

平成 29 年度 研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 18601

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

(1) 研究開発の目的

本研究開発の目的を以下に示す。

- ・国産光通信用デバイス個々の耐環境性及び信頼性確保における技術的適合性を確認し、国内標準、さらにはグローバル標準の規格制定を目標として、デバイスのスクリーニングプロセスの確立を目指す。
- ・これらのプロセスを経て耐環境性及び信頼性を確保したデバイスを用いて、確立した製造プロセスによる高速高性能な光通信コンポーネント(光送受信器)のプロトタイプを試作し、環境試験を実施した衛星搭載機器として市場への先行投入を目指す。
- ・試作する光通信送受信器と送受信評価系による対向通信実験により総合評価を行う。
- ・本取り組みにより、宇宙光通信における課題の先行把握、宇宙通信における光空間通信技術の適用先拡大を目指す。

(2) 研究開発期間

平成 28 年度から平成 30 年度 (3 年間)

(3) 実施機関

日本電気株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 1200 百万円 (平成 29 年度 400 百万円)  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究項目 1 : 光空間通信コンポーネントの設計と衛星搭載光通信用デバイスの所要明確化  
日本電気株式会社
- 研究項目 2 : 衛星搭載光通信用デバイスの選定および信頼性確保  
日本電気株式会社
- 研究項目 3 : 衛星搭載光送受信器プロトタイプにおける性能検証  
日本電気株式会社
- 研究項目 4 : パフォーマンスモニタリング  
日本電気株式会社

## (6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	2	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	0	0
	その他研究発表	12	9
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	標準化提案	0	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

## 研究項目 1：光空間通信コンポーネントの設計と衛星搭載光通信デバイスの所要明確化

目標	衛星-地上間光空間通信の能力向上をもたらす伝送技術の開発、同検討のベースとなる計算機シミュレーション技術の開発を進める。あわせて研究成果のアピールを通じての同システムの実用性の向上に取り組む。
実施内容	モードダイバーシティ受信向けのモード毎の信号光強度時間変動の算出機能、開口ダイバーシティ受信向けの広面積大気伝搬シミュレーション機能、の追加実装を行った。高位レイヤ連携による通信品質安定化に向け、大気伝搬シミュレーション結果から通信スループットを算出する計算機能を追加実装した。これらのシミュレーション技術をベースに一部の課題に関しては実験を交え、3モード受信用 DSP の感度改善および動作高速化、ADFR(適応反復フレーム送信)適用時の LEO-地上間光通信のスループット改善、に取り組んだ。得られた成果に関しては国際学会(3件)、国内学会(5件)で発表を通じて外部機関へのアピール、フィードバック取得に努めた(件数は項目 4 に関する発表も含む)。
成果	3モード受信用信号合成 DSP に適応カスケードフィルタを適用し、10kHz の入力変動への対応能力を確認した。3モード受信導入により、1モード受信時に比べて大きな受信感度改善が得られることを確認した(例：仰角 48 度、昼において 9dB の改善)。モードダイバーシティ受信/空間ダイバーシティ受信併用時の各方式の貢献割合を計算し、最適構成決定のアプローチを示した。ADFR 適用時のスループット仰角依存性の算出、理想的適応レート制御との優劣比較を通じ、定性的/定量的に ADFR の利点を明確化した。

## 研究項目 2：衛星搭載光通信デバイスの選定および信頼性確保

目標	10Gbps の衛星搭載光通信を実現するため、協業デバイスメーカーに対して衛星搭載向けに必要なスクリーニング項目、抜き取りサンプルなどによる品質保証の条件を提示し、信頼性の高い部品へのアップスクリーニングが協業デバイスメーカーで実施できるようプロセスの整備を図る。 また、NEC の衛星搭載用デバイスの国内標準化委員や光ファイバ通信デバイスの国内および国際標準化委員が有する標準規格策定、提案に関する多くの知見を用いて効果的かつ適切に業界団体の標準化を検討する。
----	--

実施内容	平成 28 年度の研究により識別された、民生デバイスの耐環境性や信頼性情報の追加項目について、平成 28 年度に実施した放射線試験（重粒子照射、プロトン照射、ガンマ線照射）以外の項目（アウトガス量解析、アウトガス評価、DPA、ウイスキー対策）を実施した。 また、機器の製造／検査フェーズ内で確認可能なスクリーニングの評価項目と部品単体で実施すべき項目を識別し、29 年度は部品単体でのスクリーニングを実施（気密性/X 線写真）。30 年度に実施する機器製造／検査フェーズ内でのスクリーニング評価への準備体制を整えた。
成果	28 年度、29 年度評価結果により、選択した光デバイス部品の衛星機器搭載部品としての耐環境性が確保されることを確認。本研究結果はスクリーニングプロセスの確立、及び高信頼性の確保への足掛かりとしての成果となった。

### 研究項目 3：衛星搭載光送受信器プロトタイプにおける性能検証

目標	開発する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に評価系の開発を行う。評価に必要な条件を定義し、光学系部の搭載模擬装置および対向通信の評価装置等の送受信評価系の開発を行う。
実施内容	衛星搭載下で想定される環境条件において機能・性能を維持するために必要な耐性を解析。解析によって導かれた最適な機器構成を光送受信器プロトタイプへの基本設計へ反映した。 基本設計が完了次第、詳細設計への移行を行い、基本設計時に残された課題の解決を実施。プロトタイプ製造・性能評価への移行準備を整えた。 光送受信機プロトタイプの評価、及び通信方式の性能検証のための評価条件の定義、評価系構成の検討を行った。
成果	平成 28 年度の研究により導いた ETS-9 静止衛星の環境条件を鑑みた放射線設計、排熱環境設計、機械環境設計を超高速光通信コンポーネント（光送受信器）機器の基本設計へ反映、衛星機器開発プロセスに従い、設計内容が次フェーズの詳細設計へ移行できることを確認し、基本設計を完了した。基本設計時に残された技術的課題の解決を実施、機器開発における詳細設計への取り込みを実施した。 地上と静止衛星軌道上における光ファイダリンク接続の際に想定される条件に基づき、LNA 接続評価（OSNR 評価）大気ゆらぎ耐力の事前評価を評価治具上で実施した。 光送受信機プロトタイプに実装する機能（ゲインランプ機能、パフォーマンスモニタ）についての評価治具上での事前確認を行った。本研究内容を光送受信機プロトタイプ製造時における性能評価の検証計画の源泉として活用できることが確認された。

### 研究項目 4：パフォーマンスモニタリング

目標	伝送信号の品質から信号光の伝搬特性を推定可能とするパフォーマンスモニタ機能の試作、および同機能の使用により可能となる適応型通信方式の実現可能性を検討する。
実施内容	エラー数および誤り訂正ビット数などの伝送信号品質について、データ収集周期を最適化したモニタ機能を試作実証した。項目 1 での検討結果をもとに LEO-地上間、GEO-地上間システムの通信品質安定化に求められる ADFR の各機能を計 6 台のコンピュータ上に実装し、伝送評価系の構築を行った。
成果	ADFR の主要な機能である再送回数設定、重複パケット廃棄機能を確認した。プログラム可能なバーストエラー伝送路を使って再送回数-パケットエラーレート確率の評価を行い、構築した評価系の機能、性能を確認した。項目 3 開発のプロトタイプの評価で使用する予定の 10Gbps RZ-DPSK 送受信系と接続し、相互接続に問題がないことを確認した。