

Lバンド衛星移動通信用アンテナの開発

Development of L-band Antenna used for mobile satellite communications

加藤 友祐 野呂 崇徳
Yusuke Kato Takanori Noro

要 旨

これまで当社はインマルサット衛星通信用アンテナとしてインマルサットFleet BroadbandシリーズJUE-500/JUE-250用平面アンテナ及びインマルサットC JUE-85用ヘリカルアンテナを開発してきた。近年のネットワークの高機能化と高信頼性化に対する顧客要望に応え、後継機種JUE-501/JUE-251及びJUE-87を開発することになり、アンテナも軽量化及び高信頼化が求められた。そこで本アンテナの主要部品を薄いPC板（FPC含む）及び発泡材とすることで、当該要求を満たすアンテナを開発した。

Abstract

The antennas used in the mobile earth station have been developed, such as the planar antenna for INMARSAT Fleet Broadband series JUE-500/JUE-250 and the helical antennas for INMARSAT C JUE-85, respectively. Recently, requests for the network environment with high functionality and high reliability are increasing from many customers. In order to respond the above mentioned requests, JRC has developed the antennas as the successor model JUE-501, JUE-251 and JUE-87, which are employing the thin PCBs such as FPC and forming materials. As a result, the antennas with light weight and high reliability are realized.

1. まえがき

近年、衛星に搭載される送受信装置の性能向上と衛星のスポットビームの採用により、端末側においては小型のアンテナでも従来と同等以上の通信サービスを提供できるようになってきた。そのため、船舶でのインターネット接続環境が飛躍的に向上している。そのような中で当社ではインマルサットAからインマルサットFまで直径90cm程度のパラボラアンテナを用いてきたが、インマルサットFleet broadbandサービス対応のJUE-500/JUE-250では小型の平面アンテナを、インマルサットCサービス対応のJUE-85ではヘリカルアンテナを開発してきた。

また、上述した各サービスに対する要求も変化してきており、インターネット接続環境の向上に伴う高機能化ニーズや、JUE-500/JUE-250及びJUE-85両者におけるインマルサット最新規定への適合も必要となった。そのため、当社では高機能化及び最新規定へ適合した後継機種としてJUE-501/JUE-251及びJUE-87を開発することとなり、その開発においては装置全体の高機能化及び高信頼性化のためにアンテナ部も軽量化及び高信頼性化が必須となった。

本稿では、現行機に対して新型の各アンテナを簡単に比較し、アンテナ部の軽量化及び高信頼性化について対応してきた点を紹介する。

2. 各アンテナの概要

各アンテナの概要を表1, 2, 3に示す。

表1 JUE-500/JUE-501アンテナの概要

Table 1 Overview of JUE-500/JUE-501 antenna

項目	JUE-500	JUE-501
アンテナ素子	パッチアンテナ	パッチアンテナ
素子数	12素子	12素子
偏波	右旋円偏波	右旋円偏波
周波数帯域	RX:1525.0-1559.0MHz TX:1626.5-1660.5MHz	RX:1518.0-1559.0MHz TX:1626.5-1660.5MHz 1668.0-1675.0MHz

表2 JUE-250/JUE-251アンテナの概要

Table 2 Overview of JUE-250/JUE-251 antenna

項目	JUE-250	JUE-251
アンテナ素子	パッチアンテナ	パッチアンテナ
素子数	4素子	3素子
偏波	右旋円偏波	右旋円偏波
周波数帯域	RX:1525.0-1559.0MHz TX:1626.5-1660.5MHz	RX:1518.0-1559.0MHz TX:1626.5-1660.5MHz 1668.0-1675.0MHz

表3 JUE-85/JUE-87アンテナの概要
Table 3 Overview JUE-85/JUE-87 antenna

項目	JUE-85	JUE-87
アンテナ素子	ヘリカルアンテナ	ヘリカルアンテナ
素子数	1素子	1素子
偏波	右旋円偏波	右旋円偏波
周波数帯域	RX:1530.0-1545.0MHz TX:1626.5-1646.5MHz	RX:1537.0-1544.2MHz TX:1626.5-1646.5MHz

以下で各アンテナの詳細について順に紹介する。

3. JUE-500/JUE-501アンテナ

JUE-501アンテナはJUE-500アンテナに比べて30%の軽量化を達成した。これによりJUE-500に比べてJUE-501はアンテナ制御構造を簡略化でき、装置全体の高性能化及び高信頼性化に大きく貢献した。

JUE-500/JUE-501アンテナの特徴及びJUE-500アンテナからJUE-501アンテナへの軽量化及び高信頼性化の対策を以下に示す。

またアンテナの構造を図1, 2に、指向性を図3, 4に示す。

3-1. JUE-500/JUE-501アンテナの特徴

- ・アンテナ外形を円形とするためアレー配置も円形として12素子円形配列パッチアレーでアンテナを構成
- ・非励振パッチ装荷により広帯域化
- ・給電損失低減のために給電線路にインバーテッド線路を採用

3-2. 主な軽量化事項

- ・基板厚さを0.6mmから0.1mmへ変更
- ・非励振パッチをアルミ箔で構成
- ・アンテナ基板支持ポストを削除

3-3. 主な高信頼性又は保全性改善事項

- ・基板材料を高周波材から一般材料へ変更
- ・装置のユニット配置を最適化するためにアンテナ端をカット
- ・全体の固定を樹脂ブッシュで行うことでネジの数を削減

※ 特許：登録済3件，出願中1件

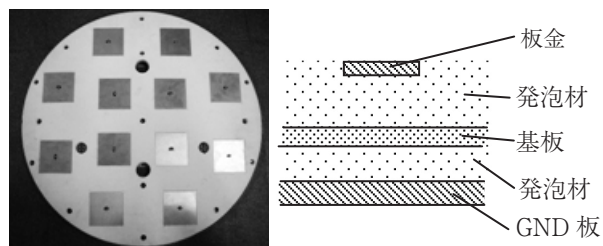


図1 JUE-500アンテナ外観
Fig.1 Appearance of JUE-500 antenna

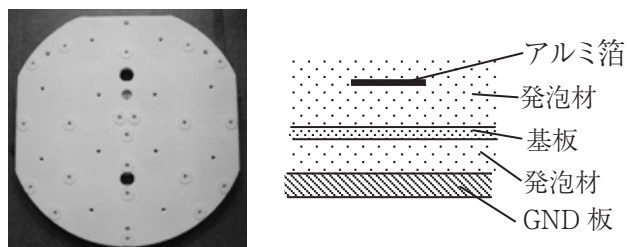


図2 JUE-501アンテナ外観
Fig.2 Appearance of JUE-501 antenna

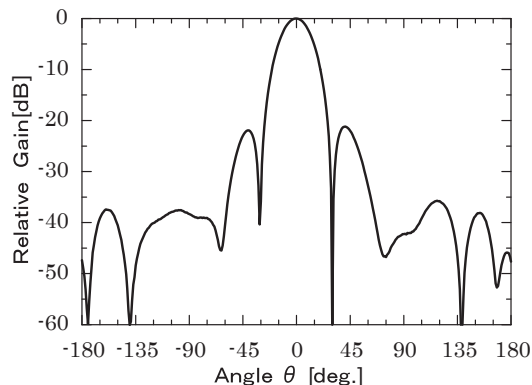


図3 JUE-501アンテナ受信指向性
Fig.3 Receiving directivity of JUE-501 antenna

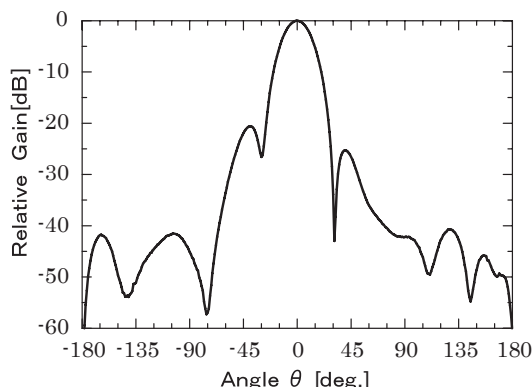


図4 JUE-501アンテナ送信指向性
Fig.4 Transmitting directivity of JUE-501 antenna

4. JUE-250/JUE-251アンテナ

JUE-251アンテナはJUE-250アンテナに比べて約50%の軽量化を達成した。これによりJUE-250に比べてJUE-251はアンテナ制御を2軸化することができ、装置全体の高性能化及び高信頼性化に大きく貢献した。

JUE-250/JUE-251アンテナの特徴及びJUE-250アンテナからJUE-251アンテナへの軽量化及び高信頼性化の対策を以下に示す。

4-1. JUE-250アンテナ特徴

- ・4素子シーケンシャル配列パッチアレー
- ・非励振パッチ装荷による広帯域化

- ・アンテナ及びLNAの一体構造
- ・アンテナ部は板金と発泡材のみで構成

4-2. JUE-251アンテナ特徴

- ・3素子シーケンシャル配列パッチアレー
- ・非励振パッチ装荷による広帯域化
- ・PC板と発泡材による主要部品
- ・2軸制御を可能とする切り欠き構造

4-3. 主な軽量化事項

- ・素子数を減らし、アンテナ径を小型化
- ・主要部品としてPC板と発泡材でアンテナを構成

4-4. 主な高信頼性又は保全性改善事項

- ・部品点数の削減による組立工数削減
- ・アンテナ2軸制御のため小型/軽量アンテナを開発し、装置全体の高機能化及び高信頼性化へ貢献

※ 特許：登録済1件

アンテナの構造を図5, 6に、指向性を図7, 8に示す。

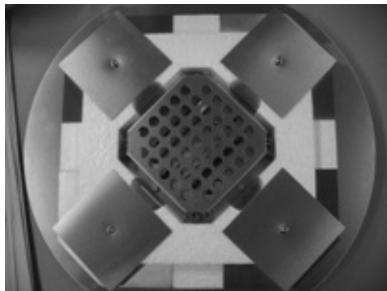


図5 JUE-250アンテナ外観

Fig.5 Appearance of JUE-250 antenna

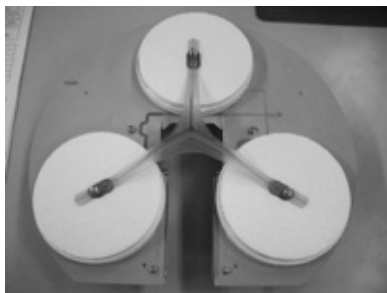


図6 JUE-251アンテナ外観

Fig.6 Appearance of JUE-251 antenna

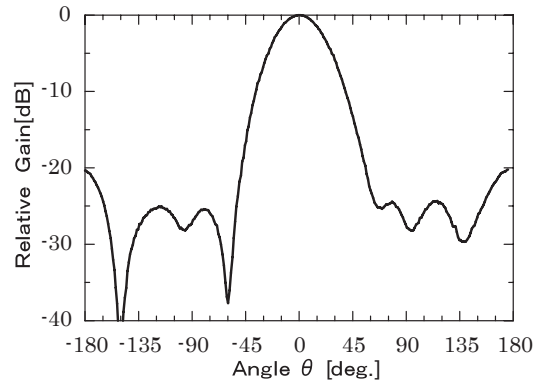


図7 JUE-251アンテナ受信指向性

Fig.7 Receiving directivity of JUE-251 antenna

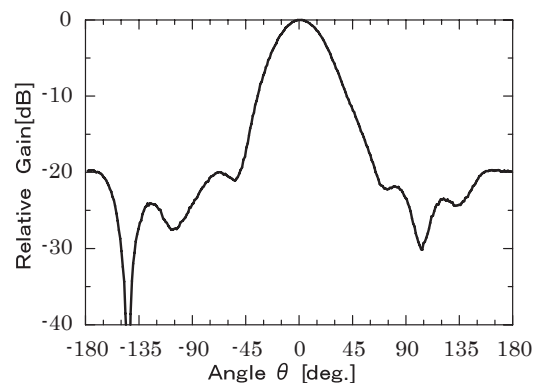


図8 JUE-251アンテナ送信指向性

Fig.8 Transmitting directivity of JUE-251 antenna

5. JUE-87アンテナ

インマルサットC移動地球局JUE-87は、通信レート600bps低速度データ通信に用いられる衛星端末である。船外装置(EME)は衛星を追尾する機構を有さない(外観図:図9)、仰角5度以上の上半球面で一様な放射特性が望ましい。従来から当社ではそのようなアンテナ特性を実現する手段として、4線分巻きヘリカルアンテナ^{(3)・(4)}を採用してきた。

5-1. ブロック構成

図10に示すようにJUE-87用アンテナは、4つの基本ブロックから構成される。

(1) 放射部 (4線分巻きヘリカルアンテナ)

フィルム基板にらせん状のアンテナ素子を同一円周上に90度置きに4素子配置している。一様な放射特性を作る。

(2) 給電回路部 (マイクロストリップ線路)

低損失な基板材料を用いたマイクロストリップ線路である。線路の回路パターン部とGND部にフィルム基板を採用している。EME内部のRF送受信回路の信号を分配・合成し、放射部に給電する。

(3) Sバンドレーダー対策用フィルタ

給電回路部と同じマイクロストリップ線路にてフィルタを構成し、船舶に搭載されたSバンドレーダーから受ける干渉から装置を保護する。

(4) 誘導雷対策用フィルタ

給電回路部と同じマイクロストリップ線路にてフィルタを構成し、誘導雷から装置を保護する。

以上述べたアンテナの各部構成を採用し、4つの基本ブロックを一体で成型することで生産性を向上した。

5-2. 特性改善点

また本開発では、アンテナ特性の改善も実施した。以下に改善した概要を示す。

(1) 雑音温度の低減

低損失な基板材料を採用し、給電回路部の損失を低減した。その結果、受信性能の指標となる雑音温度が低減した。

(2) 低仰角利得の向上

放射部の寸法を最適化設計し、低仰角利得が向上した。

図11及び図12は、受信・送信それぞれの周波数帯域における指向性の測定例である。

特性の改善効果については船上評価を実施しており、衛星カバレッジ境界での受信性能向上が確認できた⁽²⁾。

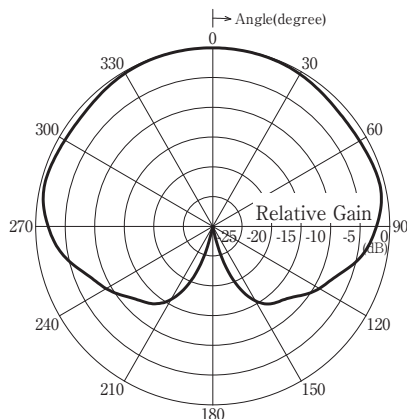


図11 JUE-87アンテナ受信指向性
Fig.11 Receiving directivity of JUE-87 antenna

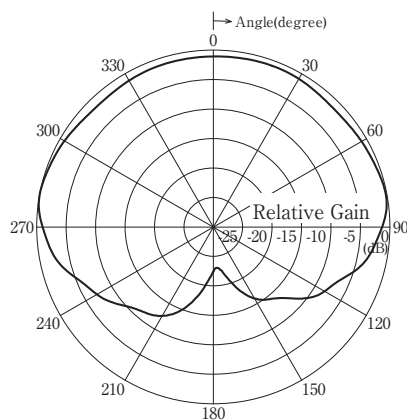
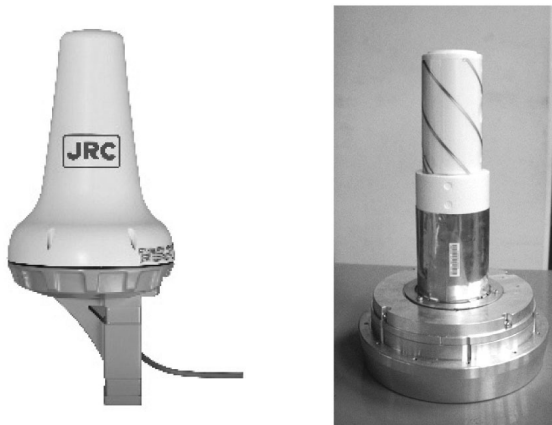


図12 JUE-87アンテナ送信指向性
Fig.12 Transmitting directivity of JUE-87 antenna



(a) 船外装置 (b) アンテナ部
(a) Externally Mounted Equipment (b) antenna part
図9 船外装置とアンテナの外観

Fig.9 Appearance of Externally Mounted Equipment and antenna part

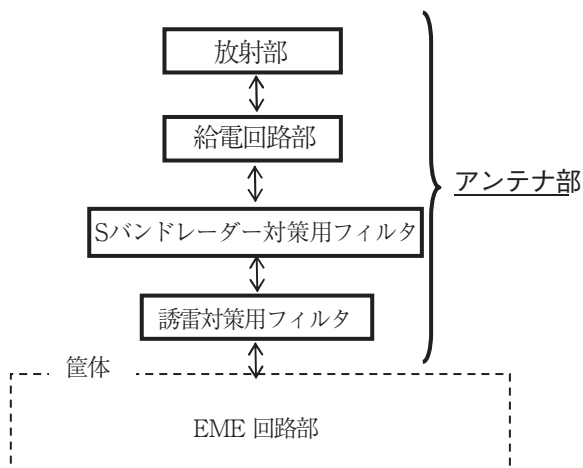


図10 アンテナ部のブロック図
Fig.10 Block diagram of antenna part

6. あとがき

本稿ではJUE-500/JUE-501アンテナ、JUE-250/JUE-251アンテナ及びJUE-85/JUE-87アンテナを簡単に比較しながら、JUE-501/JUE-251アンテナ及びJUE-87アンテナの開発について紹介した。

今回実現したアンテナの軽量化及び高信頼性化により装置全体の高性能化及び高信頼性化に貢献できた。

参考文献

(1) 小野寺 浩司, 志賀 則之, 草野 裕久, 安藤 勝規, 百瀬 寛, “インマルサット Fleet Broadband JUE-251/501の開発”, 日本無線技報, No63, 2012, pp.18-21.
 (2) 山田 浩司, 西村 純則, 中村 陽一, 川畑 隆史, 大竹 弘晃, “インマルサットC移動地球局JUE-87の開発”, 日本無線技報, No63, 2012, pp.22-26.
 (3) C.C. Kilgus: “Multielement fractional turn helices”, IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-16, PP. 499-501, July 1968.

- (4) C.C. Kilgus: "Shaped-conical radiation pattern performance of the backfire quadrifilar helix", IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-22, PP. 392-397, May 1975.

用 語 一 覧

EME: Externally Mounted Equipment (屋外装置)

GND: Ground (接地)

LNA: Low Noise Amplifier (低雑音増幅器)