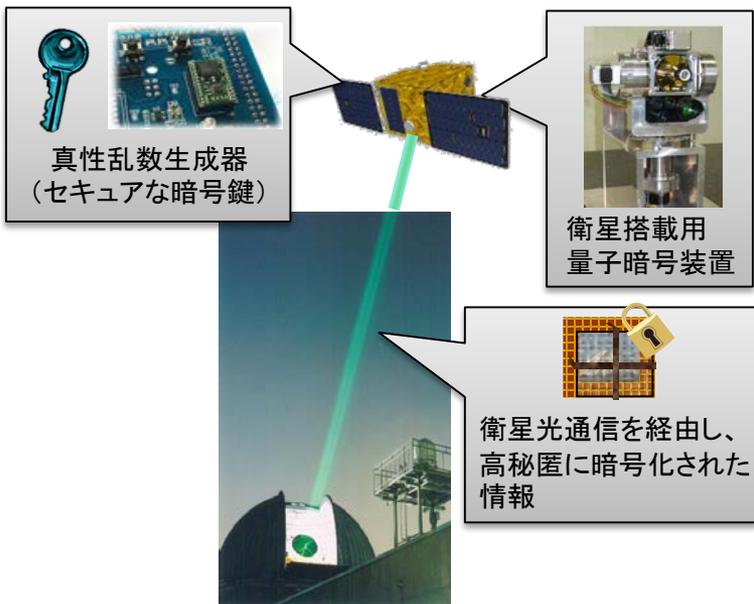


宇宙 × ICTを支える基盤技術

事務局

2030年の実現イメージ

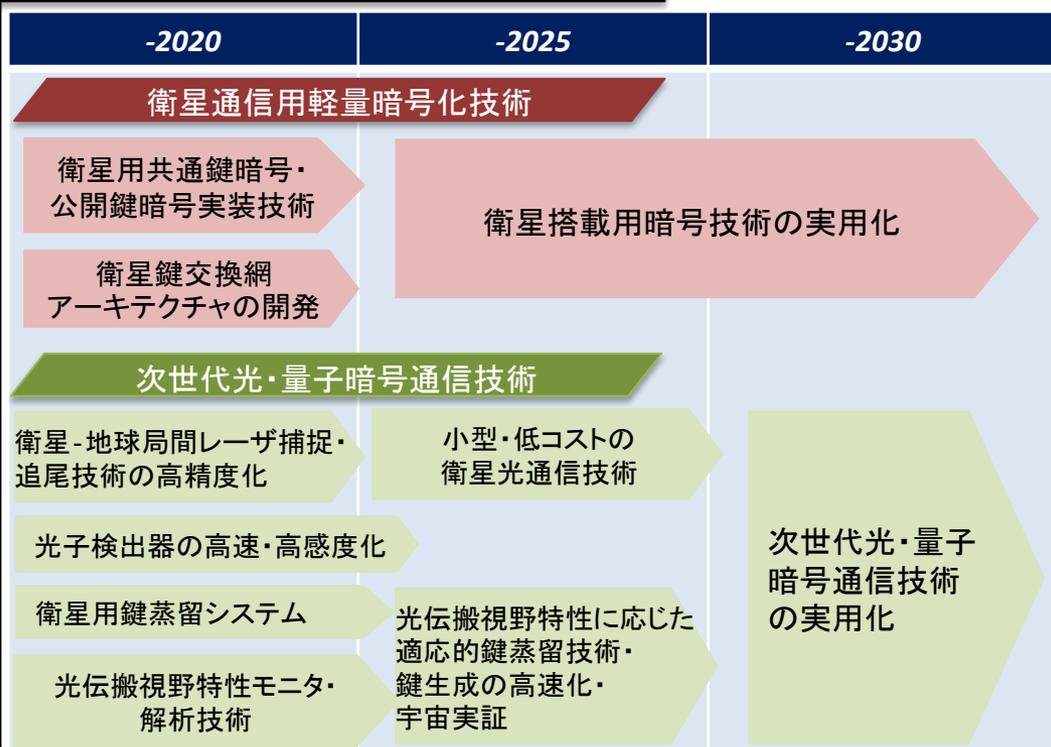
- ◆ 大型の静止軌道衛星に加えて、メガコンステレーションを構成する超小型衛星への搭載も可能な衛星通信軽量暗号化技術を実現。
- ◆ 衛星光通信・量子暗号技術を用いることにより、さらに高秘匿な次世代光・量子暗号通信技術を実現。
- ◆ 大型衛星からメガコンステレーションを構成する超小型衛星まで適用可能なセキュリティ技術の実現により、衛星の盗聴、改竄、乗っ取りの脅威を大幅低減。
- ◆ 重点4分野の基本インフラを構成する各種衛星の情報セキュリティを担保することにより、重点4分野におけるビジネスの安定的成長の基盤を確保。



諸外国の動向

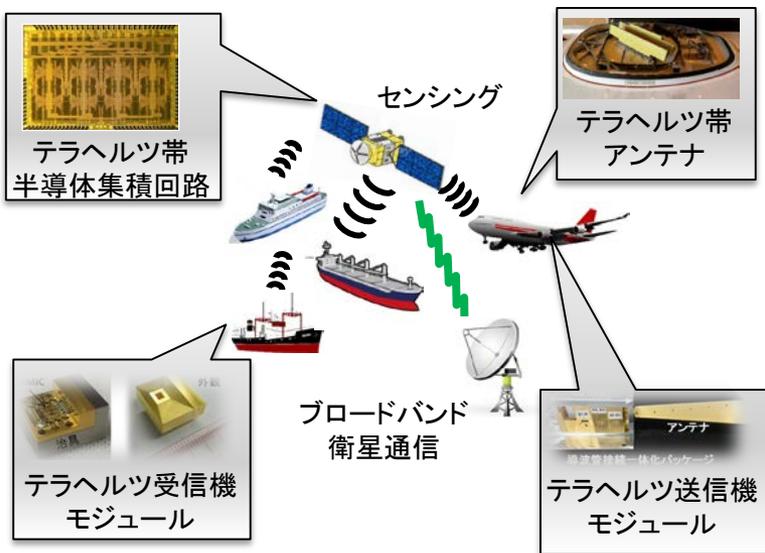
- ◆ 中国は、2016年8月、世界初の量子暗号通信衛星「Mozi(墨子)」を打ち上げ。衛星を経由し、中国とウィーンの2カ所に設置された光地球局の間の量子暗号鍵の伝送実験を実施予定。
- ◆ カナダ宇宙庁とワータールー大学が衛星量子暗号プロジェクトQEYSSat Missionを推進中
- ◆ オランダ応用科学研究機構が2022年頃に衛星量子暗号通信実験を計画
- ◆ 米国の動向はクローズされているため不明

要素技術の研究開発ロードマップ



2030年の実現イメージ

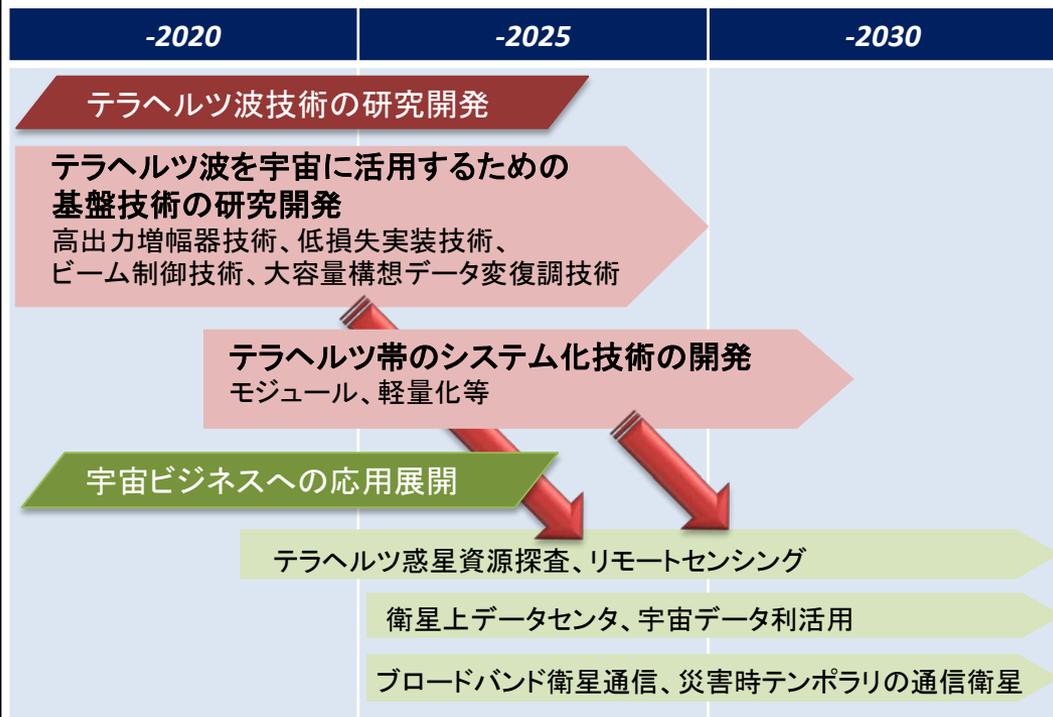
- ◆ テラヘルツ波を宇宙に活用するための様々な基盤技術が確立(テラヘルツ帯半導体集積回路技術、テラヘルツ帯アレイアンテナ技術、テラヘルツ帯無線実装技術、大容量高速データ変復調技術等)
- ◆ テラヘルツ帯のシステム化を目指した技術(センサモジュール、無線通信モジュール、軽量化、等)が開発され、惑星資源探査ビジネスを展開
- ◆ テラヘルツ波を活用した宇宙ビジネスへの応用検討が進展(ブロードバンド衛星通信、リモートセンシング、宇宙データ利活用、衛星上データセンタ、災害時テンポラリの小型低コスト高速通信衛星、等)



諸外国の動向

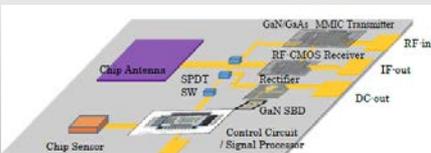
- ◆ 欧州では研究開発プログラム「Horizon 2020」の中でテラヘルツ技術の研究開発を推進。電子デバイス技術により300GHzで64Gbps超の近距離通信技術を開発。我が国が比較的強い電子デバイス分野で競合するが、研究者間での情報交換や交流も実施。
- ◆ 米国では、DARPAが研究開発プログラムTHz Electronicsで、テラヘルツトランジスタと高出力増幅器モジュールの開発を実施。我が国では真空管を用いた高出力増幅器開発に先行して着手し差異化。

要素技術の研究開発ロードマップ

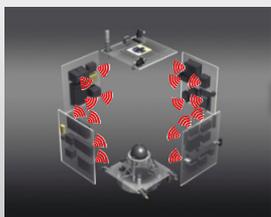


2030年の実現イメージ

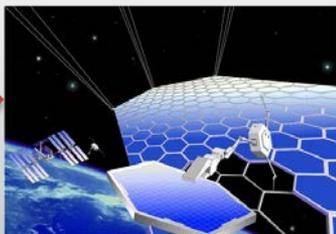
- ◆ 高周波混成半導体回路 (RF HySIC) と薄型アンテナの結合により、センサデータの伝送が可能な電子細胞チップを実現。
- ◆ 衛星内部で電子細胞チップ等を用いたワイヤレス通信とワイヤレスセンサハーベスタで構成されたシステムの実用化。
- ◆ 衛星内ブロック間通信ケーブルやエンジン等のモニタリングセンサ用ワイヤハーネスを無線通信で除去し軽量化した、超小型・超軽量ワイヤレス化衛星の実現
- ◆ 複数の電子細胞チップによる搭載用宇宙通信集積化アレーアンテナを側面に数か所張り付けることにより、通信死角のない衛星—地上間通信の実現
- ◆ 軌道上や月でのスペースファクトリーで組み立てることにより、受注から軌道投入の期間の大幅な短縮と低コスト化を実現する超小型ワイヤレス化衛星の実証。
- ◆ ナノRFによるハードとセキュリティソフトによる高い信頼性を備え、テラヘルツ通信システムを構成する超小型衛星コンステレーションの高精度電波追跡フェーズドアレーアンテナシステムの構築。



ワイヤレスで接続可能な電子細胞チップのイメージ



衛星機能モジュールのワイヤレス化

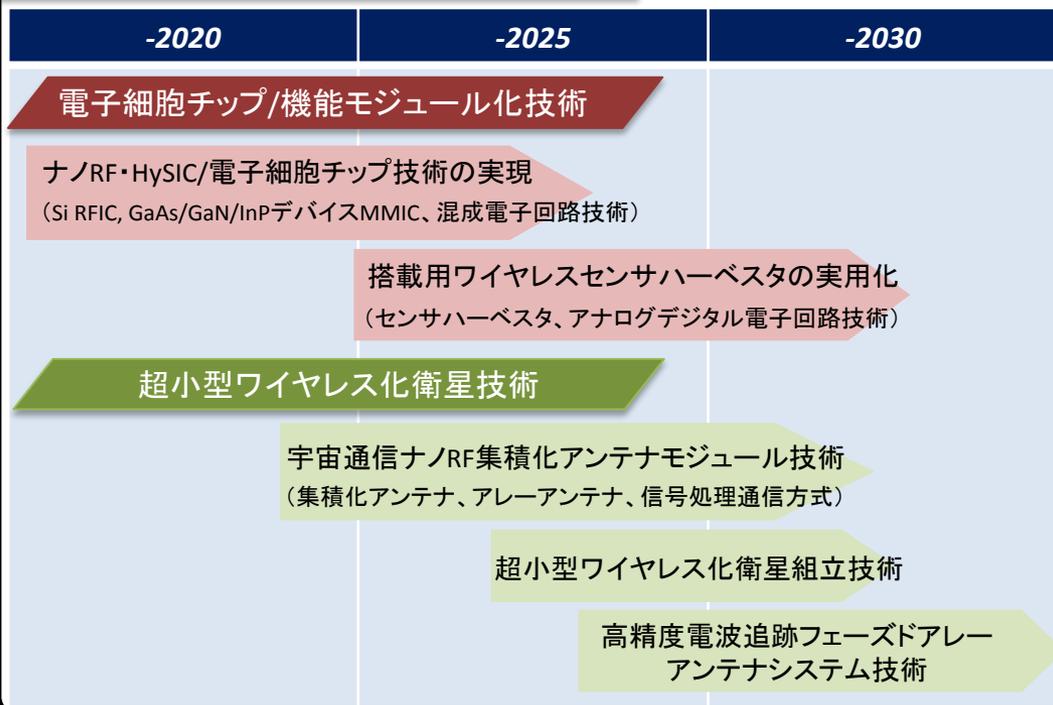


月面工場、軌道上での超小型衛星組み立て

諸外国の動向

- ◆ ナノRFエレクトロニクスを用いた高周波GaN及びシリコンRFIC (高周波集積回路) を搭載した超小型衛星の開発は、各国がしのぎを削っている状況 (GaN・MMIC (仏UM-S)、ミリ波テラヘルツのシリコンRFCMOS (台湾TSMC) 等)。
- ◆ 各種要求を満足する適応性の高い電子細胞チップの研究開発はないが、異種半導体集積回路を接合する技術は、米国 (DARPA・COSMOS計画等) においてプロジェクトを進行中。
- ◆ 中国は2015年、Wi-Fiを用いた搭載センサ間の無線ネットワーク接続成功を発表。
- ◆ 米国が2013-2014年にかけて、ISS内でコイルを用いた電力伝送実験 (DOD SPHERES-RINGS) に成功したことを発表。

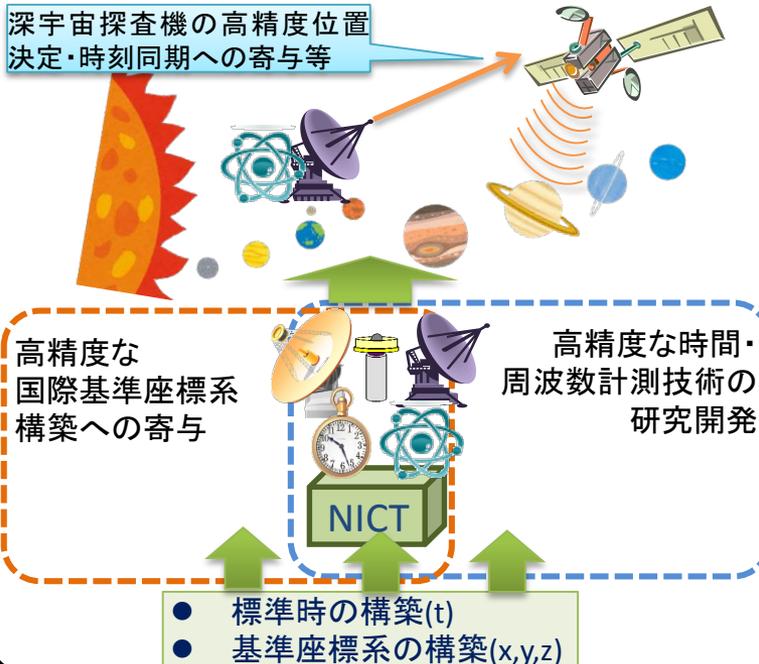
要素技術の研究開発ロードマップ



2030年の実現イメージ

- ◆ 現行セシウム原子時計の精度を大幅に凌駕する「光原子時計」が国際基準となる。(光原子時計:光の領域に固有振動数を有する原子が発した電磁波で時間を計測する装置)
- ◆ 光原子時計を活かす時空計測基盤技術(光原子時計運用の自動化、高精度に周波数を比較・伝送するためのグローバルリンク技術等)の確立。
- ◆ 月軌道以遠、火星、ラグランジェ点等、深宇宙における探査・観測・通信活動への高精度時刻・位置決定に寄与。
- ◆ 低軌道衛星を用いた低遅延通信ネットワークにおける高精度時刻同期の実現。

深宇宙探査機の高精度位置決定・時刻同期への寄与等



諸外国の動向

- ◆ 光周波数標準は現行のセシウム標準を一桁以上、上回る精度を実現しており、2025年頃の秒の再定義が有力視
- ◆ 光周波数標準を世界中で共有する光時系構築のため、各国の研究機関において潮汐等、動的な重力効果を校正する方法を模索中
- ◆ 各国機関で光周波数標準を用いた高精度重力測定の研究開発が進行中
- ◆ ISS搭載マイクロ波原子時計を利用する高精度周波数比較ミッションACESが遂行中(日本からはNICTが代表機関として参画)

要素技術の研究開発ロードマップ

