

令和2年度研究開発成果概要書

採択番号 : 20801
研究開発課題名 : HTSにおける電波と光のハイブリッド衛星通信技術のための研究開発
副題 : 電波と光の中継システムの交換効率の研究

(1) 研究開発の目的

- ・将来に必要となるRF光変換システムの目標とする機能性能を設定する。
- ・目標とする機能性能を満足するRF光変換方式を考案し、トレードオフ検討する。
- ・トレードオフ対象の中から代表的な方式を選定し、部分的な研究試作計画を策定する。
伝送レートはRF側100Mbps相当、光側10Gbps相当とする。
- ・試作装置を利用し、想定される伝搬特性が目標機能性能に及ぼす影響を測定する。
このうち、光回線側の影響は衛星搭載予定の機器を使用して、研究試作を評価するためのデータ取得を行い、影響評価に利用する。
- ・このための評価データ取得用の治具を作成すると共に、データ取得に利用する機材の整備を行う。
影響評価の結果を反映し、RF光変換装置、システムに反映すべき内容を明確化し、仕様化する。

(2) 研究開発期間

平成30年度から令和2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178百万円(令和2年度72百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究開発項目1 : RF光変換方式の検討
日本電気株式会社
- 研究開発項目2 : RF光変換装置の試作
日本電気株式会社
- 研究開発項目3 : 衛星搭載機器を利用した評価データ取得
日本電気株式会社
- 研究開発項目4 : 試作装置によるRF光変換方式の評価
日本電気株式会社

(6) 特許出願、外部発表等

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

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：RF 光変換方式の検討
本研究は令和元年度で完了した。

研究開発項目 2：RF 光変換装置の試作
本研究は令和元年度で完了した。

研究開発項目 3：衛星搭載機器を利用した評価データ取得（7月～9月）

目標	<p>衛星搭載機器相当品を利用して大気シミュレータによる伝搬特性の影響下での評価データ取得を実施する。 なお衛星搭載機器相当品の使用計画に関しては、NICT 宇宙通信研究室殿での利用計画との整合性を確保する。</p> <p>・評価データ取得 (7月～9月)</p>
実施内容	<p>衛星搭載機器の使用スケジュールに制約があることから、相当品を利用して大気シミュレータによる伝搬特性の影響下での評価データ取得を実施する。 取得した評価データは研究開発項目 4 の試作装置評価の参照データとし、光回線に障害が発生した場合の光/RF 回線の変換動作の安定化に利用する。 これらの研究は、2020 年 7 月～2020 年 9 月に実施する。 なお衛星搭載機器相当品の使用計画に関しては、NICT 宇宙通信研究室殿での利用計画との整合性を確保する。</p>
成果	<p>衛星搭載品：OTRX(PFM)の開発遅延に伴い、衛星搭載機器相当品：OTRX(BBM)を使用した評価コンフィギュレーションに変更して、特性評価を行った。 高速伝送を行う機器であることを考慮し、衛星搭載としての条件を加味したハーネスを制作し、大気シミュレータによる伝搬特性の影響下での OTRX(BBM)の評価データを取得した。また OTRX(BBM)を評価するための試験系を構築して、大気シミュレータによる伝搬特性の影響下におけるOTRX 評価データを取得した。</p>

研究開発項目 4：試作装置による RF 光変換方式の評価（4 月～3 月）

<p>目標</p>	<p>試作装置の大気シミュレータによる伝搬特性の影響下での動作を確認することを目的に、前年度に製造を完了したデータフォーマット変換機能部の検証の充実を図るため、FPGA の追加検証、RF-MODEM 機能部と組み合わせたシステム検証を実施する。また、適宜治具製作を実施し、試作装置の評価実験を実施する。最終的には、その結果を踏まえて、将来の RF 光変換装置のための要求仕様書を作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FPGA の追加検証 (4 月～6 月) ・システム検証 (7 月～9 月) ・治具製作 (4 月～9 月) ・試作装置の評価実験 (10 月～12 月) ・要求仕様書の作成 (1 月～3 月)
<p>実施内容</p>	<p>研究開発項目 3 の取得データを参照し、光回線に障害が発生した場合の光/RF 変換の安定動作を確認する。試作装置、衛星搭載機器相当品、大気シミュレータを接続し、評価系を構成する。</p> <p>この作業の確実性を高めるため、前年度に製造を完了した「データフォーマット変換機能部」の搭載 FPGA の検証の充実を図るため、パケットアナライザなどの試験装置を接続し、追加検証を実施する。この作業は 2020 年 4 月～6 月に実施する。さらに調達済みの「RF-MODEM 機能部」を組合せ、システム検証を実施する。この際には NICT 殿から借用する機材を利用し、評価系を構成する。システム検証作業は、2020 年 7 月～9 月に実施する。</p> <p>最終的な試作装置の評価実験のため、適宜治具製作を 2020 年 4 月～9 月の期間で実施する。</p> <p>試作装置の評価実験の結果を踏まえて、将来の RF 光変換装置のための要求仕様書を作成する。要求仕様には RF 光変換機能に関わる機能・性能のみでなく、衛星搭載機器としての要求事項を盛り込む。(2021 年 1 月～3 月)</p>
<p>成果</p>	<p>大気シミュレータを用いて、評価治具の光受信レベルを大気揺らぎパターンに基づき変化させ、データフォーマット変換機能部の光回線品質情報(OOF: Out of Frame)の切替を発生させ、送出フレーム総数と受信フレーム総数から経路切替動作に伴うフレーム損失量を確認した。</p> <p>経路切替機能(迂回路への切替)によりフレーム損失数を大きく低減できることを確認できた。</p> <p>得られた知見を元に、将来の衛星搭載 RF 光変換装置への要求仕様を策定した。</p>

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

日本電気株式会社としては、静止衛星搭載への活用と観測・通信用低軌道衛星搭載への活用という2つの実証機会を柱に展開を考えている。

静止衛星搭載の活用の場合、GEO-GEO間通信とGEO-地上間通信の適用が考えられる。

観測・通信用低軌道衛星搭載の活用の場合、データ中継サービスやコンステレーションサービスへの適用が考えられる。

将来的な光通信、RF光変換へのユーザの期待、研究動向を調査した結果、衛星通信ネットワークにおける光通信の伝送レートとしては、以下をターゲットすることが妥当と判断した。

- LEO-GEO 通信：10Gbps×n(複数チャネル化)
- GEO-GEO 通信：100Gbps～(ファイダリンクも同様)

これらのターゲットに対しては、今回の研究をベースとして複数チャネル化や高速化などの更なる研究が必要であり、実証機会としては、研究終了後から10年程度先になると想定している。ただし、今回試作したデータフォーマット変換機能部のコアとなる回線品質情報に基づく回線切り替えの方式は基本的な考え方を維持して適用可能と考える。

GEO-地上間通信については、本研究の成果をベースに、次々期技術試験衛星(10号機)での搭載検証に有効活用できるよう提案活動を行う。

- 10号機の開発検討 : 2021年度～2025年度
- 実証機会 : 2031年度以降

観測・通信用低軌道衛星搭載への活用の場合、2022年度以降に複数チャネルで通信速度の異なるサービスの中継サービスや、2022年度以降に商用ベースでコンステレーションの検討を開始する見込みである。速度や遅延時間の異なるサービスの統合システムへの普及や、開始当初は数機でのコンステレーション特有の検証がほとんどと思われるが、これらの衛星の増設過程において、本研究成果を普及させていく予定である。

- コンステレーションなどへの適用検討 : 2022年度以降
- 実証機会 : 2030年度以降