

次世代型衛星通信による船舶自律航行の可能性

インマルサット株式会社
日本統括カンントリーマネージャー
高橋 佳子


inmarsat
The mobile satellite company™

本日の講演内容

1. インマルサットについて
2. 海事衛星通信の現状と課題
3. インマルサットGX/FXサービスの展開
4. 海事IoT化へ向けた動き
5. 船舶自律航行へのキーポイント
6. まとめ
(Q&A)

1

インマルサットについて

インマルサットの紹介

- 世界で初めて商用の海事衛星通信サービスを提供した事業者
 - 1979年設立、1982年のサービス開始から35年間の実績
 - 第1世代（1982～）、第2世代（1991～）、第3世代（1996～）、第4世代（2005～）、第5世代（2015～）、第6世代（2020～予定）
- 全海域・全空域・全陸域（北極・南極は除く）をシームレスに接続する世界最大の移動体衛星通信事業者
 - 国際航路に就航するほぼ全ての船舶・航空機がインマルサットユーザー
- 衛星系でGMDSSを提供する世界で唯一の事業者（第3世代）
 - MF/HF以外ではインマルサットC端末の搭載が義務化 ⇒ 将来はFB端末でも可
- 世界で初めてKaバンド（30/20GHz帯）を移動通信に実用化した事業者（第5世代）
 - 従来のLバンド（1.6/1.5GHz帯）に加えて桁違いの広帯域サービスを昨年から提供
 - 第6世代衛星では、LバンドとKaバンドの両方同時中継機能

「H-IIA」ロケット、インマルサット衛星「Inmarsat-6」初号機の打ち上げ契約 2020年予定

9/12(火) 18:10配信



「H-IIA」ロケット、インマルサット衛星「Inmarsat-6」初号機の打ち上げ契約 2020年予定

三菱重工は2017年9月12日、イギリスのインマルサット社の第6世代通信衛星「Inmarsat-6」シリーズの初号機「Inmarsat-6 F1」の打ち上げ輸送サービスの契約を締結したと発表しました。Inmarsat-6 F1は2020年に「H-IIA」ロケットで打ち上げられる予定です。

仏エアバス ディフェンス アンド スペース社が製造するInmarsat-6 F1はLバンドとKaバンドを利用する通信衛星で、Lバンドによる携帯電話や船舶、飛行機

などの移動体や、Kaバンドによる「グローバルエクスプレスシステム」の向上に利用されます。

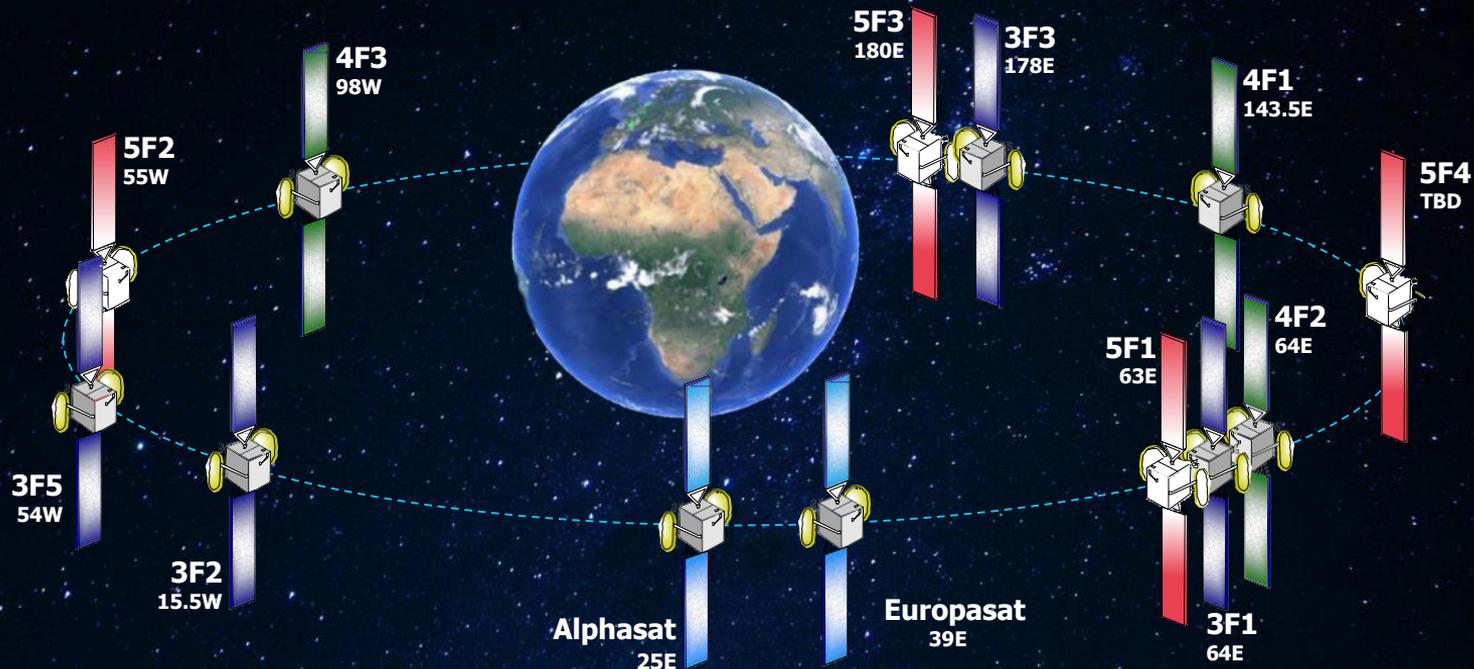


調印式

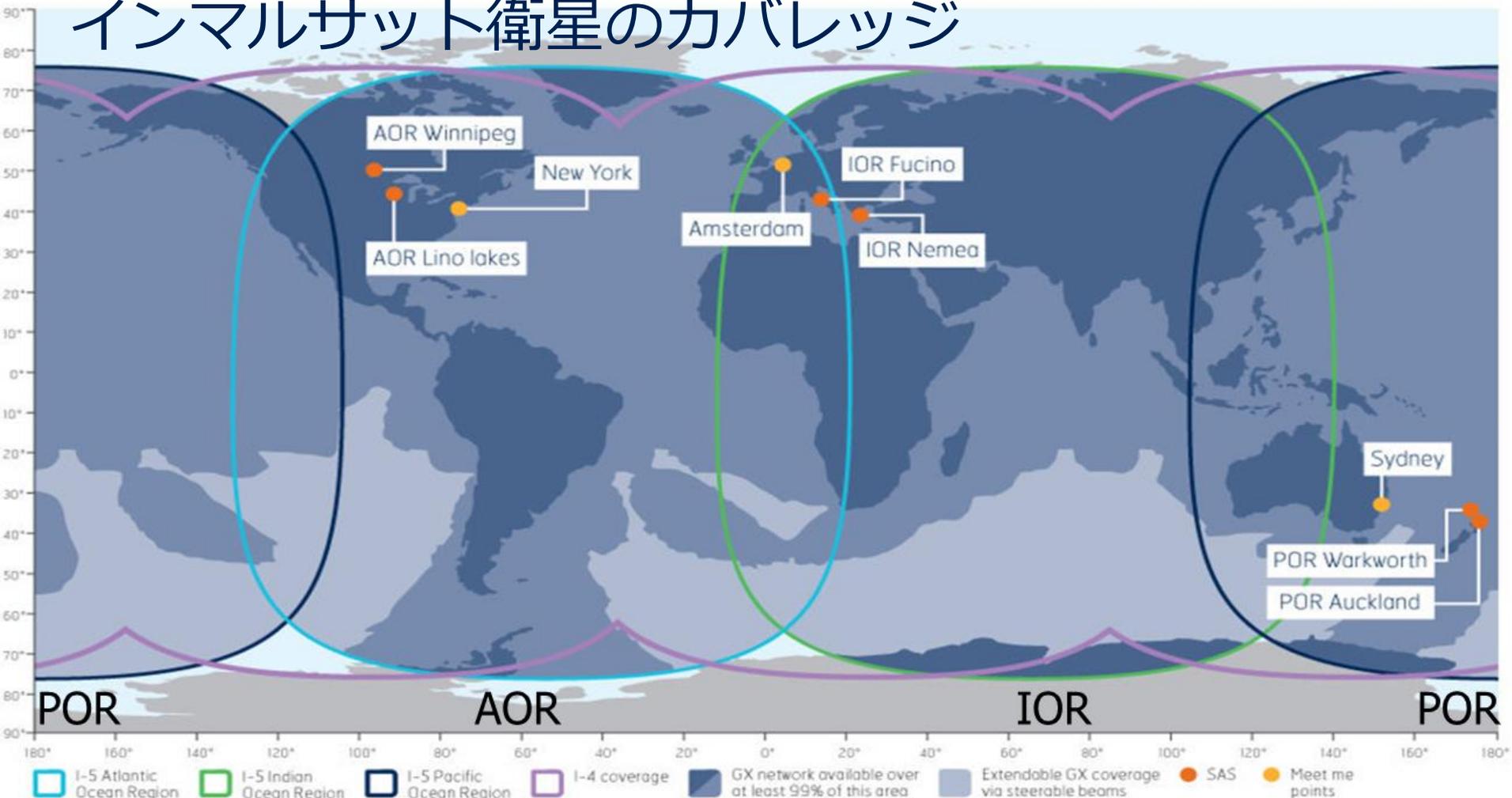
(左:インマルサット社 ルバート・バースCEO、
右:三菱重工 渥美 正博 宇宙事業部長)

インマルサットの所有する衛星群

L: 第3・4世代、Ka: 第5世代、S: 欧州航空用

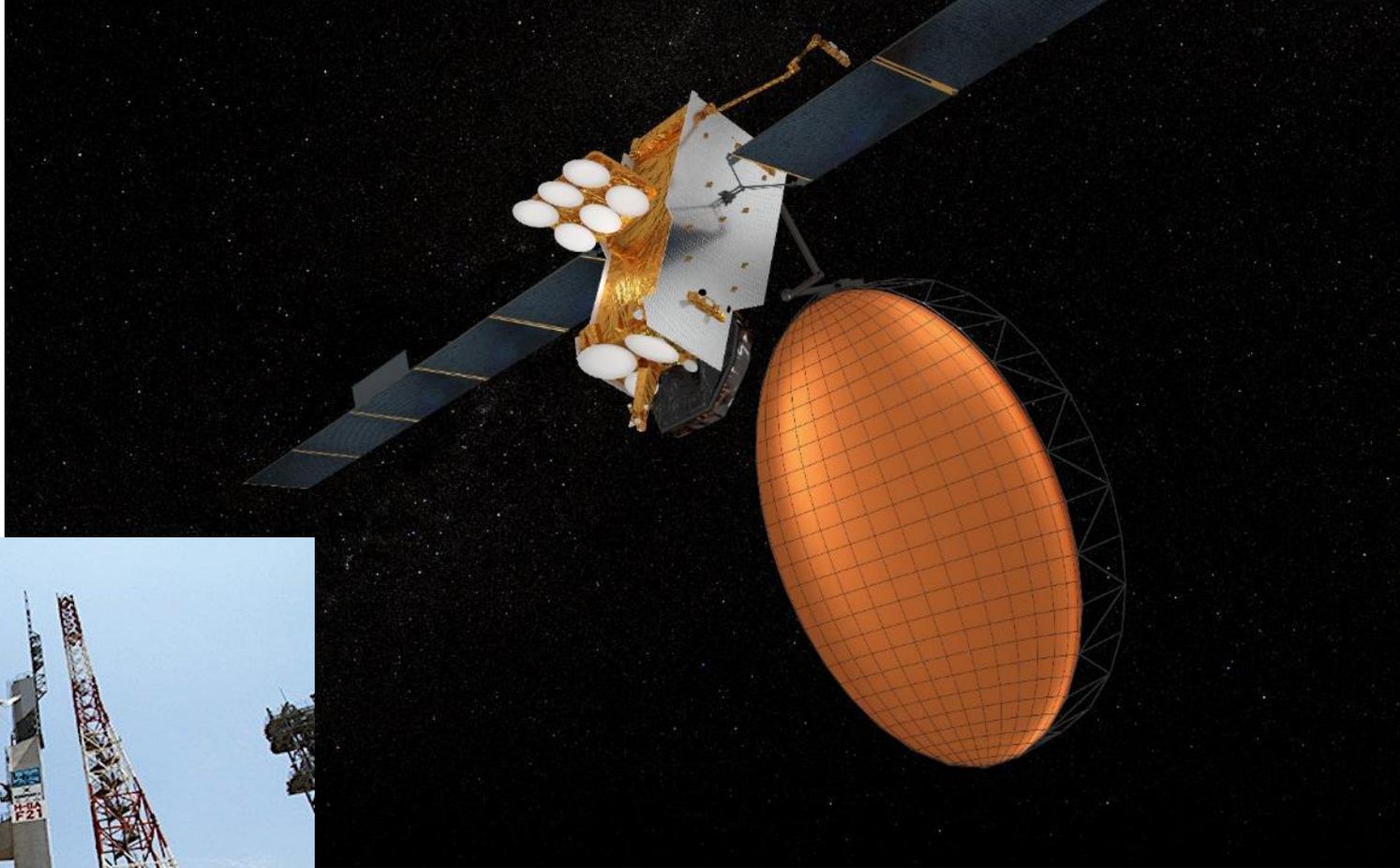


インマルサット衛星のカバレッジ



Please note coverage is indicative as the service is not yet operational

【次世代衛星】
インマルサット第6
世代衛星は、
Lバンド+Kaバンド
のデュアルバンド



INMARSAT-6初号機打上げはH-II Aで2020年を予定
(先般、9月12日に三菱重工業と契約)

2

海事衛星通信の現状と課題

海事衛星通信の現状と課題

■ 通信速度

- Lバンド (1.6/1.5GHz) : ~0.5Mbps ⇒ インマルサットFB、スラヤ、イリジウム等
- Cバンド (6/4GHz) : ~0.5Mbps ⇒ C-ESV (C-VSAT) 各種固定通信用衛星
- Kuバンド (14/12GHz) : ~1Mbps ⇒ Ku-ESV (Ku-VSAT) 各種固定通信用衛星

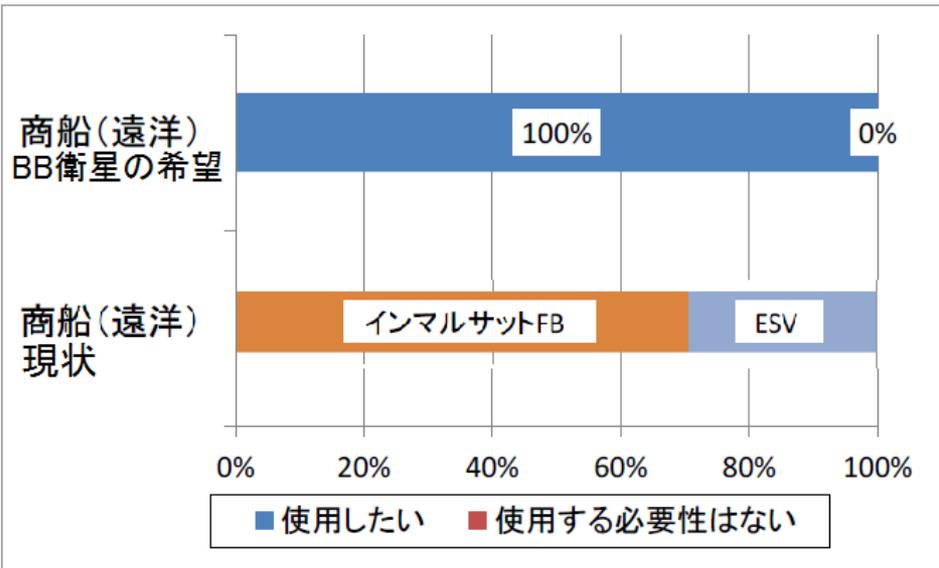
■ 通信コスト

- 外洋商船で平均約25万円/隻
 - 外洋漁船で平均約20万円/隻
- ⇒ これだけ支払ってもストリーミング動画はブロック

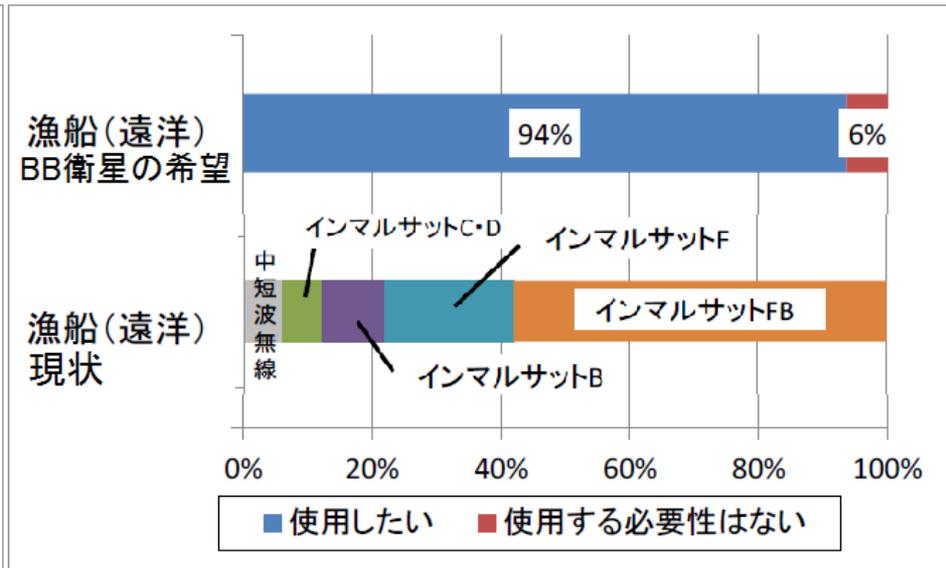
■ 接続性

- システム (特にKuバンド) によっては、使えない海域や衛星切り替え時の切断
- システム (特にKuバンド) によっては、ビットレートの保証が無 (混雑時に繋がらない)

海上での次世代移動体衛星通信へのニーズ (H26総務省調査より)

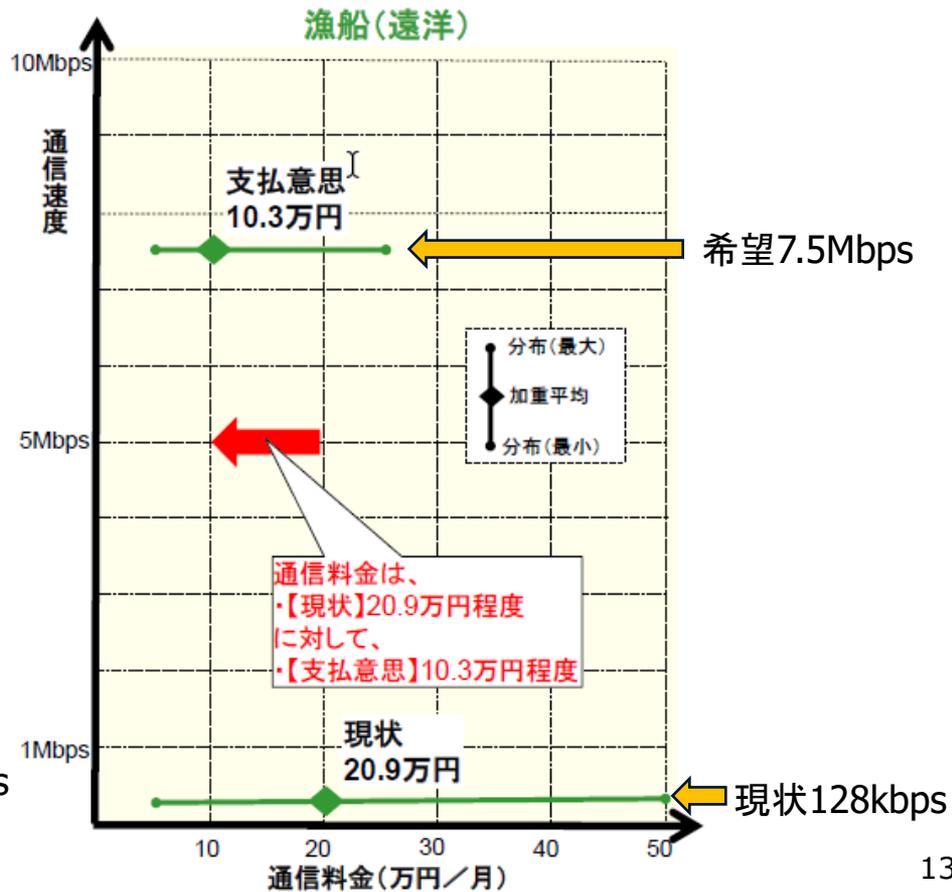
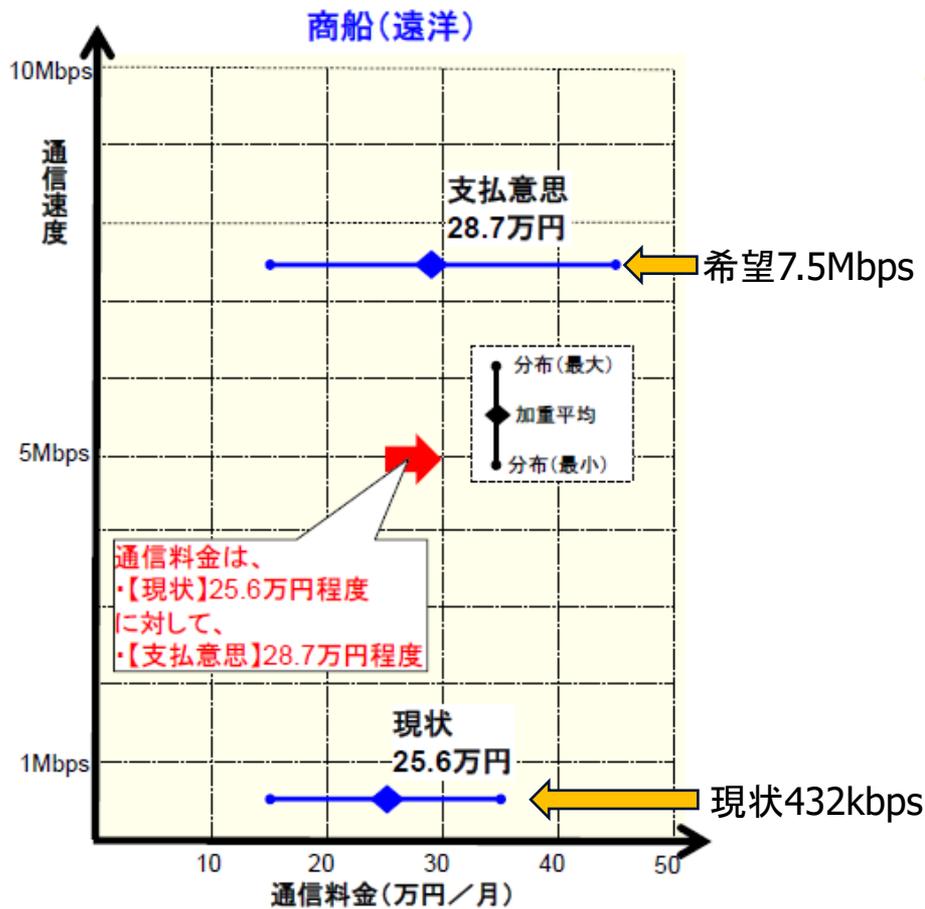


次世代衛星の導入希望に関するアンケート結果(商船)
(遠洋航海する商船670隻へのアンケート調査による)



次世代生成の導入希望に関するアンケート結果(漁船)
(遠洋航海する漁船47隻へのアンケート調査による)

高速環境が実現した場合の支払意思 (H26総務省調査より)



3

インマルサットGX/FXサービスの展開

インマルサット第5世代衛星 (GX衛星) (初のKaバンド専用衛星)



Inmarsat-5 F1 (63E)

2013年12月: 打上げ

2014年7月: 運用開始

Inmarsat-5 F2 (55W)

2015年2月: 打上げ

2015年10月: 運用開始

Inmarsat-5 F3 (180E)

2015年8月: 打上げ

2016年3月: 運用開始

Inmarsat-5 F4

2017年5月: 打上げ

2017年末頃: 運用開始予定

インマルサットの新サービス GXと FX

Global Xpress (陸海空共通のKaバンド単独サービス)

- > 世界初のKa帯(30GHz/20GHz帯)での移動体衛星通信サービス
- > 3機 + 1機(予備)での全世界カバレッジ
- > インマルサット1社だけで地上ネットワークも含め完結したトータルサービスを提供
- > 下り50Mbps(max)、上り5Mbps(max)
- > 最低保証伝送レート(CIR)の確保

Fleet Xpress (海事専用の統合サービス)

- > Kaバンド(GX)とLバンド(FB)の統合サービス
- > 高速BBと天候に左右されない安定性を両立
- > Ka優先で天候悪化時に自動的にLに切替



Fleet Xpress : L+Ka の海事サービスモデル

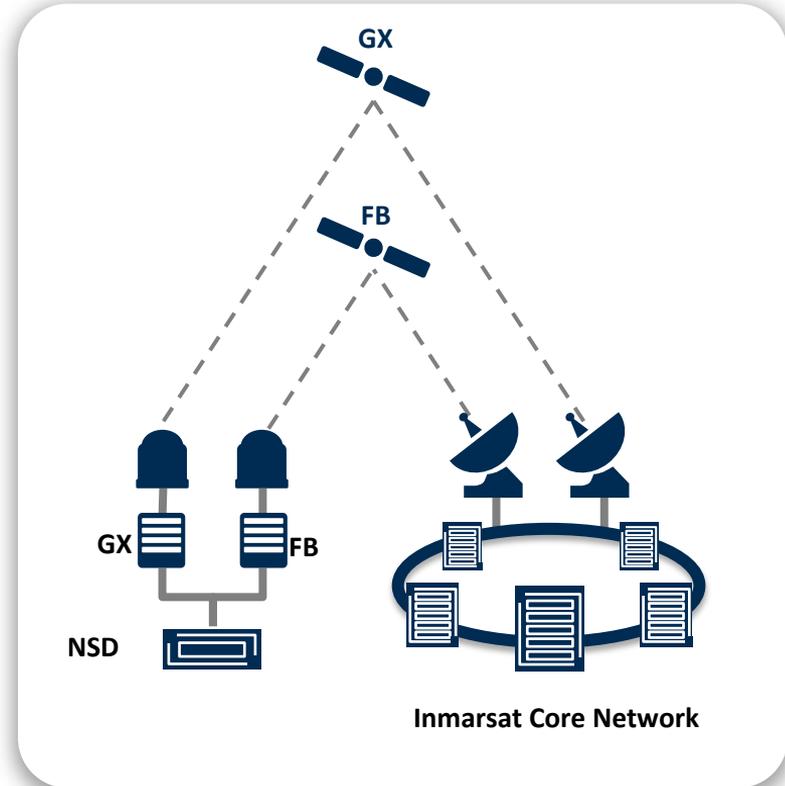
Lバンドとのシームレスな自動切替で安全・信頼のサービス

KaバンドとLバンドの併用

- > Kaでの高速・広帯域性
- > Lでの安定性・セキュリティ
- > ユーザは切り替えを意識する必要なし
- > 船内部のルータにて自動切替

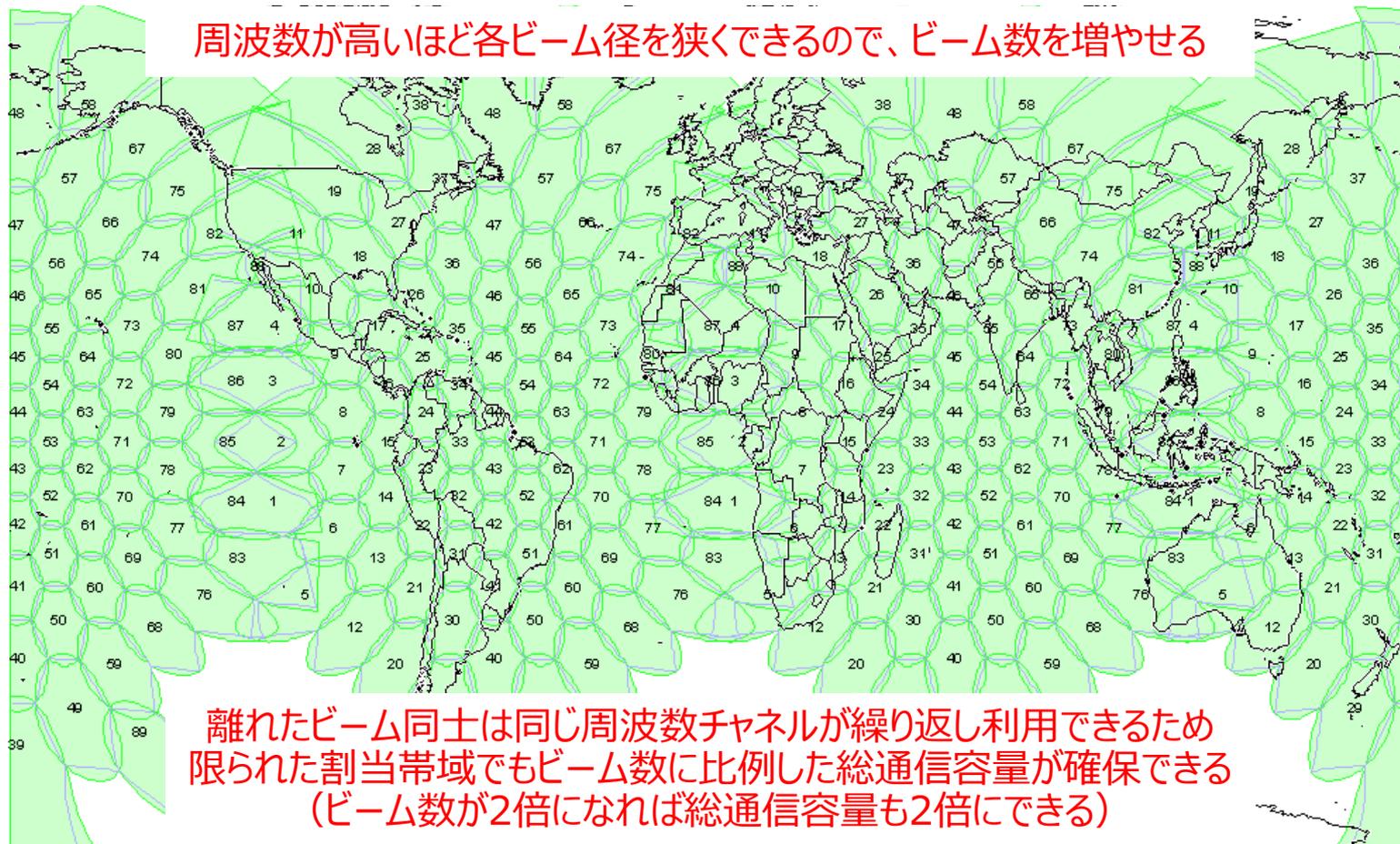
Ku-VSATからのアップグレードダブル端末もあり

- > 現場でのユニット交換だけでKuからKaにわずか10分程度でアップグレードが可能



インマルサットGX衛星のスポットビーム配置

周波数が高いほど各ビーム径を狭くできるので、ビーム数を増やせる



離れたビーム同士は同じ周波数チャンネルが繰り返し利用できるため
限られた割当帯域でもビーム数に比例した総通信容量が確保できる
(ビーム数が2倍になれば総通信容量も2倍にできる)

船舶用GX/FX端末

世界的に3社が製造

COBHAM

Intellian[®]

JRC

65cm



SAILOR GX60



GX60



JUE-60GX

1m



SAILOR 100GX



GX100

国際および国内ルールと商用動向

国際ルールとサービス展開

- > 19.7～20.2GHz/29.5～30.0GHz を世界統一の周波数として移動体衛星通信用（ESIM）に認めることがWRC-15（2015年世界無線会議）で決議された
- > これを受けて、2016年3月31日よりGX/FXサービスが正式に商用開始
- > すでに外国船籍の船に端末を多数受注および搭載（日本船籍では少数の実験局のみ）

国内ルールとサービス展開

- > WRC-15の決議を受けて、2016年6月にESIMルール策定を情報通信審議会に諮問
- > 2017年3月の情報通信審議会答申を受けて、総務省がESIM制度整備（規則類改正）を開始
- > 2017年8月末にESIM関係ルールが発効し、9月から端末の工事設計認証を受付開始
- > 2017年10月に海事用ESIM端末5機種が認証 ⇒この時点で外国籍船は日本で運用可能に
- > 2017年11月末頃までに無線局免許を取得予定 ⇒この時点で日本籍船も全世界で運用可能に

4

海事 IoT 化へ向けた動き

海事新聞より
2017.9.28.

船舶IoT革命の波

先進安全技術
各社の取り組み



ロールスロイスがYouTubeで公開した遠隔操船システムの将来像

日欧、自動運航の実用化



国交省の田村氏

日本交通省海事局海洋・環境政策課の田村謙二課長は「約4時間稼働の巨大フリート、自動運航技術は、例え無人化されたインフラやシステムなど、種々の船舶にも導入するイメージで考えることができる」と話す。

「シミュレーション」は自動航行や無人船コントロールを模擬したソフトウェアでも強く打ち出している。

船舶エンジニアリングを掛けるロールスロイスは2016年内航・近海船舶の無人化を目指し、30年には遠洋航行の無人化を視野に入れている。

同社は昨年、韓国サイト「Yonhap」で「自動運航の将来像を公開、船のリアルタイム位置と運航データを表示したソフトウェアを前年オレタリがA4人へ知照と合意し、巨大無人船を遠隔操作するを描写した。

「ルワー」船用エンジンコンパスベルグも欧州船展「Autotech」で「自動運航ソフトウェア」の推進を訴え、来年の「ルワー」沿岸航行に就航し、19年に開業

自律操船の研究開発推進

日本郵船

日本郵船グループは船機計測システムなど自律船舶に関する研究開発プロジェクトを推進している。IoT（情報通信技術）を活用し、衝突事故の撲滅を目指すことも、乗組員の業務負担軽減を図る狙いだ。研究開発期間が5年間。

衝突リスクの発生が、乗組員による回避行動は、深発は船舶の目視レーダーを基に、経験的により予測を繰り返している。同プロジェクトの目的は、これらの安全確保に係る作業をコンピュータや遠隔操作を利用してサポートすることにある。

同プロジェクトのプロジェクトリーダーを務める日本郵船・海務部長の藤原氏は「衝突防止システムは、衝突リスクを一定水準まで低減するが、完全な撲滅」と語る。

■衝突防止の判断ロジックをテ

衝突リスクの発生には様々な差異がある。そこで、船舶IoTユーザーを使いさまざまなケースを複数の船長に体験してもらい、衝突リスクに対する自覚を形成する。船機計測システムの開発である。その中で船長の職務に近い業務システムの構築を目指している。藤原氏。

他にも、操縦者の負担を補助するために航海計測機器にカメラ映像を取り入れた機器、遠隔操作技術の開発を進めている。それらの組み合わせでシステム化し、規制や安全確保のために適切な活用を促すことを支援する。

■ICT活用の積み重ねが遠隔操船につながる

船舶の動静を遠くから、的確に認識する。船機計測の知見をリスク判断に生かす。その上で、衝突リスクを最小化する。当勤務の業務負担の軽減や乗組員業務時間削減の船と船員の安全確保にもつながる。

ICT活用で衝突事故撲滅

船舶を取り巻く遠隔操作は、海上の通信環境が良くなるに依る。海上からの遠隔操作の実現性は高まるであろうと藤原氏とみる。

■法規制の整備にも積極的対応

日本郵船は、グループ会社で船機計測の研究開発を行うM.T.兵衛、IoTモノのインターネット化やビッグデータを用いた遠隔操作技術に関する研究開発に注力している。

船舶の衝突リスク判断と自律操船のほか、大型コンテナ船の船機計測システム「M.T.兵衛」(機内航路ナビゲーション)や安全運航支援(機内航路ナビゲーション)に関する技術開発プロジェクトにも進められている。

「安全安全船舶技術研究開発事業」にも進められている。

「新しい技術が日本を見守るための土壌づくりである法制の改正にも積極的に対応して、(藤原氏)が対象。遠隔操作技術が確立されたとしても、実用化には規制



安藤氏

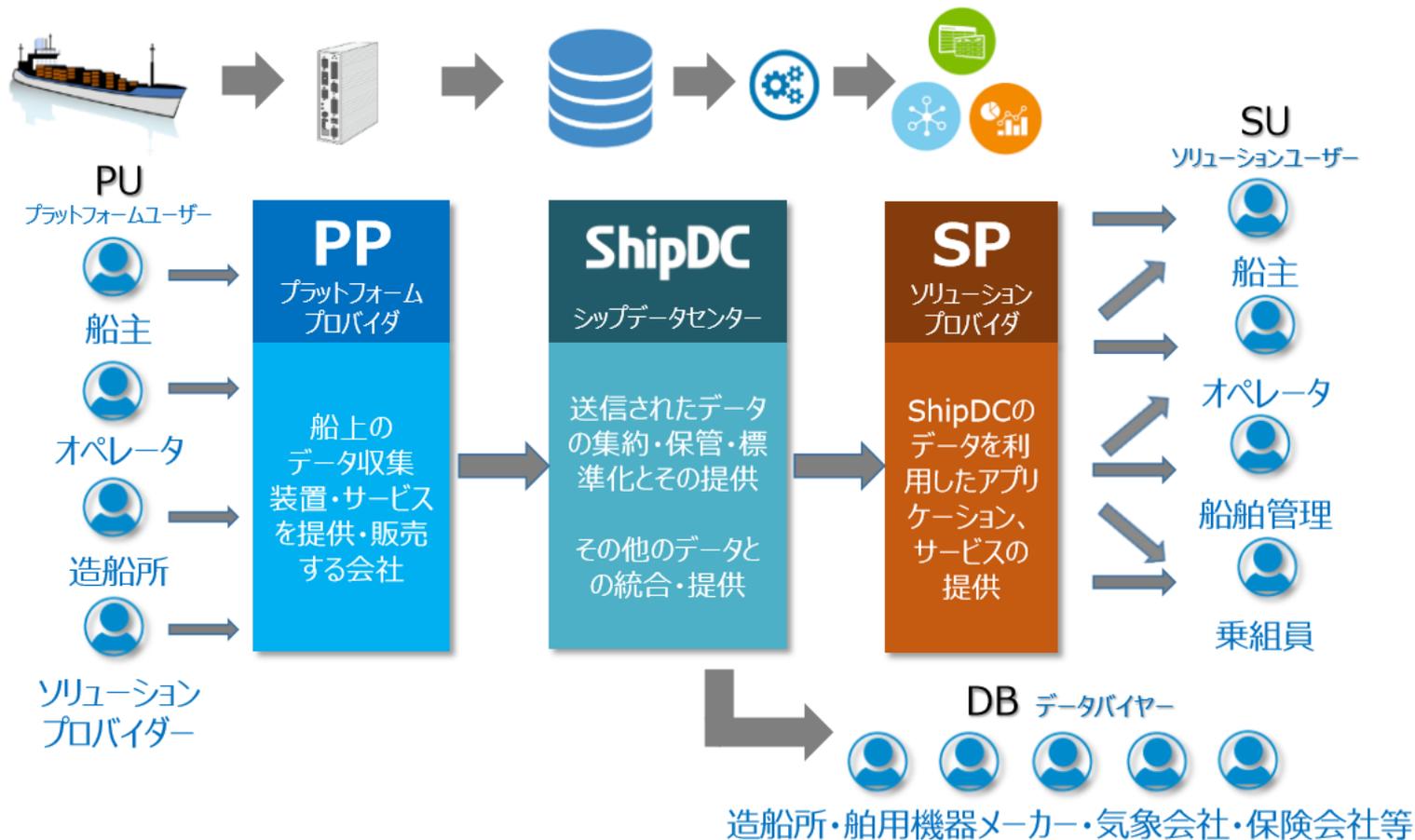
藤原氏

制なきネットワークになる場合があるためだ。

■「情報インフラ整備で業務を」

日本郵船グループは、情報イン

シップデータセンターの Internet of Ships Open Platform 構想例



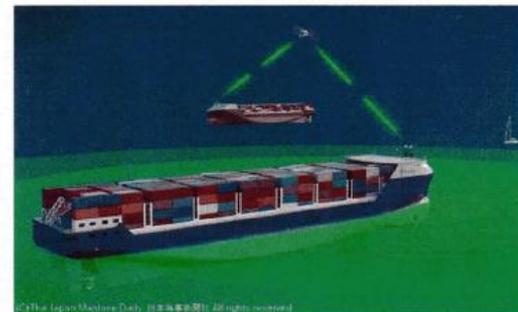
海事新聞より (電子版)

ロールスロイス/グーグルと自動運航技術。他船・障害物を検知

船舶エンジニアリングを手掛ける英ロールスロイスは3日、米IT（情報技術）大手グーグルと提携したと発表した。船舶の自動運航の実現に向け、他船や障害物などの自動検知システムの高度化に取り組む。

両社は、スウェーデンでグーグルが開いた国際会議グーグルクラウドサミットで提携契約に調印した。

ロールスロイスはグーグルのクラウド型機械学習エンジンを利用し、AI（人工知能）の物体認識システムの性能向上を追求。船上センサーやAIS（船舶自動識別装置）との融合も図りながら、洋上での他船や障害物の検知、識別、追跡機能の高度化を目指す。



ロールスロイスはグーグルの機械学習エンジンを利用し、AIの性能向上を図る



← ロールスロイスのロボット船構想

ロースロイス社のホームページより



2020年までにリモート操船の商用化、2025年までに内航船の無人化、2030年までに遠洋船の無人化を計画

海事IoT化の課題

■ 異業種も含んだ大規模システムの構築

- 船舶関係
- 通信関係
- システム・ソフト関係

■ みんながHappyになる仕組み作り

- 公平・対等な立場での参加
- 日本国内に閉じないシステム

■ 現状と課題

- ほとんど、船舶関係者だけでシステム検討されているのではないか？
- 通信が発達するほど、通信が必須の基幹インフラ化

⇒ 車はもはやコネクテッドカーの時代へ ⇒ 船舶も全く同じ道程へ（コネクテッドシップ）

5

船舶自律航行へのキーポイント

必要な通信速度（ビットレート）の想定例

		一般/業務通信	船員福利厚生	センシング等	監視・画像
現状	商船	～0.5Mbps	～1Mbps	ほぼ0	ほぼ0
	客船	～1Mbps	～1Mbps	ほぼ0	ほぼ0
自律運航	商船	～0.5Mbps	～数Mbps	～1Mbps	数M～数十Mbps
	客船	> 数十Mbps	～数Mbps	～1Mbps	数M～数十Mbps
無人運航	商船	ほぼ0	ほぼ0	～1Mbps	> 数十Mbps
	客船	—	—	—	—

通信の立場から見た自律運航（海事IoT）へのキーポイント

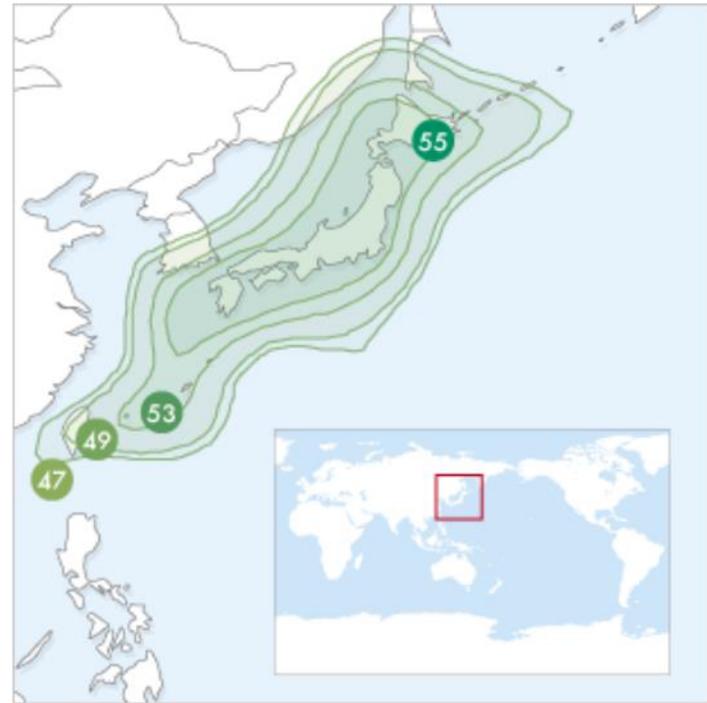
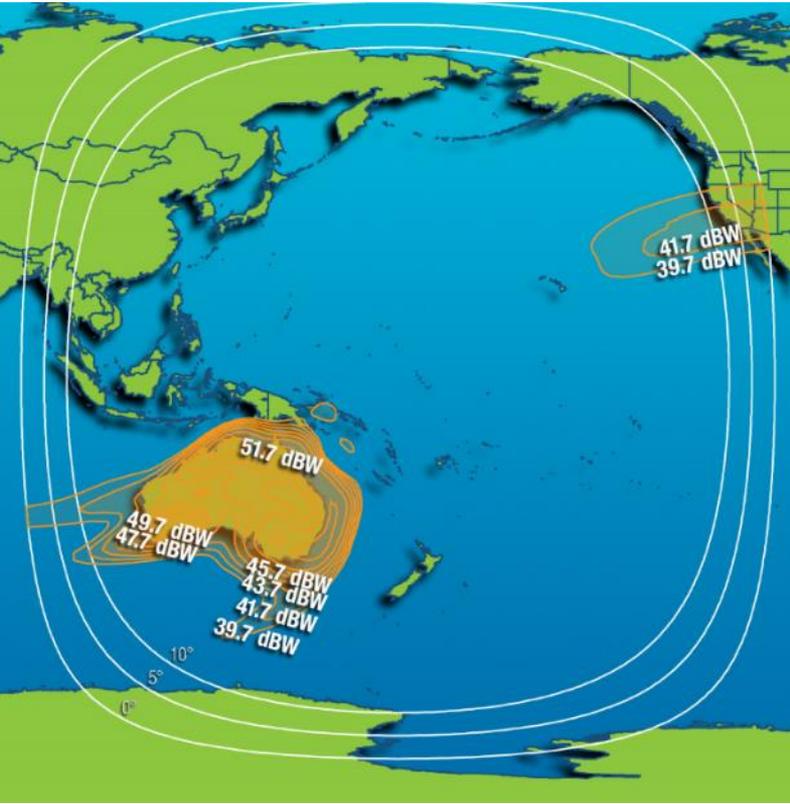
海事IoT化には地上系並みのブロードバンド通信環境が必須

- 通信環境の確保は衛星通信しかない
- 現状の通信環境は甚だ貧弱
 - 大幅な改善が必要 ⇒ 大幅な投資が必要 ⇒ 大幅な需要が必要 ⇒ 海事IoT化が必要
- 大容量化には携帯電話と同様に小セル化（小スポットビーム化）と高周波数化が必要
 - Lバンド（1.6/1.5GHz）⇒ Kuバンド（14/12GHz）⇒ Kaバンド（30/20GHz）
 - 複数周波数の利用（周波数ダイバーシティ）も必要
- 衛星はどれでも同じか？
 - ビットレートだけでなく、通信カバレッジ、シームレスハンドオーバー、信頼性も重要
 - 静止衛星と低軌道衛星（コンスタレーション）との比較

海事IoT化には通信環境に関する関心がもっと必要

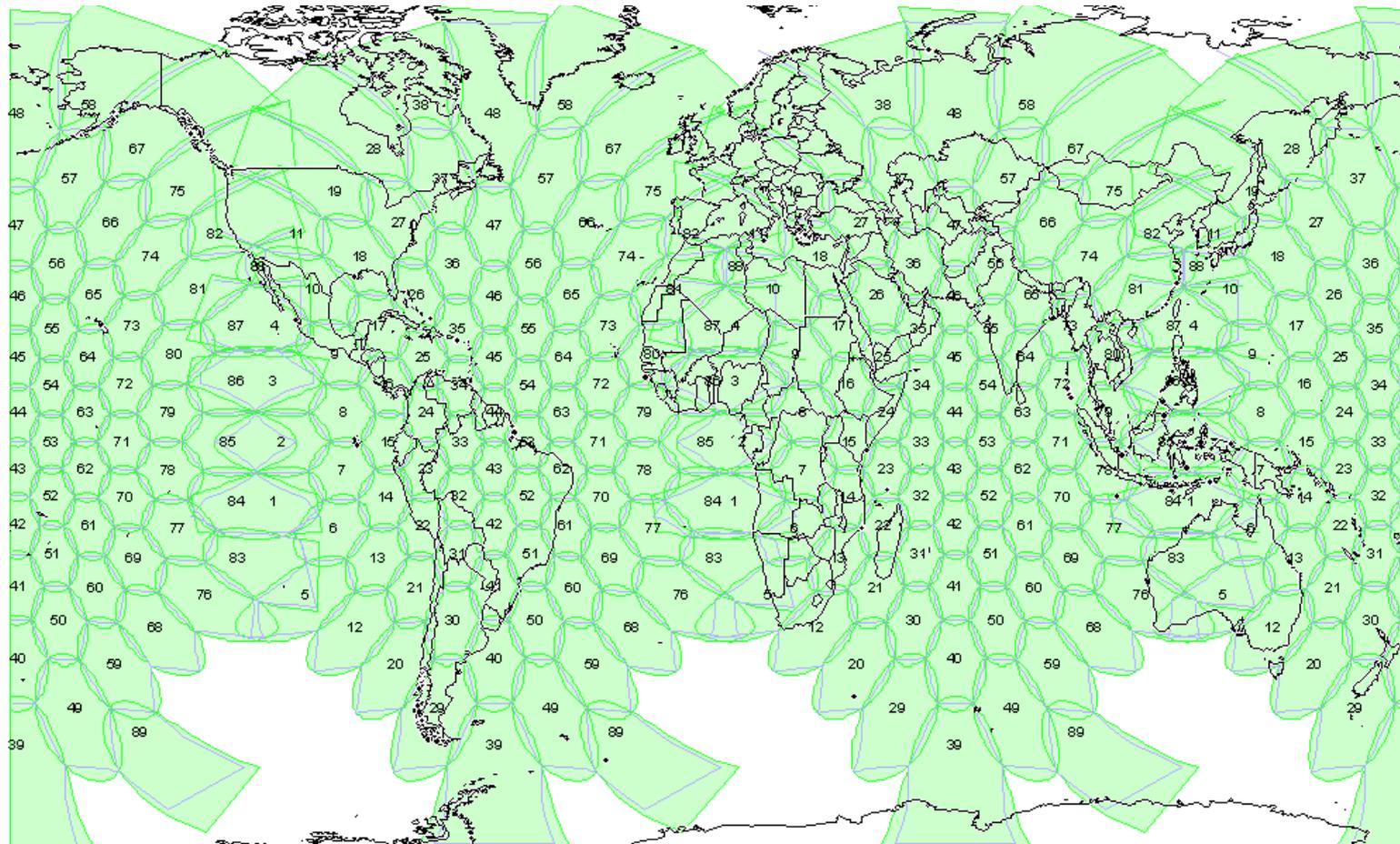
Kuバンド衛星カバレッジの例

1つの衛星でのカバー範囲は特定の地域のみ ⇒ 太洋をカバーするには多くの衛星の組合せが必要
衛星間のハンドオーバーは通常、通信の切断が発生(別の事業者ネットワークに移るため)

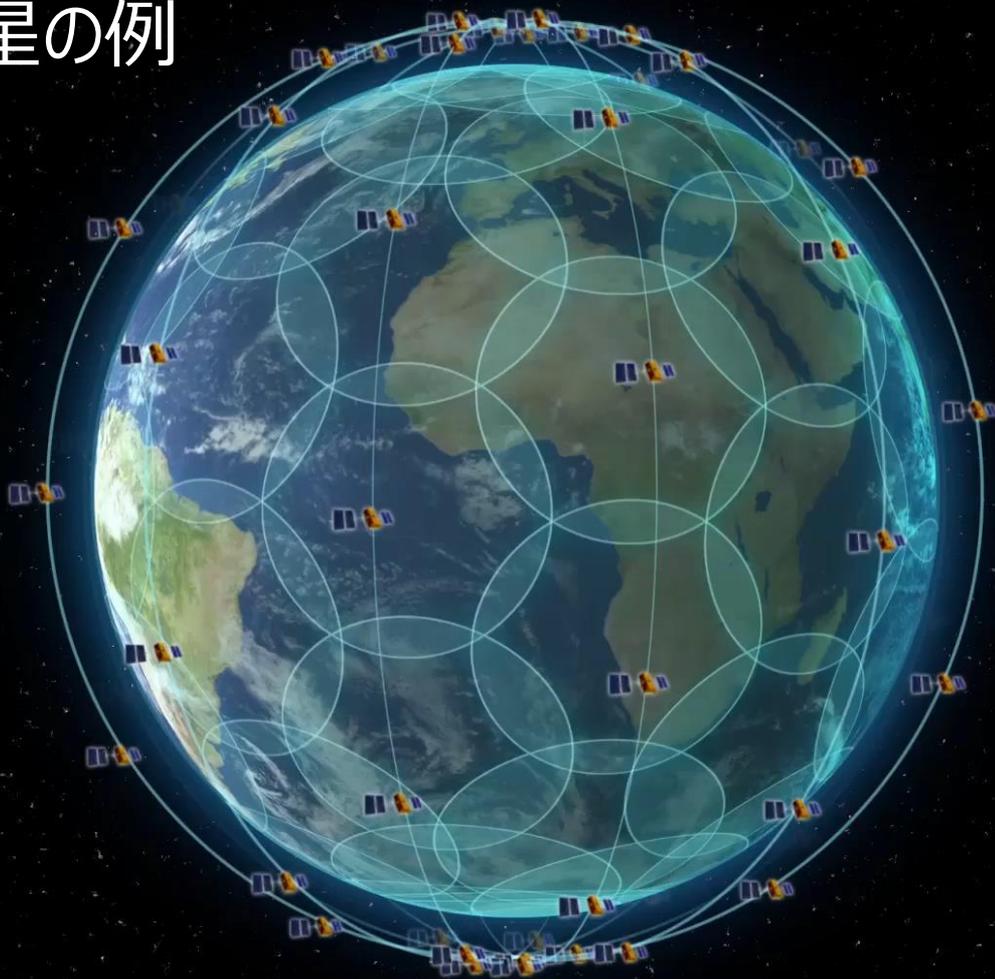


■ 55dBW ■ 53dBW ■ 49dBW ■ 47dBW

Kaバンド衛星・インマルサットGXのスポットビーム配置



低軌道衛星の例



6

まとめ

まとめ

- インマルサットの紹介
- 海事衛星通信の現状と課題
- 最新衛星システムの紹介
- 海事IoT化への動き
- 海事IoT化へのキーポイント

地上系並みのブロードバンド通信環境が必須

異業種間のコラボレーション必要

日本に閉じないシステム構築が必要

通信環境に関する関心をもっと持っていただきたい