

3. 研究開発の成果(続き)

研究開発項目2-a) Q帯、V帯に対応する受信系機器の高性能化に関する研究開発

【最終目標】

LNAやCONVの開発を行い、宇宙実証モデルに対し環境試験を実施し、衛星搭載可能であることを検証する

【令和5年度目標】

- 1)最新の市場調査結果を元に受信系機器の構成、周波数構成の検討を行い、概念設計を完了させる
- 2)仕様案を実現する為のキーデバイス(MMIC)の半導体プロセスや回路方式選定及び試作に向けた設計の完了

成果1) 以下について実施

- a) 設定済のQ,V帯受信機の仕様案の妥当性を確認した
- b) 機器構成及び周波数構成とその構成デバイスに求められる性能を仕様化した
- c) 先行開発済みV-LNA MMICの性能評価と設計値比較による設計手法の妥当性確認

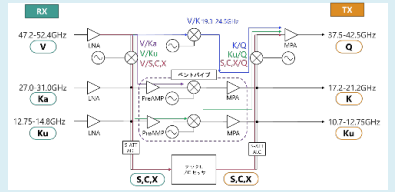


図2-a-1 V/Q CONVの周波数組み合わせ

成果2)

- a) LNA, MIX MMICのプロセス/回路方式選定完了
- b) 成果1-bで定めた仕様を満足するLNA, MIX MMIC設計の完了

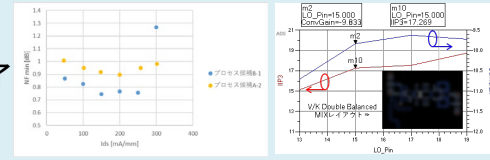


図2-a-2 LNAのNF性能とプロセス比較(左) V/K MIXのMMIC設計結果(右)

研究開発項目2-b) Q帯に対応する送信系機器の研究開発

【最終目標】

SSPAを開発し、宇宙実証モデルの環境試験を行い、衛星搭載可能であることを検証

TWTの詳細設計を行い、Q帯TWTAが実現可能であることを試作モデルの特性評価等を実施することで検証

【令和5年度目標】

- (1) 送信系機器の概念検討を実施
- (2) SSPA用MMICの評価を実施
- (3) 第2次評価用のMMICの設計開発を実施
- (4) SSPA部分モデルの製造評価を実施
- (5) TWTの概念設計を実施
- (6) TWTの部分試作を実施し、多段コレクタ部の検討を実施

研究開発成果

- (1) 概念検討を実施し、詳細設計方針を固めた。
- (2) 1次試作MMICを搭載したHPAを設計し特性評価を実施。第2次評価用MMIC設計開発へフィードバックの実施。
- (3) 1次試作フィードバックを含め検討を行った。第2次試作に投入する為のプロセスの比較評価を行い、投入プロセスを選定した。
- (4) 部分モデルを製造し製造性確認を実施。HPA及びLCAMP HICを評価し、歪み補償効果の確認を実施。
- (5) 概念設計を完了し、目標性能を満足する結果を得た。3Dモデルを用いてより詳細な設計手法を確立するにあたり、計算結果の妥当性評価を実施し、妥当な結果を得られることを確認した。同モデルを用いて新たな設計指針を得た。
- (6) RF回路部の部分試作の結果、目標性能の周波数範囲において反射特性が良好であることを確認した。従来手法を用いて多段コレクタ部の概略設計を完了した。

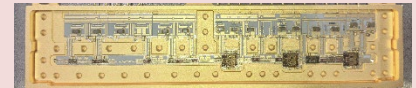


図2-b-1 LCAMP HIC外観図

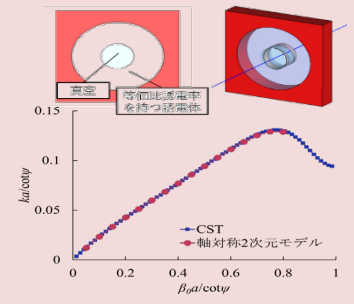


図2-b-2 Q-TWTA 3Dモデル解析結果

3. 研究開発の成果(続き)

研究開発項目2-c) Q帯、V帯における高性能送受信システムの検討・設計・評価

【最終目標】

2030年頃のQ帯、V帯におけるNTN向け送受信システムのユースケースやビジネスモデルを提案、衛星通信システム全体の検討を行う。

Q帯、V帯のLEO衛星のペイロード基本要件及びLEOコンステレーションの基本要件の整理を行う。

【令和5年度目標】

Q帯、V帯ユースケースの提案を完了させる。

研究開発に必要なソフトウェア・ハードウェアの調達を完了させる。

研究開発成果: ユースケースの提案と主要項目整理を完了

・遠隔制御、ロボット監視、海洋経済活動支援、インフラ監視、家畜業支援、農機自動運転、海上無人システム、コンテナ輸送監視、等

研究開発成果: ソフトウェア、ハードウェアの調達を完了し、減衰特性把握、コンステレーション初期検討を実施

研究開発成果: 回線設計を実施し、地上システム含んだ回線成立性を初期確認

上記の検討したユースケースについては、広く衛星通信ユースケースとして適用可能なものであり、今後のLEO衛星通信サービスの将来的な展開として期待される。

【最終目標】

Q帯、V帯LEOコンステレーション特有のファイリング手続、および、国内の免許手続きについて整理する。

【令和5年度目標】

ファイリング手続きや国際調整、国内免許申請に必要な項目の整理を前年度に引き続き行う。また、QV帯に関する規則手続については、国際電気通信連合の無線通信部門の研究委員会等における研究が継続しているため、その議論の動向を把握し、本研究課題へのフィードバックを行う。

研究開発成果:

新たにQ帯、V帯を用いたLEOコンステレーションを構築する際に考慮すべき国際ルールのうち、WRC-19において制定もしくは見直しが行われた条項・決議を中心として、調査・整理を行った。また、Q帯、V帯の利用に関連する条項の一部については、WRC-23にて更なる検討が行われたため、それらに関連する議題の調査・整理を行った。加えて、他の研究者がQ帯、V帯でのNGSOシステムを利用したユースケースを検討する際に考慮に入れるべき事項についても整理を行った。

本研究開発で得た成果は、本研究のみならず広く適用可能なものであり、将来のLEO衛星システム検討に資するものである。

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
2 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

特許出願	1) 半導体装置 [出願時期:2024年3月15日] 2) 周波数変換器及び周波数変換方法 [出願時期:2024年3月27日]
研究発表	1) Ka and Broadband Communications Conference(2023/10/26)にて発表を行った。 論文タイトル“Ka/Ka-band Double Conversion Receiver”

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

研究開発項目2-a) Q帯、V帯に対応する受信系機器の高性能化に関する研究開発

今回の研究で得られた衛星搭載受信機に関わる検討結果や各種解析/評価結果の中から今後開発する製品に適用可能な部分を抽出し、実装していく。(例:半導体プロセス選定結果、キーデバイス特性解析、設計結果など)

研究開発項目2-b) Q帯に対応する送信系機器の研究開発

今回の研究で得られた衛星搭載送信機に関わる検討結果や各種解析/評価結果の中から今後開発する製品に適用可能な部分を抽出し、実装していく。(例:概念検討結果、歪保証性能検討結果、3次元電磁界解析モデルなど)

研究開発項目2-c) Q帯、V帯における高性能送受信システムの検討・設計・評価

検討した各ユースケースについては、本研究開発における衛星ペイロードを基にした衛星コンステレーションだけでなく、広く衛星通信ユースケースとして適用可能なものであり、将来的な展開が期待される。その他、技術観点では、回線設計、減衰特性の把握、コンステレーション検討なども、今後のQ/V帯LEO衛星通信サービスにおいて共通的な検討が多く、本研究開発で得られた技術や知見を基に、LEO衛星の将来的検討に繋げることが可能である。

また、ファイリング手続や国際調整、国内における免許手続に必要な項目の整理についても上記同様、本研究のみならず広く適用可能なものであり、将来のLEO衛星システム検討に資するものである。