

大容量移動体通信衛星用超マルチビームアンテナ給電システム高機能化の研究(051203008)

Research on High-performance Multi-beam Antenna Feed Systems for Broadband Mobile Satellite Communication System

上羽 正純 日本電信電話株式会社 NTTアクセスサービスシステム研究所
Masazumi Ueba, NTT Access Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

目黒 在 原田 聡 鈴木 義規
Akira Meguro Satoshi Harada Yoshinori Suzuki
日本電信電話株式会社 NTTアクセスサービスシステム研究所
NTT Access Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

研究期間 平成 17 年度

概要

限られた周波数資源の中で通信衛星の通信容量を飛躍的に向上させるためには、高利得のマルチビームを形成し、周波数の繰り返し利用を積極的に行うことが必須である。本研究では、小形の衛星で S 帯(2.5GHz 帯)を用いた 100 ビーム級衛星搭載用超マルチビームアンテナ実現に有望なアレー給電反射鏡方式を実現する上で課題と考えられる“アンテナ解析精度の向上”、“ビームパターン変形補償”について、課題解決のための提案を行い、試作アンテナによる検証により提案手法の有効性を確認した結果を報告する。

Abstract

To yield large communication capacity in future mobile satellite communication systems, a multi-beam system must be employed onboard antenna system. In this research, we solved two issues required to achieve a 100-beam class onboard antenna system in S-band. The first is a high accuracy antenna analysis method. The other is a deformed antenna patterns compensation method. Validities of the proposed methods are confirmed by experiments of a fabricated phased array fed reflector antenna.

1. まえがき

移動体通信衛星の通信容量を現状の数十倍に向上させ、低ビットレートから高ビットレートまで幅広い通信サービスに対応できるスケーラブルな通信衛星を実現することを目的とする。同時に、現状の地上移動体通信サービス並みの通信コストを実現するために、小形衛星により通信衛星コスト増加を抑制することを目的として研究を進めている。

このような大容量移動体通信衛星を実現するためには、重量・消費電力を大幅に抑えた高機能な搭載機器により、高利得のマルチビームを形成し、周波数の繰り返し利用を積極的に行うことが必須である。さらに、極限まで通信容量を増大させるためには、ビーム間の干渉を正確に評価することが重要となる。本研究では、S 帯(2.5GHz 帯)を用いた衛星搭載用超マルチビームアンテナとして“開口径 20m 級の大形メッシュ反射鏡”と“100 ビーム級アンテナ給電システム”を組み合わせたアレー給電反射鏡アンテナを想定した場合、

1. 従来の解析では、ビーム間干渉の評価に必要な低利得エリアにおける誤差が大きい
2. 静止軌道上における大形メッシュ反射鏡の鏡面変形に伴うビームパターン変形が利得低下を招く

という問題が対して、これらの課題の解決のための検討結果を示す。

2. 研究内容及び成果

2.1. アンテナ解析精度の向上および試作アンテナによる検証

メッシュ鏡面を使用したアレー給電反射鏡アンテナは、メッシュ鏡面の誤差、アンテナ給電システムを構成する放射素子アレーの素子間の相互干渉、アレー化に伴う個々の

放射素子の特性変動といった、解析精度を劣化させる様々な要因が考えられる。本研究では、鏡面形状については 3 次元測定を実施し、アレー化による影響については一次結合モデル化を提案し、解析に組み込むことで解析精度の向上を確認した。

本手法の検証のためアレー給電反射鏡アンテナを試作した。アンテナの構成および外観を図 1 に示す。反射鏡の開口径は 1.4m、放射素子アレーは、カップ付きヘリカルアンテナ 19 素子を 0.75 波長間隔で三角配列し、焦点面に対して約 500mm 前方に配置した。形成ビーム数は 3 であり、ビーム形成装置(BFN: Beam Forming Network)により各ビーム独立に素子毎の振幅・位相を調整している。評価には、試作アンテナをセミオープンタイプの電波無響室内の回転台に設置し、遠方界測定(測定周波数: 2.6898GHz)を実施した。本提案のアンテナ解析精度向上の検証結果の一例を図 2 に示す。アレー化に伴う放射素子間干渉および特性変動の影響を実験的に抽出し、一次結合モデルを構築して解析に組み込んだ結果であり、0~10° 方向のサイドローブレベルを精度よく表していることが確認できる。

2.2. ビームパターン変形補償法および試作アンテナによる検証

静止軌道上における鏡面変形に伴うビームパターン変形により、利得が最大 2dB 程度劣化する(解析値)。さらに、鏡面変形によるビームパターン変形は、各ビームの相対的位置関係が保たれるアンテナアライメント誤差や衛星姿勢変動に起因するものと異なり、サービスエリア全体が拡大・収縮する。そのため従来の機械的手法では、このアンテナパターン変形を補償することができない。本研究では、ビームパターン変形を特徴的な 2 種類の成分(指向方向誤

差成分・鏡面変形成分)に分類し、これらを最低限の追加回路で電氣的に補償する全ビーム一括補償方法を提案する。具体的には、図1に示すように各放射素子に補償用可変移相器を装荷し、これらを適切に制御することでビームパターン変形補償を行う。

本提案手法について、試作アンテナによる実験的検証結果を図3に示す。補償用可変移相器を適切に調整することでビームパターン変形補償のための2種類の変形成分補償に必要なビーム指向方向制御を実現できていることが確認できる。

3. むすび

100 ビーム級超マルチビーム衛星通信システム実現に向けて想定される課題である“アンテナ解析精度の向上”、“ビームパターン変形補償”について、試作アンテナによる実験的検証を行い、設計通りの動作を確認し、提案手法の有効性を確認した。

【誌上発表リスト】

- [1] 鈴木、原田、目黒、上羽、“次世代移動体通信衛星搭載アンテナにおけるアンテナパターン変形補償法の提案と実験的検証”、電子情報通信学会衛星通信研究会、SAT06-6 (2006.5.18)

【申請特許リスト】

- [1] 鈴木、小林、上羽、アレー給電反射鏡マルチビームアンテナ、日本国

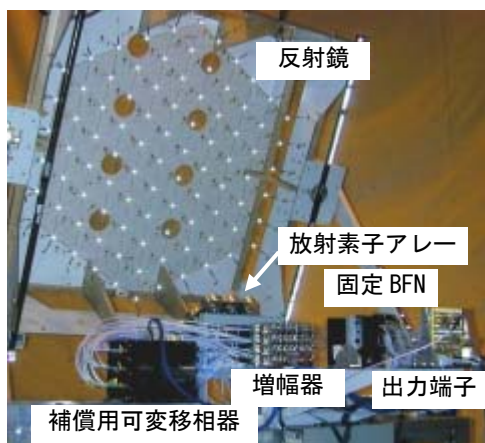
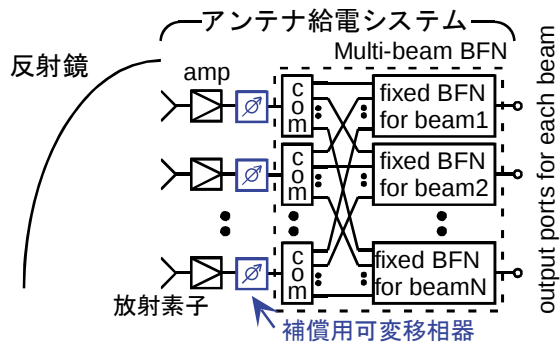
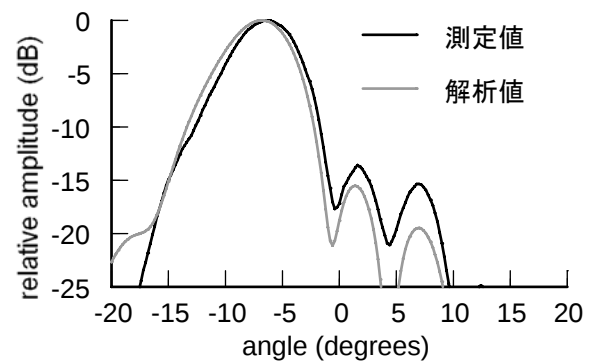
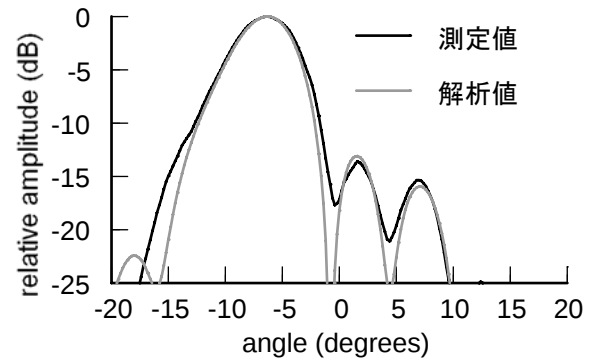


図1 試作アンテナの構成と外観

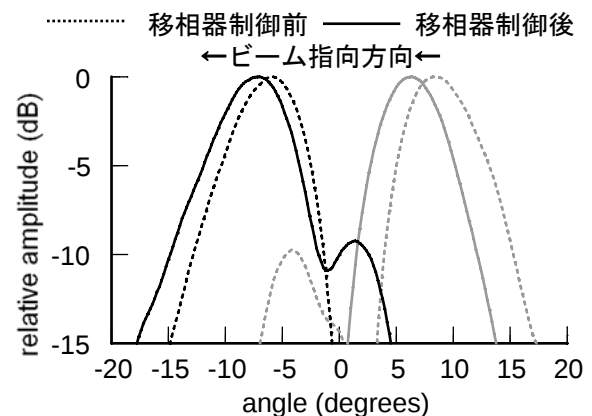


(a) アレー効果を考慮しない解析値との比較

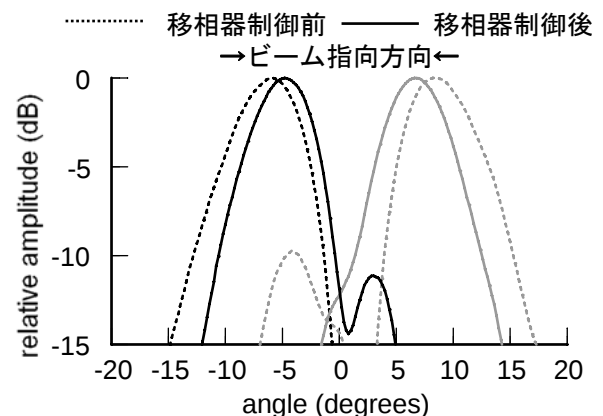


(b) アレー効果を考慮した提案解析との比較

図2 アンテナ解析精度向上の検証結果



(a) 指向方向誤差成分補償



(b) 反射鏡鏡面成分補償

図3 ビームパターン変形補償法の検証例