

本調査は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構がアットシグナル株式会社に委託して実施したものである。

携帯回線による船陸間通信の現状把握に関する調査

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

2024 年 3 月

目次

1. 調査目的	3
2. 本調査の実施内容	3
(1) 選定航路	3
(2) 調査対象の船舶	4
(3) 調査機器の種類	4
(4) 通信プランについて	5
(5) 機器構成の概要	5
(6) 調査機器の設置	7
(7) 通信速度等の計測方法	13
3. 通信キャリアエリアデータおよび沿海線データの作成方法	14
4. 計測結果	16
5. まとめ	17

「携帯回線による船陸間通の現状把握等に関する調査」
実施報告書

1. 調査目的

現在、船陸間通信インフラとしては、4Gの携帯回線や静止軌道衛星を用いた衛星通信が利用されている。携帯回線の場合、安価に導入が可能であるが、陸から離れると携帯電話の場合は通信が途切れやすい。他方、ルータなどの機器を使用すればその距離が長くなる可能性があるが、正確なデータは多くはない。

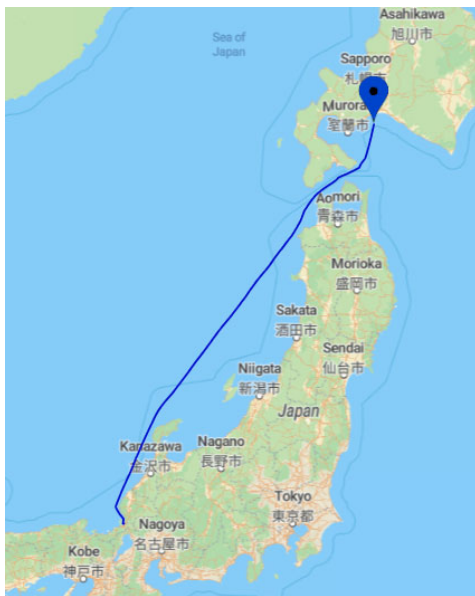
そこで本調査ではルータなどを用いて陸上からの電波を利用することで、通信費を抑え、如何に内航船舶で通信が可能か検証することを目的とする。

2. 本調査の実施内容

調査は以下のように実施した。

(1) 選定航路

- ・ 本州の日本海側の航路（以下「日本海航路」と表記）として
苦小牧港 - 敦賀港



- ・九州地方南部から中部地方の航路（以下「九州中部航路」と表記）として
東京若洲港 - 油津 - 志布志 - 那覇



出展：マルエーフェリー「東京航路」 (<https://www.aline-ferry.com/tokyo/>)

(2) 調査対象の船舶

- ・日本海航路

船 名：近海郵船株式会社 ひだか



- ・九州中部航路

船 名：マルエーフェリー株式会社 琉球エキスプレス 3



(3) 調査機器の種類

調査用機器は、以下を選定した。

- | | |
|-------------------|---|
| ① マルチ SIM ルータ | : Peplink 製 UBR-LTE+Speedfusion クラウドプラン D |
| SIM | : ドコモ LTE× 2 |
| ② LTE 通信機能付きタブレット | : ASUSU ZenFone 5 型番 ASUSU—X00QD |
| SIM | : ドコモ LTE× 1 |

- ③ 外部アンテナ付きルータ : NEC 製 EA01A+外部アンテナ (ケーブル 5m)
SIM : ドコモ LTE×1

※本機器は、当初計画には無いが、外部アンテナの効果を確認するために追加した。

- ④ 速度計測用 PC : 型番 RasberyPI 3B+ × 3 台

※①～④を船舶へ搭載

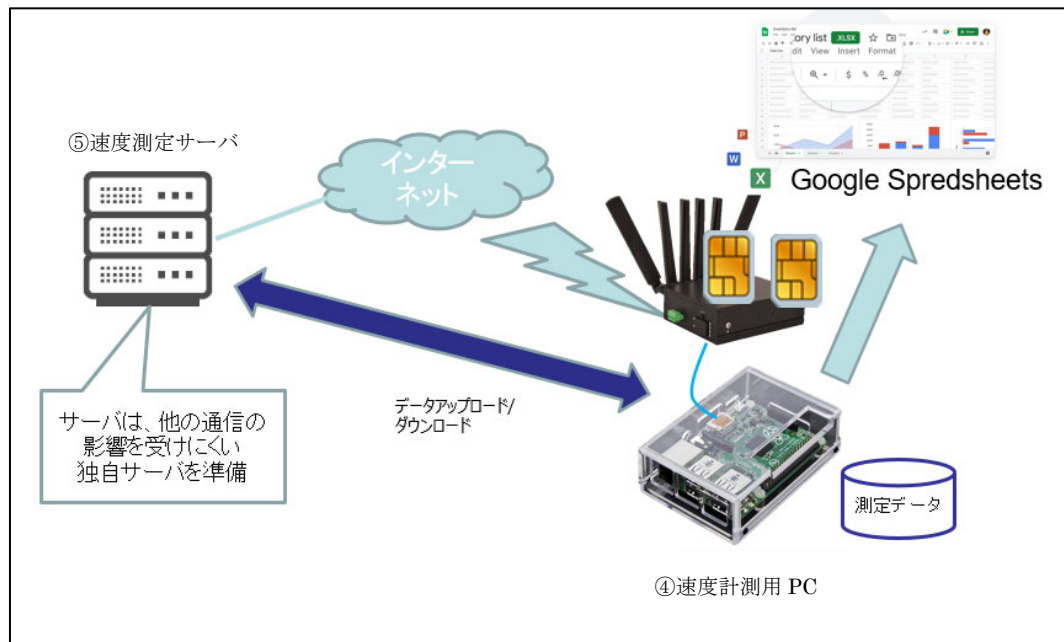
- ⑤ 速度測定サーバ メディアウォーズ 専用サーバ 1 台 (クラウド上のサーバー)

(4) 通信プランについて

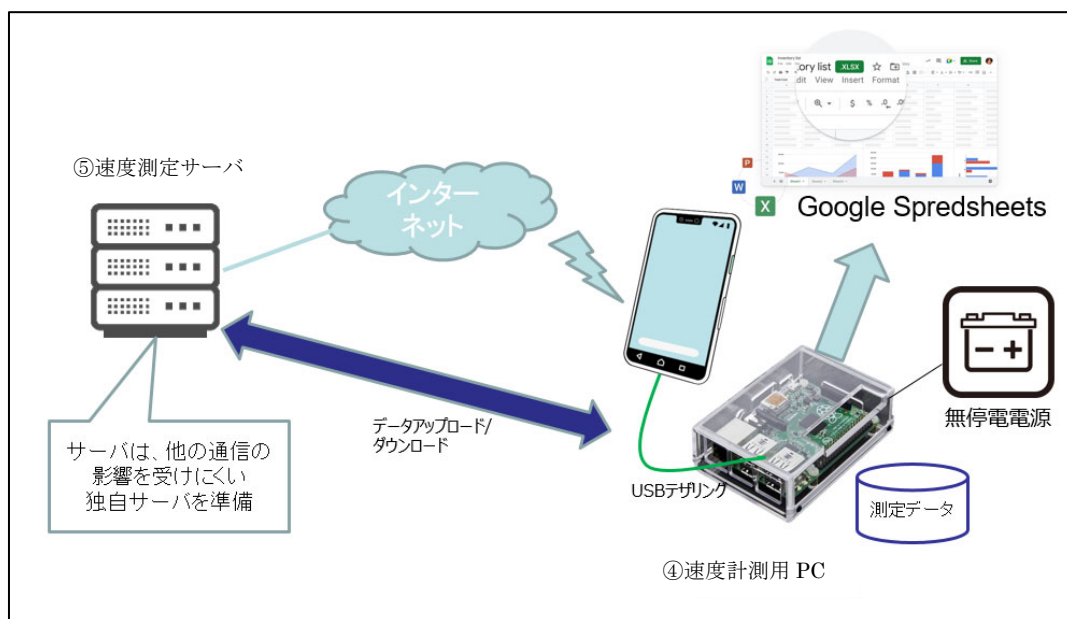
LTE の通信プランおよびキャリアは、日本国内では広く使用されている NTT ドコモを利用。

・SIM の契約プラン： NTT ドコモ X i ギガホプレミア

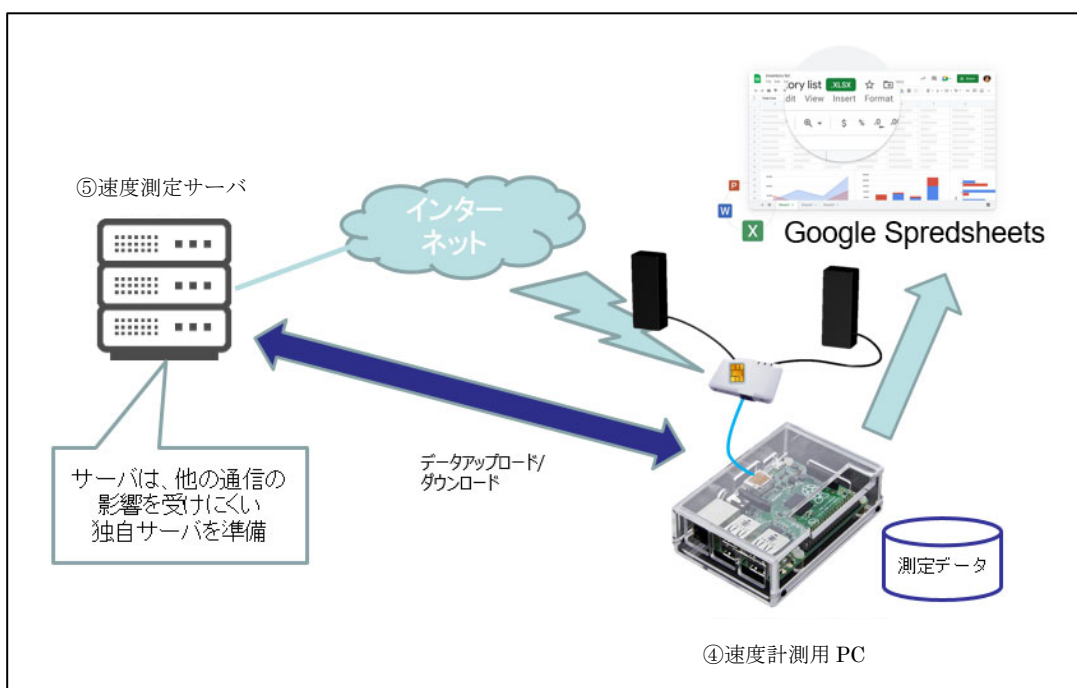
(5) 機器構成の概要



① マルチ SIM ルータ 構成図



② LTE 通信機能付きタブレット 構成図



③ 外部アンテナ付きルータ 構成図

(6) 調査機器の設置

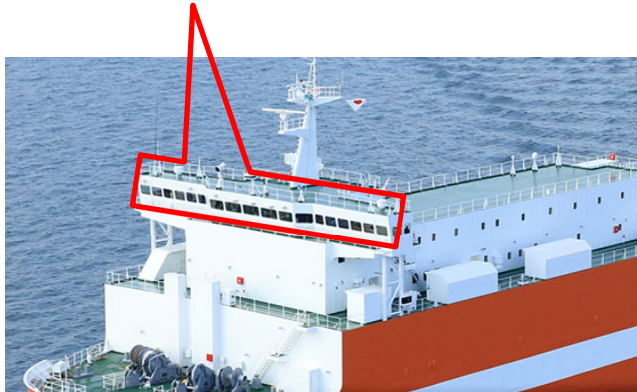
調査機器の設置については、以下4点の要件が満たせる場所を検討し設置した。

- (i) マルチ SIM ルータは、可能な限り、電波が良好と思われる場所であって、右舷側と左舷側において電波の偏りが小さいと思われる場所に設置すること。
- (ii) マルチ SIM ルータは、電波受信環境に関して、可能な限り電波干渉することがないと思われる場所に設置すること。
- (iii) マルチ SIM ルータは、恒久的に設置することを想定した設置場所と設置方法とすること。
- (iv) 携帯電話等は、食堂、居室など乗組員がプライベートで使用する事が多く、また、電波受信環境が比較的良好と考えられる場所に設置すること。

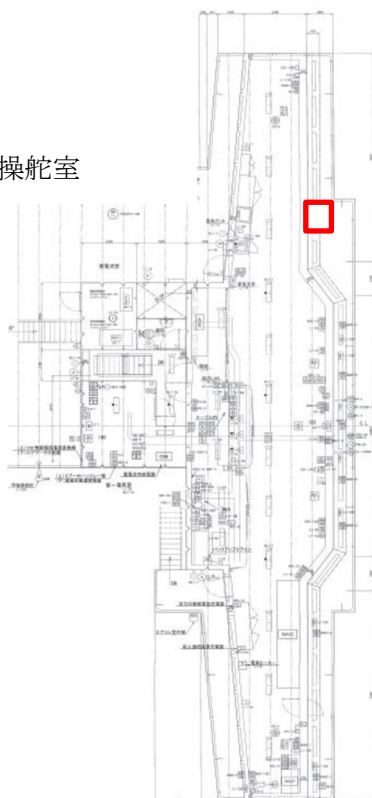
・日本海航路 ひだかの設置場所

(A) 操舵室

- ・ルータ×3種 (①、②、③)
- ・速度計測用PC (④) ×3台
- ・GPS受信機 (ルータ①添付品)

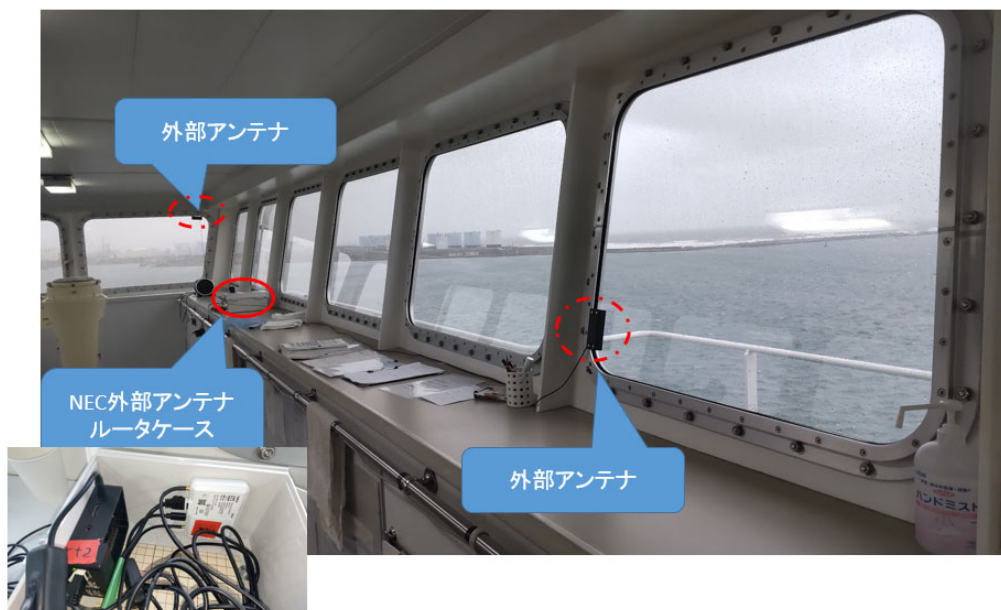


操舵室



操舵室設置場所

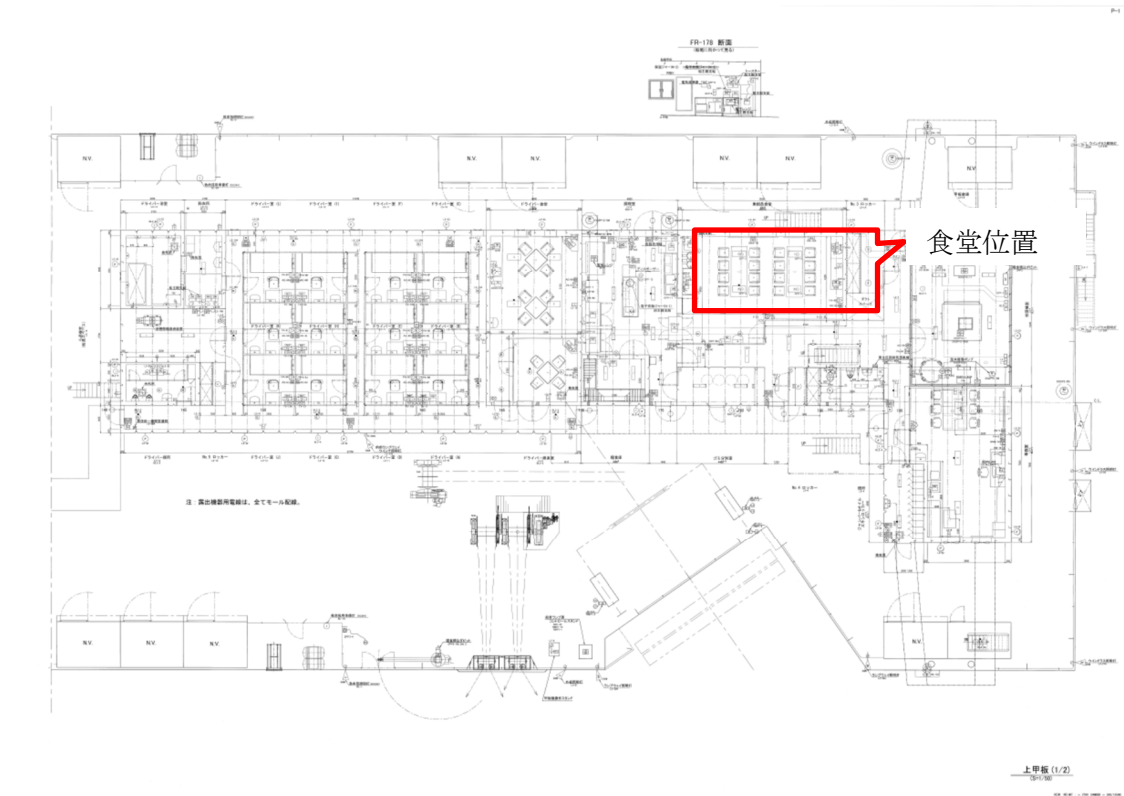




操舵室内設置状況

(B) 食堂内

- ・LTE 通信機能付きタブレット×1式 (②)
- ・速度計測用PC (④) ×1台



食堂設置場所

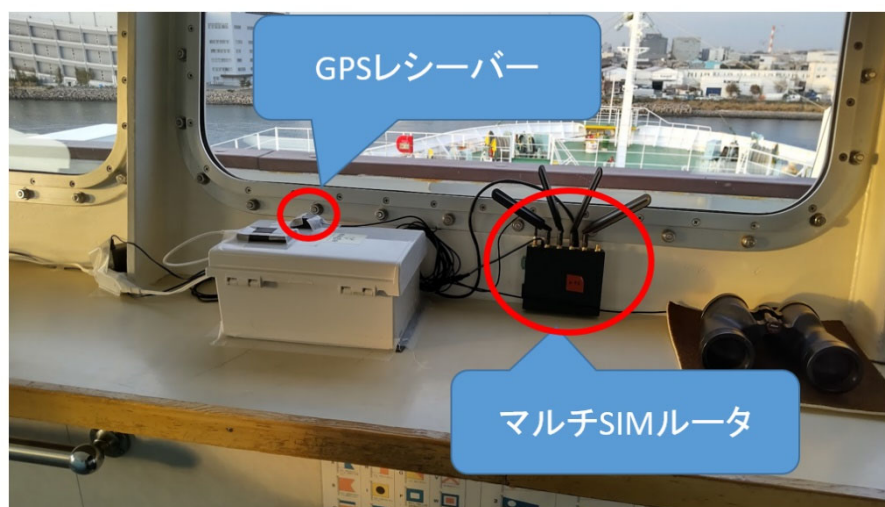


食堂内設置状況

- ・九州中部航路 琉球エクスプレス 3 の設置場所

(A) 操舵室

- ・ルータ×3種 (①、②、③)
- ・速度計測用P C (④) × 3 台
- ・G P S 受信機 (ルータ①添付品)

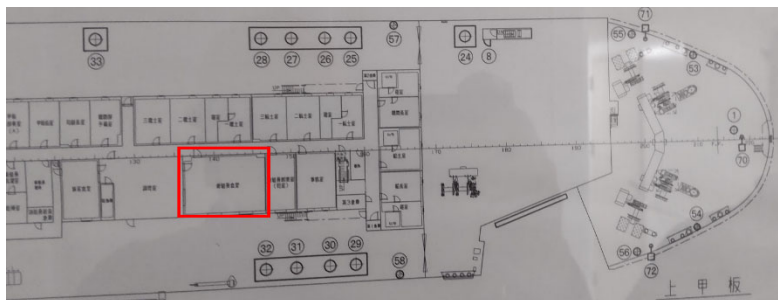




操舵室設置状況

(B) 食堂内

- ・スマートフォン×1式 (②)

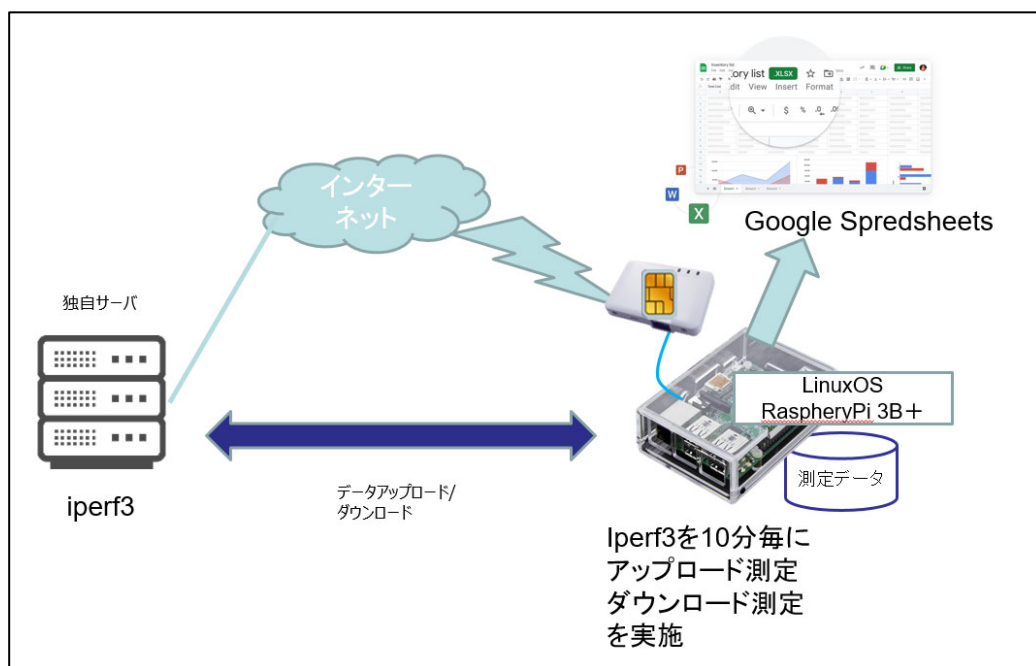


食堂の設置



(7) 通信速度等の計測方法

1. 調査は、往路、復路の各向きで計測した。
2. 計測間隔は10分間隔で自動的に計測するように実装した。
3. 計測方法は、クラウド上（インターネット上）の専用サーバと、計測用ルータの下に接続された、計測用 PC ファイルをダウンロードおよびアップロードするのに要した時間（秒）を計測する方法を採る。測定ソフトは、一般にも良く利用されているソフト iperf を使用した。
iperf “Iperf3” : <https://software.es.net/iperf/>
4. 通信速度の計測の度、日時、船舶の位置（ルータ隣接設置の GPS から取得）を自動で記録し船舶向きは、GPS の移動状況から判断した。
5. 速度計測に使用するサーバは、他者の影響を受けにくいように独自サーバを構築し、インターネット上で計測対象ルータおよび LTE 通信機能付きタブレットからのみ通信可能となる方法を採用した。
6. 計測における公平性を確保するため、計測対象のルータ2台と LTE 通信機能付きタブレットと計測機器（パソコン）との接続方法は 全て同一の環境となるよう設計した。特に、LTE 通信機能付きタブレットの計測については、LAN 側（パソコン側）への接続に内蔵の Wi-Fi 機能を使用せず、計測機器（パソコン）をケーブルで直結することでルータ2台と同じ接続環境となるよう設計した。



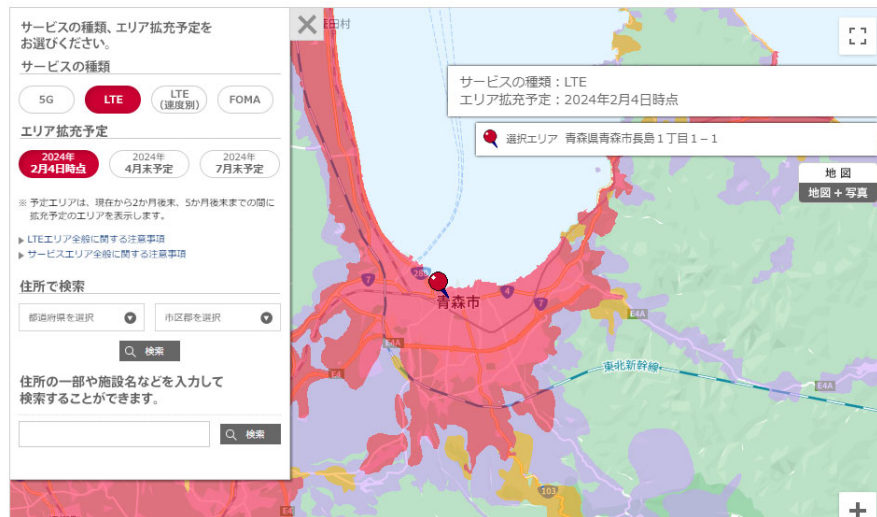
システム構成図

3. 通信キャリアエリアデータおよび沿海線データの作成方法

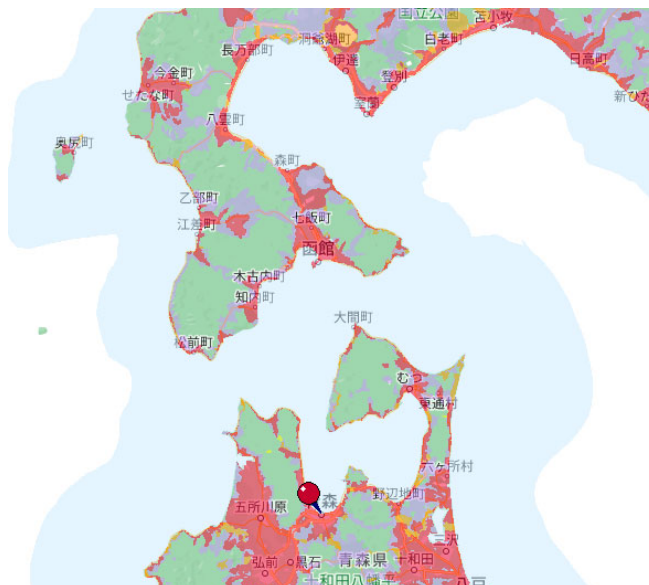
調査に利用した携帯キャリアのエリアデータおよび沿海区域のデータ作成方法については、以下のとおり。NTT ドコモ通信エリア (LTE) は、NTT ドコモの WEB サイトに掲載されているものを利用した。

NTT ドコモ「サービスエリアマップ」：<https://www.docomo.ne.jp/area/>

- ・ サービス種類：LTE

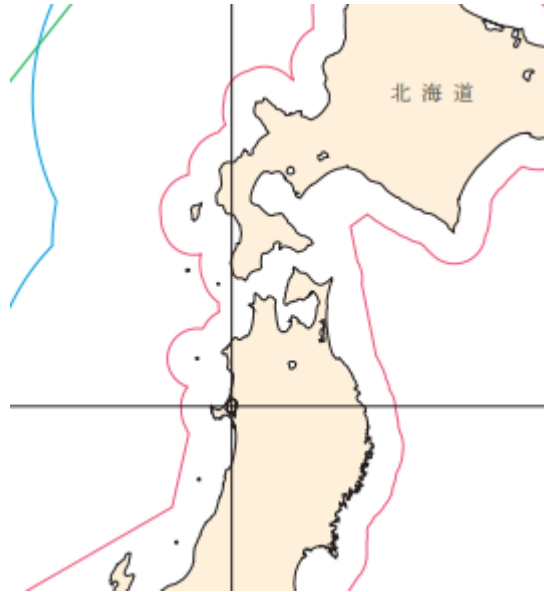


本ページを、拡大すると、次の図のように、海上でのエリアが水色で表現される。



沿海線情報は、日本小型船舶検査機構に掲載された PDF データを利用した。

日本小型船舶検査機構「航行区域参考図」：https://jci.go.jp/areamap/pdf_etc/enkai_a2.pdf



赤線より陸側が、沿海区域となります。

地図上から、緯度経度を抽出可能なWEBサイトを利用して、緯度経度を抽出した。
無料ツールズ「緯度経度調査確認、コピペに便利、ポリゴン描写も OpenStreetMap の描写サンプル」：<https://www.muryou-tools.com/openmap/idokeido.php>

緯度経度調査確認、コピペに便利、ポリゴン描写も
OpenStreetMapの描写サンプル

地図のクリックした場所の緯度経度をテキストボックスに表示、住所検索機能付き、緯度経度のコピペに便利、緯度経度からマップ再表示機能付き、住所検索は某MAPほどいろんな書式に対応しているわけではなくは不明ですが、○○県○○市程度ならいけるはず

つけた場所の緯度経度: 40.211392, 139.276493 コピー

指定した緯度・経度にマーカーを建ててマップを再表示。拡大率も指定

緯度: 経度: 拡大率: 変更しない 再表示

ポリゴン描写機能 (クリック地点からポリゴン作成)

35.899379, 139.761644
40.890250, 139.276493
40.562381, 139.276493
40.429176, 139.276493
40.211392, 139.276493

緯度クリア

ポリゴン描写

コピー

本サイトは、地図上をクリックするとその地点の緯度経度が、テキストとして抽出できる。上記のドコモのエリア境界および沿海区域をコンピュータ画面上で重ね、プロットすることにより、境界線の緯度経度を収集した。

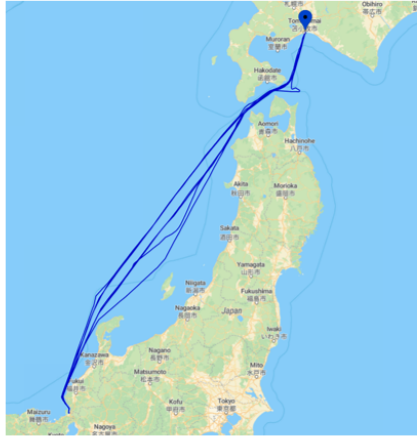
4. 計測結果

収集したデータは、MS エクセルの 3D マップ機能を用いて地図上にプロットした。

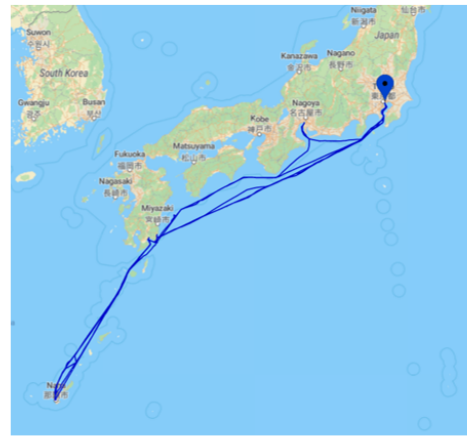
(1) 航行した航路

計測期間中に実際に航行した航路

測定期間中の航路

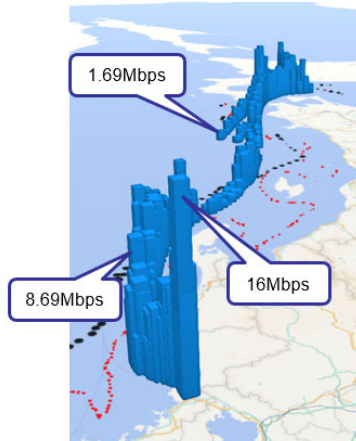


苫小牧港 - 敦賀港



東京- 名古屋- 油津 - 志布志 - 那覇

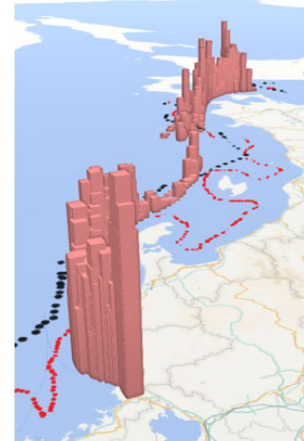
(2) 日本海航路での通信速度計測結果



①マルチSIMルータ



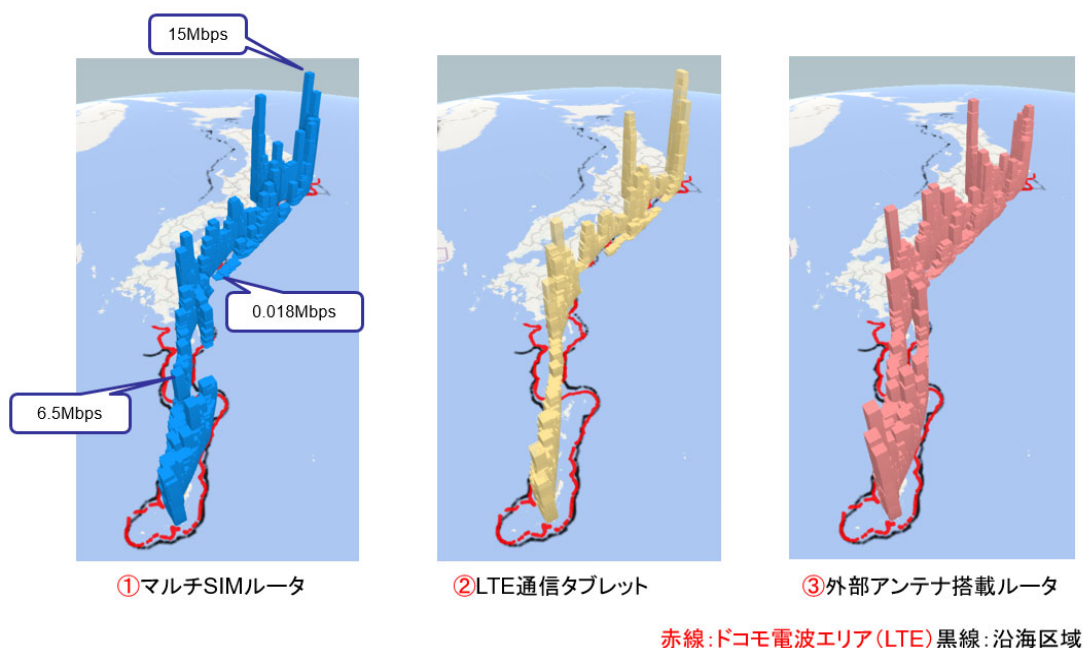
②LTE通信タブレット



③外部アンテナ搭載ルータ

赤線:ドコモ電波エリア(LTE) 黒線:沿海区域

(3) 九州中部航路での通信速度計測結果



※結果詳細については、別紙「携帯回線による船陸間通信の現状把握等に関する調査」調査データシートをご覧ください。

5. まとめ

計測結果から、以下の知見を得た。

- (1) キャリアが公開しているエリアマップ外よりかなり広い範囲で通信が成立している。鹿児島から和歌山に抜ける高知沖や佐渡島以遠の東北沖など陸からかなり離れた海域ではつながらないため、この海域を低軌道衛星などその他の通信インフラでカバーできるかが今後の課題。
- (2) 沿海区域内では、数 Mbps とほぼ良好な通信が出来ている。沿海区域外の海域では、外部アンテナ付きの LTE ルータを使用することにより速度は出ないが、通信は出来ている。メールや SNS 等のメッセージのやり取りレベルなら可能と推定される。外部アンテナにより、より受信環境が改善されると思われる。
- (3) LTE 通信タブレットは、接続性は良くないが強電界では比較的高速な通信が可能となっている。LTE 通信タブレットの処理能力は、ルータ類に比べて、様々な処理を行うために、CPU性能やメモリの速度などハードウェア性能が圧倒的に高いことが想定される。今回、LTE 通信タブレットを使用した測定装置④は、船員の実際の利用状況に準じて食堂に設置したため、操舵室に設置したルータ3種と比較して、接続性が劣ったと考えられる。
- (4) 複数 SIM による効果については、SIM 1 枚のルータと比べ目立った差異は無かった。マルチ SIM ルータの仕様として、2 枚の SIM を使用することにより、1 枚 SIM に比べ 1.7 倍程度速度が出るのが期待できるが、同一キャリアの SIM であるため、同じ基地局を使用することになり、2 枚 SIM の恩恵が得られなかった。また 1 枚 SIM のルータは外部アンテナにより、電波的に良好であったために、差が埋まったと考えられる。