

信への衛星通信の導入により、船舶の安全航行を図ることであり、国際組織としてアメリカのマリスアット (MARISAT) システムを引き継ぐ形で、1982年よりその活動を開始した。その後、1985年及び1989年の条約改正により海上移動体のみならず、航空移動体・陸上移動体通信に拡張した。また、1994年に名称を「国際海事衛星機構 (International Maritime Satellite Organization)」から「国際移動通信衛星機構 (International Mobile Satellite Organization)」へ変更し、そのシステム運用の効率化を意図し、宇宙部分 (通信衛星及びその管制等に必要関連地上設備) を、1999年イギリスの会社法に基づく民営会社 (Inmarsat Ltd.) へと移行した。またSOLAS条約に基づくGMDSS提供の存続・維持を行う業務も継続し担当している。

サービスに利用される衛星はサービスリンクとしてLバンド (1.5GHz/1.6GHz帯) を提供する静止衛星が用いられる。マリスアットよりサービスを引き継ぎの際にはINTELSAT・MARECS・MARISAT (第1世代衛星) の3つの衛星を使用し、運用していたが、1990-1992年にかけて独自の衛星 (第2世代衛星) が4衛星打ち上げられ、現在同様大西洋-西 (AOR-W)、大西洋-東 (AOR-E)、インド洋 (IOR)、太平洋 (POR) の4海域で極圏の一部を除く全世界を4エリアでカバーするようになった。更に1996-1998年に第3世代衛星が予備機を含め5衛星打ち上げられ、全世界を4つの静止衛星による広域通信ビームでカバーしている状態に加え、通信量の多い地域を別途カバーするスポットビーム機能が稼働するようになった。2005-2007年に移動地球局の小型化と通信速度の高速化サービスのため、更にスポットビームを狭地域化した第4世代衛星、3衛星が打ち上げられた。現在、第2世代衛星: 3衛星、第3世代衛星: 5衛星および第4世代衛星: 3衛星の合計11静止衛星にて運用されている。

サービスは、音声サービスを含む流れとして、アナログ通信方式の第1世代のインマルサットA、デジタル化された第2世代のインマルサットB/M、パケット交換が採用されたインマルサットFleet、そして高速通信化された第3世代のインマルサットFleetBroadbandと拡張されてきた。また、低速のデータ専用サービスとしてインマルサットC、インマルサットD+が存在する。図1に各システムとJRC製品提供の年表を示す。

3. 各インマルサットサービス

3.1 インマルサットA

マリスアットから、インマルサットが引き継ぎ1982年より運用され2007年12月にサービスが終了されるまで26年間サービスされた。アナログ方式の通信システムで、電話・テレックスが利用でき、電話機の代わりに、ファックス端末・アナログモデムを接続すること (みなし通信) により、ファックス・データ通信も可能であった。伝送速度は概ね4800bps程度であった。衛星電力を有効に用いるためにDemand Assignment Multiple Access (DAMA) が採用され、通信方式として、音声の伝送はSingle Channel Per Carrier (SCPC) 方式が、テレックスの伝送にはTime Division Multiplex (TDM) /Time Division Multiple Access (TDMA)

方式が採用された。

当社では、マリスアットのサービス開始と共に、JUE-5Aを提供した。当時、衛星通信が陸上固定通信にて広まりつつあったが、海上移動体通信への拡張のために船舶の複雑な船体運動を補償しアンテナを衛星方向に正対させる技術が必須であった。この目的のために4軸構成のアンテナペダスタルと電気的なステップトラック方式を採用することにより、1.2mφのパラボラアンテナを常に衛星方向に指向させることを可能にした。

引き続き、船内装置を小型化したJUE-15Aを提供し、インマルサットのサービス開始と共にJUE-15Aをインマルサット規格に適合させたJUE-15AMIIを提供した。

さらに低雑音増幅器の高性能化により0.89mφのパラボラアンテナを採用し船上装置および船内装置を小型化したJUE-35シリーズおよび操作性、装備性、保守性を向上させたJUE-45シリーズの製品を提供し多くの船舶でインマルサット通信が利用されるようになった。

3.2 インマルサットM/B

1993年にインマルサットAの後継としてデジタル変調技術を用いたインマルサットBサービスが開始された。インマルサットAと同様の電話・テレックスが利用できる。音声に関しては音声コーデック (APC-MLQ方式16kbps) を、ファックスとデータ通信に関しては、装置内でアナログをデジタルに変換することにより、インマルサットAより高速な最大9.6kbpsの安定した通信を提供する。また、更に高速なデータ通信を望むユーザーに対しては、ISDN回線への接続可能な64kbpsの高速データ通信 (HSD: High Speed Data) が提供されている。大型船舶向けのインマルサットBに対し、通信速度を下げた小型船舶向けとしてMサービスが開始された。サービスとしてテレックスが削除され、音声に関しては音声コーデック (IMBE方式6.4kbps) を使用し、ファックスとデータ通信に関しては、最大2.4kbpsの速度を提供している。

当社では、インマルサットBとして、インマルサットAからの換装を考慮した装備互換のあるJUE-300Bをサービス開始とともに提供し、3軸アンテナ制御方式を採用し船上装置を小型化、Lバンド直接変調、カスタムLSIの開発により船内装置を小型化したJUE-310Bを提供した (図2)。

またインマルサットMとして、10素子の電子式にビームを制御できるアンテナを開発したことにより、機械式2軸マウント方式を採用し小型船上装置を特長とするJUE-200Mを提供した。JUE-200Mは、これまで搭載が困難であった十数トンクラスの船舶に搭載可能となった (図3)。



図2 インマルサットB 船舶地球局
Fig.2 Ship earth station of Inmarsat B

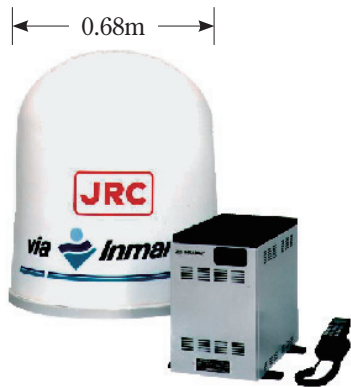


図3 インマルサットM 船舶地球局
Fig.3 Ship earth station of Inmarsat M



図4 インマルサットF77 船舶地球局
Fig.4 Ship earth station of Inmarsat F77

3.3 インマルサットFleet

2002年から2003年にかけ運用が開始されたサービスで、インマルサットB/Mの後継にあたる。アンテナサイズにより、インマルサットF77・インマルサットF55・インマルサットF33の3種類に区分される。

このサービスでは、これまでの回線交換の電話やデータ通信に加え、パケット交換でインターネットへ接続するデータ通信(MPDS: Mobile Packet Data Service)が提供された。従来はデータの送受に係らず通信時間により課金されていたが、MPDSにより、データの送受量による従量課金となり、ホームページの閲覧等、データ送受時間に対して待機時間の長い用途に適する。インマルサットA/Bで標準であった、テレックスが削除されたが、一方、HSD(64kbps ISDNサービス)の標準化、MPDSの追加によりデータ通信機能が近代化され強化された。伝送レートの高速化に対し、多値変調(16QAM)および高性能誤り訂正により、低占有帯域を実現した。また、音声に関しては音声コーデック(AMBE方式4.8kbps)を使用し狭占有帯域化した。

当社は、インマルサットF77としてJUE-410F(図4)を、インマルサットF33としてJUE-33を提供した。JUE-410Fでは、電話ポートに加え、シリアルポート、ISDN、Ethernetを標準装備し、PC及び各種デジタル機器との接続を容易にし船内のネットワークとの接続を考慮した陸上でのISDNダイヤルアップルーターを船上で実現し陸上とのシームレス化に近づけた。JUE-33では、船上装置および船内装置の小型・軽量化を図り、世界最小を実現すると共に、衛星からの電波の強さを判定しアンテナを衛星方向に指向させる電波追尾方式の実現により、ジャイロコンパスを持たない小型船舶やプレジャーボートへの搭載も可能とした。また、自社開発ロータリージョイントの採用によりアンテナの360度連続回転を実現し、旋回時もとぎれることのない通信を実現している。

3.4 インマルサットFB

FBシステムは、3つの第四世代衛星を使い、2007年より運用が開始された。従来システムの間線交換サービスでは海域ごとに数ある海岸局の中からユーザが選択した局を経由して、またパケット交換サービスではSatellite Base Station(SBS)を経由して陸上回線網へ接続されていた。FBシステムでは、すべてのサービスが各衛星毎に1地点に設置されたSatellite Access Station(SAS)を経由してそれぞれIPネットワークおよび回線交換ネットワークに接続される。

FBではパケット通信の高速化(最大432kbps)はもとより、音声、動画通信や大容量ファイル転送などにも適した通信速度保証型の接続方式を追加するなど、データ通信機能がさらに強化されている。また、従来のシステムでは不可能であったパケットデータ通信中の音声通信が可能となり、電話をしながらインターネット接続やデータ通信をするという同時通信機能も実現され、ユーザの使い勝手も格段に改善された。伝送レートの高速化に対し、可変変調レート、可変符号化率の採用により、狭占有帯域化を実現している。

当社では、FBサービス開始とともにFB250として、JUE-250を提供開始した。また、FB500としてJUE-500を提供している。JUE-250では、JUE-33の船上装置との共通化により、船内装置の交換のみでFBサービスへのアップグレードを容易にしている。JUE-500では、JUE-250で培った衛星追尾技術をベースに、更に動揺検出精度および追尾精度向上を実現した船上装置を新規開発した(図5)。



図5 インマルサットFB 船舶移動局
Fig.5 Ship earth station of Inmarsat FB

3.5 インマルサットC

1991年より運用を開始、GMDSSを念頭においた遭難安全通信を行うことをねらいとして開発された。通信サービスとしては、遭難警報、テレックス、少量データ通信（電子メール）、ファックス送信（陸上地球局で文字情報を画像データへ変換し陸上回線へ配信）、簡易メッセージ（データレポーティング）がある。このシステムではリアルタイムでの双方向の通信ではなく、一旦メッセージを陸上地球局で蓄えてから配信する蓄積交換方式を採用しているため、配信に数分程度要する。陸上テレックス端末の激減、および電子メールの浸透により簡易な電子メール端末として利用されることが多くなっている。また、GMDSS機器としての、高機能グループ呼び出し受信機能を有している。通信の伝送レートが低いため、無指向性のアンテナを利用でき、衛星方向にアンテナを常時正対させる衛星追尾機構が不要であるため小型の船外装置を実現している。

当社は、サービス開始とともにGMDSSに対応したJUE-65Aを提供し、小型化、操作性を向上させたJUE-75シリーズを提供してきた（図6）。現在、GMDSS対応のJUE-85を提供している。

またJUE-95SAは、船舶保安警報システム（SSAS）の国際規格に適合した装置で、万一テロや海賊のような脅威に曝された場合に、簡単な操作で保安警報を発信することができる。JUE-95VMは、船舶位置情報管理システム（VMS: Vessel Monitoring System）に対応した装置で、陸上局からの制御で、船舶の位置情報を自動的に発信することができる。



図6 インマルサットC 船舶地球局
Fig.6 Ship earth station of Inmarsat C

3.6 インマルサットD・D+

1996年より運用を開始し、小型軽量端末での低容量メッセージ通信用として利用されている。メッセージは、陸上国際回線へは直接接続されず、陸上地球局から特定のサービス事業者へ接続されて運用される。したがって、運用形態は、サービス事業者によって異なり、移動体の位置管理システムや非常時の通報システム等に利用されている。装置サイズはインマルサットのサービスの中では最も小型である。

当社では、インマルサットD+のサービス開始と同時にJUE-610DTを提供した（図7）。



図7 インマルサットD+ 移動地球局
Fig.7 Mobile earth station of Inmarsat D+

4. あとがき

当社はマリサット、インマルサットAからインマルサットFBシステムまで高品質・高信頼性のインマルサット通信装置を提供してきた。

インマルサットFBでは従来のインマルサット機器とは異なり、音声通信をしながらパケットデータ通信ができ、提供されるデータ回線の速度も速くなったため複数の端末（PC）から同時にインターネット接続をした場合でも実用的な通信が可能である。このことから従来の業務用通信目的だけでなく、商船や漁船においては乗員への福利厚生、客船においては船上インターネットカフェの開設による乗客サービスの向上など、より幅広い顧客ニーズに対応できるシステムとなっている。今後、更にデータ転送量の増加により広帯域の通信帯域要求が想定される。このため、海上衛星通信も周波数割当帯域の少ないL帯から広帯域のKu帯、Ka帯へ拡張され、より顧客ニーズに対応していくこととなるであろう。

参考文献

1. 辻村 克己, “海事衛星通信システム概要” 日本無線技報, 第11号, 1977, pp.3-11.
2. 海事衛星プロジェクトチーム, “海事衛星通信用船舶地球局設備” 日本無線技報, 第11号, 1977, pp.22-38.
3. 江口 光一, 井家 継也 “インマルサット小型船舶地球局装置” 日本無線技報, 第22号, 1984, pp.3-8.
4. 奥山 全信, 井家 継也, 江口 光一, 岡部 義克, 黒坂 哲, 川村 敦男, 岸野 和夫, 近内 光一, 野中 慶一, 内野 一明 “新型船舶地球局JUE-45A” 日本無線技報, 第26号, 1988, pp.6-13.
5. 岡部 義克, 近内 光一, 野中 慶一, 岸野 和夫, 内野 一明 “インマルサットC移動地球局装置” 日本無線技報, 第29号, 1991, pp.3-10.
6. 江口 光一, 永安 正俊, 越智 準一, 竹内 秀之, 芦田 研二 “JUE-200M インマルサットM 船舶地球局設備” 日本無線技報, 第34号, 1995, pp.3-7.
7. 江口 光一, 田村 朝則, 芦田 研二 “JUE-310B インマルサットB 船舶地球局設備” 日本無線技報, 第36号, 1997, pp.25-29.
8. 薄井 康, 伊藤 信幸, 妹尾 茂 “双方向ショートメッセージ衛星通信システム インマルサットD+” 日本無線技報, 第38号, 1999, pp.1-5.
9. 三浦 智, 伊藤 信幸, 田村 朝則, 芦田 研二, 薄井 康 “インマルサットFleet F77 JUE-410F船舶地球局” 日

本無線技報, 第43号, 2003, pp.34-38.

10. 川畑 隆史, 薄井 康, 志賀 則之, 宮地 幸雄, 沖田 亨, 高橋 克典 “インマルサットFleet F77 周辺ネットワークと船上評価” 日本無線技報, 第44号, 2003, pp.2-5.
11. 近内 光一, 志賀 則之, 山根 興, 伊藤 信幸, 草野 裕久, 井上 慎太郎, “インマルサットFleet Broadband JUE-250の開発” 日本無線技報, 第54号, 2008, pp.35-38.
12. 井上 慎太郎, 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, 第59号, 2010, pp.21-25.

用語一覧

16QAM : 16 Quadrature Amplitude Modulation (デジタル変調方式のひとつ)
AMBE : Advanced Multi-Band Excitation (音声符号化の一種)
AOR : Atlantic Ocean Region
DAMA : Demand Assignment Multiple Access
HSD : High Speed Data (インマルサット提供の回線交換高速データサービス)
GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System
IMBE : Improved Multi-Band Excitation (音声符号化の一種)
IMO : International Maritime Organization (国際海事機構)
IOR : Indian Ocean Region
ISDN : Integrated Services Digital Network (サービス総合デジタル網)
LRIT : Long Range Identification and Tracking
MPDS : Mobile Packet Data Service (インマルサット提供のパケット交換サービス)
POR : Pacific Ocean Region
SAS : Satellite Access Station (衛星アクセス局)
SBS : Satellite Base Station (衛星基地局)
SOLAS : The International Convention for the Safety of Life at Sea
SSAS : Ship Security Alert System
VMS : Vessel Monitoring System (船舶位置管理システム)
TDM : Time Division Multiplex
TDMA : Time Division Multiple Access