

高度災害対応型モバイル衛星通信用アンテナシステム (061203004)

Antenna System for Coping with Disaster Aimed at Mobile Satellite Communications

研究代表者

伊藤 公一 千葉大学大学院

Koichi ITO Graduate School of Engineering, Chiba University

研究分担者

高橋 応明[†] ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ^{††} 齊藤 一幸[†]

Masaharu TAKAHASHI[†] Josaphat Tetuko Sri Sumantyo^{††} Kazuyuki SAITO[†]

[†]千葉大学フロンティアメディカル工学開発研究センター ^{††}千葉大学環境リモートセンシング研究センター

[†]Research Center for Frontier Medical Engineering ^{††}Center for Environmental Remote Sensing
Chiba University

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

地上の通信網が機能停止するほどの大規模災害時に、一般市民が安心して使用でき、安定かつ信頼性の高い車載用衛星通信システムの開発を行う。これまで、静止衛星と通信を行うには複雑なアンテナシステムが必要であるため、国内における衛星通信の普及は遅れていた。本システムでは、移動局が移動していても、衛星の方向にあわせて電波の放射方向を自動的に切り換え可能な簡単で安価なシステムの実現を目指した。このシステムは、水平面内に 3 方向のビーム切換を実現する薄型の平面アンテナと、カーナビゲーションシステムに使われている GPS およびジャイロを基本とした簡易な衛星追尾システムにより構成される。本アプリケーションは、公用車の他、一般車両への搭載をも想定し、最終的には被災地における臨時の通信ターミナルとなる機能をもたせる。これにより災害時には、GPS による位置情報を用いた迅速な情報収集、被害状況把握、救命救急などの情報支援も可能である。本研究では、アンテナおよび追尾システム構築のほか、移動体衛星通信実験により、電波伝搬特性、通信回線の評価もあわせて行った。

Abstract

The geostationary satellite called Engineering Test Satellite VIII (ETS-VIII) was launched by the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). Up to now, various antennas have been developed for mobile satellite communications purposes, however the antennas had a complex composition. Hence, in this research, a simple satellite-tracking triangular-patch array antenna is proposed. The antenna is designed as thin, compact, small and simple as possible, since it will be mounted on a small boat or a car's roof. In the future, this antenna will be applied to the multimedia services (television, radio, disaster information system etc.) inside the transportation facility, especially car.

1. まえがき

本研究では、高度災害時対応衛星通信システムの構築と、その一般普及を目指して、安価に実現できる一般車両搭載用衛星通信アンテナシステムの実用化を目指す。静止衛星 (ETS-VIII) を利用した通信システムの目標としては、ダウンリンク (下り) 128 kbps、アップリンク (上り) 64 kbps を実現できる程度の小型、薄型、低価格なものとする。アンテナは日本全国で使えるよう低仰角方向での高利得化を図り、車両の屋根など目立たない場所に設置する。また衛星通信用アンテナ開発において、コスト面から問題となっていた衛星追尾システムは、カーナビゲーションシステムから位置、方向の情報を取り出し、アンテナへの給電をオン、オフ制御するのみで衛星追尾を行う電子追尾型とする。このオン、オフによる追尾システムは、高価でサイズの大きい移相器を必要とせず、半導体素子だけで構成できるため、従来とは比較にならないほど小型で単純な追尾システムとなる。また、機械駆動とは異なりメンテナンスフリーという大きな利点も得られる。

2. 研究内容及び成果

まず、平成 18 年度前半にアンテナの設計、および最適化を行った。開発したアンテナを、図 1 に示す。このアンテナは送信、受信、衛星追尾が行え、更に送受信ポート間のアイソレーションを確保できる 2 周波共用三角形パッチアレーアンテナである。このアンテナは、入力特性では S_{11} が -10 dB 以下、15dB 以上のアイソレーション特性、

軸比特性では、所要ビーム方向 (仰角 48°方向) において目標とされる 3 dB 以下を実現した。また、試作アンテナの垂直面内放射特性の計算結果と実測結果がほぼ一致することも確認した。目標とされる円偏波利得 5 dBic 以上、軸比 3 dB 以下を、所望のビーム範囲である仰角 38°から 58°方向にて、受信用・送信用素子の双方が満たすことを確認した。

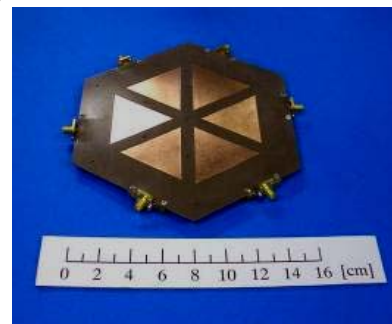


図 1 2 周波共用三角形パッチアレーアンテナ

平成 19 年度はアンテナに装荷する給電モジュール、および追尾システムの開発を行った。構成したシステムの概要を図 2 に示す。給電用スイッチング回路には PIN ダイオードを利用した DP3T (Dual Port 3 Through) スイッチを新たに開発し、周波数にあわせて特性の最適化を行った。電子追尾型アンテナにおける車体と静止衛星 (ETS-VIII)

の相対位置情報は、D-GPS ユニットを利用した実験用のカーナビゲーションシステムから得る。また、各アンテナ素子のオン、オフを制御するための制御コンピュータは、データ取得、アンテナの動作把握なども必要なため、実験時はノート PC を利用した。アンテナ素子の給電制御情報は、デジタル出力ボード、および自作インタフェース回路を介して給電回路に送り、オン、オフスイッチングを行った。回路は、構造のコンパクト化や、回路からの不要放射の影響、および挿入損失の低減を目的として、図 3 のように受信アンテナ背面へ実装した。また、給電素子の上方に寄生素子を設けることで、利得の増加と広帯域化を図った。図 4 に、電波無響室内での簡易衛星追尾実験の放射特性の測定結果を示す。これより、方位角方向の 3 方向へのビーム切換が簡易衛星追尾プログラムにより良好に行われていることを確認した。

追尾型アレーアンテナ

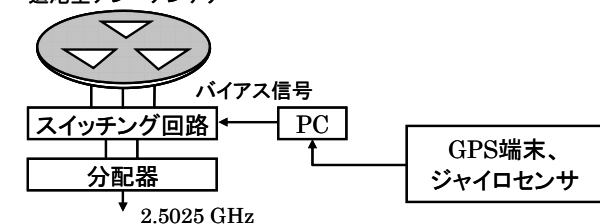
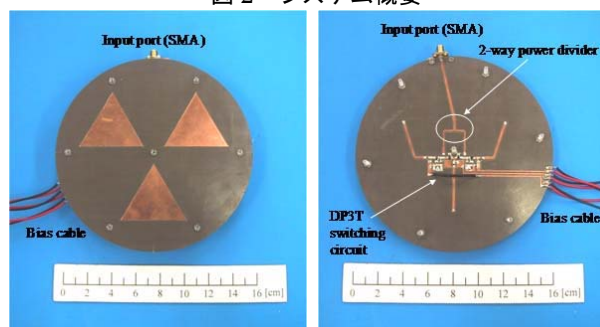


図 2 システム概要



(a) 上面

(b) 裏面

図 3 アンテナにスイッチング回路を実装した例

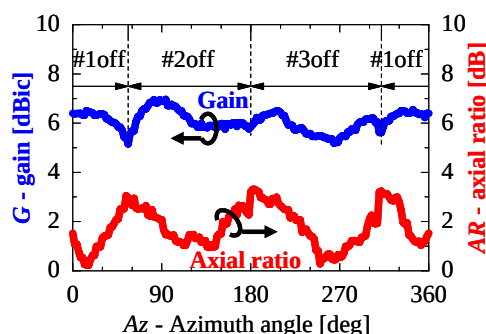


図 4 簡易衛星追尾アンテナの特性

平成 20 年度は、ETS-VIII の実験リソースの割当てにより、平成 20 年 6 月と平成 20 年 11 月の 2 回、移動体衛星通信実験を行った。衛星トラブルにより、衛星の予備系での実験に留まったため、送受信共用アンテナの開発を行ったにも関わらず、受信実験のみを中心に行った。送信側では、NICT より借用した携帯端末に外部接続パラボラアンテナを接続し、受信側では携帯端末に本研究にて開発したアンテナシステムを接続した。通信実験は、都市部、郊外のそれぞれにおいて、受信レベルを測定し、またシャドウイング等の影響についても検討を行った。さらに、電波伝搬測定以外に BER(Bit Error Rate)測定器を用いて

BER 特性も測定した。見通しエリアで追尾アンテナシステムを評価した際には、 $4 \sim 6 \times 10^{-4}$ 程度で BER が安定していることを確認した。この測定結果を図 6 に示す。



(a) 2周波用パッチアンテナ

(b) 実験風景

図 5 実験用アンテナとそれをを用いた実験風景

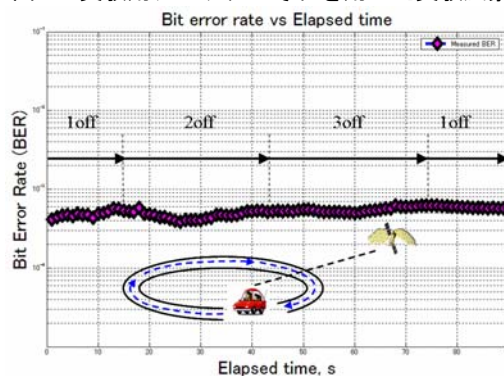


図 6 アンテナ追尾システム評価 (BER 特性)

3. むすび

本研究で開発されたアンテナシステムは、自動車などの移動体に搭載することで地上の通信網の状況に依存することなく、マルチメディア情報通信を提供することができるとことを十分に確認することができた。そのため本システムを用いれば、地上で大地震や台風などの大規模な災害が起こり、地上ネットワークが完全に麻痺した状況であっても、被災地との間で安定した情報通信を行うことが可能である。特に、一般車両が非常時の通信ターミナルとなれば、数、耐久性などの観点から、非常に信頼性の高い通信システムが構築できると考えられる。

【誌上发表リスト】

- [1] 金子謙一、田中憲光、高橋彰明、伊藤公一、“簡易衛星追尾型アレーアンテナの電子走査特性,” 電子情報通信学会論文誌 B, vol. J89-B, no.9, pp.1696-1704. (Sep. 2006)
- [2] 田中憲光、保前保、金子謙一、山本伸一、高橋彰明、伊藤公一、“簡易衛星追尾アンテナシステムの実証実験,” 電子情報通信学会論文誌 B, vol.J90-B, no.1, pp.106-109. (Jan. 2007)
- [3] Basari, M. Fauzan EDY PURNOMO, Kazuyuki SAITO, Masaharu TAKAHASHI, and Koichi ITO, “Development of simple vehicle antenna system for mobile satellite communications and outdoor experiment using ETS-VIII satellite,” 電子情報通信学会技術研究報告, AP2008-169, pp.113-118, 福岡 (Jan. 2009)

【報道掲載リスト】

- [1] 日刊工業新聞、“アレーアンテナ 千葉大、一般用に改良 小型化し低コスト実現,” 2008 年 7 月 10 日
- [2] フジサンケイビジネスアイ、“千葉大、衛星通信用モバイルアンテナシステムを開発 地震などの高度災害対策用に車載方式で対応可能,” 2008 年 8 月

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

http://www.ap.tu.chiba-u.jp/ito_lab/study/group/hoshi/making/index.html