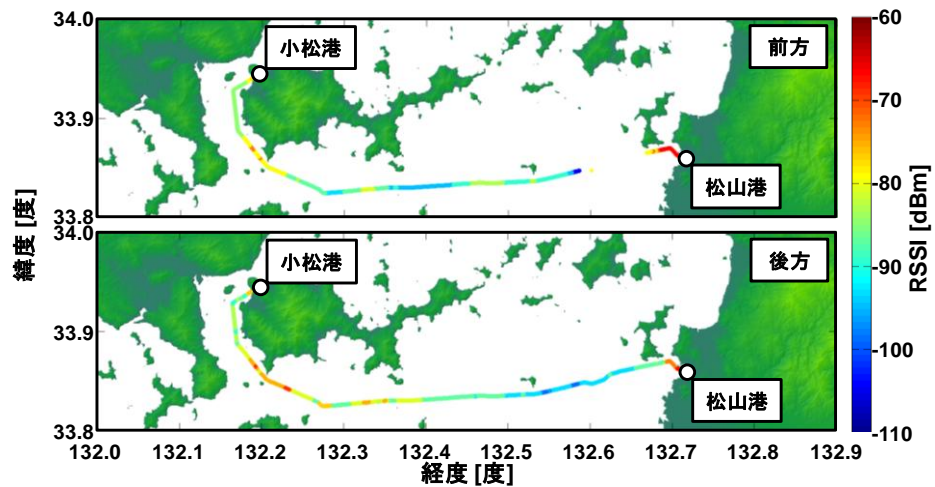


図4 RSSI測定結果 (1日目)

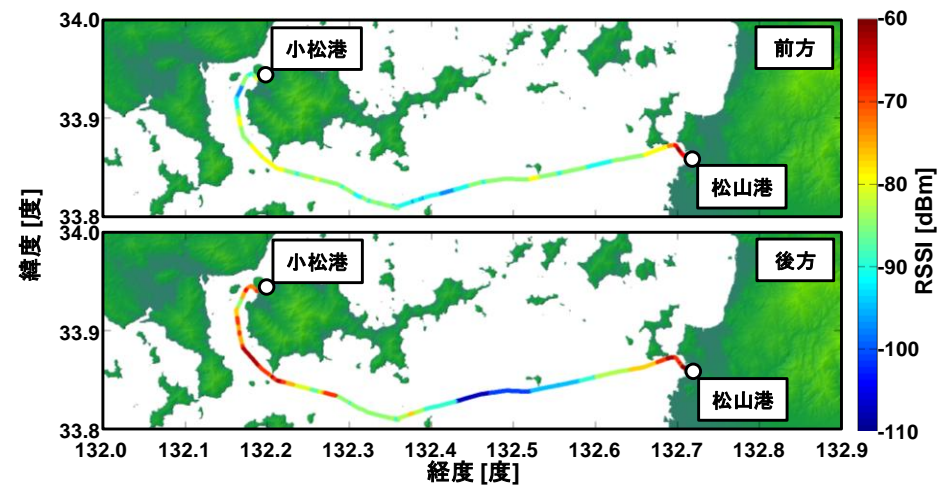


図6 RSSI測定結果 (2日目)

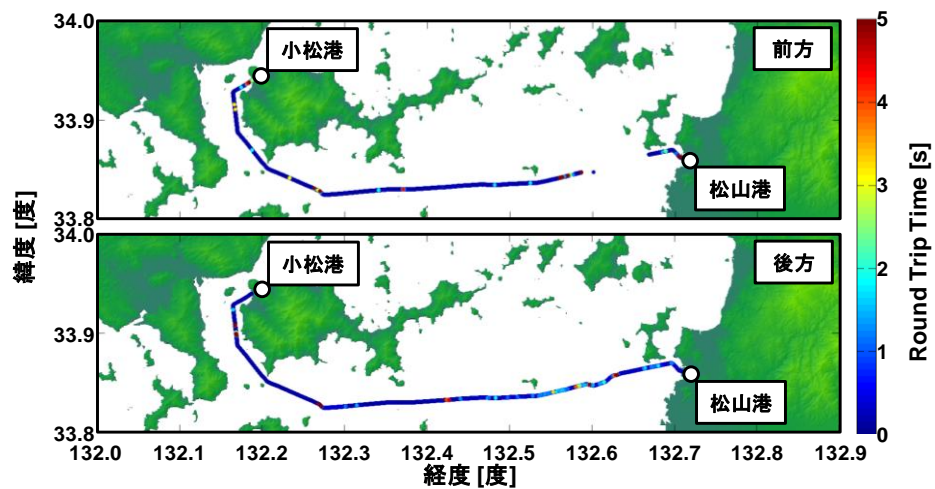


図5 RTT測定結果 (1日目)

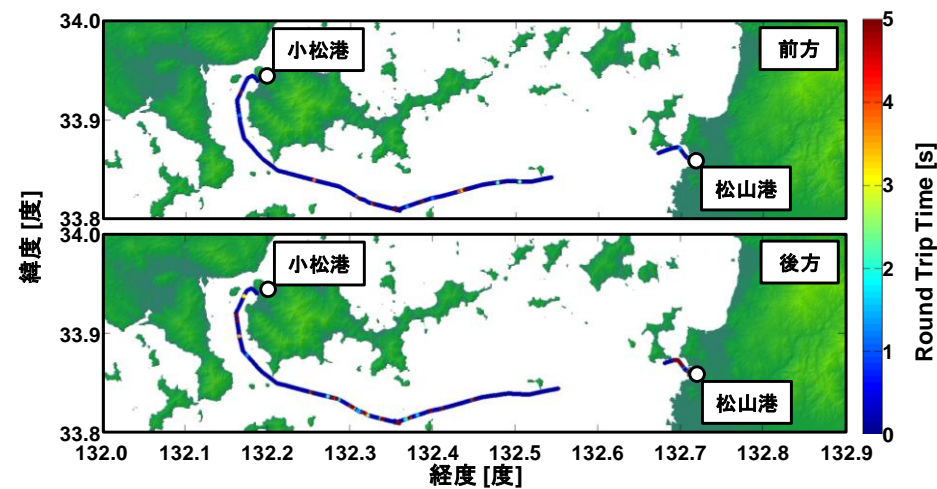


図7 RTT測定結果 (2日目)

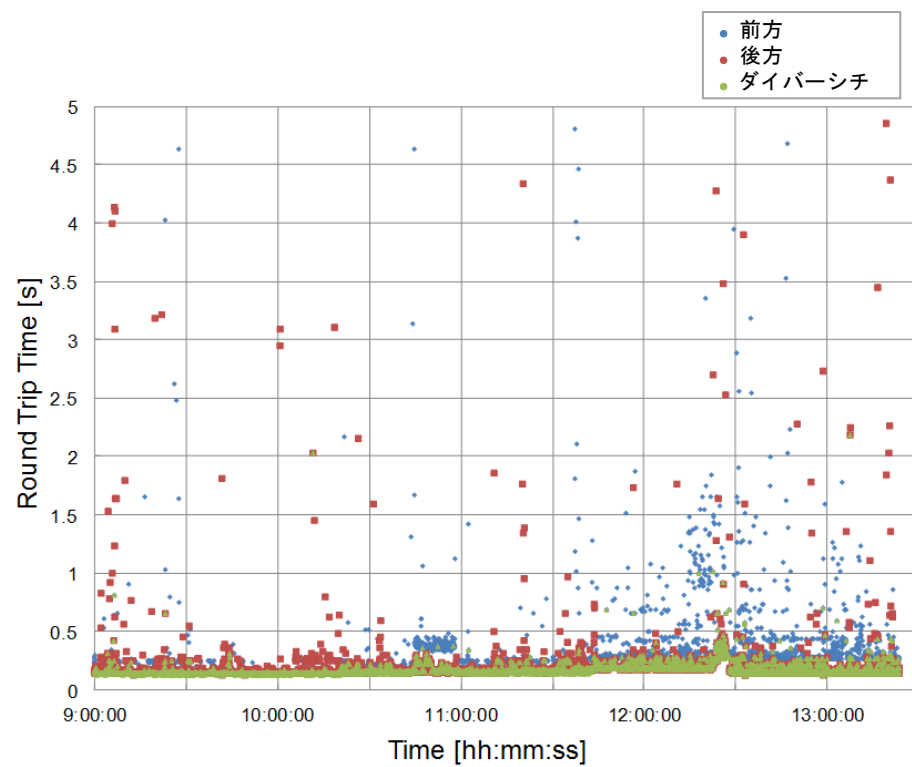


図8 RTTのダイバーシチ合成結果(1日目)

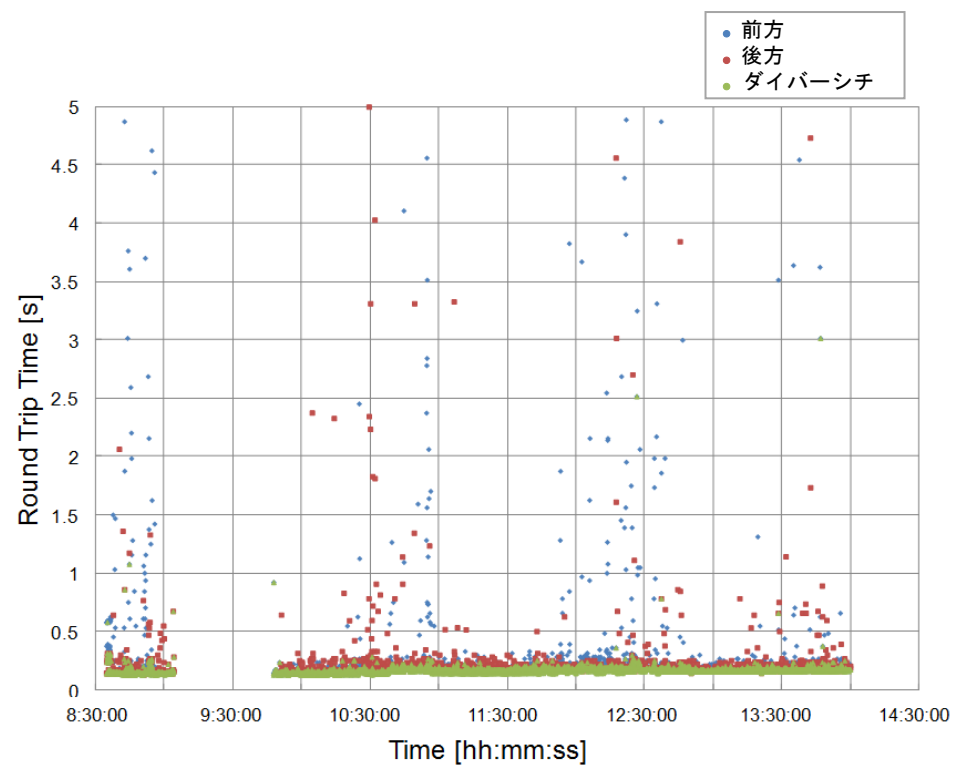


図9 RTTのダイバーシチ合成結果(2日目)

図 8, 図 9 より 1 日目, 2 日目ともに多くの時間で 0.5 秒以下の RTT で通信が可能であることがわかる。その一方で, 1 日目の 11 時 30 分—13 時 30 分ならびに, 2 日目の 8 時 30 分—9 時 00 分, 10 時 30 分—11 時 00 分, 12 時 00 分—12 時 30 分においては特に頻繁に数秒以上の RTT であることがわかった。これらの箇所は, 前節で示した, 陸上からの距離が離れた地点, または基地局の切り替えが頻発した箇所である。この RTT が大きい箇所に注目すると, ダイバーシチ合成を行うことにより, RTT が 0.5 秒以下に低下する結果が得られた。さらに 1 日目においては測定装置の停止したため船舶前方の結果が得られなかったが, ダイバーシチ合成の結果では問題なく通信が行える結果が得られた。以上によりダイバーシチ合成することにより RTT の改善が可能であることが確認できた。

5. まとめ

本研究では, 3G 携帯電話網を利用し位置情報を共有するシステムを構築し, 海上におけるモバイル通信特性の評価を行った。実験にあたって大島商船高等専門学校の協力のもと, 同校の実習船大島丸に本システムを設置し, 測定を行った。

実験より RSSI が低い値をとる時, RTT が増加することが確認できた。また, RSSI の挙動から, 基地局のハンドオーバー時に RTT が増加したと考えられる。

船舶前方・後方で測定した値に差異があることを確認し, ダイバーシチ受信を適用したところ, 広範囲において RTT は低い値に保たれており, 通信環境が悪くなった箇所において改善が可能であることが確認できた。以下に得られた結果の詳細を示す。

- ・小松港—松山港にかけて, 3G 回線による海上における位置情報共有ができることが確認できた。
- ・島影などの影響により, RSSI は -115dBm から -55dBm の間で大きく変動することが確認できた。
- ・RTT は主に 0.5 秒以下であったが, 大きい箇所では数秒以上になることが確認できた。また RTT が大きい箇所においても, ダイバーシチ受信により RTT が 0.5 秒以下の低い値に保たれることがわかった。

謝辞 本研究における海上実験を行うにあたり, 大島商船高等専門学校の練習船大島丸の関係者各位にご協力頂いた。ここにお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 海上保安庁, 海上保安レポート, 2009.
- 2) 海上保安庁, 海上保安庁統計年報, 2010.

- 3) ITU-R Recommendation M.1371-4, Technical characteristics for an automatic identification system using time-division multiple access in the VHF maritime mobile band, 2010.
- 4) 海事法令研究会, 最新船舶関係法令, 成山堂書店, 2005.
- 5) 3GPP TS 27.007, AT command set for User Equipment (UE), Ver. 11.1.0, 2011.
- 6) 政木洋一, 新浩一, 西正博, 吉田彰顕, インターネットを用いた船舶安航行システム, 電気・情報関連学会中国支部第 60 回連合大会, 2009.
- 7) 齊藤忠夫, 立川敬二, 移动通信ハンドブック, オーム社, 2000.