



明日を担う
交通ネットワークづくりに貢献します。

内航D X ・ G Xの基盤となる 船内・船陸間の通信技術の紹介

令和5年4月

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

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

□ はじめに

□ 海上における通信環境の向上のための取組み

□ 船内通信

□ 船陸間通信

□ おわりに

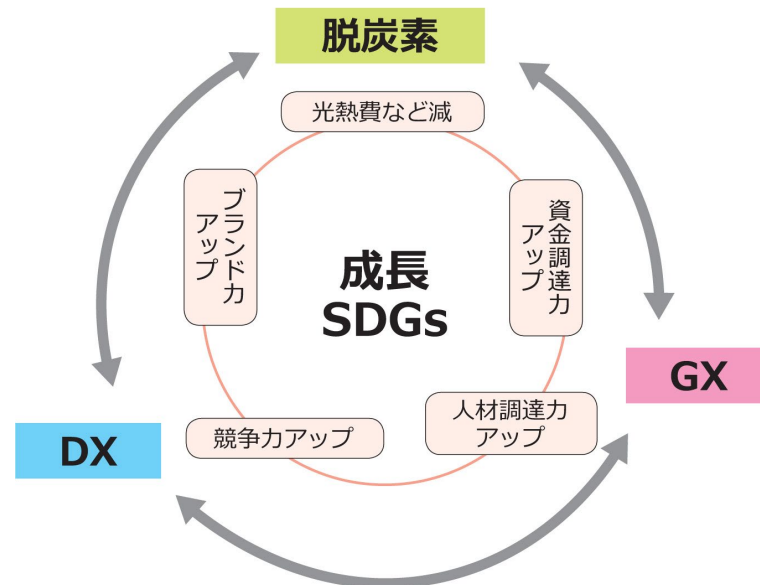
□ DX・GXとは

- DX デジタルトランスフォーメーション : デジタル技術による産業転換
- GX グリーントランスフォーメーション : 持続可能な社会を実現するエネルギー転換
- DXとGXの連鎖による産業の発展

□ 内航DX・GXとは

- SDGsな内航船 → 人・社会・環境にやさしい船舶・海上物流の実現
- 内航DX・GXの基盤とは？ → 海上での通信環境（本日のご説明内容）

CN・DX・GX 好循環の連鎖



海上における通信環境の向上のための取組み

- ✓ 海上においては、途絶する場合がある等、通信環境が悪く、陸上に比べ著しく劣後していることから、陸上で活用されている高機能な情報通信技術 (ICT) やアプリケーションを有効活用することができず、結果として、DXやGXといった取組が進みにくい環境にある。
- ✓ 最近の通信技術においては、(1) 電力線による通信 (PLC*) が解禁になったこと、(2) 遠距離でも通信の送受信性能が高い機器が存在すること、さらには、(3) 低軌道衛星による通信環境が整いつつあること、等の状況の変化を踏まえ、これら新たな情報通信技術を生かし、海上における通信環境の向上のための取組 (技術調査) を進めている。

* Power Line Communication 2021年6月、鋼船での使用解禁

【 船内通信 】

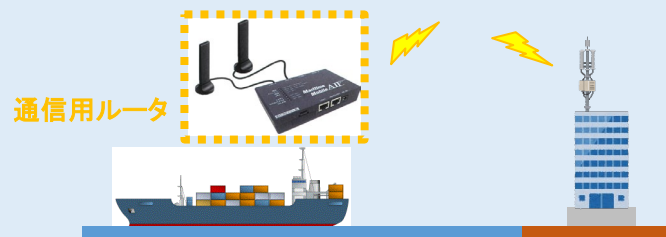
(1) 電力線による通信 (PLC)



**2022年度
調査実施**

【 船陸間通信 】

(2) 携帯用電波による通信

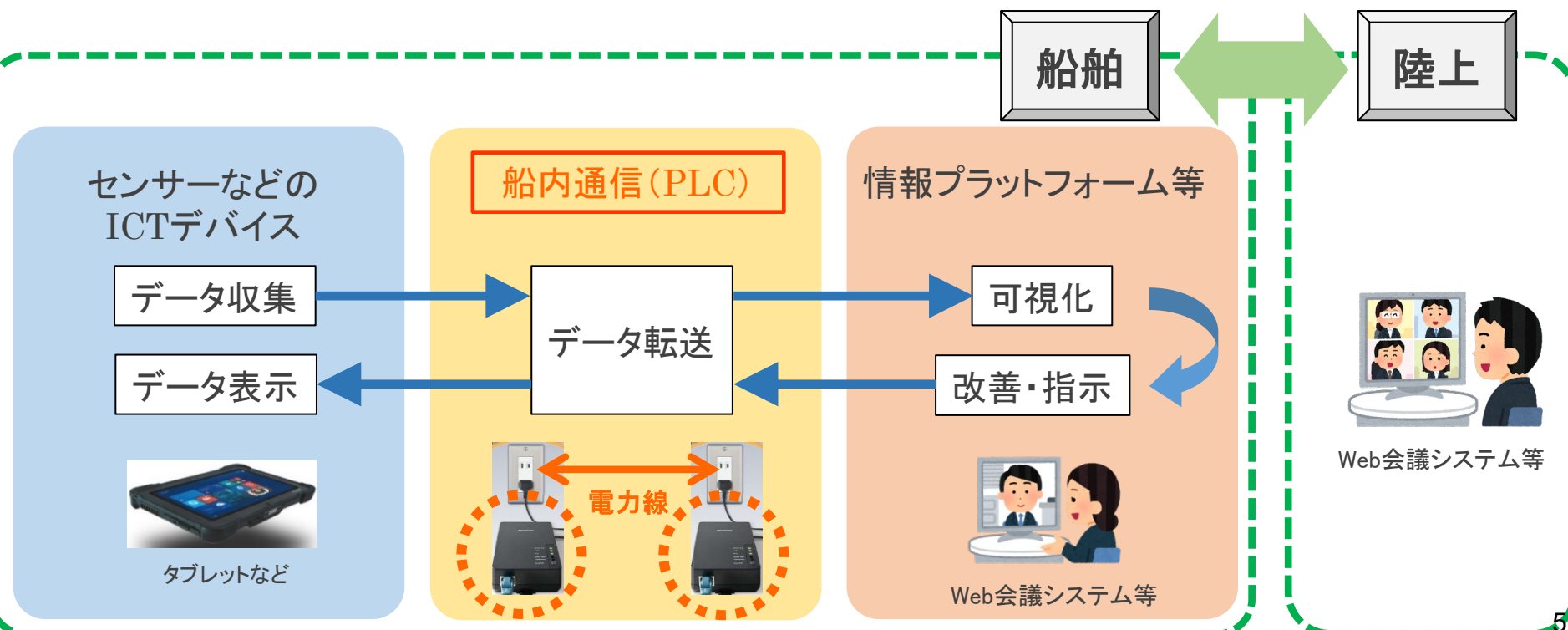


**2022年度
調査実施**

(3) 低軌道衛星による通信

2024年度以降
調査予定

- ✓ 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。



【船内通信】 電力線による通信(PLC)

PLC技術を活用した船内の情報通信網の構築(イメージ)

本調査のため、電力線を活用した船内通信網を別途構築

【使用船舶】

総トン数:499トン

船 種:一般貨物船

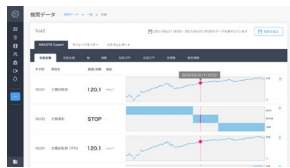
※既設の船内LANあり



操舵室



タブレット



PC・モニター



スマートフォン

船員室



スマートフォン



PC



機関室



各種センサ



貨物艙など



監視カメラ

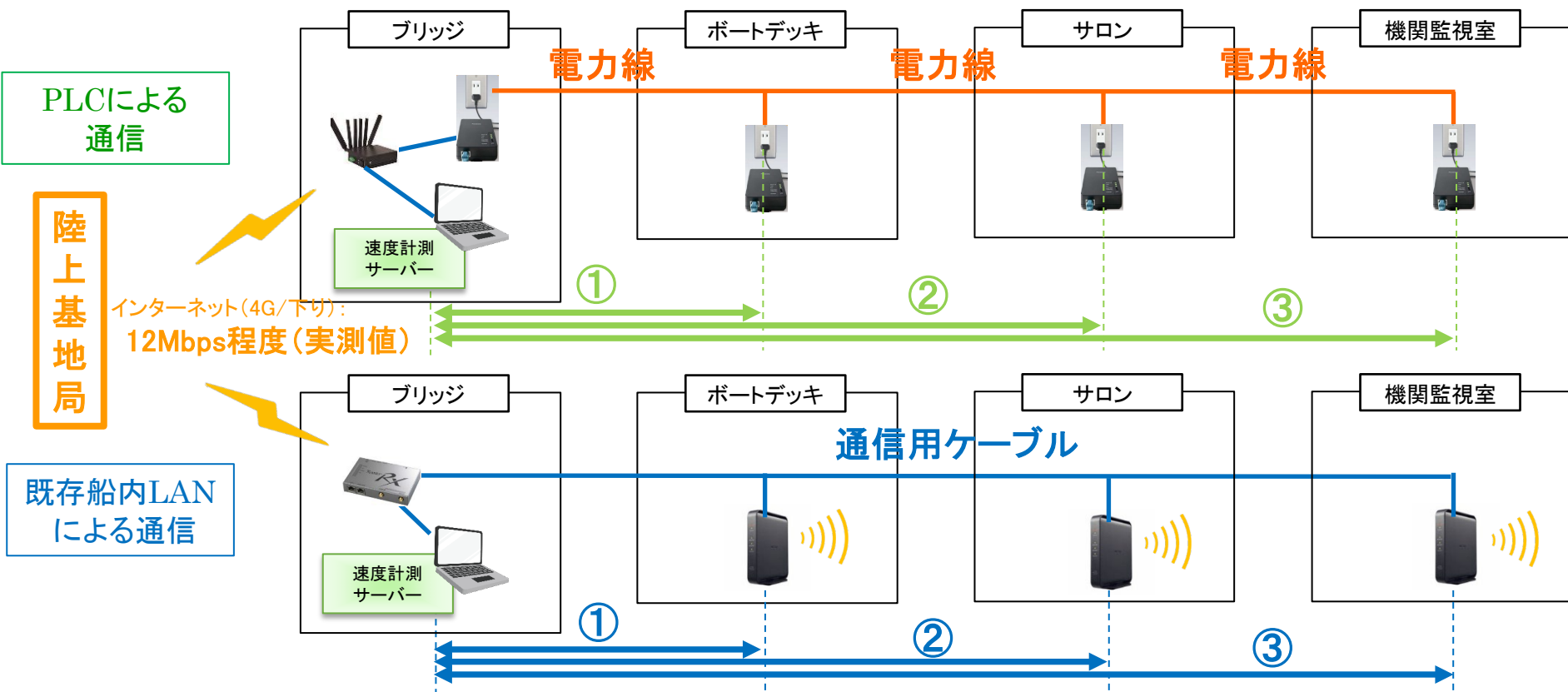


各種センサ

【船内通信】電力線による通信(PLC)

PLCの通信能力に係る評価(既存の船内LAN等との比較)

【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。

速度計測サーバーから 以下の位置までの速度比較	(単位: Mbps)	
	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)

「相」の違いによる速度計測の結果を下表に示す。

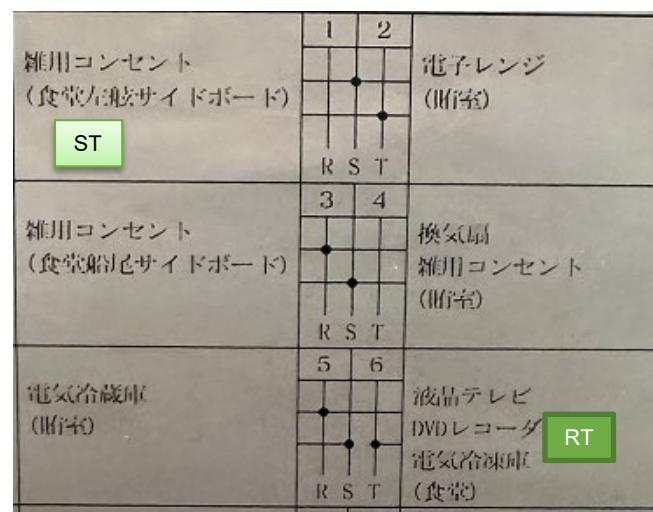
PLCにおいては、基本的には、同じ「相」の間で接続することが望ましいが、異なる「相」の間で接続したとしても、数値データなどの容量が小さいデータ群を送受信するIoTデバイスであれば、十分に活用できるレベルの送受信能力を有している。

- 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)



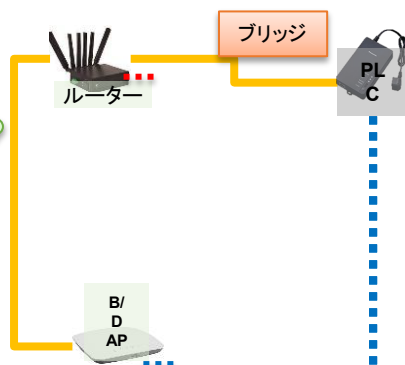
【船内通信】 電力線による通信(PLC) PLCの活用に向けた要検討事項について

... AC100V

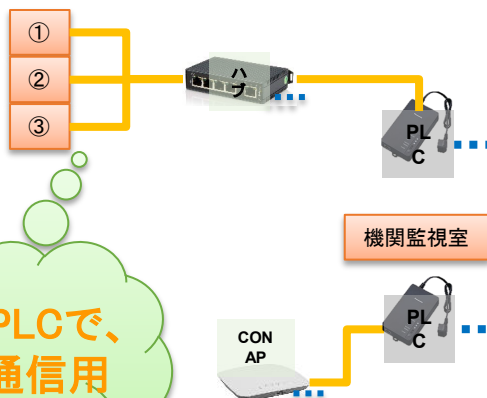
既設の通信用ケーブル

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



拠点はPLCで、
その先は通信用
ケーブルで、接続



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

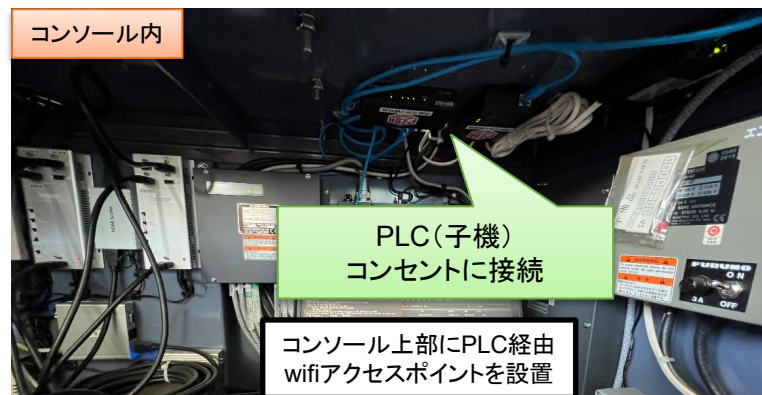


【船内通信】 電力線による通信(PLC)

【参考】 各機器の設置写真(その1)



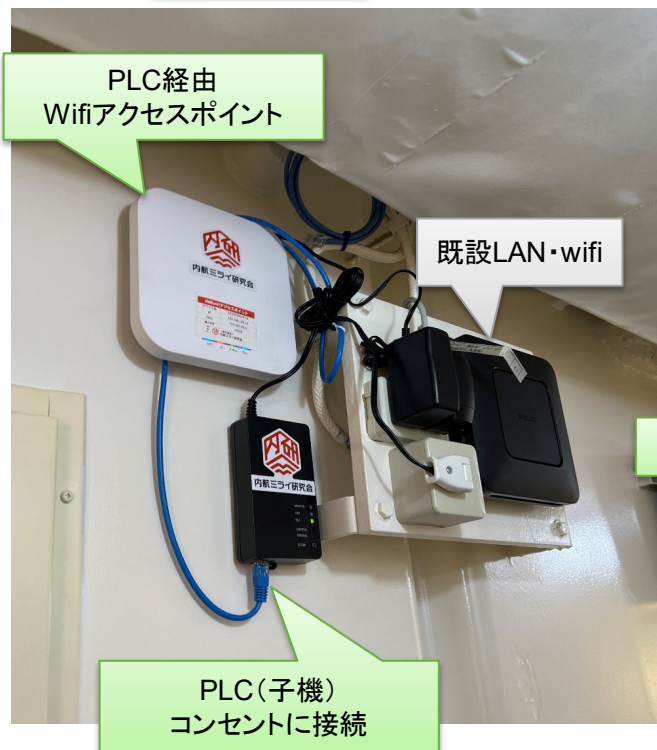
LAN接続



【船内通信】 電力線による通信(PLC)

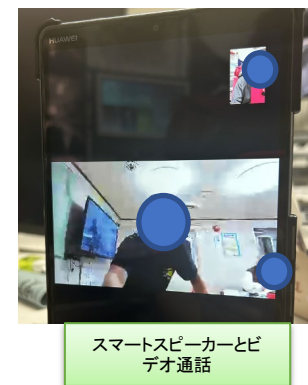
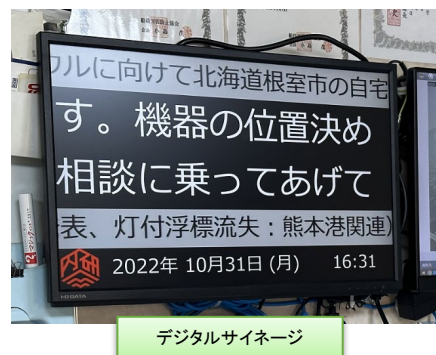
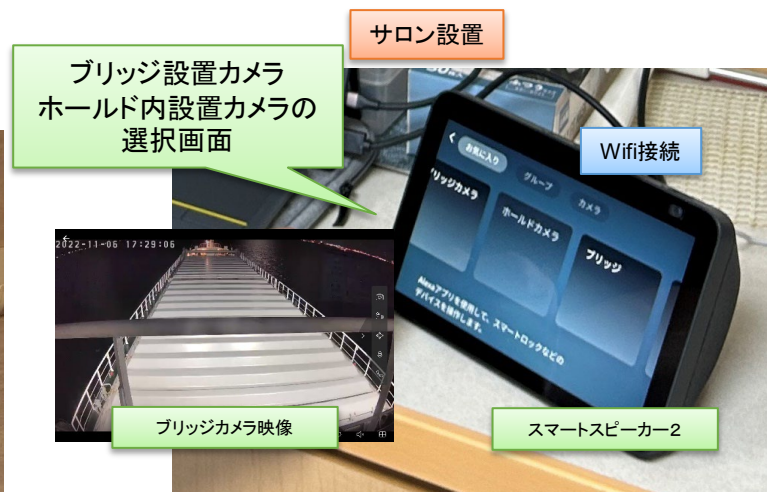
【参考】 各機器の設置写真(その2)

ポートデッキ通路



サロン





- ✓ 電波法の規定^{*1}により、電力線を用いた通信設備は総務大臣許可を受ける必要がある。
- ✓ PLCのうち、単相100V/200Vのいわゆる商用電源の電力線を用いる設備であって屋内で使用するものについては、電波法施行規則の規定によって総務大臣の許可を要しないとされている。他方、PLCを鋼船で使用する場合、個別に総務大臣許可を受けが必要があり、事実上使用が不可能であった。
- ✓ (一社)日本船用工業会様等による規制緩和の取組によって、PLC機器による通信が他の無線通信を妨害しないと判断され、2021年6月、電波法施行規則の一部改正(令和3年総務省令第65号)がなされ、PLC機器を鋼船で用いる場合も、個別に総務大臣許可を受けることなく使用することが可能となった。
- ✓ これに加え、同工業会は、ホームページ^{*2}において、PLCの船上利用の普及促進のため、PLCの船上利用における諸注意等を取り纏めた船舶所有者等向けの「PLCガイドライン」及び同ガイドラインの内容を説明した動画を公開している。

(^{*2}) https://www.jsmea.or.jp/jp/news/plc_guideline.html

(^{*1})

- 1) 電波法による規制対象は、無線通信設備に限らず、副次的に発する電波等により無線通信を妨害する可能性のある設備も含む。
- 2) PLC機器による通信は、電力線から電波を発し、無線通信を妨害する恐れがあるため、電波法の規制対象とされている。

内航総連主催「船舶における電力線通信の実証結果の報告ならびに設置に関する報告会」(2023/2/21)

(一社)日本船舶電装協会資料「内航貨物船の船内通信設備の施工について」から抜粋

3. PLCの船舶搭載に向けた取組み



✓ PLC設置に係る計画・工事のご相談や見積もりは、日本船舶電装協会又は同協会の会員会社までお問い合わせください。

✓ 同協会の会員会社については、以下のURLに掲載されています。

<https://www.ship-densou.or.jp/kaiininfo.html>

【船陸間通信】

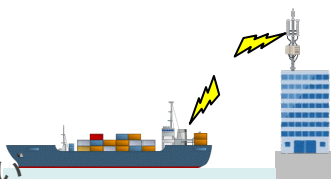
船陸間における通信環境の向上のための取組

携帯用電波による通信環境に関する調査

【携帯用電波(3G/4G/5G)】

<課題>

- ・海上では途切れやすい
- ・3Gは、近々、停波予定
- ・5Gは、通信距離が非常に短い



携帯用電波を最大限に活用できないか？

【2022年度～】

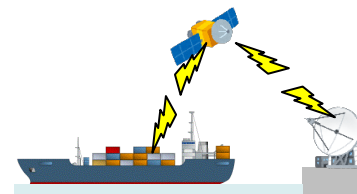
送受信性能が高い機器(外部アンテナ付きルータなど)を内航船(室内)に設置し、性能などを実証調査

低軌道衛星による通信環境に関する調査

【衛星通信(静止衛星)】

<課題>

- ・通信費が高価
- ・通信速度が低速



低軌道衛星による通信サービス(Oneweb、Starlinkなどは、2023年夏以降に開始予定

【2023年度:準備、2024年度:調査実施】

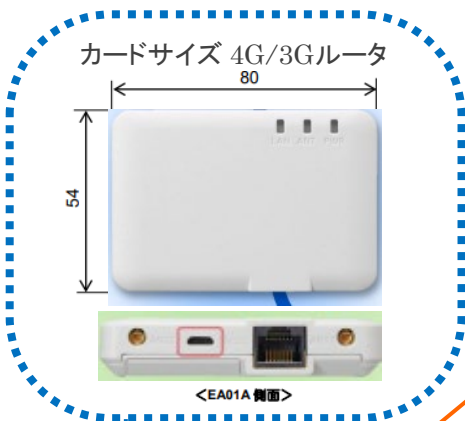
調査内容は未定(例:通信速度、データ欠損等の性能などを実船にて調査)

今後、技術調査の内容を精査

- 比較的安価(設備、通信料)である陸上の基地局からの携帯用電波を最大限活用しつつ、これではカバーできない海域においては、低軌道衛星による通信で補完することが可能。
- これら調査の結果の公表等を通じて、内航海運業界における船陸間通信環境の向上を図る。

【船陸間通信】 携帯用電波による通信 本技術調査の概要(システム構成イメージなど)

- ✓ 特定の海域を複数回航海する内航船舶において、電波環境が良い場所(操舵室内など)に、外部アンテナ付きルータ、マルチSIMルータ等及びスマートフォンを設置し、陸上との間で電波を送受信し、これら機器の性能(速度、送受信可能限界位置など)を計測、比較検証を実施。



操舵室のガラス面(内側)に外部アンテナ(長さ100mm程度)を設置した様子

電波送受信性能を比較・検証する機器



陸上基地局

＜船内におけるシステム構成イメージ＞

船橋や事務室の窓附近(内側)に設置



【船陸間通信】 携帯用電波による通信 船内に設置した通信機器及びその設置場所

- 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



③のみ、SIMを2枚使用

- ④ スマートフォン Asus Zenphone 5

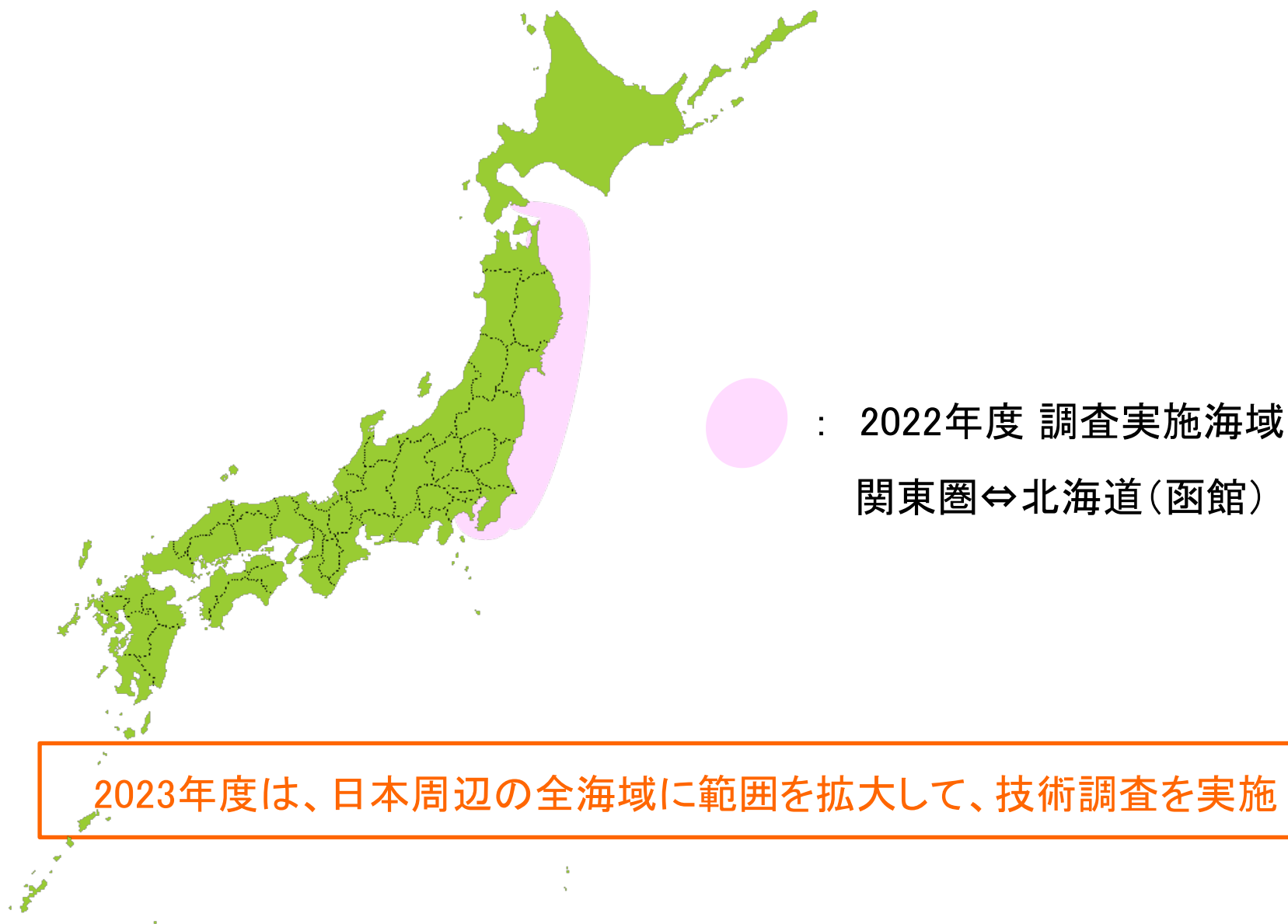


- (1) 航海船橋甲板(操舵室内) ルータ×3種(①、②、③)



- (2) 船尾楼甲板(娯楽室内) スマートフォン×1式(④)

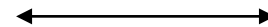
【船陸間通信】 携帯用電波による通信 2022年度の調査実施海域



【船陸間通信】 携帯用電波による通信 各種通信機器(①～④)による通信結果(気仙沼沖)

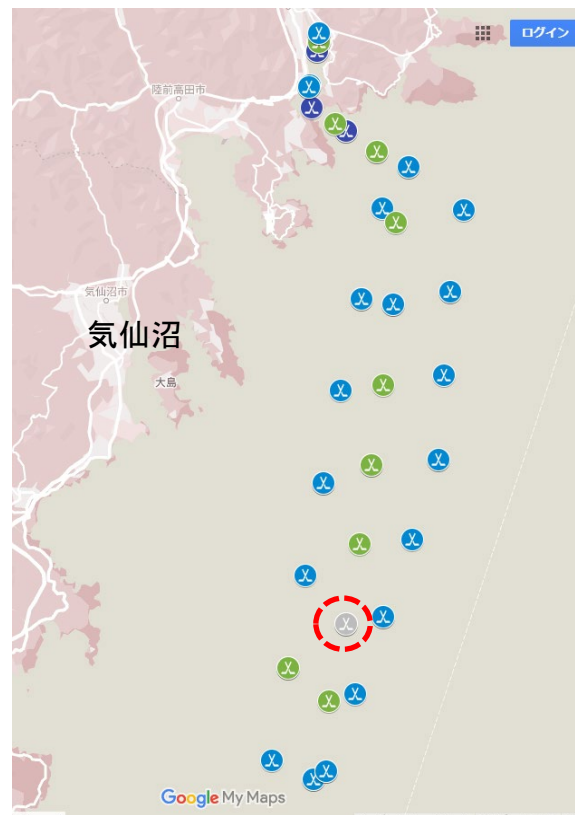
気仙沼市沖合

10マイル(18.5Km)



① ルータ(内臓アンテナ)

② 外部アンテナ付きルータ



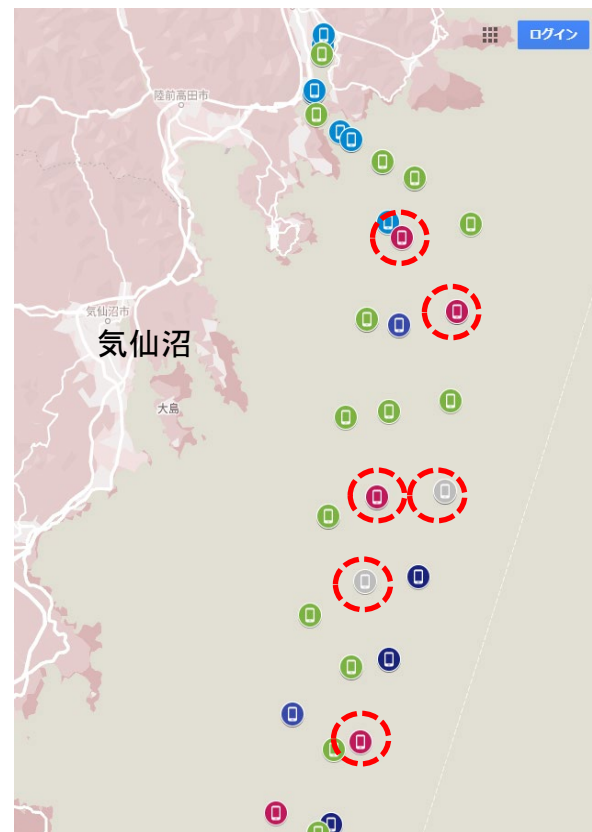
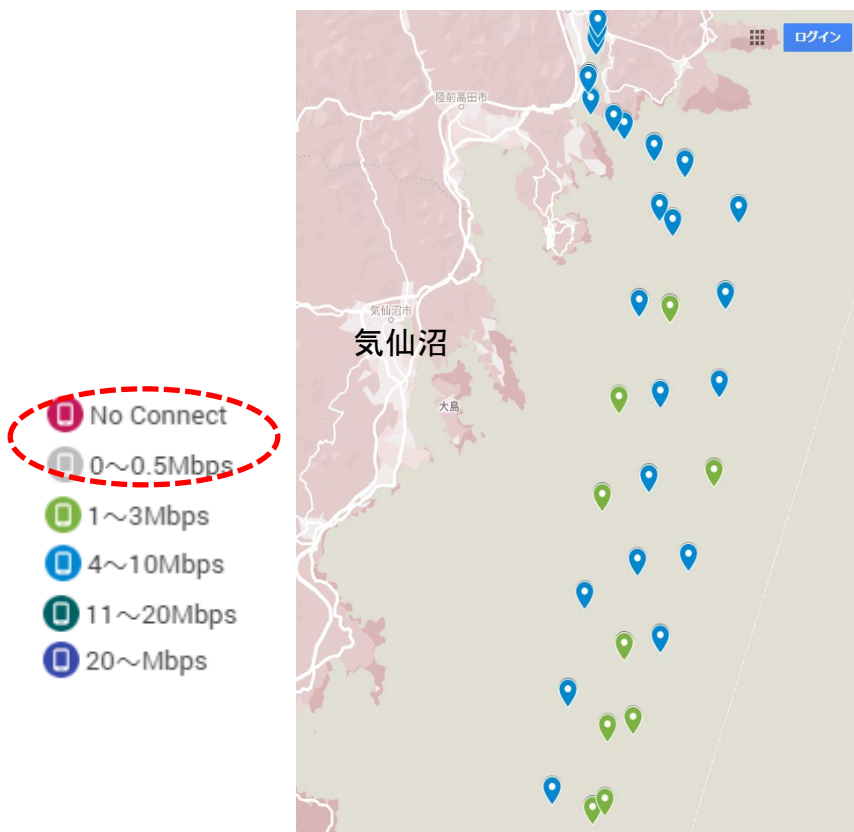
【船陸間通信】 携帯用電波による通信 各種通信機器(①～④)による通信結果(気仙沼沖)

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

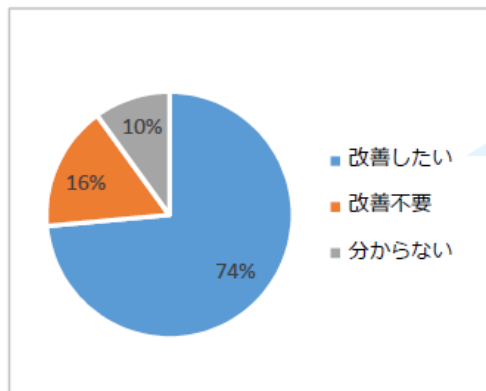


各種のルータ(①、②、③)は、陸上から離れた場所でも、比較的接続が維持されているが、
④スマートフォンは、連続的に途絶する海域がある。

□ 海上における通信環境の向上の期待

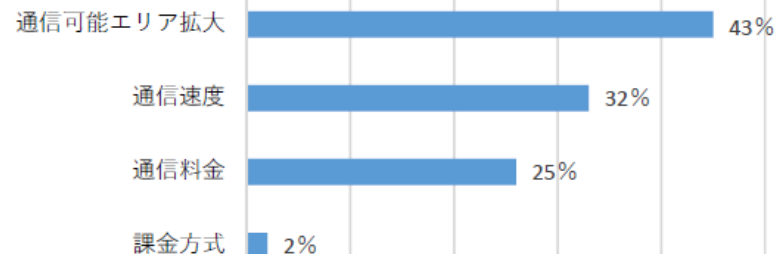
➤ 事業者・船員に対する国交省アンケートの結果

3. 船内のインターネット環境について

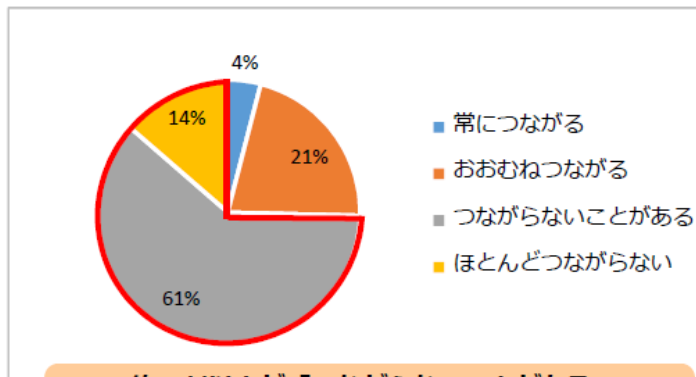


事業者

具体的に改善したい項目（複数回答）



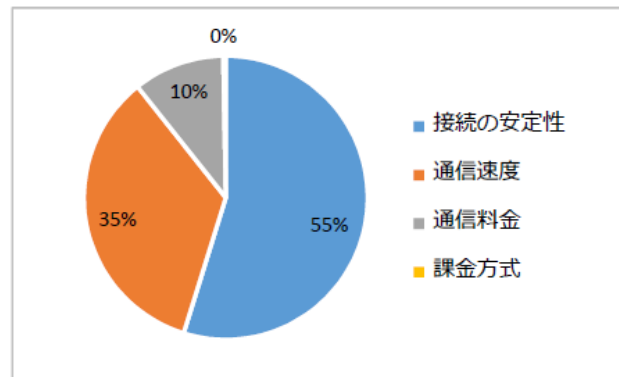
2. 現在乗っている船舶におけるスマートフォンの通信状況



→ 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

船員

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



出展：国土交通省HP