



NICT鹿島宇宙技術センターと 衛星通信

国立研究開発法人情報通信研究機構

高橋 卓

情報通信研究機構(NICT)所在地



平成30年10月1日現在

鹿島宇宙技術センター

ワイヤレスネットワーク総合研究センター

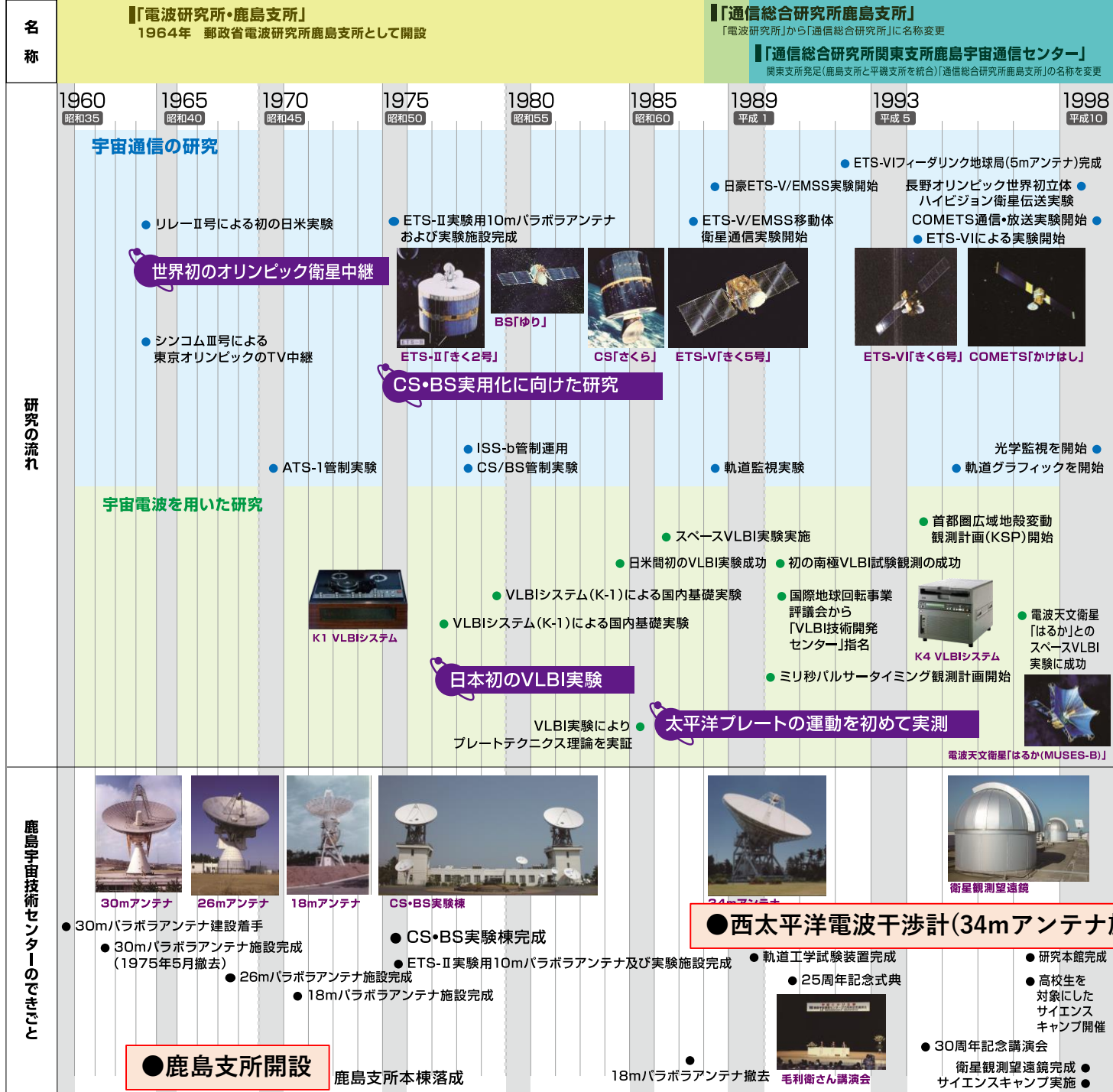
企画室(鹿島管理グループ)

宇宙通信研究室

電磁波研究所

時空標準研究室





オリンピック史上初のテレビ衛星中継

東京オリンピック： 1964年(昭和39年)10月10日～24日

7月23日 衛星中継の実施を正式に決定

8月19日 シンコム3号打ち上げ

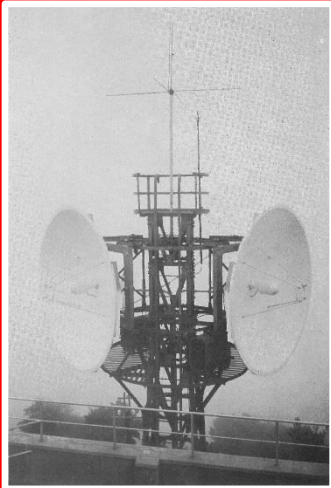
10月10日 開会式を米国に生中継

◆東京オリンピックテレビ衛星中継信号系統

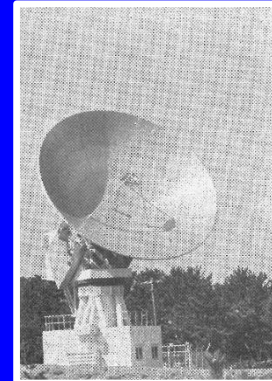
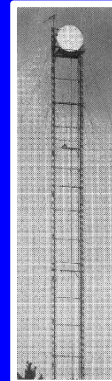
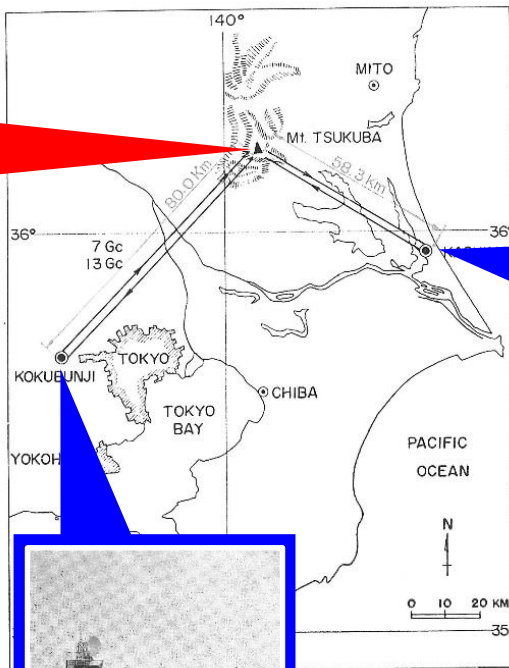
テレビジョン学会誌, Vol.19, No.3, p.157, 1965年2月 より



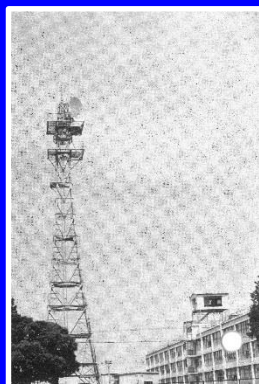
NHK 7時のニュース (1964年10月10日)



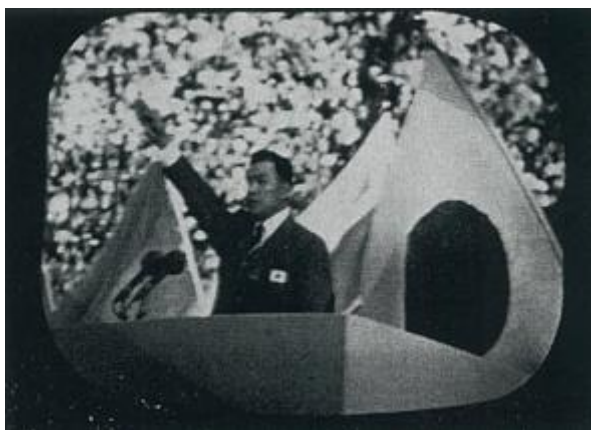
郵政省電波研究所
筑波山中継所



郵政省電波研究所 鹿島地球局
(現・NICT鹿島宇宙技術センター)



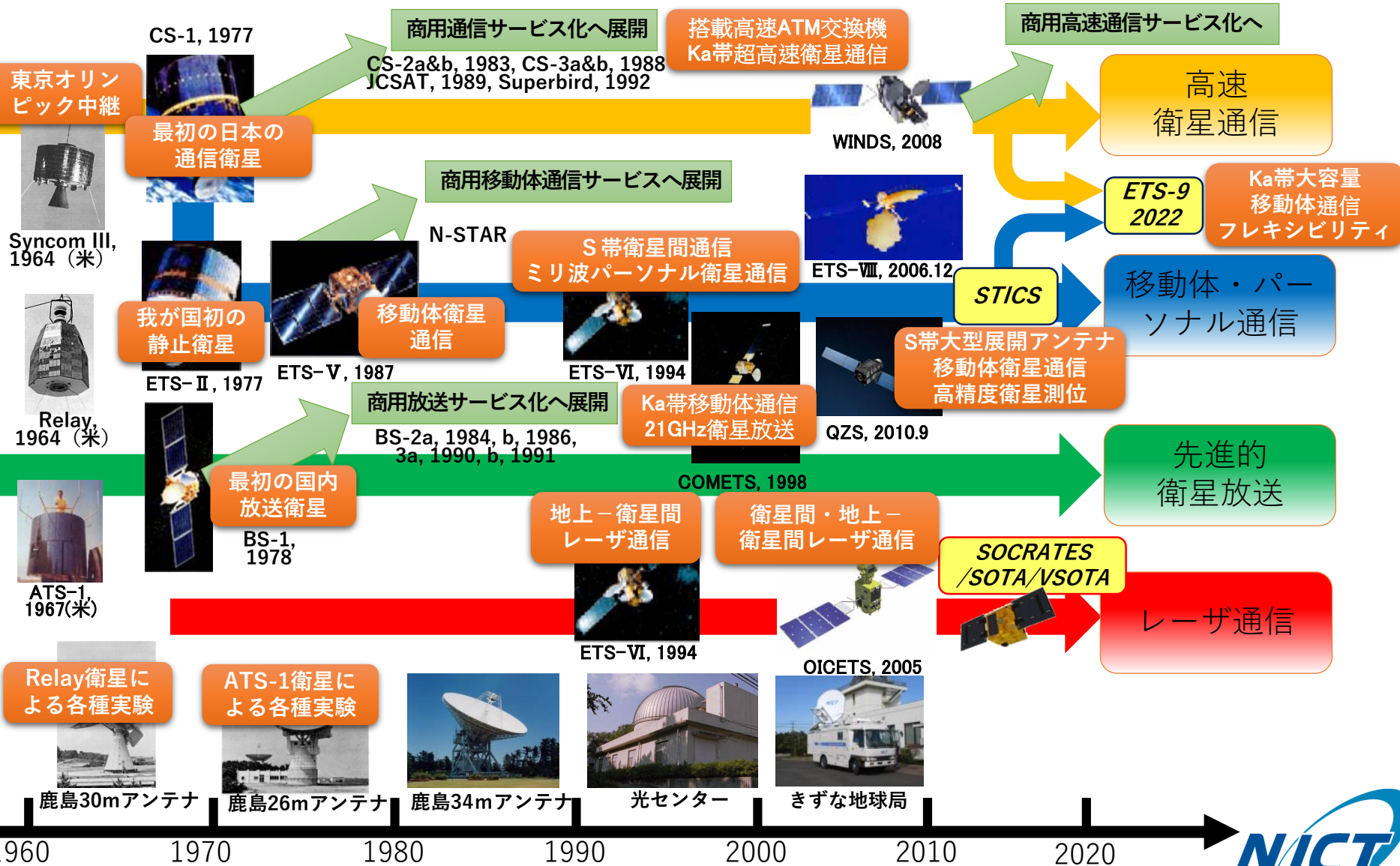
郵政省電波研究所
(現・NICT本部)



鹿島宇宙技術センターに立つ
「東京オリンピック宇宙中継の地」記念碑

NICTに関する通信衛星等の開発の歴史

日本の衛星通信の研究開発開始



海洋・宇宙 broadband 衛星通信ネットワーク



技術試験衛星8号機「きく8号」(ETS-VIII)

2006年12月18日に種子島からH-ⅡAロケットで打ち上げ。

2017年1月運用終了

S帯大型展開アンテナ
(開口径13m)

受信用

(低雑音増幅器の不具合)

送信用

HAC実験用アンテナ (1mφパラボラ)
(S帯の通信実験に使用)

ETS-VIII



データ

制御信号



黒潮牧场16号ブイ
(直径：8m)

小型地球局
S帯ヘリカルアンテナ



基地局

NICT鹿島宇宙技術センター
(茨城県鹿嶋市)

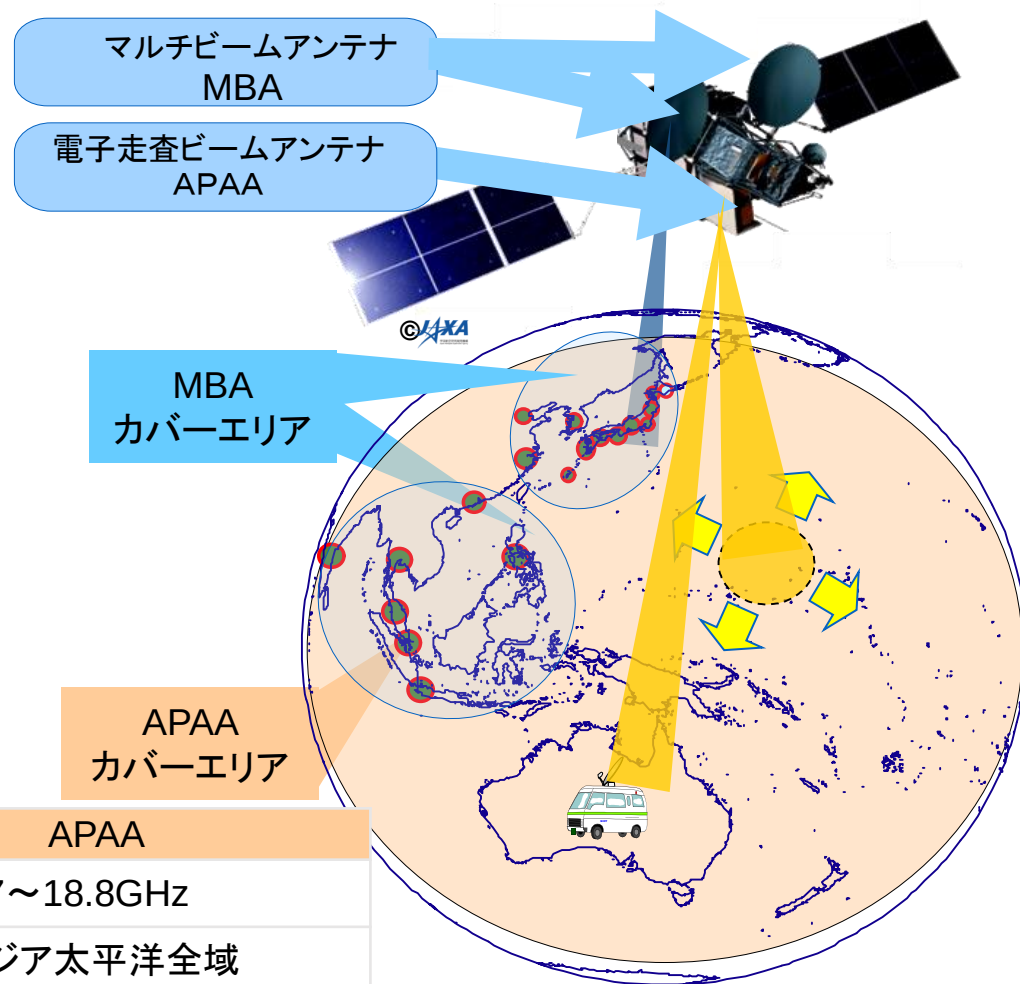
基地局で取得したデータは
地上回線で高知高専のデー
タサーバへ転送

超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)

2008年2月23日に種子島からH-ⅡAロケットで打ち上げ。

2019年2月運用終了

- 衛星による超高速ネットワーク
最大3.2Gbps/ビーム(非再生中継)
最大155Mbps/ビーム(再生中継)
- 超広帯域高出力中継器
- Ka帯マルチビームアンテナ & アレイアンテナ



	MBA	APAA
周波数	上り: 27.5~28.6GHz / 下り: 17.7~18.8GHz	
通信エリア	日本全国及びアジア10都市	アジア太平洋全域
EIRP、G/T	68dBW以上、18dB/K以上	55 dBW以上、7 dB/K以上
偏波	水平及び垂直偏波	垂直偏波
中継方式	再生交換中継方式またはベントパイプ中継方式	

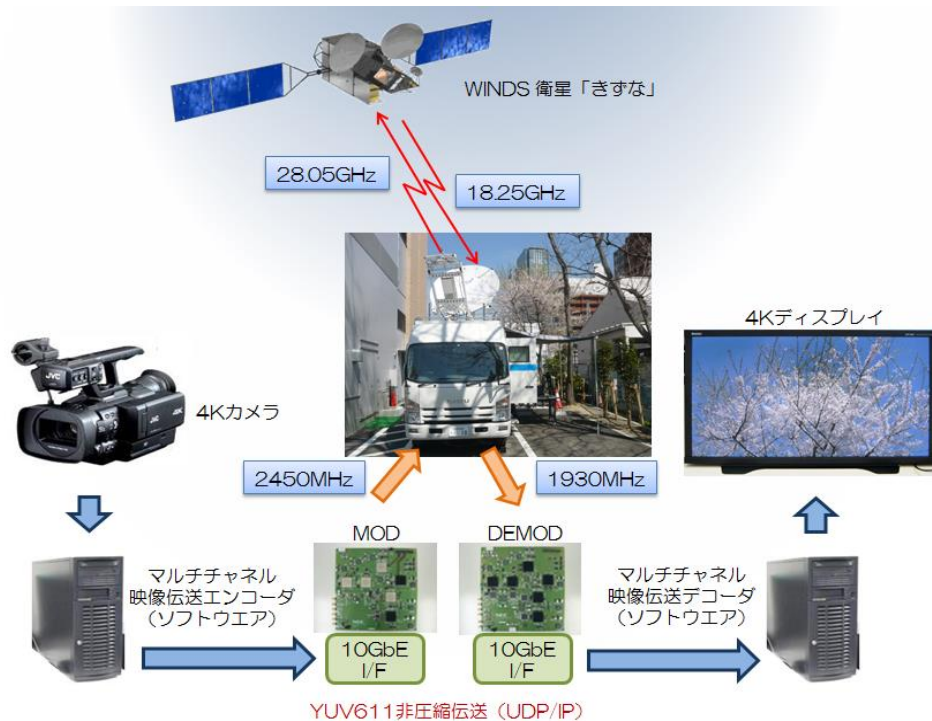
世界最高速の3.2Gbps衛星通信実験

2014年11月-

- WINDS衛星回線において16APSK-OFDM方式で、多値変調周波数多重によるRF信号ダイレクト変復調装置を開発し、**世界最速の3.2Gbpsを目指しWINDS衛星回線を通すことに成功**
- 10GbEインタフェースを介して**4K超高精細映像を通すWINDS衛星通信実験に成功**

主要諸元

	Specification
Modulation:	16APSK-OFDM (radius ratio $\gamma=R2/R1=2.73205$), $GI=2.5ns$
Signal Mapping:	DVB-S2 conformity
Data Rate:	3200Mbps=50Msps x 4bit/symbol x 16ch
Error Correcting Code:	LDPC code
Interleave:	interleave between subcarriers (every eight waves)
Randomizer:	Generating polynomial $h(x)=x^8+x^7+x^5+x^3+1$ (CCSDS)
10GbE external interface:	10GbE SFP+ interface Internet protocol: UDP/IP



WINDS基本実験:3.2Gbps伝送実験

東日本大震災時の鹿嶋市近郊(震度6弱)の被災状況

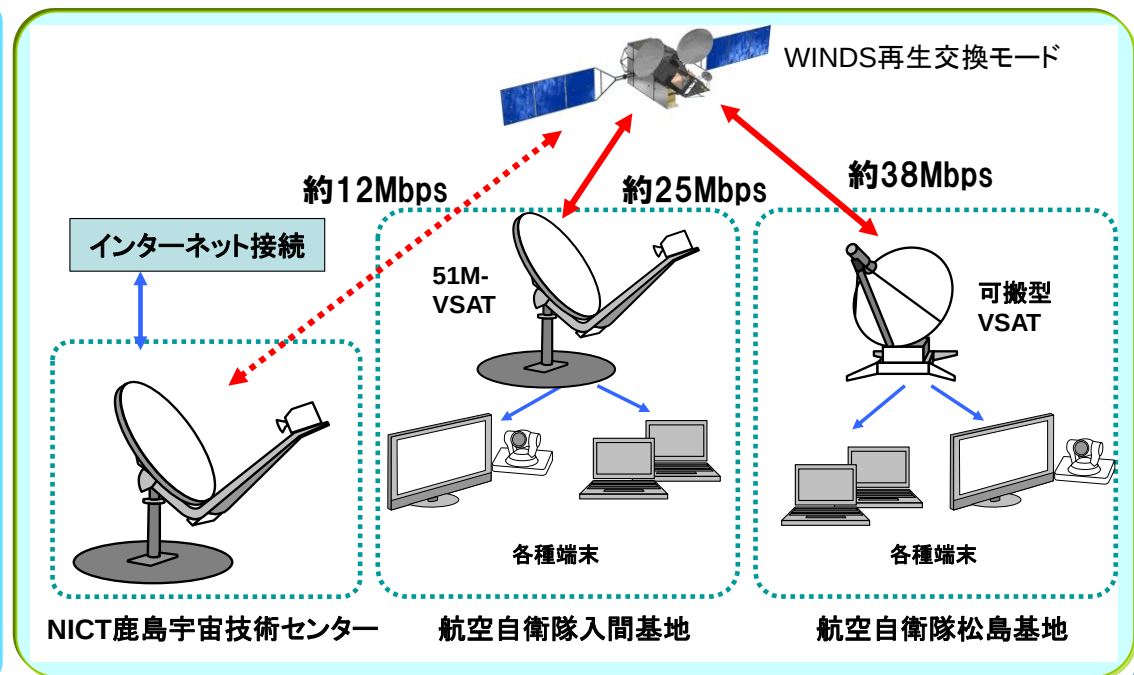
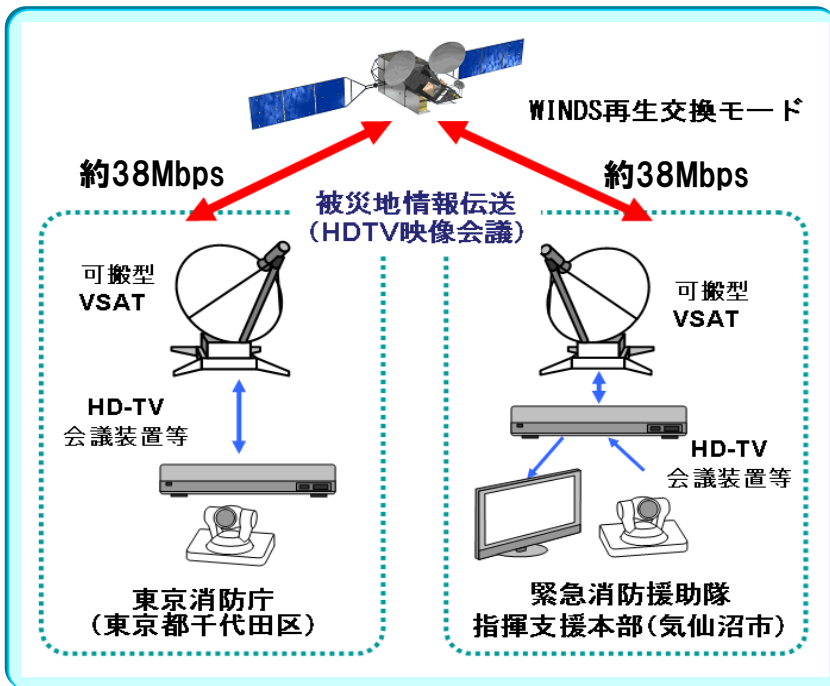


気仙沼市、松島における活動支援

気仙沼市及び陸前高田市で指揮支援及び救助活動を行う東京都隊の活動を支援。

大手町の東京消防庁と現地指揮支援本部間に51Mbps衛星回線で接続、テレビ会議、IP電話、高精細カメラ等を設置。

防衛省航空幕僚監部の要請により、松島基地及び入間基地に直径1メートル程度の小型の地球局設備を臨時に設置し、NICT鹿島宇宙技術センターに設置されている大型地球局とあわせて計3拠点を結ぶ仮設のブロードバンド通信網を構築しました。





IDUは廊下に設置
IDU : Indoor Unit



3月16、17日朝に
は積雪あり



衛星通信車
設営・生活支援
電源供給



気仙沼消防署

気仙沼市災害対策本部の一角に活動エリア確保
→ 東京消防庁作戦室(大手町)とHDTV会議を開設。



災害対策実験用地球局



フルオート可搬局



小型車載地球局



大型車載地球局



トリアージや防災訓練の連携

熊本地震応急ネットワーク支援派遣(高森町)

2016年4月

熊本県高森町役場において、災害対策本部(総務課)に行政用としてAPを1箇所、町役場入り口付近に住民用としてAPを1箇所に応急ネットワークを構築しインターネット回線を提供し、最大18Mbpsを記録

WINDS用大型車載局設置



行政用ネットワークの利用状況



災害対策本部(総務課)



町役場入り口付近

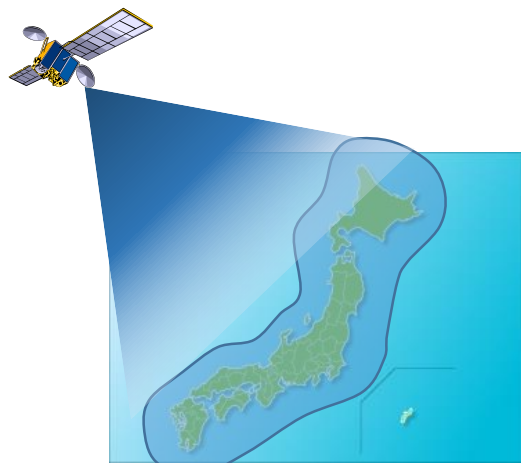
アクセスポイント(AP)



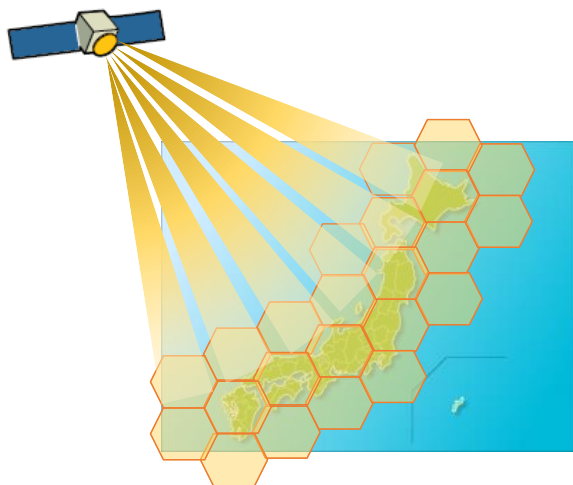
住民用ネットワークの利用状況

ハイスループット衛星(HTS)の世界動向

・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

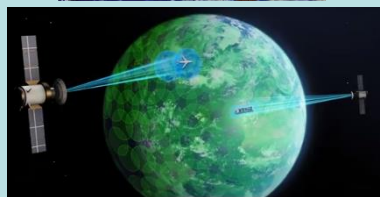


HTSのイメージ

- ・ 静止衛星 HTS: High Throughput Satellite
- ・ 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(Ku→Ka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



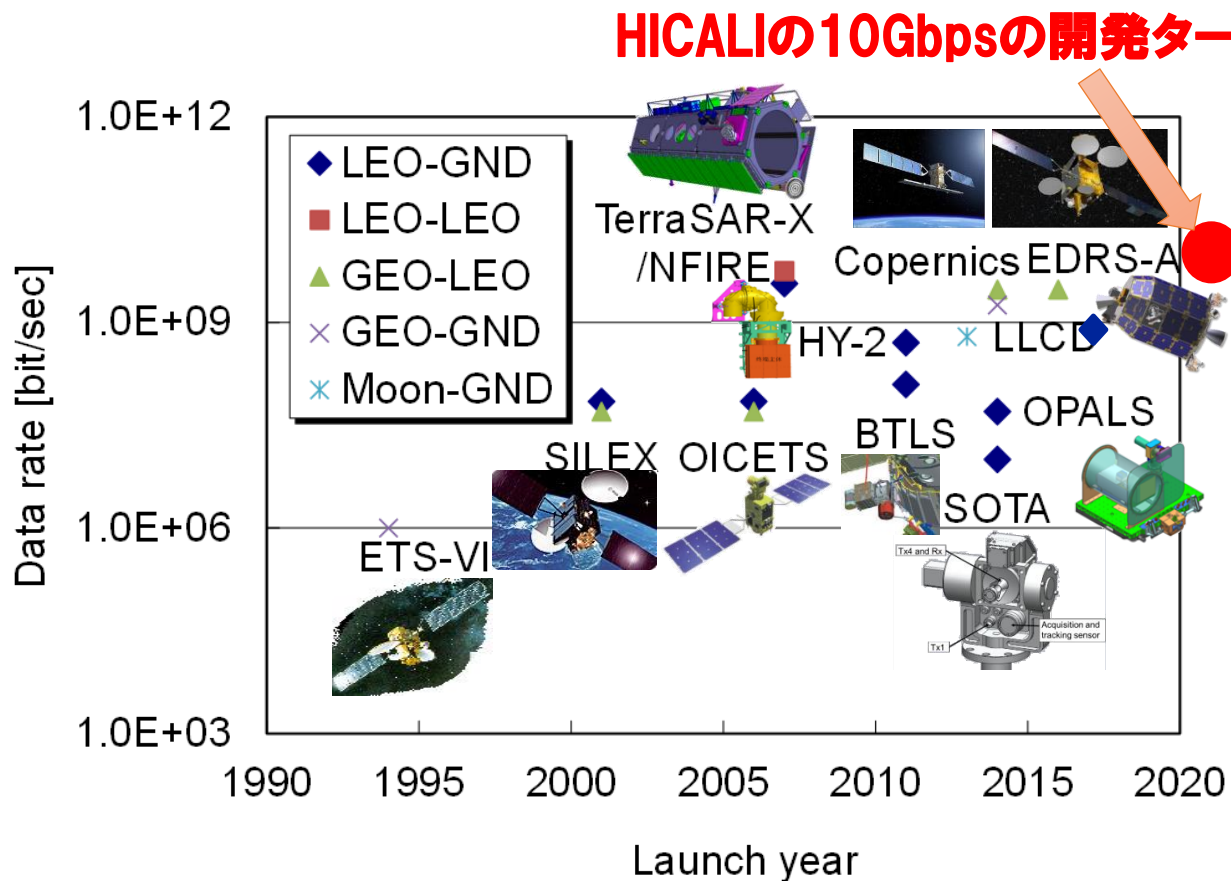
左上図: https://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2015/03/GX-10-things_e.pdf

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>

光衛星通信プロジェクトの過去の実証と将来計画



光衛星通信プロジェクト

実証済み計画

- 1994: **ETS-VI/LCE** (NICT)
- 2001: **SILEX** (ESA)
- 2006: **OICETS** (JAXA/NICT)
- 2008: **TerraSAR-X** (DLR)
- 2008: **NFIRE** (MDA)
- 2011: **HY-2** (HIT, China)
- 2011: **BTLS** (Russian company)
- 2013: **LLCD/LADEE** (NASA GSFC)
- 2013: **Copernicus** (ESA)
- 2014: **OPALS** (NASA JPL)
- 2014: **SOTA** (NICT)
- 2017: **OSIRIS** (DLR)
- 2019: **VSOTA** (NICT)

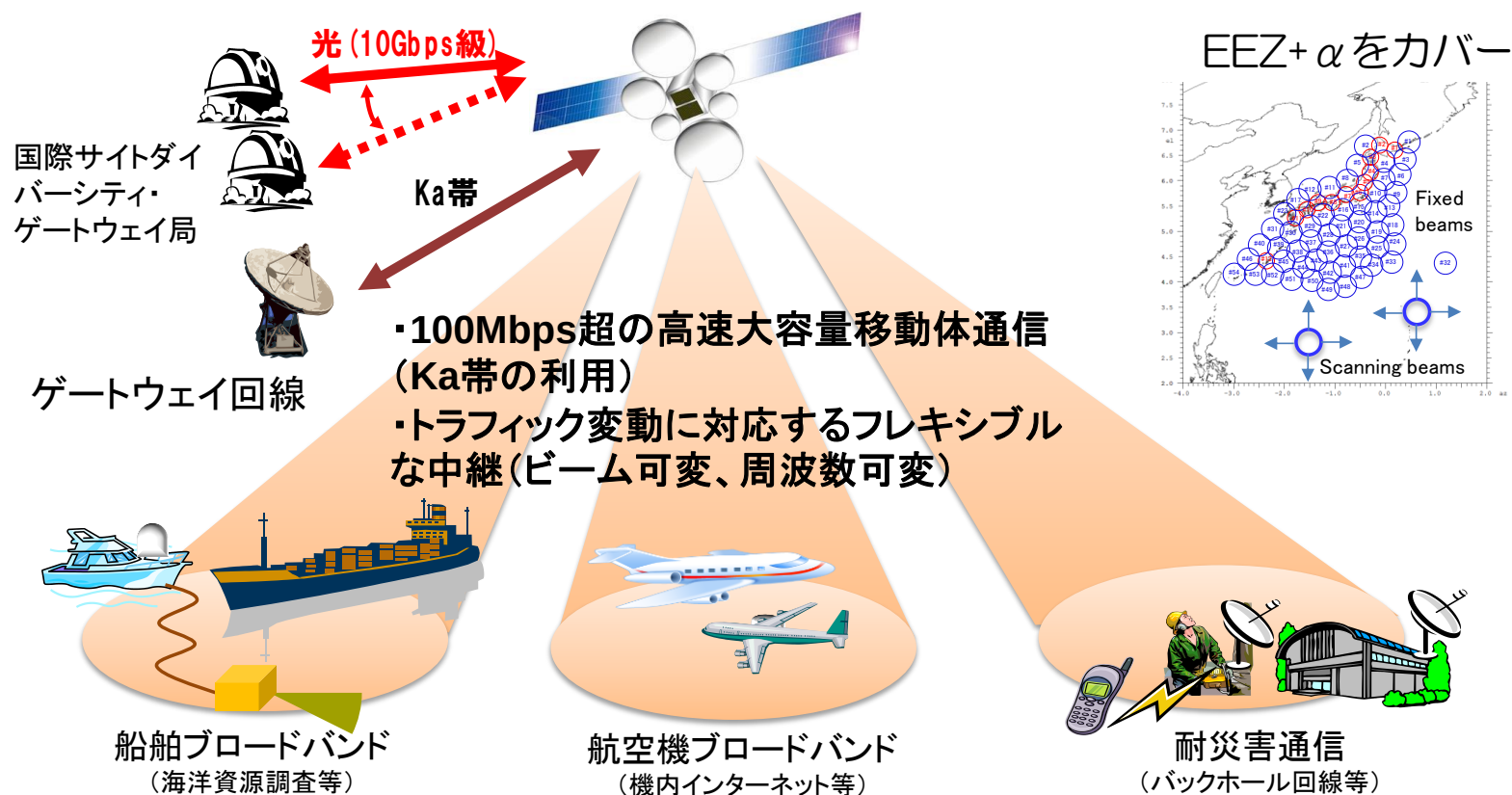
将来計画

- 2020~: **JDRS** (JAXA)
- 2021~: **LCRD** (NASA GSFC)
- 2022~: **HICALI** (NICT)

海洋・宇宙 broadband 衛星通信システムの概要

非常時、海洋、航空を含む宇宙空間に100Mbps級のブロードバンド通信を衛星通信で提供

次期技術試験衛星

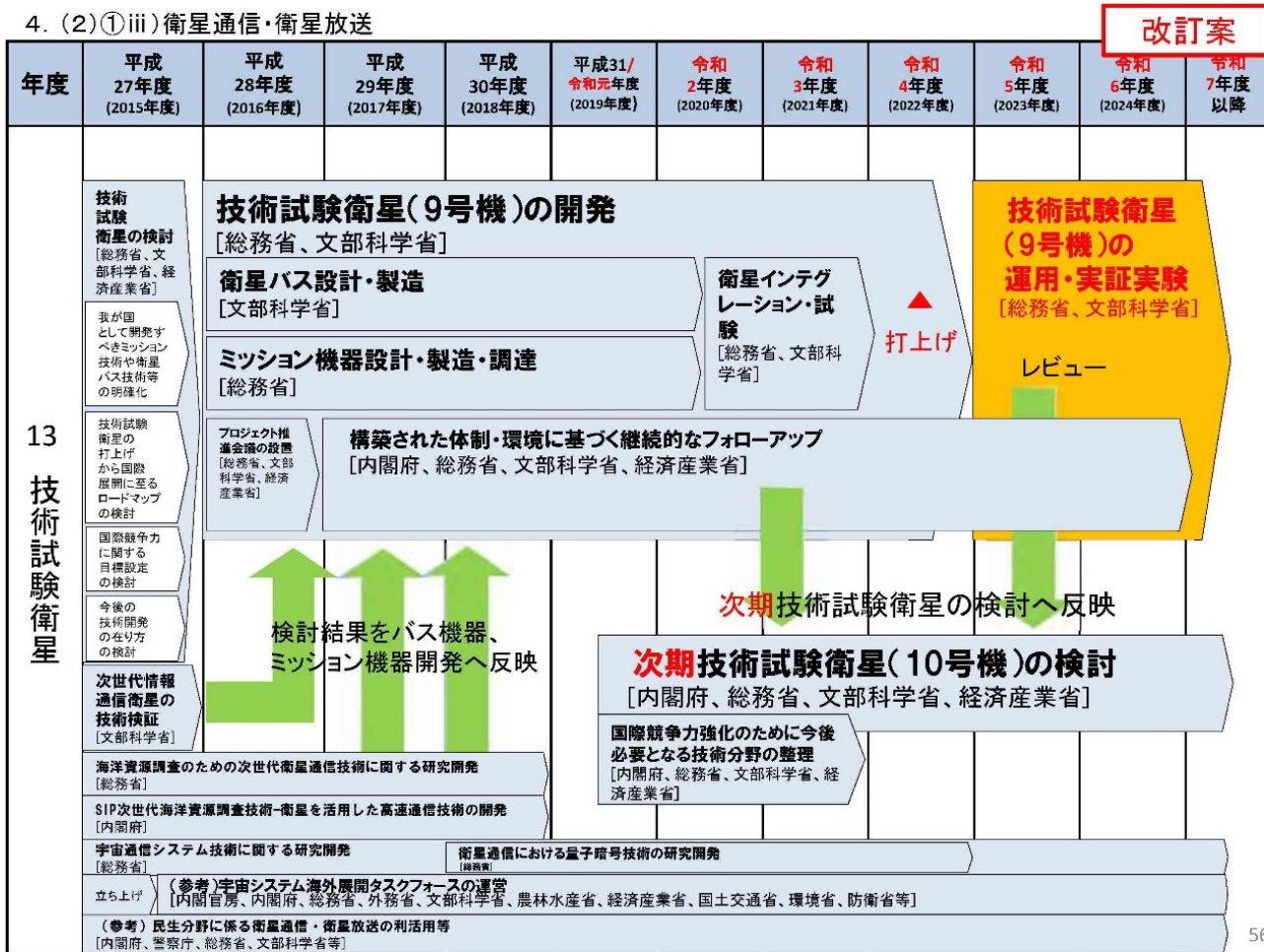


サイトダイバーシティ：複数の地球局を用意し状態の良い地球局を使用する技術

バックホール：アクセス回線と基幹通信網をつなぐ中継回線

EEZ：Exclusive Economic Zone 排他的経済水域

- ・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
- ・第21回宇宙開発戦略本部（令和元年12月13日開催）において、ETS-9の打上げが令和4年度とされた



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・可変化

◆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・周波数繰り返し等を検証可能なビームの開発
フィーダリンクも搭載

◆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

◆光フィーダリンク

将来の大容量化に対応するため、光フィーダリンクを開発・搭載し、運用可能性等を検証

固定ビーム（Ka帯、マルチビーム
給電系、チャネライザ）

可変ビーム（Ka帯、DBF）

共通部
（ビーコン
送信等）

光フィーダリンク（10
Gbps級光通信）

軌道位置（想定）

・東経143°（WINDS運用中）等

10Gbps×1局

次期技術試験衛星に関する検討会資料より抜粋して改変

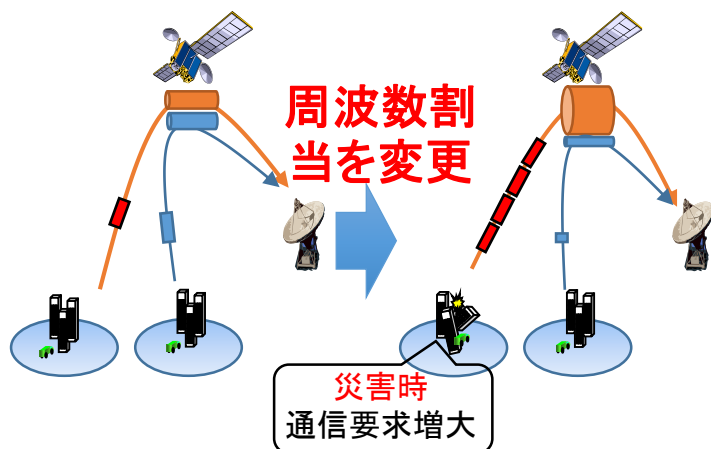
搭載中継器のキー技術

■トラフィック変動に対応するフレキシブルな中継技術(ビーム可変、周波数可変)

・デジタルチャネライザ

(Digital Channelizer)

ユーザの通信要求の変化に応じて衛星ビームの周波数割当を柔軟に変更可能

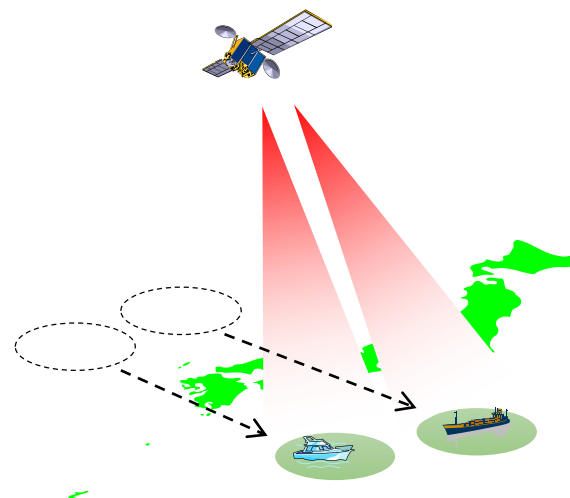


トラフィック要求の変動
デジタルチャネライザによる
周波数割当変更のイメージ

・デジタルビームフォーマ

(Digital Beam Former)

ユーザの通信要求の変化に応じてカバレッジを柔軟に変更可能

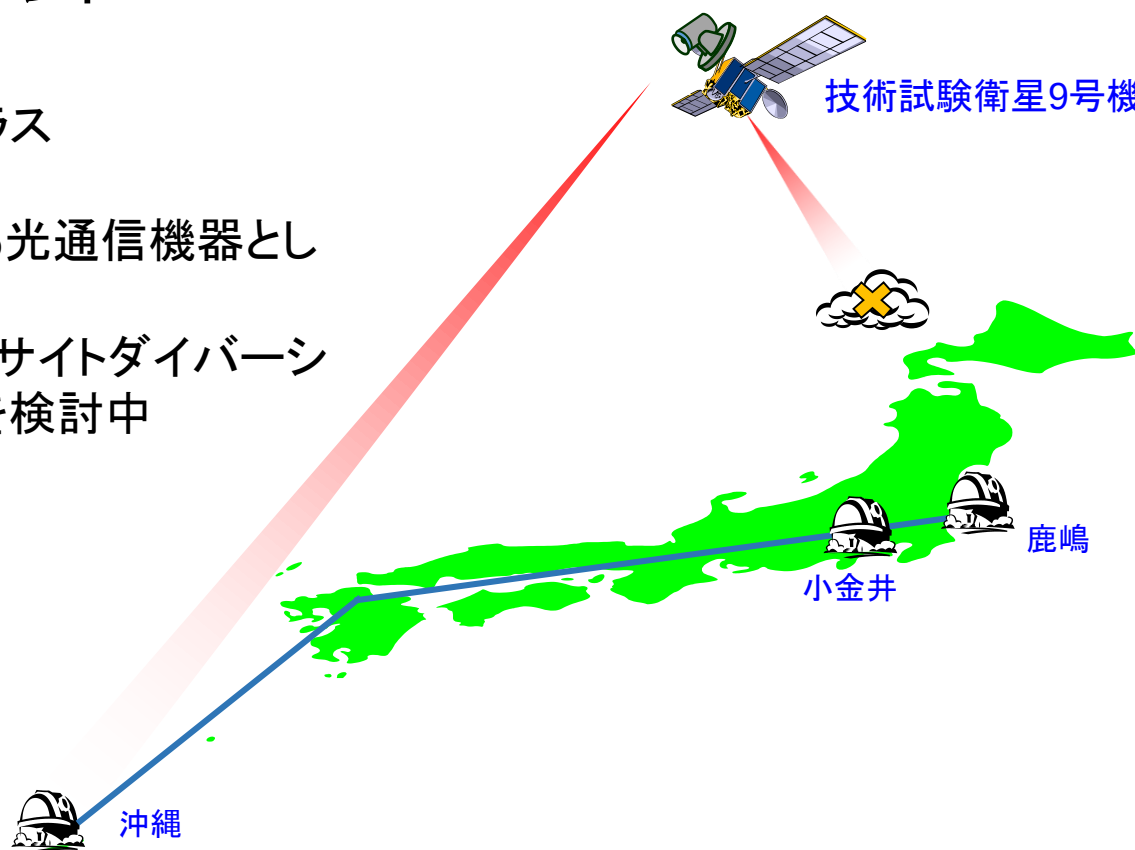


DBFによる
カバレッジ変更のイメージ

衛星搭載用超高速光通信コンポーネントHICALIの開発

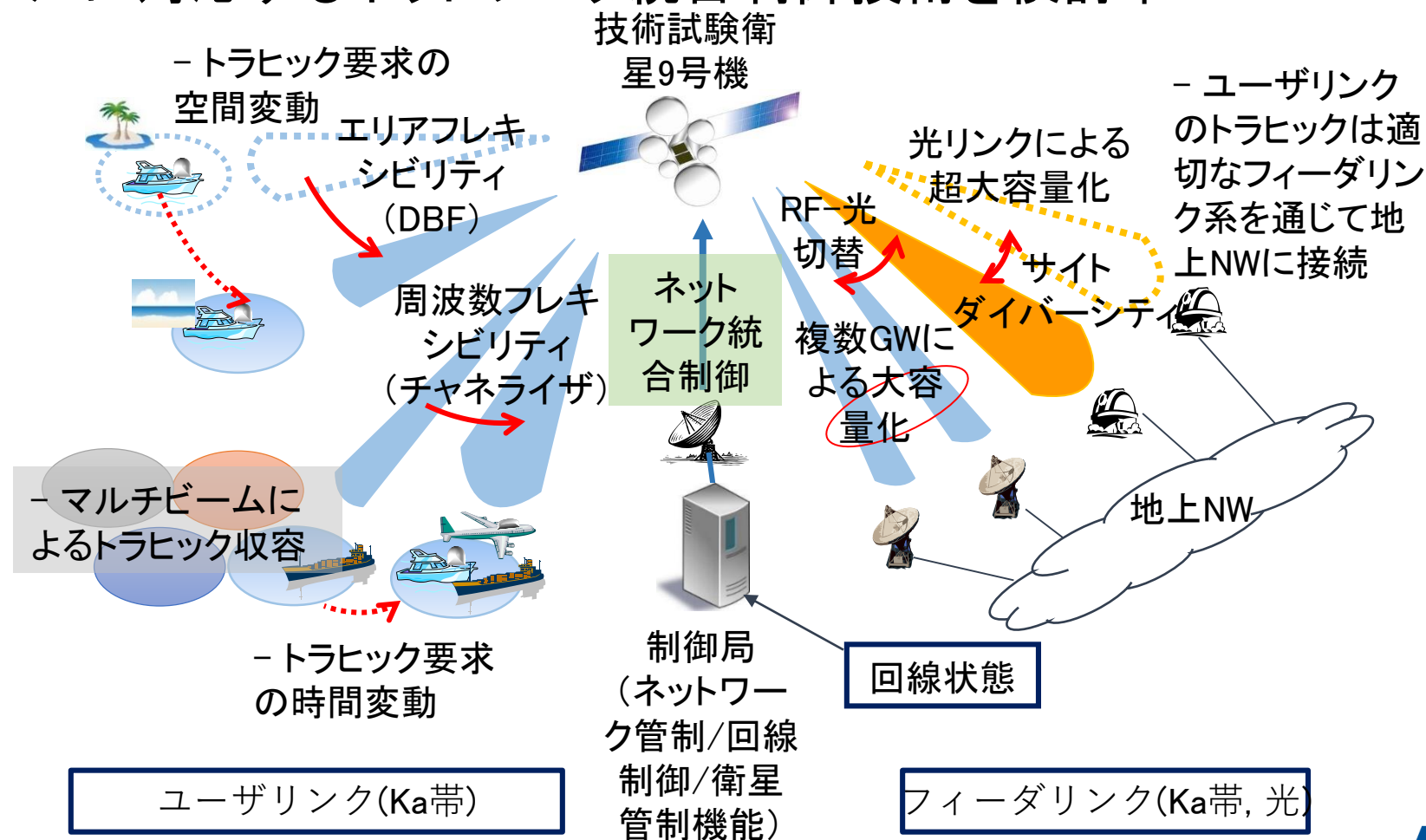
衛星・地上間において10Gbpsクラスの通信速度で伝送可能な
光通信コンポーネント

- 通信速度: 10Gbpsクラス
- 利用波長: $1.5\mu\text{m}$
- 宇宙環境に耐えられる光通信機器としては世界最速
- 天候に左右されにくいサイトダイバーシティを考慮した地上局を検討中



ネットワーク統合制御技術

- 電波と光を組み合わせることでユーザの変化する通信要求にフレキシブルに対応するネットワーク統合制御技術を検討中

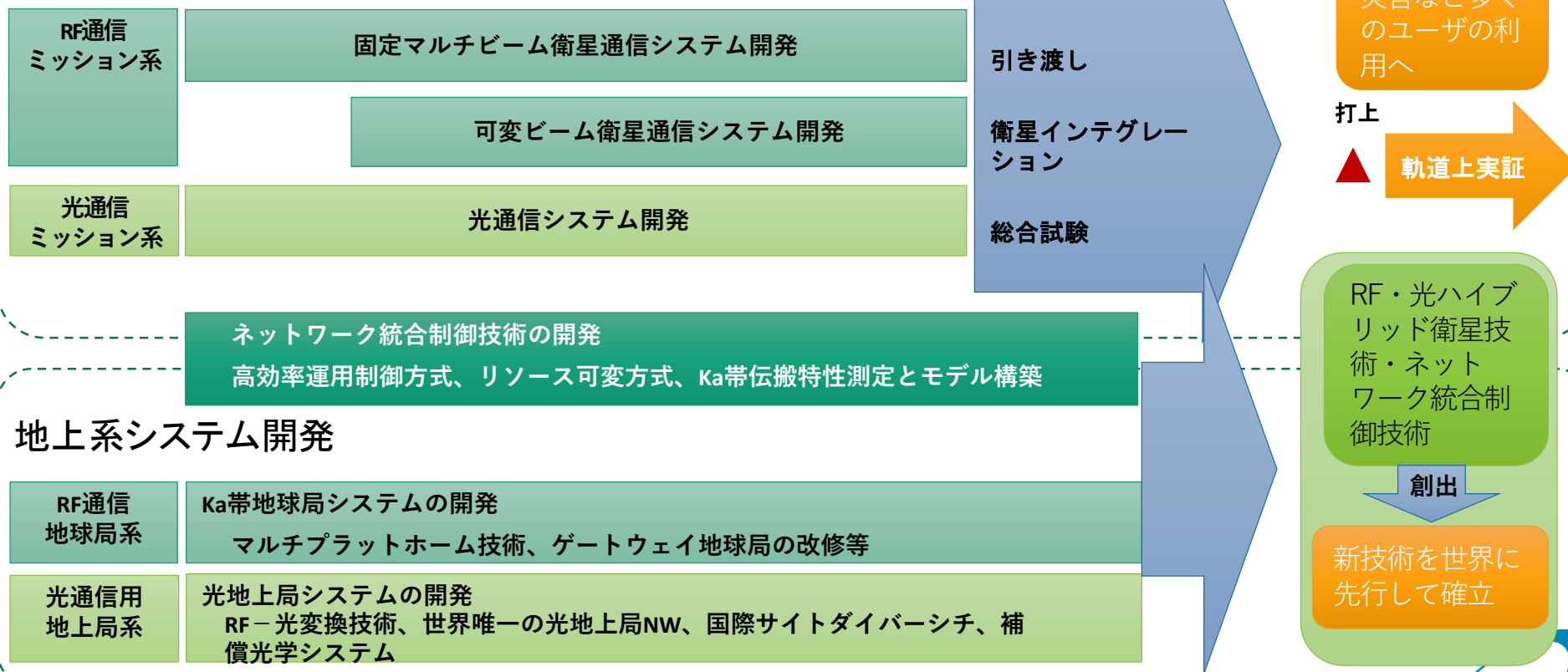


次期技術試験衛星の研究開発スケジュール

H28年度	H29年度	H30年度	H31/R1年度	R2年度	R3年度	R4年度～
2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度～

搭載系システム開発

▲6月 周波数ファイリング事前公表



むすび

- 鹿島宇宙技術センター紹介
- NICTの宇宙通信への取り組みを紹介
- 最近の鹿島宇宙技術センターでの衛星通信実験を紹介
 - 技術試験衛星8号機「きく8号」(ETS-VIII)
 - 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)の紹介
- 技術試験衛星9号機の状態を紹介

An aerial photograph taken from space, showing the curvature of the Earth. The top half of the image shows the dark blue of space with some stars. Below the horizon, a thin layer of white clouds covers the surface. Underneath the clouds, a detailed view of a city and surrounding landscape is visible. The city has a mix of green spaces, buildings, and roads. A prominent feature is a large, dark, irregularly shaped pond or lake in the lower-left quadrant. The overall scene is a high-angle, wide-area shot of a populated region on Earth.

ご静聴ありがとうございました