

インマルサットFleet Broadband JUE-251/501の開発

Development of Inmarsat Fleet Broadband JUE-251/501

小野寺 浩 司 Kouji Onodera	志 賀 則 之 Noriyuki Shiga	草 野 裕 久 Hirohisa Kusano
安 藤 勝 規 Katsunori Ando	百 瀬 寛 Hiroshi Momose	

要 旨

近年の船舶におけるインターネット接続ニーズの高まりに対応し、当社ではインマルサットFleet Broadbandサービスに対応したJUE-250を2007年より、JUE-500を2009年より販売している。JUE-250/500の発売開始以降、船陸間通信環境がブロードバンド化されたことにより船舶インターネット接続環境の高機能化、陸上インターネット接続環境とのシームレス化のニーズが高まることとなった。当社はこのニーズに対応したJUE-250/500の後継機種としてJUE-251/501を開発した。

JUE-251/501はJUE-250/500と比較して、船上装置の小型・軽量化、船内装置の一体化、ネットワーク機能の大幅向上を実現し、船舶でのインターネット接続環境を陸上でのインターネット接続環境に大きく近づけることができた。

Abstract

In order to respond to the increase in the need for Internet access on vessels in recent years, JRC started sales of JUE-250 from 2007, and JUE-500 from 2009. These products provide INMARSAT Fleet Broadband service. After the sale of JUE-250/500 started, the need for high functions in the Internet access environment of vessels and for a seamless Internet land access environment has increased due to the adoption of broadband in the communication environment between vessels and land. To meet these needs, JRC has developed JUE-251/501 as the models succeeding JUE-250/500.

Compared to the JUE-250/500, JUE-251/501 achieves reduced size and weight of the onboard device, an integrated onboard system, and greatly improved network functions. With these new products, the Internet access environment on vessels is much closer to the Internet access environment on land.

1. ま え が き

当社ではインマルサットFleet Broadbandサービスに対応した携帯移動地球局として2007年よりJUE-250を、2009年よりJUE-500の販売を開始し、多数の船舶に搭載され市場で高い評価を受けている。JUE-250/500の発売開始以降、インマルサットFleet Broadbandサービスの特長である音声通信・パケットデータ通信の同時接続、パケットデータ通信の最大伝送速度の向上（JUE-250：284kbps、JUE-500：432kbps）により、船舶でのインターネット接続環境が飛躍的に向上することとなった。その結果、JUE-250/500のネットワーク接続機能に対する高機能化ニーズがさらに高まることとなった。当社ではこのニーズに対応し、新たな携帯移動地球局としてJUE-251/501を開発した。

本稿は、JUE-251/501について、JUE-250/500から向上した機能・性能向上内容に焦点をあてて報告する。

2. 装置概要

インマルサット携帯移動地球局JUE-251/501の装置仕様を表1に、JUE-251外観図を図1に、JUE-501外観図を図2に示す。

JUE-251/501はそれぞれ船上装置、船内装置から構成されており、JUE-250/500からの変更点は、以下の通りである。

- (1) 軽量化した船上装置を新規開発した。特にJUE-251の船上装置においてアンテナ2軸制御を実現した結果、さらなる小型・軽量化に繋がった。
- (2) JUE-250/500ではOIUと分離型だった船内装置に対して機能を一体化した船内装置を新規開発した。
- (3) ルーター機能を新規開発し、船内装置に接続される各種端末のインターネット接続機能を向上した。
- (4) 船内ネットワーク～陸上ネットワーク間の通信セキュリティを確保するためのVPN機能を実装した。
- (5) インターネット接続回線を自動選択する自動経路選択機能を新規開発した。

表1 JUE-251/501装置仕様
Table 1 Specification of JUE-251/501

周波数帯域	送信:1626.5MHz-1660.5MHz, 1668MHz-1675MHz 受信:1518.0MHz-1559.0MHz
送信出力EIRP	+22.0dBW (JUE-501) +15.1dBW (JUE-251)
受信性能指数G/T	-7.0dB/K (JUE-501) -15.5dB/K (JUE-251)
変調方式	送信: $\pi/4$ -QPSK/16QAM 受信: QPSK/16QAM
通信種別	Standard IP: 最大432kbps (JUE-501) 最大284kbps (JUE-251) Streaming IP: 8,16,32,64,128kbps 256kbps (JUE-501) 音声: 4kbps (AMBE++) 3.1kHz Audio (FAX,音声,アナログモデム) ISDN (JUE-501): 64/56kbps (TV電話,ISDN,G4 FAX) SMS: 最大160文字
電源電圧	AC89~266V (電源ユニット, DC24V出力)
電源電流	アイドル2A以下 最大6.5A以下
動作温度範囲	船上/船内装置 -25~ +55 °C ハンドセット -15~ +55 °C
相対湿度	0%~95% (結露なし)
日射	赤外線:500W/m ² 紫外線:54 W/m ²
着氷	最大25mm
降雨量	最大100mm/h
耐風速	動作中最大100ノット
保護等級	船上装置:IP56 船内装置:IP22 ハンドセット:IPX0
外形寸法	船上装置 φ630 × 683 (H) mm (JUE-501) φ285 × 364 (H) mm (JUE-251) 船内装置 262 (W) × 65 (H) × 275 (D) mm
質量	船上装置 20kg (JUE-501) 4.7kg (JUE-251) 船内装置 4.5kg



図1 JUE-251外観図

Fig. 1 Appearance of JUE-251



図2 JUE-501外観図

Fig. 2 Appearance JUE-501

3. 船上装置

JUE-251/501船上装置は、以下のことを目標として開発した。
(1) JUE-501は、JUE-500の機構部品を活かし、軽量化を図る。
(2) JUE-251は、機械構造を革新的に見直し、2軸構造とすることで小型・軽量化を図る。

特に、JUE-251船上装置は、新規構造であるため、その目的を達成するため以下を考慮した。

- (1) アンテナ部の小型・軽量化
- (2) 電気ユニット (RFU, ACU) 一体化
- (3) ユニットのレドームベースに配置

JUE-251船上装置の構成図を図3に示す。

3.1 アンテナ部の小型・軽量化 (JUE-251)

船上装置内の電気ユニットは、LNA, RFU, ACUで構成されている。アンテナは、軽量化を実現するためPC板と発泡材で構成した3素子パッチアンテナとした。また、給電点を1点とすることで給電回路の簡素化も実現した。アンテナが軽量になったことで負荷イナーシャが軽減され、アンテナを動かすための必要トルクが低くなり、モータを小型化できた。その結果、JUE-251のアンテナ部を従来機種 (JUE-250) と比較して約3割小型・軽量化できた。

3.2 電気ユニット一体化 (JUE-251/JUE-501)

上記のRFUとACUを一体化するため、これまで別体となっていた動揺検出部を小型かつ面実装品の加速度センサと角速度センサに置き換え、ACU内に構築した。これにより、RFUとACUをPC板1枚で実現できた。また、このユニットは、ヒートシンクを兼ねたアタッチメントを取りつけることで、JUE-501と共通化を図っている。

3.3 ユニットのレドームベースに配置 (JUE-251)

3.2項の一体化したユニットをレドームベースに直付けすることで、ユニットから発生する熱をレドームベースに伝導させ、温度上昇を軽減させた。

また、配線が必要なモータも可動軸より下に配置してい

るので、アンテナが可動してもケーブル類が動かされることなく、屈曲による断線の心配がない構造とした。

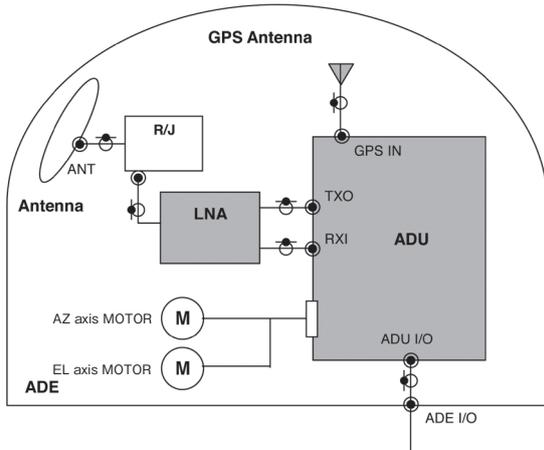


図3 JUE-251 船上装置構成図
Fig. 3 JUE-251 ADE Block Diagram

4. 船内装置

JUE-251/501船内装置は、以下のことを目標として開発した。

- (1) 従来オプションとなっていた機能拡張ユニットを内蔵し、トータルで小型化を図る。
- (2) 社内開発の船用ネットワークプラットフォームを採用し、強力なネットワーク機能を実現する。
- (3) 社内開発のSoCを使用し無線モデム部をコンパクトにする。

4.1 船内装置の小型化

図4に船内装置の構成図を示す。

船内装置はNCU, FTU, PSUの3つの基板で構成されている。

従来OIUとしてオプションで提供されていた4回線分の2線電話機インタフェース(トータルで6回線)、外部ブザーインタフェース、NMEAインタフェースを本体に内蔵している。2線電話機インタフェースは、新たに内線通話機能に対応した。その結果、船内装置を従来機種(JUE-250/JUE-500)と比較して約2割小型化できた。

機能を集積することで部品の発熱が増えるが、ダイキャストの筐体に効率良く放熱できる構造としているため、冷却ファンを必要としない。

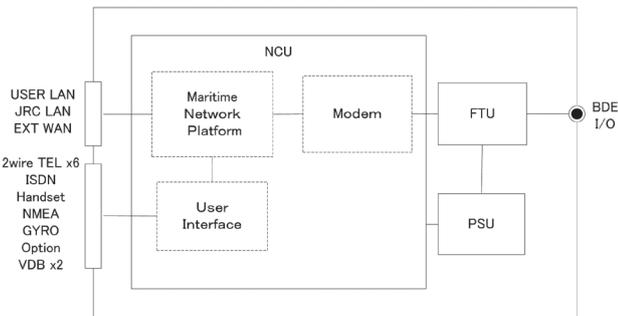


図4 JUE-251/501 船内装置構成図
Fig. 4 JUE-251/501 BDE Block Diagram

4.2 船用ネットワークプラットフォームの活用

船用ネットワークプラットフォームはFreescale社のMPUを中心とし、Linuxを採用した社内開発プラットフォームである。

NCUは船用ネットワークプラットフォームをベースに開発されており、4ポートのユーザーLANポート(PoE給電機能付き)、1ポートのリモートメンテナンス専用LAN(JRC LAN)ポート、1ポートのWANポート(EXT WAN)を備えている。

船用ネットワークプラットフォームの採用により、強力なネットワーク処理(ルータ機能・VPN機能・経路選択等)をFBB船内装置で使用できるようにした。

4.3 SoCの採用による小型化

NCUでは無線モデム部をSoCで構成している。

SoCにはプロトコル処理用CPU、デジタル変調復調用DSP、音声圧縮伸長用DSP、誤り訂正用ハードウェアロジック、メモリ等が集積されており、SoCの採用で無線モデム部を大幅に小型化することが可能になった。これにより、NCUは1枚の基板で実現されている。

5. ネットワーク機能

JUE-251/501の開発においては、JUE-250/500の発売以降、市場からのフィードバックを受けたネットワーク機能の充実も、開発目的の1つである。そのため、JUE-251/501の開発では以下の機能を新規開発した。

- (1) ルーター機能: ユーザ端末のインターネット接続環境構築の幅を広げる。
- (2) VPN機能: 船内・陸上ネットワーク間の通信セキュリティを確保する。
- (3) 自動経路選択機能: JUE-251/501のインターネット接続回線を自動選択し、インターネット接続コストの低減・通信速度の改善を図る。

5.1 ルーター機能

従来のJUE-250/500は、簡易的なルーター機能としてNAT機能を有している。このNAT機能は(1)ローカルIPアドレスとグローバルIPアドレスとの1対1対応、(2)Proxy DNSサーバを持たず、直接インターネット向けにDNSクエリを発行する、という簡易的な機能のみであり、多彩なネットワーク接続へのニーズを満たすには限界があった。今回のJUE-251/501ではルーター機能の強化として、従来からのNATルータ機能に加えて、(1)IPマスカレード、(2)PPPoEブリッジ、(3)Proxy DNSサーバ、(4)VPNパススルー、(5)ポートVLANを追加した。

IPマスカレードは市販ルータで既に広く利用されている機能であるが、JUE-251/501ではインマルサット FleetBroadband サービスに対応した複数のパケット接続への対応を実現している。また、ポートフォワード・DMZホスト設定により船内サーバ設置に対するニーズに対応している。

PPPoEブリッジは、インマルサット網接続により取得したIPアドレスをPPPoEプロトコルを用いて直接ユーザ端末に払い出す機能である。このPPPoEブリッジにより、IPマスカレードでは対応出来ないネットワークアプリケーションに対応している。

Proxy DNSサーバは、JUE-251/501がユーザ端末からのDNSクエリを中継する機能を持つ。その結果、ユーザ端末がパケット接続の都度、DNSサーバの設定を意識する必要がなくなる。また、DNSキャッシュ機能を持つことで余分なDNSクエリのインマルサット回線への送信を抑制している。

VPNパススルーは、近年の企業内ネットワークでは一般的になったIP-VPN利用に対応し、NAT/IPマスカレード接続においてもユーザ端末からVPNサーバへの接続を容易にしている。

ポートVLANは、JUE-251/501が持つ各Ethernetポートをそれぞれ別のネットワークに分離する機能を持っている。その結果、JUE-251/501を用いて船内ネットワークをその利用目的により分離することが可能となる。

5.2 VPN機能

JUE-251/501では陸上-船内ネットワーク間の通信セキュリティを確保するためのVPN機能を実装している。

このVPN機能はIPパケットレベルでの認証・暗号化の標準的機能であるIPsecを適用している。

VPN機能の実装にあたっては、陸上ネットワークと船内ネットワークとのネットワーク接続形態、インマルサット回線のパケット通信方式の特性を考慮し、複雑なVPN設定を簡単に出来るように適用仕様を絞り込み、陸上ネットワーク-船内LAN間のトンネルモード接続のみとしている。その結果、VPN設定に際して一般的なVPNルータによく見られるような複雑なパラメータ設定を省略し、接続先ネットワーク情報・認証情報のみを登録して完了出来るようにしている。

5.3 自動経路選択機能

JUE-251/501には船内装置に外部通信装置と接続するためのEXTWANインタフェースを設けて、インマルサット回線かEXTWANインタフェースに接続したVSAT通信装置等他のIPネットワーク回線との自動経路切替機能を開発した。

自動経路選択機能では、インマルサット通信回線の特性および設定の簡易さを考慮して、EXTWANインタフェースに接続された外部通信回線の接続状態を周期監視して、その通信回線が利用可能な場合には外部通信回線を優先選択出来るようにした。この自動経路選択機能の利用により、船内からのインターネット接続コストの低減を図ることが可能になる。図5に自動経路選択機能適用時のネットワーク構成を示す。

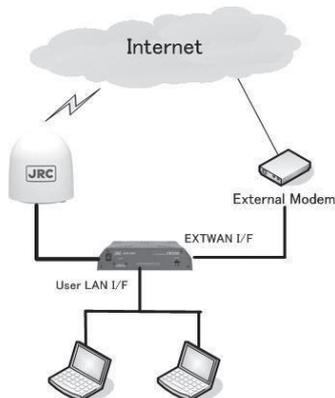


図5 JUE-251/501経路選択機能 ネットワーク構成図
Fig. 5 Network Structure of JUE-251/501 WAN Selector

6. あとがき

JUE-251/501は本稿で示したように、JUE-250/500の基本性能を向上し、かつネットワーク機能の向上を達成している。その結果、JUE-251/501単体で陸上でのインターネット利用形態に大きく近づけることが可能となった。

JUE-251/501の利用により、船舶衛星通信は従来の音声通信主体の利用から、インターネット接続機能の利用に大きく軸足を移すことがさらに期待される。

今後はJUE-251/501をベースとしたネットワーク機能の強化として、インマルサット回線での音声通信をパケット通信化するVoIP機能の利用、自動経路選択機能の高度化、次世代インマルサット新サービスへの対応を進めてゆく予定である。

参考文献

- (1) 近内 光一, 志賀 則之, 山根 興, 伊藤 信幸, 草野 裕久, 井上 眞太郎, “インマルサット Fleet Broadband FB250の開発,” 日本無線技報, No54, 2008, pp.35-38.
- (2) 井上 眞太郎, 草野 裕久, 五十嵐 一文, 矢澤 克己, 加藤 友祐, “インマルサット Fleet Broadband FB500 船舶地球局JUE-500の開発,” 日本無線技報, No59, 2010, pp.21-25.

用語一覧

ACU: Antenna Control Unit (アンテナ制御ユニット)
ADE: Above Deck Equipment (船上装置)
ADU: Above Deck Unit (船上ユニット)
BDE: Below Deck Equipment (船内装置)
DNS: Domain Name System
EXTWAN: External WAN (外部WAN)
FTU: Frequency Transfer Unit (周波数変換ユニット)
IPsec: Security Architecture for Internet Protocol
LNA: Low Noise Amplifier (低雑音増幅器)
NCU: Network and Channel control Unit (ネットワーク&チャネルコントロールユニット)
NMEA: National Marine Electronics Association
OIU: Optional Interface Unit (オプションインターフェースユニット)
PPPoE: PPP over Ethernet
PSU: Power Supply Unit (電源供給ユニット)
R/J: Rotary Joint (ロータリジョイント)
RFU: Radio Frequency Unit (無線部ユニット)
SoC: System on Chip
VPN: Virtual Private Network