

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

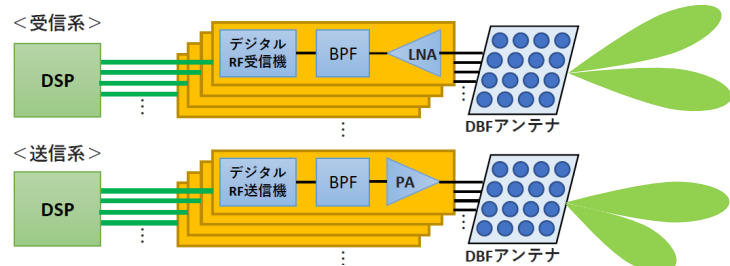
- ◆研究開発課題名 : Beyond 5G 宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発
- ◆副題 : Beyond 5G 宇宙ネットワーク向けQ/V帯高機能デジタルビームフォーミング(DBF)送受信システム技術およびW帯衛星搭載機器基盤技術の開発
- ◆受託者 : 国立大学法人東北大学、三菱電機株式会社、株式会社Space Compass、スカパーJSAT株式会社、国立大学法人鳥取大学、国立大学法人広島大学、独立行政法人国立高等専門学校機構、国立大学法人東海国立大学機構、国立大学法人北海道大学、大熊ダイヤモンドデバイス株式会社
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和8年度(5年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度1,825百万円

2. 研究開発の目標

- ・ Q/V帯での衛星通信へのDBF技術適用に向けた信号処理技術、送受信機構成、送受信モジュール開発、アンテナ技術を確立する。
- ・ W帯の活用に向けGaN高出力増幅器などの研究開発を行い、送受信機のキーデバイスとなる送受信増幅器の基盤技術を確立する。

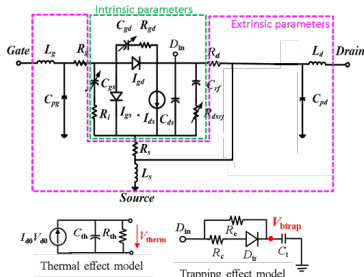
3. 研究開発の成果

①Q/V帯における高機能DBF送受信システム技術

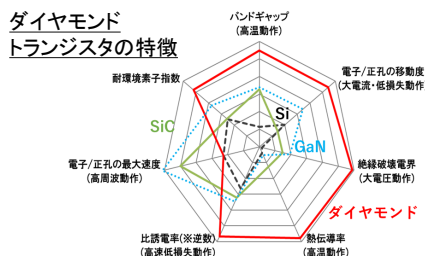


- 1-a) Q/V帯に対応したDPS技術および送受信機構成
- 1-b) 超小型Q/V帯RF送受信モジュール
- 1-c) 大規模DBFを実現するアンテナ技術
- 1-d) DBF通信システムの検討・設計・評価等

②W帯衛星搭載機器の基盤技術



GaNトランジスタモデル



- 3-a) W帯GaN増幅器
- 3-b) ダイヤモンドトランジスタ増幅器

1-a) Q/V帯に対応したDPS技術および送受信機構成

送受信機構成1次案を作成し、DSP部構成とハードウェアの検討を行った。

1-b) 超小型Q/V帯RF送受信モジュール

サンプルホールド回路の設計環境を立ち上げ、送信系のICの基本設計の開始やIC試作プロセスの候補を絞り込みを行った。また、小型なスプリアス除去用RFフィルタや小型なアンチエイリアシング用RFフィルタの設計を行うとともに、送受信モジュールの全体構想検討や試作モジュールの測定のための測定系構築を実施した。

1-c) 大規模DBFを実現するアンテナ技術

LEOとGEOそれぞれについて、所要利得や放射パターンの検討を開始した。素子間隔が狭いアレーアンテナにおける素子間結合を低減するチョーク構造の効果を確認した。

1-d) DBF通信システムの検討・設計・評価等

ペイロード・地球局・LEOコンステレーションの主要パラメータの洗い出し、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きについて無線通信規則での周波数割当、および、適用される事項について調査/整理を行い報告書案の作成を行った。また、ペイロードの設計におけるLEOとGEOの比較や想定するLEO衛星搭載ペイロードの考察やユース検討を行うとともに、高効率・高信頼無線アクセス制御方式に関する基本仕様の策定の基準となる時刻情報・位置情報の精度の評価を実施した。

3-a) W帯GaN増幅器

複数社の比較検討を通して台湾WIN社のゲート長0.12umプロセスを第1候補として選定するとともに、来年度の試作に向けて単位セル基本構想と基本レイアウトを完了した。また、W帯非線形モデリング向け測定装置の構成検討を完了させ立ち上げに入るとともに、W帯でGaNのAMAM特性を測定できる構成を明確化した。

3-b) ダイヤモンドトランジスタ増幅器

40GHz帯での動作を目標としたLg<70nmの素子試作に使用するプロセスが確定した。ダイヤモンドウエハのエピタキシャル条件も過去の合成記録から検討を完了した。試作したダイヤモンドトランジスタの常温での高周波特性を測定し、高周波モデリングを行った。

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
0 (0)	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。

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目1 Q帯、V帯における高機能デジタルビームフォーミング(DBF)送受信システム技術の研究開発

- 1-a) Q/V帯に対応したDPS技術および送受信機構成
2023年度は4素子の送受信機の構成詳細設計やDBFのDSP部の試作を行う。2024年度は64素子の送受信機の詳細構成設計と4素子DBFのDSP部の改良を行い、2025年度に64素子送受信機構成詳細の見直しと64素子DBFのDSPの試作を行う。2026年度に64素子DBFのDSP部の改良を行う。
- 1-b) 超小型Q/V帯RF送受信モジュール
2023年度は4素子DBF用のRFデバイスとモジュールの1次試作を行う。2024年度は4素子DBF用デバイスとモジュールの2次試作とRFICの放射線試験を行う。2025年度は64素子DBF用のRFデバイスとRFモジュールの1次試作を行い、2026年度にそれらの2次試作を行うとともにRFIC放射線試験を行う。
- 1-c) 大規模DBFを実現するアンテナ技術
2023年度は単素子アンテナの試作を行い、2024年度に4素子アンテナの試作を行う。2025年度に4素子アンテナの改良試作と64素子アンテナの試作を行う。また、2026年度に64素子アンテナの改良試作を行う。
- 1-d) DBF通信システムの検討・設計・評価等
2023年度は衛星通信システム全体の提案やミリ波DBFアンテナ評価系の構築を行う。2024年度にペイロード/コンステレーションの基本要求の検討や4素子DBFアンテナ試作評価を行い、2025年度から2026年度にかけて基本要求のアップデートや64素子対応および小型化、64素子アンテナ試作評価を行う。また、高効率・高信頼無線アクセス制御方式の実証は、これまでに評価した時刻情報・位置情報の精度を基に基本仕様の策定を行うとともに、基礎特性評価のための信号解析システムの構築を2023年度も引き続き進める。

研究開発項目3 W帯衛星搭載機器の基盤技術の研究開発

- 3-a) W帯GaN増幅器
2023年度は単位セル設計・施策・評価や小信号特性評価系構築を行い、TEG試作や測定を行う。2024年度は、パワーセルの設計・施策・評価と放射線試験を実施し、測定系のモデル構築を行う。2025年度はPAの1次設計・施策・評価とAM-AM改善を図り、2026年度にPAの2次設計・施策・評価と放射線試験を実施する。
- 3-b) ダイヤモンドトランジスタ増幅器
2023年度はダイヤモンドトランジスタの高周波特性の温度依存性を測定し、高温での動作確認を行う。さらに、ロードプル・ソースプルを行い、Q帯(40GHz帯)の出力増幅器(PA)としてのトランジスタ特性の評価を行う。2024年度はMMIC化のための要素回路を試作・高周波モデリングを行い、MMIC設計環境を整備する。2025年度は前年度までに開発したMMIC設計環境を用いて、40GHz帯MMIC増幅器を試作する。2026年度は、40GHz帯MMIC増幅器の改良試作を行い、温度特性を含む高周波特性を明らかにする。