

インマルサットGlobal Xpress JUE-60GXの開発

Development of Inmarsat Global Xpress JUE-60GX

井上 眞太郎 Shintaro Inoue	赤塚 稔 Minoru Akatsuka	伊藤 信幸 Nobuyuki Ito
野呂 崇徳 Takanori Noro	前田 敏行 Toshiyuki Maeda	

要 旨

インマルサット社が2015年後半からサービスを予定しているFleet Xpressシステムには、さらなる通信回線の高速化、安定化の提供が期待されている。当社はこのFleet Xpressに対応したKa帯衛星（インマルサット第5世代衛星）を使用したGlobal Xpress（以下GXと呼ぶ）船舶用衛星通信端末であるJUE-60GXを開発した。本稿ではシステムの概要およびそれに対応する船舶用衛星通信端末JUE-60GXの構成、基本仕様および特長について紹介する。また、Ka帯という高周波を取り扱う通信機に課せられた厳しい規格基準に対応するために、当社の技術を結集して取り組んだ要素技術について紹介する。

Abstract

Inmarsat is going to operate the Fleet Xpress (FX) system, which offers more high-speed broadband communication than the current maritime satellite communication system and is expected to improve the communication quality and reliability under maritime environment drastically, from the third quarter of 2015. JRC has developed the Global Xpress (GX) maritime satellite communication terminal JUE-60GX which is one of the compositions in FX system, and is operated via "Ka-band" satellite (Inmarsat fifth generation satellite). This report introduces GX system's outline and JUE-60GX's composition, the basic specification and the feature. In addition, this report introduces the elemental technology which is obtained by JRC's knowledge, in order to satisfy to the severe technical specification which is required to the communication equipment for Ka-band's satellite radio frequency.

1. まえがき

近年の通信回線の高速化・大容量化・常時接続化へのニーズを受け、陸上においてはブロードバンドインターネットが浸透し、高速通信が一般化しているが、海上においては陸上と同様の高速通信環境が実現できない状況が続いていた。

しかし、この状況はインマルサット社によるFB (Fleet Broadband) サービスや各衛星通信事業者によるVSAT (ESV) サービスにより少しずつ改善されてきており、インマルサット社が2015年後半からサービスを予定しているFleet Xpressシステムには、さらなる通信回線の高速化、安定化の提供が期待されている。

本稿では、Fleet Xpressシステムに対応したインマルサットGX船舶用衛星通信端末として当社が開発したJUE-60GXについて報告する。

2. インマルサットGX システム概要

2.1 インマルサットGXシステム構成

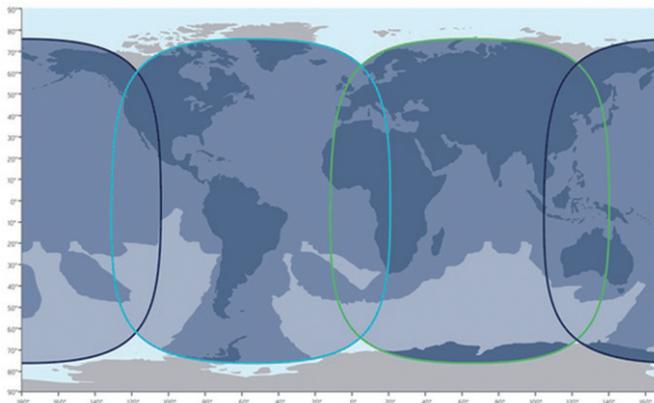


図1 GXシステムカバレッジエリア
Fig.1 GX system Coverage area

GXシステムは赤道上の3つのインマルサット第5世代衛星を使用している。本システムは図1に示すように極地方を除く全世界をカバーする。

Fleet XpressシステムはGXシステム、FBシステムおよび通信経路選択機で構成されており、図2にそのシステム構成を示す。



図2 Fleet Xpressシステム構成
Fig.2 Fleet Xpress system Configuration

Fleet XpressシステムはGXシステム (Ka帯通信) とFBシステム (L帯通信) が融合したシステムであり、パッケージサービス (Ka-L帯通信経路選択機および包括通信料金) が予定されている。その特長は2つのシステムの長所を活かす所にあり、最適なシステムに自動で切り替わる。つまり、晴天時は高速通信可能なGXシステムが使用され、天候により降雨減衰が大きくなった場合は、通信速度が制限されるが安定した通信を提供するFBシステムに切り替わり、ユーザに高速かつ安定な通信を提供する。

GXシステムが提供する主なサービスは図3に示す内容であり、これまでのサービスと比較してビデオチャットやコンテンツ配信など、通信回線の高速化・大容量化・常時接続化の恩恵を受けた新しいサービスの提供が可能となる。

インターネットアクセス	<ul style="list-style-type: none"> ■ バケット交換型 ■ ベスト・エフォート ■ 最大速度は通信料金契約による
音声/FAX	<ul style="list-style-type: none"> ■ VoIP ■ データ通信中の音声/FAX通信が可能
ビデオチャット	<ul style="list-style-type: none"> ■ スマートフォンやPC利用のビデオ電話 ■ FBバックアップ時は提供しない
コンテンツ配信	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新聞、ビデオ、音声や海図の配信

図3 GXサービス
Fig.3 GX Service

3. インマルサットGX 船舶用衛星通信端末

3.1 JUE-60GXの構成

インマルサットGX船舶用衛星通信端末JUE-60GXは図4に示す屋外装置 (ADE) と、図5に示す屋内装置 (BDE) にて構成される。



図4 屋外装置

Fig.4 Above Deck Equipment (ADE)



図5 屋内装置

Fig.5 Below Deck Equipment (BDE)

図6にJUE-60GXのブロック図を示す。ADEはベデスタル上にアンテナ、OMT (直交モード変換器)、BUT (ブロックアップコンバータ)、LNB (低雑音ブロックコンバータ)、追尾回路、制御回路、センサ、モータ、GPSアンテナ、ロータリージョイントおよびレドームから構成される。

ベデスタルは船舶の振動周波数帯域で共振しない高剛性構造とした。アンテナは直径65cmであり、鏡面の製法を工夫することで低いサイドローブ特性を実現した。Ka帯周波数OMTは送受信信号を分波するユニット、BUCは屋内装置からの送信IF信号をKa帯の周波数に変換し所定の送信レベルに増幅するユニット、LNBはKa帯信号を低雑音増幅器にて増幅し受信IF周波数に変換するユニットである。

GPSアンテナをレドーム内に内蔵し、自船位置情報を元にアンテナを衛星方向へ指向させる。衛星を追尾するための追尾システムは、追尾回路、制御回路、センサおよびモータで構成される。ロータリージョイントは自社開発の2チャンネルロータリージョイントを採用することでアンテナの連続回転を可能にした。レドームはKa帯周波数で通過ロスを最小限としアンテナ指向性を乱さない均一な厚さの軽量積層タイプのレドームを採用した。

3.2 JUE-60GXの基本仕様

表1にJUE-60GXの基本仕様を示す。

表1 JUE-60GX基本仕様
Table 1 Specification of JUE-60GX

項目	仕様
電源電圧	AC100~240V ±10%
消費電力	最大300VA以下
外形寸法 屋外装置 屋内装置	842(φ)×923(H)mm 430(W)×88(H)×461(D)mm
質量 屋外装置 屋内装置	44kg 8kg
環境条件 ・動作温度 屋外装置 屋内装置 ・相対湿度 屋外/屋内装置 ・保護等級 屋外装置 屋内装置	-25~+55℃ -15~+55℃ +40℃, 93%以下 IP56 IP22
送受信周波数帯	Ka帯
送信出力EIRP	49.0dBW
BUC送信出力	5W
受信性能指数 G/T	15.0dB/K
仰角制御範囲	-20~115度
方位角制御範囲	360度 (リワインドレス)
インタフェース	Ethernet 2-ports : IEEE802.3 100Mbps GPS/GYRO : NMEA
通信速度	アップリンク : 最大5Mbps ダウンリンク : 最大50Mbps (回線契約による)

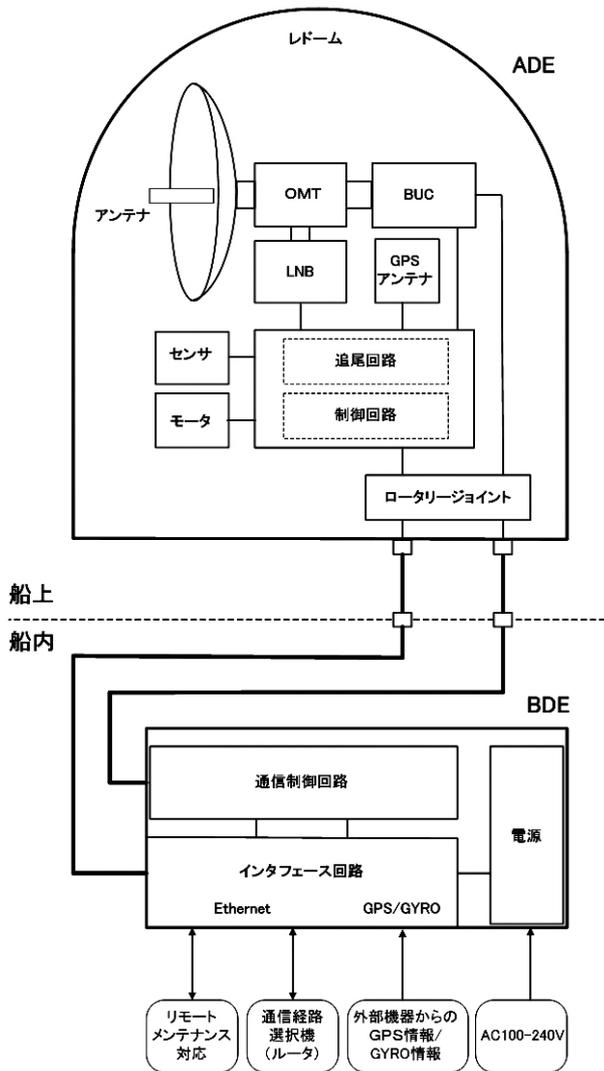


図6 JUE-60GXブロック図
Fig.6 JUE-60GX Block Diagram

BDEは通信制御回路、インタフェース回路および電源で構成され、外部インタフェースとしてEthernetとGPS/GYROポートを持つ。

船舶での装備に柔軟に対応するため、単体据置および19インチ幅の筐体ラックへの組み込みの2種類の装備方法に対応した。

Ethernetポートは、通信路として通信経路選択機へ接続されるポートと、JRCがサービスするリモートメンテナンスシステム⁽¹⁾への接続ポートの2種類を持ち、GPS/GYROポートは外部機器からのGPS情報とGYRO情報が取り込めるインタフェースとなる。

3.3 JUE-60GXの特長

- 1) 北半球中心でサービスされるKu帯ESVに対して極地域を除く全世界で使用可能 (ブロッキングを除く)
- 2) GX60cmクラスで世界最小、最軽量クラスのアンテナ装置
- 3) 2チャンネルロータリージョイントによるアンテナ連続回転
- 4) JRC LANによるリモートメンテナンス対応

3.4 JUE-60GXの主要技術

GX船舶用衛星通信端末には、Ka帯という高周波を扱う通信機としてFCC25.138, ETSI 303 978という厳しい規格基準が定められており、当社の技術を結集しこの要求を満たすJUE-60GXを開発した。

JUE-60GXには、要素技術としてアンテナの低サイドローブ設計技術、Ka帯で周波数最適化され低損失/低反射となるレドーム技術、船舶の動揺下において鋭い指向特性のアンテナを高い精度で衛星に追尾させる高精度アンテナ制御技術が盛り込まれている。これらの技術により、移動局でも固定局と同等のアンテナ指向特性がもたらされている。

(1) アンテナの低サイドローブ設計技術

アンテナの鏡面修正と電磁界解析を併用したシミュレーション技術を確認し、低サイドローブ特性を実現した(図7)。

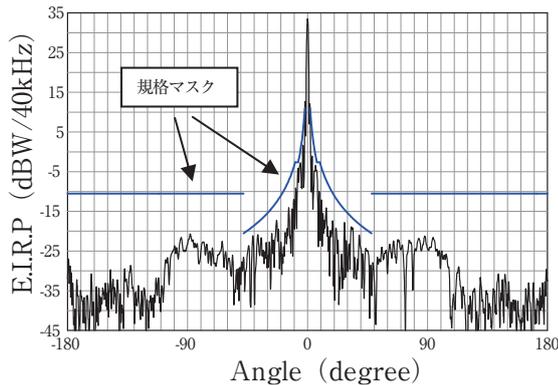


図7 アンテナ放射パターン
Fig.7 Antenna radiation Pattern

(2) Ka帯で低損失/低反射となるレドーム技術

プリプレグ製法による均一な厚みを持つ軽量なレドームの生産技術を確認した。この新しいレドームにより、レドームによる指向性の劣化を抑え、かつ目標周波数での通過ロスを低減している。上記レドーム込みのアンテナ性能は、Ka帯における規格(FCC25.138, ETSI 303 978)に適合している。

(3) 高精度アンテナ制御技術

海上で激しく揺れる船上においても高精度な衛星追尾性能を得るため、軸構成、センサシステム、追尾方式の選択が重要となる。

ペDESTルの軸構成はAZ/X/ELの3軸構造とし、全軸プラットフォーム方式を採用したセンサフィードバックシステムによりセンサ誤差の影響を低減させ、高精度なポインティング性能を実現した。また、高精度かつ低価格な追尾システムを実現するため、アンテナ全体を円錐状に回転させるメカニカルコンカルスキャン方式を採用した。以上により、従来のインマルサット機器と比べて格段に高精度な衛星追尾精度を実現した。

4. あとがき

インマルサットGXシステムは従来のインマルサット機器と比べて、より通信回線の高速化、回線の安定化への要求に対応したシステムとなっており、従来の業務用通信目的だけではなく、船舶の乗員への福利厚生、客船での船上インターネットカフェの開設による乗客向けサービス性の向上など、より幅広い顧客ニーズに対応できる新たなシステムとなっている。

2015年6月現在、GXシステムはインド洋海域のみに対してサービスが開始されているが、2015年後半に大西洋衛星、および太平洋衛星を含めた全海域へのサービス開始が計画されており、極地方を除く全世界での高速移動体通信が可能となる予定である。

最後に、開発に当たりご指導、ご協力頂いた関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

(1) 下住明久, 高田崇史, 羽澄勉, 中澤篤信, 池山智道, 増渕修, “新RMS (リモートメンテナンスシステム) の開発”, 日本無線技報, No.67, pp.33-36, 2016.

用語一覧

- ADE: Above Deck Equipment (屋外装置)
- BDE: Below Deck Equipment (屋内装置)
- BUC: Block Up Converter (ブロックアップコンバータ)
- EIRP: Effective isotropic radiated Power (等価等方放射電力)
- ETSI: European Telecommunications Standard Institute (欧州電気通信標準化機構)
- FB: Fleet Broadband (船用高速インターネット接続サービス)
- FCC: Federal Communications Commission (連邦通信委員会)
- GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)
- G/T: Gain to noise temperature ratio (受信系性能指数)
- GYRO: Gyrocompass (ジャイロコンパス)
- GX: Global Xpress (グローバルエクスプレスシステム)
- Ka帯: 20/30GHzを使用する周波数帯
- L帯: 1.5GHz帯を使用する周波数帯
- LNB: Low Noise Block Converter (低雑音ブロックコンバータ)
- NMEA: National Marine Electronics Association (米国海洋電子機器協会)
- OMT: Ortho Mode Transducer (直交モード変換器)
- VDR: Voyage Data Recorder (航海情報記録装置)
- VoIP: Voice over Internet Protocol (IPネットワークを通じた音声通話)
- VSAT: Very Small Aperture Terminal (超小型地球局)