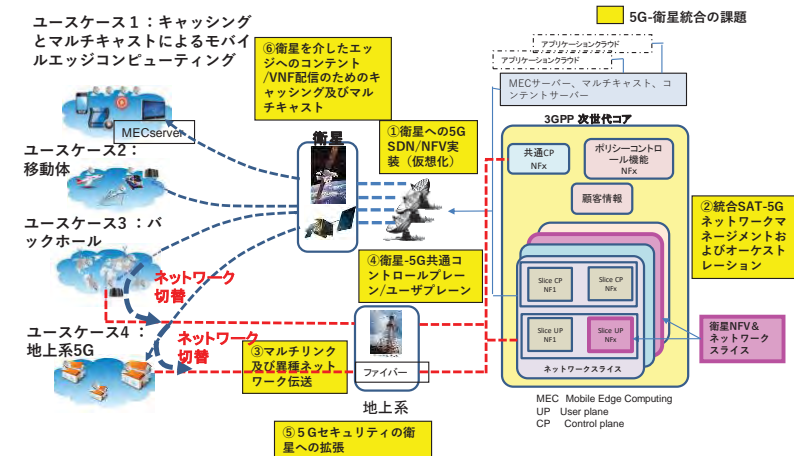


- 衛星5G統合技術の有効性
 - ◆ 海洋、航空域、過疎地へのカバレッジの拡大
 - ◆ 特にeMBB、mMTC、URCに活用
- 欧州で衛星5G連携プロジェクトが先行
 - ◆ SAT5G(Horizon2020), SATis5(ESA ARTES), 5GVINNI (5GPPP) 等
- 3GPP、ITU-Rでの標準化を欧州主導で推進
- ESAとNICTで連携（2018年9月LOI締結）
 - ◆ 先行した欧州の検討結果を取り込むため
- 国内で衛星-5G連携の検討を行うため活動を実施
 - ◆ ソフトコンソーシアムの形成とアクションプランの策定
 - ◆ 2021年度打上予定の技術試験衛星9号機（ETS-9）をテストベッドとして活用
 - ◆ 2019年3月欧州と日本の関係機関によるワークショップを開催（日本：20機関53名、欧州：6機関9名）
 - ◆ 継続検討のため「衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会」を開催中（2019年8月～12月）



衛星5G統合ネットワーク構想 (ESA SaT5G Project)



衛星通信と5Gの連携に関するワークショップ2019



国内検討会の様子

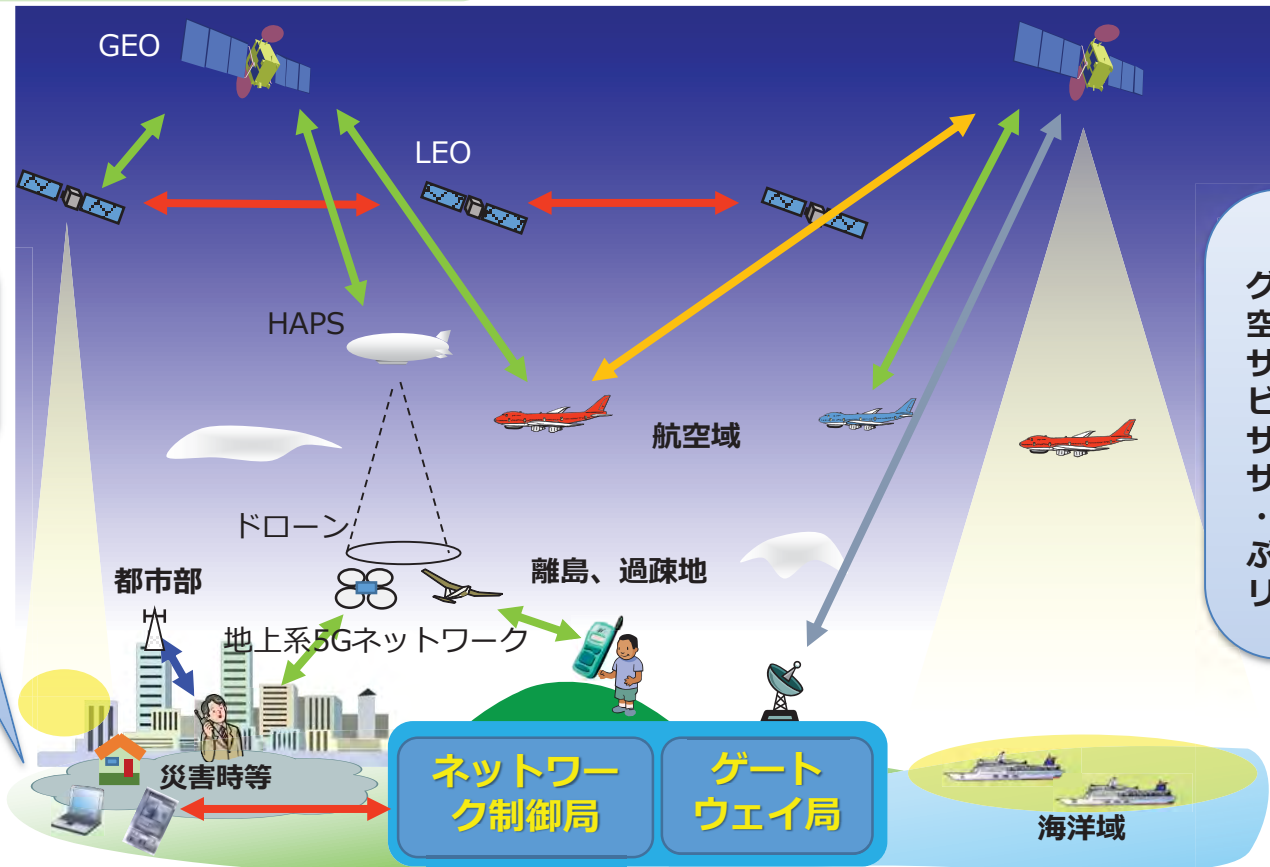
NICT 5G/6G時代の宇宙通信の概念

これまで

静止・非静止・航空機・地上系ネットワークはそれぞれ個別に制御され独立に存在

今後

周波数の有効利用やユーザの利便性の向上には統合型ネットワーク制御による最適制御が必要
→異種ネットワークをシームレスにつなぐ



スマートシティ
都市や過疎地・離島でのサービス継続

非常災害対応
災害時等に地上系の代替として短期間に衛星通信に接続

三次元モビリティ
グローバルに活動する航空機、船舶への各種センサデータを扱うIoTサービスやマルチメディアサービス等従来にないサービス
・船舶の自律航行、空飛ぶクルマ等、新たなアプリケーションの実現

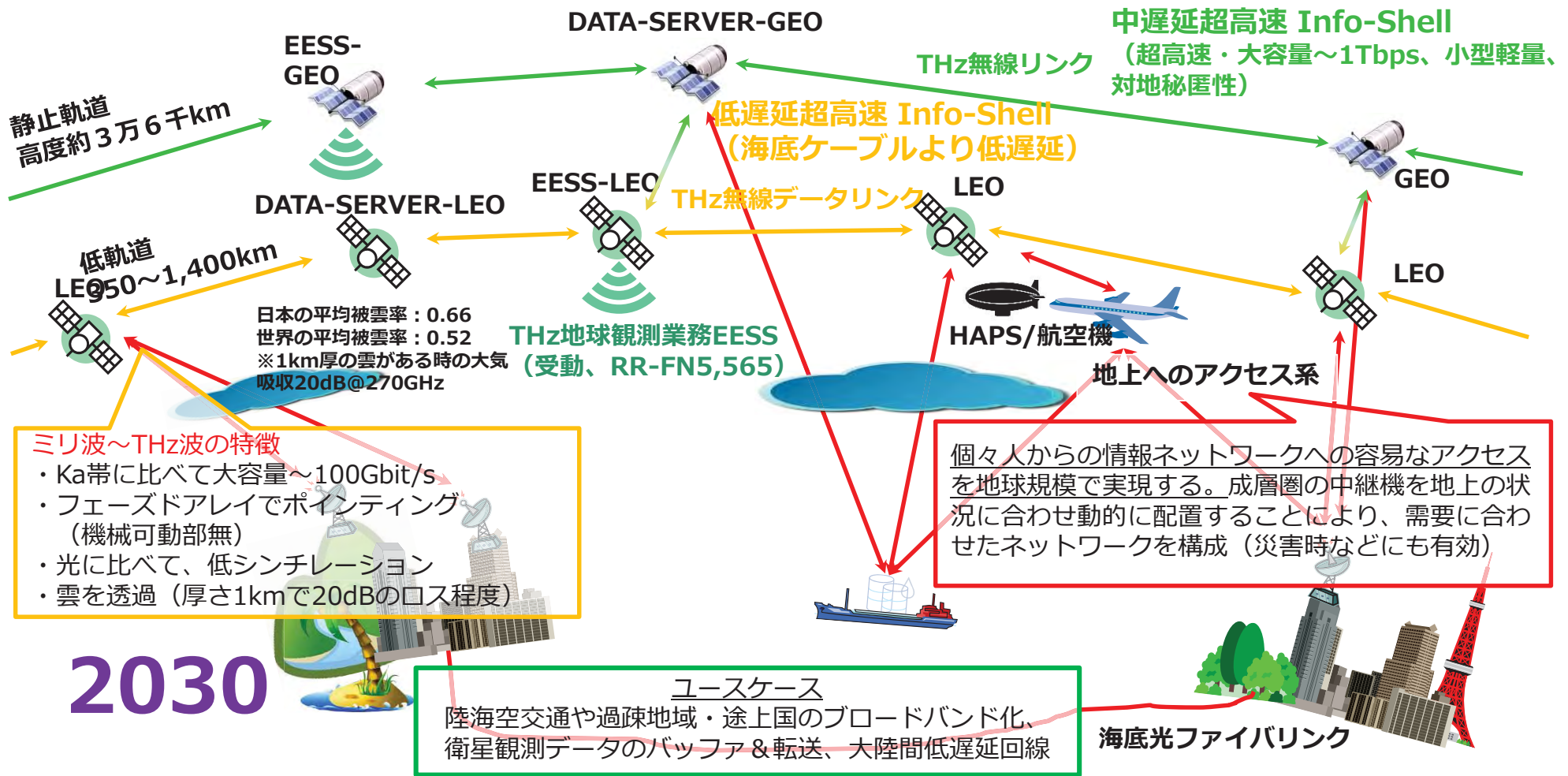
ユースケース: 今後の日本の課題（人口減を背景）への対応→過疎地、都市（災害時）、海、空等、物理的、経済的に地上系5Gの普及・利用が困難なエリアでのサービス継続や新たなアプリケーションの実現に衛星を活用

NICT ミリ波~THz波を用いた宇宙-成層圏超高速無線バックボーン

衛星軌道上で極めて大容量のデータ（地球観測業務（THz-EESS））が生成される。また、衛星~地上間で大きなデータをやり取りする必要が出てくる。



【ボトルネック】衛星~地上間のリンクが細いこと！
軌道上で迅速にビッグデータ処理
And/Or
衛星~地上間の大容量データ伝送



2030

衛星5G/6G統合型フルデジタル通信技術試験衛星（仮称ETS-Xへ）

- 今後ユースケースでは、日本の社会的課題となりつつある今後の過疎化・人口の減少、および海洋航空を含む広域のモビリティのニーズへ対応する通信インフラとしての衛星通信活用が重要
- 衛星通信インフラの低コスト化をより進めるため事業者毎の独自網から脱却しオープンアーキテクチャ化が進行、5G/Beyond 5Gで3GPP等で統一規格策定が肝要
- ユーザが通信インフラを意識せず継続的に受けられるサービス実現のため、異種ネットワーク（GEO/LEO/HAPS/地上）間の連携が重要で将来は3次元的連携が必須
- ETS-IX（2021年度打上予定）の実証として、陸上を中心にフレキシビリティの運用制御の実証や災害通信、航空機との通信実証、地上5G/Beyond 5G-衛星間の連携実証等で次世代衛星通信技術実証のテストベット化



- **ETS-X（2030年頃想定）では、以下の要素を加味してミッション検討**
 - ◆ 高機能光通信技術の実証（RF-光変換技術、波長多重、全光中継技術等）
 - ◆ フルデジタル・フレキシブルペイロード（デジタル通信処理基盤技術）
 - ◆ 異種ネットワーク間（GEO/MEO/LEO/HAPS/6G地上系等）を想定した連携実証
 - ◆ 光暗号化無線通信技術（量子暗号等）
 - ◆ 更に高い周波数（ミリ波、THz等）の利活用・運用性実証
 - ◆ 広域な海洋通信・広域な航空機への通信の実現
 - ◆ 深宇宙通信用GEOデータ中継基盤技術



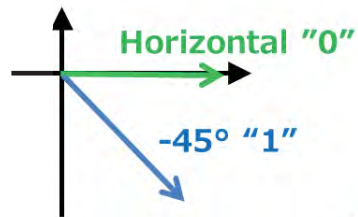
衛星量子暗号の実現に向けた取り組みについて

NICT 超小型衛星の衛星光・量子通信技術の開発

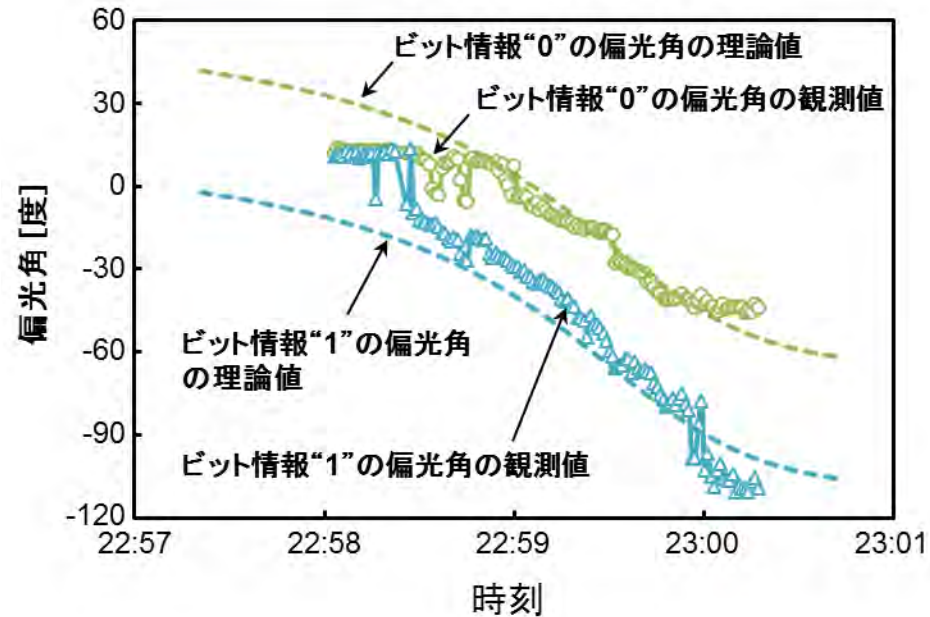
SOCRATES



偏光に情報を載せた光子レベルの微弱光を送信
⇒ 地上局で光子の偏光状態を正確に識別



NICT
光地上局



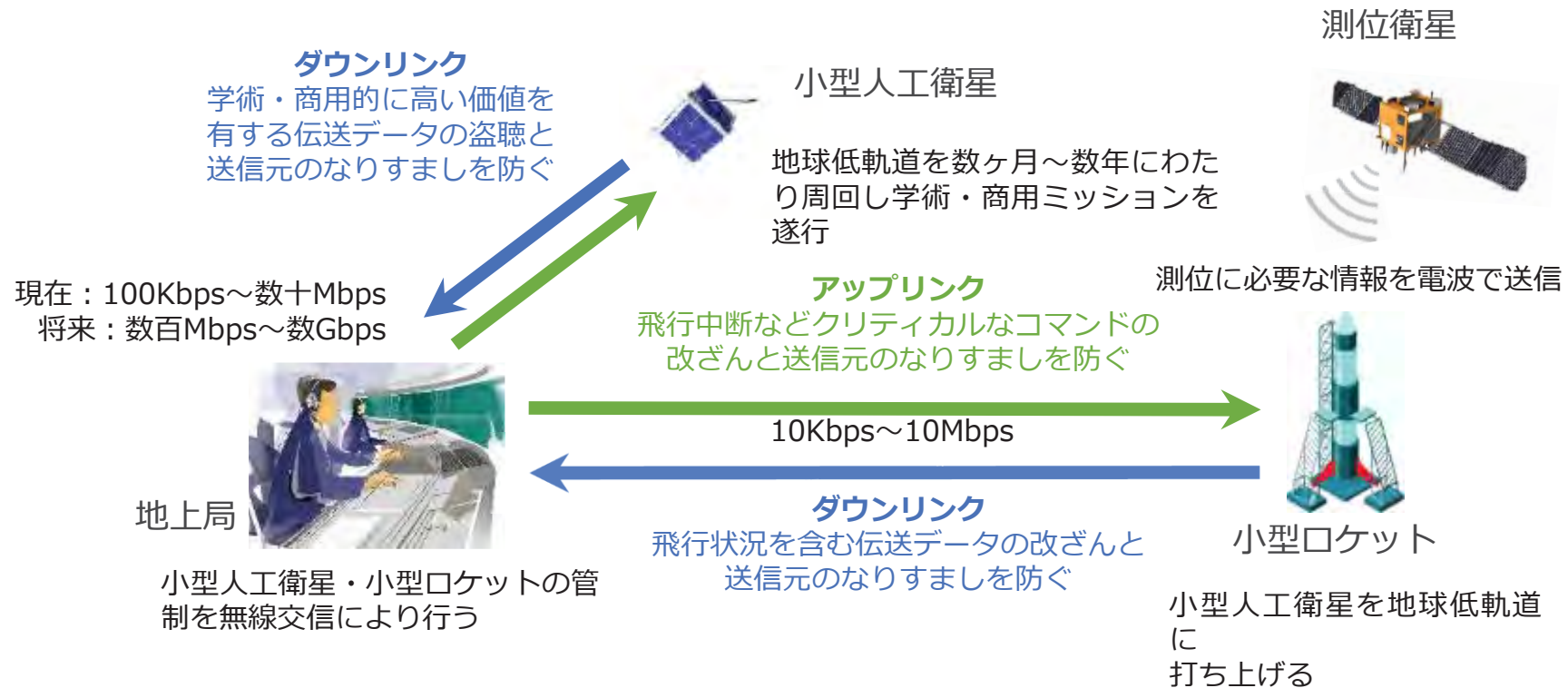
超小型衛星による量子通信基礎実験に
世界で初めて成功 (2017)

H. Takenaka, et al., Nature Photonics, 11, 502 (2017)

総務省研究開発プロジェクトで引き続き技術開発を実施
「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」(2018-23)

NICT 小型衛星/小型ロケット用のセキュア通信技術の開発

- 開発した情報理論的に安全な通信セキュリティ技術が小型宇宙機に適することを宇宙への飛行で実証
- 小型宇宙機の飛行環境下において情報理論的安全性を民生用電子部品で達成
- 小型宇宙機の課題である伝送データの保護と飛行の安全確保に寄与





宇宙環境モニタリングへの取り組みについて

安心・安全な宇宙利用のための宇宙環境モニタリング

- 向こう20年間を見据えると、民間による宇宙利用が本格化し、例えば小型衛星の飛躍的な増大、宇宙観光旅行が普及すると考えられる。小型衛星のSTM（Space Transport Management：宇宙交通管理）やスペースデブリの回収・制御などのために、大気ドラッグの精密な把握・予測が課題になる。また超高高度での人体被ばくの原因となる太陽高エネルギー粒子の精密な把握・予測が課題になる。更に人工衛星の安定運用のための宇宙環境も監視・予測が重要となってくる。
- それを踏まえると今後10年間は安心・安全な宇宙利用のため、ニーズに即した宇宙環境の把握・予測の向上を目指すべき
- このため、現在の宇宙天気予報の精度向上に向けた取組を更に加速する。特に超高層大気・電離圏モデルの精度向上とそのための観測体制の充実を図る。また、太陽フレア予測精度向上のための観測・モデル開発を加速する。更に、人工衛星の安定運用や設計標準の検討に必要な宇宙環境監視・予測技術を加速する。
- 関連データの利活用の方角性宇宙環境に関する観測はその対象が極めて広いために、国内および国際協力のもと共有する必要がある、現在その枠組みが広がっている。今後もこの体制を拡大し、効率的な情報収集を進める必要がある。