



高速・大容量な光衛星通信技術の 衛星への適用等に向けた研究開発

情報通信研究機構
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

内容

- ハイスループット衛星 (HTS) の世界動向
- 光衛星通信の特徴
- 光衛星通信の世界動向
- 小型光トランスポンダ (SOTA) を用いた光通信と量子通信の基礎実験
- 光フィーダリンクに関する研究開発
 - 超高速先進光通信機器 (HICALI) の概要
 - HICALI の研究開発の進捗状況
- 光衛星通信におけるサイトダイバーシティに関する研究開発
- まとめ

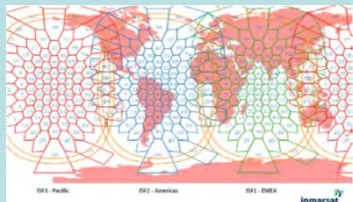
ハイスループット衛星 (HTS) の世界動向

<衛星技術の世界動向と方向性>

- ビット単価低減から超大容量化(Ku→Ka帯)
- 次期技術試験衛星(ETS-IX)は大容量化に周波数帯域可変なフレキシビリティを導入、周波数利用効率向上や軌道上技術実証等を指向

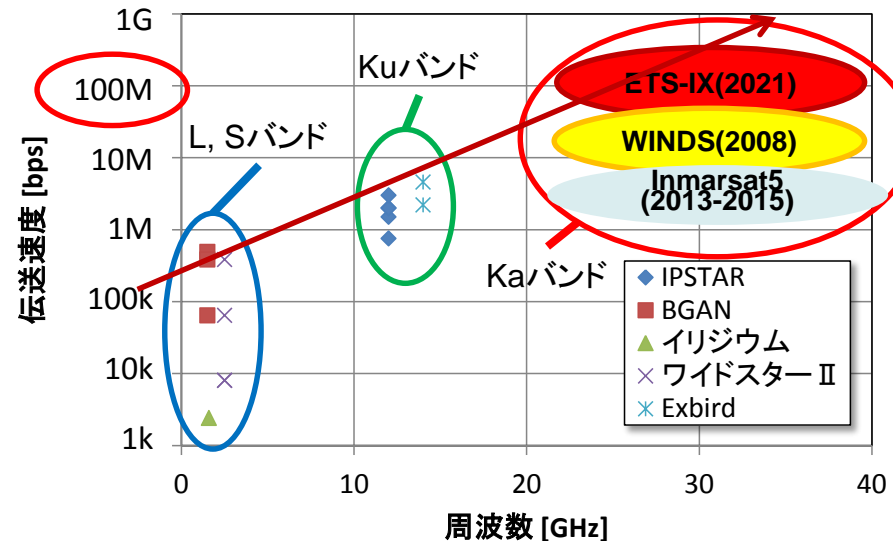
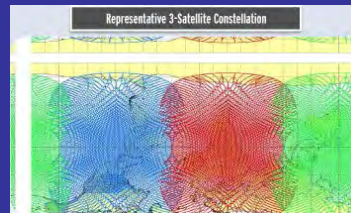
現在

Inmarsat-5
80-100ビーム級
容量: 数十Gbps



2021頃

Viasat-3
1000ビーム級
容量: 1Tbps



ユーザ回線の伝送速度の向上

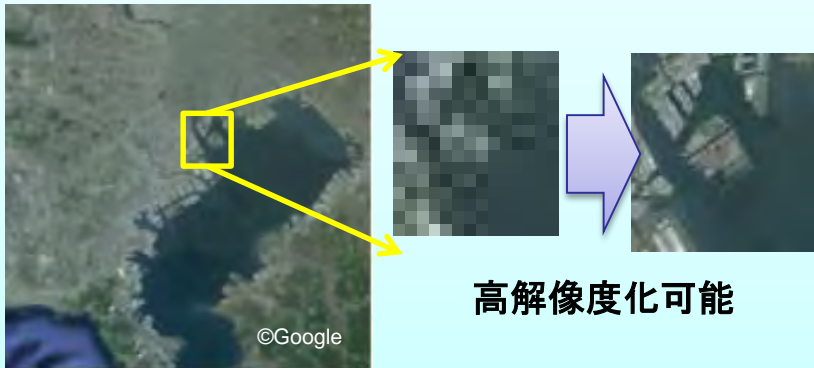
<大容量通信の必要性>

- 観測衛星等のリモートセンシングデータの増大により、高速通信の必要性が増大
- HTSの増加に伴い周波数資源がひっ迫
- 周波数資源の制約が無く、機器の小型化・省電力化が可能な大容量光通信技術のニーズの高まりと期待

光衛星通信の特徴

高解像度化に対応する大容量伝送

- ・数Gbps超の伝送速度が実現可能
- ・RFと比較し大容量のデータダウンリンクに貢献
- ・リアルタイムな観測エリアが拡大



衛星バスや観測センサに対する影響軽減

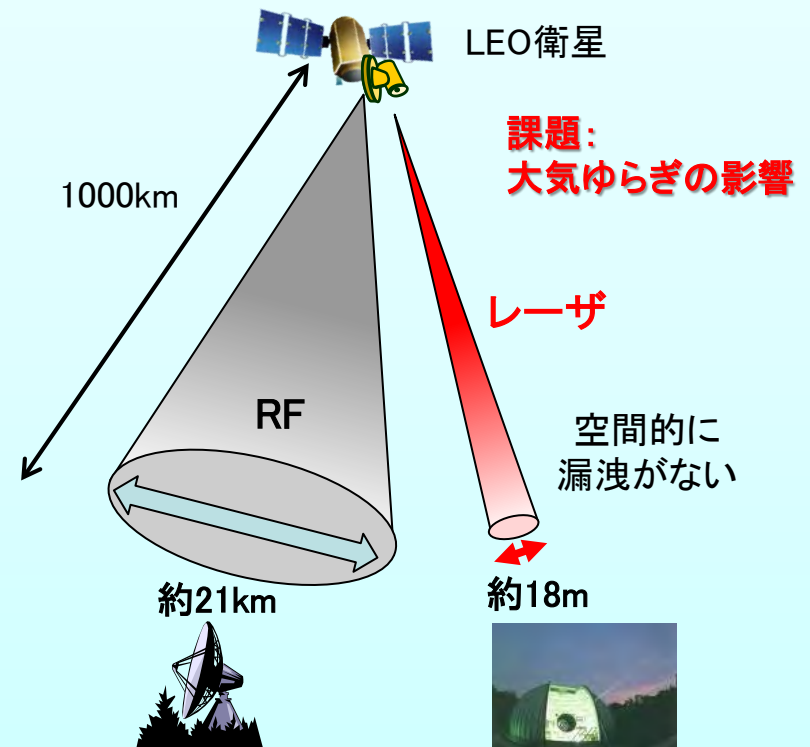
- ・低消費電力化の可能性
- ・小さな衛星搭載装置の可能性(擾乱、重量等)
- ・光地上局は10cm級の望遠鏡で通信が可能であり小型化可能(コスト、建物、敷地、可搬性)

国際周波数調整不要

- ・国際周波数調整不要でタイムリーな打ち上げに貢献
- ・標準化をする必要

高秘匿性のあるワイヤレス通信

- ・RFに比べて小さなビーム
- 例)ビーム広がり角:約1.2°(X帯)
約0.001°(レーザ)
- ・漏洩電波による干渉や盗聴を気にする必要がない
- ・地上に下ろした場合の秘匿性が高まる可能性

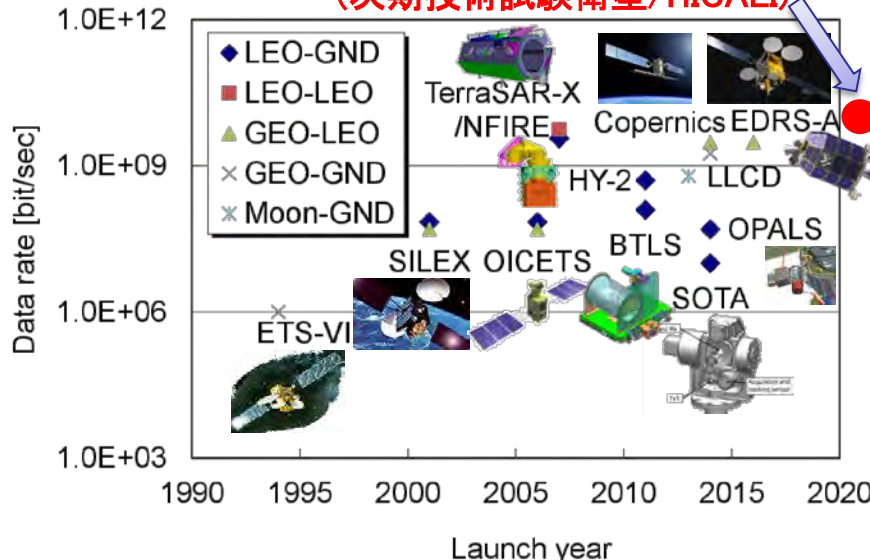


光衛星通信の世界動向

＜衛星技術の世界動向と方向性＞

- 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段階、技術試験衛星(ETS-IX)を用いて静止衛星とのリンクで10Gbpsの実現に挑戦
- 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

10Gbpsの開発ターゲット
(次期技術試験衛星/HICALI)



光衛星通信の伝送速度の向上

光衛星通信のプロジェクト

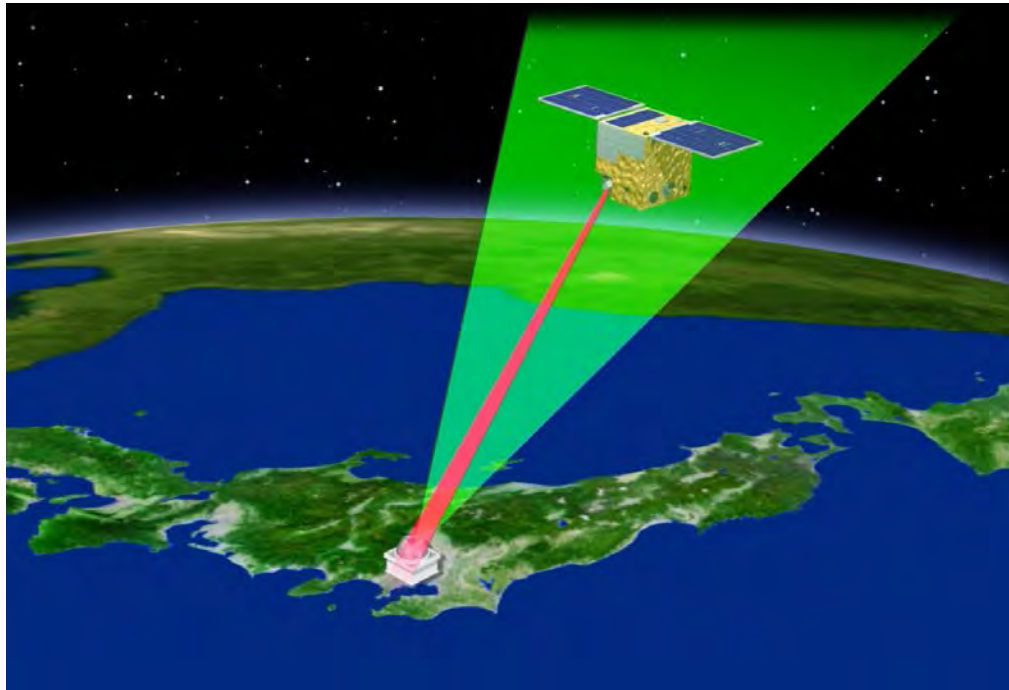
成功裏に実証済みのプロジェクト

- 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)
- 2016: EDRS-A (ESA、実用化)
- 2016: BIROS (DLR)

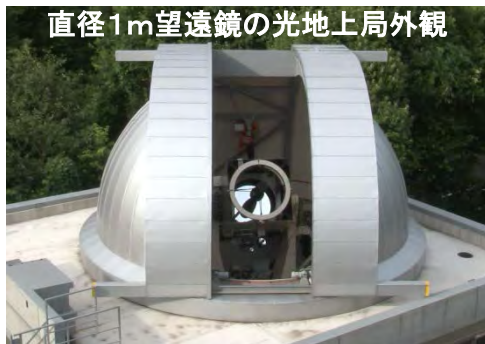
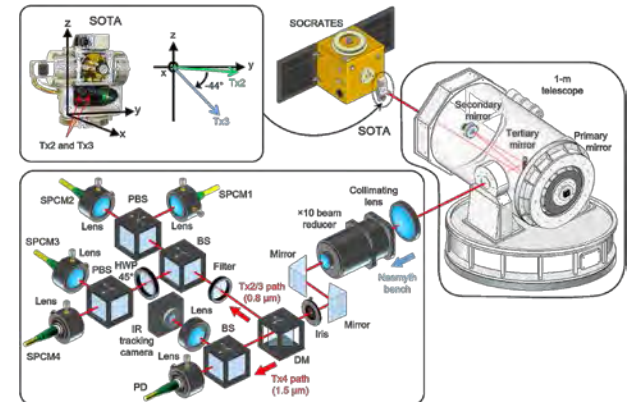
将来計画

- 2017~: OSIRIS (DLR)
- 2018~: RISESAT/VSOTA (NICT)
- 2019~: LCRD (NASA GSFC)
- 2019~: JDRS (JAXA)
- 2021~: HICALI/ETS-IX (NICT)
- 2022~: LEMNOS/Orion EM-2 (NASA)
- 2022~: Moon Village (ESA)

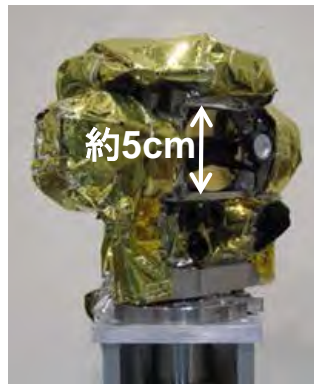
小型光トランスポンダ (SOTA) を用いた光通信と量子通信の基礎実験の実証 (2014年7月~2016年11月)



光通信回線経由で伝送された撮像画像



直径1m望遠鏡の光地上局外観



光学部



電子回路部

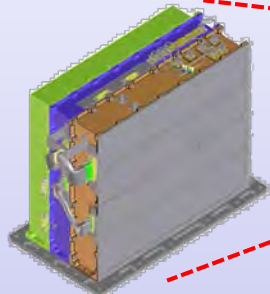
世界初の衛星-地上間での量子通信の基礎実験の成功
[Nature Photonics 11, 502–508 \(2017\)](https://doi.org/10.1038/nphoton.2017.038)

- 光通信の伝送速度: 10 Mbps
- 波長: 1.55 μm
- 通信方式: 強度変調・直接検波
- 搭載機器質量: 5.9 kg
- 搭載機器電力: 15.7 W

光ファイダリンクに関する研究開発 ～超高速先進光通信機器(HICALI)の開発～

HICALI: High speed Communication with Advanced Laser Instrument

NICTにおいて、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、光ファイダリンクの基礎技術を確認するため、技術試験衛星9号機(ETS-IX)により宇宙実証を目指す。先進的な主要光通信デバイスについては、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、先行した宇宙実証で国際競争力を有した市場展開を目指す。

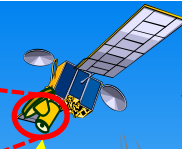


衛星搭載光通信機器

スクリーニング
プロセスの確立
/耐環境性評価



地上光通信デバイス



技術試験衛星9号機(ETS-IX)

地上-衛星間光データ伝送
(光ファイダリンク)

10Gbps級

ユーザ回線(RF)

大気ゆらぎ



NICT光地上局

