

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

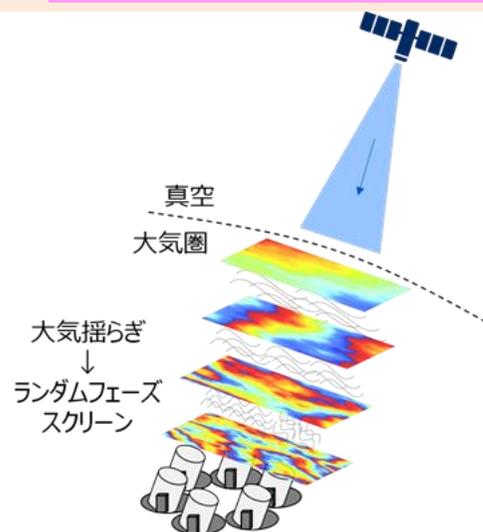
- ◆課題名: 衛星搭載光通信用デバイスの国産化及び信頼性確保に関する研究開発
- ◆副題: 衛星搭載用超高速光通信コンポーネントの研究開発
- ◆受託者: 日本電気株式会社
- ◆研究開発期間: 平成28年度～令和3年度 (6年間)
- ◆研究開発予算: 平成28年度から令和3年度までの総額 1200百万円 (令和3年度 0円)

2. 研究開発の目標

- ・光空間通信コンポーネントの設計および衛星搭載光通信用デバイスの所要について検討し、明確化する。
- ・衛星搭載に向けた10 Gbps光通信用デバイスの耐環境性および信頼性確保を実施するとともに、デバイス民生品のスクリーニングプロセス確立を目指す。
- ・静止衛星-地上間10 Gbpsフィーダリンクを想定した超高速光通信コンポーネント(光送受信器)のプロトタイプ試作し、搭載環境下での性能検証を実施する。

3. 研究開発の成果

① 光空間通信コンポーネントの設計、所要明確化



衛星-地上間光通信の性能制限要因である大気揺らぎへの対策を、シミュレーション,実機検証の両面から検討。空間多重技術を核にして性能改善を追求。

- 1-1 大気伝搬シミュレータ改良
- 1-2 伝送能力改善
- 1-3 世界標準への対応
- 1-4 高位通信レイヤとの連携

大気伝搬シミュレータの改良

- ・ 任意の仰角,大気状態における受信側光ファイバ結合強度の時間変動を計算可能に拡張
- ・ 時間変動量,光ファイバ結合効率の精度検証を実施

空間多重技術の導入による大気揺らぎ耐性の改善

- ・ モードダイバーシティ受信,開口多重受信による性能改善量を10Gbpsにおいて定量的に評価、
- ・ 偏波多重100Gbpsへの拡張に向けたDSPの改善を実施、レーザー拡散版を用いた実機検証で有効性を証明

高位通信レイヤとの連携

- ・ 低位通信レイヤとは独立な、高位通信レイヤ側での大気揺らぎ対策のコンセプトとして適応反復フレーム送信を提案

② 衛星搭載光通信デバイスの選定および信頼性確保



宇宙部品プログラム標準非適用の10Gbps光通信デバイスに対し、供給メーカーおよびデバイスを選定をすると共に、耐環境性や信頼性を確保するスクリーニングプロセスを確立する。

- 2-1 協業デバイスメーカーの選定
- 2-2 国内デバイスの耐環境性および信頼性確保
- 2-3 スクリーニングプロセスの確立
- 2-4 国内/グローバル標準の制定

協業デバイスメーカーの選定

- ・ レーザ光源や光変調器、受信器などのコア光デバイスにつき、衛星搭載への利用許可を出すメーカーを選定した。

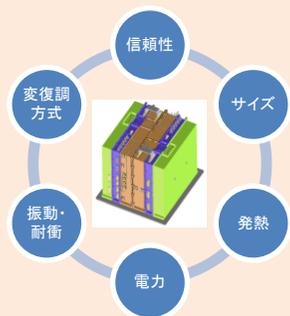
国内デバイスの耐環境性および信頼性確保

- ・ 地上COTS品でも、放射線耐性/振動耐性/アウトガス量の確認やウイスカ対策の実施等の追加施策により、衛星搭載機器への適用可能な部品が存在することを示した。

スクリーニングプロセスの確立、標準化案制定

- ・ 光通信業界標準であるTelcordiaおよびNECで培ってきたEEE部品のアップスクリーニング手法をもとに宇宙環境下利用に向けた光通信デバイスのスクリーニングプロセスを確立、標準化提案文書を制定した。

③ 衛星搭載光送受信器プロトタイプにおける性能検証



衛星搭載機器特有のリソース制約を鑑みた衛星搭載化における最適な機器構成の光送受信器プロトタイプ、および機能・性能評価、通信方式の性能検証を行う評価系を会派室、性能検証を行う。

- 3-1 耐環境設計
- 3-2 光送受信器の最適構成検討
- 3-3 通信速度可変の実現検討
- 3-4 送受信評価系の開発
- 3-5 信頼性評価

耐環境設計

- ・ 衛星搭載機器として必要な耐放射線、耐温度環境、耐振動性の環境条件を定義し、その環境条件下で機能/性能を維持するために必要な耐性を有する設計を行った。

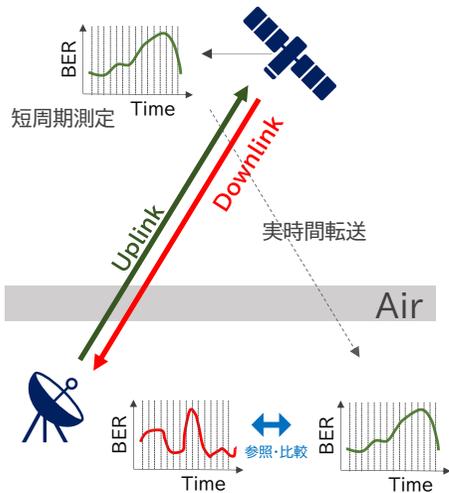
光送受信器の最適構成検討、通信速度可変の実現検討

- ・ 衛星搭載機器として小型化・省電力化の観点から複数案の検討を行い、光送受信器プロトタイプ仕様へ反映した。

送受信評価系の開発、信頼性評価

- ・ 光送受信器プロトタイプの機能・性能評価および通信方式の性能検証を行うための評価系を開発し、衛星搭載を想定した環境試験での良好な結果をもって、設計手法の有効性を示した。

④パフォーマンスモニタリング



アップリンク信号光の符号誤り率を短周期測定&結果の実時間地上転送技術を開発し、大気揺らぎの影響、対策の有効性の確認に供する。伝送路特性の実時間特性の把握をもとに、フェージング伝送路において疑似的な適応通信を実現する。

- 4-1 光送受信機性能検証
- 4-2 パフォーマンスモニタ開発

BERモニタの開発

- ・ 符号誤り訂正回路の機能を活用した、最短62.5us周期のBERモニタ機能、モニタ出力の対抗局への実時間転送機能、をプロトタイプに実装

伝送路フェード特性の統計的性質の実時間把握、疑似適応通信への展開

- ・ フェード率、フェード継続時間の把握による適応反復フレーム送信(ADFR)による疑似的な適応通信の実現に成功

長遅延・高フェード率伝送路におけるスループット改善

- ・ GEO-地上間クラスの遅延を持つ伝送路における、TCPとADFRの連携によるスループット改善の実証に成功

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース報道	展示会	受賞・表彰
9 (0)	6 (0)	1 (0)	34 (0)	2 (0)	0 (0)	2 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

デファクト標準の獲得に向けた競争が激化する中で、フォーカスする市場に合致した技術のすり合わせ、標準化への関与を継続する。衛星コンステレーションの現実性向上にあわせて宇宙光通信の事業状況はプロジェクト開始時とは大きく様変わっている。ソリューション事業、サービス事業の育成とともに、協業をはじめとした事業エコシステムの醸成を進めていく。

光通信への期待として、(a)スタンドアロン型(主にGEO衛星を使用するシステム)、(b)ネットワーク型(主に衛星コンステレーションシステム)の2つが存在している。今回の成果は主に(a)にフォーカスしたものであるが、(b)の重要性も日々増しているなかで、共通部分、差異部分を意識しながらの戦略的な技術開発、事業展開が重要である。ネットワーク型の研究ではなお地上システムとの連携を強く意識し、協業等を通じて技術領域を積極的に拡大させていく必要性が生じている。