



明日を担う
交通ネットワークづくりに貢献します。

内航船のカーボンニュートラルと労働環境改善 に関する技術動向

近畿運輸局・神戸運輸監理部主催
令和6年2月28日 内航海運活性化セミナー

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構
共有船舶建造支援部 技術企画課

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

□ はじめに

□ カーボンニュートラルの技術動向

- 日本国内の運輸部門におけるCO2排出量
- 国土交通省「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」
- JR TTの取り組み ～ 連携型省エネ船の普及
- JR TTの取り組み ～ バイオ燃料の活用

□ 労働環境改善の技術動向

- 海上における通信環境の向上のための取り組み
- JR TT技術調査 ～ 船内通信環境整備に関する調査（電力線通信：PLC）
- JR TT技術調査 ～ 船陸間通信環境整備に関する調査（SIMルーター・スマートフォン）
- JR TT内航ラボ ～ 船陸間通信環境整備に関する調査（低軌道衛星）

豊富な建造実績、技術ノウハウをもとに、計画段階から就航後に至るまでJR TTの技術スタッフによる技術支援を実施。

共有船建造における支援

営業段階

- 基本計画や仕様の検討に積極的に関与
- より高い政策目的達成への支援
- 最新の技術要素を取り込んだ設計の支援

計画段階の支援

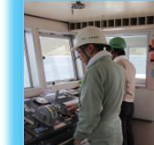
- 基本設計の確定を支援、省エネ機器の検討等を支援
- 離島航路旅客船の検討段階に航路調査、造船所決定等を支援



船舶の性能を確保
地域交通を維持

建造段階の支援

- 機構の技術者が図面審査、工事監督を実施、監督結果を報告
- 不具合事例の原因分析、周知等による再発防止



船舶の品質を確保

就航後の支援

- 共有期間中、トラブル対応など継続してサポート



船舶の品質を維持

課題解決に資する技術の情報提供

- カーボンニュートラル、船員の働き方改革、デジタル化等、内航海運の課題解決に資する技術に関する最新情報を収集し、必要な情報を提供

政策的に重要な船舶に対する金利優遇

- 地球温暖化対策、労働環境改善等の政策目的に適合する船舶の共有建造に対し、金利優遇制度を構築・運用

はじめに 内航の課題解決に向けた技術の橋渡し『内航ラボ』

目的

鉄道・運輸機構（JR TT）が、技術のシーズを持つ企業等と内航海運事業者との橋渡しを行い、技術に対する理解を促進し、さらには試行の機会を創出することで、内航海運分野の発展に寄与する。

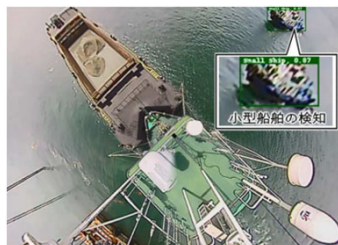
対象とする技術

労働環境改善、環境負荷低減、安全性向上等の内航海運事業者が直面している課題の解決に資する技術



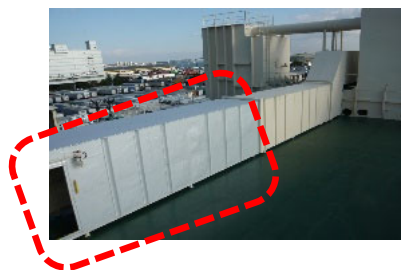
具体的な取り組み事例

- 俯瞰映像モニタリングシステムの内航船での有効性検証（沖電気工業株）
4方向のカメラ映像を合成して俯瞰映像を表示する技術。



内航ラボでの開発検証を経て製品化された映像（沖電気提供）

- 遮熱アルミシートによる温度上昇抑制の有効性検証（株石蔵商店）
太陽から放射される電磁波を反射し、輻射熱を抑制する。

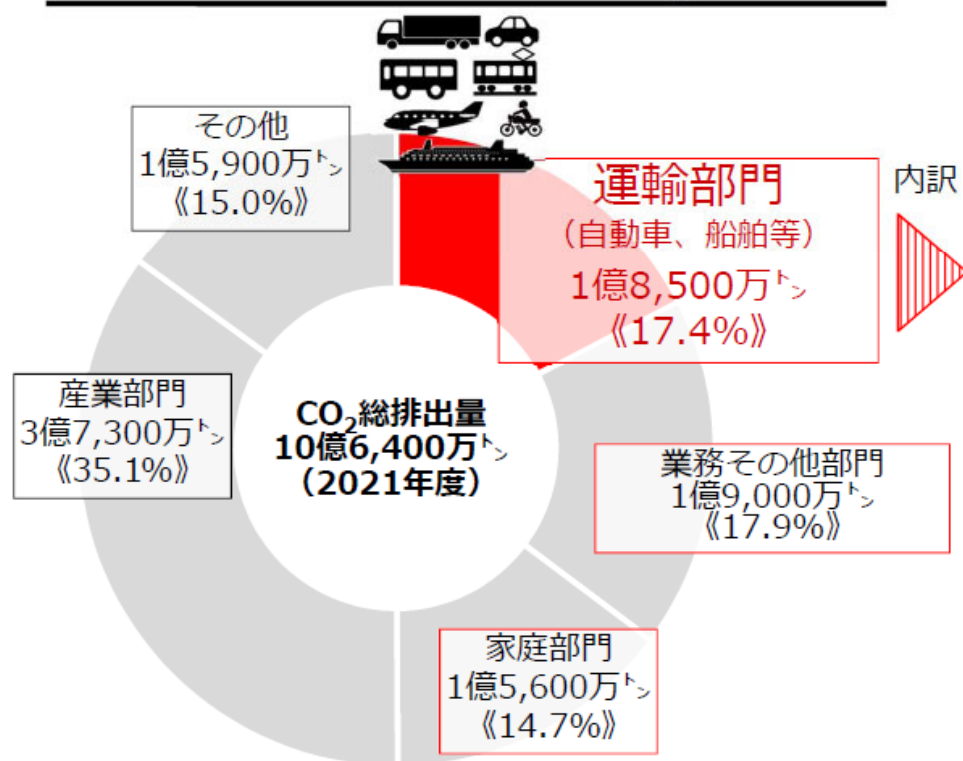


〔 〕部はアルミシート施工箇所
甲板上の通路の一部に施行
（右側は比較のため未施工）

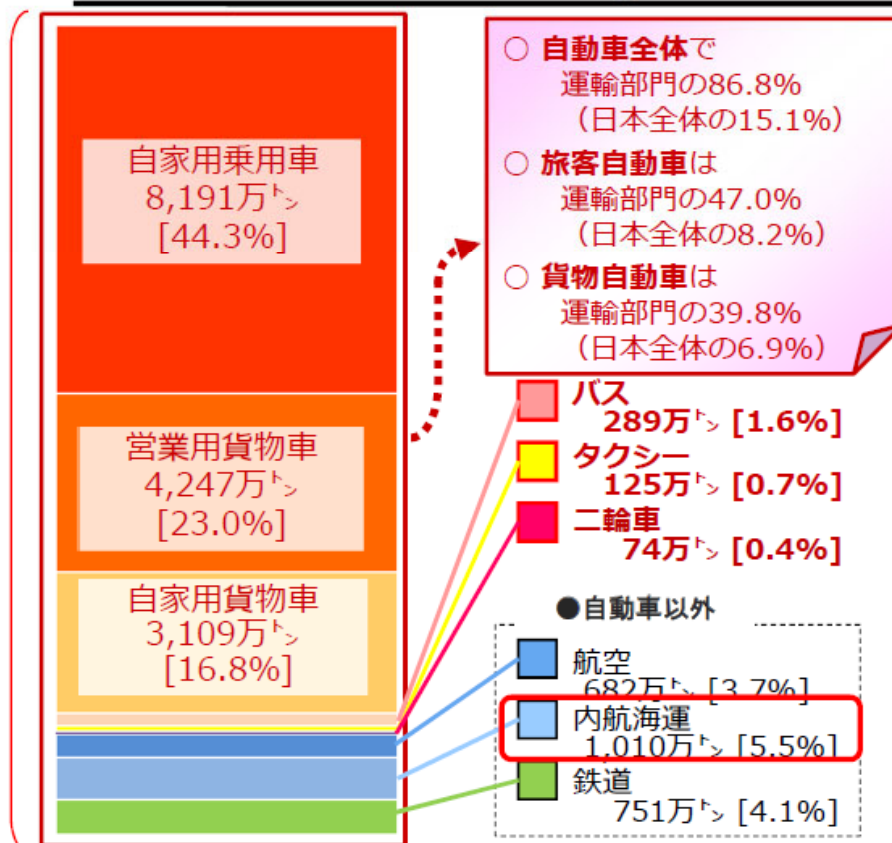
カーボンニュートラルの技術動向

- 2021年度における日本のCO₂排出量（10億6,400万トン）のうち、運輸部門からの排出量は1億8,500万トン（17.4%）
- **内航海運**からの排出量は、**運輸部門の5.5%**を占め、**日本全体の0.95%**

我が国の各部門におけるCO₂排出量



運輸部門におけるCO₂排出量



※ 端数処理の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。
 ※ 電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量は、それぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分。
 ※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2021年度）確報値」より国交省環境政策課作成。
 ※ 二輪車は2015年度確報値までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度確報値から独立項目として運輸部門に算定。

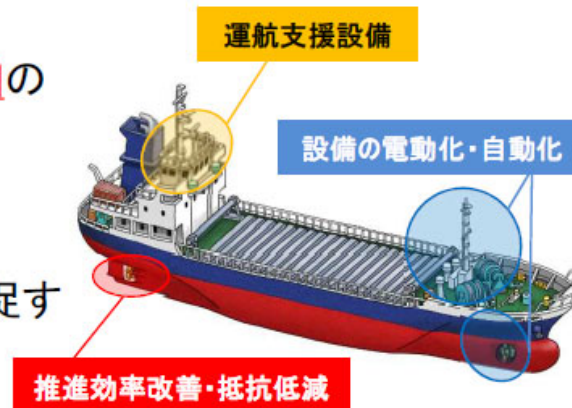
- 地球温暖化対策計画に掲げられた2030年度のCO₂排出削減目標の達成（更なる省エネの追求）と我が国の2050年カーボンニュートラルへの貢献（先進的な取り組みの支援）に向けた取組

内航海運のCO₂排出削減目標 ※地球温暖化対策計画における目標

- ✓ 令和3年10月に改訂された地球温暖化対策計画における内航海運の2030年度のCO₂排出削減目標：
181万トン（2013年度比で約17%削減、排出量1083万トン→902万トン）

2030年度目標達成のための更なる省エネの取組

- ✓ 更なる省エネを追求した船舶の開発・普及
- ✓ バイオ燃料の活用等の省エネ・省CO₂の取組
- ✓ 荷主等に省エネ船の選択を促す 燃費性能の見える化の更なる活用を促進



更なる省エネを追求した船舶イメージ
(連携型省エネ船※)

※荷主・オペレーター等と連携し、省エネ設備や運航支援技術等を活用して、当該船舶の使用や運航形態に応じて効率的な運航・省エネを追求する船舶

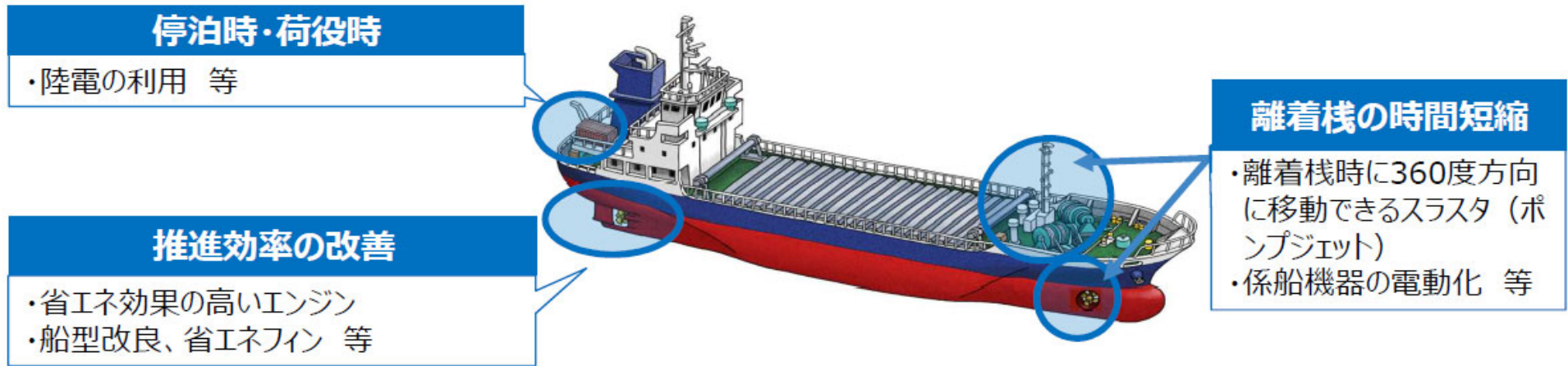
2050年に向けた先進的な取組

- ✓ LNG燃料船、水素FC※船、バッテリー船等の実証・導入
- ✓ 水素燃料船、アンモニア燃料船の開発・実証

※Fuel Cell(燃料電池)



水素FC船の開発・実証事業イメージ



①連携型省エネ船のモデル船の開発

◆ 搭載機器・システム等を例示した**連携型省エネ船のモデル船を開発**（代表的な船種・大きさ4～5種類程度）

（進捗） 令和5年3月30日にとりまとめ公表

- ・「連携型省エネ船開発・普及に向けた検討会」を開催
- ・とりまとめにおいて連携型省エネ船のコンセプトを提示（一般貨物船、タンカー、749GTセメント船、5,000GTセメント船、長距離フェリー、RORO船、中小型旅客船）

②連携型省エネ船の建造・普及支援

◆ 連携型省エネ船の**建造コストの上昇分の一部を補助**

（進捗） 令和5年度～

- ・エネ庁エネ特予算等により連携型省エネ船の**建造コスト増加分の一部を補助**

◆ **JRTTの船舶共有建造制度**における金利優遇への組み込みを検討

（進捗） 令和5年度は既存制度の活用、令和6年度からの新制度を検討

- ・令和5年度は、既存の政策要件である先進二酸化炭素低減船等の枠を活用
- ・令和6年度から連携型省エネ船として位置付ける方向で検討中

JRTTの取り組み ～ 連携型省エネ船の普及 令和6年度JRTT制度改正（連携型省エネ船）

※令和6年4月1日から制度適用

【現行】

【改正案】

政策要件	金利の軽減	政策要件	金利の軽減
<p>先進二酸化炭素低減化船</p> <p>推進効率の改善によるCO2低減率が16%以上であることを、水槽試験により確認した船舶</p>	▲0.3%	<p>先進二酸化炭素低減化船</p> <p>推進効率の改善、離着棧・停泊・荷役時における取組その他の省エネ対策の合計のCO2低減率が18%以上であることを、水槽試験や技術データ等により確認した船舶</p>	▲0.3%

※「連携型省エネ船」への対応として、CO2低減率の要件を16%から18%に深掘りするとともに、新たに(a)離着棧・停泊・荷役時における取組み、(b)推進効率の改善の取組み(従来の先進CO2低減対策に加えて、「低摩擦塗料」を追加)、をCO2削減効果として合算できるように変更。

※「先進二酸化炭素低減化船」を取得し易くするため、CO2低減率の計算・確認方法について、これまでの水槽試験での確認に加え、「技術データ等」(水槽試験の代替手法)としてシミュレーション・プログラム計算を追加。

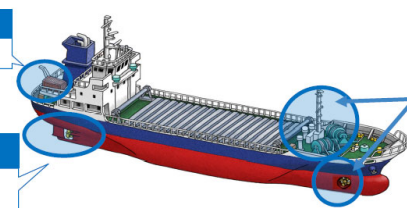
連携型省エネ船について 国土交通省

- 連携型省エネ船は、荷主・オペレーター・船主・造船事業者等が連携し、航海・離着棧・停泊・荷役等の船の運航全体で、省エネ・省CO2に取り組む船舶
 - (例) ・船型改良等による省エネの追求
 - ・離着棧設備や荷役設備の電動化・自動化(離着棧や荷役の時間を短縮し、運航時間に充てる)
 - ・停泊時や荷役時における陸の電力供給(陸電)の利用
- 令和5(2023)年3月に、連携型省エネ船の設計コンセプトを取りまとめ・公表

<一般貨物船の例>

停泊時・荷役時

・陸電の利用 等



離着棧の時間短縮

・離着棧時に360度方向に移動できるスラスト(ポンプジェット)
・係船機器の電動化 等

↓

連携型省エネ船を普及させることにより、
地球温暖化対策計画の2030年度CO₂排出削減目標を達成

JR TTの取り組み ～ バイオ燃料の活用

「内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用の連絡協議会」の発足

掲載HPアドレス（プレスリリース）：https://www.jr-tt.go.jp/corporate/public_relations/pdf/20230831_haisyokuyu.pdf

□ 概要

- 既存船における省エネ・省CO2の取り組みの一つとしてバイオ燃料の活用可能性が注目されています。
- 家庭やレストラン、食堂から回収された使用済みてんぷら油などの廃食油を原料として、自動車などで利用できるバイオディーゼル燃料を製造する取り組みが注目されておりますが、内航船からの廃食油については、現在は廃棄されることがほとんどです。
- このため、内航海運分野において、廃食油回収の促進とバイオ燃料活用の拡大によるカーボンニュートラルの推進を図ることを目的に、内航総連、旅客船協会、全油連（全国油脂事業協同組合連合会）及びJR TTは、「内航船の廃食油回収・バイオ燃料活用の連絡協議会」（以下「連絡協議会」という。）を8/31に発足しました（第1回連絡協議会から日本舶用工業会も参加）。
- 連絡協議会では、オブザーバーとして国土交通省海事局が、また、調査協力者として豊田通商・ダイセキ環境ソリューションの参画も得て、内航船の実態調査を実施し、廃食油回収の事業者ガイドラインの策定等の取り組みを行います。



労働環境改善の技術動向



JRTT

海上における通信環境の向上のための取組み

JRTTの調査計画

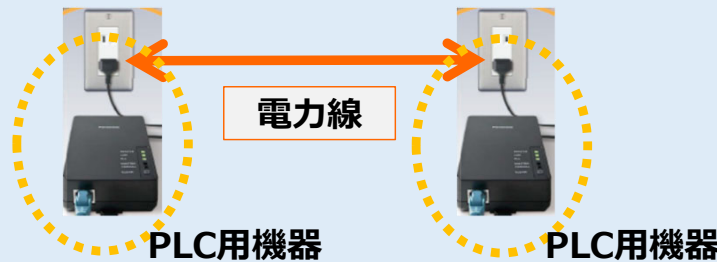
□ 概要（船内及び船陸間通信環境の整備に関する調査）

- 内航海運では、通信が途絶する場合がある等の課題があり、これを改善すべく、次の調査を実施中。
 - 2022年度 : 船内通信環境整備に関する調査（電力線通信：PLC）
 - 2022～24年度 : 船陸間通信環境整備に関する調査（SIMルーター・スマートフォン、低軌道衛星）

船内通信環境整備に関する調査

□ 現状

- 新造船では、船内LANを整備する事例が増加。
- 既存船では、仮に追加で船内LANを整備する場合には、大掛かりな配線工事が必要。
- 追加配線が不要な通信技術である電力線通信（PLC）が、2021年6月から鋼船での利用が解禁。



□ 調査内容

- 内航船にPLCを設置し、通信速度、接続状況、IoTデバイスからの大容量データ（映像データ等）の利用等を調査し、従来の船内LANによる通信環境と比較。

船陸間通信環境整備に関する調査

□ 現状

- 携帯回線（4G）は、広く普及しているが、海上では途切れやすいことが課題。
- 5Gは海上での活用は不向き。
- 衛星通信は、海上を広くカバーしているが、通信費が高価・通信速度が低速なことが課題。



□ 調査内容

- 内航船に携帯回線の通信機器を設置し、日本周辺海域の電波状況、通信速度、接続状況等を調査し、アンテナ付きルータ等の各種通信機器との性能を比較。

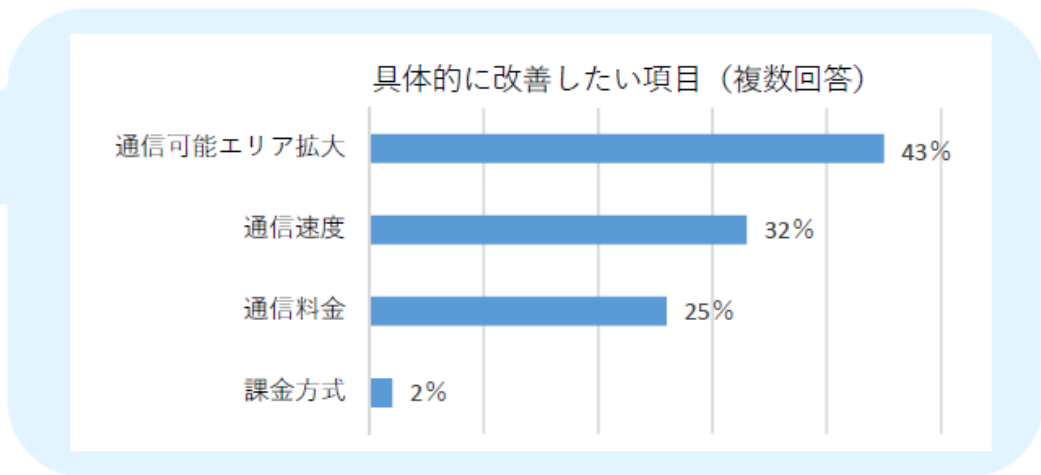
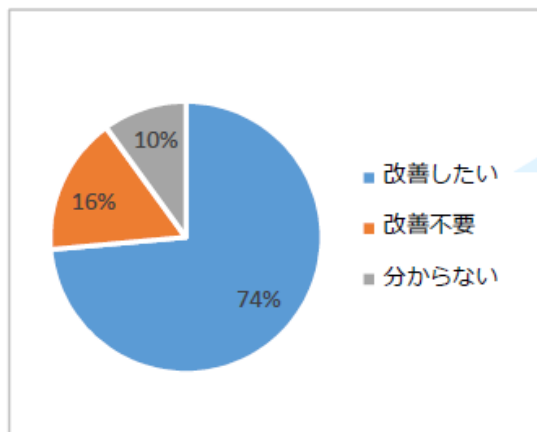
事業者・船員に対する国交省アンケートの結果

出展：国土交通省HP

「洋上通信の利用に関するアンケート」調査結果の公表

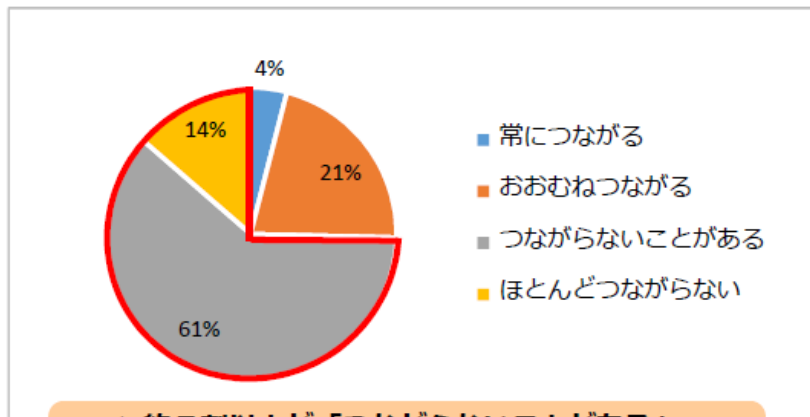
事業者

3. 船内のインターネット環境について



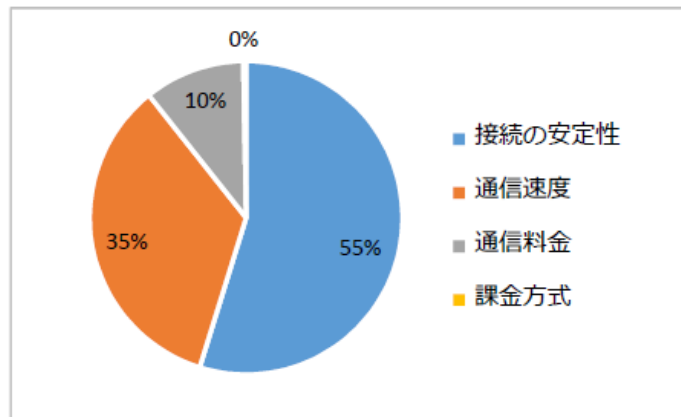
船員

2. 現在乗っている船舶におけるスマートフォンの通信状況

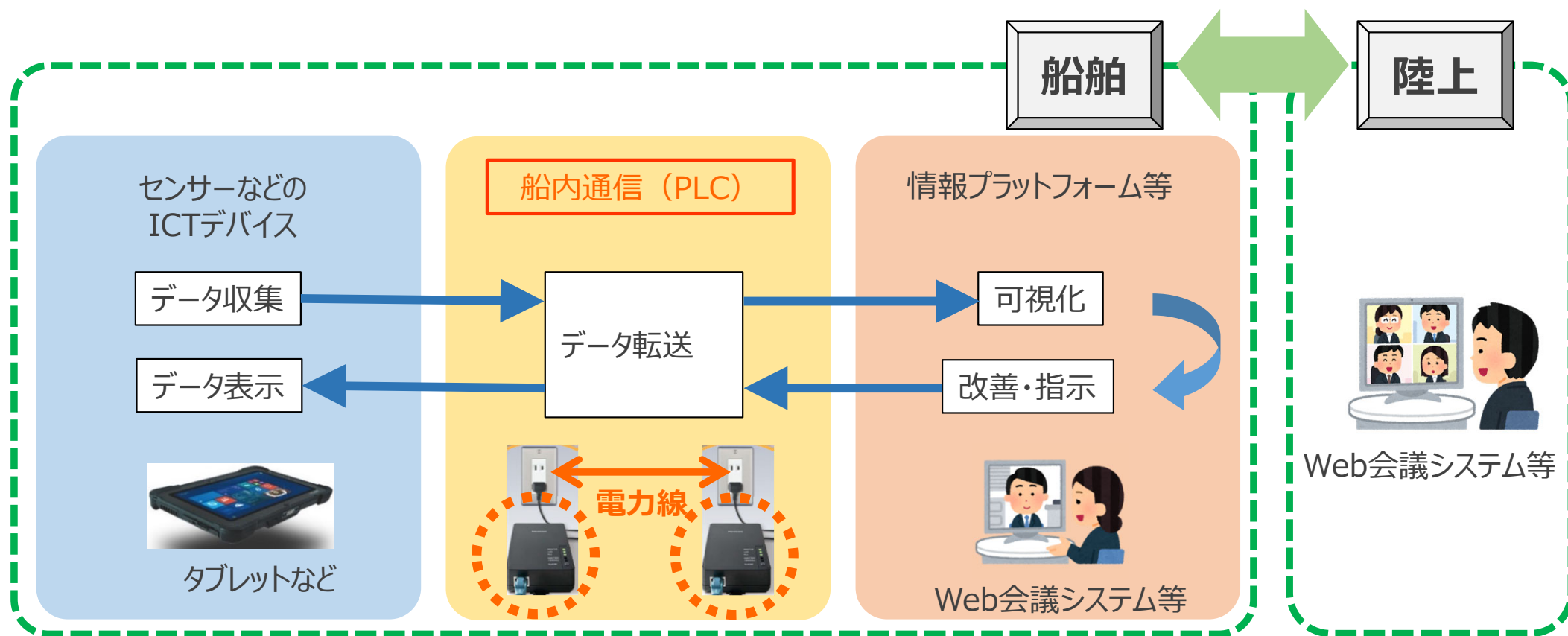


→ 約7割以上が「つながらないことがある」、または「ほとんどつながらない」と回答

3. インターネットを利用するにあたって、最も重視すること



- 船内LAN（通信用ケーブル及びwifi）が構築済の内航船に、PLC機器を追加で設置し、実船にて電力線による試験通信を行う。
- 電力線による通信（PLC）によるデータ通信の速度等を測定するとともに、これらPLCによる測定結果と既存の船内LANによる通信の速度等の結果を比較し、電力線による通信の能力の程度を明らかにする。



【使用船舶】

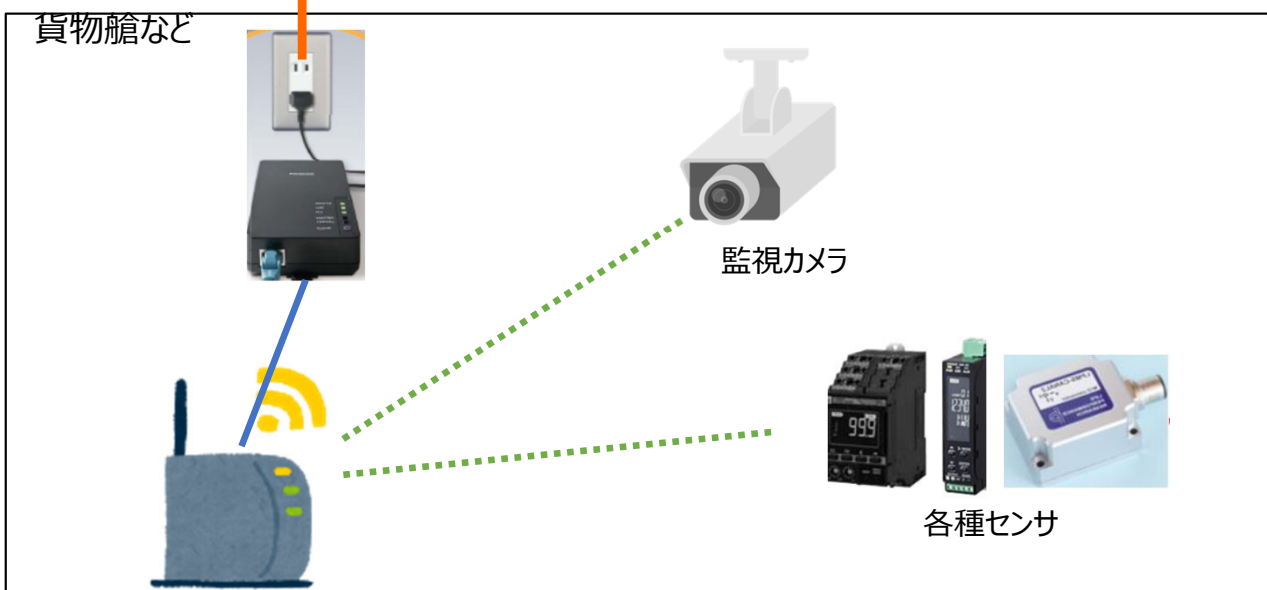
総トン数：499トン

船種：一般貨物船

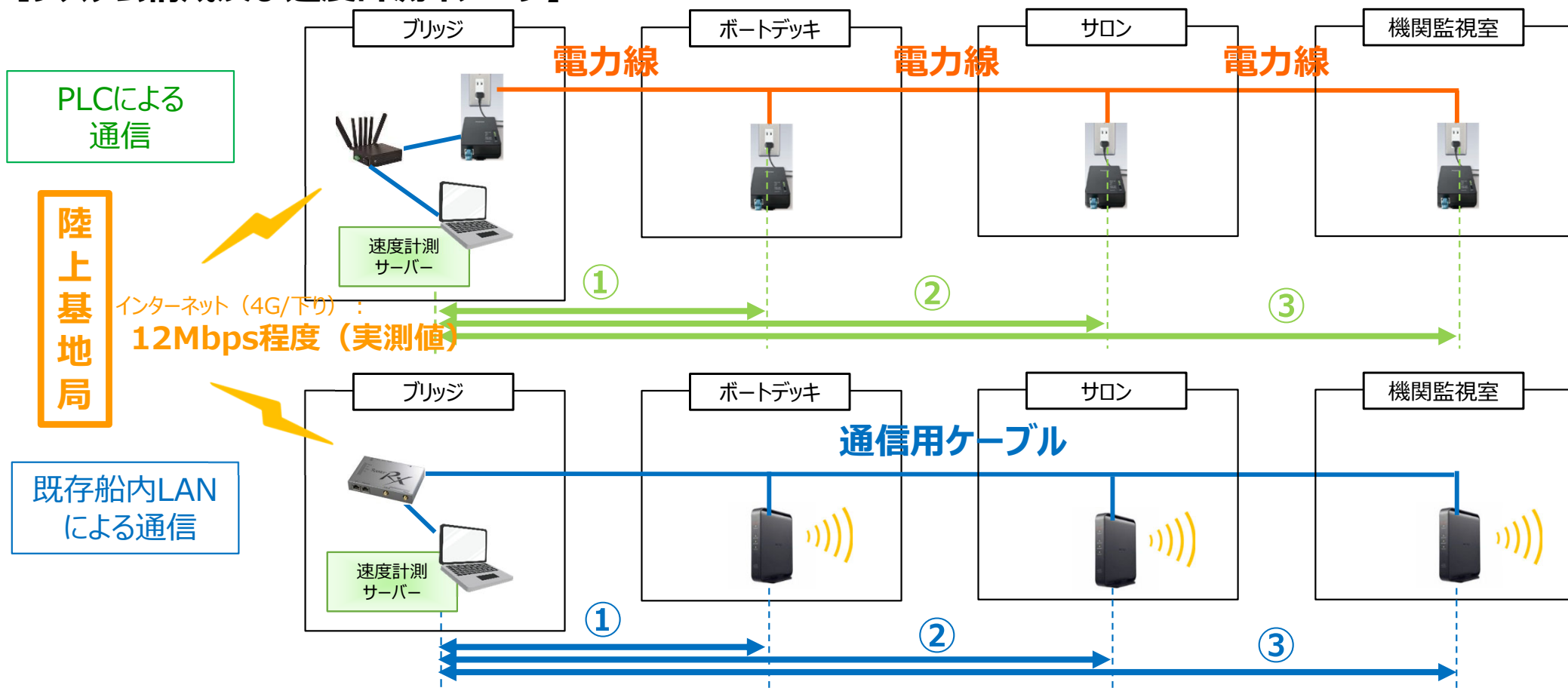
※既設の船内LANあり



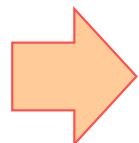
本調査のため、電力線を活用した船内通信網を別途構築



【システム構成及び速度計測イメージ】



- ✓ PLCは、陸上基地局との間のインターネット（4Gの場合、12Mbps程度（実測値）よりも速い。
- ✓ ただし、PLCは、右表のとおり、船内LAN（通信用ケーブル）と比較して、明らかに遅いことに留意。



PLCは、船内通信技術として、十分な通信能力を有している。

(単位 : Mbps)

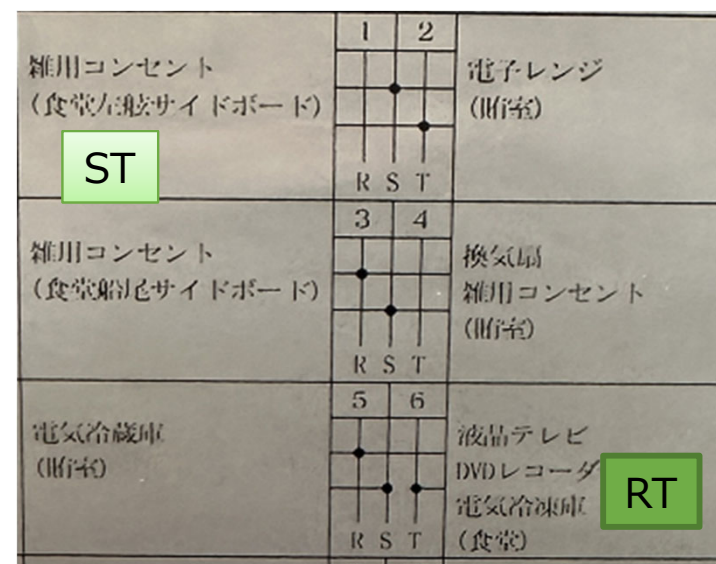
速度計測サーバーから以下の位置までの速度比較	PLC	船内LAN
ポートデッキ	16.9 (①)	888 (①)
サロン	25.2 (②)	842 (②)
機関監視室	26.3 (③)	178 (③)

- PLCにおいては、基本的には、同じ「相」の間で接続することが望ましいが、異なる「相」の間で接続したとしても、数値データなどの容量が小さいデータ群を送受信するIoTデバイスであれば、十分に活用できるレベルの送受信能力を有している。
- 同じ「相」の間での通信は、速度のバラツキが少なく、安定した速度が出ている。
- 異なる「相」の間での通信は、約半分の速度になっている。(ただし、この場合において通信エラーは生じなかった。)

速度計測の結果 (単位 : Mbps)

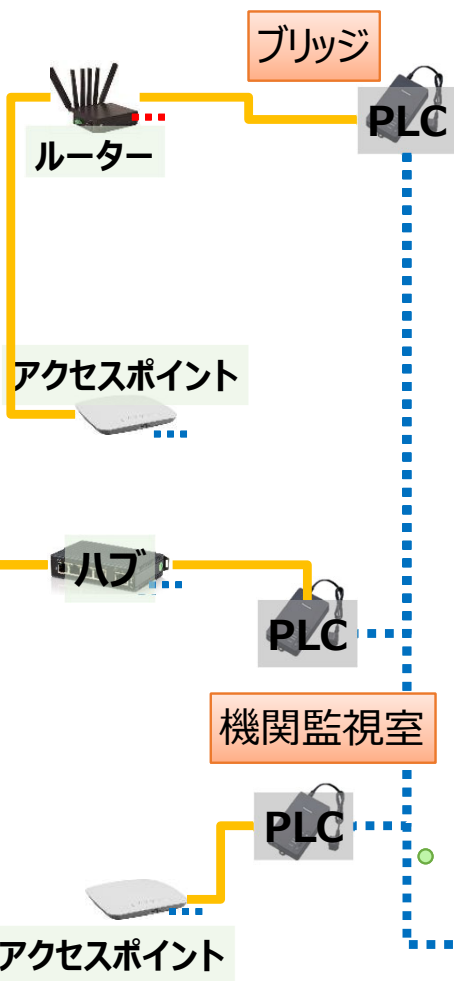
測定箇所	相	速度
ブリッジ左舷	ST	10.0
船長室	ST	10.6
一等機関士室	RS	5.25
サロン	ST	9.42
	RT	4.51
機関監視室	ST	12.1
	RS	5.76
船首ストア	ST	7.55
	RT	2.20

【イメージ】 船内の結線図 (簡略版)



⋯ AC100V
 — 既設の通信用ケーブル
 — 新設の通信用ケーブル

工事がしやすければ、通信用ケーブルを敷設



事前に検討しておきたい項目

【なぜPLCを活用するのか？】

- 通信用ケーブルが敷設しにくい場所への対処
- 水密や防火措置への配慮が必要な場所での工事回避

【送受信データの量は、どの程度か？】

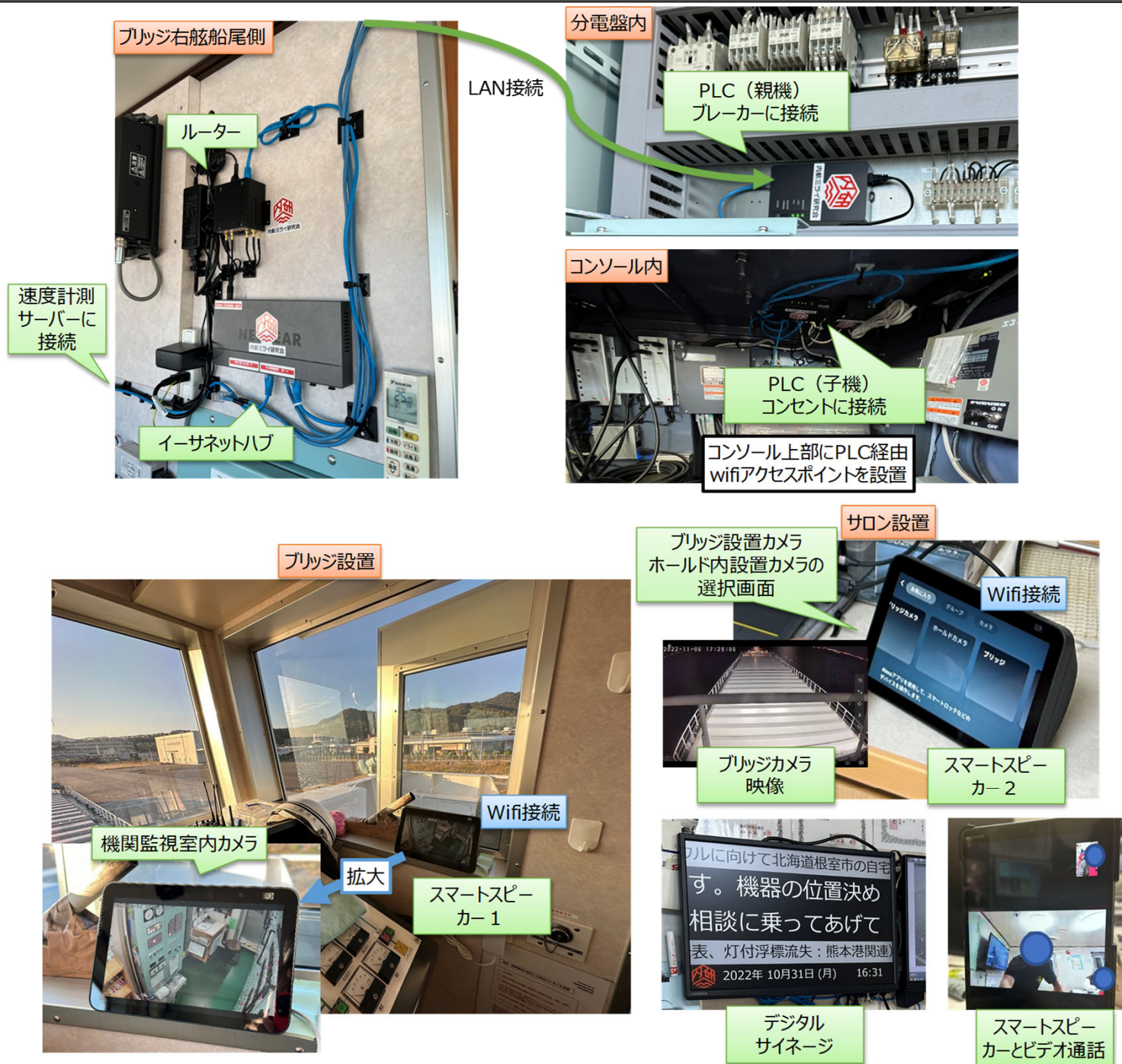
- 大容量データの送受信を必要とするシステム等は接続しない

敷設工事の難易度が高い場所への対処

拠点間はPLCで、その先は通信用ケーブルで、接続

JR TT技術調査 ~ 船内通信環境整備に関する調査 (PLC)

各機器の設置例



掲載HPアドレス（技術調査）：<https://www.jr tt.go.jp/ship/technology/report.html>

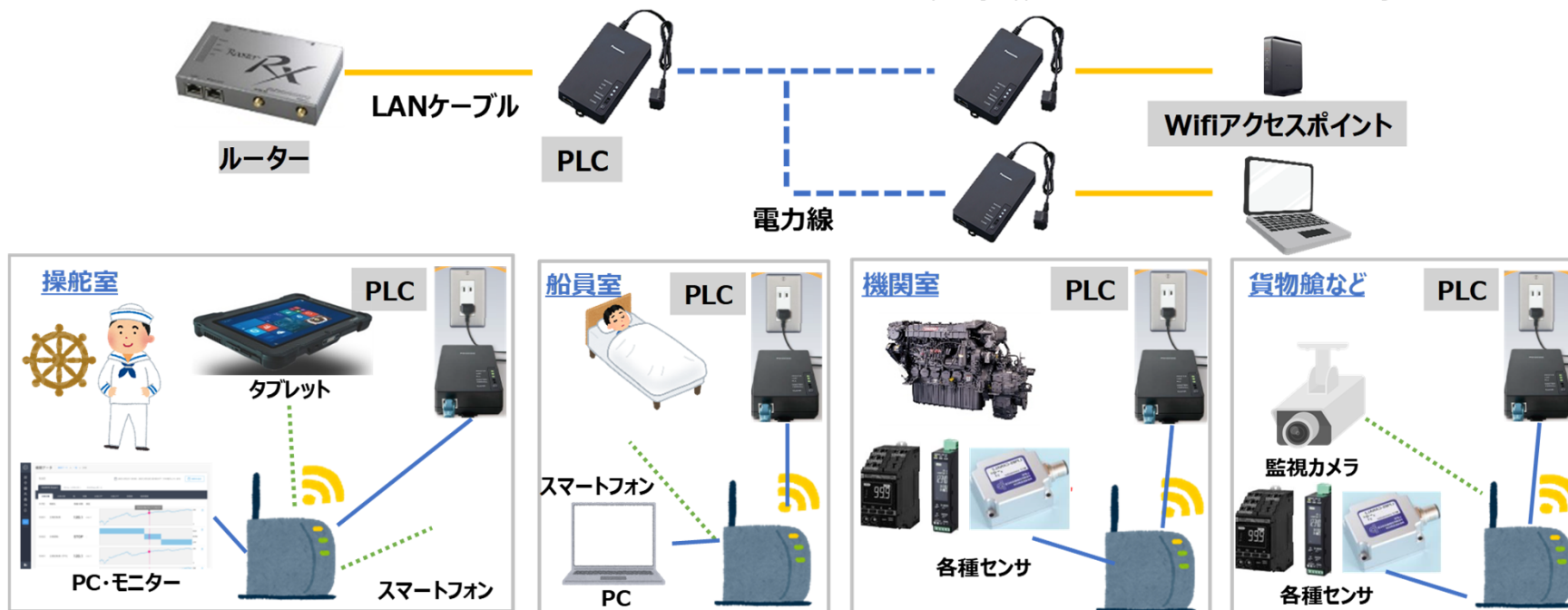
□ 概要

- 船内LANが敷設されていない既存船舶で船内通信を構築するには費用や規則など多くの課題がある。
- 2021年6月、規制緩和により船舶での電力線通信（PLC）の利用が解禁され、船内での実用性の確認が出来れば大掛かりな工事は不要になるため、内航貨物船でのPLCの活用方法の調査を実施。

□ 調査内容と結果

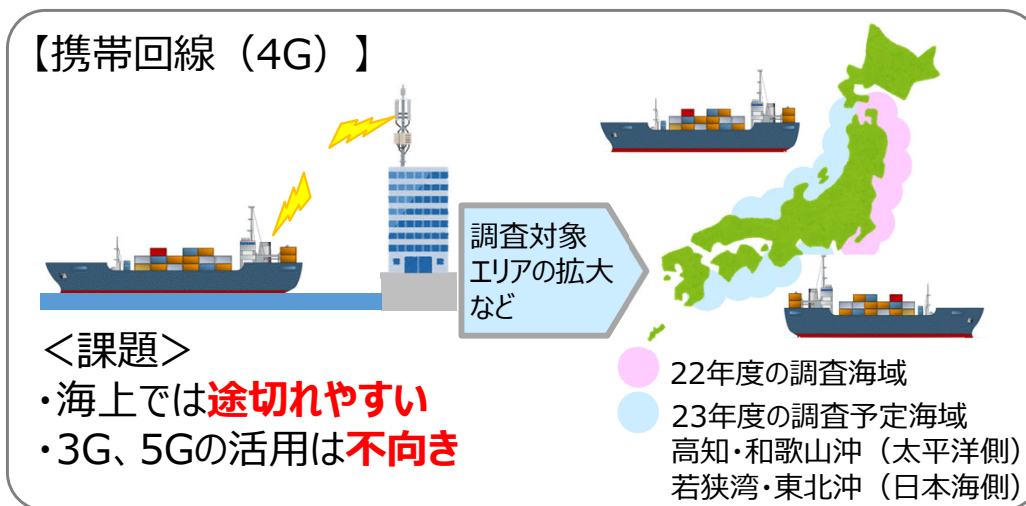
- 内航貨物船にPLCを設置し、従来のLANケーブルと比較した①通信速度、②接続状況等を調査。
 - ①通信速度：PLCは、LANケーブルより劣るが無線LANと同等な速度があることを確認。
 - ②接続状況：PLCも、スピーカー音声、カメラ画像等の大容量通信も不具合なく安定してることを確認。

※PLC：Power Line Communication。電力線に通信信号をのせて通信を行う技術。陸上では、2000年頃に家庭向けに製品化。



PLCを活用した船内通信環境システムの構成（上）と船内通信の利用イメージ（下）

- 22年度では、調査海域を関東・東北・北海道の太平洋沖を対象に、外部アンテナ付きルータ、マルチSIMルータ、スマートフォンを設置し、陸上からの通信状況（電波受信の場所と速度）を調査。
- 23年度では、調査海域を拡大し、高知・和歌山沖（太平洋側）、若狭湾・富山東北沖（日本海側）等を調査。また、通信範囲・速度を、航行区域（沿海区域）・通信会社が開示する電波範囲とともに地図上に表示するとともに、海運事業者が自社で通信状況のデータを取得・共有化できる手法を調査（市販アプリの活用等）。



① NEC製 4GシングルSIM搭載ルータ EA01A
ルータ (NEC独自設計のアンテナ内蔵)



② NEC製 4GシングルSIM搭載ルータ
外部アンテナ付きルータ



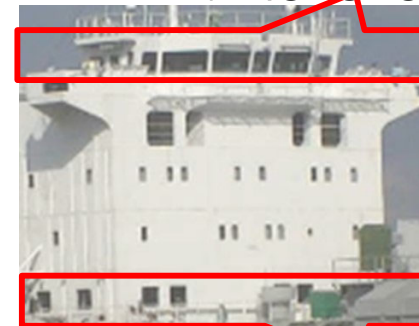
③ PePlink製 デュアルSIM搭載ルータ
マルチSIMルータ



④ スマートフォン Asus Zenphone 5



□ 航海船橋甲板 (操舵室内)
ルータ×3種 (①、②、③)



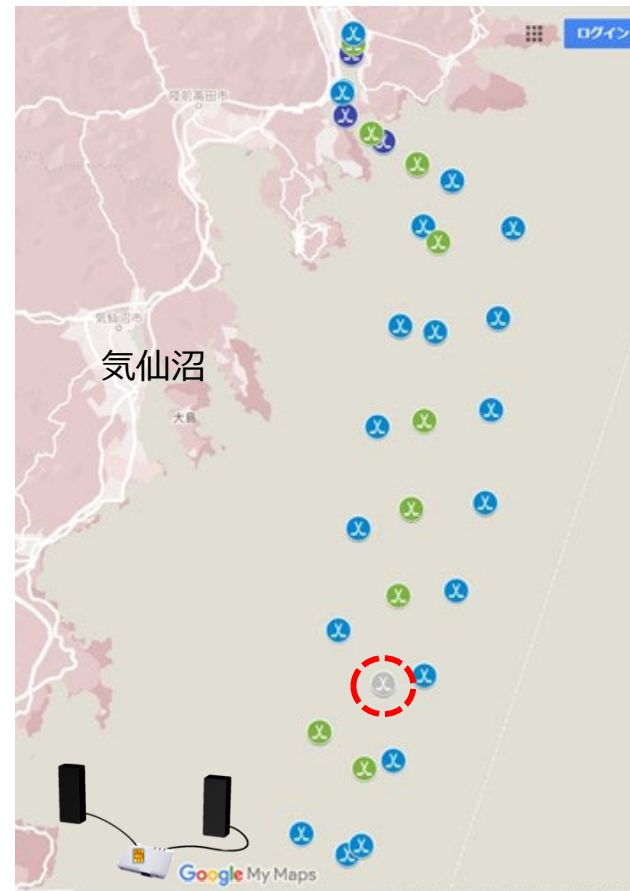
□ 船尾楼甲板 (娯楽室内)
スマートフォン×1式 (④)

気仙沼市沖合



① ルータ (内臓アンテナ)

② 外部アンテナ付キルータ

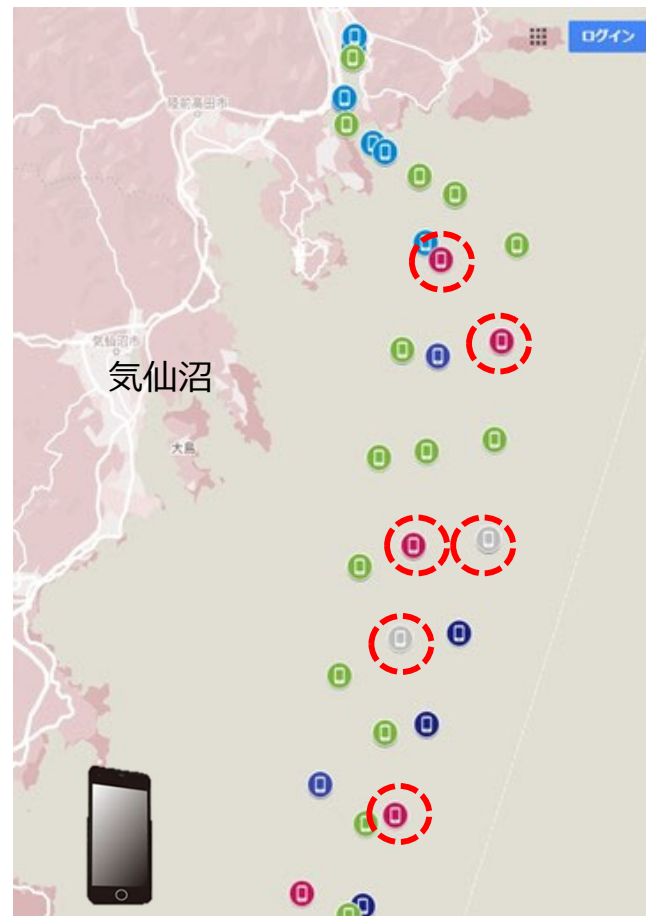
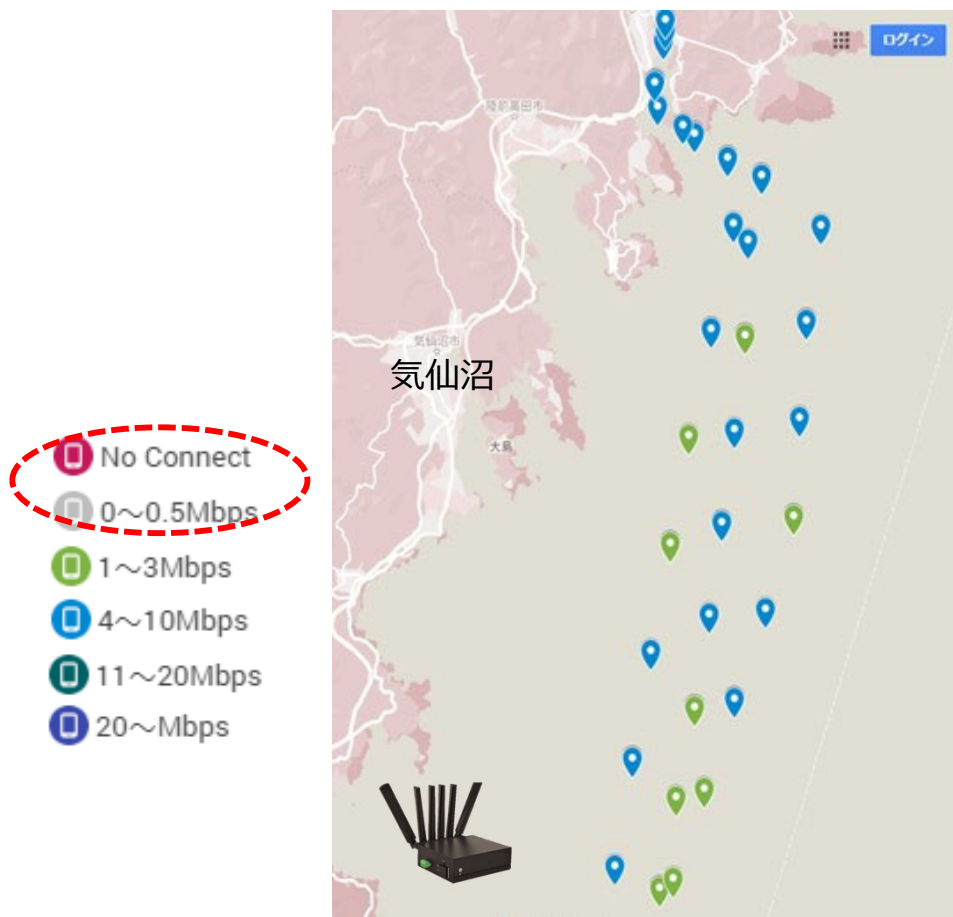


気仙沼市沖合

10マイル (18.5Km)
←→

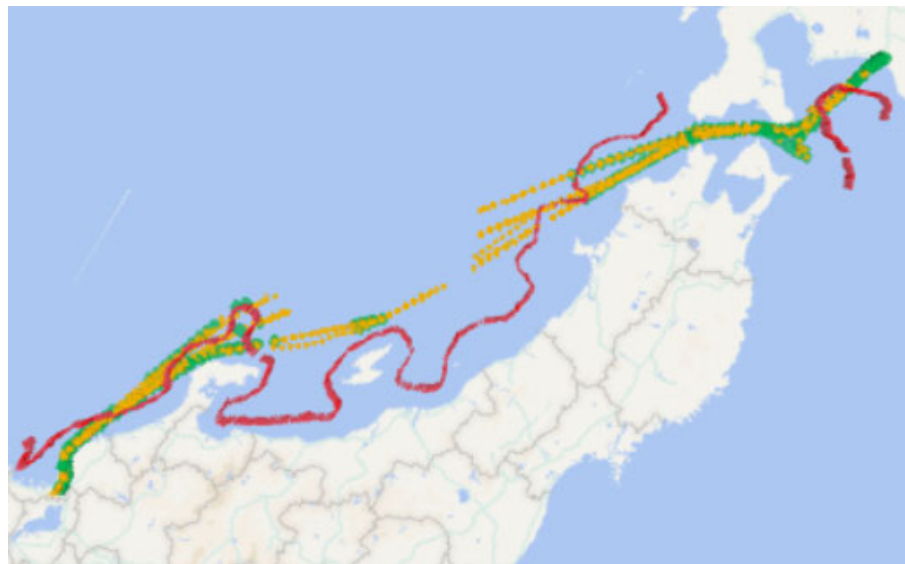
③ マルチSIMルータ

④ スマートフォン

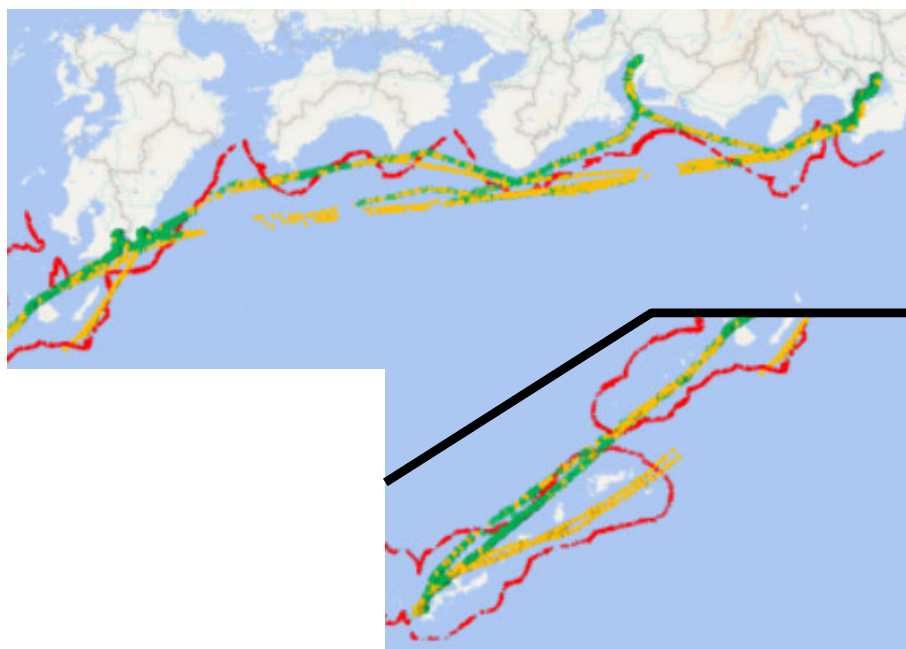


各種のルータ (①、②、③) は、陸上から離れた場所でも、比較的接続が維持されているが、
④スマートフォンは、連続的に途絶する海域がある。

日本海側



太平洋側
沖縄周辺



- : スマートフォン
- : マルチSIMルータ
- : 使用携帯回線の通信会社が開示する通信範囲

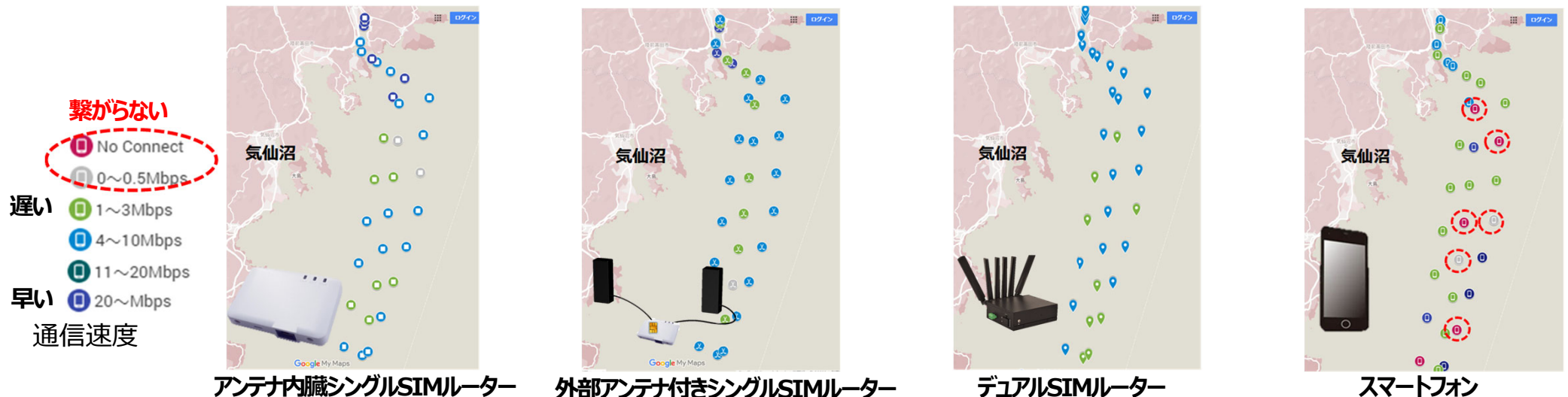
掲載HPアドレス (技術調査) : <https://www.jrtt.go.jp/ship/technology/report.html>

□ 概要

- 船陸間通信インフラとして利用されている静止衛星通信は、現状は非常に高価かつ低速度であるため、容易に利用可能な携帯回線を最大限利用しつつ、内航船における通信環境の改善を図る調査を実施。

□ 調査内容と結果

- 携帯回線利用の4つの通信機器について陸上からの通信距離・通信速度の比較を調査。
 - ① アンテナ内臓シングルSIMルーターでは、10Mbpsの通信速度がでたが、一部海域で通信が繋がらない・通信が繋がっても速度が1Mbps以下となる結果となった。
 - ② 外部アンテナ付きシングルSIMルーターでは、①よりも通信速度・距離が確保できたが、一部海域で通信が繋がっても速度が1Mbps以下となる結果となった。
 - ③ デュアルSIMルーターでは、①②よりも通信速度・距離が確保できた。また、調査海域では通信が途切れる・通信が繋がっても速度が1Mbps以下となることは発生しなかった。
 - ④ スマートフォンでは、①②③より、通信速度・距離は低下し、通信が途切れることも確認された。



各通信機器による陸上からの通信距離・通信速度の比較



JR TT

JR TT内航ラボ・船陸間通信環境整備に関する調査（低軌道衛星）

概要

- 24年度からの技術調査での開始を予定していたが、23年7月から一部海域での低軌道衛星通信サービスが提供開始となることを踏まえ、通信会社が実施する通信状況の実船調査に協力（調査結果はJR TTのHPで公表）。
- 通信状況とあわせて、携帯通信と低軌道衛星通信の利用の最適な使い分け、キャッシュレス決済などの船陸間通信の活用の調査予定。

【衛星通信】



内航ラボ化

<静止衛星通信の課題>

- ・通信費が**高価**
- ・通信速度が**低速**

- 低軌道衛星通信の通信会社が実施する実船調査に協力
 - ・ Starlinkは23年7月から12海里以内のサービスを開始
 - ・ OneWebは年度末にサービス開始予定



洋上におけるStarlink活用

高速・大容量・低遅延インターネットアクセスの提供によるさまざまなメリットがあることから、多くの引き合いが寄せられています。

ユーザー	メリット	検討/対応事項
乗組員 乗客	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 乗組員：船内通信環境改善による職場満足度向上 ◆ 乗客：船内通信環境開放による旅客向けサービス満足度向上 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 乗組員の安全確保への対応 <ul style="list-style-type: none"> → 適切なネット利用管理 ◆ 乗客へのサービス提供仕様検討 <ul style="list-style-type: none"> → 有償/無償の検討（課金システム） → 適切な利用管理システムの検討
船社	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 船陸間通信強化による運航・業務支援 ◆ 乗組員の労務管理改善 → 船員法対応 ◆ 乗組員の福利厚生向上 → 乗組員確保 ◆ 運航効率向上への新規施策導入 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ サイバーセキュリティ対策の検討 ◆ 遠隔運航・業務支援施策の検討 ◆ 労務管理システム導入検討
船用メーカー	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 船用機器/システムのモニタリング実現 <ul style="list-style-type: none"> → 故障予知 → リカーリングビジネスモデル化 → 製品開発へのフィードバック 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ モニタリングシステム開発検討 ◆ 船社⇄メーカー間のモデル検討

KDDI

© KDDI Corporation. All rights reserved.

16

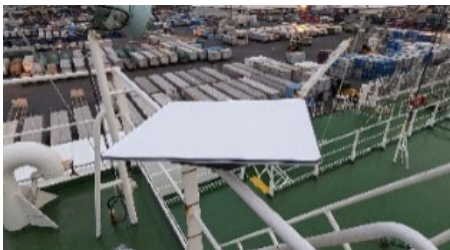
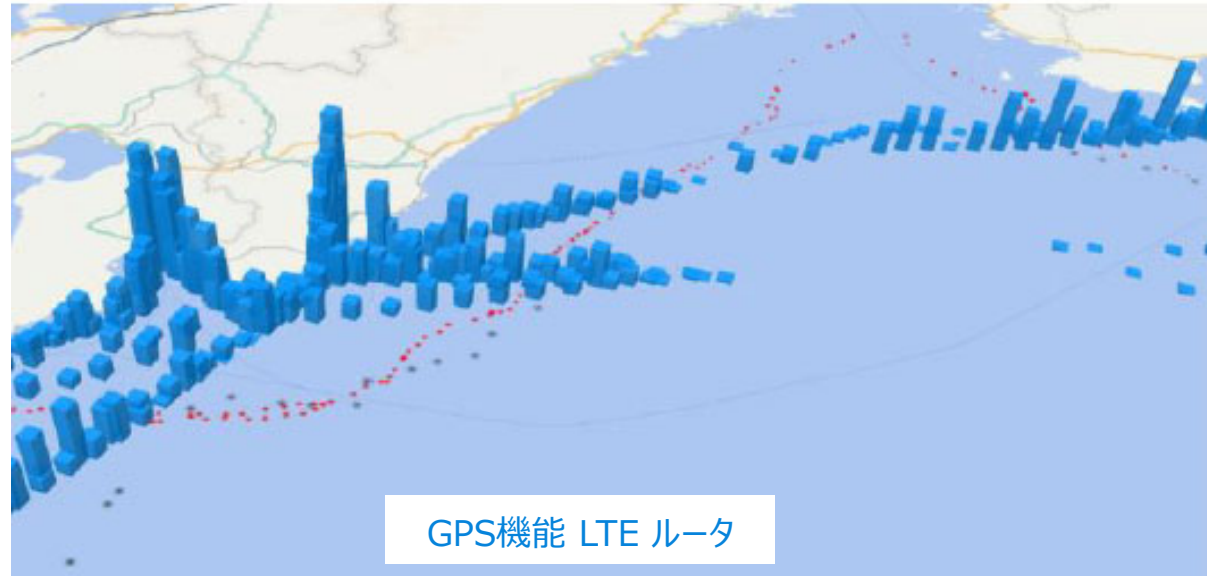


JR TT

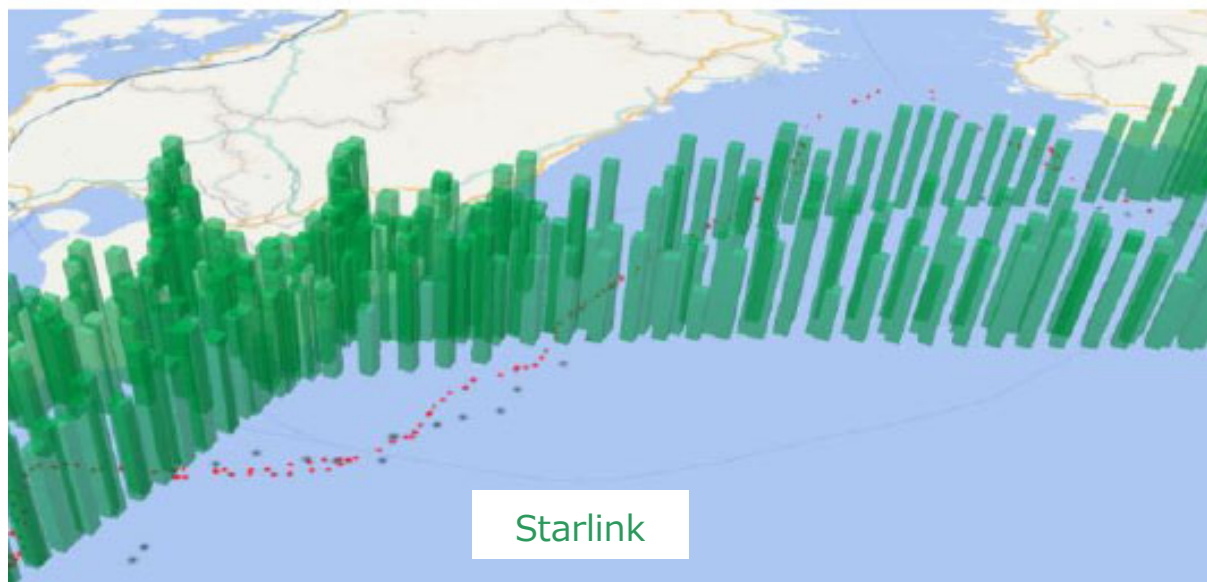
JR TT内航ラボ・船陸間通信環境整備に関する調査（低軌道衛星） 調査結果

- 携帯回線が届かない海域でも、低軌道衛星を活用することにより十分な船陸間通信環境が確保。
- 詳細な調査結果は、4月以降にJR TTのHPで公開予定。

通信速度計測結果（速報）
～九州・四国沖～



Starlinkアンテナ
[Flat-High Performance]



—：調査に使用した携帯回線の通信会社が開示する通信範囲

ご清聴ありがとうございました

技術調査に関する
ご相談

共有船舶建造支援部 技術企画課

TEL 045(222)9124 / FAX 045(222)9150

技術支援に関する
ご相談

共有船舶建造支援部 技術支援課

TEL 045(222)9123 / FAX 045(222)9150

共有船の建造に関する
ご相談

共有船舶建造支援部 建造促進課

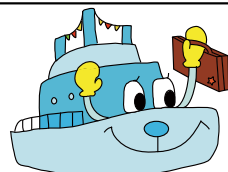
TEL 045(222)9138 / FAX 045(222)9150

鉄道・運輸機構ホームページ（船舶建造）

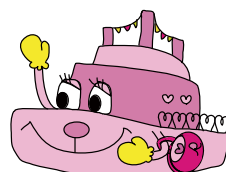
URL: <https://www.jr-tt.go.jp/ship/>



←HPはこちらから



船旅王子



離島航路姫