

ETS-9での実証を目指す 次世代ハイスループット衛星通信システム

2021/02/12

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）
ワイヤレスネットワーク総合研究センター
宇宙通信研究室

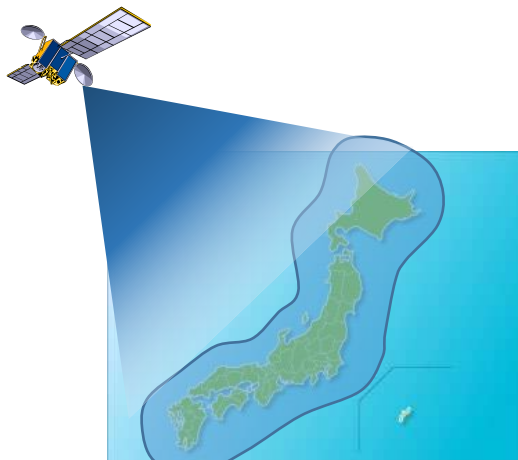
○三浦 周、阿部 侑真

発表内容

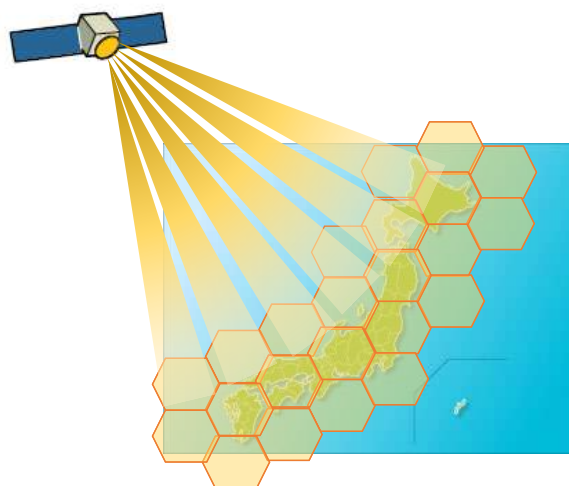
- 最近の衛星通信の動向（ハイスループット衛星）
- 次世代衛星通信システムのイメージ
- 技術試験衛星9号機（ETS-9）
- コア技術
 - 大容量化
 - フレキシブル化・デジタル化
 - ネットワーク制御・5G/Beyond 5G統合
- まとめ

ハイスループット衛星 (HTS)

衛星通信回線の低コスト化(ビット当たり単価の低減)を目指し大容量化



従来のシングルビーム衛星のイメージ



HTSのイメージ

- 静止衛星
- マルチビーム化
(シングルビーム→100ビーム～1000ビーム級)
- 広帯域化(高い周波数帯の利用:Ku帯(12/14GHz帯)
→Ka帯(20/30GHz帯))

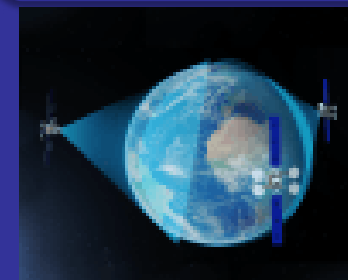
現在

Inmarsat-5
80-100ビーム級
容量: 数十Gbps



2022頃

Viasat-3
1000ビーム級
容量: 1Tbps



左上図: https://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2015/03/GX-10-things_e.pdf

左下図: <https://www.inmarsat.com/service/global-xpress/>

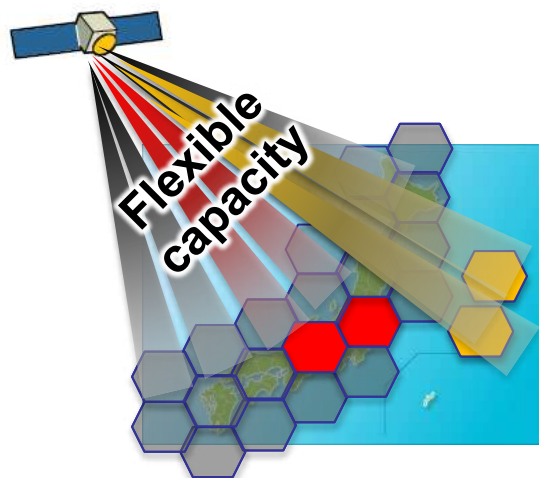
右上図: https://www.exede.com/viasat-satellite-internet-service/?_ga=2.235477377.1231254540.1598429286-1660798736.1598429286

右下図: <https://www.viasat.com/news/going-global>

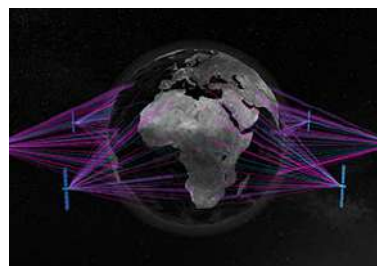
HTS関連の動向

- ・運用中の通信需要の変化に対応した衛星中継器の通信リソースの効率的利用が要求
⇒デジタル化・フレキシブル化が進展
- ・ビーム(DBF)
- ・帯域(チャネライザ)
- ・電力(MPA)
- ・中継器の再構成(Software-defined)

DBF: Digital Beam Former
MPA: Multi Port Amplifier



デジタル化・
フレキシブル化のイメージ



O3b mPOWER

- ・2022年打上予定
- ・1機当たり4000ビーム
- ・Tbps級

伝送容量の更なる拡大に向けた動き
⇒Q/V帯の利用、光衛星通信の利用

Q/V帯(40~50GHz帯):

- ・ESA ARTESプログラムによる実証実験(2013年打上、Alphasat Aldo Paraboni Q/V band ミッション)



Q帯:
V帯:

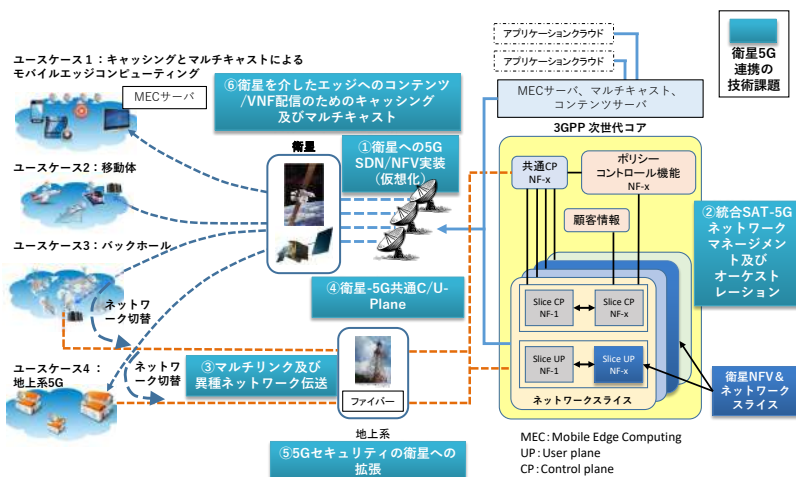
光衛星通信:

- ・光データ中継衛星サービスは欧州で既に実用化、米国や日本(JAXA)でも計画中
- ・大気ゆらぎ存在下での光フィーダリンクは研究開発段階、ETS-9で静止衛星で世界最高レベルの10Gbpsの実証
- ・低軌道メガコンステレーション計画が台頭し、光通信の利活用が期待

HTS関連の動向

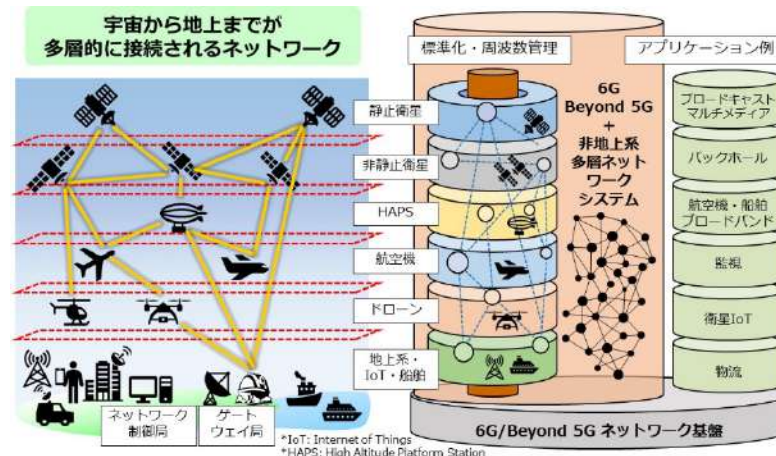
5Gとの連携

- ・欧州で官民共同プロジェクトが活発に活動
- ・3GPPでNTN(Non-Terrestrial Networks)の標準化が検討(2022年にRelease17で仕様化予定)
- ・5Gのネットワーク技術を衛星系へ展開することで衛星-地上接続が効率よく実現できる可能性
- ➡ 事業者毎の独自網から衛星・非地上系+5Gによる統合ネットワークへ



EU(Horizon2020) SaT5Gプロジェクトによる
衛星5G連携のためのユースケースと技術課題

SaT5G project: <https://www.sat5g-project.eu/>を基に筆者らが作成

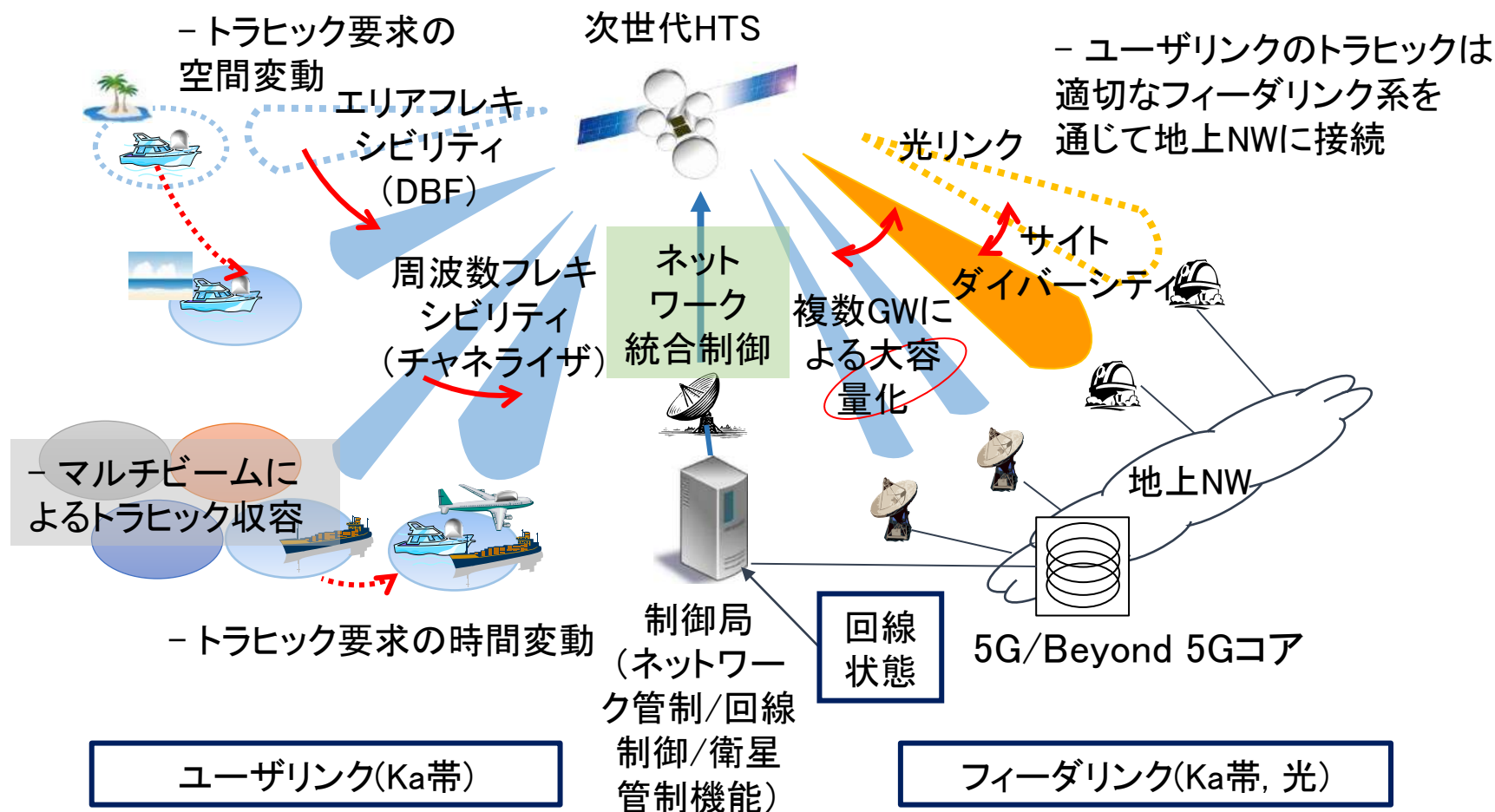


Beyond 5Gにおける通信ネットワークの概念

情報通信研究機構、「衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会」報告書、2020年2月を基にNICTで作成

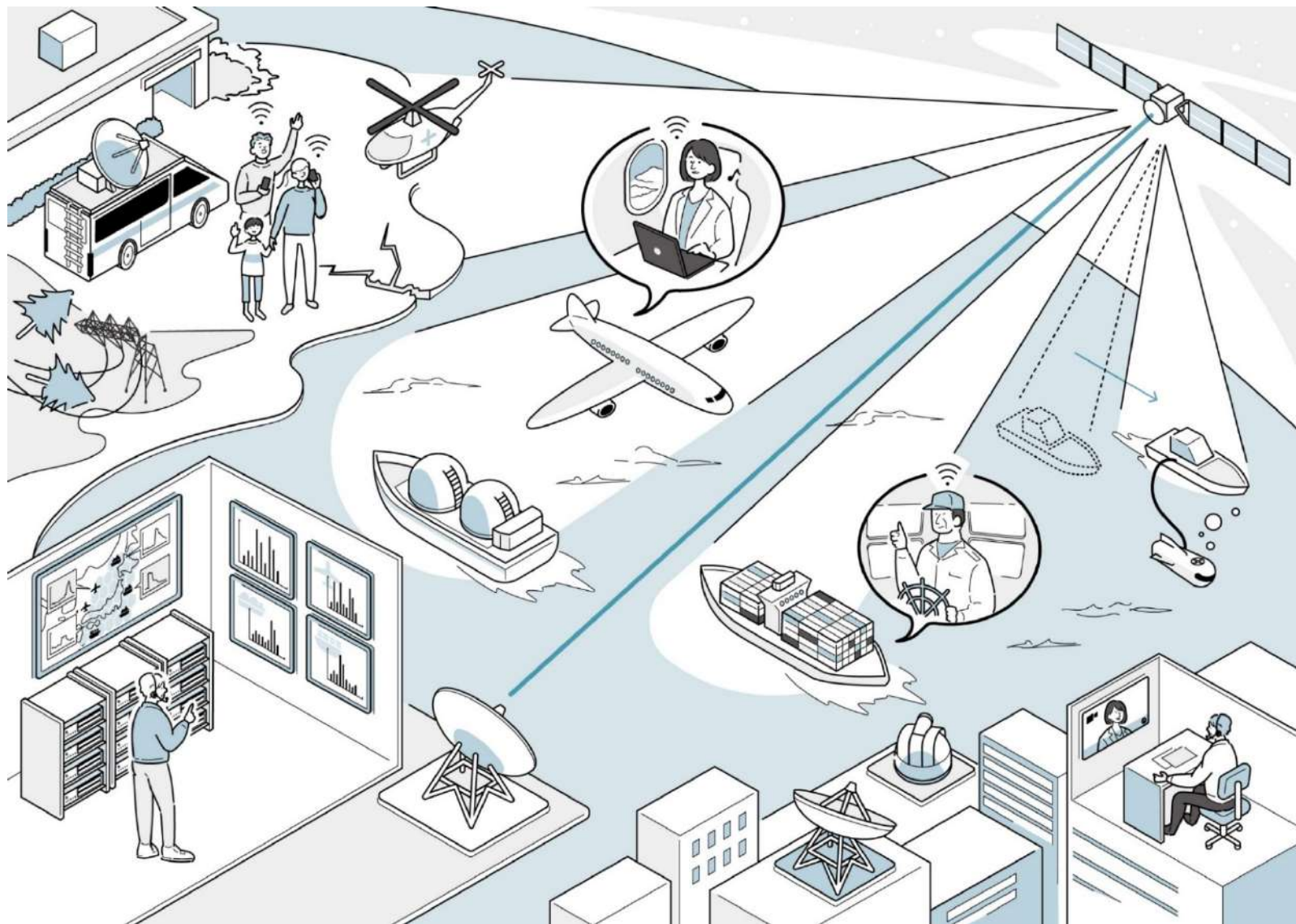
次世代HTSのイメージ

RF/光ハイブリッドによる大容量化・デジタル化による
フレキシブルな通信容量配分・5G/Beyond 5Gとの統合ネットワーク



技術試験衛星9号機(ETS-9)での実証を目指す

次世代HTSの利用イメージ

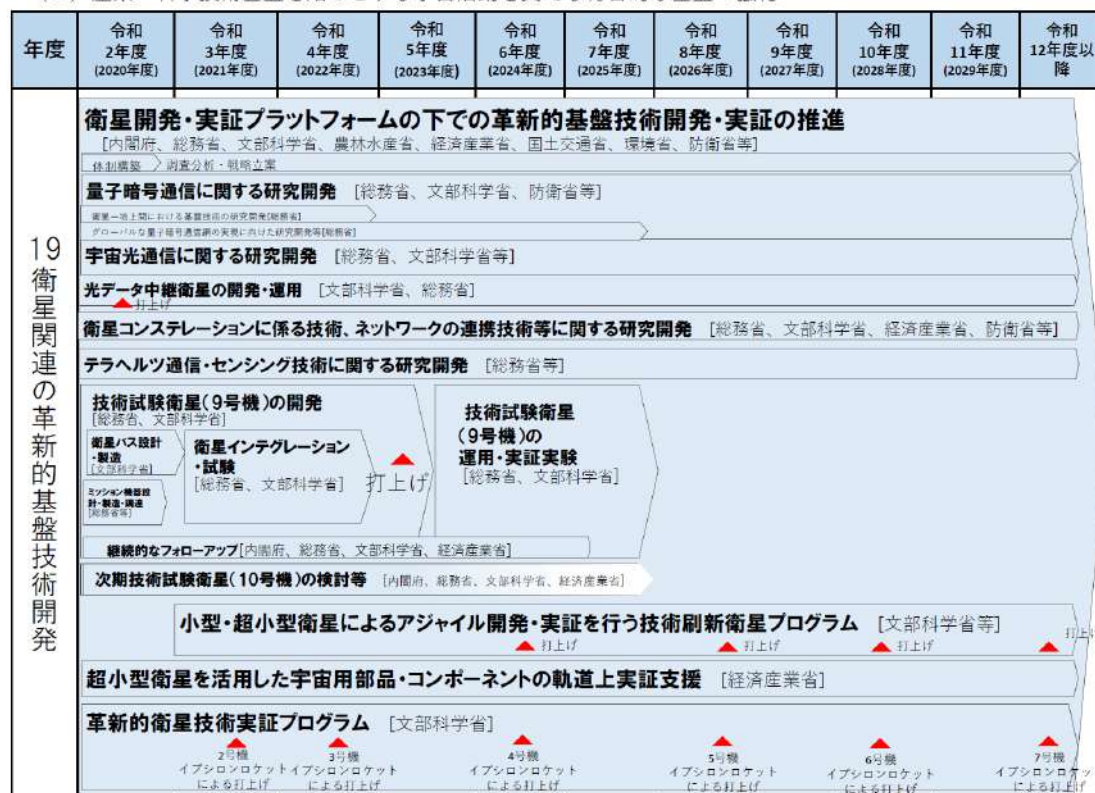


海洋、航空、非常災害時等に、必要なときに柔軟に通信サービスを提供

ETS-9計画

- 新「宇宙基本計画」(平成28年4月1日 閣議決定)で技術試験衛星9号機(ETS-9)の開発が明記、国家プロジェクトとして計画開始
- 宇宙基本計画工程表(令和2年12月15日 宇宙開発戦略本部決定)において、ETS-9の打上げが令和5年度とされた

(5) 産業・科学技術基盤を始めとする宇宙活動を支える総合的な基盤の強化



宇宙基本計画工程表(令和2年12月15日 宇宙開発戦略本部決定)

ETS-9の通信ミッション

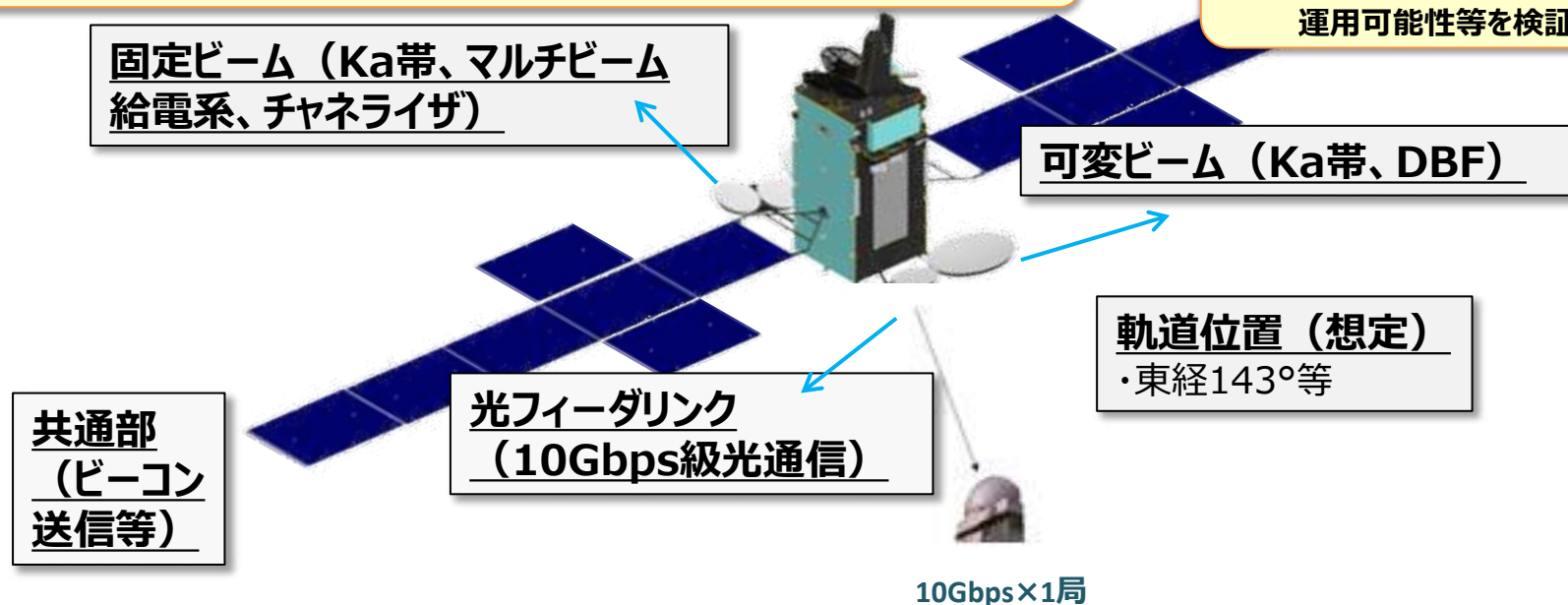
次世代通信衛星の基本構想

大容量デジタル・フレキシブル・ベントパイプ

- ◆ **伝送容量（スループット）の拡大**
固定マルチビーム（100ビーム級）で大容量（100Gbps級）を実現
- ◆ **フレキシビリティ確保による通信・サービス品質の向上**
広帯域（数GHz幅）を対象に、周波数・覆域を可動・可変
- ◆ **給電系等の小型化・軽量化**
多数のビーム搭載を可能とするため、給電系の小型・軽量・高密度実装等を実現

技術試験衛星9号機の姿

- ◆ **固定ビーム**
マルチビーム配置・周波数繰返し等を検証可能なビームの開発
フィードリンクも搭載
- ◆ **可変ビーム**
軌道上で任意にビーム形状・位置を変更するDBFの開発
- ◆ **光フィードリンク**
将来の大容量化に対応するため、光フィードリンクを開発・搭載し、運用可能性等を検証



次世代HTSの大容量化技術（光フィーダリンク）

世界最高レベルの10Gbps級地上-衛星間光データ伝送を可能とする
超高速光通信システムを研究開発し、光フィーダリンクの基礎技術を確認することを目指す

主要光通信デバイスについては国産品を優先して選定し、宇宙環境耐性・信頼性を確保する
スクリーニングプロセスを確立し、国産技術や標準化により国際競争力を有した市場展開を目指す

技術試験衛星9号機
(静止軌道に2023年度打上予定)

- ・技術試験衛星9号機のための衛星搭載用超高速光通信機器(静止軌道で10Gbps級)をNICTで開発、宇宙実証を目指す
- ・技術試験衛星9号機により、世界に先駆けて軌道上実証を行うことにより、国際競争力を有した市場展開を目指す

地上-衛星間通信回線
光: 10Gbps級

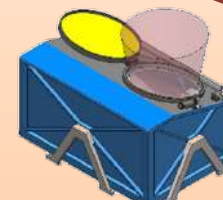
NICT光地上局

衛星搭載用光通信機器の開発



地上光通信デバイス

スクリーニングプロセス
の確立



光捕捉追尾機構部



光通信送受信部

環境耐性試験の実施



熱真空試験



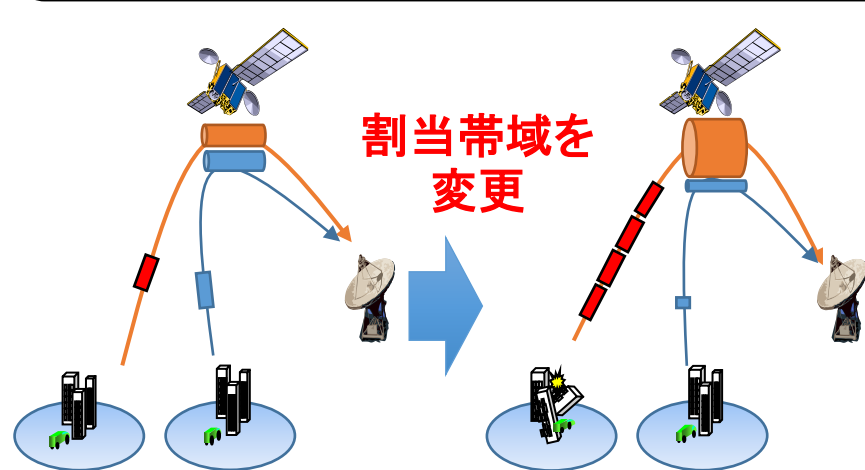
振動試験



衝撃試験

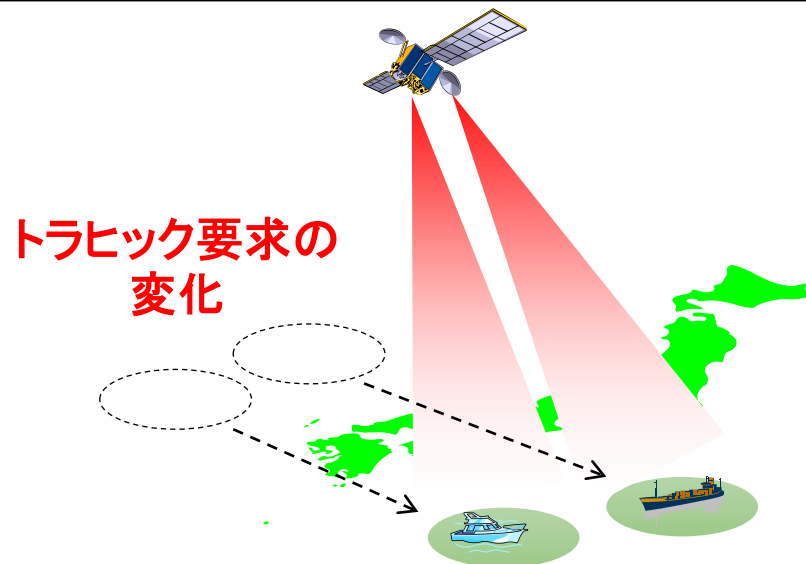
次世代HTSのフレキシブル化・デジタル化技術

周波数フレキシビリティ(帯域可変)、エリアフレキシビリティ(ビーム可変)を実現するデジタル中継器技術を開発



トラフィック要求の変化

周波数フレキシビリティ技術
(チャネライザ)のイメージ



カバーエリアを変更
エリアフレキシビリティ技術
(DBF)のイメージ

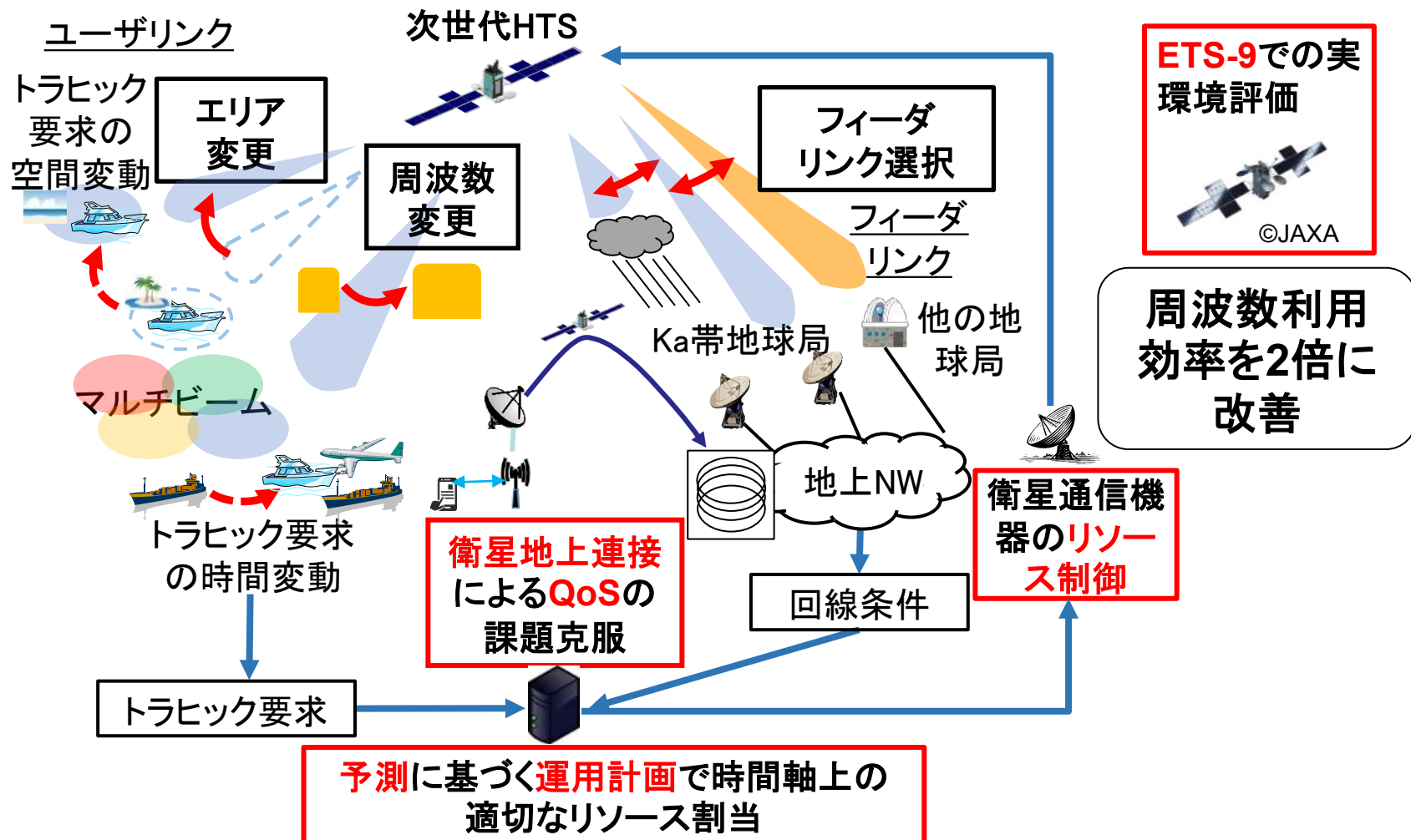
Ka帯で動作する広帯域なチャネライザ・マルチビーム給電部・フィーダリンク及びDBFの実証を目標として海外の開発動向から競争力を担保する要求を設定

「ニーズに合わせて通信容量や利用地域を柔軟に変更可能なハイスループット衛星通信システム技術の研究開発」(総務省委託研究、平成28年度～令和元年度)

「Ka帯広帯域デジタルビームフォーミング機能による周波数利用高効率化技術の研究開発」(総務省委託研究、平成29年度～令和元年度)

次世代HTSのネットワーク制御技術・5G/Beyond 5G統合技術

フレキシビリティ機能を有するHTSのリソースの最適な制御技術を確立
5G/Beyond 5Gとの統合技術を開発



まとめ

- 最近の衛星通信の動向としてハイスループット衛星（HTS）を紹介
- 次世代HTSのイメージと利用イメージを紹介
- 技術試験衛星9号機（ETS-9）計画と通信ミッションを紹介
- 次世代HTSのコア技術を紹介
 - 大容量化
 - フレキシブル化
 - ネットワーク制御・5G/Beyond 5G統合
- 今後、ETS-9での実証を通じて次世代HTSの技術を確立し、5G/Beyond 5Gのユースケースの実証を行い、衛星通信サービスの利用促進に貢献していく

本研究の一部は、総務省「電波資源拡大のための研究開発（JPJ000254）」の「ニーズに合わせて通信容量や利用地域を柔軟に変更可能なハイスループット衛星通信システム技術の研究開発」「多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発」で実施している。